



(10) **DE 11 2019 003 022 T5** 2021.03.18

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/240257**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 003 022.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/023640**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.06.2019**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.12.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **18.03.2021**

(51) Int Cl.: **G06T 5/00 (2006.01)**
G06T 7/00 (2017.01)
G06N 3/08 (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)
G16H 30/40 (2018.01)

(30) Unionspriorität:
2018-114760 15.06.2018 JP
2018-192132 10.10.2018 JP
2019-044265 11.03.2019 JP
2019-068895 29.03.2019 JP

(71) Anmelder:
Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

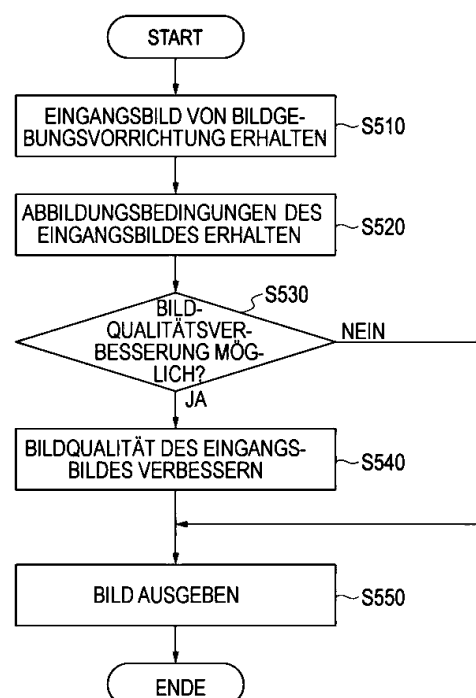
(72) Erfinder:
**Mizobe, Hideaki, Tokyo, JP; Iwase, Yoshihiko,
Tokyo, JP; Yamazoe, Manabu, Tokyo, JP; Uchida,
Hiroki, Tokyo, JP; Tomita, Ritsuya, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung, medizinisches Bildverarbeitungsverfahren und Programm**

(57) Zusammenfassung: Eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Erhalteinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, bei dem die Bildqualität verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, und eine Anzeigesteuereinheit, die zur Veranlassung einer Anzeige eines zusammengesetzten Bildes eingerichtet ist, das durch Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes gemäß einem Verhältnis erhalten wird, das unter Verwendung von Informationen hinsichtlich zumindest einer Teilregion des ersten Bildes erhalten wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung, ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren und ein Programm.

Technischer Hintergrund

[0002] Auf dem Gebiet der ärztlichen Behandlung werden zum Identifizieren einer Erkrankung einer Zielperson und zum Beobachten des Ausmaßes der Erkrankung Bilder durch verschiedene Arten von Bildgebungsvorrichtungen beschafft, und eine Bilddiagnose wird durch eine medizinische Fachkraft durchgeführt. Die verschiedenen Arten von Bildgebungsvorrichtungen umfassen beispielsweise auf dem Gebiet der Radiologie eine Röntgenbildgebungsvorrichtung, eine Röntgen-Computertomografie-(CT-)Vorrichtung, eine Magnetresonanzbildgebungs- (MRI-) Vorrichtung, eine Positronenemissionstomografie-(PET-)Vorrichtung und eine Single-Photon-Emissionscomputertomographie-(SPECT-)Vorrichtung. Auf dem Gebiet der Ophthalmologie umfassen die verschiedenen Arten von Bildgebungsvorrichtungen ferner beispielsweise eine Funduskamera, ein Scanning-Laser-Ophthalmoskop (SLO), eine optische Kohärenztomografie-(OCT-) Vorrichtung und eine OCT-Angiographie-(OCTA-) Vorrichtung.

[0003] Zur genauen Durchführung einer Bilddiagnose und Abschließen der Bilddiagnose innerhalb kurzer Zeit ist die Qualitätsstufe eines durch eine Bildgebungsvorrichtung beschafften Bildes wichtig, d.h., es ist wichtig, dass das Bild ein geringes Maß an Rauschen, eine hohe Auflösung und Ortsauflösung und eine geeignete Abstufung aufweist. In manchen Fällen kann ferner auch ein Bild nützlich sein, in dem eine Stelle oder eine Lesion verstärkt ist, die beobachtet werden soll.

[0004] Hinsichtlich der vielen Bildgebungsvorrichtungen muss allerdings eine Art Preis bezahlt werden, um ein Bild zu erhalten, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, wie ein Bild, das eine hohe Bildqualität aufweist. Obwohl ein Verfahren beispielsweise darin liegt, eine Hochleistungsbildgebungsvorrichtung zu erwerben, um ein Bild zu erhalten, das eine hohe Bildqualität aufweist, ist in den meisten Fällen verglichen mit dem Erwerb einer Niedrigleistungsbildgebungsvorrichtung eine größere Investition erforderlich.

[0005] Wird beispielsweise CT verwendet, ist es zum Erhalten eines Bildes mit geringerem Rauschen manchmal erforderlich, die Strahlungsmenge zu erhöhen, der die Zielperson ausgesetzt ist. Wenn ei-

ne MRI angewendet wird, wird in manchen Fällen ein Kontrastmittel verwendet, bei dem ein Risiko von Nebenwirkungen besteht, um ein Bild zu erhalten, in dem eine Stelle, die beobachtet werden soll, verstärkt ist. Wenn eine OCT angewendet wird, wird, wenn es erforderlich ist, eine abzubildende Region auszuweiten, oder eine hohe Ortsauflösung zu erhalten, in manchen Fällen die Abbildungszeit lang. Ferner ist es bei einigen Bildgebungsvorrichtungen erforderlich, ein Bild mehrmals zu beschaffen, um ein Bild zu erhalten, das eine hohe Bildqualität aufweist, und die zur Durchführung der Bildgebung erforderliche Zeit erhöht sich dementsprechend.

[0006] Die PTL 1 offenbart ein Verfahren, das mittels einer künstlichen Intelligenzeinrichtung ein zuvor beschafftes Bild in ein Bild höherer Auflösung umwandelt, um auf die schnellen Fortschritte zu antworten, die in der Medizintechnik erzielt werden, und auch einer einfachen Bildgebung in einem Notfall zu entsprechen. Mit diesem Verfahren kann beispielsweise ein Bild, das durch eine einfache Bildgebung mit geringeren Kosten beschafft wird, in ein Bild mit einer höheren Auflösung umgewandelt werden.

Zitierliste

Patentliteratur

[0007] PTL1: Japanische Patentanmeldungsoffenlegung Nr. 2018-5841

Kurzzusammenfassung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0008] Selbst wenn ein Bild eine hohe Auflösung hat, gibt es allerdings Fälle, in denen nicht gesagt ist, dass das Bild ein Bild ist, das für eine Bilddiagnose geeignet ist. Selbst wenn die Auflösung eines Bildes hoch ist, kann in manchen Fällen, beispielsweise wenn ein hohes Maß an Rauschen oder der Kontrast in dem Bild gering ist oder dergleichen, ein Objekt, das beobachtet werden sollte, nicht geeignet nachgewiesen werden.

[0009] In dieser Hinsicht besteht eine Aufgabe vorliegender Erfindung in der Bereitstellung einer medizinischen Bildverarbeitungsvorrichtung, eines medizinischen Bildverarbeitungsverfahrens und eines Programms, die ein Bild erzeugen können, das für eine Bilddiagnose geeigneter als bei der herkömmlichen Technik ist.

Lösung der Aufgabe

[0010] Eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst eine Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingestellt ist, das

ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, in dem eine Bildqualität verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, und eine Anzeigesteuereinheit, die zur Anzeige eines zusammengesetzten Bildes auf einer Anzeigeeinheit eingerichtet ist, das durch Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes gemäß einem Verhältnis erhalten wird, das unter Verwendung von Informationen hinsichtlich zumindest einer Teilregion des ersten Bildes erhalten wird.

[0011] Ferner umfasst ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel vorliegender Erfindung ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, ein Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei in dem zweiten Bild eine Bildqualität verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, wobei eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet wird, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, und ein Veranlassen einer Anzeige eines zusammengesetzten Bildes auf einer Anzeigeeinheit, das durch Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes gemäß einem Verhältnis erhalten wird, das unter Verwendung von Information hinsichtlich zumindest einer Teilregion des ersten Bildes erhalten wird.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0012] Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das sich auf eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bezieht.

Fig. 2 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das sich auf eine Bildgebungsortschätzverarbeitung bezieht.

Fig. 3 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das sich auf eine Authentizitätsbewertungsverarbeitung eines Bildes bezieht.

Fig. 4 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines anderen Beispielablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig. 8 zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 9 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 10 zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 11 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 12 zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 13 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 14A zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 14B zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 14C zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 14D zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildverarbeitung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 15 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel.

Fig. 16 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel.

Fig. 17 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Benutzerschnittstelle gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel.

Fig. 18 zeigt eine Darstellung eines Beispiels der schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel.

Fig. 19 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel.

Fig. 20 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel.

Fig. 21A zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß einem dreizehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 21B zeigt ein Ablaufdiagramm eines anderen Beispiels des Ablaufs einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem dreizehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 22 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem siebzehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 23 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem siebzehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 24 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das sich auf eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bezieht.

Fig. 25 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem neunzehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 26 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem neunzehnten Ausführungsbeispiel.

Fig. 27 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß einem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 28A zeigt eine Darstellung eines Beispiels eines Trainingsbildes hinsichtlich einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung.

Fig. 28B zeigt eine Darstellung von Beispielen von Trainingsbildern hinsichtlich einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung.

Fig. 29A zeigt eine Darstellung von Beispielen von Eingangsbildern hinsichtlich einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung.

Fig. 29B zeigt eine Darstellung von Beispielen von Eingangsbildern hinsichtlich einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung.

Fig. 30 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 31A zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 31B zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels eines Ablaufs einer Bildverarbeitung gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 32A zeigt eine Darstellung mehrerer Ansichten zur Beschreibung eines Weitwinkelbildes gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 32B zeigt eine Darstellung zur Beschreibung eines Weitwinkelbildes gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 32C zeigt eine Darstellung zur Beschreibung des Weitwinkelbildes gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 33A zeigt eine Darstellung zur Beschreibung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß einem dreiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 33B zeigt eine Darstellung zur Beschreibung des Weitwinkelbildes gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 33C zeigt eine Darstellung zur Beschreibung des Weitwinkelbildes gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 34A zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Benutzerschnittstelle gemäß einem vierundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 34B zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Benutzerschnittstelle gemäß dem vierundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 35 zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem fünfundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 36A zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das als Machine Learning-Einrichtung gemäß Abwandlung 6 verwendet wird.

Fig. 36B zeigt eine Darstellung zur Beschreibung eines Beispiels der Konfiguration des neuronalen Netzwerks, das gemäß Abwandlung 6 als die Machine Learning-Einrichtung verwendet wird.

Fig. 37A zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration des neuronalen Netz-

werks, das gemäß Abwandlung 6 als Machine Learning-Einrichtung verwendet wird.

Fig. 37B zeigt eine Darstellung zur Beschreibung eines Beispiels einer Konfiguration eines neuronalen Netzwerks, das gemäß Abwandlung 7 als Machine Learning-Einrichtung verwendet wird.

Fig. 38 zeigt eine Darstellung zur Beschreibung eines Beispiels der Benutzerschnittstelle gemäß dem vierundzwanzigsten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0013] Als Nächstes werden Ausführungsbeispiele vorliegender Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben. Allerdings sind die Dimensionen, Materialien, Formen und relativen Positionen der in den folgenden Ausführungsbeispielen beschriebenen Komponenten nicht begrenzt, und können entsprechend einer Konfiguration einer Vorrichtung, bei der die vorliegende Erfindung angewendet wird, oder verschiedenen Bedingungen geändert werden. Ferner sind in verschiedenen Zeichnungen identische oder funktionsweise ähnliche Elemente mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

<Beschreibung der Begriffe>

[0014] Zuerst werden in der vorliegenden Beschreibung verwendete Begriffe beschrieben.

[0015] In einem in der vorliegenden Beschreibung beschriebenen Netzwerk können jeweilige Vorrichtungen unter Verwendung drahtgebundener oder drahtloser Verbindungen verbunden sein. Die Verbindungsarten, die jede Vorrichtung in dem Netzwerk verbinden, umfassen hier beispielsweise eine dedizierte Leitung, eine lokale Netzwerk- (das nachstehend als „LAN“ beschrieben wird) Verbindung, eine drahtlos-LAN-Verbindung, eine Internetverbindung, Wi-Fi (eingetragene Marke) und Bluetooth (eingetragene Marke).

[0016] Eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung kann durch zwei oder mehr Vorrichtungen gebildet sein, die miteinander kommunizieren können, oder kann als einzelne Vorrichtung gebildet sein. Ferner können die jeweiligen Komponenten einer medizinischen Bildverarbeitungsvorrichtung durch ein Softwaremodul implementiert sein, das durch einen Prozessor wie eine CPU (Zentralverarbeitungseinheit) oder eine MPU (Mikroverarbeitungseinheit) ausgeführt wird. Ferner können die jeweiligen Komponenten durch eine Schaltung oder dergleichen implementiert sein, die eine spezifische Funktion bereitstellt, wie eine ASIC. Ferner können die jeweiligen Komponenten durch eine Kombination beliebiger anderer Hardware oder Software implementiert sein.

[0017] Medizinische Bilder, die durch eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung oder ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren gemäß nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen zu verarbeiten sind, enthalten Bilder, die unter Verwendung einer frei wählbaren Modalität (Bildgebungsvorrichtung oder Bildgebungsverfahren) erhalten werden. Die zu verarbeitenden medizinischen Bilder können ein medizinisches Bild, das durch eine beliebige Bildgebungsvorrichtung oder dergleichen erhalten wird, und durch eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung oder ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren gemäß nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen erzeugte Bilder enthalten.

[0018] Außerdem ist ein zu verarbeitendes medizinisches Bild ein Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson (eines zu Untersuchenden), und das Bild der vorbestimmten Stelle enthält zumindest einen Teil der vorbestimmten Stelle der Zielperson. Das medizinische Bild kann auch eine andere Stelle der Zielperson enthalten. Das medizinische Bild kann ein Stehbild oder ein Bewegtbild sein, und kann ein Schwarzweißbild oder ein Farbbild sein. Außerdem kann das medizinische Bild ein Bild sein, das die Struktur (Form) der vorbestimmten Stelle darstellt, oder kann ein Bild sein, das eine Funktion der vorbestimmten Stelle darstellt. Bilder, die eine Funktion darstellen, umfassen beispielsweise ein Bild, das eine Hämodynamik (Blutflussvolumen, Blutflussgeschwindigkeit oder dergleichen) darstellt, wie ein OCTA-Bild, ein Doppler-OCT-Bild, ein fMRI-Bild und ein Ultraschall-Doppler-Bild. Es wird angemerkt, dass die vorbestimmte Stelle der Zielperson gemäß dem Abbildungszielobjekt bestimmt werden kann, und derartige vorbestimmte Stellen umfassen Organe, wie das menschliche Auge (das zu untersuchende Auge), das Gehirn, die Lunge, den Darm, das Herz, die Pankreas, die Nieren und die Leber, und beliebige Stellen, wie den Kopf, die Brust, Beine und Arme.

[0019] Ferner kann das medizinische Bild ein Tomografiebild der Zielperson oder ein Frontbild sein. Beispiele eines Frontbildes umfassen ein Frontbild des Augenhintergrundes, ein Frontbild des vorderen Augensegments, ein durch Fluoreszenzbildgebung erhaltenes Fundusbild und ein en-Face-Bild, das unter Verwendung zumindest eines Teilbereichs von Daten in der Tiefenrichtung des Abbildungszielobjekts hinsichtlich Daten erzeugt wird, die durch OCT (dreidimensionale OCT-Daten) erhalten werden. Es wird angemerkt, dass ein en-Face-Bild ein OCTA-en-Face-Bild (Bewegungskontrastfrontbild) sein kann, das unter Verwendung zumindest eines Teilbereichs von Daten in der Tiefenrichtung des Abbildungszielobjekts bezüglich dreidimensionaler OCTA-Daten (dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten) erzeugt wird. Ferner sind die dreidimensionalen OCTA-Daten oder die dreidimensionalen Bewegungs-

kontrastdaten ein Beispiel dreidimensionaler medizinischer Bilddaten.

[0020] Außerdem bezieht sich der Begriff „Bildgebungsvorrichtung“ auf eine Vorrichtung zur Durchführung einer Bildgebung zum Erhalten eines Bildes, das für eine Diagnose zu verwenden ist. Beispiele einer Bildgebungsvorrichtung umfassen eine Vorrichtung, die ein Bild einer vorbestimmten Stelle der Zielperson durch Bestrahlen der vorbestimmten Stelle mit Licht, radioaktiven Strahlen, wie Röntgenstrahlen, elektromagnetischen Wellen oder Ultraschallwellen oder dergleichen erhält, und eine Vorrichtung, die ein Bild einer vorbestimmten Stelle durch Erfassen radioaktiver Strahlen erhält, die von dem Subjekt emittiert werden. Insbesondere umfassen Beispiele einer Bildgebungsvorrichtung gemäß hier beschriebenen Ausführungsbeispielen zumindest eine Röntgenbildgebungsvorrichtung, eine CT-Vorrichtung, eine MRI-Vorrichtung, eine PET-Vorrichtung, eine SPECT-Vorrichtung, eine SLO-Vorrichtung, eine OCT-Vorrichtung, eine OCTA-Vorrichtung, eine Funduskamera und ein Endoskop.

[0021] Es wird angemerkt, dass eine Zeitbereichs-OCT-(TD-OCT-)Vorrichtung und eine Fourierbereichs-OCT-(FD-OCT-)Vorrichtung als Beispiele einer OCT-Vorrichtung enthalten sein können. Ferner können Beispiele einer Fourierbereichs-OCT-Vorrichtung eine Spektralbereichs-OCT-(SD-OCT-)Vorrichtung und eine Sweptsource-OCT-(SS-OCT-)Vorrichtung. Ferner können eine adaptive Optik-SLO-(AO-SLO-)Vorrichtung und eine adaptive Optik-OCT-(AO-OCT-)Vorrichtung, die ein adaptives Optiksyste und dergleichen verwenden, jeweils als Beispiele einer SLO-Vorrichtung oder einer OCT-Vorrichtung enthalten sein. Ferner können eine polarisationsempfindliche SLO-(PS-OCT-)Vorrichtung und eine polarisationsempfindliche OCT-(PS-OCT-)Vorrichtung und dergleichen zur Visualisierung von Informationen hinsichtlich Polarisationsphasendifferenzen oder einer Depolarisation jeweils als Beispiele einer SLO-Vorrichtung oder einer OCT-Vorrichtung enthalten sein.

[0022] Der Begriff „Bildverwaltungssystem“ bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein System, die Bilder empfangen und speichern, die durch eine Bildgebungsvorrichtung abgebildet wurden, und Bilder empfangen und speichern, die einer Bildverarbeitung unterzogen wurden. Ein Bildverwaltungssystem kann auch ein Bild im Ansprechen auf eine Anfrage von einer verbundenen Vorrichtung senden, eine Bildverarbeitung bei einem gespeicherten Bild durchführen und eine andere Vorrichtung zur Ausführung einer Anfrage für eine Bildverarbeitung auffordern. Beispiele eines Bildverwaltungssystems umfassen ein Bildarchivierungs- und Kommunikationssystem (PACS). Insbesondere enthält ein Bildverwaltungssystem gemäß nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen eine Datenbank, die zusammen mit einem

empfangenen Bild auch verschiedene Arten von Informationen speichern kann, wie Informationen, die zu der Zielperson gehören, und eine Abbildungszeit, die mit dem Bild verknüpft ist. Ferner ist das Bildverwaltungssystem mit einem Netzwerk verbunden, und kann im Ansprechen auf eine Anfrage von einer anderen Vorrichtung Bilder senden und empfangen, Bilder umwandeln und verschiedene Arten von mit gespeicherten Bildern verknüpften Informationen senden und empfangen.

[0023] Der Begriff „Abbildungsbedingungen“ bezieht sich auf verschiedene Arten von Informationen beim Abbilden eines Bildes, das durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wird. Die Abbildungsbedingungen umfassen beispielsweise Informationen hinsichtlich der Bildgebungsvorrichtung, Informationen hinsichtlich der Einrichtung, wo die Abbildung durchgeführt wurde, Informationen hinsichtlich einer Untersuchung, die zu der Abbildung gehört, Informationen hinsichtlich der die Abbildung durchführenden Person und Informationen hinsichtlich der Zielperson. Die Abbildungsbedingungen enthalten beispielsweise auch das Abbildungsdatum und die Abbildungszeit, einen Namen der abgebildeten Stelle, eine abgebildete Region, einen Abbildungsbildwinkel, ein Bildgebungssystem, eine Bildauflösung und Abstufung, eine Bildgröße, einen angewandten Bildfilter, Informationen hinsichtlich des Bilddatenformats und Informationen hinsichtlich der Strahlungsmenge. Es wird angemerkt, dass Beispiele der abgebildeten Region eine Peripherieregion, die von einer spezifizierten abgebildeten Stelle abweicht, und eine Region enthalten kann, die eine Vielzahl abgebildeter Stellen enthält.

[0024] Die Abbildungsbedingungen können in einer Datenstruktur gespeichert sein, die das Bild konstituiert, können als Abbildungsbedingungsdaten gespeichert sein, die von dem Bild getrennt sind, oder können in einer Datenbank oder einem Bildverwaltungssystem gespeichert sein, das mit der Bildgebungsvorrichtung assoziiert ist. Daher können Abbildungsinformationen über Prozeduren erhalten werden, die der Einheit zur Speicherung der Abbildungsbedingungen der Bildgebungsvorrichtung entsprechen. Insbesondere werden beispielsweise die Abbildungsbedingungen durch Analysieren der Datenstruktur eines Bildes, das durch die Bildgebungsvorrichtung ausgegeben wird, Beschaffen von Abbildungsbedingungsdaten, die dem Bild entsprechen, oder Zugreifen auf eine Schnittstelle zum Erhalten von Abbildungsbedingungen aus einer mit der Bildgebungsvorrichtung assoziierten Datenbank erhalten.

[0025] Es wird angemerkt, dass es in Abhängigkeit von der Bildgebungsvorrichtung auch Abbildungsbedingungen geben kann, die nicht erhalten werden können, beispielsweise, weil die Abbildungsbedingungen nicht gespeichert sind. Beispiele eines der-

artigen Falls enthalten einen Fall, in dem die Bildgebungsvorrichtung keine Funktion zum Erhalten und Speichern spezifischer Abbildungsbedingungen aufweist, oder einen Fall, in dem eine Funktion gesperrt wurde. Danach gibt es beispielsweise auch Fälle, in denen eine Abbildungsbedingung nicht gespeichert wird, weil sie eine Abbildungsbedingung ist, die sich nicht auf die Bildgebungsvorrichtung oder die Abbildung bezieht. Außerdem gibt es beispielsweise auch Fälle, in denen eine Abbildungsbedingung verborgen ist, verschlüsselt ist, oder ohne die Berechtigung zum Erhalten der Abbildungsbedingung nicht erhalten werden kann. Allerdings gibt es Fälle, in denen eine Abbildungsbedingung erhalten werden kann, selbst wenn sie nicht gespeichert ist. Beispielsweise kann ein Name der abgebildeten Stelle oder eine abgebildete Region durch die Durchführung einer Bildanalyse identifiziert werden.

[0026] Der Begriff „Machine Learning-Modell“ bezieht sich auf ein Modell, das bezüglich eines beliebigen Machine Learning-Algorithmus ein Training (Lernen) unter Verwendung geeigneter Trainingsdaten vorab durchgeführt hat. Die Trainingsdaten sind aus einer oder mehreren Paargruppen gebildet, die aus Eingangsdaten und Ground Truth (korrekten Antwortdaten) gebildet sind. Es wird angemerkt, dass das Format und die Kombination der Eingangsdaten und Ground Truth einer Paargruppe, die die Trainingsdaten bildet, für eine gewünschte Konfiguration geeignet sein können, sodass ein Element des Paares ein Bild sein kann und das andere Element ein numerischer Wert sein kann, oder dass ein Element des Paares durch eine Vielzahl von Bildgruppen gebildet sein kann und das andere Element eine Zeichenkette sein kann, oder beide Elemente des Paares Bilder sein können.

[0027] Ein Beispiel von Trainingsdaten kann insbesondere Trainingsdaten (die nachstehend als „erste Trainingsdaten“ bezeichnet werden) enthalten, die aus einer Paargruppe gebildet sind, in der jedes Paar ein durch OCT erhaltenes Bild und eine Kennzeichnung der abgebildeten Stelle enthält, die dem fraglichen Bild entspricht. Es wird angemerkt, dass die Kennzeichnung der abgebildeten Stelle ein eindeutiger numerischer Wert oder eine Zeichenkette sein kann, die eine Stelle darstellt. Ein Beispiel anderer Trainingsdaten kann ferner Trainingsdaten (die nachstehend als „zweite Trainingsdaten“ bezeichnet werden) enthalten, die aus einer Paargruppe gebildet sind, in der jedes Paar ein Bild geringer Qualität mit einem großen Maß an Rauschen, das durch eine normale OCT-Bildgebung erhalten wurde, und ein Bild hoher Qualität enthält, das durch die mehrmalige Durchführung einer OCT-Bildgebung und die Durchführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erhalten wird.

[0028] Wenn Eingangsdaten in ein Machine Learning-Modell eingegeben werden, werden Ausgangsdaten gemäß dem Entwurf des entsprechenden Machine Learning-Modells ausgegeben. Das Machine Learning-Modell gibt beispielsweise gemäß einer Tendenz, auf die das Machine Learning-Modell unter Verwendung von Trainingsdaten trainiert wurde, Ausgangsdaten aus, die eine hohe Wahrscheinlichkeit aufweisen, dass sie den Eingangsdaten entsprechen. Das Machine Learning-Modell kann beispielsweise eine Wahrscheinlichkeit einer Entsprechung zu den Eingangsdaten als numerischen Wert hinsichtlich jeder Art von Ausgangsdaten gemäß der Tendenz ausgeben, auf die das Machine Learning-Modell unter Verwendung von Trainingsdaten trainiert wurden. Wird beispielsweise ein durch OCT beschafftes Bild in ein Machine Learning-Modell eingegeben, das mit den ersten Trainingsdaten trainiert wurde, gibt das Machine-Learning-Modell eine abgebildete-Stelle-Kennzeichnung einer abgebildeten Stelle aus, die in dem fraglichen Bild abgebildet ist, oder gibt eine Wahrscheinlichkeit für jede abgebildete-Stelle-Kennzeichnung aus. Wird beispielsweise ein Bild geringer Qualität, das ein hohes Maß an Rauschen aufweist und durch eine normale OCT-Bildgebung erhalten wird, in ein Machine Learning-Modell eingegeben, das mit den zweiten Trainingsdaten trainiert wurde, gibt das Machine Learning-Modell ein Bild hoher Qualität aus, das einem Bild äquivalent ist, das durch Durchführen einer mehrmaligen Bildgebung durch OCT und Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erhalten wird. Es wird angemerkt, dass hinsichtlich des Machine Learning-Modells vom Gesichtspunkt der Qualitätsaufrechterhaltung das Machine Learning-Modell derart konfiguriert sein kann, dass als Trainingsdaten keine Ausgangsdaten verwendet werden, die das Machine Learning-Modell selbst ausgibt.

[0029] Machine Learning-Algorithmen enthalten ferner Verfahren, die sich auf Deep Learning beziehen, wie ein neuronales Faltungsnetzwerk (CNN). Wenn bei einem sich auf Deep Learning beziehenden Verfahren sich die Einstellungen von Parametern hinsichtlich einer Schichtgruppe und einer Knotengruppe, die ein neuronales Netzwerk bilden, unterscheiden, unterscheiden sich in manchen Fällen die Grade, mit denen eine unter Verwendung von Trainingsdaten trainierte Tendenz in den Ausgangsdaten reproduzierbar ist. Wenn beispielsweise bei einem Machine Learning-Modell mit Deep Learning, das die ersten Trainingsdaten verwendet, geeignetere Parameter eingestellt werden, kann die Wahrscheinlichkeit des Aufgebens einer korrekten abgebildeten-Stelle-Kennzeichnung größer werden. Bei einem Machine Learning-Modell mit Deep Learning, das die zweiten Trainingsdaten verwendet, kann in manchen Fällen ein Bild mit höherer Bildqualität ausgegeben werden, wenn geeignetere Parameter eingestellt werden.

[0030] Insbesondere können die Parameter im Fall eines CNN beispielsweise die Kerngröße der Filter, die Anzahl an Filtern, den Wert eines Schritts und den Streckungswert, die hinsichtlich der Faltungsschichten eingestellt sind, und auch die Anzahl an Knoten enthalten, die aus einer vollverbundenen Schicht ausgegeben werden. Es wird angemerkt, dass die Parametergruppe und die Anzahl an Trainingsepochen auf Werte eingestellt werden können, die für die Verwendungsform des Machine Learning-Modells beruhend auf den Trainingsdaten bevorzugt werden. Beispielsweise kann beruhend auf den Trainingsdaten eine Parametergruppe oder eine Anzahl von Epochen eingestellt werden, die die Ausgabe einer korrekten abgebildete-Stelle-Kennzeichnung mit höherer Wahrscheinlichkeit oder die Ausgabe eines Bildes mit höherer Bildqualität ermöglicht.

[0031] Ein Verfahren zur Bestimmung einer derartigen Parametergruppe oder Anzahl an Epochen wird nachstehend als Beispiel beschrieben. Zuerst werden 70 % der Paargruppen, die die Trainingsdaten bilden, zur Trainingsverwendung eingestellt, und die verbleibenden 30 % werden zufällig für eine Bewertungsverwendung eingestellt. Als Nächstes wird ein Training des Machine Learning-Modells unter Verwendung der Paargruppen für die Trainingsverwendung durchgeführt, und am Ende jeder Trainingsepoch wird ein Trainingsbewertungswert unter Verwendung der Paargruppen für die Bewertungsverwendung berechnet. Der Begriff „Trainingsbewertungswert“ bezieht sich beispielsweise auf einen Mittelwert einer Gruppe von Werten, die durch Bewerten der Ausgabe durch eine Verlustfunktion, wenn in jedem Paar enthaltene Eingangsdaten in das Machine Learning-Modell eingegeben werden, das trainiert wird, und der den Eingangsdaten entsprechenden Ground Truth erhalten werden. Schließlich werden die Parametergruppe und die Anzahl an Epochen, wenn der Trainingsbewertungswert am kleinsten ist, als Parametergruppe und Anzahl an Epochen des fraglichen Machine Learning-Modells festgelegt. Es wird angemerkt, dass durch Teilen einer Paargruppe, die die Trainingsdaten bildet, in eine Paargruppe zur Trainingsverwendung und eine Paargruppe zur Bewertungsverwendung und Bestimmen der Anzahl an Epochen auf diese Weise verhindert werden kann, dass eine Situation auftritt, in der das Machine Learning-Modell hinsichtlich der Paargruppe für das Training überlernt.

[0032] Der Ausdruck „Bildqualitätsverbesserungseinrichtung (gelerntes Modell zur Verbesserung der Bildqualität)“ bezieht sich auf ein Modul, das ein Hochqualitätsbild ausgibt, das durch Verbessern der Bildqualität eines Geringqualitätsbildes erhalten wird, das eingegeben wurde. Hier bezieht sich der in der vorliegenden Beschreibung verwendete Begriff „Verbesserung der Bildqualität“ auf eine Umwandlung eines Eingangsbildes in ein Bild mit einer Bildquali-

tät, die für eine Bilddiagnose geeigneter ist, und der Begriff „Hochqualitätsbild“ bezieht sich auf ein Bild, das in ein Bild mit einer Bildqualität umgewandelt wurde, die für eine Bilddiagnose geeigneter ist. Ferner bezieht sich der Begriff „Geringqualitätsbild“ auf ein Bild, das durch eine Bildgebung ohne Einstellung besonderer Einstellungen zum Erhalten eines Hochqualitätsbildes erhalten wird, wie beispielsweise ein zweidimensionales Bild oder dreidimensionales Bild, das durch eine Röntgenbildgebung, durch CT, MRI, OCT, PET oder SPECT, oder ein dreidimensionales CT-Bewegtbild, das durch eine serielle Abbildung erhalten wird. Beispiele eines Geringqualitätsbildes enthalten insbesondere ein Bild, das durch eine Röntgenbildgebungsvorrichtung oder durch eine Bildgebung mit einer geringen Strahlungsmenge durch CT erhalten wird, ein Bild, das durch eine Bildgebung durch MRI ohne Verwendung eines Kontrastmittels erhalten wird, ein Bild, das durch eine OCT-Abbildung, die eine Kurzzeitabbildung ist, erhalten wird, und ein OCTA-Bild, das durch eine Bildgebung mit geringer Anzahl an Wiederholungen erhalten wird.

[0033] Ferner hängt der Gehalt der Bildqualität, die für die Bilddiagnose geeignet ist, davon ab, was unter Verwendung verschiedener Arten an Bilddiagnose diagnostiziert werden soll. Obwohl dies nicht bedingungslos gilt, enthält die Bildqualität, die für eine Bilddiagnose geeignet ist, daher eine Bildqualität, in der das Maß an Rauschen gering ist, der Kontrast hoch ist, das Abbildungszielobjekt in Farben und Abstufungen angezeigt wird, die die Beobachtung des Abbildungszielobjekts leicht machen, die Bildgröße groß und die Auflösung hoch sind. Außerdem kann eine Bildqualität, die für eine Bilddiagnose geeignet ist, eine Bildqualität derart enthalten, dass Objekte oder Abstufungen, die nicht wirklich existieren, die während des Prozesses der Bilderzeugung gerendert wurden, aus dem Bild entfernt sind.

[0034] Wird ein Hochqualitätsbild mit wenig Rauschen und hohem Kontrast für eine Bildanalyse, wie eine Blutgefäßanalyseverarbeitung eines OCTA-Bildes oder dergleichen oder eine Regionssegmentierungsverarbeitung eines CT- oder OCT-Bildes oder dergleichen verwendet, kann daher in vielen Fällen eine Analyse geeigneter als in dem Fall durchgeführt werden, wenn ein Geringqualitätsbild verwendet wird. Daher ist ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegebenes Hochqualitätsbild manchmal nicht nur für eine Bilddiagnose, sondern auch für eine Bildanalyse nützlich.

[0035] Bei Bildverarbeitungsverfahren, die Bildqualitätsverbesserungsverfahren in den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen bilden, wird eine Verarbeitung durchgeführt, die verschiedene Arten von Machine Learning-Algorithmen wie Deep Learning verwendet. Es wird angemerkt, dass bei

dem in Frage kommenden Bildverarbeitungsverfahren zusätzlich zu einer Verarbeitung, die Machine Learning-Algorithmen verwendet, jede vorhandene Verarbeitung durchgeführt werden kann, wie verschiedene Arten von Bildfilterungsverarbeitungen, Paarigkeitsverarbeitung unter Verwendung einer Datenbank von Hochqualitätsbildern, die ähnlichen Bildern entsprechen, und eine wissensbasierte Bildverarbeitung.

[0036] Insbesondere ist eine in **Fig. 1** veranschaulichte Konfiguration als Beispiel der Konfiguration eines CNN verfügbar, das die Bildqualität eines zweidimensionalen Bildes verbessert. Die Konfiguration des CNN enthält eine Gruppe einer Vielzahl von Faltungsverarbeitungsblöcken **100**. Jeder Faltungsverarbeitungsblock **100** enthält eine Faltungsschicht **101**, eine Batch-Normalisierungsschicht **102** und eine Aktivierungsschicht **103**, die eine Rectifier Linear Unit verwendet. Die Konfiguration des CNN enthält auch eine Zusammenführungsschicht **104** und eine letzte Faltungsschicht **105**. Eine Ausgangswertgruppe der Faltungsverarbeitungsblöcke **100** und eine Bildelementwertgruppe, die das fragliche Bild bildet, sind verkettet und addiert und werden durch die Zusammenführungsschicht **104** zusammengeführt. Die letzte Faltungsschicht **105** gibt eine Bildelementwertgruppe aus, die ein Hochqualitätsbild **Im120** bildet, das durch die Zusammenführungsschicht **104** zusammengeführt wurde. Bei dieser Konfiguration werden eine Wertgruppe, die erhalten wird, wenn die das Eingangsbild **Im110** bildende Bildelementwertgruppe ausgegeben wird, nachdem sie einer Verarbeitung durch die Faltungsverarbeitungsblockgruppe **100** unterzogen wurde, und eine Bildelementwertgruppe, die das Eingangsbild **Im110** bildet, durch die Zusammenführungsschicht **104** zusammengeführt. Danach wird durch die letzte Faltungsschicht **105** aus der zusammengeführten Bildelementwertgruppe ein Hochqualitätsbild **Im120** erzeugt.

[0037] Es wird angemerkt, dass beispielsweise durch Einstellen der Anzahl an Faltungsverarbeitungsblöcken **100** auf 16 und ein Einstellen der Kerngröße der Filter auf eine Breite von drei Bildelementen und eine Höhe von drei Bildelementen und der Anzahl an Filter auf 64 als Parameter der Faltungsschichtgruppe **101** ein gewisser Bildqualitätsverbesserungseffekt erhalten wird. Allerdings kann wie bei der Beschreibung des vorstehend angeführten Machine Learning-Modells in der Praxis eine bessere Parametergruppe eingestellt werden, indem Trainingsdaten verwendet werden, die der Verwendungsform des Machine Learning-Modells entsprechen. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Verarbeitung eines dreidimensionalen Bildes oder eines vierdimensionalen Bildes erforderlich ist, die Kerngröße der Filter auf drei Dimensionen oder vier Dimensionen erweitert werden kann.

[0038] Es wird angemerkt, dass bei Verwendung von Bildverarbeitungsverfahren wie bei einer Bildverarbeitung unter Verwendung eines CNN die Bildgröße berücksichtigt werden muss. Insbesondere sollte daran gedacht werden, dass zur Lösung eines Problems, wie einer nicht ausreichend verbesserten Bildqualität eines Peripherieabschnitts eines Hochqualitätsbildes, in manchen Fällen verschiedene Bildgrößen für ein Geringqualitätsbild, das eingegeben wird, und ein Hochqualitätsbild, das ausgegeben wird, erforderlich sind.

[0039] Obwohl in den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen aus Gestaltungsgründen nicht speziell hervorgehoben, wird in einem Fall, wenn eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet wird, die unterschiedliche Bildgrößen für ein Bild, das in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingegeben wird, und ein Bild fordert, das daraus ausgegeben wird, angenommen, dass die Bildgrößen auf geeignete Weise angepasst werden. Insbesondere wird bezüglich eines Eingangsbildes, wie eines Bildes, das in Trainingsdaten zum Trainieren eines Machine Learning-Modells verwendet wird, oder eines in eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einzugebenden Bildes ein Auffüllen durchgeführt, oder Abbildungsregionen an der Peripherie des relevanten Eingangsbildes werden aneinandergefügt, um dadurch die Bildgröße anzupassen. Es wird angemerkt, dass eine Region, die einem Auffüllen unterzogen wird, gemäß den Eigenschaften des Bildverbesserungsverfahrens unter Verwendung eines festen Bildelementwerts aufgefüllt wird, oder unter Verwendung eines Nachbarbildelementwerts aufgefüllt wird, oder spiegelbildlich aufgefüllt wird, sodass eine Bildqualitätsverbesserung effektiv durchgeführt werden kann.

[0040] Ferner wird ein Bildqualitätsverbesserungsverfahren manchmal unter Verwendung nur eines Bildverarbeitungsverfahrens durchgeführt, und wird manchmal unter Verwendung einer Kombination aus zwei oder mehr Bildverarbeitungsverfahren durchgeführt. Außerdem gibt es Fälle, in denen eine Verarbeitung einer Gruppe einer Vielzahl von Hochbildqualitätsverfahren parallel ausgeführt wird, um eine Gruppe einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern zu erzeugen, und dann ein Hochqualitätsbild mit der höchsten Bildqualität schließlich als Hochqualitätsbild ausgewählt wird. Es wird angemerkt, dass die Auswahl eines Hochqualitätsbildes mit der höchsten Bildqualität unter Verwendung von Bildqualitätsbewertungsindizes automatisch durchgeführt werden kann, oder durch Anzeigen einer Gruppe von Hochqualitätsbildern auf einer Benutzerschnittstelle durchgeführt werden kann, die mit einer Anzeigeeinheit oder dergleichen ausgestattet ist, sodass eine Auswahl gemäß einer Anweisung des Untersuchers (Benutzers) durchgeführt werden kann.

[0041] Da es auch Fälle gibt, in denen ein Eingangsbild, das keiner Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, für eine Bilddiagnose geeignet ist, kann das Eingangsbild zu den Objekten für die Auswahl des endgültigen Bildes hinzugefügt werden. Ferner können zusammen mit dem Geringqualitätsbild Parameter in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingegeben werden. Beispielsweise kann ein Parameter, der den Grad spezifiziert, mit dem eine Bildqualitätsverbesserung durchzuführen ist, oder ein Parameter, der eine Bildfiltergröße spezifiziert, die bei einem Bildverarbeitungsverfahren zu verwenden ist, zusammen mit dem Eingangsbild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingegeben werden.

[0042] Der Begriff „Abbildungsortschätzeinrichtung“ bezieht sich auf ein Modul, das eine abgebildete Stelle oder eine abgebildete Region eines Eingangsbildes schätzt. Die Abbildungsortschätzeinrichtung kann den Ort einer abgebildeten Stelle oder einer abgebildeten Region, die in einem Eingangsbild gezeigt ist, ausgeben, oder kann für jede abgebildete-Stelle-Kennzeichnung oder abgebildete-Region-Kennzeichnung einer geforderten Detailstufe eine Wahrscheinlichkeit ausgeben, dass sie die fragliche abgebildete Stelle oder die fragliche abgebildete Region ist.

[0043] In manchen Fällen ist die abgebildete Stelle oder abgebildete Region durch die Bildgebungsvorrichtung nicht als Abbildungsbedingung gespeichert, oder die Bildgebungsvorrichtung konnte die abgebildete Stelle oder abgebildete Region nicht beschaffen und speichern. Es gibt auch Fälle, in denen, obwohl eine abgebildete Stelle oder abgebildete Region gespeichert ist, eine abgebildete Stelle oder abgebildete Region einer erforderlichen Detailstufe nicht gespeichert ist. Ist beispielsweise lediglich „hinteres Segment des Auges“ als abgebildete Stelle gespeichert, kann eventuell nicht bekannt sein, ob der detaillierte Ort der abgebildeten Stelle der „Makulabereich“, der „Sehnervenkopf“ oder der „Makulabereich und Sehnervenkopf“ oder ein „anderer Bereich“ ist. Wenn ferner als weiteres Beispiel lediglich „Brust“ als abgebildete Stelle gespeichert ist, kann nicht mehr bekannt sein, ob dies „rechte Brust“, „linke Brust“ oder „beides“ bedeutet. Unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung kann die abgebildete Stelle oder abgebildete Region eines Eingangsbildes in solchen Fällen daher geschätzt werden.

[0044] Bei dem Bild- und Datenverarbeitungsverfahren, die das Verfahren der Abbildungsortschätzeinrichtung bilden, wird eine Verarbeitung durchgeführt, die verschiedene Arten von Machine Learning-Algorithmen, wie Deep Learning verwenden. Es wird angemerkt, dass bei den in Frage kommenden Bild- und Datenverarbeitungsverfahren zusätzlich oder anstelle einer Verarbeitung unter Verwendung von Machine Learning-Algorithmen jede beliebige vorhandene

Schätzverarbeitung durchgeführt werden kann, wie eine natürliche Sprachverarbeitung, Paarigkeitsverarbeitung unter Verwendung einer Datenbank ähnlicher Bilder und ähnlicher Daten und wissensbasierter Verarbeitung. Es wird angemerkt, dass Bilder, zu denen eine Kennzeichnung einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region hinzugefügt ist, als Trainingsdaten zum Trainieren eines Machine Learning-Modells angewendet werden können, das unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus gebildet wurde. In diesem Fall wird ein Bild der Trainingsdaten als Eingangsdaten verwendet, und eine Kennzeichnung der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region wird als Ground Truth verwendet.

[0045] Die in **Fig. 2** veranschaulichte Konfiguration ist als Beispiel der Konfiguration eines CNN verfügbar, das den Abbildungsort eines zweidimensionalen Bildes schätzt. Die Konfiguration des CNN enthält eine Gruppe einer Vielzahl von Faltungsverarbeitungsblöcken **200**, die jeweils durch eine Faltungsschicht **201**, eine Batch-Normalisierungsschicht **202** und eine Aktivierungsschicht **203** gebildet werden, die eine Rectifier Linear Unit verwendet. Die Konfiguration des CNN enthält auch eine letzte Faltungsschicht **204**, eine vollständig verbundene Schicht **205** und eine Ausgangsschicht **206**. Die vollständig verbundene Schicht **205** verbindet Ausgangswertgruppen der Faltungsverarbeitungsblöcke **200** vollständig. Ferner verwendet die Ausgangsschicht **206** die Softmax-Funktion zur Ausgabe der Wahrscheinlichkeit für jede angenommene abgebildete-Stelle-Kennzeichnung hinsichtlich des Eingangsbildes **Im210** als Schätzergebnis (Ergebnis **207**). Wenn bei einer derartigen Konfiguration das Eingangsbild **Im210** beispielsweise ein durch Abbilden eines „Makulabereichs“ erhaltenes Bild ist, wird dieses mit Wahrscheinlichkeit für eine abgebildete-Stelle-Kennzeichnung ausgegeben, die dem „Makulabereich“ entspricht.

[0046] Es wird angemerkt, dass durch Einstellen der Anzahl von Faltungsverarbeitungsblöcken **200** auf 16 und Einstellung der Kerngröße der Filter auf eine Breite von drei Bildelementen und eine Höhe von drei Bildelementen und der Anzahl von Filtern auf 64 als Parameter der Faltungsschichtgruppe **201** beispielsweise eine abgebildete Stelle mit einer gewissen Genauigkeit geschätzt werden kann. Allerdings kann in der Praxis, wie in der Beschreibung des vorstehend angeführten Machine Learning-Modells erwähnt, eine bessere Parametergruppe eingestellt werden, indem Trainingsdaten verwendet werden, die der Verwendungsform des Machine Learning-Modells entsprechen. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem es erforderlich ist, ein dreidimensionales Bild oder ein vierdimensionales Bild zu verarbeiten, die Kerngröße der Filter auf drei Dimensionen oder vier Dimensionen erweitert werden kann. Es wird angemerkt, dass das Schätzverfahren manchmal unter

Verwendung nur eines Bild- und Datenverarbeitungsverfahrens ausgeführt wird, und manchmal unter Verwendung einer Kombination aus zwei oder mehr Bild- und Datenverarbeitungsverfahren ausgeführt wird.

[0047] Der Begriff „Bildqualitätsbewertungseinrichtung“ bezieht sich auf ein Modul, das einen Bildqualitätsbewertungsindex hinsichtlich eines Eingangsbildes ausgibt. Bei einem Bildqualitätsbewertungsverfahren, das einen Bildqualitätsbewertungsindex berechnet, wird eine Verarbeitung durchgeführt, die verschiedene Arten von Machine Learning-Algorithmen, wie Deep Learning verwendet. Es wird angemerkt, dass bei dem Bildqualitätsbewertungsverfahren jede existierende Bewertungsverarbeitung durchgeführt werden kann, wie eine Verarbeitung, die ein Bildrauschen des Algorithmus ausnutzt, und eine Paarungsverarbeitung, die eine Datenbank von Bildqualitätsbewertungsindizes verwendet, die ähnlichen Bildern oder Fundusbildern entsprechen. Es wird angemerkt, dass diese Art Bewertungsverarbeitung zusätzlich oder anstelle einer Verarbeitung durchgeführt werden kann, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet.

[0048] Ein Bildqualitätsbewertungsindex kann beispielsweise durch ein Machine Learning-Modell erhalten werden, das unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus gebildet wurde. In diesem Fall stellen die Eingangsdaten von Paaren, die Trainingsdaten zum Trainieren des Machine Learning-Modells bilden, eine Bildgruppe dar, die durch eine Geringqualitätsbildgruppe und eine Hochqualitätsbildgruppe gebildet wird, die unter verschiedenen Abbildungsbedingungen zuvor abgebildet wurden. Ferner ist die Ground Truth der Paare, die die Trainingsdaten zum Trainieren des Machine Learning-Modells bilden, beispielsweise eine Bildqualitätsbewertungsindexgruppe, die der Untersucher, der die Bilddiagnose durchführt, hinsichtlich jeder der Bildgruppen der Eingangsdaten einstellt.

[0049] Der Begriff „Authentizitätsbewertungseinrichtung“, wie er in der Beschreibung vorliegender Erfindung verwendet wird, bezieht sich auf ein Modul, das das Rendern eines Eingangsbildes bewertet, und mit einem gewissen Genauigkeitsgrad bewertet, ob das Bild durch eine Bildgebung durch eine Zielbildgebungsvorrichtung erhalten wurde oder nicht. Bei dem Authentizitätsbewertungsverfahren wird eine Verarbeitung unter Verwendung verschiedener Arten von Machine Learning-Algorithmen wie Deep Learning durchgeführt. Es wird angemerkt, dass bei den Authentizitätsbewertungsverfahren jede vorhandene Bewertungsverarbeitung, wie eine wissensbasierte Verarbeitung, zusätzlich oder anstelle einer Verarbeitung durchgeführt werden kann, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet.

[0050] Die Authentizitätsbewertungsverarbeitung kann beispielsweise durch ein Machine Learning-Modell implementiert sein, das unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus gebildet ist. Zuerst werden Trainingsdaten für das Machine Learning-Modell beschrieben. Die Trainingsdaten enthalten eine Paargruppe, die aus einer Hochqualitätsbildgruppe, die zuvor gemäß verschiedenen Abbildungsbedingungen abgebildet wurde, und einer Kennzeichnung (die nachstehend als „Wahrkennzeichnung“ bezeichnet wird) gebildet ist, die angibt, dass das fragliche Bild durch eine Bildgebung durch die Zielbildgebungsvorrichtung erhalten wurde. Die Trainingsdaten enthalten ferner eine Paargruppe, die aus einer Hochqualitätsbildgruppe, die durch Eingeben von Niedrigqualitätsbildern in eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung (Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einer ersten Stufe) erzeugt wird, und einer Kennzeichnung (die nachstehend als „Falschkennzeichnung“ bezeichnet wird) gebildet ist, die angibt, dass das relevante Bild nicht durch eine Bildgebung durch die Zielbildgebungsvorrichtung erhalten wurde. Wenn ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der ersten Stufe erzeugt, in ein Machine Learning-Modell eingegeben wird, das unter Verwendung derartiger Trainingsdaten trainiert ist, gibt das Machine Learning-Modell eine Falschkennzeichnung aus.

[0051] Insbesondere ist eine in **Fig. 3** veranschaulichte Konfiguration als Beispiel der Konfiguration eines CNN verfügbar, das eine Authentizitätsbewertungsverarbeitung bei einem zweidimensionalen Bild durchführt. Die Konfiguration des CNN enthält eine Gruppe einer Vielzahl von Faltungsverarbeitungsblöcken **300**, die jeweils durch eine Faltungsschicht **301**, eine Batch-Normalisierungsschicht **302** und eine Aktivierungsschicht **303** gebildet sind, die eine Rectifier Linear Unit verwendet. Die Konfiguration des CNN enthält auch eine letzte Faltungsschicht **304**, eine vollständig verbundene Schicht **305** und eine Ausgangsschicht **306**. Die vollständig verbundene Schicht **305** verbindet Ausgangswertgruppen der Faltungsverarbeitungsblöcke **300** vollständig. Außerdem verwendet die Ausgangsschicht **306** eine Sigmoidfunktion zur Ausgabe eines Werts 1 (wahr), der eine Wahrkennzeichnung darstellt, oder eines Werts 0 (falsch), der eine Falschkennzeichnung darstellt, als Ergebnis (Ergebnis) **307** der Authentizitätsbewertungsverarbeitung bezüglich eines Eingangsbildes **Im310**.

[0052] Es wird angemerkt, dass durch Einstellen der Anzahl an Faltungsverarbeitungsblöcken **300** auf 16 und Einstellen der Kerngröße der Filter auf eine Breite von drei Bildelementen und eine Höhe von drei Bildelementen und der Anzahl von Filtern auf 64 als Parameter der Faltungsschichtgruppe **301** ein korrektes Ergebnis der Authentizitätsbewertungsverarbeitung mit einer gewissen Genauigkeit erhalten

ten wird. Allerdings kann in der Praxis wie bei der Beschreibung des vorstehend angeführten Machine Learning-Modells erwähnt eine bessere Parametergruppe eingestellt werden, indem Trainingsdaten verwendet werden, die der Verwendungsform des Machine Learning-Modells entsprechen. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem es erforderlich ist, ein dreidimensionales Bild oder ein vierdimensionales Bild zu verarbeiten, die Kerngröße der Filter auf drei Dimensionen oder vier Dimensionen erweitert werden kann.

[0053] Wenn ein Hochqualitätsbild, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung (Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einer zweiten Stufe) erzeugt wird, die eine fortgeschrittenere Bildqualitätsverbesserung als die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der ersten Stufe durchführt, in die Authentizitätsbewertungseinrichtung eingegeben wird, gibt die Authentizitätsbewertungseinrichtung in manchen Fällen eine Wahrkennzeichnung aus. Das heißt, während es nicht der Fall ist, dass die Authentizitätsbewertungseinrichtung definitiv bewerten kann, ob ein Eingangsbild durch eine Bildgebung durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wurde, kann die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewerten, ob das Bild wie ein Bild erscheint oder nicht, das durch eine Bildgebung durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wird. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaft kann durch Eingeben eines Hochqualitätsbildes, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, in die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewertet werden, ob das Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde oder nicht.

[0054] Die Effizienz und Genauigkeit sowohl der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung als auch der Authentizitätsbewertungseinrichtung können durch Koordinieren und Trainieren des Machine Learning-Modells der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und des Machine Learning-Modells der Authentizitätsbewertungseinrichtung verbessert werden. In diesem Fall wird zuerst das Machine Learning-Modell der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung trainiert, sodass eine Wahrkennzeichnung ausgegeben wird, wenn die Authentizitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung eines Hochqualitätsbildes veranlasst wird, das die Hochqualitätsbewertungseinrichtung erzeugt. Parallel dazu wird ferner das Machine Learning-Modell der Authentizitätsbewertungseinrichtung derart trainiert, dass es eine Falschkennzeichnung ausgibt, wenn die Authentizitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung eines Bildes veranlasst wird, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt. Parallel dazu wird außerdem das Machine Learning-Modell der Authentizitätsbewertungseinrichtung trainiert, sodass es eine Wahrkennzeichnung ausgibt, wenn die Authentizitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung

eines Bildes veranlasst wird, das durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wurde. Mit diesen Mitteln werden die Effizienz und Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und der Authentizitätsbewertungseinrichtung verbessert.

<Erstes Ausführungsbeispiel>

[0055] Nachstehend wird eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. **Fig. 4** zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer schematischen Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel.

[0056] Eine Bildverarbeitungsvorrichtung **400** ist über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit einer Bildgebungsvorrichtung **10** und einer Anzeigeeinheit **20** verbunden. Die Bildgebungsvorrichtung **10** und die Anzeigeeinheit **20** können auch direkt verbunden sein. Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel angenommen wird, dass diese Vorrichtungen voneinander getrennte Vorrichtungen sind, einige oder alle diese Vorrichtungen integral miteinander gebildet sein können. Ferner können diese Vorrichtungen über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit anderen Vorrichtungen verbunden sein, und können mit einer beliebigen anderen Vorrichtung integral gebildet sein.

[0057] In der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** sind eine Erhalteeinheit **401**, eine Abbildungsbedingungs-erhalteeinheit **402**, eine Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, eine Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und eine Ausgabeeinheit **405** (Anzeigesteuereinheit) vorgesehen. Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** durch eine Vielzahl von Vorrichtungen gebildet sein kann, die jeweils mit einer oder mehreren dieser Komponenten versehen sind. Die Erhalteeinheit **401** kann verschiedene Arten von Daten und Bildern von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhalten, und kann über eine (nicht gezeigte) Eingabevorrichtung eine Eingabe durch einen Untersucher erhalten. Als Eingabevorrichtung können eine Maus, eine Tastatur, ein interaktives Bedienfeld und beliebige andere Eingabevorrichtungen angewendet werden. Außerdem kann die Anzeigeeinheit **20** als interaktive Bedienfeldanzeige konfiguriert sein.

[0058] Die Abbildungsbedingungs-erhalteeinheit **402** erhält Abbildungsbedingungen eines medizinischen Bildes (Eingangsbildes), das die Erhalteeinheit **401** erhalten hat. Insbesondere wird gemäß dem Datenformat des medizinischen Bildes eine Abbildungsbedingungsgruppe erhalten, die in der Datenstruktur gespeichert ist, die das medizinische Bild bildet. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, wenn Abbildungsbe-

dingungen in dem medizinischen Bild nicht gespeichert sind, eine Abbildungsinformationsgruppe, die eine Abbildungsbedingungsgruppe enthält, über die Erhalteereinheit **401** von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder dem Bildverwaltungssystem erhalten werden kann.

[0059] Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, ob das fragliche medizinische Bild durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gehandhabt werden kann oder nicht, wobei die durch die Abbildungsbedingungs-erhalteereinheit **402** erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe verwendet wird. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** führt eine Verarbeitung zur Verbesserung der Bildqualität eines medizinischen Bildes durch, das gehandhabt werden kann, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen, das für eine Bilddiagnose geeignet ist. Die Ausgabereinheit **405** veranlasst die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, des Eingangsbildes und verschiedener Arten von Informationen oder dergleichen. Die Ausgabereinheit **405** kann das erzeugte Hochqualitätsbild und dergleichen auch in einer Speichervorrichtung (Speichereinheit) speichern, die mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbunden ist.

[0060] Als Nächstes wird die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** näher beschrieben. In der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ist eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung vorgesehen. Gemäß einem Bildqualitätsverbesserungsverfahren der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird eine Verarbeitung durchgeführt, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet.

[0061] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden Trainingsdaten, die durch eine Paargruppe gebildet sind, die aus Paaren von Eingangsdaten, die ein Geringqualitätsbild mit bestimmten Abbildungsbedingungen darstellen, die als Verarbeitungsobjekt betrachtet werden, und Ground Truth gebildet sind, die ein Hochqualitätsbild darstellt, das den Eingangsdaten entspricht, zum Trainieren eines Machine Learning-Modells verwendet, das zu einem Machine Learning-Algorithmus gehört. Es wird angemerkt, dass die spezifischen Abbildungsbedingungen insbesondere eine abgebildete Stelle, ein Bildgebungssystem, einen Abbildungsbildwinkel, eine Bildgröße und dergleichen enthalten, die vorab festgelegt sind.

[0062] Bei diesem Ausführungsbeispiel stellen die Eingangsdaten der Trainingsdaten ein Geringqualitätsbild dar, das durch das gleiche Ausrüstungsmodell wie das der Bildgebungsvorrichtung **10** und unter Verwendung derselben Einstellungen wie die der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird. Ferner stellt die Ground Truth der Trainingsdaten ein Hoch-

qualitätsbild dar, das unter Verwendung von Einstellungen und einer Bildverarbeitung erhalten wird, mit denen das gleiche Ausrüstungsmodell wie die Bildgebungsvorrichtung **10** ausgestattet ist. Insbesondere stellt die Ground Truth beispielsweise ein Hochqualitätsbild (gemittelttes Bild) dar, das durch die Durchführung einer Bildqualitätsverarbeitung wie einer Mittelungsverarbeitung bei einer Bild (Ursprungsbild)-Gruppe erhalten wird, die durch die Durchführung einer mehrmaligen Bildgebung beschafft wird. Hier werden OCTA-Bewegungskontrastdaten als ein Beispiel bezüglich der Hochqualitätsbilder und der Geringqualitätsbilder beschrieben. In diesem Fall bezieht sich der Begriff „Bewegungskontrastdaten“ auf Daten, die bei OCTA und dergleichen verwendet werden, und die durch wiederholte Bildgebung desselben Orts des Abbildungszielobjekts und Erfassung temporärer Änderungen in dem Abbildungszielobjekt während der Bildgebung erhalten werden. Zu diesem Zeitpunkt kann ein OCTA-en-Face-Bild (Bewegungskontrastfrontbild) durch Erzeugen eines Frontbildes unter Verwendung von Daten eines gewünschten Bereichs in der Tiefenrichtung des Abbildungszielobjekts aus den berechneten Bewegungskontrastdaten (ein Beispiel zweidimensionaler medizinischer Bilddaten) erzeugt werden. Es wird angemerkt, dass nachstehend die Anzahl an Bildern, die erhalten werden, wenn eine Bildgebung wiederholt durchgeführt wird, um OCT-Daten an derselben Stelle zu erhalten, mit „NOR“ (Anzahl der Wiederholungen) bezeichnet wird.

[0063] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden zwei verschiedene Arten von Verfahren als Beispiele zur Erzeugung eines Hochqualitätsbildes und eines Geringqualitätsbildes durch eine Mittelungsverarbeitung unter Verwendung von **Fig. 28A** und **Fig. 28B** beschrieben.

[0064] Ein erstes Verfahren bezieht sich auf Bildungskontrastdaten, die aus OCT-Daten erzeugt werden, die durch wiederholte Bildgebung der gleichen Stelle eines Abbildungszielobjekts erhalten werden, und wird unter Verwendung von **Fig. 28A** beschrieben, wobei ein Hochqualitätsbild als Beispiel verwendet wird. In **Fig. 28A** bezeichnen Bezugszeichen Im2810 dreidimensionale Bewegungskontrastdaten, und Bezugszeichen Im2811 bezeichnen zweidimensionale Bewegungskontrastdaten, die die dreidimensionalen Bewegungskontrastdaten bilden. Ferner bezeichnen Bezugszeichen Im2811-1 bis Im2811-3 OCT-Tomografiebilder (B-Scans) zur Erzeugung der Bewegungskontrastdaten Im2811. Hier bezieht sich der Begriff „NOR“ auf die Anzahl von OCT-Tomografiebildern bezüglich Im2811-1 bis Im2811-3 in **Fig. 28A**, und in dem in der Figur veranschaulichten Beispiel ist NOR 3. Die Bilder Im2811-1 bis Im2811-3 werden mit einem vorbestimmten Zeitintervall (Δt) abgebildet. Es wird angemerkt, dass sich der Begriff „selber Ort“ auf eine Zeile in der Frontrichtung

(X-Y) eines zu untersuchenden Auges bezieht, und in **Fig. 28A** dem Ort von Im2811 entspricht. Es wird angemerkt, dass die Frontrichtung ein Beispiel einer Richtung ist, die die Tiefenrichtung schneidet. Da Bewegungskontrastdaten Daten sind, die durch die Erfassung von zeitlichen Änderungen erhalten werden, muss NOR zumindest 2 sein, um diese Daten zu erzeugen. Wenn NOR 2 ist, wird beispielsweise ein Stück Bewegungskontrastdaten erzeugt. Wenn NOR 3 ist, werden im Fall der Erzeugung der Bewegungskontrastdaten unter Verwendung von nur OCT, die an kontinuierlichen Zeitintervallen erhalten wird (erste und zweite, zweite und dritte) zwei Stück der Daten erzeugt. Wenn Bewegungskontrastdaten auch unter Verwendung von OCT-Daten erzeugt werden, die zu separaten Zeitintervallen erhalten werden (erste Zeit und dritte Zeit), können insgesamt drei Stück der Daten erzeugt werden. Das heißt, wenn NOR auf dreimal, viermal,..., erhöht wird, erhöht sich auch die Anzahl an Stücken der Bewegungskontrastdaten für denselben Ort. Bewegungskontrastdaten hoher Bildqualität können durch Ausrichten einer Vielzahl von Stücken von Bewegungskontrastdaten, die durch wiederholte Bildgebung desselben Orts erhalten werden, und Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung, wie einer Mittelungsverarbeitung der ausgerichteten Stücke von Bewegungskontrastdaten erzeugt werden. Aus diesem Grund wird NOR zumindest auf 3 oder größer eingestellt, und die Einstellung von NOR auf 5 oder größer ist erstrebenswert. Andererseits werden Bewegungskontrastdaten in einen Zustand vor der Durchführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung wie einer Mittelungsverarbeitung als Beispiel eines entsprechenden Geringqualitätsbildes verwendet. In diesem Fall ist wünschenswert, das Geringqualitätsbild als Referenzbild anzuwenden, wenn die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung wie die Mittelungsverarbeitung durchgeführt wird. Falls vorab eine Ausrichtung durch Ändern der Position oder Deformieren der Form des Zielbildes relativ zu dem Referenzbild durchgeführt wird, wird es bei der Durchführung der Mittelungsverarbeitung beinahe keinen räumlichen Versatz zwischen dem Referenzbild und dem Bild nach der Mittelungsverarbeitung geben. Daher kann ein Paar leicht erzeugt werden, das ein Geringqualitätsbild und ein Hochqualitätsbild enthält. Es wird angemerkt, dass das Zielbild, das einer Bilddeformationsverarbeitung für eine Ausrichtung unterzogen wurde, anstelle des Referenzbildes als Geringqualitätsbild angewendet werden kann. Eine Gruppe einer Vielzahl von Paaren kann durch Anwenden dieses Bildes der Ursprungsbildgruppe (Referenzbild und Zielbilder) als Eingangsdaten und des entsprechenden gemittelten Bildes als Ground Truth erzeugt werden. In einem Fall beispielsweise, in dem ein gemittelttes Bild aus einer Gruppe von 15 Ursprungsbildern erhalten wird, kann ein Paar, das aus dem ersten Ursprungsbild aus der Ursprungsbildgruppe und dem gemittelten Bild gebildet ist, erzeugt werden, und ein Paar, das aus

dem zweiten Ursprungsbild aus der Ursprungsbildgruppe und dem gemittelten Bild gebildet ist, kann erzeugt werden. In einem Fall, in dem ein gemittelttes Bild aus einer Gruppe von 15 Ursprungsbildern erhalten wird, ist es daher möglich, eine Gruppe von 15 Paaren zu erzeugen, indem ein Bild aus der Ursprungsbildgruppe und das gemittelte Bild in jedem Paar verwendet werden. Es wird angemerkt, dass dreidimensionale Bilddaten hoher Qualität durch wiederholte Abbildung desselben Orts in der Hauptabtastrichtung (X-) und Durchführen einer Abtastung unter Verschiebung des Abbildungsorts in der Nebenabtastrichtung (Y-) erzeugt werden können.

[0065] Das zweite Verfahren bezieht sich auf eine Verarbeitung, die ein Hochqualitätsbild durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung bei Bewegungskontrastdaten erzeugt, die durch mehrmalige Abbildung derselben Region des Abbildungszielobjekts erhalten werden, und wird unter Verwendung von **Fig. 28B** beschrieben. Es wird angemerkt, dass der Begriff „selbe Region“ sich auf eine Region wie eine Region von 3 x 3 mm oder 10 x 10 mm in der Frontrichtung (X-Y) des zu untersuchenden Auges bezieht und ein Erhalten von dreidimensionalen Bewegungskontrastdaten, die die Tiefenrichtung eines Tomografiebildes enthalten, bedeutet. Wird dieselbe Region viele Male abgebildet und eine Mittelungsverarbeitung durchgeführt, ist es zur Verkürzung der zu einer Zeit durchgeführten Bildgebung wünschenswert, NOR auf zwei oder drei einzustellen. Zur Erzeugung dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten mit hoher Bildqualität werden ferner zwei oder mehr Stücke dreidimensionaler Daten derselben Region erhalten. **Fig. 28B** veranschaulicht ein Beispiel einer Vielzahl von Stücken dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten. Bezugszeichen Im 2820 bis Im2840 bezeichnen dreidimensionale Bewegungskontrastdaten ähnlich wie in dem unter Verwendung von **Fig. 28A** beschriebenen Beispiel. Eine Ausrichtungsverarbeitung in der Frontrichtung (X-Y) und Tiefenrichtung (Z) wird unter Verwendung dieser zwei oder drei Stücke dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten durchgeführt, und nachdem Daten, die zu einem Artefakt werden würden, aus jedem Stück der Daten entfernt sind, wird eine Mittelungsverarbeitung durchgeführt. Somit kann ein Stück dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten mit hoher Bildqualität erzeugt werden, aus denen Artefakte entfernt sind. Ein Hochqualitätsbild wird durch Erzeugen einer beliebigen Ebene aus den dreidimensionalen Bewegungskontrastdaten erhalten. Andererseits ist wünschenswert, dass eine beliebige Ebene, die aus den Referenzdaten erzeugt wird, wenn eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung wie die Mittelungsverarbeitung durchgeführt wird, als Geringqualitätsbild angewendet wird, das dem Hochqualitätsbild entspricht. Wie vorstehend bei dem ersten Verfahren beschrieben kann, da es beinahe keine Ortsversetzung zwischen dem Referenzbild und dem Bild nach der Mitte-

lung gibt, ein Paar leicht erzeugt werden, das ein Geringsqualitätsbild und ein Hochqualitätsbild enthält. Es wird angemerkt, dass eine beliebige Ebene, die aus den Zieldaten erzeugt wird, bei denen eine Bilddeformationsverarbeitung für eine Ausrichtung durchgeführt wurde, und nicht die Referenzdaten als Geringsqualitätsbild verwendet werden kann.

[0066] Bei dem ersten Verfahren ist die Belastung der Zielperson geringer, da die Bildgebung selbst nach einer Abbildungsrunde abgeschlossen ist. Allerdings erhöht sich die Zeit, die für eine Abbildungsrunde erforderlich ist, wenn die Anzahl NOR ansteigt. Außerdem wird in einem Fall, in dem ein Artefakt, wie eine Trübung des Auges oder eine Wimper während der Durchführung der Bildgebung eintritt, nicht immer ein günstiges Bild erhalten. Bei dem zweiten Verfahren erhöht sich die Belastung der Zielperson leicht, da die Bildgebung mehrmals durchgeführt wird. Allerdings ist die für eine Abbildungsrunde erforderliche Zeit kurz, und selbst wenn bei einer Abbildungsrunde ein Artefakt erzeugt wird, ist es möglich, solange das Artefakt nicht in einer anderen Abbildungsrunde abgebildet wird, schließlich ein klares Bild zu erhalten, in dem wenige Artefakte vorhanden sind. Beim Sammeln von Daten wird ein beliebiges Verfahren entsprechend den Umständen der Zielperson unter Berücksichtigung dieser Eigenschaften gewählt.

[0067] Obwohl dieses Ausführungsbeispiel unter Verwendung von Bewegungskontrastdaten als Beispiel beschrieben wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Da OCT-Daten zur Erzeugung von Bewegungskontrastdaten erhalten werden, ist es möglich, die vorstehenden Verfahren unter Verwendung von OCT-Daten auf die gleiche Weise durchzuführen. Obwohl eine Beschreibung hinsichtlich einer Nachführungsverarbeitung bei diesem Ausführungsbeispiel weggelassen wurde, ist es außerdem wünschenswert, eine Bildgebung während der Durchführung einer Nachführung des zu untersuchenden Auges durchzuführen, um denselben Ort oder dieselbe Region des zu untersuchenden Auges abzubilden.

[0068] Da bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Paar gebildet werden kann, das aus dreidimensionalen Daten hoher Bildqualität und dreidimensionalen Daten geringer Bildqualität gebildet ist, kann aus den dreidimensionalen Daten ein beliebiges Paar zweidimensionaler Bilder erzeugt werden. Dies wird nun unter Verwendung von **Fig. 29A** und **Fig. 29B** beschrieben. Wenn beispielsweise das Zielbild als ein OCTA-en-Face-Bild verwendet wird, wird ein OCTA-en-Face-Bild in einem gewünschten Tiefenbereich beruhend auf den dreidimensionalen Daten erzeugt. Der Begriff „gewünschter Tiefenbereich“ bezieht sich auf einen Bereich wie der Z-Richtung in **Fig. 28A** und **Fig. 28B**. Beispiele von OCTA-en-Face-Bildern, die in einem derartigen Fall erzeugt

werden, sind in **Fig. 29A** veranschaulicht. Ein Lernen wird unter Verwendung von OCTA-en-Face-Bildern durchgeführt, die in unterschiedlichen Tiefenbereichen als OCTA-en-Face-Bilder erzeugt werden, wie einer Oberflächenschicht (**Im2910**), einer Tiefenschicht (**Im2920**), einer Außenschicht (**Im2930**) und einem Choroidalgefäßnetzwerk (**Im2940**). Es wird angemerkt, dass diese Arten von OCTA-en-Face-Bildern nicht auf diese Beispiele beschränkt sind, und die Arten durch Erzeugen von OCTA-en-Face-Bildern erhöht werden können, indem OCTA-en-Face-Bilder erzeugt werden, in denen verschiedene Tiefenbereiche durch Ändern der Schicht, die als Referenz dient, und der Offset-Werte eingestellt werden. Wenn Lernen durchgeführt wird, kann das Lernen separat für jedes der OCTA-en-Face-Bilder bei den verschiedenen Tiefen durchgeführt werden, das Lernen kann durch Kombinieren einer Vielzahl von Bildern in verschiedenen Tiefenbereichen durchgeführt werden (beispielsweise Splitten der Bilder zwischen der oberen Schichtseite und der tiefen Schichtseite), oder das Lernen kann durch Lernen der OCTA-en-Face-Bilder für alle Tiefenbereiche zusammen durchgeführt werden. Im Fall eines Intensitäts-en-Face-Bildes, das auch aus OCTA-Daten erzeugt wird, wird das Lernen ähnlich wie bei einem OCTA-en-Face-Bild unter Verwendung einer Vielzahl von en-Face-Bildern durchgeführt, die aus einem beliebigen Tiefenbereich erzeugt werden. Beispielsweise wird ein Fall betrachtet, in dem die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von Bewegungskontrastfrontbildern enthalten, die verschiedenen Tiefenbereichen des zu untersuchenden Auges entsprechen. Zu diesem Zeitpunkt kann die Erhalteeinheit als erstes Bild ein Bewegungskontrastfrontbild erhalten, das einen Teiltiefenbereich aus einem langen Tiefenbereich entspricht, der verschiedene Tiefenbereiche enthält. Das heißt, ein Bewegungskontrastfrontbild, das einem Tiefenbereich entspricht, der von einer Vielzahl von Tiefenbereichen verschieden ist, die einer Vielzahl von Bewegungskontrastfrontbildern entsprechen, die in den Trainingsdaten enthalten sind, kann als Eingangsbild beim Durchführen einer Bildqualitätsverbesserung verwendet werden. Natürlich kann ein Bewegungskontrastfrontbild im selben Tiefenbereich wie der für das Lernen verwendete Tiefenbereich als Eingangsbild beim Durchführen einer Bildqualitätsverbesserung verwendet werden. Ferner kann ein Teiltiefenbereich im Ansprechen darauf eingestellt werden, dass der Untersucher eine beliebige Taste auf der Benutzerschnittstelle oder dergleichen drückt, oder automatisch eingestellt werden. Es wird angemerkt, dass die vorstehende Beschreibung nicht auf ein Bewegungskontrastfrontbild beschränkt ist, und beispielsweise auch bei einem Intensitäts-en-Face-Bild angewendet werden kann.

[0069] Es wird angemerkt, dass, wenn das Bild, bei dem es sich um das Verarbeitungsobjekt handelt, ein Tomografiebild ist, Lernen unter Verwendung eines OCT-Tomografiebildes, das ein B-Scan-Bild ist, oder eines Tomografiebildes von Bewegungskontrastdaten durchgeführt wird. Dies wird nun unter Bezugnahme auf **Fig. 29B** beschrieben. In **Fig. 29B** bezeichnen Bezugszeichen Im2951 bis Im2953 OCT-Tomografiebilder. Der Grund, warum die Bilder in **Fig. 29B** verschieden sind, besteht darin, dass sie ein Tomografiebild an Orten zeigen, wo die jeweiligen Positionen in der Nebenabtastrichtung (Y-) unterschiedlich sind. Die Tomografiebilder können zusammen zur Durchführung von Lernen verwendet werden, ohne dass sich um die Unterschiede in den jeweiligen Positionen in der Nebenabtastrichtung gekümmert wird. Im Fall von Bildern allerdings, die durch Abbilden von Orten erhalten werden, wo die abgebildeten Stellen verschieden sind (beispielsweise das Zentrum des Makulabereichs und das Zentrum des Sehnervenkopfs), kann eine Konfiguration derart angewendet werden, dass das Lernen separat für jede Stelle durchgeführt wird, oder eine Konfiguration angewendet werden, dass das Lernen zusammen durchgeführt wird, ohne sich um die abgebildeten Stellen zu kümmern. Das heißt, da sich Bildmerkmalswerte zwischen einem OCT-Tomografiebild und einem Tomografiebild von Bewegungskontrastdaten signifikant unterscheiden, ist es besser, das Lernen separat für diese Bilder durchzuführen.

[0070] Ein gemitteltes Bild, das einer Mittelungsverarbeitung unterzogen wurde, ist ein Hochqualitätsbild, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, da Bildelemente, die in einer Ursprungsbildgruppe gemeinsam visualisiert sind, verstärkt sind. Als Ergebnis der Verstärkung von gemeinsam visualisierten Bildelementen ist das erzeugte Hochqualitätsbild in diesem Fall ein Bild mit hohem Kontrast, in dem eine Differenz zwischen einer Region mit geringer Intensität und einer Region mit hoher Intensität deutlich ist. In einem gemittelten Bild kann beispielsweise außerdem weißes Rauschen reduziert werden, das in jeder Abbildungsrunde erzeugt wird, und eine Region, die in einem Ursprungsbild zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht gut gerendert wurde, kann einer Interpolation unter Verwendung einer anderen Ursprungsbildgruppe unterzogen werden.

[0071] In einem Fall, in dem es erforderlich ist, die Eingangsdaten eines Machine Learning-Modells mit einer Vielzahl von Bildern zu bilden, kann ferner eine erforderliche Anzahl von Ursprungsbildgruppen aus den Ursprungsbildgruppen ausgewählt werden, und als Eingangsdaten angewendet werden. In einem Fall beispielsweise, in dem ein gemitteltes Bild aus einer Gruppe von 15 Ursprungsbildern erhalten wird, ist es möglich, wenn zwei Bilder als Eingangsdaten des Machine Learning-Modells erforderlich sind, eine Gruppe aus 105 ($15C2 = 105$) Paaren zu erzeugen.

[0072] Es wird angemerkt, dass aus den die Trainingsdaten bildenden Paargruppen Paare, die nicht zur Verbesserung der Bildqualität beitragen, aus den Trainingsdaten entfernt werden können. Ist beispielsweise die Bildqualität eines Hochqualitätsbildes, das Ground Truth darstellt, die in einem Paar der Trainingsdaten enthalten ist, für eine Bilddiagnose nicht geeignet, besteht die Möglichkeit, dass ein Bild, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegeben wird, die unter Verwendung der relevanten Trainingsdaten gelernt hat, eine Bildqualität aufweisen wird, die für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist. Daher kann durch Entfernen von Paaren, für die die Bildqualität der Ground Truth für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist, aus den Trainingsdaten die Wahrscheinlichkeit verringert werden, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Bild mit einer Bildqualität erzeugt, die für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist.

[0073] In einem Fall, in dem die Durchschnittsintensität oder eine Intensitätsverteilung in einer Bildgruppe, die ein Paar darstellt, stark differiert, besteht ferner die Möglichkeit, dass eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung der entsprechenden Trainingsdaten gelernt hat, ein Bild ausgibt, das für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist, das eine Intensitätsverteilung aufweist, die sich von der Intensitätsverteilung des Geringqualitätsbildes stark unterscheidet. Daher kann ein Paar von Eingangsdaten und Ground Truth, in denen die Durchschnittsintensität oder eine Intensitätsverteilung stark unterschiedlich ist, aus den Trainingsdaten entfernt werden.

[0074] In einem Fall, in dem die Struktur oder Position eines zu rendernden Zielobjekts in einer Bildgruppe, die ein Paar darstellt, stark differiert, besteht außerdem die Möglichkeit, dass eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung der entsprechenden Trainingsdaten gelernt hat, ein Bild ausgegeben wird, das für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist, in dem das Abbildungszielobjekt mit einer Struktur oder an einer Position gerendert ist, die sich von dem Geringqualitätsbild stark unterscheidet. Daher kann auch ein Paar von Eingangsdaten und Ground Truth, in denen die Struktur oder die Position des zu rendernden Abbildungszielobjekts zwischen den Eingangsdaten und der Ground Truth stark differiert, aus den Trainingsdaten entfernt werden. Bezüglich der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung vom Gesichtspunkt der Qualitätsaufrechterhaltung dazu eingerichtet sein, als Trainingsdaten kein Hochqualitätsbild zu verwenden, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung selbst ausgibt.

[0075] Durch Verwenden der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein maschinelles Lernen auf diese Weise durchgeführt hat, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in einem Fall, in dem ein

medizinisches Bild, das durch eine Abbildungsrunde erhalten wird, eingegeben wird, ein Hochqualitätsbild ausgeben, für das durch eine Mittelungsverarbeitung der Kontrast erhöht oder Rauschen reduziert wurde oder dergleichen. Daher kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein Hochqualitätsbild, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, beruhend auf einem Geringqualitätsbild erzeugen, das ein Eingangsbild ist.

[0076] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf das in **Fig. 5** veranschaulichte Ablaufdiagramm beschrieben. **Fig. 5** zeigt ein Ablaufdiagramm der Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Wenn die Reihe der Bildverarbeitungsvorgänge gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestartet wird, geht die Verarbeitung zuerst zu Schritt **S510** über.

[0077] In Schritt **S510** wird ein Bild, das durch die Bildgebungsvorrichtung **10** abgebildet wurde, durch die Erhalteeinheit **401** von der Bildgebungsvorrichtung **10** als Eingangsbild erhalten, die über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit der Erhalteeinheit **401** verbunden ist. Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** ein Eingangsbild im Ansprechen auf eine Anfrage von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten kann. Eine derartige Anfrage kann beispielsweise ausgegeben werden, wenn die Bildgebungsvorrichtung **10** ein Bild erzeugt hat, oder wenn ein Bild, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt wird, bevor das Bild in einer Speichervorrichtung gespeichert wird, die die Bildgebungsvorrichtung **10** enthält, oder wenn das gespeicherte Bild auf der Anzeigeeinheit **20** nach Speicherung des Bildes in der Speichervorrichtung angezeigt wird, oder wenn ein Hochqualitätsbild für eine Bildanalyseverarbeitung verwendet wird.

[0078] Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** Daten zur Erzeugung eines Bildes von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten kann, und die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** ein beruhend auf den fraglichen Daten erzeugtes Bild als Eingangsbild erhalten kann. In diesem Fall kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** ein beliebiges vorhandenes Bilderzeugungsverfahren als Bilderzeugungsverfahren zur Erzeugung verschiedener Arten von Bildern anwenden.

[0079] In Schritt **S520** erhält die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** eine Abbildungsbedingungsgruppe für das Eingangsbild. Die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** erhält insbesondere gemäß dem Datenformat des Eingangsbildes eine Abbildungsbedingungsgruppe, die in der Datenstruktur gespeichert ist, die das Eingangsbild bildet. Es wird angemerkt, dass wie vorstehend beschrieben in einem Fall, in dem Abbildungsbedingungen in dem

Eingangsbild nicht gespeichert sind, die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** eine Abbildungsinformationsgruppe, die eine Abbildungsbedingungsgruppe enthält, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder dem Bildverwaltungssystem erhalten kann, das in den Figuren nicht gezeigt ist.

[0080] In Schritt **S530** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob es möglich ist oder nicht, die Bildqualität des Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu verbessern, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt insbesondere, ob die abgebildete Stelle, ein Bildgebungssystem, ein Abbildungsbildwinkel und eine Bildgröße des Eingangsbildes mit Bedingungen zusammenpassen, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gehandhabt werden können.

[0081] Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** führt die Bestimmung hinsichtlich jeder der Abbildungsbedingungen durch, und wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung die Abbildungsbedingungen behandeln kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** beruhend auf diesen Abbildungsbedingungen andererseits bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das Eingangsbild nicht verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550**.

[0082] Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen und der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Schritt **S540** selbst dann durchgeführt werden kann, wenn beruhend auf einigen Bedingungen aus der abgebildeten Stelle, dem Bildgebungssystem, dem Abbildungsbildwinkel und der Bildgröße bestimmt wird, dass das Eingangsbild nicht verarbeitet werden kann. Eine derartige Verarbeitung kann beispielsweise in einem Fall durchgeführt werden, wenn angenommen wird, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung jede abgebildete Stelle der Zielperson umfassend verarbeiten kann, und derart implementiert ist, dass Eingangsdaten verarbeitet werden können, selbst wenn eine unbekannte abgebildete Stelle in den Eingangsdaten enthalten ist. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** kann gemäß einer gewünschten Konfiguration bestimmen, ob zumindest eine Bedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Bildgebungssystem, dem Abbildungsbildwinkel und der Bildgröße eines Eingangsbildes mit einer Bedingung zusammenfällt, die die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann.

[0083] In Schritt **S540** verbessert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualität des Eingangsbildes unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen, das für eine Bilddiagnose geeigneter als das Eingangsbild ist. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gibt das Eingangsbild insbesondere in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Veranlassung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung eines Hochqualitätsbildes ein, das einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt ein Hochqualitätsbild, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung unter Verwendung des Eingangsbildes beruhend auf dem Machine Learning-Modell erhalten wird, das maschinelles Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten durchgeführt hat. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann somit ein Hochqualitätsbild erzeugen, in dem verglichen mit dem Eingangsbild Rauschen reduziert oder der Kontakt erhöht ist.

[0084] Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** Parameter zusammen mit dem Eingangsbild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß der Abbildungsbedingungsgruppe eingeben kann, um den Grad der Bildqualitätsverbesserung oder dergleichen anzupassen. Ferner kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** auch Parameter gemäß einer Eingabe durch den Untersucher zusammen mit dem Eingangsbild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingeben, um den Grad der Bildqualitätsverbesserung oder dergleichen anzupassen.

[0085] Wenn in Schritt **S540** ein Hochqualitätsbild erzeugt wurde, gibt die Ausgabeeinheit **405** in Schritt **S550** das Hochqualitätsbild aus und veranlasst die Anzeige des Hochqualitätsbildes auf der Anzeigeeinheit **20**. Wenn es andererseits in Schritt **S530** nicht möglich war, eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durchzuführen, gibt die Ausgabeeinheit **405** das Eingangsbild aus und veranlasst die Anzeige des Eingangsbildes auf der Anzeigeeinheit **20**. Es wird angemerkt, dass anstelle der Veranlassung der Anzeige eines Ausgangsbildes auf der Anzeigeeinheit **20** die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige des Ausgangsbildes auf der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung veranlassen kann oder das Ausgangsbild speichern kann. In Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** kann die Ausgabeeinheit **405** das Ausgangsbild ferner verarbeiten, sodass das Ausgangsbild durch die Bildgebungsvorrichtung **10** oder eine andere Vorrichtung verwendet werden kann, oder kann das Datenformat des Ausgangsbildes derart umwandeln, dass das

Ausgangsbild zu dem Bildverwaltungssystem oder dergleichen übertragen werden kann.

[0086] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Erhalteeinheit **401** und die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404**. Die Erhalteeinheit **401** erhält ein Eingangsbild (erstes Bild), das ein Bild einer vorbestimmten Stelle der Zielperson ist. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** verwendet eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, um aus dem Eingangsbild ein Hochqualitätsbild (zweites Bild) zu erzeugen, das zumindest einer Rauschreduzierung und Kontrastverstärkung hinsichtlich des Eingangsbildes unterzogen wurde. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthält eine Machine Learning-Einrichtung, bei der durch eine Mittelungsverarbeitung erhaltene Bilder als Trainingsdaten angewendet wurden.

[0087] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild, in dem Rauschen reduziert und/oder Kontrast verstärkt ist, anhand eines Eingangsbildes ausgeben. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** kann daher ein für eine Bilddiagnose geeignetes Bild, wie ein deutlicheres Bild oder ein Bild, in dem eine Stelle oder eine Läsion, die beobachtet werden soll, verstärkt ist, zu einem geringeren Preis und ohne Erhöhung der Invasivität hinsichtlich der Zielperson oder der Mühe der die Abbildung durchführenden Person verglichen mit der herkömmlichen Technik erhalten.

[0088] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** kann auch die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** zur Bestimmung hinsichtlich eines Eingangsbildes enthalten, ob ein Hochqualitätsbild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt werden kann oder nicht. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** führt die betreffende Bestimmung beruhend auf der abgebildeten Stelle und/oder dem Bildgebungssystem und/oder dem Abbildungsbildwinkel und/oder der Bildgröße des Eingangsbildes durch.

[0089] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Eingangsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** nicht verarbeiten kann, aus der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung weglassen, und somit können die Verarbeitungslast der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** und das Auftreten von Fehlern verringert werden.

[0090] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel die Ausgabeeinheit **405** (Anzeigesteuereinheit) dazu eingerichtet ist, die Anzeige ei-

nes erzeugten Hochqualitätsbildes auf der Anzeigeeinheit **20** zu veranlassen, die Funktionen der Ausgabeinheit **405** nicht darauf beschränkt sind. Die Ausgabeinheit **405** kann beispielsweise ein Hochqualitätsbild auch zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben. Daher kann ein Hochqualitätsbild auf einer Benutzerschnittstelle dieser Vorrichtungen angezeigt werden, kann in einer beliebigen Speichervorrichtung gespeichert werden, kann für eine beliebige Bildanalyse verwendet werden, oder kann zu einem Bildverwaltungssystem übertragen werden.

[0091] Bei diesem Ausführungsbeispiel bestimmt die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, ob ein Eingangsbild ein Bild ist oder nicht, dessen Bildqualität durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verbessert werden kann, und wenn das Eingangsbild ein Bild ist, dessen Bildqualität verbessert werden kann, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Verarbeitung zur Verbesserung der Bildqualität durch. In dieser Hinsicht kann in einem Fall, in dem lediglich eine Abbildung unter Abbildungsbedingungen durch die Bildgebungsvorrichtung **10** oder dergleichen durchgeführt wird, die eine Bildqualitätsverbesserung erlauben, ein von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhaltenes Bild einer Bildqualitätsverbesserung bedingungslos unterzogen werden. In diesem Fall kann wie in **Fig. 6** gezeigt, die Verarbeitung in Schritt **S520** und Schritt **S530** weggelassen werden, und Schritt **S540** kann nach Schritt **S510** ausgeführt werden.

[0092] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Ausgabeinheit **405** zur Veranlassung einer Anzeige eines Hochqualitätsbildes auf der Anzeigeeinheit **20** eingerichtet. Allerdings kann die Ausgabeinheit **405** die Anzeige eines Hochqualitätsbildes auf der Anzeige **21** im Ansprechen auf eine Anweisung von dem Untersucher veranlassen. Die Ausgabeinheit **405** kann beispielsweise ein Hochqualitätsbild auf der Anzeige **21** im Ansprechen darauf anzeigen, dass der Untersucher eine beliebige Taste auf einer Benutzerschnittstelle der Anzeigeeinheit **20** drückt. In diesem Fall kann die Ausgabeinheit **405** von der Anzeige des Eingangsbildes in die Anzeige des Hochqualitätsbildes umschalten, oder kann das Hochqualitätsbild Seite an Seite mit dem Eingangsbild anzeigen.

[0093] Wenn sie ein Hochqualitätsbild auf der Anzeige **21** anzeigt, kann die Ausgabeinheit **405** zusammen mit dem Hochqualitätsbild die Anzeige einer Anzeige veranlassen, die angibt, dass das gerade angezeigte Bild ein Hochqualitätsbild ist, das durch eine Verarbeitung erzeugt wird, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet hat. Da ein Benutzer in diesem Fall anhand der entsprechenden Anzeige leicht unterscheiden kann, dass das angezeigte Hochqualitätsbild nicht das durch die Abbildung er-

haltene tatsächliche Bild ist, kann eine Fehldiagnose reduziert und die Diagnoseleistung kann verbessert werden. Es wird angemerkt, dass eine Anzeige, die angibt, dass ein Hochqualitätsbild durch eine Verarbeitung erzeugt wurde, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet hat, eine beliebige Form haben kann, solange sie eine Anzeige ist, die eine Unterscheidung zwischen dem Eingangsbild und dem Hochqualitätsbild ermöglicht, das durch die entsprechende Verarbeitung erzeugt wird.

[0094] Hinsichtlich der Anzeige, die angibt, dass ein Hochqualitätsbild durch eine Verarbeitung erzeugt wurde, die einen Machine Learning-Algorithmus verwendet hat, kann die Ausgabeinheit **405** ferner die Anzeige einer Anzeige auf der Anzeigeeinheit **20** veranlassen, die angibt, welche Art Trainingsdaten der Machine Learning-Algorithmus verwendet hat, als der Machine Learning-Algorithmus das Lernen durchgeführt hat. Die betreffende Anzeige kann eine Beschreibung der Arten von Eingangsdaten und Ground Truth der Trainingsdaten enthalten, oder eine beliebige Anzeige, die sich auf die Trainingsdaten bezieht, wie eine in den Eingangsdaten und Ground Truth enthaltene abgebildete Stelle.

[0095] Obwohl ein gemittelttes Bild als Ground Truth der Trainingsdaten in der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel verwendet wird, sind die Trainingsdaten nicht darauf beschränkt. Ein Hochqualitätsbild, das durch die Durchführung einer Mittelungsverarbeitung und/oder Verarbeitung einer Verarbeitungsgruppe wie nachstehend beschrieben und/oder ein nachstehend zu beschreibendes Bildgebungsverfahren erhalten wird, die Einheiten zum Erhalten eines Hochqualitätsbildes darstellen, kann als Ground Truth der Trainingsdaten verwendet werden.

[0096] Beispielsweise kann ein Hochqualitätsbild, das durch Durchführen einer Maximum a Posteriori-Verarbeitung (MAP-Schätzverarbeitung) hinsichtlich einer Ursprungsbildgruppe erhalten wird, als Ground Truth der Trainingsdaten verwendet werden. Bei der MAP-Schätzverarbeitung wird eine Likelihood-Funktion beruhend auf der Wahrscheinlichkeitsdichte jedes Bildelementwerts in einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erhalten, und ein wahrer Signalwert (Bildelementwert) wird unter Verwendung der erhaltenen Likelihood-Funktion geschätzt.

[0097] Ein durch eine MAP-Schätzverarbeitung erhaltenes Hochqualitätsbild ist ein Bild mit hohem Kontrast, das auf Bildelementwerten beruht, die nahe den wahren Signalwerten sind. Da die geschätzten Signalwerte beruhend auf der Wahrscheinlichkeitsdichte bestimmt werden, ist in einem durch eine MAP-Schätzverarbeitung erhaltenen Hochqualitätsbild ferner zufällig erzeugtes Rauschen reduziert. Unter Verwendung eines durch eine MAP-Schätz-

verarbeitung erhaltenen Hochqualitätsbildes als Trainingsdaten kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung daher aus einem Eingangsbild ein Hochqualitätsbild erzeugen, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, in dem Rauschen reduziert ist, und das einen hohen Kontrast aufweist. Es wird angemerkt, dass hinsichtlich des Verfahrens zur Erzeugung eines Paares von Eingangsdaten und Ground Truth der Trainingsdaten ein Verfahren durchgeführt werden kann, das ähnlich einem Fall ist, in dem ein gemittelttes Bild als Trainingsdaten verwendet wird.

[0098] Als Ground Truth der Trainingsdaten kann ferner ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Anwenden einer Glättungsfilterverarbeitung bei einem Ursprungsbild erhalten wird. In diesem Fall kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild, in dem weißes Rauschen verringert ist, aus einem Eingangsbild erzeugen. Außerdem kann auch ein Bild, das durch Anwenden einer Abstufungsumwandlungsverarbeitung bei einem Ursprungsbild erhalten wird, als Ground Truth der Trainingsdaten verwendet werden. In diesem Fall kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild mit verstärktem Kontrast aus einem Eingangsbild erzeugen. Es wird angemerkt, dass hinsichtlich des Verfahrens zur Erzeugung eines Paares von Eingangsdaten und Ground Truth der Trainingsdaten ein Verfahren durchgeführt werden kann, dass ähnlich einem Fall ist, in dem ein gemittelttes Bild als Trainingsdaten verwendet wird.

[0099] Es wird angemerkt, dass die Eingangsdaten der Trainingsdaten ein Bild darstellen können, das von einer Bildgebungsvorrichtung erhalten wird, das die gleiche Bildqualitätstendenz wie die Bildgebungsvorrichtung **10** hat. Ferner kann die Ground Truth der Trainingsdaten ein Hochqualitätsbild sein, das durch eine kostenintensive Verarbeitung wie eine Verarbeitung unter Verwendung des Verfahrens der sukzessiven Näherung erhalten wird, oder kann ein Hochqualitätsbild sein, das durch Abbilden einer den Eingangsdaten entsprechenden Zielperson unter Verwendung einer Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als die Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird. Die Ground Truth kann außerdem ein Hochqualitätsbild sein, das durch Durchführen einer regelbasierten Rauschreduzierungsverarbeitung erhalten wird. Die Rauschreduzierungsverarbeitung kann dabei beispielsweise eine Verarbeitung enthalten, die ein Bildelement hoher Intensität, bei dem es sich um lediglich ein Bildelement handelt, das klar Rauschen ist, das in einer Region geringer Intensität erscheint, mit dem Mittelwert benachbarter Bildelementwerte geringer Intensität ersetzt. Als Trainingsdaten kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung daher ein Bild anwenden, das durch eine Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als die Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, die zum Abbilden eines Eingangsbildes verwendet wird, oder ein

Bild anwenden, das durch einen Abbildungsschritt erhalten wird, der eine größere Anzahl an Schritten als der Abbildungsschritt enthält, der zum Erhalten des Eingangsbildes verwendet wird. Beispielsweise im Fall des Anwendens eines Bewegungskontrastfrontbildes als Eingangsbild kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung als Trainingsdaten ein Bild, das durch eine OCTA-Abbildung erhalten wird, die durch eine OCT-Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als die OCT-Bildgebungsvorrichtung durchgeführt wird, die für eine OCTA-Abbildung des Eingangsbildes verwendet wird, oder ein Bild anwenden, das durch einen OCTA-Abbildungsschritt erhalten wird, der eine größere Anzahl an Schritten als der OCTA-Abbildungsschritt für das Eingangsbild enthält.

[0100] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel nicht beschrieben, ein Hochqualitätsbild, das aus einer Vielzahl von Bildern erzeugt wird, das als Ground Truth der Trainingsdaten zu verwenden ist, aus einer Vielzahl von Bildern erzeugt werden kann, die ausgerichtet wurden. Als Ausrichtungsverarbeitung kann beispielsweise eine Verarbeitung angewendet werden, bei der ein Bild aus der Vielzahl der Bilder als Vorlage ausgewählt wird, dann der Ähnlichkeitsgrad mit den anderen Bildern bestimmt wird, während die Position und der Winkel der Vorlage verändert werden, der Betrag der Versetzung jedes Bildes relativ zu der Vorlage bestimmt wird, und jedes Bild beruhend auf dem Betrag der Versetzung korrigiert wird. Ferner kann jede andere vorhandene Ausrichtungsverarbeitung durchgeführt werden.

[0101] Es wird angemerkt, dass im Fall der Ausrichtung eines dreidimensionalen Bildes eine Ausrichtung des dreidimensionalen Bildes durch Herunterbrechen des dreidimensionalen Bildes in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und dann Ausrichten der jeweiligen zweidimensionalen Bilder und Integrieren der ausgerichteten zweidimensionalen Bilder durchgeführt werden kann. Ferner kann eine Ausrichtung eines zweidimensionalen Bildes durch Herunterbrechen des zweidimensionalen Bildes in eindimensionale Bilder und dann Ausrichten der jeweiligen eindimensionalen Bilder und Integrieren der ausgerichteten eindimensionalen Bilder durchgeführt werden. Es wird angemerkt, dass diese Ausrichtungsprozesse anstelle bei einem Bild hinsichtlich Daten zur Erzeugung eines Bildes durchgeführt werden können.

[0102] Wenn bei diesem Ausführungsbeispiel die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass ein Eingangsbild durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540** und eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** wird gestartet. Diesbezüglich kann eine

Konfiguration angewendet werden, bei der die Ausgabeinheit **405** eine Anzeige des Ergebnisses der Bestimmung durch die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** auf der Anzeigeeinheit **20** veranlasst, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung im Ansprechen auf eine Anweisung von dem Untersucher startet. Zu diesem Zeitpunkt kann die Ausgabeinheit **405** zusammen mit dem Ergebnis der Bestimmung eine Anzeige des Eingangsbildes oder von Abbildungsbedingungen, wie der abgebildeten Stelle, die hinsichtlich des Eingangsbildes erhalten werden, auf der Anzeigeeinheit **20** veranlassen. Da die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in diesem Fall durchgeführt wird, nachdem der Untersucher bestimmt hat, ob das Ergebnis der Bestimmung durch die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** korrekt ist oder nicht, kann eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung beruhend auf einer falschen Bestimmung verringert werden.

[0103] Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der eine Bestimmung durch die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** nicht durchgeführt wird, die Ausgabeinheit **403** die Anzeige des Eingangsbildes oder von Abbildungsbedingungen, die der abgebildeten Stelle, die bezüglich des Eingangsbildes erhalten werden, auf der Anzeigeeinheit **20** veranlasst, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher startet.

<Zweites Ausführungsbeispiel>

[0104] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 7** beschrieben. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung. Dagegen enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinheit bei diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die maschinelles Lernen unter Verwendung voneinander verschiedener Trainingsdaten durchgeführt haben, und erzeugt eine Vielzahl von Qualitätsbildern bezüglich eines Eingangsbildes.

[0105] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird im Folgenden die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfigurati-

on der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit denselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und auf eine Beschreibung der Komponenten wird im Nachstehenden verzichtet.

[0106] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält zwei oder mehr Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die maschinelles Lernen unter Verwendung voneinander verschiedener Trainingsdaten durchgeführt haben. Ein Verfahren zur Erzeugung einer Trainingsdatengruppe gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird nun beschrieben. Insbesondere wird zuerst eine Abbildung verschiedener abgebildeter Stellen durchgeführt, und eine Paargruppe, die aus Paaren eines Ursprungsbildes als Eingangsdaten und eines gemittelten Bildes als Ground Truth gebildet ist, wird vorbereitet. Als Nächstes wird eine Paargruppe für jede abgebildete Stelle zur Erzeugung einer Trainingsdatengruppe gruppiert. Beispielsweise wird eine Trainingsdatengruppe durch Erzeugen erster Trainingsdaten, die aus einer Paargruppe gebildet sind, die durch Abbilden einer ersten abgebildeten Stelle erhalten wird, und Erzeugen zweiter Trainingsdaten erzeugt, die aus einer Paargruppe gebildet sind, die durch Abbilden einer zweiten abgebildeten Stelle erhalten wird.

[0107] Danach werden die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Durchführung maschinellen Lernens unter Verwendung der entsprechenden Trainingsdaten veranlasst. Beispielsweise wird eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsbereitschaft vorbereitet, die eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der ersten Trainingsdaten trainiert wurde, und eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthält, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der zweiten Trainingsdaten trainiert wurde.

[0108] Da zum Trainieren der jeweiligen Machine Learning-Modelle, die jeweils diesen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen entsprechen, verschiedene Trainingsdaten verwendet werden, kann der Grad, mit dem jede dieser Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen die Bildqualität eines in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen eingegebenen Eingangsbildes verbessern kann, gemäß den Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes differieren. Im Fall der ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist der Grad der Bildqualitätsverbesserung bezüglich eines durch Abbilden der ersten abgebildeten Stelle erhaltenen Eingangsbildes hoch, und der Grad einer Bildqualitätsverbesserung bezüglich eines durch Abbilden der zweiten Stelle erhalte-

nen Eingangsbildes ist gering. Gleichmaßen ist im Fall der zweiten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der Grad der Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines durch Abbilden der zweiten abgebildeten Stelle erhaltenen Eingangsbildes hoch, und der Grad der Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines durch Abbilden der ersten abgebildeten Stelle erhaltenen Eingangsbildes ist gering.

[0109] Da jeder Satz von Trainingsdaten aus einer Paargruppe gebildet ist, die gemäß der abgebildeten Stelle gruppiert ist, haben Bilder in der Bildgruppe, die die Paargruppe bilden, eine ähnliche Bildqualitätstendenz. Wenn die abgebildete Stelle der fraglichen Bildqualitätsverbesserungseinrichtung entspricht, kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung daher eine Bildqualitätsverbesserung effektiver als die Bildverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durchführen. Es wird angemerkt, dass eine Abbildungsbedingung zum Gruppieren von Paaren der Trainingsdaten nicht auf die abgebildete Stelle beschränkt ist, und der Abbildungsbildwinkel oder die Auflösung des Bildes oder eine Kombination aus zwei oder mehreren dieser Bedingungen sein kann.

[0110] Nachstehend wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. **Fig. 7** zeigt ein Ablaufdiagramm der Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S710** und Schritt **S720** die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S510** und Schritt **S520** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, und somit auf eine Beschreibung der Verarbeitung hier verzichtet wird. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes bedingungslos zu verbessern ist, nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S720** die Verarbeitung in Schritt **S730** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S740** übergehen kann.

[0111] Nachdem die Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes in Schritt **S720** erhalten wurden, geht die Verarbeitung zu Schritt **S730**. In Schritt **S730** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die in Schritt **S720** erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob irgendeine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** aufweist, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht.

[0112] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass keine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S760**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass

eine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S740**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Verarbeitung in Schritt **S740** ausgeführt werden kann, selbst wenn bestimmt wird, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen einige der Abbildungsbedingungen nicht verarbeiten können.

[0113] In Schritt **S740** wählt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Durchführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe beruhend auf den in Schritt **S720** erhaltenen Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes und Informationen in Bezug auf die Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe aus. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** wählt beispielsweise eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung aus, die hinsichtlich der abgebildeten Stelle in der in Schritt **S720** erhaltenen Abbildungsbedingungsgruppe Informationen von Trainingsdaten hinsichtlich der selben abgebildeten Stelle oder einer peripheren abgebildeten Stelle aufweist und eine Bildqualitätsverbesserung mit einem hohen Grad einer Bildqualitätsverbesserung durchführen kann. Wenn bei dem vorstehenden Beispiel die abgebildete Stelle die erste abgebildete Stelle ist, wählt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung aus.

[0114] In Schritt **S750** verwendet die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die in Schritt **S740** ausgewählte Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung eines Hochqualitätsbildes, das durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbildes erzeugt wird. Wenn ein Hochqualitätsbild in Schritt **S750** erzeugt wurde, gibt die Ausgabeeinheit **405** danach in Schritt **S760** das Hochqualitätsbild aus und veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes. Wurde in Schritt **S730** andererseits bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung nicht möglich ist, gibt die Ausgabeeinheit **405** das Eingangsbild aus und veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Eingangsbildes. Es wird angemerkt, dass bei Veranlassen der Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** auch zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Hochqualitätsbild ein Hochqualitätsbild ist, das unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgewählt wird.

[0115] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Bildqualitäts-

verbesserungseinrichtungen, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedener Trainingsdaten durchgeführt haben. Hier hat jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten hinsichtlich zumindest einer Bildgebungsbedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel, einem Frontbild bei verschiedenen Tiefen und der Bildauflösung durchgeführt. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt ein Hochqualitätsbild unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß zumindest einer Abbildungsbedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel, einem Frontbild bei verschiedenen Tiefen und der Bildauflösung des Eingangsbildes.

[0116] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein effektiveres Hochqualitätsbild erzeugen.

[0117] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine für eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung zu verwendende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung beruhend auf einer Abbildungsbedingung des Eingangsbildes auswählt, ist die Verarbeitung zum Auswählen einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht darauf beschränkt. Die Ausgabereinheit **405** kann beispielsweise die Anzeige der Abbildungsbedingungen des erhaltenen Eingangsbildes und einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe auf einer Benutzerschnittstelle der Anzeigereinheit **20** veranlassen, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** kann die für die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung zu verwendende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß einer Anweisung vom Untersucher auswählen. Es wird angemerkt, dass die Ausgabereinheit **405** die Anzeige von Informationen in Bezug auf die zum Lernen durch die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen verwendeten Trainingsdaten auf der Anzeige **21** zusammen mit der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe veranlassen kann. Es wird angemerkt, dass Informationen in Bezug auf zum Lernen durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendete Trainingsdaten in einer beliebigen Form angezeigt werden können, und die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe beispielsweise unter Verwendung von Namen angezeigt werden kann, die mit den zum Lernen verwendeten Trainingsdaten assoziiert sind.

[0118] Die Ausgabereinheit **405** kann ferner die Anzeige einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgewählt wurde, auf der Benutzerschnittstelle der Anzeigereinheit **20** veranlassen und kann eine Anweisung vom Untersucher entgegennehmen. In diesem Fall kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit

404 gemäß der Anweisung vom Untersucher bestimmen, ob die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung endgültig als die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung auszuwählen ist, die für die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung zu verwenden ist.

[0119] Es wird angemerkt, dass die Ausgabereinheit **405** ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth von Trainingsdaten für eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, eine MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduzierungsverarbeitung enthält.

<Drittes Ausführungsbeispiel>

[0120] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 7** beschrieben. Bei dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel erhält die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** eine Abbildungsbedingungsgruppe aus der Datenstruktur des Eingangsbildes oder dergleichen. Bei diesem Ausführungsbeispiel verwendet eine Abbildungsbedingungserhalteinheit dagegen eine Abbildungsortschätzeinrichtung zum Schätzen einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region eines Eingangsbildes beruhend auf dem Eingangsbild.

[0121] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird daher nachstehend beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit denselben Bezugszeichen wie bei dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel.

rungsbeispiel bezeichnet, und auf eine Beschreibung der Komponenten wird nachstehend verzichtet.

[0122] Die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Abbildungsortschätzeinrichtung zum Schätzen einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region, die in einem Eingangsbild gerendert ist, das die Erhalteinheit **401** erhält. Gemäß einem Verfahren zum Schätzen eines abgebildeten Orts der Abbildungsortschätzeinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird eine Schätzverarbeitung unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus durchgeführt.

[0123] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden Trainingsdaten, die durch eine Paargruppe gebildet sind, die aus Eingangsdaten, bei denen es sich um ein Bild handelt, und Ground Truth gebildet ist, bei der es sich um eine abgebildete-Stelle-Kennzeichnung handelt oder eine abgebildete-Region-Kennzeichnung handelt, die den Eingangsdaten entspricht, zum Trainieren eines Machine Learning-Modells in Bezug auf ein Abbildungsortschätzverfahren verwendet, das einen Machine Learning-Algorithmus anwendet. Hier bezieht sich der Begriff „Eingangsdaten“ auf ein Bild, das für ein Verarbeitungsobjekt (Eingangsbild) angenommene spezifische Abbildungsbedingungen aufweist. Ein Bild, das von einer Bildgebungsvorrichtung erhalten wird, die die gleiche Bildqualitätstendenz wie die Bildgebungsvorrichtung **10** aufweist, kann als Eingangsdaten verwendet werden, und es ist besser, wenn die Bildgebungsvorrichtung das gleiche Ausführungsmodell wie die Bildgebungsvorrichtung **10** ist, und auf dieselben Einstellungen wie die Bildgebungsvorrichtung **10** eingestellt wurde. Die Arten von abgebildete-Stelle-Kennzeichnungen oder abgebildete-Region-Kennzeichnungen, die als Ground Truth dienen, können die entsprechende abgebildete Stelle oder abgebildete Region sein, die zumindest teilweise in den Eingangsdaten enthalten ist. Die Arten von abgebildete-Stelle-Kennzeichnungen, die als Ground Truth dienen, können beispielsweise im Fall von OCT, „Makulabereich“, „Sehnervkopf“, „Makulabereich und Sehnervkopf“ und „Sonstiges“ sein.

[0124] Durch Durchführen von Lernen unter Verwendung dieser Art Trainingsdaten kann die Abbildungsortschätzeinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel Informationen ausgeben, die den Ort einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region angeben, die in einem Eingangsbild gerendert ist. Für jede abgebildete-Stelle-Kennzeichnung oder abgebildete-Region-Kennzeichnung eines erforderlichen Detaillierungsgrads kann die Abbildungsortschätzeinrichtung auch die Wahrscheinlichkeit ausgeben, dass es sich um die entsprechende abgebildete Stelle oder abgebildete Region handelt. Unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung kann die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** beruhend auf ei-

nem Eingangsbild eine abgebildete Stelle oder abgebildete Region des Eingangsbildes schätzen und dadurch die abgebildete Stelle oder abgebildete Region als Abbildungsbedingung bezüglich des Eingangsbildes erhalten. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Abbildungsortschätzeinrichtung für jede abgebildete-Stelle-Kennzeichnung oder abgebildete-Region-Kennzeichnung die Wahrscheinlichkeit ausgibt, dass es sich um die entsprechende abgebildete Stelle oder abgebildete Region handelt, die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** die abgebildete Stelle oder abgebildete Region mit der höchsten Wahrscheinlichkeit als Abbildungsbedingung des Eingangsbildes erhält.

[0125] Als Nächstes wird ähnlich wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm in **Fig. 7** beschrieben. Da die Verarbeitung in Schritt **S710** und Schritt **S730** bis Schritt **S760** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ist, wird auf eine Beschreibung der Verarbeitung hier verzichtet. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes bedingungslos zu verbessern ist, nach der Verarbeitung in Schritt **S720** die Verarbeitung in Schritt **S730** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S740** übergehen kann.

[0126] Wenn ein Eingangsbild in Schritt **S710** erhalten wird, geht die Verarbeitung zu Schritt **S720**. In Schritt **S720** erhält die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** eine Abbildungsbedingungsgruppe des in Schritt **S710** erhaltenen Eingangsbildes.

[0127] Insbesondere wird eine Abbildungsbedingungsgruppe, die in der Datenstruktur gespeichert ist, die das Eingangsbild bildet, gemäß dem Datenformat des Eingangsbildes erhalten. Wenn Informationen hinsichtlich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region in der Abbildungsbedingungsgruppe nicht enthalten sind, gibt die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** das Eingangsbild ferner in die Abbildungsortschätzeinrichtung zum Schätzen ein, welche abgebildete Stelle zum Erhalten des Eingangsbildes abgebildet wurde. Insbesondere gibt die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** das Eingangsbild in die Abbildungsortschätzeinrichtung ein, bewertet die Wahrscheinlichkeiten, die für jede abgebildete-Stelle-Kennzeichnung einer abgebildete-Stelle-Kennzeichnungsgruppe ausgegeben werden, und erhält und stellt die abgebildete Stelle mit der höchsten Wahrscheinlichkeit als Abbildungsbedingung des Eingangsbildes ein.

[0128] Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem andere Abbildungsbedingungen als die abgebildete Stelle oder abgebildete Region in dem Eingangsbild

nicht gespeichert sind, die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** eine Abbildungsinformationsgruppe, die eine Abbildungsbedingungsgruppe enthält, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einem (nicht gezeigten) Bildverwaltungssystem erhalten kann.

[0129] Die nachfolgende Verarbeitung ist die gleiche wie in der Reihe der Bildverarbeitungsvorgänge gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, und daher wird auf eine Beschreibung hier verzichtet.

[0130] Wie vorstehend beschrieben arbeitet die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Schätzeinheit, die eine abgebildete Stelle und/oder eine abgebildete Region eines Eingangsbildes schätzt. Die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** enthält eine Abbildungsortschätzeinrichtung, die Lernen unter Verwendung von Bildern, zu denen jeweils eine Kennzeichnung einer abgebildeten Stelle oder einer abgebildeten Region hinzugefügt wurde, als Trainingsdaten durchgeführt hat, und wenn ein Eingangsbild in die Abbildungsortschätzeinrichtung eingegeben wird, schätzt die Abbildungsortschätzeinrichtung die abgebildete Stelle oder abgebildete Region des Eingangsbildes.

[0131] Somit kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Abbildungsbedingung hinsichtlich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region eines Eingangsbildes beruhend auf dem Eingangsbild erhalten.

[0132] Es wird angemerkt, dass bei diesem Ausführungsbeispiel in einem Fall, in dem Informationen in Bezug auf eine abgebildete Stelle oder abgebildete Region in der Abbildungsbedingungsgruppe nicht enthalten sind, die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** eine Schätzung bezüglich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region des Eingangsbildes unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung durchführt. Allerdings ist eine Situation, in der eine Schätzung bezüglich einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung durchgeführt wird, nicht auf diese Situation beschränkt. Die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** kann eine Schätzung hinsichtlich einer abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung auch in einem Fall durchführen, in dem Informationen hinsichtlich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region, die in der Datenstruktur des Eingangsbildes enthalten sind, als Informationen eines erforderlichen Detaillierungsgrades unzureichend sind.

[0133] Die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** kann ferner ungeachtet dessen, ob Informationen hinsichtlich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region in der Datenstruktur eines Eingangsbildes enthalten sind oder nicht, die abgebildete Stelle oder

abgebildete Region des Eingangsbildes unter Verwendung der Abbildungsortschätzeinrichtung schätzen. In diesem Fall kann die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines aus der Abbildungsortschätzeinrichtung ausgegebenen Schätzergebnisses und Informationen hinsichtlich der abgebildeten Stelle oder abgebildeten Region, die in der Datenstruktur des Eingangsbildes enthalten sind, veranlassen, und die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** kann eine Bestimmung hinsichtlich dieser Abbildungsbedingungen gemäß einer Anweisung des Untersuchers durchführen.

[0134] Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, ein Hochqualitätsbild kann verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilververarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Viertes Ausführungsbeispiel>

[0135] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 8** und **Fig. 9** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel vergrößert oder verkleinert eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Eingangsbild, sodass die Größe des Eingangsbildes zu einer Bildgröße wird, die die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann. Ferner erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild durch Verkleinern oder Vergrößern eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, sodass die Bildgröße des Ausgangsbildes zu der Bildgröße des Eingangsbildes wird.

[0136] Wenn nichts anderes explizit angegeben ist, sind die Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel im Folgenden beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung ge-

mäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit denselben Bezugszeichen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und auf eine Beschreibung der Komponenten im Folgenden verzichtet wird.

[0137] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel gleicht. Allerdings wird bei diesem Ausführungsbeispiel eine Paargruppe aus Eingangsdaten und Ground Truth, die durch eine Bildgruppe gebildet wird, in der jedes Bild der Eingangsdaten und jedes Bild der Ground Truth auf eine bestimmte Bildgröße vergrößert oder verkleinert wird, als Trainingsdaten verwendet, die zum Lernen durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet werden.

[0138] Nun werden die Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben. Wie in **Fig. 8** gezeigt, wird als Beispiel ein Fall betrachtet, in dem es ein Geringqualitätsbild **Im810** und ein Hochqualitätsbild **Im820** gibt, die kleiner als eine bestimmte Bildgröße sind, die hinsichtlich der Trainingsdaten eingestellt ist. In diesem Fall werden das Geringqualitätsbild **Im810** und das Hochqualitätsbild **Im820** jeweils vergrößert, damit sie die bestimmte Bildgröße bekommen, die für die Trainingsdaten eingestellt ist. Das vergrößerte Geringqualitätsbild **Im811** und das vergrößerte Hochqualitätsbild **Im821** werden dann als Paar genommen, und das entsprechende Paar wird als ein Stück Trainingsdaten verwendet.

[0139] Es wird angemerkt, dass ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein Bild mit spezifischen Abbildungsbedingungen, das als Verarbeitungsobjekt (Eingangsbild) angenommen wird, für die Eingangsdaten der Trainingsdaten verwendet wird, und die entsprechenden spezifischen Abbildungsbedingungen eine abgebildete Stelle, ein Bildgebungssystem und einen Abbildungsbildwinkel umfassen, die vorab bestimmt sind. Das heißt, anders als beim ersten Ausführungsbeispiel ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Bildgröße nicht in den spezifischen Abbildungsbedingungen enthalten.

[0140] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erzeugt ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbildes unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die Lernen unter Ver-

wendung derartiger Trainingsdaten durchgeführt hat. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt zu diesem Zeitpunkt ein modifiziertes Bild durch Vergrößern oder Verkleinern des Eingangsbildes, damit es eine bestimmte Bildgröße bekommt, die hinsichtlich der Trainingsdaten eingestellt ist, und gibt das modifizierte Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt ferner ein Hochqualitätsbild durch Verkleinern oder Vergrößern eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, so dass es die Bildgröße des Eingangsbildes bekommt. Selbst im Fall eines Eingangsbildes mit einer Bildgröße, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel somit ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugen.

[0141] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 9** beschrieben. **Fig. 9** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510**, Schritt **S520** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und somit eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der von der Bildgröße verschiedenen Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0142] In Schritt **S520** geht die Verarbeitung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel zu Schritt **S530**, wenn die Abbildungsbedingungen der Abbildungsbedingungen-Gruppe des Eingangsbildes erhält. In Schritt **S530** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die erhaltene Abbildungsbedingungen-Gruppe zur Bestimmung, ob die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt insbesondere bezüglich der Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes, ob die abgebildete Stelle, das Bildgebungssystem und der Abbildungsbildwinkel durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden können oder nicht. Anders als beim ersten Ausführungsbeispiel trifft die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** keine Bestimmung hinsichtlich der Bildgröße.

[0143] Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** führt eine Bestimmung hinsichtlich der abgebildeten Stelle, des Bildgebungssystems und des Abbildungsbildwinkels durch, und wenn bestimmt wird, dass das Eingangsbild verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. In einem Fall aber, in dem die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** beruhend auf diesen Abbildungsbedingungen bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das Eingangsbild nicht verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Schritt **S540** durchgeführt werden kann, selbst wenn beruhend auf einer oder mehreren Bedingungen unter der abgebildeten Stelle, des Bildgebungssystems und des Abbildungsbildwinkels bestimmt wird, dass das Eingangsbild nicht verarbeitet werden kann.

[0144] Wenn die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergeht, wird eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestartet, die in **Fig. 9** veranschaulicht ist. Bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel vergrößert oder verkleinert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S910** zuerst das Eingangsbild auf eine bestimmte Bildgröße, die hinsichtlich der Trainingsdaten eingestellt ist, um dadurch ein modifiziertes Bild zu erzeugen.

[0145] Als Nächstes gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S920** das erzeugte modifizierte Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zum Erhalten eines modifizierten Bildes mit einer hohen Bildqualität ein, das einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen ist.

[0146] Danach verkleinert oder vergrößert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S930** das modifizierte Bild mit hoher Bildqualität auf die Bildgröße des Eingangsbildes, um ein Hochqualitätsbild zu erzeugen. Nachdem die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das Hochqualitätsbild in Schritt **S930** erzeugt hat, ist die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel beendet, und die Verarbeitung geht zu Schritt **S550**. Da die Verarbeitung in Schritt **S550** die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S550** des ersten Ausführungsbeispiels ist, wird ihre Beschreibung hier weggelassen.

[0147] Wie vorstehend beschrieben passt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Bildgröße eines Eingangsbildes an eine Bildgröße an, die die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, und gibt das resultierende Bild, dessen Größe angepasst wur-

de, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt ein Hochqualitätsbild durch Anpassen der Bildgröße des Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung an die ursprüngliche Bildgröße des Eingangsbildes. Somit kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** dieses Ausführungsbeispiels die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung auch zur Verbesserung der Bildqualität eines Eingangsbildes mit einer Bildgröße verwenden, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann, und kann so ein Hochqualitätsbild erzeugen, das für eine Bilddiagnose geeignet ist.

[0148] Es wird angemerkt, dass ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Ausgabeinheit **405** ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **100** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Bildgebungsverarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfiltverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Fünftes Ausführungsbeispiel>

[0149] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 10** und **Fig. 11** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit ein Hochqualitätsbild durch eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung beruhend auf einer bestimmten Auflösung, die durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchgeführt wird.

[0150] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Nachstehend wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel daher hinsichtlich Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfigura-

on der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung dieser Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0151] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die der gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ähnlich ist. Allerdings unterscheiden sich die zum Lernen durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendeten Trainingsdaten von den Trainingsdaten bei dem ersten Ausführungsbeispiel. Nachdem eine Bildgruppe, die aus einer Paargruppe von Eingangsdaten und Ground Truth der Trainingsdaten gebildet ist, auf eine Bildgröße vergrößert oder verkleinert wurde, sodass die Auflösung der Bildgruppe zu einer bestimmten Auflösung wird, wird insbesondere ein Auffüllen durchgeführt, sodass die Bildgröße jedes Bildes der Bildgruppe zu einer ausreichend großen bestimmten Bildgröße wird. Hier bezieht sich der Ausdruck „Auflösung der Bildgruppe“ beispielsweise auf die Ortsauflösung der Bildgebungsvorrichtung oder die Auflösung hinsichtlich einer abgebildeten Region.

[0152] Nun werden die Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 10** beschrieben. Wie in **Fig. 10** gezeigt, wird beispielsweise ein Fall betrachtet, in dem es ein Geringqualitätsbild **Im1010** und ein Hochqualitätsbild **Im1020** gibt, die eine geringere Auflösung als eine bestimmte Auflösung haben, die für die Trainingsdaten eingestellt ist. In diesem Fall werden das Geringqualitätsbild **Im1010** und das Hochqualitätsbild **Im1020** jeweils derart vergrößert, dass die Auflösung zu der für die Trainingsdaten eingestellten bestimmten Auflösung wird. Außerdem werden das vergrößerte Geringqualitätsbild **Im1010** und Hochqualitätsbild **Im1020** jeweils aufgefüllt, sodass sie eine für die Trainingsdaten eingestellte bestimmte Bildgröße bekommen. Das Geringqualitätsbild **Im1011** und das Hochqualitätsbild **Im1021**, die einer Vergrößerung und einem Auffüllen unterzogen wurden, werden dann als Paar verwendet, und das Paar wird als ein Stück Trainingsdaten verwendet.

[0153] Es wird angemerkt, dass sich der Ausdruck „für die Trainingsdaten eingestellte bestimmte Bildgröße“ auf die Größe der Bildgrößen bezieht, die ein als Verarbeitungsobjekt (Eingangsbild) angenommenes Bild erreichen kann, wenn es vergrößert oder verkleinert wird, sodass die Auflösung des Bildes zu einer bestimmten Auflösung wird. Wenn die bestimmte Bildgröße nicht ausreichend groß ist, besteht die Möglichkeit, dass bei einer Vergrößerung eines in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingegebenen Bildes das Bild eine Bildgröße haben wird,

die das Machine Learning-Modell nicht verarbeiten kann.

[0154] Ferner wird eine Region, die einem Auffüllen unterzogen wird, gemäß den Eigenschaften des Machine Learning-Modells unter Verwendung eines festen Bildelementwerts aufgefüllt, unter Verwendung eines Nachbarbildelementwerts aufgefüllt, oder gespiegelt aufgefüllt, sodass die Bildqualitätsverbesserung effektiv durchgeführt werden kann. Es wird angemerkt, dass ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein Bild mit spezifischen Abbildungsbedingungen, das als Verarbeitungsobjekt angenommen wird, für die Eingangsdaten verwendet wird, und die fraglichen spezifischen Abbildungsbedingungen eine abgebildete Stelle, ein Bildgebungssystem und einen Abbildungsbildwinkel darstellen, die vorab bestimmt sind. Das heißt, anders als bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Bildgröße in den spezifischen Abbildungsbedingungen gemäß diesem Ausführungsbeispiel nicht enthalten.

[0155] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erzeugt ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbildes unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein Lernen unter Verwendung derartiger Trainingsdaten durchgeführt hat. Dabei erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein modifiziertes Bild durch Vergrößern oder Verkleinern des Eingangsbildes, sodass es eine bestimmte Auflösung bekommt, die hinsichtlich der Trainingsdaten eingestellt ist. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** führt ferner ein Auffüllen hinsichtlich des modifizierten Bildes durch, sodass das modifizierte Bild eine bestimmte Bildgröße bekommt, die für die Trainingsdaten eingestellt ist, um dadurch ein aufgefülltes Bild zu erzeugen, und gibt das aufgefüllte Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein.

[0156] Hinsichtlich eines aufgefüllten Bildes mit hoher Bildqualität, das aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegeben wird, schneidet die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** lediglich eine Region zu, die einer Region entspricht, bei der ein Auffüllen durchgeführt wurde, um dadurch ein modifiziertes Bild mit hoher Bildqualität zu erhalten. Danach verkleinert oder vergrößert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das erzeugte modifizierte Bild mit hoher Bildqualität, sodass es die Bildgröße des Eingangsbildes hat, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0157] Selbst im Fall eines Eingangsbildes mit einer Bildgröße, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel daher ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbil-

des durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugen.

[0158] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 11** beschrieben. **Fig. 11** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510**, Schritt **S520** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der von der Bildgröße verschiedenen Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0159] In Schritt **S520** geht die Verarbeitung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel zu Schritt **S530**, nachdem die Abbildungsbedingungserhaltungseinheit **402** die Abbildungsbedingungsgruppe des Eingangsbildes erhalten hat. In Schritt **S530** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, welche die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt insbesondere hinsichtlich der Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes, ob die abgebildete Stelle, das Bildgebungssystem und der Abbildungsbildwinkel durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden können oder nicht. Anders als beim ersten Ausführungsbeispiel führt die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** keine Bestimmung hinsichtlich der Bildgröße durch.

[0160] Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** führt eine Bestimmung hinsichtlich der abgebildeten Stelle, des Bildgebungssystems und des Abbildungsbildwinkels durch, und wenn bestimmt wird, dass das Eingangsbild verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits beruhend auf diesen Abbildungsbedingungen bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das Eingangsbild nicht verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Schritt **S540** durchgeführt werden kann, selbst wenn be-

ruhend auf einer oder mehreren Bedingungen aus der abgebildeten Stelle, dem Bildgebungssystem und dem Abbildungsbildwinkel bestimmt wird, dass das Eingangsbild nicht verarbeitet werden kann.

[0161] Nachdem die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergegangen ist, wird eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestartet, die in **Fig. 11** veranschaulicht ist. Bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel vergrößert oder verkleinert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S1110** zuerst das Eingangsbild, sodass es eine bestimmte Auflösung aufweist, die hinsichtlich der Trainingsdaten eingestellt ist, um dadurch ein modifiziertes Bild zu erzeugen.

[0162] Als Nächstes führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S1120** ein Auffüllen hinsichtlich des erzeugten modifizierten Bildes durch, sodass das modifizierte Bild eine Bildgröße aufweist, die für die Trainingsdaten eingestellt ist, um dadurch ein aufgefülltes Bild zu erzeugen. Dabei führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** hinsichtlich einer Region, in der ein Auffüllen durchgeführt wird, das Auffüllen durch Auffüllen der Region gemäß den Eigenschaften des Machine Learning-Modells unter Verwendung eines festen Bildelementwerts oder unter Verwendung eines Nachbarbildelementwerts oder einer Spiegelbildauffüllung durch, sodass die Bildqualitätsverbesserung effektiv durchgeführt werden kann.

[0163] In Schritt **S1130** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das aufgefüllte Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein, um dadurch ein aufgefülltes Bild mit hoher Bildqualität zu erhalten, das einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen ist.

[0164] Als Nächstes schneidet die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S1140** hinsichtlich des aufgefüllten Bildes mit hoher Bildqualität lediglich eine Region zu, die einer Region entspricht, bei der das Auffüllen in Schritt **S1120** durchgeführten wurde, um dadurch ein modifiziertes Bild mit hoher Bildqualität zu erhalten.

[0165] Danach verkleinert oder vergrößert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das modifizierte Bild mit hoher Bildqualität in Schritt **S1150** auf die Bildgröße des Eingangsbildes, um ein Hochqualitätsbild zu erzeugen. Wenn die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das Hochqualitätsbild in Schritt **S1130** erzeugt hat, endet die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel, und die Verarbeitung geht zu Schritt **S550**. Da die Verarbeitung in Schritt **S550** die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S550** des ersten Ausführungsbeispiels ist, ist eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0166] Wie vorstehend beschrieben passt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Bildgröße eines Eingangsbildes derart an, dass die Auflösung des Eingangsbildes zu einer vorbestimmten Auflösung wird. Hinsichtlich des Eingangsbildes, dessen Bildgröße angepasst wurde, erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ferner ein aufgefülltes Bild, das einem Auffüllen unterzogen ist, sodass die angepasste Bildgröße zu einer Bildgröße wird, die die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, und gibt das aufgefüllte Bild dann in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein.

[0167] Danach unterzieht die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein Ausgangsbild aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einem Zuschneiden, für das lediglich eine Region zugeschnitten wird, die einer Region entspricht, in der das Auffüllen durchgeführt wurde. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** passt dann die Bildgröße des Bildes, bei dem ein Zuschneiden durchgeführt wurde, an die ursprüngliche Bildgröße des Eingangsbildes an, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0168] Selbst im Fall eines Eingangsbildes mit einer Bildgröße, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** dieses Ausführungsbeispiels die Bildqualität des Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verbessern, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen. Durch Verwenden einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die mit Trainingsdaten beruhend auf der Auflösung gelernt hat, kann in manchen Fällen die Bildqualität eines Eingangsbildes effektiver als im Fall der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel verbessert werden, die einfach Bilder der gleichen Bildgröße verarbeitet.

[0169] Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch die Durchführung einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleis-

tungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Sechstes Ausführungsbeispiel>

[0170] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 12** und **Fig. 13** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit ein Hochqualitätsbild durch Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung jeder Region einer bestimmten Bildgröße eines Eingangsbildes.

[0171] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und der Betrieb der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0172] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine ähnliche Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie das erste Ausführungsbeispiel. Allerdings unterscheiden sich bei diesem Ausführungsbeispiel die zum Lernen durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendeten Trainingsdaten von den Trainingsdaten im ersten Ausführungsbeispiel. Insbesondere wird eine Paargruppe von Eingangsdaten, die ein Geringqualitätsbild darstellen, und Ground Truth, die ein Hochqualitätsbild darstellt, die die Trainingsdaten bilden, durch Rechtwinkelregionbilder einer bestimmten Bildgröße gebildet, deren Positionsbeziehungen sich in dem Geringqualitätsbild und dem Hochqualitätsbild entsprechen. Es wird angemerkt, dass eine Rechtwinkelregion ein Beispiel einer Teilregion ist, und die Teilregion nicht rechteckig sein muss und eine andere Form haben kann.

[0173] Die Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden nun unter Bezugnahme auf **Fig. 12** beschrieben. Wie in **Fig. 12** gezeigt, wird ein Fall betrachtet, in dem es zum Beispiel ein Ursprungsbild **Im1210**, das ein Geringqualitätsbild ist, und ein gemittelttes Bild **Im1220**, das ein Hochqualitätsbild ist, in einer Paargruppe gibt, die die Trainingsdaten bil-

det. In diesem Fall wird im ersten Ausführungsbeispiel das Ursprungsbild **Im1210** als Eingangsdaten angewendet, und das überlagerte Bild **Im1220** wird als die Ground Truth der Trainingsdaten angewendet.

[0174] Dagegen wird bei diesem Ausführungsbeispiel ein Rechtwinkelregionbild **R1211** im Ursprungsbild **Im1210** als Eingangsdaten angewendet, und ein Rechtwinkelregionbild **R1221**, das im gemittelten Bild **Im1220** die gleiche abgebildete Region wie das Rechtwinkelregionbild **R1211** ist, wird als Ground Truth angewendet. Ferner ist ein Paar (das nachstehend als „erstes Rechtwinkelregionbildpaar“ bezeichnet wird) der Trainingsdaten durch das Rechtwinkelregionbild **R1211**, das die Eingangsdaten darstellt, und das Rechtwinkelregionbild **R1221** gebildet, das die Ground Truth darstellt. Hier wird angenommen, dass das Rechtwinkelregionbild **R1211** und das Rechtwinkelregionbild **R1221** Bilder einer bestimmten Bildgröße sind. Es wird angemerkt, dass das Ursprungsbild **Im1210** und das gemittelte Bild **Im1220** durch ein beliebiges Verfahren ausgerichtet werden können. Ferner kann die Positionsbeziehung, die dem Rechtwinkelregionbild **R1211** und dem Rechtwinkelregionbild **R1221** entspricht, durch ein beliebiges Verfahren, wie einen Vorlagenabgleich identifiziert werden. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit vom Entwurf der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung die jeweiligen Bildgrößen und die Anzahl an Dimensionen der Eingangsdaten und der Ausgangsdaten voneinander verschieden sein können. In einem Fall beispielsweise, in dem das Verarbeitungsobjekt ein OCT-Bild ist, kann, wenn die Eingangsdaten ein Teil eines B-Scan-Bildes (dreidimensionalen Bildes) sind, die Ground Truth ein Teil eines A-Scan-Bildes (eindimensionalem Bildes) sein.

[0175] Die bestimmte Bildgröße, die sich auf die Rechtwinkelregionbilder **R1211** und **R1221** bezieht, kann beispielsweise beruhend auf einem gemeinsamen Teiler einer Gruppe der Anzahlen an Bildelementen jeder Dimension bestimmt werden, die einer Bildgrößengruppe von Bildern entspricht, die als Verarbeitungsobjekt (Eingangsbild) betrachtet werden. In diesem Fall kann verhindert werden, dass die Positionsbeziehungen zwischen einer Gruppe von Rechtwinkelregionbildern, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgibt, überlappen. Insbesondere wird ein Fall betrachtet, bei dem das als Verarbeitungsobjekt angenommene Bild beispielsweise ein zweidimensionales Bild ist, eine erste Bildgröße in einer Bildgrößengruppe eine Breite von 500 Bildelementen und eine Höhe von 500 Bildelementen darstellt, und eine zweite Bildgröße in der Bildgrößengruppe eine Breite von 100 Bildelementen und eine Höhe von 100 Bildelementen darstellt. Hier wird die bestimmte Bildgröße, die sich auf die Rechtwinkelregionbilder **R1211** und **R1221** bezieht, aus dem gemeinsamen Teiler für jede Seite ausgewählt. In diesem Fall wird die bestimmte Bildgröße beispielsweise

aus einer Breite von 100 Bildelementen und einer Höhe von 100 Bildelementen, einer Breite von 50 Bildelementen und einer Höhe von 50 Bildelementen oder einer Breite von 25 Bildelementen und einer Höhe von 25 Bildelementen und dergleichen ausgewählt.

[0176] Wenn das als Verarbeitungsobjekt verwendete Bild drei Dimensionen aufweist, wird die Anzahl an Bildelementen hinsichtlich der Breite, Höhe und Tiefe bestimmt. Es wird angemerkt, dass eine Vielzahl von Rechtwinkelregionen für ein Paar eines Eingangsdaten entsprechenden Geringqualitätsbildes und eines Ground Truth entsprechenden Hochqualitätsbildes eingestellt werden kann. Daher wird beispielsweise ein Rechtwinkelregionbild **R1212** in dem Ursprungsbild **Im1210** als Eingangsdaten verwendet, um ein Rechtwinkelregionbild **R1222**, das in dem gemittelten Bild **Im1220** die gleiche abgebildete Region wie das Rechtwinkelregionbild **R1212** ist, wird als Ground Truth verwendet. Ferner wird ein Paar der Trainingsdaten aus dem Rechtwinkelregionbild **R1212** als Eingangsdaten und dem Rechtwinkelregionbild **R1222** als Ground Truth gebildet. Dadurch kann ein Rechtwinkelregionbildpaar erzeugt werden, das von dem ersten Rechtwinkelregionbildpaar verschieden ist.

[0177] Es wird angemerkt, dass der Inhalt einer Paargruppe, die die Trainingsdaten bildet, durch Erzeugen einer großen Anzahl an Paaren von Rechtwinkelregionbildern unter Veränderung des Bildes der Rechtwinkelregion in Bildern mit verschiedenen Koordinaten verbessert werden kann, und es kann erwartet werden, dass durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein Lernen unter Verwendung der entsprechenden Trainingspaare durchgeführt hat, eine effiziente Bildqualitätsverbesserung durchgeführt werden wird. Allerdings kann eine Konfiguration angewendet werden, sodass Paare, die nicht zu einer Bildqualitätsverbesserung durch das Machine Learning-Modell beitragen, zu den Trainingsdaten nicht hinzugefügt werden. Wenn beispielsweise die Bildqualität eines Rechtwinkelregionbildes, das aus einem Hochqualitätsbild erzeugt wird, das Ground Truth darstellt, die in einem Paar enthalten ist, für eine Diagnose nicht geeignet ist, besteht die Möglichkeit, dass ein durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein Lernen unter Verwendung derartiger Trainingsdaten durchgeführt hat, ausgegebenes Bild auch eine Bildqualität haben wird, die für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist. Daher kann ein Paar, das ein derartiges Hochqualitätsbild enthält, aus den Trainingsdaten entfernt werden.

[0178] In einem Fall, in dem es zwischen zwei Rechtwinkelregionbildern, die ein Paar bilden, einen großen Unterschied in einer Durchschnittsintensität oder Intensitätsverteilung zwischen einem Rechtwinkelregionbild, das aus einem Geringqualitätsbild erzeugt

wird, und einem Rechtwinkelregionbild gibt, das aus einem Hochqualitätsbild erzeugt wird, kann das fragliche Paar auch aus den Trainingsdaten entfernt werden. Wenn Lernen unter Verwendung derartiger Trainingsdaten durchgeführt wird, besteht eine Möglichkeit, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Bild ausgeben wird, das für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist, das eine Intensitätsverteilung aufweist, die sich vom Eingangsbild stark unterscheidet.

[0179] Außerdem wird ein Fall betrachtet, in dem es beispielsweise zwischen zwei Rechtwinkelregionbildern, die ein Paar bilden, einen großen Unterschied hinsichtlich der zu rendernden Struktur oder Position des Abbildungszielobjekts zwischen einem aus einem Geringqualitätsbild erzeugten Rechtwinkelregionbild und einem aus einem Hochqualitätsbild erzeugten Rechtwinkelregionbild gibt. In diesem Fall besteht eine Möglichkeit, dass eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein Lernen unter Verwenden derartiger Trainingsdaten durchgeführt hat, ein Bild ausgeben wird, das für eine Bilddiagnose nicht geeignet ist, in dem die Struktur oder Position der Abbildungszielperson sich stark von dem Eingangsbild unterscheidet. Daher können derartige Paare aus den Trainingsdaten entfernt werden.

[0180] Es wird angemerkt, dass wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein Bild mit spezifischen Abbildungsbedingungen, das als Verarbeitungsobjekt angenommen wird, für die Eingangsdaten der Trainingsdaten verwendet wird, und die relevanten spezifischen Abbildungsbedingungen eine abgebildete Stelle, ein Bildgebungssystem und ein Abbildungsbildwinkel sind, die vorab bestimmt werden. Andererseits ist anders als beim ersten Ausführungsbeispiel die Bildgröße in den spezifischen Abbildungsbedingungen gemäß diesem Ausführungsbeispiel nicht enthalten.

[0181] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erzeugt ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität des Eingangsbildes unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die ein Lernen unter Verwendung derartiger Trainingsdaten durchgeführt hat. Dabei teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das Eingangsbild in eine Gruppe von Rechtwinkelregionbildern mit einer bestimmten Bildgröße, die für die Trainingsdaten eingestellt ist, kontinuierlich und ohne Lücken. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** unterzieht jedes Bild in der Rechtwinkelregionbildgruppe, in die das Eingangsbild unterteilt wurde, einer Bildqualitätsverbesserung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, um dadurch eine Gruppe von Rechtwinkelregionbildern mit hoher Bildqualität zu erzeugen. Danach ordnet die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die erzeugte Gruppe von Rechtwinkelregionbildern mit hoher Bildqualität gemäß der Positionsbeziehung zwischen den Recht-

winkelregionbildern in dem Eingangsbild an und kombiniert die Rechtwinkelregionbilder, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen. Wenn beim Durchführen des Lernens eine entsprechende Positionsbeziehung zwischen den Eingangsdaten und der Ground Truth, die ein Bildpaar bilden, vorhanden ist, kann jeweils eine Rechteckregion der Eingangsdaten und der Ground Truth von einem beliebigen Ort in dem Geringqualitätsbild und dem Hochqualitätsbild ausgeschnitten (extrahiert) werden. Beim Verbessern der Bildqualität kann das Eingangsbild andererseits kontinuierlich und ohne Lücken in eine Rechtwinkelregionbildgruppe unterteilt werden. Ferner können die Bildgröße jedes Paares von Bildern zur Zeit des Lernens und die Bildgröße jedes Rechtwinkelregionbildes beim Durchführen der Bildqualitätsverbesserung derart eingestellt werden, dass sie einander entsprechen (beispielsweise, dass sie dieselbe Größe haben). Dadurch ist es möglich, sicherzustellen, dass während der Verbesserung der Lernleistung ein Problem nicht auftritt, wodurch ein Bild nicht erhalten wird, wenn unzureichende Teile oder unnötige Berechnungen auftreten.

[0182] Durch Verbessern der Bildqualität eines Eingangsbildes in Rechteckregioneinheiten und Verbinden der Bilder, deren Bildqualität verbessert wurde, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** dieses Ausführungsbeispiels somit ein Hochqualitätsbild durch Verbessern der Bildqualität eines Bildes einer Bildgröße erzeugen, das gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann.

[0183] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5**, **Fig. 13** und **Fig. 14A** bis **Fig. 14D** beschrieben. **Fig. 13** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510**, Schritt **S520** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der von der Bildgröße verschiedenen Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0184] Wenn ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel in Schritt **S520** die Abbildungsbedingungen-erhalteinheit **402** die Abbildungsbedingungengruppe des Eingangsbildes erhalten hat, geht die Verarbeitung zu Schritt **S530**. In Schritt **S530** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die erhaltene Abbildungs-

bedingungsgruppe zur Bestimmung, ob die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht. Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt insbesondere hinsichtlich der Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes, ob die abgebildete Stelle, das Bildgebungssystem und der Abbildungsbildwinkel durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden können oder nicht. Anders als beim ersten Ausführungsbeispiel führt die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** keine Bestimmung hinsichtlich der Bildgröße durch.

[0185] Die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** führt eine Bestimmung hinsichtlich der abgebildeten Stelle, des Bildgebungssystems und des Abbildungsbildwinkels durch, und wenn bestimmt wird, dass das Eingangsbild verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Wenn beruhend auf diesen Abbildungsbedingungen die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das Eingangsbild nicht verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsanordnung **400** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Schritt **S540** durchgeführt werden kann, selbst wenn beruhend auf einer oder mehreren Bedingungen unter der abgebildeten Stelle, dem Bildgebungssystem und dem Abbildungsbildwinkel bestimmt wird, dass das Eingangsbild nicht verarbeitet werden kann.

[0186] Wenn die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergeht, wird eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestartet, die in **Fig. 13** veranschaulicht ist. Diese Verarbeitung wird nun unter Verwendung von **Fig. 14A** bis **Fig. 14D** beschrieben. Bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird das Eingangsbild in Schritt **S1310** zuerst kontinuierlich und ohne Lücken in eine Gruppe von Rechtwinkelregionbildern einer bestimmten Bildgröße, die für die Trainingsdaten eingestellt ist (durch **R1411** veranschaulichte Größe) unterteilt, wie es in **Fig. 14A** veranschaulicht ist. **Fig. 14A** veranschaulicht ein Beispiel eines Eingangsbildes **Im1410**, das in eine Gruppe von Rechtwinkelregionbildern **R1411** bis **R1426** einer bestimmten Bildgröße unterteilt ist. Es wird angemerkt, dass wie vorstehend angeführt, in Abhängigkeit vom Entwurf der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingegebene Bild und das aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegebene Bild sich voneinander bezüglich der Bildgröße oder der Anzahl an Dimensionen unterscheiden können. In diesem Fall können zum Sicherstellen, dass es kei-

nen Verlust hinsichtlich des verbundenen Hochqualitätsbildes gibt, das in Schritt **S1320** erzeugt wird, die Positionen, an denen das Eingangsbild unterteilt wird, angepasst werden, indem die Positionen zum Überlappen veranlasst werden, oder indem die Positionen separiert werden. **Fig. 14B** zeigt ein Beispiel, in dem die Positionen, an denen das Eingangsbild geteilt wird, zum Überlappen gebracht werden. In **Fig. 14B** bezeichnen Bezugszeichen **R1411'** und **R1412'** überlappende Regionen. Obwohl es zur Vermeidung einer Verkomplizierung der Zeichnung nicht veranschaulicht ist, wird angenommen, dass **R1413** bis **R1426** ähnliche überlappende Regionen **R1413'** bis **R1426'** aufweisen. Es wird angemerkt, dass die Rechtwinkelregiongröße, die bezüglich der Trainingsdaten eingestellt ist, im Fall von **Fig. 14B** die in **R1411'** gezeigte Größe ist. Da keine Daten in der Außenumgebung des Bildes (oberer, unterer, linker und rechter Rand) des Eingangsbildes **Im1410** vorhanden sind, wird ein Auffüllen durchgeführt, indem mit einem festen Bildelementwert aufgefüllt wird, oder indem eine Spiegelauffüllung durchgeführt wird. In Abhängigkeit von der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verringert sich manchmal aufgrund einer Filterverarbeitung die Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserung am inneren Randbereich des Bildes (oberer, unterer, linker und rechter Rand). Daher können die Rechtwinkelregionbilder derart eingestellt werden, dass die Positionen, an denen das Bild geteilt wird, sich bei dem in **Fig. 14B** gezeigten Beispiel nie überlappen, und die Rechtwinkelregionbilder können an einem Abschnitt zugeschnitten und dann zum Erhalten des endgültigen Bildes kombiniert werden. Die Größe der Rechteckregion wird gemäß den Eigenschaften der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingestellt. Es wird angemerkt, dass, obwohl ein OCT-Tomografiebild als Beispiel in **Fig. 14A** und **Fig. 14B** veranschaulicht ist, wie in **Fig. 14C** und **Fig. 14D** gezeigt, ein Eingangsbild (**Im1450**) ein Frontbild wie ein OCTA-en-Face-Bild sein kann, und es möglich ist, bei diesem eine ähnliche Verarbeitung durchzuführen. Es wird angemerkt, dass die Einstellung der Größe des Rechtwinkelregionbildes gemäß dem Bild, das das Verarbeitungsobjekt ist, und der Art der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung geeignet durchgeführt wird.

[0187] In Schritt **S1320** verwendet die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** als nächstes die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Verbesserung der Bildqualität jedes Bildes aus der Gruppe der Rechtwinkelregionbilder **R1411** bis **R1426**, oder wenn Überlappingsregionen eingestellt sind, der Gruppe von Rechtwinkelregionbildern **R1411'** bis **R1426'**, und erzeugt dadurch eine Gruppe von Rechtwinkelregionbildern mit hoher Bildqualität.

[0188] Danach erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S1330** ein Hochquali-

tätsbild durch Anordnen und Kombinieren jedes Bildes der Rechtwinkelregionbilder in der erzeugten Gruppe von Rechtwinkelregionbildern mit hoher Bildqualität gemäß der gleichen Positionsbeziehung wie der der Gruppe von Rechtwinkelregionbildern **R1411** bis **R1426**, die durch Unterteilen des Eingangsbildes erhalten wurden. Wenn Überlappungsregionen eingestellt sind, erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein Hochqualitätsbild durch Ausschneiden und Kombinieren der Rechtwinkelregionbilder **R1411** bis **R1426**, nachdem die Bilder entsprechend der gleichen Positionsbeziehung wie die jeweiligen Rechtwinkelregionbilder **R1411'** bis **R1426'** angeordnet wurden. Es wird angemerkt, dass eine Konfiguration zum Korrigieren der Intensitätswerte der Rechtwinkelregionbilder **R1411'** bis **R1426'** unter Verwendung der Überlappungsregionen angewendet werden kann. Beispielsweise wird ein als Referenz dienendes Rechtwinkelregionbild beliebig eingestellt. Dann kann durch Messen des Intensitätswerts derselben Koordinatenpunkte in einem angrenzenden Rechtwinkelbild mit einer Region, die mit dem Referenzrechtwinkelbild überlappt, eine Differenz (Verhältnis) zwischen den Intensitätswerten der angrenzenden Bilder herausgefunden werden. Gleichermaßen ist es durch Bestimmen des Unterschieds (Verhältnisses) zwischen Intensitätswerten in den überlappenden Regionen in allen Bildern möglich, eine Korrektur zur Beseitigung einer Ungleichmäßigkeit zwischen den Intensitätswerten insgesamt durchzuführen. Es wird angemerkt, dass es nicht erforderlich ist, die gesamte überlappende Region für eine Intensitätswertkorrektur zu verwenden, und ein Teil (die Anzahl an Bildelementen im Randbereich) der überlappenden Region nicht verwendet werden muss.

[0189] Wie vorstehend beschrieben, teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Eingangsbild in eine Vielzahl von Rechtwinkelregionbildern (dritten Bildern) **R1411** bis **R1426** einer vorbestimmten Bildgröße ein. Danach gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die unterteilte Vielzahl von Rechtwinkelregionbildern **R1411** bis **R1426** in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung einer Vielzahl vierter Bilder ein und integriert dann die Vielzahl vierter Bilder zur Erzeugung eines Hochqualitätsbildes. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem Positionsbeziehungen in der Rechtwinkelregiongruppe während der Integration überlappen, eine Bildelementwertgruppe der Rechtwinkelregiongruppe integriert oder überschrieben werden kann.

[0190] Selbst im Fall eines Eingangsbildes mit einer Bildgröße, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nicht verarbeitet werden kann, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** dieses Ausführungsbeispiels demnach die Bildqualität des Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verbessern und dadurch ein Hochqualitätsbild erzeugen.

Ferner kann durch Erzeugen von Trainingsdaten aus einer Vielzahl von Bildern, die durch Unterteilen eines Geringqualitätsbildes und eines Hochqualitätsbildes in eine vorbestimmte Bildgruppe erhalten werden, eine große Menge an Trainingsdaten aus einer kleinen Anzahl an Bildern erzeugt werden. In diesem Fall kann somit die Anzahl an Geringqualitätsbildern und Hochqualitätsbildern verringert werden, die zur Erzeugung von Trainingsdaten verwendet werden.

[0191] Es wird angemerkt, dass wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Ausgabeinheit **405** ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie beim ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverantwortung erhalten wird. Das heißt, ein Hochqualitätsbild kann verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfiltververarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Siebtes Ausführungsbeispiel>

[0192] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 15** bis **Fig. 17** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wählt eine Bildqualitätsbewertungseinheit gemäß einer Anweisung des Untersuchers ein Bild mit einer höchsten Bildqualität aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern aus, die aus einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ausgegeben werden.

[0193] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel dieselben wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend besonders beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0194] **Fig. 15** zeigt eine Darstellung einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist mit einer Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** zusätzlich zu der Erhal-

teeinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabeeinheit **405** versehen. Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** durch eine Vielzahl von Vorrichtungen gebildet sein kann, die jeweils mit einer oder mehreren dieser Komponenten versehen sind. Da hier die Konfiguration hinsichtlich der Erhalteinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabeeinheit **405** die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung dieser Komponenten ist im Folgenden weggelassen.

[0195] Ähnlich wie die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** über eine beliebige Schaltung oder ein Netzwerk mit der Bildgebungsvorrichtung **10**, der Anzeigeeinheit **20** oder einer anderen (nicht gezeigten) Vorrichtung verbunden sein. Diese Vorrichtungen können ferner über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit beliebigen anderen Vorrichtungen verbunden sein, und können integral mit einer beliebigen anderen Vorrichtung gebildet sein. Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel angenommen wird, dass diese Vorrichtungen voneinander getrennt vorgesehene Vorrichtungen sind, können einige oder alle diese Vorrichtungen integral miteinander gebildet sein.

[0196] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält zwei oder mehr Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die maschinelles Lernen unter Verwendung voneinander verschiedener Trainingsdaten durchgeführt haben. Nun wird ein Verfahren zur Erzeugung einer Trainingsdatengruppe gemäß diesem Ausführungsbeispiel beschrieben. Insbesondere wird zuerst eine Gruppe von Paaren vorbereitet, die jeweils Eingangsdaten, die ein Geringqualitätsbild darstellen, und Ground Truth enthalten, die ein Hochqualitätsbild darstellt, die durch Abbilden gemäß verschiedener Arten von Abbildungsbedingungen erhalten werden. Als Nächstes wird eine Trainingsdatengruppe durch Gruppieren von Paargruppen gemäß Kombinationen beliebiger Abbildungsbedingungen erzeugt. Beispielsweise wird eine Trainingsdatengruppe erzeugt, die erste Trainingsdaten, die aus einer Paargruppe gebildet sind, die gemäß einer ersten Kombination von Abbildungsbedingungen erhalten wird, und zweite Trainingsdaten enthält, die aus einer Paargruppe gebildet sind, die gemäß einer zweiten Kombination von Abbildungsbedingungen erhalten wird.

[0197] Danach werden die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Durchführung maschinellen Lernens unter Verwendung der jeweiligen Sätze von Trainingsdaten veranlasst. Beispielsweise wird eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe gebildet, die eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der ersten Trainingsdaten trainiert ist, und die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthält, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der ersten Trainingsdaten trainiert ist.

[0198] Da zum Trainieren der jeweiligen Machine Learning-Modelle, die jeweils diesen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen entsprechen, verschiedene Trainingsdaten verwendet werden, kann der Grad, mit dem jede dieser Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen die Bildqualität eines in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen eingegebenen Eingangsbildes verbessern kann, gemäß den Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes differieren. Im Fall der ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist insbesondere der Grad einer Bildqualitätsverbesserung bezüglich eines Eingangsbildes hoch, das durch eine Abbildung unter Verwendung der ersten Kombination von Abbildungsbedingungen erhalten wird, und der Grad einer Bildqualitätsverbesserung bezüglich eines Bildes, das durch Abbildung unter Verwendung der zweiten Kombination von Abbildungsbedingungen erhalten wird, ist gering. Gleichmaßen ist im Fall der zweiten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der Grad einer Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines Eingangsbildes, das durch Abbilden unter Verwendung der zweiten Kombination von Abbildungseinrichtungen erhalten wird, hoch, und der Grad der Bildqualitätsverbesserung bezüglich eines Bildes, das durch Abbilden unter Verwendung der ersten Kombination von Abbildungsbedingungen erhalten wird, ist gering.

[0199] Da jeder Satz an Trainingsdaten aus einer Paargruppe gebildet ist, die gemäß einer Kombination von Abbildungsbedingungen gruppiert ist, wird es eine ähnliche Bildqualitätstendenz unter den Bildern in einer Bildgruppe geben, die die entsprechende Paargruppe bildet. Wenn die Kombination von Abbildungsbedingungen den zum Trainieren der entsprechenden Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendeten Trainingsdaten entspricht, kann die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung daher eine Bildqualitätsverbesserung effektiver als die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durchführen. Es wird angemerkt, dass eine Kombination von Abbildungsbedingungen zum Gruppieren von Paaren der Trainingsdaten eine beliebige Kombination von Abbildungsbedingungen sein kann, und beispielsweise eine Kombination aus zwei oder mehr Abbildungsbedingungen unter der Gruppe aus der

abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel und der Auflösung des Bildes sein kann. Danach kann die Gruppierung der Trainingsdaten beruhend auf einer einzelnen Abbildungsbedingung wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel durchgeführt werden.

[0200] Im Ansprechen auf eine Anweisung des Untersuchers wählt die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** ein Hochqualitätsbild mit der höchsten Bildqualität aus der Vielzahl von Hochqualitätsbildern aus, welche die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt hat.

[0201] Die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes anweisen, das die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** ausgewählt hat, oder kann das Hochqualitätsbild zu einer anderen Vorrichtung ausgeben. Es wird angemerkt, dass die Ausgabereinheit **405** die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern veranlassen kann, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **405** erzeugt hat, und die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** ein Hochqualitätsbild mit der höchsten Bildqualität gemäß einer Anweisung von dem Untersucher auswählen kann, der die Bilder auf der Anzeigereinheit **20** überprüft hat.

[0202] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** kann somit ein Hochqualitätsbild mit der höchsten Bildqualität gemäß einer Anweisung des Untersuchers aus der Vielzahl von Hochqualitätsbildern ausgeben, die unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt wurden.

[0203] Nachstehend wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 16** und **Fig. 17** beschrieben. **Fig. 16** zeigt ein Ablaufdiagramm der Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S1610** und **S1620** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S1510** und **S1520** im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S1620** die Verarbeitung in Schritt **S1630** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S1640** übergehen kann.

[0204] In Schritt **S1620** geht die Verarbeitung wie im ersten Ausführungsbeispiel zu Schritt **S1630**, wenn die Abbildungsbedingungserhalteinheit **402** die Abbildungsbedingungsgruppe des Eingangsbildes erhalten hat. In Schritt **S1630** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** wie im zweiten Ausführungs-

beispiel die erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob eine der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann.

[0205] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass keine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S1660**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass eine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S1640**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Verarbeitung in Schritt **S1640** ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt werden kann, selbst wenn bestimmt wird, dass einige der Abbildungsbedingungen durch keine der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen verarbeitet werden können.

[0206] In Schritt **S1640** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das in Schritt **S1610** erhaltene Eingangsbild in jede aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ein, um dadurch eine Hochqualitätsbildgruppe zu erzeugen.

[0207] In Schritt **S1650** wählt diese Qualitätsbewertungseinheit **1506** das Bild mit der höchsten Bildqualität aus der in Schritt **S1640** erzeugten Hochqualitätsbildgruppe aus. Insbesondere veranlasst die Ausgabereinheit **405** zuerst die Anzeige der in Schritt **S1640** erzeugten Hochqualitätsbildgruppe auf einer Benutzerschnittstelle der Anzeigereinheit **20**.

[0208] Ein Beispiel der Schnittstelle in diesem Fall ist in **Fig. 17** veranschaulicht. Ein Eingangsbild **Im1710** und durch die entsprechenden Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsgruppe ausgegebene Hochqualitätsbilder **Im1720**, **Im1730**, **Im1740** und **Im1750** sind auf der Schnittstelle angezeigt. Der Untersucher betätigt eine beliebige Eingabevorrichtung (nicht gezeigt), um ein Bild mit der höchsten Bildqualität anzuweisen, d. h., das Bild aus der Bildgruppe (Hochqualitätsbilder **Im1720** bis **Im1750**), das für eine Bilddiagnose am geeignetsten ist. Da auch die Möglichkeit besteht, dass das Eingangsbild, das keiner Bildqualitätsverbesserung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen unterzogen wurde, für die Bilddiagnose geeignet ist, kann das Eingangsbild zu der Bildgruppe hinzugefügt werden, die das Anweisungsobjekt durch den Untersucher ist.

[0209] Danach wählt die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** das durch den Untersucher angewiesene-

ne Hochqualitätsbild als Bild mit der höchsten Bildqualität aus.

[0210] In Schritt **S1660** veranlasst die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige des in Schritt **S1650** ausgewählten Bildes auf der Anzeigeeinheit **20** oder gibt das Bild zu einer anderen Vorrichtung aus. Wenn aber in Schritt **S1630** bestimmt wurde, dass die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, gibt die Ausgabeeinheit **405** das Eingangsbild als Ausgangsbild aus. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem der Untersucher angewiesen hat, dass das Eingangsbild auszuwählen ist, oder in einem Fall, in dem die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Ausgangsbild das gleiche wie das Eingangsbild ist.

[0211] Wie vorstehend beschrieben erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern aus einem Eingangsbild unter Verwendung einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, und die Ausgabeeinheit **405** der Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gibt zumindest ein Bild unter der Vielzahl von Hochqualitätsbildern gemäß einer Anweisung des Untersuchers aus. Bei diesem Ausführungsbeispiel gibt die Ausgabeeinheit **405** insbesondere das Bild mit der höchsten Bildqualität gemäß einer Anweisung des Untersuchers aus. Dadurch kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** ein Hochqualitätsbild, das eine hohe Bildqualität aufweist, gemäß einer Anweisung des Untersuchers aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern ausgeben, die unter Verwendung einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt werden.

[0212] Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Achstes Ausführungsbeispiel>

[0213] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem achten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 15** und **Fig. 16** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel verwendet eine Bildqualitätsbewertungseinheit eine Bildqualitätsbewertungseinrichtung zum Auswählen eines Bildes mit der höchsten Bildqualität aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern, die aus einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ausgegeben werden.

[0214] Wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich denen der Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel. Nachstehend wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel daher beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass Komponenten der in **Fig. 15** veranschaulichten Konfiguration mit denselben Bezugszeichen wie bei dem siebten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0215] Die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Bildqualitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung der Bildqualität eines Eingangsbildes. Die Bildqualitätsbewertungseinrichtung gibt einen Bildqualitätsbewertungsindex bezüglich eines Eingangsbildes aus. Ein Bildqualitätsbewertungsverarbeitungsverfahren, das einen Bildqualitätsbewertungsindex in der Bildqualitätsbewertungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel berechnet, verwendet ein Machine Learning-Modell, das unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus gebildet ist. Die Eingangsdaten von Paaren, die Trainingsdaten zum Trainieren des Machine Learning-Modells bilden, sind eine Bildgruppe, die aus einer Geringqualitätsbildgruppe und einer Hochqualitätsbildgruppe gebildet ist, die zuvor gemäß verschiedenen Abbildungsbedingungen abgebildet wurden. Die Ground Truth der Paare, die die Trainingsdaten zum Trainieren des Machine Learning-Modells bilden, ist beispielsweise eine Bildqualitätsbewertungsindexgruppe, die der Untersucher, der die Bilddiagnose durchführt, bezüglich jeder Bildgruppe der Eingangsdaten einstellt.

[0216] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 16** beschrieben.

Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S1610**, Schritt **S1620**, Schritt **S1630** und Schritt **S1660** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im siebten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen bedingungslos zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S1620** die Verarbeitung in Schritt **S1630** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S1640** übergehen kann.

[0217] In Schritt **S1630** geht die Verarbeitung zu Schritt **S1640** ähnlich wie im siebten Ausführungsbeispiel, wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass eine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Verarbeitung in Schritt **S1640** ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt werden kann, selbst wenn bestimmt wird, dass manche der Abbildungsbedingungen durch keine der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen verarbeitet werden können.

[0218] In Schritt **S1640** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das in Schritt **S1610** erhaltene Eingangsbild in jede der Gruppe der Bildqualitätsverarbeitungseinrichtungen ein, um dadurch eine Hochqualitätsbildgruppe zu erzeugen.

[0219] In Schritt **S1650** wählt die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** das Bild mit der höchsten Bildqualität aus der Hochqualitätsbildgruppe aus, die in Schritt **S1640** erzeugt wurde. Insbesondere gibt die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** zuerst die in Schritt **S1640** erzeugte Hochqualitätsbildgruppe in die Bildqualitätsbewertungseinrichtung ein. Die Bildqualitätsbewertungseinrichtung berechnet für jedes eingegebene Hochqualitätsbild einen Bildqualitätsbewertungsindex beruhend auf Lernen. Die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** wählt das Hochqualitätsbild aus, für das der höchste Bildqualitätsbewertungsindex aus den berechneten Bildqualitätsbewertungsindices berechnet wurde. Da auch eine Möglichkeit besteht, dass das Eingangsbild, das keiner Bildqualitätsverbesserung durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unterzogen wurde, für die Bilddiagnose geeignet ist, kann die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** auch das Eingangsbild in die Bildqualitätsbewertungseinrichtung eingeben und den Bildqualitätsbewertungsindex für das Eingangsbild zu der Auswahl hinzufügen. Da Schritt **S1660** der gleiche wie der Schritt **S1660** des siebten Ausführungsbeispiels ist, wird seine Beschreibung hier weggelassen.

[0220] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ferner die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506**, die die Bildqualität eines Hochqualitätsbildes bewertet. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** verwendet eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Erzeugung einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern aus einem Eingangsbild, und die Ausgabeeinheit **405** der Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gibt zumindest ein Bild aus der Vielzahl von Hochqualitätsbildern gemäß dem Ergebnis der Bewertung durch die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** aus. Insbesondere enthält die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Bildqualitätsbewertungseinrichtung, die Bewertungswerte, die gemäß einem vorbestimmten Bewertungsverfahren erhalten werden, als Trainingsdaten verwendet hat. Die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** wählt ein Hochqualitätsbild, für das das Ergebnis einer Bewertung unter Verwendung der Bildqualitätsbewertungseinrichtung durch die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** am höchsten ist, aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern aus. Die Ausgabeeinheit **405** gibt das Hochqualitätsbild mit dem höchsten Bewertungswert aus, das durch die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** ausgewählt ist.

[0221] Die Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann somit ein Hochqualitätsbild, das für eine Bilddiagnose am geeignetsten ist, aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern beruhend auf der Ausgabe der Bildqualitätsbewertungseinrichtung sicher ausgeben.

[0222] Es wird angemerkt, dass bei diesem Ausführungsbeispiel die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** ein Hochqualitätsbild mit dem höchsten Bildqualitätsbewertungsindex aus Bildqualitätsbewertungsindices auswählt, die durch die Bildqualitätsbewertungseinrichtung ausgegeben werden, und die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des ausgewählten Hochqualitätsbildes veranlasst. Allerdings ist die Konfiguration der Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** nicht darauf beschränkt. Die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** kann zum Beispiel mehrere Hochqualitätsbilder auswählen, für die die Bildqualitätsbewertungsindices aus den Bildqualitätsbewertungsindices hoch sind, die durch die Bildqualitätsbewertungseinrichtung ausgegeben werden, und die Ausgangseinheit **405** kann die Anzeige der ausgewählten Hochqualitätsbilder auf der Anzeigeeinheit **20** veranlassen. Die Ausgabeeinheit **405** kann ferner die Anzeige der durch die Bildqualitätsbewertungseinrichtung ausgegebenen Bildqualitätsbewertungsindices zusammen mit den entsprechenden Hochqualitätsbildern auf der Anzeigeeinheit **20** veranlassen, und die Bildqualitätsbewertungseinheit **1506** kann ein Bild mit der höchsten Bildqualität

gemäß einer Anweisung vom Untersucher auswählen.

[0223] Es wird angemerkt, dass wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Ausgabeeinheit **405** ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **1500** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie beim ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch die Durchführung zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Neuntes Ausführungsbeispiel>

[0224] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 18** und **Fig. 19** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel verwendet eine Authentizitätsbewertungseinheit eine Authentizitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung, ob ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugtes Hochqualitätsbild einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde oder nicht.

[0225] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0226] **Fig. 18** zeigt eine schematische Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist mit einer Authentizitätsbewertungseinheit **1807** zusätzlich zu der Erhalteinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabeeinheit **405** versehen. Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** durch eine Vielzahl von Vorrichtungen gebildet sein kann, die jeweils mit ei-

ner oder mehrerer dieser Komponenten versehen sind. Da hier die Konfiguration bezüglich der Erhalteinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabeeinheit **405** gleich der Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel versehen, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0227] Wie die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** über eine beliebige Schaltung oder ein Netzwerk mit der Bildgebungsvorrichtung **10**, der Anzeigeeinheit **20** und anderen (nicht gezeigten) Vorrichtungen verbunden sein. Diese Vorrichtungen können ferner über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit beliebigen anderen Vorrichtungen verbunden sein, und können mit einer beliebigen anderen Vorrichtung integral gebildet sein. Es wird angemerkt, dass obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel angenommen wird, dass diese Vorrichtungen getrennt voneinander vorhanden sind, einige oder alle diese Vorrichtungen integral miteinander gebildet sein können.

[0228] Die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** umfasst eine Authentizitätsbewertungseinrichtung. Die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** verwendet die Authentizitätsbewertungseinrichtung zur Bewertung, ob ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde oder nicht. Ein Authentizitätsbewertungsverfahren, das durch die Authentizitätsbewertungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel verwendet wird, verwendet ein Machine Learning-Modell, das unter Verwendung eines Machine Learning-Algorithmus gebildet ist.

[0229] Die zum Trainieren des Machine Learning-Modells verwendeten Trainingsdaten enthalten eine Paargruppe, die aus einer Hochqualitätsbildgruppe, die zuvor gemäß verschiedenen Abbildungsbedingungen abgebildet wurde, und einer Kennzeichnung (die nachstehend als „Wahrkennzeichnung“ bezeichnet wird) gebildet ist, die angibt, dass das entsprechende Bild durch Abbildung durch die Zielobjekt-bildgebungsvorrichtung erhalten wurde. Ferner enthalten die Trainingsdaten eine Paargruppe, die aus einer Hochqualitätsbildgruppe, die durch Eingeben von Geringqualitätsbildern in eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, bei der die Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserung schlecht ist, und einer Kennzeichnung (die nachstehend auch als „Falschkennzeichnung“ bezeichnet wird) gebildet ist, die angibt, dass das entsprechende Bild nicht

durch Abbildung durch die Zielobjektbildgebungsvorrichtung erhalten wurde.

[0230] Während es nicht der Fall ist, dass die Authentizitätsbewertungseinrichtung, die Lernen unter Verwendung dieser Trainingsdaten durchgeführt hat, bewerten kann, ob ein Eingangsbild definitiv durch Abbilden durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wurde, kann die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewerten, ob das Bild wie ein Bild scheint, das durch Abbilden durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wird. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaft kann die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** durch Eingeben eines Hochqualitätsbildes, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, in die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewerten, ob ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde oder nicht.

[0231] Wenn durch die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** bestimmt wird, dass ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, veranlasst die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes. Wenn durch die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** andererseits bestimmt wird, dass ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, keiner ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, veranlasst die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Eingangsbildes. Wenn die Anzeige des Eingangsbildes veranlasst wird, kann die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen, die angeben, dass ein Hochqualitätsbild, das durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt wird, keiner ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, oder dass das angezeigte Bild das Eingangsbild ist.

[0232] Nachstehend wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 19** beschrieben. **Fig. 19** zeigt ein Ablaufdiagramm der Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S1910**, bis Schritt **S1940** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S510** bis Schritt **S540** im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes bezüglich der Abbildungsbedingungen bedingungslos zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S1920** die Verarbeitung in Schritt **S1930** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S1940** übergehen kann.

[0233] Nachdem die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S1940** eine Hochqualitätsbildgruppe erzeugt hat, geht die Verarbeitung zu Schritt **S1950**. In Schritt **1950** gibt die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** ein in Schritt **S1940** erzeugtes Hochqualitätsbild in die Authentizitätsbewertungseinrichtung ein und führt eine Authentizitätsbewertung beruhend auf der Ausgabe der Authentizitätsbewertungseinrichtung durch. In einem Fall, in dem die Wahrkennzeichnung (wahr) aus der Authentizitätsbewertungseinrichtung ausgegeben wurde, führt die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** eine Bewertung durch, dass das erzeugte Hochqualitätsbild einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde. Wenn andererseits die Falschkennzeichnung (falsch) aus der Authentizitätsbewertungseinrichtung ausgegeben wurde, führt die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** eine Bewertung durch, dass das erzeugte Hochqualitätsbild keiner ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde.

[0234] Wenn die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** bestimmt, dass das Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, veranlasst die Ausgabeinheit **405** in Schritt **S1960** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des entsprechenden Hochqualitätsbildes. Wenn durch die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** andererseits bestimmt wird, dass das Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, keiner ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, veranlasst die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Eingangsbildes.

[0235] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ferner die Authentizitätsbewertungseinheit **1807**, die die Bildqualität eines Hochqualitätsbildes bewertet, und die Authentizitätsbewertungseinrichtung **1807** enthält eine Authentizitätsbewertungseinrichtung, die die Authentizität eines Bildes bewertet. Die Authentizitätsbewertungseinrichtung enthält eine Machine Learning-Einrichtung, für die Bilder, die durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt werden, bei der die Genauigkeit in der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung geringer (schlechter) als bei der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der Bildqualitätsverbesserungseinheit **405** ist, erzeugt werden, als Trainingsdaten verwendet wurden. Wenn die Ausgabe aus der Authentizitätsbewertungseinrichtung der Authentizitätsbewertungseinheit angibt, dass das entsprechende Hochqualitätsbild echt ist, gibt die Ausgabeinheit **405** der Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** das Hochqualitätsbild aus.

[0236] Gemäß der Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** dieses Ausführungsbeispiels kann der Untersucher dadurch effektiv bestätigen, dass ein Hochqualitätsbild einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde.

[0237] Die Leistung und Genauigkeit sowohl der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung als auch der Authentizitätsbewertungseinrichtung können durch koordiniertes Trainieren des Machine Learning-Modells der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und des Machine Learning-Modells der Authentizitätsbewertungseinrichtung verbessert werden.

[0238] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel eine Konfiguration angewendet wird, bei der die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein einzelnes Hochqualitätsbild erzeugt, und die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** eine Bewertung hinsichtlich des erzeugten einzelnen Hochqualitätsbildes durchführt, ist eine durch die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** durchgeführte Bewertung nicht darauf beschränkt. In einem Fall beispielsweise, in dem die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern unter Verwendung einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel erzeugt, kann die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** zur Durchführung einer Bewertung hinsichtlich zumindest eines der Vielzahl der erzeugten Hochqualitätsbilder eingerichtet sein. In diesem Fall kann die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** zum Beispiel eine Bewertung hinsichtlich aller der Vielzahl der erzeugten Hochqualitätsbilder durchführen, oder kann eine Bewertung hinsichtlich lediglich eines durch den Untersucher angewiesenen Bildes aus der Vielzahl von Hochqualitätsbildern durchführen.

[0239] Außerdem kann die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Ergebnisses der Bestimmung durch die Authentizitätsbewertungseinheit **1807** veranlassen, ob ein Hochqualitätsbild einer ausreichenden Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde oder nicht, und kann das Hochqualitätsbild gemäß einer Anweisung des Untersuchers ausgeben.

[0240] Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **1800** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung

aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Zehntes Ausführungsbeispiel>

[0241] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel teilt eine Bildqualitätsverbesserungseinheit ein eingegebenes dreidimensionales Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und gibt die Vielzahl zweidimensionaler Bilder in eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein und kombiniert dann Ausgangsbilder aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung eines dreidimensionalen Hochqualitätsbildes.

[0242] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind die in **Fig. 4** veranschaulichten Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten wird nachstehend weggelassen.

[0243] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein dreidimensionales Bild, das aus einer Gruppe dreidimensionaler Bilder gebildet ist, die strukturell kontinuierlich sind. Insbesondere ist das dreidimensionale Bild zum Beispiel ein dreidimensionales OCT-Volumenbild, das aus einer Gruppe von OCT-B-Scan-Bildern (Tomografiebildern) gebildet ist. Ferner ist das dreidimensionale Bild zum Beispiel ein dreidimensionales CT-Volumenbild, das aus einer Gruppe axialer Tomografiebilder gebildet ist.

[0244] Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung. Es wird angemerkt, dass eine Paargruppe von Eingangsdaten und Ground Truth als Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durch eine Bildgruppe zweidimensionaler Bilder gebildet ist. Die Bildquali-

tätsverbesserungseinheit **404** teilt das erhaltene dreidimensionale Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und gibt jedes zweidimensionale Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein. Dadurch kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder erzeugen.

[0245] Die Ausgabereinheit **405** kombiniert die Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder, die bezüglich der jeweiligen zweidimensionalen Bilder des dreidimensionalen Bildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt werden, um dadurch ein dreidimensionales Hochqualitätsbild auszugeben.

[0246] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510** bis Schritt **S530** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ähnlich der Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen wird. Allerdings erhält die Erhalteinheit **401** in Schritt **S510** ein dreidimensionales Bild. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen bedingungslos zu verbessern ist, nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0247] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** in Schritt **S530** bestimmt, dass das Eingangsbild durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Es wird angemerkt, dass die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die fragliche Bestimmung beruhend auf Abbildungsbedingungen des dreidimensionalen Bildes durchführen kann, oder die Bestimmung beruhend auf Abbildungsbedingungen hinsichtlich einer Vielzahl zweidimensionaler Bilder durchführen kann, die das dreidimensionale Bild bilden. In Schritt **S540** teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das erhaltene dreidimensionale Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein, um dadurch eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder zu erzeugen. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** kombiniert die erzeugte Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder beruhend auf dem erhaltenen dreidimensionalen Bild, um dadurch ein dreidimensionales Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0248] In Schritt **S550** veranlasst die Ausgabereinheit **405** die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige des erzeugten dreidimensionalen Hochqualitätsbildes. Es wird angemerkt, dass das dreidimensionale Hochqualitätsbild in einer beliebigen Anzeigeform angezeigt werden kann.

[0249] Wie vorstehend beschrieben teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein eingegebenes dreidimensionales Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und gibt die Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** kombiniert eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder, die aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegeben wurden, um dadurch ein dreidimensionales Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0250] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann somit die Bildqualität eines dreidimensionalen Bildes unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verbessern, die Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten durchgeführt hat, die aus zweidimensionalen Bildern gebildet sind.

[0251] Es wird angemerkt, dass die Ausgabereinheit **405**, wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ferner nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch die Durchführung eine Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfiltverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, eine Abbildung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, eine kostenintensive Verarbeitung und eine Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Elftes Ausführungsbeispiel>

[0252] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem elften Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel teilt eine Bildqualitätsverbesserungseinheit ein eingegebenes dreidimensionales Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder, unterzieht die Vielzahl zweidimensionaler Bilder einer Bildqualitätsverbesserung parallel durch eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrich-

tungen und kombiniert Ausgangsbilder aus den Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Erzeugung eines dreidimensionalen Hochqualitätsbildes.

[0253] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten und zehnten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten und zehnten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0254] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Vielzahl derselben Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, wie sie bei dem zehnten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist. Es wird angemerkt, dass eine Gruppe einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die in der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** vorgesehen sind, auf eine Weise implementiert sein kann, die eine verteilte Verarbeitung in einer Gruppe aus zwei oder mehr Vorrichtungen über eine Schaltung oder ein Netzwerk ermöglicht, oder in einer einzelnen Vorrichtung implementiert sein kann.

[0255] Wie bei dem zehnten Ausführungsbeispiel teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein erhaltenes dreidimensionales Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** führt eine Bildqualitätsverbesserung bei der Vielzahl zweidimensionaler Bilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen durch gemeinsames Nutzen der Verarbeitung zwischen diesen (parallel) durch, um dadurch eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder zu erzeugen. Beruhend auf dem dreidimensionalen Bild, das das Verarbeitungsobjekt darstellt, kombiniert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder, die aus der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ausgegeben werden, um dadurch ein dreidimensionales Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0256] Als Nächstes wird eine Reihe von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt

S510 bis Schritt **S530** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im zehnten Ausführungsbeispiel ist, und daher wird eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen. Wenn die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, kann nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden, und die Verarbeitung kann zu Schritt **S540** übergehen.

[0257] Wenn in Schritt **S530** die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass das Eingangsbild durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Es wird angemerkt, dass die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die fragliche Bestimmung beruhend auf Abbildungsbedingungen des dreidimensionalen Bildes durchführen kann, oder die Bestimmung beruhend auf Abbildungsbedingungen hinsichtlich einer Vielzahl zweidimensionaler Bilder durchführen kann, die das dreidimensionale Bild bilden.

[0258] In Schritt **S540** teilt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das erhaltene dreidimensionale Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gibt jedes der geteilten Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Durchführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung der zweidimensionalen Bilder parallel ein und erzeugt eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** kombiniert die erzeugte Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder beruhend auf dem erhaltenen dreidimensionalen Bild, um dadurch ein dreidimensionales Hochqualitätsbild zu erzeugen.

[0259] In Schritt **S550** veranlasst die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des erzeugten dreidimensionalen Hochqualitätsbildes. Es wird angemerkt, dass das dreidimensionale Hochqualitätsbild in einer beliebigen Anzeigeform angezeigt werden kann.

[0260] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** teilt ein eingegebenes dreidimensionales Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und erzeugt eine Vielzahl zweidimensionaler Hochqualitätsbilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen parallel. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** integriert die Vielzahl zweidimensionaler

Hochqualitätsbilder zur Erzeugung eines dreidimensionalen Hochqualitätsbildes.

[0261] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann somit die Bildqualität eines dreidimensionalen Bildes unter Verwendung von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen verbessern, die Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten durchgeführt haben, die aus zweidimensionalen Bildern gebildet sind. Die Bildqualität eines dreidimensionalen Bildes kann verglichen mit dem zehnten Ausführungsbeispiel außerdem effizienter verbessert werden.

[0262] Es wird angemerkt, dass die Trainingsdaten der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Trainingsdaten sein können, die sich gemäß einem Verarbeitungsobjekt hinsichtlich dessen unterscheiden, welche Verarbeitung durch die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen durchgeführt wird. Beispielsweise kann eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten für eine erste abgebildete Region durchführen, und eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann ein Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten für eine zweite abgebildete Region durchführen. In diesem Fall können die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen eine Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines zweidimensionalen Bildes genauer durchführen.

[0263] Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann die Ausgabereinheit **405** ferner ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben. Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist die Ground Truth von Trainingsdaten für eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfiltververarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Zwölftes Ausführungsbeispiel>

[0264] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 20** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel erhält die Erhalteeinheit **401** ein Eingangsbild von einem Bild-

verwaltungssystem **2000** und nicht von einer Bildgebungsvorrichtung.

[0265] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird daher nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung in diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0266] **Fig. 20** zeigt eine Darstellung einer schematischen Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist mit dem Bildverwaltungssystem **2000** und der Anzeigeeinheit **20** über eine beliebige Schaltung oder ein beliebiges Netzwerk verbunden. Das Bildverwaltungssystem **2000** ist eine Vorrichtung und ein System, die/das zum Empfangen und Speichern von Bildern, die durch eine beliebige Bildgebungsvorrichtung abgebildet sind, oder von Bildern eingerichtet, die einer Bildverarbeitung unterzogen sind. Das Bildverwaltungssystem **2000** kann ferner ein Bild im Ansprechen auf eine Anfrage von einer verbundenen Vorrichtung senden, eine Bildverarbeitung bei einem gespeicherten Bild durchführen, und eine andere Vorrichtung zur Ausführung einer Anfrage für eine Bildverarbeitung auffordern. Ein Picture Archiving and Communication System (PACS) kann als Beispiel des Bildverwaltungssystems enthalten sein.

[0267] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann ein Eingangsbild von dem mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Bildverwaltungssystem **2000** erhalten. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugtes Hochqualitätsbild zu dem Bildverwaltungssystem **2000** ausgeben.

[0268] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S520** bis Schritt **S540** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

lassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, wenn die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0269] In Schritt **S510** wird ein im Bildverwaltungssystem **2000** gespeichertes Bild durch die Erhalteeinheit **401** als Eingangsbild von dem Bildverwaltungssystem **2000** erhalten, das mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** über eine Schaltung oder ein Netzwerk verbunden ist. Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** das Eingangsbild im Ansprechen auf eine Anfrage von dem Bildverwaltungssystem **2000** erhalten kann. Eine derartige Anfrage kann beispielsweise ausgegeben werden, wenn das Bildverwaltungssystem **2000** ein Bild speichert, oder bevor ein gespeichertes Bild zu einer anderen Vorrichtung gesendet wird, oder wenn ein gespeichertes Bild auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt wird. Die entsprechende Anfrage kann ferner beispielsweise dann ausgegeben werden, wenn ein Benutzer das Bildverwaltungssystem **2000** zum Durchführen einer Anfrage für eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bedient, oder wenn eine Bildanalysefunktion, die das Bildverarbeitungssystem **2000** enthält, ein Hochqualitätsbild verwendet.

[0270] Die Verarbeitung von Schritt **S520** bis Schritt **S540** ist die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel. Wenn die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein Hochqualitätsbild in Schritt **S540** erzeugt hat, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550**. Wenn in Schritt **S540** ein Hochqualitätsbild erzeugt wurde, gibt die Ausgabeeinheit **405** in Schritt **S550** das Hochqualitätsbild als Ausgangsbild zu dem Bildverwaltungssystem **2000** aus. Wurde in Schritt **S540** kein Hochqualitätsbild erzeugt, gibt die Ausgabeeinheit **405** das vorstehend beschriebene Eingangsbild zu dem Bildverwaltungssystem **2000** als Ausgangsbild aus. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierung der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Ausgabeeinheit **405** das Ausgangsbild verarbeiten oder das Datenformat des Ausgangsbildes konvertieren kann, sodass das Bildverwaltungssystem **2000** das Ausgangsbild verwenden kann.

[0271] Wie vorstehend beschrieben erhält die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Eingangsbild von dem Bildverwaltungssystem **2000**. Daher kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** dieses Ausführungsbeispiels beruhend auf einem Bild, das das Bildverwaltungssystem **2000** speichert, ein Hochqualitätsbild ausgeben, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, ohne die Invasivität hinsichtlich der Zielperson oder die Mühe der die Bildgebung durchführenden Person zu erhöhen. Ferner kann ein aus-

gegebenes Hochqualitätsbild im Bildverwaltungssystem **2000** gespeichert werden, oder kann auf einer Benutzerschnittstelle angezeigt werden, die das Bildverwaltungssystem **2000** enthält. Ferner kann ein ausgegebenes Hochqualitätsbild durch eine Bildanalysefunktion verwendet werden, die das Bildverwaltungssystem **2000** enthält, oder kann über das Bildverwaltungssystem **2000** zu einer anderen mit dem Bildverwaltungssystem **2000** verbundenen Vorrichtung gesendet werden.

[0272] Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungsvorrichtung **400**, das Bildverwaltungssystem **2000** und die Anzeigeeinheit **20** über eine Schaltung oder ein Netzwerk mit anderen Vorrichtungen (nicht gezeigt) verbunden sein können. Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel angenommen wird, dass diese Vorrichtungen voneinander getrennte Einrichtungen sind, können einige oder alle dieser Vorrichtungen integral miteinander gebildet sein.

[0273] Ferner kann die Ausgabeeinheit **405** ähnlich wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu dem Bildverwaltungssystem **2000** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben.

<Dreizehntes Ausführungsbeispiel>

[0274] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem dreizehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 21A** und **Fig. 21B** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wendet eine Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildern als Eingangsbilder zur Erzeugung eines einzelnen Hochqualitätsbildes an.

[0275] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0276] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält eine Vielzahl von Bildern als Eingangsdaten, die das Verarbeitungsobjekt darstel-

len, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung.

[0277] Eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die gleiche wie im ersten Ausführungsbeispiel ist, ist in der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen. Die Trainingsdaten können auch die gleichen wie im ersten Ausführungsbeispiel sein. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gibt jedes der Vielzahl von Bildern, die durch die Erhalteeinheit **401** erhalten werden, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein und führt eine Mittelungsverarbeitung bei einer ausgegebenen Vielzahl von Hochqualitätsbildern durch, um dadurch ein endgültiges Hochqualitätsbild zu erzeugen. Es wird angemerkt, dass vor der Durchführung einer Mittelungsverarbeitung der Vielzahl von Hochqualitätsbildern die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Vielzahl von Hochqualitätsbildern durch ein beliebiges Verfahren ausrichten kann.

[0278] Die Ausgabeeinheit **405** veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des endgültigen Hochqualitätsbildes, das die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige der Vielzahl von Eingangsbildern auf der Anzeigeeinheit **20** zusammen mit dem endgültigen Hochqualitätsbild veranlassen kann. Ferner kann die Ausgabeeinheit **405** die erzeugte Vielzahl von Hochqualitätsbildern auf der Anzeigeeinheit **20** zusammen mit dem endgültigen Hochqualitätsbild oder den Eingangsbildern anzeigen.

[0279] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 21A** beschrieben. **Fig. 21A** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510** bis Schritt **S530** gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und eine Beschreibung der Verarbeitung daher hier weggelassen ist.

[0280] Allerdings erhält die Erhalteeinheit **401** in Schritt **S510** eine Vielzahl von Bildern, und in Schritt **S520** und **S530** werden die Abbildungsbedingungen für jedes der Vielzahl von Bildern erhalten, und es wird bestimmt, ob die jeweiligen Bilder durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden können oder nicht. Wenn die Bildqualität jedes Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, kann nach Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden, und die Verarbeitung kann zu Schritt **S540** übergehen. Wenn bestimmt wird, dass eines oder mehrere der Bilder aus der Vielzahl von Bildern durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht ver-

arbeitet werden kann/können, kann das entsprechende Bild ferner aus der nachfolgenden Verarbeitung ausgenommen werden.

[0281] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** in Schritt **S530** bestimmt, dass die Vielzahl von Eingangsbildern durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeitet werden kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S540**. Wenn die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergeht, wird die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestartet, die in **Fig. 21A** veranschaulicht ist. Bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S2110** zuerst jedes der Vielzahl von Eingangsbildern in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung einer Hochqualitätsbildgruppe ein.

[0282] Dann unterzieht die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die erzeugte Gruppe von Hochqualitätsbildern in Schritt **S2120** einer Mittelungsverarbeitung zur Erzeugung eines endgültigen einzelnen Hochqualitätsbildes. Es wird angemerkt, dass die Mittelungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung wie die Mittelungsverarbeitung durchgeführt werden kann, wie eine Additions-mittelung oder durch eine beliebige andere vorhandene Verarbeitung durchgeführt werden kann. Wenn die Mittelung durchgeführt wird, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Vielzahl von Hochqualitätsbildern durch ein beliebiges Verfahren ausrichten und die Mittelung danach durchführen. Wenn die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das endgültige Hochqualitätsbild erzeugt hat, geht die Verarbeitung zu Schritt **S550** über.

[0283] In Schritt **S550** zeigt die Ausgabeeinheit **405** das erzeugte endgültige Hochqualitätsbild auf der Anzeigeeinheit **20** an.

[0284] Wie vorstehend beschrieben erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein einzelnes endgültiges Hochqualitätsbild aus einer Vielzahl von Eingangsbildern. Dass eine Bildqualitätsverbesserung, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchgeführt wird, auf den Eingangsbildern beruht, wird beispielsweise in einem Fall, in dem ein Läsionsabschnitt oder dergleichen in einem bestimmten Eingangsbild nicht geeignet angezeigt ist, der Läsionsabschnitt oder dergleichen ein Abschnitt mit geringen Bildelementwerten in einem Hochqualitätsbild sein, das erzeugt wird, indem das entsprechende Eingangsbild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird. Andererseits ist in manchen Fällen der Läsionsabschnitt oder dergleichen in einem anderen Eingangsbild, das an dem selben Ort abgebildet ist, geeignet angezeigt, und der Läsionsabschnitt oder der-

gleichen wird ein Abschnitt mit hohen Bildelementwerten in einem Hochqualitätsbild sein, das erzeugt wird, indem das entsprechende andere Eingangsbild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird. Daher kann durch Mittelung dieser Hochqualitätsbilder der entsprechende Ort mit niedrigen oder hohen Bildelementwerten geeignet angezeigt werden, und ein Hochqualitätsbild mit hohem Kontrast kann erzeugt werden. Es wird angemerkt, dass durch Einstellen der Anzahl an Eingangsbildern auf eine kleinere Anzahl als die Anzahl von Bildern, die für eine herkömmliche Mittelung erforderlich sind, Kosten, wie die Verlängerung der Abbildungszeit, die bei der herkömmlichen Technik auftritt, verringert werden können.

[0285] Es wird angemerkt, dass der vorstehende Effekt beispielsweise im Fall der Verwendung von Eingangsbildern erkennbar ist, für die Bewegungskontrastdaten wie OCTA-Daten verwendet werden.

[0286] Da Bewegungskontrastdaten durch Erfassen zeitlicher Änderungen bei einem Abbildungszielobjekt während eines Zeitintervalls erhalten werden, indem derselbe Ort des Abbildungszielobjekts wiederholt abgebildet wurde, gibt es beispielsweise Fälle, in denen lediglich eine sehr kleine Bewegung bezüglich der Bewegung des Abbildungszielobjekts während eines bestimmten Zeitintervalls erfasst werden kann. Andererseits gibt es auch Fälle, in denen bei Durchführung der Abbildung während eines anderen Zeitintervalls eine Bewegung des Abbildungszielobjekts als große Bewegung erfasst werden kann. Durch Mittelung von Bildern, die erzeugt werden, indem die in jedem dieser Fälle erhaltenen Bewegungskontrastbilder einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen werden, kann ein Bewegungskontrast, der zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht aufgetreten ist, oder der nur etwas erfasst wurde, interpoliert werden. Mit einer derartigen Verarbeitung kann ein Bewegungskontrastbild erzeugt werden, für das eine Kontrastverstärkung hinsichtlich eines größeren Bewegungsbetrags des Abbildungszielobjekts durchgeführt wurde, und der Untersucher kann einen exakteren Zustand des Abbildungszielobjekts ermitteln.

[0287] In einem Fall, in dem Bilder als Eingangsbilder verwendet werden, die Orte visualisieren, die sich über die Zeit ändern, wie OCTA-Bilder, kann eine vorbestimmte Stelle der Zielperson mit mehr Einzelheiten abgebildet werden, indem zu verschiedenen Zeiten erhaltene Hochqualitätsbilder gemittelt werden.

[0288] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel Hochqualitätsbilder jeweils aus einer Vielzahl von Eingangsbildern erzeugt werden, und die Hochqualitätsbilder gemittelt werden, um ein endgültiges einzelnes Hochqualitätsbild zu erzeugen, ist ein Verfahren zur Erzeugung eines einzelnen Hochqualitätsbildes aus einer Vielzahl von Eingangsbildern nicht auf dieses Verfahren beschränkt. Bei einem anderen

Beispiel der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung dieses Ausführungsbeispiels, das in **Fig. 21B** gezeigt ist, mittelt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** nach dem Start der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Schritt **S540** in Schritt **S2130** die Gruppe von Eingangsbildern zur Erzeugung eines einzelnen gemittelten Eingangsbildes.

[0289] Danach gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S2140** das einzelne gemittelte Eingangsbild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung eines einzelnen Hochqualitätsbildes ein. Selbst wenn eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung auf diese Weise durchgeführt wird, können wie bei der vorstehend beschriebenen Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung Orte mit niedrigen oder hohen Bildelementwerten bezüglich der Vielzahl von Eingangsbildern geeignet angezeigt werden, und es kann ein Hochqualitätsbild mit hohem Kontrast erzeugt werden. Diese Verarbeitung kann auch einen erkennbaren Effekt erzielen, wenn die vorstehend angeführten Bewegungskontrastbilder, wie die OCTA-Bilder, als Eingangsbilder verwendet werden.

[0290] Es wird angemerkt, dass im Fall der Durchführung der fraglichen hohen Bildqualitätsverarbeitung ein gemittelttes Bild der gleichen Anzahl an Eingangsbildern wie die Vielzahl von Eingangsbildern, die als Verarbeitungsobjekt angenommen werden, als Eingangsdaten der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet wird. Somit kann eine geeignete Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchgeführt werden.

[0291] Hinsichtlich der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel und der vorstehend beschriebenen anderen Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ist die Verarbeitung zum Kombinieren einer Hochqualitätsbildgruppe oder eines Eingangsbildes nicht auf eine Mittelungsverarbeitung beschränkt. Beispielsweise kann ein einzelnes Bild durch Anwenden einer MAP-Schätzverarbeitung bei jeder dieser Bildgruppen erzeugt werden. Ferner kann ein einzelnes Bild durch Kombinieren der Hochqualitätsbildgruppe oder der Eingangsbildgruppe erzeugt werden.

[0292] Beispiele eines Falls, in dem ein einzelnes Bild durch Kombinieren einer Hochqualitätsbildgruppe oder einer Eingangsbildgruppe erzeugt wird, umfassen einen Fall, in dem ein Bild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region hoher Intensität und ein Bild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region geringer Intensität als Eingangsbilder verwendet werden. In diesem Fall werden ein Bild, das erzeugt wird, indem ein Bild mit einer breiten Abstufung bezüglich einer Region hoher Intensität einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, und

ein Bild, das erzeugt wird, indem ein Bild mit einer breiten Abstufung bezüglich einer Region geringer Intensität einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, kombiniert. Dadurch kann ein Bild erzeugt werden, das einen breiteren Helligkeitsbereich (dynamischen Bereich) ausdrücken kann. Es wird angemerkt, dass in diesem Fall ein Bild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region hoher Intensität und ein Geringqualitätsbild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region geringer Intensität, die als Verarbeitungsobjekte angenommen werden, als Eingangsdaten der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet werden können. Ferner können den Eingangsdaten entsprechende Hochqualitätsbilder als Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet werden.

[0293] Ferner können ein Bild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region hoher Intensität und ein Bild mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region mit geringer Intensität kombiniert werden, und das kombinierte Bild kann einer Bildqualitätsverbesserung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unterzogen werden. Auch in diesem Fall kann ein Bild erzeugt werden, das einen breiteren Helligkeitsbereich ausdrücken kann. Es wird angemerkt, dass in diesem Fall ein durch Kombinieren eines Geringqualitätsbildes mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region hoher Intensität und eines Geringqualitätsbildes mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region geringer Intensität erzeugtes Bild, das als Verarbeitungsobjekt angenommen wird, als Eingangsdaten der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet werden kann. Ferner kann ein den Eingangsdaten entsprechendes Hochqualitätsbild als Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet werden.

[0294] In diesen Fällen kann ein Bild, das einen breiteten Helligkeitsbereich ausdrücken kann, einer Bildqualitätsverbesserung unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unterzogen werden, und eine Verarbeitung mit einer geringeren Anzahl an Bildern als bei der herkömmlichen Technik kann durchgeführt werden, und ein Bild, das für eine Bildanalyse geeignet ist, kann mit weniger Kosten bereitgestellt werden.

[0295] Es wird angemerkt, dass ein beliebiges Verfahren, wie ein Verfahren, das die Bestrahlungszeit der Bildgebungsvorrichtung verkürzt oder verlängert, als Verfahren zur Abbildung eines Bildes mit einer zweiten Abstufung hinsichtlich einer Region hoher Intensität und eines Bildes mit einer breiten Abstufung hinsichtlich einer Region geringer Intensität angewendet werden kann. Ferner ist die Art und Weise, wie die Abstufungsbreite eingeteilt ist, nicht auf eine Region geringer Intensität und eine Region hoher

Intensität beschränkt, und die Abstufungsbreite kann auf beliebige Weise unterteilt werden.

[0296] Ferner kann bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Eingangsbildern unter Verwendung einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen parallel verarbeitet werden. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder zu einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Vierzehntes Ausführungsbeispiel>

[0297] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem vierzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wendet eine Bildqualitätsverbesserungseinheit ein Mediumqualitätsbild als Eingangsbild an, das aus einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugt wird, und erzeugt ein Hochqualitätsbild.

[0298] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel versehen, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0299] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Mediumqualitätsbild, das erzeugt wird, indem eine Vielzahl von Geringqualitätsbildern einer Mittelungsverarbeitung unterzogen werden, als Eingangsdaten, die das Verarbeitungsobjekt darstellen, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Es wird angemerkt, dass beim Mitteln der Geringqualitätsbilder eine beliebige Ausrichtungsverarbeitung durchgeführt werden kann.

[0300] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine ähnliche Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie das erste Ausführungsbeispiel. Allerdings ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels zur Ausgabe eines Hochqualitätsbildes entworfen, wenn ein Mediumqualitätsbild in sie eingegeben wird, das ein Bild mit einer mittleren Bildqualitätsstufe ist. Das Mediumqualitätsbild ist ein gemitteltes Bild, das durch Mitteln einer Vielzahl von Geringqualitätsbildgruppen erzeugt wird. Ferner ist das Hochqualitätsbild ein Bild mit einer höheren Bildqualität als das Mediumqualitätsbild. Hinsichtlich einer Paargruppe, die Trainingsdaten bildet, die zum Trainieren durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet werden, sind die jedes Paar bildenden Eingangsdaten außerdem ein Mediumqualitätsbild, das auf ähnliche Weise wie das vorstehende Mediumqualitätsbild erzeugt wird, und die Ground Truth ist ein Hochqualitätsbild.

[0301] Die Ausgabeeinheit **405** veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Eingangsbildes zusammen mit dem Hochqualitätsbild veranlassen kann, und in diesem Fall kann die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen, die angeben, dass das Eingangsbild ein aus einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugtes Bild ist.

[0302] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S520** bis Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist.

[0303] In Schritt **S510** erhält die Erhalteeinheit **401** ein Mediumqualitätsbild als Eingangsbild von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** als Eingangsbild ein Mediumqualitätsbild, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, im An-

sprechen auf eine Anfrage von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten kann. Eine derartige Anfrage kann beispielsweise ausgegeben werden, wenn die Bildgebungsvorrichtung **10** ein Bild erzeugt hat, oder wenn ein Bild, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, auf der Anzeigeeinheit **20** vor Speicherung des Bildes in einer Speichervorrichtung angezeigt wird, die die Bildgebungsvorrichtung **10** enthält, oder das gespeicherte Bild auf der Anzeigeeinheit **20** nach Speicherung des Bildes in der Speichervorrichtung angezeigt wird, oder wenn ein Hochqualitätsbild für eine Bildanalyseverarbeitung verwendet wird.

[0304] Die Verarbeitung danach ist die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel, und daher ist eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0305] Wie vorstehend beschrieben erhält die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Mediumqualitätsbild, das ein unter Verwendung einer Vielzahl von Bildern einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson erzeugtes Bild ist, als Eingangsbild. Da das Eingangsbild in diesem Fall ein deutlicheres Bild ist, kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild mit größerer Genauigkeit erzeugen. Es wird angemerkt, dass die Anzahl an Geringqualitätsbildern, die zur Erzeugung eines Mediumqualitätsbildes verwendet werden, kleiner als die Anzahl an Bildern sein kann, die zur Erzeugung eines herkömmlichen gemittelten Bildes verwendet werden.

[0306] Es wird angemerkt, dass das Mediumqualitätsbild nicht auf ein Bild beschränkt ist, das durch Mitteln einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugt wird, und beispielsweise ein Bild sein kann, das durch Anwenden einer MAP-Schätzverarbeitung bei einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugt wird, oder ein durch Kombinieren einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugtes Bild sein kann. Im Fall des Kombinierens einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern können Bilder kombiniert werden, in denen die Abstufungen der jeweiligen Bilder untereinander verschieden sind.

[0307] Ferner kann die Ausgabeeinheit **405** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder zu einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten für eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhal-

ten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Fünfzehntes Ausführungsbeispiel>

[0308] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem fünfzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel führt eine Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Bildgrößenerhöhung (Größenerhöhung) bezüglich eines Eingangsbildes zusammen mit der Verarbeitung für eine Bildqualitätsverbesserung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel und dergleichen durch.

[0309] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0310] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild mit kleiner Größe (Bild kleiner Größe) als Eingangsbild. Es wird angemerkt, dass der Ausdruck „Bild kleiner Größe“ sich auf ein Bild bezieht, in dem die Anzahl von Bildelementen, die das Bild bilden, kleiner als in einem Bild mit großer Größe (Bild großer Größe) ist, das durch eine nachstehend beschriebene Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegeben wird. In einem Fall beispielsweise, in dem die Größe des Bildes großer Größe eine Breite von 1024 Bildelementen, eine Höhe von 1024 Bildelementen und eine Tiefe von 1024 Bildelementen darstellt, ist die Größe des Bildes kleiner Größe eine Breite von 512 Bildelementen, eine Höhe von 512 Bildelementen und eine Tiefe von 512 Bildelementen oder dergleichen. In dieser Hinsicht bezieht sich in der vorliegenden Beschreibung der Begriff „Bildgrößenerhöhung“ auf eine Verarbeitung, die die Anzahl an Bildelementen pro Bild zum Vergrößern der Bildgröße erhöht.

[0311] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ähnlich wie das erste Ausführungsbeispiel. Allerdings ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels zur Durchführung einer Bildgrößenerhöhung hinsichtlich der Bildgröße eines Eingangsbildes zusammen mit einer Verringerung des Rauschens und Steigerung des Kontrasts des Eingangsbildes konfiguriert. Daher ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels zum Annehmen einer Eingabe eines Bildes kleiner Größe und Ausgeben eines Bildes großer Größe konfiguriert.

[0312] Bezüglich einer Paargruppe, die Trainingsdaten bildet, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet werden, sind in diesem Zusammenhang die Eingangsdaten, die jedes Paar bilden, ein Bild kleiner Größe, und die Ground Truth ist ein Bild großer Größe. Es wird angemerkt, dass das für die Ground Truth verwendete Bild großer Größe von einer Vorrichtung mit höherer Leistung als die Bildgebungsvorrichtung erhalten werden kann, die das Bild kleiner Größe erhalten hat, oder durch Änderung der Einstellungen der Bildgebungsvorrichtung erhalten werden kann. Wenn es bereits eine Gruppe von Bildern großer Größe gibt, kann die Größe jedes Bildes in der Gruppe von Bildern großer Größe auf die Bildgröße eines Bildes verkleinert werden, von dem angenommen wird, dass es von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird, um dadurch eine Gruppe von Bildern kleiner Größe zu erhalten, die als Eingangsdaten zu verwenden sind. Bezüglich des Bildes großer Größe kann außerdem ein Bild verwendet werden, das durch Mittelung von Bildern kleiner Größe auf ähnliche Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel und desgleichen erhalten wird.

[0313] Es wird angemerkt, dass bezüglich einer Erhöhung der Bildgröße eines Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Vergrößerung in diesem Fall von einer einfachen Vergrößerung eines Bildes verschieden ist, da als Trainingsdaten ein Bild von einer Vorrichtung mit höherer Leistung als die Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird, oder durch Ändern der Einstellungen der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird. Die Verarbeitung zur Erhöhung der Bildgröße eines Eingangsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann insbesondere eine Verschlechterung der Auflösung verglichen mit einem Fall reduzieren, in dem das Bild einfach vergrößert wird.

[0314] Gemäß dieser Konfiguration kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild erzeugen, das durch Verringerung des Rauschens und Steige-

rung des Kontrasts eines Eingangsbildes und auch Erhöhung der Bildgröße erzeugt wird.

[0315] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S520**, Schritt **S530** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0316] In Schritt **S510** erhält die Erhalteeinheit **401** ein Bild kleiner Größe als Eingangsdaten, die das Verarbeitungsobjekt sind, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** als Eingangsdaten ein Bild kleiner Größe, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, im Ansprechen auf eine Anfrage von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten kann. Eine derartige Anfrage kann beispielsweise ausgegeben werden, wenn die Bildgebungsvorrichtung **10** ein Bild erzeugt hat, oder wenn ein Bild, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt wird, bevor das Bild in einer Speichervorrichtung gespeichert wird, die die Bildgebungsvorrichtung **10** enthält, oder das gespeicherte Bild auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt wird, nachdem das Bild in der Speichervorrichtung gespeichert wurde, oder wenn ein Hochqualitätsbild für eine Bildanalyseverarbeitung verwendet wird.

[0317] Da die Verarbeitung in Schritt **S520** und Schritt **S530** die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel ist, wird eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen. In Schritt **S540** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Eingangsdaten in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein, um dadurch als Hochqualitätsbild ein Bild zu erzeugen, das einer Bildgrößenerhöhung sowie einer Rauschreduktion und Kontraststeigerung unterzogen ist. Die folgende Verarbeitung ist die gleiche wie im ersten Ausführungsbeispiel, und daher wird eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0318] Wie vorstehend beschrieben erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild, für das verglichen mit dem Eingangsbild eine Erhöhung der Bildgröße durchgeführt wurde und das einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung unterzogen wurde. Damit kann die Bildverarbeitungsvorrichtung

400 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild ausgeben, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, ohne die Invasivität hinsichtlich der Zielperson oder der Arbeit der Person zu erhöhen, die die Bildgebung durchführt.

[0319] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild erzeugt wird, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen und eine Verarbeitung zur Erhöhung der Auflösung durch eine einzelne Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchgeführt wurden, eine Konfiguration zur Durchführung dieser Verarbeitung nicht auf diese Konfiguration beschränkt ist. Beispielsweise kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchführt, und eine separate Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthalten, die die Bildgrößenerhöhungsverarbeitung durchführt.

[0320] In diesem Fall kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchführt, ein Machine Learning-Modell verwenden, das Lernen ähnlich wie die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchgeführt hat. Ferner wird ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen erzeugtes Hochqualitätsbild als Eingangsdaten der Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet, die die Bildgrößenerhöhungsverarbeitung durchführt. Außerdem wird ein Hochqualitätsbild, das durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen hinsichtlich eines durch eine Hochleistungsbildgebungsvorrichtung erhaltenen Bildes erzeugt wird, als Ground Truth der Trainingsdaten für die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet. Damit kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildgrößenerhöhungsverarbeitung durchführt, ein endgültiges Hochqualitätsbild erzeugen, das ein Bild ist, das durch Erhöhung der Bildgröße eines Hochqualitätsbildes erzeugt wird, das durch Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen erzeugt wird.

[0321] Ferner kann die Bildgrößenerhöhungsverarbeitung durch die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung vor der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchgeführt werden. In diesem Fall werden Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildgrößen-

erhöhungsverarbeitung durchführt, durch eine Paargruppe gebildet, die aus Eingangsdaten, die ein Bild kleiner Größe darstellen, und Ground Truth gebildet ist, die ein Bild großer Größe darstellt, das durch eine Bildgebungs Vorrichtung erhalten wird. Ferner sind die Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchführt, durch eine Paargruppe gebildet, die aus Eingangsdaten, die ein Bild großer Größe darstellen, und Ground Truth gebildet ist, die ein durch Mittelung von Bildern großer Größe erzeugtes Bild darstellt.

[0322] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** als Hochqualitätsbild auch ein Bild erzeugen, für das verglichen mit dem Eingangsbild eine Erhöhung der Bildgröße durchgeführt wurde und eine Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung durchgeführt wurde.

[0323] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel eine Konfiguration beschrieben ist, bei der hinsichtlich der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen ein gemittelttes Bild als Ground Truth der Trainingsdaten verwendet wird, die Ground Truth ähnlich wie beim ersten Ausführungsbeispiel nicht darauf beschränkt ist. Das heißt, ein Hochqualitätsbild kann verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungs Vorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

[0324] Es wird angemerkt, dass wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Ausgabereinheit **405** ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungs Vorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann.

<Sechzehntes Ausführungsbeispiel>

[0325] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem sechzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 5** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel führt eine Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Ortsauflösungserhöhung sowie die Bildqualitätsverbesserung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durch.

[0326] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der

Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0327] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild geringer Ortsauflösung als Eingangsbild. Es wird angemerkt, dass der Begriff „Bild geringer Ortsauflösung“ sich auf ein Bild bezieht, in dem die Ortsauflösung geringer als die Ortsauflösung eines Bildes hoher Ortsauflösung ist, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgibt.

[0328] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie das erste Ausführungsbeispiel. Allerdings ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels zur Durchführung einer Ortsauflösungserhöhung bezüglich der Ortsauflösung eines Eingangsbildes zusammen mit einem Verringern von Rauschen und einer Steigerung des Kontrasts des Eingangsbildes konfiguriert. Daher ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels zum Annehmen einer Eingabe eines Bildes geringer Ortsauflösung und Ausgabe eines Bildes hoher Ortsauflösung konfiguriert.

[0329] Bezüglich einer Paargruppe, die Trainingsdaten bildet, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung auch verwendet werden, sind die jedes Paar bildenden Eingangsdaten in diesem Zusammenhang ein Bild geringer Ortsauflösung, und die Ground Truth ist ein Bild hoher Ortsauflösung. Es wird angemerkt, dass das Bild hoher Ortsauflösung von einer Vorrichtung mit höherer Leistung als die Bildgebungs Vorrichtung erhalten werden kann, die das Bild geringer Ortsauflösung erhalten hat, oder durch Änderung der Einstellungen der Bildgebungs Vorrichtung erhalten werden kann. Hinsichtlich des Bildes hoher Ortsauflösung kann ferner ein Bild verwendet werden, das durch Mittelung von Bildern geringer Ortsauflösung ähnlich wie beim ersten Ausführungsbeispiel und desgleichen erhalten wird.

[0330] Mit dieser Konfiguration kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** dieses Ausführungs-

beispiels ein Hochqualitätsbild erzeugen, das durch Verringerung von Rauschen und Steigerung des Kontrasts eines Eingangsbildes und auch Erhöhung der Ortsauflösung erzeugt wird.

[0331] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S520**, Schritt **S530** und Schritt **S550** gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen bedingungslos zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S520** die Verarbeitung in Schritt **S530** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S540** übergehen kann.

[0332] In Schritt **S510** erhält die Erhalteeinheit **401** ein Bild geringer Ortsauflösung als Eingangsdaten, die das Verarbeitungsobjekt sind, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Es wird angemerkt, dass die Erhalteeinheit **401** als Eingangsdaten ein Bild geringer Ortsauflösung, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, als Eingangsdaten im Ansprechen auf eine Anfrage von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten kann. Eine derartige Anfrage kann beispielsweise ausgegeben werden, wenn die Bildgebungsvorrichtung **10** ein Bild erzeugt hat, oder wenn ein Bild, das die Bildgebungsvorrichtung **10** erzeugt hat, auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt wird, bevor das Bild in einer Speichervorrichtung gespeichert wird, welche die Bildgebungsvorrichtung **10** enthält, oder das gespeicherte Bild auf der Anzeigeeinheit **20** nach Speicherung des Bildes in der Speichervorrichtung angezeigt wird, oder wenn ein Hochqualitätsbild für eine Bildanalyseverarbeitung verwendet wird.

[0333] Da die Verarbeitung in Schritt **S520** und Schritt **S530** die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel ist, wird eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen. In Schritt **S540** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das Eingangsbild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein, um dadurch ein Bild, das einer Ortsauflösungserhöhung sowie einer Rauschreduktion und Kontraststeigerung unterzogen wurde, als Hochqualitätsbild zu erzeugen. Die folgende Verarbeitung ist die gleiche wie im ersten Ausführungsbeispiel, und daher wird auf eine Beschreibung der Verarbeitung hier verzichtet.

[0334] Wie vorstehend beschrieben erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Hochqualitätsbild ein Bild, für das verglichen mit dem Eingangsbild die Ortsauf-

lösungserhöhung durchgeführt wurde und das einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung unterzogen wurde. Dadurch kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild ausgeben, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, ohne die Invasivität für die Zielperson oder die Arbeit der die Bildgebung durchführenden Person zu erhöhen.

[0335] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild erzeugt wird, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen und eine Verarbeitung zur Erhöhung der Auflösung durch eine einzelne Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchgeführt wurden, eine Konfiguration zur Durchführung einer derartigen Verarbeitung nicht auf die vorstehende Konfiguration beschränkt ist. Beispielsweise kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchführt, und eine separate Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthalten, die eine Auflösungserhöhungsverarbeitung durchführt.

[0336] In diesem Fall kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchführt, ein Machine Learning-Modell verwenden, das ein Lernen ähnlich wie die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchgeführt hat. Ferner wird ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen erzeugtes Hochqualitätsbild als Eingangsdaten der Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet, die die Auflösungserhöhungsverarbeitung durchführt. Außerdem wird ein Hochqualitätsbild, das durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen hinsichtlich eines durch eine Hochleistungsbildgebungsvorrichtung erhaltenen Bildes erzeugt wird, als Ground Truth der Trainingsdaten für die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet. Dadurch kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Ortsauflösungserhöhungsverarbeitung durchführt, ein endgültiges Hochqualitätsbild erzeugen, das ein Bild ist, das ein durch Erhöhung der Ortsauflösung eines Hochqualitätsbildes erzeugtes Bild ist, das durch Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen erzeugt wird.

[0337] Ferner kann die Ortsauflösungserhöhungsverarbeitung durch die entsprechende Bildqualitätsverbesserungseinrichtung vor der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsver-

besserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchgeführt werden. In diesem Fall werden Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Ortsauflösungserhöhungsverarbeitung durchführt, durch eine Paargruppe gebildet, die aus Eingangsdaten, die ein Bild geringer Ortsauflösung sind, und Ground Truth gebildet ist, die ein Bild hoher Ortsauflösung ist, das durch eine Bildgebungsvorrichtung erhalten wird. Ferner sind die Trainingsdaten für die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen durchgeführt, durch eine Paargruppe, die aus Eingangsdaten, die ein Bild hoher Ortsauflösung sind, und Ground Truth gebildet, die ein durch Mittelung von Bildern hoher Ortsauflösung erzeugtes Bild ist.

[0338] Auch mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** als Hochqualitätsbild ein Bild erzeugen, für das verglichen mit dem Eingangsbild die Ortsauflösung erhöht wurde und eine Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung durchgeführt wurde.

[0339] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel eine Konfiguration beschrieben ist, bei der hinsichtlich der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel oder desgleichen ein gemitteltetes Bild als Ground Truth der Trainingsdaten verwendet wird, die Ground Truth wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht darauf beschränkt ist. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bildgebungsverfahren- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, MAP-Schätzverarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandungsverarbeitung, Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, kostenintensive Verarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

[0340] Ferner kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem fünfzehnten Ausführungsbeispiel zusätzlich zu der Ortsauflösungserhöhungsverarbeitung unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durchführen. In diesem Fall kann ein Bild als Hochqualitätsbild erzeugt werden, das verglichen mit dem Eingangsbild einer Bildgrößen- und Ortsauflösungserhöhung unterzogen wurde, und das auch einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung verglichen mit dem Eingangsbild unterzogen wurde. Dadurch kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild ausgeben, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, ohne die Invasiv-

tät für die Zielperson oder die Arbeit der die Bildgebung durchführenden Person zu erhöhen.

[0341] Es wird angemerkt, dass wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Ausgabereinheit **405** ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** verbundenen Vorrichtung ausgeben kann.

<Siebzehntes Ausführungsbeispiel>

[0342] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem siebzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 22** und **Fig. 23** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel führt eine Analyseeinheit eine Bildanalyse eines Hochqualitätsbildes durch, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinheit erzeugt wird.

[0343] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0344] **Fig. 22** zeigt eine Darstellung einer schematischen Konfiguration einer Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Die Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist zusätzlich zu der Erhalteeinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabereinheit **405** mit einer Analyseeinheit **2208** versehen. Es wird angemerkt, dass die Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** durch eine Vielzahl von Vorrichtungen gebildet sein kann, die jeweils mit einer oder mehreren dieser Komponenten ausgestattet sind. Da hier die Konfiguration hinsichtlich der Erhalteeinheit **401**, der Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402**, der Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403**, der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** und der Ausgabereinheit **405** die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0345] Die Analyseeinheit **2208** unterzieht ein Hochqualitätsbild, das die Bildqualitätsverbesserungsein-

heit **404** erzeugt hat, einer vorbestimmten Bildanalyseverarbeitung. Auf dem Gebiet der Ophthalmologie enthalten Beispiele der Bildanalyseverarbeitung für ein durch OCT erhaltenes Bild beispielsweise eine beliebige vorhandene Bildanalyse, wie eine Segmentierung von Retinaschichten, Schichtdickenmessung, dreidimensionale Formanalyse der Papille, eine Lamina-Cribrosa-Analyse, Blutgefäßdichtemessung eines OCTA-Bildes und Corneaformanalyse. Die Bildanalyseverarbeitung ist ferner nicht auf eine analytische Verarbeitung auf dem Gebiet der Ophthalmologie beschränkt, und kann beispielsweise eine beliebige vorhandene analytische Verarbeitung auf dem Gebiet der Strahlung enthalten, wie eine Diffusionstensoranalyse, oder VBL (Voxel-basierte Morphometrie) -Analyse enthalten.

[0346] Die Ausgabeeinheit **405** kann die Anzeige eines durch eine Bildanalyseverarbeitung durch die Analyseeinheit **2208** erhaltenen Analyseergebnisses auf der Anzeigeeinheit **20** zusammen mit der Anzeige eines durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugten Hochqualitätsbildes veranlassen. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige lediglich eines durch die Analyseeinheit **2208** erhaltenen Bildanalyseergebnisses veranlassen kann, oder das Bildanalyseergebnis zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder dem Bildverwaltungssystem oder einer anderen Vorrichtung oder desgleichen ausgeben kann. Es wird angemerkt, dass die Form, mit der ein Analyseergebnis angezeigt wird, eine beliebige Form sein kann, die in Übereinstimmung mit der durch die Analyseeinheit **2208** durchgeführten Bildanalyseverarbeitung ist, und ein Analyseergebnis kann beispielsweise als Bild, numerischer Wert oder Zeichen angezeigt werden. Die Form, mit der ein Analyseergebnis angezeigt wird, kann ferner eine Form sein, bei der ein Analyseergebnis, das erhalten wird, indem ein Hochqualitätsbild einer analytischen Verarbeitung unterzogen wird, auf auf dem Hochqualitätsbild mit einem beliebigen Transparenzgrad überlagerte Weise angezeigt wird. Das heißt, ein Analyseergebnis kann in der Form eines Bildes (beispielsweise einer zweidimensionalen Abbildung) erhalten werden, indem ein Hochqualitätsbild und ein durch Durchführen der analytischen Verarbeitung des Hochqualitätsbildes erhaltenes Analyseergebnis einer Mischverarbeitung mit einem beliebigen Transparenzgrad unterzogen werden.

[0347] Nachstehend wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 23** beschrieben, wobei ein OCTA-en-Face-Bild als Beispiel verwendet wird. **Fig. 23** zeigt ein Ablaufdiagramm der Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S2310** bis Schritt **S2340** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verar-

beitung in Schritt **S510** bis Schritt **S540** im ersten Ausführungsbeispiel ist und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S2320** die Verarbeitung in Schritt **S2330** weggelassen werden kann, und die Verarbeitung zu Schritt **S2340** übergehen kann.

[0348] In Schritt **S2340** führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserung bei dem OCTA-en-Face-Bild durch, und die Verarbeitung geht dann zu Schritt **S2350** über. In Schritt **S2350** führt die Analyseeinheit **2208** eine Bildanalyse des in Schritt **S2340** erzeugten Hochqualitätsbildes durch. Als Bildanalyse des OCTA-en-Face-Bildes, bei dem die Bildqualitätsverbesserung durchgeführt wurde, kann eine Stelle (vaskuläre Zone), die einem Blutgefäß entspricht, aus dem Bild erfasst werden, indem eine beliebige Binarisierungsverarbeitung angewendet wird. Die Bereichsdichte kann durch Bestimmen des Anteils des Bildes analysiert werden, der durch die erfasste Stelle belegt wird, die einem Blutgefäß entspricht. Ferner können durch Ausdünnen der Stelle, die einem Blutgefäß entspricht, das einer Binarisierungsverarbeitung unterzogen wurde, Bilder mit einer Zeilenbreite von einem Bildelement erhalten werden, und ein durch ein Blutgefäß belegter Anteil, der nicht von der Dicke abhängt (was auch als „Skelettdichte“ bezeichnet wird), kann bestimmt werden. Zur Analyse des Bereichs und der Form (Kreisform oder desgleichen) einer avaskulären Zone (FAZ), kann eine Konfiguration unter Verwendung dieser Bilder angewendet werden. Als Verfahren der Analyse können die vorstehend angeführten numerischen Werte aus dem gesamten Bild berechnet werden, oder ein numerischer Wert kann bezüglich einer spezifischen Region von Interesse (ROI) beruhend auf einer Anweisung des Untersuchers (Benutzers) berechnet werden, die unter Verwendung einer (nicht gezeigten) Benutzerschnittstelle eingegeben wird. Die ROI-Einstellungen müssen nicht unbedingt nur durch den Untersucher bestimmt werden, und die ROI kann eine vorbestimmte Region sein, die automatisch bestimmt wird. Die vorstehend beschriebenen verschiedenen Parameter sind Beispiele von Analyseergebnissen bezüglich Blutgefäßen, und es kann ein beliebiger Parameter verwendet werden, solange es sich um einen Parameter handelt, der sich auf ein Blutgefäß bezieht. Es wird angemerkt, dass die Analyseeinheit **2208** viele Arten von Bildanalyseprozessen durchführen kann. Das heißt, während ein Beispiel einer Analyse hier beschrieben wurde, die sich auf ein OCTA-en-Face-Bild bezieht, ist die Art der Analyse, die durchgeführt werden kann, nicht darauf beschränkt, und es kann eine Analyse, wie eine Segmentierung von Retinaschichten, eine Schichtdickenmessung, eine dreidimensionale Form-

analyse der Papille und eine Lamina-Cribrosa-Analyse hinsichtlich eines Bildes durchgeführt werden, das gleichzeitig durch OCT erhalten wird. In dieser Hinsicht kann die Analyseeinheit **2208** einige oder alle einer Vielzahl von Arten von Bildanalyseprozessen im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher durchführen, die über eine beliebige Eingabevorrichtung eingegeben wird.

[0349] In Schritt **S2360** veranlasst die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugten Hochqualitätsbildes und des durch die Analyseeinheit **2208** erhaltenen Analyseergebnisses. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeinheit **405** das Hochqualitätsbild und das Analyseergebnis zu getrennten Anzeigeeinheiten oder Vorrichtungen ausgeben kann. Ferner kann die Ausgabeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige lediglich des Analyseergebnisses veranlassen. Wenn die Analyseeinheit **2208** eine Vielzahl von Analyseergebnissen ausgibt, kann die Ausgabeinheit **405** auch einige oder alle der Vielzahl von Analyseergebnissen zu der Anzeigeeinheit **20** oder einer anderen Vorrichtung ausgeben. Die Ausgabeinheit **405** kann beispielsweise die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Analyseergebnisses, das sich auf ein Blutgefäß in einem OCTA-en-Face-Bild bezieht, als zweidimensionale Abbildung veranlassen. Die Ausgabeinheit **405** kann ferner einen Wert, der ein Analyseergebnis angibt, das sich auf ein Blutgefäß in einem OCTA-en-Face-Bild bezieht, auf dem OCTA-en-Face-Bild überlagern und die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des resultierenden Bildes veranlassen.

[0350] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ferner die Analyseeinheit **2208**, die eine Bildanalyse eines Hochqualitätsbildes durchführt, und die Ausgabeinheit **405** veranlasst die Anzeige eines durch die Analyseeinheit **2208** erhaltenen Analyseergebnisses auf der Anzeigeeinheit **20**. Da somit ein Hochqualitätsbild für eine Bildanalyse durch die Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** gemäß diesem Ausführungsbeispiel verwendet wird, kann die Genauigkeit der Analyse verbessert werden.

[0351] Ferner kann die Ausgabeinheit **405** wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ein erzeugtes Hochqualitätsbild zu der Bildgebungsvorrichtung **10** oder zu einer anderen mit der Bildverarbeitungsvorrichtung **2200** verbundenen Vorrichtung ausgeben. Ferner ist die Ground Truth der Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie beim ersten Ausführungsbeispiel nicht auf ein Hochqualitätsbild beschränkt, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung erhalten wird. Das heißt, es kann ein Hochqualitätsbild verwendet werden, das durch Durchführen zumindest eines Bildgebungsverfahrens oder einer Verarbeitung aus der Bild-

gebungsverfahrens- und Verarbeitungsgruppe erhalten wurde, die eine Mittelungsverarbeitung, eine MAP-Schätzverarbeitung, eine Glättungsfiltververarbeitung, eine Abstufungsumwandlungsverarbeitung, eine Bildgebung unter Verwendung einer Hochleistungsbildgebungsvorrichtung, eine kostenintensive Verarbeitung und eine Rauschreduktionsverarbeitung enthält.

<Achtzehntes Ausführungsbeispiel>

[0352] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem achtzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Beispiel beschrieben, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungseinheit ein Hochqualitätsbild durch Addieren von Rauschen zu Bildern und Lernen von Rauschkomponenten beim Durchführen des Lernens erzeugt.

[0353] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Es wird angemerkt, dass, da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0354] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild als Eingangsdaten, die ein Verarbeitungsobjekt darstellen, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Ein Konfigurationsbeispiel eines CNN in einer Bildqualitätsverbesserungseinheit bei diesem Ausführungsbeispiel wird unter Verwendung von **Fig. 24** beschrieben. **Fig. 24** zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Konfiguration eines Machine Learning-Modells in der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404**. Die in **Fig. 24** gezeigte Konfiguration ist durch eine Vielzahl von Schichtgruppen gebildet, die für eine Verarbeitung zuständig sind, um eine Eingangswertgruppe für eine Ausgabe zu verarbeiten. Es wird angemerkt, dass wie in **Fig. 24** gezeigt die in der Konfiguration enthaltenen Schichttypen eine Faltungsschicht, eine Downsampling-Schicht, eine Upsampling-Schicht und eine Zusammenführungsschicht enthalten. Die Faltungsschicht ist eine Schicht, die eine Faltungsverarbei-

tung hinsichtlich einer Eingangswertgruppe gemäß Parametern, wie Kerngrößen von Filtern, der Anzahl von Filtern, dem Wert einer Schrittweite und dem Streckungswert durchführt, die eingestellt sind. Es wird angemerkt, dass die Anzahl von Dimensionen der Kerngröße des Filters gemäß der Anzahl an Dimensionen eines Eingangsbildes geändert werden kann. Die Downsampling-Schicht führt eine Verarbeitung zum Verringern der Anzahl von Ausgangswertgruppen gegenüber der Anzahl von Eingangswertgruppen durch Ausdünnen oder Kombinieren der Eingangswertgruppen aus. Die Verarbeitung ist beispielsweise eine Max-Pooling-Verarbeitung. Die Upsampling-Schicht führt eine Verarbeitung zum Vergrößern der Anzahl von Ausgangswertgruppen gegenüber der Anzahl von Eingangswertgruppen durch Duplizieren einer Eingangswertgruppe oder Addieren eines aus einer Eingangswertgruppe interpolierten Werts aus. Die Verarbeitung ist beispielsweise insbesondere eine lineare Interpolationsverarbeitung. Die Zusammenführungsschicht ist eine Schicht, die eine Verarbeitung durchführt, die von einer Vielzahl von Quellen Wertgruppen, wie eine Ausgangswertgruppe einer bestimmten Schicht oder eine Bildelementwertgruppe eingibt, die ein Bild bildet, und die Wertgruppen durch Verketteten oder Addieren der Wertgruppen zusammenfügt. Gemäß dieser Konfiguration werden eine Wertgruppe, die ausgegeben wird, wenn eine ein Eingangsbild IM2410 bildende Bildelementwertgruppe einer Verarbeitung durch den Faltungs-verarbeitungsblock unterzogen wird, und die Bildelementwertgruppe, die das Eingangsbild IM2410 bildet, durch die Zusammenführungsschicht zusammengeführt. Danach wird die zusammengeführte Bildelementwertgruppe durch die letzte Faltungsschicht in ein Hochqualitätsbild IM2420 geformt. Es wird angemerkt, dass, obwohl es nicht in den Figuren gezeigt ist, als Abwandlung der Konfiguration des CNN beispielsweise eine Batch-Normalisierungsschicht oder eine Aktivierungsschicht, die eine Rectifier-Linear-Unit verwendet, nach der Faltungsschicht oder desgleichen enthalten sein kann.

[0355] Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung dieses Ausführungsbeispiels trainiert durch Empfangen einer Eingabe eines Geringqualitätsbildes, das durch Addieren einer ersten Rauschkomponente zu einem von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhaltenen Bild erzeugt wird, und als Ground Truth wird ein Bild als Hochqualitätsbild angewendet, das durch Addieren einer zweiten Rauschkomponente zu einem von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhaltenen Bild addiert wird. Das heißt, als Trainingsbilder während des Lernens wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein gemeinsames Bild als Geringqualitätsbild und Hochqualitätsbild verwendet, und die jeweiligen Rauschkomponenten jedes dieser Bilder unterscheiden sich voneinander. Da das gleiche Bild als Geringqualitätsbild und als Hochqualitätsbild verwen-

det wird, ist eine Ausrichtung beim Bilden eines Bildpaares nicht erforderlich.

[0356] Hinsichtlich der Rauschkomponenten wird Gaußsches Rauschen oder Rauschen, das beruhend auf charakteristischem Rauschen des Zielbildes oder desgleichen modelliert ist, als Rauschen addiert. Allerdings sind das erste Rauschen und das zweite Rauschen voneinander verschiedenes Rauschen. Der Begriff „verschiedenes Rauschen“ bedeutet, dass der räumliche Ort (die Bildelementposition), wo das Rauschen addiert wird, unterschiedlich ist, oder der Wert des Rauschens unterschiedlich ist, oder desgleichen. Als charakteristisches Rauschen des Zielbildes kann beispielsweise im Fall von OCT Rauschen beruhend auf Daten geschätzt werden, die durch eine Bildgebung in einem Zustand ohne Modellauge oder zu untersuchendes Auge erhalten werden, und kann als Rauschmodell verwendet werden. Im Fall von OCTA kann Rauschen, das in einem Bild erscheint, das durch Abbilden eines Modellauges erhalten wird, das den Blutfluss schematisch wiedergibt, als Rauschmodell verwendet werden.

[0357] Im Fall von Gaußschem Rauschen ist eine Standardabweichung oder ein Varianzwert als Größe des Rauschens definiert, und die Bilder werden beruhend auf diesen numerischen Werten zufällig mit Rauschen beaufschlagt. Es kann eine Konfiguration angewendet werden, dass der Mittelwert als Ergebnis der Beaufschlagung mit weißem Rauschen insgesamt nicht geändert wird. Das heißt, es wird eine Konfiguration angewendet, dass der Mittelwert des zu jedem Bildelement eines Bildes hinzugefügten Rauschens null ist. In diesem Fall ist die Anwendung einer Konfiguration nicht erforderlich, dass der Mittelwert null wird, und es reicht aus, dass Rauschen mit voneinander verschiedenen Mustern zu den Eingangsdaten und der Ground Truth addiert werden kann. Ferner ist es nicht erforderlich, Rauschen sowohl zu den Eingangsdaten als auch der Ground Truth zu addieren, und Rauschen kann entweder zu den Eingangsdaten oder Ground Truth addiert werden. Wenn Rauschen nicht addiert wird, kann, beispielsweise obwohl ein falsches Bild eines Blutgefäßes in dem Bild nach der Bildqualitätsverbesserung erscheinen kann, auch in Betracht gezogen werden, dass dies in einem Fall auftritt, in dem ein Unterschied zwischen den Bildern vor und nach der Bildqualitätsverbesserung vergleichsweise groß ist. Daher kann eine Konfiguration angewendet werden, dass ein Unterschied zwischen den Bildern vor und nach der Bildqualitätsverbesserung verringert wird. Wenn Lernen durchgeführt wird, können dabei zwei Bilder, die durch Addieren von Rauschen mit voneinander verschiedenen Mustern zu einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild erhalten werden, als Bildpaar angewendet werden, oder zwei Bilder, die durch Addieren von Rauschen mit voneinander verschiedenen Mustern zu einem Hochqualitäts-

bild erhalten werden, können als Bildpaar angewendet werden.

[0358] Die Ausgabeeinheit **405** veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Eingangsbildes zusammen mit dem Hochqualitätsbild veranlassen kann.

[0359] Die folgende Verarbeitung ist die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel, und daher wird eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0360] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild unter Verwendung von Bildern erzeugt wird, die durch Erhalten eines Geringqualitätsbildes von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung und Addieren einer ersten Rauschkomponente und einer zweiten Rauschkomponente jeweils zu dem Geringqualitätsbild erzeugt werden, eine Konfiguration zur Durchführung dieser Verarbeitungsvorgänge nicht auf die vorstehende Konfiguration beschränkt ist. Beispielsweise kann bezüglich des Bildes, zu dem das Rauschen addiert wird, eine Konfiguration angewendet werden, dass eine erste und eine zweite Rauschkomponente zu einem Hochqualitätsbild addiert werden, das einer Mittelungsverarbeitung wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben unterzogen wurde. Das heißt, es kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der Lernen durchgeführt wird, das ein Bild, das durch Addieren einer ersten Rauschkomponente zu einem durch eine Mittelungsverarbeitung erzeugten Bild erhalten wird, als Geringqualitätsbild anwendet, und ein Bild, das durch Addieren einer zweiten Rauschkomponente zu einem durch eine Mittelungsverarbeitung erzeugten Bild erhalten wird, als Hochqualitätsbild anwendet.

[0361] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Beispiel des Lernens beschrieben wird, das erste und zweite Rauschkomponenten verwendet, ist das Lernverfahren außerdem nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann eine Konfiguration zur Durchführung von Lernen durch Addieren einer ersten Rauschkomponente nur zu einem als Geringqualitätsbild anzuwendenden Bild und Nichtaddieren einer Rauschkomponente zu einem als Hochqualitätsbild anzuwendenden Bild angewendet werden. Ein dabei verwendetes Bild kann ein Bild sein, das von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhalten wird, oder ein Bild sein, das erzeugt wird, indem das vorstehend angeführte Bild als Verarbeitungsobjekt einer Mittelungsverarbeitung unterzogen wird.

[0362] Außerdem kann die Größe der Rauschkomponenten für jede Art von Eingangsbild oder für jedes zu lernende Rechtwinkelregionbild dynamisch geändert werden. Das Addieren von Rauschen mit großem Wert erhöht insbesondere den Effekt eines Beseitigens von Rauschen, und Addieren von Rauschen mit einem kleinen Wert verringert den Effekt des Beseitigens von Rauschen. Daher kann beispielsweise eine Konfiguration zur Durchführung von Lernen durch Anpassen des Rauschens, das hinzugefügt wird, gemäß den Bedingungen oder der Art des Gesamtbildes oder Rechtwinkelregionbildes angewendet werden, wie durch Verkleinern des Werts einer zu addierenden Rauschkomponente im Fall eines dunklen Bildes und Erhöhen des Werts einer zu addierenden Rauschkomponente im Fall eines hellen Bildes.

[0363] Es wird angemerkt, dass, obwohl Abbildungsbedingungen eines Bildes in diesem Ausführungsbeispiel nicht explizit spezifiziert sind, Lernen unter Verwendung von Bildern verschiedener Abbildungsbereiche, die mit unterschiedlichen Anzahlen von Abtastungen erhalten werden, und von Frontbildern verschiedener abgebildeter Stellen und verschiedener Tiefen und desgleichen durchgeführt wird.

[0364] Bei der vorstehenden Beschreibung wurden ein von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhaltenes Bild, ein durch Addieren von Rauschen zu dem vorstehend angeführten Bild erzeugtes Rauschbild, ein durch eine Mittelungsverarbeitung erzeugtes Bild und ein Bild, das durch Addieren von Rauschen zu einem durch eine Mittelungsverarbeitung erzeugten Bild erzeugt wird, beschrieben. Allerdings sind Kombinationen dieser Bilder nicht auf die vorstehend beschriebenen Kombinationen beschränkt, und es kann eine beliebige Kombination aus einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild angewendet werden.

<Neunzehntes Ausführungsbeispiel>

[0365] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem neunzehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 25** und **Fig. 26** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen und erzeugt eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern bezüglich eines Eingangsbildes. Ferner ist ein Beispiel beschrieben, bei dem eine Kombinationseinheit **2505** eine Vielzahl von aus der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ausgegebenen Hochqualitätsbildern kombiniert.

[0366] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfigura-

tion und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Es wird angemerkt, dass, da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0367] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild als Eingangsdaten, die ein Verarbeitungsobjekt darstellen, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung.

[0368] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen wie im zweiten Ausführungsbeispiel. Jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen hat Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten hinsichtlich zumindest einer Abbildungsbedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel, einem Frontbild mit verschiedenen Tiefen, einer Rauschkomponente und der Bildauflösung durchgeführt. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt ein Hochqualitätsbild unter Verwendung einer Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen gemäß zumindest einer Abbildungsbedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel, einem Frontbild mit verschiedenen Tiefen, einer Rauschkomponente und der Bildauflösung des Eingangsbildes.

[0369] **Fig. 26** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S2610** und Schritt **S2620** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S510** und Schritt **S520** im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach der Durchführung der Verarbeitung in Schritt **S2620** die Verarbeitung in Schritt **S2630** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S2640** übergehen kann.

[0370] In Schritt **S2620** geht ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel beim Erhalten der Abbildungsbedingungsgruppe des Eingangsbildes durch

die Abbildungsbedingungserhalteeinheit **402** die Verarbeitung zu Schritt **S2630**. In Schritt **S2630** verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** wie im zweiten Ausführungsbeispiel die erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob eine der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht.

[0371] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass keine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S2660**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass eine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen das Eingangsbild verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S2640**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** die Verarbeitung in Schritt **S2460** ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt werden kann, selbst wenn bestimmt wird, dass manche der Abbildungsbedingungen durch keine der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen verarbeitet werden können.

[0372] In Schritt **S2640** gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das in Schritt **S2610** erhaltene Eingangsbild in jede der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen ein, um dadurch eine Hochqualitätsbildgruppe zu erzeugen.

[0373] In Schritt **S2650** kombiniert die Kombinationsseinheit **2405** mehrere Hochqualitätsbilder aus der in Schritt **S2640** erzeugten Hochqualitätsbildgruppe.

[0374] Insbesondere werden beispielsweise Ergebnisse von zwei Hochqualitätsbildern kombiniert, bei denen es sich um ein Hochqualitätsbild, das als Ergebnis einer Verarbeitung durch eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, die unter Verwendung eines Bildpaars gelernt hat, das aus einem Geringqualitätsbild, das von der Bildgebungsvorrichtung **10** erhalten wird, und einem Hochqualitätsbild gebildet wird, das durch Durchführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung wie der Mittelungsverarbeitung hinsichtlich einer Bildgruppe erhalten wird, die durch mehrmaliges Abbilden eines Geringqualitätsbildes wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben erhalten wird, und ein Hochqualitätsbild handelt, das als Ergebnis einer Verarbeitung durch eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, die unter Verwendung eines Bildpaares gelernt hat, dass durch Addieren von Rauschen zu Bildern wie im achtzehnten Ausführungsbeispiel beschrieben erhalten wird. Als Kombinationsverfahren kann ein Verfahren angewendet wer-

den, bei dem die Kombination unter Verwendung einer Mittelung oder gewichteten Mittelung oder des gleichen durchgeführt wird.

[0375] In Schritt **S2660** veranlasst die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige des durch Kombinieren der Bilder in Schritt **S2650** erzeugten Bildes auf der Anzeigeeinheit **20** oder gibt das Bild zu einer anderen Vorrichtung aus. Wenn allerdings in Schritt **S2630** bestimmt wurde, dass die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, gibt die Ausgabeeinheit **405** das Eingangsbild als Ausgangsbild aus. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem der Untersucher die Anzeige des Eingangsbildes anweist, oder einem Fall, in dem die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Ausgangsbild das gleiche wie das Eingangsbild ist.

<Zwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0376] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem zwanzigsten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Beispiel einer Bildqualitätsverbesserungseinheit beschrieben, bei der eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild unter Verwendung eines Ausgabeergebnisses einer ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt.

[0377] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Es wird angemerkt, dass, da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0378] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild als Eingangsdaten, die ein Verarbeitungsobjekt sind, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung.

[0379] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen,

die die gleichen wie die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung sind, die im ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit dieses Ausführungsbeispiels enthält eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung eines Geringqualitätsbildes, das als Eingangsdaten von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhalten wird, und eines Mediumqualitätsbildes, das aus einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugt wird, als Ground Truth. Außerdem enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung eines Bildes, das aus der ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgegeben wird, und eines Bildes mit einer höheren Bildqualität als das Mediumqualitätsbild als Ground Truth gelernt hat. Da das Mediumqualitätsbild das gleiche wie im vierzehnten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass auf eine Beschreibung des Mediumqualitätsbildes hier verzichtet wird.

[0380] Die Ausgabeeinheit **405** veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Eingangsbildes zusammen mit dem Hochqualitätsbild veranlassen kann, und in diesem Fall die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Eingangsbild ein Bild ist, das aus einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erzeugt ist.

[0381] Als Nächstes wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S510** bis Schritt **S530** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in diesen Schritten im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen ist.

[0382] In Schritt **S540** verbessert die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualität des Eingangsbildes unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, um dadurch ein Hochqualitätsbild zu erzeugen, das für eine Bilddiagnose geeigneter als das Eingangsbild ist. Insbesondere gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das Eingangsbild in die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein, um die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung eines ersten Hochqualitätsbildes zu veranlassen, das einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen ist. Außerdem gibt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** das erste Hochqualitätsbild in die zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zum Erhalten eines zweiten Hochqualitätsbildes ein. Jede Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt ein Hochqualitätsbild, das durch

Durchführen einer Mittelungsverarbeitung unter Verwendung des Eingangsbildes beruhend auf einem Machine Learning-Modell erhalten wird, das maschinelles Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten durchgeführt hat. Somit kann jede Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild erzeugen, in dem gegenüber dem Eingangsbild Rauschen reduziert oder Kontrast verstärkt ist.

[0383] Die folgende Verarbeitung ist die gleiche wie die Verarbeitung im ersten Ausführungsbeispiel, und daher ist eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0384] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild unter Verwendung der ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung eines Paares gelernt hat, das aus einem Geringqualitätsbild, das von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhalten wird, und einem Mediumqualitätsbild gebildet ist, und der zweiten Bildqualitätseinrichtung erzeugt wird, die unter Verwendung eines Paares gelernt hat, das aus einem ersten Hochqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild gebildet ist, ist eine Konfiguration zur Durchführung einer derartigen Verarbeitung nicht auf die vorstehende Konfiguration beschränkt. Beispielsweise kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der ein Paar von Bildern, die zum Lernen durch die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet werden, Bilder sind, mit denen die Einrichtung Rauschen wie im achtzehnten Ausführungsbeispiel beschrieben lernt, und die zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unter Verwendung eines Paares lernt, das aus einem ersten Hochqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild gebildet ist. Als entgegengesetzte Konfiguration kann eine Konfiguration Anwendung finden, die eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die unter Verwendung eines Paares aus einem Geringqualitätsbild und einem Mediumqualitätsbild gelernt hat, und die zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthält, die unter Verwendung von Bildern gelernt hat, die durch Addieren von Rauschen zu dem ersten Hochqualitätsbild erhalten werden.

[0385] Außerdem können die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und die zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung jeweils als Einrichtung konfiguriert sein, die unter Verwendung von Rauschen wie im achtzehnten Ausführungsbeispiel beschrieben lernt. In diesem Fall lernt die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung beispielsweise unter Verwendung eines Paares, das aus Bildern gebildet ist, die durch Addieren eines ersten Rauschens und eines zweiten Rauschens zu einem Hochqualitätsbild erhalten werden, das unter Verwendung eines durch eine Mittelungsverarbeitung erzeugten Bildes erzeugt wird, und die zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unter Verwendung eines Paares

lernt, das aus Bildern gebildet wird, die durch Addieren eines ersten Rauschens und eines zweiten Rauschens zu einem ersten Hochqualitätsbild erhalten werden, das durch die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird. Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel eine Konfiguration beschrieben wird, die zwei Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, wird angemerkt, dass die Erfindung nicht darauf beschränkt ist, und eine Konfiguration angewendet werden kann, bei der ferner eine dritte Einrichtung und eine vierte Einrichtung zur Durchführung der Verarbeitung verbunden sind. Durch Bereinigen der zum Lernen zu verwendenden Bilder wird ein Netzwerk aufgebaut, das weichere und schärfere Bilder sicher erzeugen kann.

<Einundzwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0386] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4** und **Fig. 27** beschrieben. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung. Dagegen enthält bei diesem Ausführungsbeispiel eine Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die maschinelles Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und erzeugt eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern hinsichtlich eines Eingangsbildes.

[0387] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und die Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie bei der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Das heißt, da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel ist, sind in **Fig. 4** veranschaulichte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten und im zweiten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und eine Beschreibung der Komponenten ist nachstehend weggelassen.

[0388] Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält zwei oder mehr Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die maschinelles Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben. Das Verfahren zur Erzeugung einer Trainingsdatengruppe gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird nun beschrieben. Zuerst wird eine Paar-

gruppe, die aus einem Ursprungsbild als Eingangsdaten und einem gemittelten Bild als Ground Truth gebildet ist, durch Durchführen einer Bildgebung zum Erhalten von Bildern verschiedener Abbildungsbereiche und mit verschiedenen Abtastanzahlen gebildet. Wenn OCT oder OCTA als Beispiel genommen wird, werden Paare einer ersten Bildgruppe, die durch eine Abbildung von 300 A-Scans und 300 B-Scans in einem 3 x 3 mm Bereich erhalten wird, und Paare einer zweiten Bildgruppe erzeugt, die durch Abbilden von 500 A-Scans und 500 B-Scans in einem 10 x 10 mm Bereich erhalten wird. Dabei gibt es einen zweifachen Unterschied in der Abtastdichte zwischen den Paaren der ersten Bildgruppe und den Paaren der zweiten Bildgruppe. Daher werden diese Bildgruppen als separate Gruppen gruppiert. Wenn eine Bildgruppe vorhanden ist, die durch Abbilden von 600 A-Scans und 600 B-Scans in einem 6 x 6 mm Bereich erhalten wird, wird diese Bildgruppe in dieselbe Bildgruppe wie die erste Bildgruppe gruppiert. Das heißt, in diesem Fall werden Bildgruppen in dieselbe Gruppe gruppiert, für die die Abtastdichte dieselbe oder nahezu dieselbe (Toleranz liegt bei ungefähr 10 %) ist.

[0389] Als Nächstes werden Paargruppen für jede Abtastdichte zur Erzeugung einer Trainingsdatengruppe gruppiert. Beispielsweise wird eine Trainingsdatengruppe erzeugt, indem erste Trainingsdaten erzeugt werden, die aus Paargruppen gebildet sind, die durch Abbilden mit einer ersten Abtastdichte erhalten werden, und zweite Trainingsdaten erzeugt werden, die aus Paargruppen gebildet sind, die durch Abbilden mit einer zweiten Abtastdichte erhalten werden.

[0390] Danach werden die jeweiligen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen zur Durchführung maschinellen Lernens unter Verwendung der jeweiligen Sätze von Trainingsdaten veranlasst. Beispielsweise wird eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung gebildet, die eine erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der ersten Trainingsdaten trainiert ist, und eine zweite Bildqualitätsverbesserungseinrichtung enthält, die einem Machine Learning-Modell entspricht, das unter Verwendung der zweiten Trainingsdaten trainiert ist.

[0391] Da zum Trainieren der jeweiligen Machine Learning-Modelle, die diesen Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen jeweils entsprechen, verschiedene Trainingsdaten verwendet werden, wird sich der Grad, mit dem jede dieser Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen die Bildqualität eines in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen eingegebenen Eingangsbildes verbessern kann, gemäß den Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes unterscheiden. Im Fall der ersten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist der Grad einer Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines Eingangsbildes, das durch Abbilden mit der ersten Abbildungsdichte erhalten wird,

hoch, und der Grad einer Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines Bildes, das durch Abbilden mit der zweiten Abbildungsdichte erhalten wird, gering. Gleichmaßen ist im Fall der zweiten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung der Grad einer Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines durch Abbilden mit der zweiten Abtastdichte erhaltenen Eingangsbildes hoch, und der Grad der Bildqualitätsverbesserung hinsichtlich eines durch Abbilden mit der ersten Abtastdichte erhaltenen Bildes gering.

[0392] Andererseits kann in manchen Fällen keine ausreichende Anzahl von Bildern verschiedener Abbildungsbereiche und verschiedener Abtastdichten als Trainingsdaten gesammelt werden, wenn Lernen durchgeführt wird. In diesem Fall werden wie im 18. Ausführungsbeispiel beschrieben, Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die Rauschkomponenten gelernt haben, hinsichtlich derartiger Bildgruppen ausgebildet.

[0393] Da eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die Rauschkomponenten gelernt hat, durch die Abtastdichte zur Zeit der Bildgebung nicht leicht beeinflusst wird, wird die fragliche Bildqualitätsverbesserungseinrichtung angewendet, wenn ein Bild mit einer nicht gelernten Abtastdichte eingegeben wird.

[0394] Da jeder Satz von Trainingsdaten aus Paargruppen gebildet ist, die gemäß der Abtastdichte gruppiert sind, sind die Bildqualitätstendenzen von Bildgruppen, die die entsprechende Paargruppen bilden, einander ähnlich. Wenn die Abtastdichte den zum Trainieren der fraglichen Bildverbesserungseinrichtung verwendeten Trainingsdaten entspricht, kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung daher eine Bildqualitätsverbesserung effektiver als die Bildverbesserungseinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durchführen. Es wird angemerkt, dass eine Abbildungsbedingung zur Gruppierung von Paaren der Trainingsdaten nicht auf die Abtastdichte beschränkt ist, und die abgebildete Stelle, Bilder bei verschiedenen Tiefen hinsichtlich eines Frontbildes oder eine Kombination von zwei oder mehr dieser Bedingungen sein kann.

[0395] Nachstehend wird eine Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 27** beschrieben. **Fig. 27** zeigt ein Ablaufdiagramm der Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Da die Verarbeitung in Schritt **S2710** und **S2720** die gleiche wie in Schritt **S510** und Schritt **S520** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass auf eine Beschreibung der Verarbeitung hier verzichtet wird.

[0396] Wenn die Abbildungsbedingungen des Eingangsbildes in Schritt **S2720** erhalten werden, geht die Verarbeitung zu Schritt **S2730** über. In Schritt

S2730 verwendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** die in Schritt **S2720** erhaltene Abbildungsbedingungsgruppe zur Bestimmung, ob eine aus der Gruppe der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, welche die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** enthält, das Eingangsbild verarbeiten kann oder nicht.

[0397] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass die Abbildungsbedingungen außerhalb des Bereichs der Abbildungsbedingungen liegen, die verarbeitet werden können, geht die Verarbeitung zu Schritt **S2770**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass die Abbildungsbedingungen in dem Bereich der Abbildungsbedingungen liegen, die verarbeitet werden können, geht die Verarbeitung zu Schritt **S2740**.

[0398] In Schritt **S2740** wählt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Durchführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsguppe beruhend auf den Abbildungsbedingungen des in Schritt **S2720** erhaltenen Eingangsbildes und Informationen über die Trainingsdaten der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungsguppe aus. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** wählt beispielsweise insbesondere eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die hinsichtlich der Abtastdichte in der in Schritt **S2720** erhaltenen Abbildungsbedingungsgruppe Informationen von Trainingsdaten aufweist, die sich auf die Abtastdichte beziehen, und für die der Grad der Bildqualitätsverbesserung hoch ist. Wenn bei dem vorstehenden Beispiel die Abtastdichte die erste Abtastdichte ist, wählt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** die erste Bildqualitätsverbesserungseinrichtung aus.

[0399] Andererseits wählt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** in Schritt **S2770** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung aus, die Rauschkomponenten gelernt hat.

[0400] In Schritt **S2750** erzeugt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ein Hochqualitätsbild, in dem das Eingangsbild einer Bildqualitätsverbesserung unter Verwendung der in Schritt **S2740** oder Schritt **S2770** ausgewählten Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unterzogen ist. Danach gibt die Ausgabereinheit **405** in Schritt **S2760** das in Schritt **S2750** erzeugte Hochqualitätsbild aus und veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes. Es wird angemerkt, dass die Ausgabereinheit **405**, wenn sie die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes veranlasst, die Anzeigeeinheit **20** auch zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Hochqualitätsbild unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wurde, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgewählt wird.

Einrichtung erzeugt wurde, die durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgewählt wird.

[0401] Wie vorstehend beschrieben enthält die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben. Hier hat jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Lernen unter Verwendung verschiedener Trainingsdaten durchgeführt, die voneinander hinsichtlich zumindest einer Abbildungsbedingung aus der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsbildwinkel, einem Frontbild bei verschiedenen Tiefen und der Bildauflösung verschieden sind. Außerdem ist die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung hinsichtlich Daten, für die korrekte Antwortdaten (Ground Truth) nicht ausreichend gesammelt werden konnten, eine Einrichtung, die Lernen unter Verwendung von Rauschkomponenten durchgeführt hat. Die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt ein Hochqualitätsbild unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die zumindest einer dieser Abbildungsbedingungen entspricht.

[0402] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Hochqualitätsbild effektiver erzeugen.

<Zweiundzwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0403] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem 22. Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 30** bis **Fig. 32C** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel erzeugt eine Weitwinkelbilderzeugungseinheit ein Weitwinkelbild (Panoramabild) unter Verwendung einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern, die durch eine Bildqualitätsverbesserungseinheit erzeugt werden.

[0404] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel gleich der Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet

sind und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen ist.

[0405] **Fig. 31A** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Folge von Bildverarbeitungsvorgängen gemäß diesem Ausführungsbeispiel. In Schritt **S3110** erhält die Erhalteeinheit **401** eine Vielzahl von Bildern (zumindest zwei Bilder) als Eingangsdaten von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Die Vielzahl von Bildern sind Bilder, die durch Abbilden verschiedener Positionen derselben Zielperson (eines zu untersuchenden Auge oder desgleichen) erhalten werden, und sind Bilder, die durch Abbilden eines Orts hinsichtlich der Zielperson erhalten werden, an dem ein Teil der Bilder überlappt, ohne dass sie vollständig überlappen. Als Beispiel wird ein Fall beschrieben, in dem ein zu untersuchendes Auge abgebildet wird. In diesem Fall wird die Position einer Fixierlampe während der Abbildung verändert und das zu untersuchende Auge schaut ständig auf die Fixierlampe, und als Ergebnis können Bilder erhalten werden, an denen verschiedene Orte desselben zu untersuchenden Auges abgebildet wurden. Es wird angemerkt, dass bei der Durchführung einer Abbildung zum Erhalten der Bilder die Durchführung der Abbildung unter Änderung der Position der Fixierlampe derart erwünscht ist, dass zumindest ein Anteil von ungefähr 20 Prozent von Überlappungsregionen benachbarter Bilder desselben Ortes sind. In **Fig. 32A** ist ein Beispiel von OCTA-en-Face-Bildern veranschaulicht, die durch Ändern der Position der Fixierlampe abgebildet werden, sodass in benachbarten Bildern ein Teil jedes Bildes mit einem anderen überlappt. In **Fig. 32A** ist ein Beispiel eines Beispiels veranschaulicht, bei dem die Position der Fixierlampe derart verändert wurde, dass verschiedene Orte insgesamt fünfmal abgebildet wurden. Es wird angemerkt, dass obwohl fünf Bilder in **Fig. 32A** als Beispiel veranschaulicht sind, die Anzahl von Bildern nicht auf fünf beschränkt ist, und es ausreicht, dass die Anzahl von Bildern zwei oder mehr ist.

[0406] Es wird angemerkt, dass die Verarbeitung in Schritt **S3120** gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Verarbeitung in Schritt **S520** im ersten Ausführungsbeispiel ist, und daher eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen wird. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Bildqualität eines Eingangsbildes hinsichtlich der Abbildungsbedingungen unbedingt zu verbessern ist, nach Durchführen der Verarbeitung in Schritt **S3120** die Verarbeitung in Schritt **S3130** weggelassen werden kann und die Verarbeitung zu Schritt **S3140** übergehen kann.

[0407] In Schritt **S3120** geht die Verarbeitung wie im ersten Ausführungsbeispiel nach Erhalten der Abbildungsbedingungsgruppe jedes Eingangsbildes durch die Abbildungsbedingungerhalteeinheit **402** zu Schritt **S3130**. In Schritt **S3130** ver-

wendet die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel jede der erhaltenen Abbildungsbedingungsgruppen zur Bestimmung, ob die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, welche die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** aufweist, die jeweiligen Eingangsbilder verarbeiten kann oder nicht.

[0408] Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung die Vielzahl von Eingangsbildern nicht verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S3160**. Wenn die Bildqualitätsverbesserungsmöglichkeit-Bestimmungseinheit **403** andererseits bestimmt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung die Vielzahl von Eingangsbildern verarbeiten kann, geht die Verarbeitung zu Schritt **S3140**. Es wird angemerkt, dass in Abhängigkeit von den Einstellungen oder der Implementierungsform der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** ähnlich wie im ersten Ausführungsbeispiel die Verarbeitung in Schritt **S3140** ausgeführt werden kann, selbst wenn bestimmt wird, dass einige der Abbildungsbedingungen durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht verarbeitet werden können.

[0409] In Schritt **S3140** führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Verarbeitung bezüglich der Vielzahl von in Schritt **S3110** erhaltenen Eingangsbildern durch, um so eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern zu erzeugen.

[0410] In Schritt **S3150** kombiniert eine Weitwinkelbilderzeugungseinheit **3005** eine Anzahl von Hochqualitätsbildern aus der in Schritt **S3140** erzeugten Hochqualitätsbildgruppe. Insbesondere wird ein Beispiel beschrieben, bei dem OCTA-en-Face-Bilder als Beispiel verwendet werden. Die OCTA-en-Face-Bilder sind derart abgebildet, dass, obwohl die Vielzahl von Bildern nicht vollständig überlappen, Teilregionen benachbarter Bilder einander überlappen. Daher erfasst die Weitwinkelbilderzeugungseinheit **3005** Überlappungsregionen aus der Vielzahl von OCTA-en-Face-Bildern und führt eine Ausrichtung unter Verwendung der Überlappungsregionen durch. Durch Modifizieren der OCTA-en-Face-Bilder beruhend auf einem Ausrichtungsparameter und Kombinieren der Bilder kann ein OCTA-en-Face-Bild mit einem breiteren Bereich als ein einzelnes OCTA-en-Face-Bild erzeugt werden. Da die eingegebene Vielzahl von OCTA-en-Face-Bildern in Schritt **S3140** einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wurde, wurde dabei das OCTA-en-Face-Bild mit weitem Bildfeld, das in Schritt **S3150** ausgegeben wird, bereits einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen. Ein Beispiel eines OCTA-en-Face-Bildes mit weitem Bildwinkel, das durch die Weitwinkelbilderzeugungseinheit **3005** erzeugt wurde, ist in **Fig. 32B** veranschaulicht. **Fig. 32B** zeigt ein Beispiel, in dem die in **Fig. 32A** gezeigten fünf Bilder durch Ausrichten

erzeugt wurden. Die Korrelation zwischen den Positionen der Bilder in **Fig. 32A** und **Fig. 32B** ist in **Fig. 32C** veranschaulicht. Wie in **Fig. 32C** gezeigt, ist ein Bild **Im3210** in der Mitte angeordnet, und Bilder **Im3220** bis **3250** sind um das Bild **Im3210** angeordnet. Es wird angemerkt, dass bezüglich der OCTA-en-Face-Bilder eine Vielzahl von OCTA-en-Face-Bildern erzeugt werden kann, indem verschiedene Tiefenbereiche beruhend auf dreidimensionalen Bewegungskontrastdaten eingestellt werden. Obwohl ein Beispiel eines Oberflächenschichtbildes mit weitem Bildwinkel in **Fig. 32B** gezeigt ist, ist vorliegende Erfindung daher nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der eine Ausrichtung unter Verwendung eines in **Fig. 29A** gezeigten OCTA-en-Face-Bildes (**Im2910**) einer Oberflächenschicht durchgeführt wird, und OCTA-en-Face-Bilder anderer Tiefenbereiche modifiziert werden, indem die mit dem OCTA-en-Face-Bild **Im2910** erhaltenen Parameter verwendet werden. Alternativ dazu wird ein Farbbild als Eingangsbild für die Ausrichtung verwendet, und ein zusammengesetztes Farbbild wird erzeugt, in dem RG-Komponenten der RGB-Komponenten für das OCTA-en-Face-Bild der Oberflächenschicht verwendet werden, und die B-Komponente für das OCTA-en-Face-Bild angewendet wird, das das Ausrichtungsobjekt ist. Die Ausrichtung eines zusammengesetzten Farb-OCTA-en-face Bildes, das durch Kombinieren einer Vielzahl von Schichten im Tiefenbereich in ein Bild erhalten wird, kann dann durchgeführt werden. Wenn lediglich die B-Komponente aus dem ausgerichteten Farb-OCTA-en-Face-Bild extrahiert wird, kann ein OCTA-en-Face-Bild mit weitem Bildfeld erhalten werden, in dem ein Zielobjekt-OCTA-en-Face-Bild ausgerichtet wurde. Es wird angemerkt, dass ein einer Bildqualitätsverbesserung zu unterziehendes Objekt nicht auf ein zweidimensionales OCTA-en-Face-Bild beschränkt ist, und ein dreidimensionales OCT-Bild oder dreidimensionale Bewegungskontrastdaten selbst sein kann/können. In diesem Fall kann eine Ausrichtung mit den dreidimensionalen Daten zur Erzeugung dreidimensionaler Daten eines weiten Bereichs durchgeführt werden. Ein Hochqualitätsweitwinkelbild kann durch Ausschneiden eines beliebigen Querschnitts (jede Ebene von XYZ ist möglich) oder beliebigen Tiefenbereichs (Bereich in der Z-Richtung) aus den dreidimensionalen Daten eines weiten Bereichs erzeugt werden

[0411] In Schritt **S3160** veranlasst die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige des durch Kombinieren einer Vielzahl von Bildern in Schritt **S3150** erzeugten Bildes auf der Anzeigeeinheit **20** und gibt das Bild zu einer anderen Vorrichtung aus. Wird aber in Schritt **S3130** bestimmt, dass die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, gibt die Ausgabeeinheit **405** das Eingangsbild als Ausgangsbild aus. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem der Untersucher die Anzeige des Eingangsbildes anweist, oder wenn

die Verarbeitung des Eingangsbildes nicht möglich ist, die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige von Informationen veranlassen kann, die angeben, dass das Ausgangsbild das gleiche wie das Eingangsbild ist.

[0412] Es wird angemerkt, dass obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel Hochqualitätsbilder jeweils aus einer Vielzahl von Eingangsbildern erzeugt werden, und die Hochqualitätsbilder zur Erzeugung eines endgültigen einzelnen Hochqualitätsweitwinkelbereichs ausgerichtet werden, ein Verfahren zur Erzeugung eines einzelnen Hochqualitätsbildes aus einer Vielzahl von Eingangsbildern nicht auf dieses Verfahren beschränkt ist. Bei einem in **Fig. 31B** gezeigten anderen Beispiel der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung dieses Ausführungsbeispiels kann beispielsweise eine Konfiguration angewendet werden, dass zuerst ein Weitwinkelbild erzeugt wird, und das Weitwinkelbild dann einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung unterzogen wird, um schließlich ein einzelnes Hochqualitätsweitwinkelbild zu erzeugen.

[0413] Diese Verarbeitung wird nun unter Verwendung von **Fig. 31B** beschrieben. In der folgenden Beschreibung ist eine Beschreibung eines Teils der Verarbeitung weggelassen, der derselbe wie in **Fig. 31A** ist.

[0414] In Schritt **S3121** kombiniert die Weitwinkelbilderzeugungseinheit **3005** die Vielzahl von in Schritt **S3110** erhaltenen Bildern. Bei der Erzeugung eines Weitwinkelbildes werden die Eingangsbilder wie bei der Beschreibung der Verarbeitung in Schritt **S3150** von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung erhalten, obwohl ein Unterschied zu der Verarbeitung in Schritt **S3150** der ist, dass sich die Bilder in einem Zustand befinden, bevor sie einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen werden.

[0415] In Schritt **S3151** führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Verarbeitung bei dem Hochqualitätsbild aus, das die Weitwinkelbilderzeugungseinheit **3005** erzeugt hat, um dadurch ein einzelnes Hochqualitätsweitwinkelbild zu erzeugen.

[0416] Mit dieser Konfiguration kann die Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Weitwinkelhochqualitätsbild erzeugen.

[0417] Bezüglich der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele 1 bis 22 wird die Anzeige eines Hochqualitätsbildes auf der Anzeigeeinheit **20** durch die Ausgabeeinheit **405** grundlegend automatisch im Ansprechen auf die Erzeugung eines Hochqualitätsbildes durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** oder die Ausgabe eines Analyseergebnisses durch die Analyseeinheit **2208** durchgeführt. Al-

lerdings kann die Anzeige eines Hochqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung von dem Untersucher durchgeführt werden. Beispielsweise kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige eines Bildes veranlassen, das gemäß einer Anweisung von dem Untersucher aus einem durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugten Hochqualitätsbild und einem Eingangsbild ausgewählt wird. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher das auf der Anzeigereinheit **20** angezeigte Bild zwischen einem abgebildeten Bild (Eingangsbild) und einem Hochqualitätsbild umschalten. Das heißt, die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeige eines Geringqualitätsbildes in die Anzeige eines Hochqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Hochqualitätsbildes in die Anzeige eines Geringqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Außerdem kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher starten (ein Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingeben), und die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige eines durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugten Hochqualitätsbildes veranlassen. Wenn dagegen ein Eingangsbild durch die Bildgebungsvorrichtung **10** abgebildet wird, kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Hochqualitätsbild beruhend auf dem Eingangsbild automatisch erzeugen, und die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige des Hochqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher veranlassen. Es wird angemerkt, dass diese Verarbeitungsvorgänge gleichermaßen auch bezüglich der Ausgabe eines Analyseergebnisses durchgeführt werden können. Das heißt, die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild in die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild in die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Natürlich kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild in die Anzeige eines Geringqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Geringqualitätsbildes in die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild in die Anzeige eines Hochqualitätsbildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern.

Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Hochqualitätsbildes in die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Außerdem kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild in die Anzeige einer anderen Art von Analyseergebnis für ein Geringqualitätsbild im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ändern. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild in die Anzeige einer anderen Art von Analyseergebnis für ein Hochqualitätsbild ändern. In diesem Fall kann die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Hochqualitätsbild derart durchgeführt werden, dass das Analyseergebnis für das Hochqualitätsbild auf überlagerte Weise auf dem Hochqualitätsbild mit einem beliebigen Grad an Transparenz angezeigt wird. Ferner kann die Anzeige eines Analyseergebnisses für ein Geringqualitätsbild derart durchgeführt werden, dass das Analyseergebnis für das Geringqualitätsbild auf überlagerte Weise auf dem Geringqualitätsbild mit einem beliebigen Grad an Transparenz angezeigt wird. Dabei kann die Änderung in die Anzeige eines Analyseergebnisses beispielsweise eine Änderung eines Zustands sein, mit dem das Analyseergebnis mit einem beliebigen Grad an Transparenz auf dem gerade angezeigten Bild überlagert wird. Ferner kann die Änderung in die Anzeige eines Analyseergebnisses beispielsweise eine Änderung in die Anzeige eines Bildes (beispielsweise einer zweidimensionalen Abbildung) sein, die erhalten wird, indem ein Analyseergebnis und ein Bild einer Mischverarbeitung mit einem beliebigen Grad an Transparenz unterzogen werden. Außerdem kann die Bildverarbeitungsvorrichtung zum Starten einer Verarbeitung durch eine Abbildungsortschätzeinrichtung, eine Authentizitätsbewertungseinrichtung oder eine Bewertungseinheit im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher eingerichtet sein. Es wird angemerkt, dass bezüglich der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele 1 bis 22 die Form, mit der die Ausgabereinheit **405** die Anzeigereinheit **20** zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes veranlasst, eine beliebige Form sein kann. Die Ausgabereinheit **405** kann beispielsweise die Anzeige eines Eingangsbildes und eines Hochqualitätsbildes Seite an Seite veranlassen, oder kann die Anzeige zwischen einem Eingangsbild und einem Hochqualitätsbild umschalten. Ferner kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige eines Eingangsbildes und eines Hochqualitätsbildes sequenziell gemäß der abgebildeten Stelle, dem Abbildungsdatum und der Abbildungszeit oder der Einrichtung, wo die Abbildung durchgeführt wurde, oder desgleichen veranlassen. Gleichmaßen kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige von Bildanalyseergebnissen, die unter Verwendung eines Hochqualitätsbildes oder dergleichen erhalten werden, sequenziell gemäß einer beliebigen Abbildungsbedin-

gung des Hochqualitätsbildes oder eines dem Hochqualitätsbild entsprechenden Eingangsbildes veranlassen. Außerdem kann die Ausgabereinheit **405** die Anzeige von Bildanalyseergebnissen, die unter Verwendung eines Hochqualitätsbildes erhalten werden, sequentiell für jedes Analyseelement veranlassen.

<Dreiundzwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0418] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem 23. Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 4**, **Fig. 29A** und **Fig. 33A** bis **Fig. 33C** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten durchgeführt, die aus einer Paargruppe gebildet sind, die Ground Truth enthält, die ein Hochqualitätsbild darstellt, das Eingangsdaten entspricht. Dabei wird eine einzelne Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unter Verwendung einer Vielzahl von Elementen von Ground Truth hoher Bildqualität erzeugt, die durch eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt werden.

[0419] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Da die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche wie die Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist, wird angemerkt, dass in **Fig. 4** gezeigte Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind und eine Beschreibung der Komponenten nachstehend weggelassen wird.

[0420] Die Erhalteeinheit **401** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erhält ein Bild als Eingangsdaten, bei dem es sich um ein Verarbeitungsobjekt handelt, von der Bildgebungsvorrichtung **10** oder einer anderen Vorrichtung. Die Weise, mit der eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung in der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel erzeugt wird, wird unter Verwendung von **Fig. 29A** und **Fig. 33A** bis **Fig. 33C** beschrieben. Zuerst wird ein erstes Lernen bei diesem Ausführungsbeispiel unter Verwendung von **Fig. 33A** beschrieben. **Fig. 33A** zeigt eine Darstellung eines Beispiels einer Vielzahl von Paargruppen von Eingangsdaten und Ground Truth und eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen. Bezugszeichen **Im3311** und **Im3312** bezeichnen eine Paargruppe, die aus Eingangsdaten und

Ground Truth gebildet ist. Beispielsweise wird angenommen, dass die Paare eine Paargruppe hinsichtlich einer in **Fig. 29A** veranschaulichten Oberflächenschicht (**Im2910**) sind. Ferner bezeichnet das Bezugszeichen **3313** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die Lernen unter Verwendung der Paargruppe durchgeführt hat, die aus **Im3311** und **Im3312** gebildet ist. Es wird angemerkt, dass ein Verfahren, das zum in **Fig. 33A** veranschaulichten Lernen verwendet wird, ein Verfahren sein kann, das ein Hochqualitätsbild verwendet, das durch eine Mittelungsverarbeitung wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben erzeugt wird, oder ein Verfahren sein kann, das Rauschkomponenten lernt, wie es im 18. Ausführungsbeispiel beschrieben ist. Alternativ dazu kann eine Kombination dieser Verfahren angewendet werden. Bezugszeichen **Im3321** und **Im3322** bezeichnen eine Paargruppe, die aus Eingangsdaten und Ground Truth gebildet ist, und es wird beispielsweise angenommen, dass sie eine Paargruppe bezüglich einer in **Fig. 29A** veranschaulichten Tiefenschicht (**Im2920**) sind. Das Bezugszeichen **3323** bezeichnet eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die Lernen unter Verwendung der Paargruppe durchgeführt hat, die aus **Im3321** und **Im3322** gebildet ist. Gleichmaßen bezeichnen die Bezugszeichen **Im3331** und **Im3332** eine Paargruppe, die aus Eingangsdaten und Ground Truth gebildet ist, und für die beispielsweise angenommen wird, dass sie eine Paargruppe bezüglich einer in **Fig. 29A** gezeigten äußeren Schicht (**Im2930**) sind. Ferner bezeichnet das Bezugszeichen **3333** eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die Lernen unter Verwendung der Paargruppe durchgeführt hat, die aus **Im3331** und **Im3332** gebildet ist. Das heißt, in **Fig. 33A** wird Lernen für jedes der Bilder durchgeführt. Beispielsweise im Fall der im 18. Ausführungsbeispiel beschriebenen Rauschkomponenten kann das Lernen daher unter Verwendung eines Rauschparameters durchgeführt werden, der für die jeweiligen Bilder geeignet ist. Dabei kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthalten, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen, das dem Zustand zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes entspricht, zu der fraglichen zumindest Teilregion hinzugefügt ist. Das vorstehende „dem Zustand entsprechende Rauschen“ kann hier beispielsweise Rauschen einer Größe sein, die einem Bildelementwert der zumindest Teilregion entspricht. Beispielsweise in einem Fall, in dem ein Merkmal in der zumindest Teilregion klein ist (beispielsweise ist ein Bildelementwert klein oder der Kontrast ist gering), kann das vorstehend angeführte „dem Zustand entsprechende Rauschen“ ferner Rauschen geringer Größe sein. Beispielsweise in einem Fall, in dem ein Merkmal in der zumindest Teilregion groß ist (beispielsweise ein Bildelementwert ist groß oder der Kontrast ist hoch), kann das vorstehend angeführte „dem Zustand entsprechende Rauschen“ ferner Rauschen einer gro-

ßen Größe sein. Außerdem kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthalten, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von Frontbildern enthalten, zu denen Rauschen verschiedener Größen hinsichtlich jedes von zumindest zwei Tiefenbereichen aus einer Vielzahl von Tiefenbereichen addiert wurde. Dabei kann beispielsweise ein Frontbild, zu dem Rauschen geringer Größen hinsichtlich eines Tiefenbereichs addiert wurde, der einem Frontbild entspricht, in dem ein Merkmal klein ist (beispielsweise ein Bildelementwert klein ist), als Trainingsdaten angewendet werden. Ferner kann beispielsweise ein Frontbild, zu dem Rauschen großer Größen hinsichtlich eines Tiefenbereichs addiert wurde, der einem Frontbild entspricht, in dem ein Merkmal groß ist (beispielsweise ein Bildelementwert groß ist), als Trainingsdaten angewendet werden. Es wird angemerkt, dass ein Frontbild, zu dem Rauschen einer mittleren Größe hinsichtlich eines Tiefenbereichs addiert wurde, der einem Frontbild entspricht, in dem ein Merkmal eine mittlere Größe hat, auch als Trainingsdaten angewendet werden kann. Hier kann die Vielzahl von Tiefenbereichen Tiefenbereiche darstellen, in denen ein Teil von jeweils zwei Tiefenbereichen, die in der Tiefenrichtung benachbart sind, jeweils überlappt.

[0421] Als Nächstes wird eine Inferenz eines Bildes bei diesem Ausführungsbeispiel unter Verwendung von **Fig. 33B** beschrieben. In einem in **Fig. 33B** gezeigten Beispiel wird ein Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen **3313** bis **3333** erzeugt, die wie vorstehend unter Verwendung von **Fig. 33A** beschrieben gelernt haben. Wird beispielsweise ein Geringqualitätsoberflächenschichtbild **Im3310** in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3313** eingegeben, die Lernen unter Verwendung einer Vielzahl von Oberflächenschichtbildern durchgeführt hat, gibt die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3313** ein Hochqualitätsoberflächenschichtbild **Im3315** aus. Wird ferner ein Geringqualitätstiefenschichtbild **Im3320** in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3323** eingegeben, die Lernen unter Verwendung einer Vielzahl von Tiefenschichtbildern durchgeführt hat, gibt die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3323** ein Hochqualitätstiefenschichtbild **Im3325** aus. Wenn ein Geringqualitätsaußenschichtbild **Im3330** in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3333** eingegeben wird, die Lernen unter Verwendung einer Vielzahl von Außenschichtbildern durchgeführt hat, gibt die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3333** gleichermaßen ein Hochqualitätsaußenschichtbild **Im3335** aus.

[0422] Nachstehend wird ein zweites Lernen gemäß diesem Ausführungsbeispiel unter Verwendung von **Fig. 33C** beschrieben. **Fig. 33C** veranschaulicht die Weise, in der eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3300** unter Verwendung einer Viel-

zahl von Bildpaargruppen verschiedener Arten lernt. In **Fig. 33C** bezeichnen Bezugszeichen **Im3310** ein Geringqualitätsoberflächenschichtbild und Bezugszeichen **Im3315** bezeichnen ein Hochqualitätsoberflächenschichtbild als Paargruppe, Bezugszeichen **Im3320** bezeichnen ein Geringqualitätstiefenschichtbild und Bezugszeichen **Im3325** bezeichnen ein Hochqualitätstiefenschichtbild als Paargruppe, und Bezugszeichen **Im3330** bezeichnen ein Geringqualitätsaußenschichtbild und Bezugszeichen **Im3335** bezeichnen ein Hochqualitätsaußenschichtbild als Paargruppe. Das heißt, die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3300** wird unter Verwendung von Trainingsdaten erzeugt, die Paargruppen enthalten, die aus Ausgangsdaten, die ein Hochqualitätsbild darstellen, das unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, die durch erstes Lernen gelernt hat, und Eingangsdaten gebildet sind, die von geringer Bildqualität sind. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3300** kann daher ein Hochqualitätsbild, das für eine Bilddiagnose geeignet ist, in dem Rauschen reduziert ist, oder das hohen Kontrast aufweist, aus verschiedenen Arten von Eingangsbildern erzeugen.

[0423] Die Ausgabeeinheit **405** veranlasst die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Es wird angemerkt, dass die Ausgabeeinheit **405** die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige des Eingangsbildes zusammen mit dem Hochqualitätsbild veranlassen kann.

[0424] Die Verarbeitung danach ist die gleiche wie die Verarbeitung bei dem ersten Ausführungsbeispiel, und daher ist eine Beschreibung der Verarbeitung hier weggelassen.

[0425] Es wird angemerkt, dass obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein OCTA-en-Face-Bild unter Verwendung von drei Schichten verschiedener Tiefen beschrieben wurde, die Arten eines Bildes nicht darauf beschränkt sind, und die Arten erhöht werden können, indem OCTA-en-Face-Bilder erzeugt werden, für die verschiedene Tiefenbereiche eingestellt sind, indem die Schicht, die als Referenz dient, und ein Offset-Wert geändert werden. Die Unterschiede zwischen den Arten von Bildern sind nicht auf die Unterschiede in der Tiefenrichtung beschränkt, und können Unterschiede für jede Stelle sein. Beispielsweise können die Unterschiede zwischen den Orten, die abgebildet werden, sein, wie das vordere Augensegment und das hintere Augensegment. Außerdem sind die Bilder nicht auf OCTA-en-Face-Bilder beschränkt und können Intensität-en-Face-Bilder sein, die aus OCT-Daten erzeugt werden. Ferner kann Lernen bezüglich OCTA-en-Face-Bildern und Intensität-en-Face-Bildern bei dem ersten Lernen separat durchgeführt werden, und Lernen bezüglich der OCTA-en-Face-Bilder und Intensität-en-Face-Bilder

kann bei dem zweiten Lernen zusammen durchgeführt werden. Außerdem müssen die Arten der Bilder nicht nur en-Face-Bilder sein, und können Bilder sein, die durch verschiedene Arten von Bildgebungsrichtungen erhalten werden, wie Tomographie-Bilder, SLO-Bilder, Fundus-Bilder und Fluoreszenz-Bilder.

[0426] Es wird angemerkt, dass obwohl ein Beispiel beschrieben wurde, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung durch das zweite Lernen erzeugt wird, die Anzahl erzeugter Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen nicht unbedingt eins sein muss. Es reicht aus, dass die Konfiguration die Konfiguration einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist, die Lernen unter Verwendung einer Paargruppe von Ausgangsdaten einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die durch das erste Lernen erzeugt wird, und Eingangsdaten geringer Bildqualität durchführt. Obwohl hinsichtlich des zweiten Lernens ein Beispiel in **Fig. 33C** veranschaulicht ist, bei dem Lernen gleichzeitig unter Verwendung einer Vielzahl von Bildpaargruppen verschiedener Arten durchgeführt wird, das Verfahren des Lernens außerdem nicht darauf beschränkt ist, und Transferlernen sein kann. Beispielsweise kann eine Konfiguration angewendet werden, bei dem nach dem Lernen mit der Paargruppe der Oberflächenschichtbilder **Im3310** und **Im3315** Lernen mit einer Paargruppe der Tiefenschichtbilder **Im3320** und **Im3325** unter Verwendung dieses Netzwerks durchgeführt wird, um so schließlich die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung **3300** zu erzeugen.

[0427] Mit dieser Konfiguration kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein effektiveres Hochqualitätsbild hinsichtlich verschiedener Arten von Bildern erzeugen.

<Vierundzwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0428] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem 24. Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 34A** und **Fig. 34B** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Beispiel beschrieben, bei dem die Ausgabereinheit **405** das Ergebnis der Verarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** auf der Anzeigeeinheit **20** anzeigt. Obwohl dieses Ausführungsbeispiel unter Verwendung von **Fig. 34A** und **Fig. 34B** beschrieben wird, wird angemerkt, dass die Anzeigebildschirme nicht auf die in **Fig. 34A** und **Fig. 34B** veranschaulichten Beispiele beschränkt sind. Eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung kann gleichermaßen auch bei einem Anzeigebildschirm angewendet werden, der eine Vielzahl von Bildern Seite an Seite anzeigt, die zu verschiedenen Tagen und Zeiten erhalten werden, wie wenn eine Nachbeobachtung durchgeführt wird. Ferner kann eine Bildqualitätsverbesserungs-

verarbeitung gleichermaßen bei einem Anzeigebildschirm angewendet werden, auf dem der Untersucher sofort nach der Bildgebung bestätigt, ob die Bildgebung erfolgreich ist oder nicht, wie im Fall eines Bildgebungsbestätigungsbildschirms.

[0429] Wenn nicht explizit etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel nachstehend insbesondere beruhend auf Unterschieden zu der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0430] Die Ausgabereinheit **405** kann die Anzeigeeinheit **20** zur Anzeige einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern, die die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, oder eines Geringqualitätsbildes veranlassen, bei dem keine Bildqualitätsverbesserung durchgeführt wurde. Somit kann die Ausgabereinheit **405** jeweils ein Geringqualitätsbild und ein Hochqualitätsbild gemäß einer Anweisung des Untersuchers ausgeben.

[0431] Nachstehend wird ein Beispiel einer fraglichen Schnittstelle **3400** unter Bezugnahme auf **Fig. 34A** und **Fig. 34B** beschrieben. Das Bezugszeichen **3400** bezeichnet einen Gesamtbildschirm, das Bezugszeichen **3401** bezeichnet eine Registerkarte „Patient“, das Bezugszeichen **3402** bezeichnet eine Registerkarte „Bildgebung“, das Bezugszeichen **3403** bezeichnet eine Registerkarte „Bericht“, und das Bezugszeichen **3404** bezeichnet eine Registerkarte „Einstellung“. Diagonale Linien in der Registerkarte „Bericht“ **3403** geben einen aktiven Zustand eines Berichtsbildschirms an. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Beispiel einer Anzeige des Berichtsbildschirms beschrieben. Bezugszeichen **Im3405** bezeichnen ein SLO-Bild, und Bezugszeichen **Im3406** bezeichnen ein Bild, in dem ein OCTA-en-Face-Bild, das mit dem Bezugszeichen **Im3407** bezeichnet ist, auf überlagerte Weise auf dem SLO-Bild **Im3405** angezeigt ist. Hier bezieht sich der Begriff „SLO-Bild“ auf ein Frontbild des Fundus, das durch ein SLO-(Scanning Laser Ophthalmoscope) Optiksistem (nicht gezeigt) erhalten wird. Bezugszeichen **Im3407** und **Im3408** bezeichnen jeweils ein OCTA-en-Face-Bild, Bezugszeichen **Im3409** bezeichnen ein Intensität-en-Face-Bild und Bezugszeichen **Im3411** und **Im3412** bezeichnen jeweils ein Tomographie-Bild. Bezugszeichen **3413** und **3414** bezeichnen Begrenzungslinien der oberen und unteren Bereiche der OCTA-en-Face-Bilder, die jeweils durch **Im3407** und **Im3408** bezeichnet sind, die auf überlagerte Weise auf den entsprechenden Tomographie-Bildern angezeigt werden. Eine Taste **3420** ist eine

zum Festlegen einer Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung verwendete Taste. Wie nachstehend beschrieben kann die Taste **3420** natürlich eine Taste zum Eingeben einer Anweisung zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes sein.

[0432] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durchgeführt, wenn die Taste **3420** spezifiziert wird, oder wenn beruhend auf in einer Datenbank gespeicherten (gesicherten) Informationen bestimmt wird, ob eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung auszuführen ist oder nicht. Zuerst wird ein Beispiel des Umschaltens zwischen einer Anzeige eines Hochqualitätsbildes und einer Anzeige eines Geringqualitätsbildes beschrieben, wobei die Taste **3420** gemäß einer Anweisung vom Untersucher spezifiziert wird. Es wird angemerkt, dass als Zielobjektbild der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ein OCTA-en-Face-Bild beschrieben wird. Wenn der Untersucher eine Bedienung zum Spezifizieren der Registerkarte „Bericht **3403**“ durchführt, um dadurch einen Übergang in den Berichtbildschirm zu veranlassen, werden die Geringqualitäts-OCTA-en-Face-Bilder **Im3407** und **Im3408** angezeigt. Wenn der Untersucher danach eine Bedienung zum Spezifizieren der Taste **3420** durchführt, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bei den auf dem Bildschirm angezeigten Bildern **Im3407** und **Im3408** aus. Nachdem die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung abgeschlossen ist, zeigt die Ausgabeeinheit **405** ein Hochqualitätsbild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat, auf dem Berichtbildschirm an. Da das durch die Bezugszeichen **Im3406** bezeichnete Bild ein Bild ist, das durch Anzeigen des Bildes **Im3407** auf überlagerte Weise auf dem SLO-Bild **Im3405** erhalten wird, ist das Bild **Im3406** auch ein Bild, das einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung unterzogen wurde. Die Anzeige der Taste **3420** wird dann in einen aktiven Zustand geändert, um eine Anzeige bereitzustellen, aus der ersichtlich ist, dass eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wurde. In diesem Fall muss die Ausführung der Verarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** nicht auf den Zeitpunkt beschränkt sein, zu dem der Untersucher eine Bedienung zum Spezifizieren der Taste **3420** durchführt. Da die Art der OCTA-en-Face-Bilder **Im3407** und **Im3408**, die anzuzeigen sind, wenn der Berichtbildschirm geöffnet wird, vorab bekannt ist, kann die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung beim Übergang in den Berichtsbildschirm ausgeführt werden. Danach kann zu dem Zeitpunkt, zu dem die Taste **3420** gedrückt wird, die Ausgabeeinheit **405** ein Hochqualitätsbild auf dem Berichtsbildschirm anzeigen. Außerdem ist es nicht erforderlich, dass die Anzahl der Arten von Bildern, bei denen eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher oder beim Übergang in den Berichtsbildschirm

durchgeführt wird, zwei ist. Es kann eine Konfiguration zur Durchführung einer Verarbeitung bei Bildern angewendet werden, für die die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass sie angezeigt werden, beispielsweise kann eine Verarbeitung bei einer Vielzahl von OCTA-en-Face-Bildern durchgeführt werden, wie der Oberflächenschicht (**Im2910**), der Tiefenschicht (**Im2920**), der Außenschicht (**Im2930**) und des choroidalen Gefäßnetzes (**Im2940**), die in **Fig. 29A** veranschaulicht sind. In diesem Fall kann ein durch Durchführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erhaltenes Bild vorübergehend in einem Speicher gespeichert werden oder kann in einer Datenbank gespeichert werden.

[0433] Als Nächstes wird ein Fall beschrieben, in dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung beruhend auf in einer Datenbank gespeicherten (gesicherten) Informationen ausgeführt wird. Wenn ein Zustand, bei dem die Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durchzuführen ist, in einer Datenbank gespeichert ist, wird beim Übergang der Anzeige in den Berichtsbildschirm ein Hochqualitätsbild vorgabemäßig angezeigt, das durch Ausführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erhalten wird. Ferner kann eine Konfiguration derart angewendet werden, dass die Taste **3420** vorgabemäßig in einem aktiven Zustand angezeigt wird, so dass der Untersucher dadurch wissen kann, dass ein Hochqualitätsbild angezeigt wird, das durch Ausführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erhalten wird. Möchte der Untersucher ein Geringqualitätsbild in einem Zustand vor einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung anzeigen, kann der Untersucher das Geringqualitätsbild durch Vornehmen einer Bedienung zum Spezifizieren der Taste **3420** anzeigen, um dadurch den aktiven Zustand zurückzunehmen. Möchte der Untersucher zu dem Hochqualitätsbild zurückkehren, spezifiziert der Untersucher die Taste **3420**. Es wird angenommen, dass spezifiziert werden kann, ob die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bei in der Datenbank gespeicherten Daten gemeinsam für alle in der Datenbank gespeicherten Daten und bezüglich jeweiligen Klassen von Daten, wie für jeden Satz von Abbildungsdaten (für jede Untersuchung) auszuführen ist oder nicht. Wurde beispielsweise ein Zustand gespeichert, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für die gesamte Datenbank auszuführen ist, werden dann, wenn der Untersucher einen Zustand gespeichert hat, bei dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung hinsichtlich eines einzelnen Elements von Abbildungsdaten (eine individuelle Untersuchung) nicht auszuführen ist, das nächste Mal, wenn die entsprechenden Abbildungsdaten angezeigt werden, die Abbildungsdaten in einem Zustand angezeigt werden, in dem die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bei ihnen nicht ausgeführt wurde. Eine (nicht gezeigte) Benutzerschnittstelle (beispielsweise eine Schaltfläche „Speichern“)

kann zur Speicherung eines Zustands verwendet werden, in dem eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für jedes Element von Abbildungsdaten (für jede Untersuchung) ausgeführt wurde. Beim Übergehen auf andere Abbildungsdaten (eine andere Untersuchung) oder andere Patientendaten (beim Wechseln eines Anzeigebildschirms, der von dem Berichtsbildschirm verschieden ist, gemäß einer Anweisung vom Untersucher) kann beruhend auf dem Anzeigezustand (beispielsweise dem Zustand der Taste **3420**) ein Zustand gespeichert werden, bei dem die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durchzuführen ist. Wenn in einem Fall nicht spezifiziert wurde, ob eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Abbildungsdateneinheiten (Untersuchungseinheiten) auszuführen ist oder nicht, kann so ein Verarbeitung beruhend auf Informationen durchgeführt werden, die bezüglich der gesamten Datenbank spezifiziert sind, während in einem Fall, in dem die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in Abbildungsdateneinheiten (Untersuchungseinheiten) spezifiziert wurde, die Verarbeitung individuell beruhend auf den fraglichen Informationen ausgeführt werden kann.

[0434] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Beispiel beschrieben wurde, bei dem Bilder **Im3407** und **Im3408** als OCTA-en-Face-Bilder angezeigt werden, ist es möglich, die Anzeige eines OCTA-en-Face-Bildes gemäß einer Bestimmung vom Untersucher zu ändern. Daher wird nun eine Änderung eines Bildes beschrieben, wenn die Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung spezifiziert wurde (die Taste **3420** sich in einem aktiven Zustand befindet).

[0435] Eine Änderung eines Bildes wird unter Verwendung einer (nicht gezeigten) Benutzerschnittstelle durchgeführt (beispielsweise einer Combobox). Wenn der Untersucher beispielsweise die Art eines Bildes von einem Oberflächenschichtbild in ein chorioideales Gefäßnetzbild ändert, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für das chorioideale Gefäßnetzbild aus, und die Ausgabeeinheit **405** zeigt ein Hochqualitätsbild auf dem Berichtsbildschirm an, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** erzeugt hat. Das heißt, im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher kann die Ausgabeeinheit **405** die Anzeige eines Hochqualitätsbildes eines ersten Tiefenbereichs in die Anzeige eines Hochqualitätsbildes eines zweiten Tiefenbereichs ändern, der zumindest teilweise von dem ersten Tiefenbereich verschieden ist. Indem der erste Tiefenbereich in den zweiten Tiefenbereich im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher geändert wird, kann die Ausgabeeinheit **405** dabei die Anzeige eines Hochqualitätsbildes des ersten Tiefenbereichs in die Anzeige eines Hochqualitätsbildes des zweiten Tiefenbereichs ändern. Es wird angemerkt, dass in einem

Fall, in dem wie vorstehend beschrieben Hochqualitätsbilder bereits bezüglich Bildern erzeugt wurden, deren Anzeigewahrscheinlichkeit beim Übergehen in den Berichtsbildschirm hoch ist, kann die Ausgabeeinheit **405** ein Hochqualitätsbild anzeigen, das bereits erzeugt wurde. Es wird angemerkt, dass ein Verfahren zum Ändern der Art des Bildes nicht auf das vorstehende Verfahren beschränkt ist, und es auch möglich ist, OCTA-en-Face-Bilder zu erzeugen, für die verschiedene Tiefenbereiche eingestellt werden, indem die Schicht, die als Referenz dient, und ein Offset-Wert geändert werden. Wenn in diesem Fall die Schicht, die als Referenz dient, oder ein Offset-Wert geändert wird, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bezüglich eines beliebigen OCTA-en-Face-Bildes aus, und die Ausgabeeinheit **405** zeigt ein Hochqualitätsbild auf dem Berichtsbildschirm an. Die Änderung einer Schicht, die als Referenz dient, oder eines Offset-Werts kann unter Verwendung einer (nicht gezeigten) Benutzerschnittstelle (beispielsweise einer Combobox oder Textbox) durchgeführt werden. Ferner kann ein Bereich zur Erzeugung eines OCTA-en-Face-Bildes durch Ziehen jeder der Begrenzungslinien **3413** und **3414** (Bewegen der Schichtgrenzen) geändert werden, die auf überlagerte Weise auf den Tomographie-Bildern **Im3411** und **Im3412** angezeigt sind. Wenn eine Begrenzungslinie durch Ziehen geändert wird, wird kontinuierlich ein Ausführungsbefehl hinsichtlich einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgegeben. Daher kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** immer eine Verarbeitung bezüglich des Ausführungsbefehls durchführen, oder kann zur Ausführung der Verarbeitung eingerichtet sein, nachdem die Schichtgrenze durch das Ziehen geändert wurde. Obwohl die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung kontinuierlich ausgegeben wird, kann die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** alternativ dazu zum Aufheben des vorherigen Befehls zu dem Zeitpunkt, zu dem der nächste Befehl ankommt, und Ausführung des jüngsten Befehls eingerichtet sein. Es wird angemerkt, dass eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in manchen Fällen relativ lang dauert. Selbst wenn der Befehl zu einer der vorstehend beschriebenen Zeiten ausgeführt wird, kann es demnach relativ lange dauern, bis ein Hochqualitätsbild angezeigt wird. Während eines Zeitabschnitts ab dem Einstellen eines Tiefenbereichs zur Erzeugung eines OCTA-en-Face-Bildes im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher bis zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes kann daher ein OCTA-en-Face-Bild (Geringqualitätsbild) angezeigt werden, das dem eingestellten Tiefenbereich entspricht. Das heißt, es kann eine Konfiguration angewendet werden, dass, wenn der vorstehend angeführte Tiefenbereich eingestellt ist, ein dem eingestellten Tiefenbereich entsprechendes OCTA-en-Face-Bild (Geringqualitätsbild) angezeigt wird, und wenn die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung abgeschlossen ist, die Anzeige des ent-

sprechenden OCTA-en-face Bildes (Geringqualitätsbildes) in eine Anzeige des Hochqualitätsbildes geändert wird. Ferner können Informationen, die angeben, dass die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wird, während des Zeitabschnitts vom Einstellen des vorstehend beschriebenen Tiefenbereichs bis zur Anzeige des Hochqualitätsbildes angezeigt werden. Es wird angemerkt, dass das Vorstehende nicht nur in einem Fall anwendbar ist, für den angenommen wird, dass der Zustand ein Zustand ist, in dem die Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bereits spezifiziert wurde (sich die Taste **3420** in einem aktiven Zustand befindet), und auch beispielsweise hinsichtlich eines Zeitabschnitts bis zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes angewendet werden kann, wenn die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß einer Anweisung vom Untersucher angewiesen wurde.

[0436] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein Beispiel veranschaulicht ist, bei dem verschiedene Schichten als Bilder **Im3407** und **Im3408** als OCTA-en-Face-Bilder angezeigt werden, und ein Geringqualitätsbild und ein Hochqualitätsbild durch Umschalten zwischen diesen angezeigt wird, ist vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können ein Geringqualitäts-OCTA-en-Face-Bild als Bild **Im3407** und ein Hochqualitäts-OCTA-en-Face-Bild als Bild **Im3408** Seite an Seite angezeigt werden. Da im Fall der Anzeige der Bilder durch Umschalten zwischen diesen Bilder am selben Ort umgeschaltet werden, kann ein Vergleich von Abschnitten leicht durchgeführt werden, an denen eine Änderung vorliegt, während im Fall der Anzeige der Bilder Seite an Seite es leicht ist, die gesamten Bilder zu vergleichen, da die Bilder gleichzeitig angezeigt werden können.

[0437] Als Nächstes werden **Fig. 34A** und **Fig. 34B** zur Beschreibung der Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung im Fall des Bildschirmübergangs verwendet. **Fig. 34B** zeigt ein Beispiel eines Bildschirms, auf dem das in **Fig. 34A** veranschaulichte OCTA-en-Face-Bild **Im3407** auf vergrößerte Weise angezeigt ist. In **Fig. 34B** ist wie in **Fig. 34A** die Taste **3420** angezeigt. Ein Bildschirmübergang von dem in **Fig. 34A** gezeigten Bildschirm in den in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm wird beispielsweise durch Doppelklicken auf das OCTA-en-Face-Bild **Im3407** spezifiziert, und ein Bildschirmübergang von dem in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm in den in **Fig. 34A** gezeigten Bildschirm wird beispielsweise durch Anklicken einer Taste „Schließen“ **3430** spezifiziert. Es wird angemerkt, dass hinsichtlich des Bildschirmübergangs ein Verfahren zum Übergehen von einem Bildschirm in einen anderen nicht auf das hier beschriebene Verfahren beschränkt ist, und auch eine (nicht gezeigte) Benutzerschnittstelle verwendet werden kann. Wurde

die Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung zur Zeit des Bildschirmübergangs spezifiziert (die Taste **3420** ist aktiv), wird dieser Zustand auch beibehalten, wenn der Bildschirmübergang geschieht. Das heißt, wenn in dem in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm in einen Zustand übergegangen wird, in dem auf dem in **Fig. 34A** gezeigten Bildschirm ein Hochqualitätsbild angezeigt wird, wird das Hochqualitätsbild auch auf dem in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm angezeigt. Ferner wird die Taste **3420** in einen aktiven Zustand versetzt. Das Gleiche gilt im Fall eines Übergangs vom in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm in den in **Fig. 34A** gezeigten Bildschirm. Auf dem in **Fig. 34B** gezeigten Bildschirm kann die Anzeige durch Spezifizieren der Taste **3420** auch in ein Geringqualitätsbild umgeschaltet werden. Hinsichtlich der Bildschirmübergänge sind die Bildschirmübergänge nicht auf die hier beschriebenen Bildschirme beschränkt, und solange der Übergang in einen Bildschirm geschieht, der die gleichen Abbildungsdaten anzeigt, wie einen Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung oder einen Anzeigebildschirm für ein Panoramabild, wird der Übergang unter Beibehaltung des Anzeigezustands des Hochqualitätsbildes durchgeführt. Das heißt, auf dem Anzeigebildschirm nach dem Übergang wird ein Bild angezeigt, das dem Zustand der Taste **3420** auf dem Anzeigebildschirm vor dem Übergang entspricht. Wenn sich die Taste **3420** beispielsweise in einem aktiven Zustand auf dem Anzeigebildschirm vor dem Übergang befindet, wird auf dem Anzeigebildschirm nach dem Übergang ein Hochqualitätsbild angezeigt. Wenn der aktive Zustand der Taste **3420** auf dem Anzeigebildschirm vor dem Übergang beispielsweise zurückgenommen wird, wird auf dem Anzeigebildschirm nach dem Übergang ein Geringqualitätsbild angezeigt. Es wird angemerkt, dass eine Konfiguration angewendet werden kann, dass, wenn sich die Taste **3420** auf dem Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung in einem aktiven Zustand befindet, eine Vielzahl von Bildern, die an einem anderen Tag zu einer anderen Uhrzeit (verschiedenen Untersuchungstagen) erhalten werden, die auf dem Anzeigebildschirm für die Nachbeobachtung Seite an Seite angezeigt werden, in Hochqualitätsbilder umgeschaltet werden. Das heißt, es kann eine Konfiguration derart angewendet werden, dass, wenn die Taste **3420** auf dem Anzeigebildschirm für die Nachbeobachtung in einem aktiven Zustand ist, ein Umschalten in Hochqualitätsbilder hinsichtlich einer Vielzahl von Bildern gemeinsam durchgeführt wird, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden. Ein Beispiel eines Anzeigebildschirms für eine Nachbeobachtung ist in **Fig. 38** gezeigt. Wenn eine Registerkarte **3801** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher ausgewählt wird, wird ein Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung wie in **Fig. 38** veranschaulicht angezeigt. Dabei kann der Tiefenbereich eines en-Face-Bildes geändert werden, indem der Untersucher eine Bedienung zum Auswählen aus einem

vordefinierten Tiefenbereichssatz (**3802** und **3803**) durchführt, der in einer Auswahlliste angezeigt wird. Beispielsweise wird in der Auswahlliste **3802** superfizielle Kapillare ausgewählt, und in der Auswahlliste **3803** wird tiefe Kapillare ausgewählt. Analyseergebnisse für en-Face-Bilder der superfiziellen Kapillare werden in einer Anzeigeregion auf der oberen Seite angezeigt, und Analyseergebnisse für en-Face-Bilder der tiefen Kapillare werden in einer Anzeigeregion auf der unteren Seite angezeigt. Das heißt, wenn ein Tiefenbereich ausgewählt wird, wird eine Vielzahl von Bildern, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden, gemeinsam in eine parallele Anzeige von Analyseergebnissen für eine Vielzahl von en-Face-Bildern in dem ausgewählten Tiefenbereich geändert. Wenn die Anzeige der Analyseergebnisse in einen nicht ausgewählten Zustand versetzt wird, kann die Anzeige dabei gemeinsam in eine parallele Anzeige von Analyseergebnissen einer Vielzahl von en-Face-Bildern geändert werden, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden. Wenn die Taste **3420** gemäß einer Anweisung vom Untersucher spezifiziert wird, wird ferner die Anzeige einer Vielzahl von en-Face-Bildern kollektiv in die Anzeige einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern geändert. Wenn sich die Anzeige der Analyseergebnisse in einem ausgewählten Zustand befindet, wird, wenn die Taste **3420** gemäß einer Anweisung vom Untersucher spezifiziert wird, die Anzeige der Analyseergebnisse für eine Vielzahl von en-Face-Bildern kollektiv in die Anzeige von Analyseergebnissen für eine Vielzahl von Hochqualitätsbildern geändert. Hier kann die Anzeige von Analyseergebnissen derart durchgeführt werden, dass die Analyseergebnisse auf überlagerte Weise auf den Bildern mit einem beliebigen Grad an Transparenz angezeigt werden. Dabei kann die Änderung in die Anzeige von Analyseergebnissen beispielsweise eine Änderung in einen Zustand sein, in dem die Analyseergebnisse mit einem beliebigen Grad an Transparenz den Bildern überlagert werden, die gerade angezeigt werden. Ferner kann die Änderung in die Anzeige von Analyseergebnissen beispielsweise eine Änderung in die Anzeige jeweiliger Analyseergebnisse und Bilder (beispielsweise zweidimensionale Abbildungen) sein, die erhalten wird, indem die jeweiligen Analyseergebnisse und Bilder einer Mischverarbeitung mit einem beliebigen Grad an Transparenz unterzogen werden. Ferner können die Art der Schichtgrenze und die Offset-Position, die zum Bestimmen eines Tiefenbereichs verwendet werden, jeweils kollektiv von Benutzerschnittstellen geändert werden, wie sie durch Bezugszeichen **3805** und **3806** bezeichnet werden. Es wird angemerkt, dass die Tiefenbereiche einer Vielzahl von en-Face-Bildern, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden, kollektiv geändert werden können, indem Tomographie-Bilder auch zur Anzeige zusammen mit diesen veranlasst werden und Schichtgrenzdaten, die auf den Tomographie-Bildern überlagert sind, gemäß ei-

ner Anweisung vom Untersucher bewegt werden. Dabei kann eine Vielzahl von zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhaltenen Tomographie-Bildern Seite an Seite angezeigt werden, und wenn die vorstehend angeführte Bewegung bei einem Tomographie-Bild durchgeführt wird, können die Schichtgrenzdaten bei den anderen Tomographie-Bildern gleichermaßen bewegt werden. Ferner können das Bildprojektionsverfahren, und ob die Projektionsartefaktbeseitigungsverarbeitung durchzuführen ist oder nicht, beispielsweise durch eine Auswahl von einer Benutzerschnittstelle, wie einem Bildschirmmenü geändert werden. Ferner kann eine Auswahl Taste **3807** zur Anzeige eines Auswahlbildschirms ausgewählt werden, und ein Bild, das aus einer Bildliste ausgewählt wird, die auf dem Auswahlbildschirm angezeigt wird, kann angezeigt werden. Es wird angemerkt, dass ein Pfeil **3804**, der am oberen Abschnitt des in **Fig. 38** gezeigten Bildschirms angezeigt wird, eine Markierung ist, die die aktuell ausgewählte Untersuchung angibt, und die Referenzuntersuchung „Baseline“ die zum Zeitpunkt der Nachabbildung ausgewählte Untersuchung ist (ganz linkes Bild in **Fig. 38**). Natürlich kann eine Markierung auf der Anzeigeeinheit angezeigt werden, die die Referenzuntersuchung angibt. In einem Fall, wenn eine Auswahlbox „Zeige Unterschiede“ **3808** spezifiziert wird, wird ferner eine Messwertverteilung (Diagramm oder Sektordarstellung) hinsichtlich des Referenzbildes auf dem Referenzbild angezeigt. In diesem Fall wird in einer Region, die einem Untersuchungstag entspricht, der von dem Untersuchungstag des Referenzbildes verschieden ist, eine Differenzmesswertabbildung angezeigt, die Unterschiede zwischen der Messwertverteilung, die für das Referenzbild berechnet wird, und einer Messverteilung zeigt, die für ein Bild berechnet wird, in dem die entsprechende Region angezeigt wird. Als Messergebnis kann eine Trendkurve (eine Kurve von Messwerten bezüglich Bildern für die jeweiligen Untersuchungstage, die durch Messen von Änderungen über die Zeit erhalten wird) auf dem Berichtsbildschirm angezeigt werden. Das heißt, es können Zeitreihendaten (beispielsweise eine Zeitreihenkurve) für eine Vielzahl von Analyseergebnissen angezeigt werden, die einer Vielzahl von Bildern entsprechen, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden. Dabei können hinsichtlich der Analyseergebnisse, die sich auf Tage und Uhrzeiten beziehen, die von der Vielzahl von Tagen und Uhrzeiten verschieden sind, die der angezeigten Vielzahl von Bildern entsprechen, die Analyseergebnisse als Zeitreihendaten in einem Zustand angezeigt werden, in dem die Analyseergebnisse von der Vielzahl der Analyseergebnisse unterschieden werden können, die der Vielzahl von Bildern entsprechen, die gerade angezeigt werden (beispielsweise unterscheidet sich die Farbe jedes Punkts auf einer Zeitreihenkurve dementsprechend, ob das entsprechende Bild angezeigt wird oder nicht). Ferner können eine Regressionsgerade (Kurve) der Trendkurve und ein entsprechender

mathematischer Ausdruck auf dem Berichtsbildschirm angezeigt werden.

[0438] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel ein OCTA-en-Face-Bild beschrieben wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Ein Bild, das sich auf eine Verarbeitung zur Anzeige eines Bildes, Bildqualitätsverbesserung und Bildanalyse und dergleichen gemäß diesem Ausführungsbeispiel bezieht, kann ein Intensität-en-Face-Bild sein. Außerdem ist die Art des Bildes nicht auf ein en-Face-Bild beschränkt und kann eine andere Art von Bild sein, wie ein Tomographiebild, ein SLO-Bild, ein Fundusbild oder ein Fluoreszenzfundusbild. In diesem Fall kann eine Benutzerschnittstelle zum Ausführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung eine Benutzerschnittstelle zum Anweisen der Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung bezüglich einer Vielzahl von Bildern verschiedener Arten sein, oder kann eine Benutzerschnittstelle zum Auswählen eines Bildes aus einer Vielzahl von Bildern verschiedener Arten und Anweisen der Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung sein.

[0439] Gemäß der vorstehenden Konfiguration kann die Ausgabeeinheit **405** ein Bild auf der Anzeigeeinheit **20** anzeigen, welches die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** gemäß diesem Ausführungsbeispiel verarbeitet hat. Dabei kann wie vorstehend beschrieben in einem Zustand, in dem zumindest eine Bedingung aus einer Vielzahl von Bedingungen ausgewählt wird, die sich auf die Anzeige von Hochqualitätsbildern, die Anzeige von Analyseergebnissen, den Tiefenbereich eines anzuzeigenden Frontbildes und desgleichen beziehen, selbst dann, wenn der Anzeigebildschirm in einen anderen Anzeigebildschirm übergeht, der ausgewählte Zustand beibehalten werden. Wie vorstehend beschrieben kann im Fall eines Zustandes, in dem zumindest eine Bedingung aus einer Vielzahl von Bedingungen ausgewählt ist, selbst wenn eine andere Bedingung in einen ausgewählten Zustand geändert wird, wie vorstehend beschrieben der Zustand beibehalten werden, in dem die zumindest eine Bedingung ausgewählt wird. Befindet sich beispielsweise eine Anzeige von Analyseergebnissen in einem ausgewählten Zustand, kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn die Taste **3420** spezifiziert wird) eine Anzeige von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild in eine Anzeige von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild ändern. In einem Fall, in dem eine Anzeige von Analyseergebnissen in einem ausgewählten Zustand vorliegt, kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn die Spezifizierung der Taste **3420** zurückgenommen wird) ferner die Anzeige von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild in eine Anzeige von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild ändern. Wenn eine Anzeige eines Hochqua-

litätsbildes in einem nicht ausgewählten Zustand vorliegt, kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn eine Spezifizierung einer Anzeige von Analyseergebnissen zurückgenommen wird), die Anzeige von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild in eine Anzeige eines Geringqualitätsbildes ändern. Außerdem kann die Anzeigeeinheit **405** in einem Fall, in dem eine Anzeige eines Hochqualitätsbildes sich in einem nicht ausgewählten Zustand befindet, im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn die Anzeige von Analyseergebnissen spezifiziert wird) die Anzeige eines Geringqualitätsbildes in eine Anzeige von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild ändern. Wenn sich eine Anzeige eines Hochqualitätsbildes in einem ausgewählten Zustand befindet, kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn eine Spezifizierung einer Anzeige von Analyseergebnissen zurückgenommen wird) die Anzeige von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild in eine Anzeige eines Hochqualitätsbildes ändern. Ferner kann die Ausgabeeinheit **405** in einem Fall, in dem eine Anzeige eines Hochqualitätsbildes in einem ausgewählten Zustand vorliegt, im Ansprechen auf eine Anweisung von dem Untersucher (beispielsweise, wenn die Anzeige von Analyseergebnissen spezifiziert wird) die Anzeige eines Hochqualitätsbildes in eine Anzeige von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild ändern. Ferner wird ein Fall betrachtet, in dem die Anzeige eines Hochqualitätsbildes in einem nicht ausgewählten Zustand ist und eine Anzeige einer ersten Art von Analyseergebnissen in einem ausgewählten Zustand vorliegt. In diesem Fall kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn die Anzeige einer zweiten Art von Analyseergebnissen spezifiziert wird) die Anzeige der ersten Art von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild in eine Anzeige der zweiten Art von Analyseergebnissen für ein Geringqualitätsbild ändern. Ferner wird ein Fall betrachtet, in dem die Anzeige eines Hochqualitätsbildes sich in einem ausgewählten Zustand befindet, und eine Anzeige einer ersten Art von Analyseergebnissen sich in einem ausgewählten Zustand befindet. In diesem Fall kann die Ausgabeeinheit **405** im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher (beispielsweise, wenn die Anzeige einer zweiten Art von Analyseergebnissen spezifiziert wird) die Anzeige der ersten Art von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild in eine Anzeige der zweiten Art von Analyseergebnissen für ein Hochqualitätsbild ändern. Es wird angemerkt, dass eine Konfiguration derart angewendet werden kann, dass auf dem Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung wie vorstehend beschrieben die Änderung dieser Anzeigen kollektiv bezüglich einer Vielzahl von Bildern reflektiert wird, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden. Hier kann die Anzeige von Analyseergebnissen derart durchgeführt

werden, dass die Analyseergebnisse auf überlagerte Weise auf den Bildern mit einem beliebigen Transparenzgrad angezeigt werden. Dabei kann die Änderung in die Anzeige von Analyseergebnissen beispielsweise eine Änderung in einen Zustand sein, in dem die Analyseergebnisse auf den Bildern, die gerade angezeigt werden, mit einem beliebigen Transparenzgrad überlagert sind. Ferner kann die Änderung in die Anzeige von Analyseergebnissen beispielsweise eine Änderung in die Anzeige jeweiliger Analyseergebnisse und von Bildern (beispielsweise zweidimensionalen Abbildungen) sein, die erhalten werden, indem die jeweiligen Analyseergebnisse und Bilder einer Mischverarbeitung mit einem beliebigen Transparenzgrad unterzogen werden.

<Fünfundzwanzigstes Ausführungsbeispiel>

[0440] Als Nächstes wird eine Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem fünfundzwanzigsten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf **Fig. 35** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** beschrieben.

[0441] Wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, sind die Konfiguration und Verarbeitung der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleichen wie die Konfiguration und Arbeitsweise der Bildverarbeitungsvorrichtung **400** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Daher wird nachstehend die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** gemäß diesem Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0442] Die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** bestimmt, ob eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** durch eine GPU (Grafikverarbeitungseinheit) oder durch die CPU durchzuführen ist.

[0443] Die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** bestimmt, ob die Umgebung bezüglich einer GPU, die in der Vorrichtung zur Ausführung einer Verarbeitung der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** installiert ist, wie der GPU-Name, der GPU-Treiber und die Speichergröße der GPU, eine angemessene Umgebung zur Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung unter Verwendung von maschinellem Lernen ist oder nicht. Wird durch die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** bestimmt, dass die GPU verwendbar ist, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Verarbeitung unter Verwendung der GPU durch. Wird andererseits durch die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** bestimmt, dass die GPU nicht verwendbar ist, führt die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** eine Verarbeitung unter Verwendung der CPU durch. Wenn durch die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** bestimmt wird, dass die GPU nicht verwendbar ist, da die für die

Verarbeitung durch die CPU erforderliche Zeit verglichen mit der GPU länger ist, zeigt die Ausgabeeinheit **405** Informationen auf der Anzeigeeinheit **20** an, die angeben, dass die Verarbeitung unter Verwendung der CPU und nicht der GPU durchgeführt wird. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die GPU verwendbar ist, Informationen angezeigt werden können, die angeben, dass die Verarbeitung unter Verwendung der GPU durchgeführt wird. Hinsichtlich der Weise des Anzeigens dieser Informationen auf der Anzeigeeinheit **20** kann eine Nachricht oder nur ein Wort, wie GPU oder CPU angezeigt werden. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Verarbeitung der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** lange dauern wird (beispielsweise mehrere zehn Sekunden bis mehrere Minuten oder länger), da beispielsweise die CPU zur Durchführung der Verarbeitung verwendet werden wird, eine Konfiguration angewendet werden kann, bei der die in **Fig. 34A** und **Fig. 34B** veranschaulichte Taste **3420** nicht angezeigt wird, um dadurch die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung zu sperren. Indem die Benutzerschnittstelle zur Ausführung einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung nicht angezeigt wird, kann deren Funktion nicht verwendet werden. Wenn die Verwendung der Funktion gesperrt ist, können Informationen, die angeben, dass die Funktion nicht verwendet werden kann, auf der Anzeigeeinheit **20** angezeigt werden.

[0444] Die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** ist nicht nur auf das Durchführen der Bestimmung hinsichtlich der GPU und CPU beschränkt, und kann auch eine Bestimmung hinsichtlich einer Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung selbst durchführen. Als Beispiel wird ein Fall beschrieben, bei dem eine Lizenzregistrierung zur Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erforderlich ist. Die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** führt eine Bestimmung dahingehend durch, ob eine Lizenzregistrierung durchgeführt wurde oder nicht, und wenn die Lizenzregistrierung durchgeführt wurde, ermöglicht die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** die Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung beispielsweise durch Anzeigen der in **Fig. 34A** und **Fig. 34B** veranschaulichten Taste **3420**. Wurde die Lizenzregistrierung nicht durchgeführt, wird die in **Fig. 34A** und **Fig. 34B** veranschaulichte Taste **3420** nicht angezeigt, so dass die Funktion der Taste **3420** nicht verwendet werden kann. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem die Lizenzregistrierung zur Ausführung der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung erforderlich ist, die Bestimmung, ob die Lizenzregistrierung durchgeführt wurde oder nicht, vor der vorstehenden Bestimmung hinsichtlich der GPU-Verarbeitung und CPU-Verarbeitung durchgeführt wird.

[0445] Die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** kann nicht nur zum automatischen Durchführen der

Bestimmung hinsichtlich der Ausführung der Verarbeitung, sondern auch zur Durchführung der Bestimmung beruhend auf einer Anweisung vom Untersucher eingerichtet sein. Wenn der Untersucher beispielsweise eine (nicht gezeigte) Benutzerschnittstelle zum Spezifizieren verwendet, dass die Verarbeitung durch die CPU auszuführen ist, bestimmt die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506**, dass die CPU und nicht die GPU für die Verarbeitung zu verwenden ist. In diesem Fall muss die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** die in der Vorrichtung installierte GPU nicht bewerten, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** führt die Verarbeitung unter Verwendung der CPU durch.

[0446] Die Verarbeitung der vorstehend beschriebenen Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** muss nicht bei jeder Durchführung der Verarbeitung der Bildqualitätsverbesserungseinheit **404** ausgeführt werden, und es reicht aus, die Verarbeitung der Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** durchzuführen, wenn die Bildverarbeitungsvorrichtung gestartet wird. Alternativ dazu kann die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** die Bestimmung periodisch durchführen (beispielsweise einmal am Tag).

[0447] Mit dieser Konfiguration bestimmt die Verarbeitungsbestimmungseinheit **3506** gemäß diesem Ausführungsbeispiel, ob eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt werden kann oder nicht. Ferner kann die geeignete Umgebung ausgewählt und die Verarbeitung für maschinelles Lernen ausgeführt werden.

(Abwandlung 1)

[0448] Bei den verschiedenen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen kann eine Konfiguration zur Steigerung der Leistung und Genauigkeit einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und einer Authentizitätsbewertungseinrichtung durch Durchführen eines Trainings auf eine Weise angewendet werden, dass das Machine Learning-Modell der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und das Machine Learning-Modell der Authentizitätsbewertungseinrichtung miteinander in Wettbewerb stehen. In diesem Fall ist ein generatives gegnerisches Netzwerk (Generative Adversarial Network, GAN) ein Beispiel eines Netzwerks, bei dem ein Training derart durchgeführt wird, dass eine Vielzahl von Modellen miteinander in Wettbewerb stehen. Dabei entspricht das Machine Learning-Modell der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einem Generatormodell (Generator zur Erzeugung eines Bildes). Ferner entspricht das Machine Learning-Modell der Authentizitätsbewertungseinrichtung einem Diskriminatormodell (Diskriminator) zum Unterscheiden, ob ein erzeugtes Bild echt ist oder nicht. Beispielsweise wird das Machine Learning-Modell der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung derart trainiert, dass die Wahrkenn-

zeichnung ausgegeben wird, wenn ein Bild, das die korrekte Antwort der Bildqualitätsverbesserung ist, durch die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewertet wird. Ferner wird das Machine Learning-Modell der Authentizitätsbewertungseinrichtung derart trainiert, dass die Falschkennzeichnung ausgegeben wird, wenn ein Bild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, durch die Authentizitätsbewertungseinrichtung bewertet wird. Demnach wird das Trainieren wiederholt, so dass ein Bild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, und ein Bild, das die richtige Antwort der Bildqualitätsverbesserung ist, voneinander unterscheidbar werden. In Folge dessen können die Leistung und Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und der Authentizitätsbewertungseinrichtung erhöht werden.

[0449] Es wird angemerkt, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein gelerntes Modell sein kann, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest ein Bild enthalten, das durch ein generatives gegnerisches Netzwerk erzeugt wird. Dabei kann eine Konfiguration angewendet werden, die dem Untersucher die Eingabe einer Anweisung zum Auswählen ermöglicht, ob zumindest ein Bild, das durch das generative gegnerische Netzwerk erzeugt wird, als Trainingsdaten für das Lernen verwendet wird oder nicht.

(Abwandlung 2)

[0450] Bei den verschiedenen hier beschriebenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen können ein Hochqualitätsbild, welches eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und ein Eingangsbild kombiniert und ausgegeben werden. Beispielsweise wenn die Bildelementwerte eines Eingangsbildes gering (dunkel als Bild) oder desgleichen sind, ist eine Situation denkbar, in der die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung einen Bildelementwert als Rauschkomponente reduziert. Daher kann eine Konfiguration zum Ändern eines Verhältnisses zum Kombinieren eines Bildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und eines Eingangsbildes beruhend auf der Helligkeit des Eingangsbildes und Ausgeben des resultierenden zusammengesetzten Bildes angewendet werden. Das heißt, die Ausgabeeinheit **405** (Anzeigesteuereinheit) kann ein zusammengesetztes Bild ausgeben, das durch Kombinieren eines Eingangsbildes (ersten Bildes) und eines Hochqualitätsbildes (zweiten Bildes) gemäß einem Verhältnis erhalten wird, das unter Verwendung von Informationen über zumindest eine Teilregion des Eingangsbildes erhalten wird. Dabei kann das Verhältnis zum Kombinieren der zwei Bilder unter Verwendung von Bildelementwerten (Helligkeit zumindest einer Teilregion) in zumindest einer Teilregion des Eingangsbildes als die vorstehend angeführten Informationen bestimmt werden. Dabei

gilt beispielsweise, dass je niedriger (dunkler) Bildelementwerte in dem Eingangsbild sind, desto größer das Verhältnis zum Kombinieren des Eingangsbildes hinsichtlich des Hochqualitätsbildes eingestellt ist. Ferner gilt beispielsweise, dass, je höher (heller) Bildelementwerte in dem Eingangsbild sind, desto geringer das Verhältnis des Kombinierens des Eingangsbildes bezüglich des Hochqualitätsbildes eingestellt ist. Insbesondere wird das Verhältnis zum Kombinieren der Bilder beruhend auf einem statistischen Wert (Mittelwert, Medianwert, Mode-Wert, Minimumwert, Maximumwert, Varianz, Standardabweichung oder dergleichen) hinsichtlich der Bildelementwerte des Gesamtbildes verändert. Wenn beispielsweise der statistische Wert bezüglich der Bildelementwerte des Eingangsbildes geringer als ein erster Schwellenwert ist, wird ein zusammengesetztes Bild ausgegeben, das durch Kombinieren des Bildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und des Eingangsbildes mit einem Verhältnis von 0,5:0,5 (Durchschnitt der zwei Bilder) erhalten wird. Alternativ dazu wird in einem Fall, in dem der statistische Wert bezüglich der Bildelementwerte des Eingangsbildes höher als ein zweiter Schwellenwert ist, ein zusammengesetztes Bild ausgegeben, das durch Kombinieren des Bildes, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und des Eingangsbildes mit einem Verhältnis von 0,9:0,1 (gewichtetes Mittel der zwei Bilder) erhalten wird. Es wird angemerkt, dass angenommen wird, dass die Kombinationsverhältnisse zwischen dem ersten Schwellenwert und dem zweiten Schwellenwert sich gleichmäßig ändern. Ein beruhend auf dem Eingangsbild berechneter statistischer Wert kann bezüglich des gesamten Bildes bestimmt werden, oder es kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der das Eingangsbild in eine Anzahl von Regionen eingeteilt wird und lokale statistische Werte bestimmt werden. Im Fall der Unterteilung des Bildes in eine Anzahl von Regionen können die Verhältnisswerte in gleichmäßige Werte korrigiert werden, so dass die Verhältnisse, mit denen die Bilder kombiniert werden, sich nicht abrupt zwischen benachbarten Regionen ändern. Anstelle der Unterteilung des Bildes in Regionen kann durch Abstufung des Bildes unter Verwendung eines Glättungsfilters, wie eines Gauß-Filters, ein Kombinationsverhältnis für jedes Bildelement durch Vergleichen von Werten mit dem ersten und dem zweiten Schwellenwert in Einheiten von Bildelementen bestimmt werden. Es wird angemerkt, dass ein zur Berechnung eines statistischen Werts für die Bildelementwerte zu verwendendes Bild nicht auf das Eingangsbild beschränkt ist. Wenn das Eingangsbild beispielsweise ein OCTA-Bild ist, kann der statistische Wert für die Bildelementwerte unter Verwendung eines Intensität -en-Face-Bildes oder eines Projektionsbildes berechnet werden.

[0451] Anstelle der Verwendung eines statistischen Werts für Bildelementwerte des Eingangsbildes kann

außerdem eine Konfiguration angewendet werden, das Verhältnis zum Kombinieren der zwei Bilder gemäß einem Unterschied zwischen dem Eingangsbild und dem Hochqualitätsbild zu ändern, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat. Das heißt, ein Verhältnis zum Kombinieren von zwei Bildern kann unter Verwendung eines Differentialwerts zwischen Bildelementen in zumindest entsprechenden Teilregionen der zwei Bilder als die vorstehend angeführten Informationen bestimmt werden. Insbesondere kann eine Konfiguration angewendet werden, das Verhältnis des Eingangsbildes in einem Fall zu erhöhen, wenn ein großer Unterschied zwischen dem Eingangsbild und dem Hochqualitätsbild vorliegt. Das heißt, wenn eine Rauschentfernung in dem Hochqualitätsbild sehr stark durchgeführt wurde, wird ein natürliches Hochqualitätsbild durch Erhöhen des Verhältnisses des Eingangsbildes und Kombinieren der Bilder erzeugt. Es wird angemerkt, dass beim Bestimmen des Differentialwerts eine Bestimmung nicht nur auf einfachen Differenzinformationen durchgeführt werden kann, sondern auch beruhend auf strukturellen Differenzinformationen. Beispielsweise kann eine Konfiguration angewendet werden, nur lineare Strukturen unter Verwendung eines Filters wie eines Hesse-Filters zu extrahieren. Als Ergebnis wird weißes Rauschen als Differenz nicht erfasst, und nur Rauschen mit einem gewissen Kontinuitätsgrad, wie ein Blutgefäß, kann extrahiert werden. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, Rauschkomponenten einfach einer Kennzeichnungsverarbeitung zum Extrahieren nur von Rauschen mit einer gewissen Größe oder darüber hinaus zu unterziehen. Wenn das Verhältnis zum Kombinieren der Bilder in Abhängigkeit von einem Unterschied geändert wird, kann der Unterschied wie bei der Verwendung eines statistischen Werts bezüglich des gesamten Bildes bestimmt werden, oder es kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der das Bild in eine Anzahl von Regionen unterteilt wird und lokale differenzielle Werte bestimmt werden.

[0452] Außerdem kann das Kombinationsverhältnis bestimmt werden, nachdem eine Stelle oder ein Bild erkannt wurde. Dafür wird zum Beispiel der Fall eines OCTA-Bildes einer Oberflächenschicht beschrieben. Da in einem OCTA-Bild einer Oberflächenschicht ein Blutgefäß in einer FAZ (fovealen avaskularen Zone) nicht vorhanden ist, kann die FAZ in dem OCTA-Bild dunkel sein. Hinsichtlich einer FAZ ist es daher denkbar, das Verhältnis des Hochqualitätsbildes bezüglich des Eingangsbildes zu erhöhen. Das heißt, das Verhältnis des Bildes wird erhöht, indem Rauschen besser reduziert ist. Wenn es aber eine dunkle Region an einer Position gibt, die von der Position einer FAZ verschieden ist, ist die Bestimmung schwierig, ob die fragliche Region eine avaskuläre Zone (NPA: Nicht-Perfusions-Bereich) ist, oder die Region eine Region ist, in der tatsächlich ein Blutgefäß vorhanden ist, für die aber die Helligkeit

aufgrund eines Schattens oder desgleichen verringert ist. Somit ist die Verringerung des Verhältnisses des Hochqualitätsbildes hinsichtlich des Eingangsbildes denkbar. Das heißt, das Verhältnis des Bildes, hinsichtlich dessen es eine Wahrscheinlichkeit gibt, dass eine Region geringer Intensität, die ursprünglich vorhanden war, aus dem Bild verschwunden ist, wird verringert. Somit kann das Kombinationsverhältnis beruhend auf einem Ergebnis einer Erkennung einer Stelle geändert werden, und nicht nur beruhend auf der Helligkeit eines Bildes oder einer differentiellen Änderung. Als Nächstes wird ein Fall des Erkennens eines Bildes beschrieben. Im Fall eines OCTA-Bildes variieren Erscheinung und Helligkeit des Bildes in Abhängigkeit von der Tiefe zwischen einer Oberflächenschicht, einer Tiefenschicht und einer Außenschicht. Daher kann die Art der Schicht, bei der es sich um das Objektbild handelt, erkannt werden, und das Verhältnis kann gemäß der Art der Schicht geändert werden. Die Erkennung eines Bildes kann unter Verwendung von Informationen hinsichtlich der Position von Begrenzungslinien beim Erzeugen von Schichten durchgeführt werden, oder Schichten können aus dem Bild automatisch erkannt werden. Das heißt, das Kombinationsverhältnis kann dementsprechend geändert werden, von welcher Tiefe das OCTA-Bild erzeugt wurde, und nicht nur durch Bestimmen der Helligkeit des Bildes. Ein OCTA-Bild der Oberflächenschicht ist beispielsweise überall hell, während ein OCTA-Bild der Außenschicht überall dunkel ist. Daher können erste und zweite Schwellenwerte eines Kombinationsverhältnisses gemäß einem statistischen Wert von Bildelementwerten und die diesen entsprechenden Verhältnisse als jeweils verschiedene Werte hinsichtlich eines OCTA-Bildes der Oberflächenschicht und eines OCTA-Bildes der Außenschicht eingestellt werden. Beispielsweise kann eine Konfiguration angewendet werden, dass das Bild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und das Eingangsbild mit einem Verhältnis von 0,5:0,5 kombiniert werden, wenn der statistische Wert kleiner als der erste Schwellenwert für die Oberflächenschicht ist, während das Bild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und das Eingangsbild mit einem Verhältnis von 0,7:0,3 kombiniert werden, wenn der statistische Wert kleiner als der erste Schwellenwert für die Außenschicht ist.

[0453] Es wird angemerkt, dass, obwohl bei der vorstehenden Beschreibung der Bildkombination eine Verarbeitung beschrieben ist, die die Bildelementwerte selbst kombiniert, eine Konfiguration angewendet werden kann, die die Opazität eines Bildes ändert. Das heißt, das Kombinationsverhältnis kann ein Alphawert sein. Daher kann beispielsweise eine Konfiguration angewendet werden, dass in einem Fall, in dem das Verhältnis des Eingangsbildes zu 0,3 angenommen wird, ein Bild angezeigt werden, für das der Alphawert des durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugten Bildes zu 1 angenommen wurde und der Alphawert des Eingangsbildes zu 0,3 angenommen wurde. In diesem Fall sollte sichergestellt werden, dass das Bild, welches die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, garantiert angezeigt wird, und der Alphawert des Eingangsbildes sollte zur halbtransparenten Anzeige des Bildes geändert werden.

[0454] Im Fall der Ausgabe eines Bildes, das durch Kombinieren eines Bildes, das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt hat, und eines Eingangsbildes erhalten wird, kann ferner eine Konfiguration angewendet werden, ein Bild auszugeben, für das die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung wie vorstehend beschrieben das Verhältnis automatisch bestimmt hat. Es kann auch eine Konfiguration angewendet werden, die die Änderung des Verhältnisses zum Kombinieren von zwei Bildern gemäß einer Anweisung vom Untersucher unter Verwendung einer (nicht gezeigten) Benutzerschnittstelle erlaubt. Dabei kann als Benutzerschnittstelle eine Konfiguration angewendet werden, dass das Verhältnis unter Verwendung eines Gleitschiebers oder durch Eingabe eines numerischen Werts in eine Textbox oder dergleichen geändert werden kann, oder eine Konfiguration kann angewendet werden, die eine Vielzahl von Bildern, die durch Ändern des Kombinationsverhältnisses erhalten werden, für den Untersucher darstellt und dem Untersucher die Auswahl eines Bildes erlaubt.

[0455] Ein Verhältnis zum Kombinieren eines Eingangsbildes und eines Hochqualitätsbildes kann ferner beruhend auf Informationen hinsichtlich zumindest einer Teilregion des Eingangsbildes unter Verwendung eines gelernten Modells bestimmt werden, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, bei denen ein medizinisches Bild als Eingangsdaten und Informationen hinsichtlich eines Verhältnisses zum Kombinieren des medizinischen Bildes und eines medizinischen Hochqualitätsbildes, das erhalten wird, indem das medizinische Bild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, als korrekte Antwortdaten (Ground Truth) angewendet werden. Dabei können die Informationen hinsichtlich des Verhältnisses beispielsweise ein Wert eines Verhältnisses sein, der gemäß einer Anweisung vom Untersucher eingestellt (geändert) wird. Ferner kann das gelernte Modell beispielsweise durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten werden, die Eingangsdaten, in denen ein medizinisches Bild und ein medizinisches Hochqualitätsbild, das erhalten wird, indem das medizinische Bild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, als Satz genommen werden. Dabei kann das gelernte Modell durch maschinelles Lernen unter Verwendung der vorstehend angeführten Trainingsdaten erhalten werden.

[0456] Hier ist Deep Learning, das aus einem mehrschichtigen neuronalen Netzwerk gebildet wird,

z. B. eine Art von maschinellern Lernen. Ferner kann beispielsweise ein neuronales Faltungsnetzwerk (CNN) für zumindest einen Teil eines neuronalen Mehrschichtnetzwerks verwendet werden. Außerdem kann eine Technologie für Autokodierer für zumindest einen Teil eines neuronalen Mehrschichtnetzwerks verwendet werden. Ferner kann eine Technologie für eine Rückwärtsausbreitung (Fehlerrückwärtsausbreitungsverfahren) zum Lernen verwendet werden. Allerdings ist das maschinelle Lernen nicht auf Deep Learning beschränkt, und ein beliebiges Modell kann verwendet werden, solange das Modell selbst einen Merkmalswert von Trainingsdaten, wie ein Bild, durch Lernen selbst extrahieren (darstellen) kann. Das maschinelle Lernen ist ferner auch nicht auf ein derartiges Modell beschränkt, und kann durch Lernen unter Verwendung von Merkmalswerten implementiert werden, die unter Verwendung eines medizinischen Bildes vorab vor dem Lernen als Trainingsdaten erhalten werden.

[0457] Das maschinelle Lernen kann beispielsweise eine Supportvektor-Einrichtung, AdaBoost, Random Forest, ein Bayes-Netzwerk oder dergleichen sein. Außerdem kann das gelernte Modell durch inkrementelles Lernen aktualisiert werden, bei dem der Wert eines Verhältnisses, das gemäß einer Anweisung vom Untersucher eingestellt (geändert) wurde, als Trainingsdaten angewendet wird. Wenn der Untersucher dazu tendiert, das Verhältnis des Eingangsbildes zu dem Hochqualitätsbild auf hoch einzustellen, wenn das Eingangsbild relativ dunkel ist, führt das gelernte Modell ein inkrementelles Lernen derart durch, diese Tendenz aufzuweisen. Somit kann das gelernte Modell beispielsweise als gelerntes Modell individualisiert werden, das ein Kombinationsverhältnis erhalten kann, das mit der Präferenz des Untersuchers übereinstimmt. Dabei kann eine Taste zum Bestimmen gemäß einer Anweisung vom Untersucher, ob der eingestellte (geänderte) Wert des Verhältnisses als Trainingsdaten für inkrementelles Lernen zu verwenden ist oder nicht, auf dem Anzeigebildschirm angezeigt werden. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der ein unter Verwendung des gelernten Modells bestimmtes Verhältnis als Vorgabewert verwendet wird, und danach die Änderung des Verhältniswerts aus dem Vorgabewert gemäß einer Anweisung vom Untersucher möglich ist. Ferner kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein gelerntes Modell sein, das durch inkrementelles Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest ein Hochqualitätsbild enthalten, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wurde. Dabei kann eine Konfiguration angewendet werden, die das Treffen einer Auswahl durch eine Anweisung vom Untersucher ermöglicht, ob ein Hochqualitätsbild als Trainingsdaten für inkrementelles Lernen zu verwenden ist oder nicht.

[0458] Es wird angemerkt, dass ein zusammengesetztes Bild, das beim Kombinieren eines Bildes, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, und eines Eingangsbildes wie in dieser Abwandlung beschrieben ausgegeben wird, anstelle eines in den verschiedenen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen beschriebenen Hochqualitätsbildes ausgegeben werden kann, und das gleiche beispielsweise hinsichtlich eines Anzeigebildschirms für eine Nachbeobachtung oder ein Panoramabild oder dergleichen gilt. Das heißt, ein zusammengesetztes Bild gemäß dieser Abwandlung kann an einer Vielzahl von Positionen erhalten werden, und ein Weitwinkelbild kann unter Verwendung einer Vielzahl zusammengesetzter Bilder erzeugt werden. Ferner kann ein erhaltenes Weitwinkelbild, das unter Verwendung einer Vielzahl zusammengesetzter Bilder erzeugt wird, auf einem Anzeigebildschirm für ein Panoramabild angezeigt werden. Ferner kann ein zusammengesetztes Bild gemäß dieser Abwandlung zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden, und eine Vielzahl zusammengesetzter Bilder kann Seite an Seite auf einem Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung angezeigt werden. Es ist auch möglich, eine analytische Verarbeitung, wie eine Blutgefäßanalyseverarbeitung, bei einem zusammengesetzten Bild gemäß dieser Abwandlung durchzuführen.

(Abwandlung 3)

[0459] Analyseergebnisse, wie die Dicke einer gewünschten Schicht, oder verschiedene Blutgefäßdichten können auf einem Berichtbildschirm angezeigt werden, der in den verschiedenen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen beschrieben ist. Ferner kann ein Parameterwert (eine Verteilung) hinsichtlich einer interessierenden Stelle als Analyseergebnis angezeigt werden, die zumindest ein Element aus der Gruppe enthält, die den Sehnervkopf, den Makulabereich, eine vaskuläre Zone, ein Nervenfaszikel, eine blasige Region, eine Makularegion, eine Aderhautregion, eine Lederhautregion, eine Lamina-Cribrosa-Region, eine Retinaschichtbegrenzung, einen Retinaschichtbegrenzungsrand, eine Fotorezeptorzelle, eine Blutzelle, eine Blutgefäßwand, eine Blutgefäßinnenwandbegrenzung, eine Blutgefäßaußenbegrenzung, eine Ganglienzelle, eine Cornearegion, einen Eckbereich und einen Schlemm-Kanal und dergleichen enthält. Dabei kann beispielsweise ein genaues Analyseergebnis durch Analysieren eines medizinischen Bildes angezeigt werden, das verschiedenen Arten von Artefaktbeseitigungsverarbeitungen unterzogen wurde. Es wird angemerkt, dass ein Artefakt beispielsweise eine Falschbildregion, die durch eine Lichtabsorption durch eine vaskuläre Zone oder dergleichen verursacht wird, ein Projektionsartefakt oder ein bandähnliches Artefakt in einem Frontbild sein kann, das in der Hauptabtastrichtung des Messlichts aufgrund

des Zustands des zu untersuchenden Auges (Bewegung oder Blinzeln oder dergleichen) entsteht. Ferner kann es sich um ein Artefakt beliebiger Art handeln, solange es sich um eine Abbildungsfehlerregion handelt, die beispielsweise zufällig bei jeder Abbildung auf einem medizinischen Bild einer vorbestimmten Stelle der Zielperson entsteht. Ferner kann der Wert (die Verteilung) eines Parameters hinsichtlich einer Region, die zumindest eine Art von Artefakten (Abbildungsfehlerregionen) wie vorstehend beschrieben enthält, als Analyseergebnis angezeigt werden. Ferner kann der Wert (die Verteilung) eines Parameters hinsichtlich einer Region, die zumindest eine anormale Stelle, wie Drusen, eine neovaskuläre Stelle, ein Leukom (ein festes Exudat), Pseudodrusen oder dergleichen enthält, als Analyseergebnis angezeigt werden. Ein Analyseergebnis kann unter Verwendung eines Analysediagramms oder unter Verwendung von Sektoren angezeigt werden, die statistische Werte angeben, die jeweiligen unterteilten Regionen oder dergleichen entsprechen. Es wird angemerkt, dass ein Analyseergebnis unter Verwendung eines gelernten Modells (einer Analyseergebniserzeugungseinrichtung oder eines gelernten Modells zur Erzeugung von Analyseergebnissen) erzeugt werden kann, das durch Lernen der Analyseergebnisse eines medizinischen Bildes als Trainingsdaten erhalten wird. Dabei kann das gelernte Modell ein Modell sein, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die ein medizinisches Bild und ein Analyseergebnis für das medizinische Bild enthalten, oder Trainingsdaten, die ein medizinisches Bild und ein Analyseergebnis für ein medizinisches Bild einer anderen Art als das entsprechende medizinische Bild enthalten, oder dergleichen. Ferner kann ein gelerntes Modell ein Modell sein, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die Eingangsdaten, in denen eine Vielzahl von medizinischen Bildern verschiedener Arten einer vorbestimmten Stelle, wie ein Intensitätsfrontbild und ein Bewegungskontrastfrontbild, als Satz genommen werden. Hier entspricht ein Intensitätsfrontbild einem Intensitäts-en-Face-Bild, und ein Bewegungskontrastbild entspricht einem OCTA-en-Face-Bild. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, ein Analyseergebnis, das unter Verwendung eines Hochqualitätsbildes erhalten wird, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wurde, anzuzeigen. Außerdem können in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten ein durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugtes Hochqualitätsbild sein oder können ein Satz aus einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild sein.

[0460] Ferner können die Trainingsdaten beispielsweise Daten sein, die durch Kennzeichnen von Eingangsdaten erhalten werden, für die Informationen, die zumindest eine Art von Informationen aus einem Analysewert (beispielsweise einem Mittelwert oder Medianwert), der durch Analysieren einer Analyse-

region erhalten wird, einer Tabelle, die Analysewerte enthält, einer Analyseabbildung und einer Position einer Analyseregion, wie eines Sektors in einem Bild oder desgleichen, enthalten, als korrekte Antwortdaten (von überwachtem Lernen) angewendet werden. Es wird angemerkt, dass eine Konfiguration angewendet werden kann, dass ein durch ein gelerntes Modell für eine Analyseergebniserzeugung erhaltenes Analyseergebnis im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher angezeigt wird.

[0461] Bei den vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen können ferner verschiedene Arten von Diagnoseergebnissen, wie Ergebnisse, die sich auf ein Glaukom oder eine altersbedingte Makuladegeneration beziehen, auf einem Berichtsbildschirm angezeigt werden. Dabei kann beispielsweise ein genaues Diagnoseergebnis angezeigt werden, indem ein medizinisches Bild analysiert wird, das wie vorstehend beschrieben verschiedenen Arten von Artefaktbeseitigungsverarbeitungen unterzogen wurde. In dem Diagnoseergebnis kann ferner die Position einer spezifizierten anormalen Stelle auf dem Bild angezeigt werden, und der Zustand einer anormalen Stelle oder desgleichen kann unter Verwendung von Zeichen oder desgleichen angezeigt werden. Ferner kann ein Klassifikationsergebnis (beispielsweise eine Klassifizierung nach Curtin) für eine abnormale Stelle als Diagnoseergebnis angezeigt werden. Es wird angemerkt, dass ein Diagnoseergebnis ein Ergebnis sein kann, das unter Verwendung eines gelernten Modells erzeugt wird (eine Diagnoseergebniserzeugungseinrichtung oder ein gelerntes Modell zur Erzeugung von Diagnoseergebnissen), das durch Lernen unter Verwendung von Diagnoseergebnissen für medizinische Bilder als Trainingsdaten erhalten wird. Dabei kann das gelernte Modell ein Modell sein, das durch Lernen erhalten wird, welches Trainingsdaten enthält, die ein medizinisches Bild und ein Diagnoseergebnis für das medizinische Bild enthalten, oder von Trainingsdaten, die ein medizinisches Bild und ein Diagnoseergebnis für ein medizinisches Bild einer anderen Art als das entsprechende medizinische Bild oder desgleichen enthalten. Ferner kann eine Konfiguration zur Anzeige eines Diagnoseergebnisses angewendet werden, das unter Verwendung eines Hochqualitätsbildes erhalten wird, das durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird. Außerdem können in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten ein durch eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugtes Hochqualitätsbild sein oder können ein Satz sein, der aus einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild gebildet ist. Die Trainingsdaten können beispielsweise ferner Daten sein, die durch Kennzeichnen von Eingangsdaten erhalten werden, für die Informationen als korrekte Antwortdaten (eines überwachten Lernens) angewendet werden, die zumindest eine Art von Informationen aus der Diagnose, einer Art oder eines Zu-

stands (Ausmaßes) einer Läsion (anormalen Stelle) der Position einer Läsion in dem Bild, der Position einer Läsion relativ zu einer interessierenden Region, den Befunden (Interpretationsbefunden oder dergleichen), Begründung für die Diagnose (bestätigende medizinische Unterstützungsinformationen oder dergleichen) und der Begründung für eine Ablehnung der Diagnose (negative medizinische Unterstützungsinformationen) enthalten. Es wird angemerkt, dass eine Konfiguration angewendet werden kann, dass ein durch ein gelerntes Modell für eine Diagnoseergebniserzeugung erhaltenes Diagnoseergebnis im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher angezeigt wird.

[0462] In den vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen kann ferner ein Objekterkennungsergebnis (Objekterfassungsergebnis) oder ein Segmentierungsergebnis hinsichtlich einer interessierenden Stelle, eines Artefakts, einer anormalen Stelle oder desgleichen wie vorstehend beschrieben auf einem Berichtbildschirm angezeigt werden. Dabei kann beispielsweise ein rechteckiger Rahmen oder ähnliches um ein Objekt auf dem Bild überlagert und angezeigt werden. Ferner kann beispielsweise eine Farbe oder desgleichen einm Objekt auf dem Bild überlagert und angezeigt werden. Es wird angemerkt, dass ein Objekterkennungsergebnis oder ein Segmentierungsergebnis ein Ergebnis sein kann, das unter Verwendung eines gelernten Modells erzeugt wird, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Informationen, die eine Objekterkennung oder Segmentierung angeben, auf einem medizinischen Bild gekennzeichnet sind, als korrekte Antwortdaten verwendet werden. Es wird angemerkt, dass die vorstehend angeführte Analyseergebniserzeugung oder Diagnoseergebniserzeugung unter Verwendung des vorstehend angeführten Objekterkennungsergebnisses oder Segmentierungsergebnisses realisiert werden kann. Beispielsweise kann eine Verarbeitung zur Erzeugung eines Analyseergebnisses oder zur Erzeugung eines Diagnoseergebnisses bezüglich einer interessierenden Stelle durchgeführt werden, die durch eine Objekterkennungsverarbeitung oder Segmentationsverarbeitung erhalten wird.

[0463] Das vorstehend beschriebene gelernte Modell kann ein gelerntes Modell sein, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die Eingangsdaten enthalten, in denen ein Vielzahl medizinischer Bilder verschiedener Arten als Satz verwendet werden, die Bilder einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson sind. Dabei sind beispielsweise Daten, in denen ein Bewegungskontrastfrontbild des Fundus und ein Intensitätsfrontbild (oder Intensitätstomographiebild) als Satz verwendet werden, als Eingangsdaten denkbar, die in den Trainingsdaten enthalten sind. Ferner sind beispielsweise Daten, in

denen ein Tomographiebild (B-Scan-Bild) des Fundus und ein Farbfundusbild (oder Fluoreszenzfundusbild) als Satz verwendet werden, als in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten denkbar. Außerdem kann die Vielzahl medizinischer Bilder verschiedener Arten eine beliebige Art sein, solange die medizinischen Bilder durch verschiedene Modalitäten, verschiedene optische Systeme oder verschiedene Prinzipien oder desgleichen erhalten wurden. Ferner kann das vorstehend beschriebene gelernte Modell ein gelerntes Modell sein, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die Eingangsdaten enthalten, in denen eine Vielzahl medizinischer Bilder verschiedener Stellen einer Zielperson als Satz genommen sind. Dabei sind beispielsweise Daten, in denen ein Tomographiebild (B-Scan-Bild) des vorderen Okularsegments als Satz verwendet werden, als in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten denkbar. Ferner sind beispielsweise Daten, in denen ein dreidimensionales OCT-Bild (dreidimensionales Tomographiebild) der Makula des Fundus und ein durch eine Kreisabtastung (oder Rasterabtastung) des Sehnervkopfs des Fundus erhaltenes Tomographiebild als Satz genommen sind, als in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten denkbar. Es wird angenommen, dass die in den Trainingsdaten enthaltenen Eingangsdaten eine Vielzahl medizinischer Bilder verschiedener Stellen der Zielperson und verschiedener Arten sein können. Dabei sind beispielsweise Eingangsdaten, in denen ein Tomographiebild des vorderen Augensegments und ein Farbfundusbild als Satz genommen sind, als in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten denkbar. Das vorstehend beschriebene gelernte Modell kann ein gelerntes Modell sein, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die Eingangsdaten enthalten, in denen eine Vielzahl medizinischer Bilder verschiedener Abbildungswinkel als Satz genommen werden, die Bilder einer vorbestimmten Stelle der Zielperson sind. Ferner können in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten Daten sein, die durch ein Zusammenfügen einer Vielzahl medizinischer Bilder erhalten werden, die durch eine zeitliche Einteilung einer vorbestimmten Stelle in eine Vielzahl von Regionen erhalten werden, wie im Fall eines Panoramabildes. Dabei kann unter Verwendung eines Weitwinkelbildes, wie eines Panoramabildes, als Trainingsdaten das Ergebnis jeder Verarbeitung verbessert werden, da die Möglichkeit besteht, dass ein Merkmalswert des Bildes aus Gründen wie der Tatsache mit guter Genauigkeit beschafft werden kann, dass die Informationsmenge größer als im Fall eines Bildes mit kleinem Winkel ist. Ferner können in den Trainingsdaten enthaltene Eingangsdaten Eingangsdaten sein, in denen eine Vielzahl von medizinischen Bildern einer vorbestimmten Stelle der Zielperson als Satz genommen werden, die zu verschiedenen Tagen und Uhrzeiten erhalten werden.

[0464] Ferner ist ein vorstehend beschriebener Anzeigebildschirm, auf dem zumindest ein Ergebnis aus einem Analyseergebnis, einem Diagnoseergebnis, einem Objekterkennungsergebnis und einem Segmentierungsergebnis anzuzeigen ist, nicht auf den Berichtsbildschirm beschränkt. Ein derartiger Anzeigebildschirm kann beispielsweise zumindest ein Anzeigebildschirm aus einem Abbildungsbestätigungsbildschirm, einem Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung und ein Vorschaubildschirm zur Durchführung verschiedener Arten von Anpassungen vor einer Bildgebung (ein Anzeigebildschirm, auf dem verschiedene Arten von Live-Bewegt-Bildern angezeigt werden) oder desgleichen sein. Durch Veranlassen einer Anzeige des vorstehend angeführten zumindest einen Ergebnisses auf dem Abbildungsbestätigungsbildschirm, das unter Verwendung eines vorstehend beschriebenen gelernten Modells erhalten wird, kann der Untersucher sogar unmittelbar nach einer Bildgebung ein genaues Ergebnis überprüfen. Ferner kann die Änderung der Anzeige zwischen einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild wie vorstehend beschrieben beispielsweise eine Änderung der Anzeige zwischen einem Analyseergebnis für ein Geringqualitätsbild und einem Analyseergebnis für ein Hochqualitätsbild umfassen.

(Abwandlung 4)

[0465] Es kann eine Konfiguration angewendet werden, dass auf einem Vorschaubildschirm bei den vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen ein vorstehend beschriebenes gelerntes Modell für jedes zumindest eine Bild eines Livebewegungsbildes verwendet wird. Dabei kann eine Konfiguration derart angewendet werden, dass in einem Fall, in dem eine Vielzahl von Livebewegungsbildern verschiedener Stellen oder verschiedener Arten auf dem Vorschaubildschirm angezeigt wird, gelernte Modelle verwendet werden, die den jeweiligen Livebewegungsbildern entsprechen. Da die Verarbeitungszeit selbst für ein Livebewegungsbild verkürzt werden kann, kann der Untersucher damit beispielsweise sehr genaue Informationen vor dem Start der Bildgebung erhalten. Da dadurch beispielsweise Fehler einer erneuten Abbildung und Ähnliches verringert werden können, können die Genauigkeit und Effizienz der Diagnose verbessert werden. Es wird angemerkt, dass die Vielzahl von Livebewegungsbildern zumindest eine Art eines Bewegungsbildes beispielsweise aus einem Bewegtbild des vorderen Augensegments zum Ausrichten in den XYZ-Richtungen, einem Frontbewegungsbild des Fundus für eine Brennpunktanpassung oder OCT-Brennpunktanpassung eines optischen Fundusbetrachtungssystems und einem Tomographiebewegt-bild des Fundus für eine Kohärenz-Gate-Anpassung bei OCT (Anpassung des optischen Gangunterschieds zwischen dem Messstrahlengang und dem Referenzstrahlengang) enthalten kann.

[0466] Ein Bewegtbild, bei dem ein vorstehend beschriebenes gelerntes Modell angewendet werden kann, ist ferner nicht auf ein Livebewegt-bild beschränkt, und das Bewegtbild kann beispielsweise ein in einer Speichereinheit gespeichertes (gesichertes) Bewegtbild sein. Dabei kann beispielsweise ein Bewegtbild, das durch Durchführen einer Ausrichtung bezüglich jedes zumindest einen Bildes eines Tomographiebewegt-bildes des Fundus erhalten wird, das in einer Speichereinheit gespeichert (gesichert) ist, auf dem Anzeigebildschirm angezeigt werden. In einem Fall beispielsweise, in dem der Glaskörper geeignet beobachtet werden soll, kann zuerst ein Referenzbild beruhend auf Bedingungen ausgewählt werden, wie dass der Glaskörper so weit als möglich in dem Bild vorhanden ist. Dabei ist jedes Bild ein Tomographiebild (B-Scan-Bild) in der X-Z-Richtung. Danach kann ein Bewegtbild auf dem Anzeigebildschirm angezeigt werden, in dem andere Bilder in der X-Z-Richtung hinsichtlich des ausgewählten Referenzbildes ausgerichtet wurden. Dabei kann beispielsweise eine Konfiguration angewendet werden, dass die aufeinanderfolgende Anzeige von Hochqualitätsbildern (Bildern mit hoher Bildqualität), die sequenziell durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung für jedes zumindest eine Bild des Bewegungsbildes erzeugt werden, veranlasst wird. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, dass während verschiedener Anpassungsarten das Abbildungsobjekt, wie die Retina des zu untersuchenden Auges, noch nicht erfolgreich abgebildet werden konnte. Da ein großer Unterschied zwischen dem in das gelernte Modell eingegebenen medizinischen Bild und dem als Trainingsdaten verwendeten medizinischen Bild besteht, besteht die Möglichkeit, dass ein Hochqualitätsbild nicht akkurat erhalten wurde. Daher kann eine Konfiguration angewendet werden, dass, wenn ein Bewertungswert, wie ein Wert, der erhalten wird, wenn die Bildqualität eines Tomographiebildes (B-Abtastung) bewertet wird, einen Schwellenwert überschreitet, eine Anzeige eines Hochqualitätsbewegt-bildes (konsequente Anzeige von Bildern hoher Bildqualität) automatisch gestartet wird. Ferner kann eine Konfiguration derart angewendet werden, dass, wenn ein Bewertungswert, wie ein Wert, der erhalten wird, wenn die Bildqualität eines Tomographiebildes (B-Scan) bewertet wird, einen Schwellenwert überschreitet, die Bildqualitätsverbesserungstaste in einen Zustand (aktiven Zustand) geändert wird, in dem die Taste durch den Untersucher ausgewählt werden kann. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, bei der verschiedene Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen für jeden Abbildungsmodus, für den Abtastmuster oder dergleichen verschieden sind, gebildet werden, und eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ausgewählt wird, die einem ausgewählten Abbildungsmodus entspricht. Ferner kann eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet werden, die durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die verschiedene

medizinische Bilder enthalten, die bei verschiedenen Abbildungsmodi erhalten werden. Es wird angemerkt, dass als Verfahren zur Durchführung einer Ausrichtung unter Bildern wie vorstehend beschrieben das gleiche Verfahren bezüglich des Verfahrens zur Durchführung einer Ausrichtung in der X-Richtung und des Verfahrens zur Durchführung der Ausrichtung in der Z-Richtung (Tiefenrichtung) angewendet werden kann, oder die angewendeten Verfahren alle verschieden sein können. Außerdem kann eine Ausrichtung in derselben Richtung mehrmals durch verschiedene Verfahren durchgeführt werden. Beispielsweise kann eine grobe Ausrichtung durchgeführt werden und danach kann eine präzise Ausrichtung durchgeführt werden. Die Verfahren zur Ausrichtung umfassen beispielsweise eine (grobe) Z-Richtungs-Ausrichtung unter Verwendung einer Retinaschichtbegrenzung, die erhalten wird, indem ein Tomographiebild (B-Scan-Bild) einer Segmentationsverarbeitung unterzogen wird, eine (präzise X-Richtungs- oder Z-Richtungs-) Ausrichtung unter Verwendung von Korrelationsinformationen (einer Ähnlichkeit) zwischen einer Vielzahl von Regionen, die durch Unterteilen eines Tomographiebildes und eines Referenzbildes erhalten werden, eine (X-Richtungs-)Ausrichtung unter Verwendung eines eindimensionalen Projektionsbildes, das für jedes Tomographiebild (B-Scan-Bild) erzeugt wird, und eine (X-Richtungs-)Ausrichtung unter Verwendung eines zweidimensionalen Frontbildes. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, eine präzise Ausrichtung in Untereinheiten von Bildelementen nach der Durchführung einer groben Ausrichtung in Einheiten von Bildelementen durchzuführen.

(Abwandlung 5)

[0467] Bei den vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen gibt es in einem Fall, in dem ein gelerntes Modell einem inkrementellen Lernen unterzogen wird, die Möglichkeit, dass unter Verwendung des gelernten Modells, das selbst dem inkrementellen Lernen unterzogen wird, die Ausgabe (Folgerung/Prädiktion) schwierig wird. Daher kann die Eingabe eines medizinischen Bildes in ein gelerntes Modell, das gerade einem inkrementellen Lernen unterzogen wird, unterbunden werden. Ferner kann ein gelerntes Modell, das das gleiche wie ein gelerntes Modell ist, das einem inkrementellen Lernen unterzogen wird, als anderes gelerntes Hilfsmodell ausgebildet werden. Dabei kann eine Konfiguration angewendet werden, dass eine Eingabe eines medizinischen Bildes in das gelernte Hilfsmodell ausgeführt wird, wobei inkrementelles Lernen durchgeführt wird. Nach Beenden des inkrementellen Lernens wird das gelernte Modell, das dem zusätzlichen Lernen unterzogen wurde, evaluiert, und wenn kein Problem vorliegt, reicht es aus, von dem gelernten Hilfsmodell auf das gelernte Modell umzuschalten, das dem zusätzlichen Ler-

nen unterzogen wurde. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass das gelernte Hilfsmodell verwendet wird, wenn ein Problem vorliegt.

[0468] Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass durch Lernen für jeweilige abgebildete Stellen erhaltene gelernte Modelle selektiv verwendet werden können. Insbesondere kann eine Vielzahl gelernter Modelle gebildet werden, die ein erstes gelerntes Modell, das unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine erste abgebildete Stelle (Lunge, zu untersuchendes Auge oder ähnliches) enthalten, und ein zweites gelerntes Modell enthalten, das unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine zweite abgebildete Stelle enthalten, die von der ersten abgebildeten Stelle verschieden ist. Ferner kann eine Konfiguration zum Auswählen eines beliebigen dieser Vielzahl gelernter Modelle angewendet werden. Dabei kann die Konfiguration eine Steuereinheit aufweisen, die im Ansprechen auf eine Anweisung vom Untersucher zum Abrufen (beispielsweise über ein Netzwerk von einem Server oder desgleichen einer externen Einrichtung, wie einem Krankenhaus oder einem Labor) von Daten, in denen eine abgebildete Stelle (Stelle, die durch Headerinformationen spezifiziert ist oder manuell durch den Untersucher eingegeben wird), die einem ausgewählten Lernmodell entspricht, und ein durch Abbilden der entsprechenden abgebildeten Stelle erhaltenes Bild ein Paar bilden, und Ausführen eines Lernens, bei dem die abgerufenen und erhaltenen Daten als Trainingsdaten angewendet werden, als inkrementelles Lernen bezüglich des ausgewählten gelernten Modells eingerichtet ist. Dadurch kann inkrementelles Lernen effektiv für jede abgebildete Stelle unter Verwendung eines Bildes durchgeführt werden, das durch Abbilden einer abgebildeten Stelle erhalten wird, die dem gelernten Modell entspricht.

[0469] Wenn Trainingsdaten für inkrementelles Lernen über ein Netzwerk von einem Server oder desgleichen einer externen Einrichtung, wie eines Krankenhauses oder Labors, erhalten werden, sollte eine Verringerung der Zuverlässigkeit aufgrund einer Verfälschung oder einer Systemstörung während des inkrementellen Lernens oder desgleichen reduziert werden. Daher kann die Korrektheit der Trainingsdaten für inkrementelles Lernen durch Bestätigen der Kontinuität durch eine digitale Signatur oder Hashing erfasst werden. Dadurch können die Trainingsdaten für inkrementelles Lernen geschützt werden. In einem Fall, in dem die Korrektheit der Trainingsdaten für inkrementelles Lernen als Ergebnis der Bestätigung der Kontinuität durch eine digitale Signatur oder Hashing nicht erfasst werden konnte, wird eine Warnung bezüglich dieser Tatsache ausgegeben und inkrementelles Lernen unter Verwendung der fraglichen Trainingsdaten wird nicht durchgeführt. Es wird angemerkt, dass der Server ungeachtet seines Installationsorts eine beliebige Form von Server sein kann,

wie ein Cloudserver, ein FOG-Server oder ein Edgesever.

(Abwandlung 6)

[0470] Bei den vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispielen und Abwandlungen kann eine Anweisung vom Untersucher eine Sprachanweisung oder ähnliches zusätzlich zu einer manuellen Anweisung (beispielsweise einer Anweisung unter Verwendung einer Benutzerschnittstelle oder ähnlichem) sein. Dabei kann beispielsweise eine Machine Learning-Einrichtung verwendet werden, die eine Spracherkennungseinrichtung enthält (ein Spracherkennungsmodell oder ein gelerntes Modell zur Spracherkennung), die durch maschinelles Lernen erhalten wird. Außerdem kann eine manuelle Anweisung eine Anweisung durch eine Zeicheneingabe unter Verwendung einer Tastatur, eines interaktiven Bedienfeldes oder ähnlichem sein. Dabei kann beispielsweise eine Machine Learning-Einrichtung verwendet werden, die eine Zeichenerkennungseinrichtung (ein Zeichenerkennungsmodell, ein gelerntes Modell zur Zeichenerkennung) enthält, die durch maschinelles Lernen erhalten wird. Ferner kann eine Anweisung vom Untersucher eine Anweisung mittels einer Geste oder dergleichen sein. Dabei kann eine Machine Learning-Einrichtung verwendet werden, die eine Gestenerkennungseinrichtung (ein Gestenerkennungsmodell, ein gelerntes Modell zur Gestenerkennung) enthält, die durch maschinelles Lernen erhalten wird. Ferner kann eine Anweisung vom Untersucher ein Ergebnis einer Erfassung der Blickrichtung des Untersuchers auf einen Monitor oder dergleichen sein. Das Blickrichtungserfassungsergebnis kann beispielsweise ein Pupillenerfassungsergebnis unter Verwendung eines Bewegungsbildes des Untersuchers sein, das durch Abbilden um den Monitor erhalten wird. Dabei kann die Pupillenerfassung aus dem Bewegungsbild eine Objekterkennungseinrichtung wie vorstehend beschrieben verwenden. Ferner kann eine Anweisung vom Untersucher eine Anweisung durch Gehirnwellen oder ein schwaches elektrisches Signal sein, das durch den Körper fließt, oder ähnliches sein. In diesem Fall können die Trainingsdaten beispielsweise Trainingsdaten sein, in denen Zeichendaten oder Sprachdaten (Signalverlaufsdaten) oder dergleichen, die eine Anweisung zur Anzeige eines durch Verarbeiten verschiedener gelernter Modelle wie vorstehend beschrieben erhaltenen Ergebnisses angeben, als Eingangsdaten angewendet werden, und ein Ausführungsbefehl zur tatsächlichen Veranlassung, dass ein durch Verarbeiten verschiedener gelernter Modelle erhaltenes Ergebnis tatsächlich auf einer Anzeigeeinheit anzuzeigen ist, wird als korrekte Antwortdaten verwendet. Die Trainingsdaten können ferner Trainingsdaten sein, in denen beispielsweise Zeichendaten oder Sprachdaten oder ähnliches, die eine Anweisung zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes angeben, das mit einem gelerntem

Modell zur Verbesserung der Bildqualität erhalten wird, als Eingangsdaten angewendet werden, und ein Ausführungsbefehl zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes und ein Ausführungsbefehl zur Änderung der Taste **3420** in einen aktiven Zustand als korrekte Antwortdaten angewendet werden. Natürlich kann jede Art von Trainingsdaten verwendet werden, solange beispielsweise der Anweisungsinhalt, der durch die Zeichendaten oder Sprachdaten oder ähnliches angegeben wird, und der Ausführungsbefehlsinhalt einander entsprechen. Ferner können Sprachdaten in Zeichendaten umgewandelt werden, indem ein Akustikmodell oder Sprachmodell oder ähnliches verwendet wird. Ferner kann eine Verarbeitung, die Rauschdaten reduziert, die Sprachdaten überlagert sind, unter Verwendung von Signalverlaufsdaten durchgeführt werden, die mit einer Vielzahl von Mikrofonen erhalten werden. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass eine Auswahl zwischen einer Anweisung, die durch Zeichen oder Sprache oder ähnliches erteilt wird, und einer Anweisung, die unter Verwendung einer Maus oder eines interaktiven Bedienfeldes oder ähnlichem eingegeben wird, gemäß einer Anweisung vom Untersucher getroffen werden kann. Außerdem kann eine Konfiguration angewendet werden, dass eine Auswahl zum Ein- und Ausschalten einer Anweisung durch Zeichen oder Sprache oder ähnliches gemäß einer Anweisung vom Untersucher durchgeführt werden kann.

[0471] In diesem Fall umfasst maschinelles Lernen Deep Learning wie vorstehend beschrieben, und es kann beispielsweise ein rekursives neuronales Netzwerk (RNN) zumindest als ein Teil des neuronalen Mehrschichtnetzwerks verwendet werden. Hier wird als Beispiel der Machine Learning-Einrichtung gemäß dieser Abwandlung ein RNN unter Bezugnahme auf **Fig. 36A** und **Fig. 36B** beschrieben, welches ein neuronales Netzwerk ist, das Zeitreiheninformationen verarbeitet. Ferner wird unter Bezugnahme auf **Fig. 37A** und **Fig. 37B** ein Lang-Kurzzeitspeicher (der nachstehend als „LSTM“ bezeichnet wird) beschrieben, der eine Art RNN ist. **Fig. 36A** veranschaulicht eine Struktur eines RNN, bei der es sich um eine Machine Learning-Einrichtung handelt. Ein RNN **3520** weist einen Schleifenaufbau in dem Netzwerk auf und gibt Daten x^t_{3510} zu einer Zeit t ein und gibt Daten h^t_{3530} aus. Da das RNN **3520** in dem Netzwerk eine Schleifenfunktion aufweist, kann der Zustand zur aktuellen Zeit in den nächsten Zustand übernommen werden, und somit können Zeitreiheninformationen verarbeitet werden. **Fig. 36B** veranschaulicht ein Beispiel der Eingabe/Ausgabe von Parametervektoren zu einer Zeit t . Die Daten x^t_{3510} enthalten n Teile von Daten (Para $ms1$ bis Para msN). Ferner enthalten die durch das RNN **3520** ausgegebenen Daten N Teile von Daten (Para $ms1$ bis Para msN), die den Eingangsdaten entsprechen. Da das RNN aber während einer Rückwärtsausbreitung keine Langzeitinformationen verarbeiten

kann, kann der LSTM verwendet werden. Der LSTM kann Langzeitinformationen lernen, indem ein Forget-Gate, ein Eingangs-Gate und ein Ausgangs-Gate bereitgestellt werden. **Fig. 37A** veranschaulicht eine Struktur des LSTM. In einem LSTM **3540** sind Informationen, welche das Netzwerk zu der nächsten Zeit t übernimmt, ein interner Zustand c^{t-1} des Netzwerks, der eine Zelle genannt wird, und Ausgangsdaten h^{t-1} . Es wird angemerkt, dass die Kleinbuchstaben (c , h , x) in der Figur Vektoren darstellen. Als Nächstes wird der LSTM **3540** in **Fig. 37B** näher veranschaulicht. In **Fig. 37B** bezeichnen Bezugszeichen FG ein Forget-Gate-Netzwerk, Bezugszeichen IG bezeichnen ein Eingabe-Gate-Netzwerk, und Bezugszeichen OG bezeichnen ein Ausgabe-Gate-Netzwerk, und jedes dieser Netzwerke ist eine Sigmoid-Schicht. Daher wird ein Vektor ausgegeben, in dem jedes Element einen Wert von 0 bis 1 hat. Das Forget-Gate-Netzwerk FG bestimmt, wie viele vergangene Informationen gehalten werden, und das Eingabe-Gate-Netzwerk EG bestimmt, welcher Wert zu aktualisieren ist. Bezugszeichen CU bezeichnen ein Zellenaktualisierungskandidatennetzwerk, welches eine Schicht tanh einer Aktivierungsfunktion ist. Diese erzeugt einen Vektor neuer Kandidatenwerte, der zu der Zelle hinzuzufügen ist. Das Ausgabe-Gate-Netzwerk OG wählt ein Element eines Zellenkandidaten aus und wählt aus, wie viele Informationen zu der nächsten Zeit zu übertragen sind. Es wird angemerkt, dass das vorstehend beschriebene LSTM-Modell eine Grundform darstellt, und die vorliegende Erfindung nicht auf das hier veranschaulichte Netzwerk beschränkt ist. Die Kopplung zwischen Netzwerken kann geändert werden. Anstelle eines LSTM kann ein QRNN (quasi rekursives neuronales Netzwerk) verwendet werden. Außerdem ist die Machine Learning-Einrichtung nicht auf ein neuronales Netzwerk beschränkt, und es kann eine Boosting- oder Support-Vektormaschine oder ähnliches verwendet werden. Ferner kann in einem Fall, in dem eine Anweisung vom Untersucher durch Zeichen oder Sprache oder ähnliches eingegeben wird, ein Verfahren angewendet werden, das sich auf natürliche Sprachverarbeitung (beispielsweise Sequence to Sequence) bezieht. Ferner kann eine Dialogeinrichtung (ein Dialogmodell oder ein gelerntes Modell für einen Dialog) angewendet werden, das auf den Untersucher mit einer Ausgabe wie Text oder Sprache antwortet.

(Abwandlung 7)

[0472] Die vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele und Abwandlungen enthalten zumindest jede der nachstehend beschriebenen Komponenten und enthalten zumindest jede der nachstehend beschriebenen verschiedenen Kombinationen mit einem Umfang, in dem kein technischer Widerspruch auftritt. Es wird angemerkt, dass zum Beispiel verschiedene Arten des vorstehend beschriebenen Lernens bei dem folgenden maschinellen

lernen angewendet werden können. Ferner ist zumindest eine nachstehend beschriebene Teilregion die vorstehend beschriebene Teilregion und ist eine rechtwinklige Region oder ähnliches.

[0473] Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann eine Machine Learning-Einrichtung enthalten, die maschinelles Lernen zur Erzeugung eines zweidimensionalen Hochqualitätsbildes unter Verwendung eines zweidimensionalen medizinischen Bildes einer vorbestimmten Stelle der Zielperson durchführt. Dabei kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines zweidimensionalen medizinischen Bildes enthalten. Beispielsweise kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines ersten Frontbildes eines ersten Tiefenbereiches eines zu untersuchenden Auges enthalten. Ferner kann als andere Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein anderes gelerntes Modell erzeugt werden, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines zweiten Frontbildes eines zweiten Tiefenbereichs des zu untersuchenden Auges enthalten, der ein zweiter Tiefenbereich ist, in dem zumindest einiges des Bereichs von dem ersten Tiefenbereich verschieden ist. Das heißt, wenn ein Merkmalswert des zweiten Frontbildes und ein Merkmalswert des ersten Frontbildes vergleichsweise verschieden sind, wird nicht nur das erstgelernte Modell erzeugt, sondern auch das zweitgelernte Modell kann erzeugt werden. Somit kann beispielsweise eine Vielzahl gelernter Modelle gemäß einer Vielzahl medizinischer Bilder selektiv verwendet werden. Daher kann eine Vielzahl medizinischer Bilder mit Merkmalswerten, die voneinander vergleichsweise verschieden sind, einer akkuraten Bildqualitätsverbesserung unterzogen werden. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem diese Merkmalswerte vergleichsweise ähnlich sind, das zweite gelernte Modell nicht erzeugt werden muss, und es ausreicht, ein gemeinsames gelerntes Modell zu erzeugen, das durch Lernen unter Verwendung des ersten Frontbildes und des zweiten Frontbildes als Trainingsdaten erhalten wird.

[0474] Ferner kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthalten, die maschinelles Lernen zur Erzeugung eines dreidimensionalen Hochqualitätsbildes unter Verwendung eines dreidimensionalen medizinischen Bildes einer vorbestimmten Stelle der Zielperson durchführt. Dabei kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines dreidimensionalen medizinischen Bildes enthalten. Hier wird ein Fall betrachtet, in dem ein dreidimensionales medizinisches

sches Bild aus einer Vielzahl zweidimensionaler medizinischer Bilder gebildet ist, die an verschiedenen Positionen erhalten werden. Dabei sind beispielsweise B-Scan-Bilder Tomographiebilder in der X-Z-Ebene, und die verschiedenen Positionen liegen in der Y-Richtung. In diesem Fall können die Trainingsdaten oder die in das gelernte Modell eingegebenen Daten ein dreidimensionales medizinisches Bild sein, das durch eine Vielzahl zweidimensionaler medizinischer Bilder gebildet wird, für die eine FehlAusrichtung in der X-Z-Richtung korrigiert (ausgerichtet) wurde. Im Fall der Erzeugung eines dreidimensionalen Hochqualitätsbildes aus einem dreidimensionalen medizinischen Bild unter Verwendung eines gelernten Modells kann, da die Verarbeitungszeit länger als im Fall eines zweidimensionalen medizinischen Bildes sein wird, beispielsweise eine Konfiguration angewendet werden, die Verarbeitung an einem Server durchzuführen, der eine Hochgeschwindigkeitsverarbeitung durchführen kann. In diesem Fall kann eine Konfiguration angewendet werden, dass die durch eine Bildgebungsvorrichtung erhaltenen medizinischen Bilddaten von einem Client zu dem Server übertragen werden, und nachdem die Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells an dem Server durchgeführt wurde, die resultierenden Daten nach der Verarbeitung von dem Server zu dem Client übertragen werden. Es wird angemerkt, dass der Server ungeachtet seines Installationsorts eine beliebige Form von Server ein kann, wie ein Cloud-Server, ein FOG-Server oder ein Edge-Server. Als Verfahren zur Durchführung einer Ausrichtung einer Vielzahl zweidimensionaler medizinischer Bilder wie vorstehend beschrieben kann das gleiche Verfahren für das Verfahren zur Durchführung der Ausrichtung in der X-Richtung und das Verfahren zur Durchführung der Ausrichtung in der Z-Richtung (Tiefenrichtung) angewendet werden, oder die angewendeten Verfahren können alle verschieden sein. Außerdem kann eine Ausrichtung in derselben Richtung mehrmals durch verschiedene Verfahren durchgeführt werden. Beispielsweise kann eine grobe Ausrichtung durchgeführt werden, und danach eine präzise Ausrichtung durchgeführt werden. Die Verfahren zur Ausrichtung enthalten beispielsweise eine (grobe Z-Richtung-)Ausrichtung unter Verwendung einer Retinaschichtbegrenzung, die erhalten wird, indem ein Tomographiebild (B-Scan-Bild) einer Segmentationsverarbeitung unterzogen wird, eine (präzise X-Richtung- oder Z-Richtung-)Ausrichtung unter Verwendung von Korrelationsinformationen (der Ähnlichkeit) zwischen einer Vielzahl von Regionen, die durch Unterteilen eines Tomographiebildes und eines Referenzbildes erhalten werden, eine (X-Richtung-)Ausrichtung unter Verwendung eines eindimensionalen Projektionsbildes, das für jedes Tomographiebild (B-Scan-Bild) erzeugt wird, eine (X-Richtung-)Ausrichtung eines zweidimensionalen Frontbildes. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass eine präzise Ausrichtung in

Untereinheiten von Bildelementen durchgeführt wird, nachdem eine grobe Ausrichtung in Bildelementeinheiten durchgeführt wurde. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann ferner ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zweidimensionale medizinische Bilder einer Vielzahl von Bereichen enthalten, die sich voneinander hinsichtlich zumindest eines Teils des Bereichs in den dreidimensionalen medizinischen Bilddaten einer vorbestimmten Stelle der Zielperson unterscheiden. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann beispielsweise ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines ersten Frontbildes in einer ersten Tiefenrichtung des zu untersuchenden Auges und zumindest eine Teilregion eines zweiten Frontbildes für einen zweiten Tiefenbereich enthalten, in dem zumindest ein Teil des Bereichs von dem ersten Tiefenbereich verschieden ist. Das heißt, die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann ein gelerntes Modell sein, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von medizinischen Bildern enthalten, die unter Verwendung dreidimensionaler medizinischer Bilddaten einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson erhalten werden, bei denen es sich um eine Vielzahl medizinischer Bilder handelt, bei denen die Merkmalswerte voneinander verschieden sind. Dadurch kann die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung beispielsweise einen Merkmalswert mit hohem Abstraktionsgrad als Lernergebnis hinsichtlich einer Vielzahl von Merkmalswerten erhalten, die voneinander verschieden sind. Selbst im Fall eines medizinischen Bildes mit einem Merkmalswert, der von der Vielzahl der Merkmalswerte verschieden ist, kann, wenn der extrahierte Merkmalswert mit hohem Abstraktionsgrad innerhalb des anwendbaren Bereichs liegt, eine Bildqualitätsverbesserung mit relativer guter Genauigkeit durchgeführt werden. Durch Verwenden eines gelernten Modells, das durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die zumindest eine Teilregion eines ersten Frontbildes in einem ersten Tiefenbereich und zumindest eine Teilregion eines zweiten Frontbildes in einem zweiten Tiefenbereich enthalten, kann beispielsweise ein Hochqualitätsbild aus zumindest einem Teilbereich eines dritten Frontbildes in einem dritten Tiefenbereich akkurat erzeugt werden, von dem zumindest ein Teil des Bereichs von dem ersten Tiefenbereich und dem zweiten Tiefenbereich verschieden ist. Dabei ist der erste Tiefenbereich beispielsweise eine Oberflächenschicht, in der relativ dicke Blutgefäße verteilt sind, und der zweite Tiefenbereich ist eine tiefe Schicht, in der relativ dünne Blutgefäße verteilt sind (oder keine Blutgefäße verteilt sind). Daher sind der Merkmalswert des ersten Frontbildes und der Merkmalswert des zweiten Frontbildes voneinander verschieden.

[0475] Ein Satz von Eingangsdaten und korrekten Antwortdaten (Ground Truth), die in den Lerndaten enthalten sind, kann ein Satz aus einem Geringqualitätsbild und einem Hochqualitätsbild sein. Das Hochqualitätsbild kann beispielsweise ein Bild sein, das durch Mittelung einer Vielzahl von Geringqualitätsbildern erhalten wird. Dabei wird durch Mittelung eine Stelle, die nicht gemeinsam in der Vielzahl von Geringqualitätsbildern abgebildet wurde, sondern die in irgendeinem der Geringqualitätsbilder abgebildet wurde, in manchen Fällen in dem Hochqualitätsbild visualisiert. Das heißt, eine Stelle, die in einem Geringqualitätsbild nicht vorhanden ist, kann manchmal in dem Hochqualitätsbild erscheinen. In einem derartigen Fall besteht die Möglichkeit, dass die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung nicht nur einen Merkmalswert für eine Bildqualitätsverbesserung als Lernergebnis erhält, sondern auch einen Merkmalswert erhält, der eine nicht existente Stelle neu erzeugt. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, dass ein falsches Blutgefäß in einer Region in dem Hochqualitätsbild erzeugt wird, in der in echt kein Blutgefäß existiert.

[0476] Daher kann eine Vielzahl medizinischer Bilder, in denen Unterschiede zwischen Stellen, die in den Bildern vorhanden sind, untereinander vergleichsweise gering sind, als Satz von Eingangsdaten und korrekten Antwortdaten angewendet werden, die in den Trainingsdaten enthalten sind. Beispielsweise kann der Satz aus Eingangsdaten und korrekten Antwortdaten ein Satz sein, der aus einem Hochqualitätsbild, zu dem Rauschen addiert wurde, und einem Hochqualitätsbild gebildet wird, oder kann ein Satz sein, der aus einer Vielzahl von Hochqualitätsbildern gebildet wird, zu denen Rauschen addiert wurde, welches voneinander verschieden ist. Dabei kann das Rauschen ein Rauschen mit einem Pegel derart sein, dass ein Merkmalswert einer Stelle oder desgleichen, die in dem Bild vorhanden ist, nicht verloren geht. Ferner kann ein Rauschmuster, hinsichtlich dessen zufällig bestimmt wird, ob Rauschen für ein jeweiliges Bildelement zu addieren ist oder nicht, für jedes Bild verschieden sein. Es wird angemerkt, dass die Größe des addierten Rauschens für jedes Bild verschieden sein kann. Ferner kann der Satz aus einer Vielzahl medizinischer Bilder gebildet sein, für die die jeweiligen Anzahlen von zur Mittelung verwendeten Bildern voneinander verschieden sind. Die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann somit beispielsweise einen Merkmalswert als Lernergebnis akkurat erhalten. Unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung kann daher ein Hochqualitätsbild aus einem eingegebenen Geringqualitätsbild akkurat erzeugt werden. Dabei kann das eingegebene Geringqualitätsbild ein medizinisches Bild sein, das einer Verarbeitung zur Verringerung verschiedener Arten von Artefakten wie vorstehend beschrieben unterzogen ist. Es wird angemerkt, dass die Verringerungsverarbeitung auch bei

einem Hochqualitätsbild angewendet werden kann. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass die Verringerungsverarbeitung gemäß einer Anweisung vom Untersucher ausgewählt werden kann.

[0477] In diesem Fall kann voneinander verschiedenes Rauschen zu zumindest einer Teilregion der Vielzahl medizinischer Bilder addiert werden, deren Merkmalswerte untereinander verschieden sind. Wird beispielsweise Rauschen, das für ein relativ helles medizinisches Bild geeignet ist, zu einem relativ dunklen medizinischen Bild addiert, besteht die Möglichkeit, dass eine Stelle, die in dem relativ dunklen medizinischen Bild vorhanden ist, verloren geht. Daher kann beispielsweise die Größe von zu zumindest einer Teilregion eines relativ dunklen medizinischen Bildes addiertem Rauschen kleiner als die Größe von Rauschen sein, das zu zumindest einer Teilregion eines relativ hellen Bildes addiert wird. Außerdem kann das als Trainingsdaten verwendete Hochqualitätsbild ein Hochqualitätsbild sein, das durch eine andere Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird.

[0478] Selbst wenn verschiedene vorstehend beschriebene Verfahren verwendet werden, gibt es in einem Fall, in dem das Geringqualitätsbild ein relativ dunkles medizinisches Bild oder desgleichen ist, die Möglichkeit, dass ein Teil einer Stelle, die in dem Geringqualitätsbild vorhanden war, aus dem Hochqualitätsbild verloren geht, da die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung den fraglichen Teil als Rauschen oder ähnliches betrachtet. Daher kann beispielsweise eine Konfiguration angewendet werden, dass ein zusammengesetztes Bild durch Kombinieren des Geringqualitätsbildes und des Hochqualitätsbildes mit einem Verhältnis erhalten wird, das der Helligkeit der Bilder oder ähnlichem entspricht. Da eine Stelle in dem Geringqualitätsbild vorhanden ist, selbst wenn die entsprechende Stelle in dem Hochqualitätsbild verloren ist, kann daher eine derartige Stelle in dem Hochqualitätsbild wiederhergestellt werden.

[0479] Das Hochqualitätsbild oder das zusammengesetzte Bild oder ähnliches kann gemäß einer Anweisung vom Untersucher in der Speichereinheit gespeichert werden. Wenn nach der Anweisung vom Untersucher zur Sicherung des Hochqualitätsbildes oder zusammengesetzten Bildes oder ähnliches ein Dateiname registriert wird, kann ein Dateiname, der Informationen (beispielsweise Zeichen), die angeben, dass das Bild ein Bild ist, das durch eine Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells zur Verbesserung der Bildqualität (Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung) erzeugt ist, an einem beliebigen Abschnitt des Dateinamens (beispielsweise dem ersten Abschnitt oder dem letzten Abschnitt) enthält, als empfohlener Dateiname in einem Zustand angezeigt werden, in dem der Dateiname gemäß einer Anweisung vom Untersucher bearbeitet werden

kann. Wenn die Anzeigeeinheit zur Anzeige eines Hochqualitätsbildes auf verschiedenen Anzeigebildschirmen, wie dem vorstehend beschriebenen Berichtsbildschirm veranlasst wird, kann eine Anzeige, die angibt, dass das angezeigte Bild ein Hochqualitätsbild ist, das durch eine Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells zur Verbesserung der Bildqualität erzeugt ist, zusammen mit dem Hochqualitätsbild angezeigt werden. Da ein Benutzer in diesem Fall durch die entsprechende Anzeige leicht unterscheiden kann, dass das angezeigte Hochqualitätsbild nicht das durch die Bildgebung erhaltene tatsächliche Bild ist, kann eine Fehldiagnose reduziert und die Diagnoseleistung kann verbessert werden. Es wird angemerkt, dass eine Anzeige, die angibt, dass ein Hochqualitätsbild durch eine Verarbeitung erzeugt wurde, die ein gelerntes Modell zur Verbesserung der Bildqualität verwendet hat, eine beliebige Form annehmen kann, solange sie eine Anzeige ist, die die Unterscheidung zwischen dem Eingangsbild und dem durch die entsprechende Verarbeitung erzeugten Hochqualitätsbild ermöglicht. Ferner kann hinsichtlich einer Verarbeitung unter Verwendung verschiedener vorstehend beschriebener gelernter Modelle und nicht nur einer Verarbeitung, die ein gelerntes Modell zur Verbesserung der Bildqualität verwendet, eine Anzeige, die angibt, dass das angezeigte Ergebnis durch eine Verarbeitung unter Verwendung der entsprechenden Art von gelerntem Modell erzeugt wurde, zusammen mit dem entsprechenden Ergebnis angezeigt werden. Dabei kann der Anzeigebildschirm, wie ein Berichtsbildschirm, gemäß einer Anweisung vom Untersucher in der Speichereinheit gespeichert werden. Beispielsweise kann ein Berichtsbildschirm in der Speichereinheit als Einzelbild gespeichert werden, in dem Hochqualitätsbilder oder zusammengesetzte Bilder oder ähnliches und eine Anzeige Seite an Seite angezeigt werden, die angibt, dass diese Bilder Hochqualitätsbilder sind, die durch eine Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells erzeugt wurden, um die Bildqualität zu verbessern. Bezüglich der Anzeige, die angibt, dass ein Hochqualitätsbild durch eine Verarbeitung erzeugt wurde, die ein gelerntes Modell zur Verbesserung der Bildqualität verwendet hat, kann eine Anzeige auf der Anzeigeeinheit angezeigt werden, die angibt, welche Art von Trainingsdaten das gelernte Modell zur Verbesserung der Bildqualität beim Durchführen des Lernens verwendet hat. Die fragliche Anzeige kann eine Anzeige einer Beschreibung der Arten von Eingangsdaten und korrekten Antwortdaten der Trainingsdaten enthalten, oder eine beliebige Anzeige, die sich auf die Eingangsdaten und die korrekten Antwortdaten bezieht, wie eine abgebildete Stelle, die in den korrekten Antwortdaten enthalten ist, oder ähnliches. Es wird angemerkt, dass hinsichtlich der Verarbeitung unter Verwendung verschiedener gelernter Modelle wie vorstehend beschrieben auch und nicht nur hinsichtlich der Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells zur Verbes-

serung der Bildqualität eine Anzeige auf der Anzeigeeinheit angezeigt werden kann, die angibt, welche Art von Trainingsdaten die entsprechende Art von gelerntem Modell beim Durchführen des Lernens verwendet hat. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass Informationen (beispielsweise Zeichen), die angeben, dass das Bild durch eine Verarbeitung unter Verwendung eines gelernten Modells zur Verbesserung der Bildqualität erzeugt wurde, angezeigt oder in einem Zustand gespeichert werden, in dem die Informationen auf dem Hochqualitätsbild oder dem zusammengesetzten Bild oder desgleichen überlagert sind. Dabei kann ein Ort, an dem die Informationen auf dem Bild überlagert werden, ein beliebiger Ort sein, solange der Ort eine Region (beispielsweise ein Rand des Bildes) ist, die mit einer Region nicht überlappt, in der die interessierende Stelle oder ähnliches angezeigt wird, bei der es sich um das Abbildungszielobjekt handelt. Ferner kann eine nicht überlappende Region bestimmt werden, und die Informationen können in der bestimmten Region überlagert werden.

[0480] Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass in einem Fall, wenn als Anfangsanzeigebildschirm des Berichtsbildschirms die Vorgabeeinstellung derart eingestellt ist, dass die Taste **3420** in einen aktiven Zustand eintritt (die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung auf „ein“ eingestellt wird), ein Berichtbild, das dem Berichtsbildschirm entspricht, der ein Hochqualitätsbild oder ein zusammengesetztes Bild oder ähnliches enthält, gemäß einer Anweisung vom Untersucher zu einem Server übertragen wird. Ferner kann eine Konfiguration angewendet werden, dass in einem Fall, in dem die Vorgabeeinstellung derart eingestellt ist, dass die Taste **3420** in einen aktiven Zustand eintritt, wenn eine Untersuchung endet (beispielsweise in einem Fall, in dem der Abbildungsbestätigungsbildschirm oder der Vorschaubildschirm gemäß einer Anweisung vom Untersucher in den Berichtsbildschirm geändert wird) ein Berichtbild, das dem Berichtsbildschirm entspricht, der ein Hochqualitätsbild oder ein zusammengesetztes Bild oder desgleichen enthält (automatisch) zu einem Server übertragen wird. Dabei kann eine Konfiguration angewendet werden, dass ein Berichtbild, das beruhend auf verschiedenen Arten von Einstellungen der Vorgabeeinstellung erzeugt wird (beispielsweise Einstellungen hinsichtlich des Tiefenbereichs zur Erzeugung eines en-Face-Bildes auf dem Anfangsanzeigebildschirm des Berichtsbildschirms, und/oder ob eine Analyseabbildung zu überlagern ist oder nicht und/oder ob das Bild ein Hochqualitätsbild ist oder nicht, und/oder ob ein Anzeigebildschirm für eine Nachbeobachtung und ähnliches zu zeigen ist oder nicht), zu einem Server übertragen wird.

[0481] Ferner kann unter den vorstehend beschriebenen verschiedenen gelernten Modellen ein Bild, das mit einer ersten Art von gelerntem Modell er-

halten wird (beispielsweise ein Hochqualitätsbild, ein Bild, das ein Analyseergebnis wie eine Analyseabbildung zeigt, ein Bild, das ein Objekterkennungsergebnis zeigt, oder ein Bild, das ein Segmentationsergebnis zeigt) in eine zweite Art von gelerntem Modell eingegeben werden, die von der ersten Art verschieden ist. Dabei kann eine Konfiguration angewendet werden, dass ein Ergebnis (beispielsweise ein Analyseergebnis, ein Diagnoseergebnis, ein Objekterkennungsergebnis oder ein Segmentationsergebnis) durch eine Verarbeitung der zweiten Art von gelerntem Modell erzeugt wird. Ferner kann bei den verschiedenen vorstehend beschriebenen gelernten Modellen ein Bild, das in eine zweite Art von gelerntem Modell einzugeben ist, die von einer ersten Art von gelerntem Modell verschieden ist, aus einem Bild erzeugt werden, das in die erste Art von gelerntem Modell eingegeben wird, indem ein Ergebnis (beispielsweise ein Analyseergebnis, ein Diagnoseergebnis, ein Objekterkennungsergebnis oder ein Segmentationsergebnis) verwendet wird, das durch eine Verarbeitung der ersten Art von gelerntem Modell erhalten wird. Dabei besteht eine große Wahrscheinlichkeit, dass das erzeugte Bild ein Bild ist, das als Bild zur Verarbeitung durch die zweite Art von gelerntem Modell geeignet ist. Dadurch kann die Genauigkeit eines Bildes (beispielsweise eines Hochqualitätsbildes, eines Bildes, das ein Analyseergebnis als Analyseabbildung zeigt, eines Bildes, das ein Objekterkennungsergebnis zeigt, oder eines Bildes, das ein Segmentationsergebnis zeigt), das erhalten wird, wenn das erzeugte Bild in die zweite Art von gelerntem Modell eingegeben wird, verbessert werden. Ferner kann ein Abruf ähnlicher Bilder unter Verwendung einer externen Datenbank, die in einem Server oder ähnlichem gespeichert ist, unter Verwendung eines Analyseergebnisses oder eines Diagnoseergebnisses oder ähnlichem als Suchschlüssel durchgeführt werden, die durch die Verarbeitung der gelernten Modelle wie vorstehend beschrieben erhalten werden. Es wird angemerkt, dass in einem Fall, in dem eine Vielzahl von in der Datenbank gespeicherten Bildern bereits in einem Zustand verwaltet werden, in dem jeweilige Merkmalswerte der Vielzahl von Bildern als Zusatzinformationen durch maschinelles Lernen oder dergleichen angefügt wurden, eine Ähnlichkeitsbildsucheinrichtung (ein Ähnlichkeitsbilduntersuchungsmodell oder ein gelerntes Modell für eine Ähnlichkeitsbildsuche), die ein Bild selbst als Suchschlüssel verwendet, verwendet werden kann.

(Verschiedene Ausführungsbeispiele)

[0482] Ausführungsbeispiel 1 vorliegender Offenbarung bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung. Die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu

eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, das einer Rauschreduktion und/oder Kontrastverstärkung verglichen mit dem ersten Bild unterzogen ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

[0483] Ausführungsbeispiel 2 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 1, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, für die ein Bild, das durch Durchführen zumindest einer Art von Verarbeitung aus einer Mittelungsverarbeitung, einer Maximum-a-Posteriori-Verarbeitung, einer Glättungsfiltververarbeitung, einer Abstufungsumwandlungsverarbeitung und einer Rauschreduktionsverarbeitung erhalten wird, als Trainingsdaten angewendet wird.

[0484] Ausführungsbeispiel 3 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 1, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, für die ein Bild als Trainingsdaten angewendet wird, das mit einer Bildgebungsvorrichtung mit größerer Leistung als eine Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, die zur Abbildung des ersten Bildes verwendet wird, oder ein Bild als Trainingsdaten angewendet wird, das durch einen Abbildungsschritt mit einer Anzahl an Schritten erhalten wird, die höher als eine Anzahl an Schritten eines Abbildungsschritts zur Abbildung des ersten Bildes ist.

[0485] Ausführungsbeispiel 4 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 3 und enthält ferner eine Bestimmungseinheit, die zur Bestimmung eingerichtet ist, ob das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung hinsichtlich des ersten Bildes erzeugt werden kann oder nicht.

[0486] Ausführungsbeispiel 5 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 4, wobei die Bestimmungseinheit die Bestimmung beruhend auf einer abgebildeten Stelle und/oder einem Abbildungssystem und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildgröße des ersten Bildes durchführt.

[0487] Ausführungsbeispiel 6 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 4 oder 5, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das zweite Bild im Ansprechen auf eine Eingabe von einem Untersucher bezüglich eines durch die Bestimmungseinheit erhaltenen Bestimmungsergebnisses erzeugt.

[0488] Ausführungsbeispiel 7 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der

Ausführungsbeispiele 1 bis 6, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben.

[0489] Ausführungsbeispiel 8 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 7, wobei jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten hinsichtlich einer abgebildeten Stelle und/oder eines Abbildungsbildwinkels und/oder einer Bildauflösung durchführt, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, die einer abgebildeten Stelle und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildauflösung des ersten Bildes entspricht.

[0490] Ausführungsbeispiel 9 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 7, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die einer Anweisung eines Untersuchers entspricht, aus der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt.

[0491] Ausführungsbeispiel 10 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 7, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl zweiter Bilder aus dem ersten Bild unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild aus der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einer Anweisung eines Untersuchers ausgibt.

[0492] Ausführungsbeispiel 11 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 7 und enthält ferner eine Bewertungseinheit, die zur Bewertung einer Bildqualität des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder aus dem ersten Bild unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild aus der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einem durch die Bewertungseinheit erhaltenen Bewertungsergebnis ausgibt.

[0493] Ausführungsbeispiel 12 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 11, wobei die Bewertungseinheit eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die einen Bewertungswert, der durch ein vorbestimmtes Bewertungsverfahren erhalten wird, als Trainingsdaten verwendet, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild aus der Vielzahl zweiter Bil-

der ausgibt, für das ein durch die Bewertungseinheit erhaltener Bewertungswert am höchsten ist.

[0494] Ausführungsbeispiel 13 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 10 und enthält ferner eine Bewertungseinheit, die zur Bewertung einer Bildqualität des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Bewertungseinheit eine Authentizitätsbewertungseinrichtung enthält, die die Authentizität eines Bildes bewertet, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild in einem Fall ausgibt, in dem eine Ausgabe aus der Authentizitätsbewertungseinrichtung der Bewertungseinheit „wahr“ lautet.

[0495] Ausführungsbeispiel 14 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 13, wobei die Authentizitätsbewertungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die als Trainingsdaten ein Bild verwendet, das durch eine andere Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, bei der die Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung geringer als bei der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist.

[0496] Ausführungsbeispiel 15 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 14, und enthält ferner eine Schätzeinheit, die zum Schätzen einer abgebildeten Stelle und/oder einer abgebildeten Region des ersten Bildes eingerichtet ist.

[0497] Ausführungsbeispiel 16 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 15, wobei die Schätzeinheit eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die ein Bild als Trainingsdaten verwendet hat, zu dem eine Kennzeichnung einer abgebildeten Stelle und/oder einer abgebildeten Region angefügt ist.

[0498] Ausführungsbeispiel 17 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 16, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Bildgröße des ersten Bildes an eine Bildgröße anpasst, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, und das erste Bild, für das die Bildgröße angepasst wurde, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, und das zweite Bild durch Anpassen einer Größe eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung an eine Ursprungsbildgröße des ersten Bildes erzeugt.

[0499] Ausführungsbeispiel 18 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 17, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Bildgröße des ersten Bildes derart anpasst, dass eine Auflösung des ersten Bildes zu einer vorbestimmten Auflösung wird,

hinsichtlich des ersten Bildes, für das die Bildgröße angepasst wurde, ein Bild, das durch Durchführen eines Auffüllens derart erhalten wird, dass die angepasste Bildgröße zu einer Bildgröße wird, die die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, hinsichtlich eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Zuschneiden derart durchführt, dass lediglich eine Region zugeschnitten wird, die einer Region entspricht, in der das Auffüllen durchgeführt wurde, und eine Bildgröße des Bildes, bei dem das Zuschneiden durchgeführt wurde, an eine Ursprungsbildgröße des ersten Bildes zur Erzeugung des zweiten Bildes anpasst.

[0500] Ausführungsbeispiel 19 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 18, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das erste Bild in eine Vielzahl von dritten Bildern einer vorbestimmten Bildgröße unterteilt, die Vielzahl dritter Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung einer Vielzahl vierter Bilder eingibt, und die Vielzahl vierter Bilder zur Erzeugung eines zweiten Bildes integriert.

[0501] Ausführungsbeispiel 20 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 19, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das erste Bild mit drei Dimensionen in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder eine Vielzahl eindimensionaler Bilder einteilt und die Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder die Vielzahl eindimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, und eine Vielzahl von Ausgangsbildern aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung des zweiten Bildes integriert.

[0502] Ausführungsbeispiel 21 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 20, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, das erste Bild mit drei Dimensionen in eine Vielzahl dreidimensionaler Bilder oder eine Vielzahl eindimensionaler Bilder einteilt, eine Vielzahl zweiter Bilder aus der Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder der Vielzahl eindimensionaler Bilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen auf parallele Weise erzeugt und die Vielzahl zweiter Bilder zur Erzeugung des zweiten Bildes mit drei Dimensionen integriert.

[0503] Ausführungsbeispiel 22 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 21, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit als zweites Bild ein Bild erzeugt, das verglichen mit dem ersten Bild einer Rauschreduktion und/oder einer Kontraststeigerung

unterzogen ist, und auch einer Bildgrößenerhöhung und/oder Ortsauflösungserhöhung unterzogen ist.

[0504] Ausführungsbeispiel 23 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 22, und enthält ferner eine Anzeigesteuereinheit, die zur Anzeige des zweiten Bildes auf einer Anzeigeeinheit eingerichtet ist.

[0505] Ausführungsbeispiel 24 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 23, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit gemäß einer Anweisung von einem Untersucher veranlasst.

[0506] Ausführungsbeispiel 25 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Ausführungsbeispiel 23 oder 24, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige einer Anzeige zusammen mit dem zweiten Bild auf der Anzeigeeinheit veranlasst, die angibt, dass das zweite Bild ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugtes Bild ist.

[0507] Ausführungsbeispiel 26 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 23 bis 25, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit veranlasst, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild gemäß einer Eingabe von einem Untersucher hinsichtlich des angezeigten zweiten Bildes ausgibt.

[0508] Ausführungsbeispiel 27 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 23 bis 26 und enthält ferner eine Analyseeinheit, die zur Durchführung einer Bildanalyse des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige eines durch die Analyseeinheit erhaltenen Analyseergebnisses auf der Anzeigeeinheit veranlasst.

[0509] Ausführungsbeispiel 28 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 27, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild, das ein Bild ist, aus einer Vielzahl der ersten Bilder erzeugt.

[0510] Ausführungsbeispiel 29 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 28, wobei das erste Bild ein Bild ist, das unter Verwendung einer Vielzahl von Bildern einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson erzeugt wird.

[0511] Ausführungsbeispiel 30 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 29, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder erzeugt und die Vielzahl zweiter Bilder mittelt.

[0512] Ausführungsbeispiel 31 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 30, wobei die vorbestimmte Stelle ein zu untersuchendes Auge ist.

[0513] Ausführungsbeispiel 32 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 31, wobei die Erhalteeinheit das erste Bild von einer Bildgebungsvorrichtung erhält.

[0514] Ausführungsbeispiel 33 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 31, wobei die Erhalteeinheit Daten der vorbestimmten Stelle einer Zielperson von einer Bildgebungsvorrichtung erhält und das erste Bild beruhend auf den Daten erhält.

[0515] Ausführungsbeispiel 34 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 31, wobei die Erhalteeinheit das erste Bild von einem Bildverwaltungssystem erhält.

[0516] Ausführungsbeispiel 35 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1 bis 34, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das zweite Bild nicht als Trainingsdaten verwendet.

[0517] Ausführungsbeispiel 36 bezieht sich auf ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren. Das medizinische Bildverarbeitungsverfahren umfasst ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei das zweite Bild einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung verglichen mit dem ersten Bild unterzogen wird, wobei eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet wird, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

[0518] Ausführungsbeispiel 37 bezieht sich auf ein Programm. Wenn das Programm durch einen Prozessor ausgeführt wird, veranlasst das Programm den Prozessor zur Ausführung jeweiliger Schritte des medizinischen Bildverarbeitungsverfahrens nach Ausführungsbeispiel 36.

[0519] Zusatzausführungsbeispiel 1 vorliegender Offenbarung bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung. Die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein Bewegungskontrastfrontbild ist, das zumindest einem Teiltiefenbereich dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges entspricht, und eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild zu erzeugen, das verglichen mit dem

ersten Bild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, wobei eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet wird, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

[0520] Zusatzausführungsbeispiel 2 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Zusatzausführungsbeispiel 1, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die unter Verwendung eines Bildes erhalten werden, das erhalten wird, indem eine Vielzahl von Teilen von Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges einer Mittelungsverarbeitung unterzogen werden.

[0521] Zusatzausführungsbeispiel 3 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Zusatzausführungsbeispiel 1, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die ein Bild enthalten, das durch eine OCTA-Abbildung erhalten wird, die durch eine OCT-Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als eine OCT-Bildgebungsvorrichtung durchgeführt wird, die für eine OCTA-Abbildung des ersten Bildes verwendet wird, oder ein Bild enthalten, das durch einen OCTA-Abbildungsschritt erhalten wird, der eine größere Anzahl an Schritten als ein zum Erhalten des ersten Bildes verwendeter OCTA-Abbildungsschritt enthält.

[0522] Zusatzausführungsbeispiel 4 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 3, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild durch Unterteilen des ersten Bildes in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und Eingeben der Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und Integrieren einer Vielzahl von Ausgangsbildern aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt.

[0523] Zusatzausführungsbeispiel 5 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Zusatzausführungsbeispiel 4, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die ein Bildpaar mit einer Entsprechungspositionsbeziehung zueinander enthält, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das erste Bild in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder mit einer Bildgröße unterteilt, die einer Bildgröße des Bildpaares entspricht, und die Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt.

[0524] Zusatzausführungsbeispiel 6 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Zusatzausführungsbeispiel 4 oder 5, wobei die

Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die bezüglich eines Bildes und einer Region, die einen äußeren Rand des Bildes enthält, Bilder einer Vielzahl von Teilregionen enthält, die derart eingestellt sind, dass Abschnitte von Teilregionen, die aneinander angrenzen, einander überlappen.

[0525] Zusatzausführungsbeispiel 7 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 6, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die unter Verwendung eines Bildes erhalten werden, das durch Addieren von Rauschen zu einem Bewegungskontrastfrontbild eines zu untersuchenden Auges erhalten wird.

[0526] Zusatzausführungsbeispiel 8 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 7, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die unter Verwendung eines Bildes erhalten werden, das durch Addieren von Rauschen zu einem Bild erhalten wird, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung einer Vielzahl von Teilen von Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges erhalten wird.

[0527] Zusatzausführungsbeispiel 9 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 8, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die durch Durchführen von Lernen von Trainingsdaten erhalten wird, die unter Verwendung eines Bildpaars erhalten werden, das durch Addieren von Rauschen von voneinander verschiedenen Mustern zu einem Bild erhalten wird, das durch Durchführen einer Mittelungsverarbeitung einer Vielzahl von Teilen von Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges erhalten wird.

[0528] Zusatzausführungsbeispiel 10 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 9, und enthält ferner eine Weitwinkelbilderzeugungseinheit, die zur Erzeugung eines Weitwinkelbildes unter Verwendung einer Vielzahl der zweiten Bilder eingerichtet ist, die aus einer Vielzahl der ersten Bilder erhalten werden, wobei die Vielzahl erster Bilder durch Durchführen einer OCTA-Bildgebung verschiedener Positionen eines zu untersuchenden Auges erhalten werden, so dass Teilregionen von Bewegungskontrastfrontbildern, die einander benachbart sind, einander überlappen.

[0529] Zusatzausführungsbeispiel 11 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 10, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die durch Lernen einer Vielzahl von Bewegungskontrastfrontbildern, die einer Vielzahl von Tiefenbereichen eines zu untersuchenden Auges entsprechen, als Trainingsdaten erhalten wird, und die Erhalteinheit ein Bewegungskontrastfrontbild, das dem zumindest Teil-tiefenbereich entspricht, der gemäß einer Anweisung vom Untersucher eingestellt wird, als das erste Bild erhält.

[0530] Zusatzausführungsbeispiel 12 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 11, und enthält ferner eine Bestimmungseinheit, die zur Bestimmung eingerichtet ist, ob das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung hinsichtlich des ersten Bildes erzeugt werden kann oder nicht, wobei die Bestimmungseinheit die Bestimmung beruhend auf einer abgebildeten Stelle und/oder einem Bildgebungssystem und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildgröße des ersten Bildes durchführt.

[0531] Zusatzausführungsbeispiel 13 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 12, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und wobei jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Lernen unter Verwendung von voneinander hinsichtlich einer abgebildeten Stelle und/oder eines Abbildungsbildwinkels und/oder einer Bildauflösung verschiedenen Trainingsdaten durchführt, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, die einer abgebildeten Stelle und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildauflösung des ersten Bildes entspricht.

[0532] Zusatzausführungsbeispiel 14 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 12, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die einer Anweisung eines Untersuchers entspricht, aus der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt.

[0533] Zusatzausführungsbeispiel 15 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 12, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bildern aus den ersten Bildern unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild unter der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einer Anweisung eines Untersuchers ausgibt.

[0534] Zusatzausführungsbeispiel 16 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 12, die ferner eine Bewertungseinheit enthält, die zur Bewertung einer Bildqualität des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl an zweiten Bildern anhand der ersten Bilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild aus der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einem durch die Bewertungseinheit erhaltenen Bewertungsergebnis ausgibt.

[0535] Zusatzausführungsbeispiel 17 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem Zusatzausführungsbeispiele 16, wobei die Bewertungseinheit eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die einen Bewertungswert, der durch ein vorbestimmtes Bewertungsverfahren erhalten wird, als Trainingsdaten verwendet, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild, für das ein durch die Bewertungseinheit erhaltener Bewertungswert am größten unter der Vielzahl von zweiten Bildern ist, ausgibt.

[0536] Zusatzausführungsbeispiel 18 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 17, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild durch Anpassen einer Bildgröße des ersten Bildes an eine Bildgröße, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, Eingeben des ersten Bildes, für das die Bildgröße angepasst wurde, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und Anpassen einer Größe eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung an eine Ursprungsbildgröße des ersten Bildes erzeugt.

[0537] Zusatzausführungsbeispiel 19 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß

einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 18, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild durch Anpassen einer Bildgröße des ersten Bildes derart, dass eine Auflösung des ersten Bildes zu einer vorbestimmten Auflösung wird, hinsichtlich des ersten Bildes, für das die Bildgröße angepasst wurde, Eingeben eines Bildes in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, das durch Durchführen eines Auffüllens derart erhalten wird, dass die Bildgröße, die angepasst wurde, zu einer Bildgröße wird, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, hinsichtlich eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung Durchführen eines Zuschneidens zum Zuschneiden lediglich einer Region, die einer Region entspricht, in der das Auffüllen durchgeführt wurde, und Anpassen einer Bildgröße des Bildes, bei dem das Zuschneiden durchgeführt wurde, an eine Ursprungsgröße des ersten Bildes erzeugt.

[0538] Zusatzausführungsbeispiel 20 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 19, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild durch Einteilen des ersten Bildes in eine Vielzahl dritter Bilder einer vorbestimmten Bildgröße, Eingeben der Vielzahl dritter Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung einer Vielzahl vierter Bilder und Integrieren der Vielzahl vierter Bilder erzeugt.

[0539] Zusatzausführungsbeispiel 21 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 20, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält und das zweite Bild durch Einteilen des ersten Bildes in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder, Erzeugen einer Vielzahl zweiter Bilder aus der Vielzahl zweidimensionaler Bilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen auf parallele Weise und Integrieren der Vielzahl zweiter Bilder erzeugt.

[0540] Zusatzausführungsbeispiel 22 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 21, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit als zweites Bild ein Bild erzeugt, das verglichen mit dem ersten Bild einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung unterzogen ist, und auch einer Bildgrößenerhöhung und/oder einer Ortsauflösungserhöhung unterzogen ist.

[0541] Zusatzausführungsbeispiel 23 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 22, und enthält ferner eine Anzeigesteuereinheit, die zur Anzeige des zweiten Bildes auf einer Anzeigeeinheit eingerichtet ist.

[0542] Zusatzausführungsbeispiel 24 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem Zusatzausführungsbeispiel 23, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit gemäß einer Anweisung eines Untersuchers veranlasst.

[0543] Zusatzausführungsbeispiel 25 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem Zusatzausführungsbeispiel 23 oder 24, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige einer Anzeige, die angibt, dass das zweite Bild ein durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugtes Bild ist, zusammen mit dem zweiten Bild auf der Anzeigeeinheit veranlasst.

[0544] Zusatzausführungsbeispiel 26 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 23 bis 25, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit veranlasst, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild gemäß einer Eingabe von einem Untersucher bezüglich des angezeigten zweiten Bildes ausgibt.

[0545] Zusatzausführungsbeispiel 27 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 23 bis 26, und enthält ferner eine Analyseeinheit, die zur Durchführung einer Bildanalyse des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige eines Analyseergebnisses hinsichtlich eines Blutgefäßes in dem zweiten Bild auf der Anzeigeeinheit veranlasst.

[0546] Zusatzausführungsbeispiel 28 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 27, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild aus einer Vielzahl der ersten Bilder erzeugt, bei dem es sich um ein Bild handelt.

[0547] Zusatzausführungsbeispiel 29 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 28, wobei das erste Bild ein Teil eines Bewegungskontrastfrontbildes ist, das unter Verwendung einer Vielzahl von Bewegungskontrastfrontbildern eines zu untersuchenden Auges erzeugt wird.

[0548] Zusatzausführungsbeispiel 30 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 29, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder erzeugt und die Vielzahl zweiter Bilder mittelt.

[0549] Zusatzausführungsbeispiel 31 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 30, wo-

bei die Erhalteeinheit das erste Bild von einer OCT-Bildgebungsvorrichtung erhält.

[0550] Zusatzausführungsbeispiel 32 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 30, wobei die Erhalteeinheit dreidimensionale Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges von einer OCT-Bildgebungsvorrichtung erhält und das erste Bild, das das Bewegungskontrastfrontbild ist, unter Verwendung von Daten zumindest eines Teilbereichs in einer Tiefenrichtung eines zu untersuchenden Auges hinsichtlich der dreidimensionalen Bewegungskontrastdaten erzeugt.

[0551] Zusatzausführungsbeispiel 33 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 30, wobei die Erhalteeinheit das erste Bild von einem Bildverwaltungssystem erhält.

[0552] Zusatzausführungsbeispiel 34 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der Zusatzausführungsbeispiele 1 bis 33, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das zweite Bild nicht als Trainingsdaten verwendet.

[0553] Zusatzausführungsbeispiel 35 bezieht sich auf ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren. Das medizinische Bildverarbeitungsverfahren umfasst ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein Bewegungskontrastfrontbild ist, das zumindest einem Teiltiefenbereich dreidimensionaler Bewegungskontrastdaten eines zu untersuchenden Auges entspricht, und Erzeugen, aus dem ersten Bild, eines zweiten Bildes, das verglichen mit dem ersten Bild einer Bildqualitätsverbesserung unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung unterzogen ist, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

[0554] Zusatzausführungsbeispiel 36 bezieht sich auf ein Programm. Wenn das Programm durch einen Prozessor ausgeführt wird, veranlasst das Programm den Prozessor zur Ausführung jeweiliger Schritte des medizinischen Bildverarbeitungsverfahrens nach dem Zusatzausführungsbeispiel 35.

[0555] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 1 vorliegender Offenbarung bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung. Die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, bei dem die Bildqualität gegenüber dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Ein-

richtung enthält, und eine Anzeigesteuereinheit, die zur Veranlassung einer Anzeige eines zusammengesetzten Bildes auf einer Anzeigeeinheit eingerichtet ist, das erhalten wird, indem das erste Bild und das zweite Bild gemäß einem Verhältnis kombiniert werden, das unter Verwendung von Informationen hinsichtlich zumindest einer Teilregion des ersten Bildes erhalten wird.

[0556] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 2 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß dem weiteren Ausführungsbeispiel 1, wobei ein Verhältnis zum Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes unter Verwendung eines Bildelementwerts in zumindest einer Teilregion des ersten Bildes als die Informationen erhalten wird.

[0557] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 3 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach dem weiteren Ausführungsbeispiel 1 oder 2, wobei ein Verhältnis zum Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes unter Verwendung eines Differentialwerts zwischen Bildelementwerten in zumindest Teilregionen, die einander in dem ersten Bild und dem zweiten Bild entsprechen, als die Informationen erhalten wird.

[0558] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 4 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 3, wobei ein Verhältnis zum Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes dazu eingerichtet ist, gemäß einer Anweisung von einem Untersucher änderbar zu sein.

[0559] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 5 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 4, wobei ein Verhältnis zum Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes beruhend auf den Informationen unter Verwendung eines gelernten Modells bestimmt wird, das durch Lernen unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen ein medizinisches Bild als Eingangsdaten angewendet wird, und Informationen hinsichtlich eines Verhältnisses zum Kombinieren des medizinischen Bildes und eines medizinischen Bildes, das erhalten wird, indem das medizinische Bild einer Bildqualitätsverbesserung unterzogen wird, als korrekte Antwortdaten angewendet werden.

[0560] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 6 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 5, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen zu zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes addiert ist.

[0561] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 7 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 6, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen, das einem Zustand von zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes entspricht, zu der zumindest Teilregion addiert ist.

[0562] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 8 bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung. Die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, in dem die Bildqualität verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen, das einem Zustand von zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes entspricht, zu der zumindest Teilregion addiert ist.

[0563] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 9 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 8, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen einer Größe, die einem Bildelementwert von zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes entspricht, zu der zumindest Teilregion addiert ist.

[0564] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 10 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 9, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine-Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl medizinischer Bilder enthalten, zu denen Rauschen von voneinander verschiedenen Mustern addiert ist.

[0565] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 11 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 10, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die als ein Bildpaar eine Vielzahl medizinischer Bilder enthalten, die durch Addieren von Rauschen von voneinander verschiedenen Mustern zu einem durch eine Mittelungsverarbeitung erhaltenen medizinischen Bild erhalten werden.

[0566] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 12 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 11 und enthält ferner eine Spezifizierungseinheit, die zum Spezifizieren eines Teiltiefenbereichs in einem Tiefenbereich der vorbestimmten Stelle in dreidimensionalen medizinischen Bilddaten der vorbestimmten Stelle gemäß einer Anweisung von einem Untersucher eingerichtet ist, wobei die Erhalteinheit ein dem spezifizierten Teiltiefenbereich entsprechendes Frontbild als das erste Bild erhält und die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von Frontbildern enthalten, die einer Vielzahl von Tiefenbereichen einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson entsprechen.

[0567] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 13 bezieht sich auf eine medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung. Die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung enthält eine Spezifizierungseinheit, die zum Spezifizieren eines Teiltiefenbereichs in einem Tiefenbereich einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson in dreidimensionalen medizinischen Bilddaten der vorbestimmten Stelle gemäß einer Anweisung von einem Untersucher eingerichtet ist, eine Erhalteinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein Frontbild der vorbestimmten Stelle ist, die dem spezifizierten Teiltiefenbereich entspricht, wobei sie die dreidimensionalen Daten verwendet, und eine Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, in dem die Bildqualität verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Machine Learning-Einrichtung zu erzeugen, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von Frontbildern enthalten, die einer Vielzahl von Tiefenbereichen einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson entsprechen.

[0568] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 14 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach dem weiteren Ausführungsbeispiel 12 oder 13, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die die Vielzahl von Frontbildern enthalten, zu denen Rauschen verschiedener Größen hinsichtlich jedes von zumindest zwei Tiefenbereichen unter der Vielzahl von Tiefenbereichen addiert ist.

[0569] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 15 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 12 bis 14, und enthält ferner eine Weitwinkelbilderzeugungseinheit, die zur Erzeugung eines Weitwinkelbildes unter Verwendung einer Vielzahl der zweiten Bilder eingerichtet ist, die aus einer Vielzahl der ersten Bilder erhalten werden, wobei die Vielzahl erster Bilder durch

Abbilden verschiedener Positionen der vorbestimmten Stelle in einer Richtung erhalten werden, die die Tiefenrichtung der vorbestimmten Stelle schneidet, sodass Teilregionen einer Vielzahl von Frontbildern, die aneinander angrenzen, die dem spezifizierten Teiltiefenbereich entsprechen, überlappen.

[0570] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 16 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 15, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die ein Bild enthalten, das durch eine OCTA-Bildgebung erhalten wird, die durch eine OCT-Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als eine OCT-Bildgebungsvorrichtung durchgeführt wird, die für eine OCTA-Bildgebung des ersten Bildes verwendet wird, oder ein Bild enthalten, das durch einen OCTA-Bildgebungsschritt erhalten wird, der mehr Schritte als ein OCTA-Bildgebungsschritt aufweist, der zum Erhalten des ersten Bildes verwendet wird.

[0571] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 17 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 16, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild durch Einteilen des ersten Bildes in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder und Eingeben der Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung und Integrieren einer Vielzahl von Ausgangsbildern aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt.

[0572] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 18 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach dem weiteren Ausführungsbeispiel 17, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl medizinischer Bilder einer entsprechenden Positionsbeziehung zueinander als Bildpaar enthalten, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das erste Bild in die Vielzahl zweidimensionaler Bilder mit einer Bildgröße unterteilt, die einer Bildgröße des Bildpaars entspricht, und die Vielzahl zweidimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt.

[0573] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 19 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach dem weiteren Ausführungsbeispiel 17 oder 18, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die hinsichtlich eines medizinischen Bildes und einer Region, die einen äußeren Rand des medizinischen Bildes enthält, Bilder einer Vielzahl von Teilregionen enthält, die derart eingestellt sind, dass Abschnitte von Teilregionen, die aneinander angrenzen, einander überlappen.

[0574] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 20 enthält die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der weiteren Ausführungsbeispiele 1 bis 19, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die ein durch eine Mittelungsverarbeitung erhaltenes medizinisches Bild enthalten.

[0575] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 21 bezieht sich auf ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren. Das medizinische Bildverarbeitungsverfahren enthält ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, ein Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei die Bildqualität des zweiten Bildes gegenüber dem ersten Bild verbessert ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, und ein Veranlassen der Anzeige eines zusammengesetzten Bildes, das durch Kombinieren des ersten Bildes und des zweiten Bildes gemäß einem Verhältnis erhalten wird, das unter Verwendung von Informationen hinsichtlich zumindest einer Teilregion des ersten Bildes erhalten wird, auf einer Anzeigeeinheit.

[0576] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 22 bezieht sich auf ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren. Das medizinische Bildverarbeitungsverfahren umfasst ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein medizinisches Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und ein Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei die Bildqualität des zweiten Bildes verglichen mit dem ersten Bild verbessert ist, wobei eine Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verwendet wird, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, in denen Rauschen, das einem Zustand von zumindest einer Teilregion eines medizinischen Bildes entspricht, zu der zumindest Teilregion addiert ist.

[0577] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 23 bezieht sich auf ein medizinisches Bildverarbeitungsverfahren. Das medizinische Bildverarbeitungsverfahren enthält ein Spezifizieren eines Teiltiefenbereichs in einem Tiefenbereich einer vorbestimmten Stelle einer Zielpersonen in dreidimensionalen medizinischen Bilddaten der vorbestimmten Stelle gemäß einer Anweisung von einem Untersucher, ein Erhalten eines ersten Bildes, das ein Frontbild der vorbestimmten Stelle ist, das dem spezifizierten Teiltiefenbereich entspricht, unter Verwendung der dreidimensionalen Daten, und ein Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei die Bildqualität des zweiten Bildes gegenüber dem ersten Bild verbessert ist, wobei eine Machine Learning-Einrichtung verwendet wird, die unter Verwendung von Trainingsdaten erhalten wird, die eine Vielzahl von Frontbildern enthal-

ten, die einer Vielzahl von Tiefenbereichen einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson entsprechen.

[0578] Ein weiteres Ausführungsbeispiel 24 bezieht sich auf ein Programm. Wenn das Programm durch einen Prozessor ausgeführt wird, veranlasst das Programm den Prozessor zur Ausführung der jeweiligen Schritte des medizinischen Bildverarbeitungsverfahrens gemäß einem der weiteren Ausführungsbeispiele 21 bis 23.

[0579] Gemäß einem der Ausführungsbeispiele, Abwandlungen und der Ausführungsbeispiele, die vorstehend beschrieben sind, kann ein Bild erzeugt werden, das für eine Bilddiagnose geeigneter als ein Bild ist, das gemäß der herkömmlichen Technik erzeugt wird.

(Weitere Ausführungsbeispiele)

[0580] Die vorliegende Erfindung kann auch durch einen Prozess realisiert werden, in dem ein Programm, das eine oder mehrere Funktionen gemäß den vorstehenden Ausführungsbeispielen realisiert, einem System oder einer Vorrichtung über ein Netzwerk oder ein Speichermedium zugeführt wird, und ein oder mehrere Prozessoren in einem Computer des Systems oder der Vorrichtung das Programm liest/lesen und ausführt/ausführen. Außerdem kann die vorliegende Erfindung durch eine Schaltung (beispielsweise eine ASIC) realisiert werden, die die eine oder die mehreren Funktionen realisiert.

[0581] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele beschränkt, und verschiedene Änderungen und Abwandlungen können durchgeführt werden, ohne von der Idee und dem Schutzbereich vorliegender Erfindung abzuweichen. Daher sind zum Unterrichten der Öffentlichkeit über den Schutzbereich vorliegender Erfindung die folgenden Patentansprüche beigelegt.

[0582] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der am 15. Juni 2018 eingereichten Japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-114760, der am 10. Oktober 2018 eingereichten Japanischen Patentanmeldung Nr. 2018-192132, der am 11. März 2019 eingereichten Japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-044265, und der am 29. März 2019 eingereichten Japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-068895, die hiermit durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2018114760 [0582]
- JP 2018192132 [0582]
- JP 2019044265 [0582]
- JP 2019068895 [0582]

Patentansprüche

1. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung mit:
einer Erhalteeinheit, die zum Erhalten eines ersten Bildes eingerichtet ist, das ein Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und
einer Bildqualitätsverbesserungseinheit, die dazu eingerichtet ist, aus dem ersten Bild ein zweites Bild, das einer Rauschreduktion und/oder Kontraststeigerung verglichen mit dem ersten Bild unterzogen ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zu erzeugen, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

2. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, für die ein Bild als Trainingsdaten angewendet wird, das durch Durchführen zumindest einer Art einer Verarbeitung aus einer Mittelungsverarbeitung, Maximum a Posteriori-Verarbeitung, Glättungsfilterverarbeitung, Abstufungsumwandlungsverarbeitung und Rauschreduktionsverarbeitung erhalten wird.

3. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, für die ein Bild, das mit einer Bildgebungsvorrichtung mit höherer Leistung als eine Bildgebungsvorrichtung abgebildet wird, die zur Abbildung des ersten Bildes verwendet wird, oder ein Bild, das durch einen Bildgebungsprozess erhalten wird, der eine Anzahl von Schritten enthält, die größer als eine Anzahl von Schritten eines Bildgebungsschritts zur Abbildung des ersten Bildes ist, als Trainingsdaten verwendet wird.

4. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner mit:
einer Bestimmungseinheit, die zur Bestimmung eingerichtet ist, ob das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung hinsichtlich des ersten Bildes erzeugt werden kann oder nicht.

5. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei:
die Bestimmungseinheit die Bestimmung beruhend auf einer abgebildeten Stelle und/oder einem Bildgebungssystem und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildgröße des ersten Bildes durchführt.

6. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild im Ansprechen auf eine Eingabe von einem Untersucher hinsichtlich eines durch die Bestimmungseinheit erhaltenen Bestimmungsergebnisses erzeugt.

7. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, die Lernen unter Verwendung von voneinander verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben.

8. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei:
jede der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen Lernen unter Verwendung von voneinander hinsichtlich einer abgebildeten Stelle und/oder eines Abbildungsbildwinkels und/oder einer Bildauflösung verschiedenen Trainingsdaten durchgeführt haben, und
die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, die einer abgebildeten Stelle und/oder einem Abbildungsbildwinkel und/oder einer Bildauflösung des ersten Bildes entspricht.

9. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei:
unter der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild unter Verwendung der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt, die einer Anweisung eines Untersuchers entspricht.

10. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder aus dem ersten Bild unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt, und
die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild aus der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einer Anweisung eines Untersuchers ausgibt

11. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, ferner mit:
einer Bewertungseinheit, die zum Bewerten einer Bildqualität des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei:
die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder aus dem ersten Bild unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen erzeugt, und
die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung zumindest ein Bild aus der Vielzahl zweiter Bilder gemäß einem durch die Bewertungseinheit erhaltenen Bewertungsergebnis ausgibt.

12. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei:
die Bewertungseinheit eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die einen Bewertungswert, der durch ein vorbestimmtes Bewertungsverfahren erhalten wird, als Trainingsdaten verwendet, und

die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild ausgibt, für das ein durch die Bewertungseinheit erhaltener Bewertungswert unter der Vielzahl zweiter Bilder am höchsten ist.

13. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, ferner mit: einer Bewertungseinheit, die zur Bewertung einer Bildqualität des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei: die Bewertungseinheit eine Authentizitätsbewertungseinrichtung enthält, die die Authentizität eines Bildes bewertet, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild in einem Fall ausgibt, in dem eine Ausgabe aus der Authentizitätsbewertungseinrichtung der Bewertungseinheit „wahr“ ist.

14. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei: die Authentizitätsbewertungseinrichtung eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die als Trainingsdaten ein Bild verwendet, das durch eine verschiedene Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt wird, bei der die Genauigkeit der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung geringer als bei der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ist.

15. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ferner mit einer Schätzeinheit, die zum Schätzen einer abgebildeten Stelle und/oder einer abgebildeten Region des ersten Bildes eingerichtet ist.

16. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Schätzeinheit eine Machine Learning-Einrichtung enthält, die ein Bild, an das eine Kennzeichnung einer abgebildeten Stelle und/oder einer abgebildeten Region angefügt ist, als Trainingsdaten verwendet.

17. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit: eine Bildgröße des ersten Bildes an eine Größe anpasst, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, und das erste Bild, für das die Bildgröße angepasst wurde, in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, und das zweite Bild durch Anpassen einer Größe eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung an eine Ursprungsbildgröße des ersten Bildes erzeugt.

18. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit: eine Bildgröße des ersten Bildes anpasst, sodass eine Auflösung des ersten Bildes zu einer vorbestimmten Auflösung wird,

hinsichtlich des ersten Bildes, für das die Bildgröße angepasst wurde, ein Bild in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, das durch Durchführen eines Auffüllens erhalten wird, sodass die Bildgröße, die angepasst wurde, zu einer Bildgröße wird, welche die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung verarbeiten kann, hinsichtlich eines Ausgangsbildes aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung ein Zuschneiden durchführt, um lediglich eine Region zuzuschneiden, die einer Region entspricht, bei der ein Auffüllen durchgeführt wurde, und eine Bildgröße des Bildes, bei dem ein Zuschneiden durchgeführt wurde, an eine Ursprungsbildgröße des ersten Bildes anpasst, um das zweite Bild zu erzeugen.

19. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit: das erste Bild in eine Vielzahl dritter Bilder einer vorbestimmten Bildgröße unterteilt, die Vielzahl dritter Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung einer Vielzahl vierter Bilder eingibt, und die Vielzahl vierter Bilder zur Erzeugung des zweiten Bildes integriert.

20. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei die Bildqualitätsverbesserungseinheit: das erste Bild mit drei Dimensionen in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder eine Vielzahl eindimensionaler Bilder unterteilt und die Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder die Vielzahl eindimensionaler Bilder in die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung eingibt, und eine Vielzahl von Ausgangsbildern aus der Bildqualitätsverbesserungseinrichtung zur Erzeugung des zweiten Bildes integriert.

21. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, wobei: die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen enthält, und die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweidimensionale Bild mit drei Dimensionen erzeugt durch: Unterteilen des ersten Bildes mit drei Dimensionen in eine Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder eine Vielzahl eindimensionaler Bilder, Erzeugen einer Vielzahl zweiter Bilder aus der Vielzahl zweidimensionaler Bilder oder der Vielzahl eindimensionaler Bilder unter Verwendung der Vielzahl von Bildqualitätsverbesserungseinrichtungen auf parallele Weise, und Integrieren der Vielzahl zweiter Bilder.

22. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei:

die Bildqualitätsverbesserungseinheit als das zweite Bild ein Bild erzeugt, das verglichen mit dem ersten Bild einer Rauschreduzierung und/oder Kontraststeigerung unterzogen ist, und auch einer Bildgrößenerhöhung und/oder Ortsauflösungserhöhung unterzogen ist.

23. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, ferner mit: einer Anzeigesteuereinheit, die zur Anzeige des zweiten Bildes auf einer Anzeigeeinheit eingerichtet ist.

24. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 23, wobei: die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit gemäß einer Anweisung eines Untersuchers veranlasst.

25. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, wobei: die Anzeigesteuereinheit die Anzeige einer Anzeige, die angibt, dass das zweite Bild ein Bild ist, das durch die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung erzeugt ist, zusammen mit dem zweiten Bild auf der Anzeigeeinheit veranlasst.

26. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, wobei: die Anzeigesteuereinheit die Anzeige des zweiten Bildes auf der Anzeigeeinheit veranlasst, und die medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung das zweite Bild gemäß einer Eingabe von einem Untersucher bezüglich des angezeigten zweiten Bildes ausgibt.

27. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, ferner mit: einer Analyseeinheit, die zur Durchführung einer Bildanalyse des zweiten Bildes eingerichtet ist, wobei die Anzeigesteuereinheit die Anzeige eines durch die Analyseeinheit erhaltenen Analyseergebnisses auf der Anzeigeeinheit veranlasst.

28. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, wobei: die Bildqualitätsverbesserungseinheit das zweite Bild, bei dem es sich um ein Bild handelt, aus einer Vielzahl der ersten Bilder erzeugt.

29. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, wobei: das erste Bild ein Bild ist, das unter Verwendung einer Vielzahl von Bildern einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson erzeugt wird.

30. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 29, wobei:

die Bildqualitätsverbesserungseinheit eine Vielzahl der zweiten Bilder erzeugt, und die Vielzahl zweiter Bilder mittelt.

31. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 30, wobei: die vorbestimmte Stelle ein zu untersuchendes Auge ist.

32. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, wobei: die Erhalteeinheit das erste Bild von einer Bildgebungsvorrichtung erhält.

33. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, wobei: die Erhalteeinheit Daten der vorbestimmten Stelle einer Zielperson von einer Bildgebungsvorrichtung erhält und das erste Bild beruhend auf den Daten erhält.

34. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, wobei: die Erhalteeinheit das erste Bild von einem Bildverwaltungssystem erhält.

35. Medizinische Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 34, wobei: die Bildqualitätsverbesserungseinrichtung das zweite Bild nicht als Trainingsdaten verwendet.

36. Medizinisches Bildverarbeitungsverfahren mit: Erhalten eines ersten Bildes, das ein Bild einer vorbestimmten Stelle einer Zielperson ist, und Erzeugen eines zweiten Bildes aus dem ersten Bild, wobei das zweite Bild einer Rauschreduzierung und/oder Kontraststeigerung verglichen mit dem ersten Bild unterzogen ist, unter Verwendung einer Bildqualitätsverbesserungseinrichtung, die eine Machine Learning-Einrichtung enthält.

37. Programm, das bei Ausführung durch einen Prozessor den Prozessor zur Ausführung jeweiliger Schritte des medizinischen Bildverarbeitungsverfahrens nach Anspruch 36 veranlasst.

Es folgen 37 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

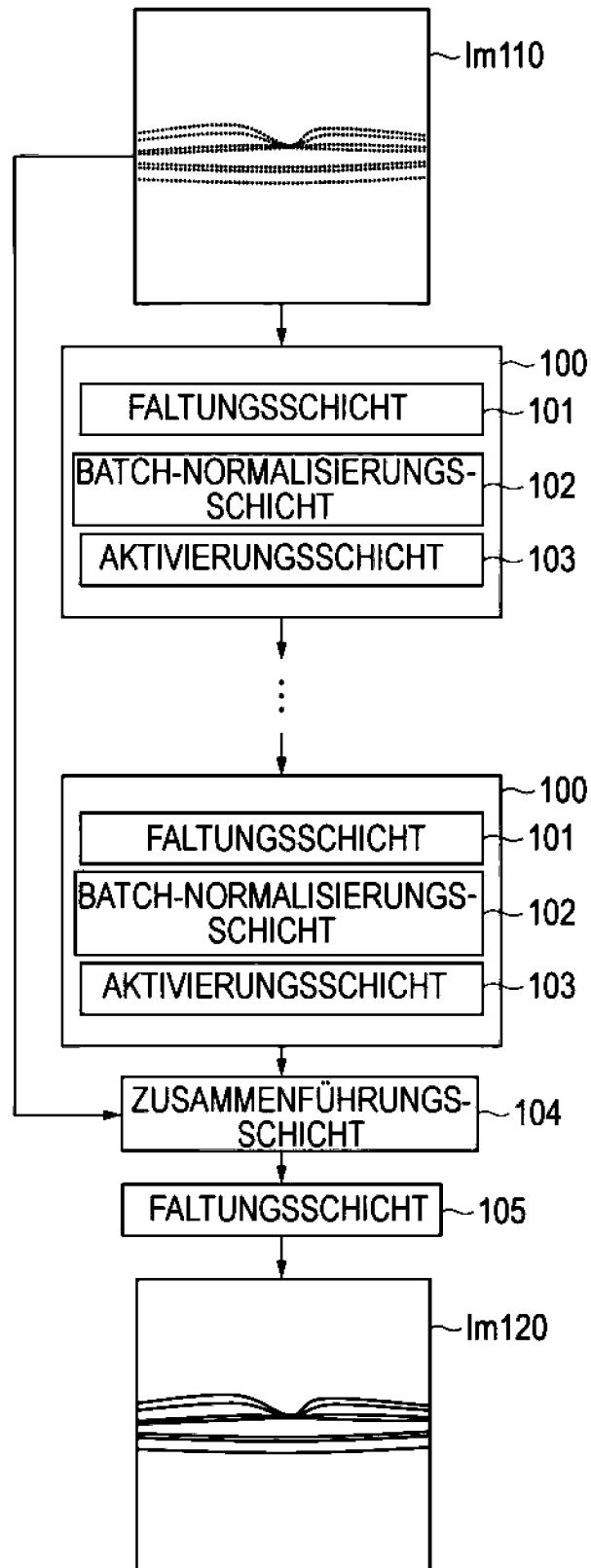


FIG. 2

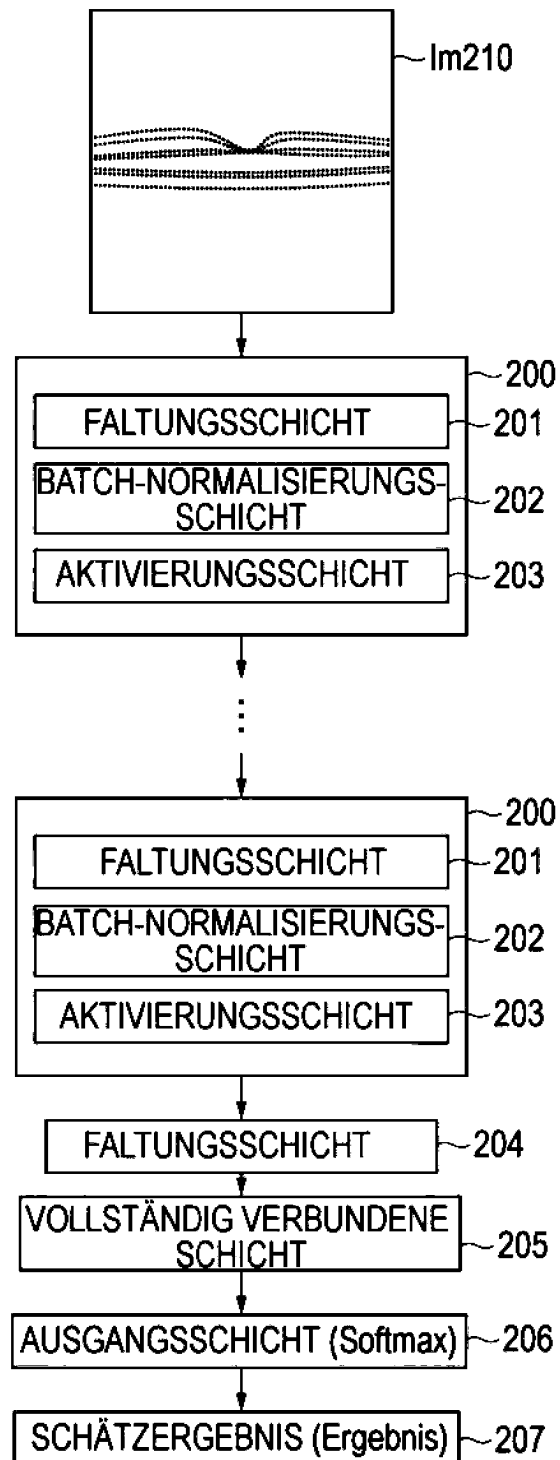


FIG. 3

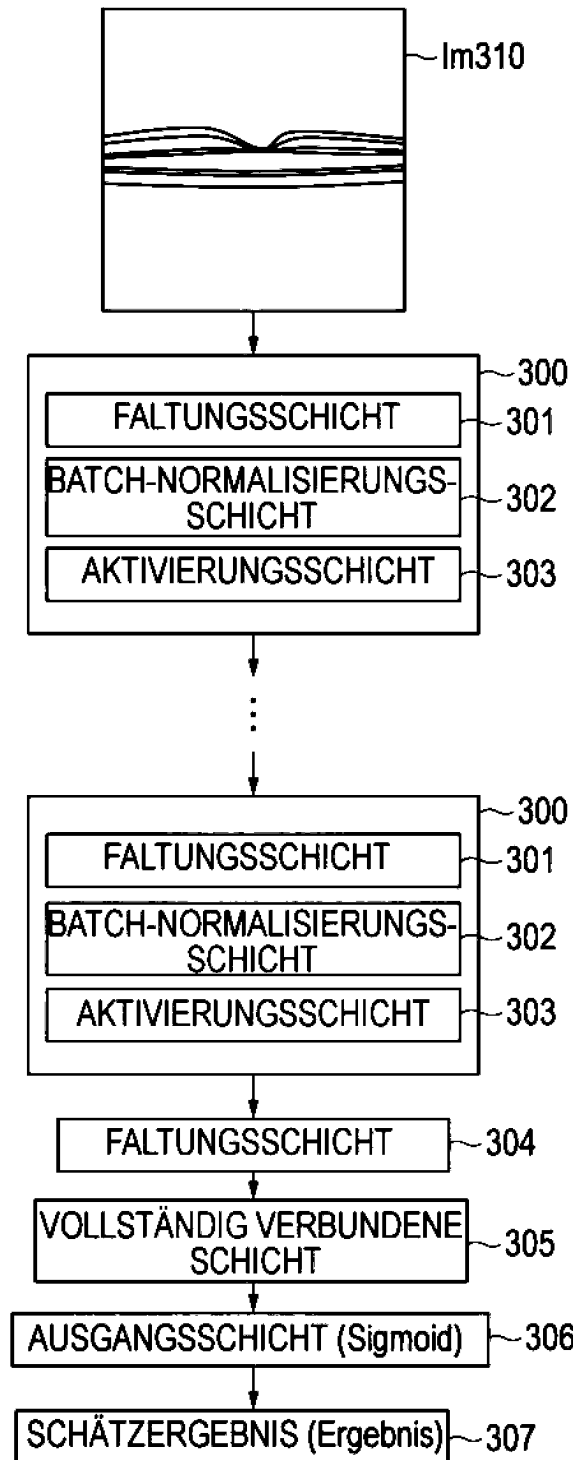


FIG. 4

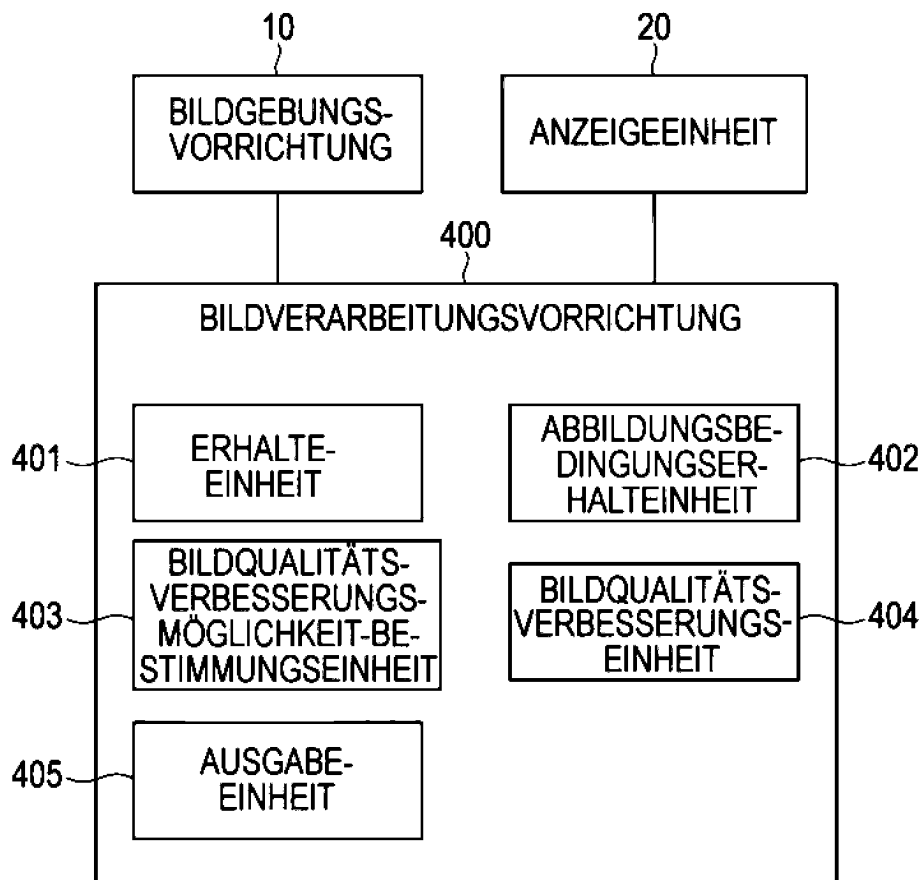


FIG. 5

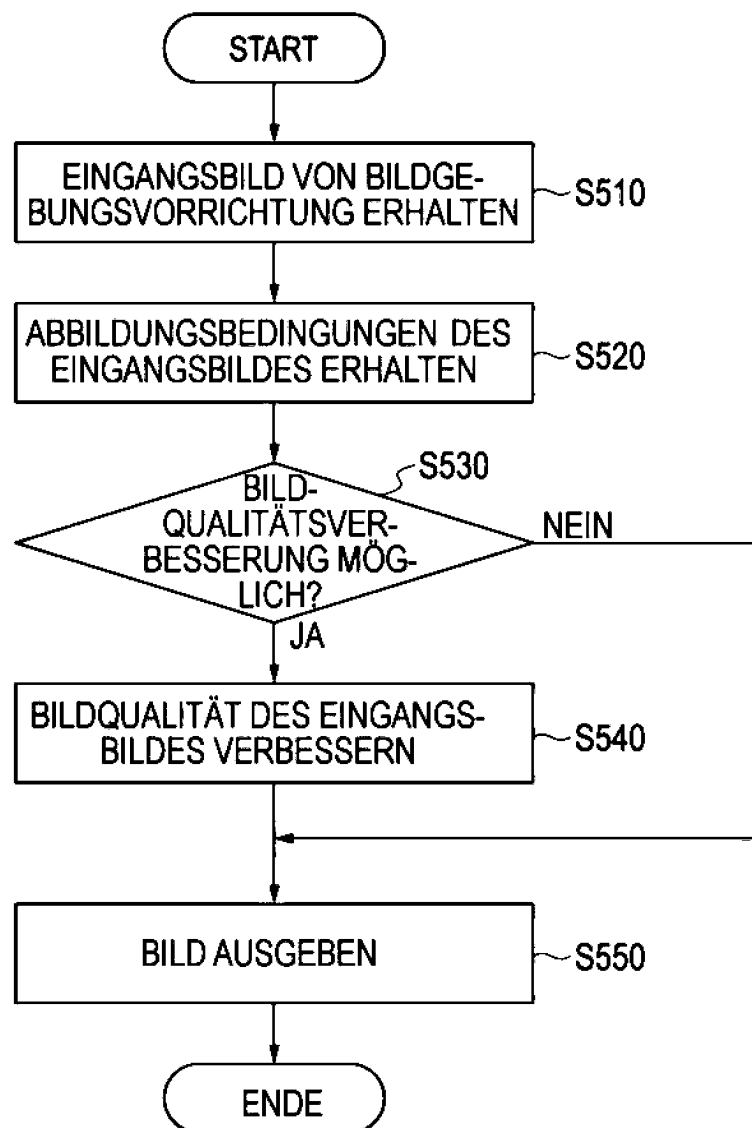


FIG. 6

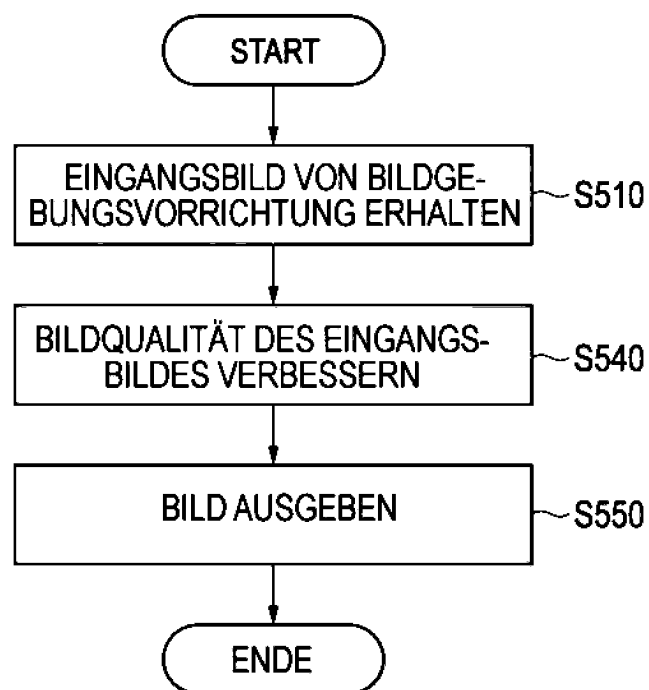


FIG. 7

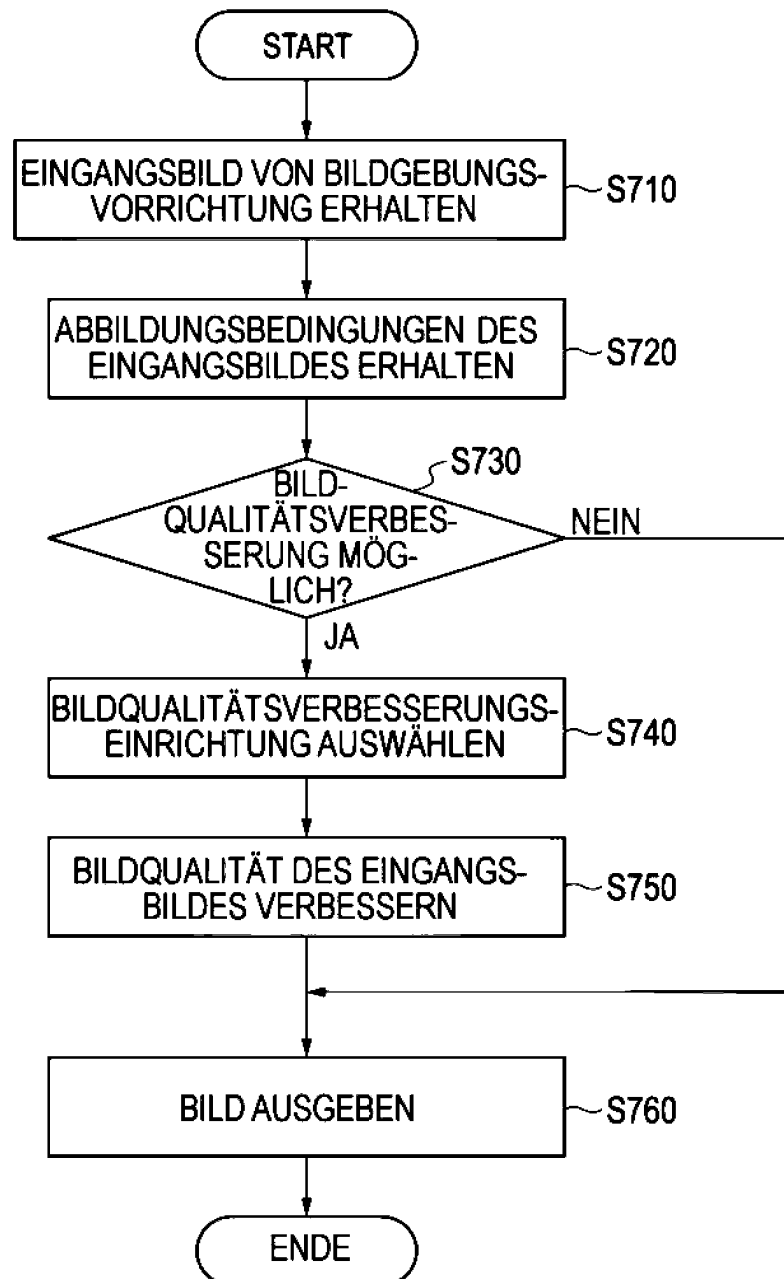


FIG. 8

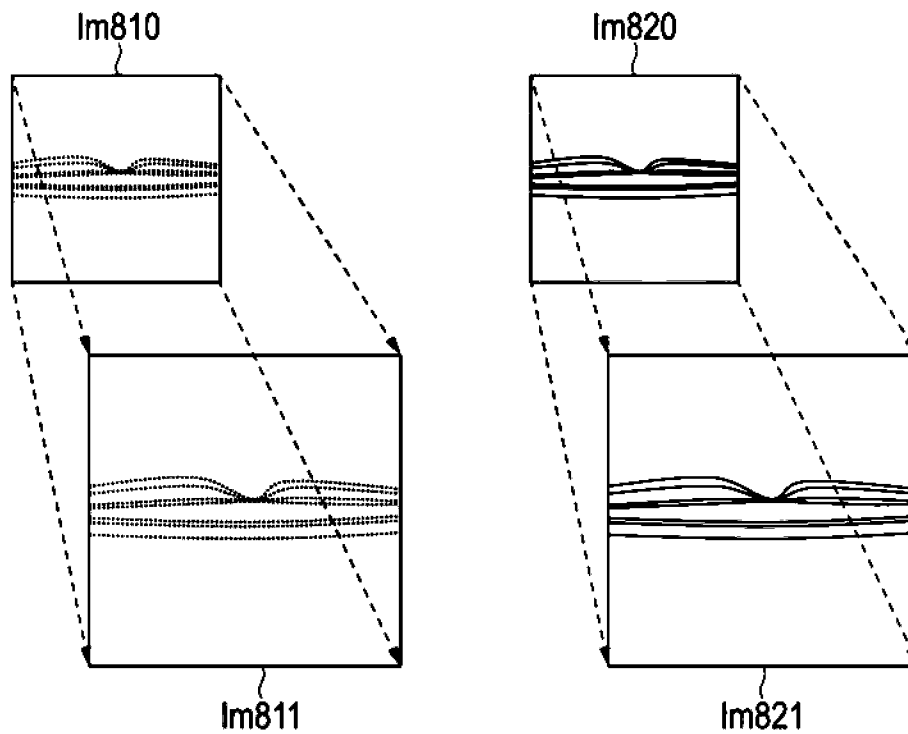


FIG. 9

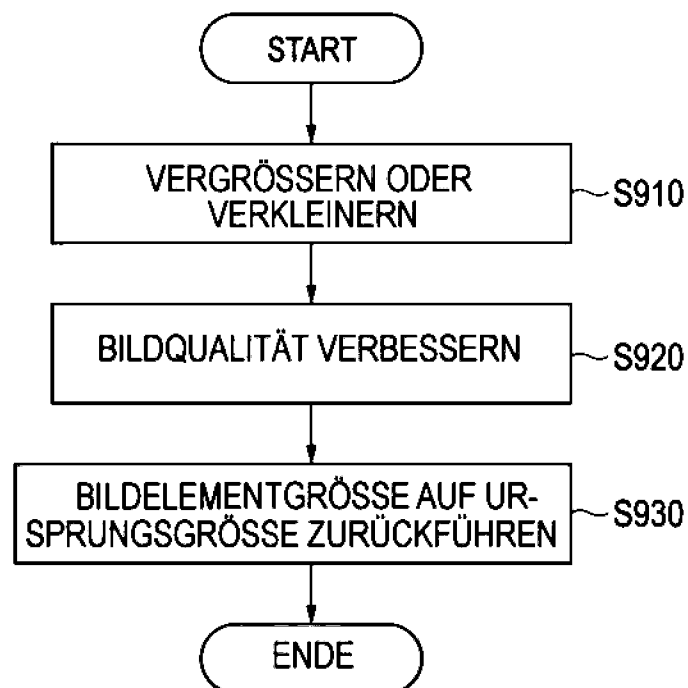


FIG. 10

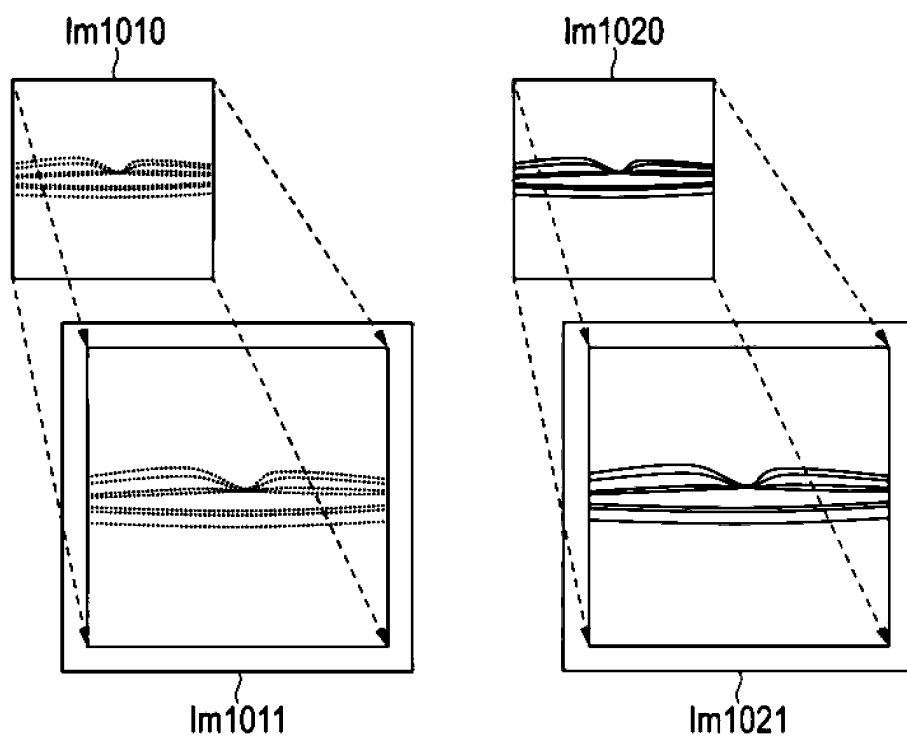


FIG. 11

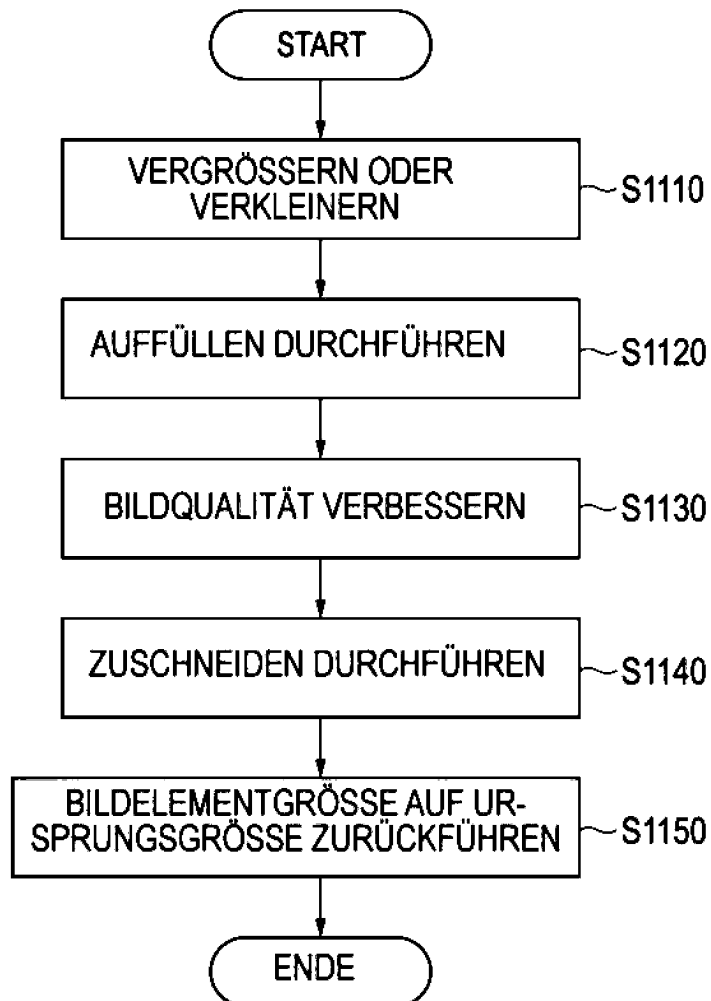


FIG. 12

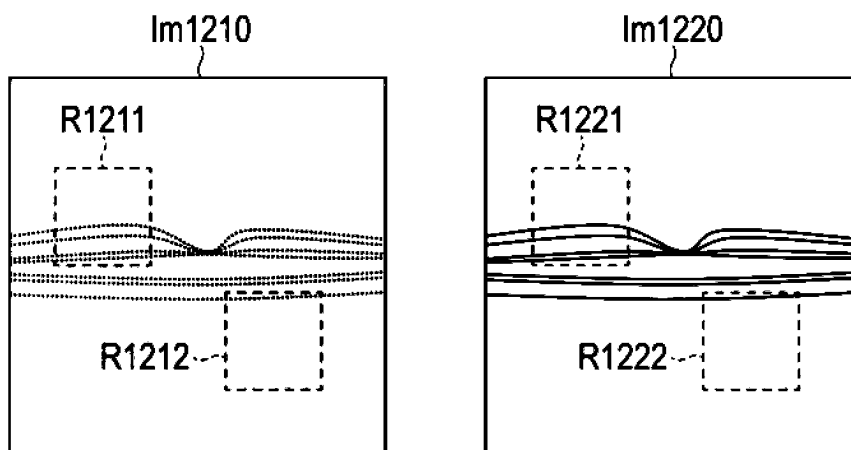


FIG. 13

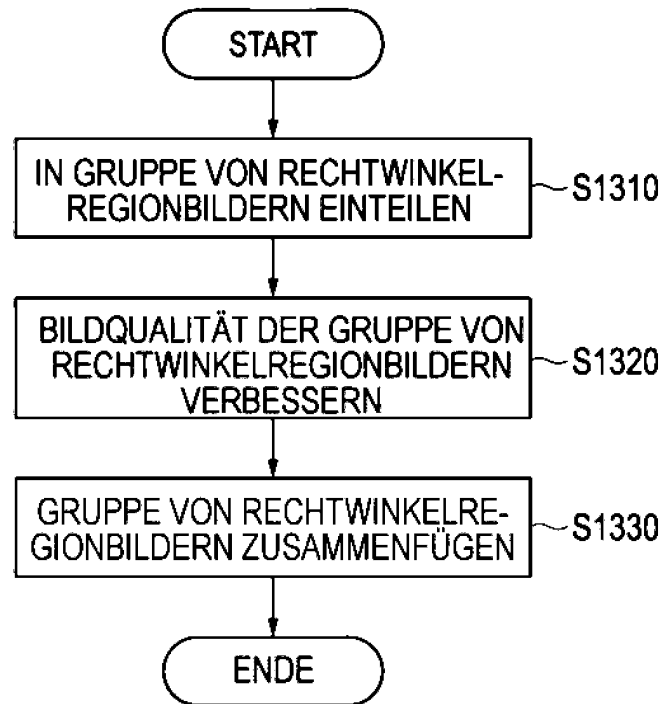


FIG. 14A

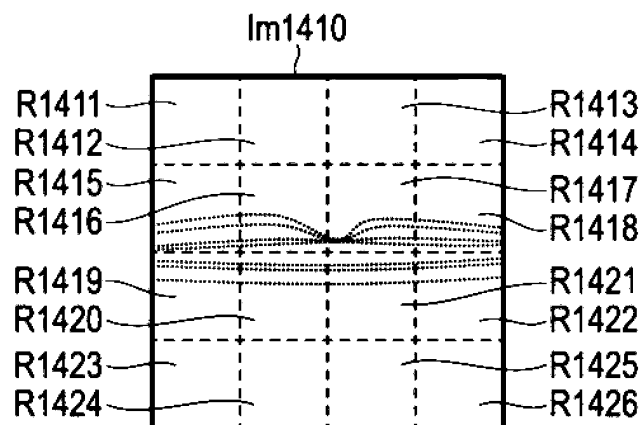


FIG. 14B

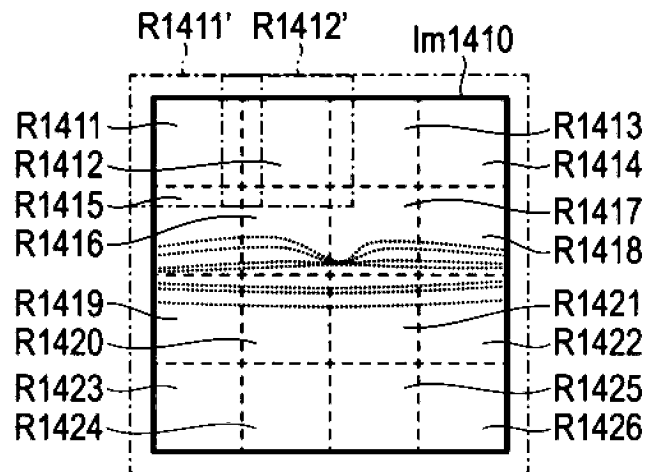


FIG. 14C

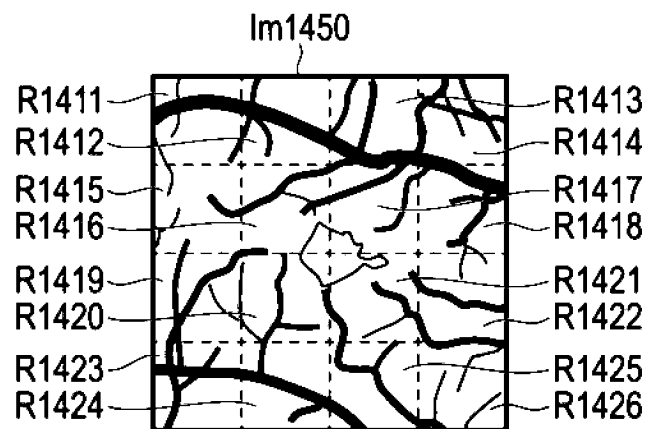


FIG. 14D

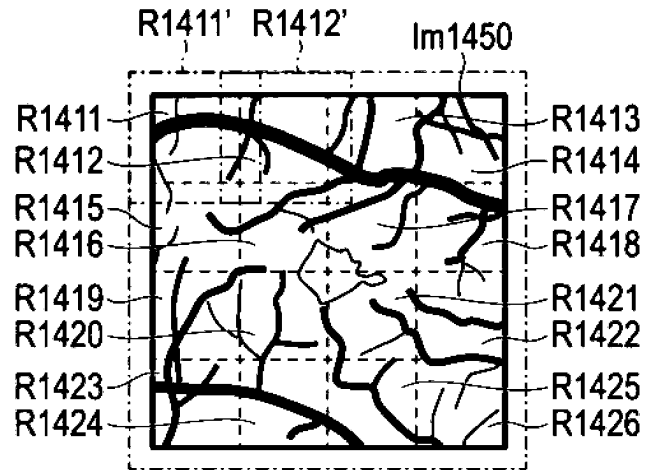


FIG. 15

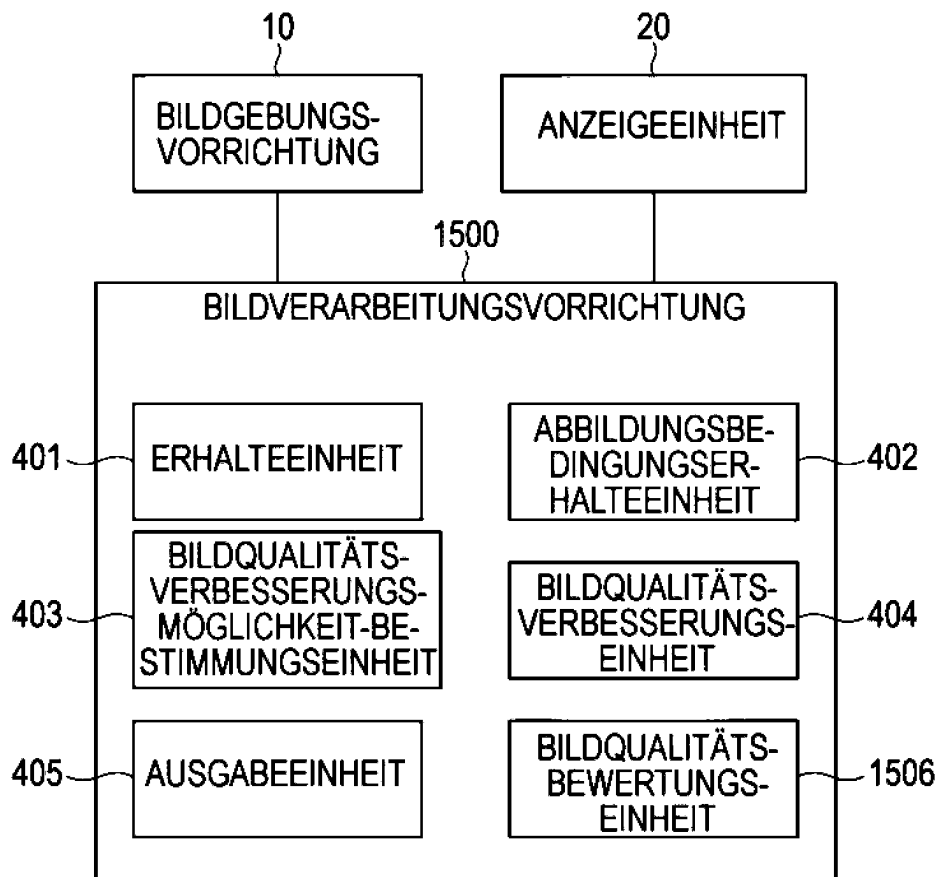


FIG. 16

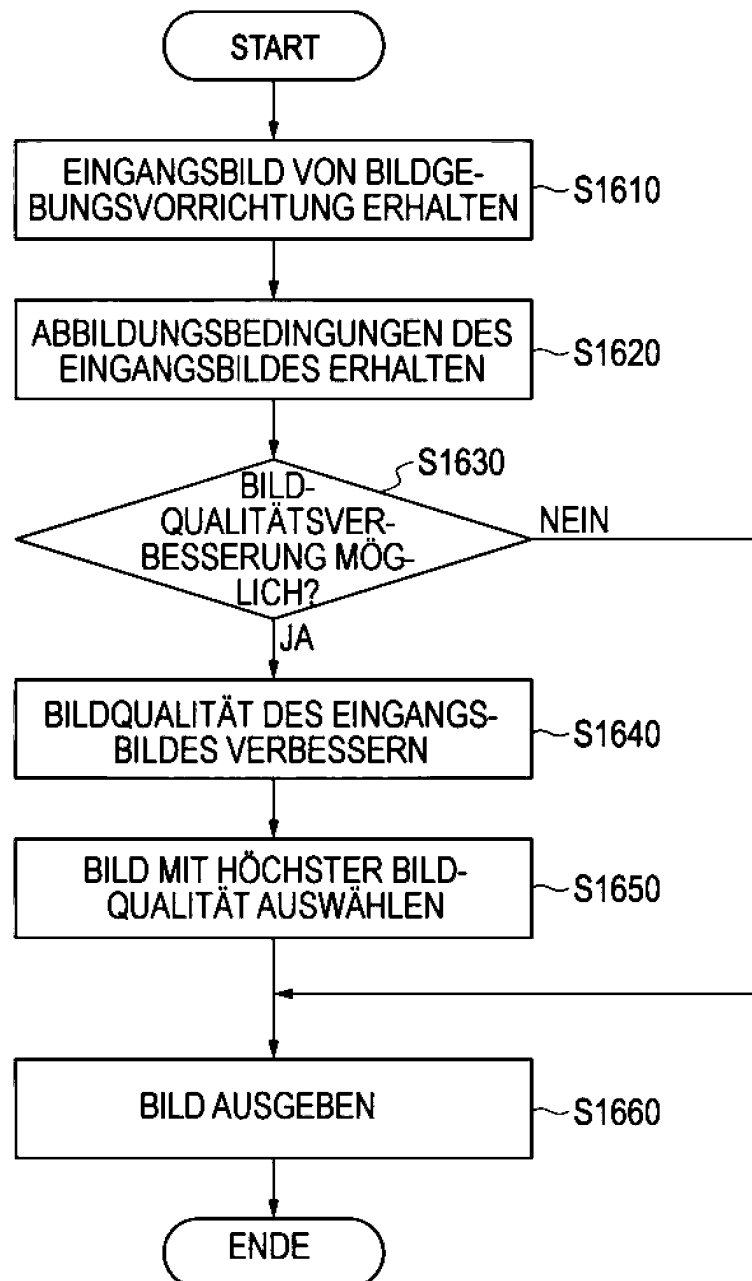
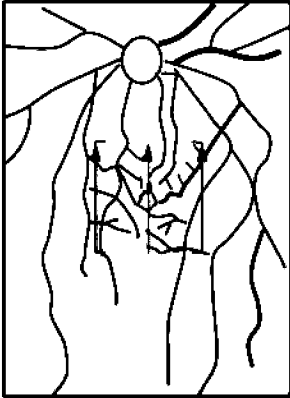


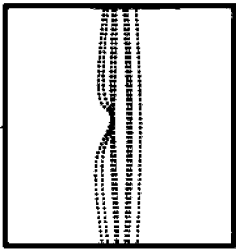
FIG. 17

PATIENT	OCT-BILDBEBUNG	BERICHT	EINSTELLUNG
R L	ABTASTMODUS: OCTA ☒ A	PATIENTEN-ID PATIENTENNAME	ALTER GESCHLECHT

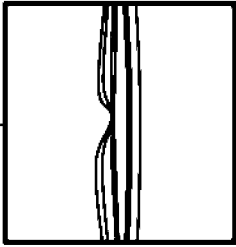
SLO-Bild



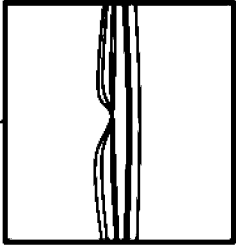
ORIGINAL



Im1710



Im1720



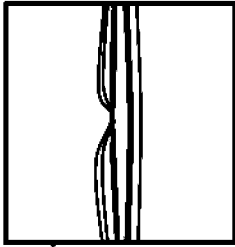
Im1730



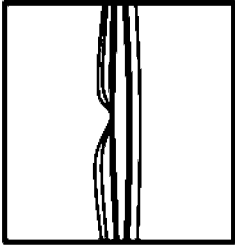
OCTA-Bild1 : xxxxx01



Im1740



Im1750



Nr. 1

Nr. 2

Nr. 3

Nr. 4

Wiederholen

OK

NG

FIG. 18

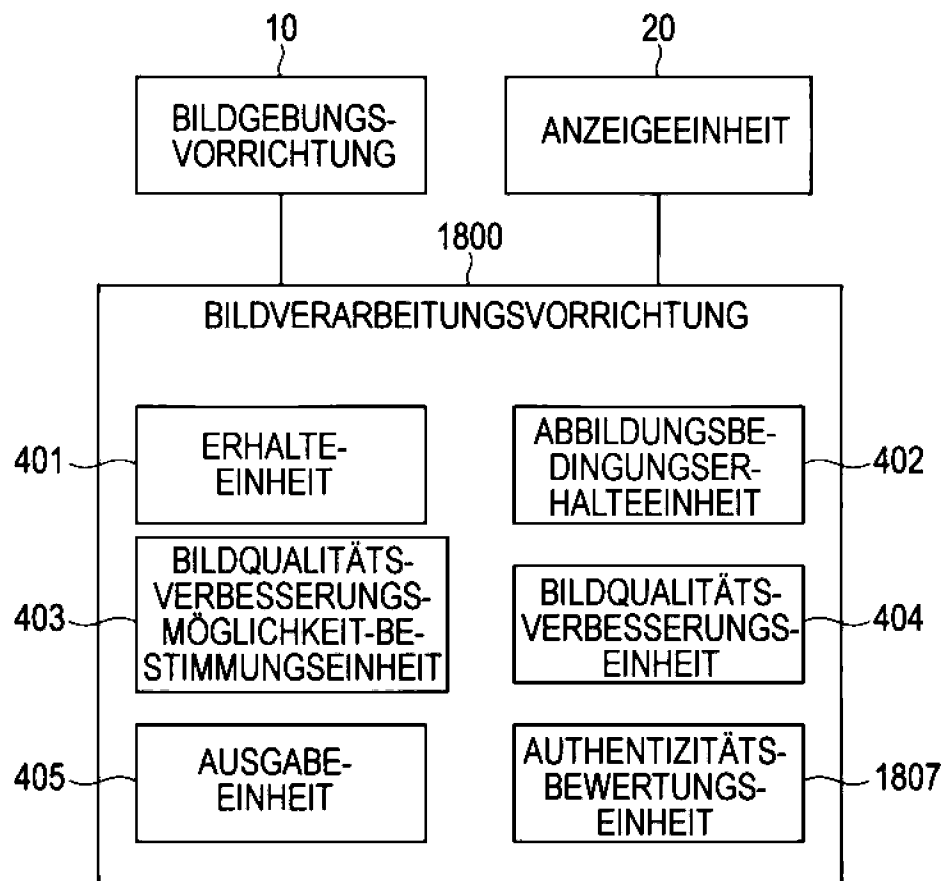


FIG. 19

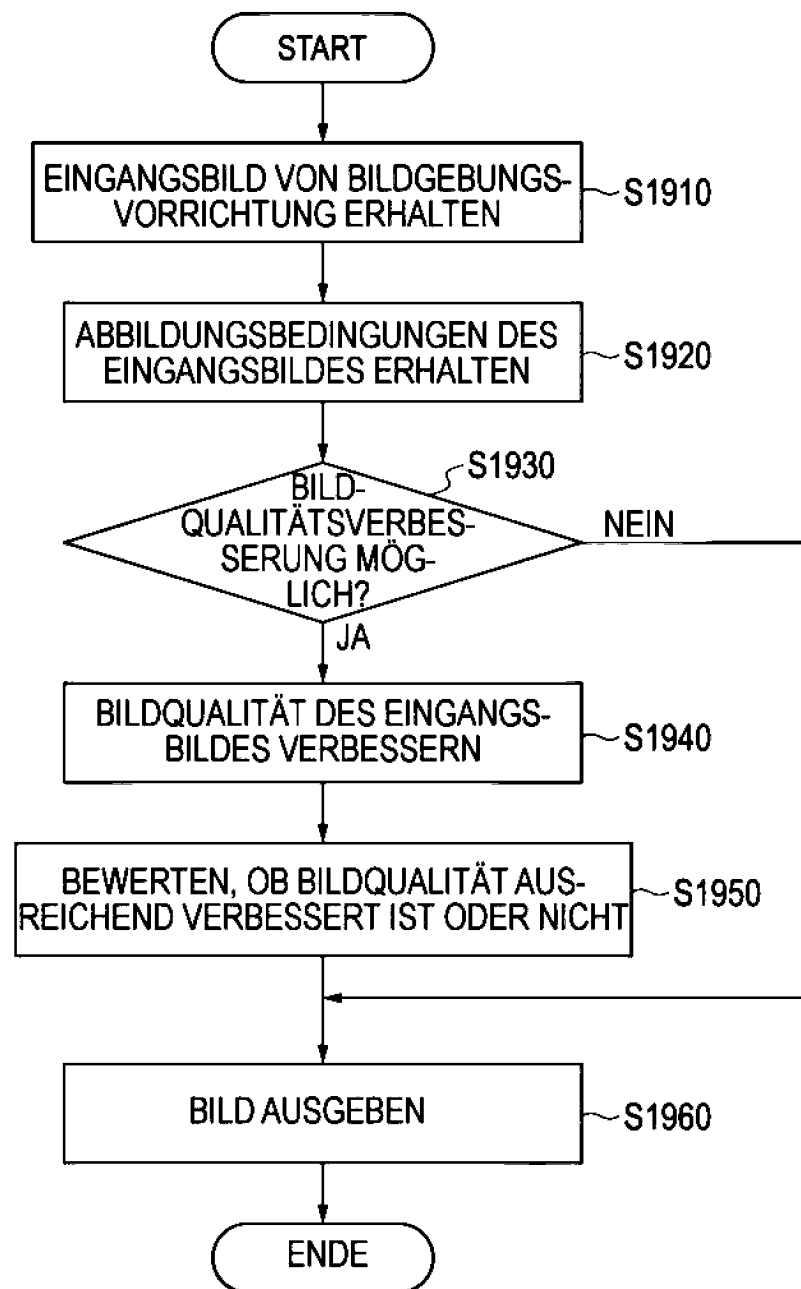


FIG. 20

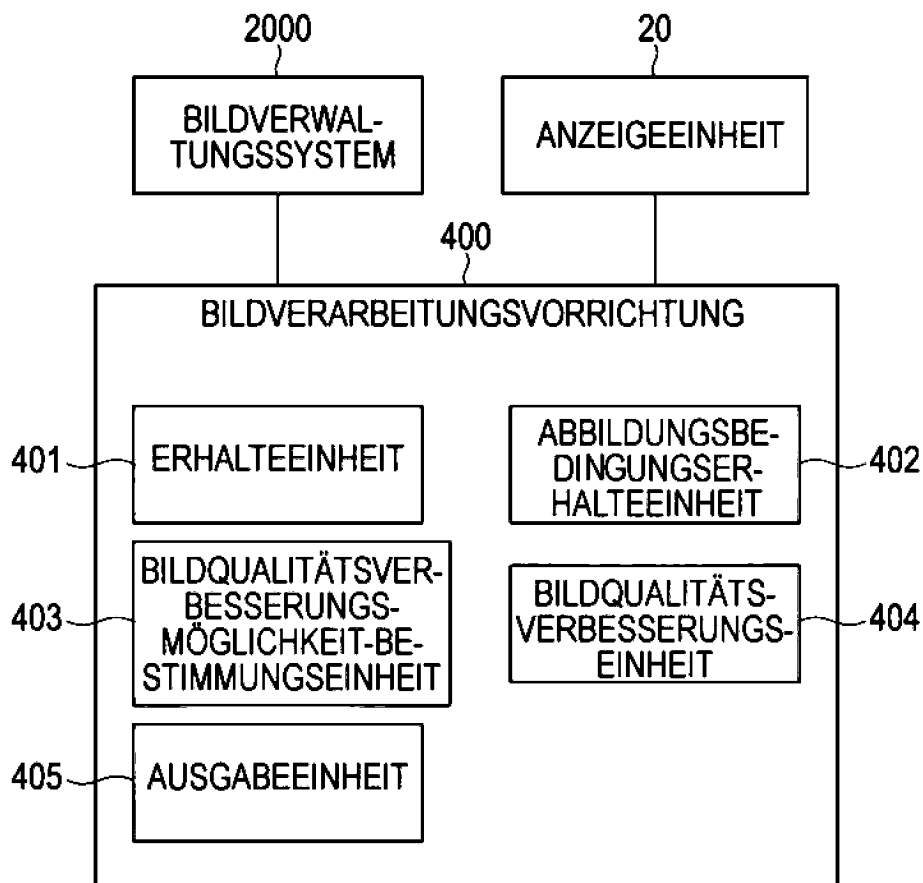


FIG. 21A

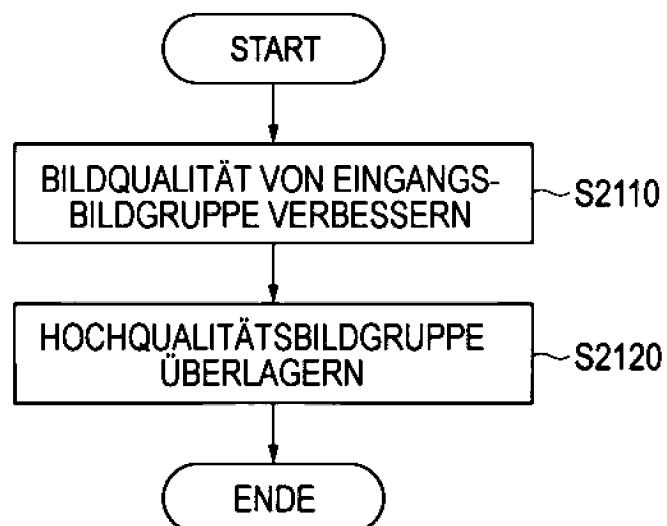


FIG. 21B

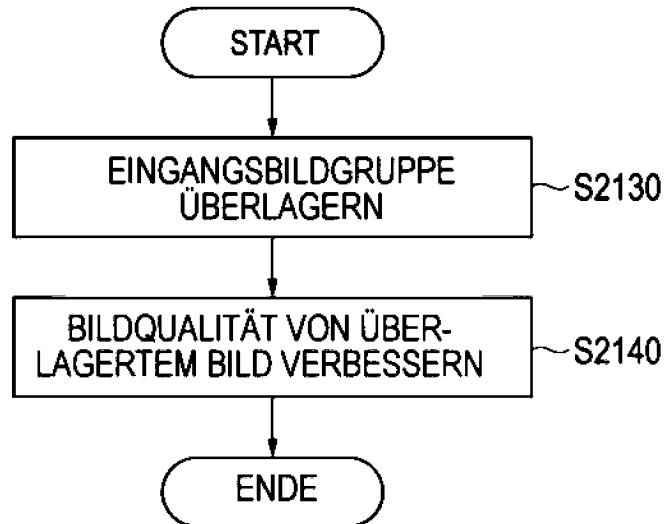


FIG. 22

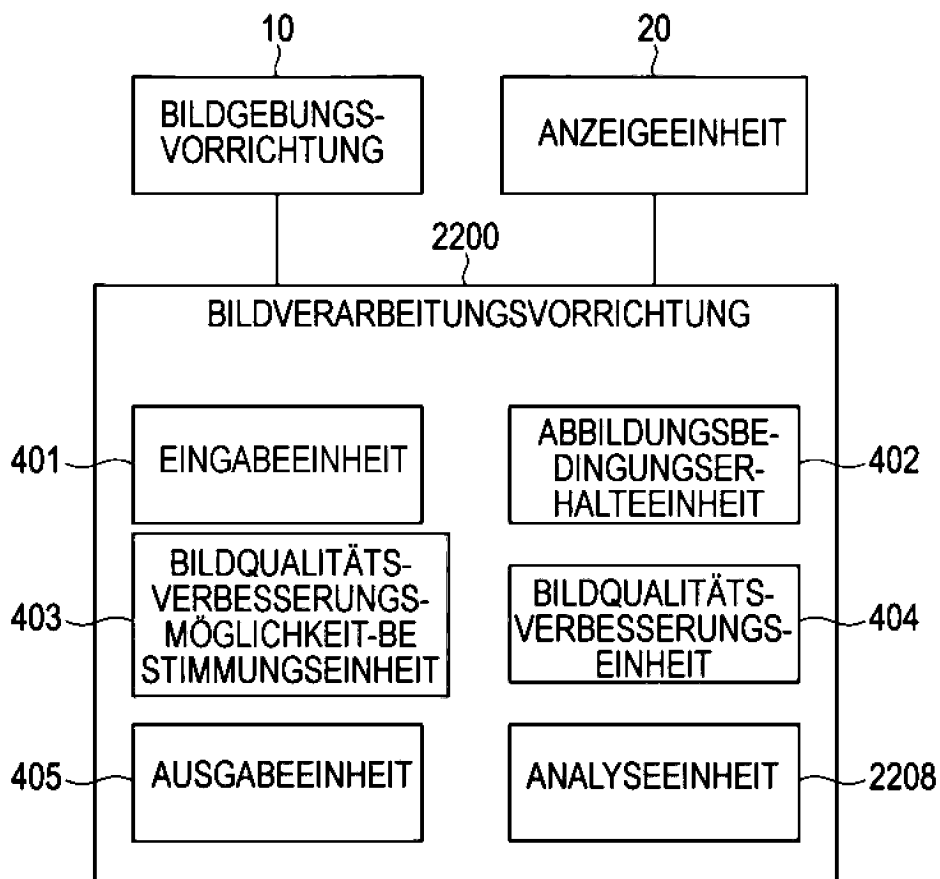


FIG. 23

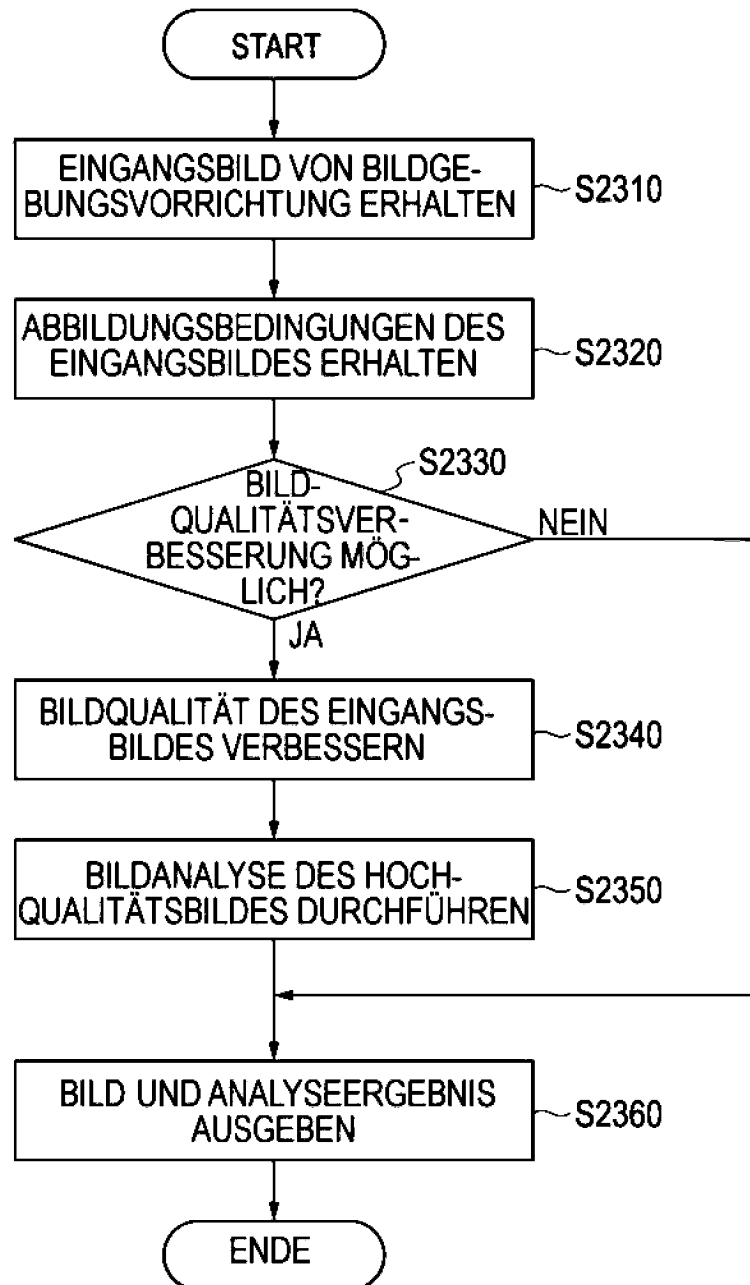


FIG. 24

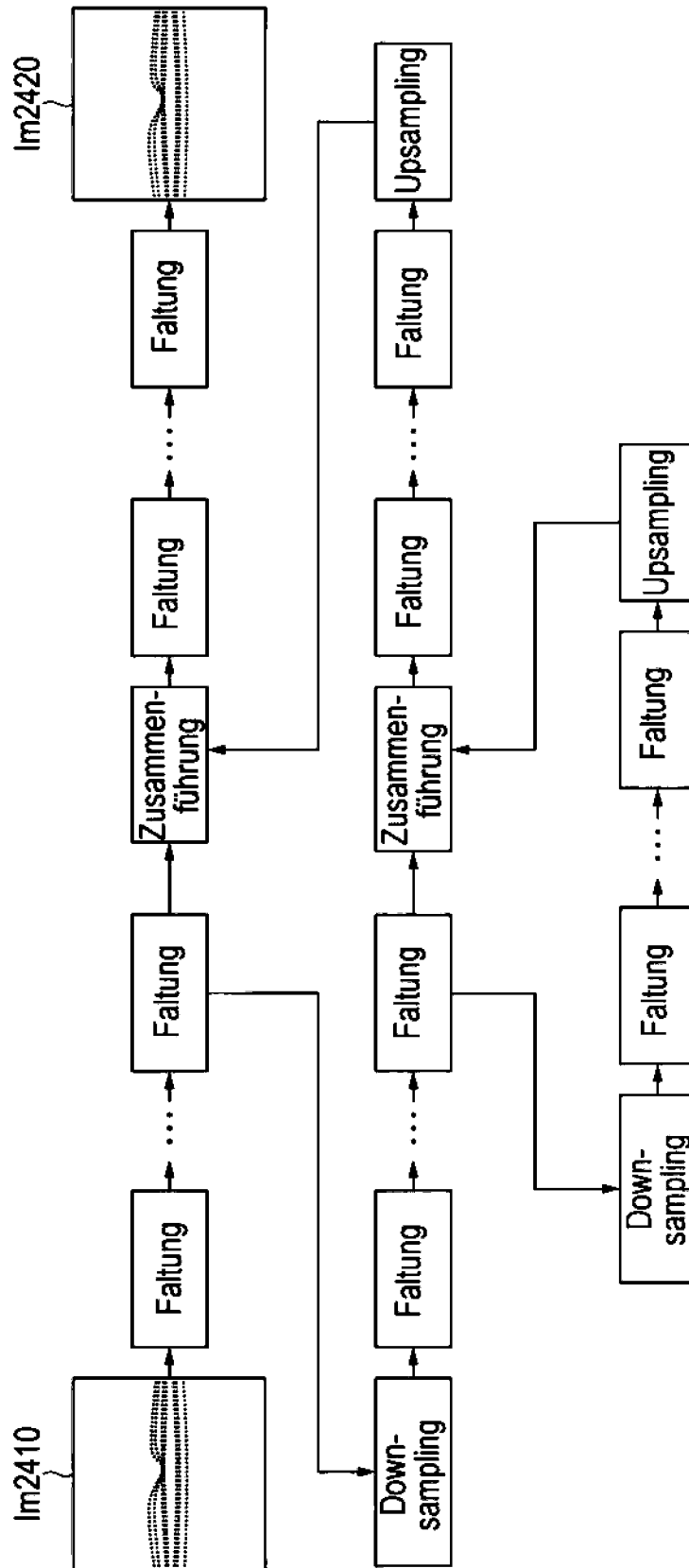


FIG. 25

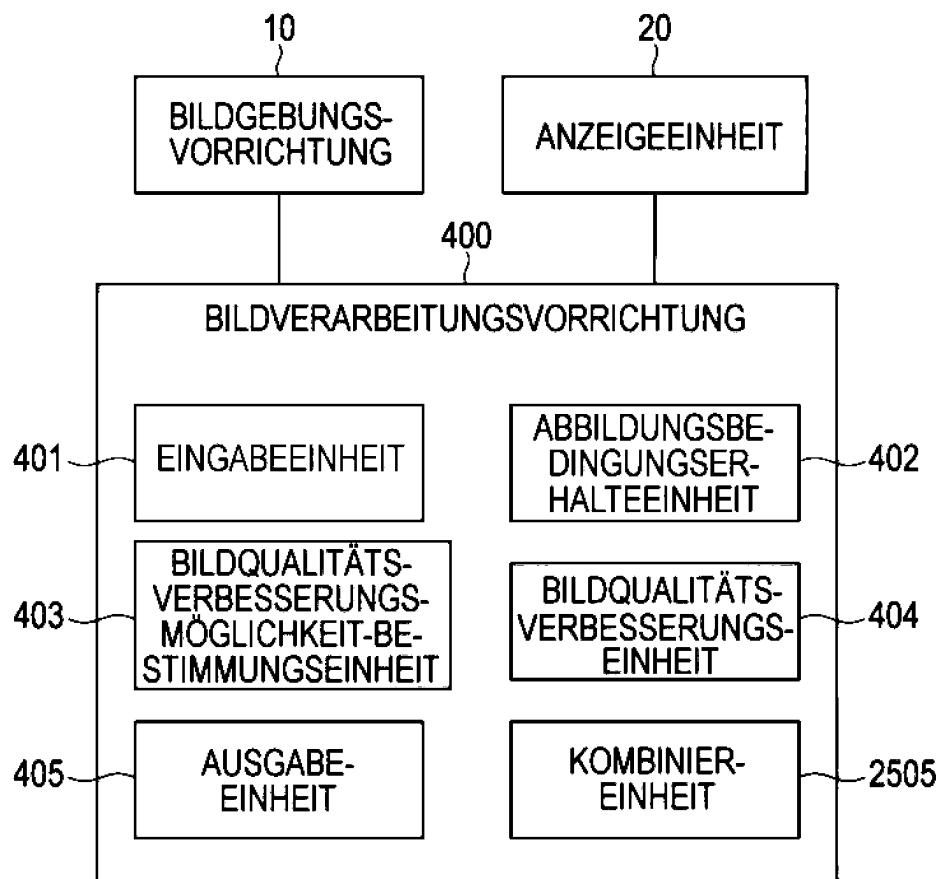


FIG. 26

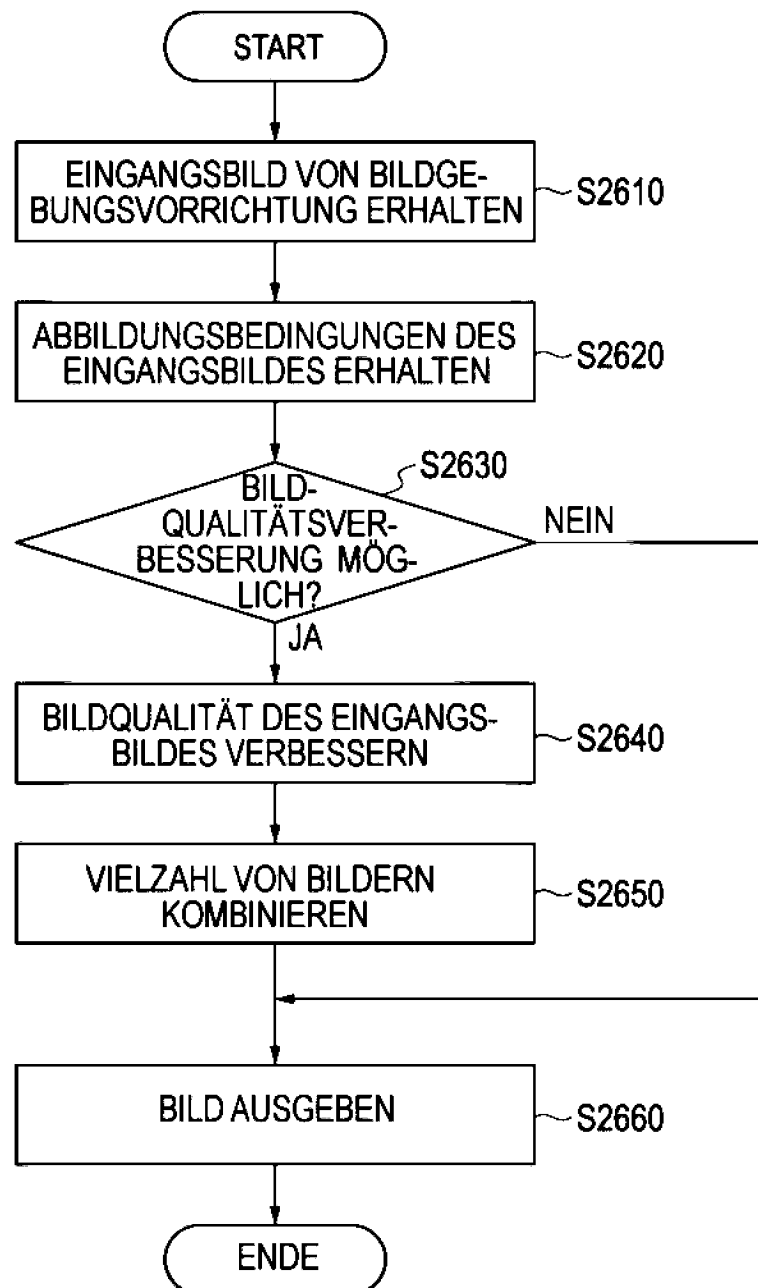


FIG. 27

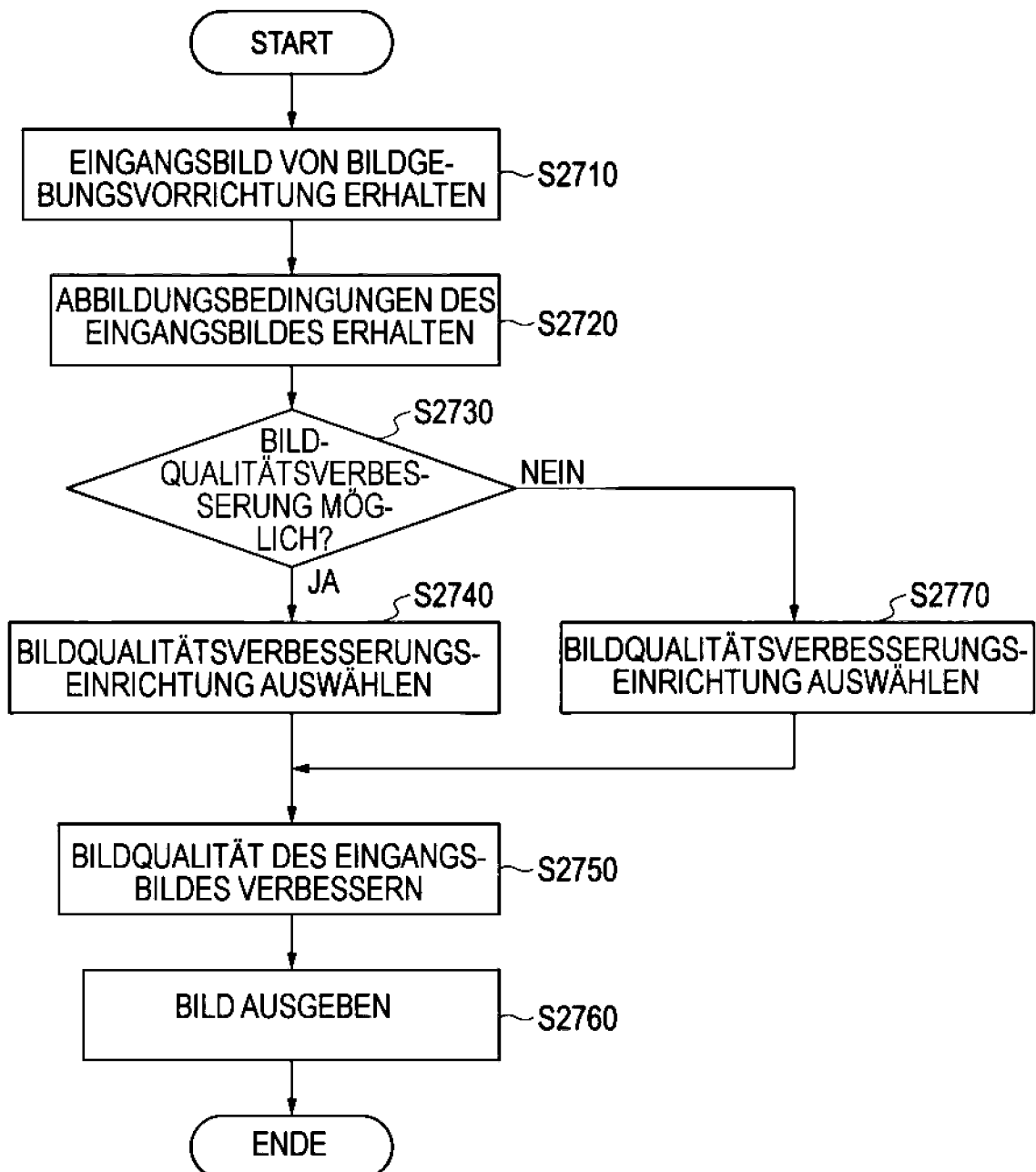


FIG. 28A

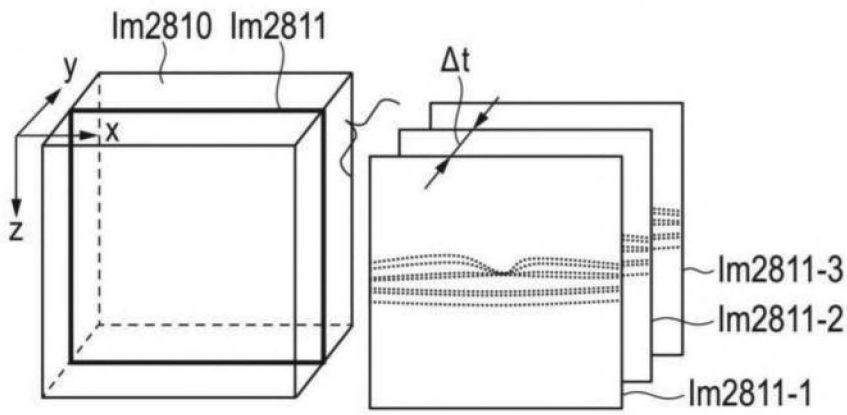


FIG. 28B

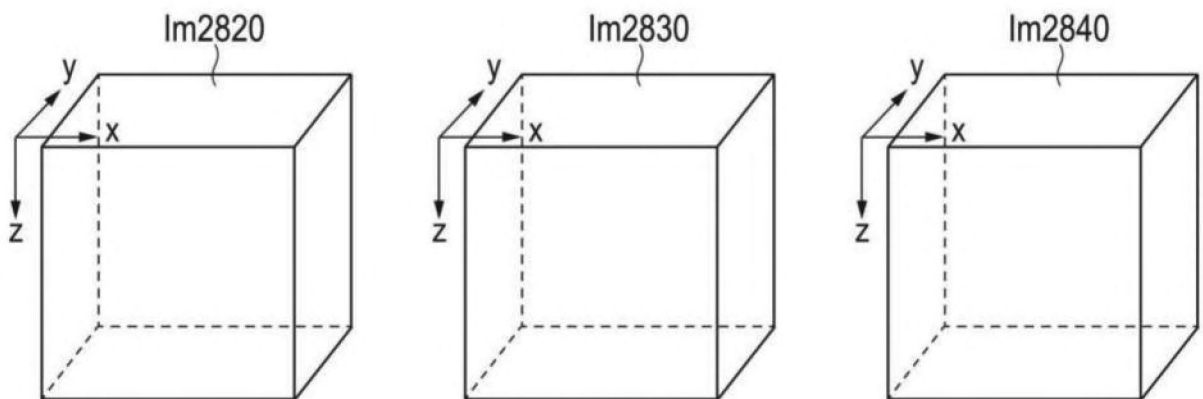


FIG. 29A

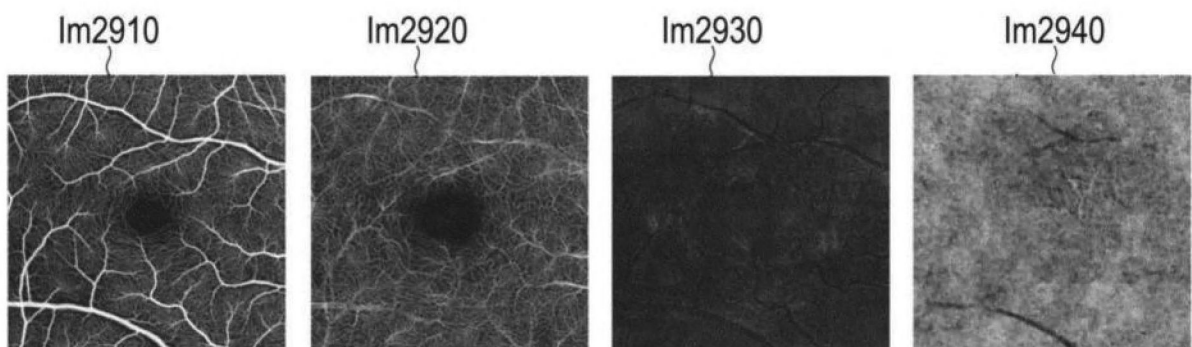


FIG. 29B

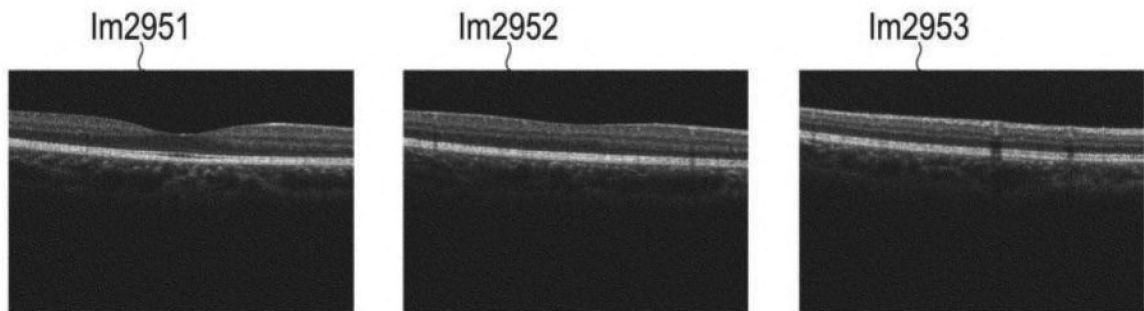


FIG. 30

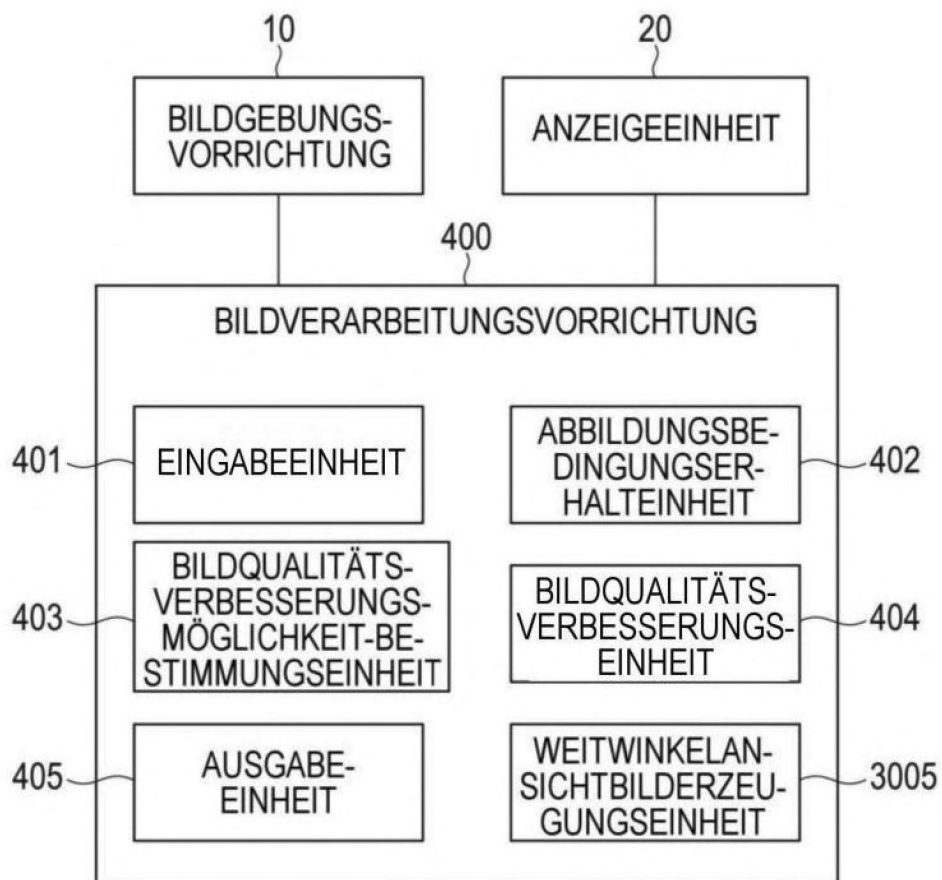


FIG. 31A

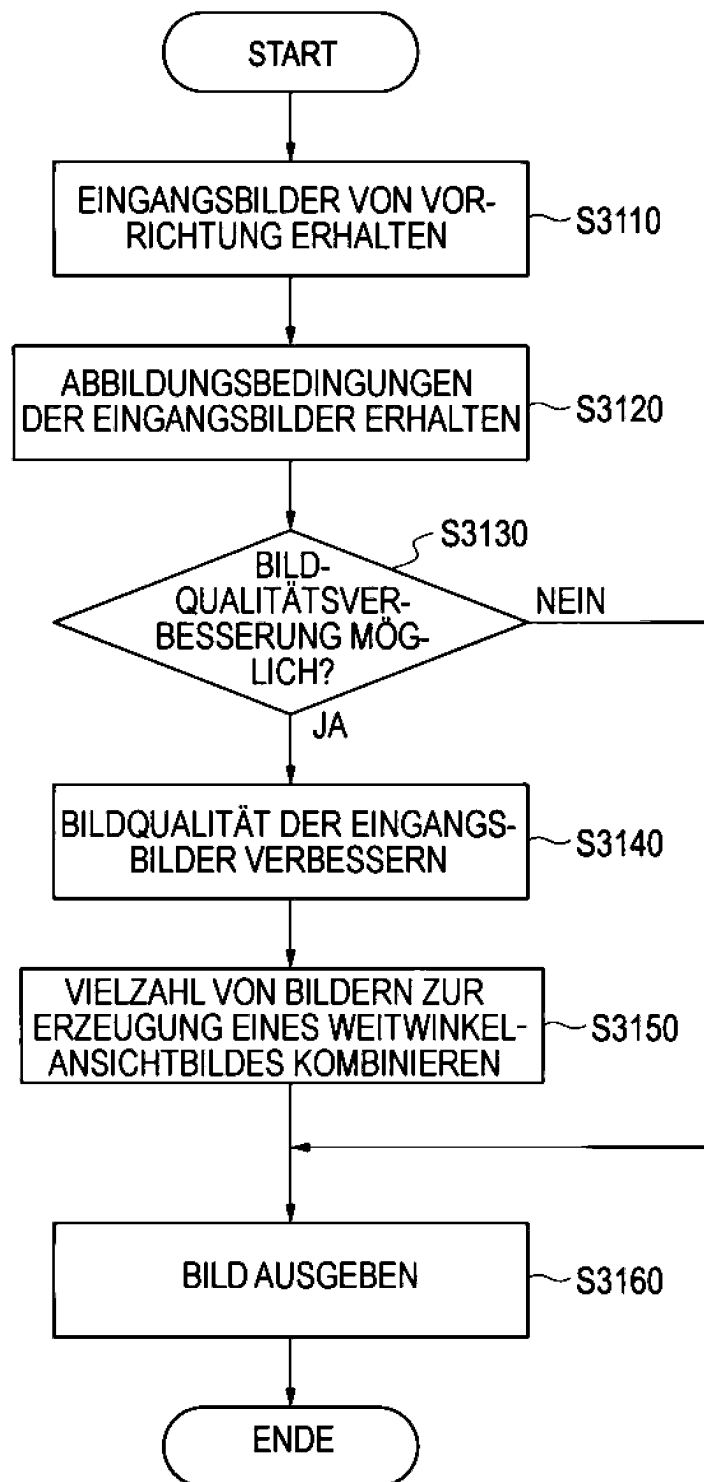


FIG. 31B

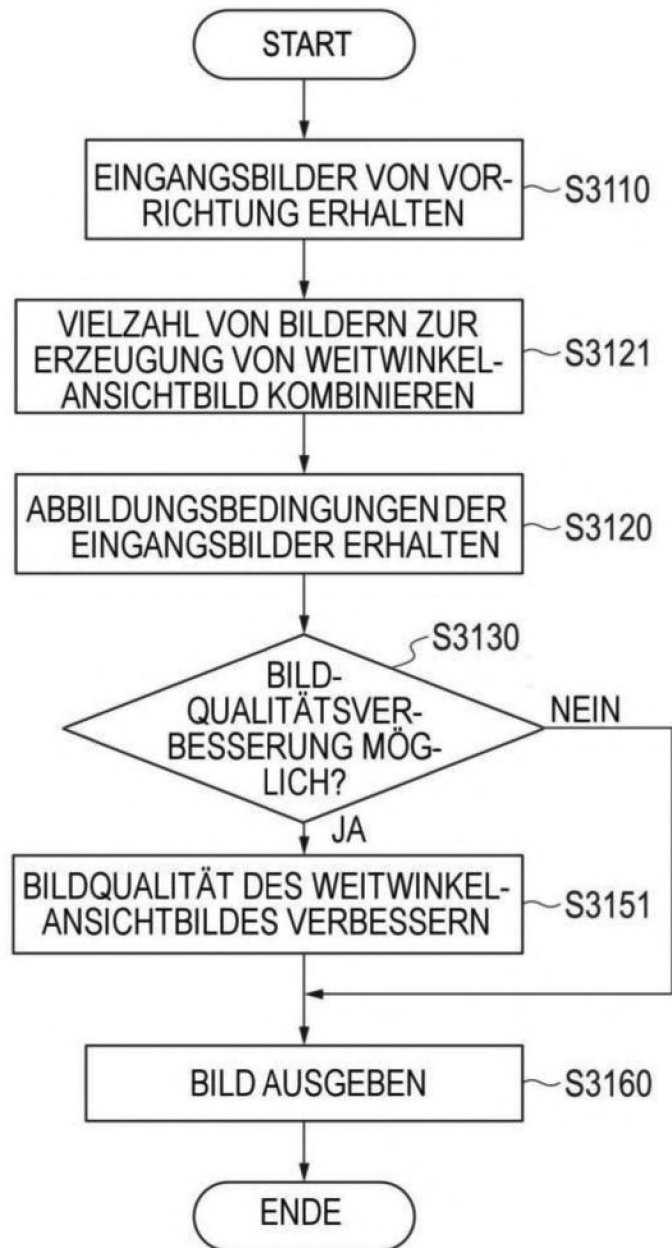


FIG. 32A

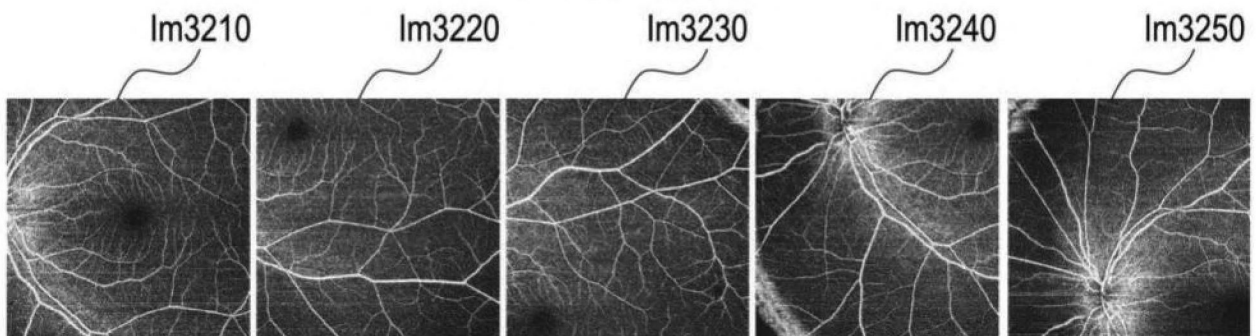


FIG. 32B

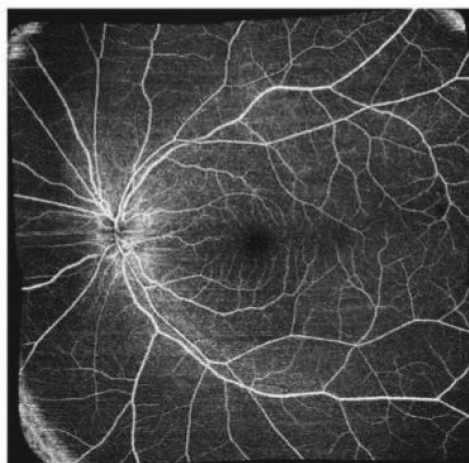


FIG. 32C

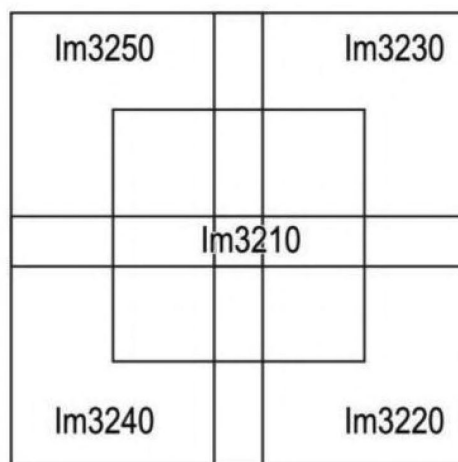


FIG. 33A

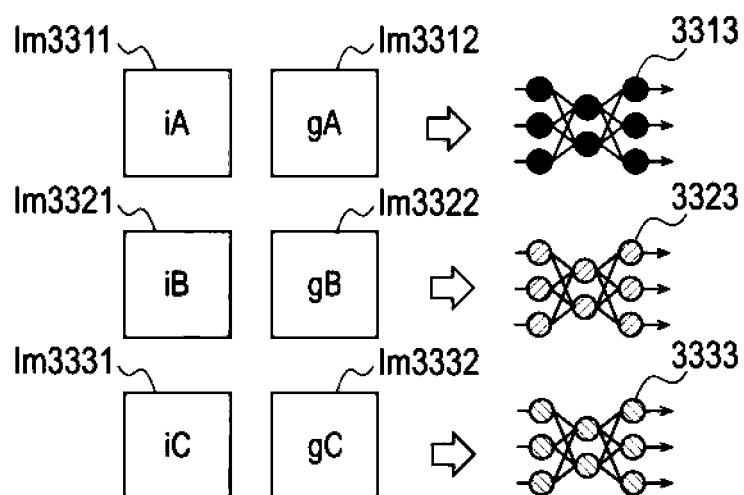


FIG. 33B

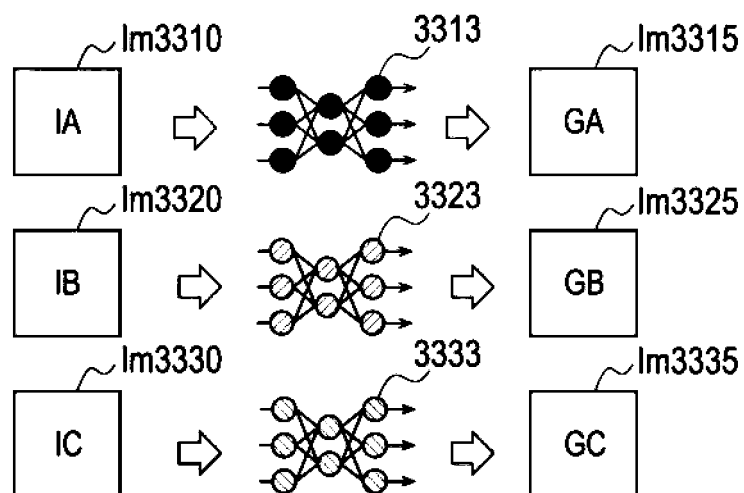


FIG. 33C

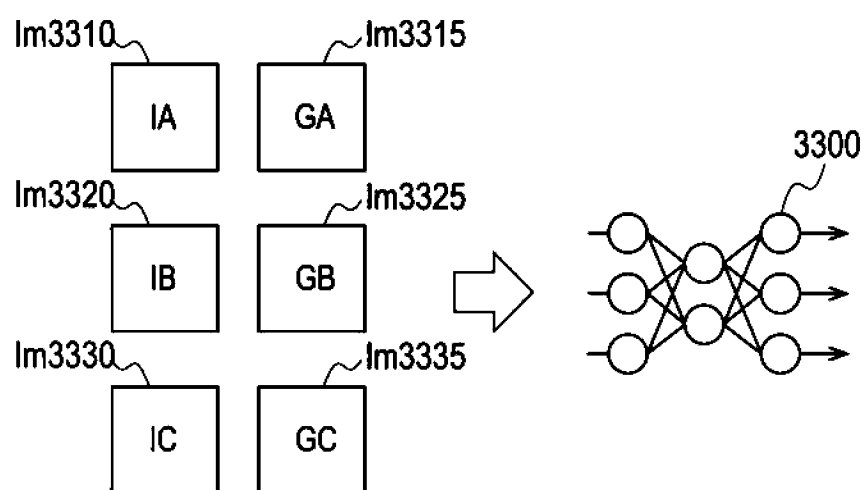


FIG. 34A

3401	3402	3403	3404	3400
PATIENT	OCT-BILD- GEBUNG	BERICHT	EINSTELLUNG	
PATIENTEN- ID	GEBURTSDATUM/ GESCHLECHT			☐
PATIENTEN- NAME	MENSCHEN- SCHLAG			☐
PER DATUM/PER MODUS		Im3406	Im3405	Im3407
20xx/xx/xx	☒	OCTA	Einzel	3D
OCT	☒	☒	Mittlung	ILM xx μ m
Rechts	☒	OCTA-Bild1	Entrauschen	GCL/IPL xx μ m
20xx/xx/xx hh:mm	☐		OCTA-Bild1 : xxxxx01f	3413
Rechts/OCTA	☐		OCTA-Bild2: xxxxx2	3414
20xx/xx/xx hh:mm	☐		En-Face-Bild1	BM xx μ m
Rechts/OCTA	☐			
		Im3409	Im3408	Im3412

FIG. 34B

PACIENT	OCT-BILD- GEBUNG	BERICHT	EINSTEL- LUNG	
PATIENTEN-ID: GEBURTSDATUM: ☐				3420
PATIENTEN-NAME: MENSCHEN- SCHLAG:				

Linien zeigen

☐ Hilfsmittel
DICHTEARSTEL-
LUNG/RASTER
DICHTEANALYSE

☐ Hilfsmittel zeigen
BEREICHSGITTER
BEREICHSDICHTE
OSKELETTDICHTE

☐ Entrauschen
DICHTE-
DIAGRAMM
OSKELETTDICHTE

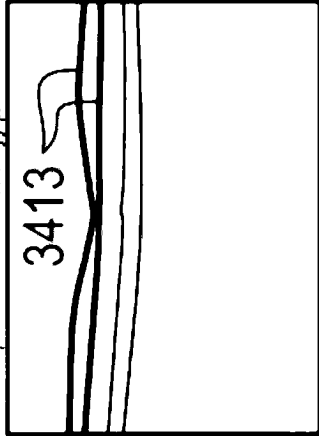
☐ AIP
PROJEKTIONS-
VERFAHREN

☐ MIP
PROJEKTIONSARTEFAKTREDUKTION

INTENSITÄT

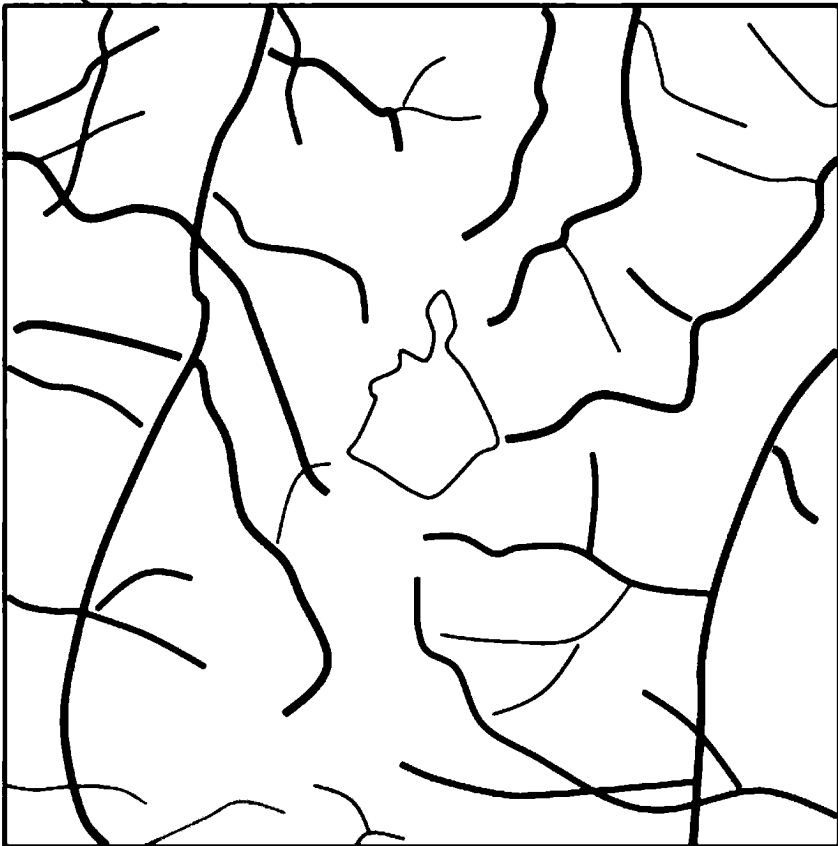
KONTRAST

OCTA-Bild : xxxxx01
 ILM xx µm ILM yy µm



3413

Im3407



Im3411

SCHLIESSEN
SEN

3430

FIG. 35

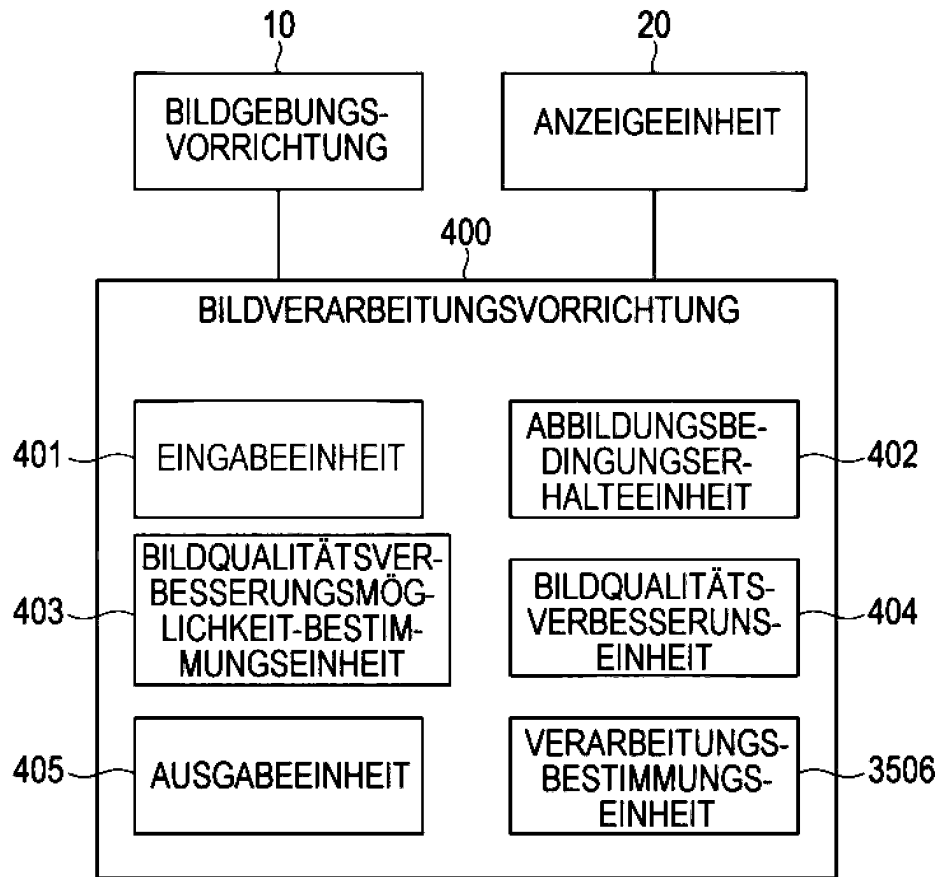


FIG. 36A

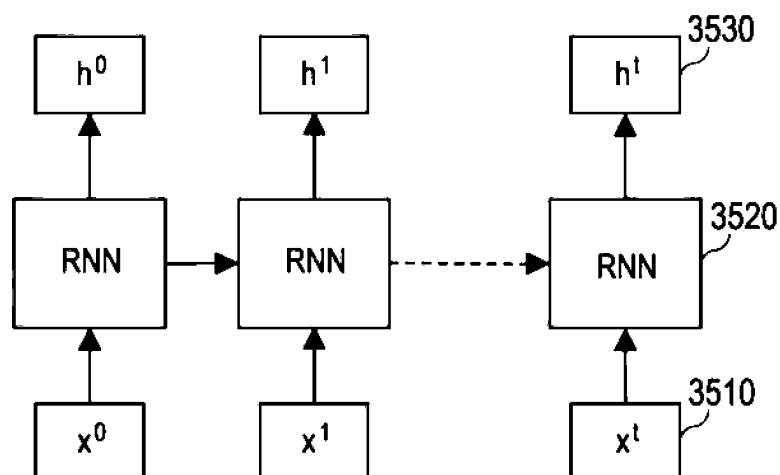


FIG. 36B

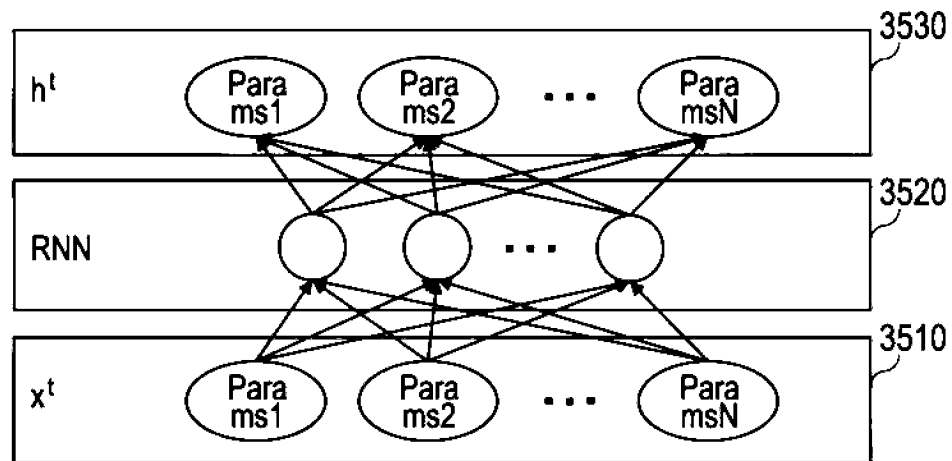


FIG. 37A

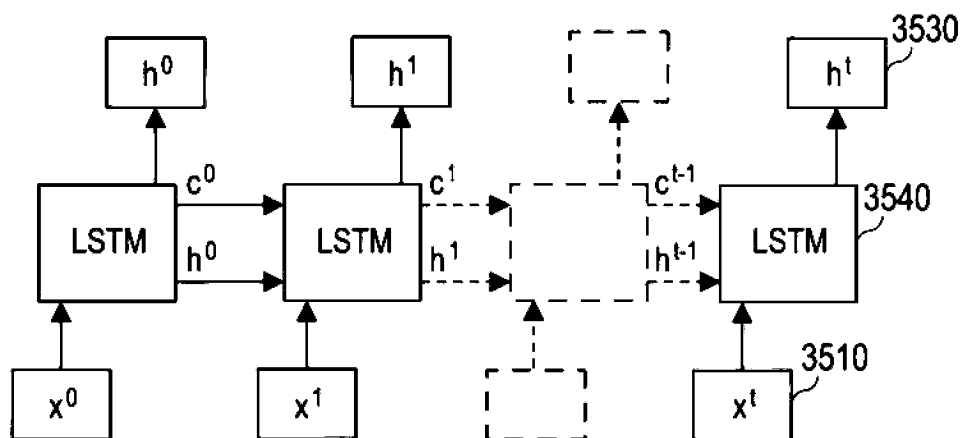


FIG. 37B

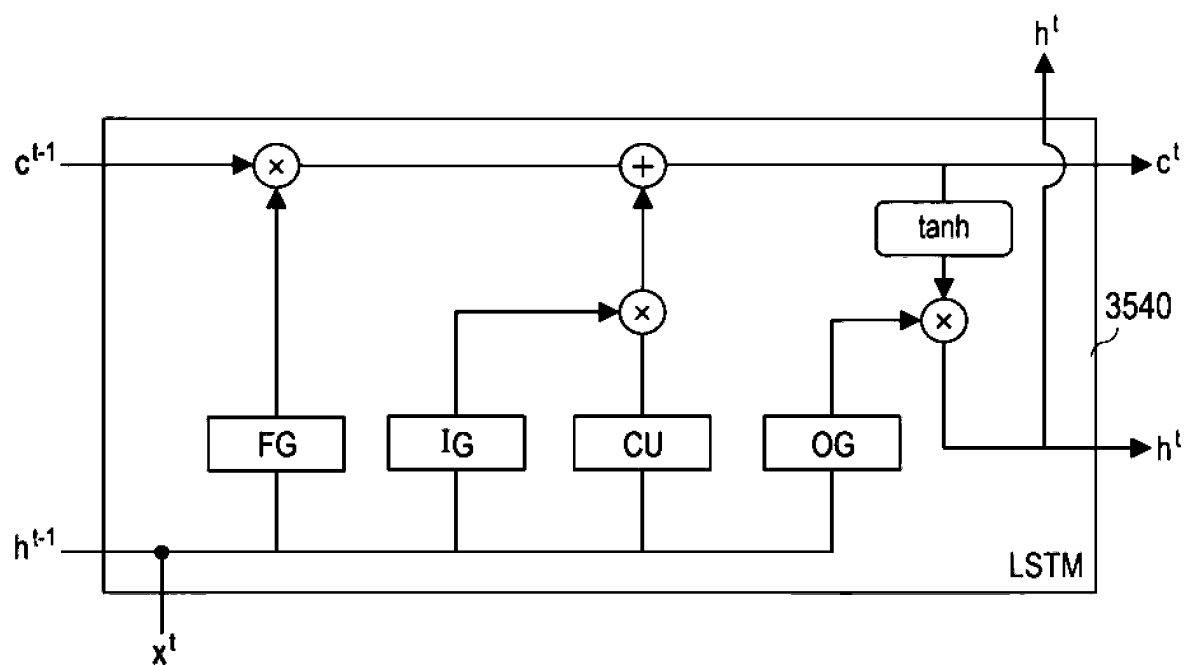


FIG. 38

