



(10) **DE 11 2015 001 902 B4** 2021.01.21

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 001 902.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/065319**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/002397**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.05.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **07.01.2016**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.02.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.01.2021**

(51) Int Cl.: **H01J 37/22 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2014-136874 02.07.2014 JP

(73) Patentinhaber:
Hitachi High-Tech Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl Schübel-Hopf & Partner mbB
Patentanwälte European Patent Attorneys, 80538
München, DE

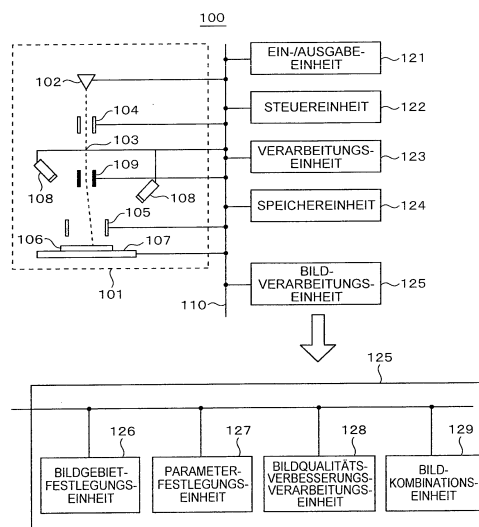
(72) Erfinder:
Kobayashi, Mitsutoshi, Tokyo, JP; Nakahira,
Kenji, Tokyo, JP; Tanaka, Maki, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US 2014 / 0 009 597 A1
US 2014 / 0 226 003 A1

(54) Bezeichnung: **Elektronenmikroskopvorrichtung und sie verwendendes Abbildungsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Elektronenmikroskop, das einen fokussierten Elektronenstrahl auf eine Probe einstrahlt und ein Bild der Probe erfasst, welches Folgendes umfasst: eine Verarbeitungseinheit (123) zum Festlegen von Verarbeitungsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe, eine Bildverarbeitungseinheit (125) zur Verarbeitung des erfassten Bilds der Probe, eine Ein-/Ausgabeeinheit (121) zur Eingabe der Bedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe und zur Ausgabe eines Ergebnisses, das in der Bildverarbeitungseinheit (125) verarbeitet wurde, und eine Steuereinheit (122) zum Steuern der Bildverarbeitungseinheit (125) und der Ein-/Ausgabeeinheit (121), wobei die Bildverarbeitungseinheit (125) Folgendes aufweist: eine Bildgebiet-Festlegungseinheit (126), welche ein Weitfeldgebiet mit einem verhältnismäßig weiten Gesichtsfeld zur Erfassung des Bilds der Probe und ein oder mehrere Schmalfeldgebiete mit einem verhältnismäßig schmalen Gesichtsfeld, das im Weitfeldgebiet enthalten ist, festlegt und die Dosismengen pro Pixel eines Weitfeldbilds und eines Schmalfeldbilds so festlegt, dass sie im Schmalfeldbild höher werden können als im Weitfeldbild, eine Parameterfestlegungseinheit (127), die einen Parameter zur Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets entsprechend der Dosismenge pro Pixel jedes Gebiets festlegt,

eine Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit (128), welche die ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elektronenmikroskopvorrichtung zur schnellen Abbildung eines Weitfeldgebiets mit einer hohen Bildqualität durch ein Elektronenmikroskop und ein sie verwendendes Abbildungsverfahren.

Technischer Hintergrund

[0002] Elektronenmikroskope haben verglichen mit optischen Mikroskopen eine sehr hohe Auflösung, und sie werden weithin verwendet, um eine detaillierte Struktur eines Objekts klar zu betrachten. Elektronenmikroskope erfassen ein Bild einer Objektprobe durch Einstrahlen eines Elektronenstrahls auf die Objektprobe und Detektieren von der Objektprobe emittierter oder durch die Objektprobe hindurchtretender Teilchen (Elektronen der gleichen oder einer anderen Art als die eingestrahnten Elektronen, eine elektromagnetische Welle oder Photonen) mit einem Detektor. Betrachtungsobjekte für das Elektronenmikroskop umfassen Materialien, Halbleiter, Lebensmittel, Biotechnologie, medizinische Gebiete usw.

[0003] Bei Inspektionen und Analysen, bei denen Elektronenmikroskope verwendet werden, besteht ein Bedarf daran, das gesamte Bild einer Struktur und ihre Verteilung in einem weiten Bereich prüfen zu können, während kein Bedarf daran besteht, ein erzeugtes Bild mit einem weiten Gesichtsfeld mit einer großen Anzahl von Pixeln zu betrachten (nachstehend als Weitfeldbild bezeichnet). Zusätzlich ist auch beim Weitfeldbild eine hohe Bildqualität, d.h. ein Bild mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis und einer geringen Drift, erforderlich.

[0004] Ein übliches Abbildungsverfahren, das bei Elektronenmikroskopen eingesetzt wird, ist ein schneller (Rahmenintegrations-) Abtastmodus, wobei ein Bild erfasst wird, indem zwei oder mehr Bilddatenbestandteile des gleichen Gesichtsfelds, die durch Abtasten mit einer hohen Geschwindigkeit und Abtasten mit einer niedrigen Geschwindigkeit erfasst werden, integriert werden, wobei beim Abtasten mit der niedrigen Geschwindigkeit ein Bilddatenbestandteil mit einem ausgezeichneten Signal-Rausch-Verhältnis erfasst wird. Wenngleich es bei der schnellen Abtastung einen geringen Einfluss der Drift eines Tisches oder eines Strahls gibt, treten bei der langsamen Abtastung Verzerrungen eines Bilds auf, weil sich die Abbildungsposition der Struktur im Bild während des Abtastens verschiebt. Wenngleich dabei ein schneller Abtastmodus geringe Verzerrungen aufweist, ergibt sich das Problem, dass ein kombiniertes Bild verschwommen ist, weil Verschiebungen zwischen Rahmen nicht beseitigt werden können, wenn die Bilder unverändert integriert werden.

Deshalb wird herkömmlich ein Abbildungsverfahren verwendet, bei dem ein detailliert zu betrachtendes Gebiet mit hoher Vergrößerung neu abgebildet wird, nachdem das Gesamtbild mit einer niedrigen Vergrößerung erfasst wurde. Dies führt in der Hinsicht zu Problemen, dass für die Abbildung viel Arbeitsaufwand und Zeit benötigt werden.

[0005] Um diese Probleme zu überwinden, wurde ein weiterentwickeltes Abbildungsverfahren vorgeschlagen, wobei das Weitfeldbild mit einer hohen Bildqualität abgebildet wird. Bei einem hochentwickelten Abbildungsverfahren werden sowohl der schnelle Abtastmodus als auch der langsame Abtastmodus verwendet. Beispielsweise beschreibt Patentliteratur 1 ein Abbildungsverfahren, wobei ein Referenzbild ohne Bildverzerrung bei einem schnellen Abtastmodus erfasst wird und ein anderes Bild für das gleiche Gebiet wie das Referenzbild bei der gleichen Vergrößerung bei einem langsamen Abtastmodus erfasst wird und das andere Bild auf der Grundlage des Referenzbilds korrigiert wird. Patentliteratur 2 beschreibt ein Abbildungsverfahren, wobei ein Bild mit einer geringen Vergrößerung in einem schnellen Abtastmodus erfasst wird, ein Bild mit einer hohen Vergrößerung in einem langsamen Abtastmodus erfasst wird und ein reduziertes Bild eines interessierenden Bildgebiets mit dem Bild kombiniert wird.

[0006] Ferner betrifft US 2014/0226003 (veröffentlicht am 14. August 2014) ein Elektronenmikroskop, das ein weites Bildfeld mit niedriger Auflösung und darin interessierende Bereiche mit hoher Auflösung aufnehmen kann. Ein optisches Mikroskop, das mehrere Bilder kombinieren kann, ist in US 2014/0009597 A1 offenbart.

Zitatliste

Patentliteratur

PTL 1: japanische Patentanmeldung JP 2012 / 169 233 A

PTL 2: japanische Patentanmeldung JP 2012 / 032 205 A

Kurzfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0007] Bei einem Verfahren aus Patentliteratur 1 treten Probleme einer langen Abbildungszeit und einer Beschädigung der Probe auf, wenngleich dadurch ein qualitativ hochwertiges Weitfeldbild erhalten werden kann. Wenngleich durch ein Verfahren aus Patentliteratur 2 überdies in kurzer Zeit ein Bild erzeugt werden kann, das ein interessierendes Gebiet mit einer hohen Bildqualität aufweist, tritt dabei das Problem auf, dass die Bildqualität in vom interessierenden Gebiet verschiedenen Gebieten niedrig ist. Wegen die-

ser Probleme kann ausgesagt werden, dass durch das herkömmliche Verfahren nur schwer eine kurze Abbildungszeit und eine ausreichende Bildqualität über das gesamte Weitfeldbild erhalten werden können.

[0008] Dagegen sieht die vorliegende Erfindung unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein höherer Nachdruck darauf gelegt wird, dass das interessierende Gebiet selbst bei der Erzeugung des Weitfeldbilds eine hohe Bildqualität aufweist, eine Elektronenmikroskopvorrichtung, die das Weitfeldbild mit hoher Geschwindigkeit so erzeugt, dass das interessierende Gebiet eine hohe Bildqualität aufweist und davon verschiedene Gebiete auch eine für eine Betrachtung ausreichende Bildqualität aufweisen, und ein Abbildungsverfahren, das sie verwendet, vor.

Lösung des Problems

[0009] Um die vorstehend erwähnten Probleme zu adressieren, ist die Elektronenmikroskopvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung so ausgelegt, dass sie Folgendes aufweist: ein -Elektronenmikroskop, das ein Bild einer Probe durch Einstrahlen eines fokussierten Elektronenstrahls auf die Probe und Abtasten der Probe damit erfasst, eine Verarbeitungseinheit zum Festlegen von Verarbeitungsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe mit diesem Elektronenmikroskop, eine Bildverarbeitungseinheit zur Verarbeitung des durch das Elektronenmikroskop erfassten Bilds der Probe, eine Ein-/Ausgabereinheit, welche die Bedingungen zum Erfassen des Bilds der Probe mit dem Elektronenmikroskop eingibt und ein durch Verarbeitung in der Bildverarbeitungseinheit erhaltenes Ergebnis ausgibt, und eine Steuereinheit zum Steuern des Elektronenmikroskops, der Bildverarbeitungseinheit und der Ein-/Ausgabereinheit, wobei die Bildverarbeitungseinheit so ausgelegt ist, dass sie Folgendes aufweist: eine Bildgebiet-Festlegungseinheit, welche ein Weitfeldgebiet mit einem verhältnismäßig weiten Gesichtsfeld zur Erfassung des Bilds der Probe mit dem Elektronenmikroskop und ein Schmalfeldgebiet mit einem verhältnismäßig schmalen Gesichtsfeld, das in diesem Weitfeldgebiet enthalten ist, festlegt, eine Parameterfestlegungseinheit zum Festlegen eines Parameters in Bezug auf die Bildverbesserungsverarbeitung des Weitfeldbilds und eines Schmalfeldbilds, die mit dem Elektronenmikroskop erfasst wurden, im Weitfeldgebiet und im Schmalfeldgebiet, die durch die Bildgebiet-Festlegungseinheit festgelegt wurden, eine Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit zum Ausführen einer Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung am Weitfeldbild und am Schmalfeldbild auf der Grundlage des durch diese Parameterfestlegungseinheit festgelegten Parameters und eine Bildkombinationseinheit zur Kombination von Bildern, die dem Weitfeldgebiet entsprechen, woran die Bildqualitätsverbesserungsverarbei-

tung durch diese Bildqualitätsverbesserungseinheit ausgeführt wurde.

[0010] Überdies ist zum Lösen der vorstehend erwähnten Probleme das Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung so ausgelegt, dass es folgende Schritte aufweist: Festlegen der Anfangsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe unter Verwendung des Elektronenmikroskops, Erfassen des Weitfeldbilds der Probe durch Bestrahlen des Weitfeldgebiets der Probe mit einem fokussierten Elektronenstrahl und Abtasten des Weitfeldgebiets der Probe damit unter Verwendung des Elektronenmikroskops auf der Grundlage dieser festgelegten Anfangsbedingungen, Festlegen des Schmalfeldgebiets, so dass es schmalere ist als das Weitfeldgebiet, im Inneren des Weitfeldgebiets durch Verarbeiten dieses erfassten Weitfeldbilds, Erfassen des Schmalfeldbilds der Probe durch Bestrahlen des Schmalfeldgebiets mit dem fokussierten Elektronenstrahl und Abtasten des Schmalfeldgebiets, welches darin festgelegt wurde, damit unter Verwendung des Elektronenmikroskops, Festlegen eines Bildqualitätsverbesserungsparameters des erfassten Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds, Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung am Weitfeldbild und am Schmalfeldbild unter Verwendung dieses festgelegten Bildqualitätsverbesserungsparameters, Kombinieren dieses Weitfeldbilds und dieses Schmalfeldbilds, woran die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wurde, und Anzeigen des diesem kombinierten Weitfeldgebiet entsprechenden Bilds.

[0011] Ferner ist zum Lösen der vorstehend erwähnten Probleme das Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dafür ausgelegt, Folgendes auszuführen: Erfassen des Weitfeldbilds der Probe durch Einstrahlen des fokussierten Elektronenstrahls auf das Weitfeldgebiet der Probe und Abtasten des Weitfeldgebiets der Probe mit dem fokussierten Elektronenstrahl unter Verwendung des Elektronenmikroskops mit einer geringen Dosismenge, Festlegen eines Schmalfeldgebiets mit einem verhältnismäßig schmalen Gesichtsfeld, das im Weitfeldgebiet enthalten ist, anhand dieses erfassten Weitfeldbilds, Erfassen des Schmalfeldbilds der Probe durch Einstrahlen des fokussierten Elektronenstrahls auf das Schmalfeldgebiet und Abtasten des Schmalfeldgebiets mit dem fokussierten Elektronenstrahl, welches unter Verwendung des Elektronenmikroskops festgelegt wurde, Festlegen jeweiliger Rauschentfernungsparameter des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds, die erfasst werden, Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung am Weitfeldbild und am Schmalfeldbild auf der Grundlage jedes dieser festgelegten Rauschentfernungsparameter, Driftkorrektur des Schmalfeldbilds, an dem die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung

ausgeführt wurde, unter Verwendung des Weitfeldbilds, an dem diese Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wurde, und Kombinieren des Schmalfeldbilds, an dem diese Driftkorrektur ausgeführt wurde, und des Weitfeldbilds.

[0012] Ferner ist zum Lösen der vorstehend erwähnten Probleme das Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dafür ausgelegt, Folgendes auszuführen: Erfassen des Weitfeldbilds, welches das Schmalfeldbild der Probe enthält, als eine Schicht eines Rahmenbilds durch Einstrahlen eines im Weitfeldgebiet und im Schmalfeldgebiet, das in diesem Weitfeldgebiet enthalten ist, fokussierten Elektronenstrahls auf das Schmalfeldgebiet mit einer verhältnismäßig hohen Dosismenge und auf das vom Schmalfeldgebiet verschiedene Weitfeldgebiet mit einer verhältnismäßig geringen Dosismenge und Abtasten mit diesem Elektronenstrahl unter Verwendung des Elektronenmikroskops, Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung an diesem Rahmenbild und Erfassen eines durch Driftkorrektur mehrerer Bilder des Rahmenbilds, woran diese Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wurde, und durch Rahmenaddition von diesen erhaltenen Bilds und Anzeigen von diesem.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0013] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung können eine Elektronenmikroskopvorrichtung, die in der Lage ist, ein Weitfeldbild mit einer hohen Bildqualität in einer verhältnismäßig kurzen Zeit in Bezug auf die Abbildung mit einem Elektronenmikroskop zu erfassen, und ein sie verwendendes Abbildungsverfahren bereitgestellt werden. Überdies können eine Elektronenmikroskopvorrichtung, die in der Lage ist, die Dosismenge pro Pixel im Schmalfeldgebiet oder im Weitfeldgebiet geeignet automatisch festzulegen, und ein sie verwendendes Abbildungsverfahren bereitgestellt werden.

Figurenliste

[0014] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Umrisses der Konfiguration einer Rasterelektronenmikroskopvorrichtung gemäß einem ersten und einem zweiten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Erzeugung eines kombinierten Bilds durch eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3A ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs, wodurch ein Schmalfeldgebiet festgelegt wird, gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3B ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs, wodurch gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung eine Struktur vorgeschrieben wird und das Schmalfeldgebiet festgelegt wird,

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs, wodurch die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung an einem erfassten Weitfeldbild gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird und das Schmalfeldgebiet festgelegt wird,

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zum Festlegen eines Abtastverfahrens anhand Strukturinformationen des Weitfeldgebiets gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung, wobei eine Bilderzeugung vorgenommen wird,

Fig. 6A eine Tabelle des Weitfeldbilds, eines Schmalfeldbilds und der Strukturinformationen gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 6B ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Erzeugung des kombinierten Bilds anhand des Weitfeldbilds und des Schmalfeldgebiets nach der Bildqualitätsverbesserung gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7A ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Erzeugung des kombinierten Bilds anhand eines durch Abbildung mit einer geringen Dosismenge erhaltenen Bilds des Weitfeldgebiets gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7B ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Beurteilung einer Filterbreite bei der Erzeugung des kombinierten Bilds anhand eines Bilds des Weitfeldgebiets, das durch Abbilden mit einer geringen Dosismenge erhalten wurde, gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 8A ein Flussdiagramm eines anderen Verarbeitungsverfahrens zum Bestimmen der Filterbreite bei der Erzeugung des kombinierten Bilds anhand eines Bilds des Weitfeldgebiets, das durch Abbilden mit einer geringen Dosismenge erhalten wurde, gemäß dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 8B eine Tabelle von Parametern von Bildrauschen zwischen dem Schmalfeldbild und dem Weitfeldbild verglichen mit dem ersten Beispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 9 ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Erzeugung des kombinierten Bilds durch eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß einem zweiten Beispiel der vorliegenden Erfindung und

Fig. 10 ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zum Aktualisieren des Schmalfeldgebiets zwischen den Rahmenbildern mit den Strukturinformationen und einem maximalen Driftbetrag, der bei der Erzeugung des kombinierten Bilds durch die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung gemäß dem zweiten Beispiel der vorliegenden Erfindung berücksichtigt wird.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0015] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Elektronenmikroskop zum Erfassen eines Bilds einer Probe durch Bestrahlen der Probe mit Elektronen und insbesondere ein Verfahren zum Erfassen eines Weitfeldbilds mit einer hohen Bildqualität in einer verhältnismäßig kurzen Zeit und eine Vorrichtung für diesen Zweck mit den folgenden Merkmalen.

[0016] (1) Die vorliegende Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass jeweilige Bilder des Weitfeldgebiets und eines oder mehrerer Schmalfeldgebiete, die in diesem Gebiet enthalten sind (nachstehend als Schmalfeldbilder bezeichnet), so erfasst werden, dass die Dosismenge, die auf ein reales Gebiet eingestrahlt wird, welches einem Pixel des erzeugten Bilds entspricht (nachstehend als Dosismenge bezeichnet) im Schmalfeldbild größer werden kann als im Weitfeldbild, wobei das Weitfeldbild und das Schmalfeldbild kombiniert werden, während eine Rauschentfernungsverarbeitung ausgeführt wird, so dass der Grad der Rauschentfernung umso höher wird, je geringer die Dosismenge in jedem Gebiet ist.

[0017] Weil das Weitfeldbild dabei mit einer verhältnismäßig geringen Dosismenge mit hoher Geschwindigkeit erzeugt wird und das Schmalfeldbild mit einer verhältnismäßig hohen Dosismenge erzeugt wird, kann die Bilderzeugungszeit verringert werden. Überdies kann ein kombiniertes Bild mit einem ausgezeichneten Signal-Rausch-Verhältnis erhalten werden, weil an jedem Gebiet entsprechend der Dosismenge eine Rauschentfernungsverarbeitung ausgeführt wird. Hier ist das Schmalfeldgebiet ein Gebiet, das sich in einem oder mehreren Gebieten befindet, welche die Probe aufweisen, die im Weitfeldbild betrachtet werden soll, worin ein großer Teil ihrer Strukturinformationen (beispielsweise Kanteninformationen eines auf der Probe gebildeten ungleichmäßigen Musters) oder ein den Benutzer interessierendes Gebiet enthalten ist. Das Schmalfeldgebiet kann durch schichtförmiges Anordnen zweier oder schmalerer Feldgebiete festgelegt werden. Überdies ist es nicht erforderlich, das gesamte Weitfeldgebiet und alle Schmalfeldgebiete abzubilden, und es kann ein Fall auftreten, in dem ein Teil eines spezifischen Gebiets abgebildet wird. Es sei in Bezug auf das Weitfeldbild und das Schmalfeldbild bemerkt, dass ein Bild durch Kombinieren von Bilddaten desselben

Gebiets in einer oder mehreren Lagen in der Art eines schnellen Abtastmodus erfasst werden kann.

[0018] (2) Die vorliegende Erfindung ist überdies dadurch gekennzeichnet, dass das Weitfeldgebiet oder das Schmalfeldgebiet auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile über eine Benutzereingabe und Strukturinformationen, die anhand einer Helligkeitsänderung im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild erhalten wurden, automatisch festgelegt wird.

[0019] Daher kann die Zeit, die erforderlich ist, um die Bedingungen vor der Abbildung festzulegen, verglichen mit einem Fall verringert werden, in dem das Schmalfeldgebiet im Weitfeldbild von Hand festgelegt wird oder das Weitfeldgebiet anhand eines oder mehrerer Schmalfeldbilder von Hand festgelegt wird. Ferner kann durch Vorschreiben des interessierenden Gebiets, von Entwurfsdaten usw. anhand einer Benutzereingabe als Schmalfeldgebiet oder als Weitfeldgebiet die Genauigkeit des Festlegens des automatisch festzulegenden Gebiets verbessert werden und die Bilderzeugungszeit wirksamer verkürzt werden. Weil überdies ein Gebiet anhand der Strukturinformationen aufgrund der Helligkeitsänderung im Bild automatisch festgelegt wird, kann die Bilderzeugungszeit selbst für eine Probe, deren Struktur unbekannt ist, verkürzt werden. Es sei bemerkt, dass die Benutzereingabe und die Form des Weitfeldgebiets oder des Schmalfeldgebiets beliebig sind.

[0020] (3) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die Drift eines oder mehrerer Schmalfeldbilder unter Verwendung der Strukturinformationen korrigiert wird.

[0021] Mit Bezug auf die anhand des Weitfeldbilds, dessen Driftbetrag gering ist, berechneten Strukturinformationen und durch Korrigieren der Drift eines oder mehrerer Schmalfeldbilder, deren Driftbetrag größer ist als jener des Weitfeldbilds, kann das kombinierte Bild erfasst werden, dessen Driftbetrag in einem oder mehreren Schmalfeldgebieten klein ist. Überdies wird es mit Bezug auf die Strukturinformationen, die anhand des ersten Schmalfeldbilds berechnet wurden, dessen Driftbetrag klein ist, und Korrigieren eines oder mehrerer zweiter Schmalfeldbilder, die im ersten Schmalfeldbild enthalten sind und einen höheren Driftbetrag aufweisen als das erste Schmalfeldbild, möglich, das kombinierte Bild zu erfassen, dessen Driftbetrag in einem oder mehreren zweiten Schmalfeldgebieten klein ist. Es sei bemerkt, dass es nach dem zweiten oder folgenden Schmalfeldbildern möglich wird, das kombinierte Bild ähnlich durch Ausführen einer Driftkorrektur zu erfassen, wenn das Schmalfeldbild ein kleines Gebiet aufweist.

[0022] (4) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturinforma-

tionen im Bild anhand der Helligkeitsänderung im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild, woran eine Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wurde, beurteilt werden.

[0023] Weil im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild das Signal-Rausch-Verhältnis umso niedriger wird, je kleiner der Driftbetrag wird, lässt sich die Struktur im Bild nur schwer beurteilen. Dagegen wird es durch Beurteilen der Struktur des Bilds, dessen Signal-Rausch-Verhältnis durch die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung verbessert wurde, möglich, mehr Strukturinformationen aus dem Bild, dessen Driftbetrag gering ist, zu extrahieren.

[0024] (5) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die Vergrößerung und das Abtastverfahren auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile der Benutzereingabe und der Strukturinformationen automatisch geändert werden.

[0025] Die Bilderzeugungszeit kann durch Abbilden des den Benutzer interessierenden Gebiets oder eines Gebiets, das mehr Strukturinformationen aufweist, mit einer normalen Vergrößerung und durch Abbilden von anderen Gebieten mit einer niedrigen Vergrößerung verkürzt werden. Wenngleich sich aus dem Folgenden ein Kompromiss mit der Verkürzung der Bilderzeugungszeit ergibt, wird es auch möglich, das den Benutzer interessierende Gebiet oder ein mehr Strukturinformationen aufweisendes Gebiet mit einer hohen Vergrößerung abzubilden. Überdies kann durch automatisches Festlegen des Abtastverfahrens entsprechend Eigenschaften und der Form eines Abbildungsobjekts anhand der Benutzereingabe oder von Strukturinformationen ein Bild, das nur wenig beeinträchtigt ist, ein Bild, dessen Kantenteil usw. klar abgebildet wird, usw. erzeugt werden.

[0026] (6) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass derart kombiniert wird, dass die Rauschgrade aller Gebiete des kombinierten Bilds auf dem gleichen Niveau liegen.

[0027] Dadurch kann ein kombiniertes Bild ausreichender Sichtbarkeit erhalten werden, wobei die Signal-Rausch-Verhältnisse des Gesamtbilds ausgeglichen sind. Es sei bemerkt, dass das Signal-Rausch-Verhältnis, das im gesamten Bild angeglichen werden soll, in jedem Gebiet das höchste Signal-Rausch-Verhältnis sein kann, bevor die Bildverarbeitung ausgeführt wird, oder ein Signal-Rausch-Verhältnis sein kann, das dem Benutzer vorab mitgeteilt wurde, oder dergleichen, solange das Signal-Rausch-Verhältnis ausreicht, um die Probe im Bild zu betrachten.

[0028] (7) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass ein Parameter der Bild-

qualitätsverbesserungsverarbeitung in jedem Gebiet des kombinierten Bilds auf der Grundlage des Ausmaßes der Rauschentfernung automatisch eingestellt wird.

[0029] Durch die Rauschentfernungsverarbeitung verschlechtern sich Signale hochfrequenter Komponenten in der Art des Kantenteils, während sich das Signal-Rausch-Verhältnis jedes Gebiets verbessert. Dagegen wird es möglich, die Sichtbarkeit des Bilds durch Ausführen einer Bildqualitätsverbesserung mit einer Auflösungsverbesserungsverarbeitung usw. zu verbessern. Ferner kann durch Festlegen des Parameters der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung auf der Grundlage der Intensität der Rauschentfernung ein Ergebnis der Bildqualitätsverbesserung in der Art der Schärfe der Kantenteile in allen Gebieten des kombinierten Bilds auch vergleichbar werden, und es wird dadurch möglich, das kombinierte Bild mit ausreichender Sichtbarkeit zu erhalten.

[0030] (8) Überdies ist die vorliegende Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass die Driftkorrektur eines oder mehrerer Schmalfeldbilder unter Verwendung eines Bilds beim Vorgang des Kombinierens des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds ausgeführt wird.

[0031] Weil verglichen mit dem Weitfeldbild ein erstes Schmalfeldgebiet des Bilds beim Prozess des Kombinierens des Weitfeldbilds und des ersten Schmalfeldbilds ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis hat und mehr Helligkeitsinformationen aufweist, kann das im ersten Schmalfeldbild enthaltene zweite Schmalfeldbild mit höherer Genauigkeit driftkorrigiert werden. Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der Zeichnung erklärt.

Beispiel 1

[0032] Ein erstes Beispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Verwendung der **Fig. 1** bis **Fig. 8** beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine Grundkonfiguration einer Rasterelektronenmikroskopvorrichtung **100** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Rasterelektronenmikroskopvorrichtung **100** ist beispielsweise mit einem Rasterelektronenmikroskop **101**, einer Ein-/Ausgabeeinheit **121**, einer Steuereinheit **122**, einer Verarbeitungseinheit **123**, einer Speichereinheit **124** und einer Bildverarbeitungseinheit **125** versehen.

[0033] Die Elektronenbilderfassungsvorrichtung **101** erzeugt einen Elektronenstrahl **103** anhand einer Elektronenkanone **102** und fokussiert ihn auf die Oberfläche einer Probe **106**, in dem dieser Elektronenstrahl **103** durch eine Sammellinse **104** und eine Objektivlinse **105** geführt wird. Als nächstes wird durch einen Detektor **108** ein Bild erfasst, indem Teil-

chen detektiert werden, die von der Probe 106 ausgehen, welche mit dem Elektronenstrahl 103 bestrahlt wurde. Das Bild wird in der Speichereinheit **124** gespeichert.

[0034] Es können mehrere Detektoren 108 bereitgestellt werden, und es können ferner folgende Alternativen erlaubt sein: Die mehreren Detektoren 108 sind Detektoren zum Detektieren unterschiedlicher Teilchen, wie ein Detektor zum Detektieren von Elektronen und ein Detektor zum Detektieren einer elektromagnetischen Welle, sie sind Detektoren zum Detektieren nur von Teilchen innerhalb eines spezifischen Energiebereichs und einer spezifischen Spinrichtung, oder sie sind Detektoren zum Detektieren von Teilchen mit unterschiedlichen Eigenschaften in der Art eines Detektors für sekundäre geladene Teilchen und eines Detektors für rückgestreute geladene Teilchen. Mehrere Detektoren, die jeweils dazu dienen, Teilchen gleicher Eigenschaften zu detektieren, können an verschiedenen Anordnungspositionen bereitgestellt werden. Wenn die mehreren Detektoren bereitgestellt werden, können mehrere Bilder gewöhnlich durch eine Bildgebung mit einem einzigen Schuss erfasst werden.

[0035] Die Probe 106 wird auf einem Tisch 107 montiert. Durch Bewegen des Tisches 107 kann das Bild der Probe 106 in einer beliebigen Position erfasst werden. Überdies kann der Elektronenstrahl 103 durch zweidimensionales Ändern der Richtung des Strahls 103 geladener Teilchen mit einem Strahlableiter 109 die Probe zweidimensional abtasten.

[0036] Die Ein-/Ausgabeeinheit **121** gibt eine Bilderzeugungsposition, Abbildungsbedingungen und eine Bildkombinationsbedingung ein und gibt das durch Bildgebung erhaltene kombinierte Bild durch Anzeige auf einem Bildschirm aus, sendet ein Inspektionsergebnis nach außen usw. Die Steuereinheit **122**, welche die Abbildungsvorrichtung steuert, steuert die an die Elektronenkanone 102 angelegte Spannung, Brennpunktpositionen der Sammellinse 104 und der Objektivlinse 105, die Position des Tisches 107, den Ablenkgrad des Strahlableiters 109 usw. Überdies steuert die Steuereinheit **122** auch die Ein-/Ausgabeeinheit **121**, die Verarbeitungseinheit **123**, die Speichereinheit **124** und die Bildverarbeitungseinheit **125**. Ferner ändert die Steuereinheit **122** das Abbildungsverfahren entsprechend jedem durch eine Bildgebiet-Festlegungseinheit **126** der Bildverarbeitungseinheit **125** festgelegten Gebiet.

[0037] Die Verarbeitungseinheit **123** führt verschiedene Verarbeitungen aus in der Art einer Verarbeitung in Bezug auf die automatische Fokussierung, die erforderlich ist, um den Brennpunkt des Elektronenstrahls 103 auf die Oberfläche der Probe 106 zu legen. Die Speichereinheit **124** speichert das erzeugte Bild, das Bild nach der Bildqualitätsverbesserung

und ein Zwischenergebnis der Bildkombination, verschiedene Verarbeitungsparameter usw. In der Bildverarbeitungseinheit **125** wird eine Bildverarbeitung der erfassten Daten ausgeführt.

[0038] Die Bildverarbeitungseinheit **125** weist die Bildgebiet-Festlegungseinheit **126**, eine Parameterfestlegungseinheit **127**, eine Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit **128** und eine Bildkombinationseinheit **129** auf. Die Bildgebiet-Festlegungseinheit **126** legt das Weitfeldgebiet oder ein oder mehrere Schmalfeldgebiete fest. Die Parameterfestlegungseinheit **127** führt eine Verarbeitung zur Festlegung der Parameter in Bezug auf die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für jedes Gebiet aus. Die Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit **128** führt die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für jedes Gebiet aus. Die Bildkombinationseinheit **129** führt die Driftkorrektur des Bilds für jedes Gebiet und die Bildkombinationsverarbeitung aus. Durch die Bildverarbeitungseinheit **125**, die mit Hardware versehen ist, wodurch eine schnelle Berechnung ausgeführt werden kann, in der Art einer GPU (Graphikverarbeitungseinheit), kann die Verarbeitung gleichzeitig mit der Abbildung ausgeführt werden und kann ferner die Bilderzeugungszeit verkürzt werden.

[0039] Fig. 2 zeigt eine Skizze eines Verarbeitungsablaufs unter Verwendung des in Fig. 1 beim ersten Beispiel dargestellten Rasterelektronenmikroskops **100** und ein Diagramm eines Beispiels einer Sequenz, wodurch das Weitfeldbild und das Schmalfeldbild mit einer geänderten Dosismenge abgebildet werden und alle Gebiete des Bilds nach der Kombination infolge der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für die Betrachtung ausreichende angegliche Signal-Rausch-Verhältnisse aufweisen.

[0040] In Schritt S201 werden die Anfangsbedingungen für das automatische Festlegen des Bildgebiets festgelegt. Der Benutzer legt Folgendes fest: ein Gebiet des Bilds und die Qualität des Bilds, worin Strukturinformationen beurteilt werden, den Typ des festgelegten Gebiets, die Existenz von Informationen über das Abbildungsobjekt, die Abbildungsvergrößerung, das interessierende Gebiet usw. In Schritt S202 wird das Weitfeldbild, worin die Strukturinformationen beurteilt werden, abgebildet. Es sei bemerkt, dass die Abbildung des Schmalfeldbilds zusammen mit dem Weitfeldbild durch die Anfangsbedingungen festgelegt werden kann. Ein oder mehrere Gebiete des Weitfeldgebiets oder ein oder mehrere Schmalfeldgebiete werden als Gebiete verwendet, in denen die Strukturinformationen beurteilt werden. Es sei bemerkt, dass, wenn dem unter den Anfangsbedingungen erzeugten Bild Informationen entnommen werden, die Anfangsbedingungen nach der Bilderzeugung hinzugefügt werden können. In Schritt S203 werden ein oder mehrere Schmalfeldgebiete auf der Grundlage der Strukturinformationen und des

vom Benutzer festgelegten interessierenden Gebiets automatisch in der Bildgebiet-Festlegungseinheit **126** festgelegt. Es sei bemerkt, dass es einen Fall geben kann, dass die Schmalfeldgebiete redundant auf dasselbe Gebiet gelegt werden. Dieses konkrete Beispiel wird später beschrieben.

[0041] In Schritt S204 werden ein oder mehrere Schmalfeldgebiete, die automatisch festgelegt wurden, abgebildet. Wenngleich die Reihenfolge, mit der diese Bilder abgebildet werden, beliebig ist, wird die Dosismenge so festgelegt, dass die Dosismenge des Schmalfeldbilds verglichen mit jener des Weitfeldbilds hoch werden kann. Deshalb hat das Schmalfeldbild verglichen mit dem Weitfeldbild ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis. Überdies wird die Dosismenge des Schmalfeldgebiets beispielsweise so festgelegt, dass die Dosismenge umso höher wird, je kleiner die Fläche des Schmalfeldgebiets in Bezug auf jene des Weitfeldgebiets wird. Hier wird die Erhöhung der Dosismenge vorgenommen, indem die Abtastgeschwindigkeit des Elektronenstrahls verlangsamt wird oder der Bestrahlungsstrom vergrößert wird. Abtastfehler können verringert werden, indem die Pixelgröße kombiniert hiermit gleichzeitig verkleinert wird. Überdies können das Weitfeldbild und das Schmalfeldbild als ein Bild erfasst werden, bei dem wie beim schnellen Abtastmodus Bilddaten im selben Gebiet kombiniert werden.

[0042] In Schritt S205 wird der Bildqualitätsverbesserungsparameter in der Parameterfestlegungseinheit **127** für jedes Gebiet des Weitfeldbilds und eines oder mehrerer Schmalfeldbilder festgelegt. Hier können bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung eine Rauschentfernung, eine Auflösungsverbesserung, eine Kantenanhebungsverarbeitung usw. ausgeführt werden. Ein Verfahren zur Festlegung des Bildqualitätsparameters wird später beschrieben. In Schritt S206 wird die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für jedes Gebiet in der Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit **128** mit dem in Schritt S205 festgelegten Parameterwert ausgeführt.

[0043] In Schritt S207 wird das Bild jedes Gebiets, das in Schritt S206 der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung unterzogen wurde, in der Bildkombinationseinheit **129** kombiniert. Kombinationsverfahren von Bildern sind ein Austauschverfahren, ein Integrationsverfahren oder eine gewichtete Addition eines Pixelwerts. Wenn dabei die Pixelgröße des Schmalfeldbilds geringer ist als die Pixelgröße des Weitfeldbilds, muss lediglich eine Kombinationsverarbeitung durch Skalieren der Pixelgröße des Weitfeldbilds zur Pixelgröße des Schmalfeldbilds ausgeführt werden. Wenngleich die Anzahl der Pixel des Weitfeldbilds dabei zunimmt, muss lediglich ein Pixelwert des Inkrements durch Interpolieren eines Helligkeitswerts des Originalbilds bestimmt werden. Überdies ist es vorteilhaft, wenn ein zu kombinierendes Bild einer

Driftkorrektur unterzogen wurde. In Schritt S208 wird das Bild angezeigt, das in Schritt S207 kombiniert wurde.

[0044] Weil durch diese Schritte nur das Schmalfeldgebiet, welches das den Benutzer interessierende Gebiet ist, mit einer höheren Dosismenge als andere Gebiete abgebildet wird, können das Gesamtbild und ein Bild des interessierenden Gebiets mit einer hohen Bildqualität in einer kürzeren Abbildungszeit als bei einer Abbildung aller Weitfeldgebiete mit einer hohen Dosismenge erfasst werden.

[0045] Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** sind Diagramme eines Beispiels, wobei das Schmalfeldgebiet anhand einer Benutzereingabe oder der Strukturinformationen automatisch festgelegt wird. **Fig. 3A** und **Fig. 3B** entsprechen den Schritten S201 bis S203 des in **Fig. 2** dargestellten Ablaufs.

[0046] Das in **Fig. 3A** dargestellte Flussdiagramm ist ein Beispiel der Festlegung des Schmalfeldgebiets unter Verwendung von Bildmerkmalen des Weitfeldbilds. In Schritt S301 wird das durch die Anfangsbedingungen spezifizierte Weitfeldbild erzeugt, um ein Weitfeldbild 351 zu erfassen. Dieser Schritt S301 entspricht Schritt S202 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**. In Schritt S302 werden die Strukturinformationen für das Weitfeldbild 351 erhalten und werden Strukturinformationen 352 erfasst. Schritt S302 entspricht Schritt S203 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**.

[0047] Bei der Beurteilung der Strukturinformationen in Schritt S302 wird beispielsweise ein binärisiertes Bild durch Ausführen einer Kantenextraktion eines im Weitfeldbild 351 enthaltenen ungleichmäßigen Musters mit einem Laplace-Filter erhalten und wird ein von einer Kante umgebenes Gebiet mit 1 bezeichnet und werden davon verschiedene Gebiete als 0 bezeichnet und als Strukturinformationen 352 ausgegeben. Es sei bemerkt, dass in einem Fall, indem die Schmalfeldgebiete redundant festgelegt werden, zur Unterscheidung des im ersten Feldgebiet enthaltenen zweiten Feldgebiets die Größe des von der Kante umgebenen Gebiets verglichen wird und auch eine Etikettierungsverarbeitung an den Strukturinformationen ausgeführt wird. In Schritt S303 werden Schmalfeldgebiete 353 bis 356 auf der Grundlage der Strukturinformationen 352 automatisch auf das Weitfeldbild 351 gesetzt. Schritt S303 entspricht Schritt S203 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**.

[0048] Hier kann durch Spezifizieren, dass die Schmalfeldgebiete 353 bis 356 auf einen Bereich gelegt werden, der Umgebungen der vorgesehenen Struktur enthält, wirksam eine Entsprechung mit einer feinen Verschiebung bei der Bilderzeugung und Kombination mit dem Weitfeldbild ausgeführt werden. Beispielsweise kann das vorstehend erwähnte Gebiet ein Gebiet sein, in dem ein Pixelwert eines durch Aus-

führen einer Erweiterungsverarbeitung an den Strukturinformationen 352 erhaltenen Maskenbilds auf 1 gelegt wird.

[0049] Wenngleich **Fig. 3A** das Beispiel zeigte, wobei die komplizierte Form unverändert als Schmalfeldbild verwendet wurde, kann natürlich überdies ein diese enthaltendes rechteckiges Gebiet festgelegt werden. Dies liegt daran, dass bei der Bilderfassung das rechteckige Gebiet in Bezug auf die Festlegung der Elektronenstrahl-Abtastbedingungen, die Verwaltung von Bildspeicher usw. einfach behandelt werden kann.

[0050] Wenngleich beim vorstehend erwähnten Beispiel das von der Kante umgebene Gebiet als das Schmalfeldgebiet festgelegt wurde, erübrigt es sich zu bemerken, dass eine andere Bildmerkmalsgröße verwendet werden kann, wie das Beurteilen der Dichte des Rands, dessen Intensität bis zu einem gewissen Grad hoch ist, und das Festlegen eines Gebiets mit einer hohen Dichte als Schmalfeldgebiet. In diesem Fall ist es notwendig, nicht nur einen Schablonenvergleich auszuführen, sondern ein Gebiet mit dem gleichen Merkmalsbetrag wie das Schmalfeldgebiet auszuwählen. Für das so festgelegte Schmalfeldgebiet wird es durch Erfassen des Schmalfeldgebiets unter Bedingungen einer höheren Dosismenge als beim Weitfeldbild möglich, ein Bild mit einer hohen Bildqualität im interessierenden Gebiet zu erfassen. Durch Kombinieren dieser Bilder kann nur im interessierenden Gebiet wirksam ein Bild mit einer hohen Bildqualität erhalten werden.

[0051] Weil bei dieser Technik ein Gebiet entsprechend Strukturinformationen aufgrund der Helligkeitsänderung im Bild festgelegt wird, kann das interessierende Gebiet als das Schmalfeldgebiet selbst bei einer Abbildung, bei der die Position der Struktur im Weitfeldgebiet unbekannt ist, automatisch extrahiert werden. Dadurch kann die Zeit, die erforderlich ist, um die Bedingungen vor der Bilderzeugung festzulegen, gegenüber einem Fall verringert werden, bei dem der Benutzer das Schmalfeldgebiet im Weitfeldgebiet von Hand festlegt und es einzeln abbildet. Ferner ermöglicht dies das Verschmälern des Bildgebiets, wodurch die Bilderzeugungszeit wirksam verkürzt werden kann.

[0052] Unter Verwendung des Ablaufs aus **Fig. 3B** wird ein anderes Beispiel erklärt, bei dem der Benutzer das Schmalfeldgebiet durch vorab erfolgendes Eingeben von Informationen über das interessierende Gebiet festlegt. In Schritt S310 von **Fig. 3B** legt der Benutzer das interessierende Gebiet als ein Anleitungsbild 361 zusätzlich zu den in **Fig. 3A** erklärten Anfangsbedingungen von Schritt S301 fest. Schritt S310 entspricht den Schritten S201 und S202 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**. In Schritt S311 wird das Weitfeldbild 351 wie im Fall von Schritt S302 aus

Fig. 3A verarbeitet, und es werden die Strukturinformationen 352 erfasst. In Schritt S312 werden Strukturinformationen 362 wie im Fall von Schritt S302 anhand des Anleitungsbilds 361 erfasst. Die Schritte S311, S312 und S313 entsprechen Schritt S203 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**.

[0053] In Schritt S313 werden die Schmalfeldgebiete 363, 364 auf der Grundlage der Strukturinformationen 352, 362 als das Weitfeldbild 351 festgelegt. In Schritt S313 wird ein Schablonenvergleich an einer Struktur 352 unter Verwendung der Strukturinformationen 362 als Referenzbild bei einer Vorbehandlung von Schritt S303 ausgeführt, und es werden nur die Gebiete 363, 364, die abgeglichen wurden, festgelegt. Dieses Anleitungsbild 361, welches das interessierende Gebiet ist, kann aus dem Weitfeldbild ausgewählt werden, oder es kann natürlich das Weitfeldbild verwendet werden, wobei das Anleitungsbild 361 vorab mit einem anderen Gesichtsfeld getrennt erzeugt wird.

[0054] Durch Vorschreiben des Abbildungsobjekts als Benutzereingabe durch Verarbeitung durch einen in **Fig. 3B** dargestellten Ablauf wird das festzulegende Bildgebiet verschmälert und kann die Bilderzeugungszeit wirksamer verkürzt werden.

[0055] **Fig. 4** zeigt ein Beispiel, wobei die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung auf das erfasste Weitfeldbild angewendet wird, Strukturinformationen aufgrund der Helligkeitsänderung im Weitfeldbild nach der Bildqualitätsverbesserung beurteilt werden und das Schmalfeldgebiet festgelegt wird. **Fig. 4** entspricht den Schritten S201 bis S203. Ein Bild 401 ist das durch Bilderzeugung erfasste Weitfeldbild. Hier ist ein Idealbild des Weitfeldbilds entsprechend dem Bild 401 zur Erklärung in einem Bild 402 dargestellt.

[0056] In Schritt S411 wird die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung am Bild 401 ausgeführt, um ein Weitfeldbild 403 als Ausgabe zu erhalten, dessen Bildqualität verbessert ist. Bei der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung aus Schritt 411 werden beispielsweise eine Rauschentfernung mit einem bewegten Mittelungsfilter, eine Bildwiederherstellungsverarbeitung mit einem Wiener-Filter usw. ausgeführt.

[0057] In Schritt S412 werden wie im Fall von Schritt S302 aus **Fig. 3A** die Strukturinformationen aus dem Bild 403 entnommen, und es werden Strukturinformationen 404 erfasst. Weil hierbei das Signal-Rausch-Verhältnis des Bilds 403 durch die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung von Schritt S411 verbessert wurde, können die im Rauschen im Bild 401 verborgenen Strukturinformationen beurteilt werden.

[0058] In Schritt S413 wird das Schmalfeldbild wie im Fall von Schritt S303 aus **Fig. 3A** auf der Grundlage

der Strukturinformationen 404 festgelegt. **Fig. 4** zeigt ein Beispiel, wobei das Schmalfeldbild unabhängig vom Beispiel aus **Fig. 3** angeordnet ist. Dies ist sinnvoll, wenn eine detailliertere Struktur im Schmalfeldbild mit einer hohen Bildqualität betrachtet werden soll. Schließlich werden ein erstes Schmalfeldgebiet 405 und ein darin enthaltenes zweites Schmalfeldgebiet 406 auf das Weitfeldgebiet gesetzt.

[0059] Auf diese Weise wird es in Bezug auf so festgelegte zweistufige schmale Feldgebiete möglich, ein Bild mit einer hohen Bildqualität für das interessierende Gebiet zu erfassen, indem das erste Schmalfeldbild unter der Bedingung erfasst wird, dass die Dosismenge größer als beim Weitfeldbild ist, und indem das zweite Schmalfeldbild unter der Bedingung erfasst wird, dass die Dosismenge noch größer ist als beim ersten Schmalfeldbild. Durch Kombinieren von diesen kann wirksam ein Bild erfasst werden, dessen Bildqualität nur im interessierenden Gebiet hoch ist.

[0060] Indem dies erreicht wird, können durch Beurteilen der Struktur im Weitfeldbild mit einem geringen Signal-Rausch-Verhältnis mehr Strukturinformationen aus dem Bild extrahiert werden, dessen Driftbetrag kleiner ist. Weil überdies das zweite Schmalfeldbild, anhand dessen detailliertere Helligkeitsinformationen erfasst werden, als das erste Schmalfeldbild festgelegt wird, kann ein Bild erzeugt werden, das detailliertere Informationen über die Struktur aufweist.

[0061] **Fig. 5** zeigt ein Beispiel, bei dem das Abtastverfahren für die Abbildung des Schmalfeldgebiets mit einer höheren Bildqualität anhand der Strukturinformationen des Weitfeldgebiets automatisch festgelegt wird und die Bilderzeugung ausgeführt wird. **Fig. 5** entspricht den Schritten S201 bis S204 des Flussdiagramms aus **Fig. 2**.

[0062] In Schritt S511 werden die Anfangsbedingungen entsprechend Schritt S201 festgelegt, wobei dies ebenso wie in den in **Fig. 3A** erklärten Schritten S301, S302 und S303 erfolgt, abgesehen davon, dass der Benutzer das Abtastverfahren anhand der Strukturinformationen entsprechend den Schritten S201 bis S203 des in **Fig. 2** erklärten Verarbeitungsablaufs festlegt. In Schritt S511 werden die Gebiete 502 bis 505 als die Schmalfeldgebiete festgelegt.

[0063] Die Schritte S512 bis S514 entsprechen S204 des Ablaufs aus **Fig. 2**, worin das Abtastverfahren zur Ausführung der Bilderzeugung auf der Grundlage der vom Benutzer spezifizierten Strukturinformationen festgelegt wird. Hier wird das Verfahren zur klareren Abbildung der Struktur des Kantenteils so festgelegt, dass ein Abtastweg senkrecht zur Kante der Struktur werden kann, wie die Pfeile zeigen. Es sei bemerkt, dass die Abtastung wie durch die Pfeile dargestellt eingeleitet wird und fortgesetzt wird, bis

sie eine Linie erreicht, welche den Schwerpunkt jeder Struktur oder den Schwerpunkt und jede Spitze davon verbindet.

[0064] Durch Ausführen der Abbildung in einer in **Fig. 5** erklärten Prozedur kann das Abtastverfahren entsprechend der Form des Abbildungsobjekts anhand der Strukturinformationen festgelegt werden und kann die Struktur vom Kantenteil an klarer abgebildet werden.

[0065] **Fig. 6A** zeigt eine Liste für die Bildkombinationsverarbeitung verwendeter Bilder. Es sind darin folgende Bilder dargestellt: ein Weitfeldbild 605, das durch Abbilden der Probe erhalten wird, und ein ideales Bild 601 eines Weitfeldbilds eines Gebiets 602, das ihm entspricht, Strukturinformationen 606 im Weitfeldbild 605, ein erstes Schmalfeldgebiet 607 und ein zweites Schmalfeldgebiet 608.

[0066] **Fig. 6B** zeigt ein Beispiel, bei dem eine Driftkorrektur des Schmalfeldbilds unter Verwendung des Bilds beim Vorgang der Kombination des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds oder der Strukturinformationen des Weitfeldbilds ausgeführt wird. Durch Ausführen der Driftkorrektur nimmt die Genauigkeit der Bildkombinationsverarbeitung von Schritt S207 von **Fig. 2** zu, und es kann eine bessere Bildqualität erhalten werden. **Fig. 6B** entspricht den Schritten S201 bis S207 des in **Fig. 2** erklärten Flussdiagramms.

[0067] In Schritt S651 werden die Schritte S201 bis S206 des in **Fig. 2** erklärten Flussdiagramms verarbeitet. Bei der Schritt S202 entsprechenden Verarbeitung wird das Weitfeldbild 605 mit einem kleinen Driftbetrag und mit einem niedrigen Signal-Rausch-Verhältnis erfasst. Bei der Schritt S203 entsprechenden Verarbeitung werden die Strukturinformationen 606 anhand des Weitfeldbilds 605 erfasst, und es werden ein erstes Schmalfeldgebiet 603 und ein zweites Schmalfeldgebiet 604 festgelegt. Bei der Schritt S204 entsprechenden Verarbeitung werden das erste Schmalfeldbild 607 mit einem hohen Driftbetrag und mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis und ein zweites Schmalfeldbild 608 mit einem hohen Driftbetrag und mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis erfasst. Bei der den Schritten S205, S206 entsprechenden Verarbeitung wird die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung so ausgeführt, dass das Bild 605 ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis annimmt, und es wird ein Weitfeldbild 609 mit einer kleinen Drift und mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis erfasst.

[0068] In Schritt S652 wird die Driftkorrektur des Bilds 607 unter Verwendung des Bilds 609 als Referenzbild ausgeführt und wird ein erstes Schmalfeldbild 610 mit einem kleinen Driftbetrag und mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis erhalten. In Schritt

S653 werden das Bild 609 und das Bild 610 durch den Kombinationsprozess 611 kombiniert, um ein Bild zu erhalten. In Schritt S654 wird die Driftkorrektur des Bilds 608 unter Verwendung des Bilds 611 als Referenzbild ausgeführt, um ein zweites Schmalfeldbild 612 mit einem kleinen Driftbetrag und mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis zu erhalten. In Schritt S655 werden das Bild 611 und das Bild 612 kombiniert, um ein kombiniertes Bild 613 des Weitfeldgebiets zu erzeugen.

[0069] Weil hierbei die Bilder 607 und 608 mit einer erhöhten Dosismenge erzeugt werden, wobei viel Zeit beansprucht wird, um eine Bildschicht zu erzeugen, wird das Bild durch den Einfluss der Probendrift usw. verzerrt. Daher ist die Driftkorrektur zur Korrektur der Verzerrung der Bildschicht erforderlich.

[0070] Ein Verfahren zur Verzerrungskorrektur eines Bilds ist Folgendes: Zuerst wird jedes durch Unterteilen eines Bilds mit einer Verzerrung in kleine Gebiete erhaltene Bild einem Schablonenvergleich mit dem Referenzbild ohne Verzerrung unterzogen, und es wird ein entsprechendes Gebiet berechnet. Jedes Schablonenbild wird in einem entsprechenden Gebiet angeordnet, das berechnet wird, um eine Bildschicht zu erzeugen, und Pixel werden im gesamten Bild einer Interpolationsverarbeitung unterzogen, um ein Bild zu erhalten, dessen Verzerrung korrigiert wurde. Es sei bemerkt, dass für das Referenzbild der Driftkorrektur die Strukturinformationen 606 an Stelle der Weitfeldbilder 609, 611 verwendet werden können. Überdies kann, wenngleich es einen Kompromiss zwischen der Bilderzeugungszeit und der Genauigkeit der Driftkorrektur gibt, eine weitere Schicht des ersten Schmalfeldbilds für das Bild 607 mit einem kleinen Driftbetrag und mit einem mittleren Signal-Rausch-Verhältnis getrennt erzeugt werden und können ihre Strukturinformationen an Stelle der Weitfeldbilder 609, 611 als Referenzbild für die Driftkorrektur verwendet werden.

[0071] Durch diese Schritte weist, verglichen mit dem Weitfeldbild 609, das erste Schmalfeldgebiet (das dem ersten Schmalfeldbild 610 entsprechende Gebiet) des Bilds beim Kombinationsvorgang 611 des Weitfeldbilds 609 und des ersten Schmalfeldbilds 610 eine hohe Auflösung und mehr Helligkeitsinformationen auf, weshalb die Driftkorrektur des zweiten Schmalfeldbilds 604 mit höherer Genauigkeit ausgeführt werden kann. Überdies wird es möglich, auf die Strukturinformationen 606 Bezug zu nehmen, die anhand des Weitfeldbilds 605 mit einem kleinen Driftbetrag berechnet wurden, um eine Driftkorrektur des ersten Schmalfeldbilds 607 auszuführen, dessen Driftbetrag größer ist als jener des Weitfeldbilds 609, und das erste Schmalfeldbild 610 mit einem kleinen Driftbetrag zu erhalten. Überdies wird es, wenngleich dabei ein Kompromiss mit der Bilderzeugungszeit entsteht, möglich, sich auf die Strukturinforma-

tionen (entsprechend den Strukturinformationen 606) zu beziehen, die anhand des ersten Schmalfeldbilds 610 mit einem kleinen Driftbetrag berechnet wurden, um eine Driftkorrektur des zweiten Schmalfeldbilds 608 auszuführen, das im ersten Schmalfeldbild 610 enthalten ist und einen höheren Driftbetrag aufweist als das erste Schmalfeldbild 610 (S654), und das zweite Schmalfeldbild 612 mit einem kleinen Driftbetrag zu erhalten.

[0072] Fig. 7A zeigt ein Beispiel, bei dem die Kombination so ausgeführt wird, dass die Rauschgrade in allen Gebieten des kombinierten Bilds vergleichbar werden können. Die in Fig. 7A dargestellte Verarbeitung entspricht den Schritten S201 bis S207 im Flussdiagramm aus Fig. 2. In Schritt S751 wird ein Weitfeldbild mit einem kleinen Driftbetrag und einem niedrigen Signal-Rausch-Verhältnis erfasst. In den Schritten S752, S753 wird die gleiche Verarbeitung wie in den Schritten S302, S303, wie in Fig. 3A erklärt, ausgeführt, um ein Schmalfeldgebiet 702 festzulegen. In Schritt S754 wird das Schmalfeldgebiet 702 mit einer hohen Dosismenge erzeugt, um ein Schmalfeldbild 703 mit einem hohen Driftbetrag und einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis zu erhalten. In Schritt S755 wird ein Rauschentfernungsparameter für jedes Gebiet festgelegt. Wenn das Signal-Rausch-Verhältnis in Bezug auf das Schmalfeldbild 703 ausreicht, wird beispielsweise die Rauschentfernungsverarbeitung ausgeführt, damit das Schmalfeldbild 703 nur in Bezug auf den Rauschgrad mit dem Weitfeldbild 701 vergleichbar werden kann.

[0073] Fig. 7B zeigt ein Beispiel der Parameterfestlegung bei der Ausführung der Rauschentfernungsverarbeitung unter Verwendung des bewegten Mittelungsfilters. Hier ist der Rauschentfernungsparameter die Breite des bewegten Mittelungsfilters.

[0074] Zuerst wird in Schritt S761 die Breite des für die Rauschentfernungsverarbeitung eines Bilds 711 verwendeten bewegten Mittelungsfilters festgelegt, wobei das Schmalfeldgebiet aus dem Weitfeldgebiet extrahiert wird. Der Benutzer kann die Filterbreite der Anfangsbedingungen spezifizieren, oder er kann sie anhand einer Tabelle der Dosismenge und der Filterbreite, die vorab erzeugt wurde, usw. festlegen. In Schritt S762 wird die Rauschentfernungsverarbeitung am Bild 711 ausgeführt.

[0075] In Schritt S763 werden für das Bild 703 und das Bild 711, die der Rauschentfernungsverarbeitung unterzogen wurden, jeweils die Standardabweichung der Helligkeit in Bezug auf einen Helligkeitsdurchschnittswert berechnet, die Standardabweichung des durch Ausführen der Rauschentfernungsverarbeitung am Bild 711 erhaltenen Bilds von der Standardabweichung des Bilds 703 subtrahiert und der Differenzwert berechnet.

[0076] In Schritt S764 werden der Absolutwert dieser Differenz und ein vom Benutzer vorab festgelegter Referenzwert verglichen. Falls der Absolutwert der Differenz kleiner oder gleich dem Referenzwert ist, wird die Standardabweichung als vergleichbar beurteilt und wird die Filterbreite festgelegt. Falls der Absolutwert der Differenz größer oder gleich dem Referenzwert ist, kehrt der Ablauf zu Schritt S761 zurück, wo die Filterbreite wieder festgelegt wird. Falls der Differenzwert positiv ist, wird die Filterbreite auf einen kleinen Wert gelegt, und falls der Differenzwert negativ ist, wird die Filterbreite auf einen großen Wert gelegt. Es sei bemerkt, dass der Referenzwert durch den Benutzer spezifiziert werden kann oder aus statistischen Daten bestimmt werden kann, die durch vorhergehende N-Integration anhand statistischer Daten erhalten wurden.

[0077] Anschließend werden die Schritte S761 bis S763 wiederholt, bis der Absolutwert der Differenz in Schritt S764 kleiner oder gleich dem Referenzwert wird. Es sei bemerkt, dass, wenn das Schmalfeldbild 703 ein unzureichendes Signal-Rausch-Verhältnis hat und der Rauschgrad auf eine benutzerspezifizierte Standardabweichung zu unterdrücken ist, lediglich wie im Fall des Bilds 711 auch für das Bild 703 die Filterbreite in den Schritten S761 bis S764 bestimmt werden muss. In diesem Fall wird jedoch in Schritt S763 ohne Verwendung der Standardabweichung des Bilds 703 die Standardabweichung des Bilds 703, woraus das Rauschen entfernt wird, anhand der vom Benutzer spezifizierten Standardabweichung oder anhand des Bilds 711 berechnet, und es wird der Differenzwert von ihnen berechnet.

[0078] In Schritt S75.6 von **Fig. 7A** wird die Rauschentfernungsverarbeitung nur am Weitfeldbild 701 mit einem in Schritt S755 bestimmten Parameterwert ausgeführt. In Schritt S757 wird durch Driftkorrektur des Schmalfeldbilds unter Verwendung des Weitfeldbilds, das der Rauschentfernungsverarbeitung wie im Fall des in **Fig. 6B** erklärten Schritts S652 unterzogen wurde, als Referenzbild und durch Kombinieren des Schmalfeldbilds, das mit dem Weitfeldbild driftkorrigiert wurde, welches der Rauschentfernungsverarbeitung unterzogen wurde, ein kombiniertes Bild 704 des Weitfeldgebiets als Ausgabe erhalten. Das ausgegebene Bild weist in allen Gebieten einen kleinen Driftbetrag und ebenso ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis auf. Es sei bemerkt, dass die Rauschentfernungsverarbeitung zur Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung modifiziert werden kann, indem die Rauschentfernungsverarbeitung nicht allein verwendet wird, sondern die Bildwiederherstellungsverarbeitung usw. hinzugefügt wird.

[0079] Ferner kann der Bildqualitätsverbesserungsparameter entsprechend einem Rauschentfernungsparameterwert festgelegt werden. Wenn beispielsweise die Bildwiederherstellungsverarbeitung mit ei-

nem Wiener-Filter als Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ausgeführt wird, muss eine Punktverbreiterungsfunktion des Bilds entsprechend dem Rauschentfernungsparameterwert geschätzt werden. Zu diesem Zweck muss lediglich die Rauschentfernungsverarbeitung mit einem Parameterwert von Schritt S755 am eine Kantenform aufweisenden Probenbild ausgeführt werden und muss die Punktverbreiterungsfunktion anhand einer verschwommenen Kantenform geschätzt werden. Durch diese Prozedur wird die Auflösung, die durch die Rauschentfernungsverarbeitung in vom Schmalfeldgebiet 702 verschiedenen Gebieten verringert wurde, verbessert und nähert sich die Auflösung auch in allen Gebieten dem gleichen Grad.

[0080] Wie diese Prozeduren die Signal-Rausch-Verhältnisse im Weitfeldgebiet und im Schmalfeldgebiet des kombinierten Bilds angleichen, kann die Sichtbarkeit im kombinierten Gesamtbild verbessert werden. Ferner kann durch Spezifizieren der Rauschentfernungsverarbeitung als die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung ein kombiniertes Bild mit verbesserter Sichtbarkeit erhalten werden, weil die Auflösung in vom Schmalfeldgebiet 702 des Bilds 704 verschiedenen Gebieten verbessert wird und sich die Schärfen der Kantenteile in allen Gebieten des kombinierten Bilds des Weitfeldgebiets auch demselben Wert nähern.

[0081] **Fig. 8A** zeigt einen Verarbeitungsablauf zur Bestimmung des Rauschentfernungsparameters entsprechend einer Dosismenge. Hier ist ein Verfahren zur Bestimmung eines anderen Parameterwerts in Bezug auf Schritt S755 aus **Fig. 7** dargestellt. Es gibt eine Beziehung, nach der, wenn die Dosismenge $1/k$ Mal höher wird als zuvor, die Standardabweichung von Schrotrauschen, das im Elektronenmikro-

skop dominant ist, \sqrt{k} höher wird als zuvor. Bei diesem Beispiel wird der Rauschentfernungsparameter unter Verwendung dieser Beziehung so festgelegt, dass die Rauschgrade der jeweiligen Bilder vergleichbar werden.

[0082] Schritt S801 gleicht den in **Fig. 7A** erklärten Schritten S751 bis S754. Es wird jedoch ein Fall betrachtet, bei dem, wie in Tabelle 810 von **Fig. 8B** dargestellt ist, bei einem Schmalfeldbild 811 und einem Weitfeldbild 812 Bilder bei Dosismengen 821 von α und β erzeugt werden, wobei die Standardabweichungen 822 der Helligkeit in Bezug auf die jeweiligen Helligkeitsdurchschnitte, welche die Rauschvolumina vor der jeweiligen Rauschentfernung sind, $\sigma(\alpha)$, $\sigma(\beta)$ werden.

[0083] In Schritt S802 wird der Grad der Rauschentfernung des Schmalfeldbilds festgelegt. Wenn die Rauschentfernung beispielsweise mit dem beweglichen Mittelwertfilter ausgeführt wird, nimmt, wenn die

Filterbreiten in x-Richtung und in y-Richtung um das t -Fache geändert werden, die Standardabweichung des Rauschens gegenüber dem Verarbeitungsergebnis vor der Änderung der Filterbreite um das $1/t$ -Fache zu. Hier wird die Filterbreite 823 der Rauschentfernung in Bezug auf das Schmalfeldbild 811 mit s bezeichnet und nimmt die Standardabweichung des Rauschens als Rauschentfernungseffekt 824 um das $1/s$ -Fache zu. Es sei bemerkt, dass die Filterbreite 823 vom Benutzer spezifiziert werden kann oder anhand der Tabelle der Dosismenge und der Filterbreite, die vorab gebildet wurde, usw. bestimmt werden kann.

[0084] In Schritt S803 wird das Verhältnis zwischen der Dosismenge 821 des Schmalfeldbilds 811 und jener des Weitfeldbilds 812 berechnet. Hier wird das Verhältnis der Dosismengen 821 als $\beta/\alpha = 1/k$ bezeichnet. Es sei bemerkt, dass aus der Beziehung zwischen der Dosismenge und der Standardabweichung 822 des Rauschens vor der vorstehend beschriebenen Rauschentfernung $\sigma(\beta) = \sigma(\alpha) \sqrt{k}$ erhalten wird. In Schritt S804 wird die für die Rauschentfernung des Weitfeldbilds 812 verwendete Filterbreite 823 entsprechend dem Verhältnis der Dosismenge 821 bestimmt.

[0085] Anhand der vorstehend beschriebenen Beziehung zwischen der Filterbreite 823 und der Rauschentfernungswirkung 824 ergibt sich hierbei, dass, wenn die Dosismenge β des Weitfeldbilds 812 das $1/k$ -Fache der Dosismenge α des Schmalfeldbilds 811 ist, die Standardabweichungen des Rauschens durch Festlegen der Filterbreite 823 des bewegten Mittelungsfilters für das Weitfeldbild 812 als das \sqrt{k} -Fache des Schmalfeldbilds 811 angeglichen werden können. Wie in einer Spalte der Filterbreite 823 von Tabelle 810 aus **Fig. 8B** dargestellt ist, werden beide Standardabweichungen 825 des Rauschens nach der Rauschentfernung in beiden Bildern $\sigma(\alpha)/s$, wenn die Filterbreite 823 in Bezug auf das Weitfeldbild 812 als $s\sqrt{k}$ festgelegt wird. Es sei bemerkt, dass die gleiche Verarbeitung auch für andere Rauschentfernungsverarbeitungen ausgeführt werden kann. Für einen bestimmten Rauschentfernungsparameter wird ein Parameterwert, der die Rauschentfernungswirkung 824 zum $1/s$ -Fachen der Standardabweichung vor der Verarbeitung macht, als $f(s)$ bezeichnet. Es muss lediglich $f(s)$ vorab gefunden werden. Tatsächlich wird, falls der Parameterwert des Schmalfeldbilds auf $f(s)$ gelegt wird, die Standardabweichung des Rauschens des Schmalfeldbilds um das $1/s$ -Fache verringert. Unter diesen Umständen kann, falls der Parameterwert des Weitfeldbilds auf $f(s\sqrt{k})$ gelegt wird, die Standardabweichung 824 des Rauschens des Weit-

feldbilds auf das $1/s \sqrt{k}$ -Fache verringert werden und können die Standardabweichungen des Rauschens in beiden Bildern angeglichen werden.

[0086] Durch diese Prozeduren wird es möglich, den Rauschentfernungsparameter entsprechend der Dosismenge, bei der jedes Bild erzeugt wird, festzulegen. Überdies wird es verglichen mit dem Fall des zweiten Beispiels von Schritt S755 aus **Fig. 7B** möglich, den Rauschentfernungsparameterwert schnell festzulegen, weil es keine Schleifenverarbeitung gibt und der Verarbeitungsaufwand gering ist, wenngleich die Möglichkeit besteht, dass der Koinzidenzgrad der Standardabweichung des Rauschens auf ein Niveau abfallen kann, das fast keine Wirkung auf die Sichtbarkeit des kombinierten Bilds hat.

Beispiel 2

[0087] Ein Punkt, in dem sich ein zweites Beispiel vom ersten Beispiel unterscheidet, besteht darin, dass in jedem Rahmenbild sowohl das Schmalfeldgebiet als auch das davon verschiedene Weitfeldgebiet mit der eingestellten Dosismenge abgebildet werden, um ein rahmenintegriertes Bild zu erzeugen. Überdies besteht ein Punkt, in dem sich das zweite Beispiel vom ersten Beispiel unterscheidet, darin, dass das Schmalfeldgebiet festgelegt und aktualisiert wird, so dass es um einen maximalen Driftbetrag, der im nächsten Rahmenbild auftreten kann, größer als die Struktur ist, und es wird das nächste Rahmenbild erfasst. Weil die beim zweiten Beispiel verwendete Rasterelektronenmikroskopvorrichtung der unter Verwendung von **Fig. 1** erklärten Rasterelektronenmikroskopvorrichtung **100** aus dem ersten Beispiel gleicht, wird auf die Erklärung der Vorrichtungskonfiguration verzichtet. Ein Punkt, in dem sich das zweite Beispiel vom ersten Beispiel unterscheidet, wird unter Verwendung von **Fig. 9** und **Fig. 10** erklärt.

[0088] **Fig. 9** zeigt einen Verarbeitungsablauf aus dem zweiten Beispiel und ein Beispiel, bei dem jedes Rahmenbild durch Einstellen der Dosismenge für jedes Schmalfeldgebiet und das davon verschiedene Weitfeldgebiet erzeugt wird und das rahmenintegrierte Bild erhalten wird.

[0089] In Schritt S901 wird das Weitfeldbild mit einem kleinen Driftbetrag und einem niedrigen Signal-Rausch-Verhältnis erhalten und wird das anfängliche Schmalfeldgebiet festgelegt. In Schritt S902 werden die Schritte S903 bis S909 mit der vom Benutzer spezifizierten Anzahl der Rahmenintegrationen schleifenförmig durchlaufen. In Schritt S903 wird eine Bilderzeugung durch Einstellen der Dosismenge für das Schmalfeldgebiet und davon verschiedene Gebiete ausgeführt, um ein aktuelles Rahmenbild zu erhalten. In Schritt S904 wird der Bildqualitätsverbesserungsparameter für jedes Gebiet bestimmt. In Schritt S905

wird die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung für jedes Gebiet ausgeführt. In Schritt S906 werden die Strukturinformationen für das aktuelle Rahmenbild, dessen Bildqualität verbessert wurde, beurteilt, und das Schmalfeldgebiet wird festgelegt und aktualisiert, so dass es um den maximalen Driftbetrag, der im nächsten Rahmenbild auftreten kann, größer als die Struktur ist. In Schritt S907 wird das aktuelle Rahmenbild unter Verwendung des rahmenintegrierten Bilds als Referenzbild driftkorrigiert, um das driftkorrigierte aktuelle Rahmenbild zu erhalten.

[0090] Hierbei ist das rahmenintegrierte Bild, das durch Integrieren mehrerer Rahmenbilder erhalten wird, verschwommen, falls es einen Probendrift einfluss zwischen Rahmen usw. gibt. Daher ist eine Driftkorrektur erforderlich, bei der die Verschiebung zwischen den Rahmen korrigiert wird. Bei einem Verfahren zur Korrektur der Verschiebung werden die Bilder unter Verwendung des kleinsten quadratischen Fehlers der Helligkeitswerte, die durch Variieren der relativen Position des Gesamtbilds als Index erhalten werden, verglichen, wird die Position berechnet, bei welcher der kleinste quadratische Fehler minimiert ist und wird die Verschiebung korrigiert. In Schritt S908 wird das aktuelle Rahmenbild zum rahmenintegrierten Bild integriert. In Schritt S909 wird das Referenzbild mit dem in Schritt S908 erhaltenen rahmenintegrierten Bild aktualisiert. In Schritt S910 wird die Schleifenverarbeitung beendet, falls die Anzahl der Rahmenintegrationen N ist. Schließlich wird ein fertiges rahmenintegriertes Bild in Schritt S911 angezeigt.

[0091] Durch diese Schritte kann das rahmenintegrierte Bild selbst dann mit einem ausreichenden Signal-Rausch-Verhältnis erhalten werden, wenn die Anzahl der Rahmenintegrationen gering ist. Weil das Signal-Rausch-Verhältnis überdies im Schmalfeldgebiet, in dem die eingestrahlte Dosismenge hoch ist, hoch wird, kann die Genauigkeit der Driftkorrektur im Schmalfeldgebiet verglichen mit einem Bild verbessert werden, so dass sich das Weitfeldbild auf einfache Weise driftkorrigieren und rahmenintegrieren lässt.

[0092] Fig. 10 zeigt ein Beispiel, bei dem das Schmalfeldbild durch Addieren der Strukturinformationen und des maximalen Driftbetrags zwischen den jeweiligen Rahmenbildern aktualisiert wird. Beim Bild aus Fig. 10 wird eine Mittellinie gezeichnet, so dass eine Translation der Struktur durch die Drift verständlich werden kann. Ein Bild 1001 ist ein vorhergehendes Rahmenbild, wobei sich die Struktur in der Mitte befindet. In Schritt S1051 werden die Strukturinformationen eines vorhergehenden Rahmenbilds beurteilt, und es wird ein Schmalfeldgebiet 1002 festgelegt und aktualisiert, so dass es um einen vom Benutzer vorab eingegebenen maximalen Driftbetrag 1003, der zwischen den Rahmen auftreten kann, grö-

ßer ist als die Strukturinformationen. In Schritt S1052 wird eine Bilderzeugung durch Einstellen der Dosismenge für das Schmalfeldgebiet 1002 und die davon verschiedenen Gebiete ausgeführt und wird das aktuelle Rahmenbild 1004 erhalten. Hierbei ist die gesamte Struktur eines Bilds 1004 im Schmalfeldgebiet 1002 enthalten. Überdies wird, wenn das Bild 1004 durch Bestrahlen mit einer gleichmäßigen Dosismenge erzeugt wird, die Abtastgeschwindigkeit in vom Schmalfeldgebiet verschiedenen Gebieten auf einen hohen Wert gelegt und wird die Abtastgeschwindigkeit im Schmalfeldgebiet auf einen geringen Wert gelegt, wie durch Pfeile 1013, 1014 dargestellt ist, was mit einem Fall zu vergleichen ist, bei dem das Weitfeldgebiet mit einer konstanten Abtastgeschwindigkeit abgebildet wird. In Schritt S1053 wird das Schmalfeldgebiet wie im Fall von Schritt S1051 als ein Gebiet 1005 aktualisiert. Weil hierbei im aktuellen Rahmenbild die Struktur von der Mitte des Weitfeldgebiets verglichen mit dem vorhergehenden Rahmenbild nach oben links gedriftet ist, wird auch das Schmalfeldgebiet entsprechend der Drift parallel verschoben. Das nächste und nachfolgende Rahmenbilder werden sequenziell den folgenden Schritten unterzogen: Ein nächstes Rahmenbild 1006 wird in Schritt S1054 erfasst, und ein Schmalfeldgebiet 1007 wird in Schritt S1055 aktualisiert.

[0093] Diese Schritte ermöglichen es selbst dann, ein geeignetes Schmalfeldgebiet festzulegen, wenn die Probe durch die Drift zwischen Rahmen verschoben wird. Überdies wird beim durch Bestrahlen mit einer gleichmäßigen Dosismenge erhaltenen Rahmenbild eine hohe Dosismenge in das Schmalfeldgebiet eingestrahlt, welches das den Benutzer interessierende Gebiet ist, und es kann dadurch ein Rahmenbild erhalten werden, das viele Bestandteile dominanter Helligkeitsinformationen aufweist.

[0094] Wenngleich die von den vorliegenden Erfindern gemachte Erfindung vorstehend auf der Grundlage der Ausführungsformen konkret erklärt wurde, versteht es sich von selbst, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die Ausführungsformen beschränkt ist und innerhalb eines Bereichs auf verschiedene Arten modifiziert werden kann, der nicht von ihrem Grundgedanken abweicht. Insbesondere ist die vorliegende Erfindung nicht auf das Weitfeldgebiet begrenzt, und die erfindungsgemäße Wirkung gilt auch für die Abbildung mit einer gewöhnlichen Größe.

Bezugszeichenliste

100	Rasterelektronenmikroskopvorrichtung,
101	Rasterelektronenmikroskop,
121	Ein-/Ausgabeeinheit,
122	Steuereinheit,
123	Verarbeitungseinheit,

- 124 Speichereinheit,
- 125 Bildverarbeitungseinheit,
- 126 Bildgebiet-Festlegungseinheit,
- 127 Parameterfestlegungseinheit,
- 128 Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit,
- 129 Bildkombinationseinheit.

Patentansprüche

1. Elektronenmikroskop, das einen fokussierten Elektronenstrahl auf eine Probe einstrahlt und ein Bild der Probe erfasst, welches Folgendes umfasst:
 eine Verarbeitungseinheit (123) zum Festlegen von Verarbeitungsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe,
 eine Bildverarbeitungseinheit (125) zur Verarbeitung des erfassten Bilds der Probe,
 eine Ein-/Ausgabereinheit (121) zur Eingabe der Bedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe und zur Ausgabe eines Ergebnisses, das in der Bildverarbeitungseinheit (125) verarbeitet wurde, und
 eine Steuereinheit (122) zum Steuern der Bildverarbeitungseinheit (125) und der Ein-/Ausgabereinheit (121), wobei die Bildverarbeitungseinheit (125) Folgendes aufweist:
 eine Bildgebiet-Festlegungseinheit (126), welche ein Weitfeldgebiet mit einem verhältnismäßig weiten Gesichtsfeld zur Erfassung des Bilds der Probe und ein oder mehrere Schmalfeldgebiete mit einem verhältnismäßig schmalen Gesichtsfeld, das im Weitfeldgebiet enthalten ist, festlegt und die Dosismengen pro Pixel eines Weitfeldbilds und eines Schmalfeldbilds bei der Erzeugung des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds so festlegt, dass sie im Schmalfeldbild höher werden können als im Weitfeldbild,
 eine Parameterfestlegungseinheit (127), die einen Parameter zur Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets entsprechend der Dosismenge pro Pixel jedes Gebiets festlegt,
 eine Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit (128), welche die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds auf der Grundlage des in der Parameterfestlegungseinheit (127) festgelegten Parameters ausführt, und
 eine Bildkombinationseinheit (129), welche ein Bild durch Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in der Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit (128) kombiniert.

2. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Bildgebiet-Festlegungseinheit (126) das Weitfeldbild oder das Schmalfeldbild auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile über eine Benutzereingabe und Strukturinformationen aufgrund einer Änderung eines Helligkeitswerts

im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild, die mit dem Elektronenmikroskop erfasst werden, festlegt.

3. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungseinheit (123) Abbildungsbedingungen in Bezug auf die Dosismenge, die Vergrößerung und das Abtastverfahren im Weitfeldgebiet und im Schmalfeldgebiet, die durch die Bildgebiet-Festlegungseinheit (126) auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile über eine Benutzereingabe und Strukturinformationen festgelegt wurden, als Verarbeitungsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe festlegt.

4. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Bildgebiet-Festlegungseinheit (126) die Strukturinformationen im Bild anhand einer Helligkeitsänderung im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild, dessen Bildqualität durch die Bildqualitätsverbesserungs-Verarbeitungseinheit (128) verbessert wurde, beurteilt.

5. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Parameterfestlegungseinheit (127) einen Parameter der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in jedem Gebiet des kombinierten Bilds auf der Grundlage der Intensität der Rauschentfernung festlegt.

6. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Bildkombinationseinheit (129) eine Driftkorrektur an einem oder mehreren der Schmalfeldbilder unter Verwendung eines oder mehrerer Informationsbestandteile über das Weitfeldbild, Strukturinformationen und ein Bild beim Vorgang der Kombination des Schmalfeldbilds und des Weitfeldbilds ausführt.

7. Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Parameterfestlegungseinheit (127) den Parameter so festlegt, dass Intensitätsgrade in allen Gebieten des kombinierten Bilds des Weitfeldbilds und eines oder mehrerer der Schmalfeldbilder angeglichen werden können.

8. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung (100), welche einen fokussierten Elektronenstrahl auf eine Probe einstrahlt und ein Bild der Probe erfasst, welches folgende Schritte umfasst:

Festlegen von Anfangsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe durch eine Ein-/Ausgabereinheit (121),

Festlegen eines Weitfeldgebiets der Probe und eines oder mehrerer Schmalfeldgebiete, die verhältnismäßig schmal sind und im Weitfeldgebiet enthalten sind, auf der Grundlage der durch die Ein-/Ausgabereinheit (121) festgelegten Anfangsbedingungen durch eine Verarbeitungseinheit (125),

Einstellen einer Bildverarbeitungseinheit (125), so dass die Dosismenge pro Pixel des Weitfeldbilds und

des Schmalfeldbilds, die durch Abbildung des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets mit der Elektronenmikroskopvorrichtung (100) erhalten wird, im Schmalfeldbild größer werden kann als im Weitfeldgebiet,

Festlegen von Bildqualitätsverbesserungsparametern der erzeugten Bilder des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets entsprechend der Dosismenge pro Pixel jedes Gebiets in der Bildverarbeitungseinheit (125),

Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung an den Bildern des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets unter Verwendung der bestimmten Bildqualitätsverbesserungsparameter durch die Bildverarbeitungseinheit (125) und

Kombinieren der Bilder des Weitfeldgebiets und des Schmalfeldgebiets, woran die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildverarbeitungseinheit (125) ausgeführt wurde, in der Bildverarbeitungseinheit (125).

9. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Weitfeldgebiet oder das Schmalfeldgebiet durch die Bildverarbeitungseinheit (125) auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile über eine Benutzereingabe und Strukturinformationen aufgrund einer Änderung eines Helligkeitswerts im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild, die mit einem Elektronenmikroskop (101) erfasst werden, festgelegt wird.

10. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, wobei Abbildungsbedingungen in Bezug auf die Dosismenge, die Vergrößerung und das Abtastverfahren im Weitfeldgebiet und im Schmalfeldgebiet auf der Grundlage eines oder mehrerer Informationsbestandteile über eine Benutzereingabe und Strukturinformationen als Verarbeitungsbedingungen zur Erfassung des Bilds der Probe durch die Bildverarbeitungseinheit (123) festgelegt werden.

11. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Strukturinformationen im Bild anhand einer Helligkeitsänderung im Schmalfeldbild oder im Weitfeldbild, dessen Bildqualität durch die Bildverarbeitungseinheit (125) verbessert wurde, beurteilt werden.

12. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Parameter der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung in jedem Gebiet des kombinierten Bilds auf der Grundlage der Intensität der Rauschentfernung durch die Bildverarbeitungseinheit (125) festgelegt wird.

13. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, wobei bei einem Vorgang zur Kombination des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds durch die Bildverarbeitungseinheit (125) eines oder mehrere der Schmalfeldbilder unter Verwendung eines oder mehrerer Informationsbestandteile über das Weitfeldbild, Strukturinformationen und ein Bild beim Vorgang der Kombination des Weitfeldbilds und des Schmalfeldbilds driftkorrigiert werden.

14. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Bildqualitätsverbesserungsparameter durch die Bildverarbeitungseinheit (125) so festgelegt wird, dass die Rauschgrade in allen Gebieten des kombinierten Bilds des Weitfeldbilds und eines oder mehrerer Schmalfeldbilder vergleichbar werden.

15. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 8, welches folgende Schritte umfasst:

Erhalten eines Rahmenbilds des Weitfeldbilds, welches das Schmalfeldbild der Probe enthält, durch ein Elektronenmikroskop (101) durch Einstrahlen eines fokussierten Elektronenstrahls auf das Weitfeldgebiet und im Weitfeldgebiet enthaltene Schmalfeldgebiete mit einer verhältnismäßig hohen Dosismenge im Schmalfeldgebiet und mit einer verhältnismäßig geringen Dosismenge im von den Schmalfeldgebieten verschiedenen Weitfeldgebiet,

Ausführen der Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung am erfassten Rahmenbild durch die Bildverarbeitungseinheit (125) und

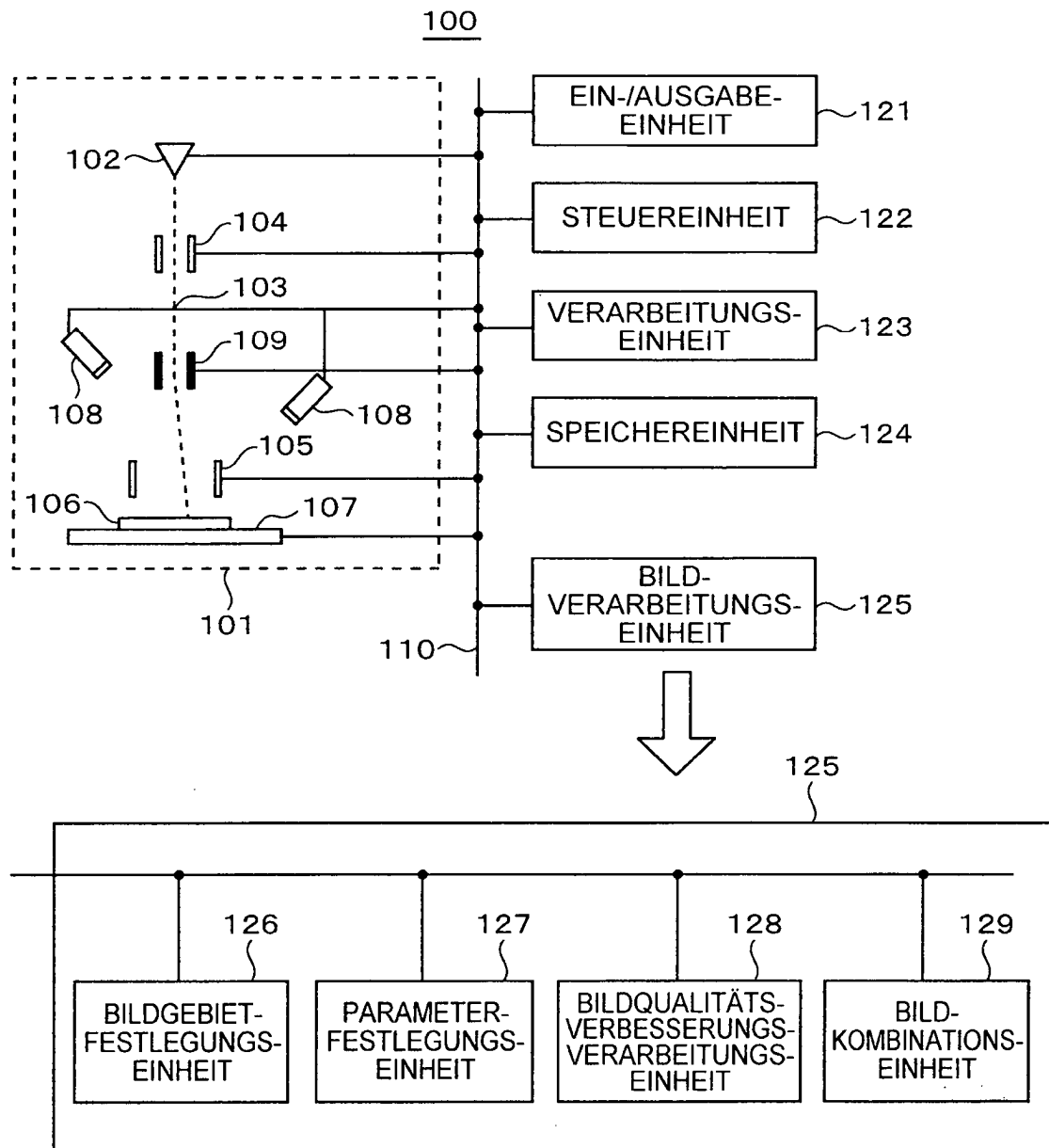
Ausführen einer Rahmenaddition mehrerer Rahmenbilder, an denen die Bildqualitätsverbesserungsverarbeitung durch die Bildverarbeitungseinheit (125) ausgeführt wurde, nach der Driftkorrektur der Bilder.

16. Abbildungsverfahren unter Verwendung einer Elektronenmikroskopvorrichtung nach Anspruch 15, wobei bei der Abbildung mehrerer erfasster Rahmenbilder die Festlegung des Schmalfeldgebiets durch die Verarbeitungseinheit (123) entsprechend Strukturinformationen geändert wird.

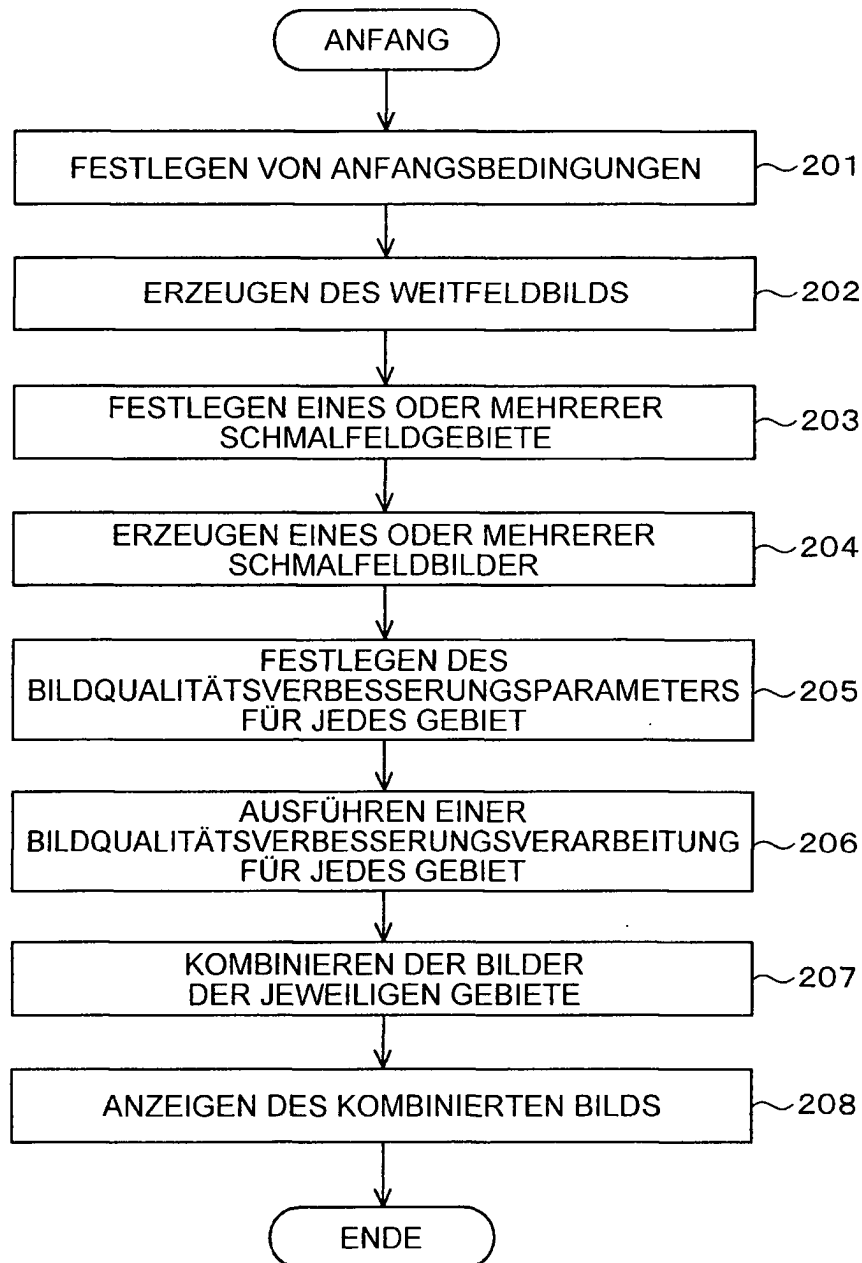
Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

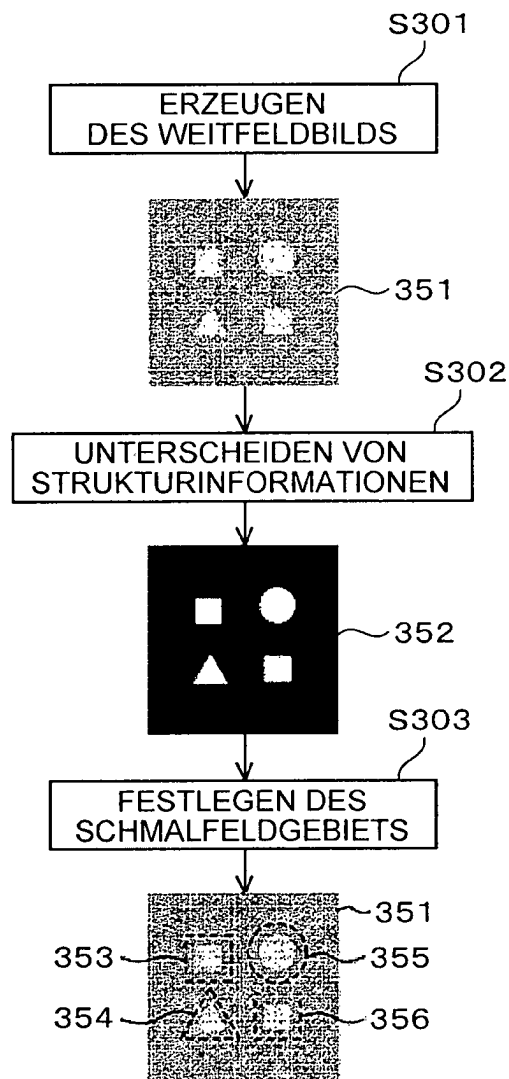
Figur 1



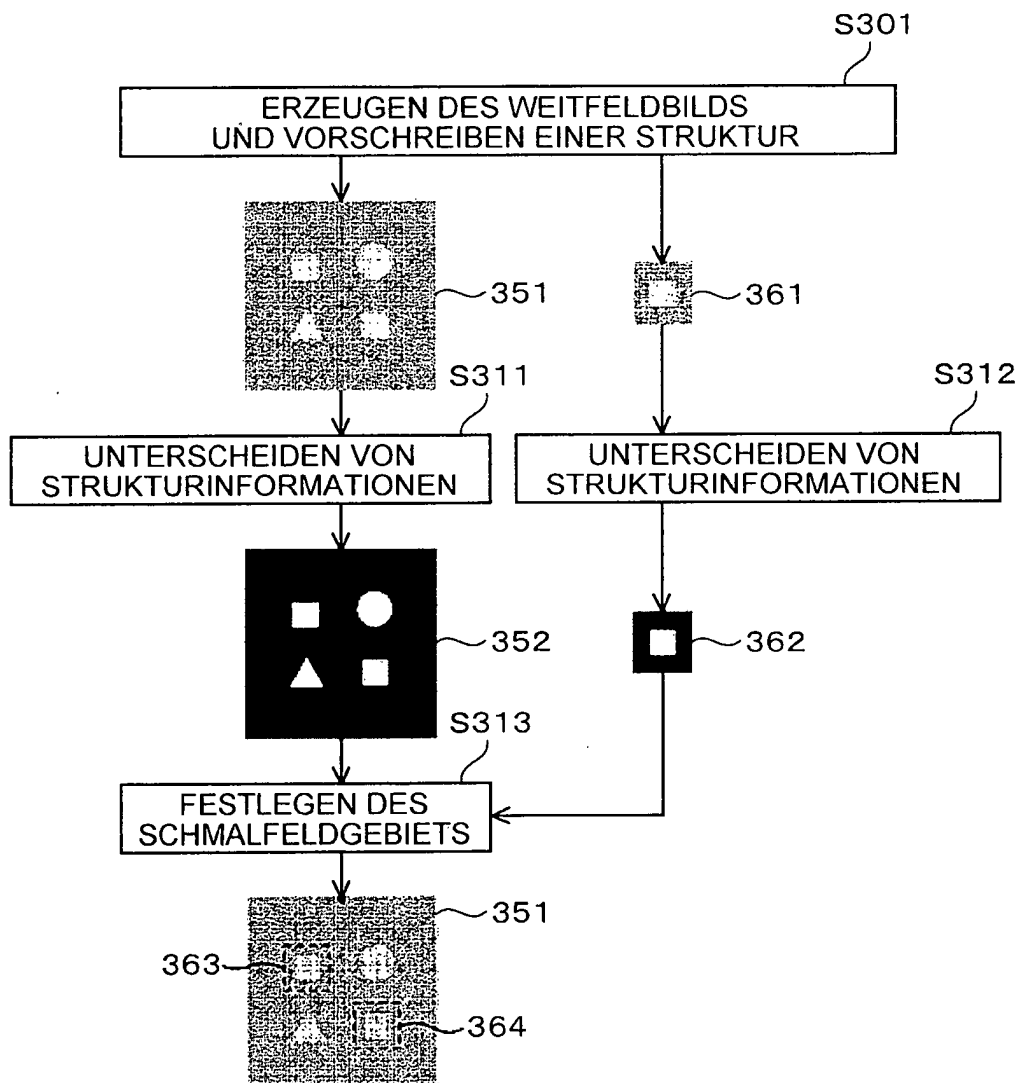
Figur 2



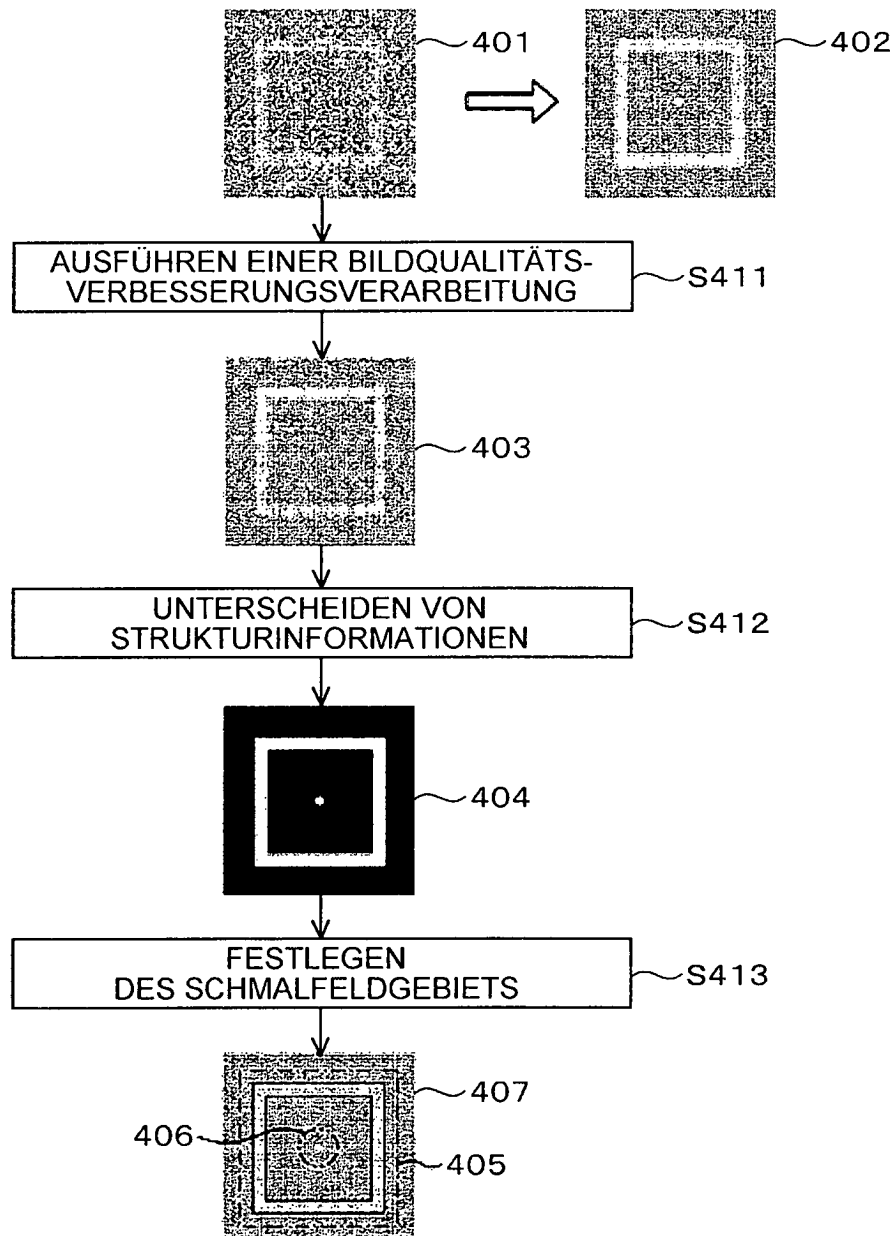
Figur 3A



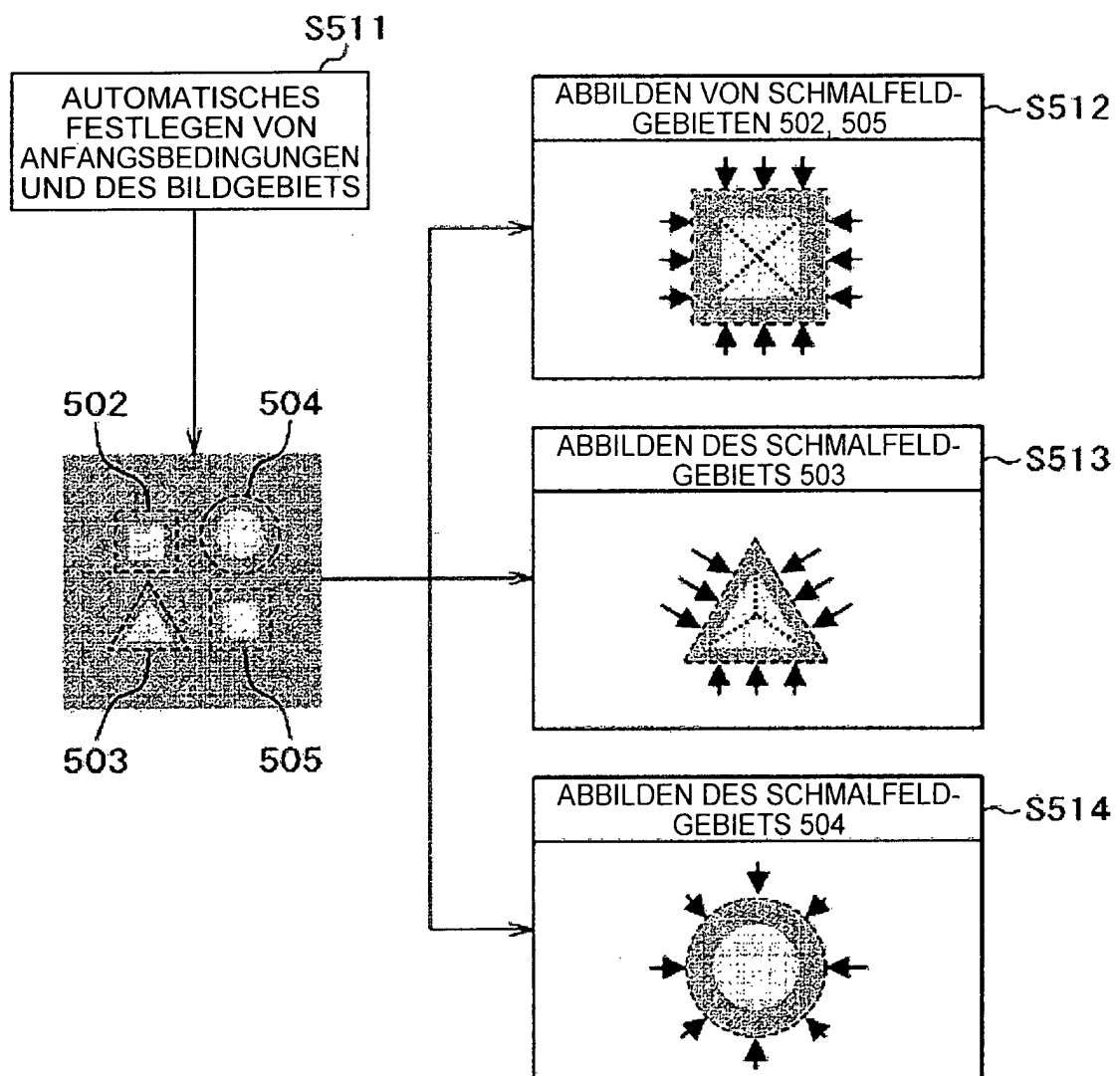
Figur 3B



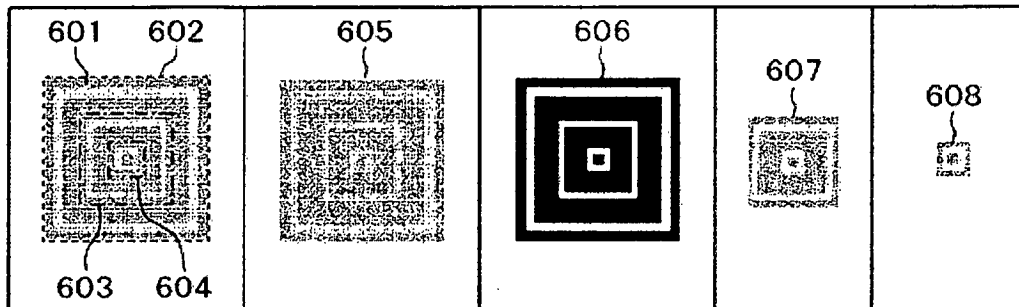
Figur 4



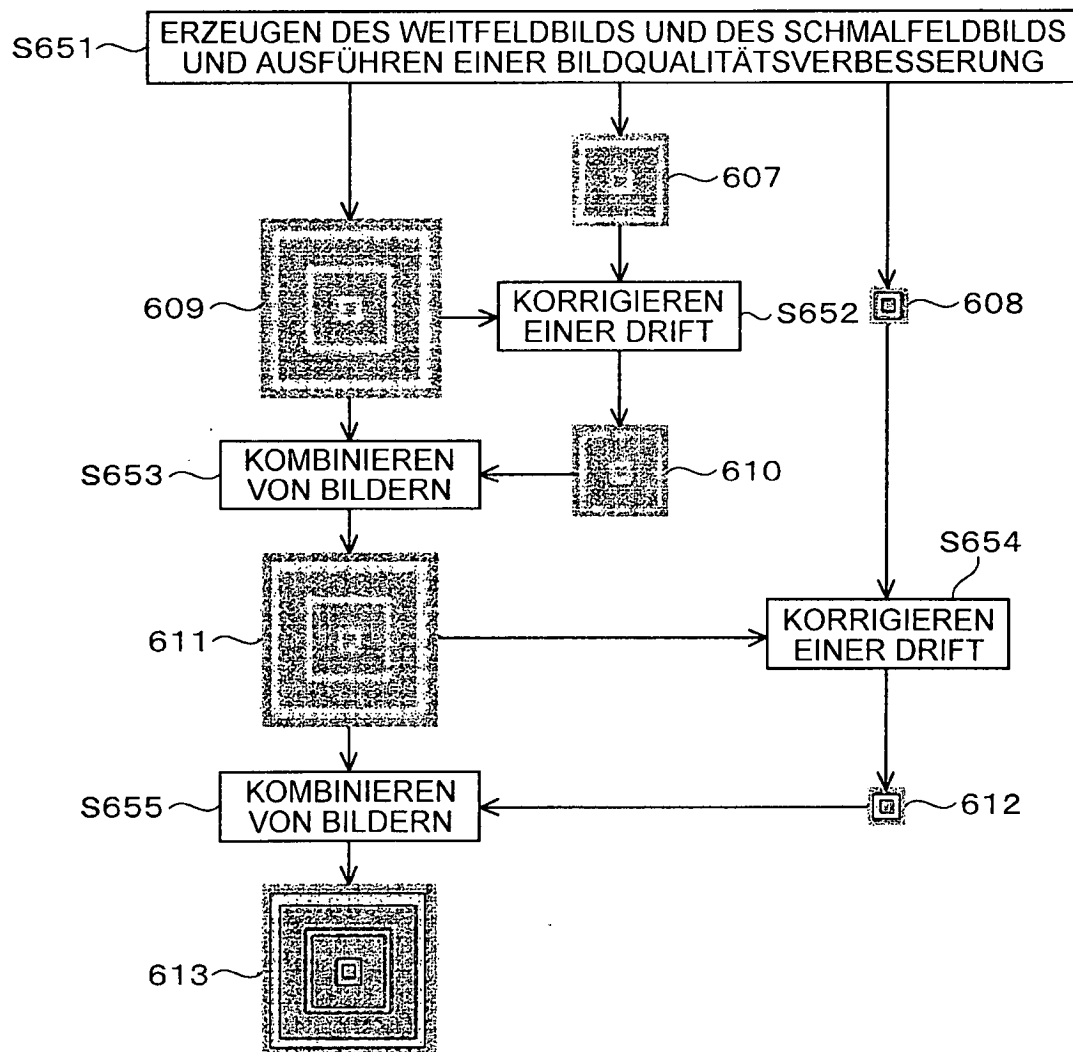
Figur 5



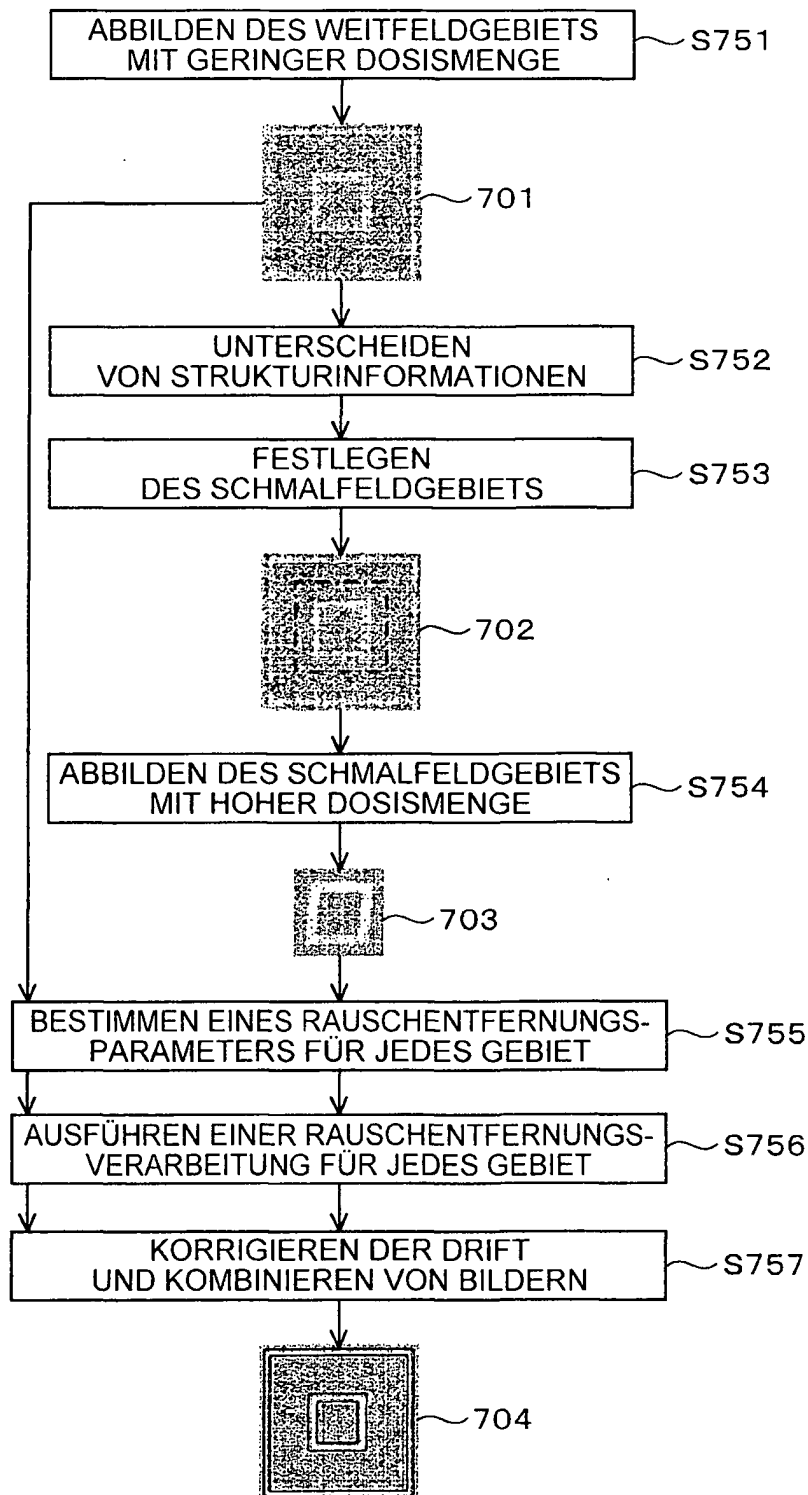
Figur 6A



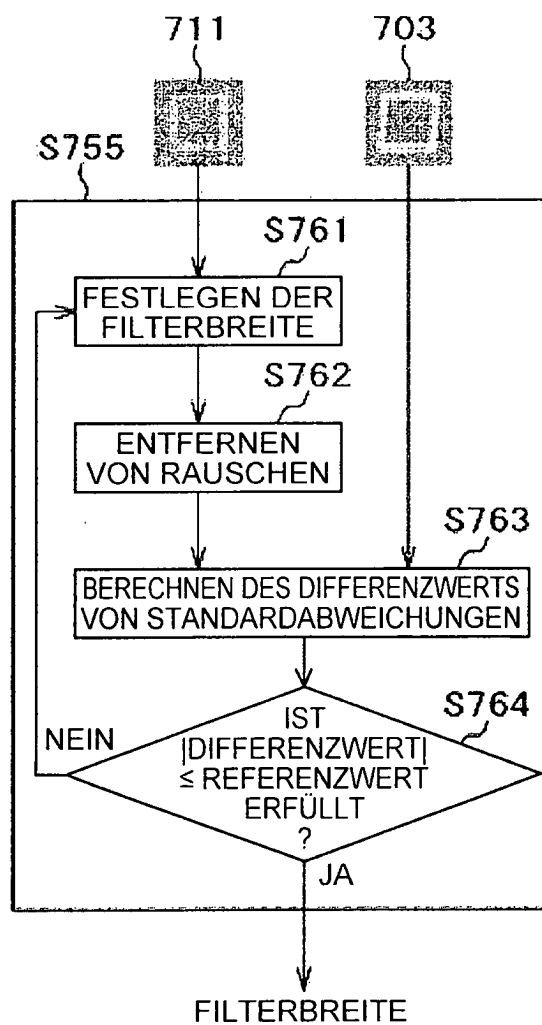
Figur 6B



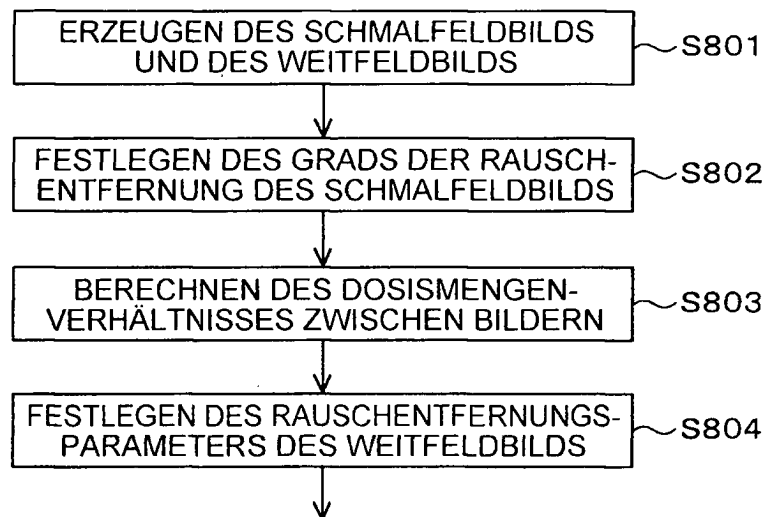
Figur 7A



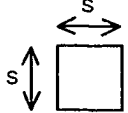
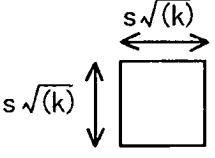
Figur 7B



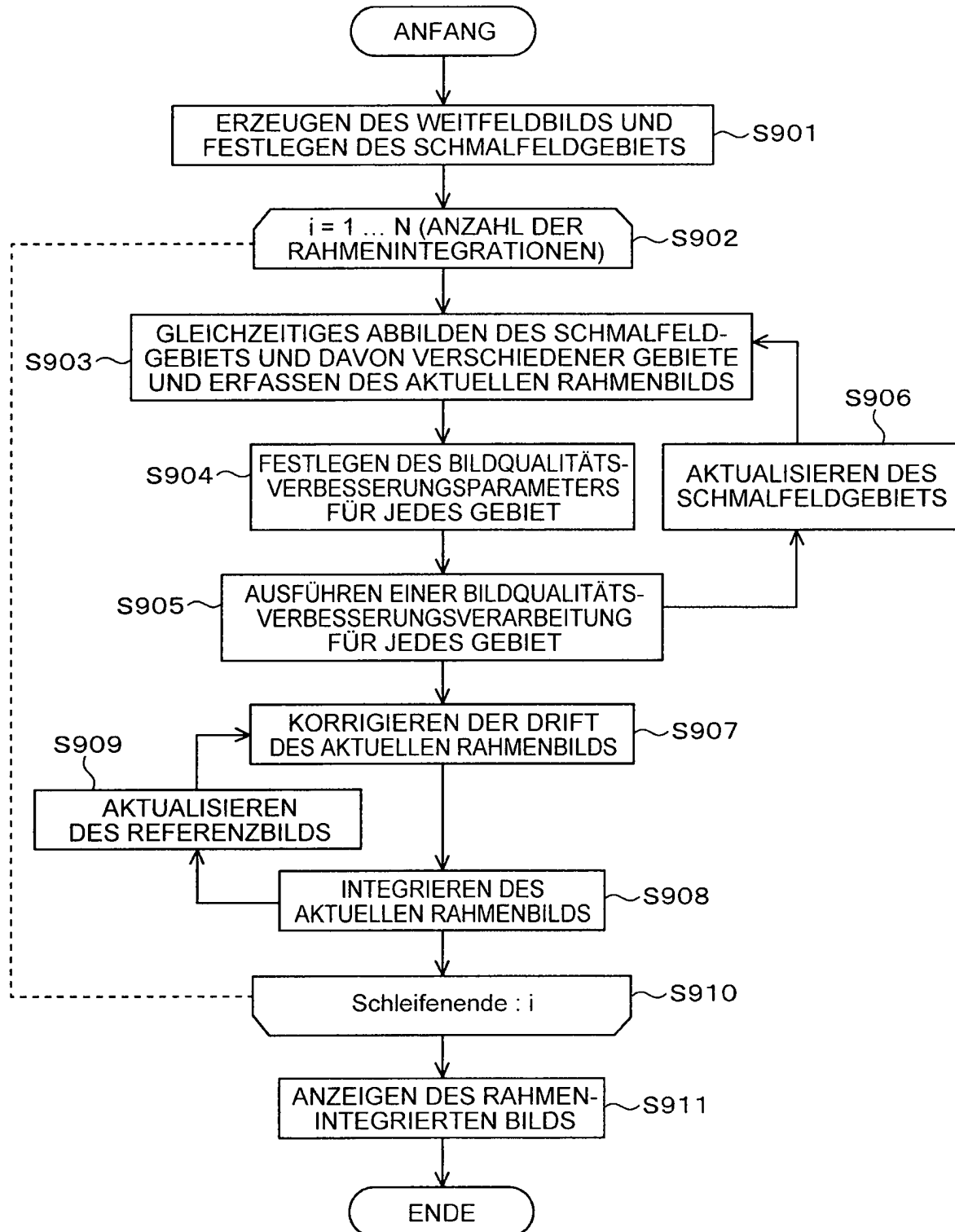
Figur 8A



Figur 8B

810		811	812
		SCHMALFELDBILD	WEITFELDBILD
821	DOSISMENGE	α	β ($= \alpha / k$)
822	STANDARDABWEICHUNG DES RAUSCHENS VOR DER RAUSCHENTFERNUNG	$\sigma(\alpha)$	$\sigma(\beta)$ ($= \sigma(\alpha) \sqrt{k}$)
823	FILTERBREITE (RAUSCHENTFERNUNGS- PARAMETER)		
824	RAUSCHENTFERNUNGS- WIRKUNG	1/s MAL STANDARD- ABWEICHUNG	1/(s*sqrt(k)) MAL STANDARDABWEICHUNG
825	STANDARDABWEICHUNG DES RAUSCHENS NACH DER RAUSCHENTFERNUNG	$\sigma(\alpha)/s$	$\sigma(\alpha)/s$

Figur 9



Figur 10

