



(10) **DE 10 2009 036 467 B4** 2025.06.18

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 036 467.6**
(22) Anmeldetag: **07.08.2009**
(43) Offenlegungstag: **01.04.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.06.2025**

(51) Int Cl.: **G06V 10/74 (2022.01)**
G06T 7/60 (2017.01)
G01B 11/00 (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:

2008-206478 **09.08.2008** **JP**
2008-267979 **16.10.2008** **JP**

(73) Patentinhaber:

KEYENCE CORPORATION, Osaka, JP

(74) Vertreter:

**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:

Kido, Manabu, Osaka-shi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

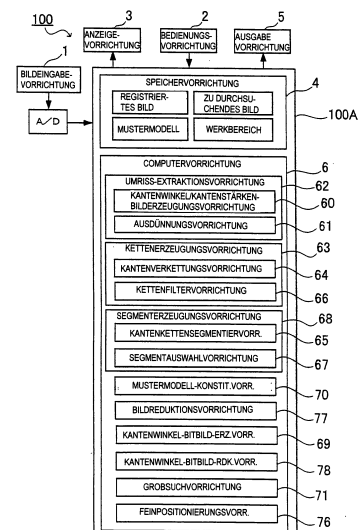
(54) Bezeichnung: **Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung, Bildverarbeitungsvorrichtung, Bildverarbeitungsprogramm und computerlesbares Aufzeichnungsmedium**

(57) Hauptanspruch: Muster-Modell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung zum Durchsuchen eines zu durchsuchenden Bildes (OI), und zur Positionierung eines zu suchenden Objektes, das einem vorregistrierten Bild (RI) ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells (PM) korrespondierend zum registrierten Bild (RI), Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als bei einer anfangs gegebenen Position, wobei das Verfahren die Schritte beinhaltet:

Extrahieren eines Umrisses aus dem registrierten Bild (RI), Konstruieren eines Mustermodells (PM) des registrierten Bildes (RI), bei dem eine Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem extrahierten Umriss gesetzt sind, und auch eine korrespondierende Punkt-Suchlinie mit einer vorgegebenen Länge und durch jeden Referenzpunkt hindurchgehend, wie auch im Wesentlichen orthogonal zum Umriss seiend, ebenfalls jedem Referenzpunkt zugewiesen wird; Erfassen eines zu durchsuchenden Bildes (OI) und auch Anordnen des Mustermodells (PM), so dass es dem zu durchsuchenden Bild (OI) überlagert ist, anhand einer im zu durchsuchenden Bild (OI) enthaltenen Anfangsposition und korrespondierend zum registrierten Bild (RI); Finden eines korrespondierenden Kantenpunkts auf dem zu durchsuchenden Bild (OI), entsprechend einem Referenzpunkt jeder entsprechenden Punkt-Suchlinie des Mustermodells (PM) aus jedem Pixel im zu durchsuchenden Bild (OI), das der entsprechenden Punkt-Suchlinie überlagert positioniert ist, beim Überlagern des Mustermodells (PM) auf der Anfangsposition des zu durchsuchenden Bildes (OI); und

Nehmen einer Distanz zwischen jedem korrespondieren-

den Kantenpunkt und einem Umriss, der den Referenzpunkt entsprechend dem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert enthält, und Durchführen einer Feinpositionierung mit einer höheren Genauigkeit als der Genauigkeit bei der gegebenen Anfangsposition, so dass ein Absolutwert eines akkumulierten Werts der Evaluierungswerte minimal wird, wobei im Falle einer Mehrzahl von korrespondierenden Kantenpunkt-Kandidaten, die auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie vorliegen, der Schritt des Auffindens des korrespondierenden ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2002 / 0 057 838 A1

**COX, Ingemar J. ; KRUSKAL, Joseph B. ;
WALLACH, Deborah A. . Predicting and
estimating the accuracy of a subpixel registration
algorithm. IEEE Transactions on Pattern Analysis
and Machine Intelligence, 1990, 12. Jg., Nr. 8, S.
721-734**

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung, eine Bildverarbeitungsvorrichtung, ein Bildverarbeitungsprogramm und ein computerlesbares Aufzeichnungsmedium beim Durchsuchen eines zu durchsuchenden Bildes und Positionieren eines Mustermodells, das zu einem vorregistrierten Bild korrespondiert.

Beschreibung verwandten Stands der Technik

[0002] Eine Bildverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten eines durch ein Bildaufnahmeelement aufgenommenen Bildes beinhaltet typischerweise: eine Bildaufnahmevorrichtung zum Aufnehmen eines Bildverarbeitungsobjektes (nachfolgend auch als „Arbeit“ bezeichnet); eine Bilddatenspeichervorrichtung zum Speichern von Daten zum von der Bildaufnahmevorrichtung aufgenommenen Bild und eine Bilddatenverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten der von der Bilddatenspeichereinheit gespeicherten Bilddaten. Beispielsweise werden in der Bildverarbeitungsvorrichtung, bei der die Bildaufnahmevorrichtung aus einer CCD-Kamera aufgebaut ist, Luminanzdaten (sogenannte Multiwertedaten), wie etwa 256 Grauegel oder 1024 Grauegel erhalten, basierend auf jeder Ladungsmenge einer großen Zahl von ladungsgekoppelten Elementen, welche die Bildaufnahmeoberfläche bilden, wodurch eine Position, ein Rotationswinkel und dergleichen des Werks als ein zu suchendes Objekt gefunden werden kann. Konventionell sind als Techniken zum Durchführen der Verarbeitung an Bilddaten zur Suche eines zu suchenden Objektes in der Bildverarbeitung eine Differenzsuche, die unter Verwendung eines Gesamtwertes von Absolutwerten von Pixeldifferenzwerten zwischen Bildern durchgeführt wird, eine normalisierte Korrelationssuche, die unter Verwendung von normalisierten Korrelationswerten zwischen Bildern durchgeführt wird, und dergleichen bekannt. Bei diesen Suchen wird ein zu suchendes Objekt, von dem gewünscht wird, dass es gesucht wird, vorab als Vorlagebild registriert und basierend auf dem Bild wird eine Suche nach dem zu suchenden Objekt aus einem zu durchsuchenden Bild ausgeführt. Bei dieser Suchverarbeitung ist konventioneller Weise ein Haupttrend eine bereichsbasierte Suche unter Verwendung von Bilddaten gewesen. Jedoch weist eine konventionelle, bereichsbasierte Suche, basierend auf Bilddicke oder dergleichen, das Problem auf, empfindlich für eine Änderung bei der Beleuchtung bei der Bildaufnahme und dergleichen zu sein.

[0003] Mittlerweile ist auch ein Verfahren zum Durchführen einer Kantenextraktionsverarbeitung an einem registrierten Bild und einem zu durchsuchenden Bild bereitgestellt worden, um eine Suche basierend auf Kanteninformation durchzuführen. Bei diesem Verfahren wird kein Konzentrationswert von Bilddaten bildenden Pixeln verwendet, sondern es werden Kantendaten, basierend auf einer Änderungsmenge im Konzentrationswert, verwendet und daher ist es möglich, den Vorteil zu erlangen, dass dies nicht gegenüber Fluktuationen bei der Beleuchtung während der Bildaufnahme empfänglich ist. Insbesondere zieht in den letzten Jahren eine kantenbasierte Mustersuche mit einer als eine Charakteristikmenge angesehenen Kante wegen ihrer hohen Robustheit die Aufmerksamkeit auf sich und ist bei industriellen Anwendungen und dergleichen in praktischer Verwendung.

[0004] Als eine Technik zum Verbessern einer Verarbeitungsgeschwindigkeit einer Mustersuche ist ein „Grob-zu-Fein“ Ansatz bekannt. Es wird dabei zuerst eine Suche grob unter Verwendung eines Niedrigauflösungsbildes (Grob bild) durchgeführt, und nachdem eine grobe Position spezifiziert ist, wird eine detaillierte Positionierung unter Verwendung eines Hochauflösungsbildes (feines Bild) durchgeführt, wodurch die Genauigkeit einer Position und Stellung verbessert wird. Im Falle der Durchführung der kantenbasierten Suche mittels einer Grob-zu-Fein-Typ-Vorlagenpassung wird eine Pyramidensuche verwendet, bei der eine Suche unter Verwendung von durch Komprimieren (was auch als „Ausdünnen“ oder dergleichen bezeichnet wird) von Originaldaten erhaltenen Grobdaten durchgeführt wird, um eine Rohposition zu spezifizieren, und danach wird eine Suche unter Verwendung von detaillierten Daten durchgeführt. **Fig. 87** zeigt ein Konzept der Pyramidensuche. Wie in dieser Zeichnung gezeigt, wird eine Rohsuche (die als „Grobsuche“ oder dergleichen bezeichnet wird) unter Verwendung eines Niedrigauflösungsbildes mit einem hohen Reduktionsverhältnis durchgeführt, um eine Grobposition zu finden. Danach wird eine Suche in der Nähe derselben mit einer verbesserten Auflösung und einem mittleren Reduktionsverhältnis durchgeführt und schließlich wird eine Feinsuche eines Bildes einer Originalgröße oder eines Bildes mit einem Reduktionsverhältnis nahe der Originalgröße durchgeführt. Wie derart beschrieben, wird bei der typischen Pyramidensuche eine Mehrzahl von Bildern mit geänderten Auflösungen vorbereitet und eine schematische Position wird zuerst unter Ver-

wendung eines Bildes mit der niedrigsten Auflösung detektiert. In der nachfolgenden Verarbeitung wird ein Suchbereich auf die Umgebung der zuvor detektierten Position eingeengt, während die Auflösung graduell angehoben wird. Dadurch steigt die Genauigkeit der detektierten Position mit jedem nachfolgenden Verarbeitungsniveau, was schließlich zur Detektion einer hoch akkuraten Position führt, bei der die Auflösung die des Originalbildes ist oder näher an dieser liegt. Als eine Technik, die das Feinpositionieren zum Finden einer Position und Stellung mit hoher Genauigkeit mittels einer solchen Grob-zu-Fein-Typ-Vorlagenpassung betrifft, ist eine Bildverarbeitungsvorrichtung nach der japanischen Patentnummer 3759983 bekannt.

[0005] Diese Bildverarbeitungsvorrichtung beinhaltet: eine Bildaufnahmeverrichtung zum Aufnehmen eines Bildverarbeitungsobjekts; eine Bilddatenspeichervorrichtung zum Speichern von Daten zum Bild, das durch die Bildaufnahmeverrichtung aufgenommen worden ist; eine Suchvorlagendaten-Speichervorrichtung zum Speichern von Daten zu einer Suchvorlage, die eine Mehrzahl von Punktpaaren aufweist, die alle aus zwei Punkten bestehen, welche eine Kante des Bildverarbeitungsobjektes sandwich und in einer festen Distanz zueinander lokalisiert sind, die größer ist als eine Gatterrasterung der Bildaufnahmeeinrichtungen der Bildaufnahmeverrichtung und die vorab entsprechend einer Mehrzahl von Positionen an der Kante eingestellt sind; und eine Bestimmungsvorrichtung zum Festlegen des Bildverarbeitungsobjekts als zu suchendes Objekt, das zur Suchvorlage der Suchvorlagendaten-Speichervorrichtung passt, wenn die Punktpaare so genommen werden, dass sie in einem Passungs-Zustand sind, bei dem ein Punkt des Paares innerhalb der Kante des Bildverarbeitungsobjektes lokalisiert ist und der andere innerhalb des Hintergrundes lokalisiert ist und die Punktpaare in einer Anzahl nicht kleiner als eine gesetzte Anzahl aus einer Mehrzahl von Punktpaaren in einem passenden Zustand sind, in einem Fall, bei dem die Suchvorlage einem Bildschirm mit Bilddaten der Bilddatenspeichervorrichtung überlagert ist, die darin vorhanden sind, und in einem Differenzzustand eines optischen Charakteristikwertes jedes Punktes sind, der die Mehrzahl von Punktpaaren bildet, größer als ein eingestellter Zustand ist.

[0006] Gemäß dieser Vorrichtung ist es möglich, Anwesenheit oder Abwesenheit des zu suchenden Objektes zu sehen, und ob das Bildverarbeitungsobjekt das zu suchende Objekt ist oder nicht, unter Verwendung der Bilddaten und der Suchvorlage. Jene können durch Berechnen und Vergleichen von optischen Charakteristikwerten von zwei Punkten bestimmt werden, die jedes von allen Punktpaaren bilden, so dass eine Bildverarbeitungsvorrichtung erhalten werden kann, die zum einfachen und raschen Durchführen einer Verarbeitung in der Lage ist.

[0007] Bei dieser Feinpositionierung, wie oben beschrieben, wird eine eindimensionale Kantenverarbeitung an einer Suchlinie durchgeführt, um eine Kantenposition zu finden, und es wird eine Differenz zwischen einem Idealpunkt und dem entsprechenden Punkt gefunden. Unter Verwendung dieser Referenz und von geometrischen Informationen, die einem Modell eigen sind (Information wie etwa, dass ein Modell in rechteckiger Form vorliegt, etc.), werden ein Versatz und ein Drehwinkel aufgefunden. **Fig. 88** zeigt die Beziehung zwischen einem bei Registrierung detektierten Muster und einer Suchlinie SLN, und andererseits zeigt **Fig. 89** einen Zustand unmittelbar vor der Feinpositionierung nach einer Grobsuche während der Bewegung. **Fig. 90** zeigt eine vergrößerte Ansicht des unteren linken Bereichs von **Fig. 89**. Als ein Kern der Kante wird $(-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1)$, in Tabelle 1 gezeigt, eingesetzt. Bei der Kantendetektion wird eine Kante durch Anwenden dieses Kerns auf einen Pixelwert gefunden, der durch Interpolation auf der Suchlinie SLN erhalten ist.

Tabelle 1

-	-	-	-	+	+	+	+
---	---	---	---	---	---	---	---

[0008] Jedoch kann bei dieser Technik keine hohe Genauigkeit erwartet werden, weil, ob der entsprechende Punkt auf der Suchlinie vorhanden ist oder nicht, nur auf der Beziehung zwischen einer Größe eines Differenzwertes und seinem Schwellenwert basierend bestimmt wird, und eine Kantenrichtung und eine Winkelkomponente nicht erwogen werden. Weiterhin hat es bei dieser Technik einen Nachteil dahingehend gegeben, dass keine Prozessierung in einem Fall durchgeführt werden kann, bei dem eine Mehrzahl von Punkten als Kandidaten des entsprechenden Punktes auf der Suchlinie vorhanden sind, z.B. kann eine Doppellinie nicht verarbeitet werden. Darüber hinaus kann bei diesem Verfahren, obwohl die Positionierung einer einfachen Form, wie etwa Rechteck und Kreis, realisiert werden können, eine Positionierung einer allgemeinen und Mehrzweckform, wie etwa einer komplizierteren Form und eines Buchstabenmusters nicht durchgeführt werden. Darüber hinaus hat es das Problem gegeben, dass eine exakte Kantendetektion nicht an einem dünnen linearen zu suchenden Objekt durchgeführt werden kann, aufgrund des langen Kerns der Kantendetektion. Es wird nämlich eine Differenz längs der Linie durch den eindimensionalen Kern in der Längsrichtung

berechnet, um eine Kante zu betrachten. Insbesondere muss der Kern länger gemacht werden, um Rauschresistenz zu verbessern. Folglich hat es den Nachteil gegeben, dass, wenn ein Werk selbst lang und schmal ist, Kantendaten relativ schwach werden, um als eine Rauschkomponente angesehen zu werden, und daher steht keine exakte Kantendetektion zu erwarten.

[0009] Derweil wird ein Feinpositionierungsverfahren durch ein Verfahren kleinster Quadrate unter Verwendung von Bildpunkten und Segmenten in I.J. Kox, J.W. Crussal und D.A. Wallach „Predicting and Estimation the performance of a subpixel registration algorithm“, IEEE Trans. Pattern. Anal. Machine Intel., Band 12, Nr. 6, Seiten 721-734 (August 1990) offenbart. Bei diesem Verfahren ist ein Mustermodell aus Segmenten konfiguriert. Weiterhin wird eine Fehlerdetektionsverarbeitung an einem zu durchsuchenden, noch nicht eingegebenen Bild durchgeführt, um ein, imaginäre Punkte beinhaltendes Kantenbild zu erzeugen. Das Mustermodell wird einer Position im Kantenbild überlagert, die durch eine Grobsuche festgelegt worden ist, und ein Verfahren kleinster Quadrate wird unter Verwendung einer Distanz, als einem Fehlerwert, zwischen einem Punkt und einer geraden Linie durchgeführt, die jeder Bildpunkt im zu durchsuchenden Bild und ein Segment innerhalb des Mustermodells, das nahe am Bildpunkt ist, sind, um über eine Feinposition zu entscheiden. Im Beispiel von **Fig. 91** ist die Beziehung zwischen einem aus zwei Segmenten konfigurierten Mustermodell und Bildpunkten (Eingabe-Bildpunkten) in einem zu durchsuchenden Bild gezeigt.

[0010] Jedoch hat es ein Problem bei dieser Technik damit gegeben, dass, da die korrespondierende Beziehung zwischen dem Segment und dem Punkt nur von der Distanz zwischen ihnen abhängt, ein Punkt als der entsprechende Punkt selbst in einer inhärent nicht korrespondierenden Beziehung zum Segment in Sicht der Kantenrichtung oder dergleichen berechnet werden mag. Weiterhin hat es auch ein Problem dahingehend gegeben, dass, wegen der Notwendigkeit der Erfassung von imaginären Punkten im zu durchsuchenden Bild, die Kantendetektion an jedem Punkt in einem Hochauflösungsbild als einem zu durchsuchenden Objekt durchgeführt werden muss und daher eine „Round Robin“ Verarbeitung durchgeführt wird, was zu einem Anwachsen in der Verarbeitungszeit bei Ansteigen der Auflösung der Bilddaten führt.

[0011] Cox et al., IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1990, S. 721ff beschreibt einen Ansatz zur Produktmontage insbesondere bei Bauteilmontage auf Platinen durch Bilderkennung und hierbei die Registrierung von Bildern auf Subbpxelniveau.

[0012] US 2002/0 057 838 A1 ist gerichtet auf ein weiteres Verfahren zur Objekterkennung von Objekten in verschiedenen Positionierungen zu einer Erfassungskamera.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Die vorliegende Erfindung ist gemacht worden, um die derart beschriebenen konventionellen Probleme zu lösen. Eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Mustermodell-Positionierungsverfahrens in der Bildverarbeitung, einer Bildverarbeitungsvorrichtung, eines Bildverarbeitungsprogramms und eines Computer-lesbaren Aufzeichnungsmediums, welche Feinpositionierung bei höherer Genauigkeit und höherer Geschwindigkeit durchführen können.

[0014] Um die obige Aufgabe zu lösen, ein erstes Muster-Modell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung von, beim Durchsuchen, eines zu durchsuchenden Bildes, und Positionieren eines zu suchenden Objektes, das einem vorregistrierten Bild ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells korrespondierend zum registrierten Bild, Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als bei einer anfangs gegebenen Position, ist das Verfahren in der Lage, die Schritte zu beinhalten: Extrahieren eines Umrisses aus dem registrierten Bild, Konstruieren eines Mustermodells des registrierten Bildes, bei dem eine Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem extrahierten Umriss gesetzt sind, und auch eine korrespondierende Punkt-Suchlinie mit einer vorgegebenen Länge und durch jeden Referenzpunkt hindurchgehend, wie auch im Wesentlichen orthogonal zum Umriss seiend, ebenfalls jedem Referenzpunkt zugewiesen wird; Erfassen eines zu durchsuchenden Bildes und auch Anordnen des Mustermodells, so dass es dem zu durchsuchenden Bild überlagert ist, anhand einer im zu durchsuchenden Bild enthaltenen Anfangsposition und korrespondierend zum registrierten Bild; Finden eines korrespondierenden Kantenpunktes auf dem zu durchsuchenden Bild, entsprechend einem Referenzpunkt jeder entsprechenden Punkt-Suchlinie des Mustermodells aus jedem Pixel im zu durchsuchenden Bild, das der entsprechenden Punkt-Suchlinie überlagert positioniert ist, beim Überlagern des Mustermodells auf der Anfangsposition des zu durchsuchenden Bildes; und Nehmen einer Distanz zwischen jedem korrespondierenden Kantenpunkt und einem Umriss, der den Referenzpunkt entsprechend dem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert enthält, und Durchführen einer Feinpositionierung mit einer höheren Genauigkeit als der Genauigkeit bei der gegebenen Anfangsposition, so dass

ein Absolutwert eines akkumulierten Wertes der Evaluierungswerte minimal wird. Dadurch ist es möglich, Daten zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie als das Mustermodell zur Feinpositionierung zu verwenden. Insbesondere ist es, indem nicht nur die Kantenstärke des Bildes allein, sondern auch sein Kantenwinkel verwendet wird, möglich, eine Richtungskomponente hinzuzufügen, um dadurch eine hochgenaue Positionierung durchzuführen, die gegenüber einer Rauschkomponente resistent ist. Weiterhin ist es durch Ändern der Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, dass man in der Lage ist, leicht einen korrespondierenden Kantenpunkt-Suchbereich zu verändern, um so die Positionierungsgenauigkeit zu adjustieren.

[0015] Gemäß einem zweiten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Schritt des Extrahierens des Umrisses aus dem registrierten Bild die Schritte enthalten: Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus dem registrierten Bild; Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen; und Erzeugen eines Segmentes durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ketten mittels Linie und/oder Kreisbogen, und Ansehen der Aggregation der Segmente als einen Umriss. Dadurch ist es möglich, ein Mustermodell zu konstruieren, das aus Segmenten besteht, die durch Linie und/oder Kreisbogen approximiert sind, um so ein Positionieren mit höherer Genauigkeit zu realisieren.

[0016] Gemäß einem dritten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Schritt der Durchführung der Feinpositionierung gemacht werden, um einen Fehlerwert oder einen Gewichtungswert in einem Verfahren kleinster Quadrate zu berechnen, unter Verwendung der Distanz zwischen jedem, den Umriss bildenden Segment und einem entsprechenden Kantenpunkt desselben, um den akkumulierten Wert der Evaluierungswerte zu finden. Dadurch ist es möglich, durch Lösen simultaner Gleichungen, die durch Berechnung eines Verfahrens kleinster Quadrate in Bezug auf den entsprechenden Kantenpunkt jedes Referenzpunktes erhalten werden, eine Position und eine Stellung des Mustermodells zu finden.

[0017] Gemäß einem vierten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung dient das Verfahren kleinster Quadrate bei einem Feinpositionierungsschritt dazu, eine Fehlerfunktion, die durch Berechnen einer Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und einem Kreisbogen erhalten wurde, an ein Kreisbogensegment und eine Fehlerfunktion, die durch Berechnen einer Distanz zwischen dem entsprechenden Kantenpunkt und einer geraden Linie erhalten worden ist, auf ein Liniensegment anzuwenden. Dadurch wird es möglich, eine Feinpositionierung durch das effektive Verfahren kleinster Quadrate zu realisieren, ohne eine Rotationsbewegung des Kreisbogensegmentes zu behindern.

[0018] Gemäß einem fünften Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wiederholt der Schritt des Erzeugens des Segmentes in Bezug auf die Ketten eine Operation eines ersten Versuchs einer Annäherung der Ketten durch die Linie und dann Umschalten zu einer Annäherung durch den Kreisbogen, wenn ein Fehler der Approximation der Linie einen vorgegebenen Approximations-Schwellenwert übersteigt, um eine Sequenz von Segmenten zu erzeugen.

[0019] Gemäß einem sechsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann das Segment aus einer Kegelkurve, einer Spline-Kurve und/oder einer Bezier-Kurve oder einer Kombination dieser konfiguriert sein.

[0020] Gemäß einem siebten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann eine vor-eingestellte Marge an der Kante des Segments beim Setzen des Referenzpunktes auf den Umriss gesetzt werden, und wird der Referenzpunkt in einem Bereich gesetzt, der den Margenbereich ausschließt. Dadurch, da die Einstellung so vorgenommen werden kann, dass die korrespondierende Punkt-Suchlinie nicht am Endbereich und Eckenbereich bereitgestellt wird, ist es möglich, einen Bereich zu eliminieren, der aufgrund einer großen Änderung im Kantenwinkel instabil wird, um so ein Ergebnis einer stabilen Musterpassung zu erhalten.

[0021] Gemäß einem achten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann die Anfangsposition, die dem im zu durchsuchenden Bild enthaltenen registrierten Bild im Schritt des Anordnens des Mustermodelles, um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu werden, entspricht, durch Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes und Durchführen einer Mustersuche am zu durchsuchenden Bild nach der Reduktion erfasst werden. Dadurch ist es möglich, eine einfache Grobsuche bei hoher Geschwindigkeit an einem reduzierten, zu durchsuchenden Bild durchzuführen.

[0022] Gemäß einem neunten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann die korrespondierende Punkt-Suchlinie gebildet werden, indem sie eingestellt wird, eine vorgegebene Länge in einer Richtung im Wesentlichen orthogonal zum Segment mit dem Referenzpunkt zu haben, der auf dem Segment gesetzt ist, das als Zentrum verwendet wird. Dadurch ist es möglich, die korrespondierende Punkt-Suchlinie so zu setzen, dass sie eine Linie ist, die im Wesentlichen orthogonal zum Segment mit dem im Zentrum gesetzten Referenzpunkt ist.

[0023] Gemäß einem zehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann über die vorgegebene Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie gemäß einem Verhältnis zwischen einem Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes als ein Objekt einer Grobsuche, die eine mit vorgegebener Genauigkeit auf der gesamten Fläche des zu durchsuchenden Bildes durchgeführte Suche ist, und einem Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes, das der Feinpositionierung zu unterwerfen ist, entschieden werden. Dadurch ist es möglich, indem zumindest ein Bereich durchsucht wird, der dem Verhältnis von Reduktionsverhältnissen des zu durchsuchenden Bildes entspricht, die Positionsgenauigkeit zu behalten. Beispielsweise ist es möglich, die korrespondierende Punkt-Suchlinie dazu zu bringen, zumindest eine Länge aufzuweisen, die auf der Anzahl von Pixeln entsprechend dem Reduktionsverhältnis zum Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes basiert.

[0024] Gemäß einem elften Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung ist das Mustermodell in der Lage, Gitterdaten zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie zu beinhalten, und beinhaltet als die Gitterdaten zumindest eine Koordinate des Referenzpunktes, einen Winkel der korrespondierenden Punkt-Suchlinie und eine Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie.

[0025] Gemäß einem zwölften Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Falle einer Mehrzahl von korrespondierenden Kantenpunkt-Kandidaten, die auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie vorliegen, der Schritt des Auffindens des korrespondierenden Kantenpunkts am zu durchsuchenden Bild als korrespondierender Kantenpunkt einen Punkt ansehen, der aufweist: eine Kantenstärke, die größer als ein Kantenstärken-Schwellenwert ist und das Maximum zeigt, und einen Kantenwinkel, der hinreichend nah an einem idealen Kantenwinkel liegt und auch am nächsten am Referenzpunkt liegt.

[0026] Gemäß einem dreizehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wiederholt der Schritt des Extrahierens des Segmentes aus den Ketten eine Operation des Versuchens einer Annäherung durch die Linie und dann Umschalten auf Annäherung durch den Kreisbogen, wenn ein Fehler der Approximation durch Linie einen vorgegebenen Approximations-Schwellenwert übersteigt, um eine Sequenz von Segmenten zu extrahieren. Dadurch ist es möglich, hoch exakte Verpassung durch Approximation durch Kombination von Linie und Kreisbogen durchzuführen.

[0027] Gemäß einem vierzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung ist das Verfahren so aufgebaut, dass es zumindest eins von Bewegung in einer X-Richtung, Bewegung in einer Y-Richtung, Rotation und Vergrößerung/Reduktion durchführt, einstellbar als ein Freiheitsgrad des Verfahrens kleinster Quadrate. Dadurch ist es möglich, Rotation, Vergrößerung, Reduktion und dergleichen des registrierten Bildes wie auch die Parallelbewegungen in den XY-Richtungen zu behandeln.

[0028] Gemäß einem fünfzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung ist das Verfahren dafür aufgebaut, weiterhin einen Aspekt als Freiheitsgrad des Verfahrens kleinster Quadrate einstellbar zu machen. Dadurch ist es möglich, Transfiguration des registrierten Bildes und dergleichen wie auch parallele Bewegungen in den XY-Richtungen zu behandeln.

[0029] Gemäß einem sechzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Feinpositionierungsschritt wiederholt durchgeführt werden, während die korrespondierende Punkt-Suchlinie verkürzt wird. Dadurch wird die Feinpositionierung wiederholt durchgeführt, und es ist damit möglich, die Positionierung mit höherer Genauigkeit zu realisieren.

[0030] Gemäß einem siebzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird im Schritt des Durchführens der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie angewendet und auch die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie wird graduell gemäß der Anzahl von Wiederholungen des Verfahrens kleinster Quadrate verkürzt. Dadurch wird das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt angewendet, und es ist damit möglich, leicht Positionierung mit höherer Genauigkeit zu realisieren.

[0031] Gemäß einem achtzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie basierend auf einem Reduktionsverhältnis in der Grobsuche, die eine Suche ist, die mit einer vorgegebenen Genauigkeit an der Gesamtfläche des zu durchsuchenden Bildes durchgeführt wird, und einem Reduktionsverhältnis beim Feinpositionieren festgelegt werden.

[0032] Gemäß einem neunzehnten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet und ein Kantenwinkel-Schwellenwert wird graduell gemäß der Anzahl von Wiederholungen des Verfahrens kleinster Quadrate gesenkt. Dadurch wird das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt angewendet und es ist damit möglich, eine Positionierung mit höherer Genauigkeit einfach zu realisieren.

[0033] Gemäß einem zwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung beim wiederholten Anwenden des Verfahrens kleinster Quadrate an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie das Verfahren kleinster Quadrate zu dem Zeitpunkt ausgesetzt, wenn der Fehlerwert einen vorgeetzten Fehlerwert-Schwellenwert übersteigt und das Ergebnis wird als Endergebnis angesehen. Dadurch wird das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt angewendet und es ist damit möglich, Positionieren mit höherer Genauigkeit einfach zu realisieren.

[0034] Gemäß einem einundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren so aufgebaut sein, dass das Verfahren kleinster Quadrate an die korrespondierende Punkt-Suchlinie anlegt wird, das Verfahren kleinster Quadrate zum Zeitpunkt ausgesetzt wird, wenn der Fehlerwert den vorgeetzten Fehlerwert-Schwellenwert übersteigt, als Endergebnis eine Approximation angewendet wird, die unter Verwendung des Fehlerwertes des Verfahrens kleinster Quadrate, das im Vorschritt abgeschlossen worden ist, durchgeführt wird, und auch der Fehlerwert des Endergebnisses ausgegeben wird. Dadurch ist es möglich, den Fehlerwert zu verwenden, der durch das Verfahren kleinster Quadrate berechnet worden ist, als einen Indikator, der anzeigt, ob die Verpassungs-Kondition gut oder schlecht ist.

[0035] Gemäß einem zweiundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt des Konstruierens des Mustermodells das Verfahren dafür aufgebaut sein, Anwesenheit oder Abwesenheit einer Polarität einer Kantenrichtung einstellbar zu machen. Dadurch ist es möglich, das Verarbeitungsverfahren für den Kantenwinkel gemäß Anwesenheit oder Abwesenheit der Polarität der Kantenrichtung zu verändern. Weiterhin ist es möglich, dieselbe Einstellung auf jedes Segment anzuwenden.

[0036] Gemäß einem dreiundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann sich im Schritt der Konstruktion des Mustermodells der Winkel und die korrespondierende Punkt-Suchlinie jedes Referenzpunktes gemäß einem affinen Transformationswert verändern.

[0037] Gemäß einem vierundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann beim Extrahieren des Kantenpunktes aus dem registrierten Bild eine Sobel-Verarbeitung durchgeführt werden, um den Kantenwinkel und die Kantenstärke jedes Kantenpunkts zu berechnen.

[0038] Gemäß einem fünfundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann beim Erzeugen einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie beim Durchsuchen des korrespondierenden Punktes eine Berechnung unter Verwendung von Bresenham's Algorithmus zum Erzeugen von Geradliniendaten durchgeführt werden.

[0039] Gemäß einem sechsundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt der Konstruktion des Mustermodells ein vorgegebenes Intervall, bei dem die Referenzpunkte auf den Segmenten gesetzt sind, eine feste Breite sein. Dadurch ist es möglich, die korrespondierende Punkt-Suchlinie einfach zu setzen.

[0040] Gemäß einem siebenundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt der Konstruktion des Mustermodells das Filtern zur Auswahl des Segmentes, an dem der Referenzpunkt gesetzt wird, durchgeführt werden. Dadurch ist es möglich, nur den Referenzpunkt in Bezug auf das ausgewählte Segment zum Setzen der korrespondierenden Punktklinie zu setzen, um so die Genauigkeit der Mustersuche zu verbessern.

[0041] Gemäß einem achtundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung können Kriterien zum Auswählen des Segmentes beim Filtern eingestellt werden, basierend auf einem Ergebnis einer Berechnung einer Durchschnittskantenstärke des Kantenpunktes, der in jedem Segment enthalten ist, und eines Vergleichs der erhaltenen Durchschnittskantenstärke mit einem voreingestellten Durchschnittskantenstärke-Schwellenwert zur Filterung. Dadurch ist es möglich, ein Segment mit einer großen durchschnittlichen Kantenstärke auszuwählen, um so eine Mustersuche basierend auf einer Kante mit hoher Genauigkeit zu erwarten und damit die Suchgenauigkeit zu verbessern.

[0042] Gemäß einem neunundzwanzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung können Kriterien zum Auswählen des Segmentes beim Filtern basierend auf einem Vergleichsergebnis der Länge jedes Segment mit einem voreingestellten Kantenstärken-Schwellenwert zum Filtern gesetzt werden. Dadurch ist es möglich, nur lange Segmente zum Einstellen der Referenzpunkte auszuwählen, um so die Genauigkeit der Mustersuche zu verbessern.

[0043] Gemäß einem dreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann im Schritt der Konstruktion des Mustermodells das Mustermodell basierend auf einer festen geometrischen Form erzeugt werden. Dadurch ist es möglich, ein Mustermodell mit fester geometrischer Graphik, wie kreisförmigen, ovalen, dreieckigen und rechteckigen Formen, die als Referenzen angesehen werden, zu erzeugen, einzeln oder in Kombination dieser Graphiken, um so die Erzeugung der Mustersuche und jede nachfolgende Verarbeitung zu vereinfachen.

[0044] Gemäß einem einunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann das aus dem registrierten Bild erzeugte Kantenbild einer Ausdünnungsprozessierung als Nicht-Maximalpunkt-Unterdrückungsverarbeitung vor der Kantenkopplungsverarbeitung unterworfen werden.

[0045] Gemäß einem zweiunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung werden der aus dem zu durchsuchenden Bild erhaltene Kantenwinkel, der Kantenstärken-Schwellenwert, eine Position, Daten, die den Kantenwinkel in Einheiten von Vektoren ausdrücken, und/oder ein Kantenvektor als Daten zum Auffinden des korrespondierenden Kantenpunktes verwendet.

[0046] Gemäß einem dreiunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird ein Schwellenwert jeder Kantenwinkeldifferenz im wiederholten Verfahren kleinster Quadrate beim Selektieren des korrespondierenden Kantenpunktes basierend auf einer Winkelauflösung festgelegt, die in der letzten Grobsuche erhalten wurde.

[0047] Gemäß einem vierunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie in Bezug auf jeden Referenzpunkt verändert werden. Dadurch ist die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie nicht fixiert, sondern wird unter Beeinflussung im Hinblick auf den Referenzpunkt gesetzt, und es ist damit möglich, eine Verbesserung der Genauigkeit zu erwarten.

[0048] Gemäß einem fünfunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Bresenham-Algorithmus zum Erzeugen von Gerad-Liniendaten beim Abtasten der korrespondierenden Punkt-Suchlinie verwendet werden. Dadurch, wenn der Bresenham-Algorithmus als ein Algorithmus zum Zeichnen einer geraden Linie kontinuierlich frei von Überlappung verwendet wird, ist es möglich, leicht und akkurat die korrespondierende Punkt-Suchlinie zu setzen.

[0049] Gemäß einem sechsunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann die Koordinate des Referenzpunktes durch eine Subpixelkoordinate repräsentiert werden.

[0050] Gemäß einem siebenunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Schritt des Verfeinerns der Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes die Schritte enthalten: Auffinden des korrespondierenden Kantenpunktes auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie; Auswählen eines Paarpunktes entsprechend dem korrespondierenden Kantenpunkt, so dass der korrespondierende Kantenpunkt und der Paarpunkt im Wesentlichen orthogonal zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie und diese einrahmend liegen; und Auffinden entsprechender Subpixelkoordinaten des korrespondierenden Kantenpunktes und des Paarpunktes, um eine Durchschnittskoordinate der Subpixelkoordinaten zu finden und die erhaltene Durchschnittskoordinate als eine reale korrespondierende Kantenpunktcoordinate zu nehmen. Dadurch wird das Berechnen des korrespondierenden Kantenpunktes in einer Wellenform unterdrückt und es ist damit möglich, ein stabiles Berechnungsergebnis zu erhalten.

[0051] Gemäß einem achtunddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung kann der Schritt des Verfeinerns der Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes die Schritte enthalten: Suchen eines vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkts auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie; und Finden einer Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten, die um den vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt herum vorhanden sind, um Subpixelkoordinaten des vorläufig korrespondierenden Kantenpunktes und der Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten zu finden.

[0052] Gemäß einem neununddreißigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet und ein Rang wird als Evaluierungswert berechnet, durch ein Verhältnis zwischen der Anzahl korrespondierender Punkte und der Anzahl von Referenzpunkten im finalen Verfahrensverarbeiten kleinster Quadrate.

[0053] Gemäß einem vierzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird der Rang durch den folgenden Ausdruck gefunden:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n 1}{\sum_{i=1}^m 1} = \frac{n}{m} \quad [\text{Ausdruck 3}]$$

S Rang
n Anzahl korrespondierender Punkte
m Anzahl von Referenzpunkten

[0054] Gemäß einem einundvierzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet und es wird ein Rang als Evaluierungswert durch ein Verhältnis eines Totals an Gewichtungen, die alle aus einer Differenz zwischen dem Kantenwinkel des korrespondierenden Kantenpunktes im finalen Verarbeiten des Verfahrens kleinster Quadrate und dem Kantenwinkel des dazu korrespondierenden Referenzpunktes zur Gesamtzahl von Referenzpunkten berechnet.

[0055] Gemäß einem zweiundvierzigsten Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung wird der Rang durch den folgenden Ausdruck gefunden:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \omega(|\theta_i - \theta_i^p|)}{\sum_{i=1}^m 1} \quad [\text{Ausdruck 4}]$$

S Rang
N Anzahl korrespondierender Punkte
M Anzahl von Referenzpunkten
 ωx Funktion, die 1, wenn $x = 0$, und mit steigendem x monoton sinkt
 θ_i Kantenwinkel korrespondierenden Punktes
 θ_{ip} Winkel von zu korrespondierendem Punkt korrespondierendem Referenzpunkt

[0056] Eine dreiundvierzigste Bildverarbeitungsvorrichtung zur Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als an einer anfangs gegebenen Position beim Suchen aus einem zu durchsuchenden Bild und Positionierung eines Objekts, das einem vorregistriertem Bild ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells, das dem registrierten Bild entspricht, wobei die Vorrichtung dazu in der Lage ist, zu beinhalten: eine Bildeingabevorrichtung zum Erfassen eines registrierten Bildes und eines zu durchsuchenden Bildes; eine Umrissextraktionsvorrichtung zum Extrahieren eines Umrisses aus dem durch die Bildeingabevorrichtung erfassten registrierten Bild; eine Kettenerzeugungsvorrichtung zum Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus der durch die Umrissextraktionsvorrichtung extrahierten Umriss, und Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen; eine Segmentierungsvorrichtung zum Erzeugen eines Segmentes durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ket-

ten mittels einer Linie und/oder eines Kreisbogens; eine Mustermodell-Konstruktionsvorrichtung zum Einstellen einer Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem durch die Segmenterzeugungsvorrichtung erzeugten Segment und auch Konstruieren eines Mustermodells des registrierten Bildes, dem korrespondierende Punkt-Suchlinien mit einer festen Länge zugewiesen sind, welche durch die korrespondierenden Referenzpunkt hindurchgehen und im Wesentlichen orthogonal zu den Umrissen sind; und eine Feinpositionierungsvorrichtung zum Erfassen einer Anfangsposition, die dem im zu durchsuchenden Bild, das durch die Bildeingabevorrichtung erfasst worden ist, beinhalteten registrierten Bild entspricht, zum Anordnen des Mustermodells, um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu sein, um jeden individueller korrespondierender Kantenpunkte auf dem zu durchsuchenden Bild zu finden, das jedem das Mustermodell konstituierenden Segment entspricht, Ansehen einer Beziehung zwischen jedem Segment und dem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert und Arbeiten bei einer höheren Genauigkeit als einer anfangs gegebenen Position, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird. Dadurch ist es möglich, Daten an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie als das Mustermodell zur Feinpositionierung zu verwenden. Insbesondere, indem nicht nur die Kantenstärke des Bildes längs, sondern auch der Bildwinkel derselben verwendet wird, ist es möglich, eine Richtungskomponente hinzuzufügen, um damit eine hochgenaue Positionierung durchzuführen, die gegenüber einer Rauschkomponente resistent ist. Weiterhin ist es durch Ändern der Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie möglich, einen Vorteil dahingehend zu erlangen, dass man in der Lage ist, leicht einen korrespondierenden Kantenpunkt-Suchbereich zu verändern.

[0057] Eine vierundvierzigste Bildverarbeitungsvorrichtung kann weiter enthalten: eine Bildreduktionsvorrichtung zum Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes, das durch die Bildeingabevorrichtung erfasst ist, mit einem vorgegebenen Reduktionsverhältnis; eine Kantenwinkelbild-Erzeugungsvorrichtung zum Berechnen eines Kantenwinkelbildes, das Kantenwinkelinformationen in Bezug auf alle Pixel, die das Bild auf dem Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, das von der Bildreduktionsvorrichtung reduziert ist, bilden, enthält; eine Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung zum Transformieren jedes Pixels des Kantenwinkelbildes, das durch die Kantenwinkelbild-Erzeugungsvorrichtung erzeugt worden ist, zu einem Kantenwinkelbitbild, das durch ein einen Winkel mit einer vorgegebenen festen Weite angezeigtes Kantenwinkelbit ausgedrückt ist; eine Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung zum Durchführen, um ein gegenüber dem Kantenwinkelbitbild reduziertes Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, einer ODER-Operation an dem Kantenwinkelbit jedes in einem ODER-Operationsbereich beinhalteten Pixels, der gemäß einem Reduktionsverhältnis zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes festgelegt wird, um ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, das aus reduzierten Kantenwinkelbitdaten besteht, die jeden ODER-Operationsbereich repräsentieren; und eine Grobsuchvorrichtung zum Durchführen einer Mustersuche an einem durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung erzeugten erste Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für die ersten Grobsuche, das mit einem ersten Reduktionsverhältnis in Bezug auf ein erstes Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, erzeugt worden ist, das durch die Bildreduktionsvorrichtung mit dem ersten Reduktionsverhältnis reduziert worden ist, um mit erster Genauigkeit eine erste Position und Stellung zu finden, die zum Mustermodell für die erste Grobsuche korrespondiert, aus der Gesamtfläche des ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes, und auch zum Durchführen einer Mustersuche an einem zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung erzeugt worden ist, unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für die zweite Grobsuche, das mit einem zweiten Reduktionsverhältnis erzeugt worden ist, das nicht größer als das erste Reduktionsverhältnis und nicht kleiner als eine Unvergrößerung ist, in Bezug auf ein zweites zu durchsuchendes Reduktionsverhältnisbild, reduziert durch die Bildreduktionsvorrichtung in das zweite Reduktionsverhältnis, um mit zweiter Genauigkeit, die höher ist als die erste Genauigkeit, eine zweite Position und Stellung entsprechend dem Mustermodell für die zweite Grobsuche aus einem vorgegebenen Bereich des zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes zu finden, wo die erste Position und Stellung als Referenzen eingestellt sind, wobei die Feinpositionierungsvorrichtung ein Mustermodell so anordnet, dass es einem dritten Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, überlagert ist, das durch Reduzieren in angemessener Weise des zu durchsuchenden Bildes in ein drittes Reduktionsverhältnis erhalten wird, das nicht kleiner als Unvergrößerung und nicht größer als das zweite Reduktionsverhältnis ist, unter Verwendung der zweiten Position und Stellung des zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbildes, um eine korrespondierenden Kantenpunkt auf dem zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbild korrespondierend einem das Mustermodell bildenden Umriss zu finden, sieht eine Beziehung zwischen jedem Umriss und seinem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert an und führt Feinpositionierung mit einer dritten Genauigkeit durch, die höher als die zweite Genauigkeit ist, so dass eine akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird. Dadurch ist es möglich, die Kantenwinkelinformationen selbst in einem Fall erhalten, bei dem die Bilddaten weiter reduziert sind, um so eine hochgenaue Suche mit reduzierter Datengröße durchzuführen, ohne die Suchgenauigkeit zu verringern.

[0058] Eine fünfundvierzigste Bildverarbeitungsvorrichtung kann weiterhin beinhalten eine Segmentfilterfunktion zum Auswählen eines Segmentes, an dem ein Referenzpunkt beim Konstruieren des Mustermodells gesetzt ist. Dadurch ist es möglich, den Referenzpunkt nur in Bezug auf das ausgewählte Segment zu setzen, um somit die Genauigkeit der Mustersuche zu verbessern.

[0059] Ein sechsendvierzigstes Bildverarbeitungsprogramm zur Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als einer anfangs gegebenen Position beim Suchen aus einem zu durchsuchenden Bild und Positionieren eines Objektes, das einem vorregistrierten Objekt ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells korrespondierend zum registrierten Bild, wobei das Programm in der Lage ist, einen Computer zu veranlassen zu realisieren: eine Bildeingabefunktion zum Erfassen eines registrierten Bildes und eines zu durchsuchenden Bildes; eine Umrissextraktionsfunktion zum Extrahieren eines Umrisses aus dem registrierten Bild, das durch die Bildeingabefunktion erfasst worden ist; eine Kettenerzeugungsfunktion zum Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus dem durch die Umrissextraktionsfunktion extrahierten Umriss und Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen; eine Segmenterzeugungsfunktion zum Erzeugen eines Segmentes durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ketten mittels einer Linie und/oder eines Kreisbogens; eine Mustermodell-Konstruktionsfunktion zum Einstellen einer Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem durch die Segmenterzeugungsfunktion erzeugten Segment, und auch zum Konstruieren eines Mustermodells des registrierten Bilds, dem korrespondierende Punkt-Suchlinien mit einer festen Länge zugewiesen sind, welche durch die entsprechenden Referenzpunkte hindurchgehen und im Wesentlichen orthogonal zu den Umrissen sind; und eine Feinpositionierungsfunktion zum Erfassen einer Anfangsposition, die dem registrierten Bild entspricht, das im zu durchsuchenden Bild enthalten ist, welches von der Bildeingabefunktion erfasst worden ist, Anordnen des Mustermodells, um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu sein, um jeden individuellen korrespondierenden Kantenpunkt auf dem zu durchsuchenden Bild zu finden, der mit jedem das Mustermodell konstituierenden Segment korrespondiert, Ansehen einer Beziehung zwischen jedem Segment und dem korrespondierenden Kantenpunkt als ein Evaluierungswert und Durchführen, mit einer höheren Genauigkeit als an einer anfangs gegebenen Position, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird. Dadurch ist es möglich, Daten zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie als das Mustermodell zur Feinpositionierung zu verwenden. Insbesondere, indem nicht nur die Kantenstärke des Bildes längs, sondern auch der Kantenwinkel desselben verwendet wird, ist es möglich, eine Richtungskomponente hinzuzufügen, um so hochgenaue Positionierung durchzuführen, die gegenüber einer Rauschkomponente resistent ist. Weiter, durch Ändern der Länge der entsprechenden Punkt-Suchlinie, ist es möglich, einen Vorteil dahingehend zu erhalten, in der Lage zu sein einen korrespondierenden Kantenpunktsuchbereich leicht zu verändern.

[0060] Gemäß einem siebenundvierzigsten Bildverarbeitungsprogramm ist das Programm in der Lage, einen Computer zu veranlassen, weiter zu realisieren: eine Bildreduktionsfunktion zum Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes, das durch die Bildeingabefunktion erfasst worden ist, mit einem vorgegebenen Reduktionsverhältnis; eine Kantenwinkelbild-Erzeugungsfunktion zum Berechnen eines Kantenwinkelbildes, das Kantenwinkelinformationen in Bezug auf jedes Pixel beinhaltet, das das Bild im Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, bildet, reduziert durch die Bildreduktionsfunktion; eine Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsfunktion zum Transformieren jedes Pixels des Kantenwinkelbildes, das durch die Kantenwinkelbild-Erzeugungsfunktion erzeugt worden ist, in ein Kantenwinkelbitbild, das durch ein Kantenwinkelbit ausgedrückt wird, welches einen Winkel mit einer vordefinierten festen Weite anzeigt; eine Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion zum Durchführen, um ein aus dem Kantenwinkelbitbild reduziertes Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, einer ODER-Operation an einem Kantenwinkelbit jedes Pixels, das in einem ODER-Operationsbereich beinhaltet ist, festgelegt anhand einem Reduktionsverhältnis zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes, um ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, das aus reduzierten Kantenwinkelbitdaten gemacht ist, die jeden ODER-Operationsbereich repräsentieren; und eine Grobsuchfunktion zum Durchführen einer Mustersuche an einem ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für die erste Grobsuche erzeugt wird, das mit einem ersten Reduktionsverhältnis in Bezug auf ein zu durchsuchendes erstes Reduktionsverhältnisbild erzeugt wurde, das durch die Bildreduktionsfunktion mit dem ersten Reduktionsverhältnis reduziert worden ist, um mit erster Genauigkeit eine erste Position und Stellung entsprechend dem Mustermodell für die erste Grobsuche aus der Gesamtfläche des ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes zu finden, und auch eine Mustersuche an einem zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild durchzuführen, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion erzeugt worden ist, unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für eine zweite Grobsuche, die mit einem zweiten Reduktionsverhältnis erzeugt wurde, das nicht größer als das erste Reduktionsverhältnis und nicht kleiner als Unvergrößerung ist in Bezug auf ein zweites Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, reduziert durch die Bildreduktionsfunktion zu

einem zweiten Reduktionsverhältnis, um mit zweiter Genauigkeit, die höher als die erste Genauigkeit ist, eine zweite Position und Stellung zu finden, die dem Mustermodell für die zweite Grobsuche entspricht, aus einem vorgegebenen Bereich des zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes, wo die erste Position und Stellung als Referenzen gesetzt sind; wobei die Feinpositionierungsfunktion ein Mustermodell so anordnet, um auf einem zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbild überlagert zu werden, das durch Reduzieren -wie geeignet- des zu durchsuchenden Bildes in ein drittes Reduktionsverhältnis erhalten wird, das nicht kleiner als Unvergrößerung und nicht größer als das zweite Reduktionsverhältnis ist, unter Verwendung der zweiten Position und Stellung des zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbildes, um einen entsprechenden Kantenpunkt auf dem dritten Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, zu finden, entsprechend einem das Mustermodell bildenden Umriss, wobei eine Relation zwischen jedem Umriss und seinem entsprechenden Kantenpunkt als ein Evaluierungswert angesehen wird, und Durchführen von Feinpositionierung mit dritter Genauigkeit, die höher als die zweite Genauigkeit ist, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird. Dadurch ist es möglich, die Kantenwinkelinformation selbst in einem Fall zu behalten, bei dem die Bilddaten weiter reduziert werden, um somit hochgenaue Suche bei einer reduzierten Datengröße durchzuführen, ohne die Suchgenauigkeit zu verringern.

[0061] Weiterhin speichert ein achtundvierzigstes computerlesbares Aufzeichnungsmedium das obige Programm. Das Aufzeichnungsmedium beinhaltet Magnetplatten, optische Platten, magnetooptische Platten, Halbleiterspeicher und einige andere Medien, die zum Speichern eines Programms in der Lage sind, wie etwa eine CD-ROM, eine CD-R; eine CD-RW, eine flexible Platte, ein Magnetband, ein MO, eine DVD-ROM, eine DVD-RAM, eine DVD-R, eine DVD+R, eine DVD-RW, eine DVD+RW, Blue-ray, eine HD und eine DVD (AOD). Darüber hinaus beinhaltet das Programm ein in der Form durch Herunterladen über eine Netzwerkleitung wie etwa das Internet Vertriebenes, anders als eines, das auf dem obigen Aufzeichnungsmedium gespeichert geliefert wird. Weiterhin beinhaltet das Aufzeichnungsmedium Ausrüstung, die zur Aufzeichnung eines Programms in der Lage ist, beispielsweise Universal-ausrüstung oder spezielle Ausrüstung, die in einem Zustand montiert wird, bei dem das obige Programm in der Form von Software oder Firmware ausführbar ist. Weiterhin kann jede in dem Programm beinhaltete Verarbeitung und Funktion durch Programm-Software ausgeführt werden, die auf einem Computer lauffähig ist, oder die Verarbeitung in jedem Abschnitt kann durch Hardware realisiert werden, wie etwa einem vorbestimmten Gate-Array (Gatter-Array, FPGA, ASIC) oder in einer gemischten Form von Programm-Software und einem partiellen Hardwaremodul, das Teil von Elementen von Hardware realisiert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel einer Bildverarbeitungsvorrichtung zeigt;

Fig. 2A bis 2H sind schematische Ansichten, die alle ein Schema einer Operation beim Registrieren eines Mustermodells und während der Bewegung zur Durchführung einer Suche unter Verwendung dieses Mustermodells zeigen.

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das ein Schema des Betriebs bei Registrierung des Mustermodells zeigt;

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, welches ein Schema des Betriebs während der Bewegung zeigt, um tatsächlich eine Suche durchzuführen;

Fig. 5 ist eine Bildansicht, die einen Benutzerschnittstellenbildschirm zum Einstellen eines Reduktionsverhältnisses in einem manuellen Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus zeigt;

Fig. 6A bis 6C sind schematische Ansichten, die alle ein Schema eines Kantenwinkelbits zeigen;

Fig. 7 ist eine schematische Ansicht, die den Zustand des Erzeugens und Komprimierens eines Kantenwinkelbitbildes zeigt;

Fig. 8A bis 8C sind schematische Ansichten, die alle ein Beispiel eines Mustermodells zeigen, wobei **Fig. 8A** ein Mustermodell für lokale Suche zeigt, **Fig. 8B** ein Mustermodell für Großflächensuche zeigt und **Fig. 8C** ein Mustermodell zur Feinpositionierung zeigt;

Fig. 9 ist ein Flussdiagramm, das ein Schema einer Prozedur für eine Suche während der Bewegung zeigt;

Fig. 10 ist eine schematische Ansicht, die ein Konzept der Suche während der Bewegung zeigt;

Fig. 11A bis 11D sind schematische Ansichten, die alle einen Zustand zeigen, in dem das Kantenwinkelbit sich als Ergebnis einer Rotation des Mustermodells ändert;

- Fig. 12** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Erzeugen eines Mustermodells bei Registrierung zeigt;
- Fig. 13A bis 13C** sind Bildansichten, die alle einen Benutzerschnittstellenbildschirm zum automatischen Einstellen von Suchgenauigkeit und Suchzeit gemäß deren Prioritäten zeigen;
- Fig. 14** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Registrieren des Mustermodells zum Feinpositionieren zeigt;
- Fig. 15** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Durchführen von Vorverarbeitung an einem zu durchsuchenden Bild während der Bewegung zeigt;
- Fig. 16** ist eine Bildansicht, die ein Mustermodell mit entsprechenden darin gesetzten Punkt-Suchlinien zeigt;
- Fig. 17** ist eine schematische Ansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem das Mustermodell von **Fig. 16** ausgedünnt worden ist;
- Fig. 18** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Durchführen einer Mustersuche während der Bewegung zeigt;
- Fig. 19A** ist eine Bildansicht, die ein Beispiel des zu durchsuchenden Bildes zeigt und **Fig. 19B** ist eine Bildansicht, die ein reduziertes, zu durchsuchendes Bild zeigt, das in dieselbe Vergrößerung wie die des registrierten Bildes von **Fig. 6A** reduziert worden ist;
- Fig. 20** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur für eine Mustersuche während der Bewegung zeigt;
- Fig. 21A und 21B** sind schematische Ansichten, die alle entsprechende Kantenpunkt-Suchverarbeitung zum Finden eines entsprechenden Kantenpunktes zeigen;
- Fig. 22** ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben eines Wellen-Phänomens einer Kantenposition;
- Fig. 23** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel eines gewissen registrierten Bildes zeigt, bei dem eine korrespondierende Punkt-Suchlinie schwierig auszuwählen sein kann;
- Fig. 24** ist eine schematische Ansicht, die einen Zustand zeigt, wo korrespondierende Punkt-Suchlinien automatisch auf dem Muster von **Fig. 23** gesetzt werden;
- Fig. 25** ist eine schematische Ansicht, die ein Ergebnis des Filterns der korrespondierenden Punkt-Suchlinien zeigt;
- Fig. 26** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zur Filterverarbeitung von korrespondierenden Punkt-Suchlinien zeigt;
- Fig. 27** ist eine Bildansicht, die den Zustand des Einstellens korrespondierender Punkt-Suchlinien mit derselben Länge aus Referenzpunkten zeigt;
- Fig. 28** ist eine Bildansicht, die den Zustand des Einstellens korrespondierender Punkt-Suchlinien mit unterschiedlichen Längen aus den Referenzpunkten zeigt;
- Fig. 29** ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben einer Prozedur zum Auffinden einer Koordinate eines korrespondierenden Kantenpunktes;
- Fig. 30** ist eine schematische Ansicht, die ein aus vier Pixeln „a“ bis „d“ bestehendes Kantenwinkelbild zeigt;
- Fig. 31** ist eine schematische Ansicht, die Kantenwinkelabschnitte zeigt, welche Kantenwinkelbits definieren;
- Fig. 32** ist eine schematische Ansicht, die ein durch Transformieren des Kantenwinkelbildes von **Fig. 30** erhaltenes Kantenwinkelbitbild zeigt;
- Fig. 33** ist eine schematische Ansicht, die ein durch Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes von **Fig. 32** erhaltenes Kantenwinkelbitreduktionsbild zeigt;
- Fig. 34** ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben des Zustands des Reduzierens des ursprünglichen Kantenwinkelbitbildes in Einheiten von 2x2 Pixeln;
- Fig. 35** ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben des Zustands der Vergrößerung des Bildes nach Reduktionsverarbeitung von **Fig. 34**;

Fig. 36 ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben des Zustandes des Reduzierens des ursprünglichen Kantenwinkelbitbildes auf ein Halb;

Fig. 37 ist eine schematische Ansicht zum Beschreiben des Zustandes des Reduzierens des ursprünglichen Kantenwinkelbitbildes auf ein Drittel;

Fig. 38 ist eine Konzeptansicht, die ein Mustermodell vor Parallelverarbeitung zeigt;

Fig. 39 ist eine Konzeptansicht, die das Mustermodell nach Parallelverarbeitung zeigt;

Fig. 40A und **40B** sind Konzeptansichten, die beide Daten zum Registrieren des Mustermodells zeigen;

Fig. 41 ist eine Bildansicht, die ein Beispiel eines Mustermodells als einen partiell gekerbten Kreis, ausgedrückt durch ein kreisförmiges Bogensegment und ein Liniensegment, zeigt;

Fig. 42 ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, wo eine Grobsuche unter Verwendung des Mustermodells von **Fig. 41** auf ein Eingabebild durchgeführt worden ist, um ein gewisses Niveau an Positionierung durchzuführen;

Fig. 43 ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, bei der eine Feinpositionierung aus dem Zustand von **Fig. 42** durch Anwenden eines Verfahrens kleinster Quadrate mit einer Distanz zwischen einem Punkt und dem kreisförmigen Bogen, die als eine Fehlerfunktion angesehen wird, durchgeführt worden ist;

Fig. 44 ist eine Bildansicht, die ein Beispiel der Durchführung der Erzeugungsverarbeitung einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie auf dem Mustermodell von **Fig. 41** zeigt;

Fig. 45 ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, wo die Grobsuche auf einem zu durchsuchenden Bild unter Verwendung des Mustermodells von **Fig. 44** durchgeführt worden ist, um das Mustermodell an einer Position und Stellung zu überlagern, die durch die Suche festgelegt werden;

Fig. 46 ist eine schematische Ansicht, die einen Kantenvektor (E_x , E_y) mit einer Kantenstärke EM und einem Kantenwinkel θ_E zeigt;

Fig. 47 ist eine Konzeptansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem die Grobsuche an dem kreisförmigen Werk durchgeführt worden ist, um ein gewisses Niveau an Positionierung abzuschließen;

Fig. 48 ist eine Konzeptansicht, die einen Zustand zeigt, wo die Feinpositionierung aus **Fig. 47** in einem Versuch zur Überlagerung des Mustermodells auf dem zu durchsuchenden Bild durchgeführt worden ist;

Fig. 49A bis **49D** sind schematische Ansichten, die alle zum Beschreiben der Gewichtungsverarbeitung im Falle einer Mehrzahl von korrespondierenden, vorhandenen Kantenpunktkandidaten dienen;

Fig. 50 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Auswählen eines in einer Positionierungsrichtung angenommenen Segments zeigt;

Fig. 51A und **51B** sind schematische Ansichten, die beide zum Beschreiben des Zustands des Aktualisierens einer Einstellung eines Winkelbereichs in **Fig. 50** dienen;

Fig. 52A und **52B** sind schematische Ansichten, die beide ein Beispiel von Reduktionsverarbeitung unter Verwendung einer gesättigten Addition zeigen, wobei **Fig. 52A** eine schematische Ansicht ist, die ein Kantenwinkelbild zeigt, bei dem jedes Pixel einen Kantenwinkel aufweist; und **Fig. 52B** ist eine schematische Ansicht, die Kantenwinkelabschnitte zeigt, welche Kantenwinkelbitdaten der entsprechenden Pixel mit acht Bits ausdrücken;

Fig. 53 ist eine Bildansicht, die ein Beispiel eines Binärbildes zeigt;

Fig. 54 ist eine Graphik, die einen Pixelwert von **Fig. 53** zeigt;

Fig. 55 ist eine Graphik, die eine Änderung in der Stärke einer Kante eines Bildes mit hoher Schärfe zeigt;

Fig. 56 ist eine Graphik, die einen Pixelwert eines unklaren Bildes zeigt;

Fig. 57 ist eine Graphik, die eine Änderung in der Stärke einer Kante eines Bildes mit niedriger Schärfe zeigt;

Fig. 58 ist eine schematische Ansicht, die ein Verfahren zum Berechnen einer Subpixelkoordinate gemäß der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. H07-128017 zeigt;

- Fig. 59** ist eine Graphik, die eine Beziehung zwischen dem Kantenstärkefehler und der Subpixelposition zeigt;
- Fig. 60** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Festlegen eines Bilddaten-Reduktionsverhältnisses, basierend auf Schärfe von Kantenpunkten, zeigt;
- Fig. 61** ist eine Graphik, die eine Kantenmodellfunktion zeigt;
- Fig. 62** ist ein Flussdiagramm, das einen Betrieb beim Registrieren zur Verwendung des Bilddaten-Reduktionsverhältnisses zeigt;
- Fig. 63** ist ein Flussdiagramm, das einen Betrieb während einer Bewegung unter Verwendung des Bilddaten-Reduktionsverhältnisses zeigt;
- Fig. 64** ist eine schematische Ansicht, welche Kantenstärken von drei angrenzenden Punkten B, C und F zeigt;
- Fig. 65** ist eine schematische Ansicht, die eine Prozedur zum Auffinden einer Koordinate eines entsprechenden Kantenpunktes unter Verwendung der Nachbarschafts-Kantenpunkte zeigt;
- Fig. 66** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Auffinden einer Koordinate der entsprechenden Kantenpunkte von **Fig. 65** zeigt;
- Fig. 67** ist eine Bildansicht, die den Zustand des Einstellens eines Mustermodells in einem registrierten Bild zeigt, bei dem Zeichen in Rahmen angezeigt werden;
- Fig. 68** ist eine Bildansicht, die einen Benutzerschnittstellenbildschirm zum Einstellen einer Mustercharakteristik-Auswahlfunktion zum Durchführen einer Sortierung in der Reihenfolge der Länge in einem Bildverarbeitungsprogramm zeigt;
- Fig. 69** ist eine Bildansicht, die ein als ein Mustermodell in einem registrierten Bild ausgewähltes Segment zeigt, bei dem verschiedene Buchstaben und Nummern in Gitterrahmen angezeigt werden;
- Fig. 70** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem die Umriss-Registrierungsreihenfolge zu „absteigender Reihenfolge der Länge“ im Benutzerschnittstellen-Bildschirm von **Fig. 68** gesetzt worden ist;
- Fig. 71** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem die Umriss-Registrierungsreihenfolge auf „aufsteigende Anordnung der Länge“ im Anwenderschnittstellen-Bildschirm von **Fig. 70** gesetzt worden ist;
- Fig. 72** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, wo ein Segment im registrierten Bild von **Fig. 69** zu der Einstellbedingung von **Fig. 71** ausgewählt worden ist;
- Fig. 73** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Durchführen der Sortierung in der Reihenfolge der Segmentlänge zeigt;
- Fig. 74** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur von zum Sortieren in der Reihenfolge der Kettenlänge zeigt;
- Fig. 75** ist eine Bildansicht, die einen Benutzerschnittstellen-Bildschirm zum Einstellen einer Mustercharakteristik-Auswahlfunktion zeigt, um einen langen Umriss im Bildverarbeitungsprogramm zu filtern;
- Fig. 76** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, wo die obere Grenze der Umrisslänge in dem Anwenderschnittstellen-Bildschirm von **Fig. 75** hoch eingestellt worden ist;
- Fig. 77** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem ein Segment im registrierten Bild von **Fig. 69** zu der Einstellbedingung von **Fig. 76** ausgewählt worden ist;
- Fig. 78** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, bei dem die obere Grenze der Umrisslänge in dem Anwenderschnittstellen-Bildschirm von **Fig. 75** niedrig eingestellt worden ist;
- Fig. 79** ist eine Bildansicht, die einen Zustand zeigt, wo ein Segment im registrierten Bild von **Fig. 69** zu der Einstellbedingung von **Fig. 78** ausgewählt worden ist;
- Fig. 80** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Filtern eines langen Segmentes zeigt;
- Fig. 81** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Filtern einer langen Kette zeigt;
- Fig. 82** ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Auswählen eines Segments nach Sortierung mit der Segmentlänge zeigt;

Fig. 83 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur zum Auswählen eines Segments nach Filtern zeigt;

Fig. 84 ist ein Flussdiagramm, das eine Auswahlprozedur für ein Segment unter Erwägung einer Richtung einer Normalen dazu zeigt;

Fig. 85 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel der Durchführung von Feinpositionierung auf einer Graphik mit hoher Symmetrie zeigt;

Fig. 86A und **86B** sind schematische Ansichten, die alle den Zustand der Annäherung einer Fehlerfunktion durch ein reverses Hess'sches Verfahren zeigt;

Fig. 87 ist eine schematische Ansicht, die ein Konzept einer Pyramidensuche zeigt;

Fig. 88 ist eine Konzeptansicht, die eine Beziehung zwischen einem Muster, das man zu detektieren wünscht, und einer Suchlinie bei Registrierung zeigt;

Fig. 89 ist eine Konzeptansicht, die einen Zustand unmittelbar vor der Feinpositionierung nach einer Grobsuche während einer Bewegung zeigt;

Fig. 90 ist eine vergrößerte Ansicht, die den unteren Winkelbereich von **Fig. 89** zeigt; und

Fig. 91 ist eine Ansicht, die eine Beziehung zwischen einem Mustermodell, das aus zwei Segmenten konfiguriert ist, und Eingangsbildpunkten eines zu durchsuchenden Bildes zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0062] Nachfolgend wird, basierend auf Zeichnungen, eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Jedoch exemplifizieren die unten gezeigten Ausführungsformen ein Mustermodell-Positionierungsverfahren bei der Bildverarbeitung, eine Bildverarbeitungsvorrichtung, ein Bildverarbeitungsprogramm und ein computerlesbares Aufzeichnungsmedium, um ein technisches Konzept der vorliegenden Erfindung konkret zu machen, und die vorliegende Erfindung spezifiziert nicht ihr Mustermodell-Positionierungsverfahren bei der Bildverarbeitung, ihre Bildverarbeitungsvorrichtung, ihr Bildverarbeitungsprogramm, und ihr computerlesbares Aufzeichnungsmedium im Nachfolgenden. Weiterhin spezifiziert die vorliegende Spezifikation keinesfalls ein in den Ansprüchen gezeigtes Element zu einem Element in der Ausführungsform. Speziell sollen Größe, Material, Form, relative Anordnung und dergleichen einer Bestandteilekomponente, die in der Ausführungsform beschrieben ist, nicht den Bereich der vorliegenden Erfindung auf jene beschränken, sondern sie sind erläuternde Beispiele, wenn nicht eine spezifische Beschreibung besonders gegeben wird. Es sei angemerkt, dass es Fälle gibt, bei denen eine Größe, eine Positionsbeziehung oder dergleichen eines durch jede Zeichnung gezeigten Elementes aus Gründen der Klarheit der Beschreibung betont werden kann. Darüber hinaus zeigen in der nachfolgenden Beschreibung derselbe Name oder dasselbe Symbol dasselbe Element eines homogenen Elementes an und eine detaillierte Beschreibung wird nicht wiederholt nach Bedarf gegeben. Weiterhin, bezüglich des die vorliegende Erfindung bildenden Elementes, können eine Mehrzahl von Elementen aus demselben Objekt gemacht sein und erreichen so den Aspekt des Teilens eines Objekts, oder andererseits kann eine Funktion eines Objekts realisiert sein, indem es durch eine Mehrzahl von Objekten geteilt wird.

[0063] Die Verbindungen einer Bildverarbeitungsvorrichtung zur Verwendung in einem Beispiel der vorliegenden Erfindung mit einem Computer, einem Drucker, einer externen Speichervorrichtung und anderer Peripherie-Ausrüstung, die mit der Bildverarbeitungsvorrichtung verbunden sind und zum Betrieb, Steuerung, Anzeige und andere Verarbeitung verwendet werden elektrisch, magnetisch oder optisch zur Kommunikation durch serielle Verbindung wie etwa IEEE1394, RS-232x, RS-422 oder USB, paralleler Verbindung oder Verbindung über ein Netzwerk wie etwa 10BASE-T, 100BASE-TX oder 1000BASE-T hergestellt. Die Verbindung ist nicht auf physische Verbindung unter Verwendung eines Kabels beschränkt, sondern kann eine Drahtlosverbindung über die Verwendung elektromagnetischer Wellen sein, wie etwa ein Funk-LAN wie IEEE802.1x oder Bluetooth (registriertes Warenzeichen), Infrarotstrahlen, optische Kommunikation oder dergleichen, oder eine andere Verbindung. Weiterhin kann als Aufzeichnungsmedium für Datenaustausch, Einstellspeicherung und dergleichen eine Speicherkarte, eine Magnetplatte, eine optische Platte, eine magnetooptische Platte, ein Halbleiterspeicher oder dergleichen verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in der vorliegenden Spezifikation die Bildverarbeitungsvorrichtung nicht nur in der Bedeutung eines Vorrichtungskörpers zum Durchführen von Kantenextraktion, Musterpassung und dergleichen verwendet wird, sondern auch in der Bedeutung, die ein Umriss-Extraktionssystem beinhaltet, das in Kombination dieses Vorrichtungskörpers mit Peripherieausrüstung wie etwa einem Computer und einer externen Speichervorrichtung gebildet wird.

[0064] Weiterhin sind in der vorliegenden Spezifikation das Mustermodell-Positionierungsverfahren bei der Bildverarbeitung, die Bildverarbeitungsvorrichtung, das Bildverarbeitungsprogramm und das computerlesbare Aufzeichnungsmedium nicht auf ein System selbst, das Kantenextraktion, Messungsbereichseinstellung und Kantenpunktkopplung durchführt, und eine Vorrichtung und ein Verfahren, die in einer Hardwareweise die Verarbeitung von Eingabe/Ausgabe, Anzeige, Berechnung, Kommunikation und andere Verarbeitung, die sich auf Aufnahme und Erfassung einer Vielzahl von Bildern beziehen, operieren und durchführen, beschränkt. Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Realisierung der Verarbeitung in einer Softwareweise sind auch im Umfang der vorliegenden Erfindung beinhaltet.

[0065] Beispielsweise entsprechen eine Vorrichtung und ein System, wo Software, ein Programm, ein Plugin, ein Objekt, eine Bibliothek, ein Applet, ein Compiler, ein Modul, ein Makro an einem spezifischen Punkt arbeiten, oder dergleichen in eine Universalschaltung oder einen Computer integriert ist, um Leistungsfähigkeit von Kantenextraktion und Kantenpunktkopplung selbst zu gestatten oder Verarbeitung die sich darauf bezieht, ebenfalls dem Mustermodell-Positionierungsverfahren bei der Bildverarbeitung, der Bildverarbeitungsvorrichtung, dem Bildverarbeitungsprogramm und dem computerlesbaren Aufzeichnungsmedium gemäß der vorliegenden Erfindung. Weiter beinhaltet in der vorliegenden Spezifikation der Computer außer einem Universal- oder speziellem elektronischen Rechner eine Workstation, ein Terminal, eine elektronische Vorrichtung vom Mobiltyp, PDC, CDMA, W-CDMA, FOMA (Marke), GSM, IMT2000, ein Mobilphon-Telefon, wie etwa ein Mobiltelefon der vierten Generation, einen PHS, eine PDA, einen Pager, ein intelligentes Telefon (smart phone) und andere elektronische Vorrichtungen. Darüber hinaus ist in der vorliegenden Spezifikation das Programm nicht auf ein einzeln verwendetes beschränkt, sondern kann auch im Modus des Funktionierens als Teil eines spezifischen Computerprogramms, von Software, Diensten oder dergleichen, im Modus des Funktionierens als nach Bedarf aufgerufen, im Modus des Bereitgestelltseins als ein Dienst in einer Umgebung eines Betriebssystems (OS) oder dergleichen, im Modus des Betriebenwerdens als in der Umgebung präsent seiend, im Modus des Arbeitens in einem Hintergrund, oder in einer Position als ein anderes Unterstützungsprogramm verwendet werden.

(Kurzer Fluss der Bildverarbeitung)

[0066] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm einer Bildverarbeitungsvorrichtung 100. Wie in den Fig. 2A bis 2H gezeigt, registriert diese Bildverarbeitungsvorrichtung 100 zuvor ein Bild, das durchsucht werden soll und erzeugt ein Mustermodell aus diesem registrierten Modell, und beim tatsächlichen Betrieb findet die Vorrichtung eine Position entsprechend dem Mustermodell aus einem zu durchsuchenden Bild, das eingegeben wird. Ein Betriebsschema beim Erzeugen des Mustermodells wird in einem Flussdiagramm von Fig. 3 gezeigt. In der vorliegenden Ausführungsform, wie in Fig. 2A gezeigt, stellt ein Anwender einen Bereich ein, wo ein Mustermodell in Bezug auf ein registriertes Bild RI, das durchsucht werden soll, erzeugt wird, nämlich ein Suchfenster PW wird durch einen Anwender eingestellt (Schritt S301 in Fig. 3). Ein einen Bereich, wo dieses Musterfenster PW eingestellt wird, beinhaltendes Bild wird wie geeignet reduziert, wie in Fig. 2B gezeigt (Schritt S302 in derselben Zeichnung). Weiter, wie in Fig. 2C gezeigt, wird aus dem reduzierten Musterfenster RPM ein Mustermodell PM als ein Suchmuster entsprechend dem registrierten Bild RI erzeugt (Schritt S303 in derselben Zeichnung). Wie so beschrieben, erzeugt vor dem tatsächlichen Suchvorgang die Bildverarbeitungsvorrichtung zunächst das Mustermodell PM entsprechend dem registrierten Bild RI, das gesucht werden soll, aus dem zu durchsuchenden Bild.

[0067] Weiter, wie in Fig. 2D gezeigt, wird das Mustermodell PM in ein Reduktionsverhältnis für ein erstes Kantenwinkelbitbild und ein Reduktionsverhältnis für ein zweites Kantenwinkelbitbild (später beschrieben) reduziert und während der Bewegung verwendet (Schritt S304 in derselben Zeichnung). Eine solche Erzeugung des reduzierten Mustermodells RPM kann zuvor bei Registrierung durchgeführt werden oder kann auch bei jeder Operation durchgeführt werden.

[0068] Zwischenzeitlich wird ein Betriebsschema in einem Flussdiagramm von Fig. 4 gezeigt. Während der Bewegung, nachdem ein zu durchsuchendes Bild OI in Schritt S401 eingegeben worden ist (Fig. 2E), wird dieses zu durchsuchende Bild OI in ein reduziertes Bild ROI, das zu durchsuchen ist, angemessenen in Schritt S402 reduziert (Fig. 2F). Als Nächstes wird in Schritt S403 ein Kantenwinkelbitbild EB aus dem zu durchsuchenden reduzierten Bild ROI erzeugt (Fig. 2G: später ausgeführt). Weiterhin wird in Schritt S404 ein aus dem Kantenwinkelbitbild EB reduziertes Kantenwinkelbit-Reduktionsbild REB erzeugt (Fig. 2H). In Schritt S405 wird eine Mustersuche an dem Kantenwinkelbit-Reduktionsbild REB, das wie beschrieben erhalten wird, unter Verwendung des bei Registrierung erhaltenen Mustermodells ausgeführt.

(Bildverarbeitungsvorrichtung 100)

[0069] Als Nächstes wird eine Konfiguration der Bildverarbeitungsvorrichtung 100 beschrieben. Die Bildverarbeitungsvorrichtung 100, die im Blockdiagramm von **Fig. 1** gezeigt ist, beinhaltet eine Bildeingabevorrichtung 1 zum Eingeben eines Bildes, eine Anzeigevorrichtung 3 zum Anzeigen eines Bildes und verschiedenen Daten, eine Betriebsvorrichtung 2, damit der Anwender verschiedene Operationen durchführen kann, und eine Ausgabevorrichtung 5, die eine Ausgabeschnittstelle zum Ausgeben eines Ergebnisses der Bildverarbeitung in einem Bildverarbeitungsvorrichtungskörper 100A nach außen bildet. Die Bildeingabevorrichtung 1 besteht aus einer Bildaufnahmevorrichtung, wie etwa einer CCD. Ein aus der Bildeingabevorrichtung 1 eingegebenes Eingangsbild wird in dem Bildverarbeitungsvorrichtungskörper 100A durch eine A/D-Wandlungsvorrichtung erfasst. Weiterhin zeigt die Anzeigevorrichtung 3 ein Ursprungsbild des Eingangsbildes oder ein durch Durchführen von Bildverarbeitung am Originalbild durch beispielsweise Kantenbildverarbeitung erhaltenes Kantenbild an.

(Bildverarbeitungsvorrichtungskörper 100A)

[0070] Der Bildverarbeitungsvorrichtungskörper 100A beinhaltet eine Speichervorrichtung 4 zum Speichern einer Vielzahl von Daten und eine Berechnungsvorrichtung 6 zum Durchführen einer Vielzahl von, Bildverarbeitung betreffenden, Berechnungen. Außer einem aus der Bildeingabevorrichtung 1 durch die A/D-Wandler-vorrichtung eingegebenen registrierten Bild beinhaltet die Speichervorrichtung 4 ein mit diesem registrierten Bild, das als ein Vorlagebild angesehen wird, erzeugtes Mustermodell, ein zu durchsuchendes Bild, einen Arbeitsbereich zur Verwendung beim Halten und Speichern von vorübergehenden Daten, die beim Erzeugen des Mustermodells aus dem registrierten Bild beim Suchen erzeugt werden, und dergleichen.

(Computervorrichtung 6)

[0071] Die Computervorrichtung 6 beinhaltet eine Umrissextraktionsvorrichtung 62 zum Durchführen von Kantendetektion an einem Bild, um einen Umriss zu extrahieren, eine Kettenerzeugungsvorrichtung 63 zum Erzeugen einer Kette aus der Umrissinformation, eine Segmenterzeugungsvorrichtung 68 zum Erzeugen eines Segmentes aus den Ketten und verschiedene andere Vorrichtungen. Beispiele solcher Vorrichtungen beinhalten eine Bildwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69, eine Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78, eine Bildreduktionsvorrichtung 77 zum Reduzieren eines Bildes in eine vorgegebene Vergrößerung, eine Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 zum Konstituieren eines Mustermodells, eine Grobsuchvorrichtung 71, welche Grobsuche durchführt, und eine Feinpositionierungsvorrichtung 76 zum Durchführen einer hochgenauen Positionierung innerhalb eines zu durchsuchenden Bildes mittels eines Mustermodells eines registrierten Bildes, basierend auf Kanteninformation (später erläutert). Diese Computervorrichtung 6 registriert ein Mustermodell und führt eine Suche in einem zu durchsuchenden Bild unter Verwendung des registrierten Mustermodells wie oben beschrieben durch. Um solche Vorgänge durchzuführen, werden die Kettenerzeugungsvorrichtung 63, die Segmenterzeugungsvorrichtung 68 und die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 bei Registrierung des Mustermodells verwendet. Weiterhin werden die Grobsuchvorrichtung 71 und die Feinpositionierungsvorrichtung 76 bei der tatsächlichen Operation verwendet. Darüber hinaus werden die Bildreduktionsvorrichtung 77, die Umrissextraktionsvorrichtung 62, die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und dergleichen sowohl für die Operation beim Registrieren als auch die Operation während der Bewegung verwendet, und die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 und die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 werden während der Bewegung verwendet. Es sei angemerkt, dass in der vorliegenden Ausführungsform, obwohl die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 nur bei Registrierung verwendet wird, sie auch das Verketten auf dem zu durchsuchenden Bild während der Bewegung durchführen kann.

(Umrissextraktionsvorrichtung 62)

[0072] Die Umrissextraktionsvorrichtung 62 beinhaltet eine Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 zum Erzeugen eines Kantenwinkelbildes und eines Kantenstärkebildes als Kantenbilder, und eine Ausdünnungsvorrichtung 61. Speziell in Bezug auf ein durch die Bildeingabevorrichtung 1 eingegebenes Vielwertbild (ein Originalbild einer Originalgröße oder ein reduziertes Bild, das durch eine später erwähnte Bildreduktionsvorrichtung 77 reduziert ist) erzeugt die Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 Kantenstärkebilder jeweils in X- und Y-Richtung (eine Kantenstärkebildkomponente in der X-Richtung und eine Kantenstärkebildkomponente in der Y-Richtung) unter Verwendung eines zur Extraktion eines Kantenpunktes bekannten Filters, beispielsweise durch Verwendung eines Sobel-Filters für sowohl X- als auch Y-

Richtung, und erzeugt die Vorrichtung auch ein zweidimensionales Kantenwinkelbild aus diesen Kantenwinkelbildern in den X- und Y-Richtungen.

[0073] Weiterhin dünnt in Bezug auf dieses durch die Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 erzeugtes Kantenbild die Ausdünnungsvorrichtung 61 den Kantenpunkt aus, beispielsweise durch eine Kantenstärken-Nicht-Maximalpunkt-Unterdrückungsverarbeitung.

[0074] Es sei angemerkt, dass die Kantenstärke in der vorliegenden Spezifikation ein numerischer Wert ist, der einen Grad ausdrückt, ob ein Pixel Teil einer Kante (Dunkelheit zu Helligkeit) ist oder nicht. Die Kantenstärke wird typischerweise aus Pixelwerten eines Zielpixels und von neun darum herum lokalisierten Pixeln berechnet. Weiterhin zeigt der Kantenwinkel eine Richtung einer Kante in einem Pixel und wird typischerweise aus Kantenstärken in den X- und Y-Richtungen berechnet, die durch Verwendung des vorstehenden Sobel-Filters oder dergleichen jeweils in den X- und Y-Richtungen berechnet werden.

(Kettenerzeugungsvorrichtung 63)

[0075] Währenddessen werden die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und die Segmenterzeugungsvorrichtung 68 beim Erzeugen eines Musters verwendet, bei dem ein Teil des registrierten Bildes als ein Vorlagenbild angesehen wird. Die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 im vorliegenden Beispiel beinhaltet eine Kantenverkettungsvorrichtung und eine Kettenfilterungsvorrichtung 64. Spezifisch erzeugt die Kantenverkettungsvorrichtung 64 eine Kette durch Koppeln einer Mehrzahl von angrenzenden Kantenpunkten aus der Mehrzahl von Kantenpunkten, die in einem von der Umrissextraktionsvorrichtung 62 erzeugten Kantenbild enthalten sind. Weiterhin führt die Kettenfiltervorrichtung 66 ein Filtern an einer Mehrzahl von Kettengruppen durch, die von der Kantenverkettungsvorrichtung 64 mittels einer Vielzahl von Charakteristikbeträgen von Ketten erzeugt wurden.

(Segmenterzeugungsvorrichtung 68)

[0076] Weiterhin enthält die Segmenterzeugungsvorrichtung 68 eine Kantenketten-Segmentiervorrichtung 65 und eine Segmentauswahlvorrichtung 67. Die Kantenketten-Segmentiervorrichtung 65 approximiert jede Kette, die durch die Kantenverkettungsvorrichtung 64 erzeugt worden ist und durch die Kettenfiltervorrichtung 66 gefiltert worden ist, um ein Segment zu erzeugen. Das Segment ist in diesem Fall eine Linie und/oder ein Kreisbogen, der durch ein Verfahren kleinster Quadrate angepasst wird. Weiterhin führt die Segmentauswahlvorrichtung 67 die Filterung am Segment durch.

[0077] Darüber hinaus kann die Segmentauswahlvorrichtung 67 auch eine Mustercharakteristik-Auswahlfunktion beinhalten. Es kann nämlich das Ändern eines Auswahlkriteriums für ein, ein Mustermodell bildendes Segment gemäß den Charakteristika eines aus einem zu durchsuchenden Objekt erhaltenen Musters eine stabilere Positionierung realisieren. Dies wird später ausgeführt.

(Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70)

[0078] Die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 ist eine Vorrichtung zum Erzeugen eines in der vorstehenden Speichervorrichtung zu speichernden Mustermodells. Spezifisch wird jedes durch die Durchführung von Verarbeitung an einem registrierten Bild durch die vorstehende Umriss-Extraktionsvorrichtung 62, Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und Segmenterzeugungsvorrichtung 68, die Prozessierungen am registrierten Bild durchführen, erzeugte Segment durch die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 bearbeitet. Das Mustermodell wird später ausgeführt.

(Bildreduktionsvorrichtung 77)

[0079] Derweil ist die Bildreduktionsvorrichtung 77 eine Vorrichtung zum Reduzieren eines registrierten Bildes und eines zu durchsuchenden Bildes. Sein Reduktionsverhältnis wird automatisch durch einen automatischen Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus eingestellt. Spezifisch, wie oben beschrieben, wird in der vorliegenden Ausführungsform ein Bereich, von dem ein Anwender wünscht, dass er ein Mustermodell ist, auf das registrierte Bild eingestellt. Das Reduktionsverhältnis wird in diesem Fall automatisch anhand des durch den Anwender eingestellten Bereichs eingestellt. Das Reduktionsverhältnis wird nämlich automatisch anhand einer Größe des Musterfensters PW zum Spezifizieren eines Mustermodells festgelegt. Beispielsweise wird in dem Fall, bei dem das Musterfenster PW eine rechteckige Form hat, das Reduktionsverhältnis anhand einer Länge seiner kürzeren Seite bestimmt.

[0080] Es sei angemerkt, dass in der vorliegenden Spezifikation „ein Reduktionsverhältnis steigern“, „ein Reduktionsverhältnis ist groß“ oder „ein Reduktionsverhältnis ist hoch“ bedeutet, dass ein Reduktionsgrad erhöht wird oder ein Kompressionsverhältnis erhöht wird und zeigt beispielsweise Reduktion eines reduzierten Bildes mit einem Reduktionsverhältnis von einem Achtel zu einem reduzierten Bild mit einem Reduktionsverhältnis von einem Sechzehntel an. Im Gegensatz dazu bedeutet „Absenken eines Reduktionsverhältnisses“, „ein Reduktionsverhältnis ist klein“ oder „ein Reduktionsverhältnis ist niedrig“ das Senken eines Reduktionsgrades und beispielsweise das Verbringen eines reduzierten Bildes zur unvergrößerten Bildseite, und zum Beispiel zeigt es das Ändern eines reduzierten Bildes mit einem Reduktionsvorrichtung von einem Sechzehntel zu einem reduzierten Bild mit einem Reduktionsverhältnis von einem Achtel an. Weiterhin bedeutet ein „Reduktionsverhältnis nicht kleiner als Unvergrößerung“ nicht das Vergrößern des unvergrößerten Bildes, sondern bedeutet ein Bild mit einem Reduktionsverhältnis größer als das unvergrößerte Bild, nämlich einem Reduktionsverhältnis von 1, oder dem unvergrößerten Bild eines Reduktionsverhältnisses von 1.

[0081] Darüber hinaus kann neben einem solchen automatischen Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus ebenfalls ein manueller Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus, bei dem der Anwender ein gewünschtes Reduktionsverhältnis aussucht und es als ein Reduktionsverhältnis bestimmt, eingesetzt werden. In einem Beispiel einer in **Fig. 5** gezeigten Benutzerschnittstelle soll der Anwender ein Reduktionsverhältnis als ein Reduktionsverhältnis für einen großen Suchbereich aus einer Mehrzahl von Reduktionsverhältnissen, hier Alternativen von ein Halb, ein Viertel und ein Achtel, auswählen. Das Reduktionsverhältnis kann mit einem beliebigen numerischen Wert spezifiziert werden. Weiterhin kann ein Bild, das zeigt, wie das Ursprungsbild sich durch Reduktion des Bildes mit einem in diesem Fall ausgewählten Reduktionsverhältnis transformiert, in Konjunktion angezeigt werden. Auf eine solche Weise kann ein Reduktionsverhältnis für lokale Suche (mittleres Reduktionsverhältnis) und ein Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis anders eingestellt werden als auf das Reduktionsverhältnis für eine Großflächensuche

(Reduktionsverhältnis für eine große Fläche).

[0082] Weiterhin kann ein Reduktionsverhältnis für lokale Suche auch automatisch hinzugefügt werden. Spezifisch, wenn ein Verhältnis zwischen dem Reduktionsverhältnis für Großflächensuche und dem Reduktionsverhältnis für lokale Suche größer als ein vorgegebener Wert ist, wird eine Lokalsuche (zusätzliche Lokalsuche) eingestellt mit einem zusätzlichen Reduktionsverhältnis (Reduktionsverhältnis für lokale Suche) zwischen diesem Reduktionsverhältnis für Großflächensuche und dem Reduktionsverhältnis für lokale Suche automatisch hinzugefügt (siehe **Fig. 10**). Weiterhin kann die zusätzliche lokale Suche mehrmals wiederholt werden. Auf solche Weise kann das Verhältnis zwischen dem Reduktionsverhältnis für Großflächensuche und dem Reduktionsverhältnis für lokale Suche innerhalb des vorgegebenen Wertes gehalten werden, um eine Reduktion bei der Suchgeschwindigkeit anzustreben.

[0083] Die Bildreduktionsvorrichtung 77 wird für ein registriertes Bild, das ein MustermodeLL erzeugt und ein zu durchsuchendes Bild, das mit demselben Reduktionsverhältnis wie ein Reduktionsverhältnis reduziert wird, das im registrierten Bild eingestellt ist, eingesetzt. Es wird nämlich auch das zu durchsuchende Bild mit dem Reduktionsverhältnis, das im registrierten Bild eingestellt ist, reduziert.

(Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69)

[0084] Die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 erzeugt ein Kantenwinkelbitbild unter Verwendung eines durch die vorstehende Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 der Berechnungsvorrichtung 6 erzeugtes Kantenwinkelbild in Bezug auf ein zu durchsuchendes Bild und ein durch Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes durch die vorstehende Bildreduktionsvorrichtung 77 erhaltenes reduziertes Bild. Die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 wird nämlich verwendet, um ein Kantenwinkelbitbild eines zu durchsuchenden Bildes während der Bewegung zu erzeugen. Anders ausgedrückt, wird es nicht bei der Registrierung eines MustermodeLLs verwendet.

[0085] Genauer gesagt, wie in **Fig. 6A** bis **6C** gezeigt, werden Werte von 0 bis 360 Grad als Kantenwinkel in Einheiten von 45 Grad in acht Bit-Daten sektionalisiert (**Fig. 6B**). Es wird festgestellt, ob Kantenwinkel, die entsprechend den Pixeln des Kantenwinkelbildes erhalten sind, in Bitpositionen sind, die den entsprechenden acht sektionalisierten Bereichen zugewiesen sind oder nicht (**Fig. 6A**) und ein Flag von 1 wird an der festgestellten Bitposition gesetzt, um das Kantenwinkelbild in ein Kantenwinkelbitbild zu transformieren (**Fig. 6C**). In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 unter Verwendung eines durch die Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 der Berechnungsvorrichtung 6 erzeugten Kantenwinkelbilds erzeugt (später basierend auf

den **Fig. 30** usw. ausgeführt). Jedoch ist dieses Verfahren nicht restriktiv und beispielsweise kann ein Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 unter Verwendung eines durch die Ausdünnungsvorrichtung 61 der Berechnungsvorrichtung 6 ausgedünnten Kantenwinkelbildes erzeugt werden.

(Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78)

[0086] Die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 ist ein Mittel zum Reduzieren eines durch die vorstehende Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 erzeugten Kantenwinkelbitbildes. Dadurch wird ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild erhalten.

[0087] Ein Reduktionsverhältnis eines Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes in der vorliegenden Ausführungsform wird gemäß der Größe des Musterfensters PW festgelegt, durch dessen Verwendung der Anwender einen Bereich einstellt, von dem er wünscht, dass er ein Mustermodell zu einem registrierten Bild ist. Daher wird im Falle des automatischen Festlegens eines Reduktionsverhältnisses in der Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 die Größe des Musterfensters PW, das auf das registrierte Bild gesetzt ist, reflektiert. Jedoch ist dieses Verfahren nicht restriktiv und es erübrigt sich zu sagen, dass das Reduktionsverhältnis in der Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 direkt durch Überprüfen eines Reduktionsverhältnisses des Mustermodells eingestellt werden kann.

[0088] Dieser Zustand wird durch Vergleich mit einem konventionellen Verfahren beschrieben. Im Falle des Reduzierens eines Kantenwinkelbitbildes durch das konventionelle Verfahren, beispielsweise im Falle des Reduktionsverhältnisses von einem Achtel der Originalbildgröße des zu durchsuchenden Bildes, ist ein Bereich von 8×8 -Pixeln, nämlich ein Kantenwinkel eines 64 Pixel repräsentierenden Pixels oder ein Kantenwinkel eines durch Reduzieren eines Durchschnittswertes von 64 Pixeln erhaltenen einen Pixels als ein Zentralwert des Bereiches betrachtet worden. Im Gegensatz dazu wird bei der Reduktion im Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 gemäß der vorliegenden Ausführungsform, beispielsweise im Falle, dass das Reduktionsverhältnis ein Achtel des Originals des zu durchsuchenden Bildes ist, ein Zustand gehalten, wo ein Flag von 1 in einer Bitposition jedes Pixels von 64 Pixeln im 8×8 -Bereich gesetzt wird, nämlich in einer Bitposition entsprechend jedem von 64 Pixeln besessenen Winkel, wie in **Fig. 7** in Form des Speicherns der Bitpositionen, wie sie sind, durch eine ODER-Operation. Es ist dadurch möglich, Informationen auf dem Kantenwinkelbitbild so zu speichern, dass verhindert wird, dass es selbst nach Bildreduktion beschädigt wird und somit Genauigkeit in einer Suche durch die Verwendung eines Mustermodells zu erhalten.

[0089] Ein ODER-Operationsbereich, wo die ODER-Operation durchgeführt wird, wird anhand eines Reduktionsverhältnisses zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes festgelegt. Beispielsweise ist im Falle des Erzeugens eines Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes durch Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes zu einem Achtel ein Bereich von 8×8 der Bereich der ODER-Operation. Das Kantenwinkelbitbild wird nämlich in 8×8 ODER-Operationsbereiche sektionalisiert und in jedem ODER-Operationsbereich sind ein Ergebnis der Durchführung der ODER-Operation an Kantenwinkelbits aller in dem ODER-Operationsbereich beinhaltenen Pixel reduzierte Kantenwinkelbitdaten, die jeden ODER-Operationsbereich repräsentieren. Die Aggregation von reduzierten Kantenwinkelbitdaten in jedem ODER-Operationsbereich, die in der obigen Weise erhalten sind, ist ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild.

[0090] Weiterhin bedeutet die ODER-Operation eine Summenoperation, insbesondere eine Summenoperation von Bits. Darüber hinaus kann beim Durchführen der ODER-Operation von Pixeln, außer einfache Bits aufzuaddieren, ein unterer Grenzwert an der Anzahl von Pixeln mit Kantenwinkelbits eingestellt werden. Beispielsweise wird in einem Fall, bei dem die Anzahl von Pixeln, die alle ein hinzuzufügendes Kantenwinkelbit aufweisen, nicht einem Schwellenwert einer vorgegebenen Anzahl an Pixeln entspricht, dieses Kantenwinkelbit ignoriert. Da nämlich zu addierende Kantenwinkelbits von Bitpixeln einer Anzahl extrem kleiner als andere, wie etwa ein bis mehrere Pixel, Rauschen oder ein Fehler sein können, können solche Pixel mit geringer Plausibilität ignoriert werden. Es ist dadurch möglich, ein hoch zuverlässiges Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, das nur auf Winkelbits basiert, die als hoch zuverlässig angenommen werden.

(Andere ODER-Operation: gesättigte Addition)

[0091] Weiterhin kann als die ODER-Operation ebenfalls eine andere Operation als die oben erwähnte Summenoperation verwendet werden. Als ein Beispiel wird eine gesättigte Addition beschrieben. Beispielsweise wird im Fall der Durchführung der Reduktionsverarbeitung oder der Vergrößerungsverarbeitung durch die

ODER-Operation, die ODER-Operation an Pixeldaten auf einem Kantenwinkelbitbild von $n \times n$ durchgeführt. Die Erweiterung dieser Operation ist es, „saturierte Addition an einem Bit durchzuführen, das jedem Winkel entspricht und einen nächsten Zentralwert aus einem Ergebnis der gesättigten Addition festzulegen“. Die gesättigte Addition bedeutet eine Additionsverarbeitung, bei der eine obere Grenze zuvor auf ein Additionsergebnis gesetzt wird, und in dem Fall, bei dem ein Ergebnis regulärer Addition die obere Grenze übersteigt, wird ein Abschneiden am oberen Grenzwert durchgeführt. Wenn beispielsweise die Obergrenze 100 ist, wird die obere Grenze in der folgenden Weise auf 100 beschränkt:

$$10 + 89 = 99$$

$$11 + 89 = 100$$

$$12 + 89 = 100$$

$$10 + 100 = 100$$

[0092] Als Nächstes wird ein spezifisches Beispiel von Reduktionsverarbeitung unter Verwendung der gesättigten Addition basierend auf den **Fig. 52A** und **52B** beschrieben. Die **Fig. 52A** ist eine schematische Ansicht, die ein Kantenwinkelbild zeigt, bei dem jedes Pixel einen Kantenwinkel aufweist und **Fig. 52B** ist eine schematische Ansicht, die einen Kantenwinkelabschnitt zum Ausdrücken der entsprechenden Pixel zeigt, welche das Kantenwinkelbild bilden, mit 8-Bit Kantenwinkelbitdaten. Es sei angemerkt, dass Kantenwinkelabschnitte, die durch Sektionalisieren eines Kantenwinkels zum Ausdrücken von Kantenwinkelrichtungen durch Kantenwinkelbits erhalten sind, später mittels **Fig. 31** beschrieben werden. Im Beispiel von **Fig. 52B** ist der Kantenwinkel durch Versatz um 22,5 Grad gegenüber der horizontalen oder vertikalen Richtung sektionalisiert. Die Kantenwinkelabschnitte sind entsprechend E, SE, S, SW, W, NW, N und NE durch eine Breite von 45 Grad im Uhrzeigersinn ab genau rechts beschriftet und entsprechend mit Beschriftungen von Winkelbits von 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 versehen. Ein durch Repräsentieren von neun Pixeln „a“ bis „i“ die das Kantenwinkelbild von **Fig. 52A** bilden, erhaltenes Kantenwinkelbitbild, mit Kantenwinkelbits gemäß den Kantenwinkelabschnitten von **Fig. 52B** hat Kantenwinkelbitdaten wie folgt:

76543210

a:	00001000
b:	10000000
c:	10000000
d:	00001000
e:	10000000
f:	10000000
g:	00001000
h:	00000100
i:	10000101

[0093] Dann werden in einem Kantenwinkelbitbild in einem neuen reduzierten Bild Bits von „a“ bis „i“, jeweiligen Winkeln entsprechend, alle der gesättigten Addition unterworfen. Die obere Grenze der gesättigten Addition ist auf Drei eingestellt. Beispielsweise können die reduzierten Bildwinkelbitdaten „e“ der Position „e“ berechnet werden durch:

$$e' = a + b + c + d + e + f + g + h + i$$

[0094] Ein Ergebnis der Berechnung ist wie folgt:

7766554433221100

e' 1100000011100001; Binäranzeige

e' 3 0 0 0 3 2 0 1; Dezimalanzeige

[0095] Im obigen Berechnungsergebnis erscheinen Charakteristika der gesättigten Additionsverarbeitung. Es werden nämlich Werte nicht kleiner als Drei alle bei Drei gekappt. Solch eine Addition wird als gesättigte Addition bezeichnet, bei der, wenn ein Summenergebnis nicht kleiner als ein Kappschwellerwert wie so beschrieben ist, ein Kappen bei diesem Wert durchgeführt wird. Diese reduzierten Kantenwinkelbitdaten „e“ können, so wie sie vorliegen, bei der Suchverarbeitung verwendet werden. Beispielsweise können reduzierte Kantenwinkelbitdaten „e“ bei denen nur Werte nicht kleiner als Zwei zu Eins gemacht werden und die anderen Werte zu Null gemacht werden, wie folgt ausgedrückt werden, um so für die Suche verwendet zu werden:

76543210

e": 10001100; Binäranzeige

(Mustermodell X für Grobsuchvorrichtung)

[0096] Die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 erzeugt zwei Arten von Mustermodellen, die ein Mustermodell X für Grobsuche, das bei der später erwähnten Grobsuchvorrichtung 71 zu verwenden ist, und ein Mustermodell Y für Feinpositionierung, das bei der Feinpositionierung zu verwenden ist, sind (**Fig. 8A bis 8C**). Das Mustermodell X zur Grobsuche wird so ausgebildet, dass ein Referenzpunkt auf jedem Segment basierend auf einer voreingestellten Bedingung festgelegt wird und ein Winkel eingestellt wird, der in einer Richtung einer Normalen zum Segment an jedem Referenzpunkt ist und an dem die Orientierung einer Kante eingestellt wird.

(Mustermodell Y für Feinpositionierung)

[0097] Zwischenzeitlich wird bezüglich des Mustermodells Y für die Feinpositionierung jeder Referenzpunkt erzeugt, bei dem zusätzlich zur Information des vorstehenden Mustermodells X für die Grobsuche, ein durch ein, jedes entsprechende Segment ausdrückendes Segment klassifizierter Parameter (z.B. ein Parameter, der zur Definition eines aus einer Linie oder einem Kreisbogen aufgebauten Segmentes in der Lage ist) und eine Linie (nachfolgend als „jeweilige Punkt-Suchlinie“ bezeichnet), die eine Art von Normale zu dem Segment ist, das sich in der Kantenrichtung erstreckt und weiterhin eine vorgegebene Länge aufweist, eingestellt. Die entsprechende Punkt-Suchlinie erstreckt sich vorwärts und rückwärts in Richtung der Normalen zum im Zentrum eingestellten Referenzpunkt. Es sei angemerkt, dass auf jedem Segment vorzugsweise einer oder mehrere Referenzpunkte eingestellt werden. Anders ausgedrückt ist es nicht notwendig, ein Segment ohne Referenzpunkte, die darauf eingestellt sind, im Mustermodell zu beinhalten.

(Grobsuchvorrichtung 71)

[0098] Eine Suche während einer Bewegung wird durch die Grobsuchvorrichtung 71 und die Feinpositionierungsvorrichtung 76 unter Verwendung eines dedizierten Mustermodells, das bei Registrierung erzeugt wurde, durchgeführt. Die Grobsuchvorrichtung 71 ist eine Vorrichtung zum Durchführen einer Grobsuche während einer Bewegung. Die Grobsuche kann mehrmals mit verschiedenen Reduktionsverhältnissen durchgeführt werden, wie auch nur einmal. Im Falle der mehrfachen Durchführung der Grobsuche wird sie vorzugsweise basierend auf detaillierteren Daten durchgeführt, die der Ursprungsgröße in einer solchen Weise angenähert sind, dass ein Reduktionsverhältnis einer zweiten Grobsuche auf niedriger als ein Reduktionsverhältnis einer ersten Grobsuche unterdrückt wird, nämlich eine Auflösung angehoben wird, oder auf eine andere Weise. Weiterhin wird die zweite Grobsuche vorzugsweise durchgeführt, während ein Scannbereich eingeengt wird, basierend auf einem Ergebnis der ersten Grobsuche. Ein Schema von Suchen während der Bewegung wird in einem Flussdiagramm von **Fig. 9** und einer schematischen Ansicht von **Fig. 10** gezeigt. In der vorliegenden Ausführungsform, wie in Schritt S901 von **Fig. 9** gezeigt, wird eine erste Grobsuche (Großflächensuche), die unter Verwendung eines durch Reduktion mit einem Reduktionsverhältnis für große Flächen erhaltenen zweiten Mustermodells durchgeführt wird, auf der Gesamtfläche eines zu durchsuchenden Bildes durchgeführt. Danach wird eine zweite Grobsuche (Lokalsuche) auf einem Bereich eines durch die erste Grobsuche erhaltenen „Detektionskandidaten“ und einem Bereich am Rand desselben in einem zu durchsuchenden Bild mit einem mittleren Reduktionsverhältnis, das niedriger ist als in der ersten Grobsuche, durchgeführt. Weiterhin wird in Schritt S903 eine Feinpositionierung durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 unter Verwendung des Mustermodells Y durchgeführt.

[0099] Es sollte angemerkt werden, dass die Reihenfolge der Erzeugung eines Mustermodells per Registrierung und die Reihenfolge der Ausführung einer Suche während einer Bewegung nicht notwendig zueinander passen. Beispielsweise werden bei Registrierung Mustermodelle sequentiell aus einem Mustermodell mit einem niedrigeren Reduktionsverhältnis (nahe der Originalgröße) erzeugt, (erstes Mustermodell → zweites

Mustermodell, etc.). Dies kann Bedingungen extrem reduzieren, in denen winzige Informationen verloren gehen, während das Bild reduziert wird. Im Gegensatz dazu wird während der Bewegung eine Suche an Mustermodellen in einer reversen Reihenfolge durchgeführt, ausgehend von einem Mustermodell mit einem höheren Reduktionsverhältnis (niedrigere Auflösung, höheres Kompressionsverhältnis etc.), (erste Grobsuche → zweite Grobsuche). Dadurch kann eine Suche effizient durch einen Grob-nach-Fein-Ansatz durchgeführt werden. Dies führt dazu, dass die erste Grobsuche unter Verwendung des zweiten Mustermodells während der Bewegung durchgeführt wird und nachfolgend die zweite Grobsuche unter Verwendung des ersten Mustermodells durchgeführt wird.

(Erste Grobsuche)

[0100] Als Nächstes wird ein Schema der durch die Grobsuchvorrichtung 71 durchgeführten Grobsuche beschrieben. Zuerst wird in der ersten Grobsuche eine rohe Suche auf der Gesamtfläche des zu durchsuchenden Bildes unter Verwendung des registrierten Mustermodells durchgeführt, um eine Rohposition zu extrahieren, nämlich einen Detektionskandidaten. An dem Kantenwinkelbit-Reduktionsbild des zu durchsuchenden Bildes, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 erzeugt wurde, wird ein Scannen unter Verwendung eines aus dem registrierten Bild mit demselben Reduktionsvorrichtung erzeugten Mustermodells durchgeführt. Spezifisch wird beispielsweise, um den gesamten Bereich des durch Reduzieren der Originalgröße auf ein Achtel erhaltenen Kantenwinkelbitbildes zu scannen, ein in einer Stellung gesetztes Mustermodell mit einem spezifischen Rotationswinkel von oben links des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes zu einer unteren rechten Richtung gescannt. Dadurch wird ein Bereich des Detektionskandidaten ähnlich dem Mustermodell im Gesamtbereich des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes spezifiziert. Derselbe Scann wird in derselben Weise unter Verwendung aller aus einer Mehrzahl von unterschiedlichen Rotationsstellungen, die individuell auf dem Mustermodell eingestellt sind, durchgeführt. Es wird nämlich der Scann mehrmals bei einem geänderten Rotationswinkel wiederholt. Folglich wird der gesamte Bereich der dem Mustermodell ähnelnden Detektionskandidaten als ein passender Kandidat in Bezug auf das Mustermodell extrahiert. Die **Fig. 11A bis 11D** zeigen alle einen Zustand, bei dem Kantenwinkelbits sich als Ergebnis einer Drehung des Mustermodells ändern. In diesem Beispiel eine Änderung im Kantenwinkelbit von (b) nach (d) in einem Fall (c) des Rotierens eines Mustermodells (a) für eine Großflächensuche im Uhrzeigersinn um 60 Grad. Weiterhin wird ein eine Ähnlichkeit repräsentierender Evaluierungswert (Rangwert) für jeden Detektionskandidaten berechnet, und Kandidaten mit einem Rangwert höher als einem gewissen Schwellenwert werden extrahiert. Darüber hinaus hat jeder Detektionskandidat Informationen zu seiner Position und Stellung, nämlich einer XY-Koordinate des Mustermodells, einem Winkel θ und einem Rang. Es sei angemerkt, dass der Rang später ausgeführt wird.

(Zweite Grobsuche)

[0101] Als Nächstes führt die Grobsuchvorrichtung 71 die zweite Grobsuche basierend auf einem Ergebnis der ersten Grobsuche durch. In der zweiten Grobsuche wird ein kleineres Reduktionsverhältnis als das Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes, welches zuerst in der vorstehenden ersten Grobsuche verwendet wurde, d.h. ein Reduktionsverhältnis mit einer größeren Menge an Informationen verwendet. Die Detektionskandidaten werden beispielsweise unter Verwendung eines Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes mit einem Reduktionsverhältnis von einem Viertel und durch Verwendung eines Mustermodells mit einem Reduktionsverhältnis von einem Achtel nur im gesamten peripheren Bereich des Detektionskandidaten ähnlich dem Mustermodell, das im Kantenwinkelbit-Reduktionsbild mit demselben Reduktionsverhältnis extrahiert war, das in der ersten Grobsuche verwendet wurde, eingegrenzt. Da diese zweite Grobsuche eine Suche ist, die unter Verwendung eines Teils des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes durchgeführt wird, kann sie effizient das Eingrenzen der Detektionskandidaten ausüben. Wie so beschrieben, kann eine effiziente Suche durch Durchführen der Grobsuche in einer Mehrzahl von Stufen ermöglicht werden. Nachdem nämlich die gesamte Fläche gescannt wird, um eine Rohposition in der ersten Grobsuche zu spezifizieren, wird die zweite Grobsuche im spezifizierten Bereich (Detektionskandidat oder „einer, der wahrscheinlich das Objekt ist“) oder in der Umgebung derselben im Bild mit einem niedrigeren Reduktionsverhältnis durchgeführt. Weiterhin kann die lokale Suche mehrmals anhand von Reduktionsverhältnissen durchgeführt werden.

(Feinpositionierungsvorrichtung 76)

[0102] Wie somit beschrieben, wird, nachdem ein „Detektionskandidat der wahrscheinlicher das Objekt ist“ durch Durchführen der Grobsuche an den Detektionskandidaten und der Umgebung derselben durch die Grobsuchvorrichtung 71 gefunden ist, wird eine Feinpositionierung durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 durchgeführt. Bei der Feinpositionierung wird eine Suche in einem nicht reduzierten Bild der Originalgröße

oder einem Bild mit einem Reduktionsverhältnis, das niedriger ist als das bei der Grobsuche verwendeten Reduktionsverhältnis und nahe der Originalgröße, durchgeführt. Es sei angemerkt, dass in diesem Fall das Bild der Originalgröße auch als ein Bild mit einem Reduktionsverhältnis von Eins behandelt wird. Weiterhin ist das zu durchsuchende Bild ein Kantenwinkelbitbild in der Grobsuche, während es bei der Feinpositionierung das Ursprungsbild oder ein davon reduziertes Bild ist.

[0103] Die Feinpositionierungsvorrichtung 76 arrangiert eine entsprechende Punkt-Suchlinie des Mustermodells Y für die Feinpositionierung, um somit auf einem zu durchsuchenden Bild im Bereich des Detektionskandidaten überlagert zu werden, der auf dem zu durchsuchenden Bild erhalten worden war und dem Mustermodell ähnelt. Spezifisch ist dies eine Suchvorrichtung zum Durchführen einer Suche unter Verwendung eines Mustermodells mit derselben Vergrößerung wie das des zu durchsuchenden Bildes im Bereich des Detektionskandidaten, das durch die Suchen mittels der Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes und des Mustermodells mit zwei unterschiedlichen Reduktionsverhältnissen unter Verwendung der vorstehenden Grobsuchvorrichtung 71 eingegrenzt worden war und dem Mustermodell ähnelt.

[0104] Jedes der durch die Grobsuchvorrichtung 71 und die Feinpositionierungsvorrichtung 76 oben verwendeten Mustermodele ist nicht ein Bild selbst als Daten zur Verwendung bei der Bildverarbeitung (nachfolgend als „Bilddaten“ bezeichnet), sondern Daten, die durch eindimensionales Auflisten zumindest einer X-Koordinatenposition, einer Y-Koordinatenposition und eines Kantenwinkelwertes entsprechend jedem Kantenpunkt, der aus den Bilddaten erhalten wird, gebildet sind. Das „Mustermodele“ ist eines, das aus solchen Daten besteht und die Verwendung des Mustermodells, das keine Bilddaten sind, sondern gelistete Daten, kann eine Beschleunigung der Verarbeitung anstreben. Zwischenzeitlich sind die Bilddaten sogenannte Bilddaten und wenn sie beispielsweise eine Datengröße von 640×480 Bit aufweisen, muss ein Wert für jede Koordinatenposition wie jedes Pixel in der gesamten Fläche gehalten werden. Im Gegensatz dazu kann im Falle der Verwendung des Mustermodells es nur aus einer Position und einem Winkel entsprechend einem Kantenbereich eines Kantenbildes konfiguriert werden. Daher ist eine Datenmenge relativ klein, um eine Reduktion der erforderlichen Menge an Verarbeitung zu ermöglichen. Daher ermöglicht die Verwendung des Mustermodells anstelle von Bilddaten die Verarbeitung bei einer höheren Geschwindigkeit.

[0105] Es sei angemerkt, dass in der vorliegenden Spezifikation das „registrierte Bild“ das Original eines Bildes ist, das durchsucht werden soll. Zwischenzeitlich ist das Mustermodele die für eine Suche nach demselben Bild wie dem registrierten Bild aus dem zu durchsuchenden Bild geeigneten vorstehenden gelisteten Daten. In der vorliegenden Ausführungsform hat das Mustermodele Informationen zu den XY-Koordinaten und dem Winkel θ jedes das Mustermodele bildenden Punkts. Wie später beschrieben, weisen Daten, welche das Mustermodele beim Feinpositionieren konstituieren, Informationen zu einer später erwähnten korrespondierenden Punkt-Suchlinie auf den Informationen zu den XY-Koordinaten und dem Winkel θ jedes Punktes aufgesetzt auf.

[0106] Jedes in **Fig. 1** gezeigte Element kann auch durch Integrieren einer Mehrzahl von Elementen ausgeführt werden, oder Teilen einer Funktion in individuelle Elemente. Beispielsweise kann die Bildverarbeitungsvorrichtung 77 zum Reduzieren eines Bildes in die Umrissextraktionsvorrichtung 62 integriert werden. Weiterhin, während jede Funktion der Berechnungsvorrichtung durch eine CPU, LSI oder dergleichen verarbeitet werden kann, können die Funktionen beispielsweise in einen dedizierten FPGA zum Durchführen von Vorverarbeitung, einen dedizierten DSP zum Durchführen von Bildverarbeitung und dergleichen aufgelöst werden. Bei dieser Bildverarbeitungsvorrichtung 100 wird Bildverarbeitung in einem aus einem DSP oder dergleichen aufgebauten Bildverarbeitungsbereich durchgeführt und Anzeigen eines Bildes und eines Suchergebnisses werden von einer CPU verarbeitet. Wie somit beschrieben, können das Auflösen und Verarbeiten jeder Funktion eine Beschleunigung der Verarbeitung anstreben. Ein Element, das jede Funktion ausführt, kann beliebig eingerichtet werden.

[0107] Die Bildeingabevorrichtung 1 erfasst ein Eingabebild, das durch eine externe Ausrüstung aufgenommen und erzeugt worden ist und Bildverarbeitung unterliegt. Eingabebilddaten können von einer externen Ausrüstung durch Kommunikation über E/A erfasst werden und ansonsten können die Kandidaten auch in der Form einer Datendatei durch ein Aufzeichnungsmedium eingegeben werden. Weiterhin kann die Bildverarbeitungsvorrichtung selbst dazu gebracht werden, eine Funktion des Aufnehmens eines Eingabebildes aufzuweisen. In diesem Fall funktioniert die Bildeingabevorrichtung 1 als eine Bildaufnahmeforrichtung und eine Bilderzeugungsvorrichtung. Wenn eine ein „Solid-State“-Bildaufnahmeelement wie etwa einen CCD oder CMOS als Bildaufnahmeforrichtung verwendende Kamera verwendet wird und ein Werk, wie etwa eine elektronische Komponente, die der Bildverarbeitung zu unterwerfen ist, aufgenommen wird, gibt es eine Differenz bei der Lichtmenge von reflektiertem Licht zwischen auf das Werk eingestrahltm Licht und auf den Hinter-

grund eingestrahlttem Licht und damit tritt eine Differenz im elektronischen Ladungsbetrag des Solid-State-Bildaufnahmeelementes zwischen einem Bereich, der dem Werk entspricht, und einem Bereich, der dem Hintergrund entspricht, auf. Da nämlich eine Differenz in der Luminanz des Bildes zwischen dem Werk und dem Hintergrund auftritt, kann diese Luminanzdifferenz als ein Umriss oder eine Kante des Werkes detektiert werden. Es sei angemerkt, dass Umrissdaten zum registrierten Bild auch als CAD-Daten zum Werk oder dergleichen eingegeben werden können. Auf solche Weise werden aus der Bildeingabevorrichtung 1 eingegebene Daten in geeigneter Weise A/D-gewandelt und an einen Bildverarbeitungsvorrichtungskörperbereich geschickt.

[0108] Die Speichervorrichtung 4 speichert eine Parameterdatei, welche eine Vielzahl von für eine Vielzahl von Transformation und Berechnung zum Vorlagenpassung und dergleichen notwendige Daten, und Daten zu einem Mustermodell eines registrierten Bildes, ein Kantenbild für ein zu durchsuchendes Bild und dergleichen speichert. Wie somit beschrieben, kann außer zum Speichern von gesetzten Inhalten die Speichervorrichtung 4 auch als ein Bereich zum Speichern von Daten als ein Eingabebild verwendet werden. Als solches kann eine verwendete Speichervorrichtung 4 ein Halbleiterelement wie ein DRAM oder ein Flash-Speicher sein, oder eine Solid-State-Speichervorrichtung wie eine Festplatte.

[0109] Die Betriebsvorrichtung 2 ist eine Eingabevorrichtung zum Betreiben der Bildverarbeitungsvorrichtung 100. Beispielsweise funktioniert in einem Fall, wo der Anwender eine Maus 81 und eine Tastatur 82 bedient, um manuell einen Verarbeitungsbereich zu spezifizieren, die Eingabevorrichtung als eine Verarbeitungsereichs-spezifisierende Vorrichtung 5. Andererseits kann die Berechnung auch durch die Computervorrichtung 6 durchgeführt werden, basierend auf Bildverarbeitung auf Seiten der Bildverarbeitungsvorrichtung 100, um automatisch den Verarbeitungsbereich zu spezifizieren.

[0110] Die Eingabevorrichtung ist mit der Bildverarbeitungsvorrichtung 100 kabelverbunden oder funkverbunden oder fest. Beispiele einer typischen Eingabevorrichtung beinhalten eine Vielzahl von Zeigevorrichtung wie eine Maus, eine Tastatur, eine Gleitmatte, einen Track-Punkt, ein Tablett, ein Joystick, eine Konsole, einen „Jog Dial“, einen Digitalisierer, einen Lichtstift, eine Zehnertastatur, eine Berührungsmatte und einen Zeigestab. Weiterhin können im Modus der Verbindung eines Computers, auf dem ein Umrissextraktionsprogramm mit der Bildverarbeitungsvorrichtung 100 installiert ist, oder im Modus des Betrachtens des Computers, wo das Umrissextraktionsprogramm als eine Bildverarbeitungsvorrichtung oder eine Umrissextraktionsvorrichtung installiert ist, die obigen Vorrichtungen auch bei Operationen der Bildverarbeitungsvorrichtung selbst und ihrer peripheren Ausrüstung verwendet werden, für Anderes als einen Betrieb des Umrissextraktionsprogramms. Darüber hinaus kann der Anwender direkt die Oberfläche des Bildschirms berühren, um eine Eingabe und einen Betrieb durch die Verwendung eines berührungssensitiven Bildschirms oder eines berührungssensitiven Paneels für eine Anzeige selbst, die einen Schnittstellenbildschirm anzeigt, zu machen, oder der Anwender kann eine Stimmeingabevorrichtung oder andere existierende Eingabevorrichtungen verwenden, oder kann sie auch simultan verwenden. Im Beispiel von **Fig. 1** ist die Eingabevorrichtung aus Zeigevorrichtungen wie einer Maus sowie der Tastatur aufgebaut.

[0111] Als Anzeigevorrichtung 3 kann eine Anzeige wie ein externer Flüssigkristallmonitor oder eine CRT-Monitor verwendet werden. Weiterhin können eine Anzeigevorrichtung und eine Bedienungsvorrichtung simultan durch Verwendung einer Anzeigevorrichtung einer Art, die mit einer Eingabefunktion wie einem berührungssensitiven Paneel ausgestattet ist, verwendet werden. Die Anzeigevorrichtung 3 kann auch in die Bildverarbeitungsvorrichtung selbst eingebaut sein, wenn sie nicht die Form annimmt, extern verbunden zu sein.

[0112] Die obige Konfiguration ist beispielhaft und z.B. kann die Bildverarbeitungsvorrichtung selbst eine Anzeigevorrichtung, eine Bedienungsvorrichtung und dergleichen enthalten und jedes Element kann auch simultan in einem anderen Element verwendet werden oder kann in die Computervorrichtung 6 integriert sein. Nachfolgend wird ein Beispiel beschrieben, bei dem ein Umrissextraktionsprogramm in einen Universalcomputer installiert ist, um Kantenkopplungsverarbeitung und Umrissextraktionsverarbeitung auszuführen.

(Detaillierte Prozedur zur Bildverarbeitung)

[0113] Diese Bildverarbeitungsvorrichtung führt eine Vorverarbeitung (Vergrößerung, Reduktion, Glätten, Sobel-Filterung und dergleichen) an einem registrierten Bild (das auch als Standardbild, referenziertes Bild und dergleichen bezeichnet wird) und einem zu durchsuchenden Bild durch, die durch die Bildeingabevorrichtung 1 erfasst worden sind, und extrahiert danach eine Kante als Charakteristikextraktion. Die Vorrichtung führt dann eine kantenbasierte Mustersuche während der Bewegung unter Verwendung eines aus dem

registrierten Bild erhaltenen Mustermodells durch. In der vorliegenden Ausführungsform, wie oben beschrieben, wird ein Mustermodell vorab registriert (**Fig. 3**) und bei einer tatsächlichen Operation wird das Verarbeitete am zu durchsuchenden Bild durchgeführt (**Fig. 4**). Wie derart beschrieben, kann die Verteilung der Verarbeitung bei Registrierung und Verarbeitung während der Bewegung die Verarbeitung beschleunigen.

[0114] Die Operation während der Registrierung wird spezifischer beschrieben. Durch Verarbeiten des registrierten Bildes durch die vorstehende Umrissextraktionsvorrichtung 62 wird ein Umrissbereich des registrierten Bildes als eine Kante extrahiert und wird ein Kantenbild für das registrierte Bild erzeugt, das durch Aggregation von Punkten mit einer Breite von etwa einem Pixel ausgedrückt wird. Das Kantenbild für das registrierte Bild wird vorübergehend in einem Kantenbildspeicher für das registrierte Bild der Speichervorrichtung 4 gespeichert. Weiterhin wird ein Mustermodell aus dem Kantenbild für das registrierte Bild durch die Segmentierungsvorrichtung 68 und die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 erzeugt. Das bei der Suche zu verwendende Mustermodell wird in einem Mustermodellspeicher der Speichervorrichtung 4 gehalten und wird nach Bedarf aufgerufen.

(Mustermodell-Erzeugung bei Registrierung)

[0115] **Fig. 12** zeigt ein Flussdiagramm einer Prozedur zum Erzeugen des Mustermodells bei Registrierung. Zur Erzeugung des Mustermodells, wie oben beschrieben, wird ein Hauptbild eines Bildes, das aus dem zu durchsuchenden Bild extrahiert werden soll, als registriertes Bild spezifiziert und vorübergehend in der Speichervorrichtung 4 gespeichert. Daher wird ein Fenster auf das registrierte Bild eingestellt (Schritt S1201). Ein Reduktionsverhältnis wird in Bezug auf dieses registrierte Bild eingestellt (Schritt S1202) und danach wird versucht, das Bild durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 zu reduzieren (Schritt S1203). Weiterhin wird ein Umriss aus dem reduzierten Bild extrahiert. Spezifisch werden Kantenextraktionsverarbeitung und Verkettungsverarbeitung durchgeführt (Schritt S1204). Weiterhin werden Ketten gekoppelt, um ein Segment zu erzeugen (Schritt S1205). Auf solche Weise wie oben wird versucht, Kettendaten durch die Umrissextraktionsvorrichtung 62, die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und die Segmentierungsvorrichtung 68 in Bezug auf das reduzierte Bild zu segmentieren. Das Mustermodell wird dann durch die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 erzeugt (Schritt S1206).

[0116] Wie oben beschrieben, werden in der obigen Ausführungsform zwei Arten von Modellen als Mustermodell erzeugt, welche das Mustermodell X für die Grobsuche und das Mustermodell Y für die Feinpositionierung sind. Weiterhin wird eine Datenstruktur des Mustermodells für die Grobsuche aus einer Koordinatenposition in X- und Y-Richtungen und einem Kantenwinkel jedes Kantenpunktes in Bezug auf einen willkürlich eingestellten Ursprungspunkt gebildet. Eine Datenstruktur des Mustermodells für die Feinpositionierung wird aus einer Koordinatenposition in X- und Y-Richtung, einem Kantenwinkel und einer später erwähnten entsprechenden Punkt-Suchlinie jedes Kantenpunktes in Bezug auf einen beliebig gesetzten Ursprungspunkt ausgebildet.

(Kantenwinkel)

[0117] Der Kantenwinkel ist einer, der eine Konzentrationsgradientenrichtung der Kante am Kantenpunkt zeigt. Um den Kantenwinkel zu zeigen, werden 0 bis 360 Grad durch 256 Pegel ausgedrückt.

(Kantenwinkel)

[0118] Es sei angemerkt, dass bezüglich einer Kantenstärke jedes Kantenpunktes in der vorliegenden Ausführungsform die Daten nur der Kantenpunkte mit größeren Stärkewerten als einem voreingestellten Stärkewert in der vorliegenden Ausführungsform konfiguriert werden und daher die Stärkewerte nicht als Daten gehalten werden. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Verfahren beschränkt und beispielsweise können im Falle der Durchführung von Evaluierung, Gewichtung und dergleichen durch die später erwähnte Rangberechnung, basierend auf einer Ähnlichkeit von Kantenstärkewerten im Such-Algorithmus, Daten zur Kantenstärke als ein Wert der Datenstruktur des Mustermodells gehalten werden.

(Entscheidung zum Reduktionsverhältnis des Bildes)

[0119] Weiterhin ist bei Verwendung eines reduzierten Bildes bei Registrierung die Auswahl seines Reduktionsverhältnisses sehr wichtig, da das Reduktionsverhältnis auch einen Effekt während der Bewegung ausübt. Es wird ein geeignetes Reduktionsverhältnis eingestellt, mit dem Rauschen eliminiert werden kann und die Suchzeit reduziert werden kann, während charakteristische Punkte im für die Suche notwendigen Bild

behalten werden. Beispielsweise wird im Falle des Platzierens eines hohen Wertes zur Suchgenauigkeit auf Kosten der Suchzeit in der Balance zwischen der Suchgenauigkeit und der Suchzeit in einem gewissen Maß, ein Reduktionsverhältnis auf ein spezifisches Reduktionsverhältnis eingestellt, das relativ niedrig angesetzt ist. Alternativ kann ein optimales Reduktionsverhältnis, das vom Anwender durch Versuch und Irrtum bestimmt wird, verwendet werden. In der vorliegenden Ausführungsform werden ein Automatikmodus zum automatischen Entscheiden über ein Reduktionsverhältnis und ein manueller Modus, mit dem der Anwender ein Reduktionsverhältnis spezifiziert, schaltbar gemacht. Im Automatikmodus wird das Reduktionsverhältnis basierend auf einer Länge einer kürzeren Seite, die einen rechtwinkligen Bereich des Musterfensters PW abgrenzt, festgelegt. Weiterhin ist es im manuellen Modus, wenn der Anwender den optimalen Wert auswählt, während seine oder ihre Augen prüfen, wie das Mustermodell tatsächlich anhand des Reduktionsverhältnisses transformiert, möglich, eine Einstelloperation als eine Sinneseindrucksoperation zu erleichtern. In einem Beispiel einer Benutzerschnittstelle der **Fig. 13A bis 13C** wird mittels eines Bildes gezeigt, dass das Reduktionsverhältnis („Reduction Ratio“) unter Verwendung einer Ausklappliste ausgewählt werden kann, wenn der manuelle („Manual“) Modus ausgewählt ist, und wie ein Bild in Übereinstimmung mit dem ausgewählten Reduktionsverhältnis transformiert wird. Je höher das Reduktionsverhältnis gemacht wird, desto signifikanter ändert das Bild seine Form, wenn sein Eckenbereich weniger scharf wird. In Bezug auf eine solche Änderung im Bild kann der Anwender ein angemessenes Reduktionsverhältnis in Übereinstimmung mit seiner oder ihrer Anwendung oder dem Einsatzzweck auswählen.

[0120] Ansonsten kann als anderes Beispiel eine Technik zum automatischen („Automatic“) Entscheiden über die Balance zwischen der Suchgenauigkeit und der Suchzeit aufgegriffen werden. Beispielsweise werden als Themen, auf die der Anwender einen hohen Wert legt, die Suchgenauigkeit, die Suchzeit und alle beide als Alternativen präsentiert, und nachdem der Anwender eine Auswahl getroffen hat, wird eine geeignete Einstellung automatisch gemäß der Auswahl durchgeführt.

(Mustermodell X für Grobsuche)

[0121] Die Grobsuche ist eine Suche zum effizienten Eingrenzen -für einen kurzen Zeitraum- eines Bereichs, wo dasselbe Bild wie das registrierte Bild als Detektionskandidat aus dem zu durchsuchenden Bild mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, vor dem später erwähnten Feinpositionieren. Daher erzielt die Grobsuche den vorstehenden Zweck durch die Verwendung eines, gegenüber dem ursprünglichen zu durchsuchenden Bildes oder eines ursprünglich registrierten Bildes, reduzierten Bildes. Spezifischer, wie in der in **Fig. 87** gezeigten Pyramidensuche, wird die Grobsuche unter Verwendung eines reduzierten Bildes durchgeführt, das durch Reduzieren eines Bildes der Originalgröße erhalten wird. Bei dieser Grobsuche wird ein Bild mit einem hohen Reduktionsverhältnis und einer niedrigen Auflösung verwendet. Dann wird die Feinpositionierung auf einer Grobposition (Detektionskandidat) durchgeführt, die in der Grobsuche erhalten wurde. Bei dieser Feinpositionierung werden ein Bild mit einem niedrigeren Reduktionsverhältnis und einer höheren Auflösung als jene bei der Grobsuche verwendet.

[0122] Es wird eine Prozedur zum Erzeugen des Mustermodells X für die Grobsuche beschrieben. In Schritt S1201 wird ein Hauptbild eines Bildes, das aus dem zu durchsuchenden Bild heraus detektiert werden soll, vorübergehend als das registrierte Bild im Registriertbildspeicher der Speichervorrichtung 4 gespeichert. Spezifischer stellt der Anwender auf dem Bildschirm eine Position und eine Größe eines Bereiches ein, der als ein registriertes Bild in Bezug auf ein aus der Bildaufnahmevorrichtung erfasstes und in der Anzeigevorrichtung angezeigtes erfasstes Bild erforderlich ist, unter Verwendung des Musterfensters PW in rechtwinkliger Form, wie in den **Fig. 2A bis 2H** gezeigt.

[0123] Als Nächstes wird über ein Reduktionsverhältnis beim Reduzieren des Bildes durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 in diesem registrierten Bild entschieden (Schritt S1202). In der vorliegenden Ausführungsform wird über ein Reduktionsverhältnis für einen großen Bereich des Mustermodells, das später beschrieben wird, gemäß der Größe dieses Musterfensters PW entschieden, nämlich der Anzahl von im Rechteck enthaltenen Pixeln.

[0124] Das heißt, in dem Fall, dass die Anzahl von Pixeln als registriertes Bild relativ groß ist, wird das Reduktionsverhältnis relativ hoch eingestellt, da ein Verlust der Charakteristikpunkte innerhalb des Bildes klein ist, selbst bei hoch eingestelltem Reduktionsverhältnis. Andererseits wird in dem Fall, dass die Anzahl von Pixeln als dem registrierten Bild relativ klein ist, das Reduktionsverhältnis eher niedrig eingestellt, da die Charakteristikpunkte innerhalb des Bildes wahrscheinlicher verloren gehen. Es wird bevorzugt, als das optimale Reduktionsverhältnis ein Reduktionsverhältnis auf einen solchen Grad einzustellen, dass die Reduktion

zu einer Entfernung von Rauschen innerhalb des Bildes führt, nicht aber zu einem Verlust der Charakteristika des Bildes führt.

[0125] Als eine andere Technik zum Entscheiden über ein Reduktionsverhältnis wird beispielsweise das registrierte Bild in X- und Y-Richtungen um einen vorgegebenen Betrag in Bezug auf dasselbe registrierte Bild verschoben. Wenn sich die Autokorrelation moderat ändert, kann das Bild als eine Charakteristik aufweisend bestimmt werden, dass ein Korrelationswert nicht geneigt ist, sich zu ändern, solange ein gewisser Grad der Passung realisiert wird, und daher wird das Reduktionsverhältnis hoch eingestellt. Wenn sich andererseits die Autokorrelation drastisch verändert, kann das Bild als eine Charakteristik aufweisend festgestellt werden, bei der der Korrelationswert geneigt ist, sich zu ändern, und daher wird das Reduktionsverhältnis niedrig gehalten. Auf solche Weise kann auch über das Reduktionsverhältnis entschieden werden, basierend auf der Autokorrelation.

[0126] Basierend auf dem auf solche Weise wie oben festgelegten Reduktionsverhältnis wird das registrierte Bild in der Originalgröße durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 reduziert (Schritt S1203). Spezifisch wird in der Bildreduktionsvorrichtung 77 die Reduktion im Bild nicht mit einem endgültigen Reduktionsverhältnis ausgeführt, das basierend auf der Größe des Musterfensters PW festgelegt wurde, sondern das mit einem mittleren Reduktionsverhältnis zwischen der Originalgröße des Bildes und dem Reduktionsverhältnis für eine große Fläche positioniert ist. Weiter wird angestrebt, dass die Kante durch die Umrissextraktionsvorrichtung 62, die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und die Segmentierungsvorrichtung 68, in Bezug auf das Bild mit dem mittleren Reduktionsverhältnis durch die Bildreduktionsvorrichtung 77, segmentiert wird (Schritt S1204, Schritt S1205). Es sei angemerkt, dass das mittlere Reduktionsverhältnis dem Reduktionsverhältnis in der zweiten Grobsuche entspricht.

[0127] Der Reduktion im Bild der Originalgröße folgt Kartendatenbildung und Segmentierung des Bildes, da ein Durchführen der Prozessierung in dieser Reihenfolge Rauschen reduzieren kann, während im Originalbild behaltene Charakteristika gespeichert werden, bei Vergleich mit der umgekehrten Reihenfolge, in der der Kartendatenbildung und Segmentierung des Bildes der Originalgröße die Reduktion im erhaltenen Bild folgt. Weiterhin ist dieses Verfahren auch in Übereinstimmung mit dem Zweck der Grobsuche, den Bereich des Detektionskandidaten, der dem Mustermodell ähnelt, zu extrahieren. Daher kann das mittlere Reduktionsverhältnis in einer manuellen Einstellung eingestellt werden, wo der Anwender manuell über das Verhältnis entscheidet, während er das Segment betrachtet, so dass Rauschen zu einem gewissen Grad reduziert werden kann, während Charakteristika im Bild der Originalgröße aufrecht erhalten werden. Alternativ kann das mittlere Reduktionsverhältnis durch automatisches Einstellen eingestellt werden, wo das Verhältnis automatisch gemäß der Größe des Musterfensters PW eingestellt wird.

(Erzeugung ersten Mustermodells)

[0128] Als Nächstes erzeugt in Schritt S1206 die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 das erste Mustermodell mit dem vorstehenden mittleren Reduktionsverhältnis unter Verwendung der durch die Segmentierungsvorrichtung 68 segmentierten Daten. Dieses erste Mustermodell wird für die lokale Suche aus der Grobsuche verwendet (Schritt S902 von **Fig. 9**). Die **Fig. 8A** bis **8C** zeigen alle ein Beispiel jedes Musters. Im ersten Mustermodell, wie in **Fig. 8A** gezeigt, wird über den Referenzpunkt auf jedem innerhalb von Kantenbilddaten vorhandenen Segment entschieden, basierend auf einer vorbestimmten Bedingung, und ein Kantenmodellpunkt wird definiert, an dem ein Kantenwinkel in Richtung der Normale zum Segment und in der Orientierung der Kante in Bezug auf jeden Referenzpunkt eingestellt ist.

(Erzeugung zweiten Mustermodells)

[0129] Weiterhin erzeugt die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 ein zweites Mustermodell mit dem vorstehenden Reduktionsverhältnis für große Flächen unter Verwendung der durch die Segmentierungsvorrichtung 68 segmentierten Daten (**Fig. 8B**). Bei diesem zweiten Mustermodell für die Grobsuche, wie in derselben Weise wie das erste Mustermodell, wird über einen Referenzpunkt auf jedem innerhalb von Kantenbilddaten vorhandenen Segment entschieden, basierend auf einer vorbestimmten Bedingung, und ein Kantenwinkel wird in Richtung der Normale zum Segment und in der Orientierung der Kante in Bezug auf jeden Referenzpunkt eingestellt. Diese Mustermodelle müssen nicht individuell gemäß den Reduktionsverhältnissen erzeugt werden, sondern es ist möglich, dass nur ein Mustermodell erzeugt wird und dann durch Vergrößerung verwendet wird, oder ein Reduktionsverhältnis gemäß einem Reduktionsverhältnis eines zu durchsuchenden Bildes während der Bewegung.

[0130] Eine Differenz zwischen dem ersten Mustermodell und dem zweiten Mustermodell ist, dass in einem Fall, wo die Referenzpunkte, die auf jedem Segment eingestellt sind, mehrmals vorhanden sind, wie in den **Fig. 8A** und **8B** gezeigt, eine Distanz zwischen Referenzpunkten im zweiten Mustermodell beim Vergleich mit dem ersten Mustermodell lang ist. Dies wird einer Differenz im Reduktionsverhältnis zwischen den zwei Mustermodellen zugeschrieben. Ein Grad an Differenz in der Distanz zwischen den Referenzpunkten wird durch eine Differenz zwischen dem mittleren Reduktionsverhältnis und dem Reduktionsverhältnis für eine große Fläche gesteuert.

[0131] Wie in **Fig. 9** gezeigt, besteht die spezifische Grobsuche aus einem „Großflächensuche“ (Schritt S901), die auf dem Gesamtbereich des zu durchsuchenden Bildes unter Verwendung des zweiten Mustermodells mit dem Reduktionsverhältnis für große Flächen ausgeführt wird, und einer „lokalen Suche“ (Schritt S902) die nur an der Kandidatenregion des Detektionskandidaten ausgeführt wird, der durch diese „Großflächensuche“ extrahiert wurde, unter Verwendung des ersten Mustermodells mit dem mittleren Reduktionsverhältnis.

[0132] In der Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform werden bei der Grobsuche eine „Großflächensuche“ unter Verwendung eines Mustermodells mit dem Reduktionsverhältnis für große Fläche und eine „lokale Suche“ unter Verwendung eines Mustermodells mit dem mittleren Reduktionsverhältnis durchgeführt. Spezifisch wird im Falle des folgenden mittleren Reduktionsverhältnisses in Bezug auf die Ursprungsgröße des Bildes das Reduktionsverhältnis für eine große Fläche wie folgt eingestellt:

- (1) Im Falle, bei dem es nicht höher als $1/\sqrt{2}$ Mal ist, wird das Reduktionsverhältnis für große Flächen auf Ein Halb des mittleren Reduktionsverhältnisses eingestellt;
- (2) im Falle von $1/\sqrt{2}$ bis ein Viertel Mal, wird das Reduktionsverhältnis für große Flächen auf ein Drittel des mittleren Reduktionsverhältnisses eingestellt; und
- (3) im Falle von nicht niedriger als ein Viertel wird das Reduktionsverhältnis für große Flächen auf ein Viertel des mittleren Reduktionsverhältnisses eingestellt.

[0133] Wie derart beschrieben, wird über das Reduktionsverhältnis für große Flächen gemäß mittlerem Reduktionsverhältnis entschieden, wodurch die Balance zwischen Sucheeffizienz und Speicherung von Charakteristik-Punkten aus dem Originalbild getroffen wird.

[0134] Die lokale Suche kann mehrfach durchgeführt werden. Für den Fall, dass das mittlere Reduktionsverhältnis signifikant hoch in Bezug auf die Ursprungsgröße ist, beispielsweise in dem Fall, bei dem das mittlere Reduktionsverhältnis auf ein Viertel der Originalgröße des Bildes wie (3) oben eingestellt ist, wird das mittlere Reduktionsverhältnis ein Sechzehntel der Originalgröße des Bildes. In diesem Fall, da das Verhältnis zwischen dem Reduktionsverhältnis für eine große Fläche und dem mittleren Reduktionsverhältnis so groß wie viermal ist, kann es zu lange dauern, die „lokale Suche“ auf den Kandidatenbereich des Detektionskandidaten durchzuführen, der unter Verwendung des zweiten Mustermodells mit dem Reduktionsverhältnis für große Flächen und der Peripherie desselben extrahiert worden ist.

[0135] Daher wird in der vorliegenden Ausführungsform, wenn das Verhältnis zwischen dem mittleren Reduktionsverhältnis und dem Reduktionsverhältnis für große Flächen größer als zweifach ist, ein zusätzliches mittleres Reduktionsverhältnis eingestellt, um eine oder mehrere Suchen hinzuzufügen, so dass das Verhältnis zwischen angrenzenden Reduktionsverhältnissen nicht größer als zweifach wird. Es wird nämlich durch das Durchführen von zwei oder mehr lokalen Suchen die Reduktion in der für eine lokale Suche erforderlichen Zeit angestrebt. Eine solche automatische Hinzufügung des mittleren Reduktionsverhältnisses (Reduktionsverhältnis für lokale Suche) kann beispielsweise vorgenommen werden, indem eine Checkbox für eine Option zum „automatischen Hinzufügen von Reduktionsverhältnis für Lokalsuche“ in dem in **Fig. 5** gezeigten Anwender-Schnittstellebildschirm gemacht wird.

[0136] Wie oben beschrieben, hat ein Mustermodell eine Datenstruktur, die aus einer Koordinatenposition in X- und Y-Richtungen und einem Kantenwinkel jedes Kantenpunktes in Bezug auf einen beliebig eingestellten Ursprungspunkt zusammengesetzt ist. Daher, wenn das zusätzliche mittlere Reduktionsverhältnis eingestellt wird, wird ein dem zusätzlichen mittleren Reduktionsverhältnis entsprechendes Mustermodell aus einem Segment erzeugt, wie in den Fällen des vorstehenden ersten Mustermodells und des zweiten Mustermodells. Das Mustermodell mit dem zusätzlichen mittleren Reduktionsverhältnis unterscheidet sich vom ersten Mustermodell wie auch vom zweiten Mustermodell darin, dass, wenn Referenzpunkte, die auf jedem Segment eingestellt sind, in einer Mehrzahl vorhanden sind, die Distanz zwischen Referenzpunkten im Vergleich zum ersten Mustermodell lang ist und im Vergleich zum zweiten Mustermodell kurz ist. Da das Mustermodell

selbst aus Daten zu Koordinatenpositionen und dergleichen besteht, selbst wenn das Mustermodell reduziert wird, kann ein Defekt an Information aufgrund der Reduktion extrem klein im Vergleich zum Informationsdefekt aufgrund von Reduktion bei den Bilddaten gemacht werden.

(Großflächensuche)

[0137] Der Betrieb in der Suche während einer Bewegung ist auch aus Gründen der Bequemlichkeit der Beschreibung beschrieben. Wie in Schritt S901 von **Fig. 9** gezeigt, wird durch Ausführen der „Großflächensuche“ unter Verwendung des Mustermodells mit dem Reduktionsverhältnis für eine große Fläche der Kandidatenbereich des Detektionskandidaten extrahiert. Dann wird die „lokale Suche“ am extrahierten Kandidatenbereich des Detektionskandidaten unter Verwendung des zweiten Mustermodells ausgeführt, welches das zweithöchste Verhältnis nur gegenüber dem Reduktionsverhältnis für die große Fläche aufweist. Dadurch wird basierend auf dem Suchergebnis der Kandidatenbereich des Detektionskandidaten mit höherer Genauigkeit eingegrenzt. Nachfolgend wird die „Lokalsuche“ auf dem eingegrenzten Kandidatenbereich des Detektionskandidaten unter Verwendung eines Mustermodells mit einem eingestellten mittleren Reduktionsverhältnis in abnehmender Reihenfolge an Reduktionsverhältnis ausgeführt, um den Schritt des Eingrenzens des Kandidatenbereichs des Detektionskandidaten zu wiederholen.

(Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis)

(Manueller Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus)

[0138] Weiterhin, wie oben beschrieben, kann im Falle des manuellen Reduktionsverhältnis-Entscheidungsmodus, bei dem der Anwender das Reduktionsverhältnis unter Verwendung der Benutzerschnittstelle von **Fig. 5** auswählen kann, der Anwender ein mittleres Reduktionsverhältnis, ein Reduktionsverhältnis für eine große Fläche und ein Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis auswählen, das unter Verwendung der Feinpositionierungsvorrichtung 76 verwendet wird. Jedoch kann eine solche Einstellung auch in diesem Fall vorgenommen werden dass, wenn das Verhältnis zwischen dem ausgewählten mittleren Reduktionsverhältnis und dem Reduktionsverhältnis für eine große Fläche größer als zweimal ist zwischen diesen Reduktionsverhältnissen, ein weiteres mittleres Reduktionsverhältnis automatisch erzeugt wird, basierend auf vorstehenden Bedingungen. Weiterhin, bezüglich des Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnisses beim Verwenden der Feinpositionierungsvorrichtung 76, wenn der Anwender einen Kandidaten des Reduktionsverhältnisses auszuwählen hat, wird ein auszuwählender Wert auf den niedrigsten Wert aus den Reduktionsverhältnissen beschränkt, die für die Grobsuche eingestellt sind, oder einen Wert eines Reduktionsverhältnisses, der weiterhin niedriger als dieses ist (einschließlich der Originalgröße des Bildes). Dadurch kann eine Kondition vermieden werden, in der die Feinpositionierung fehlerhaft durchgeführt wird, unter Verwendung groberer Daten mit höherem Reduktionsverhältnis als der Vorstufen-Grobsuche.

(Mustermodell für Feinpositionierung)

[0139] Wie in Schritt S903 von **Fig. 9** gezeigt, dient die Feinpositionierungssuche dazu, Feinpositionierung unter Verwendung eines Mustermodells durchzuführen, das ein endgültiges mittleres Reduktionsverhältnis hat, das zuletzt in der „lokale Suche“ verwendet wurde, oder eines niedrigeren Reduktionsverhältnisses als diesem (einschließlich der Originalgröße des Bildes) auf den Kandidatenbereich des einen oder der Mehrzahl von Detektionskandidaten. Das Reduktionsverhältnis des Mustermodells zur Verwendung in der Feinpositionierung ist vorzugsweise ein unvergrößertes Bild, nämlich das Ursprungsbild der Originalgröße.

(Kantensschärfe)

[0140] Wie oben beschrieben, wird bei der Feinpositionierung nicht notwendigerweise das zu durchsuchende Bild der Originalgröße verwendet, sondern es kann auch ein Bild verwendet werden, das mit einem Reduktionsverhältnis (Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis) in einem Bereich reduziert worden ist, der das finale mittlere Reduktionsverhältnis nicht übersteigt, das zuletzt in der Vorstufenlokalsuche verwendet wurde. Dadurch, insbesondere selbst wenn das zu durchsuchende Bild verwischt ist, lässt sich ein bevorzugtes Suchergebnis erwarten.

[0141] Beispielsweise kann es angesehen werden, dass, je schärfer die Wellenform der Luminanzdaten des Kantenbildes der Originalgröße, desto höher die Schärfe ist, und andererseits, je sanfter die Signalform, desto verschmierter das Bild. Wenn daher die Schärfe des Kantenbereiches niedriger als ein vorgegebener Wert ist, nämlich, wenn die Kante in ihrer Breitenrichtung durch eine Breite nicht kleiner als eine vorgegebene

Breite dispergiert ist und das Bild somit verschmiert, wird das Reduktionsverhältnis auf ein geeignetes Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis eingestellt und das Bild wird in dieses Reduktionsverhältnis reduziert, so dass die Schärfe dieses Bildes reduziert werden kann, um die Schärfe der Kante zu steigern, und damit kann eine stabile Positionierungsgenauigkeit erhalten werden.

[0142] Beispielsweise ist im Falle eines Binärbildes, wo Pixel sich plötzlich ändern, wie in **Fig. 53** gezeigt, ein Umriss, nämlich eine Kante dieses Bildes, eine sogenannte Stufenkante, wo ihre Pixelkonzentration, nämlich Pixelwert, sich schrittweise ändert, wie in **Fig. 54** gezeigt. Daher, wie in **Fig. 55** gezeigt, tendiert eine Grenze einer Änderung der Stärke der Kante dazu, scharf zu erscheinen und eine genaue Positionierung kann erwartet werden. Wenn andererseits das Binärbild unklar ist, ändert sich der Grenzbereich sanft, wie in **Fig. 56** gezeigt, was dazu führt, dass die Änderung der Stärke der Kante eine schwach wellenförmige Kurve wird, wie in **Fig. 57** gezeigt. Es hat somit das Problem gegeben, dass selbst eine leichte Fluktuation in der Randumgebung, wie etwa eine Änderung bei der Beleuchtung oder der Lichtmenge, einen Effekt auf die Kantendetektionsgenauigkeit ausübt; wodurch eine stabile Kantendetektion verhindert und die Zuverlässigkeit der Bildverarbeitung wie etwa einer Bilderkennung abgesenkt wird. Dementsprechend wird in der vorliegenden Ausführungsform das Bild in ein geeignetes Reduktionsverhältnis reduziert, um die Kantenschärfe zu verbessern.

(Entscheidung über die Subpixelcoordinate der Kante)

[0143] Spezifisch wird bei Feinpositionierung unter Verwendung von Kanteninformationen eine hochgenaue Positionierung durchgeführt, basierend auf dem auf Basis von Positionsinformationen zur aus dem registrierten Bild erzeugten Kante und Positionsinformation zur aus dem zu durchsuchenden Bild erzeugten Kante erzeugten Mustermodell. Daher ist die Positionsinformation zur Kante extrem wichtig.

[0144] Konventionell sind eine Technik zum Entscheiden über eine Subpixelposition der Kante, Techniken der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichungen Nr. H07-128017, US-Patent Nr. 6408109B1 und dergleichen bekannt. In diesen Verfahren wird eine Subpixelcoordinate mittels quadratischer Interpolation gefunden, wobei insgesamt drei Daten verwendet werden: eine Kantenstärke eines Zielpixels und Kantenstärken von zwei darum herum positionierten Pixeln. **Fig. 58** zeigt ein Schema eines Verfahrens zum Berechnen einer Subpixelcoordinate gemäß der japanischen ungeprüften Patentoffenlegungsschrift Nr. H07-128017. In dieser Zeichnung ist EMc (Kantengrößenzentrum) ein Kantenstärkenwert eines Kantenpunktes als ein Kantenpunkt, der nach nicht maximaler Punktunterdrückungsverarbeitung (nonmaxsupress) zum Ausdünnen der Kante zurückbleibt. Weiterhin ist EMf (Kantengröße vorwärts) ein geschätzter Kantenstärkenwert, der durch einen Pfeil in einer Orientierung eines Kantenwinkels des Zielkantenpunktes angezeigt ist. Darüber hinaus ist EMb (Kantengröße rückwärts) ein abgeschätzter Kantenstärkenwert, der durch einen Kreis in Orientierung des Kantenwinkels des Zielkantenpunktes angezeigt ist. Weiterhin wird ein Subskript von 1 in EMf1, EMb1 einem Charakteristikbetrag eines Kantenpunktes in Querrichtung gegeben, und ein Subskript von 2 in EMf2, EMb2 wird ein Charakteristikbetrag eines Kantenpunktes in der Diagonalrichtung gegeben. Im folgenden Beispiel wird ein Winkel EAc, der durch einen Kantenwinkel mit der Horizontalen gebildet ist, < 45 Grad angesehen. Andere Winkel können durch Berücksichtigen einer Symmetrie gefunden werden. Die nachfolgenden Ausdrücke werden etabliert.

$$EMf = EMf1 * (1 - \tan EAc) + EMf2 * \tan EAc$$

$$EMb = EMb1 * (1 - \tan EAc) + EMb2 * \tan EAc$$

[0145] Unter Verwendung von drei Kantenstärkendenaten von EMc, EMf und EMb in den obigen Ausdrücken kann ein Versatzbetrag der Subpixelposition durch den folgenden Ausdruck berechnet werden:

$$x = (EMf - EMb) / (2(2EMc - EMf - EMb))$$

$$y = x * \tan \theta$$

[0146] Wie so beschrieben, kann die Subpixelposition berechnet werden. Als Nächstes zeigen **Fig. 55** und **57** einen Zustand einer Kantenstärke im Fokus und einen Zustand einer Kantenstärke in einem unklaren Bild. Wie aus **Fig. 55** ersichtlich, ist eine Spitze der Kantenstärke, die in einem gewissen Maße in einem Fokus ist, scharf und die Kantenposition kann klar entschieden werden. Andererseits kommt im Fall eines unklaren und verschmierten Bildes, wie in **Fig. 57** gezeigt, die Umgebung des Maximums in einen recht flachen Zustand und ein Fehler der Kantenstärken hat einen großen Effekt auf die Subpixelcoordinate. Um die-

sen Effekt zu evaluieren, wird der Fall von EMf mit einem Fehler einer Graduierung in $EMf = EMb$ erwogen. Die Beziehung zwischen dem Fehler des Kantenwinkels und der Subpixelposition ist im folgenden Ausdruck gezeigt:

$$X' = \frac{f_d(1) - f_d(-1)}{2(f_d(0) - f_d(1) - f_d(-1))} \quad [\text{Ausdruck 5}]$$

$$y = \frac{x - a}{2(2c - x - a)} \quad [\text{Ausdruck 6}]$$

[0147] In der obigen Funktion wird ein Zustand „ $x = a + 1$ “ mittels der folgenden Ausdrücke überprüft:

$$\delta y = \frac{a - a}{2(2c - a - a)} - \frac{a + 1 - a}{2(2c - a - 1 - a)} \quad [\text{Ausdruck 7}]$$

$$\delta y = \frac{0}{2(2c - 2a)} - \frac{1}{2(2c - 2a - 1)} \quad [\text{Ausdruck 8}]$$

Im obigen Ausdruck, wenn „ $X = c - a$ “,

$$\delta y = -\frac{1}{2(2X - 1)} \quad [\text{Ausdruck 9}]$$

[0148] Wenn dies durch eine Graphik ausgedrückt wird, wird eine wie in **Fig. 59** erhalten. Wie in dieser Zeichnung gezeigt, wird gefunden, dass, wenn die Kantenstärke in $X \rightarrow 0$ flach wird, nämlich $c \rightarrow a$, ein durch den Fehler der Kantenstärke auf den Fehler der Kantenposition ausgeübter Effekt größer wird. Dieselbe Tendenz kann in $EMf \neq EMb$ erkannt werden. Daher wird in der vorliegenden Ausführungsform die Schärfe des Kantenpunktes berechnet und unter Verwendung dieses Wertes wird ein Kantendaten-Reduktionsverhältnis zum Durchführen der Berechnung der Subpixelposition der Kante berechnet. Weiterhin wird unter Verwendung von in dem Bilddaten-Reduktionsverhältnis reduzierten Bilddaten die Kantenextraktion durchgeführt. Wie derart beschrieben, kann das Reduzieren der Bilddaten eine sanfte Signalförmigkeit wie in **Fig. 57** in eine scharfe Signalförmigkeit wie in **Fig. 55** transformieren, um eine Kantenposition so zu stabilisieren, dass die Positionsgenauigkeit verbessert werden kann.

[0149] Eine Prozedur zum Entscheiden über das Bilddaten-Reduktionsverhältnis, basierend auf der Schärfe des Kantenpunktes wird basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 60** beschrieben. Zuerst wird in Schritt S6001 ein Kantenbild aus dem unvergrößerten Bild erzeugt. Als Nächstes wird angestrebt, die Kante des Kantenbildes in Schritt S6002 auszudünnen, während die Schärfe jedes Kantenpunktes im Kantenbild in Schritt S6003 berechnet wird. Die Kantenausdünnungsverarbeitung wird für die nicht maximale Punktunterdrückungsverarbeitung vor der Kantenkopplungsverarbeitung durchgeführt. Weiterhin wird in Schritt S6004 ein Durchschnittswert der Schärfe der ausgedünnten Zielkantenpunkte berechnet. Dann wird in Schritt S6005 über das Bilddaten-Reduktionsverhältnis entschieden, basierend auf diesem Durchschnitt der Schärfe. Über das Bilddaten-Reduktionsverhältnis wird so entschieden, dass die Positionsgenauigkeit der Kantenpunkte nicht niedriger als eine vorgegebene Genauigkeit behalten wird.

(Kantenmodellfunktion)

[0150] Als Nächstes wird eine Kantenmodellfunktion erwogen. Man nimmt an, dass viele der extrahierten Kanten stufenweise Kanten sind und es wird angenommen, dass sie durch eine unten gezeigte Kantenmodellfunktion ausdrückbar sind. „ σ_s “ dieser Kantenmodellfunktion ist die Schärfe des Kantenpunktes. Eine Idealförmigkeit der Kante wird in diesem Fall wie folgt ausgedrückt:

$$\text{edge}(x) = \Phi\left(\frac{x - d}{\sigma_s}\right) \quad [\text{Ausdruck 10}]$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad [\text{Ausdruck 11}]$$

[0151] Fig. 61 zeigt eine Graphik der obigen Funktion. Die Idealform (Profil) der in dieser Zeichnung gezeigten Kante wird durch den nachfolgenden Ausdruck aufgetragen (im Falle von $l = 2$, $1 = 0$ und $\sigma_s = 0,6$ längs der X-Achse):

$$S(x; \theta) = l \Phi\left(\frac{x-l}{\sigma_s}\right) \quad [\text{Ausdruck 12}]$$

(Prozedur für Mustersuche, angewendet bei Bilddaten-Reduktionsverhältnis)

[0152] Als Nächstes wird eine spezifische Prozedur für eine Mustersuche in der Bildverarbeitung unter Verwendung des Bilddaten-Reduktionsverhältnisses basierend auf Flussdiagrammen von **Fig. 62** und **63** beschrieben. In diesen Zeichnungen zeigt **Fig. 62** einen Betrieb bei Registrierung und **Fig. 63** zeigt einen Betrieb während der Bewegung.

(Betrieb bei Registrierung, angewendet bei Bilddaten-Reduktionsverhältnis)

[0153] Zuerst wird der Betrieb bei Registrierung basierend auf **Fig. 62** beschrieben. In Schritt S6201 wird das Mustermodell für die Grobsuche erzeugt. Als Nächstes wird in Schritt S6202 die Kantenextraktion unter Verwendung des unvergrößerten Bildes durchgeführt, um eine Standardabweichung σ_s in Bezug auf jeden der extrahierten Kantenpunkte aufzufinden. Beim Finden der Standardabweichung σ_s wird angenommen, dass die Form der tatsächlich aus den Bilddaten extrahierten Kante an das Modell von **Fig. 61** approximiert ist. Zur Berechnung der Subpixelposition jeder Kante an einem Kantenpunkt mit einer Kantenstärke nicht kleiner als einem vorgegebenen Kantenstärke-Schwellenwert wird der nächste Ausdruck als ein ungefährender Ausdruck eines quadratischen Derivativs einer logarithmischen Kantenstärke unter Verwendung von Kantenstärken EM_b , EM_c , EM_f von drei angrenzenden Punkten B, C, F, die in **Fig. 64** gezeigt sind, verwendet.

$$t = (\ln(EM_f) + \ln(EM_b) - 2 \ln(EM_c)) * (\cos(EAc))^2 \quad [\text{Ausdruck 13}]$$

[0154] Unter Verwendung von „t“ im obigen Ausdruck kann die Standardabweichung σ_s aus dem nachfolgenden Ausdruck berechnet werden:

$$\sigma_s = 1,8263 * t^{(-0,35661)} - 1,07197 \quad [\text{Ausdruck 14}]$$

[0155] Was wichtig ist, ist, dass die Standardabweichung σ_s durch eine Einzelwertfunktion ausdrückbar ist und der obige Ausdruck keine bestimmte Bedeutung hat.

[0156] Derweil werden in Schritt S6203 die aus den Bilddaten extrahierten Kanten durch die Kantenerzeugungsvorrichtung 63 und die Segmentierungsvorrichtung 68 verkettet und segmentiert, um ein vorläufiges Mustermodell zu erzeugen. Weiterhin wird in Schritt S6204 ein Durchschnittswert σ_a berechnet, der nur σ_s jeder beim Erzeugen dieses vorübergehenden Mustermodells verwendeten Kante verwendet. Als Nächstes wird in Schritt S6205 unter Verwendung dieses Durchschnittswertes (a ein Bilddaten-Reduktionsverhältnis „r“ durch den folgenden Ausdruck gefunden. Dies ist das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis.

$$r = \frac{\sigma_a}{0,6} \quad [\text{Ausdruck 15}]$$

[0157] In diesem Beispiel wird ein Differenzwert eines Logarithmus der Kantenstärke erhalten und aus diesem Differenzwert wird das Reduktionsverhältnis berechnet. Jedoch ist dieses Beispiel nicht restriktiv und eine Vielzahl von angenäherten Werten bezüglich eines Differentialwertes des Logarithmus der Kantenstärke kann ebenfalls verwendet werden, um das Bilddaten-Reduktionsverhältnis zu berechnen. Weiterhin beinhaltet der hierin referenzierte geeignete Wert einen approximierten Wert des Differentialwertes der Kantenstärke.

[0158] Wie somit beschrieben, wenn das Bilddaten-Reduktionsverhältnis „r“ erhalten ist, wird das registrierte Bild erneut gemäß dem Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis in Schritt S6206 reduziert. Weiterhin wird das Mustermodell für die Feinpositionierung aus dem reduzierten registrierten Bild in Schritt S6207 erzeugt.

(Betrieb während der Bewegung, der bei Bilddaten-Reduktionsverhältnis angewendet wird)

[0159] Als Nächstes wird ein Betrieb, der während der Bewegung in Reaktion auf die Registrierungsoperation durchgeführt wird, unter Verwendung des Bilddaten-Reduktionsverhältnisses, basierend auf **Fig. 63** beschrieben. Zuerst wird in Schritt S6301 unter Verwendung des oben erhaltenen Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnisses das zu durchsuchende Bild in das zu durchsuchende reduzierte Bild zur Feinpositionierung reduziert. Zwischenzeitlich wird als Schritt S6302 das reduzierte Bild zur Grobsuche aus dem zu durchsuchenden Bild erzeugt und in Schritt S6303 werden Position und Stellung des Detektionskandidaten unter Verwendung des Mustermodells für die Grobsuche und des reduzierten Bildes für die Grobsuche berechnet. Schließlich wird in Schritt S6304 die Feinpositionierung unter Verwendung des Mustermodells zur Feinpositionierung, des reduzierten zu durchsuchenden Bildes zur Feinpositionierung und der Position und Stellung des Detektionskandidaten ausgeführt.

(Vorverarbeitung/Nachverarbeitung der Bildreduktion)

[0160] Selbst nach Reduktion in den Bilddaten werden Bilddaten reduziert, um somit Informationen zur Kantenposition soweit als möglich zu behalten. Spezifisch wird nach Anlegung eines dem Bilddaten-Reduktionsverhältnis entsprechenden Tiefpassfilters eine Unterabtastung durchgeführt. Die Kantenextraktion wird an den Bilddaten nach der Unterabtastung durchgeführt, so dass die genaue Information zur Kantenposition erhalten werden kann.

[0161] In einer solchen Weise wie oben ist es möglich, Beeinträchtigungen bei der Genauigkeit zu unterdrücken, die aufgrund von Unklarheit des Ursprungsbildes auftritt, wie etwa Unschärfe. Weiterhin kann das Reduzieren der Bilddaten zum Senken der Datenmenge einen Nebennutzen ergeben, indem es der nachfolgenden Verarbeitung gestattet, bei hoher Geschwindigkeit und leichter Last durchgeführt zu werden.

[0162] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis automatisch auf das Reduktionsverhältnis eingestellt, dessen obere Grenze das finale mittlere Reduktionsverhältnis (erstes Reduktionsverhältnis) ist, das als letztes in der „lokalen Suche“ verwendet wird. Weiterhin wird das Mustermodell zur Verwendung beim Feinpositionieren aus dem registrierten Bild erzeugt, das so reduziert wird, dass es dasselbe Reduktionsverhältnis wie das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis aufweist. Wie derart beschrieben, wird über das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis basierend auf der Schärfe der Kante der Kantenbildes der Originalgröße im Bereich von der Originalgröße des Bildes bis zum endgültigen mittleren Reduktionsverhältnis, das zuletzt in der Lokalsuche verwendet wurde, entschieden.

[0163] Wie derart beschrieben, wird das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis eingestellt, um die Schärfe auf einem Niveau nicht niedriger als einem festen Niveau zu halten und das Reduktionsverhältnis kann somit im Zustand hoher Schärfe verwendet werden, so dass die Stabilität der Positionsgenauigkeit sichergestellt werden kann.

(Operation beim Registrieren des Mustermodells)

[0164] Wiederum rückkehrend zur Beschreibung der Registrierungsoperation des Mustermodells wird eine Prozedur zum Registrieren des Mustermodells für die Feinpositionierung basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 14** beschrieben. Das Mustermodell zur Feinpositionierung wird unter Verwendung desselben Bildes wie dem in der obigen Beschreibung des Mustermodells für die Grobsuche beschriebenen registrierten Bild erzeugt. Zuerst wird in Schritt S1401 vor der Prozessierung durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 das Kantenbild der Ursprungsgröße in Bezug auf das registrierte Bild durch die Umrissextraktionsvorrichtung 62 erzeugt und die Schärfe der Kante wird evaluiert. Darauf basierend wird über das optimale Reduktionsverhältnis in Schritt S1402 entschieden. Wie somit beschrieben, wird in Schritt S1403 versucht, das Bild durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 zu reduzieren, basierend auf dem optimalen Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis, das über das in Bezug auf das registrierte Bild entschieden wurde. Weiterhin wird in Bezug auf das mit dem Reduktionsverhältnis (einschließlich eines Reduktionsverhältnisses von Eins) reduzierte Bild, das durch die Bildreduktionsvorrichtung 77 festgelegt wird, die Kante durch die Umrissextraktionsvorrichtung 62, die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 und die Segmenterzeugungsvorrichtung 68 segmentiert (Schritt S1404, Schritt S1405). Spezifisch werden am reduzierten Bild die Kantenextraktionsverarbeitung zur Extraktion der Kante und die Verkettungsverarbeitung zur Erzeugung der Kette aus den Kantenpunkten durchgeführt und weiterhin wird die Segmentierung zum Koppeln der Kanten durchgeführt. Als Nächstes erzeugt die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 das Mustermodell zur Feinpositionierung mit dem

festgelegten Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis durch Verwendung von durch die Segmenterzeugungsvorrichtung 68 segmentierten Daten (Schritt S1406).

[0165] Weiterhin, wie das vorstehende Mustermodell für die Grobsuche, entscheidet das Mustermodell für die Feinpositionierung über den Referenzpunkt auf jedem der innerhalb der Kantenbilddaten vorhandenen Segmente, basierend auf einer voreingestellten Bedingung (Schritt S1407). Darüber hinaus wird der Winkel in Bezug auf jeden Referenzpunkt eingestellt (Schritt S1408). Der Winkel wird in Richtung der Normale zum Segment wie auch der Orientierung der Kante eingestellt. Weiterhin werden die Art von Segment (Art von Segment so wie etwa eine Linie oder ein Kreisbogen), wo der Referenzpunkt vorgesehen ist, ein das Segment repräsentierender Parameter (ein Parameter, der zum Definieren des aus einer Linie oder einem Kreisbogen gemachten Segments in der Lage ist), ein Winkel in Richtung der Normale zum Segment und in der Orientierung nahe an dem Kantenwinkel, und Liniensegmentinformation mit einer in Richtung der Normale zum Segment voreingestellten Länge, nämlich einer entsprechenden Punkt-Suchlinie, eingestellt (Schritt S1409).

(Linienlänge der entsprechenden Punkt-Suchlinie)

[0166] Bezüglich der Linienlänge der entsprechenden Punkt-Suchlinie, die in Bezug auf jeden Referenzpunkt gegeben wird, wird zu jedem Referenzpunkt dieselbe Länge eingestellt. Die Länge wird mittels eines Verhältnisses zwischen dem finalen mittleren Reduktionsverhältnis, das zuletzt in der Lokalsuche verwendet wurde, und dem Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis zur Verwendung bei der Feinpositionierung festgelegt. Anders ausgedrückt wird sie so eingestellt, dass die Linienlänge groß ist, wenn das Verhältnis zwischen dem finalen mittleren Reduktionsverhältnis und dem Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis groß ist und die Linienlänge klein ist, wenn das Verhältnis klein ist.

[0167] Wenn beispielsweise das zuletzt bei der Lokalsuche verwendete finale mittlere Reduktionsverhältnis ein Viertel der Originalgröße des Bildes ist und das Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis Unvergrößerung ist, ist das Verhältnis zwischen dem finalen mittleren Reduktionsverhältnis und dem Feinpositionierungs-Reduktionsverhältnis vierfach und daher entspricht ein Pixel in der Lokalsuche vier Pixeln in der Feinpositionierung. Daher wird die Länge der Linie im Mustermodell zur Feinpositionierung auf eine Länge eingestellt, die jeweils vier Pixel in positiver und negativer Richtung der Kante ab dem Referenzpunkt abdeckt. Jedoch, da die Länge dieser Linie einen Effekt auf die Positionsgenauigkeit und die Suchzeit hat, ist das Abdecken der Gesamtzahl entsprechender Pixel durch das Verhältnis der Reduktionsverhältnisse nicht notwendigerweise erforderlich. Beispielsweise wird die Linienlänge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie gemäß der erforderlichen Prozessierungszeit kurz eingestellt. Ansonsten kann andererseits die Linienlänge eingestellt werden, nicht kleiner als die entsprechende Anzahl von Pixeln zu sein. Beispielsweise kann eine Marge auf die Linienlänge gemäß dem Verhältnis der Reduktionsverhältnisse eingestellt werden, um eine Stabilität der Verarbeitung anzustreben.

(Änderung in Linienlänge korrespondierender Punkt-Suchlinie)

[0168] Weiterhin kann die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie in Bezug auf den Referenzpunkt vorwärts und rückwärts nicht gleichförmig eingestellt sein und kann so verändert werden, dass eine Linienlänge länger oder kürzer eingestellt wird. Diese Verarbeitung wird durch die Mustermodell-Konstituierungsvorrichtung 70 oder dergleichen durchgeführt. Ein Beispiel einer Änderung der Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie wird basierend auf den **Fig. 27** und **28** beschrieben. In diesen Zeichnungen zeigt **Fig. 27** den Fall, bei dem diese ab den Referenzpunkten gleich sind und **Fig. 28** zeigt die Längen ab dem Referenzpunkt als unterschiedlich. Es sei angemerkt, dass in diesen Zeichnungen die korrespondierenden Punkt-Suchlinien, die in einem inneren rechteckigen Bereich in diesen Zeichnungen erzeugt worden sind, gefiltert worden sind. Wie in **Fig. 27** gezeigt, wenn die Längen der sich vom Referenzpunkt erstreckenden korrespondierenden Punkt-Suchlinien in Vorwärts/Rückwärts- und Rechts/Links-Richtungen konstant gemacht sind, überlappen die Linien der inneren rechteckigen Form, was eine fehlerhafte Bestimmung verursachen kann. Wenn sich daher die korrespondierenden Punkt-Suchlinien nicht in die inwärtige Richtung erstrecken, sondern nur in der auswärtigen Richtung eingestellt sind, wie in **Fig. 28**, kann ein genaueres Suchergebnis mit weniger fehlerhafter Bestimmung erwartet werden.

(Einstellintervalle korrespondierender Punkt-Suchlinie)

[0169] Die korrespondierende Punkt-Suchlinie wird auf dem Segment eingestellt, das seinen Endbereich ausschließt. Dies liegt daran, dass solch ein Endbereich bei Versatz stark beeinflusst wird. Daher kann eine

stabile Verarbeitung erwartet werden, indem die korrespondierende Punkt-Suchlinie eingestellt wird, während der vom Versatz stark beeinflusste Bereich ausgeschlossen bleibt.

[0170] Intervalle für und die Anzahl der korrespondierenden Punkt-Suchlinien für deren Einstellung werden gemäß der erforderlichen Verarbeitungsgeschwindigkeit und Genauigkeit der Mustersuche festgelegt. Es ist möglich, die Genauigkeit der Mustersuche durch Einstellen so aufrecht zu erhalten, dass zumindest eine korrespondierende Punkt-Suchlinie auf jeder Linie oder jedem Kreisbogen, die das Segment bilden, angeordnet ist. Am einfachsten ist ein Referenzpunkt am Zentrum des Segments angeordnet und von diesem Punkt werden Referenzpunkte unter gleichen Abständen auf dem Segment eingestellt. Weiterhin wird die Einstellung des Referenzpunkts in einem Bereich mit einem verschmierten Kantenwinkel innerhalb des Segments ausgedünnt und die Referenzpunkte werden in einem zuverlässig detektierten Bereich dick eingestellt und dadurch kann die Genauigkeit verbessert werden.

[0171] Darüber hinaus wird bevorzugt, zumindest eine korrespondierende Punkt-Suchlinie dem Zentrum des Segments zuzuordnen. Dies stellt die Einstellung zumindest einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie, selbst wenn sie kurz ist, in Bezug auf das Segment, das Teil des Mustermodells konstituiert, sicher.

(Vorverarbeitung am zu durchsuchenden Bild während der Bewegung)

[0172] Oben wurde die Operation beim Registrieren des Mustermodells, nämlich die Erzeugung der Mustermodelle für Grobsuche und Feinpositionierung beschrieben (**Fig. 3, 12**). Während der Bewegung wird eine Suche unter Verwendung dieser Muster durchgeführt (**Fig. 4**). Bei der Suche wird eine vorbestimmte Vorverarbeitung an einem aus der Bildaufnahmeverrichtung zu durchsuchenden Bild durchgeführt. Eine Prozedur zum Durchführen der Vorverarbeitung auf dem zu durchsuchenden Bild in der Suche während Bewegung wird basierend auf dem Flussdiagramm von **Fig. 15** beschrieben.

[0173] Zuerst erzeugt in Schritt S1501, basierend auf dem zu durchsuchenden eingegebenen Bild, die Bildreduktionsvorrichtung 77 ein reduziertes Bild unter Verwendung des mittleren Reduktionsverhältnisses für das erste Mustermodell zur Grobsuche (erstes Reduktionsverhältnis), das im registrierten Bild bei Registrierung verwendet wurde.

[0174] Derweil erzeugt in Schritt S1502 die Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 der Umrissextraktionsvorrichtung 62 ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkebild. Weiterhin erzeugt die Ausdünnungsvorrichtung 61 ein ausgedünntes Kantenwinkelbild, basierend auf diesem Kantenwinkelbild und diesem Kantenstärkebild.

[0175] Als Nächstes wird in Schritt S1503 die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 durch Umrissextraktionsvorrichtung 62 gebildet, und basierend auf dem ausgedünnten Kantenstärkebild wird ein Kantenwinkelbitbild entsprechend dem mittleren Reduktionsverhältnis des ersten Mustermodells zur Grobsuche erzeugt. Es ist überflüssig zu sagen, dass das derart erzeugte Kantenwinkelbitbild auf die „lokale Suche“ angewendet wird, indem das erste Mustermodell zur Grobsuche in der Suchoperation verwendet wird.

[0176] Weiterhin erzeugt in Schritt S1504 die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild entsprechend dem Reduktionsverhältnis für große Flächen für das zweite Mustermodell für „Großflächensuche“, basierend auf dem durch die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 erzeugten Kantenwinkelbitbild.

[0177] Es sei angemerkt, dass, wie bei der Beschreibung der Einstellung des mittleren Reduktionsverhältnisses bei Grobsuche beschrieben, im Falle der Erzeugung des zusätzlichen Mustermodells basierend auf dem zusätzlichen mittleren Reduktionsverhältnis zwischen dem zuerst eingestellten mittleren Reduktionsverhältnis und dem Reduktionsverhältnis für große Fläche, auch bei dieser Vorverarbeitung als beliebiger Schritt S1505 ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild entsprechend dem mittleren Reduktionsverhältnis des zusätzlichen Mustermodells durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 erzeugt wird, basierend auf dem von der Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 erzeugten Kantenwinkelbitbild.

[0178] Zusätzlich wird bei der vorstehenden Vorverarbeitung während einer Bewegung die Verarbeitung an dem zu durchsuchenden Bild in der umgekehrten Reihenfolge zu der Reihenfolge der Großflächensuche und der Lokalsuche als Grobsuche, wie auch der Feinpositionierung durchgeführt, die während der Bewegung ausgeführt werden (siehe **Fig. 8A bis 8C**), aber die Reihenfolge der Erzeugung der Mustermodells ist

nicht besonders beschränkt und es versteht sich, dass das Mustermodell für die Grobsuche nach Erzeugung des Mustermodells für die Feinpositionierung erzeugt werden kann.

[0179] Zwischenzeitlich wird während der Bewegung die Grobsuche durch Verwendung eines Bildes mit einem hohen Reduktionsverhältnis durchgeführt, und das Reduktionsverhältnis wird graduell abgesenkt, um die Feinsuche an einem Bild einer Größe nahe der Originalgröße durchzuführen.

[0180] Wie derart beschrieben, werden nach Abschluss der Vorverarbeitung während der Bewegung die Großflächensuche und die Lokalsuche als Grobsuche unter Verwendung des erzeugten Kantenwinkelbit-Reduktionsbilds, Kantenwinkelbitbilds und dergleichen durchgeführt und nachdem die Koordinate des Detektionskandidaten gefunden ist, wird die Feinpositionierung durchgeführt (**Fig. 9**).

(Details jeder Operation bei Registrierung)

[0181] Oben wurden die Schemata der Operationen bei Registrierung und während Bewegung beschrieben. Als Nächstes wird die Bildverarbeitungsoperation bei Registrierung detailliert ausgeführt. Bei Registrierung wendet die Kantenwinkel/Kantenstärkebild-Erzeugungsvorrichtung 60 den Sobel-Filter auf das registrierte Bild an und findet die Kantenstärke und den Kantenwinkel an jedem das registrierte Bild aufbauenden Punkt, um Kanteninformationen einschließlich der Kantenstärke, des Kantenwinkels und der Kantenposition zu berechnen. Die Ausdünnungsverarbeitung wird auf der Kanteninformation basierend durchgeführt, um einen Kantenpunkt zu finden. Als spezifisches Beispiel der Ausdünnungsverarbeitung kann die Kantenstärke-Nicht-Maximalpunkt-Unterdrückungsverarbeitung verwendet werden. Die Kante wird ausgedünnt, um eine Linienform mit einer Breite von einem Pixel zu haben.

[0182] Es sei angemerkt, dass der Kantenpunkt auch mittels der Genauigkeit der Subpixelposition gefunden werden kann. Beispielsweise kann die Subpixelposition durch Einsatz quadratischer Interpolation berechnet werden (siehe beispielsweise die japanische ungeprüfte Patentoffenlegungsschrift Nr. H07-128017).

[0183] Weiterhin werden die erhaltenen Kantenpunkte gekoppelt, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen. Die Kantenverkettungsvorrichtung 64 führt eine Kantenkupplungsverarbeitung einer Kopplung angrenzender Kantenpunkte durch, deren Kantenwinkel praktisch in dieselbe Richtung weisen, um ein kontinuierliches Linienelement (Kette) zu erzeugen. Die derart erhaltene Kette hat auch eine XY-Subpixelkoordinate. Jede Kette ist eine Aggregation der Kantenpunkte und jede der individuellen Ketten ist mit einem Kettenindex als einem Identifikator zur Unterscheidung jeder Kette versehen.

[0184] Weiterhin werden die Ketten einer Annäherung durch Kantenketten-Segmentiervorrichtung 65 unterworfen, um ein Segment zu erzeugen. Das Segment wird durch Anpassen dort, wo die Ketten durch eine Linie und einen Kreisbogen approximiert sind, durch die Verwendung des Verfahrens kleinster Quadrate gefunden. In der Anpassung wird die Approximation zuerst durch die Linie ausgeführt und wenn ein Fehler der Approximation durch die Linie einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, wird die Anpassung zu einer solchen durch den Kreisbogen umgeschaltet. Wenn der Fehler nicht selbst bei Annäherung durch einen Kreisbogen sinkt, wird ein Ergebnis der Anpassung durch eine Linie verwendet. Auf solche Weise wird die Operation des sequentiellen Durchführens der Anpassung in Kombination von Linie und Kreisbogen wiederholt und zu dem Zeitpunkt, zu dem der Fehler des Anpassungsergebnisses den Schwellenwert übersteigt, werden die bis dahin erhaltenen Daten, falls sie hinreichend lang sind, als das Segment als kontinuierliche Linie angesehen. Da der Kantenpunkt in der Subpixelposition gefunden wird, kann das Segment auch in einer hochgenauen Position in der Subpixel-Reihenfolge erhalten werden.

[0185] Das Segment wird durch Approximieren der Ketten durch Linie und Kreisbogen erzeugt. Das Linien-segment kann durch einen Ausdruck, der eine gerade Linie repräsentiert (z.B. $ax + by + c = 0$), Koordinaten von Endpunkten und dergleichen ausgedrückt werden. Währenddessen kann das Kreisbogensegment durch eine Koordinate des Zentrums, einen Radius, einen Startwinkel, einen Endwinkel und dergleichen ausgedrückt werden. Beispielsweise drücken eine Zentrumskoordinate (x_0, y_0) eines Kreisbogens und ein Radius r_0 in „ $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r_0^2$ “ das Kreisbogensegment aus. An jedem der auf diese Weise erzeugten Segmente werden die Referenzpunkte bei vorbestimmten Intervallen eingestellt.

[0186] Es sollte angemerkt werden, dass, obwohl das Beispiel der Approximation mittels der Linie oder dem Kreisbogen als dem Segment beschrieben worden ist, dies nicht beschränkend ist und ebenfalls eine Konuskurve, eine Spline-Kurve (Keil), eine Bezier-Kurve und dergleichen verwendet werden können, wie angemessen. Dadurch kann mit einer festen geometrischen Form, wie etwa einer Kreisform, einer Ovalform, einer

Dreiecksform oder einer Rechteckform, die als eine Referenz angesehen werden, ein Mustermodell unter Verwendung dieser Formen einzeln oder in Kombination erzeugt werden, wodurch die Erzeugung der Musteruche und jede der nachfolgenden Verarbeitungen erleichtert wird.

(Reduktion von Mustermodell)

[0187] Weiterhin wird das Mustermodell während der Bewegung bei der Suche reduziert. Dieses Reduktionsverhältnis ist ein Reduktionsverhältnis zur Reduzierung des zu durchsuchenden Bildes für die Grobsuche während der Bewegung, was später beschrieben wird. Da diese Reduktionsverarbeitung durchzuführen ist, werden Intervalle aus den Referenzpunkten als die Modellkantenpunkte des Mustermodells eingestellt, um so zu verhindern, dass die Referenzpunkte dieselbe Koordinate als Ergebnis der Reduktionsverarbeitung bezeichnen. Folglich ändert sich das Mustermodell von **Fig. 16** zu einem wie in **Fig. 17**.

(Differenz zwischen Mustermodell zur Grobsuche und Mustermodell für die Feinpositionierung)

[0188] Das Mustermodell für die Grobsuche und das Mustermodell für die Feinpositionierung werden separat aus dem registrierten Bild der Originalgröße (oder seinem reduzierten Bild) erzeugt. Anders ausgedrückt wird das Segment des Mustermodells für die Grobsuche nicht aus dem Segment des Mustermodells für die Feinpositionierung erzeugt und die Segmente beider Modelle passen nicht notwendigerweise zusammen. Weiterhin, da die Größe des Mustermodells sich zwischen dem Mustermodell für die Grobsuche und dem Mustermodell für die Feinpositionierung unterscheidet, existiert auch eine Distanz zwischen jedem Referenzpunkt zwischen ihnen. Die Differenz in der Distanz, die durch Transformieren der Distanz von jedem Referenzpunkt durch Unvergrößerung erhalten wird, hängt vom Reduktionsverhältnis ab.

[0189] Weiterhin werden im Mustermodell für die Grobsuche die Koordinaten des Referenzpunktes und die Orientierung der Kante am Referenzpunkt (Winkelinformation) gegeben. Anders ausgedrückt wird der Winkel so eingestellt, dass er nahe an der Orientierung der Kante in Richtung der Normale zu einem Segment ist, das keine Information zur Länge einer entsprechenden Punkt-Suchlinie aufweist. Bei der Grobsuche unter Verwendung dieses Mustermodells für die Grobsuche wird das Mustermodell auf dem zu durchsuchenden Bild platziert und es wird überprüft, ob die Kante an den Positionen der Referenzpunkte vorhanden ist und ob die Orientierung der Kante zur Orientierung der Mustermodells passt.

[0190] Andererseits weist zusätzlich zu der Koordinate des Referenzpunktes und der Orientierung der Kante am Referenzpunkt im Mustermodell für die Grobsuche das Mustermodell zur Feinpositionierung eine entsprechende Punkt-Suchlinie auf, welche durch den Referenzpunkt läuft und eine vorgegebene Länge aufweist, die sich in einer Richtung im Wesentlichen orthogonal zum Segment erstreckt (d.h. eine, welche die Länge der Normale zum Segment definiert), und der Art des Segments (z.B. ein Attribut, wie etwa Linie oder Kreisbogen). Diese Differenz entspricht den Inhalten der Verarbeitung jeder Suche. Bei der Feinpositionierung wird nämlich eine Kante, die innerhalb des Bereichs der korrespondierenden Punkt-Suchlinie korrespondiert, gesucht. Auf solche Weise funktioniert das Mustermodell zur Feinpositionierung als eine korrespondierende Kantenpunktauswahlvorrichtung zum Auswählen eines korrespondierenden Kantenpunkts, der zum Referenzpunkt korrespondiert.

[0191] Es sei angemerkt, dass bei der Extraktion des Umrisses das Segment nicht notwendigerweise erzeugt werden muss. Die entsprechende Punkt-Suchlinie kann nicht aus dem Segment gesetzt werden, sondern direkt aus der Kette. Beispielsweise werden im Fall des Einstellens von drei Referenzpunkten in Bezug auf einen gewissen Umriss drei Kantenpunkte, welche die Kette bilden, die dem Umriss entspricht, unter gleichen Intervallen eingestellt, um die korrespondierenden Punkt-Suchlinien in den jeweiligen Normalenrichtungen einzustellen. Bei diesem Verfahren kann eine Hochgeschwindigkeitsverarbeitung erwartet werden, da kein Segment erzeugt wird, während die Genauigkeit etwas leidet, weil die Kette nicht durch gerade Linie oder Kreisbogen angenähert wird. Insbesondere wird die Kette durch einfaches Koppeln der Kantenpunkte gebildet und daher kann sie eine schlechte Linearität haben, während das Segment durch die gerade Linie oder den Kreisbogen angepasst wird, so dass ein genaueres Berechnungsergebnis erhalten wird und auch die Positionsgenauigkeit stabilisiert wird.

(Details der Grobsuche während der Bewegung)

[0192] Als Nächstes wird ein Betrieb während der Bewegung zum tatsächlichen Durchsuchen des passenden Bereichs aus dem zu durchsuchenden Bild unter Verwendung des in einer solchen Weise wie oben registrierten Mustermodells beschrieben. Zuerst werden Details einer Prozedur zum Erhalten einer Grobposi-

tion und Stellung in der Grobsuche basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 18** beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Grobsuche in die Großflächensuche und die Lokalsuche unterteilt und wird ausgeführt, um den Detektionskandidaten zu finden.

(Schritt S1801 - Reduktion im zu durchsuchenden Bild)

[0193] Als Erstes wird in Schritt S1801 das zu durchsuchende Bild als das zu suchende Objekt reduziert, in Übereinstimmung mit dem Reduktionsverhältnis des registrierten Bildes. Beispielsweise wird ein in **Fig. 19A** gezeigtes, zu durchsuchendes Bild in dieselbe Vergrößerung reduziert wie die des registrierten Bildes, um ein in **Fig. 19B** gezeigtes zu durchsuchendes reduziertes Bild zu erhalten. Zuerst wird das Bild in das mittlere Reduktionsverhältnis als das Verhältnis für die Grobsuche reduziert. Anders ausgedrückt wird das Reduktionsverhältnis nicht zuerst in das Reduktionsverhältnis für eine große Fläche reduziert, was ein großes Reduktionsverhältnis ist, sondern wird zuerst in das mittlere Reduktionsverhältnis reduziert, das ein kleines Reduktionsverhältnis ist.

(Schritt S1802 - Erfassung von Kantenwinkelbild und Kantenstärkebild)

[0194] Als Nächstes werden in Schritt S1802 das Kantenstärkebild und das Kantenwinkelbild separat aus dem reduzierten, zu durchsuchenden Bild durch eine Kantenberechnungsvorrichtung erhalten. Als das Kantenberechnungsverfahren kann Sobel-Filterung oder dergleichen verwendet werden.

[0195] Es wird das Sobel-Verfahren beschrieben. Beim Sobel-Verfahren wird eine Matrix von 3x3 als ein Operator (Kern) verwendet. Diese Verfahren extrahiert einen Pixelwert des zentralen Punktes eines Wertes, der durch Multiplizieren von Pixelwerten (z.B. Helligkeit) mit einem Koeffizienten in Bezug auf Peripheriepunkte erhalten wird, wobei der Zielpunkt am Zentrum gesetzt ist und die multiplizierten Werte addiert werden. Dieses Verfahren ist ein horizontaler und vertikaler Filter und hat die Eigenschaft, resistent gegenüber Rauschen zu sein, da eine Glättungsoperation beinhaltet ist. Der Kern zur Verwendung im Sobel-Filter wird unten gezeigt.

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad [\text{Ausdruck 16}]$$

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

[0196] Als Ergebnis davon werden das Kantenstärkebild und das Kantenwinkelbild des zu durchsuchenden Bildes unabhängig erhalten.

(Schritt S1803 - Erzeugung von Kantenwinkelbitbild von zu durchsuchendem Bild)

[0197] Weiter wird in Schritt S1803 das Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 aus dem Kantenwinkelbild und dem Kantenstärkebild erzeugt. Das Kantenwinkelbitbild sind Bild-daten, die als Winkelbit den Kantenwinkel jeden Punktes ausdrücken, welcher das Kantenwinkelbild konstituiert. Als Ergebnis davon wird das Kantenwinkelbitbild erhalten. Transformation aus dem Kantenwinkelbild zum Kantenwinkelbitbild wird später beschrieben.

(Schritt S1804 - Reduktion beim Kantenwinkelbitbild)

[0198] Weiterhin wird in Schritt S1804 das erhaltene Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 reduziert. Das Reduktionsverhältnis wird auf das Reduktionsverhältnis für eine große Fläche im Falle der Erzeugung des zweiten Mustermodells für Großflächensuche und auf das mittlere Reduktionsverhältnis im Falle der Erzeugung des ersten Mustermodells für die Lokalsuche eingestellt. Als ein Ergebnis davon wird das reduzierte Bild des Kantenwinkelbitbilds erhalten.

(Schritt S1805 - Ausführung der Großflächensuche)

[0199] Als Nächstes wird die Großflächensuche am Kantenwinkelbit-Reduktionsbild, das in Schritt S1804 reduziert worden ist, unter Verwendung eines vorreduzierten Mustermodells ausgeführt. Spezifisch wird die Suche im Gesamtbereich ausgeführt, während der Winkel des Mustermodells so geändert wird, dass das Bild von der oberen Linken zur unteren Rechten abgetastet wird. Dadurch wird der Bereich des Detektionskandidaten extrahiert. Position und Stellung des Detektionskandidaten werden extrahiert, beispielsweise durch die XY-Koordinate bzw. den Winkel θ oder dergleichen. Der Detektionskandidat wird durch Rangberechnung gefunden. Das reduzierte Mustermodell wird durch die Grobsuchvorrichtung 71 im Freiheitsgrad der Suchposition und Stellung bewegt und es wird ein Rang in jeder Position und Stellung berechnet.

(Rangberechnung)

[0200] Die Rangberechnung in der Großflächensuche wird durch Vergleichen der Kantenwinkelbilder an entsprechenden im Mustermodell beinhalteten Kantenpunkten und dem Kantenwinkelbitbild, das durch Reduktion des zu durchsuchenden Bildes in das Reduktionsverhältnis für Großflächen erhalten wurde, durchgeführt, um eine Koinzidenz zu berechnen. Beim Durchführen der Suche werden die Daten zu Position und Winkel des Referenzpunktes in Übereinstimmung mit der Position und Stellung des Rangs, in dem der Rang zu berechnen ist, geändert. Nachfolgend wird der Winkel wie im Kantenwinkelbitbild transformiert und eine UND-Verarbeitung wird an einen Pixelwert der Kantenwinkelbitbilddaten nach Reduktion durchgeführt. Ein durch Teilen eines Gesamtwertes der Anzahl von verbleibenden Bits durch einen Maximalwert eines erwarteten Gesamtwertes erhaltener Wert wird als die Koinzidenz angesehen, welche durch die Grobsuchvorrichtung 71 berechnet wird. Weiterhin kann eine Mehrzahl von Bits in der Winkelrichtung zugewiesen werden, um ein Konzept der Gewichtung hinzuzufügen.

(Schritt S1806 - Ausführung von lokaler Suche)

[0201] Darüber hinaus wird die Lokalsuche am Bereich des in der Großflächensuche gefundenen Detektionskandidaten durchgeführt. Bei der lokalen Suche wird das Mustermodell für lokale Suche, mit seinem Reduktionsverhältnis, das kleiner gemacht ist als das des Mustermodells für die Großflächensuche, verwendet. Weiterhin, auch als das Kantenwinkelbitbild als zu suchendes Bild wird da reduzierte Bild, das durch das Reduktionsverhältnis für die Lokalsuche, die niedriger als das Reduktionsverhältnis für die Großfläche ist, reduziert ist, verwendet.

[0202] Weiterhin wird beim Durchführen der Lokalsuche nicht nur der Bereich des Detektionskandidaten, der bei der Großflächensuche gefunden wurde, wie er ist verwendet, sondern die lokale Suche kann auch in der Umgebung desselben, beispielsweise an Randpixeln wie etwa 3x3 Pixeln und 5x5 Pixeln durchgeführt werden. Dadurch kann ein stabiles Suchergebnis erwartet werden.

(Erweiterungsverarbeitung)

[0203] Um das Ergebnis der Rangberechnung zu stabilisieren, kann nämlich eine Vergrößerungsverarbeitung auch beim Durchführen der Grobsuche durchgeführt werden. Es gibt normalerweise eine Tendenz, dass, wenn das Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes sinkt, um die Genauigkeit zu steigern, selbst eine geringe Positionsversetzung ein großes Absinken im Rang verursacht. Ein Rotationswinkel kann sich winzig ändern, um eine rasche Änderung im Rang zu vermeiden, aber in diesem Fall tritt der Nachteil des Ansteigens der Verarbeitungsmenge auf. Daher wird unter Erwägung des Gleichgewichtes zwischen Reduktion bei der Verarbeitungsmenge und Verbesserung bei der Genauigkeit das Kantenwinkelbitbild als das zu durchsuchende Bild nur um einen vorgegebenen Betrag vergrößert. Beispielsweise wird das Bild in seiner XY-Richtung um eine vorgegebene Anzahl von Pixeln vergrößert, beispielsweise 2x2 Pixeln, die durch das Verdoppeln eines Pixels erhalten werden. Es ist daher möglich, rasche Fluktuationen des Rangwertes aufgrund geringen Versatzes des Winkels zu unterdrücken, um einen stabilen Rang zu erhalten.

[0204] Auf solche Weise wird über die Grobposition im zu durchsuchenden reduzierten Bild des reduzierten Mustermodells basierend auf dem berechneten Rang entschieden. Weiterhin, wie angemessen, kann der obige Schritt wiederholt werden, um die Genauigkeit der Grobposition zu verbessern. Es ist nämlich nicht nur die Grobsuche einfach zweimal unterteilt, in Großflächensuche und lokale Suche, sondern auch die lokale Suche kann mehrere Male unterteilt sein und ein größeres zu durchsuchendes reduziertes Bild kann verwendet werden, indem graduell das Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes abgesenkt wird, um damit eine hochgenaue Positionierung durchzuführen.

[0205] Es sei angemerkt, dass aufgrund ihres breiten Bereichs und der großen Verarbeitungsmenge die Großflächensuche normalerweise nur einmal durchgeführt wird. Jedoch kann sie gemäß der erforderlichen Genauigkeit oder Taktzeiten mehrfach durchgeführt werden. Weiterhin kann bezüglich der Suchtechnik eine bekannte Suchtechnik verwendet werden, wie Kantensuche, normalisierte Korrelationssuche, generalisierte Hough-Transformation oder geometrisches Hashing.

(Details der Feinpositionierung während der Bewegung)

[0206] Nachdem die Grobsuche in einer solchen Weise wie oben durchgeführt worden ist und Daten zu Position und Stellung des Detektionskandidaten, wo das MustermodeLL vorhanden ist, gefunden sind, wird die Feinpositionierung durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 durchgeführt. Als Nächstes wird eine spezifische Prozedur für die Feinpositionierung detailliert beschrieben, basierend auf einem Flussdiagramm von Fig. 20.

[0207] Als Erstes wird in Schritt S2001 das MustermodeLL zur Feinpositionierung dem zu durchsuchenden Bild überlagert, basierend auf der Position und Stellung des bei der Grobsuche gefundenen Detektionskandidaten. Es wird bevorzugt, das zu durchsuchende Bild der Originalgröße und das MustermodeLL zur Feinpositionierung zu verwenden, während Position und Stellung, die bei der Grobsuche schließlich gefunden werden, als eine Ausgangsposition und Ausgangsstellung angesehen werden. Jedoch kann die Feinpositionierung auch mit einem Reduktionsverhältnis durchgeführt werden, das höher als die Originalgröße (Reduktionsverhältnis von Eins) und niedriger als das zuletzt in der Grobsuche verwendete Reduktionsverhältnis ist.

[0208] Weiterhin wird in Schritt S2002 der Punkt als der entsprechende Kantenpunkt längs der entsprechenden Punkt-Suchlinie des MustermodeLLs zur Feinpositionierung gefunden. Wie oben beschrieben, weist die entsprechende Punkt-Suchlinie eine vorgegebene Länge auf und erstreckt sich in Richtung der Normale zum Segment, und ein Startpunkt als einer von beiden Enden des Liniensegmentes wird als ein Suchstartpunkt angesehen und ein Endpunkt wird als ein Suchendpunkt angesehen. Zuerst wird eine Kantenberechnung längs der entsprechenden Punkt-Suchlinie durchgeführt, um einen Kantenvektor zu erlangen. Als Technik zur Kantenkalkulation, wie oben beschrieben, kann der Sobel-Filter nach Bedarf verwendet werden. Der durch diese Kantenberechnung erhaltene Kantenvektor, Kantenwinkel, Kantenstärke, Kantenposition und dergleichen jedes Punktes auf der entsprechenden Punkt-Suchlinie werden gefunden. Es sei angemerkt, dass der Kantenvektor einer ist, der die Kantenstärke und Orientierung durch den Vektor ausdrückt, und wie (E_x, E_y) ausgedrückt werden kann. Beispielsweise, wie in Fig. 46 gezeigt, wenn die Kantenstärke EM ist und der Kantenwinkel θ_E ist, werden diese ausgedrückt durch: Der Kantenwinkel $\theta_E = \text{Atan}(E_y/E_x)$; und die Kantenstärke $EM = \sqrt{(E_x^2 + E_y^2)}$.

(Korrespondierende Kantenpunkt-Suchverarbeitung)

[0209] Weiterhin, basierend auf der Information zu Kantenvektor, Kantenwinkel, Kantenposition und dergleichen wird der korrespondierende Kantenpunkt, der dem Segment entspricht, der den Referenzpunkt der korrespondierenden Punkt-Suchlinie beinhaltet, gefunden. Als ein Beispiel des Verfahrens zum Entscheiden über einen korrespondierenden Kantenpunkt kann über den korrespondierenden Kantenpunkt bei hoher Geschwindigkeit unter Verwendung des vorstehenden Kantenvektors entschieden werden. Als ein anderes Verfahren kann die Berechnung unter Verwendung der Kantenstärke und des Kantenwinkels wie unten beschrieben durchgeführt werden, aber in diesem Fall muss Atan berechnet werden, wie unten beschrieben, wodurch die Berechnung kompliziert wird. Im Folgenden wird eine Prozedur zum Erhalten eines korrespondierenden Kantenpunktes unter Verwendung einer Kantenstärke und eines Kantenwinkels beschrieben.

[0210] Zuerst wird als Maximalpunkt, der eine Kantenstärke größer als ein vorgegebener Kantenstärkenschwellenwert aufweist und an dem ein Absolutwert eine Differenz zwischen dem Kantenwinkel und dem Winkel des Referenzpunktes kleiner als ein vorgegebenen Kantenwinkelschwellenwert ist, als ein Kandidat des korrespondierenden Kantenpunktes genommen. Weiterhin wird der nächste Punkt zum Referenzpunkt aus den korrespondierenden Kantenpunktkandidaten schließlich als der korrespondierende Kantenpunkt angesehen.

[0211] Weiterhin wird die Subpixelposition der Kante des korrespondierenden Kantenpunktes gefunden (Schritt S2003). Unter Verwendung dieser Position und der geometrischen Daten des Segmentes wird der Fehlerwert erhalten und die Berechnung des Verfahrens kleinster Quadrate wird durchgeführt (Schritt S2004), um eine Feinposition zu erhalten (Schritt S2005). Beispiele von Fehlerwerten im Falle des Linienseg-

menten beinhalten eine Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und der geraden Linie und Beispiele des Fehlerwertes im Falle des Kreisbogensegments beinhalten einen Absolutwert der Differenz zwischen dem Radius und einer Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und der zentralen Position.

[0212] Wie somit beschrieben, wird der Fehlerwert oder der Gewichtungswert zur Verwendung bei der Berechnung des Verfahrens kleinster Quadrate durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 berechnet und aus dem berechneten Wert werden simultane Gleichungen, die durch das Verfahren kleinster Quadrate erhalten werden, erfasst. Das Verfahren kleinster Quadrate wird so angepasst, dass das Segment eine Idealform annimmt und der Fehler eine Mehrzahl von korrespondierenden Punkten, zum Segment korrespondierend, minimiert werden. Weiterhin werden die simultanen Gleichungen gelöst, um eine hochgenaue Position und Stellung zu finden. Auf solche Weise werden ein korrigierter Betrag Δx einer Position X, ein korrigierter Betrag Δy einer Position Y, ein korrigierter Betrag $\Delta \theta$ des Winkels θ , ein korrigierter Betrag Δs (s = Maßstab) eines Maßstabes „s“ erhalten.

[0213] Bei der Feinpositionierung wird der Referenzpunkt dem zu durchsuchenden Bild überlagert, unter Verwendung der Daten zu Position und Stellung, die bei der Grobsuche erhalten worden sind. Dann wird die Kantenkalkulation, wie etwa Sobel-Filterung längs der korrespondierenden Punkt-Suchlinie durchgeführt, um den Kantenvektor zu erfassen. Es sei angemerkt, dass der Kantenvektor durch ein Ergebnis bei Anwendung des Sobel-Filters repräsentiert wird und durch (S_x, S_y) oder dergleichen ausgedrückt werden kann. Weiterhin kann die Kantenstärke EM durch „ $EM = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$ “ ausgedrückt werden und der Kantenwinkel θ_E kann ausgedrückt werden als „ $\theta_E = \text{Atan}(S_y/S_x)$ “, oder dergleichen. Darüber hinaus werden aus dem Kantenvektor der Kantenwinkel die Kantenstärke und die Position des Pixels am entsprechenden Kantenpunkt erhalten. Aus diesen Kantenvektor, Kantenwinkel, Kantenstärke und Position wird der korrespondierende Kantenpunkt, der dem Segment entspricht, das den Referenzpunkt des entsprechenden Kantenpunktes beinhaltet, durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 gefunden.

[0214] Dieser Zustand wird basierend auf **Fig. 21A** beschrieben. Zuerst wird das durch eine dicke durchgezogene Linie gezeigte Mustermodell PM durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 überlagert und in der Position des Detektionskandidaten des zu durchsuchenden Bildes angeordnet (Kantenwinkelbit-Reduktionsbild EABR, durch unterbrochene Linie gezeigt), das bei der Grobsuche erhalten worden ist. Dann wird längs einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie TL, die durch den Referenzpunkt KT hindurchgeht, der auf dem Mustermodell eingestellt ist und fast vertikal zum Segment des Mustermodells ist, ein korrespondierender Kantenpunkt TT gefunden, der zum Referenzpunkt KT korrespondiert. In **Fig. 21A** ist die korrespondierende Punkt-Suchlinie TL durch eine dünne durchgezogene Linie gezeigt. Es sei angemerkt, dass die korrespondierende Punkt-Suchlinie TL eine imaginär gesetzte Linie ist und nicht tatsächlich gezeichnet wird. Der korrespondierende Kantenpunkt TT wird ein Schnittpunkt der entsprechenden Punkt-Suchlinie TL und des Reduktionsbildes EABR. Mit dem korrespondierenden Kantenpunkt TT kann die Subpixelkoordinatenposition erhalten werden. Unter Verwendung dieser Position und von geometrischen Daten zum Segment wird eine Feinpositionierung durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76 durchgeführt.

[0215] Spezifisch wird mit der Beziehung zwischen den geometrischen Daten (in diesem Fall eine Linie) des Segmentes und dem korrespondierenden Kantenpunkt, der als ein Evaluierungswert angesehen wird, die Rangberechnung durchgeführt, um so einen akkumulierten Wert der Evaluierungswerte zu minimieren oder zu maximieren. Als Evaluierungswert kann typischerweise eine Distanz verwendet werden, und mit dieser als Fehlerwert betrachteten Distanz wird die Berechnung des Verfahrens kleinster Quadrate durchgeführt, um somit den Fehlerwert zu minimieren, wodurch die Feinposition erhalten werden kann. Als verwendete Distanz kann eine Euklidische Distanz zwischen dem Segment und dem entsprechenden Kantenpunkt verwendet werden. Es wird nämlich im Falle dessen, dass das Segment eine Linie ist, die Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und der geraden Linie verwendet und in dem Fall, dass das Segment ein Kreisbogen ist, der Absolutwert der Differenz zwischen dem Radius und der Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und der zentralen Position. Das Lösen der durch eine Lösung unter Verwendung des Mittels des Verfahrens kleinster Quadrate erhaltenen simultanen Gleichungen kann eine hochgenaue Position und Stellung finden. Weiterhin ist der Evaluierungswert nicht auf die Distanz beschränkt und kann ein vom Referenzpunkt und dem korrespondierenden Kantenpunkt des Referenzpunktes gebildeter Winkel sein.

[0216] Weiterhin zeigt **Fig. 21B** einen Zustand einer korrespondierenden Kantenpunkt-Suchverarbeitung, bei der die Feinpositionierungsvorrichtung 76 den korrespondierenden Kantenpunkt findet. In dieser Zeichnung, wie in **Fig. 21A**, zeigt eine unterbrochene Linie das Reduktionsbild EABR des zu durchsuchenden Bildes,

zeigt eine dicke durchgezogene Linie das Mustermodell PM und zeigt eine dünne durchgezogene Linie die korrespondierende Punkt-Suchlinie TL, die auf den Referenzpunkt KT gesetzt ist. In diesem Fall wird eine Koordinatenposition XY bei Anwendung des Sobel-Filters in einem Bereich SR von 3x3 Pixeln des Reduktionsbildes EABR gefunden. Die zentrale Koordinate bei dieser Berechnung wird unter Verwendung von Bresenham's Algorithmus zum Erzeugen von Geradliniendaten gefunden. Im Beispiel von **Fig. 21B** wird ein Pixel B als der korrespondierende Kantenpunkt in Bezug auf einen Modellkantenpunkt A extrahiert.

[0217] Das in **Fig. 21B** gezeigte Verfahren unterscheidet sich von dem oben beschriebenen japanischen Patent Nr. 3759983 darin, dass ein Punkt, der in geeigneter Weise auf dem Segment ausgewählt ist, wo der korrespondierende Kantenpunkt automatisch extrahiert worden ist, als der Referenzpunkt angesehen wird. Insbesondere in dem japanischen Patent Nr. 3759983 wird kein Anordnungsverfahren für eine Suchlinie definiert. Weiterhin, beim Entscheiden über den korrespondierenden Kantenpunkt werden Daten zum Kantenwinkel, der Kantenpunkt und dergleichen neben der Kantenstärke verwendet, um die Zuverlässigkeit des korrespondierenden Kantenpunktes zu verbessern. Zusätzlich wird der bei der Verarbeitung verwendete Kern zum Erhalten eines Kantenwinkels und einer Kantenstärke kompakter gemacht, um eine Last bei der Computerverarbeitung zu senken. Weiterhin kann die Position des entsprechenden Kantenpunktes bei Subpixelgenauigkeit erhalten werden. Darüber hinaus kann die Verwendung des Verfahrens kleinster Quadrate den Vorteil ergeben, in der Lage zu sein, Modelle in einer Vielzahl von Formen zu entsprechen.

[0218] In einer solchen Weise wie oben ist es möglich, eine hochakkurate Hochgeschwindigkeitspositionierung bei der Mustersuche durchzuführen. Insbesondere bei diesem Verfahren kann durch Ändern der Linielänge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie der Bereich zum Suchen des korrespondierenden Kantenpunktes leicht mittels der korrespondierenden Punkt-Suchlinie geändert werden, so dass der Vorteil, in der Lage zu sein, die notwendige Stabilität einzustellen, gegeben ist. Es kann nämlich durch graduelles Reduzieren der Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie bei wiederholter Anwendung des Verfahrens kleinster Quadrate die Positionierung mit höherer Genauigkeit bei höherer Geschwindigkeit leicht realisiert werden.

[0219] Zusätzlich, da das Mustermodell durch das Segment ausgedrückt ist, kann ein korrigiertes Phänomen einer Kantenposition, wie in **Fig. 22** gezeigt, eliminiert werden. Es kann nämlich beim Fall des Durchführens der Feinpositionierung zwischen Punkten ein großer Positionsversatz zwischen den Paarungen mit einem Punkt in einer höheren Welle und Paarung mit einem Punkt in einer niedrigeren Welle auftreten, aber ein solcher Einfluss kann reduziert werden.

[0220] Weiterhin kann anstelle davon oder zusätzlich dazu, der Kantenwinkelschwellenwert bei jeder Wiederholung des Verfahrens kleinster Quadrate verändert werden. Es gestattet nämlich das graduelle Reduzieren des Kantenwinkelschwellenwerts in Übereinstimmung mit der wiederholten Anzahl von dem Verfahren kleinster Quadrate auch die Realisierung einer stabileren Positionierung.

[0221] Es sei angemerkt, dass beim Überlagern des Mustermodelles auf das zu durchsuchende Bild, basierend auf der in der Grobsuche erhaltenen Anfangsposition oder der in einer anderen Grobsuche erhaltenen Feinpositionierungsstartposition unprozessierte Daten, sogenannte Originalbilddaten, als zu durchsuchendes Bild verwendet werden und ein Mustermodell, das den ursprünglichen Bilddaten entspricht, wird als Mustermodell verwendet.

[0222] Dieses Verfahren kann die Notwendigkeit zur Transformation aller Pixel in den Ursprungsbilddaten des zu durchsuchenden Bildes zu Kantenbilddaten eliminieren, um somit eine Beschleunigung der Verarbeitung anzustreben. Insbesondere bei der Inline-Verarbeitung, wo die Taktzeit erforderlich ist, wird eine solche Hochgeschwindigkeitsniederlastverarbeitung bevorzugt. Es versteht sich, dass, wenn die Gesamtvoextraktion der Kantendaten effizienter ist, alle Punkte im zu durchsuchenden Bild zu Kantenbilddaten transformiert werden können, um die Mustersuche durchzuführen.

[0223] Weiterhin ist das Überlagern und Anordnen des gesamten Mustermodelles auf dem zu durchsuchenden Bild nicht notwendig, sondern das Überlagern und Anordnen zumindest der korrespondierenden Punkt-Suchlinie ist hinreichend. Insbesondere da die korrespondierende Punkt-Suchlinie eine Gerade ist, kann sie leicht durch Berechnung erhalten werden. Daher bedeutet in der vorliegenden Spezifikation der Ausdruck „Überlagern“ nicht notwendigerweise, tatsächlich ein Bild zu überlagern, sondern wird verwendet, um das Verarbeiten zum Entscheiden des korrespondierenden Kantenpunktes gemäß der korrespondierenden Punkt-Suchlinie zu bedeuten. Weiterhin soll die Phrase „Überlagern und Anordnung“ in diesem Falle beschreiben, dass die korrespondierende Position jedes Bildes leicht durch Überlagerung desselben zu

erfassen ist, wie oben beschrieben, was lediglich in der Berechnung imaginär ist und logischerweise ist der Vorgang des tatsächlichen Überlagerns von Daten nicht notwendig.

[0224] Gemäß diesem Verfahren kann im Vergleich zum konventionellen Verfahren eine hochgenaue kantenbasierte Suche realisiert werden. In der vorstehenden Technik aus dem japanischen Patent Nr. 3759983 werden Richtung und Winkelkomponente der Kante nicht erwogen, sondern es wird nur eine vordefinierte Kantenrichtung betrachtet und daher ist eine Stabilität bei einer komplizierten Form nicht zu erwarten. Im Gegensatz dazu wird in der Technik gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Kantenrichtung Wichtigkeit eingeräumt, wodurch eine Verbesserung der Zuverlässigkeit des entsprechenden Kantenpunktes gestattet wird. Weiterhin kann in der vorliegenden Ausführungsform, da eine Differenz unter Verwendung eines kleinen Filters des Kerns berechnet wird, wie etwa einem Sobel-Filter, selbst wenn das Werk lang und schmal ist, die Kante detektiert werden. Wie beschrieben, ist es also möglich, eine stabile kantenbasierte Suche zu realisieren, die an ein zu durchsuchendes Objekt, das in komplizierter Form vorliegt, adaptierbar ist, im Vergleich zur Technik des japanischen Patents Nr. 3759983.

[0225] Weiterhin gibt es beim Erhalten der Position des Detektionskandidaten im zu durchsuchenden Bild des Mustermodells, nämlich der Anfangsposition bei der lokalen Suche, den Vorteil der Durchführung einer Hochgeschwindigkeits-Niederlast-Mustersuche durch Reduzieren eines zu durchsuchenden Bildes und Durchführen der Suche. Da jedoch ein Teil der Information aufgrund der Reduktion verloren gehen könnte, um dadurch eine Beeinträchtigung der Genauigkeit zu verursachen, ist es wünschenswert, die Reduktion so durchzuführen, dass eine Informationsmenge erhalten wird (später ausgeführt). Darüber hinaus kann neben der Form zum Erhalten der Anfangsposition des Mustermodells in der Grobsuche die Position manuell durch den Anwender spezifiziert werden.

[0226] Der im obigen Beispiel erwähnte Punkt bedeutet denjenigen Punkt, der das zu durchsuchende Bild oder das registrierte Bild bildet, nämlich ein Pixel, aber es versteht sich, dass eine Mehrzahl von Pixeln (z.B. vier Pixel) als ein Punkt zusammengepackt werden können. Daher bedeutet in der vorliegenden Spezifikation der Punkt ein Pixel oder eine vorgegebene Anzahl von Pixeln.

[0227] Weiterhin wird die Phrase „basierend auf dem Referenzpunkt“ nicht nur in der Bedeutung verwendet, dass die Kantendetektion am Referenzpunkt durchgeführt wird, sondern auch in einer Bedeutung, die beinhaltet, dass die Kantendetektion in der Nachbarschaft des Referenzpunktes durchgeführt wird. Beispielsweise wird die Kantendetektion innerhalb eines bezeichneten Bereichs durchgeführt, wie etwa bei einem Bereich von ein bis zehn Pixeln um den Referenzpunkt herum.

[0228] Weiterhin bezieht sich das Segment auf eine kontinuierliche Linie mit einer finiten Länge, die aus einer Linie und/oder Kreisbogen und/oder Kombination derselben konfiguriert ist. Darüber hinaus können Konuskurve, Spline-Kurve, Bezier-Kurve und dergleichen zusätzlich zu Linie und Kreisbogen kombiniert werden. Weiterhin beinhalten Daten der korrespondierenden Punkt-Suchlinie die Koordinaten des Referenzpunktes und von Winkel und Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie.

(Verfahren kleinster Quadrate)

[0229] Im Verfahren kleinster Quadrate ist eine Gerade-Linien-Fehlerfunktion an das Liniensegment adaptiert. Die Gerade-Linien-Fehlerfunktion ist ein Verfahren kleinster Quadrate mit einer Distanz zwischen einem Punkt und einer geraden Linie, die als eine Fehlerfunktion angesehen wird. Weiterhin ist eine Kreisbogen-Fehlerfunktion an das Kreisbogensegment angepasst. Die Kreisbogen-Fehlerfunktion ist ein Verfahren kleinster Quadrate mit einer Distanz zwischen einem Punkt und einem Kreisbogen, die als Fehlerfunktion angesehen wird. Dies soll später ausgeführt werden.

[0230] Beispiele des Problems des Verfahrens kleinster Quadrate beinhalten, dass, selbst wenn ein recht unterschiedlicher Wert vorliegt, sich die Genauigkeit aufgrund des Einflusses dieses Punktes extrem verschlechtert. Daher wird in der vorliegenden Technik ein Verfahren gewichteter kleinster Quadrate, die dazu gebracht werden, einen Gewichtungswert aufzuweisen, um so eine Gewichtung auf einem solchen Punkt zu erniedrigen, verwendet, um den Einfluss zu unterdrücken.

[0231] Weiterhin kann als ein beim Verfahren kleinster Quadrate zu verwendenden Freiheitsgrad eine Bewegung in X-Richtung, eine Bewegung in Y-Richtung, Rotation, Vergrößerung/Reduktion, Schiefe, Aspekt und dergleichen eingesetzt werden. Das Auswählen von diesen kann Rotation, Vergrößerung/Reduktion, Verzer-

ung und dergleichen des registrierten Bildes entsprechen, neben den parallelen Bewegungen in XY-Richtungen.

(Generalisierung der Fehlerfunktion des Verfahrens kleinster Quadrate)

[0232] Die Fehlerfunktion des Verfahrens kleinster Quadrate wird generalisiert und entwickelt. Zuerst wird erwogen, dass eine Fehlerfunktion $E(p_0, p_1, \dots, p_n)$ durch einen affinen Parameter $p_0, p_1, \dots, p_n$ (z.B. $p_0 = x, p_1 = y$, etc.) entschieden werden kann. Es wird angenommen, dass die Fehlerfunktion $E(p_0, p_1, \dots, p_n)$ durch einen optimalen affinen Parameter $p_{0o}, p_{1o}, \dots, p_{no}$ (o: optimiert) minimiert wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die Fehlerfunktion $E(p_0, p_1, \dots, p_n)$ durch den folgenden Ausdruck ausgedrückt:

$$E(p_0, p_1, \dots, p_n) = \sum_i \omega_i e_i(p_0, p_1, \dots, p_n)^2 \quad [\text{Ausdruck 17}]$$

[0233] Die Bedeutungen im vorliegenden Ausdruck sind wie folgt.

i: Index eines korrespondierenden Kantenpunkts

ω_i : Gewichtung, über die entsprechend der Positionsbeziehung zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und dem Modell entschieden wird. Wenn beispielsweise die Punktliniendistanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und der Linie lang ist, wird dieser Parameter als nahe an Null herankommend definiert.

$e(p_0, p_1, \dots, p_n)$: individuelle Fehlerfunktionen, über die durch geometrische Distanz zwischen korrespondierendem Kantenpunkt und Modell entschieden wird. Über diesen Parameter wird durch die Punktliniendistanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und dem Liniensegment oder dergleichen entschieden.

p_0 bis p_n : Affine Parameter parallelen x-Bewegungsbetrags, parallelen y-Bewegungsbetrags, Rotationswinkels, Maßstabwerts und dergleichen.

[0234] Um die affinen Parameter $p_{0o}, p_{1o}, \dots, p_{no}$ zu finden, welche die Fehlerfunktion $E(p_0, p_1, \dots, p_n)$ minimieren, werden Versatzbeträge wie folgt aus affinen Parametern $p_{0t}, p_{1t}, \dots, p_{nt}$ gefunden, von denen erwartet wird, dass sie hinreichend nah an den aufzufindenden affinen Parametern sind und die bei der Grobsuche oder der letzten Feinpositionierung erhalten wurden:

$$\begin{aligned} &\Delta p_0, \Delta p_1, \dots, \Delta p_n \\ &(p_{i0} \approx p_{i0} + \Delta p_i) \quad [\text{Ausdruck 18}] \\ &(t : \text{trial}) \end{aligned}$$

$\Delta p_0, \Delta p_1, \dots, \Delta p_n$ werden durch Lösen der nachfolgenden simultanen Gleichungen erhalten:

$$\begin{bmatrix} \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_0} \frac{\partial e_i}{\partial p_0} & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_0} \frac{\partial e_i}{\partial p_1} & \dots & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_0} \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \\ \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_1} \frac{\partial e_i}{\partial p_0} & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_1} \frac{\partial e_i}{\partial p_1} & \dots & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_1} \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \frac{\partial e_i}{\partial p_0} & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \frac{\partial e_i}{\partial p_1} & \dots & \sum_i \omega_i \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta p_0 \\ \Delta p_1 \\ \dots \\ \Delta p_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sum_i \omega_i e_i \frac{\partial e_i}{\partial p_0} \\ -\sum_i \omega_i e_i \frac{\partial e_i}{\partial p_1} \\ \dots \\ -\sum_i \omega_i e_i \frac{\partial e_i}{\partial p_n} \end{bmatrix} \quad [\text{Ausdruck 18}]$$

[0235] Wie derart beschrieben, kann die Verwendung des Kantenwinkels des Bildes wie auch der Kantenstärke desselben eine Richtungskomponente hinzufügen, wodurch eine stabile Positionierung gestattet wird, die gegenüber einer Rauschkomponente resistent ist. Insbesondere durch Verwendung differentieller Verarbeitung an den Bilddaten ist es möglich, eine stabile Suche durchzuführen, die weniger Fluktuationen der Helligkeit unterliegt.

(Korrespondierende Punkt-Suchlinien-Filterverarbeitung)

[0236] Insbesondere ist es sehr wahrscheinlich, dass das Durchführen der Suchverarbeitung der korrespondierenden Punkt-Suchlinie auf dem registrierten Bild, um die korrespondierende Punkt-Suchlinie auszuwäh-

len, schwierig ist; eine solche Position wird vorzugsweise aus der Mustersuche eliminiert. Wenn beispielsweise der Fall erwogen wird, bei dem ein registriertes Bild wie in **Fig. 23** vorliegt, wenn automatisch auf dieses Muster eingestellte korrespondierende Punkt-Suchlinien automatisch eingestellt werden, werden sie wie in **Fig. 24** eingestellt. Wie in dieser Zeichnung gezeigt, wird die entsprechende Punkt-Suchlinie nicht nur auf dem peripheren Umriss gesetzt, sondern in einem Bereich mit einer Kontrastdifferenz, der in der Nähe des Zentrums des Inneren lokalisiert ist. Wenn die Passung der Kante mittels solcher korrespondierender Punkt-Suchlinien durchgeführt wird, die in der Nähe des Zentrums gesetzt werden, werden Bereiche mit ähnlichen Kantenwinkeln in großer Anzahl erzeugt. Folglich, wenn die Mustersuche unter Verwendung dieser korrespondierenden Punkt-Suchlinien durchgeführt wird, wird es wahrscheinlicher, dass die korrespondierenden Kantenpunkte bei der korrespondierenden Kanten-Punktdetektion verschmiert werden.

[0237] In der vorliegenden Ausführungsform wird eine solche verschmierte korrespondierende Punkt-Suchlinie eliminiert, um das Durchführen einer stabilen, hochgenauen Suche zu gestatten. Spezifisch wird die in einem solchen ungünstigen Bereich gesetzte korrespondierende Punkt-Suchlinie durch eine korrespondierende Punkt-Suchlinien-Filtervorrichtung gefiltert, und wenn eine mit einer ähnlichen Kantenstärke und Kantenwinkel vorliegt, wird diese Linie eliminiert. **Fig. 25** zeigt ein Beispiel eines Ergebnisses der Filterung der entsprechenden Punkt-Suchlinien aus **Fig. 24**.

[0238] Ein Beispiel einer Prozedur zum Durchführen entsprechender Punkt-Suchlinien-Filterverarbeitung an einem Kandidaten der korrespondierenden Punkt-Suchlinie in der obigen Weise wird basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 26** beschrieben. Zuerst wird in Schritt S2601 eine korrespondierende Punkt-Suchlinien-Erzeugungsverarbeitung am registrierten Bild durchgeführt, um Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie zu erzeugen. Als Nächstes werden in Schritt S2602 die Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie in Bezug auf das registrierte Bild angeordnet. Wenn sie an einer Position angeordnet sind, wo die korrespondierende Punkt-Suchlinie erzeugt wurde, können die Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie in der Nachbarschaft des Mediums der Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie detektiert werden.

[0239] Weiterhin wird in Schritt S2603 die Suche nach Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie längs der Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie durchgeführt, um jeweils die Anzahl von Kandidaten für die entsprechende Punkt-Suchlinie zu zählen. Weiterhin wird in Schritt S2604 die Filterverarbeitung durchgeführt und im Falle, dass die Anzahl der Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie zwei oder größer ist, wird entschieden, dass die korrespondierende Punkt-Suchlinie mit hoher Wahrscheinlichkeit verschmiert ist und sie wird somit aus den Kandidaten für die korrespondierende Punkt-Suchlinie eliminiert. In Schritt S2605 werden die verbleibenden korrespondierenden Punkt-Suchlinien als finale korrespondierende Punkt-Suchlinien angesehen. Durch diese Verarbeitung wird eine unsichere korrespondierende Punkt-Suchlinie eliminiert, so dass eine stabile Mustersuche erwartet werden kann.

[0240] Es sei angemerkt, dass im Falle der Wiederholung des Feinpositionierungsschrittes, da die Linienlänge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie anhand der wiederholten Anzahl kleiner gemacht wird, die korrespondierende Punkt-Suchlinie, die in der einmal durchgeführten Filterverarbeitung der korrespondierenden Punkt-Suchlinien ausgewählt wird, vorab aufgezeichnet wird, und diese Information kann im Repetitionsschritt verwendet werden. Alternativ wird auch im Falle der Verkürzung der korrespondierenden Punkt-Suchlinie ähnlich die Filterverarbeitung der korrespondierenden Punkt-Suchlinien durchgeführt und die als Ergebnis der Verarbeitung ausgewählte korrespondierende Punkt-Suchlinie kann aufgezeichnet werden.

(Korrespondierende Punkt-Suchlinie)

[0241] Weiterhin ist es zu durch Ändern der Linienlänge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie möglich, eine Verbesserung der Stabilität der Feinpositionierung und eine Beschleunigung derselben zu erwarten. Die Linienlänge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie wird basierend auf einer Differenz im Reduktionsverhältnis zwischen der Grobsuche und der Feinpositionierung festgelegt. Wenn beispielsweise die Feinpositionierung am unvergrößerten Bild durchgeführt wird und die finale Grobsuche mit einem Reduktionsverhältnis von einem Viertel durchgeführt wird, wird die Länge auf den Grad von acht Pixeln ($2 \times 4 = 8$) eingestellt.

(Kettenfilterungsvorrichtung 66)

[0242] Im obigen Beispiel wird zumindest ein Referenzpunkt in Bezug auf jedes Segment gesetzt. In der vorliegenden Ausführungsform werden beim Erzeugen des Segments Ketten, die das Segment bilden, ausgewählt, um vorab ein hoch zuverlässiges Segment zu konstruieren und den Referenzpunkt in jedem Segment

zu setzen. Auswahl oder Eliminierung solcher spezifischer Ketten wird durch die Kettenfilterungsvorrichtung 66 durchgeführt, die im Blockdiagramm von **Fig. 1** gezeigt ist. Beispiele einer Referenz zur Auswahl der Kette durch die Kettenfilterungsvorrichtung 66 beinhalten eine Durchschnittskantenstärke und eine Kettenlänge.

[0243] Die Kettenfilterungsvorrichtung 66 führt die Auswahl von Ketten bei Registrierung und während einer Bewegung durch. Bei Registrierung werden Ketten, welche es wert sind, das Segment zu konstituieren, extrahiert. Spezifisch wird die Filterung so durchgeführt, dass eine Kette mit einer kleinen Länge eliminiert wird, die nicht einen vorgegebenen Kettenlängenschwellenwert erfüllt, und eine Kette mit einer niedrigen Durchschnittskantenstärke, die nicht einen vorgegebenen Kantenstärkenschwellenwert erfüllt, weil, selbst wenn das Segment aus diesen Ketten erzeugt wird, die Zuverlässigkeit von Segmentdaten als niedrig erwartet wird.

[0244] Währenddessen wird während der Bewegung, da es sehr wahrscheinlich ist, dass eine kurze Kette ein Rauschen ist, anhand des Zustands des zu durchsuchenden Bildes ausgewählt, ob die Kette zu verwenden ist oder nicht. Beispielsweise stellt der Anwender einen Längenschwellenwert ein, um eine kurze Kette zu eliminieren. Nachfolgend werden diese sequentiell detailliert dargestellt.

[0245] Zuerst führt im Falle der Durchführung einer Filterung basierend auf der Durchschnittskantenstärke die Kettenfilterungsvorrichtung 66 die Filterung durch Berechnen einer Durchschnittskantenstärke des Kantenpunktes durch, der in Bezug auf jede Kette enthalten ist, und Vergleichen des berechneten Wertes mit einem voreingestellten Durchschnittskantenstärken-Schwellenwert. Es wird nämlich eine Kette mit einer niedrigen Durchschnittskantenstärke eliminiert und es wird nur eine Kette mit einer Durchschnittskantenstärke nicht kleiner als einer festen Stärke segmentiert. Der Referenzpunkt wird in Bezug auf das erhaltene Segment gesetzt, um das Mustermodell so zu erzeugen, dass die auf der Kante basierende Mustersuche mit hoher Genauigkeit erwartet werden kann und die Suchgenauigkeit verbessert werden kann. Der Durchschnittskantenstärken-Schwellenwert kann vom Anwender auf solch einen Grad gesetzt werden, dass er eine Kantenstärke hinreichend beinhaltet, um den Umriss des Mustermodells zu identifizieren.

[0246] Weiterhin führt im Falle der Durchführung von Filterung basierend auf der Kettenlänge die Kettenfilterungsvorrichtung 66 die Filterung durch Vergleichen jeder Kettenlänge mit einem voreingestellten Kettenlängenschwellenwert durch. Es wird nämlich nur eine Kette mit einer Kettenlänge nicht kleiner als einer festen Länge ausgewählt und eine kürzere Kette als diese wird eliminiert, so dass die Mustersuche basierend auf der stabilen Kante durchgeführt werden kann, um zur Verbesserung bei der Genauigkeit beizutragen.

[0247] Derweil kann die Segmentauswahlvorrichtung 67 zum Durchführen von Filterung an einem aus Ketten konfigurierten Segment ebenfalls verwendet werden. Beispiele einer Referenz zur Auswahl des Segmentes durch die Segmentauswahlvorrichtung 67 beinhalten, ähnlich zur oben erwähnten Kettenfilterungsvorrichtung 66, eine Durchschnittskantenstärke, eine Segmentlänge, ob ein Kantenwinkelbild mit einem ähnlichen Kantenwinkel in der Nachbarschaft vorkommt oder nicht, und Eliminierung ungleichmäßiger Verteilung von identischen Kantenwinkeln. Weiterhin muss ein kurzes Segment nicht einfach gleichmäßig eliminiert werden, sondern das Verfahren zum Filtern eines Segmentes kann gemäß der Kombination von Linie und Kreisbogen, die das Segment bilden, verändert werden. Beispielsweise werden in einem Fall, bei dem ein hinreichend langes Segment aus der Aggregation von Segmenten extrahiert wird und die Kombination dieser abgeschätzt wird, um herauszufinden, dass eines oder mehr Kreisbogensegmente vorliegen, wenn ebenfalls eine oder mehrere Linien vorliegen, die kürzeren Segmente als unnötig angesehen und werden somit eliminiert oder gelöscht. Weiterhin kann in dem Fall, bei dem jedes Segment die Linie ist, wenn drei oder mehr lange Segmente vorliegen, eine hinreichende Genauigkeit erhalten bleiben, selbst falls die anderen kürzeren Segmente eliminiert werden. Wie somit beschrieben, kann die Filterung der Segmentauswahlvorrichtung 67 anhand der das Segment konstituierenden Kombination verändert werden und es kann ein geeignetes Segment ausgewählt werden, so dass erwartet werden kann, dass die Suche effizienter ist.

[0248] Es sollte angemerkt sein, dass die Segmentlänge in diesem Falle die Länge der geraden Linie oder der Kurve von einem Ende zum anderen der Linie oder des Kreisbogens jedes das Mustermodell konstituierenden Segments bedeutet. Weiterhin können entsprechende Segmentlängenschwellenwerte für die Linienlänge und die Kreisbogenlänge individuell vorgesehen sein. Der Segmentlängenschwellenwert wird in Übereinstimmung mit dem registrierten Bild, der erforderlichen Genauigkeit und dergleichen gesetzt, oder kann basierend auf der Durchschnittssegmentlänge des registrierten Bildes oder des zu durchsuchenden Bildes gesetzt werden.

[0249] Weiterhin, wenn die Filterung basierend darauf, ob ein Segment mit einem ähnlichen Kantenwinkel in der Nachbarschaft vorliegt oder nicht, durchgeführt wird, bestimmt die Segmentauswahlvorrichtung 67, ob ein anderes Segment mit einem ähnlichen Kantenwinkel in der Nachbarschaft im Hinblick auf den Kantenwinkel des in jedem Segment enthaltenen Kantenpunktes vorkommt oder nicht, und eliminiert ein solches Segment, wenn es vorliegt. Es wird nämlich unter Erwägung der Möglichkeit, dass ein Mustersuchergebnis aufgrund des Vorliegens dessen, dass das Segment einen ähnlichen Kantenwinkel hat, nicht stabil ist, ein solches Segment eliminiert und der Referenzpunkt dann gesetzt, was eine Verbesserung der Stabilität des Mustersuchergebnisses gestattet.

(Vorläufiger korrespondierender Kantenpunkt)

[0250] Als Nächstes wird eine Prozedur zum Auffinden der Koordinate des entsprechenden Kantenpunktes, der dem Referenzpunkt bei der Feinpositionierung entspricht, basierend auf **Fig. 29** beschrieben. Ein korrespondierender Kantenpunkt wird zuerst auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie TL gefunden, und ein korrespondierender Kantenpunkt als der andere eines Paares wird gefunden. Es wird eine Durchschnittskoordinate aus diesen zwei Punkten gefunden und die erhaltene Koordinate wird als eine reale entsprechende Kantenpunktkoordinate angesehen.

[0251] Spezifisch wird in **Fig. 29** der Referenzpunkt KT in einem Teil eines Kreisbogensegmentes (der durch einen Kreis in der Zeichnung angezeigten Position) gesetzt und die durch diesen Punkt hindurchgehende korrespondierende Punkt-Suchlinie TL wird von oben links nach unten rechts erstreckt. Zuerst wird eine Kantenstärke jedes Punktes des zu durchsuchenden Bildes längs der korrespondierenden Punkt-Suchlinie TL überprüft. Im Beispiel von **Fig. 29** wird die Kantenstärke basierend auf dem Referenzpunkt KT aufgefunden. Die Kantenstärke wird an jedem der vier Punkte „a“, „b“, „c“ und „d“ als Scheitelpunkte einer Rasterform geprüft, die den Referenzpunkt KT beinhaltet. Eine Subpixelposition des Punktes mit der größten Kantenstärke wird als vorläufiger korrespondierender Kantenpunkt gefunden. Folglich, wenn „e“ als vorläufiger korrespondierender Kantenpunkt als Unterpixelposition des Punktes „a“ berechnet wird, wird nachfolgend ein Paarpunkt entsprechend diesem vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt „e“ ausgewählt. Der Paarpunkt wird so ausgewählt, dass der vorläufige korrespondierende Kantenpunkt „e“ und der Paarpunkt den Referenzpunkt KT einschließen („sandwichen“). Es wird in diesem Fall angenommen, dass „f“ als der Paarpunkt ausgewählt wird. Weiterhin wird eine Durchschnittskoordinate aus dem vorläufigen entsprechenden Kantenpunkt „e“ und dem Paarpunkt „f“ erhalten. Die erhaltene Durchschnittskoordinate wird dann als die reale korrespondierende Kantenpunktkoordinate behandelt.

[0252] Auf solche Weise kann das Berechnen des korrespondierenden Kantenpunktes in Wellenform unterdrückt werden, um ein stabiles Berechnungsergebnis zu erhalten. Es kann nämlich im Falle der Durchführung einer Feinpositionierung zwischen Punkten eine große Positionsverschiebung zwischen den Paaren mit einem Punkt in einer höheren Welle und den Paaren mit einem Punkt in einer unteren Welle auftreten, aber ein solcher Einfluss kann durch die obige Technik reduziert werden.

(Verfahren zum Erhalten einer Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes unter Verwendung eines Nachbarschaftskantenpunktes)

[0253] Weiterhin ist das Verfahren zum Auffinden einer Koordinate eines korrespondierenden Kantenpunktes in Einheiten von Subpixeln nicht auf das Obige beschränkt, sondern es kann auch ein anderes Verfahren eingesetzt werden. Beispielsweise kann das Auffinden der Koordinate auch in der folgenden Weise realisiert werden. Der korrespondierende Kantenpunkt auf der korrespondierenden Kanten-Punkt-Suchlinie wird in Einheiten von Pixeln durchsucht und der erhaltene Punkt wird als der vorläufige korrespondierende Kantenpunkt angesehen. Eine Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten um diesen vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt herum werden in Einheiten von Pixeln gefunden. Die Subpixelkoordinaten des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes und der Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten werden gefunden und deren Durchschnittskoordinate wird dann aufgefunden. Mit diesem Verfahren kann die Position des realen korrespondierenden Kantenpunktes unter Verwendung des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes und der Mehrzahl von angrenzenden Nachbarschaftskantenpunkten gefunden werden und daher kann die Koordinatenposition des korrespondierenden Kantenpunktes mit guter Genauigkeit in Einheiten von Pixeln erhalten werden. Weiterhin kann bei Nichtverwendung der korrespondierenden Punkt-Suchlinie, sondern unter Verwendung einer Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten, die um den vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt herum in geeigneter Weise ausgewählt werden, die Koordinatenposition des entsprechenden Kantenpunktes genau und auf einfache Weise festgelegt werden.

[0254] Als Nachbarschaftskantenpunkt kann ein auf demselben Umriss oder Segment um den vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt lokalisierter Kantenpunkt ausgewählt werden.

[0255] Weiterhin kann unter Verwendung eines Kantenwinkels des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes ein Nachbarschaftskantenpunkt mit einem ähnlichen Kantenwinkel erhalten werden. Vorzugsweise werden bei einer Kantenwinkelrichtung des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes, die im Zentrum eingestellt ist, jeweils Kantenpunkte, die links und rechts angrenzen, als Nachbarschaftskantenpunkt ausgewählt werden. Weiterhin ist eine Distanz vom vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt zum Nachbarschaftskantenpunkt wünschenswerter Weise nahe, beispielsweise innerhalb von zwei Pixeln, vorzugsweise in der Größenordnung von einem Pixel. Dies liegt daran, weil eine zu große Distanz eine Beeinträchtigung der Genauigkeit verursacht. Nachfolgend wird eine Prozedur zum Erhalten der Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes unter Verwendung der Nachbarschaftskantenpunkte basierend auf der schematischen Ansicht von **Fig. 65** und einem Flussdiagramm von **Fig. 66** beschrieben.

[0256] Zuerst wird in Schritt S6601 der vorläufige korrespondierende Kantenpunkt auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie in Einheiten von Pixeln gesucht. In **Fig. 65** ist ein schraffierter weißer Kreis der Referenzpunkt KT und eine Position entsprechend dem den Umriss bildenden Segment wird auf der durch den Referenzpunkt KT hindurchgehenden korrespondierenden Punkt-Suchlinie TL gefunden. Die Suche wird in Einheiten von Pixeln durchgeführt, nämlich bei jeder Kreuzung von Rastern in **Fig. 65**, die als eine Referenz angesehen werden, und in diesem Fall wird $(x, y) = (2, 3)$ in der Pixelkoordinate selektiert.

[0257] Als Nächstes wird in Schritt S6602 der Nachbarschaftskantenpunkt in Einheiten von Pixeln um den vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt in Einheiten von Pixeln herum ausgewählt. Da der Kantenwinkel des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes einen Vektor in einer Richtung aufweist, die der korrespondierenden Punkt-Suchlinie überlagert ist, werden Kantenpunkte, welche die korrespondierende Punkt-Suchlinie einschließen und links und rechts derselben lokalisiert sind, wie auch Kantenstärke nicht kleiner als ein vorgegebener Wert aufweisend jeweils als die Nachbarschafts-Kantenpunkte selektiert. Spezifisch werden ein erster Nachbarschaftskantenpunkt, der auf der rechten Seite lokalisiert ist, und ein zweiter Nachbarschaftskantenpunkt, der auf der linken Seite lokalisiert ist, ausgewählt. Im Beispiel von **Fig. 65**, eine Pixelkoordinate des ersten Nachbarschaftskantenpunktes $(2, 2)$ und ist eine Pixelkoordinate des zweiten Nachbarschaftskantenpunktes $(1, 3)$. Zu diesem Zeitpunkt, da die Kantenwinkel der korrespondierenden Nachbarschaftskantenpunkte Kantenpunkte in der Nachbarschaft des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes sind, ist es hochwahrscheinlich, dass die Nachbarschaftskantenpunkte ähnliche Kantenwinkel aufweisen und daher müssen die Kantenwinkel nicht überprüft werden. Es erübrigt sich zu sagen, dass es möglich ist, jene Kantenpunkte als die Nachbarschaftskantenpunkte nach Feststellen hoher Ähnlichkeit der Kantenwinkel auszuwählen. Es sei angemerkt, dass, wenn es keinen Kantenpunkt mit einer Kantenstärke nicht kleiner als dem vorgegebenen Wert in der Nachbarschaftsposition gibt, kein Nachbarschaftskantenpunkt ausgewählt wird. In diesem Fall wird ein später erwähnter realer korrespondierender Kantenpunkt nur durch die Verwendung der erhaltenen Kantenpunkte berechnet (dem vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt und einem anderen Nachbarschaftskantenpunkt). Weiter kann, obwohl in diesem Beispiel insgesamt zwei Nachbarschaftskantenpunkte rechts und links ausgewählt sind, die Anzahl von Nachbarschaftskantenpunkten, die ausgewählt werden, auch Eins oder nicht kleiner als Drei sein. Jedoch ist die Anzahl vorzugsweise Zwei, was die Balance zwischen der Genauigkeit und der Last der Computerverarbeitung berücksichtigt.

[0258] Darüber hinaus wird in Schritt S6603 die Koordinate des realen korrespondierenden Kantenpunktes basierend auf dem vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt und den Nachbarschaftskantenpunkten berechnet. Die Koordinatenposition des realen korrespondierenden Kantenpunktes wird als Durchschnittskoordinate von Subpixelpositionen des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes und der Nachbarschaftskantenpunkte festgelegt. Im Beispiel von **Fig. 65** wird über den korrespondierenden Kantenpunkt aus einem Durchschnitt von drei Punkten entschieden: durch einen schwarzen Kreis angezeigtes TP1 als die Subpixelposition des vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes; TP2, angezeigt durch einen schraffierten Kreis, als die Subpixelposition des ersten Nachbarschaftskantenpunktes, und TP3, angezeigt durch einen kreuzschraffierten Kreis als die Subpixelposition des zweiten Nachbarschaftskantenpunktes. Die Subpixelposition jedes Kantenpunktes wird vorab aus Pixelwerten darum herum berechnet. Es kann ein bekanntes Verfahren auf ein Verfahren zum Berechnen einer Subpixelposition angewendet werden. Beispielsweise kann die Subpixelposition aus Pixelwerten von umgebenden 3×3 Pixeln berechnet werden, wobei jeder Kantenpunkt im Zentrum derselben gesetzt ist, oder unter Verwendung von Informationen zu dem angrenzenden Kantenpunkt berechnet werden, der in der Kantenwinkelrichtung vorliegt, oder durch irgendwelche anderen Mittel. Man sollte anmerken, dass das Timing zum Berechnen der Subpixelposition jedes Kantenpunktes

nicht besonders beschränkt ist und der Zeitpunkt unmittelbar nach der Entscheidung über den Kantenpunkt in Einheiten von Pixeln oder unmittelbar vor der Berechnung der Durchschnittskoordinate sein kann.

[0259] Auf solche Weise wie oben kann der korrespondierende Kantenpunkt aus dem Durchschnitt der Subpixelkoordinaten der drei Kantenpunkte berechnet werden. Bei diesem Verfahren können die drei Kantenpunkte leicht aus dem vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt extrahiert werden; es ist möglich, durch die Verwendung von vielen Kantenpunkten über einen korrespondierenden Kantenpunkt hoch genau zu entscheiden. Beispielsweise ist im Falle, bei dem die Anzahl von Referenzpunkten Zehn ist, die Anzahl von korrespondierenden Kantenpunkten normalerweise Zehn, aber beim obigen Verfahren können die jeweiligen zehn vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkte mit Punkten rechts und links derselben addiert werden und daher kann der korrespondierende Kantenpunkt aus 30 Kantenpunkten berechnet werden, wodurch die Genauigkeit aufgrund eines Mittelungseffektes verbessert wird. Insbesondere ist im Vergleich mit dem vorstehenden Verfahren zum Auffinden der Durchschnittskoordinate aus zwei Punkten, die ein Paarpunkt sind, und dem vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt, dieses Verfahren im Hinblick auf die Genauigkeit vorteilhaft, da die Durchschnittskoordinate aus drei Punkten aufgefunden wird, welche der vorläufige korrespondierende Kantenpunkt und die zwei Nachbarschaftskantenpunkte sind, die hinzugefügt werden. Es sei angemerkt, dass drei Punkte oben erhalten und gemittelt werden, wobei die drei Punkten individuell bei der Feinpositionierungsberechnung verwendet werden können.

(Transformation des Kantenwinkelbildes zum Kantenwinkelbitbild)

[0260] Als Nächstes wird die Transformation aus dem Kantenwinkelbild zum Kantenwinkelbitbild basierend auf den **Fig. 30** bis **33** beschrieben. Beim Verwenden des Grob-zu-Fein-Ansatzes ist es nicht einfach, das reduzierte Bild in der ersten Grobsuche einzustellen. Diese liegt daran, weil Informationen zu einer Charakteristik-Menge, die für die Suche notwendig sind, durch Bildreduktion verloren sein können. Insbesondere bei der Kanten-basierten Suche sind Kantenwinkelinformationen zur Verbesserung bei der Genauigkeit der Suche wichtig. Daher werden in der vorliegenden Ausführungsform die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 und die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 vorgesehen, die in der Lage sind, die Kantenwinkelinformationen aufrecht zu erhalten, selbst wenn das Reduktionsverhältnis bei Reduktion des Bildes durch die Ausdünnungsvorrichtung 61 hoch gemacht wird, um eine Datenmenge zu reduzieren, während ein hinreichender Charakteristikbetrag erhalten bleibt, um so eine Beschleunigung der Verarbeitung zu versuchen.

[0261] Nachfolgend wird eine Prozedur zum Erfassen von Kantenwinkelinformation beim Reduzieren des Bildes durch die Ausdünnungsvorrichtung 61 und Erhalten dieser Information beschrieben. Zuerst wird die Kantenstärke jedes Kantenpunktes des Kantenwinkelbildes überprüft und ein der Orientierung des Kantenwinkels entsprechendes Bit wird in dem Fall, dass die Kantenstärke größer als ein gesetzter Kantenstärkenschwellenwert ist, auf Eins gesetzt, und in einem anderen Fall als diesem wird das Bit auf Null gesetzt. Beispielsweise wird ein Fall erwogen, bei dem das Kantenwinkelbitbild durch die Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung 69 aus dem Kantenwinkelbild von 2x2 Pixeln erzeugt wird, das aus den vier Pixeln (Kantenpunkt) „a“ bis „d“ gemacht ist, das in **Fig. 13** gezeigt wird. Jeder der Pixel „a“ bis „d“ hat eine Kantenstärke größer als der Schwellenwert und hat auch eine durch einen Pfeil angezeigte Kantenstärke. Dieser Kantenwinkel wird durch acht Arten von Kantenwinkelbits ausgedrückt, die 0 bis 7 sind, in Übereinstimmung mit Kantenwinkelabschnitten, die die Entsprechung des Kantenwinkels zum Bit repräsentieren.

(Kantenwinkelbitbild)

[0262] Beim Transformieren dieses Kantenwinkelbildes in das Kantenwinkelbitbild wird die Kantenwinkelinformation in die Kantenwinkelbits transformiert. Das Kantenwinkelbit ist ein Code, der die Kantenwinkelrichtung in Bezug auf jeden vorbestimmten Winkel sektioniert. Auf den in **Fig. 31** gezeigten Kantenwinkelabschnitt kann dasselbe wie das in **Fig. 6** oben beschriebene angewendet werden. Im Beispiel von **Fig. 31** wird eine Konzentrationsgradientenrichtung als die Kantenwinkelrichtung in acht Abschnitte von 45 Grad sektioniert und das Kantenwinkelbit wird jedem dieser Abschnitte zugewiesen. Dieses Beispiel ist nicht beschränkend. Die Abschnitte können weiterhin im Gegenuhrzeigersinn bei 22,5 Grad ab der Stellung von **Fig. 31** rotiert werden, um acht Abschnitte zu sein, die um 22,5 Grad aus der horizontalen oder vertikalen Richtung versetzt sind, und die entsprechenden Kantenwinkelabschnitte können im Uhrzeigersinn mit E, SE, S, SW, W, NW, N, NE ab rechts markiert sein, jeder mit einer Breite von 45 Grad, und es können dann Kantenwinkelbitkennzeichen 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 in Bezug auf die entsprechenden Kantenwinkelabschnitte hinzugefügt werden (vorstehende **Fig. 52B**). Natürlich ist eine Sektionierung beispielhaft und beispielsweise kann

der Kantenwinkel in sechzehn Abschnitte, vier Abschnitte sektioniert werden, oder kann weiterhin drei Abschnitte oder fünf Abschnitte betragen.

[0263] Aus dem Obigen, wenn die in **Fig. 30** gezeigten Kantenwinkelbilddaten in ein 2x2 Kantenwinkelbitbild transformiert werden, basierend auf den Kantenwinkelabschnitten von **Fig. 31**, wird das transformierte Bild wie in **Fig. 32**. Wie derart beschrieben, werden die Bits auf Kantenwinkelabschnitte entsprechend den jeweiligen Kantenwinkeln in Bezug auf die vier Kantenpunkte gesetzt, welche durch die Kennzeichen „a“, „b“, „c“, „d“ sektioniert sind.

[0264] Als Verfahren zum Erfassen eines Kantenwinkelbitbildes gibt es außer der Technik zum Durchführen der Verarbeitung an nur einem Bereich, der nicht kleiner als ein gewisser Kantenstärken-Schwellenwert ist, wie oben beschrieben, auch ein Verfahren zum Durchführen eines Ausdünnungsverarbeitens unter Verwendung eines Kantenstärkenbildes und eines Kantenwinkelbildes, um ein Kantenwinkelbitbild wie oben beschrieben unter Verwendung des dem Ausdünnungsverarbeiten unterworfenen Kantenwinkelbildes zu erfassen, um ein Kantenwinkelbitbild mit einem gewissen Grad an Breite zu erfassen. Im Falle der Technik zur Durchführung der Ausdünnungsverarbeitung ist die Verarbeitungszeit relativ lang im Vergleich mit der vorstehenden Technik, aber es gibt den Vorteil, dass Rauscheliminierung erleichtert wird, da der Umrissbereich des zu durchsuchenden Objekts beschränkt werden kann.

(Reduktion im Kantenwinkelbitbild)

[0265] Wie derart beschrieben, werden nach Ausdruck mittels des Kantenwinkelbitbildes die Daten so reduziert, dass die Kantenwinkelinformation hinreichend bewahrt wird. Spezifisch werden die Daten so synthetisiert, dass „ODER“ oder eine Bitsumme jedes Kantenwinkelbits jedes Pixels in Bezug auf jede Kantenwinkelbitkennzeichnung genommen wird. Beispielsweise sind in einem Fall, bei dem die 2x2 zu reduzierenden Daten im Zustand von **Fig. 32** sind, wenn sie zu $1/2$ lang $\times$ $1/2$ Seite (= $1/4$) reduziert werden, um die vier Pixel „a“ bis „d“ durch ein Pixel „a“ auszudrücken, die reduzierten Daten wie in **Fig. 33**. Wie in dieser Zeichnung gezeigt, wird das Kantenbit jedes Pixels im Kantenwinkelbit-Reduktionsbild synthetisiert, wo die Kantenwinkelbits der Pixel „a“ bis „d“ zusammengezogen werden und die Kantenwinkelbits sind in Spalten entsprechend den Kantenwinkelbit-Kennzeichnungen 0 bis 7 eingerichtet. Diese Verarbeitung zum Speichern der Kantenwinkelinformation im Kantenwinkelbit-Reduktionsbild wird durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung 78 durchgeführt. Dadurch wird, während die Datenmenge reduziert wird, die Kantenwinkelinformation selbst nach der Reduktion behalten, und es ist dadurch möglich, hinreichend Charakteristika für die Suche zu bewahren, selbst wenn das Reduktionsverhältnis durch Wiederholung der Reduktion ansteigt.

[0266] Die obige Kompressionsverarbeitung kann den konventionell problematischen Zustand verbessern, wo die Suchverarbeitungsgeschwindigkeit unzureichend wird, wenn das Reduktionsverhältnis unterdrückt wird, um so eine genügende Charakteristikmenge für die Suche zu bewahren. Selbst wenn das Reduktionsverhältnis zum Durchführen der Kantendetektion auf beispielsweise ein Halb fixiert ist, kann eine hinreichende Hochgeschwindigkeitssuche durch Verarbeitung eines Reduzierens des Kantenwinkelbitbildes bei diesem Reduktionsverhältnis durchgeführt werden. Das Reduktionsverhältnis zum Durchführen der Kantendetektion kann automatisch festgelegt werden, basierend auf der Größe des registrierten Bildes und/oder den Charakteristikdaten des Mustermodells. Weiterhin kann das Reduktionsverhältnis so ausgelegt sein, dass es vom Anwender unabhängig gesetzt wird.

[0267] Ein Beispiel der Prozedur zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes zur Erzeugung des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes ist basierend auf den **Fig. 34** bis **37** beschrieben. Beim Erzeugen des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes sollte einem Segmentierungsproblem Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist nämlich möglich, dass das einfache Durchführen von Reduktionsverarbeitung mittels der Unterabtastverarbeitung das Auftreten von großen Variationen in der später erwähnten Rangberechnung verursachen kann, aufgrund eines feinen Versatzes einer Startkoordinate der Verarbeitung oder einer Position im Eingangsbild des zu durchsuchenden Objektes. Als Reduktionsverfahren, die dieses Segmentierungsproblem vermeiden, können die nachfolgenden zwei Verfahren erwogen werden.

[0268] Das erste Verfahren ist ein Verfahren zum Durchführen einer Ausdehnung nach der Reduktionsverarbeitung. Dieses Verfahren wird anhand eines Beispiels der Verarbeitung einer Reduktion zu $1/n$ ($n=2$) unter Verwendung von **Fig. 34** und **35** beschrieben. Zuerst wird die ODER-Operation an in jedem rechtwinkligen Bereich von **Fig. 34** beinhalteten $n \times n$ Kantenwinkelbitdaten durchgeführt. Ein Ergebnis der Operation wird als die Kantenwinkelbitdaten jeder der vorstehenden $n \times n$ Regionen repräsentierende Kantenwinkelbitdaten ersetzt. Das Durchführen dieser Verarbeitung kann das Bild auf $1/n$ des Ursprungsbildes reduzieren.

[0269] Da das Belassen dieses reduzierten Bildes in diesem Zustand das Auftreten des Segmentationsproblems verursachen kann, wird an diesem Bild eine Ausdehnung durchgeführt. Wie in **Fig. 35** wird die ODER-Operation an Kantenwinkelbitdaten in jedem der $m \times m$ (in diesem Beispiel $m = 2$) rechteckigen Regionen im Bild nach der Reduktion durchgeführt und ihr Ergebnis wird als jede der $m \times m$ Regionen repräsentierende Kantenwinkelbitdaten ersetzt. Bei dieser Verarbeitung tritt eine Bildreduktion nicht auf. In diesem Beispiel „ $m = 2$ “, aber es kann erwogen werden, dass „ m “ gemäß erwarteten Variationen in Form und Größe des zu durchsuchenden Objektes gesteigert wird.

[0270] Ein anderes Verfahren ist ein Verfahren, um einen eher breiten Bereich für die durchzuführende ODER-Operation in der obigen Reduktionsverarbeitung zu nehmen und keine nachfolgende Erweiterung durchzuführen. Unter Verwendung von **Fig. 36** wird dieses Verfahren beschrieben, wobei der Fall des Prozessierens eines Reduktionsbildes $1/n$ ($n = 2$) angenommen wird. Die ODER-Operation wird an Kantenwinkelbitdaten von $(n + m) \times (n + m)$ ($n = 1, m = 1$) durchgeführt, die in jedem rechteckigen Bereich von **Fig. 36** enthalten sind. Ein Ergebnis der Operation wird als Kantenwinkelbitdaten ersetzt, welche jede der $n \times n$ Kantenwinkelbitdaten in der Umgebung des Zentrums des vorstehenden Bereichs repräsentieren. Das Durchführen dieser Verarbeitung kann das Bild auf $1/n$ des Originalbildes reduzieren. **Fig. 37** zeigt den Fall von $n = 2$ und $m = 1$ im zweiten Verfahren.

[0271] Wie in **Fig. 36** gezeigt, kann im Falle des Wiederholens einer normalen Reduktion durch 2×2 ohne Erweiterung das Segmentierungsproblem auftreten. Es ändert sich nämlich mit der Änderung bei den Koordinaten oben links im Suchbereich um ein Pixel eine Einstellung von Pixeln bei der Reduktion, und daher verschlechtert sich die Rangberechnung unabhängig davon, dass das registrierte Bild ein zu dem zu durchsuchenden Bild identisches Bild ist. Im Gegensatz dazu bringt das Durchführen der Erweiterung den Vorteil mit sich, dass ein solches Problem nicht erzeugt wird.

(Kantenwinkelbit-Transformationsverarbeitung in Winkelgrenze)

[0272] Weiterhin werden beim Transformieren des Kantenwinkelbits zwei Bits gesetzt, die den zwei Winkelregionen entsprechen, die eine Winkelgrenze konstituieren, wenn der Kantenwinkel in der Umgebung der Winkelgrenze ist und daher steht der Effekt einer Verbesserung der Stabilität zu erwarten. Beispielsweise kann beim vorstehenden Kantenwinkelbitbild von **Fig. 31**, das durch Transformieren des aus den vier Pixeln „a“ bis „d“, die in **Fig. 38** gezeigt sind, zusammengesetzten Kantenwinkelbildes erhalten sind, wenn der Kantenwinkel in der Umgebung der Grenze zwischen E und SE ist, das Kantenwinkelbit in Abschnitt E gesetzt werden, oder es kann das Kantenwinkelbit in SE gesetzt werden, abhängig vom Rauschen. Es wird erwartet, dass ein solches Schwingen einen nicht essentiellen Effekt verursacht, der auf die Kalkulation der Koinzidenz ausgeübt wird. Daher werden, wenn der Kantenwinkel auf der Grenze ist, beide Kantenwinkelabschnitte, die die Grenze sektionalisieren, auf Eins gesetzt. Dadurch kann das Schwingen aufgrund von Rauschen eliminiert werden und ein stabiles Berechnungsergebnis der Koinzidenz kann erwartet werden. Spezifisch, wenn der Kantenwinkel innerhalb einer vorgegebenen Weite (z.B. 5,625 Grad) lokalisiert ist, wobei die Grenze der Kantenwinkelabschnitte im Zentrum eingestellt sind, werden beide zur Grenze hinweisenden Kantenwinkelbits auf Eins gesetzt.

[0273] Es sei angemerkt, dass diese Kantenwinkelbit-Transformationsverarbeitung an einer Winkelgrenze nur in dem Fall durchgeführt wird, bei dem die Kantenwinkelbit-Transformationsverarbeitung am zu durchsuchenden Objekt durchgeführt wird, und nicht im Falle der Transformation des Kantenwinkelbits des Mustermodells durchgeführt wird. Dies liegt daran, dass auch das Durchführen derselben Verarbeitung im Falle der Transformation des Kantenwinkels des Musters eine unnatürliche Änderung der Gewichtung in Bezug auf jeden Kantenpunkt mit sich bringt.

(Kantenwinkel-Angrenzend-Verarbeitung)

[0274] Weiterhin, obwohl nur ein Kantenwinkelbit in der Transformation aus dem Kantenwinkelbild zum Kantenwinkelbitbild im obigen Beispiel gesetzt ist, kann eine solche Kantenwinkelbitangrenzungsverarbeitung auch durchgeführt werden, wo ein relevanter Kantenwinkelabschnitt im Zentrum gesetzt ist, und ein Kantenwinkelbit auch in jedem der angrenzenden Kantenwinkelabschnitte gesetzt ist. Beispielsweise wird jeweils ein Kantenwinkelbit dem relevanten Kantenwinkelabschnitt und rechts und links desselben angrenzenden Kantenwinkelabschnitten erteilt. Weiterhin ist auch eine solche Gewichtung möglich, dass dem relevanten Kantenwinkelabschnitt zwei Kantenwinkelbits gegeben werden, und ein Kantenwinkelbit jedem der rechts und links angrenzenden Kantenwinkelabschnitte gegeben wird. Darüber hinaus ist eine solche Gewichtung auch mit einem hinzugefügtem Fuzzy-Effekt möglich, wobei drei Bits gegeben werden, wenn der Kantenwin-

kel des Mustermodells und der Kantenwinkel des zu durchsuchenden Bildes hinreichend zueinander passen, ein Bit gegeben wird, wenn die Winkel etwas versetzt sind und null Bit gegeben wird, wenn der Versatz groß ist.

[0275] Auch bei einer solchen Kantenwinkelbitangrenzungsverarbeitung wie oben beschrieben, wenn der Kantenwinkel in der Umgebung der Grenze vorliegt, kann der durch Schwingen aufgrund von Rauschen ausgeübte Effekt erwogen werden. Daher werden im Falle, dass das Kantenwinkelbit des zu durchsuchenden Bildes an der Grenze der Kantenwinkelabschnitte ist, zwei Bits in jedem der angrenzenden Kantenwinkelabschnitte mit der im Zentrum gesetzten Grenze eingerichtet, wodurch der Effekt des Schwingens vermieden wird.

[0276] Es sei angemerkt, dass, obwohl als Winkelauflösung des Kantenwinkels im obigen Beispiel acht Bits verwendet werden, das nicht beschränkend ist und die Transformation ebenfalls durch eine weitere, höhere Winkelauflösung, wie etwa 16 Bit oder 32 Bit durchgeführt werden kann.

(Parallelisierung)

[0277] Weiterhin kann durch Parallelisieren eines durch Transformieren des Kantenwinkels des Mustermodells in das Kantenwinkelbit erhaltenen Wertes eine Beschleunigung der Suchverarbeitung angestrebt werden. Die **Fig. 38** und **39** zeigen ein Beispiel des Parallelisierens von Kantendaten eines Felds. **Fig. 38** ist eine Konzeptansicht eines Mustermodells vor Parallelisierung und **Fig. 39** ist eine Konzeptansicht des Mustermodells nach Parallelisierung. Wie in diesen Zeichnungen gezeigt, sind Kantenwinkelbitdaten an einem Referenzpunkt-Mustermodell lateral mehrmals zur Parallelisierung angeordnet, wodurch eine Beschleunigung der Verarbeitung ermöglicht wird. Eine Universal-CPU, die einen Computerabschnitt konstituiert, ist dazu in der Lage, Parallelverarbeitung von vier bis acht Bits durchzuführen und somit in der Lage, Verarbeitung von vierfacher Geschwindigkeit bis achtfacher Geschwindigkeit durchzuführen. Auf solche Weise ist es möglich, die Grobsuche durch die Parallelisierungsverarbeitung zu beschleunigen.

(Grobsuche unter Verwendung von Kantenwinkelbit-Reduktionsbild)

[0278] Nachfolgend wird eine Prozedur zum Durchführen der Grobsuche unter Verwendung von solchen Reduktionsdaten beschrieben. Bezüglich des Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes, wenn beispielsweise die Größe des unvergrößerten Bilds 640×480 ist und die Kantenextraktion bei einer Größe von 320×240 durchgeführt wird, ein Halb des Obigen, ist die Größe des der Kompressionsverarbeitung zu einem Achtel unterworfenen Kantenwinkelbitbildes 40×30. Die Suche auf diesem Kantenwinkelbit-Reduktionsbild wird wie folgt durchgeführt. Zuerst werden beim Registrieren des Mustermodells vor der Suchverarbeitung Daten wie in **Fig. 40A** und **40B** erzeugt. Wie in jeder Zeichnung gezeigt, wird das Mustermodell als ein Array von Kantendaten mit Positions- und Winkelinformationen vorgehalten. **Fig. 40A** zeigt ein Beispiel des Mustermodells und **Fig. 40B** zeigt ein Beispiel des Mustermodells der Kantendaten. In **Fig. 40B** bezeichnen die Symbole X, Y die Koordinatenposition der Kante und das Symbol θ bezeichnet den Winkel der Kante. Dieses Mustermodell wird als das Array der Kantendaten vorgehalten, die Informationen zur Koordinatenposition und dem Winkel aufweisen, wie in **Fig. 40B** gezeigt.

[0279] Unter Verwendung der obigen Daten und des Kantenwinkelbitbildes des zu durchsuchenden Bildes wird die Position und die Stellung des Musters wiederholt geändert, und die Koinzidenz wird sequentiell in Bezug auf jede Position und Stellung des Musters berechnet. Diese Berechnung wird wie folgt durchgeführt. Zuerst wird ein affiner Transformationswert, der eine Position und eine Stellung ausdrückt, deren Koinzidenzen man überprüfen will, festgelegt. Dieser affine Transformationswert wird auch im Lichte des Reduktionsmaßstabes des Mustermodells und des Reduktionsmaßstabes des zu durchsuchenden Bildes erzeugt. Unter Verwendung dieses affinen Transformationswertes werden eine Kantenposition x_i , y_i und ein Kantenwinkel θ_i transformiert. Die Kantenposition nach der Transformation ist X_i , Y_i und der Kantenwinkel nach der Transformation ist ϕ_i (i ist ein Subskript, der einen Index der Kante ausdrückt). Diese Koinzidenz wird durch Transformieren des Kantenwinkels θ_i in Bitdaten im selben Verfahren wie im Falle des zu durchsuchenden Bildes berechnet. Ein Berechnungsausdruck für eine Koinzidenz S wird wie folgt ausgedrückt:

$$S = \frac{\sum_i (EABI(X_i, Y_i) \& AngleToBit(\phi_i) \neq 0)}{\sum_i 1} \quad [\text{Ausdruck 20}]$$

BildesEABI(x,y)

Das Kantenwinkelbitbild des zu durchsuchenden

X_1, Y_1	Die Position des Referenzpunktes nach der affinen Transformation
AngleToBit(θ)	Funktion zum Transformieren von Kantenwinkeldaten in Bitdaten
ϕ_i	Kantenwinkel am erwarteten Referenzpunkt nach der affinen Transformation
&	UND-Verarbeitung
!	Falls die linke Seite gleich der rechten Seite, dann 0, ansonsten 1
$\sum_i$	Summe jedes Referenzpunktes

[0280] Wie somit beschrieben, vergleicht die Feinpositionierungsvorrichtung 76 Kantenstärken und Kantenwinkel der korrespondierenden, im zu durchsuchenden Bild und dem Mustermodeil beinhalteten korrespondierenden Kanten. Eine hohe Koinzidenz S zeigt eine hohe Wahrscheinlichkeit des Vorliegens des Mustermodeils in jeder Position und Stellung an. Auf solche Weise wird der Zustand verbessert, wo die Verarbeitungsgeschwindigkeit nicht hinreichend ist, wenn eine Suche durchgeführt wird, wie sie ist, wobei über das Reduktionsverhältnis so entschieden wird, dass ein hinreichender Charakteristikbetrag zum Durchführen der Suche erhalten bleibt. Weiter, da eine hinreichende Hochgeschwindigkeitssuche selbst bei einem Reduktionsverhältnis zum Durchführen der Kantenextraktion, das auf ein Halb fixiert ist, durchgeführt werden kann, ist es möglich, den Vorteil zu erhalten, dass nicht über das Reduktionsverhältnis zum Durchführen der Kantenextraktion entschieden werden muss, was typischerweise komplex ist.

(Reduktionsschritt für zu durchsuchendes Bild)

[0281] Bei solcher Reduktionsverarbeitung können genügend Charakteristika für die Suche erhalten bleiben, selbst bei einem hohen Reduktionsverhältnis. Beim Durchführen der Kantenextraktionsverarbeitung, wie etwa dem Sobel-Filter, auf dem zu durchsuchenden Bild, wird viel Rauschen erzeugt, wenn das unvergrößerte Bild der Originalgröße unverändert bleibt, was für das Extrahieren von Charakteristika für die Grobsuche unangemessen sein kann. Daher wird in der vorliegenden Ausführungsform das reduzierte Bild vorab erzeugt und dann wird die Kantenextraktionsverarbeitung durchgeführt. Dadurch kann der Mittelungseffekt durch Reduktion der Bilddaten erhalten werden, was auch zur Reduktion beim Rauschen beiträgt. Das Reduktionsverhältnis als ein erstes Reduktionsverhältnis (erstes Reduktionsverhältnis) wird auf ein Halb der Originalgröße eingestellt. Bei dieser Größe kann ein Rauschreduktionseffekt durch das Mitteln erhalten werden, während für die Suche notwendige Charakteristika hinreichend erhalten bleiben.

(Polarität von Kantenrichtung)

[0282] Weiterhin kann bei diesem Verfahren Anwesenheit oder Abwesenheit einer Polarität der Kantenrichtung gesetzt werden. Dadurch kann das Verfahren zum Verarbeiten des Kantenwinkels anhand der Polarität verändert werden.

[0283] Konventionellerweise ist ein solches Konzept der Polarität nicht erwogen worden, sondern nur ein Konzept der Kantenrichtung (Winkel) ist erwogen worden, und daher hat es das Problem gegeben, dass beispielsweise die Kantenrichtung (Winkel) als 0 bis 180 Grad behandelt wird, was dazu führt, dass Vektoren unterschiedlicher Orientierungen nicht unterschieden werden können, was das Auftreten einer falschen Suche verursacht. Im Gegensatz dazu werden im vorstehenden Verfahren 0 bis 360 Grad abgedeckt, indem das Konzept der Polarität erwogen wird, so dass eine weitere akkurate Suche realisiert werden kann.

[0284] Im Falle des Ignorierens der Polarität kann die Kantenwinkelbit-Transformation auf der Seite des zu durchsuchenden Objektes leicht realisiert werden, indem gleichzeitig ebenfalls das Einrichten eines reversen Bits verarbeitet wird. Ansonsten kann ein Bit gleichförmig nicht nur der Orientierung, sondern auch der Kantenrichtung zugewiesen werden. Beispielsweise werden bei der Grobsuche acht Kantenwinkelbits als die Kantenauflösung gleichförmig der Kantenrichtung zugewiesen, so dass ein Ergebnis einer Suche erhalten werden kann, wo die Wichtigkeit nicht der Polarität der Kante zugewiesen wird, sondern der Auflösung der Richtung der Kante.

(Feinpositionierung bezüglich des Drehwinkels)

[0285] Als Nächstes wird eine Prozedur zum Durchführen der Feinpositionierung an einem Kreisbogensegment mittels des Verfahrens der kleinsten Quadrate bei einer Distanz zwischen einem Punkt und einem

Kreisbogen, die als Fehlerwinkel angesehen wird, basierend auf den **Fig. 41** bis **45** beschrieben. Es wird der Fall der Durchführung der Feinpositionierung an dem zu durchsuchenden Bild mittels eines Musters als das Mustermodell PM erwogen, wobei ein partiell gekerbter Zirkel durch ein Kreisbogensegment und ein Liniensegment ausgedrückt wird, wie durch eine dicke Linie in **Fig. 41** angezeigt. Das Mustermodell PM von **Fig. 41** wird als ein Kreisbogensegment und ein Liniensegment konfiguriert und solch eine Werkform ist allgemein auf ein mit einer orientierungsflächen Oberfläche versehenen Wafer und dergleichen angewendet worden. **Fig. 42** zeigt einen Zustand, wo die Grobsuche am zu durchsuchenden Bild mittels dieses Mustermodells PM durchgeführt worden ist, um ein gewisses Niveau an Positionierung mit dem Mustermodell PM durchzuführen, das in einer Position eines Detektionskandidaten angeordnet ist. Es wird ein Zustand erwogen, wo das Mustermodell PM fast auf den Kantenpunkt des zu durchsuchenden Bildes überlagert wird und nur das Liniensegment des gekerbten Abschnittes nicht passt. Es sei angemerkt, dass in diesen Zeichnungen die dicke Linie das Mustermodell PM anzeigt und eine dünne Linie den Kantenpunkt (Eingabekantenpunkt IE) des zu durchsuchenden Bildes anzeigt. Weiterhin ist ein Zielpunkt des Eingangskantenpunkts IE durch den gestrichelten Pfeil angezeigt und eine Tangentenlinie SL an diesen Eingangskantenpunkt ist durch eine unterbrochene Linie angezeigt. Es sei angemerkt, dass, obwohl eine tatsächliche Tangentenlinie SL kürzer ist und im Zustand vorliegt, bei dem sie an dem Mustermodell PM der dünnen Linie überlagert ist, die Signallinie in diesen Zeichnungen aus Gründen der bequemen Beschreibung länger angezeigt wird.

[0286] Wenn die Feinpositionierung aus diesem Zustand durchgeführt wird, kann erwartet werden, dass das Mustermodell relativ so rotiert wird, dass den Liniensegmentteilen gestattet wird, zueinander zu passen, nämlich in **Fig. 42** wird der Fehler nicht notwendigerweise durch die Rotation größer, selbst bei an den Eingangskantenpunkt der durch den Pfeil in **Fig. 42** angezeigten Position angewendeten Verfahren kleinster Quadrate. Das Verfahren kleinster Quadrate, bei dem nicht die Distanz zwischen dem Punkt und der geraden Linie, sondern die Distanz zwischen dem Punkt und dem Kreisbogen als die Fehlerfunktion angesehen wird, wird auf das Kreisbogensegment angewendet. Spezifisch wird das Verfahren kleinster Quadrate so angewendet, dass ein Absolutwert eine Differenz zwischen einem Radius des kreisförmigen Mustermodells und einem Radius des Kantenpunktes des Bildes mit dem Zentrum des zirkulären Mustermodells, das zu durchsuchen ist, als den Kreisbogen als der Fehlerwert angesehen wird. Es ist nämlich die Fehlerfunktion des Kreisbogensegments, das im Verfahren kleinster Quadrate verwendet wird, eine Differenz zwischen einem Idealradius, der das Zentrum des Kreisbogensegments aufweist, und einer Distanz zwischen dem Zentrum des Kreisbogens und dem entsprechenden Kantenpunkt. Die Fehlerfunktion des Kreisbogensegmentes kann durch den nachfolgenden Ausdruck ausgedrückt werden:

$$e = \text{abs} \left(R_{\text{ideal}} - \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2} \right) \quad [\text{Ausdruck 21}]$$

R_{ideal}	ein idealer Radius
(x_c, y_c)	Zentrumsordinate eines Kreisbogens
(x, y)	korrespondierender Kantenpunkt

$$e = \text{abs} \left((x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 - R_{\text{ideal}}^2 \right) \quad [\text{Ausdruck 22}]$$

R_{ideal}	ein idealer Radius
(x_c, y_c)	Zentrumsordinate eines Kreisbogens
(x, y)	korrespondierender Kantenpunkt

[0287] Folglich, wie in **Fig. 43** gezeigt, ändert sich die Distanz zwischen dem Eingabekantenpunkt des Pfeiles und dem Kreisbogenmodell nicht sehr. Diese bedeutet nämlich, dass eine Rotation im Gegenuhrzeigersinn des Mustermodells PM, wie in **Fig. 43** gezeigt, als eine Lösung in einem hinreichenden Ausmaß erzeugt werden kann. Es ist dadurch möglich, eine Erreichung hoher Genauigkeit im Winkel am kreisförmigen Werk in der bei einer kleinen Anzahl durchgeführten Feinpositionierung zu erwarten. Es sei angemerkt, dass wie in den Beispielen von **Fig. 42** und **43** der kreisförmige Bereich, der durch die gestrichelte Linie angezeigt ist, in der Praxis auf die dünne Linie des Mustermodells überlagert ist, aber in diesen Zeichnungen aus Gründen der Bequemlichkeit der Beschreibung leicht versetzt und angezeigt ist.

[0288] Derweil ist beim konventionellen Verfahren kleinster Quadrate eine Distanz zwischen dem Eingabekantenpunkt und der Tangentenlinie als die Fehlerfunktion angesehen worden und das Mustermodell ist bewegt worden, um diese Distanz zu verkürzen. Man kann daher denken, dass das Mustermodell nicht in

einer richtigen Rotationsrichtung rotiert ist und dies daher den gegenteiligen Effekt des Steigerns positionellen Versatzes hat. Beispielsweise hat es Fälle gegeben, wo das Rotieren des Mustermodells PM im Gegenuhreizersinn, wie in **Fig. 48** gezeigt, gegenüber dem Zustand von **Fig. 47** nicht erwartet werden kann. Wenn nämlich das Mustermodell PM wie in **Fig. 48** aus dem Zustand von **Fig. 47** rotiert wird, wo die Beziehung zwischen dem Eingabekantenpunkt und der Tangentenlinie in einer Position, die durch einen Pfeil angezeigt ist, ausgebildet wird, wird die Rotation in einer Richtung durchgeführt, in der sich der Eingabekantenpunkt von der Tangentenlinie löst, was dazu führt, dass eine solche Rotation nicht als eine Lösung erzeugt werden kann. Im Gegensatz dazu ist es bei der vorliegenden Ausführungsform, da das vorstehende Verfahren kleinster Quadrate mit der als Fehlerfunktion angesehenen Distanz zwischen dem Punkt und dem Kreisbogen angewendet wird, möglich, die Erzielung einer hohen Genauigkeit beim Winkel am kreisförmigen Werk bei der einige Male durchgeführten Feinpositionierung zu erwarten.

(Entsprechende Kantenpunkterzeugungsverarbeitung)

[0289] **Fig. 44** zeigt ein Beispiel einer weiteren Durchführung von Erzeugungsprozessierung einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie am Mustermodell von **Fig. 41**. Wie so gezeigt, wird ein Referenzpunkt im Zentrum jedes Kreisbogensegmentes und Liniensegmentes zugewiesen und Referenzpunkte werden von jedem jener Punkte an festen Intervallen gesetzt, außer bezüglich der Umgebungen der Endkanten der Segmente. Weiterhin werden korrespondierende Punkt-Suchlinien von der Innenseite zur Außenseite in Richtung der Normale zu den Segmenten der korrespondierenden Referenzpunkte gesetzt. **Fig. 45** zeigt einen Zustand, wo die Grobsuche am zu durchsuchenden Bild unter Verwendung des Mustermodells durchgeführt worden ist und das Mustermodell PM ist an der Position und Stellung des festgelegten Detektionskandidaten überlagert worden.

[0290] In diesem Zustand wird die Kantenextraktion längs jeder korrespondierenden Punkt-Suchlinie durchgeführt, um den korrespondierenden Kantenpunkt in Bezug auf jedes Segment zu suchen. Da der korrespondierende Kantenpunkt ein Punkt ist, an dem jede korrespondierende Punkt-Suchlinie und der Kantenpunkt (dünne Linie) des zu durchsuchenden Bildes sich schneiden, beispielsweise in **Fig. 45**, sind durch × angezeigte Punkte die korrespondierenden Kantenpunkte. Im Beispiel von **Fig. 45**, da die Kreisbogenabschnitte des in der Position des Detektionskandidaten angeordneten Mustermodells, erhalten als ein Ergebnis der Grobsuche, und der Eingabekantenpunkt fast zusammenpassen, passen der korrespondierende Kantenpunkt des Kreisbogensegmentes und das Kreisbogensegment fast zusammen. Daher, selbst wenn das kreisförmige Werk relativ rotiert wird, steigt die Fehlerfunktion des Kreisbogens nicht an und daher hemmt dieser Freiheitsgrad nicht die Rotation. Es ist daher möglich, die Rotationsbewegung als eine Lösung zu erwarten.

[0291] Andererseits sind viele der korrespondierenden Kantenpunkte des Liniensegmentes nicht auf dem Liniensegment. Beim Verfahren kleinster Quadrate, das am Liniensegment durchgeführt werden soll, da der Abstand zwischen dem Punkt und der geraden Linie als die Fehlerfunktion angesehen wird, wird geschätzt, dass eine Rotation im Gegenuhreizersinn insgesamt einen Wert der Fehlerfunktion reduziert. Es wird daraus gefunden, dass mit einem hinreichenden Grad erwartet werden kann, eine Rotation im Gegenuhreizersinn als eine durch das Verfahren kleinster Quadrate erhaltene Lösung zu erhalten.

(Gewichtungsverarbeitung im Falle einer Mehrzahl von vorliegenden korrespondierenden Kantenpunktkandidaten)

[0292] Weiterhin, wenn eine Mehrzahl von korrespondierenden Kantenpunktkandidaten, die dem Referenzpunkt entsprechen, vorliegen, kann die Gewichtung an jedem korrespondierenden Kantenpunkt durchgeführt werden, um so die Genauigkeit bei der Feinpositionierung in einem Fall zu verbessern, bei dem die korrespondierenden Kantenpunkte ambivalent festgelegt sind. Diese Bedingung wird basierend auf den **Fig. 49A** bis **49D** beschrieben. Ein Beispiel zum Durchführen der Feinpositionierung wird erwogen, welche als Mustermodell das Mustermodell PM verwendet, das ein Rechteck mit zwei Längslinien darin eingezeichnet ist, wie durch die dicken Linien in **Fig. 49A** angezeigt. In diesem Fall wird angenommen, dass die Segmente SG1 und SG2, wie durch dünne Linien in **Fig. 49B** angezeigt, bei der Grobsuche erhalten werden. In **Fig. 49B** werden nur die zwei Segmente SG1, SG2, die rechts und links des Werks lokalisiert sind, erwogen. Entsprechende Punkt-Suchlinien TTL1, TTL2 dieser Segmente werden in Richtungen zu den Normalen (Kantenrichtung) zu entsprechenden Segmenten SG1, SG2 gesetzt, welche durch die Referenzpunkte KT1, KT2 hindurchgehen, wie oben beschrieben. Wenn die korrespondierenden Punkt-Suchlinien TTL1, TTL2 an den korrespondierenden Referenzpunkten KT1, KT2 gesetzt sind, wie durch die unterbrochenen Linien in Bezug auf die jeweiligen Segmente SG1, SG2 angezeigt, können entsprechende Kantenpunktkandidaten, die jeweils an den korrespondierenden Punkt-Suchlinien TTL1, TTL2 lokalisiert sind, erhalten werden. Während

nur ein korrespondierende Kantenpunktkandidat TTA in Bezug auf das rechtsseitige Segment SG1 erhalten wird, werden zwei korrespondierende Kantenpunktkandidaten TTB, TTC in Bezug auf das linksseitige Segment SG2 erhalten. Da ein korrespondierender Kantenpunkt, welcher der nächste zum Referenzpunkt ist, aus den korrespondierenden Kantenpunktkandidaten heraus ausgewählt und als der korrespondierende Kantenpunkt festgelegt wird, werden TTA und TTB beide zum korrespondierenden Kantenpunkt. Im Beispiel von **Fig. 49B**, da die Mehrzahl von korrespondierenden Kantenpunktkandidaten in Bezug auf das linksseitige Segment SG2 vorliegen, kann angenommen werden, dass eine Mehrdeutigkeit beinhaltet ist. In diesem Fall ist das Thema, in welcher Richtung das Segment, nämlich das Mustermodell, zu bewegen ist. Insbesondere im Falle von **Fig. 49B**, wenn das Gesamtsegment, nämlich das Mustermodell, sich als Ergebnis einer Auswahl von TTB als korrespondierendem Kantenpunkt nach rechts bewegt, bewegt es sich in entgegengesetzter Richtung zur gewünschten Feinpositionierung, was nicht bevorzugt wird.

[0293] Daher wird beim Durchführen der Berechnung des Verfahrens kleinster Quadrate jeder korrespondierende Kantenpunkt gewichtet. Im Beispiel von **Fig. 49B** wird, da nur ein korrespondierender Kantenpunkt TTA an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie TTL1 des Referenzpunktes KT1 in Bezug auf das rechtsseitige Segment SG1 vorliegt, eine Gewichtung von „1,0“ gegeben. Andererseits sind bezüglich des linksseitigen Segments SG2 die korrespondierenden Kantenpunktkandidaten TTB, TTC rechts und links des Referenzpunktes KT2, der dazwischen gesandwiched ist, auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie TTL2 des Referenzpunktes KT2 lokalisiert. Daher wird die Gewichtung des korrespondierenden Kantenpunktes TTB in Bezug auf den Referenzpunkt KT2 gemäß der Distanz ab dem Referenzpunkt KT2 bis zu jedem korrespondierenden Kantenpunktkandidaten gesetzt. Als ein Beispiel eines Ausdrucks zum Bestimmen der Gewichtung, wie in **Fig. 49D** gezeigt, wenn eine Distanz zwischen einem ersten korrespondierenden Kantenpunktkandidaten und dem Referenzpunkt d1 ist, und eine Distanz zwischen einem zweiten korrespondierenden Kantenpunktkandidaten und dem Referenzpunkt d2 ist ($d1 \leq d2$),

$$\text{Gewichtung } W = 1 - \alpha(d1/d2)$$

wobei $0 < \alpha < 1$.

[0294] Im obigen Ausdruck ist $W = 1$ in dem Fall, in dem die Anzahl der korrespondierenden Kantenpunktkandidaten Eins ist, und W ist kleiner in dem Fall, dass die Anzahl größer als Eins ist. Wie derart beschrieben, kann durch Steigern der Gewichtung in dem Fall, bei dem die Anzahl der korrespondierenden Kantenpunktkandidaten Eins ist, lediglich im Falle keiner Verschmierung, eine Bewegung in einer wahrscheinlicheren Richtung erwartet werden. Weiterhin ist in dem Fall, wenn die Anzahl der korrespondierenden Kantenpunktkandidaten mehr als Eins ist, während der nächste korrespondierende Kantenpunktkandidat als der korrespondierende Kantenpunkt angesehen wird, die Positionsbeziehung zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und dem korrespondierenden Kantenpunktkandidaten der obige Ausdruck $W = 1 - \alpha$ (kürzere Distanz)/(längere Distanz), wenn ein idealer Punkt gesandwiched ist, und „ $W = 1$ “ wenn der ideale Punkt nicht gesandwiched ist. Nach so einer Gewichtungsoperation und Gewichtung wird über die Segmentbewegungsrichtung durch die Feinpositionierungsvorrichtung 76, die in der Computervorrichtung 6 von **Fig. 1** als eine Gewichtungsberechnungsvorrichtung enthalten ist, entschieden.

(Rangberechnung)

[0295] Weiterhin kann beim Durchführen der Feinpositionierungsberechnung unter Verwendung des Verfahrens kleinster Quadrate auch ein Rang, der eine Ähnlichkeit anzeigt, berechnet werden. Es wird nämlich das Verfahren kleinster Quadrate auf die entsprechende Punkt-Suchlinie angewendet und der Rang wird durch ein Verhältnis zwischen der Anzahl von korrespondierenden Punkten und der Anzahl von Referenzpunkten im finalen Verfahrensverarbeiten kleinster Quadrate berechnet. In einer simplifizierten Weise wird ein durch Subtrahieren der Anzahl von korrespondierenden Punkten minus der Anzahl von Referenzpunkten erhaltener Wert als die Ähnlichkeit angesehen und sie kann durch den folgenden Ausdruck gefunden werden:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n 1}{\sum_{i=1}^m 1} = \frac{n}{m} \quad [\text{Ausdruck 23}]$$

S Rang

n Anzahl korrespondierender Punkte

m Anzahl von Referenzpunkten

[0296] Weiterhin kann auch eine Ähnlichkeit eines idealen Kantenwinkels des Referenzpunkts und des Kurbelwinkels des korrespondierenden Kantenpunktes im Rang reflektiert werden. In diesem Fall wird ein Verhältnis von Gesamtgewichtungen, die aus einer Differenz zwischen einem Kantenwinkel des korrespondierenden Kantenpunktes im Prozessieren des finalen Verfahrens kleinster Quadrate und dem Kantenwinkel des dazu korrespondierenden Referenzpunktes erhalten werden, und der Anzahl von Referenzpunkten als der Rang berechnet. Spezifisch kann er durch den folgenden Ausdruck berechnet werden:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \omega(|\theta_t - \theta_i^p|)}{\sum_{i=1}^m 1} \quad [\text{Ausdruck 24}]$$

S	Rang
n	Anzahl korrespondierender Punkte
m	Anzahl von Referenzpunkten
$\omega(x)$	Funktion, die 1 ist, wenn $x=0$, und monoton mit Ansteigen von x abnimmt
θ_i	Kantenwinkel korrespondierenden Punktes
θ_{ip}	Winkel des Referenzpunkts, der korrespondierendem Punkt entspricht (Idealwinkel des Referenzpunktes)

[0297] Der ideale Kantenwinkel des Referenzpunktes ist die Richtung der Normale zu der Linie, wenn das Segment eine Linie ist, und auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie überlagert. Bei diesem Verfahren wird eine Einstellung so gemacht, dass, je kleiner die Differenz zwischen dem Kantenwinkel jedes korrespondierenden Kantenpunktes und dem Idealkantenwinkel des zum korrespondierenden Kantenpunkt korrespondierenden Referenzpunktes, desto mehr nähert sich die Gewichtung 1 an, und andererseits, je größer die Winkeldifferenz, desto mehr nähert sich die Gewichtung 0 an. Beispielsweise wird die Gewichtung in dem Fall auf Null gesetzt, wo die Winkeldifferenz 0 bis 18 Grad ist, auf 0,1, ... im Fall, bei dem die Winkeldifferenz 18 bis 36 Grad ist, und auf 1 im Fall, wo die Winkeldifferenz 162 bis 180 Grad ist. Auf solch eine Weise wird eine Gewichtung in Bezug auf jeden Referenzpunkt erhalten und werden abschließend erhaltene Gewichtungen gemittelt, um den Rang zu berechnen.

[0298] Im Beispiel von **Fig. 49B** wird eine Gewichtung von 1 dem rechtsseitigen, korrespondierenden Kantenpunkt A gegeben, und eine Gewichtung von „0,2“ wird dem linksseitigen, korrespondierenden Kantenpunkt B gegeben. Dies führt dazu, dass eine Aktion zur Bewegung des Mustermodells zur linken Seite auf das rechtsseitige Segment SG1 ausgeübt wird und eine Aktion zur Bewegung des Mustermodells zur rechten Seite auf dem rechtsseitigen Segment SG2 ausgeübt wird. Daher, wenn man dies zusammennimmt, ist die für die Bewegung zur linken Seite beabsichtigte Gewichtung 1,0 und ist die für die Bewegung zur rechten Seite beabsichtigte Gewichtung 0,9 und folglich bewegt sich das Mustermodell zur linken Seite, um in einen Zustand wie in **Fig. 49C** zu gelangen. In ähnlicher Weise wird wieder vom Zustand von **Fig. 49C** ausgehend eine Gewichtung durchgeführt und die Bewegungsverarbeitung wird basierend auf dem Ergebnis der Gewichtung wiederholt, um eine finale Feinpositionierung zu bestimmen. Wie derart beschrieben, wird die Richtung, in welche das Mustermodell bei Positionierung zu bewegen ist, zum Gewichten gemäß der Distanz zwischen dem entsprechenden Kantenpunktkandidat und dem Referenzpunkt abgeschätzt und dann wird die Positionierung durchgeführt. Es ist daher möglich, das Mustermodell in einer relativ wahrscheinlichen Richtung zu bewegen, um so eine Verbesserung bei Zuverlässigkeit und Stabilität der Positionierung zu erwarten.

(Verfahren zum Auswählen eines Segmentes unter Erwägung der Positionierungsrichtung)

[0299] Solch ein Fall wie oben kann insbesondere auftreten, wenn viele Liniensegmente in einer spezifischen Richtung konzentriert sind. Im Beispiel von **Fig. 49B** liegen die Segmente nur in Längsrichtung (Y-Achsenrichtung) vor und eine genaue Positionierung kann daher in X-Achsenrichtung erwartet werden. Andererseits, da sich kein in lateraler Richtung (X-Achsenrichtung) erstreckendes Liniensegment vorliegt, kann die Y-Achsenrichtung nicht definiert werden, was die Positionierung in dieser Richtung zweideutig macht. Daher werden beim Auswählen von Segmenten, die das Mustermodell konstituieren, Segmente in der orthogonalen Beziehung, wie etwa in der X-Achsenrichtung und der Y-Achsenrichtung absichtlich ausgewählt, um die Posi-

tionierungsrichtungen daran zu hindern, in eine spezifische Richtung konzentriert zu werden, so dass ein stabiles Positionierungsergebnis erwartet werden kann. Nachfolgend wird ein Verfahren zum Auswählen eines Segmentes unter Erwägung einer Positionierungsrichtung basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 50** beschrieben.

[0300] Zuerst werden im Schritt S4901 in einem Zustand, wo die Mehrzahl von Segmentkandidaten erhalten worden ist, die Segmentkandidaten in der Reihenfolge der Länge sortiert. Es sei angemerkt, dass im Falle des Kreisbogensegments die Länge des Kreisbogens als die Segmentlänge angesehen wird.

[0301] Als Nächstes wird in Schritt S4092 der längste Segmentkandidat als das Segment ausgewählt und auch als ein Referenzpunktsegment gesetzt. Die Richtung der Normale zu diesem Referenzsegment wird als ein Referenzwinkel angesehen. Man sollte anmerken, dass, wenn ein Kreisbogensegment ausgewählt wird, der Referenzwinkel in einen ineffektiven Zustand kommt. Wenn der Referenzwinkel ineffektiv ist, wird ein konjugiertes Segment nicht mittels des Winkels, sondern nur der Länge jedes Segmentkandidaten ausgewählt.

[0302] Weiterhin werden in Schritt S4903 die Segmentkandidaten als das konjugierte Segment in Bezug auf das Referenzsegment extrahiert. Es wird ab dem Referenzwinkel gesucht, ob der innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs, in diesem Fall einem ersten Winkelbereich, enthaltene Segmentkandidat vorhanden ist oder nicht. **Fig. 51A** zeigt ein Beispiel des ersten Winkelbereichs. Derjenige Segmentkandidat wird extrahiert, der innerhalb des Bereichs von ± 45 Grad zur Richtung der Normale zum Referenzsegment (90 Grad), eingestellt im Zentrum, beinhaltet ist, nämlich dem Bereich von 45 bis 135 Grad, einem Bereich von insgesamt 90 Grad.

[0303] Im Beispiel der in **Fig. 51B** gezeigten Segmentkandidaten werden darauf mit „O“ markierte Segmentkandidaten extrahiert und darauf mit „x“ markierte Segmentkandidaten werden eliminiert. Wenn das Liniensegment als das konjugierte Segment ausgewählt wird, wird der Referenzwinkel zur Richtung der Normale zu diesem Segment und kommt in einen effektiven Zustand. Wenn das Segment nicht eine Linie, sondern ein Kreisbogensegment ist, wird es unbedingt extrahiert. Dies liegt daran, dass im Falle des Kreisbogensegmentes eine Winkeländerung als groß erwartet wird und daher eine nützliche Information sein kann. Weiterhin bleibt im Falle eines Kreisbogens der Zustand des Referenzwinkels unverändert.

[0304] Wenn die Segmentkandidaten extrahiert sind, schreitet der Prozess zu Schritt S4901-1 fort, der längste Segmentkandidat aus den extrahierten Segmentkandidaten wird als das Segment ausgewählt und wird auch als das konjugierte Segment in Bezug auf das Referenzsegment gesetzt. Weiterhin wird in Schritt S4905 bestimmt, ob die Anzahl bereits ausgewählter Segmente eine vorgegebene Anzahl erreicht hat oder nicht. Wenn sie die vorgegebene Anzahl erreicht hat, wird die Verarbeitung abgeschlossen. Wenn sie die vorgegebene Anzahl nicht erreicht hat, schreitet der Prozess zu Schritt S4906 fort und es wird wieder ein neues Referenzsegment als das konjugierte Segment gesetzt. Danach kehrt der Prozess zu Schritt S4903 zurück, um die Verarbeitung zu wiederholen. Man sollte anmerken, dass in dem Fall, bei dem ein Kreisbogensegment als das konjugierte Segment ausgewählt wird und das Kreisbogensegment als Referenzsegment angesehen wird, die Auswahl des konjugierten Segmentes nicht gemäß dem Winkel, sondern nur der Länge vorgenommen wird, wie oben beschrieben, wenn der Referenzwinkel im ineffektiven Zustand ist, und die Extraktion des konjugierten Segments wird durch Durchführen derselben Verarbeitung wie vorstehend gezeigt durchgeführt, wenn der Referenzwinkel im effektiven Zustand ist.

[0305] Derweil schreitet, wenn kein innerhalb des ersten Winkelbereichs beinhalten Segmentkandidat in Schritt S4903 vorliegt, der Prozess zu Schritt S4904 fort und es wird auf dieselbe Weise wie oben danach gesucht, ob ein Segmentkandidat vorliegt oder nicht, der innerhalb eines zweiten Winkelbereichs enthalten ist, der gegenüber dem ersten Winkelbereich ausgedehnt ist. Im Beispiel von **Fig. 51A** ist der Bereich von 40 bis 140 Grad, der gegenüber dem ersten Winkelbereich um ± 5 Grad ausgeweitet ist, als ein Beispiel des zweiten Winkelbereichs eingestellt. Wenn der Segmentkandidat gefunden wird, springt der Prozess zu Schritt S4904-1, und in derselben Weise wie oben wird das längste Segment ausgewählt und als das konjugierte Segment gesetzt.

[0306] Wenn selbst innerhalb des zweiten Winkelbereichs kein Segmentkandidat gefunden wird, wird in Schritt S4904-3 weiter in derselben Weise wie oben danach gesucht, ob ein Segmentkandidat, der innerhalb eines dritten Winkelbereichs beinhaltet ist, der gegenüber dem zweiten Winkelbereich weiter expandiert ist, vorliegt oder nicht. Im Beispiel von **Fig. 51A** ist der Bereich von 35 bis 145 Grad, der gegenüber dem zweiten Winkelbereich um weitere ± 5 Grad expandiert ist, als ein Beispiel des dritten Winkelbereiches gesetzt. Wenn

der Segmentkandidat gefunden ist, springt der Prozess zu Schritt S4904-1 in derselben Weise wie oben und es wird das längste Segment ausgewählt und als das konjugierte Segment gesetzt. Wenn kein Segmentkandidat gefunden wird, geht der Prozess zu Schritt S4902 und das längste Segment aus den Segmentkandidaten wird als Referenzsegment wieder ausgewählt. Man sollte anmerken, dass der numerische Wert des Winkelbereichs, die Anzahl an Neusetzungen des Winkelbereichs und dergleichen geeigneter Weise verändert werden kann. Wenn beispielsweise in Schritt S4904-3 kein Segment gefunden wird, kann eine Suche in einem weiter expandierten Winkelbereich durchgeführt werden. Andererseits mag Schritt S4904-3 nicht durchgeführt werden und wenn in Schritt S4904-2 kein Segment gefunden wird, kann der Prozess unmittelbar zu Schritt S4902 rückkehren, um das Referenzsegment rückzusetzen.

[0307] Wie derart beschrieben, weil die Operation des Auswählens des konjugierten Segmentes nahe an der orthogonalen Richtung zum Referenzsegment wiederholt wird und als ein Ergebnis das Segment mit einem zerstreuten Winkel ausgewählt wird, kann die Stabilität der Positionierung verbessert werden. Das Segment wird in einer solchen Weise durch die Segmentauswahlvorrichtung 67 der Segmenterzeugungsvorrichtung 68 ausgewählt.

(Mustercharakteristik-Auswahlfunktion)

[0308] Weiterhin kann auch eine Mustercharakteristik-Auswahlfunktion vorgesehen sein, die in der Lage ist, Auswahlkriterien für das das Mustermodell konstituierende Segment anhand von Charakteristika des aus dem zu durchsuchenden Objekt erhaltenen Muster zu verändern. Spezifisch ist sie besonders in einem registrierten Bild effektiv, wie in **Fig. 67** gezeigt. Im registrierten Bild in **Fig. 67** werden unterschiedliche Buchstaben und Zahlen in Rasterrahmen angezeigt. Wenn das Musterfenster PW auf ein solches Bild gesetzt wird, wie in **Fig. 67** gezeigt, werden viele Segmente SGW in Rahmenbereichen gesetzt, während wenige Segmente SGM in den Buchstaben innerhalb der Rahmen im erzeugten Mustermodell gesetzt werden. In einem solchen Mustermodell wird die Positionierung nur in den Rahmenbereichen durchgeführt, was dazu führt, dass die Buchstaben innerhalb der Rahmen ignoriert werden oder ihnen keine Bedeutung beigemessen wird, was es schwierig macht, die Buchstaben zu erkennen, und daher kann die Positionierung aufgrund von positionalem Versatz in Einheiten von Rahmen oder dergleichen scheitern.

[0309] Dies wird durch die Auswahlkriterien für das Segment verursacht. Es ist nämlich ein langes Segment vorzugsweise vom konventionellen Gesichtspunkt ausgewählt worden, dass das Eliminieren der Rauschkomponente und das Zuordnen von Wichtigkeit zu einem klarer detektierten Kantenpunkt zu einer Verbesserung bei der Positionierungsgenauigkeit führt. Dies liegt daran, dass ein kurzer Umriss als eine große Anzahl von Rauschkomponenten aufweisend angesehen wird, und basierend auf der Annahme, dass ein längeres Liniensegment im Gegensatz dazu genauere Kanteninformationen extrahiert, ist eine Einstellung vorgenommen worden, um automatisch das Segment aus langen Liniensegmenten auszuwählen. Anders ausgedrückt hat bislang kein Bildverarbeitungsverfahren und dergleichen vorgelegen, um ein kurzes Liniensegment bevorzugt auswählbar zu machen. Daher wird im Beispiel von **Fig. 67**, da die Kantendetektion dazu tendiert, im von den geraden Linien umgebenen Rahmenbereich relativ einfach und klar zu sein, dass im Rahmenbereich erzeugte Segment geneigter sein, ausgewählt zu werden, was zu einem Versagen der Positionierung führt, wie oben beschrieben. Insbesondere bei der Grobsuche, da sie eine einfache Suche ist und somit nicht alle Umrissinformationen zu extrahierter Kante, Kettensegment und dergleichen verwendet werden, sondern nur ein Teil des Umrisses ausgewählt wird, wenn der bevorzugt ausgewählte Umriss nicht zur genauen Positionierung beiträgt, tritt das Problem einer solchen fehlerhaften Auswahl auf.

[0310] Im Gegensatz dazu wird bei der vorliegenden Ausführungsform eine Funktion, die zum Auswählen des Umrisses in aufsteigender Reihenfolge der Länge ab dem kürzeren Umriss in der Lage ist, gesetzt, um so ein geeignetes Suchergebnis im registrierten Bild zu erhalten. Weiterhin wird die Eliminierung der Rauschkomponente durch Einstellen eines Schwellenwertes und Eliminieren eines Liniensegmentes mit einer Länge nicht größer als der vorgegebenen Länge realisiert. Folglich kann, während die Rauschkomponente effektiv eliminiert wird, ein hoch zuverlässiges Suchergebnis erhalten werden.

(Sortierung in Reihenfolge der Umrisslänge)

[0311] Als Nächstes werden zwei Verfahren zum Auswählen eines kurzen Umrisses beschrieben. Zuerst wird ein Verfahren zum Sortieren von Umrissen in der Reihenfolge ihrer Länge und Auswählen einer vorgegebenen Anzahl von Umrissen ab einem kurzen beschrieben, basierend auf einem Anwenderschnittstellenbildschirm von **Fig. 68**. **Fig. 68** ist eine Bildansicht, die eine Anwenderschnittstelle eines Bildverarbeitungsprogramm-Einstellbildschirms 200 der Mustercharakteristik-Auswahlfunktion zum geeigneten Auswählen

eines ein Mustermodell eines registrierten Bildes konstituierenden Umrisses zeigt. Auf diesem Bildschirm kann der Anwender entsprechende Einstellungen für die Grobsuche und die Feinpositionierung vornehmen, bezüglich jeweils, als Einstellobjekte, einer unteren Kantenstärkengrenze 82, einer unteren Umrisslängengrenze 83, einer Anzahl ausgewählter Umrisse 84, und einer Registrierung 85 der Reihenfolge der Umrisse. Von diesen sind die Objekte, welche die Mustercharakteristik-Auswahlfunktion betreffen, die untere Umrisslängengrenze 83, die Anzahl ausgewählter Umrisse 84 und die Registrierung 85 der Reihenfolge der Umrisse.

[0312] Es wird ein Bereich zur Detektion der Kante durch die obere Kantenstärkengrenze 81 und die untere Kantenstärkegrenze 82 definiert, und es wird eine solche Filterbedingung, um eine Kantenstärke höher als den oberen Grenzwert oder niedriger als den unteren Grenzwert zu eliminieren, bezeichnet.

(Umrisslängen-Untergrenzen-Einstellvorrichtung)

[0313] Die Umrisslängen-Untergrenze 83 funktioniert als eine Umrisslängen-Untergrenzen-Einstellvorrichtung zum Einstellen einer unteren Grenze zur Detektion als dem Umriss. Es wird nämlich ein Umriss, der kürzer als ein unterer Grenzwert ist, welcher durch die Umrisslängen-Untergrenze 83 definiert ist, durch einen Längenfilter gefiltert. Dies kann als das kurzen Umriss erscheinende Rauschen eliminieren. Weiterhin, wenn dieser Wert durch den Anwender einstellbar gemacht wird, kann die Stärke der Filterung in geeigneter Weise anhand einer verwendeten Umgebung und Anwendung des Filterns justiert werden. Weiterhin kann die Umrisslängen-Untergrenze ein Festwert sein, der von der Umgebung abhängt.

(Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung)

[0314] Die Anzahl ausgewählter Umrisse 84 funktioniert als eine Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung zum Definieren der Anzahl von ausgewählten Umrissen. Das Definieren der oberen Grenze der Anzahl von Umrissen, die als Mustermodell verwendet werden, kann das Mustermodell simplifizieren, um die Verarbeitungsmenge zu reduzieren, wodurch eine Reduktion bei der Suchzeit angestrebt wird. Weiter steigt mit wachsender Anzahl an Auswahlen die Verarbeitungsmenge an, aber andererseits kann ein hochgenaues Suchergebnis erwartet werden. Es sei angemerkt, dass das Einstellen der Anzahl ausgewählter Umrisse auf einen Festwert (z.B. 50) eine Vereinfachung des Einstellbetriebs wie oben beschrieben anstreben kann.

(Auswahlreihenfolge-Entscheidungsvorrichtung)

[0315] Die Umrissreihenfolgeregistrierung 85 funktioniert als eine Auswahlreihenfolgen-Entscheidungsvorrichtung, die zum Umschalten der Reihenfolge von dem Auswählen von Umrissen zwischen aufsteigender Reihenfolge und absteigender Reihenfolge an Umrisslänge geeignet ist. Dadurch wird gemäß einem Bild als einem Objekt für Bildverarbeitung ein geeignetes Auswahlverfahren einer aufsteigenden Reihenfolge oder absteigenden Reihenfolge der Länge so gesetzt, dass die Bildverarbeitung mit höherer Flexibilität und höherer Genauigkeit durchgeführt werden kann.

[0316] Durch Einstellen der obigen Einstellobjekte wird ein solch extrem kurzer Umriss, der nahe am Rauschen liegt, aus der Mehrzahl von Umrissen herausgefiltert und es werden die Umrisse sequentiell ab den kürzeren auswählbar gemacht, um effektiv die Rauschkomponente zu eliminieren und auch ein Segment geeigneterweise auszuwählen, das einen Einfluss auf die Positionierungsgenauigkeit ausübt, so dass ein effizientes Mustermodell konstruiert werden kann.

[0317] Beispielsweise wird ein Beispiel des Auswählens eines ein Mustermodell konstituierenden Segmentes durch Einstellen des Musterfensters PW auf ein registriertes Bild erwogen, wo unterschiedliche Buchstaben und Zahlen in Rasterrahmen angezeigt sind, wie in **Fig. 69** gezeigt. Im Falle der wie in **Fig. 70** gezeigten Einstellung, da die Umrissreihenfolgeregistrierung 85 auf „absteigende Reihenfolge der Länge“ gesetzt ist, nämlich sie so gesetzt ist, dass sie die Umrisse von den längeren zu den kürzeren auswählt. Dadurch werden, wie in **Fig. 69**, viele der Segmente SGW in den Rahmenbereichen unerwünschterweise ausgewählt und wenige der Segmente SGM in den Bereichen von Buchstaben und Zahlen, welche für die Identifikation wichtig sind, werden ausgewählt und eine Genauigkeit bei der Positionierung kann nicht erwartet werden, falls dieser Zustand unverändert bleibt.

[0318] Im Gegensatz dazu, wie in **Fig. 71** gezeigt, wird die Einstellung in der Registrierung 85 der Reihenfolge der Umrisse zu „aufsteigende Reihenfolge der Länge“ verändert, es wird nämlich die Reihenfolge so verändert, dass die Umrisse sequentiell von den kürzeren zu den längeren ausgewählt werden, wodurch

viele der Segmente SGM der Buchstaben und Zahlen innerhalb des Rahmens nun selektiert werden, wie in **Fig. 72**, so dass ein Umrissinformationen enthaltendes MustermodeLL, die für das registrierte Bild geeignet sind, konstruiert werden kann.

[0319] Es sei angemerkt, dass, obwohl jedes Einstellungsobjekt individuell jeweils in der Grobsuche und der Feinpositionierung im Beispiel von **Fig. 68** einstellbar ist, es in beiden einstellbar gemacht werden kann, oder es kann solch eine Konstitution gebildet werden, dass ein spezifisches Objekt durch das Bildverarbeitungsprogramm oder die Bildverarbeitungsvorrichtungsseite definiert ist und die Einstellung durch den Anwender unterbunden wird. Das Reduzieren der Anzahl von Einstellmöglichkeiten, um einem mit der Bedienung nicht besonders vertrauten Anwender zu gestatten, die Vorrichtung in vereinfachter Weise zu verwenden, kann die Bedienbarkeit verbessern.

[0320] Weiterhin ist bezüglich des Umrisses ebenfalls Umrissinformation wie etwa eine Kette oder dergleichen neben dem Segment verwendbar. Beispielsweise können im Falle der Verwendung von die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 wie sie sind erhaltenen Ketten als Umrissinformation ohne Annäherung der Ketten an das Liniensegment oder Kreisbogensegment können eine Technik zum Auswählen der Ketten aus der kurzen Kette wie oben beschrieben, eine Technik zum Erstellen der Auswahlreihenfolge, wie zwischen aufsteigender Reihenfolge und absteigender Reihenfolge umschaltbar ist, oder eine Technik zum Eliminieren einer Kette, die kürzer oder länger als ein vorgegebener Schwellenwert ist, an Auswahlkriterien an die Kette angelegt werden, und dies kann es auch gestatten, dass ein ähnlicher Aktionseffekt erhalten werden kann. Als Nächstes wird eine spezifische Prozedur zum Sortieren der Umrisse in der Reihenfolge der Umrisslänge basierend auf Flussdiagrammen von **Fig. 73** und **74** beschrieben.

[0321] Zuerst wird der Fall der Durchführung der Sortierung unter Verwendung einer Segmentlänge basierend auf **Fig. 73** beschrieben. Zuerst wird ein Umriss extrahiert. Als Erstes wird im Schritt S7301 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkebild zu finden. Als Nächstes wird in Schritt S7302 ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkebildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt aufzufinden. Spezifisch wird nach Erzeugung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkebildes durch die Kantenwinkel/Kantenstärke-Bilderzeugungsvorrichtung 60 der Umrissextraktionsvorrichtung 62 der Kantenpunkt durch die Ausdünnungsvorrichtung 61 mittels Kantenstärke-Nichtmaximalpunkt-Unterdrückungsverarbeitung ausgedünnt. Weiterhin wird in Schritt S7303 eine Kette durch die Kettenerzeugungsvorrichtung 63 erzeugt. Spezifisch koppelt die Kantenverkettungsvorrichtung 64 angrenzende Kantenpunkte, um eine Kette zu erzeugen. Darüber hinaus wird die Filterung durch die Kettenfilterungsvorrichtung 66 mit einer Vielzahl von Charakteristikbeträgen wie geeignet durchgeführt.

[0322] Als Nächstes wird in Schritt S7304 ein Segment erzeugt. Die Kantenkettensegmentiervorrichtung 65 der Segmenterzeugungsvorrichtung 68 erzeugt ein Segment, das durch Annähern jeder Kette durch Linie und/oder Kreisbogen erhalten wird. Weiterhin wird in Schritt S7305 das kurze Segment gefiltert. Als eine Umrisslängenuntergrenzen-Einstellvorrichtung eliminiert die Segmentauswahlvorrichtung 67 ein Segment mit einer Länge nicht größer als einem unteren Grenzwert, um die Rauschkomponente zu eliminieren.

[0323] Schließlich werden in Schritt S7306 die Segmente nach Segmentlänge sortiert, um die Segmente auszuwählen, die ein MustermodeLL konstituieren, sequentiell aus den Segmenten mit einer kürzeren Länge. Die Segmentauswahlvorrichtung 67 funktioniert als eine Umriss-sortiervorrichtung zum Sortieren der Umrisse in absteigender Reihenfolge der Länge, sortiert die Segmente in der Reihenfolge der Länge und wählt weiterhin die Segmente in einer Anzahl aus, die durch die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung definiert ist, in einer Auswahlreihenfolge, welche durch die Auswahlreihenfolgen-Entscheidungsvorrichtung definiert ist, in aufsteigender Reihenfolge von Segmentlängen, nämlich sequentiell ab den kürzeren. Dadurch wird ein MustermodeLL konstruiert, das für das registrierte Bild wie in **Fig. 62** oben beschrieben geeignet ist.

[0324] Andererseits wird ein Beispiel der Verwendung der Ketten, wie sie nicht sind, durch das Segment als der Umriss basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 74** beschrieben. Eine Prozedur zur Extraktion des Umrisspunktes zur Erzeugung der Kette ist dieselbe wie **Fig. 73** oben. Es wird nämlich in Schritt S7401 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkebild zu finden. Als Nächstes wird in Schritt S7402 ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkebildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt zu finden. Weiterhin wird in Schritt S7403 eine Kette erzeugt.

[0325] Dann wird in Schritt S7404 die kurze Kette gefiltert. Gemäß einem durch die Umrisslängenuntergrenzen-Einstellvorrichtung gesetzten unteren Grenzwert eliminiert die Kettenfilterungsvorrichtung 66 der Kettenerzeugungsvorrichtung 63 die Kette, die kürzer als die untere Umrisslängengrenze 83 ist. Nachfolgend wer-

den in Schritt S7405 die Ketten in der Reihenfolge der Kettenlänge sortiert, um jene Ketten auszuwählen, die ein Mustermodell bilden, sequentiell ab der Kette mit einer kürzeren Länge. Auch in diesem Fall funktioniert die Kettenfilterfunktion 66 als Umriss-sortierfunktion, sortiert die Ketten in der Reihenfolge der Länge und selektiert weiterhin die Ketten in einer Anzahl, die durch die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung definiert ist, in einer Auswahlreihenfolge, welche durch die Auswahlreihenfolge-Entscheidungsvorrichtung definiert ist, in aufsteigender Reihenfolge der Kettenlänge. Dadurch wird ein für das registrierte Bild geeignetes Mustermodell wie in **Fig. 72** konstruiert.

[0326] Bei diesem Verfahren ist die Verarbeitung, einmal eine Approximation mit einem Segment durchzuführen, nicht erforderlich und daher kann die Verarbeitung entsprechend vereinfacht werden. Da andererseits die Kette ein Körper gekoppelter Zufallslinienssegmente ist, die nicht an eine feste geometrische Graphik approximiert sind, wie etwa Linie oder Kreisbogen, wird jede der nachfolgenden Verarbeitungen kompliziert. Welches Verfahren ausgewählt wird, wird anhand dem entschieden, ob das registrierte Bild eine einfache Graphik ist oder nicht, der Detektionsgenauigkeit des Kantenpunkts, oder dergleichen.

(Filtern langen Umrisses)

[0327] Es sollte angemerkt werden, dass, obwohl die Sortierung im obigen Beispiel in der Reihenfolge der Umrisslänge durchgeführt wird, das Mustermodell durch Eliminieren des langen Umrisses ohne Durchführung einer Sortierung konstruiert werden kann. Nachfolgend wird dieses Verfahren basierend auf einem Benutzerschnittstellenbildschirm von **Fig. 75** beschrieben. **Fig. 75** ist auch eine Bildansicht, die eine Benutzerschnittstelle eines Bildverarbeitungsprogramm-Einstellbildschirms 300 zum Einstellen der Mustercharakteristik-Auswahlfunktion für das registrierte Bild im Bildverarbeitungsprogramm zeigt. Auf diesem Bildschirm wird zusätzlich zur oberen Kantenstärkegrenze 81, der unteren Kantenstärkegrenze 82 und der unteren Umrisslängengrenze 83 eine obere Umrisslängengrenze 86 gegeben. Die Kantenstärken-Obergrenze 81, die Kantenstärken-Untergrenze 82 und die Umrisslängen-Untergrenze 83 ähneln jenen der in **Fig. 68** oben beschriebenen und deren detaillierte Beschreibungen werden hier nicht wiederholt wiedergegeben.

(Umrisslängenobergrenzen-Einstellvorrichtung)

[0328] Die obere Umrisslängengrenze 86 funktioniert als eine Umrisslängenobergrenzen-Einstellvorrichtung zum Einstellen eines oberen Grenzwertes eines Umrisses. Es filtert nämlich die obere Umrisslängengrenze 86 den längeren Umriss als den durch die obere Umrisslängengrenze 86 definierten oberen Grenzwert. Dadurch ist es möglich, ein Mustermodell durch absichtliches Eliminieren des langen Umrisses zu konstruieren, während nur der kurze Umriss bleibt, um so konsequent einen ähnlichen Effekt zu dem Fall des bevorzugten Auswählens des kurzen Umrisses zu erhalten.

[0329] Es sei angemerkt, dass im Falle von **Fig. 75** die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung nicht vorgesehen ist und Umrisse in einer Anzahl eines voreingestellten definierten Wertes automatisch ausgewählt werden. Jedoch kann auch die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung vorgesehen sein, um so dem Anwender zu gestatten, die Anzahl von Umrissen manuell einzustellen.

[0330] Wie derart beschrieben, kann ohne Sortieren der Umrisse in der Reihenfolge ihrer Länge ein Mustermodell konstruiert werden, bei dem vorzugsweise ein kurzer Umriss ausgewählt wird, und es kann eine Muster-suche realisiert werden, die auch am registrierten Bild wie in **Fig. 67** effektiv ist. Beispielsweise beinhaltet in solchen Einstellbedingungen wie in **Fig. 76** gezeigt, das Mustermodell viele der Segmente SGW, die in den Rahmenbereichen ausgewählt werden, wie in **Fig. 77** gezeigt. Jedoch kann durch Verändern der oberen Umrisslängengrenze 86 von 100 auf 20, wie in **Fig. 78** gezeigt, ein Mustermodell konstruiert werden, wie in **Fig. 79** gezeigt, das viele der Segmente SGM der Buchstaben oder Zahlen innerhalb der Rahmen beinhaltet.

[0331] Eine Prozedur zum Filtern eines langen Umrisses wird basierend auf den Flussdiagrammen der **Fig. 80** und **81** beschrieben. Zuerst beschreibt **Fig. 80** den Fall, bei dem das Segment als der Umriss verwendet wird. Auch bei diesem Verfahren, wie im vorstehenden Fall des Sortierens der Umrisse nach der Umrisslänge werden Umrisspunkte extrahiert, um eine Kette zu erzeugen. Es wird nämlich in Schritt S8001 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkenbild aufzufinden. Als Nächstes wird in Schritt S8002 ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkenbildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt zu finden. Weiterhin wird in Schritt S8003 eine Kette erzeugt und nachfolgend wird in Schritt S8004 ein Segment erzeugt.

[0332] Schließlich werden in Schritt S8005 das lange Segment und das kurze Segment gelöscht. Außer dass die Segmentauswahlvorrichtung 67 das Segment eliminiert, das eine Länge nicht größer als dem unteren Grenzwert als der Umrisslängenuntergrenzen-Einstellvorrichtung eliminiert, dient die Segmentauswahlvorrichtung 67 weiter als Umrisslängenobergrenzen-Einstellvorrichtung, um Segmente mit einer Länge größer als der oberen Umrisslängengrenze 86 zu löschen. Folglich, da ein kurzes Segment nach Eliminierung der Rauschkomponente selektiert werden kann, kann ein Mustermodell konstruiert werden, das ein Segment enthält, das zur Positionierung in einem solchen Fall wie **Fig. 79** effektiv ist. Obwohl die Anzahl auszuwählender Werte ein fester Wert ist, wie oben beschrieben, kann die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung separat vorgesehen sein, um dem Anwender zu gestatten, manuell eine Einstellung vorzunehmen.

[0333] Weiter wird ein Beispiel der Konstruktion eines Mustermodells durch Ketten anstelle von Segmenten basierend auf **Fig. 81** beschrieben. Auch in diesem Fall ist eine Prozedur von der Extraktion des Umrisspunkts zur Erzeugung der Kette ähnlich zu der oben beschriebenen von **Fig. 74**. Es wird nämlich in Schritt S8101 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkenbild aufzufinden. In Schritt S8102 wird ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkenbildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt zu finden. In Schritt S8103 wird eine Kette erzeugt.

[0334] Dann werden in Schritt S8104 lange Kette und kurze Kette gelöscht. Die Kettenfiltervorrichtung 66 eliminiert die Kette, die eine Länge nicht größer als einen unteren Umrisslängengrenzwert als Umrisslängenuntergrenzen-Einstellvorrichtung aufweist und dient auch als Umrisslängenobergrenzen-Einstellvorrichtung, um längere Ketten als die obere Umrisslängengrenze 86 zu löschen.

[0335] Folglich, da die kurze Kette nach Eliminierung der Rauschkomponente ausgewählt werden kann, kann ein Mustermodell konstruiert werden, das eine Kette beinhaltet, die zur Positionierung des registrierten Bildes in einem solchen Fall wie **Fig. 79** effektiv ist. Obwohl die Anzahl an auszuwählenden Ketten ein fester Wert ist, wie oben beschrieben, kann die Auswahlanzahl-Entscheidungsvorrichtung separat vorgesehen sein, um dem Anwender zu gestatten, eine Einstellung manuell vorzunehmen.

(Kombination von Segmentauswahlfunktionen unter Erwägung der Segmentrichtung)

[0336] Die Mustercharakteristik-Auswahlfunktion kann simultan zur vorstehenden Segmentauswahlfunktion unter Erwägung der Positionierungsrichtung oder des Winkels verwendet werden. Es ist nämlich als Technik zum Entscheiden, welches Segment zur Konstruktion eines Mustermodells nach Sortierung der Segmente in der Reihenfolge der Länge und nach Filtern eines langen Segmentes ausgewählt wird, möglich, ein Verfahren zum Auswählen eines konjugierten Segments anzunehmen, das nahe an der orthogonalen Richtung zu einem Referenzsegment liegt, als ein durch ein Flussdiagramm von **Fig. 50** und dergleichen gezeigtes Verfahren. Es sei angemerkt, dass dieses Verfahren zur Selektion des Segments verwendet werden kann, aber nicht zur Selektion der Kette verwendet werden kann. Dies liegt daran, dass die Kette nicht durch Linie und/oder Kreisbogen angepasst wird, und somit keinen Winkel oder keine Richtung aufweist, wie dies beim Segment der Fall ist.

[0337] Ein Beispiel des Erwägens der Richtung der Normalen zum Segment beim Auswählen des Segmentes nach Sortieren oder Filtern wird untenstehend basierend auf Flussdiagrammen der **Fig. 82** und **83** beschrieben. Zuerst zeigt **Fig. 82** ein Beispiel der Sortierung der Segmente nach Segmentlänge. Auch in diesem Fall ähnelt eine Prozedur zur Extraktion des Umrisspunktes zum Erzeugen der Kette und des Segmentes zum Filtern des kurzen aus den erhaltenen Segmenten zum Sortieren der Segmente der vorstehenden Prozedur von **Fig. 73**. Es wird nämlich zuerst in Schritt S8201 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und ein Kantenstärkebild zu finden. Als Nächstes wird in Schritt S8202 ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkebildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt zu finden. Weiterhin wird in Schritt S8203 eine Kette erzeugt und dann wird in Schritt S8204 ein Segment erzeugt. Nachfolgend wird in Schritt S8205 das kurze Segment gefiltert und dann werden in Schritt S8206 Segmente nach dem Filtern nach der Segmentlänge sortiert und in aufsteigender Reihenfolge der Länge angeordnet.

[0338] In diesem Zustand werden in Schritt S8207 die Segmente sequentiell von den kürzeren ab ausgewählt, während die Richtung der Normalen jedes Segments berücksichtigt wird. Eine spezifische Prozedur nach Schritt S8206 von **Fig. 82** ist in einem Flussdiagramm von **Fig. 84** gezeigt. Dieses Flussdiagramm ist fast ähnlich zum Flussdiagramm der **Fig. 50**, unterscheidet sich aber davon durch: Einstellen der Reihenfolge der Sortierung nicht in absteigender Reihenfolge der Segmentlänge, sondern in aufsteigender Reihenfolge ab dem Kürzeren in Schritt S8401; in Schritt S8402 Auswählen des kürzesten Segmentes als einem Segmentkandidaten und Ansehen dieses als ein Referenzsegment; und in Schritt S8404-1 Auswählen des kürz-

esten Segments als einen Segmentkandidaten und Ansehen dieses als ein konjugiertes Segment. Alles andere außer dem Obigen ist ähnlich zur **Fig. 50** und dessen detaillierte Beschreibungen werden daher nicht wiederholt.

[0339] Dieses Verfahren wird besonders effektiv am registrierten Bild durchgeführt, wo das kurze Segment effektiv ist und im Wesentlichen orthogonale Segmente werden abwechselnd ausgewählt, um ein MustermodeLL zu konstruieren, wo Segmente in einer solchen Relation, dass normale Winkel orthogonal sind, absichtlich ausgewählt worden sind, wodurch ein Ergebnis stabiler Positionierung in Längs- und lateralen Richtungen erwartet werden kann.

[0340] In ähnlicher Weise wird ein Beispiel einer Berücksichtigung der Richtung der Normalen zum Segment im Verfahren zum Filtern eines Segments mit einer großen Länge basierend auf einem Flussdiagramm von **Fig. 83** beschrieben. Auch in diesem Fall ähnelt eine Prozedur von der Extraktion des Umrisspunktes zur Erzeugung der Kette und dem Segment bis zum Filtern des Kurzen und des Langen der vorstehenden Prozedur von **Fig. 80** und dergleichen. Es wird nämlich in Schritt S8301 das registrierte Bild Sobel-gefiltert, um ein Kantenwinkelbild und eine Kantenstärkenbild aufzufinden. Als Nächstes wird in Schritt S8302 ein Kantenpunkt unter Verwendung des Kantenwinkelbildes und des Kantenstärkebildes ausgedünnt, um einen Umrisspunkt zu finden. Weiterhin wird in Schritt S8303 eine Kette erzeugt und dann wird in Schritt S8304 ein Segment erzeugt. Nachfolgend werden in Schritt S8305 das kurze Segment und das lange Segment gefiltert. Da eine Operation des Sortierens der Segmente nach Segmentlänge in Schritt S8306 in diesem Fall bei jeglicher Rate erforderlich ist, kann das vorstehende Verfahren von **Fig. 82** als von diesem Standpunkt aus effizienter angesehen werden. Die anderen Effekte ähneln denen in **Fig. 82** und als Ergebnis der Auswahl eines konjugierten Segmentes nahe an der orthogonalen Richtung wird das Segment mit einem zerstreuten Winkel ausgewählt, um das MustermodeLL zu sein, wodurch eine Verbesserung in der Stabilität der Positionierung gestattet wird.

(Verbesserung bei der Stabilität des Verfahrens kleinster Quadrate)

[0341] Als Nächstes wird eine Technik zur Verbesserung der Stabilität des Verfahrens der kleinsten Quadrate, das bei dem Feinpositionierungsschritt durchgeführt wird, beschrieben. Das Verfahren kleinster Quadrate wird kurz kategorisiert in ein lineares Verfahren und ein nicht-lineares Verfahren. Bei diesen Methoden kann beim Verfahren linearer kleinster Quadrate theoretisch eine Lösung gleichförmig erhalten werden. Andererseits wird beim Verfahren nicht-linearer kleinster Quadrate die Approximation typischerweise bis zu einem quadratischen Ausdruck durchgeführt und daher ist der approximierte Wert nicht notwendigerweise genau. In einigen Fällen kann beim Feinpositionierungsschritt die zu detektierende Position in einer Richtung zum Niedrigermachen der Genauigkeit als der in der Grobsuche erhaltenen Position bewegt oder rotiert werden. Beispielsweise können in einem Fall der Durchführung der Feinpositionierung an einer Graphik mit hoher Symmetrie, wie einer Kreisform, die in **Fig. 85** gezeigt ist (eine Zentrumsordinate eines äußeren Kreises unterscheidet sich subtil von einer Zentrumsordinate eines inneren Kreises), da ein Fehlerwert sich kaum jemals ändert, selbst wenn jeder Kreis um sein Zentrum als Rotationsachse gedreht wird, die Kreise in einer entgegengesetzten Richtung zu der Richtung rotieren, in der die Kreise im Wesentlichen rotieren sollten, oder folglich kann eine große Änderung im Winkel wie auch ein großer Versatz um einen parallelen Bewegungsbetrag auftreten.

[0342] In einem typischen Lösungsverfahren des Verfahrens nicht-linearer kleinster Quadrate, das durch einen quadratischen Ausdruck approximiert ist, wird eine solche Prozedur genommen, bei der eine angenäherte Fehlerfunktion durch Approximieren einer Fehlerfunktion $E(\pi)$ bis zu einer quadratischen Anzahl eines Versuchsparameters in Nachbarschaft einer Gruppe „ π “ von Spurparametern als variables Verfahren kleinster Quadrate erzeugt wird und die approximierte Fehlerfunktion verwendet wird, eine solche Gruppe „ π “ der Versuchsparameter zum Minimieren der Fehlerfunktion gefunden wird.

[0343] Als ein Lösungsverfahren zum Erhalten einer Lösung mit einem kleinen Fehlerwert in dem Verfahren nicht-linearer kleinster Quadrate wie derart beschrieben, ist das folgende reverse Hess'sche Verfahren vorgeschlagen worden.

[0344] Dies ist ein Verfahren, bei dem nach Berechnung der angenäherten Fehlerfunktion und Berechnung einer Gruppe der kleinsten Versuchsparameter aus der Fehlerfunktion eine Gruppe von Versuchsparametern an einer nächsten Stufe mit höherer Genauigkeit insgesamt gefunden wird. Jedoch könnte im Falle des Auffindens einer Lösung mit einem kleinen Fehlerwert unter Verwendung dieses reversen Hess'schen Verfahrens ein solcher Defekt wie unten auftreten. Dies wird basierend auf den **Fig. 86A** und **86B** beschrieben. In

jeder der **Fig. 86A** und **86B** zeigt eine durchgezogene Linie die Fehlerfunktion und zeigt eine unterbrochene Linie eine approximierte Fehlerfunktion, die durch Approximieren dieser Fehlerfunktion erhalten wird. In jeder der **Fig. 86A** und **86B** bezeichnet das auf einer die Fehlerfunktion zeigenden Kurve bereitgestellte Symbol P1 eine Position (x, y, θ), die bei der oben beschriebenen Grobsuche erhalten wird. Was als eine quadratische Funktion basierend auf einem Wert der Fehlerfunktion in der Nachbarschaft dieses P1 erhalten wird, ist die quadratische Kurve, die den angenäherten Fehler zeigt, der durch die unterbrochene Linie angezeigt ist.

[0345] Weiterhin beschreibt die Zeichnung im in **Fig. 86A** gezeigten Fall einen Fall, bei dem das reverse Hess'sche Verfahren in geeigneter Weise agiert, was einen Fall zeigt, bei dem, da eine Position mit dem kleinsten Fehlerwert der quadratischen Kurve der gebrochenen Linie, welche die angenäherte Fehlerfunktion anzeigt, nämlich P2, nahe einer Position P mit dem kleinsten Fehlerwert der Fehlerfunktion ist, die durch die durchgezogene Linie angezeigt ist, eine genauere Position P2 mit einem kleineren Fehlerwert gefunden wird.

[0346] Andererseits beschreibt im Falle von **Fig. 86B** die Zeichnung einen Fall, bei dem die umgekehrte Hess'sche Methode unangemessen agiert, wobei ein Fall gezeigt wird, bei dem, da eine Position mit dem kleinsten Fehlerwert der quadratischen Kurve der unterbrochenen Linie, welche die approximierte Fehlerfunktion anzeigt, nämlich P2, von der Position P entfernt ist, die den kleinsten Fehlerwert der Fehlerfunktion aufweist, die durch die durchgezogene Linie angezeigt ist, eine ungenaue Position P2 mit einem kleinen Fehlerwert gefunden wird.

[0347] Von den obigen Fällen, im in **Fig. 86B** gezeigten Fall, wenn beabsichtigt ist, dass eine Lösung gefunden wird, wie sie ist, im reversen Hess'schen Verfahren, kann ein großer Versatz der Versuchsparameter als die Lösung genommen werden, wie oben beschrieben, was als ein Ergebnis das Problem einer Verschlechterung bei der Genauigkeit der Feinpositionierung verursacht. Der hiesige Erfinder hat eine Technik zum Bereitstellen einer Begrenzung bezüglich Bewegung oder Rotation eines Mustermodelles als eine Technik zum Unterdrücken des Auftretens des Falls, dass das reverse Hess'sche Verfahren in einer unangemessenen Weise agiert, gefunden, die in **Fig. 86B** gezeigt ist. Es wird nämlich als Lösungsverfahren für das Verfahren kleinster Quadrate basierend auf dem reversen Hess'schen Verfahren ein neuer Term zur Fehlerfunktion hinzugefügt. Spezifisch, neben dem vorstehenden Term bezüglich einer Distanz (erste Fehlerfunktion) wird ein solcher Term (zweite Fehlerfunktion E_d) zum Steigern des Fehlerwertes aufgrund Versatzes aus dem Versuchsparameter hinzugefügt. Dadurch wird eine übermäßig große Wahrscheinlichkeit durch die zweite Fehlerfunktion E_d unterdrückt, so dass eine angemessene Annäherung erwartet werden kann, wie in **Fig. 86A** gezeigt. Wie derart beschrieben, kann eine Bedingung der Konvergenz in einer geeigneten Richtung beim Feinpositionierungsschritt hinzugefügt werden, um Rotation und Dispersion in einer unbeabsichtigten Richtung zu vermeiden, um so die Zuverlässigkeit der Positionierung zu verbessern. Wenn der Versuchsparameter im Verfahren kleinster Quadrate P_i ist, ist die zweite Fehlerfunktion eine Funktion von „ $P_i - P_{0i}$ “. Ein Beispiel simultaner Gleichungen der Fehlerfunktion $E(P)$, die als Ergebnis davon erhalten werden, ist im nächsten Ausdruck gezeigt:

$$E(P_0, P_1, \dots, P_n) = E_0(P_0, P_1, \dots, P_n) + E_d(P_0, P_1, \dots, P_n)$$

$$E_d(P_0, P_1, \dots, P_n) = \sum \left(\frac{(P_i - P_{0i})}{\sigma_i} \right)^2 \quad [\text{Ausdruck 25}]$$

[0348] Beim obigen Ausdruck wird eine Gesamtfehlerfunktion $E(P)$ durch eine Summe einer ersten Fehlerfunktion E_0 , welche eine Distanz zwischen jedem Segment und ihrem korrespondierenden Kantenpunkt zeigen, und einer zweiten Fehlerfunktion E_d , die durch Betrachten eines Betrages an Änderung im Versuchsparameter in der ersten Fehlerfunktion beim Vornehmen dieser Änderung und Berechnen eines akkumulierten Wertes des zweiten Fehlerwertes erhalten wird, ausgedrückt. Wie derart beschrieben, ist es beim Berechnen des Verfahrens kleinster Quadrate, da die Addition der zweiten Fehlerfunktion E_d neben dem Term, welcher der kleinste Wert beim Anpassen mit einer Idealposition wird, was zum Suchen nach einer Lösung in einer solchen Richtung führt, um beide Terme kleiner zu machen, und Unterdrückung einer übermäßig großen Änderung bei dem Versuchsparameter, möglich, eine solche Bedingung wie Rotation oder Zerstreuung in einer falschen Richtung bei der Feinpositionierung zu vermeiden, um so den Vorteil einer Stabilisierung eines Prozessergebnisses zu erlangen.

Industrielle Anwendbarkeit

[0349] Das Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung, die Bildverarbeitungsvorrichtung, ein Bildverarbeitungsprogramm und das Computer-lesbare Aufzeichnungsmedium gemäß der vorliegenden

Erfindung sind vorzugsweise auf positionale Detektion einer Koordinatenposition, eines Rotationswinkel und dergleichen eines Werks, Positionsmessung eines externen Durchmessers, eines internen Durchmessers, einer Breite und dergleichen, Erkennung, Identifikation, Bestimmung, Testen und dergleichen in der Bildverarbeitung, die auf dem Gebiet der Fabrikautomatisierung (FA) zu verwenden ist, anwendbar. Beispielsweise kann die vorliegende Erfindung zur Positionierung einer Elektrode eines integrierten Schaltkreises (IC) zu dessen Bondierung und dergleichen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Muster-Modell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung zum Durchsuchen eines zu durchsuchenden Bildes (OI), und zur Positionierung eines zu suchenden Objektes, das einem vorregistrierten Bild (RI) ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells (PM) korrespondierend zum registrierten Bild (RI), Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als bei einer anfangs gegebenen Position, wobei das Verfahren die Schritte beinhaltet:

Extrahieren eines Umrisses aus dem registrierten Bild (RI),

Konstruieren eines Mustermodells (PM) des registrierten Bildes (RI), bei dem eine Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem extrahierten Umriss gesetzt sind, und auch eine korrespondierende Punkt-Suchlinie mit einer vorgegebenen Länge und durch jeden Referenzpunkt hindurchgehend, wie auch im Wesentlichen orthogonal zum Umriss seiend, ebenfalls jedem Referenzpunkt zugewiesen wird;

Erfassen eines zu durchsuchenden Bildes (OI) und auch Anordnen des Mustermodells (PM), so dass es dem zu durchsuchenden Bild (OI) überlagert ist, anhand einer im zu durchsuchenden Bild (OI) enthaltenen Anfangsposition und korrespondierend zum registrierten Bild (RI);

Finden eines korrespondierenden Kantenpunkts auf dem zu durchsuchenden Bild (OI), entsprechend einem Referenzpunkt jeder entsprechenden Punkt-Suchlinie des Mustermodells (PM) aus jedem Pixel im zu durchsuchenden Bild (OI), das der entsprechenden Punkt-Suchlinie überlagert positioniert ist, beim Überlagern des Mustermodells (PM) auf der Anfangsposition des zu durchsuchenden Bildes (OI); und

Nehmen einer Distanz zwischen jedem korrespondierenden Kantenpunkt und einem Umriss, der den Referenzpunkt entsprechend dem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert enthält, und Durchführen einer Feinpositionierung mit einer höheren Genauigkeit als der Genauigkeit bei der gegebenen Anfangsposition, so dass ein Absolutwert eines akkumulierten Werts der Evaluierungswerte minimal wird, wobei im Falle einer Mehrzahl von korrespondierenden Kantenpunkt-Kandidaten, die auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie vorliegen, der Schritt des Auffindens des korrespondierenden Kantenpunkts am zu durchsuchenden Bild als korrespondierender Kantenpunkt einen Punkt ansieht, der aufweist: eine Kantenstärke, die größer als ein Kantenstärken-Schwellenwert ist und das Maximum zeigt, und einen Kantenwinkel, der hinreichend nah an einem idealen Kantenwinkel liegt und auch am nächsten am Referenzpunkt liegt.

2. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt des Extrahierens des Umrisses aus dem registrierten Bild die Schritte enthält:

Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus dem registrierten Bild;

Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen; und

Erzeugen eines Segmentes durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ketten mittels Linie und/oder Kreisbogen, und Ansehen der Aggregation der Segmente als einen Umriss.

3. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt der Durchführung der Feinpositionierung gemacht wird, um einen Fehlerwert oder einen Gewichtungswert in einem Verfahren kleinster Quadrate zu berechnen, unter Verwendung der Distanz zwischen jedem, den Umriss bildenden Segment und einem entsprechenden Kantenpunkt desselben, um den akkumulierten Wert der Evaluierungswerte zu finden.

4. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei das Verfahren kleinster Quadrate bei einem Feinpositionierungsschritt dazu dient, eine Fehlerfunktion, die durch Berechnen einer Distanz zwischen dem korrespondierenden Kantenpunkt und einem Kreisbogen erhalten wurde, an ein Kreisbogensegment und eine Fehlerfunktion, die durch Berechnen einer Distanz zwischen dem entsprechenden Kantenpunkt und einer geraden Linie erhalten worden ist, auf ein Liniensegment anzuwenden.

5. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei der Schritt des Erzeugens des Segmentes in Bezug auf die Ketten eine Operation eines ersten Versuchs einer

Annäherung der Ketten durch die Linie und dann Umschalten zu einer Annäherung durch den Kreisbogen wiederholt, wenn ein Fehler der Approximation der Linie einen vorgegebenen Approximations-Schwellenwert übersteigt, um eine Sequenz von Segmenten zu erzeugen.

6. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei das Segment aus einer Kegelkurve, einer Spline-Kurve und/oder einer Bezier-Kurve oder einer Kombination dieser konfiguriert ist.

7. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei eine voreingestellte Marge an der Kante des Segments beim Setzen des Referenzpunktes auf den Umriss gesetzt wird, und der Referenzpunkt in einem Bereich gesetzt wird, der den Margenbereich ausschließt.

8. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei die Anfangsposition, die dem im zu durchsuchenden Bild enthaltenen registrierten Bild im Schritt des Anordnens des Mustermodells, um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu werden, entspricht, durch Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes und Durchführen einer Mustersuche am zu durchsuchenden Bild nach der Reduktion erfasst wird.

9. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei die korrespondierende Punkt-Suchlinie gebildet wird, indem sie eingestellt wird, eine vorgegebene Länge in einer Richtung im Wesentlichen orthogonal zum Segment mit dem Referenzpunkt zu haben, der auf dem Segment gesetzt ist, das als Zentrum verwendet wird.

10. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei über die vorgegebene Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie gemäß einem Verhältnis zwischen einem Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes als ein Objekt einer Grobsuche, die eine mit vorgegebener Genauigkeit auf der gesamten Fläche des zu durchsuchenden Bildes durchgeführte Suche ist, und einem Reduktionsverhältnis des zu durchsuchenden Bildes, das der Feinpositionierung zu unterwerfen ist, entschieden wird.

11. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei das Mustermodell Gitterdaten zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie beinhaltet, und als die Gitterdaten zumindest eine Koordinate des Referenzpunktes, einen Winkel der korrespondierenden Punkt-Suchlinie und eine Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie beinhaltet.

12. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei der Schritt des Extrahierens des Segmentes aus den Ketten eine Operation des Versuchens einer Annäherung durch die Linie und dann Umschalten auf Annäherung durch den Kreisbogen wiederholt, wenn ein Fehler der Approximation durch Linie einen vorgegebenen Approximations-Schwellenwert übersteigt, um eine Sequenz von Segmenten zu extrahieren.

13. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei das Verfahren so aufgebaut ist, dass es zumindest eins von Bewegung in einer X-Richtung, Bewegung in einer Y-Richtung, Rotation und Vergrößerung/Reduktion durchführt, einstellbar als ein Freiheitsgrad des Verfahrens kleinster Quadrate.

14. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren dafür aufgebaut ist, weiterhin einen Aspekt als Freiheitsgrad des Verfahrens kleinster Quadrate einstellbar zu machen.

15. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Feinpositionierungsschritt wiederholt durchgeführt wird, während die korrespondierende Punkt-Suchlinie verkürzt wird.

16. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt des Durchführens der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie angewendet wird und auch die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie graduell gemäß der Anzahl von Wiederholungen des Verfahrens kleinster Quadrate verkürzt wird.

17. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie basierend auf einem Reduktionsverhältnis in der Grobsuche, die eine Suche ist, die mit einer vorgegebenen Genauigkeit an der Gesamtfläche des zu durchsuchenden Bildes durchgeführt wird, und einem Reduktionsverhältnis beim Feinpositionieren festgelegt wird.

18. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate wiederholt auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet wird und ein Kantenwinkel-Schwellenwert graduell gemäß der Anzahl von Wiederholungen des Verfahrens kleinster Quadrate gesenkt wird.

19. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung beim wiederholten Anwenden des Verfahrens kleinster Quadrate an der korrespondierenden Punkt-Suchlinie das Verfahren kleinster Quadrate zu dem Zeitpunkt ausgesetzt wird, wenn der Fehlerwert einen vorgeetzten Fehlerwert-Schwellenwert übersteigt und das Ergebnis wird als Endergebnis angesehen.

20. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren so aufgebaut ist, dass das Verfahren kleinster Quadrate an die korrespondierende Punkt-Suchlinie anlegt wird, das Verfahren kleinster Quadrate zum Zeitpunkt ausgesetzt wird, wenn der Fehlerwert den vorgeetzten Fehlerwert-Schwellenwert übersteigt, als Endergebnis eine Approximation angewendet wird, die unter Verwendung des Fehlerwertes des Verfahrens kleinster Quadrate, das im Vorschritt abgeschlossen worden ist, durchgeführt wird, und auch der Fehlerwert des Endergebnisses ausgegeben wird.

21. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt des Konstruierens des Mustermodells das Verfahren dafür aufgebaut ist, Anwesenheit oder Abwesenheit einer Polarität einer Kantenrichtung einstellbar zu machen.

22. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei sich im Schritt der Konstruktion des Mustermodells ein Winkel und die korrespondierende Punkt-Suchlinie jedes Referenzpunktes gemäß einem affinen Transformationswert verändern.

23. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei beim Extrahieren des Kantenpunktes aus dem registrierten Bild eine Sobel-Verarbeitung durchgeführt wird, um den Kantenwinkel und die Kantenstärke jedes Kantenpunktes zu berechnen.

24. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 23, wobei beim Erzeugen einer korrespondierenden Punkt-Suchlinie beim Durchsuchen des korrespondierenden Punktes eine Berechnung unter Verwendung von Bresenham's Algorithmus zum Erzeugen von Geradliniendaten durchgeführt wird.

25. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt der Konstruktion des Mustermodells ein vorgegebenes Intervall, bei dem die Referenzpunkte auf den Segmenten gesetzt sind, eine feste Breite ist.

26. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 2, wobei im Schritt der Konstruktion des Mustermodells ein Filtern zur Auswahl des Segmentes, an dem der Referenzpunkt gesetzt wird, durchgeführt wird.

27. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 26, wobei Kriterien zum Auswählen des Segmentes beim Filtern eingestellt werden, basierend auf einem Ergebnis einer Berechnung einer Durchschnittskantenstärke des Kantenpunktes, der in jedem Segment enthalten ist, und eines Vergleichs der erhaltenen Durchschnittskantenstärke mit einem voreingestellten Durchschnittskantenstärke-Schwellenwert zur Filterung.

28. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 26, wobei Kriterien zum Auswählen des Segmentes beim Filtern basierend auf einem Vergleichsergebnis einer Länge jedes Segment mit einem voreingestellten Kantenstärken-Schwellenwert zum Filtern gesetzt werden.

29. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt der Konstruktion des Mustermodells das Mustermodell basierend auf einer festen geometrischen Form erzeugt wird.

30. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei das aus dem registrierten Bild erzeugte Kantenbild einer Ausdünnungsprozessierung als Nicht-Maximalpunkt-Unterdrückungsverarbeitung vor der Kantenkopplungsverarbeitung unterworfen wird.

31. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der aus dem zu durchsuchenden Bild erhaltene Kantenwinkel, der Kantenstärken-Schwellenwert, eine Position, Daten, die den Kantenwinkel in Einheiten von Vektoren ausdrücken, und/oder ein Kantenvektor als Daten zum Auffinden des korrespondierenden Kantenpunktes verwendet wird.

32. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei ein Schwellenwert jeder Kantenwinkeldifferenz im wiederholten Verfahren kleinster Quadrate beim Selektieren des korrespondierenden Kantenpunktes basierend auf einer Winkelauflösung festgelegt wird, die in der letzten Grobsuche erhalten wurde.

33. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei die Länge der korrespondierenden Punkt-Suchlinie in Bezug auf jeden Referenzpunkt verändert wird.

34. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Bresenham-Algorithmus zum Erzeugen von Gerad-Liniendaten beim Abtasten der korrespondierenden Punkt-Suchlinie verwendet wird.

35. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei die Koordinate des Referenzpunktes durch eine Subpixelkoordinate repräsentiert wird.

36. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt des Verfeinerns der Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes die Schritte enthält:
Auffinden des korrespondierenden Kantenpunktes auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie;
Auswählen eines Paarpunktes entsprechend dem korrespondierenden Kantenpunkt, so dass der korrespondierende Kantenpunkt und der Paarpunkt im Wesentlichen orthogonal zur korrespondierenden Punkt-Suchlinie und diese einrahmend liegen; und
Auffinden entsprechender Subpixelkoordinaten des korrespondierenden Kantenpunktes und des Paarpunktes, um eine Durchschnittskoordinate der Subpixelkoordinaten zu finden und die erhaltene Durchschnittskoordinate als eine reale korrespondierende Kantenpunktkoordinate zu nehmen.

37. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt des Verfeinerns der Koordinate des korrespondierenden Kantenpunktes die Schritte enthält:
Suchen eines vorläufigen korrespondierenden Kantenpunktes auf der korrespondierenden Punkt-Suchlinie; und
Finden einer Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten, die um den vorläufigen korrespondierenden Kantenpunkt herum vorhanden sind, um Subpixelkoordinaten des vorläufig korrespondierenden Kantenpunktes und der Mehrzahl von Nachbarschaftskantenpunkten zu finden.

38. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet wird und ein Rang als Evaluierungswert berechnet wird, durch ein Verhältnis zwischen der Anzahl korrespondierender Punkte und der Anzahl von Referenzpunkten im finalen Verfahrensverarbeiten kleinster Quadrate.

39. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 38, wobei der Rang durch die folgende Formel gefunden wird:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n 1}{\sum_{t=1}^m 1} = \frac{n}{m} \quad [\text{Formel 1}]$$

S Rang
 n Anzahl korrespondierender Punkte
 m Anzahl von Referenzpunkten

40. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 3, wobei im Schritt der Durchführung der Feinpositionierung das Verfahren kleinster Quadrate auf die korrespondierende Punkt-Suchlinie angewendet wird und ein Rang als Evaluierungswert durch ein Verhältnis eines Totals an Gewichtungen, die alle aus einer Differenz zwischen dem Kantenwinkel des korrespondierenden Kantenpunktes im finalen Verarbeiten des Verfahrens kleinster Quadrate und dem Kantenwinkel des dazu korrespondierenden Referenzpunktes zur Gesamtzahl von Referenzpunkten berechnet wird.

41. Mustermodell-Positionierungsverfahren in der Bildverarbeitung gemäß Anspruch 40, wobei der Rang durch die folgende Formel gefunden wird:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \omega \left(\left| \theta_i - \theta_i^P \right| \right)}{\sum_{i=1}^m 1} \quad [\text{Formel 2}]$$

S Rang
 N Anzahl korrespondierender Punkte
 M Anzahl von Referenzpunkten
 ωx Funktion, die 1, wenn $x = 0$, und mit steigendem x monoton sinkt
 θ_i Kantenwinkel korrespondierenden Punktes
 θ_{ip} Winkel von zu korrespondierendem Punkt korrespondierendem Referenzpunkt

42. Bildverarbeitungsvorrichtung zur Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als an einer anfangs gegebenen Position beim Suchen aus einem zu durchsuchenden Bild (OI) und Positionierung eines Objekts, das einem vorregistriertem Bild (RI) ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells, das dem registrierten Bild (RI) entspricht, wobei die Vorrichtung beinhaltet:

- eine Bildeingabevorrichtung (1) zum Erfassen eines registrierten Bildes (RI) und eines zu durchsuchenden Bildes (OI);
- eine Umrissextraktionsvorrichtung (62) zum Extrahieren eines Umrisses aus dem durch die Bildeingabevorrichtung (1) erfassten registrierten Bild (RI);
- eine Kettenerzeugungsvorrichtung (63) zum Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus der durch die Umrissextraktionsvorrichtung (62) extrahierten Umriss, und Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen;
- eine Segmenterzeugungsvorrichtung (68) zum Erzeugen eines Segments durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ketten mittels einer Linie und/oder eines Kreisbogens;
- eine Mustermodell-Konstruktionsvorrichtung (70) zum Einstellen einer Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem durch die Segmenterzeugungsvorrichtung (68) erzeugten Segment und auch Konstruieren eines Mustermodells (PM) des registrierten Bildes (RI), dem korrespondierende Punkt-Suchlinien mit einer festen Länge zugewiesen sind, welche durch die korrespondierenden Referenzpunkt hindurchgehen und im Wesentlichen orthogonal zu den Umrissen sind; und
- eine Feinpositionierungsvorrichtung (76) zum Erfassen einer Anfangsposition, die dem im zu durchsuchenden Bild (OI), das durch die Bildeingabevorrichtung (1) erfasst worden ist, beinhalteten registrierten Bild (RI) entspricht, zum Anordnen des Mustermodells (PM), um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu sein, um jeden individueller, korrespondierender Kantenpunkte auf dem zu durchsuchenden Bild (OI) zu finden, das jedem das Mustermodell konstituierenden Segment entspricht, Ansehen einer Beziehung zwischen jedem Segment und dem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert und Arbeiten bei einer höheren Genauigkeit als einer anfangs gegebenen Position, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird,
- eine Bildreduktionsvorrichtung (77) zum Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes (OI), das durch die Bildeingabevorrichtung (1) erfasst ist, mit einem vorgegebenen Reduktionsverhältnis;
- eine Kantenwinkelbild-Erzeugungsvorrichtung (60) zum Berechnen eines Kantenwinkelbildes, das Kantenwinkelinformationen in Bezug auf alle Pixel, die das Bild auf dem Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, das von der Bildreduktionsvorrichtung reduziert ist, bilden, enthält;
- eine Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsvorrichtung (69) zum Transformieren jedes Pixels des Kantenwinkelbildes, das durch die Kantenwinkelbild-Erzeugungsvorrichtung (60) erzeugt worden ist, zu einem Kantenwinkelbitbild (EB), das durch ein einen Winkel mit einer vorgegebenen festen Weite angezeigtes Kantenwinkel-

bit ausgedrückt ist;

eine Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung (78) zum Durchführen, um ein gegenüber dem Kantenwinkelbitbild (EB) reduziertes Kantenwinkelbit-Reduktionsbild (REB) zu erzeugen, einer ODER-Operation an dem Kantenwinkelbit jedes in einem ODER-Operationsbereich beinhalteten Pixels, der gemäß einem Reduktionsverhältnis zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbilds festgelegt wird, um ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, das aus reduzierten Kantenwinkelbitdaten besteht, die jeden ODER-Operationsbereich repräsentieren; und

eine Grobsuchvorrichtung (71) zum Durchführen einer Mustersuche an einem durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung (78) erzeugten erste Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes (REB) unter Verwendung, als einer Vorlage,

eines Mustermodells (PM) für die ersten Grobsuche, das mit einem ersten Reduktionsverhältnis in Bezug auf ein erstes Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, erzeugt worden ist, das durch die Bildreduktionsvorrichtung (77) mit dem ersten Reduktionsverhältnis reduziert worden ist, um mit erster Genauigkeit eine erste Position und Stellung zu finden, die zum Mustermodell (PM) für die erste Grobsuche korrespondiert, aus der Gesamtfläche des ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes (REB), und auch zum Durchführen einer Mustersuche an einem zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild (REB), das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsvorrichtung (78) erzeugt worden ist, unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells (PM) für die zweite Grobsuche, das mit einem zweiten Reduktionsverhältnis erzeugt worden ist, das nicht größer als das erste Reduktionsverhältnis und nicht kleiner als eine Unvergrößerung ist, in Bezug auf ein zweites zu durchsuchendes Reduktionsverhältnisbild, reduziert durch die Bildreduktionsvorrichtung (77) in das zweite

Reduktionsverhältnis, um mit zweiter Genauigkeit, die höher ist als die erste Genauigkeit, eine zweite Position und

Stellung entsprechend dem Mustermodell (PM) für die zweite Grobsuche aus einem vorgegebenen Bereich des zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes zu finden, wo die erste Position und Stellung als Referenzen eingestellt sind, wobei die Feinpositionierungsvorrichtung (76) ein Mustermodell so anordnet, dass es einem dritten Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, überlagert ist, das durch Reduzieren in angemessener Weise des zu durchsuchenden Bilds (OI) in ein drittes Reduktionsverhältnis erhalten wird, das nicht kleiner als Unvergrößerung und nicht größer als das zweite Reduktionsverhältnis ist, unter Verwendung der zweiten Position und Stellung des zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbildes, um eine korrespondierenden Kantenpunkt auf dem zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbild korrespondierend einem das Mustermodell (PM) bildenden Umriss zu finden, eine Beziehung zwischen jedem Umriss und seinem korrespondierenden Kantenpunkt als einen Evaluierungswert ansieht und

Feinpositionierung mit einer dritten Genauigkeit durchführt, die höher als die zweite Genauigkeit ist, so dass eine akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird.

43. Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß Anspruch 42, weiterhin umfassend eine Segmentfilterfunktion zum Auswählen eines Segments, an dem ein Referenzpunkt beim Konstruieren des Mustermodells (PM) gesetzt ist.

44. Bildverarbeitungsprogramm zur Positionierung mit einer höheren Genauigkeit als einer anfangs gegebenen Position beim Suchen aus einem zu durchsuchenden Bild (OI) und Positionieren eines Objektes, das einem vorregistrierten Objekt ähnelt, unter Verwendung eines Mustermodells (PM) korrespondierend zum registrierten Bild, wobei das Programm einen Computer veranlasst, zu realisieren:

eine Bildeingabefunktion zum Erfassen eines registrierten Bildes und eines zu durchsuchenden Bildes;

eine Umrissextraktionsfunktion zum Extrahieren eines Umrisses aus dem registrierten Bild, das durch die Bildeingabefunktion erfasst worden ist;

eine Kettenerzeugungsfunktion zum Extrahieren einer Mehrzahl von Kantenpunkten aus dem durch die Umrissextraktionsfunktion extrahierten Umriss und Koppeln angrenzender Kantenpunkte aus der extrahierten Mehrzahl von Kantenpunkten, um eine kontinuierliche Kette zu erzeugen;

eine Segmenterzeugungsfunktion zum Erzeugen eines Segmentes durch jeweils Approximieren einer oder mehrerer Ketten mittels einer Linie und/oder eines Kreisbogens;

eine Mustermodell-Konstruktionsfunktion zum Einstellen einer Mehrzahl von Referenzpunkten auf dem durch die Segmenterzeugungsfunktion erzeugten Segment, und auch zum Konstruieren eines Mustermodells des registrierten Bilds, dem korrespondierende Punkt-Suchlinien mit einer festen Länge zugewiesen sind, welche durch die entsprechenden Referenzpunkte hindurchgehen und im Wesentlichen orthogonal zu den Umrissen sind; und

eine Feinpositionierungsfunktion zum Erfassen einer Anfangsposition, die dem registrierten Bild entspricht, das im zu durchsuchenden Bild enthalten ist, welches von der Bildeingabefunktion erfasst worden ist, Anordnen des Mustermodells, um so dem zu durchsuchenden Bild überlagert zu sein, um jeden individuel-

len korrespondierenden Kantenpunkt auf dem zu durchsuchenden Bild zu finden, der mit jedem das Mustermodell konstituierenden Segment korrespondiert, Ansehen einer Beziehung zwischen jedem Segment und dem korrespondierenden Kantenpunkt als ein Evaluierungswert und Durchführen, mit einer höheren Genauigkeit als an einer anfangs gegebenen Position, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird,

eine Bildreduktionsfunktion zum Reduzieren des zu durchsuchenden Bildes, das durch die Bildeingabefunktion erfasst worden ist, mit einem vorgegebenen Reduktionsverhältnis;

eine Kantenwinkelbild-Erzeugungsfunktion zum Berechnen eines Kantenwinkelbildes, das Kantenwinkelinformationen in Bezug auf jedes Pixel beinhaltet, das das Bild im Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsucht ist, bildet, reduziert durch die Bildreduktionsfunktion;

eine Kantenwinkelbitbild-Erzeugungsfunktion zum Transformieren jedes Pixels des Kantenwinkelbildes, das durch die Kantenwinkelbild-Erzeugungsfunktion erzeugt worden ist, in ein Kantenwinkelbitbild, das durch ein Kantenwinkelbit ausgedrückt wird, welches einen Winkel mit einer vordefinierten festen Weite anzeigt;

eine Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion zum Durchführen, um ein aus dem Kantenwinkelbitbild reduziertes Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, einer ODER-Operation an einem Kantenwinkelbit jedes Pixels, das in einem ODER-Operationsbereich beinhaltet ist, festgelegt anhand einem Reduktionsverhältnis zum Reduzieren des Kantenwinkelbitbildes, um ein Kantenwinkelbit-Reduktionsbild zu erzeugen, das aus reduzierten Kantenwinkelbitdaten gemacht ist, die jeden ODER-Operationsbereich repräsentieren; und

eine Grobsuchfunktion zum Durchführen einer Mustersuche an einem ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für die erste Grobsuche erzeugt wird, das mit einem ersten Reduktionsverhältnis in Bezug auf ein zu durchsuchendes erstes Reduktionsverhältnisbild erzeugt wurde, das durch die Bildreduktionsfunktion mit dem ersten Reduktionsverhältnis reduziert worden ist, um mit erster Genauigkeit eine erste Position und Stellung entsprechend dem Mustermodell für die erste Grobsuche aus der Gesamtfläche des ersten Kantenwinkelbit-Reduktionsbildes zu finden, und auch eine Mustersuche an einem zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbild durchzuführen, das durch die Kantenwinkelbitbild-Reduktionsfunktion erzeugt worden ist, unter Verwendung, als einer Vorlage, eines Mustermodells für eine zweite Grobsuche, die mit einem zweiten Reduktionsverhältnis erzeugt wurde, das nicht größer als das erste Reduktionsverhältnis und nicht kleiner als Unvergrößerung ist in Bezug auf ein zweites Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, reduziert durch die Bildreduktionsfunktion zu einem zweiten Reduktionsverhältnis, um mit zweiter Genauigkeit, die höher als die erste Genauigkeit ist, eine zweite Position und Stellung zu finden, die dem Mustermodell für die zweite Grobsuche entspricht, aus einem vorgegebenen Bereich des zweiten Kantenwinkelbit-Reduktionsbilds, wo die erste Position und Stellung als Referenzen gesetzt sind; wobei

die Feinpositionierungsfunktion ein Mustermodell so anordnet, um auf einem zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbild überlagert zu werden, das durch Reduzieren -wie geeignet- des zu durchsuchenden Bildes in ein drittes Reduktionsverhältnis erhalten wird, das nicht kleiner als Unvergrößerung und nicht größer als das zweite Reduktionsverhältnis ist, unter Verwendung der zweiten Position und Stellung des zu durchsuchenden dritten Reduktionsverhältnisbildes, um einen entsprechenden Kantenpunkt auf dem dritten Reduktionsverhältnisbild, das zu durchsuchen ist, zu finden, entsprechend einem das Mustermodell bildenden Umriss, wobei eine Relation zwischen jedem Umriss und seinem entsprechenden Kantenpunkt als ein Evaluierungswert angesehen wird, und Durchführen von Feinpositionierung mit dritter Genauigkeit, die höher als die zweite Genauigkeit ist, so dass ein akkumulierter Wert der Evaluierungswerte minimal oder maximal wird.

45. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm gemäß Anspruch 44.

Es folgen 52 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

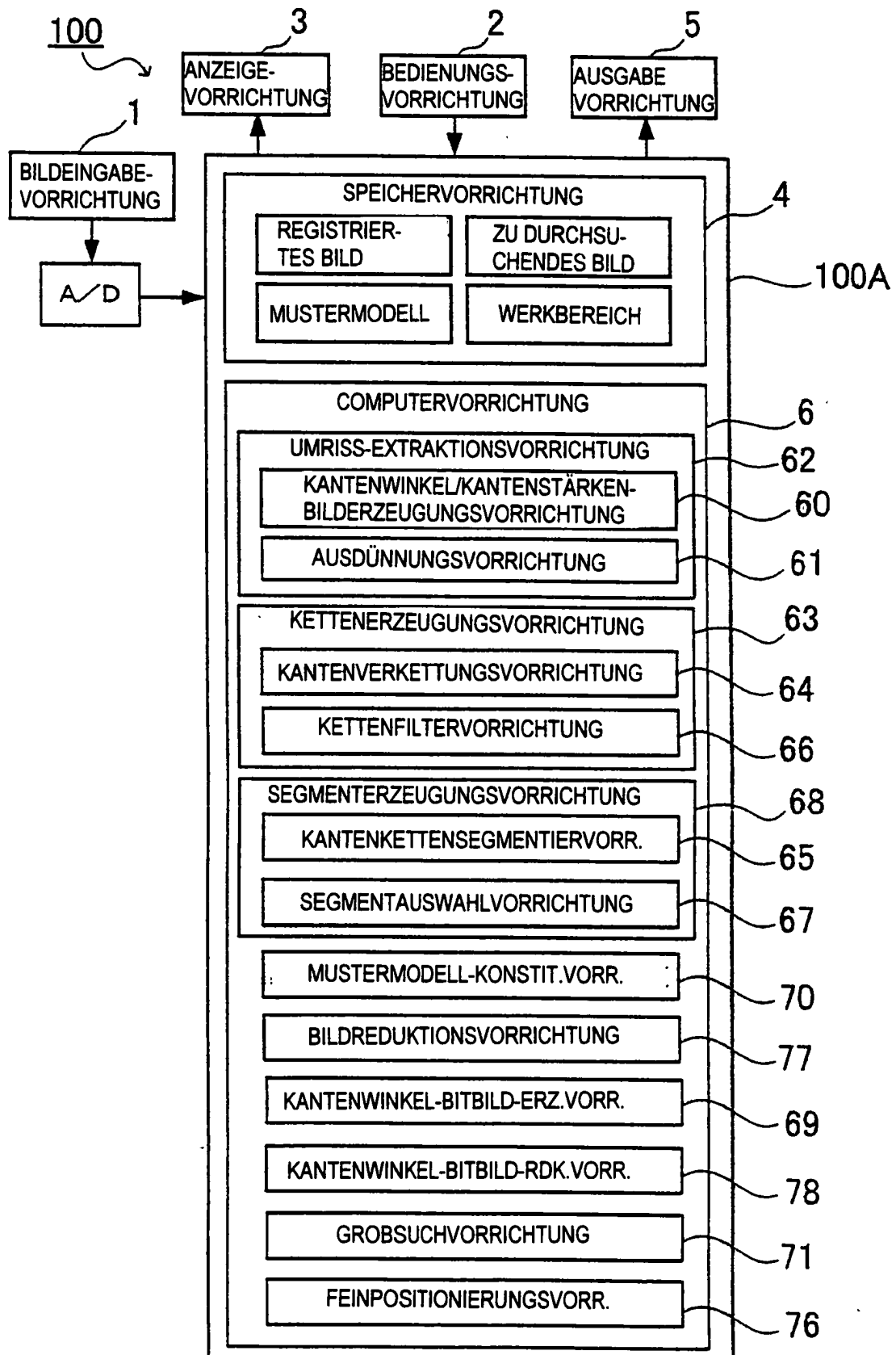


FIG. 2

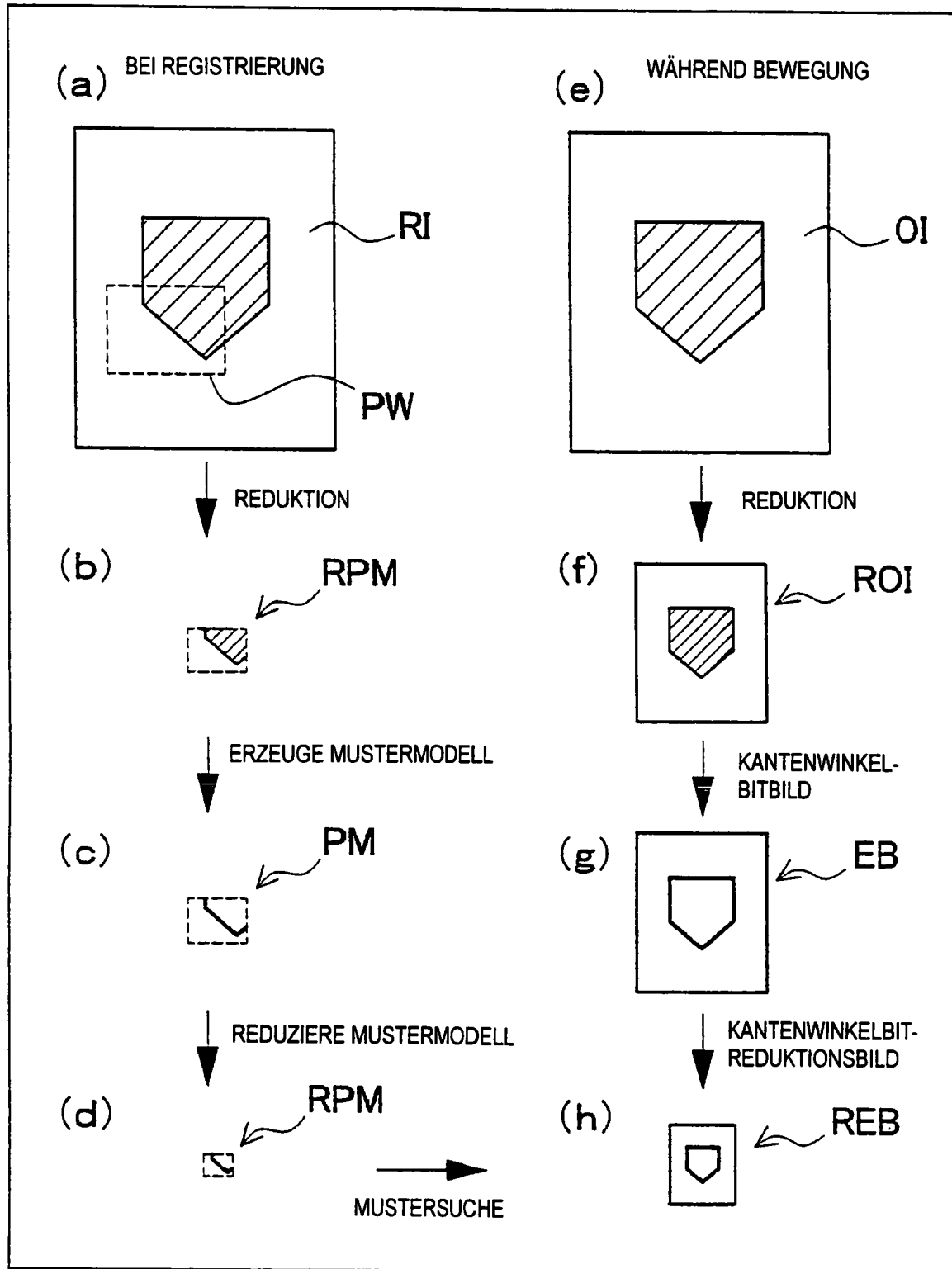


FIG. 3

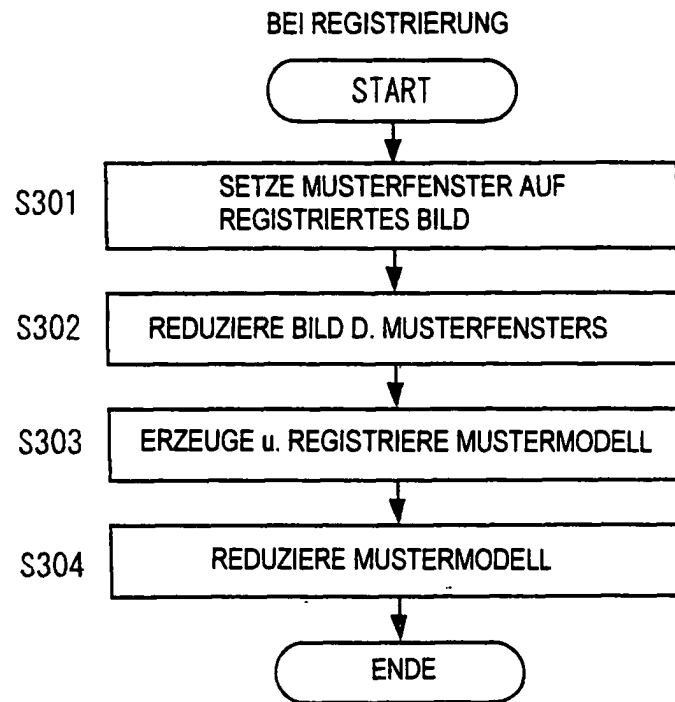


FIG. 4

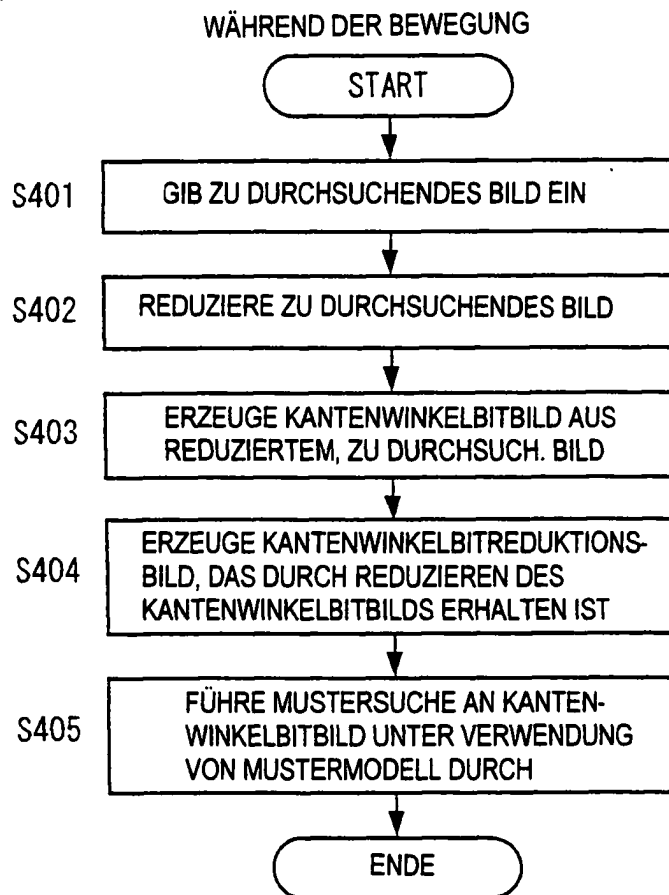


FIG. 5

☐ ☐ ☐ ☐

STELLE REDUKTIONSVERHÄLTNIS MANUELL EIN

REDUKTIONSVERHÄLTNIS F. GROSSFLÄCHENSUCHE

REDUKTIONSVERHÄLTNIS FÜR LOKALSUCHE

REDUKTIONSVERHÄLTNIS FÜR FEINPOSITIONIERUNG

☒ FÜGE AUTOMATISCH REDUKTIONS-
VERHÄLTNIS FÜR LOKALSUCHE HINZU

1 / 2

1 / 4

1 / 8

1 / 2

BILD NACH REDUKTION

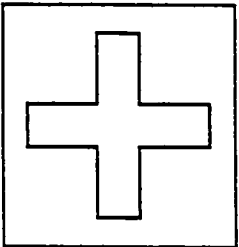


FIG. 6

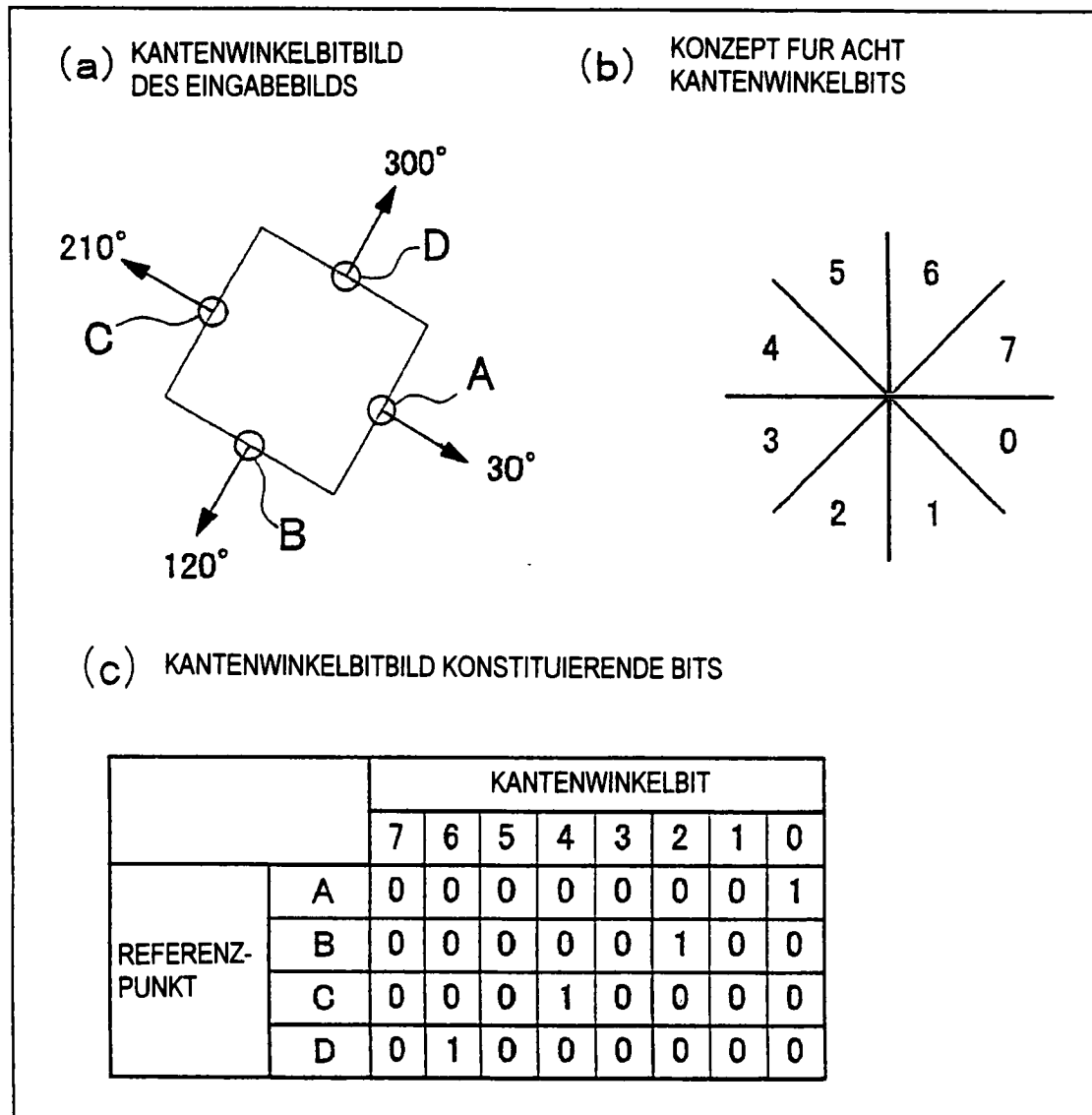


FIG. 7

PIXEL	WINKEL							
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	1	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
64	0	0	0	0	0	0	0	0
NACH REDUKTION	0	1	1	1	0	0	0	0

FIG. 8

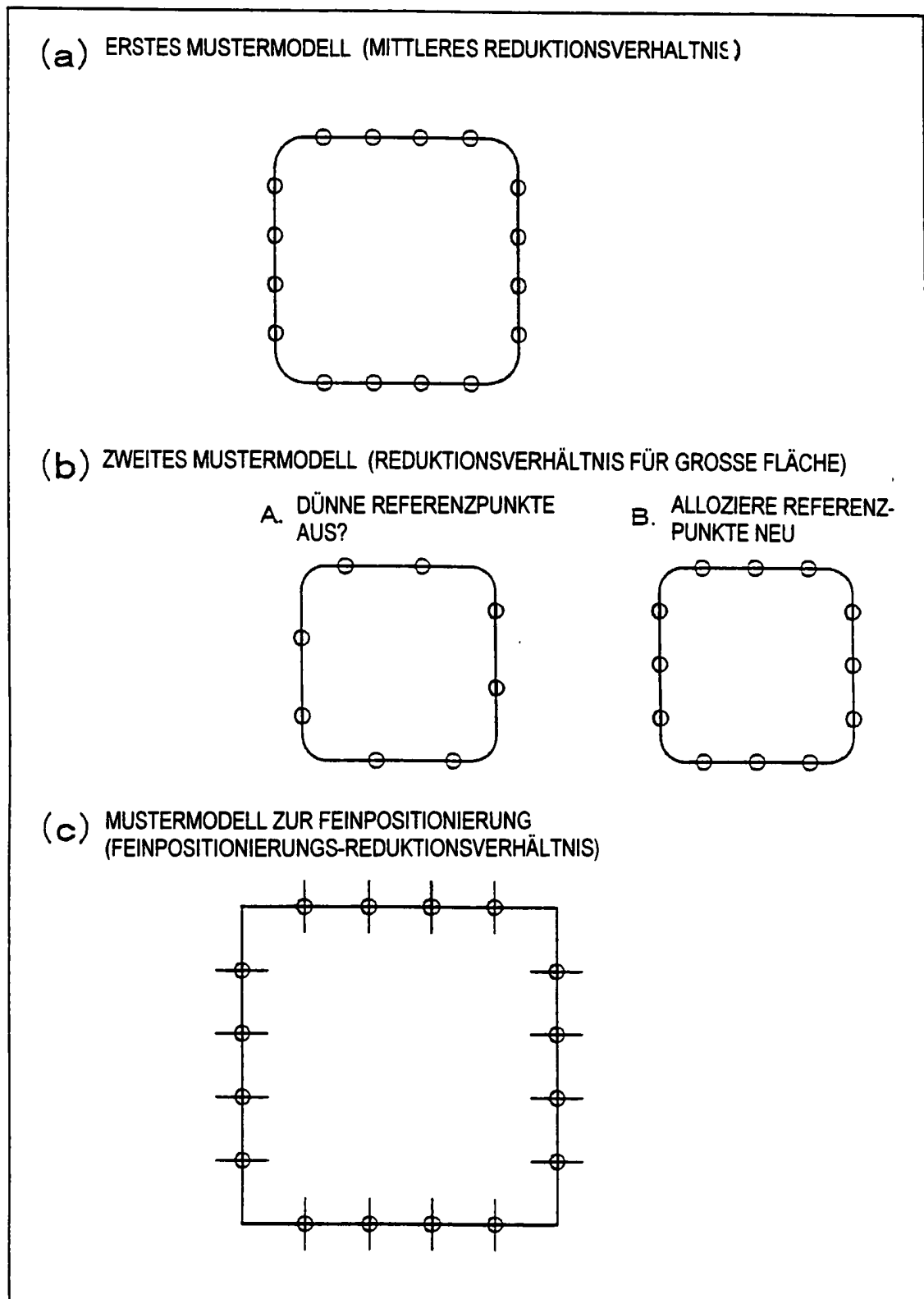


FIG. 9

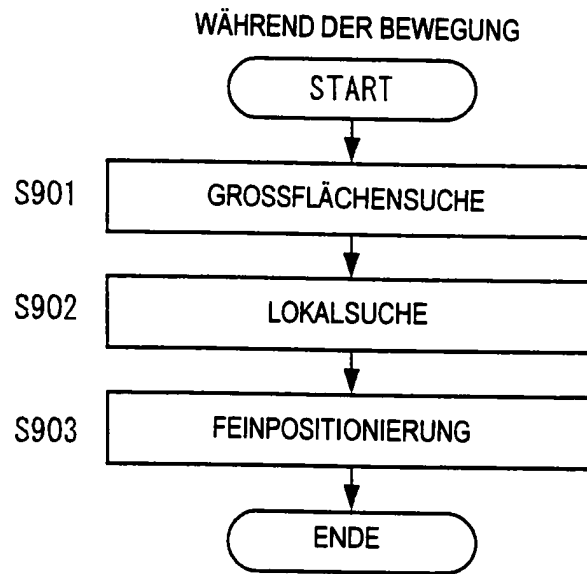


FIG. 10

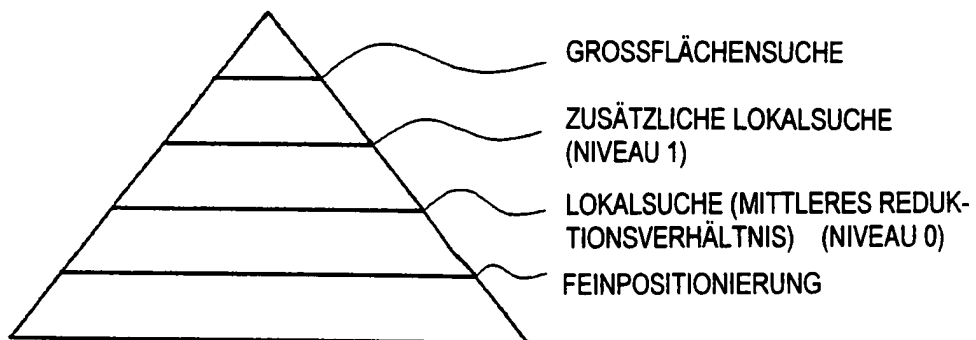


FIG. 11

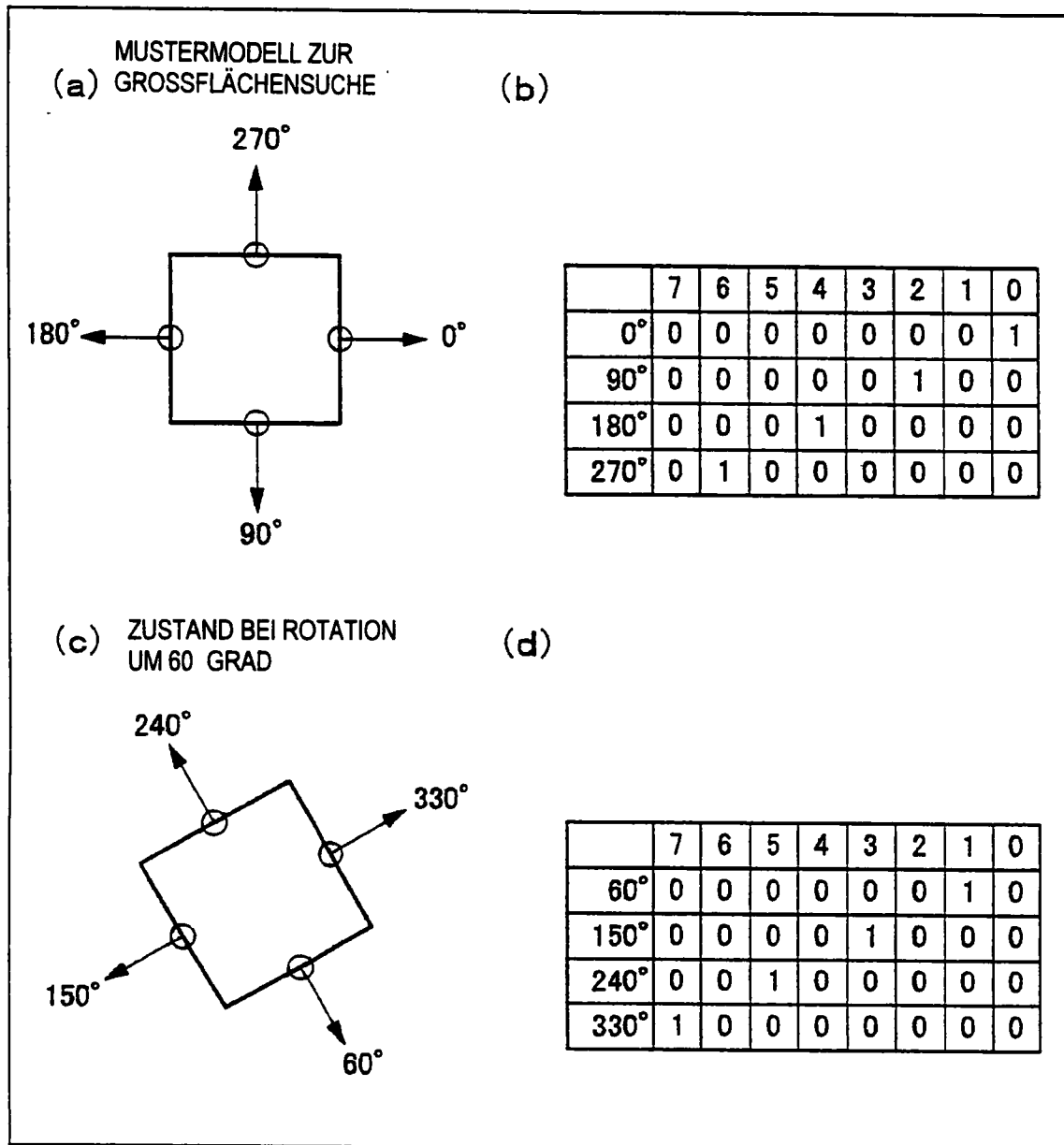


FIG. 12



FIG. 13A

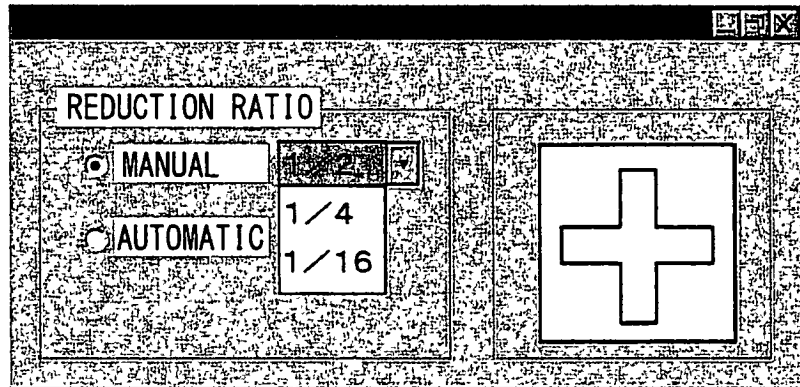


FIG. 13B

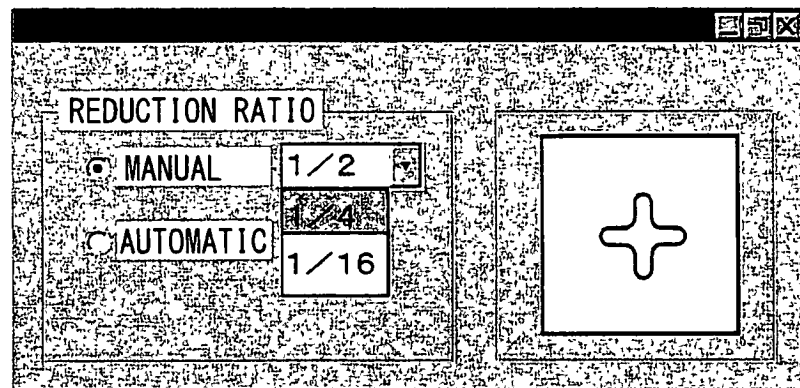


FIG. 13C

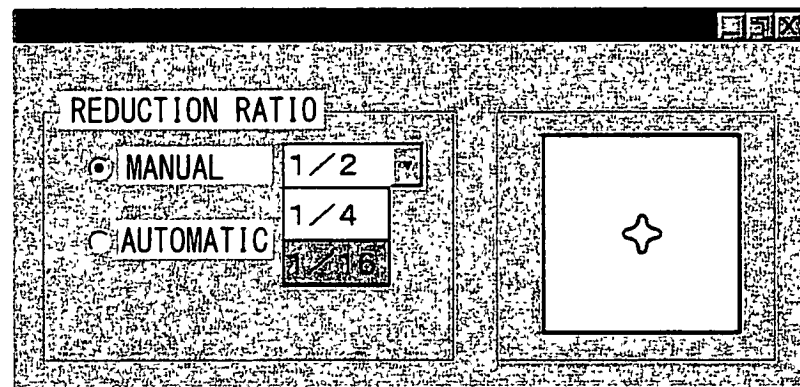


FIG. 14

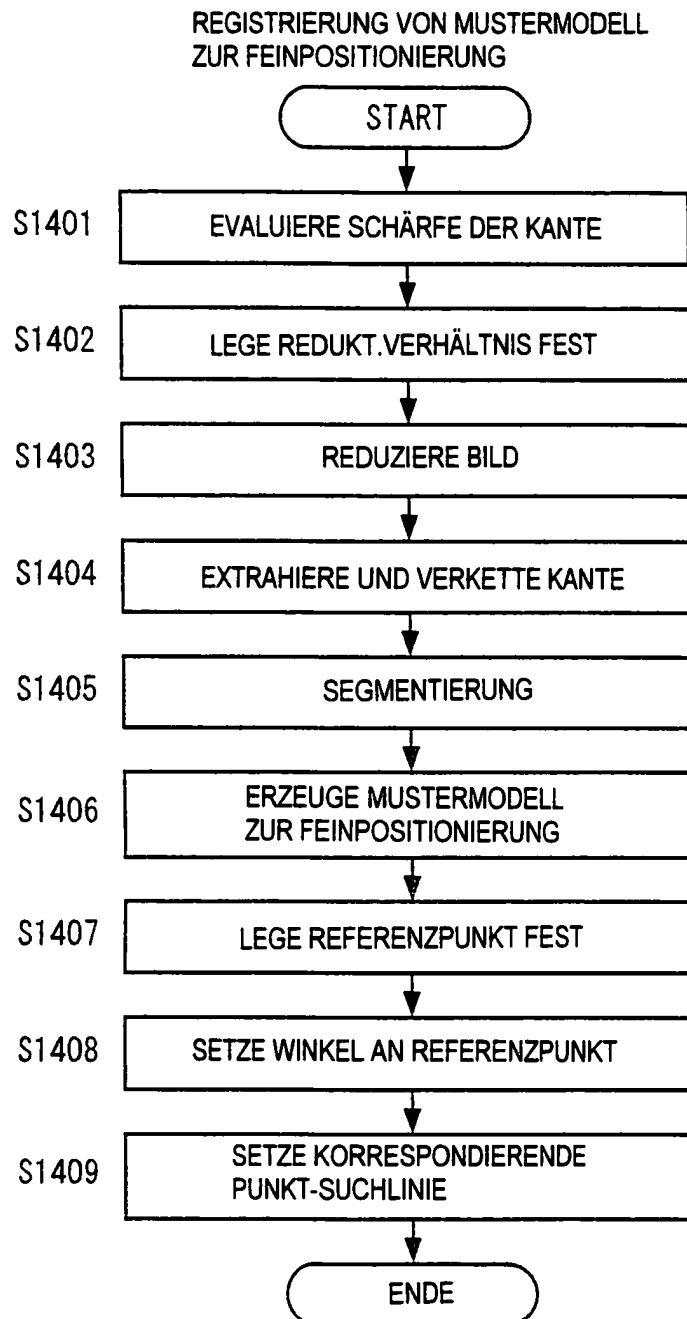


FIG. 15

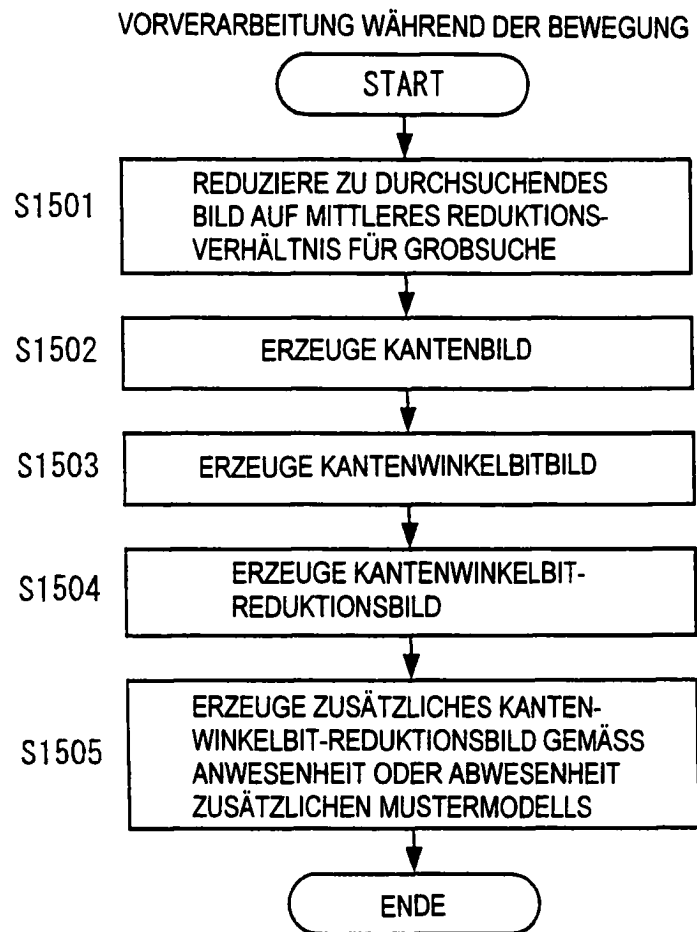


FIG. 16

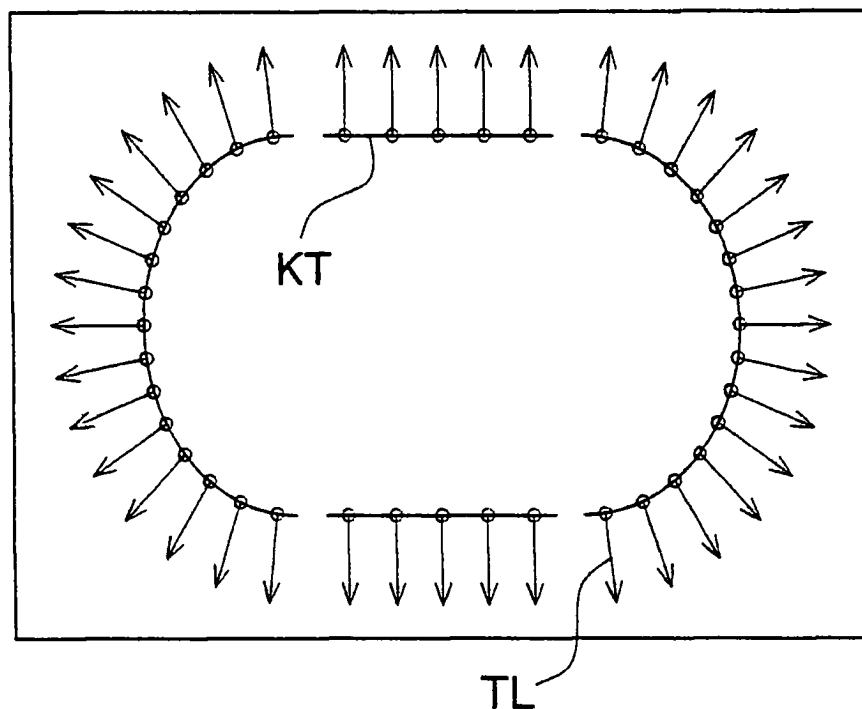


FIG. 17

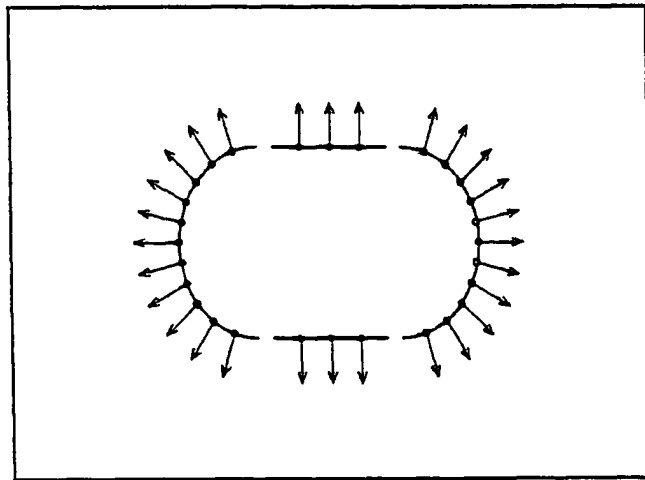


FIG. 18

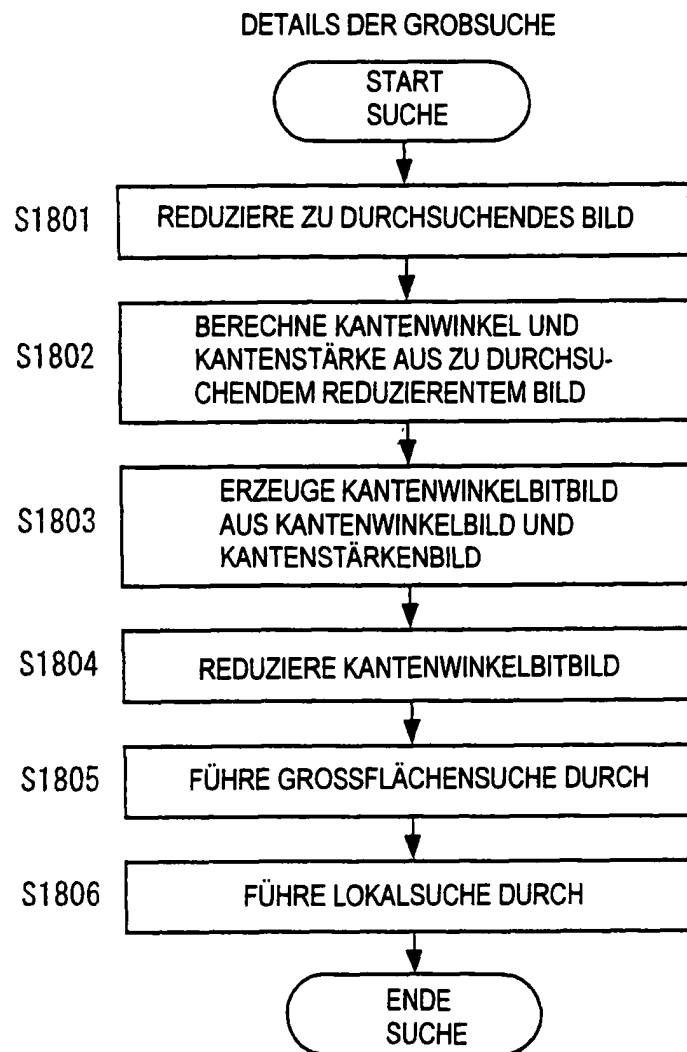


FIG. 19A

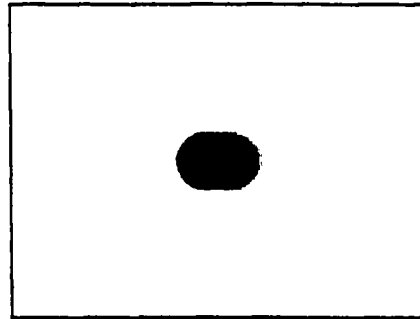


FIG. 19B

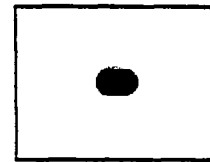


FIG. 20

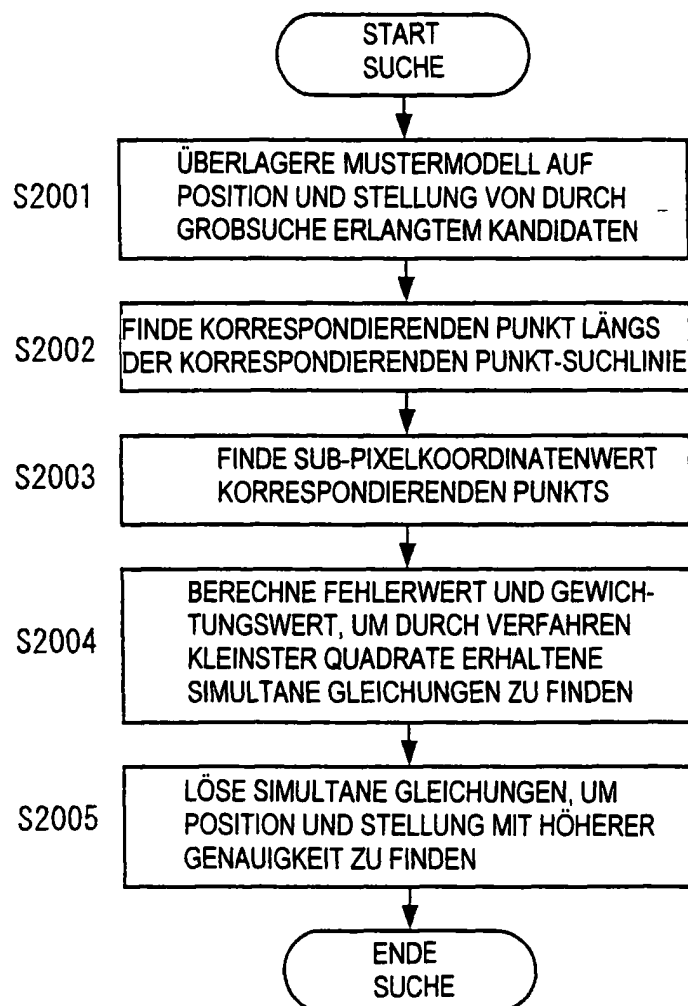


FIG. 21A

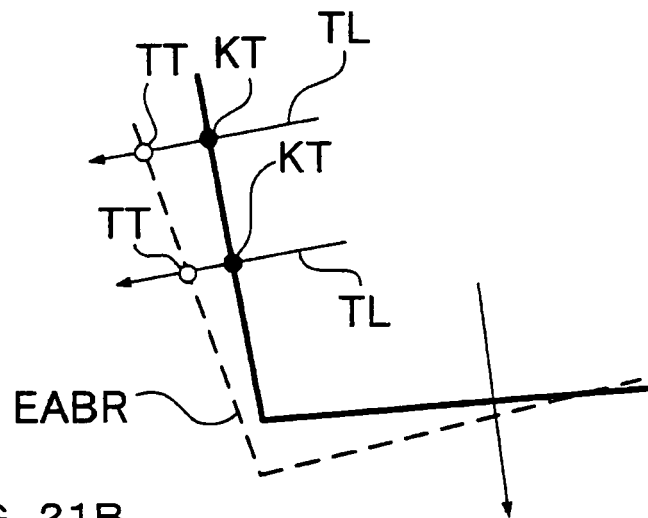


FIG. 21B

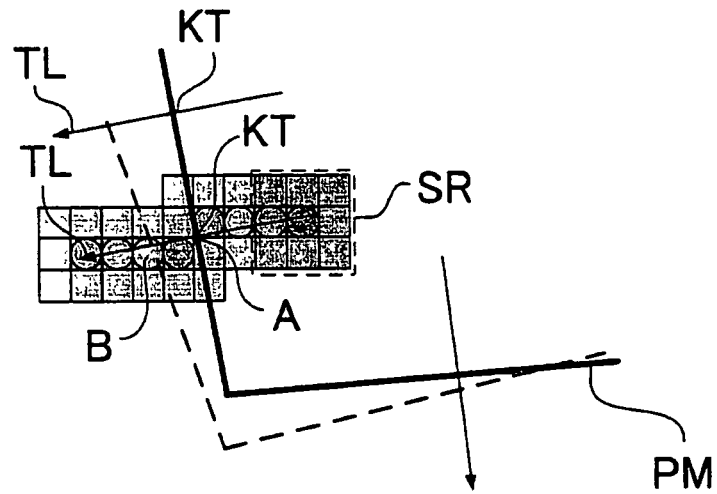


FIG. 22

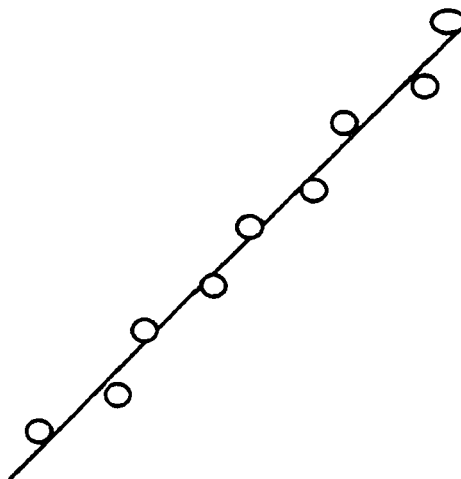


FIG. 23

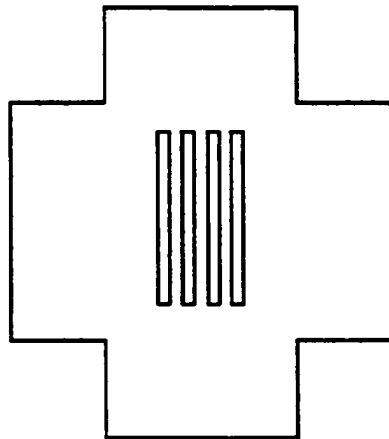


FIG. 24

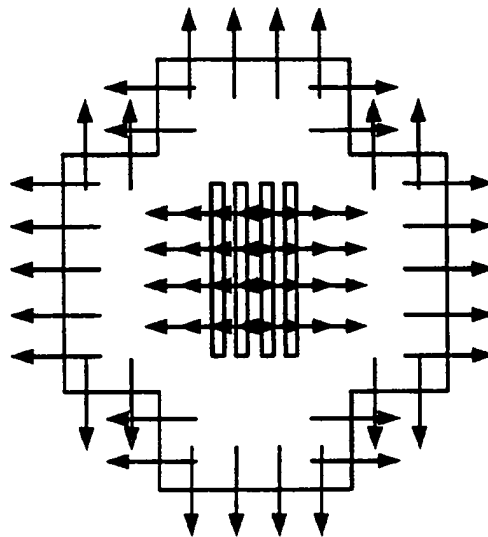


FIG. 25

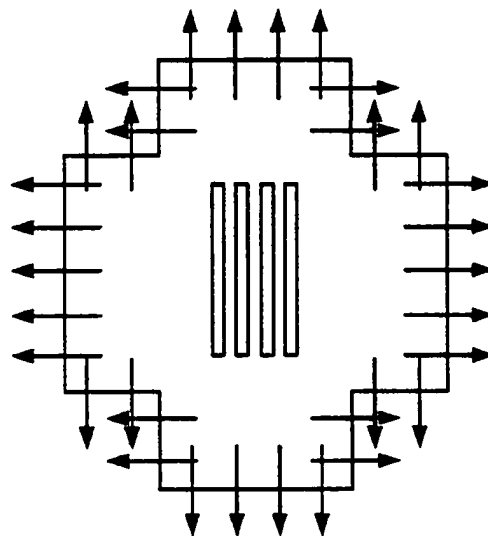


FIG. 26

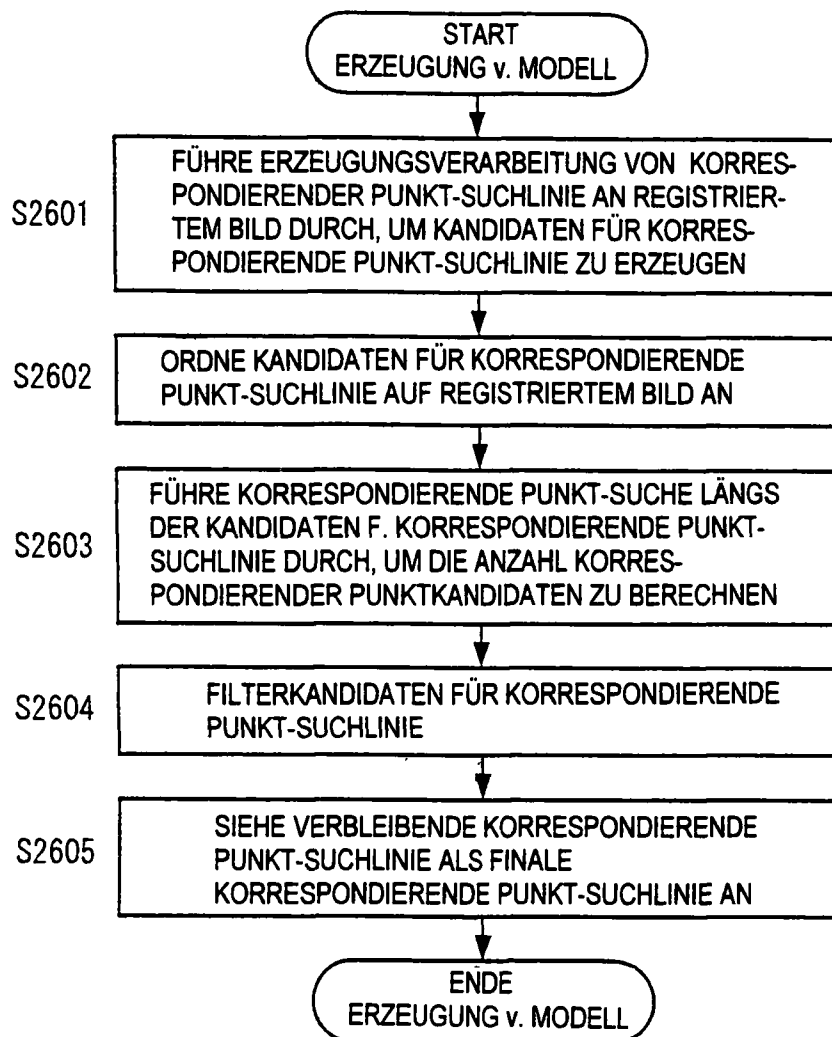


FIG. 27

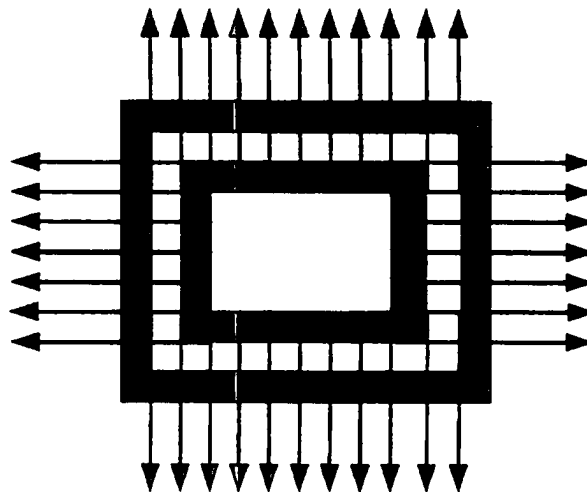


FIG. 28

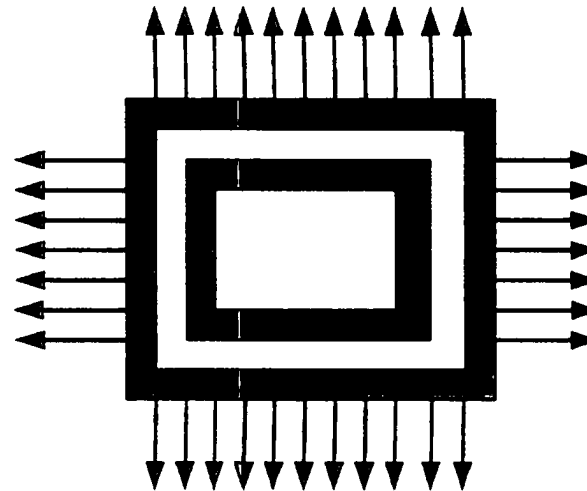


FIG. 29

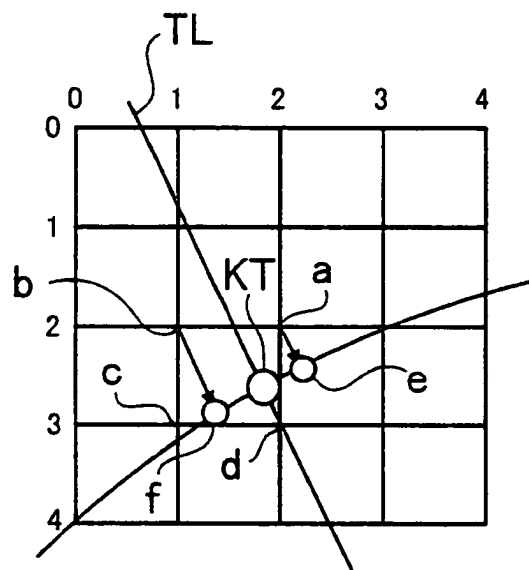


FIG. 30

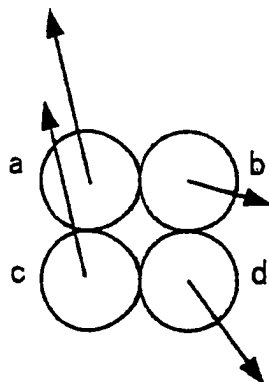


FIG. 31

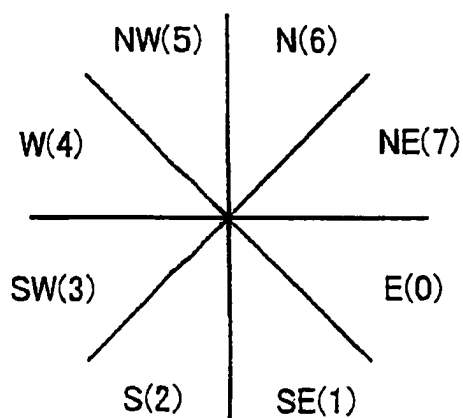


FIG. 32

KANTEN- PUNKT	KANTENWINKELBIT							
	7	6	5	4	3	2	1	0
a	0	0	1	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0	0	1
c	0	0	1	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	1	0

FIG. 33

KANTEN- PUNKT	KANTENWINKELBIT							
	7	6	5	4	3	2	1	0
a	0	0	1	0	0	0	0	0
b	0	0	1	0	0	0	0	1
c	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	1	0
a'	0	0	1	0	0	0	1	1

FIG. 34

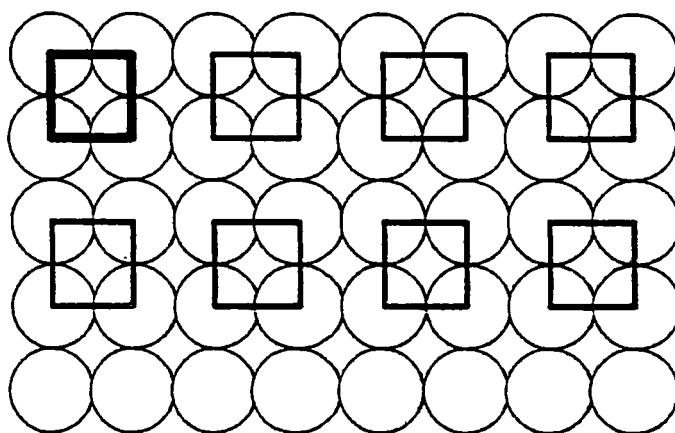


FIG. 35

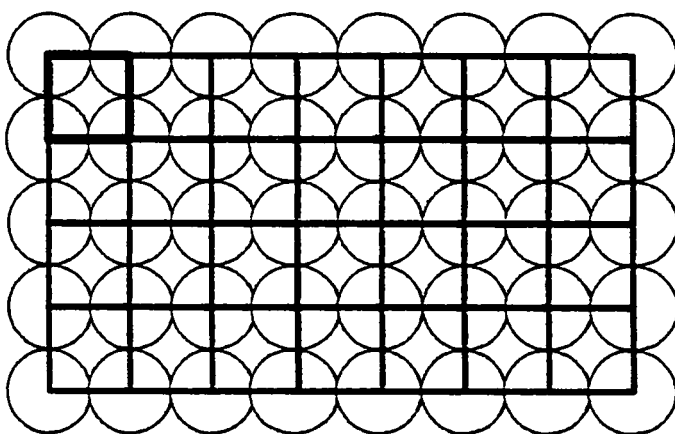


FIG. 36

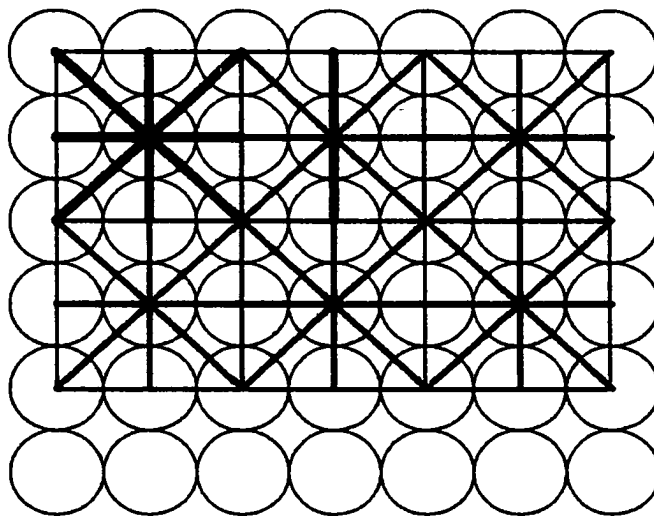


FIG. 37

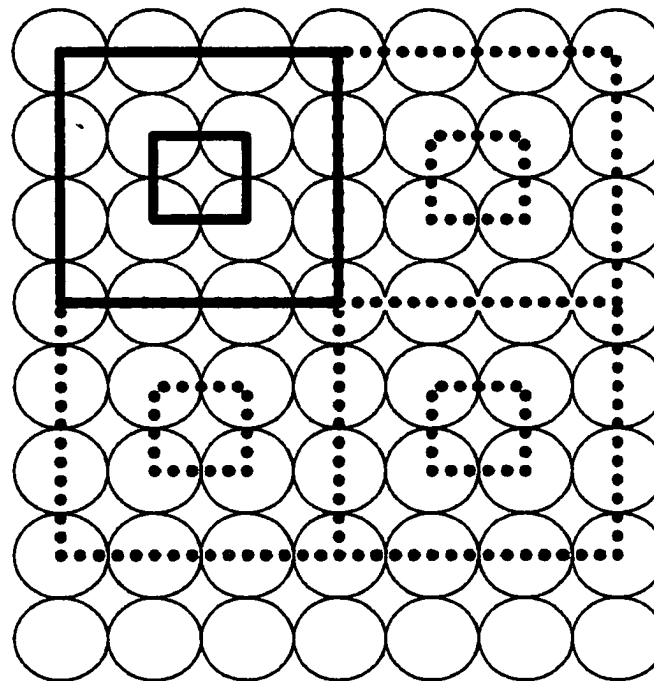


FIG. 38

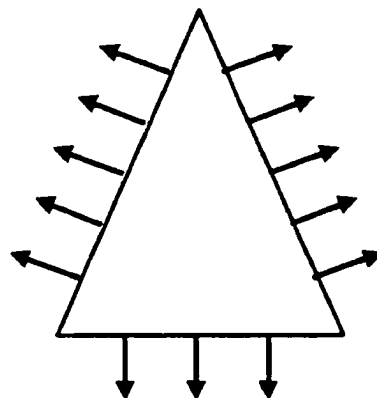


FIG. 39

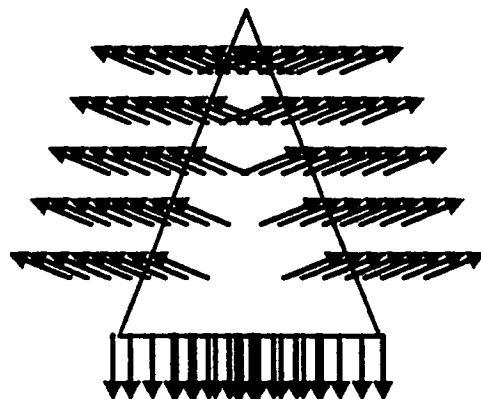


FIG. 40A

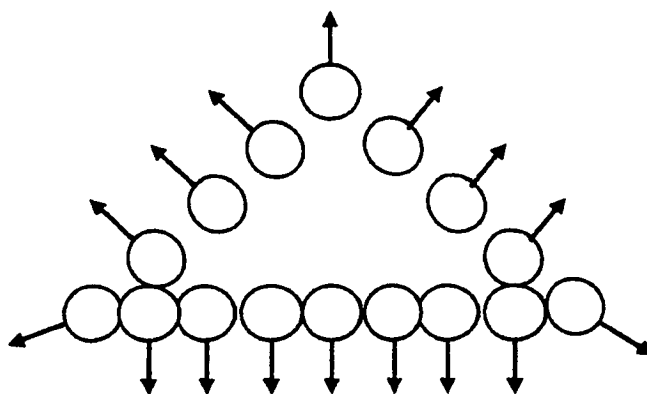


FIG. 40B

Index	x	y	θ
1	...		
2	...		
3	...		
4	...		
5	...		
6	...		
7	...		
8	...		
...	...		

FIG. 41

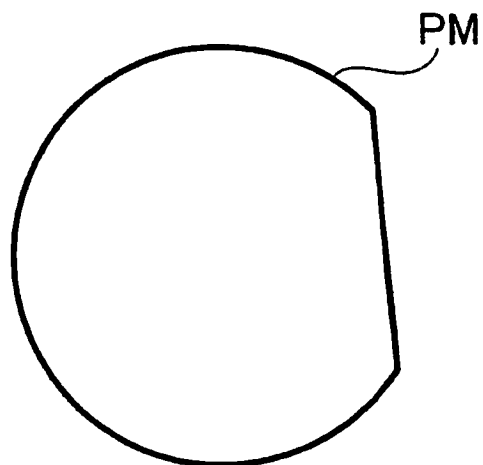


FIG. 42

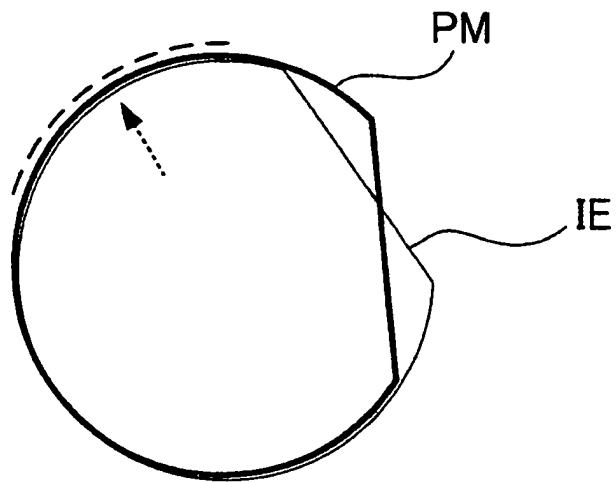


FIG. 43

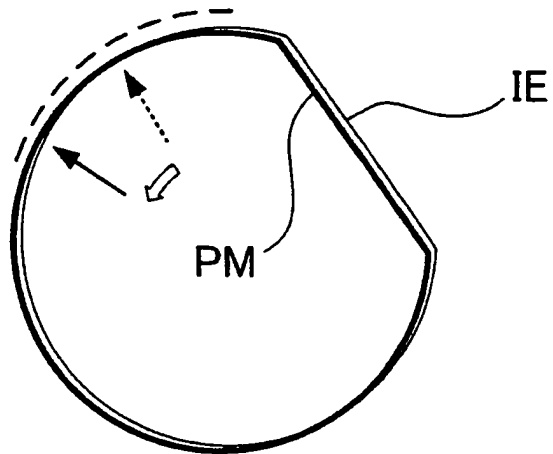


FIG. 44

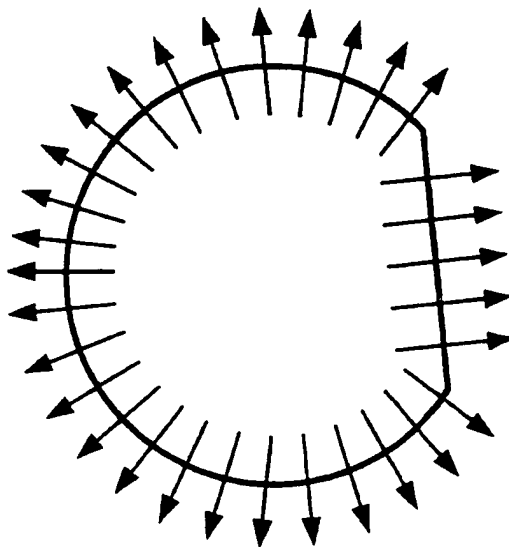


FIG. 45

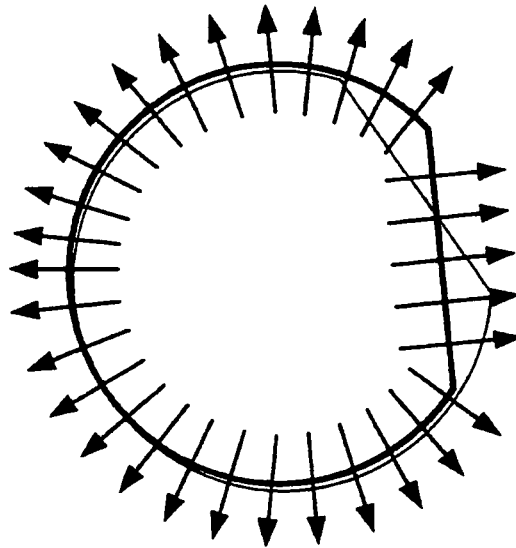


FIG. 46

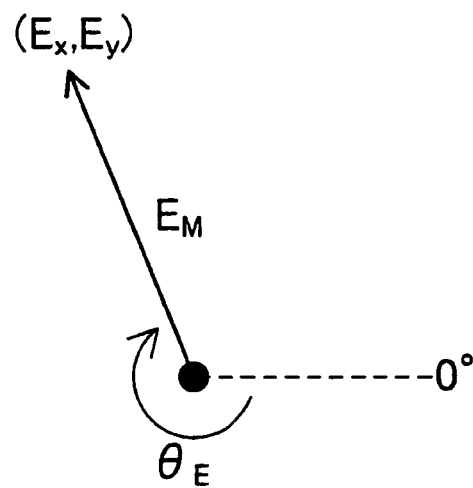


FIG. 47

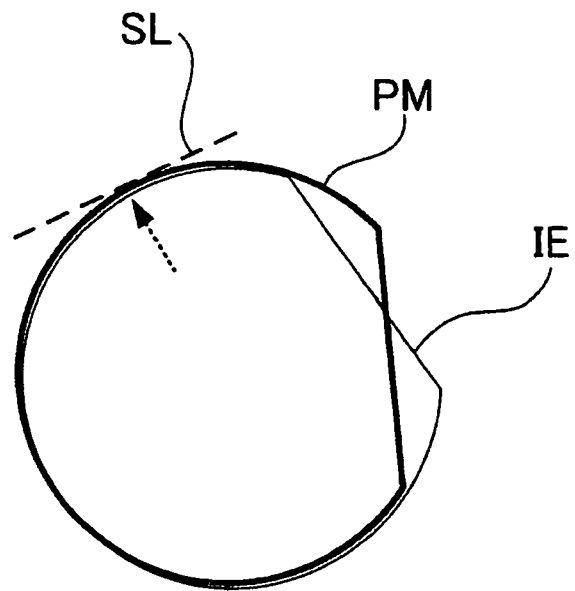


FIG. 48

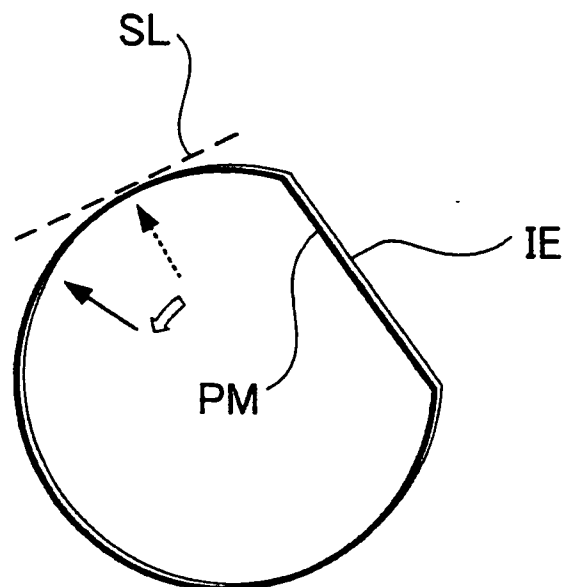


FIG. 49A

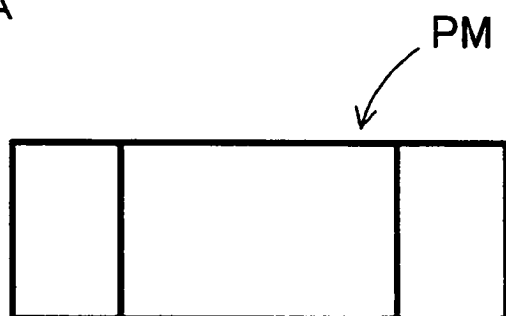


FIG. 49B

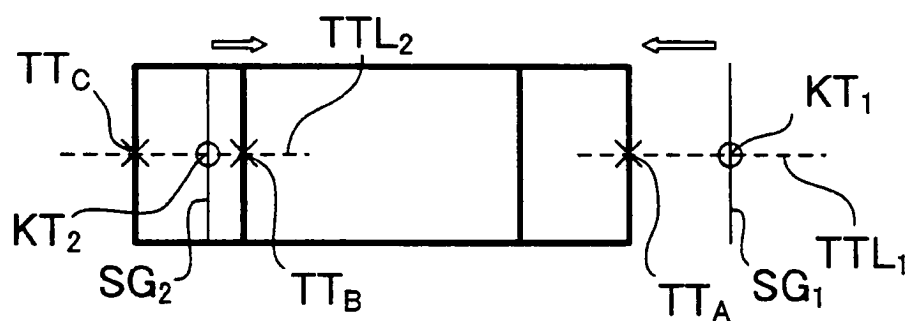


FIG. 49C

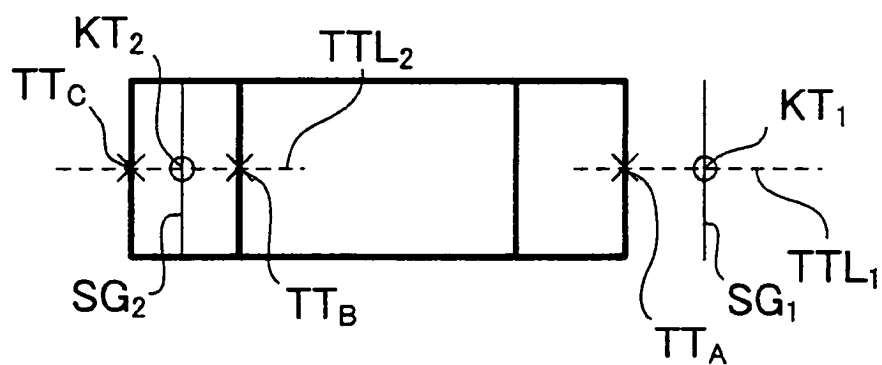


FIG. 49D

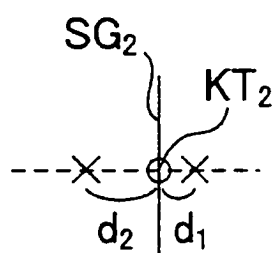


FIG. 50

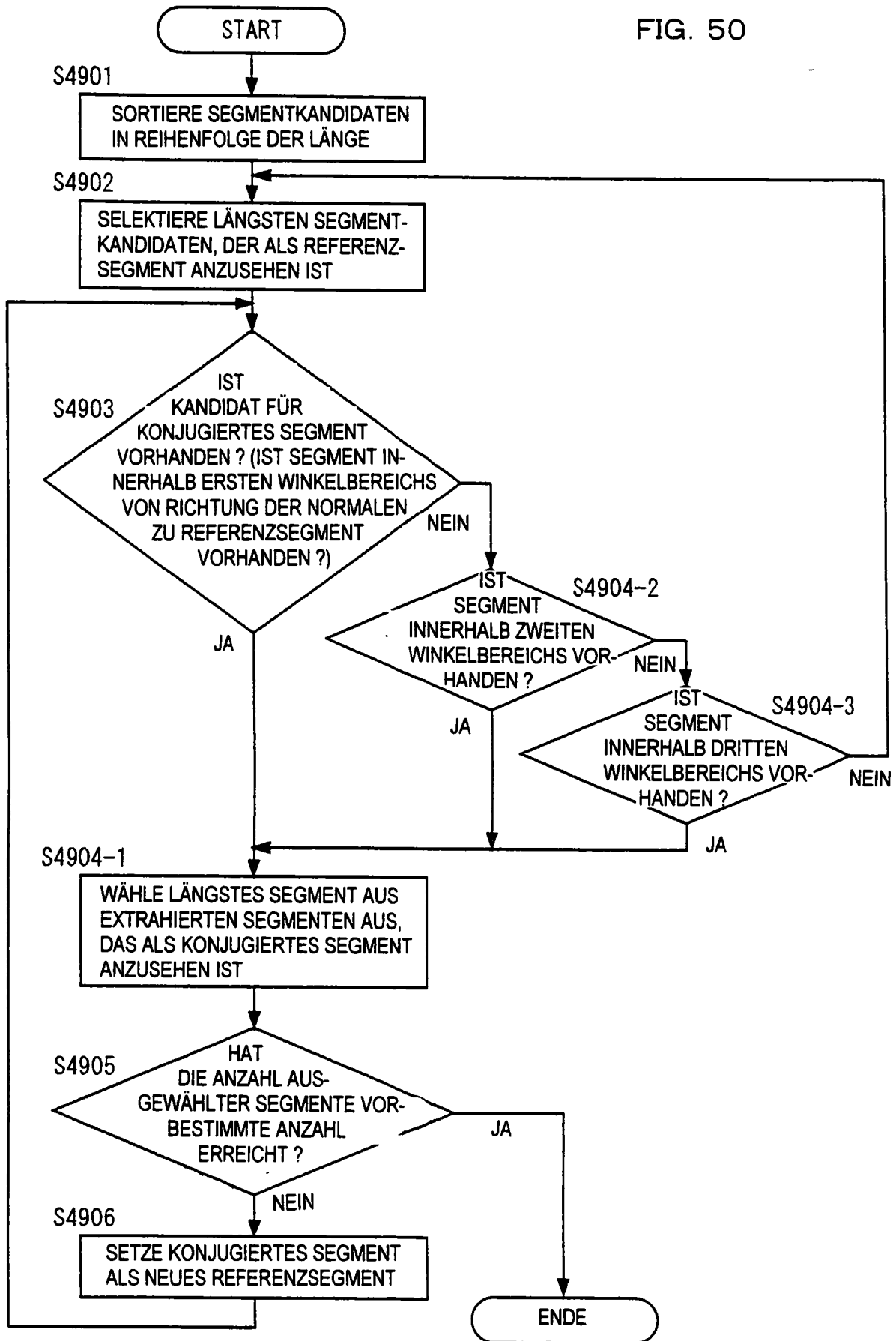


FIG. 51A

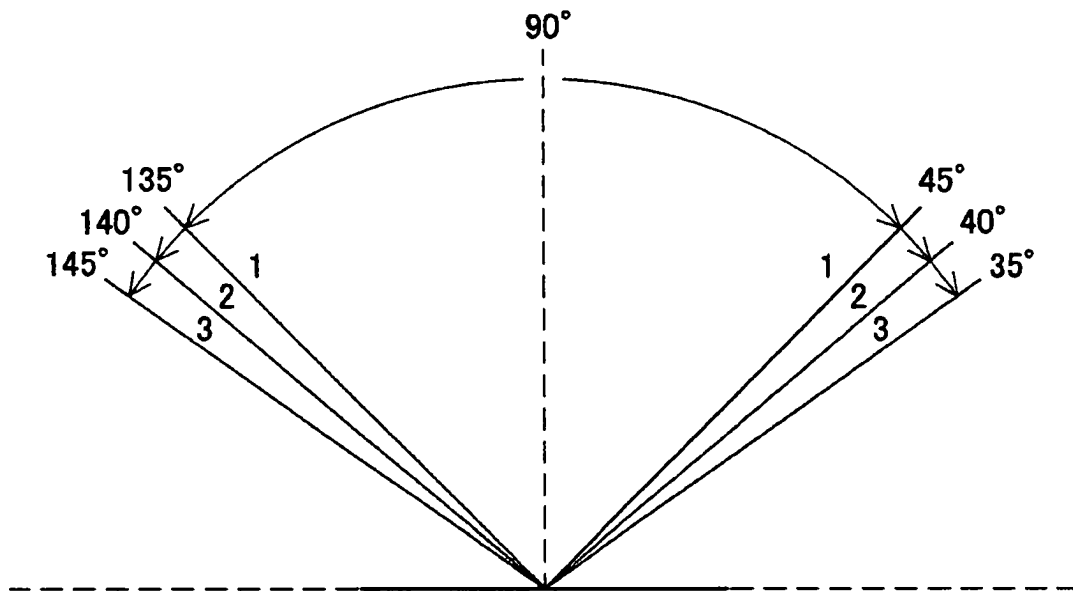


FIG. 51B

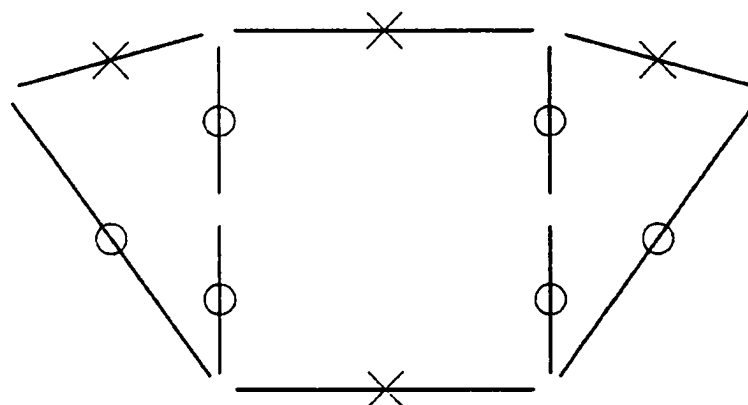


FIG. 52A

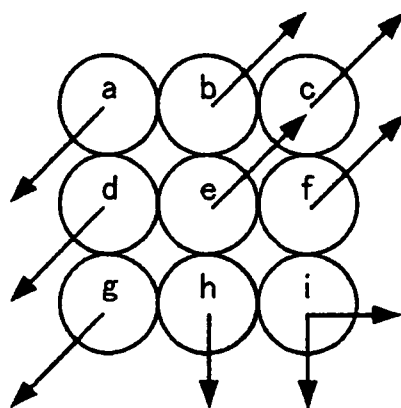


FIG. 52B

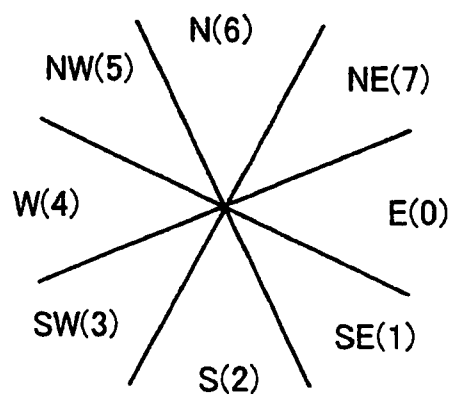


FIG. 53

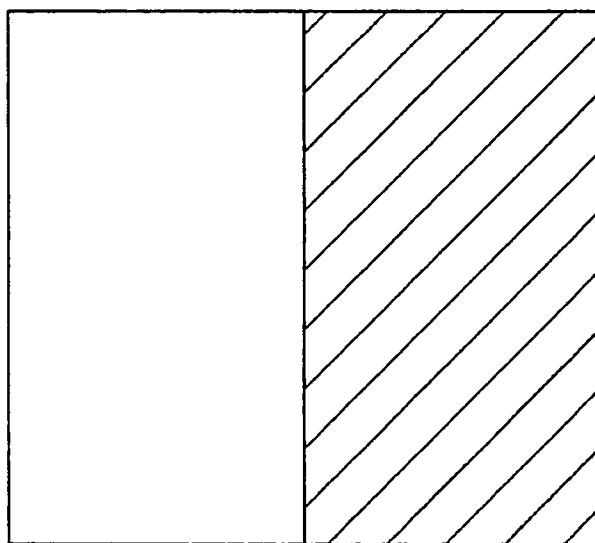


FIG. 54

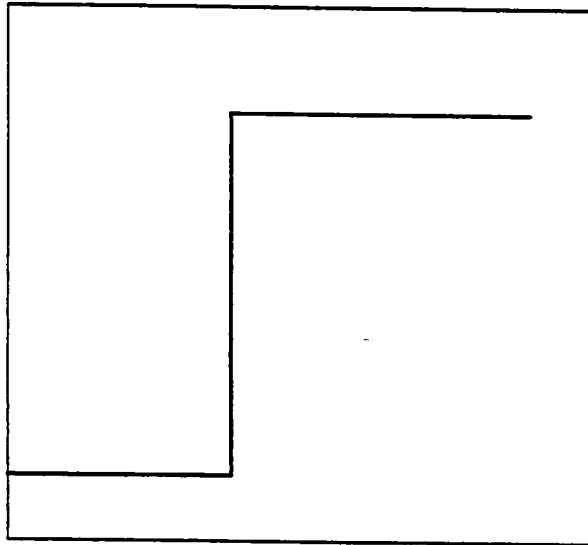


FIG. 55

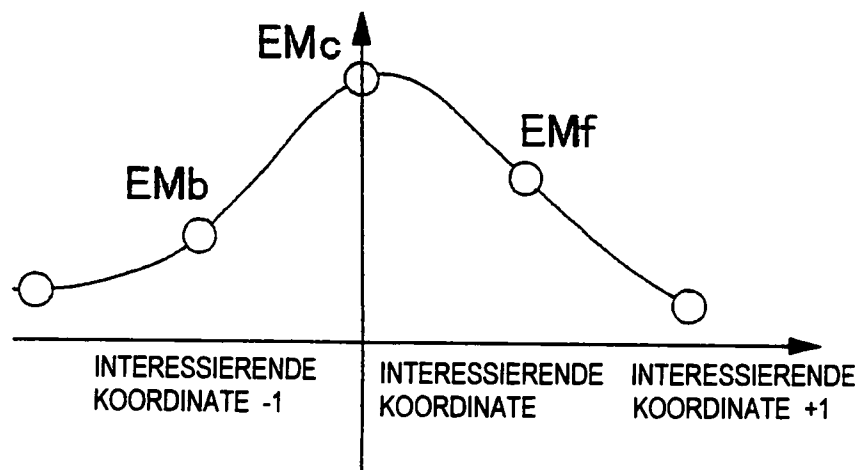


FIG. 56

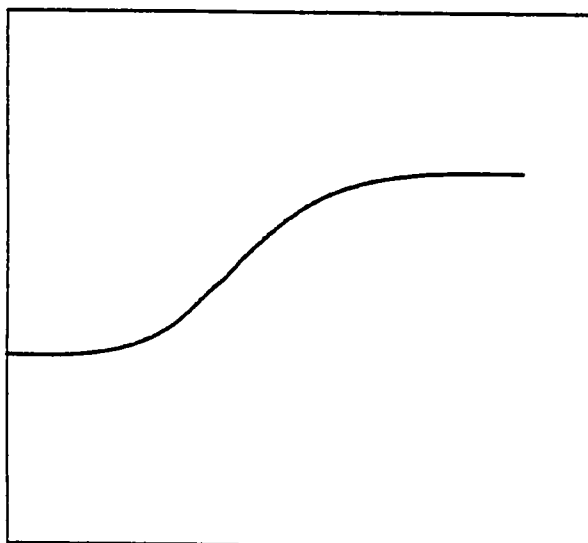


FIG. 57

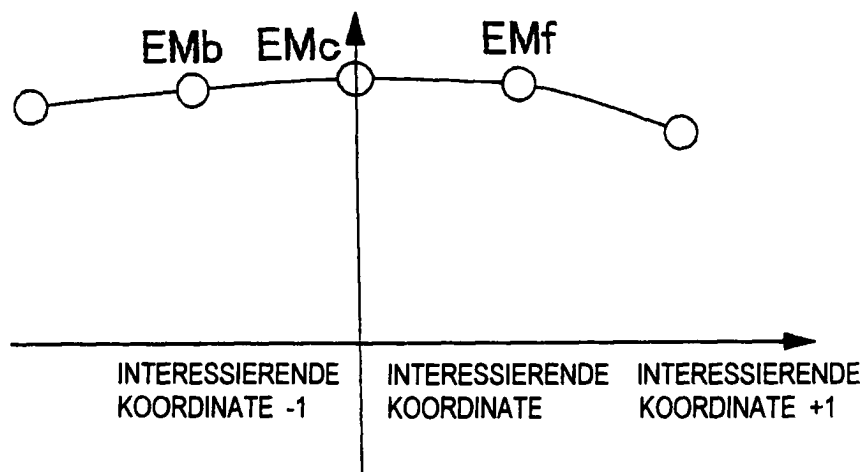


FIG. 58

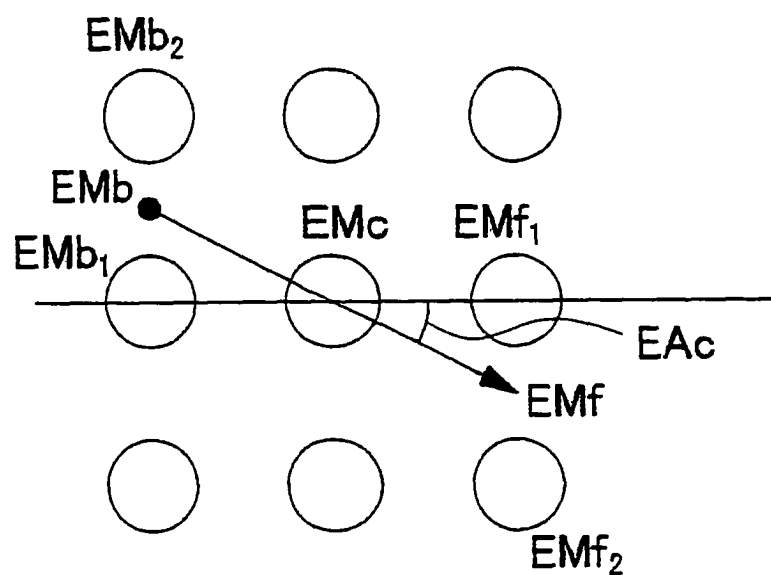


FIG. 59

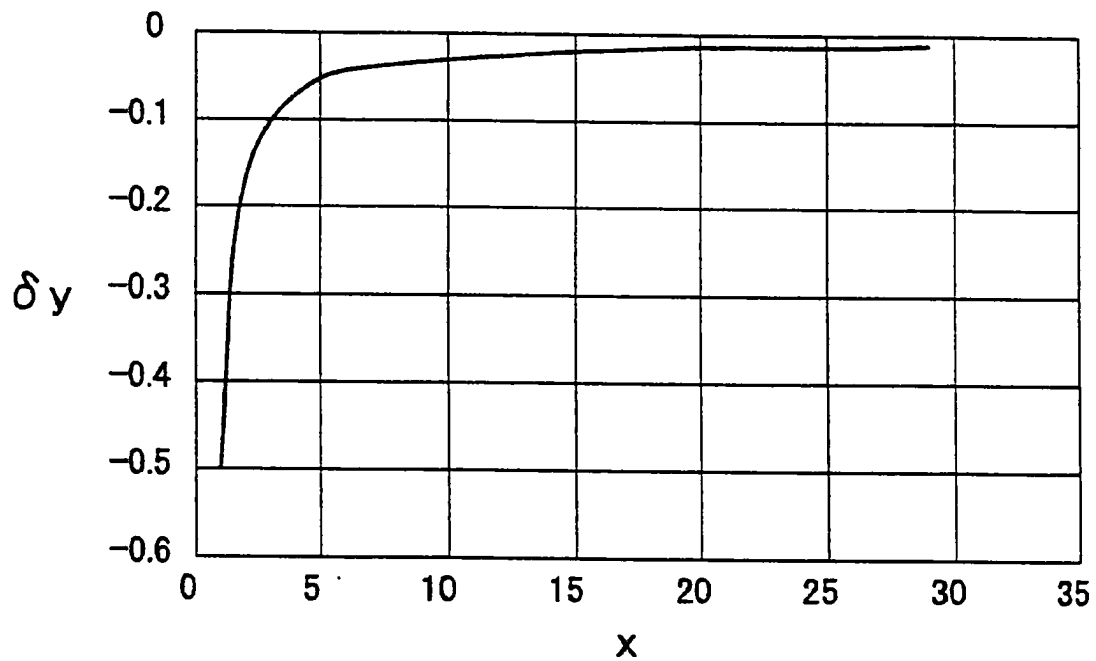


FIG. 60

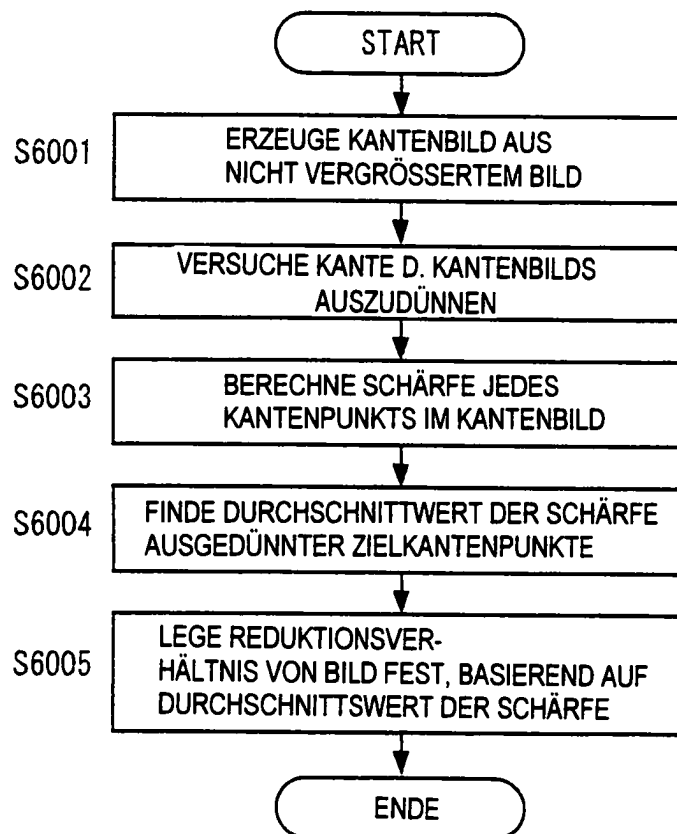


FIG. 61

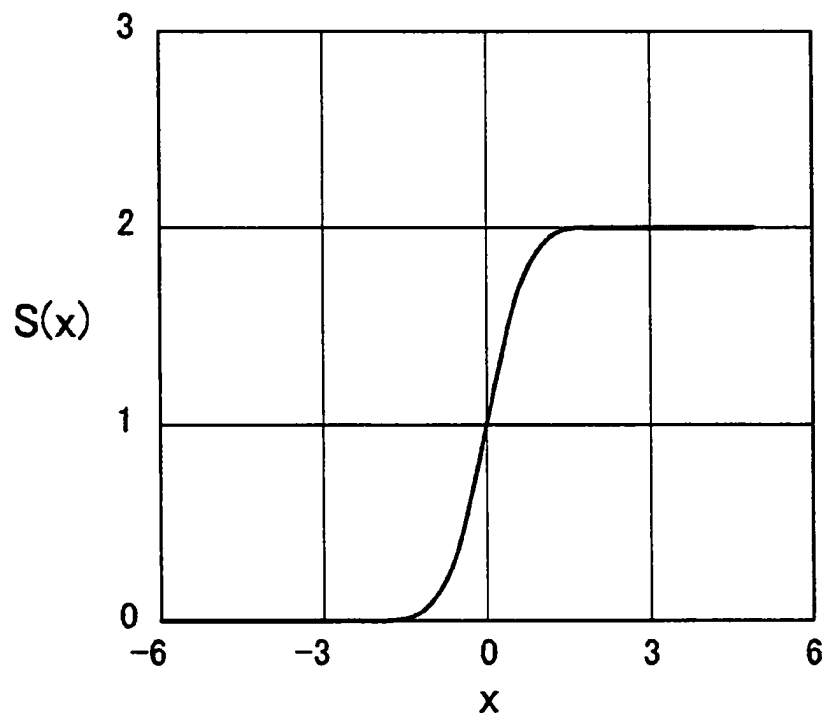


FIG. 62



FIG. 63

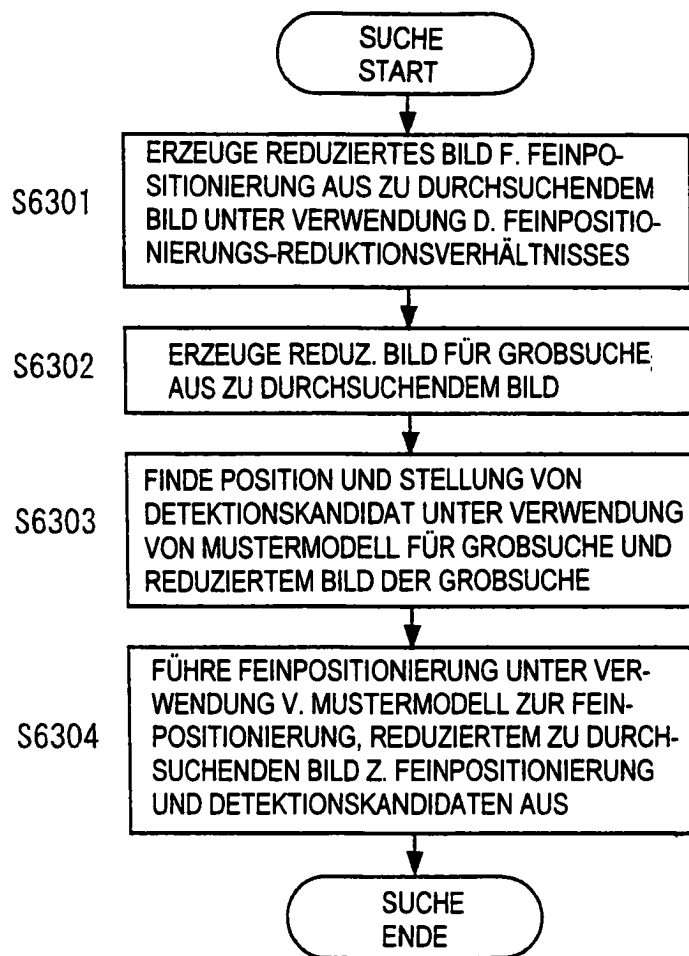


FIG. 64

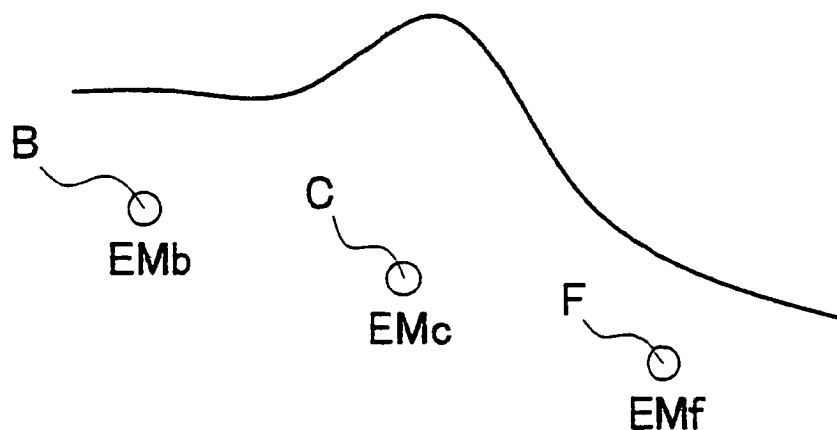


FIG. 65

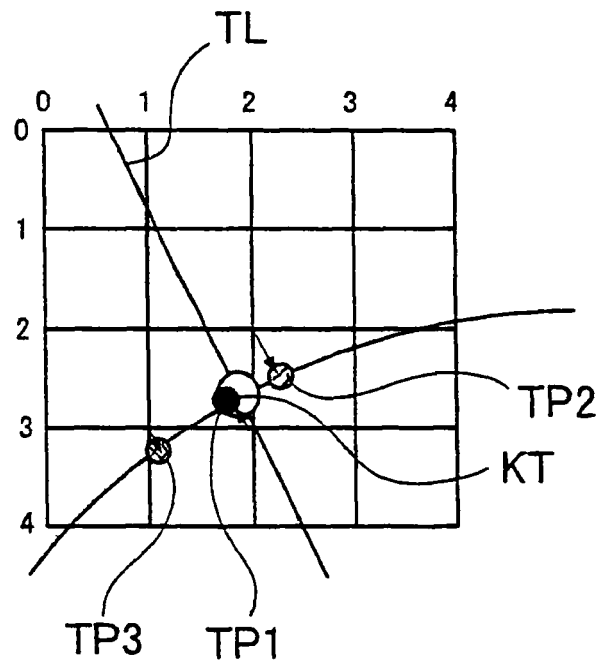


FIG. 66

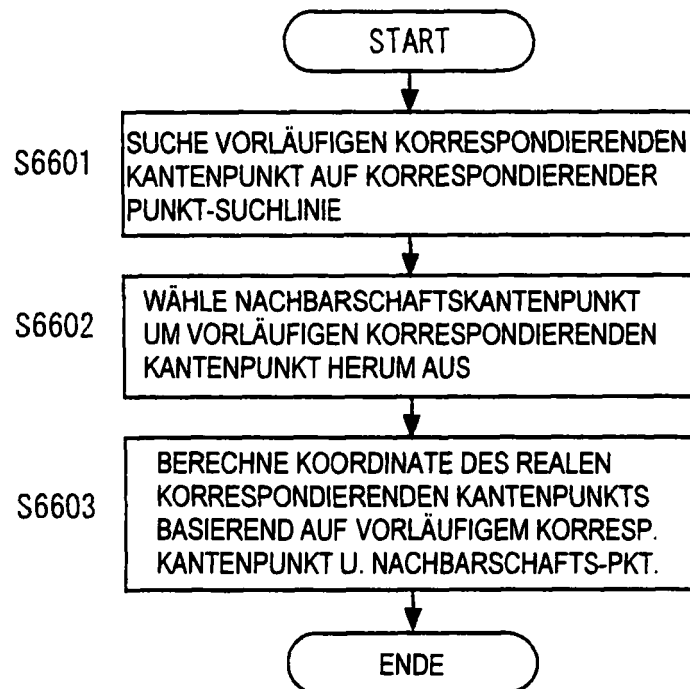


FIG. 67

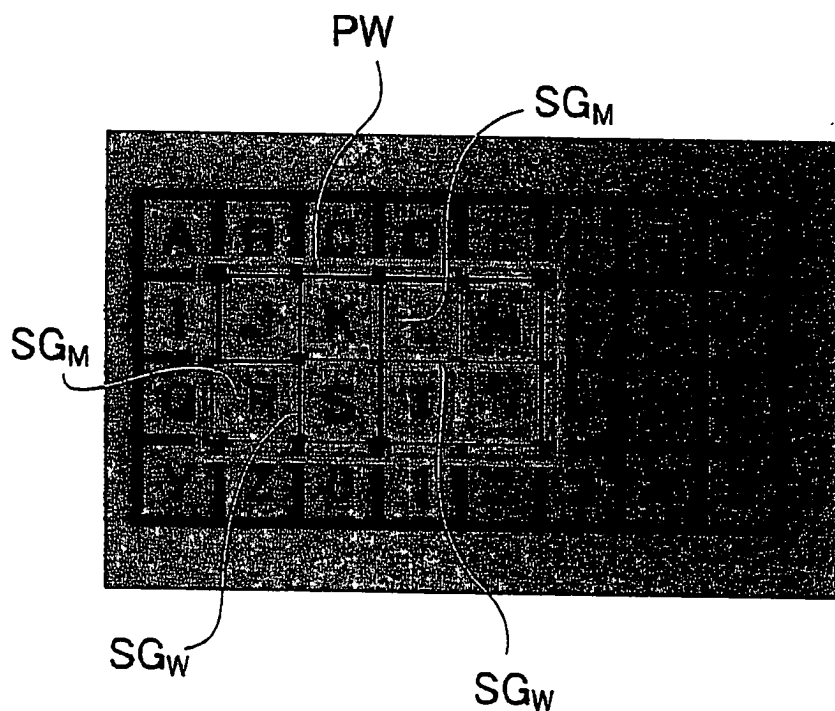


FIG. 68

200

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMFANGSLÄNGE UNTERE GRENZE	10	10	83
ANZAHL AUSGE- WÄHLTER UMRISSE	50	50	84
REIHENFOLGE REGISTRIER- TER UMFÄNGE	ABSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	ABSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	85

FIG. 69

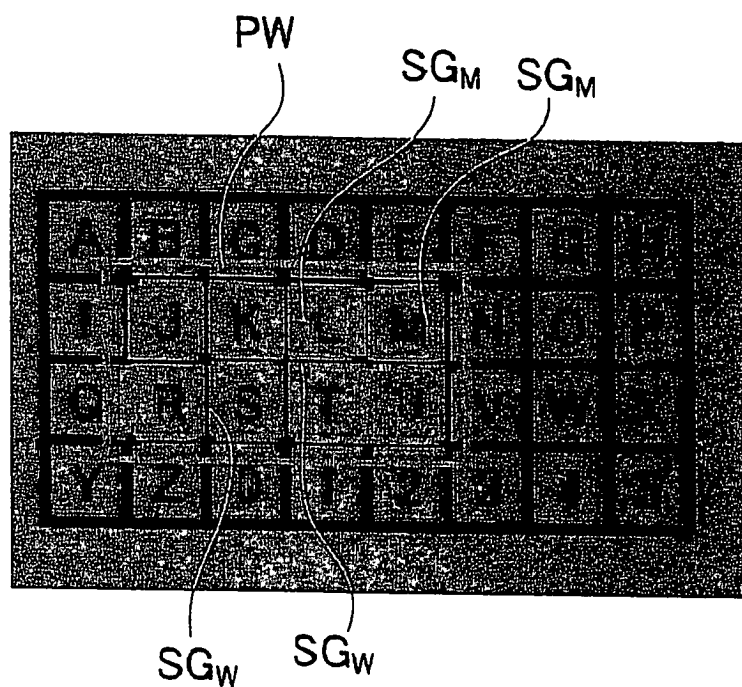


FIG. 70

200

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMFANGSLÄNGE UNTERE GRENZE	10	10	83
ANZAHL AUSGE- WÄHLTER UMRISSE	50	50	84
REIHENFOLGE REGISTRIER- TER UMFÄNGE	ABSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	ABSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	85

FIG. 71

200
↙

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMFANGSLÄNGE UNTERE GRENZE	10	10	83
ANZAHL AUSGE- WÄHLTER UMRISSE	50	50	84
REIHENFOLGE REGISTRIER- TER UMFÄNGE	AUFSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	ABSTEIGENDE REIHEN- FOLGE DER LÄNGE ▼	85

FIG. 72

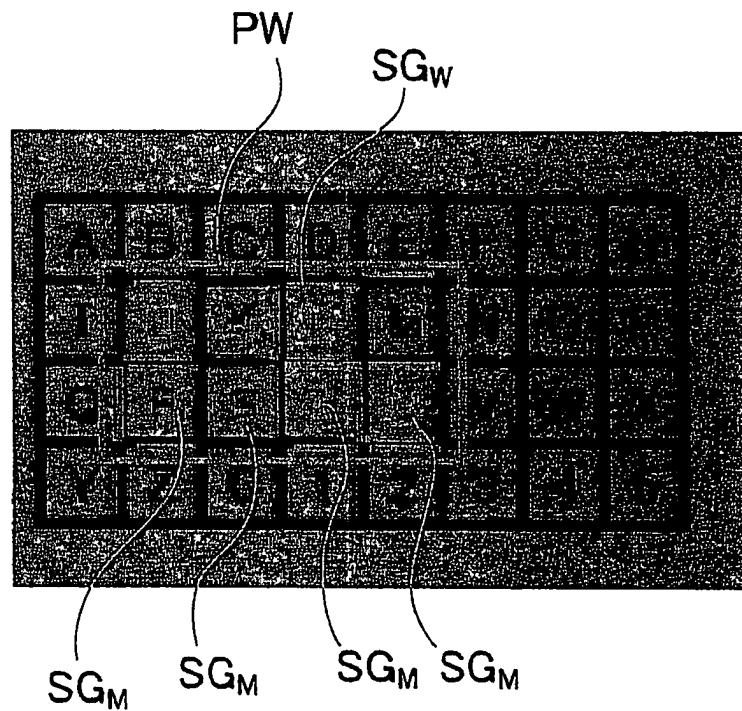


FIG. 73

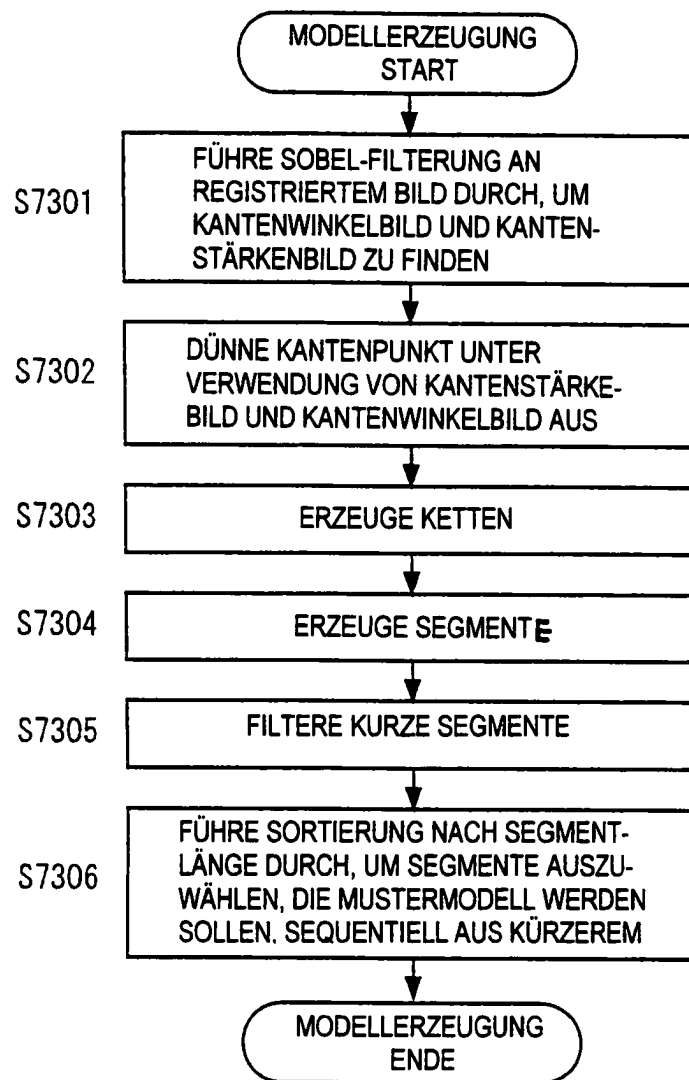


FIG. 74

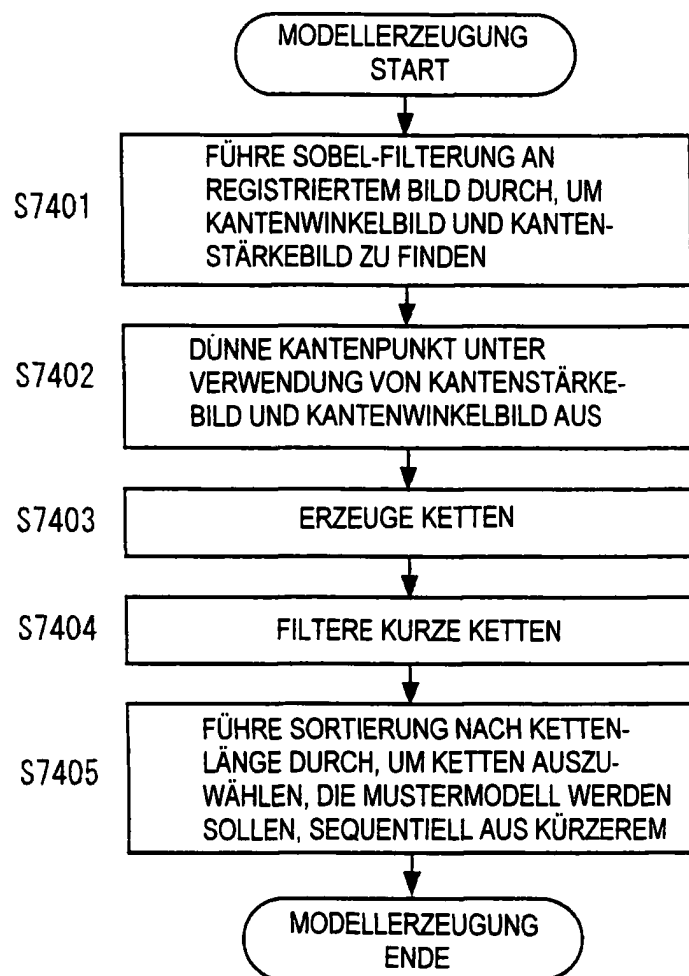


FIG. 75

300
↙

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMRISSLÄNGE OBERE GRENZE	100	100	86
UMRISSLÄNGE UNTERE GRENZE	10	10	83

FIG. 76

300
↙

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMRISSLÄNGE OBERE GRENZE	100	100	86
UMRISSLÄNGE UNTERE GRENZE	4	10	83

FIG. 77

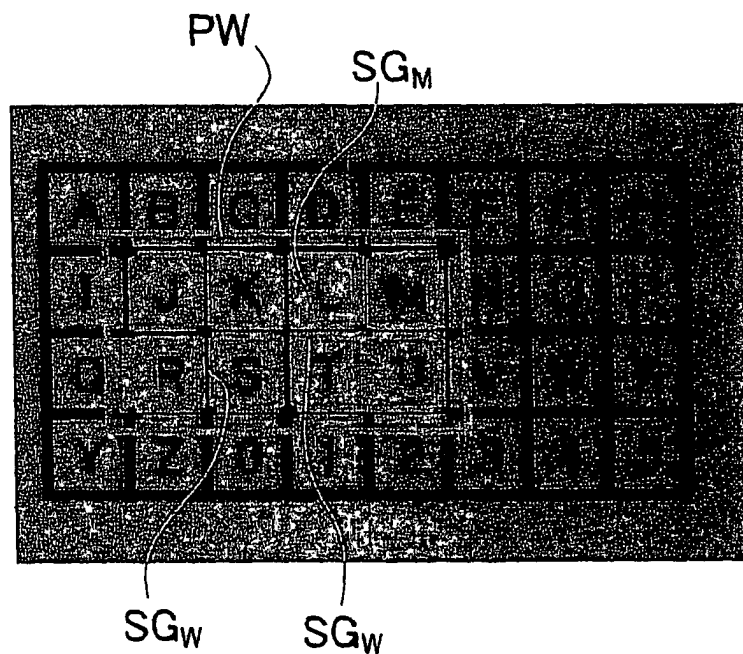


FIG. 78

300
↙

	GROBSUCHE	FEINPOSITIONIERUNG	
KANTENSTÄRKE OBERE GRENZE	255	255	81
KANTENSTÄRKE UNTERE GRENZE	30	30	82
UMRISSLÄNGE OBERE GRENZE	20	100	86
UMRISSLÄNGE UNTERE GRENZE	4	10	83

FIG. 79

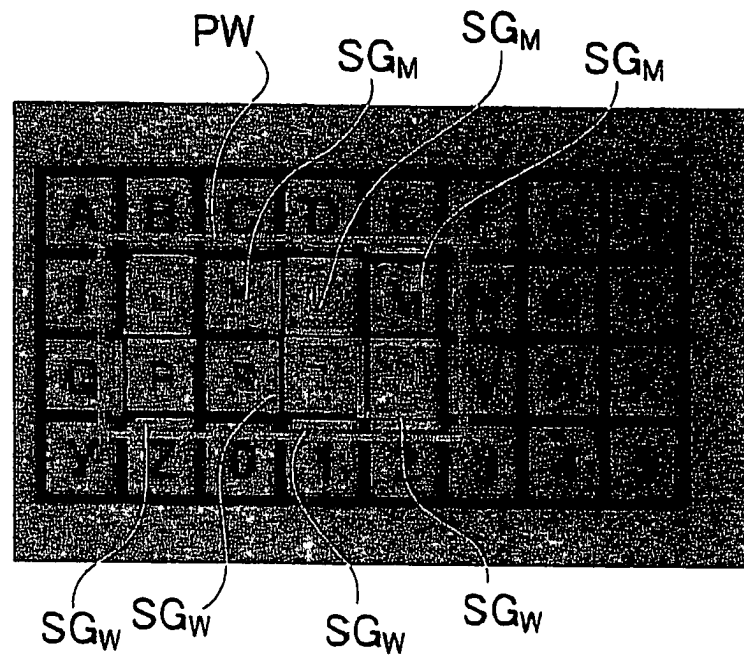


FIG. 80

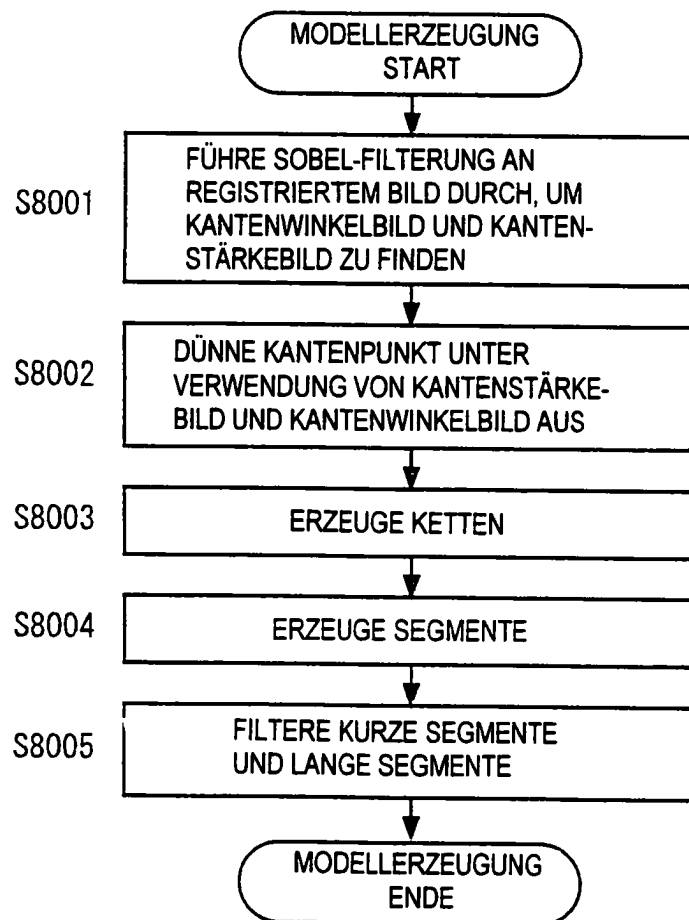


FIG. 81

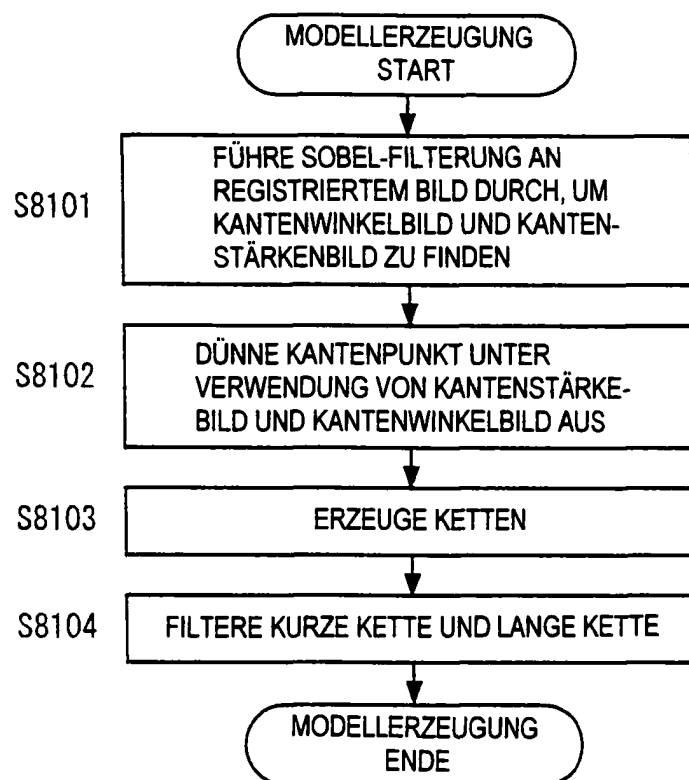


FIG. 82

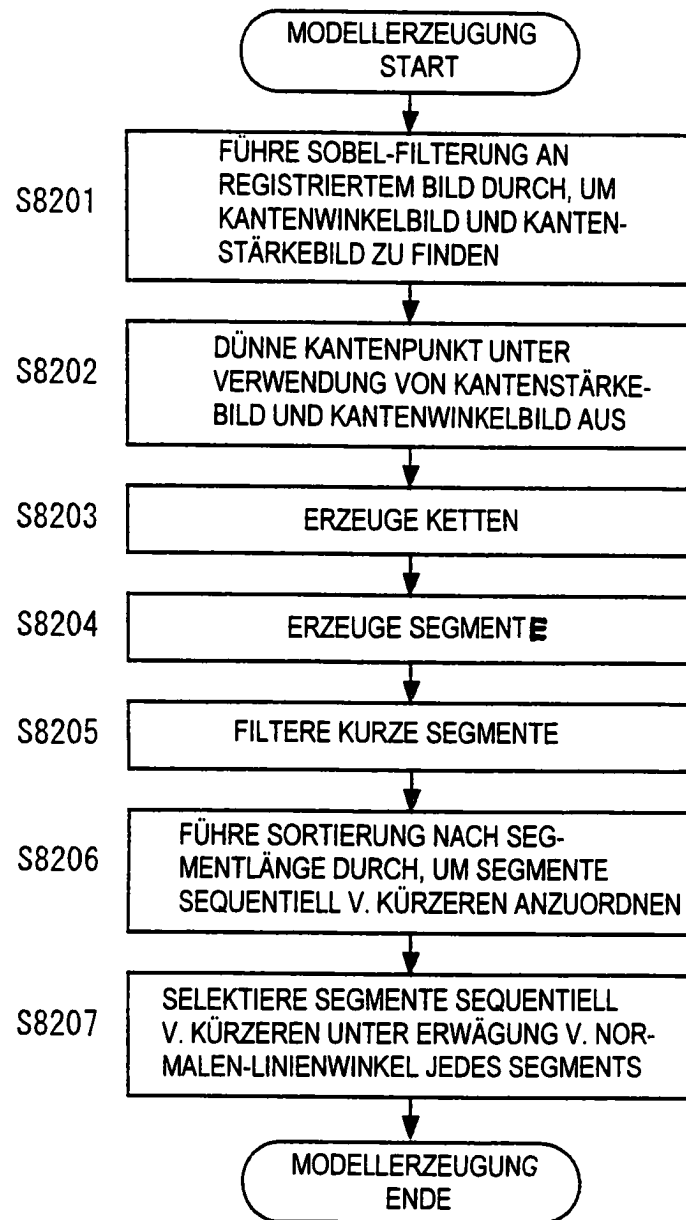


FIG. 83

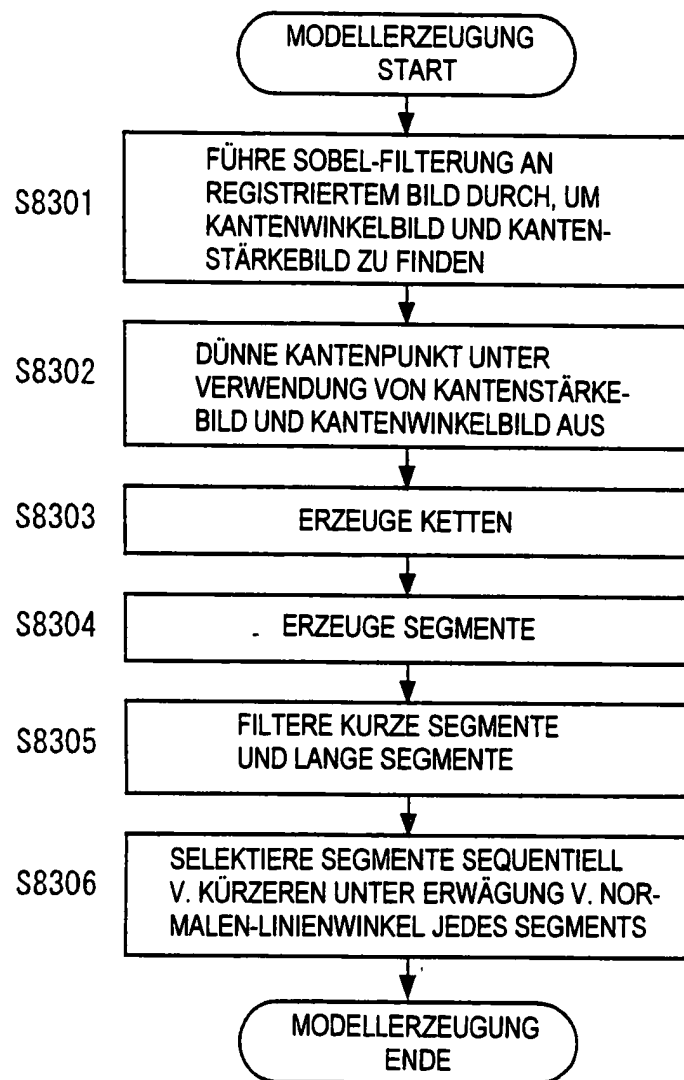


FIG. 84

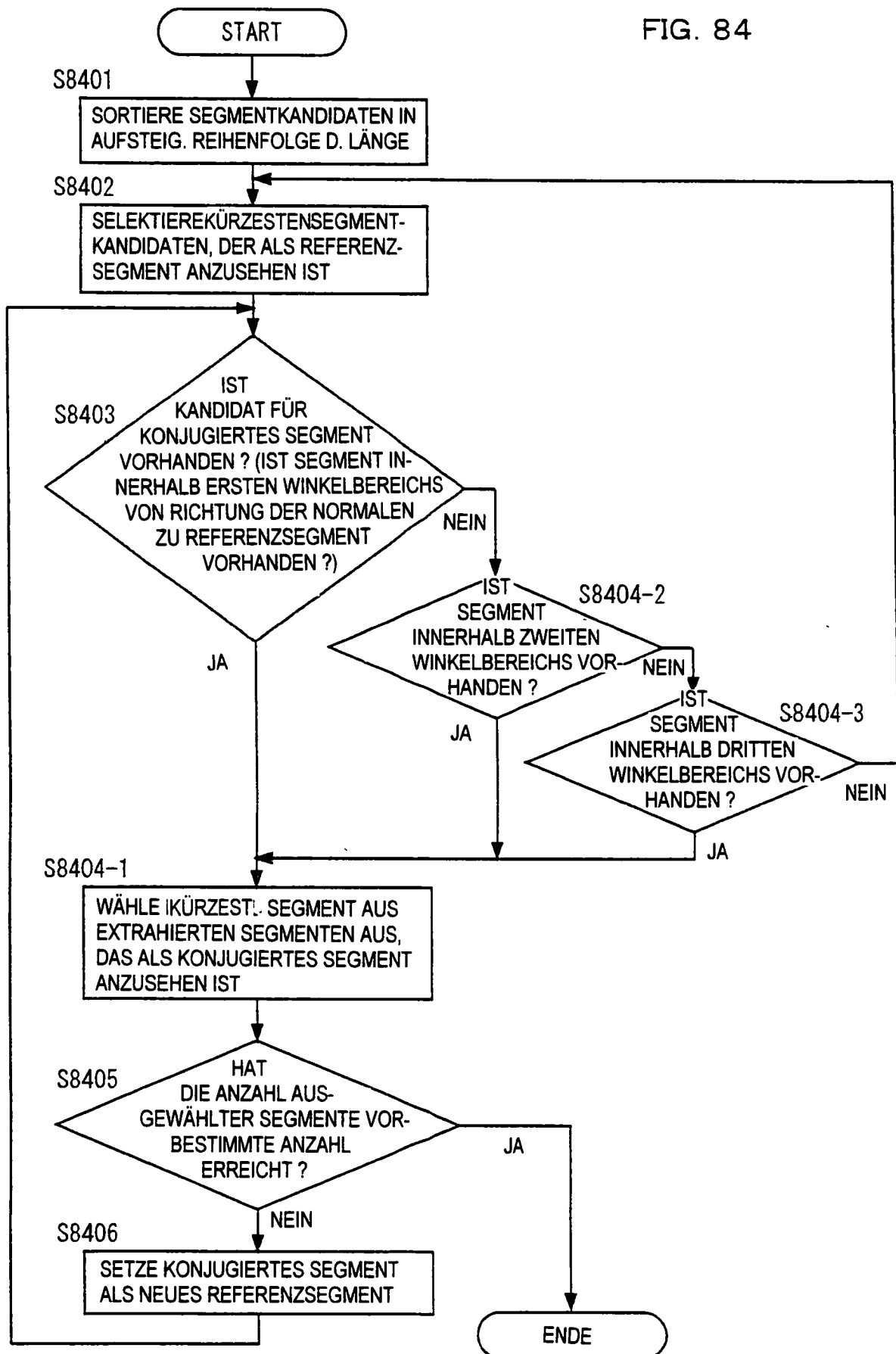


FIG. 85

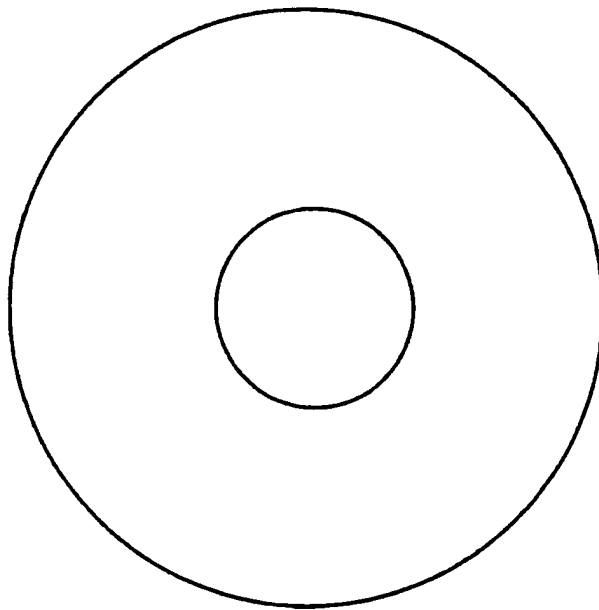


FIG. 86A

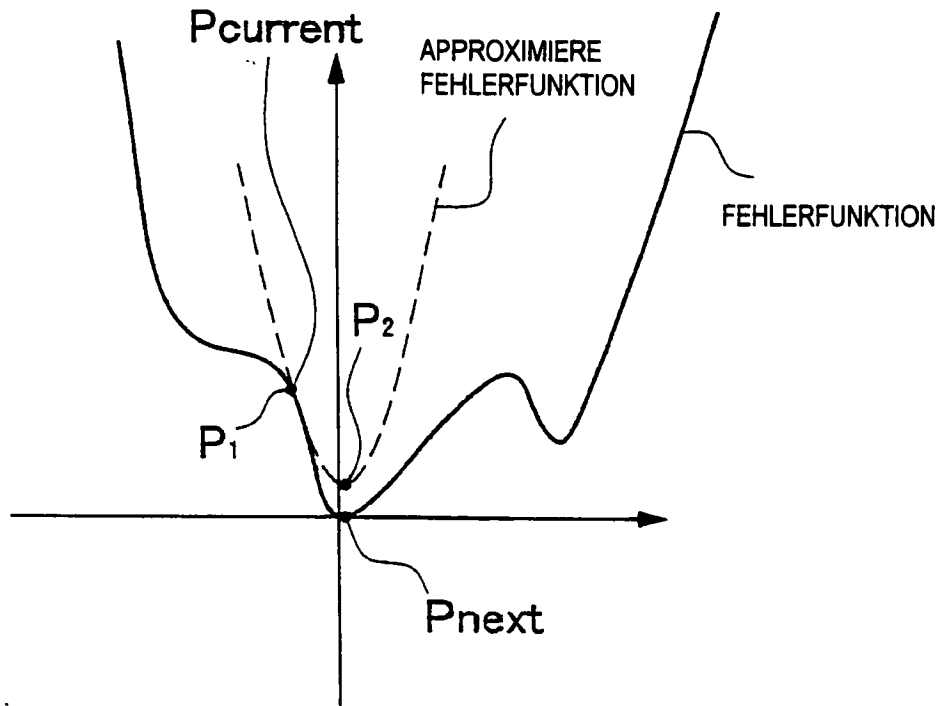


FIG. 86B

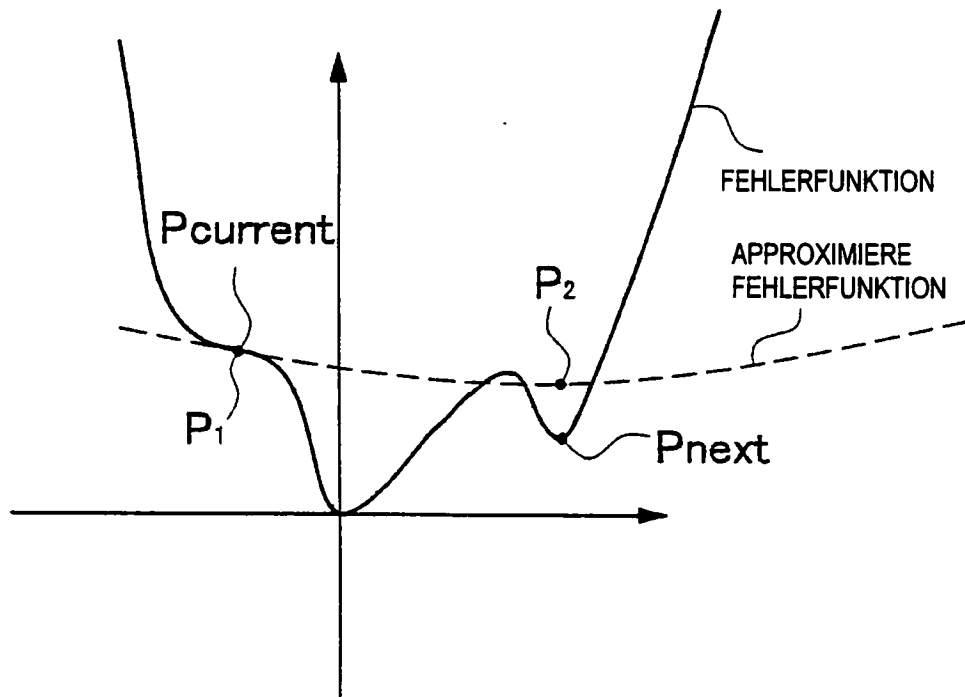


FIG. 87

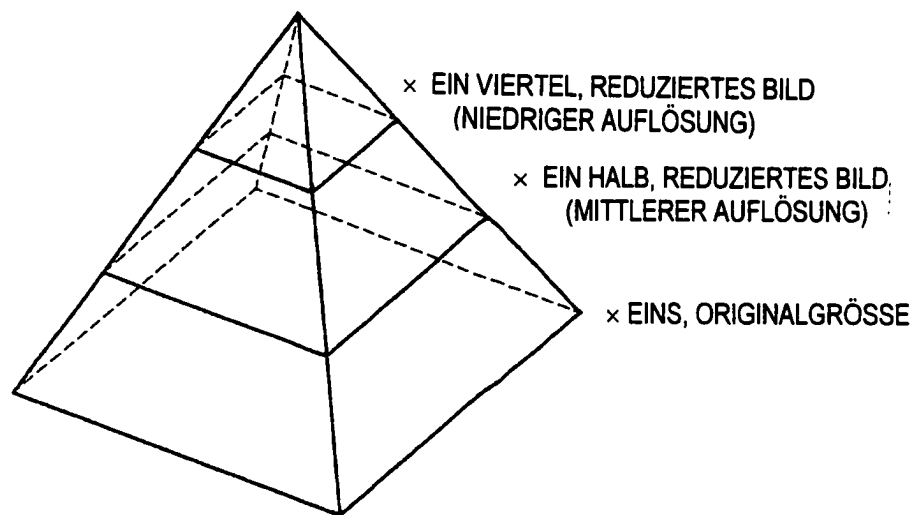


FIG. 88

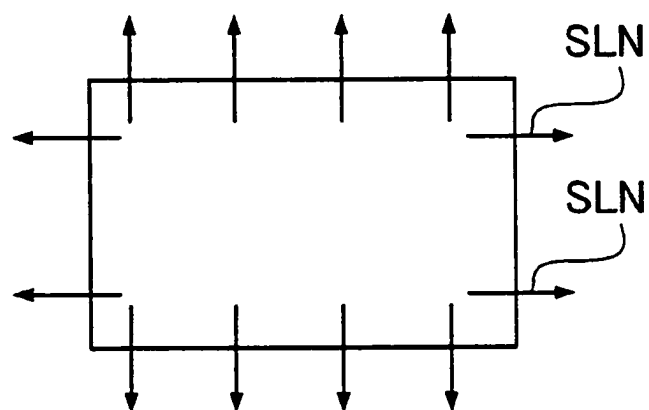


FIG. 89

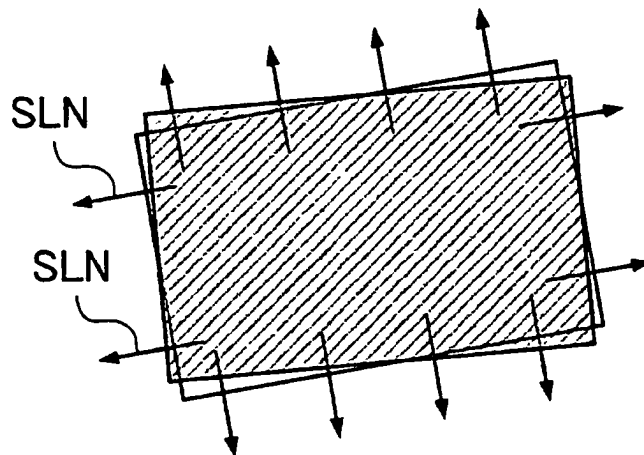


FIG. 90

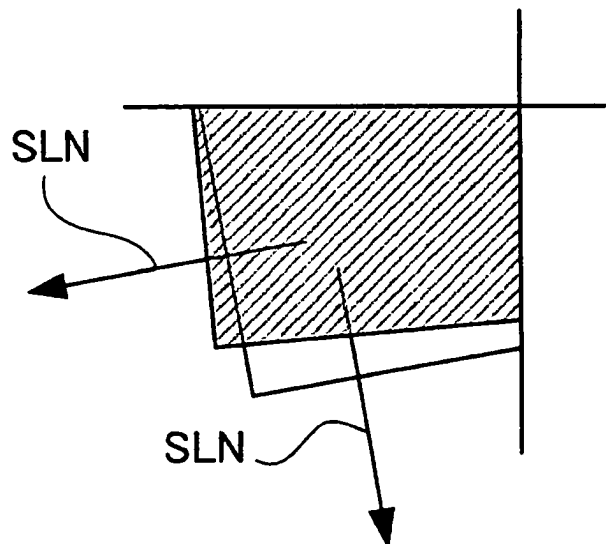


FIG. 91

