



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 27 207 T2 2006.11.16

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 312 040 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 27 207.9

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US00/35434

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 986 761.5

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2002/017221

(86) PCT-Anmeldetag: 28.12.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 28.02.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 21.05.2003

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 05.04.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 16.11.2006

(51) Int Cl.⁸: G06K 9/20 (2006.01)

A61B 5/117 (2006.01)

G07C 9/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

226092 P 18.08.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Cross Match Technologies, Inc., Palm Beach
Gardens, Fla., US

(72) Erfinder:

SMITH, C., David, Tequesta, FL 33469, US

(74) Vertreter:

Becker, Kurig, Straus, 80336 München

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUM AUTOMATISCHEN STEUERN EINES FINGERABDRUCKABTAS-
TERS

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Feld der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Fingerabdruck-Abtastung und -Abbildung. Insbesondere betrifft vorliegende Erfindung ein System und ein Verfahren zum Erfassen eines Fingerabdruck-Bildes.

Stand der Technik

[0002] Biometrie ist eine Gruppe von Technologien, die einen hohen Grad an Sicherheit liefern. Die Fingerabdruck-Erfassung und -Erkennung ist eine wichtige biometrische Technik. Die Durchsetzung von Gesetzen, das Bankwesen, die Stimmabgabe und andere Bereiche verlassen sich zunehmend auf Fingerabdrücke als ein biometrisches Maß, um die Identität zu erkennen oder zu verifizieren, vgl. Biometrics Explained, v. 2.0, G. Roethenbaugh, International Computer Society Assn. Carlisle, PA 1998, Seiten 1–34.

[0003] Fingerabdruck-Abtaster mit Kameras sind verfügbar, die ein Bild eines Fingerabdrucks erfassen. Ein für das erfasste Bild repräsentatives Signal wird über eine Datenkommunikations-Schnittstelle an einen Host-Computer zur weiteren Bearbeitung gesendet. Beispielsweise kann der Host eine eins-zu-eins oder eins-zu-vielen Fingerabdruck-Anpassung ausführen.

[0004] Um ein Fingerabdruck-Bild elektronisch zu erfassen, wird eine Lichtquelle typischerweise auf eine Fingerabdruck-Erfassungsfläche gerichtet, die Licht von der Lichtquelle auf eine Kamera reflektiert. Die Fingerabdruck-Erfassungsfläche ist im allgemeinen Glas. Ein Kontakt zwischen der Oberfläche eines Fingers und der Fingerabdruck-Erfassungsfläche verursacht, dass das reflektierte Licht repräsentativ ist für den Fingerabdruck des bestimmten Fingers, der auf die Fingerabdruck-Erfassungsfläche gestellt bzw. gedrückt ist. Diese Reflexion muss dann durch eine Kamera erfasst werden. Die Intensität des reflektierten Lichts verändert sich stark in einem solchen System. Beispielsweise können Variationen aufgrund der Herstellungstoleranzen und -Verfahren, die verwendet werden, um die Lichtquelle zu erzeugen, die Intensität des auf die Fingerabdruck-Erfassungsfläche gerichteten Lichtes beeinflussen. Eine solche Veränderung kann jedoch bestimmt werden zur Zeit der Herstellung und kann in das Design des Systems mit einbezogen werden. Andere Variationen können im Voraus nicht bestimmt werden, und so müssen sie im Feld kompensiert werden.

[0005] Beispielsweise spielt die Qualität des Kontaktes zwischen einem Finger und der Fingerab-

druck-Erfassungsfläche eine große Rolle bei der Intensität des reflektierten Lichts. Eine sehr trockene Hautfläche auf einer sauberen Fingerabdruck-Erfassungsfläche kann zu einem geringen Intensitätspegel des reflektierten Lichtes führen. Auf der anderen Seite kann eine ölige Hauptfläche und/oder eine weniger saubere Fingerabdruck-Erfassungsfläche zu einem hohen Grad an reflektiertem Licht führen.

[0006] Als Ergebnis der obigen Veränderungen wird ein Fingerabdruck-Abtastsystem und ein Verfahren benötigt, das ein akzeptables bzw. annehmbares Fingerabdruck-Bild liefert bzw. erfasst. Um einen effektiven und einfach zu verwendenden Fingerabdruck-Scanner herzustellen, ist es wünschenswert, dass ein solches System und Verfahren zum Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes mit wenig benötigtem Benutzer-Input implementiert wird.

[0007] Das Dokument WO 99126187 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 13.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren gemäß Anspruch 1 angegeben.

[0009] Aus einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung gemäß Anspruch 13 angegeben.

[0010] Ein Verfahren zum Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes ist in einer Ausführungsform offenbart. Dieses Verfahren weist einen Schritt des Erfassens eines ursprünglichen Fingerabdruck-Bildes bei einer nominellen Bild-Integrationszeit auf. Wenn dieses ursprüngliche Fingerabdruck-Bild aufgenommen bzw. erfasst ist, wird ein erstes Zwischen-Fingerabdruck-Bild bei einer ersten Zwischen-Bild-Integrationszeit aufgenommen. Als nächstes wird ein Bild-Dunkelheitstest durchgeführt, gefolgt von einem Bild-Schärfetest. Wenn einer oder mehr dieser Tests bzw. Untersuchungen anzeigen, dass das erste Zwischen-Fingerabdruck-Bild nicht akzeptabel ist, wird ein nachfolgendes Zwischen-Fingerabdruck-Bild bei einer nachfolgenden Zwischen-Bild-Integrationszeit aufgenommen. Dieses nachgeordnete Zwischen-Fingerabdruck-Bild kann aufgenommen werden bevor die Bildschärfe-Überprüfung durchgeführt wird. Zusätzliche Zwischen-Fingerabdruck-Bilder können aufgenommen werden bis ein Bild, das einen akzeptablen Dunkelheitspegel ebenso wie einen akzeptablen Schärfepegel hat, aufgenommen wurde. Diese zusätzlichen Zwischen-Fingerabdruck-Bilder können bei erhöhten Zwischen-Integrationszeiten aufgenommen werden.

[0011] Die Zwischen-Integrationszeiten können ab-

geleitet werden von der nominellen Bild-Integrationszeit durch Multiplizieren der nominellen Bild-Integrationszeit mit Vielfachem von 1/7 der nominellen Bild-Integrationszeit.

[0012] Ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann aufweisen das Berechnen von Durchschnitts-Dunkelheitswerten für eine Anzahl von Bild-Dunkelheits-Testlinien. Sobald diese Bild-Dunkelheitswerte berechnet sind, werden akzeptable Gesamt-Bild-Dunkelheit- und akzeptable Bild-Dunkelheit-Verteilungswerte geprüft. Die Gesamt-Bild-Dunkelheit kann geprüft werden durch Berechnen von Bild-Dunkelheitswerten für eine Anzahl von Bild-Dunkelheitslinien, die in Paaren von Bild-Dunkelheitslinien angeordnet sind, wobei die Paare von Bild-Dunkelheitslinien in einem erwarteten Bild-Erfassungsbereich liegen. Als nächstes wird verifiziert, dass eine vorbestimmte Anzahl der Bild-Dunkelheits-Testlinien zugeordnete berechnete Durchschnitts-Dunkelheitswerte haben, die einen Dunkelheits-Schwellenwert überschreiten. Die vorbestimmte Anzahl kann acht sein.

[0013] Unterdessen können akzeptable Bild-Dunkelheit-Verteilungswerte bewertet werden durch Bestimmen einer Kantenanzahl für jede der Bild-Definitions-Prüflinien, und sodann überprüfen, dass die Bilddefinition akzeptabel ist, basierend auf den Kantenzahlen. Diese Kantenzahlen können für jede einer vorbestimmten Anzahl bestimmt werden, beispielsweise fünf, und zwar der vertikalen Bild-Definitions-Prüflinien und für jede einer vorbestimmten Anzahl, beispielsweise sieben, von horizontalen Bildschärfe-Prüflinien.

[0014] Auch offenbart ist ein Fingerabdruck-Scanner zum Aufnehmen eines annehmbaren Fingerabdruck-Bilds, der eine Kamera aufweist, die ein Fingerabdruck-Bild bei einer nominellen Bild-Integrationszeit aufnimmt und ein erstes Zwischen-Fingerabdruck-Bild bei einer ersten Zwischen-Bildintegrationszeit aufnimmt, ebenso wie einen Prozessor, der einen Bild-Dunkelheitstest und einen Bild-Schärfe-test durchführ. Solch ein Fingerabdruck-Scanner kann ferner ein nachfolgendes Zwischen-Fingerabdruck-Bild bei einer nachfolgenden Zwischen-Integrationszeit aufnehmen, wenn der Prozessor einen Bild-Dunkelheitstest durchführt, der zu einem nicht-akzeptablen Dunkelheitswert führt. Die Kamera des Fingerabdruck-Scanners kann fortfahren, zusätzliche nachfolgende Zwischen-Integrationszeiten aufzunehmen bis der Prozessor einen Bild-Dunkelheitstest durchführt, der zu einem akzeptablen Dunkelheitswert führt. Diese Zwischen-Integrationszeiten können abgeleitet werden von der nominellen Integrationszeit in einer Weise, die gleich derjenigen ist, die in Verbindung mit dem hier offenbarten Verfahren verwendet wird.

[0015] Die Kamera des Fingerabdruck-Scanners setzt die Aufnahme nachfolgender Zwischen-Fingerabdruck-Bilder an nachfolgenden Zwischen-Integrationszeiten fort bis der Prozessor einen Bild-Dunkelheitstest und einen Bild-Schärfe-test durchführt, die beide zu akzeptablen Bild-Dunkelheits- bzw. Schärfe-Werten führen, und zwar für ein einzelnes Zwischen-Fingerabdruck-Bild bis eine maximale Zwischen-Integrationszeit erreicht ist.

[0016] Ein Fingerabdruck-Scanner gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die hier beschriebenen Bild-Dunkelheit- und Bild-Schärfe-tests durchführen.

[0017] Weitere Ausführungsformen, Merkmale und Vorteile der Erfindung ebenso wie der Aufbau und die Operation der verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die angehängten Zeichnungen beschrieben.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0018] [Fig. 1A](#), [Fig. 1B](#) und [Fig. 1C](#) sind Erläuterungen von drei Fingerabdruck-Bildern mit unterschiedlichen Lichtpegeln.

[0019] [Fig. 2A](#) ist eine Erläuterung eines Fingerabdruck-Scanners gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0020] [Fig. 2B](#) und [Fig. 2C](#) erläutern ein Beispiel des äußeren Erscheinens eines mobilen handgehaltenen Fingerabdruck-Scanners gemäß [Fig. 2A](#)

[0021] [Fig. 3](#) ist eine Erläuterung eines Verfahrens zum Aufnehmen eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0022] [Fig. 4A](#) erläutert eine Routine zum Testen von Bild-Dunkelheit **400** gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0023] [Fig. 4B](#) erläutert eine Anordnung von Bild-Prüflinien, die in einem Bild-Dunkelheitstest gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0024] [Fig. 5A](#) ist eine Erläuterung einer Routine bzw. eines Verfahrens zum Überprüfen einer Bildschärfe gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0025] [Fig. 5B](#) erläutert eine Anordnung von Bildschärfe-Testlinien, die in einem Bild-Schärfe-Test gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Terminologie

[0026] Der Ausdruck "Fingerabdruck-Scanner" wie er hier verwendet wird, wird so verwendet, dass er sich auf einen Fingerabdruck-Scanner bezieht, der einen Fingerabdruck abtastet und sodann die Bilddaten verarbeitet oder die Bilddaten an einen Host-Prozessor sendet. Solch ein Fingerabdruck-Scanner kann ein entfernter Fingerabdruck-Scanner sein, wobei "entfernt" ausdrücken soll, dass die Fingerabdruck-Abtastung an einem Ort stattfinden kann, die physikalisch getrennt ist von dem Host-Prozessor. Ein entfernter Fingerabdruck-Scanner und ein Host-Prozessor können physikalisch getrennt angenommen werden, auch wenn sie durch ein Daten-Interface, permanent oder in anderer Weise verbunden werden können.

[0027] Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "Fingerabdruck-Aufnahmepunkt" auf einen einzelnen Akt der Aufnahme eines Fingerabdruck-Bildes mit einem Fingerabdruck-Scanner. Dieser Ausdruck wird nicht so verstanden, das irgendwelche zeitliche Beschränkungen impliziert, sondern ist anstelle dessen beabsichtigt, sich auf den Zeitpunkt, zusammen mit den bestimmten Eigenschaften des Zeitpunkts, zu beziehen, die sich von Zeitpunkt zu Zeitpunkt verändern können. Solche Eigenschaften weisen auf den bestimmten Finger und seine physikalischen Eigenschaften ebenso wie andere Faktoren, wie die Sauberkeit der Bild-Erfassungsfläche, die eine Fingerabdruck-Erfassung beeinflussen können.

[0028] Der Ausdruck "Fingerabdruck-Bild", wie er hier verwendet wird, wird so verwendet, dass er sich auf jeden Typ von erfasstem Fingerabdruck-Bild bezieht, der ein Bild von allen oder einem Teil eines oder mehrerer Fingerabdrücke, einen gerollten Fingerabdruck, einen flachen stationären Fingerabdruck, einen Handflächen-Druck, und/oder Abdrücke von mehrfachen Fingern umfasst, aber darauf nicht beschränkt ist.

[0029] Wie hier verwendet, bezieht sich der Ausdruck "akzeptables Fingerabdruck-Bild" auf ein Fingerabdruck-Bild, das sowohl akzeptable Dunkelheits- als auch akzeptable Schärfewerte hat. Die bestimmten akzeptablen Dunkelheits- und Schärfewerte sind nicht kritisch und können durch einen Fachmann auf diesem Gebiet bestimmt werden, dem diese Offenbarung, wie sie hier diskutiert wird, gegeben wird.

Auto-Erfassungs-System und Verfahren

[0030] [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) sind Erläuterungen von drei Fingerabdruck-Bildern mit unterschiedlichen

Lichtpegeln. Das Fingerabdruck-Bild in [Fig. 1A](#) ist im Vergleich dunkler als die der [Fig. 1B](#) und [Fig. 1C](#) in einer Anzahl von Stellen. In dem Fingerabdruck-Bild von [Fig. 1A](#) sind benachbarte Kanten nicht unterscheidbar, da die Täler zwischen solchen Kanten in dem Bild nicht gesehen werden können. Solch eine Situation tritt auf aufgrund einer Übersensitivität einer Kamera für ein bestimmtes reflektiertes Bild, wie nun beschrieben wird hinsichtlich eines Fingerabdruck-Scanners gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0031] [Fig. 2A](#) ist eine Erläuterung eines Fingerabdruck-Scanners **200** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Fingerabdruck-Scanner **200** weist auf eine Lichtquelle **205**. Die Lichtquelle **205** kann ein oder mehrere Licht-imitierende Diode (LEDs) umfassen. Alternativ kann die Lichtquelle ein anderer Typ von Lichtquelle sein, der geeignet ist zur Verwendung in einem Fingerabdruck-Scanner, wie es sich für einen Fachmann auf diesem Gebiet darstellen würde, der diese Beschreibung hat. Die Lichtquelle **205** richtet Licht auf eine Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210**. Die Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210** ist aus einem transparenten oder semi-transparenten Material, auf welches ein Finger gelegt oder gestellt werden kann, um zu veranlassen, dass Licht von der Lichtquelle **205** zu einer Kamera **215** reflektiert wird. Die Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210** kann Glas sein, obwohl andere Materialien, die sich für einen Fachmann auf diesem Gebiet erschließen, verwendet werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0032] Wie oben beschrieben, ist das zu der Kamera **215** durch die Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210** reflektierte Licht repräsentativ für den Kontakt eines Fingers mit einer Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210**. Insbesondere führt ein Kontakt der Kanten auf einem Finger mit Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210** dazu, dass Licht in Bereiche reflektiert wird, die dem Kontakt entsprechen. Somit spielt die Qualität des Kontakts eine Rolle bei der Quantität des reflektierten Lichts. Die Kontaktqualität wird beeinträchtigt durch die Trockenheit der Haut des Objektes, die Sauberkeit der Fingerabdruck-Kontaktfläche **210**, der durch das Subjekt aufgebrachte Druck und dergleichen. Die Kamera **215** erfasst das reflektierte Licht innerhalb beispielsweise eines Feldes von fotoempfindlichen Pixeln. Das Bild wird dann in einem Speicher **220** gespeichert. Der Speicher **220** kann sowohl einen nichtflüchtigen als auch einen flüchtigen Speicher umfassen.

[0033] In einem Beispiel weist der Speicher **220** einen nichtflüchtigen Speicher auf, der den ausführbaren Code speichert, der notwendig ist zum Betrieb der Vorrichtung und einen flüchtigen Speicher zum Speichern von Daten, die das aufgenommene Bild darstellen. Irgend ein Typ von nichtflüchtigem Speicher kann verwendet werden, beispielsweise ein

elektrisch löscherbarer Nur-Lese-Speicher (EEPROM) oder ein optisch löscherbarer Nur-Lese-Speicher (Flash-EPROM), obwohl die Erfindung nicht auf diese spezifischen Typen von nichtflüchtigem Speicher beschränkt ist. Ein flüchtiger Speicher kann ein Zufalls-Zugriffs-Speicher (RAM) sein zum Speichern erfasster Fingerabdruck-Bilder. Beispielsweise kann das Bild gespeichert werden als ein Feld von Werten, die Grauskalen-Werte darstellen, die mit jedem Pixel verknüpft sind. Andere Typen von Speicher (Flash-Speicher, Floppy-Drives, Disks, Mini-Floppy-Drives, etc.) können in alternativen Ausführungsformen der folgenden Erfindung verwendet werden. Ein flüchtiger Speicher kann Mini-Floppy-Drives (wie sie z.B. von Sandisk Corp. oder Intel Corp. verfügbar sind) aufweisen. Auf diese Weise können mehrfache Abdrücke lokal gespeichert werden. Dies ist insbesondere wichtig bei der Grenzkontrolle, der kriminellen Szene und Unfall-Gutachtungsanwendungen.

[0034] Obwohl die Kamera **215** auf Licht reagiert, das von der Fingerabdruck-Erfassungsfläche **210** reflektiert ist, wird die Pixel-Lichtintensität in einen Dunkelheitswert umgewandelt, sodass das gespeicherte Bild wie diejenigen ist, die in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) erscheinen. Mit anderen Worten wird das gespeicherte Bild dargestellt durch dunkle Pixel, wo Licht dargestellt war, so dass ein Bild des aktuell empfangenen Lichtmusters als ein "Negativ" dessen erscheinen würde, das in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) gezeigt ist. Alternativ könnte das gespeicherte Bild mit aktuellen empfangenen Lichtpegeln korrespondieren, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die Kamera **215** kann ein 1 inch × 1 inch Feld von 500 × 500 Pixeln aufweisen. Andere Größen von Feldern können auch verwendet werden, beispielsweise 620 × 480 Pixel Felder, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die Kamera **215** kann ein CMOS Quadrat-Pixel-Feld sein. Beispielsweise kann eine CMOS-Kamera, hergestellt von Motorola Corp., verwendet werden. Die Kamera **215** hat eine Empfindlichkeit auf Licht, die durch eine Integrationszeit gesteuert wird. Die Integrationszeit ist die Länge der Zeit, in der die Pixel in der Kamera **215** Licht sammeln. Eine längere Integrationszeit bedeutet mehr gesammeltes Licht und somit ein helleres Bild (oder dunkleres Bild nach Wandlung). Bevor die verbleibenden Elemente in dem Fingerabdruck-Scanner **200** von [Fig. 2](#) diskutiert werden, wird die Beziehung zwischen der Integrationszeit und dem erfassten Bild in Verbindung mit dem Fingerabdruck-Bildern von [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) diskutiert.

[0035] Die in [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) erläuterten Fingerabdruck-Bilder erläutern, wie die Qualität eines aufgenommenen Fingerabdrucks durch die Integrationszeit der Kamera beeinflusst wird. Das Fingerabdruck-Bild von [Fig. 1A](#) ist dunkler als das von [Fig. 1B](#). Diese gesteigerte Dunkelheit kann gekennzeichnet sein als eine Überempfindlichkeit auf Licht

durch die Erfassungskamera, wobei man berücksichtigt, dass das Bild, das durch die Kamera empfangen wird, das Negativ des in der Figur gezeigten Bildes ist. Diese Übersensibilität kann durch Verkürzen der Integrationszeit korrigiert werden. Durch einfaches Verkürzen der Integrationszeit kann ein Bild, wie das von [Fig. 1B](#) für den selben Fingerabdruck-Erfassungsmoment erzeugt werden. Das Fingerabdruck-Bild von [Fig. 1B](#) ist überlegen in der Qualität von [Fig. 1A](#), da die kürzeren Integrationszeiten zu einer geringeren Sättigung von Pixeln in der Kamera führen, während noch ein hoher Grad von Fingerabdruck-Bildern erfasst wird. Unterdessen ist das Fingerabdruck-Bild von [Fig. 1C](#) heller, bzw. lichter als das von [Fig. 1B](#). Dies kann charakterisiert werden als eine Unter-Empfindlichkeit von Licht durch die Erfassungskamera. Diese Unterempfindlichkeit führt zu einem Verlust von mehreren Kanten über das erfasste Bild in [Fig. 1C](#). Wie bei [Fig. 1A](#) kann die Empfindlichkeit der Erfassungskamera eingestellt werden durch Verändern ihrer Integrationszeit. Durch Verlängern der Integrationszeit der Erfassungskamera kann mehr Licht gesammelt werden und ein Bild ähnlich [Fig. 1B](#) kann erfasst werden. Somit sind [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) repräsentativ für Fingerabdruck-Bilder, die aufgenommen werden während eines einzelnen Fingerabdruck-Erfassungsmoments zu unterschiedlichen Integrationszeiten.

[0036] Zwei Punkte sollten beachtet werden bei den Bildern der [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#). Der erste ist, dass die Differenzen zwischen den Bildern die Veränderungen in der Qualität erläutern sollen und in keiner Weise beabsichtigt sind, einen besonderen Qualitätslevel zu implizieren, der erforderlich ist bevor ein Bild als "akzeptabel" betrachtet ist. Mit anderen Worten, [Fig. 1B](#) soll ein Image mit verbesserter Qualität der Bilder [Fig. 1A](#) und [Fig. 1C](#) erläutern, aber wird nicht so verstanden, dass es die Qualität erläutern soll, die benötigt wird, um ein akzeptables Fingerabdruck-Bild zu liefern. Fingerabdruck-Bild-Akzeptanz wird bestimmt durch bestimmte Lichtpegel und Kantenanzahl-Details, wie man sie durch die unten beschriebenen Dunkelheits- und Kantenanzahl-Tests bestimmen kann. Somit können die Fingerabdruck-Bilder von [Fig. 1A](#) und [Fig. 1C](#) als akzeptable Fingerabdruck-Bilder betrachtet werden, wenn dieser Ausdruck hier verwendet wird. Der zweite Punkt ist, dass die Bilder von [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) einem bestimmten Fingerabdruck-Erfassungsmoment entsprechen. Die Integrationszeit entsprechend [Fig. 1B](#) könnte genau so einfach ein Bild wie das von [Fig. 1A](#) erzeugen, und zwar in einem nachfolgenden Fingerabdruck-Erfassungsmoment. Da viele der Variablen, die die Qualität des erfassenden Fingerabdruck-Bildes beeinflussen, zwischen Fingerabdruck-Erfassungsmomenten variieren, sollte eine optimale Integrationszeit bestimmt werden bei jedem Mal, wenn ein Fingerabdruck-Bild erfasst wird, wie es ausführlicher wo anders beschrieben wird.

[0037] Zurückkehrend auf den Fingerabdruck-Scanner **200** von [Fig. 2A](#) ist ein System-Controller (auch als Prozessor bezeichnet) **225** inbegriffen. Der System-Controller **225**, der den in Speicher **220** gespeicherten ausführbaren Code verwendet, ist geeignet, die notwendigen Funktionen durchzuführen, die mit dem Vorrichtungsbetrieb verknüpft sind, wie z.B. die Bildsensor-Steuerung in Reaktion auf eine benutzte Eingabe. Der System-Controller **225** führt die mit der Erfassung eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes verbundenen Tests durch, wie es nachstehend ausführlich erläutert ist.

[0038] Wie es sich für einen Fachmann auf diesem Gebiet ergibt, sind andere Typen von Speicher, Schaltungseinrichtung und/oder Verarbeitungsfähigkeit in dem Fingerabdruck-Scanner **200** mit inbegriffen, von denen Beispiele einen Rahmen-Greifer und einen Analog-Digital-Wandler umfassen.

[0039] Auch inbegriffen in dem Fingerabdruck-Scanner **200**, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist eine Leistungsversorgung **230**, eine Schnittstelle **240** mit universellem Serien-Bus (USB), Anzeigeeinrichtung **235** und Benutzer-Eingangssteuerung **236** (wobei die letzteren als Indikatoren und Knöpfe in [Fig. 2B](#) gezeigt sind).

[0040] Während ein USB-Interface verwendet wird in Verbindung mit den bevorzugten Ausführungsformen ist die Erfindung nicht auf ein solches Interface beschränkt. Ein Kommunikations-Interface kann verwendet werden. Beispielsweise kann ein IEEE 1394 Hochleistungs-Serienbus-Interface RF-Interface oder sogar ein proprietäres Interface verwendet werden, ohne von der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0041] [Fig. 2B](#) und [Fig. 2C](#) erläutern ein Beispiel des äußereren Erscheinens einer mobilen, handgehaltenen, entfernten Fingerabdruck-Scannervorrichtung gemäß [Fig. 2A](#). Der Fingerabdruck-Scanner **202** ist ergonomisch ausgelegt, um sich der Hand natürlich anzupassen. Die langgestreckte, zylindrische Form (ähnlich einem Blitzlicht) enthält keine scharfen Kanten. Die Vorrichtung ist klein genug, um von großen oder kleinen Händen ohne schwierige oder unnatürliche Bewegung gegriffen zu werden. Die Vorrichtung ist komfortabel zu verwenden, ohne Muskelanspannung auf den Benutzer oder dem Subjekt. In einem Ausführungsbeispiel hat der Fingerabdruck-Scanner **202** Maße von $1,5 \times 8,0 \times 1,5$ inch (Höhe \times Länge \times Breite), wiegt etwa 340 Gramm (12 oz.) und hat eine Bild-Erfassungsfläche **210** von einer Größe von $1'' \times 1''$.

[0042] Der Fingerabdruck-Scanner **202** hat Steuerungen und Statusindikatoren auf der Vorderfläche der Einheit für einen einzelnen (links oder rechts) Handbetrieb. Die nicht einschüchternde Erscheinung

des Fingerabdruck-Scanners **202** ist so ausgelegt, dass sie einem typischen Blitzlicht ähnelt, einer Vorrichtung, die im Allgemeinen für die Öffentlichkeit nicht bedrohlich ist. Der Fingerabdruck-Scanner **202** hat keine scharfen Kanten und ist aufgebaut aus einem leichtgewichtigen Aluminiumgehäuse, das beschichtet ist mit einem Polymer, um der Vorrichtung eine "gummiartige" Anmutung zu geben. Da der Fingerabdruck-Scanner **202** klein und leichtgewichtig ist, kann er getragen werden auf dem Nutzgurt eines Benutzers, der ein Fahrzeug verlässt. Die Vorrichtung ist für einen Handgebrauch ausgelegt, die es dem Benutzer ermöglicht, eine Hand frei für Schutzaktionen zu haben. Der Fingerabdruck-Scanner **202** ist ausgelegt für unruhige Umgebung, um Themen wie einen dramatischen Temperaturabfall oder nicht beabsichtigten Missbrauch zu behandeln.

[0043] Der Fingerabdruck-Scanner **202** enthält einen einfachen Druckknopf und einen Satz von 3 LEDs, die eine Benutzer-Aktivierung und Status-Indikation liefern. Der Benutzer muss nur einen Knopf drücken, um die Einheit zu aktivieren. Sobald er aktiviert ist, erwartet der Fingerabdruck-Scanner **202** einen Finger, der auf die Fingerabdruck-Erfassungsfläche geführt werden muss. Das digitale oder analoge Bild wird automatisch erfasst, wenn ein akzeptables Bild erfasst ist. Das Bild wird dann geprüft auf Qualität der Daten, bevor es dem Operator mit einer Anzeige (z.B. visuelle Anzeige und/oder hörbarer Ton) zur Akzeptierung bekannt gegeben wird. Eine Routine zum automatischen Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes kann durchgeführt werden gemäß der vorliegenden Erfindung, wie sie anderswo hier diskutiert ist. Die Einheit sendet einen Ton aus, um einen vervollständigten Prozess anzuzeigen. Der Offizier kann die Einheit in eine Docking-Station blind einführen, während er seine Augen zur Sicherheit auf dem Objekt hält. Sobald er in der Docking-Station Platz genommen hat, wird der Fingerabdruck automatisch übertragen auf einen mobilen Computer ohne die Vermittlung des Operators. Das erfasste Bild kann skaliert werden, um einer vom FBI gelieferten Software zu entsprechen (und zwar angepasst auf $512 \text{ Pixel} \times 512 \text{ Pixel}$), obwohl die Standard-Bildgröße $1'' \times 1''$, 500 dpi, 256 Pegel von Grau-Skala (ANSI-NIST) umfasst. Andere Details des Fingerabdruck-Scanners **202** können in der gleichzeitig anhängigen US-Patentanmeldung 09/430,296, mit dem Titel Hand-Held-Fingerprint Scanner With On-Board Image Normalization Data Storage, eingereicht am 29. Oktober 1999 (Anwalts Aktenzeichen Nr. 1823.0100000), entnommen werden.

[0044] Der Fingerabdruck-Scanner **202** wird in irgend einer Hand gehalten und verwendet, um einen Fingerabdruck einer Person aufzunehmen. Der Fingerabdruck wird aufgenommen bzw. erfasst von einem kooperativen Individuum (Zugang von vorne) oder einem nicht-kooperativen Individuum (Hand-

schellen-Subjekt – gewöhnlich mit Gesicht nach unten). Der Fingerabdruck-Scanner **202** kann mit einer Hand betrieben werden, was es dem Offizier ermöglicht, eine Hand für Schutzaktionen frei zu haben. Der Offizier benötigt keine Fingerabdruck-Kenntnis, um den Fingerabdruck zu erfassen.

[0045] Wie oben beschrieben, kann die Integrationszeit der Kamera **215** in dem Fingerabdruck-Scanner **202** eingestellt werden, um Lichtpegel-Änderungen zu kompensieren, die durch Variationen der Kontaktqualität zwischen einem Finger und der Fingerabdruck-Erfassungsfläche während eines bestimmten Fingerabdruck-Erfassungsmomentes eingeführt werden. Eine solche Kompensation kann automatisch geschehen, d.h. ohne Input von Operator, und zwar in der Fingerabdruck-Scanner **202** gemäß einem Verfahren, das als nächstes beschrieben wird.

[0046] [Fig. 3](#) ist Erläuterung einer Routine **300** zum Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einem Schritt **305** wird ein ursprüngliches Fingerabdruck-Bild aufgenommen mit einer nominellen Integrationszeit. In einem Schritt **305** wartet der Fingerabdruck-Scanner auf die Gegenwart eines Fingers. Somit bringt der Schritt **305** mit sich, dass der Fingerabdruck-Scanner kontinuierlich Bilder mit der nominellen Integrationszeit aufnimmt bis die Gegenwart eines Fingers erfasst ist. Die Gegenwart eines Fingers wird erfasst durch Durchführen eines Dunkelheitstestes, nachdem jedes Bild mit der nominellen Integrationszeit aufgenommen ist. Sobald das Ergebnis eines Dunkelheitstestes positiv ist, das bedeutet, dass ein Fingerabdruck-Bild mit ausreichender Dunkelheit erfasst wurde, ist ein ursprüngliches Fingerabdruck-Bild aufgenommen, wodurch der erste Schritt **305** beendet ist. Der Dunkelheits-Test, der verwendet wird, kann ein Dunkelheits-Test gemäß der vorliegenden Erfindung sein, die nachstehend ausführlicher in Verbindung mit [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) beschrieben ist. Die nominelle Integrationszeit kann eine Integrationszeit sein, die erwartet wird, um eine Erfassung eines akzeptablen Fingerabdruck-Bildes, basierend auf der Intensität der verwendeten Lichtquelle und der Empfindlichkeit der Kamera zu erfassen, wobei irgendwelche Veränderungen, aufgrund der Qualität des Kontaktes zwischen dem Finger und der Fingerabdruck-Erfassungsfläche abgezogen werden. Typischer Weise gibt es einen Bereich von Integrationszeiten, die mit einer gegebenen Kamera verbunden sind, beispielsweise von 20 bis 120 Millisekunden. Die nominelle Integrationszeit kann somit bestimmt werden auf der Basis von erwarteten Bedingungen, und zwar vorausgehend, wenn eine bestimmte Integrationszeit innerhalb eines typischen Bereichs für eine gegebene Kamera liegt. Beispielsweise kann eine typische nominelle Integrationszeit 50 ms sein, obwohl andere nominelle Integrationszeiten gewählt werden können, ohne vom Umfang der

vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann eine nominelle Integrationszeit aus einem Bereich von 40 ms bis 60 ms gewählt werden für eine Kamera mit einem Integrationszeitbereich von 20 bis 120 ms.

[0047] In einem nächsten Schritt **310** der in [Fig. 3](#) gezeigten Routine **300** wird ein Zwischen-Fingerabdruck-Bild erfasst bei einer ersten Integrationszeit. Die vorliegende Erfindung verwendet einen Satz von Integrationszeiten, um eine optimale Integrationszeit zu finden, sobald ein ursprüngliches Fingerabdruck-Bild bei einer nominellen Integrationszeit aufgenommen wurde. Der Satz von Integrationszeiten kann abgeleitet werden von der nominellen Integrationszeit. Beispielsweise kann die Gruppe von Integrationszeiten sechs Integrationszeiten aufweisen, die jeweils gleich der nominellen Integrationszeit sind, multipliziert mit einem geeigneten Skalierungsfaktor. In einer Ausführungsform können die Integrationszeiten gleich 6/7, 1/7, 8/7, 9/7, 10/7 sein sowie 11/7, multipliziert mit der nominellen Integrationszeit. Wenn somit die nominelle Integrationszeit bei 50 ms liegt, würden die Integrationszeiten, die in einer Routine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet würden: 43 ms, 50 ms, 57 ms, 64 ms, 71 ms und 79 ms sein. Wenn man somit dieses Beispiel fortsetzt und sobald das ursprüngliche Bild bei 50 ms aufgenommen wird, ist die Integrationszeit auf 43 ms verkürzt und ein Zwischen-Fingerabdruck-Bild wird aufgenommen. Wie nachstehend erläutert wird, können zusätzliche Zwischen-Fingerabdruck-Bilder aufgenommen werden bei höheren Integrationszeiten bis ein akzeptables Fingerabdruck-Bild aufgenommen ist. Es sollte somit klar sein, für einen auf diesem Gebiet bewanderten Fachmann, dass die besonderen Integrationszeiten, die hier verwendet werden, nicht kritisch sind, solange ein Bereich von Integrationszeiten um die nominelle Integrationszeit herum verwendet wird.

[0048] In einem Schritt **315** der Route **300** der [Fig. 3](#) wird ein Bild-Dunkelheitstest des Zwischenbildes durchgeführt, das in Schritt **310** aufgenommen ist. Solch ein Bild-Dunkelheitstest wird verwendet, um zu bestimmen, ob das Zwischenbild ausreichend dunkel ist. Ein Bild-Dunkelheitstest der vorliegenden Erfindung wie er nachstehend in Verbindung mit [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) diskutiert ist, kann verwendet werden. Andere Bild-Dunkelheitsteste können auch verwendet werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann einfaches Mitteln der Werte aller Pixel in der Kamera eine Anzeige für den Dunkelheitswert des erfassten Zwischenbildes abgeben.

[0049] Abhängig von dem Ergebnis des in Schritt **315** durchgeföhrten Bild-Dunkelheitstestes wird ein nächster Schritt **325** oder **330** durchgeföhr, wie in [Fig. 3](#) bei **320** gezeigt. Der bestimmte Wert der für ei-

nen akzeptablen Dunkelheitswert erforderlichen Dunkelheit ist nicht kritisch und könnte durch einen Fachmann auf diesem Gebiet unter Berücksichtigung dieser Offenbarung bestimmt werden. Der akzeptable Dunkelheitswert kann Umgebungs- und Benutzer-spezifisch sein und kann somit durch den Hersteller oder Benutzer passend eingestellt werden.

[0050] Wenn der Bild-Dunkelheitstest von Schritt **315** zu einem nicht-akzeptierbaren Dunkelheitspegel führt, wird ein nächster Schritt **325** von zunehmender Bild-Integrationszeit und Aufnahme eines weiteren Zwischenbildes bei erhöhter Integrationszeit durchgeführt. Die einzige Ausnahme zu diesem Schritt ist, wenn die Integrationszeit nicht erhöht werden kann auf eine höhere Integrationszeit, da die höchste Integration eine ist, bei der das Zwischen-Fingerabdruck-Bild aufgenommen wurde. In einem solchen Fall kehrt die Routine nach Schritt **305** zurück.

[0051] Wenn die Bild-Integrationszeit inkrementiert bzw. erhöht wurde und ein weiteres Zwischen-Bild aufgenommen wurde, kehrt die Routine zu Schritt **315** zurück, um den Dunkelheitstest wiederholt durchzuführen. Somit umfasst die Routine **300** eine Schleife mit Schritten **315, 320** und **325**, die sich wiederholen, bis ein Zwischen-Bild mit einem akzeptablen Dunkelheitswert aufgenommen wurde.

[0052] Sobald ein Zwischen-Fingerabdruck-Bild mit einem akzeptablen Dunkelheitswert aufgenommen wurde, wird ein Bildschärfe-Test bei Schritt **330** durchgeführt. Der Bildschärfe-Test, der durchgeführt wird, kann ein Bildschärfe-Test gemäß der vorliegenden Erfindung sein, wie er nachstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) erläutert wird. Solch ein Bildschärfe-Test zählt die Anzahl der Kanten in vordefinierten Bereichen durch Fokussieren auf Pixelmuster, die minimale Anzahl von aufeinanderfolgenden hellen und dunklen Pixeln aufweisen, die generell die Anwesenheit von Kanten und Tälern darstellen, wie sie für ein Fingerabdruck-Bild kennzeichnend sind. Alternativ kann irgend ein Bildschärfe-Test, der das erfasste Bild auf Detailwerte testet, verwendet werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Der besondere Grad der Bildschärfe, die erforderlich ist für einen akzeptablen Bildschärfe-Wert, ist nicht kritisch und könnte bestimmt werden durch einen Fachmann auf diesem Gebiet unter Beachtung dieser Offenbarung. Der akzeptable Bildschärfe-Wert kann für die Umgebung und die Verwendung spezifisch sein und kann somit eingestellt werden durch den Hersteller oder den Benutzer, wie es geeignet ist.

[0053] Sobald der Bildschärfe-Test durchgeführt wurde in Schritt **330**, wird einer von zwei unterschiedlichen Schritten durchgeführt, basierend auf dem Ausgang des Testes, wie in **335** gezeigt ist.

[0054] Wenn der Bildschärfe-Test **330** anzeigt, dass der Zwischen-Fingerabdruck von nicht akzeptabler Schärfe war, dann kehrt die Routine zu Schritt **325** zurück, wie sie oben beschrieben ist. Wenn die Integrationszeit nicht weiter inkrementiert bzw. erhöht werden kann, da das erfasste Bild ein Ergebnis der maximalen Integrationszeit war, kehrt die Routine **300** nach Schritt **305** zurück, um ein neues ursprüngliches Fingerabdruck-Bild zu erwarten, wie oben beschrieben zu Schritt **325**.

[0055] Wenn der Bildschärfe-Test **330** anzeigt, dass das Zwischen-Fingerabdruck-Bild von akzeptabler Schärfe war, dann ist das Zwischen-Fingerabdruck-Bild ein akzeptables Fingerabdruck-Bild hinsichtlich sowohl der Dunkelheit als auch der Schärfe. Somit wird in einem letzten Schritt **340** festgestellt, dass das Zwischen-Fingerabdruck-Bild, das beide Tests bestanden hat, ein akzeptables Fingerabdruck-Bild ist und die Routine wird beendet. Auf diese Weise hat die Routine **300** automatisch ein akzeptables Fingerabdruck-Bild erfasst. Schritt **340** kann einen Schritt der Bereitstellung eines Signals umfassen, dass ein akzeptables Fingerabdruck-Bild aufgenommen wurde. Dieses Signal kann hörbar, sichtbar oder beides sein.

[0056] Details eines Bild-Dunkelheits-Testes und eines Bild-Schärfe-Testes gemäß der vorliegenden Erfindung werden nun hinsichtlich [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#), [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) beschrieben.

[0057] [Fig. 4A](#) erläutert eine Routine zum Testen einer Bild-Dunkelheit **400** gemäß der vorliegenden Erfindung. In einem ersten Schritt **401** von Routine **400** werden Bild-Dunkelheit-Prüflinien ausgewählt aus einem erfassten Bild. Somit werden nur einige wenige Linien von Pixeln ausgewählt anstelle des Beobachtens von Pixeln von dem gesamten Bild zur Bestimmung der Dunkelheit. Der vorliegende Erfinder hat erkannt, dass durch Auswählen bestimmter Prüflinien der Bild-Dunkelheit-Test nicht nur geeignete Bild-Dunkelheit gewährleisten kann aus dem Testen nur einer Handvoll Linien, sondern auch eine saubere Fingerabdruck-Anordnung auf der Bild-Erfassungsfläche eines Fingerabdruck-Scanners gewährleisten kann. [Fig. 4B](#) zeigt die Details solcher Bild-Testlinien gemäß einem Beispiel.

[0058] [Fig. 4B](#) erläutert eine Anordnung der Bild-Dunkelheit-Prüflinien, die in einem Bild-Dunkelheitstest gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. In [Fig. 4B](#) ist die Bild-Erfassungsfläche **210** mit einem erwarteten Bild-Erfassungsgebiet **420** gezeigt. Das erwartete Bild Erfassungsgebiet **420** ist ein Bereich, in dem ein Fingerabdruck während eines Bild-Erfassungsmomentes voraussichtlich angeordnet ist. Die präzise Größe und Anordnung des Bild-Erfassungsgebietes **420** kann sich von dem in der Figur gezeigten unterscheiden, ohne vom Um-

fang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Um zu gewährleisten, dass die dunklen Gebiete, die während eines Dunkelheitstests vorliegen, in einem erwarteten Gebiet angeordnet sind, werden Bild-Prüflinen über das gesamte Bild-Erfassungsgebiet **420** gelegt. In der Anordnung von [Fig. 4B](#) gibt es spezifisch zehn Bild-Prüflinen **435**, **436** und dergleichen. Diese zehn Bild-Prüflinen sind angeordnet in fünf Paaren von Bild-Prüflinen **430** bis **434**. Diese fünf Paare von Bild-Prüflinen **430** bis **434** sind verteilt über die erwartete Bild-Erfassungsfläche **420**, wie in [Fig. 4B](#) gezeigt. In einer Ausführungsform der Erfindung ist jede Bild-Prüflinie **435**, **436** eine diagonale Anordnung von 32 Pixeln. Andere Anzahl von Pixeln und Anordnungen von Bild-Prüflinen könnten verwendet werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0059] In einem nächsten Schritt **402** der Routine **400**, gezeigt in [Fig. 4A](#), wird ein durchschnittlicher Dunkelheitswert für jede Bild-Dunkelheit-Testlinie berechnet. Solch ein Durchschnitt kann berechnet werden durch Addieren der Dunkelheitswerte für jeden Pixel in einer Bild-Dunkelheit-Prüflinie und dann Teilen dieser Summe durch die Anzahl der Pixel in der Bild-Dunkelheit-Testlinie.

[0060] In einem nächsten Schritt **403** wird die gesamte akzeptable Bild-Dunkelheit geprüft. Diese Prüfung kann geschehen beispielsweise durch Verifizieren, bzw. Überprüfen, dass eine vorbestimmte Anzahl von Bild-Dunkelheits-Prüflinien einen verknüpften durchschnittlichen Bild-Dunkelheitswert oberhalb eines Schwellwertes des Dunkelheitswertes haben. In einer Ausführungsform ist die vorbestimmte Anzahl (oder der Anteil) der Bild-Dunkelheit-Prüflinien acht (oder 80% der Bild-Dunkelheit-Prüflinien). Wenn acht Bild-Dunkelheit-Prüflinien einen gemittelten Bild-Dunkelheitswert oberhalb des Schwellwertes des Dunkelheitswertes haben, ist die gesamte Bild-Dunkelheit als akzeptabel zu betrachten. Andere Anzahlen (oder Anteile) von Bild-Dunkelheit-Linien können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, benutzt werden. In gleicher Weise ist der gewählte Schwellen-Dunkelheitswert nicht kritisch und könnte bestimmt werden durch einen Fachmann auf diesem Gebiet, dem man die Offenbarung in die Hand gibt. Der akzeptable Dunkelheitswert kann beruhen auf der spezifischen Umgebung, in der der Fingerabdruck-Scanner verwendet wird, ebenso wie Anforderungen, die mit dem Feld verbunden sind, in dem der Fingerabdruck-Scanner verwendet wird und diese können somit durch den Hersteller oder Benutzer nach Erfordernis eingestellt werden. Sobald eine gesamte Bild-Dunkelheit überprüft wurde als akzeptabel in Schritt **403**, wird ein nächster Schritt **404** des Verifizierens der Akzeptabilität von Bild-Dunkelheit-Verteilung durchgeführt. Es sollte beachtet werden, dass, wenn der vorausgehende Schritt **403** zu einer Bestimmung geführt hat, dass die

gesamte Bild-Dunkelheit nicht akzeptabel war für das getestete Bild, es nicht notwendig ist, dass Routine **400** fortführt, sondern anstelle dessen auch stocken könnte bei Schritt **403**. In Schritt **404** wird die Bild-Dunkelheit-Verteilung getestet. Trotz der Bestimmung in Schritt **403**, dass die gesamte Bild-Dunkelheit akzeptabel war, kann diese Dunkelheit konzentriert gewesen sein in einem bestimmten Bereich. Wenn beispielsweise die gesamte Bild-Dunkelheit-Testlinien in Paaren **430** bis **433**, wie in [Fig. 4B](#) gezeigt, akzeptable Dunkelheitswerte haben, wird das Bild eine akzeptable Gesamt-Bild-Dunkelheit haben, trotz eines Fehlens akzeptabler Dunkelheit in beiden Bild-Dunkelheit-Prüflinien in Paar **434**. Somit wird Schritt **404** verwendet, um zu überprüfen, dass die Dunkelheit des Bildes über das erwartete Bild-Erfassungsgebiet **420** verteilt ist. Der Schritt kann durchgeführt werden durch Überprüfen, dass wenigstens eine Bild-Dunkelheit-Prüflinie in jedem der fünf Paare **430** bis **434** der Bild-Dunkelheit-Testlinien einen akzeptablen Dunkelheitswert hat. Wie in Schritt **403** kann dies geschehen durch Vergleichen der durchschnittlichen Dunkelheitswerte jeder Dunkelheits-Testlinie mit einem vorbestimmten Schwellen-Dunkelheitswert. Dieser Schwellen-Dunkelheitswert kann derselbe Wert sein, der in Verbindung mit Schritt **403** verwendet wird. In gleicher Weise wie bei Schritt **403** ist der gewählte besondere Schwellenwert des Dunkelheitswertes nicht kritisch und könnte durch einen Fachmann auf diesem Gebiet unter Be trachtung der gegebenen Offenbarung bestimmt werden. Der akzeptable Dunkelheitswert kann basieren auf der spezifischen Umgebung, in der der Fingerabdruck-Scanner eingesetzt ist, ebenso wie auf Anforderungen, die mit dem Feld verknüpft sind, in dem der Fingerabdruck-Scanner verwendet wird und können somit durch den Hersteller oder den Benutzer geeignet eingestellt werden.

[0061] Da der Schritt **404** der Routine **400**, gezeigt in [Fig. 4A](#), überprüft, dass die Bild-Dunkelheit über das erwartete Bild-Erfassungsgebiet **420** verteilt ist, kann die Routine **400** von [Fig. 4A](#) verwendet werden, um akzeptable Dunkelheitswerte über einem Gebiet zu überprüfen. Dementsprechend kann eine Routine **400** verwendet werden als der Bild-Dunkelheitstest in der Routine **300**, gezeigt in [Fig. 3](#). Währenddessen kann der Bild-Schärfetest **330**, auch gezeigt in Routine **300**, mit einer Routine, in der in [Fig. 5](#) angezeigten, durchgeführt werden.

[0062] [Fig. 5A](#) ist eine Erläuterung einer Routine zum Testen von Bild-Schärfe **500**, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Während die Routine **400** von [Fig. 4A](#) ein Bild auf einen akzeptablen Dunkelheitswert getestet hat, testet die Routine **500** von [Fig. 5A](#) ein Bild auf einen akzeptablen Schärfewert. Solch ein Wert ist nützlich, da beispielsweise ein bestimmtes Bild einen akzeptablen Dunkelheitswert hat, während die notwendigen Kantende-

tails fehlen, die für ein akzeptables Fingerabdruck-Bild charakteristisch sind. Somit testet die Routine **500** ein Bild auf seinen Schärfewert. Da ein Fingerabdruck-Bild dunkle Kanten haben sollte, die durch leichte oder helle Täler getrennt sind, wie es für ein Fingerabdruck-Bild charakteristisch ist, testet die Routine **500** auf Bild-Schärfe durch Zählen von Kanten und Tälern längs der Bild-Schärfe-Testlinien. In einem ersten Schritt **501** der Routine **500** von [Fig. 5A](#) sind die Bild-Schärfe-Testlinien aus einem zu testenden erfassten Bild gewählt. Dies wird in Bezugnahme auf [Fig. 5B](#) erläutert.

[0063] [Fig. 5B](#) hat erläutert eine Anordnung von Bild-Schärfe-Testlinien, die in einem Bild-Schärfe-Test gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. In [Fig. 5B](#) wird die Bild-Erfassungsfläche **210** gezeigt mit einem erwarteten Bild-Erfassungsgebiet **520**. Wie bei der Anordnung, die in [Fig. 4B](#) gezeigt ist, ist das erwartete Bild-Erfassungsgebiet **520** ein Bereich, in dem ein Fingerabdruck während eines Bild-Erfassungsmomentes voraussichtlich angeordnet ist. Die präzise Größe und Anordnung des Bild-Erfassungsgebietes **520** kann sich von dem in der Fig. gezeigten unterscheiden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Innerhalb des Bild-Erfassungsgebietes **520** sind zwei Gruppen **530**, **540** von Bild-Schärfe-Testlinien **531**, **541** und dergleichen angeordnet. Jede Bild-Schärfe-Testlinie ist eine Linie von Pixeln in dem Bild-Erfassungsgebiet **520**. Die erste Gruppe von Bild-Schärfe-Testlinien **530** weist fünf vertikal angeordnete parallele Bild-Schärfe-Testlinien auf, z.B. **531**. Die zweite Gruppe von Bild-Schärfe-Testlinien **540** weist sieben horizontal angeordnete parallele Bild-Schärfe-Testlinien auf, z.B. **541**. Während spezifische Anzahlen von Bild-Schärfe-Testlinien gezeigt wurden, können andere Anzahlen von Bild-Schärfe-Testlinien verwendet werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. In gleicher Weise, während die Anordnung von Bild-Schärfe-Testlinien gewählt wurde, in der Anordnung von [Fig. 5B](#), um mehr horizontal angeordnete Linien einzuschließen als radikal angeordnete Linien, können unterschiedliche Anordnungen vorgenommen werden, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0064] In einem nächsten Schritt **502** der Routine **500**, gezeigt in [Fig. 5A](#), wird eine Kantenzahl für jede Bild-Schärfe-Testlinie bestimmt. Solch eine Kantenzahl kann bestimmt werden durch Suchen nach einem Muster von Pixel-Schwingungen, die für ein erwartetes Muster von Fingerabdruck-Kanten charakteristisch bzw. repräsentativ ist. In einem Fingerabdruck-Bild werden Kanten als benachbarte dunkle Gebiete gezeigt, getrennt voneinander durch dazwischen liegende helle Gebiete, die für Täler repräsentativ sind. Somit weist eine Linie von Pixeln eine Anzahl von Fingerabdruck-Kanten auf, die eine im Wesentlichen kontinuierliche Gruppe von vergleichswei-

se dunklen Pixeln umfasst, gefolgt durch eine im Wesentlichen kontinuierliche Gruppe von vergleichsweise hellen Pixeln. Ob ein Pixel vergleichsweise dunkel oder hell eingeschätzt wird, kann bestimmt werden durch Auswählen eines mittelwertigen Helligkeits-Pegels. Der mittelwertige Helligkeits-Pegel kann ein einzelnen Lichtpegel oder ein Bereich von Lichtpegeln sein. Ein vergleichsweise dunkler Pixel ist einer, der auf der dunklen Seite des mittbereichigen Lichtpegels ist, während ein relativ heller Pegel einer ist, der auf der helleren Seite dieses mittbereichigen hellen Pegels ist. Somit kann eine Kante bestimmt werden durch die Anwesenheit beispielsweise von drei oder mehr kontinuierlichen vergleichsweise dunklen Pixeln, die gebunden sind beispielsweise durch drei oder mehr vergleichsweise helle Pixel. Auf diese Weise kann der Anteil der Kanten innerhalb einer Bild-Schärfe-Testlinie bestimmt werden in Schritt **502** durch Zählen von Gruppen von vergleichsweise dunklen Pixeln, getrennt durch Gruppen von vergleichsweise hellen Pixeln. Die aktuelle Anzahl von vergleichsweise dunklen Pixeln, notwendig zur Definition einer Kante, könnte bestimmt werden durch einen Fachmann auf diesem Gebiet unter Beachtung dieser Offenbarung.

[0065] In einem Abschluss-Schritt **503** werden die Kantenzahlen der in Schritt **502** bestimmten Bild-Schärfe-Testlinien verwendet, um die Bild-Schärfe-Akzeptanz zu überprüfen. Dies kann geschehen beispielsweise durch Überprüfen, dass die Kantenzahl für jede Bild-Schärfe-Test größer ist als ein Grenzwert der Kantenzahl, der mit jeder Bild-Schärfe-Testlinie verknüpft ist. Die besonderen Schwellenwerte der Kantenzahl, die verwendet werden, sind nicht kritisch und könnten bestimmt werden durch einen Fachmann auf diesem Gebiet unter Beachtung dieser Offenbarung. Anstatt einen Schwellenwert der Kantenzahl für jede Bild-Schärfe-Testlinie zu haben, könnte ein einzelner Schwellenwert der Kantenzahl verwendet werden für alle Bild-Schärfe-Testlinien. Wie bei akzeptabler Bild-Dunkelheit kann der akzeptable Bild-Schärfe-Wert beruhen auf der spezifischen Umgebung, in der der Fingerabdruck-Scanner benutzt wird, ebenso wie den Erfordernissen, die mit dem Feld verbunden sind, in dem der Fingerabdruck-Scanner verwendet wird und kann somit durch den Hersteller oder Verwender oder Benutzer, je nach Eignung eingestellt werden.

Zusammenfassung

[0066] Obwohl verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung vorstehend beschrieben wurden, sollte beachtet werden, dass diese als Beispiel genannt wurden und nicht als Beschränkung. Es wird durch die Fachleute auf diesem Gebiet zu verstehen sein, dass verschiedene Veränderungen in Form und Details darin gemacht werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzu-

weichen, wie er in den angehängten Ansprüchen definiert ist. Somit sollte die Breite und der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht begrenzt sein durch irgendeine der oben beispielhaft beschriebenen Ausführungsformen sondern sollte nur definiert sein gemäß den folgenden Ansprüchen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruckbilds, umfassend die Schritte:

- (a) Erfassen (305) eines anfänglichen Fingerabdruckbilds mit einer nominellen Bildintegrationszeit;
- (b) Erfassen (310) eines ersten Zwischen-Fingerabdruckbilds mit einer ersten Zwischen-Bildintegrationszeit;
- (c) Durchführen (315) einer Bilddunkelheits-Überprüfung; und
- (d) Durchführen (330) einer Bildschärfe-Überprüfung, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses Durchführen einer Bildschärfe-Überprüfung umfasst:
 - (i) Ermitteln einer Kantenzahl (502) für jede einer Vielzahl von Bildschärfe-Prüflinien (530, 540); und
 - (j) Verifizieren (503), dass die Bildschärfe akzeptabel ist, auf der Grundlage der in dem Schritt (i) ermittelten Kantenzahlen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend einen Schritt (e) eines Erfassens (325) eines nachfolgenden Zwischen-Fingerabdruckbilds bei einer nachfolgenden Zwischen-Bildintegrationszeit vor dem Schritt (d), wenn der Schritt (c) ein unakzeptables Dunkelheitsniveau ergibt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, weiter umfassend ein Wiederholen des Schritts (e) mit zusätzlichen nachfolgenden Zwischen-Integrationszeiten, bis der Schritt (c) ein akzeptables Dunkelheitsniveau ergibt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Zwischen-Integrationszeiten innerhalb eines Bereichs von Zeiten liegen, der die nominale Bildintegrationszeit einschließt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Zwischen-Integrationszeiten Vielfache von 1/7 der nominalen Bildintegrationszeit umfassen.

6. Verfahren nach Anspruch 2, weiter umfassend ein Wiederholen der Schritte (b), (c), (d) und (e), bis der Schritt (d) zu einem akzeptablen Bildschärfeniveau führt.

7. Verfahren nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt (c) weiter die Schritte umfasst:

- (f) Berechnen (402) von durchschnittlichen Dunkelheitswerten für eine Vielzahl von Bilddunkelheits-Prüflinien (430–434);
- (g) Verifizieren (403), dass die gesamte Bilddunkel-

heit akzeptabel ist; und

(h) Verifizieren (404), dass die Bild-Dunkelheits-Verteilung akzeptabel ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Schritt (f) weiter ein Berechnen von durchschnittlichen Dunkelheitswerten für eine Vielzahl von Bilddunkelheitslinien (430–434) umfasst, die in Paaren von Bilddunkelheitslinien (435, 436) angeordnet sind, wobei die Paare von Bilddunkelheitslinien innerhalb eines erwarteten Bild-Erfassungsbereichs (420) liegen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Schritt (g) weiter umfasst zu verifizieren, dass eine vorbestimmte Anzahl der Vielzahl von Bilddunkelheits-Prüflinien (430–434) zugehörige berechnete durchschnittliche Dunkelheitswerte aufweisen, die einen Dunkelheits-Schwellwert überschreiten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Schritt (g) weiter umfasst zu verifizieren, dass acht der Vielzahl von Bilddunkelheitsprüflinien (430–434) zugehörige berechnete durchschnittliche Dunkelheitswerte aufweisen, die einen Dunkelheits-Schwellwert überschreiten, und wobei die Vielzahl von Bilddunkelheitsprüflinien (430–434) zehn Bilddunkelheitsprüflinien umfasst.

11. Verfahren nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Schritt (i) weiter umfasst: Bestimmen einer Kantenzahl für jede einer vorbestimmten Anzahl eines ersten Satzes von Bildschärfeprüflinien (530) und für jede einer vorbestimmten Anzahl eines zweiten Satzes von Bildschärfeprüflinien (540).

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der erste Satz von Bildschärfeprüflinien (530) fünf vertikale Bildschärfeprüflinien umfasst und der zweite Satz von Bildschärfeprüflinien (540) sieben horizontale Bildschärfeprüflinien umfasst, und wobei der Schritt (i) weiter ein Bestimmen einer Kantenzahl für jede der fünf vertikalen Bildschärfeprüflinien und für jede der sieben horizontalen Bildschärfeprüflinien umfasst.

13. Fingerabdruck-Scanner (200) zum Erfassen eines akzeptablen Fingerabdruckbilds, umfassend: eine Kamera (215), die eingerichtet ist, um ein anfängliches Fingerabdruckbild mit einer nominellen Bildintegrationszeit zu erfassen und ein erstes Zwischen-Fingerabdruckbild mit einer ersten Zwischen-Bildintegrationszeit zu erfassen; und einen Prozessor (225), der eingerichtet ist, um eine Bilddunkelheitsprüfung und eine Bildschärfeprüfung durchzuführen; dadurch gekennzeichnet, dass zum Durchführen der Bildschärfeüberprüfung der Prozessor (225) eingerichtet ist, um eine Kantenzahl für jede einer Vielzahl von Bildschärfeprüflinien (530, 540) zu ermitteln und zu verifizieren, dass die Bild-

schärfe akzeptabel ist, basierend auf der Kantenzahl für jede der Vielzahl von Bildschärfeprüflinien (**530**, **540**).

14. Fingerabdruck-Scanner (**200**) nach Anspruch 13, wobei die Kamera (**215**) eingerichtet ist, um weiter ein nachfolgendes Zwischen-Fingerabdruckbild bei einer nachfolgenden Zwischen-Bildintegrationszeit zu erfassen, wenn der Prozessor (**225**) eine Bilddunkelheitsprüfung durchführt, die ein unakzeptables Dunkelheitsniveau ergibt.

15. Fingerabdruck-Scanner (**200**) nach Anspruch 14, wobei die Kamera (**215**) eingerichtet ist, um zusätzliche nachfolgende Zwischenintegrationszeiten zu erfassen, bis der Prozessor (**225**) eine Bilddunkelheitsüberprüfung durchführt, die ein akzeptables Dunkelheitsniveau ergibt.

16. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 15, wobei die Zwischen-Integrationszeiten von der nominalen Bildintegrationszeit abgeleitet werden.

17. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 16, wobei die Zwischenintegrationszeiten von der nominalen Bildintegrationszeit abgeleitet werden, indem die nominelle Bildintegrationszeit mit Vielfachen von 1/7 der nominalen Bildintegrationszeit multipliziert wird.

18. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 14, wobei die Kamera (**215**) eingerichtet ist, um nachfolgende Zwischen-Fingerabdruckbilder mit nachfolgenden Zwischen-Integrationszeiten zu erfassen, bis der Prozessor (**225**) eine Bilddunkelheits-Überprüfung und eine Bildschärfe-Überprüfung durchführt, die beide ein akzeptables Bilddunkelheitsniveau bzw. Bildschärfenniveau für ein einzelnes Zwischen-Fingerabdruckbild ergeben.

19. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 13, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, um durchschnittliche Dunkelheitswerte für eine Vielzahl von Bilddunkelheitsprüflinien (**430–434**) zu berechnen, zu verifizieren, dass die gesamte Bilddunkelheit akzeptabel ist, und zu verifizieren, dass die Bilddunkelheitsverteilung akzeptabel ist.

20. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 19, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, um durchschnittliche Dunkelheitswerte für eine Vielzahl von Bilddunkelheitslinien (**430–434**) zu berechnen, die in Paaren (**435**, **436**) von Bilddunkelheitslinien angeordnet sind, wobei die Paare von Bilddunkelheitslinien innerhalb eines erwarteten Bilderfassungsbereichs liegen.

21. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 20, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, um zu verifizieren, dass eine vorbestimmte Anzahl der Viel-

zahl von Bilddunkelheits-Prüflinien (**430–434**) zugehörige berechnete durchschnittliche Dunkelheitswerte aufweisen, die einen Dunkelheitsschwellwert überschreiten.

22. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 21, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, um zu verifizieren, dass acht der Vielzahl von Bilddunkelheitsprüflinien (**430–434**) zugehörige berechnete durchschnittliche Dunkelheitswerte aufweisen, die einen Dunkelheitsschwellwert überschreiten, und wobei die Vielzahl von Bilddunkelheitsprüflinien (**430–434**) zehn Bilddunkelheitsprüflinien einschließt.

23. Fingerabdruck-Scanner nach irgendeinem der Ansprüche 13 bis 22, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, eine Kantenzahl für jede einer vorbestimmten Anzahl von vertikalen Bildschärfeprüflinien (**530**) und für jede einer vorbestimmten Anzahl von horizontalen Bildschärfeprüflinien (**540**) zu ermitteln.

24. Fingerabdruck-Scanner nach Anspruch 23, wobei der Prozessor (**225**) eingerichtet ist, um eine Kantenzahl für jede von fünf vertikalen Bildschärfeprüflinien (**530**) und für jede von sieben horizontalen Bildschärfeprüflinien (**540**) zu ermitteln.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen



FIG. 1C



FIG. 1B



FIG. 1A

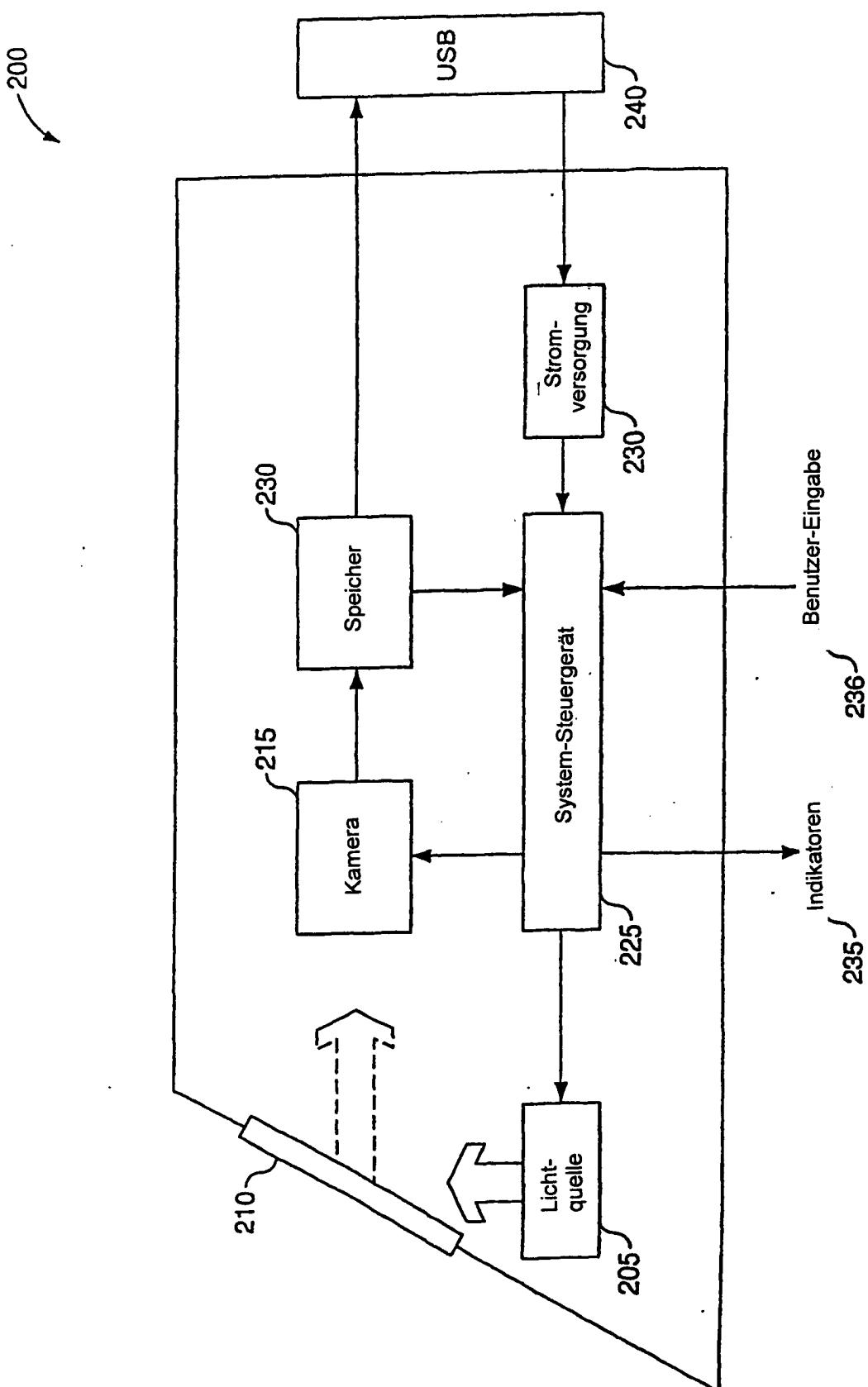
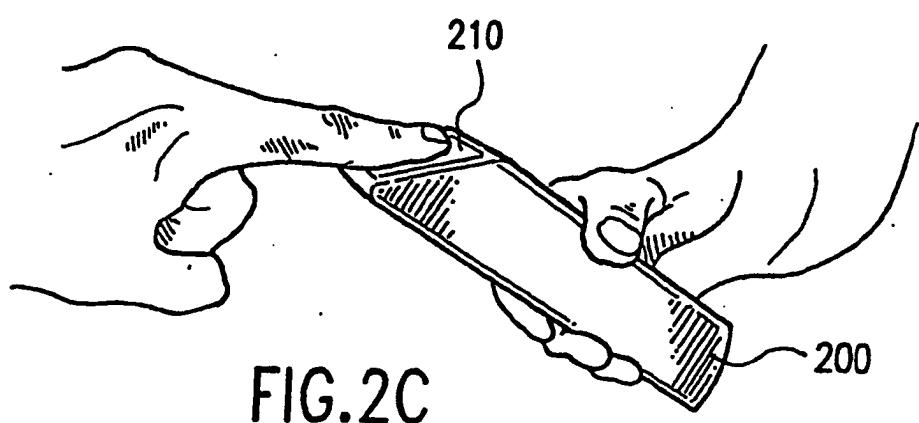
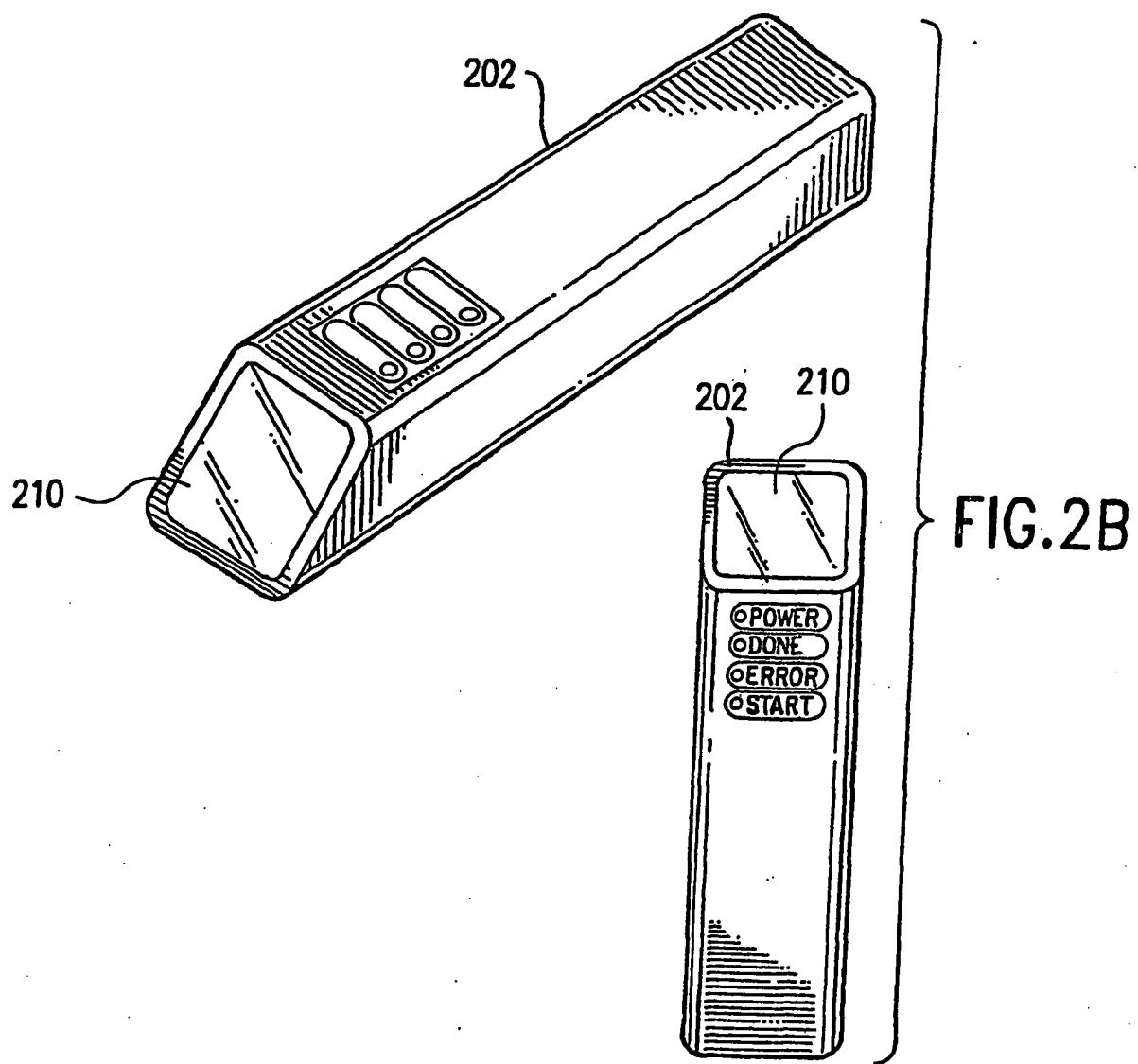


FIG. 2A



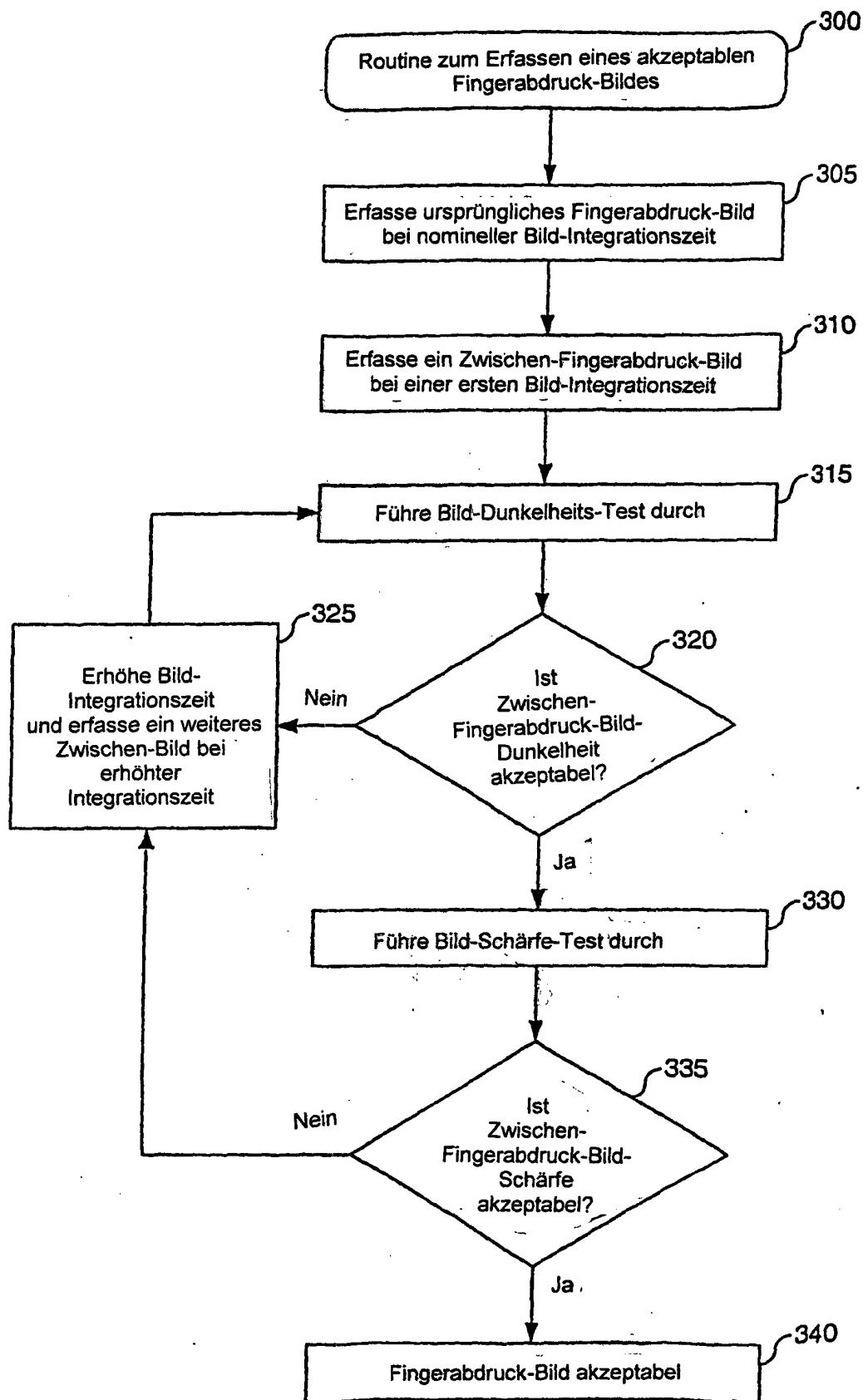


FIG.3

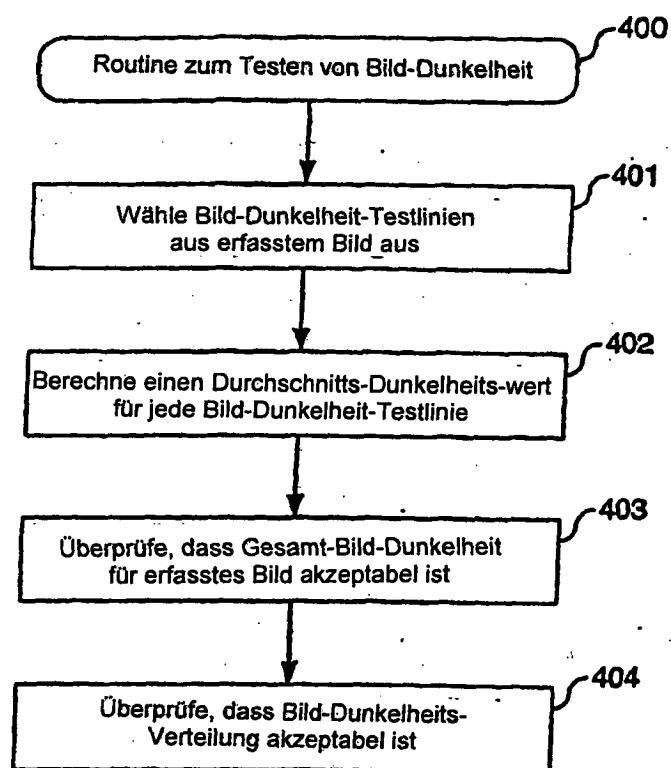


FIG. 4A

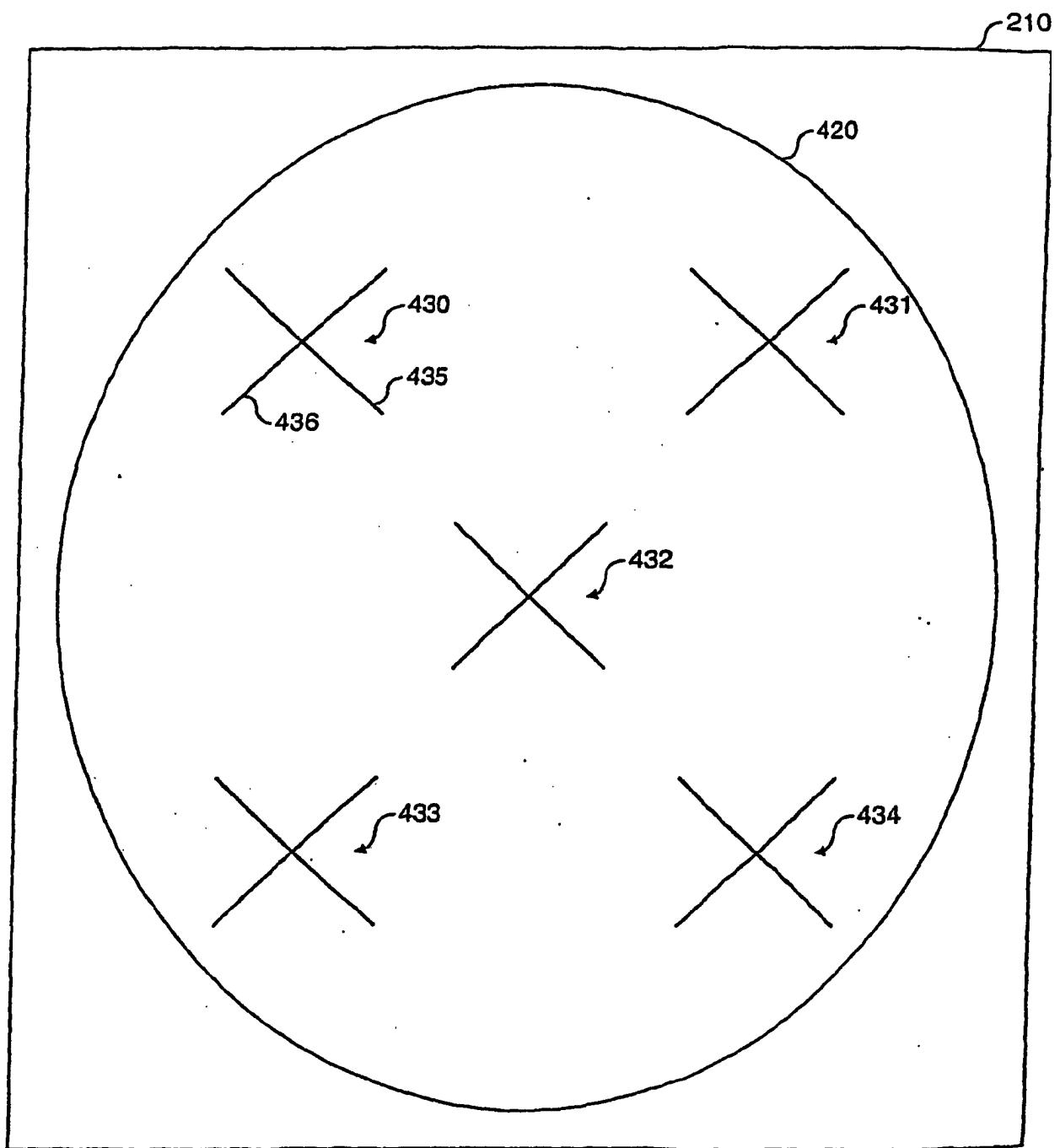


FIG. 4B

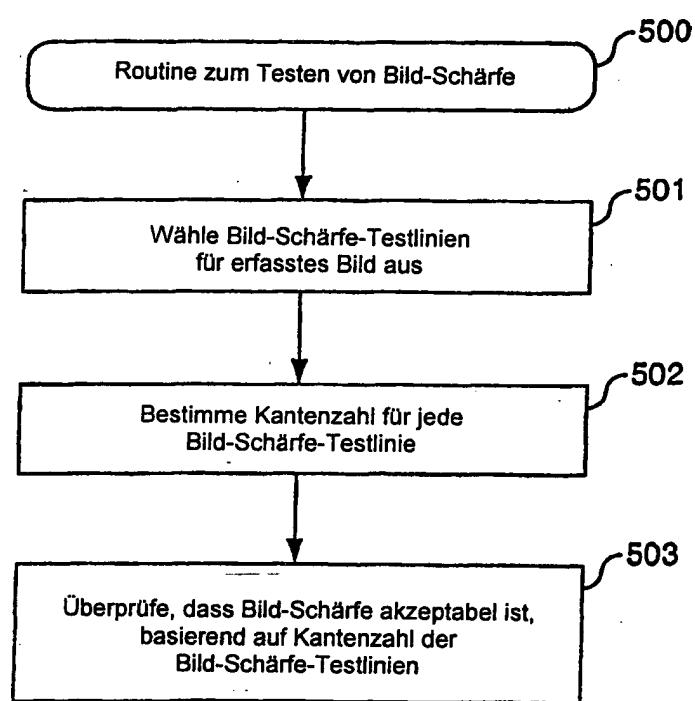


FIG.5A

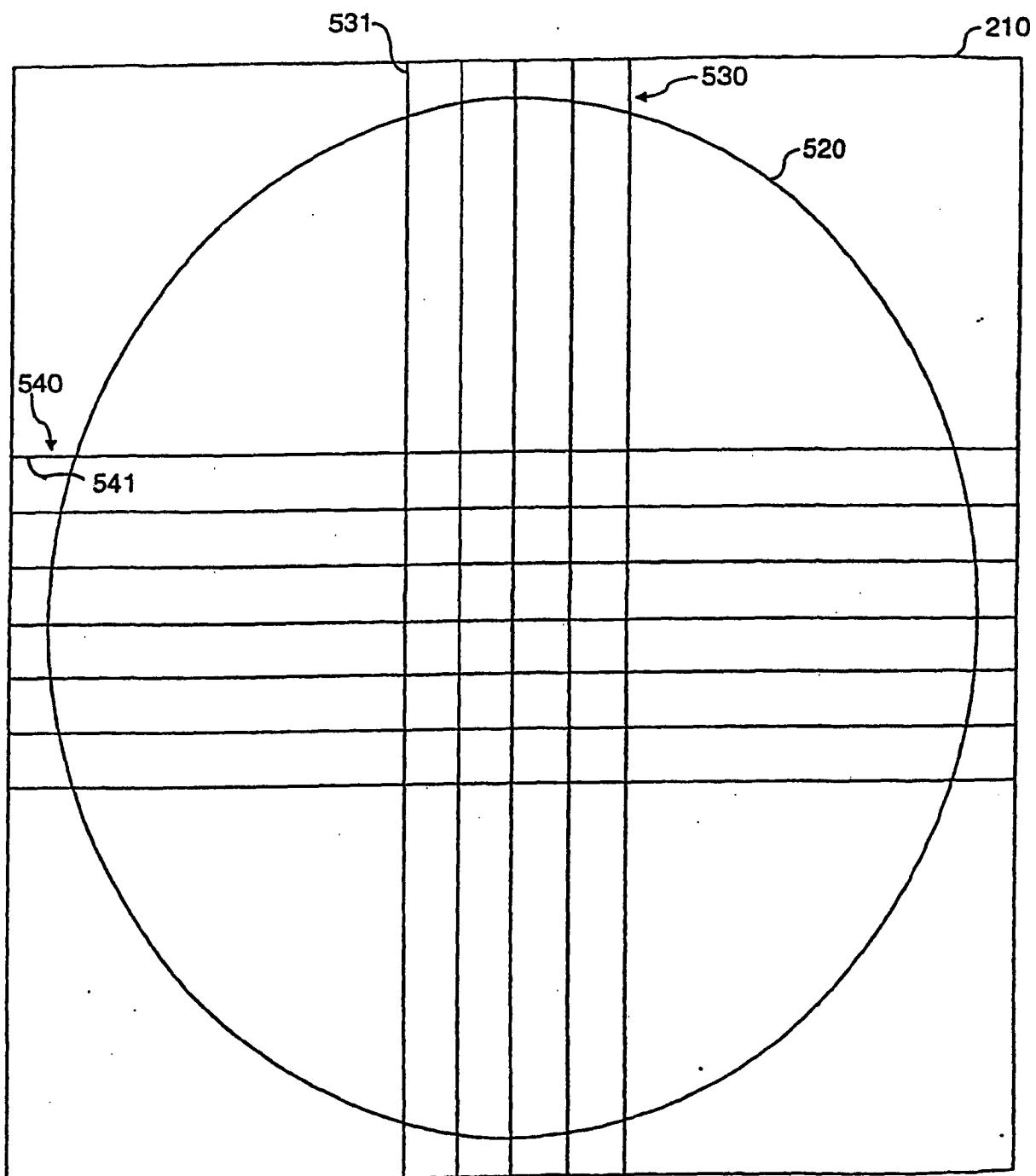


FIG. 5B