



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 21 509 T2** 2006.03.09

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 157 351 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 21 509.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/30228**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 964 289.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/36548**

(86) PCT-Anmeldetag: **17.12.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **22.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **27.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06K 9/00** (2006.01)

**G06K 9/74** (2006.01)

**G01B 11/24** (2006.01)

**G01J 1/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**215682 17.12.1998 US**

(73) Patentinhaber:

**Identix Inc., Sunnyvale, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Zenz, Helber, Hosbach & Partner GbR, 45128  
Essen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**CH, DE, FR, GB, IT, LI**

(72) Erfinder:

**SARTOR, F., Thomas, Los Altos, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM OPTISCHEN ERFASSEN VON MERKMALEN AUF EINER  
HANDFLÄCHE**

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 eingelegt, 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**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf Einrichtungen und Verfahren zur optischen Abbildung von Merkmalen der Oberfläche einer Hand, wie zum Beispiel Fingerabdrücke und Handabdrücke.

**[0002]** Fingerabdrücke und Handabdrücke werden üblicherweise genommen, indem Tinte auf die Oberfläche der Haut aufgetragen wird und anschließend die Tinte auf ein Papiermedium zur Registrierung übertragen wird. Das Auftragen der Tinte auf die Haut und die nachfolgende Übertragung auf Papier erfordert einen qualifizierten Experten, um Bilder hoher Qualität anzufertigen. Es wurden optische Systeme zum Abtasten von Abbildungen von Fingerabdrücken und Handabdrücken entwickelt, um Probleme zu vermeiden, die mit auf Tinte basierenden Verfahren verbunden sind. In üblichen optischen Systemen wird eine abzutastende Hand gegen eine transparente Walze gehalten und ein optischer Detektor tastet das vom Übergang zwischen der Hand und der Walze reflektierte Licht ab, um für Fingerabdruck- und Handabdruckbilder repräsentative Signale zu erzeugen. Diese Signale werden digitalisiert, im digitalen Computerspeicher gespeichert und für die Übertragung oder den Druck verarbeitet.

**[0003]** Beispiele von Anordnungen des Standes der Technik sind in US-Patent-Nr. 4,032,889 und US-Patent-Nr. 5,528,355 offenbart.

**Zusammenfassung der Erfindung**

**[0004]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Einrichtung zum optischen Abbilden von Merkmalen einer Hand bereitgestellt, mit:  
einer Lichtquelle zum Beleuchten eines Abbildungsbereichs;  
einer konvexen Kontaktfläche, die freiliegt, um in Kontakt mit einer Hand zu treten, und um Bereiche der Hand in festem Kontakt mit der Kontaktfläche durch den Abbildungsbereich zu führen; und  
einem Detektor, der zum Erfassen von Licht aus dem Abbildungsbereich angeordnet ist, und um daraus ein für Oberflächenmerkmale einer die Kontaktfläche im Abbildungsbereich kontaktierenden Hand repräsentatives Signal zu erzeugen, gekennzeichnet durch:  
eine Dämpfungseinrichtung, die mit der Kontaktfläche gekoppelt ist, um die Geschwindigkeit zu steuern, mit der die Kontaktfläche Bereiche der Hand durch den Abbildungsbereich führt.

**[0005]** Außerdem wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur optischen Abbildung von Merkmalen der Oberfläche einer Hand bereitgestellt, wobei:

die Hand in Kontakt mit einer konvexen Kontaktfläche angeordnet wird;  
die Hand in festem Kontakt mit der konvexen Kontaktfläche durch einen Abbildungsbereich geführt wird;  
der Abbildungsbereich mit Licht beleuchtet wird; und  
Licht von dem Abbildungsbereich erfasst wird, dadurch gekennzeichnet, dass:  
die Bewegung der Kontaktfläche zur Steuerung der Geschwindigkeit, mit der die Hand sich durch den Abbildungsbereich bewegt, gedämpft wird; und  
ein für Oberflächenmerkmale der durch den Abbildungsbereich geführten kontaktierenden Hand repräsentatives Signal aus dem erfassten Licht erzeugt wird.

**[0006]** Ausführungsbeispiele können eines oder mehrere der folgenden Merkmale umfassen.

**[0007]** Die Kontaktfläche kann von der Lichtquelle erzeugtes Licht reflektieren. Die Kontaktfläche kann im Abbildungsbereich von konvexer Form sein. Die Kontaktfläche kann im Abbildungsbereich einen konstanten Krümmungsradius aufweisen. Die Kontaktfläche kann der Oberfläche eines drehbaren Zylinders entsprechen. Die Kontaktfläche kann konfiguriert sein, um Bereiche einer sich durch den Abbildungsbereich bewegendenden kontaktierenden Hand zu glätten. Die Kontaktfläche kann verschiedene Bereiche einer Hand kontaktieren, während die Hand durch den Abbildungsbereich geführt wird.

**[0008]** Eine Dämpfungseinrichtung kann mit der Kontaktfläche gekoppelt sein, um die Geschwindigkeit, mit der die Kontaktfläche Bereiche der Hand durch den Abbildungsbereich führt, anzupassen. Ein Überwachungsgerät (z.B. ein Positionscodierer) kann bereitgestellt sein, um die Position der Kontaktfläche im Verhältnis zum Abbildungsbereich zu verfolgen. Die Kontaktfläche kann angepasst sein, um Bereiche der Hand in einer Abtastrichtung durch den Abbildungsbereich zu führen. Der Abbildungsbereich kann im Wesentlichen in einer Bildebene enthalten sein, die die Kontaktfläche entlang einer Bildlinie schneidet, die im Wesentlichen orthogonal zur Abtastrichtung ist.

**[0009]** Der Detektor bzw. die Erfassungseinrichtung kann so konfiguriert sein, dass sie hauptsächlich von der Kontaktfläche reflektiertes Licht unter einem Betrachtungswinkel relativ zu einer Normalen der Kontaktfläche im Abbildungsbereich aufnimmt, der größer als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und Luft ist. Die Erfassungseinrichtung kann so konfiguriert sein, dass sie hauptsächlich von der Kontaktfläche reflektiertes Licht in einem Betrachtungswinkel relativ zu einer Normalen der Kontaktfläche im Abbildungsbereich erfasst, der größer als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und Wasser ist. Der Be-

trachtungswinkel kann kleiner als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und der abgebildeten Hand sein.

**[0010]** Das die Kontaktfläche im Abbildungsbereich beleuchtende Licht kann im Wesentlichen senkrecht zur Kontaktfläche im Abbildungsbereich verlaufen. Die Lichtquelle und die Erfassungseinrichtung können stationär sein. Es kann eine Steuereinrichtung bereitgestellt sein, um zu bestimmen, wann eine Abbildungssitzung begonnen hat. Die Steuereinrichtung kann konfiguriert sein, um zu bestimmen, wann eine Abbildungssitzung beendet ist.

**[0011]** Bereiche der Hand können durch Drehen der konvexen Führungsfläche durch den Abbildungsbereich geführt werden. Ein beleuchteter Abbildungsbereich kann sich in eine Richtung ausdehnen, die im Wesentlichen orthogonal zu der Richtung ist, in die Bereiche der Hand geführt werden. Es kann ein zweidimensionales Bild von Oberflächenmerkmalen der durch den Abbildungsbereich geführten, kontaktierenden Hand erzeugt werden. Die beim Schreiben aufliegenden Handkanten [writer's palm] können gegen die konvexe Kontaktfläche angeordnet werden, um einen Abdruck der Handkanten zu erhalten.

**[0012]** Die Erfindung kann verwendet werden, um einen vollständigen Abdruck einer Hand zu erhalten, der die Handfläche und die Seiten der Hand umfasst. Die Erfindung kann mit einer Einrichtung ausgeführt werden, die eine kompakte Grundfläche aufweist. Da die Kontaktfläche die Hand durch den Abbildungsbereich führt, kann die Erfindung im Gegensatz zum optischen Abtasten einer feststehenden Hand auch einen Abdruck einer Hand beliebiger Länge nehmen. Das bedeutet, die Länge des Abdrucks ist nicht durch die Grundfläche der Abbildungseinrichtung begrenzt. Da die Kontaktfläche von konvexer Form ist, kann die Erfindung darüber hinaus Oberflächenmerkmale genau abbilden, die der Innenseite der Handfläche entsprechen. Die Erfindung kann auch die vier Finger einer Hand entweder getrennt oder als Teil eines Bildes der gesamten Hand abbilden.

**[0013]** Andere Merkmale und Vorteile werden von der nachfolgenden Beschreibung, die die Zeichnungen und die Ansprüche umfasst, ersichtlich werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0014]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Einrichtung zur optischen Abbildung von Merkmalen der Oberfläche einer Hand.

**[0015]** [Fig. 2A](#) zeigt eine schematische Vorderansicht bestimmter Komponenten der Abbildungseinrichtung von [Fig. 1](#).

**[0016]** [Fig. 2B](#) zeigt eine schematische Seitenan-

sicht einer Hand, die durch einen Abbildungsbereich auf einer Kontaktfläche der Abbildungseinrichtung von [Fig. 1](#) geführt wird.

**[0017]** [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Seitenansicht von Strahlengängen durch die optischen Komponenten der Abbildungseinrichtung von [Fig. 1](#).

**[0018]** [Fig. 4](#) zeigt eine Blockdarstellung eines Systems, um eine Abbildung von Oberflächenmerkmalen einer Hand aus einem oder mehreren durch die Einrichtung von [Fig. 1](#) erzeugten Signalen zu erhalten.

**[0019]** [Fig. 5](#) zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur optischen Abbildung von Oberflächenmerkmalen auf der Oberfläche einer Hand.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

**[0020]** Es wird auf [Fig. 1](#) Bezug genommen. Eine Einrichtung **10** zur optischen Abbildung von Merkmalen der Oberfläche einer Hand **12** umfasst eine in einem Gehäuse **16** gelagerte Kontaktfläche **14**. Die Kontaktfläche **14** ist hinter einer abnehmbaren Abdeckung **18** gelagert, die einen Schlitz **20** aufweist, der einen Abbildungsbereich **22** begrenzt. Die Abdeckung **18** bildet mit der Kontaktfläche **14** eine im Wesentlichen flüssigkeitsdichte Abdichtung, um das Eindringen von Feuchtigkeit, Verunreinigungen der Hand und Reinigungsflüssigkeit in das Gehäuse **16** zu verhindern. Die Kontaktfläche **14** ist für das Abstützen und das Durchführen der Hand **12** durch den Abbildungsbereich **22** konstruiert.

**[0021]** Im Betrieb wird die Hand **12** auf der Kontaktfläche **14** angeordnet. Eine Steuereinrichtung kann automatisch bestimmen, wann die Hand **12** auf der Kontaktfläche **14** angeordnet ist und wann folglich eine Abbildungssitzung zu beginnen ist. Alternativ kann ein ABTASTEN-Schalter **24** aktiviert werden, um eine Abbildungssitzung zu beginnen. Die Kontaktfläche **14** bewegt sich in Bezug auf den Abbildungsbereich **22** und führt dabei die die Kontaktfläche kontaktierenden Bereiche der Hand **12** durch den Abbildungsbereich. Nachdem die Hand **12** durch den Abbildungsbereich **22** geführt wurde, kann ein Bild der Oberflächenmerkmale der Hand **12** auf einem Videobildschirm angezeigt werden. Die Steuereinrichtung kann automatisch bestimmen, dass die Abbildungssitzung beendet ist oder ein SPEICHERN-Schalter **26** kann aktiviert werden, um die dem dargestellten Bild entsprechenden Daten zu speichern oder zu übertragen. Die Bilddaten können in nichtflüchtigem Speicher gespeichert oder zu einem zentralen Computersystem übertragen werden. Die Abbildungseinrichtung **10** kann verwendet werden, um die Fingerabdrücke, Handabdrücke oder Fußabdrücke einer Person zu erhalten und zu überprüfen. Die Abbildungseinrichtung **10** kann außerdem verwendet werden, um den Zugriff einer Person

auf Einrichtungen oder Computer zu kontrollieren.

**[0022]** Wie in [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) gezeigt, entspricht die Kontaktfläche **14** der Oberfläche eines drehbaren Zylinders **30**, der auf einer zentralen Welle **32** befestigt ist, die auf Lagern gelagert ist. Der Zylinder **30** ist für Licht durchlässig, das von einer Lichtquelle **34** erzeugt wird. In einem Ausführungsbeispiel wird der Zylinder **30** aus durchsichtigem Acryl mit einer zu optischer Klarheit polierten Oberfläche gebildet. Wie nachstehend erklärt, wird die Bildqualität verbessert, wenn die abzubildenden Handbereiche einen vollständigen und direkten Kontakt mit der Kontaktfläche herstellen. Die Kontaktfläche **14** ist deshalb so groß, dass die meisten Handgrößen mit der konvexen Form der Kontaktfläche übereinstimmen können. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat der Zylinder **30** einen Durchmesser von etwa drei Zoll und ist etwa sechs Zoll lang. Ein Heizband **33** (in [Fig. 1](#) durch gestrichelte Linien dargestellt) ist hinter dem Zylinder **30** angeordnet, um die Kondensation auf der Kontaktfläche **14** zu reduzieren und die Qualität des Kontaktes zwischen der Hand **12** und der Kontaktfläche **14** zu erhöhen.

**[0023]** Eine dünne Beschichtung aus einem durchsichtigen Polymer (z.B. Silikon, Polyurethan und Epoxydharz) kann verwendet werden, um die Qualität des Handkontakts mit der Kontaktfläche **14** zu erhöhen. Die Kontaktfläche **14** kann mit einem Polymer beschichtet sein, das einen Shore-A-Härteprüfwert von etwa 60–80 aufweist. Das Polymer kann durch Tropf- oder Sprühverfahren auf die Kontaktfläche **14** aufgebracht werden. Alternativ kann ein Folienpolymer an die Kontaktfläche **14** geklebt werden. Im Allgemeinen sollte das Polymer im Wesentlichen beständig gegen eine Korrosion durch Fingerfett und Reiniger sein.

**[0024]** Die Lichtquelle **34** ist an die zentrale Welle **32** angrenzend positioniert. Die Lichtquelle **34** beleuchtet den Abbildungsbereich **22** mit Licht. Die Lichtquelle **34** umfasst bevorzugt eine Lichtleiste, die aus Rotlicht emittierenden Dioden (LED) besteht und mit einem dünnen Foliendiffusor beschichtet ist. Das Licht vom Abbildungsbereich **22** wird von einem Erfassungssystem **36** erfasst, das ein Prisma **38**, die telezentrischen Abbildungslinsen **40**, **42** und eine optische Erfassungseinrichtung **44** (z.B. ein CCD-Array) umfasst. Das Erfassungssystem **36** ist entlang einer optischen Achse **46** angeordnet. Das Erfassungssystem **36** ist so ausgelegt, dass es das Licht empfängt, das entlang einer Bildlinie **47** im Abbildungsbereich **22** liegt.

**[0025]** Das Prisma **38** ist 25° außerhalb der durch die Welle **32** definierten, zentralen Achse befestigt, um für die Welle **32** und ihren zugehörigen Befestigungen den erforderlichen Platz zu haben. Das Prisma **38** weist eine erste Oberfläche **48** auf, die parallel

zur kreisförmigen Stirnfläche **50** des Zylinders **30** angeordnet ist und weist weiter eine zweite Oberfläche **52** auf, die rechtwinklig zur optischen Achse **46** angeordnet ist; der Schnittwinkel **53** zwischen der Oberfläche **50** und der Oberfläche **52** beträgt vorzugsweise 23.3°. Die Prismenoberfläche **48** ist dicht an der Zylinderoberfläche **50** angeordnet, um die Ablenkung der optischen Achse zu reduzieren. Die Prismenoberfläche **48** kann von der Zylinderfläche **50** in einem Abstand von etwa 2 mm oder weniger angeordnet sein. Das Prisma **38** ist vorzugsweise aus dem gleichen Material wie der Zylinder **30** (z.B. Acryl) gebildet.

**[0026]** Die Abbildungslinsen **40**, **42** weisen einen telezentrischen Aufbau auf, so dass der von der Bildlinie **47** empfangene Hauptlichtstrahl die Kontaktfläche **14** im gleichen Winkel ( $\alpha$ ) schneidet, wie in [Fig. 3](#) gezeigt. Die Linse **40** ist groß genug, den gesamten Abbildungsbereich **22** abzubilden. Die Vergrößerung durch die Linsen **40**, **42** ist so ausgewählt, daß der gesamte Abbildungsbereich **22** auf die Erfassungsoberfläche der Erfassungseinrichtung **44** fokussiert wird. Gemäß der Schiempflug-Bedingung ist die Erfassungsoberfläche der optischen Erfassungseinrichtung **44** in Bezug auf die optische Achse **46** geneigt, um die gesamte Bildlinie **47** auf der Erfassungsoberfläche richtig zu fokussieren.

**[0027]** Die optische Erfassungseinrichtung **44** umfasst ein lineares CCD-Array von 5000 Elementen (Pixeln), die im Abstand von etwa 7 Mikrometern ( $\mu\text{m}$ ) angeordnet sind. In den meisten Anwendungen zur Handabtastung wird der interessierende Abbildungsbereich eine Breite von etwa 5 Zoll aufweisen. Folglich kann eine Bildauflösung von etwa 600dpi (Punkte je Zoll) durch Abtasten von nur 3000 der 5000 Pixel der Erfassungseinrichtung **44** erreicht werden. Das lineare CCD-Array weist vorzugsweise eine Abtastrate von bis zu 10 Megapixeln je Sekunde auf.

**[0028]** Licht, das mit einem in Bezug auf eine Normale **48** der Kontaktfläche gemessenen Winkel ( $\theta_i$ ), der größer als der Grenzwinkel ( $\theta_{cr}$ ) ist, auf die Kontaktfläche einfällt, wird intern in Richtung des Erfassungssystems **36** reflektiert werden. Der Grenzwinkel ist als der kleinste Einfallswinkel definiert, für den das auf die Kontaktfläche treffende Licht im Zylinder **30** vollständig intern reflektiert wird. Der Wert des Grenzwinkels an einem Übergang zwischen zwei Materialien ist durch das snelliussche Brechungsgesetz gegeben, wie im US-Patent Nr. 5,416,573 dargelegt. Die Blende des Erfassungssystems **36** bestimmt, welche der intern reflektierten Lichtstrahlen die Erfassungseinrichtung **44** erreichen. Insbesondere bestimmt der Winkel ( $\theta_{view}$ ) zwischen der optischen Achse **46** und der Normalen **48** (hier als „Betrachtungswinkel“ bezeichnet), welche der reflektierten Lichtstrahlen die Erfassungseinrichtung **44** errei-

chen. Das Erfassungssystem **36** ist so ausgerichtet, dass der Winkel ( $\theta_{\text{view}}$ ) für den Übergang zwischen der Kontaktfläche **14** und der Luft größer als der Grenzwinkel ist. Wenn zum Beispiel der Zylinder **30** aus Acryl gebildet wird, würde der Winkel ( $\theta_{\text{view}}$ ) größer als etwa  $42^\circ$  gewählt werden. Das Erfassungssystem **36** ist so ausgerichtet, dass der Winkel ( $\theta_{\text{view}}$ ) größer als der Grenzwinkel für den Übergang zwischen der Kontaktfläche **14** und Wasser ist, jedoch kleiner als der Grenzwinkel für den Übergang zwischen der Kontaktfläche **14** und der Hand **12** (z.B. weniger als etwa  $75^\circ$  für einen Acryl/Hand-Übergang unter der Annahme eines effektiven Brechungsindex der Hand von etwa 1.44). Als ein Ergebnis der Auswahl eines Betrachtungswinkels, der größer als der Grenzwinkel für einen Kontaktfläche/Wasser-Übergang ist, ist die durch die Abbildungseinrichtung **10** erzeugte Bildqualität im Wesentlichen von der Feuchtigkeit und dem Schweiß auf der Hand **12** unbeeinflusst. Ein vergrößerter Betrachtungswinkel ermöglicht außerdem einen kleineren Durchmesser für den Zylinder **30**, als wenn das System einen Betrachtungswinkel von nur  $45^\circ$  aufwiese.

**[0029]** Wie vorstehend erwähnt, werden Oberflächenmerkmale der Hand **12** durch das Führen der Hand **12** über den Zylinder **30** durch den Abbildungsbereich **22** abgebildet. Die Oberflächenmerkmale der Hand **12** werden als Ergebnis der Tatsache abgebildet, dass die erfasste Lichtintensität für Positionen entlang der Linie **47** abnimmt, an der Oberflächenmerkmale in direktem Kontakt mit der Kontaktfläche **14** stehen. Das bedeutet, dass das Licht da behindert wird, wo die Hand die Kontaktfläche **14** direkt kontaktiert, so dass ein dunkles Bild der Kontaktflächen erfasst wird. Das Erfassungssystem **36** bildet folglich einen linearen Bereich über die Breite der Hand **12** ab. Die optische Erfassungseinrichtung **44** zeichnet den abgebildeten linearen Bereich mit einer Geschwindigkeit auf, die groß genug ist, um die gesamte Hand bei ihrer Bewegung durch den Abbildungsbereich **22** zu erfassen. Ein digitaler Positionscodierer **60** verfolgt die Position der Kontaktfläche **14** im Verhältnis zum Abbildungsbereich **22**, z.B. durch eine Erfassung der Drehbewegung einer auf der Welle **32** befestigten Code-Rades mit einem optischen Inkremental-Drehwertgeber (erhältlich von z.B. Hewlett-Packard Company von Palo Alto, Kalifornien). Die Signale vom Codierer **60** werden von einer Steuereinrichtung empfangen. Die Position des Kontaktes **14** wird für jedes erfasste Zeilenbild aufgezeichnet. Wie nachstehend erklärt, wird das endgültige Bild der Hand **12** aus den aufgezeichneten Zeilenbildern abgeleitet und aus regelmäßig beabstandeten Zeilenbildern der Hand **12** zusammengesetzt.

**[0030]** Ein Dämpfungsmotor **62** ist durch einen Riemen **64** mit der Welle **32** gekoppelt, um die Geschwindigkeit einzustellen, mit der die Kontaktfläche Bereiche der kontaktierenden Hand durch den Abbil-

dungsbereich **22** führt. Der Dämpfungsmotor **62** fügt der Welle **32** ein Schleppmoment hinzu, das proportional der Geschwindigkeit ist, mit der der Zylinder **30** gedreht wird. Dieses Merkmal wird durch ein Belasten des Dämpfungsmotor **62** mit einer ohmschen Last ausgeführt. Wenn die Drehgeschwindigkeit eine vorher festgelegte Grenze erreicht, wird die ohmsche Last des Motors **62** auf einer festen Spannung gehalten. Das führt zu einer signifikanten Erhöhung des an die Welle **32** angelegten Schleppmomentes. Die maximale Geschwindigkeit, mit der sich eine Hand frei durch den Abbildungsbereich **22** bewegen kann, kann etwa 5 Zoll je Sekunde betragen. Unter der Annahme, dass die Erfassungseinrichtung **44** Pixeldaten mit einer Geschwindigkeit von 10 Megapixeln je Sekunde ausgeben kann, können ungefähr 3000 Bildzeilen durch die Erfassungseinrichtung **44** je Sekunde abgetastet werden. Durch eine Begrenzung der Handbewegung durch den Abbildungsbereich **22** auf 5 Zoll je Sekunde oder weniger kann eine Bildauflösung von mindestens 500 dpi erreicht werden. Die Dämpfungseinrichtung **62** reduziert deshalb die Wahrscheinlichkeit, dass die Hand **12** zu schnell durch den Abbildungsbereich **22** bewegt werden wird. Die Steuereinrichtung überwacht die Geschwindigkeit, mit der sich der Zylinder **30** dreht und löst einen Alarm aus, wenn sich eine abzutastende Hand zu schnell durch den Abbildungsbereich bewegt hat. Zwischen den Abbildungssitzungen wird der Dämpfungsmotor **62** angetrieben, um den Zylinder **30** langsam zu drehen, so dass die Heizvorrichtung **33** den Zylinder **30** gleichmäßig auf eine Temperatur nahe der Körpertemperatur (z.B. etwa  $98^\circ\text{F}$ ; etwa  $35^\circ\text{C}$ ) aufheizt.

**[0031]** Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, wird eine Abbildungssitzung von einer Steuereinrichtung **70** choreografiert, die die Zeitsteuerungs- und die Steuersignale zur Lichtquelle **34**, zur Erfassungseinrichtung **44**, zu einem Videoprozessor **72** und zu einem Bildspeicher **74** überträgt. Die Erfassungseinrichtung **44** erzeugt analoge Signale, die für Zeilenbilder von den Oberflächenmerkmalen einer in Kontakt mit der Kontaktfläche **14** im Abbildungsbereich **22** stehenden Hand repräsentativ sind. Der Videoprozessor **72** umfasst eine korrelierte Doppelabtastschaltung (CDS), um die Reset-Impulse für jedes Pixel der Erfassungseinrichtung **44** zu entfernen. Der durch die Ersatz-Pixel der Erfassungseinrichtung **44** gemessene Intensitätspegel wird festgehalten, um eine Grundlinie für das Ausgangssignal bereitzustellen. Das Ausgangssignal der Erfassungseinrichtung wird dann mit dem Pegel und der Quellimpedanz gepuffert, der/die für die digitale Konvertierung durch einen Flash-Analog-Digital(A/D)-Wandler **73** (vorzugsweise wird ein 10-Bit-Wandler verwendet, um einen guten Signal-Rausch-Abstand zu erhalten) erforderlich ist. Der Bildspeicher **74** speichert die vom Videoprozessor **72** empfangenen digitalen Signale. Ein Bildprozessor **76** liest und verarbeitet die im Bildspeicher **74** gespei-



cherten Bildzeilen. Wie nachstehend erklärt, korrigiert der Bildprozessor **76** die Belichtungspegel im abgetasteten Bild und bildet zur Eliminierung von Verzerrungen das abgetastete Bild geometrisch neu ab. Das endgültige Bild weist einen gleichmäßigen Hintergrundpegel und einen regelmäßigen Abstand der Zeilen über das Bild hinweg auf. Der Bildprozessor erfasst außerdem, wann die Hand **12** den Zylinder **30** im Abbildungsbereich **22** kontaktiert und bestimmt, wann sich die Hand **12** vollständig aus dem Abbildungsbereich **22** heraus bewegt hat. Das endgültige Bild wird erstellt, wenn die Bildzeilensignale von der Erfassungseinrichtung **44** erzeugt werden. Auf diese Art und Weise muss nur das endgültige Bild im Speicher gespeichert werden. Das führt zu einer signifikanten Verminderung der Speicheranforderungen.

**[0032]** Der Bildprozessor **76** gleicht ungleichmäßige Belichtungspegel in den abgetasteten Zeilenbildern durch eine Aufzeichnung der Signale aus, die erzeugt werden, wenn sich die Hand **12** nicht in Kontakt mit der Kontaktfläche **14** befindet. Der Bildprozessor **76** verwendet diese Daten zur Neuskalierung jedes Pixelwertes in den abgetasteten Bildzeilen, um sie an eine gleichmäßige Hintergrundintensität anzugleichen. Zum Beispiel kann für jedes Pixel ( $i$ ) in der Abtastzeile ein endgültiger Pixelwert ( $V(i)_{\text{final}}$ ) durch das Skalieren der Intensität jedes Pixels ( $V(i)_{\text{pixel}}$ ) mit einem Faktor erhalten werden, der durch das Verhältnis aus einer gewünschten Hintergrundintensität ( $V_{\text{background}}$ ) und der Intensität, die gemessen wurde, als die Hand **12** nicht in Kontakt mit der Fläche **14** ( $V(i)_{\text{reference}}$ ) war, gegeben ist. Das bedeutet

$$V(i)_{\text{final}} = (V(i)_{\text{pixel}} \times V_{\text{background}}) / V(i)_{\text{reference}}$$

**[0033]** Bei sorgfältigem Aufbau unterliegen die Bildzeilen alle den gleichen ungleichmäßigen Bedingungen (z.B. Variation der Beleuchtung, Übertragung und Empfindlichkeit über den Abbildungsbereich **22** hinweg). In diesem Fall wird nur eine Zeile mit Referenzdaten benötigt.

**[0034]** Der Prozessor **76** verwendet die  $V(i)_{\text{reference}}$ -Daten außerdem als Schwellwerte zur Bestimmung, wann eine Hand den Zylinder **30** im Abbildungsbereich **22** kontaktiert hat. Der Prozessor **76** schließt durch diagnostische Tests falsche Ergebnisse aus, indem ein kurzzeitiger Kontakt und ein Kontakt über einen relativ schmalen Bereich des Abbildungsbereiches **22** ignoriert werden. In dem Ausführungsbeispiel, in dem der Dämpfungsmotor **62** den Zylinder **30** kontinuierlich dreht, um eine gleichmäßige Zylindertemperatur aufrechtzuerhalten, kann der Prozessor **76** außerdem durch die Abtastung, wann der Zylinder **30** aufgehört hat sich zu drehen, bestimmen, wann eine Hand den Abbildungsbereich **22** kontaktiert hat.

**[0035]** Es ist oft wünschenswert, ein endgültiges Bild bereitzustellen, das aus Bildzeilen zusammengesetzt ist, die in einem festen Abstand angeordnet sind. Durch die Zuordnung der durch den Positionscodierer **60** verfolgten Position zu jeder abgetasteten Zeile erzeugt der Bildprozessor **76** gleichmäßig beabstandete endgültige Zeilenbilder. Die endgültigen Ausgabezeilen sind von den benachbarten abgetasteten Bildzeilen interpoliert. Die abgetasteten Bildzeilen, die sich außerhalb eines vorgeschriebenen Abstandes von einer gewünschten endgültigen Zeilenposition befinden (z.B. etwa 0.01 Zoll für eine gewünschte Auflösung von 500 Zeilen je Zoll), werden verworfen. Da die abgetasteten Zeilen sehr dicht angeordnet sind, wenn sich die Hand langsam bewegt, werden die Zeilen, die dichter als etwa 0.001 Zoll angeordnet sind, verworfen. Je langsamer eine Hand durch den Abbildungsbereich **22** bewegt wird, je größer ist die Anzahl der verworfenen Bildzeilen. Vorzugsweise wird die Interpolation verzögerungsfrei ausgeführt (z.B. werden Ausgabezeilen erzeugt, wenn die gewünschte Bildzeilenposition durchlaufen wurde), wodurch der Bedarf zur Speicherung unnötiger Bildzeilen vermieden wird.

**[0036]** Der Bildprozessor **76** kalibriert jede Bildzeile, so dass jedes Pixel auf der Abtastzeile richtig positioniert ist. Dabei werden die mit dem geeigneten Erfassungssystem **36** verbundenen, nichtlinearen Verzerrungen ausgeglichen. Zu diesem Zweck misst der Prozessor **76** die Pixelpositionen in einem Gitter von gleichmäßig beabstandeten angeordneten Zeilen (z.B. 2 mm), das dem Abbildungsbereich **22** überlagert ist. Die Pixelpositionen, die den Koordinatenpositionen des Gitters entsprechen, werden zur gewünschten Abtastauflösung der Zeile (üblicherweise 500 dpi) interpoliert. Siehe zum Beispiel William K. Pratt, Digital Image Processing, zweite Auflage (1991). Da viele der abgetasteten Bildpixel zwischen die Gitterpositionen fallen, werden die Positionen der meisten abgetasteten Bildpixel durch eine Spline-Interpolation bestimmt.

**[0037]** Es wird auf [Fig. 5](#) Bezug genommen. Die Steuereinrichtung **70** choreographiert den optischen Abdruck einer Hand in einem Verfahren zur optischen Abbildung von Merkmalen der Oberfläche einer Hand wie folgt. Die Steuereinrichtung **70** bestimmt, ob der ABTASTEN-Schalter **24** ([Fig. 1](#)) aktiviert wurde (Schritt **100**). Nachdem der ABTASTEN-Schalter aktiviert wurde, überwacht die Steuereinrichtung **70** die Impulse vom Codierer **60**, um die Drehbewegungsposition des Zylinders **30** zu bestimmen, und analysiert die von der Erfassungseinrichtung **44** erfassten Zeilenbilder (Schritt **102**). Die Steuereinrichtung **70** bestimmt entweder durch das Vergleichen der abgetasteten Zeilenbilder mit einer gemessenen Hintergrundintensität oder durch das Erfassen, wann sich der Zylinder **30** nicht dreht, ob die Hand **12** den Abbildungsbereich **22** kontaktiert hat (Schritt **104**). Wenn

die Steuereinrichtung **70** keinen Kontakt zwischen der Hand **12** und dem Abbildungsbereich **22** erfasst, setzt die Steuereinrichtung **70** fort, die Codiererimpulse zu überwachen und die abgetasteten Zeilenbilder zu analysieren (Schritt **102**). Wenn die Steuereinrichtung **70** einen Handkontakt erfasst, beginnt die Steuereinrichtung **70** die abgetasteten Zeilenbilder im Bildspeicher **74** zu speichern (Schritt **106**). Für jede endgültige Zeilenposition bestimmt die Steuereinrichtung **70**, ob die momentan abgetastete Zeilenposition die endgültige Zeilenposition überschritten hat (Schritt **108**). Wenn die endgültige Zeilenposition überschritten wurde, erzeugt der Bildprozessor **76** ein neu abgebildetes endgültiges Zeilenbild, das im Speicher gespeichert wird (Schritt **110**). Andernfalls setzt der Bildspeicher **74** fort, die abgetasteten Zeilenbilder zu speichern (Schritt **106**). Die Steuereinrichtung **70** bestimmt entweder durch das Vergleichen der abgetasteten Zeilenbilder mit einer gemessenen Hintergrundintensität oder durch das Erfassen, wann der Zylinder **30** angefangen hat sich mit der durch den Dämpfungsmotor **62** gesetzten Geschwindigkeit zu drehen, ob die Abbildungssitzung beendet ist (Schritt **112**). Wenn die Abbildungssitzung nicht beendet ist, setzt der Bildspeicher **74** fort, abgetastete Zeilenbilder zu speichern (Schritt **106**). Andernfalls wird das endgültige vollständige Bild angezeigt (Schritt **114**). Wenn der SPEICHERN-Schalter **26** aktiviert wurde (Schritt **116**), wird das endgültige Bild gespeichert oder übertragen (Schritt **118**).

**[0038]** Wenn der SPEICHERN-Schalter **26** nicht aktiviert wurde (Schritt **116**) und der ABTASTEN-Schalter **24** aktiviert wird (Schritt **120**), wird die Abbildungssitzung wiederholt (Schritt **106**).

**[0039]** Die Abbildungseinrichtung **10** kann das Bild einer ganzen Hand oder nur von Teilen der Hand erfassen. Um ein Bild von Oberflächenmerkmalen der gesamten Hand zu digitalisieren, kann ein Anwender einfach die Handfläche gegen die Kontaktfläche **14** drücken und langsam die gesamte Hand über den Zylinder **30** durch den Abbildungsbereich **22** rollen. Wenn nur das Handflächenbild gewünscht wird, sollte der untere Teil der Hand erfasst werden. Die erfasste Kontaktbreite der Zeilen kann verwendet werden, um die untere Kante der Handfläche zu reflektieren, da dieser Bereich üblicherweise breiter als der Bereich des Handgelenks ist. Für herkömmliche Fingerabdruckkarten wird das Vier-Fingerschlagsbild benötigt, um herkömmliche Tintenbasierte gerollte Bilder zu bestätigen. Die Abbildungseinrichtung **10** kann für diese Anwendung verwendet werden, indem sichergestellt wird, dass die Finger in Kontakt bleiben, wenn die Hände über die Trommel bewegt werden. Die Bilder der Finger können von ihren konvexen Umrissen und den sie trennenden Lücken erfasst werden. Sobald die Positionen der Spitzen und die allgemeinen Richtungen der Finger bestimmt sind, kann der Bildprozessor **76** die Bilder drehen, um sie

an die entsprechenden Fingerpositionen herkömmlicher Fingerabdruckkarten anzupassen. Die Abbildungseinrichtung **10** kann auch verwendet werden, um Bilder der Kanten einer Hand zu erfassen, die auch als „writer's palm“ (beim Schreiben aufliegende Handkanten) bezeichnet werden.

**[0040]** Andere Ausführungsbeispiele liegen im Schutzbereich der Ansprüche.

**[0041]** Zum Beispiel kann der Zylinder **30** aus einem mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllten Rohr oder einem Gusswerkstoff gebildet sein, der einen ausreichenden optischen Brechungsindex (z.B. etwa 1.48) aufweist. Der Zylinder **30** kann statt auf einer Welle **32** auf Laufrollen gelagert sein. Ohne die Welle **32** muss die optische Achse nicht gedreht werden, um der zentralen Achse des Zylinders **30** auszuweichen, wie im vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel. Der Positionscodierer **60** kann so konstruiert sein, dass er, anstatt sich mit der Welle zu drehen, die Bewegung der Oberfläche des Zylinders **30** aufzeichnet. Der Dämpfungsmotor **62** kann durch eine mechanische Dämpfungseinrichtung ersetzt werden. In einem alternativen Ausführungsbeispiel wird ein hörbarer Alarm ausgelöst, wenn der Zylinder **30** zu schnell bewegt wird.

**[0042]** In einem Ausführungsbeispiel löst der Positionscodierer **60** die Erfassung einer neuen Bildzeile als Antwort auf eine festgesetzte inkrementelle Bewegung des Zylinders **30** aus. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle **24** konfiguriert, um das Bild **22** mit Lichtimpulsen zu beleuchten oder es wird eine Blende verwendet, um gleichmäßige Bildimpulse an der Erfassungseinrichtung **44** zu erzeugen. Dies vermindert Variationen in der Ladungsintegrationszeit für jedes Zeilenbild. In dieser Ausführung werden die Zeilenbilder durch den Bildprozessor **76** nicht neu abgebildet.

**[0043]** In den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurden Bilder von Oberflächenmerkmalen einer Hand als ein Ergebnis der Verhinderung der inneren Totalreflexion an den Positionen erhalten, an denen die Erhöhungen und andere Oberflächenmerkmale die Kontaktfläche kontaktieren. Das auf die Kontaktbereiche einfallende Licht wird durch den Walzen/Finger-Übergang gebrochen und teilweise absorbiert und teilweise beim Kontakt mit der Hand zerstreut. Nur ein kleiner Bruchteil des einfallenden Lichtes wird mit einem Reflexionswinkel, der im Wesentlichen gleich dem Einfallswinkel ist, auf die Erfassungseinrichtung zurückreflektiert. Deshalb tragen die Erhöhungen und die anderen kontaktierenden Handmerkmale eine dunkle Komponente zum endgültigen Handbild bei. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein Bild von entgegengesetzter Polarität erzeugt – d.h. indem die Erhöhungen und die anderen kontaktierenden Handmerkmale zu

den hellen Merkmalen des endgültigen Handbildes beitragen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Lichtquelle konfiguriert, den Abbildungsbereich in einem Einfallswinkel von etwa  $0^\circ$  zu beleuchten. Da dieser Einfallswinkel kleiner als der Grenzwinkel des Walzen/Luft-Übergangs ist, wird ein beträchtlicher Teil des einfallenden Lichtes durch den Walzen/Luft-Übergang gebrochen und diffus von der Hand weg reflektiert. In diesem Ausführungsbeispiel wird das reflektierte Licht in einem Winkel betrachtet, der größer als der Grenzwinkel für den Walzen/Luft-Übergang ist, so dass sehr wenig des reflektierten Lichts erfasst wird. Statt dessen entspricht das erfasste Licht hauptsächlich dem von der Hand zerstreuten Licht. In den von diesem Ausführungsbeispiel erzeugten Bildern sind die Erhöhungen und die anderen kontaktierenden Handmerkmale im Verhältnis heller als die Vertiefungen und die andere nicht kontaktierende Bereiche der Hand.

### Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung (**10**) zum optischen Abbilden von Merkmalen einer Hand (**12**), mit:  
einer Lichtquelle (**34**) zum Beleuchten eines Abbildungsbereichs (**22**);  
einer konvexen Kontaktfläche (**14**), die freiliegt, um in Kontakt mit einer Hand (**12**) zu treten, und um Bereiche der Hand in festem Kontakt mit der Kontaktfläche durch den Abbildungsbereich zu führen, indem sie sich in bezug auf den Abbildungsbereich bewegt; und  
einem Detektor (**44**), der zum Erfassen von Licht aus dem Abbildungsbereich angeordnet ist, und um daraus ein für Oberflächenmerkmale einer die Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich kontaktierenden Hand (**12**) repräsentatives Signal zu erzeugen, gekennzeichnet durch:  
eine Dämpfungseinrichtung (**62, 64**), die mit der Kontaktfläche gekoppelt ist, um die Geschwindigkeit zu steuern, mit der die Kontaktfläche Bereiche der Hand durch den Abbildungsbereich führt.
2. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche von der Lichtquelle erzeugtes Licht reflektiert.
3. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich eine konvexe Form aufweist.
4. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich einen konstanten Krümmungsradius aufweist.
5. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche der Oberfläche eines drehbaren Zylinders (**30**) entspricht.
6. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche zum Glätten von Bereichen einer sich

durch den Abbildungsbereich bewegendenden kontaktierenden Hand ausgebildet ist.

7. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche verschiedene Bereiche einer Hand kontaktiert, während die Hand durch den Abbildungsbereich geführt wird.
8. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einem Monitor (**60**) zum Verfolgen der Stellung der Kontaktfläche in bezug auf den Abbildungsbereich.
9. Die Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Monitor einen Stellungsdecoder enthält.
10. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kontaktfläche zum Führen von Bereichen der Hand durch den Abbildungsbereich in einer Abtastrichtung geeignet ist und wobei der Abbildungsbereich im wesentlichen in einer Bildebene enthalten ist, welche die Kontaktfläche entlang einer Bildlinie schneidet, die im wesentlichen orthogonal zu der Abtastrichtung ist.
11. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Detektor ausgebildet ist, um primär von der Kontaktfläche reflektiertes Licht unter einem Betrachtungswinkel ( $\theta_{\text{view}}$ ) in bezug auf eine Normale der Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich aufzunehmen, der größer als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und Luft ist.
12. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Detektor ausgebildet ist, um primär von der Kontaktfläche reflektiertes Licht unter einem Betrachtungswinkel ( $\theta_{\text{view}}$ ) in bezug auf eine Normale der Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich aufzunehmen, der größer als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und Wasser ist.
13. Die Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei der Betrachtungswinkel kleiner als der Grenzwinkel für einen Übergang zwischen der Kontaktfläche und der abgebildeten Hand ist.
14. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das die Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich beleuchtende Licht im wesentlichen senkrecht zu der Kontaktfläche in dem Abbildungsbereich läuft.
15. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle und der Detektor stationär ausgebildet sind.
16. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer Steuereinrichtung (**70**) zum Bestimmen, wann eine Abbildungssitzung begonnen hat.
17. Die Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Steuereinrichtung konfiguriert ist, um zu bestimmen, wann eine Abbildungssitzung beendet ist.



18. Ein Verfahren zum optischen Abbilden von Merkmalen der Oberfläche einer Hand (**12**), wobei:  
die Hand in Kontakt mit einer konvexen Kontaktfläche (**14**) angeordnet wird;  
die Hand in festem Kontakt mit der konvexen Kontaktfläche durch einen Abbildungsbereich (**22**) geführt wird, indem die Kontaktfläche in bezug auf den Abbildungsbereich bewegt wird;  
der Abbildungsbereich mit Licht beleuchtet wird; und  
Licht von dem Abbildungsbereich erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß:  
die Bewegung der Kontaktfläche zur Steuerung der Geschwindigkeit, mit der die Hand sich durch den Abbildungsbereich bewegt, gedämpft wird; und  
ein für Oberflächenmerkmale der durch den Abbildungsbereich geführten kontaktierenden Hand repräsentatives Signal aus dem erfaßten Licht erzeugt wird.

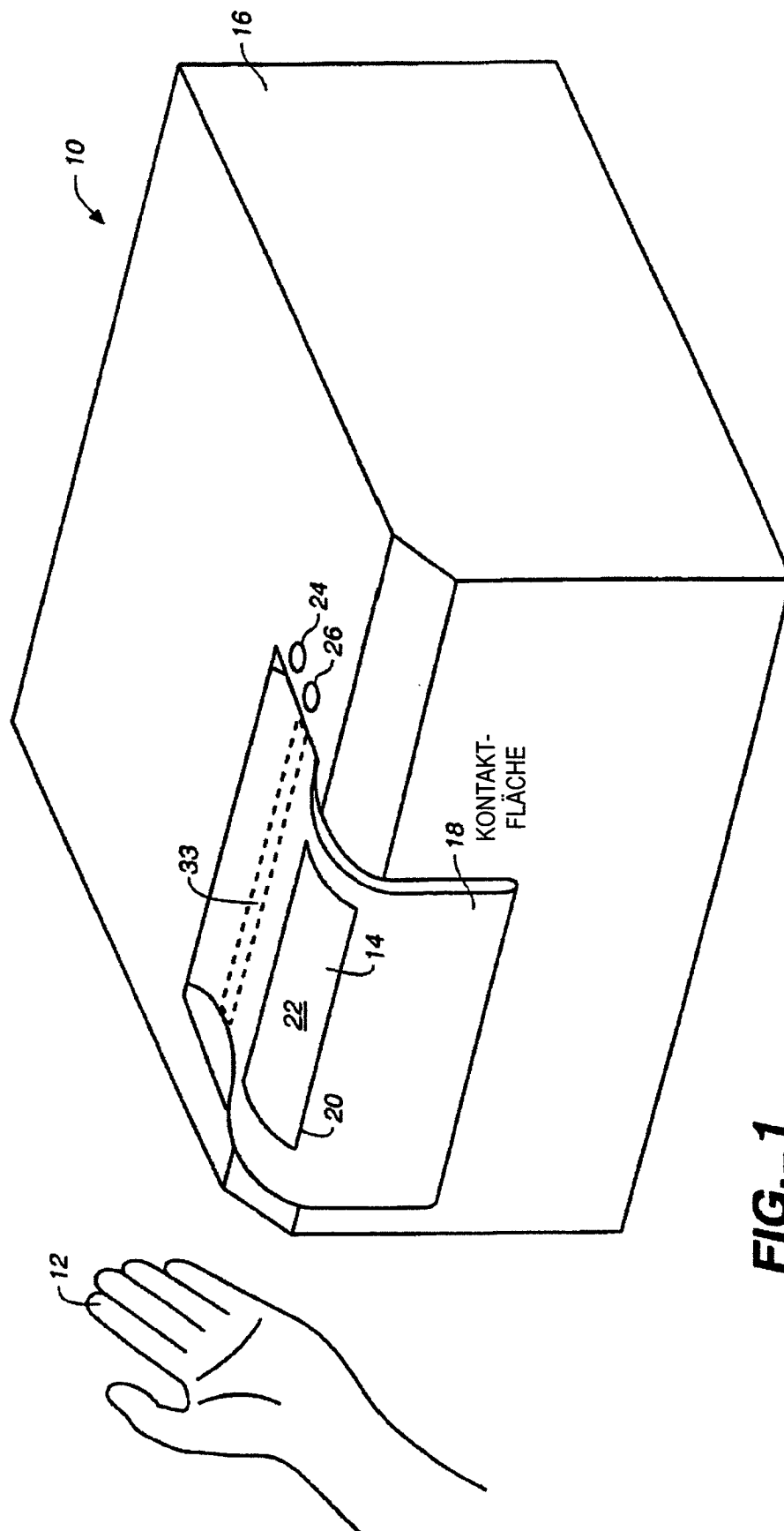
19. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei der Führungsschritt ein Drehen der konvexen Führungsfläche durch den Abbildungsbereich enthält.

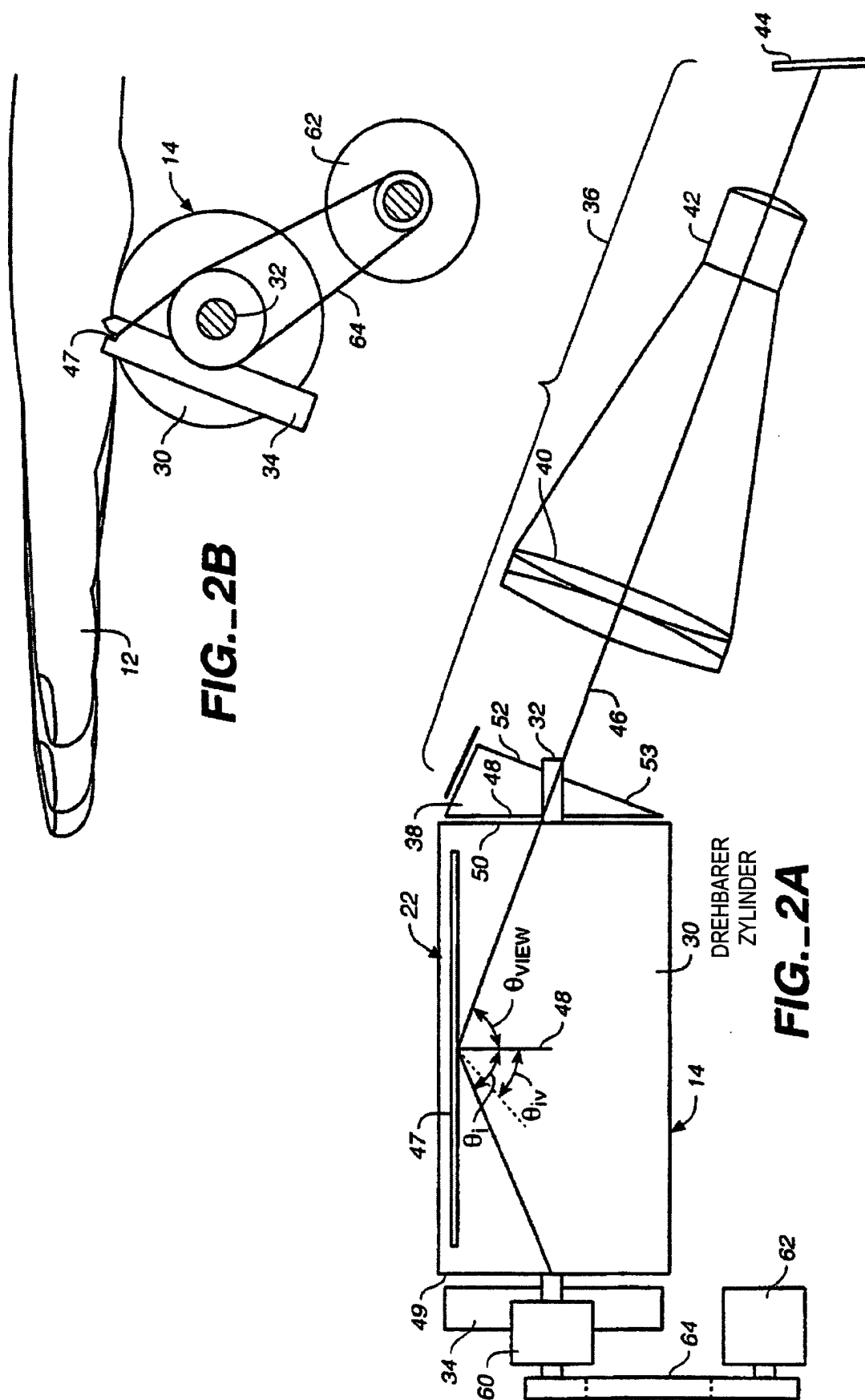
20. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei der Beleuchtungsschritt ein Beleuchten eines Abbildungsbereichs enthält, der länglich in einer Richtung ausgebildet ist, die im wesentlichen orthogonal zu der Richtung ist, in der Bereiche der Hand geführt werden.

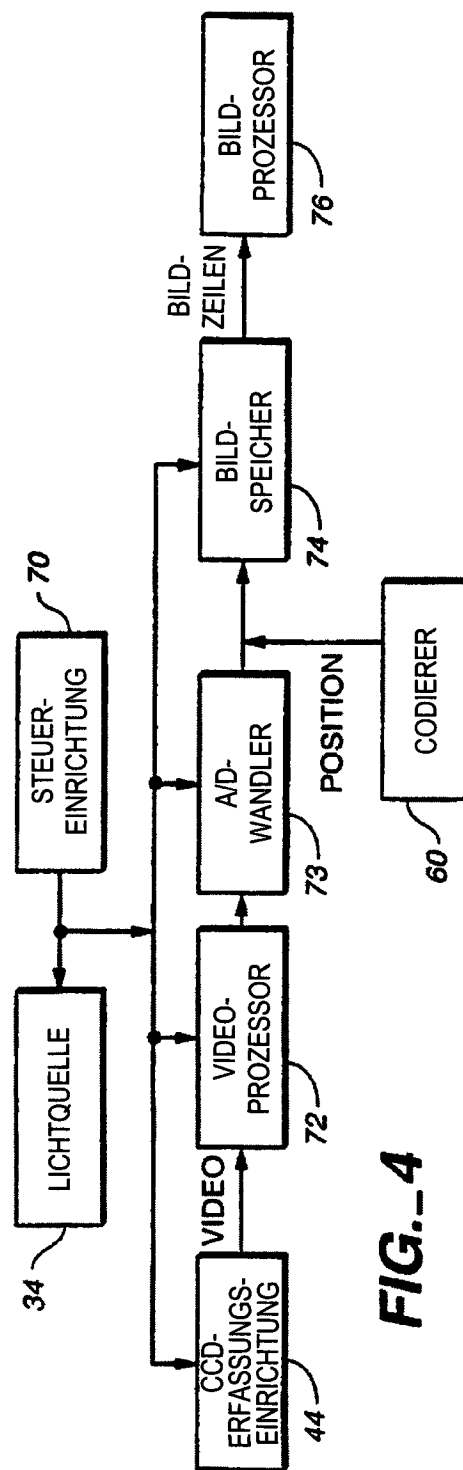
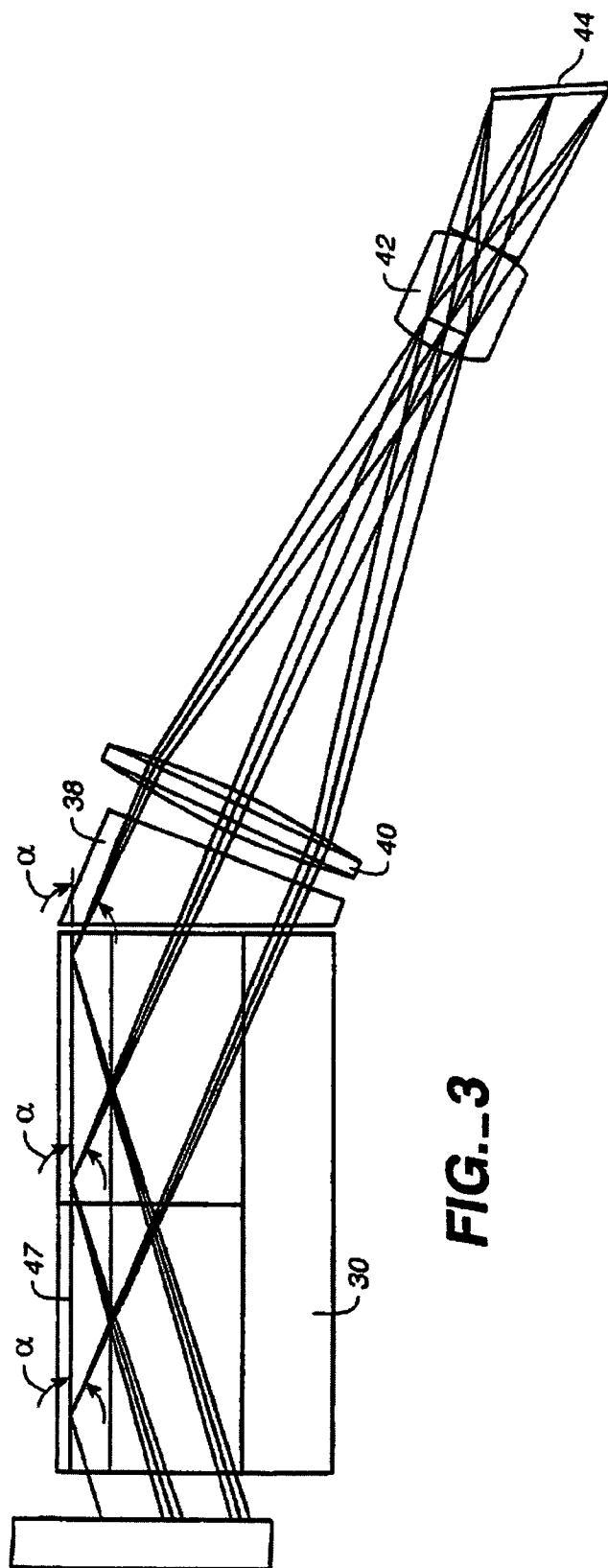
21. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei ferner ein zweidimensionales Bild von Oberflächenmerkmalen der durch den Abbildungsbereich geführten kontaktierenden Hand erzeugt wird.

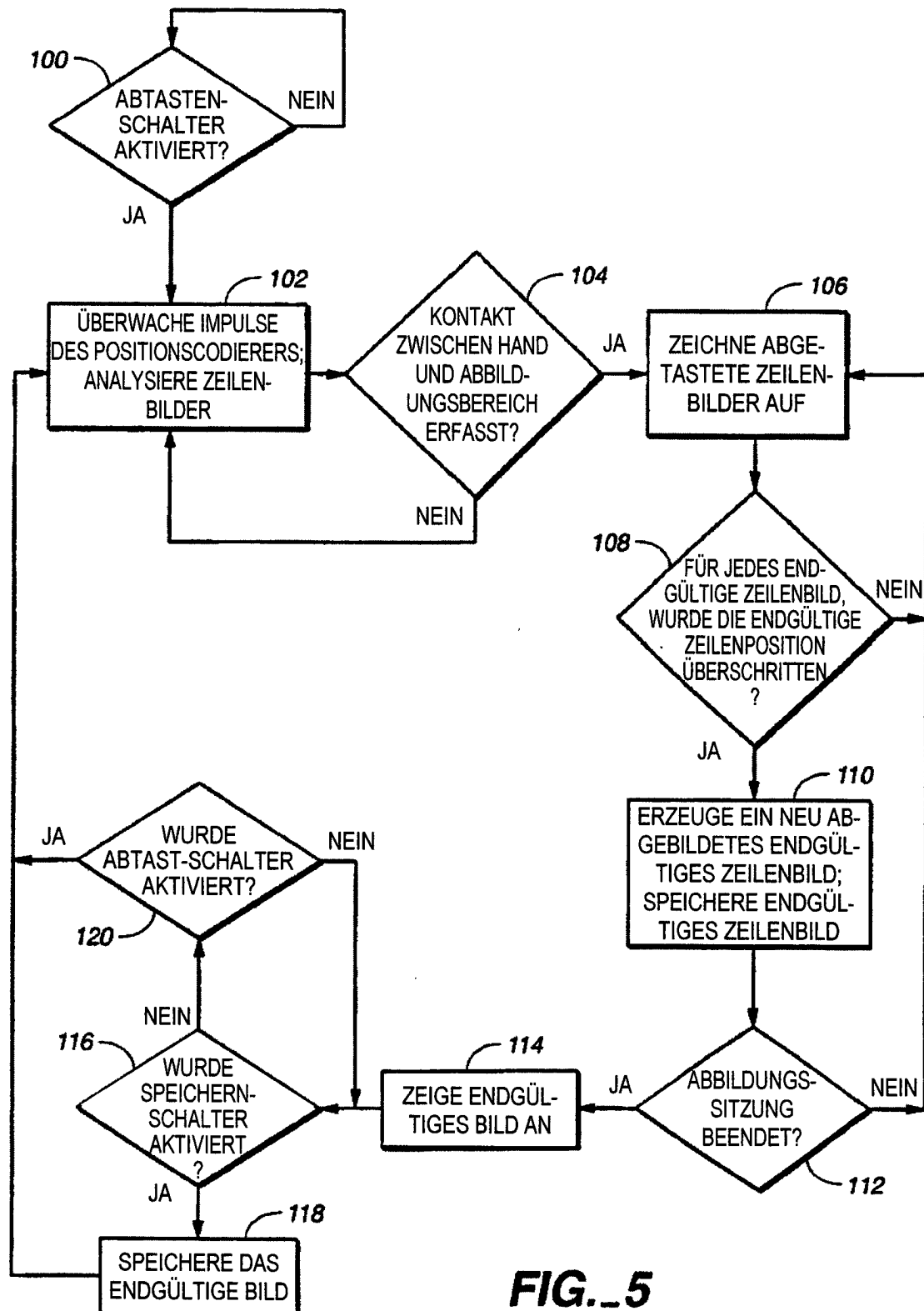
22. Das Verfahren nach Anspruch 18, wobei beim Anordnen der Hand die Handfläche der Hand gegen die konvexe Kontaktfläche angeordnet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen







**FIG. 5**