



(10) **DE 60 2004 011 979 T3** 2012.07.26

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 687 752 B2**

(51) Int Cl.: **G06K 7/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 979.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2004/034872**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 79 5959.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/043449**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.10.2004**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **12.05.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.08.2006**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **20.02.2008**

(97) Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents beim EPA: **04.04.2012**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.07.2012**

**Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert**

(30) Unionspriorität:

<b>693626</b>	<b>24.10.2003</b>	<b>US</b>
<b>911989</b>	<b>05.08.2004</b>	<b>US</b>

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:

**Cognex Technology and Investment Corp.,  
Mountain View, Calif., US**

(72) Erfinder:

**GERST, Carl W., Boston, MA 02115, US; EQUITZ, William, Waban, MA 02468, US; TESTA, Justin, Wellesley, MA 02482, US; NADABAR, Sateesh, Framingham, MA 01701, US**

(74) Vertreter:

**advotec. Patent- und Rechtsanwälte, 80538, München, DE**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEREITSTELLUNG EINER OMNIDIREKTIONALEN BELEUCHTUNG IN EINER SCANNING-EINRICHTUNG**

**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Beleuchtungseinrichtungen, und insbesondere betrifft sie Beleuchtungseinrichtungen für Bilderfassungsvorrichtungen und Maschinenbetrachtungssysteme.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Maschinenbetrachtungssysteme nutzen Bilderfassungsvorrichtungen, die Kamerasensoren einschließen, um Information bezüglich eines betrachteten Gegenstands zu liefern. Das System interpretiert daraufhin diese Information in Übereinstimmung mit einer Vielzahl von Algorithmen zur Durchführung einer programmierten Entscheidungsfindungs- und/oder Identifikationsfunktion. Damit ein Bild durch einen Sensor im sichtbaren und nahe sichtbaren Lichtbereich möglichst effektiv erfasst werden kann, sollte der Gegenstand geeignet beleuchtet werden.

**[0003]** Beispielsweise im Fall einer Strichcodeabtastung unter Verwendung eines Bildsensors ist eine gute Beleuchtung hochgradig wünschenswert. Die Strichcodeabtastung bringt es mit sich, dass ein Bilderfassungssensor (eine CMOS-Kamera, ein CCD und dergleichen) am Ort eines Gegenstands, der einen Strichcode enthält, auf das Ziel ausgerichtet und ein Bild dieses Strichcodes rückgewonnen wird. Der Strichcode enthält einen Satz vorbestimmter Muster, die eine geordnete Zeichen- oder Symbolgruppe darstellen, aus denen ein vorgesehener Datenprozessor (beispielsweise ein Mikroprozessor) nützliche Information in Bezug auf den Gegenstand gewinnen kann (beispielsweise dessen Seriennummer, dessen Typ, dessen Modell, dessen Preis und dergleichen). Strichcodes sind in einer Vielzahl von Formen und Größen verfügbar. Zwei der am häufigsten verwendeten Strichcodetypen sind der so genannte eindimensionale Strichcode, der aus einer Linie vertikaler Streifen variierender Breite und variierenden Abständen besteht, und der so genannte zweidimensionale Strichcode, der aus einer zweidimensionalen Punkt- bzw. Rechteckguppierung besteht.

**[0004]** Beim Lesen von Strichcodes oder anderen interessierenden Gegenständen ist die Art der verwendeten Beleuchtung von Belang. Wenn Strichcodes und andere betrachtete Gegenstände auf eine flache Oberfläche mit kontrastierender Tinte oder Farbe gedruckt sind, vermag eine diffuse "Hellfeld"-Beleuchtung unter einem steilen Winkel die Merkmale für den Sensor am besten aufzuzeigen. Unter einem steilen Winkel wird üblicherweise Licht verstanden, das den Gegenstand nahezu senkrecht (unter einer normalen) oder einem Winkel trifft, der typischerweise nicht weiter als etwa 45 Grad von der Senkrechten (der Normalen) auf die Oberfläche des abgetasteten Ge-

genstands trifft. Eine derartige Beleuchtung unterliegt einer deutlichen Reflektion zurück in Richtung auf den Sensor. Beispielsweise können Strichcodes und andere Gegenstände, die hauptsächlich eine Hellfeldbeleuchtung erfordern, auf einem gedruckten Etikett vorliegen, das an einem Gegenstand oder Behälter haftet, oder auf einem bedruckten Feld in einem relativ glatten Bereich des Gegenstands oder Behälters.

**[0005]** Wenn hingegen ein Strichcode oder ein anderer Gegenstand auf einer unregelmäßigeren Oberfläche gebildet oder durch Ätzen oder Kugelstrahlen eines Musters direkt auf die Oberfläche erzeugt ist, kann die Verwendung hochgradig reflektierender Hellfeldbeleuchtung ungeeignet sein. Eine kugelgestrahlte/geätzte Oberfläche besitzt zweidimensionale Eigenschaften, die dazu neigen, die Hellfeldbeleuchtung zu streuen, wodurch das erfasste Bild verdeckt bzw. verschlechtert wird. Wenn ein betrachteter Gegenstand eine derartige, deutlich zweidimensionale Oberflächentextur besitzt, wird er am besten mit Dunkelfeldbeleuchtung beleuchtet. Hierbei handelt es sich um eine Beleuchtung mit einem charakteristisch flachen Winkel (ungefähr 45 Grad oder weniger beispielsweise) in Bezug auf die Oberfläche des Gegenstands (d. h. um einen Winkel von mehr als etwa 45 Grad unter Bezug auf die Normale bzw. Senkrechte). Unter Verwendung einer derartigen flachwinkligen Dunkelfeldbeleuchtung wird die zweidimensionale Oberflächentextur effektiver kontrastiert bzw. in Kontrast gesetzt (wobei Eindrücke als helle Flecke erscheinen und die Umgebung als Schatten), und zwar zu Gunsten einer besseren Bilderfassung.

**[0006]** Um vollen Vorteil aus der Vielseitigkeit eines Kamerabildsensors zu ziehen, ist es erwünscht, sowohl eine Hellfeld- wie eine Dunkelfeldbeleuchtung für eine selektive oder gleichzeitige Beleuchtung eines Gegenstands bereitzustellen. Die Dunkelfeldbeleuchtung muss jedoch nahe an einem Gegenstand vorgesehen werden, um an diesem einen kleinen Einfallswinkel zu erzielen. Im Gegensatz hierzu wird die Hellfeldbeleuchtung unter einem relativen Abstand besser erzeugt, um eine Vollflächenbeleuchtung zu gewährleisten.

**[0007]** Außerdem kann ein Stromerzeugungssensor eine Auflösung von 640×480 (über 300 K) oder 1280×1024 (über 1,3 M) Pixel innerhalb eines nativen Betrachtungsfelds bzw. Sichtfelds aufweisen. Diese Auflösung ist erwünscht zur Erzielung eines genauen Bilds vom Gegenstand. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit kann jedoch durch die Notwendigkeit beeinträchtigt sein, jedes Pixel im Sichtfeld selbst dann zu erfassen, wenn der Gegenstand ein relativ kleiner Teil dieses Felds ist (beispielsweise den schmalen Streifen eines eindimensionalen Strichcodes). Wenn das Sichtfeld eingeengt werden muss, um lediglich eine interessierende Fläche einzuschließen, ist ein

System zum Zielen der Kamera auf die interessierende Fläche erwünscht. Wenn in ähnlicher Weise ein gegebenes Sichtfeld bzw. Betrachtungsfeld mehrere Codes oder Gegenstände enthalten kann, ist die Fähigkeit zum Fokussieren auf bestimmte Teile dieses Sichtfelds zur Unterscheidung des ausgewählten Gegenstands zusätzlich erwünscht.

**[0008]** Aus der US 5,515,452 sind ein Verfahren und ein System zur optischen Zeichenerkennungsbeleuchtung bekannt, die die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 und die entsprechenden Merkmale von Anspruch 22 aufweisen.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0009]** Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 22.

**[0010]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung können den abhängigen Ansprüchen 2 bis 21 und 23 bis 35 entnommen werden.

**[0011]** Gemäß einem Aspekt schafft die vorliegende Erfindung eine digitale Abtastvorrichtung zum Decodieren eines digital codierten Symbols. Die Abtastvorrichtung umfasst eine Lichtquelle mit mehreren, einzeln steuerbaren Lichtelementen zum Bereitstellen einer Flachwinkel-Dunkelfeldbeleuchtung für ein codiertes Datensymbol, einen Bildsensor zum Ermitteln von Licht, das von dem codierten Datensymbol reflektiert wird, wenn es durch die Lichtquelle beleuchtet wird, und einen Controller, der mit jedem der einzeln steuerbaren Beleuchtungselemente verbunden ist. Der Controller ist dahingehend programmiert, selektiv die einzeln steuerbaren Beleuchtungselemente zu aktivieren, um die Richtung der Dunkelfeldbeleuchtung zu variieren, die von der Lichtquelle auf dem datencodierten Symbol bereitgestellt wird, und um die Bilddaten zu verarbeiten, die durch den Bildsensor erfasst werden, um das Symbol zu decodieren.

**[0012]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Decodieren eines codierten Datensymbols bereitgestellt, aufweisend die Schritte, mehrere einzeln steuerbare Beleuchtungselemente um ein codiertes Datensymbol anzuordnen, um ein Flachwinkel-Dunkelfeld auf einer Beleuchtungsoberfläche bereitzustellen, Beleuchten des datencodierten Symbols mit zumindest einem der einzeln steuerbaren Beleuchtungselemente und Erfassen eines Bilddatensatzes von dem Symbol. Der Bilddatensatz wird evaluiert, um seine Eignung zur Decodierung zu ermitteln, und ein Beleuchtungsparameter wird selektiv variiert, um das Licht zu variieren, das von den einzeln steuerbaren Beleuchtungselementen emittiert wird, um die Richtung der Dunkelfeldbeleuchtung auf dem datencodierten Symbol zu variieren, und die Schritte zum Erfassen und Evaluieren

der erfassten Bilddaten werden wiederholt, bis die erfassten Bilddaten zum Decodieren des Symbols geeignet sind bzw. hinreichen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0013]** Die Beschreibung der Erfindung bezieht sich auf die anliegenden Zeichnungen; in diesen zeigen:

**[0014]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht eines von Hand gehaltenen Abtastsystems und eines Gegenstands unter Verwendung einer passiven Lichtleiterbeleuchtungseinrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung,

**[0015]** [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht eines fest bzw. stationär angebrachten Abtastsystems und eines Gegenstands unter Verwendung einer passiven Lichtleiterbeleuchtungseinrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung,

**[0016]** [Fig. 3](#) einen schematischen Querschnitt einer passiven Lichtleiter- und Ringbeleuchtungseinrichtung in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung,

**[0017]** [Fig. 3A](#) eine perspektivische Ansicht eines von Hand gehaltenen Abtastsystems, aufweisend einen Lichtleiter und einen Beleuchtungsring in Bogenkonfiguration,

**[0018]** [Fig. 4](#) eine Seitenschnittansicht eines Sensors mit einem passiven Dunkelfeldbeleuchtungslichtleiter in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung,

**[0019]** [Fig. 5](#) eine Seitenschnittansicht eines Sensors mit einem passiven Hellfeldbeleuchtungslichtleiter und Anziehbeleuchtungseinrichtungen,

**[0020]** [Fig. 6](#) eine Draufsicht eines kreisförmigen Beleuchtungsmusters, das durch den Beleuchtungslichtleiter von [Fig. 5](#) projiziert wird,

**[0021]** [Fig. 7](#) eine Draufsicht eines rechteckigen/quadratischen Beleuchtungsmusters, das durch den Beleuchtungslichtleiter von [Fig. 5](#) projiziert wird, enthaltend das volle Sensorgesichtfeld bzw. -betrachtungsfeld,

**[0022]** [Fig. 8](#) eine Seitenschnittansicht eines Sensors mit passivem Hellfeldbeleuchtungslichtleiter, der mit einem passiven Dunkelfeldbeleuchtungslichtleiter und Anziehbeleuchtungseinrichtungen in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung verschachtelt ist,

**[0023]** [Fig. 9](#) eine perspektivische Ansicht eines von Hand gehaltenen Abtastsystems unter Verwendung

eines passiven Lichtleiters, der ein modifiziertes oder begrenztes Sensorgesichtsfeld beleuchtet,

**[0024]** [Fig. 10](#) eine Draufsicht eines rechteckigen Beleuchtungsmusters, das durch den Beleuchtungslichtleiter von [Fig. 9](#) projiziert wird, enthaltend ein modifiziertes/begrenztes Sensorgesichtsfeld,

**[0025]** [Fig. 11](#) eine Seitenschnittansicht des Sensors und der passiven Lichtleiterbeleuchtungseinrichtung, die verwendet werden können, um ein vorbestimmtes Hellfeldmuster zu erzeugen, wie beispielsweise dasjenige von [Fig. 9](#),

**[0026]** [Fig. 12](#) eine Draufsicht eines aktiven Dunkel-feldbeleuchtungslichtleiters in Übereinstimmung mit einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,

**[0027]** [Fig. 13](#) eine Seitenschnittansicht eines Sensors mit dem aktiven Dunkel-feldbeleuchtungslichtleiter von [Fig. 12](#),

**[0028]** [Fig. 14](#) ein Blockdiagramm eines Steuersystems für eine Abtastvorrichtung, enthaltend einen Beleuchtungsring, der in Übereinstimmung mit einer der gezeigten Ausführungsformen aufgebaut ist, und

**[0029]** [Fig. 15](#) ein Flussdiagramm von Beleuchtungsschritten zum Auswählen von Beleuchtungsparametern durch das Steuersystem von [Fig. 14](#).

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG EINER ILLUSTRATIVEN AUSFÜHRUNGSFORM

**[0030]** [Fig. 1](#) zeigt ein Abtastsystem **100**, das für einen von Hand gehaltenen Betrieb angepasst ist. Ein beispielhaftes, von Hand gehaltenes Abtastgerät bzw. ein Handteil **102** ist vorgesehen. Es umfasst einen Griffabschnitt **104** und einen Körperabschnitt **106**. Der Sensor sowie weitere funktionale Komponenten, die vorstehend erläutert sind, können gesteuert werden und Bilddaten zu einem an Bord eingebetteten Prozessor **109** leiten. Dieser Prozessor kann eine Abtastsoftwareanwendung **113** umfassen, deren Aufleuchten gesteuert ist, wobei Bilder erfasst und Bilddaten in nutzbare Information interpretiert werden (beispielsweise in alphanumerische Strings, die aus den Strichcodebildern gewonnen werden). Die decodierte Information kann über ein Kabel **110** zu einem PC oder einer anderen Datenspeichervorrichtung **112** geleitet werden, die (beispielsweise) eine Anzeige **114**, eine Tastatur **116** und eine Maus **118** aufweist, wo die Information gespeichert und zusätzlich manipuliert werden kann unter Verwendung einer geeigneten Anwendung **120**. Alternativ kann das Kabel **110** direkt mit einer Schnittstelle in dem Abtastgerät und einer geeigneten Schnittstelle in dem Computer **112** verbunden sein. In diesem Fall führt die computerbasierte Anwendung **120** verschiedene Bildinterpretations- und -aufleuchtsteuerfunktionen ge-

benenfalls durch. Die präzise Anordnung des von Hand gehaltenen Abtastgeräts in Bezug auf einen eingebetteten Prozessor, einen Computer oder einen anderen Prozessor ist hochgradig variabel. Beispielsweise kann eine drahtlose Verbindung vorgesehen sein, bei der kein Kabel **110** vorhanden ist. In ähnlicher Weise kann der gezeigte Mikrocomputer durch eine andere Prozessvorrichtung ersetzt sein, einschließlich einem An-Bord-Prozessor oder einer miniaturisierten Prozess- bzw. Verarbeitungseinheit, wie etwa einem persönlichen digitalen Assistenten oder einer anderen Rechneinrichtung kleiner Größe.

**[0031]** Die Abtastanwendung **113** kann dazu ausgelegt sein, auf Eingangssignale von dem Abtastgerät **102** zu reagieren. Wenn beispielsweise die Bedienperson einen Auslöser **122** auf dem Gerät **102** umlegt, erfasst ein interner Kamerabildsensor (**150**, nachfolgend gezeigt und erläutert) ein Bild von einem interessierenden Bereich **130** auf einem Gegenstand **132**. Der beispielhafte, interessierende Bereich umfasst einen zweidimensionalen Strichcode **134**, der dazu genutzt werden kann, das Teil **132** zu identifizieren. Die Identifikations- und weitere Verarbeitungsfunktionen werden durch die Abtastanwendung **113** auf Grundlage von Bilddaten ausgeführt, die von dem Gerät **102** zu dem Prozessor **109** übertragen werden.

**[0032]** Gleichzeitig mit oder von der Erfassung des Bilds wird der interessierende Bereich **130** beleuchtet. Gemäß einer Ausführungsform kann ein Schalter **140** auf dem Gerät **102** genutzt werden, um die Beleuchtungseinrichtung zu betätigen, die aus einer neuartigen Lichtleiteranordnung **142** in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung besteht. Alternativ und wie nachfolgend erläutert, kann der Betrieb der Beleuchtungseinrichtung aus der Ferne betätigt und gesteuert werden durch die Abtastsoftwareanwendung **120**. Der passive Lichtleiter **142** besteht aus einem erweiterten bzw. verlängerten Zylinder aus lichtdurchlässigem Material, der (in dieser Ausführungsform) in einer gewinkelten Spitze **144** ausläuft. Wie nachfolgend näher erläutert, ist diese Spitze dazu ausgelegt, eine Innenreflektion hervorzurufen, die eine Flachwinkel-Dunkelfeldbeleuchtung in den interessierenden Bereich **130** projiziert. Wie vorstehend angesprochen, wird eine derartige Dunkel-feldbeleuchtung typischerweise unter einem Winkel nicht größer als ungefähr 45 Grad in Bezug auf die Oberfläche bereitgestellt oder nicht mehr als 45 Grad normal bzw. senkrecht zu der optischen Achse. Durch das Zentrum des Lichtleiters, der ein hohles Rohr umfasst, erstreckt sich ein Kamerasensor **150** (in Phantomlinien gezeigt sowie die zugehörige Optik). Der Brennpunkt der Kamera ist derart gewählt, dass sie in der Lage ist, auf einen gewünschten, interessierenden Bereich zu fokussieren, und zwar als Gesichtsfeld bzw. Blickfeld in naher Umgebung zu der Spitze **144**. Auf diese Weise kann die Spitze

sehr nahe an oder in Kontakt mit dem interessierenden Bereich für eine exakte Betrachtung angeordnet werden. Wie vorstehend angesprochen, handelt es sich bei dem Strichcode **134** in dieser Ausführungsform um einen solchen, der unter Verwendung der Dunkelfeldbeleuchtung am besten betrachtet werden kann. Wie nachfolgend näher erläutert, besitzen die Lichtleiter, die in Übereinstimmung mit dieser Erfindung erläutert werden, jedoch auch die Fähigkeit, eine Hellfeldbeleuchtung für Strichcodes bereitzustellen, die besser geeignet ist, um eine Steilwinkelbeleuchtung zu leiten (beispielsweise solche Codes, die mit kontrastreicher Tinte auf eine relativ glatte, matte Oberfläche gedruckt sind).

**[0033]** [Fig. 2](#) zeigt eine weitere Implementierung des Lichtleiters in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform dieser Erfindung. Ein eingebetteter Prozessor **109** und/oder ein Computer **112** sowie zugeordnete Anwendungen **113** und/oder **120** ähnlich den vorstehend erläuterten, können zum Einsatz kommen. Ein zugeordnetes Kabel **210** verbindet den Computer über eine Schnittstelle mit einem Kameraelement **220**. Bei dem Kameraelement kann es sich um eine herkömmliche Kamera handeln, die auf einer stationären Stütze angebracht ist. Sie umfasst eine Linse bzw. Optik und eine elektrooptische Sensorbaugruppe **224** (in Phantomlinien gezeigt). Der Lichtleiter ist über einen Sicherungsring **226** lösbar beispielsweise mit Sicherungsschrauben **228** in dieser Ausführungsform angebracht. Während Schrauben **228** genutzt werden, wird bemerkt, dass stattdessen ein beliebiges Festlegungssystem verwendet werden kann. Ein in Phantomlinien gezeigtes Kabel **230** verbindet eine interne, ringförmige Beleuchtungseinrichtung, die integral mit dem Lichtleiter vorgesehen ist, entweder mit dem Prozessor **109** oder dem Computer **112**. Diese Anordnung erlaubt es, dass Lichtleiter gemäß dieser Erfindung nachträglich an einer Vielzahl bereits existierender Kameras festgelegt werden. Gemäß der vorstehend erläuterten Ausführungsformen kann die Beleuchtungseinrichtung mit den standardmäßigen Kamerabetätigungsfunktionen integriert sein, wie etwa Stroboskop- und Auslösemechanismen, oder sie kann über eine Abtastanwendung gesteuert werden. Ein getrennter Steuerschaltkreis (siehe [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#)) kann vorgesehen sein, um bestimmte Funktionen der Beleuchtungseinrichtung zu modulieren, wie nachfolgend erläutert. In dem Beispiel von [Fig. 2](#) sieht die Beleuchtungseinrichtung Teile oder Gegenstände **260**, die sich entlang einem Förderer **262** bewegen. Bei dem interessierenden Bereich **264** handelt es sich um einen Strichcode, der unter Verwendung von beispielsweise einer Hellfeldbeleuchtung am besten betrachtet werden kann. Wie nachfolgend erläutert, vermag die Lichtleiteranordnung in Übereinstimmung mit verschiedenen Ausführungsformen dieser Erfindung eine Hellfeldbeleuchtung ebenso wie eine Dunkelfeldbeleuchtung aufzunehmen. Sowohl in [Fig. 1](#) wie in

[Fig. 2](#) und den übrigen, vorstehend erläuterten Figuren handelt es sich bei dem Bildsensor typischerweise um einen kommerziell erhältlichen CMOS- oder CCD-Bildsensor mit einer Auflösung von beispielsweise 640×480 Pixeln oder 1280×1024 Pixeln. Andere Auflösungen und Sensorarten sind jedoch ausdrücklich in Betracht zu ziehen.

**[0034]** Unter Bezug auf [Fig. 3](#) wird eine in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Version des Lichtleiters **310** erläutert. Dieser Lichtleiter umfasst ein äußeres Rohr **312** und ein verschachteltes inneres Rohr **314**. Die am weitesten innen gelegene Wand des inneren Rohrs **314** legt in diesem Beispiel ein kreisförmiges Lumen bzw. einen Kanal fest. Bei diesem Kanal handelt es sich um einen Pfad, durch den Licht vom interessierenden Bereich **320** zu einem an einem Brett angebrachten oder getrennt angeordneten Sensor **330** hindurchtreten kann. Das Lumen besitzt einen Durchmesser WL gleich oder größer dem Durchmesser der Optik des Kamerasensors. In dieser Ausführungsform wird bemerkt, dass der Sensor auf einer Schaltkarte **332** angebracht ist, die außerdem die ringförmige Beleuchtungseinrichtung **334** umfasst. Diese ringförmige Beleuchtungseinrichtung besteht aus einem Außenring aus LEDs oder anderen geeigneten Lichtquellen **336** und einem Innenring **338** aus LEDs oder anderen geeigneten Lichtquellen. Die Anzahl von Lichtquelle, die Größe der Ringe und ihre Form sind weitgehend variabel. Der Begriff "Ring" ist deshalb vorstehend breit zu interpretieren als eine Vielzahl regulärer und irregulärer gekrümmter (ovularer und dergleichen) und/oder polygonaler (rechteckiger, quadratischer und dergleichen) Perimeterformen. Beispielsweise kann in einigen Anwendungen ein rechteckiges oder ovales Beleuchtungsrohr verwendet werden, das einen Leser mit einem Profil bereitstellt, das eine geringere Höhe als Breite besitzt. Bei diesen Arten von Konfigurationen und insbesondere bei ovalen Konfigurationen erstreckt sich der Dunkelfeldbereich mit einer Distanz von einem Ende des Rohrs, die proportional zur Breite des Rohrs ist. Wenn beispielsweise das Rohr doppelt so breit wie hoch ist, veranlasst der Beleuchtungswinkel ausgehend von den Seiten des Lichtrohrs das Licht dazu, unter einer Distanz weiter entfernt vom Ende des Rohrs als das Licht von der Oberseite und Unterseite einzutreffen. Die Dunkelfeldbeleuchtung erstreckt sich deshalb weiter von dem Rohr unter Bereitstellung eines erweiterten, größeren Felds der Dunkelfeldbeleuchtung. Zusätzlich zu diesem Vorteil kann die ovale und rechteckige Form vorteilhaft sein zur Verringerung der Gesamtgröße des Lichtrohrs bzw. Lichtschlauchs und stärker und robuster bezüglich der Konstruktion sein. Die Form des Rohrs bzw. Schlauchs kann außerdem ausgewählt werden auf Grundlage der Größe und Form des zu decodierenden Symbols, wie nachfolgend unter Bezug auf [Fig. 9](#) erläutert.



**[0035]** Üblicherweise werden die Lichtquellen der ringförmigen Beleuchtungseinrichtung relativ nahe am Außenperimeter des Sensors und/oder seiner Optik angeordnet und die Anzahl von Quellen ist hinreichend bzw. muss hinreichend sein, um das Beleuchtungsfeld auszufüllen und dem Gegenstand geeignet Licht zuzuführen. Eine beliebige Gruppe von Lichtquellen bzw. eine oder mehrere kontinuierliche Quellen (beispielsweise Röhren) sind üblicherweise angeordnet, um einen Perimeter beliebiger Größe/Form auszuleuchten und eine derartige Quelle wird vorliegend im weiteren Sinne als "ringförmige" Lichtquelle bezeichnet.

**[0036]** Unter erneutem Bezug auf [Fig. 3](#) kann darin der Ring gemäß einer Ausführungsform einen Kreis festlegen, der einen Außendurchmesser von ungefähr 2 bis 3 Inch aufweist. Jeder Ring fluchtet mit einem der Lichtleiter bzw. Lichtschläuche **312** und **314**. Wie vorstehend angesprochen, trennen geeignete Trennwände die Ringe voneinander, so dass Licht von einem Ring nicht in den anderen Ring leckt. Weiterhin unter Bezug auf [Fig. 3](#) kann der äußere LED-Ring **336** in einzeln steuerbare Segmente unterteilt sein. Der Beleuchtungsring **336** ist als vier beispielhafte Segmente aufweisend gezeigt, die die Quadranten **380**, **382**, **384** und **386** des gesamten Umfangs darstellen, von denen jeder mit einem Beleuchtungscontroller **370** verbunden ist. Der Ring **336** sowie andere Lichtringkomponenten, die nachfolgend erläutert sind, können in eine beliebige Anzahl einzeln steuerbarer Elemente segmentiert sein, um verbesserte Leuchtbedingungen bereitzustellen, wie nachfolgend erläutert.

**[0037]** In [Fig. 3A](#) ist eine alternative Ausführungsform einer Beleuchtungseinrichtung **100** mit einem Lichtleiter bzw. einem Lichtschlauch **311** und einer bogenförmigen Beleuchtungseinrichtung **383** gezeigt, die sich über lediglich einen Teil eines vollständigen Rings erstreckt. Der partielle ringförmige, bogenförmige Lichtleiter **311** und die bogenförmige Beleuchtungseinrichtung **383** sind besonders nützlich zur Beleuchtung kleiner Flächen bzw. Bereiche, das heißt, beispielsweise kann ein vollständiger Lichtleiter nicht nahe genug an ein zu beleuchtendes Symbol gebracht werden. Situationen, in denen diese Typen von Lichtleitern nützlich sind, umfassen beispielsweise, wenn es darum geht, ein Symbol zu beleuchten, das in oder in der Nähe einer Ecke angeordnet ist, einen Saum oder eine runde oder gekrümmte Fläche.

**[0038]** Unter erneutem Bezug auf [Fig. 3](#) ist jeder passive Lichtleiter, wie angesprochen, aus lichtdurchlässigem Material erstellt. Dieses Material kann Acrylglas, Glas oder ein anderes Material sein, das in der Lage ist, als Wellenleiter für sichtbares und nahe sichtbares Licht zu wirken. Die Wanddicke jedes Schlauchs bzw. Leiters kann variieren. Üblicherweise betragen die Dicken zwischen ungefähr 1/8

Inch und ¼ Inch. Größere oder kleinere Dicken sind jedoch ausdrücklich in Betracht zu ziehen. Die Gesamtlänge des äußeren Lichtschlauchs bzw. Lichtleiters ist ebenfalls hochgradig variabel. Wie vorstehend angesprochen, ist der Schlauch so angeordnet, dass die Brennweite auf dem gewünschten Sichtfeld nahezu erzielt wird, jedoch jenseits des Endes der Spitze **340**. Gemäß einer Ausführungsform besitzt der äußere Lichtschlauch bzw. Lichtleiter eine Länge von ungefähr 3 bis 4 Inch. Der innere Lichtschlauch **314** kann ungefähr dieselbe Länge besitzen wie der äußere Lichtschlauch; in dieser Ausführungsform ist jedoch der innere Lichtschlauch unter Bezug auf den äußeren, wie gezeigt, ausgenommen, so dass Licht aus dem Innenrand der Spitze **340** austreten kann. Der lichtdurchlässige Bereich der Spitze ist mit strichlinierter Linie **342** gezeigt. Dieser Innenrandlichtauslass kann gebildet sein durch Freilegen und/oder Polieren eines Streifens in der im Übrigen opaken Gesamtoberfläche des äußeren Lichtschlauchs **312**. Dieser lichtdurchlässige Streifen bzw. Bereich kann sich (beispielsweise) ¼ Inch oder eine kürzere Strecke erstrecken, wie durch die Dicke T gezeigt. Die Dicke T ist variabel. Auf Grund der Innenreflektion, hervorgerufen durch den Winkelabschnitt **350** der Spitze **340**, existiert eine Flachwinkelbeleuchtung **352**, austretend vom offenen Bereich **342**. In ähnlicher Weise erleichtert die offene Spitze **360** des inneren Lichtschlauchs **314** direkt eine Hellfeldbeleuchtung **362** auf dem interessierenden Bereich **320**. Die Mechanismen des verschachtelten Lichtschlauchs bzw. Lichtleiters **310** sind nachfolgend näher erläutert. Zunächst wird auf [Fig. 4](#) Bezug genommen, die mehr im Einzelnen eine Dunkelfeldbeleuchtungseinrichtung zeigt. Außerdem wird allgemein Bezug genommen auf eine ringförmige Beleuchtungseinrichtung **334** und den Controller **370** von [Fig. 3](#). Es wird bemerkt, dass, während eine opake Beschichtung oder ein opaker Anstrich oder ein anderes akzeptables Material verwendet wird, um den Dunkelfeldlichtschlauch bzw. -leiter gegenüber einer Lichtleckage zu isolieren, in Betracht gezogen werden kann, dass der gesamte Lichtschlauch oder ein Teil von ihm unbedeckt bleiben kann, insbesondere dann, wenn die Oberfläche ausreichend gut poliert ist, um eine nahezu totale Innenreflektion über seine Länge hervorzurufen.

**[0039]** Unter Bezug auf [Fig. 4](#) ist auf einer Schaltkarte **412** ein CMOS-, CCD- oder ein anderer elektrooptischer Sensor **414** vorgesehen. Eine einzige ringförmige Beleuchtungseinrichtung aus LEDs oder anderen Lichtquellen kann auf der Karte **412** außerdem vorgesehen sein oder getrennt von der Karte. Der elektrooptische Sensor und die Lichtquellen **410** stehen in Verbindung mit einem Controller und/oder einem Bilderfassungsprozessor ähnlich demjenigen, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Ein Dunkelfeldbeleuchtungslightschlauch **420** ist im Querschnitt gezeigt. Dieser umgibt einen Bildsensor **414** und seine zugeordnete

te Optik **422** und fluchtet mit den Lichtquellen **410**, deren Licht durch den Lichtschlauch **420** übertragen wird, um eine Dunkelfeldbeleuchtung bereitzustellen, wie vorstehend erläutert. Ein transparentes Fenster **424** kann vor der Optik **422** vorgesehen sein, um den Schaltkreis zu schützen. Wie vorstehend angesprochen, verläuft die Spitze **430** des Lichtschlauchs bzw. -leiters **420** mit einem Winkel A (von ungefähr 45 Grad oder mehr) gewinkelt derart, dass Licht so reflektiert wird, dass es durch eine freiliegende Dicke T längs des Innenperimeters des Lichtschlauchs unter Verwendung von Innenreflektion reflektiert wird. Das Licht wird mit einem Dunkelfeldbeleuchtungsmuster **440** eines gewünschten flachen Winkels (oder eines steilen Winkels (über 45 Grad) unter Bezug auf die Mittenlinie CL der optischen Achse) übertragen, welches Muster in dieser Ausführungsform in einem Bereich DD von 0 bis 1,25 Inch liegt. Es wird bemerkt, dass der Winkel A der Spitze (bei diesem Beispiel ungefähr 45 Grad) den allgemeinen Winkelbereich des Lichts festlegt, das aus der Spitze austritt. In Wirklichkeit besteht die Neigung für eine Streuung der Winkel und der vorherrschende Lichtwinkel kann von dem Winkel der Spitze um einen bestimmten Wert abweichen. Der Winkel A der Spitze kann auch geändert werden, um den besten Winkel zu erzeugen und um das Licht auf Grundlage des Materials zu verbreitern, das für den Lichtschlauch bzw. Lichtleiter und seine Wanddicke verwendet wird.

**[0040]** In [Fig. 4](#) ist ferner gezeigt, dass sich der erweiterte Lichtfeldbereich DB von 3 bis 4 Inch über den Dunkelfeldbereich hinaus erstreckt. Gemäß einer Ausführungsform ist das Hellfeld nicht beleuchtet oder kann beleuchtet werden durch eine Vielzahl anderer externer Quellen. Zu diesem Zweck kann gemäß einer alternativen Ausführungsform die Dunkelfeldlichtquelle außerdem eine externe Hellfeldbeleuchtungseinrichtung **450** und/oder **460** aufweisen. Gemäß einem Beispiel handelt es sich bei der Hellfeldbeleuchtungseinrichtung um eine ringförmige Lichtquelle (mit oder ohne einem Lichtschlauch bzw. Lichtleiter) **450**, die an der Schaltkarte **412** angebracht oder nicht angebracht sein kann (siehe in Phantomlinien gezeigte Kartenerweiterungen). Der radiale Abstand des optionalen äußeren Hellfeldrings ist variabel. Er kann eng an dem Dunkelfeldlichtschlauch bzw. -leiter **420** anliegen oder von diesem Lichtschlauch beabstandet sein, wie gezeigt. In Übereinstimmung mit einer weiteren Alternative kann die Hellfeldbeleuchtungseinrichtung **460** an einem weiteren externen Ort bzw. weiteren externen Orten vorgesehen sein. Es wird bemerkt, dass der Begriff "extern", wie er vorstehend verwendet wird, so breit auszulegen ist, dass er einen Ort umfasst, der innerhalb des Lumens des Dunkelfeldlichtschlauchs liegt, wie etwa beispielsweise am Grund des Schlauchs (benachbart zur Schaltkarte beispielsweise). Diese Beleuchtungseinrichtung kann als einzige Hellfeldbe-

leuchtungseinrichtung oder zusätzlich zum Hellfeldring **450** vorgesehen sein.

**[0041]** In [Fig. 5](#) ist ein Lichtschlauch bzw. Lichtleiter mit lediglich einer Hellfeldbeleuchtungseinrichtung beispielhaft gezeigt. Eine Schaltkarte **510** trägt LEDs **512**, die einen Sensor **514** umgeben mit zugeordneter Optik **516** und einem Fenster **518**, um diese zu schützen. Der Lichtschlauch **520** kommuniziert optisch mit der ringförmigen Beleuchtungseinrichtung **512** aus LEDs. Die Spitze **522** des Lichtschlauchs **520** kann verrundet oder flach sein und eine zerstreue (beispielsweise gefrostete) Oberflächenstruktur aufweisen, um das Streuen des Hellfeldlichts zu verstärken. Es wird bemerkt, dass andere Hellfeldlichtschläuche oder -leiter, die vorliegend erläutert sind, eine ähnliche Spitzenkonstruktion und ähnliche Oberflächen aufweisen können. Die Wände (die Innenwand oder Außenwand) des Lichtschlauchs **520** kann mit einem opaken, nicht durchlässigen Material beschichtet sein oder durchlässig bleiben. Den Außenumfang des Lichtschlauchs **520** an verschiedenen Punkten umgebend sind jeweilige eines Satzes einzelner Leitstangen/Linsen **530** vorgesehen (der Klarheit halber teilweise geschnitten mit stangenartiger Struktur gezeigt), die jeweils optisch mit einzelnen oder Klustern von LEDs **532** kommunizieren. Da das Sichtfeld des Sensors begrenzt ist, muss der Gegenstand innerhalb des Sichtfelds bleiben, um korrekt gelesen zu werden, wobei die LEDs **532** Zielpunkte projizieren, typischerweise aus einer anderen, wahrnehmbaren Farbe auf den interessierenden Gegenstand. Beispielsweise können die Ziel-LEDs einen ausgeprägt blauen, roten oder grünen Punkt projizieren, während die Gesamtbeleuchtung aus einem weißartigen Licht besteht. Es wird bemerkt, dass die Zielpunktstangen vorliegend einen kreisförmigen Querschnitt besitzen. Dieser kann jedoch auch dreieckig oder quadratisch sein oder eine beliebige andere Form aufweisen, die in angemessener Weise einen Zielpunkt bezeichnet.

**[0042]** Zwei beispielhafte Beleuchtungsmuster, gewonnen mit der Hellfeldbeleuchtungseinrichtung von [Fig. 5](#), sind jeweils in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt. In [Fig. 6](#) ist das Gesichtsfeld des Kamerasensors mit strichlinierter Linie **602** gezeigt und rechteckig, während die kreisförmige Hellfeldbeleuchtungseinrichtung ein kreisförmiges Beleuchtungsmuster **604** projiziert. Dies kann dann erwünscht sein, wenn der Gegenstand einen kreisförmigen Umriss aufweist und die Ecken des Betrachtungsfelds nicht benötigt werden, oder wenn die Ausrichtung des Symbols bzw. des Gegenstands unbekannt ist. Der Abtastanwendungs- und/oder Bilderfassungsschaltkreis kann so gewählt sein, dass er Daten innerhalb dieser Ecken zur Beschleunigung der Verarbeitung verwirft. Um zu gewährleisten, dass der Nutzer die Beleuchtungseinrichtung korrekt unter Bezug auf den Gegenstand ausrichtet, sind vier Zielpunkte **610** um den Perimeter

des Beleuchtungsfelds **604** vorgesehen. Diese Zielpunkte ergeben eine sofortige Rückmeldung an den Nutzer, so dass dieser die Beleuchtung und das Betrachtungsfeld des Geräts auf den Gegenstand in geeigneter Weise ausrichten bzw. zielen kann. In ähnlicher Weise und wie in [Fig. 7](#) gezeigt, in der ein quadratischer Lichtschlauch verwendet wird, kann ein quadratisches Beleuchtungsmuster **710** vorgesehen sein. Dieses Feld innerhalb des relativen Gesichtsfelds **602**. Erneut werden Zielpunkte **712** verwendet, um die geeignete Richtung des Geräts durch den Nutzer zu gewährleisten. Der Hellfeldbeleuchtungsbereich DB1 erstreckt sich üblicherweise zwischen ungefähr 0 und 12 Inch ausgehend von der Spitze **522** des Lichtschlauchs. Andere Bereiche können selbstverständlich in Betracht gezogen werden.

**[0043]** [Fig. 8](#) zeigt mehr im Einzelnen eine verschachtelte Lichtschlauch- bzw. -leiteranordnung in Übereinstimmung mit einer illustrativen Ausführungsform dieser Erfindung. Ein Innenring aus LEDs **802** und ein Außenring aus LEDs **804** sind auf einer Schaltkarte **806** angebracht, die außerdem einen Sensor **810** umfasst. Zugeordnete Optiken für den Sensor **810** sind innerhalb eines Fensterbereichs **814** vorgesehen. Wie vorstehend angesprochen, umfasst der Außenlichtschlauch **820** eine Spitze **822**, die derart gewinkelt verläuft, dass sie durch eine Öffnung einen innen reflektierten Strahl einer Dunkelfeldbeleuchtung der Dicke T mit einer Spanne DD2 eines Bereichs von 0 bis 1,25 Inch in dieser Ausführungsform erzeugt. Die Wände des Lichtschlauchs **820** sind mit einer nicht durchlässigen, opaken Beschichtung beschichtet und die LEDs **804** des Rings sind durch Trennwände **830** abgedichtet, die diese Beleuchtungsquelle in Bezug auf die inneren LEDs **802** und den zugeordneten inneren Hellfeldlichtschlauch **840** isolieren. Der Hellfeldlichtschlauch bzw. -leiter ist innerhalb des Dunkelfeldlichtschlauchs bzw. -leiters **820** verschachtelt und seine Spitzen **842** sind ausgehoben bzw. eingetieft, um nicht mit der Öffnungsdicke T zu interferieren. Die Spitzen **842** können gerundet, gewinkelt oder flach sein. Sie erzeugen ein geeignetes Hellfeldbeleuchtungsmuster, das sich in dieser Ausführungsform um eine Distanz DB2 an 0 bis 6 Inch in Bezug auf die Spitze **822** der Dunkelfeldbeleuchtungseinrichtung erstrecken kann. Auf diese Weise kann ein Hellfeldgegenstand durch das Gerät kontaktiert und ungeachtet dessen in angemessener Weise beleuchtet werden. Für eine Kontaktbetrachtung eines Gegenstands muss der Innendurchmesser des Lumens, das durch den Lichtschlauchaufbau gebildet ist, jedoch zumindest so groß sein bezüglich des Durchmessers wie der betrachtete Gegenstand. Dessen ungeachtet wird in bestimmten Ausführungsformen in Betracht gezogen, dass er kleiner ist, und dass die Abtastanwendung Mechanismen zum Zusammenstellen von Teilen eines Bilds aufweist, die gebildet werden, wenn das Gerät um das Bild bewegt wird, um sämtliche Aspekte von ihm zu erfassen,

wenn es größer ist als das maximale Gesichtsfeld, das durch den Sensor bereitgestellt wird. Erneut wird bemerkt, dass der Controller entweder automatisch oder manuell ermitteln kann, ob der Dunkelfeldbeleuchtungsring aus LEDs **804** aktiviert werden soll oder der Hellfeldbeleuchtungsring aus LEDs **802**, und zwar abhängig vom Gegenstand und/oder der Bildqualität, die erzielt wird. Ein Satz von Perimeter-LEDs **850** steht mit Linsen **852** in Form von Stangen in Verbindung, die Zielpunkte bereitstellen, wie vorstehend angesprochen.

**[0044]** Wie vorstehend allgemein erläutert, kann der Lichtschlauch bzw. Lichtleiter verwendet werden, um das native Gesichtsfeld des Sensors zu begrenzen. [Fig. 9](#) zeigt ein Abtastgerät **902** mit einem Lichtschlauch **904** rechteckigen Querschnitts. Bei diesem Lichtschlauch kann es sich entweder um eine Dunkelfeld- oder Hellfeldbeleuchtungseinrichtung (oder eine Kombination hieraus) handeln. In diesem Beispiel umfasst ein Gegenstand **910** einen langen, schmalen Gegenstand **912**, das heißt, einen eindimensionalen Strichcode. Die Beleuchtungseinrichtung projiziert ein Muster, dessen Form und Größe ähnlich ist zu dem Strichcode selbst. Wenn auf diese Weise der Nutzer das Beleuchtungsfeld auf den Gegenstand **910** richtet, wird er angeregt, das rechteckige Beleuchtungsmuster auf den Strichcode auszurichten. Das heißt, der Nutzer empfängt eine sofortige Rückmeldung bezüglich des Orts des reduzierten Gesichtsfelds, das als heller Bereich erscheint, der üblicherweise formmäßig übereinstimmt mit dem Umriss des Gegenstands. Der Gegenstand wird durch eine reduzierte Fläche besser abgegrenzt und jegliche Information außerhalb dieses Bereichs kann aus dem Erfassungsdatenstrom ausgeblendet werden, wodurch die Bildverarbeitung beschleunigt wird.

**[0045]** Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, handelt es sich bei dem Gesamtgesichtsfeld der Kamera, wie durch die strichlierte Linie **1002** gezeigt, um ein großes Quadrat, während die Beleuchtungsfläche in deutlich schmaleres Rechteck **1004** ist. Erneut stimmt dieses Rechteck formmäßig mit der Form eines eindimensionalen Strichcodes in diesem Beispiel überein. Ein Vielzahl weiterer Formen und Größen kann bereitgestellt werden für eine selektive Beleuchtungsfläche in Bezug auf das Gesamtgesichtsfeld. Kleine Kreise, Ovale, Quadrate sowie komplexe geometrische Muster sind sämtliche in Betracht zu ziehen. Geeignet geformte Lichtschläuche bzw. Lichtleiter sind so aufgebaut, dass sie mit diesen Formen übereinstimmen. Die Lichtschläuche können Dunkelfeldstrukturen, Hellfeldstrukturen oder eine Kombination hieraus enthalten, wie vorstehend erläutert. In ähnlicher Weise kann das verengte Gesichtsfeld (bzw. das "reduzierte Gesichtsfeld") der Beleuchtungseinrichtung Zielpunkte aufweisen, um die Ausrichtung auf den Gegenstand zusätzlich zu unterstützen.



[0046] [Fig. 11](#) zeigt ein Beispiel einer Hellfeldbeleuchtungseinrichtung, demnach ein Ring aus LEDs **1102** auf einer Schaltkarte **1104** angebracht ist, die außerdem einen Sensor **1106** aufweist. Die Karte ist mit einem Controller bzw. einer Bilderfassungseinrichtung verbunden, der bzw. die Abtastsoftwareanwendungen enthält. Ein Hellfeldbeleuchtungsmuster erstreckt sich über eine Distanz DB3 ausgehend von der Spitze des Lichtschlauchs bzw. Lichtleiters **1120**. In diesem Beispiel beträgt die Distanz DB3 in etwa 6 bis 8 Inch. Andere Distanzen sind jedoch ausdrücklich in Betracht zu ziehen. Die Abtastsoftwareanwendung ist dazu ausgelegt, Pixel außerhalb des gewünschten Sichtfelds zu verwerfen, und zwar entweder durch das Bekanntsein von Pixeladressen, die außerhalb des gewünschten Felds fallen, oder weil diese Pixel nicht korrekt beleuchtet sind und deshalb verworfen werden (beispielsweise weil sie zu dunkel sind). Eine geeignete Optik **1110** und ein Fenster **1112** sind ebenso vorgesehen wie ein Lichtschlauch **1120**, der als längliches Rechteck gebildet ist.

[0047] Wie in [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) gezeigt, umfasst eine alternative Ausführungsform eines Abtastsystems **1200** ein aktives Dunkelfeldbeleuchtungssystem. Anstatt dem an einem Ende eines Lichtschlauchs in Gegenüberlage zu der zu beleuchtenden Oberfläche bereitzustellenden Beleuchtungsring und anstatt das Licht durch den Schlauch zu richten, wie vorstehend unter Bezug auf [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 8](#) erläutert, ist ein Beleuchtungsring **1202** innerhalb eines opaken Deckels oder Behältnisses **1204** an einem Ende des Schlauchs **1206** benachbart zu der zu beleuchtenden Oberfläche angebracht. Der Zweck des Schlauchs **1206** besteht darin, den Beleuchtungsring **1202** in der Nähe der zu beleuchtenden Oberfläche zu positionieren und der Schlauch **1206** muss deshalb nicht aus einem durchlässigen Material erstellt sein, wie vorstehend erläutert. Ein transparentes Schlauchmaterial bzw. Lichtleitermaterial unterstützt jedoch das visuelle Platzieren des Lesers über dem zu lesenden Code. Die opake Abdeckung **1204** ist so bemessen und dimensioniert, dass sie den Beleuchtungsring **1202** aufnimmt und sie enthält eine obere opake Oberfläche **1220** und eine äußere opake Oberfläche **1224**. Die Innenseite **1226** ist entweder offen gelassen oder umfasst mehrere Halterungslöcher zur Aufnahme einzelner Beleuchtungselemente bzw. Lichtgabeelemente, wie etwa Licht emittierende Dioden (LEDs), die den Beleuchtungsring **1202** bilden. Die opaken Oberflächen **1220** und **1224** verhindern, dass Licht von dem Beleuchtungsring **1202** direkt auf eine darunter liegende Beleuchtungsoberfläche benachbart zu dem Abtastsystem **1200** hindurch tritt und richtet Licht von dem Beleuchtungsring **1202** stattdessen einwärts in Richtung auf das Zentrum des Lichtschlauchs bzw. Lichtleiters **1206**. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, ist der Lichtschlauch **1206** dort, wo das Licht austritt, deshalb gewinkelt, wodurch für die zu beleuchtende Oberfläche eine Dunkelfeldbe-

leuchtung bereitgestellt wird. Wie vorstehend erläutert, können die Hellfeldbeleuchtungselemente außerdem in Verbindung mit dem aktiven Dunkelfeldbeleuchtungsschlauch vorgesehen sein.

[0048] Wie vorstehend unter Bezug auf [Fig. 3](#) erläutert, können der Beleuchtungsring **1202** von [Fig. 13](#) sowie beliebige der Dunkelfeldbeleuchtungsringe und gebogenen Beleuchtungseinrichtungen, die in [Fig. 3](#), [Fig. 3A](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 8](#) gezeigt sind, in einzeln steuerbare Segmente segmentiert sein. Diese Beleuchtungseinrichtungen werden nachfolgend kollektiv als "Beleuchtungsringe" bezeichnet. Die nachfolgende Diskussion trifft jedoch in gleicher Weise auf sowohl Ringe wie bogenförmige Lichtgabesegmente zu, wie vorstehend unter Bezug auf [Fig. 3A](#) erläutert. Die einzeln steuerbaren Segmente können vier Segmente umfassen, wie etwa die in [Fig. 3](#) gezeigten Quadranten **380**, **382**, **384** und **386**, oder sie können in eine Anzahl alternativer Möglichkeiten segmentiert sein. Beispielsweise kann die ringförmige Beleuchtungseinrichtung in alternativen Ausführungsformen in Hälften unterteilt sein, oder eine größere Anzahl von Segmenten kann verwendet werden, einschließlich Segmente, die einzelne LEDs aufweisen. Ungeachtet der gewählten Segmentierung können die Segmente getrennt gesteuert oder adressiert werden durch den Controller **370** ([Fig. 3](#)), um das gewünschte Dunkelfeldbeleuchtungsmuster zu erzielen, wie nachfolgend erläutert. Der Controller **370** kann ferner wahlweise aktiv sein oder das Licht modulieren, das von einem dieser Elemente emittiert wird, die Beleuchtungszeit des Sensors **330** variieren oder den Brennpunkt der Kamera variieren, wie nachfolgend ebenfalls erläutert.

[0049] Unter erneutem Bezug auf [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) und außerdem noch unter Bezug auf [Fig. 14](#) wird ein Blockdiagramm eines Steuersystems zur Verwendung beim Steuern einer ringförmigen Beleuchtungseinrichtung unter Bezug auf [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 8](#) und [Fig. 13](#) erläutert. Wie vorstehend angesprochen, umfasst die Abtastvorrichtung **100**, **200** oder **1200** eine Anbord-Verarbeitung **109**, einschließlich einer Abtastabwendung **113**. Der Prozessor **109** umfasst einen Controller **370**, der mit der ringförmigen Beleuchtungseinrichtung **382** verbunden ist, um die Aktivierung der Lichtgabeelemente **380**, **382**, **384** und **386** zu steuern. Der Controller **370** ist ferner mit einem Bildsensor **330** zum Erfassen von Bilddaten verbunden, mit einem Speicher **371** zum Speichern und Rückgewinnen von Bilddaten, sowie mit Lichtgabewahldaten, wie nachfolgend erläutert, und mit einem Sender/Empfänger **372** zum Übertragen von Daten zu und empfangen von Daten von einem Hostcomputer **112**. Eine Nutzerauswahleingabe **374** kann außerdem in Verbindung gebracht sein, um Daten für den Controller **370** bereitzustellen, um eine manuelle Auswahl von Lichtgabeelementen oder anderen

Parametern bereitzustellen, wie nachfolgend erläutert.

**[0050]** Im Betrieb kann die Anbord-Verarbeitungskarte **109** betätigt werden, um angemessene und optimierte Lichtgabeebedingungen auf Grundlage einer Evaluierung von Rückkopplungsdaten für beide von Hand gehaltene ([Fig. 1](#) und [Fig. 12](#)) oder feststehende Anwendungen ([Fig. 2](#)) zu gewährleisten. Um derartige Bedingungen zu erzielen, wird die Abtastlichtgabe durch die Abtastanwendung **113** und den Controller **370** gesteuert, um jedes der Lichtsegmente einzeln zu steuern, wie etwa die Quadranten **380**, **382**, **384** und **386**, um die einzelnen Segmente wahlweise zu aktivieren oder zu deaktivieren, um ausgewählte Segmente zu dimmen oder heller zu machen, oder um die Belichtungszeit bzw. Lichtgabezeit der Beleuchtung auf der Beleuchtungsoberfläche zu variieren. Die erneute Ausrichtung der angewendeten Lichtgabe kann beispielsweise dann nützlich sein, wenn metallische oder gekrümmte bzw. gebogene Flächen beleuchtet werden, oder wenn hochgradig reflektierende Flächen beleuchtet werden. Wenn metallische oder in ähnlicher Weise gekrümmte Oberflächen beispielsweise beleuchtet werden, ist beobachtet worden, dass die Beleuchtung häufig effektiv ist, wenn sie längs des Materialkorns ausgerichtet ist. Durch die Möglichkeit, die Beleuchtung über dem Korn zu dimmen oder zu deaktivieren, kann ein deutlich verbessertes Bild gewonnen werden. Wenn gekrümmte bzw. gebogene Flächen beleuchtet werden, können außerdem verbesserte Ergebnisse erzielt werden durch Beleuchten der Oberfläche in einer gewählten Richtung. In ähnlicher Weise kann ein Variieren der Lichtgabeebedingungen von Vorteil sein, wenn mit reflektiven bzw. reflektierenden Oberflächen gearbeitet wird.

**[0051]** Die Abtastanwendung **113** kann beispielsweise einen Initialisierungsprozess mit sich bringen, demnach die einzeln gesteuerten Lichtsegmente **380**, **382**, **384** und **386** durch eine Vielzahl von voreingestellten Ein-/Ausschaltkombinationen schlafen gelassen werden, bis die Qualität des Bildes als ausreichend festgestellt wird, um einen Strichcode oder eines anderes Symbol zu evaluieren, oder um zu ermitteln, welche der Einstellungen die beste Bildqualität erbringt. In diesem Prozess wird die Rückkopplung in Form von Bilddaten, die durch den Sensor **330** erfasst werden, durch den Controller **370** evaluiert. Beispielsweise können die durch den Sensor **330** erfassten Bilddaten für jede von unterschiedlich verfügbaren Einstellungen der einzelnen Quadranten **380**, **382**, **384** und **386** verarbeitet werden, und wenn ein akzeptables und/oder optimales Bild gewonnen wird, kann diese bestimmte Einstellung für eine weiter ablaufende Datenerfassung gewählt werden. Die Bildoptimierung kann auf dem Erkennen bekannter Bildkoordinatenachsen bzw. Bezugswerte oder der Ermittlung eines maximalen Kontrasts über einen aus-

reichend breiten Bereich der beobachteten, interessierenden Fläche basieren.

**[0052]** Bei einer Anordnung mit feststehender bzw. stationärer Kamera kann dieser Einstellprozess typischerweise einmal ausgeführt werden, und die gewählte Einstellung kann auf jedes nachfolgend erfasste Bild angewendet werden. Alternativ können bei von Hand gehaltenen Abtastanwendungen, bei denen sich Winkel und Ausrichtungen des Geräts relativ zu dem Gegenstand wahrscheinlich ändern, die Einstellungen auch dynamisch für jede Abtastung vorgenommen oder selektiv durch die Bedienerperson durchgeführt werden, die beispielsweise den Initialisierungsmodus wählt, wenn sich Umgebungsbedingungen ändern. Selbst bei von Hand gehaltenen Operationen kann eine feststehende Einstellung jedoch effektiv sein, wenn die Abtastung stets von in etwa demselben Ort aus vorgenommen wird und/oder unter denselben Umgebungsbedingungen, oder in einem bekannten Teilsatz von verfügbaren Bedingungen.

**[0053]** In Ausführungsformen, die sowohl Hell- wie Dunkelfeldbeleuchtungen vorsehen, wie beispielsweise in [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 8](#) gezeigt, kann die Abtastanwendung **113** auch so programmiert sein, dass sie zwischen Dunkelfeld- bzw. Hellfeldbeleuchtung abhängig davon auswählt, welche Beleuchtung für eine bestimmte Anwendung am besten geeignet ist. Die Auswahl zwischen Hell- und Dunkelfeldbeleuchtung kann automatisch durch den Bildprozessor auf Grundlage einer vorstehend erläuterten Rückkopplung oder manuell gewählt durch die Bedienerperson erfolgen.

**[0054]** Unter erneutem Bezug auf [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 13](#) und insbesondere [Fig. 15](#) ist ein Flussdiagramm gezeigt, das einen typischen Prozess zum Auswählen von Beleuchtungsbedingungen bzw. Lichtgabeebedingungen zeigt. Wie vorstehend erläutert, kann das Abtastsystem **100** initialisiert werden durch Verwendung einer vorbestimmten anfänglichen Lichtgabekonfiguration **1301**, die beispielsweise aus einer Reihe vorbestimmter Lichtgabeveränderungen bzw. -abwandlungen besteht, oder alternativ aus einer vorgewählten Allgemeinzweck-Einstellung oder einer "gecachten" Einstellung, die aus der Speicherkomponente **371** rückgewonnen wird. Die gespeicherte Einstellung kann beispielsweise die Einstellung aus dem zuletzt erfolgreichen oder vorausgehend erfolgreichen Decodierungsversuch sein, eine Einstellung, die statisch ermittelt worden ist, um in der Umgebung typischerweise erfolgreich zu sein, oder eine mittlere Einstellung, die über eine Reihe erfolgreicher Versuche ermittelt wird. Die anfängliche Einstellung vermag verschiedene, einzeln gesteuerte Lichtsegmente zu aktivieren oder zu deaktivieren, wie etwa die Quadranten **380**, **382**, **384** und **386** eines Beleuchtungsrings, eine Dunkel- oder Hell-

feldbeleuchtung zu aktivieren oder zu deaktivieren oder die Helligkeitspegel von einem dieser Lichtgabelemente zu modulieren durch Variieren eines analogen Signals, das an die Lichtsegmente angelegt ist, durch Anlegen eines impulsbreitenmodulierten Signals oder in unterschiedlichen anderen Weisen, wie sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik erschließt. Die Belichtungszeit bzw. Beleuchtungszeit des Sensors **330** und die Brennweite der Kamera können ebenfalls zur Erzielung optimaler Bedingungen variiert werden.

**[0055]** Nachdem das Symbol beleuchtet ist, wird ein Bilddatensatz durch den Sensor **330** im Schritt **1302** erfasst, und dieser Datensatz wird im Schritt **1303** evaluiert. Die Evaluierung der Bilddaten im Schritt **1303** kann einen Versuch umfassen, das Symbol zu decodieren, oder alternativ eine statische Evaluierung des erfassten Datensatzes auf Grundlage von Histogrammen oder anderen statistischen Analysen umfassen, die auf diesem Gebiet der Technik bekannt sind, um zu ermitteln, ob der Kontrast zwischen weißen und schwarzen Pixeln in den erfassten Daten innerhalb eines Erwartungsbereichs liegt. Wenn der im Schritt **1302** erfasste Datensatz als geeignet zur Decodierung ermittelt wird, ist eine "gute Auslesung" erzielt worden und im Schritt **1306** wird das Symbol decodiert und der Prozess wird beendet. Die im Schritt **1301** festgelegten Einstellungen können auch in der Speicherkomponente **371** für eine spätere Rückgewinnung, wie vorstehend erläutert, gespeichert oder gecachet werden.

**[0056]** Daten, die zur Decodierung geeignet sind, können auf einer vollständigen Auslesung des Symbols beruhen, oder auf einer teilweisen Auslesung, bei der Daten rekonstruiert werden unter Verwendung von Fehlerkorrekturverfahren, wie etwa einem Paritäts-Check, Prüfsummen und bekannte Symbolkriterien, wie die Anzahl von erwarteten Zeichen oder andere Parameter, wie es sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik erschließt.

**[0057]** Wenn der Bilddatensatz zur Decodierung nicht geeignet ist, ändert der Controller **370** die Beleuchtungseinstellungen durch Variieren der Wahl der Hell- oder Dunkelfeldbeleuchtung, durch Variieren des Satzes einzeln steuerbarer Lichtelemente, die aktiviert oder deaktiviert werden, oder durch Modifizieren der Helligkeit des bereitgestellten Lichts. Diese Parameter können ermittelt werden, wie vorstehend erläutert, auf Grundlage eines vorab errichteten Satzes von Parametern, durch eine Analyse des erfassten Datensatzes oder durch Nutzerselektion. Nachdem im Schritt **1305** neue Einstellungen gewählt sind, wird im Schritt **1302** ein neuer Bilddatensatz erfasst und die Schritte **1303–1305** werden wiederholt, bis ein "guter" Datensatz erfasst ist und das Symbol wird decodiert.

**[0058]** Obwohl die Variation der Lichtgabe bzw. Beleuchtung vorstehend als automatisch gesteuerter Prozess erläutert ist, wie in [Fig. 14](#) gezeigt, kann der Controller **370** auch manuelle Befehle von dem Nutzer durch eine Nutzerwahleingabe **374** empfangen. Die Nutzerwahleingabe vermag beispielsweise ein Eingangssignal von einem Ein- oder Mehrstellenschalter zu empfangen, der auf der Abtastvorrichtung vorgesehen ist, eine Eingabe, die durch andere Software oder Hardware basierte Nutzerschnittstellen bereitgestellt wird, die auf der Abtastvorrichtung vorgesehen sind, oder durch Software auf dem Computer **112**, der mit dem Controller über den Sender/Empfänger **372** verbunden ist. Verschiedene andere Arten, eine Schnittstelle für Nutzer bereitzustellen, um Beleuchtungsparameter auszuwählen, erschließt sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik. Über die Nutzerwahleingabe **374** vermag der Nutzer beispielsweise manuell eine Wahl auszuführen, um einzelne Quadranten oder Segmente in dem Beleuchtungsring zu aktivieren, eine vorbestimmte Sequenz von Segmenten zu wählen, die Helligkeit der Beleuchtung zu variieren, zwischen einer Hell- und Dunkelfeldbeleuchtung zu wählen oder einen Initialisierungsprozess erneut zu starten, der einen vorbestimmten Satz von variablen Beleuchtungen bereitstellt, wie vorstehend erläutert. Weitere manuelle Wahlvorgänge bzw. Selektionen können durch eine Nutzereingabe bereitgestellt werden, wie sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik erschließt.

**[0059]** Vorstehend sind illustrative Beispiele dieser Erfindung detailliert erläutert worden. Verschiedene Modifikationen und Zusätze können vorgenommen werden, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Obwohl ein Blockdiagramm mit einer speziellen Konfiguration für das Steuersystem beispielsweise gezeigt ist, erschließt es sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik, dass dies eine vereinfachte Darstellung ist und dass verschiedene Verfahren zum Konstruieren der Hardware eingesetzt werden können. Außerdem kann eine große Vielfalt von Datenverarbeitungseinrichtungen, Abtastanwendungsprogrammen und/oder Hardwaresystemen zur Steuerung der Beleuchtung und Erfassung der Bilder vorgesehen sein. Schließlich können die Lichtschläuche bzw. Lichtleiter mit integralen Beleuchtungseinrichtungen auf einer Schaltungskarte vorgesehen sein, die außerdem einen Sensor und Kontrollfunktionen enthält, die es dem Sensor erlauben, mit der Beleuchtungseinrichtung zu kommunizieren. Alternativ können die Beleuchtungseinrichtung, der Lichtschlauch und die Kamera sämtliche getrennte Bestandteile sein, die über einen oder mehrere Controller miteinander verbunden sind, oder die sämtliche mit einem gemeinsamen Computer oder Prozessor über geeignete Schnittstellen verbunden sind. Verschiedene Kombinationen von Sensoren, Optiken, Beleuchtungseinrichtungen und Lichtschläuchen sind *expressis verbis* in Betracht zu ziehen. Beispielsweise kön-

nen Sensoren auf derselben Schaltung vorgesehen sein wie der Prozessor und die Lichtquellen und eine bzw. sämtliche der Komponenten können getrennt sein. Geeignete Schnittstellen und Anbringungsmechanismen, die dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik geläufig sind, können vorgesehen sein, um die Interaktion zwischen den verschiedenen, vorstehend erläuterten Komponenten zu erleichtern. Während der Hellfeldlichtschlauch als innerhalb des Dunkelfeldlichtschlauchs verschachtelt erläutert ist, ist ausdrücklich in Betracht zu ziehen, dass diese beiden Rohre umgekehrt vorliegen können, indem die Hellfeldbeleuchtungseinrichtung außerhalb des Dunkelfeldlichtschlauchs angeordnet wird. In ähnlicher Weise kann entweder der Lichtschlauch (oder die Lichtquelle für diesen) als durchbrochener Ring festgelegt sein mit nicht beleuchteten Segmenten längs ihren Perimetern. Diese Erläuterung ist deshalb lediglich als beispielhaft anzusehen und beschränkt in keiner Weise den Umfang der Erfindung.

### Patentansprüche

1. Digitale Abtastvorrichtung zum Decodieren eines digital codierten Symbols, aufweisend:  
Eine Lichtquelle mit mehreren einzeln steuerbaren Lichtgabeelementen (336) zum Bereitstellen einer Flachwinkel-Dunkelfeldbeleuchtung für ein codiertes Datensymbol (320);  
einen Bildsensor (330) zum Ermitteln von Bilddaten, die von dem codierten Datensymbol reflektiert werden, wenn dieses durch die Lichtquelle beleuchtet wird; und  
einen Controller (370), der mit jedem der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente verbunden ist, wobei der Controller (370) dahingehend programmiert ist, die Lichtgabeelemente (336) zum Variieren der Richtung der Dunkelfeldbeleuchtung zu aktivieren, die durch die Lichtquelle bezüglich des datencodierten Symbols (320) bereitgestellt wird, und mm Verarbeiten der Bilddaten, die durch den Bildsensor zum Decodieren des Symbols gesammelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, die Bilddaten zu evaluieren, die durch den Bildsensor (330) erfasst werden, um zu ermitteln, ob die Bilddaten hinreichen, das Symbol (320) zu decodieren, und um das von der Lichtquelle projizierte Licht zu variieren, bis die Bilddaten hinreichen, das Symbol zu decodieren.
2. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente (336) Abschnitte (380, 382, 384, 386) zumindest in Gestalt eines Kreisrings, eines Rechteckrings, eines ovalen Rings oder eines elliptischen Rings aufweisen.
3. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Abschnitte des Kreisrings Quadranten (380, 382, 384, 386) aufweisen.
4. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, die Daten zu evaluieren, die durch den Bildsensor (330) erfasst werden, um das an das Datensymbol angelegte Licht von den einzeln steuerbaren Lichtgabeelementen (336) zu variieren, um die Symboldecodierung zu optimieren.
5. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle einen passiven Beleuchtungsschlauch (312) aufweist.
6. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Abtastvorrichtung eine von Hand gehaltene Abtastvorrichtung ist.
7. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Abtastvorrichtung eine feststehend montierte Abtastvorrichtung ist.
8. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle einen aktiven Lichtschlauch (1206) aufweist.
9. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend eine manuelle Steuerung, die mit dem Controller verbunden ist, um zumindest eines der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente (336) zur Aktivierung manuell zu wählen.
10. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend eine Speicherkomponente zum Speichern von Daten entsprechend den Lichtgabeelementen (336), die für eine erfolgreiche Decodierung aktiviert sind.
11. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, die Helligkeit der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente (336) zu variieren.
12. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, die Beleuchtungszeit des Bildsensors (330) zu variieren.
13. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend eine Speicherkomponente, die mit dem Controller (370) zum Speichern von Lichtbedingungen verbunden ist.
14. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, zu ermitteln, ob die Daten hinreichen, das Symbol (320) auf Grundlage einer statistischen Analyse der Daten zu decodieren.
15. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Controller (370) außerdem dahingehend programmiert ist, zu ermitteln, ob die Daten hinrei-

chen, das Symbol **(320)** auf Grundlage eines Versuchs zum Decodieren des Symbols zu decodieren.

16. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend eine Hellfeldlichtquelle **(338)** zum Bereitstellen einer Hellfeldbeleuchtung für die benachbarte Fläche, wobei der Controller **(370)** außerdem dahingehend programmiert ist, die Hellfeldlichtquelle zum Beleuchten des Symbols selektiv zu aktivieren.

17. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend einen Bildsensor **(330)**, der mit dem Controller **(370)** zum Ermitteln von Licht verbunden ist, das von dem Symbol **(320)** reflektiert wird, und zum Bereitstellen einer Rückkopplung zu dem Controller **(370)** zum Variieren der Beleuchtungsbedingungen.

18. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend eine Hellfeldbeleuchtungseinrichtung **(314, 338)**.

19. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend einen rohrförmigen Lichtschlauch **(312)** mit einer Spitze **(340)**, die dazu ausgelegt ist, die Dunkelfeldbeleuchtung zu projizieren, wobei die Lichtsegmente **(380, 382, 384, 386)** so angeordnet sind, dass sie Licht in den Schlauch kommunizieren.

20. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, außerdem aufweisend ein ringförmiges Halterungselement und eine Abdeckung **(1204)** mit einer opaken Oberseite **(1220)**, die derart bemessen und dimensioniert ist, dass sie die Beleuchtungselemente **(1202)** aufnehmen kann, wobei die Lichtgabeelemente **(1202)** in der Abdeckung **(1204)** angebracht und in Richtung auf das Zentrum des Rings ausgerichtet sind, und wobei die opake Fläche von den Beleuchtungselementen **(1202)** emittiertes Licht veranlasst, unter einem Winkel zum Bereitstellen der Flachwinkel-Dunkelfeldbeleuchtung emittiert zu werden.

21. Digitale Abtastvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtgabesegmente bogenförmige Segmente **(380, 382, 384, 386)** sind.

22. Verfahren zum Decodieren eines codierten Datensymbols, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- (a) Anordnen von mehreren einzeln steuerbaren Lichtgabeelementen um ein codiertes Datensymbol zum Bereitstellen eines Flachwinkel-Dunkelfelds auf einer Beleuchtungsfläche;
- (b) Beleuchten des datencodierten Symbols mit zumindest einem der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente;
- (c) Erfassen eines Bilddatensatzes;

(d) Evaluieren des Bilddatensatzes zur Ermittlung einer Eignung für die Decodierung;

(e) selektives Variieren eines Lichtgabeparameters zum Variieren des von den einzeln steuerbaren Lichtgabeelementen emittierten Lichts zum Variieren der Richtung der Dunkelfeldbeleuchtung auf dem datencodierten Symbol; und

(f) Wiederholen der Schritte (d) und (e), bis der Bilddatensatz zur Decodierung hinreicht.

23. Verfahren nach Anspruch 22, außerdem aufweisend die Schritte, die einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente in Quadranten um die Beleuchtungsfläche anzuordnen.

24. Verfahren nach Anspruch 23, außerdem aufweisend den Schritt (g), die Parameter zu speichern, die als zur Decodierung hinreichend ermittelt wurden.

25. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (b) das Rückgewinnen der gespeicherten Beleuchtungseinstellung aufweist.

26. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (b) das Rückgewinnen von Voreinstellungsparametern zum Aktivieren von jedem der Lichtelemente aufweist.

27. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (d) das Evaluieren der erfassten Bilddaten zum Decodieren des Symbols umfasst.

28. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (d) das Evaluieren der erfassten Bilddaten zum Evaluieren der relativen Konzentration heller und dunkler Pixel umfasst.

29. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (a) das Anordnen der Lichtelemente in Quadranten umfasst, und wobei das sukzessive Auftreten des Schritts (b) das sequenzielle Aktivieren von einer oder mehreren Kombinationen der Quadranten umfasst.

30. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (a) außerdem die Schritte aufweist, das Hellfeldbeleuchtungselement bereitzustellen, und selektiv sowohl eine Hellfeldbeleuchtung wie eine Dunkelfeldbeleuchtung bereitzustellen.

31. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (e) das Variieren des durch Modulieren eines Signals emittierten Lichts umfasst, das an zumindest eines der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente angelegt wird, um die Helligkeit der Beleuchtung zu variieren.

32. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (e) das Variieren einer Belichtungszeit zum Beleuchten des Symbols umfasst.



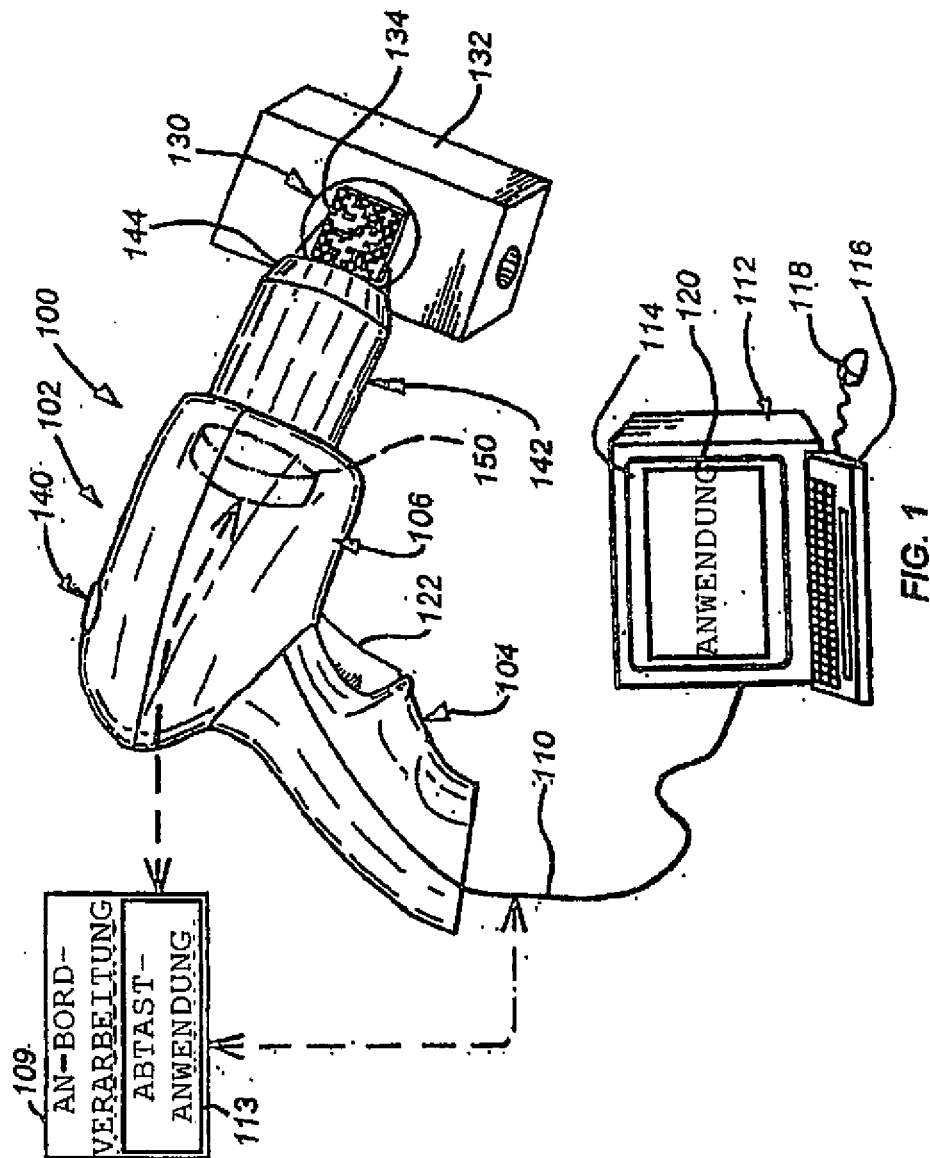
33. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (e) das Variieren des Brennpunkts umfasst.

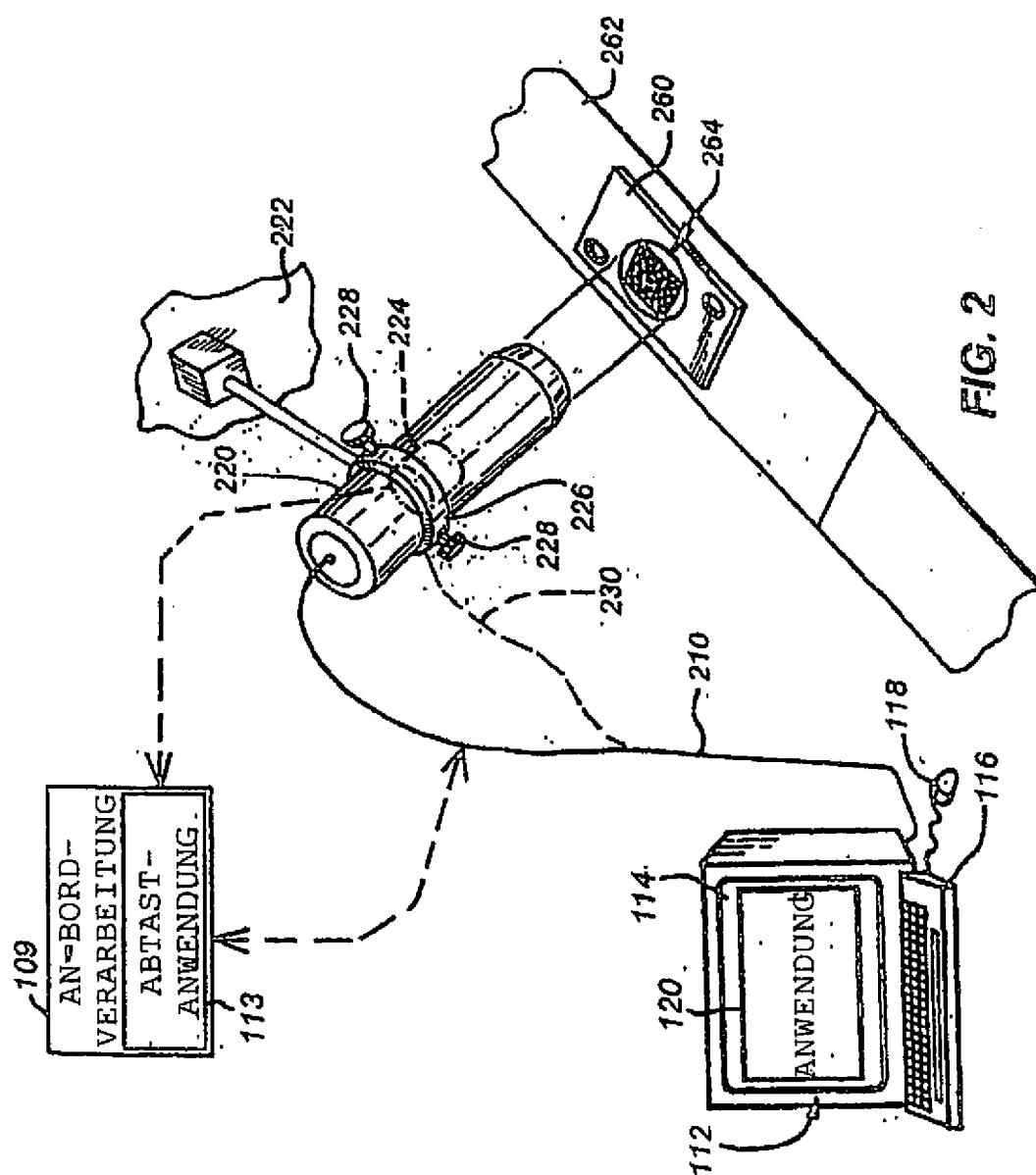
34. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (e) das selektive Aktivieren von zumindest einem der einzeln steuerbaren Lichtgabeelemente umfasst.

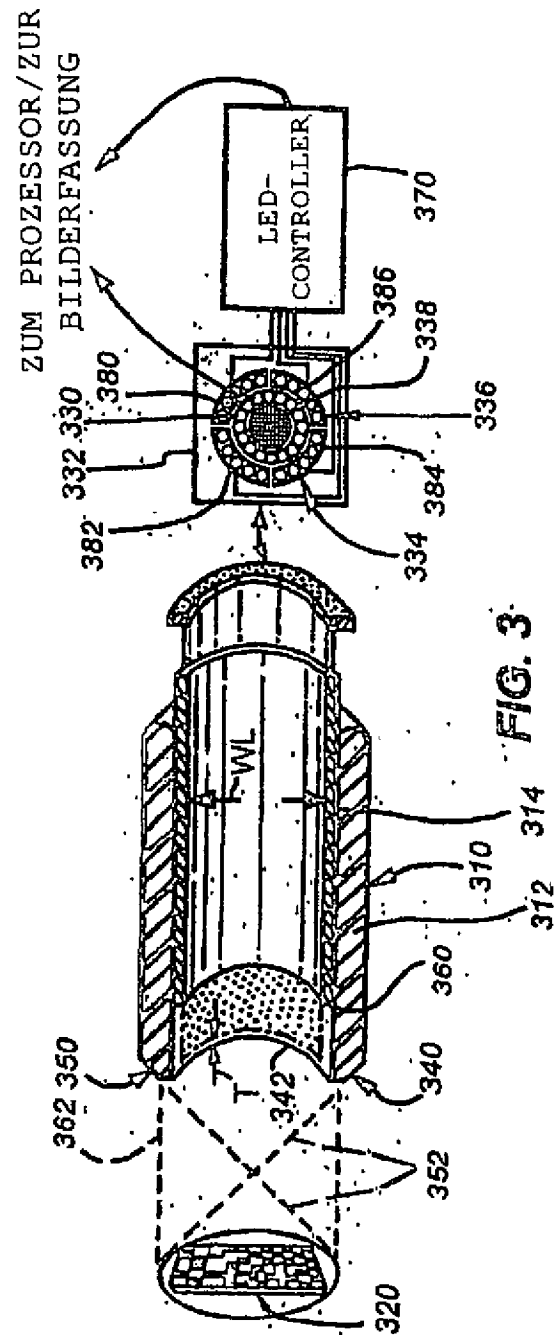
35. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt (a) außerdem den Schritt umfasst, das von den Lichtelementen emittierte Licht zum Bereitstellen einer Flachwinkel-Dunkelfeldbeleuchtung unter einem Winkel anzuordnen.

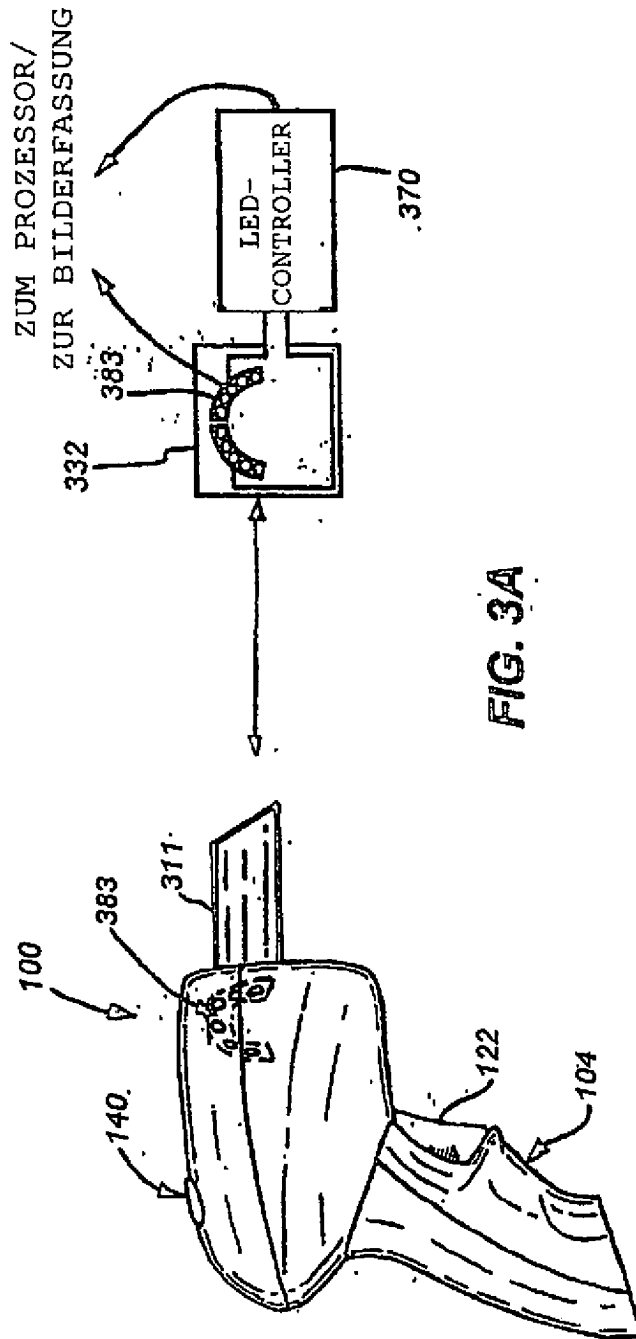
Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

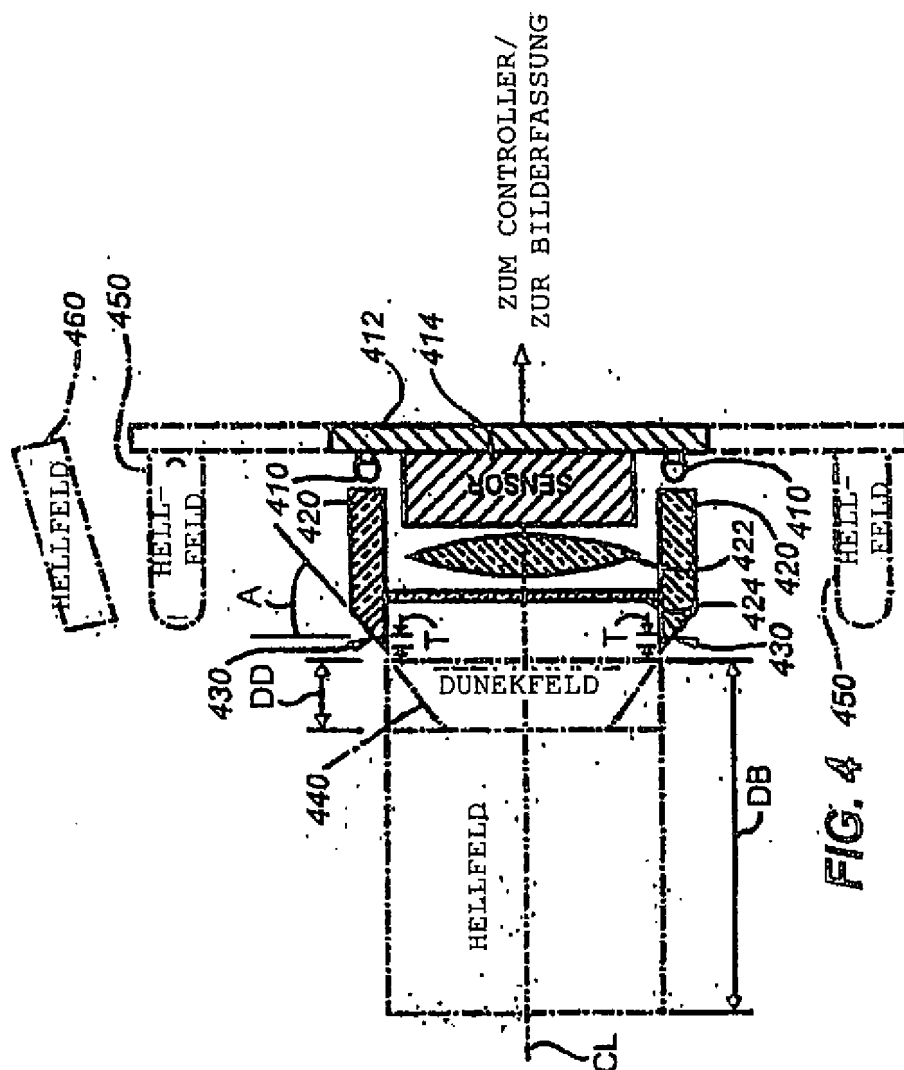


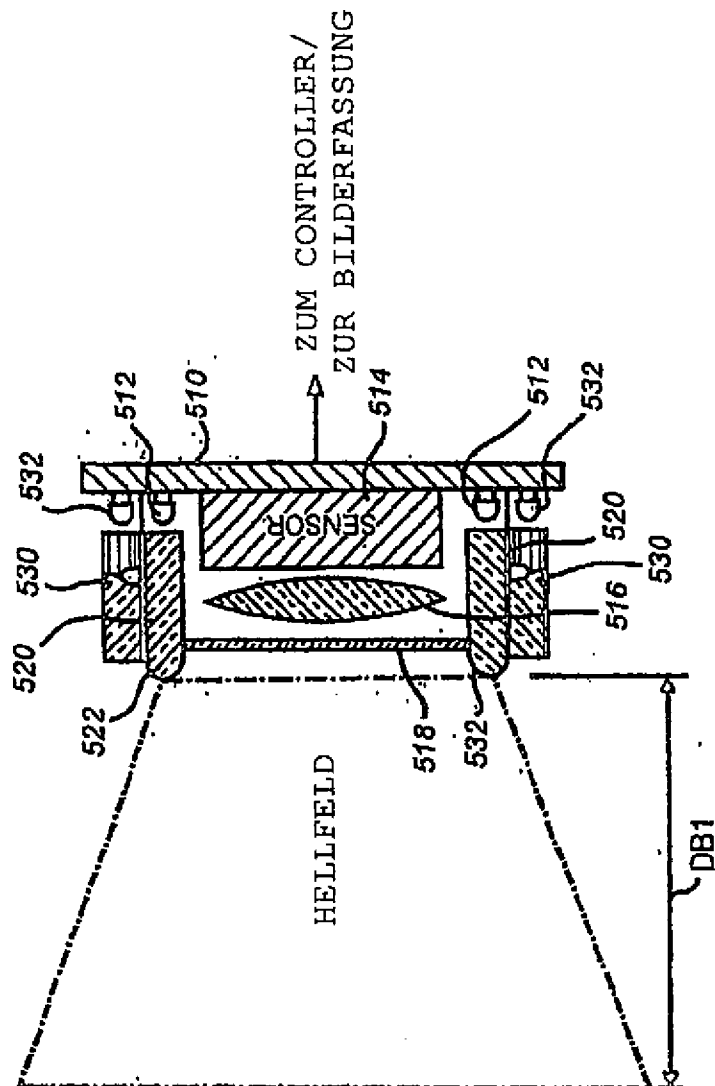




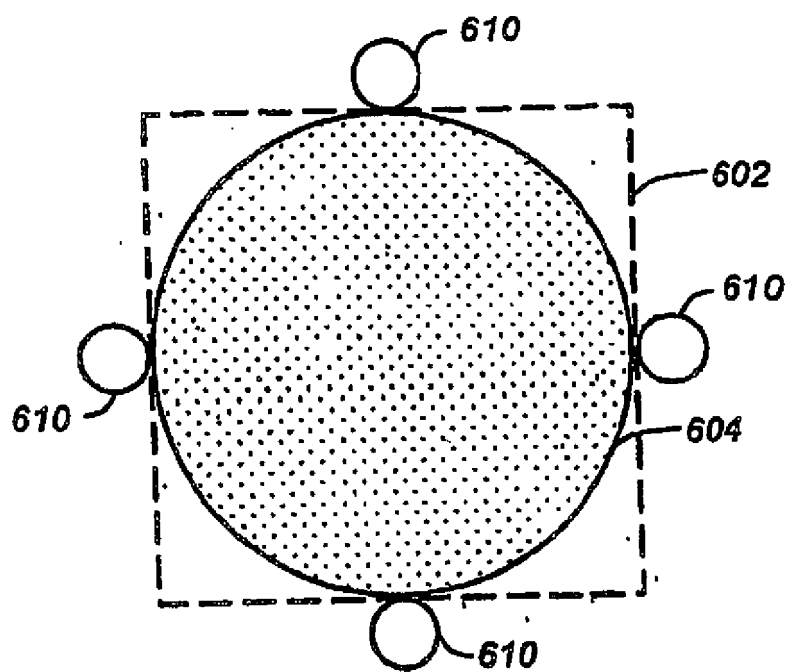




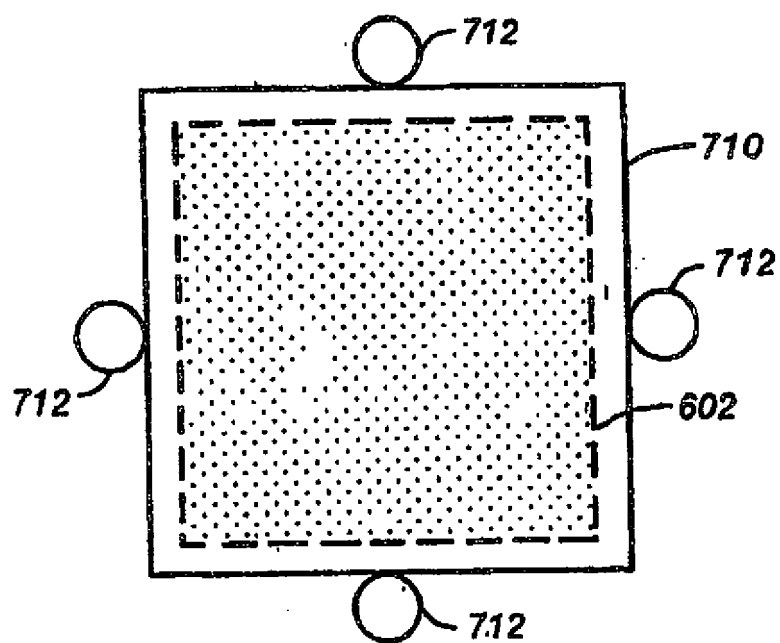




**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

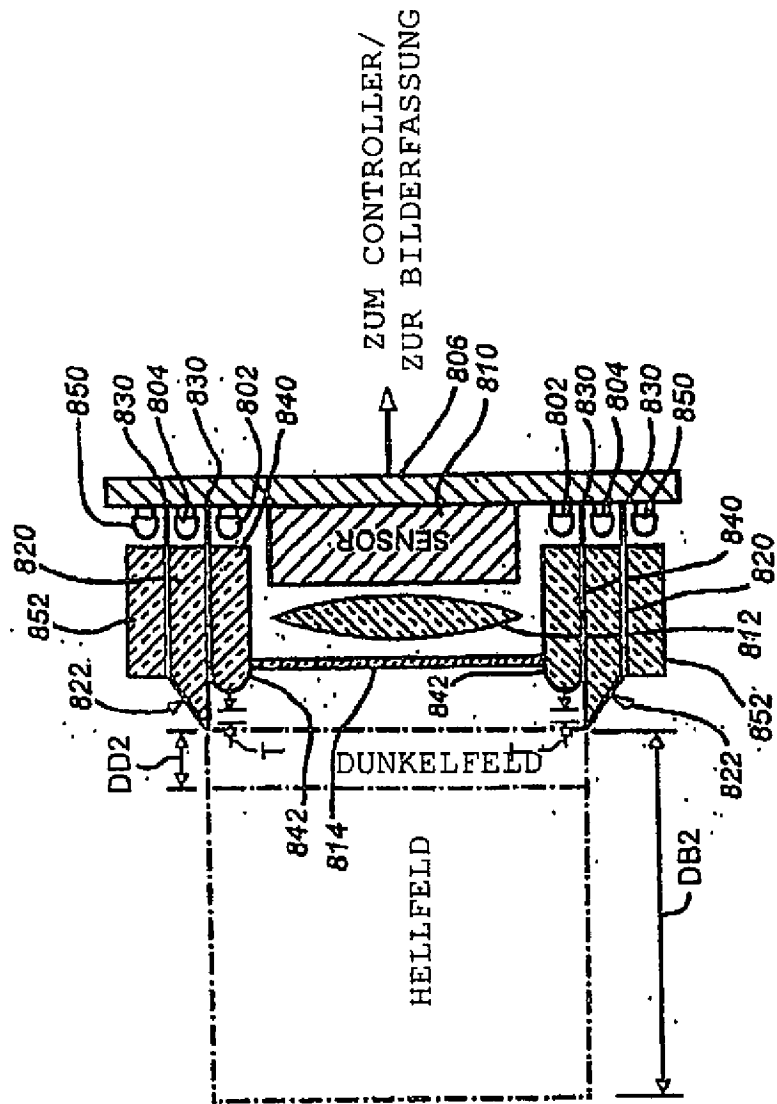
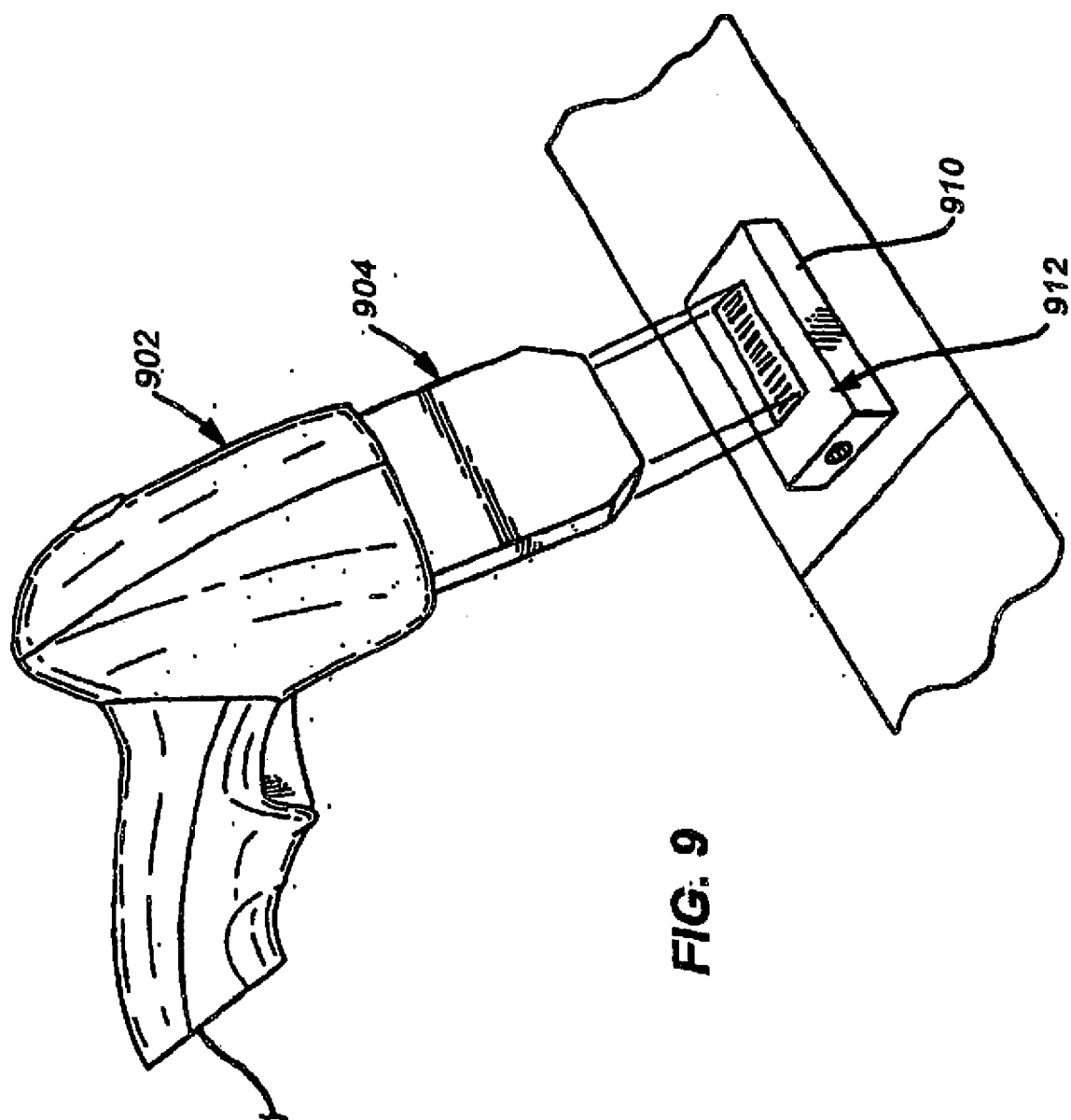
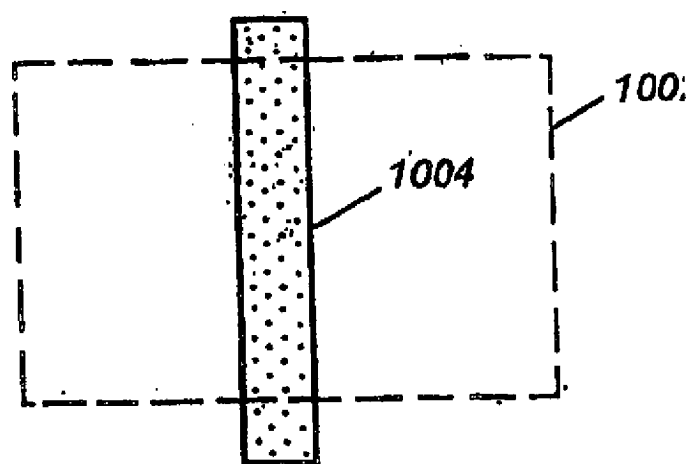


FIG. 8



**FIG. 9**





**FIG. 10**

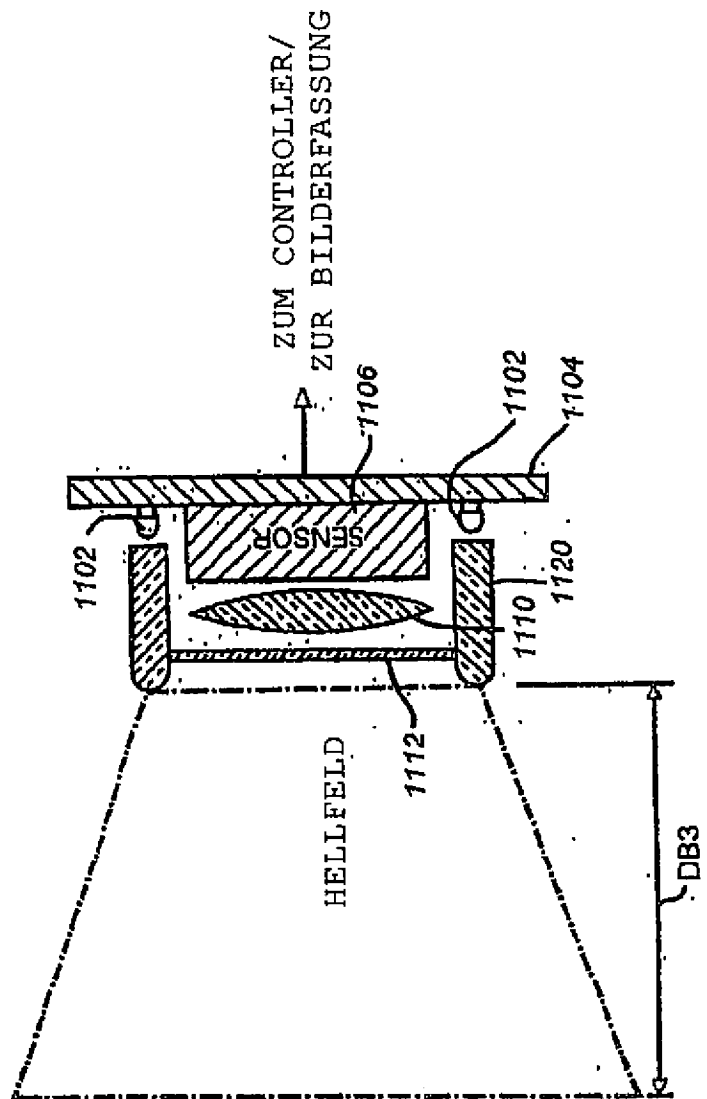
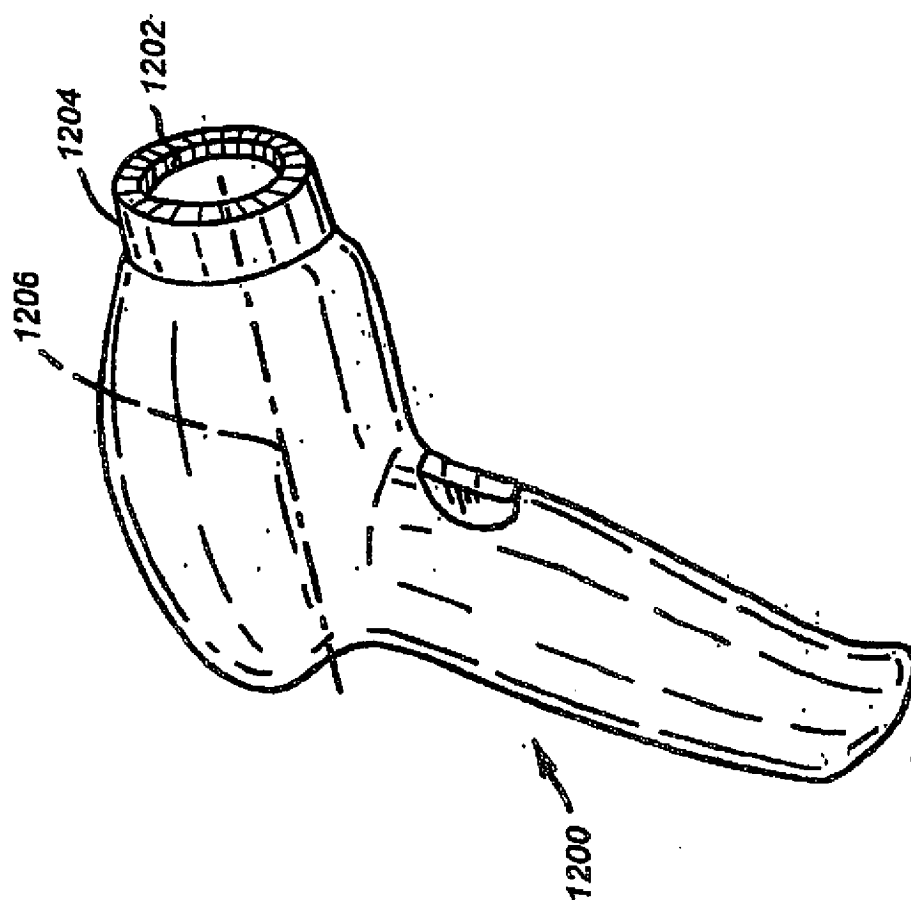
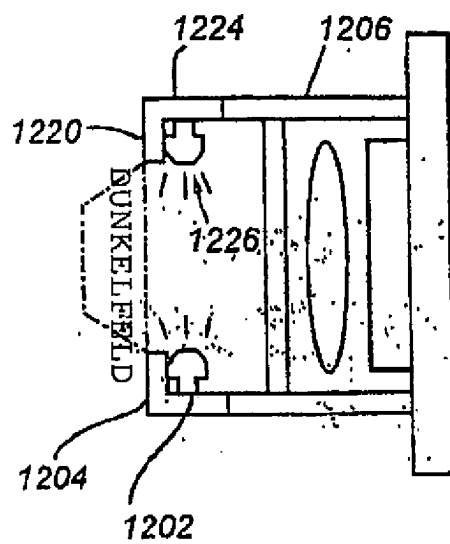


FIG. 11



**FIG.12**



**FIG. 13**

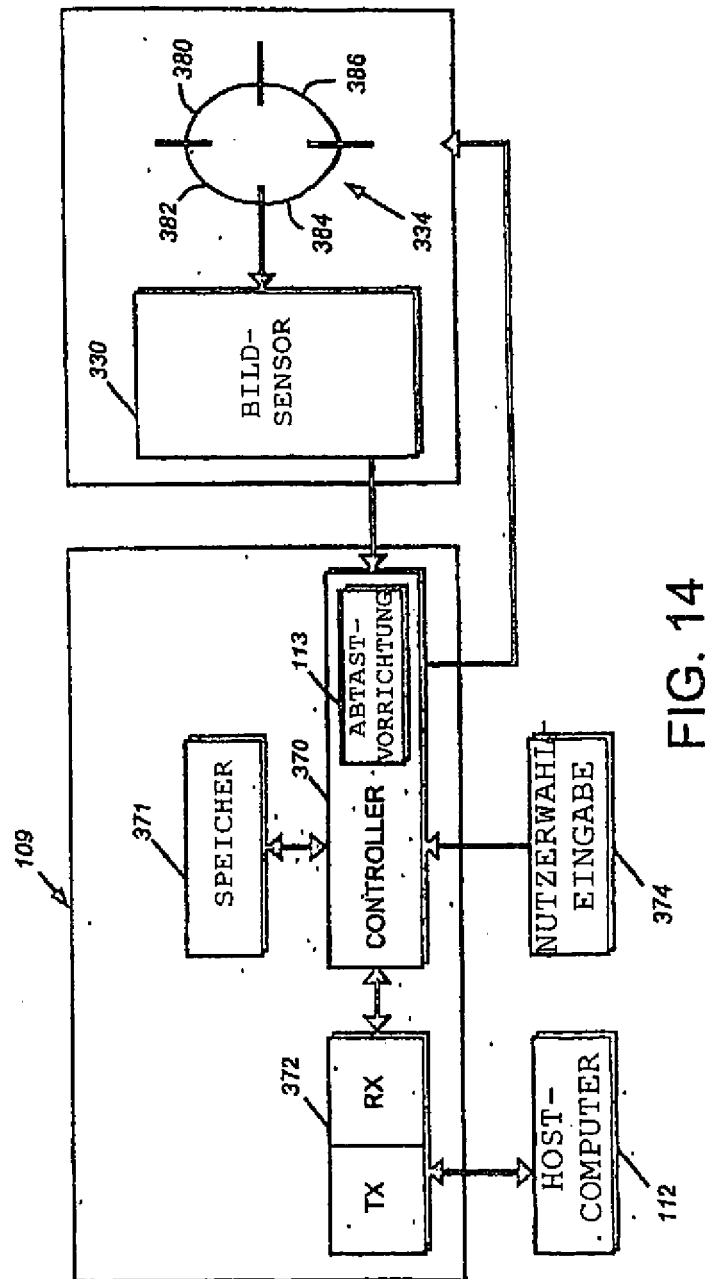


FIG. 14

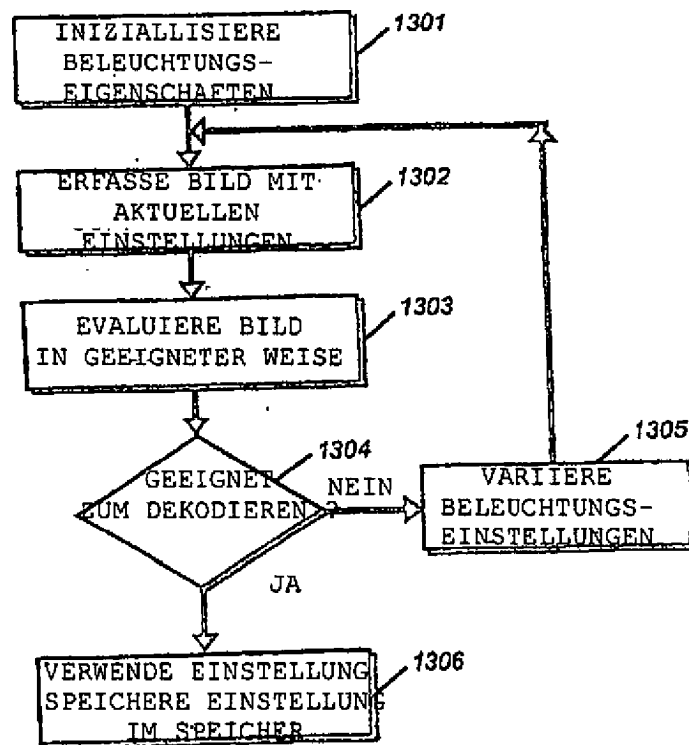


FIG. 15.