



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 693 33 492 T2** 2005.04.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 729 572 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **693 33 492.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US93/12136**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 903 631.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 94/014053**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.12.1993**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **23.06.1994**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.09.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.04.2005**

(51) Int Cl.7: **G01N 21/86**
H04N 7/18

(30) Unionspriorität:

990009 **14.12.1992** **US**

(73) Patentinhaber:

Pressco Technology Inc., Solon, Ohio, US

(74) Vertreter:

Kador & Partner, 80469 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IE, IT, SE

(72) Erfinder:

COCHRAN, W., Don, Gates Mills, US; TRINER, E., James, Gates Mills, US

(54) Bezeichnung: **VIDEO-INSPEKTIONSSYSTEM MIT MULTISPEKTRALER BELEUCHTUNG UNTER VERWENDUNG LICHEMITTIERENDER DIODEN UND METHODE ZUR MULTISPEKTRALEN BELEUCHTUNG UNTER VERWENDUNG LICHEMITTIERENDER DIODEN**

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] Diese Anmeldung ist eine Teilfortsetzung der gleichzeitig anhängigen Anmeldung mit der lfd. Nr. 658.093 mit dem Titel ENGINEERED LIGHTING SYSTEM FOR TDI INSPECTION, eingereicht am 20. Februar 1991.

[0002] Diese Anmeldung bezieht sich auf das Gebiet des Maschinensehens und insbesondere auf die schnelle automatische Videoinspektion. Obgleich klar ist, dass die Erfindung umfassendere Anwendungen wie etwa bei der Inspektion irgendeiner diskreten oder kontinuierlichen ununterbrochen bewegten Probe, bei der die Probe durch das Gesichtsfeld einer zugeordneten Inspektionskamera geleitet wird, und bei Systemen, die verhältnismäßig niedrige Beleuchtungspegel nutzen, besitzt, ist die Erfindung insbesondere anwendbar auf die automatische Videoinspektion ununterbrochener warenbahnähnlicher Materialien wie etwa Stoff, Papier, MYLAR, Dünnschichtmaterial usw. und wird mit besonderem Bezug darauf beschrieben.

[0003] Maschinensehsysteme haben in der Industrie eine eingeführte Anwesenheit erhalten, um schnelle Videoinspektionen auszuführen. Solche Maschinensehsysteme umfassen allgemein ein Beleuchtungssystem, das eine Probe beleuchtet, und eine Kamera zum Abtasten des davon reflektierten Lichts. Aus einem von der Kamera empfangenen Bild wird ein digitalisiertes Bild gebildet. Daraufhin werden die Daten, die dieses Bild repräsentieren, verwendet, um angesichts der im Voraus gewählten physikalischen Merkmale der Probe ihre Eignung zu bestimmen.

[0004] Frühere Anordnungs-Videoinspektionssysteme waren typisch auf die Inspektion einer ununterbrochenen Folge allgemein gleichförmiger Proben gerichtet, die im Gesichtsfeld der Inspektionskamera enthalten sein konnten. Diese Systeme verwendeten eine Beleuchtung, die ausreichend war, um eine einzige Beleuchtungszeitdauer zu ermöglichen. Nochmals weitere frühere Systeme verwendeten Rasterkameras, die in Bezug auf einen Teilabschnitt einer großen, üblicherweise planaren Probe fortschreitend weiterrückten, um eine Folge von Bildern davon zu erhalten.

[0005] US 5.072.128 offenbart eine Inspektionsvorrichtung, die Mehrfarblicht zur Erfassung von Mängeln verwendet. Allerdings nutzt die Vorrichtung weder Videorezeptormittel noch schlägt sie welche vor.

[0006] Ein beträchtliches Produkt wird als ein ununterbrochener Strom von warenbahn- oder dünn-schichtähnlichem Material hergestellt. Während die

oben erwähnten Systeme für eine Anzahl von Inspektionen angemessen sind, schaffen sie keine Mittel, die ein konsistent genaues Inspektionsbild eines ununterbrochenen Stroms von schnell bewegtem Warenbahnmaterial erfassen. Frühere Versuche, eine automatische Inspektion solcher Materialien zu erzielen, beruhten auf Linienabtastkameras mit ununterbrochener Beleuchtung. Außerdem wurden Stroboskopsysteme genutzt, die aber sehr große Beleuchtungszeitdauern erforderten. Somit war es wünschenswert, dass ein System geschaffen wird, das eine genaue schnelle Videoinspektion an einem ununterbrochenen Strom von Warenbahnmaterial ermöglicht oder bisher unzulängliche Beleuchtungsintensitäten bei verbesserter Bildintegrität nutzt und Robustheit gegenüber einem weiten Bereich von Proben zeigt.

[0007] Fortschritte bei Kameras und insbesondere bei Kameras mit ladungsgekoppelten Vorrichtungen ("CCD"-Kameras) haben unlängst zu Zeitverzögerungsintegrationstechniken ("TDI"-Techniken) geführt, wie sie etwa von den US-Patenten Nr. 4.922.337 und 4.949.172 beschrieben sind. Die TDI verwendet eine CCD-Anordnung, in der Zeilen von CCD-Elementen senkrecht zu einer Fortschrittsrichtung einer ununterbrochenen Warenbahn oder anderer Proben sind. Eine ununterbrochene Lichtquelle reflektiert Licht von einem allgemein geradlinigen Querschnitt der Probe auf eine Zeile von CCD-Elementen. Die resultierenden Bilddaten in dieser Zeile werden in eine nachfolgende, parallele Zeile von Elementen in der CCD-Anordnung verschoben, wo der von dem gleichen Querschnitt der Probe reflektierte zusätzliche Lichtfluss damit integriert wird. Dementsprechend wird der Einfluss von niedrigem Licht wegen eines einzigen Querschnitts der Probe wiederholt erhalten. Das resultierende kombinierte Bild mitteilt wesentliche Rauschbestandteile heraus und schafft ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis in einem erfassten Bild. Dies ermöglicht, eine ununterbrochene Folge geradliniger Bilder mit hoher Integrität über die Warenbahn oder die anderen Proben zu erhalten.

[0008] Außerdem offenbart WO 92/15010 ein Inspektionsbeleuchtungssystem, das die TDI verwendet. Das System verwendet lichtemittierende Dioden, um eine Probe mit Licht einer ausgewählten Wellenlänge zu beleuchten.

[0009] Obgleich die oben erwähnte TDI-Technik eine wesentliche Verbesserung schafft, weist sie dennoch bestimmte Nachteile auf. Die TDI-Inspektionstechniken konzentrieren sich wie bei herkömmlicheren Videoinspektionssystemen eher auf die numerische Verarbeitung als auf die Beleuchtungstechnik. Frühere Techniken führten zu einem gewissen "Verschmieren" jedes geradlinigen Querschnittsbilds. Außerdem können durch das gleiche System zu ver-

schiedenen Zeiten häufig verschiedene Warenbahngrade oder sogar vollständig verschiedene Warenbahnmaterialien untersucht werden. Ähnlich stellen Nicht-warenbahnsysteme zu verschiedenen Zeitpunkten häufig merklich verschiedene Proben fest. Unterschiede des Reflexionsvermögens erfordern in diesen Situationen einen Ausgleich. Dies wird typisch durch einen Ausgleich in der Software des Inspektionsalgorithmus ausgeführt. Ausgehend davon, dass in CCDs absolute Lichtempfindlichkeitsgrenzwerte inhärent sind, ist selbst dies beschränkt, wobei die Informationen verloren sind und kein Ausgleich möglich ist, wenn ein Empfindlichkeitsschwellenwert überschritten worden ist.

[0010] Außerdem ist es möglich, die Beleuchtungsintensität bei herkömmlicher Beleuchtung zu ändern, wobei sich aber die Farbtemperatur bei Glühquellen inhärent verschiebt, wobei strenge Frequenz- oder Stromsteuerungen, die eine Änderung der Fluoreszenzquellen bewirken, schwierig und teuer sind.

[0011] In noch jüngerer Zeit wurden wesentliche Fortschritte in Verbindung mit der Technologie lichtemittierender Dioden gemacht. Die erste Generation lichtemittierender Dioden lieferte einen hohen Anteil ihrer Ausbeute in dem Infrarotspektrum, was von den physikalischen Merkmalen des Halbleitersubstrats her, aus denen sie hergestellt sind, zu erwarten ist. Seither werden zur Erzeugung von Licht mit einer Wellenlängenfrequenz, die höher als Infrarot ist, verschiedene Halbleitersubstrate genutzt. Erwartungsgemäß hatten die ersten sichtbaren LEDs hauptsächlich rote Farbe.

[0012] Während verschiedene Substrate genutzt wurden, um verschiedene LED-Farben zu bilden, offenbarte sich eine weitere physikalische Eigenschaft. Es wird daran erinnert, dass die gesamte Lichtenergie gemäß der Gleichung:

$$E = hv$$

über die Planck-Konstante mit einer Frequenz zusammenhängt.

[0013] Während dies bei sichtbaren Anzeichen, bei denen LEDs ihre Hauptanwendung gefunden haben und weiter finden, eine Randangelegenheit ist, ist es noch entscheidender, wenn LEDs zur Beleuchtung verwendet werden. Das heißt, wenn andere Frequenzen als Rot genutzt werden, wird die gesamte für die Inspektionsbeleuchtung verfügbare Lichtenergie wegen der Frequenzzunahme dementsprechend verringert.

[0014] Ferner werden ladungsgekoppelte Vorrichtungen ebenfalls in Silicium hergestellt. Dementsprechend liegt ihre maximale Empfindlichkeit analog zu dem von Silicium ausgegebenen maximalen Spek-

trallicht im infraroten Spektralbereich. Dementsprechend erfolgte die Videobeleuchtung der ersten Generation, die LEDs nutzte, mit Infrarotbeleuchtung. Die Beleuchtung der zweiten Generation verwendete sichtbare rote LEDs. Jüngste Fortschritte und LEDs haben weitere Farben mit einer nutzbaren Energiemenge geliefert. Ferner haben Fortschritte in der CCD-Technologie eine erhöhte Empfindlichkeit für verschiedene Beleuchtungsspektren ermöglicht.

[0015] Die vorliegende Erfindung betrachtet ein neues und verbessertes TDI-Videoinspektionssystem und hochentwickeltes Beleuchtungssystem, das sämtliche oben erwähnten Probleme sowie weitere überwindet und ein Videoinspektionssystem schafft, das unter Verwendung mehrerer oder wählbarer Farbspektren die ununterbrochene Inspektion eines Stroms von Warenbahnmaterialien oder anderen Proben mit verbesserter Integrität ermöglicht.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Mehrere Faktoren sind grundlegend für die hochentwickelte Beleuchtung. Diese umfassen den Beleuchtungswinkel, die Intensität des Lichts, die Reinheit des Lichts und das Lichtspektrum. Diese Faktoren können geändert und so eingerichtet werden, dass eine Beleuchtung für äußerst anwendungsspezifische Situationen erzielt wird. Bisher haben die Systeme die Spektralaspekte nicht erfasst. Die Spektralsteuerung schafft deutliche Vorteile, die vertieft werden, wenn sie zusammen mit den anderen verwendet werden.

[0017] In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung enthält ein Videoinspektionssystem mit hochentwickelter Beleuchtung eine Anordnung lichtemittierender Elemente, die von LEDs mit mehreren Spektralmerkmalen gebildet werden. Die lichtemittierenden Elemente der Anordnung sind in der Weise befestigt, dass sie anhand ihrer Position und ihrer Wellenlänge in einer oder in mehreren diskreten Teilmengen steuerbar sind. An eine Steuereinheit wird ein Signal geliefert, das eine geradlinige Geschwindigkeit einer zugeordneten Probe in Bezug auf die Anordnung repräsentiert. Die Steuereinheit funktioniert ihrerseits in der Weise, dass sie das lichtemittierende Element wahlweise während einer kurzen Zeitdauer aktiviert. Nach der Belichtung der Probe wird das Licht der Anordnung lichtemittierender Elemente an eine Anordnung lichtempfindlicher Wandler übermittelt, deren Zeilen mit einem ununterbrochenen Warenbahnmaterial oder einer anderen Probe synchronisiert sind.

[0018] In Übereinstimmung mit einem nochmals weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Hintergrundbeleuchtung durch eine ausgewählte Mehrzahl von Beleuchtungselementen vorgesehen, die auf einer dem lichtempfindlichen Wandler gegen-

überliegenden Seite der Probe vorgesehen sind.

[0019] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Videoinspektionssystems zur Ausführung einer genauen Inspektion eines ununterbrochenen Stroms von dünn- oder warenbahnähnlichen Materialien oder anderen Proben, wenn die Proben veränderliche oder verschiedene Farben haben.

[0020] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Inspektionssystems, das ausgewählte Beleuchtungsspektren verwendet.

[0021] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Videoinspektionssystems zur Inspektion eines ununterbrochenen Stroms von dünn- oder warenbahnähnlichen Materialien oder einer anderen Probe unter Verwendung mehrerer Kameras und einer gleichzeitigen Beleuchtung.

[0022] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Videoinspektionssystems zur Ausführung einer genauen Inspektion eines ununterbrochenen Stroms von dünn- oder warenbahnähnlichen Materialien oder einer anderen Probe, das die Inspektion von Fehlern ermöglicht, die durch ein einzelnes Beleuchtungsspektrum nicht unterscheidbar sind.

[0023] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Systems, das ermöglicht, mit der oben erwähnten mehrfachen oder wahlweisen spektralen Beleuchtung ein eingefrorenes Bild nachfolgender Bereiche des Warenbahnmaterials zu erhalten.

[0024] Ein nochmals weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Systems, das die Ansammlung mehrerer Bilddatensätze aus ausgewählten Bereichen eines ununterbrochenen Stroms von Warenbahnmaterialien in einem an einen weiten Bereich von Warenbahnmaterialien anpassbaren System ermöglicht, um eine verbesserte schnelle, genaue Videoinspektion davon mit verhältnismäßig niedrigen Lichtpegeln der wie oben erwähnten mehrfachen oder wahlweisen spektralen Beleuchtung zu erhalten.

[0025] Ein nochmals weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Inspektionssystems zur verbesserten Inspektion diskreter Bilder.

[0026] Ein nochmals weiterer Vorteil ist die Schaffung eines Inspektionssystems, das ein verbessertes Signal-Rausch-Verhältnis für die erfassten Bilder erzielt.

[0027] Ein nochmals weiterer Vorteil ist die Schaf-

fung eines Inspektionssystems, das eine Beleuchtung mit verbesserten Merkmalen, verbesserter Konsistenz, verbesserter Stabilität und verbesserter Zuverlässigkeit verwendet.

[0028] Weitere Vorteile werden für den Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet beim Lesen und Verstehen der vorliegenden Beschreibung sichtbar.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0029] Die Erfindung kann in bestimmten Teilen und Aufbauen von Teilen eine physikalische Form annehmen, deren bevorzugte und alternative Ausführungsformen ausführlich in der Beschreibung beschrieben und in der beigefügten Zeichnung gezeigt sind, die einen Teil davon bildet und in der:

[0030] Fig. 1 ein Videoinspektionssystem veranschaulicht, das eine Anordnung lichtemittierender Dioden verwendet;

[0031] Fig. 2 eine Draufsicht von drei Kameras veranschaulicht, die so positioniert sind, dass die Bildfassung zur Inspektion von Warenbahnmaterial ausgeführt wird;

[0032] Fig. 3 eine optionale Doppelkammerinspektions-Ausführungsform veranschaulicht;

[0033] Fig. 4 eine graphische Darstellung der Verschiebungszeit in Abhängigkeit von der Position für eine Inspektion eines ununterbrochen bewegten Stroms von Warenbahnmaterial ist;

[0034] Fig. 5 das Beleuchtungs- und das CCD-Teilsystem veranschaulicht, die in dem System aus Fig. 1 verwendet werden;

[0035] Fig. 6 einen Ablaufplan des Betriebs der vorliegenden hochentwickelten TDI-Beleuchtungsinspektionsoperation veranschaulicht;

[0036] Fig. 7 eine alternative Ausführungsform der in den Fig. 1 und 5 veranschaulichten primären Beleuchtungsanordnung ist;

[0037] Fig. 8 einen Mehrspektrenaufbau von LEDs veranschaulicht, der geeignet in Verbindung mit dem vorliegenden Beleuchtungssystem genutzt wird;

[0038] Fig. 9 einen Unterabschnitt des vorliegenden Inspektionssystems veranschaulicht, das verschiedenfarbige LEDs mit darauf sensibilisierten Kameras verwendet;

[0039] Fig. 10 eine Ausführungsform veranschaulicht, die ein Linse-Prisma-System verwendet, wobei sowohl die Einzelelementsteuerung als auch die Elementgruppensteuerung veranschaulicht ist;

[0040] Fig. 11 eine Ausführungsform veranschaulicht, die ein Beugungsgitter und Mehrfarb-LEDs verwendet, wobei sowohl die Einzelelementsteuerung als auch die Elementgruppensteuerung veranschaulicht ist; und

[0041] Fig. 12 mehrere Änderungen eines Systems veranschaulicht, das in Bänken angeordnete LEDs mit geänderten Winkeln zwischen den Linsen, ein optionales herkömmliches Hybridquellenlicht und eine Kamera, die eine perspektivische Steuerlinse verwendet, enthält.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten und der alternativen Ausführungsform

[0042] Nunmehr anhand der Zeichnung, in der die Darstellungen lediglich zur Erläuterung der bevorzugten und der alternativen Ausführungsformen der Erfindung und nicht zu deren Beschränkung dienen, veranschaulicht **Fig. 1** ein hochentwickeltes Videoinspektionssystem A, das ein hochentwickeltes Beleuchtungssystem oder -mittel B, ein Datenerfassungssystem oder -mittel C und ein Computersystem oder -mittel D enthält.

[0043] Das Beleuchtungssystem B ist aus einer Anordnung mehrerer lichtemittierender Elemente **10** ausgebildet, die vorzugsweise Festkörperbeleuchtungselemente wie etwa eine Mehrzahl lichtemittierender Dioden ("LEDs") umfassen. Vorteilhaft schaffen die lichtemittierenden Dioden eine konsistente Lichtausbeute bei schneller Reaktion und langer Lebensdauer.

[0044] Derzeitige Festkörper-Lichterzeugungselemente sind in Farben verfügbar, die von Infrarot bis Blau reichen. Jedes besitzt charakteristische Vorteile für die Beleuchtung. Die Auswahl der Lichtwellenlänge oder -wellenlängen ändert sich in Verbindung mit der ausgewählten Inspektion. Zusätzliche Betrachtung verdient der Anteil der Beleuchtungsenergie für die Lichtfarbe, wie er durch $E = hv$ vorgeschrieben ist, wobei E = Energie, v = Frequenz des Lichts und h = die Plancksche Konstante ist. Ausgehend von dieser Frequenz-Energie-Beziehung und der Notwendigkeit, große Lichtmengen zu liefern, um eine kurze Beleuchtungszeit zu überwinden, haben frühere LED-Inspektionssysteme typisch infrarote oder rote Elemente verwendet. Über eine Zeitdauer TDI-integrierte Inspektionen mit stationärer Beleuchtung erfordern wesentlich weniger Licht pro Beleuchtung und ermöglichen damit die Beleuchtung durch verschiedene Frequenzkombinationen. Wiederholte integrierte Beleuchtungs-Belichtungs/Bild-Erfassungsfolgen ermöglichen die Verwendung grüner oder sogar blauer LEDs unabhängig von ihrem niedrigeren Ausbeutewirkungsgrad. Außerdem werden gemischte Spektren vorteilhaft für spezifische Inspektionen implementiert. Einflüsse wegen mehrerer Lichtfrequenzen

liefern dreidimensionale Informationen sowie ein Mittel, mit dem verschiedene Farben von Proben inspiert werden können. Um verschiedene Spektraleinflüsse oder -anomalien zu isolieren, werden angemessen mehrere Kameras mit einer Empfindlichkeit für ein ausgewähltes Spektrum implementiert, von denen eine geeignet mit einem Spektrum und eine weitere mit einem zweiten oder dritten beleuchtet wird. Um dies zu erreichen, werden eine ausgewählte ladungsgekoppelte Vorrichtung ("CCD"), Anordnungen, Filter oder Strahlteiler angemessen implementiert.

[0045] In der bevorzugten Ausführungsform werden die lichtemittierenden Dioden auf ein allgemein schmales Bündel oder auf einen allgemein schmalen Kegel von davon ausgehendem Licht fokussiert, wobei der Kegel einen allgemein ausgewählten Winkel besitzt. Allerdings kann eine ähnliche Wirkung für fokussierte LEDs unter Verwendung eines breiteren Bündels realisiert werden, das mit einem verringerten Abstand zwischen die LEDs und eine Probe gekoppelt ist.

[0046] Typische fokussierte lichtemittierende Dioden enthalten ein geschlosssförmiges Gehäuse, das als eine Linse wirkt, die das schmale Lichtbündel oder den schmalen Lichtkegel daraus projiziert. Welche Brennweite verwendet wird, der Aufbau der Vorrichtungen und die gewählten Beleuchtungswinkel sind äußerst anwendungsabhängig. Herkömmlich verfügbare fokussierte lichtemittierende Dioden haben ein Lichtbündel mit allgemein breitem Winkel (20° im Scheitel) oder 10° von einer senkrechten Mittellinie davon. Das vorliegende System verwendet eine Auswahl von LED-Winkeln, die stark anwendungsabhängig sind. Die stärker fokussierten LEDs ermöglichen die Konzentration einer maximalen Lichtmenge von einer gegebenen LED in einem kleinen Bereich, während gleichzeitig die Gleichförmigkeit der Beleuchtung aufrechterhalten wird. Dies schafft außerdem eine höhere Beleuchtungsintensität in einem angegebenen Bereich, unterwirft den Bereich der einzelnen Steuerbarkeit der Intensitäten und Winkel darüber für die Steuerbarkeit der einzelnen lichtemittierenden Dioden, Gruppen lichtemittierender Dioden oder Teilmengen lichtemittierender Dioden.

[0047] Lichtemittierende Dioden können mit äußerst hohen Strömen gepulst werden, vorausgesetzt, dass die Dauer ausreichend klein ist, um eine Wärmezunahme zu verhindern, die den PN-Übergang, der die Diode bildet, beschädigen kann. Es ist festgestellt worden, dass eine Dauer im Bereich von 1 bis 200 Mikrosekunden die Bereitstellung so hoher Ströme ohne Schaden oder mit einem nominellen Schaden für die LED ermöglicht. Wie weiter unten beschrieben wird, zeigt sich, dass diese Dauer außerdem ausreicht, um das Bild einer schnell bewegten Probe

"einzufrieren", so dass ein Standbild davon eingefangen werden kann. In der bevorzugten Ausführungsform sind in der CCD-Anordnung 240 Abtastlinien implementiert. Dementsprechend werden für jeden geradlinigen Querschnitt einer Probe 240 Impulse und 240 Belichtungen integriert.

[0048] Ausgehend von den Lichtsammel-eigenschaften der TDI blitzen in dem vorliegenden System alle oder einige der Dioden **10** über eine Dauer von etwa 4 μs gleichzeitig auf. Allerdings bietet der Betrieb im Bereich von 0,1 μs bis 100 μs für das vorliegende System die meisten Vorteile. Während dieser Dauer wird jeder LED geeignet ein Strom zwischen 1 mA und 500 mA zugeführt. Ein Wert von 73 mA hat sich als akzeptabel erwiesen. Geeignete Leistungsversorgungen zur Ausführung dieser Pulsierung liegen im Verständnis des Durchschnittsfachmanns auf dem Gebiet und werden hier nicht beschrieben. Die Zeit von 4 μs wird ausgewählt, um vorteilhaft einen niedrigen Tastgrad im Vergleich zu der typischen horizontalen Abtastzeit für NTSC-Videosignale zu liefern. Eine Abtastrate von 15,75 kHz liefert eine horizontale Abtastzeit von 63 μs . Dementsprechend liefert der 4 μs -Impuls einen Tastgrad von 4/63. Diese besondere Rate mit dem tatsächlichen Tastgrad wird für eine Abtastrate dimensioniert, die für eine besondere Anwendung implementiert wird.

[0049] In der Ausführungsform aus **Fig. 1** sind die lichtemittierenden Dioden **10** durch eine Klammer oder durch Befestigungsmittel **12** in einer allgemein halbzyylinderförmigen Anordnung **16** befestigt. Eine solche Anordnungsstruktur schafft vorteilhaft eine allgemein gleichförmige Beleuchtung für ein rechteckiges Lichtfeld **14**. Diese Struktur ist geeignet aus einem biegsamen Leiterplattenabschnitt hergestellt, der an den Endabschnitten zweier halbkugelförmiger Leiterplatten befestigt ist. Die LEDs sind an dem Innenabschnitt der Anordnung **16** angebracht und vorzugsweise so nahe wie möglich beieinander angeordnet, um die Beleuchtung zu maximieren und die Übergänge dazwischen zu minimieren, wodurch ein gleichförmigeres Lichtfeld gebildet wird. Obgleich in der bevorzugten Ausführungsform diese besondere Struktur verwendet wird, ist klar, dass zur Beleuchtung verschiedener Proben verschiedene andere Anordnungsstrukturen verwendet werden können.

[0050] Für die verbesserte Erfassung bestimmter Oberflächenmängel wird vorteilhaft eine angewinkelte Beleuchtung verwendet, d. h. eine Beleuchtung, die von einer oder mehreren LEDs zu einer Probe übermittelt und an der Probenoberfläche zu einer Kamera mit einem angegebenen Winkel von weniger als 180° reflektiert wird. Solche Systeme können optional eine perspektivische Korrekturlinse implementieren, um die Bildeigenschaften über den Fortschritt in der CCD-Anordnung aufrechtzuerhalten. Eine solche perspektivische Korrekturlinse ermöglicht, Licht

von einer Anordnung unter einem nicht senkrechten Winkel zu einer Probe zu lenken, während Artefakte, die sich ansonsten aus einer solchen Ausrichtung ergeben würden, negiert werden. Beispielsweise bewirkt das angewinkelte (nicht senkrechte) Licht von einer rechtwinkligen Anordnung, das eine Probe beleuchtet, einen trapezförmigen Beleuchtungsbereich. Außerdem wird der Videorezeptor des resultierenden Bildes ähnlich verzerrt. Somit kann das reflektierte Bild der Linse selbst, wenn stark reflektierende Materialien inspiziert werden, durch eine perspektivische Korrekturlinse beseitigt werden, was somit den gewünschten Grad der Homogenität in der abgebildeten Warenbahn ermöglicht.

[0051] Außerdem sind die lichtemittierenden Dioden **10** angemessen in mehrere Gruppen oder Teilmengen **20** unterteilt. Die lichtemittierenden Dioden jeder der Teilmengen **20** werden zusammen über Verbindungen **22** mit einem Leistungsversorgungs- und Verteilerkasten **24** gesteuert. Die Gruppierung der lichtemittierenden Elemente schafft ein Mittel, mit dem die Steuerung der Intensität entlang ausgewählter Teilabschnitte einer zugeordneten Probe vorgenommen werden kann oder mit dem ausgewählte Beleuchtungswinkel erzeugt werden können. Außerdem schafft diese Struktur eine Fähigkeit, sich verschlechternde oder ausgebrannte Elemente durch Verstärken der Ausbeute der umgebenden Elemente zu kompensieren. Ferner schafft sie eine Verringerung des reflektierten Lichts, das irgendeinen gegebenen Bereich des Kamerasensors erreicht.

[0052] Wie in **Fig. 1** veranschaulicht ist, ist ein Teil der lichtemittierenden Elemente **10** zu einer Hintergrundbeleuchtungsanordnung **26** gestaltet. Die Hintergrundbeleuchtung wird oft vorteilhaft zur Inspektion lichtdurchlässiger Proben oder Teilabschnitte von Proben verwendet. In der veranschaulichten Ausführungsform ist die Hintergrundbeleuchtungsanordnung **26** in der Weise befestigt, dass sie allgemein planar ist. Obgleich klar ist, dass verschiedene andere Ausrichtungen erfolgreich genutzt werden können, ist eine solche planare Ausrichtung für Hintergrundbeleuchtungsanwendungen allgemein am besten geeignet. Wie bei den Leuchten des primären Anordnungsabschnitts **16** sind die lichtemittierenden Dioden der Hintergrundbeleuchtungsanordnung **26** geeignet zu mehreren Teilmengen **28** gebildet, die mit dem Leistungsversorgungs- und Verteilerkasten **24** verbunden sind. Zur Erleichterung der Darstellung wurden diese Verbindungen in **Fig. 1** weggelassen. Diese Bildung von Teilmengen schafft eine Steuerbarkeit analog der, die mit dem oben beschriebenen Aufbau für den primären Anordnungsabschnitt **16** geschaffen wird.

[0053] In **Fig. 1** ist eine seitliche Querschnittsansicht eines Diffusors **30** gezeigt. Der Diffusor **30** ist vorteilhaft als eine Halbzyylinderform ausgebildet, die

ähnlich der Form der in seinem Innern angeordneten Anordnung **16** ist. Der optische Diffusor bewirkt das Glätten von Übergängen zwischen den LEDs der Anordnung und schafft dadurch ein noch gleichförmigeres Lichtfeld.

[0054] Außerdem ist in **Fig. 1** ein Segment **38** eines Stroms von Warenbahnmaterial veranschaulicht, das in der angegebenen Richtung in allgemein ununterbrochener Bewegung ist. Wie es hier verwendet wird, wird Warenbahnmaterial wieder so verstanden, dass es sich auf irgendein dünn-schichtähnliches Material wie etwa Papier, Textil, Blech, Kunststoff, Schichtstoffe und dergleichen bezieht. Selbstverständlich wird das System ebenfalls vorteilhaft in diskreten Proben-systemen verwendet. Der Einfachheit halber beziehen sich die vorliegenden Beschreibungen aber ausschließlich allgemein auf Warenbahn-umgebungen. Ein (nicht gezeigter) Förderantrieb bewegt die Warenbahn **38** mit allgemein hoher Geschwindigkeit ununterbrochen durch das Lichtfeld **14**. Die Warenbahnposition wird durch einen Warenbahn-Positions-/Geschwindigkeits-Sensor wie etwa durch ein Tachometer **40** gemessen. Das Licht von den lichtemittierenden Dioden **10** des primären Anordnungsabschnitts **16** wird an der Warenbahn **38** reflektiert. Das reflektierte Licht von einem Betrachtungsbereich **42** wird über eine Linse **44** einer Kamera **46** empfangen. Obgleich in der Querschnittsansicht der Figur lediglich eine Kamera veranschaulicht ist, wird unten gezeigt, dass häufig vorteilhaft mehrere Kameras verwendet werden. Der Betrachtungsbereich **42** ist so stark wie möglich von dem Umgebungslicht, d. h. Licht, das nicht durch Licht von der primären Beleuchtungsanordnung **16** (oder von den sekundären Beleuchtungsanordnungen **28**) geliefert wird, isoliert.

[0055] In der Ausführungsform aus **Fig. 1** ist die Linse **44** der Kamera **46** in der Weise befestigt, dass sie sich durch einen Öffnungsabschnitt **52** etwas in das Lichtfeld **14** erstreckt. Um Bildartefakte wegen der Kamera selbst zu minimieren, ist die Linse **44** vorzugsweise als eine "Loch"-Einheit ausgebildet. Solche Linsenaufbaue haben typisch einen Durchmesser von weniger als $\frac{3}{8}$ ". In einer symmetrischen Anordnung wie etwa dem halbzyylinderförmigen primären Anordnungsabschnitt **16** ist der Öffnungsabschnitt geeignet in einem allgemein mittigen Abschnitt der Anordnung angeordnet, während er in Ausführungsformen, die mehrere Kameras verwenden, in gleichwertigen Intervallen angeordnet ist. In seiner bevorzugten Ausführungsform verwendet das vorliegende System eine TDI-Kamera VISIONEER 4050, die von Picker International, Inc., hergestellt ist.

[0056] In der bevorzugten Ausführungsform enthält die Kamera **46** eine CCD-Anordnung. Es ist klar, dass CCD-Anordnungen üblicherweise rechteckige $M \times N$ -Anordnungen lichtempfindlicher Wandlerelemente sind, wobei M und N positive von Null ver-

schiedene ganze Zahlen, üblicherweise Vielfache von zwei, sind. Die Kamera der bevorzugten Ausführungsform wirkt als 244 Zeilen von CCD-Elementen, wobei jede Zeile 610 Pixel besitzt.

[0057] In dem Aufbau aus **Fig. 1** ist die Kamera **46** in Bezug auf die Warenbahn **40** in der Weise ausgerichtet, dass jede Zeile allgemein senkrecht zur Richtung ihrer Bewegung ist. Bei Schwarzweißsystemen sind typische CCD-Anordnungen empfindlich für eine ausgewählte Anzahl von Graustufenpegeln und bei Farbsystemen für die Primärfarben.

[0058] Üblicherweise verfügbare CCD-Kameras ermöglichen die einzelne Adressierung der Zeilen ihres Wandlerelements ähnlich der Rasterabtastung, die herkömmlichen Katodenstrahlröhren ("CRTs") zugeordnet ist. Außerdem arbeiten CCD-Elemente als Integratoren, die ein elektrisches Signal liefern, das eine Intensität des Lichts repräsentiert, mit dem sie während der Zeit belichtet worden sind. Außerdem besitzt ein CCD-Wandlerelement die Fähigkeit, Lichtintensitätsdaten zu speichern. Diese Fähigkeit ist nützlich, um durch Impulsausblendung oder Pulsen einer Lichtquelle, wenn sich die bewegte Probe ansonsten in einem allgemein abgedunkelten Gesichtsfeld befindet, ein Standbild einer Probe oder eines Teils davon zu enthalten.

[0059] Außerdem enthält die Kamera **46** vorteilhaft ein Einstellungssystem **48** zum Steuern der Brennweite, der Schritteigenschaften, der vertikalen und der horizontalen Eigenschaften. Zwischen dem Sensor und dem inspizierten Material muss die Orthogonalität aufrechterhalten werden. Diese Einstellung kann manuell oder in Verbindung mit Signalen erfolgen, die durch das digitale Computersystem D über die Sync- und Steuerdatenleitungen der Kamera geliefert werden.

[0060] Die von der Kamera **46** erfassten Bilddaten werden über die Videosignalleitung **60** an das digitale Computersystem D und insbesondere an dessen Computer **62** übermittelt. Der Computer **62** enthält einen Zentralprozessor (eine CPU), einen Speicher, eine E/A-Einheit und eine geeignete Software sowie einen Verteilerkasten **24** sowie den Warenbahngeschwindigkeitssensor **40**. Der Computer **62** bestimmt durch einen Vergleich digitalisierter Bilddaten mit Daten, die die Eignung darstellen, die Eignung der Proben.

[0061] Obgleich in der Ausführungsform aus **Fig. 1** lediglich eine Kamera sichtbar ist, dienen für bestimmte Anwendungen vorteilhaft mehrere Kameras. **Fig. 2** veranschaulicht eine Ausführungsform, in der drei Kameras **46a**, **46b** und **46c** in Bezug auf das Warenbahnmaterial **38** in geradliniger Beziehung aufeinander ausgerichtet sind. Die jeweiligen Betrachtungsbereiche der Kameras sind geradlinig ausge-

richtet, um einen Querschnitt der gesamten Probenoberfläche zu liefern. Die Befestigung der Kameras auf diese Weise schafft einen vergrößerten Betrachtungsbereich **42**, der ausreicht, um einen Querschnitt einer verhältnismäßig breiten Warenbahn zu umfassen.

[0062] Fig. 3 veranschaulicht eine Ausführungsform, in der die Kamera **46** selbst aus mehreren Kameras gebildet ist. In dieser Ausführungsform wird Licht von einer Probe an einen teilweise versilberten Spiegel **70** übermittelt. Ein Anteil wird direkt zur Linse **44'** der Kamera **46'** geleitet. Ein zweiter Lichtanteil wird vom Spiegel **72** zur Linse **44''** der Kamera **46''** reflektiert. Die Implementierung einer Doppel- oder Mehrkamerastruktur wie der in Fig. 3 veranschaulichten schafft vorteilhaft ein Mittel, durch das ausgewählte Abschnitte der Probe entweder mit erhöhter Auflösung, um Spezialinspektionen auszuführen, oder mit einer optischen Filterung darauf geliefert werden können. Beispielsweise könnte eine Naht oder eine Rille in dem inspizierten Warenbahnmaterial einer genaueren Prüfung unter Verwendung eines zweiten, genau darauf fokussierten Kameraelements ausgesetzt werden. Wie in Fig. 3 als Bezugszeichen **72'** in Strichlinien gezeigt ist, könnte vorteilhaft ebenfalls ähnlich eine dritte Kamera für eine zusätzliche Teilabschnittsanalyse implementiert sein. Wegen der starken Beleuchtung, die erforderlich ist, um ausreichend Licht für jede Kamera zu liefern (wenn die Belichtungszeit kurz ist und da die Teilung die Intensität inhärent verringert), liefert die Beleuchtung für jede Kamera solcher Mehrkamera-Strahlteiler-Umgebungen allgemein ein nicht so wünschenswertes Ergebnis oder einen nicht so wünschewerten Entwurf.

[0063] Es ist klar, dass bestimmte Anwendungen mehrere Zweikamera- oder Dreikameramodule verwenden können, die z. B. wie durch Fig. 2 veranschaulicht mit einer geeigneten Vergrößerung mit geeigneten Taktgeschwindigkeiten angeordnet sind.

[0064] Nunmehr übergehend zu den Fig. 4 und 5 wird eine graphische Darstellung gegeben, die den Betrieb der ladungsgekoppelten Vorrichtungen in der Kamera oder in den Kameras **46** veranschaulicht. In der veranschaulichten graphischen Darstellung ist die Position durch die Abszisse dargestellt, während die Verschiebungszeit durch die Ordinate dargestellt ist. Aus der obigen Diskussion hinsichtlich CCDs wird daran erinnert, dass ihre lichtempfindlichen Wandler-elemente in einem $M \times N$ -Gitter angeordnet sind. Typisch wird auf die Daten in jeder Zeile von CCD-Elementen aufeinander folgend zugegriffen, wobei diese nach Art eines Rasters gelesen werden. Diese Eigenschaft wird aufgegriffen, um aus mehreren geradlinigen Querschnitten der Warenbahnprobenoberfläche eine Folge geradliniger Abtastungen auszuführen. Vorteilhaft ist das Zugreifen auf die Abtastzeilen der CCD-Anordnung mit der Geschwindigkeit des Wa-

renbahnmaterials **38** synchronisiert. Wenn eine diskontinuierliche Beleuchtung gewählt wird, werden eine Reihe von Beleuchtungen oder Lichtimpulsen durch die Rechtecke **80** der graphischen Darstellung dargestellt. Falls mehrere Kameras verwendet werden, sind die Zeilen oder Abtastlinien jeder Kamera vorzugsweise zwischen allen Kameras synchronisiert. Falls es vorteilhaft ist, ist es außerdem gleichwertig, mehrere Impulse pro Abtastlinie zu erzeugen.

[0065] Die Synchronisation zwischen der CCD und der Warenbahn kann durch die Steuerung der Warenbahngeschwindigkeit oder der CCD-Zeileninkremente ausgeführt werden. In der bevorzugten Ausführungsform wird die CCD-Zeileninkrementierung entsprechend den Änderungen der Warenbahngeschwindigkeit wie unten beschrieben durch Änderungen der Verschiebungssteuerung geändert.

[0066] Besonders anhand von Fig. 5 ist die Ausrichtung einer CCD-Anordnung **82** gezeigt. Das digitale Computersystem D, das mit einer Tastatur, einer CRT und Massenspeichermedien veranschaulicht ist und den Computer **62** umfasst, empfängt von einem Sensor **40** ein Signal, das die Warenbahngeschwindigkeit repräsentiert. Diese Informationen werden ihrerseits genutzt, um den Ablauf der Abtastung der Zeile **86** von CCD-Anordnungselementen **88** über eine als Schieberegister **90** veranschaulichte Zeilenabtast-Auswahlschaltungsanordnung zu steuern. In Mehrkamera-Ausführungsformen wird für jede CCD-Anordnung eine ähnliche Ablaufsteuerung geschaffen. Der Warenbahnfortschritt wird ununterbrochen überwacht und die durch die Zeilenauswahlschaltungsanordnung **90** implementierte Verschiebungszeit dementsprechend geändert. Die graphische Darstellung aus Fig. 4 veranschaulicht die Änderung und die Verschiebungszeit gemäß der Warenbahngeschwindigkeit.

[0067] Nunmehr übergehend zu Fig. 6 wird ein Ablaufplan beschrieben, der den Betrieb des vorliegenden TDI-Beleuchtungsprozesses veranschaulicht. Der Betrieb beginnt im Startschritt **100** und schreitet zum E/A-Schritt **102** fort. In Schritt **102** werden vom Tachometer **40** Daten erhalten, die die Warenbahngeschwindigkeit repräsentieren. In Schritt **104** werden die Warenbahngeschwindigkeitsdaten genutzt, um das Schieberegister oder die Schieberegister der CCD-Kameras mit den in Schritt **102** erhaltenen Warenbahngeschwindigkeitsdaten zu synchronisieren. In Schritt **106** wird die Anordnung oder werden die Anordnungen der LEDs während einer kurzen Dauer, in der bevorzugten Ausführungsform wie oben angemerkt etwa $4 \mu\text{s}$, gepulst. Diese Dauer wird durch die Synchronisation mit der Warenbahngeschwindigkeit auf den Punkt zeitlich eingestellt, an dem die vorausgehende Verschiebungsoperation abgearbeitet ist, wodurch die minimale Verschmierung erhalten wird. In Verbindung mit diesem Schritt ist außerdem die

Beleuchtungsintensität änderbar.

[0068] In Schritt **108** weist der digitale Computer die Verschiebung des Schieberegisters **90** an, was den Fortschritt der Zeilen der CCD-Anordnung **82** zum Register **92** veranlasst. Dementsprechend werden zu diesem Zeitpunkt die Inhalte der vorausgehenden Zeile **86N** in Schritt **110** an das Register **92** übermittelt. In Schritt **112** werden diese Daten ihrerseits über den Bildprozessor **94** an das digitale Computersystem **D** ermittelt. In dieser Phase wird an den Daten ein geeigneter Algorithmus ausgeführt, um die Eignung der Probe zu bestimmen.

[0069] In Schritt **114** werden Beleuchtungsintensitäts-Einstelldaten empfangen, die die wahlweise Steuerung der Intensität in Schritt **106** ermöglichen. Der Schritt **116** ermöglicht, dass fertig gestellte Inspektionen in Schritt **118** abgeschlossen und fortgesetzte Inspektionen zu Schritt **102** zurück fortgesetzt werden.

[0070] Fig. 7 veranschaulicht eine alternative Ausführungsform der in den Fig. 1 und 5 veranschaulichten primären Anordnung **16**. In dieser Ausführungsform ist die primäre Anordnung **16'** aus einer Reihe planarer rechteckiger Abschnitte **16a'–16d'** sowie erster und zweiter planarer Stirnabschnitte **16e'** und **16f'** ausgebildet. Wie bei der in den Fig. 1 und 5 veranschaulichten halbzylinderförmigen Anordnung enthält ein Innenabschnitt der Anordnung **16'** eng gepackte LEDs, die zu dem Warenbahnmaterial **38'** gerichtet sind. Diese Ausführungsform ermöglicht vorteilhaft die Herstellung der Anordnung **16'** aus üblichem planarem Leiterplattenmaterial. Dennoch schafft diese Ausrichtung eine im Wesentlichen gleichförmige Beleuchtung über ein Lichtfeld **14'**, das einen Abschnitt der Warenbahn **38'** umfasst. Es ist klar, dass je nach dem Grad, in dem eine halbkugelförmige Anordnung vorteilhaft besser angenähert wird, mehr oder weniger rechteckige Teilabschnitte genutzt werden können. Weitere Anordnungsformate können ebenfalls genutzt werden, wobei die Formate durch die Eigenschaften oder Abmessungen des Warenbahnmaterials und durch die Winkel und Intensitäten der Beleuchtung vorgeschrieben sind, die erforderlich sind, um die gewünschten Beleuchtungsqualitäten zu schaffen. Beispielsweise kann eine halbkugelförmige "Tiffany-Lampen"-Ausführung usw. genutzt werden.

[0071] Die CCD-Struktur mit modulierter Zeilenauswahl schafft ein System, bei dem mehrere Ablesungen eines einzelnen geradlinigen Teilabschnitts eines sich ununterbrochen bewegenden Warenbahnmaterials ohne die Notwendigkeit, mehrere Kameras oder eine bewegte Kamera zu verwenden, erreicht werden können. Die durch die Mehrfacherfassung erzielten Daten schaffen zuverlässigere Daten, an denen eine Inspektion ausgeführt werden kann. Außerdem

kann vorteilhaft eine für Teilabschnitte der CCD spezifische Beleuchtung in geeigneten Winkeln und Intensitäten angewendet werden.

[0072] Nunmehr übergehend zu Fig. 8 wird mit zusätzlichem Bezug auf Fig. 1 eine Ausführungsform beschrieben, in der eine Mehrspektrale Beleuchtung erreicht wird. Darin werden durch die Implementierung mehrerer LEDs **116** mit einem ersten spezifizierten Wellenlängenbereich und mehrerer LEDs **118** mit einem allgemein zweiten Wellenlängenbereich, der von der ersten Wellenlänge verschieden ist, mehrere Beleuchtungsquanten erhalten. Die LEDs **116**, **188** der Anordnung **10'** sind zur Erläuterung vorgesehen. Selbstverständlich schafft die Anordnung **10'** eine alternative Ausführungsform für eine Einfarbanordnung, die zur Implementierung in Verbindung mit dem hochentwickelten Videoinspektionssystem **A** und insbesondere in Verbindung mit der Anordnung **20** für die Hintergrundbeleuchtungsanordnung **28** geeignet ist.

[0073] Der Aufbau der LEDs **116** und **118** der Ausführungsform der Anordnung **10'** aus Fig. 8 liefert sowohl rote als auch bernsteinfarbene Spektren. Derzeit sind bernsteinfarbene LEDs verfügbar, die eine Lichtausbeute im Bereich von 700–900 Millicandela/Watt erzeugen. Während die Nutzbarkeit und die weiter unten erwähnten Vorteile von mehreren Spektren mit irgendeiner Kombination von LEDs erzielbar sind, ist die Kombination von rot und bernsteinfarben für Inspektionen in Verbindung mit herkömmlichen aktuellen LED- und CCD-Komponenten besonders geeignet. Wie oben angemerkt wurde, war in der Vergangenheit eine erhebliche Lichtausbeute von roten LEDs verfügbar, insbesondere, wenn ihnen in kurzer Dauer ein hoher Strom zugeführt wurde. In jüngerer Zeit ist das Spektrum von LEDs mit verhältnismäßig hoher Ausbeute zu den Wellenlängen von orangefarbigem Licht bis bernsteinfarben fortgeschritten, während eine erhebliche Lichtenergieausbeute aufrecht erhalten wurde. Die für die Wellenlänge der zweiten Komponente ausgewählte Bernsteinfarbe stellt ein Gleichgewicht zwischen verhältnismäßig hoher Energieausbeute und erheblichem Abstand von Rot dar, um, wie unten erkennbar wird, die Nutzbarkeit zu erhalten.

[0074] Der in Fig. 8 veranschaulichte Aufbau schafft einen kompakten Aufbau physikalischer Anordnungen, der, wie zwischen den Zeilen **122** und **124** sichtbar ist, durch Stapeln von LEDs erreicht wird, so dass ein Umfang einer LED von der Zeile **24** in einen Bereich zwischen den Durchmessern benachbarter LEDs der Zeile **22** und umgekehrt verläuft. Diese kompakte Ordnung ermöglicht eine maximale Lichtausbeute pro Flächeneinheit einer Anordnungsfläche.

[0075] Ferner ist die Struktur der Anordnung **10'** in

der Weise veranschaulicht, dass sie gleiche Anzahlen roter LEDs **116** und bernsteinfarbener LEDs **118** umfasst. Da die Farbauswahl für eine besondere Mehrfarbinspektion stark anwendungsabhängig ist, betrifft dies auch die relativen Intensitäten zwischen den Spektren. Das heißt, die Kompensation zwischen den relativen Intensitäten der Spektren wird durch Ändern eines Anteils eines Spektrums in Bezug auf eines oder mehrere andere Spektren, die von den LEDs der Anordnung geliefert werden, geeignet eingestellt, um eine Grundbeleuchtung zu schaffen. Natürlich ist die Grundbeleuchtung durch wahlweise Aktivierung der LEDs sowie durch Ändern der Stromsteuerpegel oder der "Ein"-Dauer änderbar. Es könnte zu erwarten sein, dass die LEDs eine erheblich niedrigere Ausbeute haben oder dass die Kameraempfindlichkeit für das bernsteinfarbene Licht dazu verringert ist. Dies wird mit einer proportional größeren Anzahl bernsteinfarbener LEDs zu roten LEDs, dem Anlegen eines höheren Stroms an die bernsteinfarbenen LEDs oder durch eine erhöhte "Ein"-Zeit der bernsteinfarbenen LEDs allein oder zusammen zum Ausgleich dieses Unterschieds geeignet behandelt.

[0076] Obgleich monochromatisches Licht wie etwa das rote Licht, das von früheren LED-gestützten Videoinspektionsbeleuchtungssystemen genutzt wird, vortrefflich funktioniert, sind durch die Implementierung mehrerer Farben dennoch bestimmte Vorteile zu erzielen. Zunächst ist es wünschenswert, ein Inspektionssystem zu haben, das eine brauchbare Videoinspektion einer Vielzahl von Proben erhalten kann. Allerdings erfordert dies ein Inspektionssystem, das vielseitig genug ist, um Proben mit verschiedenen oder sich ändernden Farben zu untersuchen. Allerdings kann die Probenfarbe bewirken, dass die Inspektion über die Beleuchtung von einer besonderen Frequenz einen begrenzten Wert erhält oder wertlos wird. Ferner könnte eine alternative Lichtfrequenz selbst Schaden erleiden, wenn sie in Verbindung mit anderen Proben verwendet wird. Die vorliegende Erfindung löst dieses Problem, indem sie ein System schafft, das die wahlweise Beleuchtung durch mehrere Lichtfrequenzen ermöglicht.

[0077] Außer dem Vorstehenden schafft die Mehrfrequenzinspektionsbeleuchtung eine Fähigkeit zur Realisierung zusätzlicher Vorteile. Das heißt, bestimmte Probenmerkmale machen die Beleuchtung und Inspektion einer gesamten Probe gleichzeitig schwierig oder unmöglich. Zum Beispiel kann die Inspektion einer konkaven Probe die einzigartige Beleuchtung durch einen Winkel, eine Ausrichtung, eine Aufstellung oder eine Farbe in Bezug auf einen anderen Abschnitt erfordern. Herkömmlich werden solche Inspektionen mit mehreren Durchläufen vor mehreren Inspektionsstationen oder mit wiederholten Durchläufen in einer einzelnen Inspektionsstation fertig gestellt.

[0078] Mehrdurchlaufinspektionssysteme leiden an mehreren Nachteilen. Zunächst ist zusätzliche Hardware erforderlich, um redundante oder doppelte Inspektionssysteme zu bauen. Mehrere Inspektionen über ein einzelnes System liefern eine zusätzliche Materialbehandlung und tragen zu der Gesamtinspektionszeit bei. Ferner müssen die Ergebnisse von jeder der mehreren Inspektionen mit ihrem richtigen Gegenstück integriert werden, um die Eignung der Proben genau zu bestimmen. Somit ist eine zusätzliche Informationsbehandlung, -kommunikation und -verarbeitung erforderlich. Dies trägt natürlich zu den Struktur- und Rechenkosten bei. Schließlich muss das Inspektionssystem häufig in bereits vorhandene Produktherstellungslinien integriert werden. Dementsprechend kann die Menge des Linienraums, der leicht an die Hinzufügung einer bisher nicht genutzten Videoinspektion angepasst werden kann, begrenzt sein.

[0079] Nunmehr übergehend zu **Fig. 9** ist ein Abschnitt der Anordnung **10'** zusammen mit einem ausreichenden Segment des Videoinspektionssystems **A** und des Computersystems oder -mittels **D** veranschaulicht, um die Einzelheiten einer Ausführungsform zu veranschaulichen, die gegenüber der oben beschriebenen geändert ist. Außerdem sind ein Abschnitt des Diffusors **30** sowie ein geänderter Leistungsversorgungs- und Anschlusskasten **24'** veranschaulicht. Außerdem sind in **Fig. 9** zwei alternative Verbindungen zwischen den LEDs der Anordnung **10'** und dem Leistungsversorgungs- und Anschlusskasten **24'** veranschaulicht. Die Masse oder gemeinsame Verbindung zu jeder LED ist zur Vereinfachung der Ansicht nicht veranschaulicht. Eine oder beide Verbindungen, wie sie durch die Abschnitte **130** und **132** veranschaulicht sind, sind geeignet implementiert. Der Abschnitt **130** ist eine direkte LED-Steuerung für einzelne LEDs oder kleine Untergruppen von LEDs, wie sie durch den Leistungsversorgungs- und Anschlusskasten **24'** vorgeschrieben werden. Der Abschnitt **132** veranschaulicht eine Steuerung in Banken angeordneter LEDs. Der Abschnitt **130** schafft eine eindeutige Steuerleitung einer Gruppierung **134** zu jeder LED oder Untergruppe von LEDs. In der Steuerung in Banken angeordneter LEDs der Darstellung wird die Gruppe oder Untergruppe der roten oder bernsteinfarbenen LEDs über eine einzelne Leitung **138** bzw. über eine einzelne Leitung **140** gesteuert. Die veranschaulichte Verbindung des direkten LED-Steuerabschnitts **130** ermöglicht vorteilhaft sowohl für den Beleuchtungsort als auch für die Beleuchtungsintensität und das Beleuchtungsspektrum eine kundenspezifische Beleuchtung. Allerdings wird durch die Steuerkomplexität sowie durch die Steuerleitungskomplexität, wie sie durch die Steuerleitungen **134** veranschaulicht ist, eine Abwägung geschaffen.

[0080] Demgegenüber behält die LED-Bank-Steue-

zung **132** die verhältnismäßig vereinfachte Steuerung und Verdrahtung bei. Allerdings leidet sie an der räumlichen, spektralen und Intensitätsflexibilität des Abschnitts **130**, indem sie die Steuerung einer einzelnen Farbe erfordert. Natürlich ist klar, dass mehrere LEDs ebenfalls in einer einzelnen anordnungsweiten Steuerung genutzt werden können, so dass die gesamte Anordnung mit einem einzelnen gleichförmigen mehrfarbigen Lichtimpuls gepulst oder impuls- ausgeblendet werden kann.

[0081] Eine auf diese Weise durch das mehrfarbige Licht beleuchtete Probe führt zu reflektiertem (für Frontbeleuchtung) oder durchgelassenem (für Hintergrundbeleuchtung) Licht eines oder mehrerer Spektren. Dieses Licht wird in der Ausführungsform von **Fig. 9** in ersten und zweiten Videorezeptoren empfangen, die als die Kameras **46'** und **46''** veranschaulicht sind. In der bevorzugten Ausführungsform sind diese Kameras ähnlich jenen der oben erwähnten Kamera **46**. Allerdings ist an der Kamera **46'** ein erstes Filter **144** befestigt, das so beschaffen ist, dass es eine als Rot veranschaulichte ausgewählte Wellenlänge filtert. Das Filter **144** fängt Licht nach der Reflexion an der Probe vor der Belichtung der Kamera **46'** ab. Dementsprechend ist die Kamera **46'** durch die Filterung des roten Lichts vor der Belichtung des lichtempfindlichen Elements der Kamera primär empfindlich für die Inspektionsbereiche, die durch das bernsteinfarbene Licht von den LEDs **118** gezeigt werden.

[0082] Wie bei der Kamera **46'** ist an der Kamera **46''** ein bernsteinfarbenes Filter **146** befestigt. Wie bei der Kamera **46'** sind Fehler, die durch die Beleuchtung der LED **118** unterscheidbar sind, durch die Filterung des bernsteinfarbenen Spektrums vor der Belichtung von der Kamera **46''** unterscheidbar.

[0083] Obgleich in der bevorzugten Ausführungsform bernsteinfarben und rot veranschaulicht sind, ist wieder klar, dass in dieser Ausführungsform verschiedene Kombinationen von zwei oder mehr LEDs geeignet implementiert werden, wenn dabei eine geeignete Anzahl entsprechender Kamera/Filter-Kombinationen vorgesehen sind. Es muss betont werden, dass diese Wahlen des Lichtspektrums und der Beleuchtung stark anwendungsspezifisch sind.

[0084] Nunmehr übergehend zu **Fig. 10** wird ein geänderter Abschnitt der Struktur aus **Fig. 10** geliefert. Selbstverständlich ist die spezifische Verbindung zur Steuerung der LEDs **10'** ähnlich der, die in Verbindung mit **Fig. 9** beschrieben worden ist. Während die Ausführungsform aus **Fig. 9** Filter verwendete, wird die spektrale Trennung in der Ausführungsform aus **Fig. 10** durch eine Linse **150** und ein Prisma **152** ausgeführt. Die Linse **150** dient dazu, Licht, das sich aus der Belichtung einer Probe ergibt, zu sammeln und an das Prisma **152** zu übermitteln. Es ist klar, dass

das Prisma **152** eine räumliche Trennung des mehrfarbigen Lichts schafft, was eine wohlbekannt Prismeneigenschaft ist. Ein Vorteil im Zusammenhang mit der Nutzung eines Prismas ist, dass ein verringerter Intensitätsverlust relativ zu dem, der von einem Filter zu erwarten ist, erhalten wird, da die spektrale Trennung durch die relativen Brechungsindizes ausgeführt wird.

[0085] Nunmehr übergehend zu **Fig. 11** wird eine nochmals weitere Ausführungsform gegeben, die mehrere alternative Strukturen veranschaulicht. Zunächst wird für die spektrale Trennung eine Kombination einer Linse **150'** und eines Beugungsgitters **154** genutzt. Es ist klar, dass ein Beugungsgitter wie etwa bei **154** die Beugungseigenschaften von Licht durch ein Schlitzsystem nutzt, um analog dem Prisma **152** aus **Fig. 10** eine spektrale Trennung auszuführen. Wie bei **Fig. 10** sind die erste und die zweite Kamera **46'** und **46''** entsprechend der spektralen Verschiebung, die sich aus dem Gitter **154** ergibt, räumlich getrennt.

[0086] Außerdem ist in **Fig. 11** eine Anordnung **10''** von LEDs veranschaulicht. Die LEDs **158** der Anordnung **10''** sind jeweils Multispektral-LEDs. Derzeit sind LEDs verfügbar, die mehrere Farben liefern können. Typisch schreibt ein erstes Signal an die LED eine erste Farbe vor, während ein zweites Signal an die LED die zweite vorschreibt. Wie bei **Fig. 9** sind zwei Verbindungen zwischen einem weiter geänderten Leistungsversorgungs- und Verteilerkasten **24''** und einem ersten LED-Abschnitt **162** und einem zweiten LED-Abschnitt **164** veranschaulicht. Wieder sind entweder eine oder beide dieser Verbindungen geeignet implementiert.

[0087] Der erste Abschnitt **162** schafft zwei Verbindungen zwischen jeder LED davon und dem Leistungsversorgungs- und Verteilerkasten **24''**. Auf diese Weise können verschiedene LEDs **158** der Anordnung wahlweise nach der Position und der Farbe aktiviert werden. Wie bei dem Abschnitt **134** aus **Fig. 9** wird eine Abwägung der Komplexität, die sich für den Leistungsversorgungs- und Verteilerkasten **24''** ergibt, sowie der Komplexität der Verbindung über die Verbinder **168** geschaffen.

[0088] Außerdem schafft der zweite Abschnitt **164** eine Bank-Steuerung analog der Banksteuerung des Abschnitts **132** aus **Fig. 9**. Eine Leitung **168** schafft geeignet eine Banksteuerung einer ersten Farbe jeder LED, die als Grün veranschaulicht ist. Ähnlich schafft die Leitung **170** eine Banksteuerung der jeder LED zugeordneten zweiten Farbe, in dieser Veranschaulichung rot. Obgleich die Veranschaulichung der zusammengesetzten LEDs aus **Fig. 11** mit einem Linsen/Beugungsgitter-Aufbau gegeben wird, ist klar, dass der Filterzugang, der Prismenzugang und der Beugungsgitterzugang zwischen ihren verschiede-

nen Darstellungen ausgetauscht werden können.

[0089] Nunmehr übergehend zu **Fig. 12** werden zusätzliche Änderungen des vorliegenden Systems beschrieben. In dieser Darstellung ist eine Beleuchtung von mehreren Quellen vorgesehen. Es ist eine Festkörper-LED-Beleuchtung von einer ersten kreisförmigen Ringanordnung **200** und von einer zweiten kreisförmigen Ringanordnung **202** vorgesehen. Zur Erleichterung der Darstellung ist der Ring **200** im Teilschnitt veranschaulicht. In dieser besonderen Darstellung sind die LEDs der ersten Ringanordnung **200** in der Weise gewählt, dass sie einen ausgewählten Wellenlängenbereich wie etwa bernsteinfarben liefern. Jene LEDs der Anordnung **202** sind so gewählt, dass sie einen zweiten Spektralbereich wie etwa Rot liefern. Dementsprechend schafft **Fig. 12** eine zusätzliche Veranschaulichung hinsichtlich der strukturierten oder hochentwickelten Beleuchtung. Diese zeigt den Winkel, die Intensität und das Spektrum der Beleuchtungsbestandteile. Wie bei den früheren Darstellungen ist klar, dass spezifische Anwendungen die Integration verschiedener Kombinationen von LEDs, sowohl spektraler als auch relativer Größen, in oder zwischen den Anordnungen **200** und **202** vorschreiben können.

[0090] **Fig. 12** zeigt außerdem ein zusätzliches Beleuchtungsbeispiel. Eine herkömmliche Beleuchtungsquelle ist geeignet als ein Zusatzlichtgenerator implementiert. Diese herkömmliche Beleuchtung wird geeignet aus Glühbeleuchtung, Fluoreszenzbeleuchtung, Halogenbeleuchtung oder Aussetzbetrieb-Abtastbeleuchtung wie etwa Edelgas-Xenon- oder dergleichen, Edelgas- oder einer anderen ähnlichen Nicht-Festkörperübergangs-Beleuchtung gebildet. Diese herkömmlichen Beleuchtungsquellen schaffen eine Mehrspektren-Beleuchtung. Somit ist diese Ausführungsform optional mit einem Filter **210** versehen, das irgendeine unerwünschte Lichtwellenlänge von den von der herkömmlichen Lichtquelle **206** ausgestrahlten beseitigt.

[0091] Das Licht von jeder der Anordnungen **200** und **202** sowie von der herkömmlichen Quelle **206** wird auf einen allgemein bei **212** gezeigten Beleuchtungs- oder Betrachtungsbereich gelenkt.

[0092] In herkömmlichen Beleuchtungsanordnungen ist eine Kamera, genauer ihre Linse, an einem Punkt in der Beleuchtungsquelle wie etwa in der Mitte der Ringe **200** und **202** angeordnet. Die Kamera ist typisch so angebracht, dass ihre Linsenachse senkrecht entlang einer Normalen **N** einer Bewegungsrichtung **T** einer Probe ist. Diese relative Ausrichtung ermöglicht, ein unverzerrtes Bild einer Probe zu erhalten. Natürlich steht dies im Gegensatz zu durchlässigen Proben, die ermöglichen, dass sich die Kameralinse auf der anderen Seite der Probe befindet. Die Probleme im Zusammenhang mit einer solchen

relativen Positionierung zwischen der Kamera und der Linse und der Beleuchtungsquelle sind besonders schädlich, wenn stark reflektierende oder spiegelähnliche Proben betrachtet werden. Bei solchen Proben liefert ein Bild der Kameralinse selbst ein wesentliches Artefakt auf dem beleuchteten Bild.

[0093] Eine perspektivische Steuerlinse liefert wohldefinierte optische Eigenschaften, die perspektivischen Verzerrungen im Zusammenhang mit einer Anordnung außerhalb der Achse in Bezug auf eine Probe entgegenwirken. Eine solche perspektivische Steuerlinse ist allgemein bei **216** veranschaulicht. Eine solche Linse ermöglicht, dass die Linse **216** nicht senkrecht in Bezug auf die Probenrichtung **T** befestigt ist. Die Linse **216** ist in der Weise in Bezug auf die Beleuchtung angebracht, dass der Einfallswinkel der Richtung **I** des Lichts relativ zu **T** gleich dem Reflexionswinkel der Richtung **R** relativ zu **T** ist. Obgleich eine einzelne Linse **216** veranschaulicht ist, ist klar, dass analog zu den oben beschriebenen Ausführungsformen vorteilhaft mehrere Kameras und Filter vorgesehen sein können. Diese wurden zur Vereinfachung der Ansicht aus der Figur weggelassen.

[0094] Außerdem ist ein Leistungsversorgungs-Verteilerkasten **24"** veranschaulicht. Dieser ist veranschaulicht, um die Steuerung der Anordnungen **200** und **202** sowie der herkömmlichen Lichtquelle **206** zu demonstrieren.

Patentansprüche

1. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem, das umfasst:
 eine erste Anordnung (**16**) aus lichtemittierenden Dioden (**10**), die so beschaffen sind, dass sie eine Beleuchtung mit Quanten mehrerer ausgewählter Wellenlängen schafft;
 erste Befestigungsmittel, die so beschaffen sind, dass sie die erste Anordnung so befestigen, dass eine zugeordnete Probe (**38**), die in einem Beleuchtungsbereich der ersten Anordnung angeordnet ist, beleuchtet wird;
 Mittel zum wahlweisen Liefern eines Stroms (**24**) an die erste Anordnung, die so beschaffen sind, dass sie verschiedene lichtemittierende Dioden wahlweise anhand ihrer Position und ihrer Wellenlänge aktivieren können, um Inspektionslicht von allen oder einigen der Dioden zu erzeugen, das einen ausgewählten Lichtbestandteil mit ersten und zweiten Wellenlängen besitzt;
 wobei Videorezeptormittel (**46**) so beschaffen sind, dass sie das Inspektionslicht empfangen, nachdem es die zugeordnete Probe beleuchtet hat; und
 wobei die Videorezeptormittel Isolationsmittel enthalten, die die Quanten der ersten und der zweiten Wellenlänge des Inspektionslichts in erste bzw. zweite Bilder entmischen.

2. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, bei dem die erste Anordnung mehrere Dioden (**10**) enthält, die Licht bereitstellen können, das Quanten mehrerer Wellenlängen enthält.

3. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, bei dem die erste Anordnung (**16**) enthält:

eine erste Mehrzahl von Dioden (**116**), wovon jede Licht mit Quanten einer ersten Wellenlänge schafft; und
eine zweite Mehrzahl von Dioden (**118**), die Licht mit Quanten einer zweiten Wellenlänge schaffen.

4. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das ferner umfasst:

Mittel, die ein Verschiebungssignal empfangen, das eine geradlinige Verschiebung der zugeordneten Probe in Bezug auf die erste Anordnung über eine ausgewählte Abtastperiode repräsentiert; und
Steuermittel (**24**), die während der Abtastperiode entsprechend dem Verschiebungssignal wahlweise einen Stromimpuls an die lichtemittierenden Dioden liefern, so dass jeder von mehreren im Allgemeinen geradlinigen Abschnitten der zugeordneten Probe durch die lichtemittierenden Dioden mehrmals beleuchtet wird.

5. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Videorezeptormittel erste und zweite Videosensoren (**46**) enthalten und bei dem die Isolationsmittel enthalten: ein erstes Filter (**144**), das so beschaffen ist, dass es eine erste ausgewählte Wellenlänge liefert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den ersten Videosensor (**46'**) belichtet; und ein zweites Filter (**146**), das so beschaffen ist, dass es eine ausgewählte Wellenlänge, die von der ersten ausgewählten Wellenlänge verschieden ist, filtert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den zweiten Videosensor (**46''**) belichtet.

6. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Videorezeptormittel erste und zweite räumlich getrennte Videosensoren enthalten und bei dem die Isolationsmittel ein Prisma (**152**) enthalten, das so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es die ersten und zweiten räumlich getrennten Videosensoren belichtet.

7. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Videorezeptormittel erste und zweite räumlich getrennte Videosensoren enthalten und bei dem die Isolationsmittel ein Beugungsgitter (**154**) enthalten, das so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es die ersten und zweiten räumlich getrennten

Videosensoren belichtet.

8. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die lichtemittierenden Dioden der ersten Anordnung aus Vorrichtungen zur Erzeugung sichtbaren Lichts aufgebaut sind.

9. Verfahren zur Mehrfachwellenlängen-Videoinspektion-Probenbeleuchtung, das die folgenden Schritte umfasst:

wahlweises Erzeugen eines Stromimpulses an eine erste Anordnung lichtemittierender Dioden, die so beschaffen ist, dass sie eine Beleuchtung mit Quanten mehrerer ausgewählter Wellenlängen schafft, wobei der Schritt das wahlweise Liefern von Strom an die erste Anordnung umfasst, um verschiedene lichtemittierende Dioden wahlweise anhand ihrer Position und ihrer Wellenlänge zu aktivieren, derart, dass Inspektionslicht hiervon mit einem ausgewählten Lichtbestandteil erster und zweiter Wellenlängen erzeugt wird;

Beleuchten einer zugeordneten Probe, die in einem Beleuchtungsbereich der ersten Anordnung angeordnet ist, mit Licht der ersten Anordnung;

Empfangen eines Verschiebungssignals, das eine geradlinige Verschiebung einer zugeordneten Probe in Bezug auf die Anordnung repräsentiert; und
wahlweises Erzeugen des Stromimpulses, derart, dass der Stromimpuls in Übereinstimmung mit dem Verschiebungssignal erzeugt wird.

10. Verfahren zur Mehrfachwellenlängen-Videoinspektion nach Anspruch 9, das ferner den Schritt des wahlweisen Erzeugens des Stromimpulses, derart, dass die Beleuchtung mit einem spezifizierten Spektralgehalt erzeugt wird, umfasst.

11. Verfahren zur Mehrfachwellenlängen-Videoinspektion nach Anspruch 10, das ferner den Schritt des wahlweisen Erzeugens des Stromimpulses, derart, dass die Beleuchtung mit einer spezifizierten Dauer erzeugt wird, umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der Schritt des wahlweisen Erzeugens den Schritt des wahlweisen Lieferns des Stroms an die erste Anordnung, derart, dass Inspektionslicht erzeugt wird, das aus sichtbarem Licht gebildet ist, umfasst.

13. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, das ferner umfasst:

eine zweite Lichtquelle, die aus wenigstens einer herkömmlichen Lampe (**206**) gebildet und so beschaffen ist, dass sie eine Beleuchtung mit mehreren sekundären Wellenlängen schafft;

wobei die ersten Befestigungsmittel so beschaffen sind, dass sie die zweite Lichtquelle befestigen; und
wobei die Videorezeptormittel Isolationsmittel enthalten, die wenigstens eine zweite Wellenlänge der

mehreren sekundären Wellenlängen in ein zweites Bild entmischen.

14. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 13, bei dem die Videorezeptormittel erste und zweite Videosensoren enthalten und bei dem die Isolationsmittel umfassen:

ein erstes Filter, das so beschaffen ist, dass es eine erste ausgewählte Wellenlänge filtert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den ersten Videosensor belichtet; und ein zweites Filter, das so beschaffen ist, dass es die zweite ausgewählte Wellenlänge, die von der ersten ausgewählten Wellenlänge verschieden ist, filtert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den zweiten Videosensor belichtet.

15. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 14, bei dem die lichtemittierenden Dioden der ersten Anordnung aus Vorrichtungen zur Erzeugung sichtbaren Lichts aufgebaut sind.

16. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, das ferner umfasst:

Mittel zum Befestigen der Videorezeptormittel, derart, dass eine optische Achse der Videorezeptormittel zu einer Richtung der Bewegung der zugeordneten Probe relativ zu ihnen nicht senkrecht ist; und wobei die Videorezeptormittel eine perspektivische Steuerlinse (216), die ermöglicht, Licht von der Anordnung zur Probe unter einem nicht rechten Winkel zu lenken, und dabei Artefakten, die sich andernfalls aus einer solchen Orientierung ergeben würden, negiert und deren Gesichtsfeld zu dem Beleuchtungsbereich gerichtet ist, sowie Isolationsmittel, die die Wellenlänge des Inspektionslichts in die entsprechenden Bilder entmischt, enthalten.

17. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 16, bei dem:

die erste Anordnung aus lichtemittierenden Dioden Mittel enthält, die die Beleuchtung mit wenigstens einem zweiten ausgewählten Wellenlängenbereich schaffen;

wobei die Mittel zum wahlweisen Liefern von Strom an die erste Anordnung Mittel enthalten, die den Strom wahlweise an sie liefern, um so Inspektionslicht hiervon zu erzeugen, das einen ausgewählten Lichtbestandteil des zweiten Wellenlängenbereichs besitzt.

18. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 17, bei dem die Videorezeptormittel Isolationsmittel enthalten, die Licht des ersten und des zweiten Wellenlängenbereichs in erste bzw. zweite Bilder entmischen.

19. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 18, bei dem die Videorezeptormittel erste und zweite Videosensoren enthalten und bei

dem die Isolationsmittel enthalten:

ein erstes Filter, das so beschaffen ist, dass es eine erste ausgewählte Wellenlänge filtert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den ersten Videosensor belichtet; und ein zweites Filter, das so beschaffen ist, dass es eine zweite Wellenlänge filtert, und so angeordnet ist, dass es das Inspektionslicht abfängt, bevor es den zweiten Videosensor belichtet.

20. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 19, das ferner umfasst:

Mittel, die ein Verschiebungssignal empfangen, das eine geradlinige Verschiebung der zugeordneten Probe relativ zu der ersten Anordnung über eine ausgewählte Abtastperiode repräsentiert; und Steuermittel, die während der Abtastperiode in Übereinstimmung mit dem Verschiebungssignal wahlweise ein Stromsignal an die lichtemittierenden Dioden liefert, derart, dass jeder von mehreren im Allgemeinen geradlinigen Abschnitten der zugeordneten Probe mehrmals durch die lichtemittierenden Dioden beleuchtet wird.

21. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 20, bei dem die lichtemittierenden Dioden der ersten Anordnung aus Vorrichtungen zur Erzeugung sichtbaren Lichts aufgebaut sind.

22. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, bei dem die erste Anordnung aus lichtemittierenden Dioden Mittel enthält, die Quanten einer der mehreren ausgewählten Wellenlängen im sichtbaren Spektrum und einer weiteren der mehreren ausgewählten Wellenlängen im unsichtbaren Spektrum erzeugen.

23. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 22, bei dem die ausgewählte Wellenlänge im unsichtbaren Spektrum infrarot ist.

24. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 22, bei dem die ausgewählte Wellenlänge im unsichtbaren Spektrum ultraviolett ist.

25. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 22, das ferner Videorezeptormittel enthält, die so beschaffen sind, dass sie das Inspektionslicht empfangen, nachdem hiermit die zugeordnete Probe belichtet worden ist, wobei die Videorezeptormittel Isolationsmittel enthalten, die die ersten und zweiten Wellenlängen des Inspektionslichts in erste bzw. zweite Bilder entmischen.

26. Hochentwickeltes Videoinspektionssystem nach Anspruch 1, bei dem die erste Anordnung aus lichtemittierenden Dioden Mittel enthält, die die Quanten mehrerer ausgewählter Wellenlängen im unsichtbaren Spektrum erzeugen.

27. Hochentwickeltes Videinspektionssystem nach Anspruch 26, bei dem die ausgewählte Wellenlänge im unsichtbaren Spektrum infrarot ist.

28. Hochentwickeltes Videinspektionssystem nach Anspruch 27, bei dem die ausgewählte Wellenlänge im unsichtbaren Spektrum ultraviolett ist.

29. Hochentwickeltes Videinspektionssystem nach Anspruch 26, das ferner Videorezeptormittel umfasst, die so beschaffen sind, dass sie das Inspektionslicht empfangen, nachdem es die zugeordnete Probe belichtet hat, wobei die Videorezeptormittel Isolationismittel umfassen, die die ersten und zweiten Wellenlängen des Inspektionslichts in erste bzw. zweite Bilder entmischen.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

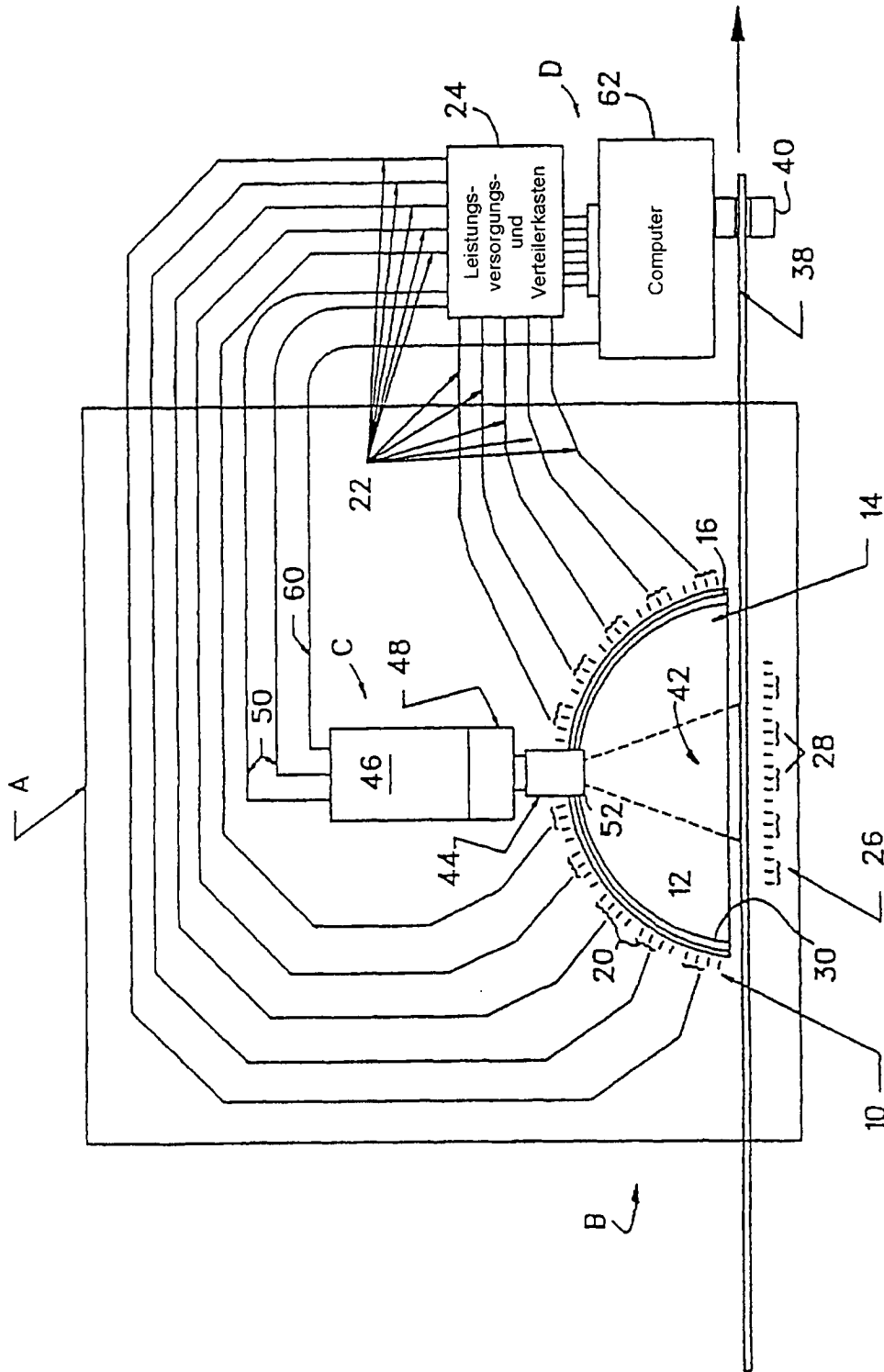


FIG. 1

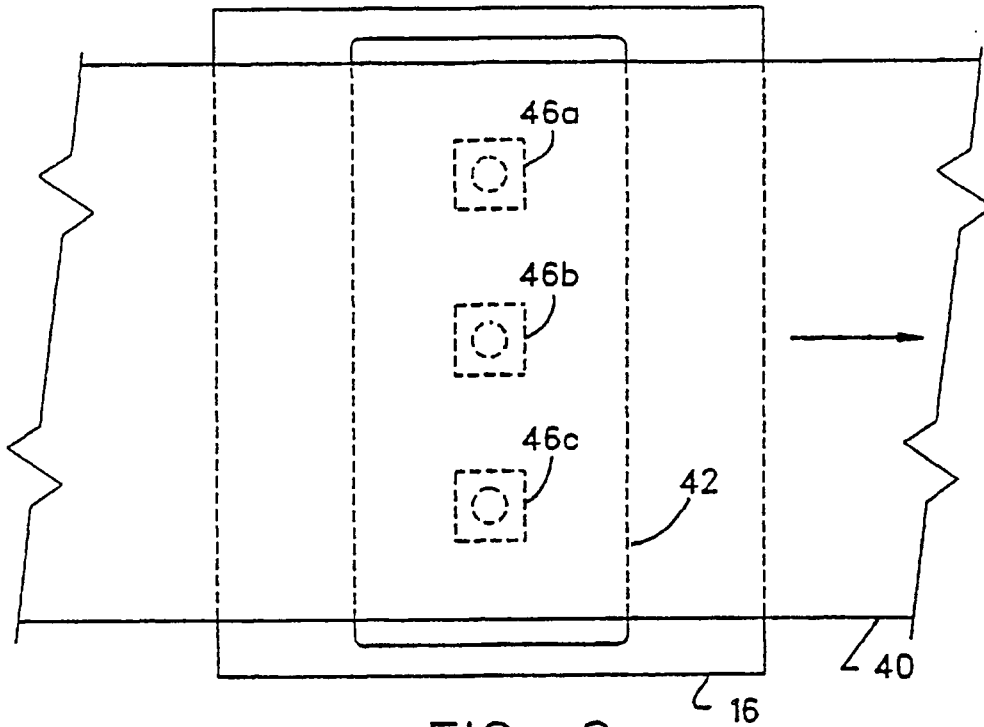


FIG. 2

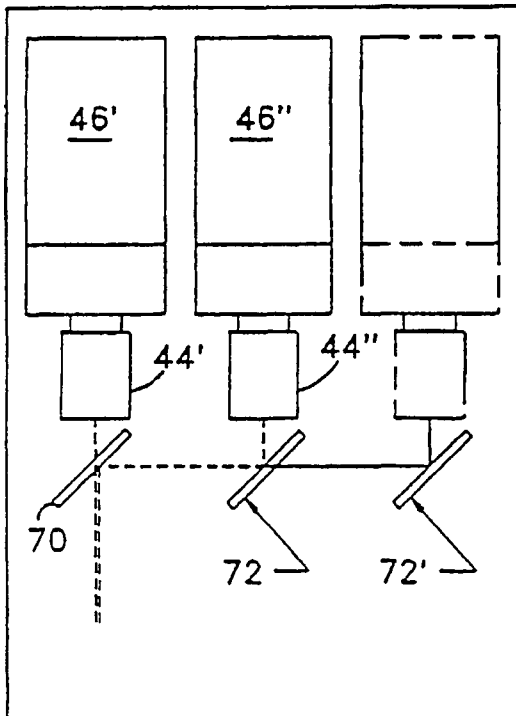


FIG. 3

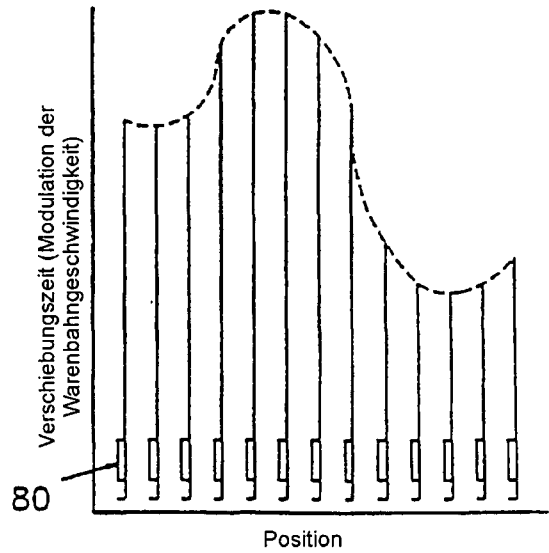


FIG. 4

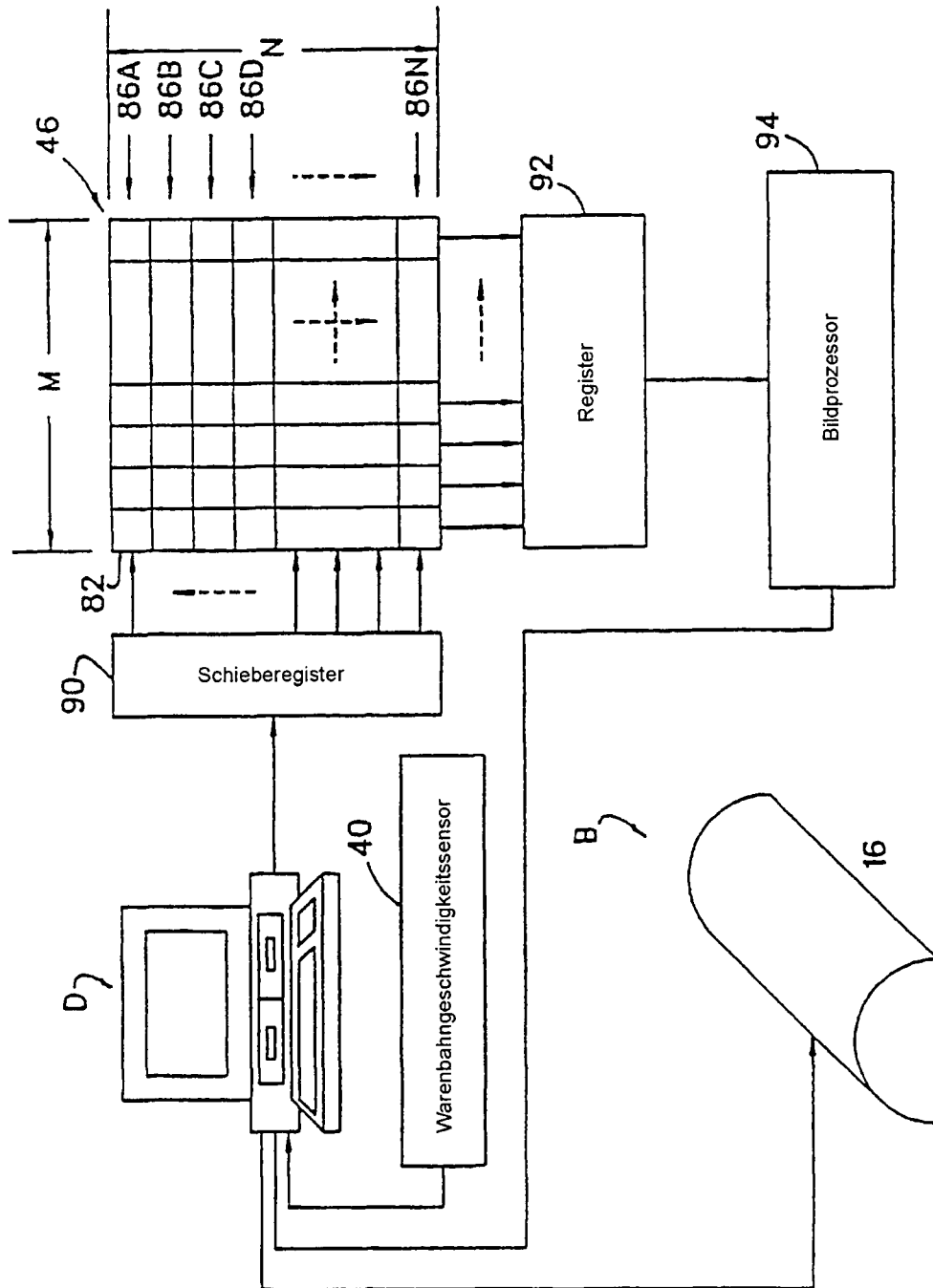
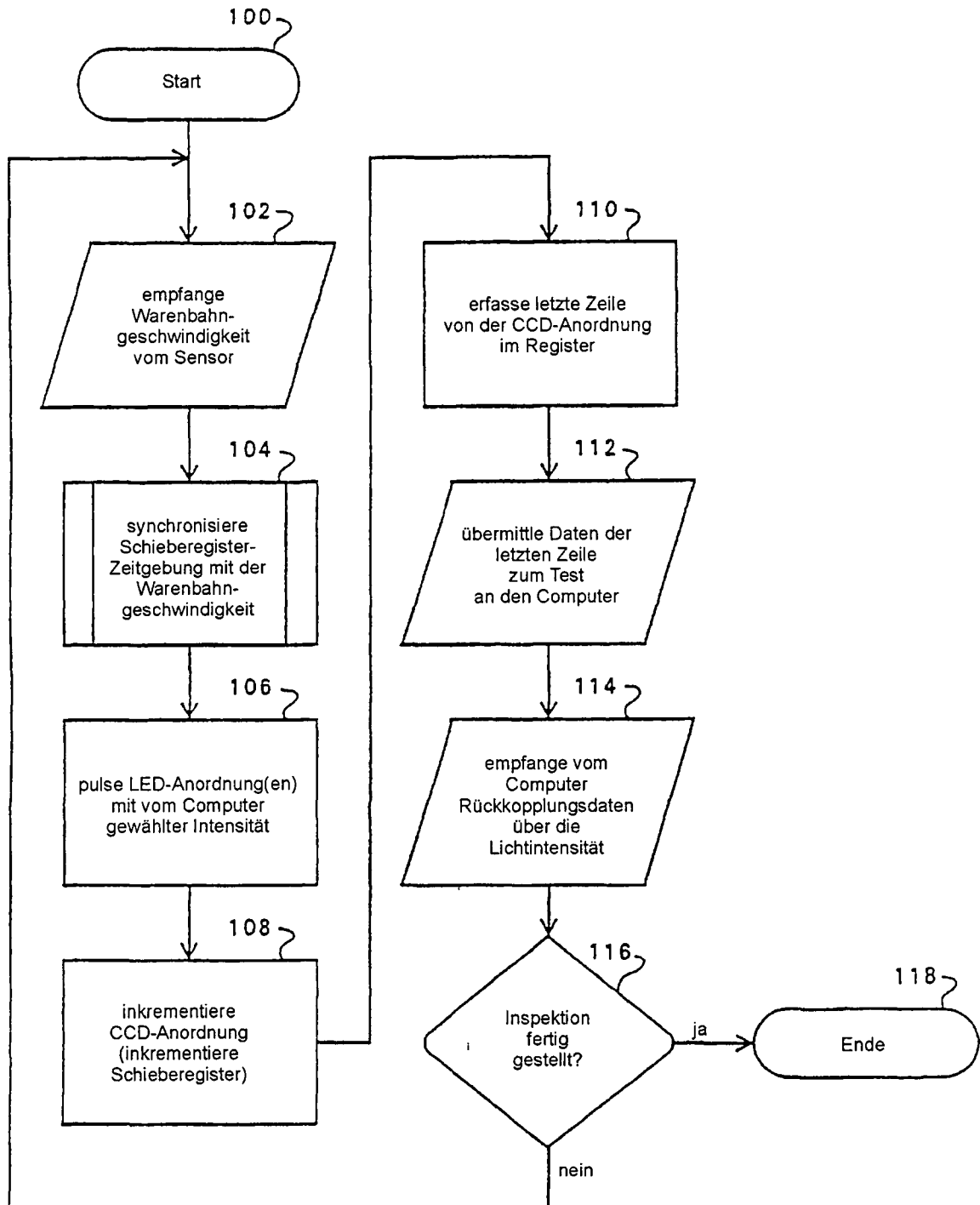


FIG. 5

FIG. 6



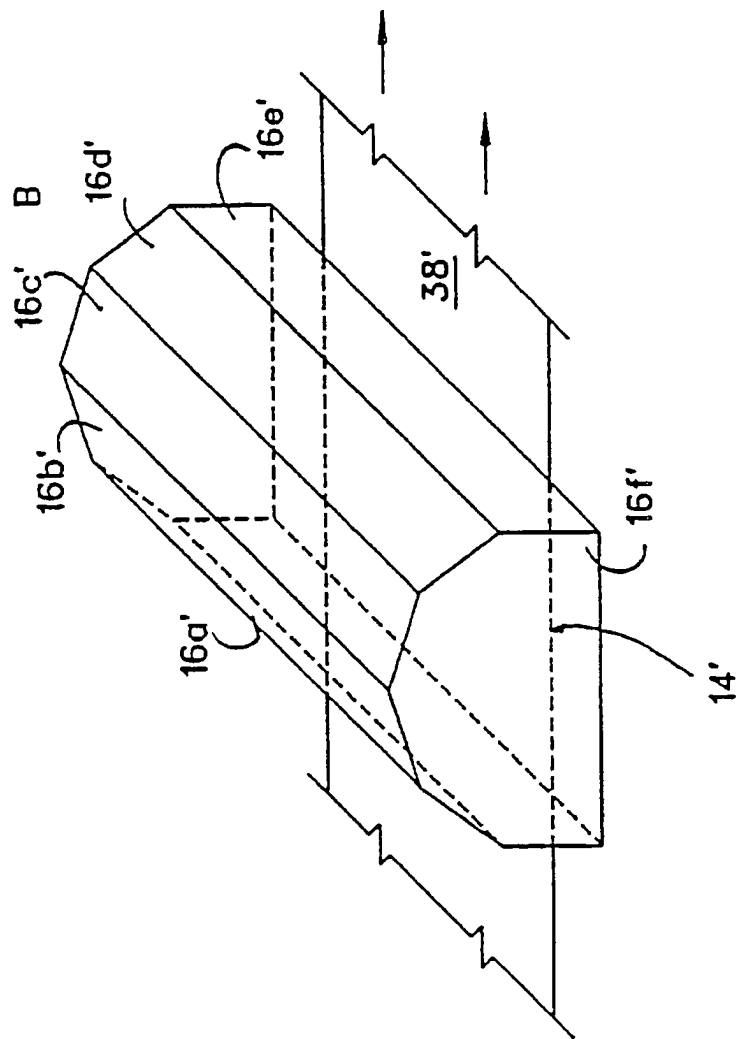
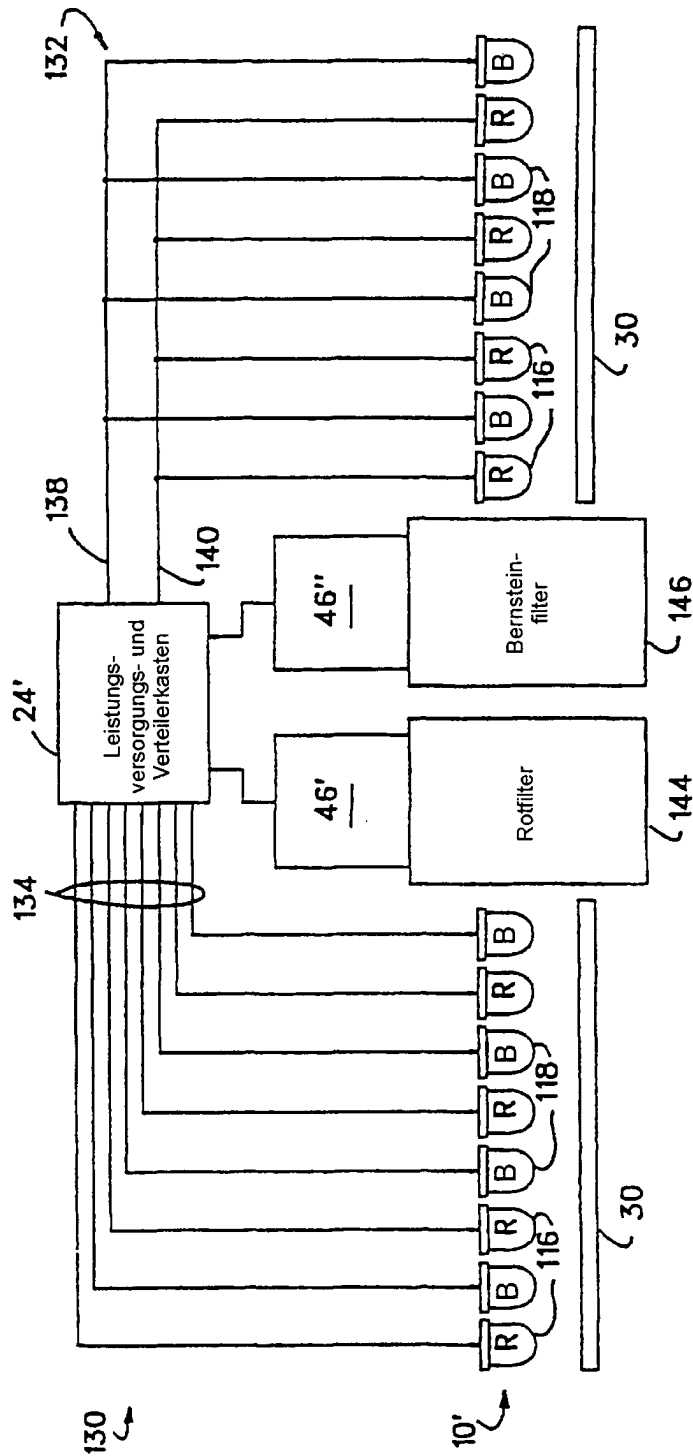
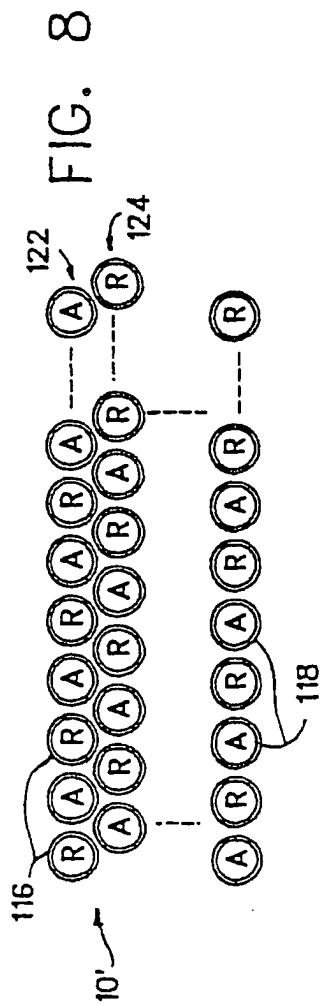


FIG. 7



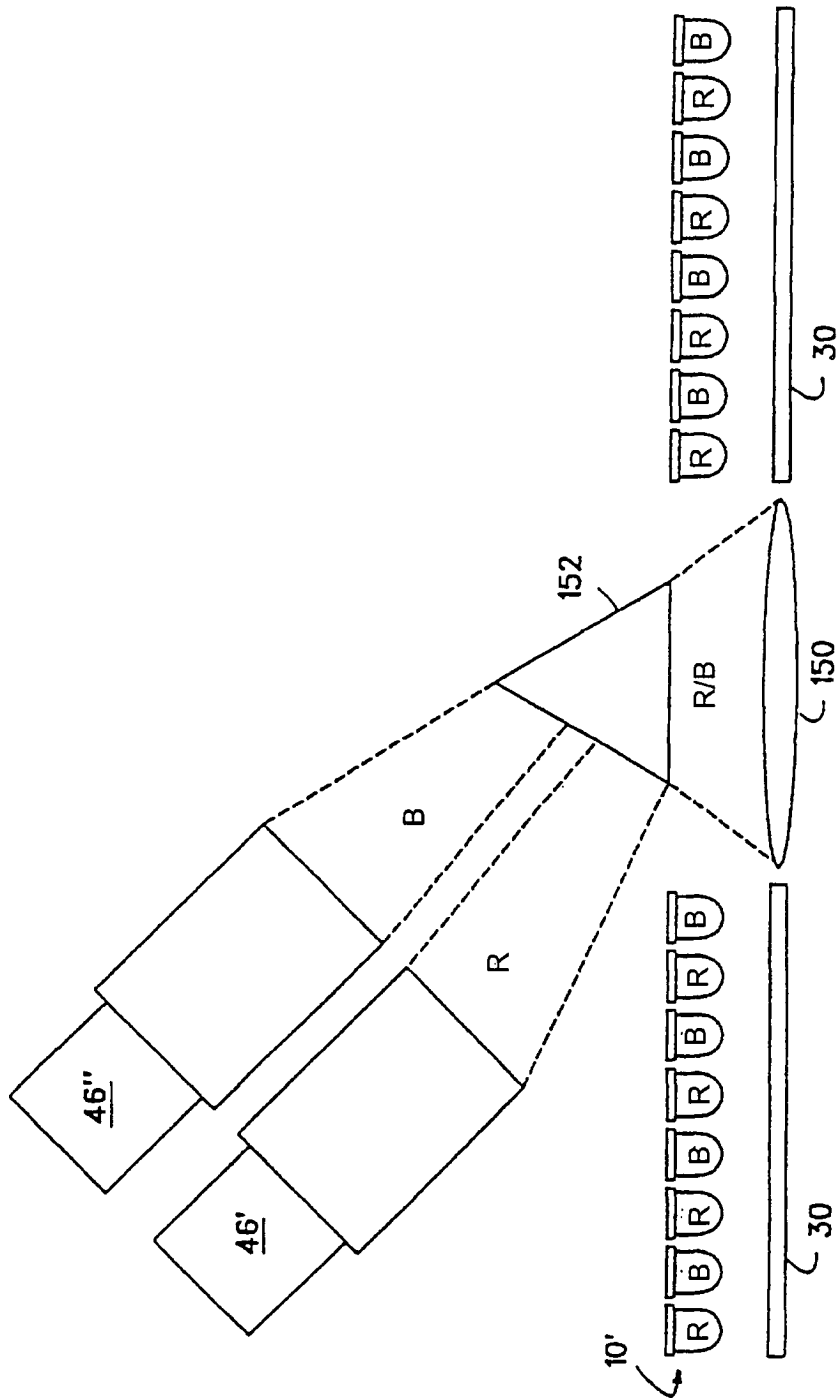


FIG. 10

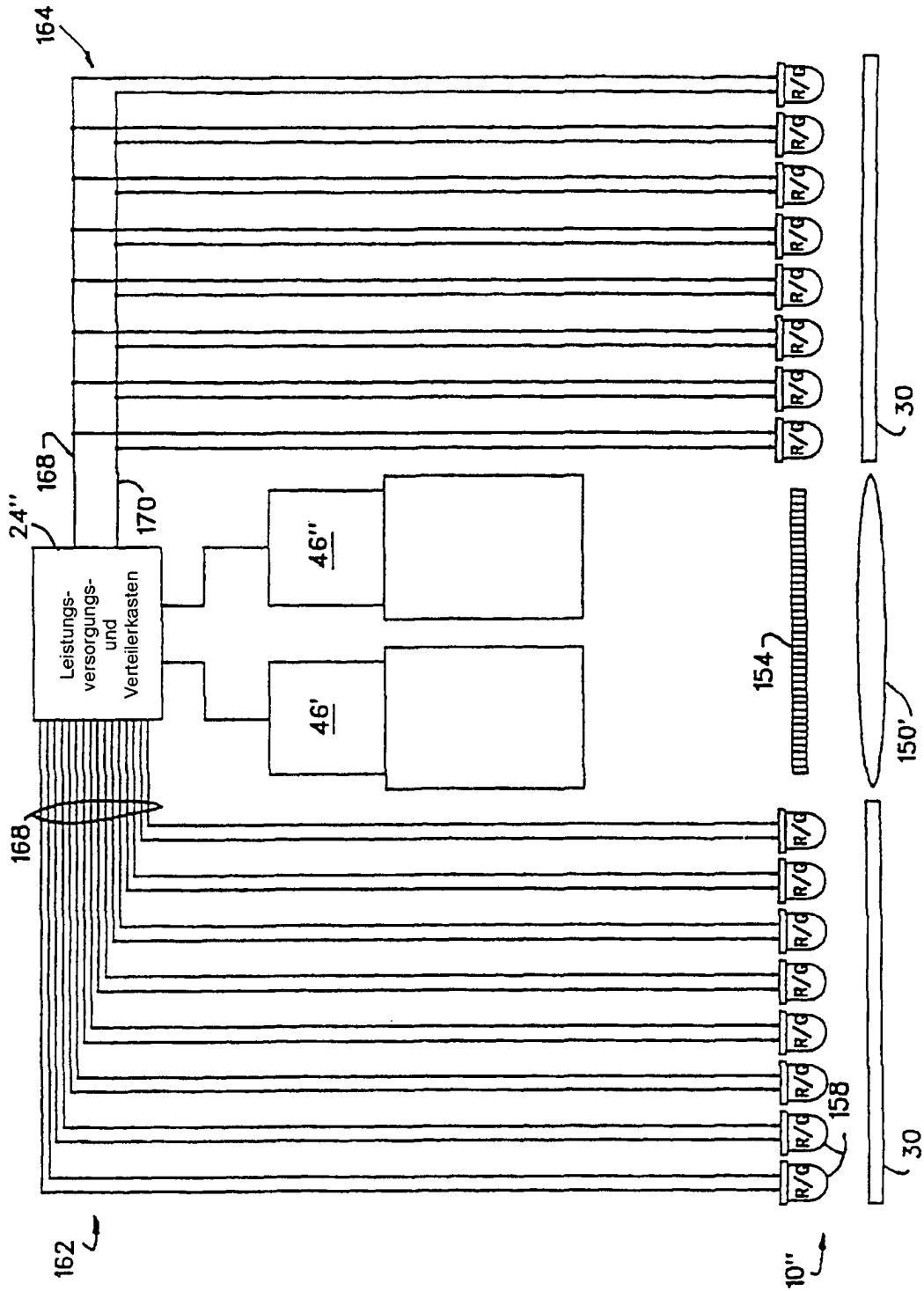


FIG. 11

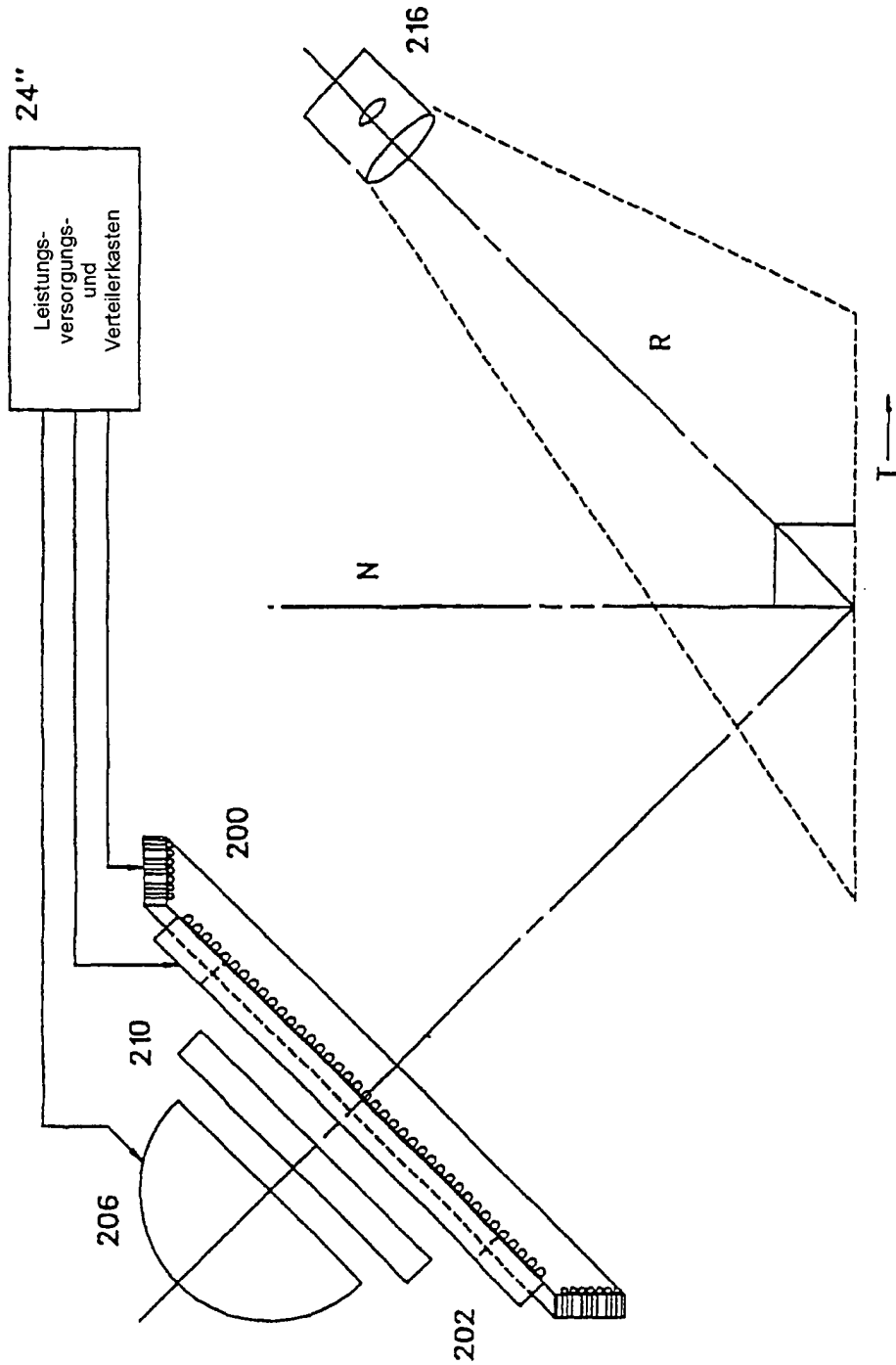


FIG. 12