(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 30 383 T2** 2005.09.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 814 596 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 383.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 303 844.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.06.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.12.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 1/191**
H04N 1/03

(30) Unionspriorität:
665777 **17.06.1996** **US**

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
Schmidt, Jack H., Carlsbad, California 92008, US

(54) Bezeichnung: **Abtastsystem**

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

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Systeme zum Abtasten von Dokumenten und insbesondere auf ein System, das spezielle Typen von Bilderzeugern für ein Bandabtastsystem einsetzt.

[0002] Überall in diesem Dokument bezieht sich der Ausdruck Bilderzeuger auf eine optische Vorrichtung oder ein System zum Empfangen von Licht von einem Objekt und Richten des Lichts auf ein Bild. Die Verwendung Bandabtastsystem bezieht sich auf ein Abtastsystem, das seriell aufeinander folgende Bänder eines Dokuments erfasst; ein derartiges System unterscheidet sich somit von einer Abtastvorrichtung, die ein lineares Detektorarray einsetzt, das vollständig über das Dokument erstreckt ist, um ganze Pixelzeilen nacheinander zu erfassen.

[0003] Bei einer pixelbasierten Abtastvorrichtung, einem Drucker, einem Kopierer oder einer Faxmaschine besteht ein Band aus einer Anzahl von Pixellinien, modern in der Größenordnung von 20 bis 200. Bei einem Bandabtastsystem werden die Pixelspalten innerhalb jedes Bands durch einen Bilderzeuger und ein Detektorarray, die sich zusammen über das Dokument an einem Wagen bewegen, seriell erfasst, eine Pixelspalte nach der anderen.

[0004] Dieser Betriebstyp kann als ein „Wagenabtasten", „Bandabtasten" oder „Bandtyp-Abtasten" bezeichnet werden und die Vorrichtungen als „Wagenabtastvorrichtungen", „Bandabtastvorrichtungen" oder „Bandtyp-Abtastvorrichtungen". Dieselben werden manchmal auch „sich bewegende Abtastvorrichtungen" genannt.

[0005] Die Fähigkeit eines jeglichen Abtastsystems, ein Dokument zu reproduzieren hängt weitgehend von der Leistungsfähigkeit des Bilderzeugers desselben ab. Der typische Bilderzeuger des Stands der Technik, der bei einem Dokumentabtastsystem verwendet wird, ist rein brechend, mit Ausnahme eines Planarfaltspiegels, und besteht gewöhnlich aus einer einfachen einzigen Linse oder in einigen Fällen einem Verbundlinsensystem. Mehrere optische Charakteristika, die bei einem Auswerten einer Leistungsfähigkeit eines Bilderzeugers nützlich sind, sind unten dargelegt.

[0006] (b) Fokus und Auflösung – Ein Bilderzeugerfokus variiert als eine Funktion einer Objektposition axial innerhalb der Feldtiefe des Bilderzeugers. Ein typischer Brechungsbilderzeuger des Stands der Technik weist einen hervorragenden Fokus nahe der Mitte der Feldtiefe auf, was sich zu einem nur annehmbaren Fokus hinter und vor dieser Position des besten Fokus oder mit anderen Worten nahe den Enden der Feldtiefe verringert.

[0007] Eine Auflösung ist einem Fokus eng zugeordnet. Eine Auflösung ist ein quantitatives Maß der Fähigkeit eines optischen Systems, ein scharfes Bild eines Objekts zu erzeugen. Eine Bilderzeugerauflösung ist durch die Fokusqualität und, wie es zu ersehen sein wird, optische Aberrationen beeinflusst, wie beispielsweise eine chromatische Aberration. Ein Bilderzeuger mit einem schlechten Fokus weist eine schlechte oder grobe Auflösung auf; ein Bilderzeuger mit einem guten Fokus weist eine gute oder feine Auflösung auf.

[0008] Wenn sich Punkte eines Objekts bei unterschiedlichen Positionen innerhalb der Feldtiefe eines typischen Brechungsbilderzeugers befinden, d. h. bei unterschiedlichen axialen Positionen, sind die Objektstrahlen von Punkten nach der Mitte der Feldtiefe in dem resultierenden Bild besser fokussiert als Punkte weiter weg von der Mitte des Feldes. Bei einem Abtasten entstehen Variationen bei einer Feldtiefenposition, wenn das Dokument, das abgetastet wird, verknittert oder fehlzugeführt ist. Das Ergebnis ist ein Bild mit einem variierenden Fokus; es ist bei Punkten defokussiert, wo ein Knittern das Dokument von der besten Fokalposition verschoben hat.

[0009] Ein derartiger Defekt ist besonders auffallend, wenn das Dokument Linien oder Kanten trägt, die zu dem Pixelgitter sehr flach gewinkelt sind, so dass ein ernstes Aliasing auftritt. Ein Aliasing ist in Bereichen, die defokussiert sind, geglättet, aber erscheint klar, wo das Dokument sich in einem scharfen Fokus befindet, eine Erscheinung, die sowohl unangenehm als auch verwirrend für den gelegentlichen Benutzer ist.

[0010] Deshalb ist es nachteilig, einen herkömmlichen Abtastvorrichtungsbilderzeuger zu verwenden, der Bilder mit einer variablen Auflösung abhängig von der axialen Verschiebung des Objekts innerhalb der Feldtiefe des Bilderzeugers erzeugt.

[0011] (c) Verzerrung – Eine Verzerrung entsteht aus einer Variation einer Vergrößerung auf Grund (1) eines außeraxialen Abstands eines Objektpunkts in einem Dokument und (2) einer axialen Verschiebung des Dokuments. Ein typischer Brechungsbilderzeuger des Stands der Technik unterliegt einer erheblichen Verzerrung

aus beiden dieser Gründe.

[0012] Eine Vergrößerungsvariation bei einer axialen Position entsteht, weil der Primärstrahl von jedem Objektpunkt zu der optischen Achse gewinkelt ist. Deshalb verändert ein Flattern oder Knittern eines Dokuments, wobei eine jegliche kleine Region des Dokuments entlang dem optischen Weg nach innen und nach außen verschoben ist, den außeraxialen Abstand des Schnittpunkts des gewinkelten Primärstrahls mit der Dokumentoberfläche. Diese Veränderung bei einem außeraxialen Abstand läuft für diese Region des Dokuments auf eine Variation bei einer Vergrößerung, d. h. eine Verzerrung, hinaus.

[0013] Es ist somit nachteilig, einen herkömmlichen Abtastvorrichtungsbilderzeuger zu verwenden, der Bilder erzeugt, die verzerrt sind, wenn Dokumente geknittert sind, abhängig von sowohl einem außeraxialen Abstand als auch einer axialen Verschiebung eines Objekts.

[0014] (d) Helligkeit – Eine Bildhelligkeit variiert als eine Funktion eines außeraxialen Objektabstands. Ein typischer Brechungsbilderzeuger des Stands der Technik sammelt mehr Licht von Objektpunkten näher an der optischen Achse des Bilderzeugers als von Punkten weiter weg von der Achse.

[0015] Das Ergebnis ist ein Bandbild mit einer hellen Mittelregion und relativ dunklen äußeren Enden, wobei eine gesprenkelte oder schmutzige Wirkung erzeugt wird. Es ist deshalb nachteilig, einen herkömmlichen Abtastvorrichtungsbilderzeuger zu verwenden, der Licht abhängig von einem außeraxialen Objektabstand nicht einheitlich sammelt.

[0016] (e) Chromatische Aberration – Bei einem typischen Brechungsbilderzeuger des Stands der Technik tritt eine chromatische Aberration auf, wenn ein Objektstrahl von weißem Licht sich durch das optische Material des Bilderzeugers bricht. Diese Brechung bewirkt, dass Strahlen verschiedener Wellenlängen das Material in unterschiedlichen Winkeln verlassen (spektrale Dispersion) und als Punkte unterschiedlicher Farben bei unterschiedlichen Positionen in Fokus gelangen.

[0017] Das Ergebnis ist ein verschwommenes Bild. Die Größe einer Unschärfe ist für Objektpunkte weiter weg von der optischen Achse größer, weil die Strahlen derselben in den Bilderzeuger bei den äußeren Enden desselben eintreten, wo eine Brechung typischerweise größer ist, wobei so wiederum eine Flickwerk-Wirkung (Patchwork-Wirkung) oder ein Gesamteindruck einer variablen Qualität in fertiggestellten Kopien erzeugt wird. Folglich ist es nachteilig, einen herkömmlichen Abtastvorrichtungsbilderzeuger mit einer erheblichen chromatischen Aberration zu verwenden.

[0018] (f) Bandbildung – Die oben erörterten Wirkungen resultieren bei einer Bandabtastvorrichtung sowohl einzeln oder kollektiv in einer unerwünschten auffälligen Bandbildung. Dies tritt wie folgt auf.

[0019] Man nehme an, ein Bilderzeuger wird aufgerufen, ein Dokument abzutasten, das aus einer Reihe von eng beabstandeten horizontalen Linien gebildet ist. Man nehme ferner an, dass der Bilderzeuger eine nicht einheitliche Helligkeit, eine chromatische Aberration und eine expansive Verzerrung aufweist. Unter diesen Bedingungen weist jedes Band, das durch den Bilderzeuger erzeugt wird, dunkle, verschwommene, expansiv beabstandete Linien bei dem oberen und dem unteren Ende des Bands und helle, deutliche, eng beabstandete Linien in der Mittelregion des Bands auf.

[0020] Auf eine Wiederzusammenfügung der Bänder hin ist eine Bandbildungswirkung offensichtlich. Das Dokumentbild ist eine zyklische Anzeige von dunklen, verschwommenen, expansiv beabstandeten Gruppen von Linien, die mit hellen, deutlichen, eng beabstandeten Gruppen von Linien alternieren.

[0021] Der Betrag dieser Wirkungen hängt von der Größe des Bands ab. Je größer das Band, desto weiter weg befinden sich Punkte von der optischen Achse des Bilderzeugers; folglich gibt es eine größere Verzerrung bei den äußeren Enden, eine größere Disparität zwischen der Helligkeit der Bandmitte und der Bandkante und eine größere Unschärfe bei den äußeren Enden.

[0022] (g) Ineffiziente Lichtsammlung – Ein Bilderzeuger, der eine ineffiziente Lichtsammlungsfähigkeit aufweist, sammelt nicht genügend Licht von dem Objekt. Dies resultiert in einem Bild mit einem schlechten Kontrast.

[0023] Bei einem Abtastsystem muss ausreichend Licht von jedem Pixel gesammelt werden, das abgetastet wird. Dies ist besonders bei einem Bandabtastsystem wichtig, weil die Rate, mit der jedes Pixel erfasst wird,

relativ zu einer voll transversalen Abtastvorrichtung proportional höher ist. Deshalb ist es nachteilig, einen herkömmlichen Abtastvorrichtungs-Bilderzeuger zu verwenden, der nicht genügend Licht von jedem Pixel während der kürzeren Belichtungszeiten sammeln kann, die für ein Bandabtasten nötig sind.

[0024] (h) Verwandte Vorrichtungen – Wie es vorhergehend erwähnt ist, setzt ein typisches Abtastsystem als den Bilderzeuger desselben eine einzige Brechungslinse oder ein Verbundlinsensystem ein. Eine einzige Linse besitzt nicht die erwünschten Charakteristika. Die Bildqualität einer einzigen Linse hängt stark sowohl von einem außeraxialen Abstand als auch einer axialen Verschiebung eines Objekts ab.

[0025] Ein komplexes Verbundbrechungslinsensystem weist einige der erwünschten Charakteristika auf, weil dasselbe einige Außeraxial-Abstand-Wirkungen korrigieren kann, wie beispielsweise eine Verzerrung und eine chromatische Aberration. Dieser Systemtyp ist jedoch angemessen teuer und empfindlich. In Anbetracht der kommerziellen und industriellen Umgebungen, in denen diese Bilderzeuger wirksam sein müssen, ist es nachteilig, einen Bilderzeuger zu verwenden, der kostspielig oder empfindlich ist.

[0026] Neben dem Bilderzeuger können andere Elemente eines Abtastsystems eine schlechte Bilderzeuger-Leistungsfähigkeit kompensieren. Zum Beispiel kann das Detektorarray kalibriert sein, um eine Helligkeitsvariation zu kompensieren. Eine Kompensation einer ineffizienten Lichtsammlung kann durch ein Verlangsamen der Abtastrate erhalten werden, wodurch eine Belichtungszeit erhöht wird, oder durch ein Erhöhen des Pegels einer Objektbeleuchtung.

[0027] Diese Lösungen erzeugen andere Probleme, während dieselben die Unzulänglichkeiten des Bilderzeugers kompensieren. Ein kalibriertes Detektorarray erfordert eine Anwendung eines Gewichtungsfaktors für jede Zeile in einem Band und eine große Kalibrierung kann etwas des wirksamen Dynamikbereichs aufbrauchen, wodurch das wirksame Signal-zu-Rausch-Verhältnis verschlechtert wird. Eine langsamere Abtastgeschwindigkeit resultiert in einer weniger effizienten Abtastvorrichtung und eine größere Beleuchtung erfordert mehr Betriebsleistung.

[0028] (i) Vorhergehend unverwandte Vorrichtungen – Gewisse Vorrichtungen, die nützliche optische Eigenschaften aufweisen, sind nicht vorhergehend einer Verwendung bei Abtastvorrichtungen zugeordnet oder für dieselbe nahegelegt. Hergeleitet von Isaac Newtons astronomischen Teleskop, ist es bekannt, nicht brechende oder reflektierende Elemente bei Bilderzeugungsvorrichtungen zu verwenden. Vorteile von einfachen reflektierenden Bilderzeugern umfassen eine reduzierte chromatische Aberration und eine erhöhte Lichteffizienz.

[0029] Modernere Bilderzeugungsvorrichtungen, wie beispielsweise der katadioptrische Bilderzeuger von Dyson und der katadioptrische Bilderzeuger von Offner, weisen weitere nützliche optische Eigenschaften auf. Der Dyson-Bilderzeuger weist eine geringe Verzerrung (nahe einer einheitlichen Vergrößerung) auf; derselbe kann jedoch eine schlechte Auflösung auf Grund einer axialen Verschiebung eines Objekts innerhalb der Feldtiefe des Bilderzeugers nicht korrigieren.

[0030] Der ursprüngliche Offner-Bilderzeuger, der niemals für eine Verwendung bei einer Abtastvorrichtung vorgeschlagen wurde, verbindet günstige Merkmale von reflektierenden Bilderzeugern und des Dyson-Bilderzeugers. Derselbe kann eine axiale Verschiebung eines Objekts hinsichtlich einer Vergrößerungseinheitlichkeit aber nicht hinsichtlich einer Auflösungseinheitlichkeit aufnehmen. Mit anderen Worten kann der ursprüngliche Offner-Bilderzeuger kein Bild mit einer einheitlichen Auflösung innerhalb der Feldtiefe desselben erzeugen.

[0031] Wie es vorhergehend dargelegt ist, wurde keine dieser Bilderzeugungsvorrichtungen Dokumentabtastsystemen zugeordnet oder für eine Verwendung bei denselben nahegelegt.

[0032] Die GB-A-2,247,090 offenbart eine Abtastvorrichtung zu einer Verwendung bei einem thermischen Bilderzeugungssystem, die einen oszillierenden Spiegel und ein mit Leistung versorgtes optisches System aufweist, das in einem Doppeldurchlaufmodus verwendet wird, um eine Strahlung zwischen einem Detektor und einer Brennebene zu übertragen. Während des ersten Durchlaufs werden Strahlen, die normal zu dem Detektor sind, zu einem Fokus auf der Oberfläche des Spiegels gebracht und werden nach einer Reflexion durch den zweiten Durchlauf erneut parallel gemacht. Ein reales Bild des Detektors wird gebildet, der bei einer Bewegung des oszillierenden Spiegels ein flaches Feld mit einer telezentrischen Pupille abtastet. Der Spiegel ist mit einem kleinen Versatzwinkel befestigt und ist selbst die Aperturblende. Spezifische Anwendungen in dem Betrachtungsfeld sind durch Hilfsoptiken in der Form von Objektivlinsen und nicht Teleskopen bereitgestellt. Ein Spiegel muss nicht planar sein und die Abtastvorrichtung kann bei einer jeglichen Vergrößerung mit einer beinahen Einheitlichkeit wirksam sein. Die Anordnung kann flach füllend und telezentrisch sein.

[0033] Die US 4,523,093 offenbart einen Laserstrahl einer Fliegender-Lichtfleck-Abtastvorrichtung, der ein- und ausgeschaltet wird, um Daten unter einer Steuerung eines Referenztakts zu schreiben, der Taktsignale erzeugt, die durch die Position des Schreibstrahls bestimmt sind. Um die Position des Schreibstrahls zu erfassen, wird ein Referenzstrahl synchron zu dem Schreibstrahl entlang und durch eine Codiermaske zu einem Streifen eines retroreflektiven Materials, das benachbart zu der Maske befestigt ist, hin und her bewegt. Bei einem Ausführungsbeispiel des offenbarten Systems kann eine Retroreflexion des Lesestrahls oder des Referenzstrahls durch eine Verwendung eines telezentrischen Linsensystems geliefert werden.

[0034] Die US 4,929,066 offenbart ein telezentrisches optisches Bilderzeugungssystem. Eine Lesevorrichtung zum Lesen eines Blockkopie-Layoutblatts, um einen Probedruck in einem Druckprozess zu erzeugen, ist ein Beispiel einer Anwendung des Systems. Ein Layoutblatt wird in einem Glasrahmen gesichert und abgetastet. Ein telezentrisches optisches Bilderzeugungssystem wird innerhalb des Abtastkopfs verwendet.

[0035] Somit bleiben wichtige Aspekte der Technik, die auf dem Gebiet der Erfindung verwendet wird, für eine nützliche Weiterentwicklung zugänglich.

[0036] Die vorliegende Erfindung sucht ein verbessertes System zum Abtasten von Dokumenten zu schaffen.

[0037] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Dokumentabtastsystem gemäß Anspruch 1 bereitgestellt.

[0038] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen umfasst das Abtastsystem einen telezentrischen Bilderzeuger zum Empfangen von Licht von dem Dokument und Richten des Lichts zu dem Detektorarray hin.

[0039] Insbesondere stellt der telezentrische Bilderzeuger sicher, dass eine Vergrößerung und eine Bildgröße unempfindlich für eine axiale Verschiebung des Objekts innerhalb der Feldtiefe des Bilderzeugers, mit anderen Worten nahezu verzerrungsfrei, sind. Eine Telezentrizität liefert ferner inhärent eine einheitliche Lichtsammlung unabhängig von einem Objektabstand außerhalb der optischen Achse; das Ergebnis ist ein Bild mit einer einheitlichen Helligkeit.

[0040] Bei einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Abtastsystem eine optische Achse, wobei das Dokument einer axialen Verschiebung unterliegt, und einen Bilderzeuger zum Empfangen von Licht von dem Dokument und Richten des Lichts zu dem Detektorarray hin auf.

[0041] Der Bilderzeuger umfasst ein asphärisches Element zum Einbringen einer sphärischen Aberration, um eine Auflösungsvariation als eine Funktion einer axialen Verschiebung zu reduzieren.

[0042] Insbesondere bringt das asphärische Element eine sphärische Aberration in den Bilderzeuger ein, um unabhängig von einer axialen Verschiebung des Objekts (auf Grund eines geknitterten oder fehlzugeführten Dokuments) innerhalb der Feldtiefe des Bilderzeugers eine einheitlichere Auflösung zu liefern.

[0043] Es ist bevorzugt, dass das asphärische Element bei einer Aperturblende des Systems positioniert ist. Es ist ferner erwünscht, dass der Bilderzeuger telezentrisch ist.

[0044] Es ist ferner erwünscht, dass der Bilderzeuger mehrere Oberflächen in einer optischen Reihe umfasst und dass eine oder mehrere der Oberflächen eine Beugungsstruktur tragen, um eine Spektraldispersion zu korrigieren, die durch eine Brechung bei einer der Oberflächen bewirkt wird.

[0045] Bei einem anderen bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das Abtastsystem einen Bilderzeuger, der mehrere Oberflächen in einer optischen Reihe aufweist, zum Empfangen von Licht von dem Dokument und Richten des Lichts zu dem Detektorarray hin. Derselbe weist ferner eine Beugungsstruktur, die durch eine oder mehrere der Oberflächen getragen ist, zum Korrigieren einer Spektraldispersion auf, die durch eine Brechung bei einer der Oberflächen bewirkt wird.

[0046] Insbesondere korrigiert die Beugungsstruktur eine Spektraldispersion, die auftritt, wenn Licht von Luft in ein Brechungsmaterial durchläuft. Die Beugungsstruktur hebt die Spektraldispersion durch ein Bewirken auf, dass das Licht in eine Richtung dispergiert, die gleich aber entgegengesetzt zu der Brechungsdispersion ist, wodurch eine Bildunschärfe stark reduziert wird. Es ist wiederum erwünscht, dass der Bilderzeuger telezentrisch ist.

[0047] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen eines vierten Typs kann das System ferner einen reflektierenden Bilderzeuger zum Empfangen von Licht von dem Dokument und Richten des Lichts zu dem Detektorarray hin umfassen. Der Bilderzeuger ist z. B. einer, der eine optische Leistung bei einer reflektierenden Oberfläche anstelle durch eine Linse erhält, d. h. einer, dessen Fokalelemente Reflektoren sind.

[0048] Eine derartige Anordnung zielt darauf ab, ein System bereitzustellen, das wenig oder keiner chromatischen Aberration unterliegt, wie es ersichtlich werden wird, wird dasselbe vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten anderen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert.

[0049] Es ist z. B. bevorzugt, dass der reflektierende Bilderzeuger mehrere Spiegel aufweist, die in einer optischen Reihe ausgerichtet sind. Es ist ferner erwünscht, dass die mehreren Spiegel eine Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung und einen Divergenz-erzeugenden Spiegel aufweisen. Die Wendung „Spiegeleinrichtung" soll eine Mehrzahl von Spiegeln sowie einen einzigen Spiegel einschließen.

[0050] Ein Konvergenz-erzeugender Spiegel ist typischerweise als ein konkaver Spiegel (oder ein positiver Spiegel) gedacht, der bewirkt, dass Lichtstrahlen parallel zu der Achse desselben konvergieren. Ein Divergenz-erzeugender Spiegel ist typischerweise als ein konvexer Spiegel (oder ein negativer Spiegel) gedacht, der bewirkt, dass Lichtstrahlen parallel zu der Achse desselben divergieren.

[0051] Überall in diesem Dokument werden ungeachtet der konkaven oder konvexen Erscheinung eines Spiegels die Ausdrücke Konvergenz-erzeugend und Divergenz-erzeugend verwendet, um die Eigenschaften eines Spiegels zu beschreiben. Es wird z. B. ersichtlich, dass bei bestimmten Starrer-Optischer-Block-Ausführungsbeispielen der Konvergenz-erzeugende Spiegel in einer Form konvex ist, wenn derselbe von dem Äußeren des Festkörpers betrachtet wird; wenn derselbe jedoch von dem Inneren des Festkörpers betrachtet wird, ist derselbe konkav. Deshalb werden die Ausdrücke konkav und konvex vermieden, um eine Verwirrung zu vermeiden.

[0052] Es ist ferner erwünscht, dass der Divergenz-erzeugende Spiegel positioniert ist, um Licht von der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung zu empfangen und das Licht zurück zu der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung zu reflektieren. Es ist ferner erwünscht, einen dritten Spiegel aufzuweisen, der in einer optischen Reihe mit der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung positioniert ist, um den optischen Weg zu falten.

[0053] Es ist ebenfalls bevorzugt, dass der reflektierende Bilderzeuger ein starres optisches Material ist, das eine interne reflektierende Oberfläche aufweist. Der Bilderzeuger kann ferner mehrere interne reflektierende Oberflächen in einer optischen Reihe aufweisen.

[0054] Es ist ebenfalls erwünscht, dass das starre optische Material eine interne Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung und einen internen Divergenz-erzeugenden Spiegel definiert. Die vorhergehend eingebrachten Merkmale betreffend die Position des Divergenz-erzeugenden Spiegels und den Einschluss eines dritten Spiegels sind ebenfalls bei dem Starres-Optisches-Material-Bilderzeuger erwünscht.

[0055] Es ist ferner bevorzugt, dass die optische Achse des Divergenz-erzeugenden Spiegels mit der optischen Achse der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung ausgerichtet ist.

[0056] Es ist ebenfalls erwünscht, dass der Divergenz-erzeugende Spiegel zum Reduzieren einer Auflösungsvariation wie es vorhergehend erwähnt ist etwas asphärisch ist. Es ist ferner erwünscht, dass der Divergenz-erzeugende Spiegel eine Beugungsstruktur trägt, um eine chromatische Aberration zu kompensieren, die durch eine Brechung bei der Luft/Oberfläche-Schnittstelle bzw. Grenzfläche bewirkt wird, die ebenfalls vorhergehend erwähnt ist.

[0057] Zusätzlich ist es bevorzugt, dass das Abtastsystem eine Einrichtung zum Translatieren des Detektorarrays und des Bilderzeugers zusammen über das Dokument aufweist, um ein Signalarray zu erhalten, das ein Band des Dokuments darstellt.

[0058] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen eines fünften Typs umfasst ein System ferner einen Bilderzeuger, der aus einem starren optischen Material hergestellt ist, das eine interne Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung und einen asphärischen internen Divergenz-erzeugenden Spiegel definiert. Der Divergenz-erzeugende Spiegel ist positioniert, um Licht von der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung zu empfangen und um das Licht zu der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung hin zu reflektieren.

[0059] Ferner umfasst das System einen Wagen zum Translatieren des Detektorarrays und des Bilderzeugers zusammen über das Dokument, um ein Signalarray zu erhalten, das ein Band des Dokuments darstellt.

[0060] Die starre Konfiguration zielt darauf ab, eine hoch stabile Ausrichtung zu liefern, ein Merkmal, das besonders vorteilhaft für Systeme ist, die in kommerziellen oder industriellen Umgebungen verwendet werden, und der Wagen derselben stellt einen Mechanismus zum Bewegen des Bilderzeugers und des Detektorarrays über das Dokument bereit, wodurch die Verwendung einer kompakten kostengünstigen Beleuchtung, von Optiken und Detektoren beim Erfassen eines ganzseitigen Bilds ermöglicht wird. Dennoch wird dieselbe wiederum bevorzugt in Verbindung mit bestimmten anderen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert.

[0061] Es ist z. B. bevorzugt, dass das starre optische Material ferner einen dritten internen Spiegel definiert, der positioniert ist, um Licht von der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung zu empfangen und das Licht zu dem Detektorarray hin zu falten. Es ist ferner erwünscht, dass der Wagen die Beleuchtungseinrichtung translatiert und dass der Divergenz-erzeugende Spiegel eine Beugungsstruktur trägt.

[0062] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nun lediglich durch ein Beispiel mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben, von denen:

[0063] Fig. 1 ein Vorderaufriss eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist, das einen Wagen umfasst, der zwei Stifte hält und ferner eine Sensoranordnung mit der Abdeckung derselben in Position hält;

[0064] Fig. 2 ein Vorderaufriss der Sensoranordnung von Fig. 1 mit der Abdeckung derselben entfernt ist;

[0065] Fig. 3 ein Diagramm in einem Längsschnitt in einer Systemsymmetrieebene nach Kingsdale, Lens Design Fundamentals (1978) ist, das sehr schematisch einen Bilderzeugungsstrahlengang zeigt, der A. Offner zugeschrieben wird;

[0066] Fig. 4a ein Plan eines Dokuments ist, der ein Band und ein momentanes Betrachtungsfeld zeigt;

[0067] Fig. 4b und Fig. 4c Diagramme in einem Längsschnitt in einer Systemsymmetrieebene sind, die sehr schematisch bevorzugte Bilderzeugungsstrahlengänge zeigen, die den optischen Weg falten und die allgemein gesagt bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 und Fig. 2 verwendet werden können, und wobei insbesondere in Fig. 4b eine Ausrichtung der Systemsymmetrieebene mit einem erwünschten Betrachtungsfeld in einem Objekt dargestellt ist und in Fig. 4c eine Senkrechtheit der gleichen Ebene und des Felds;

[0068] Fig. 5 eine dreidimensionale Darstellung eines Lichtflusses durch Ausführungsbeispiele ist, die denselben ähnlich sind, die in Fig. 4b und Fig. 4c gezeigt sind;

[0069] Fig. 6a und Fig. 6b schematische Diagramme in einem Längsschnitt in einer Systemsymmetrieebene sind, die bevorzugt optische Bilderzeugungswege innerhalb eines starren Materialblocks zeigen, verwendbar bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 und Fig. 2, wobei der Bilderzeuger in Fig. 6a ungefaltet ist und dieser in Fig. 6b gefaltet ist;

[0070] Fig. 6c eine Beugungsstruktur zeigt, die durch die Bilderzeuger von Fig. 6a und Fig. 6b getragen ist;

[0071] Fig. 7 eine dreidimensionale Darstellung eines Lichtflusses durch den Bilderzeuger ist, der in Fig. 6b gezeigt ist;

[0072] Fig. 8 ein Längsschnitt von Lichtstrahlen entlang der optischen Achse in einem System ohne eine sphärische Aberration ist und eine stark variierende Schärfe entlang der optischen Achse zeigt;

[0073] Fig. 9 eine gleiche Ansicht von Lichtstrahlen entlang der optischen Achse in einem System mit einer hinzugefügten sphärischen Aberration ist und eine reduzierte Schärfenvariation entlang der optischen Achse zeigt;

[0074] Fig. 10 ein Querschnitts-Strahlpunkt-Diagramm entsprechend Fig. 1 ist;

[0075] Fig. 11 eine gleiche Ansicht ist, aber entsprechend Fig. 9;

[0076] Fig. 12a eine isometrische oder perspektivische Darstellung des Bilderzeugers von Fig. 2 und Fig. 6b

ist, genommen von unten rechts; und

[0077] Fig. 12b bis Fig. 12e orthografische Ansichten des Bilderzeugers von Fig. 12a sind: Fig. 12b ist ein linker Aufriss, der die Austrittsfläche zeigt, Fig. 12c ein Vorderaufriss, Fig. 12d ein rechter Aufriss und Fig. 12e eine untere Draufsicht, die die Eintrittsfläche zeigt.

[0078] Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, können bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung vorteilhaft in eine Vorrichtung eingegliedert sein, die einen Wagen **11** aufweist, wie derselbe typischerweise einem automatischen Drucker zugeordnet ist, wie z. B. einem thermischen Tintenstrahltischdrucker.

[0079] Diese Kombination ist eine besonders leistungsfähige, da viel der notwendigen Mechanik, Elektronik und Firmware zum Abtasten bereits in einem derartigen Drucker vorhanden ist. Abtastfunktionen können deshalb zu äußerst mäßigen direkten Kosten hinzugefügt werden.

[0080] Der Wagen **11** hält eine Schwarzstiftkassette **12** und eine Farbstiftkassette **13**. An dem Wagen **11** ist ferner eine Sensoranordnung **14**, die mit der Abdeckung **15** derselben in Position gezeigt ist, sicher befestigt.

[0081] Interne Elemente einer bevorzugten Sensoranordnung **14** umfassen ein Gehäuse **21** (Fig. 2) mit mehreren Buchten **23** zum Halten von lichtemittierenden Dioden (LEDs = light-emitting diodes) **22**. Eine LED **22** sollte in jeder Bucht **23** installiert sein. Das Gehäuse **21** weist ferner einen Kanal **26** zum Durchlauf eines eingehenden Lichts von einem Dokument (nicht gezeigt) unter der Anordnung **14** auf.

[0082] In dem Gehäuse **21** ist ein Bilderzeuger **24** befestigt, der hier in der Form eines starren optischen Blocks gezeigt ist, dessen Oberflächen gekrümmte innere Spiegel und einen planaren Faltspiegel definieren. Das Starrer-Block-Ausführungsbeispiel mit einem Faltspiegel, oder für Kurzschriftzwecke „Starr-Falt-Bilderzeuger", ist lediglich eines von mehreren Ausführungsbeispielen, die wirksam innerhalb der Sensoranordnung **14** fungieren können. Das Gehäuse **21** enthält ferner ein Detektorarray **25**.

[0083] Der Bilderzeuger **24** ist positioniert, um Licht durch den Kanal **26** von dem Dokument, das abgetastet wird, zu empfangen und um das Licht zu dem Detektorarray **25** hin zu richten. Bei diesem Ausführungsbeispiel bildet der Bilderzeuger bei dem Detektorarray **25** ein Bild von Dokumentobjekten ab, die in dem Betrachtungsfeld des Bilderzeugers positioniert sind. Das Detektorarray **25** spricht auf das Licht an, das dasselbe empfängt, indem dasselbe ein entsprechendes Array von elektrischen Signalen erzeugt, die dasselbe zu Systemelektronik (nicht gezeigt) zu einer Speicherung weiterleitet.

[0084] Der ursprüngliche Offner-Bilderzeuger **31** (Fig. 3) verwendet keinen starren Block, um interne Spiegel zu definieren; anstelle dessen weist der Bilderzeuger Spiegel auf, die gebildet sind, um Licht, das durch die Luft verläuft, zu empfangen und umzurichten. Dieser ursprüngliche Offner-Bilderzeuger wird mit „Luft-Bilderzeuger" abgekürzt. Der Luft-Bilderzeuger **31** umfasst eine Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** und einen Divergenz-erzeugenden Spiegel **33**.

[0085] Strahlen **38**, **39** von einem Objektpunkt **34** in einer Objektebene **37** werden durch die Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** gesammelt und zu dem Divergenz-erzeugenden Spiegel **33** hin gerichtet. Der Divergenz-erzeugende Spiegel **33** richtet wiederum die Strahlen **48**, **49** zurück zu der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung **32** hin um, die die Strahlen erneut zu einer Bildebene **35** hin umrichtet, um einen Bildpunkt **36** zu bilden. Es ist anzumerken, dass die Objektebene **37** und die Bildebene **35** koplanar sind, was dieses Ausführungsbeispiel des Luft-Bilderzeugers **31** symmetrisch macht.

[0086] Für eine optimale Bilderzeugerleistungsfähigkeit ist es bei diesem Ausführungsbeispiel und anderen Ausführungsbeispielen erwünscht, die Aperturblende des Bilderzeugers bei dem Brennpunkt des Bilderzeugers zu positionieren. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Divergenz-erzeugende Spiegel **33**, d. h. die Aperturblende, bei dem Brennpunkt auf halbem Weg zwischen der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung **32** und der Objektebene **37** positioniert.

[0087] Eine Platzierung des Divergenz-erzeugenden Spiegels **33** bei dieser Position macht den Bilderzeuger telezentrisch. Dies bedeutet, dass Hauptstrahlen zu jedem Bildpunkt eng parallel zu der optischen Achse sind, so dass eine Bildvergrößerung und -größe unempfindlich für eine axiale Verschiebung sind, was eine Verzerrung im Wesentlichen eliminiert.

[0088] Eine Telezentrizität liefert ferner inhärent eine einheitliche Lichtsammlung unabhängig von dem Ob-

jektabstand weg von der optischen Achse. Diese Charakteristik resultiert in Bildern mit einer einheitlichen Helligkeit.

[0089] Fig. 4b und Fig. 4c zeigen einen Luft-Falt-Bilderzeuger **41**. Wie der Luft-Bilderzeuger **31** umfasst der Luft-Falt-Bilderzeuger **41** eine Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** und einen Divergenz-erzeugenden Spiegel **33**. Der Unterschied zwischen dem Luft-Bilderzeuger **31** und dem Luft-Falt-Bilderzeuger **41** ist die Hinzufügung eines planaren Faltspiegels **42**. Die Funktion des Faltspiegels **42** besteht darin, den optischen Weg weg von dem Dokument **43** zu dem Detektorarray **25** hin zu falten.

[0090] Das Falten des optischen Wegs ist auf ein Betrachten von Fig. 5 hin besser ersichtlich, die dreidimensional die Reflexion von Licht durch den Luft-Falt-Bilderzeuger **41'** zeigt. Der Weg ist identisch zu dem des Luft-Bilderzeugers **41**, außer dass der Faltspiegel **42** den Austrittsstrahl um 90° dreht. Aus Fig. 5 ist ersichtlich, dass die Konvergenzerzeugende Spiegeleinrichtung **32** z. B. vor und zurück parallel zu einem Durchmesser in zwei Spiegel aufgeteilt sein kann, ohne den Lichtfluss zu stören. Die Konvergenzerzeugende Spiegeleinrichtung **32** kann ferner falls erwünscht auf andere Weisen mit einem mäßigen Lichtverlust geschnitten sein. Folglich kann die Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** ein Spiegel oder mehrere Spiegel sein.

[0091] Während derselbe für eine Bilderzeugerfunktionalität nicht notwendig ist, ist der Faltspiegel **42** aus einer mechanischen Entwurfsperspektive vorteilhaft, weil derselbe das Licht weg von dem Dokument **43** richtet. Wie es in Fig. 4b und Fig. 4c zu sehen ist, ermöglicht dies eine Platzierung des Detektorarrays **25**, wo das Array das Dokument **43** nicht stört, während dasselbe immer noch einen symmetrischen Bilderzeuger bereitstellt.

[0092] Fig. 4b und Fig. 4c zeigen ferner zwei Konfigurationen eines Abtastsystems, das den Luft-Falt-Bilderzeuger **41** verwendet. Es ist klar, dass soweit diese zwei Konfigurationen betroffen sind, ein jegliches von verschiedenen Ausführungsbeispielen des Bilderzeugers den Luft-Falt-Bilderzeuger **41** ersetzen kann. Der Unterschied zwischen den Konfigurationen liegt in der Ausrichtung des Luft-Falt-Bilderzeugers **41** relativ zu dem Dokument **43** und insbesondere zu dem momentanen Betrachtungsfeld (IFOV = instantaneous field of view) **45**.

[0093] In Fig. 4a zeigt das Dokument **43** ein Band **44**, eines einer Reihe derartiger Bänder, die entlang der Länge des Papiers angeordnet sind. Innerhalb jedes Bands **44** ist ein IFOV **45** enthalten, das typischerweise eine 1-Pixel-Spalte des Bands **44** ist. Das IFOV **45** ist der Abschnitt des Bands **44**, der zu einem gegebenen Zeitpunkt abgebildet wird.

[0094] Fig. 4a und Fig. 4b zusammen betrachtet stellen eine erste Konfiguration dar: das IFOV **45** liegt innerhalb der Symmetrieebene des Luft-Falt-Bilderzeugers **41**. Wie es gezeigt ist, sind jedoch alle Objektpunkte bei einem beträchtlichen Abstand weg von der Systemachse **46** des Luft-Falt-Bilderzeugers **41**. Sogar Punkte an dem unteren Ende des IFOV **45** sind über, jedoch nahe an, der Systemachse **46**. Dieser Abstand erhöht sich stark für Punkte weiter oben in dem IFOV. Dieser Außer-System-axiale Abstand verschlechtert eine Bilderzeugungsleistungsfähigkeit (insbesondere für eine starre Version des Bilderzeugers, wie es unten erörtert ist). Der Bilderzeuger von Fig. 4b ist in der gleichen Ausrichtung wie der Bilderzeuger von Fig. 3 gezeichnet.

[0095] Fig. 4a und Fig. 4c zusammen betrachtet zeigen eine zweite Konfiguration. Bei dieser bevorzugten Konfiguration verläuft das IFOV **45** in und aus der Ebene des Papiers. Dieselbe ist orthogonal zu der Symmetrieebene des Luft-Falt-Bilderzeugers. Alle Objektpunkte in dem IFOV **45** sind näher äquidistant von der Bilderzeugungssystemachse **46'**. Dies behält ein bestes verfügbares Bilderzeugen bei. Der Bilderzeuger in Fig. 4c ist identisch mit dem von Fig. 4b, aber kann nun in der gleichen Ausrichtung wie der Bilderzeuger in Fig. 2 gesehen werden.

[0096] Fig. 6a zeigt einen starren Bilderzeuger **61**, während Fig. 6b einen Starr-Falt-Bilderzeuger **62** zeigt. Jeder starre Bilderzeuger **61**, **62** ist aus einem starren optischen Material hergestellt, das eine interne Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** und einen Divergenz-erzeugenden Spiegel **33** bildet. Bei dem Starr-Falt-Bilderzeuger **62** richtet die Hinzufügung eines inneren Faltspiegels **42** das Licht um. Diese starren Bilderzeuger **61**, **62** verwenden Merkmale der vorhergehend erörterten Luft-Bilderzeuger-Gegenstücke gemeinschaftlich.

[0097] Fig. 7 ist eine dreidimensionale Wiedergabe eines Lichtwegs durch einen Starr-Falt-Bilderzeuger **62**. Wie die Zeichnung nahe legt, kann die Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** über die Mitte geteilt sein, ohne den Lichtfluss zu stören.

[0098] Ein Vorteil von starren Bilderzeugern **61**, **62** ist die Sicherheit einer stabilen axialen Ausrichtung der Konvergenzerzeugenden Spiegeleinrichtung **32** und des Divergenzerzeugenden Spiegels **33** durch eine Feingussfertigung. Durch eine Gussfertigung werden die mechanischen Ausrichtungsprobleme, die Mehr-Spiegel-Systemen zugeordnet sind, vermieden.

[0099] Der starre Bilderzeuger ist jedoch empfänglicher für eine außer-optisch-axiale Bildverschlechterung, insbesondere auf Grund einer chromatischen Aberration; obwohl dies durch eine Beugung weitgehend korrigiert werden kann, wie es später in diesem Dokument beschrieben ist. Daher kann die zweite Konfiguration von Fig. 4c für starre Bilderzeuger besonders erwünscht sein.

[0100] Vorteile von Luft-Bilderzeugern gegenüber starren Bilderzeugern umfassen ferner ein reduziertes Material (es gibt kein starres optisches Material zwischen den Spiegeln) und folglich eine verringerte Gusszykluszeit, wobei beides in niedrigeren Kosten resultiert. Der Luft-Bilderzeuger und der starre Bilderzeuger sind gleichermaßen wirksam. Das bevorzugte Ausführungsbeispiel ist gegenwärtig der starre Bilderzeuger; der Luft-Bilderzeuger wird jedoch für eine zukünftige Verwendung betrachtet.

[0101] Es ist anzumerken, dass eine Symmetrie, während dieselbe erwünscht ist, nicht absolut notwendig ist. Um das Sensoranordnungsgehäuse **21** und somit die Gesamtproduktumhüllung so schmal wie möglich zu halten, ist es erwünscht, das Detektorarray **25** so nahe wie möglich an der Systemachse zu halten. Bei dem Starr-Falt-Äquivalent der Ausrichtung von Fig. 4c springt die Austrittsoberfläche **64** bei der linken der Sensoranordnung **14** vor und es ist bevorzugt, den optischen Block zu verschmälern, um die Breite zu reduzieren.

[0102] Eine andere erwünschte Einstellung an dem optischen Weg ist ein Erhöhen des Abstands zwischen der Objektebene **37** und der vorderen Oberfläche **63**. Ein Hauptvorteil eines Bewegens der Objektebene **37** weiter weg von der vorderen Oberfläche **63** ist eine bessere Objektbeleuchtung. Licht kann auf das Dokument von weiter hinten gezielt werden, was in einer einheitlicheren Beleuchtung resultiert.

[0103] Als ein Beispiel derartiger Einstellungen wurde die Objektebene **37**, ursprünglich bei einem Abstand von näherungsweise 13 mm von der vorderen Oberfläche **33**, zu einem Abstand von näherungsweise 22 mm bewegt. Die Bildebene **35**, während dieselbe näherungsweise 13 mm von der vorderen Oberfläche **63** entfernt ist, wurde ungefähr 2 mm von der oberen Oberfläche **64** platziert.

[0104] Interessanterweise kann im Prinzip der lange Objektweg ausgenutzt werden, um den Faltspiegel **42** zu eliminieren, falls erwünscht. Bei einem Spielraum von mehr als 2 cm könnte das Detektorarray **25** zwischen den Bilderzeuger und das Dokument platziert werden. Ein geeigneter Schutz des Detektorarrays **25** sollte bereitgestellt sein oder der Dokumentweg sollte gekrümmt sein, um einen zusätzlichen Spielraum hinzuzufügen.

[0105] Ein wichtiges Merkmal aller bevorzugten Ausführungsbeispiele des Bilderzeugers ist die Fähigkeit, Bilder mit ungefähr einheitlicher Auflösung ungeachtet einer Objektverschiebung entlang der optischen Achse des Bilderzeugers zu erzeugen. In dem Abtastkontext wird dieser Typ einer Verschiebung gewöhnlich durch ein geknittertes oder fehlzugeführtes Dokument bewirkt.

[0106] Eine nahezu konstante Auflösung wird durch ein absichtliches Einbringen eines asphärischen Elements in einen Bilderzeuger erhalten, der im übrigen frei von einer sphärischen Aberration ist. Fig. 8 und Fig. 10 zeigen Strahlen, die bei einem gemeinsamen Punkt nahe der Brennebene **81** konvergieren. Dieser Typ einer Längsstrahlstruktur tritt auf, wenn das System frei von einer sphärischen Aberration ist.

[0107] Fig. 10 zeigt eine Reihe von Strahlstreustrukturen bei verschiedenen Punkten entlang der optischen Achse zwischen dem ersten äußeren Ende **82** der Feldtiefe und dem zweiten äußeren Ende **83**. Es ist gezeigt, dass die Strukturen in einer Größe variieren, wobei der kleinste Kreis **84** bei der Nominalbrennebene **81** des Bilderzeugers auftritt (oder dieselbe definiert).

[0108] Fig. 9 und Fig. 11 (entsprechend Fig. 8 bzw. Fig. 10) stellen gleiche Strahlen in einem optischen System dar, das eine leichte sphärische Aberration aufweist. Das Ergebnis ist eine Gruppe von Strahlen, die eine leichte Streuung in der ganzen Nominalbrennregion beibehalten.

[0109] Wie es in Fig. 11 dargestellt ist, bewirkt eine sphärische Aberration, die durch die Hinzufügung eines asphärischen Elements in den Bilderzeuger eingebracht wird, dass das Bild in Regionen relativ verschwommen ist, wo dasselbe andernfalls in einem schärferen Fokus wäre. Diese Unschärfewirkung in Kombination mit der herkömmlichen Defokussierwirkung von Fig. 8 und Fig. 10 resultiert in einem Bild mit nahezu konstanter

Auflösung entlang der Feldtiefe des Bilderzeugers von dem ersten äußeren Ende **82'** zu dem zweiten äußeren Ende **83'**.

[0110] Fig. 10 und Fig. 11 vergleichend, weist die Hinzufügung eines asphärischen Elements eine geringe Wirkung auf die Bilder nahe den äußeren Enden **82**, **83**, **82'**, **83'** der Feldtiefe auf, die Unschärfe ist lediglich etwas breiter. Nahe den Brennebenen **81**, **81'** jedoch ist der Unterschied zwischen den Bildern offensichtlich, wobei das asphärische Element bewirkt, dass das Bild gestreut ist, erheblich mehr als das Bild ohne eine sphärische Aberration. Das Ergebnis ist eine nähere einheitliche Auflösung innerhalb der Feldtiefe.

[0111] Ein gewisses Opfer bei einer Feinheit einer Auflösung bei dem Nominalfokus geht mit dieser Verbesserung bei einer Einheitlichkeit einher, wie es aus den Darstellungen offensichtlich wird. Ein Bilderzeuger dieses Typs weist jedoch inhärent eine außerordentlich feine Auflösung auf; daher ist eine gewisse absichtliche Verschlechterung für diesen Zweck annehmbar.

[0112] Das asphärische Element ist vorzugsweise bei der Aperturblende des Bilderzeugers eingebracht; diese Positionierung stellt sicher, dass Licht von allen Punkten in dem Objekt konsistent behandelt wird. Das Ergebnis ist insbesondere, dass die oben beschriebene axiale Verlängerung bzw. Elongation des Brennpunktes oder Kreises auf im Wesentlichen beinahe einen Brennzylinder für außeraxiale, axiale und mäßig schräg gestellte Strahlen vernünftig einheitlich ist. Im übrigen könnte eine gewisse Restbandbildung, die als eine periodische Unschärfevariation gesehen wird, auf Grund einer Wechselwirkung zwischen einer axialen Abhängigkeit einer Auflösung und einer Position von Objektdetails innerhalb des Betrachtungsfelds bleiben.

[0113] Für Fachleute auf dem Gebiet ist ein asphärischer Divergenz-erzeugender Spiegel **33** ohne weiteres unter Verwendung eines Strahlverfolgungsprogramms, wie beispielsweise CodeV (von Optical Research Associates) oder Zemax (von Focus Software) auf die folgende Weise entworfen.

[0114] Der Fokus des schlechtesten Falls innerhalb einer Toleranz wird für einen sphärischen Divergenz-erzeugenden Spiegel bestimmt. Die marginale transversale Strahlaberration wird dann für die Situation des Fokus des schlechtesten Falls berechnet. Die konische Konstante für die Divergenzerzeugende Spiegeloberfläche wird dann gewählt, so dass die Differenz zwischen der marginalen transversalen Strahlaberration und der größten zonalen transversalen Strahlaberration näherungsweise ein Halb der vorhergehend berechneten defokussierten Aberration des sphärischen Systems ist.

[0115] Die Krümmung und die konische Konstante werden dann unter Verwendung des Strahlverfolgungsprogramms optimiert. Ausdrücke höherer Ordnung der asphärischen Oberflächenzahlen können zusätzlich zu der konischen Konstante verwendet werden. Die Bilderzeugerform, aus der starre Bilderzeuger gegossen werden, ist maschinengebildet, um die Charakteristika des asphärischen Divergenz-bildenden Spiegels **33** zu umfassen, wie es durch die Software bestimmt ist.

[0116] Obwohl die vorhergehende Erörterung eines asphärischen Elements sich um die Verwendung desselben bei dem Starr-Falt-Bilderzeuger drehte, ist dieses Merkmal gleichermaßen auf alle Bilderzeugerausführungsbeispiele anwendbar, die hierin offenbart sind.

[0117] Die Verwendung eines starren optischen Materials bei dem Bilderzeuger bringt eine leichte Spektraldispersion, d. h. eine leichte chromatische Aberration, in den Bilderzeuger ein. Die Dispersion tritt auf, wenn Lichtstrahlen bei den planaren Oberflächen **63**, **64** desselben in das starre optische Material eintreten und dasselbe verlassen. Wenn dieselbe unkorrigiert belassen wird, resultiert diese Wirkung in einem verschwommenen Bild.

[0118] Um diese Brechungswirkung zu kompensieren, ist es erwünscht, dass der Bilderzeuger eine Beugungsstruktur **33'** trägt, wie es in Fig. 6c dargestellt ist. Die Beugungsstruktur **33'** erzeugt eine Dispersion, die gleich und entgegengesetzt zu der Brechungsdispersion ist, die bei den Luft/Festkörper-Schnittstellen auftritt, wodurch die Brechungsdispersion aufgehoben wird.

[0119] Es ist bevorzugt, die Beugungsstruktur **33'** bei der Aperturblende des Bilderzeugers einzubringen. Bei dem Bilderzeuger von Fig. 6c z. B. ist die Beugungsstruktur **33'** durch den Divergenz-erzeugenden Spiegel **33** getragen. Ein Modell der Beugungsstruktur **33'** wird mit der Hilfe eines Strahlverfolgungsprogramms bestimmt, wie beispielsweise diesen, die vorhergehend erwähnt sind.

[0120] Die Beugungsstruktur **33'** ändert die Divergenz-bildende Leistung bei der Nominalwellenlänge des Di-

vergenz-bildenden Spiegels **33**. Folglich muss die Krümmung des Divergenz-bildenden Spiegels **33** geändert werden, so dass die gesamte Divergenz-bildende Leistung des Divergenz-bildenden Beugungsspiegels die gleiche bleibt wie dieselbe für einen Divergenz-bildenden Nichtbeugungsspiegel.

[0121] Wie das vorhergehend erörterte asphärische Element werden die Beugungsstruktur **33'** und eine zugehörige Oberflächenkrümmungsmodifizierung während einer Fertigung in den Bilderzeuger eingebracht. Durch numerisch gesteuerte Bearbeitungsprozesse wird die Beugungsstruktur **33'** mittels eines Diamantwerkzeugs in einer Form bearbeitet, die vorzugsweise aus nickelbeschichtetem rostfreiem Stahl hergestellt ist und aus der zahlreiche Bilderzeuger gegossen werden sollen.

[0122] **Fig.** 12 zeigt Detailansichten eines Starr-Falt-Bilderzeugers **62**. Der Starr-Falt-Bilderzeuger **62** ist aus Acryl optischer Güte hergestellt, das gebildet ist, um den Konvergenz-bildenden Spiegel **32** in der oberen Fläche; den Divergenz-bildenden Spiegel **33** und ein Objektfenster **132** in der unteren Eintrittsfläche **63**; ein Bildfenster **131** in der linken seitlichen Austrittsfläche **64**; eine rechte Seitenfläche **121**, eine vordere Fläche **122**, eine hintere Fläche **123** und einen Faltspiegel **42**, der die rechte seitliche und die unteren Flächen **121**, **63**, überbrückt, zu definieren. Außer dem Konvergenz-bildenden und dem Divergenz-bildenden Spiegel **32**, **33** sind alle Oberflächen planar.

[0123] Das Austrittsfenster **131** in der linken Fläche **64** übermittelt dem Detektorarray das Licht, das von dem Faltspiegel **42** empfangen wird. Um Streulicht zu reduzieren ist die obere Oberfläche **64** geschwärzt, außer dem Detektorarrayfenster **131**.

[0124] Um Streulicht zu reduzieren ist die vordere Oberfläche **63** geschwärzt, außer dem Objektfenster **132**; und die linke Seitenoberfläche **122**, die rechte Seitenoberfläche **123** und die untere Oberfläche **121** sind ebenfalls geschwärzt.

[0125] Der Divergenz-erzeugende Spiegel **33** und der Konvergenzerzeugende Spiegel **32** sind für eine 93%ige minimale interne Reflexion über das sichtbare Spektrum spiegelbeschichtet. Nach einer Aufbringung der Spiegelbeschichtungen können die Rückseiten der Beschichtungen geschwärzt werden. Der Winkel, der bei dem Schnitt der vorderen Oberfläche **63** und des Faltspiegels **42** gebildet wird, beträgt 45 Grad.

[0126] Andere Spezifikationen des Starr-Falt-Bilderzeugers **62**, wie oben erläutert, umfassen diese näherungsweisen Werte:

MILLIMETER	ABMESSUNG
6,0	Abstand von einer Mittellinie **141** zu einer unteren Kante des Detektorfensters **131**
6,0	Abstand von der Mittellinie **141** zu einer oberen Kante des Detektorfensters **131**
17,8	Abstand von einem Scheitelpunkt des Konvergenz-erzeugenden Spiegels **32** zu einer entfernten Kante des Detektorfensters **131**

16,2	Abstand von einem Scheitelpunkt des Konvergenz-erzeugenden Spiegels **32** zu einer nahen Kante des Detektorfensters **131**
7,9	Abstand von einer horizontalen Mittellinie **142** des Divergenz-erzeugenden Spiegels zu einem oberen Ende des Objektfensters **132**
4,1	Abstand von der horizontalen Mittellinie **142** des Divergenz-erzeugenden Spiegels zu einem unteren Ende des Objektfensters **132**
2,89	Abstand von der horizontalen Mittellinie **142** des Divergenz-erzeugenden Spiegels zu einem oberen Ende des Faltspiegels **42**
10,00	Abstand von der vertikalen Mittellinie **143** des Divergenz-erzeugenden Spiegels zu der linken Seite **122**
20,00	Abstand von der linken Seite **122** zu der rechten Seite **123**
4,4	Durchmesser des Divergenz-erzeugenden Spiegels **33**
40,45	Krümmungsradius des Konvergenz-erzeugenden Spiegels **32**
20,12	Abstand von einem Scheitelpunkt des Konvergenz-erzeugenden Spiegels **32** zu der vorderen Oberfläche **124**
12,00	Abstand von dem Scheitelpunkt des Konvergenz-erzeugenden Spiegels **32** zu einer entfernten Kante der unteren Oberfläche **121**
22,00	Abstand von der oberen Oberfläche **64** zu der unteren Oberfläche **121**
21,36	Abstand von der vorderen Oberfläche **124** zu der Nominaldokumentebene **133**
21,47	Krümmungsradius des Divergenz-erzeugenden Spiegels **33**.

[0127] Für bevorzugte Bilderzeuger, die in diesem Dokument offenbart sind, kann die Beziehung zwischen der Konvergenzerzeugenden Spiegeleinrichtung **32** und dem Divergenzerzeugenden Spiegel **33** und die Beziehung zwischen dem Bildererzeuger und der Objektebene **38** und der Bildebene **35** wie folgt verallgemeinert werden.

[0128] Den Abstand m zwischen der Konvergenz-erzeugenden Spiegeleinrichtung **32** und dem Divergenz-erzeugenden Spiegel **33** vorausgesetzt, weist die Konvergenz-erzeugende Spiegeleinrichtung **32** einen Krümmungsradius von ungefähr gleich 2m auf. Der Divergenz-erzeugende Spiegel **33** weist einen Krümmungsradius von ungefähr gleich m auf.

[0129] Mit Bezug auf Fig. 3 erfüllen für den Luft-Bilderzeuger **31** der Abstand d von der Objektebene **35** zu der nominalen vorderen Ebene **40** und der Abstand s von der nominalen vorderen Ebene **40** zu der Bildebene **37** die Beziehung:

$$d + s = 2m.$$

[0130] Mit Bezug auf Fig. 6a ist für den starren Bilderzeuger **61** d der Abstand von der Objektebene **35** zu der vorderen Oberfläche **63** und ist s der Abstand von der vorderen Oberfläche **63** zu der Bildebene **37**. Wenn n der Brechungsindex des optischen Materials ist, erfüllen die Abstände d und s ungefähr die Beziehung:

$$d + s = 2m/n.$$

[0131] Für die Falt-Bilderzeuger **41**, **62** werden die Abstände und Krümmungsradien wie für die Nicht-Falt-Bilderzeuger **31** bzw. **61** berechnet, wobei die Faltung nachträglich hinzugefügt wird.

[0132] Die Abstände und Krümmungsradien, die oben gegeben sind, sind lediglich für einen sehr groben Entwurf erster Ordnung anwendbar. Die Parameter werden nachfolgend für eine Bildqualität höherer Ordnung un-

ter Verwendung eines Optimierungsstrahlverfolgungssoftwareprogramms optimiert, wie beispielsweise dieselben, die vorhergehend erwähnt sind.

[0133] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel ist ein Abtastsystem, das allgemein für eine Verwendung bei einer Abtastvorrichtung vorgesehen ist; dasselbe kann jedoch ebenfalls bei einem Drucker, Kopierer, einer Faxmaschine oder einer anderen verwandten Vorrichtung verwendet werden.

Patentansprüche

1. Ein Dokumentabtastsystem (**43**), wobei das System eine optische Achse aufweist und das Dokument einer axialen (**46**, **46'**) Verschiebung unterzogen ist, wobei das System folgende Merkmale aufweist:
eine Einrichtung (**22**) zum Beleuchten des Dokuments;
ein Detektorarray (**25**) zum Empfangen von Licht und Ansprechen auf das Licht durch ein Erzeugen eines entsprechenden Arrays von elektrischen Signalen;
einen telezentrischen Bilderzeuger (**24**, **41**, **41'**, **61**, **62**), der ein telezentrisches Linsensystem zum Empfangen von Licht, das durch das Dokument reflektiert wird, und zum Richten eines derartigen Lichts zu dem Detektorarray hin aufweist, wobei das telezentrische Linsensystem sicherstellt, daß eine Vergrößerung und eine Bildgröße unempfindlich für eine axiale Verschiebung des Dokuments sind; und
wobei der telezentrische Bilderzeuger ein asphärisches Element (**33**) zum Einbringen einer sphärischen Aberration aufweist, um eine Variation (**82**-**81**-**83**) einer Auflösung als eine Funktion der axialen Verschiebung zu reduzieren.

2. Ein System gemäß Anspruch 1, bei dem das asphärische Element (**33**) bei einer Aperturblende ist.

3. Ein System gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem der Bilderzeuger eine Mehrzahl von optischen Oberflächen (**63**, **32**, **33**, **42**, **64**) in einer optischen Reihe (**63**-**32**-**33**-**32**-**64**) aufweist.

4. Ein System gemäß Anspruch 3, bei dem der Bilderzeuger eine Beugungsstruktur (**33'**), die durch eine (**33**) oder mehrere der Oberflächen getragen ist, zum Korrigieren einer Spektraldispersion aufweist, die durch eine (**63**) der Oberflächen bewirkt wird.

5. Ein System gemäß Anspruch 3 oder 4, bei dem die optischen Oberflächen eine Konvergenz-erzeugende Spiegel-Einrichtung (**32**) und einen Divergenz-erzeugenden Spiegel (**33**) aufweisen, wobei der Divergenz-erzeugende Spiegel positioniert ist, um Licht von der Konvergenzerzeugenden Spiegel-Einrichtung zu empfangen und das Licht zu der Konvergenz-erzeugenden Spiegel-Einrichtung hin zu reflektieren.

6. Ein System gemäß Anspruch 5, das einen optischen Weg (**34**-**32**-**38**/**39**-**33**-**48**/**49**-**36**) umfaßt, und bei dem der reflektierende Bilderzeuger einen dritten Spiegel (**42**) aufweist, der in einer optischen Reihe mit der Konvergenz-erzeugenden Spiegel-Einrichtung positioniert ist, um den optischen Weg (**34**-**32**-**38**/**39**-**33**-**48**/**49**-**42**-**36**) zu falten.

7. Ein System gemäß Anspruch 5 oder 6, bei dem die optische Achse (**46**, **46'**) des Divergenz-erzeugenden Spiegels mit der optischen Achse (**46**, **46'**) der Konvergenzerzeugenden Spiegel-Einrichtung ausgerichtet ist.

8. Ein System gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der reflektierende Bilderzeuger ein starres optisches Material (**61**, **62**) aufweist, das zumindest eine der mehreren optischen Oberflächen als eine jeweilige innere reflektierende Oberfläche des starren optischen Materials definiert.

9. Ein System gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das ferner eine Einrichtung (**11**) zum Translatieren des Detektorarrays und des Bilderzeugers zusammen über das Dokument aufweist, um ein Signalarray zu erhalten, das ein Band (**44**) des Dokuments darstellt.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

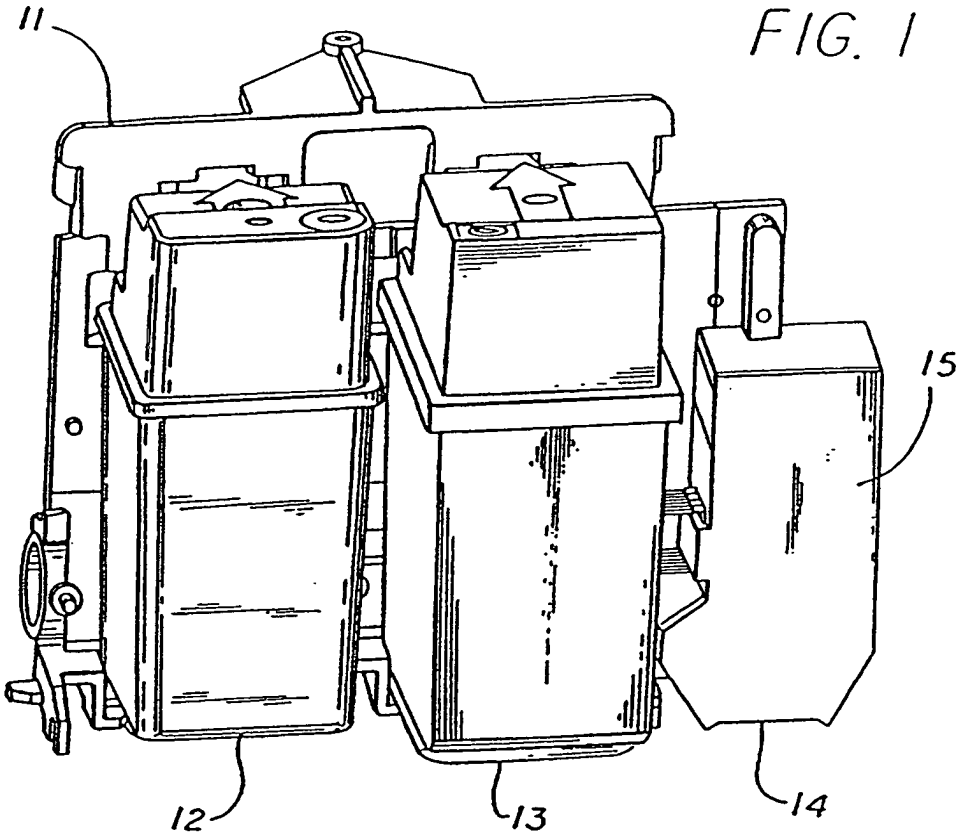


FIG. 1

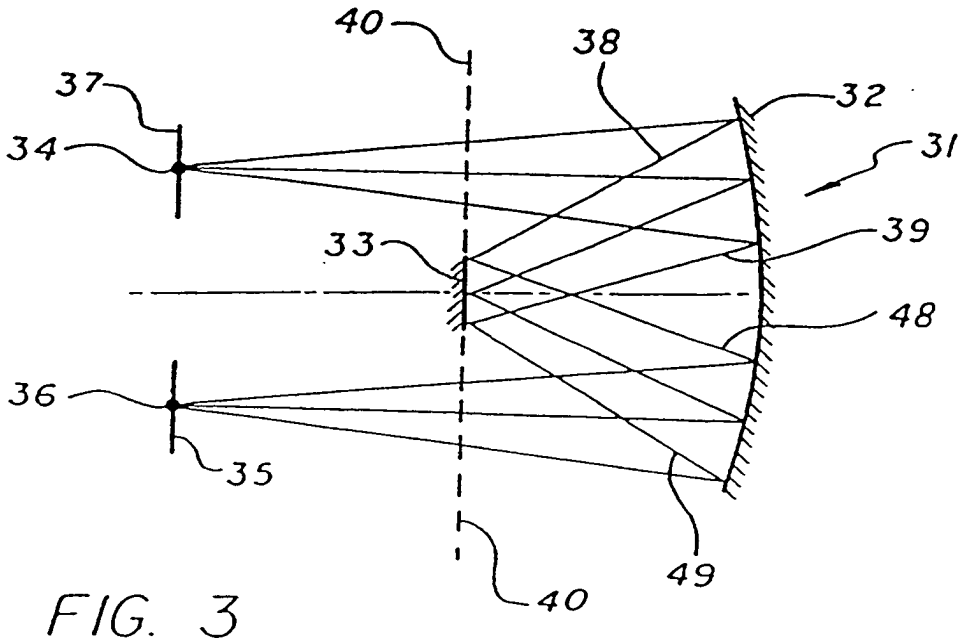


FIG. 3

FIG. 2

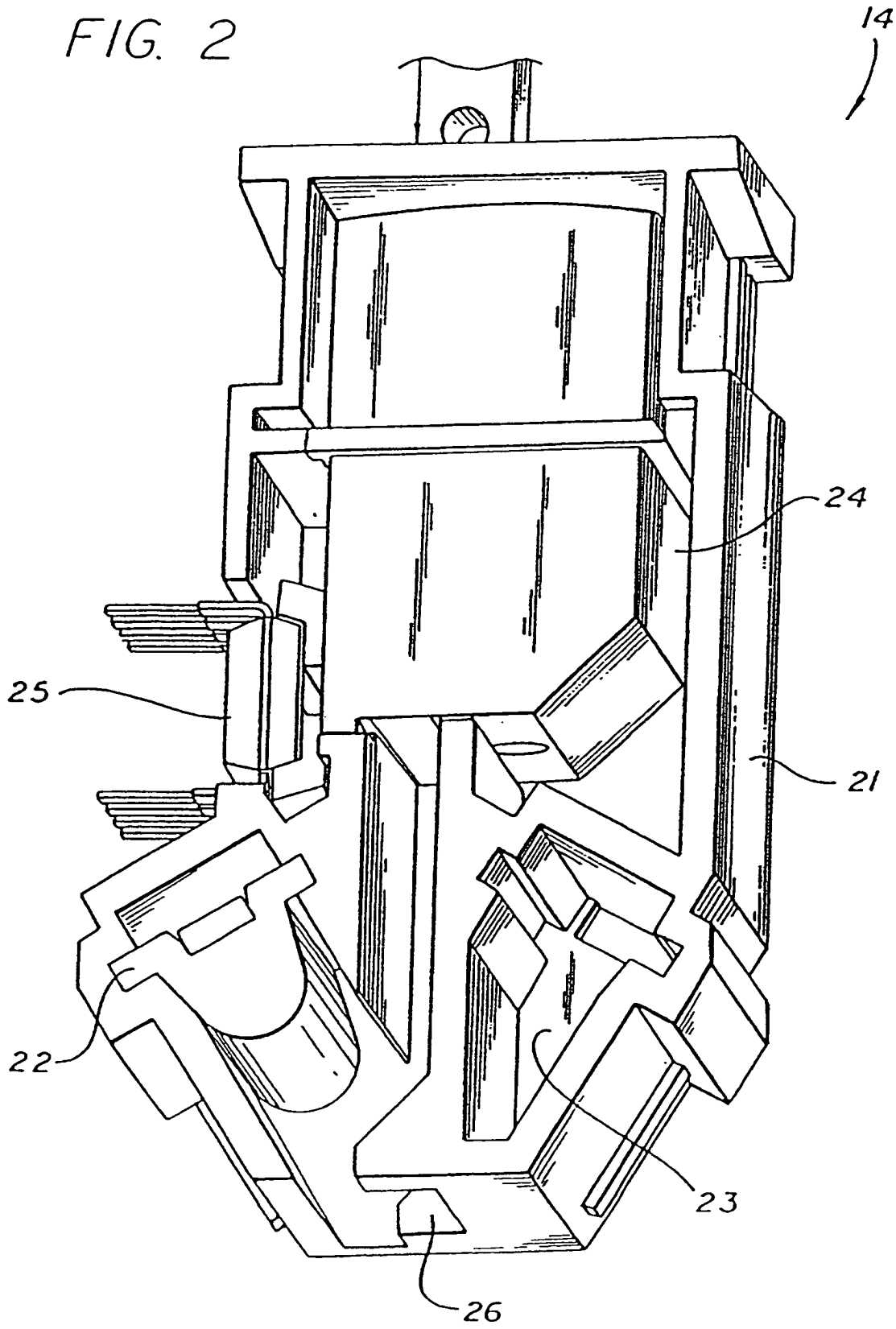


FIG. 4b

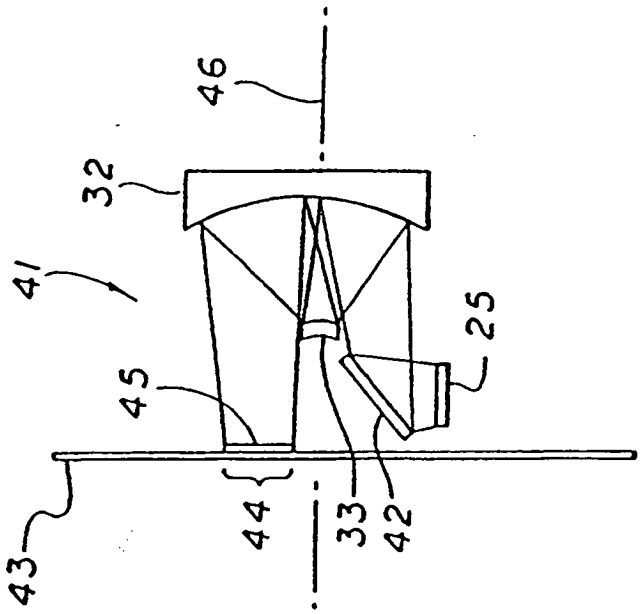


FIG. 4c

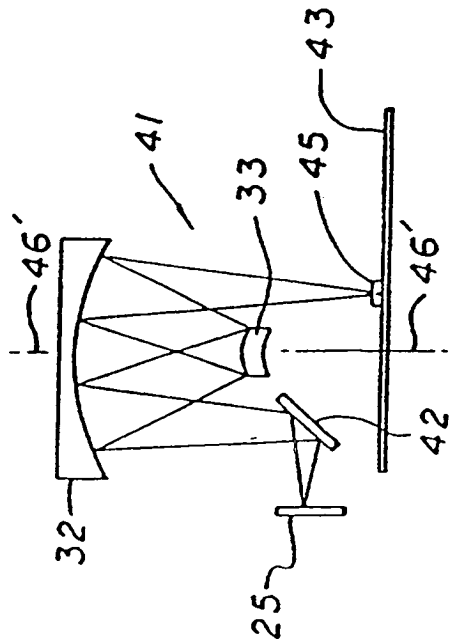
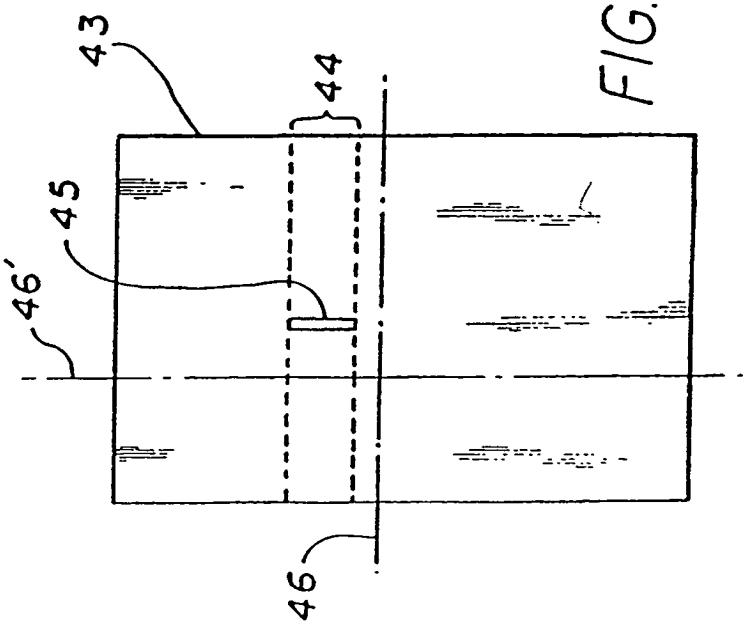


FIG. 4a



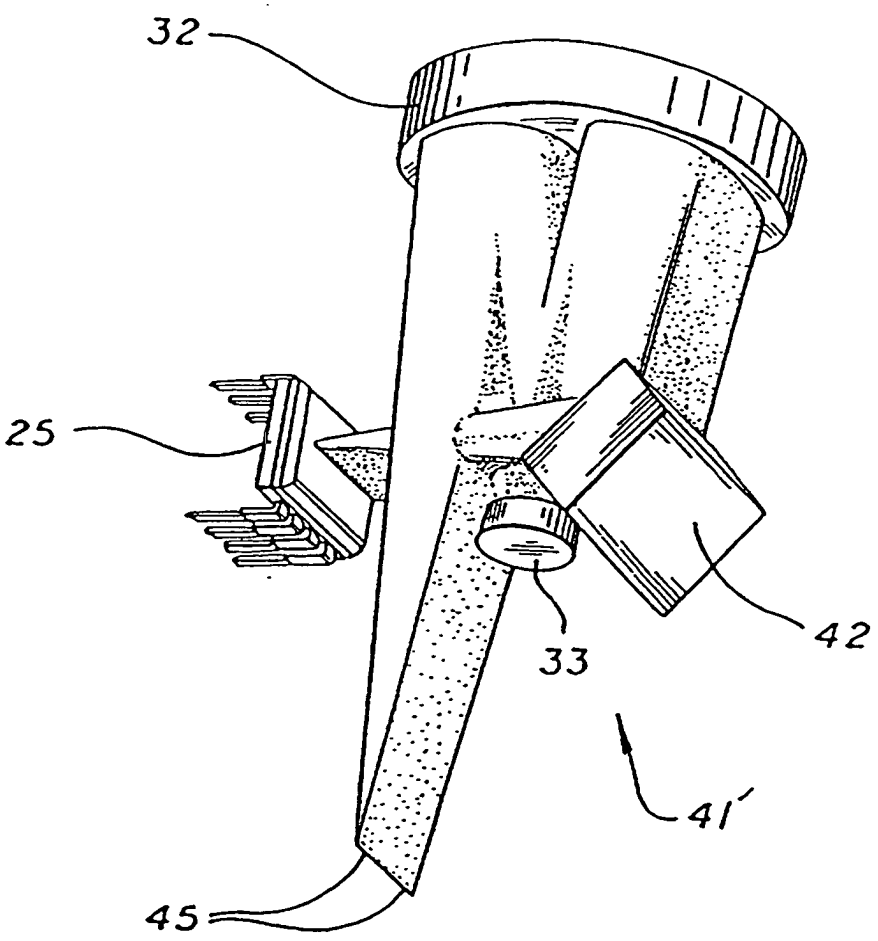


FIG. 5

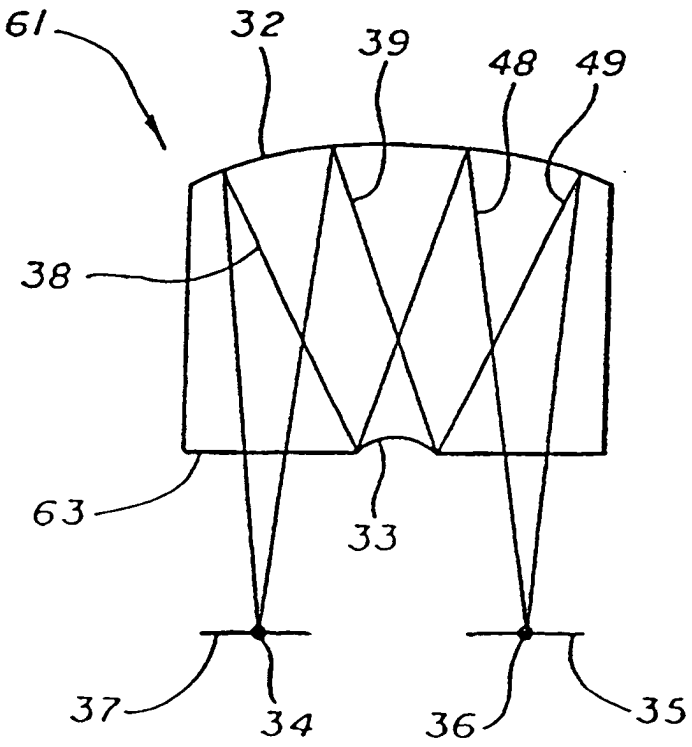


FIG. 6a

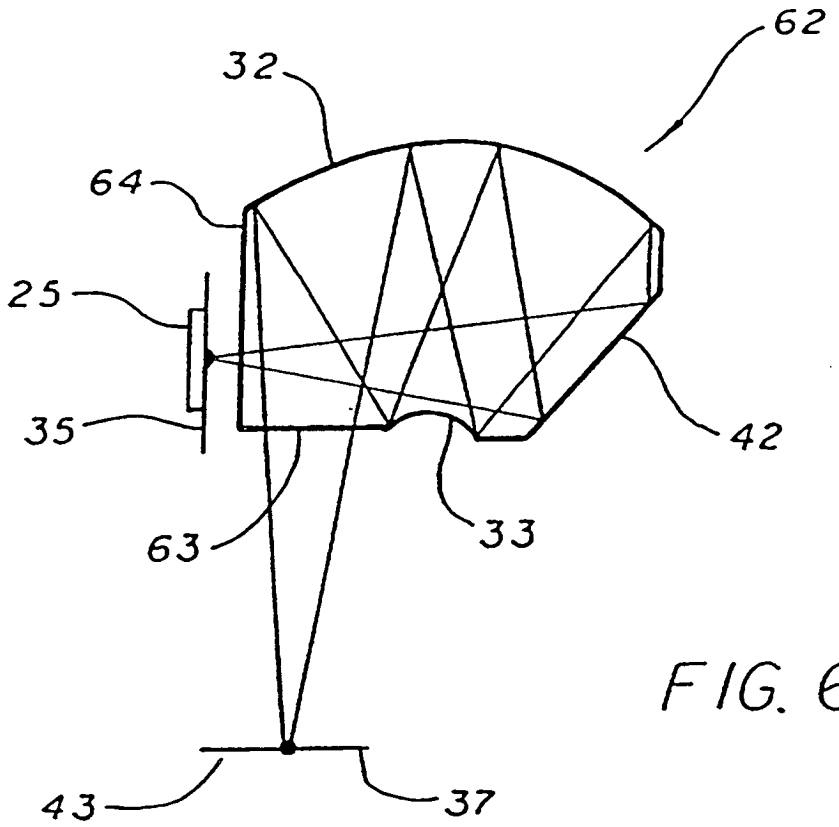


FIG. 6b

FIG. 6c

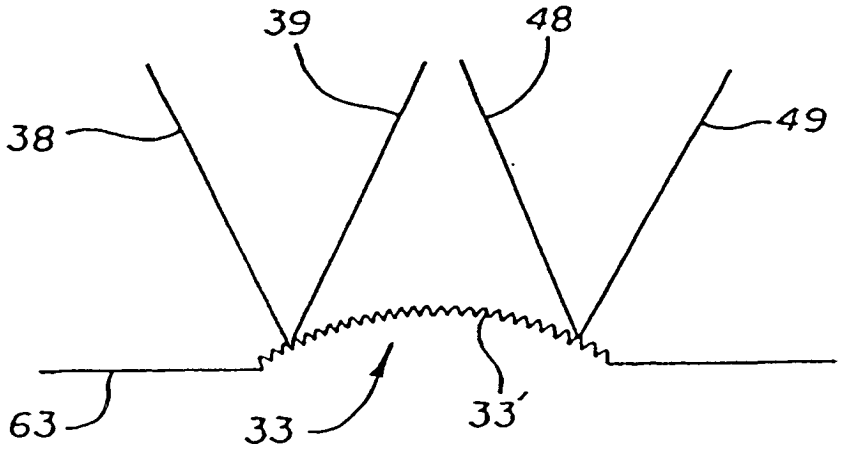
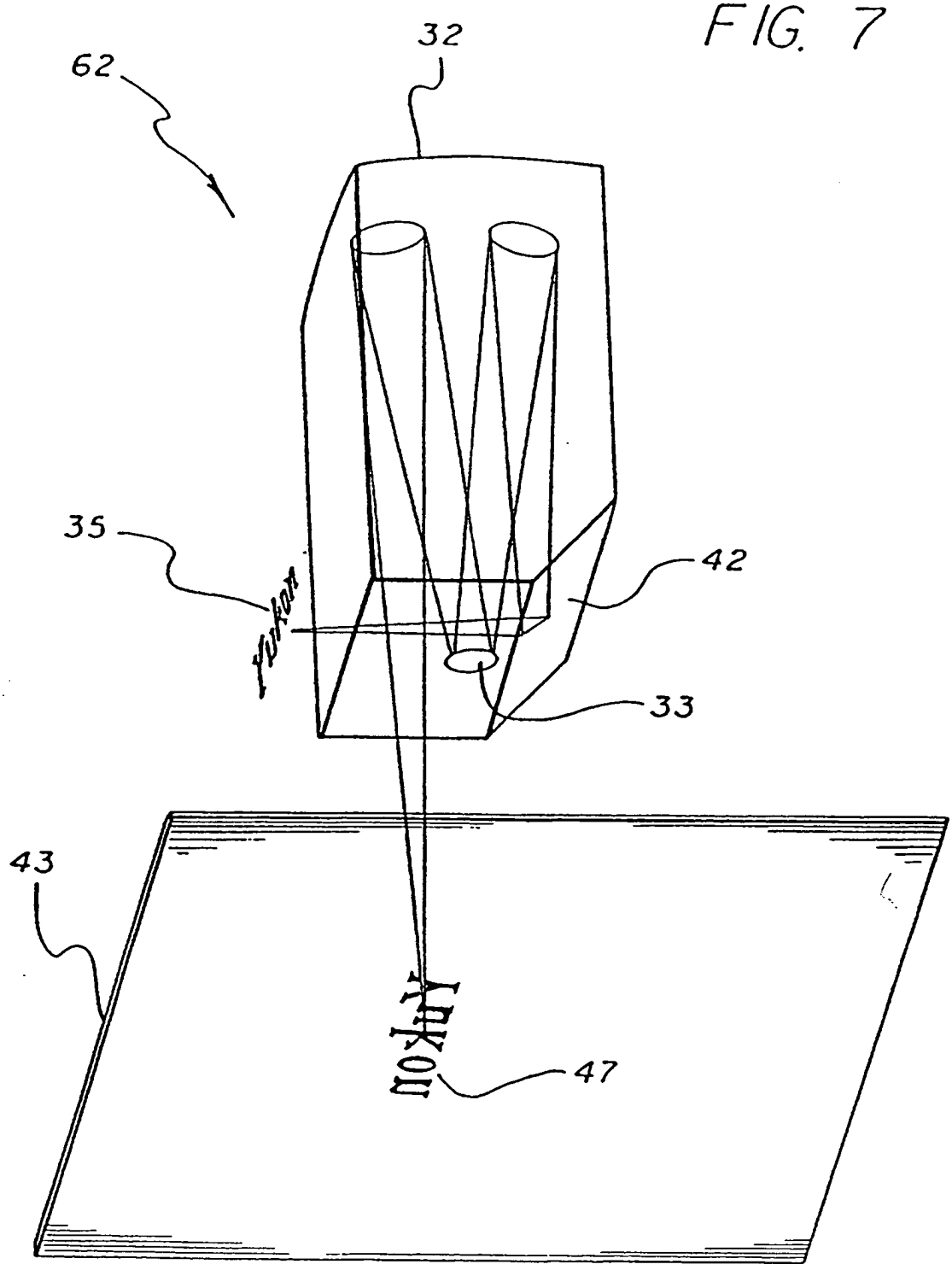


FIG. 7



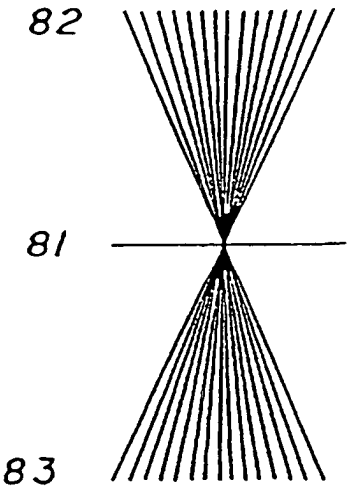


FIG. 8

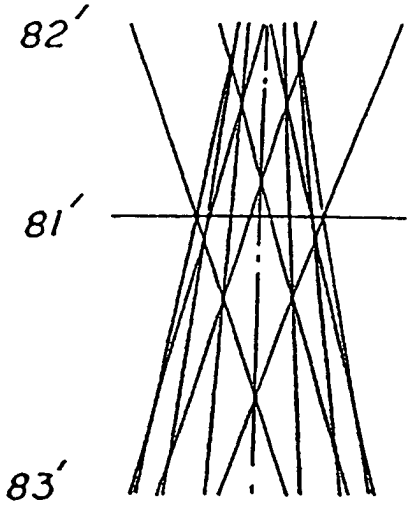


FIG. 9

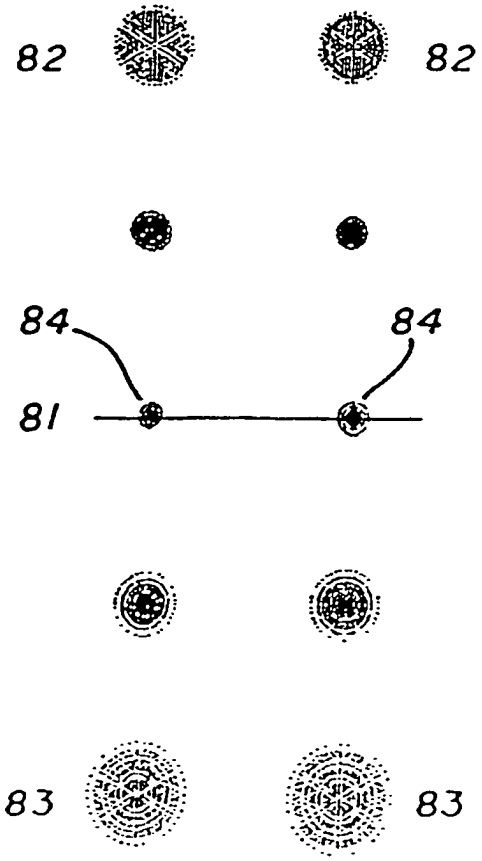


FIG. 10

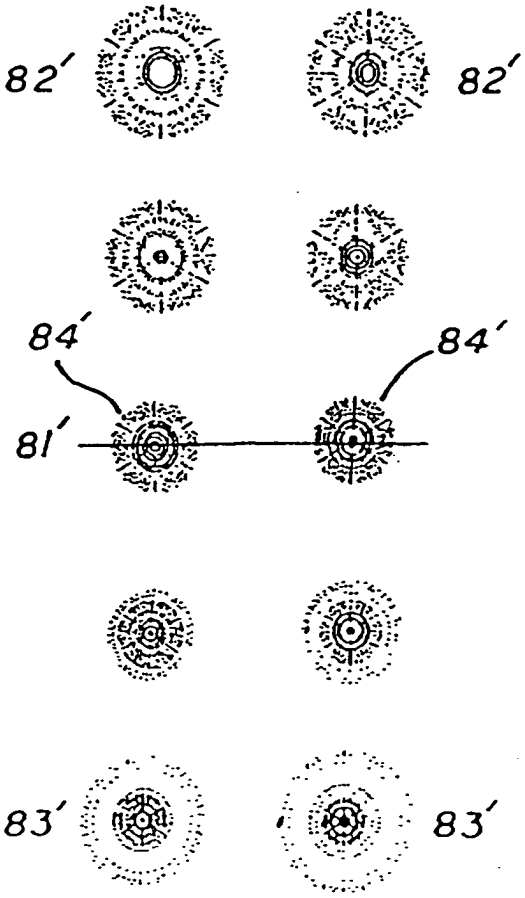


FIG. 11

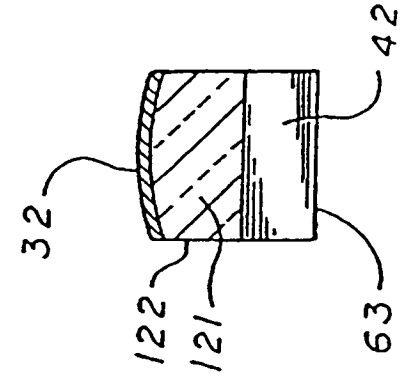
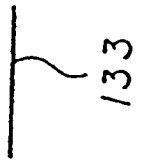


FIG. 12d



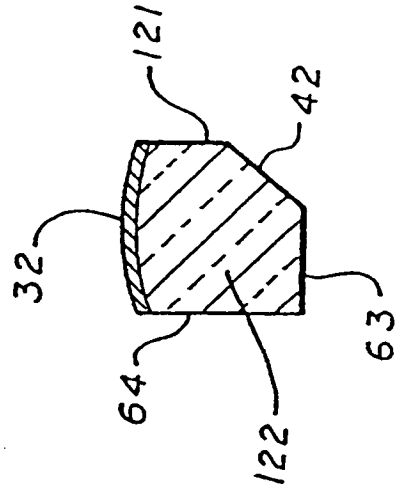


FIG. 12c

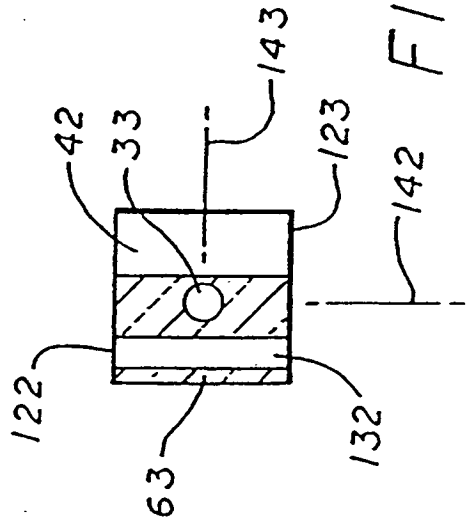


FIG. 12e

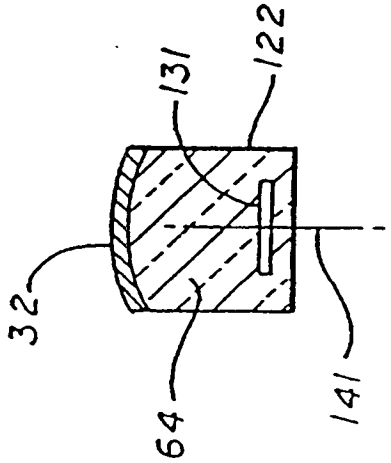


FIG. 12b

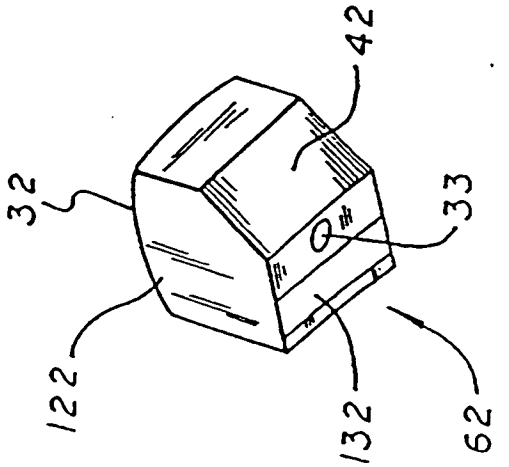


FIG. 12a