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

(10) **DE 697 25 386 T2** 2004.07.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 813 090 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 25 386.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 109 606.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **12.06.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.12.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **08.10.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G02B 26/12**
G06K 15/12

(30) Unionspriorität:

17433296	**13.06.1996**	**JP**
17104497	**11.06.1997**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Weser & Kollegen, 81245 München

(72) Erfinder:
Yamawaki, Takeshi, Ohta-ku, Tokyo, JP; Kondo, Kayuzuki, Ohta-ku, Tokyo, JP; Sato, Hiroshi, Ohta-ku, Tokyo, JP; Kimura, Kazumi, Ohta-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Optische Abtastvorrichtung**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Scanvorrichtung (Abtastvorrichtung), und insbesondere eine optische Abtastvorrichtung zur Verwendung in einem Laserstrahldrucker, in welchem von mehreren Lichtquellen emittierte Lichtstrahlen auf eine Ablenkfläche einer Ablenkeinrichtung unter einem vorbestimmten Winkel in einem Sub-Scan-Längsschnitt gelenkt werden und mehrere von der Ablenkeinrichtung reflektierte und damit abgelenkte Strahlen dazu verwendet werden, einen Aufzeichnungsträger (eine Photoleitertrommel) optisch zu scannen (abzutasten) und Bildinformation aufzuzeichnen.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Es wurden eine Vielzahl von optischen Mehrstrahl-Abtastvorrichtungen vorgeschlagen, die eine mehrfarbige Aufzeichnung ermöglichen, indem sie mehrere Lichtstrahlen auf ein gemeinsames optisches Abtastsystem richten. Bei einer solchen mehrstrahligen optischen Abtastvorrichtung müssen, damit mehrere Lichtstrahlen unabhängig auf eine abzutastende Fläche projiziert werden, die Lichtstrahlen von einem optischen Deflektor (beispielsweise einem Polygonspiegel) reflektiert und mithin abgelenkt werden, und anschließend müssen sie aufgetrennt werden. Zu diesem Zweck allerdings ist die räumliche Trennung für Lichtquellen gleicher Wellenlänge erforderlich. Beispielsweise wird eine räumliche Trennung ermöglicht durch Einleiten der Lichtstrahlen in die Ablenkfläche (Reflexionsfläche) des optischen Deflektors unter einem schrägen Winkel im Sub-Scan-Längsschnitt (Längsschnitt der Nebenabtastung).

[0003] In einer vergrößernden optischen Abtastvorrichtung mit ihrer Optik, von der kompakte Baugröße gefordert wird, ist der für die räumliche Trennung zugelassene optische Weg kurz, und der Einfallwinkel auf der Ablenkfläche wird groß, was zu folgenden zwei Hauptproblemen führt.

[0004] Das erste Problem ist die Krümmung der Abtastlinie auf der abzutastenden Fläche, das zweite Problem ist die Bildqualitätseinbuße. Diese Probleme werden anhand des in **Fig.** 1 gezeigten optischen Systems diskutiert.

[0005] **Fig.** 1A und 1B sind Schnittansichten eines Hauptteils der Optik einer herkömmlichen vergrößernden optischen Abtastvorrichtung, in die Lichtstrahlen schräg eingeleitet werden. **Fig.** 1A ist die Schnittansicht für die Hauptabtastung, **Fig.** 1B ist die Schnittansicht für eine Nebenabtastung (Sub-Scan), rechtwinklig zu der **Fig.** 1A. Wie dargestellt, treffen zwei Lichtstrahlen schräg auf die Ablenkfläche eines optischen Deflektors **21** auf und werden reflektiert und abgelenkt.

[0006] Der optische Deflektor **21** ist zum Beispiel ein Polygonspiegel. Zwei schräg einfallende Lichtstrahlen **22** werden von dem Polygonspiegel reflektiert und abgelenkt. Eine Bilderzeugungseinrichtung **32** enthält ein zwei Elemente umfassendes fθ-Linsensystem mit einer Zylinderlinse **23** vorbestimmter Brechkraft in der Ebene der Hauptabtastung oder im Längsschnitt, außerdem zwei stapelförmig angeordnete torische Linsen **24**. Die Zylinderlinse **23** nimmt den rückwärtigen Raum des fθ-Linsensystems **32** ein und trägt bei zur Verschiebung des gesamten Linsensystems dichter an den Polygonspiegel **21**, wodurch die Optik kompakt wird. Wie in **Fig.** 1B zu sehen ist, umfassen die zwei stapelförmig angeordneten torischen Linsen **24** in Richtung der Nebenabtastung eine obere und eine untere torische Linse **24a**, **24b**, die unabhängig voneinander in den jeweiligen optischen Achsen der beiden schräg einfallenden Lichtstrahlen **22** angeordnet sind.

[0007] Die Arbeitsweise eines Lichteinfallsystems zum Einleiten von zwei Lichtstrahlen unter einem schrägen Winkel zu dem optischen Deflektor **21** ist, wenn auch hier nicht dargestellt, folgende: mehrere Lichtstrahlen, die von mehreren Lichtquellen emittiert werden und den beiden schräg einfallenden Lichtstrahlen **22** entsprechen, werden mit einem Kollimator zu parallelen Lichtstrahlbündeln kollimiert, und dann werden sie in Form einer Linie in der Nähe der Ablenkfläche **21a** des Polygonspiegels **21** durch eine Zylinderlinse fokussiert, die eine vorbestimmte Brechkraft ausschließlich im Nebenabtast-Längsschnitt besitzt. Dies dient als Mittel zum Korrigieren der Schräglage der Ablenkfläche des Polygonspiegels im Nebenabtast-Längsschnitt oder in der Nebenabtast-Ebene, wodurch die Ablenkfläche des Polygonspiegels optisch konjugiert wird zu einer abzutastenden Fläche (der Fläche einer Photoleitertrommel) in bezug auf den Nebenabtast-Längsschnitt, folglich eine Kipp- oder Schrägkorrekturoptik darstellt.

[0008] Die mehreren Lichtstrahlen **22** (die schräg einfallenden Strahlen), die von dem Spiegel **21** reflektiert werden, werden durch einen nicht dargestellten optischen Weg mit Ablenkspiegeln über das fθ-Linsensystem **32** auf die Photoleitertrommel geleitet. Während sich der Polygonspiegel **21** dreht, laufen die Abtastlinien in der Richtung der Hauptabtastung (Haupt-Scan), in der die Lichtstrahlen abgelenkt werden, während sich die Photoleitertrommel synchron mit dem Polygonspiegel **21** dreht, so daß die Abtastlinie in regelmäßigen Intervallen in Nebenabtastrichtung rechtwinklig zur Hauptabtastrichtung erzeugt werden. Durch gleichzeitiges Pro-

jizieren von zwei Lichtstrahlen auf die Photoleitertrommel wird hierdurch eine zweifarbige Entwicklung während einer einzigen Umdrehung der Photoleitertrommel möglich, was den Farbdruck beschleunigt.

[0009] Der schräge Einfall des Lichts wurde in herkömmlichen vergrößernden Optiken nicht genutzt, da sich das folgende Problem ergibt, wenn die Lichtstrahlen schräg auf die Ablenkfläche **21a** das Polygonspiegels **21** im Nebenabtast-Längsschnitt gelenkt werden.

[0010] Das Problem des schrägen Lichteinfalls soll anhand des Lichtstrahlbündels (der schräg einfallenden Lichtstrahlen) diskutiert werden, die in bezug auf die Symmetrieachse X der torischen Linsen **24a**, **24b** in **Fig.** 1B nach unten abgelenkt wird.

[0011] Das erste Problem tritt in Erscheinung, wenn der schräg auf die Ablenkfläche **21a** des Polygonspiegels **21** auftreffende Lichtstrahl eine Abtastung entlang einer konischen Fläche gemäß **Fig.** 2A im Nebenabtast-Längsschnitt (einer Ebene rechtwinklig zur X-Y-Ebene) vollzieht. Der in der oben erläuterten Weise abgelenkte Lichtstrahl tritt in die in der optischen Achse des schräg einfallenden Lichtstrahls **22** angeordnete torische Linse **24a** ein und zieht dann eine gekrümmte Abtastlinie aufgrund dieser Abweichung über die Oberfläche der Photoleitertrommel, während die Oberfläche abgetastet wird. Es ist dies das Problem der Abtastkrümmung bei schrägem Einfallwinkel. In dem vergrößernden optischen System muß der schräge Einfallwinkel Q mindestens 3° bis 6° betragen, und dies setzt sich um in das Ausmaß der Krümmung der Abtastlinie im Bereich von 0,5 mm bis einige mm auf der Photoleitertrommel, was beträchtlich viel ist.

[0012] Eine Lösung dieses Problems ist eine planparallele Glasplatte (ein Korrekturglas), das in der optischen Achse angeordnet wird. Allerdings benötigt diese Korrekturanordnung eine dicke Glasplatte, was die Vorrichtung sperrig macht und die Kosten hochtreibt.

[0013] Das zweite Problem ist das der Bildqualitätseinbuße. **Fig.** 2B, 2C und 2D zeigen, wie die Bildqualität sich verschlechtert. **Fig.** 2B ist eine anschauliche Darstellung der auf die Ablenkfläche **21a** des Polygonspiegels **21** in der Hauptabtastebene einfallenden Lichtstrahlen. Wie dargestellt, ist P ein Hauptstrahl, U und L sind Lichtstrahlen auf den beiden Seiten des Hauptstrahls P. **Fig.** 2C zeigt den Nebenabtast-Längsschnitt oder die Nebenabtastebene der **Fig.** 2B. Wie gezeigt, werden die Lichtstrahlen L, P und U als Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Höhen in dieser Reihenfolge in bezug auf die Nebenabtastebene reflektiert. Da die Lichtstrahlen als Linienbild in der Nebenabtastrichtung durch die (nicht dargestellte) Einfalls-Kippkorrektur-Zylinderlinse fokussiert werden, kommen die Lichtstrahlbündel L, P und U als gedrehtes Linienbild mit einem Drehwinkel ϕ in Bezug auf die Hauptabtastebene (X-Y-Ebene) auf der Ablenkfläche des Polygonspiegels zum Ausdruck, wie in **Fig.** 2D gezeigt ist. Der Verdrehungswinkel ϕ schwankt im Verhältnis zum Drehwinkel des Polygonspiegels.

[0014] **Fig.** 3A ist eine anschauliche Darstellung der Neigung der Lichtstrahlbündel im Nebenabtast-Längsschnitt an der Ablenkfläche des Polygonspiegels, und **Fig.** 3B ist eine anschauliche Darstellung, die die Bahn des Hauptlichtstrahls P veranschaulicht, der von dem Polygonspiegel zum Abtasten gebracht wird, während die Lichtstrahlen U und L auf den beiden Seiten des Hauptlichtstrahls P liegen. Als Meridianstrahlen werden in Bezug auf die X-Y-Ebene diejenigen Strahlen bezeichnet, die durch die Eintrittsoptik definiert werden, welche die einfallenden Strahlen auf den Polygonspiegel lenkt.

[0015] Wie in den **Fig.** 3A und 3B zu sehen ist, nehmen die Winkel der Drehung der Lichtstrahlen L, P und U zu, wenn der Blickwinkel in der Hauptabtastebene (ein Absolutwert der Y-Koordinate) größer wird. Die Lichtstrahlen L und U drehen sich in der Y-Z-Ebene um den Hauptstrahl P und werden abträglich beeinflußt durch die Brechkraft in der Meridianrichtung der torischen Linse **24a**. Hierdurch wird die Bildqualität schlechter.

[0016] **Fig.** 4 zeigt, wie sich die Bildqualität verschlechtert, wenn der Drehwinkel ϕ des Lichtstrahls bei größer werdendem Blickwinkel der Hauptabtastung zunimmt. Das Abbild eines Punkts oder Flecks wird in zunehmendem Maße zu einem Sternbild verzerrt, wenn der Abtastwinkel zunimmt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0017] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Abtast- oder Scanvorrichtung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer optischen Scanvorrichtung und eines Laserdruckers, die die oben angesprochenen Probleme überwinden, die Krümmung der Abtastlinie korrigieren und eine hohe Bildqualität ermöglichen.

[0018] Erreicht wird dieses Ziel durch die unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf bevorzugte Ausführungsformen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] **Fig.** 1A und 1B sind Schnittansichten des Hauptteils einer Optik eines herkömmlichen optischen Abtastsystems;

[0020] **Fig.** 2A bis 2D veranschaulichen die Probleme eines schräg einfallenden Lichtstrahls;

[0021] **Fig.** 3A und 3B zeigen die Probleme des Schrägeinfalls eines Lichtstrahls;

[0022] **Fig.** 4 veranschaulicht das Problem des Schrägeinfalls des Lichtstrahls;

[0023] **Fig.** 5A bis 5C veranschaulichen den Hauptteil einer ersten Ausführungsform einer optischen Scanvorrichtung gemäß der Erfindung;
[0024] **Fig.** 6A und 6B sind Schnittansichten des Hauptteils der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Scanvorrichtung;
[0025] **Fig.** 7A und 7B zeigen Krümmungen der Erzeugenden der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
[0026] **Fig.** 8 veranschaulicht das Prinzip der Bildqualitätsverbesserung;
[0027] **Fig.** 9 ist eine anschauliche Darstellung, die die Definition einer torischen Oberfläche mit einer gekrümmten Erzeugenden veranschaulicht;
[0028] **Fig.** 10 ist eine graphische Darstellung der Krümmung einer Abastlinie, die man mit der ersten Ausführungsform der Erfindung erhält;
[0029] **Fig.** 11 ist eine graphische Darstellung der fθ-Kennlinie, die man mit der ersten Ausführungsform der Erfindung erhält;
[0030] **Fig.** 12 zeigt Punkt- oder Fleckbilder, die man mit der ersten Ausführungsform der Erfindung erhält;
[0031] **Fig.** 13A und 13B sind Schnittansichten eines Hauptteils einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
[0032] **Fig.** 14 ist eine perspektivische Ansicht einer dritten Ausführungsform der Erfindung;
[0033] **Fig.** 15A und 15B sind Schnittansichten des Hauptteils der dritten Ausführungsform der Erfindung; und
[0034] **Fig.** 16A und 16B sind Schnittansichten des optischen Layouts der in **Fig.** 5 gezeigten optischen Abtastvorrichtung.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0035] **Fig.** 5A ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils einer optischen Abtastoder Scanvorrichtung, die einen optischen Deflektor (Ablenker) und diesem nachgeordnete Stufen enthält, um in einem Laserdrucker gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung eingesetzt zu werden. **Fig.** 5B ist eine Schnittansicht, die eine Nebenabtastebene zeigt, in der die Drehachse des optischen Deflektors und eine optische Achse C liegen, hier für eine optische Abtastvorrichtung (einschließlich eines optischen Deflektors und der daran anschließenden Stufen) gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung. **Fig.** 5C ist eine Schnittansicht, die die Verteilung der Brechkraft in der Nebenabtastebene oder den Nebenabtastungs-Längsschnitt in der optischen Scanvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt.
[0036] In den **Fig.** 5B und 5C enthält eine kollimierende Laserstrahlquelle **110a** (**110b**) einen Laserstrahler (ein Laserchip) **102a** (**102b**) eines Halbleiterlasers, eine Kollimatorlinse **103a** (**103b**), die entsprechend dem Laserstrahler **102a** (**102b**) angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform sind die Laserstrahler **102a**, **102b** auf unterschiedlichen Substraten **121a** bzw. **121b** ausgebildet. Die Kollimatorlinse **103a** (**103b**) kollimiert Laserlichtstrahlen (Laserstrahlbündel), die von dem Laserstrahler **102a** (**102b**) abgegeben werden, zu im wesentlichen parallelen Laserstrahlbündeln, die auf ein optisches System oder eine Optik **101** mit schrägem Eintritt parallel zu der optischen Achse C gelenkt werden.
[0037] Die einen schrägen Eintritt aufweisende Optik **101** ist aus einer Zylinderlinse als optisches Element mit positiver Brechkraft in ausschließlich Nebenabtastrichtung ausgebildet, ihre optische Achse C bleibt gegenüber den optischen Achsen D der beiden kollimierenden Laserstrahlquellen **110a** und **110b** versetzt, jedoch parallel (dezentriert). Bei dieser Ausführungsform werden mehrere, von den beiden kollimierenden Laserstrahlquellen **110a** und **110b** abgegebene Laserstrahlen auf die Ablenkfläche des optischen Deflektors unter im wesentlichen gleichen Einfallwinkeln in symmetrischer Weise bezüglich des Nebenabtastungs-Längsschnitts gerichtet und werden damit einer räumlichen Trennung unterzogen, bei der die Lichtwege aufgetrennt werden. Der optische Deflektor **1** ist beispielsweise ein Polygonspiegel, der so gelagert ist, daß eine Ablenkfläche (Reflexionsfläche) in der Nähe des Konvergenzpunkts **9** liegt, bei dem die mehreren Laserstrahlen von dem einen schrägen Eintritt aufweisenden optischen System **101** zusammengeführt werden. Der optische Deflektor **1** wird von einer (nicht gezeigten) Antriebseinrichtung konstanter Drehzahl gedreht, beispielsweise wird er von einem Motor in Pfeilrichtung A gedreht.
[0038] Wie in **Fig.** 5C gezeigt ist, enthält die Bilderzeugungseinrichtung **12** zwei fθ-Linsen **12a**, **12b** eine Bilderzeugungsoptik) mit fθ-Charakteristik, wobei die beiden fθ-Linsen **12a**, **12b** entsprechend den Laserstrahlen angeordnet sind, die von den beiden Laserstrahlquellen **102a** und **102b** emittiert werden. Die die Bildinformation enthaltenden Laserstrahlen, die von dem optischen Deflektor **1** abgelenkt werden, werden an voneinander getrennten Stellen auf der Oberfläche einer photoleitenden Trommel **10** fokussiert, bei der es sich um die abgetastete (gescannte) Fläche handelt (eine Aufzeichnungsträger-Oberfläche).
[0039] Bei dieser Ausführungsform werden die von den beiden Laseremittern **102a**, **102b** emittierten Laserstrahlen von den Kollimatorlinsen **103a** und **103b** zu im wesentlichen parallelen Laserstrahlbündeln kollimiert, wobei die Kollimatorlinsen den Laseremittern **102a** bzw. **102b** entsprechen, anschließend werden die Strahlbündel auf die Zylinderlinse **101** gelenkt. Die in die Zylinderlinse **101** eingeleiteten, parallelen Laserstrahlen

werden so, wie sie sind, nämlich als zwei Laserstrahlbündel, in Hauptabtastungs-Längsrichtung geliefert. In Nebenabtast-Längsrichtung allerdings werden die parallelen Laserstrahlen gebündelt als Linienbild in der Nähe der Ablenkfläche (der reflektierenden Oberfläche) **1a** des optischen Deflektors **1**. In diesem Fall werden die beiden Laserstrahlen schräg auf die Ablenkfläche **1a** unter etwa gleichen Einfallwinkeln geführt, symmetrisch bezüglich der optischen Achse C. Zwei von der Ablenkfläche **1a** des optischen Deflektors **1** abgelenkte Laserstrahlbündel werden gleichzeitig an verschiedenen Stellen auf der abgetasteten Oberfläche **10** über die betreffenden fθ-Linsen **12a**, **12b** fokussiert. Durch Drehen des optischen Deflektors **1** in Pfeilrichtung A tasten die Laserstrahlen die Abtast-Oberfläche **10** in Hauptabtastrichtung ab, um die Bildinformation aufzuzeichnen.

[0040] **Fig.** 6A und 6B sind ein Schnitt in Hauptabtastrichtung bzw. ein Schnitt in Nebenabtastrichtung vom Hauptteil des optischen Deflektors der Abtastoptik gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung. Wie in den **Fig.** 5A, 5B, 5C, 6A und 6B dargestellt ist, werden zwei Laserstrahlbündel (Lichtstrahlen) unter Einfallwinkeln von etwa 6° symmetrisch bezüglich der optischen Achse C des einen schrägen Eintritt aufweisenden optischen Systems **1** rechtwinklig zu der Ablenkfläche **1a** des optischen Deflektors eingeleitet und dann reflektiert. Auf diese Weise werden die beiden Laserstrahlen von dem Polygonspiegel mit einer Winkeldifferenz von 12° untereinander abgegeben.

[0041] Der optische Deflektor fungiert als Ablenkeinrichtung. Der optische Deflektar **1** ist typischerweise ein Polygonspiegel und wird mit einer vorbestimmten Drehzahl von einem (nicht gezeigten) als Antriebseinrichtung fungierenden Motor in Pfeilrichtung A gedreht. Zwei schräg einfallende Lichtstrahlbündel **2** werden von dem Polygonspiegel reflektiert und abgelenkt, und zwar in gleicher Höhe zueinander in Nebenabtastrichtung auf der Ablenkfläche **1a** des Polygonspiegels **1**. Eine als Bilderzeugungseinrichtung fungierende fθ-Optik **12** ist ein zwei Elemente umfassendes System mit einer Zylinderlinse **3** als erste Linse und zwei gestapelten torischen Linsen **4** als zweite Linsen mit einer weiter unten noch zu beschreibenden Linsenkonfiguration. Die fθ-Optik **12** fokussiert die von dem Polygonspiegel **1** reflektierten und abgelenkten mehreren Lichtstrahlbündel ein unterschiedlichen Belichtungsstellen auf der Oberfläche der photoleitenden Trommel **10**. Die fθ-Optik **12** ist funktionell aufgebaut aus einer fθ-Linse **12a** in Form der Zylinderlinse **3** und der torischen Linse **4b**, und der fθ-Linse **12b**, bestehend aus der Zylinderlinse **3** und der torischen Linse **4a**.

[0042] Bei dieser Ausführungsform bestehen die zwei gestapelten torischen Linsen **4** aus einer oberen und einer unteren torischen Linse (in Rotationsrichtung asymmetrischen zweiten Linsen) **4a** und **4b** in der in **Fig.** 6B gezeigten Nebenabtastebene, wobei die beiden schräg einfallenden Lichtstrahlbündel **2** unabhängig auf die jeweiligen torischen Linsen **4a** und **4b** gerichtet sind und der Abstand zwischen den beiden Strahlen auf den Austrittsflächen der torischen Linsen 12,2 mm beträgt. Bei dieser Ausführungsform sind Ablenkspiegel zum Biegen des optischen Weges (Trennspiegel) **6** und **8**, die weiter unten noch erläutert werden, ohne gegenseitige Störung in der Nebenabtastebene angeordnet. Die optischen Achsen der torischen Linsen **4a** und **4b** verlaufen etwa parallel zu den einfallenden Strahlbündeln, und die Formen der Erzeugenden, die die Scheitel des Krümmungsradius an einer Linsenoberfläche in Nebenabtastrichtung der torischen Linse verbinden, sind in Nebenabtastrichtung gekrümmt. Da die Zylinderlinse 3 im Nebenabtast-Längsschnitt oder der Nebenabtastebene keine Brechkraft besitzt, tragen ausschließlich die beiden gestapelten torischen Linsen **4** zur Bilderzeugung in der Nebenabtastung bei. Die Ablenkspiegel **6**, **7**, **8** und **9** für den optischen Weg sind Spiegel zum Biegen oder Knicken der optischen Wege, sie lenken die jeweiligen Strahlbündel zu unterschiedlichen Belichtungsstellen auf der Oberfläche der photoleitenden Trommel **10**, die das Aufzeichnungsmedium darstellt. Die Abtastlinien auf der photoleitenden Trommel **10** sind mit **11** bezeichnet.

[0043] Obschon nicht dargestellt, arbeitet die Eintrittsoptik folgendermaßen: mehrere Lichtstrahlbündel, die von mehreren Lichtquellen **102a**, **102b** (beispielsweise Halbleiterlasern) emittiert werden, werden mit Kollimatorlinsen **103a**, **103b** zu parallelen Lichtstrahlbündeln kollimiert und dann in eine Zylinderlinse **101** eingeleitet (eine erste in Rotationsrichtung asymmetrische Linse), die eine vorbestimmte Brechkraft in der Nebenabtastebene besitzt, dann werden sie als Linienbild in der Nähe der Ablenkfläche **1a** des Polygonspiegels **1** fokussiert. Diese Anordnung ist eine übliche Einrichtung, die dazu dient, die Verkantung der Ablenkfläche des Polygonspiegels in Nebenabtastrichtung zu korrigieren. Im Nebenabtastungs-Längsschnitt bildet die fθ-Optik die Ablenkfläche **1a** des Polygonspiegels **1** optisch zur Konjugierten der Oberfläche der photoleitenden Trommel aus. Speziell bildet die oben beschriebene Anordnung eine Kipp- oder Verkantungs-Korrekturoptik. Sowohl die Kollimatorlinse als auch die Zylinderlinse in der Eintrittsoptik bildet ein Element der optischen Einrichtung.

[0044] Die von dem Polygonspiegel **1** reflektierten und abgelenkten mehreren Lichtstrahlen werden durch die fθ-Linsen und über die jeweiligen optischen Ablenkspiegel **6**, **7**, **8** und **9** zu Belichtungsstellen auf der Oberfläche der photoleitenden Trommel **10** geleitet. Wenn sich der Polygonspiegel **1** dreht, wird jede Abtastlinie **11** entlang der Richtung der optischen Achse (in Hauptabtastrichtung) gezogen, während die photoleitende Trommel **10** sich synchron mit dem Polygonspiegel **1** dreht, so daß die Abtastlinien **11** in regelmäßigen Intervallen in Nebenabtastrichtung rechtwinklig zur Hauptabtastrichtung gebildet werden. Auf diese Weise werden zwei Abtastlinien **11** unabhängig voneinander, jedoch gleichzeitig auf der photoleitenden Trommel gezogen, was eine zweifarbige Entwicklung bei einem einzigen Umlauf der photoleitenden Trommel ermöglicht, mithin die Durchführung eines schnellen Farbdrucks.

[0045] In der Zeichnung der beiden gestapelten torischen Linsen **4** wird die Linsenkonfiguration der unteren torischen Linse **4a** nun in Bezug auf die Symmetrieachse X betrachtet. Die Erzeugende der ersten Linsenoberfläche der torischen Linse **4a**, die dem Polygonspiegel **1** zugewandt ist, und die Erzeugende der zweiten Linseoberfläche der torischen Linse **4a**, die der Seite der photoleitenden Trommel **10** zugewandt ist, besitzen Krümmungen, die im wesentlichen gleich sind der Bahn der schräg einfallenden Lichtstrahlen, wie aus den **Fig.** 7A und 7B hervorgeht. Insbesondere sind bei dieser Ausführungsform die Erzeugenden, welche die Scheitel des Krümmungsradius auf einer Linsenoberfläche in Nebenabtastrichtung der torischen Linse **4a** verbinden, in der Nebenabtastrichtung gekrümmt. Die Nebenabtastrichtung der torischen Linse **4a** verläuft rechtwinklig zur Hauptabtastebene, in der die optische Achse liegt. Die Krümmung der Erzeugenden verhindert die Drehung des Lichtstrahlbündels, welches unter einem Blickwinkel in Hauptabtastrichtung eingeleitet wird, so daß eine gute Bildqualität erhalten wird. **Fig.** 8 zeigt, wie die Bildqualität durch die Krümmung der Erzeugenden verbessert wird.

[0046] Wie gezeigt, wird durch die Krümmung der Erzeugenden der torischen Linse **4a** entlang der Abtastlinie in Nebenabtastrichtung für die Lichtstrahlbündel U und L auf beiden Seiten des Hauptstrahlbündels P mit einem Blickwinkel in Hauptabtastrichtung eine Brechkraft erreicht, die die beiden Lichtstrahlbündel U, L bei Betrachtung in der X-Z-Ebene in Richtung des Hauptlichtstrahls P zwingt. Im Ergebnis drehen sich die Lichtstrahlbündel U, L nicht um den Hauptlichtstrahl P, und man erreicht eine gute Bildqualität.

[0047] Bei dieser Ausführungsform beträgt die Krümmung der Abtastlinie bei maximalem Blickwinkel etwa 1,09 mm auf der ersten Linsenoberfläche und 1,87 mm auf der zweiten Linsenoberfläche. Die entsprechenden Krümmungen der Erzeugenden sind 1,16 mm bzw. 1,62 mm und passen somit annäherungsweise zu den Abtastlinien-Krümmungen.

[0048] Außerdem sind bei dieser Ausführungsform die Erzeugenden der ersten und der zweiten Linsenoberfläche der torischen Linse **4a** in Richtung der Nebenabtastung um vorbestimmte Strecken gegenüber der optischen Achse der torischen Linse **4a** nach unten verschoben (**Fig.** 6B). In den **Fig.** 7A und 7B bedeuten die Ordinaten auf der linken Seite die Absolutwerte der Verschiebungen gegenüber der optischen Achse der Erzeugenden. Die Verschiebung beträgt etwa 52,4 mm auf der ersten und etwa 2,1 mm auf der zweiten Linsenoberfläche. Der Effekt der Verschiebung der Erzeugenden korrigiert in vorteilhafter Weise die Krümmung der Abtastlinie, entstehend aus den schräg einfallenden Lichtstrahlen auf der photoleitenden Trommel bei dieser Ausführungsform.

[0049] **Fig.** 9 ist eine schematische Ansicht der Linsenoberfläche einer torischen Linse mit einer gekrümmten Erzeugenden. Die gekrümmte Erzeugende auf der Linsenoberfläche läßt sich bei Betrachtung in der X-Y-Ebene durch folgende Gleichungen ausdrücken:

$$X=\frac{Y^2/R_u}{1+\sqrt{1-(1+K_{yu})(Y/R_u)^2}}+B_{4u}Y^4+B_{6u}Y^6+B_{8u}Y^8+B_{10u}Y^{10}\ (Y\geq 0)$$

$$X=\frac{Y^2/R_l}{1+\sqrt{1-(1+K_{yl})(Y/R_l)^2}}+B_{4l}Y^4+B_{6l}Y^6+B_{8l}Y^8+B_{10l}Y^{10}\ (Y<0)$$

[0050] Wie dargestellt, ist die optische Achse der Linse die X-Achse, die Hauptabtastrichtung ist mit der Y-Achse ausgerichtet. Die Erzeugende ist eine Kurve, die die Scheitel des Krümmungsradius auf einer Linsenoberfläche in Richtung der Nebenabtastung der torischen Linse miteinander verbindet, die Z-Komponente der Erzeugenden ist ein Polynom der Y-Koordinate mit folgender Struktur:

$Z = \Sigma AiY^i (i = 0, 1, 2, ..., 8)$

[0051] Bei dieser Ausführungsform enthält das Polynom Terme bis zum achten Term. Dieses Polynom drückt Krümmungen in Nebenabtastrichtung aus, projiziert auf die Y-Z-Ebene entsprechend den **Fig.** 7A und 7B.

[0052] **Fig.** 10 zeigt die Krümmung der Abtastlinie auf der Oberfläche der photoleitenden Trommel dieser Ausführungsform. Wie gezeigt, wird der Betrag der Abtastlinienkrümmung auf 10 µm oder weniger innerhalb eines wirksamen Abtastbereichs von ±150 mm eingeschränkt und überträgt sich auf ein Viertel eines Pixels oder weniger auf einer Abtastlinien-Dichte von 600 dpi (eine Auflösung von 42,3 µm). Dies ist als hervorragende optische Leistung anzusehen.

[0053] Einer der wichtigen optischen Kennwerte dieser Art von optischer Abtasteinrichtung ist die fθ-Kennlinie. **Fig.** 11 eigt die fθ-Kennlinie der fθ-Linsen des Zwei-Element-Systems gemäß der ersten Ausführungsform

der Erfindung. Wie dargestellt, bleibt die fθ-Kennlinie in einem Fehlerbereich von etwa 0,25% innerhalb des effektiven Abtastbereichs von ±150 mm. Selbst mit der torischen Linse dieser Ausführungsform, die eine gekrümmte Erzeugende besitzt, wird immer noch eine ausreichende optische Leistung erzielt.

[0054] **Fig.** 12 ist eine anschauliche Darstellung der Formen von Dreifleckbildern auf der photoleitenden Trommel mit Stärken von 50%, 13,5% bzw. 5% einer verfügbaren Spitzenstärke. Wie gezeigt, erhält man eine hervorragende Bildqualität an Bildstellen von ±100 Prozent, ±70 Prozent und O Prozent (rechts auf der Hauptabtastachse) in Hauptabtastrichtung, und somit praktisch über den gesamten Abtastbereich hinweg. Der Durchmesser des Flecks bei einer Stärke von 13,5% auf der Achse beträgt 58 μm in Hauptabtastrichtung und 64 μm in Nebenabtastrichtung mit einer Defokussierung von 0 mm. Dies ist ein ausreichend feiner Fleck.

[0055] Da bei dieser Ausführungsform die Einfallwinkel der mehreren Lichtstrahlbündel schräg auf die Ablenkfläche **1a** des Polygonspiegels **1** fallen und symmetrisch zur ablenkenden Oberfläche **1a** des Polygonspiegels **1**, der den optischen Deflektor darstellt, eingestellt sind, sind die Erzeugenden-Krümmungen der oberen und der unteren torischen Linse **4a**, **4b** der beiden gestapelten torischen Linsen **4** auf beiden Seiten symmetrisch bezüglich der Symmetrieachse. Nachdem eine der beiden torischen Linsen entworfen ist, kann insbesondere die andere Linse automatisch festgelegt werden aufgrund dieser bilateralen Symmetrie. Dies trägt nicht nur zur Vereinfachung des Linsenentwurfs bei sondern gleicht auch die Leistungsfähigkeit der beiden torischen Linsen aus.

[0056] Bei dieser Ausführungsform kann eines der beiden Lichtstrahlbündel (die einfallenden Lichtstrahlen) innerhalb der Nebenabtastebene schräg eingeleitet werden, während das andere Lichtbündel rechtwinklig zu der Ablenkfläche einfallen kann. Da dies so ist, wird eine standardmäßige torische Linse für das andere Lichtstrahlbündel verwendet, so daß der Entwurf nur einer torischen Linse für schräg einfallende Lichtstrahlen ausreicht. Um die Erzeugende zu krümmen, bleibt keine Wahl, außer einen Kunststoff zu verwenden, um die torische Linse zu formen. Kunststoffe sind nicht so zuverlässig wie Glas. Damit kann eine torische Linse entsprechend dem anderen Lichtstrahlbündel aus herkömmlichem Glasmaterial hergestellt sein, um die Zuverlässigkeit der Vorrichtung zu garantieren.

[0057] Bei dieser Ausführungsform werden mehrere Lichtstrahlbündel für eine Mehrstrahlabtastung verwendet. Alternativ kann ein einzelnes Lichtstrahlbündel auf die Ablenkfläche des optischen Deflektors unter einem schrägen Winkel in der Nebenabtastebene eingeleitet werden, und man kann eine rotationsmäßig asymmetrische Linse eine torische Linse) als fθ-Linse für die Bilderzeugungseinrichtung hernehmen, die die bereits beschriebene Linsenkonfiguration besitzt. Die vorliegende Erfindung ist auch in diesem Fall in der gleichen Weise anwendbar wie bei der vorausgehenden Ausführungsform.

[0058] **Fig.** 13A und 13B sind Schnittansichten eines Hauptteils einer optischen Abtastvorrichtung einschließlich eines optischen Deflektors und dessen vorausgehenden Stufen gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. **Fig.** 13A ist eine Hauptabtast-Längsschnittansicht, **Fig.** 13B ist eine Nebenabtast-Längsschnittansicht. In diesen Figuren sind Komponenten, die mit den in Verbindung mit **Fig.** 6A und 6B beschriebenen Komponenten identisch sind, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0059] Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, daß zwei gestapelte herkömmliche torische Linsen **24** gemäß **Fig.** 1 ohne Krümmung der Erzeugenden verwendet werden, wobei die optischen Achsen der oberen und der unteren torischen Linse **24a**, **24b** gekippt sind, damit Lichtstrahlen unter vorbestimmten Winkeln in der Nebenabtastebene schräg einfallen. Der Rest des Aufbaus und die optische Funktion bleiben gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel unverändert. Die zweite Ausführungsform zeigt den gleichen Vorteil wie die erste Ausführungsform.

[0060] Wie in **Fig.** 13B gezeigt ist, werden die beiden üblichen torischen Linsen **24** in der Stapelanordnung gemäß **Fig.** 1 verwendet. Die Beeinträchtigung der Bildqualität wird wesentlich verbessert durch Kippen oder Verkanten der optischen Achsen (dargestellt durch gestrichelte Linien) der oberen und der unteren torischen Linse **24a**, **24b**, die die doppelt gestapelten torischen Linsen **24** bilden, bezogen auf die schräg einfallenden Lichtstrahlen (Lichtbündel) entsprechend einem vorbestimmten Winkel αin der Nebenabtastebene. Bei Betrachtung von der Seite der schräg einfallenden Lichtstrahlen erscheint die Erzeugende der zweiten Linsenoberfläche der torischen Linse **24a** (**24b**) in Richtung der Nebenabtastung um einen Kippwinkel α gekrümmt. Diese Anordnung zeigt einen Effekt, der der Krümmung der Erzeugenden der zweiten Linsenoberfläche jeder der torischen Linsen **24a** und **24b** in Nebenabtastrichtung entspricht. Beispielsweise wird die Bildqualität dann wesentlich verbessert, wenn die torische Linse um einen Winkel α = 6,5° gegenüber einem schrägen Einfallwinkel von θ = 3° gekippt sind.

[0061] Da der Betrag der Erzeugenden-Krümmung unter Verwendung dieses Verfahrens in starkem Maß abhängt von der Konfiguration der Erzeugenden in einer Ebene, in der die optische Achse der Linse liegt, außerdem vom Kippwinkel α der Linse, ist die Entwurfsflexibilität der zweiten Ausführungsform nicht so groß wie bei der ersten Ausführungsform. Die Verwendung einfacher torischer Linsen aus herkömmlichem Glasmaterial bedeutet jedoch für diese Ausführungsform immer noch wesentliche Verbesserungen bei der Bildqualität.

[0062] **Fig.** 14 ist eine perspektivische Ansicht eines Hauptteils einer optischen Abtastvorrichtung einschließlich eines optischen Deflektors und dessen vorausgehender Stufen gemäß einer dritten Ausführungsform der

Erfindung. **Fig.** 15A und 15B sind ein Hauptabtast-Längsschnitt bzw. ein Nebenabtast-Längsschnitt des Hauptteils einschließlich des optischen Deflektors und dessen vorausgehender Stufen der dritten Ausführungsform der Erfindung. In den **Fig.** 14, 15A und 15B sind die in Verbindung mit **Fig.** 5A und 6A bis 6B beschriebenen Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0063] Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, daß die fθ-Linse als Bilderzeugungseinrichtung durch ein einzelnes Linsenelement (die Einzel-fθ-Linse) gebildet wird. Der Rest des Aufbaus und die optische Funktion bleiben gegenüber der ersten Ausführungsform unverändert. Die dritte Ausführungsform hat den gleichen Vorteil wie die erste Ausführungsform.

[0064] Die Einzelelement-fθ-Linsen **52** beinhalten eine obere und eine untere Linse (rotationsmäßig asymmetrische Linsen) **52a**, **52b** in der Nebenabtastebene, wie in **Fig.** 15B gezeigt ist. Die beiden Linsen **52a**, **52b** entsprechen den jeweiligen schräg einfallenden Strahlen.

[0065] Bei dieser Ausführungsform sind die Erzeugenden der beiden Linsen **52a**, **52b**, die die Einzelelement-fθ-Linsen **52** bilden, in Nebenabtastrichtung gekrümmt, um mit der Abtastlinie ausgerichtet zu sein, also mit der Bahn des einfallenden Strahls, genauso wie die zweiten Linsen (die doppelt gestapelten torischen Linsen) der Zwei-Element-fθ-Linsen bei dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel. Auf diese Weise wird die Bildqualität durch das Prinzip der Beherrschung der Drehung der Strahlen gemäß **Fig.** 8 verbessert.

[0066] Das Einzelelement-fθ-Linsensystem dieser Ausführungsform hat einen nachteiligeren größeren Linsen-Hintergrundraum als das zwei Elemente aufweisende fθ-Linsensystem und ist mit weniger Flexibilität ausgestattet, was die Anordnung des Spiegels angeht. Allerdings verringert das Einzelelement- fθ-Linsensystem die Anzahl der Komponenten der Vorrichtung.

[0067] Anhand der **Fig.** 16A und 16B wird im folgenden die optische Ausgestaltung der optischen Abtastvorrichtung gemäß der Erfindung nach **Fig.** 5 diskutiert.

[0068] Wie dargestellt, soll nun das XYZ-Koordinatensystem betrachtet werden. Der Ursprung der Ebene jedes optischen Elements (dargestellt durch einen •) wird ausgedrückt in bezug auf den Ursprung (0,0,0) in der Drehmitte des Polygonspiegels.

[0069] Es sei der Fall angenommen, daß die Lichtstrahlen hier parallel zu der X-Z-Ebene von dem Polygonspiegel **1** reflektiert und abgelenkt werden, wobei die Koordinaten der torischen Linse **4a** nur unten dargestellt sind, da die torischen Linsen **4** bezüglich der X-Y-Ebene beidseitig symmetrisch sind. Der Polygonspiegel **1** ist ein Octagonspiegel mit einem Durchmesser von 65 mm.

Koordinaten der Ursprünge in den Flächen

Einheit:	X Koordinate (mm)	Y Koordinate (mm)	Z Koordinate (mm)
Drehmittelpunkt des Polygonspiegels 1	0	0	0
Ablenkfläche 1a	33,07	-16,49	0
Einfallebene der Zylinderlinse 3	63,35	-15,88	0
Austrittsebene der Zylinderlinse 3	86,97	-15,88	0
Einfallebene der torischen Linse 4a	139,67	-15,88	-10,24
Austrittsebene der torischen Linse 4a	148,99	-15,88	-11,22
Oberfläche der photoleitenden Trommel 10 (Bildebene)	450,33	-15,88	-42,89

[0070] Die Richtungs-Kosinuswerte der Richtung senkrecht zu den obigen Ebenen sind unten angegeben.

Richtungs-Kosinuswerte der Ebenen (X-Komponenten)

	gx(x)	gx(y)	gx(z)
Ablenkfläche 1a	0,89394	-0,44620	0
Einfallebene der Zylinderlinse 3	1,00000	0	0
Austrittsebene der Zylinderlinse 3	1,00000	0	0
Einfallebene der torischen Linse 4a	0,99452	0	-0,10453
Austrittsebene der torischen Linse 4a	0,99452	0	-0,10453
Oberfläche der photoleitenden Trommel 10 (Bildebene)	0,99452	0	-0,10453

Richtungs-Kosinuswerte der Ebenen (Y-Komponenten)

	gx(x)	gx(y)	gx(z)
Ablenkfläche 1a	0	1,00000	0
Einfallebene der Zylinderlinse 3	0	1,00000	0
Austrittsebene der Zylinderlinse 3	0	1,00000	0
Einfallebene der torischen Linse 4a	0	1,00000	0
Austrittsebene der torischen Linse 4a	0	1,00000	0
Oberfläche der photoleitenden Trommel 10 (Bildebene)	0	1,00000	0

[0071]

Zylinderlinse 3

Krümmungsradius der Einfallebene in der X-Y-Ebene	–65,84
Krümmungsradius der Austrittsebene in der X-Y-Ebene	–72,13
Krümmungsradius der Einfallebene in der X-Z-Ebene	0
Krümmungsradius der Austrittsebene in der X-Z-Ebene	0
Brechungsindex bei der Wellenlänge λ = 675 nm	1,619
Dicke auf der Achse	23,62

Torische Linse 4a

Brechungsindex bei einer Wellenlänge λ = 675 nm	1,527
Dicke auf der Achse	9,38

[0072] Die Konfiguration der torischen Linse 4a bestimmt sich in dem in **Fig.** 9 gezeigten Koordinatensystem und wird im folgenden aufgelistet:

Einfallebene der torischen Linse 4a

(Y≥0)	R_u	0,00000	x	10^0
	K_{yu}	0,00000	x	10^0
	B_{4u}	0,00000	x	10^0
	B_{6u}	0,00000	x	10^0
	B_{8u}	0,00000	x	10^0
	B_{12u}	0,00000	x	10^0
(Y<0)	R_1	0,00000	x	10^0
	K_{y1}	0,00000	x	10^0
	B_{41}	0,00000	x	10^0
	B_{61}	0,00000	x	10^0
	B_{81}	0,00000	x	10^0
	B_{101}	0,00000	x	10^0
(Z)	A_0	-5,24371	x	10^1
	A_1	-8,22716	x	10^{-5}
	A_2	-4,35411	x	10^{-4}
	A_3	2,41485	x	10^{-7}
	A_4	9,27963	x	10^{-9}
	A_5	-3,83684	x	10^{-11}
	A_6	1,36309	x	10^{-12}
	A_7	1,07112	x	10^{-17}
	A_8	3,49275	x	10^{-23}

Austrittsebene der torischen Linse 4a

(Y≥0)	R_u	-1,79366	x	10^{2}
	K_{yu}	3,29536	x	10^{-1}
	B_{4u}	-1,03513	x	10^{-8}
	B_{6u}	-4,64076	x	10^{-13}
	B_{8u}	1,42729	x	10^{-16}
	B_{12u}	1,57191	x	10^{0-20}
(Y<0)	R_1	-1,79366	x	10^{0}
	K_{y1}	1,45075	x	10^{-1}
	B_{41}	-1,07810	x	10^{-8}
	B_{61}	1,19697	x	10^{-12}
	B_{81}	-8,93782	x	10^{-17}
	B_{101}	1,22695	x	10^{-20}
(Z)	A_0	-2,10019	x	10^{0}
	A_1	-4,86900	x	10^{-4}
	A_2	-5,22798	x	10^{-4}
	A_3	-2,95750	x	10^{-7}
	A_4	-9,24222	x	10^{-9}
	A_5	8,75580	x	10^{-13}
	A_6	3,70351	x	10^{-13}
	A_7	-2,61817	x	10^{-15}
	A_8	1,03539	x	10^{-16}

[0073] Erfindungsgemäß wird dadurch, daß die Krümmung der Erzeugenden, die die Krümmung der Abtastlinie des einfallenden Lichtstrahls anpaßt an die Linsenkonfiguration der rotations-asymmetrischen Linse, die die Bilderzeugungseinrichtung bildet (fθ-Linse) das Problem gelöst, welches sich bei einem optischen Abtastsystem mit Schrägeintritt stellt, das heißt die Beeinträchtigung der Bildqualität. Ungeachtet der kompakten Bauweise trennt die vergrößernde optische Abtastvorrichtung räumlich die mehreren schrägen einfallenden Lichtstrahlen. Diese werden nahezu auf dieselbe Stelle zusammengeführt, das heißt auf den Punkt der Ablenkung in der Nebenabtastebene auf der Ablenkfläche des optischen Deflektors. Durch diese Ausgestaltung lassen sich eine dünne Struktur und ein geringes Gewicht für die Vorrichtung erreichen. Die leichtgewichtige Ausgestaltung wiederum ermöglicht eine schnellere Drehung der optischen Abtastvorrichtung.

[0074] Erfindungsgemäß können durch Einführen der schräg einfallenden Lichtstrahlbündel unter im wesentlichen symmetrischen Winkeln bezüglich der Senkrechten auf der Ablenkfläche die Krümmungen der Erzeugenden der torischen Linsen, die rotationsmäßig asymmetrische Linsen sind, bezüglich der Symmetrieachse beidseitig symmetrisch gestaltet werden. Auf diese Weise weist die optische Abtastvorrichtung für die torischen Linsen einen einfachen Entwurf auf.

[0075] Durch Kippen der optischen Achsen der üblichen torischen Linsen gegenüber den schräg einfallenden Lichtstrahlen um vorbestimmte Winkel in der Nebenabtastebene zeigt die optische Abtastvorrichtung gemäß

der Erfindung eine hervorragende Bildqualität.

[0076] Durch erfindungsgemäßes Verschieben der Erzeugenden von mindestens der einen der Linsenoberflächen der torischen Linse in Richtung der Nebenabtastung um eine vorbestimmte Strecke gegenüber den optischen Achsen der Linsen korrigiert die optische Abtastvorrichtung die Krümmung der Abtastlinie wesentlich.

Patentansprüche

1. Optische Scanvorrichtung, aufweisend:
– Lichtquellenmittel (**110a**, b) mit einer Vielzahl Lichtemissionsabschnitten;
– Ablenkmittel (**1**) zum Ablenken einer Vielzahl von dem Lichtquellenmittel emittierter Lichtbündel;
– optische Mittel (**101**) zum Leiten der von der Lichtquelle emittierten Vielzahl Lichtbündeln zu dem Ablenkmittel; und
– Bilderzeugungsmittel (**12**) zum Leiten der von dem Ablenkmittel abgelenkten Vielzahl Lichtbündeln auf eine gescannt werdende Fläche (**11**), wobei das Bilderzeugungsmittel eine Vielzahl (**4**) rotationsmäßig asymmetrischer Linsen (**4a**, **4b**) aufweist, deren optische Achsen im wesentlichen parallel zu den auf den entsprechenden Linsen auftreffenden Lichtbündeln sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
jede Erzeugende, die in Sub-Scan-Richtung die Scheitelpunkte des Krümmungsradius einer Linsenfläche der Vielzahl (**4**) rotationsmäßig asymmetrischer Linsen (**4a**, **4b**) miteinander verbindet, in Richtung eines Sub-Scans gekrümmt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das optische Mittel (**1**) die Vielzahl der von dem Lichtquellenmittel emittierten Lichtbündel in nicht-paralleler Weise auf die Ablenkfläche des Ablenkmittels richtet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Vielzahl Lichtbündel auf die Ablenkfläche (**1a**) des Ablenkmittels (**1**) unter Winkeln gerichtet sind, die im wesentlichen symmetrisch um die optische Achse des optischen Mittels in der Sub-Scan-Ebene sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das optische Mittel (**101**) die Vielzahl von dem Lichtquellenmittel (**110a**, b) emittierter Lichtbündel auf die Ablenkfläche (**1a**) des Ablenkmittels (**1**) unter schiefen Winkeln in der Sub-Scan-Ebene richtet.

5. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Ablenkfläche (**1a**) des Ablenkmittels (**1**) optisch konjugiert zu der gescannten Fläche (**11**) bezüglich des Bilderzeugungsmittels der Sub-Scan-Ebene ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Erzeugenden der Vielzahl rotationsmäßig asymmetrischer Linsen (**4**) bilateral symmetrisch um eine Symmetrieachse sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Erzeugenden von zumindest einer der Linsenflächen jeder der Vielzahl rotationsmäßig asymmetrischer Linsen (**4**) in Sub-Scan-Richtung relativ zu den Achsen der entsprechenden Linsen verschoben sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das optische Mittel weiterhin eine zylindrische Linse aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Vielzahl der von dem Ablenkmittel (**1**) abgelenkten Lichtbündel nichtparallel sind, und wobei das Bilderzeugungsmittel (**12**) eine Vielzahl (**4**) rotationsmäßig asymmetrischer Linsen (**4a**, **4b**) aufweist, von denen jede einem entsprechenden Bündel der Vielzahl Lichtbündel zugeordnet ist.

10. Laserdrucker, aufweisend eine optische Scan-Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

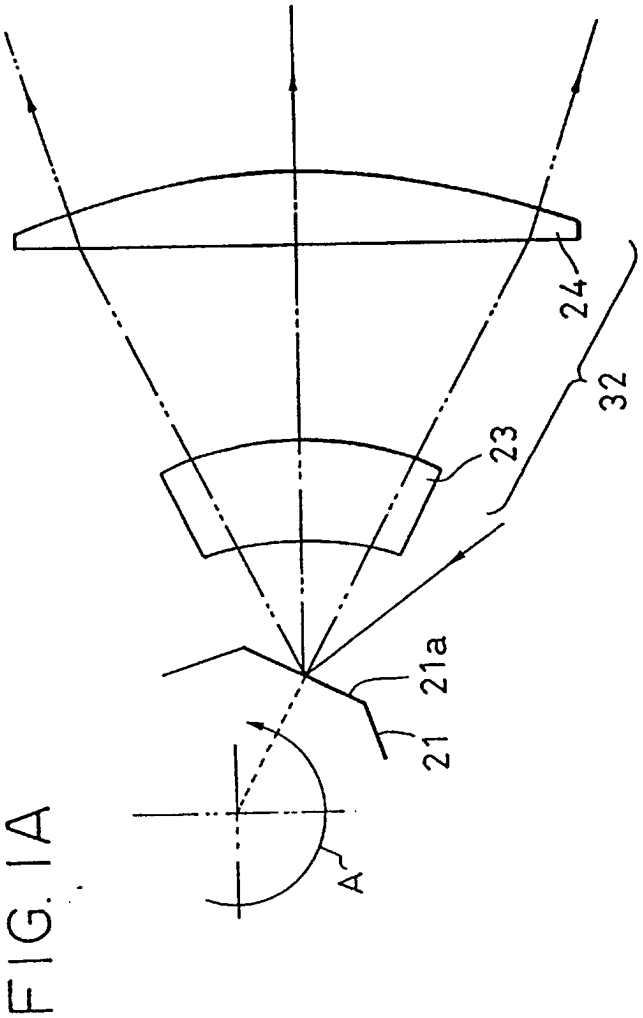


FIG. 1A

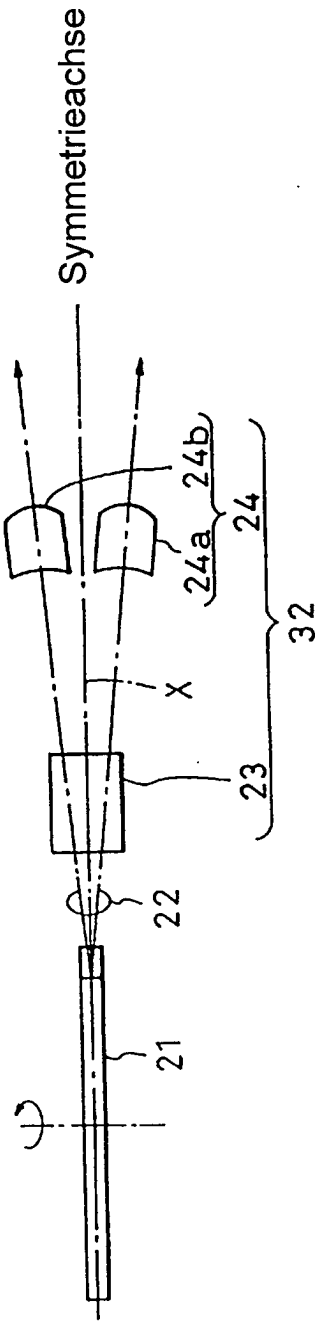


FIG. 1B

FIG. 2A Krümmung der Abtastlinie

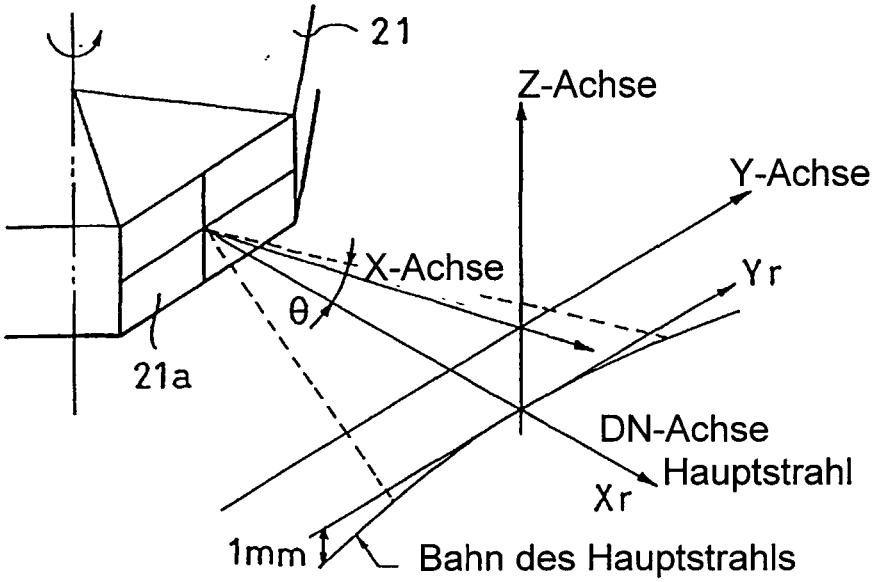


FIG. 2B

Drehung des Strahls

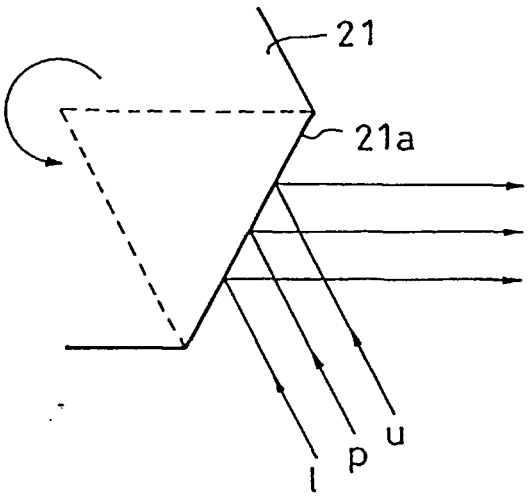


FIG. 2C

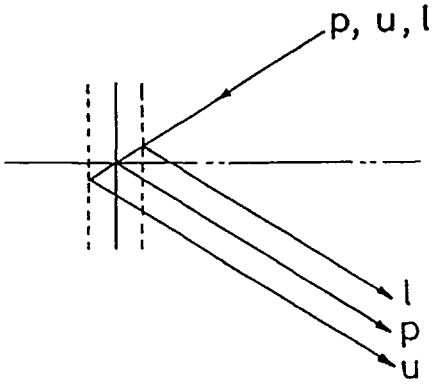


FIG. 2D

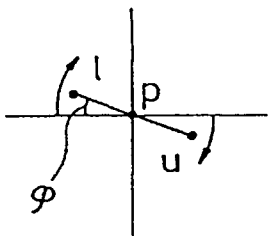


FIG. 3A

Neigung des Meridianstrahls an
Reflexionsfläche des Polygonspiegels

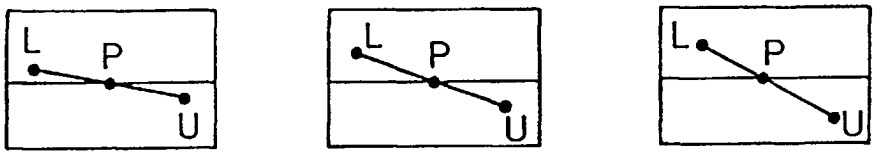


FIG. 3B

Beziehung der Hauptstrahlbahn bei der Abtastung
zu dem oberen/unteren Meridianstrahl

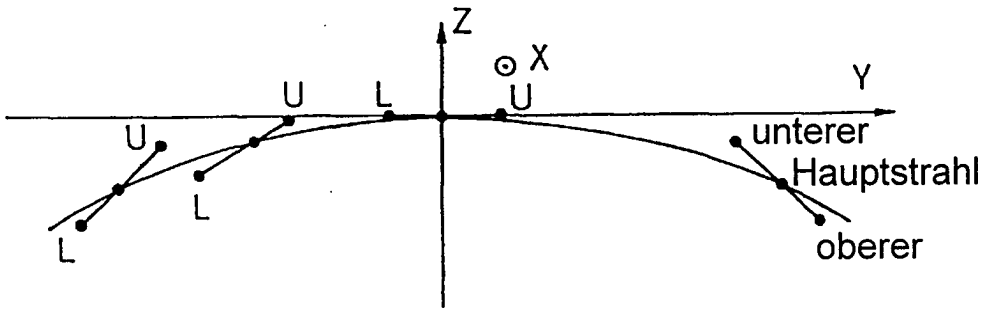


FIG. 4

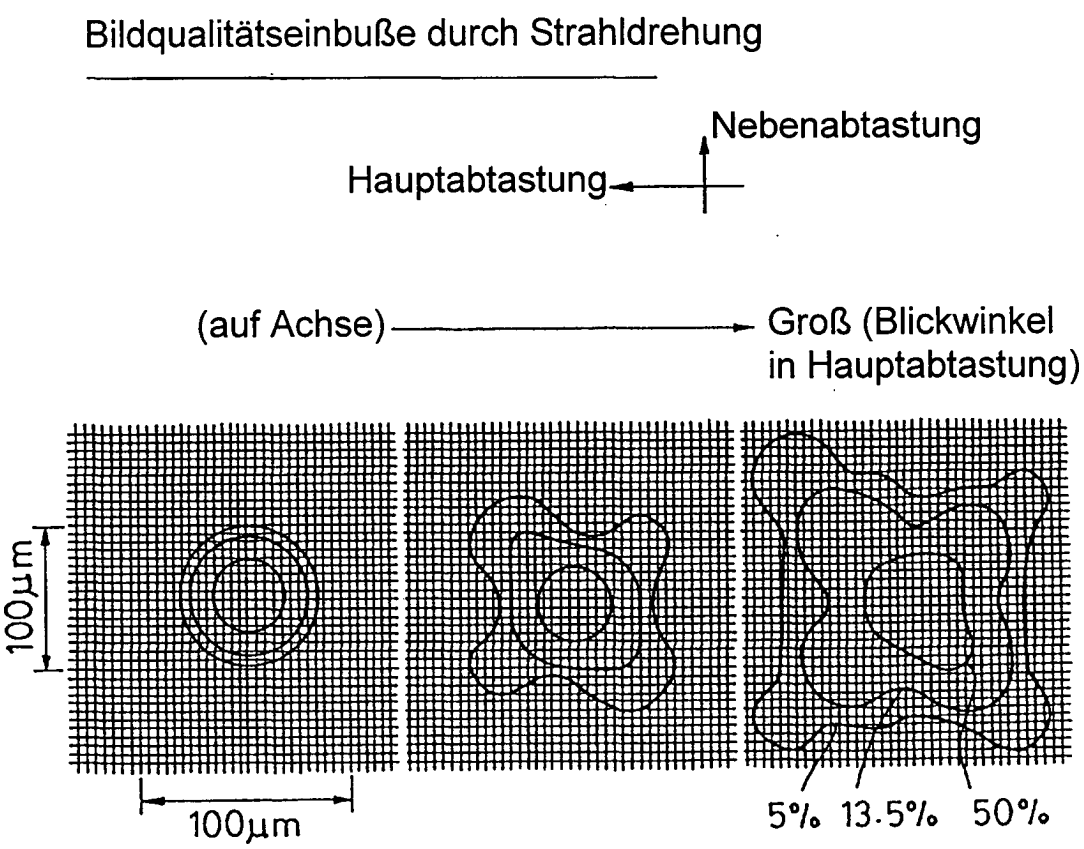

Bildqualitätseinbuße durch Strahldrehung
Nebenabtastung
Hauptabtastung
(auf Achse)
Groß (Blickwinkel in Hauptabtastung)
100µm
100µm
5%
13.5%
50%

FIG. 5A

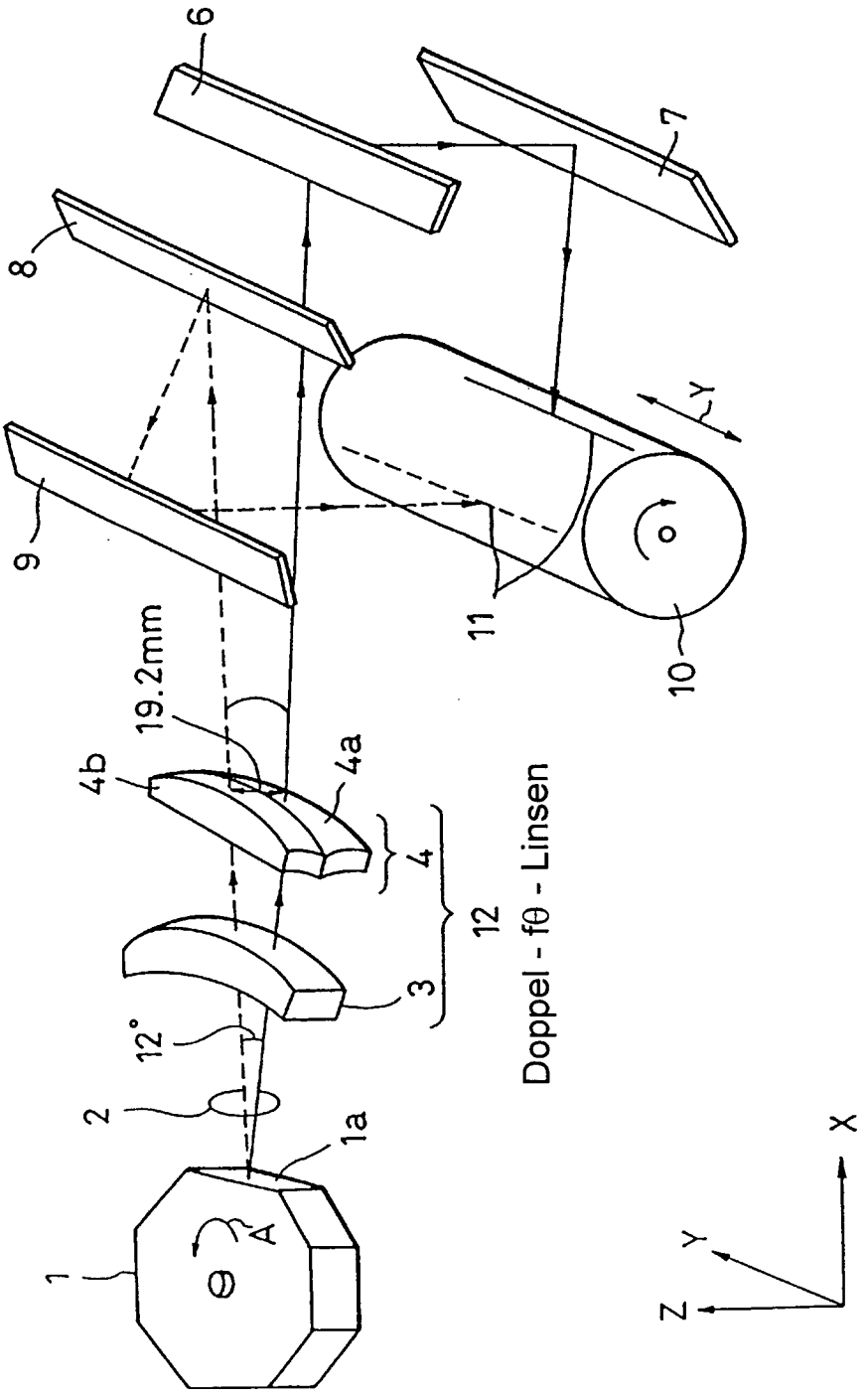


FIG. 5B

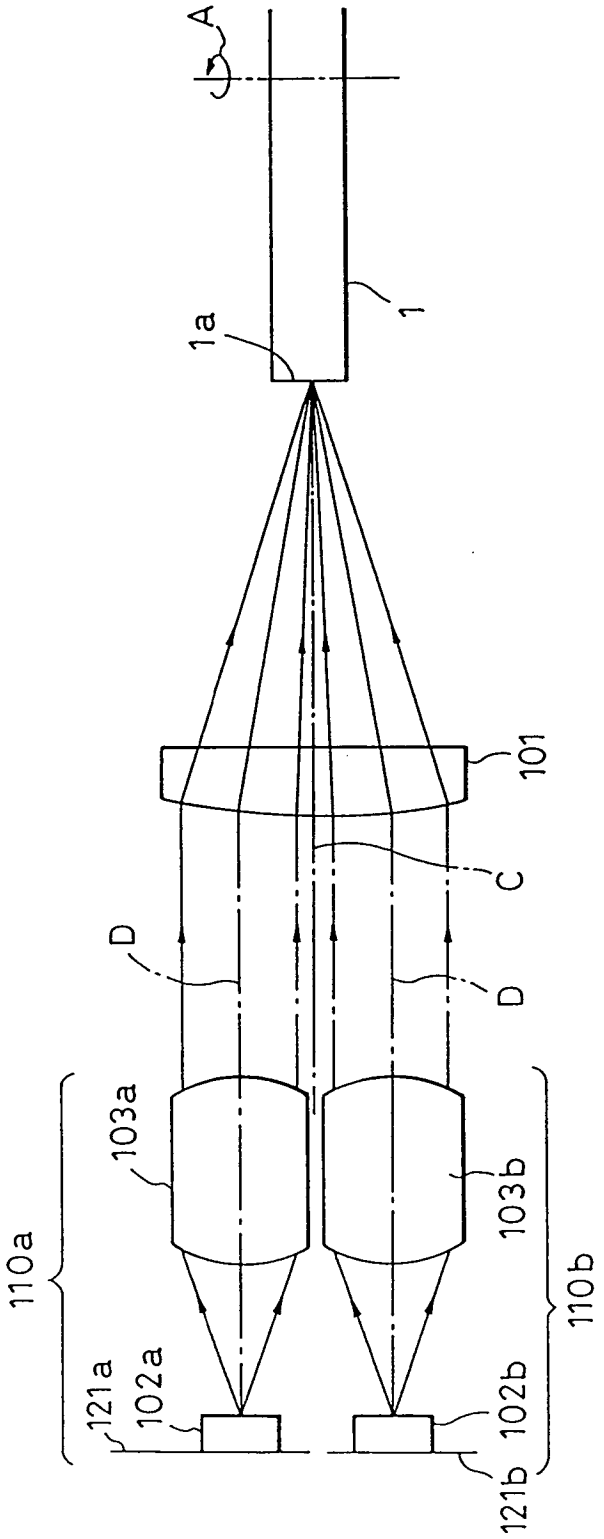
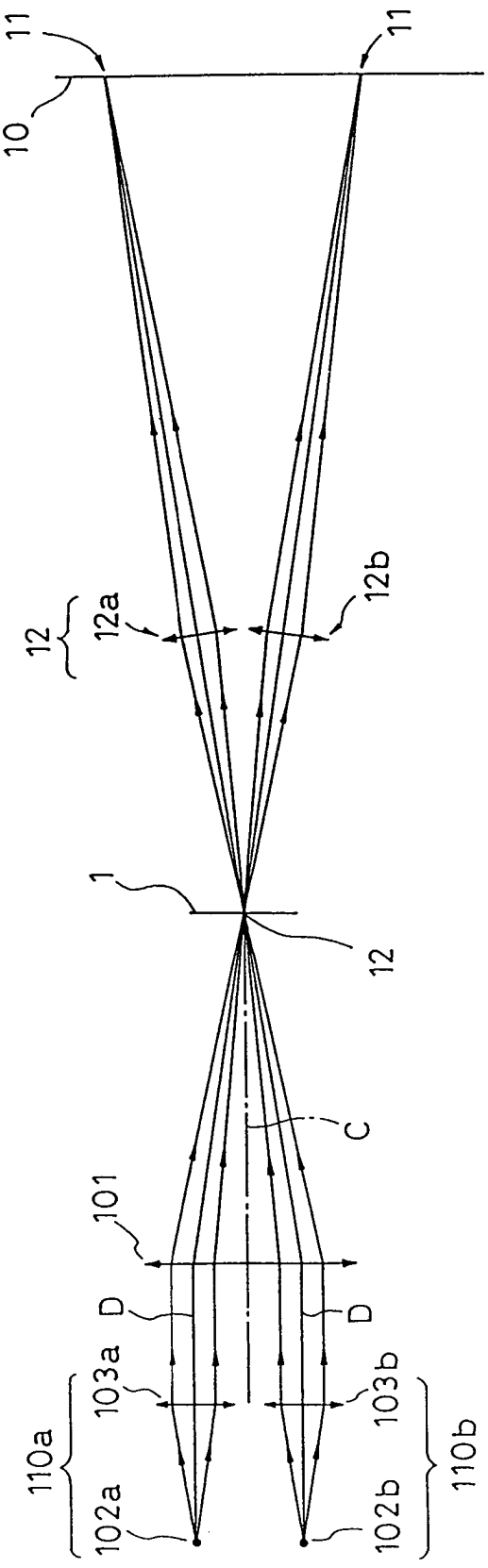


FIG. 5C



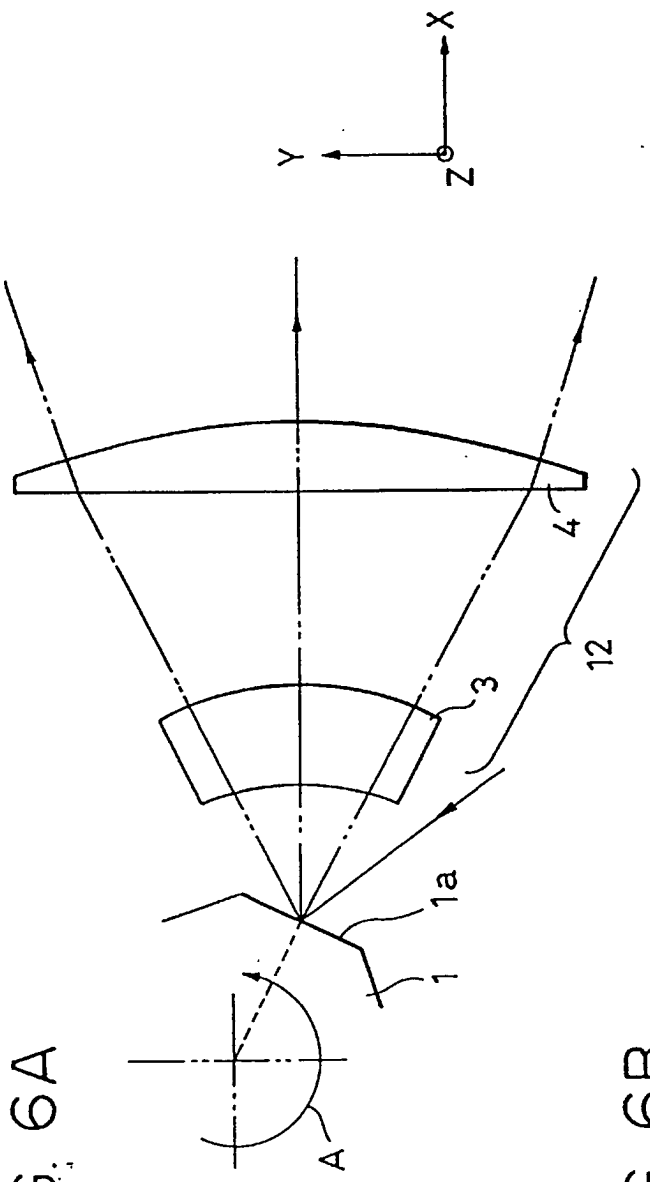


FIG. 6A

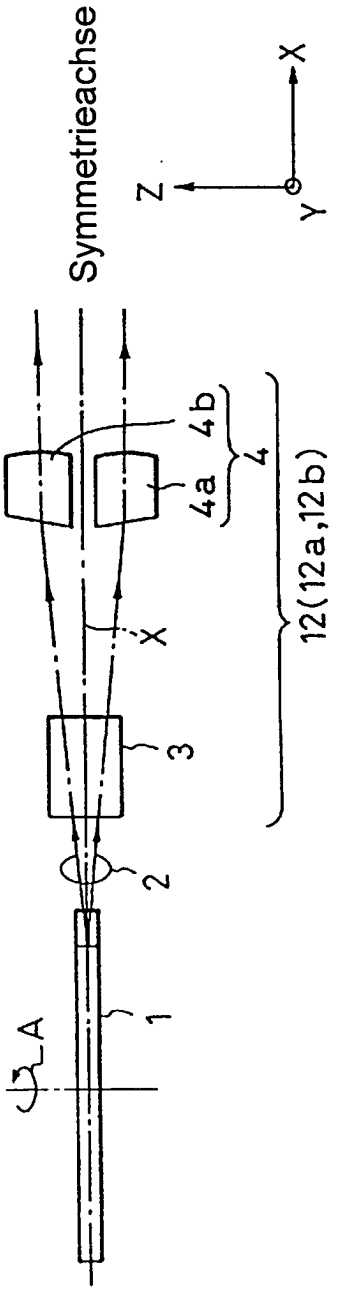


FIG. 6B

FIG. 7B

R2-Fläche, Erzeugende in Y-Z-Schnitt

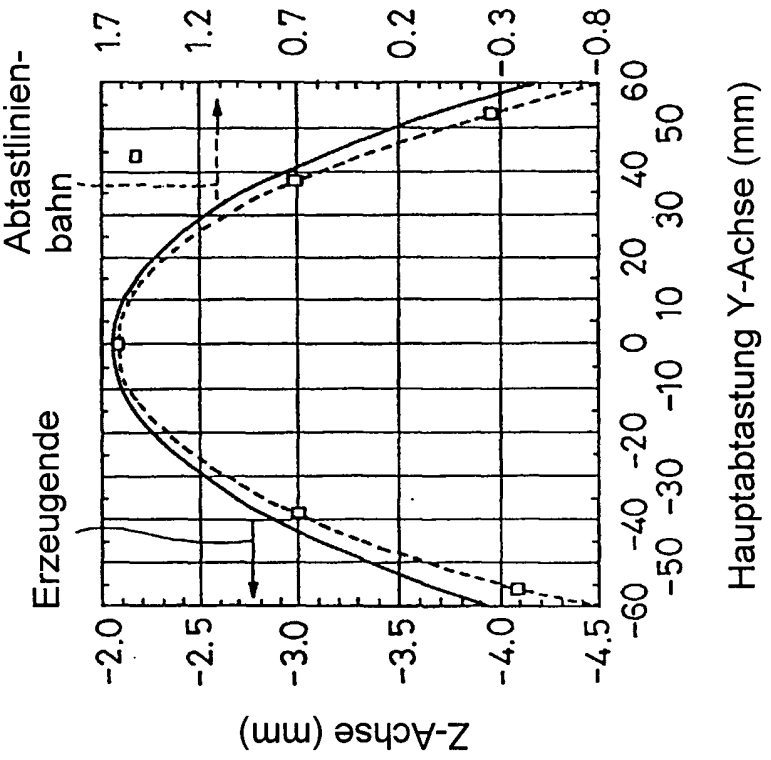


FIG. 7A

R1-Fläche, Erzeugende in Y-Z-Schnitt

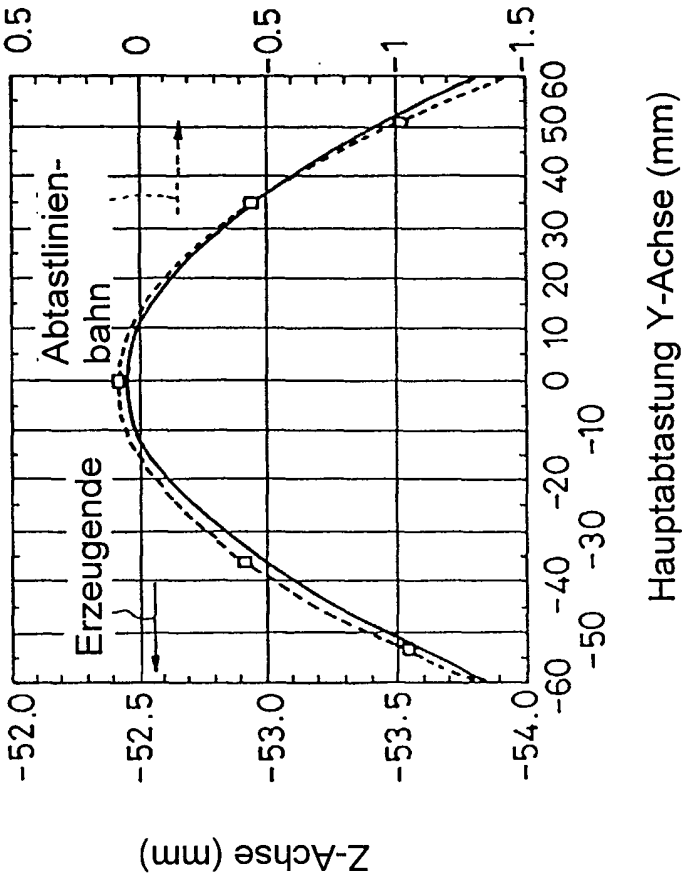


FIG. 8

Prinzip der Bildqualitäts-
verbesserung

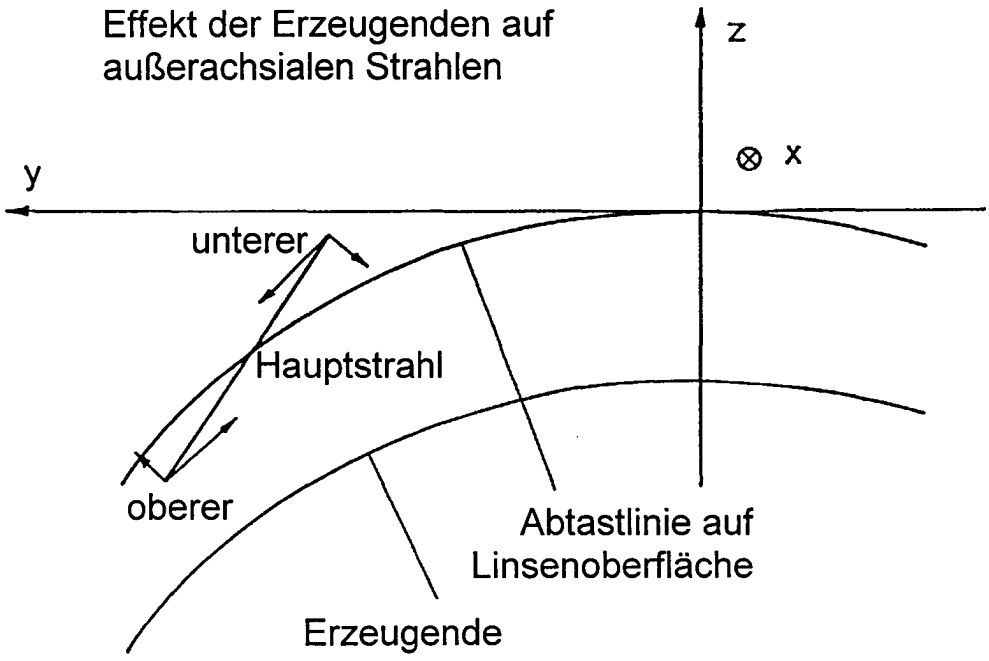


FIG. 9

Spezielle torische Fläche mit gekrümmter Erzeugender

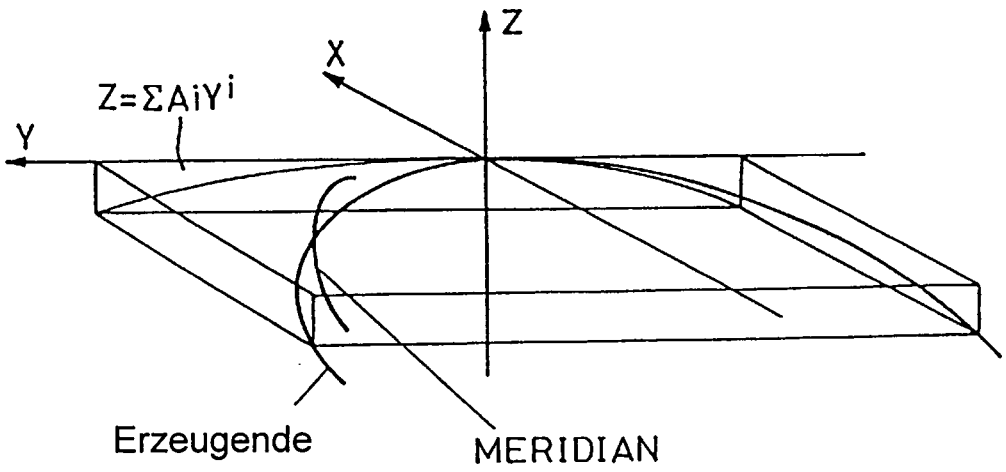


FIG. 10

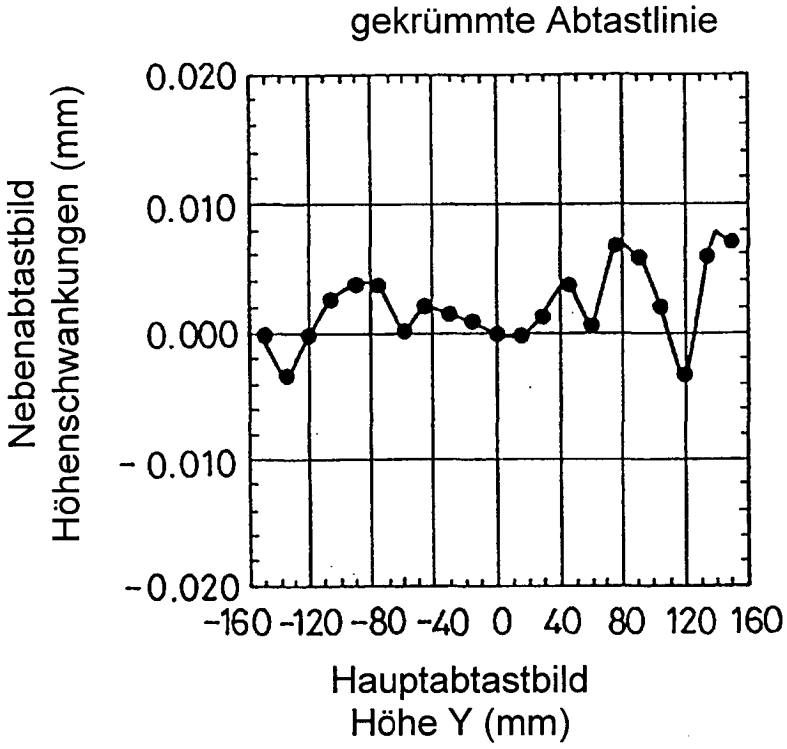

gekrümmte Abtastlinie
Nebenabtastbild
Höhenschwankungen (mm)
0.020
0.010
0.000
- 0.010
-0.020
-160 -120 -80 -40 0 40 80 120 160
Hauptabtastbild
Höhe Y (mm)

FIG. 11

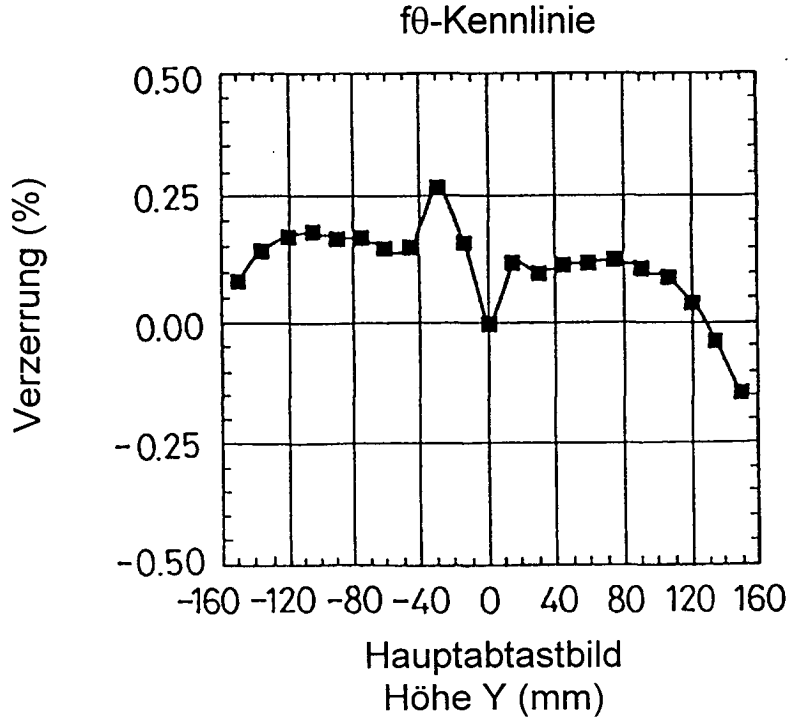
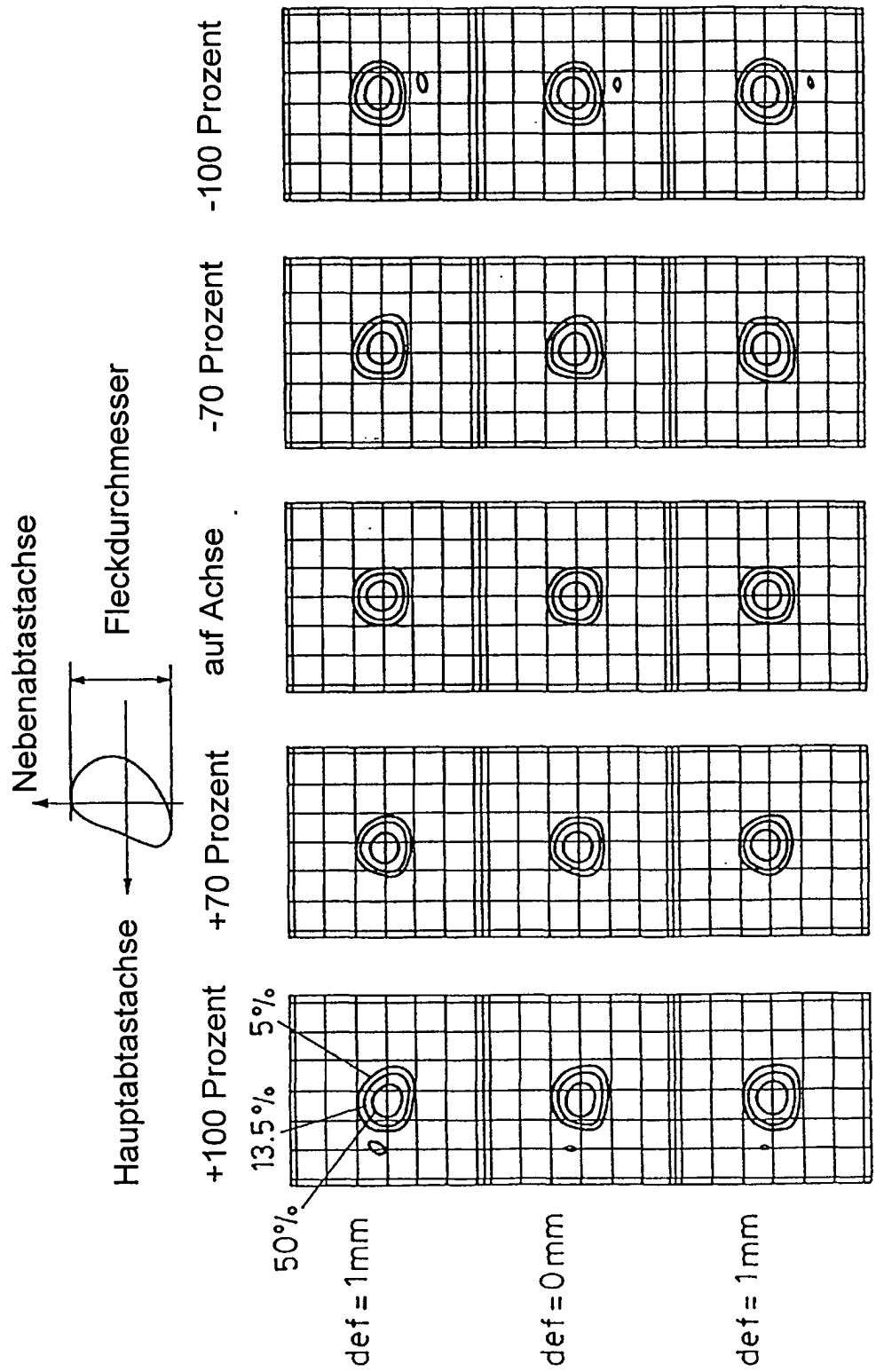

fθ-Kennlinie
Verzerrung (%)
0.50
0.25
0.00
-0.25
-0.50
-160 -120 -80 -40 0 40 80 120 160
Hauptabtastbild
Höhe Y (mm)

FIG. 12


Nebenabtastachse
Fleckdurchmesser
Hauptabtastachse
+100 Prozent
+70 Prozent
auf Achse
-70 Prozent
-100 Prozent
5%
13.5%
50%
def = 1mm
def = 0mm
def = 1mm

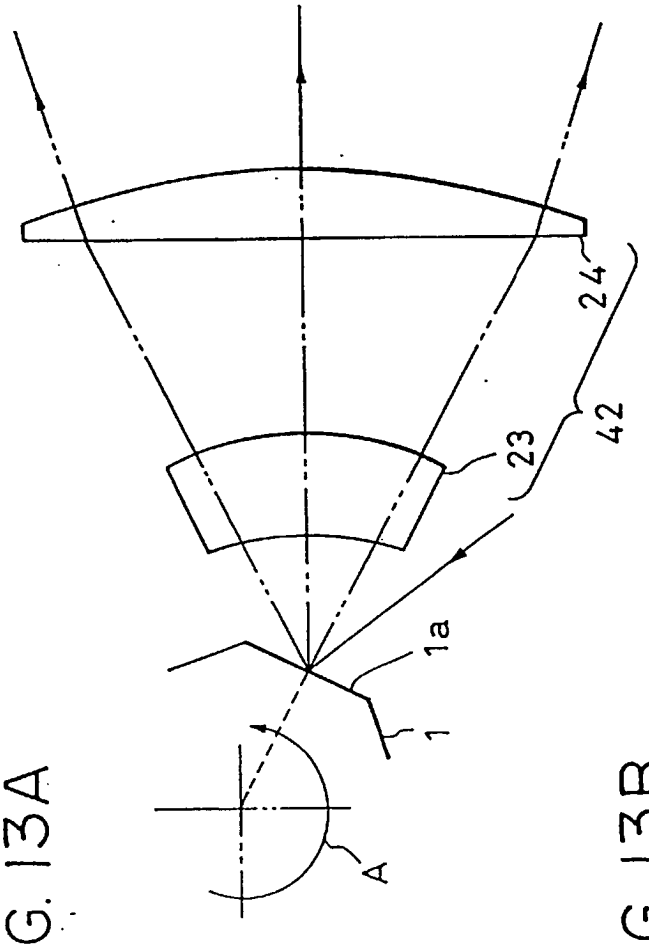


FIG. 13A

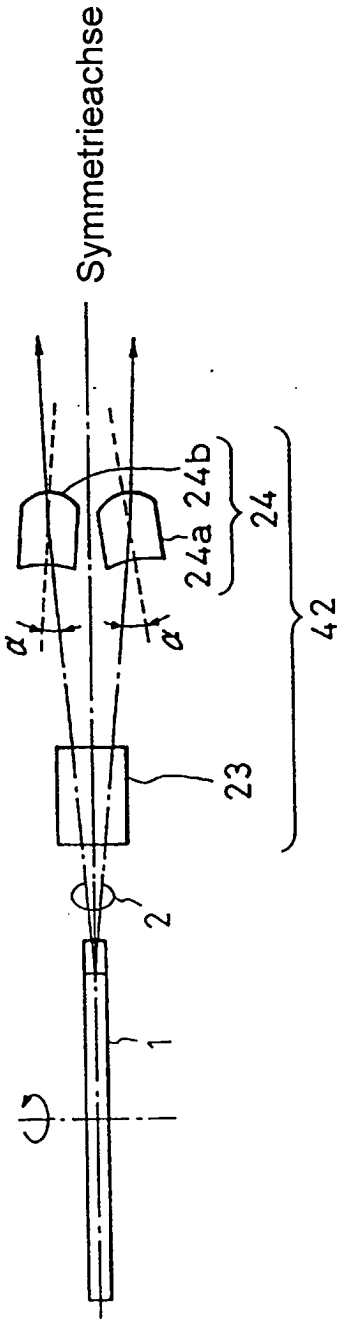


FIG. 13B

FIG. 14

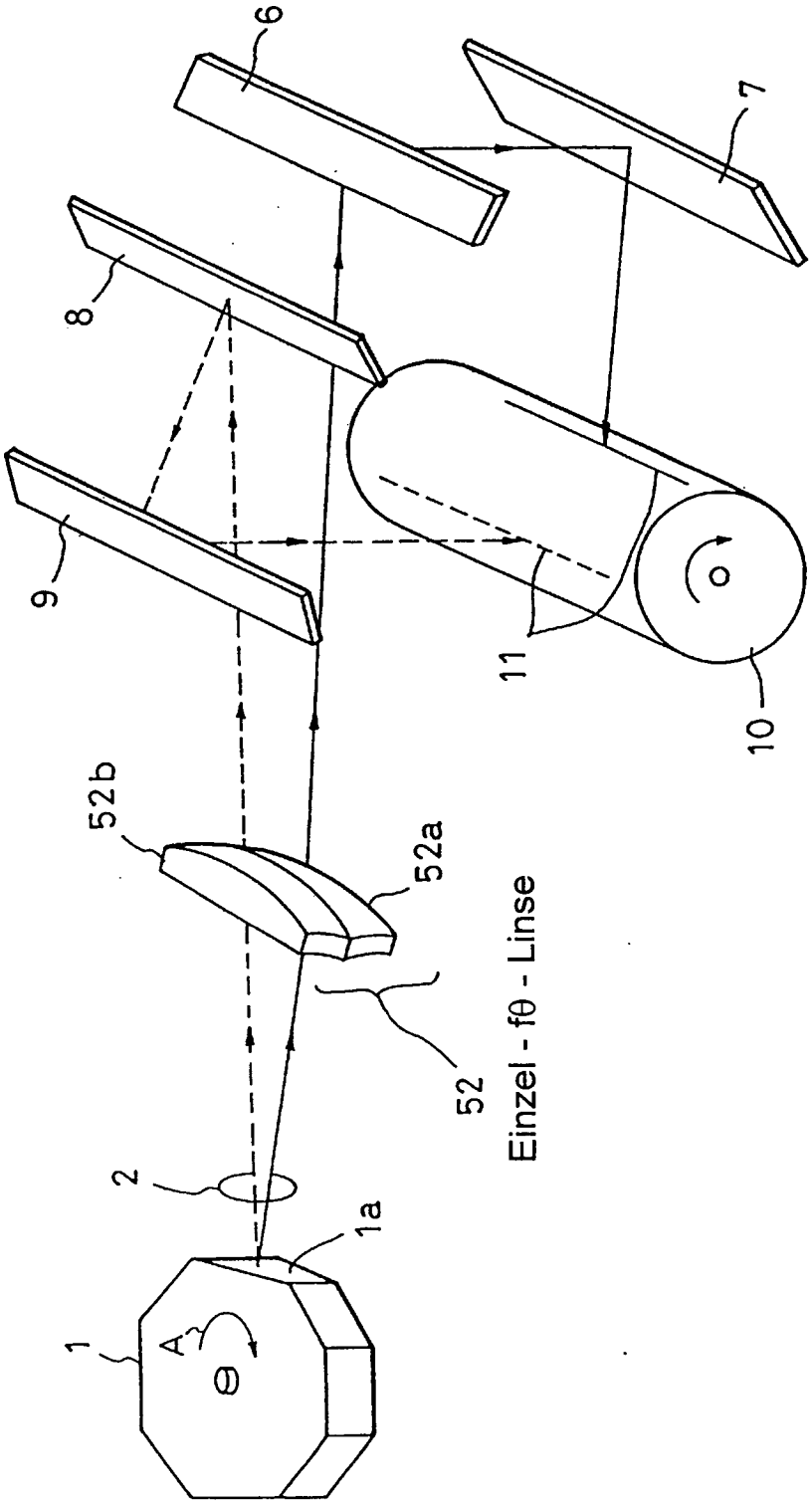


FIG. 15A

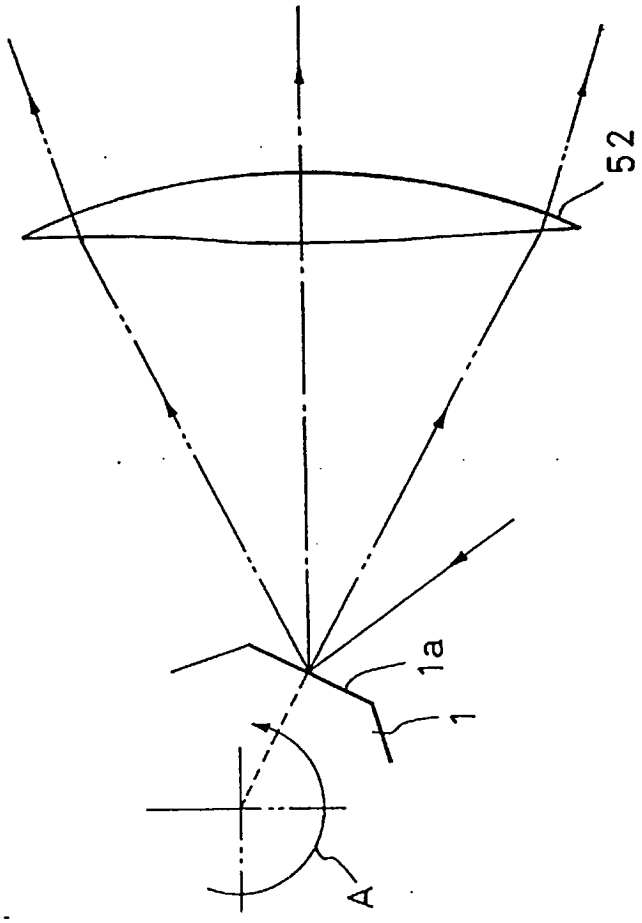
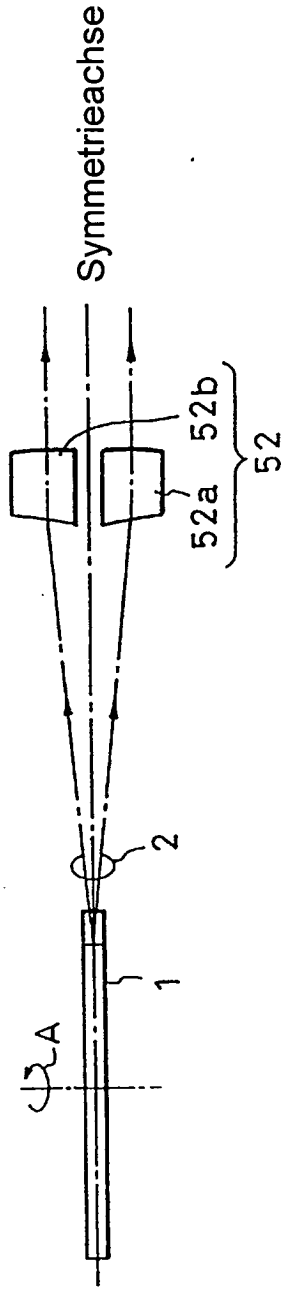


FIG. 15B



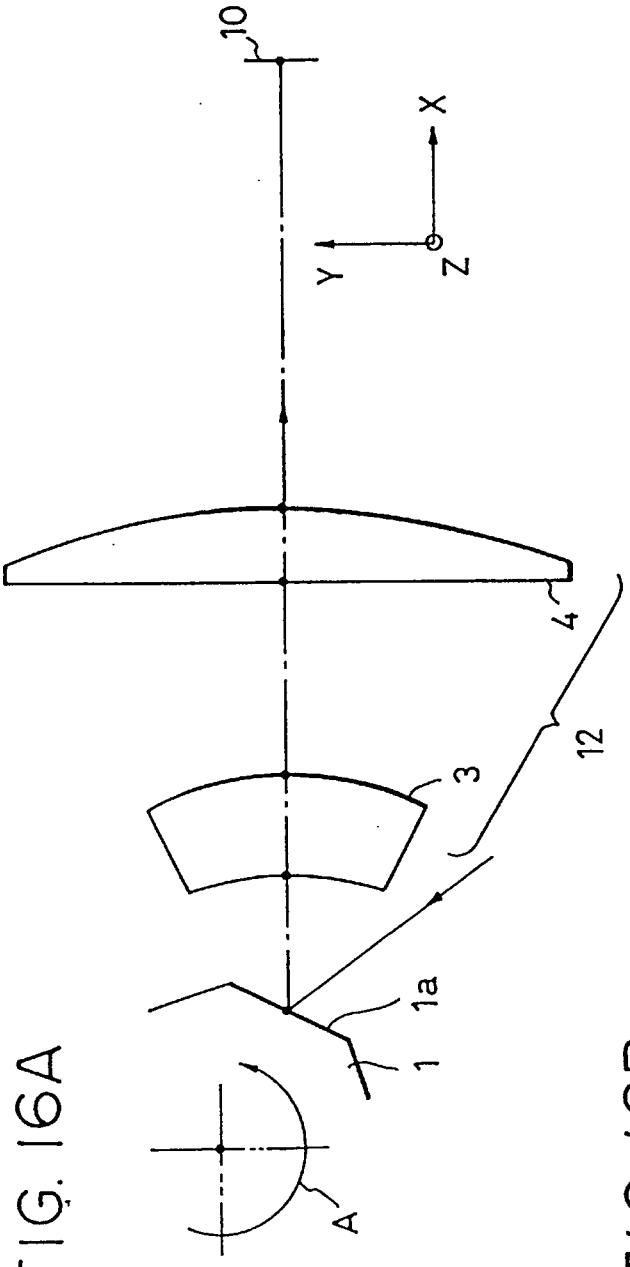


FIG. 16A

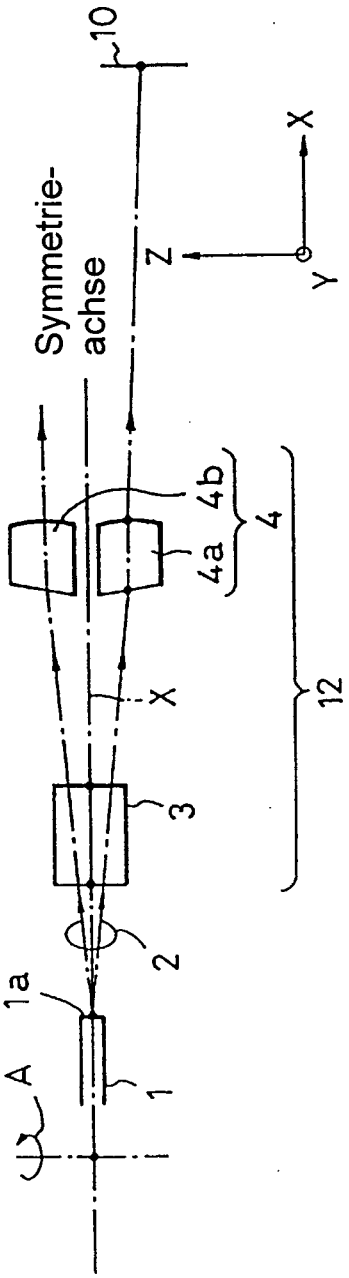


FIG. 16B