



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 28 313 T2** 2005.03.03

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 789 355 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G11B 7/135**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 28 313.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 101 333.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **29.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.08.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **31.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.03.2005**

(30) Unionspriorität:

**1593196      31.01.1996      JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**Pioneer Electronic Corp., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**Tachibana, Akihiro, Tsurugashima-shi,  
Saitama-ken, JP; Miura, Akira, Tokorozawa-shi,  
Saitama-ken, JP; Kurihara, Toshihiko,  
Tokorozawa-shi, Saitama-ken, JP**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Böck - Tappe -  
Kirschner, 97074 Würzburg**

(54) Bezeichnung: **Multifokale Linse, multifokale optische Abtastvorrichtung und optisches Informationswiedergabegerät**

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]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine optische Abtastvorrichtung zum Ausstrahlen eines Lichtstrahls als ein Licht zur Wiedergabe von Informationen auf ein Medium zur Aufzeichnung von Informationen, wie beispielsweise eine optische Diskette, auf welchem die Informationen durch Phasenvertiefungen oder magnetisch aufgezeichnet werden, und die Wiedergabe der Information durch das Detektieren des reflektierten Lichts von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Konstruktion eines Teils einer Objektivlinse zur Bündelung oder Fokussierung des Lichtstrahls zur Erzeugung eines Lichtpunkts, der eine optimale Größe auf der Wiedergabeposition des Mediums zur Aufzeichnung von Informationen aufweist.

**[0002]** Ein sogenanntes CD-(Compact Disk)/LD-(Laser Disk) kompatibles Abspielgerät, durch das sowohl CDs als auch LDs mit einem einzigen Abspielgerät wiedergegeben werden können, ist bekannt. Bei diesem CD/LD-kompatiblen Abspielgerät ist der Abstand von einer Oberfläche der Diskette zu der Informationsaufzeichnungsoberfläche (d.h. die Dicke der Schutzschicht) der CD genauso groß wie bei der LD (gewöhnlich 1,2 mm). Daher ist es bei Verwendung einer einzigen optischen Abtastvorrichtung zum Bündeln oder Fokussieren des Lichtstrahls auf eine Position des Brennpunkts möglich, beide Arten dieser optischen Disketten wiederzugeben.

**[0003]** Bekannt ist eine DVD (Digital Disk oder Versatile Disk) als Aufnahmemedium mit hoher Aufzeichnungsdichte, in welcher die Speicherkapazität verglichen mit der konventionellen CD deutlich verbessert ist und auf welcher ein Film etc. aufgenommen werden kann. Daher ist es wünschenswert, ein CD/DVD-kompatibles Wiedergabegerät zu entwickeln, das sowohl DVDs als auch CDs wiedergeben kann.

**[0004]** In diesem Fall ergibt ein Vergleich des Aufbaus von CD und DVD, dass aufgrund des Erfordernisses einer hohen Speicherdichte die Stärke der Schutzschicht der DVD ungefähr halb so groß wie die der CD (d.h. 0,6 mm) ist. Wenn daher versucht wird, diese beiden Arten von Disketten durch die Verwendung einer optischen Abtastvorrichtung mit nur einem Brennpunkt wiederzugeben, zum Beispiel, wenn der Lichtstrahl optimal für die DVD gebündelt oder fokussiert wird, wird dabei eine Abweichung, beispielsweise eine sphärische Abweichung, des Lichtstrahls in Bezug auf die CD erzeugt, weil die Schutzschicht der CD, die der Lichtstrahl passiert, dicker ist als diejenige der DVD. Dies führt zu dem Problem, dass der Lichtstrahl in Bezug auf die CD nicht optimal gebündelt oder fokussiert werden kann.

**[0005]** Weiterhin sind die CD und die DVD unterschiedlich gestaltet betreffend die Größe der Informationsvertiefungen, die zur Aufzeichnung der Informationen geformt sind (konkreter ausgedrückt: die Länge der kürzesten der Informationsvertiefungen der CD beträgt etwa 0,87  $\mu\text{m}$ , wohingegen die Länge der kürzesten Vertiefung der DVD etwa 0,4  $\mu\text{m}$  beträgt). Zum präzisen Lesen der Informationsvertiefungen dieser beiden Arten von Disketten ist es daher notwendig, einen Lichtpunkt auf der CD oder der DVD zu bilden, der eine optimale Größe in Bezug auf die Größe der Informationsvertiefung beider Arten von wiederzugebenden Disketten aufweist.

**[0006]** Hierbei ist die Größe (Durchmesser) des Lichtpunkts proportional zum Verhältnis der Wellenlänge des Lichtstrahls zur numerischen Apertur der Objektivlinse zum Bündeln oder Fokussieren des Lichtstrahls auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche. Denn unter der Voraussetzung, dass die Wellenlänge des Lichtstrahls konstant gehalten wird, verkleinert sich die Größe des Lichtpunkts bei Vergrößerung der numerischen Apertur. In dem Fall, dass die CD und die DVD durch eine optische Abtastvorrichtung mit nur einem Brennpunkt wiedergegeben werden, die Wellenlänge des Lichtstrahls konstant gehalten wird und die numerische Apertur für die Informationsvertiefung zum Beispiel der DVD passend eingestellt wird, wird der Lichtpunkt für die Informationsvertiefung der CD daher so klein, dass sich eine Verzerrung des wiedergegebenen Signals der CD ergibt, so dass es schwierig ist, die Informationsvertiefung der CD präzise zu lesen, was ein weiteres Problem darstellt.

**[0007]** Um die oben beschriebenen Probleme zu lösen, wird daher eine optische Abtastvorrichtung der bifokalen Art vorgeschlagen mit einer bifokalen Linse, die in der Lage ist, zwei Lichtstrahlen auszustrahlen, die auf einer geraden Linie an verschiedenen Positionen fokussiert werden und zwei Lichtpunkte bilden, die geeignete Größen für die Informationsvertiefungen sowohl der CD als auch der DVD aufweisen. Diese bifokale Linse wird hier im Detail beschrieben.

**[0008]** Die bifokale Linse wird durch die Anordnung eines Beugungselements und einer Objektivlinse auf einer optischen Achse gebildet. Die bifokale Linse separiert den Lichtstrahl, der von einer Laserdioden emittiert wird, von einem Halbspiegel reflektiert wird und der durch eine Kollimatorlinse in einen parallelen Lichtstrahl übergeführt wird, mittels des Beugungselements in drei Lichtstrahlen, d.h. das Licht nullter Ordnung und die Lichter der Ordnungen  $\pm 1$ , und fokussiert das Licht nullter Ordnung und das Licht der Ordnung  $+1$  auf unterschiedliche Positionen auf derselben optischen Achse unter Ausnutzung der optischen Eigenschaften, dass sich die Brennweite des Lichts nullter Ordnung und die Brennweite des Lichts der Ordnung  $+1$  voneinander unterscheiden. Dabei

wird eine Komponente aus dem Lichtstrahl, die das Beugungselement passiert hat, zu einem Licht nullter Ordnung, während eine Komponente, die durch die Beugungsstruktur des Beugungselements gebeugt wurde, zu einem Licht der Ordnung +1 wird.

**[0009]** Konkreter ausgedrückt ist betreffend den Brennpunkt die bifokale Linse in der Weise konstruiert, dass das Licht der Ordnung +1 auf eine von der Objektivlinse weiter entfernte Position fokussiert wird als das Licht nullter Ordnung und dass das Licht nullter Ordnung optimal auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche der DVD gebündelt oder fokussiert wird, während das Licht der Ordnung +1 optimal auf die Informationsaufzeichnungsoberfläche der CD gebündelt und/oder fokussiert wird.

**[0010]** Dabei wird hier die Beugungsstruktur, welche das Licht der Ordnung +1 aus dem Lichtstrahl erzeugt, innerhalb eines kleineren Bereiches als der Blendendurchmesser der Objektivlinse (d.h. des Eingabebereichs des Lichtstrahls) aufgebracht. Daher tritt die Beugung nicht in dem Abschnitt des Beugungselements auf, in welchem die Beugungsstruktur nicht aufgebracht wurde, so dass der gesamte Lichtstrahl, der in diesem Abschnitt auftritt, zu einem transmittierten Licht wird (d.h. ein Licht nullter Ordnung). Aufgrund dieser Konstruktion ist es möglich, die numerische Apertur im Hinblick auf das Licht nullter Ordnung (d.h. den Lichtstrahl für die DVD) zu erhöhen, während es gleichzeitig möglich ist, die numerische Apertur im Hinblick auf das Licht der Ordnung +1 zu verringern, um eine für eine CD geeignete numerische Apertur zu bilden, weil das Licht der Ordnung +1 nur in dem Bereich erzeugt wird, in dem die Beugungsstruktur aufgebracht wurde.

**[0011]** Anders ausgedrückt wird die Beugungsstruktur in dem Bereich gebildet, der die numerische Apertur (NA) aufweist, die der Größe des Lichtpunkts entspricht, durch den die Informationen von der CD präzise gelesen werden können.

**[0012]** Durch die Verwendung dieser bifokalen Linse ist es möglich, sowohl CDs als auch DVDs mit nur einer einzigen optischen Abtastvorrichtung wiederzugeben.

**[0013]** Dabei sind bei der oben beschriebenen bifokalen Linse das Beugungselement und die Objektivlinse auf demselben Strahlengang angeordnet, zur Ausbildung der bifokalen Linse, indem das Beugungselement und die Objektivlinse als eine einzige Linse verwendet werden.

**[0014]** Andererseits ist, wie in **Fig. 8**, in der ein partieller Querschnitt eines Beugungselementes gezeigt ist, dargestellt, das Beugungselement, welches für die oben beschriebene bifokale Linse verwendet wird, mit Folgendem ausgestattet: einem Beugungs-

bereich (der Beugungsstruktur), wo eine Vielzahl von Beugungsoberflächen koaxial aufgebracht werden; und einem Transmissionsbereich, der an einer Außenseite des Beugungsbereiches ausgebildet wird und bei dem der einfallende Lichtstrahl L so wie er ist, durchgelassen wird. Die Beugungsoberflächen HR sind miteinander durch abgestufte Oberflächen HC verbunden, die die stufenförmigen Abschnitte bilden. Der Querschnitt der Beugungsoberflächen HR und der abgestuften Oberflächen HC weist eine sägezahnförmige Gestalt auf, derart, dass die abgestuften Oberflächen HC im Wesentlichen senkrecht zu der Einfalloberfläche HI auf der Seite angeordnet sind, auf der der Lichtstrahl L einfällt. Die Herstellung dieses Beugungselements H erfolgt durch die Ausbildung der Beugungsoberflächen HR direkt auf dem Material des Beugungselements H unter Verwendung eines Diamantschleifers oder durch die Bildung einer Form, welche eine Gestalt aufweist, die den Beugungsoberflächen HR entspricht, und durch das Gießen des Materials des Beugungselements H, beispielsweise Harz, Polymer etc., in die Form.

**[0015]** Geht man jedoch von dem Fall aus, dass die auf der DVD aufgezeichneten Informationen unter Verwendung der oben beschriebenen bifokalen Linse wiedergegeben werden, werden das Licht der Ordnung +1, das Licht der Ordnung -1 und die anderen Lichter höherer Ordnung, die alle nicht für die Wiedergabe der Informationen von der DVD notwendig sind, im Beugungsbereich des Beugungselements H auf andere Weise erzeugt als das Licht nullter Ordnung, das für die Wiedergabe der Informationen von der DVD erforderlich ist. Da das Zentrum des Beugungselements H und das Zentrum der Objektivlinse R relativ zueinander auf dem selben Strahlengang angeordnet sind, werden die von der optischen Diskette reflektierten Lichter der Lichter der Ordnung  $\pm 1$  und der Lichter der höheren Ordnungen auf einer Position, die dem reflektierten Licht nullter Ordnung entspricht, auf dem Fotodetektor innerhalb der optischen Abtastvorrichtung des bifokalen Typs gebündelt.

**[0016]** Dieser Aspekt wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 9A bis 9C** genauer beschrieben. In den **Fig. 9A bis 9C** sind die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse R und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements H so angeordnet, dass sie zusammenfallen, und jede der Linsenoberflächen der Objektivlinse R und des Beugungselements H ist der Einfachheit halber jeweils durch eine eigene Linie dargestellt.

**[0017]** Wie **Fig. 9A** zeigt, wird das Licht nullter Ordnung  $L_0$  beim Auftreffen auf eine Informationsaufzeichnungsoberfläche DD der DVD durch die Informationsaufzeichnungsoberfläche DD reflektiert, passiert denselben Strahlengang wie vor dem Auftreffen auf die Informationsaufzeichnungsoberfläche DD und wird weiter hin zum Fotodetektor reflektiert. Aller-

dings passiert in diesem Fall, wie in **Fig. 9B** dargestellt, das Licht der Ordnung  $-1$   $L_{-1}$ , nachdem es von der Informationsaufzeichnungsoberfläche DD reflektiert worden ist, denselben Strahlengang wie das einfallende Licht der Ordnung  $+1$ , trifft dann auf das Lichtbeugungselement H, wird durch das Beugungselement H gebeugt und trifft auf den Fotodetektor durch den gleichen Strahlengang wie das Licht nullter Ordnung  $L_0$ .

**[0018]** Auf die gleiche Art wie in **Fig. 9C** dargestellt passiert das Licht der Ordnung  $+1$   $L_{+1}$ , nachdem es von der Informationsaufzeichnungsoberfläche DD reflektiert worden ist, denselben Strahlengang wie das einfallende Licht der Ordnung  $-1$ , trifft auf das Lichtbeugungselement H, wird durch das Beugungselement H gebeugt und trifft auf den Fotodetektor durch den gleichen Strahlengang wie das Licht nullter Ordnung  $L_0$ . Folglich werden die Komponenten, die auf den reflektierten Lichtern der Ordnungen  $\pm 1$   $L_{\pm 1}$  und den Lichtern höherer Ordnungen basieren, als Rauschanteil in das Erkennungssignal gemischt, das auf dem reflektierten Licht nullter Ordnung  $L_0$  basiert und das als Originalsignal zu detektieren ist.

**[0019]** Unter der Voraussetzung, dass die Beugungseffizienz für das Licht nullter Ordnung  $L_0$  und das Licht der Ordnung  $+1$   $L_{+1}$  40 % beträgt, und dass die Beugungseffizienz des Lichts der Ordnung  $-1$   $L_{-1}$  4 % beträgt, beträgt die Lichtintensität des reflektierten Lichts nullter Ordnung  $L_0$ , das als Originalsignal detektiert werden soll, etwa 16 % in Bezug auf den Originallichtstrahl L, während die Lichtintensität der anderen Lichter, die nicht detektiert werden sollen, bei etwa 3,2 % liegt. Das heißt, das Verhältnis der Lichtintensitäten des als Originalsignal zu detektierenden reflektierten Lichts im Verhältnis zu den anderen reflektierten Lichtern ist 5 : 1. Daher wird die Komponente des Erkennungssignals, die auf den vom Licht nullter Ordnung  $L_0$  verschiedenen, nicht zu detektierenden reflektierten Lichtern basiert, zum Rauschen in dem RF-(Radiofrequenz-) Signal, das auf dem Erkennungssignal während der Erzeugung des RF Signals basiert, und ist ursächlich für eine Instabilität der Servo-Brennpunktregelung (Hereinziehen des Servobrennpunktes etc.).

**[0020]** Da das oben beschriebene Beugungselement H einen Beugungsbereich (Beugungsstruktur) und einen Transmissionsbereich aufweist, nimmt bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD andererseits die Lichtintensität des transmittierten Lichts (d.h. des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ ), also der Lichtstrahl, der der Dicke der Schutzschicht der DVD entspricht, beim Durchgang durch den Beugungsbereich wie in **Fig. 10A** gezeigt erheblich ab. Im Ergebnis vergrößert sich, wie in **Fig. 10B** gezeigt, jeder Seitenlappen des Lichtstrahls für die DVD, welcher durch die Objektivlinse R auf der DVD gebündelt wird, so dass sich ein unerwünschter Einfluss auf den

Fokussierzustand des Hauptlappens auf der DVD ergibt und das wiedergegebene Signal der DVD mit Sicherheit beeinträchtigt wird; was ein weiteres Problem darstellt.

**[0021]** Weiterhin ist die Verwendung einer scharfkantigen Schneide (z.B. eines Bit) B', wie in **Fig. 11** gezeigt, zur Ausbildung des Beugungselements H notwendig, weil sich bei der Form des Querschnitts des oben beschriebenen Beugungselements H der abgestufte Abschnitt HC im Wesentlichen senkrecht zur Einfallsoberfläche HI befindet, wie in **Fig. 8** dargestellt. Daher besteht ein weiteres Problem darin, dass die Kante der Schneide B' leicht brechen kann, die Effizienz des Verfahrens ziemlich gering ist und die Sicherheit beeinträchtigt ist. Da ein vorspringender Abschnitt P' des sägezahnförmigen Bereichs zugespitzt wird, kann außerdem das auf diese Weise hergestellte Beugungselement H leicht an diesem vorspringenden Abschnitt P' brechen, was ein weiteres Problem darstellt.

**[0022]** Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher die Bereitstellung einer multifokalen Linse, wie beispielsweise einer bifokalen Linse, einer optischen Abtastvorrichtung des multifokalen Typs, die mit multifokalen Linsen ausgestattet ist, und eines optischen Informationswiedergabegeräts, das mit der optischen Abtastvorrichtung ausgestattet ist, wodurch eine Reduzierung der Detektion des unnötigen reflektierten Lichts, wie beispielsweise Beugungslicht der Ordnung  $\pm 1$  und Beugungslicht höherer Ordnungen, auf dem Fotodetektor bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD ermöglicht wird, während gleichzeitig der Seitenlappen des Lichtstrahls für die DVD reduziert wird.

**[0023]** Der oben bezeichnete Gegenstand der vorliegenden Erfindung kann realisiert werden durch eine erste multifokale Linse gemäß Anspruch 1, die Folgendes aufweist: ein Beugungselement, welches eine Oberfläche für einfallendes Licht und eine Oberfläche für austretendes Licht zur Beugung eines Lichtstrahls, der von außen auf die Oberfläche für einfallendes Licht auftrifft, aufweist und welches eine Vielzahl von gebeugten Lichtstrahlen ausgehend von der Oberfläche für austretendes Licht erzeugt; ein Lichtbündelungselement zum Bündeln der erzeugten gebeugten Lichtstrahlen jeweils auf eine Vielzahl von Brennpunkten, die sich in ihrer Position voneinander unterscheiden; und einen Hauptkörper zur Aufnahme des Beugungselements und des Lichtbündelungselements. Eine zentrale Achse des Beugungselements und eine zentrale Achse des Lichtbündelungselements sind derart gegeneinander versetzt angeordnet, dass ein Strahlengang eines reflektierten Lichts, das unter einer Vielzahl von reflektierten Lichtern der gebündelten gebeugten Lichtstrahlen, die von einem Medium zur Aufzeichnung von Informationen, auf dem die wiederzugebenden Informationen aufge-

zeichnet worden sind, reflektiert werden, zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, und die anderen Strahlengänge der anderen reflektierten Lichter unter der Vielzahl von reflektierten Lichtern gegeneinander versetzt angeordnet sind.

**[0024]** Übereinstimmend mit der ersten multifokalen Linse der vorliegenden Erfindung wird ein von außen auf die Oberfläche für einfallendes Licht einfallender Lichtstrahl, beispielsweise ein Laserstrahl, durch das Beugungselement, beispielsweise ein HOE (holografisches optisches Element), gebeugt und eine Vielzahl von gebeugten Lichtstrahlen wird an der Oberfläche für austretendes Licht erzeugt. Dann werden die erzeugten gebeugten Lichtstrahlen durch das Lichtbündelungselement, wie beispielsweise eine Objektivlinse, jeweils auf eine Vielzahl von Brennpunkten, die sich in ihrer Position voneinander unterscheiden, gebündelt. Das Beugungselement und das Lichtbündelungselement sind in dem Hauptkörper wie folgt angeordnet. Die zentrale Achse des Beugungselements und die zentrale Achse des Lichtbündelungselements sind derart gegeneinander versetzt angeordnet, dass ein Strahlengang eines reflektierten Lichts, das zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, und die anderen Strahlengänge der anderen reflektierten Lichter, die nicht zur Wiedergabe von Informationen verwendet werden, gegeneinander versetzt angeordnet sind. Daher überlappen sich das vorgenannte reflektierte Licht, das zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, und die anderen reflektierten Lichter, die nicht zur Wiedergabe von Informationen verwendet werden, nicht gegenseitig auf der Lichtempfangsvorrichtung. Folglich kann der schädliche Einfluss der anderen reflektierten Lichter, wie Streulichter oder Rauschen, auf das vorgenannte reflektierte Licht, das zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, bei der auf dem vorgenannten reflektierten Licht, das zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, basierenden Informationswiedergabe eliminiert werden.

**[0025]** In einer Ausführungsform der ersten multifokalen Linse der vorliegenden Erfindung ist das Medium zur Aufzeichnung von Informationen eine DVD (Digital Video oder Versatile Disk).

**[0026]** Entsprechend dieser Ausführungsform überlappen sich im Fall der Wiedergabe der DVD das vorgenannte reflektierte Licht, das zur Wiedergabe von Informationen verwendet wird, und die anderen reflektierten Lichter, die nicht zur Wiedergabe verwendet werden, nicht gegenseitig auf der Lichtempfangsvorrichtung.

**[0027]** In einer anderen Ausführungsform der ersten multifokalen Linse der vorliegenden Erfindung ist die zentrale Achse des Beugungselements derart gegenüber der zentralen Achse des Lichtbündelungselements versetzt angeordnet, dass die bestrahlten

Positionen der anderen reflektierten Lichter außerhalb eines Lichtempfangsbereichs eines externen Lichtempfangsmittels zum Empfang des einen zu empfangenden Lichtes liegen.

**[0028]** Entsprechend dieser Ausführungsform gelangen die anderen reflektierten Lichter, die nicht zur Wiedergabe verwendet werden, nicht in die Lichtempfangsvorrichtung, so dass der schädliche Einfluss der anderen reflektierten Lichter, wie Streulichter und Rauschen, auf das vorgenannte reflektierte Licht, das zur Wiedergabe der Informationen verwendet wird, bei der Informationswiedergabe eliminiert werden kann.

**[0029]** In einer anderen Ausführungsform der ersten multifokalen Linse der vorliegenden Erfindung weist das Beugungselement an der Oberfläche für austretendes Licht eine Vielzahl von Beugungsoberflächen und eine Vielzahl von abgestuften Oberflächen auf, die jeweils eine Vielzahl der vorgenannten Beugungsoberflächen verbinden, so dass ein Querschnittsprofil der Oberfläche für austretendes Licht eine Sägezahnform aufweist. Jede der vorgenannten abgestuften Oberflächen in dem Querschnittsprofil ist an einem das Zentrum bildenden vorstehenden Abschnitt der Sägezahnform in einer Richtung entgegengesetzt zu einer der Beugungsflächen, mit denen jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt verbunden ist, so geneigt, dass ein Winkel zwischen einer Geraden, die durch jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt geht, und einer Geraden senkrecht zu der Oberfläche für eintretendes Licht ein festgelegter Winkel  $\theta$  ( $\theta > 0$ ) ist.

**[0030]** Entsprechend dieser Ausführungsform ist es für den Fall des direkten Zuschneidens der Beugungsoberflächen und der abgestuften Oberflächen mittels mechanischer Zuschneidemethoden etc. oder für den Fall des Ausbilders einer Form, die eine Gestalt aufweist, die den Beugungsoberflächen und den abgestuften Oberflächen entspricht, mittels mechanischer Zuschneidemethoden etc., und des Modellierens des Materials des Beugungselements, wie beispielsweise Harz, Polymer etc., in die Form nicht notwendig, eine scharfkantige Schneide (z.B. ein scharfkantiges Bit) für den Zuschneideprozess zu verwenden. Daher ist es möglich, die Wahrscheinlichkeit des Brechens oder des Spaltens des spitzen Bereichs der Schneide oder des Bit zu reduzieren, was eine Verbesserung der Sicherheit und der Effizienz des Herstellungsverfahrens des Beugungselements zur Folge hat. Da der vorspringende Bereich der sägezahnförmigen Gestalt nicht angespitzt ist, ist es ferner auch möglich, die Wahrscheinlichkeit des Brechens oder des Spaltens der Oberfläche für austretendes Licht des Beugungselements selbst zu reduzieren.

**[0031]** In einer anderen Ausführungsform der ersten multifokalen Linse der vorliegenden Erfindung bündelt das vorgenannte Lichtbündelungselement die erzeugte Vielzahl der Lichtstrahlen auf zwei Brennpunkte.

**[0032]** Entsprechend dieser Ausführungsform ist die Wiedergabe von Informationen von zwei verschiedenen Arten von Medien zur Aufzeichnung von Informationen (einschließlich der oben beschriebenen Medien zur Aufzeichnung von Informationen), die unterschiedliche Abstände zwischen ihren äußeren Oberflächen und ihren Informationsaufzeichnungsoberflächen aufweisen, durch die Verwendung einer einzigen multifokalen Linse möglich.

**[0033]** Der oben beschriebene Zweck der vorliegenden Erfindung kann auch durch eine multifokale optische Abtastvorrichtung, wie sie in Anspruch 6 definiert ist, erreicht werden. Diese weist Folgendes auf: die oben beschriebene erste oder zweite multifokale Linse der vorliegenden Erfindung; ein Licht emittierendes Mittel zum Emittieren eines Lichtstrahls und Bestrahlen eines Mediums zur Aufzeichnung von Informationen, auf dem die wiederzugebenden Informationen aufgezeichnet worden sind, wobei der Lichtstrahl durch die vorgenannte multifokale Linse geht; und ein Licht empfangendes Mittel zum Empfang eines reflektierten Lichtes von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen durch die vorgenannte multifokale Linse und zum Erzeugen eines Lichterkennungssignals entsprechend dem empfangenen reflektierten Licht.

**[0034]** Entsprechend der multifokalen optischen Abtastvorrichtung der vorliegenden Erfindung wird der Lichtstrahl durch das Licht emittierende Mittel, wie beispielsweise eine Laserdiode, emittiert, und das Medium zur Aufzeichnung von Informationen wird mit dem emittierten Lichtstrahl durch die oben beschriebene multifokale Linse der vorliegenden Erfindung bestrahlt. Das reflektierte Licht wird dann durch die Lichtempfangsvorrichtung, wie beispielsweise ein Fotodetektor, von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen durch die oben beschriebene multifokale Linse der vorliegenden Erfindung empfangen. Das Lichterkennungssignal wird dann durch die Lichtempfangsvorrichtung entsprechend dem empfangenen reflektierten Licht erzeugt. Daher gibt es keinen schädlichen Einfluss der anderen reflektierten Lichter, wie Streulichter oder Rauschen, auf das Lichterkennungssignal, so dass das Rauschen im Lichterkennungssignal reduziert werden kann und das Servo-Verfahren, das auf dem Lichterkennungssignal basiert, unter stabilen Bedingungen durchgeführt werden kann.

**[0035]** Der oben beschriebene Zweck der vorliegenden Erfindung kann auch durch ein optisches Informationswiedergabegerät, wie es in Anspruch 1 defi-

niert ist, erreicht werden. Dieses weist Folgendes auf: die oben beschriebene multifokale Abtastvorrichtung der vorliegenden Erfindung; und eine Wiedergabeeinheit zur Wiedergabe der Informationen auf der Basis des erzeugten Lichterkennungssignals.

**[0036]** Entsprechend dem optischen Informationswiedergabegerät der vorliegenden Erfindung werden, wenn das Lichterkennungssignal durch die Lichtempfangsvorrichtung entsprechend dem empfangenen reflektierten Licht erzeugt wird, die Informationen durch die Wiedergabeeinheit auf der Basis des erzeugten Lichterkennungssignals wiedergegeben. Da das Rauschen im Lichterkennungssignal reduziert werden kann und das Servo-Verfahren basierend auf dem Lichterkennungssignal unter stabilen Bedingungen durchgeführt werden kann, können die Informationen gemäß der vorliegenden Erfindung präzise wiedergegeben werden.

**[0037]** Das Wesen, der Nutzen und weitere Eigenschaften dieser Erfindung werden durch die nachfolgende detaillierte Beschreibung im Hinblick auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, die nachfolgend kurz beschrieben sind, noch deutlicher veranschaulicht.

**[0038]** Fig. 1A ist eine schematische Darstellung eines optischen Informationswiedergabegeräts als eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0039]** Fig. 1B ist eine schematische Querschnittsansicht einer bifokalen Linse, die in dem optischen Informationswiedergabegerät aus Fig. 1A verwendet wird;

**[0040]** Fig. 2A ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD in der Ausführungsform darstellt;

**[0041]** Fig. 2B ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD in der Ausführungsform darstellt;

**[0042]** Fig. 3 ist eine Draufsicht auf einen Fotodetektor zur Darstellung der Ausstrahlungsposition jedes Lichtstrahls in der Ausführungsform;

**[0043]** Fig. 4A ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  bei der Wiedergabe der Informationen von der CD in der Ausführungsform darstellt;

**[0044]** Fig. 4B ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der CD in der Ausführungsform darstellt;

**[0045]** Fig. 4C ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der CD in der Ausführungsform darstellt;

**[0046]** Fig. 5 ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Aufbaus eines Beugungselements in der Ausführungsform;

**[0047]** Fig. 6A ist eine partielle Querschnittsdarstellung und vergrößerte Ansicht des Beugungselements in der Ausführungsform;

**[0048]** Fig. 6B ist eine partielle Querschnittsdarstellung und weiter vergrößerte Ansicht des Beugungselements und eines Bit beim Zuschneiden des Beugungselements in der Ausführungsform;

**[0049]** Fig. 7 ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen einem Winkel  $\theta$  und der Beugungseffizienz jedes Lichtstrahls in der Ausführungsform;

**[0050]** Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht eines Beugungselements;

**[0051]** Fig. 9A ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD durch die bifokale Linse darstellt;

**[0052]** Fig. 9B ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD durch die bifokale Linse darstellt;

**[0053]** Fig. 9C ist eine schematische Darstellung, die einen Strahlengang des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD durch die bifokale Linse darstellt;

**[0054]** Fig. 10A ist eine grafische Darstellung, die die Beziehung zwischen einer Lichtintensität in einem Beugungsbereich und einem Transmissionsbereich des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  darstellt;

**[0055]** Fig. 10B ist eine grafische Darstellung, die die Beziehung zwischen einem Hauptstrahl und einem Seitenstrahl des Lichtstrahls im Fall der DVD darstellt;

**[0056]** Fig. 11 ist eine partielle Querschnittsdarstellung und vergrößerte Ansicht des Beugungselements und eines Bit beim Zuschneiden des Beugungselements nach Fig. 11.

**[0057]** Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen werden nun Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 7 erläutert.

**[0058]** Zunächst wird anhand der Fig. 1A und 1B der Aufbau eines optischen Informationswiedergabegeräts als eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. In Fig. 1A wird ein optisches Informationswiedergabegerät gemeinhin für die Wiedergabe der Informationen von einer DVD und für die Wiedergabe der Informationen von einer CD verwendet. Fig. 1A zeigt ein Beispiel der Wiedergabe von Informationen von der DVD

**[0059]** Wie in Fig. 1A gezeigt, weist das optische Informationswiedergabegerät S eine Laserdiode D, ein Gitter 11, einen Halbspiegel M, eine Kollimatorlinse C, eine bifokale Linse 10 als Beispiel für eine multifokale Linse, eine Zylinderlinse 12, einen Fotodetektor 13 und einen Wiedergabeschaltkreis 14 auf.

**[0060]** Wie in Fig. 1B gezeigt, weist die bifokale Linse ein Beugungselement H, eine Objektivlinse R und einen Hauptkörper 10a, der das Beugungselement H und die Objektivlinse R aufnimmt, auf und ist so konstruiert, dass die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements mit einem Abstand d gegeneinander versetzt angeordnet sind und dass die zentrale Achse  $C_R$  und die zentrale Achse  $C_H$  parallel zueinander angeordnet sind.

**[0061]** Als nächstes wird die Funktionsweise des optischen Informationswiedergabegeräts erläutert.

**[0062]** Der von der Laserdiode D emittierte Lichtstrahl L wird partiell durch den Halbspiegel M reflektiert, wird durch die Kollimatorlinse C in ein parallel gerichtetes Licht umgewandelt und wird in die bifokale Linse 10 hineingeschickt. Anschließend wird der Lichtstrahl L durch das Beugungselement H in das Licht nullter Ordnung, die Lichter der Ordnungen  $\pm 1$  und die Lichter höherer Ordnungen gebeugt. In Fig. 1A ist der Strahlengang des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ , welches sich auf die Informationswiedergabe von der DVD 1 bezieht, dargestellt.

**[0063]** Das Licht nullter Ordnung  $L_0$ , das durch das Beugungselement H gebeugt wurde, wird durch die Objektivlinse R auf eine Informationsaufzeichnungsoberfläche DD der DVD 1 gebündelt und wird von der Informationsaufzeichnungsoberfläche DD reflektiert. Dann passiert das reflektierte Licht den Strahlengang genauso wie vor dem Auftreffen auf die Informationsaufzeichnungsoberfläche und wird erneut in das Beugungselement H hineingeschickt. Anschließend passiert das reflektierte Licht die Kollimatorlinse C und wird partiell durch den Halbspiegel übertragen. Nachdem das reflektierte Licht durch die Zylinderlinse 12 mit einem Astigmatismus versehen wurde, wird das reflektierte Licht in den Fotodetektor 13 hineingeschickt, und das Lichterkennungssignal, das dem detektierten reflektierten Licht entspricht, wird von dort herausgeschickt. Das Lichterkennungssignal wird in

den Wiedergabeschaltkreis **14** hineingeschickt, wo die für die Wiedergabe notwendigen Prozesse, wie die D/A-(Digital/Analog) Umwandlung, das De-Interleave, das Decodieren, die Fehlerkorrektur und so weiter, betreffend das Lichterkennungssignal durchgeführt werden, und wird als Wiedergabeergebnis herausgeschickt.

**[0064]** Hierbei wird der Fotodetektor **13** durch kreuzförmige („+“) Teilungslinien in vier Detektorabschnitte unterteilt. Von diesen vier Detektorabschnitten werden jeweils die Lichterkennungssignale der beiden einander gegenüberliegenden Detektorabschnitte zueinander addiert zwecks Verwendung bei der Fokus-Servokontrolle mittels der Astigmatismus-Methode. Auf der Basis eines Signals, das durch Addition aller Erkennungssignale der vier Detektorabschnitte erhalten wird, wird ein RF (Radiofrequenz)-Signal durch den Wiedergabeschaltkreis **14** erzeugt und als Wiedergabeergebnis herausgeschickt.

**[0065]** Andererseits ist die bifokale Linse **10**, wie oben erwähnt, derart aufgebaut, dass die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements mit einem Abstand  $d$  gegeneinander versetzt angeordnet sind und dass die zentrale Achse  $C_R$  und die zentrale Achse  $C_H$  parallel zueinander angeordnet sind. Da der Beugungswinkel des Beugungselements  $H$  in diesem Fall 0 Grad beträgt (d. h. es handelt sich nur um ein transmittiertes Licht), befinden sich betreffend das Licht nullter Ordnung  $L_0$  der auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche  $DD$  ankommende und der sich davon wieder entfernende Lichtgang relativ zueinander auf demselben optischen Strahlengang und das reflektierte Licht wird zum Fotodetektor **13** geschickt, wie in **Fig. 1A** gezeigt.

**[0066]** Als nächstes wird der Strahlengang der Lichter der Ordnungen  $+1 L_{-1}$  und  $L_{+1}$ , die durch das Beugungselement  $H$  in dem in **Fig. 1A** dargestellten optischen System gebeugt werden, unter Bezugnahme auf die **Fig. 2A** und **2B** erläutert. In den **Fig. 2A** und **2B** wird jede der Linsenoberflächen der Objektivlinse  $R$  bzw. des Beugungselements  $H$  der Einfachheit halber jeweils durch eine einzige Linie dargestellt.

**[0067]** Zuerst wird das Beispiel betreffend das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  erläutert. Wie in **Fig. 2A** gezeigt, passiert das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , das durch das Beugungselement  $H$  gebeugt wurde, nachdem es von der Informationsaufzeichnungsoberfläche  $DD$  reflektiert wurde, denselben Strahlengang wie das reflektierte Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ . Allerdings befindet sich das reflektierte Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  nach dem Passieren des Beugungselements  $H$  nicht senkrecht zum Beugungselement  $H$  wie im Fall des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ , sondern wird aus dem Beugungselement  $H$  mit einem vorgegebenen Winkel  $\varnothing$  heraus-

geschickt. Der Grund hierfür wird nachfolgend beschrieben.

**[0068]** Weil nämlich, wie in **Fig. 2A** gezeigt, die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse  $R$  und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements  $H$  mit einem Abstand  $d$  in der bifokalen Linse **10** gegeneinander versetzt angeordnet sind, ergibt sich dann, wenn das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , das durch das Beugungselement  $H$  gebeugt wurde, in die Objektivlinse  $R$  einfällt, keine symmetrische Beziehung zwischen der zentralen Achse  $C_R$  und der zentralen Achse  $C_H$ , im Gegensatz zu dem Fall, wenn die zentrale Achse  $C_R$  und die zentrale Achse  $C_H$  zusammenfallen. Deshalb wird der Beugungswinkel des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  bei der Objektivlinse  $R$  ebenfalls nicht symmetrisch bezogen auf die zentrale Achse  $C_R$ . Ferner wird das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , nicht auf einen Punkt auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche  $DD$  der DVD **1** gebündelt oder fokussiert und es wird reflektiert. Aus diesen Gründen befindet sich der Strahlengang des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  nach dem Passieren des Beugungselements  $H$  nicht senkrecht zu dem Beugungselement  $H$ , sondern wird aus dem Beugungselement  $H$  mit dem vorgegebenen Winkel  $\varnothing$  herausgeschickt. Weiterhin ist die von dem Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  bestrahlte Position auf dem Fotodetektor **13** verschieden von derjenigen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ . Dabei ist es entsprechend dem Wert des Abstands  $d$  zwischen der zentralen Achse  $C_R$  und der zentralen Achse  $C_H$  möglich, das reflektierte Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  auf die Außenseite des Lichtempfangsbereichs des Fotodetektors **13** zu lenken.

**[0069]** Andererseits wird, wie in **Fig. 2B** gezeigt, das Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , das durch das Beugungselement  $H$  gebeugt wurde, durch die Informationsaufzeichnungsoberfläche  $DD$  reflektiert und passiert denselben Strahlengang wie das reflektierte Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$ . Der Strahlengang dieses reflektierten Lichts wird von dem Beugungselement  $H$  mit einem vorgegebenen Winkel  $\varnothing'$  herausgeschickt, der sich von dem Fall des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  unterscheidet. Der Grund hierfür ist der gleiche wie im Fall des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$ . Da die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse  $R$  und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements  $H$  mit einem Abstand  $d$  in der bifokalen Linse **10**, wie in **Fig. 2B** gezeigt, gegeneinander versetzt angeordnet sind, wird dann, wenn das Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , das durch das Beugungselement  $H$  gebeugt wurde, in die Objektivlinse  $R$  einfällt, der Einfallswinkel des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , das durch das Beugungselement  $H$  gebeugt wurde, nicht symmetrisch zu der zentralen Achse  $C_R$ , wenn es in die Objektivlinse  $R$  einfällt. Deshalb wird auch der gebrochene Winkel des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , bei der Objektivlinse  $R$  nicht symmetrisch bezogen auf die zentrale Achse  $C_R$ . Ferner wird das Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$  nicht auf eine Stelle auf der Infor-



mationsaufzeichnungsoberfläche DD der DVD **1** gebündelt oder fokussiert, und es wird reflektiert. Aus diesen Gründen unterscheidet sich der Strahlengang des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  von demjenigen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  und die bestrahlte Position des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  auf dem Fotodetektor **13** ist ebenfalls unterschiedlich zu derjenigen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ .

**[0070]** Als nächstes werden die Bestrahlungsbedingungen des reflektierten Lichts jedes Lichtstrahls auf dem Fotodetektor **13** unter Bezugnahme auf **Fig. 3** erklärt. **Fig. 3** zeigt die Bedingung für den Empfang eines Lichts für den Fall, dass die Drei-Strahl-Methode als Spureinstellungs-Servokontroll-Methode für die Spureinstellung der Bestrahlungsposition des Lichtstrahls L auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche DD verwendet wird, bei welcher der Laserstrahl L, der von der Laserdiode D emittiert worden ist, in zwei Arten von Lichtstrahlen separiert wird, d.h. in einen ersten Lichtstrahl, der zur Erzeugung des RF-Signals und zur Fokus-Servokontrolle verwendet wird, und einen zweiten Lichtstrahl, der zur Spureinstellungs-Servokontrolle verwendet wird und in das Beugungselement H hineingeschickt wird. Daher werden auf dem Fotodetektor **13** nicht die reflektierten Lichter zur Erzeugung des RF-Signals und zur Fokus-Servokontrolle, sondern die zu der Spureinstellungs-Servokontrolle verwendeten reflektierten Lichter bestrahlt.

**[0071]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, weist der Fotodetektor **13** zur Durchführung der Spureinstellungs-Servokontrolle mittels der Drei-Strahl-Methode Folgendes auf: einen Haupt-Fotodetektor **20**, der in vier Fotodetektorabschnitte unterteilt ist, zum Empfang des reflektierten Lichts des Lichtstrahls, der zur Erzeugung des RF-Signals und zur Fokus-Servokontrolle verwendet wird, und untergeordnete Fotodetektoren **21** und **22** zum Empfang der reflektierten Lichter der Lichtstrahlen, die für die Spureinstellungs-Servokontrolle verwendet werden. Dann wird neben dem reflektierten Licht nullter Ordnung  $L_0$ , das durch das Beugungselement H gebeugt wurde, die Komponente des reflektierten Lichts, die zur Erzeugung des RF-Signals und zur Fokus-Servokontrolle verwendet wird, in den Haupt-Fotodetektor **20** eingegeben zur Ausbildung des Hauptlichtpunkts  $SP_0$ . Aus dem reflektierten Licht nullter Ordnung  $L_0$  werden auch die Komponenten des reflektierten Lichts, die für die Spureinstellungs-Servokontrolle verwendet werden, in die untergeordneten Fotodetektoren **21** und **22** eingegeben zur Ausbildung der untergeordneten Lichtpunkte  $SP_{01}$  bzw.  $SP_{02}$ .

**[0072]** Im Gegensatz hierzu bildet das reflektierte Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  die Lichtpunkte  $SP_{-1}$ ,  $SP_{-11}$  und  $SP_{-12}$  an der Außenseite des Lichtempfangsbereichs der untergeordneten Fotodetektoren **21** bzw. **22**, weil das reflektierte Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  den

Strahlengang passiert, der sich von demjenigen des reflektierten Lichts nullter Ordnung  $L_0$ , wie in **Fig. 2A** gezeigt, unterscheidet. In gleicher Weise bildet das reflektierte Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$  die Lichtpunkte  $SP_{+1}$ ,  $SP_{+11}$  und  $SP_{+12}$  an der Außenseite des Lichtempfangsbereichs des Haupt-Fotodetektors **20** und der untergeordneten Fotodetektoren **21** bzw. **22**, weil das reflektierte Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$  den Strahlengang passiert, der sich von demjenigen des reflektierten Lichts nullter Ordnung  $L_0$ , wie in **Fig. 2B** gezeigt, unterscheidet.

**[0073]** Dabei ist der vorgegebene Abstand d (siehe **Fig. 1B**), welcher dem gegeneinander versetzten Abstand zwischen der zentralen Achse  $C_R$  der Objektivlinse R und der zentralen Achse  $C_H$  des Beugungselements H entspricht, so eingestellt, dass keines der reflektierten Lichter der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und der reflektierten Lichter der Ordnung  $-1 L_{-1}$  in den Haupt-Fotodetektor **20** oder in die untergeordneten Fotodetektoren **21** bzw. **22** eingegeben wird. Konkreter ausgedrückt wird der Abstand d auf beispielsweise etwa 0,2 mm festgesetzt.

**[0074]** Die Richtung des Versatzes der zentralen Achse  $C_H$  bezogen auf die zentrale Achse  $C_R$  wird derart eingestellt, dass keines der reflektierten Lichter der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und der reflektierten Lichter der Ordnung  $-1 L_{-1}$  in den Haupt-Fotodetektor **20** oder die untergeordneten Fotodetektoren **21** bzw. **22** eingegeben wird, wie in **Fig. 3** gezeigt.

**[0075]** Bei der Methode der Spureinstellungs-Servokontrolle besteht keine Notwendigkeit, den Lichtstrahl L in drei Strahlen aufzuteilen, wenn die Schub- und Zug-Methode angewendet wird, bei der die Spureinstellungs-Servokontrolle auf der Basis des Differentialsignals zwischen den Signalen, die jeweils durch die Addition der Lichterkennungssignale der jeweils angrenzenden Fotodetektorabschnitte der vier unterteilten Fotodetektorabschnitte erhalten werden, durchgeführt wird. Daher sind dann die untergeordneten Fotodetektoren **21** und **22** für den Fotodetektor **13** nicht notwendig. Ferner kann in diesem Fall die Richtung des Versatzes der zentralen Achse  $C_H$  bezogen auf die zentrale Achse  $C_R$  beliebig eingestellt werden, solange keines der reflektierten Lichter der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und der reflektierten Lichter der Ordnung  $-1 L_{-1}$  auf die Lichtempfangsoberfläche des Haupt-Fotodetektors **20** einfällt.

**[0076]** Ferner gilt für die gebeugten Lichter der höheren Ordnungen, d. h. Lichter der Ordnungen  $+2$  und höher, das Gleiche wie für das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  oder das Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , nämlich, dass sie in Richtungen, die von derjenigen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  verschieden sind, gestreut werden, so dass die reflektierten Lichter von den Lichtern höherer Ordnungen nicht auf dem Fotodetektor **13** auftreffen.

**[0077]** Als nächstes wird das Verfahren zur Wiedergabe von Informationen, die auf der CD aufgenommen wurden, unter Verwendung des optischen Informationswiedergabegeräts S unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A bis 4C** erläutert. In den **Fig. 4A bis 4C** sind die Strahlengänge des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  und der Ordnungen  $\pm 1 L_{-1}$  und  $L_{+1}$  dargestellt, in dem Fall, wenn die auf der CD aufgenommenen Informationen unter Verwendung des Informationswiedergabegeräts S wiedergegeben werden. In den **Fig. 4A bis 4C** wird jede der Linsenoberflächen der Objektivlinse R und des Beugungselements H der Einfachheit halber jeweils durch eine einzige Linie dargestellt.

**[0078]** Zunächst wird, wie in **Fig. 4B** gezeigt, das Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , das für die Wiedergabe der Informationen von der CD verwendet wird, durch das Beugungselement H gebeugt, von der Informationsaufzeichnungsoberfläche DC der CD reflektiert, erneut durch das Beugungselement H gebeugt, passiert denselben Strahlengang wie vor der Reflexion und wird in den Fotodetektor **13** hineingeschickt. Auf der Basis dieses einfallenden Lichts werden die Erzeugung des RF-Signals, die Fokus-Servokontrolle und die Spureinstellungs-Servokontrolle durchgeführt.

**[0079]** Andererseits, wie in den **Fig. 4A und 4C** gezeigt, passieren das Licht nullter Ordnung  $L_0$  und das Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , die durch das Beugungselement H gebeugt wurden, direkt den Brennpunkt, werden von der Informationsaufzeichnungsoberfläche DC der CD reflektiert, passieren den Strahlengang der Lichter höherer Ordnung, werden erneut durch das Beugungselement H gebeugt und werden durch das Beugungselement H mit einem vorgegebenen Winkel  $\omega$  bzw.  $\omega'$ , die dem gegeneinander versetzten Abstand zwischen der zentralen Achse  $C_R$  und der zentralen Achse  $C_H$  entsprechen, ausgegeben. Dabei trifft keines der reflektierten Lichter des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  und des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , die das Beugungselement H verlassen, auf den Haupt-Fotodetektor **20** oder die untergeordneten Fotodetektoren **21 und 22** des Fotodetektors **13**. Der Grund, warum diese reflektierten Lichter des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  und des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  das Beugungselement H mit dem vorgegebenen Winkel  $\omega$  und  $\omega'$  verlassen, ist der gleiche wie in dem Fall der Wiedergabe der Informationen von der DVD, nämlich, dass die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse R und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements H in der bifokalen Linse **10** gegeneinander versetzt angeordnet sind.

**[0080]** Dabei werden in der gleichen Weise bei der Wiedergabe der Informationen von der DVD die Beugungslichter der höheren Ordnungen, d. h. der Ordnung  $+2$  oder höher, in Richtungen gestreut oder ausgegeben, die von denjenigen des reflektierten Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  verschieden sind. Daher unter-

scheiden sich die bestrahlten Positionen der reflektierten Lichter höherer Ordnungen auf dem Fotodetektor **13** von denjenigen des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$ .

**[0081]** Als nächstes wird der Aufbau des Beugungselements H unter Bezugnahme auf die **Fig. 5 bis 7** näher erläutert. Das Beugungselement H wird hergestellt durch direktes Zuschneiden der Beugungsoberflächen HR und der abgestuften Oberflächen HC mittels mechanischer Zuschneidemethoden etc. oder durch die Ausbildung einer Form, welche in ihrer Gestalt den Beugungsoberflächen HR und den abgestuften Oberflächen HC entspricht, mittels mechanischer Zuschneidemethoden etc. und durch das Gießen des Materials des Beugungselements H, wie beispielsweise Harz, Polymer etc., in die Form.

**[0082]** Zunächst wird der Gesamtaufbau des Beugungselements H anhand von **Fig. 5** erklärt.

**[0083]** Wie **Fig. 5** in einer Draufsicht und Querschnittsansicht zeigt, weist das Beugungselement H Folgendes auf: einen ersten Beugungsbereich  $H_1$ , der eine numerische Apertur NA entsprechend der Größe des optischen Flecks der DVD aufweist, zur Übertragung des Lichtstrahls L und Ausgabe des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  der DVD, einen zweiten Beugungsbereich  $H_2$ , der im ersten Beugungsbereich  $H_1$  enthalten ist und der eine numerische Apertur NA entsprechend der Größe des optischen Flecks der CD aufweist, und einen dritten Beugungsbereich  $H_3$  zur Anpassung der Lichtintensität des Lichts nullter Ordnung der DVD.

**[0084]** In dem oben beschriebenen Aufbau dient der zweite Beugungsbereich  $H_2$  der Erzeugung des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  zur Ausbildung des Lichtflecks auf der Informationsaufzeichnungsoberfläche der CD, bei dem die Beugungsstruktur dieselbe ist wie die eines konventionellen Beugungselements, d.h. die Beugungsstruktur der koaxialen Kreisform, in welcher die Beugungsoberflächen HR in zentraler Richtung des Beugungselements H durch die abgestuften Oberflächen HC geneigt sind.

**[0085]** Andererseits ist in dem dritten Beugungsbereich  $H_3$  zum Beispiel die Beugungsstruktur derart geformt, dass die Neigungsrichtung der Beugungsoberflächen HR umgekehrt zu der Neigungsrichtung der Beugungsoberflächen HR des zweiten Beugungsbereichs  $H_2$  an der Grenzposition Y mit dem zweiten Beugungsbereich  $H_2$  als Zentrum verläuft, wie dies in der partiellen Querschnittsdarstellung und vergrößerten Ansicht gemäß **Fig. 5** dargestellt ist.

**[0086]** In dem oben beschriebenen Aufbau werden die Lichter der Ordnungen  $\pm 1 L_{+1}$  und  $L_{-1}$  durch die oben beschriebene Beugungsstruktur, die im dritten Beugungsbereich  $H_3$  ausgebildet ist, aus dem Licht-

strahl L erzeugt, der hierin eingegeben wird. Daher ist die Lichtintensität des transmittierten Lichts (d.h. des Lichts nullter Ordnung  $L_0$ ) auf der Basis der Beugungseffizienz im dritten Beugungsbereich  $H_3$  vermindert. Hierdurch ist es möglich, zu verhindern, dass sich die Lichtintensität des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  (transmittiertes Licht) an der Grenze zwischen dem dritten Beugungsbereich  $H_3$  und dem zweiten Beugungsbereich  $H_2$  erheblich ändert. Mit anderen Worten, im Vergleich zu dem Normalfall, bei dem die Beugungsstruktur nicht im dritten Beugungsbereich  $H_3$  ausgebildet wird und bei dem lediglich ein Transmissionsbereich ohne jede Beugungsstruktur im dritten Beugungsbereich  $H_3$  ausgebildet wird, ist es möglich, zu verhindern, dass das Licht nullter Ordnung im dritten Beugungsbereich  $H_3$  unnötig groß wird, und es ist auch möglich, den Seitenlappen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  im ersten Beugungsbereich  $H_1$  als Ganzes zu unterdrücken.

**[0087]** Da die Neigungsrichtung der Beugungsoberflächen HR des dritten Beugungsbereichs  $H_3$  entgegengesetzt zu der zentralen Richtung des Beugungselements H verläuft, werden zudem die meisten der gebeugten Lichter höherer Ordnungen, die in dem dritten Beugungsbereich  $H_3$  erzeugt werden, in Richtung der äußeren radialen Seite des Beugungselements H ausgegeben, so dass die gebeugten Lichter der höheren Ordnungen, die als Streulichter auf den Brennpunkt jedes Lichtstrahls auf der optischen Diskette (d.h. die DVD oder die CD) entsprechend dem Licht nullter Ordnung  $L_0$  oder dem Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , die in dem zweiten Beugungsbereich  $H_2$  erzeugt werden, einfallen, in ihrer Lichtintensität erheblich reduziert werden. Folglich kann der schädliche Einfluss der gebeugten Lichter höherer Ordnungen auf die Wiedergabe der Informationen ausgeschlossen oder gering gehalten werden.

**[0088]** Als nächstes wird der detaillierte Aufbau der Beugungsstruktur des Beugungselements H anhand der Fig. 6A und 6B erläutert.

**[0089]** Wie in Fig. 6A gezeigt, ist das Beugungselement H so aufgebaut, dass jede der abgestuften Oberflächen HC einen Winkel B aufweist bezogen auf eine vertikale Linie, die ausgehend von einem vorstehenden Abschnitt P der Sägezahnform senkrecht in Richtung der (eben ausgebildeten) Einfallsoberfläche HI, auf die der Lichtstrahl L einfällt, verläuft. Dieser Winkel  $\theta$  wird konkret so eingestellt, dass die Beugungseffizienzen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  und des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$ , das für die Wiedergabe der Informationen von der DVD und der CD verwendet wird, jeweils hoch sind, während die Beugungseffizienz des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$ , das nicht für die Wiedergabe der Informationen verwendet wird, gering ist. Die Beziehung zwischen dem Licht nullter Ordnung  $L_0$  und dem Licht der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und dem Licht der Ordnung  $-1 L_{-1}$  im Falle ei-

nes veränderten Winkels  $\theta$  ist gemäß einem Experiment in Fig. 7 dargestellt. Deshalb wird der Winkel B in dem in Fig. 7 gezeigten Beispiel in einem Bereich zwischen  $10^\circ$  und  $50^\circ$  in Übereinstimmung mit den oben erläuterten Bedingungen eingestellt.

**[0090]** Als nächstes wird die Beziehung zwischen dem Bit B und der abgestuften Oberfläche HC bei der Ausbildung des Beugungselements H, das das in Fig. 6A dargestellte Querschnittsprofil aufweist, in Fig. 6B dargestellt.

**[0091]** Wie in Fig. 6B gezeigt, wird das Bit B, dessen Spitze planar ist, bei der Herstellung des Beugungselements H mittels der mechanischen Zugschneidemethode verwendet. Der Winkel  $\alpha$  an dem spitzen Bereich des Bit B liegt in einem Bereich von  $40^\circ$  bis  $50^\circ$  und beträgt bevorzugt zum Beispiel etwa  $45^\circ$ . Dabei beträgt der Winkel  $\gamma$ , der durch die Beugungsoberfläche HR und die Einfallsoberfläche HI gebildet wird, maximal etwa  $3^\circ$ . Der Winkel  $\beta$ , der durch die Beugungsoberfläche HR und das Bit B, die beim Zuschneiden aneinander angrenzen, gebildet wird, wird ausreichend klein festgelegt relativ zu dem Winkel  $\gamma$  (d.h.  $\beta \ll \gamma$ ) und beträgt zum Beispiel etwa  $0,5^\circ$ . Daher wird der Wert des Winkels  $\theta$  durch den folgenden Term erhalten:

$$\theta = \alpha/2 + \beta + \gamma$$

**[0092]** Zum Beispiel wird er bevorzugt auf etwa  $30^\circ$  eingestellt.

**[0093]** Wie oben erläutert, bestrahlen entsprechend der vorliegenden Ausführungsform die reflektierten Lichter des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  und ihre Lichter höherer Ordnungen, die nicht für die Wiedergabe verwendet werden, nicht die Lichtempfangsoberfläche jedes Fotodetektors bei der Wiedergabe der DVD, weil die zentrale Achse  $C_R$  der Objektivlinse R und die zentrale Achse  $C_H$  des Beugungselements H durch den festgelegten Abstand d gegeneinander versetzt angeordnet und parallel zueinander sind. Daher ist es möglich, in dem wiedergegebenen Signal, das auf dem Licht nullter Ordnung  $L_0$  basiert, den schädlichen Einfluss der reflektierten Lichter des Lichts der Ordnung  $+1 L_{+1}$  und des Lichts der Ordnung  $-1 L_{-1}$  und ihre Lichter höherer Ordnungen auszuschließen. Entsprechend kann die präzise Wiedergabe der Informationen mit wenig Rauschen durchgeführt werden und es ist möglich, das Servoverfahren, das auf dem reflektierten Licht nullter Ordnung  $L_0$  basiert, zu stabilisieren.

**[0094]** Das Beugungselement H weist den zweiten Beugungsbereich  $H_2$  und den dritten Beugungsbereich  $H_3$  auf, die sich in ihrer Beugungsstruktur voneinander unterscheiden, und jede Beugungsoberfläche HR ist so geformt, dass die Lichtintensität des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  für die DVD an der Grenze

zwischen dem zweiten Beugungsbereich  $H_2$  und dem dritten Beugungsbereich  $H_3$  nicht erheblich verändert wird. Daher kann der Seitenlappen des Lichts nullter Ordnung  $L_0$  bei der Wiedergabe der DVD reduziert werden.

**[0095]** Da das Beugungselement H so aufgebaut ist, dass die abgestufte Oberfläche HC den Winkel  $\theta$  bezogen auf die vertikale Linie, die auf der Einfallsoberfläche HI steht, aufweist, ist es darüber hinaus nicht notwendig, bei der Ausbildung des Beugungselements H ein Bit einzusetzen, dessen Spitze geschärft ist, und daher ist es möglich, die Gefahr des Brechens oder Spaltens der Spitze des Bit zu reduzieren, was zu einer Verbesserung der Sicherheit und der Effektivität des Herstellungsverfahrens des Beugungselements H führt.

**[0096]** Da der vorstehende Abschnitt P an seiner Spitze nicht zugespitzt ist, ist es weiterhin möglich, die Gefahr des Brechens des Beugungselements H zu reduzieren.

### Patentansprüche

1. Eine multifokale Linse (**10**) aufweisend:  
ein Beugungselement (H), welches eine Oberfläche für einfallendes Licht (HI) und eine Oberfläche für austretendes Licht zur Beugung eines Lichtstrahls (L), der von außen auf die Oberfläche für einfallendes Licht auftrifft, aufweist und welches eine Vielzahl von gebeugten Lichtstrahlen ( $L_0, L_{+1}, L_{-1}$ ) ausgehend von der Oberfläche für austretendes Licht erzeugt;  
ein Lichtbündelungselement (R) zum Bündeln der erzeugten gebeugten Lichtstrahlen jeweils auf eine Vielzahl von fokalen Punkten, die sich in ihrer Position voneinander unterscheiden; und einen Hauptkörper (**10a**) zur Aufnahme des Beugungselements und des Lichtbündelungselements,  
**dadurch gekennzeichnet**,  
dass eine zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements und eine zentrale Achse ( $C_A$ ) des Lichtbündelungselements derart gegeneinander versetzt angeordnet sind, dass ein Strahlengang eines reflektierten Lichts ( $L_0$ ), das unter einer Vielzahl von reflektierten Lichtern der gebündelten gebeugten Lichtstrahlen, die von einem Medium zur Aufzeichnung von Informationen (**1**, DVD), auf dem die wiederzugebenden Informationen aufgezeichnet worden sind, reflektiert werden, zur Vervielfältigung von Informationen verwendet wird, und die anderen Strahlengänge der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}, L_{-1}$ ) unter der Vielzahl von reflektierten Lichtern gegeneinander versetzt angeordnet sind.

2. Eine multifokale Linse (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium zur Aufzeichnung von Informationen (**1**) eine DVD (Digital Video oder Versatile Disk) ist.

3. Eine multifokale Linse (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements (H) derart gegenüber der zentralen Achse ( $C_R$ ) des Lichtbündelungselements (R) versetzt angeordnet ist, dass die bestrahlten Positionen der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}, L_{-1}$ ) außerhalb eines Lichtempfangsbereichs eines externen Lichtempfangsmittels zum Empfang des einen zu empfangenden Lichtes ( $L_0$ ) liegen.

4. Eine multifokale Linse (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Beugungselement (H) an der Oberfläche für austretendes Licht eine Vielzahl von Beugungsoberflächen (HR) und eine Vielzahl von abgestuften Oberflächen (HC) aufweist, die jeweils die Vielzahl der Beugungsoberflächen so verbinden, dass ein Querschnittsprofil der Oberfläche für austretendes Licht eine Sägezahnform hat, wobei jede der abgestuften Oberflächen in dem Querschnittsprofil im Bereich eines vorstehenden Abschnitts (P) der Sägezahnform, der das Zentrum bildet, jeweils in einer Richtung entgegengesetzt zu einer der Beugungsflächen, mit denen jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt verbunden ist, derart geneigt ist, dass ein Winkel zwischen einer Geraden, die durch jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt geht, und einer Geraden senkrecht zu der Oberfläche für eintretendes Licht ein festgelegter Winkel  $\theta$ ,  $\theta > 0$  ist.

5. Eine multifokale Linse (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtbündelungselement (R) die erzeugte Vielzahl der Lichtstrahlen ( $L_0, L_{+1}$ ) auf zwei fokale Punkte bündelt.

6. Eine multifokale optische Abtastvorrichtung (**10, 11, 12, 13, D**) aufweisend:  
eine multifokale Linse (**10**);  
ein Licht emittierendes Mittel (D) zum Emittieren eines Lichtstrahls (L) und Bestrahlen eines Mediums zur Aufzeichnung von Informationen (**1**, DVD), auf dem die wiederzugebenden Informationen aufgezeichnet worden sind, wobei der emittierte Lichtstrahl durch die multifokale Linse geht; und ein Licht empfangendes Mittel (**13**) zum Empfang eines reflektierten Lichtes ( $L_0, L_{+1}$ ) von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen durch die multifokale Linse und zum Erzeugen eines Lichterkennungssignals entsprechend dem empfangenen reflektierten Licht, wobei die multifokale Linse aufweist:  
ein Beugungselement (H), welches eine Oberfläche für einfallendes Licht (HI) und eine Oberfläche für austretendes Licht zur Beugung des emittierten Lichtstrahles, der auf die Oberfläche für einfallendes Licht auftrifft, aufweist und welches eine Vielzahl von gebeugten Lichtstrahlen ( $L_0, L_{+1}, L_{-1}$ ) ausgehend von der Oberfläche für austretendes Licht erzeugt;  
ein Lichtbündelungselement (R) zum Bündeln der er-

zeugten gebeugten Lichtstrahlen jeweils auf eine Vielzahl von fokalen Punkten, die sich in ihrer Position voneinander unterscheiden; und einen Hauptkörper (**10a**) zur Aufnahme des Beugungselements und des Lichtbündelungselements, dadurch gekennzeichnet, dass eine zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements und eine zentrale Achse ( $C_R$ ) des Lichtbündelungselements derart gegeneinander versetzt angeordnet sind, dass ein Strahlengang eines reflektierten Lichts ( $L_0$ ), das unter einer Vielzahl von reflektierten Lichtern der gebündelten gebeugten Lichtstrahlen, die von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen reflektiert werden, zur Vervielfältigung von Informationen verwendet wird, und die anderen Strahlengänge der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}$ ,  $L_{-1}$ ) unter der Vielzahl der reflektierten Lichter gegeneinander versetzt angeordnet sind.

7. Eine multifokale optische Abtastvorrichtung (**10**, **11**, **12**, **13**, D) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium zur Aufzeichnung der Informationen (**1**) eine DVD (Digital Video oder Versatile Disk) ist.

8. Eine multifokale optische Abtastvorrichtung (**10**, **11**, **12**, **13**, D) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements (H) derart gegenüber der zentralen Achse ( $C_R$ ) des Lichtverdichtungselements (R) versetzt angeordnet ist, dass die bestrahlten Positionen der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}$ ,  $L_{-1}$ ) außerhalb eines Lichtempfangsbereichs des Lichtempfangsmittels zum Empfang des einen zu empfangenden Lichtes ( $L_0$ ) liegen.

9. Eine multifokale optische Abtastvorrichtung (**10**, **11**, **12**, **13**, D) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Beugungselement (H) an der Oberfläche für austretendes Licht eine Vielzahl von Beugungsoberflächen (HR) und eine Vielzahl von abgestuften Oberflächen (HC) aufweist, die jeweils die Vielzahl der Beugungsoberflächen so verbinden, dass ein Querschnittsprofil der Oberfläche für austretendes Licht eine Sägezahnform hat, wobei jede der abgestuften Oberflächen in dem Querschnittsprofil im Bereich eines vorstehenden Abschnitts (P) der Sägezahnform, der das Zentrum bildet, jeweils in einer Richtung entgegengesetzt zu einer der Beugungsflächen, mit denen jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt verbunden ist, derart geneigt ist, dass ein Winkel zwischen einer Geraden, die durch jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt geht, und einer Geraden senkrecht zu der Oberfläche für eintretendes Licht ein festgelegter Winkel  $\theta$ ,  $\theta > 0$  ist.

10. Eine multifokale optische Abtastvorrichtung (**10**, **11**, **12**, **13**, D) nach einem der Ansprüche 6 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtbündelungselement (R) die erzeugte Vielzahl der Lichtstrahlen ( $L_0$ ,  $L_{+1}$ ) auf zwei fokale Punkte bündelt.

11. Ein optisches Informationswiedergabegerät (S) aufweisend: eine multifokale Linse (**10**); ein Licht emittierendes Mittel (D) zum Emittieren eines Lichtstrahles (L) und Bestrahlen eines Mediums zur Aufzeichnung von Informationen (**1**, DVD), auf dem die wiederzugebenden Informationen aufgezeichnet worden sind, wobei der emittierte Lichtstrahl durch die multifokale Linse geht; ein Licht empfangendes Mittel (**13**) zum Empfang eines reflektierten Lichtes ( $L_0$ ,  $L_{+1}$ ) von dem Medium zur Aufzeichnung von Informationen durch die multifokale Linse und zum Erzeugen eines Lichterkennungssignals entsprechend dem empfangenen reflektierten Licht; und ein Vervielfältigungsmittel (**14**) zur Vervielfältigung der Informationen auf der Basis des erzeugten Lichterkennungssignals, wobei die multifokale Linse aufweist:

ein Beugungselement (H), welches eine Oberfläche für einfallendes Licht (HI) und eine Oberfläche für austretendes Licht zur Beugung des emittierten Lichtstrahles, der auf die Oberfläche für einfallendes Licht auftrifft, aufweist und welches eine Vielzahl von gebeugten Lichtstrahlen ( $L_0$ ,  $L_{+1}$ ,  $L_{-1}$ ) ausgehend von der Oberfläche für austretendes Licht erzeugt; ein Lichtbündelungselement (R) zum Bündeln der erzeugten gebeugten Lichtstrahlen jeweils auf eine Vielzahl von fokalen Punkten, die sich in ihrer Position voneinander unterscheiden; und einen Hauptkörper (**10a**) zur Aufnahme des Beugungselements und des Lichtbündelungselements, dadurch gekennzeichnet, dass eine zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements und eine zentrale Achse ( $C_R$ ) des Lichtbündelungselements derart gegeneinander versetzt angeordnet sind, dass ein Strahlengang eines reflektierten Lichts ( $L_0$ ), das unter einer Vielzahl von reflektierten Lichtern der gebündelten gebeugten Lichtstrahlen, die von einem Medium zur Aufzeichnung von Informationen reflektiert werden, zur Vervielfältigung von Informationen verwendet wird, und die anderen Strahlengänge der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}$ ,  $L_{-1}$ ) unter der Vielzahl von reflektierten Lichtern gegeneinander versetzt angeordnet sind.

12. Ein optisches Informationswiedergabegerät (S) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium zur Aufzeichnung von Informationen (**1**) eine DVD (Digital Video oder Versatile Disk) ist.

13. Ein optisches Informationswiedergabegerät (S) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zentrale Achse ( $C_H$ ) des Beugungselements (H) derart gegenüber der zentralen Achse ( $C_R$ ) des Lichtbündelungselements (R) versetzt angeordnet

net ist, dass die bestrahlten Positionen der anderen reflektierten Lichter ( $L_{+1}$ ,  $L_{-1}$ ) außerhalb eines Lichtempfangsbereichs des Lichtempfangsmittels zum Empfang des einen zu empfangenden Lichtes ( $L_0$ ) liegen.

14. Ein optisches Informationswiedergabegerät (S) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Beugungselement (H) an der Oberfläche für austretendes Licht eine Vielzahl von Beugungsoberflächen (HR) und eine Vielzahl von abgestuften Oberflächen (HC) aufweist, die jeweils die Vielzahl der Beugungsoberflächen so verbinden, dass ein Querschnittsprofil der Oberfläche für austretendes Licht eine Sägezahnform hat, wobei jede der abgestuften Oberflächen in dem Querschnittsprofil im Bereich eines vorstehenden Abschnitts (P) der Sägezahnform, der das Zentrum bildet, jeweils in einer Richtung entgegengesetzt zu einer der Beugungsoberflächen, mit denen jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt verbunden ist, derart geneigt ist, dass ein Winkel zwischen einer Geraden, die durch jede der abgestuften Oberflächen an dem vorstehenden Abschnitt geht, und einer Geraden senkrecht zu der Oberfläche für eintretendes Licht ein festgelegter Winkel  $\theta$ ,  $\theta > 0$  ist.

15. Ein optisches Informationswiedergabegerät (S) nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtbündelungselement (R) die erzeugte Vielzahl der Lichtstrahlen ( $L_0$ ,  $L_{+1}$ ) auf zwei fokale Punkte verdichtet.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

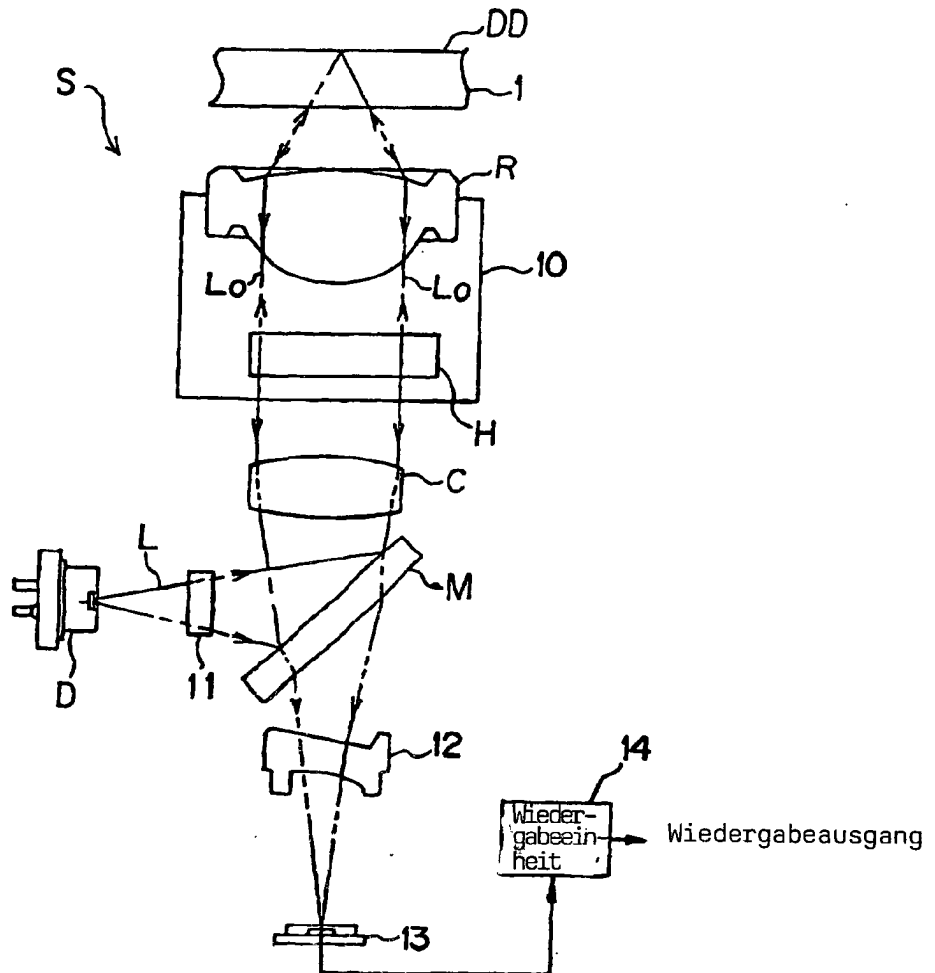


FIG. 1B

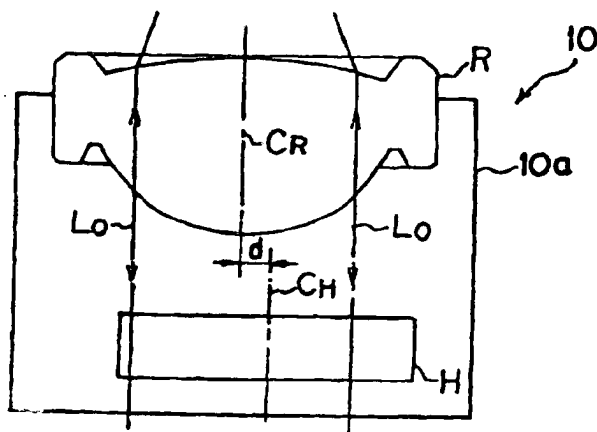


FIG. 2A

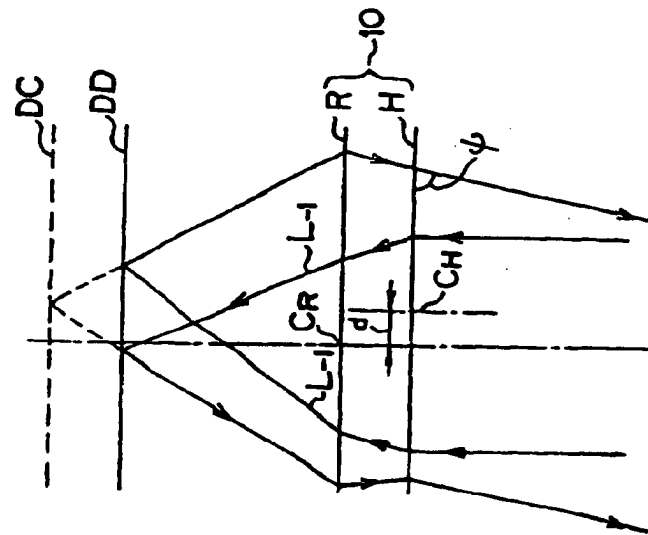


FIG. 2B

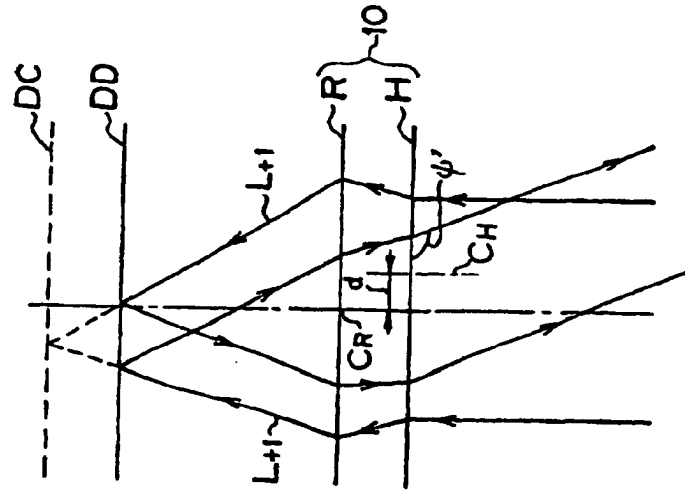




FIG. 3

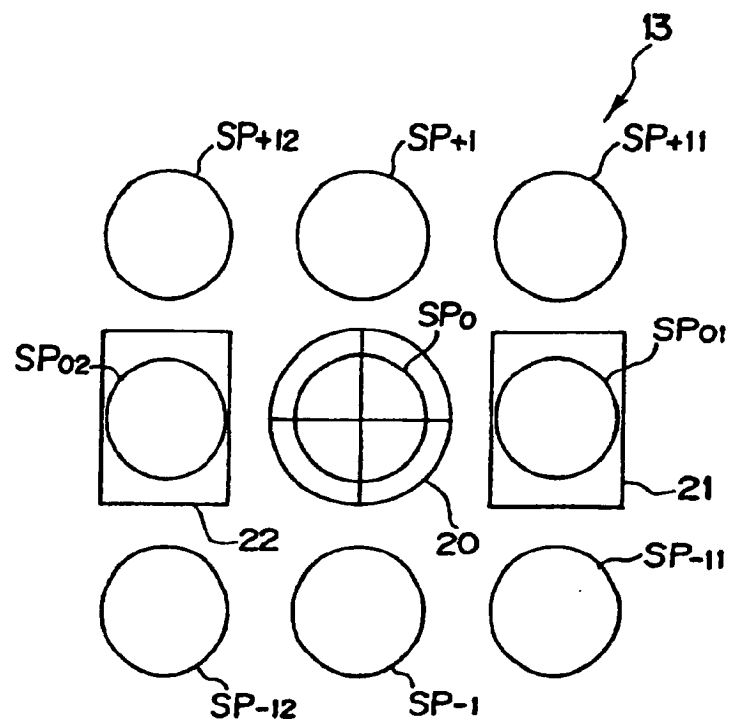


FIG. 4A

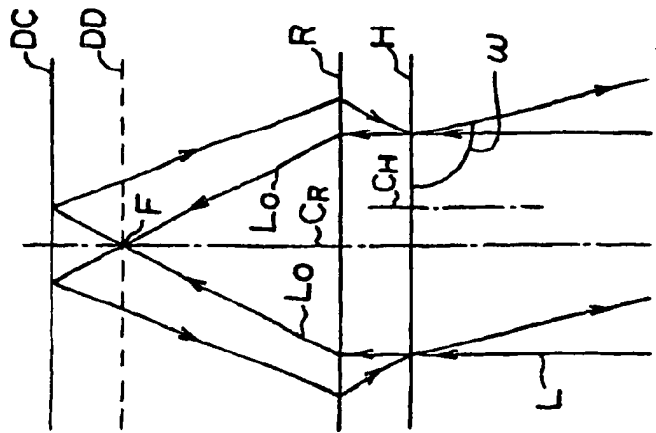


FIG. 4B

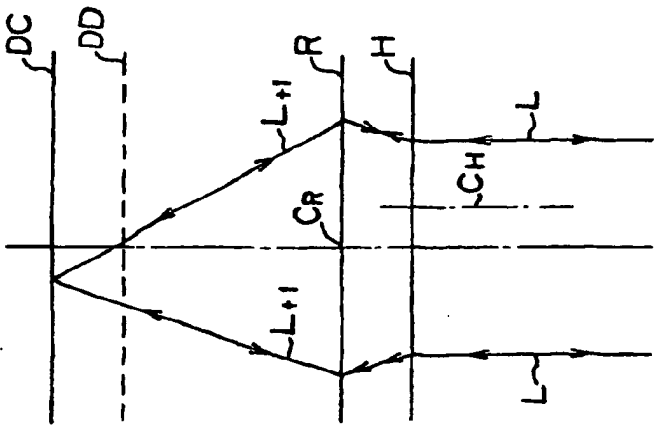


FIG. 4C

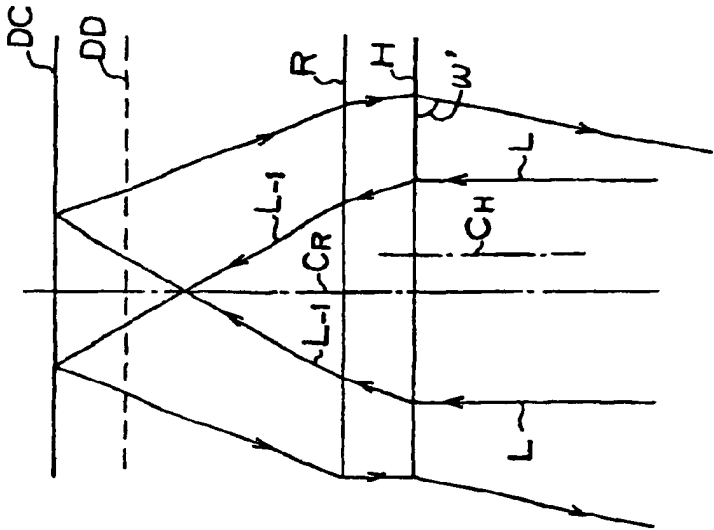


FIG. 5

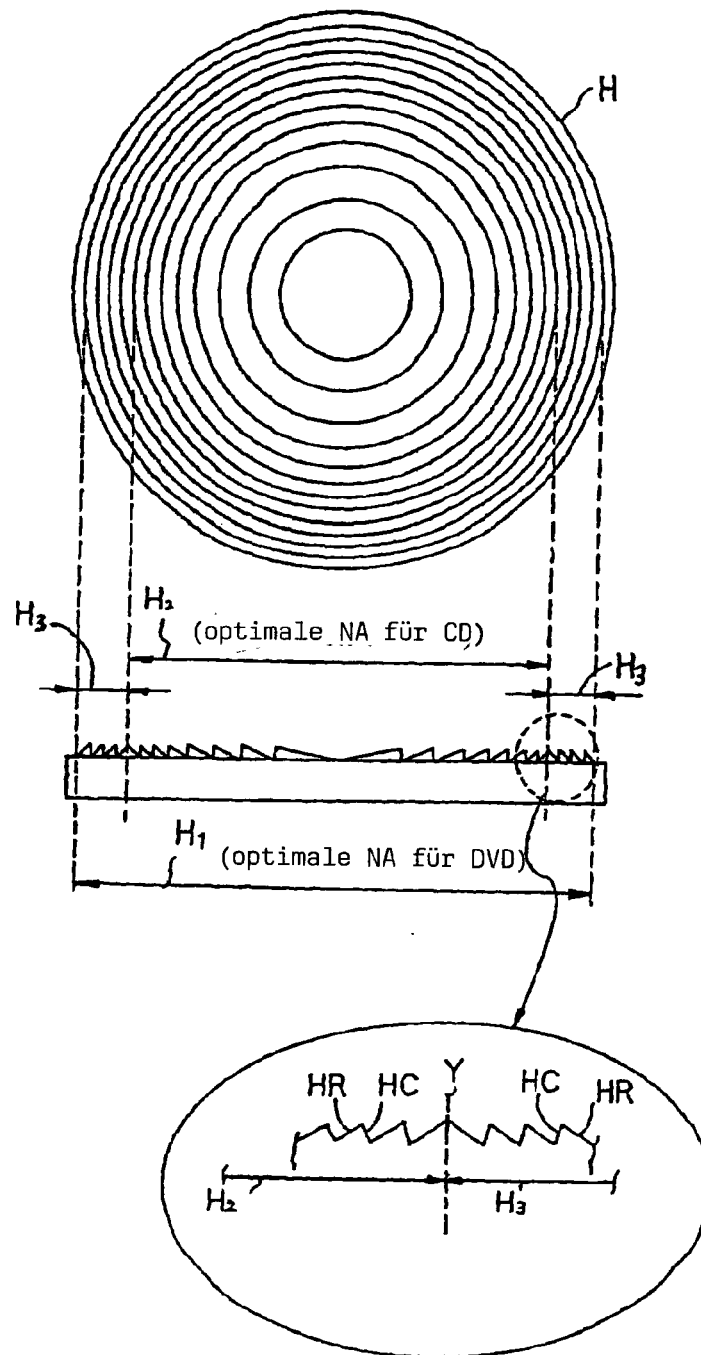


FIG. 6A

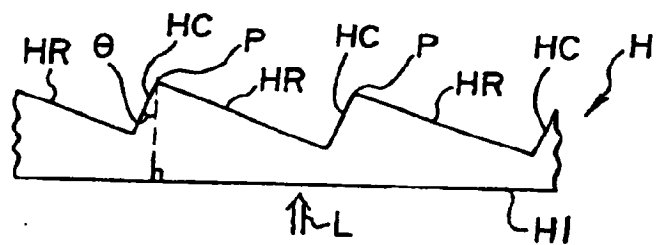


FIG. 6B

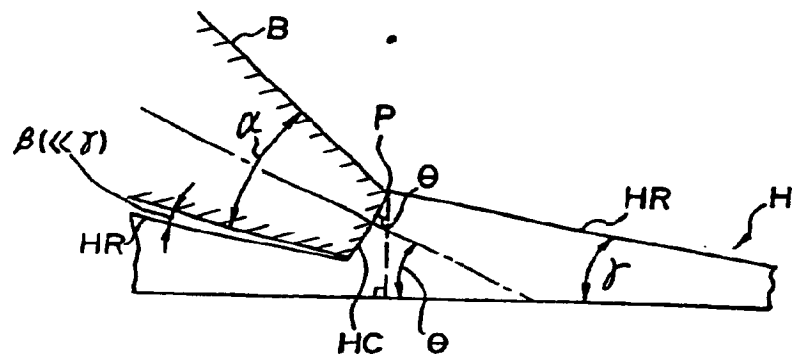


FIG. 7

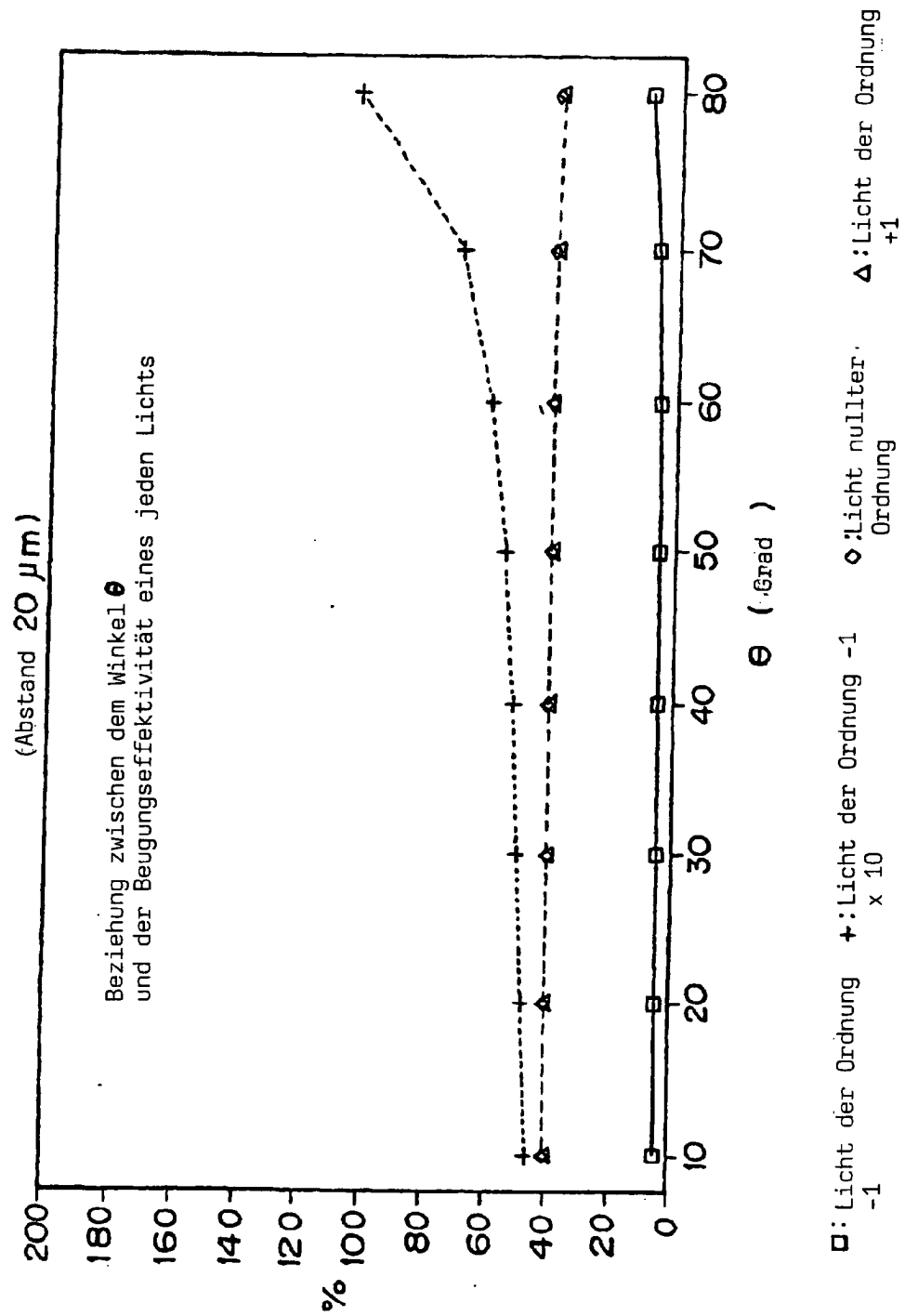


FIG. 8

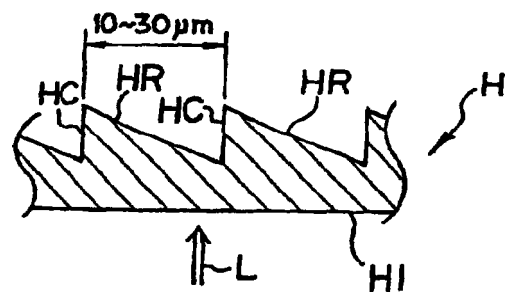


FIG. 9A

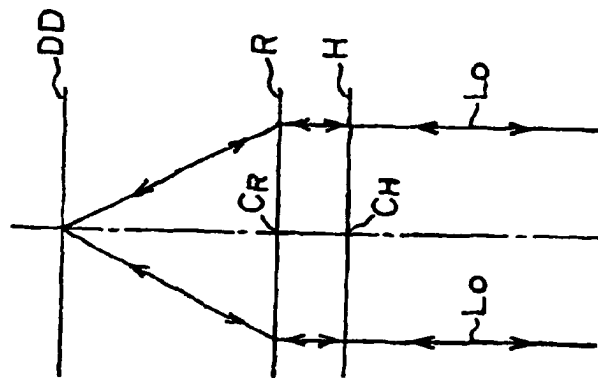


FIG. 9B

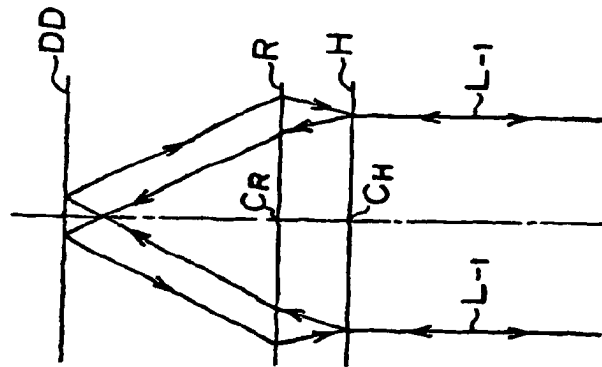


FIG. 9C

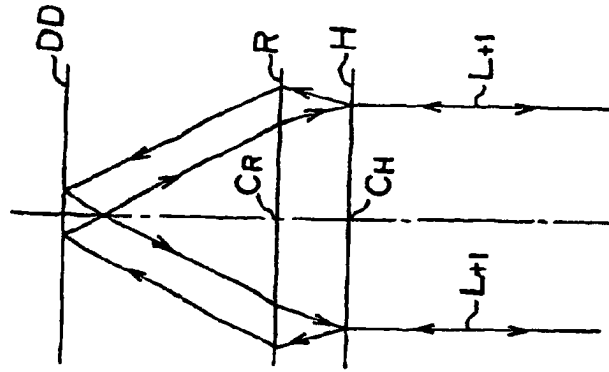


FIG.10A

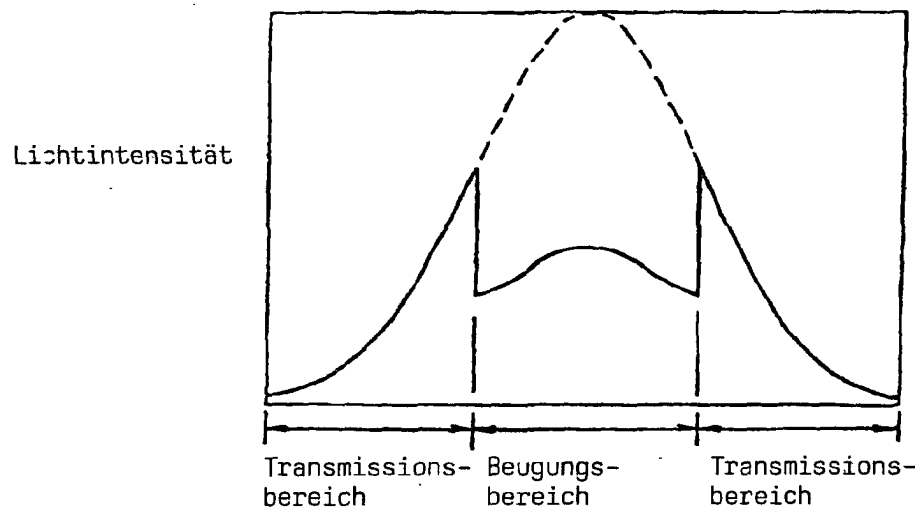


FIG.10B

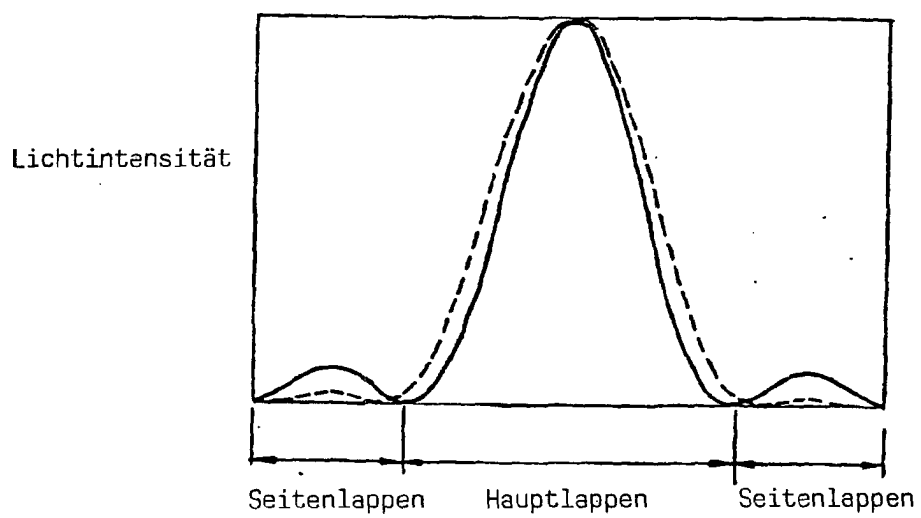




FIG.11

