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

(10) **DE 699 23 405 T2** 2005.06.30

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 996 121 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 23 405.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 308 341.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **22.10.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.04.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **26.01.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.06.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G11B 7/135**
G02B 3/08, G02B 3/10

(30) Unionspriorität:

9844620	**23.10.1998**	**KR**
9844858	**26.10.1998**	**KR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, NL

(73) Patentinhaber:
Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon, Kyonggi, KR

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Yoo, Jang-Hoon, Youngdungpo-gu, Seoul, KR; Lee, Chul-Woo, Pundang-gu, Kyungki-do, KR; Cho, Kun-Ho, Paldal-gu, Kyunkgi-do, KR; Seong, Pyong-Yong, Karak-dong, Seoul, KR

(54) Bezeichnung: **Optischer Aufzeichnungs/Abtastkopf für digital versatile disc (DVD)**

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 einen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf zur Verwendung mit mindestens zwei optischen Speicherplatten unterschiedlichen Formates, in dem die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen durch Licht einer jeweils unterschiedlichen Wellenlänge durchgeführt wird, und spezieller einen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf zur Aufzeichnung von Informationen auf einer digitalen, vielseitig verwendbaren Disk (DVD) oder einer lesbaren, beschreibbaren Compact Disk (CD-RW) und zur Wiedergabe von Informationen davon.

[0002] Optische Speicherplatten werden als Aufzeichnungsmedien zum Speichern einer großen Kapazität von Informationen weit verbreitet verwendet. Formate schließen CDs und DVDs ein, die weit verbreitet verwendet werden, wobei in letzterer Zeit eine beschreibbare CD (CD-R) und CD-RW eingeführt worden sind. Für DVDs wird die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen durch Laserlicht, das eine Wellenlänge von 660 nm aufweist, durchgeführt. Für CD-RWs wird die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen durch Laserlicht, das eine Wellenlänge von 790 nm aufweist, durchgeführt. Folglich enthält ein optischer Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf, der sowohl mit einer DVD als auch mit einer CD-RW kompatibel ist, zwei Lichtquellen, die Laserlicht mit jeweils unterschiedlicher Wellenlänge emittieren, und ein optisches System für die beiden Lichtarten.

[0003] Mit Bezug auf Fig. 1 und Fig. 2 wird nachstehend ein herkömmlicher optischer Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf beschrieben, der sowohl mit einer DVD als auch einer CD-R kompatibel ist.

[0004] Fig. 1 zeigt die Ausführung eines herkömmlichen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopfes, der sowohl mit einer DVD als auch einer CD-R kompatibel ist. Beispiele von herkömmlichen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerköpfen sind in den EP-A-O 831 469, EP-A-O 747 893, EP-A-O 932 145, WO 98/13826, EP-A-O 936 604 und WO 98/19303 offenbart. Der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf enthält eine Lichtquelle **1**, die erstes Licht von 660 nm emittiert, um die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich einer DVD **8** durchzuführen, eine Lichtquelle **11**, die zweites Licht von 790 nm emittiert, um Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich einer CD-R **9** durchzuführen, und eine Objektivlinse **7**, die das von den Lichtquellen **1** und **11** emittierte, erste und zweite Licht auf Informationsaufzeichnungsfiächen der DVD **8** bzw. CD-R **9** fokussiert. Eine Kollimationslinse **2** kollimiert das von der Lichtquelle **1** emittierte erste Licht zu parallelem Licht und überträgt das kollimierte Licht zu einem Strahlteiler **3**. Der Strahlteiler **3** reflektiert das von der Kollimationslinse **2** auftreffende erste Licht zu einem Prisma **4** mit Interferenzfilter. Das Interferenzfilter-Prisma **4** leitet das erste Licht, welches das vom Strahlteiler **3** auftreffende parallele Licht ist, zu einem Lambda-Viertel-Plättchen **5** durch. Ausführlicher ist das Interferenzfilter-Prisma **4** leine optische Vorrichtung, die auftreffendes Licht entsprechend seiner Wellenlänge vollständig durchlässt und vollständig reflektiert, in welcher das erste Licht von 660 nm vollständig durchgelassen und das zweite Licht von 790 nm, das von einer Sammellinse **4** auftrifft, vollständig reflektiert wird. Eine veränderliche Dünnschichtblende **6** überträgt das von dem Lambda-Viertel-Plättchen **5** auftreffende erste Licht zu der Objektivlinse **7**. Die Objektivlinse **7** fokussiert das parallele, auftreffende erste Licht auf die Informationsaufzeichnungsfläche der DVD **8**, deren Dicke 0,6 mm beträgt. Infolgedessen enthält das erste Licht, das auf die Informationsaufzeichnungsfläche der DVD **8** fokussiert und von dieser reflektiert wird, die auf der fokussierten Position aufgezeichneten Informationen. Das von der Informationsaufzeichnungsfläche der DVD **8** reflektierte erste Licht geht durch die Objektivlinse **7**, die veränderliche Blende **6** und wiederum das Lambda-Viertel-Plättchen **5** hindurch und trifft anschließend auf dem Interferenzfilter-Prisma **4** auf. Das Interferenzfilter-Prisma **4** überträgt das von dem Lambda-Viertel-Plättchen **5** auftreffende erste Licht zu dem Strahlteiler **3**. Der Strahlteiler **3** überträgt das von dem interferenzfilter-Prisma **4** auftreffende erste Licht zu einem Fotodetektor **10**. Der Fotodetektor **10** delektiert Informationen aus dem vom Strahlteiler **3** auftreffenden ersten Licht.

[0005] Das von der Lichtquelle **11** emittierte zweite Licht von 790 nm geht durch eine Kollimationslinse **12** und einen Strahlteiler **13** hindurch und trifft dann auf einer Sammellinse **14** auf. Die Sammellinse **14** überträgt das vom Strahlteiler **13** auftreffende zweite Licht in Form von Konvergenzlicht zu dem Interferenzfilter-Prisma **4**. Das Interferenzfilter-Prisma **4** überträgt das von der Sammellinse **14** auftreffende zweite Licht in Form von Divergenzlicht zu dem Lambda-Viertel-Plättchen **5**. Das Lambda-Viertel-Plättchen **5** überträgt das von dem Interferenzfilter-Prisma **4** auftreffende zweite Licht zu der veränderlichen Blende **6**. Die veränderliche Blende **6** lässt nur einen Teil des von dem Lambda-Viertel-Plättchen **5** auftreffenden zweiten Lichtes durch und überträgt das durchgelassene, zweite Licht in Form von Divergenzlicht zu der Objektivlinse **7**. Der Grund, weshalb das zweite Licht auf die Objektivlinse **7** in divergierender Form auftrifft, ist, das zweite Licht auf die Informationsaufzeichnungsfläche der CD-R **9** zu fokussieren, ohne die Entstehung von sphärischer Aberration zu bewirken.

[0006] Fig. 2 ist eine Ansicht zur Erläuterung der veränderlichen Dünnschichtblende **6** von Fig. 1. Die veränderliche Dünnschichtblende **6** besitzt eine Struktur, um das Licht selektiv zu Bereichen, deren numerische Apertur (NA) kleiner als oder gleich 0,6 ist, durchzulassen. Der Bereich **1** ist ein Bereich, dessen numerische Apertur kleiner oder gleich 0,45 ist, bei dem auftreffendes Licht von 790 nm und 660 nm vollständig durchgelassen wird. Der Bereich **2** ist ein Bereich, dessen numerische Apertur im Bereich von 0,45 bis 0,6 liegt, und der mit einer dielektrischen dünnen Schicht überzogen ist und das Licht von 660 nm Wellenlänge vollständig durchgelassen wird und das Licht von 790 nm Wellenlänge vollständig reflektiert wird. Der Bereich **1** besteht aus einer Dünnschicht aus Quarz (SiO_2), um eine optische Aberration, die durch den mit der dielektrischen Dünnschicht überzogenen Bereich **2** erzeugt wird, zu beseitigen. Die veränderliche Blende **6** mit der Durchlässigkeitscharakteristik lässt das erste Licht von 660 nm Wellenlänge ungeachtet des Bereiches vollständig durch und lässt das zweite Licht von 790 nm Wellenlänge, das in dem Bereich **1** auftrifft, dessen numerische Apertur kleiner als 0,45 ist, vollständig durch, um es zu der Objektivlinse **7** zu übertragen, und reflektiert vollständig das zweite Licht, das in dem zweiten Bereich **2** auftrifft, dessen numerische Apertur größer oder gleich 0,45 ist. Somit ist die numerische Apertur in Bezug auf das auf die Objektivlinse **7** auftreffende Licht entsprechend seiner Wellenlänge begrenzt.

[0007] Die Objektivlinse **7** fokussiert das zweite Licht, das von der veränderlichen Dünnschichtblende **6** auf die Informationsaufzeichnungsfläche der CD-R **9**, deren Dicke 1,2 mm beträgt, auftrifft, wodurch ein optischer Punkt gebildet wird. Das zweite Licht, das von der Informationsaufzeichnungsfläche der CD-R **9** reflektiert wird, geht durch die Objektivlinse **7**, die veränderliche Blende **6** und wiederum das Lambda-Viertel-Plättchen **5** hindurch und trifft anschließend auf dem Interferenzfilter-Prisma **4** auf. Das Interferenzfilter-Prisma **4** reflektiert das von dem Lambda-Viertel-Plättchen **5** reflektierte zweite Licht zu einer Sammellinse **14**. Die Sammellinse **14** überträgt das zweite Licht zu einem Strahlteiler **13**. Der Strahlteiler **13** überträgt das von der Sammellinse **14** auftreffende Licht zu einem Fotodetektor **15**. Der Fotodetektor **15** nimmt das zweite Licht von dem Strahlteiler **13** auf und detektiert Informationen aus dem aufgenommenen zweiten Licht. Somit kann der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf von Fig. 1 die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen sowohl bezüglich der DVD **8** als auch der CD-R **9** durchführen.

[0008] Jedoch enthält der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf von Fig. 1 eine spezielle veränderliche Blende **6**, um die numerische Apertur in Bezug auf das auf die Objektivlinse **7** auftreffenden Lichtes entsprechend der Wellenlänge des auftreffenden Lichtes selektiv zu begrenzen. Da auf den Bereich **1** der veränderlichen Blende **6** eine dünne Quarzschicht aufgebracht ist und auf deren Bereich **2** eine mehrlagige, dielektrische Dünnschicht mit einer Dicke von etwa 1 Mikrometer ausgeführt ist, ist der Herstellungsprozess kompliziert, und die Produktionskosten werden hoch. Da das zweite Licht zur Verwendung in einer CD-R, das auf dem Bereich auftrifft, dessen numerische Apertur größer oder gleich 0,45 ist, vollständig reflektiert wird, ist es auch nicht geeignet, sich dem optischen System eines optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopfes zur Verwendung in einer wieder beschreibbaren CD anzupassen, die eine größere numerische Apertur von etwa 0,5 oder mehr und eine höhere optische Wirkung zum Aufzeichnen erforderlich macht.

[0009] Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopfes zur Verwendung sowohl in einer DVD als auch in einer CD-RW.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein optischer Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf gemäß dem hier angefügten Anspruch 1 oder hier angefügten Anspruch 36 zur Verfügung gestellt. Außerdem ist nach der vorliegenden Erfindung eine Linse vorgesehen, wie sie in dem hier angefügten Anspruch 22 erläutert ist. Bevorzugte Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung, die folgt, deutlich.

[0011] Nach einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist ein optischer Abnehmerkopf vorgesehen, um Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen auf und von einer Vielzahl optischer Speicherplatten mit jeweils unterschiedlichen Wellenlängen durchzuführen, wobei der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf umfasst: eine erste Lichtquelle, die erstes Licht mit einer ersten vorbestimmten Wellenlänge emittiert, eine zweite Lichtquelle, die zweites Licht mit einer relativ zu dem ersten Licht längeren Wellenlänge emittiert, eine Objektivlinse, die das von der ersten und der zweiten Lichtquelle emittierte Licht auf die Informationsaufzeichnungsflächen einer entsprechenden der Vielzahl optischer Speicherplatten fokussiert, der gekennzeichnet ist durch: eine Linse, die das erste Licht im Wesentlichen vollständig ohne Beugung zu der Objektivlinse durchlässt und das zweite Licht auf die optische Achse der Objektivlinse hin beugt.

[0012] Vorzugsweise umfasst der optische Abnehmerkopf einen Fotodetektor und eine Einheit zur Änderung des optischen Weges, um das von den ersten und zweiten Lichtquellen emittierte Licht zu der Objektivlinse zu

übertragen und das von den Informationsaufnahmeflächen der Vielzahl von Speicherplatten reflektierte erste und zweite Licht jeweils zu dem Fotodetektor zu übertragen.

[0013] Vorzugsweise umfasst die Linse einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich, die jeweils eine unterschiedliche optische Eigenschaft auf einer Lichtempfangsfläche, die das auftreffende Licht empfängt, aufweisen, wobei der erste Bereich einen optischen Mittelpunkt der Lichtempfangsebene umfasst und sich der zweite Bereich an der Außenseite des ersten Bereiches befindet.

[0014] Vorzugsweise lässt der erste Bereich das erste und das zweite auftreffende Licht im Wesentlichen vollständig durch, und der zweite Bereich lässt das auftreffende erste Licht vollständig durch und beugt einen Großteil des auftreffenden zweiten Lichtes auf die optische Achse der Objektivlinse hin.

[0015] Vorzugsweise besitzt der zweite Bereich eine Ringform, die auf die optische Achse der Linse zentriert ist.

[0016] Vorzugsweise umfasst der zweite Bereich Beugungsgitter.

[0017] Vorzugsweise sind diese Beugungsgitter der Lichtweg-Änderungseinheit zugewandt ausgebildet.

[0018] Vorzugsweise sind die Beugungsgitter in größerer Entfernung von dem optischen Mittelpunkt der Linse flach geätzt.

[0019] Vorzugsweise haben die Beugungsgitter eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur in einer radialen Richtung.

[0020] Vorzugsweise haben die Beugungsgitter eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur, die periodisch wiederholt wird.

[0021] Vorzugsweise haben die Beugungsgitter die gleiche Stufendifferenz.

[0022] Vorzugsweise sind die Beugungsgitter in der Anzahl, die die folgende Gleichung erfüllt, in einer Treppenmuster-Struktur eines Zyklus ausgeführt:

$N = \lambda_1/(\lambda_2-\lambda_1)$

wobei N die ganze Zahl der Stufen der Beugungsgitter bezeichnet, λ_1 die Wellenlänge des ersten Lichtes bezeichnet und λ_2 die Wellenlänge des zweiten Lichtes bezeichnet.

[0023] Vorzugsweise haben diese Beugungsgitter Durchlassgradkoeffizienten, die die folgende Gleichung erfüllen, in Bezug auf das zweite Licht, das von der Lichtweg-Änderungseinheit auftrifft:

$$T_m = \frac{1}{T}\int_0^T \exp(\frac{2\pi i m}{T}\chi)T_j(\chi)d\chi$$

wobei T_m den Durchlassgradkoeftizienten der m-ten Gitterordnung bezeichnet, T die Breite der Treppen-Beugungsgitter-Struktur bezeichnet, die einem Zyklus entspricht, m die Gitterordnungszahl bezeichnet, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, i die imaginäre Einheit bezeichnet, χ den Abstand von dem optischen Mittelpunkt der Linse bezeichnet und $T_j(\chi)$ den Durchlassgradkoeffizienten bei χ bezeichnet.

[0024] Vorzugsweise weist jedes Beugungsgitter in dieser Treppen-Beugungsgitter-Struktur von einem Zyklus, das sich auf der j-ten Position vom optischen Mittelpunkt der Linse befindet, einen Durchlassgradkoeffizienten $T_j(\chi)$ auf, der die folgende Gleichung erfüllt:

$$T_j(\chi) = \exp(\frac{(2j)\pi i(n-n_0)d}{N\lambda})$$

wobei λ die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes bezeichnet, d die Tiefe des Beugungsgitters bezeichnet, das in einem Zyklus der Treppen-Beugungsgitter-Struktur am tiefsten geätzt ist, n den Brechungsindex der Linse bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet und N die Anzahl von Treppen in einem Zyklus-Gitter ist.

[0025] Vorzugsweise erzeugen diese Beugungsgitter Phasendifferenzen, welche die folgende Gleichung erfüllen:

$$\delta_j = \frac{2\pi i(n - n_0)d_j}{\lambda}$$

wobei δ_j die optische Phasendifferenz bezeichnet, die durch die j-te Stufendifferenz von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus erzeugt wird, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, n den Brechungsindex der Linse bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet, und d_j die Stufendifferenz des j-ten Beugungsgitters bezeichnet.

[0026] Vorzugsweise ist der erste Bereich ein Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder weniger, und der zweite Bereich ist ein Bereich zwischen 0,3 und 0,5.

[0027] Vorzugsweise hat der zweite Bereich eine Treppen-Beugungsgitter-Struktur, die zweimal wiederholt wird, wobei die eine der Treppen-Beugungsgitter-Strukturen über den Bereich zwischen ungefähr 1000 µm und ungefähr 1500 µm in radialer Richtung von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus und die andere über den Bereich zwischen ungefähr 1500 µm und ungefähr 1700 µm ausgebildet ist.

[0028] Vorzugsweise beugt dieser zweite Bereich ungefähr 70% oder mehr der Lichtmenge des zweiten Lichtes, das von der Lichtweg-Änderungseinheit auftrifft, zur optischen Achse der Objektivlinse hin.

[0029] Vorzugsweise umfasst die Linse eine Flachlinse und die Objektivlinse.

[0030] Vorzugsweise umfasst die Linse eine Flachlinse, die mit der Objektivlinse eine Einheit bildet.

[0031] Vorzugsweise enthält die Vielzahl optischer Speicherplatten wenigstens eine erste und eine zweite optische Speicherplatte, bei denen es sich um eine digitale, vielseitig verwendbare Disk (DVD) bzw. eine lesbare, beschreibbare Compact Disk (CD-RW) handelt, wobei das erste Licht verwendet wird, um die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der ersten optischen Speicherplatte durchzuführen, und das zweite Licht verwendet wird, um die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der zweiten optischen Speicherplatte durchzuführen.

[0032] Vorzugsweise umfasst die Lichtweg-Änderungseinheit eine Kollimationslinse, die das erste und das zweite Licht, die von der ersten und der zweiten Lichtquelle auftreffen, kollimiert, um es dann zu der Linse zu übertragen.

[0033] Vorzugsweise umfasst die Lichtweg-Änderungseinheit des Weiteren: eine reflektierende Flachplatte, die das von der ersten Lichtquelle emittierte erste Licht zur Kollimationslinse leitet, und das erste sowie das zweite Licht, die von den Informationsaufzeichnungsflächen der optischen Speicherplatten reflektiert werden und dann von der Kollimationslinse zurückkehren, zu dem Fotodetektor leitet; und einen Strahlteiler, der das zweite Licht, das von der zweiten Lichtquelle emittiert wird, zu der Kollimationslinse leitet und das erste sowie das zweite Licht, die von den Informationsaufzeichnungsflächen der optischen Speicherplatten reflektiert werden und dann von der Kollimationslinse zurückkehren, zu der reflektierenden Flachplatte leitet.

[0034] Nach einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung ist eine Linse vorgesehen, die Licht von jeweils verschiedener Wellenlänge empfängt, wobei die Linse einen ersten Bereich, einen zweiten Bereich und einen dritten Bereich, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften haben, auf einer Lichtempfangsebene aufweist, wobei der erste Bereich den optischen Mittelpunkt der Lichtempfangsebene umfasst, sich der zweite Bereich an der Außenseite des ersten Bereiches befindet und sich der dritte Bereich an der Außenseite des zweiten Bereiches befindet, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der dritte Bereich erstes und zweites Licht mit jeweils unterschiedlicher Wellenlänge im Wesentlichen vollständig ohne Verzeichnung oder Beugung durchlassen, und der zweite Bereich das erste Licht ohne Verzeichnung oder Beugung vollständig durchlässt und einen Großteil des zweiten Lichtes zu der optischen Achse der Linse hin beugt und sammelt.

[0035] Vorzugsweise ist der zweite Bereich in Ringform ausgebildet. Vorzugsweise umfasst der zweite Bereich Beugungsfurchen.

[0036] Vorzugsweise sind die Beugungsfurchen auf der Ebene ausgebildet, die das erste und das zweite Licht empfängt.

[0037] Vorzugsweise sind die Beugungsfurchen in größerer Entfernung von dem optischen Mittelpunkt der Linse flach geätzt.

[0038] Vorzugsweise enthält der zweite Bereich ein Beugungsgitter mit einer Treppenstruktur in einer radialen Richtung.

[0039] Vorzugsweise haben diese Beugungsfurchen eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur, die periodisch wiederholt ist. Vorzugsweise wiederholt sich die Sägezahnstruktur der Beugungsfurchen zweimal.

[0040] Vorzugsweise sind die Beugungsfurchen in der Anzahl, die folgende Gleichung erfüllt, in einer Treppenmuster-Struktur ausgeführt,

$N = \lambda_1/(\lambda_2-\lambda_1)$

wobei N die ganze Zahl von Beugungsfurchen bezeichnet, λ_1 die Wellenlänge des ersten Lichtes bezeichnet und λ_2 die Wellenlänge des zweiten Lichtes bezeichnet.

[0041] Vorzugsweise haben die Beugungsfurchen Durchlassgradkoeffizienten in Bezug auf das auftreffende zweite Licht, die die folgende Gleichung erfüllen,

$$T_m = \frac{1}{T}\int_0^T \exp(\frac{2\pi i m}{T}\chi)T_j(\chi)d\chi$$

wobei T_m den Durchlassgradkoeftizienten der m-ten Gitterordnung bezeichnet, T die Breite der Treppen-Beugungsfurchen-Struktur bezeichnet, die einem Zyklus entspricht, m die Gitterordnungszahl bezeichnet, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, i die imaginäre Einheit bezeichnet, χ den Abstand von dem optischen Mittelpunkt der Linse bezeichnet und $T_j(\chi)$ den Durchlassgradkoeffizienten bei χ bezeichnet.

[0042] Vorzugsweise hat in der Treppen-Beugungsstruktur eines Zyklus jede Beugungsfurche, die sich an der j-ten Position von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus befindet, einen Durchlassgradkoeftizienten $T_j(\chi)$, der die folgende Gleichung erfüllt

$$T_j(\chi) = \exp(\frac{(2j)\pi i(n-n_0)d}{N\lambda})$$

wobei λ die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes bezeichnet, d die Tiefe der Beugungsfurche bezeichnet, die in einem Zyklus der Treppen-Beugungsfurchen-Struktur am tiefsten geätzt ist, n den Brechungsindex der Linse bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet und N die Anzahl von Treppen ist.

[0043] Vorzugsweise erzeugen die Beugungsfurchen Phasendifferenzen, die die folgende Gleichung erfüllen,

$$\delta_j = \frac{2\pi i(n-n_0)d_j}{\lambda}$$

wobei δ_j die optische Phasendifferenz bezeichnet, die durch die j-te Stufendifferenz von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus erzeugt wird, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, n den Brechungsindex der Linse bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet und d_j die Stufendifferenz des j-ten Beugungsgitters bezeichnet.

[0044] Vorzugsweise ist der erste Bereich ein Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder weniger, und der zweite Bereich ist ein Bereich der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5.

[0045] Vorzugsweise weist der zweite Bereich eine Treppenstruktur auf, die zweimal wiederholt wird, wobei eine der Treppenstrukturen über den Bereich zwischen ungefähr 1000 μm und ungefähr 1500 μm in radialer Richtung vom Mittelpunkt der Linse aus ausgebildet ist, und die andere über den Bereich zwischen ungefähr 1500 μm und ungefähr 1700 μm ausgebildet ist.

[0046] Vorzugsweise beugt der zweite Bereich ungefähr 70% oder mehr der Lichtmenge des auftreffenden zweiten Lichtes in der Konvergenzrichtung in Bezug auf die optische Achse.

[0047] Zum besseren Verständnis der Erfindung und um zu zeigen wie Ausführungen derselben zur Wirkung gebracht werden können, wird jetzt beispielhaft auf die begleitenden schematischen Zeichnungen Bezug genommen, in denen:

[0048] Fig. 1 einen herkömmlichen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf darstellt, der geeignet ist, Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich einer DVD und einer CD-R durchzuführen;

[0049] Fig. 2 eine veränderliche Dünnschichtblende von Fig. 1 zeigt;

[0050] Fig. 3 die schematische Darstellung eines optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopfes zeigt, der geeignet ist, Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen auf einer DVD und einer CD-RW nach einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung durchzuführen;

[0051] Fig. 4 eine Ausführung einer treppenförmigen Flachlinse darstellt;

[0052] Fig. 5 die Struktur des Beugungsgitters der treppenförmigen Flachlinse zeigt;

[0053] Fig. 6 eine grafische Darstellung ist, die Eigenschaften der Beugungswirkung der treppenförmigen Flachlinse entsprechend den Tiefen des Beugungsgitters zeigt;

[0054] Fig. 7 eine Darstellung zur Erläuterung der Beziehung zwischen der Tiefe des Beugungsgitters und der Beugungswirkung in der treppenförmigen Flachlinse ist;

[0055] Fig. 8 eine Ansicht ist, die eine Lagebeziehung zwischen der treppenförmigen Flachlinse und der Objektivlinse zeigt;

[0056] Fig. 9 eine Objektivlinse zeigt, die eine Einheit mit einer treppenförmigen Flachlinse bildet; und

[0057] Fig. 10 die schematische Darstellung eines optischen Aufnahme- und Abnehmerkopfes zeigt, der geeignet ist, Aufnahme und Wiedergabe von Informationen auf einer DVD und einer CD-RW gemäß einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

[0058] Es werden jetzt bevorzugte Ausführungen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[0059] Fig. 3 zeigt einen optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf der geeignet ist, Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen auf einer DVD und einer CD-RW nach einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung durchzuführen. Der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf enthält eine erste Lichtquelle **31**, die erstes Licht mit einer Wellenlänge von 660 nm emittiert, eine zweite Lichtquelle **41**, die zweites Licht mit einer Wellenlänge von 790 nm emittiert, einen Fotodetektor **39**, der Informationen von dem ersten und dem zweiten Licht, die von den optischen Speicherplatten **8** und **90** reflektiert werden, detektiert, eine Objektivlinse **36**, die das erste und das zweite Licht auf die Informationsaufzeichnungsflächen der entsprechenden optischen Speicherplatten **8** bzw. **90** fokussiert, und optische Elemente **32**, **33**, **34** und **38** sowie eine treppenförmige Flachlinse **35**, die das von den ersten und den zweiten Lichtquellen **3i** und **41** emittierte Licht zu der Objektivlinse **36** leiten und jeweils das erste und das zweite Licht, das von den Informationsaufzeichnungsflächen der Vielzahl von Speicherplatten **8** und **90** emittiert wird, zu dem Fotodetektor **39** leiten.

[0060] Die erste Lichtquelle **31** emittiert das erste Licht mit einer Wellenlänge von 660 nm, um Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der DVD **8** durchzuführen. Eine reflektierende Flachplatte **32** überträgt das von der ersten Lichtquelle **31** auftreffende erste Licht zu einem Strahlteiler **33**. Der Strahlteiler **33** lässt einen Großteil des von der reflektierenden Flachplatte **32** auftreffenden ersten Lichtes durch und überträgt dieses zu der ersten Kollimationslinse **34**, während der Strahlteiler **33** einen Teil des übrig bleibenden ersten Lichtes, das von der reflektierenden Flachplatte **32** auftrifft, reflektiert und dann denselben zu einem Lichtmengendetektor **37** überträgt. Der Lichtmengendetektor **37** detektiert die Lichtmenge des ersten Lichtes, das von der reflektierenden Flachplatte **32** auftrifft. Die Kollimationslinse **34** kollimiert das von dem Strahlteiler **33** auftreffende erste Licht zu parallelem Licht und überträgt dieses zu einer treppenförmigen Flachlinse **35**. Die treppenförmige Flachlinse **35** lässt das erste Licht, welches das von der Kollimationslinse **34** auftreffende parallele Licht ist, im Wesentlichen vollständig durch, ohne eine Verzerrung oder Beugung zu verursachen und überträgt den Ausgang auf die Objektivlinse **36**. Die Objektivlinse **36** besitzt eine vorbestimmte Brennweite, um das erste Licht, das von der treppenförmige Flachlinse **35** auftrifft, als optischen Punkt von ungefähr 0,9 µm

auf der Informationsaufzeichnungsfläche der DVD **8** auszubilden. Die Folge ist, dass das erste Licht Informationen enthält, die an der Position aufgezeichnet werden, die auf der Informationsaufzeichnungsfläche der DVD **8** fokussiert wird. Das von der DVD **8** reflektierte Licht durchläuft die Objektivlinse **36**, die treppenförmige Flachlinse **35** und wiederum die Kollimationslinse **34**, um dann zum Strahlteiler **33** übertragen zu werden. Der Strahlteiler **33** überträgt das erste Licht zu einer Lichtempfangslinse **38**. Die Lichtempfangslinse **38** überträgt das von dem Strahlteiler **33** auftreffende erste Licht zu dem Fotodetektor **39**, so dass das erste Licht an dem Fotodetektor **39** in Konvergenzform empfangen wird. Der Fotodetektor **39** detektiert Informationen aus dem Licht, das von der Lichtempfangslinse **38** auftrifft.

[0061] Die zweite Lichtquelle **41** emittiert das zweite Licht von 790 nm Wellenlänge auf den Strahlteiler **33**, um die Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der CD-RW **90** durchzuführen. Der Strahlteiler **33** besitzt eine optische Eigenschaft, von der zweiten Lichtquelle **41** auftreffendes Licht von 790 nm zu reflektieren und lässt einen Großteil des von der zweiten Lichtquelle **41** auftreffenden zweiten Lichtes durch, um es dann zu der Kollimationslinse **34** zu übertragen, während der Strahlteiler **33** einen Teil des übrig bleibenden zweiten Lichtes zu dem Lichtmengendetektor **37** reflektiert. Der Lichtmengendetektor **37** detektiert die Lichtmenge des von dem Strahlteiler **33** auftreffenden zweiten Lichtes. Die Kollimationslinse **34** kollimiert das von dem Strahlteiler **33** auftreffende zweite Licht zu parallelem Licht, das anschließend zu der treppenförmigen Flachlinse **35** übertragen wird. Mit Bezug auf die Fig. 4 bis Fig. 7 wird die treppenförmige Flachlinse **35** ausführlich beschrieben.

[0062] Fig. 4 zeigt den Aufbau der treppenförmigen Flachlinse **35**. Wie gezeigt ist, umfasst die treppenförmige Flachlinse **35** erste bis dritte Bereiche **351** bis **353**. Der erste Bereich **351** ist ein Bereich, dessen numerische Apertur kleiner oder gleich ungefähr 0,3 ist; der zweite Bereich **352** ist ein Bereich, dessen numerische Apertur zwischen ungefähr 0,3 und 0,5 ist; und der dritte Bereich **353** ist ein Bereich, dessen numerische Apertur kleiner oder gleich ungefähr 0,6 ist. Der zweite Bereich **352** umfasst ein oder mehrere Beugungsgitter, die jeweils eine treppenförmige Struktur in radialer Richtung aufweisen. Der erste Bereich **351** weist eine optische Eigenschaft auf, in der eine Beugungswirkung von 0-ter Ordnung ungefähr 100% in Bezug auf Licht von sowohl 660 nm als auch 790 nm ist. Die Beugungswirkung 0-ter Ordnung ist als ein Wert definiert, der als Anteil einer Lichtmenge des durchgelassenen Lichtes in Bezug auf die auftreffende Lichtmenge angegeben worden ist, während eine Fortschreitungsrichtung des auftreffenden Lichtes beibehalten wird. Der zweite Bereich **352** weist eine optische Eigenschaft auf, bei der die Beugungswirkung 0-ter Ordnung ungefähr 100% in Bezug auf das Licht von 660 nm ist, die Beugungswirkung 0-ter Ordnung ungefähr 0% und die Beugungswirkung 1-ter Ordnung etwa 70% oder mehr in Bezug auf das Licht von 790 nm ist. Die Beugungswirkung 1-ter Ordnung ist als ein Wert definiert, der als Anteil der Lichtmenge des zuerst gebeugten Lichtes in Bezug auf die auftreffende Lichtmenge angegeben wurde.

[0063] Mit Bezug zurück auf Fig. 3, die den optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf zeigt, lässt die treppenförmige Flachlinse **35** das erste Licht von 660 nm und das zweite Licht von 790 nm, die auf dem ersten Bereich von der Kollimationslinse **34** auftreffen, vollständig durch, ohne eine Beugung zu verursachen, um anschließend zu der Objektivlinse **36** übertragen zu werden. Außerdem wird das erste Licht von 660 nm, das auf dem zweiten Bereich der Kollimationslinse **34** auftrifft, vollständig durchgelassen, ohne eine Beugung zu verursachen, und das zweite Licht von 790 nm wird ungefähr 70% der auftreffenden Lichtmenge um einen ersten Beugungswinkel gebeugt, um anschließend zu der Objektivlinse **36** übertragen zu werden.

[0064] Fig. 5 stellt den Aufbau des im zweiten Bereich der treppenförmigen Flachlinse **35** ausgebildeten Beugungsgitters dar. In Fig. 5 zeigt die obere grafische Darstellung Positionen, in denen die Beugungsgitter in radialer Richtung auf einer Lichtempfangsebene der treppenförmigen Flachlinse **35** ausgebildet sind. In der oberen grafischen Darstellung zeigt die vertikale und die horizontale Achse die Abstände in radialer Richtung von dem optischen Mittelpunkt aus an, wobei die Einheit µm ist. Die obere Darstellung zeigt ein Viertel der treppenförmigen Flachlinse **35** von Fig. 4. Es ist ersichtlich, dass die gesamte treppenförmige Flachlinse **35** ringförmige Gitter enthält. Die untere Darstellung von Fig. 5 zeigt bei Betrachtung von der seitlichen Fläche senkrecht zu der Lichtempfangsfläche den Gitteraufbau der treppenförmigen Flachlinse **35**, die Positionen und Tiefen der Gitter darstellt. In der unteren Darstellung gibt die linke vertikale Achse die optische Achse der treppenförmigen Flachlinse **35** an. Wie gezeigt ist, beträgt in der treppenförmigen Flachlinse **35** die geätzte maximale Tiefe 6,4 µm. Die treppenförmige Flachlinse **35** enthält treppenförmige Gitter, deren Tiefe und Breite in größerer Entfernung vom Mittelpunkt der Lichtempfangsebene jeweils flacher und enger wird. In der treppenförmigen Flachlinse **35** sind die treppenförmigen Gitter wiederholt. Zum Beispiel sind in der unteren Darstellung von Fig. 5 die treppenförmigen Gitter in den Positionen ausgebildet, deren Radius jeweils zwischen 1000 µm und 1500 µm beträgt, und die treppenförmigen Gitter sind außerdem in den Positionen ausgebildet, deren Radius zwischen 1500 µm und 1700 µm beträgt, was zeigt, dass die treppenförmigen Gitter wiederholt werden. Die treppenför-

migen Gitter sind so eingerichtet, dass sie der Kollimationslinse **34** zugewandt sind. Folglich kann eine bei Verwendung des zweiten Lichtes auftretende sphärische Aberration beseitigt werden.

[0065] Fig. 6 ist eine grafische Darstellung, die Eigenschaften der Beugungswirkung der treppenförmigen Flachlinse **35** entsprechend den Tiefen der Beugungsgitter zeigt. In der grafischen Darstellung gibt die waagerechte Achse die Tiefe des Beugungsgitters in der Einheit von Nanometern (nm) an, und die senkrechte Achse gibt die Beugungswirkung an. In der grafischen Darstellung zeigt die punktierte Kurve einen Wert der Beugungswirkung 0-ter Ordnung in Bezug auf das Licht von 660 nm an, die sich entsprechend der Tiefe des Gitters ändert. Eine Kurve, die aus der Verbindung kleiner Kreise zusammengesetzt ist, zeigt einen Wert der Beugungswirkung erster Ordnung in Bezug auf das Licht von 790 nm an. Die Zeichen und Figuren in den Kästchen geben die Beugungsordnungszahl an, welche jeweils die Richtung und die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes berücksichtigt. Die Beugungsordnungszahl, die negativ (-) ist, gibt an, dass das Licht zu der optischen Achse der Objektivlinse **36** hin gebeugt wird. Sonst wird das Licht in der Richtung gebeugt, die von der optischen Achse der Objektivlinse **36** weiter entfernt ist. Wie gezeigt wird, ist die Beugungswirkung 0-ter Ordnung der treppenförmigen Flachlinse **35** in Bezug auf das erste Licht von 660 nm Eins (1), wenn die Tiefe der treppenförmigen Flachlinse **35** 6400 nm, das heißt 6,4 μm, ist; wobei die negative (-) Beugungswirkung erster Ordnung der treppenförmigen Flachlinse in Bezug auf das zweite Licht von 790 nm 0,75 ist. Deshalb ist die Beugungswirkung 0-ter Ordnung in Bezug auf das Licht von 660 nm im optischen Geber von Fig. 3 auf nahezu 100% eingestellt, wobei in Bezug auf das Licht von 790 nm keine Beugungswirkung 0-ter Ordnung auftritt. Um die optische Wirkung des zweiten Lichtes von 790 nm, das zur Durchführung von Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der CD-RW **90** verwendet wird, auf ein Maximum zu steigern, ist auch die Tiefe des Beugungsgitters, die in der treppenförmigen Flachlinse **35** am tiefsten ist, vorzugsweise ungefähr 6,4 μm.

[0066] Fig. 7 ist eine Ansicht zur Erläuterung der Beziehung zwischen der Tiefe des Beugungsgitters und der Beugungswirkung in der treppenförmigen Flachlinse **35**. In Fig. 7 gibt die rechte senkrechte Achse die optische Achse der treppenförmigen Flachlinse **35** an, und deren waagerechte Achse zeigt eine radiale Richtung auf der Lichtempfangsebene an. Wie gezeigt ist, gibt das T einen Zyklus der treppenförmigen Beugungsgitter an. In der treppenförmigen Flachlinse **35** von Fig. 7 machen drei Beugungsgitter einen Zyklus T aus. In der Zeichnung sind α, β, γ Koeffizienten, die größer als 0 und kleiner als 1 sind, wobei die Beziehung von $\alpha < \beta < \gamma$ festgesetzt ist. Außerdem bezeichnet n einen Brechungsindex der treppenförmigen Flachlinse **35**, wobei n_0 der Brechungsindex von Luft ist, der normalerweise 1 ist. Angenommen, dass irgendeine Position in radialer Richtung in der treppenförmigen Flachlinse **35**χ ist, besitzt die treppenförmige Flachlinse **35** einen Durchlassgradkoeffizienten T_m, der die folgende Gleichung (1) ertüllt:

$$T_m = \frac{1}{T}\int_0^T \exp\left(\frac{2\pi i m}{T}\chi\right) T_j(\chi)\, d\chi \qquad \ldots(1)$$

[0067] Hierbei bezeichnet T die einem Zyklus entsprechende Breite der Struktur des treppenförmigen Beugungsgitters, m bezeichnet die Beugungsordnungszahl, π bezeichnet das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser, i bezeichnet die imaginäre Einheit und T(χ) bezeichnet den Durchlassgradkoeffizienten bei χ. Die optische Wirkung wird durch Quadrieren einer komplexen Zahl mit dem Durchlassgradkoeffizienten bestimmt.

[0068] Ausführlicher, das erste Beugungsgitter der treppenförmigen Flachlinse **35**, das sich in einem Intervall von $\alpha T < \chi < \beta T$ befindet, hat einen Durchlassgradkoeffizienten T(χ), der die folgende Gleichung (2) erfüllt:

$$T(\chi) = \exp\left(\frac{2\pi i (n - n_0) d}{3\lambda}\right) \qquad \ldots(2)$$

[0069] Hierbei bezeichnet n einen Brechungsindex der Flachlinse, n_0 bezeichnet den Brechungsindex von Luft, d bezeichnet die maximale Tiefe des Beugungsgitters, 3 ist die Anzahl der innerhalb eines Zyklus der Beugungsgitterstruktur eingerichteten Beugungsgitter und λ bezeichnet die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes. Die optische Wirkung wird durch Quadrieren einer komplexen Zahl mit dem Durchlassgradkoeffizienten bestimmt.

[0070] Das zweite Beugungsgitter der treppenförmigen Flachplatte **35**, das sich in einem Intervall von $\beta T < \chi < \gamma T$ befindet, hat den Durchlassgradkoeffizienten T(χ), der die folgende Gleichung (3) erfüllt:

$$T(\chi) = \exp(\frac{4\pi i(n-n_0)d}{3\lambda})$$

...(3)

[0071] Das dritte Beugungsgitter der treppenförmigen Flachlinse **35**, das sich im Intervall von γT < χ < T befindet, hat den Durchlassgradkoeftizienten T(χ), der die folgende Gleichung (4) erfüllt:

$$T(\chi) = \exp(\frac{6\pi i(n-n_0)d}{3\lambda})$$

...(4)

[0072] Auch der Durchlassgradkoeffizient des 0-ten Beugungsgitters der treppenförmigen Flachlinse **35**, das sich im Intervall von 0 < χ < αT befindet, ist T(χ) = 1,0.

[0073] Inzwischen enthält die treppenförmige Flachlinse **35** Beugungsgitter der Anzahl, die die folgende Gleichung (5) innerhalb eines Zyklus der Beugungsgitterstruktur erfüllt:

$N=\lambda_1/(\lambda 2-\lambda_1)$ (5)

[0074] Hierbei ist N eine ganze Zahl, die die Anzahl der Beugungsgitter in einem Beugungsgitter mit Treppenstruktur angibt, λ_1 bezeichnet die Wellenlänge des ersten Lichtes und λ_2 bezeichnet die Wellenlänge des zweiten Lichtes.

[0075] Außerdem sind die Stufendifferenzen zwischen den Beugungsgittern in der treppenförmigen Flachlinse **35** die gleichen. Die Stufendifferenz erzeugt eine Phasendifferenz, die die folgende Gleichung (6) in Bezug auf das zweite Licht mit der Wellenlänge von 790 nm erfüllt. Die Folge ist, dass es keine Phasendifferenz zwischen dem zweiten Licht, das auf den Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder kleiner auftrifft, und dem zweiten Licht gibt, das auf den Bereich der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5 auftrifft. Folglich wird eine sphärische Aberration beseitigt.

$$\delta_i = \frac{2\pi i(n-n_0)d_i}{\lambda}$$

...(6)

[0076] Hierbei bezeichnet δ_i eine optische Phasendifferenz, die durch i-te Stufendifferenz von dem optischen Mittelpunkt der Flachlinse **35** eingestellt wird, π bezeichnet das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser, und d; bezeichnet die Tiefe der i-ten Stufendifferenz.

[0077] Mit Bezug zurück auf Fig. 3 verwendet der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf die treppenförmige Flachlinse **35**. Die treppenförmige Flachlinse **35** lässt das zweite Licht, das auf den Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder kleiner auftrifft, vollständig durch, um es anschließend zu der Objektivlinse **36** zu übertragen, und beugt einen Großteil des auf den Bereich der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5 auftreffenden zweiten Lichtes negativ in erster Ordnung auf die optische Achse der Objektivlinse **36** hin, um es anschließend zu der Objektivlinse **36** zu übertragen. Das zweite Licht, das durch die Objektivlinse **36** auf die Informationsaufzeichnungsfläche der CD-RW **90** fokussiert und von dieser reflektiert wird, wird durch die Objektivlinse **36**, die treppenförmige Flachlinse **35**, die Kollimationslinse **34** und wiederum den Strahlteiler **33** durchgelassen, um anschließend auf der reflektierenden Flachplatte **32** aufzutreffen. Die reflektierende Flachplatte **32** überträgt das vom Strahlteiler **33** auftreffende zweite Licht zu der Lichtempfangslinse **38**. Die Lichtempfangslinse **38** überträgt das zweite Licht von der reflektierenden Flachplatte **32** zu dem Fotodetektor **39**. Der Fotodetektor **39** detektiert Informationen aus dem zweiten Licht, das von der reflektierenden Flachplatte **32** auftrifft.

[0078] Fig. 8 ist eine Ansicht, die eine Lagebeziehung zwischen der treppenförmigen Flachlinse und der Objektivlinse darstellt. Fig. 9 zeigt eine Objektivlinse, die mit einer treppenförmigen Flachlinse eine Einheit bildet. Wie gezeigt ist, kann die treppenförmige Flachlinse mit einer Objektivlinse integriert werden, indem die Beugungsgitterstruktur auf einer beliebigen Lichtempfangsebene der Objektivlinse ausgebildet wird.

[0079] Fig. 10 zeigt die Ansicht eines optischen Aufzeichnungs- und Abnehmerkopfes, der geeignet ist, Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen auf einer DVD **8** und einer CD-RW **90** gemäß einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung durchzuführen. Wie gezeigt ist, emittiert eine erste Lichtquelle **31** erstes Licht von 660 nm zu einem ersten Strahlteiler **330**. Der erste Strahlteiler **330** lässt einen Großteil des von der ersten Lichtquelle **31** auftreffenden ersten Lichtes zu einer ersten Kollimationslinse **340** durch und überträgt einen Teil des übrig bleibenden ersten Lichtes zu einem Lichtmengendetektor **37**. Der Lichtmengendetektor **37** detektiert eine Lichtmenge des ersten Lichtes, das von dem ersten Strahlteiler **330** auftrifft. Die erste Kollimationslinse **340** kollimiert das von dem ersten Strahlteiler **330** auftreffende erste Licht zu parallelem Licht, um es dann zu einem zweiten Strahlteiler **331** zu übertragen. Der zweite Strahlteiler **331** ist ein optisches Element mit der optischen Eigenschaft, das auftreffende Licht entsprechend seiner Wellenlänge durchzulassen oder zu reflektieren, wobei das Licht von 660 nm vollständig durchgelassen und das Licht von 790 nm vollständig reflektiert wird. Der zweite Strahlteiler **331** überträgt das von dem ersten Strahlteiler **330** auftreffende Licht zu einem reflektierenden Spiegel **320**. Inzwischen emittiert eine zweite Lichtquelle und ein Fotodetektor **410** zweites Licht von 790 nm zu einer zweiten Hologramm-Lichtdetektionslinse **381**. Die zweite Hologramm-Lichtdetektionslinse **381** überträgt das von der zweiten Lichtquelle **410** auftreffende zweite Licht zu einer zweiten Kollimationslinse **341**. Die zweite Kollimationslinse **341** kollimiert das von der Hologramm-Lichtdetektionslinse **381** auftreffende zweite Licht, um es dann zu dem zweiten Strahlteiler **331** zu übertragen. Der zweite Strahlteiler **331** reflektiert das von der zweiten Kollimationslinse **341** auftreffende zweite Licht, um es dann zu dem reflektierenden Spiegel **320** zu übertragen. Der reflektierende Spiegel **320** reflektiert das erste und das zweite Licht, das von dem zweiten Strahlteiler **331** auftrifft, zu einem Lambda-Viertel-Plättchen **51**. Das Lambda-Viertel-Plättchen **51** ändert die Polarisierungsrichtung des auftreffenden Lichtes. Das von dem reflektierenden Spiegel **320** auf das Lambda-Viertel-Plättchen **51** auftreffende erste und zweite Licht geht durch eine Flachlinse **35** hindurch und wird anschließend durch eine Objektivlinse **36** auf jede Informationsaufzeichnungsfläche der optischen Speicherplatten **8** und **90** fokussiert. Das von den optischen Speicherplatten **8** und **90** reflektierte erste und zweite Licht trifft über die Objektivlinse **36**, die Flachlinse **35**, das Lambda-Viertel-Plättchen **51** und den reflektierenden Spiegel **320** auf dem zweiten Strahlteiler **331** auf. Der zweite Strahlteiler **331** lässt das von dem reflektierenden Spiegel **320** auftreffende erste Licht zu der ersten Kollimationslinse **340** durch und reflektiert das vom reflektierenden Spiegel **320** auftreffende zweite Licht zu der zweiten Kollimationslinse **341** hin. Das von der ersten Kollimationslinse **340** zu dem ersten Strahlteiler **330** auftreffende erste Licht wird zu der ersten Hologramm-Lichtdetektionslinse **380** und einem ersten Fotodetektor **390** übertragen. Der erste Fotodetektor **390** detektiert Informationen aus dem auftreffenden ersten Licht. Inzwischen geht das vom reflektierenden Spiegel **320** zu dem zweiten Strahlteiler **331** auftreffende zweite Licht durch die zweite Kollimationslinse **341** und die zweite Hologramm-Lichtdetektionslinse **381**, um anschließend auf einer zweiten Hologramm-Lichtdetektionslinse **410** aufzutreffen. Der zweite Fotodetektor **410** detektiert aus dem auftreffenden zweiten Licht Informationen. In dem optischen Abnehmer von Fig. 10 ist eine optische Einheit, die aus dem reflektierenden Spiegel **320**, dem Lambda-Viertel-Plättchen **51**, der Flachlinse **35** und der Objektivlinse **36** besteht, bewegbar, während eine weitere optische Einheit, die aus den übrig bleibenden Elementen mit Ausnahme der oben genannten optischen Elemente besteht, feststehend ist.

[0080] Auch wenn die Ausführungen der vorliegenden Erfindung das Beugungsgitter oder die Beugungsfurche der Flachlinse mit einer Treppenstruktur beschreiben, kann ein Beugungsgitter oder eine Beugungsfurche der Flachlinse mit einer Sägezahnstruktur verwendet werden.

[0081] Wie vorstehend beschrieben, ist der optische Aufzeichnungs- und Abnehmerkopf nach der vorliegenden Erfindung sowohl mit der DVD **8** als auch der CD-RW **90** kompatibel. Insbesondere in dem Fall, dass Informationen auf der CD-RW **90** aufgezeichnet und von dieser wiedergegeben werden, wird das mit der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5 auftreffende Licht von 790 nm nicht vollständig reflektiert, wie in der veränderlichen Blende von Fig. 1, und ein Großteil der Lichtmenge wird auf den Mittelpunkt der Objektivlinse **36** hin negativ in erster Ordnung gebeugt, wobei dadurch eine verhältnismäßig hohe optische Wirkung zur Verkugung gestellt wird.

Patentansprüche

1. Optischer Abnehmerkopf zum Ausführen von Aufzeichnung von Informationen auf und Wiedergabe derselben von einer Vielzahl optischer Platten mit jeweils unterschiedlichen Wellenlängen, wobei der optische Aufzeichnungs-und-Abnehmer-Kopf umfasst:
eine erste Lichtquelle (**31**), die erstes Licht mit einer ersten vorgegebenen Wellenlänge emittiert;
eine zweite Lichtquelle (**41**), die zweites Licht mit einer relativ zu dem ersten Licht längeren Wellenlänge emittiert;
eine Objektivlinse (**36**), die das von der ersten und der zweiten Lichtquelle emittierte Licht auf die Informations-

aufzeichnungsflächen einer entsprechenden der Vielzahl optischer Platten (**8**, **90**) fokussiert;
gekennzeichnet durch:
eine Linse (**35**, **36**), die das erste Licht im Wesentlichen vollständig ohne Beugung zu der Objektivlinse (**36**) durchlässt und das zweite Licht auf die optische Achse der Objektivlinse (**36**) zu beugt.

2. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 1, der umfasst:
einen Fotodetektor (**39**);
eine Lichtweg-Änderungseinheit (**33**), die jeweils das von der ersten und der zweiten Lichtquelle emittierte Licht zu der Objektivlinse leitet und das erste sowie das zweite Licht, die von den Informationsaufzeichnungsflächen der Vielzahl von Platten reflektiert werden, zu dem Fotodetektor (**39**) leitet.

3. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Linse (**35**, **36**) einen ersten Bereich (**351**) und einen zweiten Bereich (**352**), die jeweils unterschiedliche optische Eigenschaften haben, auf einer Lichtempfangsfläche umfasst, die das auftreffende Licht empfängt, wobei der erste Bereich einen optischen Mittelpunkt der Lichtempfangsebene umfasst und sich der zweite Bereich an der Außenseite des ersten Bereiches befindet.

4. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 3, wobei der erste Bereich (**351**) das erste und das zweite auftreffende Licht im Wesentlichen vollständig durchlässt und der zweite Bereich (**352**) das auftreffende erste Licht vollständig durchlässt und den Großteil des auftreffenden zweiten Lichtes auf die optische Achse der Objektivlinse zu beugt.

5. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 3 oder 4, wobei der zweite Bereich (**352**) eine Ringform hat, die auf die optische Achse der Linse (**35**, **36**) zentriert ist.

6. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 3, 4 oder 5, wobei der zweite Bereich (**352**) Beugungsgitter umfasst.

7. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 6, wobei die Beugungsgitter der Lichtweg-Änderungseinheit (**33**) zugewandt ausgebildet sind.

8. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Beugungsgitter in größerer Entfernung von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) flach geätzt sind.

9. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Beugungsgitter eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur in einer radialen Richtung haben.

10. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Beugungsgitter eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur haben, die periodisch wiederholt wird.

11. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei die Beugungsgitter die gleiche Stufendifferenz haben.

12. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei die Beugungsgitter in der Anzahl, die die folgende Gleichung erfüllt, in einer Treppenmuster-Struktur eines Zyklus ausgeführt sind

$$N = \lambda_1/(\lambda_2 - \lambda_1)$$

wobei N die ganze Zahl der Stufen von Beugungsgittern bezeichnet, λ_1 die Wellenlänge des ersten Lichts bezeichnet und λ_2 die Wellenlänge des zweiten Lichts bezeichnet.

13. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die Beugungsgitter Durchlassgradkoeffizienten, die die folgende Gleichung erfüllen, in Bezug auf das zweite Licht haben, das von der Lichtweg-Änderungseinheit auftrifft

$$T_m = \frac{1}{T}\int_0^T \exp\left(\frac{2\pi i m}{T}\chi\right) T_j(\chi)\, d\chi$$

wobei T_m den Durchlassgradkoeffizienten der m-ten Gitterordnung bezeichnet, T die Breite der Treppen-Beugungsgitterstruktur bezeichnet, die einem Zyklus entspricht, m die Gitterordnungszahl bezeichnet, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, i die imaginäre Einheit bezeichnet, χ

den Abstand von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) bezeichnet und $T_j(\chi)$ den Durchlassgradkoeffizienten bei χ bezeichnet.

14. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 13, wobei in der Treppen-Beugungsgitterstruktur eines Zyklus jedes Beugungsgitter, das sich an der j-ten Position von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) aus befindet, einen Durchlassgradkoeffizienten $T_j(\chi)$ hat, der die folgende Gleichung erfüllt

$$T_j(\chi) = \exp(\frac{(2j)\pi i(n-n_0)d}{N\lambda})$$

wobei λ die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes bezeichnet, d die Tiefe des Beugungsgitters bezeichnet, das in einem Zyklus der Treppen-Beugungsgitterstruktur am tiefsten geätzt ist, n den Brechungsindex der Linse (**35**, **36**) bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet, und N die Anzahl von Treppen in einem Zyklus-Gitter ist.

15. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 6 bis 14, wobei die Beugungsgitter Phasendifferenzen erzeugen, die die folgende Gleichung erfüllen,

$$\delta_j = \frac{2\pi i(n-n_0)d_j}{\lambda}$$

wobei δ_j die optische Phasendifferenz bezeichnet, die durch die j-te Stufendifferenz von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) aus erzeugt wird, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, n den Brechungsindex der Linse (**35**, **36**) bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet, und d_j die Stufendifferenz des j-ten Beugungsgitters bezeichnet.

16. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 3 bis 15, wobei der erste Bereich (**351**) ein Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder weniger ist und der zweite Bereich (**352**) ein Bereich der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5 ist.

17. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 3 bis 16, wobei der zweite Bereich (**252**) eine Treppen-Beugungsgitterstruktur hat, die zweimal wiederholt wird, und die eine der Treppen-Beugungsgitterstrukturen über den Bereich zwischen ungefähr 1000 µm und ungefähr 1500 µm in radialer Richtung von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) aus ausgebildet ist und die andere über den Bereich zwischen ungefähr 1500 µm und ungefähr 1700 µm ausgebildet ist.

18. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 3 bis 17, wobei der zweite Bereich ungefähr 70 % oder mehr der Lichtmenge der zweiten Lichtes, das von der Lichtweg-Änderungseinheit auftrifft, auf die optische Achse der Objektivlinse zu beugt.

19. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Linse (**35**, **36**) eine Flachlinse (**35**) und die Objektivlinse (**36**) umfasst.

20. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Linse (**35**, **36**) eine Flachlinse (**35**) umfasst, die eine Einheit mit der Objektivlinse (**36**) bildet.

21. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 20, wobei die Vielzahl optischer Platten wenigstens eine erste und eine zweite optische Platte enthält, bei denen es sich um eine DVD bzw. eine CD-RW handelt, und das erste Licht verwendet wird, um Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen bezüglich der ersten optischen Platte (**8**) durchzuführen, und das zweite Licht verwendet wird, um Aufzeichnung und Wiedergabe zu Informationen bezüglich der zweiten optischen Platte (**90**) durchzuführen.

22. Optischer Abnehmerkopf nach einem der Ansprüche 2 bis 21, wobei die Lichtweg-Änderungseinheit eine Kollimationslinse (**34**) umfasst, die das erste und das zweite Licht, die von der ersten und der zweiten Lichtquelle auftreffen, kollimiert, um es dann zu der Linse (**35**, **36**) zu leiten.

23. Optischer Abnehmerkopf nach Anspruch 22, wobei die Lichtweg-Änderungseinheit des Weiteren umfasst:
eine reflektierende Flachplatte (**32**), die das von der ersten Lichtquelle emittierte Licht zu der Kollimationslinse (**34**) leitet und das erste sowie das zweite Licht, die von den Informationsaufzeichnungsflächen der optischen Platten reflektiert werden und dann von der Kollimationslinse zurückkehren, zu dem Fotodetektor (**39**) leitet;

und
einen Strahlteiler (**33**), der das zweite Licht, das von der zweiten Lichtquelle emittiert wird, zu der Kollimationslinse leitet und das erste sowie das zweite Licht, die von den Informationsaufzeichnungsflächen der optischen Platten reflektiert werden und dann von der Kollimationslinse zurückkehren, zu der reflektierenden Flachplatte (**32**) leitet.

24. Linse zum Empfangen von Licht einer jeweils verschiedenen Wellenlänge, wobei die Linse (**35**) einen ersten Bereich (**351**), einen zweiten Bereich (**352**) und einen dritten Bereich (**353**), die jeweils unterschiedliche optische Eigenschaften haben, auf einer Lichtempfangsebene umfasst, wobei der erste Bereich (**351**) den optischen Mittelpunkt der Lichtempfangsebene umfasst, sich der zweite Bereich (**352**) an der Außenseite des ersten Bereiches (**351**) befindet und sich der dritte Bereich (**353**) an der Außenseite des zweiten Bereiches (**352**) befindet, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der dritte Bereich (**351**, **353**) erstes und zweites Licht mit jeweils unterschiedlicher Wellenlänge im Wesentlichen vollständig ohne Verzeichnung oder Beugung durchlassen und der zweite Bereich das erste Licht ohne Verzeichnung oder Beugung im Wesentlichen durchlässt und den Großteil des zweiten Lichtes auf die optische Achse der Linse (**35**) zu beugt und sammelt.

25. Linse nach Anspruch 24, wobei der zweite Bereich (**352**) in Ringform ausgebildet ist.

26. Linse nach Anspruch 24 oder 25, wobei der zweite Bereich (**352**) Beugungsfurchen umfasst.

27. Linse nach Anspruch 26, wobei die Beugungsfurchen auf der Ebene ausgebildet sind, die das erste und das zweite Licht empfängt.

28. Linse nach Anspruch 26 oder 27, wobei die Beugungsfurchen in größerer Entfernung von dem optischen Mittelpunkt der Linse flach geätzt sind.

29. Linse nach einem der Ansprüche 26 bis 28, wobei der zweite Bereich (**352**) ein Beugungsgitter mit einer Treppenstruktur in einer radialen Richtung enthält.

30. Linse nach einem der Ansprüche 26 bis 28, wobei die Beugungsfurchen eine Treppen- oder Sägezahnmuster-Struktur haben, die periodisch wiederholt wird.

31. Linse nach Anspruch 30, wobei sich die Sägezahnstruktur der Beugungsfurchen zweimal wiederholt.

32. Linse nach Anspruch 30, wobei die Beugungsfurchen in der Anzahl, die die folgende Gleichung erfüllt, in einer Treppenmuster-Struktur ausgeführt sind

$N = \lambda_1/(\lambda_2-\lambda_1)$

wobei N die ganze Zahl von Beugungsfurchen bezeichnet, λ_1 die Wellenlänge des ersten Lichtes bezeichnet und λ_2 die Wellenlänge des zweiten Lichtes bezeichnet.

33. Linse nach einem der Ansprüche 27 bis 32, wobei die Beugungsfurchen Durchlassgradkoeffizienten, die die folgende Gleichung erfüllen, in Bezug auf das auftreffende zweite Licht haben

$$T_m = \frac{1}{T}\int_0^T \exp\left(\frac{2\pi i m}{T}\chi\right) T_j(\chi)\, d\chi$$

wobei den T_m den Durchlassgradkoeffizienten der m-ten Gitterordnung bezeichnet, T die Breite der Treppen-Beugungsfurchenstruktur bezeichnet, die einem Zyklus entspricht, m die Gitterordnungszahl bezeichnet, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, i die imaginäre Einheit bezeichnet, χ den Abstand von dem optischen Mittelpunkt der Linse bezeichnet und $T_j(\chi)$ den Durchlassgradkoeffizienten bei χ bezeichnet.

34. Linse nach Anspruch 32 oder 33, wobei in der Treppen-Beugungsstruktur eines Zyklus jede Beugungsfurche, die sich an der j-ten Position von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus befindet, einen Durchlassgradkoeffizienten $T_j(\chi)$ hat, der die folgende Gleichung erfüllt

$$T_j(\chi) = \exp\left(\frac{(2j)\pi i(n-n_0)d}{N\lambda}\right)$$

wobei λ die Wellenlänge des auftreffenden Lichtes bezeichnet, d die Tiefe der Beugungsfurche bezeichnet, die

in einem Zyklus der Treppen-Beugungsfurchenstruktur am tiefsten geätzt ist, n den Brechungsindex der Linse (**35**, **36**) bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet, und N die Anzahl von Treppen ist

35. Linse nach Anspruch 33 oder 34, wobei die Beugungsfurchen Phasendifferenzen erzeugen, die die folgende Gleichung erfüllen

$$\delta_j = \frac{2\pi i(n - n_0)d_j}{\lambda}$$

wobei δ_j die optische Phasendifferenz bezeichnet, die durch die j-te Stufendifferenz von dem optischen Mittelpunkt der Linse (**35**, **36**) aus erzeugt wird, π das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, n den Brechungsindex der Linse (**35**, **36**) bezeichnet, n_0 den Brechungsindex von Luft bezeichnet, und d_j die Stufendifferenz des j-ten Beugungsgitters bezeichnet.

36. Linse nach einem der Ansprüche 24 bis 35, wobei der erste Bereich ein Bereich der numerischen Apertur von 0,3 oder weniger ist und der zweite Bereich ein Bereich der numerischen Apertur zwischen 0,3 und 0,5 ist.

37. Linse nach einem der Ansprüche 24 bis 36, wobei der zweite Bereich eine Treppenstruktur hat, die zweimal wiederholt wird, und eine der Treppenstrukturen über den Bereich zwischen ungefähr 1000 µm und ungefähr 1500 µm in radialer Richtung von dem optischen Mittelpunkt der Linse aus ausgebildet ist und die andere über den Bereich zwischen ungefähr 1500 µm und ungefähr 1700 µm ausgebildet ist.

38. Linse nach einem der Ansprüche 24 bis 37, wobei der zweite Bereich ungefähr 70 % oder mehr der Lichtmenge des auftreffenden zweiten Lichtes in der Konvergenzrichtung in Bezug auf die optische Achse beugt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1(STAND DER TECHNIK)

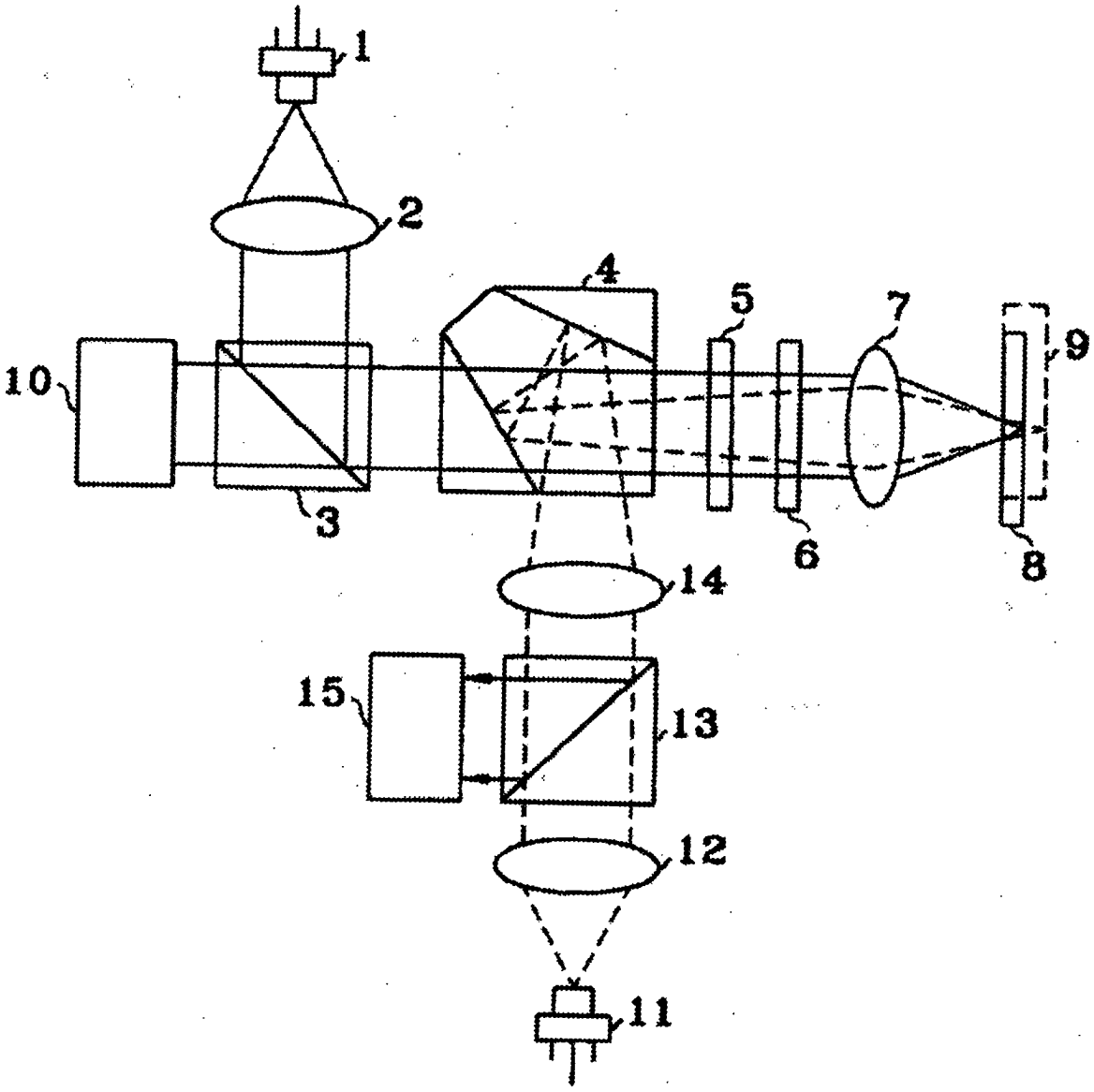


FIG. 2(STAND DER TECHNIK)

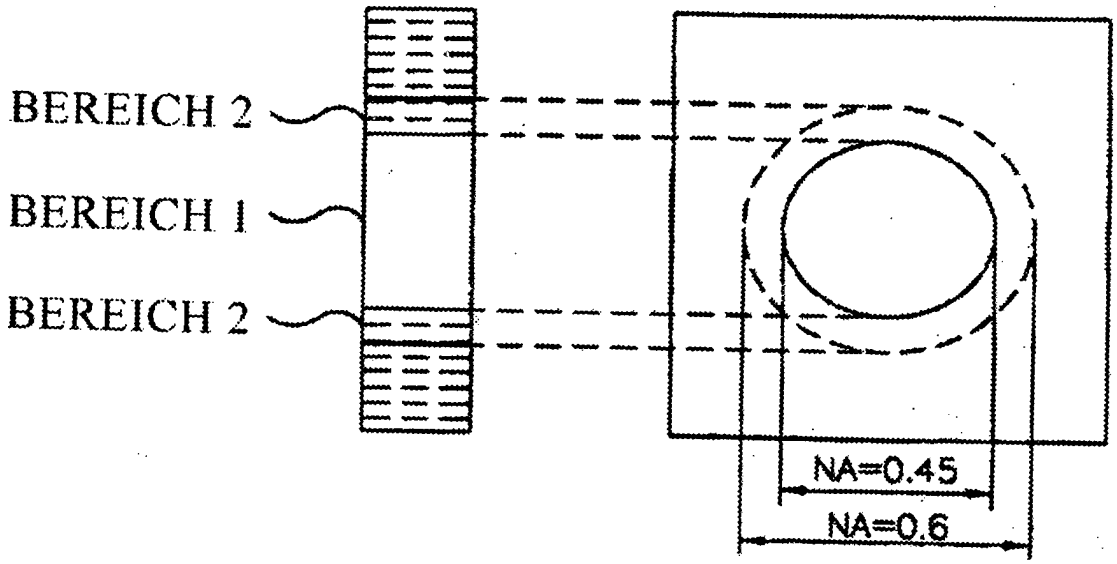


FIG. 3

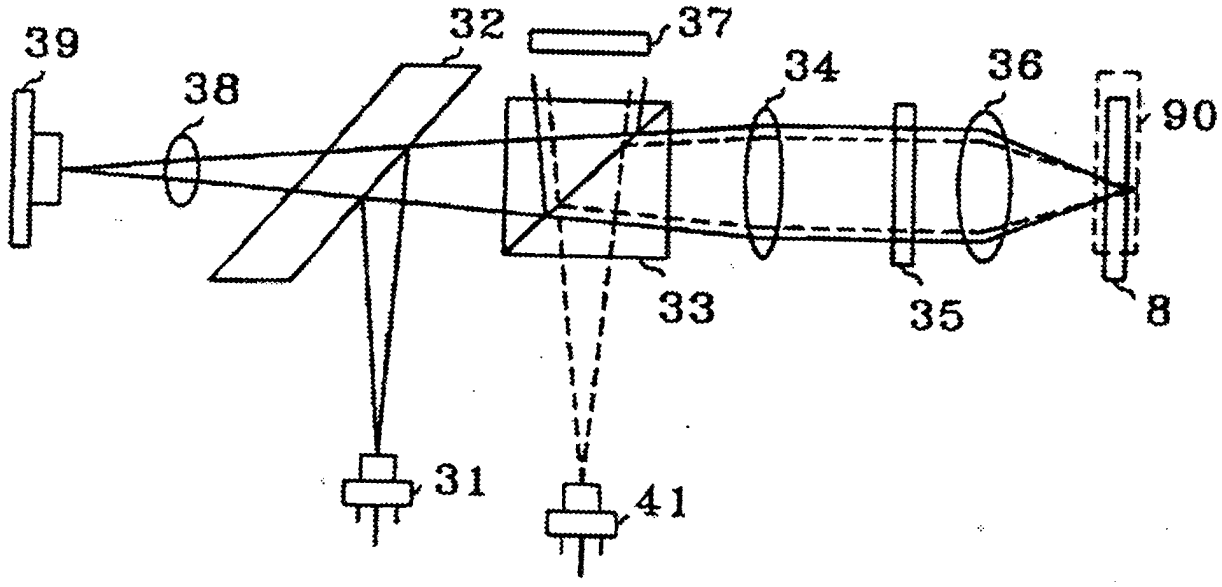


FIG. 4

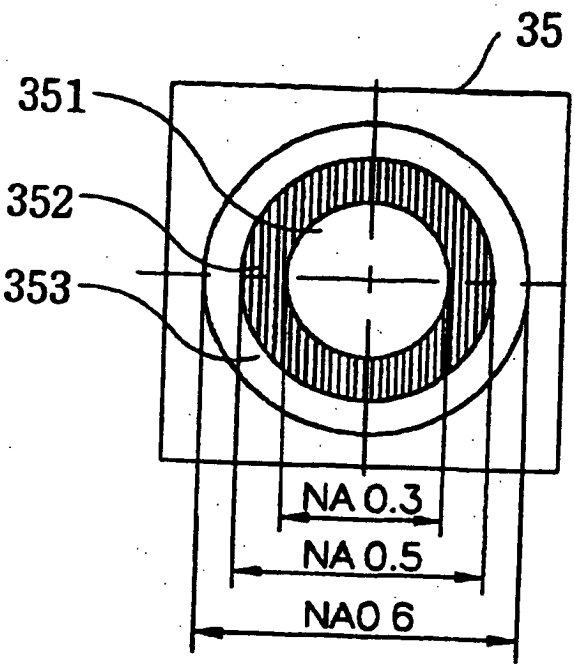


FIG. 5

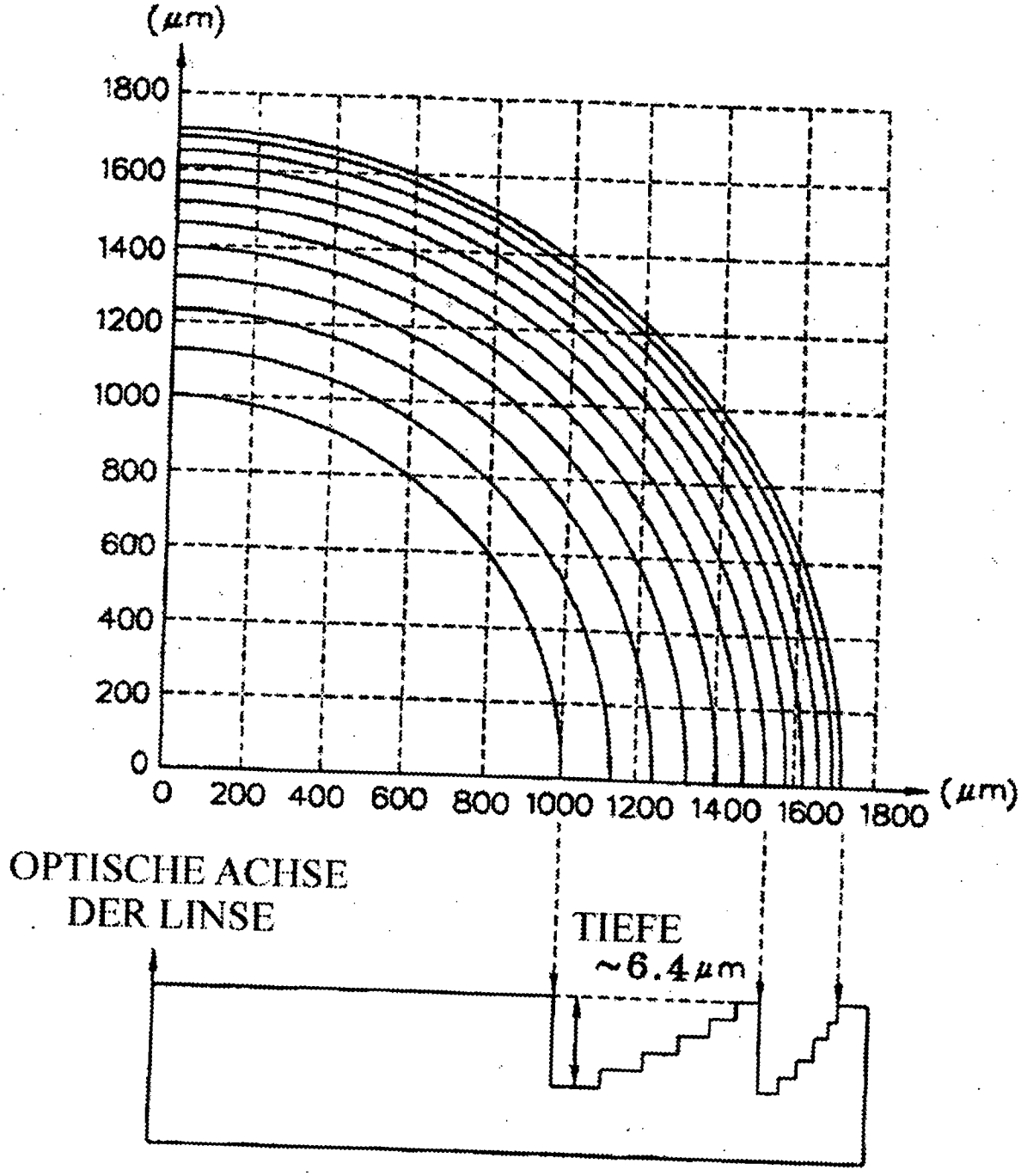

(µm)
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800
(µm)
OPTISCHE ACHSE
DER LINSE
TIEFE
~6.4µm

FIG. 6

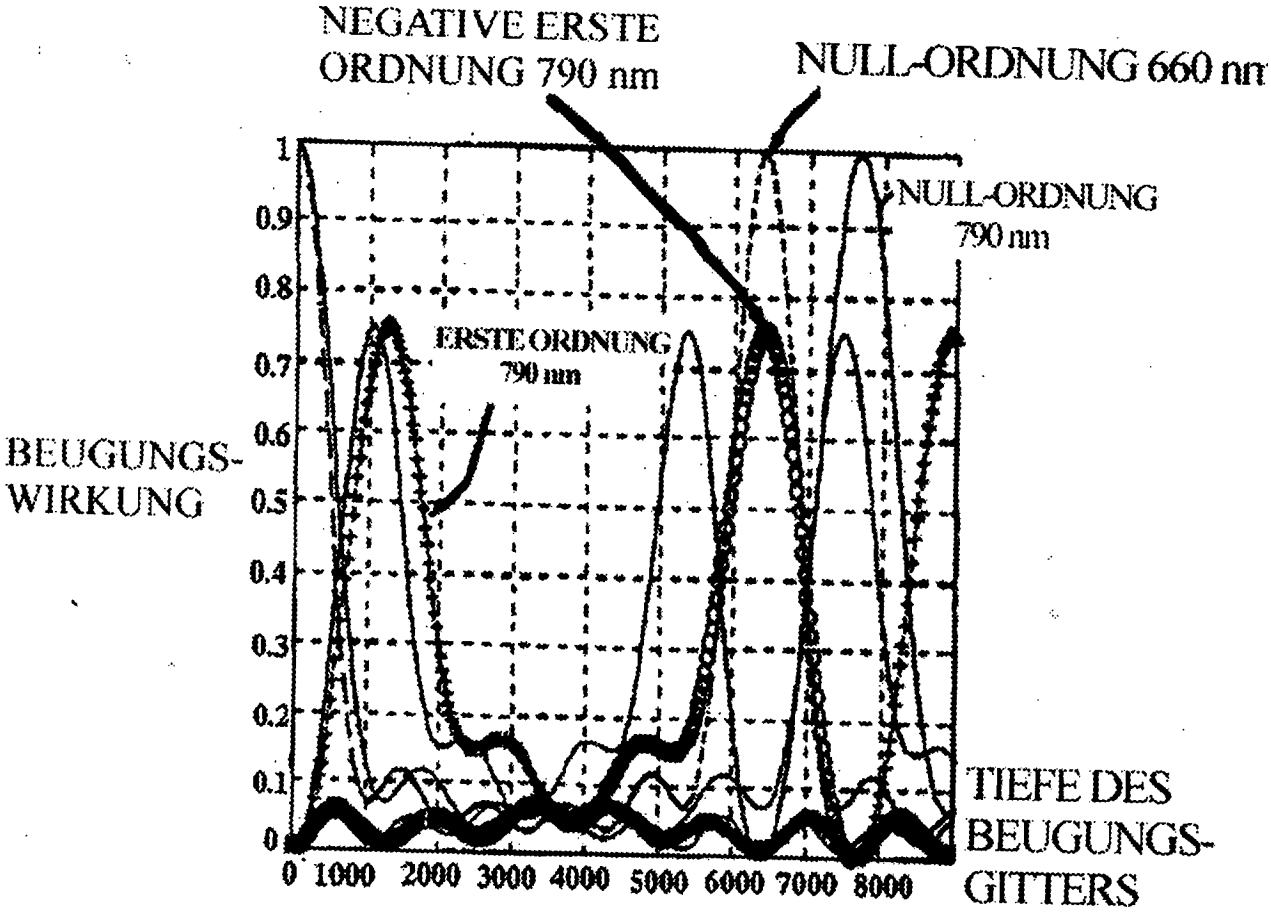

NEGATIVE ERSTE ORDNUNG 790 nm
NULL-ORDNUNG 660 nm
NULL-ORDNUNG 790 nm
ERSTE ORDNUNG 790 nm
BEUGUNGS-WIRKUNG
TIEFE DES BEUGUNGS-GITTERS
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

FIG. 7

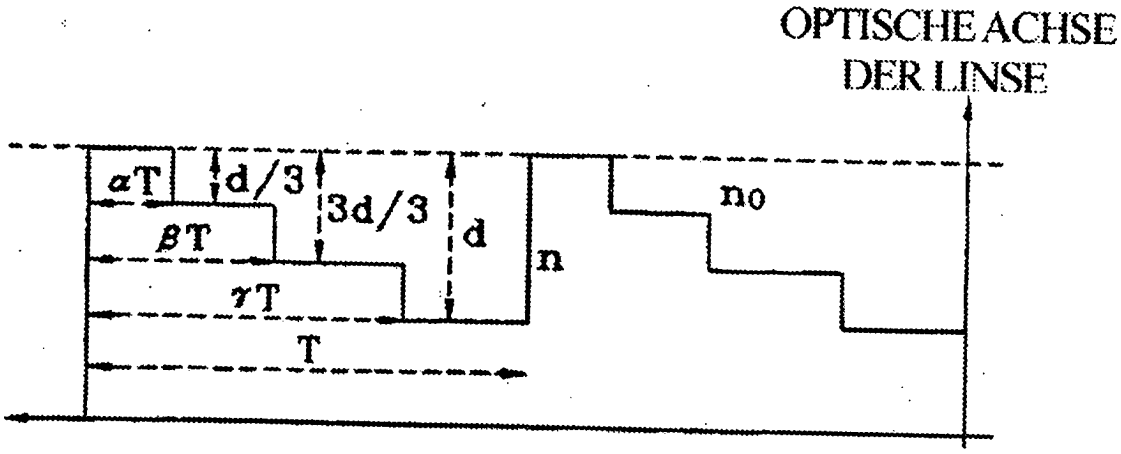

OPTISCHE ACHSE
DER LINSE
αT
d/3
3d/3
d
βT
γT
T
n
no

FIG. 8

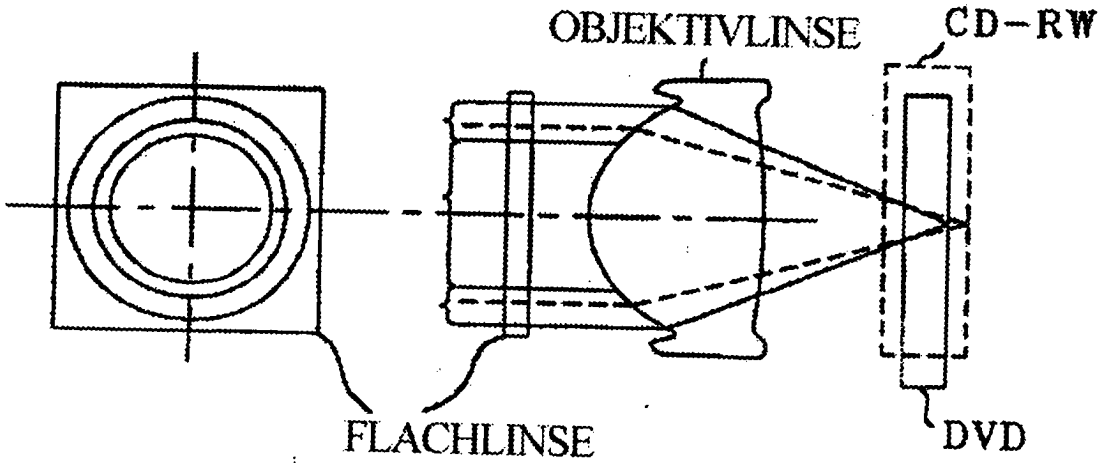

OBJEKTIVLINSE
CD-RW
FLACHLINSE
DVD

FIG. 9

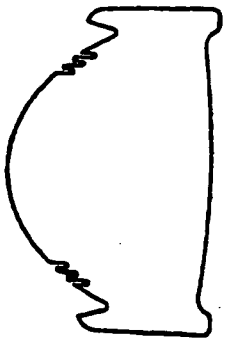


FIG. 10

