



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 12 674 T2 2004.09.23

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 952 474 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 12 674.6

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 303 114.5

(96) Europäischer Anmeldetag: 22.04.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27.10.1999

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 12.11.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 23.09.2004

(51) Int Cl.⁷: G02B 27/18

G02B 7/10, H04N 9/31

(30) Unionspriorität:

11520498 24.04.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Sony Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Sugano, Yasuyuki, Shinagawa-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München

(54) Bezeichnung: Projektionsobjektiv und Verfahren zur Fokussierung

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 eingereicht, 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 bezieht sich auf eine Projektionslinse und wird zweckmäßigerweise bei einer Projektionslinse bzw. einem Projektionsobjektiv angewandt, mit der bzw. dem eine Projektionsvorrichtung, wie eine Projektionsanzeigevorrichtung ausgestattet ist.

[0002] Kürzlich hat eine Projektionsanzeigevorrichtung weite Verbreitung gefunden.

[0003] Als Projektionsanzeigevorrichtung, wie sie oben beschrieben worden ist, ist eine Projektionsvorrichtung vom sogenannten Rückprojektionstyp bekannt, die eine Anzeigeoperation dadurch ausführt, dass Bildlicht auf einen Bildschirm vom Durchlässigkeitstyp von dessen Rückseite her projiziert wird.

[0004] Bei einer derartigen Projektionsanzeigevorrichtung vom Rückprojektionstyp bzw. bei einer derartigen Rückprojektions-Anzeigevorrichtung wird ein durch Kollimation des Lichtes einer weißen Lichtquelle durch einen Reflektor oder dergleichen erhaltener Lichtfluss mittels eines Farbaufteilungs- bzw. Farbzzerlegungs-Spiegels in einen Drei-Farben-Lichtfluss von Rot, Grün und Blau zerlegt.

[0005] Der Lichtfluss der drei Farben fällt jeweils auf ein zweidimensionales Bildanzeigeelement (beispielsweise LCD: Flüssigkristallanzeigevorrichtung), welches entsprechend einem videoelektrischen Signal von Rot, Grün und Blau (R, G, B) gebildet wird. Das auf den zweidimensionalen Bildanzeigeelementen jeweils erhaltene Bildlicht entsprechend Rot, Grün und Blau wird in einem optischen Farbzusammensetzungssystem in der Farbe zu weißer Farbe zusammengesetzt und durch eine Projektionslinse auf einen Bildschirm vom Durchlässigkeitstyp projiziert, während es vergrößert wird.

[0006] Eine große Anzahl von fotografischen Weitwinkelobjektiven für Einzellinsen- bzw. Einzelobjektiv-Spiegelreflexkameras, deren jedes eine lange hintere Brennweite besitzt, sowie Weitwinkel-Projektionslinsen bzw. -objektive für Projektionsfernsehgeräte auf der Grundlage von Kathodenstrahlröhren sind als Linsen bzw. Objektive vorgeschlagen worden, die denselben Aufbau besitzen.

[0007] Ferner gibt es einen Fall, in welchem die Projektionsanzeigevorrichtung einen Aufbau zur Umkehr eines optischen Weges um 90° in einem Linsen- bzw. Objektivsystem aufweist, welches eine Projektionslinse bildet.

[0008] Bei diesem Aufbau können die Anordnungsrichtung des Gehäuses einer Projektionsvorrichtung in einer Projektionsanzeigevorrichtung und die Aufstellungsrichtung von verschiedenen optischen Elementen von der optischen Trennung bis zur Farbzusammensetzung in der Projektionsvorrichtung geändert werden, und ferner können die verschiedenen optischen Elemente miniaturisiert bzw. verkleinert werden, wodurch eine Miniaturisierung bzw. Verkleinerung der Projektionsanzeigevorrichtung gestattet ist.

[0009] Beim Aufbau der Projektionsanzeigevorrichtung, wie sie oben beschrieben worden ist, muss eine sogenannte hintere Brennweite, die dem Abstand von dem zweidimensionalen Bildanzeigeelement zum rückwärtigen Ende der Projektionslinse entspricht, auf der Grundlage einer Einschränkung hinsichtlich der Notwendigkeit der Anordnung eines optischen Elements, wie eines dichroitischen Prismas, eines dichroitischen Spiegels und dergleichen als optisches Farbzusammensetzungssystem so festgelegt sein, dass sie lang ist.

[0010] Wenn ein vergrößertes Bild durch eine Projektionsvorrichtung, wie eine Projektionsanzeigevorrichtung beim bzw. vom Gesamt-Durchlässigkeitstyp gebildet wird, dann ist es ferner erforderlich, den Projektionsabstand (beispielsweise die zentrale Lichtstrahlänge vom Abgabeende der Projektionslinse durch den Spiegel bis zum Bildschirm vom Durchlässigkeitstyp) zu verkürzen, um die Projektionsanzeigevorrichtung selbst zu verkleinern bzw. zu miniaturisieren. Um dieser Anforderung zu genügen, ist es erforderlich, dass die Projektionslinse so hergestellt wird, dass sie einen breiteren Winkel besitzt und dass der Divergenzwinkel des abgebenden Lichts vergrößert ist, wodurch ein Bild von großer Größe erhalten wird.

[0011] Um Licht von einer Lichtquelle durch das zweidimensionale Bildanzeigeelement zu übertragen und um ein Bild auf dem zweidimensionalen Bildanzeigeelement mit hohem Kontrast auf einem Bildschirm anzuzeigen, während das Bild vergrößert ist, muss ferner der Lichtstrom, der von dem zweidimensionalen Bildanzeigeelement unter einem Winkel nahe der Vertikalen abgegeben wird, genutzt werden.

[0012] Um die Ungleichmäßigkeit einer Farbe auf dem Bildschirm zu verringern, auf den ein Bildlicht projiziert wird, ist es überdies besser, die Winkelbreite der Lichtstrahlen, die auf die Überzugsseite eines dichroitischen Prismas oder dichroitischen Spiegels auftreffen, konstant zu machen.

[0013] Es ist demgemäß notwendig, dass die Projektionslinse eine Telezentrität besitzt, so dass der Hauptstrahl außerhalb der Achse der Projektionslinse vertikal zu dem zweidimensionalen Bildanzeigeelement verläuft. In diesem Falle ist die Linse bzw. das Objektiv in Bezug auf den Lichtstrahl, der durch die Mitte des zweidimensionalen Bildanzeigeelements tritt, jedoch symmetrisch, während das zweidimensionale Bildanzeigeelement selbst einen höheren Kontrast in lediglich einer Richtung aufweist, so dass es bezüglich des Lichtstromes selbst, der auf das zweidimensionale Anzeigeelement abgestrahlt wird, erforderlich ist, dass er einen Winkel besitzt.

[0014] Eine Anzeigevorrichtung, wie eine LCD-Vorrichtung oder dergleichen wird gewöhnlich als zweidimensionales Bildanzeigeelement verwendet, und im Unterschied zu einem Fall, gemäß dem eine Kathodenstrahlröhre verwendet wird, ist es schwierig, eine Verzerrung der Projektionslinse zu korrigieren, da die

LCD-Vorrichtung unter Verwendung einer Matrixelektrode gesteuert wird. Dies bedeutet, dass im Falle einer Kathodenstrahlröhre die Verzerrung der Projektion durch Anwendung einer rasterförmigen Korrekturfunktion, wie einer Kissenverzerrungskorrektur oder dergleichen relativ leicht korrigiert werden kann. Andererseits wird im Falle der Anzeigevorrichtung zur Vornahme einer Punktmatrix-Anzeige, wie bei einer LCD-Vorrichtung, eine derartige Rasterverzerrungs-Korrektur gewöhnlich nicht vorgenommen.

[0015] Angesichts der obigen Situation wird es bevorzugt, die Verzerrungs-Aberration der Projektionslinse so weit wie möglich zu verringern. Dies stellt jedoch ein Hindernis für einen Weitwinkelentwurf einer Projektionslinse und hinsichtlich der Erzielung einer langen hinteren Brennweite dar.

[0016] Dies bedeutet, dass es bekannt ist, dass dann, wenn eine Telezentrizität bei einer Projektionslinse vorgesehen ist, während das Weitwinkel-Design und die lange hintere Brennweite gewährleistet sind, Tendenzen dahingehend vorliegen, die Gesamtlänge der Linse bzw. des Objektivs und den Linsen- bzw. Objektivdurchmesser zu vergrößern.

[0017] Da die hintere Brennweite unzureichend ist und da der Einfallswinkel und der Abgabewinkel des Lichtstromes außerhalb der Achse bei einer fotografischen Weitwinkellinse bzw. einem fotografischen Weitwinkelobjektiv für eine Einzelobjektiv-Spiegelreflexkamera und eine Projektionslinse bzw. ein Projektionsobjektiv für ein Projektionsfernsehgerät auf der Grundlage einer Kathodenstrahlröhre spitz sind, ist es überdies die derzeitige Situation, dass keine Telezentrizität vorliegt und dass die Lichtmenge gering ist.

[0018] Im Falle der Projektionsanzeigevorrichtung, bei der die Konstruktion zur Umkehr des optischen Pfades in der Projektionslinse angewandt wird, ist es ferner bekannt, dass dann, wenn ein sogenanntes Gesamt-Ausdehnungssystem zur Erzielung der Brennpunkt- bzw. Fokusposition durch Einstellen des relativen Abstands zwischen der Gesamt-Projektionslinse und dem Bildschirm als Fokussierungs-Einstellsystem verwendet wird, die Bildmitte auf dem Bildschirm abgelenkt ist bzw. abweicht und damit nicht passend ist. Demgemäß ist es in der Projektionsanzeigevorrichtung erforderlich, ein von dem Gesamt-Ausdehnungssystem verschiedenes geeignetes Fokussierungs-Einstellverfahren anzuwenden.

[0019] Die vorliegende Erfindung stellt eine Projektionslinse gemäß dem Anspruch 1 und ein Fokussierungs-Einstellverfahren gemäß dem Anspruch 10 für eine derartige Projektionslinse bereit.

[0020] Die vorliegende Erfindung stellt eine Projektionslinse für die Ausführung einer optischen Weg-Umkehrung in einem System der Projektionslinse bereit, die einen breiten Bild- bzw. Betrachtungswinkel, eine lange hintere Brennweite und einen großen außerhalb der Achse liegenden Lichtanteil bei einer kurzen Projektionsdistanz und einer Telezentrizität aufweist und die außerdem eine geringe Verzer-

rungsaberration sowie geringe weitere Aberrationen aufweist. Ferner ermöglicht die vorliegende Erfindung eine Fokussierungseinstellung, die geeignet ist für einen Fall, in welchem die optische Weg-Umkehrung im System der Projektionslinse vorgenommen wird.

[0021] Die Erfindung bildet eine Projektionslinse in einer Anordnung aus einer ersten Linsengruppe, die ein Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, einer zweiten Linsengruppe, die ein positives Brechungsvermögen aufweist, derart, dass sie im größten zentralen Luftzwischenraum im Gesamtsystem angeordnet und so gebildet ist, dass sie zumindest eine Sammellinse aufweist, und einer dritten Linsengruppe, die ein positives Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, wobei die Linsengruppen von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite in dieser Reihenfolge angeordnet sind. Ferner ist eine optische Weg-Umkehreinrichtung vorgesehen, die zwischen der genannten ersten Linsengruppe und der genannten zweiten Linsengruppe eingefügt ist und die den optischen Weg des Lichtstroms umsetzt, der von der betreffenden ersten Linsengruppe zu der genannten zweiten Linsengruppe zu verlaufen hat.

[0022] Sind eine hintere Brennweite im Projektionsabstand bei Unendlich mit BF , die zusammengesetzte Brennweite des Gesamtsystems mit F , der zentrale Luftzwischenraum zwischen der genannten ersten Linsengruppe und der genannten zweiten Linsengruppe mit $GD1$, die zusammengesetzte Brennweite der genannten ersten Linsengruppe mit $F1$, die zusammengesetzte Brennweite der genannten zweiten Linsengruppe und der genannten dritten Linsengruppe mit $F23$ und der zentrale Luftzwischenraum zwischen der genannten zweiten Linsengruppe und der genannten dritten Linsengruppe mit $GD2$ gegeben, ist folgende Gleichung erfüllt:

$$2,8 < BF/F$$

$$3,0 < GD1/F < 4,50$$

$$0,40 < -F1/F23 < 0,48$$

$$0,40 < GD2/F23 < 0,8.$$

[0023] Demgemäß kann ein Luftzwischenraum, in welchem die optische Weg-Umsetzeinrichtung angeordnet werden kann, zwischen der ersten Linsengruppe und der zweiten Linsengruppe beibehalten werden, und eine inverse Linsenkonstruktion vom Teleskoptyp kann als Weitwinkellinse bzw. -objektiv mit einer langen hinteren Brennweite erhalten werden. Ferner ist der Aufbau so getroffen, dass der außerhalb der Achse liegende Hauptlichtstrahl an die hohe Position der dritten Linsengruppe abgegeben wird, wodurch die Telezentrizität des außerhalb der Achse liegenden Hauptlichtstrahls, der auf die Fläche eines zweidimensionalen Bildanzeigeelements, wie eines

Flüssigkristallfeldes oder dergleichen auftrifft, erzielt werden kann.

[0024] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann als Projektionslinse mit einer optischen Wege-Umsetzeinrichtung eine Weitwinkellinse bzw. ein Weitwinkelobjektiv, die bzw. das eine lange hintere Brennweite besitzt, welche erforderlich ist, beispielsweise dann, wenn eine Projektionslinse für eine Projektionsanzeigevorrichtung verwendet wird, gebildet werden, und es kann ein Linsenaufbau vom umgekehrten Teleskoptyp erzielt werden. Dies bedeutet, dass ein Bildschirm großer Größe bei einer kurzen Projektion erzielt werden kann.

[0025] Überdies verfügt gemäß der vorliegenden Erfindung entsprechend dem obigen Aufbau die dritte Linsengruppe zumindest über eine Verbundlinse und eine Sammellinse sowie über eine Linse mit asphärischer Oberfläche auf der kürzesten konjugierten Seite, wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit F3, wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit F31, wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Sammellinse der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit FP32, wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Sammellinse und der genannten Linse mit asphärischer Oberfläche der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit F32 und wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Linse mit der asphärischen Oberfläche der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit FP33; damit ist die folgende Gleichung erfüllt:

$$1,00 < -F31/F3 < 2,50$$

$$0,9 < FP32/F3 < 1,40$$

$$2,00 < FP33 < F32.$$

[0026] Demgemäß sind der Abgleich des Brechungsvermögens der Sammellinse, welche die Verbundlinse in der dritten Linsengruppe bildet, der Abgleich des Brechungsvermögens der Sammellinse in der dritten Linsengruppe und der Abgleich des Brechungsvermögens der asphärischen Linse in der dritten Linsengruppe festgelegt, und ein ausgezeichneter Korrekturzustand verschiedener Aberrationen kann erreicht werden.

[0027] Gleichzeitig ist eine solche Anpassung vorgenommen, dass auch eine Leichtigkeit in der Bearbeitung der jeweiligen Linse sichergestellt ist.

[0028] Die Verbundlinse der dritten Linsengruppe besteht aus einer Zerstreuungslinse und einer Sammellinse in der Richtung von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite, wobei der Brechungsindex einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Zerstreuungslinse gegeben ist mit N3N, wobei der Bre-

chungsindex einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Sammellinse gegeben ist mit N3P,

wobei eine Abbe-Zahl einer die genannte Verbundlinse der genannten Linsengruppe bildenden Sammellinse gegeben ist mit V3P und

wobei eine Abbe-Zahl einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Zerstreuungslinse gegeben ist mit V3N. Damit sind die folgenden Gleichungen erfüllt:

$$N3N - N3P > 0,15$$

$$V3P - V3N > 27.$$

[0029] Dadurch wird ein geeigneter Wert als Brechungsindex der Verbundlinse in der dritten Linsengruppe erhalten, um eine geeignete Farbkorrektur zu ermöglichen.

[0030] Die optische Weg-Umkehreinrichtung ist so vorgesehen, dass ein optischer Weg längs einer langen Seite eines zweidimensionalen Bildanzeigeelements derart gebeugt wird, dass er an der Fokusposition des Gesamtsystems der genannten Projektionslinse liegt, oder die betreffende optische Weg-Umkehreinrichtung ist so vorgesehen, dass ein optischer Weg längs einer kurzen Seite eines zweidimensionalen Bildanzeigeelements derart gebeugt wird, dass er an der Fokusposition des Gesamtsystems der genannten Projektionslinse versetzt ist, wodurch die Festlegung bzw. Einstellung der Anordnungsrichtung in der Projektionsanzeigevorrichtung der Projektionsvorrichtung mit der betreffenden Projektionslinse geändert werden kann.

[0031] Infolgedessen wird es möglich, auf eine Reduzierung der Gehäusegröße der Projektionsanzeigevorrichtung zu zielen, die mit der Projektionslinse der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist.

[0032] Die optische Weg-Umkehreinrichtung besteht aus einem Spiegel oder Prisma zur totalen Reflexion lediglich einer P-Welle oder einer S-Welle. Deshalb kann bei niedrigen Kosten ein Fall unterstützt werden, bei dem die Projektionsvorrichtung mit der betreffenden Projektionslinse so ausgelegt ist, dass ein Lichtstrom einer Polarisationsebene irgendeiner Welle von der P-Welle und der S-Welle verarbeitet werden kann.

[0033] Dies bedeutet, dass gemäß der vorliegenden Erfindung eine Projektionslinse zur Vornahme der optischen Umkehr realisiert ist, die mit hohem Kontrast, insbesondere in einer Projektionsvorrichtung unter Verwendung eines Flüssigkristallfelds projizieren kann, welches einen breiten Winkel, einen kurzen Projektionsabstand, eine lange hintere Brennweite und eine Telezentrität aufweist, und bei der ferner verschiedene Aberrationen, wie eine Verzerrungsaberration, etc. verringert sind.

[0034] Wenn beispielsweise die Projektionsanzeigevorrichtung durch Anwendung der Projektionslinse gemäß der vorliegenden Erfindung bei einer Projekti-

onsvorrichtung aufgebaut wird, die ein Flüssigkristallfeld als zweidimensionales Bildanzeigeelement verwendet, dann kann ein dünner Typ erzielt werden, dessen Tiefe, etc. entsprechend verringert ist, und außerdem wird eine ausgezeichnete Qualität erwartet.

[0035] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Fokussierungs-Einstellverfahren für eine Projektionslinse bereitgestellt, in der in einer Anordnung aus einer ersten Linsengruppe, die ein Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, einer zweiten Linsengruppe, die ein positives Brechungsvermögen aufweist, derart, dass sie bei dem größten zentralen Luftabstand in dem Gesamtsystem in Abstand vorgesehen und derart gebildet ist, dass sie zumindest eine Sammellinse aufweist, und einer dritten Linsengruppe, die ein positives Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, wobei die Linsengruppen von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite in dieser Reihenfolge angeordnet sind, eine optische Weg-Umkehreinrichtung zwischen der ersten Linsengruppe und der zweiten Linsengruppe eingefügt ist und den optischen Weg des Lichtstroms, der von der ersten Linsengruppe zur zweiten Linsengruppe verläuft, umkehrt, wobei eine hintere Brennweite bei einem Projektionsabstand von Unendlich mit BF, die zusammengesetzte Brennweite des Gesamtsystems mit F, der mittlere Luftpzwischenraum zwischen der ersten Linsengruppe und der zweiten Linsengruppe mit GD1, die zusammengesetzte Brennweite der ersten Linsengruppe mit F1, die zusammengesetzte Brennweite der zweiten Linsengruppe mit F23 und der mittlere Luftpzwischenraum zwischen der zweiten Linsengruppe und der dritten Linsengruppe mit GD2 bezeichnet sind. Damit ist folgenden Gleichungen genügt:

$$2,8 < BF/F$$

$$3,0 < GD1/F < 4,50$$

$$0,40 < -F1/F23 < 0,48$$

$$0,40 < GD2/F23 < 0,8.$$

[0036] Dabei wird die Fokusposition auf der langen konjugierten Seite der Projektionslinse durch Bewegen bzw. Verschieben der ersten Linsengruppe längs der optischen Achse eingestellt.

[0037] Dies bedeutet, dass bei dem Einstellverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die Fokussierungseinstellung des Lichtstroms, der auf dem Bildschirm fokussiert ist, welcher beispielsweise auf der langen konjugierten Seite angeordnet ist, durch die Linsengruppe vorgenommen wird, durch die der Lichtstrom gelangt, nachdem der optische Weg durch die optische Weg-Umkehrinrichtung umgekehrt ist.

[0038] Wie im Falle der Verwendung eines sogenannten Gesamt-Ausdehnungssystems kann die Fo-

kussierungseinstellarbeit beispielsweise ohne weiteres ausgeführt werden, ohne dass die Erscheinung hervorgerufen wird, gemäß der die Bildmitte auf dem Bildschirm verschoben ist bzw. abweicht.

[0039] Die Erfindung wird weiter unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

[0040] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** zeigen in Diagrammen den Gesamtaufbau einer Projektionsanzeigevorrichtung mit einer Projektionslinse gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0041] **Fig. 2** zeigt in einem Diagramm den Aufbau (erstes Beispiel) der Projektionsvorrichtung mit der Projektionslinse gemäß der Ausführungsform.

[0042] **Fig. 3** veranschaulicht in einem Diagramm den Aufbau (zweites Beispiel) der Projektionsvorrichtung mit der Projektionslinse gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0043] **Fig. 4** veranschaulicht in einem Diagramm den Aufbau (drittes Beispiel) der Projektionsvorrichtung mit der Projektionslinse gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0044] **Fig. 5** veranschaulicht in einer Linsenschnittansicht den Aufbau der für die ersten bis dritten Ausführungsformen gemeinsamen Projektionslinse.

[0045] **Fig. 6** zeigt in einer Linsenschnittansicht den Aufbau der Projektionslinse der ersten Ausführungsform.

[0046] **Fig. 7** zeigt in einer Linsenschnittansicht den Aufbau der Projektionslinse der zweiten Ausführungsform.

[0047] **Fig. 8** zeigt in einer Linsenschnittansicht den Aufbau der Projektionslinse der dritten Ausführungsform.

[0048] **Fig. 9** veranschaulicht in einem Diagramm eine numerische Ausführungsform der Projektionslinse der ersten Ausführungsform.

[0049] **Fig. 10** veranschaulicht in einem Diagramm eine numerische Ausführungsform der Projektionslinse der zweiten Ausführungsform.

[0050] **Fig. 11** veranschaulicht in einem Diagramm eine numerische Ausführungsform der Projektionslinse der dritten Ausführungsform.

[0051] **Fig. 12** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, wenn das Gesamt-Ausdehnungssystem als erste Ausführungsform verwendet wird.

[0052] **Fig. 13** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, wenn das erste Linsengruppen-Ausdehnungssystem als erste Ausführungsform verwendet wird.

[0053] **Fig. 14** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, das Gesamt-Ausdehnungssystem als zweite Ausführungsform verwendet wird.

[0054] **Fig. 15** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, wenn das erste Linsengruppen-Ausdehnungssystem als zweite Ausführungsform verwendet wird.

[0055] **Fig. 16** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, wenn das Gesamt-Ausdehnungssystem als dritte Ausführungsform verwendet wird.

[0056] **Fig. 17** veranschaulicht in einem Aberrationsdiagramm die sphärische Aberration, die astigmatische Aberration und die Verzerrungsaberration der Projektionslinse, wenn das erste Linsengruppen-Ausdehnungssystem als dritte Ausführungsform verwendet wird.

[0057] Nachstehend wird eine Projektionslinse gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Beschreibung erfolgt unter der Annahme, dass die Projektionslinse gemäß dieser Ausführungsform dazu vorgesehen ist, eine Projektionsanzeigevorrichtung mit einer Projektionsvorrichtung vom Rückprojektionstyp unter Verwendung einer LCD-Vorrichtung als einem zweidimensionalen Bildanzeigeelement bereitzustellen.

1. Aufbau der Projektionsanzeigevorrichtung

1-1. Gesamtaufbau

[0058] Zunächst wird der Gesamtaufbau der Projektionsanzeigevorrichtung beschrieben, die so ausgelegt ist, dass sie mit einer Projektionsvorrichtung auszustatten ist, welche eine Projektionslinse gemäß dieser Ausführungsform aufweist.

[0059] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** zeigen eine Seitenansicht bzw. eine Vorderansicht eines Beispiels des Gesamtaufbaus der Projektionsanzeigevorrichtung.

[0060] Eine in diesen Figuren dargestellte Projektionsanzeigevorrichtung **500** ist mit einem Beugungsspiegel **504** auf der Rückseite eines Gehäuses **501** der betreffenden Projektionsanzeigevorrichtung versehen, und ein Bildschirm **21** vom Durchlässigkeitstyp ist an der Vorderseite des Gehäuses **501** vorgesehen. Der Beugungsspiegel **504** ist so befestigt, dass er einen Winkel aufweist, unter dem das Bildlicht, welches von einer Projektionsvorrichtung, die nachstehend beschrieben wird, projiziert wird, reflektiert und auf einen Bildschirm **504** projiziert werden kann.

[0061] Die Projektionsvorrichtung **502** ist an der unteren Seite in einem Gehäuse **501** angeordnet, wie dies in der Zeichnungsfigur dargestellt ist.

[0062] Eine später beschriebene Lichtquelle, ein dichroitischer Spiegel, ein Flüssigkristallfeldblock und optische Elemente bzw. Teile, wie ein dichroitisches Prisma (Lichtzusammensetzungselement), etc. sind in dem Gehäuse **503** der Projektionsvorrichtung **502**

angeordnet, und ein Lichtstrom wird als Bildlicht durch den Betrieb der obigen Elemente erzielt. Der so als Bildlicht erhaltene Lichtstrom wird durch eine bzw. mittels einer Projektionslinse **20** projiziert und als Projektionslicht **600** abgegeben.

[0063] Bei dieser Ausführungsform ist ein Beugungsspiegel **M** zur Umsetzung bzw. Umkehrung des optischen Weges in dem optischen Weg des die Projektionslinse **20** bildenden Linsensystems angeordnet. Demgemäß wird bei dieser Ausführungsform der Lichtstrom als Bildlicht in der Projektionslinse **20** gebrochen.

[0064] In der so aufgebauten Projektionsanzeigevorrichtung **500** wird das Projektionslicht **600** von der Projektionslinse **20** her nach oben abgegeben, um auf den Beugungsspiegel **504** abgestrahlt zu werden. Der optische Weg des von der Projektionslinse **20** abgegebenen Projektionslichts **600** wird durch den Beugungsspiegel **504** gebrochen und auf den Bildschirm **21** abgestrahlt.

[0065] Auf dem Bildschirm **21** wird ein vergrößertes Bild zur Verfügung gestellt, welches durch das von der Projektionslinse **20** projizierte Projektionslicht erhalten wird. Ein Betrachter betrachtet den Bildschirm **21** beispielsweise aus der zur Anordnungsposition der Projektionslinse **20** gegenüberliegenden Richtung, um sich des Anzeigebildes zu erfreuen.

[0066] Das Verfahren zur Umsetzung bzw. Umkehrung des optischen Weges in der Projektionslinse **20**, wie in **Fig. 1** veranschaulicht, wird hauptsächlich mit dem Ziel der Miniaturisierung bzw. Verkleinerung des Gehäuses **501** der Projektionsanzeigevorrichtung **500** angewandt.

[0067] Dies bedeutet, dass im Falle der **Fig. 1** der optische Weg des Lichtstroms als Bildlicht, welches im Gehäuse **503** der Projektionsvorrichtung **502** erhalten wird, in der Projektionslinse **20** um 90° nach oben umgesetzt wird. Demgemäß ist das Gehäuse **503** der Projektionsvorrichtung **502** im wesentlichen eben platziert (tatsächlich ist es, wie aus der Darstellung von **Fig. 1A** ersichtlich ist, derart schräg platziert, dass das Projektionslicht **600** in geeigneter Weise auf den Beugungsspiegel **504** abgestrahlt wird), und das Gehäuse **503** kann so angeordnet sein, dass die Vorderfläche bzw. -seite (die Seitenfläche auf der Seite, an der die Projektionsvorrichtung **502** befestigt ist)/ die Rückfläche bzw. -seite des Gehäuses **503** der Seitenfläche **501** des Gehäuses der Projektionsanzeigevorrichtung **500** gegenüberliegt.

[0068] Im Vergleich zu dem Fall, in dem der optische Weg durch die Projektionslinse **20** nicht umgesetzt bzw. umgekehrt wird, kann demgemäß die Tiefe D des Gehäuses **501** der Projektionsanzeigevorrichtung **500** verringert werden. Da der Raum eines Bereiches an der unteren Seite des Bildschirms **21** in dem Gehäuse **501** der Projektionsanzeigevorrichtung **500** verkleinert werden kann, kann ferner die Höhe H des Gehäuses **501** verringert werden.

[0069] Die Projektionsanzeigevorrichtung, bei der die vorliegende Erfindung angewandt wird bzw. ist, ist

auf den in **Fig. 1** gezeigten Aufbau nicht beschränkt; die Art und Weise der Anbringung bzw. Anordnung der Projektionsvorrichtung in dem Gehäuse der Projektionsanzeigevorrichtung kann entsprechend der Umkehr- bzw. Umsetzrichtung des optischen Weges in der Projektionslinse der Projektionsvorrichtung oder dergleichen in geeigneter Weise geändert werden.

1-2. Innerer Aufbau der Projektionsvorrichtung (erstes Beispiel)

[0070] Anschließend wird der innere Aufbau der in **Fig. 1** dargestellten Projektionsvorrichtung **502** unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0071] **Fig. 2** veranschaulicht konzeptionell den inneren Aufbau eines ersten Beispiels als Projektionsvorrichtung **502**, in der die Projektionslinse gemäß dieser Ausführungsform eingebaut werden kann. In diesem Falle bilden andere Teile als der Bildschirm **21** die Projektionsvorrichtung **502**.

[0072] Bei dieser Ausführungsform ist, wie in **Fig. 1** veranschaulicht, ein Beugungsspiegel **504** zwischen der Projektionslinse **20** und dem Bildschirm **21** bei dem Aufbau der Projektionsanzeigevorrichtung vorgesehen, und der optische Weg wird durch einen Beugungsspiegel **M** in der Projektionslinse **20** umgekehrt bzw. umgesetzt. Da in diesem Falle die Hauptaufmerksamkeit der Beschreibung des inneren Aufbaus der Projektionsvorrichtung **502** gewidmet wird, sind in **Fig. 2** sowohl der Beugungsspiegel **504** als auch die Projektionslinse **20**, welche den der optischen Wege-Umsetzung entsprechenden Aufbau besitzt, aus **Fig. 2** weggelassen.

[0073] Als die in **Fig. 2** dargestellte Projektionsvorrichtung **502** ist eine Lampe **1** als Lichtquelle, die eine Metall-Halogen-Lampe oder dergleichen umfasst, in einer Brennpunktposition eines Reflektors **2** (Paraboloiden-Spiegel) angeordnet. Das von der Lampe **1** abgestrahlte Licht wird von dem Reflektor **2** reflektiert und so kollimiert, dass es im wesentlichen parallel zur optischen Achse gerichtet ist, und sodann wird es von dem Öffnungsteil des Reflektors **2** abgegeben.

[0074] Unerwünschte Lichtstrahlen im Infrarotbereich und im Ultraviolettbereich in dem von dem Öffnungsteil des Reflektors **2** abgegebenen Licht werden mittels eines IR-UV-Abschneidefilters **3** abgeschnitten, und lediglich Lichtstrahlen, die für eine Anzeige effektiv sind, werden zu den verschiedenen optischen Elementen geleitet, die in nachfolgenden Stufen angeordnet sind.

[0075] In der nachfolgenden Stufe des IR-UV-Abschneidefilters **3** ist eine Mehr- bzw. Multilinsenanordnung **5** im Anschluss an eine Mehr- bzw. Multilinsenanordnung **4** angeordnet.

[0076] In diesem Falle ist die Multilinsenanordnung **4** in einer derart flachen Form ausgelegt, dass eine Vielzahl von konvexen Linsen, deren Aussehen einer Form ähnlich ist, die dasselbe Aspektverhältnis auf-

weist wie die effektive Öffnung des jeweiligen Flüssigkristallfelds, welches als optische Modulationseinrichtung dient, die später beschrieben wird, in einer Zickzackform angeordnet ist, während die betreffenden Linsen in der Phase um 1/2 abweichend vorgesehen sind.

[0077] Die Multilinsenanordnung **5** ist in einer solchen flachen konkaven Form ausgelegt, dass eine Vielzahl von konkaven Linsen **5a** auf der Seite der betreffenden Multilinsenanordnung gebildet ist, die den konkaven Linsen der Multilinsenanordnung **4** gegenüberliegt.

[0078] Durch Anordnen der Multilinsenanordnung **4** und der Multilinsenanordnung **5** kann der durch das IR-UV-Abschneidefilter **3** hindurchtretende Lichtstrom effizient und gleichmäßig an die effektive Öffnung des später beschriebenen Flüssigkristallfeldblocks abgestrahlt werden.

[0079] Dichroitische Spiegel **6**, **10** zur Aufteilung des Lichtstroms von der Lampe **1** in die Farben Rot, Grün und Blau sind zwischen der Multilinsenanordnung **5** und der effektiven Öffnung des Flüssigkristallfeldblocks angeordnet.

[0080] In dem in den Figuren veranschaulichten Fall wird zuerst der Lichtstrom **R** der roten Farbe durch den dichroitischen Spiegel **6** reflektiert, und der grüne Lichtstrom **G** sowie der blaue Lichtstrom **B** werden dadurch hindurch übertragen. Die Ausbreitungsrichtung des roten Lichtstroms **R**, der durch den dichroitischen Spiegel **6** reflektiert wird, wird durch den Spiegel **7** um 90° gebogen und dann vor dem Flüssigkristallfeldblock **9** für Rot zu einer Kondensorlinse **8** hingeleitet.

[0081] Andererseits werden die durch den dichroitischen Spiegel **6** übertragenen grünen und blauen Lichtströme **G**, **B** durch den dichroitischen Spiegel **10** getrennt. Dies bedeutet, dass der grüne Lichtstrom **G** reflektiert wird, um seine Ausbreitungsrichtung um 90° zu beugen und dann zu einer Kondensorlinse **11** vor dem grünen Flüssigkristallfeld **12** geleitet wird. Der blaue Lichtstrom **B** wird durch den dichroitischen Spiegel **10** übertragen, breit sich gerade aus; er wird dann durch eine Weiterleitungs- bzw. Zwischenlinse **13**, einen Spiegel **14**, eine invertierende bzw. umkehrende Zwischenlinse **15** und einen Spiegel **16** zu einer Kondensorlinse **17** vor dem blauen Flüssigkristallfeld **18** geleitet.

[0082] Wie oben beschrieben, wird der jeweilige rote, grüne und blaue Lichtstrom **R**, **G**, **B** durch die jeweilige Kondensorlinse **8**, **11** bzw. **17** übertragen und trifft auf den Flüssigkristallfeldblock **9**, **12** bzw. **18** für die jeweilige Farbe auf.

[0083] Der jeweilige Farb-Flüssigkristallfeldblock **9**, **12**, **18** ist mit einem Flüssigkristallfeld und ferner mit einer auf der Einfallsseite liegenden Polarisationseinrichtung zur Ausrichtung der Projektionsrichtung der auf die Frontstufe des Flüssigkristallfelds einfallenden Lichtstrahlen in eine feste Richtung versehen. Ferner ist eine sogenannte Analysiereinrichtung, die lediglich Licht in einer bestimmten Polarisationsbe-

ne des emittierten Lichts hindurchlässt, in der nachfolgenden Stufe des Flüssigkristallfelds angeordnet, wodurch die Lichtintensität durch eine Spannung einer Schaltung zur Steuerung des Flüssigkristalls moduliert wird.

[0084] Generell werden die Reflexions-, Übertragungscharakteristiken einer P-Polaristionsebene genutzt, um die Charakteristiken der dichroitischen Spiegel **6, 10** effektiv auszunutzen. Demgemäß ist die auf der Einfallsseite vorgesehene Polarisationsseinrichtung im jeweiligen Flüssigkristallfeldblock **9, 12, 18** so angeordnet, dass die parallel zu dem Blatt gemäß **Fig. 1** verlaufende Polarisationsebene hindurch übertragen wird.

[0085] Ferner wird beispielsweise ein TNT-Typ als jeweiliges Flüssigkristallfeld verwendet, welches den Flüssigkristallfeldblock **9, 12, 18** bildet, und dessen Arbeitsweise ist auf einen sogenannten normalen weißen Typ festgelegt. Die Analysiereinrichtung ist so angeordnet, dass polarisiertes Licht, welches vertikal zu dem Blatt gemäß **Fig. 1** auftritt, übertragen wird.

[0086] Jeder Farblichtstrom, der durch den Flüssigkristallfeldblock **9, 12, 18** optisch moduliert wird bzw. ist, trifft auf die in der Zeichnung dargestellte jeweilige Seite in dem Lichtzusammensetzungselement (dichroitisches Kreuz-Prisma) **19** auf. Dieses Lichtzusammensetzungselement ist durch Kombination eines Prismas mit einer bestimmten Form mit Reflexionsschichten bzw. -filmen **19a, 19b** gebildet.

[0087] Der rote Lichtstrom R wird in dem Lichtzusammensetzungselement von dem Reflexionsfilm **19a** reflektiert; der blaue Lichtstrom B wird von dem Reflexionsfilm **19b** reflektiert, und dadurch fallen die betreffenden Lichtströme in die Projektionslinse **20** ein. Der grüne Lichtstrom G breitet sich geradlinig in dem Lichtzusammensetzungselement **19** aus, während er dadurch hindurch übertragen wird; er fällt in die Projektionslinse **20** ein, wodurch der Lichtstrom R, der Lichtstrom G und der Lichtstrom B in die Projektionslinse **20** einfallen, während sie zu einem Lichtstrom zusammengesetzt werden.

[0088] In der Projektionslinse **20** wird der von dem Lichtzusammensetzungselement **19** her einfallende Lichtstrom in ein Projektionslicht umgesetzt und beispielsweise auf den Bildschirm **21** vom Durchlässigkeitstyp projiziert.

[0089] Bei dieser Ausführungsform wird das Licht, nachdem der optische Weg in der Projektionslinse **20** um 90° umgesetzt bzw. umgekehrt ist, durch den Beugungsspiegel **504** (**Fig. 1**) reflektiert, der in der Projektionsanzeigevorrichtung angeordnet ist, und sodann wird der Lichtstrom auf bzw. an den Bildschirm **21** abgestrahlt.

1-3. Innerer Aufbau der Projektionsvorrichtung

(zweites Beispiel)

[0090] **Fig. 3** veranschaulicht konzeptionell den in-

neren Aufbau der Projektionsvorrichtung **502** als zweites Beispiel, bei der die Projektionslinse dieser Ausführungsform angebracht werden kann. In **Fig. 3** sind denselben Einzelteilen wie in **Fig. 2** dieselben Bezugszeichen gegeben, und deren Beschreibung wird weggelassen.

[0091] In diesem Falle wird der Lichtstrom B durch einen dichroitischen Spiegel **6A** in der nachfolgenden Stufe der Multilinsenanordnung **5** reflektiert, und dem Lichtstrom R sowie dem Lichtstrom G ist ermöglicht, hindurchzutreten.

[0092] Der Lichtstrom B, der von dem dichroitischen Spiegel **6A** reflektiert ist, wird von einem Spiegel **7A** reflektiert, gelangt durch eine Kondensorlinse **8A**, wird optisch durch den blauen Flüssigkristallfeldblock **9A** moduliert und fällt dann auf bzw. in das Lichtzusammensetzungselement **19A** aus der in **Fig. 3** gezeigten Richtung ein.

[0093] Der Lichtstrom R und der Lichtstrom G, die durch den dichroitischen Spiegel **6A** hindurchgelangen, treffen auf einen dichroitischen Spiegel **10A** in der nachfolgenden Stufe. In diesem Falle wird der Lichtstrom R von dem dichroitischen Spiegel **10A** reflektiert, während der Lichtstrom G dadurch hindurchtritt.

[0094] Der von dem dichroitischen Spiegel **10A** reflektierte Lichtstrom R gelangt durch die Kondensorlinse **11A**, wird durch den Flüssigkristallfeldblock **12A** für Rot optisch moduliert und fällt dann auf das Lichtzusammensetzungselement **19A-a** aus der in der Zeichnungsfigur gezeigten Richtung ein.

[0095] Der durch den dichroitischen Spiegel **10A** hindurchtretende Lichtstrom G erreicht die Kondensorlinse **17A** durch die Weiterleitungs- bzw. Zwischenlinse **13A**, den Spiegel **14A**, die invertierende bzw. umkehrende Zwischenlinse **15A** und den Spiegel **16A**. Danach tritt der betreffende Lichtstrom durch die Kondensorlinse **17A**, wird durch den Flüssigkristallfeldblock **18A** für Grün optisch moduliert und fällt dann auf bzw. in das Lichtzusammensetzungselement **19A-b** aus der in der Zeichnung gezeigten Richtung ein.

[0096] Das Lichtzusammensetzungselement **19A** ist ebenfalls durch Kombination eines Prismas mit einer bestimmten Form mit Reflexionsschichten bzw. -filmen **19A-a, 19A-b** gebildet.

[0097] Von dem auf bzw. in das Lichtzusammensetzungselement **19A** einfallenden Lichtstrom der jeweiligen Farben wird der Lichtstrom B von dem Reflexionsfilm **19A-b** reflektiert und fällt in die Projektionslinse **20** ein. Der Lichtstrom G wird von dem Reflexionsfilm **19A-a** reflektiert und fällt in die Projektionslinse **20** ein. Der Lichtstrom R tritt durch das Lichtzusammensetzungselement **19A** hindurch, während er sich dadurch geradlinig ausbreitet und dann in die Projektionslinse **20** einfällt. Infolgedessen werden die jeweiligen Lichtströme R, G, B zu einem Lichtstrom zusammengesetzt und fallen in die Projektionslinse **20** ein.

1-4. Innerer Aufbau der Projektionsvorrichtung

(drittes Beispiel)

[0098] **Fig. 4** zeigt konzeptionell den inneren Aufbau eines dritten Beispiels der Projektionsanzeigevorrichtung, bei der die Projektionslinse dieser Ausführungsform angebracht sein bzw. werden kann. In **Fig. 4** sind denselben Einzelteilen wie in **Fig. 2** und **3** dieselben Bezugszeichen gegeben, und deren Beschreibung wird weggelassen.

[0099] In diesem Falle wird der Lichtstrom G durch den dichroitischen Spiegel **6B** reflektiert, und den Lichtströmen R und B ist ermöglicht, hindurchzutreten.

[0100] Der von dem dichroitischen Spiegel **6B** reflektierte Lichtstrom G fällt in das Lichtzusammensetzungselement **19B** aus der in **Fig. 4** gezeigten Richtung durch einen Spiegel **7B**, eine Kondensorlinse **8B** und einen Flüssigkristallfeldblock **9B** für Grün ein.

[0101] Die Lichtströme R und B, die durch den dichroitischen Spiegel **6B** hindurchtreten, treffen auf den dichroitischen Spiegel **10B**, und der Lichtstrom R wird von diesem reflektiert, während der Lichtstrom B hindurchtritt.

[0102] Der durch den dichroitischen Spiegel **10B** reflektierte Lichtstrom R fällt durch eine Kondensorlinse **11B** und einen Flüssigkristallfeldblock **12B** für die rote Farbe in das Lichtzusammensetzungselement **19B** aus der in der Figur angegebenen Richtung ein.

[0103] Der durch den dichroitischen Spiegel **10B** hindurchtretende Lichtstrom B fällt auf das Lichtzusammensetzungselement **19B** aus der in der Figur angegebenen Richtung nacheinander durch eine Weiterleitungs- bzw. Zwischenlinse **13B**, einen Spiegel **14B**, eine invertierende bzw. umkehrende Zwischenlinse **15B**, einen Spiegel **16B**, eine Kondensorlinse **17B** und einen Flüssigkristallfeldblock **18B** für Blau ein.

[0104] Das Lichtzusammensetzungselement **19B** ist ebenfalls durch Kombination eines Prismas mit einer bestimmten Form mit Reflexionsschichten bzw. -filmen **19B-a**, **19B-b** gebildet. In diesem Falle wird von dem jeweiligen Farb-Lichtstrom, der auf bzw. in das Lichtzusammensetzungselement **19B** einfällt, der Lichtstrom G durch den Reflexionsfilm **19B-a** reflektiert; der Lichtstrom **8** wird durch den Reflexionsfilm **19B-a** reflektiert, und der Lichtstrom R tritt durch das Lichtzusammensetzungselement **19B** hindurch, während er sich dadurch geradlinig ausbreitet. Dadurch fallen die betreffenden Lichtströme als ein Lichtstrom in die Projektionslinse **20** ein.

[0105] Die Beschreibung bezüglich der Projektionsvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform ist durch Vorstellung von drei Beispielen erfolgt. Dabei handelt es sich jedoch lediglich um Beispiele, und somit können verschiedene Konstruktionen für den inneren Aufbau der Projektionsanzeigevorrichtung in Betracht gezogen werden, in denen die Projektionslinse dieser Ausführungsform angebracht werden kann.

2. Aufbau der Projektionslinse

2-1. Anordnungsaufbau der Linse bzw. des Objektivs

[0106] Anschließend wird die Projektionslinse als ein Ausführungsbeispiel beschrieben. In diesem Falle werden nachstehend erste bis dritte Ausführungsbeispiele bzw. -formen als Projektion der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Projektionslinsen dieser ersten bis dritten Ausführungsformen werden als Projektionslinse **20** in der in **Fig. 1** bis **3** dargestellten Projektionsanzeigevorrichtung verwendet.

[0107] Zuerst wird ein gemeinsamer Linsenaufbau für die Projektionslinsen **20** der ersten bis dritten Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben.

[0108] **Fig. 5** zeigt eine Linsenschnittansicht, die konzeptionell den Linsenanordnungsaufbau der Projektionslinsen **20** als erste, zweite und dritte Ausführungsbeispiele veranschaulicht. In diesen Figuren ist die linke obere Seite der **Fig. 5** (obere Seite einer mechanischen Linse **101**) als Seite eines Bildschirms **21** festgelegt (lange konjugierte Seite), und die rechte Seite ist als Seite eines Flüssigkristallfeldblocks und eines Lichtzusammensetzungselementes (kurze konjugierte Seite) festgelegt.

[0109] Als Projektionslinse **20** sind, wie in **Fig. 5** veranschaulicht, eine erste Linsengruppe **100**, eine zweite Linsengruppe **200** und eine dritte Linsengruppe **300** aufeinanderfolgend von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite hin angeordnet. Ferner ist zwischen der ersten Linsengruppe **100** und der zweiten Linsengruppe **200** ein Beugungsspiegel **M** vorgesehen.

[0110] In diesem Falle umfasst die erste Linsengruppe **100** Konvexkonkavlinse **101** mit einer Projektionsform auf der langen konjugierten Seite und eine konkave Linse **102** mit einer Ausnehmungsform auf der kurzen konjugierten Seite, wobei die betreffenden Linsen von der langen konjugierten Seite zur kurzen konjugierten Seite hin angeordnet sind. Dadurch wird ein negatives Brechungsvermögen bereitgestellt. Ferner besitzen die beiden Oberflächen der Konvexkonkavlinsen **101** eine asphärische Oberfläche, die einem asphärischen Koeffizienten bei einem später beschriebenen numerischen Werte-Ausführungsbeispiel entspricht.

[0111] Die zweite Linsengruppe **200** besteht aus einer Sammellinse **201**, die mit einem positiven Brechungsvermögen versehen ist.

[0112] Dadurch, dass bei dieser Ausführungsform beispielsweise eine später beschriebene bestimmte Bedingungsgleichung erfüllt ist, kann der Luftzwischenraum zwischen der zweiten Linsengruppe **200** und der ersten Linsengruppe mit einem solchen Abstand vorgesehen sein, dass der Beugungsspiegel **M** angeordnet werden kann und dass außerdem die erwünschte Leistung als Projektionslinse erzielt werden kann.

[0113] Die dritte Linsengruppe **300** besteht aus einer Verbundlinse **301** und einer Sammellinse **304** von der langen konjugierten Seite her sowie aus einer konkavförmigen Konvexkonkavlinse **305** auf der kurzen konjugierten Seite; die betreffenden Linsen sind so angeordnet, wie dies in der Figur veranschaulicht ist, wodurch die betreffende Linsengruppe ein positives Brechungsvermögen aufweist.

[0114] Hier ist die Verbundlinse **301** dadurch gebildet, dass eine Doppelkonkavlinse (Zerstreuungslinse) **302** und eine Sammellinse **303** von der langen konjugierten Seite zur kurzen konjugierten Seite angeordnet sind und dass die konkaven Oberflächen der Doppelkonkavlinse **302** und der Sammellinse **303** miteinander zusammengeschichtet sind.

[0115] Ferner weist die Konvexkonkavlinse **305** eine asphärische Oberfläche auf, die durch den numerischen Wert der später beschriebenen Ausführungsform auf ihren beiden Oberflächen gekennzeichnet ist.

[0116] In dieser Zeichnungsfigur sind das Lichtzusammensetzungselement und der Flüssigkristallfeldblock auf der kurzen konjugierten Seite der dritten Linsengruppe dargestellt; es ist jedoch als eine Positionsbeziehung zu der Projektionslinse konzeptionell veranschaulicht, dass das Lichtzusammensetzungselement und der Flüssigkristallfeldblock lediglich auf der Lichteinfallsseite liegen.

[0117] Dies bedeutet, dass durch Verbindung des in dieser Figur dargestellten Lichtzusammensetzungselements und Flüssigkristallfelds zu jenen Elementen von **Fig. 2** das Lichtzusammensetzungselement **19** und die Flüssigkristallfeldblöcke (**9, 12, 18**) in dieser Figur veranschaulicht sind. In entsprechender Weise sind in dem Fall, dass die betreffenden Elemente mit jenen von **Fig. 3** oder **4** verbunden werden, das Lichtzusammensetzungselement **19A** und die Flüssigkristallfeldblöcke (**9A, 12A, 19A**) oder das Lichtzusammensetzungselement **19B** und die Flüssigkristallfeldblöcke (**9B, 12B, 18B**) veranschaulicht.

[0118] Der Beugungsspiegel **M** ist dazu vorgesehen, den Lichtstrom von der zweiten Linsengruppe **200** zu reflektieren und den optischen Weg umzusetzen bzw. umzukehren und dann den Lichtstrom in die erste Linsengruppe **100** einfallen zu lassen, wodurch das Verkleinerungs- bzw. Miniaturisierungsdesign des Gehäuses der Projektionsanzeigevorrichtung gefördert wird, wie dies unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben worden ist.

[0119] Der Beugungsspiegel **M** ist in der Projektionslinse **20** so angeordnet, dass er den optischen Weg des Lichtstroms von der zweiten Linsengruppe **200** um 90° umsetzt bzw. umkehrt, und in diesem Falle können die folgenden zwei Verfahren zur Umsetzung bzw. Umkehr des optischen Weges des Lichtstroms von der zweiten Linsengruppe **200** um 90° in Betracht gezogen werden.

[0120] So ist ein Anzegebereich des Flüssigkristallfeldblocks beispielsweise in einer rechteckigen Form ausgelegt, die ein Paar von langen Seiten und ein

Paar von kurzen Seiten in Verbindung mit einem Aspektverhältnis von Bildern aufweist.

[0121] Wenn die optische Weg-Umkehrung auf der Grundlage des Flüssigkristallfeldblocks durch den Beugungsspiegel **M** vorgenommen wird, können ein Verfahren zur Umkehrung des optischen Weges um 90° in Richtung längs der langen Seite des Flüssigkristallfeldblocks und ein Verfahren zur Umkehrung des optischen Weges um 90° längs der Richtung der kurzen Seite in Betracht gezogen werden.

[0122] Dies ist beispielsweise mit **Fig. 5** verbunden; falls **Fig. 5** so ausgelegt ist, dass der optische Weg um 90° in Richtung der langen Seite des Flüssigkristallfeldblocks umgekehrt wird, wird die Seitenkante (Querschnittsbereich) des Flüssigkristallfeldblocks, wie in der Figur dargestellt, die lange Seite.

[0123] Falls umgekehrt **Fig. 5** so ausgelegt ist, dass der optische Weg längs der Richtung der kurzen Seite des Flüssigkristallfeldblocks um 90° umgekehrt wird, wird die Seitenkante (Querschnittsbereich) des in der Figur dargestellten Flüssigkristallfeldblocks die kurze Seite.

[0124] Sogar dann, wenn bei dieser Ausführungsform der optische Weg in irgendeine Richtung längs der Richtung der langen Seite und längs der Richtung der kurzen Seite des Flüssigkristallfeldblocks umgekehrt wird, kann das Gehäuse der Projektionsanzeigevorrichtung verkleinert bzw. miniaturisiert werden, und falls beispielsweise der Aufbau der in **Fig. 1** dargestellten Projektionsanzeigevorrichtung verwendet wird, ist es besser, die optische Weg-Umkehrung längs der Richtung der langen Seite des Flüssigkristallfeldblocks vorzunehmen. Der Grund ist folgender.

[0125] Im Falle dieser Ausführungsform wird der Lichtstrom des modulierten Bildlichts, der von dem Flüssigkristallfeldblock in die Projektionslinse **20** einfällt, zunächst durch den Beugungsspiegel **M** in der Projektionslinse reflektiert, um den optischen Weg umzukehren. Ferner wird der betreffende Lichtstrom durch den Beugungsspiegel **504** reflektiert, der für das Gehäuse **501** der Projektionsanzeigevorrichtung vorgesehen ist, um den optischen Weg umzukehren, und sodann trifft der betreffende Lichtstrom auf den Bildschirm **21** auf.

[0126] Wie oben beschrieben, wird das modulierte Bildlicht von dem Flüssigkristallfeldblock auf den Bildschirm durch die beiden Spiegel projiziert, welche die in **Fig. 1** dargestellte Positionsbeziehung besitzen. Zu diesem Zeitpunkt wird das Bild durch einen Prozess um 90° gedreht, bei dem es von dem Flüssigkristallfeldblock zum Bildschirm **21** gelangt.

[0127] Demgemäß ist der Flüssigkristallfeldblock in dem Gehäuse **503** der Projektionsvorrichtung **502** so angeordnet, dass die Richtung seiner langen Seite (die horizontale Richtung für das Bild) der Längsrichtung entspricht, wodurch das Bild schließlich auf dem Bildschirm **21** in einem derart korrekten Zustand angezeigt wird, dass die Richtung der langen Seite des Bildes der horizontalen Richtung entspricht. In Verbindung mit dieser Anordnung sind ferner verschie-

dene optische Elemente, welche die andere Projektionsvorrichtung **502** darstellen, so angeordnet, dass die Richtung der langen Seite der Längsrichtung entspricht.

[0128] Daher wird bei dieser Ausführungsform der optische Weg des Lichtstroms in Richtung längs der langen Seite des Gehäuses **503** um 90° umgekehrt, welches so angeordnet ist, dass die Richtung der langen Seite des Flüssigkristallfeldblocks und der anderen optischen Elemente der Längsrichtung entspricht.

[0129] In diesem Falle wird folglich der optische Weg so umgesetzt bzw. umgekehrt, wie dies in **Fig. 1** veranschaulicht ist. Dies bedeutet, dass der optische Weg in Bezug auf das Gehäuse **503** der Projektionsvorrichtung direkt nach oben umgesetzt bzw. umgekehrt wird.

[0130] Wenn die Projektionsvorrichtung **502** so angeordnet ist, dass die Richtung der langen Seite der den Flüssigkristallfeldblock bildenden Einzelteile, der anderen optischen Elemente, etc. der Längsrichtung entspricht, dann entspricht hier die kurze Seite der Querrichtung. Daher kann im Vergleich zu dem Fall, dass die Anordnung so ist, dass die Richtung der kurzen Seite der verschiedenen Einzelteile der Längsrichtung entspricht, die Breite W des Gehäuses **503** der Projektionsvorrichtung **502** leichter verringert werden. Entsprechend der Anordnung der verschiedenen inneren Bestandteile können ferner die verschiedenen Bestandteile selbst verkleinert bzw. miniaturisiert werden.

[0131] Wie oben beschrieben, kann die Verkleinerung bzw. Miniaturisierung des Gehäuses **503** der Projektionsvorrichtung **502** effektiver vorgenommen werden, wodurch die Miniaturisierung (insbesondere die Verringerung in der Tiefe) der Projektionsanzeigevorrichtung **500** gefördert wird.

[0132] Als Mittel bzw. Einrichtung zur Umsetzung bzw. Umkehrung des optischen Weges in der Projektionslinse **20** kann nicht nur ein Element mit einer Spiegelstruktur berücksichtigt werden, wie der obige Beugungsspiegel M oder dergleichen, sondern auch ein Glied unter Verwendung eines Prismas oder dergleichen.

[0133] Wenn der Flüssigkristallfeldblock als Projektionsvorrichtung verwendet wird, wie bei dieser Ausführungsform, wird überdies lediglich die Polarisationsrichtung irgendeiner Welle der S-Welle und der P-Welle als Licht genutzt, das tatsächlich verwendet wird.

[0134] Wenn berücksichtigt wird, dass der Beugungsspiegel M oder das Prisma zur Umkehrung des optischen Weges in der Projektionslinse **20** einer Beschichtung unterzogen wird bzw. einen Überzug erhält, um einen Lichtreflexionseffekt zu erzielen, dann kann daher die Beschichtung bzw. das Überziehen so vorgenommen werden, dass ein hohes bzw. starkes Reflexionsvermögen lediglich in der Polarisationsrichtung irgendeiner Welle der S-Welle und der P-Welle in Verbindung mit der Polarisationsebene

des Lichtstroms erreicht wird, der schließlich von dem optischen Zusammensetzungselement (**19**, **19A**, **19B**) abgegeben wird. Umgekehrt beschrieben heißt dies, dass die optische Weg-Umkehrereinrichtung gemäß dieser Ausführungsform nicht notwendigerweise irgendeinen Aufbau benötigt, der die S-Welle und die P-Welle beide total reflektieren kann, womit die Kosten reduziert werden können.

2.2. Bedingungsgleichung

[0135] Die folgenden Bedingungsgleichungen (1) bis (11) sind in bzw. bei der Projektionslinse **20** der ersten bis dritten Ausführungsformen erfüllt, welche die obigen Konstruktionen bzw. Aufbauten besitzen.

[0136] Sind die hintere Brennweite beim Projektionsabstand von Unendlich mit BF, die zusammengesetzte Brennweite des Gesamtsystems mit F, der zentrale Luftzwischenraum zwischen der ersten Linsengruppe **100** und der zweiten Linsengruppe **200** mit GD1, die zusammengesetzte Brennweite der ersten Linsengruppe **100** mit F1, die zusammengesetzte Brennweite der zweiten Linsengruppe **200** und der dritten Linsengruppe **300** mit F23 und der zentrale Luftzwischenraum zwischen der zweiten Linsengruppe **200** und der dritten Linsengruppe **300** mit GD2 gegeben, dann gilt

$$2,8 < BF/F \quad (1)$$

$$3,0 < GD1/F < 4,50 \quad (2)$$

$$0,40 < -F1/F23 < 0,48 \quad (3)$$

$$0,40 < GD2/F23 < 0,8 \quad (4)$$

[0137] Sind die zusammengesetzte Brennweite der dritten Linsengruppe **300** mit F3, die zusammengesetzte Brennweite der Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** mit F31, die zusammengesetzte Brennweite der Sammellinse **304** der dritten Linsengruppe **300** mit FP32, die zusammengesetzte Brennweite der Sammellinse **304** und der asphärischen Linse (Konvexkonkavlinse **305**) der dritten Linsengruppe **300** mit F32 und die zusammengesetzte Brennweite der asphärischen Linse (Konvexkonkavlinse **305**) der dritten Linsengruppe **300** mit FP33 gegeben, dann gilt

$$1,00 < -F31/F3 < 2,50 \quad (5)$$

$$0,9 < FP32/F3 < 1,40 \quad (6)$$

$$2,00 < FP33/F32 \quad (7)$$

[0138] Sind der Brechungsindex einer die Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** bildenden Zerstreuungslinse (Doppelkonkavlinse **302**) mit N3N, der Brechungsindex der die Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** bildenden Sammellinse

303 mit N3P, die Abbe-Zahl der die Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** bildenden Sammellinse **303** mit V3P und die Abbe-Zahl der die Verbundlinse der dritten Linsengruppe **300** bildenden Zerstreuungslinse (Doppelkonkavlinse **302**) mit V3N gegeben, so gilt

$$N3N - N3P > 0,15 \quad (8)$$

$$V3P - V3N > 27 \quad (9)$$

[0139] Anschließend wird jede der obigen Bedingungsgleichungen beschrieben.

[0140] Wie aus dem in **Fig. 2 bis 4** gezeigten Aufbau ersichtlich ist, wird eine lange hintere Brennweite für die Projektionslinse der Projektionsanzeigevorrichtung benötigt, da ein optisches Element, wie ein dichroitischer Spiegel oder ein dichroitisches Prisma zur Farbzusammensetzung benötigt wird.

[0141] Um die Größe der Projektionsanzeigevorrichtung zu verringern, das heißt die Gehäusegröße, ist es hier erforderlich, ein großes Bild bei einem kurzen Projektionsabstand zu erzielen, und damit ist das Design hier so getroffen, dass der Bildwinkel bzw. das Bildfeld der Projektionslinse **20** groß ist.

[0142] Deshalb kann bei dieser Ausführungsform der Bildwinkel der Projektionslinse **20** durch Erfüllung der Bedingungsgleichung (1) bei dieser Ausführungsform so festgelegt werden, dass er groß ist. Falls der kleinere Grenzwert der Bedingungsgleichung (1) überschritten wird, geht hier der Raum des Farbzusammensetzungssystems verloren.

[0143] Die Bedingungsgleichung (2) definiert einen Raum, in welchem der Beugungsspiegel M (oder das Prisma oder dergleichen) als optische Weg-Umkehr-einrichtung in der Projektionslinse **20** zwischen der ersten Linsengruppe **100** und der zweiten Linsengruppe **200** angeordnet ist. Falls der untere Grenzwert überschritten wird, geht der Raum, in welchem der Spiegel oder das Prisma untergebracht ist, verloren. Falls der obere Grenzwert überschritten wird, ist die gesamte Linsenlänge vergrößert, oder der Durchmesser der ersten Linsengruppe ist vergrößert, und damit ist dies ungünstig.

[0144] Die Bedingungsgleichung (3) definiert das Verhältnis zwischen der zusammengesetzten Brennweite der ersten Linsengruppe **100** und der zweiten Linsengruppe **200** und der zusammengesetzten Brennweite der zweiten Linsengruppe **200** und der dritten Linsengruppe **300**. Diese Bedingung wird dazu herangezogen, die Größe und die hintere Brennweite sowie die optische Leistung des gesamten Linsensystems in gutem Zustand zu halten.

[0145] Wenn die Bedingungsgleichung (3) erfüllt ist, dann werden die Größe und die hintere Brennweite sowie die optische Leistung des gesamten Projektionslinsensystems ausgezeichnet eingehalten. Falls umgekehrt der obere Grenzwert der Bedingungsgleichung (3) überschritten wird, ist der Aufbau des invertierten bzw. umgekehrten Teleskoptyps geschwächt.

Daher ist es schwierig, die hintere Brennweite einzuhalten. Falls die Länge in gewagter Weise vergrößert ist, ist die gesamte Linsenlänge vergrößert, oder der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe **100** ist vergrößert, und dies ist ungünstig.

[0146] Falls der untere Grenzwert der Bedingungsgleichung (3) überschritten wird, ist das Brechungsvermögen der ersten Linsengruppe **100** vergrößert, und es treten eine Krümmung des Bildfeldes und eine Verzerrungs-Aberration auf, so dass die Korrektur schwierig ist.

[0147] Die Bedingungsgleichung (4) wird dazu genutzt, die Telezentrität des außerhalb der Achse liegenden Hauptlichtstrahls einzuhalten, der auf die Flüssigkristallfeldseite auftrifft, indem der zentrale Luftzwischenraum zwischen der zweiten Linsengruppe **200** und der dritten Linsengruppe **300** auf einen großen Wert festgelegt wird und indem die Höhe des von der zweiten Linsengruppe **200** abgegebenen achsparallelen Strahls eingehalten wird, um die hintere Brennweite zu vergrößern und den außerhalb der Achse liegenden Hauptlichtstrahl zur hohen Position der dritten Linsengruppe **300** abzugeben.

[0148] Falls hier der obere Grenzwert der Bedingungsgleichung (4) überschritten wird, ist dies mit Rücksicht darauf ungünstig, dass verschiedene Aberrationen, wie eine sphärische Aberration, etc. auftreten und damit die Korrektur schwierig ist. Falls der untere Grenzwert der Bedingungsgleichung (5) überschritten wird, wird ferner die hintere Brennweite kürzer als eine erwünschte Brennweite oder die Telezentrität kann nicht eingehalten werden.

[0149] Die Bedingungsgleichungen (5), (6), (7) veranschaulichen die Anordnung und den Brennweitenabgleich der Linsen, die sich in einem guten Aberrations-Korrekturzustand außerhalb der Achse für die zweite Linsengruppe **200** und die dritte Linsengruppe **300** befinden.

[0150] In der ersten Linsengruppe **100** treten die außerhalb der Achse liegenden Lichtstrahlen durch verschiedene Bereiche der Linse hindurch, und der Brechungszustand des Lichtstrahls wird durch die gekrümmte Oberfläche variiert, die je Lichtstrahl auf Grund der asphärischen Linse nach und nach verändert ist.

[0151] Die Lichtstrahlen von dem auf der Achse liegenden Lichtstrom zu dem außerhalb der Achse liegenden Lichtstrom in der Nachbarschaft der Linse am nächsten zu der Flüssigkristallfeldblockseite der zweiten Linsengruppe **200** treten durch im wesentlichen dieselbe Linsenebene und werden an die dritte Linsengruppe **300** abgegeben. Die Linse (Sammellinse **201**) der zweiten Linsengruppe **200** ist so ausgelegt, dass der Lichtstrahl zu der Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** geleitet wird.

[0152] Hier wird Material, wie Glas oder dergleichen, das die Bedingungsgleichungen (8), (9) erfüllt, für die Linsen verwendet, wodurch die Farb-Aberration korrigiert ist.

[0153] Die Bedingungsgleichung (6) gibt den Ab-

gleich des Brechungsvermögens der Sammellinse **303** in der dritten Linsengruppe **300** an.

[0154] Falls der obere Grenzwert der Bedingungsgleichung (6) überschritten wird, wird das Brechungsvermögen der Sammellinse **303** verringert, und um dies zu kompensieren, werden den anderen Sammellinsen in den ersten bis dritten Linsengruppen solche Belastungen auferlegt, dass die optische Leistung verschlechtert ist. Falls der untere Grenzwert der Bedingungsgleichung (6) überschritten wird, da das Brechungsvermögen übermäßig vergrößert wird, ist ferner eine Neigung dahingehend vorhanden, dass die Linsendicke der Sammellinse **303** zunimmt oder dass die Dicke des Linsenumfangs verloren geht, so dass die Be- bzw. Verarbeitung der Linse schwierig ist.

[0155] Die Bedingungsgleichung (7) gibt den Abgleich des Brechungsvermögens der asphärischen Linse (Konvexkonkavlinse **305**) in der dritten Linsengruppe **300** an.

[0156] Wenn der untere Grenzwert der Bedingungsgleichung (7) überschritten wird, wird das Brechungsvermögen der asphärischen Linse (Konvexkonkavlinse **305**) übermäßig vergrößert, und die Krümmungsrichtung ist zwischen der Linsenmitte und dem Umfang der Linse unterschiedlich, so dass die Be- bzw. Verarbeitungsarbeit schwierig wird.

[0157] Die Bedingungsgleichung (5) gibt das Brechungsvermögen der Sammellinse **303** in der Verbundlinse **301** der dritten Linsengruppe **300** an, und eine angemessene Farbkorrektur kann unter Verwendung von Glas vorgenommen werden, welches die Bedingungsgleichungen (8), (9) erfüllt.

[0158] Falls der obere Grenzwert der Bedingungsgleichung (5) überschritten wird, muss das Brechungsvermögen der Zerstreuungslinse (Doppelkonkavlinse **302**) in der Verbundlinse **301** vergrößert werden. Falls es in gewagter Weise vergrößert wird, wird die Farbdispersion verstärkt.

[0159] Falls umgekehrt der untere Grenzwert der Bedingungsgleichung (5) überschritten wird, wird das Brechungsvermögen der Zerstreuungslinse (Doppelkonkavlinse **302**) in der Verbundlinse **301** verringert, so dass die Korrektur bezüglich der Farbaberration unzureichend ist.

2-3. Fokussierungseinstellung

[0160] Anschließend wird die Fokussierungseinstellung der Projektionslinse **20** dieser Ausführungsform beschrieben.

[0161] In der Projektionsanzeigevorrichtung mit dem beispielsweise in **Fig. 1** dargestellten Aufbau ist es notwendig, die Fokussierungseinstellung so vorzunehmen, dass das von der Projektionslinse **20** der Projektionsvorrichtung **502** abgegebene Projektionslicht auf den Bildschirm **21** fokussiert wird.

[0162] Wie jedoch zuvor als bzw. beim Stand der Technik beschrieben, hat sich im Falle der Projektionsanzeigevorrichtung mit dem Aufbau, bei dem der

optische Weg der Projektionslinse umgekehrt wird, herausgestellt, dass die Bildmitte auf dem Bildschirm versetzt ist, falls ein sogenanntes Gesamt-Ausdehnungssystem als Fokussierungseinstellsystem verwendet wird.

[0163] Daher wird bei dieser Ausführungsform die Fokussierungseinstellung in dem Linsensystem vorgenommen, in welchem der Lichtstrom nach Umkehr des optischen Weges erzielt wird.

[0164] Dies heißt, dass die Fokussierungseinstellung dadurch vorgenommen wird, dass lediglich die erste Linsengruppe **100** längs der optischen Achse OA (siehe **Fig. 5**) verschoben bzw. bewegt wird. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, dass die Fokussierungseinstellung als eine Einstellarbeit definiert werden kann, mit der ein passender Wert vom Abstand bzw. des Abstands Lf zwischen der Endebene der konkaven Linse **102** auf der kürzesten konjugierten Seite in der ersten Linsengruppe **100** und der Ebene erzielt wird, die vertikal zur optischen Achse OA und durch den oberen Seitenbereich in Bezug auf den Beugungsspiegel M verläuft, wie dies in **Fig. 5** gezeigt ist.

[0165] Durch Vornahme der Fokussierungseinstellung, wie sie zuvor beschrieben worden ist, wird solch eine Erscheinung, wie die Versetzung der Bildmitte auf dem Bildschirm unterdrückt, die leicht auftreten kann, wenn das Gesamt-Ausdehnungssystem angenommen wird, wodurch ein ausgezeichneter Fokussierungszustand erzielt wird.

2-4. Numerische Ausführungsform, etc.

[0166] Hier sind die jeweiligen Linsenstrukturen, die numerischen Ausführungsformen entsprechen, welche für die Projektionslinsen **20** der ersten bis dritten Ausführungsformen gegeben sind, in **Fig. 6, 7 und 8** dargestellt.

[0167] In diesen Figuren sind dieselben Einzelteile wie jene in **Fig. 5** durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet. Ferner sind in diesen Figuren lediglich die Linsenstrukturen, die den numerischen Ausführungsformen entsprechen, veranschaulicht, und die Darstellung des Beugungsspiegels M, der zwischen der ersten Linsengruppe **100** und der zweiten Linsengruppe **200** angeordnet ist, ist weggelassen. Darüber hinaus ist aus praktischen Gründen der optische Weg des durch die jeweilige Linsengruppe hindurchtretenden Lichtstroms als nicht gebogt veranschaulicht.

[0168] Da der Linsenaufbau bzw. die Linsenstruktur hinsichtlich der jeweiligen Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben worden ist, wird daher die Beschreibung der betreffenden Linsenstruktur für die jeweiligen **Fig. 6, 7 und 8** hier weggelassen.

[0169] Die den ersten bis dritten Ausführungsformen entsprechenden numerischen Ausführungsformen, das heißt entsprechend den **Fig. 6, 7 und 8**, sind in **Fig. 9, 10 und 11** dargestellt.

[0170] In diesen Figuren ist mit m eine Ebenennum-

mer für eine Linsenebene angegeben, die von der Seite des Bildschirms **21** aus gezählt wird (lange konjugierte Seite), mit r_i ist ein i -ter Krümmungsradius angegeben, der von der Bildschirmseite her gezählt wird, mit d_i ist ein i -ter Linsenabstand angegeben, mit n_i ist ein i -ter Brechungsindex angegeben und mit v_i ist eine i -ter Abbe-Zahl angegeben.

[0171] Der Linsenabstand ist in jeder der **Fig. 9, 10** und **11** für den Fall, dass das Gesamt-Ausdehnungssystem als Fokussierungs-Einstellsystem verwendet wird, und für den Fall veranschaulicht, dass das System zur Verschiebung bzw. Bewegung lediglich der obigen ersten Linsengruppe **100** längs der optischen Achse verwendet wird (was als "erste Gruppenausdehnung" in jeder Gruppe beschrieben ist).

[0172] Ferner ist die Ebenenform als asphärische Ebene der ersten Ebene, der zweiten Ebene, der zwölften Ebene und der dreizehnten Ebene durch die folgende Gleichung dargestellt, wobei die Mitte der Ebene als Ursprung festgelegt ist, wobei r den zentralen Krümmungsradius angibt, wobei K einen Kegel- bzw. Konus-Koeffizienten angibt und wobei A_4, A_6, A_8, A_{10} asphärische Ebenen-Koeffizienten der vierten Ordnung, der sechsten Ordnung, der achten Ordnung bzw. der zehnten Ordnung angeben.

[Gleichung 1]

$$Z = \frac{(h^2 / r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot (h^2 / r^2)}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \cdot h^{2i}$$

$$h = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

[0173] Im Hinblick auf die **Fig. 12, 13, 14, 15, 16** und **17** sei jeweils angemerkt, dass die sphärische Aberration, der Astigmatismus und die Verzerrungsaberration für die Projektionslinsen **20** der ersten bis dritten Ausführungsformen zwischen dem Fall, dass das Gesamt-Ausdehnungssystem als Fokussierungs-Einstellsystem verwendet wird, und dem Fall verglichen werden, dass das System zur Bewegung bzw. Verschiebung lediglich der ersten Linsengruppe **100** längs der optischen Achse (erstes Linsengruppen-Ausdehnungssystem) verwendet wird.

[0174] In dem Prozess zur Erzielung des Ergebnisses, welches in verschiedenen Aberrations-Diagrammen veranschaulicht ist, die in den jeweiligen Figuren dargestellt sind, wird die Berechnung dadurch vorgenommen, dass eine planparallele Platte, deren Mittenabstand 35 mm beträgt (Brechungsindex $n = 1,51633$, Abbe-Zahl $v = 64,0$) als Lichtzusammensetzungselement **19 (19A, 19B)** verwendet wird, wie dies in den numerischen Ausführungsformen nicht gezeigt ist.

[0175] Die tatsächliche Struktur der Projektionslinse als erste bis dritte Ausführungsformen ist nicht auf jene in **Fig. 6** bis **8** gezeigten Strukturen beschränkt; die Anzahl der die jeweilige Linsengruppe bildenden

Linsen kann insofern geändert werden, als die oben beschriebenen Bedingungen erfüllt werden.

[0176] Ferner ist die Projektionslinse der vorliegenden Erfindung bei den Ausführungsformen in einer Projektionsvorrichtung installiert, in der ein Flüssigkristallfeld als zweidimensionales Bildanzeigeelement in einer Projektionsanzeigevorrichtung vom Rückprojektionstyp verwendet wird; die vorliegende Erfindung ist indessen auf diese Ausführungsformen nicht beschränkt. So kann die vorliegende Erfindung beispielsweise bei einer fotografischen Weitwinkellinse bzw. einem fotografischen Weitwinkelobjektiv für eine Einzelobjektiv- bzw. Einzellinsenkamera, bei einer Projektionslinse für ein Projektions-Fernsehgerät unter Verwendung einer Kathodenstrahlröhre, etc. verwendet werden.

[0177] [Anmerkung des Übersetzers: Im Anspruch 2 wurde die 2. Bedingungsgleichung korrigiert gegenüber der Europäischen Patentschrift, die 3. Bedingungsgleichung dürfte vermutlich „ $2,00 < FP33/F32$ “ lauten, vgl. Bedingungsgleichungen (6) bzw. (7) auf Seite 29 und die Bedingungsgleichungen auf Seite 7]

Patentansprüche

1. Projektionslinse (**20**), umfassend eine erste Linsengruppe (**100**), die ein Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, eine zweite Linsengruppe (**200**), die ein positives Brechungsvermögen aufweist, derart, dass sie im größten zentralen Luftzwischenraum im Gesamtsystem in Abstand vorgesehen und derart gebildet ist, dass sie zumindest eine Sammellinse aufweist, und eine dritte Linsengruppe (**300**), die ein positives Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, wobei die Linsengruppen von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite in dieser Reihenfolge angeordnet sind, gekennzeichnet dadurch, dass eine optische Weg-Umsetzungseinrichtung zwischen der genannten ersten Linsengruppe (**100**) und der genannten zweiten Linsengruppe (**200**) eingefügt ist und den optischen Weg von der genannten ersten Linsengruppe (**100**) zu der genannten zweiten Linsengruppe (**200**) beugt, und dadurch, dass den folgenden Gleichungen

$$2,8 < BF/F$$

$$3,0 < GD1/F < 4,50$$

$$0,40 < -F1/F23 < 0,48$$

$$0,40 < GD2/F23 < 0,8$$

genügt ist, wobei

BF die hintere Brennweite bei Unendlich,

F die zusammengesetzte Brennweite des Gesamtsystems,

GD1 den zentralen Luftzwischenraum zwischen der genannten ersten Linsengruppe und der genannten zweiten Linsengruppe,
 F1 die zusammengesetzte Brennweite der genannten ersten Linsengruppe,
 F23 die zusammengesetzte Brennweite der genannten zweiten Linsengruppe und der genannten dritten Linsengruppe und
 GD2 den zentralen Luftzwischenraum zwischen der genannten zweiten Linsengruppe und der genannten dritten Linsengruppe bezeichnen.

2. Projektionslinse nach Anspruch 1, wobei die genannte dritte Linsengruppe zumindest eine Verbundlinse und eine Sammellinse aufweist und über eine Linse mit asphärischer Oberfläche auf der kürzesten konjugierten Seite verfügt,
 wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten dritten Linsengruppe mit F3 gegeben ist, wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit F31,
 wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Sammellinse der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit FP32,
 wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Sammellinse und der genannten Linse mit asphärischer Oberfläche der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit F32,
 wobei die zusammengesetzte Brennweite der genannten Linse mit der asphärischen Oberfläche der genannten dritten Linsengruppe gegeben ist mit FP33
 und wobei die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$1,00 < -F31/F3 < 2,50$$

$$0,9 < FP32/F3 < 1,40$$

$$2,00 < FP33 < F32.$$

3. Projektionslinse nach Anspruch 2, wobei die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe aus einer Zerstreuungslinse und einer Sammellinse in der Richtung von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite besteht, wobei der Brechungsindex einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Zerstreuungslinse gegeben ist mit N3N, wobei der Brechungsindex einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Sammellinse gegeben ist mit V3P wobei eine Abbe-Zahl einer die genannte Verbundlinse der genannten dritten Linsengruppe bildenden Zerstreuungslinse gegeben ist mit V3N
 und wobei die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$N3N - N3P > 0,15$$

$$V3P - V3N > 27.$$

4. Projektionslinse nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die genannte optische Weg-Umsetzungseinrichtung so vorgesehen ist, dass ein optischer Weg längs einer langen Seite eines zweidimensionalen Bildanzeigeelements derart gebogen ist, dass er an der Fokusposition des Gesamtsystems der genannten Projektionslinse angeordnet ist.

5. Projektionslinse nach Anspruch 4, wobei ein optischer Weg längs einer langen Seite des genannten zweidimensionalen Bildanzeigeelements gebogen wird bzw. ist.

6. Projektionslinse nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die genannte optische Weg-Umsetzungseinrichtung so vorgesehen ist, dass ein optischer Weg längs einer kurzen Seite eines zweidimensionalen Bildanzeigeelements gebogen wird bzw. ist, derart, dass er an der Fokusposition des Gesamtsystems der genannten Projektionslinse verschoben ist.

7. Projektionslinse nach Anspruch 6, wobei ein optischer Weg längs einer kurzen Seite des genannten zweidimensionalen Bildanzeigeelements gebogen ist.

8. Projektionslinse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die genannte optische Weg-Umsetzungseinrichtung aus einem Spiegel zur Totalreflexion lediglich einer P-Welle oder S-Welle besteht.

9. Projektionslinse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die genannte optische Weg-Umsetzungseinrichtung aus einem Prisma zur Totalreflexion einer P-Welle oder S-Welle besteht.

10. Fokussierungs-Einstellverfahren für eine Projektionslinse (20), umfassend eine erste Linsengruppe (100), die ein Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, eine zweite Linsengruppe (200), die ein positives Brechungsvermögen aufweist, derart, dass sie bei dem größten zentralen Luftabstand in dem Gesamtsystem in Abstand vorgesehen und derart gebildet ist, dass sie zumindest eine Sammellinse aufweist, und eine dritte Linsengruppe (300), die ein positives Brechungsvermögen und eine asphärische Oberfläche aufweist, wobei die Linsengruppen von einer langen konjugierten Seite zu einer kurzen konjugierten Seite in dieser Reihenfolge angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische Weg-Umsetzungseinrichtung zwischen die genannte erste Linsengruppe (100) und die genannte zweite Linsengruppe (200) eingefügt ist und den optischen

Weg von der betreffenden ersten Linsengruppe (**100**) zu der genannten zweiten Linsengruppe (**200**) beugt und dass den folgenden Gleichungen

$$2,8 < BF/F$$

$$3,0 < GD1/F < 4,50$$

$$0,40 < -F1/F23 < 0,48$$

$$0,40 < GD2/F23 < 0,8,$$

genügt ist, wobei

BF die hintere Brennweite bei Unendlich,
F die zusammengesetzte Brennweite des Gesamt-
systems,

GD1 den mittleren Luftzwischenraum zwischen der
genannten ersten Linsengruppe und der genannten
zweiten Linsengruppe,

F1 die zusammengesetzte Brennweite der genann-
ten ersten Linsengruppe,

F23 die zusammengesetzte Brennweite der genann-
ten zweiten Linsengruppe und der genannten dritten
Linsengruppe und

GD2 den mittleren Luftzwischenraum zwischen der
genannten zweiten Linsengruppe und der genannten
dritten Linsengruppe bedeuten und ferner
gekennzeichnet dadurch,

dass die Fokusposition auf der langen konjugierten
Seite der genannten Projektionslinse (**20**) durch Be-
wegen bzw. Verschieben der genannten ersten Lin-
sengruppe (**100**) längs der optischen Achse einge-
stellt wird.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1A

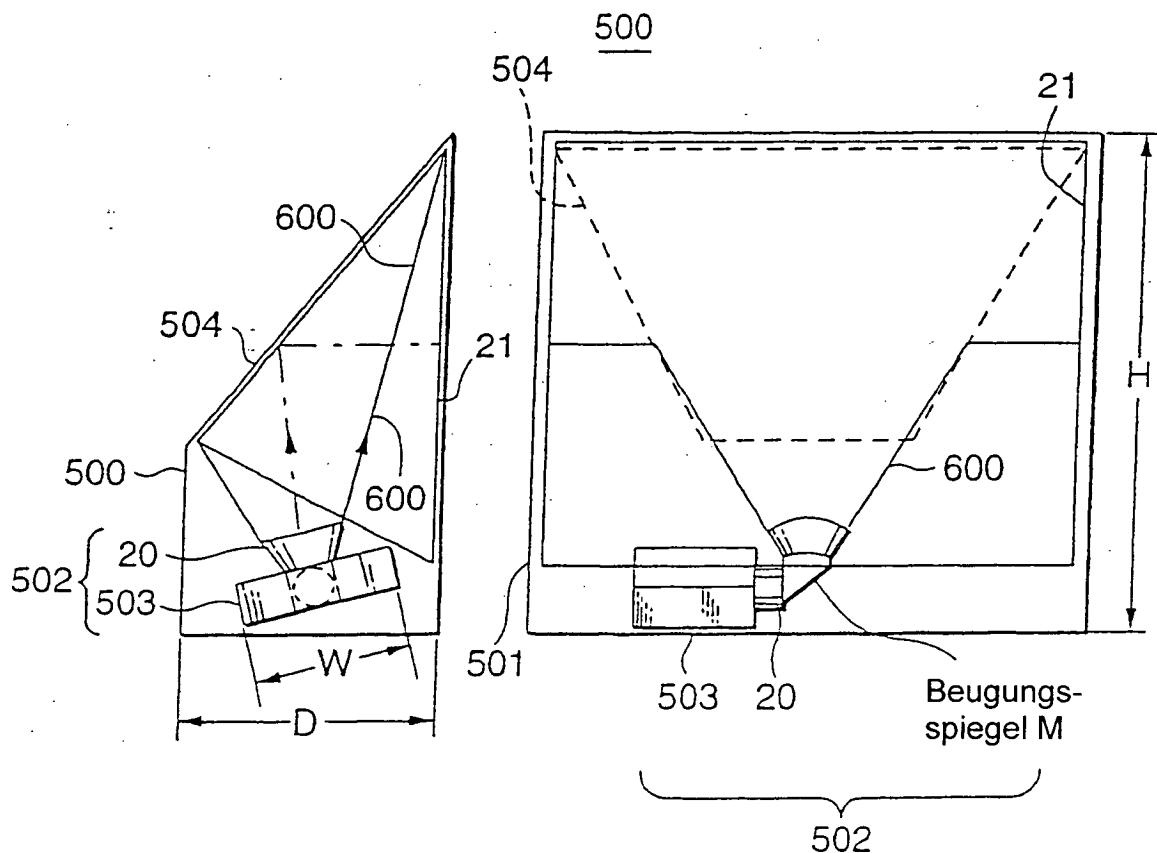


FIG.1B

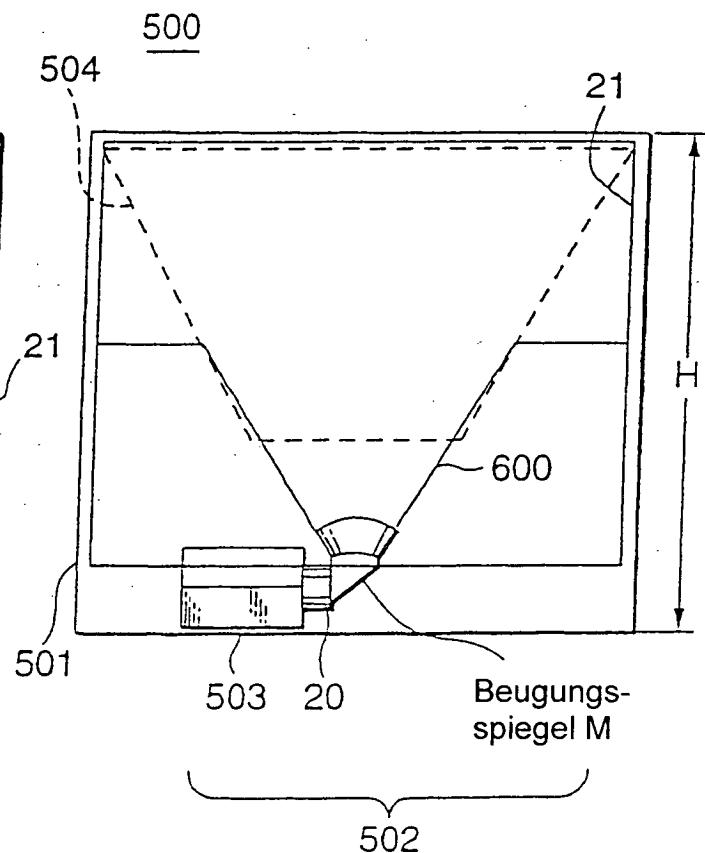


FIG.2

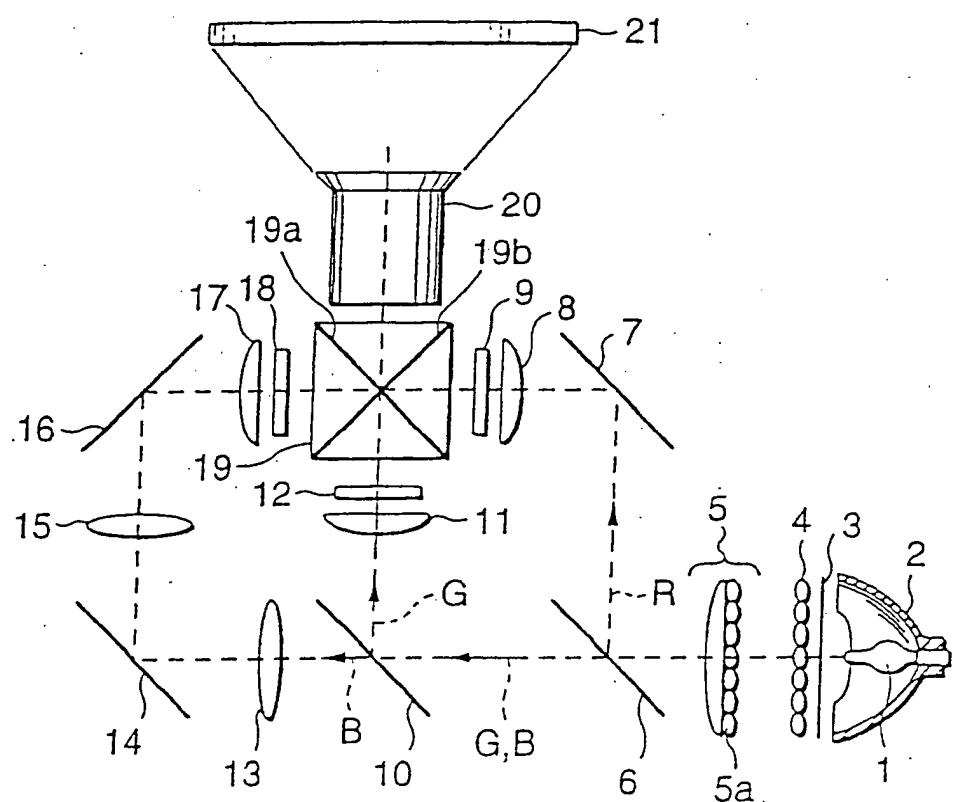


FIG.3

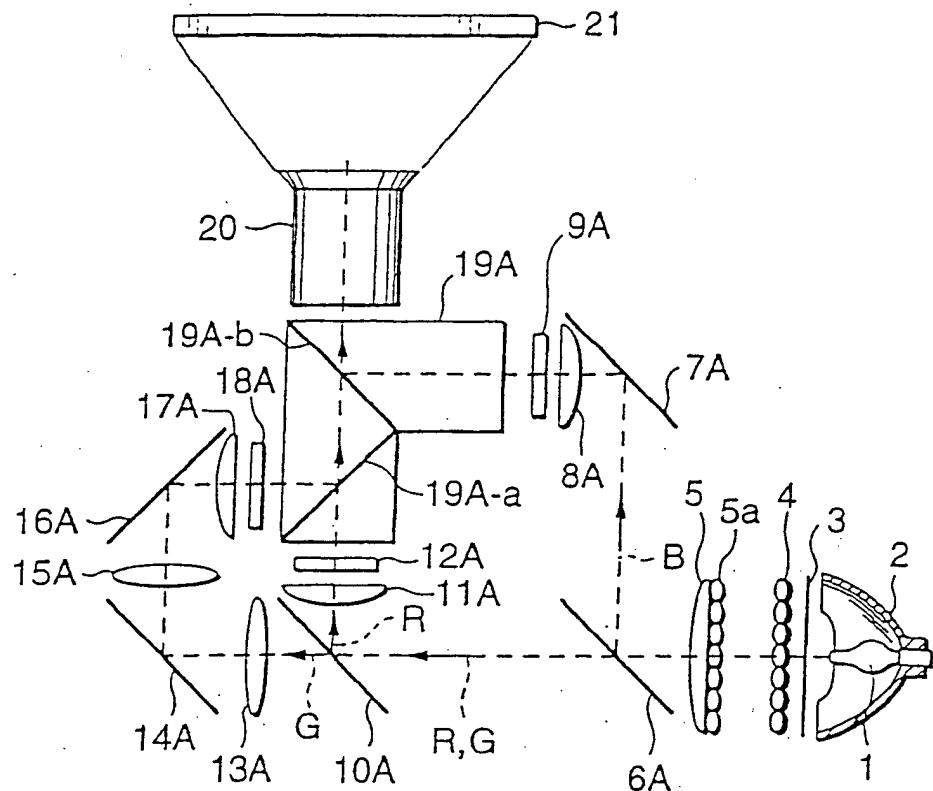


FIG.4

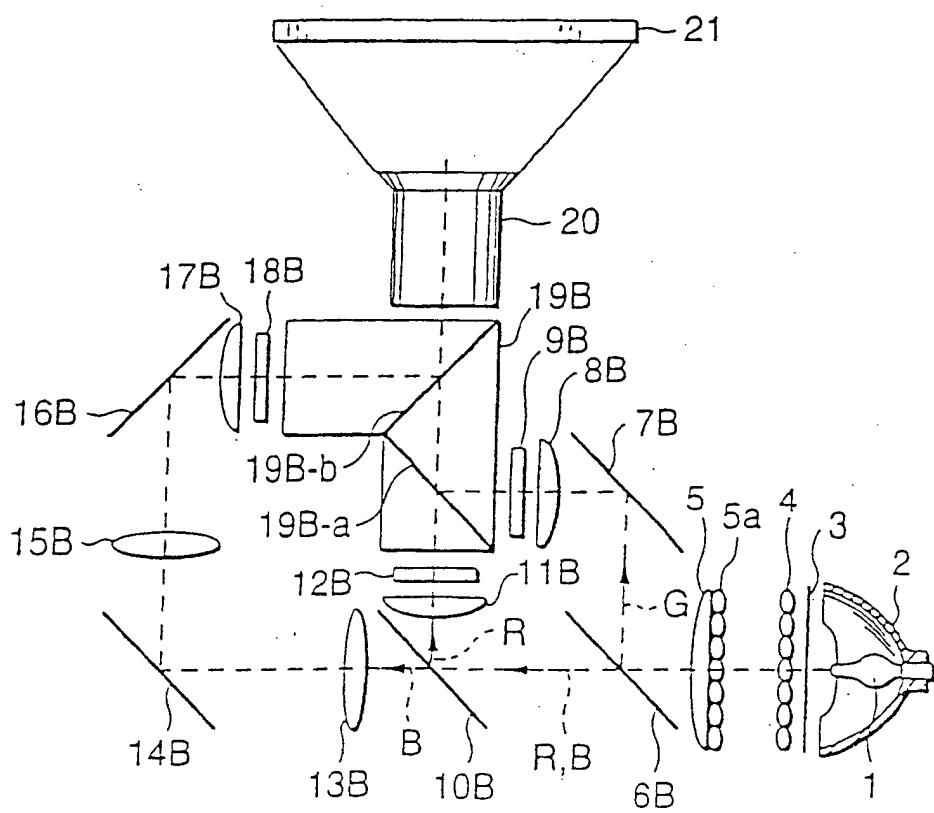


FIG.5

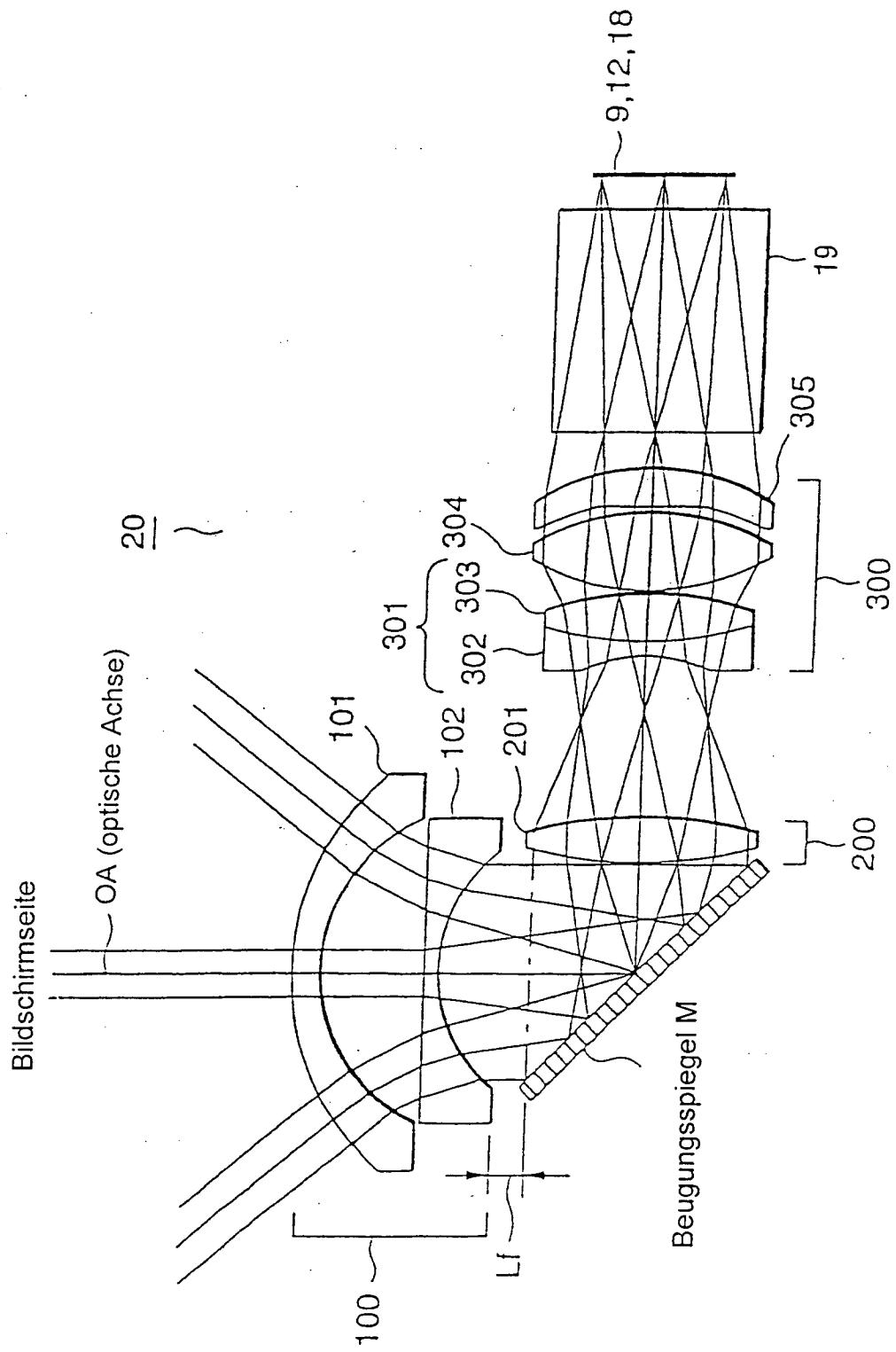
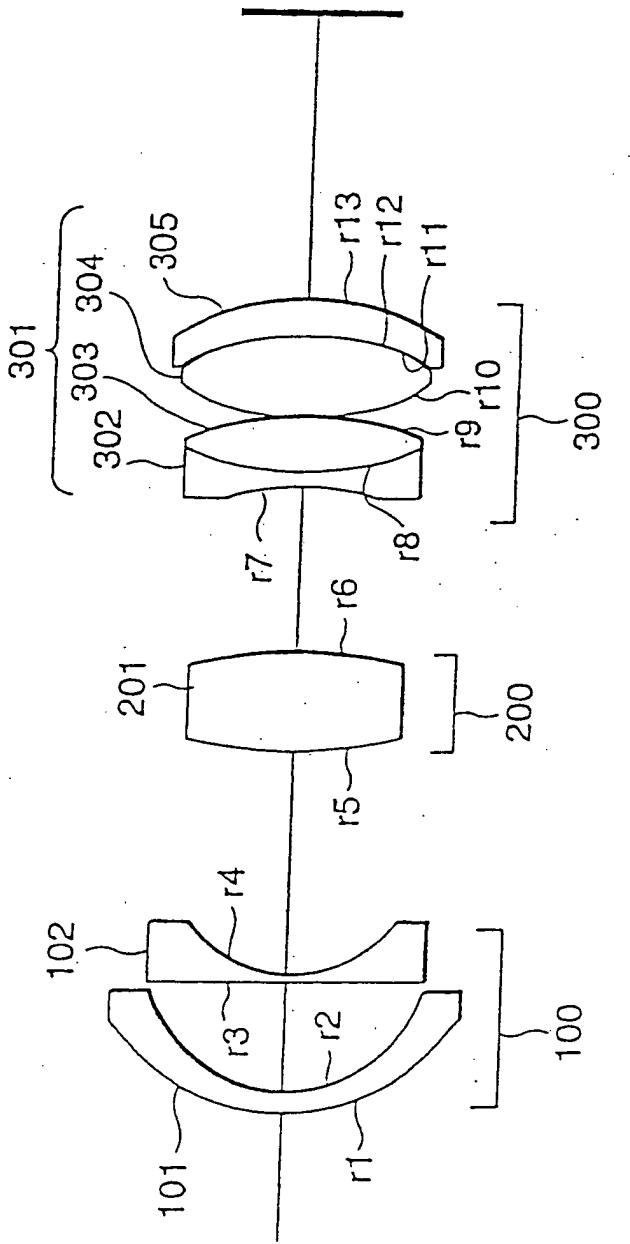


FIG.6

20



Linsenschnittansicht (erste Ausführungsform)

FIG. 7

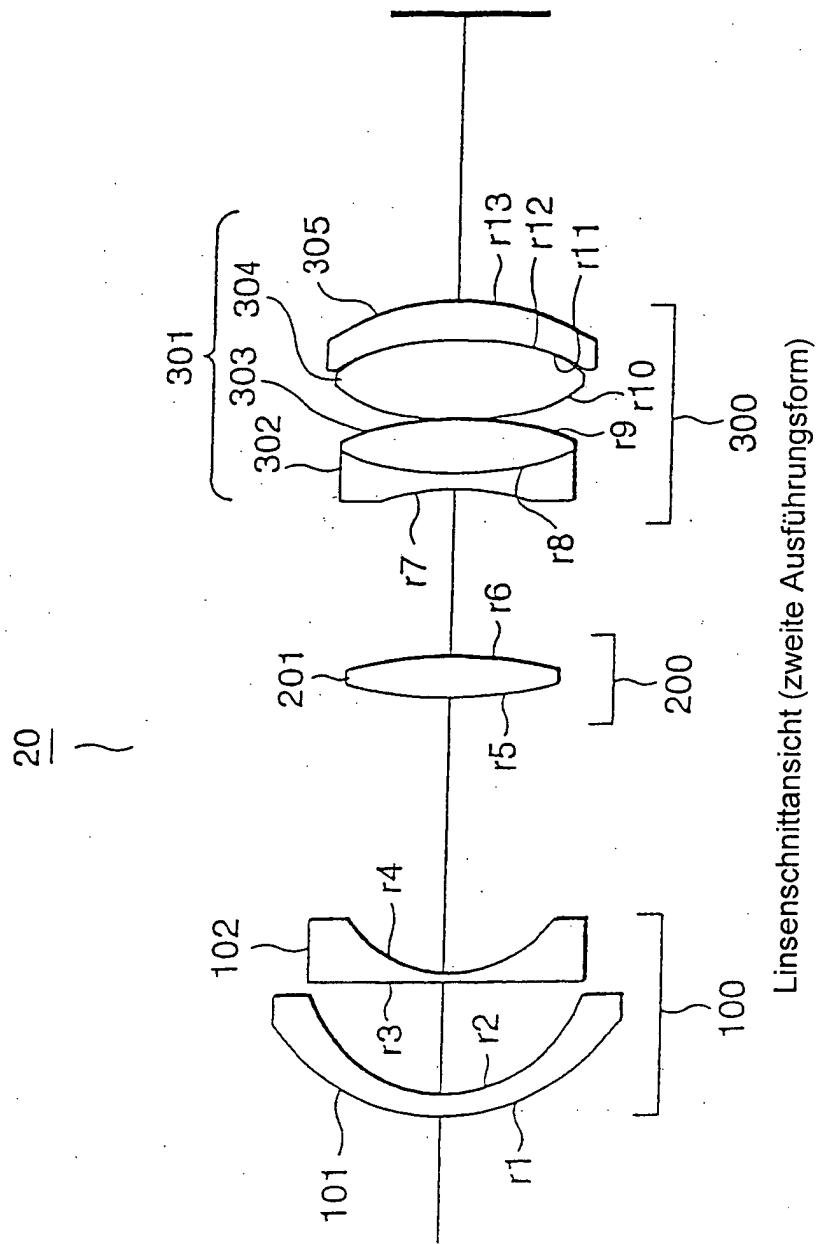
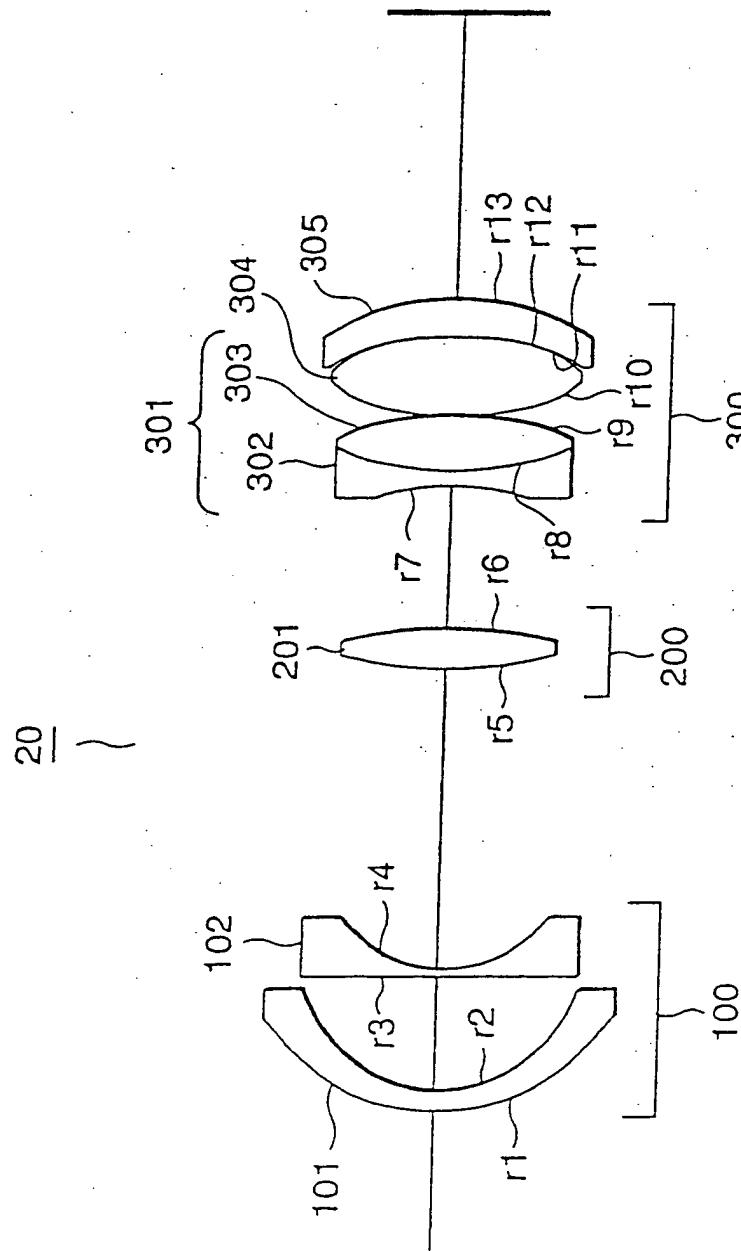


FIG.8



Linsenschnittansicht (dritte Ausführungsform)

FIG.9

<erste Ausführungsform>

1:1,92/11,58mm

m	Ri	Di	NDi	VDi
1	49,35688	2,3553	1,49150	58,00
2	21,61872	15,4201		
3	217,74215	2,0609	1,75000	45,21
4	21,95604	D4		
5	81,33394	16,6377	1,80518	25,43
6	- 84,37256	28,2505		
7	- 35,74903	1,5310	1,80518	25,43
8	33,17729	8,8616	1,64616	58,07
9	- 54,53064	0,2000		
10	42,57604	14,3743	1,59990	60,92
11	- 54,05548	0,2771		
12	629,09991	5,2549	1,49150	58,00
13	- 45,18908	D13		

<asphärischer Koeffizient>

erste Ebene

K	=-0,47464
A4	= 0,14340E-04
A6	=-0,34338E-08
A8	=-0,80073E-11
A10	= 0,65494E-14

zweite Ebene

K	=-0,23512
A4	= 0,11459E-04
A6	= 0,48909E-08
A8	= 0,29653E-10
A10	=-0,17293E-12

zwölftes Ebene

K	=-1,00000
A4	=-0,20082E-04
A6	=-0,34030E-07
A8	= 0,27472E-10
A10	= 0,28445E-13

dreizehntes Ebene

K	=-0,39940
A4	=-0,95186E-05
A6	=-0,24828E-07
A8	= 0,34574E-10
A10	=-0,17673E-14

Projektions-abstand	D4	D13
D0= ∞	37,2311	33,6847
D0=500 (Gesamt-ausdehnung)	37,2311	33,9383
D0=500 (Ausdehnung der ersten Gruppe)	33,0166	33,6847

FIG.10

<zweite Ausführungsform>

1:1,92/11,60mm

m	Ri	Di	NDi	VDi
1	53,31848	3,0000	1,49150	58,00
2	23,48516	16,9805		
3	328,23019	2,5000	1,74400	44,78
4	25,10796	D ₄		
5	65,39447	5,0654	1,80518	25,43
6	-106,00730	26,4345		
7	-29,20332	1,8000	1,80518	25,43
8	29,20332	10,0919	1,60311	60,70
9	-48,49440	0,2000		
10	38,56376	14,7820	1,51633	64,15
11	-39,56376	0,2000		
12	INS	5,9980	1,49150	58,00
13	-42,26900	D ₁₃		

<asphärischer Koeffizient>

erste Ebene

K	= 0,48551E+00
A4	=-0,26766E-06
A6	= 0,18128E-07
A8	=-0,20471E-10
A10	= 0,66771E-14

zweite Ebene

K	=-0,18969E+00
A4	=-0,48423E-05
A6	= 0,14722E-07
A8	= 0,50788E-10
A10	=-0,13109E-12

zwölftes Ebene

K	=-1,00000E+00
A4	=-0,21903E-04
A6	=-0,30473E-07
A8	= 0,33959E-10
A10	= 0,40337E-13

dreizehnte Ebene

K	=-0,64573
A4	=-0,98181E-05
A6	=-0,19722E-07
A8	= 0,45141E-10
A10	= 0,57793E-14

Projektions-abstand	D ₄	D ₁₃
D ₀ = ∞	47,3477	33,6821
D ₀ =500 (Gesamt-ausdehnung)	47,3477	33,9352
D ₀ =500 (Ausdehnung der ersten Gruppe)	48,3179	33,6821

FIG.11

<dritte Ausführungsform>

1:1,92/11,60mm

m	Ri	Di	NDi	VDi
1	55,44633	3,0000	1,49150	58,00
2	23,49790	15,8313		
3	247,47359	2,5000	1,74400	44,78
4	23,80605	D4		
5	62,97059	6,4239	1,80518	25,43
6	-116,53469	26,2012		
7	-30,53356	1,8000	1,80518	25,43
8	30,53366	7,8027	1,60311	60,70
9	-57,40403	0,2000		
10	35,95753	10,1507	1,51633	64,15
11	-35,95753	0,4214		
12	INF	6,0000	1,49150	58,00
13	-42,26899	D13		

<asphärischer Koeffizient>

erste Ebene

K	= 1,00000
A4	= -0,65950E-06
A6	= 0,18292E-07
A8	= -0,21968E-10
A10	= 0,87088E-14

zweite Ebene

K	= -0,24716
A4	= -0,81541E-05
A6	= 0,34795E-07
A8	= -0,67601E-11
A10	= -0,66001E-13

zwölftes Ebene

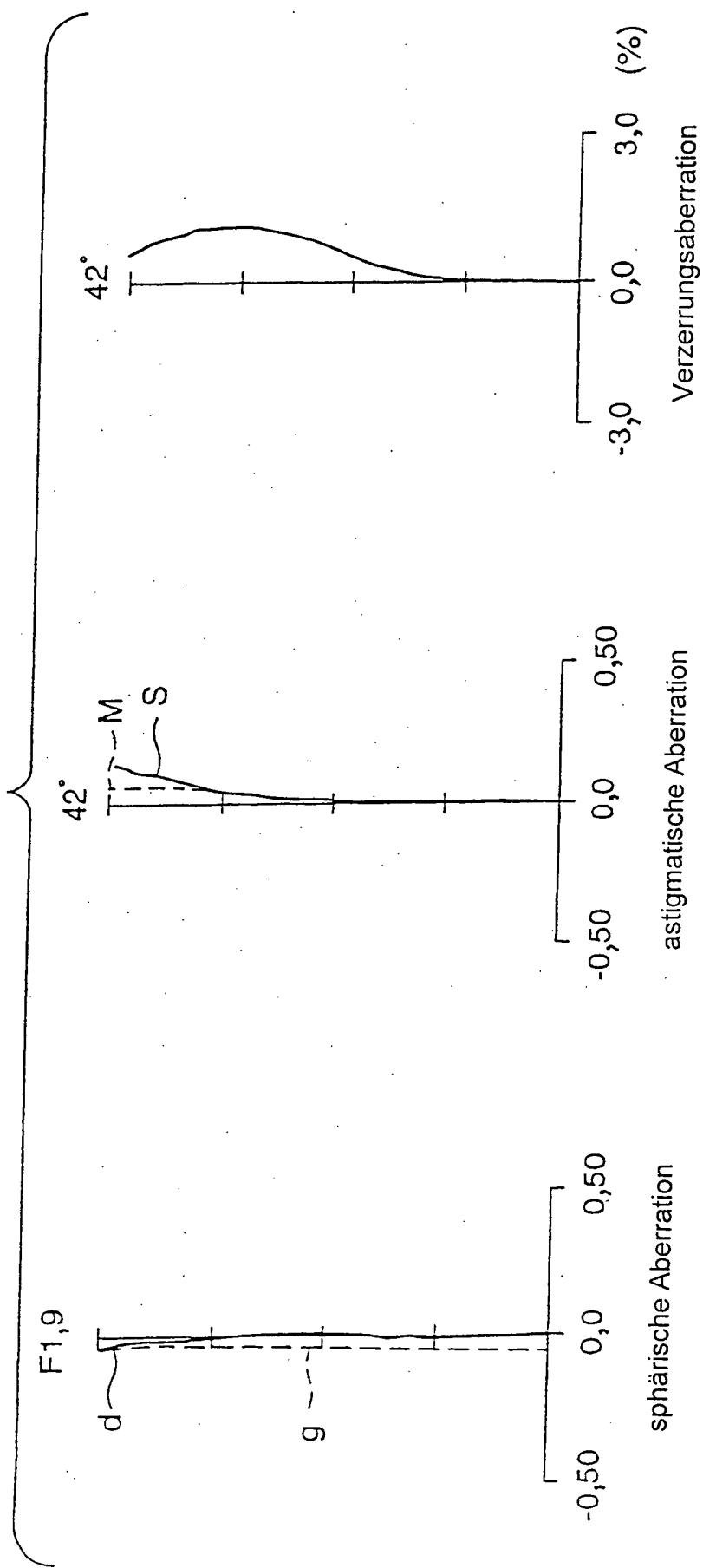
K	= -1,00000
A4	= -0,27608E-04
A6	= -0,41289E-07
A8	= 0,30530E-10
A10	= 0,10802E-12

dreizehnte Ebene

K	= 0,94464E-01
A4	= -0,11963E-04
A6	= -0,26222E-07
A8	= 0,62821E-10
A10	= 0,21418E-13

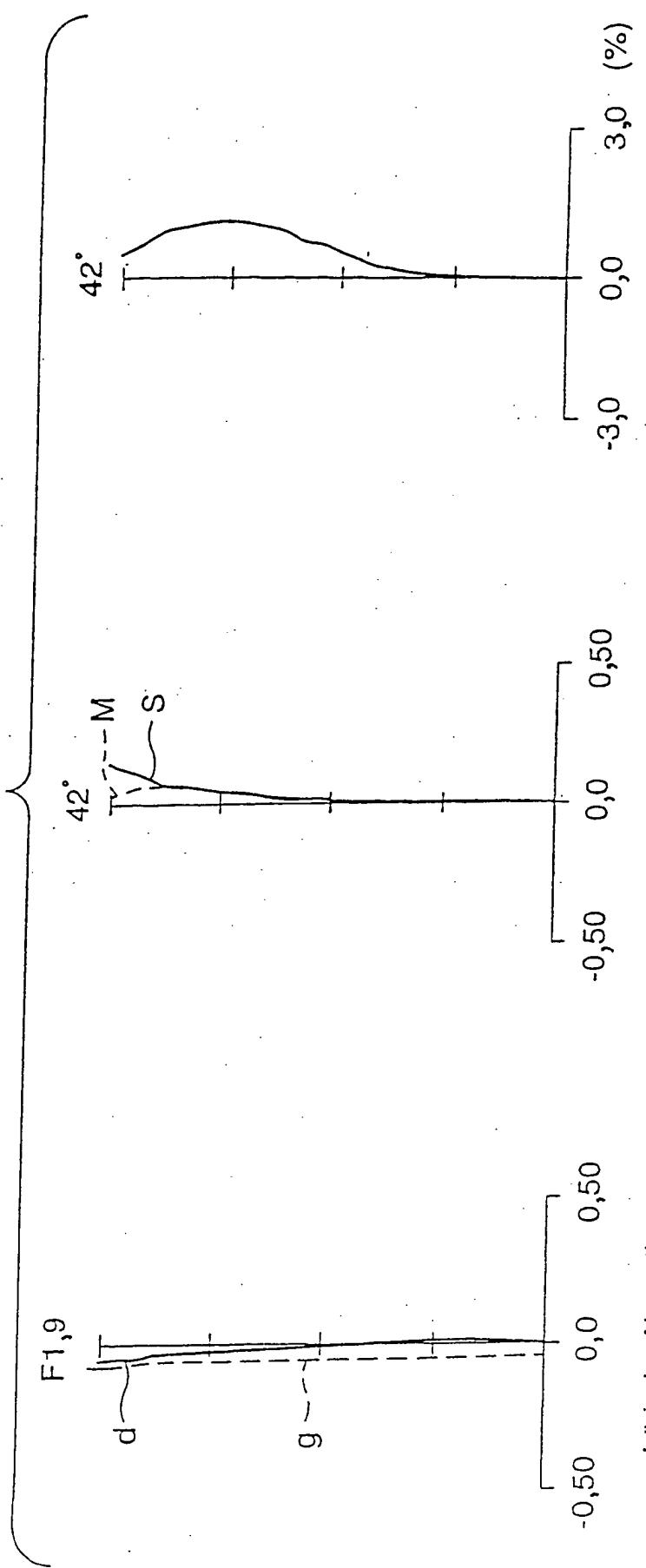
Projektions-abstand	D4	D13
D ₀ = ∞	47,3477	33,6820
D ₀ = 500 (Gesamt-ausdehnung)	43,3477	33,9358
D ₀ = 500 (Ausdehnung der ersten Gruppe)	48,2690	33,6820

FIG. 12



verschiedene Aberrationsdiagramme
(erste Ausführungsform ; Gesamtausdehnungssystem)

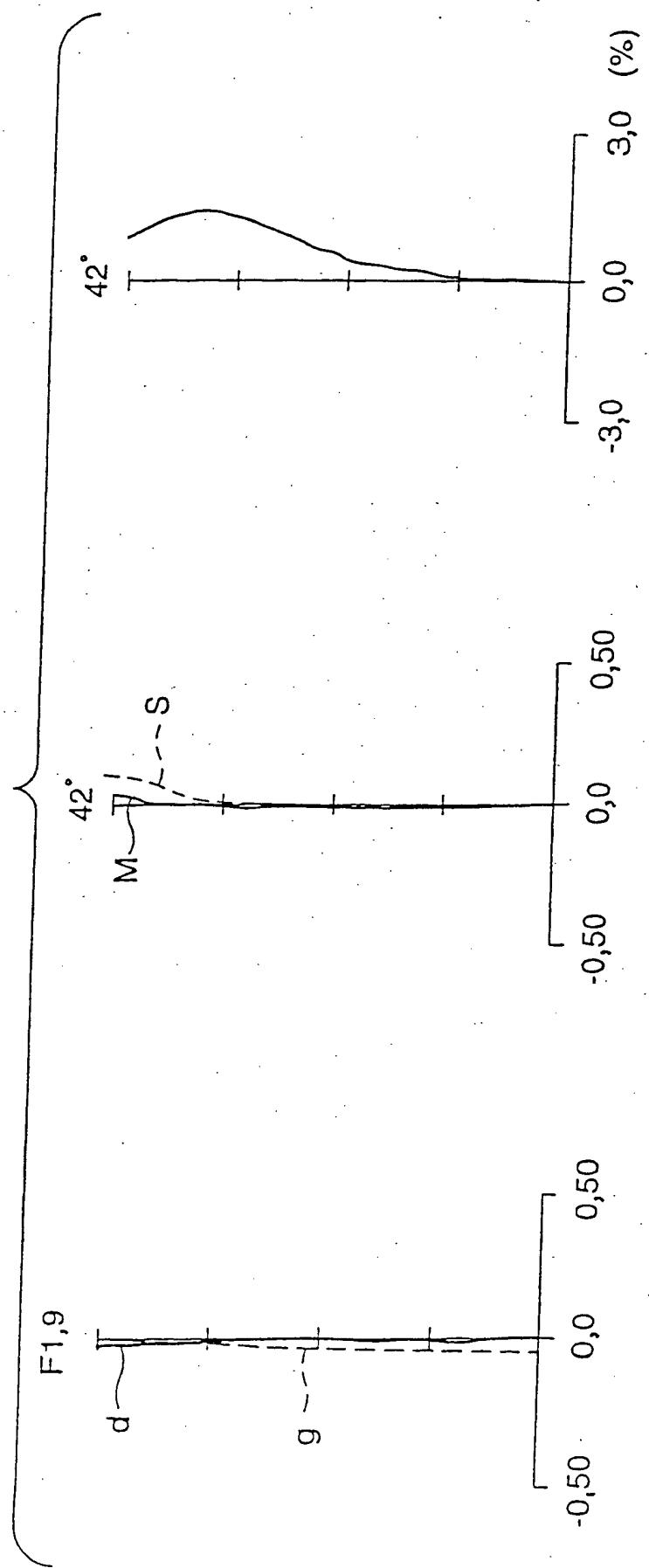
FIG. 13



sphärische Aberration
astigmatische Aberration
Verzerrungsaberration

verschiedene Aberrationsdiagramme
(erste Ausführungsform ; Ausdehnungssystem der ersten Linsengruppe)

FIG. 14



verschiedene Aberrationsdiagramme
(zweite Ausführungsform ; Gesamtausdehnung)

FIG. 15

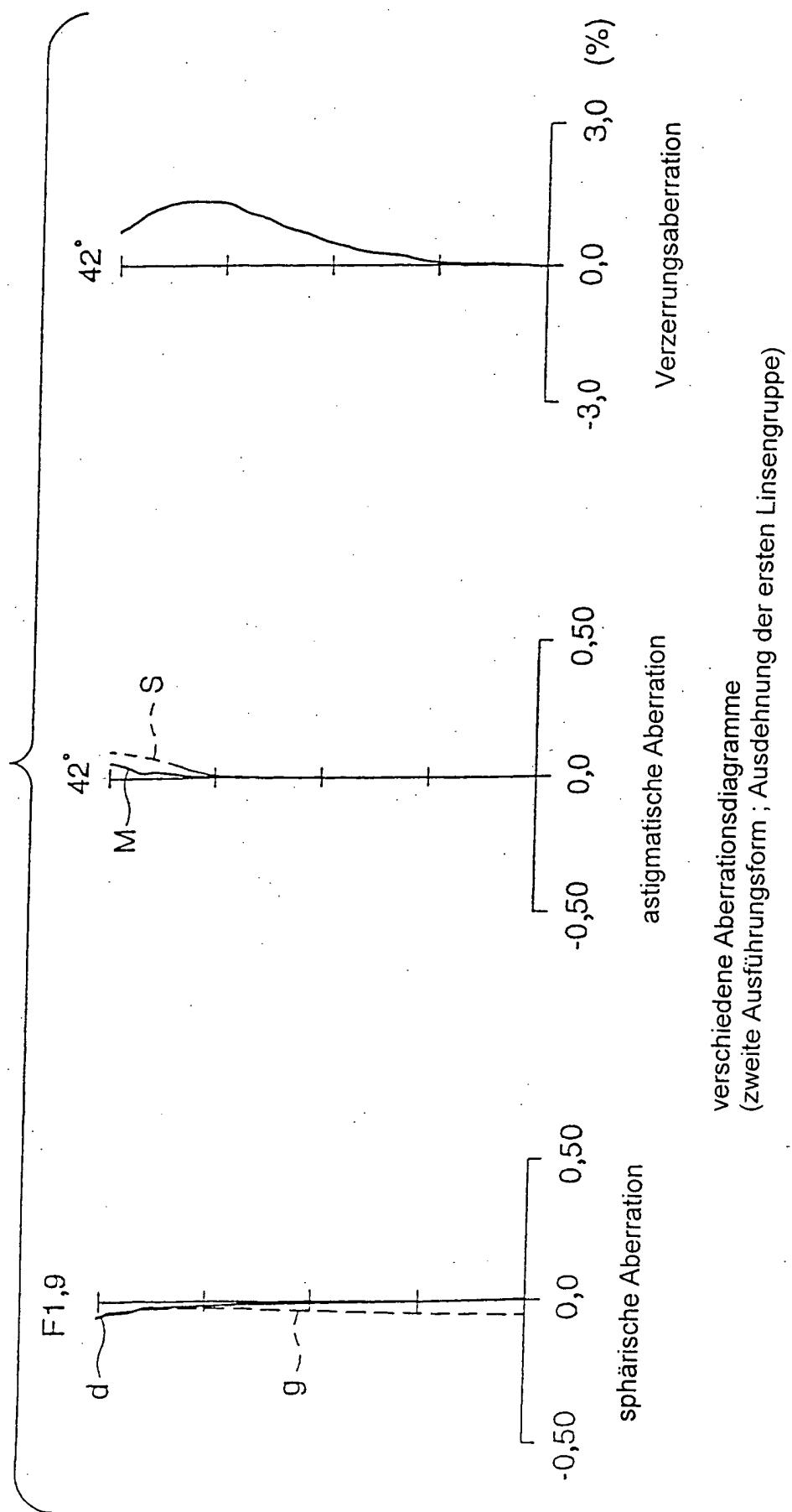
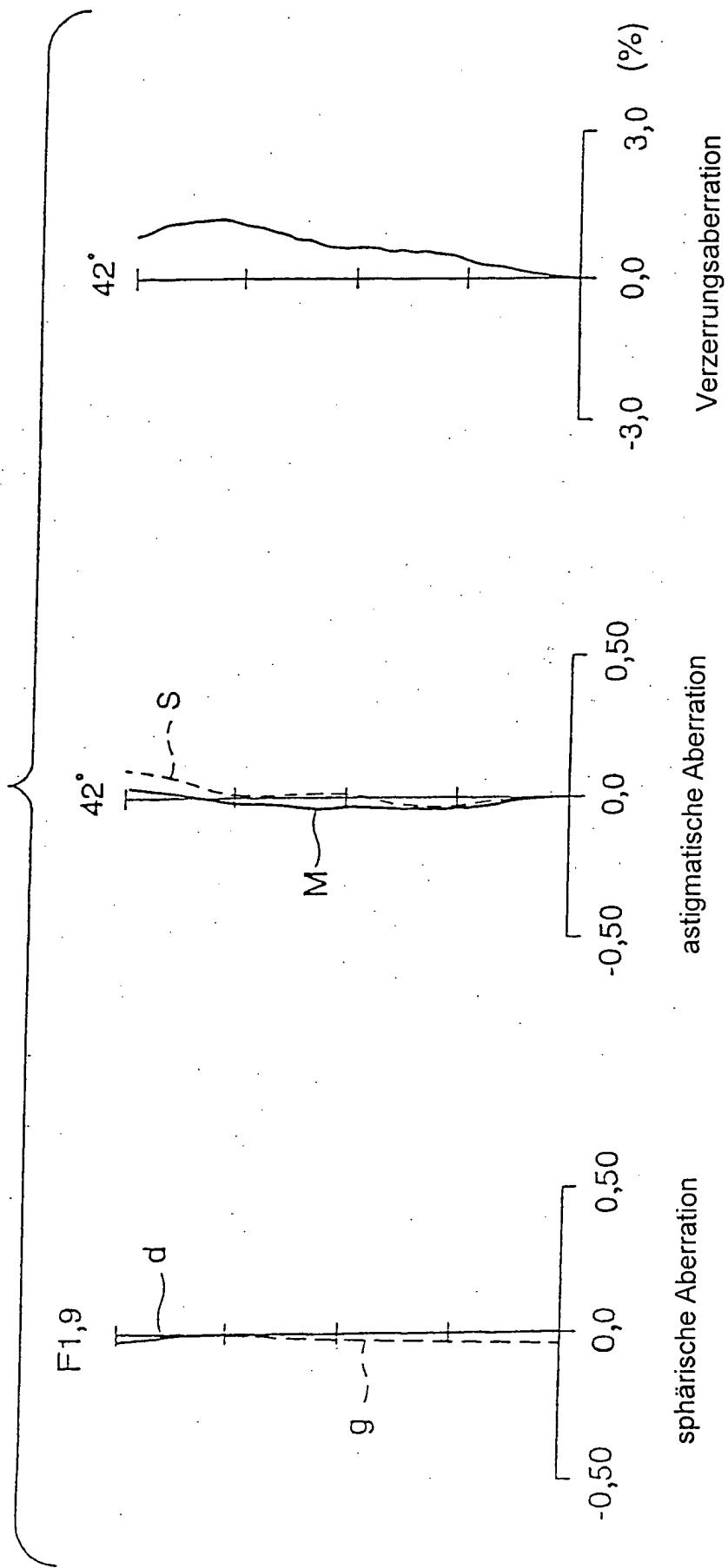


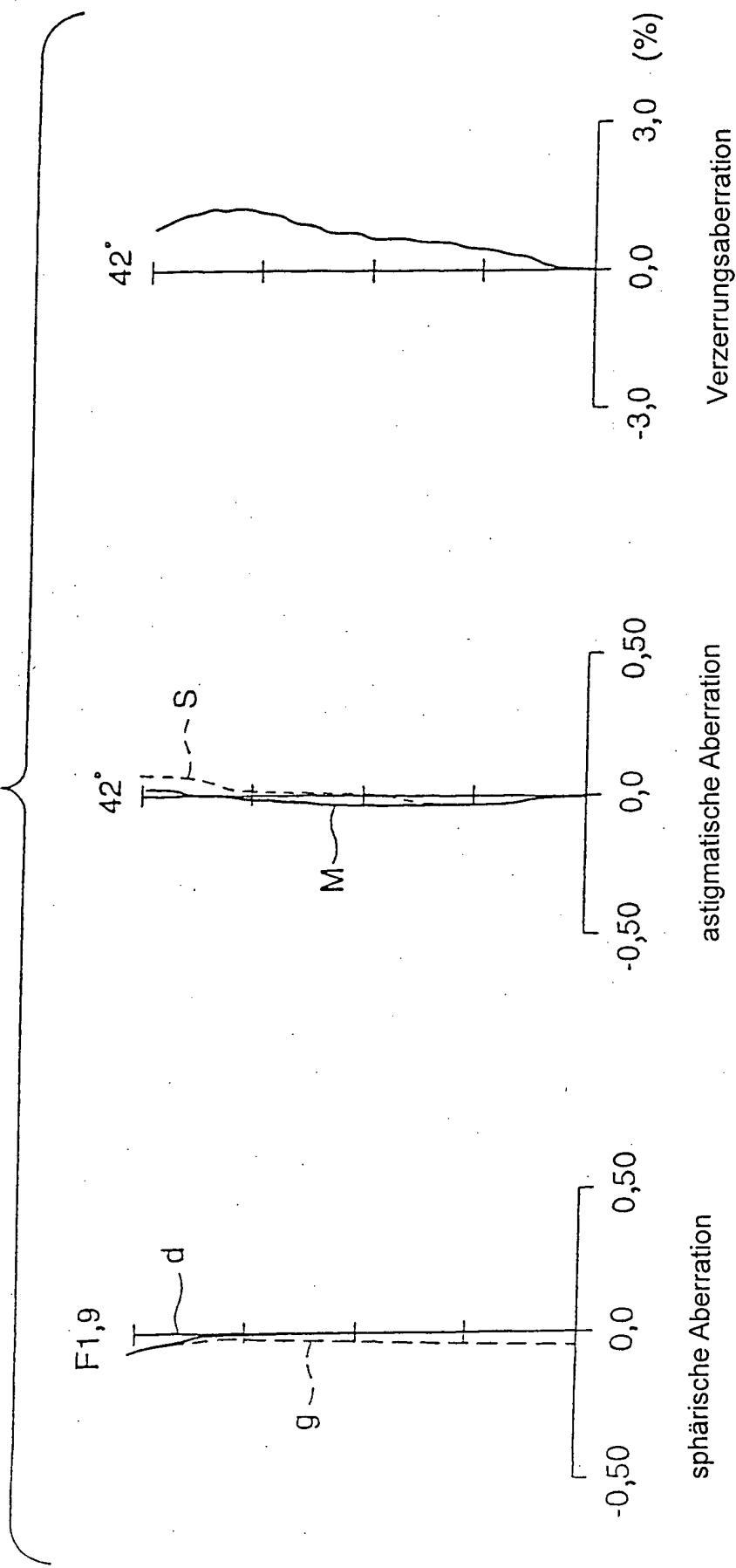
FIG. 16



verschiedene Aberrationsdiagramme
(dritte Ausführungsform ; Gesamtausdehnung)

sphärische Aberration astigmatische Aberration Verzerrungsaberration

FIG. 17



verschiedene Aberrationsdiagramme
(dritte Ausführungsform ; Ausdehnung der ersten Linsengruppe)