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

(10) **DE 44 26 617 B4** 2006.01.05

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **P 44 26 617.0**
(22) Anmeldetag: **27.07.1994**
(43) Offenlegungstag: **02.02.1995**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **05.01.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G02B 15/20*** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
P 5-184622 27.07.1993 JP

(73) Patentinhaber:
Pentax Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Schaumburg, K., Dipl.-Ing., 82335 Berg; Thoenes, D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Thurn, G., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 81679 München

(72) Erfinder:
Ito, Takayuki, Tokio/Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 42 30 416 A1
JP 32-40 015 A
JP 32-12 607 A
JP 22-87 507 A

(54) Bezeichnung: **Zoomobjektivsystem**

(57) Hauptanspruch: Zoomobjektivsystem mit wenigstens drei Linsengruppen, wobei
eine erste positive Linsengruppe mit einer positiven Linse,
eine zweite positive Linsengruppe mit einer negativen ersten Linseneinheit und einer positiven zweiten Linseneinheit, die vom aufzunehmenden Objekt aus betrachtet in dieser Reihenfolge angeordnet sind, und
eine dritte negative Linsengruppe vorgesehen sind, die in dieser Reihenfolge vom Objekt aus angeordnet sind und die folgenden Bedingungen erfüllen:

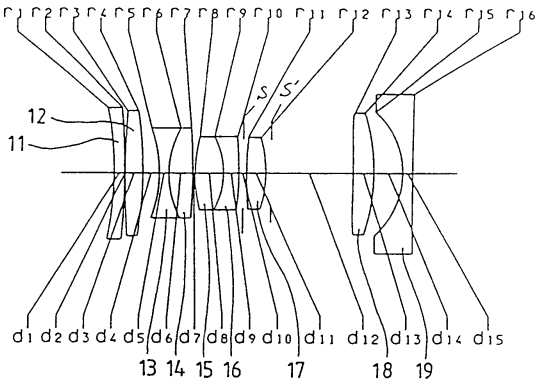
$$0 < f_W/f_1 \leq 0{,}27 \quad (1)$$

$$1{,}7 < N_{1P} \quad (2)$$

$$1{,}75 < N_{2aN} \quad (3)$$

$$1{,}7 < N_{2bP}, \quad (4)$$

worin
f_W die Brennweite des gesamten Objektivsystems in der Weitwinkel-Grenzstellung,
f_1 die Brennweite der ersten Linsengruppe,
N_{1P} den Brechungsindex der positiven Linse oder des positiven Linsen der ersten Linsengruppe,
N_{2aN} den Brechungsindex der negativen Linse oder des negativen Linsen der negativen Linseneinheit der zweiten Linsengruppe,
N_{2bP} den Brechungsindex der positiven Linse der positiven Linseneinheit der zweiten Linsengruppe oder, falls die positive Linseneinheit mehr als eine Linsenuntereinheit enthält, der positiven Linse der Linsenuntereinheit,...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Zoomobjektivsystem, insbesondere ein Zoomobjektiv für eine Kompaktkamera, bei dem die Bildschnittweite der Linsenanordnung auf einen kleinen Wert beschränkt ist und das einen weiten Bildwinkel, nämlich einen halben Bildwinkel von ungefähr 37°, und ein hohes Zoomvermögen von ungefähr 3 hat.

[0002] Bei einer Kompaktkamera sind zwei optische Anordnungen für ein Zoomobjektiv bekannt, dessen halber Bildwinkel ungefähr 37° ist, was für ein Kompaktkamera-Zoomobjektiv ein relativ großer Winkel ist, und das eine große Vergrößerung hat. Die erste optische Anordnung besteht zum Beispiel aus drei Gruppen von Linsen, die sich aus einer ersten negativen Linsengruppe, einer zweiten positiven Linsengruppe und einer dritten negativen Linsengruppe zusammensetzen (z.B. in der ungeprüften japanischen Patentoffenlegung Nr. 3-212607), oder vier Gruppen von Linsen, die sich aus einer ersten negativen Linsengruppe, einer zweiten positiven Linsengruppe, einer dritten positiven Linsengruppe und einer vierten negativen Linsengruppe (z.B. in der ungeprüften japanischen Patentoffenlegung Nr. 3-240015) zusammensetzen. Bei der ersten optischen Anordnung hat die erste Linsengruppe eine negative Brechkraft. Die zweite optische Anordnung besteht zum Beispiel aus drei Gruppen von Linsen, die sich aus einer ersten positiven Linsengruppe, einer zweiten positiven Linsengruppe und einer dritten negativen Linsengruppe zusammensetzen (z.B. in der ungeprüften japanischen Patentoffenlegung Nr. 2-287507, die auf den Inhaber der vorliegenden Anmeldung übertragen wurde). Bei jeder dieser Arten muß der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe groß genug sein, um ein Weitwinkel-Zoomobjektiv zu schaffen, was im Gegensatz zu der Anforderung steht, das Zoomobjektiv zu miniaturisieren.

Stand der Technik

[0003] Aus der DE 42 30 416 A1 ist ein Zoomobjektivsystem mit mindestens drei Linsengruppen bekannt. Dabei enthält die erste positive Linsengruppe eine positive Linse. Die zweite positive Linsengruppe enthält eine negative erste Linseneinheit und eine positive zweite Linseneinheit in dieser Reihenfolge vom Objekt her betrachtet. Die dritte Linsengruppe hat negative Brechkraft.

Aufgabenstellung

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Zoomobjektiv zu schaffen, bei dem der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe möglichst klein ist und die Abbildungsfehler, insbesondere der Astigmatismus wirkungsvoll korrigiert sind. Ein derartiges Zoomobjektivsystem soll insbesondere für eine Kompaktkamera angegeben werden, wobei der halbe Bildwinkel auf der Weitwinkelseite ungefähr 37° und das Zoomvermögen ungefähr 3 beträgt.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Zoomobjektivsystem gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0006] Nach der vorliegenden Erfindung wird ein Zoomobjektivsystem geschaffen, das sich aus wenigstens drei Linsengruppen zusammensetzt, die eine erste positive Linsengruppe mit einer positiven Linse, eine zweite positive Linsengruppe mit einer ersten, negativen Linseneinheit und einer zweiten, positiven Linseneinheit, die vom aufzunehmenden Objekt aus betrachtet in dieser Reihenfolge angeordnet sind, und eine dritte nega- tive Linsengruppe enthalten, wobei die erste, die zweite und die dritte Linsengruppe vom Objekt aus in dieser Reihenfolge angeordnet sind und beim Zoombetrieb von kurzer Brennweite auf lange Brennweite zum Objekt hin bewegt werden, und wobei die Linsengruppen die folgenden Beziehungen erfüllen:

$$0 < f_W/f_1 < 0{,}5 \quad (1)$$

$$1{,}7 < N_{1P} \quad (2)$$

$$1{,}75 < N_{2aN} \quad (3)$$

$$1{,}7 < N_{2bP} \quad (4)$$

wobei

f_W: Brennweite des gesamten Objektivsystems in der Weitwinkel-Grenzstellung,
f_1: Brennweite der ersten Linsengruppe,
N_{1P}: Brechungsindex der positiven Linse(n) der ersten Linsengruppe,
N_{2aN}: Brechungsindex der negativen Linse(n) der ersten negativen Linseneinheit der zweiten Linsengruppe,
N_{2bP}: Brechungsindex der positiven Linse der zweiten positiven Linseneinheit der zweiten Linsengruppe oder, falls die positive Linseneinheit mehr als eine Linsenuntereinheit enthält, der positiven Linse der Linsenuntereinheit, die die größte Brechkraft hat.

[0007] Vorzugsweise erfüllt die Zoomobjektivanordnung die folgende Beziehung:

$$0{,}6 < \Sigma d_{I\text{-}II}/f_W < 0{,}9 \qquad (5)$$

wobei

$\Sigma d_{I\text{-}II}$: Abstand zwischen der ersten Linsenfläche der ersten Linsengruppe und der letzten Linsenfläche der zweiten Linsengruppe in der Weitwinkel-Grenzstellung (Summe der Dicken der zugehörigen Linsen und des Abstandes dazwischen).

[0008] Vorzugsweise enthält die zweite Linseneinheit der zweiten Linsengruppe eine asphärische Linsenfläche, die die folgende Beziehung erfüllt:

$$-30 < \Delta I_{2b} < -10 \qquad (6)$$

wobei

ΔI_{2b}: Aberrationsfaktor des asphäischen Oberflächenterms des sphärischen Aberrationsfaktors in der asphärischen Fläche innerhalb der zweiten Linseneinheit der zweiten Linsengruppe (Aberrationsfaktor, wenn die Brennweite des gesamten Objektivsystems in der Weitwinkel-Grenzstellung als 1,0 angenommen wird).

[0009] Die Blende ist vorzugsweise zwischen der zweiten und der dritten Linsengruppe oder innerhalb der zweiten Linsengruppe vorgesehen und wird zusammen mit der zweiten Linsengruppe bewegt, wenn der Zoombetrieb durchgeführt wird.

[0010] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

[0011] Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Linsenanordnung eines Zoomobjektivsystems gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung,

[0012] Fig. 2 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 1 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0013] Fig. 3 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 1 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0014] Fig. 4 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 1 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0015] Fig. 5 eine schematische Ansicht einer Linsenanordnung eines Zoomobjektivsystem gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0016] Fig. 6 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 5 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0017] Fig. 7 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 5 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0018] Fig. 8 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 5 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0019] Fig. 9 eine schematische Ansicht einer Linsenanordnung eines Zoomobjektivsystems gemäß einer dritten Ausführung der vorliegenden Erfindung,

[0020] Fig. 10 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 9 gezeigten Zoomobjektivsystems,

[0021] Fig. 11 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 9 gezeigten Zoomobjektivsystems, und

[0022] Fig. 12 verschiedene Aberrationsdiagramme des in Fig. 9 gezeigten Zoomobjektivsystems.

Ausführungsbeispiel

[0023] Bei einem Zoomobjektivsystem gemäß der vorliegenden Erfindung, das sich aus drei Linsengruppen zusammensetzt, die eine erste positive Linsengruppe, eine zweite positive Linsengruppe und eine dritte negative Linsengruppe enthalten, sind die Linsen der ersten und der zweiten Linsengruppe aus Glas mit einem hohen Brechungsindex, so daß der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe unter Aufrechterhaltung eines großen halben Bildwinkels von ungefähr 37° verringert werden kann.

[0024] Die Formel (1) spezifiziert die Brechkraft der ersten Linsengruppe. Wenn der halbe Bildwinkel in der Weitwinkel-Grenzstellung ungefähr 30° ist, würde der Wert von f_W/f_1 in vielen Fällen den oberen Grenzwert übersteigen. Wenn jedoch bei einem Zoomobjektiv, dessen halber Bildwinkel wie bei der vorliegenden Erfindung ungefähr 37° ist, (d.h. die Brennweite ist klein), die Brechkraft der ersten Linsengruppe ein positiver Wert ist, der größer als der obere Grenzwert ist, ist die Bildschnittweite zu klein, so daß sich die Linsendurchmesser der Linsengruppen hinter der ersten Linsengruppe vergrößern. Umgekehrt vergrößert sich, wenn die Brechkraft der ersten Linsengruppe ein positiver Wert ist, der kleiner als der untere Grenzwert ist, die Verschiebung der Linsengruppen, insbesondere der zweiten und der dritten Linsengruppe, so daß der Linsendurchmesser der zweiten Linsengruppe und der Durchmesser der Blende zunehmen.

[0025] Die Formel (2) spezifiziert den Brechungsindex der positiven Linse der ersten positiven Linsengruppe. Wenn die positive Linse der ersten positiven Linsengruppe aus einem Glas hergestellt ist, dessen Brechungsindex kleiner als der untere Grenzwert ist, ist es schwierig, den Astigmatismus oder die Verzerrung auf der Weitwinkelseite zu korrigieren. Weiterhin ist es erforderlich, die Dicke der Linse zu vergrößern, damit sie an ihrer Umfangskante eine ausreichende Dicke hat. Wenn der Blickwinkel zunimmt, vergrößert sich der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe.

[0026] Die Formeln (3) und (4) spezifizieren die Brechungsindizes der negativen Linse der negativen Linseneinheit (1. Linseneinheit) 2a der zweiten Linsengruppe bzw. der positiven Linse der positiven Linseneinheit (zweite Linseneinheit) 2b der zweiten Linsengruppe (oder der positiven Linse der Linsenuntereinheit, die die größte Brechkraft hat, wenn die positive Linseneinheit mehr als eine Linsengruppe enthält). Wenn die Brechungsindizes kleiner als die jeweiligen unteren Grenzwerte sind, ist es schwierig, den Astigmatismus zu korrigieren. Um den Astigmatismus zu kompensieren, ist es erforderlich, die Dicke der zweiten Linsengruppe zu vergrößern, was somit zu einer Vergrößerung des Linsendurchmessers der ersten Linsengruppe führt.

[0027] Die Formel (5) spezifiziert den Abstand zwischen der ersten Fläche der ersten Linsengruppe und der letzten Linsenfläche der zweiten Linsengruppe (d.h. die Summe der Dicken der Linsen und des Zwischenabstandes) im Zusammenhang mit den Formeln (1) bis (4). Dies betrifft direkt den Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe. Wenn der Wert des durch die Formel (5) definierten Verhältnisses oberhalb des oberen Grenzwertes ist, ist der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe zu groß, um damit den Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu erhalten. Wenn umgekehrt der Wert des Verhältnisses unter dem unteren Grenzwert liegt, ist es schwierig, den Astigmatismus zu korrigieren, obwohl ein derartig kleiner Wert des Verhältnisses zur Miniaturisierung des Linsendurchmessers beiträgt.

[0028] Wenn der halbe Bildwinkel mit 30° klein ist (f_W ist groß), oder wenn die variable Brechkraft mit ungefähr 2 klein ist, ist es sogar beim Stand der Technik möglich, ein kleines Zoomobjektiv herzustellen, das die Formel (5) erfüllt. Jedoch ist es beim Stand der Technik nicht erforderlich, daß das bekannte Zoomobjektiv aus einem Glas mit einem hohem Brechungsindex besteht, um die durch die Formeln (1) bis (4) bestimmten Erfordernisse zu erfüllen. Es ist nämlich bisher kein Zoomobjektiv bekannt, daß die durch die Formeln (1) bis (4) bestimmten Erfordernisse erfüllt.

[0029] Die Formel (6) spezifiziert die Bedingung für eine asphärische Linsenfläche. Wenn der Linsendurchmesser der ersten und der zweiten Linsengruppe klein ist, können leicht sphärische Aberration und Koma auftreten. Zu diesem Zweck ist es bevorzugt, daß die asphärische Linsenfläche an der zweiten Linseneinheit 2b der zweiten Linsengruppe ausgebildet ist, deren effektiver Durchmesser durch das Strahlbündel auf der optischen Achse bestimmt ist. Wenn der Wert von ΔI_{2b} größer als der obere Grenzwert ist, ist zu erwarten, daß die asphärische Fläche nicht groß genug ist, um die sphärische Aberration und die Koma zu korrigieren. Wenn umgekehrt der Wert kleiner als der untere Grenzwert ist, tritt eine Überkorrektur der komabehafteten Aberration auf, so daß eine breitbandige Aberration erzeugt wird.

[0030] Vorzugsweise ist die Blende hinter oder innerhalb der zweiten Linsengruppe vorgesehen, um die Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe und der dritten Linsengruppe gleichmäßig zu verringern. Wenn die Blende hinter der zweiten Linsengruppe vorgesehen ist, kann die Struktur oder der Aufbau der Linsenfassung und der Blende vereinfacht werden. Wenn die Blende innerhalb der zweiten Linsengruppe vorgesehen ist, kann der Durchmesser der ersten Linsengruppe kleiner gemacht werden. Zu beachten ist, daß die Blende bei den gezeigten Ausführungsformen durch S' und S bezeichnet ist, wenn die Blende hinter bzw. innerhalb der zweiten Linsengruppe vorgesehen ist. Jede Anordnung ist für die vorliegende Erfindung akzeptabel.

[0031] Beim Fokussieren ist es bevorzugt, daß die zweite Linsengruppe mit einer großen Brechkraft auf ein aufzunehmendes Objekt hin oder die dritte Linsengruppe mit einer größeren Brechkraft auf eine Bildfläche hin bewegt wird, um die Verschiebung der zweiten Linse oder der dritten Linse zu verringern und die kürzeste Objektentfernung zu verkürzen. Um die mechanische Anordnung zu vereinfachen, ist es besonders bevorzugt, wenn die zweite Linsengruppe, die sich während des Zoombetriebes zusammen mit der Blende bewegt, eine Fokussierlinsengruppe bildet.

Erste Ausführungsform:

[0032] Fig. 1 zeigt eine Linsenanordnung eines Zoomobjektivs gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0033] Das Zoomobjektiv besteht aus neun Linsen. Die erste negative Linse **11** und die zweite positive Linse **12** bilden die erste Linsengruppe. Die dritte Linse **13** und die vierte Linse **14** sind miteinander verklebt und bilden die erste Linseneinheit 2a der zweiten Linsengruppe. Die fünfte Linse **15** und die sechste Linse **16** sind miteinander verklebt und bilden zusammen mit der siebenten Linse **17** die zweite Linseneinheit **2b** der zweiten Linsengruppe. Die achte Linse **18** und die neunte Linse **19** bilden die dritte Linsengruppe. Die oben angegebene grundsätzliche Linsenanordnung wird auch bei der zweiten und der dritten Ausführungsform angewandt, die später diskutiert werden.

[0034] Die numerischen Daten des in Fig. 1 gezeigten Zoomobjektivsystems sind in den Tabellen 1 und 2 weiter unten gezeigt. In den Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 sind jeweils Diagramme von verschiedenen Aberrationen des Zoomobjektivs gezeigt.

[0035] In den Fig. 2 bis Fig. 4 bezeichnet "SA" die sphärische Aberration, "SC" die Sinusbedingung, "d-Linie", "g-Linie" und "c-Linie" die bei den jeweiligen Wellenlängen durch die sphärische Aberration dargestellte chromatische Aberration, "S" den Astigmatismus in sagittaler Richtung und "M" den Astigmatismus in meridionaler Richtung.

[0036] In den Tabellen und den Zeichnungen bezeichnet "r_i" den Krümmungsradius jeder Linsenfläche, "d_i" die Linsendicke oder den Abstand zwischen den Linsen, "N" den Brechungsindex und "v" die Abbesche Zahl.

Tabelle 1

F_{NO} = 1:3,6 – 5,8 – 9,3

F = 29,00 – 50,00 – 87,00

ω = 37,4 – 23,1 – 13,8

F_B = 8,39 – 26,53 – 55,62

[0037] Dabei ist

F_{NO} die Blendenzahl,
f die Brennweite,
ω der halbe Bildwinkel und
F_B die Bildschnittweite.

Tabelle 2

Fläche	r	d	N	ν
1	-45,105	1,49	1,84666	23,8
2	-103,298	0,10		
3	168,248	2,50	1,80400	46,6
4	-55,228	2,38-9,30-17,25		
5	-18,337	1,34	1,83481	42,7
6	13,552	3,40	1,80518	25,4
7	-89,886	0,39		
8	22,623	4,12	1,48749	70,2
9	-10,914	2,19	1,84666	23,8
10	-50,413	1,07		
11	56,681	2,85	1,73077	40,5
12 *	-16,274	0,74		
Blende	∞	11,56-5,44-1,50		
13 *	-106,115	2,85	1,58547	29,9
14	-28,684	4,08		
15	-11,904	1,39	1,77250	49,6
16	691,199	-		

* asphärische Fläche

Nr. 12; K=0,0, A4=0,58377 × 10^{-4}, A6=-0,67182 × 10^{-7},
A8=0,18937× 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

Nr. 13; K=0,0, A4=0,50282 × 10^{-4}, A6=0,63151× 10^{-7},
A8=0,13732× 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

[0038] Die asphärische Fläche ist durch die folgenden Bedingungen definiert:

$x = cy^2/\{1 + [1 – (1 + K)c^2 y^2]^{1/2}\} + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + ...$

[0039] Dabei bezeichnet

y eine Höhe über der Achse,
x einen Abstand von einer Tangentialebene am Scheitelpunkt der asphärischen Fläche,
c eine Krümmung (1/r) der asphärischen Fläche im Scheitelpunkt,
K eine konische Konstante,
A4 einen asphärischen Aberrationsfaktor vierter Ordnung,
A6 einen asphärischen Aberrationsfaktor sechster Ordnung,
A8 einen asphärischen Aberrationsfaktor achter Ordnung und
A10 einen asphärischen Aberrationsfaktor zehnter Ordnung.

[0040] Der Abstand "d_{12}" zwischen den Flächen r_{12} und r_{13} nach Fig. 1 entspricht der Summe der Werte von d_{12} und d_{Blende} in den Tabellen.

Zweite Ausführungsform:

[0041] Fig. 5 zeigt eine Linsenanordnung eines Zoomobjektivsystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0042] Die numerischen Daten des in Fig. 5 gezeigten Objektivsystems sind in den nachfolgenden Tabellen 3 und 4 gezeigt. Diagramme von verschiedenen Aberrationen des Objektivsystems sind jeweils in den Fig. 6, Fig. 7 und Fig. 8 gezeigt.

Tabelle 3

F_{NO} = 1:3,6 – 5,8 – 9,3

F = 29,00 – 50,00 – 87,01

ω = 37,7 – 23,1 – 13,8

F_B = 8,40 – 26,83 – 57,00

Tabelle 4

Fläche	r	d	N	ν
1	-48,225	1,50	1,84666	23,8
2	-124,612	0,10		
3	256,743	2,44	1,80400	46,6
4	-52,175	3,15-9,71-17,03		
5	-17,799	1,35	1,83481	42,7
6	13,751	3,11	1,80518	25,4
7	-77,005	0,35		
8	23,599	4,30	1,48749	70,2
9	-10,846	1,50	1,80518	25,4
10	-38,860	1,94		
11	66,821	2,87	1,74320	49,3
12 *	-17,568	0,75		
Blende	∞	11,20-5,26-1,50		
13 *	-78,276	2,93	1,58547	29,9
14	-26,737	3,93		
15	-11,769	1,40	1,77250	49,6
16	1905,680	-		

* asphärische Fläche

Nr.12; K=0,0, A4=0,48965× 10^{-4}, A6=-0,13006 × 10^{-7},

A8=0,11175 × 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

Nr.13; K=0,0, A4=0,51525× 10^{-4}, A6=0,12760× 10^{-6},

A8=0,13519 × 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

Dritte Ausführungsform:

[0043] Fig. 9 zeigt eine Linsenanordnung eines Zoomobjektivsystems gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0044] Numerische Daten des Objektivsystems, das in Fig. 9 gezeigt ist, sind in den Tabellen 5 und 6 nachstehend gezeigt. Diagramme von verschiedenen Aberrationen des Objektivsystems sind jeweils in den Fig. 10, Fig. 11 und Fig. 12 gezeigt.

Tabelle 5

F_{NO} = 1:3,6 – 5,7 – 9,3

F = 29,00 – 50,00 – 87,01

ω = 37,7 – 23,1 – 13,8

F_B = 8,45 – 26,53 – 55,59

Tabelle 6

Fläche	r	d	N	ν
1	-62,085	1,50	1,84666	23,8
2	-197,883	0,10		
3	150,182	2,36	1,77250	49,6
4	-65,438	2,68-9,32-17,67		
5	-19,051	1,35	1,83481	42,7
6	13,187	3,26	1,80518	25,4
7	-85,771	1,08		
8	22,433	4,27	1,48749	70,2
9	-10,602	1,50	1,84666	23,8
10	-42,096	1,68		
11	60,817	2,87	1,73077	40,5
12 *	-16,711	0,75		
Blende	∞	10,83-5,10-1,50		
13 *	-110,636	2.82	1,58547	29,9
14	-30,467	4.30		
15	-11,324	1.40	1,77250	49,6
16	-1043,725			

* asphärische Fläche

Nr.12; K=0,0, A4=0,53732× 10^{-4}, A6=-0,51631 × 10^{-7},

A8=0,13376 × 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

Nr.13; K=0,0, A4=0,57141× 10^{-4}, A6=0,68411× 10^{-7},

A8=0,21756 × 10^{-8}, A10=0,0, A12=0,0

[0045] Die Werte der Formeln (1) bis (6) bei der ersten, zweiten und dritten Ausführungsform sind unten in Tabelle 7 gezeigt.

Tabelle 7

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Formel (1)	0,27	0,24	0,23
Formel (2)	1,804	1,804	1,773
Formel (3)	1,835	1,835	1,835
Formel (4)	1,731	1,743	1,731
Formel (5)	0,75	0,78	0,78
Formel (6)	-17,8	-14,3	-16,0

[0046] Wie anhand der obigen Tabelle 7 zu erkennen ist, erfüllen alle drei Ausführungsformen die durch die Formeln (1) bis (6) definierten Bedingungen. Weiter soll der halbe Bildwinkel in der Weitwinkel-Grenzstellung gemäß der vorliegenden Erfindung groß, nämlich 37° sein, und das Zoomvermögen ist ungefähr 3. Zusätzlich werden die Aberrationen richtig kompensiert.

[0047] Wie die vorstehende Darstellung verdeutlicht, kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein einfaches und kleines Zoomobjektivsystem erhalten werden, das aus drei Linsengruppen mit einer ersten, einer zweiten und einer dritten Linsengruppe besteht, wobei der halbe Bildwinkel in einer Weitwinkel-Grenzstellung 37°, das Zoomvermögen ungefähr 3 und der Linsendurchmesser der ersten Linsengruppe klein ist.

Patentansprüche

1. Zoomobjektivsystem mit wenigstens drei Linsengruppen, wobei
eine erste positive Linsengruppe mit einer positiven Linse,
eine zweite positive Linsengruppe mit einer negativen ersten Linseneinheit und einer positiven zweiten Linseneinheit, die vom aufzunehmenden Objekt aus betrachtet in dieser Reihenfolge angeordnet sind, und
eine dritte negative Linsengruppe vorgesehen sind, die in dieser Reihenfolge vom Objekt aus angeordnet sind und die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$0 < f_W/f_1 \leq 0{,}27 \quad (1)$$

$$1{,}7 < N_{1P} \quad (2)$$

$$1{,}75 < N_{2aN} \quad (3)$$

$$1{,}7 < N_{2bP}, \quad (4)$$

worin
f_W die Brennweite des gesamten Objektivsystems in der Weitwinkel-Grenzstellung,
f_1 die Brennweite der ersten Linsengruppe,
N_{1P} den Brechungsindex der positiven Linse oder des positiven Linsen der ersten Linsengruppe,
N_{2aN} den Brechungsindex der negativen Linse oder des negativen Linsen der negativen Linseneinheit der zweiten Linsengruppe,
N_{2bP} den Brechungsindex der positiven Linse der positiven Linseneinheit der zweiten Linsengruppe oder, falls die positive Linseneinheit mehr als eine Linsenuntereinheit enthält, der positiven Linse der Linsenuntereinheit, die die größte Brechkraft hat, bezeichnet.

2. Zoomobjektivsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es die folgende Bedingung erfüllt:

$$0{,}6 < \Sigma d_{I\text{-}II}/f_W < 0{,}9 \quad (5)$$

worin $\Sigma d_{I\text{-}II}$ den Abstand zwischen der ersten Linsenfläche der ersten Linsengruppe und der letzten Linsenfläche der zweiten Linsengruppe in der Weitwinkel-Grenzstellung bezeichnet.

3. Zoomobjektivsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Linseneinheit der zweiten Linsengruppe eine asphärische Linsenfläche vorgesehen ist, die die folgende Bedingung erfüllt:

$$-30 < \Delta I_{2b} < -10 \quad (5)$$

worin ΔI_{2b} den Aberrationsfaktor des asphärischen Oberflächenterms des sphärischen Aberrationsfaktors in der asphärischen Fläche innerhalb der zweiten Linseneinheit der zweiten Linsengruppe bezeichnet, wenn die Brennweite des gesamten Objektivsystems in der Weitwinkel-Grenzstellung als 1,0 angenommen wird.

4. Zoomobjektivsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner eine Blende (S, S') enthält, die zwischen der zweiten und der dritten Linsengruppe oder innerhalb der zweiten Linsengruppe vorgesehen ist, wobei die Blende (S, S') im Zoombetrieb zusammen mit der zweiten Linsengruppe bewegt wird.

5. Zoomobjektivsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Linsengruppe ferner eine negative Linse (**11**) enthält, wobei die negative (**11**) und die positive Linse (**12**) in dieser Reihenfolge vom Objekt aus angeordnet sind.

6. Zoomobjektivsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste, die zweite und die dritte Linsengruppe im Zoombetrieb von kurzer Brennweite auf lange Brennweite auf das Objekt zu bewegt werden.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

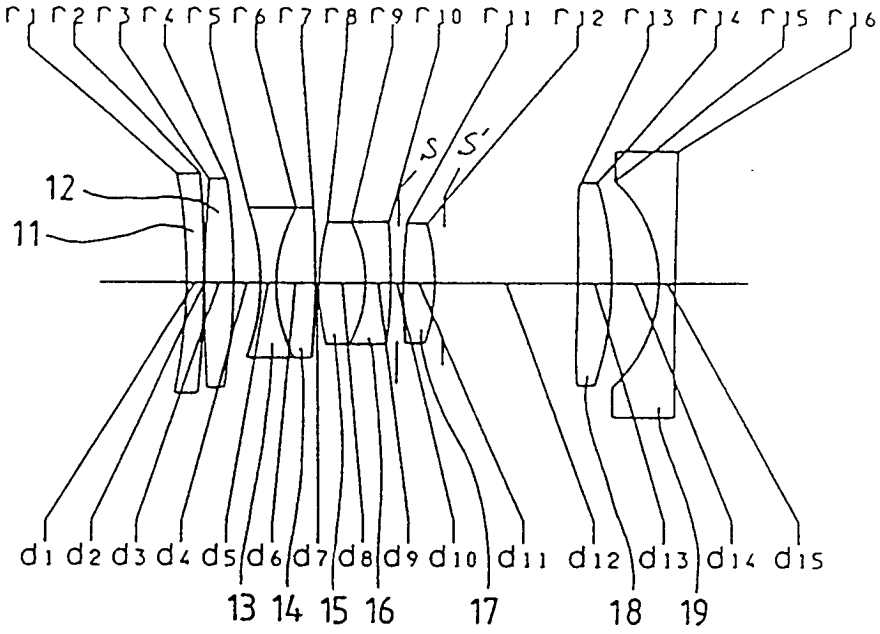


Fig. 2

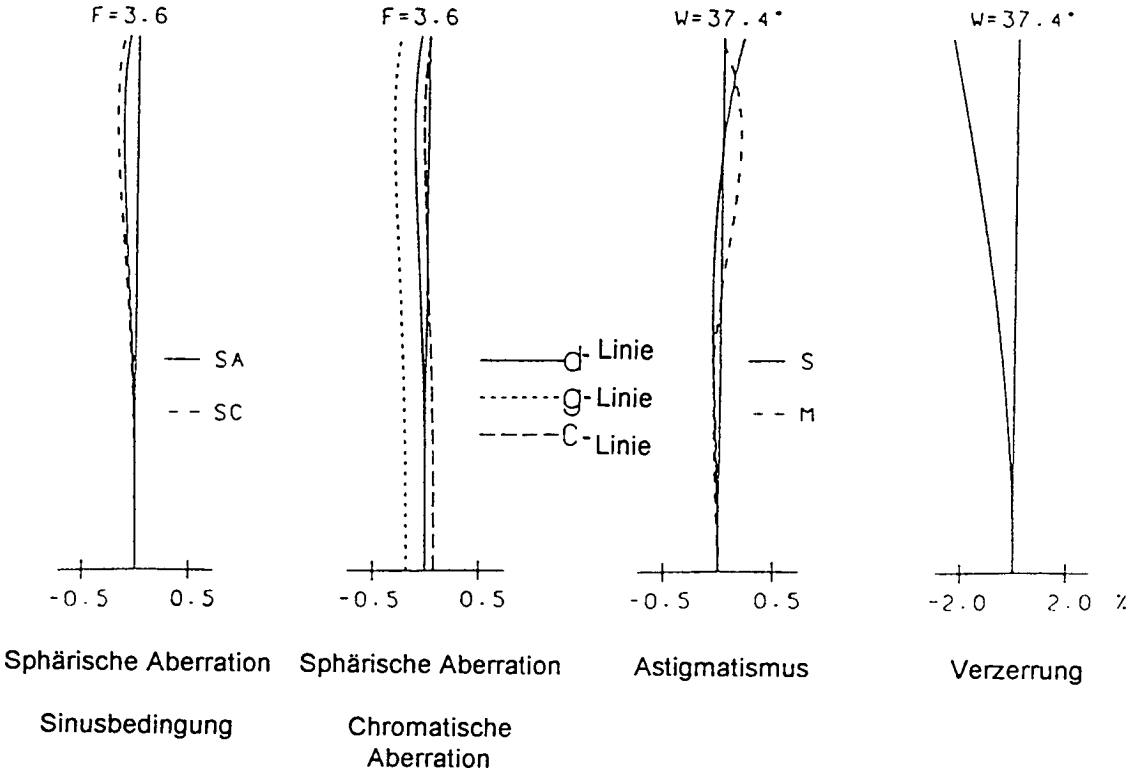


Fig.3

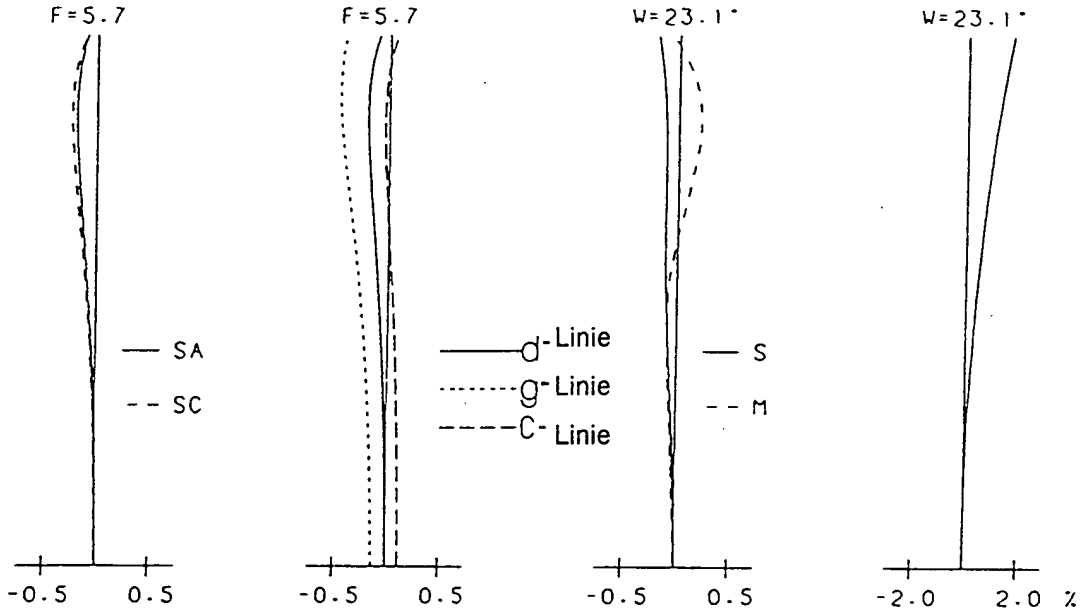

F=5.7
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=5.7
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=23.1°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=23.1°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 4

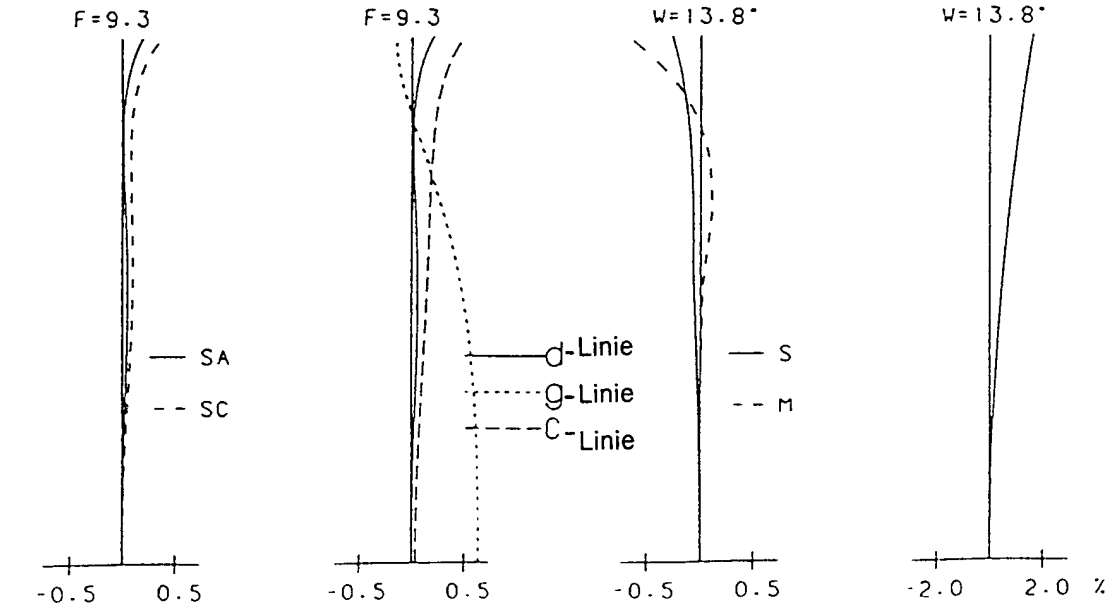

F=9.3
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=9.3
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=13.8°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=13.8°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 5

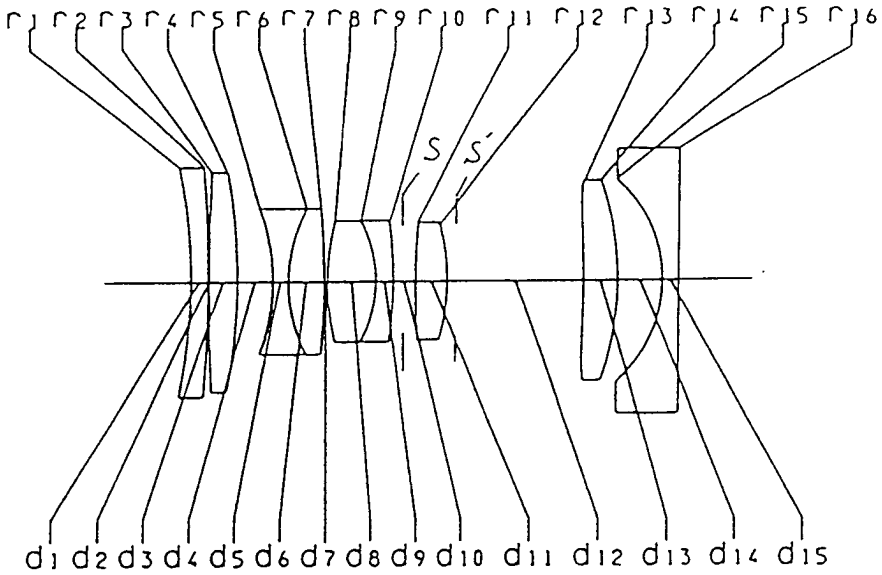

r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16
S S'
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15

Fig. 6

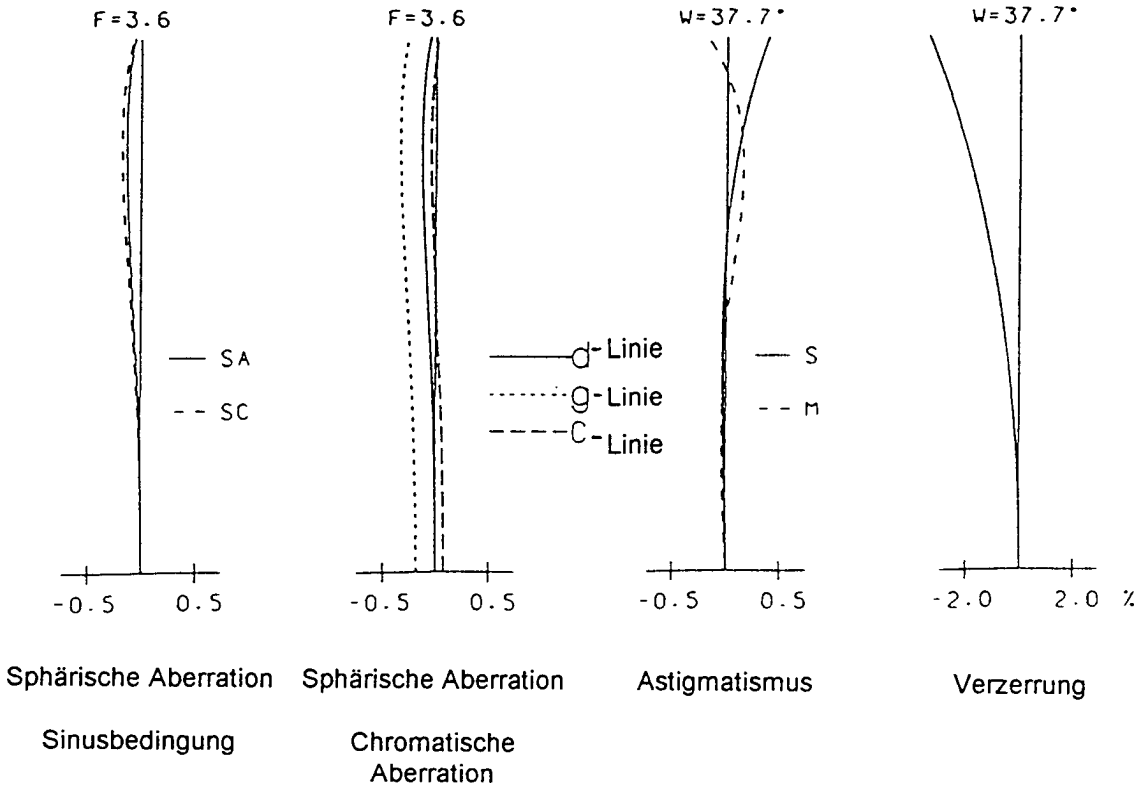

F=3.6
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=3.6
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=37.7°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=37.7°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 7

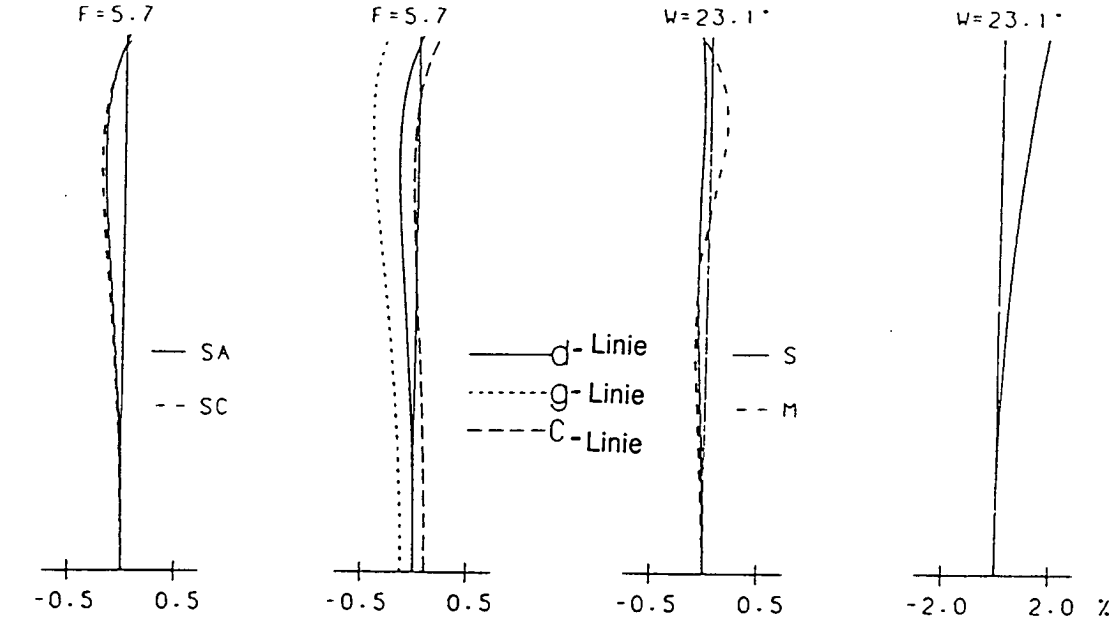

F=5.7
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=5.7
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=23.1°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=23.1°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 8

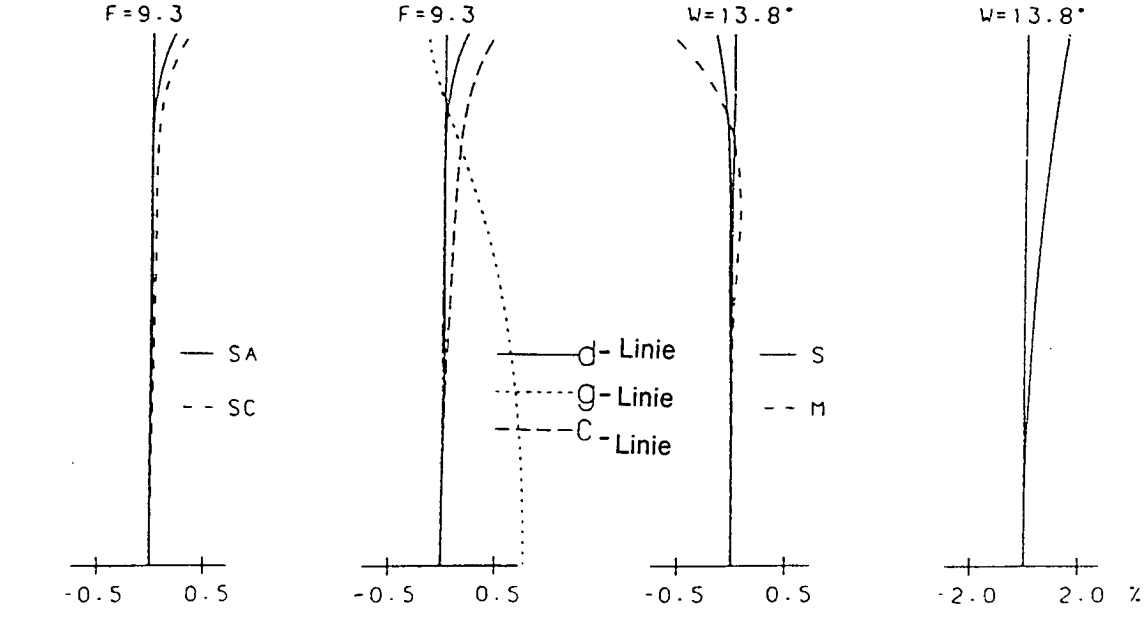

F=9.3
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=9.3
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=13.8°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=13.8°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 9

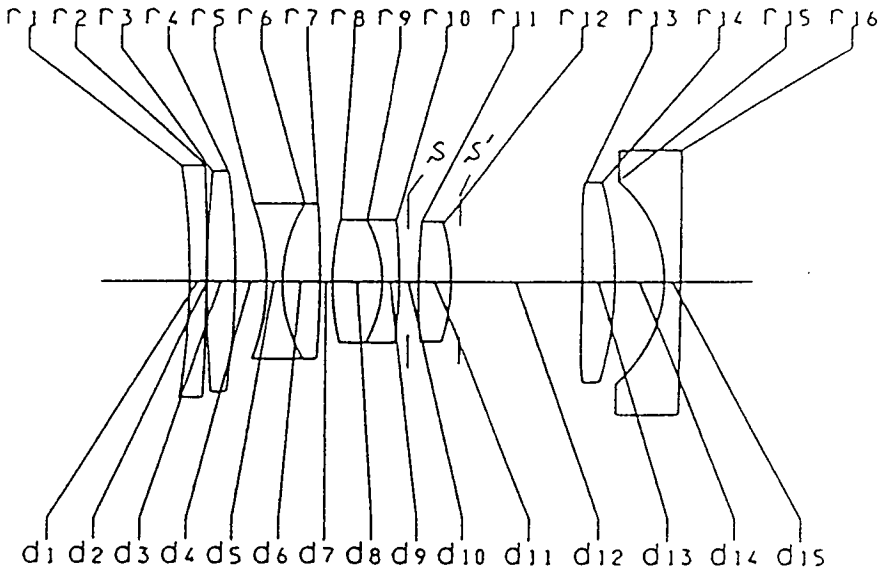

r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9 r10 r11 r12 r13 r14 r15 r16
S
S'
d1 d2 d3 d4 d5 d6 d7 d8 d9 d10 d11 d12 d13 d14 d15

Fig. 10

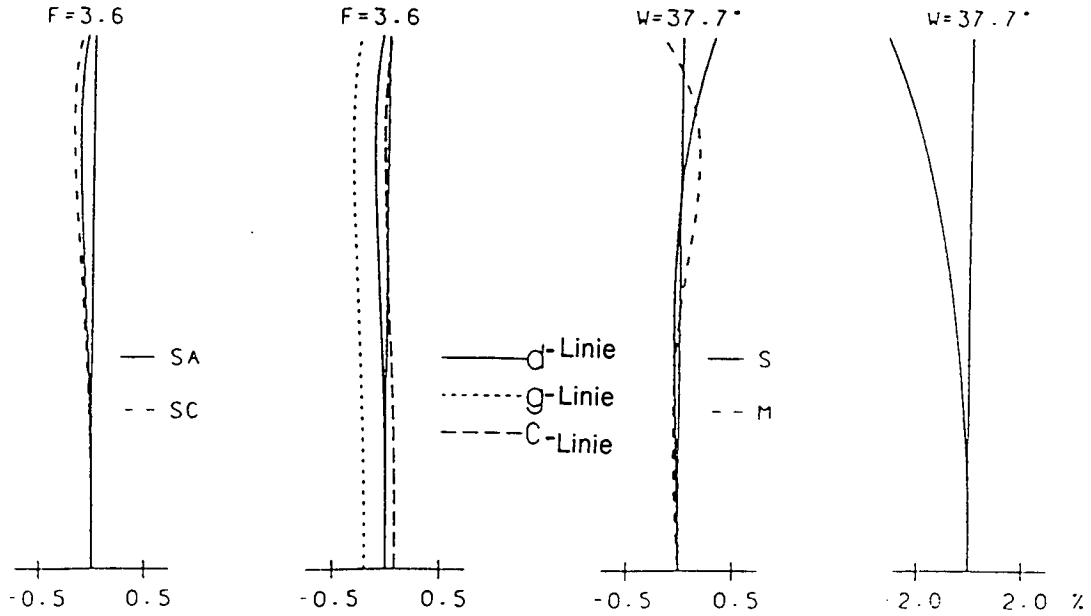

F=3.6
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F=3.6
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W=37.7°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W=37.7°
2.0
2.0 %
Verzerrung

Fig. 11

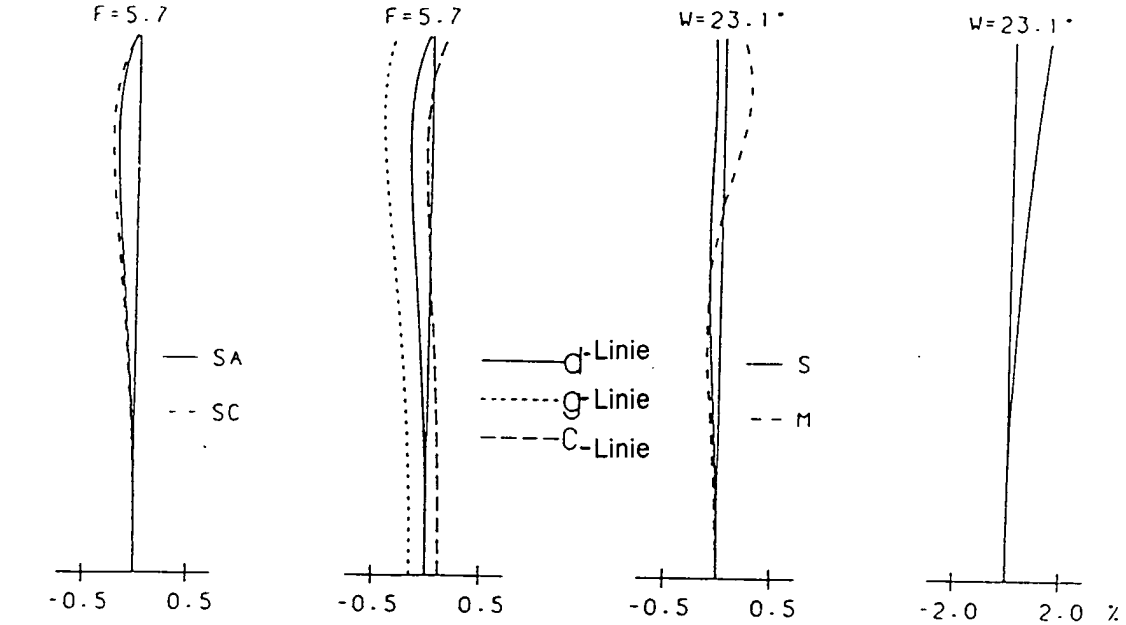
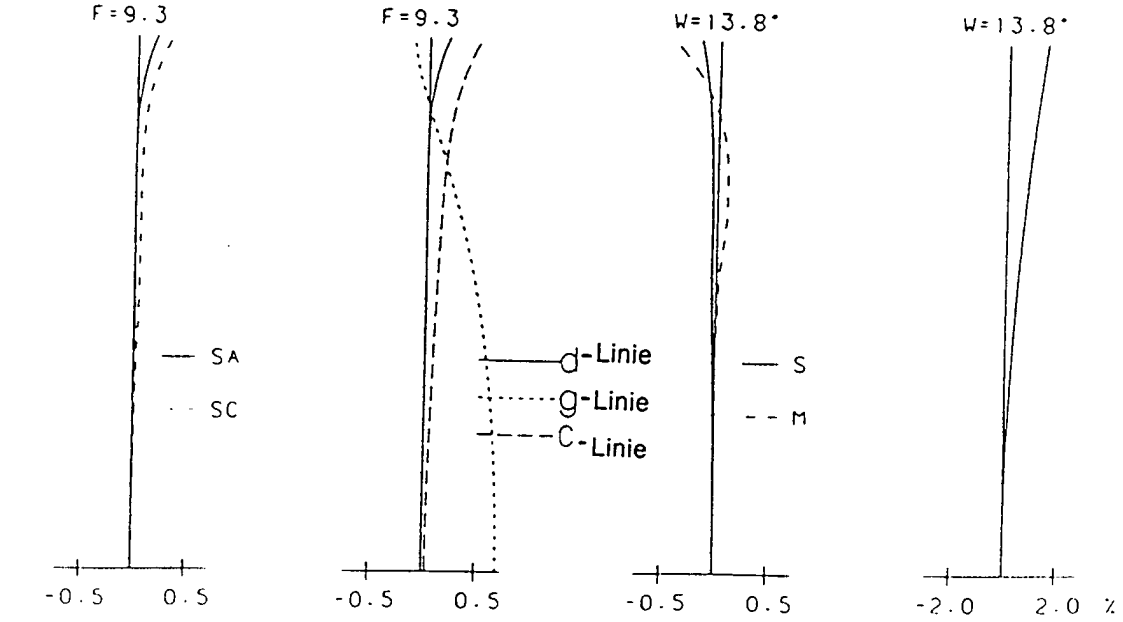

F = 5.7
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F = 5.7
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W = 23.1°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W = 23.1°
-2.0
2.0
%
Verzerrung

Fig. 12


F = 9.3
SA
SC
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Sinusbedingung
F = 9.3
d-Linie
g-Linie
C-Linie
-0.5
0.5
Sphärische Aberration
Chromatische Aberration
W = 13.8°
S
M
-0.5
0.5
Astigmatismus
W = 13.8°
-2.0
2.0
%
Verzerrung