



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 197 34 921 B4 2006.07.13

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 197 34 921.8
(22) Anmelddatum: 12.08.1997
(43) Offenlegungstag: 19.02.1998
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13.07.2006

(51) Int Cl.⁸: G02B 15/17 (2006.01)
G02B 13/16 (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:
8-212652 12.08.1996 JP

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

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

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE-OS 21 64 937

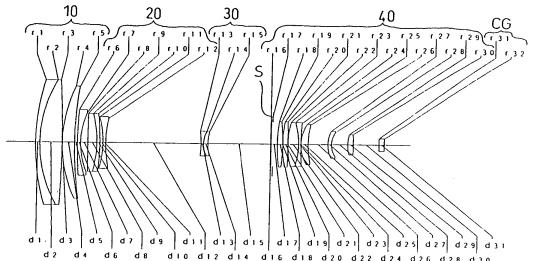
(74) Vertreter:
Schaumburg, Thoenes, Thurn, Landskron, 81679
München

(54) Bezeichnung: Variolinsensystem mit hohem Brennweitenverhältnis

(57) Hauptanspruch: Variolinsensystem mit, von der Objektseite her gesehen, einer ersten Linsengruppe (10) positiver Brechkraft, einer zweiten Linsengruppe (20) negativer Brechkraft, einer dritten Linsengruppe (30) negativer Brechkraft und einer vierten Linsengruppe (40) positiver Brechkraft, von denen zur Brennweitenänderung die zweite (20) und die dritte Linsengruppe (30) bewegt und die erste (10) und die vierte Linsengruppe (40) nicht bewegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bedingung (1) erfüllt ist:

$$2,73 \leq (D_{3W} - D_{3T})/f_w < 6 \quad (1)$$

worin D_{3W} der Abstand der dritten Linsengruppe (30) von der vierten Linsengruppe (40) bei der Einstellung kürzester Brennweite, D_{3T} der Abstand der dritten Linsengruppe (30) von der vierten Linsengruppe (40) bei der Einstellung längster Brennweite und f_w die Brennweite des gesamten Variolinsystems bei der Einstellung kürzester Brennweite ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Variolinsensystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein solches Variolinsensystem kann in einer TV-Kamera, z.B. einer CCTV-Kamera, verwendet werden. Bei der Vielfalt bekannter CCTV-Kameras besteht ein Bedürfnis nach einem Variolinsensystem mit einem hohen Brennweitenverhältnis. Das Brennweitenverhältnis bekannter Variolinsensysteme liegt jedoch vielfach in einem Bereich von etwa 10 bis 15. Ist das Brennweitenverhältnis größer als 15, so ist die Leistung des Objektivs herabgesetzt.

Stand der Technik

[0003] Aus der DE-OS P 21 64 937 ist ein Variolinsensystem bekannt, das, von der Objektseite hergesehen, eine erste Linsengruppe positiver Brechkraft, eine zweite Linsengruppe negativer Brechkraft, eine dritte Linsengruppe negativer Brechkraft und eine vierte Linsengruppe positiver Brechkraft hat. Zur Brennweitenänderung werden die zweite und die dritte Linsengruppe bewegt, während die erste und die vierte Linsengruppe ortsfest bleiben. Bezeichnet man mit D_{3W} den Abstand zwischen der dritten und der vierten Linsengruppe bei der Einstellung kürzester Brennweite, mit D_{3T} den Abstand zwischen der dritten und der vierten Linsengruppe bei der Einstellung längster Brennweite und mit f_w die Brennweite des gesamten Variolinsensystems bei der Einstellung kürzester Brennweite, so hat bei dem bekannten Variolinsensystem das Verhältnis $(D_{3W} - D_{3T})/f_w$ den Wert 1,69.

Aufgabenstellung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Variolinsensystem mit einem hohen Brennweitenverhältnis von etwa 20 und hoher Leistung anzugeben, bei dem zugleich die Abbildungsfehler, die aufgrund des durch den Randbereich des Objektivs tretenden Lichtes auftreten, gering gehalten werden können.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch das Variolinsensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der folgenden Beschreibung.

[0006] Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) die schematische Ansicht der Linsenanordnung eines Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung kürzester Brennweite in einem ersten Ausführungsbeispiel,

[0008] [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 2C](#) und [Fig. 2D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 1](#),

[0009] [Fig. 3](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung mittlerer Brennweite in dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0010] [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#), [Fig. 4C](#) und [Fig. 4D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 3](#),

[0011] [Fig. 5](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung längster Brennweite in dem ersten Ausführungsbeispiel,

[0012] [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#), [Fig. 6C](#) und [Fig. 6D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 5](#),

[0013] [Fig. 7](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung kürzester Brennweite in einem zweiten Ausführungsbeispiel,

[0014] [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#), [Fig. 8C](#) und [Fig. 8D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 7](#),

[0015] [Fig. 9](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung mittlerer Brennweite in dem zweiten Ausführungsbeispiel,

[0016] [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#), [Fig. 10C](#) und [Fig. 10D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 9](#),

[0017] [Fig. 11](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung längster Brennweite in dem zweiten Ausführungsbeispiel,

[0018] [Fig. 12A](#), [Fig. 12B](#), [Fig. 12C](#) und [Fig. 12D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 11](#),

[0019] [Fig. 13](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung kürzester Brennweite in einem dritten Ausführungsbeispiel,

[0020] [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#), [Fig. 14C](#) und [Fig. 14D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 13](#),

[0021] [Fig. 15](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung mittlerer Brennweite in dem dritten Ausführungsbeispiel,

[0022] [Fig. 16A](#), [Fig. 16B](#), [Fig. 16C](#) und [Fig. 16D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 15](#),

[0023] [Fig. 17](#) die schematische Darstellung der Linsenanordnung des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis bei der Einstellung längster Brennweite in dem dritten Ausführungsbeispiel,

[0024] [Fig. 18A](#), [Fig. 18B](#), [Fig. 18C](#) und [Fig. 18D](#) die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 17](#) und

[0025] [Fig. 19](#) die Bewegungsbahnen der Linsengruppen des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis während der Brennweitenveränderung.

Ausführungsbeispiel

[0026] Wie in [Fig. 19](#) zu erkennen ist, enthält ein erfindungsgemäßes Variolinsystem mit hohem Brennweitenverhältnis eine erste positive Linsengruppe **10**, eine zweite negative Linsengruppe **20**, eine dritte negative Linsengruppe **30** und eine vierte positive Linsengruppe **40**. Diese Linsengruppen **10** bis **40** sind ausgehend von der Objektseite in dieser Reihenfolge angeordnet. Bei der Brennweitenänderung werden die erste und die vierte positive Linsengruppe **10** und **40** nicht bewegt, während die zweite Linsengruppe **20** (Variator) und die dritte Linsengruppe **30** (Kompensator) bewegt werden. Das Scharfstellen erfolgt durch die erste Linsengruppe **10**. Da die zweite und dritte Linsengruppe **20** und **30** negative Brechkraft haben, trifft das Achsenbündel als divergentes Licht auf die vierte Linsengruppe **40**.

[0027] In dem Vier-Linsengruppen-Variolinsystem, das objektseitig betrachtet eine positive, eine negative, eine negative und eine positive Linsengruppe hat, kann der Durchmesser der dritten Linsengruppe verringert werden, indem die Entfernung der dritten Linsengruppe von der vierten Linsengruppe bei der Einstellung kürzester Brennweite verringert wird, um so die Aberrationen zu verringern, die weit weg von der optischen Achse erzeugt werden. Die dritte Linsengruppe wird nahe an die vierte Linsengruppe heranbewegt, um die Scharstellposition bei der Einstellung längster Brennweite zu korrigieren. In der optischen Anordnung, in der die Blendenzahl (F-Zahl) bei der Einstellung längster Brennweite größer als die Blendenzahl bei der Einstellung kürzester Brennweite ist, tritt jedoch keine Verdunkelung des auf der Achse verlaufenden Lichtes auf, falls die dritte Linsengruppe nahe an die vierte Linsengruppe herangebracht wird.

[0028] Die Bedingung (1) des Anspruchs 1 spezifiziert die Bewegungsentfernung der dritten Linsengruppe ausgehend von der Einstellung kürzester Brennweite zur Einstellung längster Brennweite. Ist die Bedingung (1) erfüllt, so kann der Durchmesser der dritten Linsengruppe verringert werden. Auf diese Weise kann die durch den Randbereich des Objektivs erzeugte Aberration verringert werden, so daß sich eine hohe Leistung ergibt.

[0029] Überschreitet das in der Bedingung (1) angegebene Verhältnis die obere Grenze, so wächst die Gesamtlänge des Linsensystems an. Ist das in der Bedingung (1) angegebene Verhältnis kleiner als die untere Grenze, so wächst der Durchmesser der dritten Linsengruppe (Kompensator) an, so daß Aberrationen auf-

grund des Lichtes auftreten, das durch den von der optischen Achse entfernen Bereich der dritten Linsengruppe tritt.

[0030] Die Bedingung (2) des Anspruchs 2 spezifiziert die Bewegungsentfernung der zweiten Linsengruppe. Ist die Bedingung (2) erfüllt, so ist die Bewegungsentfernung der zweiten Linsengruppe groß genug, um ein Brennweitenverhältnis zu erhalten, das näherungsweise gleich oder größer als 20 ist. Überschreitet das in der Bedingung (2) angegebene Verhältnis die obere Grenze, so wird die Gesamtlänge des Objektivs unannehmbar groß. Ist das in der Bedingung (2) angegebene Verhältnis kleiner als die untere Grenze, so ist es unmöglich, ein Brennweitenverhältnis von etwa 20 zu erhalten.

[0031] Die Bedingung (3) des Anspruchs 3 spezifiziert die Brechkraft der ersten Linsengruppe. Ist die Bedingung (3) erfüllt, so kann die Aberration der ersten Linsengruppe eingeschränkt werden, so daß der Einfluß der Aberrationen über den gesamten Brennweitenbereich von der Einstellung kürzester Brennweite bis zur Einstellung längster Brennweite kleiner ist.

[0032] Ist die Brechkraft der ersten Linsengruppe größer als die in der Bedingung (3) angegebene obere Grenze, so ist die Koma-Aberration der ersten Linsengruppe so groß, so daß die Koma-Aberration über den gesamten Brennweitenbereich von der Einstellung kürzester Brennweite bis zur Einstellung längster Brennweite einen Einfluß ausübt. Ist das in der Bedingung (3) angegebene Verhältnis kleiner als die untere Grenze, so wird die Bewegungsentfernung der Linse der ersten Linsengruppe beim Scharfstellen groß, und der Durchmesser des vordersten Linsenelementes der ersten Linsengruppe muß vergrößert werden.

[0033] Die Bedingung (4) des Anspruchs 3 spezifiziert die Brechkraft der zweiten Linsengruppe. Ist die Bedingung (4) erfüllt, so kann die Aberration der zweiten Linsengruppe eingeschränkt werden, so daß der Einfluß der Aberrationen über den gesamten Brennweitenbereich von der Einstellung kürzester Brennweite bis zur Einstellung längster Brennweite klein ist. Darüber hinaus kann die Fluktuation der Aberrationen während der Brennweitenänderung verringert werden.

[0034] Ist das in der Bedingung (4) angegebene Verhältnis größer als die obere Grenze, so ist die Bewegungsentfernung der zweiten Linsengruppe groß, und die Gesamtlänge des Objektivs wird größer. Ist die Brechkraft der zweiten Linse so groß, daß das in der Bedingung (4) angegebene Verhältnis kleiner als die untere Grenze ist, so ist die Koma-Aberration der zweiten Linsengruppe so groß, daß die Koma-Aberration über den gesamten Brennweitenbereich von der Einstellung kürzester Brennweite bis zur Einstellung längster Brennweite einen Einfluß ausübt. Darüber hinaus wird die Balance der Aberrationen in dem gesamten Brennweitenbereich aufgrund der Koma-Aberration bei der Brennweitenänderung verschlechtert.

[0035] Die Bedingungen (5) des Anspruchs 4 und (6) des Anspruchs 5 spezifizieren die Abbe-Zahl mindestens eines Glaslinsenelementes der ersten und vierten Linsengruppe. Ist insbesondere die Bedingung (5) erfüllt, so kann die longitudinale chromatische Aberration bei der Einstellung längster Brennweite kompensiert werden. Sind beide Bedingungen (5) und (6) erfüllt, so kann die longitudinale chromatische Aberration nicht nur bei der Einstellung längster Brennweite sondern auch bei der Einstellung kürzester Brennweite kompensiert werden.

[0036] Im folgenden werden numerische Beispiele des Variolinsensystems diskutiert.

Ausführungsbeispiel 1

[0037] Die [Fig. 1](#) bis 6 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel des Variolinsensystems mit hohen Brennweitenverhältnis. Die [Fig. 1](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) zeigen eine Linsenanordnung des Variolinsensystems bei der Einstellung kürzester Brennweite, mittlerer Brennweite und längster Brennweite. In dem ersten Ausführungsbeispiel besteht das Variolinsensystem aus einer ersten positiven Linsengruppe **10**, einer zweiten negativen Linsengruppe **20**, einer dritten negativen Linsengruppe **30**, einer vierten positiven Linsengruppe **40** und einer Glasabdeckung CG. Die Linsengruppen **10** bis **40** und die Glasabdeckung CG sind ausgehend von der Objektseite in dieser Reihenfolge angeordnet. Die erste und die vierte Linsengruppe **10** und **40** sind stationär. Bei der Brennweitenänderung werden die zweite und die dritte Linsengruppe **20** und **30** bewegt. In der vierten Linsengruppe **40** befindet sich eine Blende S. Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2D](#), [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) und [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6D](#) zeigen die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach [Fig. 1](#) bei der Einstellung kürzester Brennweite, mittlerer Brennweite und längster Brennweite.

[0038] In Tabelle 1 sind numerische Daten des Linsensystems angegeben. In den Diagrammen der Aberrati-

onen repräsentieren die d-Linie, g-Linie und C-Linie die chromatischen Aberrationen, dargestellt durch sphärische Aberrationen und laterale chromatische Aberrationen bei den jeweiligen Wellenlängen, SA die sphärischen Aberrationen, SC die Sinusbedingungen, S die Sagittalstrahlen und M die Meridionalstrahlen.

[0039] In den folgenden Tabellen und Zeichnungen ist F_{NO} die F-Zahl, F die Brennweite, W der halbe Feldwinkel, f_B die hintere Bildweite einschließlich der Glasabdeckung (reduzierte hintere Bildweite zwischen der letzten Fläche der vierten Linsengruppe und der CCD-Bildaufnahmefläche, d.h. der letzten Fläche der Glasabdeckung), R der Krümmungsradius, D die Entfernung zwischen den Linsen, N_d der Brechungsindex der d-Linie und v_d die Abbe-Zahl.

Tabelle 1

$$F_{NO} = 1:1,6-1,6-2,8$$

$$F = 12,02-54,00-234,00 \text{ (Brennweitenverhältnis; 19,47)}$$

$$W = 19,5-4,2-1,0$$

$$f_B = 19,83 (=D_{30} + D_{31}/N_{31}, \text{ reduzierte hintere Bildweite})$$

Fläche Nr.	R	D	N_d	v_d
1	150,760	2,80	1,80518	25,4

2	87,610	14,50	1,61800	63,4
3	-685,601	0,20	-	-
4	92,459	8,00	1,49700	81,6
5	247,372	2,00-61,62-82,76	-	-
6	345,600	2,00	1,61800	63,4
7	51,954	4,80	-	-
8	∞	6,00	1,84666	23,8
9	-76,291	2,00	1,72000	43,7
10	-152,991	2,00	-	-
11	-65,500	1,80	1,72916	54,7
12	82,000	63,37-6,01-21,54	-	-
13	-68,000	1,60	1,61772	49,8
14	17,416	2,90	1,80518	25,4
15	35,459	41,42-39,17-2,50	-	-
16	∞	0,50	1,51633	64,1
17	∞	1,00	-	-
Blende	∞	3,00	-	-
18	123,000	3,50	1,80400	46,6
19	-123,000	0,10	-	-
20	99,000	3,30	1,69680	55,5
21	-1154,546	0,10	-	-
22	61,697	7,00	1,48749	70,2
23	-51,212	1,50	1,80518	25,4
24	200,755	0,10	-	-
25	26,525	4,80	1,49700	81,6
26	61,254	13,30	-	-
27	20,675	2,40	1,74950	35,3
28	14,000	11,00	-	-
29	27,915	3,70	1,51633	64,1
30	-98,790	17,52	-	-
31	∞	3,50	1,51633	64,1
32	∞	-	-	-

Ausführungsbeispiel 2

[0040] Die [Fig. 7](#) bis 12 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis. Die [Fig. 7](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 11](#) zeigen dessen Linsenanordnung bei der Einstellung kürzester Brennweite, mittlerer Brennweite und längster Brennweite. Die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8D](#), [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10D](#) und [Fig. 12A](#) bis [Fig. 12D](#) zeigen Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach den [Fig. 7](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 11](#). In Tabelle 2 sind numerische Daten des zweiten Ausführungsbeispiels des Variolinsensystems aufgeführt.

Tabelle 2

$$F_{NO} = 1:1,6-1,6-2,8$$

F = 12,00-54,00-234,00 (Brennweitenverhältnis; 19,50)

W = 19,5-4,2-1,0

f_B = 19,44 (=D₃₀ + D₃₁/N₃₁, reduzierte hintere Bildweite)

Fläche	R	D	N _d	v _d
Nr.				
1	151,327	2,80	1,78470	26,3
2	86,000	14,40	1,61800	63,4
3	-704,000	0,20	-	-
4	93,500	8,00	1,49700	81,6
5	249,207	2,00-62,15-83,22	-	-
6	275,000	1,90	1,61800	63,4
7	50,165	4,80	-	-
8	-5402,519	6,20	1,84666	23,8
9	-86,000	1,90	1,76200	40,1
10	-160,000	1,90	-	-
11	-64,907	1,60	1,72916	54,7
12	96,200	62,32-4,84-21,55	-	-
13	-69,120	1,60	1,61772	49,8
14	17,380	2,90	1,80518	25,4
15	35,200	42,89-40,23-2,44	-	-
16	∞	0,50	1,51633	64,1
17	∞	1,00	-	-
Blende	∞	3,00	-	-
18	121,500	3,50	1,80400	46,6
19	-121,500	0,10	-	-
20	98,849	3,50	1,69680	55,5
21	-2100,000	0,10	-	-
22	54,344	7,00	1,48749	70,2
23	-54,344	1,40	1,80518	25,4
24	167,164	0,10	-	-
25	26,041	4,70	1,49700	81,6
26	57,091	13,20	-	-
27	21,500	2,40	1,74950	35,3
28	13,900	10,40	-	-
29	27,682	3,70	1,51633	64,1
30	-84,000	17,13	-	-
31	∞	3,50	1,51633	64,1
32	∞	-	-	-

Ausführungsbeispiel 3

[0041] Die [Fig. 13](#) bis 18 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel des Variolinsensystems mit hohem Brennweitenverhältnis. Die [Fig. 13](#), [Fig. 15](#) und [Fig. 17](#) zeigen dessen Linsenanordnung bei der Einstellung kürzest-

ter Brennweite, mittlerer Brennweite und längster Brennweite. Die [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14D](#), [Fig. 16A](#) bis [Fig. 16D](#) und [Fig. 18A](#) bis [Fig. 18D](#) zeigen die Diagramme der Aberrationen des Variolinsensystems nach den [Fig. 13](#), [Fig. 15](#) und [Fig. 17](#). In Tabelle 3 sind numerische Daten des dritten Ausführungsbeispiels des Variolinsensystems ausgeführt.

Tabelle 3

$$F_{NO} = 1:1,6-1,6-2,8$$

$$F = 12,01-54,00-234,00 \text{ (Brennweitenverhältnis; 19,48)}$$

$$W = 19,5-4,2-1,0$$

$$f_B = 21,81 (=D_{30} + D_{31}/N_{31}, \text{ reduzierte hintere Bildweite})$$

Fläche	R	D	N _d	v _d
Nr.				
1	151,258	2,80	1,78470	26,1
2	84,538	14,41	1,61800	63,4
3	-644,580	0,19	-	-
4	92,764	8,00	1,49700	81,6
5	264,927	2,00-59,34-80,90	-	-
6	159,493	1,89	1,61800	63,4
7	48,238	5,90	-	-
8	-354,221	6,26	1,84666	23,8
9	-48,062	1,99	1,79453	40,5
10	-924,540	3,38	-	-
11	-55,348	1,60	1,72916	54,7
12	186,546	63,40-6,16-17,29	-	-
13	-71,085	1,66	1,62000	49,5
14	17,261	2,88	1,80518	25,4
15	35,428	35,22-35,12-2,44	-	-
16	∞	0,50	1,51633	64,1
17	∞	1,00	-	-
Blende	∞	3,00	-	-
18	206,388	4,81	1,80400	46,6
19	-105,253	0,10	-	-
20	79,867	3,73	1,70400	54,7
21	7149,677	0,10	-	-
22	54,143	7,05	1,48749	70,2
23	-51,224	1,43	1,80518	25,4
24	194,522	0,10	-	-
25	25,511	4,50	1,49700	81,6
26	62,363	14,00	-	-
27	19,509	2,39	1,74950	35,3
28	13,157	6,98	-	-
29	35,332	3,70	1,51633	64,1
30	-78,910	19,50	-	-
31	∞	3,50	1,51633	64,1
32	∞	-	-	-

[0042] Die Werte für die in den Bedingungen (1) bis (6) angegebenen Verhältnisse sind für jedes Ausführungsbeispiel in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4

	Ausführungsbeispiel 1	Ausführungsbeispiel 2	Ausführungsbeispiel 3
Formel (1)	3,24	3,39	2,73
Formel (2)	9,09	9,13	8,57
Formel (3)	0,09	0,09	0,09
Formel (4)	-0,30	-0,30	-0,34
Formel (5)	81,6	81,6	81,6
Formel (6)	81,6	81,6	81,6

[0043] Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, genügen die numerischen Werte des ersten bis dritten Ausführungsbeispiels den Bedingungen (1) bis (6).

[0044] Das Variolinsensystem gemäß der Erfindung liefert somit ein Brennweitenverhältnis von etwa 20 und zeigt eine hohe Leistung.

Patentansprüche

1. Variolinsensystem mit, von der Objektseite her gesehen, einer ersten Linsengruppe (**10**) positiver Brechkraft, einer zweiten Linsengruppe (**20**) negativer Brechkraft, einer dritten Linsengruppe (**30**) negativer Brechkraft und einer vierten Linsengruppe (**40**) positiver Brechkraft, von denen zur Brennweitenänderung die zweite (**20**) und die dritte Linsengruppe (**30**) bewegt und die erste (**10**) und die vierte Linsengruppe (**40**) nicht bewegt werden, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bedingung (1) erfüllt ist:

$$2,73 \leq (D_{3W} - D_{3T})/f_w < 6 \quad (1)$$

worin D_{3W} der Abstand der dritten Linsengruppe (**30**) von der vierten Linsengruppe (**40**) bei der Einstellung kürzester Brennweite, D_{3T} der Abstand der dritten Linsengruppe (**30**) von der vierten Linsengruppe (**40**) bei der Einstellung längster Brennweite und f_w die Brennweite des gesamten Variolinsensystems bei der Einstellung kürzester Brennweite ist.

2. Variolinsensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bedingung (2) erfüllt ist:

$$6 < (D_{2W} + D_{3W})/f_w < 12 \quad (2)$$

worin D_{2W} die Entfernung der zweiten Linsengruppe (**20**) von der dritten Linsengruppe (**30**) bei der Einstellung kürzester Brennweite ist.

3. Variolinsensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Bedingungen (3) und (4) erfüllt sind:

$$0,05 < f_w/f_1 < 0,12 \quad (3)$$

$$-0,5 < f_w/f_2 < -0,1 \quad (4)$$

worin f_1 die Brennweite der ersten Linsengruppe (**10**) ist und f_2 die Brennweite der zweiten Linsengruppe (**20**).

4. Variolinsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Linsenelement der ersten Linsengruppe (**10**) folgende Bedingung (5) erfüllt:

$$80 < v_{d1} \quad (5)$$

worin v_{d1} die Abbe-Zahl dieses Linsenelementes der ersten Linsengruppe (**10**) ist.

5. Variolinsensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Linsenelement der vierten Linsengruppe (**40**) folgende Bedingung (6) erfüllt:

$80 < v_{d4}$

(6)

worin v_{d4} die Abbe-Zahl dieses Linsenelementes der Vierten Linsengruppe (**40**) ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

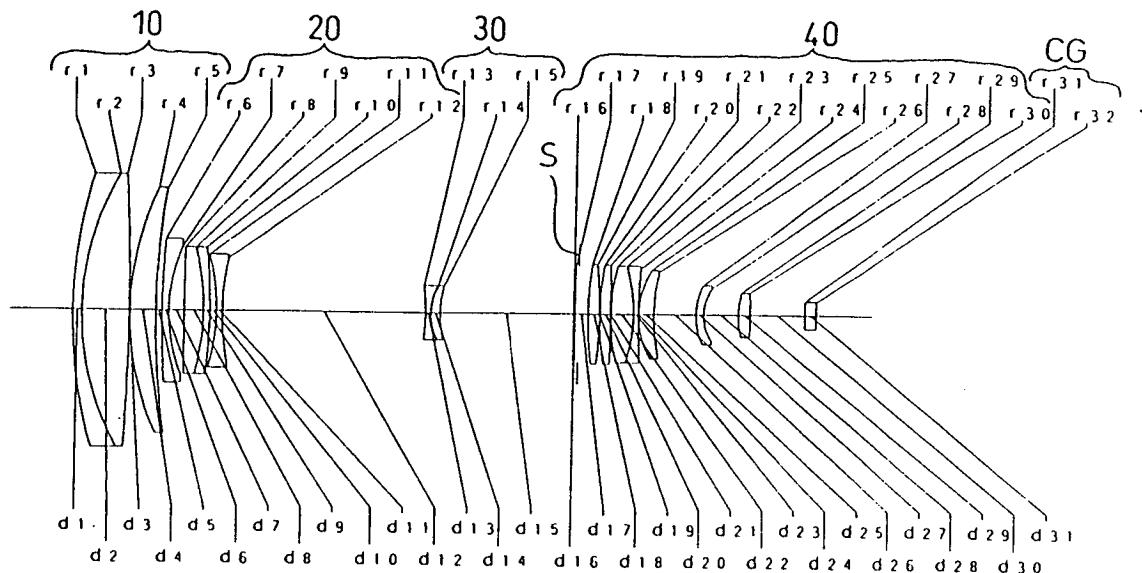
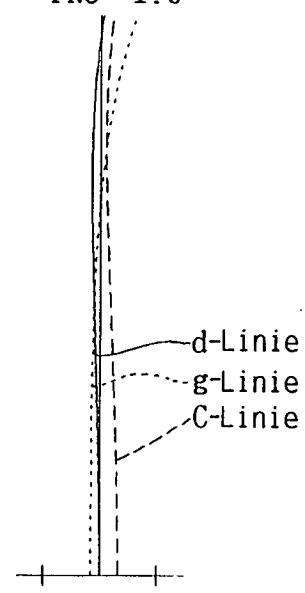


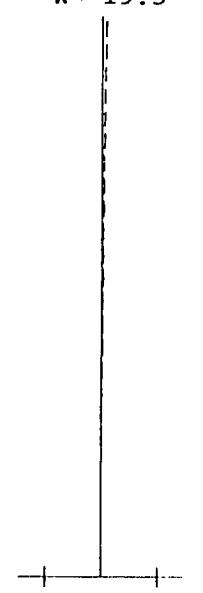
Fig. 2A

FNO = 1.6



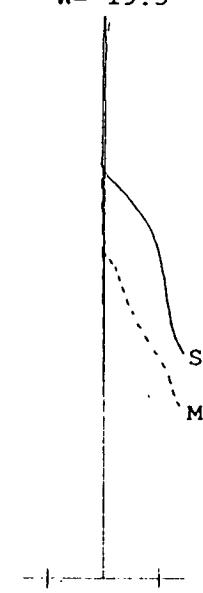
SPHÄRISCHE
ABERRATION
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 19.5



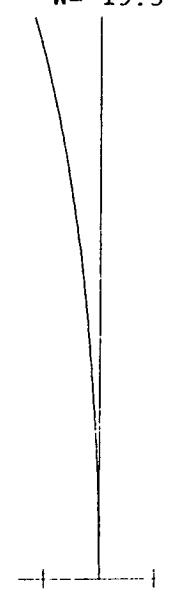
TRANSVERSALE
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 19.5



ASTIGMATISMUS

W = 19.5



VERZEICHNUNG

Fig. 3

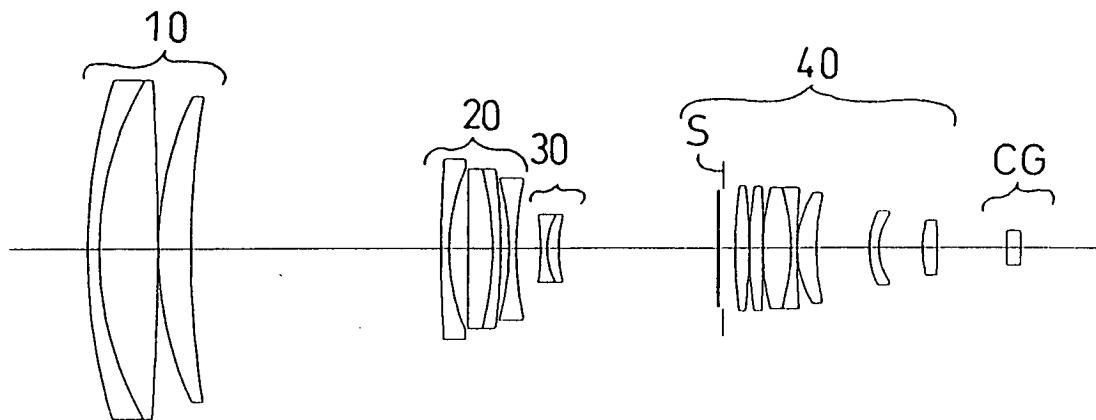


Fig. 4A

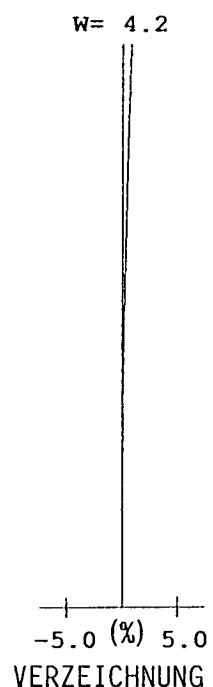
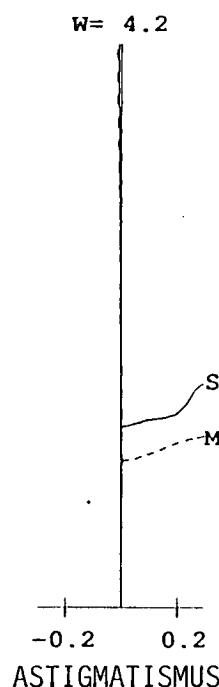
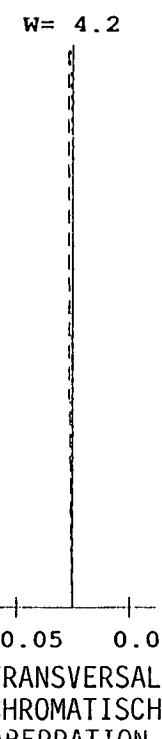
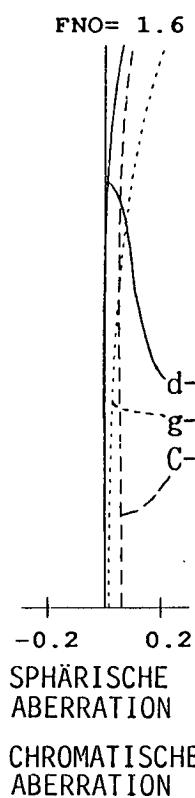


Fig.5

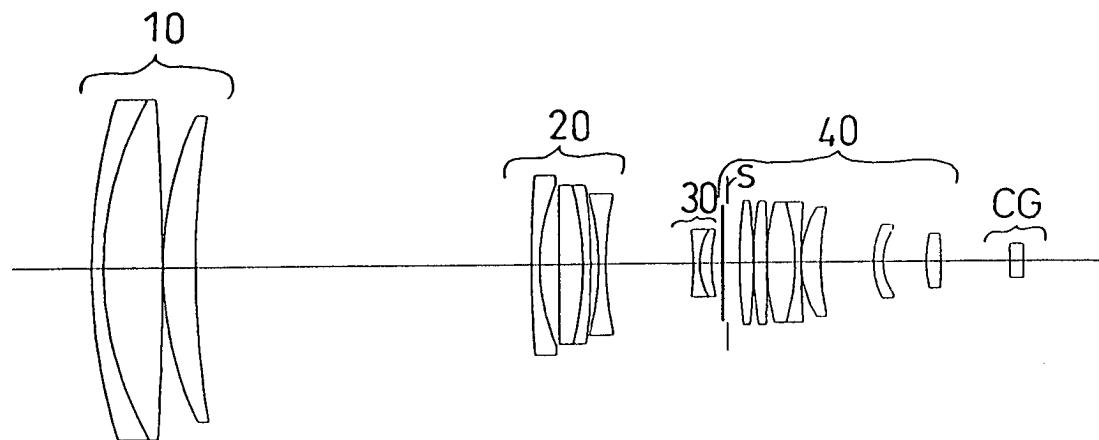


Fig.6A

FNO = 2.8

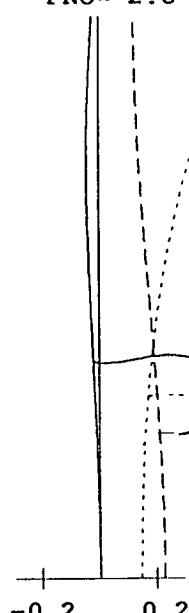
SPHÄRISCHE
ABERRATIONCHROMATISCHE
ABERRATION

Fig.6B

W = 1.0

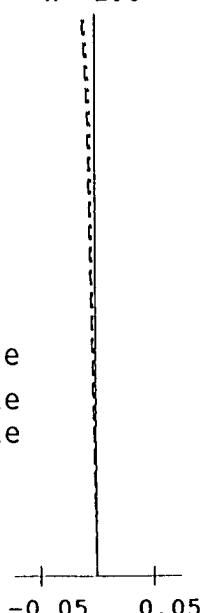
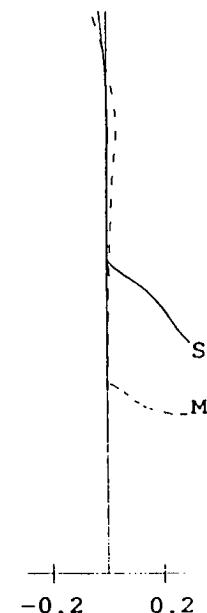
TRANSVERSALE
CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig.6c

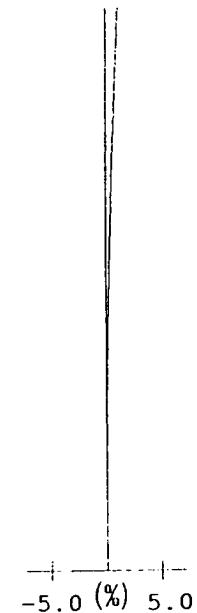
W = 1.0



ASTIGMATISMUS

Fig.6D

W = 1.0



VERZEICHNUNG

Fig. 7

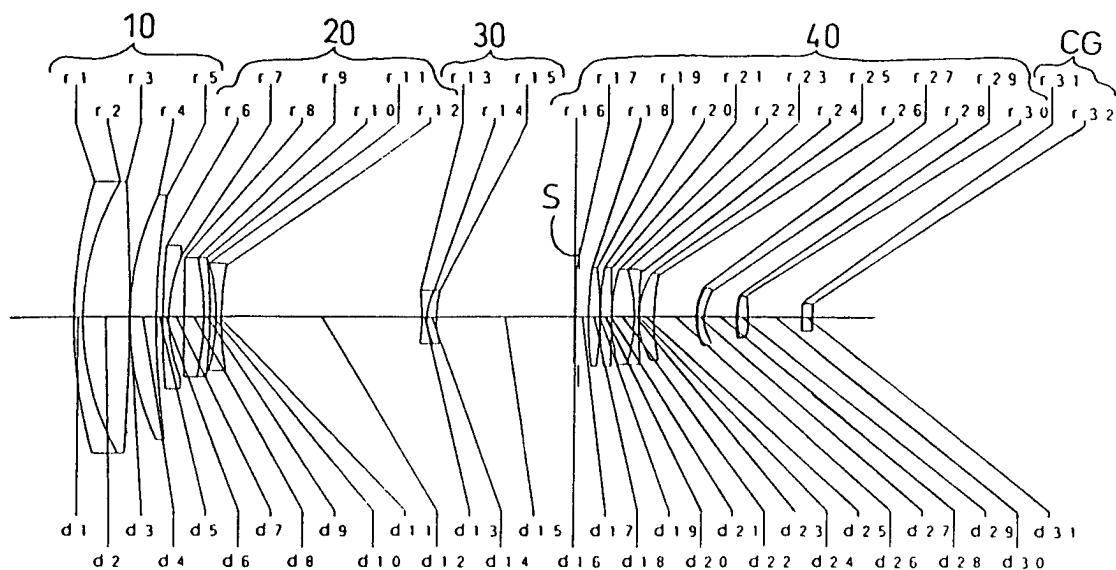


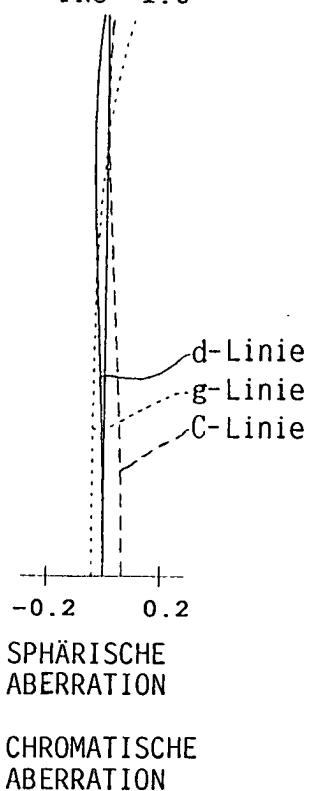
Fig. 8A

Fig. 8B

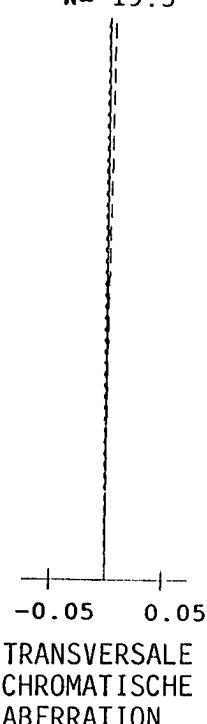
Fig. 8C

Fig. 8D

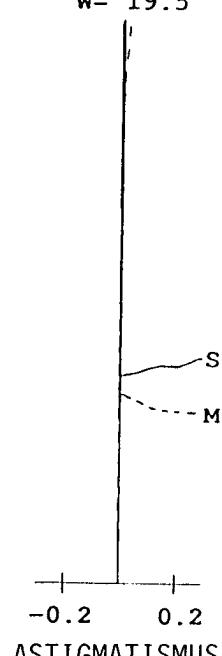
FNO = 1.6



W = 19.5



W = 19.5



W = 19.5

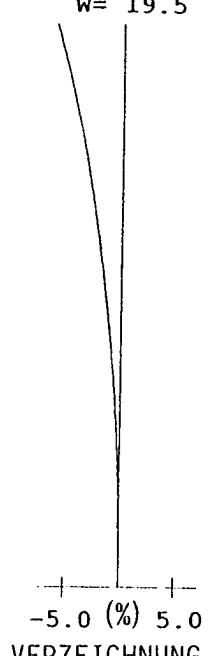


Fig. 9

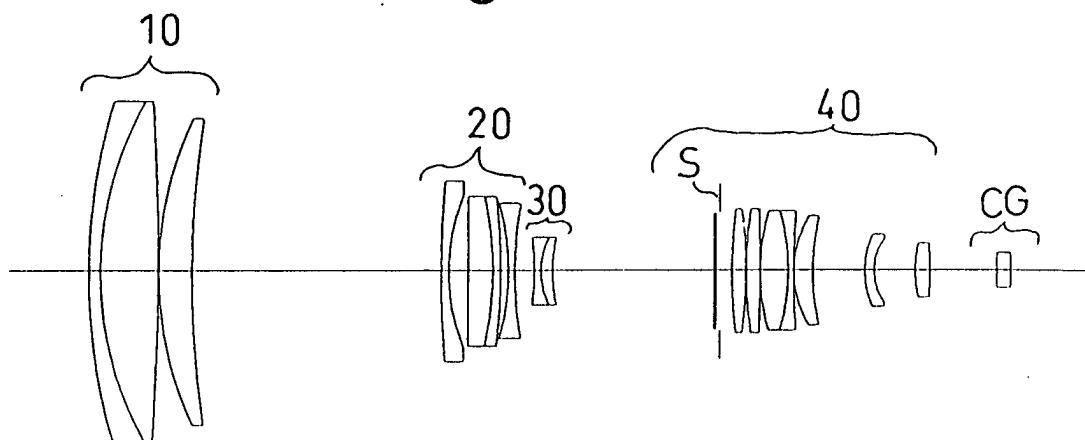


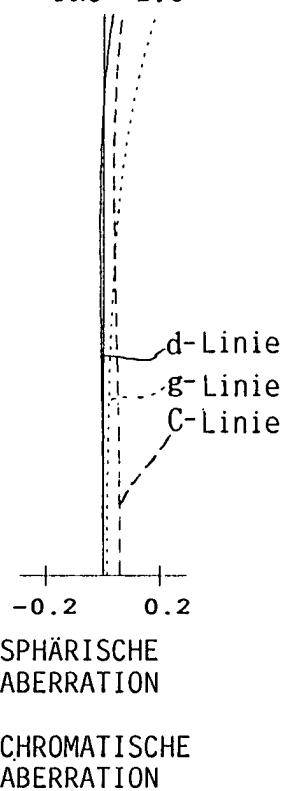
Fig. 10A

Fig. 10B

Fig. 10C

Fig. 10D

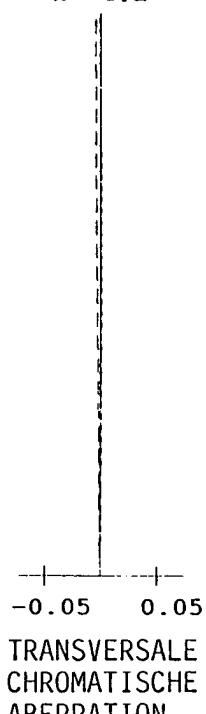
FNO = 1.6



SPHÄRISCHE
ABERRATION

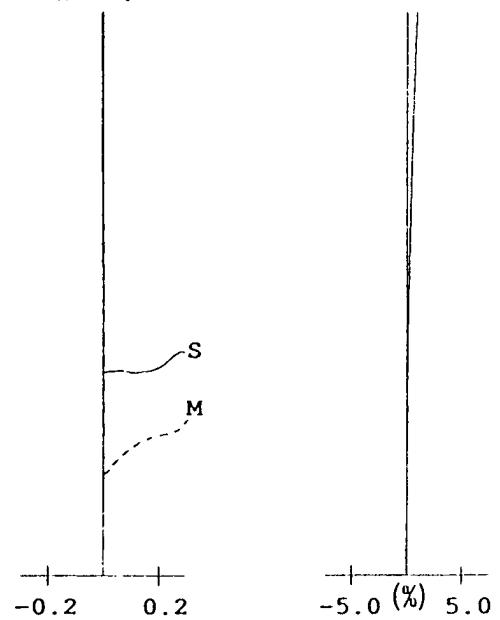
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 4.2



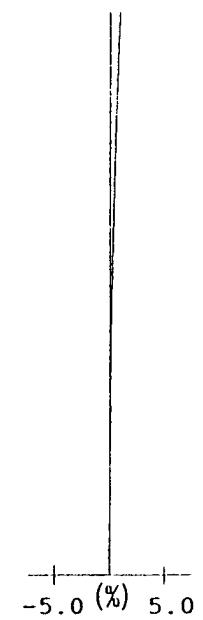
TRANSVERSALE
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 4.2



ASTIGMATISMUS

W = 4.2



VERZEICHNUNG

Fig. 11

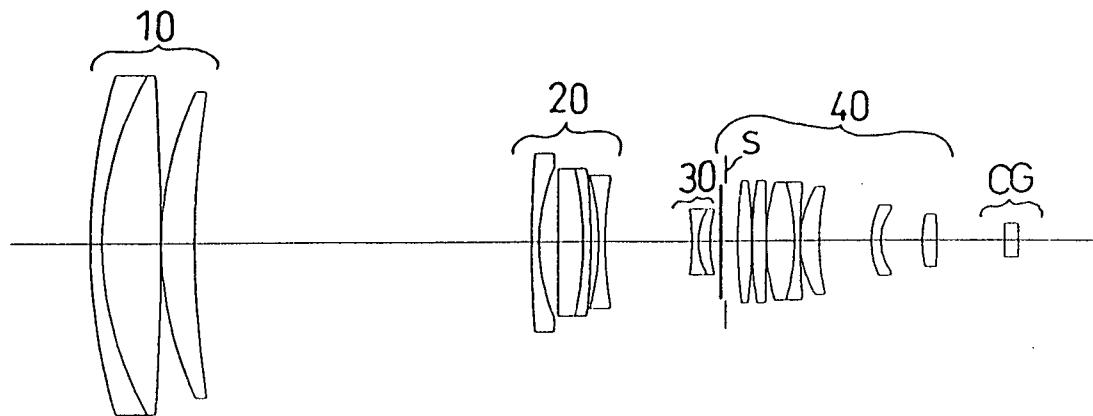


Fig. 12A

Fig. 12B

Fig. 12C

Fig. 12D

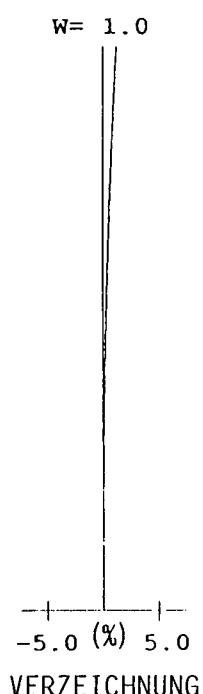
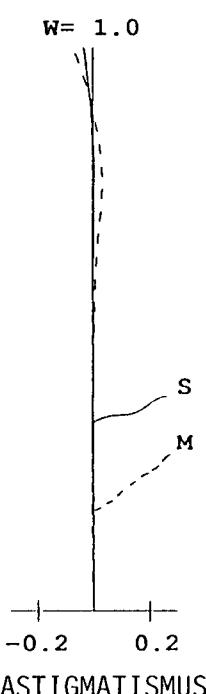
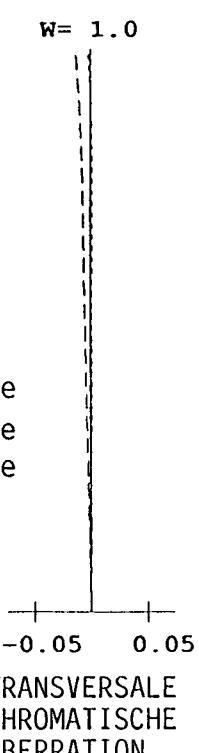
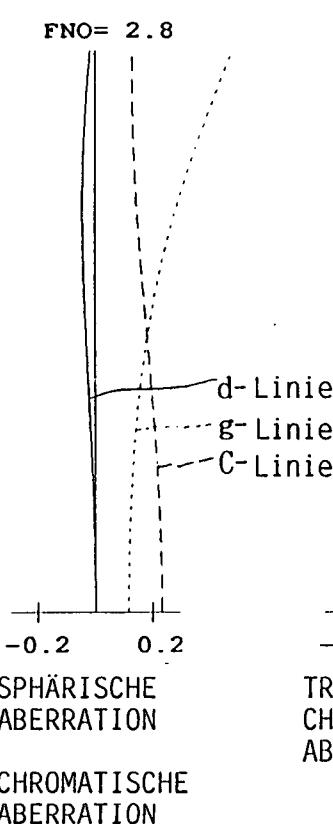


Fig.13

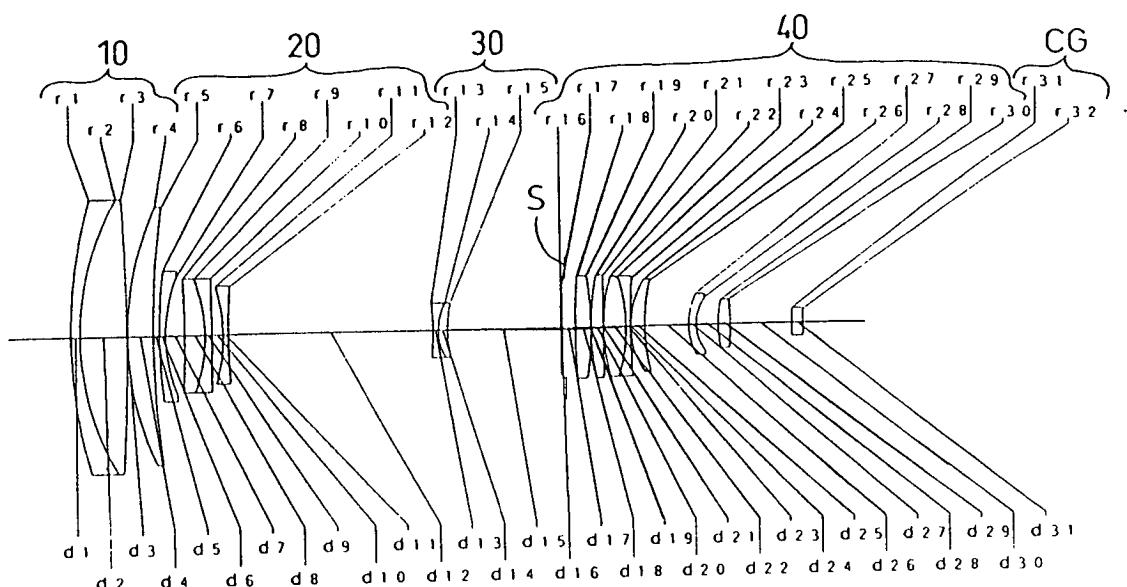
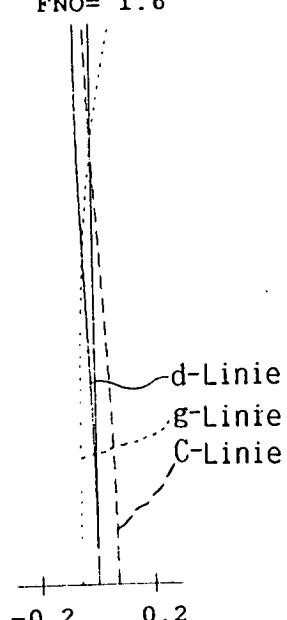


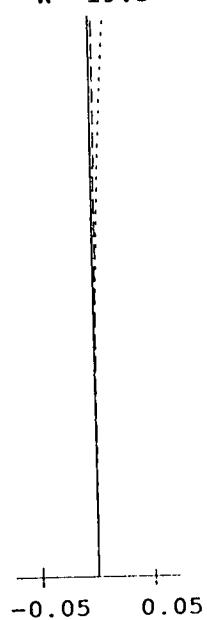
Fig.14A Fig.14B Fig.14C Fig.14D

FNO = 1.6



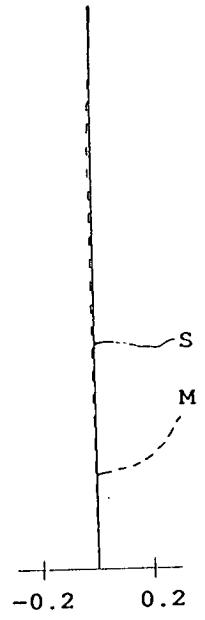
SPHÄRISCHE
ABERRATION
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 19.5



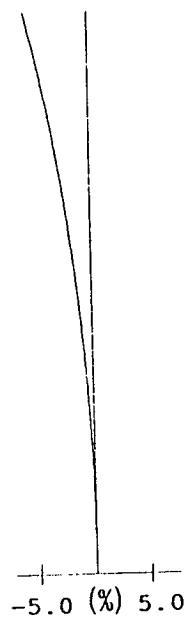
TRANSVERSAL
CHROMATISCHE
ABERRATION

W = 19.5



ASTIGMATISMUS

W = 19.5



VERZEICHNUNG

Fig. 15

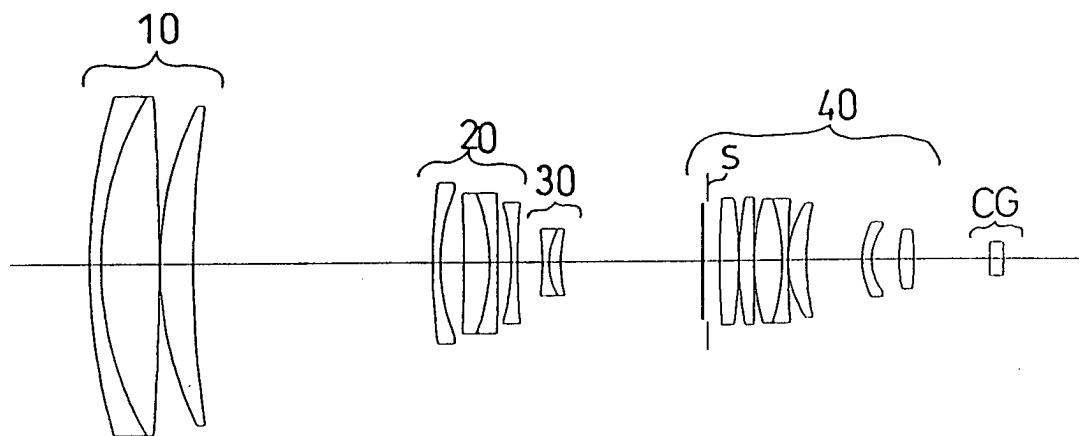


Fig. 16A Fig. 16B Fig. 16C Fig. 16D

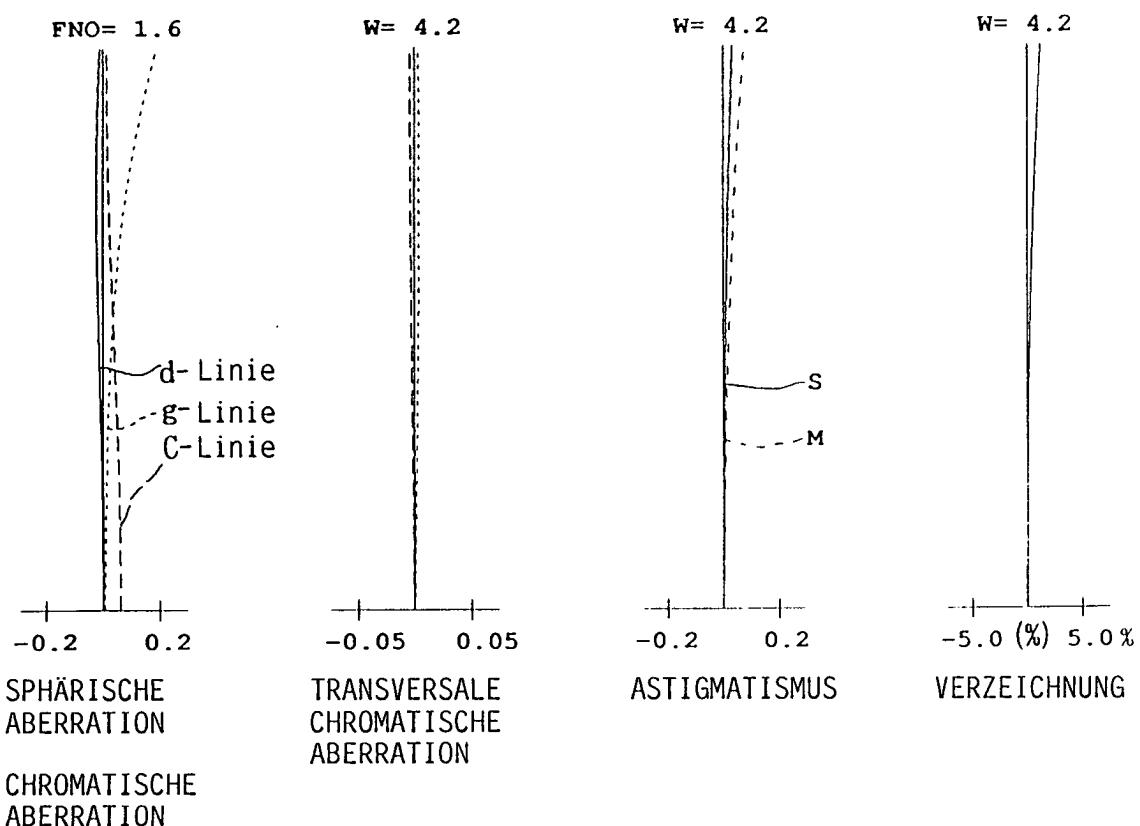


Fig.17

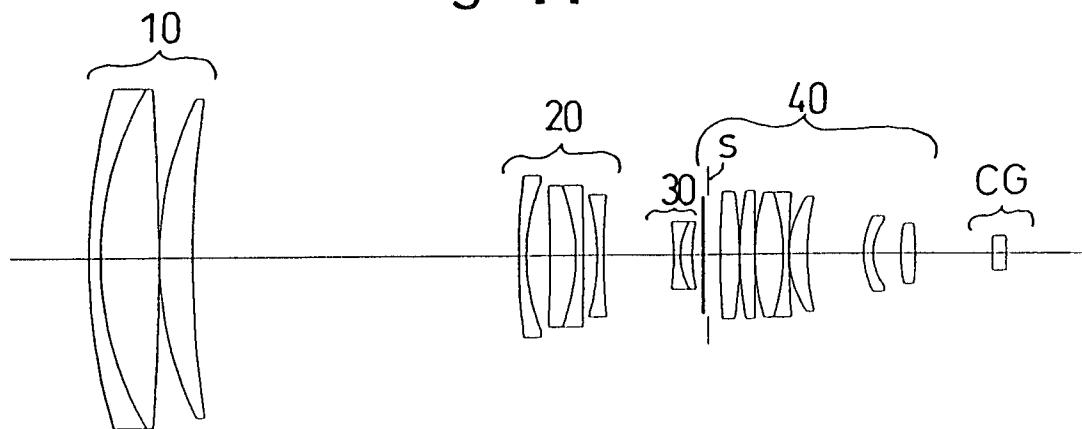


Fig.18A Fig.18B Fig.18C Fig.18D

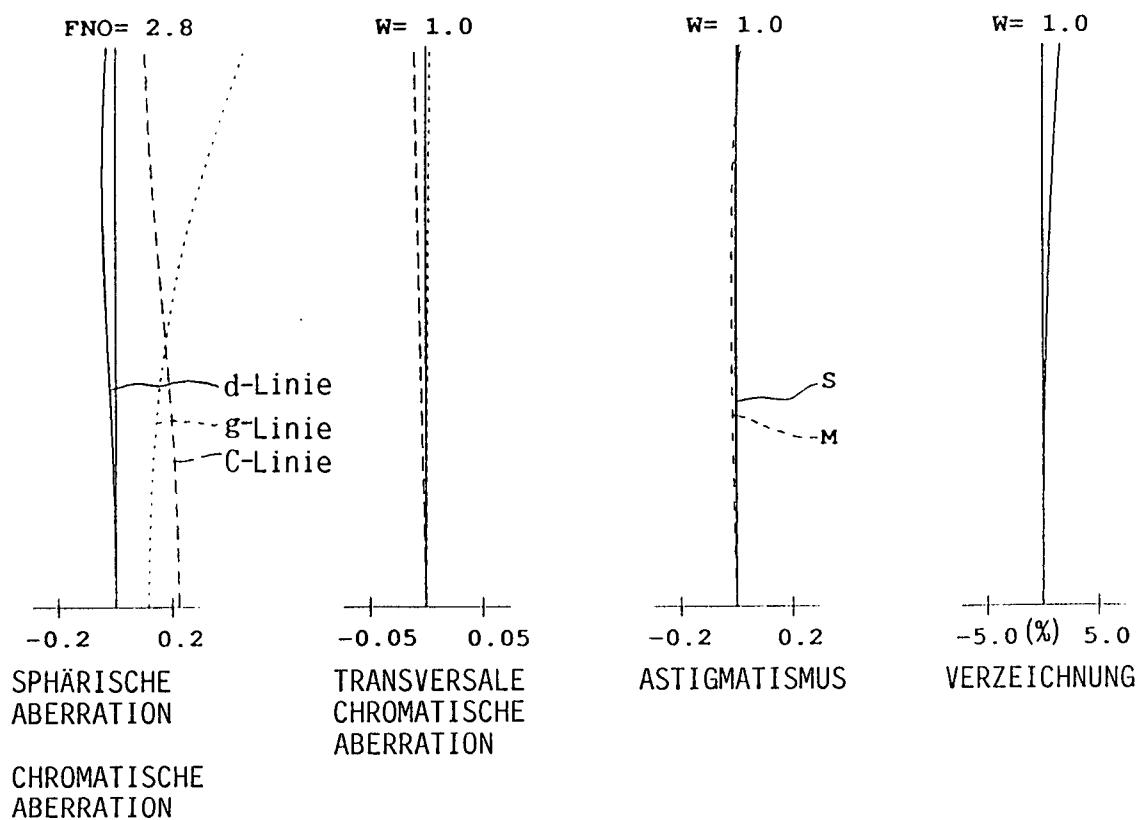


Fig. 19

