



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 015 779 A1** 2009.10.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 015 779.4**

(22) Anmeldetag: **31.03.2009**

(43) Offenlegungstag: **22.10.2009**

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

(30) Unionspriorität:

2008-089398 31.03.2008 JP

(71) Anmelder:

HOYA Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Schaumburg, Thoenes, Thurn, Landskron, Eckert,
81679 München**

(72) Erfinder:

**Nakamura, Toshiki, Tokyo, JP; Eguchi, Masaru,
Tokyo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

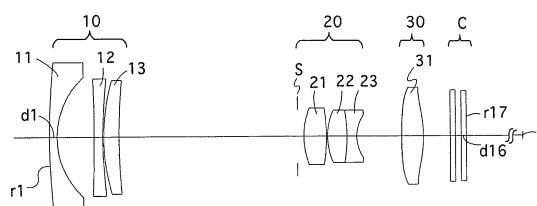
(54) Bezeichnung: **Zoomlinsensystem und damit arbeitendes elektronisches Abbildungsgerät**

(57) Zusammenfassung: Ein Zoomlinsensystem enthält eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe. Bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung werden die erste bis dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegt. Die erste Linsengruppe enthält ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement. Das Zoomlinsensystem erfüllt die folgende Bedingung:

$$0.5 < (r_a - r_b)/(r_a + r_b) < 1.2 \dots (1)$$

worin

r_a den Krümmungsradius der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes bezeichnet; und r_b den Krümmungsradius der bildseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes bezeichnet.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Zoomlinsensystem mit einem weiten Bildwinkel von etwa 80° in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung und einem Zoomverhältnis von etwa 4, das in einer leichtgewichtigen, digitalen Kompaktkamera zu verwenden ist. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein elektronisches Abbildungsgerät, das mit einem solchen Zoomlinsensystem arbeitet.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In den vergangenen Jahren ist die Miniaturisierung von digitalen Kompaktkameras in Folge der weitergehenden Miniaturisierung elektronischer Komponenten vorangeschritten; ferner besteht die Forderung nach einer weiteren Miniaturisierung der Aufnahmeoptik. Um den zusätzlichen Wert einer Kamera zu erhöhen, besteht andererseits eine starke Forderung, sowohl den Bildwinkel als auch das Zoomverhältnis zu vergrößern, die mit der Größe der Optik zunehmen. Es ist demnach ein herausforderndes Problem, den bestmöglichen Ausgleich zwischen Miniaturisierung und hoher Funktionalität zu erzielen.

[0003] Als Zoomlinsensystem für eine digitale Kompaktkamera wird häufig ein negativ-geführtes Linsensystem mit einem Zoomverhältnis von etwa 3 verwendet. Da ein negativ-geführtes Linsensystem eine Vergrößerung des Bildwinkels in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung und eine Miniaturisierung des Linsensystems ermöglicht, insbesondere des Durchmessers der am weitesten objektseitig liegenden Linsengruppe, ist ein solches negativ-geführtes Linsensystem für eine sogenannte einfahrbare Zoomobjektivkamera geeignet, in der die Linsengruppen unter Verringerung ihres gegenseitigen Abstandes untergebracht werden, wenn die Linsengruppen in eine Unterbringungsposition eingefahren werden.

[0004] Da ferner die Notwendigkeit besteht, die Austrittspupille hinreichend weit von der Bildebene anzuordnen, wird häufig ein Zoomlinsensystem verwendet, das aus drei Linsengruppen gebildet ist, d. h. einer ersten Linsengruppe mit einer negativen Brechkraft (im Folgenden negative erste Linsengruppe), einer zweiten Linsengruppe mit einer positiven Brechkraft (im Folgenden positive zweite Linsengruppe) und einer dritten Linsengruppe mit einer positiven Brechkraft (im Folgenden positive dritte Linsengruppe) (ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung 2005-70696 und 2005-37727).

[0005] Im Falle eines Zoomlinsensystems, das ein Zoomverhältnis von 4 oder größer aufweist, wird häufig ein positiv-geführtes Linsensystem verwendet.

[0006] Ein solch positiv-geführtes Zoomlinsensystem ist geeignet, die Gesamtlänge des Zoomlinsensystems zu verringern; jedoch ist der Durchmesser der ersten Linsengruppe (der am weitesten objektseitig liegenden Linsengruppe) sehr groß, was für eine sogenannte einfahrbare Zoomobjektivkamera, die einen mehrstufig einfahrbaren Objektivtubus hat, nicht geeignet ist.

[0007] In den vorstehend genannten ungeprüften japanischen Patentveröffentlichungen 2005-70969 und 2005-37727 sind vergleichsweise kleine Optiken mit einem Zoomverhältnis von etwa 3 offenbart; die dort offenbarten Optiken weisen jedoch kein ausreichendes Zoomverhältnis auf und erzielen auch keine ausreichende Kostenreduzierung.

[0008] Im Allgemeinen ist ein negativ-geführtes Linsensystem für eine Kamera mit einem einfahrbaren Zoomlinsensystem erwünscht. Wird jedoch das Zoomverhältnis etwa bis auf 4 vergrößert, so nimmt die Gesamtlänge des Zoomlinsensystems zu, und die Korrektur von Aberrationen wird schwieriger.

[0009] Werden Versuche unternommen, Aberrationen ohne Vergrößerung des Zoomlinsensystems angemessen zu korrigieren, so nimmt die Zahl an Linsenelementen zu. Durch eine große Zahl an asphärischen Flächen können Aberrationen korrigiert werden; jedoch geht eine solche optische Anordnung mit einer wesentlichen Kostenerhöhung einher.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die vorliegende Erfindung stellt ein negativ-geführtes Zoomlinsensystem bereit, das drei Linsengruppen

pen enthält, ein Zoomverhältnis von etwa 4 hat und im Stande ist, Aberrationen geeignet zu korrigieren und einen Zoombereich ausgehend von der Weitwinkel-Grenzeinstellung (kurzbrennweitige Grenzeinstellung) bis zur Tele-Grenzeinstellung (langbrennweitige Grenzeinstellung) abzudecken.

[0011] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Zoomlinsensystem vorgesehen, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält.

[0012] Bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung werden die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegt.

[0013] Die negative erste Linsengruppe enthält ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her.

[0014] Das Zoomlinsensystem erfüllt die folgende Bedingung:

$$0.5 < (r_a - r_b)/(r_a + r_b) < 1.2 \quad (1)$$

worin

r_a den Krümmungsradius der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet; und

r_b den Krümmungsradius der bildseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

[0015] Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Zoomlinsensystem vorgesehen, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält.

[0016] Bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung bewegt sich die negative erste Linsengruppe zunächst zum Bild hin und dann zum Objekt hin, während sich die positive zweite Linsengruppe monoton zum Objekt hin bewegt und sich die positive dritte Linsengruppe monoton zum Bild hin bewegt; und dabei erfüllt das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung:

$$0.5 < f_2/f_3 < 0.9 \quad (2)$$

worin

f_2 die Brennweite der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet; und

f_3 die Brennweite der positiven dritten Linsengruppe bezeichnet.

[0017] Nach einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Zoomlinsensystem vorgesehen, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält.

[0018] Bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung werden die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegt.

[0019] Die positive zweite Linsengruppe enthält ein positives viertes Sublinsenelement, das mindestens eine asphärische Fläche hat, ein positives fünftes Sublinsenelement und ein negatives sechstes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her.

[0020] Das Zoomlinsensystem erfüllt die folgende Bedingung:

$$v_2 - 1 > 60 \quad (3)$$

worin

v2 – 1 die Abbe-Zahl des positiven vierten Sublinsenelementes der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet.

[0021] Nach einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Zoomlinsensystem vorgesehen, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält.

[0022] Bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung werden die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe längs der optischen Achse bewegt.

[0023] Die positive zweite Linsengruppe bewegt sich monoton zum Objekt hin, und die positive dritte Linsengruppe bewegt sich monoton zum Bild hin.

[0024] Das Zoomlinsensystem erfüllt die folgende Bedingung:

$$3.2 < m_{2t}/m_{2w} < 4.0 \quad (4)$$

$$1.05 < m_{3t}/m_{3w} < 1.4 \quad (5)$$

worin

m_{2t} den Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist;

m_{2w} den Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist;

m_{3t} den Abbildungsmaßstab der positiven dritten Linsengruppe in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist;

m_{3w} den Abbildungsmaßstab der positiven dritten Linsengruppe in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist.

[0025] Nicht nur in dem ersten vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung, sondern auch in dem zweiten bis vierten Aspekt der Erfindung enthält die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her.

[0026] Die negative erste Linsengruppe erfüllt die folgende Bedingung:

$$v1 - 3 < 23 \quad (6)$$

worin

v1 – 3 die Abbe-Zahl des positiven dritten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

[0027] In dem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung erfüllt das zweite Sublinsenelement der negativen ersten Linsengruppe die folgende Bedingung:

$$0.5 < (r_a - r_b)/(r_a + r_b) < 1.2 \quad (1)$$

worin

r_a den Krümmungsradius der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet; und

r_b den Krümmungsradius der bildseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

[0028] Ferner erfüllt das Zoomlinsensystem vorzugsweise die folgende Bedingung:

$$0.5 < f_2/f_3 < 0.9 \quad (2)$$

worin

- f2 die Brennweite der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet; und
 f3 die Brennweite der positiven dritten Linsengruppe bezeichnet.

[0029] Das positive vierte Sublinsenelement der positiven zweiten Linsengruppe ist vorzugsweise auf beiden Linsenflächen asphärisch ausgebildet.

[0030] Die positive dritte Linsengruppe besteht praktischerweise aus einem bikonvexen Linsenelement, das aus Kunstharz gefertigt ist und als Fokussierlinsengruppe dient.

[0031] Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Abbildungsgerät mit einer Abbildungsvorrichtung vorgesehen, auf der durch das Zoomlinsensystem ein Bild erzeugt wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0032] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen im Einzelnen beschrieben, worin:

[0033] [Fig. 1](#) eine Linsenanordnung eines ersten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0034] [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 2C](#) und [Fig. 2D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0035] [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#) und [Fig. 3D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0036] [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#), [Fig. 4C](#) und [Fig. 4D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0037] [Fig. 5](#) eine Linsenanordnung eines zweiten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0038] [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#), [Fig. 6C](#) und [Fig. 6D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 5](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0039] [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#), [Fig. 7C](#) und [Fig. 7D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 5](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0040] [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#), [Fig. 8C](#) und [Fig. 8D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 5](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0041] [Fig. 9](#) eine Linsenanordnung eines dritten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0042] [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#), [Fig. 10C](#) und [Fig. 10D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 9](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0043] [Fig. 11A](#), [Fig. 11B](#), [Fig. 11C](#) und [Fig. 11D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 9](#) dargestellten Linsenordnung bei der mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0044] [Fig. 12A](#), [Fig. 12B](#), [Fig. 12C](#) und [Fig. 12D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 9](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0045] [Fig. 13](#) eine Linsenanordnung eines vierten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0046] [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#), [Fig. 14C](#) und [Fig. 14D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0047] [Fig. 15A](#), [Fig. 15B](#), [Fig. 15C](#) und [Fig. 15D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0048] [Fig. 16A](#), [Fig. 16B](#), [Fig. 16C](#) und [Fig. 16D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0049] [Fig. 17](#) eine Linsenordnung eines fünften Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0050] [Fig. 18A](#), [Fig. 18B](#), [Fig. 18C](#) und [Fig. 18D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0051] [Fig. 19A](#), [Fig. 19B](#), [Fig. 19C](#) und [Fig. 19D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0052] [Fig. 20A](#), [Fig. 20B](#), [Fig. 20C](#) und [Fig. 20D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0053] [Fig. 21](#) eine Linsenordnung eines sechsten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0054] [Fig. 22A](#), [Fig. 22B](#), [Fig. 22C](#) und [Fig. 22D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0055] [Fig. 23A](#), [Fig. 23B](#), [Fig. 23C](#) und [Fig. 23D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0056] [Fig. 24A](#), [Fig. 24B](#), [Fig. 24C](#) und [Fig. 24D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0057] [Fig. 25](#) eine Linsenordnung eines siebenten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt;

[0058] [Fig. 26A](#), [Fig. 26B](#), [Fig. 26C](#) und [Fig. 26D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0059] [Fig. 27A](#), [Fig. 27B](#), [Fig. 27C](#) und [Fig. 27D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten;

[0060] [Fig. 28A](#), [Fig. 28B](#), [Fig. 28C](#) und [Fig. 28D](#) Aberrationen zeigen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung bei der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten; und

[0061] [Fig. 29](#) schematische Bewegungsbahnen der Linsengruppen des Zoomlinsensystems nach der Erfindung zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0062] Das Zoomlinsensystem nach der vorliegenden Erfindung enthält, wie in den schematischen Bewegungspfaden der Linsengruppen nach [Fig. 29](#) gezeigt, eine negative erste Linsengruppe **10**, eine positive

zweite Linsengruppe **20** und eine positive Linsengruppe **30**, die in dieser Reihenfolge vom Objekt her angeordnet sind.

[0063] Mit der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung (W) in die langbrennweitige Grenzeinstellung (T) bewegen sich die erste negative Linsengruppe **10**, die positive zweite Linsengruppe **20** und die positive dritte Linsengruppe **30** jeweils längs der optischen Achse.

[0064] Dabei bewegt sich bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung die negative erste Linsengruppe **10** zunächst zum Bild hin und anschließend zum Objekt hin; die positive zweite Linsengruppe **20** bewegt sich monoton zum Objekt hin; die positive dritte Linsengruppe **30** bewegt sich monoton zum Bild hin.

[0065] Eine Blende S ist zwischen der negativen ersten Linsengruppe **10** und der positiven zweiten Linsengruppe **20** vorgesehen und bewegt sich bei der Brennweitenänderung zusammen mit der positiven zweiten Linsengruppe **20**.

[0066] Eine Fokussierung wird durch die positive dritte Linsengruppe **30** vorgenommen.

[0067] Das Bezugszeichen „I“ bezeichnet eine Bildebene.

[0068] In Folge der oben beschriebenen Linsengruppenanordnung, bei der die Brennweitenänderung durch Bewegen jeder der drei Linsengruppen, d. h. der negativen ersten Linsengruppe **10**, der positiven zweiten Linsengruppe **20** und der positiven dritten Linsengruppe **30**, in der oben beschriebenen Weise erfolgt, kann ein höheres Zoomverhältnis erzielt werden.

[0069] Wie in jedem der Ausführungsbeispiele nach den [Fig. 1](#), [Fig. 5](#), [Fig. 9](#), [Fig. 13](#), [Fig. 17](#), [Fig. 21](#) und [Fig. 25](#) gezeigt, enthält die negative erste Linsengruppe **10** ein negatives erstes Sublinsenelement **11**, ein zweites Sublinsenelement **12**, das eine schwache negative Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, sowie ein positives drittes Sublinsenelement **13**, in dieser Reihenfolge vom Objekt her; die positive zweite Linsengruppe **20** enthält ein positives viertes Sublinsenelement **21**, das mindestens eine asphärische Fläche aufweist, ein positives fünftes Sublinsenelement **22** und ein negatives sechstes Sublinsenelement **23** mit einer bildseitigen konkaven Fläche, in dieser Reihenfolge vom Objekt her; die dritte Linsengruppe **30** enthält ein einzelnes bikonvexes Linsenelement **31**; vor einer Abbildungsvorrichtung ist ein Deckglas (Filtergruppe) C vorgesehen.

[0070] Durch die Linsenanordnung der negativen ersten Linsengruppe **10**, d. h. das erste negative erste Sublinsenelement **11**, das zweite Sublinsenelement **12**, das eine schwache, negative Brechkraft und zumindest eine asphärische Fläche aufweist, und das positive dritte Sublinsenelement **13**, die in dieser Reihenfolge vom Objekt her angeordnet sind, ist eine geeignete Korrektur von Aberrationen möglich.

[0071] Die Bedingung (1) bezieht sich auf die Form des zweiten Sublinsenelementes **12** der negativen ersten Linsengruppe **10**.

[0072] Ist die Bedingung (1) erfüllt, so kann eine Zunahme des Durchmessers des am weitesten objektseitig angeordneten Linsenelementes (d. h. des negativen ersten Sublinsenelementes **11**) vermieden werden, insbesondere dann, wenn die Brennweite des Zoomlinsensystems in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung kürzer gehalten wird; ferner ist so eine geeignete Korrektur von Aberrationen möglich.

[0073] Das zweite Sublinsenelement **12** ist nicht darauf ausgelegt, Brechkraft bereit zu stellen; vielmehr ist es hauptsächlich darauf ausgelegt, über seine asphärische Fläche außeraxiale Aberrationen in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung zu korrigieren; es hat nur eine schwache, negative Brechkraft. Das zweite Sublinsenelement **12** ist deshalb vorzugsweise aus Kunstharz gefertigt, wodurch eine asphärische Fläche leicht ausgebildet werden kann.

[0074] Unterschreitet $(r_a - r_b)/(r_a + r_b)$ die untere Grenze der Bedingung (1), so nimmt die Größe der Konvexität der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes **12** zu. Folglich nimmt der Durchmesser des am weitesten objektseitig liegenden Linsenelementes (das erste Unterlinsenelement **11**) zu. Versucht man, den Durchmesser des am weitesten objektseitig liegenden Linsenelementes zwanghaft zu verringern, so nimmt die außeraxiale optische Leistung bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung ab.

[0075] Übersteigt $(r_a - r_b)/(r_a + r_b)$ die obere Grenze der Bedingung (1), so wird die Brechkraft des zweiten Sublinsenelementes **12** bei Verwendung einer Kunstharzlinse unerwünscht stark, da Fokussierschwankungen in Folge von Temperaturänderungen auftreten.

[0076] In einer Optik einer digitalen Kamera, die mit einem Festkörper-Bildsensor, z. B. einem CCD, etc. arbeitet, ist Telezentrität erforderlich; dieses Erfordernis ist jedoch von Nachteil, wenn eine Miniaturisierung der Optik benötigt wird. Um die Länge der gesamten Optik unter Aufrechterhaltung der Telezentrität zu reduzieren, ist es erforderlich, geeignete Brechkraftverteilungen für jede Linsengruppe festzulegen und eine geeignete Linsenanordnung zu bestimmen.

[0077] In der vorliegenden Erfindung wird die Höhe eines Bündels der außeraxialen Lichtstrahlen über der optischen Achse bei der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung vergrößert, indem die bildseitige Fläche der positiven zweiten Linsengruppe **20** (die am weitesten bildseitig liegende Fläche des sechsten Sublinsenelementes **23**) als konkave, zerstreue Fläche ausgebildet wird; außerdem werden sowohl Telezentrität des Zoomlinsensystems als auch dessen Verkürzung dadurch erreicht, dass ein Lichtstrahlbündel von der positiven dritten Linsengruppe **30**, die eine vergleichsweise starke Brechkraft aufweist, so gebrochen wird, dass das Lichtstrahlenbündel parallel zur optischen Achse liegt.

[0078] Die Bedingung (2) bestimmt die Brechkraft der positiven dritten Linsengruppe **30** bezogen auf die zweite Linsengruppe **20**. Ist die Bedingung (2) erfüllt, so werden die außeraxialen Lichtstrahlen, die von der am weitesten bildseitig liegenden Fläche der positiven zweiten Linsengruppe **20** (d. h. des sechsten Sublinsenelementes **23**) ausgesendet werden, über die positive Brechkraft der positiven dritten Linsengruppe **30** parallel zur optischen Achse eingestellt. Die Bedingung (2) dient also dazu, über die positive dritte Linsengruppe **30** für Telezentrität zu sorgen.

[0079] Unterschreitet f_2/f_3 die untere Grenze der Bedingung (2), so wird die positive Brechkraft der positiven dritten Linsengruppe **30** schwach, so dass es schwierig wird, die Miniaturisierung unter Aufrechterhaltung der Telezentrität zu erzielen.

[0080] Übersteigt f_2/f_3 die obere Grenze der Bedingung (2), so wird die positive Brechkraft der positiven dritten Linsengruppe **30** zu stark, und die Änderung in der optischen Leistung bei Fokussierung auf kurze Entfernungen nimmt unvorteilhaft zu.

[0081] Ferner erfüllt das vierte Sublinsenelement **21** der positiven zweiten Linsengruppe **20** vorzugsweise die Bedingung (3), um chromatische Aberrationen über den gesamten Zoombereich des Zoomlinsensystems geeignet zu korrigieren.

[0082] In dem Zoomlinsensystem erfolgt die Brennweitenänderung, indem jede Linsengruppe längs der optischen Achse bewegt wird; deshalb ist es erforderlich, die chromatische Aberration zu korrigieren, die in jeder Linsengruppe zu einem gewissen Grad auftritt.

[0083] Insbesondere wenn das Zoomverhältnis zunimmt, nimmt auch die Größe der Aberrationsschwankungen, die durch die Bewegung der zweiten Linsengruppe **20** in Richtung der optischen Achse bei der Brennweitenänderung verursacht werden, zu, so dass es erforderlich ist, die Stärke dieser Aberrationsschwankungen zu verringern.

[0084] Wird ein Glaslinsenelement mit einer Abbe-Zahl verwendet, welche die Bedingung (3) nicht erfüllt, so wird es schwierig, die chromatische Aberration geeignet zu korrigieren. Es ist günstiger, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$v_2 - 1 > 70 \quad (3')$$

[0085] Die Bedingung (4) bestimmt das Verhältnis des Abbildungsmaßstabes der positiven zweiten Linsengruppe **20** in der langbrennweitigen Grenzeinstellung zu deren Abbildungsmaßstab in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung.

[0086] Die Bedingung (5) bestimmt das Verhältnis des Abbildungsmaßstabes der dritten Linsengruppe **30** in der langbrennweitigen Grenzeinstellung zu deren Abbildungsmaßstab in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung.

[0087] Die Bedingungen (4) und (5) dienen dazu, eine Vergrößerung des Zoomlinsensystems soweit wie möglich zu vermeiden, indem die Brechkraft und die Bewegungsstrecke längs der optischen Achse der positiven zweiten Linsengruppe **20** und der positiven dritten Linsengruppe **30** bei Vergrößerung des Zoomverhältnisses des Zoomlinsensystems geeignet festgelegt werden.

[0088] Die positive zweite Linsengruppe **20** erhöht die Vergrößerung des Zoomlinsensystems, indem sie sich ausgehend von der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung zur langbrennweitigen Grenzeinstellung zum Objekt hin bewegt.

[0089] Unterschreitet m_{2t}/m_{2w} die untere Grenze der Bedingung (4), so gibt es nur einen geringen Anstieg im Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe **20** aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung, so dass es schwierig wird, ein gewünschtes Zoomverhältnis zu erzielen.

[0090] Übersteigt m_{2t}/m_{2w} die obere Grenze der Bedingung (4), so wird der Anstieg im Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe **20** zu groß, so dass die Bewegungsstrecke der positiven zweiten Linsengruppe **20** beim Zoomen zunimmt. Folglich wird es schwierig, das Zoomlinsensystem zu miniaturisieren. Nimmt die Brechkraft der positiven zweiten Linsengruppe **20** zu und wird die Bewegungsstrecke der positiven zweiten Linsengruppe **20** beim Zoomen kürzer, so wird eine Miniaturisierung des Zoomlinsensystems möglich; jedoch wird es schwierig, Aberrationen über den gesamten Zoombereich aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung zu korrigieren, so dass eine geeignete optische Leistung nicht erzielt werden kann.

[0091] Die positive dritte Linsengruppe **30** erhöht die Vergrößerung des Zoomlinsensystems, indem sie sich aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung zum Bild hin bewegt.

[0092] Unterschreitet m_{3t}/m_{3w} die untere Grenze der Bedingung (5), so gibt es nur einen geringen Anstieg im Abbildungsmaßstab der positiven dritten Linsengruppe **30** ausgehend von der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung zur langbrennweitigen Grenzeinstellung, so dass es schwierig wird, ein gewünschtes Zoomverhältnis zu erzielen, oder die Zoomlast, die die positive zweite Linsengruppe **20** zu tragen hat, zunimmt.

[0093] Übersteigt m_{3t}/m_{3w} die obere Grenze der Bedingung (5), so nimmt die Bewegungsstrecke der positiven dritten Linsengruppe **30** längs der optischen Achse zu. Folglich ist es erforderlich, die positive Brechkraft der positiven dritten Linsengruppe **30** zu verstärken, um eine zu kurze hintere Schnittweite in der langbrennweitigen Grenzeinstellung zu vermeiden. Im Ergebnis wird es so jedoch schwierig, die Änderung in der Bildfeldwölbung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung zu reduzieren, wenn ein Objekt in naher Entfernung aufgenommen (fotografiert) wird.

[0094] Die Bedingung (6) bestimmt die Abbe-Zahl bei der d-Linie bezüglich des dritten Sublinsenelementes **13**. Ist die Bedingung (6) erfüllt, so kann eine noch bessere optische Leistung erzielt werden.

[0095] Übersteigt $v_1 - 3$ die Bedingung (6), so ist die chromatische Queraberration in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung unterkorrigiert, wodurch die Abbildungsqualität des Zoomlinsensystems verschlechtert wird.

[0096] Beide Linsenflächen des vierten Sublinsenelementes **21** sind vorzugsweise asphärisch.

[0097] Selbst eine einzige asphärische Fläche des vierten Sublinsenelementes **21** kann sphärische Aberration und Koma über den gesamten Zoombereich korrigieren.

[0098] Indem beide Flächen in dem Sublinsenelement **21** asphärisch ausgebildet sind, wird die Last zur Korrektur von Aberrationen über diese Flächen verteilt, so dass das Auftreten von Aberrationen an diesen asphärischen Flächen reduziert wird. Die Empfindlichkeit, mit der die optische Leistung in Folge einer Dezentrierung der Linsenelemente während des Zusammenbaus abnimmt, kann so verringert werden.

[0099] In dem Zoomlinsensystem nach der vorliegenden Erfindung führt die positive dritte Linsengruppe **30** die Fokussierung durch. Die dritte Linsengruppe **30** ist so angeordnet, dass sie bezüglich eines Objektes in kurzer Entfernung längs der optischen Achse bewegt werden kann, um einen Fokussierzustand zu erzielen. Die positive dritte Linsengruppe **30** kann aus einem positiven bikonvexen Einzellinsenelement aus Kunstharz gefertigt sein, um eine Kostenreduzierung zu erzielen. Indem ferner mindestens eine Linsenfläche der positiven dritten Linsengruppe **30** (einzelne bikonvexe Linse **31**) als asphärische Fläche ausgebildet ist, kann eine

Verschlechterung der optischen Leistung während der Fokussierung auf ein Objekt in kurzer Entfernung verringert werden.

[0100] Im Folgenden werden spezielle numerische Ausführungsbeispiele diskutiert.

[0101] In den Diagrammen der chromatischen Aberration (chromatische Längsaberration), dargestellt durch die sphärische Aberration, geben die durchgezogene Linie und die beiden gestrichelten Linien die sphärischen Aberrationen bei der d-, der g- bzw. der C-Linie an.

[0102] Ebenso geben in den Diagrammen der chromatischen Queraberration die beiden gestrichelten Linien den Abbildungsmaßstab bei der g- bzw. der C-Linie an; die d-Linie fällt jedoch als Basislinie mit der Ordinate zusammen.

[0103] In den Diagrammen des Astigmatismus bezeichnet S das Sagittalbild und M das Meridionalbild.

[0104] In den Tabellen bezeichnet F_{NO} die f-Zahl, f die Brennweite des gesamten Zoomlinsensystems, W den halben Bildwinkel ($^{\circ}$), f_B die hintere Schnittweite (Abstand von der bildseitigen Fläche des am weitesten bildseitig liegenden Deckglases zur Bildebene), r den Krümmungsradius, d die Linsenelementdicke oder den Abstand zwischen den Linsenelementen, N_d den Brechungsindex bei der d-Linie und v_d die Abbe-Zahl.

[0105] Die Werte für den Abstand „d“, die mit F_{NO} , f , W , f_B und der Brennweitenänderung variieren, sind nacheinander für die kurzbrennweitige Grenzeinstellung, eine mittlere Brennweite und die langbrennweitige Grenzeinstellung angegeben.

[0106] Zudem ist eine asphärische Fläche, die symmetrisch zur optischen Achse ist, wie folgt definiert:

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

worin:

c	die Krümmung des asphärischen Scheitels ($1/r$) bezeichnet;
y	den Abstand von der optischen Achse bezeichnet;
K	den Kegelschnittkoeffizienten bezeichnet; und
A4	einen Asphärenkoeffizienten vierter Ordnung bezeichnet;
A6	einen Asphärenkoeffizienten sechster Ordnung bezeichnet;
A8	einen Asphärenkoeffizienten achter Ordnung bezeichnet; und
A10	einen Asphärenkoeffizienten zehnter Ordnung bezeichnet.

[Ausführungsbeispiel 1]

[0107] [Fig. 1](#) zeigt die Linsenanordnung des ersten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0108] Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenanordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0109] Die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenanordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0110] Die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 1](#) dargestellten Linsenanordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0111] Tabelle 1 zeigt die numerischen Daten des ersten Ausführungsbeispiels.

[0112] Die negative erste Linsengruppe **10** (Fläche Nr. 1 bis 6) enthält ein negatives Meniskuslinsenelement (erstes Sublinsenelement) **11**, deren konvexe Fläche dem Objekt zugewandt ist, ein Meniskuslinsenelement (zweites Sublinsenelement) **12**, das eine schwach negative Brechkraft aufweist, dessen Flächen jeweils als asphärische Fläche ausgebildet sind und das aus Kunstharz besteht, sowie ein positives Meniskuslinsenelement (drittes Sublinsenelement) **13**, dessen konvexe Fläche dem Objekt zugewandt ist, in dieser Reihenfolge vom Objekt her.

[0113] Die positive zweite Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7 bis 11) enthält ein bikonvexes Linsenelement (viertes Sublinsenelement) **21**, das aus Kunstharz besteht und dessen Flächen jeweils als asphärische Fläche ausgebildet sind, ein bikonvexes positives Linsenelement (fünftes Sublinsenelement) **22** und ein bikonkaves negatives Linsenelement (sechstes Sublinsenelement) **23**, in dieser Reihenfolge vom Objekt her. Das bikonvexe positive Linsenelement **22** und das bikonkave negative Linsenelement **23** sind miteinander verkittet.

[0114] Die positive dritte Linsengruppe **30** (Fläche Nr. 12 und 13) enthält ein bikonvexes positives Linsenelement **31**, das aus Kunstharz besteht und dessen Flächen jeweils als asphärische Fläche ausgebildet sind.

[0115] Die Flächen 14 bis 17 bezeichnen ein Deckglas (Filtergruppe) C, das vor einer Abbildungsvorrichtung angeordnet ist.

[0116] Eine Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der positiven zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 1]

FNO. = 1:2.6 – 3.7 – 6.1
 $f = 5.00 - 9.80 - 20.04$
 $W = 41.4 - 22.6 - 11.5$
 $fB = 0.59 - 0.59 - 0.59$

[0117]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	62.312	0.70	1.77250	49.6
2	7.598	3.38		
3*	73.041	0.80	1.54358	55.7
4*	20.704	0.10		
5	18.876	1.40	1.92286	18.9
6	50.960	17.02 – 7.06 – 1.83		
7*	6.688	2.10	1.49700	81.6
8*	-15.776	0.10		
9	5.620	1.80	1.75700	47.8
10	-14.180	0.90	1.80610	33.3
11	3.484	4.17 – 9.83 – 20.87		
12*	33.208	2.00	1.54358	55.7
13*	-11.311	2.43 – 2.09 – 1.20		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0118] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12295×10^{-2}	0.48935×10^{-4}	-0.60367×10^{-6}
4	-1.0	-0.13418×10^{-2}	0.52036×10^{-4}	-0.76764×10^{-6}
7	-1.0	0.13222×10^{-4}	0.13088×10^{-4}	-0.12846×10^{-5}
8	-1.0	0.12167×10^{-3}	0.14282×10^{-4}	-0.15874×10^{-5}
12	-1.0	-0.84756×10^{-4}	0.48311×10^{-4}	-0.44751×10^{-6}
13	-1.0	0.24053×10^{-3}	0.34834×10^{-4}	0.80658×10^{-6}

Fläche Nr.	A10
4	0.92200×10^{-9}
13	-0.32142×10^{-7}

[Ausführungsbeispiel 2]

[0119] **Fig. 5** zeigt die Linsenordnung des zweiten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0120] Die **Fig. 6A** bis **Fig. 6D** zeigen Aberrationen, die in der in **Fig. 5** dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0121] Die **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** zeigen Aberrationen, die in der in **Fig. 5** dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0122] Die **Fig. 8A** bis **Fig. 8D** zeigen Aberrationen, die in der in **Fig. 5** dargestellten Linsenordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0123] Tabelle 2 zeigt die numerischen Daten des zweiten Ausführungsbeispiels.

[0124] Die grundlegende Linsenordnung des zweiten Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0125] Die Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 2]

FNO. = 1:2.6 – 3.7 – 6.1

f = 5.00 – 9.80 – 20.00

W = 42.0 – 22.9 – 11.5

fB = 0.59 – 0.59 – 0.59

[0126]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	47.746	0.70	1.83481	42.7
2	7.228	3.25		
3*	122.138	0.80	1.52538	56.3
4*	17.567	0.10		
5	20.355	1.40	1.92286	18.9
6	153.831	16.46 – 6.98 – 1.93		
7*	7.612	2.10	1.48749	70.2
8*	-14.548	0.10		
9	5.034	1.80	1.75700	47.8
10	-9.244	0.90	1.80610	33.3
11	3.347	4.43 – 10.28 – 21.75		
12*	23.098	2.00	1.54358	55.7
13*	-15.713	2.42 – 2.08 – 1.40		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0127] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12427×10^{-2}	0.47297×10^{-4}	-0.59826×10^{-6}
4	-1.0	-0.13841×10^{-2}	0.51363×10^{-4}	-0.80877×10^{-6}
7	-1.0	0.33563×10^{-4}	0.10440×10^{-4}	-0.18565×10^{-5}
8	-1.0	0.95556×10^{-4}	0.89799×10^{-5}	-0.21914×10^{-5}
12	-1.0	-0.11761×10^{-3}	0.53847×10^{-4}	-0.19107×10^{-5}
13	-1.0	0.26787×10^{-3}	0.20924×10^{-4}	

Fläche Nr.	A10
4	0.12108×10^{-8}
8	0.39014×10^{-8}

[Ausführungsbeispiel 3]

[0128] Fig. 9 zeigt die Linsenordnung des dritten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0129] Die Fig. 10A bis Fig. 10D zeigen Aberrationen, die in der in Fig. 9 dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0130] Die Fig. 11A bis Fig. 11D zeigen Aberrationen, die in der in Fig. 9 dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0131] Die Fig. 12A bis Fig. 12D zeigen Aberrationen, die in der in Fig. 9 dargestellten Linsenordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0132] Tabelle 3 zeigt die numerischen Daten des dritten Ausführungsbeispiels.

[0133] Die grundlegende Linsenordnung des dritten Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0134] Die Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe 20 (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 3]

FNO. = 1:2.6 – 3.7 – 6.1
 $f = 5.00 - 9.80 - 20.00$
 $W = 42.0 - 22.9 - 11.5$
 $fB = 0.59 - 0.59 - 0.59$

[0135]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	47.394	0.70	1.80400	46.6
2	7.400	3.38		
3*	223.682	0.80	1.54358	55.7
4*	16.967	0.10		
5	19.406	1.40	1.92286	21.3
6	137.807	17.01 – 7.31 – 2.11		
7*	6.990	2.10	1.48749	70.2
8*	-15.633	0.10		
9	5.387	1.80	1.75700	47.8
10	-9.999	0.90	1.80610	33.3
11	3.470	4.00 – 10.06 – 21.62		
12*	20.574	2.00	1.54358	55.7
13*	-17.565	2.74 – 2.28 – 1.40		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0136] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12323×10^{-2}	0.48364×10^{-4}	-0.60286×10^{-6}
4	-1.0	-0.13532×10^{-2}	0.52526×10^{-4}	-0.77701×10^{-6}
7	-1.0	0.46934×10^{-4}	0.11922×10^{-4}	-0.15609×10^{-5}
8	-1.0	0.11327×10^{-3}	0.11977×10^{-4}	-0.19142×10^{-5}
12	-1.0	-0.57587×10^{-4}	0.53800×10^{-4}	-0.16353×10^{-5}
13	-1.0	0.22116×10^{-3}	0.29557×10^{-4}	

Fläche Nr.	A10
4	0.56087×10^{-9}
12	0.34332×10^{-7}

[Ausführungsbeispiel 4]

[0137] [Fig. 13](#) zeigt die Linsenordnung des vierten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0138] Die [Fig. 14A](#) bis [Fig. 14D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0139] Die [Fig. 15A](#) bis [Fig. 15D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0140] Die [Fig. 16A](#) bis [Fig. 16D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 13](#) dargestellten Linsenordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0141] Tabelle 4 zeigt die numerischen Daten des vierten Ausführungsbeispiels.

[0142] Die grundlegende Linsenordnung des vierten Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0143] Die Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 4]

FNO. = 1:2.6 – 3.5 – 5.9

$$f = 5.10 - 9.17 - 19.70$$

$$W = 40.5 - 24.4 - 11.8$$

$$fB = 0.59 - 0.59 - 0.59$$

[0144]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	40.762	0.70	1.77250	49.6
2	6.964	3.00		
3*	58.372	0.80	1.54358	55.7
4*	27.330	0.10		
5	15.729	1.40	1.94595	18.0
6	27.891	17.77 - 8.37 - 2.36		
7*	6.173	1.98	1.58989	66.8
8*	-19.384	0.10		
9	7.016	1.72	1.77250	49.6
10	-12.396	1.00	1.80610	33.3
11	3.537	3.73 - 8.09 - 19.15		
12*	32.790	2.00	1.54358	55.7
13*	-13.104	2.52 - 2.40 - 1.40		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0145] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12253×10^{-2}	0.49370×10^{-4}	-0.65575×10^{-6}
4	-1.0	-0.13716×10^{-2}	0.51331×10^{-4}	-0.79703×10^{-6}
7	-1.0	-0.13698×10^{-5}	0.96980×10^{-5}	-0.83521×10^{-6}
8	-1.0	0.14378×10^{-3}	0.13208×10^{-4}	-0.14593×10^{-5}
12	-1.0	-0.15810×10^{-3}	0.38927×10^{-4}	-0.11704×10^{-5}
13	-1.0	0.32188×10^{-4}	0.11336×10^{-4}	0.67536×10^{-6}

Fläche Nr.	A10
4	-0.23075×10^{-9}
12	0.84406×10^{-8}
13	-0.33338×10^{-7}

[Ausführungsbeispiel 5]

[0146] [Fig. 17](#) zeigt die Linsenordnung des fünften Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0147] Die [Fig. 18A](#) bis [Fig. 18D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0148] Die [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0149] Die [Fig. 20A](#) bis [Fig. 20D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 17](#) dargestellten Linsenordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0150] Tabelle 5 zeigt die numerischen Daten des fünften Ausführungsbeispiels.

[0151] Die grundlegende Linsenordnung des fünften Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0152] Die Blende S befindet 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 5]

$$FNO. = 1:2.6 - 3.7 - 5.9$$

$$f = 5.01 - 9.80 - 19.30$$

$$W = 41.3 - 22.8 - 12.0$$

$$fB = 0.59 - 0.59 - 0.59$$

[0153]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	49.757	0.70	1.77250	49.6
2	7.334	3.31		
3*	342.560	0.80	1.54358	55.7
4*	24.928	0.10		
5	19.159	1.40	1.92286	18.9
6	57.522	17.11 - 7.31 - 2.05		
7*	6.314	2.10	1.48749	70.2
8*	-15.433	0.10		
9	5.920	1.80	1.77250	49.6
10	-13.346	0.90	1.80610	33.3
11	3.502	4.08 - 9.91 - 20.07		
12*	30.458	2.00	1.54358	55.7
13*	-12.239	2.49 - 1.98 - 1.40		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0154] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12328×10^{-2}	0.49196×10^{-4}	-0.61129×10^{-6}
4	-1.0	-0.13424×10^{-2}	0.51891×10^{-4}	-0.78426×10^{-6}
7	-1.0	0.13758×10^{-5}	0.12745×10^{-4}	-0.97795×10^{-6}
8	-1.0	0.13378×10^{-3}	0.16080×10^{-4}	-0.13847×10^{-5}
12	-1.0	-0.31294×10^{-4}	0.43480×10^{-4}	-0.87106×10^{-6}
13	-1.0	0.22250×10^{-3}	0.32313×10^{-4}	-0.15637×10^{-6}

Fläche Nr.	A10
4	0.11619×10^{-8}
12	0.22679×10^{-7}
13	0.11000×10^{-7}

[Ausführungsbeispiel 6]

[0155] [Fig. 21](#) zeigt die Linsenordnung des sechsten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0156] Die [Fig. 22A](#) bis [Fig. 22D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0157] Die [Fig. 23A](#) bis [Fig. 23D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0158] Die [Fig. 24A](#) bis [Fig. 24D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 21](#) dargestellten Linsenordnung in

der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0159] Tabelle 6 zeigt die numerischen Daten des sechsten Ausführungsbeispiels.

[0160] Die grundlegende Linsenordnung des sechsten Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie die des ersten Ausführungsbeispiels.

[0161] Die Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 6]

$$\text{FNO.} = 1:2.6 - 3.6 - 5.9$$

$$f = 5.10 - 9.11 - 19.70$$

$$W = 40.5 - 24.7 - 11.8$$

$$fB = 0.59 - 0.59 - 0.59$$

[0162]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	37.577	0.70	1.77250	49.6
2	6.955	3.05		
3*	92.459	0.80	1.54358	55.7
4*	25.183	0.10		
5	16.569	1.40	1.92286	18.9
6	35.468	17.37 – 8.57 – 2.15		
7*	6.225	2.17	1.52500	70.6
8*	-15.760	0.10		
9	6.469	1.70	1.77250	49.6
10	-14.444	1.00	1.80610	33.3
11	3.558	3.79 – 8.64 – 19.52		
12*	28.764	2.00	1.54358	55.7
13*	-13.721	2.55 – 1.99 – 1.40		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0163] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.12271×10^{-2}	0.49395×10^{-4}	-0.62497×10^{-6}
4	-1.0	-0.13508×10^{-2}	0.51684×10^{-4}	-0.79935×10^{-6}
7	-1.0	-0.10773×10^{-4}	0.85317×10^{-5}	-0.10729×10^{-5}
8	-1.0	0.14803×10^{-3}	0.12663×10^{-4}	-0.16805×10^{-5}
12	-1.0	-0.19371×10^{-4}	0.43670×10^{-4}	-0.18640×10^{-5}
13	-1.0	0.12726×10^{-3}	0.30702×10^{-4}	-0.10506×10^{-5}

Fläche Nr.	A10
4	0.40661×10^{-9}
12	0.37838×10^{-7}
13	0.18519×10^{-7}

[Ausführungsbeispiel 7]

[0164] [Fig. 25](#) zeigt die Linsenordnung des siebenten Ausführungsbeispiels des Zoomlinsensystems nach der vorliegenden Erfindung.

[0165] Die [Fig. 26A](#) bis [Fig. 26D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung in

der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0166] Die [Fig. 27A](#) bis [Fig. 27D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung bei einer mittleren Brennweite bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0167] Die [Fig. 28A](#) bis [Fig. 28D](#) zeigen Aberrationen, die in der in [Fig. 25](#) dargestellten Linsenordnung in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bei Aufnahme eines Objektes im Unendlichen auftreten.

[0168] Tabelle 7 zeigt die numerischen Daten des siebenten Ausführungsbeispiels.

[0169] Die grundlegende Linsenordnung des siebenten Ausführungsbeispiels ist die gleiche wie des ersten Ausführungsbeispiels.

[0170] Die Blende S befindet sich 0.600 vor (objektseitig) der zweiten Linsengruppe **20** (Fläche Nr. 7).

[Tabelle 7]

FNO. = 1:2.6 – 3.7 – 5.8

f = 4.74 – 9.20 – 18.00

W = 39.6 – 23.1 – 12.2

fB = 0.59 – 0.59 – 0.59

[0171]

Fläche Nr.	r	d	Nd	v
1	16.808	0.70	1.77250	49.6
2	6.033	3.61		
3*	57.705	0.80	1.54358	55.7
4*	14.322	0.10		
5	22.364	1.40	1.94595	18.0
6	79.708	16.38	7.12	2.37
7*	6.445	2.19	1.58989	66.8
8*	-17.226	0.10		
9	7.599	1.73	1.80400	46.6
10	-8.392	1.00	1.80610	33.3
11	3.779	3.68 – 9.10 – 18.85		
12*	23.045	1.80	1.54358	55.7
13*	-13.320	2.41 – 2.04 – 1.20		
14	∞	0.50	1.51633	64.1
15	∞	0.51		
16	∞	0.50	1.51633	64.1
17	∞	-		

Das Symbol * bezeichnet die asphärische Fläche, die rotationssymmetrisch zur optischen Achse ist.

[0172] Asphärenflächendaten (die nicht angegebenen Asphärenflächendaten sind Null (0.00)):

Fläche Nr.	K	A4	A6	A8
3	-1.0	-0.22996×10^{-2}	0.10119×10^{-3}	-0.14081×10^{-5}
4	-1.0	-0.25663×10^{-2}	0.11319×10^{-3}	-0.19374×10^{-5}
7	-1.0	-0.78146×10^{-4}	0.24662×10^{-4}	-0.49952×10^{-6}
8	-1.0	0.16441×10^{-3}	0.36186×10^{-4}	-0.17121×10^{-5}
12	-1.0	-0.38466×10^{-6}	0.56899×10^{-5}	0.50147×10^{-6}
13	-1.0	0.26043×10^{-3}	-0.20930×10^{-4}	0.21761×10^{-5}

Fläche Nr.	A10
4	0.14461×10^{-8}
12	0.44400×10^{-8}
13	-0.31442×10^{-7}

[0173] Die numerischen Werte jeder Bedingung sind für die einzelnen Ausführungsbeispiele in Tabelle 8 gezeigt.

[Tabelle 8]

	Bed.(1)	Bed.(2)	Bed.(3)	Bed.(4)	Bed.(5)	Bed.(6)
Bspl.1	0.558	0.685	81.6	3.615	1.109	18.9
Bspl.2	0.749	0.611	70.2	3.709	1.079	18.9
Bspl.3	0.859	0.617	70.2	3.613	1.107	21.3
Bspl.4	0.362	0.609	66.8	3.549	1.087	18.0
Bspl.5	0.864	0.662	70.2	3.525	1.094	18.9
Bspl.6	0.572	0.616	70.6	3.537	1.092	18.9
Bspl.7	0.602	0.651	66.8	3.429	1.107	18.0

[0174] Wie aus Tabelle 8 hervorgeht, erfüllen das erste bis siebente Ausführungsbeispiel die Bedingungen (1) bis (5). Ferner geht aus den Aberrationsdiagrammen hervor, dass die verschiedenartigen Aberrationen gut korrigiert sind.

[0175] Nach der vorliegenden Erfindung kann ein negativ-geführtes Zoomlinsensystem, das drei Linsengruppen enthält und ein Zoomverhältnis von etwa 4 aufweist, angegeben werden, das im Stande ist, Aberrationen geeignet zu korrigieren und einen Zoombereich ausgehend von der Weitwinkel-Grenzeinstellung (kurzbrennweitige Grenzeinstellung) bis zur Tele-Grenzeinstellung (langbrennweitige Grenzeinstellung) abzudecken.

[0176] An den speziellen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung, die hier beschrieben sind, können naheliegende Änderungen vorgenommen werden; solche Abwandlungen liegen innerhalb des Schutzbereichs der beanspruchten Erfindung. Es wird darauf hingewiesen, dass der hier beschriebene Sachverhalt illustrativ zu verstehen ist und den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung nicht beschränkt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2005-70696 [\[0004\]](#)
- JP 2005-37727 [\[0004\]](#), [\[0007\]](#)
- JP 2005-70969 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Zoomlinsensystem, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält, wobei sich bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegen; wobei die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein negatives zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält; und wobei das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung erfüllt:

$$0.5 < (r_a - r_b)/(r_a + r_b) < 1.2$$

worin

r_a den Krümmungsradius der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet; und

r_b den Krümmungsradius der bildseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

2. Zoomlinsensystem nach Anspruch 1, wobei die negative erste Linsengruppe die folgende Bedingung erfüllt:

$$v_1 - 3 < 23$$

worin

$v_1 - 3$ die Abbe-Zahl des positiven dritten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

3. Zoomlinsensystem nach Anspruch 1, wobei die positive dritte Linsengruppe ein bikonvexes Linsenelement enthält, das aus Kunstharz gefertigt ist und als Fokussierlinsengruppe dient.

4. Zoomlinsensystem, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält, wobei sich bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung die negative erste Linsengruppe zuerst zum Bild hin bewegt und anschließend zum Objekt hin bewegt, sich die positive zweite Linsengruppe monoton zum Objekt hin bewegt und sich die positive dritte Linsengruppe monoton zum Bild hin bewegt; und wobei das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung erfüllt:

$$0.5 < f_2/f_3 < 0.9$$

worin

f_2 die Brennweite der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet; und

f_3 die Brennweite der positiven dritten Linsengruppe bezeichnet.

5. Zoomlinsensystem nach Anspruch 4, wobei die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält;

wobei die negative erste Linsengruppe die folgende Bedingung erfüllt:

$$v_1 - 3 < 23$$

wobei

$v_1 - 3$ die Abbe-Zahl des positiven dritten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

6. Zoomlinsensystem nach Anspruch 4, wobei die positive dritte Linsengruppe ein bikonvexes Linsenelement enthält, das aus Kunstharz gefertigt ist und als Fokussierlinsengruppe dient.

7. Zoomlinsensystem, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine

positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält, wobei sich bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegen; wobei die positive zweite Linsengruppe ein positives viertes Sublinsenelement mit mindestens einer asphärischen Fläche, ein positives fünftes Sublinsenelement und ein negatives sechstes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält; wobei das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung erfüllt:

$$v_2 - 1 > 60$$

worin

$v_2 - 1$ die Abbe-Zahl des positiven vierten Sublinsenelementes der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet.

8. Zoomlinsensystem nach Anspruch 7, wobei die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche hat, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält; und wobei die negative erste Linsengruppe die folgende Bedingung erfüllt:

$$v_1 - 3 < 23$$

worin

$v_1 - 3$ die Abbe-Zahl des positiven dritten Linsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

9. Zoomlinsensystem nach Anspruch 7, wobei die positive dritte Linsengruppe ein bikonvexes Linsenelement enthält, das aus Kunstharz gefertigt ist und als Fokussierlinsengruppe dient.

10. Zoomlinsensystem, das eine negative erste Linsengruppe, eine positive zweite Linsengruppe und eine positive dritte Linsengruppe in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält, wobei sich bei der Brennweitenänderung aus der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung in die langbrennweitige Grenzeinstellung die negative erste Linsengruppe, die positive zweite Linsengruppe und die positive dritte Linsengruppe jeweils längs der optischen Achse bewegen; wobei sich die positive zweite Linsengruppe monoton zum Objekt hin bewegt und sich die positive dritte Linsengruppe monoton zum Bild hin bewegt; und wobei das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung erfüllt:

$$3.2 < m_{2t}/m_{2w} < 4.0$$

$$1.05 < m_{3t}/m_{3w} < 1.4$$

worin

m_{2t} den Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist;

m_{2w} den Abbildungsmaßstab der positiven zweiten Linsengruppe in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist;

m_{3t} den Abbildungsmaßstab der positiven dritten Linsengruppe in der langbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist; und

m_{3w} den Abbildungsmaßstab der positiven dritten Linsengruppe in der kurzbrennweitigen Grenzeinstellung bezeichnet, wenn auf das Objekt im Unendlichen fokussiert ist.

11. Zoomlinsensystem nach Anspruch 10, wobei die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält; und wobei die negative erste Linsengruppe die folgende Bedingung erfüllt:

$$v_1 - 3 < 23$$

worin

v1 – 3 die Abbe-Zahl des positiven dritten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

12. Zoomlinsensystem nach Anspruch 10, wobei die negative erste Linsengruppe ein negatives erstes Sublinsenelement, ein zweites Sublinsenelement, das eine negative, schwache Brechkraft und mindestens eine asphärische Fläche aufweist, und ein positives drittes Sublinsenelement in dieser Reihenfolge vom Objekt her enthält; und

wobei das zweite Sublinsenelement die folgende Bedingung erfüllt:

$$0.5 < (r_a - r_b)/(r_a + r_b) < 1.2$$

worin

r_a den Krümmungsradius der objektseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet; und

r_b den Krümmungsradius der bildseitigen Fläche des zweiten Sublinsenelementes der negativen ersten Linsengruppe bezeichnet.

13. Zoomlinsensystem nach Anspruch 10, wobei das Zoomlinsensystem die folgende Bedingung erfüllt:

$$0.5 < f_2/f_3 < 0.9$$

worin

f_2 die Brennweite der positiven zweiten Linsengruppe bezeichnet; und

f_3 die Brennweite der positiven dritten Linsengruppe bezeichnet.

14. Zoomlinsensystem nach Anspruch 10, wobei das positive vierte Sublinsenelement der positiven zweiten Linsengruppe auf beiden Linsenflächen asphärisch ausgebildet ist.

15. Zoomlinsensystem nach Anspruch 10, wobei die positive dritte Linsengruppe ein bikonvexes Linsenelement enthält, das aus Kunstharz gefertigt ist und als Fokussierlinsengruppe dient.

16. Elektronisches Abbildungsgerät mit einer Abbildungsvorrichtung, auf der durch das Zoomlinsensystem nach Anspruch 1 ein Bild erzeugt wird.

17. Elektronisches Abbildungsgerät mit einer Abbildungsvorrichtung, auf der durch das Zoomlinsensystem nach Anspruch 4 ein Bild erzeugt wird.

18. Elektronisches Abbildungsgerät mit einer Abbildungsvorrichtung, auf der durch das Zoomlinsensystem nach Anspruch 17 ein Bild erzeugt wird.

19. Elektronisches Abbildungsgerät mit einer Abbildungsvorrichtung, auf der durch das Zoomlinsensystem nach Anspruch 10 ein Bild erzeugt wird.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

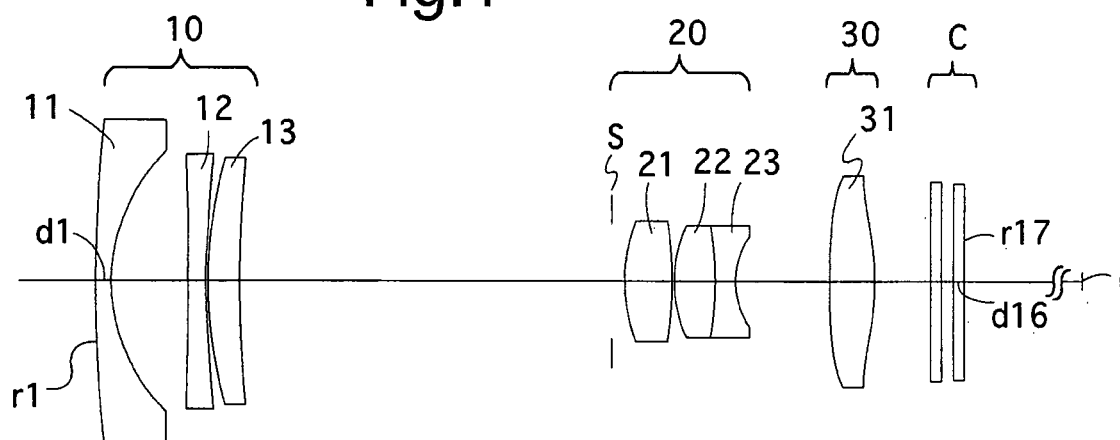


Fig. 2A

Fno=1: 2.6

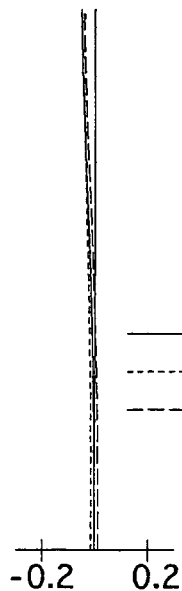
SPHÄRISCHE
ABERRATIONCHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 2B

W=41.4

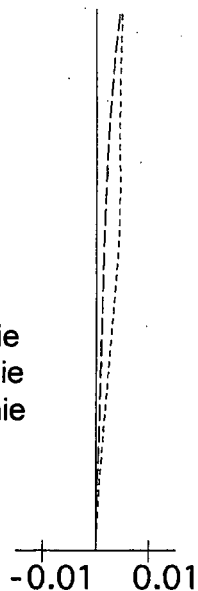
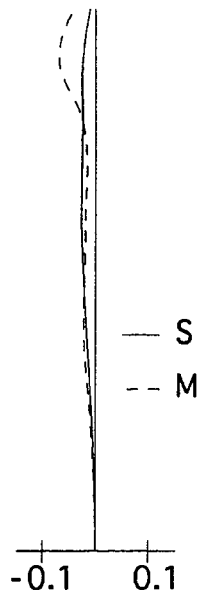
CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 2C

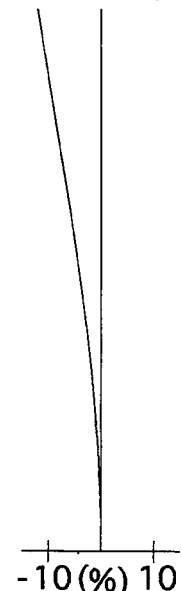
W= 41.4



ASTIGMATISMUS

Fig. 2D

W=41.4



VERZEICHNUNG

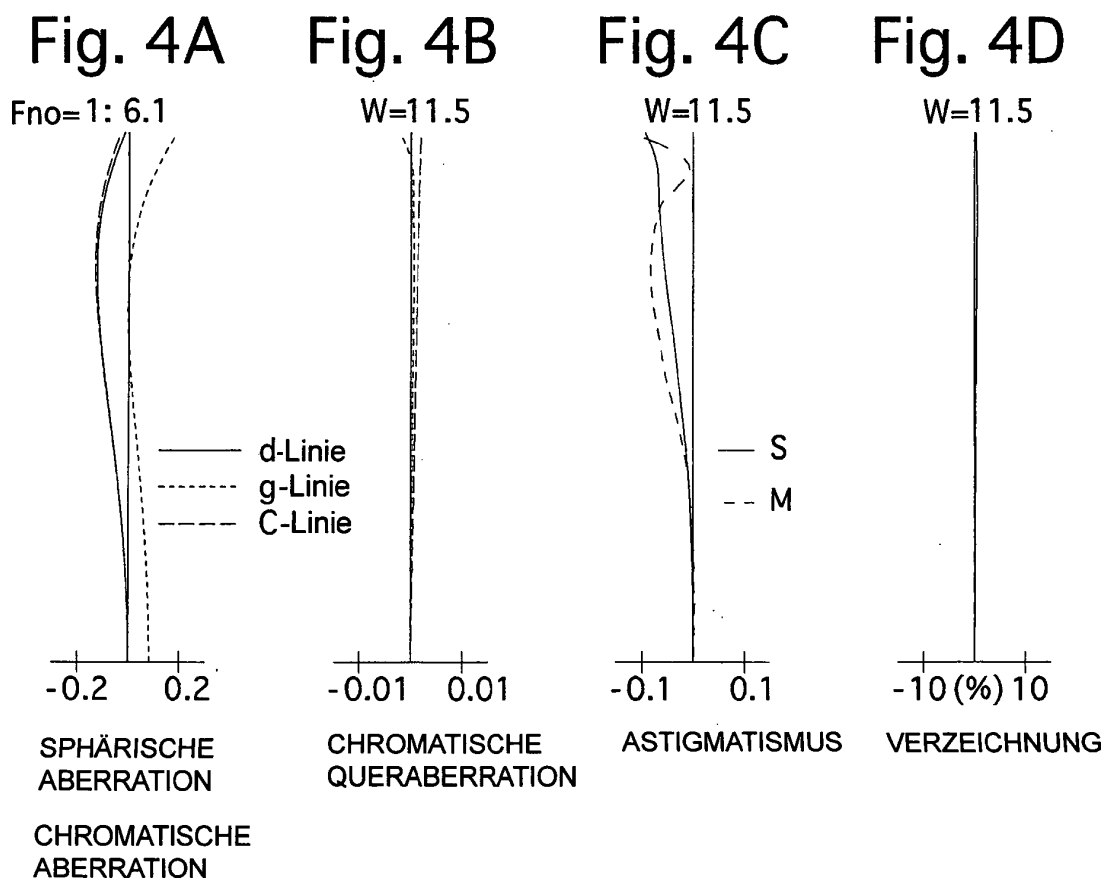
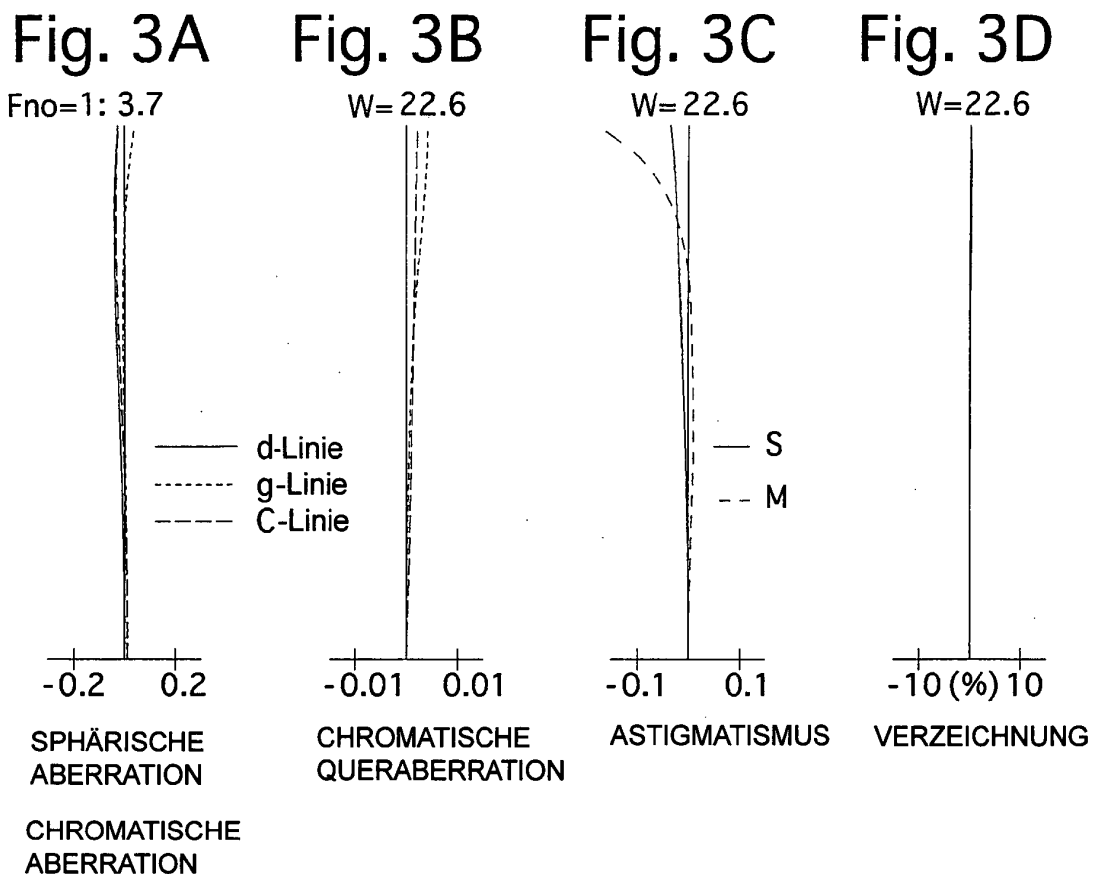


Fig.5

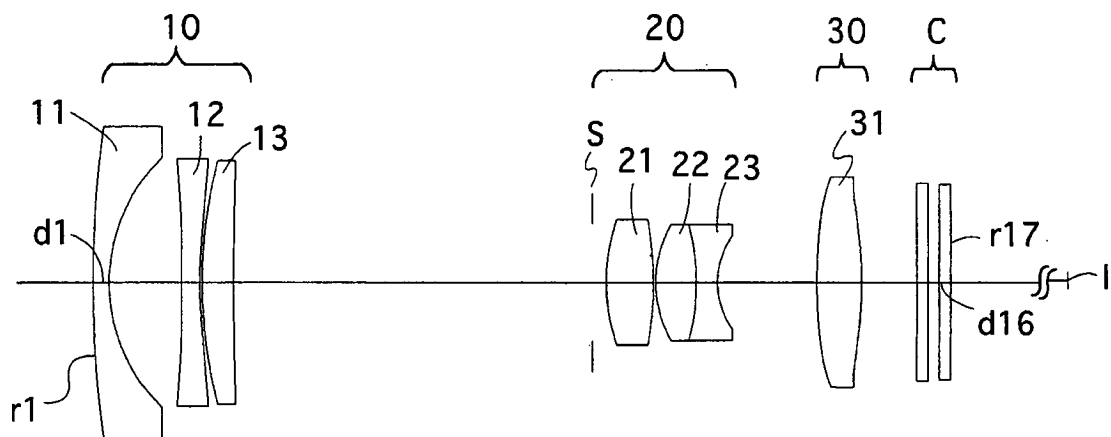
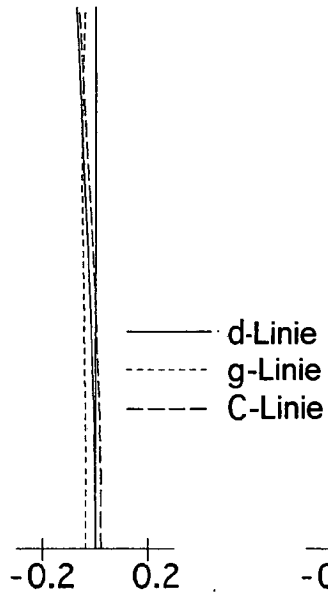


Fig. 6A

Fno=1: 2.6

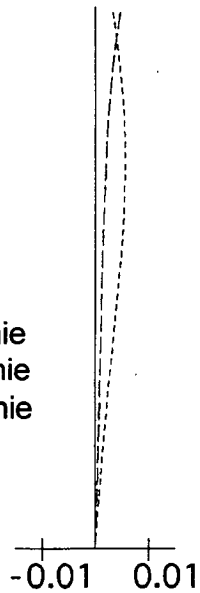


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 6B

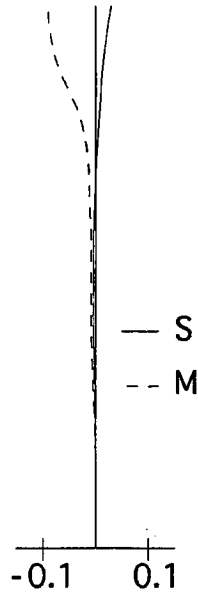
W=42.0



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 6C

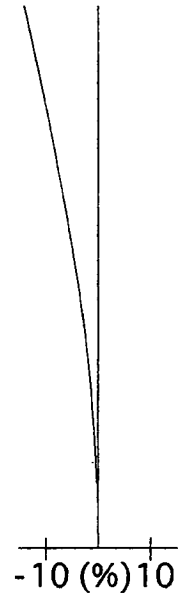
W= 42.0



ASTIGMATISMUS

Fig. 6D

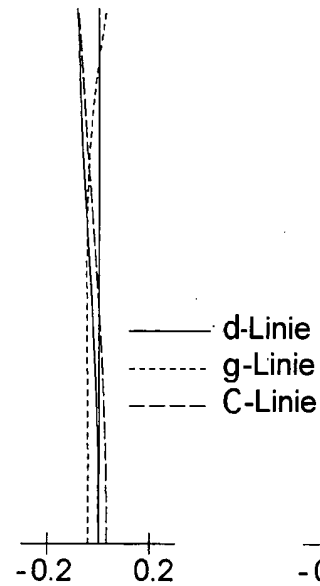
W= 42.0



VERZEICHNUNG

Fig. 7A

Fno= 1: 3.7

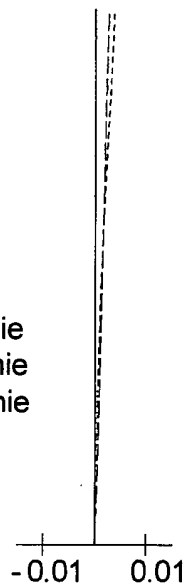


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 7B

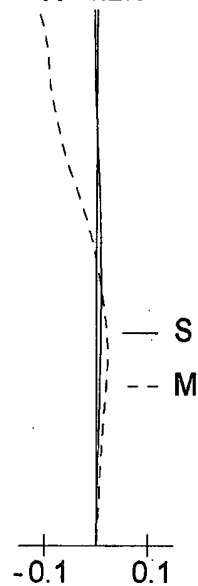
W= 22.9



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 7C

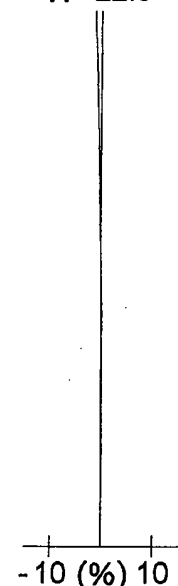
W= 22.9



ASTIGMATISMUS

Fig. 7D

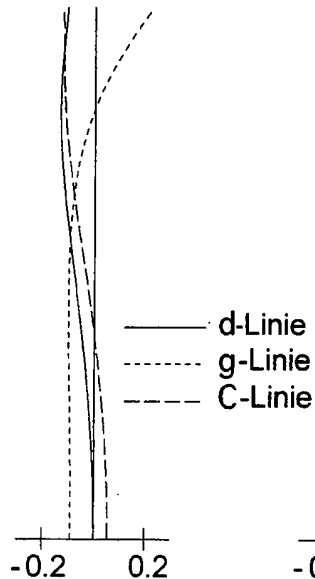
W= 22.9



VERZEICHNUNG

Fig. 8A

Fno= 1: 6.1

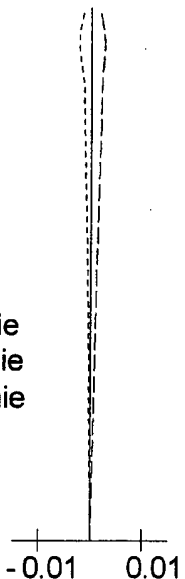


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 8B

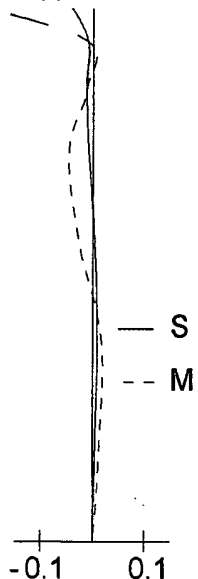
W= 11.5



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 8C

W= 11.5



ASTIGMATISMUS

Fig. 8D

W= 11.5



VERZEICHNUNG

Fig.9

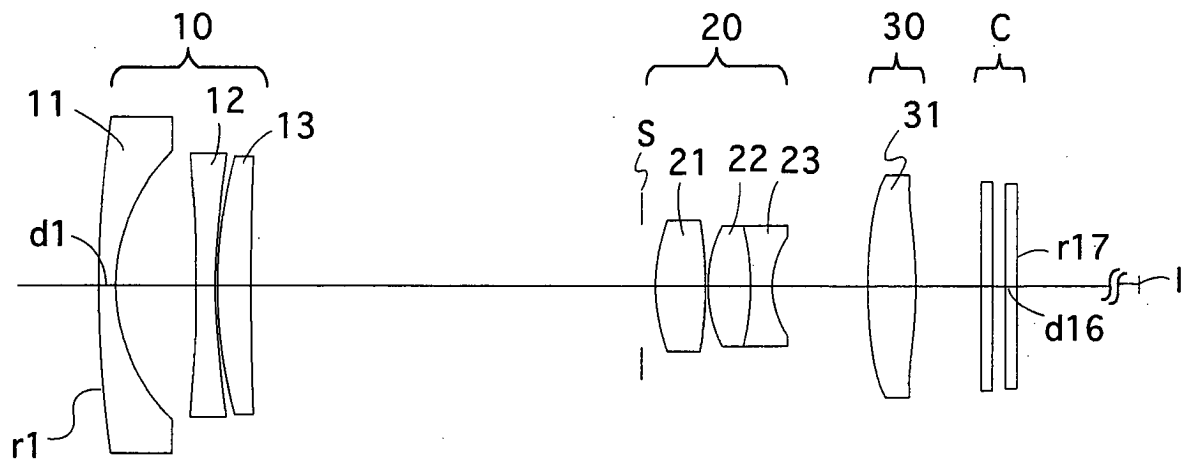
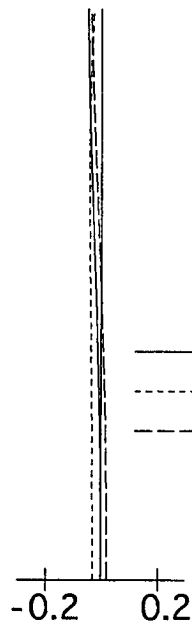


Fig. 10A

Fno=1: 2.6

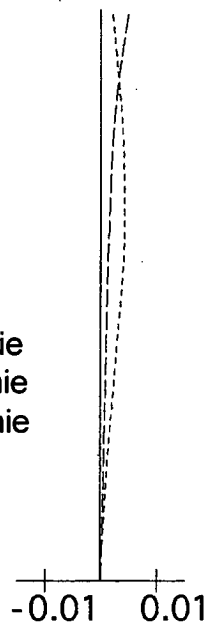


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 10B

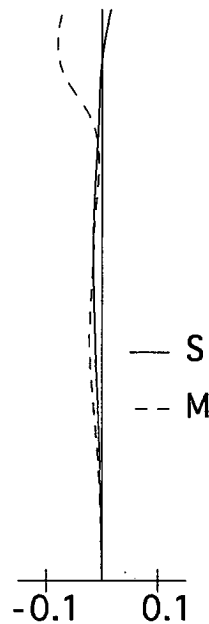
W=42.0



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 10C

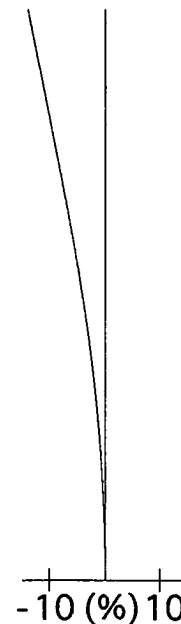
W=42.0



ASTIGMATISMUS

Fig. 10D

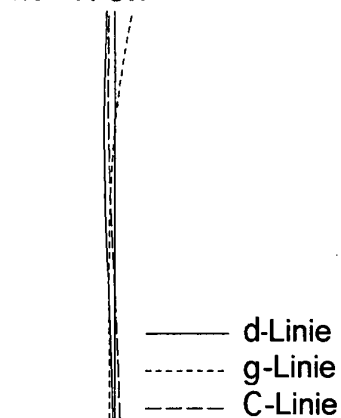
W=42.0



VERZEICHNUNG

Fig. 11A

Fno=1: 3.7



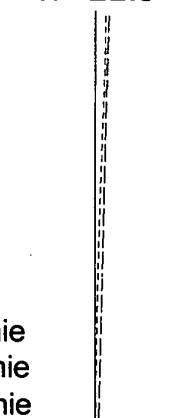
-0.2 0.2

SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 11B

W=22.9

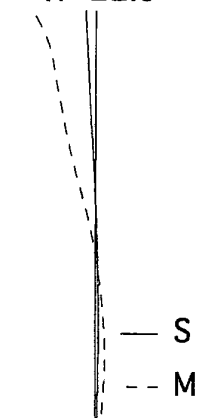


-0.01 0.01

CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 11C

W=22.9

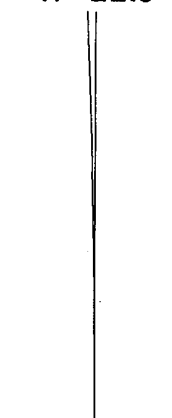


-0.1 0.1

ASTIGMATISMUS

Fig. 11D

W=22.9

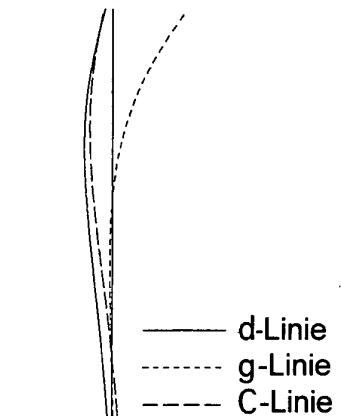


-10(%) 10

VERZEICHNUNG

Fig. 12A

Fno=1: 6.1



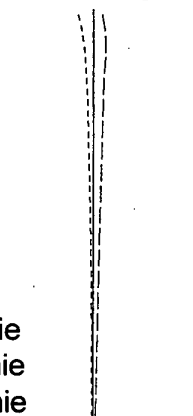
-0.2 0.2

SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 12B

W=11.5

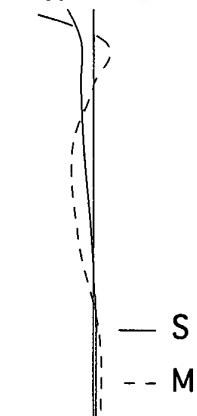


-0.01 0.01

CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 12C

W=11.5



-0.1 0.1

ASTIGMATISMUS

Fig. 12D

W=11.5



-10(%) 10

VERZEICHNUNG

Fig. 13

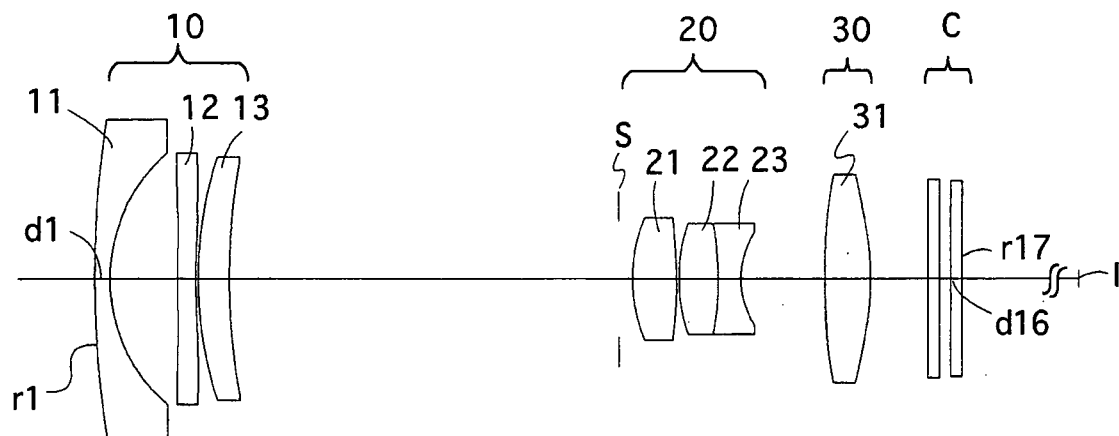
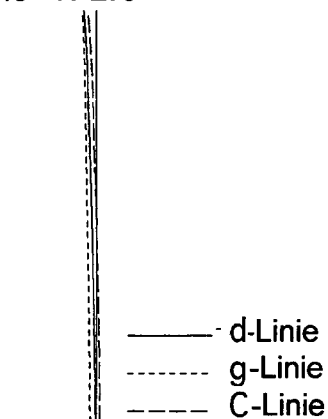


Fig. 14A

$F_{no}=1: 2.6$

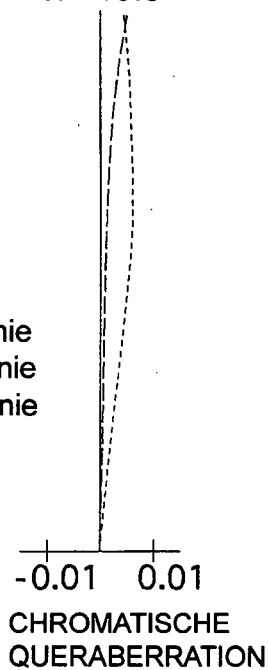


-0.2 0.2
SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 14B

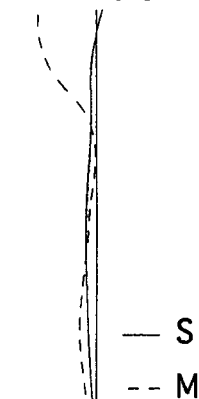
$W=40.5$



-0.01 0.01
CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 14C

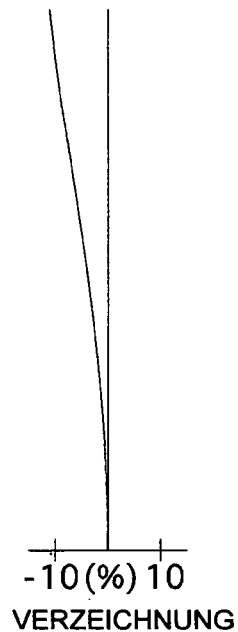
$W=40.5$



-0.1 0.1
ASTIGMATISMUS

Fig. 14D

$W=40.5$



-10(%) 10
VERZEICHUNG

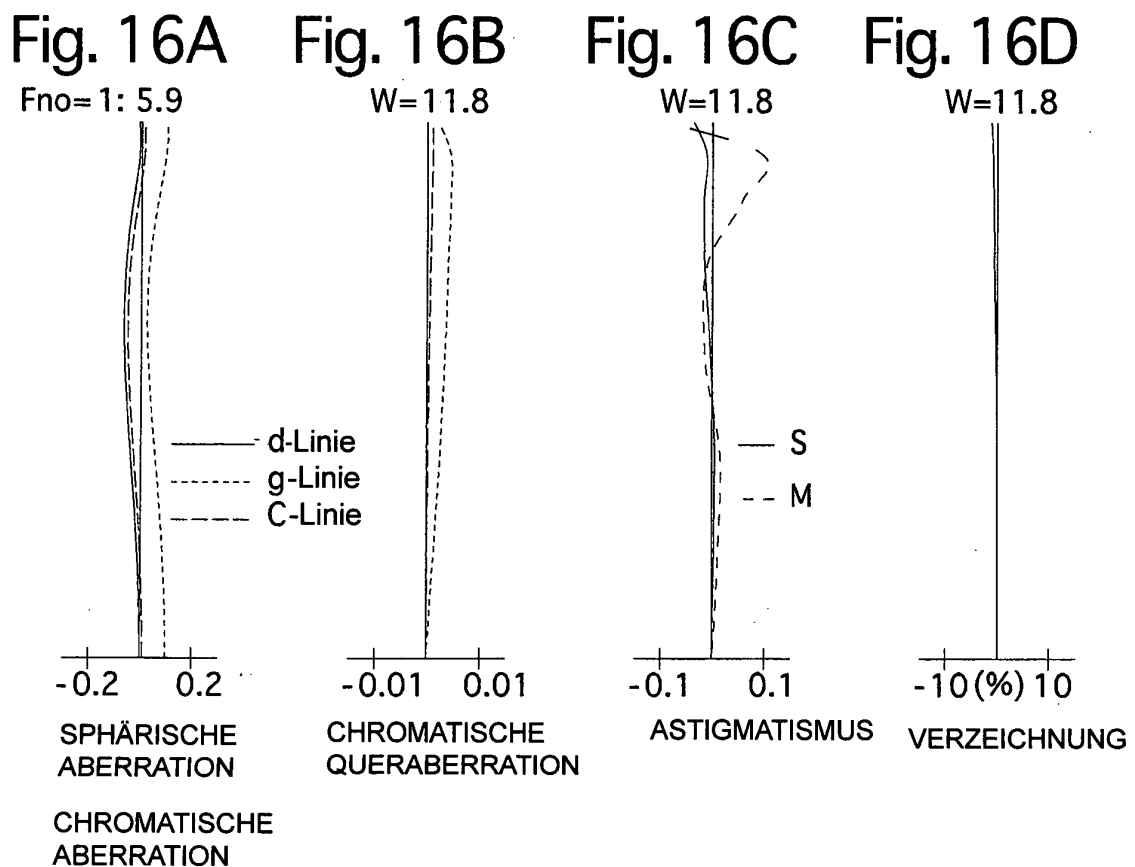
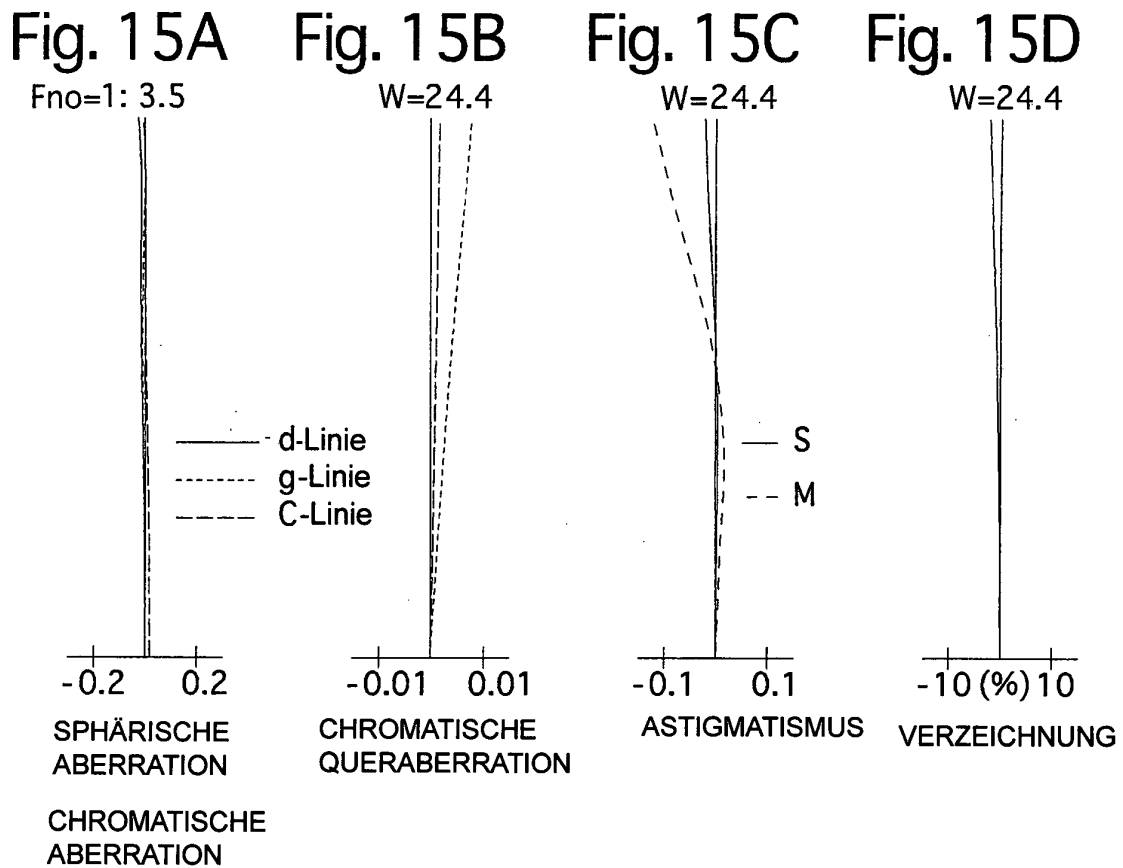


Fig.17

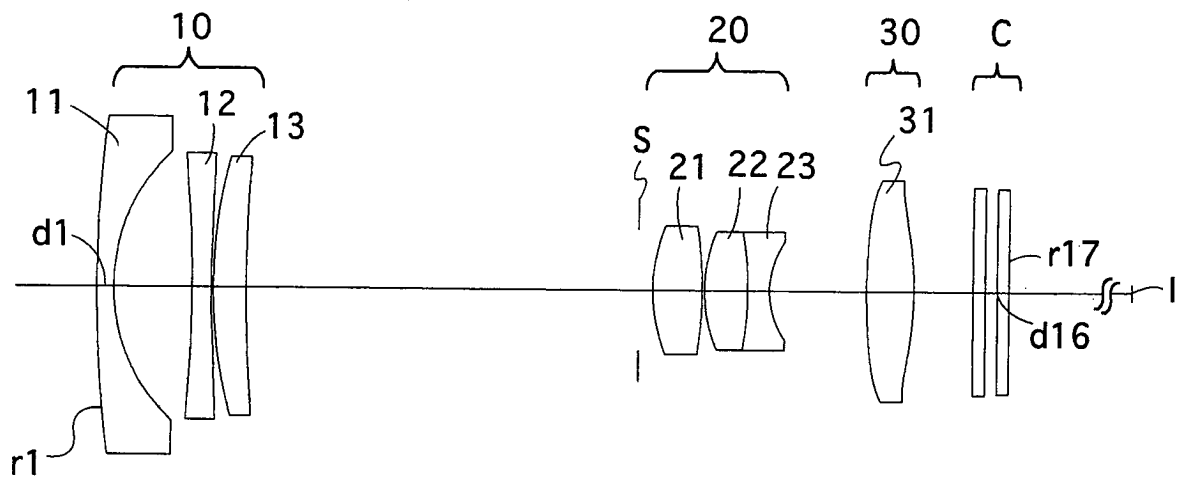
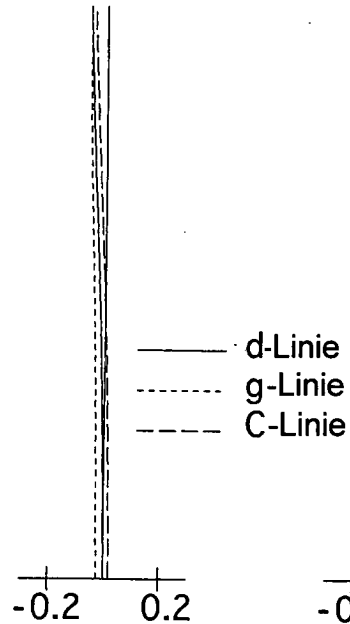


Fig. 18A

Fno=1: 2.6

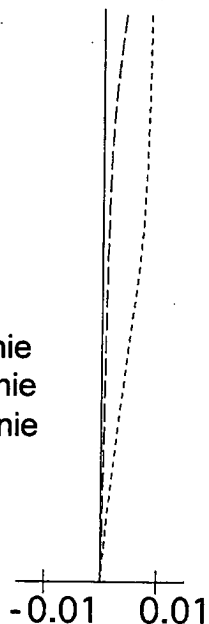


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 18B

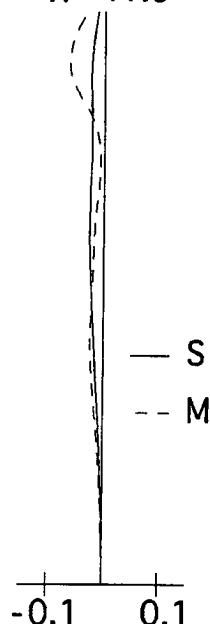
W=41.3



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 18C

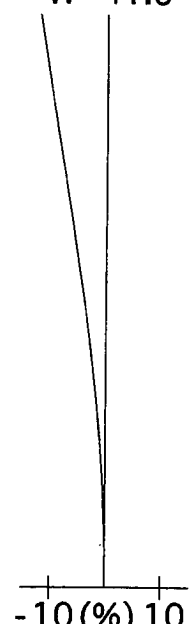
W=41.3



ASTIGMATISMUS

Fig. 18D

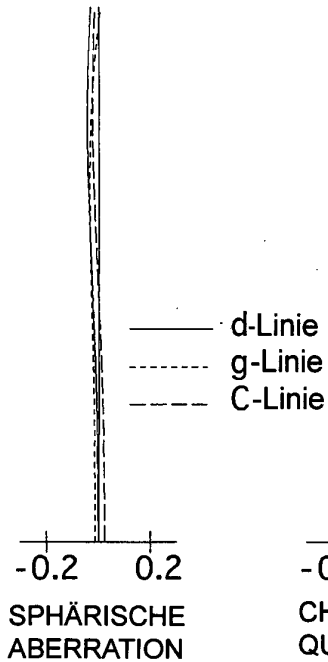
W=41.3



VERZEICHNUNG

Fig. 19A

$F_{no} = 1:3.7$



CHROMATISCHE ABERRATION

Fig. 19B

$W = 22.8$

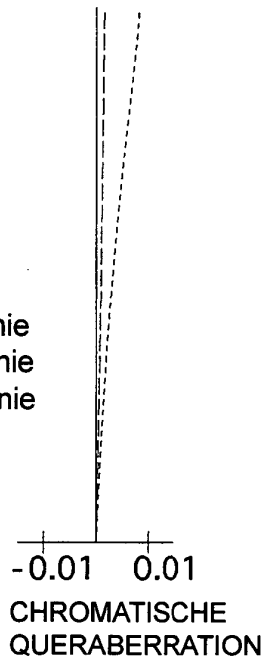


Fig. 19C

$W = 22.8$

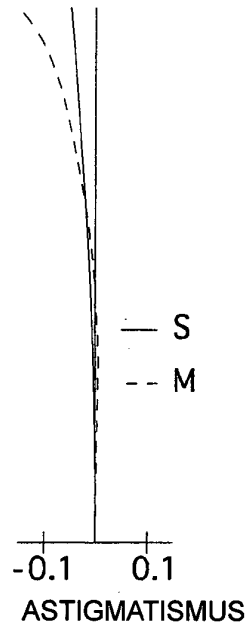


Fig. 19D

$W = 22.8$

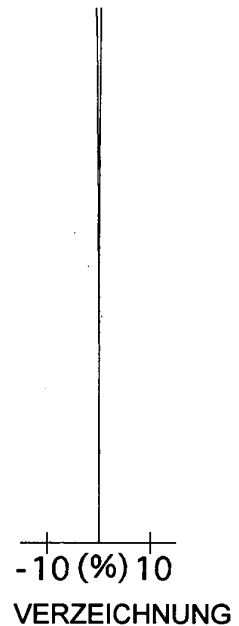
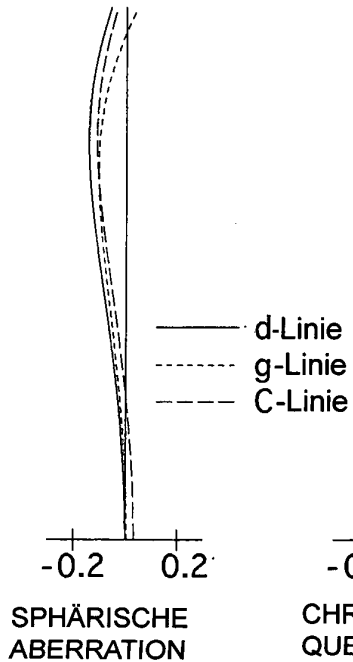


Fig. 20A

$F_{no} = 1:5.9$



CHROMATISCHE ABERRATION

Fig. 20B

$W = 12.0$

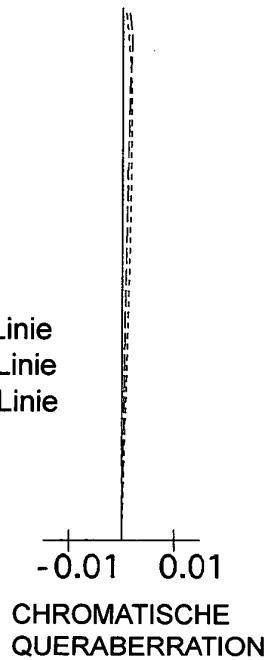


Fig. 20C

$W = 12.0$

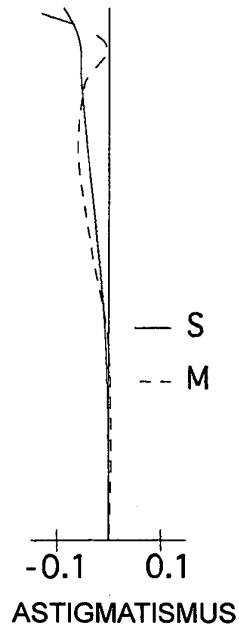


Fig. 20D

$W = 12.0$

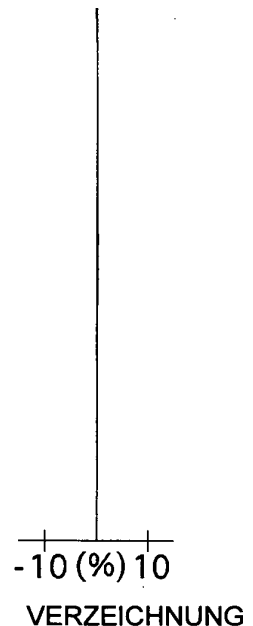


Fig.21

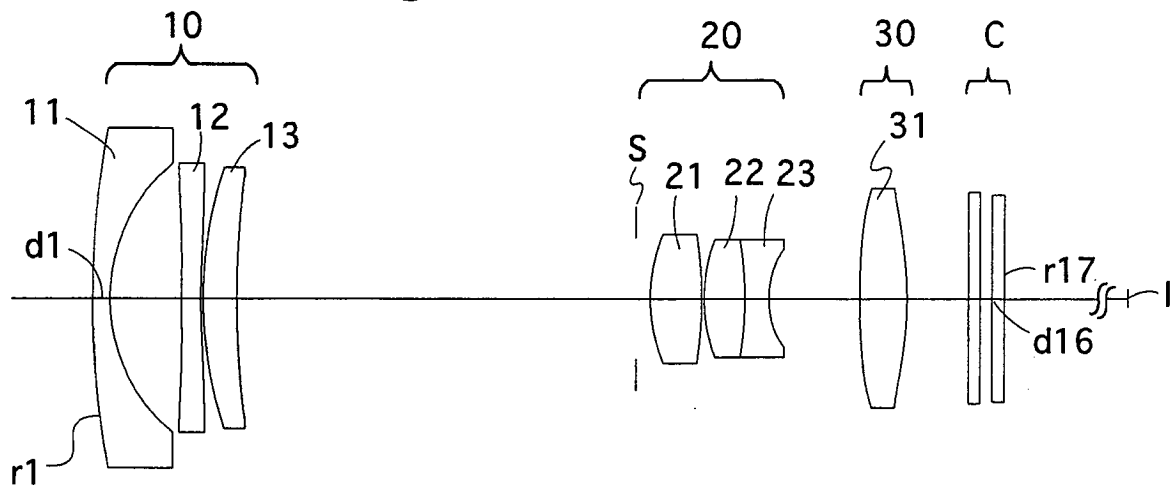
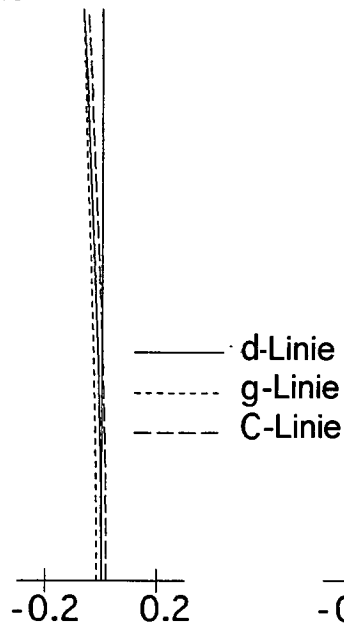


Fig. 22A

Fno= 1: 2.6

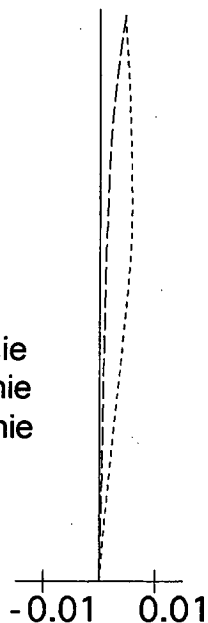


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 22B

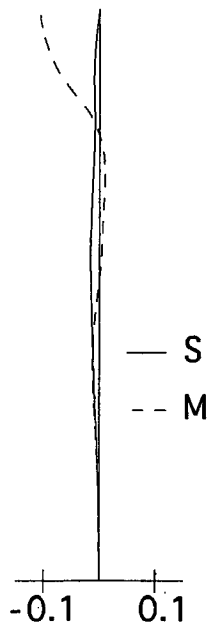
W=40.5



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 22C

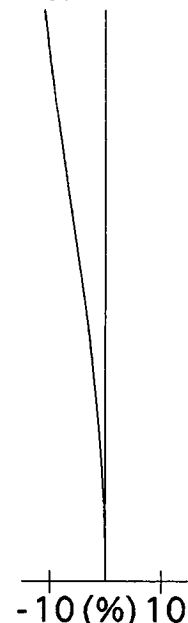
W=40.5



ASTIGMATISMUS

Fig. 22D

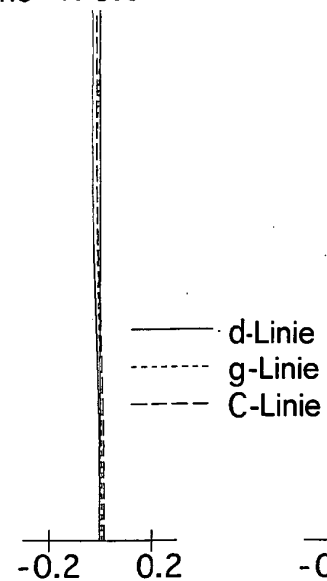
W=40.5



VERZEICHNUNG

Fig. 23A

Fno=1: 3.6

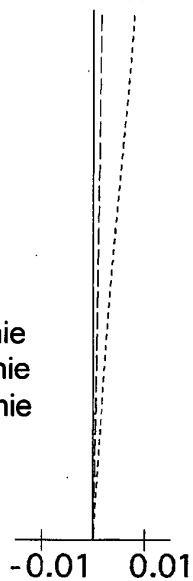


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 23B

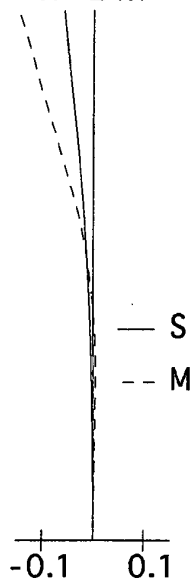
W=24.7



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 23C

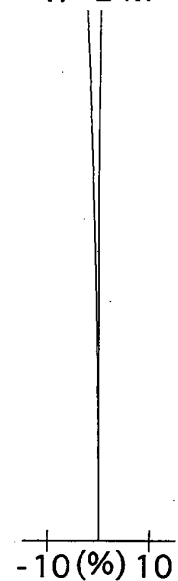
W=24.7



ASTIGMATISMUS

Fig. 23D

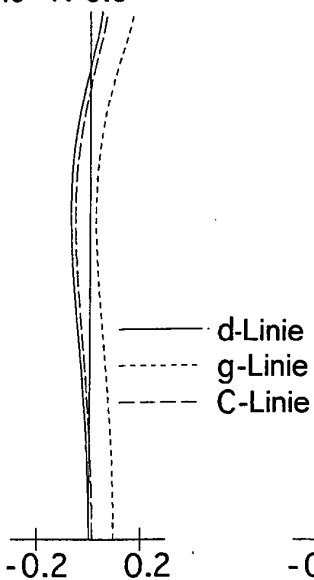
W=24.7



VERZEICHNUNG

Fig. 24A

Fno=1: 5.9

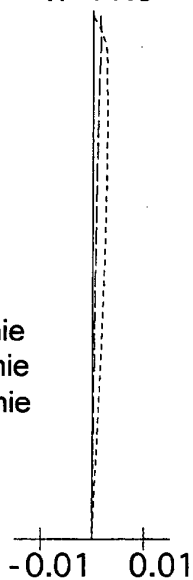


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 24B

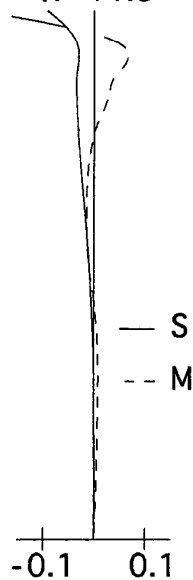
W=11.8



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 24C

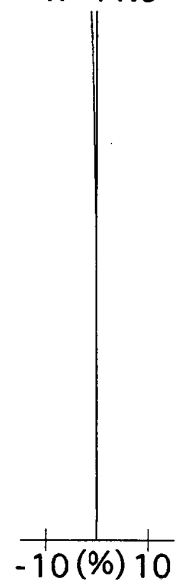
W=11.8



ASTIGMATISMUS

Fig. 24D

W=11.8



VERZEICHNUNG

Fig.25

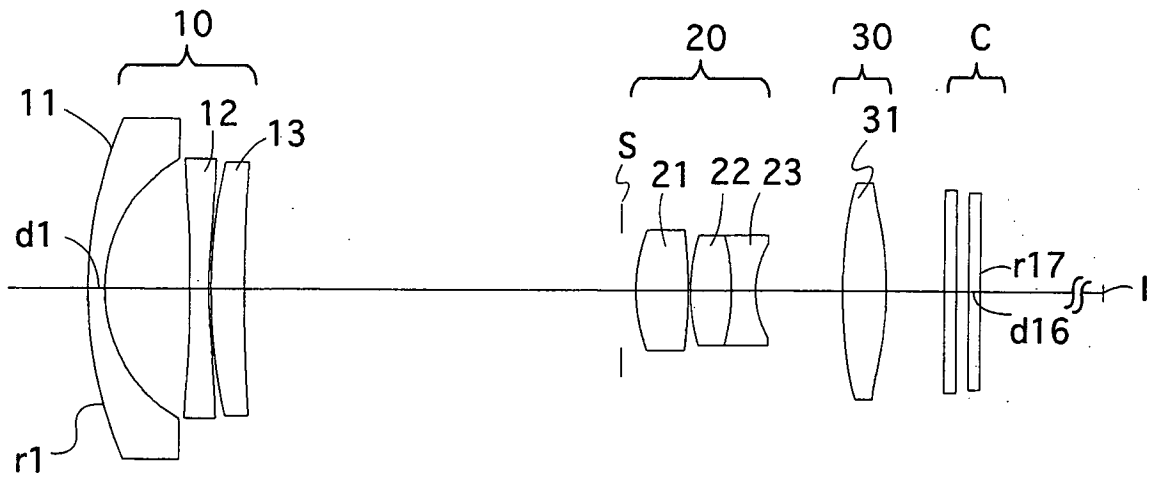
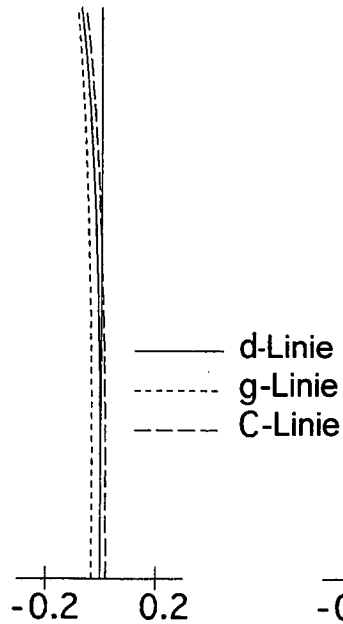


Fig. 26A

Fno= 1: 2.6

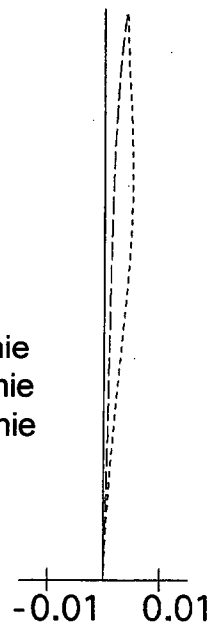


SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 26B

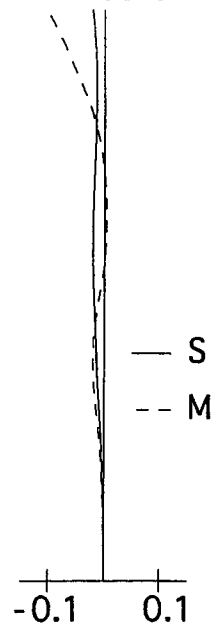
W=39.6



CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 26C

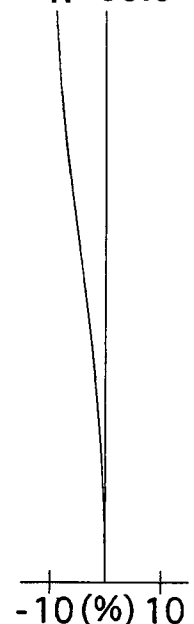
W= 39.6



ASTIGMATISMUS

Fig. 26D

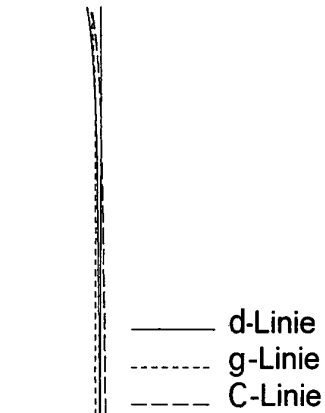
W=39.6



VERZEICHNUNG

Fig. 27A

Fno=1: 3.7



-0.2 0.2

SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 27B

W= 23.1

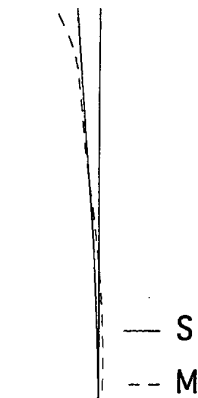


-0.01 0.01

CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 27C

W=23.1

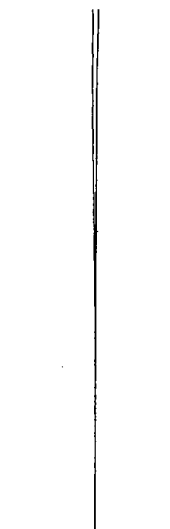


-0.1 0.1

ASTIGMATISMUS

Fig. 27D

W=23.1

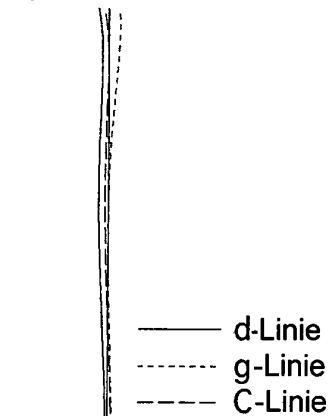


-10 (%) 10

VERZEICHNUNG

Fig. 28A

Fno=1: 5.8



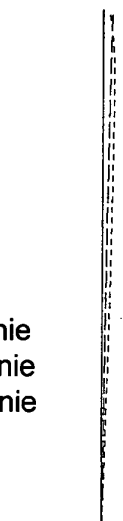
-0.2 0.2

SPHÄRISCHE
ABERRATION

CHROMATISCHE
ABERRATION

Fig. 28B

W=12.2

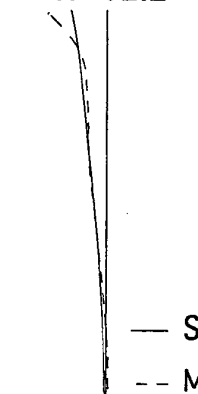


-0.01 0.01

CHROMATISCHE
QUERABERRATION

Fig. 28C

W=12.2

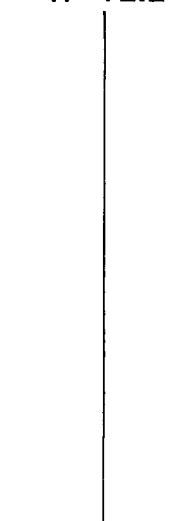


-0.1 0.1

ASTIGMATISMUS

Fig. 28D

W=12.2



-10 (%) 10

VERZEICHNUNG

Fig.29

