



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **235 122 B1**

4(51) G 02 B 15/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP G 02 B / 273 668 2	(22)	01.03.85	(45)	01.06.88
				(44)	23.04.86

(71)	VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD
(72)	Schneider, Utz, Dipl.-Ing.; Tautz, Volker, Dr. Dipl.-Ing.; Holota, Karin, Dipl.-Phys., DD

(54) **Fotografisches Objektiv mit variabler Brennweite**

Patentansprüche:

Fotografisches Objektiv mit variabler Brennweite, insbesondere zur Anwendung in Kleinbildkameras, mit einem Brennweitenbereich vom 0,8fachen bis zum 1,6fachen der ausgezeichneten Bildfelddiagonale, das aus einer vorderen beweglichen negativen Linsengruppe, aus einer hinteren beweglichen positiven Linsengruppe und wahlweise einer Planplatte aufgebaut ist, wobei die vordere negative Linsengruppe aus zwei negativen Menisken und einem positiven Meniskus aufgebaut ist und die hintere positive Linsengruppe aus einem bikonvexen Kittglied besteht, dessen Kittfläche konzentrisch zur vorderen Linsengruppe ist, weiter aus einem positiven Meniskus, einer bikonkaven Negativlinse und einer bikonvexen Positivlinse besteht, und wahlweise eine Planplatte das optische System vor einer Bildebene abschließt, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Objektiv nach folgenden Konstruktionsdaten aufgebaut ist:

Tabelle

$f' = 1,0-1,9$ Radien	$k = 2,7-3,6$ Dicken Abstände	$2\delta = 63,4^\circ-35,1^\circ$ n_e	γ_e
$r_1 = +1,1125$	$d_1 = 0,1801$	1,68101	54,74
$r_2 = +0,6125$	$l_1 = 0,2355$		
$r_3 = +11,6930$	$d_2 = 0,0693$	1,69649	53,29
$r_4 = +0,8971$	$l_2 = 0,0845$		
$r_5 = +0,8345$	$d_3 = 0,1227$	1,65221	33,62
$r_6 = +2,5444$	$l_3 = 0,8872-0,0150$		
$r_7 = +1,0726$	$d_4 = 0,1801$	1,60588	60,71
$r_8 = -1,0726$	$d_5 = 0,0707$	1,76167	27,33
$r_9 = -2,2043$	$l_4 = 0,0028$		
$r_{10} = +0,7351$	$d_6 = 0,1222$	1,66640	56,14
$r_{11} = +2,6640$	$l_5 = 0,1136$		
$r_{12} = -1,7686$	$d_7 = 0,1025$	1,66885	35,62
$r_{13} = +0,5961$	$l_6 = 0,0887$		
$r_{14} = +5,0695$	$d_8 = 0,1070$	1,66151	50,57
$r_{15} = -0,9217$	$l_7 < 0$		
$r_{16} = \infty$	$d_9 = 0,1108$	1,51859	63,87
$r_{17} = \infty$			

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung kann für lichtstarke Objektive für fotografische Zwecke, besonders für Kleinbildkameras $24 \times 36 \text{ mm}^2$ mit einem Brennweitenbereich vom 0,8fachen bis zum 1,6fachen der ausgezeichneten Bildfelddiagonale angewandt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Objektive für den Anwendungszweck in der Kleinbildfotografie, die sich durch eine Auflösung der Bildelemente bei ausreichend gutem Kontrast auszeichnen, sind bekannt geworden. Solche Objektive bestehen aus einer vorderen negativen Linsengruppe und einer hinteren positiven Linsengruppe und sind z. B. in DOS 2601499 oder US 4266860 beschrieben.

Hiervon sind Objektive bekannt, bei denen die erste Linse der vorderen Baugruppe eine Positivlinse ist (z. B. DOS 2557547 oder DOS 2720986). Dieser Aufbau führt bei einer gleichmäßig guten Korrektur der Abbildungsfehler zu einem großen Durchmesser der Frontlinse.

Weiter sind z. B. aus US 4155629, DE-OS 3110772 oder DOS 2727636 Objektive bekannt, die als erste Linse des vorderen Gliedes eine Negativlinse enthalten. Sie zeichnen sich entweder durch eine sehr starke Änderung der Aberrationen beim Ändern der Brennweite aus, haben eine große Baulänge, verfügen nicht über eine ausreichende Öffnung, besitzen eine relativ große Verzeichnung in der Weitwinkelstellung oder enthalten Linsen aus hochbrechenden Lanthangläsers.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein relativ lichtstarkes Objektiv für fotografische Zwecke anzugeben, dessen Brennweite im Bereich vom 0,8fachen bis zum 1,6fachen der ausgezeichneten Bildfelddiagonale variabel ist, dessen relative Öffnung in der Weitwinkelstellung größer als 1:2,8 ist, bei dem die Aberrationen über den Brennweitenbereich gleichmäßig gut korrigiert sind und keine hochbrechende, technologisch aufwendige Lanthangläser zum Einsatz gelangen sowie ein relativ einfacher Aufbau vorliegt.

Diese Aufgabe löst ein fotografisches Objektiv mit variabler Brennweite erfindungsgemäß dadurch, daß das Objektiv aus einer beweglichen negativen Linsengruppe, einer beweglichen positiven Linsengruppe und einer Planplatte aufgebaut ist.

Die negative Linsengruppe besteht aus zwei negativen Menisken und einem positiven Meniskus, die alle konzentrisch zur positiven Linsengruppe angeordnet sind. Diese besteht aus einem bikonvexen Kittglied, dessen Kittfläche konzentrisch zur ersten Linsengruppe ist, einem positiven Meniskus, der konzentrisch zur Aperturblende liegt, einer Aperturblende, einer bikonkaven Negativlinse und einer bikonvexen Positivlinse. Zum Abschluß des optischen Systems kann eine Planplatte angeordnet werden.

Das Objektiv ist erfindungsgemäß nach folgenden Konstruktionsdaten aufgebaut, die im Bereich von $\pm 10\%$ bei den Radien, Dicken und Abständen, von $\pm 0,05$ bei den Brechzahlen und von ± 5 bei den Abbeschen Zahlen variieren können.

$f' = 1,0-1,9$	$k = 2,7-3,6$	$2\sigma = 63,4^\circ - 35,1^\circ$	
Radien	Dicken Abstände	n_e	γ_e
$r_1 = +1,1125$	$d_1 = 0,1801$	1,68101	54,74
$r_2 = +0,6125$	$l_1 = 0,2355$		
$r_3 = +11,6930$	$d_2 = 0,0693$	1,69649	53,29
$r_4 = +0,8971$	$l_2 = 0,0845$		
$r_5 = +0,8345$	$d_3 = 0,1227$	1,65221	33,62
$r_6 = +2,5444$	$l_3 = 0,8872-0,0150$		
$r_7 = +1,0726$	$d_4 = 0,1801$	1,60588	60,71
$r_8 = -1,0726$	$d_5 = 0,0707$	1,76167	27,33
$r_9 = -2,2043$	$l_4 = 0,0028$		
$r_{10} = +0,7351$	$d_6 = 0,1222$	1,66640	56,14
$r_{11} = +2,6640$	$l_5 = 0,1136$		
$r_{12} = -1,7686$	$d_7 = 0,1025$	1,66885	35,62
$r_{13} = +0,5961$	$l_6 = 0,0887$		
$r_{14} = +5,0695$	$d_8 = 0,1070$	1,66151	50,57
$r_{15} = -0,9217$	$l_7 > 0$		
$r_{16} = \infty$	$d_9 = 0,1108$	1,51859	63,87
$r_{17} = \infty$			

Das erfindungsgemäße Objektiv erfüllt die folgenden Bedingungen.

$$-1,75 < f'_I/f'_{II} < -1,35 \quad (1)$$

$$s'_I/f'_I < 1,2 \quad (2)$$

$$s_{II}/f'_{II} < -0,9 \quad (3)$$

$$d_1 + l_1 + d_2 + l_2 + d_3 < 0,7 \quad (4)$$

$$d_4 + d_5 + l_4 + d_6 + l_5 + d_7 + l_6 + d_8 < 0,8 \quad (5)$$

$$d_1 > 0,17 \quad (6)$$

$$-0,7 < f'_7/f'_{\min} < -0,6 \quad (7)$$

$$n_{ei} \leq 4,40244/\gamma_{ei} + 1,60059 \quad (8)$$

worin

- f'_I — Brennweite der beweglichen negativen Linsengruppe
- f'_{II} — Brennweite der beweglichen positiven Linsengruppe
- s'_I — Schnittweite des bildseitigen Brennpunktes der beweglichen positiven Linsengruppe
- s_{II} — Schnittweite des objektseitigen Brennpunktes der beweglichen positiven Linsengruppe
- $f'_{\min}$ — Gesamtbrennweite des Objektivs in der Weitwinkelstellung
- f'_i — Brennweite der i-ten Linse
- d_i — i-te Linsendicke
- l_i — j-ter Luftabstand
- n_{ei} — Brechzahl der i-ten Linse
- γ_{ei} — Abbesche Zahl der i-ten Linse

Mit den Bedingungen (1) bis (5) läßt sich ein kompaktes Varioobjektiv mit einem großen Zoomverhältnis realisieren. Das Verhältnis f'_I/f'_{II} darf nicht größer als $-1,35$ sein, sonst wächst die Gesamtlänge des Objektivs zu stark oder die Aberrationen können nicht gleichmäßig gut über den gesamten Brennweitenbereich korrigiert werden. Wird das Verhältnis f'_I/f'_{II} kleiner als $-1,75$, ist entweder die Gesamtlänge des Objektivs in der Weitwinkelstellung zu groß, die hintere Schnittweite zu klein oder Verzeichnung und Bildfeldwölbung können nicht genügend korrigiert werden.

Bei Nichteinhaltung der Bedingungen (2) und (3) wird die Baulänge des Objektivs und der Durchmesser der ersten Linie zu groß.

Mit Bedingung (4) wird der Durchmesser der ersten Gruppe in Grenzen gehalten, während (5) für die Realisierung der Gesamtlänge des Objektivs von Bedeutung ist.

Die Erfüllung der Bedingungen (6) und (7) gewährleistet die gute Gesamtkorrektion über den ganzen Brennweitenbereich. Die gleichmäßige chromatische Korrektur über den gesamten Brennweitenbereich wird erfindungsgemäß durch die Anordnung und Gestaltung des Kittgliedes und die eingesetzten Gläser mit ihren n_e - und γ_e -Werten erreicht.

Die Verwendung hochbrechender und technologisch aufwendiger Lanthangläser ist durch die Erfüllung der Bedingung (8) nicht erforderlich.

Durch die Verwendung einer feststehenden Planplatte ergeben sich Vorteile für den mechanischen Aufbau des Objektivs. Die beweglichen Teile werden durch sie von der Kameraseite aus gegen äußere Einflüsse geschützt, so daß z. B. Teleskoprohre als zusätzliche mechanische Bauteile entfallen können.

Das erfindungsgemäße Objektiv kann auf Grund seines Aufbaus und der Korrektur der Aberrationen vorteilhaft auch im Makrobereich, insbesondere im mittleren Brennweitenbereich, angewandt werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand folgender Zeichnungen näher erläutert werden.

Es zeigen

Fig. 1: das Linsenschnittbild des erfindungsgemäßen Objektivs schematisch

Fig. 2: die sphärochromatische Längsabweichung $\Delta s'$ in Abhängigkeit von der Apertur A und für die Wellenlängen e, g und C' für drei Brennweiten

Fig. 3: die Längsaberration der sagittalen und meridionalen Bildschale in Abhängigkeit vom Bildwinkel σ für drei Brennweiten und

Fig. 4: die Verzeichnung in Abhängigkeit vom Bildwinkel σ für drei Brennweiten.

In Fig. 1 sind entlang der optischen Achse $0-0'$ folgende optische Bauelemente und Gruppen angeordnet: eine bewegliche negative Linsengruppe G_I , eine bewegliche positive Linsengruppe G_{II} und eine Planplatte P . In der negativen Linsengruppe G_I sind eine negative Meniskuslinse L_1 , eine negative Meniskuslinse L_2 und eine positive Meniskuslinse L_3 mit den entsprechenden Radien r_i , Mittendicken d_i und in den entsprechenden Luftabständen l_q angeordnet, die konzentrisch zur positiven Linsengruppe G_{II} sind. Die Linsengruppe G_{II} enthält ein bikonvexes Kittglied K_1 aus den Linsen L_4 und L_5 , dessen Kittfläche konzentrisch zur positiven Linsengruppe G_I ist. Dem Kittglied K_1 folgt im Abstand l_4 eine zur Aperturblende B konzentrische Meniskuslinse L_6 , anschließend der Blendenraum mit der Aperturblende B , weiter eine bikonkave Negativlinse L_7 und eine bikonvexe Positivlinse L_8 . Abschließend ist die erfindungsgemäß vorteilhafte Planplatte P angeordnet und Luftabstände haben die Werte r_i , d_i und l_q . Mit BE ist in Fig. 1 die Bildebene bezeichnet. Der veränderliche Abstand l_3 zwischen den Linsengruppen G_I und G_{II} dient der Brennweiteinstellung, und der veränderliche Abstand l_7 zwischen der Gruppe G_{II} und der Planplatte P oder die veränderliche Schnittweite nach der Planplatte P realisiert eine konstante Lage der Bildebene BE .

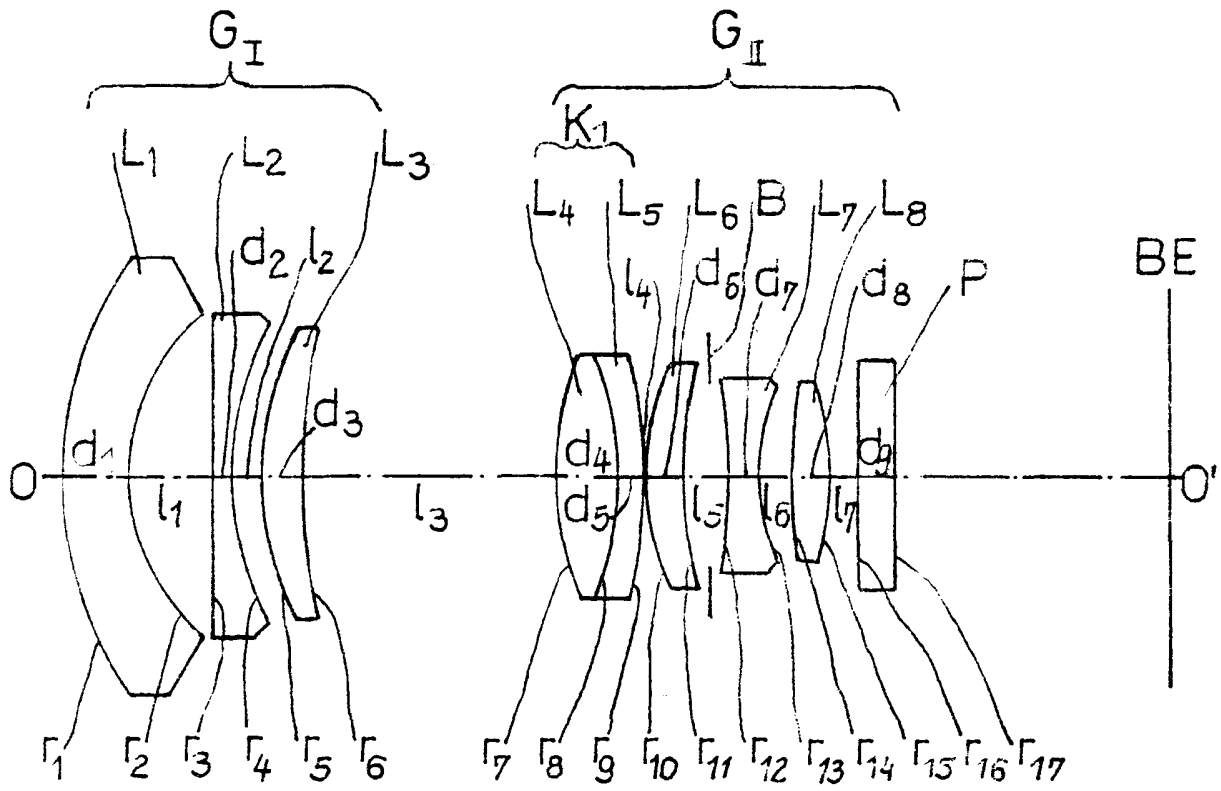


Fig. 1

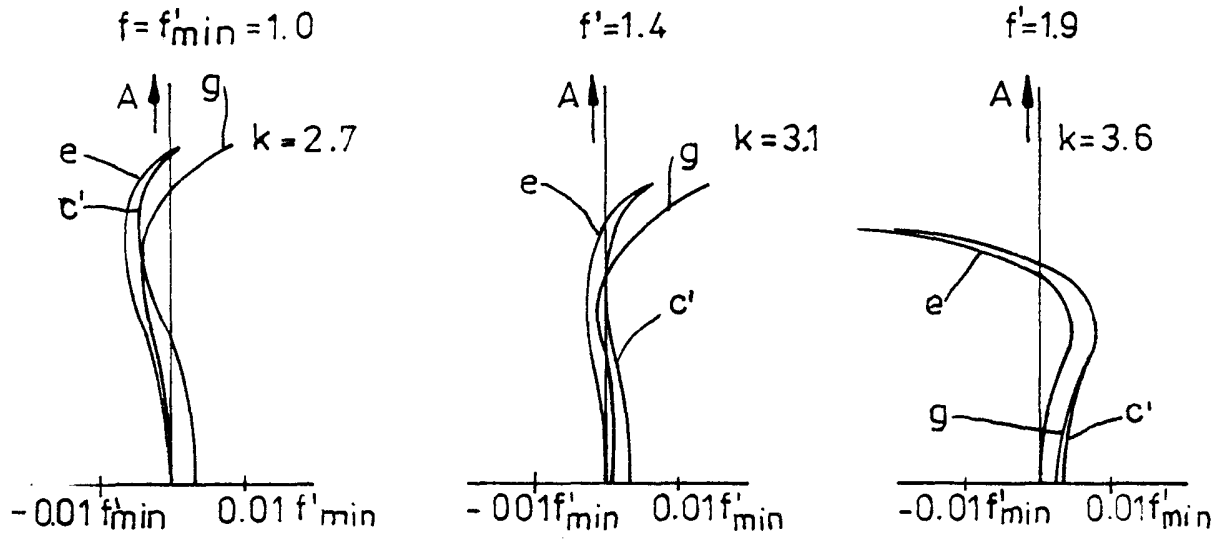


Fig. 2

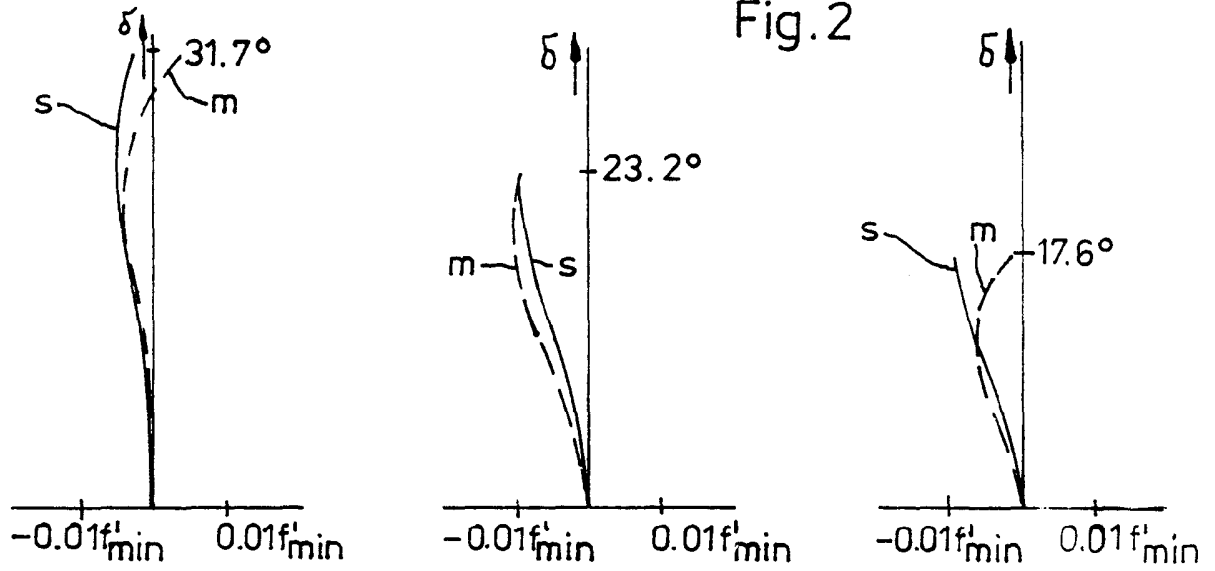


Fig. 3

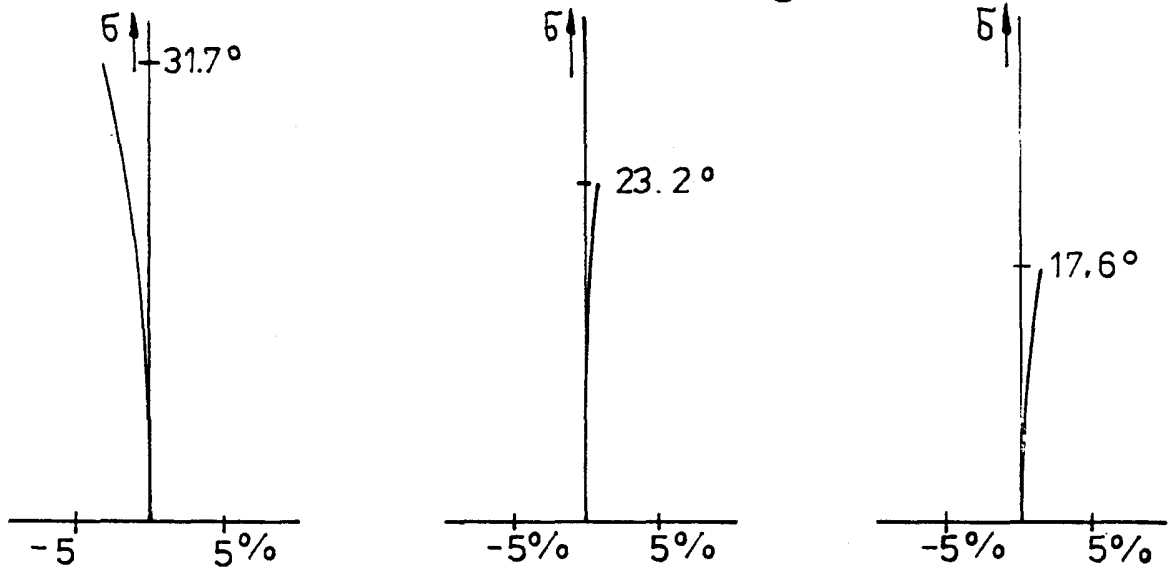


Fig. 4