

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1175/88

(51) Int.Cl.⁵ : **G02B 25/00**

(22) Anmeldetag: 5. 5.1988

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1994

(45) Ausgabetag: 25.10.1994

(30) Priorität:

2. 7.1987 DE 304482 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

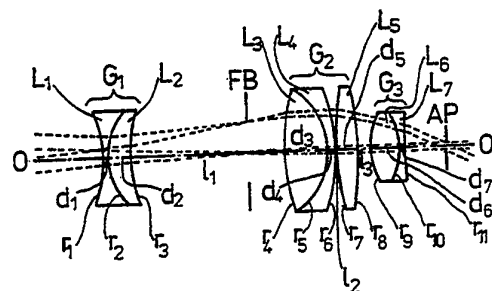
DE-PS2950204 DE-AS2259723 DE-AS2611639 DE-OS1814132
US-PS3582188 US-PS4273414 SU-PS 453654 SU-PS 502358
SU-PS1190336

(73) Patentinhaber:

DOCTER OPTIC EISFELD GMBH.
D-06120 EISFELD (DE).

(54) OKULAR MIT VARIABLEN BRENNWEITE

- (57) Okular mit variabler Brennweite, das vor dem abzubildenden reellen Zwischenbild eine verschiebbare negative Linsengruppe G_1 und nach dem reellen Zwischenbild eine verschiebbare positive Linsengruppe G_2 aufweist, wobei sich die Linsengruppen bei der Brennweitenverstellung in entgegengesetzten Richtungen entlang der optischen Achse o-o' verschieben und sich deren Abstand bei der Verstellung von der kurzen zur langen Brennweite verringert, und das eine bei der Brennweitenverstellung feststehende positive Linsengruppe G_3 aufweist, wobei eine in ihrer Lage und in ihrem freien Durchmesser verstellbare, feldbegrenzende Blende FB im Strahlengang des Okulars angeordnet ist, die das nach dem ersten Linsenglied G_1 entstehende reelle Zwischenbild oder ein dazu konjugiertes, in Richtung des abzubildenden Objektes liegendes Bild derart begrenzt, daß der augenseitige Bildfeldwinkel einen von der Brennweitenverstellung unabhängigen konstanten Wert oder einen in Abhängigkeit von der Brennweitenverstellung geforderten Verlauf besitzt.



Die Erfindung betrifft ein Okular mit variabler Brennweite, das vor dem auszubildenden reellen Zwischenbild eine verschiebbare negative Linsengruppe G_1 und nach dem reellen Zwischenbild eine verschiebbare positive Linsengruppe G_2 aufweist, wobei sich die Linsengruppen bei der Brennweitenverstellung in entgegengesetzten Richtungen entlang der optischen Achse verschieben und sich deren Abstand bei der Verstellung von der kurzen zur langen Brennweite verringert, und das eine bei der Brennweitenverstellung feststehende positive Linsengruppe G_3 aufweist.

Das erfindungsgemäße Okular kann für monokulare und binokulare Fernrohre und für optische Geräte mit einem Beobachtungsstrahlengang zur Realisierung einer veränderlichen Vergrößerung eingesetzt werden.

Okulare mit variabler Brennweite sind in verschiedenen Typen bekannt.

Ein erster Typ besitzt ein feststehendes Augenglied und vor und nach dem reellen Zwischenbild eine bewegliche Linse bzw. Linsengruppe. In der DE-PS 2 950204 C2 ist ein derartiges Okular für Feldstecher dargestellt. Die Begrenzung des Bildfeldes erfolgt dabei durch die Linsenfassung der beiden beweglichen Glieder. Dadurch ergibt sich keine scharfe Feldbegrenzung. Außerdem wird beim Übergang von einer kleinen zu einer großen Brennweite der augenseitige Bildfeldwinkel kleiner und das objektseitige Bildfeld somit nicht um den Variofaktor größer, um den sich die Vergrößerung verringert hat.

Ein ähnliches Okular mit einer zusätzlichen feststehenden Feldlinse für den Einsatz in Mikroskopen ist in der DE-OS 1 814 132 beschrieben, weist jedoch die gleichen oben genannten Nachteile auf.

Weiters sind Typen von Okularen mit veränderlicher Brennweite bekannt, bei denen sich das Augenglied bei der Brennweitenverstellung bewegt. Solche Okulare mit zwei beweglichen Gliedern beschreiben die SU-PS 453654 und die SU-PS 1190336, solche mit drei beweglichen Gliedern die SU-PS 502358.

Auch bei diesen Okularen wird der augenseitige Bildfeldwinkel mit zunehmender Brennweite kleiner. Nachteilig ist außerdem, daß sich mit der Bewegung des Augengliedes auch die Austrittspupille des Okulars mitbewegt und nicht ortsfest ist.

Die US-PS 3 582 188 zeigt einen Okulartyp mit optischem Ausgleich, wobei das Augenglied und ein zweites Glied gemeinsam bewegt werden und dazwischen ein feststehendes Glied angeordnet ist. Auch diese Konstruktion weist die genannten Nachteile auf.

Weiters beschreibt die DE-AS 22 59 723 ein Varioobjektiv mit einer Blende, die zwecks Konstanthaltung der relativen Öffnung über den gesamten Brennweitenverstellbereich mit dem zweiten Varioteil verstellbar ist.

Bei der US-PS 4 273 414 wird die Blende mit dem Variorteil in ihrer Lage verstellt und gleichzeitig deren Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweitereinstellung verändert.

Eine weitere Vorrichtung zur Steuerung einer Blende in Abhängigkeit von der Brennweite ist in der DE-AS 26 11 639 offenbart.

Ziel der Erfindung ist es, ein Okular mit variabler Brennweite zu schaffen, das für einen universellen Einsatz in Fernrohren und optischen Geräten geeignet ist.

Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Okular variabler Brennweite mit einem Variofaktor von 2,5 anzugeben, das über den gesamten Variobereich augenseitig einen Bildfeldwinkel von ca. 50° und eine geringe Auswanderung der Austrittspupille besitzt und bei dem unabhängig von der eingestellten Brennweite ein Ausgleich der Fehlsichtigkeit des Auges, insbesondere bei binokularer Anwendung, möglich sein soll.

Die Erfindung löst die Aufgabe dadurch, daß eine in ihrer Lage und in ihrem freien Durchmesser verstellbare, feldbegrenzende Blende FB im Strahlengang des Okulars angeordnet ist, die das nach dem ersten Linsenglied G_1 entstehende reelle Zwischenbild oder ein dazu konjugiertes, in Richtung des abzubildenden Objektes liegendes Bild derart begrenzt, daß der augenseitige Bildfeldwinkel einen von der Brennweitenverstellung unabhängigen konstanten Wert oder einen in Abhängigkeit von der Brennweitenverstellung geforderten Verlauf besitzt.

Ein anderes Merkmal der Erfindung ist es, daß die negative Linsengruppe G_1 aus einem Kittglied aus einer Negativlinse L_1 und einer Positivlinse L_2 besteht, die positive Linsengruppe G_2 aus einem Kittglied aus einer Positivlinse L_3 und einer Negativlinse L_4 sowie einer weiteren Positivlinse L_5 besteht und die augenseitige positive Linsengruppe G_3 aus einem Kittglied aus einer Positivlinse L_6 und einer Negativlinse L_7 besteht.

Weiters ist es vorteilhaft, wenn das erfindungsgemäße Okular durch folgende Konstruktionsdaten bestimmt ist:

Tabelle I

Brennweitenbereich:			
$f' = 10.0 - 25.0$		Bildfeldwinkel $2\sigma = 50^\circ$	
Radien	Dicken und Linsenabstände	Brechzahlen n_e	Abbésche Zahlen ν_e
$r_1 = -31.822$	$d_1 = 1.75$	1.55440	63.28
$r_2 = 17.825$	$d_2 = 6.00$	1.73430	28.12
$r_3 = 39.995$	$l_1 = 43.16 - 7.99$		
$r_4 = 56.020$	$d_3 = 12.40$	1.68101	54.74
$r_5 = -20.098$	$d_4 = 2.00$	1.79192	25.52
$r_6 = -50.040$	$l_2 = 0.20$		
$r_7 = 70.740$	$d_5 = 5.50$	1.68101	54.74
$r_8 = -130.085$	$l_3 = 3.67 - 26.56$		
$r_9 = 19.672$	$d_6 = 8.30$	1.61521	58.36
$r_{10} = -16.155$	$d_7 = 1.50$	1.66885	35.61
$r_{11} = 93.632$			

Das durch das Okular abzubildende Zwischenbild, z.B. nach einem Fernrohrobjektiv, stellt für das Okular ein virtuelles Objekt dar. Innerhalb des Okulars ergibt sich zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe eine reelle Zwischenabbildung, die über den gesamten Brennweitenbereich in diesem Luftraum bleibt und von den Linsen der ersten und zweiten Linsengruppe einen Mindestabstand nicht unterschreitet, damit Unsauberkeiten auf den Linsenflächen nicht sichtbar werden.

Bei festbrennweitigen Okularen erfolgt bei binokularer Anwendung die Dioptrien-Korrekturverstellung zwischen beiden Augen durch die Verschiebung eines Okulars. Da die erforderliche Verschiebung für diese Verstellung von der Okularbrennweite abhängig ist, führt dieses Verfahren bei Variookularen zu einer Änderung der Dioptrien-Korrekturverstellung bei einer Brennweitenverstellung.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem dadurch gelöst, daß zur Dioptrien-Korrekturverstellung unabhängig von der Brennweitenverstellung des Okulars die augenseitige Linsengruppe G_3 entlang der optischen Achse verschiebbar ist.

Zur Begrenzung des Sehfeldes und der Realisierung des konstanten augenseitigen Bildfeldwinkels ist die Feldblende FB vorteilhafterweise zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe G_1, G_2 entlang der optischen Achse verschiebbar angeordnet. Dabei wird entweder deren Lage bezüglich der Linsengruppen und deren freier Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweiteneinstellung gesteuert oder es wird die Feldblende bei der Brennweitenverstellung gemeinsam mit der zweiten Linsengruppe G_2 bewegt und deren freier Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweiteneinstellung gesteuert.

Außerdem ist es möglich, die Feldblende zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe anzuordnen und nur den freien Durchmesser der Feldblende in Abhängigkeit von der Brennweiteneinstellung zu steuern.

Die Erfindung wird nun im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der angeschlossenen Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 das Linsenschnittbild mit der Feldblende in der kurzen Brennweitenstellung;
 Fig. 2 das Linsenschnittbild mit der Feldblende in der langen Brennweitenstellung; und
 Fig. 3 den Luftraum zwischen der ersten und zweiten Linsengruppe mit der Feldblende bei gemeinsamer Bewegung mit der zweiten Linsengruppe, in der kurzen Brennweitenstellung.

In den Fig.1, 2 sind entlang der optischen Achse O-O', von der Seite des abzubildenden Zwischenbildes aus gesehen, eine erste zur Brennweitenverstellung entlang der optischen Achse verschiebbare Linsengruppe G₁ aus den verkitteten Linsen L₁ und L₂, eine zweite zur Brennweitenverstellung entlang der optischen Achse verschiebbare Linsengruppe G₂ aus den verkitteten Linsen L₃ und L₄ und der Bikonvexlinse L₅ und eine dritte Linsengruppe G₃ aus den verkitteten Linsen L₆ und L₇ angeordnet, wobei die erste Gruppe G₁ eine negative Brechkraft und die beiden weiteren Gruppen G₂ und G₃ eine positive Brechkraft besitzen. Bei der Brennweitenverstellung werden die Linsengruppen G₁ und G₂ entlang der optischen Achse gegeneinander verschoben, wobei sich der Abstand der beiden Gruppen G₁ und G₂ bei der Verstellung von der kurzen zur langen Brennweite verringert.

Zwischen den Linsengruppen G₁ und G₂ ist zur Realisierung einer Feldbegrenzung, die augenseitig bei allen Brennweitenstellungen einen konstanten Feldwinkel von $2\sigma'$ ergibt, eine längs der optischen Achse verschiebbare und im Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweitenstellung einstellbare Feldblende FB angeordnet, die so gesteuert wird, daß der Blendenrand mit dem Randbildpunkt des sich ergebenden reellen Zwischenbildes zusammenfällt.

Eine für einen augenseitigen Bildfeldwinkel von $2\sigma' = 50^\circ$ gute Korrektur über den gesamten Brennweitenbereich von $f' = 10$ bis 25 wird durch die geschilderte Anordnung der Linsen L₁ bis L₇ mit ihren Radien r_i , Dicken d_i , Brechzahlen n_e und Abbe'schen Zahlen ν_e sowie den Luftabständen l_k erreicht, deren Werte in der Tabelle I angegeben sind.

In der folgenden Tabelle II sind für vier Brennweitenstellungen die Lagen der Linsengruppen G₁ bis G₃ zueinander, die Objektschnittweite s_1 bezüglich der Gruppe G₁ und die Lage der effektiven Austrittspupille AP für eine Okulareintrittspupille, die im Abstand von 375 (Einheiten) vor dem Zwischenbild liegt, angegeben. Mit diesen Werten ist das Okular auf 0 dpt abgestimmt.

f'	l_1	l_3	s_1	s'_{AP}
10.0	43.16	3.67	+20.93	11.4
15.0	26.69	15.68	+16.48	9.3
20.0	15.92	22.47	+12.50	9.5
25.0	7.99	26.56	+8.65	11.1

Tabelle II

Die Gruppe G₃ ist unabhängig von der eingestellten Brennweite des Okulars zur Realisierung der Dioptrien-Korrekturverstellung entlang der optischen Achse O-O' verschiebbar angeordnet.

Die Steuerung der Lage der Feldblende FB entlang der optischen Achse kann auch bei Verzicht auf eine exakt scharfe Feldbegrenzung so gestaltet werden, daß die Feldblende FB entsprechend Fig.3 gemeinsam mit der zweiten Linsengruppe G₂ entlang der optischen Achse bewegt wird. Der erforderliche Durchmesser der Feldblende FB in Abhängigkeit von der eingestellten Brennweite ergibt sich aus dem Strahlenverlauf.

Patentansprüche

- Okular mit variabler Brennweite, das vor dem abzubildenden reellen Zwischenbild eine verschiebbare negative Linsengruppe G₁ und nach dem reellen Zwischenbild eine verschiebbare positive Linsengruppe G₂ aufweist, wobei sich die Linsengruppen bei der Brennweitenverstellung in entgegengesetzten Richtungen entlang der optischen Achse verschieben und sich deren Abstand bei der Verstellung von der kurzen zur langen Brennweite verringert, und das eine bei der Brennweitenverstellung feststehende positive Linsengruppe G₃ aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine in ihrer Lage und in ihrem freien Durchmesser verstellbare, feldbegrenzende Blende (FB) im Strahlengang des Okulars angeordnet ist, die das nach dem ersten Linsenglied (G₁) entstehende reelle Zwischenbild oder ein dazu konjugiertes, in Richtung des abzubildenden Objektes liegendes Bild derart begrenzt, daß der augenseitige Bildfeldwinkel einen von der Brennweitenverstellung unabhängigen konstanten Wert oder einen in Abhängigkeit von der Brennweitenverstellung geforderten Verlauf besitzt.
- Okular mit variabler Brennweite nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die negative Linsengruppe (G₁) aus einem Kittglied aus einer Negativlinse (L₁) und einer Positivlinse (L₂) besteht,

daß die positive Linsengruppe (G_2) aus einem Kittglied aus einer Positivlinse (L_3) und einer Negativlinse (L_4) sowie einer weiteren Positivlinse (L_5) besteht, und daß die augenseitige positive Linsengruppe (G_3) aus einem Kittglied aus einer Positivlinse (L_6) und einer Negativlinse (L_7) besteht.

- 5 3. Okular mit variabler Brennweite nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Okular durch folgende Konstruktionsdaten bestimmt ist:

Brennweitenbereich:			
$f' = 10.0 - 25.0$		Bildfeldwinkel $2\sigma = 50^\circ$	
Radien	Dicken und Linsenabstände	Brechzahlen n_e	Abbésche Zahlen ν_e
$r_1 = -31.822$	$d_1 = 1.75$	1.55440	63.28
$r_2 = 17.825$	$d_2 = 6.00$	1.73430	28.12
$r_3 = 39.995$	$l_1 = 43.16 - 7.99$		
$r_4 = 56.020$	$d_3 = 12.40$	1.68101	54.74
$r_5 = -20.098$	$d_4 = 2.00$	1.79192	25.52
$r_6 = -50.040$	$l_2 = 0.20$		
$r_7 = 70.740$	$d_5 = 5.50$	1.68101	54.74
$r_8 = -130.085$	$l_3 = 3.67 - 26.56$		
$r_9 = 19.672$	$d_6 = 8.30$	1.61521	58.36
$r_{10} = -16.155$	$d_7 = 1.50$	1.66885	35.61
$r_{11} = 93.632$			

- 35 4. Okular mit variabler Brennweite nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Dioptrien-Korrekturverstellung unabhängig von der Brennweitenverstellung des Okulars die augenseitige Linsengruppe (G_3) entlang der optischen Achse (0-0') verschiebbar ist.
- 40 5. Okular mit variabler Brennweite nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feldblende (FB) zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe (G_1 , G_2) entlang der optischen Achse (0-0') verschiebbar angeordnet ist, deren Lage bezüglich der Linsengruppen (G_1 , G_2) und deren freier Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweiteinstellung gesteuert wird.
- 45 6. Okular mit variabler Brennweite nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feldblende (FB) zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe (G_1 , G_2) entlang der optischen Achse (0-0') verschiebbar angeordnet ist, wobei die Feldblende (FB) bei der Brennweitenverstellung gemeinsam mit der zweiten Linsengruppe (G_2) bewegt und deren freier Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweiteinstellung gesteuert wird.
- 50 7. Okular mit variabler Brennweite nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feldblende (FB) zwischen der ersten und der zweiten Linsengruppe (G_1 , G_2) angeordnet ist, deren freier Durchmesser in Abhängigkeit von der Brennweiteinstellung gesteuert wird.

55

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

