



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: G 02 B 15/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENT SCHRIFT A5

11

628 742

21 Gesuchsnummer: 922/78

73 Inhaber:
Bolex International S.A., Ste-Croix

22 Anmeldungsdatum: 27.01.1978

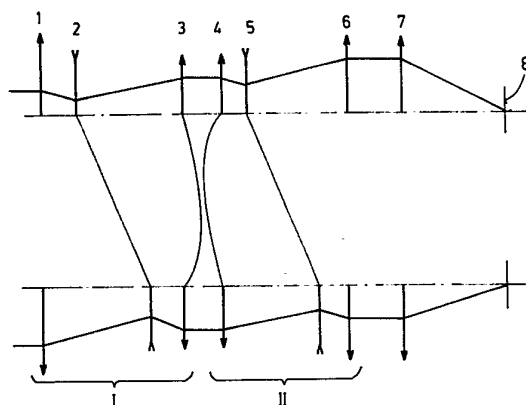
24 Patent erteilt: 15.03.1982

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.03.1982

72 Erfinder:
François Laurent, Yverdon

54 Varioobjektiv.

57 Ein optisches System bestehend aus einem Grundobjektiv (7) fixer Brennweite und einem Vorsatz (I, II) mit variabler Brennweite wird für extrem hohe Brennweitenänderung konstruiert, wobei der Vorsatz vier bewegliche Linsenglieder (2-5) aufweist, deren Bewegungsgesetze etwa zwei hintereinandergeschalteten einfachen pankratischen Systemen mit je einem Variator und einem Kompensator ähnlich sind. Der optische Ansatz ist hierbei so erdacht, dass das Gesamtsystem gegenüber anderen Systemen wesentlich kürzer und durch günstige Korrelation der vier Bewegungsgesetze und der damit verbundenen Einfachheit des Steuerkurvenkörpers billiger hergestellt werden kann.



PATENTANSPRÜCHE

1. Varioobjektiv bestehend aus einem Vorsatz variabler Vergrößerung und einem Grundobjektiv fixer Brennweite, wobei der Vorsatz mindestens vier bei der Brennweitenänderung entlang der optischen Achse verschiebbare Linsenglieder aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das – gesehen in Licht-einfallrichtung – erste und vierte verschiebbare Linsenglied nach demselben Bewegungsgesetz, das zweite und dritte Linsenglied nach voneinander unterschiedlichen Bewegungsgesetzen verschiebbar sind.

2. Objektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsgesetze für das zweite und dritte Linsenglied einander verwandt sind.

3. Objektiv nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsgesetze der vier verschiebbaren Linsenglieder paarweise gleich sind.

4. Objektiv nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vier verschiebbaren Linsenglieder einander benachbart sind.

5. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsatz aus zwei, je zwei verschiebbare Linsenglieder aufweisenden Teilsystemen aufgebaut ist, von welchen mindestens das erste Teilsystem afokal ist.

6. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Grösse der Brechkraft, gegebenenfalls auch deren Vorzeichen des ersten und vierten verschiebbaren Linsengliedes einander entsprechen, und dass diese Linsenglieder über den Brennweitenbereich dieselbe Vergrößerung haben.

7. Objektiv nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die als Kurven dargestellten Bewegungsgesetze für das zweite und dritte Linsenglied durch mindestens eine Drehung und/oder Spiegelung miteinander zur Deckung bringbar sind.

8. Objektiv nach einem der Ansprüche 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Teilsystem im Vorsatz von einem ortsfesten Glied, einem zur Brennweitenvariation verschiebbaren Glied und einem die Bildlagenkompensation bewirkenden Glied gebildet ist, dem ein die von der Bewegung des fünften Linsengliedes hervorgerufene Auswanderung des Bildes kompensierendes Glied des zweiten Teilsystems folgt, welches zusätzlich ein weiteres ortsfestes, dem Grundobjektiv benachbartes Glied aufweist.

9. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer Verschiebeeinrichtung für die beim Brennweitenverstellen entlang der optischen Achse bewegbaren Linsenglieder, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebeeinrichtung einen dem zweiten und dritten Linsenglied zugeordneten, drehbar gelagerten Kurvenkörper aufweist, der in radialer Richtung einen die Bewegung des zweiten und dritten Linsengliedes steuernden und sich über 180° erstreckenden Kurvenabschnitt aufweist.

10. Objektiv nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden sich über 180° erstreckenden Kurvenabschnitte axial gegenüberliegend angeordnet sind.

11. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch folgende Daten, verstanden mit einer Abweichung der Krümmung einzelner Flächen und der Dicken bis zu $\pm 10\%$ der Brechkraft des entsprechenden Gliedes, der Brechkraft bis zu $\pm 0,03$ und der Abbe'schen Zahlen bis zu ± 5 :

r	l[d]	n _d	v _d
asphärisch	5.0	1.492	54.67
81.69	5.0		
88.00	3.5	1.784	26.08
43.00	8.0		

– 140.00	3.0	1.784	26.08
120.00	8.0		
– 31.00	2.0	1.784	26.08
– 83.76	l _I		
– 80.00	5.5	1.744	44.77
– 35.32	0.1		
196.20	6.0	1.744	44.7
– 85.00	0.1		
54.00	6.0	1.744	44.77
886.95	l _{II}		
– 45.00	1.0	1.781	37.09
58.79	l _{III}		
– 25.38	1.0	1.781	37.09
∞	l _{IV}		
348.10	4.2	1.563	60.80
– 27.00	0.1		
37.26	3.4	1.563	60.80
∞	l _V		
– 40.00	1.65	1.781	37.09
78.85	2.0		
∞	5.0	1.568	56.13
∞	2.0		
33.33	3.3	1.640	60.10
– 194.60	0.1		
22.14	3.8	1.640	60.10
45.29	5.1		
– 21.14	3.7	1.846	23.83
21.14	4.15		
– 408.30	5.0	1.691	54.71
– 14.90	0.1		
25.87	3.0	1.691	54.71
– 300.00	16.18		

wobei mit r die Radien, mit d die Linsendicke, mit n_d die Brechkraft und mit v_d die Abbe'sche Zahl bezeichnet ist, wobei die Asphäre durch folgende Formel definiert ist:

Asphäre:	R	a ₂	a ₄	a ₆
	30.0	0	4.10 ⁻⁶	1.10 ⁻⁹

und wobei die Luftabstände l_I und l_{III} bis l_V zwischen den einzelnen Linsengliedern zwingend, l_{II} vorzugsweise, die folgenden Daten aufweisen:

f	l _I	l _{II}	l _{III}	l _{IV}	l _V
4	59.05	4.65	4.0	48.50	5.59
8.2	49.31	7.29	25.96	23.91	15.33
17.14	37.12	12.67	31.82	12.67	27.51
27.22	29.28	18.73	29.57	8.85	35.36
44.97	21.65	29.41	21.46	6.28	42.99
60.50	17.83	38.76	13.12	5.27	46.81
80	15.20	49.50	4.0	4.65	49.44

12. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch folgende Daten, verstanden mit einer Abweichung der Krümmung einzelner Flächen und Dicken bis zu $\pm 10\%$ der Brechkraft des entsprechenden Gliedes, der Brechkraft bis zu $\pm 0,03$ und der Abbe'schen Zahlen bis zu ± 5 :

r	d[l]	n _d	v _d
129.83	5.0	1.788	47.39
∞	0.05		

49.00	12.5	1.719	50.41
- 73.10	2.0	1.721	29.25
65.84	1 _I		
150.0	1.85	1.620	60.33
31.05	2.85		
114.0	1.5	1.620	60.33
26.10	5.5		
- 53.0	6.5	1.784	26.08
- 18.5	1.0	1.788	47.39
-3076.27	l _{II}		
-155.0	1.5	1.625	35.70
52.0	1.25		
91.0	9.0	1.696	56.18
- 37.39	l _{III}		
28.9	7.5	1.589	61.27
- 62.5	2.0	1.620	36.37
75.0	l _{IV}		
∞	1.35	1.691	54.71
28.75	2.5		
-142.0	0.85	1.620	60.33
9.4	3.5	1.620	36.37
28.63	l _V		
935.0	2.0	1.647	33.85
28.75	6.0	1.623	58.06
- 44.60	1.0		
∞	5.0	1.568	56.13
∞	3.3		
39.15	7.0	1.744	44.77
248.55	12.35		
- 50.0	13.75	1.805	25.43
50.0	1.55		
667.0	7.45	1.670	47.11
- 38.7	0.25		
40.0	7.25	1.620	60.33
-194.55	32.10		

wobei die Luftabstände l_I und l_{III} bis l_V zwischen den einzelnen Linsengliedern zwingend, l_{II} vorzugsweise, die folgenden Daten aufweisen:

f	l_I	l_{II}	l_{III}	l_{IV}	l_V
10	1.75	38.08	27.0	3.64	38.23
31	12.49	35.49	4.46	28.76	27.49
55	19.68	32.53	2.20	33.97	20.3
97	26.88	27.35	4.46	36.92	13.10
198	34.38	14.85	15.00	38.87	5.60
300	37.62	2.22	27.0	39.57	2.36

13. Objektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch folgende Daten, verstanden mit einer Abweichung der Krümmung einzelner Flächen und Dicken bis zu $\pm 10\%$ der Brechkraft des entsprechenden Gliedes, der Brechzahlen bis zu $\pm 0,03$ und der Abbe'schen Zahlen bis zu ± 5 :

r	d[l]	n_d	v_d
124.0	6.5	1.744	44.77
∞	0.1		
65.54	14.0	1.719	50.41
- 54.0	2.0	1.721	29.25
116.65	l _I		
150.0	1.85	1.623	58.06
31.05	3.5		

114.0	1.5	1.623	58.06
26.10	6.5		
- 53.0	6.5	1.784	26.08
- 18.5	1.0	1.788	47.39
5 -838.1	l _{II}		
-428.14	1.5	1.784	26.08
57.0	1.25		
91.0	7.0	1.691	54.71
- 37.36	l _{III}		
10 28.9	5.0	1.589	61.27
71.46	l _{IV}		
∞	1.35	1.691	54.71
28.75	2.5		
-142.0	0.85	1.620	60.33
15 9.4	3.5	1.620	36.37
28.63	l _V		
935.0	1.0	1.623	58.06
∞	4.0	1.623	58.06
- 47.34	1.0		
20 ∞	5.0	1.568	56.13
∞	3.3		
31.55	7.7	1.623	58.06
- 67.50	1.4		
- 43.47	10.5	1.762	26.53
25 19.68	2.65		
27.10	6.5	1.788	47.39
- 44.44	30.46		

wobei die Luftabstände l_I und l_{III} bis l_V zwischen den einzelnen Linsengliedern zwingend, l_{II} vorzugsweise, die folgenden Daten aufweisen:

f	l_I	l_{II}	l_{III}	l_{IV}	l_V
8.2	2.2	39.27	27.0	8.11	40.2
25.4	12.9	36.67	4.47	33.24	29.45
44.8	20.13	33.73	2.19	38.43	22.28
79.4	27.32	28.53	4.47	41.39	15.05
162.3	34.82	16.02	15.03	43.35	7.53
246	38.06	3.40	27.0	43.98	4.32

45

50 Die Erfindung betrifft ein Varioobjektiv bestehend aus einem Vorsatz variabler Vergrößerung und einem Grundobjektiv fixer Brennweite, wobei der Vorsatz mindestens vier bei der Brennweitenänderung entlang der optischen Achse verschiebbare Linsenglieder aufweist.

55 In der DT-OS 2 245 105 wird ein Varioobjektiv mit extrem grossem Brennweitenbereich beschrieben. Dieses Objektiv ist im wesentlichen aus zwei Teilsystemen aufgebaut, von welchen jedes zwei nach verschiedenen Bewegungsgesetzen verschiebbare Linsengruppen aufweist. Zwischen den beiden verschiebbaren Linsengruppen der beiden Teilsysteme ist eine ortsfeste, dem ersten Teilsystem zugehörige Linsengruppe vorgesehen. Dadurch und auch auf Grund der nicht optimierten Bewegungsgesetze für die verschiebbaren Linsenglieder baut das Varioobjektiv sehr lang und weist zusätzlich einen erheblichen

65 Aufwand an Linsen auf. In ähnlicher Weise ist dies auch bei dem aus der DT-OS 2 414 027 bekanntgewordenen System der Fall.

Durch die Erfindung soll ein Objektiv geschaffen werden,

das nicht nur im Aufbau und in der Anzahl der optischen Linsenglieder einfacher wird, sondern auch bei vergleichbarer Leistung mit bekannten Objektiven in bezug auf Brennweitenbereich in der Baulänge verkürzt ist. Erfindungsgemäss gelingt dies dadurch, dass das – gesehen in Lichteinfallrichtung – erste und vierte verschiebbare Linsenglied nach demselben Bewegungsgesetz, das zweite und dritte Linsenglied nach voneinander unterschiedlichen, vorzugsweise jedoch einander verwandten Bewegungsgesetzen verschiebbar sind. Der günstige, kompakte Aufbau des erfindungsgemässen Systems beruht nicht nur darauf, dass die Brechkraft der sonst üblich zwischen den verschiebbaren Linsengliedern angeordneten ortsfesten Linsengruppe in das Frontglied des Systems transferiert wird und dadurch entfallen kann, sondern auch wegen der Abstimmung der Bewegungsgesetze der verschiedenen Linsenglieder. Daraus resultiert auch ein mechanischer Vorteil bei der Konzeption der Verschiebeeinrichtung, da bei der Herstellung des Steuerkurvenkörpers jeweils auf ein, wenn auch nur artverwandtes, jedoch gleichbleibendes Bewegungsgesetz zurückgegriffen werden kann.

Ein erfindungsgemässes optisches System kann vorteilhaft so aufgebaut sein, dass das erste Teilsystem im Vorsatz von einem ortsfesten Glied, einem zur Brennweitenvariation verschiebbaren Glied und einem die Bildlagenkompensation bewirkenden Glied gebildet ist, dem ein die von der Bewegung des fünften Linsengliedes hervorgerufene Auswanderung des Bildes kompensierendes Glied des zweiten Teilsystems folgt, welches zusätzlich ein weiteres ortsfestes dem Grundobjektiv benachbartes Glied aufweist.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich an Hand der Beschreibung der in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele. Die Fig. 1 bis 4 zeigen schematisch den Aufbau erfindungsgemässer optischer Systeme bzw. den Bewegungsablauf der verschiebbaren Linsengruppen über den gesamten Brennweitenbereich. In den Fig. 5 bis 7 ist jeweils ein optisches System im einzelnen dargestellt. Die Fig. 8 und 9 stellen in schematischer Form einen möglichen Aufbau für eine Verstelleinrichtung eines in den Fig. 1 und 2 skizzierten optischen Systems dar.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte optische System besteht aus einer ortsfesten positiven Frontgruppe, aus vier einander benachbarten entlang der optischen Achse verschiebbaren Linsengliedern 2 bis 5 und schliesslich aus zwei wiederum ortsfesten Linsengliedern 6 und 7, die einen aus dem Unendlichen kommenden Lichtstrahl auf die Bildebene 8 fokussieren. Das optische System kann man als aus zwei Teilsystemen I, II aufgebaut betrachten, wobei der aus jedem Teilsystem austretende, aus dem Unendlichen kommende Strahl afokal ist.

Während die Linsenglieder 2 und 5 über den gesamten Brennweitenbereich eine lineare Verstellbewegung durchfahren, sind die Bewegungsgesetze für die Linsenglieder 3 und 4 einander verwandt. Diese Verwandtschaft lässt sich mathematisch dadurch ausdrücken, dass bei einem Verschiebengesetz für das Glied 3 $f(x, y)$ das Verschiebengesetz für das Glied 4 zu $-f(x, y)$ wird.

Die Brennweite und die Vergrösserung der bzw. durch die Linsenglieder 2 und 5 ist gleich gross. In der Fig. 2 wird ein dem Vorzeichen der Linsenglieder nach in Bezug auf das in Fig. 1 dargestellte Beispiel unterschiedliches optisches System gezeigt. Die Verschiebengesetze der bewegbaren Linsenglieder verhalten sich aber wie bereits beschrieben. Dem negativen Frontglied 9 folgt ein positives Linsenglied 10, das mit einem ebenfalls positiven Linsenglied 13 nach einem linearen Bewegungsgesetz verstellt werden kann. Zwischen diesen beiden Linsengliedern sind zwei negative Linsenglieder 11 und 12 angeordnet, deren Verschiebengesetze sich wie bei dem in Fig. 1 dargestellten System mit den Linsengliedern 3 und 4 verhalten.

Die Brennweite und die Vergrösserung der bzw. durch die Glieder 10 und 13 ist wiederum gleich gross. Die Linsenglieder 9 bis 11 bilden das erste Teilsystem I, während die Linsenglieder 12 bis 14 das zweite Teilsystem II darstellen. Die Fig. 3 zeigt schematisch eine weitere Lösung für ein erfindungsgemässes optisches System, wobei einem positiven Frontglied 16 entlang der optischen Achse verschiebbare Linsenglieder 17 bis 20 folgen. Einem Teilsystem II zugehöriges Linsenglied 21 folgt ein Grundobjektiv 22, das die achsparallel einfallenden Strahlen in die Bildebene 8 sammelt. Die Linsenglieder 17 und 20 sind wieder nach linearen Bewegungsgesetzen verschiebbar, die Verwandtschaft der Verschiebengesetze für die positive Linsengruppe 18 und für negative Linsengruppe 19 lässt sich mathematisch darstellen, indem bei einer Funktion $f(x, y)$ für das Glied 18 das Vorzeichen der y-Koordinate invertiert wird zu der Funktion für das Glied 19 $f(x, -y)$. Dies trifft auch für das in Fig. 4 dargestellte System zu, bei dem die Brechkraftvorzeichen der einzelnen Linsenglieder bis auf das der Bildebene 8 benachbarte Grundobjektiv 22 umgekehrt sind. In beiden Fällen ist die Brennweite des ersten und vierten verschiebbaren Gliedes gleich gross, wie auch die Vergrösserung durch diese beiden Glieder in den einzelnen Brennweitenlagen.

Die Fig. 5 zeigt ein im einzelnen dargestelltes optisches System für 20fache Vergrösserung, beispielsweise zwischen 4 mm und 80 mm Brennweite für das im Patentanspruch 11 datenmässig angeführte Objektiv. Die Verschiebecharakteristik der bewegbaren Linsenglieder dieses Objektivs entsprechen dem in Fig. 2 dargestellten Bewegungsschema. Da die Verzeichnung im Bereich der kürzeren Brennweite, besonders zwischen 4 und 8 mm anwächst, ist es vorteilhaft, eine asphärisch ausgebildete Korrekturlinse 23 vor das System zu setzen. Vorteilhaft wirkt sich auch eine Verringerung der relativen Öffnung von der minimalen Brennweite mit 1:1,2 auf 1:1,9 bei Brennweite 8 mm und 1:2,8 bei 80 mm aus. Der Luftabstand l_{II} zwischen beiden afokalen Systemen ist nicht kritisch, nimmt aber vorzugsweise die in der Tabelle angegebenen Werte an.

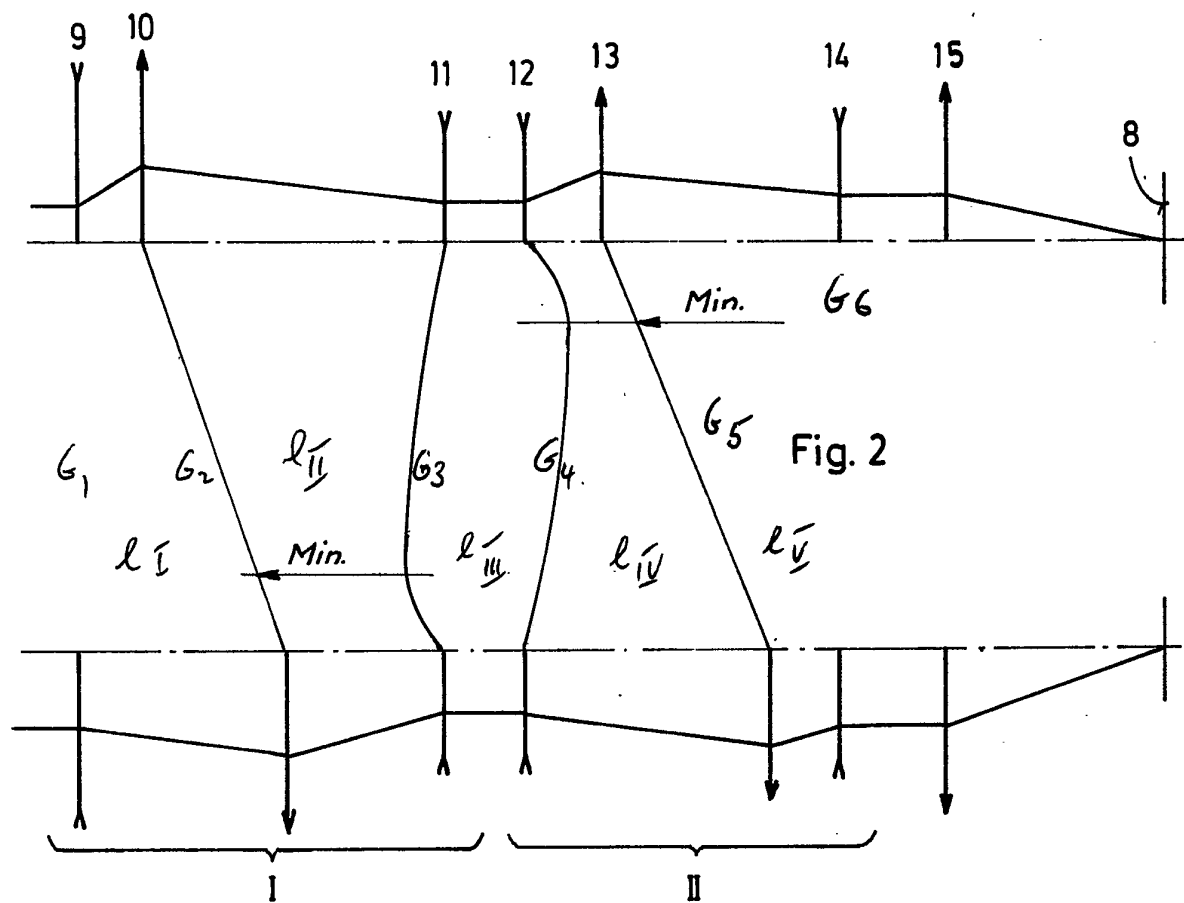
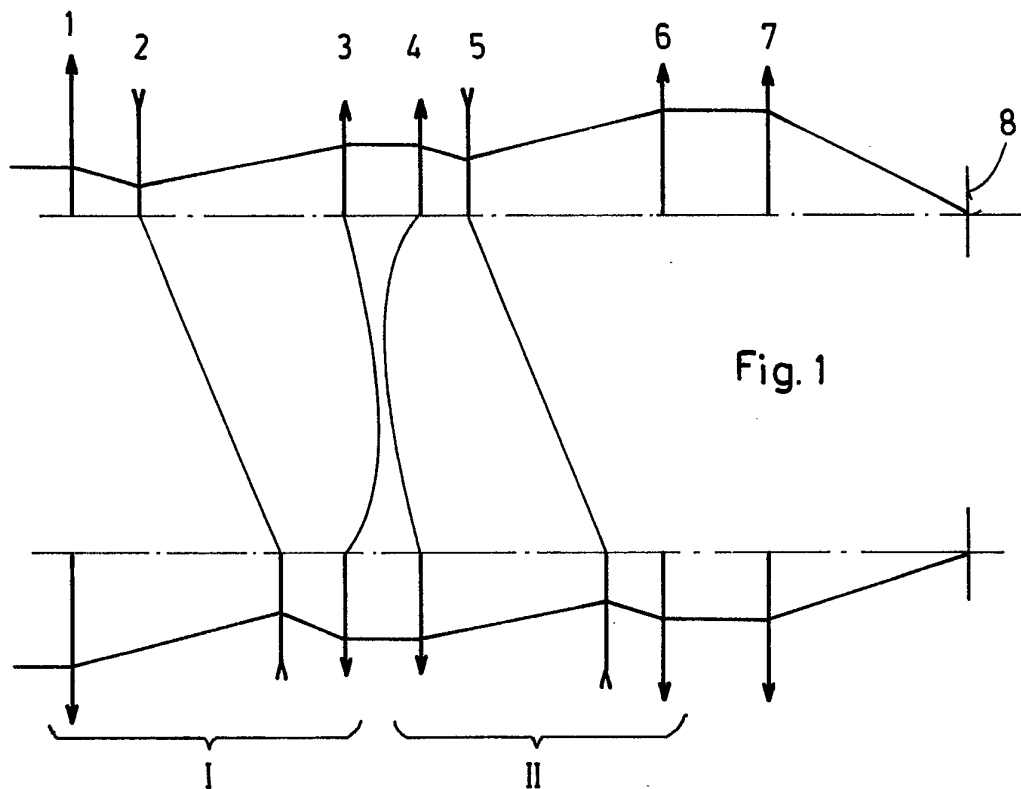
Daten der in Fig. 6 dargestellte System können beispielsweise aus dem Patentanspruch 12 entnommen werden. Dieses Objektiv, dessen verschiebbare Linsenglieder nach dem in Fig. 1 dargestellten Prinzip bewegbar sind, weist einen Brennweitenbereich von 10 bis 300 mm auf und besteht aus 20 Linsen.

Für das in Fig. 7 dargestellte Objektiv sind im Patentanspruch 13 Daten angegeben. Dieses für den grossen Brennweitenbereich einfach aufgebaute Objektiv ist zwischen 8 und 245 mm Brennweite verstellbar, wobei sich die verschiebbaren Linsenglieder nach dem in Fig. 1 dargestellten Gesetz verstellen.

Schliesslich ist in der Fig. 8 eine mechanische Verschiebeeinrichtung für das in Fig. 1 oder in den Fig. 6 und 7 gezeigte Objektiv schematisch gezeigt. Die Kupplung zwischen den nicht dargestellten Fassungen sind durch volle Linien zwischen den Linsengliedern 2 und 5 und einer Zahnstange 30 angedeutet. Diese Zahnstange 30, die von einem Zoommotor 31 entlang der optischen Achse bewegbar ist, treibt unmittelbar die linear verstellbaren Linsenglieder 2 und 5 an. Eine Steuerkurvenscheibe 32, die mit der Verschiebung der Zahnstange 30 über ein Ritzel 33 in Drehung versetzt wird, weist zwei Steuerkurven 34 und 35 auf, die sich jeweils über 180° erstrecken. Mit jeder dieser Kurven ist ein Taster 36 für das Glied 3 bzw. ein Taster 37 für das Glied 4 kraftschlüssig im Eingriff.

Die Herstellung des Kurvenkörpers 32 ist durch die Gleichartigkeit der Kurven 34 und 35 vereinfacht, wobei diese nicht unbedingt als Innenkurven, sondern, wie Fig. 9 zeigt, auch als Aussennocken ausgebildet sein können. Die Form der Nocken 38, 39 des Kurvenkörpers 40 ist der in Fig. 2 dargestellten

Bewegungscharakteristik zugeordnet. Natürlich wäre auch die Ausbildung der Kurven als Schlitze in einem herkömmlichen Steuerkurventubus möglich.



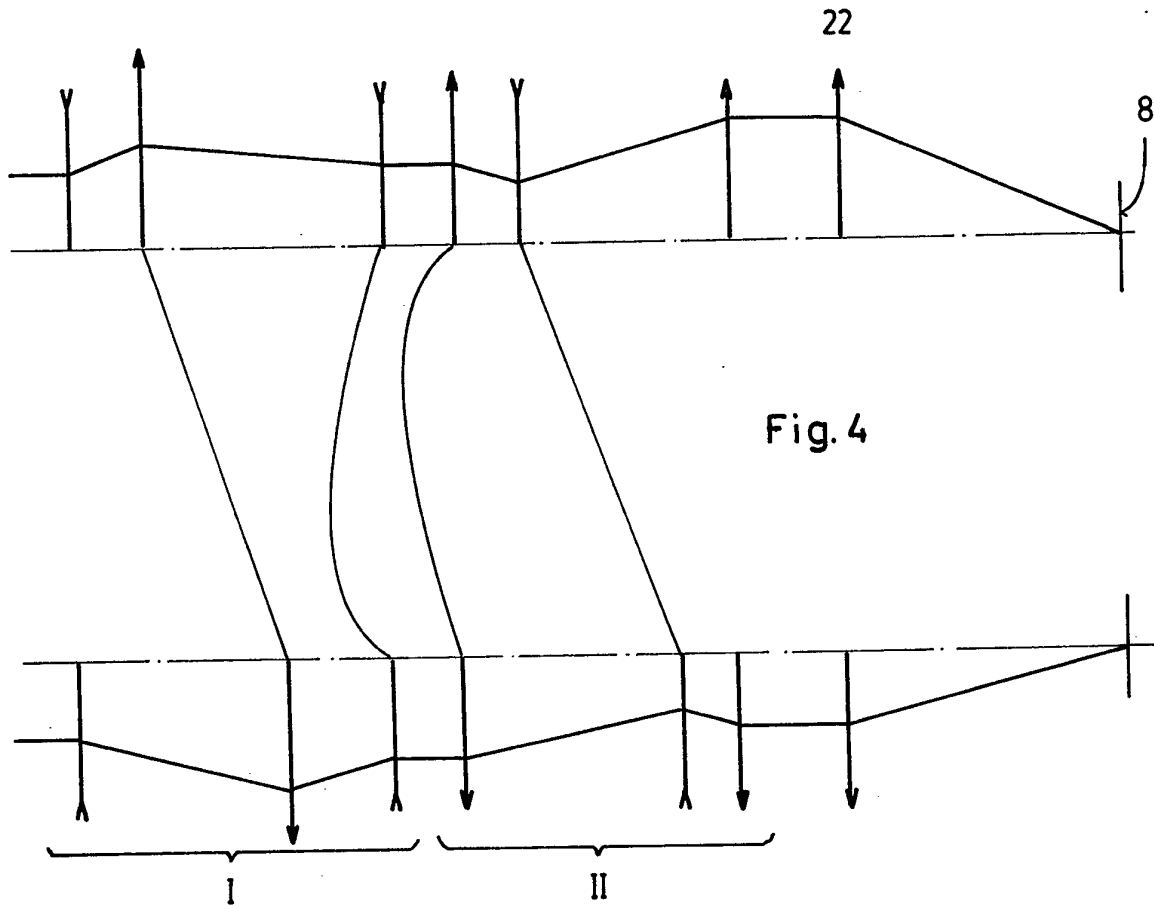
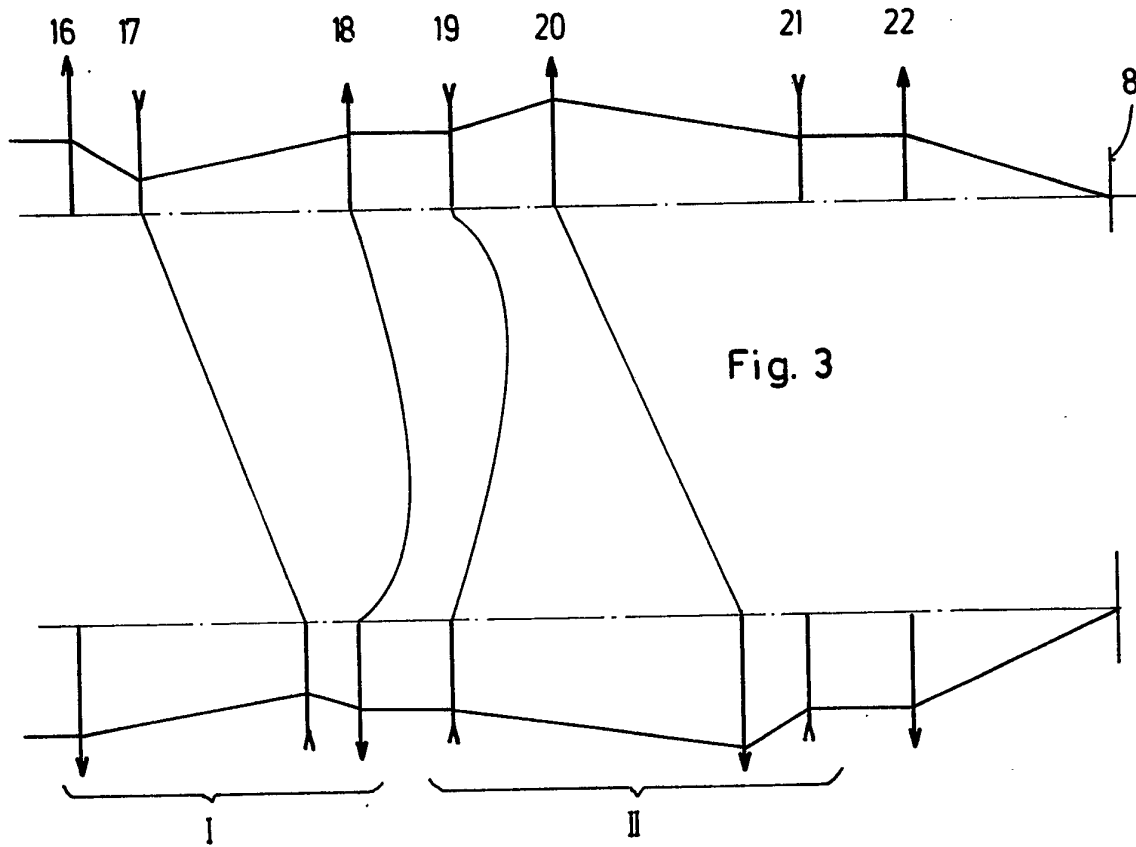


Fig. 5

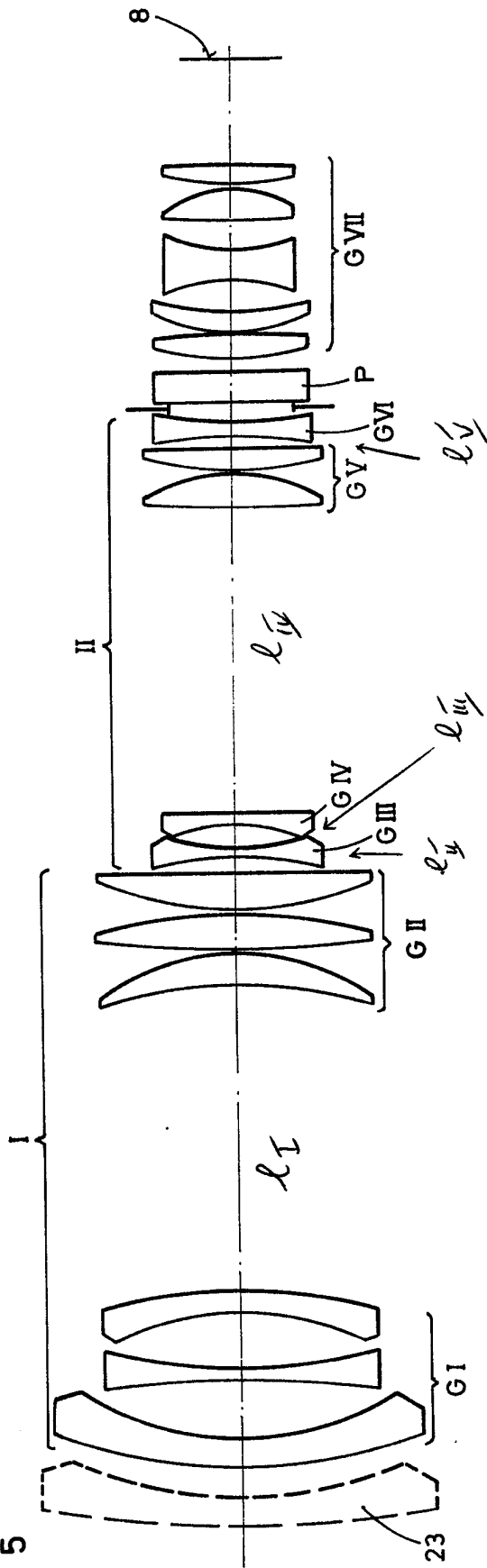
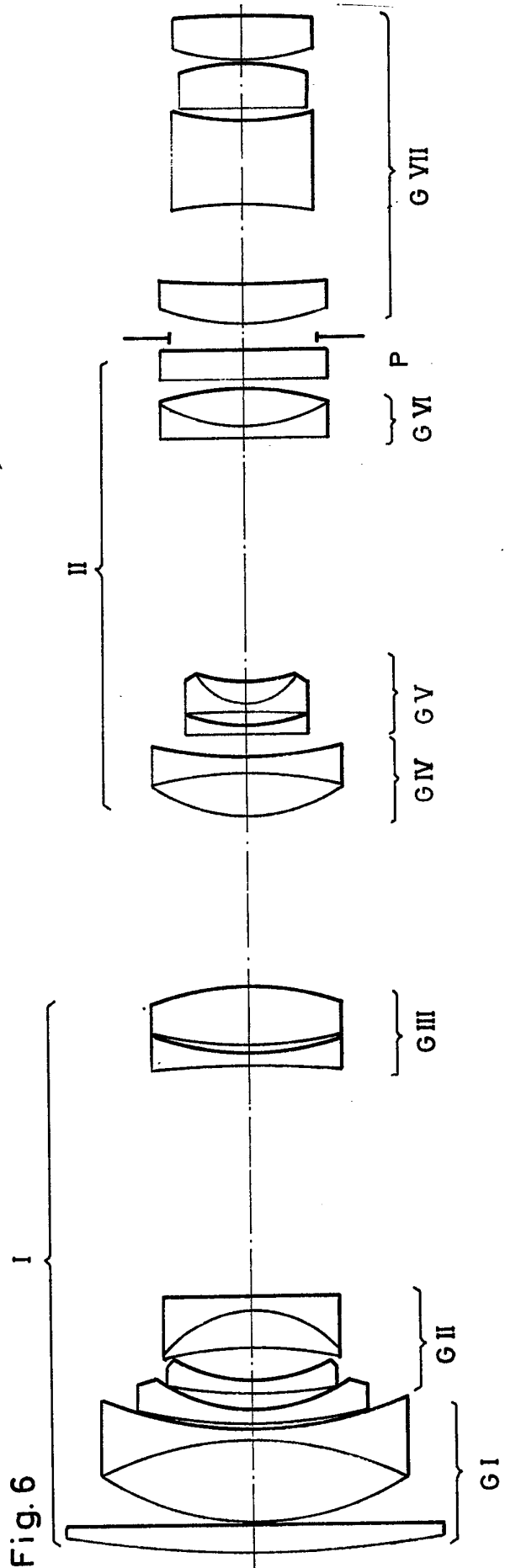


Fig. 6



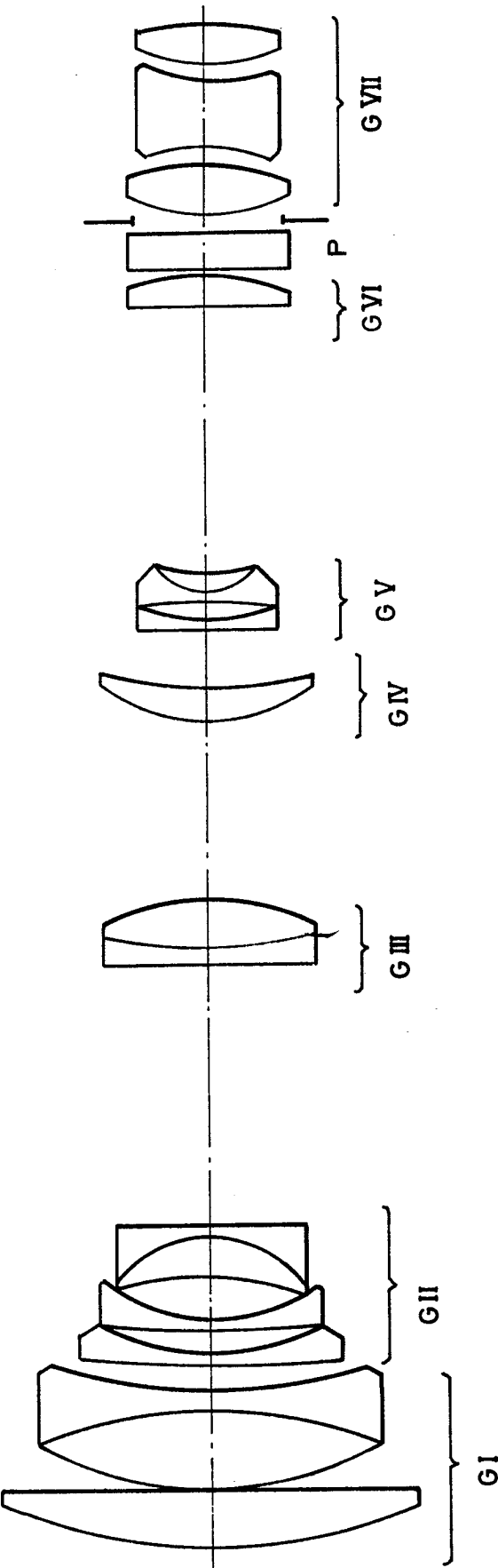


Fig. 7

Fig. 8

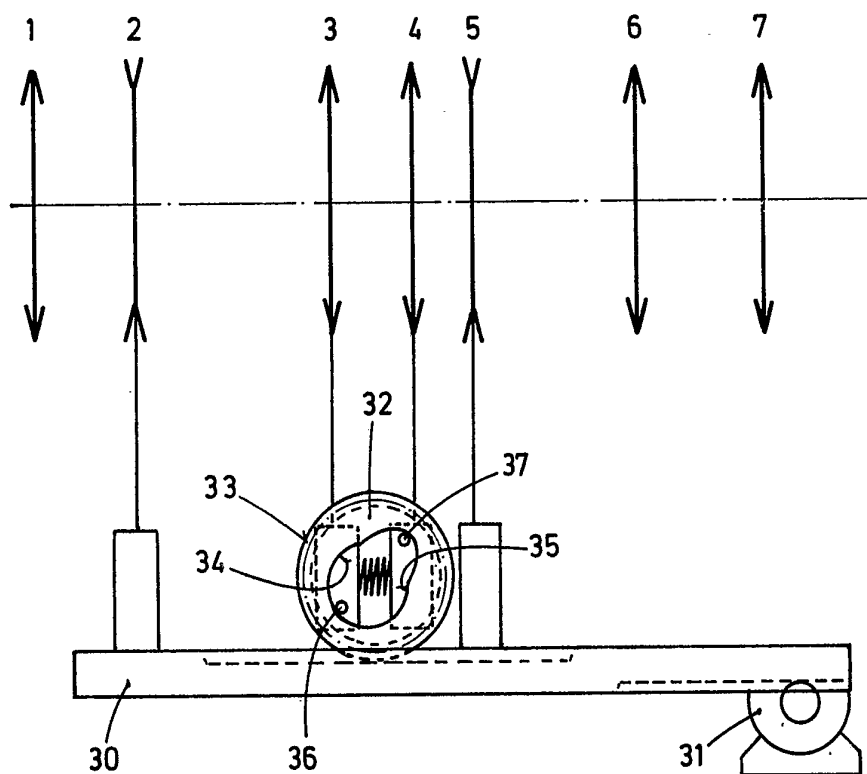


Fig. 9

