

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 22.10.92.

⑬ Priorité : 22.10.91 JP 33640991.

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 23.04.93 Bulletin 93/16.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : ASAHI KOGAKU KOGYO
KABUSHIKI KAISHA — JP.

⑱ Inventeur(s) : Ito Takayuki et Minefuji Nobutaka.

⑲ Titulaire(s) :

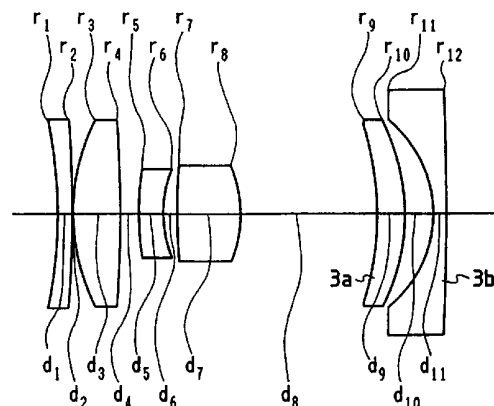
⑳ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

㉑ Objectif zoom.

㉒ L'invention concerne les objectifs zooms.

Elle se rapporte à un objectif zoom qui comprend au moins trois groupes de lentilles. Lors d'une variation de distance focale d'un grand angle à la configuration de téléobjectif, le premier, le second et le troisième groupe se déplacent vers l'objet d'une manière telle que la distance comprise entre le premier et le second groupe augmente alors que la distance comprise entre le second et le troisième groupe diminue. Le troisième groupe comprend, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, un élément (3a) ayant une petite vergence et un autre élément (3b) ayant une grande vergence négative, le troisième groupe ayant au moins une surface asphérique et remplissant certaines conditions.

Application aux objectifs zooms.



La présente invention concerne de façon générale un objectif zoom qui peut être utilisé avec des appareils de prise de vues de petite dimension et qui présentent de plus faibles contraintes au foyer image que les appareils de
5 prise de vues reflex à un seul objectif. Plus précisément, la présente invention concerne un objectif zoom qui donne un rapport élevé de variation de distance focale supérieur ou égal à 2,5.

On connaît déjà divers types d'objectifs zooms
10 destinés à des appareils de prise de vues de faible encombrement. Les objectifs zooms qui comportent au moins trois groupes de lentilles, avec un rapport de distances focales dépassant 2, sont classés de la manière suivante.

(i) Les objectifs zooms à quatre groupes de len-
15 tilles (groupes convergent, divergent, convergent et divergent), avec un diaphragme placé entre le second et le troisième groupe, tous les groupes étant déplacés indépendamment les uns des autres vers l'objet (ce type comprend un objectif dans lequel certains des quatre groupes sont
20 associés). Des exemples de tels objectifs zooms sont décrits dans les demandes de brevet japonais mises à l'inspection publique n° Sho 63-43 115, 63-159 818 et 63-157 120.

(ii) Les objectifs zooms à trois groupes de len-
25 tilles (groupes convergent, convergent et divergent), avec un diaphragme placé dans le second groupe, tous les groupes étant déplacés indépendamment les uns des autres vers l'objet. Des exemples d'un tel objectif zoom sont décrits dans les demandes de brevet japonais mises à l'inspection
30 publique n° Sho 63-153 511 et 63-161 423.

(iii) Un objectif zoom à trois groupes de lentilles (groupes convergent, convergent et divergent) avec un diaphragme placé entre le second et le troisième groupe, tous les groupes étant déplacés vers l'objet (par exemple
35 comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 978 204).

(iv) Un objectif zoom pratiquement à quatre groupes qui a la même composition que l'objectif (ii) mais dans lequel le second groupe est divisé en un groupe avant et un groupe arrière qui sont mobiles indépendamment l'un de l'autre (voir l'exemple 3 du brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 978 204).

Les objectifs zooms classiques précités posent des problèmes. Dans l'objectif (i), les quatre groupes de lentilles doivent être déplacés indépendamment si bien qu'on doit utiliser un grand nombre de cames ; cependant, il est difficile au point de vue mécanique de loger ces cames dans le petit espace disponible pour les objectifs utilisés dans un appareil de prise de vues de petite dimension.

Les objectifs (i) et (ii) nécessitent qu'un bloc obturateur utilisé aussi comme diaphragme soit placé entre le second et le troisième groupe (qui présente une détérioration importante de performances due aux erreurs de fabrication) ou à l'intérieur du second groupe. Dans ces conditions, il faut une grande précision pour le positionnement du bloc obturateur et, simultanément, il est difficile d'assurer des performances optiques reproductibles puisque les performances de formation d'image sont fortement détériorées en présence de petites erreurs.

En outre, le dernier groupe négatif d'un objectif zoom classique à trois ou quatre groupes a une vergence supérieure à celle des autres groupes. De plus, il comporte, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, un élément convergent, un élément divergent et un élément divergent ou un élément convergent, pour la formation d'une composition à trois groupes et trois éléments ou à deux groupes et trois éléments. Ainsi, un plus grand nombre d'éléments doit être utilisé, et chaque élément a une plus grande vergence et pose un problème car l'objectif dans son ensemble présente une détérioration importante de performances due aux erreurs de fabrication ou de montage ou à un grand décalage

du foyer dû aux variations de température ou d'humidité. Ces phénomènes de détérioration des performances et de déplacement du foyer risquent de prendre de l'importance lorsque la longueur totale de l'objectif diminue.

5 Une autre caractéristique des objectifs zooms de la technique antérieure est que, pour la correction des aberrations, on utilise un verre d'optique ayant un petit nombre d'Abbe dans le premier élément du dernier groupe alors que deux ou plusieurs éléments divergents de grande
10 vergence sont placés dans la partie arrière ; cependant, ceci augmente le nombre d'éléments constitutants.

La présente invention a été réalisée compte tenu des problèmes précités posés par la technique antérieure et elle a pour objet la réalisation d'un objectif zoom qui
15 donne un rapport élevé de distances focales, supérieur ou égal à 2,5, qui a une faible longueur totale, qui est composé d'un nombre réduit d'éléments, et qui ne subit qu'une faible détérioration des performances due aux erreurs de fabrication ou de montage, ou qu'un moindre
20 déplacement du foyer dû aux variations de température et d'humidité, et qui convient donc à un appareil de prise de vues de faible encombrement.

L'invention atteint cet objet par réalisation d'un objectif zoom comprenant au moins trois groupes de len-
25 tilles qui sont placés, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, sous forme d'un premier groupe ayant une distance focale positive, d'un second groupe ayant une distance focale positive et d'un troisième groupe ayant une distance focale négative, et dans lequel, lors d'une variation de
30 distance focale d'un grand angle à la configuration de téléobjectif, le premier, le second et le troisième groupe se déplacent vers l'objet d'une manière telle que la distance comprise entre le premier et le second groupe augmente alors que la distance comprise entre le second et
35 le troisième groupe diminue, le troisième groupe comprenant, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, un élément (3a) ayant une petite vergence et un autre élément (3b)

ayant une grande vergence négative, le troisième groupe ayant au moins une surface asphérique et remplissant les conditions suivantes (a), (b) et (c) :

- (a) - $0,2 < f_3/f_{3a} < 0,3$
- 5 (b) $0,7 < f_3/f_{3b} < 1,2$
- (c) $50 < v_{3a}$

f_3 étant la distance focale du troisième groupe, f_{3a} étant la distance focale de l'élément 3a du troisième groupe, f_{3b} étant la distance focale de l'élément 3b du troisième
10 groupe, et v_{3a} étant le nombre d'Abbe de l'élément 3a du troisième groupe.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence
15 aux dessins annexés sur lesquels :

les figures 1, 5 et 9 sont des coupes simplifiées d'objectifs zooms selon les exemples 1, 2 et 3 respectivement, à l'extrémité de grand angle ; et

les figures 2 à 4, 6 à 8, et 10 à 12 représentent
20 les courbes d'aberrations obtenues avec l'objectif zoom de l'exemple 1, 2 et 3 respectivement, chacune des figures étant composée de quatre graphiques dont le premier représente la condition des sinus (SC) et l'aberration sphérique (SA), le second représente l'aberration chromatique pour
25 les raies d, g et c, le troisième représente l'astigmatisme (S et M) et le quatrième la distorsion.

On décrit maintenant des exemples de l'invention.

Chacun des objectifs zooms des exemples est du type d'un téléobjectif qui comprend, dans l'ordre depuis le côté
30 de l'objet, un premier groupe de lentilles ayant une distance focale positive, un second groupe de lentilles de vergence élevée ayant une distance focale positive, et un troisième groupe de lentilles ayant une distance focale négative.

35 Le troisième groupe de lentilles, dans chaque objectif zoom, a une composition à deux éléments qui comprend, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, un

élément 3a de faible vergence et un autre élément 3b de faible vergence négative ; il comporte au moins une surface asphérique et remplit les conditions suivantes (a) et (b) et il permet ainsi une réduction satisfaisante du nombre d'éléments et de la longueur totale de l'objectif :

$$(a) - 0,2 < f_3/f_{3a} < 0,3$$

$$(b) \quad 0,7 < f_3/f_{3b} < 1,2$$

$$(c) \quad 50 < v_{3a}$$

f_3 étant la distance focale du troisième groupe, f_{3a} étant la distance focale de l'élément 3a du troisième groupe, f_{3b} étant la distance focale de l'élément 3b du troisième groupe, et v_{3a} étant le nombre d'Abbe de l'élément 3a du troisième groupe.

Si la limite supérieure de la condition (a) est dépassée, la charge optique de l'élément 3a augmente à un point qui crée des difficultés pour l'obtention d'une correction efficace de l'astigmatisme et d'autres aberrations. Si la limite inférieure de cette condition n'est pas atteinte, la vergence de l'élément convergent placé dans le dernier groupe divergent du côté le plus proche de l'objet augmente, et la vergence du groupe divergent de la partie arrière augmente en conséquence, si bien que la détérioration des performances due aux erreurs de fabrication ou de montage est accrue ou le décalage du foyer est accru lors des variations de température ou d'humidité.

La condition (b) concerne la vergence de l'élément 3b. Si la limite supérieure de cette condition est dépassée, les difficultés de correction des aberrations sont considérables, à moins que le nombre d'éléments utilisés soit accru. Si la limite inférieure de la condition (b) n'est pas atteinte, la divergence de l'élément 3a augmente et crée des difficultés pour la correction de l'astigmatisme.

La condition (c) doit être remplie pour que la correction des aberrations chromatiques soit efficace. Si cette condition n'est pas remplie, il est difficile de corriger l'aberration chromatique latérale.

L'élément 3a a un petit diamètre et, en outre, sa vergence est limitée à une faible valeur par la condition (a). En conséquence, une surface asphérique est de préférence incorporée à l'élément 3a, et cette disposition est
 5 aussi avantageuse au point de vue de la fabrication.

L'utilisation d'une surface asphérique dont le coefficient d'astigmatisme comprend un terme de sphéricité et un terme d'asphéricité ayant des signes opposés, est préférable au point de vue non seulement de la correction
 10 des aberrations mais aussi de la suppression des erreurs qui peuvent apparaître au cours de la fabrication de la surface asphérique. En d'autres termes, il est préférable d'utiliser une surface asphérique qui remplit la condition suivante (d) :

$$15 \quad (d) - 1,0 < \text{IIISP} / \Delta \text{IIIASP} < 0$$

IIISP étant le coefficient du terme de sphéricité du coefficient d'astigmatisme du troisième ordre dû à la surface asphérique du troisième groupe (le coefficient d'aberration est tel que calculé en supposant que la
 20 distance focale de l'objectif à l'extrémité de grand angle est égale à 1,0), et ΔIIIASP est l'amplitude de la variation du coefficient d'astigmatisme due à la surface asphérique du troisième groupe.

La suite est une discussion supplémentaire relative
 25 à la variation du coefficient de l'aberration du troisième ordre due à une surface asphérique. La configuration d'une surface asphérique peut être exprimée de façon générale par l'équation (1) suivante :

$$x = [cy^2 / (1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2y^2})] + \alpha_4 y^4 + \alpha_6 y^6 + \alpha_8 y^8 + \alpha_{10} y^{10} + \dots$$

30 x étant la distance d'écart des coordonnées du point de la surface asphérique auquel la hauteur par rapport à l'axe optique est égale à y dans le plan tangent au sommet de la surface asphérique, c étant la courbure ($1/r$) du sommet de la surface asphérique, K étant la constante de conicité, et
 35 α_4 , α_6 , α_8 et α_{10} étant les coefficients asphériques du quatrième, du sixième, du huitième et du dixième ordre respectivement.

Le calcul de la distance focale sous forme $f = 1,0$, c'est-à-dire l'utilisation des grandeurs $X = x/s$, $Y = y/s$, $C = fc$, $A4 = f^3\alpha_4$, $A6 = f^5\alpha_6$, $A8 = f^7\alpha_8$ et $A10 = f^9\alpha_{10}$ dans l'équation (1) donne l'équation suivante (2) :

$$5 \quad X = [CY^2/(1+\sqrt{1-(1+K)C^2Y^2})]+A4Y^4+A6Y^6+A8Y^8+A10Y^{10}+...$$

Le second terme et les termes suivants de l'équation (2) donnent la valeur de l'asphéricité et la relation entre le coefficient $A4$ du second terme et le coefficient asphérique du troisième ordre ϕ est donnée par :

$$10 \quad \phi = 8(N'-N)A4$$

N étant l'indice de réfraction du milieu avant la surface asphérique N' l'indice de réfraction du milieu après la surface asphérique.

Le coefficient asphérique ϕ donne les amplitudes
15 suivantes de variation des coefficients d'aberration du troisième ordre qu'on peut obtenir d'après la théorie des aberrations :

$$\begin{aligned} \Delta I &= h^4\phi \\ \Delta II &= h^3H\phi \\ 20 \quad \Delta III &= h^2H^2\phi \\ \Delta IV &= h^2H^2\phi \\ \Delta V &= hH^3\phi \end{aligned}$$

I étant le coefficient d'aberration sphérique, II étant le coefficient de coma, III étant le coefficient d'astigmatisme, IV étant le coefficient de courbure de champ sagittal, V étant le coefficient de distorsion, h étant la hauteur des rayons paraxiaux sur l'axe à l'endroit où ils passent à travers chaque surface de lentille, et H étant la hauteur des rayons paraxiaux désaxés passant par le centre
30 de la pupille, à la hauteur à laquelle ils passent à travers chaque surface de lentille.

Si la limite supérieure de la condition (d) est dépassée, les termes de sphéricité et d'asphéricité du coefficient d'astigmatisme prennent le même signe. Si la
35 limite inférieure de la condition (d) n'est pas atteinte, le coefficient d'astigmatisme du terme d'asphéricité devient si petit par rapport à celui du terme de sphéricité

que l'efficacité de l'adoption d'une surface asphérique est réduite.

Si l'élément 3a du troisième groupe est formé d'une lentille de matière plastique ayant un nombre d'Abbe important et une faible vergence, le décalage du foyer qui pourrait se produire lors des variations de température ou d'humidité peut être supprimé. Cette solution est avantageuse au point de vue de la rentabilité.

Lorsqu'on utilise une lentille de matière plastique comme élément 3a dans le troisième groupe, une lentille convergente de petite vergence est de préférence utilisée afin que le décalage du foyer qui pourrait se produire à la suite d'une variation de température ou d'humidité dans la monture de l'objectif soit évité.

Les exemples 1 à 3 d'objectif zoom selon l'invention sont décrits dans la suite en référence à des tableaux dans lesquels r désigne le rayon de courbure d'une surface individuelle de lentille (en millimètres), n désigne l'indice de réfraction d'une lentille individuelle pour la raie d et v désigne le nombre d'Abbe d'une lentille individuelle pour la raie d . Dans tous les tableaux, α_4 , α_6 et α_8 désignent les coefficients asphériques du quatrième, du sixième et du huitième ordre respectivement, et les références de surface ayant un astérisque correspondent à des surfaces asphériques. En outre, ON désigne l'ouverture numérique, f la distance focale, f_B le foyer image, et θ le demi-angle de vision (en degrés).

Exemple 1

La figure 1 est une coupe simplifiée d'un objectif zoom de l'exemple 1, du côté des grands angles. Les données particulières à cet exemple sont indiquées dans le tableau 1. Les courbes d'aberration obtenues avec cet objectif sont indiquées sur les figures 2, 3 et 4.

Tableau 1

Surface					
	n°	r	d	n	v
5	1	- 46,849	1,50	1,83400	37,2
	2	-120,146	0,20		
	3	22,585	4,92	1,48749	70,2
	4	-126,251	variable		
	5*	27,245	2,50	1,83400	37,2
10	6	12,806	1,41		
	7*	213,136	6,88	1,62299	58,1
	8	-12,198	variable		
	9*	-22,397	3,03	1,48749	70,2
	10	-21,089	2,85		
15	11	-12,899	1,25	1,56907	71,3
	12	-468,504			
Cinquième surface asphérique			Septième surface asphérique		
20	K = 0			K = 0	
	$\alpha_4 = -0,20748329 \times 10^{-3}$			$\alpha_4 = 0,22180924 \times 10^{-3}$	
	$\alpha_6 = -0,26813269 \times 10^{-5}$			$\alpha_6 = 0,31810508 \times 10^{-5}$	
	$\alpha_8 = 0$			$\alpha_8 = 0$	
	Neuvième surface asphérique				
25	K = 0				
	$\alpha_4 = 0,50355359 \times 10^{-4}$				
	$\alpha_6 = 0,10192653 \times 10^{-6}$				
	$\alpha_8 = 0,53810163 \times 10^{-9}$				

Les valeurs de ON, f, fB, θ , d4 et d8 varient avec la variation de la distance focale comme l'indique le tableau 2 qui suit.

Tableau 2

30	ON	3,8	5,4	8,2
	f	37,99	60,00	102,00
	fB	8,50	24,29	53,68
	θ	29,2	19,4	11,8
	d4	2,00	8,36	13,60
35	d8	14,60	8,24	3,00

Exemple 2

La figure 5 est une coupe simplifiée de l'objectif zoom de l'exemple 2 du côté des grands angles. Les résultats propres à cet exemple sont indiqués dans le tableau 3.

5 Les courbes d'aberration obtenues avec cet objectif sont indiquées sur les figures 6, 7 et 8.

Tableau 3

Surface					
	n°	r	d	n	v
10	1	- 40,624	1,50	1,83400	37,2
	2	-131,101	0,20		
	3	24,074	4,12	1,48749	70,2
	4	- 74,799	variable		
	5*	28,844	2,50	1,73077	40,5
15	6	13,447	1,64		
	7*	661,131	6,68	1,58913	61,2
	8	-12,410	variable		
	9*	-23,000	3,16	1,49176	57,4
	10	-20,448	3,03		
20	11	-12,060	1,40	1,64000	60,1
	12	-101,186			
Cinquième surface asphérique			Septième surface asphérique		
	K = 0			K = 0	
	$\alpha_4 = -0,17966510 \times 10^{-3}$			$\alpha_4 = 0,15361650 \times 10^{-3}$	
25	$\alpha_6 = -0,19844449 \times 10^{-5}$			$\alpha_6 = 0,26760264 \times 10^{-5}$	
	$\alpha_8 = 0,12125023 \times 10^{-7}$			$\alpha_8 = 0$	
Neuvième surface asphérique					
	K = 0				
	$\alpha_4 = 0,78007555 \times 10^{-4}$				
30	$\alpha_6 = 0,17348425 \times 10^{-6}$				
	$\alpha_8 = 0,15729598 \times 10^{-8}$				

Les valeurs de ON, f, fB, θ , d4 et d8 varient avec la variation de la distance focale comme indiqué dans le tableau 4 qui suit.

Tableau 4

	ON	3,6	5,2	8,2
	f	38,00	60,00	102,00
	fB	8,59	24,58	54,67
5	θ	29,1	19,4	11,9
	d4	2,00	7,78	12,39
	d8	13,89	8,11	3,50

Exemple 3

La figure 9 est une coupe simplifiée de l'objectif zoom de l'exemple 3 du côté des grands angles. Les données particulières à cet exemple sont indiquées dans le tableau 5. Les courbes d'aberration obtenues avec cet objectif sont indiquées sur les figures 10, 11 et 12.

Tableau 5

15 Surface

	n°	r	d	n	v
	1	- 47,431	1,50	1,83400	37,2
	2	-656,466	0,20		
	3	22,259	3,92	1,58913	61,2
20	4	-193,075	variable		
	5*	31,683	2,50	1,73077	40,5
	6*	12,063	1,00		
	7	36,333	7,50	1,58913	61,2
	8	-13,056	variable		
25	9*	-23,000	2,97	1,48749	70,2
	10	-30,680	2,94		
	11	-14,596	1,40	1,56907	71,3
	12	-329,137			

Cinquième surface asphérique

30 K = 0

$$\alpha_4 = -0,42114860 \times 10^{-3}$$

$$\alpha_6 = -0,90193505 \times 10^{-6}$$

$$\alpha_8 = 0$$

Neuvième surface asphérique

35 K = 0

$$\alpha_4 = 0,38145979 \times 10^{-4}$$

$$\alpha_6 = 0,20084770 \times 10^{-7}$$

$$\alpha_8 = 0,27896596 \times 10^{-9}$$

Sixième surface asphérique

K = 0

$$\alpha_4 = 0,45457599 \times 10^{-3}$$

$$\alpha_6 = 0,22145289 \times 10^{-5}$$

$$\alpha_8 = 0$$

Les valeurs de ON, f , fB , θ , $d4$ et $d8$ varient avec la variation de la distance focale comme l'indique le tableau 6 qui suit.

Tableau 6

5	ON	3,6	5,2	8,1
	f	38,00	60,00	102,00
	fB	8,50	24,62	54,90
	θ	29,1	19,5	11,9
	$d4$	2,00	7,81	12,47
10	$d8$	13,97	8,16	3,50

Le tableau 7 indique des valeurs qui remplissent les conditions (a) à (d) dans les exemples 1 à 3.

Tableau 7

	Condition	$f3/f3a$	$f3/f3b$	$v3a$	$IIISP/\Delta IIIASP$
15	Ex. 1	- 0,056	1,02	70,2	- 0,22
	Ex. 2	- 0,085	1,05	57,4	- 0,26
	Ex. 3	0,11	0,85	70,2	- 0,36

Comme décrit dans les pages qui précèdent, l'objectif zoom selon l'invention a une disposition aussi simple que celle d'une composition à trois groupes et cependant, grâce aux caractéristiques particulières de la disposition des éléments du troisième groupe et à leur configuration, le rapport de variation de la distance focale peut avoir une valeur aussi élevée que 2,5 ou plus avec réduction de la longueur totale de l'objectif et utilisation d'un petit nombre d'éléments constitutants. En outre, la détérioration des performances dues aux erreurs de fabrication et de montage est supprimée de même que le décalage du foyer dû aux variations de température et d'humidité. En conséquence, l'invention concerne un objectif zoom du type d'un téléobjectif qui convient à un appareil de prise de vues de faible encombrement.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux objectifs zooms qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Objectif zoom comprenant au moins trois groupes de lentilles qui sont placés, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, sous forme d'un premier groupe ayant une
 5 distance focale positive, d'un second groupe ayant une distance focale positive et d'un troisième groupe ayant une distance focale négative, caractérisé en ce que, lors d'une variation de distance focale d'un grand angle à la configuration de téléobjectif, le premier, le second et le troi-
 10 sième groupe se déplacent vers l'objet d'une manière telle que la distance comprise entre le premier et le second groupe augmente alors que la distance comprise entre le second et le troisième groupe diminue, le troisième groupe comprenant, dans l'ordre depuis le côté de l'objet, un
 15 élément (3a) ayant une petite vergence et un autre élément (3b) ayant une grande vergence négative, le troisième groupe ayant au moins une surface asphérique et remplissant les conditions suivantes (a), (b) et (c) :

$$(a) - 0,2 < f_3/f_{3a} < 0,3$$

$$20 \quad (b) \quad 0,7 < f_3/f_{3b} < 1,2$$

$$(c) \quad 50 < v_{3a}$$

f_3 étant la distance focale du troisième groupe, f_{3a} étant la distance focale de l'élément 3a du troisième groupe, f_{3b} étant la distance focale de l'élément 3b du troisième
 25 groupe, et v_{3a} étant le nombre d'Abbe de l'élément 3a du troisième groupe.

2. Objectif zoom selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de lentille (3a) du troisième groupe a une surface asphérique.

30 3. Objectif zoom selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface asphérique remplit la condition suivante (d) :

$$(d) - 1,0 < III_{SP}/\Delta III_{ASP} < 0$$

III_{SP} étant le coefficient du terme de sphéricité du
 35 coefficient d'astigmatisme du troisième ordre dû à la surface asphérique du troisième groupe (le coefficient d'aberration est tel que calculé en supposant que la

distance focale de l'objectif à l'extrémité de grand angle est égale à 1,0), et $\Delta III ASP$ est l'amplitude de la variation du coefficient d'astigmatisme due à la surface asphérique du troisième groupe.

5 4. Objectif zoom selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément (3a) du troisième groupe est formé de matière plastique et a au moins une surface asphérique.

 5. Objectif zoom selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'élément (3a) du troisième groupe est une
10 lentille convergente de petite vergence.

FIG. 1

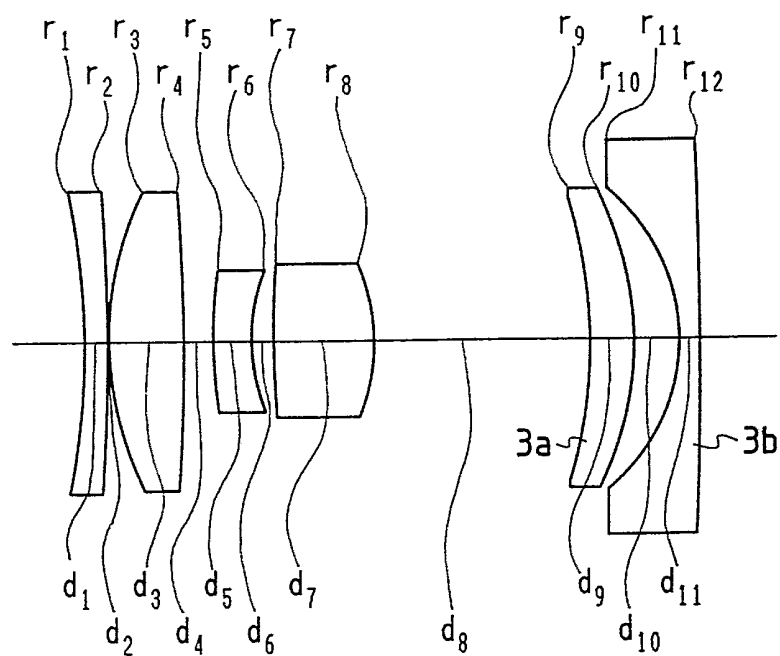


FIG. 2

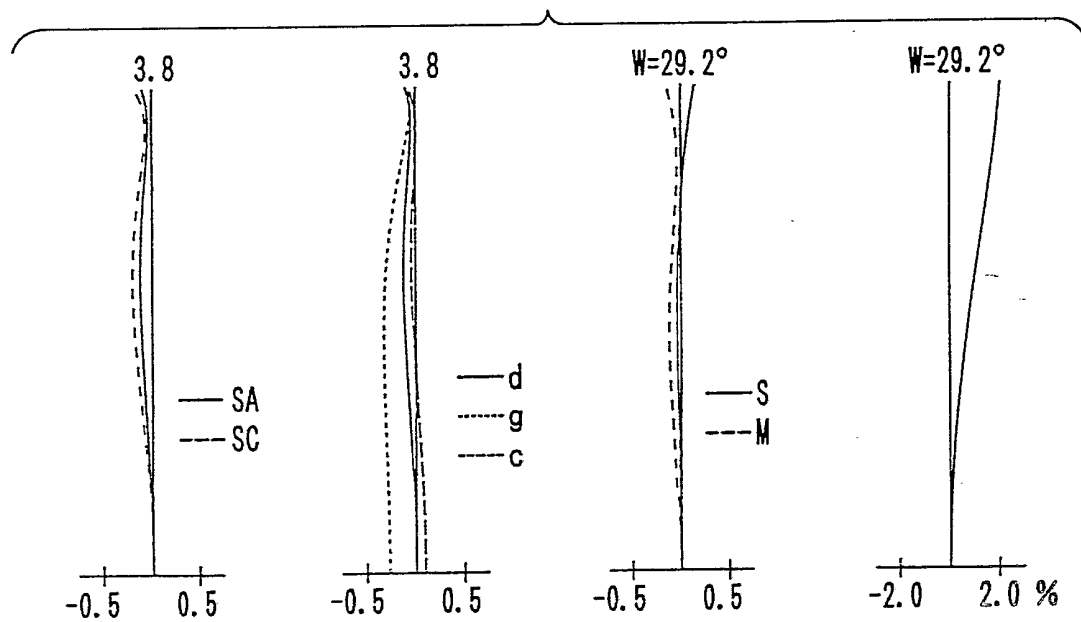


FIG. 3

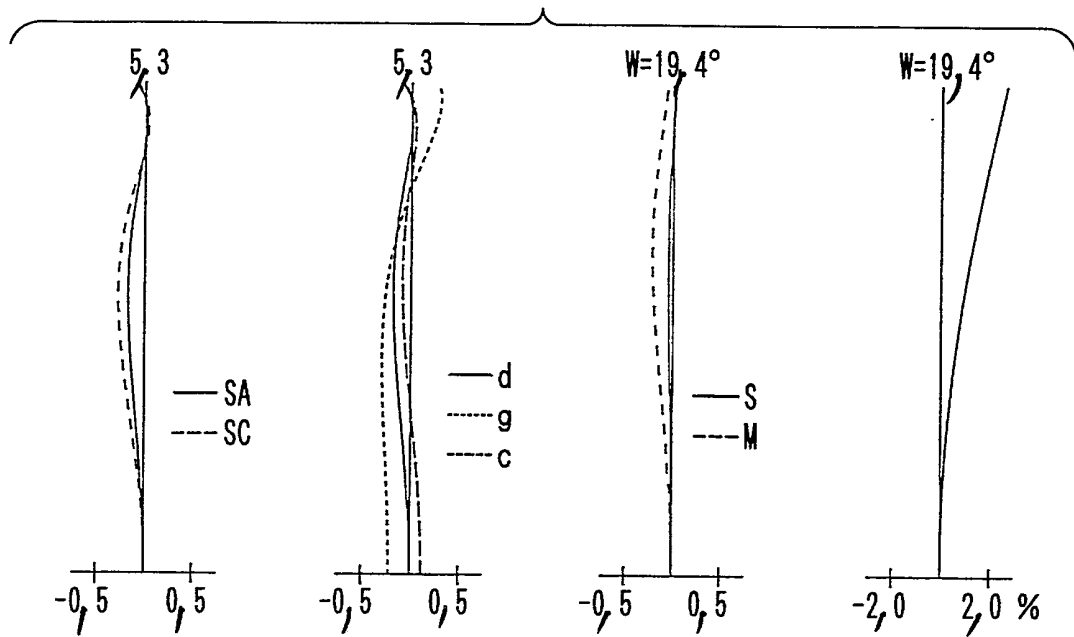


FIG. 4

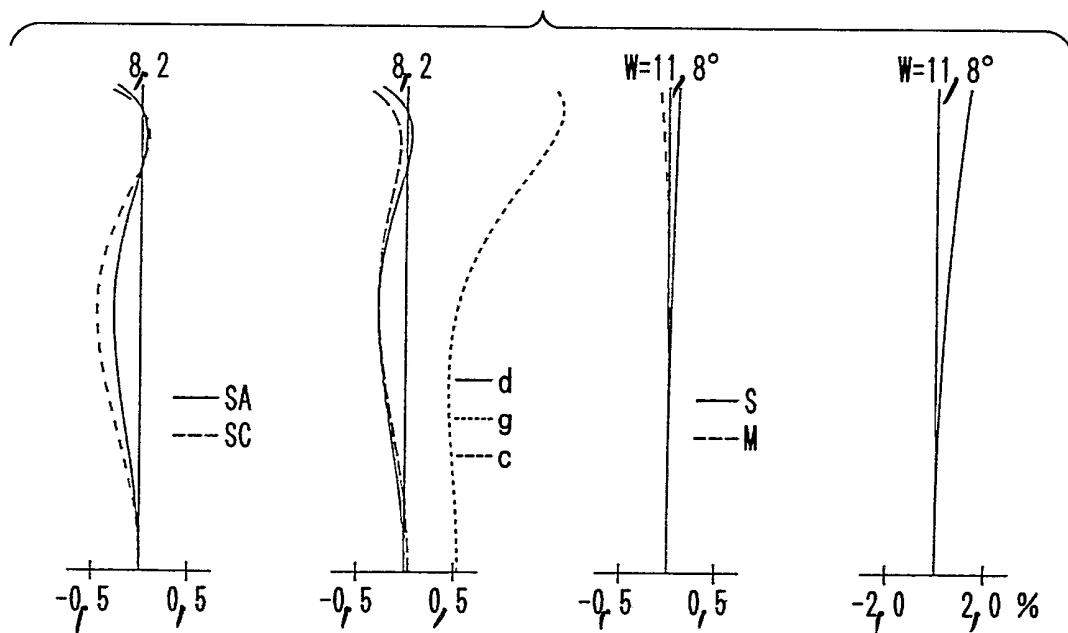


FIG. 5

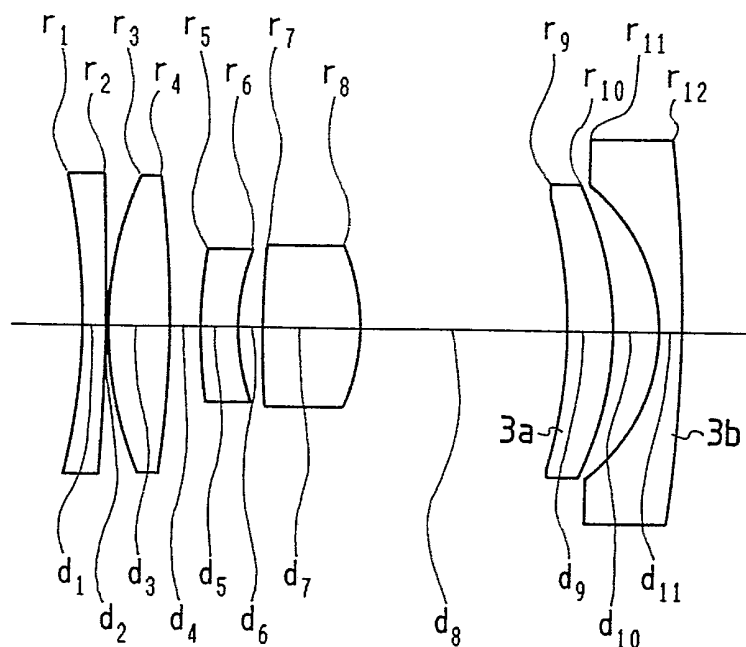


FIG. 6

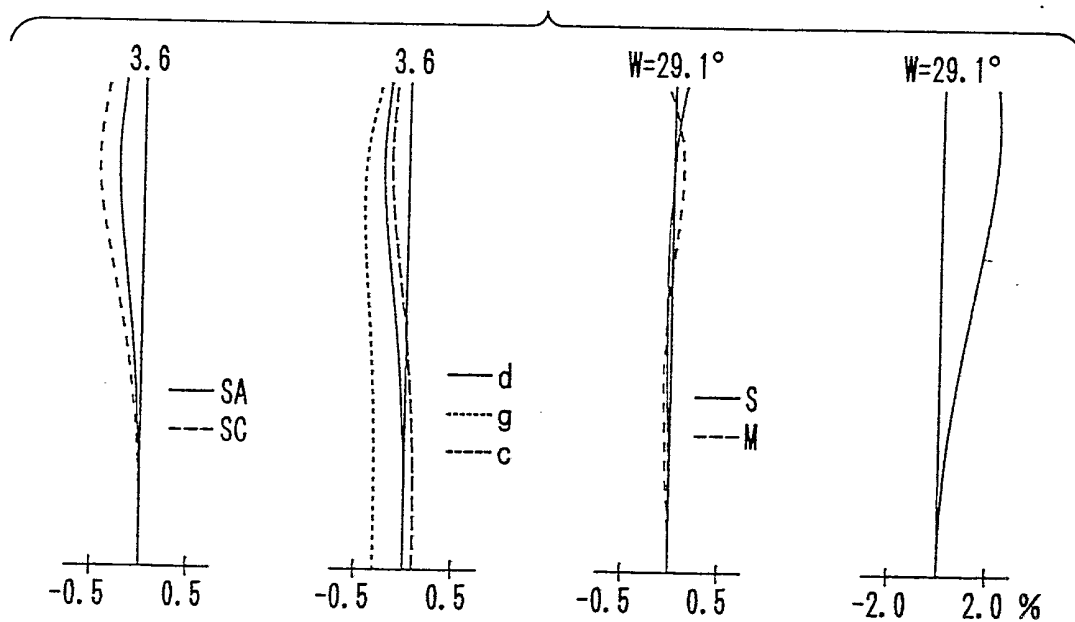


FIG. 7

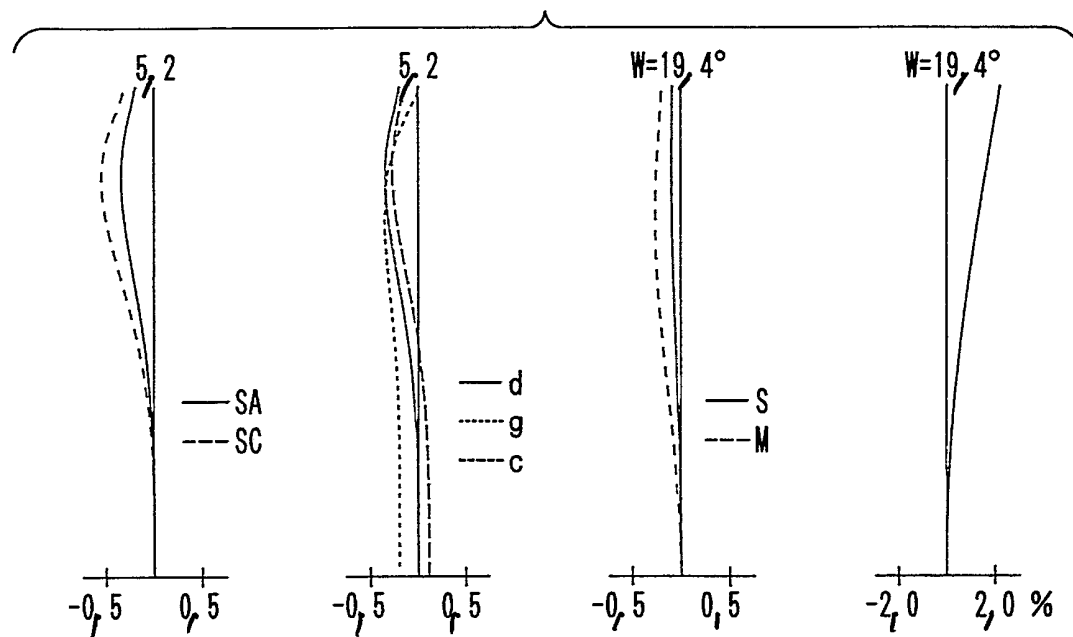


FIG. 8

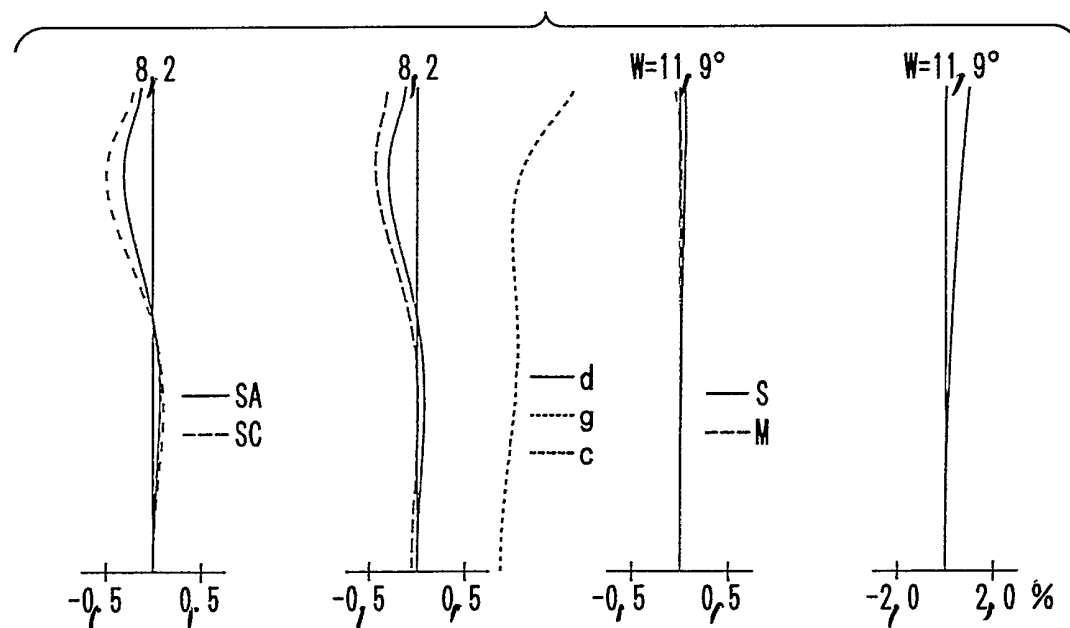


FIG. 9

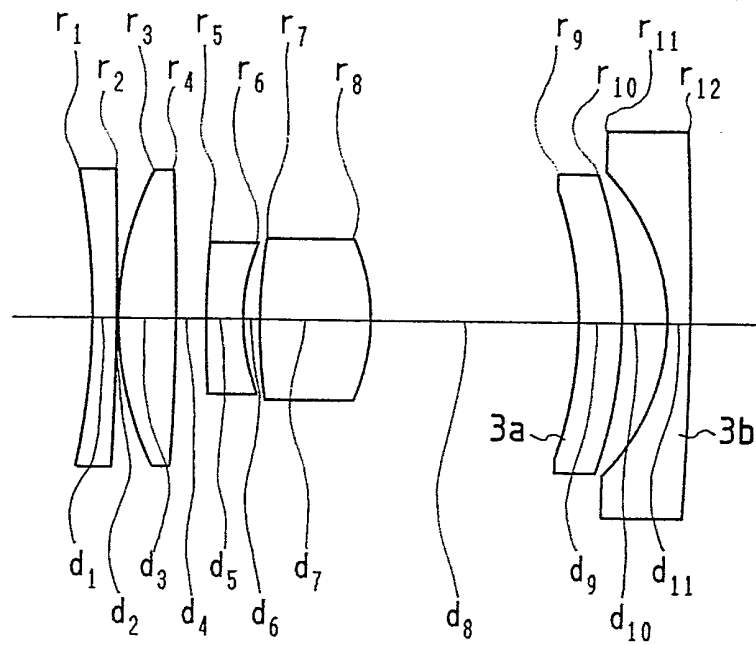


FIG. 10

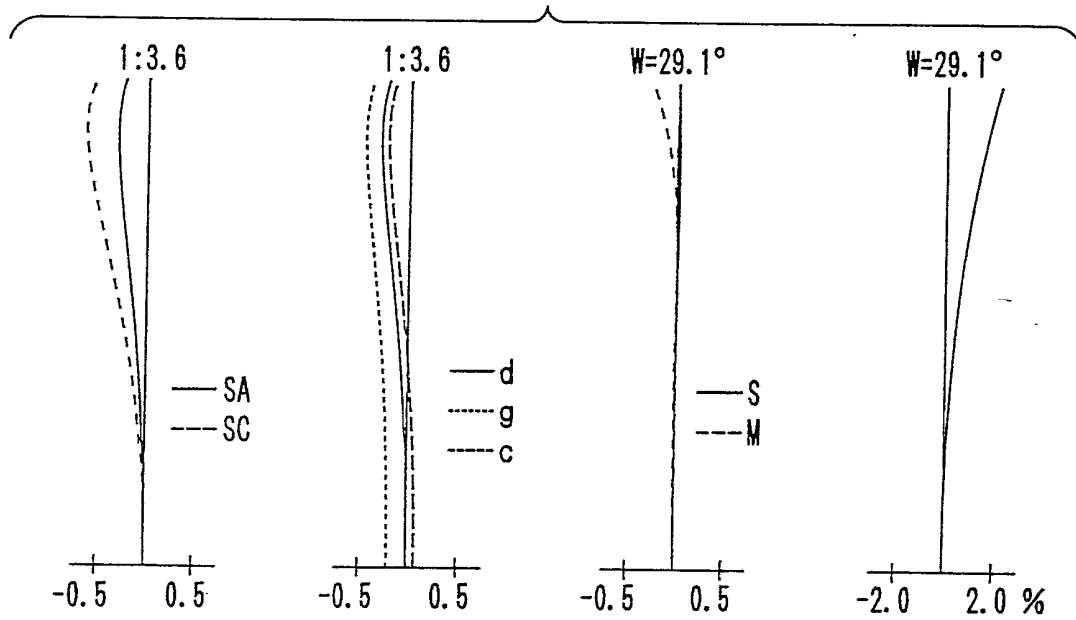


FIG. 11

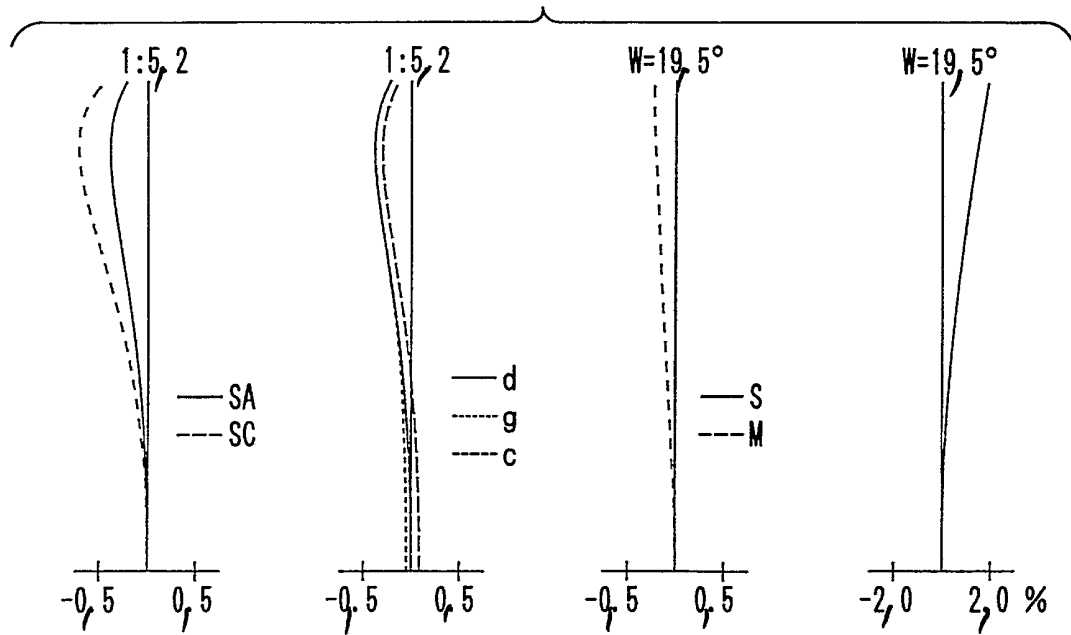


FIG. 12

