

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 681 153

(21) N° d'enregistrement national :
92 10816

(51) Int Cl⁵ : G 03 B 13/02; G 02 B 15/14

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 10.09.92.

(30) Priorité : 10.09.91 JP 23012791.

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

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 12.03.93 Bulletin 93/10.

(72) Inventeur(s) : Yoneyama Shuji et Ito Takayuki.

(56) 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.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

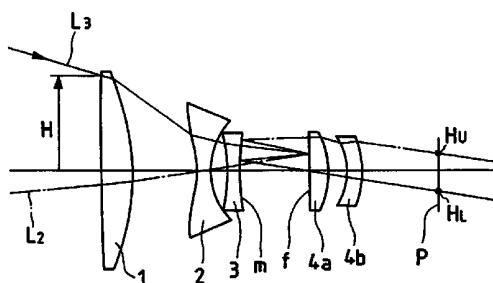
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

54 Viseur à focale variable.

(57) L'invention concerne un viseur à focale variable caractérisé en ce qu'il comprend, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un premier groupe de lentilles convergent (1), un second groupe de lentilles divergent (2) qui est capable de modifier la focale et de se déplacer suivant l'axe optique, un troisième groupe de lentilles divergent (3) qui comporte une surface formant miroir semi-réfléchissant m du côté de la pupille et un quatrième groupe de lentilles qui constitue un oculaire convergent et qui comporte un cadre limiteur de champ f du côté le plus proche de l'objet, ledit oculaire comprenant, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un élément de lentille convergente 4a et un élément de lentille divergente 4b.

Le viseur selon l'invention est particulièrement destiné à équiper les appareils photographiques compacts.



FR 2 681 153 - A1



La présente invention concerne un viseur à focale variable qui est destiné principalement à être utilisé avec des appareils photographiques compacts.

La figure 14 représente schématiquement un exemple de viseur à focale variable de l'état de la technique utilisable avec un appareil photographique 5 compact.

Le viseur représenté sur la figure 14 comprend depuis le côté de l'objet et dans cet ordre une première lentille biconvexe 1, une seconde lentille 2 et une troisième lentille 3 qui sont chacune un ménisque divergent et des quatrième et cinquième lentilles convergentes 4 et 5 qui constituent un oculaire. La surface, 10 située du côté de la pupille, de la troisième lentille 3 constitue un miroir semi-réfléchissant m, et un cadre limiteur de champ f est prévu sur le côté de la quatrième lentille 4 qui est tourné vers l'objet. Le cadre limiteur de champ f de la quatrième lentille 4 est illuminé par les rayons lumineux provenant de l'objet et la lumière réfléchie par la surface constituant le miroir semi-réfléchissant m traverse 15 l'oculaire pour frapper la pupille de l'observateur (non représentée).

Sur la figure 14, un rayon lumineux L1 qui frappe le premier groupe de lentilles 1 à la hauteur H' traverse la pupille P à une hauteur HL tandis qu'un rayon lumineux L2 représenté par une ligne en trait mixte traverse la pupille P à une hauteur HU .

20 Cependant, avec le viseur à focale variable de l'état de la technique décrit ci-dessus, le diamètre du premier groupe de lentilles du côté de l'objet doit être suffisamment important pour deux raisons : la première raison est que la pupille est située en position arrière, et la deuxième raison est qu'il est nécessaire de faire en sorte que la lumière réfléchie par le cadre limiteur de champ éclairé par la 25 luminosité de l'objet ne subisse pas de vignettage au niveau de la pupille.

Si le diamètre du premier groupe de lentilles est faible, un rayon lumineux L3 qui frappe le premier groupe de lentilles à la hauteur H et qui est représenté par une ligne interrompue traverse la pupille P à une position inférieure à HL comme cela est représenté également par une ligne interrompue de sorte que la quantité de 30 lumière qui frappe le viseur ou le cadre limiteur de champ devient insuffisante.

Pour remédier à ces inconvénients, la présente invention a pour but de fournir un viseur Albada à focale variable (zoom) qui ne provoque pas de vignettage de la lumière réfléchie par le cadre limiteur de champ même lorsque le diamètre du groupe frontal de lentilles du côté de l'objet est réduit.

La présente invention a également pour but de fournir un viseur à focale variable capable de corriger efficacement les aberrations même lorsque le diamètre du groupe frontal de lentilles est réduit.

5 Selon son premier aspect, la présente invention atteint ces buts grâce à un viseur à focale variable qui comprend, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un premier groupe de lentilles convergent, un second groupe de lentilles divergent qui est capable de modifier la focale et de se déplacer suivant l'axe optique, un troisième groupe de lentilles divergent qui comporte une surface formant miroir semi-réfléchissant du côté de la pupille et un quatrième groupe de lentilles qui 10 constitue un oculaire convergent et qui comporte un cadre limiteur de champ du côté le plus proche de l'objet, ledit oculaire comprenant, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un élément de lentille convergente 4a et un élément de lentille divergente 4b.

15 Selon son second aspect, la présente invention atteint ces buts grâce à un viseur à focale variable qui comprend, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un premier groupe de lentilles convergent, un second groupe de lentilles divergent qui est capable de modifier la focale et de se déplacer suivant l'axe optique et un oculaire qui a une puissance globale positive, ledit viseur à focale variable obéissant aux conditions suivantes :

20

$$1,55 < N1$$

$$1,55 < N2$$

où N1 est l'indice de réfraction du premier groupe de lentilles, et
25 N2 est l'indice de réfraction du second groupe de lentilles.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux dans la description détaillée qui suit qui se réfère aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple, et dans lesquels :

30 la figure 1 est une vue en coupe transversale simplifiée montrant le fonctionnement commun aux viseurs à focale variable des exemples de la présente invention ;

la figure 2 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 1 dans la position de plus faible grossissement ;

35 la figure 3 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur représenté sur la figure 2 ;

la figure 4 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 1 dans la position de plus fort grossissement ;

la figure 5 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur de la figure 4 ;

5 la figure 6 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 2 dans la position de plus faible grossissement ;

la figure 7 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur de la figure 6 ;

10 la figure 8 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 2 dans la position de plus fort grossissement ;

la figure 9 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur de la figure 8 ;

la figure 10 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 3 dans la position de plus faible grossissement ;

15 la figure 11 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur de la figure 10 ;

la figure 12 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur à focale variable de l'exemple 3 dans la position de plus fort grossissement ;

20 la figure 13 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues au moyen du viseur de la figure 12 ; et

la figure 14 est une vue en coupe transversale simplifiée montrant le fonctionnement d'un viseur à focale variable de l'état de la technique.

25 Comme on le voit sur la figure 1, un viseur selon la présente invention comprend, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un premier groupe de lentilles convergent 1, un second groupe de lentilles 2 et un troisième groupe de lentilles 3 qui sont constitués chacun par un ménisque divergent, un élément de lentille convergente 4a et un élément de lentille divergente 4b qui constituent un oculaire. La surface du côté tourné vers la pupille du troisième groupe de lentilles est une surface formant miroir semi-réfléchissant concave m, et un cadre limiteur de champ f est prévu sur le côté tourné vers l'objet de l'élément de lentille 4a. Le cadre limiteur de champ f de l'élément de lentille 4a est éclairé par les rayons lumineux provenant de l'objet et la lumière réfléchie par la surface formant miroir semi-réfléchissant m traverse l'oculaire pour frapper la pupille de l'observateur (non représentée).

30 35 Le second groupe de lentilles 2 se déplace suivant l'axe optique pendant l'opération de modification de la focale. Le viseur peut être agencé de telle manière

que seul le second groupe de lentilles se déplace pour faire varier la focale tandis que la puissance focale est maintenue sensiblement constante ou que le premier groupe de lentilles se déplace suivant l'axe optique pour faire en sorte que la puissance focale soit maintenue constante tandis que le second groupe de lentilles 5 se déplace.

Les figures 1 et 14 montrent la relation entre le diamètre du premier groupe de lentilles 1 et les conditions permettant d'empêcher le vignettage de la lumière réfléchie par le cadre limiteur de champ f (ces conditions sont appelées dans la suite "conditions d'éclairement").

10 Dans les viseurs de l'état de la technique, lorsque le diamètre du premier groupe de lentilles 1 est réduit dans une mesure telle que le rayon lumineux L3 qui frappe le premier groupe de lentilles à la hauteur H, représenté sur la figure 14 par une ligne interrompue, suit le trajet le plus externe, le rayon lumineux L3 traverse la pupille P en une position proche de l'axe optique comme le montre une ligne 15 interrompue. Ainsi, lorsque l'oeil de l'observateur se déplace, même légèrement, le cadre limiteur de champ n'est plus visible.

Pour réduire le diamètre du premier groupe de lentilles 1 tout en garantissant que le rayon lumineux incident qui suit le trajet le plus externe traverse la pupille P en une position distante de l'axe optique, le rayon lumineux qui est 20 réfléchi une seconde fois par la surface formant miroir semi-réfléchissant m doit former un angle comparativement important avec l'axe optique.

A cet effet, on peut réduire la distance entre l'élément de lentille 4a de l'oculaire et la pupille P. Cependant, il est nécessaire d'augmenter simultanément la distance entre l'élément de lentille 4b situé du côté le plus proche de la pupille P et 25 la pupille. Autrement, le champ optique et le cadre limiteur de champ sont difficiles à voir.

Dans ces conditions, le viseur selon la présente invention augmente la distance entre l'élément de lentille 4b et la pupille P tout en réduisant la distance entre l'élément de lentille 4a et la pupille P grâce à un oculaire qui comprend un 30 élément de lentille convergente et un élément de lentille divergente, dans cet ordre depuis le côté de l'objet.

Grâce à cet agencement de lentilles, le rayon lumineux L3 qui frappe le premier groupe de lentilles 1 à la hauteur H, comme le montre la figure 1, traverse la pupille P à la même hauteur HL que le rayon lumineux L1 qui frappe le premier 35 groupe de lentilles 1 à la hauteur H' dans le viseur de l'état de la technique.

Il est à noter à ce sujet que, du fait que les conditions concernant le rayon lumineux L2 sont déterminées habituellement par le diamètre de l'oculaire, il suffit de concevoir le système de manière à empêcher le vignettage des rayons lumineux qui frappent les bords du champ optique sans qu'il soit nécessaire de tenir compte 5 des conditions d'éclairement du cadre limiteur de champ.

Le viseur des exemples de la présente invention obéit en outre aux conditions (1) à (5) suivantes :

$$\begin{aligned} -0,35 < f4/f4b < 0,0 & \quad (1) \\ 0,05 < L/f4 < 0,35 & \quad (2) \\ -0,7 < rb/f4 < -0,1 & \quad (3) \\ -0,8 < ra/f4 < -0,2 & \quad (4) \\ 1 < rh/f4 < 2 & \quad (5) \end{aligned}$$

10 dans lesquelles :

f4 est la longueur focale composite du quatrième groupe de lentilles considérées dans leur totalité ;
 f4b est la longueur focale de l'élément de lentille 4b ;
 L est la distance entre les éléments de lentille 4a et 4b ;
 15 rb est le rayon de courbure de la surface concave du côté dirigé vers l'objet de l'élément de lentille 4b ;
 ra est le rayon de courbure de la surface convexe du côté dirigé vers la pupille de l'élément de lentille 4a ; et
 rh est le rayon de courbure de la surface formant miroir semi-réfléchissant 20 concave du côté tourné vers la pupille du troisième groupe de lentilles.

La condition (1) concerne la puissance de l'élément de lentille 4b de l'oculaire. Lorsque la limite supérieure de cette condition est franchie vers les valeurs supérieures, la puissance de l'élément de lentille 4b devient positive, ce qui affecte de manière défavorable les conditions d'éclairement. Lorsque la limite 25 inférieure de la condition (1) n'est pas atteinte, la puissance négative de l'élément de lentille 4b devient trop importante. En même temps, pour obtenir un oculaire qui présente une puissance globale positive, il est nécessaire également d'augmenter la puissance de l'élément de lentille convergente 4a pour la porter à un niveau excessif de sorte qu'il est difficile de corriger efficacement les aberrations 30 qui apparaissent dans l'ensemble du viseur ou dans l'unité comprenant le cadre

limiteur de champ, c'est-à-dire dans la partie dans laquelle les rayons lumineux réfléchis par le cadre limiteur de champ pénètrent de nouveau dans l'oculaire.

La condition (2) concerne l'agencement des éléments de lentille 4a et 4b de l'oculaire. Lorsque la limite supérieure de cette condition est franchie vers les 5 valeurs supérieures, la distance entre l'élément de lentille 4b et la pupille diminue. Lorsque la limite inférieure de la condition (2) n'est pas atteinte, la distance entre les éléments de lentille 4a et 4b devient si faible que, pour maintenir des conditions d'éclairement satisfaisantes, la puissance négative de l'élément de lentille 4b est susceptible d'augmenter dans une mesure telle que la limite inférieure de la 10 condition (1) n'est plus atteinte, ce qui rend difficile une correction des aberrations.

Les conditions (3) et (4) concernent la géométrie des éléments de lentille 4a et 4b qui constituent l'oculaire. Lorsque la limite inférieure de la condition (3) n'est 15 pas atteinte, la puissance de la surface divergente de l'élément de lentille 4b devient faible, ce qui est défavorable pour les conditions d'éclairement. Un dépassement de la limite supérieure de la condition (3) est favorable pour les conditions d'éclairement mais, d'un autre côté, le rayon de courbure de l'élément de lentille 4b devient si petit qu'une correction des aberrations est difficile.

La condition (4) doit être satisfaite pour supprimer les aberrations qui apparaissent sur la surface divergente de l'élément de lentille 4b. Lorsque la limite 20 inférieure de cette condition n'est pas atteinte, le rayon de courbure de la surface convergente devient si grand qu'il n'est plus possible de corriger les aberrations qui apparaissent sur la surface divergente de l'élément de lentille 4b. Lorsque la limite supérieure de la condition (4) est franchie vers les valeurs supérieures, les aberrations sont surcorrigées.

La condition (5) concerne la géométrie de la surface formant miroir semi-réfléchissant du troisième groupe de lentilles. Lorsque la limite inférieure de cette 25 condition n'est pas atteinte, la puissance de la surface formant miroir semi-réfléchissant devient si faible que les rayons lumineux qui sont réfléchis par le cadre limiteur de champ pour être envoyés dans l'oculaire et qui sont dirigés depuis 30 la surface formant miroir semi-réfléchissant vers l'oculaire forment un angle plus petit avec l'axe optique, ce qui est défavorable pour les conditions d'éclairement. Lorsque la limite supérieure de la condition (5) est franchie vers les valeurs 35 supérieures, la puissance de la surface formant miroir semi-réfléchissant devient si grande que la longueur focale de l'unité comprenant le cadre limiteur de champ devient très petite de sorte que les bords du cadre apparaissent suffisamment larges pour qu'un corps étranger quelconque soit facilement observable.

Pour réduire le diamètre du groupe frontal de lentilles tout en assurant une correction efficace des aberrations, les conditions (6) et (7) suivantes doivent être satisfaites :

$$5 \quad 1,55 < N1 \quad (6)$$

dans lesquelles N_1 est l'indice de réfraction du premier groupe de lentilles, et N_2 est l'indice de réfraction du second groupe de lentilles.

10 Les conditions (6) et (7) concernent les indices de réfraction des premier et second groupes de lentilles. Lorsque ces conditions ne sont pas observées, les aberrations qui apparaissent dans l'ensemble du viseur ne peuvent pas être corrigées efficacement lorsque le diamètre du premier groupe de lentilles est réduit.

15 Il est possible de corriger plus efficacement les aberrations lorsque chacun des premier et second groupes de lentilles présente une surface asphérique des deux côtés.

On va maintenant décrire des exemples de la présente invention et présenter des données numériques spécifiques correspondantes.

20

Exemple 1

Le viseur à focale variable de cet exemple est représenté schématiquement en coupe transversale sur la figure 2 dans la position de plus faible grossissement. Les données numériques spécifiques concernant ce viseur sont regroupées dans le tableau 1 dans lequel r désigne le rayon de courbure (rayons de courbure r_1 à r_{10} sur la figure 2), d désigne la distance entre les surfaces (distances d_1 à d_9 sur la figure 2), n_D désigne l'indice de réfraction pour la raie D (588 nm) et v_d désigne le nombre d'Abbe. Comme le montre le tableau 2, au cours de la variation de la focale, les valeurs du grossissement angulaire, de la puissance focale D_{prt} , de d_2 et de d_4 varient.

Tous les éléments de lentilles présentent une surface asphérique, sauf au niveau des sixième et septième faces. La forme d'une surface asphérique peut être exprimée généralement par l'équation suivante :

$$35 \quad X = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2Y^2}} + A4Y^4 + A6Y^6 + A8Y^8 + A10Y^{10}$$

- 5 dans laquelle X est la distance de laquelle les coordonnées du point de la surface asphérique où la hauteur depuis l'axe optique est Y s'écartent du plan tangent au sommet de la surface asphérique, C est la courbure ($1/r$) du sommet de la surface asphérique, K est la constante de conicité et A4, A6, A8 et A10 sont les coefficients asphériques des quatrième, sixième, huitième et dixième ordres, respectivement. Les rayons de courbure des surfaces asphériques énumérés dans le tableau 1 sont ceux des sommets des surfaces asphériques et les constantes de conicité et les coefficients asphériques de ces surfaces sont énumérés dans le tableau 3.
- 10 La figure 3 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues avec le viseur dans la position de plus faible grossissement. La figure 4 est une vue en coupe transversale simplifiée qui représente le viseur dans la position de plus fort grossissement et la figure 5 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues avec le viseur dans la 15 position de plus fort grossissement.

Tableau 1

Surface n°	r	d	nD	νd
1	-122,647	3,59	1,58547	29,9
2	-15,693	variable		
3	-10,817	1,50	1,58547	29,9
4	31,563	variable		
5	-14,650	1,40	1,49176	57,4
6	37,330	7,95		
7	∞	1,81	1,49176	57,4
8	-10,850	3,19		
9	-5,075	1,70	1,49178	57,4
10	-5,804			

Tableau 2

Grossissement angulaire	0,37 x	0,65 x
Dprt	-1,08	-0,80
d2	0,40	7,82
d4	8,96	1,53

Tableau 3

Première surface	Seconde surface
$K = -0,60000000$	$K = -0,90000000$
$A4 = 0,60143895 \times 10^{-5}$	$A4 = 0,92910854 \times 10^{-4}$
$A6 = 0,42474937 \times 10^{-6}$	$A6 = 0,21676244 \times 10^{-6}$
$A8 = -0,95464581 \times 10^{-10}$	$A8 = -0,45117004 \times 10^{-9}$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Troisième surface	Quatrième surface
$K = 0,11000000 \times 10$	$K = -0,26000000 \times 10$
$A4 = 0,83562832 \times 10^{-4}$	$A4 = -0,15589183 \times 10^{-3}$
$A6 = 0,63223315 \times 10^{-4}$	$A6 = 0,70304047 \times 10^{-4}$
$A8 = -0,15775165 \times 10^{-5}$	$A8 = 0,14455214 \times 10^{-6}$
$A10 = 0,14210295 \times 10^{-7}$	$A10 = 0,00000000$
Cinquième surface	Huitième surface
$K = 0,00000000$	$K = 0,00000000$
$A4 = 0,53537315 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,12016070 \times 10^{-3}$
$A6 = -0,73891597 \times 10^{-5}$	$A6 = -0,14393431 \times 10^{-4}$
$A8 = 0,60458736 \times 10^{-6}$	$A8 = 0,23119332 \times 10^{-8}$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Neuvième surface	
$K = 0,00000000$	
$A4 = 0,59934798 \times 10^{-4}$	
$A6 = -0,12368358 \times 10^{-4}$	
$A8 = 0,00000000$	
$A10 = 0,00000000$	

5

Exemple 2

Le viseur de cet exemple est représenté en coupe transversale simplifiée sur la figure 6 dans la position de plus faible grossissement. Les données numériques spécifiques de ce viseur sont regroupées dans le tableau 4, et le tableau 5 représente les variations des valeurs du grossissement angulaire, de la puissance focale, Dprt, de d2 et de d4 au cours de la variation de la focale.

10

Tous les éléments de lentilles présentent une surface asphérique, sauf au niveau des sixième, septième et dixième faces. Les constantes de conicité et les coefficients asphériques de ces surfaces sont regroupés dans le tableau 6.

La figure 7 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues avec le viseur dans la position de plus faible grossissement, la figure 8 est une vue en coupe transversale simplifiée du viseur dans la position de plus fort grossissement et la figure 9 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues dans la position de plus fort grossissement.

10

Tableau 4

Surface n°	r	d	nD	vd
1	147,533	3,59	1,58547	29,9
2	-18,938	variable		
3	-10,950	1,50	1,58547	29,9
4	26,457	variable		
5	-19,147	1,40	1,58547	29,9
6	37,286	7,95		
7	∞	1,90	1,49176	57,4
8	-10,284	3,16		
9	-4,405	2,04	1,49176	57,4
10	-5,326			

Tableau 5

15

Grossissement angulaire	0,37 x	0,65 x
Dprt	-1,25	-0,75
d2	0,40	7,31
d4	8,59	1,68

Tableau 6

Première surface	Seconde surface
$K = -0,36683587$	$K = -0,90000000$
$A4 = -0,84829859 \times 10^{-4}$	$A4 = -0,43605077 \times 10^{-5}$
$A6 = 0,87043579 \times 10^{-6}$	$A6 = 0,89879868 \times 10^{-6}$
$A8 = 0,00000000$	$A8 = -0,16400603 \times 10^{-8}$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Troisième surface	Quatrième surface
$K = 0,11000000 \times 10$	$K = -0,26000000 \times 10$
$A4 = 0,74515327 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,60172489 \times 10^{-3}$
$A6 = 0,27297593 \times 10^{-4}$	$A6 = 0,34863764 \times 10^{-4}$
$A8 = -0,82165684 \times 10^{-5}$	$A8 = 0,77314146 \times 10^{-5}$
$A10 = 0,81605457 \times 10^{-8}$	$A10 = 0,00000000$
Cinquième surface	Huitième surface
$K = 0,00000000$	$K = 0,21000000 \times 10$
$A4 = 0,28716976 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,45970146 \times 10^{-4}$
$A6 = 0,11374938 \times 10^{-4}$	$A6 = 0,00000000$
$A8 = 0,00000000$	$A8 = 0,00000000$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Neuvième surface	
$K = 0,00000000$	
$A4 = -0,26960921 \times 10^{-3}$	
$A6 = 0,00000000$	
$A8 = 0,00000000$	
$A10 = 0,00000000$	

Exemple 3

5 Le viseur à focale variable de cet exemple est représenté en coupe transversale simplifiée sur la figure 10 dans la position de plus faible grossissement. Les données numériques spécifiques de ce viseur sont regroupées dans le tableau 7 et le tableau 8 indique la variation des valeurs du grossissement angulaire, de la puissance focale Dprt, de d2 et de d4 lors de la variation de la focale.

10

Tous les éléments de lentilles comportent une surface asphérique, sauf au niveau des sixième et septième faces. Les constantes de conicité et les coefficients asphériques de ces surfaces sont énumérés dans le tableau 9.

La figure 11 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues avec ce viseur dans la position de plus faible grossissement, la figure 12 est une vue en coupe transversale simplifiée qui représente le viseur dans la position de plus fort grossissement et la figure 13 représente une série de graphiques représentant les courbes d'aberration obtenues dans la position de plus fort grossissement.

10

Tableau 7

Surface n°	r	d	nD	vd
1	-72,985	3,59	1,58547	29,9
2	-13,670	Variable		
3	-9,740	1,50	1,58547	29,9
4	44,776	Variable		
5	-12,756	1,40	1,49176	57,4
6	39,459	8,01		
7	∞	1,89	1,49176	57,4
8	-9,184	1,80		
9	-9,064	1,40	1,58547	29,9
10	-11,422			

Tableau 8

15

Grossissement angulaire	0,38 x	0,65 x
Dprt	-1,0	-1,0
d2	0,44	6,63
d4	10,46	1,50

Tableau 9

Première surface	Seconde surface
$K = 0,00000000$	$K = 0,00000000$
$A4 = 0,43641677 \times 10^{-5}$	$A4 = 0,14606938 \times 10^{-3}$
$A6 = 0,40271792 \times 10^{-6}$	$A6 = 0,40191428 \times 10^{-6}$
$A8 = 0,00000000$	$A8 = 0,00000000$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Troisième surface	Quatrième surface
$K = 0,60000000$	$K = 0,00000000$
$A4 = 0,26602907 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,76993401 \times 10^{-4}$
$A6 = 0,55822703 \times 10^{-4}$	$A6 = 0,59012148 \times 10^{-4}$
$A8 = -0,14261182 \times 10^{-5}$	$A8 = 0,00000000$
$A10 = 0,12687116 \times 10^{-7}$	$A10 = 0,00000000$
Cinquième surface	Huitième surface
$K = 0,00000000$	$K = -0,60000000$
$A4 = 0,40851955 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,32307340 \times 10^{-3}$
$A6 = 0,12882032 \times 10^{-4}$	$A6 = 0,00000000$
$A8 = 0,00000000$	$A8 = 0,00000000$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$
Neuvième surface	Dixième surface
$K = 0,00000000$	$K = 0,00000000$
$A4 = 0,55251934 \times 10^{-3}$	$A4 = 0,18755176 \times 10^{-3}$
$A6 = 0,00000000$	$A6 = 0,00000000$
$A8 = 0,00000000$	$A8 = 0,00000000$
$A10 = 0,00000000$	$A10 = 0,00000000$

Le tableau 10 montre comment les conditions (1) à (7) sont satisfaites dans
5 les exemples 1 à 3.

Tableau 10

<u>Condition</u>	<u>Exemple 1</u>	<u>Exemple 2</u>	<u>Exemple 3</u>
(1) f4/f4b	-0,073	-0,139	-0,250
(2) L/f4	0,123	0,118	0,075
(3) rb/f4	-0,196	-0,165	-0,378
(4) ra/f4	-0,418	-0,384	-0,383
(5) rh/f4	1,44	1,40	1,65
(6) N1	1,58547	1,58547	1,58547
(7) N2	1,58547	1,58547	1,58547

- La présente invention, telle qu'elle vient d'être décrite, fournit un viseur
- 5 Albada à focale variable qui ne provoque pas de vignettage de la lumière réfléchie par le cadre limiteur de champ même lorsque le diamètre du groupe frontal de lentilles du côté de l'objet est réduit. Lorsque les conditions spécifiées sont remplies, il est possible d'obtenir un viseur de grande qualité capable de corriger efficacement les aberrations.

REVENDICATIONS

1. Viseur à focale variable caractérisé en ce qu'il comprend, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un premier groupe de lentilles convergent (1), un 5 second groupe de lentilles divergent (2) qui est capable de modifier la focale et de se déplacer suivant l'axe optique, un troisième groupe de lentilles divergent (3) qui comporte une surface formant miroir semi-réfléchissant m du côté de la pupille et un quatrième groupe de lentilles qui constitue un oculaire convergent et qui comporte un cadre limiteur de champ f du côté le plus proche de l'objet, ledit 10 oculaire comprenant, depuis le côté de l'objet et dans cet ordre, un élément de lentille convergente 4a et un élément de lentille divergente 4b.

2. Viseur à focale variable selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il répond aux conditions suivantes :

$$15 \quad -0,35 < f_4/f_{4b} < 0,0$$

$$0,05 < L/f_4 < 0,35$$

dans lesquelles :

20 f_4 est la longueur focale composite du quatrième groupe de lentilles prises dans leur totalité ;
 f_{4b} est la longueur focale de l'élément de lentille 4b, et
 L est la distance entre les éléments de lentilles 4a et 4b.

25 3. Viseur à focale variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface dudit troisième groupe de lentilles du côté de la pupille est une surface formant miroir semi-réfléchissant concave et en ce qu'il répond aux conditions suivantes :

$$30 \quad -0,7 < r_b/f_4 < -0,1$$

$$-0,8 < r_a/f_4 < -0,2$$

$$1 < r_h/f_4 < 2$$

dans lesquelles :

35 r_b est le rayon de courbure de la surface concave du côté tourné vers l'objet de l'élément de lentille 4b ;
 r_a est le rayon de courbure de la surface convexe du côté tourné vers la pupille de l'élément de lentille 4a, et

rh est le rayon de courbure de la surface formant miroir semi-réfléchissant concave du côté tourné vers la pupille du troisième groupe de lentilles.

4. Viseur à focale variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que seul ledit second groupe de lentilles est déplacé pour réaliser la variation de focale 5 tandis que la puissance focale est maintenue sensiblement constante.

5. Viseur à focale variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit premier groupe de lentilles est déplacé suivant l'axe optique pour garantir que la puissance focale soit maintenue constante lorsque ledit second groupe de lentilles est déplacé.

10 6. Viseur à focale variable selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il répond aux conditions suivantes :

$$1,55 < N1$$

$$1,55 < N2$$

15

dans lesquelles :

N1 est l'indice de réfraction du premier groupe de lentilles, et

N2 est l'indice de réfraction du second groupe de lentilles.

7. Viseur à focale variable selon la revendication 6, caractérisé en ce que 20 chacun desdits premier et second groupes de lentilles comporte une surface asphérique des deux côtés.

8. Viseur à focale variable selon la revendication 6, caractérisé en ce que seul ledit second groupe de lentilles est déplacé pour réaliser la variation de focale tandis que la puissance focale est maintenue sensiblement constante.

25 9. Viseur à focale variable selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit premier groupe de lentilles est déplacé suivant l'axe optique pour garantir que la puissance focale soit maintenue constante lorsque ledit second groupe de lentilles est déplacé.

FIG. 1

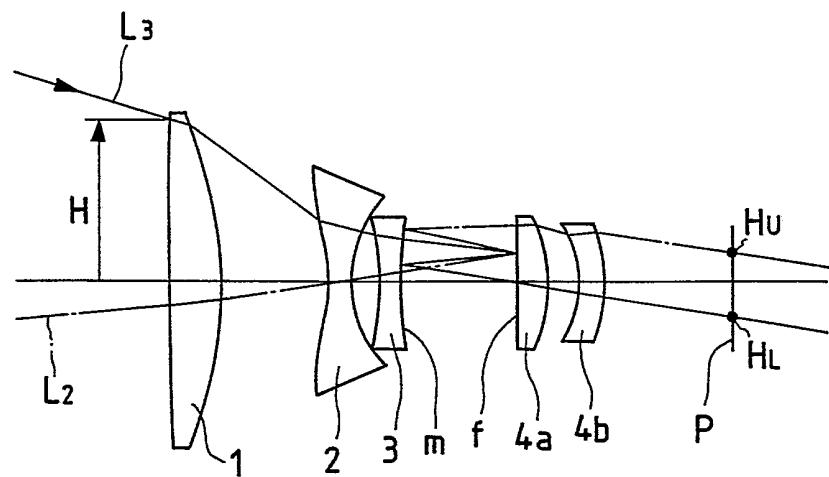


FIG. 2

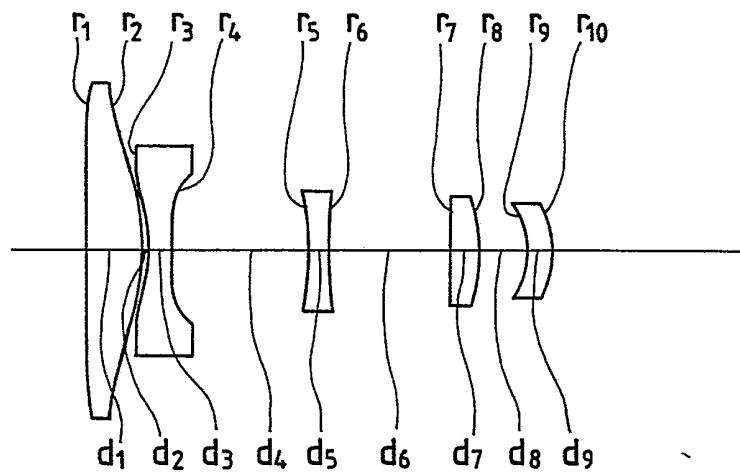


FIG. 3

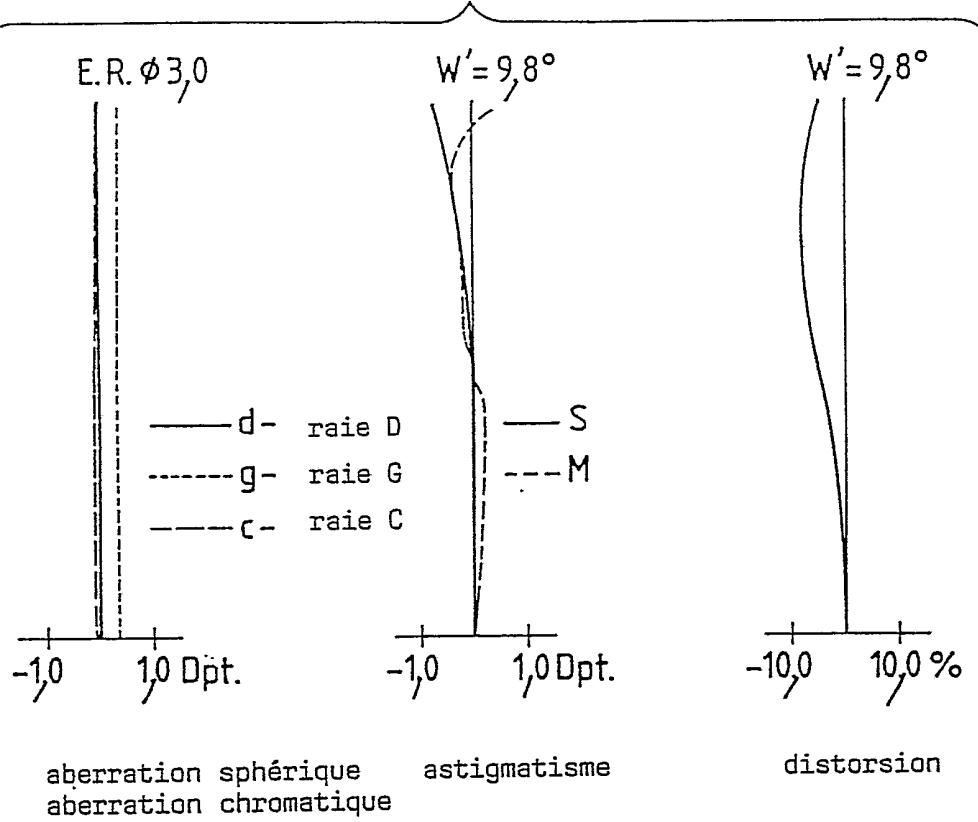


FIG. 4

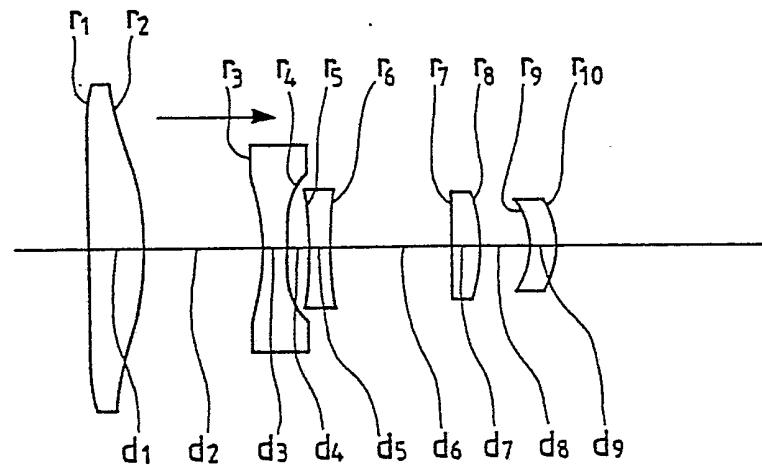


FIG. 5

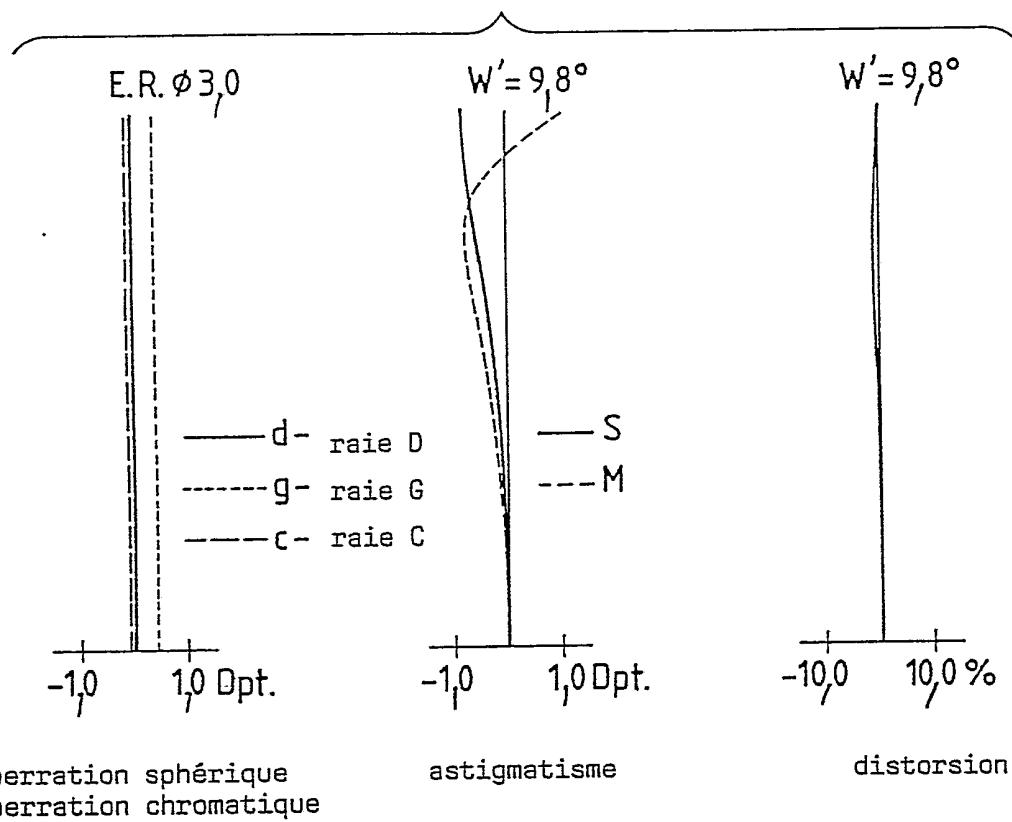


FIG. 6

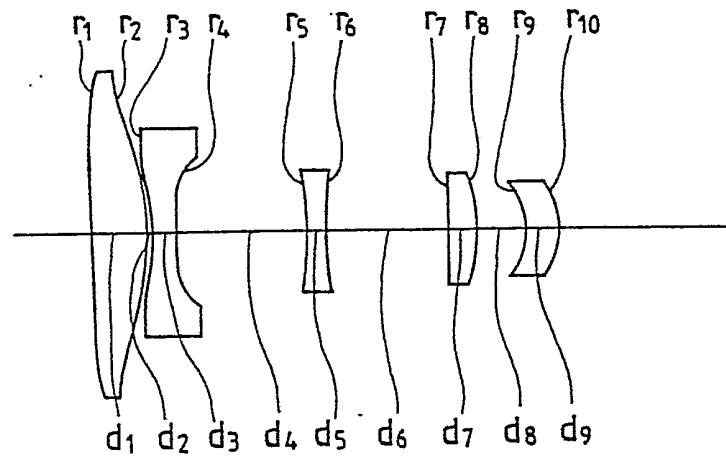


FIG. 7

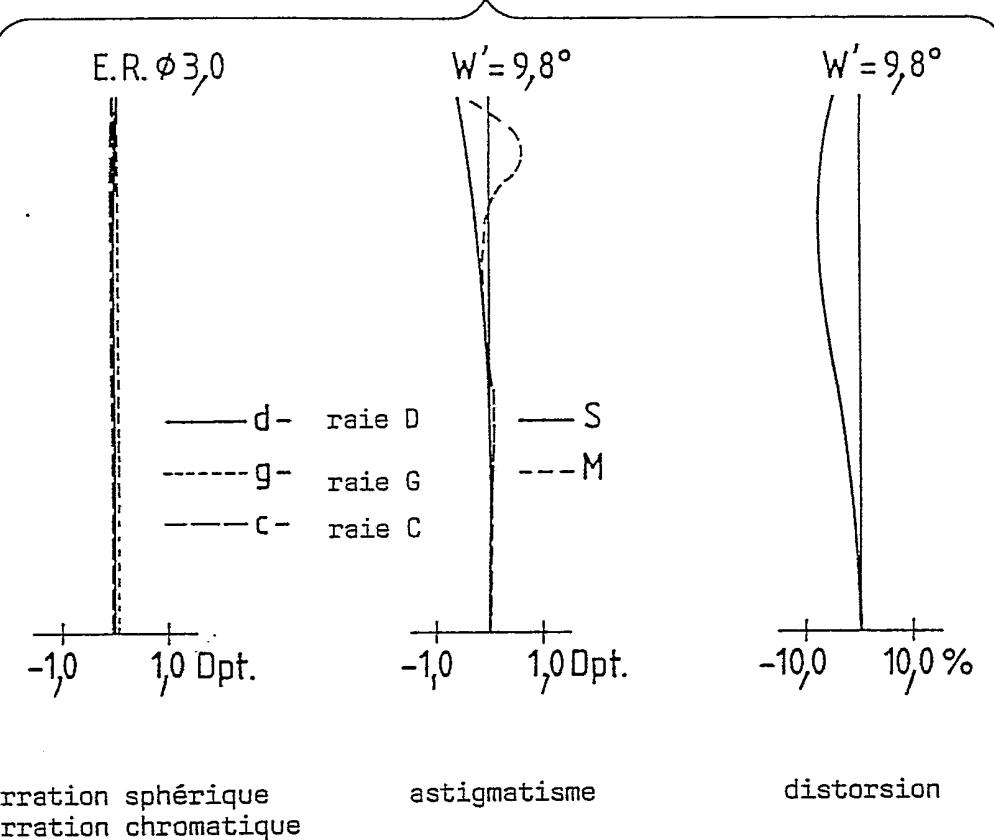


FIG. 8

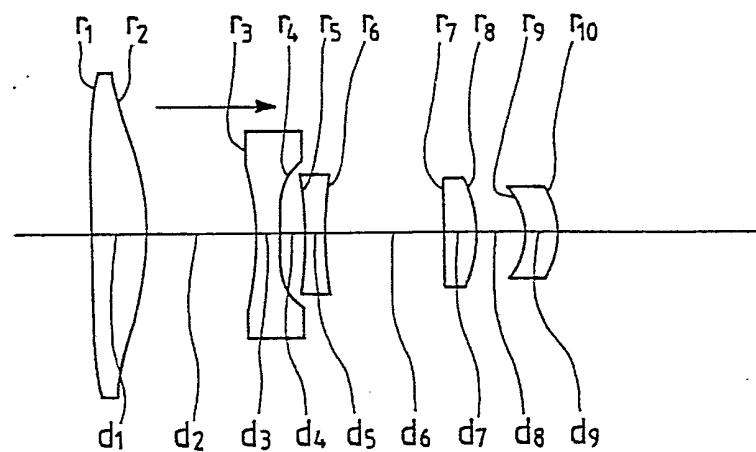
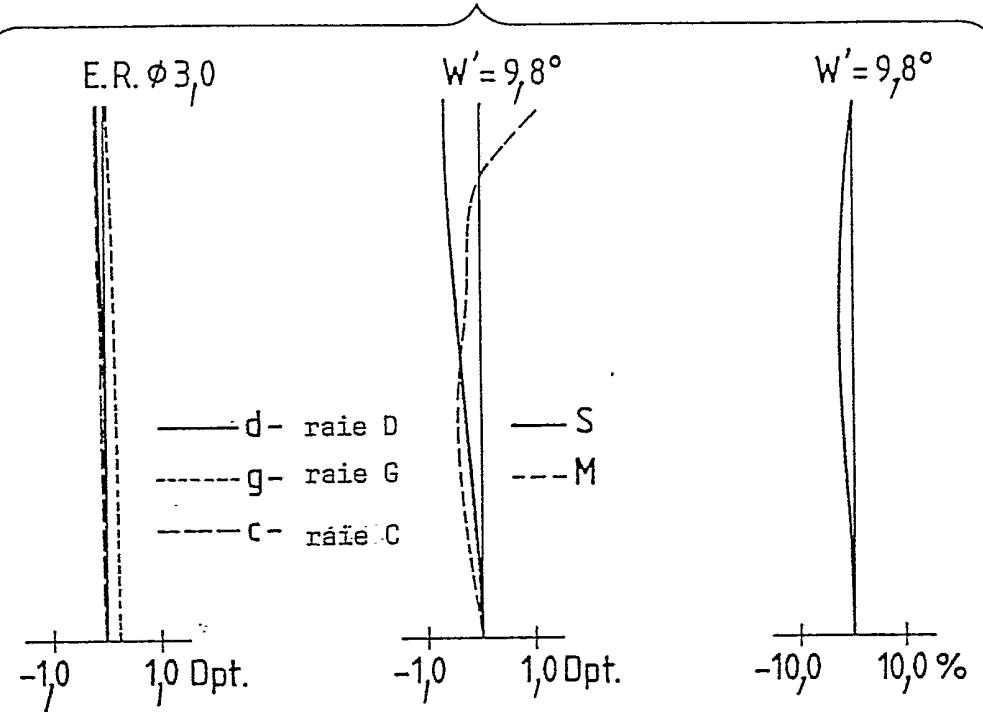


FIG. 9



aberration spherique
aberration chromatique

astigmatisme

distorsion

FIG. 10

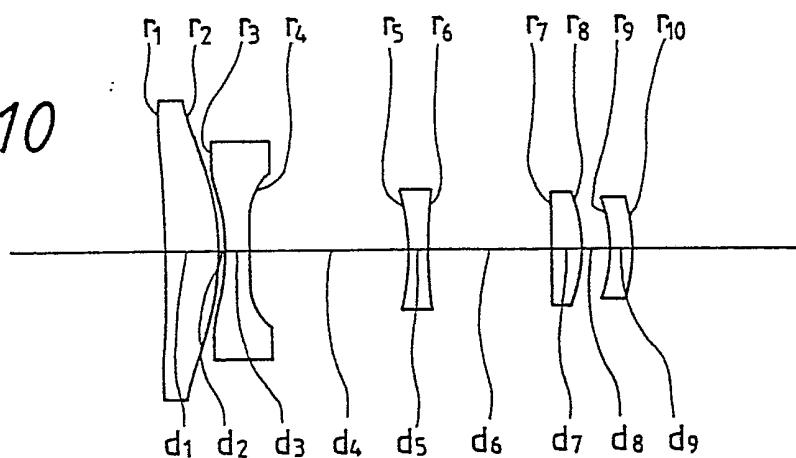
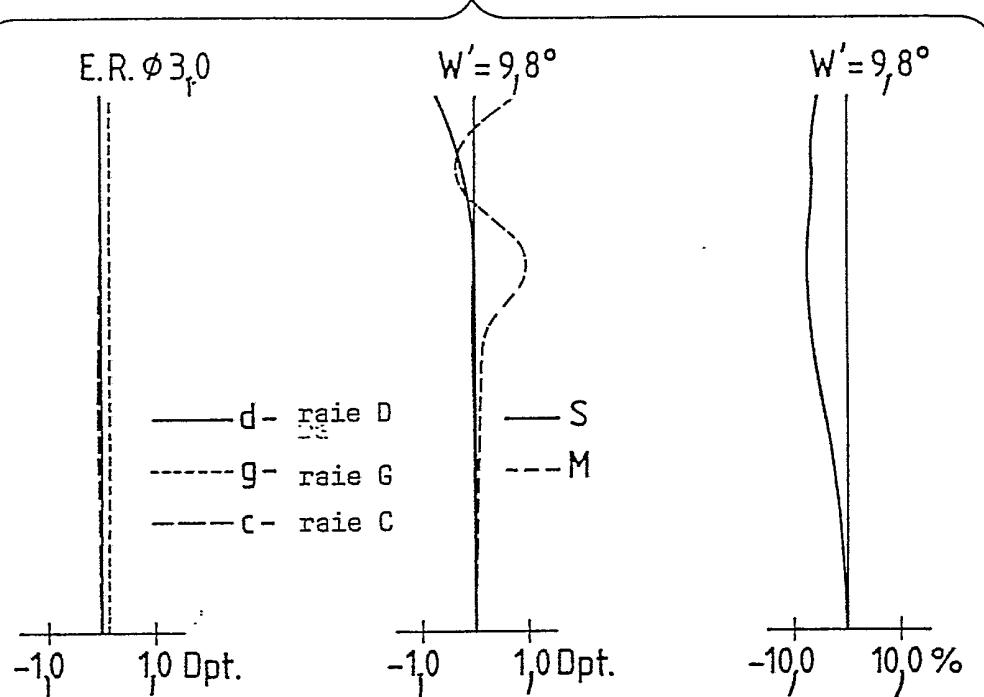


FIG. 11

aberration sphérique
aberration chromatique

astigmatisme

distorsion

FIG. 12

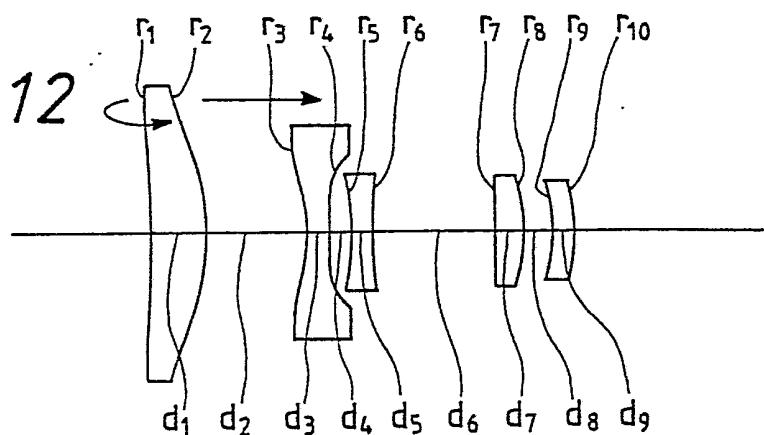


FIG. 13

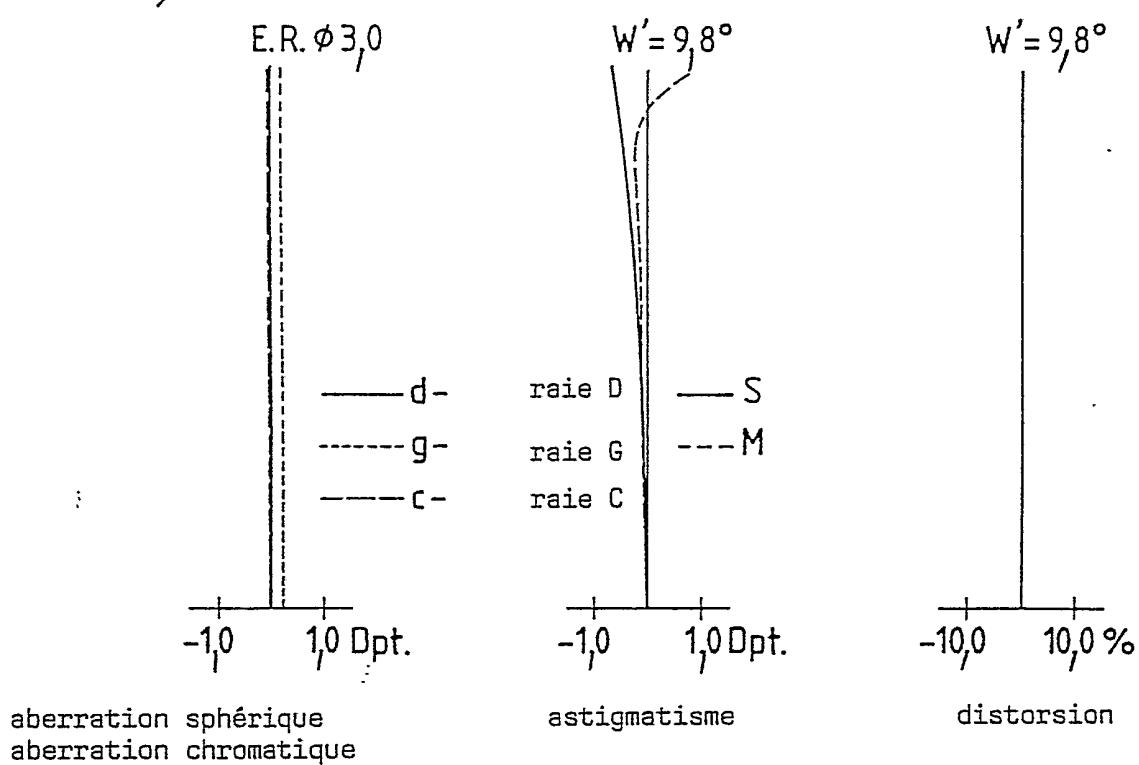


FIG. 14

