



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.³: G 02 C

7/06

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

633 113

⑳ Numéro de la demande: 4064/79

㉔ Date de dépôt: 01.05.1979

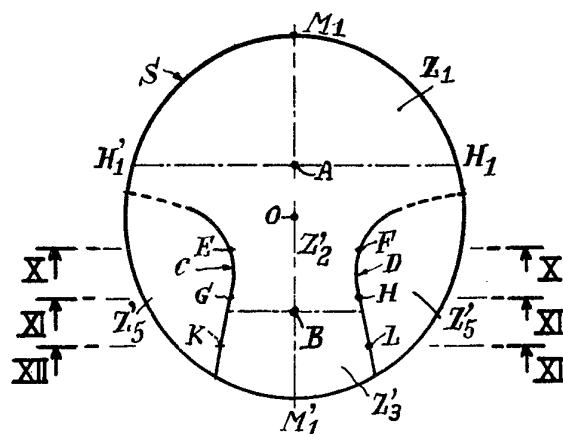
㉓ Priorité(s): 12.05.1978 FR 78 14228

㉔ Brevet délivré le: 15.11.1982

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 15.11.1982㉓ Titulaire(s):
Essilor International (Compagnie Générale
d'Optique), Créteil/Val-de-Marne (FR)㉔ Inventeur(s):
Bernard Maitenaz, Joinville-le-Pont (FR)㉔ Mandataire:
Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève

⑤④ Lentille ophtalmique à puissance focale progressivement variable.

⑤⑦ La surface de réfraction (5) de la lentille comporte une courbe méridienne principale (M_1 , M'_1) sensiblement verticale dont la courbure varie progressivement selon une loi prédéterminée de long d'au moins une partie de ladite courbe méridienne principale, une zone supérieure (Z_1) ayant une première puissance focale sensiblement constante pour la vision de loin, une zone inférieure (Z'_3) ayant une seconde puissance focale sensiblement constante pour la vision de près et une zone intermédiaire (Z'_2) située entre les zones supérieure et inférieure et se raccordant de manière continue à celles-ci. Cette zone intermédiaire a une puissance focale qui varie progressivement, de la première puissance focale à sa limite supérieure à la seconde puissance focale à sa limite inférieure suivant la loi prédéterminée présentée le long de ladite partie de la courbe méridienne principale.



REVENDEICATIONS

1. Lentille ayant une surface comportant une courbe méridienne principale sensiblement verticale dont la courbure varie progressivement selon une loi prédéterminée le long d'au moins une partie de ladite courbe méridienne principale, une zone supérieure ayant une première puissance focale sensiblement constante pour la vision de loin, une zone inférieure ayant une seconde puissance focale sensiblement constante pour la vision de près et une zone intermédiaire située entre les zones supérieure et inférieure et se raccordant de manière continue à celles-ci, ladite zone intermédiaire ayant une puissance focale qui varie progressivement de la première puissance focale à sa limite supérieure à la seconde puissance focale à la limite inférieure suivant ladite loi prédéterminée le long de ladite partie de la courbe méridienne principale, laquelle traverse sensiblement verticalement les trois zones en leur milieu et est une courbe ombilique au moins dans la zone intermédiaire, la différence entre ladite seconde puissance et ladite première puissance étant appelée l'addition de puissance, l'ensemble des zones intermédiaire et inférieure étant divisé en trois parties espacées horizontalement, à savoir une partie médiane et deux parties latérales extérieures séparées de la partie médiane par deux courbes qui sont symétriques par rapport à la courbe méridienne principale, caractérisée en ce que les deux courbes sont des lignes de discontinuité de la surface de réfraction qui est formée de deux surfaces géométriques différentes, ladite zone supérieure et ladite partie médiane de l'ensemble des zones intermédiaires et inférieure étant formée par une première surface géométrique choisie parmi une première famille de surfaces dans lesquelles les aberrations d'astigmatisme sont concentrées en dehors desdites courbes, lesdites parties latérales extérieures étant formées par une deuxième surface géométrique choisie parmi une deuxième famille de surface ayant, dans leurs parties latérales, des lignes horizontales le long desquelles la composante verticale de l'effet prismatique est sensiblement constante, et une ligne verticale le long de laquelle la composante horizontale de l'effet prismatique a une valeur constante et en chaque point de laquelle la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique diffère au plus de $0,7a$ par rapport à la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique au point de ladite courbe méridienne principale ayant la même coordonnée verticale que le point considéré de ladite ligne verticale, a représentant ladite addition de puissance, les deux courbes étant les courbes d'intersection de la première surface choisie et de la seconde surface choisie et étant distantes l'une de l'autre d'au moins 15 mm dans ladite zone intermédiaire et d'au moins 18 mm dans ladite zone inférieure.

2. Lentille selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces de la première famille ont des zones supérieures asphériques dont la puissance focale ne s'écarte pas de ladite première puissance focale de plus de $0,12 D$.

3. Lentille selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces de la première famille ont des zones supérieures identiques et sphériques.

4. Lentille selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les surfaces de la seconde famille ont une zone supérieure identique à celles des surfaces de la première famille.

La présente invention concerne une lentille ophtalmique à puissance focale progressivement variable, comportant une courbe méridienne principale sensiblement verticale dont la courbure varie progressivement selon une loi prédéterminée le long d'au moins une partie de ladite courbe méridienne principale, une zone supérieure ayant une première puissance focale sensiblement constante pour la vision de loin, une zone inférieure ayant une seconde puissance focale sensiblement cons-

tante pour la vision de près et une zone intermédiaire située entre les zones supérieure et inférieure et se raccordant de manière continue à celles-ci, ladite zone intermédiaire ayant une puissance focale qui varie progressivement de la première puissance focale à sa limite supérieure à la seconde puissance focale à sa limite inférieure suivant ladite loi prédéterminée le long de ladite partie de la courbe méridienne principale, laquelle traverse sensiblement verticalement les trois zones en leur milieu et est une courbe ombilique au moins dans la zone intermédiaire, la différence entre ladite seconde puissance et ladite première puissance étant appelée l'addition de puissance, l'ensemble des zones intermédiaire et inférieure étant divisé en trois parties espacées horizontalement, à savoir une partie médiane et deux parties latérales extérieures séparées de la partie médiane par deux courbes qui sont symétriques par rapport à la courbe méridienne principale, caractérisée en ce que les deux courbes sont des lignes de discontinuité de la surface de réfraction qui est formée de deux surfaces géométriques différentes, ladite zone supérieure et ladite partie médiane de l'ensemble des zones intermédiaires et inférieure étant formée par une première surface géométrique choisie parmi une première famille de surfaces dans lesquelles les aberrations d'astigmatisme sont concentrées en dehors desdites courbes, lesdites parties latérales extérieures étant formées par une deuxième surface géométrique choisie parmi une deuxième famille de surface ayant, dans leurs parties latérales, des lignes horizontales le long desquelles la composante verticale de l'effet prismatique est sensiblement constante, et une ligne verticale le long de laquelle la composante horizontale de l'effet prismatique a une valeur constante et en chaque point de laquelle la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique diffère au plus de $0,7a$ par rapport à la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique au point de ladite courbe méridienne principale ayant la même coordonnée verticale que le point considéré de ladite ligne verticale, a représentant ladite addition de puissance, les deux courbes étant les courbes d'intersection de la première surface choisie et de la seconde surface choisie et étant distantes l'une de l'autre d'au moins 15 mm dans ladite zone intermédiaire et d'au moins 18 mm dans ladite zone inférieure.

On connaît déjà des lentilles ophtalmiques à puissance focale progressivement variable, dont l'une des deux surfaces de réfraction a une structure analogue à celle décrite ci-dessus.

Les zones supérieure et inférieure ont une forme sphérique, et les courbes d'intersection de la zone intermédiaire de la surface de réfraction par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale ont une forme circulaire. De telles surfaces sont par exemple décrites dans les brevets français no 1 095 375 et 1 544 799. Les surfaces de réfraction décrites dans ces deux brevets français ont l'avantage d'avoir une zone intermédiaire dont la partie médiane, c'est-à-dire la partie située de part et d'autre de la courbe méridienne principale et au voisinage de celle-ci, ne présente pas ou pratiquement pas d'aberration d'astigmatisme. Toutefois, dans les parties latérales de la zone intermédiaire, les aberrations d'astigmatisme et la distorsion oblique augmentent rapidement lorsque l'on s'écarte de la courbe méridienne principale. Ceci peut être mis en évidence en observant un objet en forme de grille à travers la lentille. On peut voir en effet que les lignes verticales et horizontales de l'objet qui sont vues à travers les parties latérales de la zone intermédiaire de la surface de réfraction sont très fortement déformées.

Cet inconvénient est supprimé lorsqu'on utilise une lentille ophtalmique ayant une surface de réfraction telle que celle montrée sur les figures 7 et 8 du brevet français 1 095 375. Dans ce cas, la zone intermédiaire à puissance focale progressivement variable et la zone inférieure à puissance focale sensiblement constante pour la vision de près sont formées seulement dans la partie médiane de la surface de réfraction et la zone supérieure à

puissance focale sensiblement constante pour la vision de loin se prolonge vers le bas jusqu'au bord inférieur de la surface de réfraction de chaque côté de ladite partie médiane. Comme la zone supérieure et ses prolongements latéraux vers le bas ont une puissance constante, c'est-à-dire ont une forme sphérique, on obtient donc une lentille dont les parties latérales ne présentent pas d'aberrations d'astigmatisme ni de distorsion oblique. C'est-à-dire que les lignes verticales et horizontales d'un objet en forme de grille vue à travers les parties latérales de la lentille restent verticales et horizontales. Toutefois, comme cela est clairement visible sur la figure 8 du brevet français 1 095 375, la surface de réfraction d'une telle lentille présente inévitablement à la limite entre la partie médiane à puissance focale progressivement variable et chacun des deux prolongements latéraux vers le bas de la zone supérieure une discontinuité en forme de gradin parallèle au plan de la courbe méridienne principale, qui est inesthétique. En outre, les lignes horizontales de l'image de la grille vue à travers la lentille présentent un décalage important dans le sens vertical à l'endroit des facettes, ce qui est extrêmement gênant pour le porteur de lunettes lorsqu'il passe de la vision à travers ladite partie médiane à la vision à travers l'une desdites parties latérales ou vice-versa.

Afin d'atténuer la distorsion oblique d'une lentille ophtalmique à puissance focale progressivement variable, on a également proposé de réaliser la surface de réfraction de telle sorte que les sections horizontales de cette surface de réfraction, c'est-à-dire ses sections par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale comprennent une unique section de forme circulaire, les autres sections horizontales ayant la forme ou sensiblement la forme de portions de sections coniques, c'est-à-dire la forme de portions d'ellipses, d'hyperboles ou de paraboles, dont le rayon de courbure augmente en s'éloignant de la courbe méridienne principale lorsque le rayon de courbure au point d'intersection de la section conique considérée avec la courbe méridienne principale a une valeur plus petite que la valeur du rayon de la section de forme circulaire, et dont le rayon de courbure diminue en s'éloignant de la courbe méridienne principale lorsque le rayon de courbure au point d'intersection de la section conique considérée avec la courbe méridienne principale a une valeur plus grande que la valeur du rayon de la section de forme circulaire. En outre, la surface de réfraction peut comporter dans sa partie supérieure et dans sa partie inférieure au moins une ligne horizontale qui est une courbe ombilique ou une courbe le long de laquelle la composante verticale de l'effet prismatique a une valeur constante, c'est-à-dire une courbe en chaque point de laquelle le plan tangent à la surface de réfraction fait un angle constant avec le plan horizontal qui contient le centre optique de la lentille et qui est perpendiculaire à la courbe méridienne principale. La surface de réfraction peut en outre comporter dans ses parties latérales au moins une ligne verticale le long de laquelle la composante horizontale de l'effet prismatique est constante, c'est-à-dire en chaque point de laquelle le plan tangent à la surface de réfraction fait un angle constant avec le plan de la courbe méridienne principale. Voir à cet égard le brevet français nr. 2 058 499 et son premier Certificat d'Addition nr. 2 079 663. Grâce à une telle structure de la surface de réfraction, il est possible de réduire dans une grande mesure la distorsion oblique, mais cette réduction de la distorsion oblique s'obtient au prix d'une répartition différente des aberrations d'astigmatisme sur une plus grande étendue de la surface.

La présente invention a donc pour but de fournir une lentille ophtalmique à puissance progressivement variable ayant une surface de réfraction dont la zone inférieure correspondant sensiblement à la moitié inférieure de la surface de réfraction comporte une partie médiane à puissance focale progressivement variable, qui est la plus large possible et qui présente de faibles aberrations d'astigmatisme, une partie inférieure à puis-

sance focale sensiblement constante pour la vision de près, qui est plus large que ladite partie médiane de façon à assurer un large champ en vision de près, et, de chaque côté de ladite partie médiane et de ladite partie inférieure, des parties latérales extérieures qui ne présentent pas ou peu de distorsion oblique, et avec laquelle les lignes horizontales de l'image d'une grille vue à travers une lentille comportant une telle surface de réfraction ne présentent pas ou peu de décalage vertical à la limite entre chacune desdites parties latérales et desdites parties médiane et inférieure.

A cet effet, la lentille ophtalmique selon la présente invention présente les caractéristiques mentionnées dans la revendication 1.

La partie médiane et les deux parties latérales de la surface de réfraction ainsi obtenue ne se raccordent pas de manière continue le long des deux courbes d'intersection qui constituent inévitablement des lignes de discontinuité. Toutefois, sur le plan de l'esthétique, ces lignes de discontinuité sont moins visibles que les facettes de la surface de réfraction représentée sur les figures 7 et 8 du brevet français 1 095 375 et, en outre, elles peuvent être en partie effacées ou atténuées lors du polissage de la surface de réfraction.

On donnera maintenant une description détaillée de la présente invention en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels:

La figure 1 est une vue de face montrant une surface d'une première famille de surfaces, utilisée pour l'élaboration de la surface de réfraction selon l'invention.

La figure 2 est un graphique montrant une loi possible de variation de la puissance focale tangentielle le long de la courbe méridienne principale de la surface représentée sur la figure 1.

La figure 3 montre le système de coordonnées et la sphère de référence qui sont utilisés pour la détermination des surfaces.

La figure 4 est une carte montrant la répartition des aberrations d'astigmatisme de la surface représentée sur la figure 1.

La figure 5 est l'image d'une grille régulière vue à travers une lentille ayant la surface de réfraction représentée sur la figure 1.

La figure 6 est une vue de face montrant une surface d'une deuxième famille de surfaces, utilisée pour l'élaboration de la surface de réfraction selon la présente invention.

La figure 7 est un graphique montrant les lois de variation respectivement de la puissance tangentielle et de la puissance sagittale le long de la courbe méridienne principale de la surface représentée sur la figure 6.

La figure 8 montre les profils et les positions relatives des courbes méridiennes principales des surfaces montrées sur les figures 1 et 6.

La figure 9 est une vue de face montrant la surface de réfraction selon l'invention, qui est obtenue à partir des surfaces représentées sur les figures 1 et 6.

Les figures 10 à 12 montrent des sections de la surface représentée sur la figure 9 par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale, les sections étant pratiquées respectivement suivant les lignes X-X, XI-XI et XII-XII.

La figure 13 est une carte montrant la répartition des aberrations d'astigmatisme de la surface représentée sur la figure 9.

La figure 14 montre l'image d'une grille régulière vue à travers une lentille ayant la surface de réfraction représentée sur la figure 9.

La figure 15 est un graphique analogue à celui de la figure 2, montrant une autre loi possible de variation de la puissance focale tangentielle le long de la courbe méridienne principale de la surface représentée sur la figure 1.

La figure 16 montre une image analogue à celle de la figure 5 dans le cas d'une surface correspondant au graphique de la figure 15.

La figure 17 est un graphique analogue à celui de la figure 7 dans le cas d'une autre surface de la seconde famille.

La figure 18 est une carte analogue à celle de la figure 13 dans le cas d'une surface de réfraction obtenue à partir des deux surfaces correspondant aux graphiques des figures 15 et 17.

La figure 19 montre une image analogue à celle de la figure 14 dans le cas de la surface de réfraction correspondant à la figure 18.

Pour l'élaboration de la surface de réfraction selon la présente invention on commence par définir une première famille de surfaces S_1 ayant une forme générale telle que celle montrée sur la figure 1. Pour cela, on commence par définir la forme de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ des surfaces S_1 de cette première famille, toutes les surfaces S_1 ayant la même courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Dans l'exemple qui va suivre, on supposera que les surfaces S_1 sont des surfaces convexes. Dans ce cas, si R désigne le rayon de courbure de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$, la courbure $1/R$ de la courbe $M_1M'_1$ peut varier selon une loi prédéterminée telle que celle représentée par la courbe P_1 sur la figure 2. Par exemple, la courbure $1/R$ peut rester constante ou sensiblement constante le long de la partie M_1A de la courbe $M_1M'_1$, puis augmenter progressivement au point A au point B suivant la loi définie par la courbe P_1 de façon à fournir une addition de puissance de 2.00 D, et enfin rester constante ou sensiblement constante dans la partie BM'_1 de la courbe $M_1M'_1$. Si les surfaces S_1 avaient été des surfaces concaves, la courbure $1/R$ aurait diminué du point A au point B.

La forme de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ ayant été ainsi déterminée, on définit ensuite la forme des surfaces S_1 de la première famille de telle façon que chaque surface S_1 comporte, comme montré sur la figure 1, une zone supérieure Z_1 pour la vision de loin, ayant une puissance focale constante ou sensiblement constante correspondant à la courbure constante ou sensiblement constante de la partie M_1A de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$, une zone inférieure Z_3 pour la vision de près, ayant une puissance focale constante ou sensiblement constante correspondant à la courbure constante ou sensiblement constante de la partie BM'_1 de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$, et une zone intermédiaire Z_2 pour la vision à des distances comprises entre la distance de vision de loin et la distance de vision près, ayant une puissance focale qui varie progressivement le long de la partie AB de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ en correspondance avec la loi de variation de la courbure représentée par la courbe P_1 sur la figure 2.

Par puissance focale sensiblement constante dans les zones Z_1 et Z_3 , on entend une puissance focale dont la valeur ne s'écarte pas de plus de 0,12 D par rapport à la puissance focale sur les parties correspondantes M_1A et BM'_1 de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. La zone intermédiaire Z_2 se raccorde de manière continue aux zones Z_1 et Z_3 respectivement suivant les lignes H'_1H_1 et H'_2H_2 . Bien que, sur la figure 1, les lignes H'_1H_1 et H'_2H_2 de la surface S_1 aient été représentées sous la forme de lignes droites (courbes planes horizontales), ces lignes pourraient être des courbes gauches de la surface S_1 , comme montré en traits mixtes sur la figure 1.

Le plan de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ est un plan de symétrie pour chaque surface S_1 . En outre, la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ est une courbe ombilique de la surface S_1 , c'est-à-dire qu'en chaque point de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ les deux rayons de courbure principaux de la surface S_1 sont égaux. Enfin, bien que dans la figure 1 la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ ait été représentée en position verticale, cette courbe peut être légèrement inclinée par rapport à la verticale comme décrit dans le brevet français nr. 1 509 090.

Les surfaces S_1 de la première famille peuvent être des surfaces du type montré sur les figures 1 et 2 du brevet français 1 095 375, ou du type montré sur les figures 1 et 2 du brevet

français 1 544 799. Dans ce cas, les zones Z_1 et Z_3 des surfaces S_1 de la première famille ont une forme sphérique et les sections H'_1H_1 et H'_2H_2 par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ ont une forme circulaire avec des rayons égaux aux rayons de courbure de la courbe $M_1M'_1$ respectivement au point A et au point B. En outre, les sections de la zone intermédiaire Z_2 par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ ont des formes circulaires avec des rayons qui varient de la valeur du rayon de la section circulaire H'_1H_1 à la limite supérieure de la zone Z_2 jusqu'à la valeur du rayon de la section circulaire H'_2H_2 à la limite inférieure de la zone Z_2 . Les surfaces S_1 peuvent être aussi des surfaces sphériques du type décrit dans le brevet français nr. 2 058 499 et dans son premier certificat d'addition nr. 2 079 663. Dans ce cas, les sections par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ ont la forme de sections coniques, chaque section conique ayant à son point d'intersection avec la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ un rayon de courbure égal à celui de la courbe $M_1M'_1$ au point d'intersection considéré.

Les surfaces S_1 de la première famille ayant été ainsi définies, on dresse, pour chaque surface S_1 , un tableau d'écarts par rapport à une sphère de référence Σ . Comme montré sur la figure 3, dans l'exemple de réalisation décrit ici, la sphère de référence Σ a un rayon R_0 égal à 82 mm et chaque point M_i de la surface S_1 considérée est repéré d'une part par son écart ϵ par rapport à la sphère de référence Σ , c'est-à-dire par la distance M_0M_i mesurée sur le rayon O_0M_0 de la sphère de référence Σ passant par le point M_i , et, d'autre part, par les longueurs des arcs OM_x et OM_y correspondant au point M_0 , ces arcs étant mesurés le long des courbes d'intersection horizontale et verticale de la sphère de référence Σ respectivement par les plans xO_zz et yO_zz . Pour dresser le tableau d'écarts de chaque surface S_1 de la première famille, on calcule au moyen d'un ordinateur les écarts ϵ pour un grand nombre de points M_i régulièrement espacés horizontalement et verticalement sur la surface S_1 . L'ordinateur fournit également pour chaque point M_i de la surface S_1 la valeur des deux rayons de courbure principaux de la surface S_1 au point considéré. A partir de ces valeurs, il est possible de calculer au moyen de l'ordinateur la valeur de l'astigmatisme en chaque point M_i de la surface S_1 considérée. On peut donc tracer pour chaque surface S_1 de la première famille une carte des aberrations d'astigmatisme, chaque carte montrant les lignes d'iso-astigmatisme de la surface S_1 considérée. A partir des cartes ainsi tracées, on choisit parmi les surfaces S_1 de la première famille celles dont les fortes aberrations d'astigmatisme sont concentrées dans les parties latérales extérieures de la zone intermédiaire Z_2 . La figure 4 montre à titre d'exemple la carte des aberrations d'astigmatisme d'une des surfaces choisies S_1 de la première famille. Sur la figure 4, on a représenté seulement la moitié de la surface S_1 étant donné que celle-ci est symétrique par rapport au plan de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$.

La figure 5 montre l'image d'une grille régulière vue à travers une lentille, dont l'une des deux surfaces de réfraction est constituée par la surface S_1 dont la carte des aberrations d'astigmatisme est représentée sur la figure 4. Là encore, on a représenté seulement la moitié de l'image de la grille étant donné que celle-ci est symétrique par rapport à la ligne verticale de gauche de la grille déformée représentée sur la figure 5, cette ligne de gauche correspondant à la ligne de la grille située dans le plan de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Comme on peut le constater, les lignes verticales et horizontales de la grille sont fortement déformées dans la zone inférieure droite de la grille. Autrement dit, la surface S_1 présente une forte distorsion oblique dans les parties latérales extérieures de la zone intermédiaire Z_2 .

Dans le tableau 1 ci-dessus, on a indiqué la valeur des écarts

ϵ en mm de la surface S_1 correspondant aux figures 4 et 5 par rapport à la sphère de référence Σ de la figure 3. Là encore, le tableau 1 donne seulement les écarts pour une moitié de la surface S_1 étant donné que celle-ci est symétrique par rapport au plan de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Dans le tableau 1, les écarts ϵ de la surface S_1 par rapport à la sphère de référence Σ sont donnés pour des points espacés horizontalement et verticalement de 4 mm en 4 mm, c'est-à-dire en faisant varier les arcs OM_x et OM_y (figure 3) de 4 mm en 4 mm, ce qui

correspond à un pas angulaire de $2^\circ 47' 34''$ pour une sphère de référence ayant un rayon R_0 de 82 mm. Dans le tableau 1, on a également indiqué dans des cases en trait gras, les écarts ϵ correspondant à d'autres points de la surface S_1 , dont on verra l'utilité plus loin. Bien que le tableau 1 donne la valeur des écarts ϵ pour un nombre relativement petit de points de la surface S_1 , dans la pratique, on dresse pour chaque surface S_1 un tableau d'écarts pour un nombre beaucoup plus grand de points, par exemple 2000 à 3000 points.

Tableau 1

M_1M_x	0	4	8	10,29	10,45	11,42	11,71	12	12,25	12,53	12,71	12,87	15,64	16	20	24	28	32
32	0,0968	0,0968	0,0968					0,0968						0,0989				
28	0,0840	0,0840	0,0840					0,0840						0,0861	0,0905			
24	0,0712	0,0712	0,0712					0,0712						0,0733	0,0777	0,0907		
20	0,0584	0,0584	0,0584					0,0584						0,0605	0,0649	0,0799	0,0983	
16	0,0456	0,0456	0,0456					0,0456						0,0477	0,0521	0,0651	0,0855	0,0969
12	0,0328	0,0328	0,0328					0,0331						0,0357	0,0406	0,0542	0,0745	0,0973
8	0,0200	0,0200	0,0205					0,0220						0,0261	0,0341	0,0476	0,0678	0,0906
4	0,0072	0,0093	0,0129					0,0183						0,0263	0,0377	0,0525	0,0727	0,0955
0	0,0000	0,0072	0,0200					0,0376					0,0534	0,0550	0,0710	0,0874	0,1072	0,1300
-4	0,0106	0,0266	0,0680				0,1061	0,1090						0,1455	0,1727	0,1971	0,2196	0,2433
-8	0,0536	0,0783	0,1500	0,3467	0,2031			0,2380						0,3195	0,3875	0,4419	0,4866	0,5204
-12	0,1466	0,1769	0,2676					0,4130						0,5581	0,6774	0,7705	0,8401	0,8851
-16	0,3001	0,3304	0,4211	0,5480				0,5722						0,7592	0,9237	1,0569	1,1514	1,2067
-20	0,5140	0,5443	0,6350					0,7861	0,7983					0,9797	1,1607	1,3053	1,4072	
-24	0,7883	0,8186	0,9093					1,0604			1,0955			1,2540	1,4350	1,5796		
-28	1,1230	1,1533	1,2440					1,3951				1,4376		1,5887	1,7697			
-32	1,5181	1,5484	1,6391					1,7902		1,8162				1,9838				

Pour l'élaboration de la surface de réfraction selon la présente invention, on définit ensuite une deuxième famille de surface S_2 ayant une forme générale telle que celle montrée sur la figure 6. Pour cela, on commence par définir la forme de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$, qui peut ou non être la même pour toutes les surfaces S_2 de la deuxième famille. La courbe P_{2t} de la figure 7 montre à titre d'exemple une loi de variation possible de la courbure $1/R$ de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$, c'est-à-dire de la puissance tangentielle le long de cette courbe $M_2M'_2$. Dans la figure 8, on a montré les profils des courbes méridiennes principales $M_1M'_1$ et $M_2M'_2$ et leurs positions relatives par rapport à la sphère de référence Σ . Etant donné que, comme on le verra plus loin, les surfaces S_1 de la première famille et les surfaces S_2 de la deuxième famille doivent pouvoir donner lieu à des courbes d'intersection, la courbure des sections des surfaces S_2 par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale $M_2M'_2$ doit être plus faible que la courbure des sections correspondantes des surfaces S_1 . En général, la courbe méridienne principale $M_2M'_2$ ne sera donc pas une courbe ombilique, c'est-à-dire qu'en chaque point de la courbe $M_2M'_2$ les rayons de courbure horizontale et verticale ne seront pas égaux. La courbe P_{2s} de la figure 7 montre à titre d'exemple une loi de variation possible de la courbure horizontale, c'est-à-dire de la puissance sagittale, le long de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$.

La forme de la ou des courbes méridiennes principales $M_2M'_2$ des surfaces S_2 de la seconde famille ayant été ainsi déterminées, on définit ensuite les surfaces S_2 de la seconde famille, de telle façon que chaque surface S_2 comporte une zone supérieure Z_4 , et une zone inférieure Z_5 qui a une superficie au moins égale à celle de l'ensemble des zones Z_2 et Z_3 des surfaces S_1 de la première famille. La zone supérieure Z_4 qui est située au-dessus de la ligne plane ou gauche $H_3H'_3$ peut être quelconque, sphérique ou asphérique. La zone inférieure Z_5 de chaque surface S_2 est définie de telle façon qu'elle présente, dans ses parties latérales, des lignes horizontales $L_1, L'_1, L_2, L'_2, \dots, L_7, L'_7$ le long de chacune desquelles la composante verticale de l'effet prismatique a une valeur sensiblement constante. Autrement dit, le long de chaque ligne $L_1, L'_1, \dots, L_7, L'_7$ le plan tangent à la surface S_2 fait un angle sensiblement constant avec le

plan horizontal passant par le centre optique O. Il en résultera que les images des lignes horizontales d'une grille régulière vue à travers la surface S_2 ne seront pratiquement pas déformées ou peu déformées. En outre, la zone inférieure Z_5 de chaque surface est définie de telle façon qu'elle présente, dans chacune de ses deux parties latérales, une ligne verticale $V_1V'_1$ ou $V_2V'_2$, respectivement, le long de laquelle la composante horizontale de l'effet prismatique a une valeur constante et en chaque point de laquelle la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique ne diffère pas de plus de $0,7\Delta$ par rapport à la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique au point de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ des surfaces S_1 ayant la même coordonnée verticale que le point considéré de la ligne verticale $V_1V'_1$ ou $V_2V'_2$, a représentant l'addition de puissance entre les points A et B de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Autrement dit, le long des lignes verticales $V_1V'_1$ et $V_2V'_2$ le plan tangent à la surface S_2 fait un angle constant avec le plan de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$. Il en résultera que l'image d'une ligne verticale vue à travers la surface S_2 et correspondant à la ligne verticale $V_1V'_1$ ou $V_2V'_2$ restera une ligne verticale. Par exemple, les lignes verticales $V_1V'_1$ et $V_2V'_2$ peuvent être distantes de 20 mm de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$. La condition selon laquelle la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique en chaque point des lignes verticales $V_1V'_1$ et $V_2V'_2$ ne doit pas s'écarter de plus de $0,7\Delta$ par rapport à la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique au point correspondant de la courbe méridienne principale $M_1M'_1$ a pour but d'obtenir que les images des lignes horizontales d'une grille régulière vue à travers les parties latérales de la surface S_2 ne présentent pas ou peu de décalage dans le sens vertical par rapport aux images des lignes horizontales de la même grille vue à travers la partie centrale de la zone intermédiaire Z_2 de la surface S_1 .

Les surfaces S_2 de la seconde famille ayant été ainsi définies, on dresse, pour chaque surface S_2 , un tableau d'écarts par rapport à la sphère de référence Σ (figure 3) de la même manière que pour chacune des surfaces S_1 . Le tableau 2 ci-dessous donne à titre d'exemple la valeur des écarts ϵ d'une surface S_2 de la seconde famille dans le système de référence de la figure 3, cette surface S_2 ayant une courbe méridienne principale $M_2M'_2$ dont la courbure varie comme montré sur la figure 7.

Tableau 2

$M_1 M_2$	0	4	8	10,29	10,45	11,42	11,71	12	12,25	12,53	12,71	12,87	15,64	16	20	24	28	32
32	0,1502	0,1502	0,1502					0,1502						0,1523				
28	0,1272	0,1272	0,1272					0,1272						0,1293				
24	0,1041	0,1041	0,1041					0,1041						0,1062				
20	0,0810	0,0810	0,0810					0,0810						0,0831		0,1236		
16	0,0581	0,0581	0,0581					0,0581						0,0602		0,1005	0,1209	
12	0,0373	0,0373	0,0373					0,0376						0,0402		0,0776	0,0980	0,1208
8	0,0227	0,0227	0,0227					0,0227						0,0268		0,0587	0,0790	0,1018
4	0,0207	0,0207	0,0207					0,0207						0,0263		0,0483	0,0685	0,0913
0	0,0393	0,0393	0,0393					0,0457					0,0534	0,0542	0,0377	0,0525	0,0727	0,0955
-4	0,0884	0,0904	0,0967				0,1061	0,1069						0,1190	0,1314	0,1453	0,1616	0,1796
-8	0,1766	0,1808	0,1927		0,2031			0,2104						0,2300	0,2453	0,2563	0,2663	0,2774
-12	0,3081	0,3144	0,3322	0,3467				0,3587						0,3882	0,4081	0,4145	0,4149	0,4161
-16	0,4835	0,4920	0,5170		0,5480			0,5536						0,5937	0,6194	0,6200	0,6080	0,5962
-20	0,7027	0,7136	0,7462					0,7950	0,7983					0,8479	0,8792	0,8742	0,8483	
-24	0,9658	0,9794	1,0201					1,0829			1,0955			1,1507	1,1874	1,1770		
-28	1,2727	1,2892	1,3391					1,4184				1,4376		1,5021	1,5441			
-32	1,6235	1,6439	1,7052					1,8019					1,8162					

Le tableau 3 ci-dessous indique la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique pour différents points de la courbe méridienne principale $M_1 M'_1$ de la surface S_1 correspondant au tableau 1, la valeur de la composante verticale de l'effet prismatique aux points correspondants de la ligne verticale $V_1 V'_1$, située à 20 mm de $M_2 M'_2$, de la surface S_2 correspondant au tableau 2, et la différence entre ces valeurs aux points correspondants. Les valeurs des composantes verticales de l'effet prismatique sont exprimées en dioptries prismatiques. On rappellera que 1 dioptrie prismatique correspond à une déviation d'un rayon de lumière de 1 cm pour un trajet de 1 m.

Tableau III

ARC My (mm)	Composante verticale de l'effet prismatique sur $M_1 M'_1$ de S_1	Composante verticale de l'effet prismatique sur $V_1 V'_1$ de S_2	Différence
0	0	0,60	0,60
-2	0,14	0,87	0,73
-4	0,33	1,18	0,85
-6	0,57	1,51	0,94
-8	0,87	1,83	0,96
-10	1,23	2,15	0,92
-12	1,63	2,47	0,84
-14	2,03	2,79	0,76
-16	2,43	3,12	0,69
-18	2,83	3,44	0,61
-20	3,23	3,76	0,53
-22	3,63	4,08	0,45
-24	4,03	4,40	0,37
-26	4,43	4,72	0,29
-28	4,83	5,04	0,21
-30	5,23	5,35	0,12

On remarquera que les valeurs indiquées dans la quatrième colonne du tableau 3 sont toutes inférieures à 1 dioptrie prismatique, c'est-à-dire inférieures à 0,5a, a étant l'addition de puissance de la surface S_1 , soit 2 dioptries dans l'exemple considéré.

Ayant ainsi déterminé une pluralité de surfaces S_1 de la première famille et leurs tableaux d'écarts respectifs et ayant choisi parmi les surfaces S_1 celles dont les fortes aberrations d'astigmatisme sont concentrées dans les parties latérales extérieures de leur zone intermédiaire Z_2 , et ayant en outre déterminé une pluralité de surfaces S_2 de la seconde famille et leurs tableaux d'écarts respectifs, on associe chaque surface choisie S_1 de la première famille à chaque surface S_2 de la seconde famille comme montré sur la figure 8, en plaçant S_1 et S_2 à une distance mutuelle d_0 , mesurée sur l'axe optique, cette distance d_0 pouvant être nulle. On détermine ensuite, pour chaque paire de surfaces S_1 et S_2 , les points d'intersection des surfaces de la paire considérée en comparant les tableaux d'écarts respectifs de ces deux surfaces. Par exemple, en comparant les lignes horizontales 0 des deux tableaux 1 et 2 ci-dessus, on voit que les deux surfaces S_1 et S_2 correspondant à ces deux tableaux se coupent en un point situé entre les colonnes verticales 12 et 16. En fait, pour chaque ligne horizontale des tableaux 1 et 2, c'est-à-dire pour chaque section horizontale des lentilles S_1 et S_2 de la paire considérée, l'ordinateur fournit la coordonnée OM_x du point d'intersection des deux surfaces S_1 et S_2 le long de la section horizontale considérée, ainsi que la valeur de l'écart ϵ du point d'intersection par rapport à la sphère de référence Σ . Par exemple, pour la section horizontale correspondant à la ligne horizontale 0 des tableaux 1 et 2, la longueur de l'arc OM_x correspondant au point d'intersection des deux surfaces S_1 et S_2 est égale à 15,64 mm et l'écart ϵ par rapport à la sphère de réf-

rence Σ est égal à 0,0534 mm. De même, pour les autres sections horizontales correspondant aux lignes horizontales - 4, -8, -12, -16, -20, -24, -28 et -32 des tableaux 1 et 2, les longueurs des arcs OM_x correspondant aux points d'intersection des surfaces S_1 et S_2 sont égales respectivement à 11,71 mm, 10,45 mm, 10,29 mm, 11,42 mm, 12,25 mm, 12,71 mm, 12,87 mm et 12,53 mm. Les valeurs des écarts ϵ aux points d'intersection des surfaces S_1 et S_2 sont indiquées dans les cases en traits gras des tableaux 1 et 2.

Ayant ainsi déterminé les points d'intersection de chaque paire de surfaces associées S_1 et S_2 , on trace, pour chaque paire de surfaces, les courbes d'intersection des deux surfaces de la paire considérée. On obtient en général deux courbes d'intersection disposées symétriquement par rapport au plan de la courbe méridienne principale des deux surfaces. La figure 9 montre les deux courbes d'intersection C et D des deux surfaces S_1 et S_2 correspondant aux tableaux 1 et 2. Ayant ainsi tracé les deux courbes d'intersection pour chaque paire de surfaces associées S_1 et S_2 , on choisit parmi les paires de surfaces associées la paire de surfaces donnant deux courbes d'intersection qui sont les plus éloignées par rapport à la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Par exemple, on choisira parmi les paires de surfaces associées la paire dont les courbes d'intersection C et D forment entre elles un couloir qui a une largeur au moins égale à 15 mm dans la zone de vision intermédiaire Z_2 et au moins égale à 18 mm, de préférence 20 mm, dans la zone inférieure Z_3 afin de fournir un large champ latéral de vision dans la zone inférieure de la surface réservée à la vision de près. On notera que pour un même couple de surfaces S_1 et S_2 , on peut obtenir un couloir plus ou moins large en faisant varier la distance d_0 .

Ayant ainsi choisi la paire de surfaces S_1 et S_2 qui donnent deux courbes d'intersection C et D satisfaisant aux conditions indiquées ci-dessus, on retient comme surface de réfraction pour la lentille ophtalmique une surface S ayant la structure montrée sur la figure 9. Plus précisément, la surface S comporte une zone supérieure Z_1 identique à celle de la surface S_1 de la paire choisie, et une zone inférieure comportant une partie médiane $Z'_2 + Z'_3$ et deux parties latérales Z'_5 séparées de la partie médiane par les courbes d'intersection C et D. Les parties Z'_2 et Z'_3 de la partie médiane sont identiques aux parties correspondantes, situées entre les deux courbes d'intersection, de la zone intermédiaire Z_2 et de la zone inférieure Z_3 de la surface S_1 de la paire choisie, et les deux parties latérales Z'_5 sont identiques aux parties correspondantes, situées à l'extérieur des deux courbes d'intersection C et D, de la surface S_2 de la paire choisie. Les figures 10 à 12 montrent diverses sections horizontales de la surface S par des plans perpendiculaires à la courbe méridienne principale $M_1M'_1$. Les sections horizontales de la zone inférieure de la surface S ont une partie médiane qui correspond à la partie médiane Z'_2 ou Z'_3 de la figure 9 et qui est plus bombée que les parties latérales de ces sections horizontales qui correspondent aux parties latérales Z'_5 de la figure 9. Ceci tient au fait que les sections horizontales de la zone inférieure Z_3 de la surface S_2 ont une courbure plus faible que les sections horizontales de la zone intermédiaire Z_2 et de la zone inférieure Z_3 de la surface S_1 . En outre, les courbes d'intersection C et D constituent des lignes de discontinuité de la surface S comme cela est clairement visible aux points E, F, G, H, K et L sur les figures 10 à 12. Comme on peut le voir, ces discontinuités sont beaucoup moins prononcées que les deux discontinuités en gradin existant sur la surface de réfraction de la lentille représentée sur les figures 7 et 8 du brevet français 1 095 375.

La figure 13 illustre la distribution des aberrations d'astigmatisme dans la moitié droite de la surface S, celle-ci étant supposée avoir été obtenue à partir des surfaces S_1 et S_2 dont les tableaux d'écarts 1 et 2 ont été donnés plus haut. La figure 14 montre l'image de la moitié d'une grille régulière vue à travers la moitié de la surface S représentée sur la figure 13. Comme on

peut le constater sur la figure 14, dans la partie inférieure de la grille, les images des lignes horizontales restent sensiblement horizontales, sont peu déformées et ne présentent pratiquement pas de décalage dans le sens vertical au niveau de la courbe d'intersection D. En outre, l'image de la ligne verticale 20, qui correspond à la ligne verticale $V_1V'_1$ de la surface S_2 , reste parfaitement verticale.

En supposant que la paire de surfaces S_1 et S_2 qui a été retenue pour former la surface S est constituée par les surfaces S_1 et S_2 dont les tableaux d'écarts 1 et 2 ont été donnés ci-dessus, le tableau d'écarts de la surface S est obtenu de la manière suivante. Les lignes horizontales 32, 28, 24, 20, 16, 12, 8 et 4 du tableau d'écarts de la surface S comporteront les mêmes valeurs que les lignes correspondantes du tableau 1, tandis que chaque ligne horizontale 0, -4, -8, -12, -16, -20, -24, -28, et -32 du tableau d'écarts de la surface S comportera les valeurs d'écarts qui se trouvent à gauche de la case en trait gras de la ligne correspondante du tableau 1 et les valeurs d'écarts qui se trouvent à droite de la case en trait gras de la ligne correspondante du tableau 2. Par exemple, la ligne horizontale 0 du tableau d'écarts de la surface S comportera de gauche à droite les valeurs suivantes:

0,0000; 0,0072; 0,0200; 0,0376; 0,0534; 0,0542; 0,0654; 0,0805; 0,1000; 0,1219.

A partir du tableau d'écarts de la surface S, on peut réaliser la surface désirée de la façon suivante. Si la surface désirée S est convexe, on réalise tout d'abord un modèle concave de la surface S que l'on taille, par exemple dans un bloc de matière destiné à l'obtention d'un moule, à l'aide d'une machine connue à meule diamantée qui possède un système de référence identique à celui de la figure 3. A partir du modèle concave ainsi obtenu, on reproduit ensuite la surface convexe désirée S autant de fois qu'on le désire par coulée d'une matière polymérisable dans le moule que constitue le modèle concave. On peut aussi obtenir la surface convexe désirée S par affaissement thermique d'un bloc de matière réfringente sur le modèle concave. Si la surface désirée S est concave, on peut la tailler directement dans un bloc de matière réfringente au moyen de ladite machine à meule diamantée. Toutefois, on préfère en général tailler dans un bloc d'acier spécial un modèle concave de la surface désirée au moyen de ladite machine à meule diamantée. A partir du modèle concave ainsi obtenu, on peut reproduire la surface concave désirée S autant de fois qu'on le désire sur des blocs de matière réfringente à l'aide d'une machine à copier connue. A partir du modèle concave, on peut aussi réaliser par moulage un modèle convexe de la surface désirée, qui servira son tour de moule pour l'obtention d'une surface concave par coulée d'une matière polymérisable ou par affaissement thermique d'un bloc de matière réfringente.

La surface désirée S ainsi obtenue est ensuite doucie, puis polie de façon connue au moyen d'un ou plusieurs polissoirs souples. C'est à ce stade de fabrication de la surface de réfraction que les lignes de discontinuité C et D peuvent être en partie effacées ou atténuées.

On décrira maintenant un deuxième exemple de réalisation d'une surface de réfraction selon la présente invention. Dans ce deuxième exemple, les surfaces S_1 de la première famille et les surfaces S_2 de la deuxième famille ont encore les mêmes structures générales que celles montrées respectivement sur les figures 1 et 6, et elles sont définies d'une manière analogue.

Pour définir la première famille de la surface S_1 , on commence, comme dans l'exemple précédent, par définir la forme de la courbe méridienne principale ombilique $M_1M'_1$. Par exemple, la courbure $1/R$ de la courbe $M_1M'_1$ peut varier selon une loi prédéterminée telle que celle représentée par la courbe P'_1 sur la figure 15. Toutefois, dans ce cas, on impose aux surfaces S_1 de la première famille d'avoir une puissance focale rigoureusement constante dans leur zone supérieure Z_1 (figure 1), c'est-

à-dire que leur zone supérieure Z_1 a la forme d'une portion de sphère. De préférence, on choisit le rayon de courbure de la zone supérieure Z_1 égal au rayon R_0 de la sphère de référence Σ , par exemple 82 mm.

Comme dans l'exemple précédent, on dresse, pour chaque surface S_1 répondant aux conditions indiquées ci-dessus et ayant la structure générale représentée sur la figure 1, un tableau d'écarts par rapport à la sphère de référence Σ de rayon R_0 . Pour chaque surface S_1 on trace la carte des aberrations d'astig-

matisme et, à partir des cartes ainsi tracées, on choisit parmi les surfaces S_1 de la première famille celles dont les fortes aberrations d'astigmatisme sont concentrées dans les parties latérales extérieures de la zone intermédiaire Z_2 .

Le tableau 4 ci-dessous donne à titre d'exemple, la valeur des écarts ε en mm d'une surface S_1 choisie de la première famille par rapport à la sphère de référence Σ de rayon $R_0 = 82$ mm.

Tableau 4

$M_y M_x$	0	4	8	8,93	9,64	9,98	11,08	11,94	12	13,54	14,01	14,43	16	20	24	28	32
32	0	0	0					0						0			
28	0	0	0					0						0	0		
24	0	0	0					0						0	0	0	
20	0	0	0					0						0	0	0	0
16	0	0	0					0						0	0	0	0
12	0	0	0					0						0	0	0	0
8	0	0	0					0						0	0	0	0
4	0	0	0					0						0	0	0	0
0	0,0000	0	0					0						0	0	0	0
-4	0,0030	0,0151	0,0407		0,0500			0,0603					0	0,0678	0,0680	0,0680	0,0680
-8	0,0302	0,0545	0,1202	0,1381				0,1934					0,2383	0,2533	0,2570	0,2570	0,2570
-12	0,1058	0,1360	0,2266			0,2892		0,3547					0,4621	0,5254	0,5537	0,5650	0,5670
-16	0,2419	0,2721	0,3627					0,5138					0,6858	0,8278	0,9182	0,9648	0,9857
-20	0,4385	0,4687	0,5593					0,7104					0,9164	1,1302	1,2969	1,4046	
-24	0,6955	0,7257	0,8163					0,9674					1,1790	1,4326	1,6597		
-28	1,0130	1,0432	1,1338					1,2849					1,4965	1,7501			
-32	1,3910	1,4212	1,5118					1,6629					1,8736				

La figure 16 montre l'image d'une grille régulière vue à travers une lentille dont l'une des deux surfaces de réfraction est constituée par la surface choisie S_1 correspondant au tableau 4 donné ci-dessus.

Pour définir les surfaces S_2 (figure 6) de la deuxième famille, on procède comme dans l'exemple précédent, les courbures verticale et horizontale le long de la courbe méridienne principale $M_2M'_2$ variant respectivement suivant des lois prédéterminées telles que celles représentées respectivement par les courbes P'_{21} et P'_{2s} sur la figure 17. Toutefois, dans ce cas, on impose aux

surfaces S_2 de la deuxième famille d'avoir une zone supérieure Z_4 qui est de forme sphérique et de même rayon de courbure R_0 que la zone supérieure Z_1 des surfaces S_1 de la première famille.

Comme dans l'exemple précédent, on dresse, pour chaque surface S_2 répondant aux conditions indiquées ci-dessus et ayant la structure générale de la figure 6, un tableau d'écarts par rapport à la sphère de référence Σ de rayon R_0 . Le tableau 5 ci-dessous donne à titre d'exemple la valeur des écarts ϵ en mm d'une surface S_2 de la deuxième famille.

Tableau V

$M_2M'_2$	0	4	8	8,93	9,64	9,98	11,08	11,94	12	13,54	14,01	14,43	16	20	24	28	32
32	0	0	0						0								
28	0	0	0						0								
24	0	0	0						0								
20	0	0	0						0								
16	0	0	0						0								
12	0	0	0						0								
8	0	0	0						0								
4	0,0020	0,0017	0,0009						0								
0	0,0144	0,0189	0,0117						0,0081					0,0041	0	0	0
-4	0,0505	0,0505	0,0502		0,0500				0,0495	0,0495	0,0485	0,0457	0,0427	0,0495	0,0485	0,0457	0,0427
-8	0,1261	0,1289	0,1357	0,1381					0,1463	0,1636	0,1587	0,1479	0,1363	0,1587	0,1587	0,1479	0,1363
-12	0,2560	0,2617	0,2775			0,2892			0,3029	0,3380	0,3281	0,3065	0,2833	0,3281	0,3281	0,3065	0,2833
-16	0,4404	0,4487	0,4736					0,5111	0,5118	0,5661	0,5505	0,5158	0,4968	0,5661	0,5505	0,5158	0,4968
-20	0,6676	0,6791	0,7127						0,7628	0,8367	0,8146	0,7645		0,8367	0,8146	0,7645	
-24	0,9248	0,9392	0,9810						1,0429	1,1376	1,1092			1,1376	1,1092		
-28	1,1990	1,2162	1,2666						1,3413	1,4566	1,4219	1,3838		1,4566	1,4219	1,3838	
-32	1,4780	1,4984	1,5579				1,6246		1,6461	1,7406							

Le tableau 6 ci-dessous est un tableau analogue au tableau 3, mais il correspond aux surfaces S_1 et S_2 définies respectivement par les tableaux 4 et 5.

Tableau VI

ARC My (mm)	Composante verticale de l'effet pris- matique sur $M_1M'_1$ de S_1	Composante verticale de l'effet pris- matique sur $V_1V'_1$ de S_2	– Différence
0	0	0,22	0,22
-2	0,04	0,65	0,61
-4	0,16	1,09	0,93
-6	0,36	1,51	1,15
-8	0,64	1,91	1,27
-10	1,00	2,31	1,31
-12	1,40	2,68	1,28
-14	1,80	3,02	1,22
-16	2,20	3,32	1,12
-18	2,60	3,58	0,98
-20	3,00	3,80	0,80
-22	3,40	3,98	0,58
-24	3,80	4,12	0,32
-26	4,20	4,22	0,02
-28	4,60	4,28	-0,32
-30	5,00	4,30	-0,70

On remarquera que les valeurs indiquées dans la quatrième colonne du tableau 6 sont toutes inférieures à 1,4 dioptrie prismatique, c'est-à-dire inférieures à 0,7_a, a étant l'addition de

puissance de la surface S_1 , soit 2 dioptries dans l'exemple considéré.

Ensuite, pour obtenir la surface S (figure 9) selon la présente invention, on procède exactement de la même manière que dans l'exemple précédent. On supposera que la paire de surfaces S_1 et S_2 qui est retenue pour former la surface S est constituée par les surfaces S_1 et S_2 dont les tableaux d'écarts 4 et 5 ont été donnés ci-dessus. Dans ces deux tableaux, les cases en trait gras correspondent aux points d'intersection des deux surfaces S_1 et S_2 . La figure 18 montre la forme de l'une des deux courbes d'intersection D des surfaces S_1 et S_2 correspondant aux tableaux 4 et 5, et elle montre également les courbes d'iso-astigmatisme d'une moitié de la surface S obtenue à partir de ces deux surfaces S_1 et S_2 . La figure 19 montre l'image de la moitié d'une grille régulière vue à travers la moitié de la surface S représentée sur la figure 18.

Bien entendu, les formes d'exécution qui ont été décrites ci-dessus ont été données à titre d'exemple purement indicatif et nullement limitatif, c'est ainsi notamment que l'on peut imposer aux surfaces S_2 de la figure 6 d'avoir une ligne $H_3H'_3$ identique en forme et en position à la ligne $H_1H'_1$ des surfaces S_1 de la figure 1, et d'avoir en chaque point de cette ligne $H_3H'_3$ une dérivée $\frac{\delta z}{\delta y}$ identique à celle du point correspondant de la ligne $H_1H'_1$ de telle façon que les surfaces S_1 et S_2 se raccordent de manière continue le long d'une ligne commune ($H_1H'_1 = H_3H'_3$). Par ailleurs, on a supposé, dans le premier exemple de réalisation, que les zones supérieures Z_1 et Z_4 n'étaient pas identiques et, dans le deuxième exemple de réalisation, que ces deux zones Z_1 et Z_4 étaient identiques et rigoureusement sphériques, mais elles peuvent aussi être identiques sans être rigoureusement sphériques.

Fig. 1

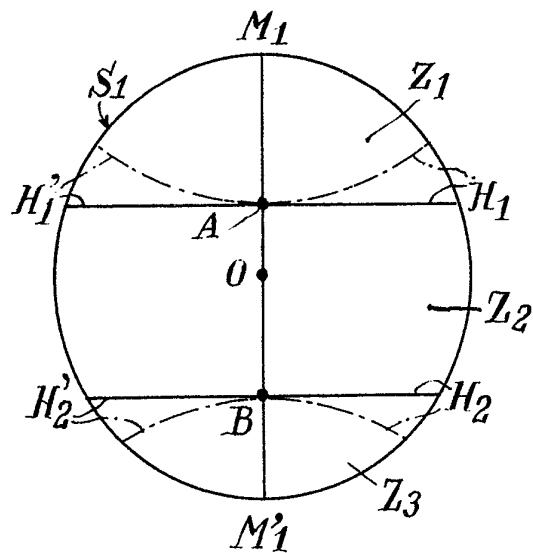


Fig. 2

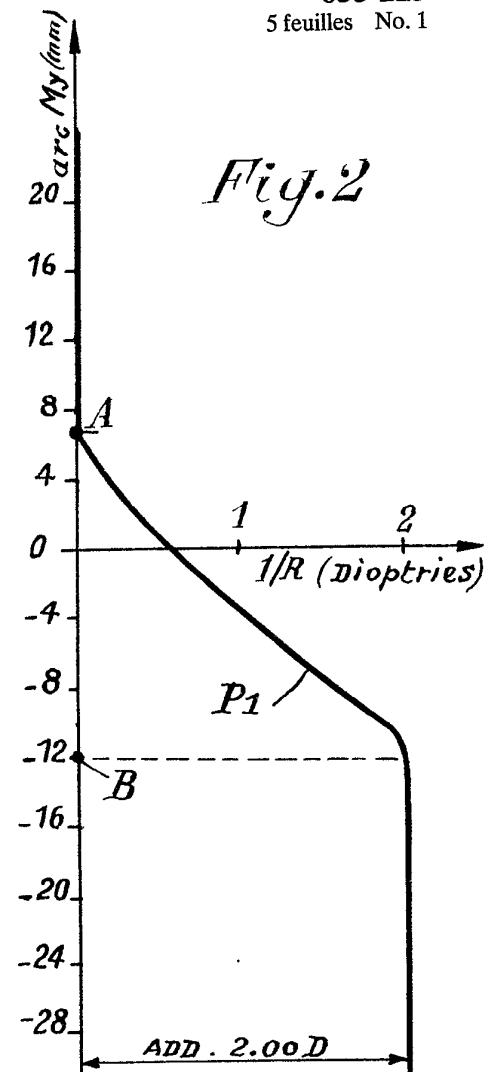
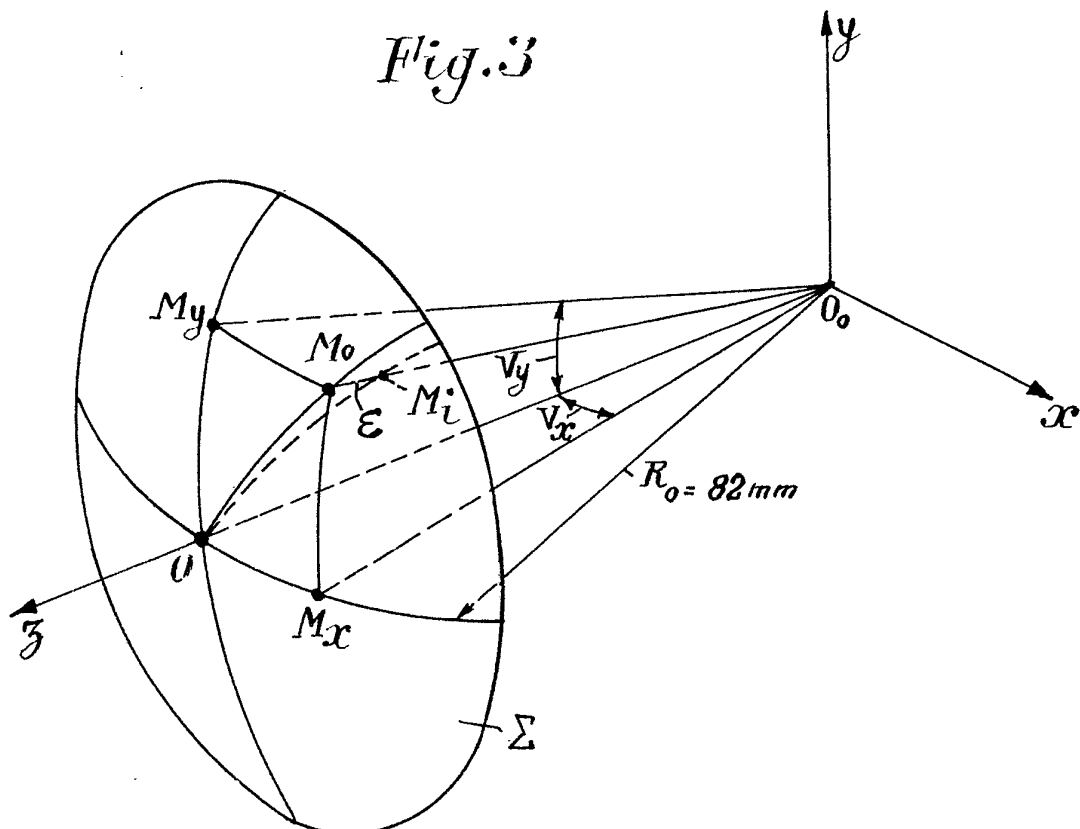


Fig. 3



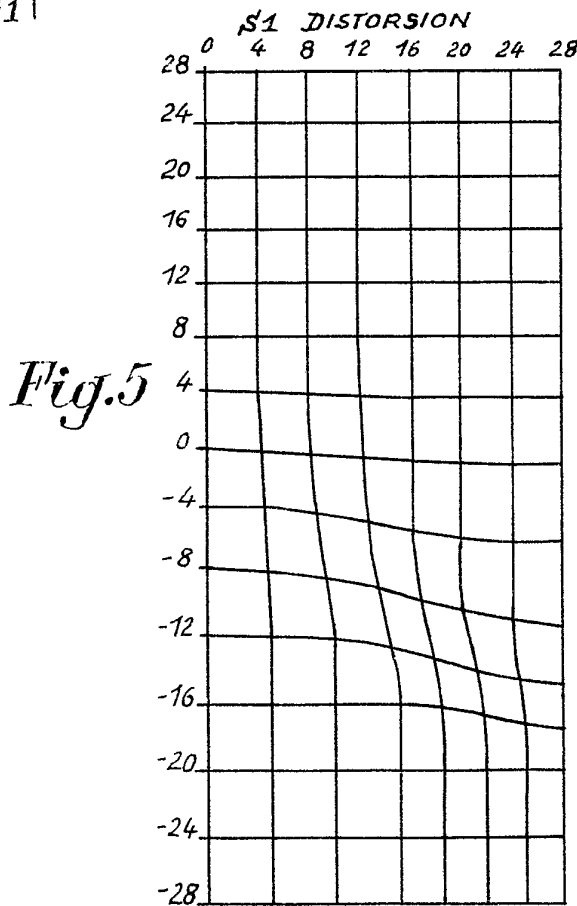
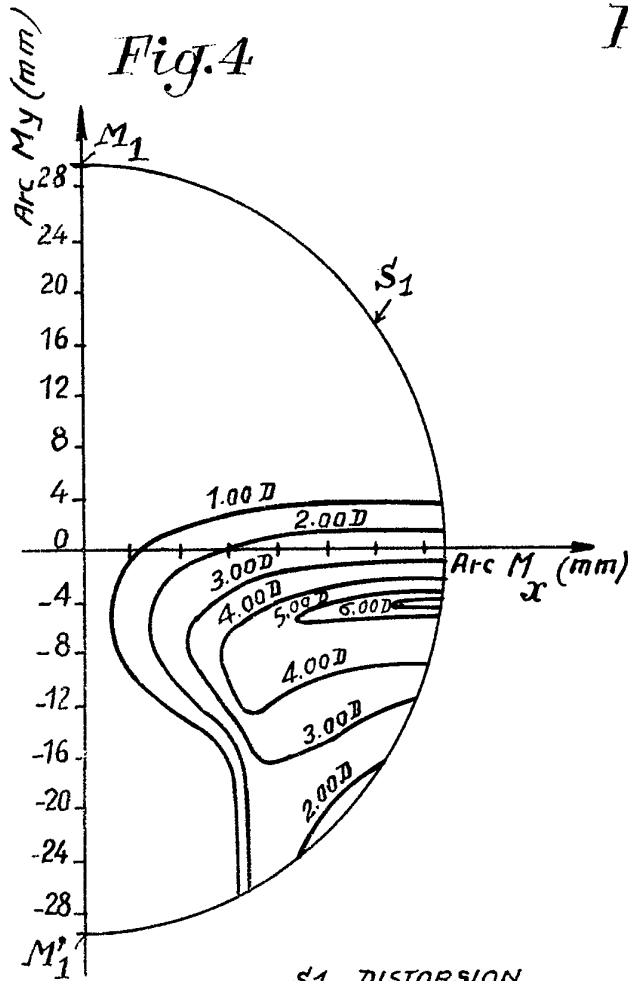
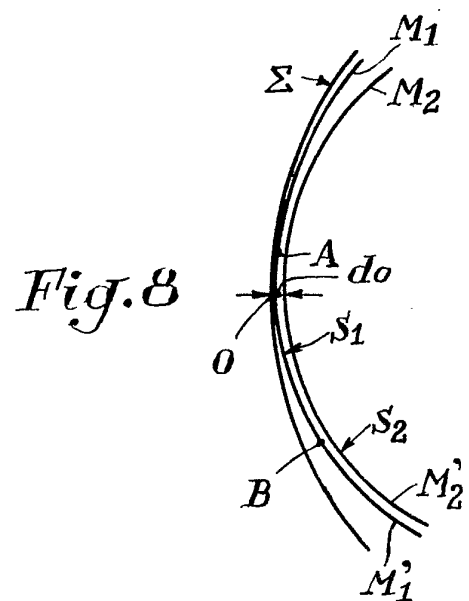
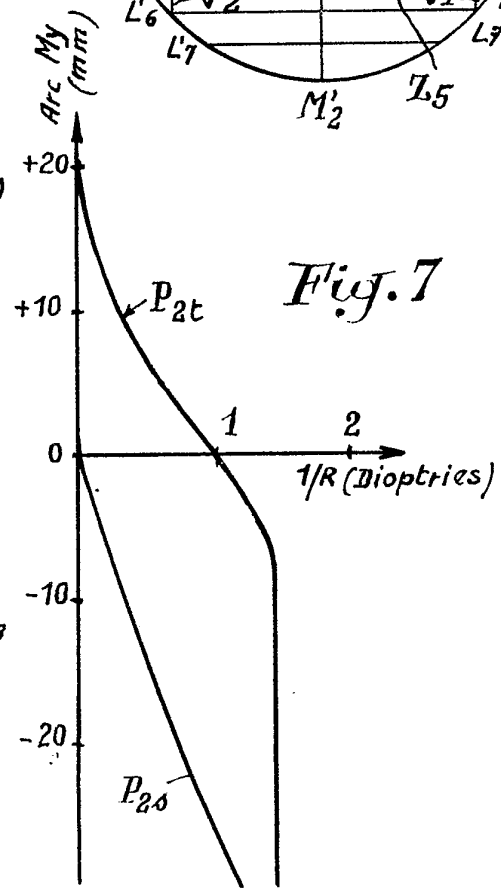
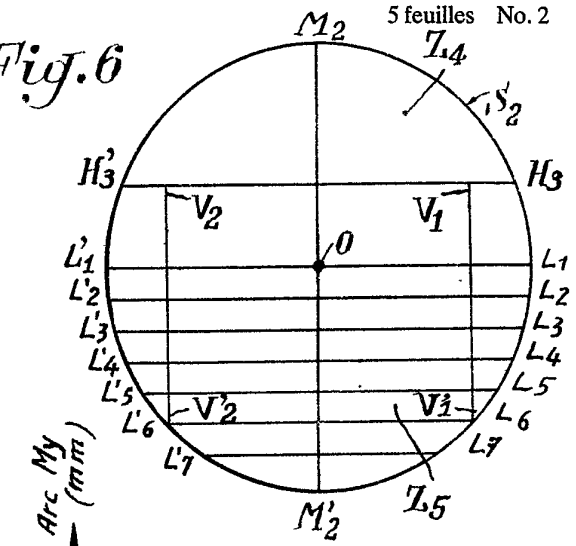
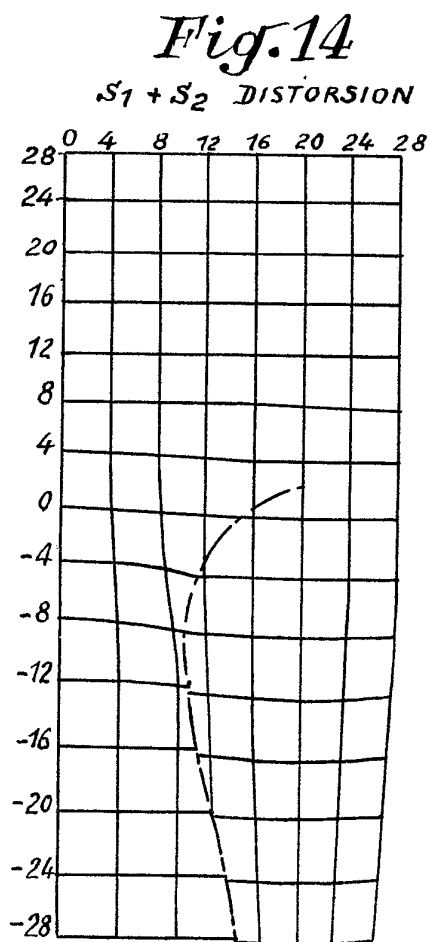
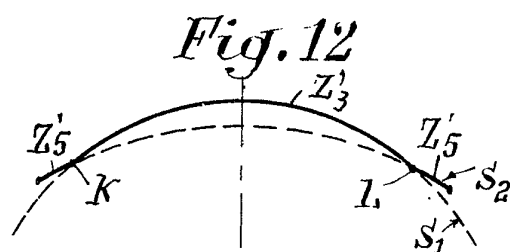
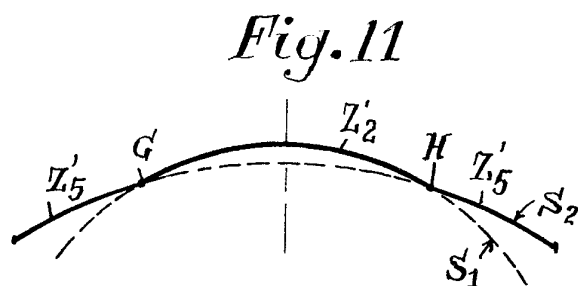
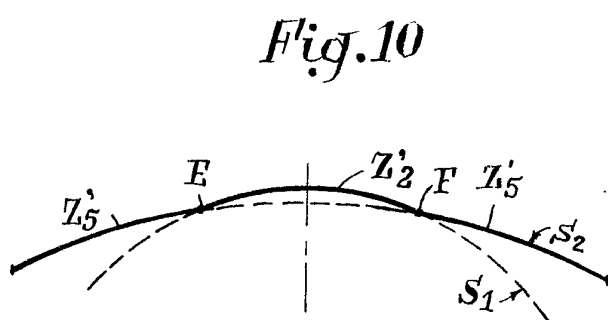
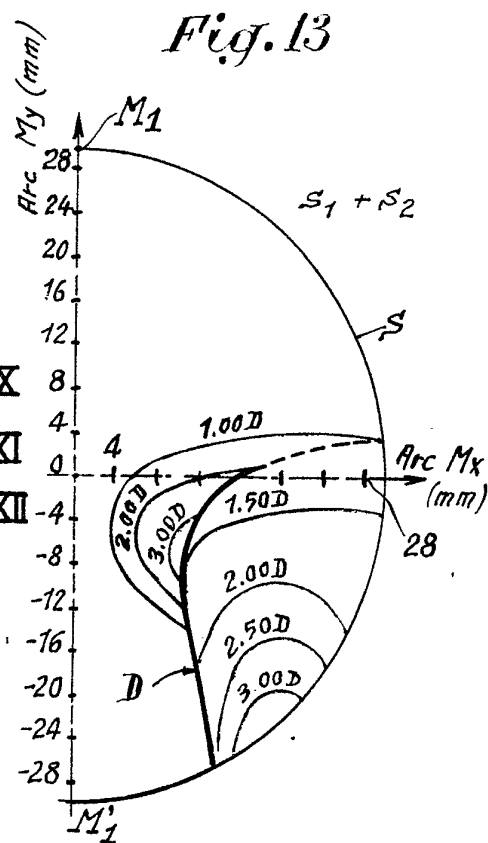
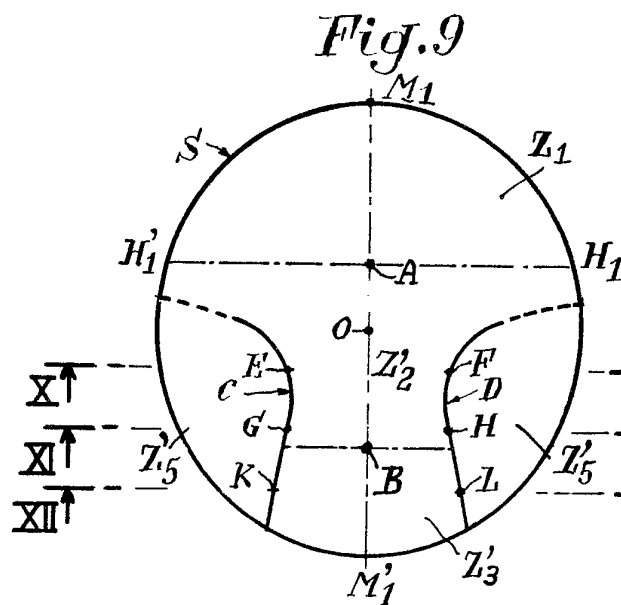


Fig. 6





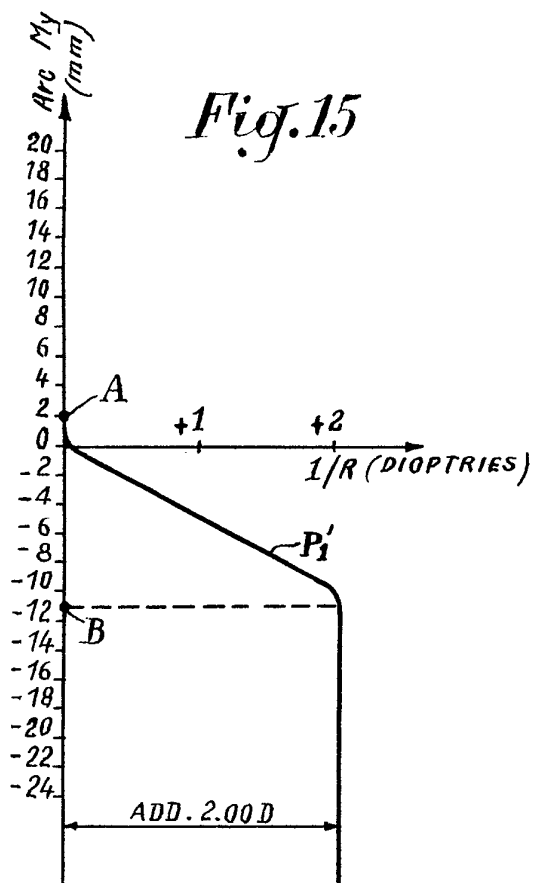


Fig. 16

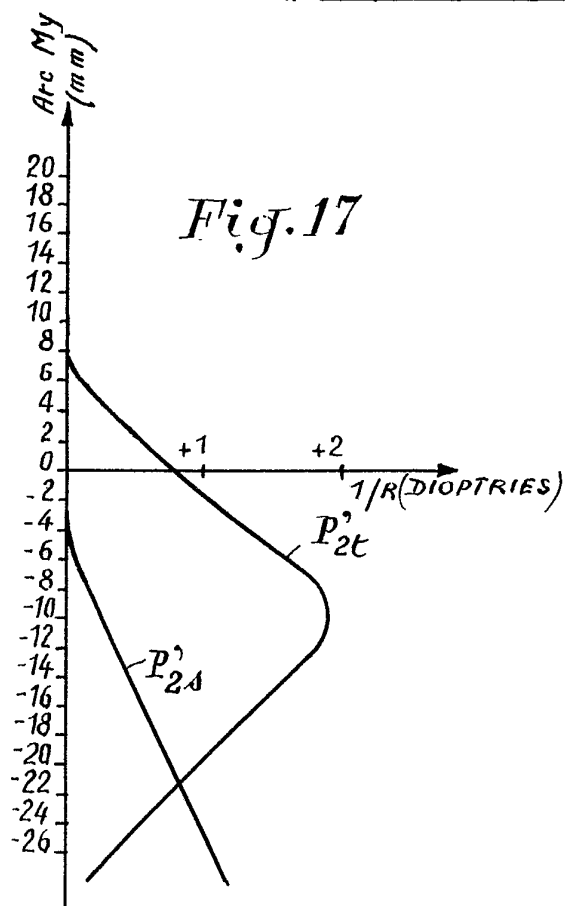
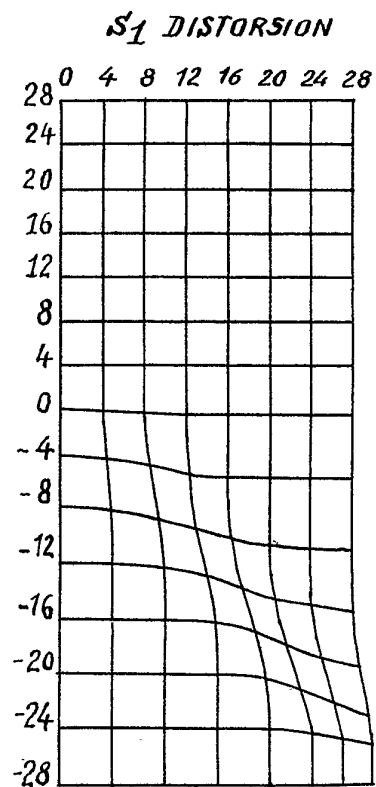


Fig.18

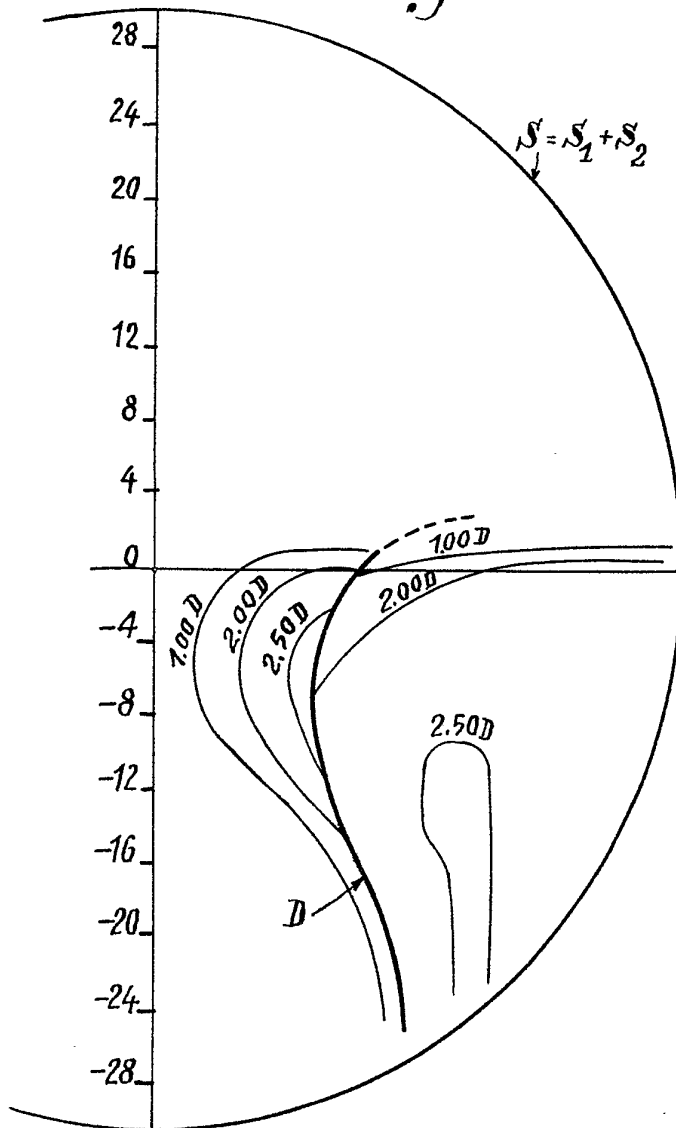


Fig.19

