

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
16 décembre 2010 (16.12.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/142888 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G02C 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051079

(22) Date de dépôt international :
2 juin 2010 (02.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0953806 9 juin 2009 (09.06.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GENERALE D'OPTIQUE)** [FR/FR]; 147, rue de Paris,
F-94220 Charenton Le Pont (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **MARIN,
Gildas** [FR/FR]; C/o Essilor International, 147 rue de
Paris, F-94220 Charenton Le Pont (FR). **ROUSSEAU,
Benjamin** [FR/FR]; c/o Essilor International, 147, rue de
Paris, F-94220 Charenton Le Pont (FR).

(74) Mandataires : **BOIRE, Philippe** et al.; Cabinet
Plasseraud, 52, rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex
09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

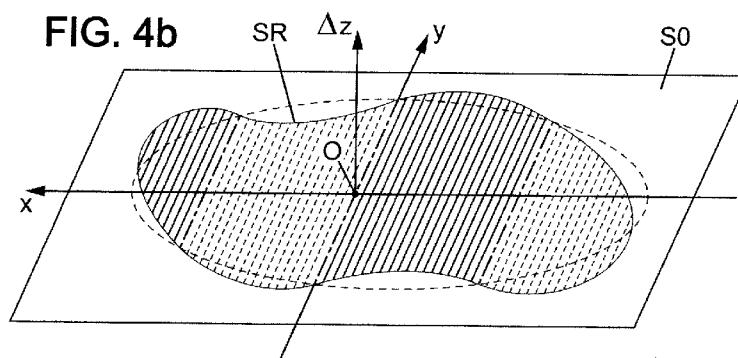
— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SPECTACLE LENS ADAPTED FOR CORRECTING A COMA OCULAR DEFECT

(54) Titre : VERRE DE LUNETTES ADAPTE POUR CORRIGER UN DEFAUT OCULAIRE DE COMA



(57) Abstract : The invention relates to a spectacle lens adapted for correcting a coma ocular defect. To this end, a thickness distribution (SR) of the lens has a decomposition into Zernike polynomials in which the sixth and seventh coefficients are opposed. The terms of the decomposition corresponding to the sixth and seventh Zernike polynomials contribute to the thickness distribution which is invariant by translation perpendicularly to a main direction (x) of the coma ocular defect. Such a lens is particularly adapted for a subject suffering from a keratoconus.

(57) Abrégé : Un verre de lunettes est adapté pour corriger un défaut oculaire de coma. Pour cela, une distribution d'épaisseur (SR) du verre possède une décomposition en polynômes de Zernike dont les sixième et septième coefficients sont opposés. Les termes de la décomposition correspondant aux sixième et septième polynômes de Zernike produisent alors une contribution à la distribution d'épaisseur qui est invariante par translation perpendiculairement à une direction principale (x) du défaut oculaire de coma. Un tel verre est adapté notamment pour un sujet atteint de kératocône.



WO 2010/142888 A1

VERRE DE LUNETTES ADAPTE POUR CORRIGER UN DEFAUT
OCULAIRE DE COMA

La présente invention concerne un verre de lunettes qui est adapté pour corriger un défaut oculaire de coma.

La coma est une aberration optique connue, dite d'ordre supérieur, qui dégrade une image formée par un système optique. Lorsque l'œil d'un sujet présente un défaut de coma, alors l'image qui est formée sur la rétine n'est pas nette. Le défaut oculaire de coma réduit donc l'acuité visuelle du sujet, en plus d'éventuels défauts oculaires de puissance optique et d'astigmatisme.

Le kératocône est un défaut oculaire qui est principalement caractérisé par une aberration de coma avec une orientation verticale lorsque la tête du sujet est elle-même verticale. L'amplitude de la coma d'un k tatoc ne est particul rement importante, de sorte que ce défaut oculaire inhibe la perception visuelle du sujet.

Le document FR 2 868 170 décrit en particulier des verres ophtalmiques de test qui sont adaptés pour corriger un défaut oculaire de coma. Ces verres présentent une épaisseur qui varie selon un polynôme de Zernike de coma. Mais l'amélioration de la vision qui est procurée par de tels verres diminue rapidement dès que l'œil du porteur tourne par rapport au verre. En fait, ces verres produisent d'autres aberrations optiques et ont des puissances optiques inadaptées pour des directions de regard qui sont obliques. La partie du champ visuel d'un porteur d'un tel verre ophtalmique, dans laquelle son acuité visuelle est améliorée par le verre, est donc très restreinte.

Mathématiquement, un défaut oculaire de coma correspond aux septième et huitième polynômes de Zernike lorsqu'on tient compte de l'orientation angulaire de la coma dans la décomposition en polynômes de Zernike du front d'onde d'une lumière qui pénètre dans l'œil. Dans toute la présente description, on utilise la numérotation des polynômes de Zernike telle que celle-ci est établie dans la norme VSIA, pour «Vision Science and Its

- 2 -

Applications», connue de l'Homme du métier. La modification du front d'onde qui est produite par un verre correcteur de coma tel que décrit dans le document FR 2 868 170, correspond à ces septième et huitième polynômes de Zernike, avec des coefficients respectifs qui sont égaux l'un à l'autre en valeurs
5 absolues et respectivement opposés aux coefficients correspondants qui résultent du défaut oculaire de coma du porteur.

Indépendamment, le document FR 2 868 170 décrit aussi d'autres verres ophtalmiques qui sont adaptés pour corriger un défaut oculaire d'astigmatisme triangulaire, aussi appelé astigmatisme en trèfle oblique ou
10 trefoil. Ces autres verres possèdent quant à eux une épaisseur qui varie conformément à un polynôme de Zernike d'astigmatisme en trèfle oblique. En tenant compte de l'orientation angulaire de l'astigmatisme en trèfle oblique, la modification du front d'onde qui est produite par un tel verre correcteur d'astigmatisme en trèfle oblique, tel que décrit dans le document FR 2 868 170,
15 correspond à des sixième et neuvième polynômes de Zernike. Les coefficients respectifs de ces sixième et neuvième polynômes de Zernike sont égaux entre eux en valeurs absolues et opposés aux coefficients correspondants qui résultent du défaut oculaire d'astigmatisme en trèfle oblique du porteur.

Par ailleurs, il est aussi connu, notamment du document EP 1 262 815,
20 d'optimiser un verre de lunettes de correction ophtalmique en prenant en compte plusieurs directions de regard. En particulier, une telle optimisation peut être appliquée à un verre de correction d'aberration oculaire d'ordre supérieur. La partie du champ visuel du porteur dans laquelle son acuité visuelle est améliorée par le verre est alors élargie.

25 Par rapport à cette situation, la présente invention vise à répondre notamment aux buts suivants.

Un premier but de l'invention est de fournir un verre de lunettes qui améliore la vision d'un porteur présentant un défaut oculaire de coma.

Un deuxième but de l'invention est de fournir à un porteur atteint de
30 kératocône un verre de lunettes qui améliore sa vision.

Un troisième but de l'invention est de fournir un verre de lunettes correcteur de coma, qui procure au porteur une vision améliorée non

- 3 -

seulement lorsque la direction de son regard est parallèle à l'axe optique du verre, mais aussi lorsqu'elle est oblique par rapport à cet axe. Autrement dit, une amélioration est recherchée pour la vision du porteur lorsque celui-ci regarde dans des directions variables en tournant son œil derrière le verre. De façon équivalente, ce troisième but consiste à augmenter la partie du champ visuel du porteur, dans laquelle le verre lui procure une amélioration de son acuité visuelle.

Un quatrième but de l'invention est de fournir un verre de lunettes qui soit compatible avec une utilisation quotidienne par un sujet ayant un défaut oculaire de coma.

Un cinquième but de l'invention est de fournir un verre de lunettes correcteur de coma, qui soit relativement facile à fabriquer, avec un coût unitaire limité.

Pour cela, l'invention propose un verre de lunettes qui est adapté pour produire une correction d'un défaut oculaire de coma orienté selon une direction principale, pour un porteur de ce verre, et qui comprend une portion d'un matériau transparent limitée entre une face antérieure et une face postérieure du verre. Selon l'invention, une distribution de valeurs d'épaisseur du verre, l'épaisseur étant mesurée entre les faces antérieure et postérieure pour des points variables parallèlement au verre, lorsque cette distribution de valeurs d'épaisseur est décomposée en une combinaison linéaire de polynômes de Zernike à l'intérieur d'un disque de diamètre égal à 5 mm (millimètre), présente des valeurs de coefficients de polynômes de coma et d'astigmatisme en trèfle oblique qui vérifient les conditions suivantes :

$$|Z_7| \text{ est supérieur ou égal à } 0,1 \mu\text{m}/(n-1) ; \quad (1)$$

$$|Z_6 + Z_7| \text{ est inférieur ou égal à } 0,15 \times |Z_7| ; \text{ et} \quad (2)$$

$$Z_8 \text{ et } Z_9 \text{ sont chacun inférieurs ou égaux à } 0,15 \times |Z_7| ; \quad (3)$$

où : n est un indice de réfraction lumineuse du matériau transparent,

Z_7 et Z_8 sont les coefficients de polynômes de Zernike de coma correspondant respectivement à des orientations parallèle et perpendiculaire à la direction principale,

Z_6 est un premier coefficient de polynôme de Zernike d'astigmatisme en trèfle oblique, avec deux lobes qui sont orientés selon la direction principale, et

5 Z_9 est un second coefficient de polynôme de Zernike d'astigmatisme en trèfle oblique, avec quatre lobes qui sont décalés de 30° par rapport la direction principale.

Les conditions (1) à (3) impliquent notamment que les coefficients Z_6 et Z_7 ont des signes algébriques respectifs qui sont opposés, et ont des valeurs absolues qui sont sensiblement égales et supérieures à celles des coefficients
10 Z_8 et Z_9 .

Ainsi, la décomposition en polynômes de Zernike de la distribution d'épaisseur d'un verre selon l'invention comprend à la fois une composante de coma et une composante d'astigmatisme en trèfle oblique. Autrement dit, un verre selon l'invention comporte une combinaison de ces deux composantes
15 dans la décomposition linéaire de sa distribution d'épaisseur en polynômes de Zernike.

La composante de coma est dirigée parallèlement à la direction principale du défaut oculaire de coma du porteur. Elle compense alors la déformation du front d'onde qui est causée par le défaut oculaire de coma,
20 pour une lumière qui pénètre dans l'œil du porteur.

L'invention associe donc la composante d'astigmatisme en trèfle oblique à la composante de coma dans la combinaison linéaire de décomposition de la distribution d'épaisseur du verre en polynômes de Zernike. Ces deux composantes, lorsque leurs coefficients respectifs sont opposés,
25 forment ensemble une surface ondulée, qui est invariante par translation perpendiculairement à la direction principale du défaut oculaire de coma du porteur. Le verre procure alors au porteur une vision qui est améliorée pour des directions de regard obliques dans un plan perpendiculaire à la direction principale du défaut oculaire de coma. La partie du champ visuel du porteur
30 dans laquelle sa vision est améliorée est donc étendue perpendiculairement à la direction principale de coma.

De plus, les coefficients des polynômes de Zernike dans la

- 5 -

décomposition de la distribution des valeurs d'épaisseur peuvent vérifier en outre la condition supplémentaire suivante :

$$|Z_7| \text{ est supérieur ou égal à } 0,5 \mu\text{m}/(n-1). \quad (1a)$$

Le verre est alors adapté pour corriger un défaut oculaire de coma qui possède une amplitude supérieure.

Avantageusement, l'une au moins des deux conditions (2) et (3) peut aussi être remplacée par la condition correspondante suivante :

$$|Z_6 + Z_7| \text{ est inférieur ou égal à } 0,10 \times |Z_7| ; \text{ et} \quad (2a)$$

$$Z_8 \text{ et } Z_9 \text{ sont chacun inférieurs ou égaux à } 0,10 \times |Z_7|. \quad (3a)$$

La combinaison linéaire des polynômes de Zernike qui reproduit la distribution des valeurs d'épaisseur du verre peut contenir d'autres termes que ceux des sixième à neuvième polynômes considérés précédemment. En ajoutant de tels autres termes, le verre de lunettes peut être adapté en outre pour produire une correction de puissance optique ou d'astigmatisme, ou une correction à la fois de puissance optique et d'astigmatisme, en plus de la correction du défaut oculaire de coma.

Un verre de lunettes qui est conforme à l'invention peut être fabriqué en utilisant les outils usuels de moulage et/ou d'usinage des verres ophtalmiques. Il ne nécessite donc pas d'investissements conséquents, qui soient spécifiques pour sa production par rapport aux verres connus avant l'invention. Son coût de fabrication est donc comparable à celui d'un verre de lunettes courant qui possède une surface complexe sur l'une au moins de ses faces.

En outre, un verre de lunettes selon l'invention peut être assemblé dans une monture esthétique et porté dans la vie quotidienne.

Avantageusement, la portion de matériau transparent du verre de lunettes peut posséder une première dimension selon la direction principale du défaut oculaire de coma, qui correspond à une première amplitude comprise entre 2° et 12° , pour une variation angulaire de la direction de regard du porteur à travers le verre. De cette façon, le verre est restreint à une portion utile du matériau transparent pour corriger la vision du porteur. De préférence,

cette première amplitude de variation angulaire de la direction de regard, à laquelle correspond la première dimension du verre selon la direction principale, peut être comprise entre 2° et 12°. Simultanément, une seconde dimension du verre, perpendiculairement à la direction principale, peut correspondre à une seconde amplitude d'une autre variation angulaire de la direction de regard du porteur qui est supérieure à 20°.

L'invention propose aussi un verre de lunettes, dit verre de lunettes multiple, qui comprend plusieurs telles portions de matériau transparent, chacune correspondant à la première amplitude de variation angulaire de la direction de regard du porteur. Chaque portion forme donc individuellement un verre de lunettes tel que décrit précédemment, en étant orientée perpendiculairement à la direction de regard, et toutes les portions sont juxtaposées selon la direction principale de coma. De cette façon, la partie du champ visuel du porteur dans laquelle le verre lui procure une vision améliorée est multipliée selon la direction principale.

Selon un perfectionnement d'un tel verre de lunettes multiple, chaque portion de matériau transparent peut être adaptée pour produire en outre une puissance optique, en plus de la correction du défaut oculaire de coma, avec des valeurs de puissance optique respectives des portions de matériau transparent qui augmentent progressivement entre une zone de vision de loin et une zone de vision de près du verre de lunettes multiple. Dans ce cas, le verre de lunettes multiple est du type multifocal, avec les zones de vision de loin et de près qui sont décalées selon la direction principale de coma.

Enfin, l'invention concerne aussi l'utilisation d'un verre de lunettes tel que décrit précédemment, éventuellement du type verre de lunettes multiple, pour corriger un défaut oculaire de coma qui est causé par un kératocône pour le porteur du verre. Dans ce cas, la direction principale de coma est verticale lorsque la tête du porteur est elle-même orientée verticalement.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 7 -

- les figures 1a et 1b sont respectivement des vues latérale et en perspective d'un verre de lunettes selon l'invention ;
- la figure 2 illustre une détermination d'une distribution d'épaisseur pour un verre conforme aux figures 1a et 1b ;
- 5 - les figures 3a à 3d sont des diagrammes illustrant des variations de polynômes de Zernike concernés par l'invention ;
- la figure 4a est un diagramme illustrant des variations d'épaisseur d'un verre conforme à l'invention ;
- la figure 4b est un schéma en perspective montrant les variations
10 d'épaisseur de la figure 4a ; et
- les figures 5a et 5b représentent deux verres de lunettes conformes à des perfectionnements de l'invention.

Pour raison de clarté, les dimensions des éléments qui sont représentés sur ces figures ne correspondent pas à des dimensions réelles, ni
15 à des rapports de dimensions réels. En outre, des références ou des notations qui sont reprises identiquement sur des figures différentes désignent des éléments identiques, ou qui ont des fonctions identiques.

Conformément aux figures 1a et 1b, un verre de lunettes ophtalmiques qui est désigné globalement par la référence 1 comprend une portion de matériau transparent 10, limitée par une face antérieure S1 et une face postérieure S2
20 du verre. Les faces S1 et S2 sont respectivement convexe et concave. La portion 10 peut être constituée d'un matériau quelconque qui est adapté pour l'application ophtalmique. Ce peut être un matériau minéral ou organique, ou éventuellement un matériau hybride. On supposera dans la suite que la portion
25 10 est homogène. Dans ce cas, elle possède un indice de réfraction lumineuse qui est uniforme et noté n . Par exemple, n peut être égal à 1,502 lorsque la portion 10 est à base de poly-diéthylèneglycol-bis-allyl-carbonate, couramment désigné par CR39®.

La figure 1b montre le verre 1 devant un œil 2 d'un porteur, tel que ce
30 verre est destiné à être utilisé lorsqu'il est assemblé dans une monture de lunettes (non représentée) placée sur le visage du porteur. Le verre 1 est alors

fixe par rapport au visage du porteur, mais l'œil 2 peut tourner derrière le verre. D désigne une direction de regard quelconque du porteur. Elle passe par le centre de rotation R de l'œil 2, et par un sommet A du cristallin, couramment appelé apex. La direction D varie lorsque l'œil 2 tourne autour du centre R.

5 Par ailleurs, le verre 1 possède un centre optique O qui est situé sur sa face antérieure S1. La direction de regard D_0 qui passe par le centre optique O est l'axe optique du verre 1. On définit alors un repère orthonormé ayant pour origine le centre optique O, avec des axes qui sont notés x, y et z. L'axe z est confondu avec la direction de regard D_0 , et les axes x et y sont
10 approximativement tangents à la surface S1 au centre optique O. La direction de l'axe x sera précisée ultérieurement en relation avec le défaut oculaire de coma qui est corrigé par le verre 1. D_x et D_y désignent les projections de la direction de regard D sur les plans Oxz et Oyz, respectivement. A l'intérieur du plan Oxz, α est l'angle entre la direction D_0 et la projection D_x . De même, β est
15 l'angle entre la direction D_0 et la projection D_y à l'intérieur du plan Oyz. Lorsque le verre 1 est utilisé dans des conditions telles que l'axe x est vertical, α et β sont respectivement la hauteur angulaire et l'azimut de la direction de regard D.

On définit une surface résultante pour le verre 1 de la façon suivante, en référence à la figure 2. S0 désigne une surface de référence, qui est
20 confondue avec le plan Oxy dans le mode de réalisation de l'invention décrit ici. La surface de référence S0 peut être choisie différemment. De façon connue, ce peut être aussi la sphère ou le tore qui correspondent aux valeurs de courbure de la face S1 au centre optique O. On définit aussi un ensemble de points $M_1, M_2, M_3, \dots$ qui forme un maillage de la surface de référence S0. Pour
25 chaque point $M_1, M_2, M_3, \dots$ du maillage, on détermine les hauteurs respectives z_1 et z_2 de la face antérieure S1 et de la face postérieure S2 du verre 1, par rapport à la surface de référence S0. Les hauteurs z_1 et z_2 sont mesurées selon l'axe z, et sont appelées couramment hauteurs sagittales («sag values» en anglais). Pour chaque point $M_1, M_2, M_3, \dots$ du maillage, on définit alors un
30 point P qui est situé à une hauteur sagittale $\Delta z = z_1 - z_2$ au dessus du point $M_1, M_2, M_3, \dots$. L'ensemble des points P qui sont ainsi définis forment une nouvelle surface, qui est notée SR et est appelée surface résultante du verre 1. La surface SR forme une représentation graphique de la distribution des valeurs

d'épaisseur du verre 1.

La signification optique de la surface résultante SR est connue de l'Homme du métier. La hauteur sagittale Δz entre la surface résultante SR et la surface de référence S0, multipliée par (n-1), est le décalage de retard qui est
 5 subi localement par un front d'onde à la traversée du verre 1, pour une onde lumineuse qui pénètre dans l'œil 2 du porteur après avoir traversé le verre. Le front d'onde est ainsi reculé localement de la distance (n-1) x Δz , dans le sens opposé au sens de propagation de la lumière. La correction d'un défaut oculaire consiste à ajuster la surface résultante SR, par les formes respectives
 10 des faces S1 et S2 du verre 1, de sorte que les décalages locaux du front d'onde qui sont produits par le verre de lunettes compensent, à l'intérieur de l'œil, des décalages du front d'onde qui sont causés par le défaut oculaire.

On décompose alors la surface résultante SR en polynômes de Zernike. Autrement dit, les variations de la hauteur sagittale Δz en fonction des
 15 coordonnées x et y sont formulées comme une combinaison linéaire des polynômes de Zernike. Une telle décomposition est connue de l'Homme du métier et on pourra se reporter si nécessaire à l'un des nombreux documents disponibles à ce sujet. Seuls les polynômes de Zernike qui sont concernés par l'invention sont maintenant rappelés. r désigne la distance radiale normalisée
 20 entre le centre optique O et un point M de la surface de référence S0 : $r = (x^2 + y^2)^{1/2} / R_0$, où x et y sont les coordonnées cartésiennes du point M. R0 est le rayon d'un disque à l'intérieur duquel la distribution des valeurs d'épaisseur du verre 1 est égale à la combinaison linéaire des polynômes de Zernike. Les valeurs de r varient donc entre zéro et l'unité, et θ désigne l'angle polaire entre
 25 l'axe x et le segment OM :

- le sixième polynôme de Zernike, dit d'astigmatisme en trèfle oblique avec deux des six lobes qui sont orientés selon l'axe x :

$$\Delta z_6 = r^3 \times \cos(3\theta) \quad (4)$$

- le septième polynôme de Zernike, dit de coma orientée selon l'axe x :

$$\Delta z_7 = r \times (3.r^2 - 2) \times \cos(\theta) \quad (5)$$

- le huitième polynôme de Zernike, dit de coma orientée selon l'axe y :

$$\Delta z_8 = r \times (3.r^2 - 2) \times \sin(\theta) \quad (6)$$

- le neuvième polynôme de Zernike, dit d'astigmatisme en trèfle oblique avec quatre des six lobes qui sont décalés de 30° par rapport l'axe x :

$$\Delta z_9 = r^3 \times \sin(3\theta) \quad (7)$$

Les figures 3a à 3d représentent respectivement les variations de ces polynômes : figure 3a pour Δz_6 , figure 3b pour Δz_7 , figure 3c pour Δz_8 et figure 3d pour Δz_9 . Les coordonnées x et y varient chacune entre $-R_0$ et $+R_0$, et la hauteur sagittale qui est égale à la valeur du polynôme de Zernike correspondant est repérée selon un axe perpendiculaire aux figures. Dans ces figures, les courbes de niveau en traits continus correspondent à des valeurs de hauteur sagittale qui sont positives, les courbes de niveau en traits interrompus de longueurs constantes correspondent à des valeurs de hauteur sagittale qui sont négatives, et les courbes de niveau en traits interrompus de longueurs alternées à la valeur nulle de hauteur sagittale. Pour les sixième et neuvième polynômes de Zernike, on appelle lobes les zones du plan Oxy, à proximité de la circonférence du disque de rayon R_0 , où la valeur du polynôme correspondant est maximale ou minimale. Ainsi, le sixième polynôme de Zernike (figure 3a) possède un lobe positif qui est orienté selon l'axe x, pour les valeurs positives de x, et un lobe négatif qui est aussi orienté selon l'axe x, mais pour les valeurs négatives de x. De la même façon, le neuvième polynôme de Zernike (figure 3d) possède deux lobes positifs orientés à +30° et +150° par rapport à l'axe x, et deux lobes négatifs orientés à -30° et -150° par rapport à l'axe x. Ces quatre lobes du neuvième polynôme de Zernike sont donc chacun décalés de 30° en valeur absolue d'angle θ par rapport à l'axe x. Pour les septième et huitième polynômes de Zernike, on appelle orientation de la coma la direction, à l'intérieur du plan Oxy, de la pente maximale de variation du polynôme correspondant au centre optique O. Cette direction de coma est perpendiculaire à un axe le long duquel le septième ou huitième polynôme de Zernike possède une valeur constante nulle. Ainsi, la direction de coma du septième polynôme de Zernike (figure 3b) est l'axe x, et la direction de coma du huitième polynôme de Zernike (figure 3c) est l'axe y.

La hauteur sagittale Δz d'un point P quelconque de la surface résultante SR, au dessus de la surface de référence S0, peut donc être formulée comme une combinaison linéaire des polynômes de Zernike, de la

façon suivante :

$$\Delta z = \sum_{i=0} Z_i \times \Delta z_i \quad (8)$$

où i est l'indice des polynômes de Zernike conformément à leur numérotation qui est établie par la norme VSIA et utilisée dans la présente description, et Z_i est le coefficient du polynôme de Zernike Δz_i dans la combinaison linéaire. Toutefois, le choix des axes x et y qui est utilisé dans la présente description de l'invention est inversé par rapport à la convention qui est adoptée dans la norme VSIA. Pour cette raison, les fonctions sinus et cosinus qui apparaissent dans les formules sont aussi échangées. Cet échange entre les deux axes x et y ne modifie pas la signification optique de chaque polynôme de Zernike, celui-ci étant identifié par sa formule et par son diagramme de variation tels qu'ils sont transcrits dans la présente demande de brevet.

Une telle décomposition est valable à l'intérieur du disque de rayon R_0 et de centre O . Pour le mode de réalisation de l'invention qui est décrit, elle est établie à partir des faces $S1$ et $S2$ du verre 1 pour le disque de rayon R_0 égal à 2,5 mm. De préférence, les conditions (1) à (3) qui sont introduites par l'invention sur les coefficients Z_6 à Z_9 restent satisfaites lorsque la distribution des valeurs d'épaisseur du verre 1 est décomposée en combinaison linéaire des polynômes de Zernike à l'intérieur d'un disque dont le diamètre $2 \times R_0$ est compris entre 3 et 8 mm.

Pour un sujet qui présente un défaut oculaire de coma, on appelle direction principale la direction dans le plan perpendiculaire à l'axe de son œil, selon laquelle le front d'onde présente une inclinaison due à la coma au niveau de l'axe oculaire, en l'absence de verre correcteur. Pour un sujet qui est atteint de kératocône, cette direction principale est verticale lorsqu'il tient sa tête verticalement. La description de l'invention est poursuivie dans ce cas, de sorte que la direction principale de coma est l'axe x . L'Homme du métier saura ensuite appliquer l'invention à la correction d'un défaut oculaire de coma qui est orienté différemment, en tournant le verre décrit autour de son axe optique Oz .

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, les coefficients des polynômes de Zernike dans l'équation (8) vérifient les conditions

suivantes : $Z_6 = -Z_7 \neq 0$ et tous les autres coefficients Z_i sont nuls pour $i \neq 0$. En particulier, les coefficients Z_8 et Z_9 sont nuls. De plus, les valeurs des coefficients Z_6 et Z_7 sont ajustées pour compenser l'amplitude du défaut oculaire de coma du porteur.

5 Les figures 4a et 4b représentent les variations de la hauteur sagittale Δz de la surface résultante SR qui est ainsi définie, en omettant la composante uniforme correspondant à $i = 0$ dans la combinaison linéaire des polynômes de Zernike. Pour cette raison, la hauteur sagittale qui apparaît pour l'origine du plan Oxy est nulle. La surface résultante SR est alors invariante par translation
 10 parallèlement à la direction y, avec un profil ondulé en S selon la direction x. L'épaisseur de la portion 10 du verre 1 ne dépend donc que de la coordonnée x, et est indépendante de la coordonnée y. Le verre 1 produit donc une compensation efficace du défaut oculaire de coma du porteur lorsque celui-ci regarde en tournant les yeux vers sa droite ou sa gauche, dès lors qu'il lève ou
 15 abaisse peu la direction de son regard. Autrement dit, le verre procure au porteur une correction de son défaut oculaire de coma pour une direction quelconque de son regard dont l'angle d'azimut β est compris entre -10° et $+10^\circ$, voire dans un intervalle d'azimut qui est plus large encore. Par contre, l'amélioration de la vision qui est procurée par le verre 1 est limitée à l'intérieur
 20 d'un intervalle pour la hauteur α de la direction de regard, qui possède une largeur de l'ordre de 8° , en tous cas supérieure à 2° . Un tel champ visuel est suffisant pour permettre au porteur de lire un livre, en inclinant différemment sa tête pour des lignes lues qui sont situées en haut de page ou en bas de page. Pour le mode particulier de réalisation de l'invention des figures 4a et 4b, la
 25 décomposition de la surface résultante SR en polynômes de Zernike est restreinte à l'intérieur d'un disque de diamètre 5 mm. Les axes x et y sont alors repérés en millimètres. En outre, deux courbes de niveau qui sont voisines dans le diagramme de la figure 4a correspondent à des écarts de hauteur sagittale de $1,0 \mu\text{m}$ (micromètre). Pour ce mode de réalisation,
 30 $Z_6 = -Z_7 = 1 \mu\text{m}$.

Le front d'onde d'un faisceau de lumière plane monochromatique qui arrive sur le verre 1, en provenance d'un point source éloigné du porteur dans la direction D_0 , est alors déformé par le verre 1 conformément à la surface

résultante SR des figures 4a et 4b. Après la traversée du verre 1, le front d'onde possède une forme du même type que celui de la surface résultante, avec des décalages locaux qui ont des signes opposés à Δz . Ainsi, le défaut oculaire de coma est compensé par le verre 1.

5 Comme cela vient d'être expliqué, cette compensation est efficace à l'intérieur d'un champ visuel qui est limité pour les variations de la hauteur α de la direction de regard D. Typiquement, ce champ visuel correspond à une variation maximale de hauteur $\Delta\alpha$ d'environ 8° , et à une variation maximale d'azimut $\Delta\beta$ qui est supérieure ou égale à 20° , par exemple d'environ 40° . La
10 portion 10 qui constitue le verre 1 peut alors être réduite à sa partie utile à l'intérieur d'un tel champ visuel, comme représenté sur la figure 5a. Elle présente alors la forme d'une bande de verre de lunettes, dont l'épaisseur selon la direction x est limitée angulairement à $\Delta\alpha$, et qui est allongée selon la direction d'azimut y.

15 Le perfectionnement de l'invention qui est illustré par la figure 5b a pour but d'accroître le champ visuel du porteur, à l'intérieur duquel sa vision est améliorée en utilisant l'invention. Selon ce perfectionnement, le verre de lunettes 1 peut comprendre plusieurs bandes de verre de lunettes qui sont contiguës et superposées selon la direction x, par exemple six bandes. Pour
20 cette raison, il est appelé verre de lunettes multiple. Chaque bande de verre de lunettes, qui est référencée individuellement de 10a à 10f, peut être identique à la portion 10 du verre de la figure 5a. Le champ dans lequel la vision du porteur est améliorée est alors multiplié selon la direction x. Eventuellement, chaque bande de verre 10a-10f peut être inclinée différemment, de sorte que son axe
25 optique soit incliné verticalement conformément à la valeur moyenne de la hauteur α de la direction de regard D à travers cette bande. Le verre multiple 1 peut alors être réalisé de plusieurs façons. Selon une première de ces façons, les portions de matériau transparent qui constituent respectivement les bandes 10a-10f peuvent être des portions indépendantes qui sont juxtaposées. Ces
30 portions peuvent alors être découpées à l'intérieur d'autant de verres différents, qui correspondent chacun aux figures 4a et 4b. Elles sont réunies ensuite dans un logement de monture pour former le verre de lunettes multiple. Les limites entre deux portions qui sont contiguës sont aussi fines que possible, pour être

esthétiques et réduire la gêne visuelle pour le porteur. Selon une autre façon de réaliser le verre de lunettes multiple, les portions des bandes 10a-10f peuvent former ensemble une pièce d'un seul tenant qui est constituée continûment par le matériau transparent. Dans ce cas, le verre de lunettes multiple peut être moulé et/ou usiné en réalisant toutes les portions 10a-10f simultanément, notamment en utilisant le procédé d'usinage point par point, connu sous l'appellation «freeform®». Dans tous les cas, le verre de lunettes multiple peut être détourné dans son ensemble selon la forme du contour du logement de la monture. Dans la figure 5b, la lettre C indique un tel contour de détournement qui s'étend dans toutes les portions 10a-10f.

Selon un autre perfectionnement, un verre de lunettes qui est conforme à l'invention peut être adapté pour produire en outre une correction de puissance optique et/ou d'astigmatisme quadratique, aussi appelé simplement astigmatisme, en plus de la correction du défaut oculaire de coma. Une telle correction de puissance optique et/ou d'astigmatisme quadratique peut être conforme à une prescription ophtalmique qui a été préalablement établie pour le porteur. Pour cela, les deux faces S1 et S2 du verre de lunettes sont déterminées pour que la décomposition de la surface résultante SR en polynômes de Zernike, selon la formule (8), possède des termes de défocalisation («defocus») et d'astigmatisme quadratique. Un tel terme de défocalisation correspond au quatrième polynôme de Zernike selon la numérotation de la norme VSIA, et a pour formule :

$$\Delta z_4 = 2.r^2 - 1 \quad (9)$$

Les termes d'astigmatisme quadratique correspondent aux troisième et cinquième polynômes de Zernike :

$$\Delta z_3 = r^2 \times \cos(2\theta) \quad (10)$$

$$\Delta z_5 = r^2 \times \sin(2\theta) \quad (11)$$

Dans ce cas, l'une parmi la face antérieure S1 et la face postérieure S2 du verre peut posséder une première forme qui est adaptée pour produire au moins une moitié, de préférence plus de 70%, de la correction du défaut oculaire de coma, et l'autre face peut posséder une seconde forme qui est adaptée pour produire au moins une moitié, de préférence plus de 70%, de la

correction de puissance optique et d'astigmatisme. La contribution d'une face du verre à la correction du défaut de coma est le quotient de la valeur absolue du coefficient du septième polynôme de Zernike dans la décomposition de cette face par la valeur absolue du coefficient du septième polynôme de Zernike dans la décomposition de la surface résultante SR. De même, la contribution d'une face du verre à la correction de puissance optique, respectivement d'astigmatisme quadratique, est le quotient de la valeur absolue du coefficient du polynôme de Zernike correspondant dans la décomposition de cette face par la valeur absolue du coefficient du même polynôme de Zernike dans la décomposition de la surface résultante SR. Ainsi les deux faces du verre de lunettes peuvent produire en partie séparément des corrections de défauts oculaires qui sont distincts, si bien que leurs conceptions individuelles sont facilitées. En outre, le verre de lunettes peut être fabriqué à partir de verres semi-finis, dont la face qui est initialement définitive est dédiée à la correction de coma. Cette correction de coma qui est réalisée par la face définitive du verre semi-fini peut n'être que partielle par rapport à l'amplitude du défaut oculaire de coma que présente le porteur. Par exemple, elle peut ne compenser que 50% ou plus, mais préférentiellement au moins 60%, de l'amplitude du défaut oculaire de coma du porteur. De cette façon, le nombre de modèles différents de verres semi-finis qui sont nécessaires pour satisfaire les besoins d'une population peut être réduit. L'autre face est alors usinée en reprise, pour produire le complément de la correction de coma ainsi que la correction de puissance optique et/ou d'astigmatisme, conformément à la prescription ophtalmique établie pour le porteur.

Pour un verre de lunettes multiple selon la figure 5b, chacune des portions 10a-10f peut être identique à un verre différent qui est efficace pour corriger à la fois la coma et la puissance optique et/ou l'astigmatisme tel qu'il vient d'être décrit. Chaque portion de matériau transparent 10a-10f du verre de lunettes multiple peut donc produire une puissance optique, en plus de la correction du défaut oculaire de coma. La puissance optique du verre multiple 1 peut ainsi varier en fonction de la hauteur α de la direction de regard, d'une portion à l'autre, conformément aux valeurs individuelles de puissance optique des portions du verre. En particulier, les valeurs de puissance optique

respectives des portions 10a-10f peuvent augmenter progressivement entre une zone de vision de loin du verre de lunettes multiple, qui est située autour et/ou au dessus du centre O, et une zone de vision de près qui est située dans le bas du verre de lunettes multiple. Dans ce cas, la direction x du défaut oculaire de coma est sensiblement verticale, pour combiner la correction de coma qui est produite par le verre multiple avec la variation de puissance optique entre la zone de vision de loin et la zone de vision de près qui sont décalées verticalement. Ainsi, l'invention peut fournir un verre de lunettes multifocal, adapté pour un sujet qui présente un défaut oculaire de coma et qui est simultanément presbyte.

Il est entendu que l'invention peut être reproduite en modifiant certains aspects des modes de réalisation qui ont été décrits en détail ci-dessus. Notamment, les valeurs numériques qui ont été citées ne l'ont été qu'à titre d'illustration. De même l'invention peut être utilisée pour corriger un défaut oculaire de coma qui est orienté selon une direction quelconque, non nécessairement verticale.

Enfin, il est rappelé que l'invention n'introduit de conditions que sur les coefficients des sixième à neuvième polynômes de Zernike dans la décomposition de la distribution d'épaisseur du verre de lunettes. Les autres coefficients peuvent donc avoir des valeurs quelconques, qui procurent au verre des caractéristiques optiques additionnelles.

REVENDICATIONS

1. Verre de lunettes (1) adapté pour produire une correction d'un défaut oculaire de coma orienté selon une direction principale (x) pour un porteur dudit verre, comprenant une portion (10) d'un matériau transparent limitée entre une face antérieure (S1) et une face postérieure (S2) du verre, caractérisé en ce qu'une distribution de valeurs d'épaisseur (Δz) du verre, ladite épaisseur étant mesurée entre les faces antérieure et postérieure pour des points variables parallèlement au verre, lorsque ladite distribution de valeurs d'épaisseur est décomposée en une combinaison linéaire de polynômes de Zernike à l'intérieur d'un disque de diamètre égal à 5 mm, présente des valeurs de coefficients de polynômes de coma et d'astigmatisme en trèfle oblique qui vérifient les conditions suivantes :

$$|Z_7| \text{ est supérieur ou égal à } 0,1 \mu\text{m}/(n-1) ; \quad (1)$$

$$|Z_6 + Z_7| \text{ est inférieur ou égal à } 0,15 \times |Z_7| ; \text{ et} \quad (2)$$

$$Z_8 \text{ et } Z_9 \text{ sont chacun inférieurs ou égaux à } 0,15 \times |Z_7| ; \quad (3)$$

où : n est un indice de réfraction lumineuse du matériau transparent,

Z_7 et Z_8 sont les coefficients de polynômes de Zernike de coma correspondant respectivement à des orientations parallèle et perpendiculaire à la direction principale,

Z_6 est un premier coefficient de polynôme de Zernike d'astigmatisme en trèfle oblique, avec deux lobes orientés selon la direction principale, et

Z_9 est un second coefficient de polynôme de Zernike d'astigmatisme en trèfle oblique, avec quatre lobes décalés de 30° par rapport la direction principale.

2. Verre de lunettes selon la revendication 1, dans lequel la distribution de valeurs d'épaisseur (Δz) vérifie les conditions (1) à (3) lorsque ladite distribution de valeurs d'épaisseur est décomposée en combinaison linéaire de polynômes de Zernike à l'intérieur d'un disque de diamètre compris entre 3 et 8 mm.

3. Verre de lunettes selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les coefficients des polynômes de Zernike dans la décomposition de la distribution de valeurs d'épaisseur vérifient les conditions (1) à (3) avec en outre la condition supplémentaire :

5 $|Z_7|$ est supérieur ou égal à $0,5 \mu\text{m}/(n-1)$. (1a)

4. Verre de lunettes selon l'une quelconque des revendications précédentes, adapté en outre pour produire une correction de puissance optique ou d'astigmatisme, ou à la fois de puissance optique et d'astigmatisme, en plus de la correction du défaut oculaire de coma.

10 5. Verre de lunettes selon la revendication 4, dans lequel l'une parmi la face antérieure (S1) et la face postérieure (S2) du verre possède une première forme adaptée pour produire au moins une moitié, de préférence plus de 70%, de la correction du défaut oculaire de coma, et l'autre des dites faces possède une seconde forme adaptée pour produire au moins une moitié, de préférence
15 plus de 70%, de la correction de puissance optique et d'astigmatisme.

6. Verre de lunettes selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la portion de matériau transparent (10) possède une première dimension selon la direction principale (x) correspondant à une première amplitude de variation angulaire ($\Delta\alpha$) d'une direction de regard (D) du
20 porteur à travers le verre de lunettes comprise entre 2° et 12° , et une seconde dimension perpendiculairement à la dite direction principale correspondant à une seconde amplitude de variation angulaire ($\Delta\beta$) de la direction de regard du porteur supérieure à 20° .

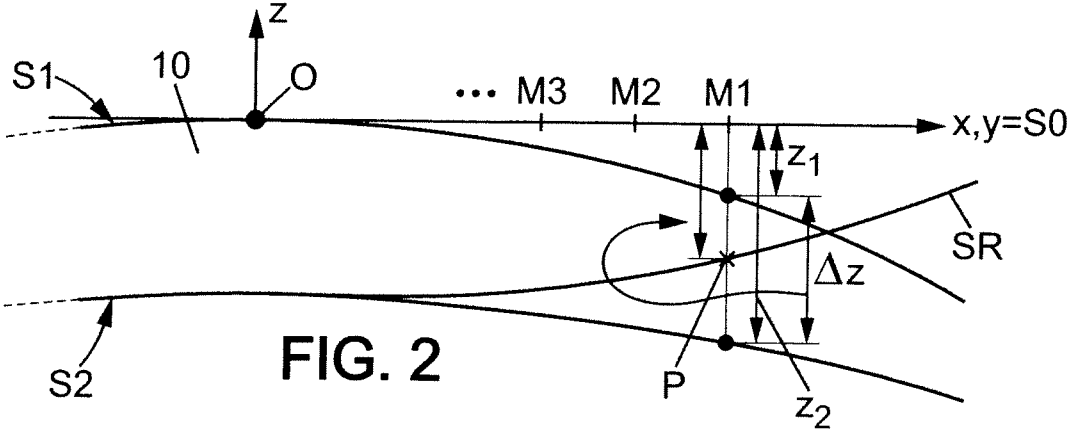
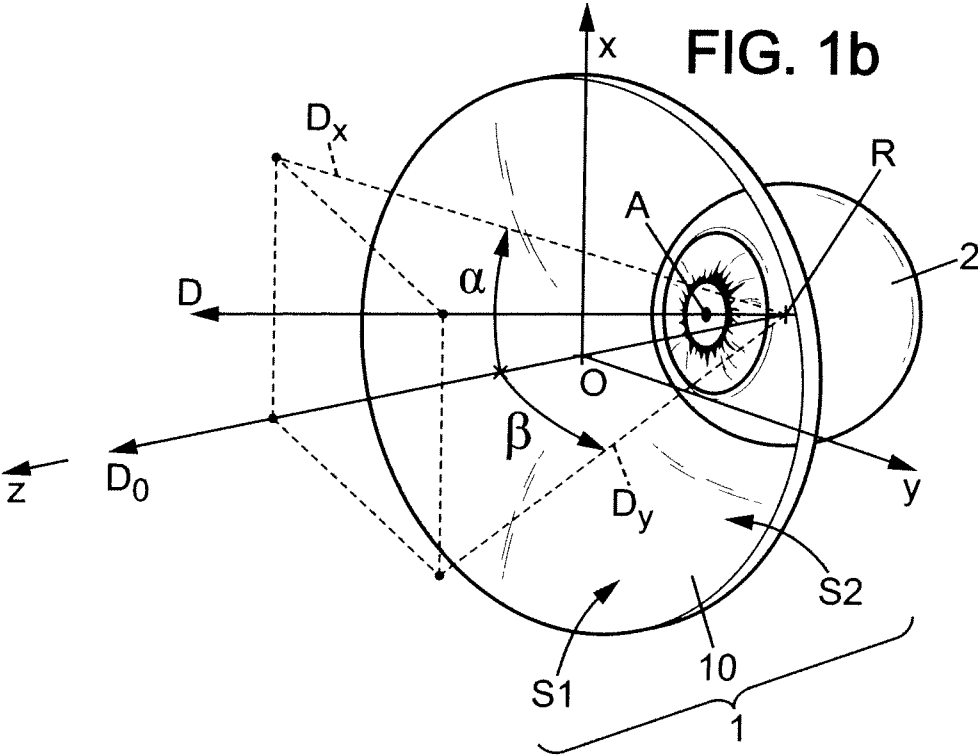
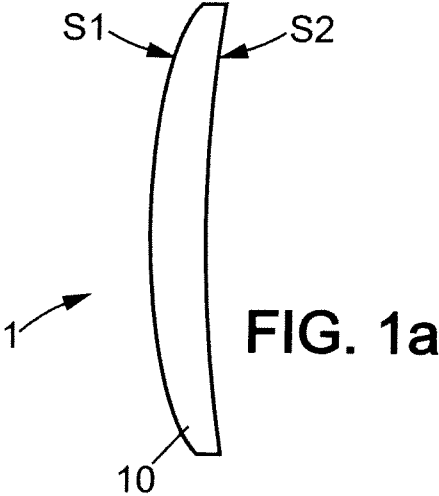
7. Verre de lunettes selon la revendication 6, dans lequel la première
25 amplitude de variation angulaire ($\Delta\alpha$) de la direction de regard (D) du porteur à travers le verre de lunettes, à laquelle correspond la première dimension de la portion de matériau transparent (10) selon la direction principale (x), est comprise entre 2° et 8° .

8. Verre de lunettes multiple, comprenant plusieurs portions de
30 matériau transparent (10a-10f) juxtaposées selon la direction principale (x),

chacune des dites portions de matériau transparent formant individuellement un verre de lunettes selon la revendication 6 ou 7.

9. Verre de lunettes multiple selon la revendication 8, de type multifocal, dans lequel chaque portion de matériau transparent (10a-10f) est adaptée pour produire en outre une puissance optique, en plus de la correction du défaut oculaire de coma, avec des valeurs de puissance optique respectives des dites portions de matériau transparent augmentant progressivement entre une zone de vision de loin et une zone de vision de près dudit verre de lunettes multiple, lesdites zones de vision de loin et de près du verre étant décalées selon la direction principale (x).
10. Verre de lunettes multiple selon la revendication 8 ou 9, dans lequel les portions de matériau transparent (10a-10f) sont des portions indépendantes juxtaposées.
11. Verre de lunettes multiple selon la revendication 8 ou 9, dans lequel les portions de matériau transparent (10a-10f) forment une pièce d'un seul tenant constituée continûment dudit matériau transparent.
12. Utilisation d'un verre de lunettes selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, pour corriger un défaut oculaire de coma causé par un kératocône pour le porteur dudit verre de lunettes.
13. Utilisation d'un verre de lunettes multiple selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, pour corriger un défaut oculaire de coma causé par un kératocône pour le porteur dudit verre de lunettes.

1/4



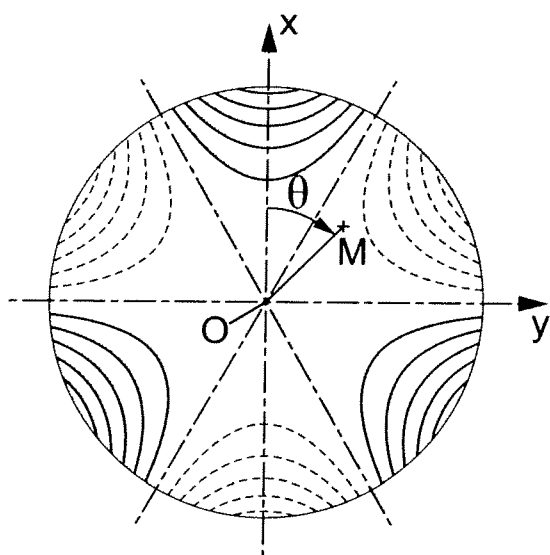


FIG. 3a

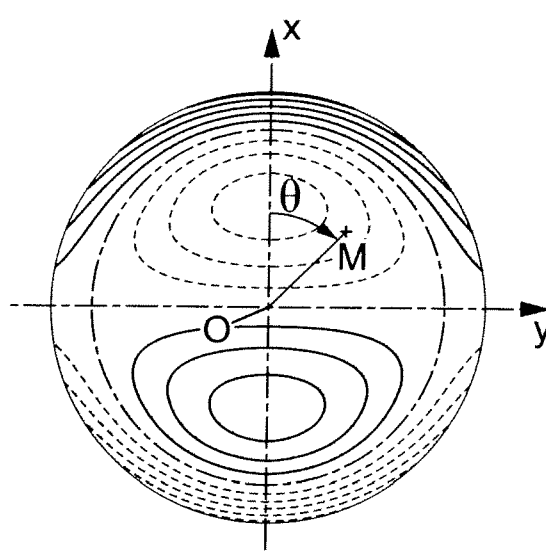


FIG. 3b

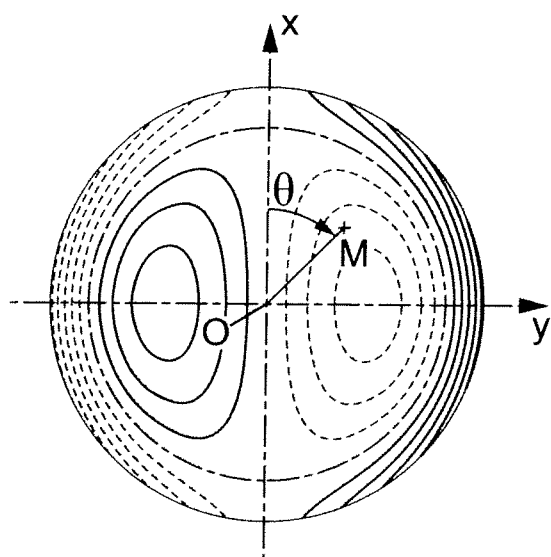


FIG. 3c

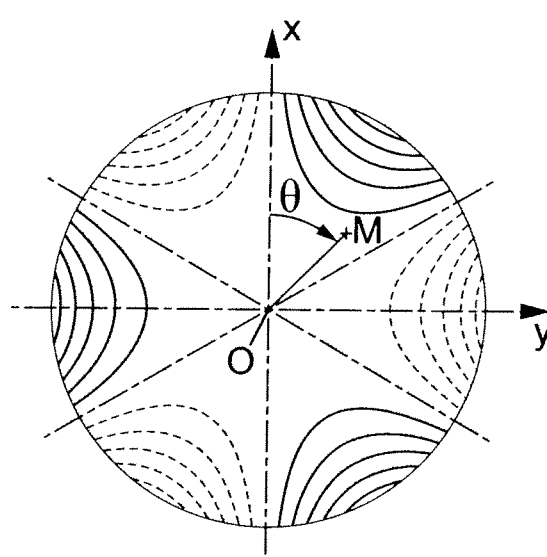


FIG. 3d

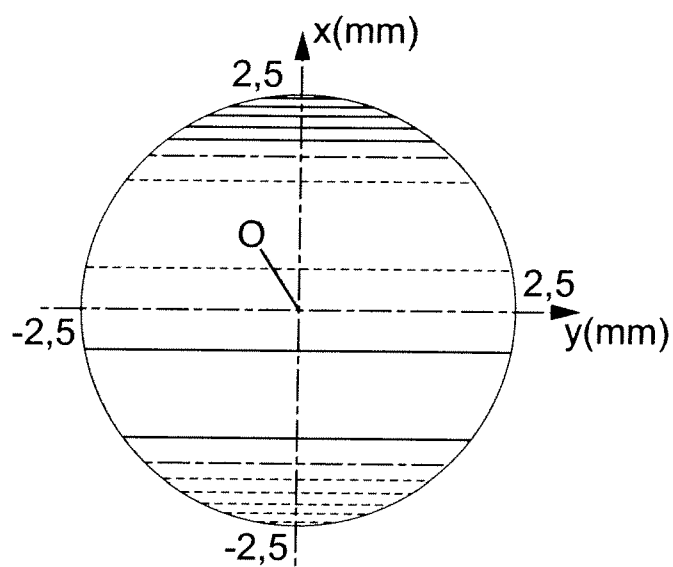


FIG. 4a

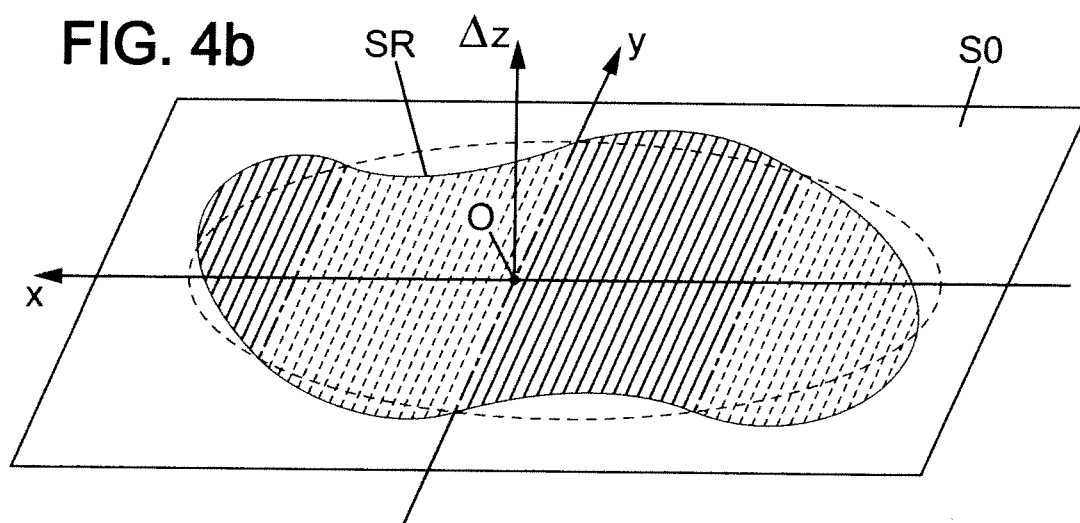
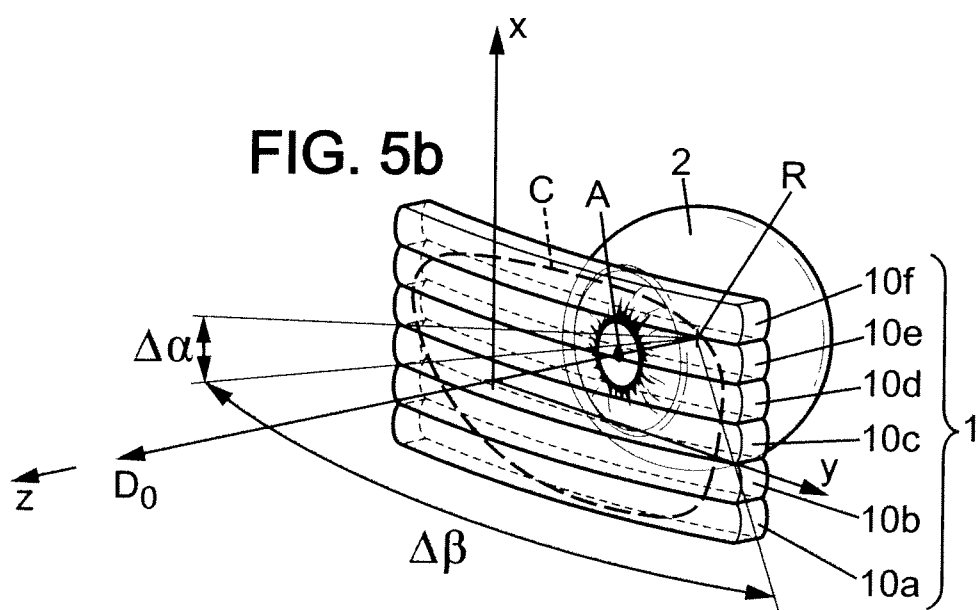
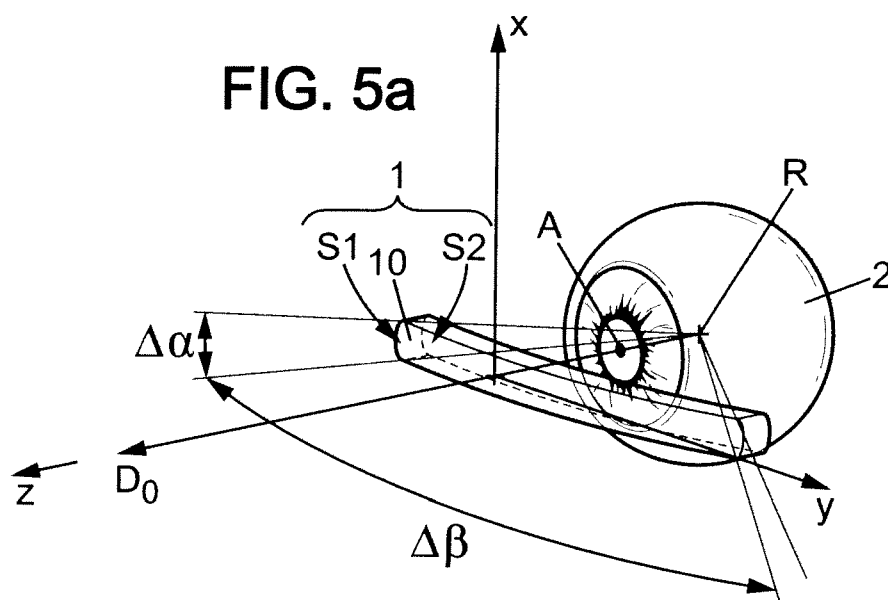


FIG. 4b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/051079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02C7/02

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WESEMANN W: "Korrektion der Aberrationen hoeherer Ordnung des Auges mit Brillenglaesern - Moeglichkeiten und Probleme" DEUTSCHE OPTIKERZEITUNG, OPT. FACHVEROEFF., HEIDELBERG, DE, no. 9, 1 September 2007 (2007-09-01), pages 44-49, XP007903220 ISSN: 0344-7103 * abstract * 2.4 Das Grundproblem der Aberrationskorrektion mit Brillenglaesern *	1-7
A	WO 2008/088571 A2 (LAI SHUI T [US]) 24 July 2008 (2008-07-24) page 28, line 4 - line 19 ----- -/--	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 August 2010

Date of mailing of the international search report

23/08/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Girardin, François

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/051079

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/137100 A2 (OPHTHONIX INC [US]; JETHMALANI JAGDISH [US]; DREHER ANDREAS W [US]; SV) 29 November 2007 (2007-11-29) paragraph [0072] - paragraph [0074] -----	1-7
A	BLENDOWSKE R ET AL: "Brillenglaeser und die Korrektur der Abbildungsfehler hoeherer Ordnung" DEUTSCHE OPTIKERZEITUNG, OPT. FACHVEROEFF., HEIDELBERG, DE, no. 6, 1 January 2007 (2007-01-01), pages 18-25, XP007902688 ISSN: 0344-7103 the whole document -----	1-7
A	WO 2008/065266 A1 (ESSILOR INT [FR]; ALLIONE PASCAL [FR]) 5 June 2008 (2008-06-05) the whole document -----	8-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/051079

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 2008088571	A2	24-07-2008	EP	2020904 A2	11-02-2009
WO 2007137100	A2	29-11-2007	AU	2007253839 A1	29-11-2007
			CA	2647245 A1	29-11-2007
			EP	2018595 A2	28-01-2009
			JP	2009537869 T	29-10-2009
			US	2007279586 A1	06-12-2007
			US	2010195212 A1	05-08-2010
WO 2008065266	A1	05-06-2008	EP	2095176 A1	02-09-2009
			FR	2908191 A1	09-05-2008
			US	2010060851 A1	11-03-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/051079

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G02C7/02

ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G02C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WESEMANN W: "Korrektion der Aberrationen hoeherer Ordnung des Auges mit Brillenglaesern - Moeglichkeiten und Probleme" DEUTSCHE OPTIKERZEITUNG, OPT. FACHVEROEFF., HEIDELBERG, DE, no. 9, 1 septembre 2007 (2007-09-01), pages 44-49, XP007903220 ISSN: 0344-7103 * abrégé * 2.4 Das Grundproblem der Aberrationskorrektion mit Brillengläsern *	1-7
A	WO 2008/088571 A2 (LAI SHUI T [US]) 24 juillet 2008 (2008-07-24) page 28, ligne 4 - ligne 19 ----- -/-	1-7

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 août 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/08/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Girardin, François

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2007/137100 A2 (OPHTHONIX INC [US]; JETHMALANI JAGDISH [US]; DREHER ANDREAS W [US]; SV) 29 novembre 2007 (2007-11-29) alinéa [0072] - alinéa [0074] -----	1-7
A	BLENDOWSKE R ET AL: "Brillenglaeser und die Korrektur der Abbildungsfehler hoeherer Ordnung" DEUTSCHE OPTIKERZEITUNG, OPT. FACHVEROEFF., HEIDELBERG, DE, no. 6, 1 janvier 2007 (2007-01-01), pages 18-25, XP007902688 ISSN: 0344-7103 le document en entier -----	1-7
A	WO 2008/065266 A1 (ESSILOR INT [FR]; ALLIONE PASCAL [FR]) 5 juin 2008 (2008-06-05) le document en entier -----	8-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/051079

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008088571 A2	24-07-2008	EP 2020904 A2	11-02-2009
WO 2007137100 A2	29-11-2007	AU 2007253839 A1	29-11-2007
		CA 2647245 A1	29-11-2007
		EP 2018595 A2	28-01-2009
		JP 2009537869 T	29-10-2009
		US 2007279586 A1	06-12-2007
		US 2010195212 A1	05-08-2010
WO 2008065266 A1	05-06-2008	EP 2095176 A1	02-09-2009
		FR 2908191 A1	09-05-2008
		US 2010060851 A1	11-03-2010