

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale
6 juillet 2006 (06.07.2006)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/070084 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01M 11/02 (2006.01) **G02B 3/00** (2006.01)
G02C 7/02 (2006.01)

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GEN-
ERALE D'OPTIQUE)** [FR/FR]; 147, rue de Paris,
F-94227 Charenton (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/002916

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **DIVO,
Fabien** [FR/FR]; Essilor International, 147, rue de Paris,
F-94227 Charenton (FR). **THEPOT, James** [FR/FR];
Essilor International, 147, rue de Paris, F-94227 Charenton
(FR).

(22) Date de dépôt international :
24 novembre 2005 (24.11.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataires : **CHAUVIN, Vincent** etc.; Coralis, 22, rue
du Général Foy, F-75008 Paris (FR).

(26) Langue de publication : français

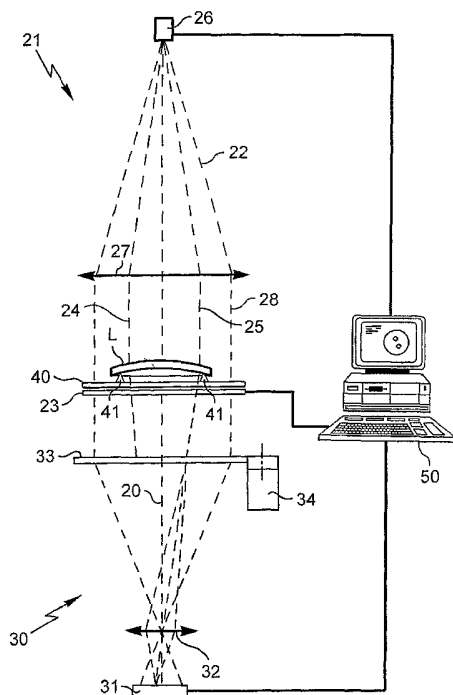
(30) Données relatives à la priorité :
0413877 23 décembre 2004 (23.12.2004) FR

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR LOCALLY MEASURING REFRACTIVE CHARACTERISTICS OF A LENS IN
ONE OR SEVERAL SPECIFIC POINTS OF SAID LENS

(54) Titre : PROCEDE ET APPAREIL DE MESURE LOCALE DES CARACTERISTIQUES DE REFRACTION D'UNE LEN-
TILLE EN UN OU PLUSIEURS POINTS SPECIFIQUES DE CETTE LENTILLE



(57) Abstract: The invention concerns a measuring apparatus comprising: a support (40) designed to receive such a lens, alone or on its frame; on one first side of said support, illuminating means (21) including an optical system for producing a collimated light beam (28) directed towards the lens (L) arranged on said support; and on one side or the other of the support (40), means (23) for detaching light rays of the light beam, capable of separating a localized group of at least three non-coplanar light rays clustered about a measuring axis passing through the measuring point of the lens, into a measuring cylinder having a cross-section substantially smaller than the measured lens; on a second side of the support (40), acquisition means (30) for reading the deflections imparted by the lens to said separated light rays and for delivering a signal representing said deflection; an electronic and computer system (50) programmed to deduce from said deflections the value of the characteristic of the lens (L) at the measuring point. Since the support (40) is fixed relative to the illuminating means (21), the means separating the light rays have an adaptive geometry controlled by the electronic and computer system (50) to modify the position of the measuring axis based on the position of the measuring point.

(57) Abrégé : L'appareil de mesure comporte : un support (40) agencé pour accueillir une telle lentille, seule ou sur sa monture ; d'un premier côté dudit support, des moyens d'éclairage (21) incluant un système optique pour élaborer un faisceau lumineux collimaté (28) dirigé vers la lentille (L) installée sur ledit support (40) ; et d'un côté ou de l'autre du support (40), des moyens (23) de détachement de rayons lumineux du faisceau lumineux, aptes

[Suite sur la page suivante]



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure passant par le point de mesure de la lentille, dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée ; d'un second côté du support (40), des moyens d'acquisition (30) propres à relever les déviations imprimées par la lentille à ces rayons lumineux détachés et à délivrer un signal représentatif de cette déviation ; un système électronique et informatique (50) programmé pour déduire desdites déviations la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille (L) au point de mesure. Le support (40) étant fixe par rapport aux moyens d'éclairage (21), les moyens de détachement des rayons lumineux possèdent une géométrie adaptative pilotée par le système électronique et informatique (50) pour modifier la position de l'axe de mesure en fonction de la position du point de mesure.

PROCEDE ET APPAREIL DE MESURE LOCALE DES CARACTERISTIQUES DE
REFRACTION D'UNE LENTILLE EN UN OU PLUSIEURS POINTS SPECIFIQUES DE
CETTE LENTILLE

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

5 La présente invention concerne de manière générale la mesure d'une lentille optique telle qu'une lentille ophtalmique d'une paire de lunettes correctrices et vise plus particulièrement un appareil de mesure des caractéristiques de réfraction d'une telle lentille en un ou plusieurs points spécifiques ou déterminés de cette lentille.

10 ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Avant de monter une paire de lentilles ophtalmiques de lunettes correctrices dans leur monture, l'opticien souhaite en général vérifier si les caractéristiques optiques principales de ces lentilles, et en particulier leurs caractéristiques de réfraction en un ou plusieurs points, correspondent bien à la
15 prescription pour laquelle elles ont été commandées. Il s'agit par exemple, actuellement, de vérifier les puissances sphériques, cylindriques et prismatique et l'orientation cylindrique et prismatique au(x) point(s) de prescription. Lorsque la lentille prescrite est unifocale, le point de prescription, où la mesure est à effectuer, est le centre optique de la lentille. Lorsque la lentille est bifocale, les
20 points de prescription sont les points de référence pour la vision de près et pour la vision de loin, dont les positions sont définies par le fabricant dans le référentiel marqué de la lentille. Plus généralement, on peut souhaiter vérifier les caractéristiques de réfraction de la lentille en un ou plusieurs points d'intérêt ayant une position déterminée dans le référentiel de la lentille.

25 Les caractéristiques de réfraction de la lentille sont certes inscrites par le fabricant sur la pochette dans laquelle est livrée chaque lentille. Mais de nombreux opticiens préfèrent vérifier la conformité des caractéristiques de réfraction principales effectives de chaque lentille juste avant le montage afin d'éliminer tout risque d'erreur. Il peut en outre arriver que la pochette portant la prescription de la
30 lentille soit absente, ce qui est par exemple le cas lorsque l'on souhaite connaître ou vérifier les caractéristiques d'une lentille déjà montée ou préparée au montage.

En outre, en amont du montage de la lentille sur sa monture par l'opticien, le fabricant de lentilles souhaite également vérifier les caractéristiques

optiques des lentilles qu'il fabrique, ou encore mesurer les caractéristiques optiques des lentilles de la concurrence.

Pour effectuer ces mesures et/ou vérifications, les opticiens et les fabricants ont donc besoin d'un appareil capable de mesurer les principales caractéristiques de réfraction d'une lentille en un ou plusieurs points définis de celle-ci.

On connaît plusieurs appareils répondant plus ou moins convenablement à ce besoin. Dans la perspective de la présente invention, on peut classer ces appareils existants dans deux catégories principales. On distingue ainsi, d'une part, les appareils de mesure à champ étroit, ayant un axe de mesure unique et fixe et conçus pour réaliser une mesure ciblée, sur une zone de mesure d'étendue restreinte autour du point de mesure, et, d'autre part, les appareils de cartographie à champ large, conçus pour réaliser une mesure complète, ou tout au moins sur une large étendue de la lentille, en un grand nombre de points simultanément.

Parmi les appareils de mesure à champ étroit, on compte un des appareils les plus utilisés depuis de nombreuses années, appelé frontofocomètre. Un des premiers appareils de ce genre est décrit dans le brevet U.S. No 1,383,678. Le principe de fonctionnement de cet appareil reste inchangé de nos jours. Il lui a simplement été apporté des améliorations d'ordre électronique touchant à l'assistance à l'appréciation du pouvoir de réfraction de la lentille dans la zone de mesure et à l'interface utilisateur. Cet appareil donne aujourd'hui encore satisfaction, notamment en termes de précision de mesure, lorsqu'il est employé, comme cela est généralement le cas, par un opérateur qualifié et expérimenté. Mais l'opération de mesure est relativement longue et ne peut être confiée, sans risque d'erreur, à un opérateur moins qualifié ou débutant. L'utilisation de cet appareil a donc tendance à pénaliser la rentabilité ou la qualité du travail de l'opticien.

Cet appareil se caractérise en effet par le fait qu'il possède un axe de mesure unique et fixe, suivant lequel est agencé un système d'observation de la lentille à champ étroit. Il appartient donc à l'opérateur de manipuler la lentille à mesurer pour amener le point d'intérêt (point de mesure) de la lentille, auquel il souhaite mesurer une ou plusieurs caractéristiques de réfraction de cette lentille, sur l'axe optique de l'appareil. L'opérateur peut alors apprécier le pouvoir de réfraction de la zone de la lentille (zone de mesure) située dans le champ de

l'appareil. La zone de mesure est étroite, avec en pratique un diamètre de l'ordre de 8 mm. On comprend dans ces conditions que l'utilisation de ce genre d'appareil nécessite des manipulations consommatrices de temps et sources d'imprécision dans l'hypothèse où le point de mesure de la lentille n'est pas positionné avec
5 précision sur l'axe de mesure de l'appareil. De plus, si l'on souhaite réaliser plusieurs mesures sur une même lentille en plusieurs points de celle-ci, comme cela est par exemple le cas pour la mesure des puissances et axes aux points de référence pour la vision de près et pour la vision de loin des lentilles multifocales, il est nécessaire de multiplier les manipulations, ce qui rallonge encore le temps de
10 mesure.

Un autre principe de mesure à champ étroit, dédié à la mesure de puissances réfractives d'une lentille unifocale en son centre, est décrit dans l'article "Testing and centering of lenses by means of a Hartmann test with four
15 holes", Optical Engineering, Vol.31 No.7 pp. 1551-1555, juillet 1992, Malacara. Un appareil faisant application des principes décrits dans ce document est décrit plus précisément dans le brevet U.S. No 3,880,525. Cet appareil comporte :

- un support agencé pour recevoir une telle lentille,
- d'un premier côté du support de lentille, des moyens d'éclairage incluant un système optique pour élaborer un faisceau collimaté de rayons
20 lumineux dirigé vers la lentille ophtalmique installée sur ledit support, et
- d'un second côté du support, des moyens de mesure de la déviation imprimée par la lentille à ces rayons lumineux, comportant un écran de projection de l'ombre de la lentille et des moyens de lecture et de numérisation de l'image projetée sur l'écran de projection,
- 25 - des moyens de détachement de rayons lumineux du faisceau lumineux, aptes à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure passant par le centre de la lentille, dans un cylindre de mesure ayant un diamètre sensiblement inférieur à celui de la lentille mesurée.

30 En pratique, les moyens de détachement de rayons consistent en un masque perforé de quelques trous, typiquement au nombre de quatre, laissant passer autant de rayons lumineux ainsi détachés du faisceau. Contrairement aux appareils de cartographie, les rayons détachés sont regroupés autour d'un point de mesure fixe qui coïncide avec le centre de la lentille et sont contenus dans un

rayon de quelques millimètres afin d'obtenir une valeur précise de puissance locale au centre de la lentille. Il est précisé qu'une mesure globale sur une zone plus étendue de la lentille, voire sur l'ensemble de la lentille serait imprécise dans la mesure où les caractéristiques réfractives de la lentille sur le reste de sa surface diffèrent sensiblement de celles mesurées dans sa zone centrale localisée. Quoi qu'il en soit l'axe de mesure de cet appareil est unique et fixe.

Dans ces conditions, on perçoit immédiatement les limites et inconvénients de cet appareil. Son champ d'application est restreint aux lentilles unifocales et ne permet pas en tout cas de mesurer les caractéristiques de réfraction d'une lentille en d'autres points que son centre géométrique, sans déplacement de la lentille, avec la perte de temps et les risques d'erreur qu'une telle manipulation entraînerait, comme déjà évoqué pour les frontofocomètres.

On connaît enfin des appareils de mesure cartographique à champ large, que l'on peut qualifier d'appareils à axes de mesure multiples fixes en ce sens qu'ils sont conçus pour effectuer simultanément une pluralité de mesures des puissances réfractives de la lentille en un nombre élevé de points de mesure régulièrement répartis sur toute l'étendue de la lentille à mesurer. Il s'agit typiquement d'appareils mettant en œuvre des tests de Hartmann ou équivalent tels que décrits dans l'article "Hartmann Test", Optical Shop Testing, Chap.10, pp. 367-396, I.Ghozeil, édité par D.Malacara, 1992. Un exemple d'un tel appareil est par exemple décrit dans le brevet U.S. No 4,641,962. Ces appareils de cartographie comportent des moyens d'éclairement pour élaborer un faisceau collimaté de rayons lumineux parallèles dirigés vers la lentille, un séparateur de faisceau pour séparer les faisceaux en une pluralité de rayons lumineux régulièrement espacés pour traverser la lentille en une multiplicité de points répartis sur toute l'étendue de la lentille, un écran de projection associé à un capteur et à des moyens de mesure. Les moyens de mesure sont chargés de mesurer la déviation imprimée par la lentille aux différents rayons lumineux, puis d'élaborer une ou plusieurs cartes de puissance(s) de la lentille sur toute son étendue.

Ces appareils sont surtout utiles lorsqu'il s'agit de fournir une vue d'ensemble des caractéristiques de réfraction de la lentille et de leur répartition dans ses différentes zones. Mais ils ne donnent pas entière satisfaction lorsqu'ils sont utilisés pour mesurer des caractéristiques de réfraction en un nombre limité

de points spécifiques de la lentille et ce en raison principalement de leur manque de précision, de leur lenteur et de leur coût. Ces appareils réalisent en effet systématiquement une mesure de puissance sur toute l'étendue de la lentille, ce qui implique concrètement de réaliser la mesure avec des rayons qui sont répartis

5 sur l'ensemble de la lentille selon un pas insuffisamment fin ou improprement centré ou axé au regard de la position du point de mesure considéré. Le caractère cartographique de la mesure implique également, pour le traitement électronique de cette mesure, des besoins en mémoire importants pour le stockage de la cartographie complète de la lentille, des temps de calcul élevés pour

10 l'établissement de la cartographie, des moyens de mesure de déflectométrie complexes ou imprécis, ces moyens de mesure devant permettre la mesure précise de tous les points de la lentille simultanément. Or, selon les constatations de la demanderesse, la plupart des points mesurés se révèlent inutiles à la vérification des caractéristiques de prescription d'une lentille ophtalmique. Il se

15 pose en particulier un problème de recalage consistant à distinguer les différents impacts des rayons lumineux sur l'écran de projection pour les associer individuellement aux rayons dont ils sont issus et ce compte-tenu du nombre élevé et de la proximité des impacts des rayons sur l'écran de projection. La résolution de cette problématique du recalage impose la mise en œuvre de moyens de

20 recalage spécifiques qui, pour être fiables, s'avèrent relativement complexes, consommateurs de ressource (en particulier de temps de traitement) et coûteux

Par ailleurs, la cartographie déflectométrique de la lentille est réalisée au moyen d'un masque ou matrice de Hartmann ou équivalent qui, pour permettre une mesure précise, devrait présenter un pas aussi fin que possible. Or, un tel

25 resserrement des éléments séparateurs de faisceau (motifs, microlentilles, etc.) impliquerait en contrepartie, d'une part, un alourdissement des calculs et, d'autre part, une aggravation de la problématique de recalage pour la résolution de laquelle il est alors nécessaire de mettre en œuvre des moyens de recalage plus complexes.

30

OBJET DE L'INVENTION

Un but de la présente invention est de proposer un procédé et un appareil de mesure de caractéristiques réfractives alternatifs aux procédés et appareils existants, qui permette de réaliser des mesures locales d'une lentille en des points spécifiques de celle-ci, de façon rapide et précise, tout en économisant

les ressources matérielles mises en oeuvre. Un autre but de l'invention est de rendre cette mesure automatique.

A cet effet, on propose selon l'invention un procédé de mesure par déflectométrie d'au moins une caractéristique de réfraction d'une lentille en au moins un point de mesure spécifique de cette lentille, comportant les étapes

- consistant à :
- élaborer un faisceau lumineux collimaté dirigé vers la lentille,
 - détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires du faisceau lumineux, ces rayons lumineux étant regroupés autour d'un axe de mesure dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée,
 - mesurer la déviation imprimée par la lentille à ces rayons lumineux,
 - en déduire la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille au point de mesure.

La lentille restant fixe par rapport au faisceau lumineux, la position de l'axe de mesure est variable d'une mesure à l'autre pour s'adapter à celle du point de mesure.

L'invention a également pour objet un appareil de mesure d'au moins une caractéristique de réfraction d'une lentille en au moins un point spécifique de cette lentille, comportant :

- un support agencé pour accueillir une telle lentille, seule ou sur sa monture,
- d'un premier côté dudit support, des moyens d'éclairage incluant un système optique pour élaborer un faisceau lumineux collimaté dirigé vers la lentille installée sur ledit support, et
- d'un côté ou de l'autre du support, des moyens de détachement de rayons lumineux du faisceau lumineux, aptes à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée,
- d'un second côté du support, des moyens d'acquisition propres à relever les déviations imprimées par la lentille à ces rayons lumineux détachés et à délivrer un signal représentatif de cette déviation,

- un système électronique et informatique programmé pour déduire desdites déviations la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille au point de mesure.

5 Selon l'invention, le support étant fixe par rapport aux moyens d'éclairement, les moyens de détachement des rayons lumineux possèdent une géométrie adaptative pilotée par le système électronique et informatique pour modifier la position de l'axe de mesure en fonction de la position du point de mesure.

10 Grâce à la sélection des rayons lumineux détachés, la position de l'axe de mesure est donc modifiable à chaque mesure pour coïncider, au moins approximativement, avec la position du point de mesure considéré sur la lentille. La mesure ainsi réalisée se focalise sur un champ étroit autour d'un ou plusieurs axe(s) de mesure mobile(s) ou adaptatif(s). Cette double caractéristique de mobilité et d'étroitesse du champ de mesure distingue fondamentalement le
15 procédé selon l'invention d'une mesure de type cartographique à champ large et axes de mesure multiples fixes. On obtient ainsi les avantages d'une mesure ciblée : précision et économie de ressources combinés. En particulier, le recalage pour distinguer les impacts des rayons sur l'écran de projection peut être opéré de façon simple et rapide dans la mesure où il n'est mis en œuvre qu'un nombre
20 réduit de rayons sur une faible étendue. D'autre part, contrairement aux appareils à champ étroit et axe de mesure fixe de l'état de la technique, tels que les frontofocomètres, l'axe de mesure n'est pas figé. Il est possible de déplacer cet axe de mesure, par une sélection appropriée des rayons, pour l'amener sur le point de la lentille où l'on souhaite réaliser la mesure.

25 On obtient ainsi la polyvalence de mesure d'un appareil de cartographie. Mais, en restreignant la mesure déflectométrique à la proximité du point d'intérêt, on s'affranchit de la mesure de tous les autres points inutiles de la lentille et du calcul de la carte de niveau ou de points sur l'ensemble de la lentille, ainsi que du problème technique de recalage des impacts des rayons. On économise ainsi de
30 coûteuses ressources de mesure et de calcul tout en renforçant la précision de la mesure finale au point spécifique d'intérêt.

Avantageusement, les rayons lumineux détachés sont automatiquement sélectionnés en fonction de la position du point de mesure, de telle sorte que l'axe

de mesure passe au voisinage du ou sur le point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille.

Plus précisément, l'axe de mesure est tel que les rayons lumineux détachés frappent la lentille en un groupe de points d'impacts dont le barycentre se confond avec le point d'impact sur la lentille de l'axe de mesure. L'axe de mesure coupe la lentille à moins d'1 mm du point de mesure considéré.

Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, les rayons lumineux du faisceau étant détachables selon une géométrie prédéfinie, on sélectionne les rayons détachés de telle sorte que l'axe de mesure coupe la lentille au plus près du point de mesure considéré. Les moyens de détachement sont donc conçus pour détacher sélectivement un ensemble de rayons lumineux détachables prédéterminés et le système électronique et informatique est programmé pour piloter les moyens de détachement de manière à réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés telle que l'axe de mesure coupe la lentille au plus près du point de mesure considéré. En pratique, par exemple, les moyens de détachement des rayons du faisceau lumineux comportent un masque ou écran actif transparent fixe par rapport à la lentille et apte à, et piloté par le système électronique et informatique pour, afficher sélectivement, en positif ou négatif, au moins deux groupes distincts d'au moins trois motifs de détachement des rayons regroupés autour d'au moins deux axes de mesure distincts. Par exemple, le masque actif est un écran graphique comportant une trame de motifs individuellement activables sous le pilotage du système électronique et informatique. Il s'agit typiquement d'un écran LCD. Le système électronique et informatique est programmé pour activer un nombre donné de motifs et pour sélectionner les motifs activés parmi l'ensemble des motifs de la trame du masque de détachement de telle sorte que le barycentre des motifs activés soit situé au plus proche du point de mesure considéré.

Dans un autre mode d'exécution, les moyens de détachement des rayons du faisceau lumineux comportent un masque passif qui comporte au moins trois motifs permanents de détachement des rayons et qui est mobile suivant un ou deux degré de liberté perpendiculairement à l'axe de mesure.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure dans un rayon inférieur à 10

mm et de préférence à 5 mm. Typiquement, les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure dans un rayon compris entre 3 et 4 mm.

Avantageusement, le point de mesure affecte au moins une position distincte du centre optique et du centre géométrique de la lentille. Le procédé est
5 appliqué à la mesure d'au moins une caractéristique de réfraction en au moins deux points distincts de cette même lentille. La lentille mesurée étant du type multifocale, on mesure la caractéristique optique aux points de référence pour la vision de loin et au point de référence pour la vision de près de la lentille. On peut alors procéder de deux façons différentes. Selon un premier mode de réalisation,
10 on réalise successivement des mesures en chaque point de mesure, la position de l'axe de mesure étant modifiée à chaque mesure pour coïncider, approximativement au moins, avec la position sur la lentille du point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille. Selon second mode de réalisation, on détache simultanément plusieurs groupes localisés de rayons lumineux regroupés
15 dans des cylindres de mesure qui possèdent des sections sensiblement plus petites que la lentille et qui ne se recoupent pas.

Selon un autre aspect avantageux de l'invention relatif à la résolution simple et rapide du problème du recalage évoqué précédemment, pour mesurer la déviation imprimée par la lentille aux rayons lumineux détachés du faisceau, on
20 relève la position les impacts de ces rayons sur un écran de projection et on distingue les différents impacts entre eux pour les associer individuellement aux rayons dont ils sont issus, exclusivement à partir de leur position sur l'écran de projection. De préférence alors, on distingue les impacts des rayons exclusivement par leur ordre de répartition sur l'écran de projection.

25 Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le procédé comprend une étape consistant à acquérir la position du point de mesure dans un référentiel absolu et sélectionner automatiquement le groupe localisé de rayons lumineux détachés pour que l'axe de mesure passe au voisinage de ce point de mesure. Avantageusement, l'étape d'acquisition de la position du point de
30 mesure comporte une étape de lecture des marques de la lentille (L) à mesurer.

Le procédé comporte alors avantageusement les étapes préliminaires de :

- définir la position d'un référentiel de la lentille dans le référentiel absolu,
- définir la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille,

- en déduire la position du point de mesure dans le référentiel absolu.

La lentille étant une lentille ophtalmique de lunettes présentant un marquage définissant son référentiel, l'étape de définition du référentiel de la lentille est précédée d'une étape de détermination de la position de ces
5 marquages dans le référentiel absolu, ce dont il est déduit par calcul la position de son référentiel dans le référentiel absolu.

La lentille étant une lentille ophtalmique de lunettes, il comporte une étape d'identification des marquages ou de l'absence de marquage de la lentille ophtalmique, ce dont il est déduit le type de la lentille ophtalmique. Le nombre
10 et/ou la position du ou des point(s) de mesure dans le référentiel de la lentille sont alors avantageusement déduits au moins en partie du marquage et/ou du type de la lentille.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés d'un mode
15 de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Dans les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique d'ensemble d'un appareil de mesure des caractéristiques de réfraction d'une lentille selon l'invention ;
- 20 - la figure 2 est une vue en plan du masque actif seul, réalisé sous la forme d'un écran graphique LCD ;
- la figure 3 est une vue en plan de la face avant d'une lentille correctrice progressive sur laquelle sont reportées les marquages classiques de cette lentille ;
- 25 - la figure 4 est une vue en plan de la lentille de la figure 3 qui, après avoir été placée dans l'appareil de mesure, est superposée au masque actif, un groupe de rayons lumineux axé sur et concentré autour du point de référence pour la vision de loin ayant été détaché par activation des pixels correspondants du masque LCD ;
- 30 - la figure 5 est une vue en perspective dans une configuration analogue à celle de la figure 4 et montrant quatre rayons détachés autour du point de référence pour la vision de loin d'une lentille progressive par activation des motifs correspondants du masque actif, pour la mesure de puissance de la lentille au point de référence pour la vision de loin ;

- la figure 6 est un algorithme du programme exécuté par le système électronique et informatique au vu des marquage de lentille ophtalmique détectés par les moyens de reconnaissance d'image.

A la figure 1, on a représenté schématiquement les principaux
5 composants d'un appareil de mesure automatique conforme à l'invention.

Cet appareil sert à mesurer des caractéristiques de réfraction, telles que les puissances sphérique, cylindrique et prismatique, avec pour les deux dernières leurs orientations, d'une lentille ophtalmique L en un ou plusieurs points spécifiques de cette lentille.

10 L'appareil comporte un support fixe 40 agencé pour accueillir la lentille ophtalmique L non détournée que l'on souhaite mesurer. La lentille L est accueillie à l'horizontale avec sa face avant convexe tournée vers le haut. En l'espèce, le support 40 consiste en une plaque de verre pourvue d'un trépied 41. On pourra bien entendu utiliser tout autre type de support de lentille laissant libre ses zones à
15 mesurer, comme par exemple une pince à trois branches à serrage concentrique saisissant la lentille à mesurer par sa tranche. La lentille à mesurer L est mise en place sur le support 40 par l'opérateur ou un organe de manipulation automatisé. La lentille est placée sur le support 40 de manière quelconque, ou tout au moins sans centrage mécanique précis, et ne sera plus manipulée ni déplacée d'un autre
20 manière par la suite.

De part et d'autre de ce support 40, l'appareil de mesure selon l'invention comporte, suivant un axe optique principalement vertical 20 :

- d'un premier côté dudit support, des moyens d'éclairage 21 incluant un système optique pour élaborer un faisceau lumineux 22 collimaté dirigé vers la
25 lentille ophtalmique L installée sur le support, et

- d'un second côté du support, des moyens de détachement 23 de certains rayons lumineux tels que les rayons 24, 25, 35 du faisceau lumineux 22, 28, aptes à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure passant par le point de mesure
30 de la lentille, dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée,

- d'un second côté du support, des moyens des moyens d'acquisition 30 propres à relever les déviations imprimées par la lentille à ces rayons lumineux

détachés et à délivrer un signal directement ou indirectement représentatif de cette déviation,

- un système électronique et informatique 50 pilotant les moyens d'éclairement 21 et les moyens de détachement 23, recevant le signal délivré par les moyens des moyens d'acquisition 30 et notamment programmé pour déduire des déviations relevées par les moyens d'acquisition la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille au point de mesure.

Les moyens d'éclairement 21 sont ménagés au-dessus du support de la lentille L et comportent un système optique pour élaborer un faisceau lumineux collimaté dirigé vers la lentille ophtalmique installée sur ledit support. En l'espèce, les moyens d'éclairement comportent une source lumineuse 26 qui est agencée pour éclairer la lentille L en position de mesure. Cette source 26 est une source ponctuelle propre à fournir un faisceau divergent dirigé vers la lentille L. Elle peut par exemple être réalisée sous la forme d'une diode électroluminescente (LED) ou d'une diode laser de préférence associées à une fibre optique.

Le système optique des moyens d'éclairement 21 comporte en outre une lentille de collimation 27 centrée sur l'axe optique 20 et placée entre la source 26 et le support de la lentille ophtalmique mesurée L. Cette lentille de collimation 27 permet de générer en aval un faisceau 28 de rayons de lumière parallèles. Ce faisceau est de grande dimension, supérieure à celle de la lentille L.

De l'autre côté du support 40 de la lentille L, en dessous de celui-ci, sont disposés les moyens de détachement 23. Ces moyens de détachement sont propres à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure 37 passant par le point de mesure de la lentille, dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille L mesurée. L'axe de mesure 37 est défini par le fait que les rayons lumineux détachés 35 frappent la lentille L en un groupe de points d'impacts dont le barycentre se confond avec le point d'impact sur la lentille L de l'axe de mesure 37.

Conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, le support 40 de la lentille L étant fixe par rapport aux moyens d'éclairement, les moyens de détachement des rayons lumineux possèdent une géométrie adaptative pilotée par un système électronique et informatique 50 pour modifier la position de l'axe de mesure en fonction de la position du point de mesure. Plus précisément, les

moyens de détachement 23 sont conçus pour permettre une sélection automatique des rayons lumineux détachés, de telle sorte que la position de l'axe de mesure soit modifiable à chaque mesure pour passer par le point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille L.

5 En l'espèce, les moyens de détachement des rayons du faisceau lumineux sont constitués par un masque actif transparent 23 de dimensions supérieures à celles de la lentille à mesurer L et dont la partie activable est de dimensions suffisantes pour couvrir la majeure partie de la lentille ou tout au moins, comme illustré par la figure 4, pour couvrir les zones de vision de près et
10 de loin d'une lentille ophtalmique progressive. Ce masque est disposé en aval de la lentille ophtalmique L, c'est-à-dire entre le support 40 de la lentille L et les moyens d'analyse. Le masque actif 23 est placé fixe et centré sur l'axe optique principal vertical 20 des moyens d'éclairage et des moyens d'analyse 30. Cet axe optique 20 est en fait l'axe commun de certaines lentilles du système optique
15 centrées par rapport à la source 26 et d'un récepteur optique 31 faisant partie des moyens d'analyse 30 situés de l'autre côté du support 40 de la lentille L.

 Ce masque actif 23 est apte à, et piloté par le système électronique et informatique 50 pour, afficher sélectivement, en positif ou négatif, au moins deux groupes distincts d'au moins trois motifs de détachement des rayons regroupés
20 autour d'au moins deux axes de mesure distincts.

 Dans l'exemple illustré, comme cela est visible sur la figure 2, le masque actif possède une pluralité de motifs opaques activable et désactivables individuellement sous le pilotage du système électronique et informatique. Le masque 23 présenté comporte un réseau de motifs, ici circulaires ou ovoïdaux,
25 régulièrement répartis dans un rectangle centré sur le centre géométrique du pourtour circulaire de la lentille L et dont le côté est voisin du rayon de la lentille L.

 Typiquement, le masque actif 23 peut être réalisé sous la forme d'un écran transparent à cristaux liquides (LCD) ou analogue, comme dans l'exemple proposé. Il peut s'agir d'un écran spécifique comportant une trame de motifs de
30 taille et d'espacement propre. Mais on peut aussi utiliser un écran graphique disponible dans le commerce dont plusieurs pixels plus fins sont activés pour constituer de tels motifs. Autrement dit, les pixels de l'écran formant masque actif 23 peuvent être des points ou motifs Hartmann (et donc espacés), comme dans

l'exemple de la figure, ou des pixels contigus tels qu'on les trouvent dans les écrans graphiques standard.

Le schéma de la figure 2 donne un exemple de masque actif permettant de sélectionner la zone restreinte de la lentille L sur laquelle s'exerce le détachement de rayons lumineux. Ce masque est ici constitué d'un écran à cristaux liquides (LCD) transparent, comportant une trame de motifs ou pixels (ici ronds ou ovoïdaux) individuellement adressables et répartis en 10 lignes et 11 colonnes. Il est possible avec ce type d'écran LCD d'allumer un groupe quelconque de pixels. Pour leur activation, les motifs ou pixels 29 sont adressés individuellement en ligne et colonne par le système 50, via une carte d'interface électronique (non représentée). Pour activer un pixel, c'est-à-dire le rendre opaque, le système 50 rend active la ligne et la colonne correspondant à ce pixel. Ainsi, dans l'exemple de la figure 2, le système électronique et informatique 50 pilote l'activation des lignes 3, 4, 5 et des colonnes 4, 5, 6 pour activer les 9 points correspondant à ces coordonnées.

Le système électronique et informatique 50 est programmé pour activer un nombre donné de motifs 29 disposés selon un agencement prédéfini et figé et pour sélectionner les motifs activés parmi l'ensemble des motifs de la trame du masque de détachement 23, de telle sorte que le barycentre des motifs activés soit situé au plus proche du point de mesure considéré.

Quoi qu'il en soit, les motifs du masque sont activables par petits groupes comptant généralement moins d'une dizaine de motifs pour détacher du faisceau un groupe de rayons localisé. On comprend en effet que, pour réaliser une mesure déflectométrique en un point spécifique, les motifs activables du masque ne sont jamais activés tous simultanément, comme cela serait le cas pour réaliser une cartographie. Les rayons lumineux ainsi détachés sont au maximum au nombre de 40 et sont regroupés autour de l'axe de mesure dans un rayon inférieur à 10 mm et de préférence même au maximum au nombre de 20 regroupés dans un rayon inférieur à 5 mm. Les calculs et les essais montrent qu'un nombre de rayons lumineux compris entre 3 et 9 répartis dans un rayon compris entre 3 et 4 mm procure des résultats optimaux.

Les moyens de détachement 23 sont donc ici conçus pour détacher sélectivement un ensemble de rayons lumineux détachables prédéterminés et le système électronique et informatique 50 est alors programmé pour piloter les

moyens de détachement 23 de manière à réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés 35 telle que l'axe de mesure 37 coupe la lentille L au plus près du point de mesure considéré.

5 En variante ou en combinaison, on pourra prévoir que le système électronique et informatique 50 est programmé pour piloter les moyens de détachement 23 de manière à réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés 35 telle que l'axe de mesure 37 coupe la lentille L à moins d'1 mm du point de mesure considéré.

10 Dans l'exemple présenté sur la figure 4, neuf motifs contigus ont été activés pour détacher autant de rayons lumineux traversant la zone délimitée par le cercle de vision de loin 13 de la lentille L. Ces rayons ainsi détachés sont répartis autour d'un axe de mesure qui passe au voisinage, ou plus précisément au plus près possible, du point de mesure qui est le point de référence pour la vision de loin qui est le centre du cercle de vision de loin 13.

15 Dans l'exemple présenté sur la figure 5, similaire à celui de la figure 4, quatre motifs 29 situés aux quatre sommets d'un carré ont été activés par le système 50 sur le masque actif 23. Ces quatre motifs (ici de forme carrée) détachent quatre rayons 35 du faisceau 28 passant sur ou au voisinage du cercle de vision de loin 13 et donc répartis autour d'un axe de mesure 37 passant par le point de référence pour la vision de loin situé au centre du cercle de vision de loin 13. On peut observer sur la figure 5 que les rayons détachés 35 sont déviés par la lentille L en fonction des puissances de réfraction de celle-ci dans la zone de vision de loin au voisinage du point de référence pour la vision de loin. Les rayons ainsi déviés frappent, après leur détachement par le masque actif 23, l'écran de projection 33 en des points d'impact qui sont matérialisés par les ombres 36 des motifs activés 29 du masque 23. Les positions de ces ombres 36 sont relevées au moyen des moyens d'acquisition 30.

25 En variante à l'écran actif proposé ci-dessus, on pourra également prévoir que les moyens de détachement des rayons du faisceau lumineux soient réalisés sous la forme d'un masque passif qui comporte au moins trois motifs permanents de détachement des rayons et qui est mobile suivant un ou deux degrés de liberté perpendiculairement à l'axe de mesure.

Les moyens d'acquisition 30 sont ménagés en dessous des moyens de détachement. Ces moyens d'acquisition sont propres à mesurer, en coordination

avec un système électronique et informatique, la déviation imprimée par la lentille à ces rayons lumineux détachés et à en déduire la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille au point de mesure.

Les moyens d'acquisition comportent un écran de projection des rayons
5 détachés et un capteur de la position des impacts de ces rayons sur l'écran de projection.

Le capteur de position est ici constitué par le récepteur optique 31 précité. Ce dernier peut, par exemple, être un capteur matriciel ou une caméra avec objectif. Si le récepteur optique est un capteur matriciel, on lui adjoint un
10 objectif 32 et, éventuellement, un diaphragme non prévu dans l'exemple illustré. Si le récepteur optique est une caméra, ces éléments sont remplacés par l'objectif même de la caméra.

L'écran de projection est un écran translucide 33 dépoli, intercalé perpendiculairement à l'axe optique 20 donc, horizontalement) entre le support 40
15 de la lentille L et le récepteur optique 31. L'écran translucide dépoli est de préférence en verre ou analogue, dépoli en surface pour diffracter. Il s'agit par exemple d'un disque monté tournant et entraîné en rotation par un moteur 34 autour de l'axe optique 20.

L'appareil selon l'invention permet une mesure de puissance de
20 réfraction sphérique, cylindrique ou prismatique en un point d'intérêt quelconque de la lentille, qui peut être différent du centre optique ou géométrique de cette lentille. Le système électronique et informatique 50 possède donc au moins un mode de fonctionnement dans lequel il pilote les moyens de détachement des rayons lumineux pour qu'ils sélectionnent le groupe de rayons lumineux de telle
25 sorte que l'axe de mesure passe au voisinage d'un point de mesure déterminé sensiblement distinct du centre optique et du centre géométrique de la lentille, et ce sans déplacement de la lentille.

Il peut être utile de mesurer une puissance de réfraction en plusieurs points d'intérêts d'une même lentille. A cet effet, le système électronique et
30 informatique 50 possède au moins un mode fonctionnement dans lequel il pilote les moyens de détachement 23 des rayons lumineux pour qu'ils sélectionnent, successivement ou simultanément, au moins deux groupes de rayon lumineux distincts regroupés autour de deux axes de mesure distincts passant par deux points de mesure distincts de cette même lentille. Cela est le cas typiquement

lorsque l'on souhaite mesurer les valeurs de puissances au point de référence pour la vision de loin et au point de référence pour la vision de près.

En pratique, le système électronique et informatique 50 possède une mémoire dans laquelle est inscrit un marqueur du type, multifocale ou unifocale, de la lentille mesurée. Le système électronique et informatique 50 est programmé pour que, si le marqueur indique que la lentille à mesurer est du type multifocale, il pilote les moyens de détachement 23 des rayons lumineux pour sélectionner simultanément ou successivement deux groupes de rayons lumineux autour de deux axes de mesure distincts passant, l'un par le point de référence pour la vision de loin et l'autre par le point de référence pour la vision de près de la lentille multifocale.

L'appareil de mesure comporte en outre des moyens de repérage pour repérer la position du point de mesure. Ces moyens de repérage comportent :

- des moyens pour définir et mémoriser dans une mémoire du système électronique et informatique 50 la position d'un référentiel de la lentille dans un référentiel absolu,
- des moyens pour définir et mémoriser dans une mémoire du système électronique et informatique 50 la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille.

Concrètement, les moyens pour définir et mémoriser la position d'un référentiel de la lentille dans un référentiel absolu comportent des moyens de reconnaissance d'image aptes à localiser des marquages de lentille ophtalmique et à en déduire la position du référentiel de la lentille dans le référentiel absolu.

Ces moyens de reconnaissance d'image sont constitués d'une part des moyens d'acquisition 30 qui fournissent un signal représentatif de l'ombre de la lentille L sous le faisceau lumineux 22, 28 et d'autre part d'un programme de reconnaissance d'image exécuté par le système électronique et informatique 50, selon des principes de reconnaissance d'image classiques.

Les moyens de reconnaissance d'image sont de plus aptes à identifier les marquages ou l'absence de marquage de la lentille ophtalmique, à en déduire le type de la lentille ophtalmique et à inscrire dans la mémoire du système électronique et informatique le marqueur correspondant au type de lentille détecté.

Il existe plusieurs types de lentilles ophtalmiques : les lentilles unifocales, progressives ou à discontinuité de puissance (double ou triple foyer). Ces

différents types de lentilles sont facilement identifiables sans nécessiter de mesure de caractéristiques optiques de prescription, en utilisant les marquages ou repère de la lentille.

On entend par marquages ou repères :

- 5 - les marquages gouache sur les lentilles progressives, ces marquages définissant a minima un axe, un point de centrage, une zone contrôle de la vision de loin (VL) au centre de laquelle se trouve le point de référence pour la vision de loin, une zone de contrôle de la vision de près (VP) au centre de laquelle se trouve le point de référence pour la vision de près,
- 10 - les microgravures gravées sur ce même type de lentilles, ces gravures définissant un référentiel de la lentille et en particulier l'axe de la lentille, le haut et le bas, et la position horizontale du centre de référence ou point de référence prisme,
- les pastilles à segment courbe ou plat, qui définissent un axe
- 15 d'orientation de la lentille (segment), un point de centrage (milieu du segment) ainsi qu'une zone de vision de près (intérieur de la pastille) et une zone de vision de loin (extérieur et au dessus de la pastille),
- les pastilles à segment rond qui définissent une zone de vision de près (intérieur de la pastille) et une zone de vision de loin (extérieur et au dessus de la
- 20 pastille),
- les marquages gouache sur certaines lentilles unifocales, qui définissent un axe et un point de centrage (en général une croix).

Les lentilles ne possédant ni marquages ni repère sont en général des lentilles unifocales.

- 25 En ce qui concerne plus particulièrement les lentilles ophtalmiques à addition progressive de puissance, on sait que, lors de sa fabrication, toute lentille progressive est munie de repères provisoires sous la forme d'un marquage à la peinture et de repères permanents sous la forme de gravures. Les repères provisoires permettent un centrage commode de la lentille préalablement à son
- 30 montage. Les repères permanents permettent d'identifier, sur la monture du patient, la nature de la lentille ophtalmique progressive, la valeur de l'addition ainsi que de vérifier ou rétablir, après effacement des repères provisoires, le centrage exact de ladite lentille. On comprend en effet que les repères provisoires seront effacés par l'opticien avant la remise des lunettes à son client et ils pourront, au

besoin, être rétablis à partir des repères permanents gravés qui restent sur la lentille ophtalmique.

Plus précisément, comme le montre la figure 3, les repères provisoires comprennent habituellement :

- 5 - une croix 11 dite de montage ou centrage, matérialisant le centre de la zone de vision de loin, destinée à être positionnée en regard du centre de la pupille du porteur quand celui-ci regarde à l'infini droit devant lui ; elle permet de positionner verticalement et horizontalement la progression de puissance de la lentille L1 par rapport à l'œil, de telle sorte que le porteur trouve facilement,
10 comme prévu par le concepteur de la lentille, la puissance correctrice dont il a besoin en vision de loin, en vision intermédiaire et en vision de près ;
 - un point central 12 situé, selon les types de lentilles, de 2 à 6 mm au-dessous de la croix de montage 11 et qui localise le "centre optique" de la lentille L1 ; ce "centre optique" est conventionnellement, pour une lentille progressive, le
15 point de «référence prisme » où est mesurée la puissance prismatique nominale de la lentille L1 correspondant à la prescription du porteur ;
 - un cercle 13 de mesure de la puissance de vision de loin de la lentille, situé dans la partie supérieure de la lentille L1, juste au-dessus de la croix de montage 11, et qui localise, en son centre, le point de référence pour la vision de
20 loin ; il s'agit traditionnellement du lieu qui devait, selon l'état de la technique, être amené par l'opticien au droit d'un embout de frontofocomètre pour mesurer la puissance de vision de loin de la lentille L1 ;
 - un cercle 14 de mesure de la puissance de vision de près de la lentille, situé dans la partie inférieure de la lentille L1 et qui entoure le centre ou point de
25 référence de la zone de vision de près ; ce centre est décentré du côté nasal de 2 à 3 mm et la distance qui le sépare de la croix de montage 11 constitue la longueur nominale de la progression de la lentille L1 ;
 - un ou plusieurs traits 15 repérant l'horizontale de la lentille L1 et qui seront utilisés pour le centrage.
 - 30 Comme le montre également la figure 3, les repères permanents comprennent en général :
 - deux petits cercles ou signes 16 localisés sur l'horizontale de la lentille L1 passant par le centre optique et situés systématiquement à 17 mm de part et

d'autre du centre optique 12; ces gravures permettent de retrouver le centrage horizontal et vertical de la lentille ;

- un signe 17 permettant d'identifier la marque et la nature exacte de la lentille progressive (par exemple V pour Varilux®) qui est gravé sous le petit rond
5 ou signe nasal ;

- un nombre à 2 ou 3 chiffres représentant la valeur de l'addition (par exemple 30 ou 300 pour une addition de 3,00 D) qui est gravé sous le petit rond ou signe temporal.

Pour mémoire, on se souviendra que, pour les lentilles à foyers multiples
10 présentant une ou plusieurs lignes de discontinuité de puissance (délimitant par exemple une zone, appelée pastille, de vision de près), ces lignes tiennent lieu de repères permanents.

Lorsqu'une lentille L à mesurer est placée sur le support 41, son image ou ombre sous le faisceau lumineux 22, 28 est captée par les moyens
15 d'acquisition 31 sans sélection de rayons particuliers, c'est-à-dire sans que le masque 23 ne soit activé pour afficher un quelconque motif de détachement. Le masque 23 reste donc transparent ou neutre et les moyens d'acquisition perçoivent l'image de la lentille L et de ses éventuels marquages. Le système électronique et informatique 50 est programmé pour reconnaître
20 automatiquement, par un algorithme de reconnaissance d'image approprié, ces différents marquages ou repère (ou leur absence) et en déduire le type de lentille.

La reconnaissance du type de lentille peut néanmoins aussi être réalisée de manière manuelle, en saisissant cette information le système électronique et informatique 50.

25 Le système électronique et informatique 50 est programmé pour déduire automatiquement du type de la lentille le nombre et/ou la position du ou des point(s) de mesure dans le référentiel de la lentille.

Le système électronique et informatique 50 est encore programmé pour déduire de la position du référentiel de la lentille L dans le référentiel absolu et de
30 la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille, la position du point de mesure dans le référentiel absolu et pour piloter les moyens de détachement pour sélectionner automatiquement le groupe localisé de rayons lumineux détachés de telle sorte que l'axe de mesure passe au voisinage de ce point de mesure.

La reconnaissance du type de la lentille est exploitée par le programme du système 50 pour déterminer le ou les points d'intérêt (ou points de mesure) de la lentille.

Plus précisément le système électronique et informatique est programmé de la façon suivante, conformément à l'algorithme représenté sur la figure 5.

Si la lentille ne présente aucun marquage, la lentille est classée comme unifocale. La zone d'intérêt (voisinage du centre optique) est proche du centre géométrique de la lentille. Le système pilote alors le masque actif 23 pour qu'il détache un groupe de rayons lumineux autour d'un axe de mesure passant par le centre géométrique de la lentille L. Le programme du système 50 compare les positions de référence des motifs du masque apparaissant sur l'écran dépoli 33 lorsqu'aucune lentille à mesurer n'est présente sur l'axe optique du dispositif de mesure (ses positions de référence étant acquises lors d'une opération préliminaire de préréglage), avec les positions des motifs correspondants du masque visualisés sur l'écran dépoli après déviation par la lentille L à mesurer. Le programme en déduit les déviations des différents rayons détachés par le masque actif 23. Celui de ces rayons qui n'a pas été dévié correspond à la position du centre optique de la lentille. Si, comme cela sera le plus souvent le cas, il n'existe pas de rayon n'ayant subi aucune déviation, le programme procède à une interpolation à partir des rayons les moins déviés, par exemple par application de la méthode des moindres carrés sur un modèle polynomial.

Si la lentille présente un marquage de lentille unifocale consistant en une marque de centrage, le point de mesure est assigné sur cette marque de centrage.

Si la lentille présente un marquage de lentille à variation progressive de puissance, on repère au moyen de ce marquage un référentiel de la lentille et le point de mesure est défini au point de référence pour la vision de loin et/ou au point de référence pour la vision de près tels que définis par le fabricant dans le référentiel marqué de la lentille.

Si la lentille présente une pastille de lentille à double foyer, le point de mesure est défini au point de référence pour la vision de loin et/ou au point de référence pour la vision de près tels que définis par le fabricant par rapport à la pastille repérée.

Dans le cas d'une lentille progressive marquée, les marquages indiquent les positions des points de référence pour la vision de loin et pour la vision de près (centre de marquages en forme de cercle généralement).

5 Dans le cas d'un verre double foyer, le milieu de la pastille nous donne la position du point VP. La zone située au dessus de la pastille est la zone de VL, il nous suffit donc de prendre un point dans cette zone pour déterminer les caractéristiques optiques en VL.

10 Dans le cas d'une lentille progressive sans marquages gouache, les microgravures indiquent au système l'orientation et la position du point de référence prisme de la lentille. Le programme du système 50 en déduit une zone haute qui correspond à la vision de loin et une zone basse qui correspond à la vision de près. Le programme assigne alors successivement ou conjointement comme points de mesure un point dans chacune de ces zones pour obtenir les puissances de réfraction en vision de loin et en vision de près. Il est aussi possible
15 de rentrer les paramètres de positionnement des points de référence pour la vision de loin et pour la vision de près par rapport aux microgravures afin d'améliorer la précision de la mesure.

Dans le cas d'une lentille unifocale marquée, la croix marquée constitue le point de centrage de la lentille qui est alors assigné comme point de mesure.

20 Dans le cas d'une lentille pointée au fronto, le point d'intérêt est le point fronto milieu.

Une fois identifiés le ou les points d'intérêt à mesurer, le programme du système 50 réalise une mesure des caractéristiques de prescription, uniquement en ce ou ces points.

25 Typiquement, le programme du système 50 calcule la puissance et l'astigmatisme de la lentille ophtalmique.

On sait que pour une lentille unifocale, la distance entre le foyer et la face arrière de la lentille ophtalmique représente la puissance frontale.

30 La position de la face arrière de la lentille ophtalmique L dans le référentiel absolu de l'appareil est donnée, soit par la fourniture d'une valeur moyenne ou dépendant d'informations sur la lentille L à mesurer telle que sa base de galbe, soit au moyen d'un palpé avec des moyens de palpé mécaniques ou sans contact appropriés. Cette position est mémorisée dans une mémoire du système 50. Pour déterminer le foyer, le programme du système 50 compare les

- positions de référence des motifs du masque 23 apparaissant sur l'écran dépoli 33 lorsqu'aucune lentille à mesurer n'est présente sur l'axe optique du dispositif de mesure (ses positions de référence étant acquises lors d'une opération préliminaire de préréglage), avec les positions des motifs correspondants du masque visualisés sur l'écran dépoli après déviation par la lentille L à mesurer. Le programme en déduit les déviations des différents rayons détachés par le masque actif 23. Compte tenu de la distance entre le masque 23 et l'écran de projection 33 (connue par construction), on en déduit par calcul l'angle de déviation des rayons lumineux issus du détachement de faisceau réalisé par le masque 23.
- 10 On compare, pour les différents rayons détachés frappant la lentille L en plusieurs points voisins, la position et la direction des rayons lumineux en aval de la lentille, ce qui permet de calculer la position du foyer de la lentille au point de mesure visé par lequel passe l'axe de mesure situé au centre du groupe de rayons détachés (et donc sa puissance, qui est l'inverse de la distance du foyer à la lentille ophtalmique) et l'astigmatisme de la lentille ophtalmique (valeur et axe d'astigmatisme) s'il y a astigmatisme.

Cette mesure a donc un caractère local en ce qu'elle affecte une zone de mesure restreinte et concentrée autour du point de mesure.

- 20 La figure 4 donne un exemple de mesure locale réalisée sur une lentille progressive en vision de loin. Seuls les points correspondant au cercle de référence de la vision de loin sont activés. La mesure dans cet exemple ne nécessite que 9 points.

- Cette manière de procéder permet donc de limiter de manière très importante le nombre total de points de mesure et, partant, de s'affranchir des inconvénients de l'état de l'art antérieur.

- La complexité du moyen de mesure est ainsi réduite. En particulier, les problèmes de recalages sont simplifiés du fait du nombre réduit de points ; il n'est pas nécessaire par exemple d'avoir recours à des motifs de recalage particulier (par exemple des croix ou l'absence de point). En particulier, si on détache un seul faisceau, il n'y a plus du tout de problème de recalage.

Si les rayons détachés sont plus nombreux (3 à 9 en pratique), le système électronique et informatique 50 exécute des instructions de lecture de la position des impacts des rayons lumineux sur l'écran de projection propres à

distinguer les différents impacts entre eux pour les associer individuellement aux rayons dont ils sont issus, exclusivement à partir de leur position sur l'écran de projection.

- Les instructions de lecture du système électronique et informatique 50
- 5 distinguent les impacts de rayons exclusivement par leur ordre de répartition sur l'écran.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de mesure par déflectométrie d'au moins une caractéristique de réfraction d'une lentille (L) en au moins un point de mesure spécifique de cette lentille, comportant les étapes consistant à :

- 5 - élaborer un faisceau lumineux collimaté (28) dirigé vers la lentille (L),
- détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux (35) non coplanaires du faisceau lumineux (28), ces rayons lumineux étant regroupés autour d'un axe de mesure (37) dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée (L),
- 10 - mesurer la déviation imprimée par la lentille (L) à ces rayons lumineux,
- en déduire la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille (L) au point de mesure,

caractérisé en ce que, la lentille mesurée (L) restant fixe par rapport au faisceau lumineux, la position de l'axe de mesure (37) est variable d'une mesure à l'autre
15 pour s'adapter à celle du point de mesure.

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les rayons lumineux détachés (35) sont automatiquement sélectionnés en fonction de la position du point de mesure, de telle sorte que l'axe de mesure (37) passe au voisinage du ou sur le point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille
20 mesurée (L).

3. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'axe de mesure est tel que les rayons lumineux détachés (35) frappent la lentille mesurée (L) en un groupe de points d'impacts dont le barycentre se confond avec le point d'impact sur la lentille mesurée (L) de l'axe de mesure (37).

25 4. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'axe de mesure (37) coupe la lentille (L) à moins d'1 mm du point de mesure considéré.

5. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel les rayons lumineux du faisceau (28) étant détachables selon une géométrie prédéfinie, on sélectionne les rayons détachés (35) de telle sorte que l'axe de
30 mesure (37) coupe la lentille (L) au plus près du point de mesure considéré.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure dans un rayon inférieur à 10 mm.

7. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure (37) dans un rayon inférieur à 5 mm.

8. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure (37) dans un rayon compris entre 3 et 4 mm.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le point de mesure affecte au moins une position distincte du centre optique et du centre géométrique de la lentille.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, appliqué à la mesure d'au moins une caractéristique de réfraction en au moins deux points distincts de cette même lentille.

11. Procédé selon les deux revendications précédentes, dans lequel, la lentille mesurée étant du type multifocale, on mesure la caractéristique optique aux points de référence pour la vision de loin et au point de référence pour la vision de près de la lentille.

12. Procédé de mesure selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel on réalise successivement des mesures en chaque point de mesure, la position de l'axe de mesure étant modifiée à chaque mesure pour coïncider, approximativement au moins, avec la position sur la lentille du point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille.

13. Procédé de mesure selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel on détache simultanément plusieurs groupes localisés de rayons lumineux regroupés dans des cylindres de mesure qui possèdent des sections sensiblement plus petites que la lentille et qui ne se recoupent pas.

14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, pour mesurer la déviation imprimée par la lentille aux rayons lumineux détachés du faisceau, on relève la position des impacts de ces rayons sur un écran de projection (33) et on distingue les différents impacts entre eux pour les associer individuellement aux rayons dont ils sont issus, exclusivement à partir de leur position sur l'écran de projection.

15. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel on distingue les impacts des rayons exclusivement par leur ordre de répartition sur l'écran de projection (33).

16. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, comprenant une étape consistant à acquérir la position du point de mesure dans un référentiel absolu et sélectionner automatiquement le groupe localisé de rayons lumineux détachés pour que l'axe de mesure passe au voisinage de ce point de mesure.

17. Procédé de mesure selon la revendication précédente, dans lequel l'étape d'acquisition de la position du point de mesure comporte une étape de lecture des marques de la lentille (L) à mesurer.

18. Procédé de mesure selon l'une des deux revendications précédentes, comprenant les étapes préliminaires de :

- définir la position d'un référentiel de la lentille mesurée (L) dans le référentiel absolu,
- définir la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille mesurée (L),
- en déduire la position du point de mesure dans le référentiel absolu.

19. Procédé de mesure selon la revendication précédente, dans lequel, la lentille mesurée (L) étant une lentille ophtalmique de lunettes présentant un marquage définissant son référentiel, l'étape de définition du référentiel de la lentille est précédée d'une étape de détermination de la position de ces marquages dans le référentiel absolu, ce dont il est déduit par calcul la position de son référentiel dans le référentiel absolu.

20. Procédé de mesure selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, la lentille étant une lentille ophtalmique de lunettes, il comporte une étape d'identification des marquages ou de l'absence de marquage de la lentille ophtalmique, ce dont il est déduit le type de la lentille ophtalmique.

21. Procédé de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le nombre et/ou la position du ou des point(s) de mesure dans le référentiel de la lentille sont déduits au moins en partie du marquage et/ou du type de la lentille.

22. Procédé de mesure selon la revendication précédente, dans lequel, si la lentille ne présente aucun marquage, la lentille est classée comme unifocale et le point de mesure est assigné au centre géométrique du pourtour de la lentille.

23. Procédé de mesure selon la revendication 21, dans lequel, si la lentille présente un marquage de lentille unifocale consistant en une marque de centrage, le point de mesure est assigné sur cette marque de centrage.

24. Procédé de mesure selon la revendication 21, dans lequel, si la lentille présente un marquage de lentille à variation progressive de puissance, on repère au moyen de ce marquage un référentiel de la lentille et le point de mesure est défini au point de référence pour la vision de loin et/ou au point de référence pour la vision de près tels que définis par le fabricant dans le référentiel marqué de la lentille.

25. Procédé de mesure selon la revendication 21, dans lequel, si la lentille présente une pastille de lentille à double foyer, le point de mesure est défini au point de référence pour la vision de loin et/ou au point de référence pour la vision de près tels que définis par le fabricant par rapport à la pastille repérée.

26. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la caractéristique optique mesurée est la puissance sphérique et/ou la puissance cylindrique avec son orientation et/ou la puissance prismatique avec son orientation.

27. Appareil de mesure d'au moins une caractéristique de réfraction d'une lentille (L) en au moins un point spécifique de cette lentille, comportant :

- un support (40) agencé pour accueillir une telle lentille, seule ou sur sa monture,
- d'un premier côté dudit support, des moyens d'éclairement (21) incluant un système optique pour élaborer un faisceau lumineux collimaté (28) dirigé vers la lentille mesurée (L) installée sur ledit support, et
- d'un côté ou de l'autre du support (40), des moyens de détachement (23) de rayons lumineux (35) du faisceau lumineux, aptes à détacher un groupe localisé d'au moins trois rayons lumineux (35) non coplanaires regroupés autour d'un axe de mesure (37) dans un cylindre de mesure ayant une section sensiblement plus petite que la lentille mesurée (L),
- d'un second côté du support (40), des moyens d'acquisition (30) propres à relever les déviations imprimées par la lentille mesurée (L) à ces rayons lumineux détachés et à délivrer un signal représentatif de cette déviation,
- un système électronique et informatique (50) programmé pour déduire desdites déviations la valeur de la caractéristique de réfraction de la lentille mesurée (L) au point de mesure,

caractérisé en ce que, le support (40) étant fixe par rapport au faisceau (28) issu des moyens d'éclairement, les moyens de détachement (23) des rayons lumineux

possèdent une géométrie adaptative pilotée par le système électronique et informatique (50) pour modifier la position de l'axe de mesure (37) en fonction de la position du point de mesure.

28. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel les
5 moyens de détachement (23) sont pilotés par le système électronique et informatique (50) pour réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés (35), de telle sorte que la position de l'axe de mesure (37) soit modifiable à chaque mesure pour passer au voisinage du ou sur le point de mesure considéré, sans déplacement de la lentille mesurée (L).

10 29. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel l'axe de mesure (37) est tel que les rayons lumineux détachés (35) frappent la lentille mesurée (L) en un groupe de points d'impacts dont le barycentre se confond avec le point d'impact sur la lentille (L) de l'axe de mesure (37).

15 30. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le système électronique et informatique (50) est programmé pour piloter les moyens de détachement (23) de manière à réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés (35) telle que l'axe de mesure (37) coupe la lentille mesurée (L) à moins d'1 mm du point de mesure considéré.

20 31. Appareil selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel les moyens de détachement (23) sont conçus pour détacher sélectivement un ensemble de rayons lumineux détachables prédéterminés et le système électronique et informatique (50) est programmé pour piloter les moyens de détachement (23) de manière à réaliser une sélection automatique des rayons lumineux détachés (35) telle que l'axe de mesure (37) coupe la lentille mesurée
25 (L) au plus près du point de mesure considéré.

32. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 31, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure dans un rayon inférieur à 10 mm.

30 33. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure (37) dans un rayon inférieur à 5 mm.

34. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel les rayons lumineux sont regroupés autour de l'axe de mesure (37) dans un rayon compris entre 3 et 4 mm.

35. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 34, dans lequel les moyens de détachement (23) des rayons du faisceau lumineux comportent un masque ou écran actif transparent fixe par rapport à la lentille (L) et apte à, et piloté par le système électronique et informatique (50) pour, afficher
5 sélectivement, en positif ou négatif, au moins deux groupes distincts d'au moins trois motifs de détachement (29) des rayons regroupés autour d'au moins deux axes de mesure (37) distincts.

36. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le masque actif est un écran graphique comportant une trame de motifs (29)
10 individuellement activables sous le pilotage du système électronique et informatique (50).

37. Appareil de mesure selon la revendication précédente, prise en dépendance de la revendication 31, dans lequel le système électronique et informatique (50) est programmé pour activer un nombre donné de motifs (29) et
15 pour sélectionner les motifs activés parmi l'ensemble des motifs de la trame du masque de détachement (23) de telle sorte que le barycentre des motifs activés (29) soit situé au plus proche du point de mesure considéré.

38. Appareil de mesure selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel l'écran graphique est un écran LCD.

20 39. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 34, dans lequel les moyens de détachement des rayons du faisceau lumineux comportent un masque passif qui comporte au moins trois motifs permanents de détachement des rayons et qui est mobile suivant au moins un degré de liberté perpendiculairement à l'axe de mesure.

25 40. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le masque passif est mobile perpendiculairement à l'axe de mesure suivant un second degré de liberté distinct du premier.

41. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 40, dans lequel, une lentille à mesurer (L) étant installée sur le support (40), le système
30 électronique et informatique (50) possède au moins un mode de fonctionnement dans lequel il pilote les moyens de détachement (23) des rayons lumineux pour qu'ils sélectionnent le groupe de rayons lumineux de telle sorte que l'axe de mesure (37) passe au voisinage d'un point de mesure sensiblement distinct du centre optique et du centre géométrique de la lentille à mesurer (L).

42. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 41, dans lequel, une lentille à mesurer (L) étant installée sur le support (40), le système électronique et informatique (50) possède au moins un mode fonctionnement dans lequel il pilote les moyens de détachement (23) des rayons lumineux (35) pour qu'ils sélectionnent, successivement ou simultanément, au moins deux groupes de rayon lumineux (35) distincts regroupés autour de deux axes de mesure (37) distincts passant par deux points de mesure distincts de cette même lentille à mesurer (L).

43. Appareil selon les deux revendications précédentes, dans lequel le système électronique et informatique (50) possède une mémoire dans laquelle est inscrit un marqueur du type, multifocale ou unifocale, de la lentille mesurée (L) et dans lequel, si le marqueur indique que la lentille à mesurer est du type multifocale, le système électronique et informatique (50) pilote les moyens de détachement (23) des rayons lumineux pour que les points de mesure comportent le point de référence pour la vision de loin et le point de référence pour la vision de près de la lentille multifocale.

44. Appareil selon l'une des revendications 27 à 43, dans lequel les moyens d'acquisition (30) comportent un écran de projection (33) des rayons détachés (35) et un capteur (31) de la position des impacts (36) de ces rayons sur l'écran de projection (33).

45. Appareil selon la revendication précédente, dans lequel le système électronique et informatique (50) exécute des instructions de lecture de la position des impacts (36) des rayons lumineux (35) sur l'écran de projection (33) propres à distinguer les différents impacts entre eux pour les associer individuellement aux rayons dont ils sont issus, exclusivement à partir de leur position sur l'écran de projection (33).

46. Appareil selon la revendication précédente, dans lequel les instructions de lecture du système électronique et informatique (50) distinguent les impacts (36) des rayons détachés (35) exclusivement par leur ordre de répartition sur l'écran de projection (33).

47. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 46, comportant des moyens (30) pour acquérir la position du point de mesure dans le référentiel absolu et pour piloter les moyens de détachement (23) pour sélectionner

automatiquement le groupe localisé de rayons lumineux détachés (35) de telle sorte que l'axe de mesure (37) passe au voisinage de ce point de mesure.

48. Appareil selon la revendication précédente, dans lequel les moyens (30) pour acquérir la position du point de mesure comportent des moyens de
5 lecture des marques de la lentille (L).

49. Appareil selon l'une des deux revendications précédentes, comportant des moyens pour repérer la position du point de mesure, incluant :

- des moyens pour définir et mémoriser dans une mémoire du système électronique et informatique (50) la position d'un référentiel de la lentille dans
10 un référentiel absolu,
- des moyens pour définir et mémoriser dans une mémoire du système électronique et informatique (50) la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille (L),

le système électronique et informatique (50) étant programmé pour déduire de la
15 position du référentiel de la lentille (L) dans le référentiel absolu et de la position du point de mesure dans le référentiel de la lentille, la position du point de mesure dans le référentiel absolu.

50. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel les moyens pour définir et mémoriser la position d'un référentiel de la lentille (L) dans
20 un référentiel absolu comportent des moyens de reconnaissance d'image aptes à localiser des marquages de lentille ophtalmique et à en déduire la position du référentiel de la lentille dans le référentiel absolu.

51. Appareil de mesure selon l'une des revendications 27 à 50, destiné à la mesure d'une lentille ophtalmique et comportant des moyens de reconnaissance
25 d'image aptes à identifier les marquages ou l'absence de marquage de la lentille ophtalmique, à en déduire le type de la lentille ophtalmique et à inscrire dans la mémoire du système électronique et informatique (L) le marqueur correspondant au type de lentille détecté.

52. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le
30 système électronique et informatique (50) est programmé pour déduire automatiquement du type de la lentille le nombre et/ou la position du ou des point(s) de mesure dans le référentiel de la lentille.

53. Appareil de mesure selon la revendication précédente, dans lequel le système électronique et informatique est programmé pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications 22 à 26.

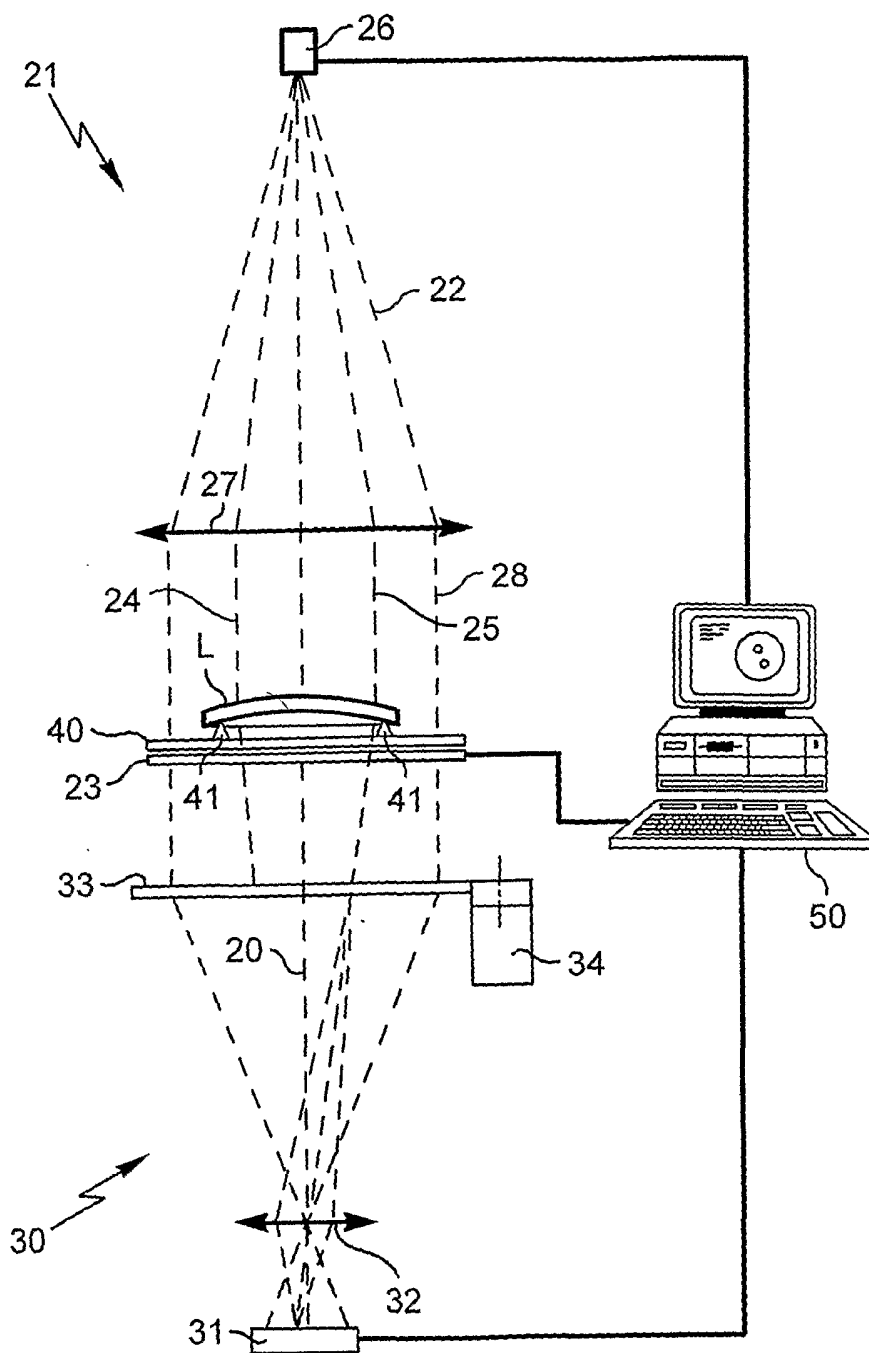


Fig.2

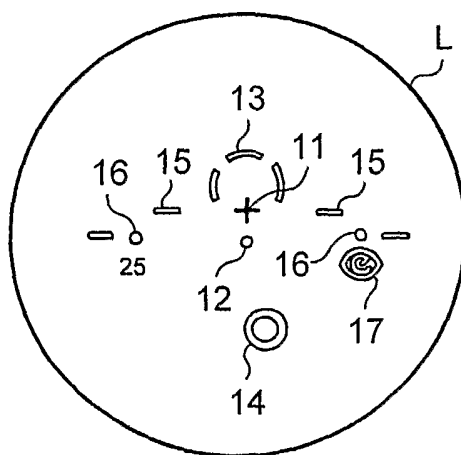
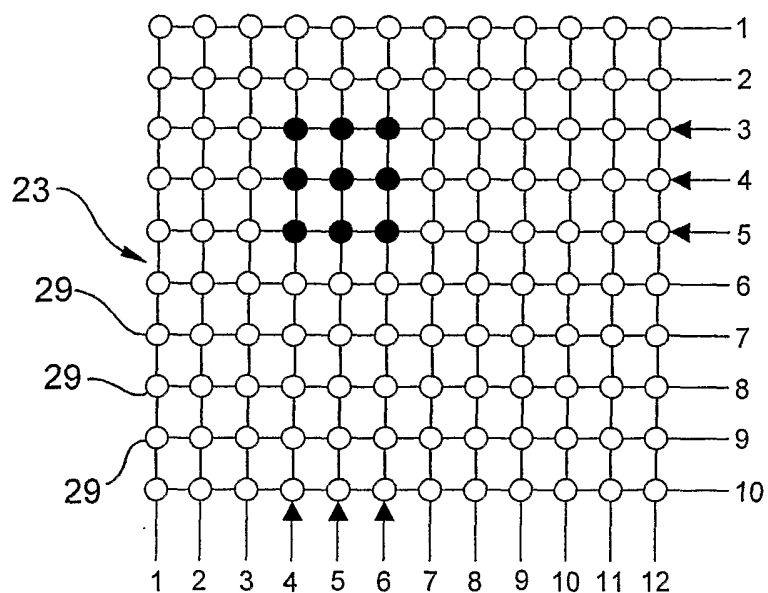


Fig.3

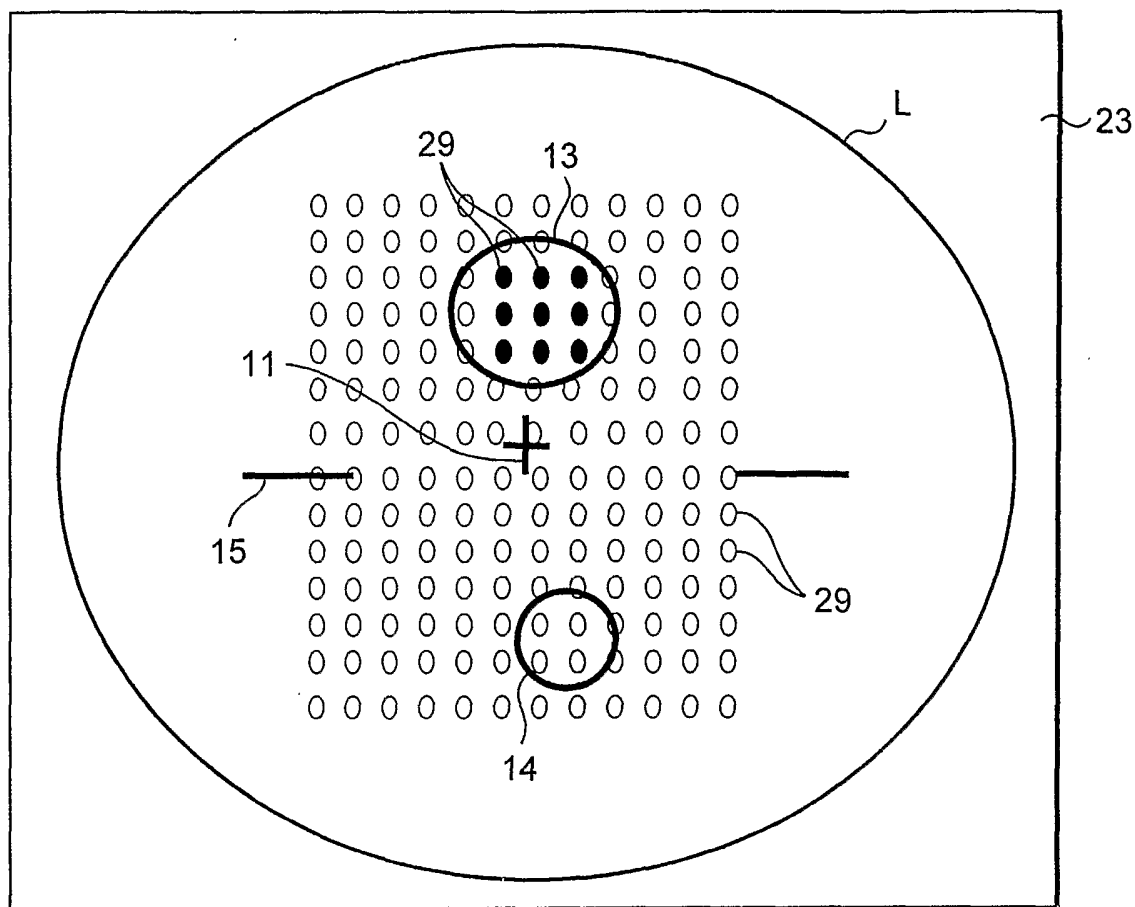


Fig.4

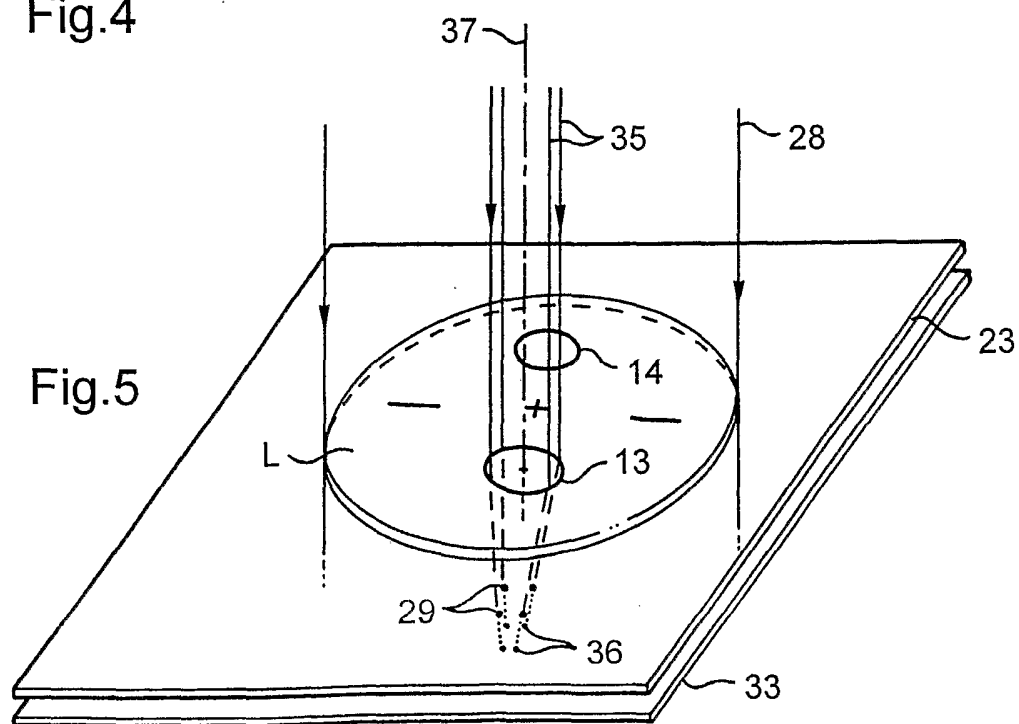
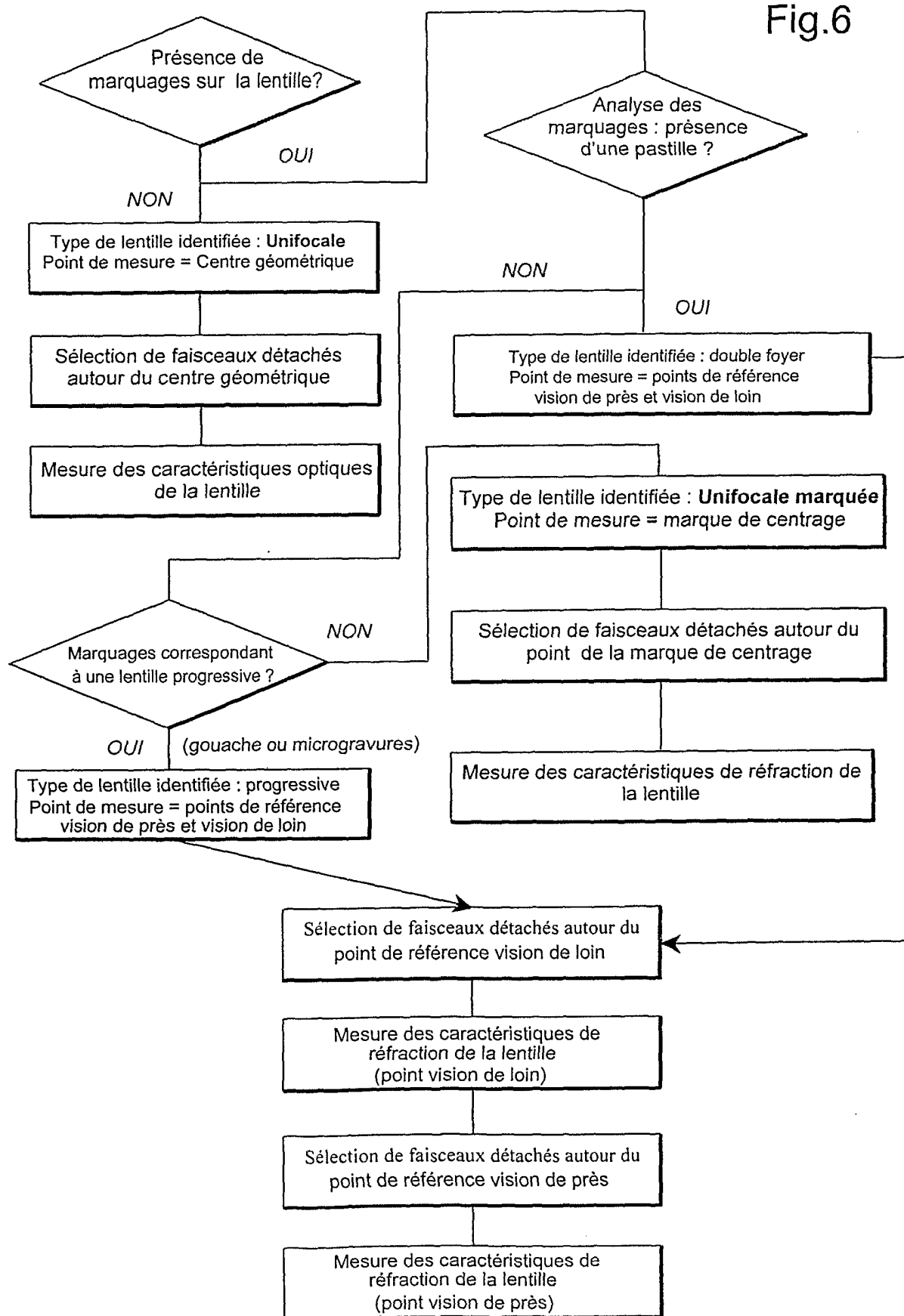


Fig.5

Fig.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2005/002916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01M11/02 G02C7/02 G02B3/00

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)

G01M G02C G02B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/112426 A1 (DEVIE PIERRE ET AL) 19 June 2003 (2003-06-19) abstract page 3, paragraph 53 - page 4, paragraph 63; figures 1,2	1-53
A	US 5 855 074 A (ABITBOL ET AL) 5 January 1999 (1999-01-05) abstract column 11, line 56 - column 15, line 3; figures 6-10	1-53
A	US 5 825 476 A (ABITOL ET AL) 20 October 1998 (1998-10-20) abstract column 7, line 35 - column 9, line 7; figures 1-15	1-53
	----- -/--	

☒ 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

24 April 2006

Date of mailing of the international search report

04/05/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bergado Colina, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2005/002916

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 880 525 A (JOHNSON ET AL) 29 April 1975 (1975-04-29) cited in the application abstract column 3, line 65 - column 8, line 3; figures 1-6 -----	1-53
A	FR 2 737 568 A (ESSILOR INTERNATIONAL CIE GENERALE D'OPTIQUE) 7 February 1997 (1997-02-07) abstract page 6, line 11 - page 11, line 2; figures 1-4 -----	1-53
A	US 5 581 347 A (LE SAUX ET AL) 3 December 1996 (1996-12-03) abstract column 6, line 65 - column 7, line 34; figure 3 -----	1-53
A	US 4 641 962 A (SUEDA ET AL) 10 February 1987 (1987-02-10) cited in the application abstract column 2, line 54 - column 6, line 48; figures 3-10 -----	1-53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2005/002916

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003112426 A1	19-06-2003	EP 1224448 A1 FR 2813391 A1 WO 0216902 A1 JP 2004507730 T	24-07-2002 01-03-2002 28-02-2002 11-03-2004
US 5855074 A	05-01-1999	DE 29813691 U1 WO 0040922 A1	25-03-1999 13-07-2000
US 5825476 A	20-10-1998	DE 69528647 D1 DE 69528647 T2 WO 9534800 A1 EP 0765468 A1 ES 2182907 T3 JP 10507825 T	28-11-2002 10-07-2003 21-12-1995 02-04-1997 16-03-2003 28-07-1998
US 3880525 A	29-04-1975	DE 2508611 A1 FR 2270575 A1 GB 1507191 A JP 50145249 A	20-11-1975 05-12-1975 12-04-1978 21-11-1975
FR 2737568 A	07-02-1997	DE 69611832 D1 DE 69611832 T2 EP 0842409 A1 ES 2154413 T3 WO 9705467 A1 IL 122612 A JP 11510249 T	29-03-2001 13-09-2001 20-05-1998 01-04-2001 13-02-1997 11-01-2001 07-09-1999
US 5581347 A	03-12-1996	DE 69402281 D1 DE 69402281 T2 EP 0644411 A1 ES 2101465 T3 JP 7190885 A	30-04-1997 04-09-1997 22-03-1995 01-07-1997 28-07-1995
US 4641962 A	10-02-1987	DE 3318293 A1 JP 58205834 A	01-12-1983 30-11-1983

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002916

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G01M11/02 G02C7/02 G02B3/00

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)

G01M G02C G02B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2003/112426 A1 (DEVIE PIERRE ET AL) 19 juin 2003 (2003-06-19) abrégé page 3, alinéa 53 - page 4, alinéa 63; figures 1,2	1-53
A	US 5 855 074 A (ABITBOL ET AL) 5 janvier 1999 (1999-01-05) abrégé colonne 11, ligne 56 - colonne 15, ligne 3; figures 6-10	1-53
A	US 5 825 476 A (ABITOL ET AL) 20 octobre 1998 (1998-10-20) abrégé colonne 7, ligne 35 - colonne 9, ligne 7; figures 1-15	1-53
	----- -/-	

☒ 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

24 avril 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/05/2006

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, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bergado Colina, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002916

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	US 3 880 525 A (JOHNSON ET AL) 29 avril 1975 (1975-04-29) cité dans la demande abrégé colonne 3, ligne 65 - colonne 8, ligne 3; figures 1-6 -----	1-53
A	FR 2 737 568 A (ESSILOR INTERNATIONAL CIE GENERALE D'OPTIQUE) 7 février 1997 (1997-02-07) abrégé page 6, ligne 11 - page 11, ligne 2; figures 1-4 -----	1-53
A	US 5 581 347 A (LE SAUX ET AL) 3 décembre 1996 (1996-12-03) abrégé colonne 6, ligne 65 - colonne 7, ligne 34; figure 3 -----	1-53
A	US 4 641 962 A (SUEDA ET AL) 10 février 1987 (1987-02-10) cité dans la demande abrégé colonne 2, ligne 54 - colonne 6, ligne 48; figures 3-10 -----	1-53

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002916

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003112426	A1	19-06-2003	EP 1224448 A1	24-07-2002
			FR 2813391 A1	01-03-2002
			WO 0216902 A1	28-02-2002
			JP 2004507730 T	11-03-2004
US 5855074	A	05-01-1999	DE 29813691 U1	25-03-1999
			WO 0040922 A1	13-07-2000
US 5825476	A	20-10-1998	DE 69528647 D1	28-11-2002
			DE 69528647 T2	10-07-2003
			WO 9534800 A1	21-12-1995
			EP 0765468 A1	02-04-1997
			ES 2182907 T3	16-03-2003
			JP 10507825 T	28-07-1998
US 3880525	A	29-04-1975	DE 2508611 A1	20-11-1975
			FR 2270575 A1	05-12-1975
			GB 1507191 A	12-04-1978
			JP 50145249 A	21-11-1975
FR 2737568	A	07-02-1997	DE 69611832 D1	29-03-2001
			DE 69611832 T2	13-09-2001
			EP 0842409 A1	20-05-1998
			ES 2154413 T3	01-04-2001
			WO 9705467 A1	13-02-1997
			IL 122612 A	11-01-2001
			JP 11510249 T	07-09-1999
US 5581347	A	03-12-1996	DE 69402281 D1	30-04-1997
			DE 69402281 T2	04-09-1997
			EP 0644411 A1	22-03-1995
			ES 2101465 T3	01-07-1997
			JP 7190885 A	28-07-1995
US 4641962	A	10-02-1987	DE 3318293 A1	01-12-1983
			JP 58205834 A	30-11-1983