(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 2 091 690 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
21.04.2010 Bulletin 2010/16

(21) Numéro de dépôt: **07872398.8**

(22) Date de dépôt: **19.12.2007**

(51) Int Cl.:
B24B 9/14 *(2006.01)* ***B24B 13/005*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/002111

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/093016 (07.08.2008 Gazette 2008/32)

(54) **PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DE LA POSITION D'UN TROU DE PERÇAGE À RÉALISER SUR UNE LENTILLE OPHTALMIQUE**

VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER POSITION EINES IN EINEM BRILLENGLAS ZU ERZEUGENDEN BOHRLOCHS

METHOD FOR DETERMINING THE POSITION OF A DRILL HOLE TO BE FORMED IN AN OPHTHALMIC LENS

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **20.12.2006 FR 0611124**
02.03.2007 FR 0701554

(43) Date de publication de la demande:
26.08.2009 Bulletin 2009/35

(73) Titulaire: **Essilor International (Compagnie Générale D'Optique)**
94220 Charenton le Pont (FR)

(72) Inventeur: **PINAULT, Philippe**
F-94220 Charenton Le Pont (FR)

(74) Mandataire: **Chauvin, Vincent et al**
CORALIS
85 boulevard Malesherbes
F-75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 676 683 **EP-A- 1 679 153**
EP-B1- 1 053 075 **FR-A1- 2 865 046**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 091 690 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine de la lunetterie et plus précisément le perçage de lentilles ophtalmiques en vue de leurs montages sur des montures de lunettes de types sans cercle.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un procédé de détermination de la position d'un trou de perçage cible à réaliser sur une lentille de correction cible à partir d'une lentille de référence qui présente un trou de perçage référent.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0003] Lorsqu'une monture de lunettes est du type sans cercle, le détourage de chacune des lentilles de correction destinées à équiper cette monture est suivi du perçage approprié de chaque lentille pour permettre la fixation des branches et du pontet nasal de la monture sans cercle. Le perçage peut être effectué sur une meuleuse ou sur une machine de perçage distincte au moyen d'un foret de perçage.

[0004] Le plus souvent, le procédé suivant est mis en oeuvre. Tout d'abord le futur porteur choisit une monture à son goût, qui est équipée de lentilles de référence, communément appelées lentilles de présentation. Chaque lentille de référence est déjà percée sur ses parties temporale et nasale et peut alors servir de modèle pour le détourage et le perçage convenables de la lentille de correction cible destinée à équiper la monture sélectionnée par le futur porteur.

[0005] Le positionnement des trous de perçage cibles à réaliser sur la lentille correctrice cible s'infère de celui des trous de perçage référents de la lentille de référence. Ce positionnement peut être réalisé manuellement : l'opticien mesure la position des trous de perçage référents et reporte ces mesures sur la lentille de correction cible de la lentille détourée.

[0006] Mais il est intéressant en pratique de réaliser ce positionnement de façon automatique. Le brevet EP1053075 propose en ce sens un procédé de détermination de la position d'un trou de perçage cible à réaliser sur une lentille de correction cible ayant un contour cible prévu après détourage, à partir d'une lentille de référence qui présente un contour référent et au moins un trou de perçage référent, identique à celui de la lentille de référence. Ce procédé comporte les étapes suivantes :

- acquérir une image de la lentille de référence, avec en particulier une image de son contour référent et une image de son trou de perçage référent, dans un plan d'acquisition,
- en déduire la position d'un point de perçage cible du trou de perçage cible de la lentille de correction cible par rapport au contour cible.

[0007] La lentille de référence est placée dans un dispositif d'acquisition d'images de cette lentille, qui affiche cette image sur un écran. L'opérateur procède ensuite au repérage des trous de perçage référents en pointant sur l'écran chacun de ces trous. Le système de traitement mémorise la position des trous de perçage référents par rapport à l'image du contour référent de la lentille de référence dans le plan d'acquisition.

[0008] La lentille de correction cible est ensuite centrée. Son image est acquise dans un plan de centrage de manière à repérer son référentiel optique et à positionner en conséquence le contour cible souhaité pour la lentille de correction cible. Puis, après le détourage de la lentille de correction cible suivant le contour cible identique à celui de la lentille de référence, un foret de perçage ayant un diamètre adapté est amené en vis-à-vis d'un point de perçage cible de la lentille de correction cible.

[0009] Ce point de perçage cible est directement défini comme étant l'homologue en projection dans les plans d'acquisition et de centrage du point de perçage référent, en ce sens qu'il s'agit du point dont le projeté dans le plan de centrage (de la lentille de correction) présente une position analogue à celle de l'image dans le plan d'acquisition (de la lentille de référence) du point de perçage référent de la lentille de référence.

[0010] La lentille de correction est alors percée au moyen d'une mobilité d'avance relative du foret de perçage par rapport à la lentille suivant l'axe de rotation du foret. Si le diamètre du foret est inférieur au diamètre voulu, le trou obtenu est élargi au bon diamètre à la faveur d'un déplacement transversal approprié du foret.

[0011] Cependant, on constate, en particulier pour les lentilles fortement galbées, qu'il existe une erreur souvent importante entre la position du trou de perçage cible réalisé sur la lentille de correction cible et la position du trou de perçage référent de la lentille de référence. Cette erreur de positionnement induit des difficultés de montage de la lentille de correction cible sur les branches et le pontet nasal de la monture et peut même aboutir, dans certains cas, à un montage impossible ou de mauvaise qualité. Dans ce cas, l'opticien est forcé d'effectuer une opération de reprise des trous de perçage qui est consommatrice de temps, qui exige un savoir-faire élevé et qui génère des résultats souvent peu esthétiques. Il peut en outre en résulter un mauvais positionnement de la lentille correctrice cible en regard de l'oeil du porteur, ce qui dégrade la performance de correction optique et peut provoquer pour le porteur une forte gêne.

OBJET DE L'INVENTION

[0012] Le but de la présente invention est de déterminer avec précision la position des trous de perçage à réaliser sur la lentille de correction cible en vue de son assemblage aux branches et au pontet nasal de la monture de lunettes sans cercle sélectionnée par le porteur.

[0013] Plus particulièrement, on propose selon l'invention un procédé de détermination de la position d'un trou de perçage cible à réaliser sur une lentille de correction cible ayant un contour cible prévu après détourage, à partir d'une lentille de référence qui présente un contour référent et au moins un trou de perçage référent, comportant les étapes suivantes :

- acquérir une image de la lentille de référence, avec en particulier une image de son contour référent et une image de son trou de perçage référent dans un plan d'acquisition ;
- acquérir au moins une caractéristique du galbe de la lentille de référence ;
- déterminer, dans le plan d'acquisition, la distance en projection référente entre le projeté d'un point d'ancrage référent de la lentille de référence associé au contour référent et le projeté d'un point de perçage référent du trou de perçage référent ;
- calculer la distance tridimensionnelle référente entre le point d'ancrage référent de la lentille de référence et le point de perçage référent du trou de perçage référent en fonction de ladite caractéristique du galbe de la lentille de référence et de la distance en projection référente déterminée ;
- déterminer la position d'un point de perçage cible du trou de perçage cible de la lentille de correction cible par rapport au contour cible, en fonction de la distance tridimensionnelle référente calculée.

[0014] Lors du perçage de la lentille de correction cible, par exemple du côté de la face avant de la lentille, le foret perce la lentille en un point de perçage cible préalablement repéré. Dans l'état de la technique, ce point de perçage cible est repéré de sorte que, si l'on superpose en projection dans les plans d'acquisition et de centrage les images projetées des lentilles de référence et de correction de manière à faire coïncider leurs contours référents et cibles respectifs, l'image du point de perçage cible de la lentille de correction cible est confondue avec l'image du point de perçage référent de la lentille de référence.

[0015] La demanderesse a cependant remarqué que les distances réelles (dans l'espace et non plus en projection) séparant les tranches des lentilles de leurs trous de perçage diffèrent d'une lentille à l'autre. Elle a pu identifier que cette erreur provient en grande partie de la différence de galbes (ou courbures) des lentilles de référence et de correction.

[0016] Il se produit donc une erreur lors du report sur la lentille de correction cible de la distance acquise sur la lentille de référence. En raison de cette erreur, le trou de perçage cible réalisé sur la lentille de correction cible est en pratique décalé par rapport à la position idéale à laquelle il devrait se trouver. En conséquence, les trous de perçage de la lentille de correction cible risquent d'être trop éloignés de la tranche de cette lentille, de sorte que les branches ou le pontet de la monture ne peuvent pas s'accrocher dans ces trous de perçage. Cette erreur peut en outre également être à l'origine d'une erreur de centrage des lentilles de correction cibles en regard des yeux du porteur, car le bon positionnement des trous de perçage conditionne celui du référentiel optique de la lentille en regard des yeux du porteur.

[0017] Grâce au procédé selon l'invention, on détermine, à partir du galbe de la lentille de référence, la distance tridimensionnelle réelle séparant la tranche (ou tout autre point repéré) de la lentille de référence du point de référence du trou de perçage réfèrent. Connaissant cette distance, il est possible de la reporter sur la face optique correspondante de la lentille de correction cible, de manière que la distance tridimensionnelle réelle séparant la tranche de la lentille de correction et son trou de perçage cible soit identique à celle déterminée sur la lentille de référence. Cette distance ne dépend donc plus du plan de projection dans lequel l'image de la lentille de référence est acquise. Le pontet et les branches de la monture peuvent ainsi être assemblés avec les lentilles de correction sans aucune difficulté et à la position voulue, ce qui permet alors de correctement positionner les lentilles en regard des pupilles des yeux du porteur afin qu'elles exercent aux mieux les fonctions optiques pour lesquelles elles ont été conçues.

[0018] Les points de perçage référent et cible des trous de perçage de la lentille de référence et de la lentille de correction cible « correspondent » en ce sens qu'ils sont de même nature par rapport au trou de perçage concerné : par exemple, si le point de référence du trou de perçage référent est choisi comme étant le centre de l'embouchure en face avant de ce trou de perçage référent, le point de référence du trou de perçage cible est également confondu avec le centre de son embouchure en face avant.

[0019] On comprend en revanche que les points de référence des trous de perçage des lentilles de référence et de correction ne sont pas « homologues » à cause de la différence de galbes des lentilles. En effet, si l'on acquiert les images des lentilles de référence et de correction et qu'on les superpose, les images de ces deux points de référence ne sont pas confondues, et ce en raison du correctif que prévoit l'invention.

[0020] Plus généralement, on considérera par la suite que deux points sont « homologues » si, d'une part, ils appartiennent aux faces optiques correspondantes de la lentille de correction cible et de la lentille de référence, et si, d'autre

part, lorsqu'on superpose dans un même plan les images de la lentille de référence et de la lentille de correction en faisant correspondre tout ou partie de leurs contours, les images de ces deux points se superposent également.

[0021] On notera par ailleurs que les projections des points d'ancrage et des points de perçage dans le plan d'acquisition sont réalisées selon une même et unique direction de projection perpendiculaire à un plan général de la lentille ou parallèle à l'axe d'éclairage ou de capture d'image.

[0022] Selon une première caractéristique avantageuse de l'invention, pour déterminer la position du point de perçage cible du trou de perçage cible, on identifie un point d'ancrage cible de la lentille de correction cible homologue du point d'ancrage référent de la lentille de référence et on calcule la position du point de perçage cible en fonction de ce point d'ancrage cible et de la distance tridimensionnelle référente.

[0023] Le point d'ancrage référent et le point de perçage référent appartiennent à une même face référente de la lentille de référence, et le point d'ancrage cible et le point de perçage cible appartiennent à une même face cible de la lentilles de correction cible, ladite face référente et ladite face cible se correspondant.

[0024] Pour calculer la position du point de perçage cible, on reporte sur la lentille de correction cible la distance tridimensionnelle référente, à partir dudit point d'ancrage cible, sensiblement suivant une direction de report reliant le point d'ancrage cible au point de perçage cible.

[0025] Le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible est homologue du point d'ancrage référent de la lentille de référence au sens défini précédemment. Ainsi, si le point d'ancrage référent de la lentille de référence est disposé sur le contour de cette lentille, le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible est positionné sur le même point du contour après détourage de la lentille de correction (ces contours sont identiques). De la même manière, si le point d'ancrage référent de la lentille de référence est disposé au centre d'un autre des trous de perçage référents associé à un point de référence cible déjà déterminé, le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible est constitué par le centre de ce trou de perçage cible. Les points d'ancrage de la lentille de correction cible et de la lentille de référence ne sont donc pas nécessairement homologues.

[0026] Il existe divers types de perceuses et différents types de procédés pour positionner selon l'invention un foret de perçage en regard du point de perçage de la lentille de correction. Un de ces procédés consiste à venir tangenter avec le foret de perçage la tranche de la lentille de correction préalablement détourée, puis à déplacer le foret selon une direction parallèle au plan tangent à la zone à percer de la face avant de la lentille de correction. Ce déplacement, s'il est réalisé d'une distance correspondant à la distance préalablement calculée, permet alors de correctement positionner le foret en vis-à-vis du point de perçage désiré de sorte que la monture peut être précisément assemblée avec cette lentille.

[0027] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, pour calculer la position du point de perçage cible du trou de perçage cible, on détermine au moins une caractéristique du galbe de la lentille de correction cible et on calcule la distance en projection cible, dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition, entre le projeté du point de perçage cible du trou de perçage cible de la lentille de correction cible et le projeté du point d'ancrage cible de cette lentille de correction cible, en fonction de la distance tridimensionnelle référente et de la caractéristique du galbe de la lentille de correction cible.

[0028] Les points d'ancrage des lentilles de référence et de correction sont homologues au sens expliqué ci-dessus.

[0029] L'image de la lentille de référence est acquise dans un plan d'acquisition donné. Par ailleurs, l'image de la lentille de correction est acquise, en vue de son centrage, dans un plan de centrage donné. Ces plans sont analogues en ce qu'ils sont sensiblement inclinés de la même manière par rapport aux lentilles, de sorte que le contour de l'image de la lentille de référence soit identique à celui de l'image de la lentille de correction. Typiquement, ces plans d'acquisition et de centrage sont sensiblement parallèles à des plans moyens de la lentille de référence ou de correction cible, ou à des plans moyens des contours de ces lentilles. Il est ainsi possible de considérer dans un même plan virtuel confondant ces plans d'acquisition et de centrage les images des lentilles de référence et de correction.

[0030] A ce stade, on connaît la distance tridimensionnelle référente devant séparer, dans l'espace, un point d'ancrage cible de la lentille de correction d'un point de référence du trou de perçage cible. Or, généralement, les meuleuses et perceuses repèrent la position de leur foret de perçage dans un plan correspondant au plan de centrage précité. Il convient donc de déterminer la distance entre les projections de ces deux points dans le plan de centrage, afin de pouvoir ensuite positionner simplement et avec précision le foret de perçage par rapport à la lentille de correction.

[0031] Préférentiellement, pour déterminer ladite caractéristique du galbe de la lentille de correction cible, on identifie sur l'une des faces optiques de la lentille de correction cible un point approché voisin du point de perçage cible du trou de perçage cible, on palpe ladite face optique de la lentille de correction cible en au moins trois points situés au voisinage (typiquement à moins de 10 millimètres) du point approché, et on en déduit un angle d'inclinaison de ladite face optique de la lentille de correction au point approché par rapport au plan de centrage, cet angle constituant alors ladite caractéristique du galbe recherchée.

[0032] Le point approché est un point de la lentille de correction qui est jugé proche ou calculé pour être proche du point de perçage du trou de perçage cible. Ce point approché peut par exemple être le point homologue du point de référence du trou de perçage référent de la lentille de référence.

[0033] Les positions relatives de trois points palpés permettent d'approximer la forme de la face optique palpée de la lentille, dans la zone du point approché. La forme de la face optique de la lentille ne présentant pas de grandes variations dans cette zone, on fait l'approximation que cette forme est identique à la forme de la lentille au voisinage de la zone où elle sera percée. Ce palpage permet donc en particulier de déduire l'inclinaison de l'axe selon lequel il faudra percer la lentille de correction de manière que le trou de perçage cible débouche orthogonalement à la face optique palpée de la lentille.

[0034] Cette inclinaison fournit en outre une valeur du galbe de la lentille de correction qui permet de déterminer la position du projeté du point de référence du trou de perçage cible dans le plan de centrage.

[0035] En variante, pour déterminer ladite caractéristique du galbe de la lentille de correction, on acquiert la courbure globale de l'une des faces optiques de la lentille de correction cible, on identifie sur l'une des faces optiques de la lentille de correction cible un point approché voisin du point de perçage cible du trou de perçage cible, et on calcule, en fonction de ladite courbure globale et de la position du point approché, un angle d'inclinaison de ladite face optique de la lentille de correction cible au point approché par rapport au plan de centrage, cet angle constituant alors ladite caractéristique du galbe recherchée.

[0036] La face optique avant d'une lentille est généralement approximativement circonscrite à une sphère dont le rayon de courbure est généralement fourni à l'opticien par le fabricant de la lentille. Ainsi, le rayon de courbure de cette sphère et la position du point approché du point de perçage permettent de déterminer une approximation de l'inclinaison de l'axe selon lequel il faudra percer la lentille. Ici encore, cet angle permet en outre de déterminer la position du projeté du point de référence du trou de perçage cible dans le plan de centrage.

[0037] D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du procédé selon l'invention sont les suivantes :

- on identifie le point d'ancrage référent de la lentille de référence comme le point dont le projeté dans le plan d'acquisition est situé à l'intersection, d'une part, d'une ligne de contour projetée résultant de la projection de l'une des arêtes avant et arrière du bord de la lentille de référence ou d'une moyenne de ces arêtes, et, d'autre part, d'une ligne d'ancrage référente passant par le projeté du point de perçage référent du trou de perçage référent ; cette ligne d'ancrage référente peut en particulier être celle qui passe par le projeté d'un centre géométrique, tel que le centre boxing, de la lentille de référence ou qui est parallèle à la ligne d'horizon de la lentille de référence ;
- on identifie le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible comme le point dont le projeté, dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition, présente une position homologue de celle du projeté du point d'ancrage référent de la lentille de référence dans le plan d'acquisition ;
- pour déterminer la position du point de perçage cible on considère que le projeté de ce point dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition appartient à une ligne d'ancrage cible homologue de la ligne d'ancrage référente ;
- la lentille de référence comportant deux trous de perçage référents adjacents conçus pour maintenir une même branche ou un même pontet nasal d'une montre, dont un premier trou de perçage référent et un second trou de perçage référent, la lentille de correction présentant deux trous de perçage cibles à réaliser, dont un premier trou de perçage cible qui correspond au premier trou de perçage référent de la lentille de référence et dont la position est déjà identifiée et un second trou de perçage cible, le point d'ancrage référent de la lentille de référence est, pour la détermination du second trou de perçage cible, constitué par le point de perçage référent du premier trou de perçage référent ;
- le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible est constitué par le point de perçage cible du premier trou de perçage cible.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

[0038] La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

[0039] Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un dispositif d'acquisition de la position de trous de perçage d'une lentille de référence ;
- la figure 2 est une vue mixte, avec une partie supérieure montrant en coupe axiale le trou de perçage de la lentille de référence de la figure 1, et une partie inférieure montrant, dans un plan d'acquisition, l'image d'ensemble en ombre projetée de ce trou de perçage, dont certains points sont utilisés pour le calcul de la position de ce trou de perçage ;
- la figure 3 est une vue mixte, avec une partie inférieure montrant en coupe une portion de la lentille de référence de la figure 1, et une partie supérieure montrant en coupe une portion d'une lentille de correction percée selon le procédé conforme à l'invention ;

- les figures 4 et 6 sont deux vues similaires de l'image de la lentille de référence de la figure 1 projetée dans le plan d'acquisition, illustrant deux définitions de la ligne d'ancrage référence ;
- les figures 5 et 7 sont deux vues en plan de face de la lentille de correction cible de la figure 4 avant usinage ; et
- la figure 8 est une vue mixte, avec une partie inférieure montrant en coupe une portion d'une autre lentille de référence pourvue de deux trous de perçage adjacents, et une partie supérieure montrant en coupe une portion d'une autre lentille de correction cible percée selon le procédé conforme à l'invention.
- la figure 9 est une vue schématique en coupe axiale d'une variante de réalisation du dispositif d'acquisition de la figure 1.

[0040] L'objectif du procédé selon l'invention est de déterminer la position d'un trou de perçage cible à réaliser sur une lentille de correction en fonction de la position, que l'on se propose d'acquérir, d'un trou de perçage référent d'une lentille de référence.

[0041] Le procédé comporte ainsi une première étape d'acquisition de la position des trous de perçage référents de la lentille de référence.

Dispositif d'acquisition d'image

[0042] Sur la figure 1, on a représenté un exemple de dispositif d'acquisition de la position des trous de perçage référents d'une lentille de lunettes de référence, permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention. Ce dispositif d'acquisition comporte des moyens d'éclairage 51, 52, un support 55 pour accueillir une lentille de référence 100 (consistant typiquement en une lentille de présentation servant à présenter la monture) et des moyens de capture 53 d'une image globale de cette lentille.

[0043] Les moyens d'éclairage 51, 52 comportent une lentille de collimation 52 d'axe A52 et une source lumineuse 51 placée au foyer de la lentille de collimation 52. Après leur passage par la lentille de collimation 52, les rayons lumineux sont ainsi dirigés parallèlement à l'axe A52 de la lentille de collimation 52. La direction d'éclairement D51 est ainsi parallèle à la direction de l'axe A52.

[0044] Les moyens de capture 53 comportent une caméra 53 pourvue d'un objectif ayant un axe optique A53. Le dispositif d'acquisition de la position des trous de perçage référents comporte un axe optique défini comme étant l'axe A52 de la lentille de collimation 52 et l'axe A53 de l'objectif des moyens d'acquisition 53. La direction de capture d'image par les moyens d'acquisition 53 est ici confondue avec la direction d'éclairement D51. Les directions d'éclairement ou de capture d'image s'entendent, bien entendu, renvoyées ou non.

[0045] Le support 55 de la lentille 100 de référence est conçu de telle sorte que la lentille de référence 100 s'étend dans un plan général transversal à la direction d'éclairement D51. La lentille 100 est alors éclairée de front.

[0046] La lentille de référence 100 présente un bord 120 qui possède une arête avant 121 et une arête arrière 122. Le bord 120 est en l'espèce cylindrique d'axe parallèle à la direction d'éclairement et de capture d'image et donc ici perpendiculaire au plan d'acquisition. Le bord 120 pourrait cependant être de forme différente, notamment conique ou approchante, de sorte que sa projection sur le plan d'acquisition ne serait plus filaire et que les projections de ses arêtes 121, 122 ne seraient plus confondues mais distinctes. Dans l'exemple illustré, on s'intéresse à la face avant de la lentille de référence 100 et donc à l'arête avant 121. On pourra bien entendu, de manière analogue, s'intéresser à la face arrière ou à une surface virtuelle moyenne.

[0047] Le plan général de la lentille consiste typiquement en un plan moyen ou médiateur de l'une et/ou l'autre des surfaces de la lentille, ou encore en un plan moyen ou médiateur de l'une et/ou l'autre des arêtes 121, 122 de son bord 120.

[0048] Le support 55 de la lentille 100 se présente ici sous la forme d'un plateau transparent en verre perpendiculaire à la direction d'éclairement D51, de sorte que ni la face avant 98 ni la face arrière 99 de la lentille de référence 100 ne soient masquées visuellement par le support 55.

[0049] Cette lentille de référence 100 comporte ici deux trous de perçage référents, un premier trou de perçage référent 110 situé du côté de la zone temporale et un autre trou de perçage (non visible sur la figure 1) situé du côté de la zone nasale de la lentille. La suite de la description détaille seulement l'acquisition du trou de perçage référent 110, mais cette description s'applique également à l'acquisition de l'autre trou de perçage. En variante, si cette lentille comportait un nombre supérieur de trous de perçage, la description qui suit s'appliquerait également aux trous de perçage supplémentaires.

[0050] Comme représenté sur la partie supérieure de la figure 2, le trou de perçage référent 110 comporte, d'une part, une embouchure avant 111 qui débouche sur la face avant 98 de la lentille 100 et, d'autre part, une embouchure arrière 112 qui débouche sur la face arrière 99 de la lentille 100. On définit également le centre C2 du trou de perçage référent 110 lui-même qui est également la moyenne des positions des centres C1, C3 des embouchures avant 111 et arrière 112. Le point C1 de l'embouchure avant 111 du trou de perçage référent 110 sera ici considéré comme un point de perçage référent.

[0051] Les moyens de capture 53 d'image (figure 1) communiquent en outre avec un système de traitement électro-

nique et informatique 54. Comme expliqué ci-après, le système de traitement 54 est conçu pour déduire de l'image acquise la position du centre C1 de l'embouchure 111 du trou de perçage référent 110 en face avant 98. Bien entendu, en variante, le système de traitement 54 peut également être conçu pour déduire de l'image acquise, la position du centre de l'embouchure 112 du trou de perçage référent 110 en face arrière 99, ou tout autre point attaché à ce trou de perçage définit comme point de perçage référent.

[0052] Selon un premier mode d'exécution représenté sur les figures 1 et 2, le dispositif d'acquisition de la position des trous de perçage est conçu de telle sorte que la caméra 53 voit la lentille en vision projetée. Dans ce mode d'exécution, les moyens d'éclairage 51, 52 et la caméra 53 sont répartis de part et d'autre du support de la lentille.

[0053] Comme représenté sur la figure 1, une plaque en verre dépoli 50 est disposée entre la caméra 53 et le support 55 de la lentille. La plaque en verre dépoli 50 est centrée sur l'axe A52 de la lentille de collimation 52 et s'étend dans le plan transversal à cet axe A52. La plaque en verre dépoli 50 permet de former l'ombre de l'ensemble de la lentille de référence 100 et en particulier l'ombre du trou de perçage référent 110 de la lentille. La face avant de cette plaque en verre dépoli 50 forme alors un plan d'acquisition P1 de l'image de la lentille de référence 100. Ce plan d'acquisition est parallèle au plan général de la lentille de référence 100.

Traitement d'image préliminaire

[0054] En référence à la figure 4 et par convention, le système de traitement 54 détermine, à partir de l'image du contour de la lentille de référence 100, un cadre rectangulaire 107 virtuel dont chacun des quatre bords passe par un seul point de l'image projetée du contour de la lentille de référence 100. Le contour considéré de la lentille de référence 100 consiste typiquement en l'une des arêtes avant 121 et arrière 122 du bord 120 de la lentille de référence 100, ou en une moyenne de ces deux arêtes, en correspondance avec la définition retenue pour le point de perçage référent. Dans l'exemple illustré, on considère l'image M121 de l'arête avant 121 du bord 120 de la lentille de référence 100 (qui est en l'espèce confondue avec l'image de l'arête avant de la lentille, mais qui pourrait être distincte comme exposé précédemment).

[0055] Deux bords du cadre 108, 109 (les bords les plus longs) sont, dans les conditions du porté, horizontaux et forment ainsi des lignes d'horizon. Le système de traitement calcule l'intersection des diagonales de ce cadre 107 qui constitue l'image projetée d'un centre géométrique du contour de la lentille de référence 100 appelé centre boxing CB.

[0056] Le système de traitement 54 opère par ailleurs, un traitement de l'image en ombre (ou projection) du trou de perçage référent 110 de la lentille de référence 100. Cette image représentée sur la partie inférieure de la figure 2 fait apparaître une figure d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110.

[0057] La figure d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110 comporte deux anneaux 40, 41, de forme sensiblement ovale, qui s'entrecroisent. Le premier anneau 40 est l'ombre projetée de l'embouchure 111 en face avant du trou de perçage référent 110, et le deuxième anneau 41 est l'ombre projetée de l'embouchure 112 en face arrière. La portion constituée par la superposition des deux anneaux 40, 41 est claire. En effet, cette portion est le résultat de la projection d'une portion du trou de perçage référent qui est traversée par les rayons lumineux sans rencontrer la matière de la lentille. A l'inverse, les portions non superposées des deux anneaux sont sombres du fait de la réflexion ou de la diffusion de ces rayons par la paroi latérale du trou de perçage.

[0058] On définit, en référence aux figures 2 et 4, plusieurs points du trou de perçage 110 de la lentille de référence 100 ainsi que les points projetés correspondants de la figure d'ensemble 90 de projection du trou de perçage référent 110. Le point 102 du trou de perçage référent 110 résulte de l'intersection entre, d'une part, un plan de coupe P3 et, d'autre part, la partie du contour de l'embouchure 111 en face avant 98 du trou de perçage référent 110 de la lentille de référence 100, située vers l'extérieur de cette lentille. De même, le point 101 est défini comme étant le point d'intersection du plan de coupe P3 de la lentille de référence 100 avec la partie du contour de l'embouchure 111 en face avant 98 de la lentille de référence, située vers l'intérieur de cette lentille. Les points 105 et 104 sont définis comme étant les points d'intersection du plan de coupe P3 avec la partie de l'embouchure 112 en face arrière 99 de la lentille de référence, située respectivement vers l'extérieur et vers l'intérieur de cette lentille.

[0059] Plusieurs définitions du plan de coupe sont possibles. Dans l'exemple illustré par les figures 4 et 5. Le plan de coupe P3 est le plan des figures 2 et 3. Il est défini comme :

- étant sensiblement perpendiculaire au plan général de la lentille de référence 100 ou, ce qui revient quasiment au même, parallèle à la direction d'éclairage ou de capture d'image D51, et
- passant par le centre C2 du trou de perçage référent 110. Ce plan de coupe P3 est le plan qui passe par le centre C2 du trou de perçage référent 110 et par le centre boxing CB de la lentille de référence 100.

[0060] Un autre exemple de définition du plan de coupe est envisagé plus loin.

[0061] Le système de traitement 54 opère à partir de l'image acquise en projection. A cet effet, comme représenté sur la partie inférieure de la figure 2, on définit une ligne d'ancrage référente D3 qui est la droite passant par les centres

des deux anneaux 40, 41 et qui est identifiée en tant que telle par le système de traitement 54. Cette ligne d'ancrage référente D3 correspond à la trace dans le plan d'acquisition P1 du plan de coupe P3 précédemment défini.

[0062] Les points M1 et M2 sont alors identifiés par le système de traitement 54 en tant que points d'intersection de la ligne d'ancrage référente D3 avec respectivement les parties droite (intérieure) et gauche (extérieure) de l'anneau 40 tel que représenté sur la figure 2. Ces points M1 et M2 sont les points image des points 101 et 102. De même, les points M4 et M5 sont identifiés par le système de traitement 54 en tant que points d'intersection de la droite D3 avec respectivement les parties droite (intérieure) et gauche (extérieure) du deuxième anneau 41. Ces points M4 et M5 sont les points image des points 104 et 105. On note XM1, XM2, XM4, XM5 les positions des points M1, M2, M4, M5 sur la droite D3.

[0063] Le système de traitement 54 identifie le point MO1 qui est situé à l'intersection de la ligne d'ancrage référente D3 avec l'image de contour M121 de la lentille de référence 100. Ce point MO1 est le projeté d'un point d'ancrage référent O1 qui est situé à l'intersection du plan de coupe P3 et de l'arête avant 121 de la lentille de référence 100. La droite D3 forme ainsi un repère linéaire dont l'origine est le point MO1.

[0064] En variante, comme le montre la figure 6, on peut substituer à la ligne d'ancrage référente D3 définie ci-dessus, une ligne d'ancrage référente D4 qui passe par le projeté MC2 du centre C2 du trou de perçage référent 110 et qui est horizontale en condition de portée, c'est-à-dire parallèle aux lignes d'horizon 108, 109 du cadre 107.

[0065] Cette droite D4 correspond à la trace dans le plan d'acquisition P1 d'un plan de coupe P4 défini comme :

- étant sensiblement perpendiculaire au plan général de la lentille de référence 100,
- parallèle à la ligne d'horizon de la lentille de référence et
- passant par le centre C2 du trou de perçage référent 110.

[0066] Le système de traitement identifie alors le point d'ancrage référent 04 de la lentille de référence 100 comme le point dont le projeté MO4 est situé à l'intersection d'une ligne d'ancrage référente D4 et de l'image de contour M121 de la lentille de référence 100.

Détermination de la distance en projection référente R1

[0067] Le point MC1 est le point image du centre C1, en projection dans le plan d'acquisition P1, dont on cherche à calculer la position XMC1 sur la droite D3. La position XMC1 du centre C1 permet alors de déterminer la distance R1 séparant le point MC1 de l'origine MO1 du repère linéaire. Cette distance R1 est appelée distance en projection référente.

[0068] Selon une première méthode, il est prévu de déterminer la position XM90 du centre M90 de la figure d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110 et d'en déduire la position de l'image MC1 du centre C1 de l'embouchure 111 en face avant 98 de ce trou de perçage.

[0069] Le système de traitement 54 comporte une interface utilisateur et un écran d'affichage (non représenté) qui affiche l'image d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110. Le système de traitement 54 est également conçu pour permettre l'affichage sur l'écran d'un anneau de repérage 60. Cet anneau présente des dimensions qui peuvent être modifiées par l'opérateur. Le système de traitement 54 est également conçu de telle sorte que cet anneau de repérage 60 soit déplaçable par l'opérateur sur l'écran d'affichage. Le déplacement de l'anneau de repérage 60 ainsi que les réglages de ses dimensions peuvent être obtenus à l'aide d'outils de commande intégrés dans l'interface-utilisateur du système de traitement 54.

[0070] L'opérateur dimensionne et centre l'anneau de repérage 60 sur l'image d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110. Pour le centrage de l'anneau de repérage 60 sur la figure d'ensemble 90, l'opérateur peut, par exemple comme illustré par la figure 2, superposer l'anneau de repérage 60 sur la figure d'ensemble 90 de telle sorte que l'anneau de repérage 60 passe par les milieux des segments M1M4 et M2M5. L'opticien peut alternativement prévoir d'ajuster la position et la dimension de l'anneau de repérage 60 pour le faire passer par les points M1 et M5 bordant la partie claire de la figure d'ensemble 90. Il peut encore ajuster la position et la dimension de l'anneau de repérage 60 pour le faire passer par les points M2 et M4 bordant la partie sombre de la figure d'ensemble 90.

[0071] Une fois l'anneau centré sur l'image de l'ombre du trou de perçage, le système de traitement 54 détecte automatiquement et mémorise la position du centre M60 de l'anneau de repérage 60. La position du centre M60 est associée par le système de traitement 54 à la position XM90 du centre M90 de la figure d'ensemble 90.

[0072] En variante, on peut prévoir que l'opérateur pointe sur l'écran, avec un outil intégré à l'interface utilisateur tel qu'une souris ou un stylet, le centre M60 de l'anneau de repérage 60 qui est alors mémorisé.

[0073] Le système de traitement 54 calcule la position XMC1, sur la droite D3, de l'image MC1 du centre C1 de l'embouchure avant du trou de perçage référent 110 à partir de la position du centre M90 de ladite figure d'ensemble 90 et en fonction de l'angle d'inclinaison ALPHA100 du trou de perçage référent 110 et de l'épaisseur E de la lentille. L'angle d'inclinaison ALPHA100 est l'angle formé entre la direction moyenne d'éclairage D51 et l'axe A110 du trou de perçage référent. L'angle ALPHA100 et l'épaisseur E de la lentille peuvent être mesurés par palpage de la lentille, par

exemple, ou être saisis manuellement par l'opérateur à l'aide d'une interface de saisie à l'écran prévue à cet effet. L'épaisseur considérée de la lentille peut être l'épaisseur locale de la lentille autour du trou de perçage référent ou l'épaisseur moyenne de la lentille.

[0074] Le calcul de la position XMC1 du centre C1, et donc de la distance R1, est le suivant :

$$XMC1 = XM90 - E/2 \,.\, \sin(ALPHA100).$$

[0075] Le système de traitement 54 associe alors ladite position calculée à la position recherchée du centre C1 de l'embouchure du trou de perçage référent 110 débouchant sur la face avant 98 de la lentille 100.

[0076] Le système calcule également la valeur du diamètre D du trou 110. Ce calcul dépend de la méthode de superposition de l'anneau de repérage 60 sur la figure d'ensemble 90 utilisée. Dans le cas où on superpose l'anneau de repérage 60 sur la figure d'ensemble 90 de telle sorte que l'anneau de repérage 60 passe par les milieux des segments M 1 M4 et M2M5, le diamètre D vaut :

$$D = DA / \cos(ALPHA100),$$

[0077] DA étant le diamètre de l'anneau de repérage 60.

[0078] Selon une variante de cette méthode d'acquisition, la détection du centre M60 de l'anneau de repérage 60 est effectuée de manière automatique par le système de traitement 54, qui est alors conçu pour superposer (avec centrage et dimensionnement adéquats) automatiquement l'anneau de repérage 60 sur l'image d'ensemble 90 du trou de perçage référent 110 et en déduire ainsi la position et le diamètre du centre M60 de cet anneau.

[0079] Il est également possible d'acquérir, selon d'autres variantes, la distance R1 en tenant compte des déviations prismatiques induites par la lentille de référence 100 (l'image du point 102 est déviée par la lentille de référence 100) ou encore à partir seulement des positions facilement repérables des points M1 et M2. De telles variantes de méthodes d'acquisition de la distance R1 sont plus précisément exposées dans la demande de brevet français FR 06/11124.

[0080] On peut également calculer l'angle ALPHA100 à partir des positions XM1 et XM4 des points M1 et M4 avec l'équation suivante, dans la configuration de mesure définie précédemment en vision projetée (figure 2) :

$$ALPHA100 = \arcsin(abs(XM1-XM4)/ E) = \arcsin(abs(XM5-XM3)/ E).$$

[0081] L'épaisseur E de la lentille peut être mesurée par exemple par palpage ou être fixée à une valeur moyenne d'environ 2 millimètres.

[0082] En résumé, à ce stade de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, la distance R1 séparant le projeté MO1 du point d'ancrage référent O1 de la lentille de référence 100 et le projeté MC1 du centre C1 de l'embouchure en face avant du trou de perçage référent 110 est connue. On connaît également l'angle ALPHA100 d'inclinaison de l'axe de perçage A110 du trou de perçage référent 110 par rapport à l'axe d'éclairage D51.

Calcul de la distance tridimensionnelle référente R2.

[0083] Comme illustré sur la partie inférieure de la figure 3, le système de traitement 54 procède ensuite au calcul d'une distance tridimensionnelle référente R2 séparant, dans l'espace et non plus en projection, le point d'ancrage référent O1 de la lentille de référence 100 et le centre C1 de l'embouchure en face avant du trou de perçage référent 110. Du fait du galbe de la lentille de référence 100, les distances R1 et R2 sont en effet différentes.

[0084] Le point d'ancrage référent O1, le centre C1 de l'embouchure en face avant du trou de perçage référent 110 et leurs projetés respectifs dans le plan d'acquisition P1 sont coplanaires (dans le plan radial P3 correspondant au plan de coupe de la partie inférieure de la figure 3).

[0085] L'axe A110 du trou de perçage référent 110 étant orthogonal au plan tangent à la face avant de la lentille de référence au point C1, l'angle ALPHA100 précédemment déterminé permet d'approximer la distance R2 au moyen du calcul suivant :

$$R2 = R1 / \cos(ALPHA100).$$

[0086] Cette distance tridimensionnelle référente R2 est alors celle qui, lorsqu'elle est reportée sur n'importe quelle

lentille de correction cible présentant un galbe identique ou différent du galbe de la lentille de référence 100, permet de déterminer la position à laquelle il faudra percer la lentille de correction de manière que le pontet ou la branche de la monture sélectionnée puisse s'accrocher sans difficulté sur cette lentille de correction.

[0087] Cette distance tridimensionnelle référente R2 doit toutefois être reportée en suivant la courbure de la face avant de la lentille de correction concernée. Il convient donc de tenir compte du galbe de la lentille de correction 200.

Détermination de la position du point de perçage cible C10

[0088] Comme illustré sur la partie supérieure de la figure 3, le système de traitement 54 procède ensuite à l'identification d'un point de perçage cible C10 sur la face avant 198 de la lentille de correction 200 auquel il faudra percer la lentille de correction 200. Ce point de perçage cible C10 correspond ici au centre de l'embouchure en face avant du trou de perçage cible 210 à réaliser sur la lentille de correction 200.

[0089] Préalablement à l'identification de la position de ce point de perçage cible C10, l'opticien procède au centrage de la lentille de correction 200. Ce centrage consiste à déterminer la position qu'occupera la lentille de correction sur la monture sélectionnée par le porteur, afin d'être convenablement centrée en regard de la pupille de l'oeil du porteur pour convenablement exercer la fonction optique pour laquelle elle a été conçue. Cette opération consiste donc à correctement positionner sur la lentille de correction 200 le contour final selon lequel elle devra être détourée. La géométrie de ce contour final est connue, puisque ce contour final est identique au contour acquis de la lentille de référence 100.

[0090] Concrètement pour ce centrage, l'opticien équipe dans un premier temps le porteur d'une monture de lunettes de référence identique à la monture choisie par le porteur et pourvue de lentilles de référence, puis il détermine sur chaque lentille de référence la position du point pupillaire disposé en regard de la pupille de l'oeil correspondant du porteur. Plus précisément, il mesure ou acquiert de manière classique deux paramètres liés à la morphologie du porteur, à savoir les demi-écarts inter-pupillaires définis comme les distances entre chacune des pupilles du porteur et le centre du nez, ainsi que les hauteurs de ses pupilles par rapport au contour. La connaissance de ces paramètres lui permet de situer la position du contour de la lentille de référence relativement au point pupillaire du porteur.

[0091] Puis, dans un second temps, l'opticien dispose la lentille de correction 200 dans un dispositif d'éclairage et d'acquisition d'image tel que par exemple celui décrit précédemment et représenté sur la figure 1. Il acquiert ainsi l'image de la lentille de correction 200 non détourée dans un plan de centrage correspondant au plan d'acquisition P1. Comme le montre la figure 5, cette lentille de correction 200 est munie de repères visibles 202, 203 effaçables qui apparaissent sur l'image acquise. Ici, la lentille de correction 200 présente en particulier un repère visible 203 qui correspond au point de centrage optique de la lentille de correction à positionner en regard de la pupille de l'oeil du porteur. Connaissant la position du point pupillaire par rapport au contour final 201, l'opticien superpose virtuellement le point pupillaire sur le point de centrage optique 203 de la lentille de correction 200 et positionne ainsi le contour final 201 sur la lentille de correction 200. Il réalise ce positionnement en orientant le contour final 201 par rapport à la lentille de correction 200 en fonction des prescriptions optiques du porteur (en fonction en particulier de l'axe de cylindre prescrit). Il détermine ainsi sur la lentille de correction 200 la position du contour final 201 selon lequel la lentille devra être détourée.

[0092] Le système de traitement 54 peut par conséquent mémoriser et afficher sur l'écran 50 l'image de la lentille de correction 200 non détourée ainsi que, superposée à cette image, l'image du contour final 201.

[0093] A ce stade, on dira d'un point de la lentille de correction 200 qu'il est l'homologue d'un point de la lentille de référence 100 si, d'une part, ces deux points sont disposés sur les faces optiques avants ou arrières correspondantes des deux lentilles, et si, d'autre part, lorsqu'on superpose virtuellement l'image du contour de la lentille de référence 100 et l'image du contour final de la lentille de correction 200, les images de ces deux points sont confondues.

[0094] Comme illustré par la figure 5, le système de traitement 54 définit, en projection sur le plan de centrage analogue au plan d'acquisition, et donc ici sensiblement parallèle au plan moyen de la lentille, une ligne d'ancrage cible D5 homologue de la ligne D3 associée à la lentille de référence 100. Cette ligne d'ancrage cible D5 est définie, dans l'exemple illustré par les figures 4 et 5, comme étant la droite :

- passant par le projeté dans le plan de centrage d'un centre optique 203 ou d'un centre géométrique (tel que le centre boxing) du contour final souhaité après détourage 221 de la lentille de correction cible 200 et
- passant par la projection MO2 du point 02 homologue du point O1 de la lentille de référence 100.

[0095] Le point 02 est donc en l'espèce situé sur la face avant de la lentille de correction cible 200 et sur son contour final 201.

[0096] En variante illustrée par les figures 6 et 7, comme indiqué précédemment, on définit la ligne d'ancrage référente comme la ligne qui est parallèle à la ligne d'horizon 108 ou 109 de la lentille de référence 100 et qui passe par la projection MO2 du point 02 homologue O1 de la lentille de référence 100. Dans ce cas le système de traitement 54 définit, en projection sur le plan de centrage, une ligne d'ancrage cible D6 homologue de la ligne D4 associée à la lentille

de référence 100. Cette ligne d'ancrage cible D6 est définie, dans l'exemple illustré par les figures 6 et 7, comme étant la droite :

- parallèle à la ligne d'horizon 202, 203 de la lentille de correction cible 200 et
- passant par la projection MO2 du point 02 homologue du point O1 de la lentille de référence 100.

[0097] On connaît alors la position du point d'ancrage cible 02 de la lentille de correction cible 200.

[0098] Les galbes des lentilles de référence 100 et de correction 200 n'étant pas identiques, le point C10 n'est pas l'homologue du point C1 au sens défini précédemment.

[0099] Selon une première méthode, pour calculer la position du point de perçage cible C10, on détermine une caractéristique du galbe global de la lentille de correction cible 200.

[0100] On peut procéder de différentes manières pour déterminer la caractéristique du galbe de la lentille de correction cible 200.

[0101] On peut typiquement définir, par rapport à la direction d'éclairage D51, l'angle ALPHA200 de l'axe A210 selon lequel la lentille de correction cible 200 devra être percée (cet angle est caractéristique du galbe de la lentille de correction cible 200 au point de perçage C10). Cet angle constitue alors ladite caractéristique du galbe recherchée.

[0102] A cet effet, sachant que la courbure de la lentille de correction cible 200 est continue et approximativement constante dans une zone locale de la face avant de cette lentille, une première méthode de détermination de cet angle ALPHA200 consiste à palper la face avant 198 de la lentille de correction cible 200 dans une zone locale estimée proche de la position que présentera le point de perçage C10 à positionner. Plus précisément, cette méthode consiste tout d'abord à définir un point approché C11 a priori situé à proximité du point de perçage C10. Ce point approché C11 est ici choisi comme étant le point homologue du point C1 de la lentille de référence 100. Puis, on procède au palpage de la face avant de la lentille de correction 200 en trois points distincts situés à moins de 10 millimètres du point approché C11. Le système de traitement 54 peut ainsi déterminer l'orientation du plan tangent à la face avant de la lentille de correction 200 au point approché C11. L'orientation de ce plan par rapport au plan d'acquisition P1 est sensiblement identique à l'orientation que présenterait le plan tangent à la face avant de la lentille de correction 200 au point de perçage C10 par rapport à ce même plan d'acquisition P1. L'angle d'inclinaison de ce plan tangent par rapport au plan d'acquisition P1 correspond à l'angle ALPHA200 qui peut ainsi être calculé avec précision.

[0103] Selon une seconde méthode de calcul de l'angle ALPHA200, on acquiert la courbure globale de l'une des faces optiques 198, 199, en l'espèce la face avant 198, de la lentille de correction cible 200, on identifie sur la face optique 198 un point approché C11 voisin du point de perçage cible C10 du trou de perçage cible 210, et on calcule, en fonction de ladite courbure globale et de la position du point approché C11, un angle d'inclinaison ALPHA200 de la face optique 198, 199 de la lentille de correction cible 200 au point approché C11 par rapport au plan de centrage analogue au plan d'acquisition P1. Le système de traitement 54 identifie le point approché C11 par exemple comme le point dont le projeté MC11 dans le plan de centrage présente une position homologue de celle du projeté MC1 du point de perçage référent C1 du trou de perçage référent 110 dans le plan d'acquisition P1.

[0104] En variante, l'angle ALPHA200 peut être déterminé autrement. Par exemple, l'opticien peut le mesurer manuellement sur la lentille puis le saisir à l'aide d'une interface de saisie à l'écran 50 prévue à cet effet.

[0105] En variante encore, l'angle ALPHA200 peut également être calculé par le système de traitement 54 à partir de la position calculée du point approché C11 et de la base de la lentille qui est généralement fournie à l'opticien par le fabricant de lentille et que l'opticien aura pris soin de saisir à l'aide de l'interface de saisie à l'écran. Dans ce cas, l'angle ALPHA 200 est calculé au moyen de la relation suivante :

$$\text{ALPHA200} = (R.B/(n-1)),$$

[0106] R étant la distance, projetée dans le plan d'acquisition P1, du centre C10 au centre géométrique du contour de la lentille de correction (obtenu par traitement d'image), B étant la base de la lentille, et n étant l'indice de la lentille. La base de la lentille peut être saisie manuellement par l'opérateur à l'aide d'une interface de saisie à l'écran, ou obtenue, par exemple, par un sphéromètre.

[0107] Quoi qu'il en soit, le système de traitement 54 peut alors calculer, au moyen d'une relation de trigonométrie, la distance en projection cible R3 devant séparer dans le plan de centrage analogue au plan d'acquisition P1 le projeté MC10 du point de perçage C10 et le projeté MO2 du point d'ancrage cible 02, pour que la distance tridimensionnelle cible R2 séparant le point d'ancrage cible 02 du point de perçage cible C10 soit égale à la distance R2. Ce calcul est le suivant :

$$R3 = R2 \cdot \cos(ALPHA200).$$

[0108] Connaissant la position du point d'ancrage cible 02 et la distance en projection cible R3 entre ce point d'ancrage cible 02 et le point de perçage C10, la projection de ce dernier dans le plan de centrage est parfaitement repérée.

[0109] En variante, le système de traitement peut calculer la position tridimensionnelle du point de perçage cible C10 en reportant sur la lentille de correction cible 200 la distance tridimensionnelle référente R2 à partir du point d'ancrage cible 02. Ce report est réalisé sensiblement suivant l'inclinaison locale de la face concernée (ici, la face avant) de la lentille de correction cible 200, c'est-à-dire sensiblement suivant une direction de report reliant le point d'ancrage cible 02 au point de perçage cible C10, comme illustré par la figure 3.

[0110] L'orientation de l'axe A210 du trou de perçage cible 210 étant également connue, une meuleuse ou une perceuse classique munie d'un forêt de perçage peut procéder au perçage du trou de perçage cible 210 dans la lentille de correction de sorte que cette lentille soit parfaitement montable sur la monture sans cercle sélectionnée par le futur porteur.

[0111] Si l'on souhaite percer la lentille de correction cible 200 depuis sa face arrière 199, le procédé est identique à celui exposé précédemment, à la différence près qu'il est nécessaire de définir les points d'ancrage O1 et O2 et les points de référence C1 et de perçage C10 comme appartenant à la face arrière 199 de la lentille de correction 200.

Détermination de la position d'un second trou de perçage associé au précédent

[0112] Certaines montures de lunettes diffèrent de celle précédemment étudiée en ce sens qu'elles nécessitent, pour la fixation d'une branche ou d'un pontet sur une lentille, deux trous de perçage. Dans ce cas, comme le montre la partie inférieure de la figure 8, la lentille de référence 100 comporte quatre trous de perçage référents, dont deux trous de perçage référents 110, 150 situés du côté de sa zone temporale et deux autres trous de perçage (non représentés) situés du côté de sa zone nasale. De manière analogue, la lentille de correction représentée sur la partie supérieure de la figure 8 est destinée à être percée de deux trous de perçage cibles 210, 250 du côté de sa zone temporale et de deux autres trous de perçage (non représentés) du côté de sa zone nasale.

[0113] Le procédé de détermination de la position des deux trous de perçage cibles 210, 250 de la lentille de correction 200 est similaire à celui précédemment exposé pour une lentille présentant deux trous de perçage.

[0114] Le système de traitement 54 détermine, sur la lentille de référence 100, d'une part, la distance R1 séparant, dans le plan d'acquisition P1, le projeté MO1 du point d'ancrage référent O1 et le projeté MC1 du centre C1 en face avant de l'embouchure du premier trou de perçage référent 110, et, d'autre part, la distance R4 séparant, dans le plan d'acquisition P1, le projeté MC1 du centre en face avant de l'embouchure du premier trou de perçage référent 110 et le projeté MC5 du centre en face avant de l'embouchure du second trou de perçage référent 150.

[0115] La méthode pour déterminer la distance R1 est strictement identique à celle exposée précédemment avec les mêmes références pour une lentille à deux trous de perçage isolés l'un de l'autre. La méthode pour déterminer la distance R4 diffère de celle-ci en ce que le point d'ancrage référent à partir duquel est mesurée la distance R4 correspond au projeté MC1 du centre C1 du premier trou de perçage référent 110. La technique est sinon identique et ne sera pas décrite plus en détail. Elle permet par ailleurs d'acquérir l'angle ALPHA150 entre la direction d'éclairage D51 et l'axe A150 du second trou de perçage référent 150. En variante, le calcul de cet angle peut être évité en faisant l'approximation que les angles ALPHA100 et ALPHA150 sont égaux.

[0116] Le système de traitement 54 procède ensuite au calcul, d'une part, de la distance R2 séparant le point d'ancrage référent O1 de la lentille de référence 100 et le centre C1 de l'embouchure en face avant du premier trou de perçage référent 110, et, d'autre part, la distance R5 séparant les centres C1 et C5 des embouchures en face avant des premier et second trous de perçage référents 110, 150.

[0117] La méthode pour déterminer la distance R1 est strictement identique à celle exposée précédemment avec les mêmes références. L'axe A150 du trou de perçage référent 150 étant orthogonal au plan tangent à la face avant de la lentille de référence au point C5, l'angle ALPHA150 précédemment déterminé permet d'approximer la distance R5 au moyen du calcul suivant :

$$R5 = R4 / \cos(ALPHA150).$$

[0118] Comme illustré sur la partie supérieure de la figure 8, le système de traitement 54 procède à l'identification, sur la face avant 198 de la lentille de correction cible 200, des points de perçage cibles C10, C15 auxquels il conviendra de percer la lentille de correction 200.

[0119] L'identification du point de perçage C10 est ici également réalisée selon un procédé identique à celui exposé pour une lentille à deux trous de perçage.

[0120] L'identification du point de perçage C15 est quant à elle réalisée en prenant le point de perçage C10 comme point d'ancrage cible de la lentille de correction cible 200. L'objectif de cette identification est de déterminer dans le plan d'acquisition P1 la position du projeté MC15 du point de perçage C15.

[0121] On connaît la position angulaire du point de perçage C15 et de son projeté MC15 autour de l'axe A52 de la lentille de correction 200 puisqu'ils appartiennent tous deux au plan radial P4 considéré. Reste à déterminer la distance R6 séparant, dans le plan d'acquisition P1, le projeté MC10 du point de perçage C10 et le projeté MC15 du point de perçage C15.

[0122] Il faut pour cela définir, par rapport à la direction d'éclairage D51, l'angle ALPHA250 de l'axe A250 selon lequel la lentille devra être percée du second trou de perçage cible 250. La détermination de cet angle peut être réalisée d'une manière analogue à l'une de celles présentées pour déterminer l'angle ALPHA200. En variante, il est également possible de faire l'approximation que, les deux points de perçage cibles 210, 250 étant adjacents, les angles ALPHA200 et ALPHA250 sont égaux.

[0123] Le système de traitement 54 calcule alors, au moyen d'une relation de trigonométrie, la distance R6 devant séparer dans le plan d'acquisition P1 le projeté MC15 du point de perçage C15 et le projeté MC10 du point de perçage C10, pour que la distance dans l'espace séparant le point de perçage C10 et le point de perçage C15 soit égale à la distance R5. Ce calcul est le suivant :

$$R6 = R5 \,.\, \cos(ALPHA250).$$

[0124] Connaissant la position angulaire des points de perçage C10, C15 autour de l'axe A52 de la lentille de correction 200, ainsi que les distances R3 et R6, les points de perçage C10 et C15 sont parfaitement repérés dans le plan d'acquisition P1. Les orientations des axes A210 et A250 des trous de perçage cibles 210, 250 étant également connues, une meuleuse ou une perceuse classique munie d'un foret de perçage peut procéder au perçage des trous de perçage cible 210, 250 dans la lentille de correction 200 de sorte que cette lentille soit parfaitement montable sur la monture sans cercle sélectionnée par le futur porteur.

Variante de réalisation du dispositif d'acquisition d'image

[0125] Selon un autre mode de réalisation illustré par la figure 9, la lentille de référence 100 est vue par la caméra 53 en vision directe. La caméra 53 est agencée de telle sorte que l'axe optique de son objectif soit parallèle avec la direction d'éclairement et que le centre optique de son objectif soit situé au foyer 51 de la lentille de collimation 52. Un ensemble de rétro-éclairage, composé d'une matrice de sources lumineuses telles que des LEDs 56 et d'une plaque de diffusion 57, est disposé du côté de la plaque support 55 opposé à la lentille 100.

[0126] La caméra 53 voit alors directement, c'est-à-dire sans écran de projection intermédiaire, la lentille de référence 100 en face avant.

[0127] Comme précédemment, l'objectif de la caméra acquiert l'image de la lentille dans un plan d'acquisition orthogonal à la direction de capture d'image A52. Ce plan d'acquisition n'est pas ici identifiable sur la structure du dispositif. Il correspond ici au plan image P2 de la lentille de collimation 52. C'est en effet dans ce plan image P2 que se forme une image nette de la lentille de référence 100 vue par la lentille de collimation 52.

[0128] Les différents modes de réalisation décrits précédemment mis en oeuvre en vision projetée pour le calcul de la position de l'embouchure en face avant ou arrière du trou de perçage peuvent être mis en oeuvre en vision directe.

[0129] De manière plus générale, la position exacte XMC1 du centre de l'embouchure en face avant est aisément obtenue puisqu'il n'y a pas de déviation des rayons lumineux par la lentille.

[0130] La base de la lentille peut être saisie manuellement par l'opérateur à l'aide d'une interface de saisie à l'écran, ou obtenue, par exemple, par un sphéromètre.

Revendications

1. Procédé de détermination de la position d'un trou de perçage cible (210 ; 250) à réaliser sur une lentille de correction cible (200) ayant un contour cible (220) prévu après détourage, à partir d'une lentille de référence (100) qui présente un contour référent (120) et au moins un trou de perçage référent (110 ; 150), comportant les étapes suivantes :

   - acquérir une image de la lentille de référence (100), avec en particulier une image de son contour référent

(120) et une image de son trou de perçage référent (110 ; 150) dans un plan d'acquisition (P1 ; P2) ;
- en déduire la position d'un point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250) de la lentille de correction cible (200) par rapport au contour cible (220),
caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- acquérir au moins une caractéristique du galbe (ALPHA100 ; ALPHA150) de la lentille de référence (100) ;
- déterminer, dans le plan d'acquisition (P1 ; P2), la distance en projection référente (R1 ; R4) entre le projeté (MO1 MC1) d'un point d'ancrage référent (O1 C1) de la lentille de référence (100) associé au contour référent (120) et le projeté (MC1 ; MC5) d'un point de perçage référent (C1 ; C5) du trou de perçage référent (110 ; 150) ;
- calculer la distance tridimensionnelle référente (R2 ; R5) entre le point d'ancrage référent (O1 C1) de la lentille de référence (100) et le point de perçage référent (C1 ; C5) du trou de perçage référent (110 ; 150) en fonction de ladite caractéristique du galbe (ALPHA100 ; ALPHA150) de la lentille de référence (100) et de la distance en projection référente (R1 ; R4) déterminée ;
- déterminer la position du point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250) de la lentille de correction cible (200) en fonction de la distance tridimensionnelle référente (R2 ; R5) calculée.

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, pour déterminer la position du point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250), on identifie un point d'ancrage cible (02 ; C10) de la lentille de correction cible (200) homologue du point d'ancrage référent (O1 C1) de la lentille de référence (100) et on calcule la position du point de perçage cible (C10 ; C15) en fonction de ce point d'ancrage cible (O2 ; C10) et de la distance tridimensionnelle référente (R2 ; R5).

3. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le point d'ancrage référent (O1; C1) et le point de perçage référent (C1 ; C5) appartiennent à une même face référente de la lentille de référence (100), et le point d'ancrage cible (02 ; C10) et le point de perçage cible (C10 ; C15) appartiennent à une même face cible de la lentille de correction cible (200), ladite face référente et ladite face cible se correspondant.

4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel, pour calculer la position du point de perçage cible (C10 ; C15), on reporte sur la lentille de correction cible (200) la distance tridimensionnelle référente (R2 ; R5) à partir dudit point d'ancrage cible (02 ; C10), sensiblement suivant une direction de report reliant le point d'ancrage cible (02 ; C10) au point de perçage cible (C10 ; C15).

5. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel, pour calculer la position du point de perçage cible (C10 ; C15), on détermine au moins une caractéristique du galbe (ALPHA200 ; ALPHA250) de la lentille de correction cible (200) et on calcule la distance en projection cible (R3 ; R6), dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition (P1 ; P2), entre le projeté (MC10 ; MC15) du point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250) de la lentille de correction cible (200) et le projeté (MO2 ; MC10) du point d'ancrage cible (02 ; C10) de cette lentille de correction cible (200), en fonction de la distance tridimensionnelle référente (R2 ; R5) et de la caractéristique du galbe (ALPHA200 ; ALPHA250) de la lentille de correction cible (200).

6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, pour déterminer ladite caractéristique du galbe (ALPHA200 ; ALPHA250) de la lentille de correction cible (200), on identifie sur l'une des faces optiques (198, 199) de la lentille de correction cible (200) un point approché (C11) voisin du point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250), on palpe ladite face optique (198, 199) de la lentille de correction cible (200) en au moins trois points situés au voisinage du point approché (C11), et on en déduit un angle d'inclinaison (ALPHA200 ; ALPHA250) de ladite face optique (198, 199) de la lentille de correction (200) au point approché (C11) par rapport au plan de centrage (P1), cet angle constituant alors ladite caractéristique du galbe recherchée.

7. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, pour déterminer ladite caractéristique du galbe (ALPHA200 ; ALPHA250) de la lentille de correction cible (200), on acquiert la courbure globale de l'une des faces optiques (198, 199) de la lentille de correction cible (200), on identifie sur l'une des faces optiques (198, 199) de la lentille de correction cible (200) un point approché (C11) voisin du point de perçage cible (C10 ; C15) du trou de perçage cible (210 ; 250), et on calcule, en fonction de ladite courbure globale et de la position du point approché (C11), un angle d'inclinaison (ALPHA200 ; ALPHA250) de ladite face optique (198, 199) de la lentille de correction cible (200) au point approché (C11) par rapport au plan de centrage (P1), cet angle constituant alors ladite caractéristique du galbe recherchée.

8. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, l'image de la lentille de correction cible (200) étant acquise dans le plan de centrage (P1), on identifie le point approché (C11) comme le point dont le projeté (MC11) dans le

plan de centrage (P1) présente une position homologue de celle du projeté (MC1 ; MC5) du point de perçage référent (C1 ; C5) du trou de perçage référent (110 ; 150) dans le plan d'acquisition (P1).

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel on identifie le point d'ancrage référent (O1) de la lentille de référence (100) comme le point dont le projeté (MO1) dans le plan d'acquisition est situé à l'intersection, d'une part, d'une ligne de contour projetée (M121) résultant de la projection de l'une (121) des arêtes avant et arrière (121, 122) du bord (120) de la lentille de référence (100) ou d'une moyenne de ces arêtes, et, d'autre part, d'une ligne d'ancrage référente (D3, D4) passant par le projeté (MC1) du point de perçage référent (C1) du trou de perçage référent (110).

10. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel ladite ligne d'ancrage référente (D3) passe par le projeté (CB) d'un centre géométrique (CB) de la lentille de référence (100) ou qui est parallèle à une ligne d'horizon (108, 109) de la lentille de référence (100).

11. Procédé selon l'une des revendications 9 et 10 prise en dépendance de la revendication 2, dans lequel on identifie le point d'ancrage cible (02) de la lentille de correction cible (200) comme le point dont le projeté (MO2), dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition (P1 ; P2), présente une position homologue de celle du projeté (MO1) du point d'ancrage référent (O1) de la lentille de référence (100) dans le plan d'acquisition (P1).

12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11 prise en dépendance de la revendication 2, dans lequel, pour déterminer la position du point de perçage cible (C10 ; C15), on considère que le projeté (MC10 ; MC15) de ce point dans un plan de centrage analogue au plan d'acquisition (P1 ; P2) appartient à une ligne d'ancrage cible (D5 ; D6) homologue de la ligne d'ancrage référente (D3 ; D4).

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel, la lentille de référence (100) comportant deux trous de perçage référents (110, 150) adjacents, conçus pour maintenir une même branche ou un même pontet nasal d'une monture, dont un premier trou de perçage référent (110) et un second trou de perçage référent (150), la lentille de correction cible (200) présentant deux trous de perçage cibles (210, 250) à réaliser, dont un premier trou de perçage cible (210) qui correspond au premier trou de perçage référent (110) de la lentille de référence (100) et dont la position est déjà identifiée et un second trou de perçage cible (250), le point d'ancrage référent de la lentille de référence (100) est, pour la détermination du second trou de perçage cible (250), constitué par le point de perçage référent (C1) du premier trou de perçage référent (110).

14. Procédé selon la revendication précédente, prise dans sa dépendance avec la revendication 2, dans lequel le point d'ancrage cible de la lentille de correction cible (200) est constitué par le point de perçage cible (C10) du premier trou de perçage cible (210).

Claims

1. A method of determining the position of a target drill hole (210; 250) to be drilled in a target corrective lens (200) having an expected target outline (220) after shaping, the position being determined from a reference lens (100) that presents a reference outline (120) and at least one reference drill hole (110; 150), the method comprising the following steps:

- acquiring an image of the reference lens (100) in an acquisition plane (P1; P2), in particular including an image of its reference outline (120) and an image of its reference drill hole (110; 150);
- deducing therefrom the position relative to the target outline (220) of a target drilling point (C10; C15) for the target drill hole (210; 250) of the target corrective lens (200);

the method being **characterized in that** it further comprises the following steps:

- acquiring at least one characteristic (ALPHA100; ALPHA150) of the curvature of the reference lens (100);
- determining, in the acquisition plane (P1; P2), the reference distance in projection (R1; R4) between the projection (MO1; MC1) of a reference anchor point (O1; C1) of the reference lens (100), this reference anchor point being associated with the reference outline (120), and the projection (MC1; MC5) of a reference drilling point (C1; C5) of the reference drill hole (110; 150);
- calculating the three-dimensional reference distance (R2; R5) between the reference anchor point (O1; C1) of the reference lens (100) and the reference drilling point (C1; C5) of the reference drill hole (110; 150) as a function of said characteristic (ALPHA100; ALPHA150) of the curvature of the reference lens (100) and of the

determined reference distance in projection (R1; R4); and
- determining the position of the target drilling point (C10; C15) for the target drill hole (210; 250) of the target corrective lens (200) as a function of the calculated three-dimensional reference distance (R2; R5).

2. A method according to the preceding claim, wherein, in order to determine the position of the target drilling point (C10; C15) for the target drill hole (210; 250), a target anchor point (02; C10) of the target corrective lens (200) homologous to the reference anchor point (O1; C1) of the reference lens (100) is identified, and the position of the target drilling point (C10 C15) is calculated as a function of the target anchor point (02; C10) and of the three-dimensional reference distance (R2; R5).

3. A method according to the preceding claim, wherein the reference anchor point (O1; C1) and the reference drilling point (C1; C5) belong to a single reference face of the reference lens (100), and the target anchor point (02; C10) and the target drilling point (C10; C15) belong to a single target face of the target corrective lens (200), said reference face and said target face corresponding to each other.

4. A method according to any one of claims 2 and 3, wherein, in order to calculate the position of the target drilling point (C10; C15), the three-dimensional reference distance (R2; R5) is transferred onto the target corrective lens (200), starting from said target anchor point (02; C10), substantially along a transfer direction linking the target anchor point (02; C10) to the target drilling point (C10; C15).

5. A method according to any one of claims 2 and 3, wherein, in order to calculate the position of the target drilling point (C10; C15), at least one characteristic (ALPHA200; ALPHA250) of the curvature of the target corrective lens (200) is determined and the target distance in projection (R3; R6) is calculated, in a centering plane that is analogous with the acquisition plane (P1; P2), between the projection (MC10; MC15) of the target drilling point (C10; C15) for the target drill hole (210; 250) of the target corrective lens (200) and the projection (MO2; MC10) of the target anchor point (02; C10) of the target corrective lens (200), as a function of the three-dimensional reference distance (R2; R5) and of the characteristics (ALPHA200; ALPHA250) of the curvature of the target corrective lens (200).

6. A method according to the preceding claim, wherein, in order to determine said characteristic (ALPHA200; ALPHA250) of the curvature of the target corrective lens (200), an approximate point (C11) near to the target drilling point (C10; C15) of the target drill hole (210; 250) is identified on one of the optical faces (198, 199) of the target corrective lens (200), said optical face (198, 199) of the target corrective lens (200) is sensed by feeling at at least three points situated in the neighborhood of the approximate point (C11), and therefrom there is deduced an angle of inclination (ALPHA200; ALPHA250), relative to the centering plane (P1), of said optical face (198, 199) of the corrective lens (200) at said approximate point (C11), said angle thus constituting said looked-for characteristic of the curvature.

7. A method according to claim 5, wherein, in order to determine said characteristic (ALPHA200; ALPHA250) of the curvature of the target corrective lens (200), the overall curvature of one of the optical faces (198, 199) of the target corrective lens (200) is acquired, an approximate point (C11) near to the target drilling point (C10; C15) of the target drill hole (210; 250) is identified on one of the optical faces (198, 199) of the target corrective lens (200), and an angle of inclination (ALPHA200; ALPHA250) relative to the centering plane (P1) is calculated for said optical face (198, 199) of the target corrective lens (200) at the approximate point (C11) as a function of said overall curvature and of the position of the approximate point (C11), said angle thus constituting said looked-for characteristic of the curvature.

8. A method according to the preceding claim, wherein, for the image of the target corrective lens (200) being acquired in the centering plane (P1), the approximate point (C11) is identified as the point having its projection (MC11) in the centering plane (P1) presenting a position that is homologous to the position of the projection (MC1; MC5) of the reference drilling point (C1; C5) of the reference drill hole (110; 150) in the acquisition plane (P1).

9. A method according to any preceding claim, wherein the reference anchor point (O1) of the reference lens (100) is identified as the point having its projection (MO1) in the acquisition plane situated at the intersection between, firstly, a projected outline (M121) resulting from the projection of one of the front and rear edges (121, 122) of the edge face (120) of the reference lens (100) or of an average of these edges, and, secondly, a reference anchor line (D3, D4) passing through the projection (MC1) of the reference drilling point (C1) of the reference drill hole (110).

10. A method according to the preceding claim, wherein said reference anchor line (D3) passes through the projection

(CB) of a geometrical center (CB) of the reference lens (100) or is parallel to the horizon lines (108, 109) of the reference lens (100).

11. A method according to any one of claims 9 and 10 as dependent on claim 2, wherein the target anchor point (02) of the target corrective lens (200) is identified as the point, that has its projection (M02) in a centering plane analogous to the acquisition plane (P1; P2), that presents a position homologous to the position of the projection (MO1) of the reference anchor point (O1) of the reference lens (100) in the acquisition plane (P1).

12. A method according to any one of claims 9 and 11 as dependent on claim 2, wherein, in order to determine the position of the target drilling point (C10; C15), it is considered that the projection (MC10; MC15) of said point in a centering plane that is analogous to the acquisition plane (P1; P2) belongs to a target anchor line (D5; D6) homologous to the reference anchor line (D3; D4).

13. A method according to any one of claims 1 to 8, wherein, for a reference lens (100) including two adjacent reference drill holes (110, 150) designed to hold a single temple or a single nose bridge of a frame, namely a first reference drill hole (110) and a second reference drill hole (150), and for a target corrective lens (200) presenting two target holes (210, 250) to be drilled, namely a first target drill hole (210) corresponding to the first reference drill hole (110) of the reference lens (100) and of position that is already identified, and a second target drill hole (250), the reference anchor point of the reference lens (100) for determining the second target drill hole (250) is constituted by the reference drilling point (C1) of the first reference drill hole (110).

14. A method according to the preceding claim as dependent on claim 2, wherein the target anchor point of the target corrective lens (200) is constituted by the target drilling point (C10) of the first target drill hole (210).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Position eines in einem Zielbrillenglas (200) mit einer nach dem Zuschneiden vorgesehenen Zielkontur (220) zu erzeugenden Zielbohrlochs (210,250), ausgehend von einem Referenzbrillenglas (100) mit einer Referenzkontur (120) und mindestens einem Referenzbohrloch (110, 150), das folgende Arbeitsschritte umfasst:

- Erfassen eines Bildes des Referenzbrillenglases (100) mit insbesondere einem Bild seiner Referenzkontur (120) und einem Bild seines Referenzbohrloches (110, 150) in einer Erfassungsebene (P1,P2);
- Ableiten der Position eines Zielbohrpunktes (C10,C15) für das Zielbohrloch (210, 250) des Zielbrillenglases (200) in Bezug zur Zielkontur (220),

dadurch gekennzeichnet, dass es folgende Arbeitsschritte umfasst:

- Erfassen von mindestens einem Merkmal der Wölbung (ALPHA100; ALPHA150) des Referenzbrillenglases (100);
- Bestimmen in der Erfassungsebene (P1; P2) der Referenzdistanzprojektion (R1; R4) zwischen der Projektion (MO1 MC1) eines Referenzverankerungspunktes (O1 C1) des Referenzbrillenglases (100) in Verbindung mit der Referenzkontur (120) und der Projektion (MC1, MC5) eines Referenzbohrpunktes (C1,C5) des Referenzbohrloches (110,150);
- Berechnen der dreidimensionalen Referenzdistanz (R2,R5) zwischen dem Referenzverankerungspunkt (O1,C1) des Referenzbrillenglases (100) und dem Referenzbohrpunkt (C1,C5) des Referenzbohrloches (110,150) in Abhängigkeit des besagten Merkmals der Wölbung (ALPHA100, ALPHA150) des Referenzbrillenglases (100) und der bestimmten Referenzdistanzprojektion (R1,R4);
- Bestimmen der Position des Zielbohrpunktes (C10, C15) für das Zielbohrloch (210, 250) des Zielbrillenglases (200) in Abhängigkeit der berechneten dreidimensionalen Referenzdistanz (R2, R5).

2. Verfahren nach dem vorausgehenden Anspruch, bei dem man zum Bestimmen der Position des Zielbohrpunktes (C10, C15) für das Zielbohrloch (210, 250) einen Zielverankerungspunkt (O2,C10) des Zielbrillenglases (200) identifiziert, der zum Referenzverankerungspunkt (O1, C1) des Referenzbrillenglases (100) homolog ist und man die Position des Zielbohrpunktes (C10,C15) in Abhängigkeit dieses Zielverankerungspunktes (O2,C10) und der dreidimensionalen Referenzdistanz (R2,R5) berechnet.

3. Verfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem der Referenzverankerungspunkt (O1,C1) und der Referenzbohrpunkt (C1,C5) derselben Referenzseite des Referenzbrillenglases (100) angehören und der Zielverankerungs-

punkt (02, C10) und der Zielbohrpunkt (C10, C15) derselben Zielseite des Zielbrillenglases (200) angehören, wobei sich die besagte Referenzseite und die besagte Zielseite entsprechen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, bei dem man zum Berechnen der Position des Zielbohrpunktes (C10, C15) ausgehend vom Zielverankerungspunkt (O2,C10) auf das Zielbrillenglas (200) die dreidimensionale Referenzdistanz (R2,R5) überträgt, indem man im Wesentlichen eine Übertragungsrichtung verfolgt, die den Zielverankerungspunkt (02, C10) mit dem Zielbohrpunkt (C10,C15) verbindet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, bei dem man zum Berechnen der Position des Zielbohrpunktes (C10,C15) mindestens ein Merkmal der Wölbung (ALPHA200, ALPHA250) des Zielbrillenglases (200) bestimmt und man die Zielprojektionsdistanz (R3,R6) in einer zur Erfassungsebene (P1,P2) analogen Zentrierebene berechnet, zwischen der Projektion (MC10,MC15) des Zielbohrpunktes (C10,C15) für das Zielbohrloch (210,250) des Zielbrillenglases (200) und der Projektion (MO2, MC10) des Zielverankerungspunktes (O2,C10) dieses Zielbrillenglases (200), in Abhängigkeit der dreidimensionalen Referenzdistanz (R2, R5) und des Merkmals der Wölbung (ALPHA200,ALPHA250) des Zielbrillenglases (200).

6. Verfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem man zum Bestimmen des Merkmals der Wölbung (ALPHA200,ALPHA250) des Zielbrillenglases (200) auf einer der Optikseiten (198, 199) des Zielbrillenglases (200) einen Annäherungspunkt (C11) in der Nähe des Zielbohrpunktes (C10,C15) für das Zielbohrloch (210,250) identifiziert, die Optikseite (198,199) des Zielbrillenglases (200) an mindestens drei Punkten in der Nähe des Annäherungspunktes (C11) abtastet, wovon ein Neigungswinkel (ALPHA200,ALPHA250) der Optikseite (198,199) des Brillenglases (200) am Näherungspunkt (C11) in Bezug zur Zentrierebene (P1) abgeleitet wird, wobei dieser Winkel das Merkmal der gesuchten Wölbung bildet.

7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem man zum Bestimmen des Merkmals der Wölbung (ALPHA200, ALPHA250) des Zielbrillenglases (200) die globale Krümmung einer der Optikseiten (198,199) des Zielbrillenglases (200) erfasst, man anschließend auf einer der Optikseiten (198,199) des Zielbrillenglases (200) einen Annäherungspunkt (C11) in der Nähe des Zielbohrpunktes (C10,C15) für das Zielbohrloch (210,250) identifiziert und in Abhängigkeit der globalen Krümmung und der Position des Annäherungspunktes (C11) einen Neigungswinkel (ALPHA200,ALPHA250) der Optikseite (198,199) des Zielbrillenglases (200) am Annäherungspunkt (C11) in Bezug zur Zentrierebene (P1) berechnet, wobei dieser Winkel das Merkmal der gesuchten Wölbung darstellt.

8. Verfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem das Bild des Zielbrillenglases (200) auf der Zentrierebene (P1) erfasst wird und man den Annäherungspunkt (C11) als den Punkt identifiziert, dessen Projektion (MC11) auf der Zentrierebene (P1) eine homologe Position zur Position der Projektion (MC1,MC5) des Referenzbohrpunktes (C1,C5) für das Referenzbohrloch (110,150) auf der Erfassungsebene (P1) hat.

9. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem man den Referenzverankerungspunkt (O1) des Referenzbrillenglases (100) als den Punkt identifiziert, dessen Projektion (MO1) auf der Erfassungsebene sich am Schnittpunkt zwischen einer projizierten Konturlinie (M121), die auf die Projektion einer (121) der vorderen und hinteren Kanten (121,122) des Randes (120) der Referenzbrille (100) oder eines Durchschnitts dieser Kanten zurückgeht, und einer Referenzverankerungslinie (D3,D4), die durch die Projektion (MC1) des Referenzbohrpunktes (C1) für das Referenzbohrloch (110) führt, befindet.

10. Verfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem die Referenzverankerungslinie (D3) durch die Projektion (CB) eines Geometriezentrums (CB) des Referenzbrillenglases (100) führt oder die zur Horizontlinie (108,109) des Referenzbrillenglases (100) parallel ist.

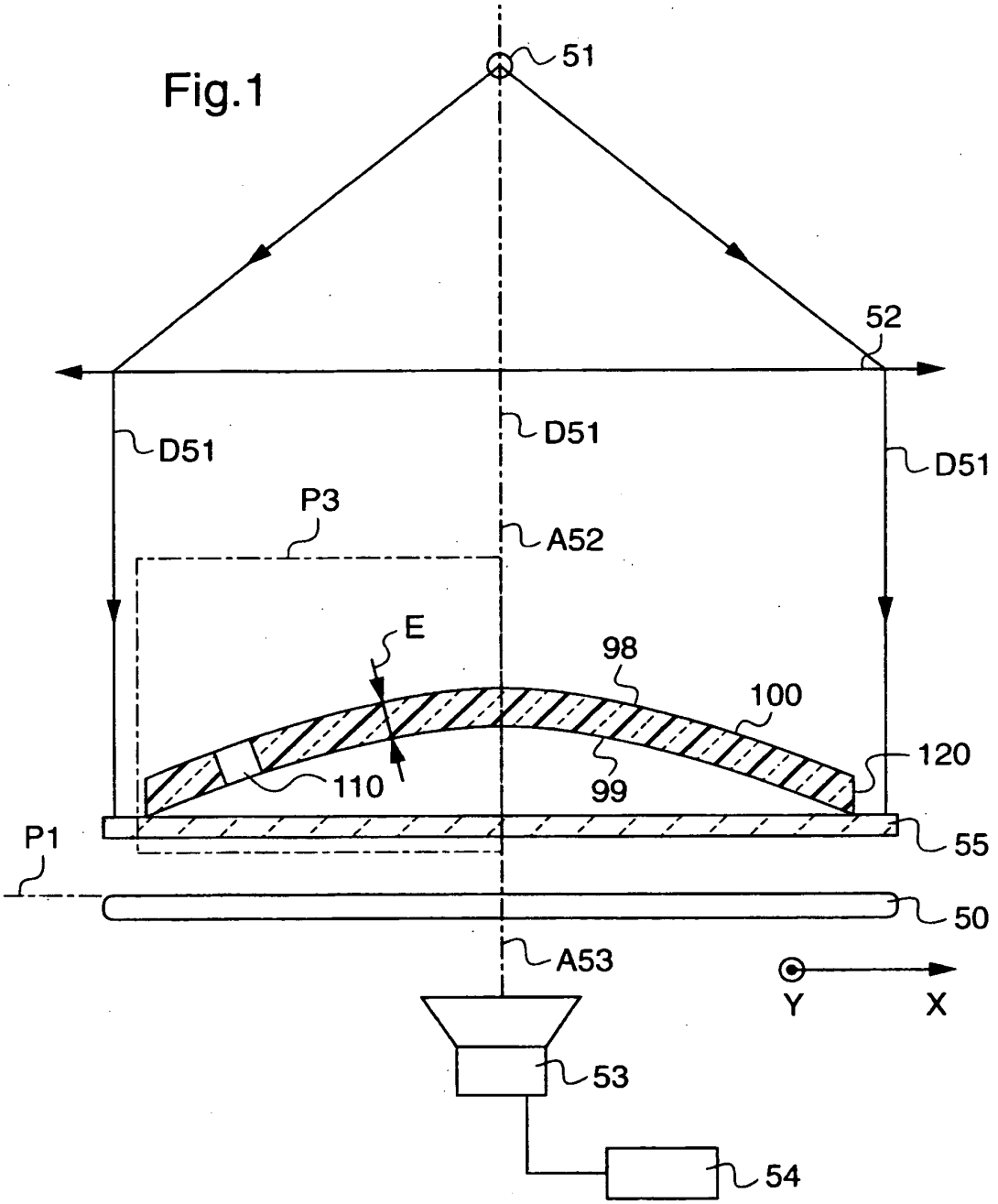
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 und 10 in Abhängigkeit des Anspruches 2, bei dem man den Zielverankerungspunkt (02) des Zielbrillenglases (200) als den Punkt identifiziert, dessen Projektion (MO2) in einer zur Erfassungsebene (P1,P2) analogen Zentrierebene eine homologe Position wie die Position der Projektion (M01) des Referenzverankerungspunktes (O1) des Referenzbrillenglases (100) in der Erfassungsebene (P1) bildet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11 in Abhängigkeit des Anspruches 2, bei dem man zum Bestimmen der Position des Zielbohrpunktes (C10,C15) davon ausgeht, dass die Projektion (MC10,MC15) dieses Punktes in einer zur Erfassungsebene (P1,P2) analogen Erfassungsebene einer Zielverankerungslinie (D5,D6) angehört, die zur Referenzverankerungslinie (D3, D4) homolog ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das Referenzbrillenglas (100) zwei angrenzende Referenzbohrlöcher (110,150) umfasst, die dazu bestimmt sind, einen selben Bügel oder einen selben Nasensteg einer Brillenfassung zu halten, mit einem ersten Referenzbohrloch (110) und einem zweiten Referenzbohrloch (150), wobei das Zielbrillenglas (200) zwei zu realisierende Zielbohrlöcher (210,250) aufweist, darunter ein erstes Zielbohrloch (210), das dem ersten Referenzbohrloch (110) des Referenzbrillenglases (100) entspricht und dessen Position bereits identifiziert ist und ein zweites Zielbohrloch (250), wobei der Referenzverankerungspunkt des Referenzbrillenglases (100) zum Bestimmen des zweiten Zielbohrloches (250) durch den Referenzbohrpunkt (C1) des ersten Referenzbohrloches (110) gebildet wird.

14. Verfahren nach vorausgehendem Anspruch in Abhängigkeit von Anspruch 2, bei dem der Zielverankerungspunkt des Zielbrillenglases (200) aus dem Zielbohrpunkt (C10) des ersten Zielbohrlochs (210) besteht.

Fig.1



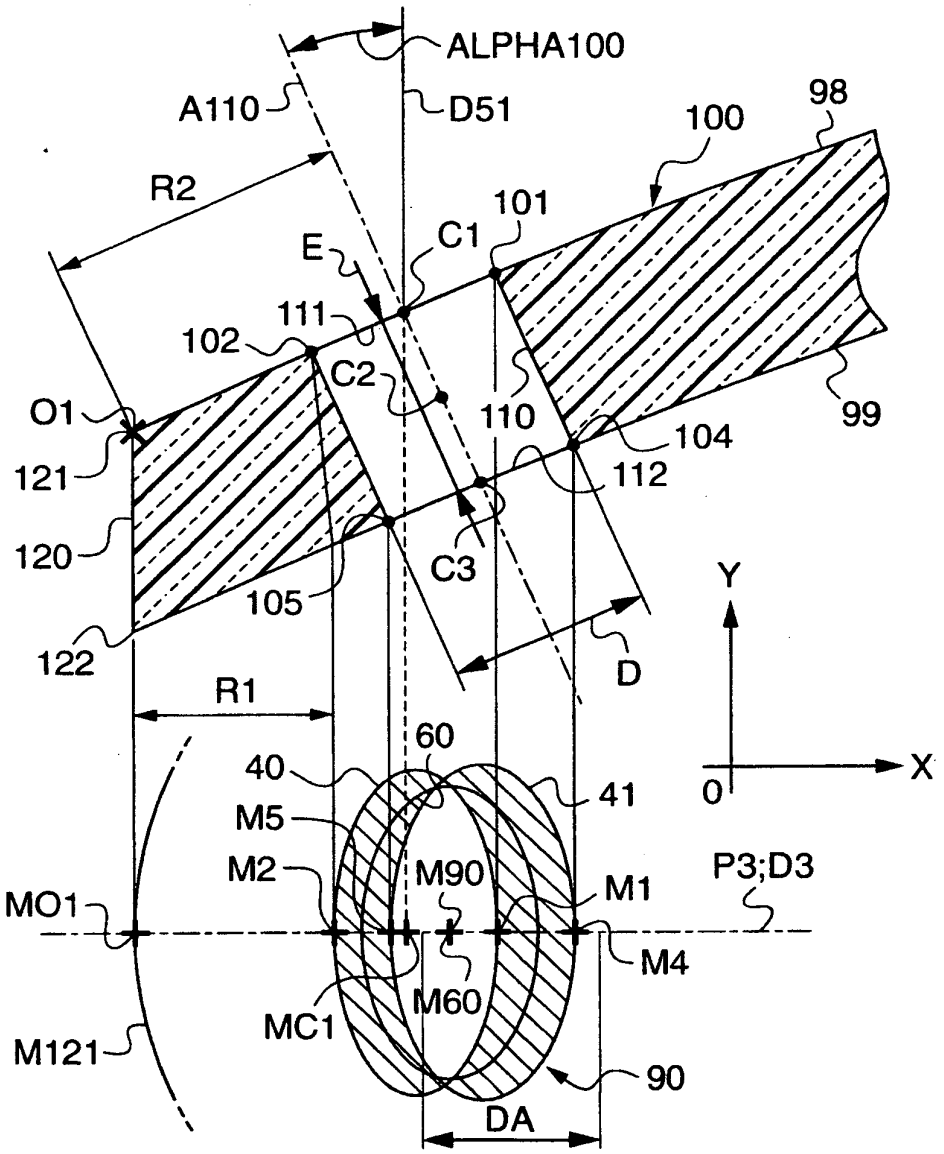

ALPHA100
A110
D51
98
100
R2
101
E
C1
111
102
C2
110
99
O1
104
121
112
120
C3
105
Y
122
D
R1
60
X
40
41
0
M5
M2
M90
M1
P3;D3
MO1
M4
M60
MC1
M121
90
DA

Fig.2

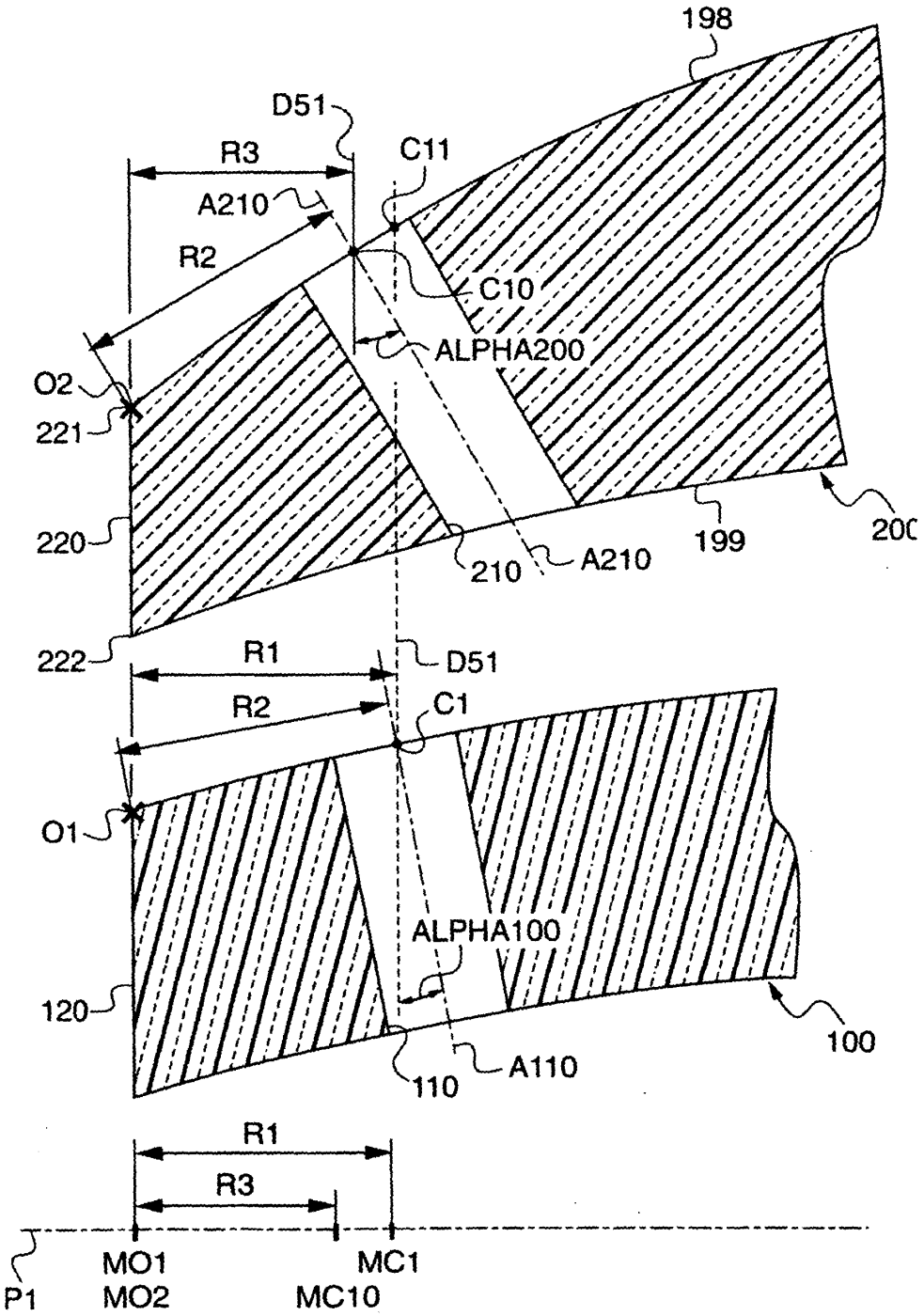

198
D51
R3
C11
A210
R2
C10
ALPHA200
O2
221
220
210
A210
199
200
222
R1
D51
R2
C1
O1
ALPHA100
120
100
110
A110
R1
R3
MO1
MC1
P1
MO2
MC10

Fig.3

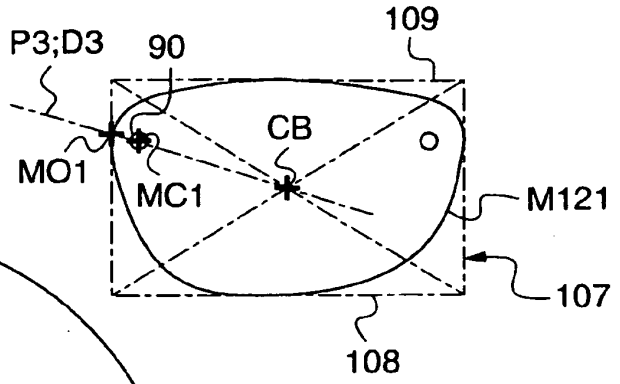


Fig.4

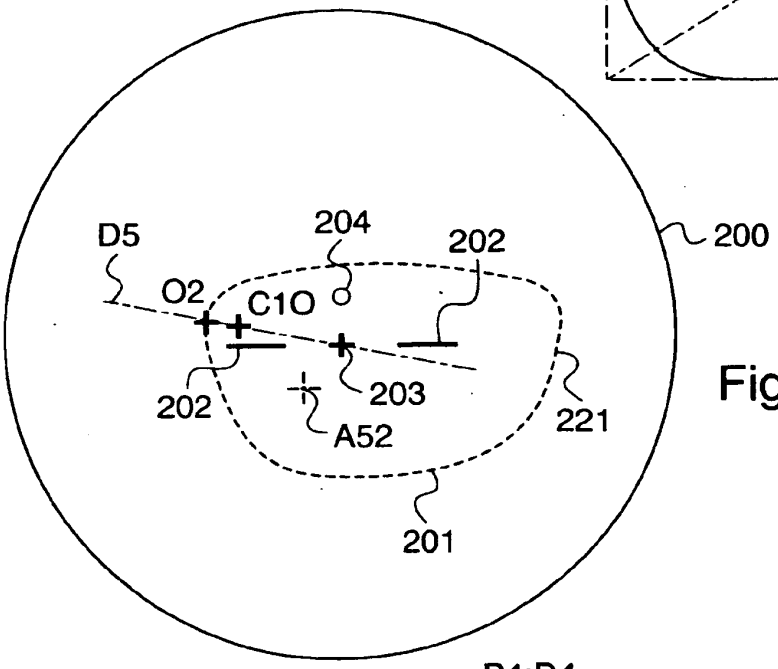


Fig.5

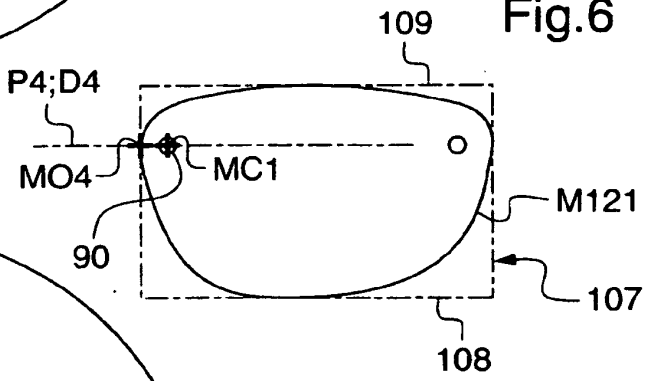


Fig.6

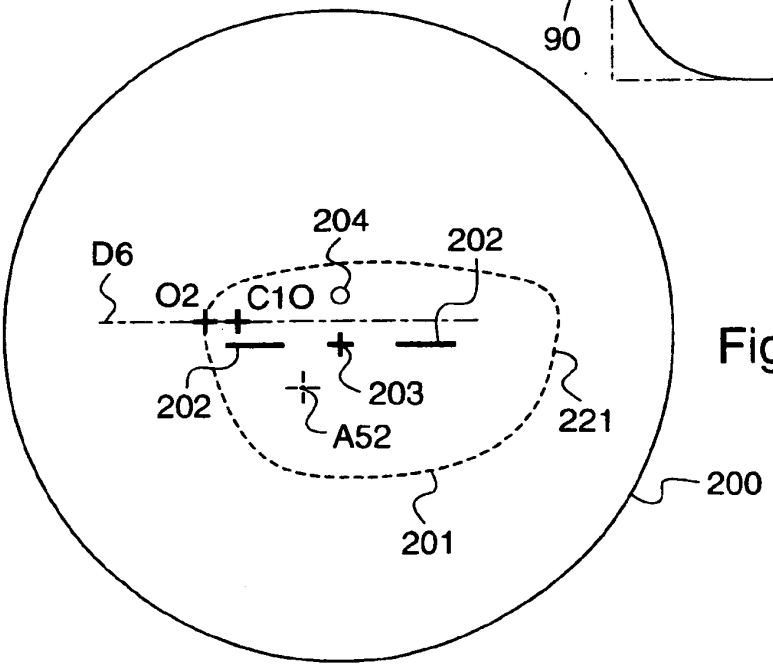


Fig.7

Fig.8

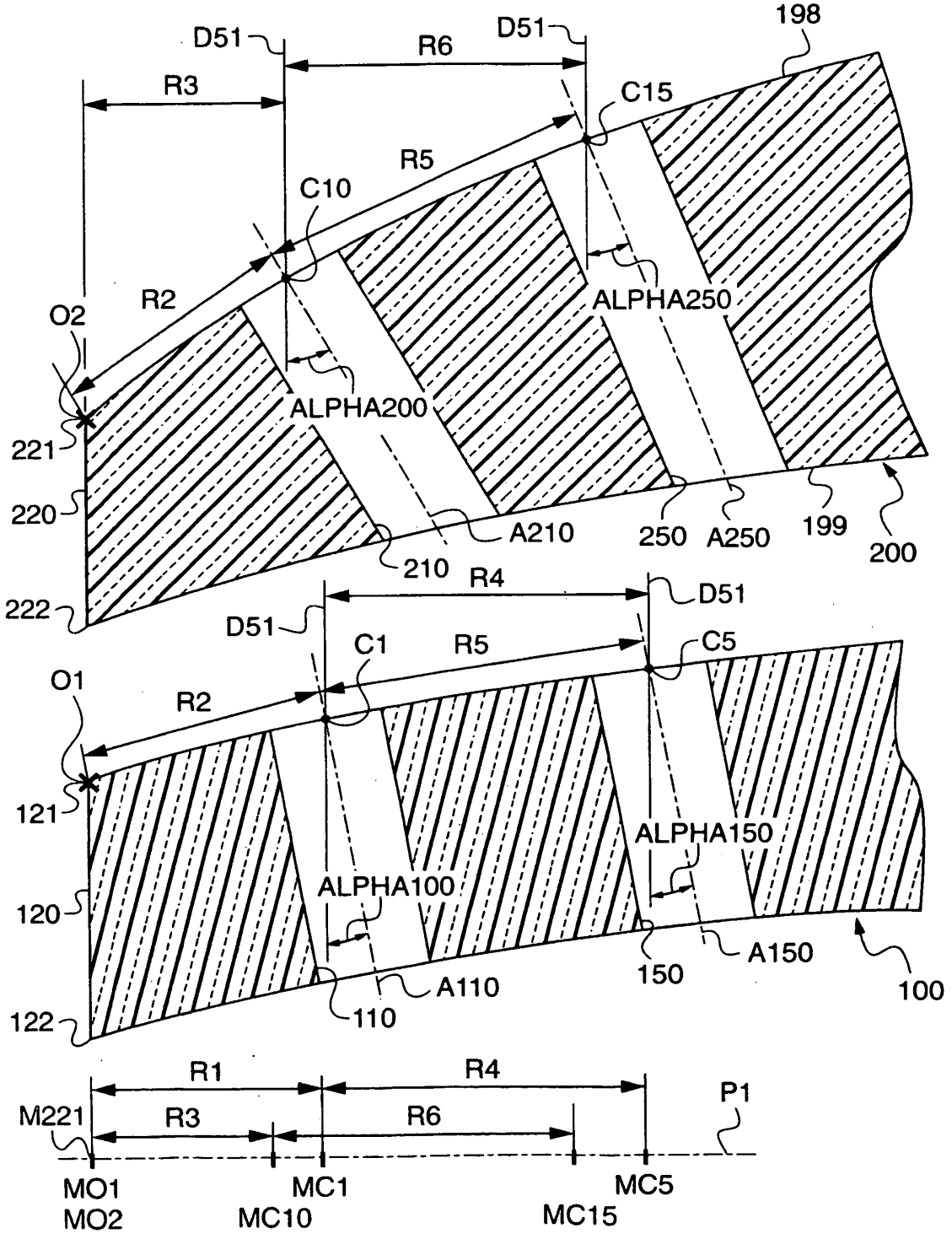
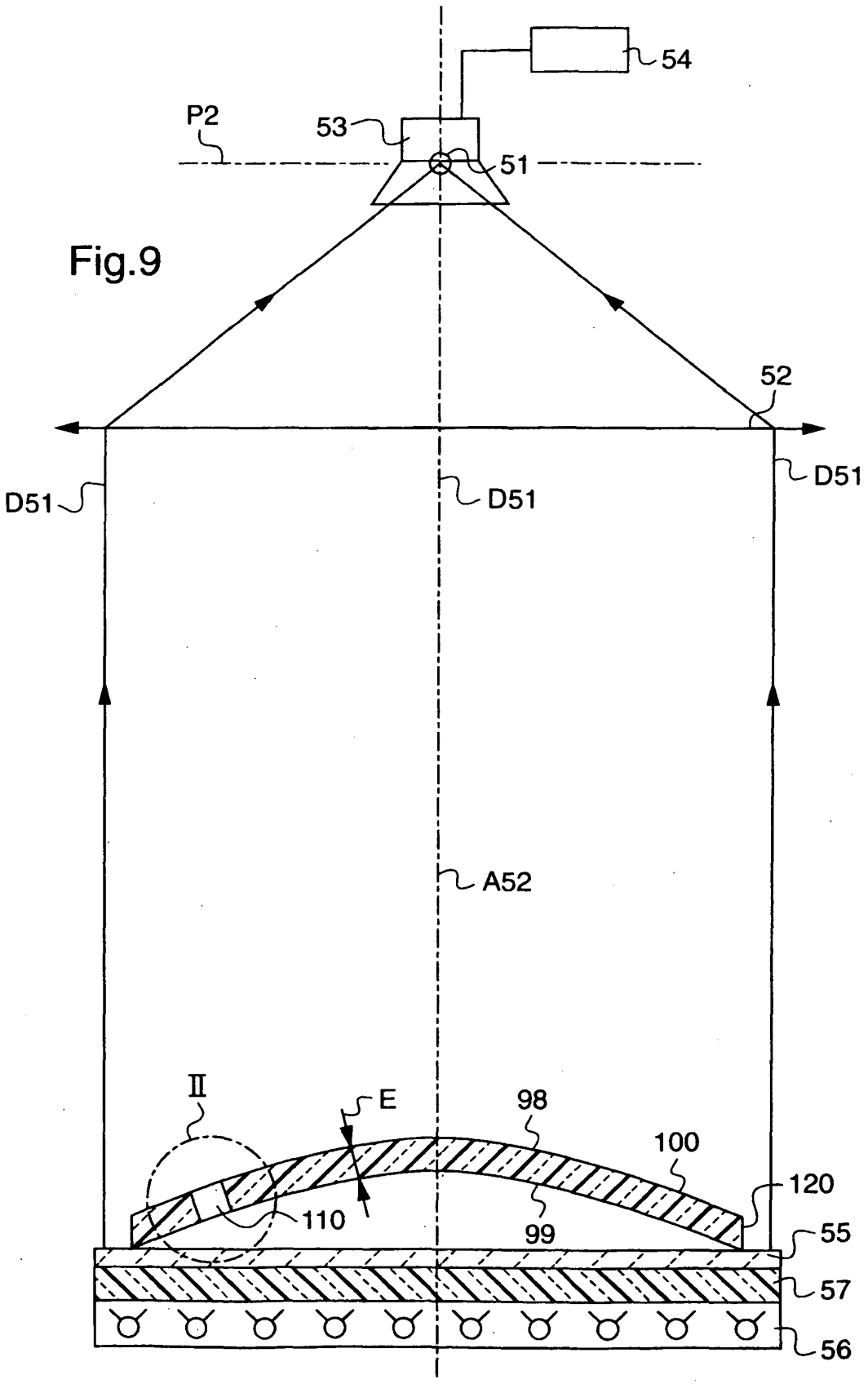

D51
R6
D51
198
R3
C15
R5
C10
R2
ALPHA250
O2
ALPHA200
221
220
A210
250
A250
199
200
210
R4
222
D51
D51
C1
R5
C5
O1
R2
121
ALPHA150
ALPHA100
120
A150
150
A110
100
110
122
R1
R4
P1
M221
R3
R6
MO1
MO2
MC1
MC10
MC5
MC15

Fig.9



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1053075 A **[0006]**
- FR 0611124 **[0079]**