



(11) **EP 1 993 797 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
07.05.2014 Bulletin 2014/19

(21) Numéro de dépôt: **07731085.2**

(22) Date de dépôt: **05.03.2007**

(51) Int Cl.:
B28D 1/14 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/000386

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/104844 (20.09.2007 Gazette 2007/38)

(54) **PROCEDE DE PERÇAGE D'UNE LENTILLE OPHTHALMIQUE ADAPTE OBTENIR LA FORME ET LA DIMENSION SOUHAITEES D'UN TROU PERCER DANS LADITE LENTILLE**

BOHRVERFAHREN FÜR BRILLENGLAS ZUR ERZIELUNG DER GEWÜNSCHTEN FORM UND GRÖSSE EINES IN DIESES GLAS ZU BOHRENDEN LOCHES

METHOD FOR DRILLING AN OPHTHALMIC LENS TO OBTAIN THE DESIRED SHAPE AND DIMENSION OF A HOLE TO BE DRILLED IN SAID LENS

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(30) Priorité: **15.03.2006 FR 0602267**

(43) Date de publication de la demande:
26.11.2008 Bulletin 2008/48

(73) Titulaire: **ESSILOR INTERNATIONAL**
(Compagnie Générale d'Optique)
94227 Charenton (FR)

(72) Inventeur: **BATHEROSSE, Romain**
F-94227 Charenton (FR)

(74) Mandataire: **Chauvin, Vincent et al**
Coralis
14/16, rue Ballu
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A2- 1 090 716 EP-A2- 1 310 327
DE-A1- 10 312 025 FR-A1- 2 306 790
GB-A- 1 510 299 US-B1- 6 301 520

EP 1 993 797 B1

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).

Description

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne un procédé de perçage d'une lentille ophtalmique selon le préambule de la revendication 1.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] Lorsque la monture est du type sans cercle, le détournage de la lentille et, éventuellement, l'abattement des arrêtes vives (chanfreinage) sont suivis du perçage approprié des lentilles 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. Pour réaliser le perçage sur une machine intégrant les moyens de détournage, cette machine est alors pourvue, en plus des moyens de détournage, de moyens spécifiques au perçage.

[0003] Pour réaliser des trous de différentes tailles et/ou de différentes formes avec un même foret, on met en oeuvre une méthode de perçage particulière appelée perçage par contournement. On connaît notamment du document EP 1310327 un procédé de perçage conforme au préambule de la revendication 1.

[0004] Le perçage par contournement est réalisé de la manière suivante. Après avoir mémorisé la forme et la dimension souhaitées du trou de perçage à réaliser ainsi que la position de ce trou sur la surface de la lentille, le foret de perçage est positionné en vis-à-vis de la position mémorisée du trou à percer. La lentille 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. Puis, le foret, engagé dans la lentille, est déplacé transversalement, c'est-à-dire sensiblement dans le plan de la lentille, à la manière d'une fraise suivant un mouvement sensiblement circulaire.

[0005] Ce déplacement transversal du foret est piloté suivant des instructions de pilotage correspondant à la forme et à la dimension souhaitées mémorisées. Cependant, on observe que le trou obtenu est souvent de diamètre plus petit que celui souhaité et mémorisé.

OBJET DE L'INVENTION

[0006] Le but de l'invention est de limiter l'écart entre la dimension obtenue et la dimension souhaitée du trou de perçage.

[0007] À cet effet, on propose selon l'invention un procédé de perçage conforme à la revendication 1.

[0008] Lors de l'étape de fraisage, le foret est déplacé transversalement par rapport à sa mobilité d'avance et c'est la partie latérale du foret qui usine la lentille à la façon d'une fraise. Il s'ensuit que des efforts de coupe sont exercés sur le foret transversalement à son axe, si bien que le foret fléchit alors sous l'effet de ces efforts

transversaux de coupe, ce qui l'empêche d'atteindre les cotes du contour du trou correspondant à la consigne de pilotage.

[0009] Grâce au procédé selon l'invention, la consigne de pilotage est corrigée, en fonction de paramètres qui influent sur l'écart de dimension observé, pour compenser cet écart. On obtient alors la dimension et la forme souhaitée du trou.

[0010] Le matériau de la lentille est un des paramètres dont dépend l'écart de cote de dimension observé. Plus le matériau de la lentille au point de perçage est dur, plus le foret travaille en flexion et plus l'écart de cote est important.

[0011] La correction de consigne, correspondant à un élargissement de la dimension du trou en fonction d'au moins un des paramètres dont dépend l'écart de cote de dimension observé, permet au foret qui fléchit d'atteindre la cote du contour du trou souhaité. En effet, l'élargissement de la dimension souhaitée du trou est adapté suivant une méthode prenant en compte au moins une des caractéristiques mécanique et/ou géométrique de la lentille et/ou du foret de perçage de telle sorte que la cote inférieure atteinte par le foret soit la cote du contour du trou à la dimension souhaitée.

[0012] Selon une première caractéristique avantageuse du procédé, on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage en fonction d'une caractéristique mécanique et/ou géométrique de la lentille, par exemple en fonction d'au moins l'épaisseur de la lentille.

[0013] L'épaisseur de la lentille est un des paramètres dont dépend l'écart de cote de dimension observé. En effet, plus l'épaisseur de la lentille au point de perçage est importante, plus le foret fléchit et plus l'écart de cote est important.

[0014] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage en fonction d'au moins une caractéristique mécanique et/ou géométrique du foret de perçage.

[0015] Les caractéristiques mécaniques du foret de perçage font aussi partie des paramètres dont dépend l'écart de cote de dimension observé. En effet plus le diamètre du foret est faible, et/ou moins le matériau du foret est dur, plus l'écart de cote est important.

[0016] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage en fonction de l'avance et/ou de la profondeur de passe du fraisage.

[0017] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage est obtenue au moyen de courbes ou d'abaques de référence.

[0018] On peut ainsi utiliser des courbes ou des abaques de référence qui en fonction des paramètres dont dépend l'écart de cote de dimension observé, permettent d'obtenir la correction de la consigne de pilotage appropriée.

[0019] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, l'étape de fraisage comporte une ou plusieurs passes de fraisage non corrigées postérieures à la passe de fraisage corrigée et pour laquelle la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage correspond directement à la forme et à la dimension souhaitées du trou de perçage.

[0020] Cette passe de fraisage non corrigée permet d'obtenir une dimension et une forme pour le trou plus précises dans le cas où la cote obtenue après la correction de consigne serait encore inférieure à la cote souhaitée.

[0021] L'invention concerne également un procédé de perçage d'une lentille conforme à la revendication 8.

[0022] La correction de consigne de pilotage est ainsi réalisée à partir de la mesure de la composante d'un effort que subit le foret. La valeur de cette composante de l'effort que subit le foret est relative à l'effort de flexion que subit le foret lorsqu'il usine la lentille en étant déplacé transversalement et donc est aussi relative à l'écart de cote observé.

[0023] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret est au moins en partie définie à partir de l'acquisition d'une grandeur directement ou indirectement représentative d'au moins une composante transversale de l'effort que subit le foret lors du fraisage.

[0024] Le fait de réaliser cette détermination de la correction de consigne lors de l'étape de fraisage permet de déterminer plus précisément l'effort que subit le foret pendant cette étape de fraisage et donc d'améliorer la correction de consigne de pilotage qui doit compenser l'écart de cote lié à cet effort.

[0025] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, la correction de la consigne de pilotage est prédéfinie pendant une passe de fraisage préalable à ladite passe corrigée.

[0026] Pendant une passe de fraisage, on acquiert une grandeur représentative d'au moins une composante transversale de l'effort que subit le foret lors du fraisage, ce qui permet de définir la correction de la consigne de pilotage de la passe de fraisage corrigée.

[0027] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, la consigne de pilotage est réalisée dynamiquement pendant ladite passe corrigée de fraisage.

[0028] La correction de la consigne peut ainsi être adaptée lors de la passe corrigée de fraisage en fonction de la composante transversale que subit le foret pour atteindre le plus précisément possible la cote souhaitée en chaque point du contour du trou à réaliser.

[0029] Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret est au moins en partie prédéfinie à partir de l'acquisition d'une grandeur directement ou indirectement représentative d'au moins une composante axiale de l'effort que subit le foret lors du perçage.

[0030] Il est ainsi possible dès l'étape de perçage et avant l'étape de fraisage de la lentille, de déterminer la consigne de pilotage à partir de la composante axiale de l'effort que subit le foret lors du perçage.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

[0031] La description qui va suivre en regard des dessins annexés d'un mode de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

[0032] Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue d'une lentille percée par contournement ;
- la figure 2 est un graphique donnant le diamètre d'un trou percé en fonction de l'épaisseur de la lentille, en l'absence de toute correction de consigne de pilotage;
- la figure 3 est un graphique représentant le diamètre du trou percé en fonction de l'épaisseur de la lentille, avec une correction de consigne de pilotage;
- la figure 4 est une vue en perspective d'un dispositif de détournement et de perçage équipé d'un module de perçage;
- la figure 5 est une vue partielle en perspective du dispositif de détournement et de perçage de la figure 4 montrant, sous un autre angle et à plus grande échelle, le module de perçage.

[0033] A la figure 4 on a représenté un dispositif de détournement et de perçage 6 équipé d'un module de perçage 625.

Moyens de détournement

[0034] La fonction de détournement du dispositif de détournement et de perçage 6 peut être réalisée sous la forme de toute machine de découpage ou d'enlèvement de matière adaptée à modifier le contour de la lentille ophtalmique pour l'adapter à celui du cadre ou "cercle" d'une monture sélectionnée. Une telle machine peut consister par exemple en une meuleuse, une machine de découpage au laser ou par jet d'eau, etc.

[0035] Comme le montre la figure 4, le dispositif de détournement comporte, de manière connue en soi, une meuleuse 610 automatique, communément dite numérique. Cette meuleuse comporte, en l'espèce, une bascule 611, qui est montée librement pivotante autour d'un premier axe A1, en pratique un axe horizontal, sur un châssis.

[0036] Pour l'immobilisation et l'entraînement en rotation d'une lentille ophtalmique à usiner, la meuleuse est équipée de moyens support aptes à serrer et à entraîner en rotation une lentille ophtalmique. Ces moyens support comprennent deux arbres de serrage et d'entraînement en rotation 612, 613. Ces deux arbres 612, 613 sont ali-

gnés l'un avec l'autre suivant un deuxième axe A2, appelé axe de blocage, parallèle au premier axe A1. Les deux arbres 612, 613 sont entraînés en rotation de façon synchrone par un moteur (non représenté), via un mécanisme d'entraînement commun (non représenté) embarqué sur la bascule 611. Ce mécanisme commun d'entraînement synchrone en rotation est de type courant, connu en lui-même.

[0037] En variante, on pourra aussi prévoir d'entraîner les deux arbres par deux moteurs distincts synchronisés mécaniquement ou électroniquement.

[0038] La rotation ROT des arbres 612, 613 est pilotée par un système électronique et informatique central (non représenté) tel qu'un microordinateur intégré ou un ensemble de circuits intégrés dédiés.

[0039] Chacun des arbres 612, 613 possède une extrémité libre qui fait face à l'autre et qui est équipée d'un nez de blocage (non représenté). Ces nez de blocage ne sont pas toujours fixés sur les arbres 612, 613. Ils sont en effet au préalable utilisés par des moyens de préhension (non représentés) pour bloquer la lentille avant d'être transférés au présent dispositif de détournement et de perçage 6 en restant en contact avec la lentille transférée.

[0040] L'arbre 613 est mobile en translation suivant l'axe de blocage A2, en regard de l'autre arbre 612, pour réaliser le serrage en compression axiale de la lentille entre les deux nez de blocage. L'arbre 613 est commandé pour cette translation axiale par un moteur d'entraînement via un mécanisme d'actionnement (non représentés) piloté par le système électronique et informatique central. L'autre arbre 612 est fixe en translation suivant l'axe de blocage A2.

[0041] Le dispositif de détournement et de perçage 6 comporte, d'autre part, un foret d'usinage, ici un train d'au moins une meule 614, qui est calé en rotation sur un troisième axe A3 parallèle au premier axe A1, et qui est elle aussi dûment entraînée en rotation par un moteur non représenté.

[0042] En pratique, la meuleuse 610 comporte un train de plusieurs meules 614 montées coaxialement sur le troisième axe A3, pour un ébauchage et une finition du débordage de la lentille ophtalmique à usiner. Ces différentes meules sont adaptées chacune au matériau de la lentille détournée et au type d'opération effectuée (ébauche, finition, matériau minéral ou synthétique, etc.).

[0043] Le train de meule est rapporté sur un arbre commun d'axe A3 assurant leur entraînement en rotation lors de l'opération de débordage. Cet arbre commun, qui n'est pas visible sur les figures présentées, est commandé en rotation par un moteur électrique 620 piloté par le système électronique et informatique.

[0044] Le train de meules 614 est en outre mobile en translation suivant l'axe A3 et est commandé dans cette translation par une motorisation pilotée. Concrètement, l'ensemble du train de meules 614, de son arbre et de son moteur est porté par un chariot 621 qui est lui-même monté sur des glissières 622 solidaires du bâti pour cou-

lisser suivant le troisième axe A3. Le mouvement de translation du chariot porte-meules 621 est appelé « transfert » et est noté TRA sur la figure 3. Ce transfert est commandé par un mécanisme d'entraînement motorisé (non représenté), tel qu'un système à vis et écrou ou crémaillère, piloté par le système électronique et informatique central.

[0045] Pour permettre un réglage dynamique de l'entraxe entre l'axe A3 des meules 614 et l'axe A2 de la lentille lors du débordage, on utilise la capacité de pivotement de la bascule 611 autour de l'axe A1. Ce pivotement provoque en effet un déplacement, ici sensiblement vertical, de la lentille enserrée entre les arbres 612, 613 qui rapproche ou éloigne la lentille des meules 614. Cette mobilité, qui permet de restituer la forme de débordage voulue et programmée dans le système électronique et informatique, est appelée restitution et est notée RES sur les figures. Cette mobilité de restitution RES est pilotée par le système électronique et informatique central.

[0046] Pour l'usinage de la lentille ophtalmique suivant un contour donné, il faut déplacer en conséquence une noix 617 le long du cinquième axe A5, sous le contrôle du moteur 619, pour commander le mouvement de restitution et, d'autre part, faire pivoter conjointement les arbres de support 612, 613 autour du deuxième axe A2, en pratique sous le contrôle du moteur qui les commande: Le mouvement de restitution transversale RES de la bascule 611 et le mouvement de rotation ROT des arbres 612, 613 de la lentille sont pilotés en coordination par un système électronique et informatique (non représenté), dûment programmé à cet effet, pour que tous les points du contour de la lentille ophtalmique soient successivement ramenés au bon diamètre.

[0047] La meuleuse illustrée par la figure 4 comporte de plus un module de finition 625 qui embarque des meulettes de chanfreinage et rainage 630, 631 montées sur un axe commun 632 et qui est mobile selon un degré de mobilité, suivant une direction sensiblement transversale à l'axe A2 des arbres 612, 613 de maintien de la lentille ainsi qu'à l'axe A5 de la restitution RES. Ce degré de mobilité est appelé escamotage et est noté ESC sur les figures.

[0048] En l'espèce, cet escamotage consiste en un pivotement du module de finition 625 autour de l'axe A3. Concrètement, le module 625 est porté par un levier 626 solidaire d'un manchon tubulaire 627 monté sur le chariot 621 pour pivoter autour de l'axe A3. Pour la commande de son pivotement, le manchon 627 est pourvu, à son extrémité opposée au levier 626, d'une roue dentée 628 qui engrène avec un pignon (non visible aux figures) équipant l'arbre d'un moteur électrique 629 solidaire du chariot 621.

[0049] On observe, en résumé, que les degrés de mobilité disponibles sur une telle meuleuse de détournement sont :

- la rotation de la lentille permettant de faire tourner la lentille autour de son axe de maintien, qui est glo-

- balement normal au plan général de la lentille,
- la restitution, consistant en une mobilité relative transversale de la lentille (c'est-à-dire dans le plan général de la lentille) par rapport aux meules, permettant de reproduire les différents rayons décrivant le contour de la forme souhaitée de la lentille,
- le transfert, consistant en une mobilité relative axiale de la lentille (c'est-à-dire perpendiculairement au plan général de la lentille) par rapport aux meules, permettant de positionner en vis-à-vis la lentille et la meule de détourage choisie.
- l'escamotage, consistant en une mobilité relative transversale, suivant une direction distincte de celle de la restitution, du module de finition par rapport à la lentille, permettant de mettre en position d'utilisation et de ranger le module de finition.

Moyens de perçage

[0050] En qui concerne la fonction de perçage, le module 625 est pourvu d'une perceuse 635 dont la broche est équipée d'un mandrin de fixation d'un foret 637 selon un axe de perçage A6 (voir figure 5).

[0051] La perceuse 635 est montée sur le module 625 pour pivoter autour d'un axe d'orientation A7 sensiblement transversal à l'axe A3 des meules 614 ainsi qu'à l'axe A5 de restitution et, partant, sensiblement parallèle à la direction d'escamotage ESC du module 625. L'axe de perçage A6 est ainsi orientable autour de l'axe d'orientation A7, c'est-à-dire dans un plan proche de la verticale. Ce pivotement d'orientation de la perceuse 635 est noté PIV sur la figure 4. Il s'agit du seul degré de mobilité dédié au perçage.

[0052] L'intégration de la fonction de perçage au sein d'une machine de débordage implique que le foret soit convenablement positionné en regard de la position du trou à percer sur la lentille. Ce positionnement est réalisé au moyen de deux degrés de mobilité préexistants, indépendamment de la fonction de perçage, qui sont l'escamotage ESC d'une part et le transfert TRA d'autre part. Ces deux degrés de mobilité, d'escamotage et de transfert sont de surcroît utilisés pour régler l'orientation de l'axe de perçage A6 de la perceuse 635.

[0053] Pour son montage pivotant sur le module 625, le corps 634 de la perceuse 635 possède un manche cylindrique d'axe A7 qui est reçu à pivotement dans un alésage correspondant de même axe A7 ménagé dans le corps du module 625. La perceuse 635 peut ainsi pivoter autour de l'axe d'orientation A7 sur une plage de positions angulaires correspondant à autant d'inclinaison de l'axe de perçage A6 par rapport à la lentille à percer lorsque le module 625 viendra en position de perçage. Cette plage de positions angulaires est délimitée physiquement par deux butées angulaires solidaires du corps du module 625.

[0054] Dans l'exemple illustré, les moyens de réglage de l'orientation comportent, d'une part, un doigt 638 solidaire du corps 634 de la perceuse 635 et pourvu d'une

extrémité sphérique 639 et, d'autre part, une platine 650 portant un chemin de came 651 et solidaire du bâti 601 de la meuleuse.

[0055] La platine 650 présente une face utile plane 658 qui est sensiblement perpendiculaire à la direction de transfert TRA, ou autrement dit, dans l'exemple illustré, aux axes A2 et A3. Comme les axes A2 et A3 sont ici horizontaux, la face utile 658 de la platine 650 est verticale. Lorsque le module 625 se trouve dans sa plage angulaire de réglage, la face utile 658 de la platine 650 est située en regard de l'extrémité 639 du doigt 638 de la perceuse 635. Le chemin de came de la platine 650 est constitué par une tranchée 651 ménagée en renfoncement de la face utile 658 de la platine 650.

[0056] En service, le réglage de l'inclinaison de l'axe de perçage A6 autour de l'axe d'orientation A7 s'effectue de façon automatique, sous le pilotage du système

[0057] électronique et informatique, en exploitant les mobilités de transfert TRA et d'escamotage ESC du module pour faire coopérer le doigt 638 de la perceuse avec la platine à came 650.

[0058] Le dispositif de détourage et de perçage comporte enfin des moyens de mémorisation de la forme et de la dimension souhaitées d'un trou 700 de perçage de la lentille, encore appelé trou à percer, et de la position de ce trou sur la surface de la lentille. Ces moyens de mémorisation peuvent être constitués d'une mémoire réinscriptible et d'une interface (par exemple un clavier et un écran) permettant d'écrire dans cette mémoire.

Procédé de perçage

[0059] Tout d'abord, la forme et la dimension souhaitées du trou 700 de perçage à réaliser dans la lentille ainsi que la position de ce trou de perçage sur la surface de la lentille, sont mémorisées par les moyens de mémorisation du dispositif de détourage et de perçage.

[0060] Lors du perçage, le système de traitement électronique 100 pilote en coordination appropriée les mobilités de transfert TRA du module de finition 625 portant le module de perçage, de restitution RES des arbres de serrage et d'entraînement en rotation 612, 613, d'escamotage ESC du module de finition 625 et éventuellement de rotation ROT de la lentille pour obtenir les mobilités relatives du foret par rapport à la lentille nécessaires à la réalisation du trou de perçage. Ces mobilités relatives comportent une mobilité d'avance relative du foret de perçage par rapport à la lentille suivant l'axe de rotation du foret et une mobilité de déplacement transversal du foret de perçage par rapport à son axe de perçage. Ici, la mobilité d'avance relative du foret de perçage par rapport à la lentille peut être obtenue par une mobilité composée par exemple à partir de la mobilité d'escamotage ESC du module de finition 625 et de la mobilité de transfert TRA du module de finition 625. En variante, la mobilité d'avance relative du foret de perçage par rapport à la lentille peut être obtenue au moyen d'une mobilité simple supplémentaire par déplacement du foret de perçage

le long de son axe de perçage par rapport au module de finition 625.

[0061] Pour débiter le perçage on perce la lentille au moyen du foret en un point d'origine PO, encore appelé point de départ de perçage. La position de ce point d'origine PO est choisie sensiblement au centre du trou. Dans le cas d'un trou oblong ce point d'origine est choisi comme étant le centre d'un des deux demi-cercles définissant le trou oblong.

[0062] On positionne le foret de perçage en vis-à-vis de la position d'origine du trou 700 à percer et on règle l'orientation du foret 637 en pilotant en coordination appropriée les mobilités de transfert TRA, de restitution RES et de rotation ROT de telle sorte que l'axe de perçage A6 soit sensiblement confondu avec la normale à la lentille au point d'origine PO considéré. Après avoir convenablement orienté le foret, on débute le perçage en ce point d'origine PO. Le foret est alors entraîné en rotation et déplacé en translation suivant l'axe de perçage A7, c'est-à-dire suivant sa mobilité d'avance, vers le point d'origine PO jusqu'à percer la lentille.

[0063] Le trou 700 à percer étant de diamètre supérieur au diamètre du foret et/ou de forme non circulaire, on met en oeuvre une méthode de perçage particulière, appelée perçage par contournement. Selon cette méthode, le foret 637, engagé dans la lentille, est déplacé transversalement par rapport à l'axe A6 de perçage. Le foret 637 est ainsi utilisé à la manière d'une fraise en étant déplacé de manière sensiblement circulaire pour enlever une profondeur donnée de matière, jusqu'à atteindre la cote souhaitée en tout point du contour du trou 700 à percer.

[0064] La profondeur de matière enlevée correspond au rayon de matière enlevée suite à un déplacement du foret de manière sensiblement circulaire dans le plan transversal à son axe de perçage, c'est-à-dire sensiblement dans le plan tangent à la lentille passant par le point d'origine PO.

[0065] Ici, comme représenté sur la figure 1, le trou 700 à percer est un trou oblong. Pour réaliser ce trou oblong le déplacement du foret est piloté suivant une trajectoire spiroïdale comme représenté par les flèches de déplacement du foret sur la figure 1.

[0066] Le déplacement du foret 637 suivant cette trajectoire spiroïdale comprend tout d'abord une passe de fraisage initiale 701 selon laquelle le foret est déplacé de manière rectiligne sur la longueur L0 du trou 700 à réaliser. Cette passe de fraisage initiale 701 est réalisée en "pleine matière", c'est-à-dire que la profondeur de matière enlevée est égale au diamètre du foret.

[0067] Ensuite, le déplacement transversal du foret est piloté pour réaliser plusieurs passes de fraisage 701, 702, 703 suivant une trajectoire dont la forme correspond à la forme du trou souhaité mais de plus faible dimension. A chaque nouvelle passe de fraisage, la trajectoire du foret, tout en gardant la même forme, est élargie. Les trajectoires de ces passes de fraisage forment ainsi une spirale. Après plusieurs passes de fraisage, le foret se

retrouve à proximité du contour souhaité du trou à réaliser. Le foret est alors piloté pour réaliser une passe de fraisage suivant une consigne de pilotage qui correspond directement à la forme et à la dimension souhaitées du trou de perçage.

[0068] Sans l'invention, c'est-à-dire en l'absence de correction de consigne, bien que la consigne de pilotage corresponde directement à la forme et à la dimension souhaitées du trou de perçage, la dimension du trou résultant de cette passe de fraisage est inférieure à la dimension souhaitée du trou de perçage.

[0069] Sur la figure 2 on a tracé un graphique sur lequel est rapporté le diamètre Dm d'un trou percé résultant d'une consigne de pilotage correspondant à un diamètre souhaité Dms en fonction de l'épaisseur Ep de la lentille au point de perçage, en l'absence de toute correction de consigne de pilotage. On peut observer sur cette figure 2 que, plus l'épaisseur Ep de la lentille au point de perçage est importante, plus l'écart entre le diamètre obtenu Dm du trou percé et le diamètre souhaité Dms du trou est important. En particulier, plus l'épaisseur Ep de la lentille au point de perçage est importante, plus le diamètre Dm du trou obtenu diminue par rapport au diamètre souhaité Dms de ce trou. Au-delà d'une certaine épaisseur, la valeur du diamètre obtenu du trou sort de l'intervalle de tolérance IT fixé.

Correction de la consigne du perçage par contournement, selon l'invention

[0070] Ce procédé de correction permet d'obtenir la forme et la taille souhaitées du trou à percer selon un procédé de perçage par contournement, ou fraisage, tel que présenté ci-dessus.

[0071] Selon un premier mode d'exécution, on réalise une correction de consigne du pilotage du déplacement transversal du foret en fonction de l'épaisseur au point de perçage de la lentille. La répartition des points sur la figure 2, donnant le diamètre obtenu Dm du trou en fonction de l'épaisseur Ep de la lentille au point de perçage, permet de déterminer une fonction de correction donnant la correction de consigne de pilotage à appliquer au déplacement transversal du foret suivant l'épaisseur de la lentille au point de perçage pour obtenir le diamètre souhaité Dms du trou.

[0072] La correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage 637 consiste en un élargissement de la dimension du trou à réaliser suivant une méthode prenant en compte l'épaisseur de la lentille. Autrement dit, cette correction de consigne de pilotage consiste à augmenter la profondeur de passe de manière à compenser l'écart observé entre la dimension obtenue et la dimension souhaitée du trou. Ici cette fonction de correction est sensiblement linéaire. Ainsi, pour que le foret puisse atteindre la cote souhaitée en chaque point du contour de la lentille, la consigne de pilotage requiert que le foret atteigne une cote plus profonde.

[0073] Il est procédé à une passe de fraisage corrigée pour laquelle la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage est corrigée suivant la fonction de correction citée ci-dessus, c'est-à-dire ici en fonction de l'épaisseur de la lentille. En appliquant cette correction de consigne selon l'épaisseur considérée au point de perçage, la valeur du diamètre obtenu est dans l'intervalle de tolérance donné, comme représenté sur le graphique de la figure 3.

[0074] La correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage peut ainsi être obtenue au moyen de courbes de référence donnant le diamètre obtenu du trou en fonction d'un paramètre tel que l'épaisseur de la lentille au point de perçage. On peut également réaliser des abaques donnant directement la correction de la consigne de pilotage à appliquer.

[0075] Selon l'invention, on réalise une correction de consigne du pilotage du déplacement transversal du foret en fonction du matériau de la lentille. Pour cela, on réalise une courbe semblable à celle du premier mode de réalisation mais cette fois non pas en fonction de l'épaisseur, mais en fonction du matériau de la lentille et pour une épaisseur déterminée.

[0076] Selon un deuxième mode d'exécution, on réalise une correction de consigne de pilotage en fonction de l'épaisseur de la lentille au point de perçage et en fonction du matériau de la lentille. Pour cela on peut établir pour différents matériaux des courbes donnant l'écart entre le diamètre obtenu et le diamètre souhaité en fonction de l'épaisseur (comme pour la courbe représentée sur la figure 1). À chacune de ces courbes correspond une fonction de correction telle que décrite ci-dessus. Il suffit alors d'appliquer aux consignes de pilotage du fraisage, la fonction de correction, interpolée ou non, correspondant au matériau de la lentille à percer ainsi qu'à l'épaisseur au point de perçage considéré.

[0077] Selon un troisième mode d'exécution, on réalise une correction de consigne de pilotage du fraisage en fonction des caractéristiques mécaniques du foret de perçage. Ces caractéristiques mécaniques peuvent être le diamètre et/ou le matériau du foret de perçage, ou encore d'autres caractéristiques mécaniques: La fonction de correction est obtenue d'une manière semblable aux modes de réalisation précédents, à partir d'une ou plusieurs courbes donnant le diamètre du trou obtenu en fonction d'une ou de plusieurs caractéristiques mécaniques du foret.

[0078] Bien évidemment, ce troisième mode d'exécution peut être combiné avec l'un des modes d'exécution précédents. De manière préférentielle, la correction de consigne est alors réalisée à la fois en fonction de l'épaisseur au point de perçage de la lentille, en fonction du matériau de la lentille et en fonction des caractéristiques mécaniques du foret.

[0079] On peut également corriger la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage en fonction de l'avance et/ou de la profondeur de passe du fraisage. Comme précédemment, ces paramètres

peuvent être combinés aux autres paramètres dont dépend la correction de consigne tels que l'épaisseur et/ou le matériau de la lentille à percer, et/ou les caractéristiques mécaniques du foret.

[0080] Il est aussi possible de prévoir dans chaque mode d'exécution décrit ci-dessus, de réaliser une ou plusieurs passes de fraisage non corrigées postérieures à la passe de fraisage corrigée et pour laquelle la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage correspond directement à la forme et à la dimension souhaitées du trou de perçage.

[0081] Quel que soit le mode d'exécution décrit ci-dessus, on peut enfin prévoir que la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage soit réalisée dynamiquement pendant le fraisage au moyen de l'acquisition d'une composante au moins de l'effort de fraisage par un capteur d'effort approprié. Cet effort de fraisage permet à partir d'une formule mathématique, qui peut être obtenue ou non empiriquement, d'en déduire un ou plusieurs paramètres dont dépend la fonction de correction, tel que l'épaisseur et/ou le matériau de la lentille, et/ou les caractéristiques mécaniques du foret. La consigne de pilotage est alors corrigée, compte tenu du ou des paramètres déduits.

[0082] Toujours quel que soit le mode d'exécution décrit ci-dessus, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret de perçage peut également être, au moins en partie, définie à partir de l'acquisition d'une composante au moins de l'effort de perçage (au point d'origine) par un capteur d'effort approprié. Comme précédemment, cet effort de perçage permet à partir d'une formule mathématique, obtenue ou non empiriquement, d'en déduire un ou plusieurs paramètres dont dépend la fonction de correction, et ainsi de corriger la consigne de pilotage.

[0083] La profondeur de matière enlevée par le foret durant les passes de fraisage peut être modifiée en adaptant la consigne de pilotage suivant le matériau de la lentille usinée et/ou l'épaisseur de la partie fraisée de lentille, et/ou les caractéristiques mécaniques du foret, et/ou l'avance du foret.

[0084] Bien entendu, plus l'épaisseur, et/ou la dureté matériau de la lentille est importante, plus la correction apportée est importante. De même, plus les caractéristiques mécaniques du foret sont faibles, c'est-à-dire plus la flèche du foret (résultant d'un effort de flexion sur le foret) est importante plus la correction de consigne est importante. Enfin, plus l'avance du foret est importante, plus la correction apportée à la consigne de pilotage est importante.

[0085] Selon un quatrième mode d'exécution, on peut prévoir que pour la passe de fraisage corrigée la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret est corrigée en fonction d'une grandeur représentative d'au moins une composante transversale de l'effort que subit ledit foret lors du fraisage la lentille.

[0086] Cette grandeur mesurée peut être directement la composante transversale de l'effort que subit le foret.

On pourra utiliser pour déterminer cette composante une jauge de contrainte par exemple. La grandeur mesurée peut également être l'intensité du courant dans le moteur dont la valeur varie en fonction de l'effort transversal auquel est soumis le foret. On peut aussi envisager de mesurer les variations de l'avance du foret dans le cas de l'application d'un effort de couple prédéfini et d'en déduire la composante transversale de l'effort que subit le foret. La déduction de la composante transversale de l'effort que subit le foret peut être réalisée à partir de courbes ou d'abaques de référence obtenues par exemple empiriquement. La correction de consigne de pilotage est alors déterminée à partir de cette composante transversale (par exemple au moyen de courbes ou d'abaques de référence).

[0087] En particulier, la correction de la consigne de pilotage est prédéfinie pendant une passe de fraisage préalable à ladite passe corrigée. On peut également, pour plus de précision, déterminer la consigne de pilotage dynamiquement pendant ladite passe corrigée de fraisage.

[0088] Comme précédemment, cette correction de consigne à appliquer correspond à un élargissement de la dimension du trou pour compenser la diminution de dimension obtenue du fait des efforts de flexion que subit le foret.

[0089] Selon un cinquième mode d'exécution, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret est prédéfinie à partir de l'acquisition d'une grandeur représentative d'une composante axiale de l'effort que subit le foret lors du perçage. Comme précédemment, cette grandeur peut être directement la composante axiale elle-même ou encore, indirectement, l'intensité du moteur et/ou l'avance du foret dont on peut déduire ladite composante axiale de l'effort que subit le foret. La déduction de la composante axiale de l'effort que subit le foret peut être réalisée à partir de courbes ou d'abaques de référence obtenues par exemple empiriquement. La correction de consigne de pilotage est alors déterminée à partir de cette composante axiale (par exemple au moyen de courbes ou d'abaques de référence). Il est ainsi possible dès l'étape de perçage et avant l'étape de fraisage de la lentille, de déterminer la consigne de pilotage à partir de la composante axiale de l'effort que subit le foret lors du perçage.

[0090] Enfin, une fois obtenues la dimension et la forme souhaitées du trou, le foret est déplacé à vide, c'est-à-dire sans enlèvement de matière, jusqu'au point d'origine de manière à réaliser une trajectoire fermée.

[0091] Ici, le foret a un diamètre compris entre 0.8 mm et 1mm. En variante, ce foret peut être remplacé par une fraise.

[0092] Ici le trou est oblong, mais de manière générale le procédé de perçage s'applique à toutes les formes et toutes les dimensions de trou, par exemple un trou circulaire de diamètre plus important que celui du foret. Quelles que soient les caractéristiques du trou à réaliser, l'étape de fraisage consiste à réaliser des passes suivant

une trajectoire proche de la forme souhaitée du trou, en augmentant au cours des passes la dimension de la forme définie par la trajectoire, suivant un pas dépendant de la profondeur de matière à enlever à chaque passe, jusqu'à atteindre la dimension souhaitée du trou.

Revendications

1. Procédé de perçage d'une lentille ophtalmique comportant les étapes successives suivantes :

- mémorisation de la forme et de la dimension souhaitées d'un trou (700) de perçage de la lentille et de la position de ce trou (700) sur la surface de la lentille,
- positionnement d'un foret (637) de perçage en vis-à-vis de la position mémorisée du trou (700) à percer,
- perçage de la lentille au moyen d'une mobilité d'avance relative, simple ou composée, du foret (637) de perçage par rapport à la lentille suivant l'axe de rotation du foret (637) de perçage, puis
- fraisage par déplacement transversal du foret (637) de perçage engagé dans la lentille suivant une consigne de pilotage du déplacement transversal fonction de la forme et de la dimension souhaitées du trou (700) de perçage,

caractérisé en ce que l'étape de fraisage comporte au moins une passe de fraisage corrigée pour laquelle la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage est corrigée, la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage consistant en un élargissement de la dimension souhaitée du trou (700) en fonction au moins du matériau de la lentille, de manière à compenser la flexion du foret.

2. Procédé de perçage selon la revendication précédente, selon lequel on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage en fonction d'une caractéristique mécanique et/ou géométrique de la lentille.
3. Procédé de perçage selon la revendication précédente, selon lequel on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage en fonction d'au moins l'épaisseur de la lentille.
4. Procédé de perçage selon l'une des revendications précédentes, selon lequel on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage en fonction d'au moins une caractéristique mécanique et/ou géométrique du foret (637) de perçage.
5. Procédé de perçage selon l'une des revendications

précédentes, selon lequel on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage en fonction de l'avance et/ou de la profondeur de passe du fraisage.

6. Procédé de perçage selon l'une des revendications précédentes, selon lequel la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage est obtenue au moyen de courbes ou d'abaques de référence. 10
7. Procédé de perçage selon l'une des revendications précédentes, selon lequel l'étape de fraisage comporte une ou plusieurs passes de fraisage non corrigées postérieures à la passe de fraisage corrigée et pour laquelle la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage correspond directement à la forme et à la dimension souhaitées du trou (700) de perçage. 20
8. Procédé de perçage d'une lentille selon l'une des revendications précédentes, selon lequel on corrige la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) de perçage préalablement ou dynamiquement en fonction d'une grandeur directement ou indirectement représentative d'au moins une composante transversale ou axiale de l'effort que subit ledit foret lors d'un fraisage ou perçage de la lentille. 25
9. Procédé de perçage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) est au moins en partie définie à partir de l'acquisition d'une grandeur directement ou indirectement représentative d'au moins une composante transversale de l'effort que subit le foret lors du fraisage. 30
10. Procédé de perçage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la correction de la consigne de pilotage est prédéfinie pendant une passe de fraisage préalable à ladite passe corrigée. 40
11. Procédé de perçage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la correction de la consigne de pilotage est réalisée dynamiquement pendant ladite passe corrigée de fraisage. 45
12. Procédé de perçage selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la correction de la consigne de pilotage du déplacement transversal du foret (637) est au moins en partie prédéfinie à partir de l'acquisition d'une grandeur directement ou indirectement représentative d'au moins une composante axiale de l'effort que subit le foret lors du perçage. 50

Patentansprüche

1. Bohrverfahren für ein Brillenglas mit folgenden sukzessiven Schritten:

- Speichern der gewünschten Form und Dimension eines Bohrloches (700) im Brillenglas und der Position dieses Loches (700) auf der Oberfläche des Glases,
- Positionieren eines Bohrers (637) gegenüber der gespeicherten Position des zu bohrenden Loches (700),
- Durchbohren des Brillenglases durch eine relative Vorschubbewegung, die einfach oder zusammengesetzt sein kann, des Bohrers (637) in Bezug zum Glas entlang der Drehachse des Bohrers (637), und dann
- Fräsen durch eine transversale Bewegung des in das Brillenglas eingreifenden Bohrers (637) gemäß einer Steuervorgabe für die transversale Bewegung, die von der gewünschten Form und Dimension des Bohrloches (700) abhängt,

dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Fräsens mindestens einen korrigierten Fräsdurchgang umfasst, für den die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) korrigiert wird, wobei die Korrektur der Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) in einer Vergrößerung der gewünschten Dimension des Loches (700) besteht, die mindestens vom Werkstoff des Glases abhängt, um die Biegung des Bohrers auszugleichen.

2. Bohrverfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem man die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) in Abhängigkeit eines mechanischen und/oder geometrischen Merkmals des Brillenglases korrigiert. 35
3. Bohrverfahren nach vorausgehendem Anspruch, bei dem man die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) mindestens in Abhängigkeit der Dicke des Brillenglases korrigiert. 40
4. Bohrverfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem man die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) mindestens in Abhängigkeit eines mechanischen und/oder geometrischen Merkmals des Bohrers (637) korrigiert. 45
5. Bohrverfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem man die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) in Abhängigkeit des Vorschubs und/oder der Tiefe des Fräsdurchgangs korrigiert. 50

6. Bohrverfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die Korrektur der Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) mittels Kurven oder Referenztabelle erreicht wird. 5
7. Bohrverfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem der Schritt des Fräsens nach dem korrigierten Fräsdurchgang einen oder mehrere nicht korrigierte Fräsdurchgänge umfasst und bei dem die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) direkt der gewünschten Form und Dimension des Bohrloches (700) entspricht. 10
8. Bohrverfahren für ein Brillenglas nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem man die Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) in Abhängigkeit einer direkt oder indirekt repräsentativen Größe von mindestens einer transversalen oder axialen Komponente der Belastung, die auf den Bohrer beim Fräsen oder Bohren eines Brillenglases einwirkt, vorab oder dynamisch korrigiert. 15 20
9. Bohrverfahren nach vorausgehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrektur der Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) mindestens teilweise anhand der Erfassung einer direkt oder indirekt repräsentativen Größe von mindestens einer transversalen Komponente der Belastung, die auf den Bohrer beim Fräsen einwirkt, definiert wird. 25 30
10. Bohrverfahren nach vorausgehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrektur der Steuervorgabe während eines Fräsdurchgangs vor dem korrigierten Durchgang vordefiniert wird. 35
11. Bohrverfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrektur der Steuervorgabe während des korrigierten Fräsdurchgangs dynamisch durchgeführt wird. 40
12. Bohrverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrektur der Steuervorgabe für die transversale Bewegung des Bohrers (637) mindestens teilweise anhand der Erfassung einer direkt oder indirekt repräsentativen Größe von mindestens einer axialen Komponente der Belastung, die auf den Bohrer beim Bohren einwirkt, vordefiniert wird. 45 50

Claims

1. A method of drilling an ophthalmic lens, the method comprising the following successive steps: 55
 - storing the shape and the size desired for a drill hole (700) in the lens and the position of this

hole (700) on the surface of the lens;
 · positioning a drill bit (637) facing the position stored for the hole (700) to be drilled;
 · drilling the lens by means of the drill bit (637) having freedom to move relative to the lens in simple or compound manner in advance along the axis of rotation of the drill bit (637); and then
 · milling by causing the drill bit (637) that is engaged in the lens to move transversely in compliance with a setpoint for controlling the transverse movement as a function of the shape and size desired for the drill hole (700);

the method being **characterized in that** the milling step includes at least one corrected milling pass for which the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected, the correction to the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) consisting in enlarging the desired size of the hole (700) as a function at least of the material of the lens in order to compensate for bending of the drill bit.

2. A method of drilling according to the preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected as a function of a mechanical and/or geometrical characteristic of the lens.
3. A method of drilling according to the preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected as a function of at least the thickness of the lens.
4. A method of drilling according to any preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected as a function of at least a mechanical and/or geometrical characteristic of the drill bit (637).
5. A method of drilling according to any preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected as a function of the advance and/or of the depth of cut of the milling.
6. A method of drilling according to any preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected by means of reference curves or charts.
7. A method of drilling according to any preceding claim, wherein the milling step includes one or more non-corrected milling passes after the corrected milling pass and during which the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) corresponds directly to the desired shape and size of the drill hole (700).

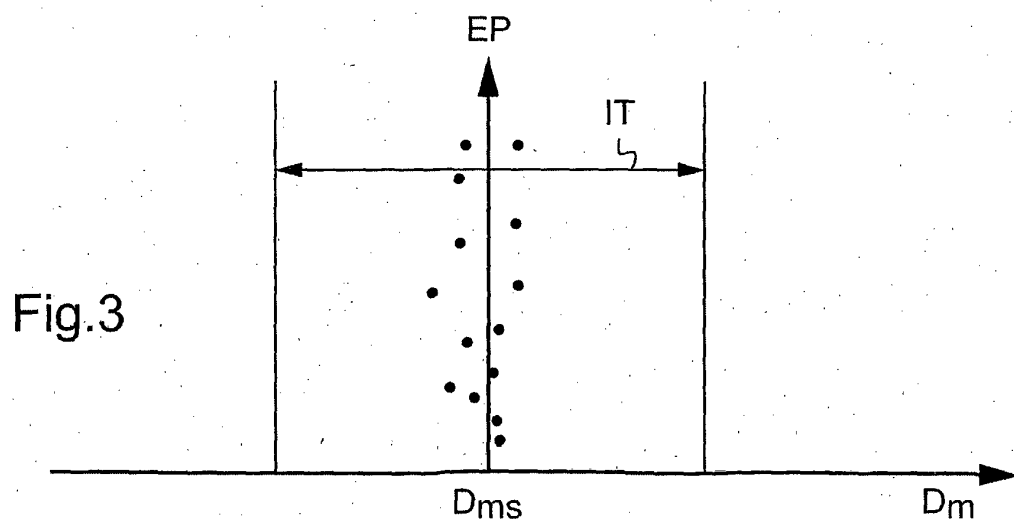
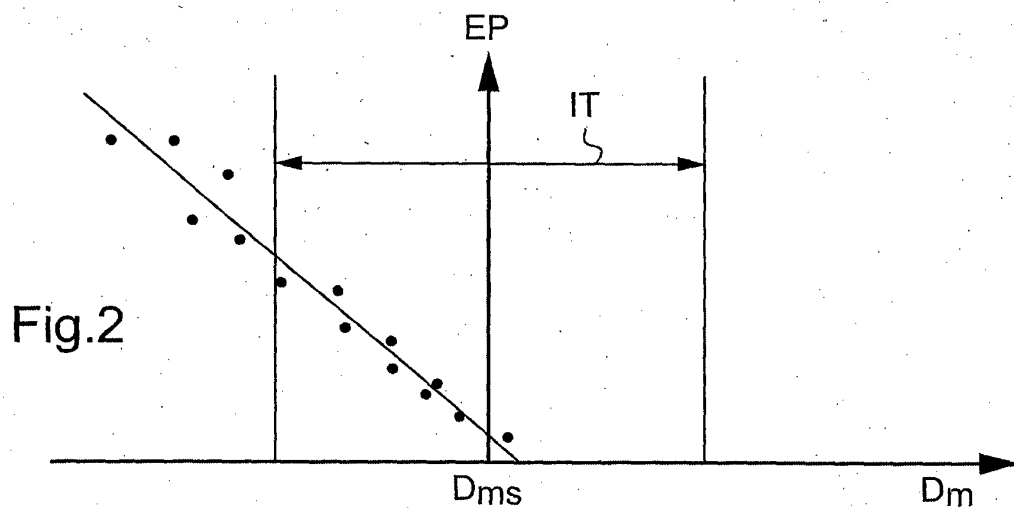
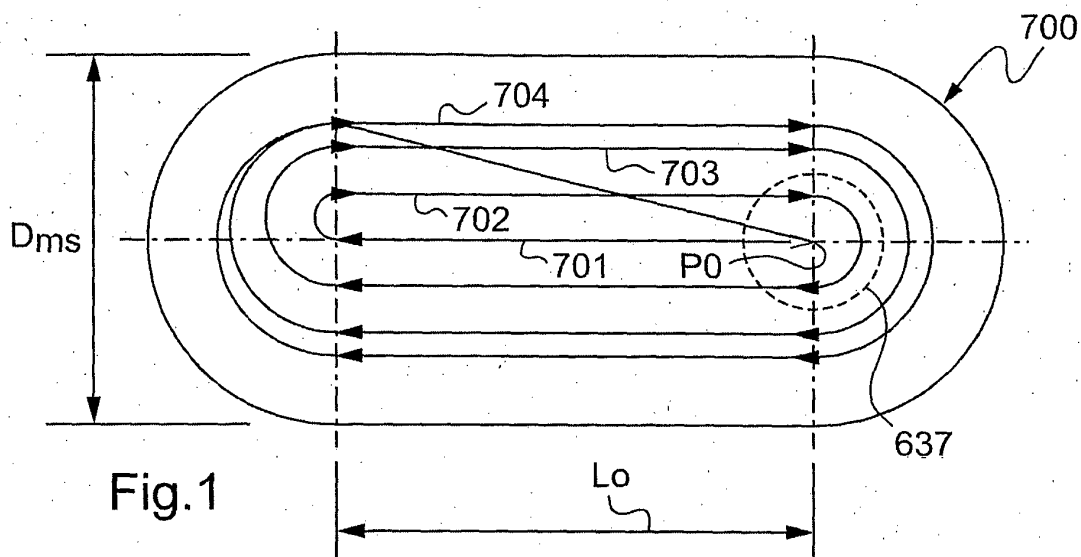
8. A method of drilling a lens according to any preceding claim, wherein the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is corrected beforehand, or else dynamically as a function of a magnitude that is directly or indirectly representative of at least one transverse or axial component of the force to which said drill bit is subjected during milling or drilling of the lens. 5
9. A method of drilling according to the preceding claim, **characterized in that** the correction of the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is defined at least in part on the basis of acquiring a magnitude that is directly or indirectly representative of at least one transverse component of the force to which the drill bit is subjected during drilling. 10 15
10. A method of drilling according to the preceding claim, **characterized in that** the control setpoint correction is predefined during a milling pass prior to said corrected pass. 20
11. A method of drilling according to claim 10, **characterized in that** the control setpoint correction is performed dynamically during said corrected milling pass. 25
12. A method of drilling according to claim 9, **characterized in that** the correction of the setpoint for controlling the transverse movement of the drill bit (637) is predefined at least in part on the basis of acquiring a magnitude that is directly or indirectly representative of at least one axial component of the force to which the drill bit is subjected during drilling. 30 35

40

45

50

55



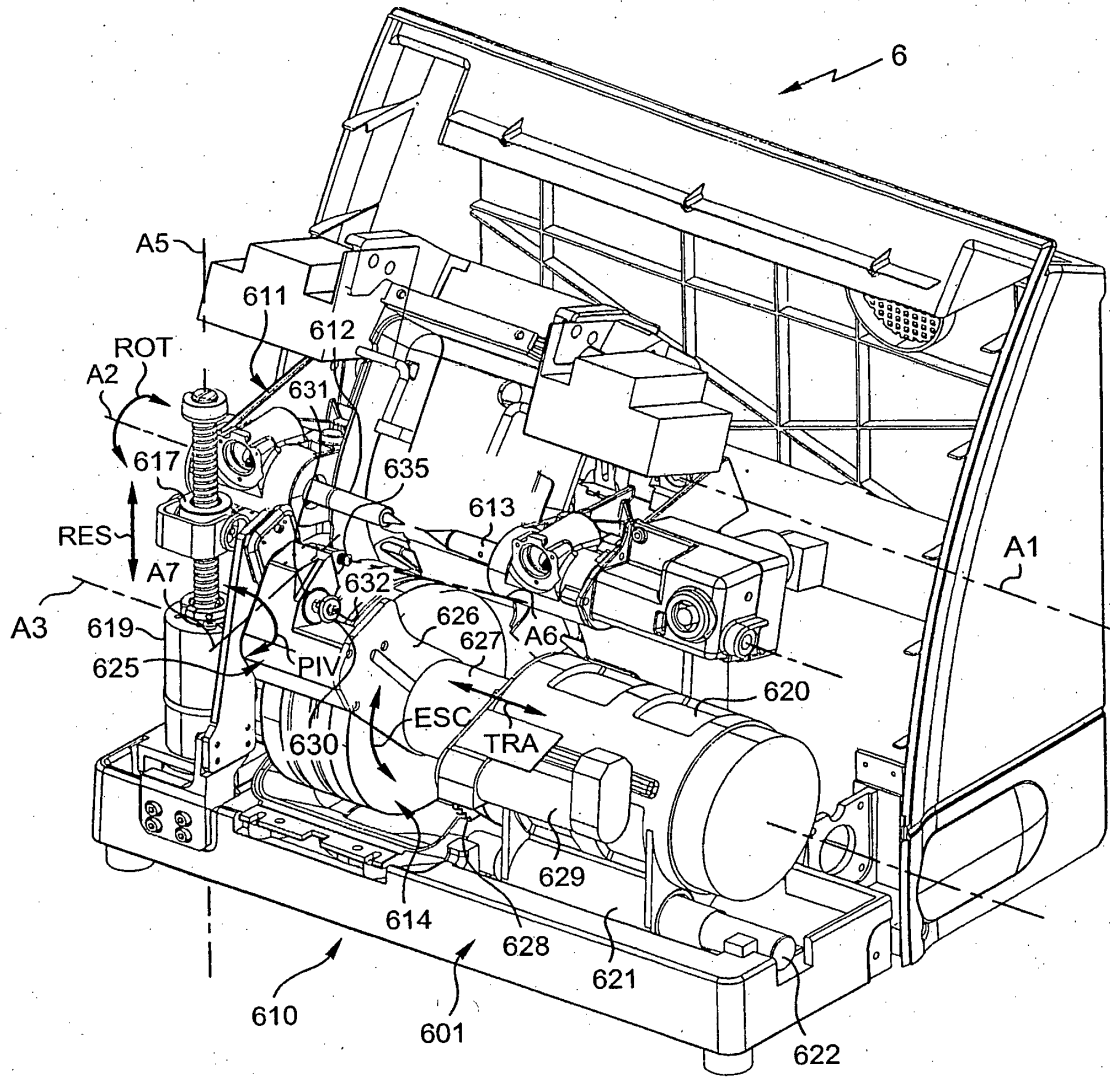


Fig.4

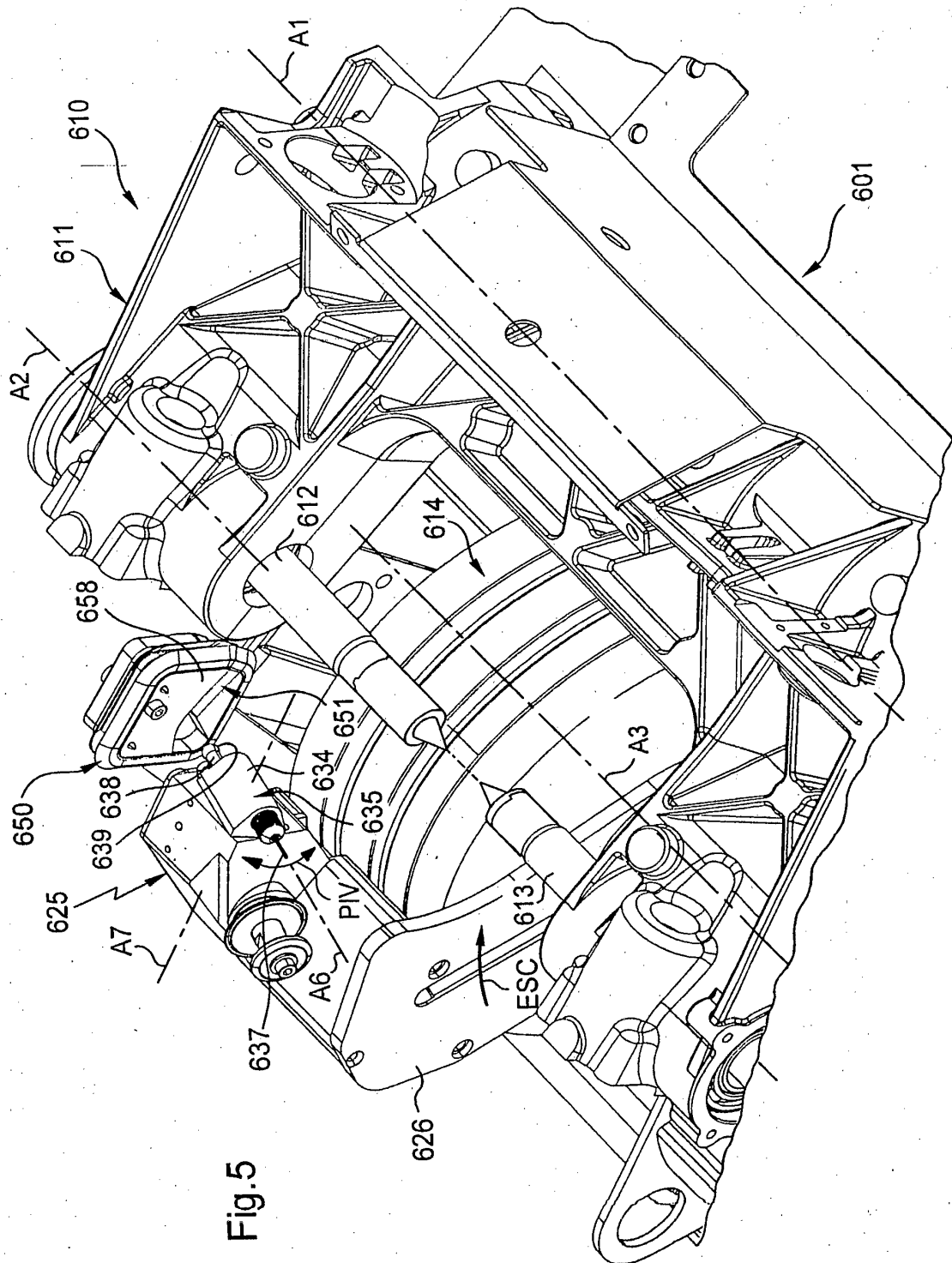


Fig. 5

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 1310327 A [0003]