



(11) **EP 2 380 701 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**03.04.2013 Bulletin 2013/14**

(51) Int Cl.:  
**B24B 9/14** <sup>(2006.01)</sup> **B24B 13/005** <sup>(2006.01)</sup>  
**B24B 41/06** <sup>(2012.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **11290178.0**

(22) Date de dépôt: **07.04.2011**

(54) **Procédé de détourage d'une lentille ophtalmique de lunettes**

Method for trimming an ophthalmic spectacle lens

Konturfräsverfahren einer ophtalmischen Linse für Brillen

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **Pinault, Philippe**  
**94220 Charenton-le-Pont (FR)**  
• **Tang, David**  
**94220 Charenton-le-Pont (FR)**

(30) Priorité: **20.04.2010 FR 1001677**

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

(43) Date de publication de la demande:  
**26.10.2011 Bulletin 2011/43**

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

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 1 974 855 WO-A1-2007/012713**  
**US-A1- 2004 097 168**

(72) Inventeurs:  
• **Lemaire, Cédric**  
**94220 Charenton-le-Pont (FR)**

**EP 2 380 701 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

**[0001]** La présente invention concerne un procédé de détournage d'une lentille ophtalmique selon un contour souhaité, en vue de son montage dans une monture de lunettes.

**[0002]** Elle concerne plus précisément la détermination d'une position de blocage de la lentille sur un support de blocage sur lequel la lentille est maintenue pendant son détournage.

**[0003]** Ce procédé est particulièrement adapté au détournage de lentilles ophtalmiques dont le contour présente une forme complexe, notamment des zones de courbures négatives.

## ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

**[0004]** La préparation d'une lentille ophtalmique en vue de son montage sur une monture de lunettes cerclée, semi-cerclée ou sans cercle (ou « percé ») est réalisée en acquérant le contour souhaité suivant lequel la lentille ophtalmique doit être détournée pour s'adapter à la forme de cette monture de lunettes. Ce contour est positionné sur la lentille en fonction du référentiel optique de la lentille pour que cette dernière soit, au porté, convenablement positionnée devant les yeux du porteur. La lentille est ensuite détournée en suivant ce contour souhaité.

**[0005]** Cette opération est par exemple décrite dans le document US2004/097168.

**[0006]** Lors du détournage, il peut arriver que certaines parties du contour souhaité ne puissent être usinées sans que le porte-outil ou l'outil n'entre en conflit avec un autre élément du dispositif d'usinage, par exemple le support de blocage de la lentille dans le dispositif d'usinage. Il en est typiquement ainsi lorsque la partie concernée du contour souhaité est située à proximité du support de la lentille et/ou lorsque le diamètre de l'outil est sensiblement plus petit que celui du porte-outil.

**[0007]** Les lentilles ophtalmiques destinées à être détournées suivant des contours de faibles hauteurs et de largeurs importantes, généralement des contours rectangulaires, génèrent souvent ce type d'interférence.

**[0008]** Il en est de même des lentilles ophtalmiques destinées à être détournées suivant des contours de formes complexes comportant par exemple des zones incurvées vers le centre de la lentille, appelées zones de courbure négative. Ces zones de courbure négative correspondent généralement à des détails décoratifs du contour de la lentille et nécessitent d'être usinées par un outil de diamètre inférieur au diamètre de la meule couramment utilisé pour détourner la lentille. On utilise par exemple, dans ce cas, un outil fraise de quelques millimètres de diamètre.

## OBJET DE L'INVENTION

**[0009]** Afin de résoudre ce problème, on propose selon l'invention un procédé de détournage selon la revendica-

tion 1.

**[0010]** La limite intérieure de coupe est définie autour du support de blocage et correspond à la zone autour de ce support dans laquelle l'outil d'usinage considéré ne peut pas accéder, du fait de risques d'interférence entre l'outil (ou le porte-outil) et le support de blocage.

**[0011]** Ainsi, grâce à l'invention, on peut détecter, avant même la mise en place du support de blocage sur la lentille (généralement au centre optique ou au centre boxing de la lentille), les risques d'interférence entre l'outil d'usinage et le support de blocage.

**[0012]** Si un tel risque est détecté, il est alors possible de modifier la position à laquelle le support de blocage doit être fixé sur la lentille, de manière qu'au cours de l'usinage de la lentille, l'outil considéré n'ait pas à accéder à l'intérieur de la limite intérieure de coupe.

**[0013]** D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du procédé conforme à l'invention sont définies dans les revendications 2 et suivantes.

## DESCRIPTION DETAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

**[0014]** 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.

**[0015]** Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un dispositif de détournage utilisé pour mettre en oeuvre le procédé selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe d'une lentille ophtalmique maintenue par un support de lentille et prête à être détournée par une fraise ;
- la figure 3 est une vue schématique d'un contour souhaité suivant lequel il convient de détourner la lentille ophtalmique ; et
- la figure 4 est un organigramme illustrant l'algorithme de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

**[0016]** Dans la description qui va suivre, on utilisera le terme enveloppe pour désigner la surface qui délimite un volume considéré. L'enveloppe d'un objet en mouvement désignera en particulier la surface dans laquelle est circonscrit l'ensemble des positions de l'objet lorsqu'il se déplace suivant le mouvement considéré.

**[0017]** La partie technique du métier de l'opticien consiste à monter une paire de lentilles ophtalmiques sur une monture sélectionnée par le futur porteur de la paire de lunettes.

**[0018]** Ce montage se décompose en quatre opérations principales :

- l'acquisition d'un contour souhaité selon lequel devra être détournée chaque lentille ophtalmique ;
- le centrage du contour souhaité dans le référentiel de la lentille correspondante, qui consiste à déter-

miner la position qu'occupera chaque lentille sur la monture afin d'être convenablement centrée en regard de la pupille de l'oeil du porteur de manière à ce qu'elle exerce convenablement la fonction optique pour laquelle elle a été conçue ;

- le blocage de chaque lentille qui consiste à fixer sur chaque lentille un accessoire de blocage permettant au dispositif d'usinage de saisir la lentille et de mémoriser la position du référentiel de cette lentille ; et
- le détournement de chaque lentille qui consiste à l'usiner ou à la découper selon le contour souhaité, compte tenu des paramètres de centrage définis.

**[0019]** Cette opération de détournement est généralement réalisée en trois étapes successives d'ébauche, de finition et de surfinition. L'étape d'ébauche consiste à ramener le contour initial de la lentille à un contour proche ou identique du contour souhaité. L'opération de finition consiste à biseauter la tranche de la lentille si celle-ci est destinée à être montée sur une monture de lunettes cerclée, ou à rainurer la tranche de la lentille si celle-ci est destinée à être montée sur une monture de lunettes semi-cerclée. L'étape de finition consiste quant à elle à polir et chanfreiner au besoin les arêtes coupantes de la tranche de la lentille. Le procédé de détournement selon l'invention s'applique ici à l'ensemble de ces étapes.

#### La lentille ophtalmique

**[0020]** Sur la figure 2, on a représenté une lentille ophtalmique 10. Une telle lentille ophtalmique 10 présente deux faces optiques avant 14 et arrière 15, et une tranche 16 initialement circulaire qu'il convient de ramener à la forme du contour souhaité, de manière que la lentille ophtalmique puisse ensuite être fixée à la monture de lunettes sélectionnée.

**[0021]** Sur la figure 3, on a représenté un exemple particulier de contour souhaité 11. Bien sûr, le procédé selon la présente invention s'applique à tout type de contour, régulier ou non. Il s'applique toutefois de manière particulièrement avantageuse aux lentilles ophtalmiques à détourner sur des contours souhaités de formes irrégulières, et à assembler avec des montures de lunettes de type percé (dans lesquelles les branches et le pont de la monture comportent des moyens de fixation à des trous de perçage pratiqués dans les lentilles).

**[0022]** Sur la figure 3, le contour souhaité 11, considéré en projection dans un plan général moyen de la lentille ophtalmique non encore détournée, comporte un secteur inférieur régulier et un secteur supérieur A-D irrégulier. Ce secteur supérieur est formé de plusieurs régions complexes délimitées respectivement par les points A, B, C et D.

**[0023]** Chaque région complexe A-B, B-C, C-D comporte une ou plusieurs zones de courbure négative. Ces zones de courbure négative sont des zones dans lesquelles le contour souhaité 11 est concave.

**[0024]** Sur cette figure 3, on a également représenté

le cadre boxing de ce contour souhaité 11, qui correspond au rectangle dans lequel est inscrit le contour souhaité 11 et dont deux des côtés définissent l'axe d'horizon de ce contour. Le centre de ce rectangle, appelé centre boxing, forme alors l'origine du repère du référentiel de la lentille ophtalmique.

**[0025]** On définit par ailleurs le plan moyen de la lentille ophtalmique comme le plan qui contient l'arête arrière circulaire de la lentille non encore détournée. Le contour souhaité 11 correspond alors à la projection dans ce plan moyen du contour tridimensionnel suivant lequel la lentille doit être détournée.

#### Le dispositif d'usinage

**[0026]** Pour détourner cette lentille ophtalmique 10, on la place dans un dispositif d'usinage 200 connu en lui-même, tel que celui décrit dans le document W02008/043910.

**[0027]** Un tel dispositif, tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, est une meuleuse qui comporte :

- une bascule 204 qui est montée pivotante autour d'un axe de bascule A1, en pratique un axe horizontal, sur un châssis 203, et qui comporte des moyens de support 210 de la lentille ophtalmique 10 permettant une mise en rotation motorisée de cette lentille autour d'un axe de blocage A2 sensiblement perpendiculaire au plan moyen de la lentille et parallèle à l'axe A1 ;
- un train de meules de grand diamètre, comportant notamment une grande meule 220, montées sur le châssis 203 pour tourner, par entraînement motorisé, autour d'un axe de meule A3 parallèle à l'axe de bascule A1 ;
- un module de finition 235 qui embarque plusieurs outils de finition, dont une meulette 231 et une fraise 230 montées rotatives autour d'axes A5, A6 parallèles aux axes de bascule A1, de blocage A2 et de meule A3, et qui est monté à pivotement autour de l'axe de meule A3 pour la commande de la position de ses outils de finition par rapport à la lentille ; et
- un dispositif de calcul et de pilotage 100, permettant en particulier de piloter les différents degrés de liberté du dispositif de meulage 200, qui comporte ici un clavier 101 et un écran 102 adapté à l'affichage d'une interface graphique.

**[0028]** Typiquement, ce dispositif de calcul et de pilotage 100 est intégré au système électronique et/ou informatique de la meuleuse 200.

**[0029]** Les moyens de support 210 de la lentille ophtalmique 10 comportent ici plus précisément deux arbres de serrage et d'entraînement en rotation 211 de la lentille ophtalmique 10 à détourner. Ces deux arbres 211 sont alignés l'un avec l'autre suivant l'axe de blocage A2.

**[0030]** Chacun de ces arbres 211 possède une extrémité libre qui fait face à l'autre, dont l'une est équipée

d'un nez de blocage 214 de la lentille ophtalmique 10 et dont l'autre est équipée d'un moyen de réception 213 d'un accessoire de blocage 215 de la lentille (prépositionné sur la lentille au moment de son blocage).

**[0031]** Cet accessoire de blocage est classiquement positionné sur la lentille ophtalmique en un point donné et avec une orientation donnée, qui permet de repérer la position du référentiel de la lentille ophtalmique par rapport au référentiel du châssis 203 du dispositif d'usinage 200. Classiquement, cet accessoire de blocage 215 comporte un corps agencé pour coopérer avec l'arbre 211 correspondant de la meuleuse 200, et une pastille adhésive agencée pour se coller à la face optique avant 14 de la lentille ophtalmique.

**[0032]** Comme le montre la figure 2, lors de l'usinage de la lentille ophtalmique 10, une partie centrale de ses faces optiques avant et arrière 14, 15 sont recouvertes par le nez et l'accessoire de blocage 214, 215. On peut alors définir autour de l'axe de blocage A2 une surface, appelée enveloppe d'inaccessibilité B1, dans laquelle il n'est pas possible d'usiner la lentille ophtalmique 10. Puisque les nez et accessoire de blocage 214, 215 présentent ici un même contour de dimension transversale connue (typiquement, un contour circulaire de diamètre connu ou rectangulaire de cotés connus), l'enveloppe d'inaccessibilité B1 est définie comme le cylindre de révolution autour de l'axe de blocage A2, qui présente un diamètre égal à celui des nez et accessoire de blocage 214, 215 (ou légèrement supérieur à ce diamètre, compte-tenu des déformations possibles de ces nez et accessoire de blocage).

**[0033]** Un premier des deux arbres 211 est fixe en translation suivant l'axe de blocage A2. Le second des deux arbres 211 est au contraire mobile en translation suivant l'axe de blocage A2 pour réaliser le serrage en compression axiale de la lentille ophtalmique 10 entre les deux arbres.

**[0034]** La grande meule 220 est une meule classique, qui comporte une surface coupante définissant, dans sa rotation autour de l'axe A3, une enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe A3, présentant un diamètre supérieur ou égal à 80 millimètres, par exemple égal à 155 millimètres.

**[0035]** La meulette 231 est une meule de plus petit diamètre que la meule 220, qui comporte une surface coupante définissant, dans sa rotation autour de l'axe A5, une enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe A5, présentant de préférence un diamètre inférieur à 80 millimètres, par exemple égal à 11 millimètres.

**[0036]** La fraise 230 comporte une arête coupante définissant, dans sa rotation autour de l'axe A6, une enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe A6, qui présente un diamètre inférieur à 10 millimètres et de préférence inférieur à 5 millimètres, par exemple égal à 1,4 millimètres.

**[0037]** Ces trois outils 220, 230, 231 sont portés par des portes-outils.

**[0038]** La grande meule 220 et la meulette 231 sont

respectivement portées par un axe et un mandrin. Elles présentent des diamètres très supérieurs à ceux de cet axe et de ce mandrin. Lors de l'usinage de la lentille, ces portes-outils ne risquent donc pas d'interférer avec les arbres 211 de blocage de la lentille ophtalmique.

**[0039]** Comme le montre la figure 2, la fraise 230 est en revanche portée par un mandrin 240, lui-même supporté par le module de finition 235, dont les dimensions (transversales à l'axe A6) sont supérieures à celles de la fraise. Plus précisément ici, la fraise 230 est positionnée de telle manière sur le module de finition 235 que ce dernier risque d'interférer avec les arbres 211 de blocage de la lentille ophtalmique.

**[0040]** On peut par conséquent définir autour de ce module de finition 235 une surface, appelée enveloppe de sécurité B2, dans laquelle sont compris le mandrin 240 et le module de finition 235.

**[0041]** En comparaison, les enveloppes de sécurité de la grande meule 220 et de la meulette 231 sont formées par leurs enveloppes de coupe puisque leurs porte-outils ne risquent pas d'interférer avec les arbres 211 de blocage de la lentille ophtalmique.

**[0042]** On comprend alors que, lors de l'usinage de la lentille ophtalmique, l'enveloppe de sécurité B2 ne doit jamais intersecter l'enveloppe d'inaccessibilité B1 afin d'éviter, d'une part, tout risque d'usinage du nez et de l'accessoire de blocage 214, 215, et, d'autre part, tout risque d'interférence entre l'outil considéré (ou le porte-outil) et les arbres 211 de blocage de la lentille ophtalmique.

**[0043]** Etant données ces deux enveloppes B1, B2, on peut définir autour de l'axe de blocage A2 une limite, appelée limite intérieure de coupe 12, 13 (voir figure 3), qui délimite le volume dans lequel l'outil considéré ne peut pas venir usiner la tranche 16 de la lentille ophtalmique 10. Autrement formulée, cette limite intérieure de coupe 12, 13 correspond à l'enveloppe dans laquelle se déplace la surface de coupe de l'outil considéré lors de son déplacement autour des arbres 211 de blocage de la lentille dans une plage de déplacement fonctionnelle autorisée.

**[0044]** Les enveloppes de sécurité B2 des outils étant différentes, on comprend alors que chaque outil est associé à une limite intérieure de coupe 12, 13 qui lui est propre.

**[0045]** Telles que représentées sur la figure 3, c'est-à-dire en projection sur le plan moyen de la lentille ophtalmique 10, les limites intérieures de coupe 12 associées à la meule 220 et à la meulette 231 sont confondues. Elles présentent des formes cylindriques de révolution autour de l'axe de blocage A2, de diamètre égal à celui de l'enveloppe d'inaccessibilité B1.

**[0046]** La limite intérieure de coupe 13 associée à la fraise 230 présente également une forme cylindrique de révolution autour de l'axe de blocage A2, mais elle présente un diamètre supérieur à celui de l'enveloppe d'inaccessibilité B1.

**[0047]** Ces limites intérieures de coupe 12, 13 étant

de formes constantes, on peut prévoir de mémoriser leurs caractéristiques dans un registre du dispositif de calcul et de pilotage 100, de manière qu'au démarrage de la meuleuse 200, le dispositif de calcul et de pilotage 100 puisse acquérir ces caractéristiques.

**[0048]** Plus généralement, dans le cas où la lentille peut être bloquée avec des accessoires de blocage de formes différentes (plus ou moins grands selon le caractère glissant de la lentille), chaque limite intérieure de coupe sera alors non seulement associée à un outil, mais également à un type d'accessoire de blocage.

#### Méthode de choix d'outil

**[0049]** Le contour souhaité 11 de la lentille ophtalmique 10 à détourer comportant, comme représenté sur la figure 3, des régions complexes A-B, B-C, C-D, le détourage de la lentille ne peut être réalisé à l'aide de la seule meule 220. On se trouve en effet dans le cas où le diamètre de la meule 220 est trop grand pour respecter la géométrie du contour souhaité 11 dans ses zones de courbure négative présentant une concavité trop prononcée.

**[0050]** Le détourage pourrait alors être réalisé à l'aide de la seule fraise 231. Toutefois, l'utilisation d'un outil de petit diamètre est plus onéreuse que celle d'un outil de grand diamètre. On utilisera donc ici plusieurs outils pour usiner la lentille ophtalmique 10 suivant le contour souhaité 11.

**[0051]** Ainsi, avant de commencer l'usinage de ladite lentille, le dispositif de calcul et de pilotage 100 détermine quelles régions du contour souhaité 11 de la lentille ophtalmique 20 vont être usinées par quel outil 220, 230, 231, en fonction des caractéristiques géométriques de ce contour souhaité 11 et en fonction des diamètres des enveloppes de coupes des outils 220, 230, 231.

**[0052]** Pour cela, le dispositif de calcul et de pilotage 100 commence par acquérir, d'une manière ou d'une autre, le contour souhaité 11.

**[0053]** Ce contour souhaité 11 peut par exemple être obtenu par une simple recherche, dans un registre d'une base de données, d'un enregistrement qui est associé à la référence de la monture de lunettes sélectionnée et qui mémorise le contour souhaité. Un registre de base de données régulièrement mis à jour est toutefois nécessaire.

**[0054]** Plus classiquement, ce contour souhaité 11 pourra être obtenu en capturant un cliché numérique de la monture de lunettes de présentation que l'opticien a à sa disposition, et en traitant ce cliché pour déterminer les coordonnées bidimensionnelles d'un ensemble de points caractérisant la forme des tranches des lentilles de cette monture de présentation.

**[0055]** Le contour souhaité 11 pourra également être obtenu en palpant la tranche des lentilles de cette monture de présentation à l'aide d'un lecteur classique, tel que celui décrit dans le brevet EP 0 750 172 ou commercialisé par Essilor International sous la marque Kappa

ou sous la marque Kappa CT. A l'issue de cette opération de palpation, le dispositif de calcul et de pilotage 100 aura ainsi acquis les coordonnées bidimensionnelles d'une pluralité de points caractérisant la géométrie du contour souhaité 11.

**[0056]** Quelle que soit la méthode d'acquisition du contour souhaité utilisée, le dispositif de calcul et de pilotage 100 exécute ensuite un algorithme d'analyse du contour souhaité 11 afin de déterminer une première région du contour souhaité 11 comprenant les points de ce contour pour lesquels l'utilisation de la meule 220 est possible pour détourer la lentille ophtalmique sans détériorer la forme du contour souhaité.

**[0057]** Plus précisément, il s'agit d'isoler les points du contour souhaité 11 auxquels l'usinage de la lentille avec la grande meule 220 pour atteindre la cote de rayon de lentille souhaitée au point considéré est réalisé sans rogner d'autres parties de la lentille 10 situées à l'intérieur du contour souhaité 11.

**[0058]** Comme le montre la figure 3, pour chaque point de l'ensemble de points modélisant le contour souhaité 11, l'algorithme calcule à cet effet la position de l'enveloppe de coupe 30 de la meule 220 lorsque celle-ci est tangente au contour en ce point. Cette position correspond à la position de la meule 220 lorsque celle-ci est en position pour usiner la lentille 10 selon le contour souhaité 11 en ce point. L'algorithme recherche ensuite les points du contour souhaité 11 qui se trouvent à l'intérieur de cette première enveloppe de coupe, c'est-à-dire situés du côté de l'arc de cercle correspondant à la meule 220, s'il en existe. Ces points correspondent aux points additionnels rognés par la meule 220 lorsqu'elle usine la lentille 10 au point considéré du contour souhaité 11. L'algorithme peut ainsi déterminer les secteurs complexes du contour dans lesquels l'utilisation de la meule 220 n'est pas possible. Dans le cas du contour souhaité 11 représenté sur la figure 3, ce secteur correspond au secteur supérieur du contour souhaité 11, compris entre les points A et D.

**[0059]** L'algorithme vérifie ensuite si l'ensemble de ce secteur supérieur peut être usiné à l'aide de la meulette 231.

**[0060]** Pour cela, l'algorithme procède de la même manière qu'avec la meule 220, en ne considérant cette fois que les seuls points du secteur supérieur du contour souhaité 11. L'algorithme peut ainsi déterminer les régions complexes du contour souhaité 11 dans lesquelles l'utilisation de la meulette 231 n'est pas possible. Dans le cas du contour souhaité 11 représenté sur la figure 3, ces régions complexes sont comprises entre les points A et B d'une part, et C et D d'autre part.

**[0061]** L'algorithme vérifie enfin si ces deux régions complexes A-B et C-D peuvent être usinées à l'aide de la fraise 230. Si tel n'est pas le cas, il affiche un message d'erreur sur l'écran 102, signifiant à l'opticien que le détourage de la lentille ophtalmique n'est pas possible.

**[0062]** Au contraire, si les deux régions complexes A-B et C-D peuvent être usinées à l'aide de la fraise 230, le

dispositif de calcul et de pilotage 100 mémorise que :

- le secteur inférieur de la lentille ophtalmique 10 doit être détourné à l'aide de la meule 220,
- les régions complexes A-B et C-D doivent être détournées à l'aide de la fraise 231, et
- la région complexe B-C doit être détournée à l'aide de la meulette 230.

#### Détermination du point de blocage

**[0063]** Il s'agit alors de déterminer si, en bloquant la lentille au niveau de son centre boxing  $P_1$ , il est possible de détourner la lentille ophtalmique 10 suivant son contour souhaité 11 à l'aide des outils prévus, et, si tel n'est pas le cas, de décaler le point de blocage de la lentille par rapport au centre boxing  $P_1$ , jusqu'à trouver une position, dite de blocage final  $P_F$ , dans laquelle le détournement est possible.

**[0064]** L'algorithme de mise en oeuvre de ce procédé de recherche d'une position de blocage finale  $P_F$  se décompose en étapes successives illustrées sur la figure 4.

**[0065]** Au cours d'une première étape E1, le dispositif de calcul et de pilotage 100 réinitialise un compteur. La valeur N mémorisée dans ce compteur est alors égale à 1.

**[0066]** Au cours d'une seconde étape E2, le dispositif de calcul et de pilotage 100 recherche dans le registre de base de données à laquelle il a accès, d'une part, la limite intérieure de coupe 12 associée à la meule 220 et à la meulette 231, et, d'autre part, la limite intérieure de coupe 13 associée à la fraise 230.

**[0067]** Au cours d'une troisième étape E3 détaillée supra, le dispositif de calcul et de pilotage 100 acquiert les coordonnées bidimensionnelles des points caractérisant le contour souhaité 11, puis il calcule la position du centre boxing  $P_1$ .

**[0068]** Au cours d'une quatrième étape E4, le dispositif de calcul et de pilotage 100 détermine si au moins une partie du contour souhaité 11 prévue pour être usinée à l'aide de la meule 220 ou de la meulette 231 présente une intersection non nulle avec la limite intérieure de coupe 12 et si au moins une partie du contour souhaité 11 prévue pour être usinée à l'aide de la fraise 230 présente une intersection non nulle avec la limite intérieure de coupe 13.

**[0069]** Le dispositif de calcul et de pilotage 100 superpose à cet effet les limites intérieures de coupe 12, 13 et le contour souhaité 11, de telle manière que les centres des cercles représentatifs de ces limites intérieures de coupe 12, 13 soit confondus avec le centre boxing  $P_1$ . Il simule ainsi le blocage de la lentille ophtalmique 10 au niveau de son centre boxing  $P_1$ .

**[0070]** Puis il résout deux systèmes d'équations pour trouver d'éventuels points d'intersection entre le contour souhaité 11 et ces cercles. Dans ces deux systèmes d'équations, la première équation correspondra à celle du contour souhaité 11. La seconde équation correspon-

dra en revanche, dans le premier système, à l'équation du cercle représentatif de la limite intérieure de coupe 12 tandis que dans le second système, elle correspondra à l'équation du cercle représentatif de la limite intérieure de coupe 13.

**[0071]** Sur la figure 3, on constate alors qu'une partie  $Q_{11} - Q_{12}$  de la portion complexe A-B destinée à être détournée par la fraise 230 est située à l'intérieur de la limite intérieure de coupe 13. On constate également qu'une partie  $Q_{21} - Q_{22}$  de la portion complexe B-C destinée à être détournée par la meulette 231 est située à l'intérieur de la limite intérieure de coupe 12. On comprend donc qu'en posant l'accessoire de blocage 215 sur la lentille ophtalmique 10 de telle manière qu'il soit centré sur le centre boxing  $P_1$ , il apparaîtra au cours de l'usinage de la lentille un problème d'interférence entre les arbres 211 de blocage de la lentille et les outils ou porte-outils de la meuleuse 200.

**[0072]** Le dispositif de calcul et de pilotage 100 suspend donc le blocage de la lentille ophtalmique 10 pour trouver une nouvelle position de blocage  $P_N$  modifiée par rapport au centre boxing  $P_1$ , dans l'espoir que dans cette position, le contour souhaité 11 ne présente plus d'intersection avec les limites intérieures de coupe 12, 13.

**[0073]** Au cours d'une cinquième étape E5, le dispositif de calcul et de pilotage 100 calcule un vecteur de décalage  $V1$  qui permettra de décaler le point de blocage dans une position susceptible de résoudre les problèmes d'interférence précités.

**[0074]** Le dispositif de calcul et de pilotage 100 repère, pour chaque zone d'intersection  $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ , le segment de rayon  $S1$ ,  $S2$  du cercle représentatif de la limite intérieure de coupe 12, 13 associé à cette zone d'intersection, qui est situé entre le contour souhaité 11 et ce cercle, et qui présente la plus grande longueur.

**[0075]** Il détermine alors les coordonnées de deux vecteurs de décalage  $V2$ ,  $V3$  qui sont orientés à l'opposé de ces segments de rayon  $S1$ ,  $S2$  et qui présentent des longueurs identiques à celles de ces segments de rayon  $S1$ ,  $S2$ . Il en déduit ainsi les coordonnées du vecteur de décalage  $V1$ , qui est égal à la somme des deux vecteurs de décalage  $V2$ ,  $V3$ .

**[0076]** Au cours d'une sixième étape E6, le dispositif de calcul et de pilotage 100 procède alors au décalage de la position du point de blocage depuis le centre boxing  $P_1$  vers le nouveau point de blocage  $P_N$ , suivant ce vecteur de décalage  $V1$ .

**[0077]** Ce décalage du point de blocage permet ainsi de s'assurer qu'aucune intersection ne subsiste entre les zones considérées  $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$  du contour souhaité 11 et les limites intérieures de coupe 12, 13.

**[0078]** Bien sûr, il sera possible de prévoir en outre une marge de sécurité prédéterminée, ce qui consistera à décaler le point de blocage suivant un vecteur de direction identique mais de norme légèrement supérieure à celle du vecteur de décalage  $V1$ .

**[0079]** En variante, le vecteur de décalage pourra être calculé autrement. On pourra par exemple prévoir qu'il

présente une longueur identique à celle du vecteur  $V_1$ , mais qu'il soit orienté autrement. Son orientation pourra par exemple être déterminée en calculant la direction de la normale moyenne au contour souhaité au niveau des zones d'intersection  $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ , c'est-à-dire la direction de la combinaison des deux vecteurs normaux, en moyenne, aux deux zones d'intersection.

**[0080]** A ce stade, comme cela apparaît sur la figure 3, il peut toutefois apparaître une nouvelle zone d'interférence  $Q'_{11} - Q'_{12}$  qu'il convient de détecter avant de bloquer la lentille ophtalmique.

**[0081]** Pour cela, au cours d'une septième et d'une huitième étapes E7, E8 le dispositif de calcul et de pilotage 100 incrémente d'une unité la valeur N mémorisée dans le compteur, puis il vérifie que la nouvelle valeur N est inférieure à un seuil  $N_0$  prédéterminé.

**[0082]** L'objectif de ces deux étapes est de contrôler que le procédé itératif de détermination d'un point de blocage de la lentille ne tourne pas indéfiniment en boucle. Ici, passé cent essais ( $N_0 = 100$ ), on estimera qu'aucune position de blocage de la lentille ne convient et que la meuleuse 200 n'est donc pas en mesure de détourer la lentille ophtalmique 100 suivant le contour souhaité 11.

**[0083]** Ici, puisque la valeur mémorisée dans le compteur N est égale à 2, le dispositif de calcul et de pilotage 100 met à nouveau en oeuvre les étapes E4 à E8 précitées, pour déterminer si le détournement de la lentille ophtalmique suivant le contour souhaité 11, tel que positionné dans sa nouvelle position de blocage  $P_N$ , et à l'aide des outils 220, 230, 231 prévus, est possible.

**[0084]** Tel que représenté sur la figure 3, ce détournement n'est à nouveau pas possible puisqu'il apparaît une zone d'intersection  $Q'_{11} - Q'_{12}$  entre le contour souhaité 11 et la limite intérieure de coupe 12 associée à la grande meule 220.

**[0085]** Par conséquent, le dispositif de calcul et de pilotage 100 répète à nouveau les étapes E4 à E8 précitées.

**[0086]** Si, passé cent itérations, aucune position de blocage finale  $P_F$  n'est trouvée, le dispositif de calcul et de pilotage 100 affiche sur l'écran 102 un message d'erreur signifiant à l'opticien que le détournement de la lentille ophtalmique à l'aide de la meuleuse 200 n'est pas possible. Il affiche également une image du contour souhaité 11 avec, en rouge, la ou les partie(s) de ce contour qui risque(nt) de poser des problèmes d'interférence. Dans ce cas, l'opticien peut éventuellement intervenir en modifiant sur l'écran la forme affichée du contour souhaité afin de l'agrandir au niveau de la zone rouge. Ainsi, le dispositif de calcul et de pilotage 100 peut à nouveau tenter de trouver un point de blocage final  $P_F$  qui convient.

**[0087]** Au contraire, si le dispositif de calcul et de pilotage 100 trouve une position de blocage finale  $P_F$  dans laquelle les zones du contour souhaité 11 à détourer à l'aide de la meule 220 ou de la meulette 231 n'intersectent pas la limite intérieure de coupe 12 et dans laquelle les zones A-B et C-D du contour souhaité 11 à détourer à

l'aide de la fraise 230 n'intersectent pas la limite intérieure de coupe 13, l'opticien procède au blocage de la lentille ophtalmique 10 au niveau de cette position de blocage finale  $P_F$ . Autrement formulé, la position du contour souhaité 11 dans le référentiel de la lentille ophtalmique 10 étant déterminée, l'accessoire de blocage 215 est collé sur la face optique avant 14 de la lentille ophtalmique 10 au niveau du point de blocage final  $P_F$  repéré par rapport au contour souhaité 11.

**[0088]** La lentille ophtalmique 10 équipée de son accessoire de blocage 215 est alors bloquée entre les deux arbres 211 de la meuleuse 200 pour y être détournée suivant le contour souhaité 11.

**[0089]** A l'issue de ces différentes opérations, la lentille ophtalmique 10 détournée suivant le contour souhaité 11 est donc apte à être rapportée sur la monture de lunettes sélectionnée si celle-ci est du type cerclé ou semi-cerclé.

**[0090]** En revanche, si la monture de lunettes est du type sans cerclé, il est nécessaire de réaliser des trous de perçage ou des crans dans la lentille de manière que le pont et la branche correspondante de la monture de lunette puissent s'y accrocher.

**[0091]** Les trous de perçage sont généralement réalisés dans la lentille en pleine matière, par un foret de perçage prévu sur la meuleuse 200, suivant un axe déterminé. La position de cet axe est repérée par rapport au contour souhaité 11 et son orientation par rapport à la lentille est choisie pour qu'il soit orthogonal à la face avant de la lentille au niveau du point de perçage.

**[0092]** Les crans forment quant à eux des entailles dans la tranche de la lentille ophtalmique 10. Par conséquent, ils peuvent aussi bien être réalisés par la fraise 230 que par le foret de perçage. Ils pourraient d'ailleurs même être réalisés directement lors du détournement de la lentille, ce qui ne fait toutefois pas l'objet du présent exposé. Au contraire, ici, ces crans et trous de perçage seront réalisés après le détournement de la lentille ophtalmique, alors même que la lentille est encore bloquée entre les arbres 211 de la meuleuse 200.

**[0093]** Pour prévenir toute interférence entre le porte-outil de la fraise ou du foret de perçage et les arbres 211 lors du perçage ou du crantage de la lentille, avantageusement, le dispositif de calcul et de pilotage 100 met alors en oeuvre des étapes supplémentaires consistant à :

- i) acquérir les positions des bords des crans ou des trous de perçage par rapport au contour souhaité 11.
- ii) contrôler que les bords des crans ou des trous de perçage, lorsque le contour souhaité est repositionné à la position de blocage finale  $P_F$ , ne présente pas d'intersection avec la limite intérieure de coupe associée au foret de perçage (ou à la fraise), et, si une intersection est détectée,
- iii) déterminer une nouvelle position de blocage finale  $P_F'$ , décalée par rapport à la position de blocage finale  $P_F$  initialement trouvée et qui est telle que, d'une part, le contour souhaité 11, repositionné à la

nouvelle position de blocage finale  $P_F'$ , ne présente pas d'intersection avec la limite intérieure de coupe associée au foret de perçage (ou à la fraise), et que, d'autre part, les bords des crans ou trous de perçage ne présentent pas d'intersection avec cette limite intérieure de coupe.

**[0094]** Ainsi, la nouvelle position de blocage finale  $P_F'$  sera choisie de manière à éviter toute interférence entre le porte-outil et les arbres 211 aussi bien durant le détournage que pendant le perçage ou le crantage de la lentille ophtalmique.

**[0095]** A l'étape i), les positions des bords des crans ou des trous de perçage sont acquises en projection dans le plan moyen de la lentille ophtalmique (représenté sur la figure 3). On notera ici que dans cette projection, les bords des embouchures avant et arrière de chaque trou de perçage seront généralement légèrement décalés, puisque l'axe de perçage n'est généralement pas parallèle à l'axe de la projection utilisée. Le bord considéré correspondra alors préférentiellement au contour global qui enveloppe les projections des embouchures avant et arrière du trou de perçage dans le plan moyen de la lentille ophtalmique.

**[0096]** Les étapes ii) et iii) seront quant à elles mises en oeuvre suivant une méthode identique à celle exposée supra, consistant à décaler le point de blocage final  $P_F$  jusqu'à trouver un nouveau point de blocage final  $P_F'$  qui satisfasse les conditions exigées.

**[0097]** A l'issue de ces diverses opérations, il peut arriver que la lentille ophtalmique soit soumise à d'autres opérations d'usinage par la meuleuse 200. A titre d'exemple, il peut être prévu une opération de gravage de zones d'intérêt spécifiques de la lentille, telles que la périphérie de sa face avant, au moyen de l'extrémité libre de la fraise 230 ou d'une pointe diamant prévue à cet effet.

**[0098]** En pareil cas, et de la même manière que pour les trous de perçage, il sera alors possible, lors du calcul de la position du point de blocage final  $P_F$ , de mettre en oeuvre des étapes supplémentaires pour contrôler qu'aucune interférence entre le porte-outil de la fraise et les arbres 211 de blocage de la lentille ne risquera d'apparaître lors du gravage de cette lentille.

**[0099]** La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

**[0100]** En particulier, on pourra prévoir que le procédé de détermination de la position de blocage finale  $P_F$  ne soit pas itératif, mais qu'il consiste au contraire à considérer une pluralité de positions de blocage alternatives, par exemple au nombre de cent, puis à déterminer pour chacune de ces positions de blocage alternatives si les zones du contour souhaité 11 à détourner à l'aide de la meule 220 ou de la meulette 231 intersecte la limite intérieure de coupe 12 et si les zones A-B et C-D du contour souhaité 11 à détourner à l'aide de la fraise 230 intersecte

la limite intérieure de coupe 13.

**[0101]** Puis, si aucune des positions de blocage alternative ne satisfait ces deux conditions, le dispositif de calcul et de pilotage affiche un message d'erreur sur l'écran.

**[0102]** En revanche si une seule des positions de blocage alternative satisfait ces deux conditions, cette position de blocage est sélectionnée comme étant la position de blocage finale au niveau de laquelle il conviendra de fixer l'accessoire de blocage sur la lentille.

**[0103]** Enfin, si au moins deux des positions de blocage alternatives satisfont ces deux conditions, la position de blocage sélectionnée comme position de blocage finale est celle qui, parmi ces positions de blocage alternatives, est la plus proche du centre boxing.

**[0104]** On comprend en effet que la translation effectuée par chaque point de la lentille lorsque les arbres 211 de blocage de la lentille pivotent d'un degré n'est pas la même lorsque la lentille est bloquée au centre boxing ou à distance de celui-ci. Par conséquent, sélectionner le point de blocage le plus proche du centre boxing permet de conserver des conditions d'usinage de la lentille proches des conditions d'usinage classiques.

**[0105]** En variante, le point de blocage sélectionné pourrait être celui qui est le plus proche du centre de gravité (ou « barycentre ») du contour souhaité 11 (ou, en variante, du centre du contour initial circulaire de la lentille ophtalmique).

**[0106]** On comprend en effet qu'en cours de détournage, plus le point usiné est éloigné du point de blocage de la lentille, plus le couple de blocage entre la lentille et l'accessoire de blocage est important. Par conséquent, sélectionner le point de blocage le plus proche du centre de gravité du contour souhaité 11 permet de réduire les risques de glissement de la lentille par rapport à son accessoire de blocage, et, partant, les risques de perte du référentiel de la lentille ophtalmique. De cette manière, il n'est pas nécessaire d'utiliser un accessoire de blocage de diamètre important, adapté à éviter de tels glissements.

**[0107]** Selon une autre variante, on pourra prévoir que les limites intérieures de coupe soient acquises non pas sous la forme d'enveloppes surfaciques tridimensionnelles, mais au contraire sous la forme d'enveloppes linéaires bidimensionnelles, par exemple sous la forme de simples cercles tels que ceux représentés sur la figure 3.

**[0108]** Encore en variante, on pourra prévoir que l'ensemble des calculs exposés soient réalisés, non pas par le dispositif de calcul et de pilotage 100 de la meuleuse 200, mais au contraire par l'unité de calcul de l'appareil de centrage et de blocage de la lentille utilisé par l'opticien.

**[0109]** Dans cette variante, avant que la lentille ne soit usinée selon le contour souhaité 11, l'unité de calcul transmettra alors à la meuleuse 200 la position de blocage finale  $P_F$ , de manière que cette meuleuse 200 prenne en compte l'information selon laquelle la lentille ophtalmique 10 est bloquée non pas au centre boxing  $P_1$ ,

mais en un autre point distinct de ce centre boxing.

**[0110]** Selon un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention, on pourra prévoir que la lentille ophtalmique soit détournée à l'aide d'un outil d'usinage présentant un axe de rotation donné et un diamètre variable le long de cet axe de rotation. En particulier, on pourra prévoir d'utiliser une fraise présentant une première partie d'extrémité tenue par le porte-outil, une partie centrale sensiblement cylindrique prévue pour détourner la lentille ophtalmique, et une seconde partie d'extrémité libre, de diamètre supérieur à celui de la partie centrale, prévue pour chanfreiner la lentille ophtalmique.

**[0111]** Dans ce mode de réalisation, on comprend que la partie d'extrémité libre de la fraise risque alors d'interférer avec les arbres 211 de blocage lors des opérations de détourage de la lentille par la partie centrale de la fraise. Les deux parties de la fraise se comportent alors à la manière de deux outils distincts qui seraient accolés l'un à l'autre. On peut alors définir pour cette seule et unique fraise deux limites intérieures de coupe, chacune associée aux deux parties de cette fraise.

**[0112]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention, on pourra prévoir que le point de blocage initial de la lentille ophtalmique soit non pas le centre boxing du contour souhaité, mais plutôt le centre optique de la lentille ophtalmique ou son centre de gravité.

## Revendications

1. Procédé de détourage d'une lentille ophtalmique (10) de lunettes selon un contour souhaité (11) au moyen d'un dispositif d'usinage (200) comportant un support de blocage (210) de la lentille ophtalmique (10) et au moins un premier outil d'usinage (220) rotatif autour d'un premier axe (A3) mobile par rapport au support de blocage (210), comportant les étapes de :

- a) obtenir une limite intérieure de coupe (12) dudit premier outil d'usinage (220), définie dans un référentiel du dispositif d'usinage (200),
- b) définir une position de blocage initiale ( $P_1$ ) de la lentille ophtalmique (10) et de son contour souhaité (11) sur le support de blocage (210), dans le référentiel du dispositif d'usinage (200),
- c) calculer si au moins une partie du contour souhaité (11), tel que positionné à la position de blocage initiale ( $P_1$ ), présente une intersection non nulle ( $Q_{21} - Q_{22}$ ) avec ladite limite intérieure de coupe (12),
- d) définir comme position de blocage finale ( $P_F$ ), soit la position de blocage initiale ( $P_1$ ) inchangée si l'intersection calculée à l'étape c) est nulle, soit, dans le cas contraire, une position de blocage modifiée par rapport à la position de blocage initiale ( $P_1$ ) pour que le contour souhaité (11), tel que repositionné à la position de blocage

modifiée, ne présente pas d'intersection avec la limite intérieure de coupe (12) associée au premier outil,

e) bloquer la lentille ophtalmique (10) sur le support de blocage (210) dans la position de blocage finale ( $P_F$ ),

f) détourer la lentille ophtalmique (10) selon le contour souhaité (11) avec au moins le premier outil d'usinage (220).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel,

- le dispositif d'usinage (200) comportant une pluralité d'outils d'usinage (220, 230, 231), on sélectionne au moins deux outils d'usinage (220, 230) distincts, dont ledit premier outil (220) et au moins un autre outil (230) rotatif autour d'un axe (A6) mobile par rapport au support de blocage (210), chaque outil (220, 230) étant destiné à usiner une partie qui lui est associée du contour souhaité (11),

- à l'étape a), on obtient, pour chaque outil d'usinage (220, 230), une limite intérieure de coupe (12, 13) définie dans un référentiel du dispositif d'usinage (200), la limite intérieure de coupe (12) du premier outil (220) étant distincte de la limite intérieure de coupe (13) de l'autre outil,

- à l'étape c), on calcule, pour chaque outil d'usinage (220, 230), si la partie qui lui est associée du contour souhaité (11), tel que positionné à la position de blocage initiale ( $P_1$ ), présente une intersection ( $Q_{11} - Q_{12}, Q_{21} - Q_{22}$ ) non nulle avec la limite intérieure de coupe (12, 13) associée à l'outil d'usinage (220, 230) considéré,

- à l'étape d), on définit comme position de blocage finale ( $P_F$ ), soit la position de blocage initiale ( $P_1$ ) inchangée si les intersections calculées à l'étape c) sont nulles, soit, dans le cas contraire, une position de blocage modifiée par rapport à la position de blocage initiale ( $P_1$ ) pour que le contour souhaité (11) tel que repositionné à la position de blocage modifiée, ne présente pas d'intersection avec les limites intérieures de coupe (12, 13) respectivement associées aux différents outils d'usinage (220, 230),

- à l'étape f), on détourne la lentille selon le contour souhaité (11) avec les différents outils d'usinage (220, 230), une première partie du contour souhaité (11) étant détournée avec ledit premier outil d'usinage (220), et l'autre partie du contour souhaité (11) étant détournée avec ledit autre outil d'usinage (230).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'étape d) comporte, si l'intersection ( $Q_{11} - Q_{12}, Q_{21} - Q_{22}$ ) calculée à l'étape c) est non nulle, les sous-étapes suivantes :

- d1) déterminer une position de blocage alternative ( $P_N$ ) différente de la position de blocage initiale ( $P_1$ ),  
d2) calculer, pour chaque outil d'usinage (220, 230) et pour cette position de blocage alternative ( $P_N$ ), si au moins une partie du contour souhaité (11) tel que repositionné à cette position de blocage alternative ( $P_N$ ), présente une intersection ( $Q_{11} - Q'_{12}$ ) non nulle avec la limite intérieure de coupe (12, 13) associée à l'outil d'usinage (220, 230) considéré,  
d3) répéter les étapes d1) et d2) tant que l'étape d2) donne un résultat d'intersection ( $Q'_{11} - Q'_{12}$ ) non nulle.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'étape d) comporte, si l'intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) calculée à l'étape c) est non nulle, les sous-étapes suivantes :
- d'1) déterminer une pluralité de positions de blocage alternatives différentes de la position de blocage initiale ( $P_1$ ),  
d'2) calculer, pour chaque outil et pour chacune des positions de blocage alternatives, si au moins une partie du contour souhaité tel que positionné à la position de blocage alternative considérée, présente une intersection non nulle avec la limite intérieure de coupe associée à l'outil considéré,  
d'3) choisir, parmi ces positions de blocage alternatives, la position de blocage modifiée.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel, à l'étape d), la position de blocage modifiée est définie comme la position de blocage de la lentille sur le support de blocage qui, parmi les positions de blocage alternatives, est la plus proche de la position de blocage initiale.
6. Procédé selon la revendication 4, dans lequel, à l'étape d), la position de blocage modifiée est définie comme la position de blocage de la lentille sur le support de blocage qui, parmi les positions de blocage alternatives, est la plus proche de la position du centre de gravité du contour souhaité (11).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, à l'étape c), on calcule le segment de rayon (S1, S2) autour de la position de blocage initiale ( $P_1$ ) qui est situé à l'intérieur de ladite intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) et qui présente la plus grande longueur et dans lequel, à l'étape d), la position de blocage modifiée ( $P_N$ ) résulte d'au moins une translation de la position de blocage initiale ( $P_1$ ) suivant la direction dudit segment de rayon (S1, S2).
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel ladite translation est effectuée sur une distance égale à la longueur dudit segment de rayon.
9. Procédé selon l'une des revendications 7 et 8, dans lequel, l'étape c) donnant pour résultat au moins deux intersections ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) non nulles entre le contour souhaité (11) et chaque limite intérieure de coupe (12, 13), on calcule, pour chaque intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ), le segment de rayon (S1, S2) autour de la position de blocage initiale ( $P_1$ ) qui est situé à l'intérieur de l'intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) considérée et qui présente la plus grande longueur et dans lequel, à l'étape d), la position de blocage modifiée ( $P_N$ ) résulte d'au moins une composition de translations de la position de blocage initiale ( $P_1$ ) suivant les directions desdits segments de rayons (S1, S2) respectivement associés auxdites au moins deux intersections ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ).
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes appliqué à une lentille ophtalmique destinée à être percée ou crantée au moyen d'un second outil d'usinage pour être montée sur une monture sans cercle, comportant :
- une étape d'obtention d'une limite intérieure de coupe dudit second outil d'usinage définie dans le référentiel du dispositif d'usinage,
  - une étape d'acquisition des positions des bords des crans ou des trous de perçage dans un référentiel lié au contour souhaité,
  - entre les étapes d) et e), une étape de calcul pour détecter si les bords des crans ou trous de perçage, lorsque le contour souhaité est repositionné à la position de blocage finale, présentent une intersection non nulle avec la limite intérieure de coupe associée audit second outil, et
  - une étape de détermination, si une intersection est détectée, d'une nouvelle position de blocage finale, distincte de ladite position de blocage finale et qui est telle que, d'une part, le contour souhaité, repositionné à la nouvelle position de blocage finale, ne présente pas d'intersection avec la limite intérieure de coupe associée au second outil, et que, d'autre part, les bords des crans ou trous de perçage ne présentent pas d'intersection avec cette limite intérieure de coupe.
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la limite intérieure de coupe (12, 13) de chaque outil d'usinage (220, 230) dépend de la géométrie de l'outil d'usinage (220, 230) et/ou d'un porte-outil (240) portant cet outil d'usinage (220, 230), ainsi que de la géométrie du support de blocage (210) de la lentille ophtalmique (10).

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la limite intérieure de coupe (12, 13) de chaque outil d'usinage (220, 230) dépend de l'angle que forme l'axe de rotation (A6) de l'outil considéré avec un axe de blocage (A2) autour duquel la lentille ophtalmique (10) tourne par rapport aux outils d'usinage (220, 230) lors de son détournage à l'étape f).
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la limite intérieure de coupe (12, 13) de chaque outil d'usinage (220, 230) est obtenue à partir d'un registre dont chaque enregistrement contient un identifiant d'un outil d'usinage (220, 230) et une limite intérieure de coupe (12, 13) associée à cet outil d'usinage (220, 230).
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les étapes a) à d) sont mises en oeuvre par un dispositif de calcul distinct dudit dispositif d'usinage (200), et qui comporte, entre les étapes d) et f), une étape de transmission depuis le dispositif de calcul vers le dispositif d'usinage (200) de la position de blocage finale ( $P_F$ ).

## Claims

1. A method of shaping an ophthalmic lens (10) for eye-glasses to have a desired outline (11) by means of a machining device (200) including a blocking support (210) for the ophthalmic lens (10) and at least one first machining tool (220) that is rotatable about a first axis (A3) that is movable relative to the blocking support (210), the method comprising the steps of:
- obtaining an inner cutting limit (12) of said first machining tool (220), defined in a frame of reference of the machining device (200);
  - defining an initial blocking position ( $P_1$ ) for the ophthalmic lens (10) and its desired outline (11) on the blocking support (210) in the frame of reference of the machining device (200);
  - calculating whether at least a fraction of the desired outline (11), when positioned using the initial blocking position ( $P_1$ ), presents a non-zero intersection ( $Q_{21} - Q_{22}$ ) with said inner cutting limit (12);
  - defining as a final blocking position ( $P_F$ ), either the initial blocking position ( $P_1$ ) without change if the intersection calculated in step c) is zero, or else, a blocking position that is modified relative to the initial blocking position ( $P_1$ ) so that the desired outline (11) as repositioned to the modified blocking position does not present any intersection with the inner cutting limit (12) associated with the first tool;
  - blocking the ophthalmic lens (10) on the blocking support (210) in the final blocking position ( $P_F$ ); and
  - shaping the ophthalmic lens (10) with the desired outline (11) using at least the first machining tool (220).
2. A method according to claim 1, wherein:
- the machining device (200) has a plurality of machining tools (220, 230, 231), and at least two distinct machining tools (220, 230) are selected, including said first tool (220) and at least one other tool (230) rotatable about an axis (A6) that is movable relative to the blocking support (210), each tool (220, 230) being for machining a portion associated therewith of the desired outline (11);
  - in step a), obtaining, for each machining tool (220, 230), an inner cutting limit (12, 13) defined in a frame of reference of the machining device (200), the inner cutting limit (12) of the first tool (220) being distinct from the inner cutting limit (13) of the other tool;
  - in step c), calculating, for each machining tool (220, 230), whether the portion that is associated therewith of the desired outline (11), as positioned using the initial blocking position ( $P_1$ ), presents any non-zero intersection ( $Q_{11} - Q_{121}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) with the inner cutting limit (12, 13) associated with the machining tool (220, 230) under consideration;
  - in step d), defining as the final blocking position ( $P_F$ ), either the unchanged initial blocking position ( $P_1$ ) if the intersections calculated in step c) are zero, or else a blocking position that is modified relative to the initial blocking position ( $P_1$ ) so that the desired outline (11) as repositioned using the modified blocking position does not present any intersection with the inner cutting limits (12, 13) that are associated respectively with the different machining tools (220, 230); and
  - in step f), shaping the lens with the desired outline (11) using the different machining tools (220, 230), a first portion of the desired outline (11) being shaped with said first machining tool (220), and the other portion of the desired outline (11) being shaped with said other machining tool (230).
3. A method according to claim 1 or claim 2, wherein, if the intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) calculated in step c) is non-zero, step d) comprises the following substeps:
- determining an alternative blocking position ( $P_N$ ) different from the initial blocking position ( $P_1$ );
  - calculating, for each machining tool (220,

- 230) and for said alternative blocking position ( $P_N$ ), whether at least a portion of the desired outline (11) as repositioned using said alternative blocking position ( $P_N$ ) presents a non-zero intersection ( $Q'_{11} - Q'_{12}$ ) with the inner cutting limit (12, 13) associated with the machining tool (220, 230) under consideration; and
- d3) repeating steps d1) and d2) so long as step d2) gives a non-zero intersection result ( $Q'_{11} - Q'_{12}$ ).
4. A method according to claim 1 or claim 2, wherein, if the intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) calculated in step c) is non-zero, step d) comprises the following substeps:
- d'1) determining a plurality of alternative blocking positions different from the initial blocking position ( $P_1$ );
- d'2) calculating, for each tool and for each alternative blocking position, whether at least a portion of the desired outline as positioned using the alternative blocking position under consideration presents a non-zero intersection with the inner cutting limit associated with the tool under consideration; and
- d'3) selecting the modified blocking position from said alternative blocking position.
5. A method according to claim 4, wherein, in step d), the modified blocking position is defined from amongst the alternative blocking positions as the blocking position of the lens on the blocking support that is the closest to the initial blocking position.
6. A method according to claim 4, wherein, in step d), the modified blocking position is defined from amongst the alternative blocking positions as the blocking position of the lens on the blocking support that is the closest to the position of the center of gravity of the desired outline (11).
7. A method according to any preceding claim, wherein, in step c), the radius segment (S1, S2) is calculated around the initial blocking position ( $P_1$ ) that is situated inside said intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) and that presents the greatest length, and wherein, in step d), the modified blocking position ( $P_N$ ) is the result of shifting the position of the initial blocking position ( $P_1$ ) in the direction of said radius segment (S1, S2).
8. A method according to claim 7, wherein said shift is through a distance equal to the length of said radius segment.
9. A method according to claim 7 or claim 8, wherein, for step c) giving as its result at least two non-zero intersections ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) between the desired outline (11) and each inner cutting limit (12, 13), there is calculated, for each intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ), the radius segment (S1, S2) about the initial blocking position ( $P_1$ ) that is situated inside the intersection ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) under consideration and that presents the greatest length, and wherein, in step d), the modified blocking position ( $P_N$ ) results from at least one combination of shifts of the initial blocking position ( $P_1$ ) along the directions of said radius segments (S1, S2) respectively associated with said at least two intersections ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ).
10. A method according to any preceding claim applied to an ophthalmic lens for being drilled or notched by means of a second machining tool in order to be mounted on a rimless frame, the method comprising:
- a step of obtaining an inner cutting limit of said second machining tool defined in the frame of reference of the machining device;
  - a step of acquiring the positions of the edges of the notches or of the drill holes in a frame of reference associated with the desired outline;
  - between steps d) and e), a calculation step of detecting whether, when the desired outline is repositioned at the final blocking position, the edges of the notches or drill holes present a non-zero intersection with the inner cutting limit associated with said second tool; and
  - if an intersection is detected, a step of determining a new final blocking position distinct from said final blocking position and such that firstly the desired outline, when repositioned using the new final blocking position, does not present any intersection with the inner cutting limit associated with the second tool, and secondly the edges of the notches or drill holes do not present any intersection with said inner cutting limit.
11. A method according to any preceding claim, wherein the inner cutting limit (12, 13) of each machining tool (220, 230) depends on the shape of the machining tool (220, 230) and/or of a tool carrier (240) carrying said machining tool (220, 230), and also on the shape of the blocking support (210) of the ophthalmic lens (10).
12. A method according to any preceding claim, wherein the inner cutting limit (12, 13) of each machining tool (220, 230) depends on the angle formed between the axis of rotation (A6) of the tool under consideration and a blocking axis (A2) about which the ophthalmic lens (10) turns relative to the machining tools (220, 230) while it is being shaped in step f).
13. A method according to any preceding claim, wherein

the inner cutting limit (12, 13) of each machining tool (220, 230) is obtained from a registry in which each record contains an identifier of a machining tool (220, 230) and an inner cutting limit (12, 13) associated with said machining tool (220, 230).

14. A method according to any preceding claim, wherein steps a) to d) are implemented by a calculation device distinct from said machining device (200), and includes, between steps d) and f), a step of transmitting the final blocking position ( $P_F$ ) from the calculation device to the machining device (200).

#### Patentansprüche

1. Zuschneideverfahren für ein Brillenglas (10) gemäß einer gewünschten Kontur (11) mittels einer Bearbeitungsvorrichtung (200), die eine Einklemmhalterung (210) für das Brillenglas (10) und mindestens ein erstes Bearbeitungswerkzeug (220) umfasst, das sich um eine erste mobile Achse (A3) in Bezug zur Einklemmhalterung dreht, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- a) Erzielen einer internen Schnittgrenze (12) für das erste Bearbeitungswerkzeug (220), die in einem Referenzsystem der Bearbeitungsvorrichtung (200) definiert ist,
- b) Definieren einer ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) des Brillenglases (10) und seiner gewünschten Kontur (11) auf der Einklemmhalterung (210) in dem Referenzsystem der Bearbeitungsvorrichtung (200),
- c) Berechnen, ob mindestens ein Teil der gewünschten Kontur (11), so wie sie in der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) positioniert ist, eine Schnittstelle ungleich null ( $Q_{21} - Q_{22}$ ) mit der internen Schnittgrenze (12) aufweist,
- d) Definieren als endgültige Einklemmposition ( $P_F$ ) entweder die ursprüngliche Einklemmposition ( $P_1$ ), die unverändert ist, wenn die im Schritt c) berechnete Schnittstelle null ist, oder im entgegengesetzten Fall, eine in Bezug zur ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) veränderte Einklemmposition, damit die gewünschte Kontur (11), so wie sie in der veränderten Einklemmposition neu positioniert wurde, mit der dem ersten Werkzeug zugeordneten internen Schnittgrenze (12) keine Schnittstelle aufweist,
- e) Blockieren des Brillenglases (10) in der Einklemmhalterung (210) in der endgültigen Einklemmposition ( $P_F$ ),
- f) Zuschneiden des Brillenglases (10) entsprechend der gewünschten Kontur (11) mit mindestens dem ersten Bearbeitungswerkzeug (220).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem,

- man, während die Bearbeitungsvorrichtung (200) eine Vielzahl von Bearbeitungswerkzeugen (220, 230, 231) umfasst, mindestens zwei verschiedene Bearbeitungswerkzeuge (220, 230) auswählt, darunter das erste Werkzeug (220) und mindestens ein anderes um eine in Bezug zur Einklemmhalterung (210) bewegliche Achse (A6) drehbares Werkzeug (230), wobei jedes Werkzeug (220, 230) dazu bestimmt ist, einen ihm zugeordneten Teil der gewünschten Kontur (11) zu bearbeiten,
- man im Schritt a) für jedes Bearbeitungswerkzeug (220, 230) eine in einem Referenzsystem der Bearbeitungsvorrichtung (200) definierte interne Schnittgrenze (12, 13) erzielt, wobei sich die interne Schnittgrenze (12) des ersten Werkzeugs (220) von der internen Schnittgrenze (13) des anderen Werkzeugs unterscheidet,
- man im Schritt c) für jedes Bearbeitungswerkzeug (220, 230) berechnet, ob der ihm zugeordnete Teil der gewünschten Kontur (11), so wie in der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) positioniert, eine Schnittstelle ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) ungleich null mit der dem jeweiligen Bearbeitungswerkzeug (220, 230) zugeordneten internen Schnittgrenze (12, 13) aufweist,
- man im Schritt d) als endgültige Einklemmposition ( $P_F$ ) entweder die ursprüngliche Einklemmposition ( $P_1$ ) definiert, die unverändert ist, wenn die in Schritt c) berechneten Schnittstellen null sind, oder im entgegengesetzten Fall, eine in Bezug zur ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) veränderte Einklemmposition, damit die gewünschte Kontur (11), so wie in der veränderten Einklemmposition repositioniert, keine Schnittstelle mit den internen Schnittgrenzen (12, 13) aufweist, die jeweils den verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen (220, 230) zugeordnet sind,
- man im Schritt f) das Brillenglas gemäß der gewünschten Kontur (11) mit den verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen (220, 230) zuschneidet, wobei ein erster Teil der gewünschten Kontur (11) mit dem ersten Bearbeitungswerkzeug (220) zugeschnitten wird, und der andere Teil der gewünschten Kontur (11) mit dem anderen Bearbeitungswerkzeug (230) zugeschnitten wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei dem der Schritt d), wenn die im Schritt c) berechnete Schnittstelle ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) ungleich null ist, folgende Unterschritte umfasst:

- d1) eine alternative Einklemmposition ( $P_N$ ) ermitteln, die sich von der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) unterscheidet,
- d2) für jedes Bearbeitungswerkzeug (220, 230)

- und für diese alternative Einklemmposition ( $P_N$ ) berechnen, ob mindestens ein Teil der gewünschten Kontur (11), so wie in dieser alternativen Einklemmposition ( $P_N$ ) neu positioniert, eine Schnittstelle ( $Q'_{11} - Q'_{12}$ ) ungleich null mit der dem jeweiligen Bearbeitungswerkzeug (220, 230) zugeordneten internen Schnittgrenze (12, 13) aufweist,
- d3) die Schritte d1) und d2) wiederholen, solange der Schritt d2) ein Schnittstellenergebnis ( $Q'_{11} - Q'_{12}$ ) ungleich null ergibt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei dem der Schritt d), wenn die in Schritt c) berechnete Schnittstelle ( $Q_{11} - Q_{12}$ ,  $Q_{21} - Q_{22}$ ) ungleich null ist, folgende Unterschritte umfasst:
- d'1) eine Vielzahl von alternativen Einklemmpositionen ermitteln, die sich von der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) unterscheiden,
  - d'2) für jedes Werkzeug und für jede der alternativen Einklemmpositionen berechnen, ob mindestens ein Teil der gewünschten Kontur, so wie in der jeweiligen alternativen Einklemmposition positioniert, eine Schnittstelle ungleich null mit der dem jeweiligen Werkzeug zugeordneten internen Schnittgrenze aufweist,
  - d'3) unter diesen alternativen Einklemmpositionen die veränderte Einklemmposition auswählen.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem im Schritt d) die veränderte Einklemmposition als die Einklemmposition des Brillenglases in der Einklemmhalterung definiert wird, die unter den alternativen Einklemmpositionen der ursprünglichen Einklemmposition am nächsten liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem im Schritt d) die veränderte Einklemmposition als die Einklemmposition des Brillenglases in der Einklemmhalterung definiert wird, die unter den alternativen Einklemmpositionen der dem Schwerpunkt der gewünschten Kontur (11) am nächsten gelegene Position ist.
7. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem man im Schritt c) den Radiusabschnitt (S1, S2) um die ursprüngliche Einklemmposition ( $P_1$ ) berechnet, der sich innerhalb des Schnittpunktes ( $Q_{11}-Q_{12}$ ,  $Q_{21}-Q_{22}$ ) befindet und die größte Länge aufweist und bei dem im Schritt d) die veränderte Einklemmposition ( $P_N$ ) aus mindestens einer Translation der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) entlang der Richtung des Radiusabschnittes (S1, S2) hervorgeht.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem diese Translation über eine Distanz ausgeführt wird, die der Länge des Radiusabschnittes entspricht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 und 8, bei dem man im Schritt c), während mindestens zwei Schnittstellen ( $Q_{11}-Q_{12}$ ,  $Q_{21}-Q_{22}$ ) ungleich null zwischen der gewünschten Kontur (11) und jeder internen Schnittgrenze (12, 13) resultieren, für jeden Schnittpunkt ( $Q_{11}-Q_{12}$ ,  $Q_{21}-Q_{22}$ ) den Radiusabschnitt (S1, S2) um die ursprüngliche Einklemmposition ( $P_1$ ) berechnet, der sich innerhalb der relevanten Schnittstelle ( $Q_{11}-Q_{12}$ ,  $Q_{21}-Q_{22}$ ) befindet und die größte Länge aufweist und bei dem im Schritt d) die veränderte Einklemmposition ( $P_N$ ) aus mindestens einer Kombination von Translationen der ursprünglichen Einklemmposition ( $P_1$ ) entlang der Richtungen der Radiusabschnitte (S1, S2), die jeweils den mindestens zwei Schnittstellen ( $Q_{11}-Q_{12}$ ,  $Q_{21}-Q_{22}$ ) zugeordnet sind, hervorgeht.
10. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, das für ein Brillenglas angewendet wird, das mittels einem zweiten Bearbeitungswerkzeug gebohrt oder mit einem Wellenschliff versehen werden soll, um in eine rahmenlose Brillenfassung montiert zu werden und welches umfasst:
- einen Schritt zum Erzielen einer internen Schnittgrenze des zweiten Bearbeitungswerkzeugs, die im Referenzsystem der Bearbeitungsvorrichtung definiert ist,
  - einen Schritt zum Erfassen der Randpositionen der Zacken oder Bohrlöcher in einem der gewünschten Kontur zugeordneten Referenzsystem,
  - zwischen den Schritten d) und e) einen Berechnungsschritt, um zu ermitteln, ob die Ränder der Zacken oder Bohrlöcher mit der internen Schnittgrenze, die diesem zweiten Werkzeug zugeordnet ist, eine Schnittstelle ungleich null aufweist, wenn die gewünschte Kontur wieder in der endgültigen Einklemmposition positioniert ist, und
  - einen Schritt zum Ermitteln einer neuen endgültigen Einklemmposition, wenn eine Schnittstelle erkannt worden ist, die sich von der besagten endgültigen Einklemmposition unterscheidet und derart ist, dass zum einen die gewünschte, neu in die neue endgültige Einklemmposition positionierte Kontur, keine Schnittstelle mit der dem zweiten Werkzeug zugeordneten internen Schnittgrenze aufweist, und derart, dass zum anderen die Ränder der Zacken oder Bohrlöcher keine Schnittstelle mit dieser internen Schnittgrenze aufweisen.
11. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die interne Schnittgrenze (12, 13) jedes Bearbeitungswerkzeugs (220, 230) von der Geome-

trie des Bearbeitungswerkzeugs (220, 230) und/oder eines Werkzeugträgers (240), der dieses Bearbeitungswerkzeug (220, 230) hält, abhängt, sowie von der Geometrie der Einklemmhalterung (210) des Brillenglases (10) abhängt.

5

12. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die interne Schnittgrenze (12, 13) jedes Bearbeitungswerkzeugs (220, 230) vom Winkel abhängt, den die Drehachse (A6) des relevanten Werkzeugs mit einer Einklemmachse (A2) bildet, um die sich das Brillenglas (10) in Bezug zu den Bearbeitungswerkzeugen (220, 230) während seines Zugschneidens im Schritt f) dreht.
13. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die interne Schnittgrenze (12, 13) jedes Bearbeitungswerkzeugs (220, 230) anhand eines Verzeichnisses erhalten wird, dessen jeweiliges Abzeichnen ein Kennzeichen eines Bearbeitungswerkzeugs (220, 230) und eine diesem Bearbeitungswerkzeug (220, 230) zugeordnete interne Schnittgrenze (12, 13) enthält.
14. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, bei dem die Schritte a) bis d) durch eine Berechnungsvorrichtung ausgeführt werden, die sich von der Bearbeitungsvorrichtung (200) unterscheidet, und die zwischen den Schritten d) und f) einen Übertragungsschritt der endgültigen Einklemmposition ( $P_F$ ) ausgehend von der Berechnungsvorrichtung zur Bearbeitungsvorrichtung (200) umfasst.

10

15

20

25

30

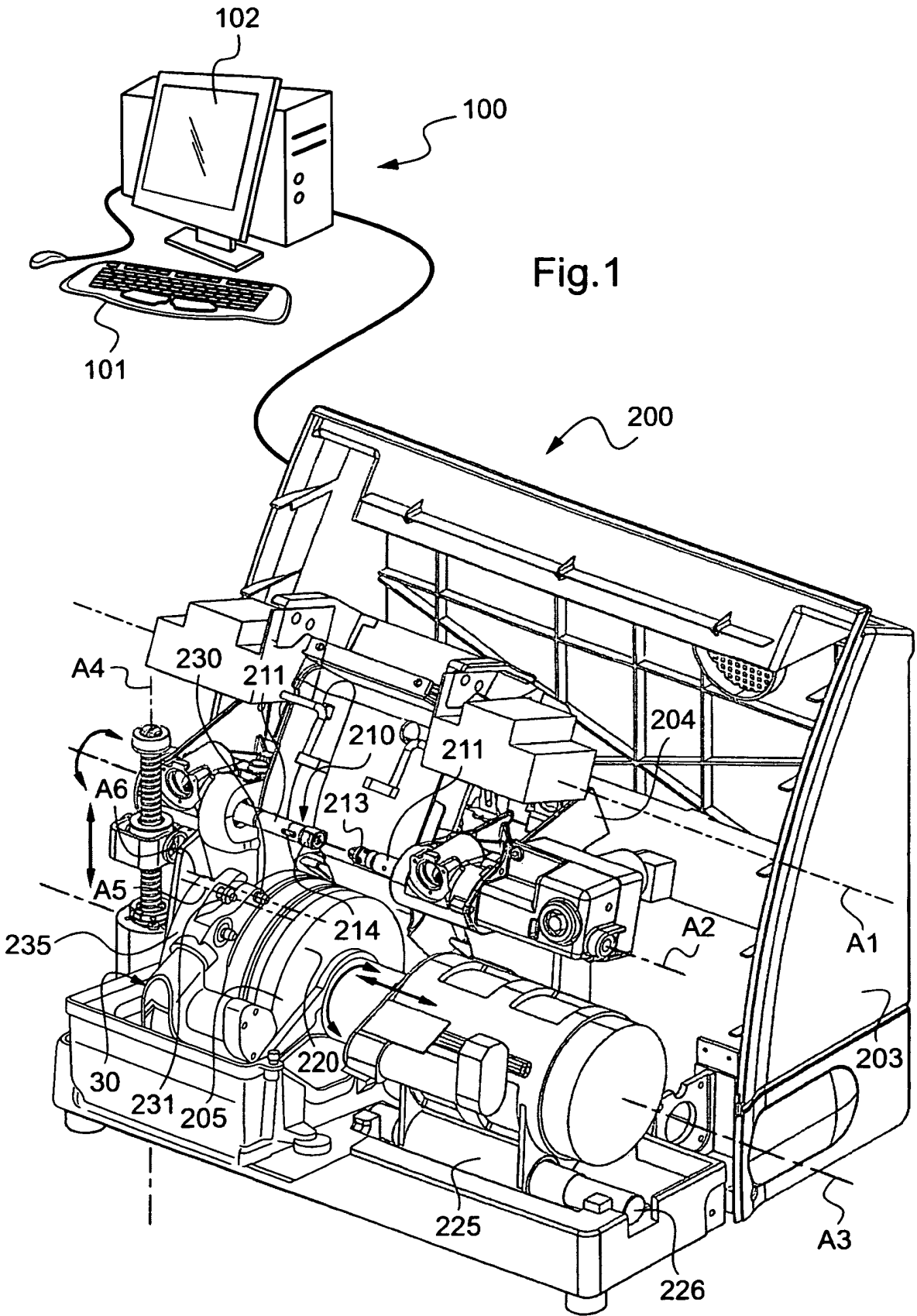
35

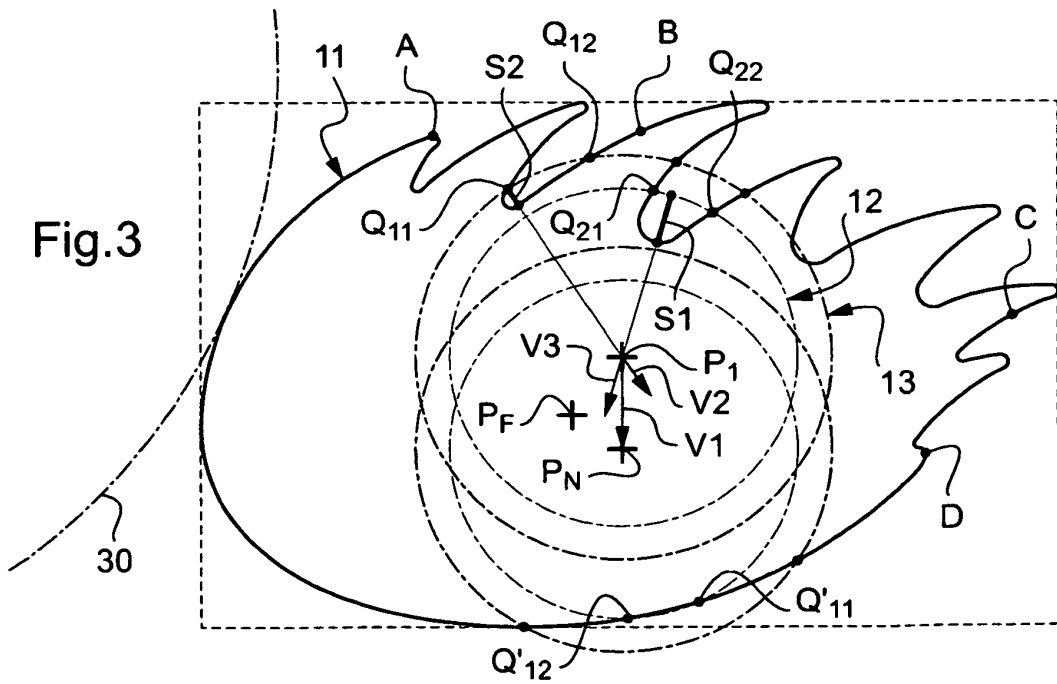
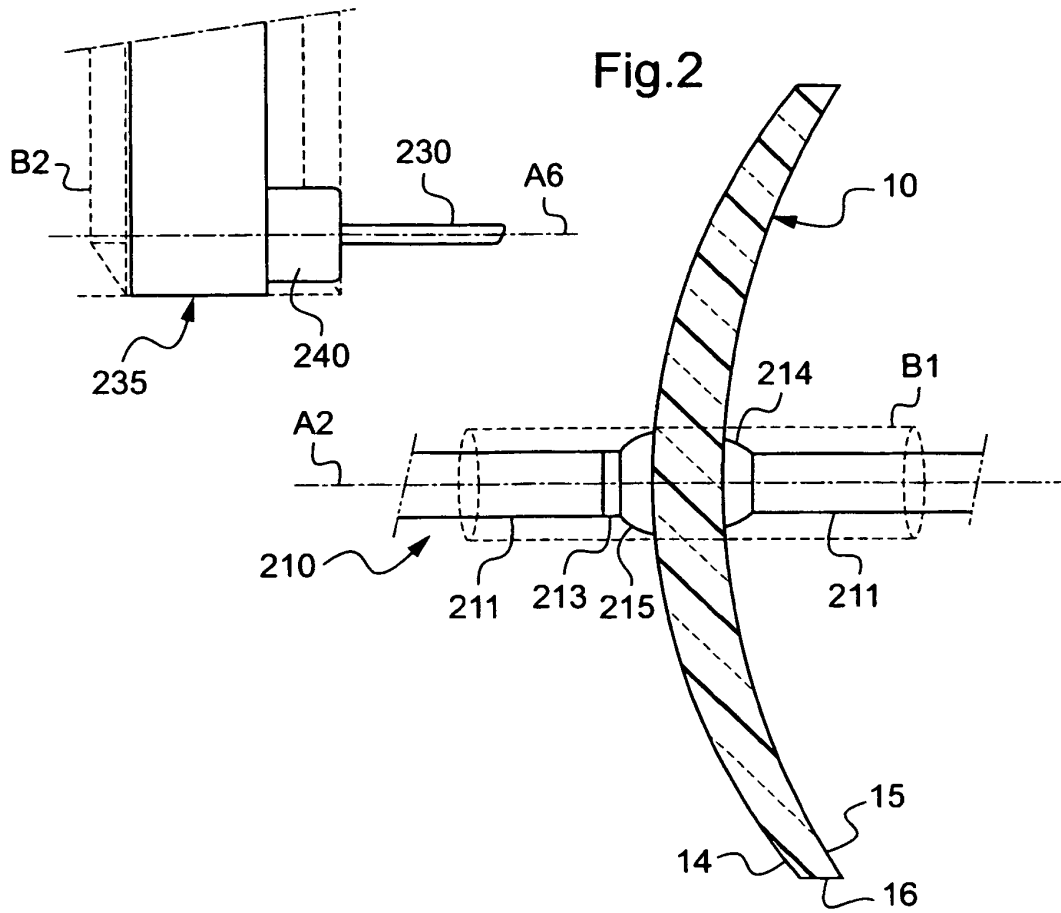
40

45

50

55





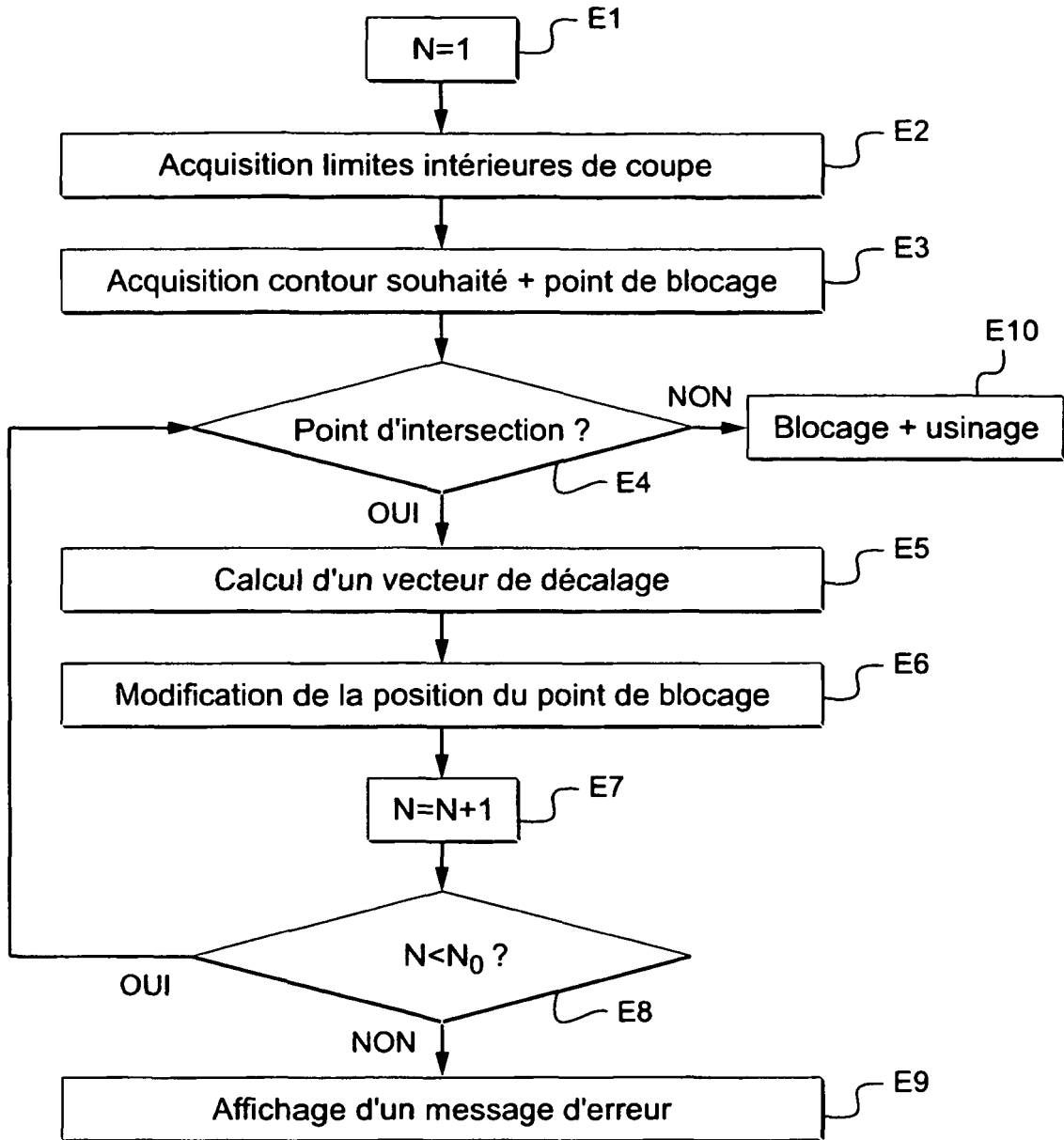


Fig.4

**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**

- US 2004097168 A [0005]
- WO 2008043910 A [0026]
- EP 0750172 A [0055]