



(11) **EP 2 305 422 B9**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN CORRIGE**

(15) Information de correction:

**Version corrigée no 1 (W1 B1)**  
**Corrections, voir**  
**Description Paragraphe(s) 13**  
**Revendications FR 2, 3, 12, 15, 16**

(51) Int Cl.:

**B24B 9/14 (2006.01)**

(48) Corrigendum publié le:

**08.10.2014 Bulletin 2014/41**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**03.04.2013 Bulletin 2013/14**

(21) Numéro de dépôt: **10290427.3**

(22) Date de dépôt: **29.07.2010**

(54) **Procédé et dispositif d'usinage d'une lentille ophtalmique en vue de son montage dans une monture de lunettes**

Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung einer Augenlinse zur Montage auf eine Brillenfassung

Method and device for machining an ophthalmic lens in order to insert said lens in a spectacle frame

(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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **15.09.2009 FR 0904412**

(43) Date de publication de la demande:

**06.04.2011 Bulletin 2011/14**

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

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

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

(56) Documents cités:

**WO-A1-2007/128903 FR-A1- 2 926 898  
US-B1- 7 029 378**

**EP 2 305 422 B9**

## Description

### DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

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

**[0002]** Ce procédé est particulièrement adapté au détournage de lentilles ophtalmiques dont le contour présente une forme complexe, notamment des zones de courbures négatives.

### ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

**[0003]** Les contours de certaines lentilles ophtalmiques, notamment les lentilles ophtalmiques destinées à être montées dans une monture de type sans entourage (à fixation sur verres percés), présentent des formes complexes comportant par exemple des zones incurvées vers le centre de la lentille, appelées zones de courbure négative.

**[0004]** 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 détourer la lentille.

**[0005]** Il existe pour cela des machines dédiées du type fraiseuse à trois axes dans lesquelles un foret de fraisage peut être déplacé librement dans un plan perpendiculaire à son axe de fraisage. Cette solution est cependant coûteuse puisqu'elle nécessite l'achat d'un outil spécifique pour le détournage de ce type de lentilles. En outre, un tel outil dédié est difficile à mettre en oeuvre et son utilisation nécessite un temps d'adaptation pour l'opérateur.

**[0006]** Une autre solution proposée dans le document US7338350 pour détourer de telles lentilles consiste à utiliser une fraise de petit diamètre (typiquement l'outil de perçage). Un tel outil équipe certains dispositifs de détournage, en plus de la meule de grand diamètre utilisée de manière courante pour détourer les lentilles, pour percer les trous de fixation des lentilles pour monture de type sans entourage. On usine alors intégralement le contour de la lentille avec la fraise de perçage. La fraise présentant un très petit diamètre, elle permet d'atteindre toutes les zones de courbures négatives, même celles présentant un très petit rayon de courbure.

**[0007]** Cependant, l'état de surface de la tranche de la lentille ainsi détournée est peu satisfaisant d'un point de vue esthétique. En outre, l'opération d'usinage par la fraise est très longue et provoque une usure prématurée de cet outil.

### OBJET DE L'INVENTION

**[0008]** Un but de la présente invention est de remédier

aux inconvénients de l'état de la technique précitées, en fournissant une nouvelle méthode de détournage d'une lentille ophtalmique qui permette d'usiner facilement et rapidement les lentilles dont le contour présente des zones de courbure négative

**[0009]** A cet effet, on propose selon l'invention un procédé d'usinage d'une lentille ophtalmique en vue de son montage dans une monture de lunettes, selon un contour prédéterminé, au moyen d'au moins deux outils distincts, dont un premier outil rotatif autour d'un premier axe, ayant une première enveloppe de coupe, de révolution autour de cet axe, présentant un premier diamètre, et au moins un autre outil rotatif autour d'un axe, ayant une autre enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe présentant un autre diamètre inférieur audit premier diamètre, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- analyser au moins une partie dudit contour, pour déterminer, en fonction dudit premier diamètre, une première région de ce contour adaptée à être usinée, sans rognage dudit contour prédéterminé, avec ledit premier outil, ,
- usiner au moins une partie de ladite première région de ce contour prédéterminé avec ledit premier outil,
- usiner au moins une partie du reste du contour avec ledit autre outil.

**[0010]** La lentille peut ainsi être usinée selon un contour présentant des zones de courbure négative avec les outils d'un dispositif de détournage/fraisage. L'utilisation de ces outils est facile et rapide. Selon un premier mode de réalisation, on peut en particulier usiner la totalité de la première région avec le premier outil et la totalité du reste du contour avec l'autre outil.

**[0011]** Ce procédé peut être mis en oeuvre selon différents modes de réalisation avantageux et non limitatifs pouvant être combinés entre eux.

**[0012]** Selon une première caractéristique avantageuse de l'invention, ledit au moins un autre outil comporte un deuxième outil rotatif autour d'un deuxième axe, ayant une deuxième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce deuxième axe, présentant un deuxième diamètre inférieur audit premier diamètre, le procédé comportant les étapes suivantes :

- analyser au moins une partie dudit contour pour déterminer, en fonction dudit deuxième diamètre, une deuxième région de ce contour, hors de la première région, adaptée à être usinée avec ledit deuxième outil, sans rognage dudit contour,
- usiner au moins une partie de la deuxième région avec ledit deuxième outil,
- le reste du contour formant une troisième région usinée avec un troisième outil rotatif autour d'un troisième axe, ayant une troisième enveloppe de coupe de révolution autour de ce troisième axe, présentant un troisième diamètre inférieur audit deuxième dia-

mètre.

**[0013]** Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit au moins un autre outil comportant un deuxième outil rotatif autour d'un deuxième axe, ayant une deuxième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce deuxième axe, présentant un deuxième diamètre inférieur audit premier diamètre, et un troisième outil rotatif autour d'un troisième axe, ayant une troisième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce troisième axe, présentant un troisième diamètre inférieur audit deuxième diamètre, le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

- déterminer, en fonction dudit deuxième diamètre, une deuxième région de ce contour, hors de la première région, adaptée à être usinée avec ledit deuxième outil sans rognage dudit contour,,
- déterminer, en fonction dudit troisième diamètre, une troisième région de ce contour hors de la première et de la deuxième région, adaptée à être usinée avec ledit troisième outil sans rognage dudit contour, chacune des deuxième et troisième régions étant formées d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région ou une région de l'une des première, deuxième et troisième régions,
- déterminer les sous-régions de ladite deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région,
- usiner la deuxième région, à l'exclusion desdites sous-régions de ladite deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région, avec ledit deuxième outil,
- usiner ladite troisième région et lesdites sous-régions de ladite deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région, avec ledit troisième outil.

**[0014]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, chacune des première et deuxième régions étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région ou une région de l'une des première, deuxième et troisième régions,

- on détermine la longueur de chaque sous-région de la première région séparant deux sous-régions de la deuxième région et la comparer à une première valeur de longueur seuil,
- on usine chaque sous-région de la première région dont la longueur est inférieure à ladite première valeur de longueur seuil avec ledit deuxième outil.

**[0015]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, chacune des première et troisième régions étant formée d'un ensemble de sous-

régions séparées les unes des autres par une sous-région de l'une des première, deuxième et troisième régions :

- 5 - on détermine la longueur de chaque sous-région de la première région séparant deux sous-régions de la troisième région et on la compare à une deuxième valeur de longueur seuil,
- 10 - on usine chaque sous-région de la première région dont la longueur est inférieure à ladite deuxième valeur de longueur seuil avec ledit troisième outil.

**[0016]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, chaque deuxième et troisième région étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région de l'une des première, deuxième et troisième régions,

- 20 - on détermine la longueur de chaque sous-région de la deuxième région séparant deux sous-régions de la troisième région et on la compare à une troisième valeur de longueur seuil,
- 25 - on usine chaque sous-région de la deuxième région dont la longueur est inférieure à ladite troisième valeur de longueur seuil avec ledit troisième outil.

**[0017]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- 30 - déterminer la quantité de matière à usiner de la lentille pour chaque partie du contour à usiner avec ledit deuxième outil et la comparer à une valeur seuil de quantité de matière,
- 35 - pour chacune de ces parties du contour à usiner avec ledit deuxième outil, si la quantité de matière déterminée est supérieure à ladite valeur seuil de quantité de matière, on usine cette partie du contour selon un contour légèrement plus grand que le contour prédéterminé avec ledit troisième outil puis on usine cette partie du contour selon le contour prédéterminé avec ledit deuxième outil,
- 40 - pour chaque partie du contour à usiner avec ledit deuxième outil pour laquelle la quantité de matière à usiner est inférieure à la valeur seuil de quantité de matière, on usine ladite partie selon le contour prédéterminé avec ledit deuxième outil.

**[0018]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- 50 - on détermine la fraction de la longueur du contour prédéterminé à usiner avec ledit deuxième outil,
- 55 - si cette fraction est supérieure à une première fraction seuil, on usine la totalité du contour prédéterminé avec ledit deuxième outil.

**[0019]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- on détermine la fraction de la longueur du contour prédéterminé à usiner avec ledit troisième outil,
- si cette fraction est supérieure à une deuxième fraction seuil, on usine la totalité du contour prédéterminé avec ledit troisième outil.

**[0020]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- on détermine l'épaisseur de la lentille ophtalmique le long de chaque partie du contour prédéterminé à usiner avec ledit deuxième outil,
- si cette épaisseur est supérieure à une épaisseur seuil, on usine la partie correspondante du contour prédéterminé avec le troisième outil.

**[0021]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- on usine d'abord les parties du contour prédéterminé à usiner avec le premier outil,
- on usine ensuite les autres parties du contour prédéterminé.

**[0022]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes :

- on usine tour à tour chaque partie du contour prédéterminé à usiner avec le deuxième outil selon le contour prédéterminé pour cette partie avant d'usiner une autre partie du contour prédéterminé à usiner avec le deuxième outil.

**[0023]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes, pour usiner chaque partie du contour prédéterminé à usiner avec le troisième outil,

- on positionne initialement le troisième outil un peu en retrait d'une première extrémité de cette partie, à une cote légèrement plus grande que celle du contour prédéterminé, de manière à rejoindre le contour prédéterminé à ladite première extrémité de cette partie, puis
- on usine ladite partie selon le contour prédéterminé,
- enfin, on amène le troisième outil jusqu'à une position au delà de la deuxième extrémité de cette partie, à une cote légèrement plus grande que celle du contour prédéterminé.

**[0024]** Selon une autre caractéristique avantageuse

du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes, pour déterminer ladite première région de ce contour,

- on détermine, pour chaque point du contour, une position de ladite première enveloppe de coupe, lorsque ledit premier outil est tangent à au moins une partie du contour prédéterminé en ce point, et on détermine les points du contour, appelés points additionnels rognés, qui se trouvent à l'intérieur de ladite première enveloppe de coupe dudit premier outil,
- on détermine une première grandeur représentative de l'importance du rognage, par exemple fonction du nombre des points additionnels rognés ou de la distance entre chacun de ces points additionnels rognés et ladite première enveloppe de coupe,
- on compare cette première grandeur représentative à une première valeur seuil prédéterminée,
- on attribue ledit point considéré du contour à ladite première région du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0025]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, celui-ci comporte en outre les étapes suivantes, pour déterminer ladite deuxième région de ce contour,

- on détermine, pour chaque point du contour en dehors de la première région, une position de ladite deuxième enveloppe de coupe lorsque ledit deuxième outil est tangent à au moins une partie dudit contour prédéterminé en ce point, et on détermine les points du contour, appelés points additionnels rognés, qui se trouvent à l'intérieur de ladite deuxième enveloppe de coupe dudit deuxième outil,
- on détermine une deuxième grandeur représentative de l'importance du rognage, par exemple fonction du nombre des points additionnels rognés ou de la distance entre chacun de ces points additionnels rognés et ladite deuxième enveloppe de coupe,
- on compare cette deuxième grandeur représentative à une deuxième valeur seuil prédéterminée,
- on attribue ledit point considéré du contour à ladite deuxième région du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0026]** Selon une autre caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention, en variante, pour déterminer ladite première région du contour,

- on recherche les positions de ladite première enveloppe de coupe dans lesquelles cette première enveloppe de coupe est tangente audit contour en un couple de points et dans lesquelles une première zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite première enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette pre-

- mière enveloppe de coupe,
- on définit la première région comme comportant au moins une partie du contour mais excluant les points desdites premières zones inaccessibles.

**[0027]** Alors, pour déterminer ladite deuxième région du contour,

- on recherche les positions de ladite deuxième enveloppe de coupe dans lesquelles cette deuxième enveloppe de coupe est tangente audit contour en un couple de points et dans lesquelles une deuxième zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite deuxième enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette deuxième enveloppe de coupe,
- on définit la deuxième région comme comportant au moins une partie du contour mais excluant ladite première région ainsi que les points desdites deuxième zones inaccessibles.

**[0028]** En variante encore, pour déterminer ladite première région du contour,

- on détermine, pour chaque point du contour, le rayon de courbure local du contour en ce point,
- on compare ce rayon de courbure avec ledit premier diamètre de ladite première enveloppe de coupe dudit premier outil,
- on attribue le point considéré du contour à ladite première région du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0029]** Alors, pour déterminer ladite deuxième région du contour :

- on détermine, pour chaque point du contour en dehors de la première région, le rayon de courbure local du contour en ce point,
- on compare ce rayon de courbure avec ledit deuxième diamètre dudit deuxième outil,
- on attribue le point considéré du contour à ladite deuxième région du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0030]** L'invention concerne également un dispositif d'usinage d'une lentille ophtalmique en vue de son montage dans une monture de lunettes, selon un contour prédéterminé, comportant

- au moins deux outils distincts comprenant un premier outil rotatif autour d'un premier axe, ayant une enveloppe de coupe de révolution autour de ce premier axe présentant un premier diamètre et un autre outil rotatif autour d'un axe, ayant une autre enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe présentant un autre diamètre inférieur audit premier diamètre,

- des moyens de traitement électroniques adaptés à analyser au moins une partie dudit contour, pour déterminer, en fonction dudit premier diamètre, une première région de ce contour adaptée à être usinée, sans rognage dudit contour prédéterminé, avec ledit premier outil.

#### DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

**[0031]** 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.

**[0032]** Sur les dessins annexés:

- les figures 1 à 5 sont des vues schématiques de différentes lentilles ophtalmiques dont les différents contours sont usinés au moyen du procédé selon l'invention ;
- la figure 6 est une vue schématique en perspective d'un dispositif de détournage utilisé pour mettre en oeuvre le procédé selon l'invention ;
- les figures 7 et 8 sont des vues schématiques du contour de la figure 2 discrétisé par un algorithme d'analyse des contours et d'une enveloppe d'un outil d'usinage, illustrant deux méthodes d'analyse de ce contour.

**[0033]** Les figures 1 à 5 montrent des lentilles 1, 2, 3, 4, 5 ophtalmiques, dont les contours respectifs 10, 20, 30, 40, 50, ici considérés en projection dans un plan général moyen de la lentille concernée, comportent chacun respectivement une région complexe 11, 21, 31, 41, 51, délimitée respectivement par les points C et D, E et F, G et J, O et R, K et N.

**[0034]** Chaque région complexe 11, 21, 31, 41, 51 comporte une ou plusieurs zones de courbures négatives 11, 21, 34, 43A, 43B, 53A, 53B. Ces zones de courbures négatives sont respectivement délimitées par les points C et D, E et F, G et H, I et J, O et P, Q et R, K et L, M et N sur les figures 1 à 5.

**[0035]** Pour détourner une de ces lentilles, on la place dans un dispositif d'usinage 200 connu en lui-même, tel que celui décrit dans le document WO2008/043910.

**[0036]** Un tel dispositif, tel qu'illustré sur la figure 6, 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 de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 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 de perçage 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.

**[0037]** La 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.

**[0038]** 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.

**[0039]** 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.

**[0040]** Ce dispositif de meulage 200 est piloté par un dispositif électronique et informatique 100. Le dispositif électronique et informatique 100 comprend des moyens d'acquisition et d'affichage de données comportant typiquement un clavier 101 et un écran 102 adapté à l'affichage d'une interface graphique, des moyens de pilotage aptes à piloter les différents degrés de liberté du dispositif de meulage 200 et un système d'exploitation associé à un applicatif logiciel adapté à piloter ces différents composants.

**[0041]** Le dispositif électronique et informatique 100 possède une mémoire dans laquelle est insérée la forme du contour 10, 20, 30, 40, 50 souhaité pour la lentille 1,2,3,4,5.

**[0042]** On entend ici par « contour souhaité » ou « contour prédéterminé » une consigne de cote de rayon de la lentille qui est prédéterminée en fonction de la monture dans laquelle la lentille est destinée à être montée et en fonction du référentiel optique de la lentille et de caractéristiques géométrico-morphologique du futur porteur. Comme représenté sur la figure 1, le contour 10 est défini par une consigne de cote de rayon, qui consiste typiquement en une fonction donnant la distance L(Alpha) de chaque point 13 de ce contour 10 par rapport à un centre 14 de ce contour 10 en fonction d'un angle Alpha mesuré entre une direction de référence X et la droite reliant le point 13 considéré du contour 10 et ledit centre 14.

**[0043]** Le contour 10, 20, 30, 40, 50 de la lentille à détourer comportant, comme représenté sur les figures 1 à 5, des régions complexes, l'usinage de la lentille est réalisé à l'aide d'au moins deux outils distincts, choisis ici parmi les outils dont dispose le dispositif de meulage 200.

**[0044]** Avant de commencer l'usinage de ladite lentille, le dispositif électronique et informatique 100 détermine quelles régions du contour souhaité de la lentille vont être usinées par quel outil, en fonction des caractéristiques géométriques de ce contour souhaité et en fonction des diamètres des enveloppes de coupes des outils disponibles. On se place en effet dans l'hypothèse où le premier diamètre du premier outil est trop grand pour respecter la géométrie du contour souhaité dans ses zones de courbure négative présentant une concavité trop prononcée.

**[0045]** Pour cela, le dispositif électronique et informatique 100 exécute un algorithme d'analyse du contour 10, 20, 30, 40, 50 souhaité, afin de déterminer une première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 du contour comprenant les points de ce contour pour lesquels l'utilisation d'un premier outil rotatif, en l'espèce la meule 220 de grand diamètre, pour détourer la lentille, est possible sans détériorer la forme du contour de lentille souhaité. Plus précisément, il s'agit d'isoler les points du contour souhaité 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 1, 2, 3, 4, 5 situées à l'intérieur du contour 10, 20, 30, 40, 50 souhaité.

**[0046]** On entend ici par partie rognée du contour de la lentille une partie du contour correspondant à un intervalle de valeurs de l'angle Alpha, pour lesquelles la consigne de la cote de rayon ne peut pas être respectée en raison du fait que l'usinage d'un point de ladite première région à la consigne de cote de rayon souhaité engendrerait un usinage de la lentille, dans cet intervalle de valeurs de l'angle Alpha, à une cote de rayon inférieure à la consigne.

**[0047]** Pour cela, selon un premier mode de réalisation, l'algorithme d'analyse discrétise le contour 10, 20, 30, 40, 50 considéré en un ensemble 301 de points en projection dans un plan moyen de ce contour, comme représenté sur la figure 7 dans le cas du contour 20 de la figure 2. Par exemple, l'algorithme d'analyse modélise le contour 20 considéré par un ensemble 301 de points de ce contour 20 situés tous les un degré d'angle autour d'un centre 302 de ce contour. L'ensemble 301 de points comporte alors 360 points. Le centre 302 du contour 20 est par exemple le centre d'un rectangle 300 dit « de boxing » dans lequel ledit contour 20 est inclus et dont chaque côté est tangent audit contour 20.

**[0048]** Pour chaque point 303 de l'ensemble 301 de points modélisant le contour 20 de la lentille 2, l'algorithme calcule la position de la première enveloppe de coupe 220A de la meule 220 lorsque celle-ci est tangente à au moins une partie du contour 20 en ce point 303. Cette

position de la première enveloppe de coupe 220A de la meule 220 correspond à la position de la meule 220 lorsque celle-ci est en position pour usiner la lentille 2 selon le contour 20 souhaité en ce point 303.

**[0049]** Cette détermination de la position de la première enveloppe de coupe 220A de la meule 220 correspond à la détermination de la position d'au moins un arc de cercle dont le diamètre est celui de la meule 220, correspondant à la tranche de la meule 220 lorsque celle-ci est tangente au contour 20 au point 303 considéré.

**[0050]** La meule 220 est alors située du côté de cet arc de cercle opposé au côté où se situe le centre 302 du contour 20.

**[0051]** L'algorithme recherche ensuite les points du contour 301 qui se trouvent à l'intérieur de cette première enveloppe de coupe 220A, 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 2 au point 303 considéré du contour 20. Lesdits points additionnels rognés appartiennent à ladite partie rognée du contour.

**[0052]** Pour cela, l'algorithme d'analyse calcule la distance entre chaque point du contour se trouvant à l'intérieur de la première enveloppe de coupe et ladite première enveloppe de coupe. Si cette distance est supérieure à un seuil de distance prédéterminé, l'algorithme d'analyse retient le point considéré comme étant situé à l'intérieur de ladite enveloppe. Si cette distance est inférieure audit seuil de distance prédéterminé, l'algorithme d'analyse détermine que le point considéré n'est pas un point additionnel rogné. Ce seuil de distance est par exemple compris entre 0 et 0,2 millimètre.

**[0053]** L'algorithme d'analyse détermine ensuite une première grandeur représentative de l'importance du rognage en ce point 303, compare cette première grandeur à une première valeur seuil prédéterminée et attribue ledit point 303 considéré à ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0054]** Par exemple, cette première grandeur représentative de l'importance du rognage est fonction du nombre de points additionnels rognés au point considéré. Elle est par exemple égale au nombre de points additionnels rognés.

**[0055]** Si ce nombre de points additionnels rognés est inférieur à un premier nombre seuil prédéterminé, le point 303 considéré du contour 20 est attribuée à la première région 22 de ce contour adaptée à être usinée, sans rognage dudit contour 20 prédéterminé, avec la meule 220. Ledit premier nombre seuil est par exemple compris entre 1 et 10. Ce premier nombre seuil est déterminé en fonction du nombre total de points de l'ensemble 301 de points ou en fonction de l'intervalle entre chaque point successif de cet ensemble 301.

**[0056]** C'est le cas par exemple du point additionnel 303 représenté sur la figure 7, pour lequel il n'y a aucun point additionnel rogné par la meule 220, et des points

du sous-ensemble de points 304 correspondant à la partie 22 du contour 20.

**[0057]** Alternativement, cette première grandeur représentative de l'importance du rognage est fonction de la distance entre chacun de ces points additionnels rognés et ladite première enveloppe de coupe 220A, appelée la largeur rognée de la lentille. L'algorithme d'analyse détermine alors la largeur rognée de la lentille 2 en ces points additionnels rognés.

**[0058]** Si cette largeur rognée est inférieure pour tous les points additionnels rognés à une première largeur seuil prédéterminée, le point 303 considéré du contour 20 est attribuée à ladite première région. Cette première largeur seuil est par exemple comprise entre 0,5 et 2 millimètres.

**[0059]** Dans le cas des lentilles 1, 2, 3, 5 représentées sur les figures 1 à 3 et 5, cette première région correspond aux parties 12, 22, 32, 52 du contour 10, 20, 30, 50 qui se trouve en dehors de la région complexe 11, 21, 31, 51. Dans le cas de la lentille 4 représentée sur la figure 4, cette première région correspond à la partie 42A du contour 40 qui se trouve en dehors de la région complexe 41 et à la partie 42B du contour 40 située au milieu de la région complexe 41.

**[0060]** Selon le procédé conforme à l'invention, le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande alors l'usinage d'au moins une partie de ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 du contour 10, 20, 30, 40, 50 avec ladite meule 220 et l'usinage d'au moins une partie du reste du contour avec un autre outil rotatif autour d'un axe, ayant une autre enveloppe de coupe de révolution autour de cet axe présentant un autre diamètre inférieur au diamètre de ladite meule. Cet autre outil rotatif est ici la meulette 231 ou la fraise 230.

**[0061]** Par exemple, selon un premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande l'usinage de la totalité de la première région 12 du contour 10 de la lentille 1 avec la grande meule 220 et l'usinage du reste du contour 11 avec la meulette 231. De la même façon, le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande l'usinage de la totalité de la première région 22 du contour 20 de la lentille 2 avec la grande meule 220 et l'usinage du reste du contour 21 avec la fraise 230.

**[0062]** Selon un deuxième mode de réalisation, l'algorithme d'analyse détermine une deuxième région de ce contour 10, 20, 30, 40, 50, hors de la première région, adaptée à être usinée avec un deuxième outil rotatif autour d'un deuxième axe, ayant une deuxième enveloppe de coupe de révolution autour de ce deuxième axe présentant un deuxième diamètre autour de cet axe inférieur audit premier diamètre. Ce deuxième outil peut être dans l'exemple détaillé ici la meulette 231 ou la fraise 230.

**[0063]** Pour cela, dans le cas par exemple du contour de la figure 2, pour chaque point de l'ensemble de points

301 n'appartenant pas à la première région, l'algorithme d'analyse exécute les mêmes étapes que celles exposées précédemment : l'algorithme calcule la position de la deuxième enveloppe de coupe du deuxième outil (ici la meulette 231 ou la fraise 230) lorsque celui-ci est tangent à au moins une partie du contour au point considéré, ce qui correspond à la position du deuxième outil pour usiner la lentille 2 selon le contour 20 souhaité en ce point. Pour cela, il détermine la position, dans le plan moyen du contour, d'au moins un arc de cercle dont le diamètre est celui dudit deuxième outil, lorsque celui-ci est tangent au contour 20 au point considéré.

**[0064]** L'algorithme recherche ensuite les points du contour qui se trouve à l'intérieur de ladite deuxième enveloppe de coupe, c'est-à-dire situé du côté de l'arc de cercle correspondant au deuxième outil, s'il en existe. Ces points correspondent aux points additionnels rognés par le deuxième outil lorsque celui-ci usine la lentille 2 au point considéré du contour 20.

**[0065]** Comme précédemment, l'algorithme d'analyse détermine ensuite une deuxième grandeur représentative de l'importance du rognage en ce point, compare cette deuxième grandeur à une deuxième valeur seuil prédéterminée et attribue ledit point considéré à ladite deuxième région en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0066]** Par exemple, cette deuxième grandeur représentative de l'importance du rognage est fonction du nombre de points additionnels rognés au point considéré. Elle est par exemple égale au nombre ces points additionnels rognés.

**[0067]** Si le nombre de points additionnels rognés est inférieur à un deuxième nombre seuil prédéterminé le point considéré du contour 20 est attribué à la deuxième région de ce contour 20 adaptée à être usinée, sans rognage dudit contour 20 prédéterminé, avec le deuxième outil. Typiquement, le deuxième nombre seuil est compris entre 1,5 pourcent et 3 pourcent du nombre total de points de l'ensemble de points modélisant le contour de la lentille.

**[0068]** Alternativement, cette deuxième grandeur représentative de l'importance du rognage est fonction de la distance entre chacun de ces points additionnels rognés et ladite deuxième enveloppe de coupe, appelée la largeur rognée de la lentille. L'algorithme d'analyse détermine alors la largeur rognée de la lentille 2 en ces points additionnels rognés.

**[0069]** Si cette largeur rognée est inférieure pour tous les points additionnels rognés à une deuxième largeur seuil prédéterminée, le point considéré du contour 20 est attribué à la deuxième région.

**[0070]** On considère dans la suite de la description que le deuxième outil est la meulette 231.

**[0071]** Alors l'algorithme d'analyse détermine que la deuxième région du contour 10 représenté sur la figure 1 est la région complexe 11, que la deuxième région du contour 20 représenté sur la figure 2 est vide, que la deuxième région du contour 30 représenté sur la figure 3 comporte les parties 33A, 33B de la région complexe

31, que la deuxième région du contour 40 représenté sur la figure 4 comporte les parties 43A, 43B de la région complexe 41, et que la deuxième région du contour 50 représenté sur la figure 5 comporte la partie 54 de la région complexe 51.

**[0072]** Le dispositif électronique et informatique 100 commande alors l'usinage d'au moins une partie de la deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 du contour 10, 30, 40, 50 avec la meulette 231.

**[0073]** Le reste du contour 20, 30, 40, 50 forme une troisième région 21, 34, adaptée à être usinée avec un troisième outil rotatif autour d'un troisième axe, ayant une troisième enveloppe de coupe de révolution autour de ce troisième axe présentant un troisième diamètre inférieur audit deuxième diamètre. Ce troisième outil est ici la fraise 230.

**[0074]** Alternativement, le deuxième outil peut être une première fraise et le troisième outil est alors par exemple une deuxième fraise de plus petit diamètre que la première.

**[0075]** Le diamètre de ce troisième outil 230 est choisi assez petit pour pouvoir usiner les plus petits détails du contour 10, 20, 30, 40, 50.

**[0076]** En variante, l'algorithme d'analyse peut déterminer ladite troisième région du contour 10, 20, 30, 40, 50 en appliquant les même étapes que celles décrites précédemment dans le cas du premier et du deuxième outil, en utilisant la troisième enveloppe de coupe de ce troisième outil.

**[0077]** L'algorithme d'analyse peut également mettre en oeuvre d'autres méthodes de détermination des première et deuxième régions, en variante des deux modes de réalisation qui viennent d'être décrits.

**[0078]** Par exemple, l'algorithme d'analyse recherche les positions de ladite première enveloppe de coupe dans lesquelles cette première enveloppe de coupe est tangente audit contour en un couple de points et dans lesquelles une première zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite première enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette première enveloppe de coupe.

**[0079]** Cette variante est illustrée par la figure 8. Sur cette figure, on a représenté le contour 20 de la lentille 2 de la figure 2, modélisé par l'ensemble 301 de points.

**[0080]** Alternativement, l'algorithme d'analyse peut également utiliser le contour non discrétisé de la lentille.

**[0081]** Dans cet exemple, l'algorithme d'analyse trouve une position de la première enveloppe de coupe 220A dans laquelle celle-ci est tangente à un couple de deux points 306, 307 de l'ensemble de points 301.

**[0082]** La zone du contour 20 comportant les points 305 compris entre les deux points 306, 307, qui correspond à la région complexe 21 du contour 20, est recouverte par la première enveloppe 220A de la meule 220 et n'est pas atteinte par cette première enveloppe 220A: la zone des points 305 est inaccessible à cette meule 220 et la consigne de rayon du contour en ces points 305 ne peut être atteinte à l'aide de la meule 220.



**[0083]** L'algorithme d'analyse définit alors la première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 comme comportant au moins une partie du contour mais excluant les points desdites premières zones inaccessibles.

**[0084]** Ici, la première région 22 est définie comme comportant l'ensemble du contour 20, à l'exclusion de la zone inaccessible des points 305, qui correspond à la région complexe 21.

**[0085]** Alors, de la même façon, pour déterminer ladite deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 du contour, l'algorithme d'analyse recherche les positions de ladite deuxième enveloppe de coupe dans lesquelles cette deuxième enveloppe de coupe est tangente audit contour en un couple de points et dans lesquelles une deuxième zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite deuxième enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette deuxième enveloppe de coupe.

**[0086]** L'algorithme d'analyse définit la deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 comme comportant au moins une partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 mais excluant ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 ainsi que les points desdites deuxièmes zones inaccessibles.

**[0087]** L'algorithme d'analyse peut alors soit attribuer les points du contour n'appartenant ni à la première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, ni à la deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 à la troisième région, soit déterminer la troisième région en réalisant les mêmes étapes que celles décrites précédemment, pour la troisième enveloppe du troisième outil, ici la fraise.

**[0088]** Selon une autre méthode, pour déterminer ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 du contour,

- l'algorithme d'analyse détermine, pour chaque point du contour, le rayon de courbure local du contour en ce point,
- il compare ce rayon de courbure avec ledit premier diamètre de ladite première enveloppe de coupe dudit premier outil,
- il attribue le point considéré du contour à ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52 du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0089]** L'algorithme d'analyse compare par exemple, pour chaque point du contour 10, 20, 30, 40, 50, le rayon de courbure du contour en ce point avec le produit du premier diamètre de ladite première enveloppe de coupe 220A dudit premier outil, ici la meule 220, par un premier facteur compris de préférence entre 0,5 et 1,5, par exemple égal à 1.

**[0090]** Le premier diamètre du premier outil étant égal au double du rayon de courbure de cet outil, cela revient à comparer le rayon de courbure du contour en ce point et le rayon de courbure du premier outil multiplié par un facteur compris entre 1 et 3, par exemple égal à 2.

**[0091]** Si le rayon de courbure du contour au point considéré est supérieur au premier diamètre multiplié par

ledit premier facteur, le point considéré est attribué par l'algorithme d'analyse à ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52.

**[0092]** Alors, pour déterminer ladite deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 du contour :

- l'algorithme d'analyse détermine, pour chaque point du contour en dehors de la première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, le rayon de courbure local du contour en ce point,
- il compare ce rayon de courbure avec ledit deuxième diamètre dudit deuxième outil,
- il attribue le point considéré du contour à ladite deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 du contour en fonction du résultat de cette comparaison.

**[0093]** Par exemple, si le point considéré précédemment n'est pas attribué à ladite première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, l'algorithme d'analyse compare le rayon de courbure du contour en ce point au deuxième diamètre de la deuxième enveloppe du deuxième outil, ici la meulette 231, pour déterminer si ce point appartient à ladite deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54.

**[0094]** Pour cela, l'algorithme d'analyse compare par exemple, pour chaque point du contour 10, 20, 30, 40, 50 n'appartenant pas à la première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, le rayon de courbure du contour en ce point avec le produit du deuxième diamètre de ladite deuxième enveloppe de coupe dudit deuxième outil par un deuxième facteur compris de préférence entre 0,5 et 1,5, par exemple égal à 1.

**[0095]** Le deuxième diamètre de l'outil étant égal au double du rayon de courbure du deuxième outil, cela revient comme précédemment à comparer le rayon de courbure du contour en ce point et le rayon de courbure du deuxième outil multiplié par un facteur compris entre 1 et 3, par exemple égal à 2.

**[0096]** Si le rayon de courbure du contour au point considéré est supérieur au deuxième diamètre multiplié par ledit deuxième facteur, le point considéré est attribué par l'algorithme d'analyse à ladite deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54.

**[0097]** Comme précédemment, l'algorithme d'analyse peut alors soit attribuer les points du contour n'appartenant ni à la première région 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, ni à la deuxième région 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 à la troisième région, soit déterminer la troisième région en réalisant les mêmes étapes que celles décrites précédemment, pour la troisième enveloppe du troisième outil, ici la fraise 230. L'algorithme d'analyse compare alors le rayon de courbure du contour au point considéré avec le diamètre de la troisième enveloppe de coupe du troisième outil multiplié par un troisième facteur compris de préférence entre 0,5 et 1,5, par exemple égal à 1.

**[0098]** Chaque première 12, 22, 32, 42A, 42B, 52, deuxième 11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54 et troisième 21, 34, 53A, 53B région est continue ou formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par

une sous-région ou une région des deux autres régions.

**[0099]** Ainsi, dans le cas le plus général, par exemple dans le cas des contours 30, 50 représentés sur les figures 3 et 5, le contour 30, 50 souhaité est divisé, à l'issue de ces étapes de l'algorithme, en une pluralité de sous-régions destinées à être usinées chacune par l'outil correspondant.

**[0100]** Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, le dispositif électronique et informatique 100 commande l'usinage de chaque sous-région ou région des première, deuxième et troisième régions avec respectivement le premier, deuxième et troisième outil, correspondant ici à la meule 220, la meulette 231 et la fraise 230.

**[0101]** Selon un quatrième mode de réalisation, l'algorithme d'analyse détermine les sous-régions de la deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région.

**[0102]** Le dispositif électronique et informatique 100 commande alors l'usinage de la deuxième région, à l'exclusion desdites sous-régions de ladite deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région, avec ladite meulette 231, et l'usinage de ladite troisième région et desdites sous-régions de ladite deuxième région encadrant une sous-région de la troisième région, avec la fraise 230.

**[0103]** Dans le cas du contour 30 représenté sur la figure 3, les sous-régions 33A, 33B de la deuxième région encadrent la troisième région 34.

**[0104]** Le dispositif électronique et informatique 100 commande alors l'usinage de la première région 32 par la meule 220 et l'usinage de l'ensemble des deux sous-régions 33A, 33B de la deuxième région et de la troisième région 34 par la fraise 230. De cette manière, on évite deux changements d'outils au cours de l'usinage de la région complexe 31 du contour 30. L'usinage de l'ensemble du contour 30 de lentille 3 est ainsi plus rapide.

**[0105]** Selon un cinquième mode de réalisation, l'algorithme d'analyse détermine la longueur de chaque sous-région de la première région séparant deux sous-régions de la deuxième région et la compare à une première valeur de longueur seuil.

**[0106]** Le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande alors l'usinage de chaque sous-région de la première région dont la longueur est inférieure à ladite première valeur de longueur seuil avec la meulette 231. Cette première valeur de longueur seuil est par exemple comprise entre 2 et 10 millimètres, égale par exemple à 5 millimètres.

**[0107]** Dans le cas du contour 40 représenté sur la figure 4, la première région comporte deux sous-régions 42A, 42B, dont l'une 42B est encadrée par deux sous-régions de la deuxième région. La sous-région 42B présente ici une longueur de quelques millimètres inférieure à la première valeur de longueur seuil de 5 millimètres.

**[0108]** Le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande donc l'usinage de l'ensemble de la région complexe 11 comprenant les

deux sous-régions 43A et 43B de la deuxième région et la sous-région 42B de la première région par la meulette. Seule la partie 42A de la première région est usinée par la meule 220.

**[0109]** De même, selon un sixième mode de réalisation, l'algorithme d'analyse détermine la longueur de chaque sous-région de la première région séparant deux sous-régions de la troisième région et la compare à une deuxième valeur de longueur seuil.

**[0110]** Le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande alors l'usinage de chaque sous-région de la première région dont la longueur est inférieure à ladite deuxième valeur de longueur seuil avec la fraise 230. Cette deuxième valeur de longueur seuil est par exemple comprise entre 2 et 10 millimètres, égale par exemple à 5 millimètres.

**[0111]** Selon un septième mode de réalisation, l'algorithme d'analyse détermine la longueur de chaque sous-région de la deuxième région séparant deux sous-régions de la troisième région et la compare à une troisième valeur de longueur seuil.

**[0112]** Le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande alors l'usinage de chaque sous-région de la deuxième région dont la longueur est inférieure à ladite troisième valeur seuil de longueur avec la fraise 230.

**[0113]** Cette troisième valeur de longueur seuil est par exemple comprise entre 2 et 10 millimètres, égale par exemple à 5 millimètres.

**[0114]** Dans le cas du contour 50 représenté sur la figure 5, la troisième région comporte deux sous-régions 53A, 53B, qui encadrent la deuxième région 54. La deuxième région 54 présente ici une longueur de quelques millimètres inférieure à la troisième valeur de longueur seuil de 5 millimètres.

**[0115]** Le dispositif électronique et informatique 100 du dispositif de meulage 200 commande donc l'usinage de la première région 52 par la meule 220 et l'usinage de l'ensemble de la région complexe 51 comprenant les deux sous-régions 53A et 53B de la troisième région et la deuxième région 54 par la fraise 230.

**[0116]** Selon un huitième mode de réalisation de l'invention, l'algorithme d'analyse détermine la quantité de matière à usiner de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 pour chaque partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 à usiner avec la meulette 231 et la compare à une valeur seuil de quantité de matière.

**[0117]** La quantité de matière à usiner correspond à la surface comprise entre le bord brut de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 avant usinage et le contour 10, 20, 30, 40, 50 souhaitée pour la lentille détournée, multipliée par l'épaisseur moyenne de la lentille 1,2,3,4,5.

**[0118]** Pour chacune de ces parties du contour 10, 20, 30, 40, 50 à usiner avec ladite meulette, si la quantité de matière déterminée est supérieure à ladite valeur seuil de quantité de matière, le dispositif électronique et informatique 100 commande l'usinage de cette partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 avec la fraise 230.

**[0119]** La meulette 231 est peu adaptée au retrait d'une grande quantité de matière, et son utilisation à cette fin est longue et fastidieuse. L'utilisation de la fraise 230 permet d'accélérer le détournement du contour 10, 20, 30, 40, 50.

**[0120]** En variante, pour chacune de ces parties du contour 10, 20, 30, 40, 50 à usiner avec la meulette 231, si la quantité de matière déterminée est supérieure à ladite valeur seuil de quantité de matière, le dispositif électronique et informatique 100 commande l'usinage de cette partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 selon un tracé légèrement plus grand que ce contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec la fraise 230 puis l'usinage de cette partie du contour selon le contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec la meulette 231.

**[0121]** Ainsi, la quantité de matière à usiner avec la meulette est réduite puisqu'une partie de cette quantité de matière a été retiré au préalable par le découpage effectué avec la fraise. En outre, l'état de surface de la tranche de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 ainsi obtenue est amélioré.

**[0122]** Chaque partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 à usiner avec la meulette 231 pour laquelle la quantité de matière à usiner est inférieure à la valeur seuil de quantité de matière est usinée selon le contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec la meulette 231.

**[0123]** Selon un neuvième mode de réalisation de l'invention, l'algorithme d'analyse détermine la fraction de la longueur du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé à usiner avec la meulette, et si cette fraction est supérieure à une première fraction seuil, on usine la totalité du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec la meulette 231.

**[0124]** Cette première fraction seuil est comprise entre 75 pourcent et 100 pourcent, par exemple égale à 80 pourcent.

**[0125]** Ainsi les changements d'outils au cours de l'usinage sont limités et celui-ci est plus rapide.

**[0126]** Selon un dixième mode de réalisation de l'invention, l'algorithme d'analyse détermine la fraction de la longueur du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé à usiner avec la fraise 230, et si cette fraction est supérieure à une deuxième fraction seuil, on usine la totalité du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec cette fraise.

**[0127]** Cette troisième fraction seuil est comprise entre 75 pourcent et 100 pourcent, par exemple égale à 80 pourcent.

**[0128]** Ainsi les changements d'outils au cours de l'usinage sont limités et celui-ci est plus rapide.

**[0129]** Selon un onzième mode de réalisation de l'invention, l'algorithme d'analyse détermine l'épaisseur de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 optique le long de chaque partie du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé à usiner avec la meulette 231.

**[0130]** Cette détermination est réalisée en fonction du contour 10, 20, 30, 40, 50 et des caractéristiques géométriques et optiques de la lentille 1, 2, 3, 4, 5.

**[0131]** Si l'épaisseur déterminée est supérieure à une épaisseur seuil, on usine la partie correspondante du contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé avec la fraise 230.

5 **[0132]** Quel que soit le mode de réalisation de l'invention, en pratique, le dispositif électronique et informatique 100 commande de préférence d'abord l'usinage des parties du contour 10, 20, 30, 40, 50 à usiner avec la meule 220, puis l'usinage des autres parties du contour.

10 **[0133]** En outre, le dispositif électronique et informatique 100 commande de préférence, tour à tour, l'usinage complet de chaque partie du contour 10, 30, 40, 50 à usiner avec la meulette 231 selon ledit contour avant de commander l'usinage d'une autre partie du contour 10, 30, 40, 50 prédéterminé à usiner avec la meulette 231.

15 **[0134]** En effet, l'usinage de chaque partie du contour 10, 30, 40, 50 à usiner avec la meulette 231 se fait de préférence en plusieurs passes successives le long de ladite partie, en usinant uniquement ladite partie, par un mouvement de va-et-vient de la meulette 231. Les passes sont calculées en fonction de l'épaisseur maximale de la lentille 1, 2, 3, 4, 5 au niveau de cette partie du contour. Plus la lentille 1, 2, 3, 4, 5 est épaisse, et plus les passes sont petites, de manière à ce que chaque  
25 passe enlève un volume équivalent de matière.

**[0135]** En outre, afin d'améliorer l'aspect des points de jonction entre les parties du contour 20, 30, 40, 50 à usiner avec la fraise et les autres parties, le dispositif électronique et informatique 100 commande de préférence le positionnement initial de la fraise un peu en retrait d'une première extrémité de la partie du contour à usiner avec la fraise, à une cote légèrement plus grande que celle du contour prédéterminé, de manière à rejoindre le contour 20, 30, 40, 50 à la première extrémité de cette partie.  
35

**[0136]** Le dispositif électronique et informatique 100 commande ensuite l'usinage de cette partie selon le contour 20, 30, 40, 50.

40 **[0137]** A la deuxième extrémité de cette partie du contour, le dispositif électronique et informatique 100 commande le mouvement de la fraise 230 jusqu'à une position située au delà cette deuxième extrémité, à une cote légèrement plus grande que celle du contour 20, 30, 40, 50.

45 **[0138]** Ainsi, le raccord entre les parties du contour de la lentille 2, 3, 4, 5 usinées par la fraise 230 et les autres parties est plus discret.

**[0139]** Selon encore un autre aspect avantageux, afin de limiter l'utilisation des outils autres que la meule 220, l'algorithme d'analyse peut modifier légèrement le contour 10, 20, 30, 40, 50 prédéterminé de manière à optimiser la longueur de la première région. Pour cela, l'algorithme d'analyse détermine les points du contour 10, 20, 30, 40, 50 situés à chaque extrémité des sous-régions de la première région 12, 22, 32; 42A, 42B, 52 et détermine la position de la meule 220 lorsqu'elle usine chacun de ces points d'extrémité.  
55

**[0140]** L'algorithme d'analyse remplace alors un troi-

sième nombre prédéterminé de points de la deuxième région situés à proximité de chaque point d'extrémité de la première région par des points de l'arc de cercle délimitant la tranche de ladite meule 220 lorsqu'elle usine le point d'extrémité correspondant. Les points de l'arc de cercle qui remplacent les points du contour 10, 20, 30, 40, 50 sont en nombre égal audit troisième nombre de points remplacés et sont espacés d'un intervalle régulier.

[0141] La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

[0142] En particulier, les différents modes de réalisation décrits peuvent être combinés entre eux.

[0143] Le premier outil rotatif considéré peut également être un autre outil rotatif, par exemple la meulette ou la fraise.

[0144] Les deuxième et troisième outils rotatifs sont alors par exemple des fraises de diamètres appropriés.

[0145] En outre, on peut envisager que seule une partie du contour de la lentille soit susceptible de comporter des zones de courbure négative. Par exemple, les zones de courbure négatives peuvent être localisées sur la partie supérieure ou la partie inférieure du contour, par rapport à une ligne reliant l'emplacement du pontet nasal de la monture sur laquelle la lentille est destinée à être montée à l'emplacement de la branche de cette monture.

[0146] En variante, les zones de courbure négatives peuvent être localisées sur la partie gauche ou la partie droite du contour, par rapport à une médiatrice du segment reliant l'emplacement du pontet nasal de la monture à l'emplacement de la branche de cette monture.

[0147] On peut envisager alors que seule la partie correspondante du contour de la lentille soit analysée avant l'usinage de la lentille.

## Revendications

1. Procédé d'usinage d'une lentille (1, 2, 3, 4, 5) ophthalmique en vue de son montage dans une monture de lunettes, selon un contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé, au moyen d'au moins deux outils distincts, dont un premier outil (220) rotatif autour d'un premier axe (A3), ayant une première enveloppe de coupe, de révolution autour de cet axe (A3), présentant un premier diamètre, et au moins un autre outil (230; 231) rotatif autour d'un axe (A5; A6), ayant une autre enveloppe de coupe, de révolution autour de cet axe (A5; A6), présentant un autre diamètre inférieur audit premier diamètre, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- analyser au moins une partie dudit contour (10, 20, 30, 40, 50), pour déterminer, en fonction dudit premier diamètre, une première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50) adaptée à être usinée, sans rognage du-

dit contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé, avec ledit premier outil (220),

- usiner au moins une partie de ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit premier outil (220),

- usiner au moins une partie du reste du contour (10, 20, 30, 40, 50) avec ledit autre outil (230; 231).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit au moins un autre outil comporte un deuxième outil (231) rotatif autour d'un deuxième axe (A5), ayant une deuxième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce deuxième axe (A5), présentant un deuxième diamètre inférieur audit premier diamètre, le procédé comportant en outre les étapes suivantes :

- analyser au moins une partie dudit contour (10, 20, 30, 40, 50), pour déterminer, en fonction dudit deuxième diamètre, une deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50), hors de la première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), adaptée à être usinée avec ledit deuxième outil (231) sans rognage dudit contour,

- usiner au moins une partie de la deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) avec ledit deuxième outil,

- le reste du contour (10, 20, 30, 40, 50) formant une troisième région (21, 34, 53A, 53B) usinée avec un troisième outil (230) rotatif autour d'un troisième axe (A6), ayant une troisième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce troisième axe, présentant un troisième diamètre inférieur audit deuxième diamètre.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ledit au moins un autre outil comportant un deuxième outil (231) rotatif autour d'un deuxième axe, (A5) ayant une deuxième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce deuxième axe (A5), présentant un deuxième diamètre autour de cet axe inférieur audit premier diamètre et un troisième outil (230) rotatif autour d'un troisième axe (A6), ayant une troisième enveloppe de coupe, de révolution autour de ce troisième axe (A6), présentant un troisième diamètre inférieur audit deuxième diamètre, le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

- déterminer, en fonction dudit deuxième diamètre, une deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50), hors de la première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), adaptée à être usinée avec ledit deuxième outil (231) sans rognage dudit contour,

- déterminer, en fonction dudit troisième diamètre,

- tre, une troisième région (21, 34, 53A, 53B) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50) hors de la première et de la deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54), adaptée à être usinée avec ledit troisième outil (230) sans rognage dudit contour, chacune des deuxième (33A, 33B, 43A, 43B, 54) et troisième régions (34, 53A, 53B) étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région ou une région de l'une des première (32, 42A, 42B, 52), deuxième (33A, 33B, 43A, 43B, 54) et troisième régions (34, 53A, 53B),
- déterminer les sous-régions de ladite deuxième région (33A, 33B, 43A, 43B, 54) encadrant une sous-région de la troisième région (34, 53A, 53B),
  - usiner la deuxième région (33A, 33B, 43A, 43B, 54), à l'exclusion desdites sous-régions de ladite deuxième région (33A, 33B, 43A, 43B, 54) encadrant une sous-région de la troisième région (34, 53A, 53B), avec ledit deuxième outil,
  - usiner ladite troisième région (34, 53A, 53B) et lesdites sous-régions de ladite deuxième région (33A, 33B, 43A, 43B, 54) encadrant une sous-région de la troisième région (34, 53A, 53B), avec ledit troisième outil (230).
4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, selon lequel, chacune des première région (42A, 42B) et deuxième région (43A, 43B) étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région ou une région de l'une des première (42A, 42B), deuxième (43A, 43B) et troisième régions,
- on détermine la longueur de chaque sous-région de la première région (42A, 42B) séparant deux sous-régions de la deuxième région (43A, 43B) et la comparer à une première valeur de longueur seuil,
  - on usine chaque sous-région de la première région (42A, 42B) dont la longueur est inférieure à ladite première valeur de longueur seuil avec ledit deuxième outil.
5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, selon lequel, chacune des première région (22, 32, 52) et troisième région (21, 34, 53A, 53B) étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région de l'une des première (22, 32, 52), deuxième (33A, 33B, 43A, 43B, 54) et troisième régions (21, 34, 53A, 53B):
- on détermine la longueur de chaque sous-région de la première région (22, 32, 52) séparant deux sous-régions de la troisième région (21, 34, 53A, 53B) et on la compare à une deuxième valeur de longueur seuil,
  - on usine chaque sous-région de la première région (32, 52) dont la longueur est inférieure à ladite deuxième valeur de longueur seuil avec ledit troisième outil (230).
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, selon lequel, chaque deuxième (54) et troisième région (53A, 53B) étant formée d'un ensemble de sous-régions séparées les unes des autres par une sous-région de l'une des première (52), deuxième (54) et troisième régions (53A, 53B),
- on détermine la longueur de chaque sous-région de la deuxième région (54) séparant deux sous-régions de la troisième région (53A, 53B) et on la compare à une troisième valeur de longueur seuil,
  - on usine chaque sous-région de la deuxième région (54) dont la longueur est inférieure à ladite troisième valeur de longueur seuil avec ledit troisième outil (230).
7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6, comportant en outre les étapes suivantes :
- déterminer la quantité de matière à usiner de la lentille (1, 3, 4, 5) pour chaque partie du contour (10, 30, 40, 50) à usiner avec ledit deuxième outil (231) et la comparer à une valeur seuil de quantité de matière,
  - pour chacune de ces parties du contour (10, 30, 40, 50) à usiner avec ledit deuxième outil, si la quantité de matière déterminée est supérieure à ladite valeur seuil de quantité de matière, on usine cette partie du contour (10, 30, 40, 50) selon un contour (10, 30, 40, 50) légèrement plus grand que le contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit troisième outil (230) puis on usine cette partie du contour (10, 30, 40, 50) selon le contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit deuxième outil (231),
  - pour chaque partie du contour (10, 30, 40, 50) à usiner avec ledit deuxième outil pour laquelle la quantité de matière à usiner est inférieure à la valeur seuil de quantité de matière, on usine ladite partie selon le contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit deuxième outil (231).
8. Procédé selon l'une des revendications 2 à 7, selon lequel :
- on détermine la fraction de la longueur du contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé à usiner avec ledit deuxième outil (231),
  - si cette fraction est supérieure à une première fraction seuil, on usine la totalité du contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit deuxième outil.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 à 8, selon lequel :

- on détermine la fraction de la longueur du contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé à usiner avec ledit troisième outil (230),  
- si cette fraction est supérieure à une deuxième fraction seuil, on usine la totalité du contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé avec ledit troisième outil.

5

10

10. Procédé selon l'une des revendications 2 à 9, selon lequel :

- on détermine l'épaisseur de la lentille (1, 3, 4, 5) ophtalmique le long de chaque partie du contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé à usiner avec ledit deuxième outil (231),  
- si cette épaisseur est supérieure à une épaisseur seuil, on usine la partie correspondante du contour (10, 30, 40, 50) prédéterminé avec le troisième outil (230).

15

20

11. Procédé selon l'une des revendications 2 à 10, selon lequel, pour usiner chaque partie du contour (20 30, 40, 50) prédéterminé à usiner avec le troisième outil (230),

25

- on positionne initialement le troisième outil un peu en retrait d'une première extrémité de cette partie, à une cote légèrement plus grande que celle du contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé, de manière à rejoindre le contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé à ladite première extrémité de cette partie, puis  
- on usine ladite partie selon le contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé, puis  
- on amène le troisième outil (230) jusqu'à une position au delà de la deuxième extrémité de cette partie, à une cote légèrement plus grande que celle du contour (20, 30, 40, 50) prédéterminé.

30

35

40

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, selon lequel, pour déterminer ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50),

45

- on détermine, pour chaque point du contour (10, 20, 30, 40, 50), une position de ladite première enveloppe de coupe (220A) lorsque le premier outil (220) est tangent à au moins une partie du contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé en ce point, et on détermine les points du contour (10, 20, 30, 40, 50), appelés points additionnels rognés, qui se trouvent à l'intérieur de ladite première enveloppe de coupe (220A) dudit premier outil (220),

50

55

- on détermine une première grandeur représentative de l'importance du rognage,  
- on compare cette première grandeur représentative à une première valeur seuil prédéterminée,  
- on attribue ledit point considéré du contour (10, 20, 30, 40, 50) à ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) du contour (10, 20, 30, 40, 50) en fonction du résultat de cette comparaison.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, selon lequel, pour déterminer ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) du contour (10, 20, 30, 40, 50),

- on recherche les positions de ladite première enveloppe de coupe dans lesquelles cette première enveloppe de coupe est tangente audit contour (10, 20, 30, 40, 50) en un couple de points et dans lesquelles une première zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite première enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette première enveloppe de coupe,  
- on définit la première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) comme comportant au moins une partie du contour (10, 20, 30, 40, 50) mais excluant les points desdites premières zones inaccessibles.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, selon lequel, pour déterminer ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) du contour (10, 20, 30, 40, 50),

- on détermine, pour chaque point du contour (10, 20, 30, 40, 50), le rayon de courbure local du contour (10, 20, 30, 40, 50) en ce point,  
- on compare ce rayon de courbure avec ledit premier diamètre de ladite première enveloppe de coupe dudit premier outil,  
- on attribue le point considéré du contour (10, 20, 30, 40, 50) à ladite première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) du contour (10, 20, 30, 40, 50) en fonction du résultat de cette comparaison.

15. Procédé selon l'une des revendications 2 à 14, selon lequel, pour déterminer ladite deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50),

- on détermine, pour chaque point du contour (10, 20, 30, 40, 50) en dehors de la première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), une position de ladite deuxième enveloppe de coupe lorsque le deuxième outil (231) est tangent à au moins une partie dudit contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé en ce point, et on détermine les points du contour (10, 20, 30, 40, 50), appelés points additionnels rognés, qui se trouvent à l'intérieur

de ladite deuxième enveloppe de coupe dudit deuxième outil,

- on détermine une deuxième grandeur représentative de l'importance du rognage,
- on compare cette deuxième grandeur représentative à une deuxième valeur seuil prédéterminée,

- on attribue ledit point considéré du contour (10, 20, 30, 40, 50) à ladite deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) du contour (10, 20, 30, 40, 50) en fonction du résultat de cette comparaison.

16. Procédé selon l'une des revendications 2 à 14, selon lequel, pour déterminer ladite deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) du contour (10, 20, 30, 40, 50),

- on recherche les positions de ladite deuxième enveloppe de coupe dans lesquelles cette deuxième enveloppe de coupe est tangente audit contour (10, 20, 30, 40, 50) en un couple de points et dans lesquelles une deuxième zone inaccessible du contour située entre les deux points de ce couple et recouverte par ladite deuxième enveloppe de coupe n'est pas atteinte par cette deuxième enveloppe de coupe,

- on définit la deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) comme comportant au moins une partie du contour (10, 20, 30, 40, 50) mais excluant ladite première région ainsi que les points desdites deuxième zones inaccessibles.

17. Procédé selon l'une des revendications 2 à 14, selon lequel, pour déterminer ladite deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) du contour (10, 20, 30, 40, 50),

- on détermine, pour chaque point du contour (10, 20, 30, 40, 50) en dehors de la première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), le rayon de courbure local du contour (10, 20, 30, 40, 50) en ce point,

- on compare ce rayon de courbure avec ledit deuxième diamètre dudit deuxième outil (231),
- on attribue le point considéré du contour (10, 20, 30, 40, 50) à ladite deuxième région (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) du contour (10, 20, 30, 40, 50) en fonction du résultat de cette comparaison.

18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 17, selon lequel :

- on usine d'abord les parties du contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé à usiner avec le premier outil (220),
- on usine ensuite les autres parties du contour

(10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé.

19. Dispositif d'usinage d'une lentille (1, 2, 3, 4, 5) ophthalmique en vue de son montage dans une monture de lunettes, selon un contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé, comportant

- au moins deux outils distincts comprenant un premier outil (220) rotatif autour d'un premier axe (A3), ayant une enveloppe de coupe de révolution autour de ce premier axe (A3) présentant un premier diamètre et un autre outil (230; 231) rotatif autour d'un axe (A5 ; A6), présentant un autre diamètre autour de cet axe (A5 ; A6) inférieur audit premier diamètre,

**caractérisé en ce qu'il** comporte en outre:

- des moyens de traitement électroniques adaptés à analyser au moins une partie dudit contour, pour déterminer une première région (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) de ce contour (10, 20, 30, 40, 50) adaptée à être usinée, sans rognage dudit contour (10, 20, 30, 40, 50) prédéterminé, avec ledit premier outil (220), en fonction dudit premier diamètre.

## Claims

1. A method of machining an ophthalmic lens (1, 2, 3, 4, 5) to have a predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50) for mounting the lens in an eyeglass frame, the machining being performed by at least two distinct tools, including a first tool (220) that is mounted to rotate about a first axis (A3) and that has a first axisymmetric cutting envelope presenting a first diameter about that axis (A3), and at least one other tool (230; 231) that is mounted to rotate about an axis (A5; A6), and that has another axisymmetric cutting envelope presenting another diameter about that axis (A5; A6), said other diameter being less than said first diameter, said method comprising the following steps:

- analyzing at least a portion of said outline (10, 20, 30, 40, 50) in order to determine, as a function of said first diameter, a first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) that is suitable for being machined with said first tool (220) without paring away said predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50);
- using said first tool (220) to machine at least a portion of said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50); and
- using said other tool (230; 231) to machine at least a portion of the remainder of the outline (10, 20, 30, 40, 50).

2. A method according to claim 1, wherein said at least one other tool comprises a second tool (231) that is mounted to rotate about a second axis (A5) and that has a second axisymmetric cutting envelope presenting a second diameter about that second axis (A5), said second diameter being less than said first diameter, the method further comprising the following steps:

- analyzing at least a portion of said outline (10, 20, 30, 40, 50) in order to determine, as a function of said second diameter, a second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50), outside the first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) that is suitable for being machined with said second tool (231) without paring away said outline;
- using said second tool to machine at least a portion of the second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54); and
- using a third tool (230) to machine the remainder of the outline (10, 20, 30, 40, 50) forming a third region (21, 34, 53A, 53B) said third tool (230) being mounted to rotate about a third axis (A6), and having a third axisymmetric cutting envelope presenting a third diameter about that third axis, said third diameter being less than said second diameter.

3. A method according to claim 1 or claim 2, wherein said at least one other tool comprising a second tool (231) that is mounted to rotate about a second axis (A5) and that has a second axisymmetric cutting envelope presenting a second diameter about that second axis (A5), said second diameter about said axis being less than said first diameter, and a third tool (230) that is mounted to rotate about a third axis (A6) and that has a third axisymmetric cutting envelope presenting a third diameter about the third axis (A6) said third diameter being less than said second diameter, the method further comprises the following steps:

- determining, as a function of said second diameter, a second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50), that is outside the first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), and that is suitable for being machined with said second tool (231) without paring away said outline;
- determining, as a function of said third diameter, a third region (21, 34, 53A, 53B) of the outline (10, 20, 30, 40, 50), that is outside the first and second regions (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54), and that is suitable for being machined with said third tool (230) without paring away said outline;
- each of the second and third regions (33A, 33B, 43A, 43B, 54 and 34, 53A, 53B) being formed

by a set of sub-regions separated from one another by a sub-region or a region of one of the first, second, and third regions (32, 42A, 42B, 52; 33A, 33B, 43A, 43B, 54; and 34, 53A, 53B);

- determining the sub-regions of said second region (33A, 33B, 43A, 43B, 54) on either side of a sub-region of the third region (34, 53A, 53B);
- using said second tool to machine the second region (33A, 33B, 43A, 43B, 54), with the exception of said sub-regions of said second region (33A, 33B, 43A, 43B, 54) on either side of a sub-region of the third region (34, 53A, 53B); and
- using said third tool (230) to machine said third region (34, 53A, 53B) and said sub-regions of said second region (33A, 33B, 43A, 43B, 54) on either side of a sub-region of the third region (34, 53A, 53B).

4. A method according to claim 2 or claim 3, wherein both the first region (42A, 42B) and the second region (43A, 43B) are formed by a respective set of sub-regions separated from one another by a sub-region or a region of one of the first, second, and third regions (42A, 42B and 43A, 43B), the method including:

- determining the length of each sub-region of the first region (42A, 42B) separating two sub-regions of the second region (43A, 43B) and comparing it with a first length threshold value; and
- using said second tool to machine each sub-region of the first region (42A, 42B) that is of a length that is less than said first length threshold value.

5. A method according to any one of claims 2 to 4, wherein both the first region (22, 32, 52) and the third region (21, 34, 53A, 53B) are formed by a respective set of sub-regions separated from one another by a sub-region or a region of one of the first, second, and third regions (22, 32, 52; 33A, 33B, 43A, 43B, 54; and 21, 34, 53A, 53B), the method including:

- determining the length of each sub-region of the first region (22, 32, 52) separating two sub-regions of the third region (21, 34, 53A, 53B) and comparing it with a second length threshold value; and
- using said third tool (230) to machine each sub-region of the first region (32, 52) that is of a length that is less than said second length threshold value.

6. A method according to any one of claims 2 to 5, wherein both the first (54) and the third region (53A, 53B) are formed by a respective set of sub-regions separated from one another by a sub-region of one



of the first, second, and third regions (52; 54; and 53A, 53B);

- determining the length of each sub-region of the second region (54) separating two sub-regions of the third region (53A, 53B) and comparing it with a third length threshold value; and
- using said third tool (230) to machine each sub-region of the second region (54) of length that is less than said third length threshold value.

7. A method according to any one of claims 2 to 6, further comprising the following steps:

- determining the quantity of material that is to be machined on the lens (1, 3, 4, 5) for each portion of the outline (10, 30, 40, 50) that is to be machined with said second tool (231) and comparing it with a quantity of material threshold value;
- for each of the outline portions (10, 30, 40, 50) that is to be machined with said second tool, if the quantity of material determined is greater than said quantity of material threshold value, using said third tool (230) to machine said outline portion (10, 30, 40, 50) along an outline (10, 30, 40, 50) that is slightly outside the predetermined outline (10, 30, 40, 50), then using said second tool (231) to machine said outline portion (10, 30, 40, 50) along the predetermined outline (10, 30, 40, 50); and
- for each outline portion (10, 30, 40, 50) that is to be machined with said second tool for which the quantity of material to be machined is less than the quantity of material threshold value, using said second tool (231) to machine said portion along the predetermined outline (10, 30, 40, 50).

8. A method according to any one of claims 2 to 7, including:

- determining the fraction of the length of the predetermined outline (10, 30, 40, 50) that is to be machined with said second tool (231); and
- if said fraction is greater than a first fraction threshold, using said second tool to machine the totality of the predetermined outline (10, 30, 40, 50).

9. A method according to any one of claims 2 to 8, including:

- determining the fraction of the length of the predetermined outline (20, 30, 40, 50) that is to be machined with said third tool (230); and
- if said fraction is greater than a second fraction threshold, using said third tool to machine all of

the predetermined outline (20, 30, 40, 50).

10. A method according to any one of claims 2 to 9, including:

- determining the thickness of the ophthalmic lens (1, 3, 4, 5) along each predetermined outline portion (10, 30, 40, 50) that is to be machined with said second tool (231); and
- if said thickness is greater than a threshold thickness, using said third tool (230) to machine the corresponding portion of the predetermined outline (10, 30, 40, 50).

11. A method according to any one of claims 2 to 10, wherein, in order to machine each predetermined outline portion (20 30, 40, 50) that is to be machined with the third tool (230), the method includes:

- initially positioning the third tool slightly set back from a first end of said portion, at a position that is slightly outside the predetermined outline (20, 30, 40, 50), in such a manner as to join the predetermined outline (20, 30, 40, 50) to said first end of said portion; then
- machining said portion along the predetermined outline (20, 30, 40, 50); and then
- bringing the third tool (230) into a position beyond the second end of said portion, to a position that is slightly outside the predetermined outline (20, 30, 40, 50).

12. A method according to any one of claims 1 to 11, wherein, in order to determine said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- determining, for each point of the outline (10, 20, 30, 40, 50), a position of said first cutting envelope (220A) when the first tool (220) is tangential to at least a portion of the predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50) at this point, and determining points of the outline (10, 20, 30, 40, 50), referred to as pared away additional points, that are located inside said first cutting envelope (220A) of said first tool (220);
- determining a representative first magnitude that is representative of the extent of the paring away;
- comparing said representative first magnitude to a first predetermined value threshold; and
- allocating said point under consideration of the outline (10, 20, 30, 40, 50) to said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) as a function of the result of said comparison.

13. A method according to any one of claims 1 to 11,

wherein, in order to determine said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- seeking positions of said first cutting envelope in which said first cutting envelope is tangential to said outline (10, 20, 30, 40, 50) at a pair of points and in which a first inaccessible zone of the outline situated between the two points of said pair and covered by said first cutting envelope is not reached by said first cutting envelope; and
- defining the first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) as comprising at least a portion of the outline (10, 20, 30, 40, 50) but excluding the points of said first inaccessible zones.

14. A method according to any one of claims 1 to 11, wherein, in order to determine said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- determining, for each point of the outline (10, 20, 30, 40, 50), the local radius of curvature of the outline (10, 20, 30, 40, 50) at said point;
- comparing said radius of curvature with said first diameter of said first cutting envelope of said first tool; and
- allocating said point under consideration of the outline (10, 20, 30, 40, 50) to said first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) as a function of the result of said comparison.

15. A method according to any one of claims 2 to 14, wherein, in order to determine said first region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- determining, for each point of the outline (10, 20, 30, 40, 50) outside the first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), a position of said second cutting envelope when the second tool (231) is tangential to at least a portion of said predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50) at that point, and determining points of the outline (10, 20, 30, 40, 50), referred to as pared away additional points, that are located inside said second cutting envelope of said second tool;
- determining a second representative magnitude of the extent of the paring away;
- comparing said representative second magnitude to a second predetermined value threshold; and
- allocating said point under consideration of the outline (10, 20, 30, 40, 50) to said second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) as a function of the result of said

comparison.

16. A method according to any one of claims 2 to 14, wherein, in order to determine said second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- seeking positions of said second cutting envelope in which said second cutting envelope is tangential to said outline (10, 20, 30, 40, 50) at a pair of points and in which a second inaccessible zone of the outline situated between the two points of said pair and covered by said second cutting envelope is not reached by said second cutting envelope; and
- defining the second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) as comprising at least a portion of the outline (10, 20, 30, 40, 50) but excluding said first region and also the points of said second inaccessible zones.

17. A method according to any one of claims 2 to 14, wherein, in order to determine said second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) the method includes:

- determining, for each point of the outline (10, 20, 30, 40, 50) outside the first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52), the local radius of curvature of the outline (10, 20, 30, 40, 50) at said point;
- comparing said radius of curvature with said second diameter of said second tool (231); and
- allocating the point under consideration of the outline (10, 20, 30, 40, 50) to said second region (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) as a function of the result of said comparison.

18. A method according to any one of claims 1 to 17, including:

- firstly, using the first tool (220) to machine the predetermined outline portions (10, 20, 30, 40, 50); and
- then, machining the other predetermined outline portions (10, 20, 30, 40, 50).

19. A device for machining an ophthalmic lens (1, 2, 3, 4, 5) to have a predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50) for mounting the lens in an eyeglass frame, the device comprising:

- at least two distinct tools, including a first tool (220) that is mounted to rotate about a first axis (A3) and that has an axisymmetric cutting envelope presenting a first diameter about that first axis (A3), and another tool (230; 231) that is mounted to rotate about an axis (A5; A6), and

presenting another diameter that is less than said first diameter about said axis (A5 A6); the device being **characterized in that** it further comprises:

- electronic processor means that are adapted to analyze at least a portion of said outline as a function of said first diameter in order to determine a first region (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) of the outline (10, 20, 30, 40, 50) that is suitable for being machined with said first tool (220) without paring away said predetermined outline (10, 20, 30, 40, 50).

## Patentansprüche

1. Bearbeitungsverfahren für ein Brillenglas (1, 2, 3, 4, 5) in Hinblick auf dessen Montage in eine Brillenfassung, entsprechend einer vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) mittels mindestens zwei verschiedenen Werkzeugen, darunter ein erstes sich um eine erste Achse (A3) drehendes Werkzeug (220) mit einer ersten sich um diese Achse (A3) drehenden Schnittwandung mit einem ersten Durchmesser, und mindestens ein weiteres, sich um eine Achse (A5, A6) drehendes Werkzeug (230, 231) mit einer anderen, sich um diese Achse (A5, A6) drehenden Schnittwandung mit einem anderen Durchmesser, der kleiner ist als der erste Durchmesser, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- mindestens einen Teil der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) analysieren, um in Abhängigkeit des ersten Durchmessers einen ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln, der sich ohne Randbeschneidung der vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zur Bearbeitung mit dem ersten Werkzeug (220) eignet,
- mindestens einen Teil dieses ersten Bereichs (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) dieser vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) mit dem ersten Werkzeug (220) bearbeiten,
- mindestens einen Teil der restlichen Kontur (10, 20, 30, 40, 50) mit dem anderen Werkzeug (230, 231) bearbeiten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das mindestens eine andere Werkzeug ein zweites, sich um eine zweite Achse (A5) drehendes Werkzeug (231) mit einer zweiten, sich um diese zweite Achse (A5) drehenden Schnittwandung mit einem zweiten Durchmesser umfasst, der kleiner ist als der erste Durchmesser, wobei das Verfahren darüber hinaus folgende Schritte umfasst:

- mindestens einen Teil der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) analysieren, um in Abhängigkeit des

zweiten Durchmessers einen zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) außerhalb des ersten Bereichs (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) zu ermitteln, der sich ohne Randbeschneidung der Kontur zur Bearbeitung mit dem zweiten Werkzeug (231) eignet,

- mindestens einen Teil dieses zweiten Bereichs (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) mit dem zweiten Werkzeug bearbeiten,
- den Rest der Kontur (10, 20, 30, 40, 50), der einen dritten Bereich (21, 34, 53A, 53B) bildet, mit einem dritten, sich um eine dritte Achse (A6) drehenden Werkzeug (230) mit einer dritten, sich um diese dritte Achse drehenden Schnittwandung mit einem dritten Durchmesser, der kleiner ist als der zweite Durchmesser, bearbeiten.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei dem das mindestens eine weitere Werkzeug ein zweites, sich um eine zweite Achse (A5) drehendes Werkzeug (231) mit einer zweiten, sich um diese zweite Achse (A5) drehenden Schnittwandung mit einem zweiten Durchmesser um diese Achse umfasst, der kleiner ist als der erste Durchmesser, und ein drittes, sich um eine dritte Achse (A6) drehendes Werkzeug (230) mit einer dritten, sich um diese dritte Achse (A6) drehenden Schnittwandung mit einem dritten Durchmesser, der kleiner ist als der zweite Durchmesser, wobei das Verfahren zudem folgende Schritte umfasst:

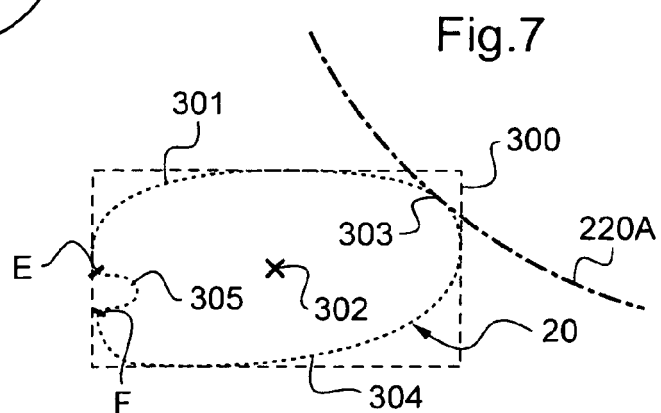
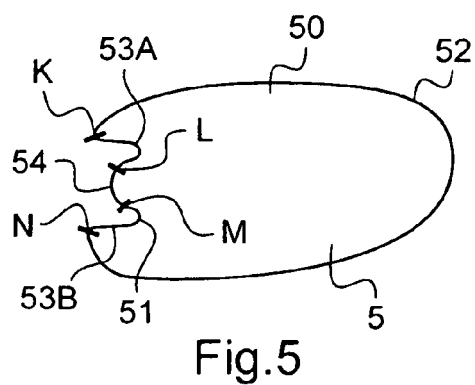
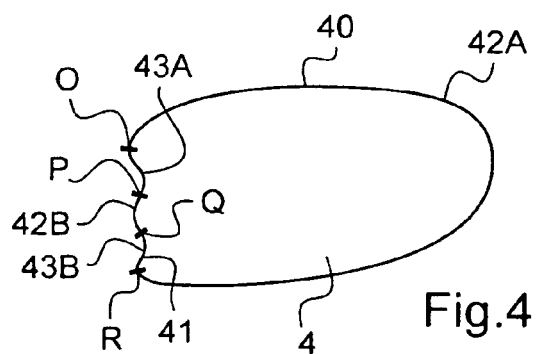
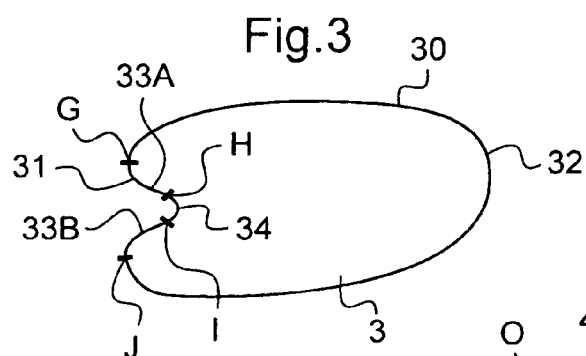
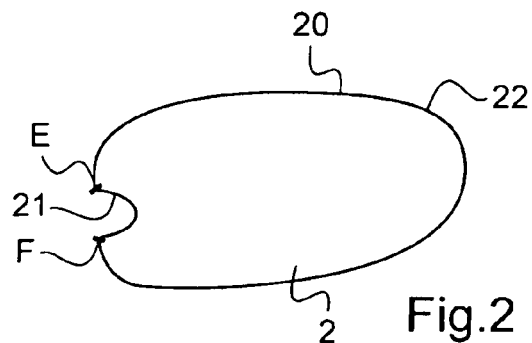
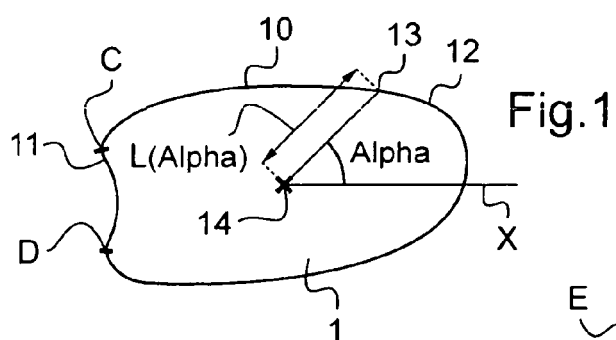
- in Abhängigkeit des zweiten Durchmessers einen zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) außerhalb des ersten Bereichs (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) bestimmen, der ohne Randbeschneidung dieser Kontur mit dem zweiten Werkzeug (231) bearbeitet werden kann,
- in Abhängigkeit des dritten Durchmessers einen dritten Bereich (21, 34, 53A, 53B) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) außerhalb des ersten und zweiten Bereichs (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) bestimmen, der ohne Randbeschneidung dieser Kontur mit dem dritten Werkzeug (230) bearbeitet werden kann,
- wobei die zweiten (33A, 33B, 43A, 43B, 54) und dritten Bereiche (34, 53A, 53B) jeweils durch eine Einheit von voneinander durch einen Unterbereich oder einen Bereich der ersten (32, 42A, 42B, 52), zweiten (33A, 33B, 43A, 43B, 54) und dritten Bereiche (34, 53A, 53B) getrennten Unterbereichen gebildet werden,
- Ermitteln der Unterbereiche des zweiten Bereichs (33A, 33B, 43A, 43B, 54), die einen Unterbereich des dritten Bereichs (34, 53A, 53B) einrahmen,
- Bearbeiten des zweiten Bereichs (33A, 33B,

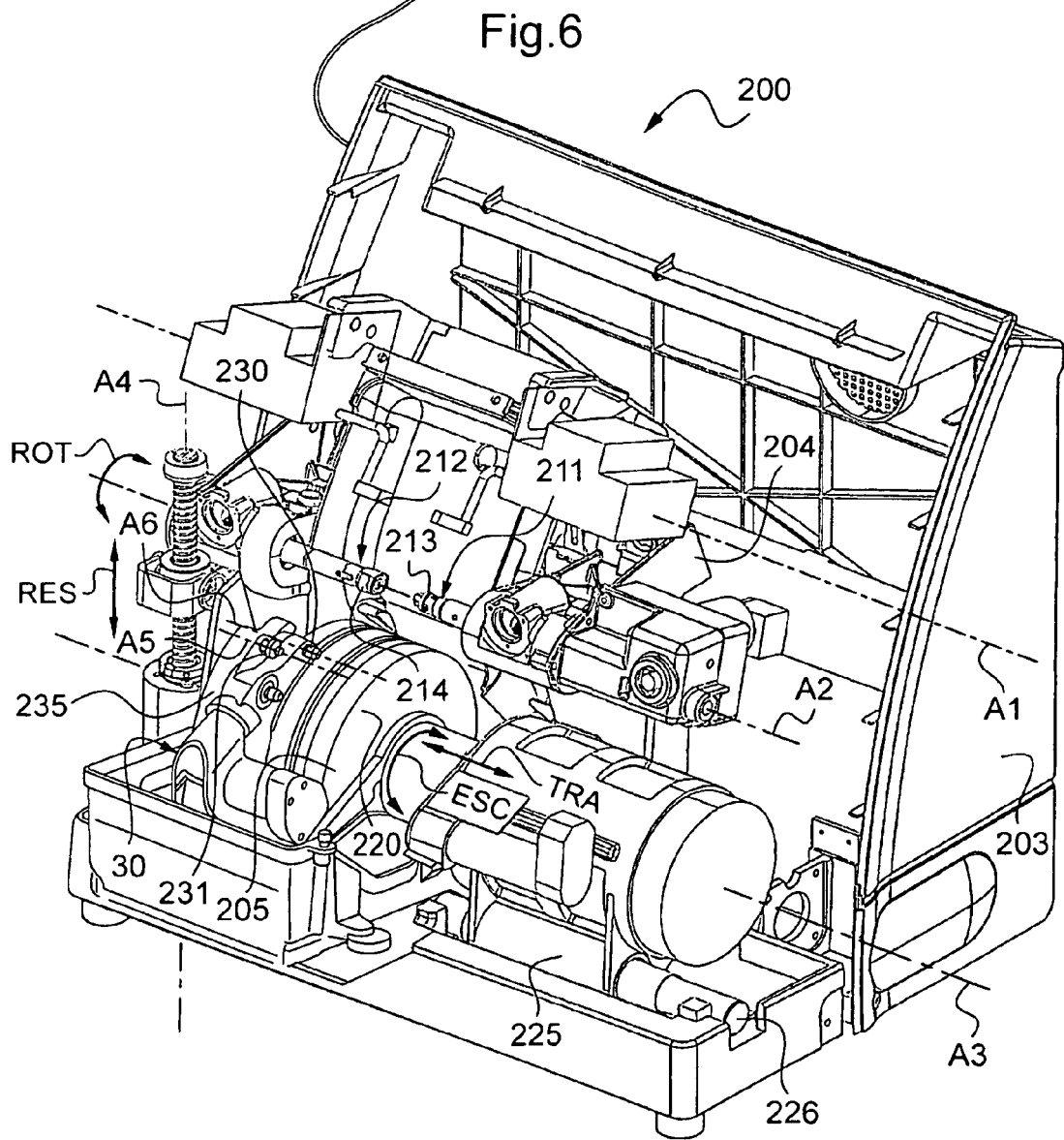
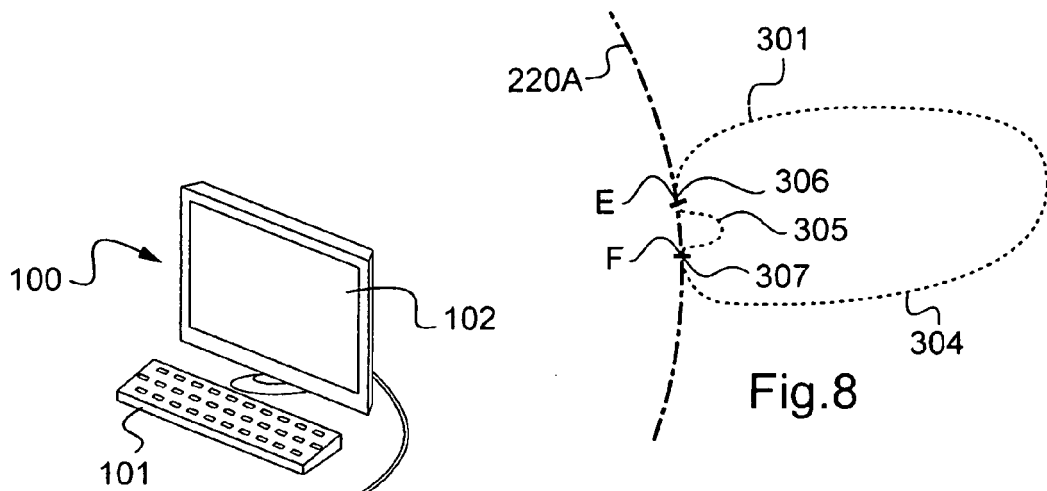
- 43A, 43B, 54) mit Ausnahme der Unterbereiche des zweiten Bereichs (33A, 33B, 43A, 43B, 54), die einen Unterbereich des dritten Bereichs (34, 53A, 53B) einrahmen, mit dem zweiten Werkzeug,
- Bearbeiten des dritten Bereichs (34, 53A, 53B) und der Unterbereiche des zweiten Bereichs (33A, 33B, 43A, 43B, 54), die einen Unterbereich des dritten Bereichs (34, 53A, 53B) einrahmen, mit dem dritten Werkzeug (230).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, bei dem man, während sowohl der erste Bereich (42A, 42B) als auch der zweite Bereich (43A, 43B) aus einer Einheit von voneinander durch einen Unterbereich oder einen Bereich des ersten (42A, 42B), zweiten (43A, 43B) und dritten Bereichs getrennten Unterbereichen gebildet werden,
- die Länge jedes Unterbereichs des ersten Bereichs (42A, 42B) bestimmt, der zwei Unterbereiche des zweiten Bereichs (43A, 43B) trennt, und sie mit einem ersten Längengrenzwert vergleicht,
- jeden Unterbereich des ersten Bereichs (42A, 42B), dessen Länge kleiner ist als der erste Längengrenzwert mit dem zweiten Werkzeug bearbeitet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem man, während der erste Bereich (22, 32, 52) und dritte Bereich (21, 34, 53A, 53B) aus einer Einheit von voneinander durch einen Unterbereich des ersten Bereichs (22, 32, 52), zweiten Bereichs (33A, 33B, 43A, 43B, 54) und dritten Bereichs (21, 34, 53A, 53B) getrennten Unterbereichen gebildet werden:
- die Länge jedes Unterbereichs des ersten Bereichs (22, 32, 52) bestimmt, der zwei Unterbereiche des dritten Bereichs (21, 34, 53A, 53B) trennt, und sie mit einem zweiten Längengrenzwert vergleicht,
- jeden Unterbereich des ersten Bereichs (32, 52), dessen Länge kleiner ist als der zweite Längengrenzwert mit dem dritten Werkzeug (230) bearbeitet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem man, während der zweite (54) und dritte Bereich (53A, 53B) aus einer Einheit von voneinander durch einen Unterbereich des ersten (52), zweiten (54) und dritten Bereichs (53A, 53B) getrennten Unterbereichen gebildet werden:
- die Länge jedes Unterbereichs des zweiten Bereichs (54) bestimmt, der zwei Unterbereiche des dritten Bereichs (53A, 53B) trennt, und sie mit einem dritten Längengrenzwert vergleicht,
- jeden Unterbereich des zweiten Bereichs (54), dessen Länge kleiner ist als der dritte Längengrenzwert mit dem dritten Werkzeug (230) bearbeitet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, das unter anderen folgende Schritte umfasst:
- Bestimmen der zu bearbeitenden Werkstoffmenge des Brillenglases (1, 3, 4, 5) für jeden mit dem zweiten Werkzeug (231) zu bearbeitenden Konturabschnitt (10, 30, 40, 50) und Vergleichen dieser Menge mit einem Grenzwert,
- bei all diesen mit dem zweiten Werkzeug zu bearbeitenden Konturabschnitten (10, 30, 40, 50) bearbeitet man, wenn die ermittelte Werkstoffmenge größer ist als der Grenzwert für die Werkstoffmenge, diesen Teil der Kontur (10, 30, 40, 50) gemäß einer geringfügig größeren Kontur (10, 30, 40, 50) als die vorbestimmte Kontur (10, 30, 40, 50) mit dem dritten Werkzeug (230), und dann bearbeitet man diesen Teil der Kontur (10, 30, 40, 50) gemäß der vorbestimmten Kontur (10, 30, 40, 50) mit dem zweiten Werkzeug (231),
- bei jedem mit dem zweiten Werkzeug zu bearbeitenden Konturabschnitt (10, 30, 40, 50), bei dem die zu bearbeitende Werkstoffmenge kleiner ist als der Grenzwert für die Werkstoffmenge, bearbeitet man den Abschnitt gemäß einer vorbestimmten Kontur (10, 30, 40, 50) mit dem zweiten Werkzeug (231).
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem man:
- den Anteil der Länge der mit dem zweiten Werkzeug (231) zu bearbeitenden vorbestimmten Kontur (10, 30, 40, 50) ermittelt,
- wenn dieser Anteil größer ist als ein erster Grenzwert für den Anteil, die gesamte Länge der vorbestimmten Kontur (10, 30, 40, 50) mit dem zweiten Werkzeug bearbeitet.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei dem man:
- den Anteil der Länge der mit dem dritten Werkzeug (230) zu bearbeitenden vorbestimmten Kontur (20, 30, 40, 50) ermittelt,
- wenn dieser Anteil größer ist als ein zweiter Grenzwert für den Anteil, die gesamte Länge der vorbestimmten Kontur (20, 30, 40, 50) mit dem dritten Werkzeug bearbeitet.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, bei dem man:

- entlang jedes Abschnitts der vorbestimmten, mit dem zweiten Werkzeug (231) zu bearbeitenden Kontur (10, 30, 40, 50) die Stärke des Brillenglases (1, 3, 4, 5) ermittelt,
  - wenn diese Stärke größer ist als ein Grenzwert für die Stärke, den entsprechenden Abschnitt der vorbestimmten Kontur (10, 30, 40, 50) mit dem dritten Werkzeug (230) bearbeitet.
- 11.** Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, bei dem man, um jeden Abschnitt der vorbestimmten, mit dem dritten Werkzeug (230) zu bearbeitenden Kontur (20, 30, 40, 50) zu bearbeiten,
- das dritte Werkzeug ursprünglich um ein erstes Ende dieses Abschnitts ein wenig zurückversetzt positioniert, mit einem leicht größeren Maß als das der vorbestimmten Kontur (20, 30, 40, 50), sodass an diesem ersten Ende dieses Abschnitts die vorbestimmte Kontur (20, 30, 40, 50) erreicht wird, und man dann,
  - den Abschnitt gemäß der vorbestimmten Kontur (20, 30, 40, 50) bearbeitet, und man dann
  - das dritte Werkzeug (230) bis zu einer Position heranhält, die über das zweite Ende dieses Abschnitts hinausgeht, mit einem leicht größeren Maß als das der vorbestimmten Kontur (20, 30, 40, 50).
- 12.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem man, um den ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln,
- für jeden Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) eine Position der ersten Schnittwandung (220A) ermittelt, wenn das erste Werkzeug (220) mindestens einen Teil der vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) an diesem Punkt tangiert, und man die Punkte der Kontur (10, 20, 30, 40, 50), die beschnittene zusätzliche Punkte genannt werden und sich innerhalb der ersten Schnittwandung (220A) des ersten Werkzeugs befinden, ermittelt,
  - eine erste, für das Ausmaß des Zuschneidens repräsentative Größe ermittelt,
  - diese erste repräsentative Größe mit einem ersten vorbestimmten Grenzwert vergleicht,
  - den jeweiligen Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleichs dem ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zuordnet.
- 13.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem man, um den ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln,
- die Positionen der ersten Schnittwandung
- sucht, in denen diese erste Schnittwandung die Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in einem Paar von Punkten tangiert und in denen ein erster, unzugänglicher Bereich dieser Kontur zwischen den Punkten dieses Paares und von der ersten Schnittwandung abgedeckt, von dieser ersten Schnittwandung nicht erreicht wird,
- den ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) als Bereich definiert, der mindestens einen Teil der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) umfasst, jedoch die Punkte des ersten unzugänglichen Bereichs ausschließt.
- 14.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem man, um den ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln,
- für jeden Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) den örtlichen Kreisradius der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) an diesem Punkt ermittelt,
  - diesen Kreisradius mit dem ersten Durchmesser der ersten Schnittwandung des ersten Werkzeugs vergleicht,
  - den jeweiligen Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleichs dem ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zuordnet.
- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 14, bei dem man, um den zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln,
- für jeden Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) außerhalb des ersten Bereichs (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) eine Position der zweiten Schnittwandung ermittelt, wenn das zweite Werkzeug (231) mindestens einen Teil dieser vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in diesem Punkt tangiert, und man die Punkte der Kontur (10, 20, 30, 40, 50), die beschnittene zusätzliche Punkte genannt werden und sich innerhalb der zweiten Schnittwandung des zweiten Werkzeugs befinden, ermittelt,
  - eine zweite, für das Ausmaß des Zuschneidens repräsentative Größe ermittelt,
  - diese zweite repräsentative Größe mit einem zweiten vorbestimmten Grenzwert vergleicht,
  - den jeweiligen Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleichs dem zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zuordnet.
- 16.** Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 14, bei dem man, um den zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln,

- die Positionen der zweiten Schnittwandung sucht, in denen diese zweite Schnittwandung die Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in einem Paar von Punkten tangiert und in denen ein zweiter, unzugänglicher Bereich dieser Kontur zwischen den Punkten dieses Paares und von der zweiten Schnittwandung abgedeckt, von dieser zweiten Schnittwandung nicht erreicht wird, 5
  - den zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) als Bereich definiert, der mindestens einen Teil der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) umfasst, jedoch den ersten Bereich sowie die Punkte der zweiten unzugänglichen Bereiche ausschließt. 10
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 14, bei dem man, um den zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln, 15
- für jeden Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) außerhalb des ersten Bereichs (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) den örtlichen Kreisradius der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) an diesem Punkt ermittelt, 20
  - diesen Kreisradius mit dem zweiten Durchmesser des zweiten Werkzeugs (231) vergleicht, 25
  - den jeweiligen Punkt der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in Abhängigkeit des Ergebnisses dieses Vergleichs dem zweiten Bereich (11, 33A, 33B, 43A, 43B, 54) der Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zuordnet. 30
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem man: 35
- zunächst die mit dem ersten Werkzeug (220) zu bearbeitenden Abschnitte der vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) bearbeitet, 40
  - anschließend die anderen Abschnitte der vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) bearbeitet. 45
19. Bearbeitungsvorrichtung für ein Brillenglas (1, 2, 3, 4, 5) in Hinblick auf dessen Montage in eine Brillenfassung entsprechend einer vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50), die umfasst: 45
- mindestens zwei verschiedene Werkzeuge, die ein erstes sich um eine erste Achse (A3) drehendes Werkzeug (220) mit einer sich um diese erste Achse (A3) drehenden Schnittwandung mit einem ersten Durchmesser, und ein weiteres, sich um eine Achse (A5, A6) drehendes Werkzeug (230, 231), mit einem anderen Durchmesser um diese Achse (A5, A6), der kleiner ist als der erste Durchmesser, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem umfasst: 50
  - Mittel zur elektronischen Datenverarbeitung, 55

die sich dazu eignen, mindestens einen Teil der Kontur zu analysieren, um einen ersten Bereich (12, 22, 32, 42A, 42B, 52) dieser Kontur (10, 20, 30, 40, 50) zu ermitteln, der sich ohne Randbeschneidung der vorbestimmten Kontur (10, 20, 30, 40, 50) in Abhängigkeit des ersten Durchmessers zur Bearbeitung mit dem ersten Werkzeug (220) eignet.







**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 7338350 B [0006]
- WO 2008043910 A [0035]