



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**16.10.2002 Bulletin 2002/42**

(51) Int Cl.7: **B24B 13/01, B24D 7/16**

(21) Numéro de dépôt: **02290853.7**

(22) Date de dépôt: **05.04.2002**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **10.04.2001 FR 0104872**

(71) Demandeur: **ESSILOR INTERNATIONAL**  
**(Compagnie Générale d'Optique)**  
**F-94220 Charenton-le-Pont (FR)**

(72) Inventeurs:  
 • **Bernard, Joel**  
**94490 Ormesson sur Marne (FR)**  
 • **Jeannin, Christophe**  
**95560 Maffliers (FR)**  
 • **Huguet, Joel**  
**94000 Creteil (FR)**

(74) Mandataire: **CABINET BONNET-THIRION**  
**12, Avenue de la Grande-Armée**  
**75017 Paris (FR)**

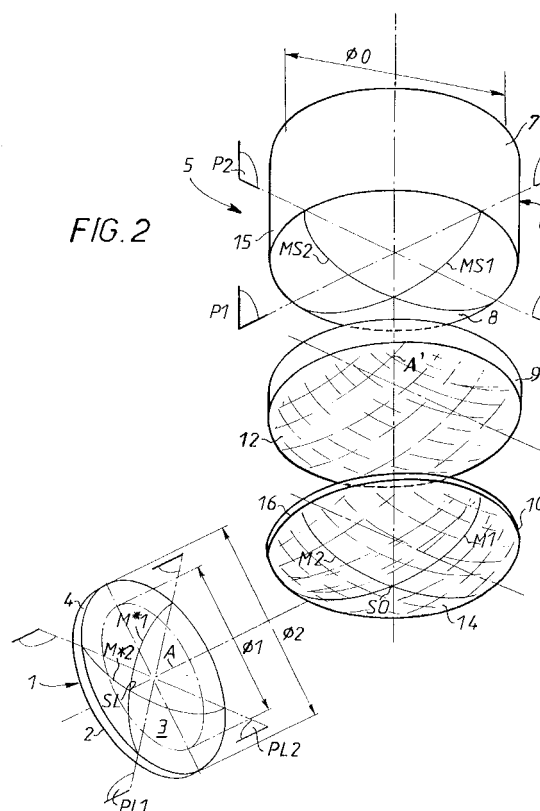
(54) **Outil torique de polissage d'une surface optique d'une lentille atorique et procédé de polissage au moyen d'un tel outil**

(57) Outil de polissage d'une surface optique (3) d'une lentille (1), ledit outil (5) comportant :

- un support (6) rigide comprenant une surface de support (8) ;
- une première couche (9), dite tampon, réalisée dans un matériau élastique, qui recouvre au moins en partie la surface de support (8) du support (6) ;
- une deuxième couche (10), dite polissoir, recouvrant au moins en partie le tampon (9), et présentant une surface de polissage apte à polir la surface optique (3) de la lentille (1) par frottement contre celle-ci.

La surface de polissage (14) est de forme torique et, afin d'être en mesure de polir une surface optique (3) qui est atorique, le tampon (9) est adapté à être comprimé élastiquement, tandis que le polissoir (10) est adapté à être déformé pour épouser ladite surface optique (3).

Application au polissage de surfaces optiques atoriques.



## Description

[0001] L'invention a trait au polissage de surfaces optiques.

[0002] Une lentille, par exemple une lentille ophtalmique, comprend deux surfaces optiques opposées, reliées par une tranche généralement inscrite dans un cylindre à base circulaire.

[0003] L'on distingue à ce jour notamment quatre catégories de surfaces optiques distinctes, à savoir :

- les surfaces sphériques, bien connues ;
- les surfaces asphériques, dérivées des surfaces sphériques ;
- les surfaces toriques ; et
- les surfaces atoriques, dérivées des surfaces toriques.

[0004] Afin de faciliter la compréhension de ce qui va suivre, on donne à présent un exemple de construction géométrique d'une surface torique, illustrée sur la figure 1.

[0005] Un tore T, dont seule une portion est représentée, est obtenu par révolution d'un cercle de rayon R2, autour d'un axe A1 situé dans le plan dudit cercle.

[0006] Le point du cercle le plus éloigné de l'axe A1 décrit un cercle de rayon R1. Les rayons R1 et R2 sont respectivement appelés grand rayon et petit rayon du tore T.

[0007] Dans cette représentation, R1 est strictement supérieur à R2.

[0008] Les cercles de rayons R1 et R2 sont situés respectivement dans un plan P1 perpendiculaire à l'axe A1, et dans un plan P2 contenant l'axe A1, les plans P1 et P2 étant sécants en une droite A2.

[0009] Un cylindre d'axe A2, et de rayon R3 (ici strictement inférieur au rayon R2), coupe le tore T en une courbe C délimitant une surface S torique, qui présente deux symétries planes : l'une par rapport au plan P1, l'autre par rapport au plan P2.

[0010] L'intersection de la surface torique S avec le plan P1 est un arc de cercle de rayon R1, appelé grand méridien M1 de la surface torique S, tandis que l'intersection de la surface torique S avec le plan P2 est un arc de cercle de rayon R2, appelé petit méridien M2 de la surface torique S.

[0011] Le grand méridien M1 présente une courbure C1 dont la valeur est égale à l'inverse du grand rayon R1, tandis que le petit méridien M2 présente une courbure C2 dont la valeur est égale à l'inverse du petit rayon R2.

[0012] L'on comprend que les courbures des méridiens M1 et M2, appelés méridiens principaux, suffisent à définir complètement la forme de la surface torique S, qui est concave en direction de l'axe A1, et convexe dans une direction opposée.

[0013] Lorsque la surface torique est portée par une lentille réalisée dans un matériau présentant un indice de réfraction n, on définit pour la surface S, à partir des courbures C1 et C2, deux puissances dioptriques D1 et D2 fournies par les relations suivantes :

$$D1 = (n-1)C1 ;$$

et

$$D2 = (n-1)C2.$$

[0014] Dans ce qui suit, on considère qu'une surface donnée est atorique s'il existe une surface torique dont l'écart en tout point par rapport à ladite surface atorique est inférieur, en valeur absolue, à une valeur choisie. Ici, l'on choisit arbitrairement cette valeur égale à 0,2 mm sur un diamètre de 80 mm, mais elle peut être légèrement différente sans sortir du cadre de l'invention.

[0015] Aujourd'hui, les surfaces optiques présentent des contraintes de précision extrêmes, d'une part en ce qui concerne leur forme, pour laquelle les tolérances sont de l'ordre du micromètre (1 micromètre =  $10^{-6}$  mètre), d'autre part en ce qui concerne leur rugosité, pour laquelle les tolérances sont de l'ordre du nanomètre (1 nanomètre =  $10^{-9}$  mètre).

[0016] Après l'ébauchage d'une telle surface atorique, obtenu par usinage, une étape de polissage, précédée éventuellement d'une étape de doucissage, vise à diminuer la rugosité de la surface déjà ébauchée.

[0017] Le polissage est une étape délicate, car il s'agit de diminuer la rugosité de la surface sans déformer cette dernière.

[0018] Le polissage d'une surface optique à symétrie de révolution, telle qu'une surface sphérique, peut être effectué au moyen d'un outil comprenant une surface de polissage ayant une forme complémentaire de celle de la surface

optique, l'outil et/ou la lentille étant entraîné(e)s en rotation autour de l'axe de symétrie de la surface optique, de sorte que la surface de polissage frotte contre la surface optique.

**[0019]** Par contre, le polissage des autres types de surface optique pose plus de problèmes.

**[0020]** L'on distingue deux catégories d'outils, aussi bien pour le doucissage que pour le polissage, à savoir, une première catégorie d'outils dont le diamètre est faible devant celui de la lentille ; et une deuxième catégorie d'outils dont le diamètre est voisin, éventuellement supérieur, à celui de la lentille. Ces deux catégories d'outils donnent lieu à des techniques de doucissage - respectivement, de polissage - totalement différentes.

**[0021]** Illustrant la première catégorie, on connaît du document japonais JP-09 396 666 un outil de doucissage conçu pour une lentille convexe asphérique, et qui comprend :

- un substrat de base ;
- un membre élastique, adhérant à la surface du substrat ;
- un membre de surface, adhérant à la surface du membre élastique.

**[0022]** La courbure d'une surface sphérique pour le substrat de base, le membre élastique et le membre de surface, est identique à une surface sphérique dont la surface de travail d'une lentille ayant une surface asphérique, est une approximation.

**[0023]** Lors du procédé de doucissage, la lentille est entraînée en rotation, et, simultanément, l'outil est entraîné de sorte à être appuyé contre la surface de travail.

**[0024]** L'outil étant de faibles dimensions par rapport à la lentille, il est nécessaire de prévoir une cinématique complexe afin que l'outil balaye la totalité de la surface de travail. Ce procédé s'avère long et complexe.

**[0025]** Par ailleurs, compte tenu de la rotation relative de l'outil et de la lentille, l'outil aura tendance à déformer la surface de la lentille pour lui donner au moins localement sa propre forme, sphérique, et s'avère donc difficilement applicable aux surfaces toriques ou aux surfaces atoriques.

**[0026]** L'invention vise à proposer un outil de polissage, ainsi qu'un procédé de polissage employant cet outil, qui permettent de polir une surface atorique à la fois rapidement et uniformément, tout en respectant les contraintes de précision mentionnées plus haut.

**[0027]** L'usinage des lentilles réalisées en verre minéral requiert un enlèvement de matière plus important que l'usinage des lentilles réalisées en verre organique et provoque l'apparition de micro - craquelures subsurfaciques qui, pour disparaître, nécessitent un temps de polissage plus long, ce qui entraîne des déformations et imprécisions dans la forme finale de la surface de la lentille.

**[0028]** L'invention s'appliquera donc de préférence aux lentilles réalisées en verre organique, qui ne présente pas les inconvénients précités du verre minéral.

**[0029]** Selon un premier aspect, l'invention propose un outil de polissage d'une surface optique d'une lentille, ledit outil comportant :

- un support rigide comprenant une surface de support ;
- une première couche, dite tampon, réalisée dans un matériau élastique, qui recouvre au moins en partie la surface de support, ce tampon comprenant :

- une première surface adhérant à ladite surface de support ; et
- une deuxième surface, opposée à ladite première surface ;

- une deuxième couche, dite polissoir, recouvrant au moins en partie ledit tampon, ce polissoir comprenant :

- une première surface adhérant à la deuxième surface du tampon ; et
- une deuxième surface, dite de polissage, opposée à la première, et apte à polir la surface optique de la lentille par frottement contre celle-ci ;

ledit outil étant caractérisé en ce que ladite surface de polissage est de forme torique, cette surface comportant deux méridiens principaux circulaires présentant des courbures respectives C1, C2 telles que la valeur de la courbure C1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C2, et en ce que, afin d'être en mesure de polir une surface optique qui est atorique, le tampon est adapté à être comprimé élastiquement, tandis que le polissoir est adapté à être déformé pour épouser ladite surface atorique.

**[0030]** Lors du polissage, l'outil et la surface à polir sont déplacés l'un par rapport à l'autre suivant deux mouvements selon deux directions perpendiculaires qui suivent chacune l'un des méridiens de la surface de polissage.

**[0031]** Selon d'autres caractéristiques de l'outil :

## EP 1 249 307 A2

- le tampon présente, suivant la normale à sa deuxième surface, une épaisseur  $e_T$  uniforme, et le polissoir présente, suivant la normale à sa surface de polissage, une épaisseur  $e_P$  également uniforme ;
- l'épaisseur  $e_T$  du tampon est comprise entre 4 mm et 6 mm ;
- l'épaisseur  $e_P$  du polissoir est comprise entre 0,5 mm et 1,1 mm.

**[0032]** Selon un mode préféré de réalisation, la surface de support de l'outil est de forme torique, et comporte deux méridiens principaux coplanaires avec les méridiens principaux de la surface de polissage, ces méridiens présentant des courbures respectives CS1, CS2 vérifiant les relations suivantes :

$$\frac{1}{CS1} = \frac{1}{C1} - e_T - e_P$$

$$\frac{1}{CS2} = \frac{1}{C2} - e_T - e_P$$

**[0033]** Ces spécifications permettent de réaliser l'outil en fonction des courbures C1, C2 que l'on souhaite conférer à la surface de polissage, et des épaisseurs  $e_T$  et  $e_P$  du tampon et du polissoir.

**[0034]** Selon d'autres caractéristiques encore, concernant plus spécifiquement la réalisation du tampon :

- le tampon est réalisé dans un matériau dont le taux de déformation sous une pression de 0,04 Mpa est supérieur à 5 %;
- le tampon est réalisé dans un matériau élastomère ou en mousse de polyuréthane.

Le polissoir peut, quant à lui, être réalisé en tissu, en feutre ou, selon un mode préféré de réalisation, en mousse de polyuréthane.

**[0035]** L'outil qui vient d'être décrit est appliqué au polissage d'une surface optique atorique d'une lentille telle qu'une lentille ophtalmique, réalisée de préférence en verre organique.

**[0036]** La lentille comportant une tranche de forme circulaire présentant un diamètre donné, l'outil présente de préférence une section circulaire dont le diamètre est supérieur au diamètre de la tranche de la lentille.

**[0037]** Selon un autre aspect, l'invention propose un procédé de polissage d'une surface optique atorique d'une lentille ophtalmique correspondant à une prescription donnée, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

- prise en compte de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique de la lentille ;
- utilisation d'un outil tel que décrit ci-dessus, lors de laquelle sont réalisés l'appui et le frottement relatifs de la surface de polissage du polissoir et de la surface optique de la lentille.

**[0038]** Selon l'invention, ce procédé comprend, préalablement à l'étape d'utilisation de l'outil, une étape de détermination de l'outil, cette étape comprenant elle-même les sous-étapes suivantes :

- a) détermination d'une surface torique approchée de la surface optique de la lentille, cette surface torique, appelée meilleur tore, comprenant deux méridiens principaux circulaires présentant deux courbures respectives C\*1, C\*2 telles que la valeur de la courbure C\*1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C\*2 ;
- b) détermination d'une surface torique correspondant à la prescription donnée, cette surface torique, appelée tore de référence, comprenant deux méridiens principaux circulaires présentant des courbures respectives C'1, C'2 telles que la valeur de la courbure C'1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C'2 ;
- c) détermination des valeurs respectives des courbures C1, C2 de la surface de polissage, ces valeurs étant données par les relations suivantes :

$$C1 = C*1 + \Delta C1 ;$$

et

$$C2 = C*2 + \Delta C2,$$

où :

-  $\Delta C1$ , appelée première correction, est une fonction :

- des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore ;
- des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence ; et
- du diamètre de la tranche de la lentille ;

-  $\Delta C2$ , appelée deuxième correction, est de valeur constante.

**[0039]** Dans l'étape c), la première correction  $\Delta C1$  est par exemple une fonction affine :

- de la différence  $C^*2 - C^*1$  des courbures  $C^*2$ ,  $C^*1$  du meilleur tore ; et/ou
- de la différence  $C'2 - C'1$  des courbures  $C'2$ ,  $C'1$  du tore de référence.

**[0040]** Selon un mode de réalisation, dans l'étape c), la valeur de la première correction  $\Delta C1$ , exprimée en  $m^{-1}$ , est donnée par la relation suivante :

$$\Delta C1 = a + b(C'2 - C'1) + c[(C'2 - C'1) - (C^*2 - C^*1)] + d.\Phi2,$$

où  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , sont des paramètres de valeur constante et où  $\Phi2$  est le diamètre de la tranche de la lentille.

**[0041]** Les paramètres  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  sont par exemple définis comme suit.

- la valeur du paramètre  $a$  est comprise entre 0 et  $4 m^{-1}$ , de préférence entre  $0,2 m^{-1}$  et  $3,4 m^{-1}$ .
- la valeur du paramètre  $b$ , sans unité, est comprise entre 0,01 et 0,3, de préférence entre 0,05 et 0,25.
- la valeur du paramètre  $c$ , également sans unité, est comprise entre -2 et -0,01, de préférence entre -1,5 et -0,1.
- la valeur du paramètre  $d$  est comprise entre  $-100 m^{-2}$  et 0, de préférence entre  $-60 m^{-2}$  et  $-2 m^{-2}$ , le diamètre de la tranche de la lentille étant exprimé en m.

**[0042]** La deuxième correction  $\Delta C2$  est quant à elle comprise par exemple entre 0 et  $0,8 m^{-1}$ , de préférence entre  $0,1 m^{-1}$  et  $0,64 m^{-1}$ , par exemple égale à  $0,37 m^{-1}$ .

**[0043]** Dans l'étape a), la détermination du meilleur tore est réalisée de préférence au moyen de la méthode mathématique dite des moindres carrés.

**[0044]** Selon un mode de réalisation, dans l'étape a), la détermination du meilleur tore est réalisée pour une partie seulement de la surface atorique de la lentille, cette partie présentant une circonférence circulaire, coaxiale avec la tranche de la lentille.

**[0045]** Selon un autre aspect, l'invention propose une unité de détermination de l'outil pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit, cette unité de détermination comportant :

- un calculateur comprenant :

- des moyens de calcul des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore en fonction des valeurs de caractéristiques de la surface optique de la lentille ;
- des moyens de calcul des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence en fonction de la prescription ;
- des moyens de calcul des valeurs  $C1$ ,  $C2$  des courbures de la surface de polissage, en fonction des valeurs des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$ ,  $C'1$ ,  $C'2$ , et du diamètre de la tranche de la lentille ;

- un dispositif d'entrée relié au calculateur, et comprenant des moyens de saisie de valeurs de caractéristiques de la surface optique de la lentille ;

- une mémoire reliée au calculateur, et comprenant :

- une première zone mémoire d'enregistrement de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface atorique de la lentille ;
- une deuxième zone mémoire d'enregistrement des valeurs des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore ;
- une troisième zone mémoire d'enregistrement des valeurs des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence ;
- une quatrième zone mémoire d'enregistrement des valeurs des courbures  $C1$ ,  $C2$  de la surface de polissage ;

- un dispositif de sortie relié au calculateur, et comprenant des moyens de visualisation, au moins des valeurs saisies.

**[0046]** Selon encore un autre aspect, l'invention propose une installation de polissage de lentilles ophtalmiques, et convenant à la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus, cette installation comprenant :

- un support de lentille ;
- un porte-outil ;
- des moyens pour créer un mouvement relatif du support de lentille et du porte-outil ;
- une unité de commande numérique comportant une unité de détermination de l'outil, telle que décrite ci-dessus.

**[0047]** La mise en oeuvre de l'invention permet de polir rapidement et efficacement une surface optique atorique sans la déformer. Le tampon, compressible, assure un contact permanent entre le polissoir et la surface atorique de la lentille.

**[0048]** D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description qui va suivre, faite en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une surface torique délimitée par une courbe qui est l'intersection d'un tore de révolution, dont seule une partie est représentée, et d'un cylindre dont l'axe est perpendiculaire à l'axe de révolution du tore, comme indiqué ci-dessus ;
- la figure 2 est une vue en perspective montrant, d'une part, une lentille présentant une surface optique concave atorique et, d'autre part, un outil, représenté en vue éclatée, destiné au polissage de cette surface, cet outil présentant une surface de polissage torique ;
- la figure 3 est un diagramme illustrant les différentes étapes d'un procédé de polissage selon l'invention, ce procédé comprenant une étape d'utilisation d'un outil tel que celui de la figure 2 ;
- la figure 4 est un graphique sur lequel sont superposés, dans un plan de coupe, la surface atorique de la lentille, le grand méridien principal du tore de référence correspondant, et le grand méridien principal du meilleur tore correspondant ;
- la figure 5 est une vue d'élévation en coupe partielle illustrant la lentille et l'outil de polissage, avant polissage, dans une position où ils sont coaxiaux, la coupe étant réalisée dans le plan du grand méridien principal de la surface de polissage de l'outil ;
- la figure 6 est une vue d'élévation en coupe partielle selon la ligne VI - VI de la figure 5, le plan de coupe étant ici le plan du petit méridien principal de la surface de polissage de l'outil ;
- la figure 7 est une vue d'élévation en coupe analogue à la figure 5, où l'outil et la lentille sont en contact pour qu'il soit procédé au polissage de la surface optique atorique de celle-ci ;
- la figure 8 est une vue d'élévation en demi-coupe de la lentille et de l'outil, au cours du polissage de la surface atorique de cette dernière, l'outil étant dans une position décentrée où le bord de la surface de polissage coïncide localement avec le bord de la lentille ;
- la figure 9 est une vue en plan de dessus illustrant la lentille et l'outil au cours du polissage de la surface atorique de la lentille ; l'outil est représenté en traits pleins dans une position centrée analogue à celle de la figure 7, et en traits mixtes dans une position décentrée analogue à celle de la figure 8, selon une direction suivant le grand méridien de la lentille ou de l'outil ;
- la figure 10 est une vue analogue à la figure 9, où l'outil est ici représenté en traits mixtes dans une position décentrée analogue à celle de la figure 8, selon une direction suivant le petit méridien de la lentille ou de l'outil ;
- la figure 11 est un schéma de l'installation de polissage selon l'invention, sur lequel sont représentés la lentille disposée sur son support, l'outil inséré dans le porte-outil et situé à distance de la lentille, ainsi que l'unité de commande numérique du porte-outil.

**[0049]** Sur la figure 2 est représentée une lentille 1 ophtalmique réalisée de préférence en verre organique et comprenant deux surfaces optiques : une surface convexe sphérique 2 présentant un axe A de révolution, ainsi qu'une surface 3 concave, atorique, opposée à la surface convexe 2, les surfaces 2 et 3 étant reliées par une tranche 4 inscrite dans un cylindre d'axe A et de diamètre  $\Phi 2$  appelé diamètre de la lentille 1. De manière classique, le diamètre  $\Phi 2$  est compris entre 60 mm et 80 mm.

**[0050]** L'axe A de la lentille rencontre la surface optique 3 en un point SL appelé sommet de la surface optique 3.

**[0051]** La surface optique 3, brute d'usinage, présente une rugosité que l'on souhaite diminuer afin de lui conférer un état de surface acceptable, sans toutefois la déformer.

**[0052]** A cet effet, on emploie un outil de polissage 5 représenté sur les figures 2, et 5 à 11, comprenant :

- un support rigide 6 comportant un corps 7 de forme généralement cylindrique de révolution d'axe A', terminé à l'une de ses extrémités par une surface de support 8 de forme torique ;
- une première couche 9 appelée tampon, qui recouvre au moins en partie la surface de support 8 ; et

- une deuxième couche 10, appelée polissoir, qui recouvre au moins en partie le tampon 9.

**[0053]** L'outil 5 est délimité radialement par une surface 15 cylindrique d'axe A' et de diamètre  $\Phi O$ , appelé diamètre de l'outil 5.

**[0054]** Le tampon 9, qui présente en l'absence de contrainte une épaisseur  $e_T$  uniforme, est réalisé dans un matériau compressible, élastique, et présente une première surface 11 adhérent à la surface de support 8, ainsi qu'une deuxième surface 12, opposée à cette première surface 11.

**[0055]** Le polissoir 10, qui présente une épaisseur  $e_P$  également uniforme, comprend quant à lui une première surface 13 adhérent à la deuxième surface 12 du tampon 9, ainsi qu'une deuxième surface 14 opposée à la première 13, cette surface de polissage 14, appelée surface de polissage, étant apte à polir la surface optique 3 par frottement contre celle-ci.

**[0056]** Selon un mode de réalisation, le tampon 9, dont l'épaisseur  $e_T$  est par exemple comprise entre 4 mm et 6 mm, est réalisé dans un matériau dont le taux de déformation sous une pression de 0,04 Mpa est supérieur à 5 %.

**[0057]** Le tampon 9 peut être réalisé dans un matériau élastomère ou, de préférence, en mousse de polyuréthane.

**[0058]** Le polissoir 10, dont l'épaisseur  $e_P$  est par exemple comprise entre 0,5 mm et 1,1 mm, est quant à lui réalisé en tissu, en feutre ou, selon un mode de préférence de réalisation, en mousse de polyuréthane.

**[0059]** Le polissoir 10 est déformable de sorte à pouvoir épouser la forme de la surface optique 3 de la lentille 1 à la faveur de la compressibilité du tampon 9.

**[0060]** Le tampon 9 et le polissoir 10 sont par exemple successivement collés ou surmoulés sur la surface de support 8, de sorte que les deuxièmes surfaces 12 et 14 du tampon 9 et du polissoir 10 épousent la forme de la surface de support 8, à l'épaisseur du tampon 9 et du polissoir 10 près.

**[0061]** En l'absence de contrainte, la surface de polissage 14 présente deux symétries planes : l'une par rapport à un plan P1 contenant l'axe A', et l'autre par rapport à un plan P2 contenant également l'axe A' et perpendiculaire au plan P1.

**[0062]** La surface de polissage 14, torique, présente deux méridiens principaux M1 et M2, définis respectivement par l'intersection de la surface de polissage 14 avec le plan de symétrie P1, et avec le plan de symétrie P2.

**[0063]** Les méridiens principaux M1 et M2, qui sont des arcs de cercle, sont sécants sur l'axe A' en un point SO appelé sommet de la surface de polissage 14.

**[0064]** L'on suppose arbitrairement que le méridien M1, qui présente une courbure C1, est le grand méridien de la surface de polissage 14, tandis le méridien M2, qui présente quant à lui une courbure C2, est son petit méridien, de sorte que la valeur de la courbure C1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C2.

**[0065]** Le choix de l'outil 5, c'est-à-dire le choix de la surface de polissage 14, est fonction de la forme de la surface optique 3.

**[0066]** L'on comprend que la détermination des courbures C1, C2 des méridiens principaux M1, M2 de la surface de polissage 14 suffit pour définir complètement cette dernière, et donc pour déterminer l'outil 5.

**[0067]** Les épaisseurs  $e_T$  et  $e_P$  du tampon 9 et du polissoir 10 étant choisies uniformes, on comprend qu'il est nécessaire, pour la fabrication de l'outil 5, de réaliser une surface de support 8 de forme torique qui corresponde, aux épaisseurs  $e_T$  et  $e_P$  près, à la surface de polissage 14.

**[0068]** Ainsi, la surface de support 8 présente également deux symétries planes, l'une par rapport au plan P1, et l'autre par rapport au plan P2.

**[0069]** La surface de support 8 présente deux méridiens principaux MS1 et MS2, concentriques respectivement aux méridiens M1 et M2 de la surface de polissage, et définis par l'intersection de la surface de support 8 avec, respectivement, le plan P1 et le plan P2.

**[0070]** Le méridien MS1, qui est le grand méridien de la surface de support 8, présente une courbure CS1, tandis que le méridien MS2, qui est le petit méridien de la surface de support 8, présente quant à lui une courbure CS2.

**[0071]** Il ressort de ce qui précède que les courbures CS1 et CS2 de la surface de support 8 vérifient respectivement les relations suivantes :

$$\frac{1}{CS1} = \frac{1}{C1} - e_T - e_P$$

$$\frac{1}{CS2} = \frac{1}{C2} - e_T - e_P$$

**[0072]** Les courbures C1, C2 étant prédéterminées, les épaisseurs  $e_T$  et  $e_P$  du tampon 9 et du polissoir 10 étant choisies, les relations ci-dessus permettent la réalisation de l'outil 5.

**[0073]** L'on décrit à présent la manière dont sont déterminées ces courbures C1, C2.

**[0074]** A des fins de calcul, l'on définit préalablement deux surfaces toriques, l'une appelée meilleur tore, l'autre

appelée tore de référence, qui dépendent respectivement directement et indirectement de la surface optique 3 de la lentille 1.

**[0075]** Il est précisé que ces deux surfaces, qui interviennent dans la détermination des courbures C1 et C2 de la surface de polissage, sont de nature théorique.

**[0076]** Le meilleur tore est une surface torique approchée de la surface optique 3, sa détermination étant réalisée par exemple au moyen de la méthode mathématique dite des moindres carrés, à partir d'une sélection de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique 3, choisies ou mesurées sur une partie seulement de la lentille 1, cette partie présentant une circonférence circulaire de diamètre  $\Phi 1$ , coaxiale avec la tranche 4 de la lentille 1. Le diamètre  $\Phi 1$ , appelé diamètre de calcul, est choisi égal ou sensiblement égal à 60 mm.

**[0077]** Le meilleur tore présente deux symétries planes : l'une par rapport à un plan PL1, l'autre par rapport à un plan PL2 perpendiculaire au plan PL1.

**[0078]** Le meilleur tore présente deux méridiens principaux M\*1 et M\*2, définis par l'intersection du meilleur tore avec, respectivement, le premier et le deuxième plans de symétrie PL1, PL2.

**[0079]** L'on suppose arbitrairement que le méridien principal M\*1, qui présente une courbure C\*1, est le grand méridien du meilleur tore, tandis que le méridien M\*2, qui présente une courbure C\*2, est le petit méridien du meilleur tore, de sorte que la valeur de la courbure C\*1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C\*2.

**[0080]** Le tore de référence est, quant à lui, la surface torique correspondant à la prescription ophtalmique pour laquelle la surface optique 3 est réalisée.

**[0081]** Plus précisément, le tore de référence est une surface torique qui, si elle était substituée à la surface atorique 3 de la lentille 1, fournissant en un point choisi de celle-ci la même valeur de prescription que la surface atorique 3.

**[0082]** Ledit point choisi est généralement le point de préférence du prisme, couramment dénommé PRP, bien connu de l'homme du métier.

**[0083]** Le tore de référence comprend deux méridiens principaux circulaires présentant des courbures respectives C'1, C'2.

**[0084]** L'on suppose que le méridien principal de courbure C'1, noté M'1, est le grand méridien du tore de référence, tandis que le méridien principal de courbure C'2 est le petit méridien du tore de référence, de sorte que la valeur de la courbure C'1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C'2.

**[0085]** Les grands méridiens M\*1, M'1 du meilleur tore et du tore de référence sont représentés sur la figure 4, superposés à la surface optique atorique 3 de la lentille 1, dans le plan PL1.

**[0086]** Le meilleur tore et le tore de référence ayant été déterminés, notamment par leurs courbures respectives C\*1, C\*2, C'1, C'2, les valeurs des courbures C1 et C2 sont déterminées en étant calculées respectivement par les relations suivantes :

$$C1 = C*1 + \Delta C1 ;$$

et

$$C2 = C*2 + \Delta C2,$$

où :

-  $\Delta C1$ , appelée première correction, est une fonction :

- des courbures C\*1, C\*2 du meilleur tore ;
- des courbures C'1, C'2 du tore de référence ;
- du diamètre  $\Phi 2$  de la tranche 4 de la lentille 1 ;

-  $\Delta C2$ , appelée deuxième correction, est de valeur constante.

**[0087]** Plus particulièrement, la première correction  $\Delta C1$  est par exemple une fonction affine :

- de la différence C\*2- C\*1 des courbures C\*2, C\*1 du meilleur tore ; et/ou
- de la différence C'2 - C'1 des courbures C'2, C'1 du tore de référence.

**[0088]** Selon un mode de réalisation, la valeur de la première correction  $\Delta C1$ , exprimé en m<sup>-1</sup>, est donnée par la relation suivante :

## EP 1 249 307 A2

$$\Delta C1 = a + b(C'2 - C'1) + c[(C'2 - C'1) - (C*2 - C*1)] + d \cdot \Phi 2,$$

où a, b, c, d, sont des paramètres de valeur constante, choisis comme suit.

- 5 **[0089]** La valeur du paramètre a, exprimé en  $m^{-1}$ , est comprise entre 0 et 4, et de préférence entre 0,2 et 3,4.
- [0090]** La valeur du paramètre b, sans unité, est comprise entre 0,01 et 0,3, et de préférence entre 0,05 et 0,25.
- [0091]** La valeur du paramètre c, également sans unité, est comprise entre -2 et -0,01, et de préférence entre -1,5 et -0,1.
- 10 **[0092]** La valeur du paramètre d, exprimé en  $m^{-2}$ , avec  $\Phi 2$  exprimé en m, est comprise entre -100 et 0, et de préférence entre -60 et -2.
- [0093]** La valeur de la deuxième correction  $\Delta C2$ , également exprimée en  $m^{-1}$ , est par exemple comprise entre 0 et 0,8, et de préférence entre 0,1 et 0,64. Selon un mode de réalisation, la valeur de la deuxième correction  $\Delta C2$  est égale ou sensiblement égale à  $0,37 m^{-1}$ .
- 15 **[0094]** Par ailleurs, le diamètre  $\Phi O$  de l'outil 5 est choisi supérieur au diamètre  $\Phi 2$  de la lentille 1. La valeur du diamètre  $\Phi O$  de l'outil 5 est par exemple choisi égale ou sensiblement égale à 110 mm.
- [0095]** Après avoir été déterminé de la manière qui vient d'être décrite, l'outil 5 est utilisé pour procéder au polissage de la surface optique atorique 3.
- [0096]** Lors de l'utilisation de l'outil 5, sont réalisés l'appui et le frottement relatifs de la surface de polissage 14 et de la surface optique 3.
- 20 **[0097]** Préalablement à son utilisation, l'outil 5 est disposé en regard et à distance de la surface optique 3 de sorte que l'axe A', le plan de symétrie P1 et le plan de symétrie P2 de l'outil 5 coïncident respectivement avec l'axe A de la lentille 1, le plan de symétrie PL1, et le plan de symétrie PL2.
- [0098]** L'outil 5 et la lentille 1 sont ensuite rapprochés l'un de l'autre jusqu'à ce que la surface de polissage 14 entre en contact avec la surface optique 3 de la lentille 1, sans que soit comprimé le tampon 9.
- 25 **[0099]** Dans cette position, illustrée en traits interrompus sur la figure 7, la surface de polissage 14 est en contact ponctuel avec la surface optique 3, avec leurs sommets respectifs SO et SL en coïncidence.
- [0100]** L'outil 5 et la lentille 1 sont alors pressés l'un contre l'autre, le tampon 9 étant comprimé, jusqu'à ce que la surface de polissage 14 soit totalement en contact avec la surface optique 3. Cette position est représentée en traits pleins sur la figure 7.
- 30 **[0101]** L'outil 5 et la lentille 1 sont alors déplacés l'un par rapport à l'autre selon deux mouvements rotatifs alternatifs distincts, qui peuvent être combinés pour obtenir un effet de brouillage assurant une bonne qualité de polissage.
- [0102]** Le premier mouvement est une rotation plane dans le plan P1 du grand méridien M1 de la surface de polissage 14, rotation dont le centre est confondu avec le centre de courbure de ce méridien M1.
- [0103]** L'amplitude de ce mouvement alternatif, figuré par les flèches F1 et -F1 de la figure 9, est telle que le bord 16 du polissoir 10 vienne localement coïncider avec la tranche 4 de la lentille 1, l'outil 5 étant alors, par rapport à la
- 35 **[0104]** Le deuxième mouvement est une rotation plane dans le plan P2 du petit méridien M2 de la surface de polissage 14, rotation dont le centre est confondu avec le centre de courbure de ce méridien M2.
- [0105]** L'amplitude maximum de ce mouvement alternatif, figuré par les flèches F2 et -F2 de la figure 10, est telle que le bord 16 du polissoir 10 vienne localement coïncider avec la tranche 4 de la lentille 1, l'outil 5 étant alors, par rapport à la lentille 1, dans une position extrême figurée par les traits mixtes de la figure 10.
- [0106]** On pourrait prévoir que cette amplitude est inférieure, de sorte que la lentille 1 ne déborde pas de l'outil 5.
- [0107]** De la sorte, la surface optique atorique 3 n'est jamais découverte au cours du polissage. Le choix du diamètre  $\Phi O$  de l'outil 5, supérieur au diamètre  $\Phi 2$  de la lentille 1, permet de réaliser un polissage rapide.
- 45 **[0108]** Ce polissage peut être réalisé par le procédé illustré par le diagramme de la figure 3, qui comprend les étapes suivantes :

A - prise en compte de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique 3 ;

50 B - détermination, à partir de ces valeurs et de la prescription à laquelle correspond la surface optique 3, de l'outil 5 adapté au polissage de la surface optique 3, cette étape comprenant elle-même les sous-étapes suivantes :

a) détermination du meilleur tore, tel que précédemment décrit ;

b) détermination du tore de référence, tel que précédemment décrit ;

c) détermination des valeurs des courbures C1, C2, tel que précédemment décrit.

55

C - utilisation, telle que précédemment décrite, de l'outil déterminé à l'étape B.

**[0109]** Le procédé qui vient d'être décrit peut être mis en oeuvre de manière automatique au moyen d'une unité de

détermination 18, qui comprend :

- un calculateur 19 comprenant :

- des moyens de calcul des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore en fonction des valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique 3 de la lentille 1 ;
- des moyens de calcul des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence en fonction de la prescription ;
- des moyens de calcul des valeurs  $C1$ ,  $C2$  des courbures de la surface de polissage 14, en fonction des valeurs des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$ ,  $C'1$ ,  $C'2$ , et du diamètre  $\Phi2$ ;

- un dispositif d'entrée 20 relié au calculateur 19, et comprenant des moyens de saisie 21 de valeurs de caractéristiques de la surface optique 3 ;
- une mémoire 22 reliée au calculateur 19, et comprenant :

- une première zone mémoire 23 d'enregistrement de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique 3 ;
- une deuxième zone mémoire 24 d'enregistrement des valeurs des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore ;
- une troisième zone mémoire 25 d'enregistrement des valeurs des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence ;
- une quatrième zone mémoire 26 d'enregistrement des valeurs des courbures  $C1$ ,  $C2$  de la surface de support 8 ;

- un dispositif de sortie 27 relié au calculateur 19, et comprenant des moyens de visualisation 28, au moins des valeurs saisies.

**[0110]** Une telle unité de détermination 18 peut être intégrée à une unité de commande numérique 29 d'une installation de polissage 30 adaptée au polissage de lentilles optiques et convenant à la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus.

**[0111]** Cette installation 30 comprend en outre un support 31 de lentille où celle-ci est momentanément assujettie pendant son polissage.

**[0112]** L'installation 30 comprend également un porte-outil 32 sur lequel est monté l'outil 5, ainsi que des moyens 33 pour créer un mouvement relatif du support de lentille 31 et du porte-outil 32, tel que décrit plus haut, ces moyens 33 étant reliés à l'unité de commande numérique 29.

**[0113]** Selon le mode de réalisation illustré sur la figure 11, le support de lentille 31 est fixe, seul le porte-outil 32 étant alors mis en mouvement.

**[0114]** Selon une variante de réalisation, la surface de support 8 est choisie sphérique, tandis que les épaisseurs  $e_T$  et  $e_P$  du tampon 9 et du polissoir 10 sont choisies non uniformes en vue d'obtenir, lors de leur superposition sur la surface de support 8, une surface de polissage 14 torique dont les valeurs des courbures  $C1$ ,  $C2$  soient conformes aux valeurs calculées.

**[0115]** Bien que la description ait été faite en référence à une surface optique atorique concave pour la lentille, on comprend que l'invention peut, sans sortir de son cadre, s'appliquer au polissage d'une surface atorique convexe. L'outil de polissage sera alors choisi concave, les courbures de sa surface de polissage étant déterminées de la manière décrite précédemment.

## Revendications

1. Outil de polissage d'une surface optique (3) d'une lentille (1), ledit outil (5) comportant :

- un support (6) rigide comprenant une surface de support (8) ;
- une première couche (9), dite tampon, réalisée dans un matériau élastique, qui recouvre au moins en partie la surface de support (8), ce tampon (9) comprenant :
  - une première surface (11) adhérent à ladite surface de support (8) ; et
  - une deuxième surface (12), opposée à ladite première surface (11) ;
- une deuxième couche (10), dite polissoir, recouvrant au moins en partie ledit tampon (9), ce polissoir (10) comprenant :

- une première surface (13) adhérent à la deuxième surface (12) du tampon (9) ; et
- une deuxième surface (14), dite de polissage, opposée à la première (13), et apte à polir la surface optique (3) de la lentille (1) par frottement contre celle-ci ;

ledit outil (5) étant **caractérisé en ce que** ladite surface de polissage (14) est de forme torique, cette surface (14) comportant deux méridiens principaux (M1, M2) circulaires présentant des courbures respectives C1, C2 telles que la valeur de la courbure C1 est strictement inférieure à la valeur de la courbure C2, et **en ce que**, afin d'être en mesure de polir une surface optique (3) qui est atorique, le tampon (9) est adapté à être comprimé élastiquement, tandis que le polissoir (10) est adapté à être déformé pour épouser ladite surface atorique (3).

2. Outil selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit tampon (9) présente, suivant la normale ( $n_T$ ) à sa deuxième surface (12), une épaisseur ( $e_T$ ) uniforme, et **en ce que** le polissoir (10) présente, suivant la normale ( $n_P$ ) à sa surface de polissage (14), une épaisseur ( $e_P$ ) également uniforme.

3. Outil selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'épaisseur ( $e_T$ ) du tampon (9) est comprise entre 4 mm et 6 mm.

4. Outil selon la revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'épaisseur ( $e_T$ ) du polissoir (10) est comprise entre 0,5 mm et 1,1 mm.

5. Outil selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** ladite surface de support (8) est de forme torique, et comporte deux méridiens principaux (MS1, MS2) coplanaires avec les méridiens principaux (M1, M2) de la surface de polissage (14), ces méridiens (MS1, MS2) présentant des courbures respectives CS1, CS2 vérifiant les relations suivantes :

$$\frac{1}{CS1} = \frac{1}{C1} - e_T - e_P$$

$$\frac{1}{CS2} = \frac{1}{C2} - e_T - e_P$$

où  $e_T$  est l'épaisseur du tampon (9) et  $e_P$  l'épaisseur du polissoir (10).

6. Outil de polissage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit tampon (9) est réalisé dans un matériau dont le taux de déformation sous une pression de 0,04 Mpa est supérieur à 5%.

7. Outil selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit tampon (9) est réalisé en mousse de polyuréthane.

8. Outil selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ledit polissoir (10) est réalisé en mousse de polyuréthane.

9. Application d'un outil selon l'une des revendications 1 à 8 au polissage d'une surface optique (3) atorique.

10. Application selon la revendication 9, **caractérisée en ce que**, la lentille (1) comportant une tranche (4) de forme circulaire présentant un diamètre donné ( $\Phi 2$ ), l'outil (5) présente une section circulaire dont le diamètre ( $\Phi O$ ) est supérieur au diamètre ( $\Phi 2$ ) de la lentille (1).

11. Procédé de polissage d'une surface optique (3) d'une lentille ophtalmique (1) correspondant à une prescription donnée, **caractérisé en ce que** ladite surface optique (3) est atorique, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- prise en compte de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface optique (3) de la lentille (1) ;
- utilisation d'un outil (5) selon l'une des revendications 1 à 9, lors de laquelle sont réalisés l'appui et le frottement relatifs de la surface de polissage (14) du polissoir (10) et de la surface optique (3) de la lentille (1).

12. Procédé de polissage selon la revendication 11, **caractérisé en ce que**, la lentille (1) présentant une tranche (4) de forme circulaire, il comprend, préalablement à l'étape d'utilisation de l'outil (5), une étape de détermination de

l'outil (5), cette étape comprenant elle-même les sous-étapes suivantes :

d) détermination d'une surface torique approchée de la surface optique (3) de la lentille (1), cette surface torique, appelée meilleur tore, comprenant deux méridiens principaux circulaires présentant deux courbures respectives  $C^*1$ ,  $C^*2$  telles que la valeur de la courbure  $C^*1$  est strictement inférieure à la valeur de la courbure  $C^*2$  ;

e) détermination d'une surface torique correspondant à la prescription donnée, cette surface torique, appelée tore de référence, comprenant deux méridiens principaux circulaires présentant des courbures respectives  $C'1$ ,  $C'2$  telles que la valeur de la courbure  $C'1$  est strictement inférieure à la valeur de la courbure  $C'2$  ;

f) détermination des valeurs respectives des courbures  $C1$ ,  $C2$  de la surface de polissage (14), ces valeurs étant données par les relations suivantes :

$$C1 = C^*1 + \Delta C1 ;$$

et

$$C2 = C^*2 + \Delta C2,$$

où :

- $\Delta C1$ , appelée première correction, est une fonction
  - des courbures  $C^*1$ ,  $C^*2$  du meilleur tore ;
  - des courbures  $C'1$ ,  $C'2$  du tore de référence ; et
  - du diamètre ( $\Phi2$ ) de la tranche (4) de la lentille (1) ;
- $\Delta C2$ , appelée deuxième correction, est de valeur constante.

13. Procédé de polissage selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, dans l'étape c), la première correction  $\Delta C1$  est une fonction affine de la différence  $C^*2 - C^*1$  des courbures  $C^*2$ ,  $C^*1$  du meilleur tore.

14. Procédé de polissage selon la revendication 12 ou la revendication 13, **caractérisé en ce que**, dans l'étape c), la première correction  $\Delta C1$  est une fonction affine de la différence  $C'2 - C'1$  des courbures  $C'2$ ,  $C'1$  du tore de référence.

15. Procédé de polissage selon l'une des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce que**, dans l'étape c), la valeur de la première correction  $\Delta C1$  est donnée par la relation suivante :

$$\Delta C1 = a + b(C'2 - C'1) + c[(C'2 - C'1) - (C^*2 - C^*1)] + d.\Phi2,$$

où a, b, c, d, sont des paramètres de valeur constante et où  $\Phi2$  est le diamètre de la tranche (4) de la lentille (1).

16. Procédé de polissage selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre a est comprise entre 0 et 4  $m^{-1}$ .

17. Procédé de polissage selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre a est comprise entre 0,2  $m^{-1}$  et 3,4  $m^{-1}$ .

18. Procédé de polissage selon l'une des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre b est comprise entre 0,01 et 0,3 .

19. Procédé de polissage selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre b est comprise entre 0,05 et 0,25 .

20. Procédé de polissage selon l'une des revendications 15 à 19, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre c est

comprise entre -2 et -0,01 .

21. Procédé de polissage selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre c est comprise entre -1,5 et -0,1 .

22. Procédé de polissage selon l'une des revendications 15 à 21, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre d est comprise entre -100 m<sup>-2</sup> et 0.

23. Procédé de polissage selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** la valeur du paramètre d est comprise entre -60 m<sup>-2</sup> et -2 m<sup>-2</sup>.

24. Procédé de polissage selon l'une des revendications 15 à 23, **caractérisé en ce que** la valeur de la deuxième correction  $\Delta C2$  est comprise entre 0 et 0,8 m<sup>-1</sup>.

25. Procédé de polissage selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** la valeur de la deuxième correction  $\Delta C2$  est comprise entre 0,1 m<sup>-1</sup> et 0,64 m<sup>-1</sup>.

26. Procédé de polissage selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** la valeur de la deuxième correction  $\Delta C2$  est égale à 0,37 m<sup>-1</sup>.

27. Procédé de polissage selon l'une des revendications 12 à 26, **caractérisé en ce que**, dans l'étape a), la détermination du meilleur tore est réalisée au moyen de la méthode mathématique dite des moindres carrés.

28. Procédé de polissage selon l'une des revendications 12 à 27, **caractérisé en ce que**, dans l'étape a), la détermination du meilleur tore est réalisée pour une partie seulement de la surface atorique (3) de la lentille (1), cette partie présentant une circonférence circulaire de diamètre  $\Phi 1$ , coaxiale avec la tranche (4) de la lentille (1).

29. Unité de détermination de l'outil (5) pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 12 à 28, **caractérisée en ce qu'elle** comporte

- un calculateur (19) comprenant :
  - des moyens de calcul des courbures C\*1, C\*2 du meilleur tore en fonction des valeurs de caractéristiques de la surface optique (3) de la lentille (1) ;
  - des moyens de calcul des courbures C'1, C'2 du tore de référence en fonction de la prescription ;
  - des moyens de calcul des valeurs C1, C2 des courbures de la surface de polissage (14), en fonction des valeurs des courbures C\*1, C\*2, C'1, C'2, et du diamètre ( $\Phi 2$ ) de la tranche (4) de la lentille (1) ;
- un dispositif d'entrée (20) relié au calculateur (19), et comprenant des moyens de saisie (21) de valeurs de caractéristiques de la surface optique (3) de la lentille (1) ;
- une mémoire (22) reliée au calculateur (19), et comprenant :
  - une première zone mémoire (23) d'enregistrement de valeurs de caractéristiques géométriques de la surface atorique (3) de la lentille (1) ;
  - une deuxième zone mémoire (24) d'enregistrement des valeurs des courbures C\*1, C\*2 du meilleur tore ;
  - une troisième zone mémoire (25) d'enregistrement des valeurs des courbures C'1, C'2 du tore de référence ;
  - une quatrième zone mémoire (26) d'enregistrement des valeurs des courbures C1, C2 de la surface de polissage (14) ;
- un dispositif de sortie (27) relié au calculateur (19), et comprenant des moyens de visualisation (28), au moins des valeurs saisies.

30. Installation de polissage de lentilles ophtalmiques, et convenant à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 12 à 28, ladite installation (30) comprenant :

- un support de lentille (31) ;
- un porte-outil (32) ;

## EP 1 249 307 A2

- des moyens (33) pour créer un mouvement relatif du support de lentille (31) et du porte-outil (32) ;

ladite installation (30) comprenant en outre une unité de commande numérique (29) comportant une unité de détermination (18) de l'outil (5) selon la revendication 29.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

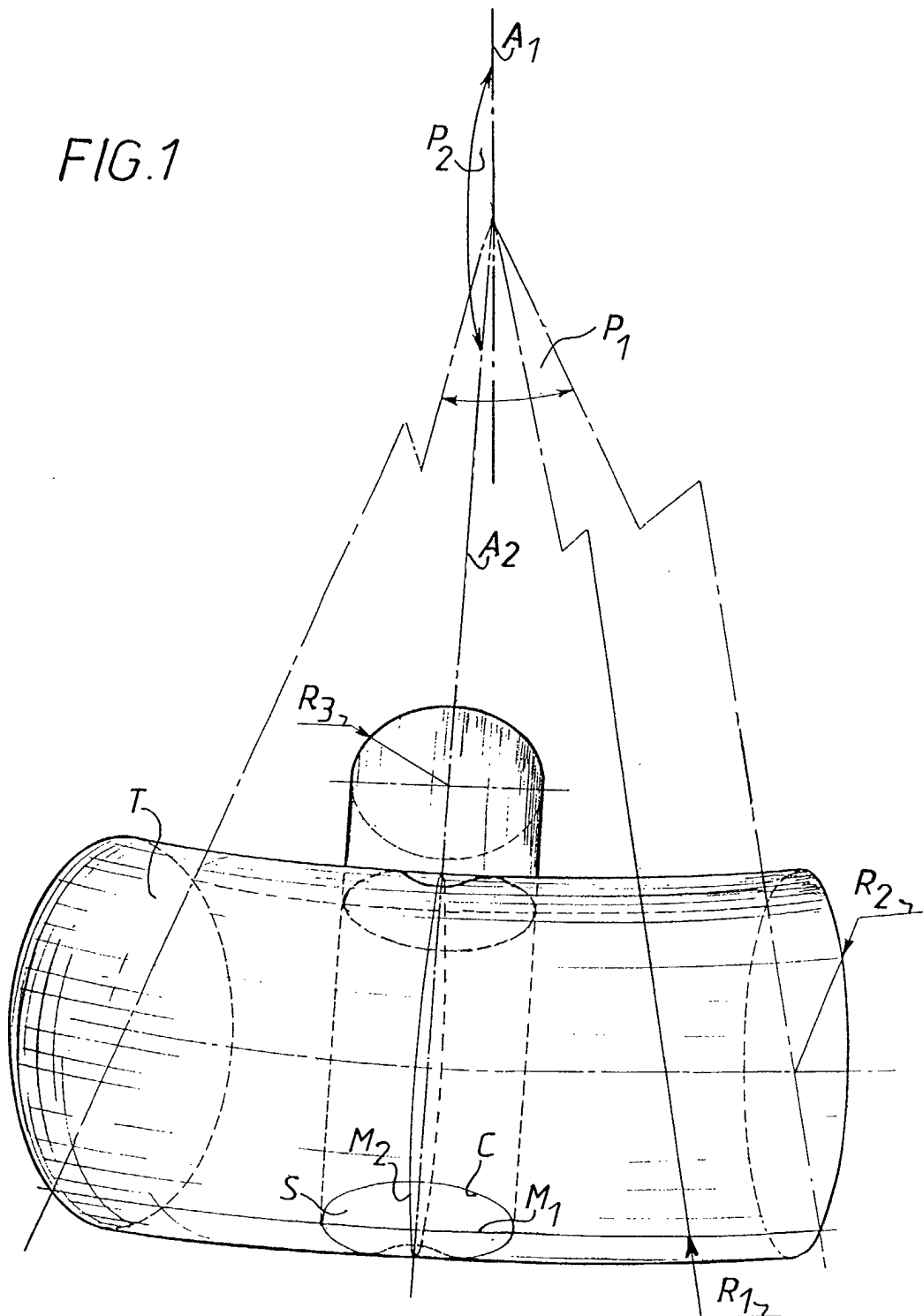


FIG. 2

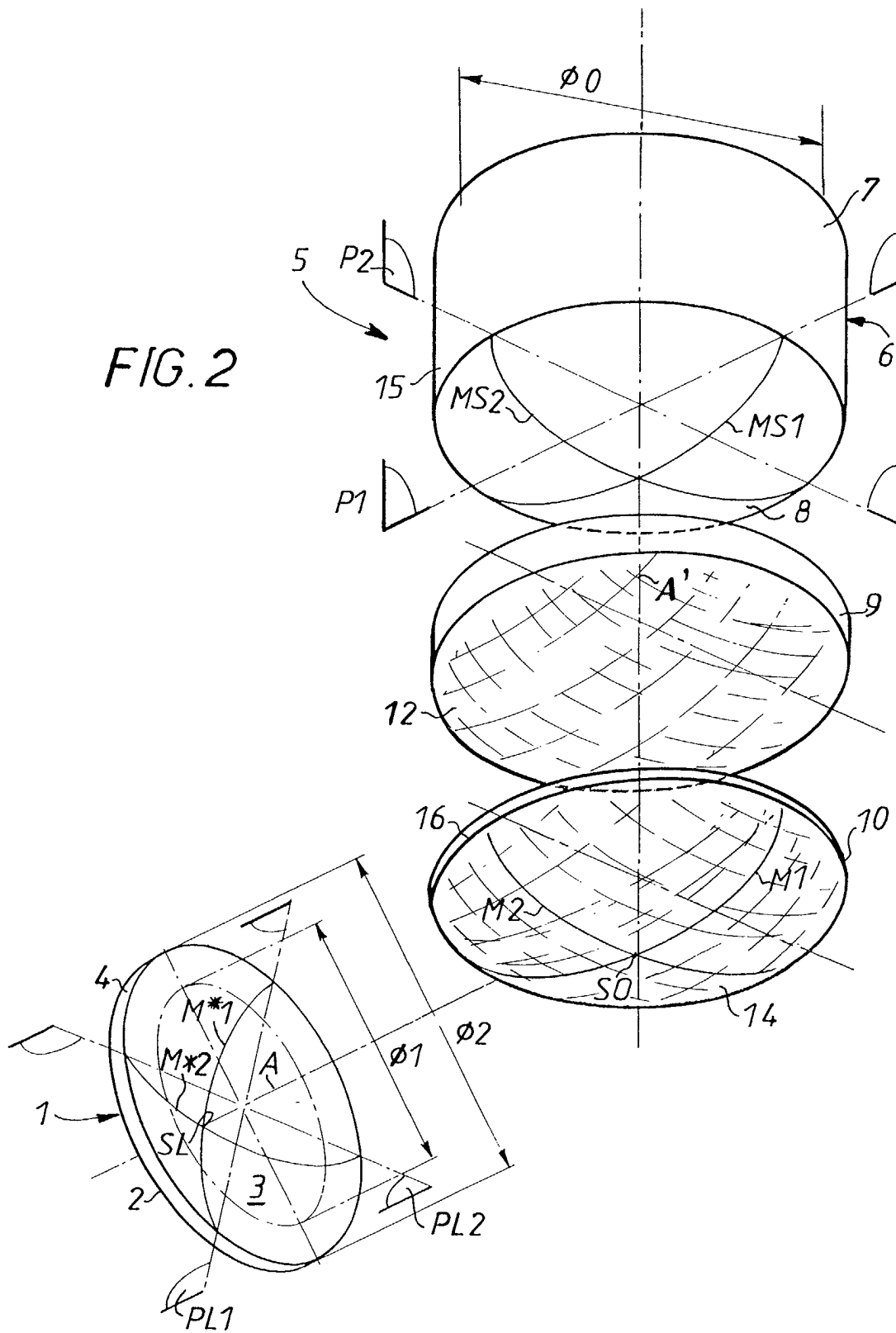


FIG. 3

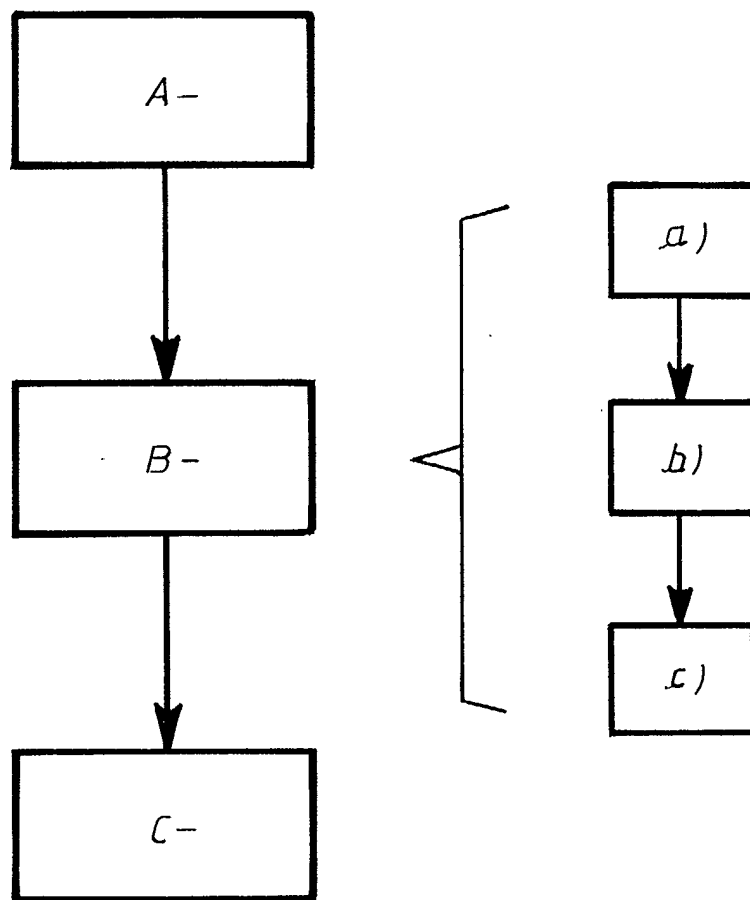


FIG. 11

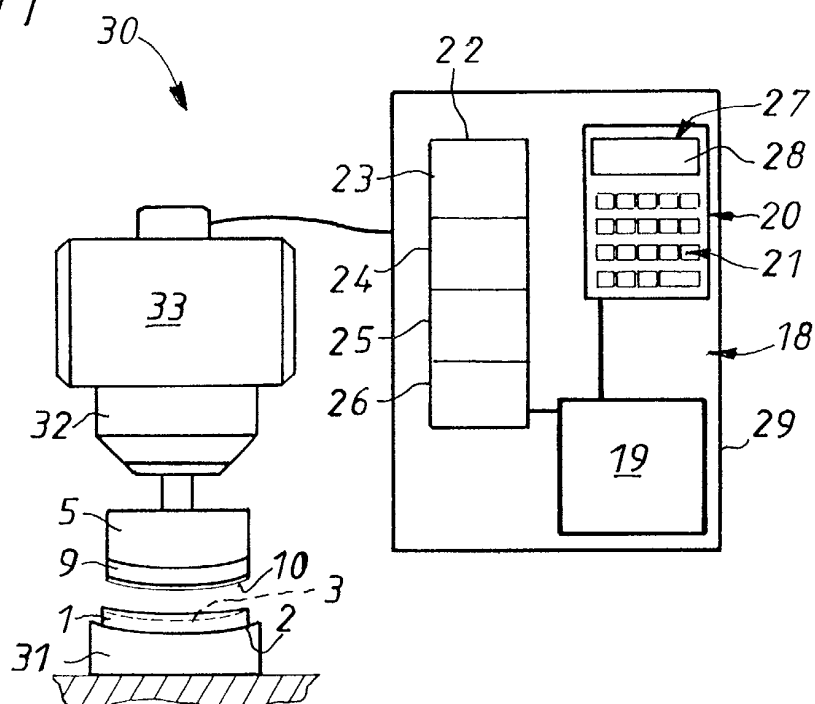


FIG. 7

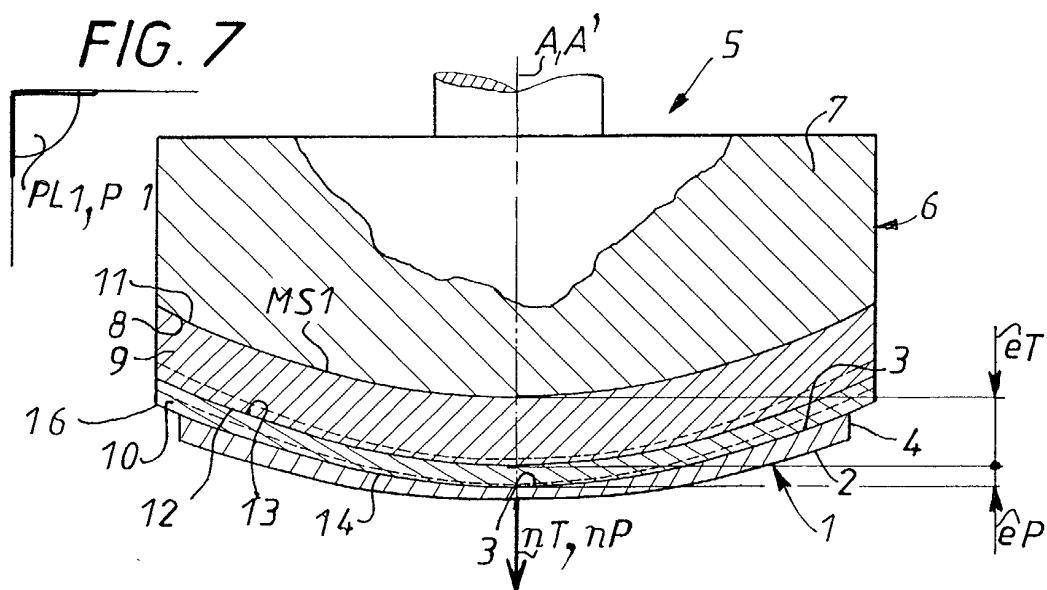


FIG. 4

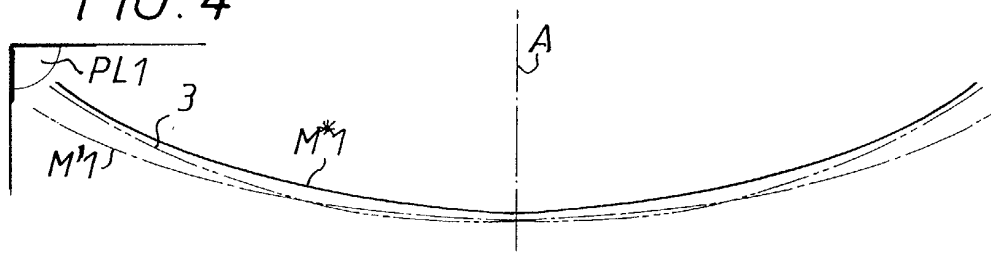


FIG. 6

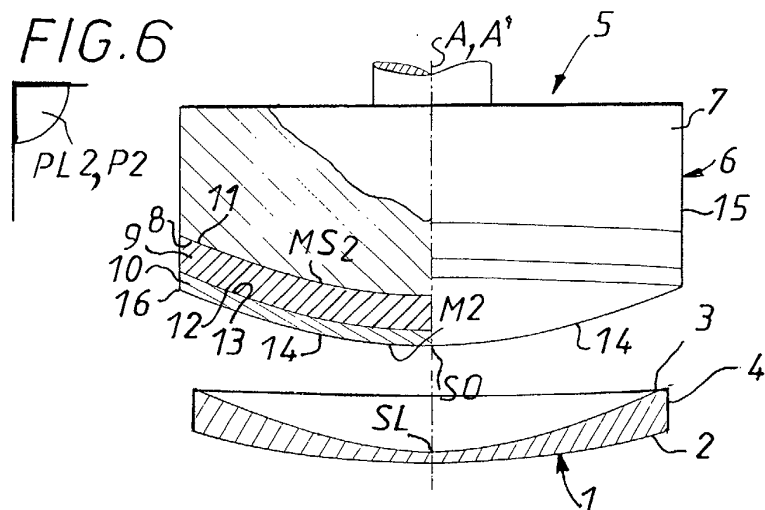


FIG. 5

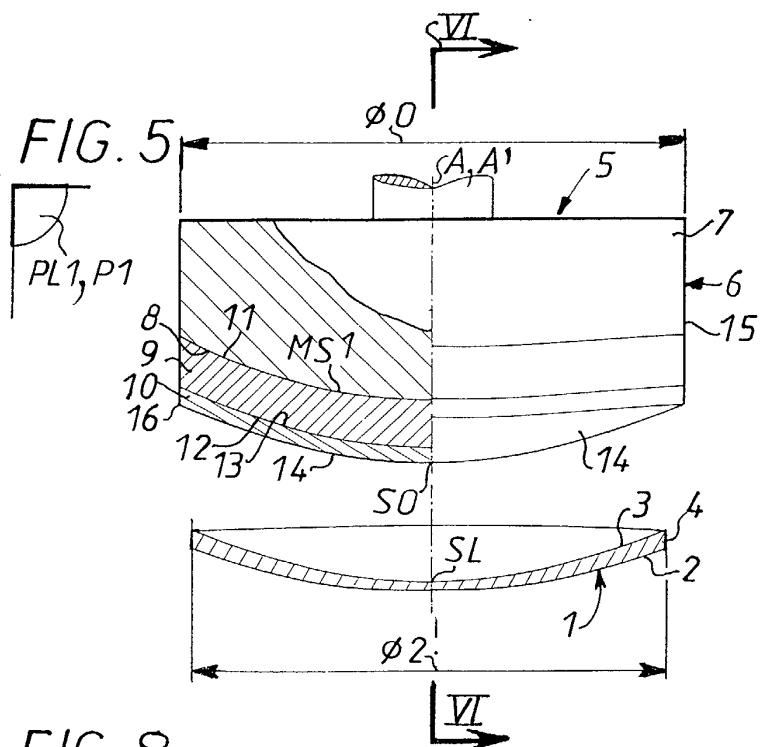


FIG. 8

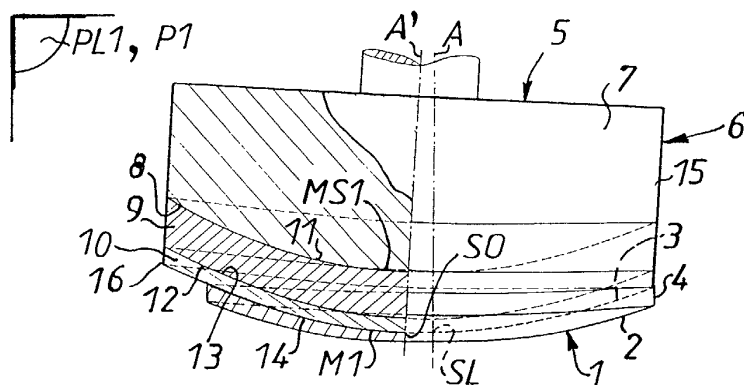


FIG. 9

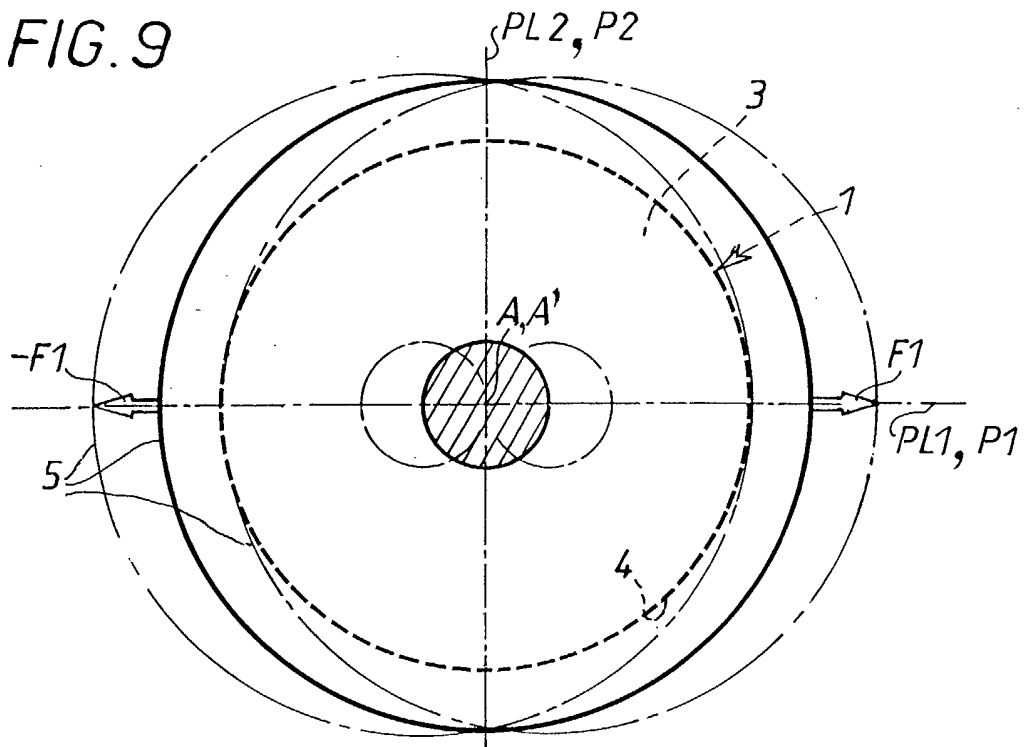


FIG. 10

