



(11) **EP 1 567 305 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
16.04.2014 Bulletin 2014/16

(51) Int Cl.:
B24B 13/01 (2006.01) **B24B 13/02** (2006.01)
B24D 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **03779955.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2003/012837

(22) Date de dépôt: **17.11.2003**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/048034 (10.06.2004 Gazette 2004/24)

(54) **PROCEDE POUR LE FACONNAGE D UNE SURFACE OPTIQUE**

VERFAHREN ZUR FORMUNG EINER OPTISCHEN FLÄCHE

METHOD FOR SHAPING AN OPTICAL SURFACE

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR LI

(30) Priorité: **26.11.2002 EP 02079950**

(43) Date de publication de la demande:
31.08.2005 Bulletin 2005/35

(73) Titulaire: **Comadur S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeur: **MENART, Ruy Blas**
F-25210 Le Russey (FR)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A2- 0 123 891 DE-A1- 10 006 052
JP-A- 59 201 763 US-A- 1 515 681
US-A- 1 792 800 US-A- 1 897 546
US-A- 4 114 322 US-A1- 2002 137 433

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 11, 6 novembre 2002 (2002-11-06) & JP 2002 205254 A (CANON INC), 23 juillet 2002 (2002-07-23)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 16, 8 mai 2001 (2001-05-08) & JP 2001 001262 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 9 janvier 2001 (2001-01-09)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6 avril 2001 (2001-04-06) & JP 2000 334648 A (CANON INC), 5 décembre 2000 (2000-12-05)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 359 (M-1289), 4 août 1992 (1992-08-04) & JP 04 111766 A (CANON INC), 13 avril 1992 (1992-04-13)**

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

DescriptionDOMAINE TECHNIQUE

5 **[0001]** La présente invention concerne de manière générale l'usinage de formes dans des matériaux minéraux, notamment des matériaux durs tel le saphir, le corindon ou le spinelle. Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé pour l'usinage de tels matériaux minéraux notamment adapté pour le façonnage d'une surface optique dans une glace de montre.

10 ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] Un procédé, selon le préambule de la revendication 1, pour former une surface optique se présentant sous la forme d'une lentille convergente comprise dans l'épaisseur d'une plaque d'un matériau minéral transparent est connu du document EP 0 123 891, au nom du présent Déposant. Ce procédé consiste essentiellement à mettre en rotation la plaque autour d'un premier axe perpendiculaire à la zone où doit être formée la lentille et à usiner la zone désirée au moyen d'une meule abrasive entraînée en rotation autour d'un second axe distinct du premier axe et coupant ce premier axe au centre de courbure de la lentille désirée. Un mouvement oscillant de l'outil ou de la plaque autour d'un troisième axe perpendiculaire au plan contenant les premier et second axes de rotation et distant de la zone d'une valeur égale au rayon de courbure désiré de la lentille est préférablement mis en oeuvre, ce mouvement oscillant assurant un auto-affûtage de la meule.

[0003] Selon le procédé résumé ci-dessus, on notera que l'outil rotatif utilisé pour le façonnage de la lentille est une meule essentiellement cylindrique (voire tronconique) portant, à son extrémité active, de la matière abrasive constituée de préférence par de la poudre de diamant. On comprendra aisément que le coût de cet outil est relativement élevé compte tenu de la matière à usiner (notamment dans le cas d'un matériau minéral dur tel le saphir), du matériau abrasif correspondant devant nécessairement être incorporé sur la tête de l'outil (typiquement une poudre de diamant ou un composé à base de carbures pour l'usinage du saphir), et de la complexité de la fabrication de cet outil. On notera encore que la durée de vie d'un tel outil est relativement courte et que son remplacement doit être effectué périodiquement. Les points susmentionnés pèsent en conséquence de manière sensible sur les coûts de fabrication de l'objet façonné.

30 RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0004] Une solution plus simple à mettre en oeuvre et plus rentable doit donc être recherchée. La présente invention a pour but de proposer une telle solution, à savoir un procédé pour l'usinage de matériaux durs, en particulier adapté au façonnage d'une lentille, ou autre surface optique, dans une glace de montre en matériau minéral dur (saphir, corindon, spinelle ou analogue). La présente invention a également pour but de proposer une solution présentant à la fois un coût de revient faible et une grande simplicité de mise en oeuvre.

[0005] La présente invention a pour objet un procédé pour le façonnage d'une surface optique déformante dans un matériau minéral transparent, notamment le saphir, le corindon ou le spinelle, employant un outil rotatif et dont les caractéristiques sont énoncées dans la revendication 1.

40 **[0006]** On notera ainsi que l'outil comporte un corps terminé par une tête comprenant une surface active destinée à venir en contact avec une zone du matériau minéral où l'on désire façonner la forme souhaitée, la tête de l'outil présentant au moins une première fente, préférablement plusieurs, débouchant sur la surface active pour y former une ouverture permettant à des particules abrasives acheminées sur la zone où doit être façonnée la forme souhaitée de se loger sur la surface active et former, tout au long de la ou des ouvertures formées sur cette surface active, une ou plusieurs arêtes de coupe contribuant au façonnage de la forme désirée.

45 **[0007]** On comprendra ainsi que l'outil rotatif ne constitue pas à proprement parler un outil abrasif pour le matériau minéral considéré. Au contraire, le pouvoir abrasif de l'outil est créé conjointement par l'outil (en particulier par la ou les fentes ménagées sur la tête de l'outil et les ouvertures correspondantes sur la surface active de la tête) et les particules abrasives acheminées sur la zone d'usinage. Chaque ouverture sur la surface active formée par la fente correspondante permet aux particules abrasives de s'y loger et s'y accumuler pour former, sur la surface active de la tête de l'outil, une excroissance à fort pouvoir abrasif ayant la fonction d'une arête de coupe. L'outil rotatif lui-même constitue ainsi une matrice permettant de fixer ou figer les particules abrasives dans une configuration adéquate permettant l'abrasion du matériau minéral à façonner.

55 **[0008]** La tête de l'outil est avantageusement formée d'un matériau non abrasif pour le matériau minéral considéré et présentant un compromis entre dureté et mollesse afin de maintenir et garantir la forme de la tête et, respectivement, permettre aux particules abrasives de s'y implanter. Ce matériau peut par exemple être un métal sélectionné dans le groupe comprenant le cuivre Cu, le zinc Zn, l'étain Sn et le fer Fe (ou un alliage de métaux comprenant au moins l'un des ces métaux).

[0009] La disposition des ouvertures des fentes sur la surface active de la tête de l'outil peut suivre tout agencement géométrique adéquat, le plus simple étant un agencement d'une ou plusieurs fentes de géométrie essentiellement rectiligne. Des fentes formant des ouvertures diamétrales ou parallèles sur la surface active de la tête de l'outil peuvent être ménagées en nombre adéquat sur la tête de l'outil.

[0010] Pour obtenir de meilleurs résultats en termes de qualité de surface, il est préférable de ménager chaque fente de sorte que, lors d'une rotation de l'outil, l'arête de coupe ainsi formée couvre une surface de révolution délimitée uniquement par un contour externe, c'est-à-dire une surface pleine ne comportant pas d'évidement central.

[0011] Un avantage considérable de la présente invention réside dans le fait que l'outil rotatif est d'une grande simplicité et très peu coûteux à fabriquer, notamment en raison du type de matériau pouvant être utilisé pour la fabrication de l'outil et en raison de l'absence d'un quelconque abrasif incorporé sur la tête de l'outil, cet abrasif étant acheminé directement sur la zone d'usinage sous forme de particules abrasives véhiculées par un fluide ou un liquide. A ce titre, une variante avantageuse consiste à ménager au moins une fente de sorte qu'elle joue en outre le rôle de canal d'acheminement des particules abrasives.

[0012] Grâce à l'invention, les coûts liés au façonnage de la forme désirée dans le matériau minéral considéré peuvent ainsi être réduits de manière très substantielle. Cet avantage est particulièrement déterminant dans le cadre du façonnage de matériaux minéraux durs, tel le saphir, le corindon ou le spinelle, utilisés notamment dans l'industrie horlogère pour la fabrication de glaces de montre. La présente invention est donc particulièrement adaptée pour le façonnage de surfaces optiques, ou dioptries, (notamment des surfaces optiques déformantes telles des lentilles grossissantes) dans des matériaux minéraux transparents présentant une grande dureté, dont le saphir.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES DESSINS

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation préféré de l'invention, donné uniquement à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés où :

- la figure 1 représente une installation d'usinage adaptée spécifiquement au façonnage d'une surface optique déformante (par exemple une lentille à surface sphérique convexe) dans un matériau minéral dur et transparent, en particulier dans une glace de montre, cette installation utilisant un outil rotatif selon la présente invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective de la partie terminale, ou tête, d'un outil rotatif ;
- la figure 3 est une vue de face de la surface active de la tête de l'outil rotatif de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe de l'outil rotatif, prise selon la ligne A-A dans la figure 3 ; et
- la figure 5 est un exemple de mise en oeuvre de l'outil rotatif selon l'invention pour l'usinage d'une lentille sphérique convexe à pourtour circulaire dans une plaque de matériau minéral transparent.

MODES DE RÉALISATIONS

[0014] L'installation d'usinage illustrée dans la figure 1 est essentiellement similaire à l'installation présentée dans le document EP 0 123 891 mentionné plus haut. Elle comprend un bâti-support 10 sur lequel sont montées une potence 12 et une poupée 14. La potence 12 porte une broche 16 à l'extrémité de laquelle se trouve un outil rotatif 20, de même axe, désigné 42, que la broche, comportant un corps essentiellement cylindrique terminé par une tête 20a destinée à venir en contact avec une zone du matériau minéral à usiner. Une poulie 18, montée sur la broche 16, permet d'entraîner celle-ci en rotation autour de l'axe 42 au moyen d'un moteur non représenté. La potence 12 comporte en outre des coulisses 22, 24 et 26 permettant, d'une manière tout à fait classique, le déplacement de l'outil 20 selon trois axes orthogonaux. De manière plus précise, la coulisse 22 permet, à l'aide d'une vis micrométrique 23, de déplacer l'outil verticalement selon son axe de rotation, tandis que les coulisses 24 et 26 permettent, à l'aide des vis micrométriques 25 et 27, respectivement, de déplacer l'outil 20 dans un plan horizontal selon deux directions perpendiculaires.

[0015] La poupée 14 porte une broche 28 dont l'extrémité 28a voisine de la potence 12 est, grâce à un coude 28b, décalée vers le bas par rapport à l'axe de rotation, désigné 44, de la broche 28. Une table 30 est montée sur un arbre 32 qui est perpendiculaire à l'axe 44 de la broche 28 et qui pivote dans l'extrémité 28a. Cet arbre porte une poulie 34 qui permet de l'entraîner en rotation autour d'un axe de rotation, désigné 40, grâce à un moteur non représenté dans la figure. Un posage 36, solidaire de la table 30, permet de fixer une plaque 38 en matériau minéral. Cette plaque 38 peut par exemple être constituée d'un matériau minéral dur et transparent du type saphir, corindon ou spinelle, telle une plaque formant glace de montre que l'on désire munir d'une lentille ou de toute autre surface optique déformante.

[0016] On notera que l'outil 20 ainsi que le posage 36 sont tous deux entraînés en rotation selon des sens de rotation opposés. De plus, le posage 36 a ici une épaisseur telle que la distance entre l'axe de la broche 28 et le point extrême de la surface sphérique que l'on désire façonner (situé sur l'axe de rotation 40 de l'arbre 32) soit égale au rayon de courbure, désigné R, que doit présenter cette surface sphérique. Enfin, la broche 28 peut être associée à des moyens

d'entraînement non représentés permettant de lui imprimer un mouvement oscillant de faible amplitude ou tout du moins régler son inclinaison par rapport au plan horizontal.

[0017] De ce qui précède, on aura compris que l'installation présente plusieurs possibilités d'entraînement et de positionnement de l'outil 20 et de la plaque 38. On verra par la suite que divers modes opératoires de l'installation peuvent être envisagés, ces divers modes opératoires ayant tous pour point commun au moins la mise en rotation de l'outil 20 autour de son axe de rotation 42. Cette rotation peut, le cas échéant, s'accompagner d'une rotation ou d'un mouvement oscillant de la plaque 38 autour de son axe de rotation 40 et/ou d'un mouvement oscillant de la plaque 38 autour de l'axe de la broche 28 (ce mouvement oscillant pouvant alternativement être imprimé à l'outil 20 si l'on équipait la potence 12 de moyens adéquats). En ce qui concerne des détails touchant au mode de mise en oeuvre particulier consistant à simultanément entraîner en rotation l'outil 20 et la plaque 38, et à imprimer un mouvement oscillant à cette plaque, on pourra se référer au procédé décrit dans le document EP 0 123 891 déjà mentionné.

[0018] Outre les moyens d'entraînement et de positionnement susmentionnés, on notera encore que l'installation d'usinage comporte des moyens d'acheminement de particules abrasives sur la zone du matériau minéral où doit être façonnée la forme désirée. Ces moyens d'acheminement sont illustrés schématiquement sur la figure 1 et comprennent essentiellement un réservoir 50 contenant un fluide porteur de particules abrasives (par exemple une poudre de diamant en suspension dans une huile) et un conduit d'amenée 52 pour acheminer ce fluide sur la zone d'usinage. Des moyens non représentés permettent de régler la quantité de particules abrasives acheminées sur la zone d'usinage. On comprendra, dans ce qui va suivre, que l'acheminement de particules abrasives sur la zone d'usinage ainsi que l'outil rotatif selon l'invention contribuent ensemble au façonnage de la forme désirée dans la plaque de matériau minéral.

[0019] Les figures 2 à 4 montrent respectivement une vue en perspective, une vue de face et une vue en coupe de la partie terminale d'un outil rotatif 20. Comme on peut le voir dans les figures 2 à 4, le corps de l'outil rotatif 20 est terminé par une tête 20a comprenant une surface active 200 destinée à venir en contact avec la zone du matériau minéral où l'on désire façonner la forme souhaitée. Dans cet exemple particulier, la surface active 200 de l'outil présente la forme d'une calotte sphérique concave dont le rayon de courbure correspond au rayon de courbure R de la forme à façonner, dans cet exemple une surface optique sphérique convexe. Dans ce cas, la mise en oeuvre de l'outil dans l'installation illustrée dans la figure 1 implique que l'axe 40 de l'arbre 32, l'axe 42 de la broche 16 et l'axe 44 de la broche 28 se coupent en un point C correspondant au centre de courbure de la surface sphérique convexe à façonner dans la plaque 38 de matériau minéral (comme illustré plus en détail dans la figure 5).

[0020] On notera que la surface active 200 de l'outil 20 pourrait présenter une forme autre que strictement sphérique. Ainsi, la surface active 200 de la tête 20a pourrait prendre la forme d'une partie de tore, par analogie à la forme de la meule envisagée au titre de deuxième variante dans le document EP 0 123 891 (cette forme particulière nécessitant alors un réglage spécifique de l'installation). De manière générale, la surface active de l'outil peut prendre toute forme adéquate. On comprendra en tout état de cause que la forme façonnée dans le matériau minéral dépendra non seulement de la forme de la surface active de l'outil mais également du ou des mouvements imprimés à l'outil et/ou à la plaque. La forme de la surface active de la tête de l'outil n'est donc pas nécessairement conformée à la forme de la surface à façonner.

[0021] La tête 20a de l'outil présente au moins une première fente débouchant sur la surface active 200 pour y former une ouverture. Dans l'exemple illustré dans les figures 2 à 4, la tête 20a de l'outil présente ici une paire de fentes diamétrales 210, 220, c'est-à-dire deux fentes sensiblement rectilignes ménagées selon deux plans diamétraux passant par l'axe de rotation 42 de l'outil 20. Ces fentes diamétrales 210, 220 qui parcourent l'extrémité de la tête 20a sont ici agencées de manière sensiblement perpendiculaires et forment en conséquence une paire d'ouvertures perpendiculaires correspondantes 210a, 220a sur la surface active 200 de l'outil. On aura noté que la surface active 200 de l'outil rotatif 20 est subdivisée, dans cet exemple, en quatre parties distinctes présentant, ici, des surfaces sensiblement égales.

[0022] On insistera sur le fait que la disposition ainsi que la géométrie des fentes 210, 220 illustrées dans cet exemple de réalisation ne sont nullement limitatives. Une seule fente ou plus de deux fentes pourraient ainsi être ménagées sur la tête. De plus, ces fentes, au lieu de se couper, pourraient être parallèles. Enfin, les fentes et les ouvertures correspondantes sur la surface active de la tête de l'outil pourraient ne pas être rectilignes, cette géométrie particulièrement simple étant néanmoins la plus aisée à réaliser.

[0023] A titre d'exemple, la tête de l'outil ne pourrait être munie que d'une unique fente, cette fente ne parcourant pas nécessairement toute la largeur de la surface active. On notera qu'il est préférable que la fente soit configurée de sorte que, lors d'une rotation de l'outil, l'arête de coupe formée par l'ouverture correspondante de cette fente couvre une surface de révolution délimitée uniquement par un contour externe, c'est-à-dire une surface pleine sans évidemment central, cette configuration étant préférable du point de vue de la qualité de surface de la forme façonnée. On aura compris qu'une configuration de fente diamétrale, comme cela est illustré dans les figures 2 à 4, répond à cette définition.

[0024] On notera également que la manière avec laquelle les fentes se prolongent dans la tête de l'outil n'a que relativement peu d'importance. En effet, l'essentiel réside surtout dans la manière avec laquelle ces fentes débouchent sur la surface active de la tête de l'outil. C'est en effet par le biais de la surface active de l'outil, et de l'apport de particules abrasives sur cette surface active lors de l'usinage, que le matériau minéral peut être façonné.

[0025] Comme déjà mentionné plus haut, chaque ouverture sur la surface active formée par la fente correspondante permet aux particules abrasives de s'y loger et s'y accumuler pour former, sur la surface active de la tête de l'outil, une excroissance à fort pouvoir abrasif ayant la fonction d'une arête de coupe, l'outil rotatif constituant ainsi une matrice permettant de fixer ou figer les particules abrasives dans une configuration adéquate permettant l'abrasion du matériau minéral à façonner.

[0026] L'outil 20 peut avantageusement être réalisé dans un matériau non abrasif pour le matériau minéral considéré, préférablement en un matériau présentant un compromis entre dureté et mollesse afin de maintenir et garantir la forme de la tête et, respectivement, permettre aux particules abrasives de s'y implanter. Ce matériau peut ainsi être un métal ou un alliage de métaux comprenant au moins un métal sélectionné dans le groupe comprenant le cuivre Cu, le zinc Zn, l'étain Sn et le fer Fe.

[0027] Au titre de variante avantageuse, on notera encore que l'on peut configurer une fente de l'outil de sorte qu'elle joue en outre le rôle de canal d'acheminement des particules abrasives sur la zone d'usinage. Cette fente conformée en canal d'acheminement ferait, dans ce cas, partie intégrante des moyens d'acheminement des particules abrasives et pourrait remplacer ou compléter le conduit d'amenée 52 de la figure 1.

[0028] Un mode de mise en oeuvre de l'invention, pour l'usinage d'une lentille convergente (c'est-à-dire une surface sphérique convexe de pourtour circulaire) va maintenant brièvement être présenté en référence à la figure 5.

[0029] L'outil illustré dans les figures 2 à 4 peut être mis en oeuvre de manière très aisée pour façonner une lentille convergente dans l'épaisseur d'une plaque de matériau minéral transparent. Pour ce faire, il convient par exemple d'incliner la plaque 38 au moyen de la broche 28 de la figure 1 d'un angle déterminé, désigné α , correspondant également à l'angle que forme l'axe 42 de l'outil 20 par rapport à l'axe de rotation 40 de la plaque 38 (c'est-à-dire la perpendiculaire à la zone où doit être formée la lentille et qui passe par le centre de cette zone), les axes 40, 42 passant tous deux par le centre de courbure C de la surface sphérique à façonner, désignée 380 dans la figure 5. Il convient ensuite de mettre en rotation l'outil 20 et la plaque 38 autour de leurs axes respectifs 42 et 40 (au moyen de la broche 16, de l'arbre 32 et des moyens d'entraînement associés) et d'amener la surface active 200 de la tête de l'outil 20 au contact de la plaque 38. Dans la figure 5, on notera que la référence numérique 500 désigne globalement un mélange acheminé sur la zone d'usinage contenant des particules abrasives.

[0030] Comme schématisé dans la figure 5, la mise en rotation simultanée de l'outil 20 et de la plaque 38 autour de leurs axes de rotation respectifs et le réglage de l'angle α entre ces axes de rotation assure que la surface active 200 de l'outil façonne une portion de surface sphérique convexe de rayon de courbure R présentant un pourtour circulaire (en d'autres termes une calotte sphérique convexe). Dans la mesure où aucun mouvement oscillant n'est imprimé à l'outil ou à la plaque, on comprendra que le diamètre de la tête de l'outil, désigné d, doit présenter une valeur minimale qui est supérieure à la moitié du diamètre, désigné D, de la lentille à façonner. Plus précisément, le diamètre d de l'outil 20, dans ce mode de mise en oeuvre particulier, doit au moins être égal au diamètre D de la lentille désirée divisé par le cosinus de l'angle α . On notera que l'angle α est en pratique inférieur à 20°, préférablement inférieur à 10°.

[0031] Comme mentionné dans le document EP 0 123 891, plutôt que de fixer une inclinaison déterminée de la plaque par rapport à l'outil, un mouvement oscillant autour d'un axe perpendiculaire aux axes de rotation 42, 40 et passant par le centre de courbure C de la lentille à façonner (à savoir un mouvement oscillant autour de l'axe 44 de la broche 28 dans la figure 1) peut être imprimé à la plaque 38 (voire à l'outil). Dans ce cas, l'angle maximal d'inclinaison de la plaque 38 par rapport à l'outil 20, désigné α_{\max} , peut être exprimé par la formule suivante, qui est valable pour des mouvements de faible amplitude (angles α faibles) :

$$\tan \alpha_{\max} \approx [2R (D - d)]/[4R^2 + D d] \quad (1)$$

Cette relation (1) est également valable pour le mode de mise en oeuvre précédent à inclinaison fixe.

[0032] Au moyen de l'outil représenté dans les figures 2 à 4, on notera qu'il est possible de façonner des surfaces sphériques convexes ne présentant pas nécessairement un pourtour circulaire.

[0033] Ainsi, en se référant à la figure 5, il est parfaitement envisageable de soumettre la plaque 38 à un mouvement répété oscillant autour de l'axe 40, plutôt qu'à une rotation complète autour de cet axe. En limitant l'amplitude maximale de ce mouvement oscillant autour de l'axe 40, par exemple en soumettant la plaque à un mouvement angulaire oscillant de 180° environ, on peut façonner une portion d'une calotte sphérique présentant une forme générale en « C » dans le plan de la plaque.

[0034] De même, il est parfaitement envisageable de ne pas mettre la plaque 38 en rotation autour de l'axe 40 et de soumettre uniquement cette plaque 38 à un mouvement oscillant autour d'un axe perpendiculaire à l'axe 42 de l'outil et passant par le centre de courbure C de la surface sphérique (par exemple un mouvement oscillant autour de l'axe 44 de la broche 28). De la sorte, on obtient une surface sphérique convexe de forme allongée ou oblongue.

[0035] Concernant ce dernier exemple, il est envisageable d'incliner en outre l'outil rotatif 20 dans un plan contenant

l'axe 44 autour duquel oscille la plaque 38 et de sorte que l'axe de rotation 42 de l'outil 20 coupe l'axe 44 au centre de courbure C de la surface sphérique à façonner. Ceci revient à incliner l'outil 20 dans le plan de la figure 1 et nécessite donc des moyens de positionnement non représentés dans la figure pour permettre ce réglage angulaire. De la sorte, on obtient une surface sphérique convexe également de forme allongée mais qui est toutefois inclinée dans le sens de la largeur par rapport au plan moyen de la plaque 38, au lieu d'une surface totalement symétrique comme dans l'exemple précédent.

[0036] Dans les trois exemples susmentionnés, on aura donc compris que le mouvement de rotation de l'outil 20 autour de son axe 42 s'accompagne d'un mouvement relatif répété (ou oscillant) entre l'outil 20 et la plaque 38 pour façonner une surface optique sphérique présentant un pourtour non circulaire. Des formes plus compliquées pourraient être obtenues en synchronisant plusieurs mouvements oscillants autour de divers axes passant tous par le centre de courbure de la surface sphérique, on des axes non concourants si l'on désirait façonner une surface torique, par exemple.

[0037] On comprendra de manière générale que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées au mode de réalisation décrit dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention défini par les revendications annexées. En particulier, la surface active de la tête de l'outil peut présenter une forme autre que sphérique dans la mesure où l'on ne désire pas soumettre l'outil à un mouvement relatif par rapport à la plaque de matériau minéral à usiner. Il est ainsi possible de donner à la surface active de l'outil une forme de révolution non sphérique et de façonner une forme correspondante dans le matériau minéral en ne mettant en rotation que l'outil (voire en mettant également en rotation la plaque de matériau minéral autour d'un axe confondu à l'axe de rotation de l'outil). La forme sphérique particulièrement simple de la surface active de la tête de l'outil, telle qu'elle a été présentée plus haut, constitue toutefois une solution particulièrement simple à mettre en oeuvre, flexible d'utilisation et qui permet de façonner de évidements de formes variées dans le matériau.

[0038] On insistera enfin à nouveau sur le fait que la disposition de la ou des fentes sur la surface active de la tête de l'outil peut suivre tout agencement géométrique adéquat, le plus simple de ces agencements géométriques étant constitué par une ou plusieurs fentes essentiellement rectilignes.

Revendications

1. Procédé pour le façonnage d'une surface optique (380) dans une zone d'une plaque (38) d'un matériau minéral transparent, notamment le saphir, le corindon ou le spinelle, dans lequel on utilise un outil rotatif (20) comportant un corps terminé par une tête (20a) comprenant une surface active (200) destinée à venir en contact avec ladite zone de la plaque, le procédé comprenant les opérations simultanées suivantes :

- mettre en rotation ledit outil (20) autour d'un premier axe de rotation (42) ;
- mettre en contact la surface active (200) de la tête de l'outil avec la plaque (38) dans une zone du matériau minéral où l'on désire façonner ladite surface optique;
- acheminer les particules abrasives (500) au niveau de ladite zone ; et
- déplacer l'outil (20) et/ou la plaque (38) l'un par rapport à l'autre,

caractérisé en ce que ladite tête (20a) de l'outil présente au moins une fente (210, 220) débouchant sur ladite surface active (200) pour y former une ouverture (210a, 220a) permettant à des particules abrasives (500) acheminées sur ladite zone de se loger sur la surface active (200), ladite tête (20a) étant formée d'un matériau non abrasif pour le matériau minéral considéré et qui présente un compromis entre dureté lesdites et mollesse afin de maintenir et garantir la forme de la tête et, respectivement, permettre aux dites particules abrasives de s'y implanter, **et en ce que** lesdites particules abrasives (500) acheminées sur ladite zone forment, le long de ladite ouverture (210a, 220a) sur la surface active, une arête de coupe contribuant au façonnage de la forme désirée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite surface active (200) de la tête de l'outil présente essentiellement la forme d'une calotte sphérique concave, dont le rayon de courbure (R) correspond au rayon de courbure de la surface optique à façonner, **et en ce que** le procédé comprend en outre une opération simultanée consistant à mettre en rotation ladite plaque (38) autour d'un second axe de rotation (40) qui est perpendiculaire à la zone où l'on désire façonner ladite surface optique et qui passe par le centre de cette zone, lesdits premier et second axes de rotation (42, 40) passant par le centre de courbure (C) de la surface sphérique convexe à façonner.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite surface active (200) de la tête de l'outil présente essentiellement la forme d'une calotte sphérique concave, dont le rayon de courbure (R) correspond au rayon de courbure de la surface optique à façonner, **et en ce que** le procédé comprend en outre une opération simultanée

consistant à effectuer un mouvement relatif répété dudit outil (20) par rapport à ladite plaque (38) pour façonner une surface optique sphérique présentant un pourtour non circulaire.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit mouvement relatif répété est un mouvement oscillant de ladite plaque (38) ou dudit outil (20) autour d'un axe (40 ; 44) distinct dudit premier axe (42) et coupant ce premier axe au centre de courbure (C) de la surface sphérique convexe à façonner.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite tête (20a) de l'outil présente au moins une paire de fentes (210, 220) formant des ouvertures (210a, 220a) diamétrales ou parallèles sur ladite surface active (200).
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit matériau formant la tête (20a) est un métal ou un alliage de métaux comprenant au moins un métal sélectionné dans le groupe comprenant le Cu, le Zn, le Sn et le Fe.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une desdites fentes joue en outre le rôle de canal d'acheminement des particules abrasives au niveau de ladite zone.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ladite surface optique (380) est située dans l'épaisseur de la plaque (38).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Formen einer optischen Oberfläche in einem Bereich einer Platte (38) aus einem transparenten anorganischen Material, insbesondere aus Saphir, Korund oder Spinell, in welchem ein Drehwerkzeug (20) benutzt ist, dessen Körper mit einem Kopf (20a) endet, der eine aktive Oberfläche (200) aufweist, die dazu bestimmt ist, in Kontakt mit dem besagten Bereich zu kommen, wobei das besagte Verfahren die folgenden gleichzeitigen Schritte umfasst:
 - drehen des besagten Werkzeugs (20) um eine erste Drehachse (42);
 - die besagte aktive Arbeitsfläche (200) des Werkzeugkopfes mit der Platte (38) in einem Bereich des anorganischen Materials in Kontakt bringen, wo man die besagte optische Oberfläche formen möchte;
 - zuführen von Schleifpartikeln (500) in dem besagten Bereich des anorganischen Materials, und
 - bewegen des Werkzeugs (20) und/oder der Platte (38) relativ zueinander,**dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Werkzeugkopf (20a) wenigstens einen Spalt (210,220) aufweist, die in dem besagten aktiven Oberfläche (200) mündet, um dort eine Öffnung (210a,220a) auszubilden, die es auf dem Bereich herbrachten Schleifpartikeln (500) erlaubt, sich auf der besagten aktiven Oberfläche (200) zu sammeln, wobei der besagte Werkzeugkopf (20a) aus einem Material besteht, das für das betrachtete anorganische Material nicht schleifend ist, und das einen Kompromiss zwischen Härte und Weichheit derart aufweist, dass die Form des Kopfs instand gehalten und gewährleistet wird, und es jeweils den besagten Schleifpartikeln erlauben, darin eingeführt werden zu können, und dass die besagten auf dem Bereich herbrachten Schleifpartikel (500) entlang der besagten Öffnung (210a,220a) auf der aktiven Oberfläche eine Schneidkante schaffen, die zum Formen der gewünschten Form beitragen.
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte aktive Oberfläche (200) des Werkzeugkopfs im Wesentlichen die Form einer sphärischen konkaven Kappe aufweist, deren Biegeradius (R) dem Biegeradius der zu formenden optischen Fläche entspricht, und daß das Verfahren ferner einen gleichzeitigen Schritt umfasst, der darin besteht, die Platte (38) um eine zweite Drehachse (40) zu drehen, die senkrecht zum Bereich, wo man die optische Oberfläche formen möchte, ist, und die über die Mitte dieses Bereichs verläuft, wobei die besagten ersten und zweiten Drehachsen (40,42) über den Krümmungsmittelpunkt (C) der zu formenden sphärischen konvexen optischen Oberfläche verlaufen.
3. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte aktive Oberfläche (200) des Werkzeugkopfs im Wesentlichen die Form einer sphärischen konkaven Kappe aufweist, deren Biegeradius (R) dem Biegeradius der zu formenden optischen Fläche entspricht, und daß das Verfahren ferner einen gleichzeitigen Schritt umfasst, der darin besteht, eine wiederholte Relativbewegung des besagten Werkzeugs (20) in Bezug auf der Platte (38) auszuführen, um eine sphärische optische Oberfläche zu formen, die keinen kreisförmigen Umfang aufweist.

4. Verfahren gemäss Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wiederholte Relativbewegung eine oszillierende Bewegung der Platte (38) oder des Werkzeugs (20) um eine Achse (40, 44) ist, die von der ersten Achse (42) verschieden ist, und die diese erste Achse bei der Krümmung (C) der zu formenden konvexen sphärischen Oberflächenform trifft.
5. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopf (20a) des Werkzeugs wenigstens ein Paar von Schlitzten (210, 220) aufweist, die diametrale oder parallele Öffnungen (210a, 220a) auf der besagten aktiven Oberfläche (200) ausbilden.
6. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte Material, das für den Kopf (20a) benutzt ist, ein Metall ist, oder eine Metalllegierung, die wenigstens ein Metall aus der Gruppe Kupfer (Cu), Zink (Zn), Zinn (Sn), und Eisen (Fe) beinhaltet.
7. Verfahren gemäss einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der besagten Öffnungen ferner als Berförderungskanal für die Schleifpartikel auf den besagten Bereich gilt.
8. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte optische Oberfläche (380) sich in der Dicke der Platte (38) befindet.

Claims

1. Method for forming an optical surface (380) in a zone of a plate (38) of a transparent mineral material, particularly sapphire, corundum or spinel, wherein a rotating tool (20) comprising a body ending in a head (20a) including an active surface (200) coming into contact with said zone of the mineral material is used, wherein said method comprises the simultaneous steps of:
- setting said tool (20) in rotation about a first axis of rotation (42);
 - putting the active surface (200) of the tool head into contact with the plate (38) in a zone of the mineral material where said optical surface is required to be formed;
 - transporting abrasive particles (500) to said zone; and
 - moving the tool (20) and/or the plate (38) in relation to the other,
- characterized in that** said head (20a) of the tool has at least one first slot (210, 220) opening onto said active surface (200) to form therein an aperture (210a, 220a) allowing abrasive particles (500) transported onto said zone to lodge in the active surface (200), wherein said head (20a) is formed of a material that is not abrasive for the mineral material concerned and exhibits a compromise between hardness and softness in order to maintain and guarantee the shape of the head and, respectively, to allow said abrasive particles to be implanted therein, and **in that** abrasive particles (500) transported onto said zone form, along said aperture (210a, 220a) on the active surface, a cutting edge contributing to forming the required shape.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** said active surface (200) of the head of the tool has essentially the shape of concave spherical surface the radius of curvature of which (R) corresponds to the radius of curvature of the optical surface to be formed, and **in that** the method further includes a simultaneous operation consisting in setting said plate (38) in rotation about a second axis of rotation (40) which is perpendicular to the zone where said optical surface is required to be formed and passes through the centre of said zone, said first and second axes of rotation (42, 40) passing through the centre of curvature (C) of the convex spherical surface to be formed.
3. Method according to claim 1, **characterised in that** said active surface (200) of the head of the tool has essentially the shape of concave spherical surface the radius of curvature of which (R) corresponds to the radius of curvature of the optical surface to be formed, and **in that** the method further includes a simultaneous operation consisting in performing a repeated relative movement of said tool (20) in relation to said plate (38) to form a spherical optical surface having a non circular contour.
4. Method according to claim 3, **characterised in that** said repeated relative movement is an oscillating movement of said plate (38) or of said tool (20) about an axis (40; 44) distinct from said first axis (42) and intersecting said first axis at the centre of curvature (C) of the convex spherical surface to be formed.

EP 1 567 305 B1

5. Method according to claim 1, **characterised in that** said head (20a) of the tool has at least one pair of slots (210, 220) forming diametral or parallel apertures (210a, 220a) on said active surface (200).
6. Method according to claim 1, **characterised in that** said material forming the head (20a) is a metal or metal alloy including at least one metal selected from the group including Cu, Zn, Sn and Fe.
7. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one of said slots also plays the part of a channel for transporting said abrasive particles to said zone.
8. Method according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** said optical surface (380) is situated in the thickness of the plate (38).

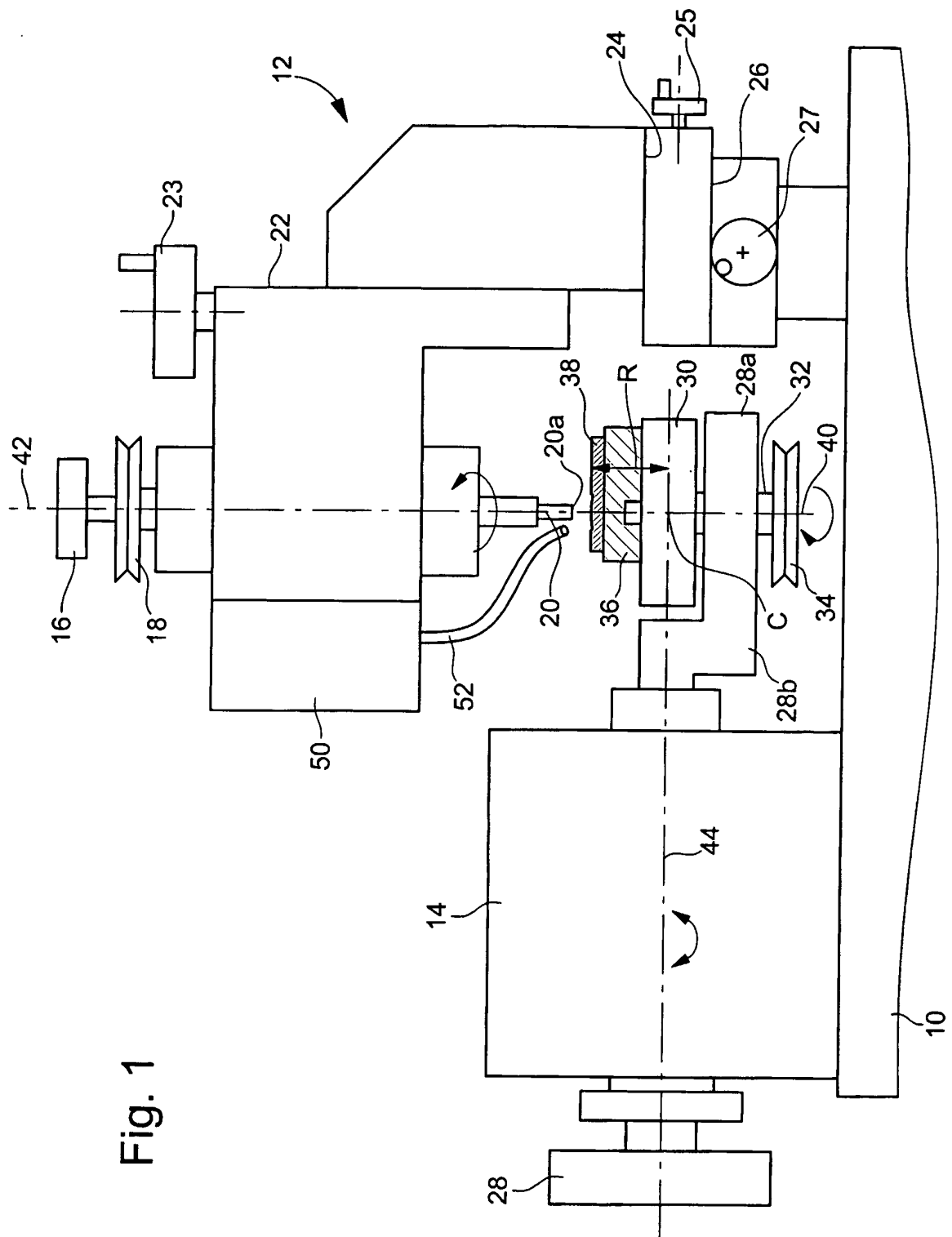
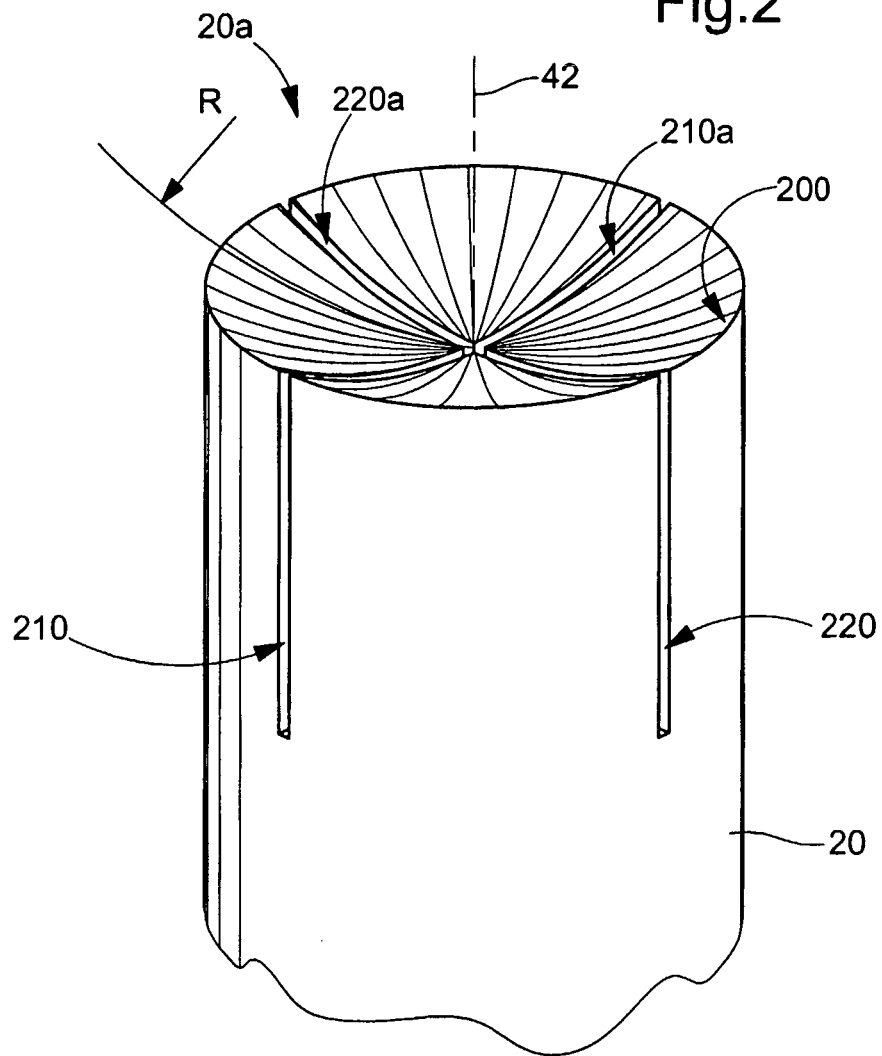


Fig. 1

Fig.2



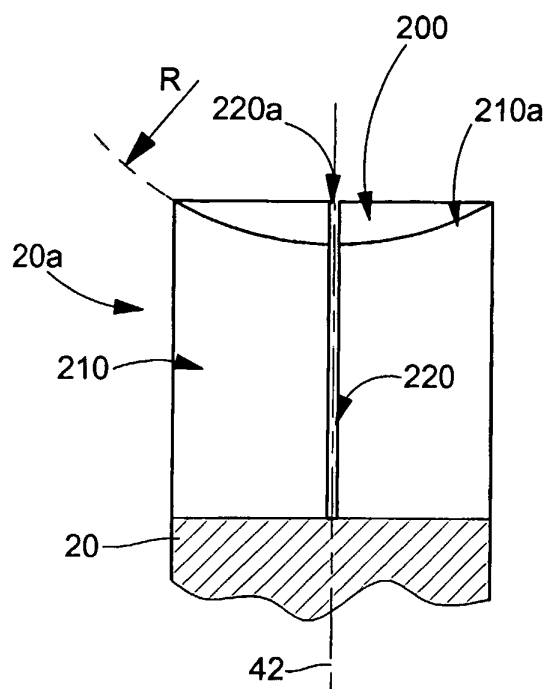


Fig. 4

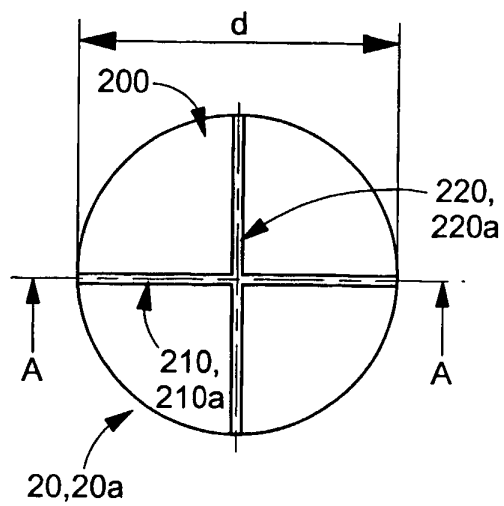


Fig. 3

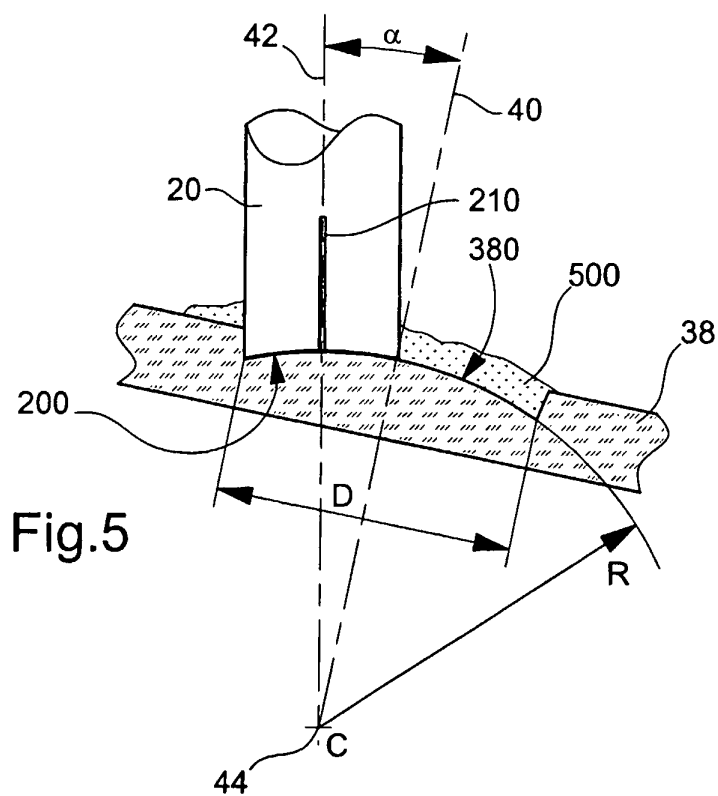


Fig. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 0123891 A [0002] [0014] [0017] [0020] [0031]