



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 738 572 A1

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.10.1996 Bulletin 1996/43

(51) Int. Cl.⁶: B28D 7/04

(21) Numéro de dépôt: 96105699.1

(22) Date de dépôt: 11.04.1996

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: 22.04.1995 CH 1136/95
22.04.1995 CH 1135/95

(71) Demandeur: HAUSER, Charles
CH-1261 Genolier (CH)

(72) Inventeur: HAUSER, Charles
CH-1261 Genolier (CH)

(74) Mandataire: Micheli & Cie
Rue de Genève 122,
Case Postale 61
1226 Genève-Thonex (CH)

(54) **Procédé pour l'orientation de monocristaux pour le découpage dans une machine de découpage et dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé**

(57) Le procédé et le dispositif de positionnement (1) d'un monocristal (2) en vue d'une découpe selon des directions bien définies supprime le réglage en machine et minimise la durée de découpe en procédant à une mise en position hors machine selon des angles de rotation (d,g) obtenus mathématiquement à partir de données mesurées et/ou imposées et qui positionnent le monocristal géométrique dans un plan perpendiculaire à la direction de découpage (z'') tout en amenant le plan de découpe du monocristal (2) parallèle à la direction de découpage de la machine. Le dispositif de mise en oeuvre du procédé comprend un châssis (5), deux cylindres (8) montés tournant sur le châssis et portant le monocristal (2) et un plateau rotatif (12) destiné à maintenir le support de découpage (3) appartenant à la fois au dispositif de positionnement (1) et à la machine de découpage. Par un mécanisme de levage (14), le support (3) et le monocristal (2) sont mis en contact et rendus solidaires après avoir obtenu leur orientation relative prédéterminée par rotation autour des axes x et z'' . Le procédé et le dispositif permettent d'obtenir un positionnement exact du monocristal (2) hors machine dans des conditions propices, un découpage très précis et rapide et une augmentation de la productivité.

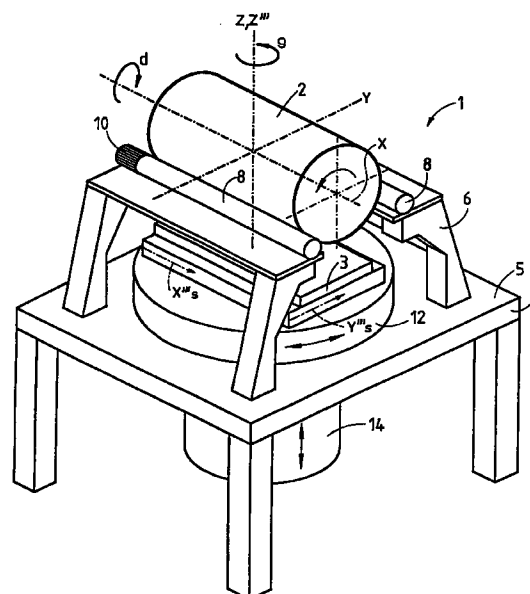


FIG. 6

EP 0 738 572 A1

Description

La présente invention concerne un procédé pour l'orientation de monocristaux en vue d'une découpe dans une machine de découpage selon un plan de découpe prédéterminé.

Les monocristaux généralement à usages optiques ou semiconducteurs nécessitent que ceux-ci soient découpés selon des orientations très précises par rapport aux axes du réseau cristallin. De plus, leur fabrication ne permet pas de contrôler de manière parfaite l'orientation des axes du réseau cristallin par rapport aux axes géométriques. Il faut donc pour que la découpe soit correcte corriger d'une part l'erreur de fabrication et d'autre part, tenir compte des angles formés entre le plan de découpe et le plan cristallin choisi ou imposé par les utilisations ou procédés subséquents. Etant donné que la découpe se fait à partir d'un monocristal géométrique, il faudra le positionner et le maintenir dans l'espace de telle manière que le déplacement du système de découpe soit parallèle au plan de découpe désiré. Il existe une infinité de positions possibles, toutefois il n'en n'existe que quatre qui en plus place le monocristal dans un plan perpendiculaire au plan de découpe de la machine. Le positionnement des monocristaux selon l'une de ces quatre positions permet donc de découper non seulement dans l'orientation désirée mais également de minimiser le temps de la découpe donc d'améliorer la productivité du dispositif de découpe.

Des dispositifs d'orientation de monocristaux sont déjà connus et utilisés dans l'industrie des semiconducteurs sur des tronçonneuses à diamètre intérieur ou sur des scies à fils. Le positionnement se fait à l'aide de table orientable y''' , z''' montée directement sur la machine. L'ajustement se fait après mesure optique ou aux rayons X. La correction est alors introduite selon y''' , z''' . Cette manière de pratiquer a le désavantage d'une part d'avoir une position du monocristal inclinée par rapport à l'avance de l'élément de découpe, ce qui est très défavorable dans le cas d'une scie à fils ou la nappe de fils doit être parallèle au monocristal géométrique, et d'autre part de ne pas minimiser la longueur de découpe, ce qui est alors défavorable pour les scies à diamètre intérieur en diminuant leur productivité. De plus, cette manière de pratiquer oblige à régler la table de la machine avant chaque découpe de manière très précise et dans un environnement industriel souvent sale donc peu propice à ce type d'opération. Le temps de réglage de la machine contribue également à la baisse de la productivité.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et de permettre un réglage précis du positionnement du monocristal dans un environnement propre et d'augmenter la productivité du découpage.

L'invention est caractérisée à cet effet par les caractéristiques figurant aux revendications indépendantes et est caractérisée par le fait qu'on oriente le

monocristal au moyen d'un dispositif de positionnement hors de la machine de découpage selon une orientation prédéterminée par rapport à un support de découpage, qu'on fixe le monocristal conformément à ladite orientation prédéterminée sur le support de découpage dont la mise en place dans la machine de découpage est géométriquement définie par rapport au plan de découpage de la machine, et qu'on dispose le support de découpage après fixation du monocristal dans la machine de découpage selon ladite mise en place géométriquement définie pour obtenir ladite orientation prédéterminée du monocristal dans la machine de découpage.

Par ces caractéristiques, il est possible d'obtenir un positionnement et une orientation précise du monocristal dans un environnement de mesure propice, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer aucun réglage de positionnement sur la machine de découpe. Les temps d'arrêt de cette dernière peuvent donc être diminués considérablement de manière à augmenter la productivité.

Dans un mode d'exécution préféré, l'invention est caractérisée par le fait que ladite orientation prédéterminée est obtenue en disposant le monocristal sur le dispositif de positionnement de façon qu'un de ses axes géométriques de la forme géométrique du monocristal soit compris dans un plan de référence correspondant au plan de travail de la machine de découpage perpendiculaire au plan de découpage, en effectuant une rotation du monocristal d'un premier angle prédéterminé autour dudit axe géométrique pour amener la normale au plan de découpe du monocristal dans ledit plan de référence, et en effectuant une rotation relative entre le support de découpage et le monocristal d'un second angle prédéterminé autour d'un axe perpendiculaire audit plan de référence de façon que la normale au plan de découpe soit orientée suivant une direction de référence correspondant à la normale en plan de découpage de la machine, ledit axe géométrique et la normale au plan de découpe du monocristal étant compris dans le plan de référence.

On remédie ainsi de façon précise et aisée au désavantage d'avoir une position du monocristal inclinée par rapport à la direction de l'avancement des éléments de découpage de la machine, ce qui est particulièrement défavorable dans les scies à fils. L'axe géométrique principal du monocristal peut ainsi être orienté parfaitement parallèlement au plan de travail ou à la nappe de fils, on obtient donc une découpe optimale tout en minimisant la longueur de découpe.

Favorablement, le procédé est caractérisé en ce qu'on définit l'orientation du plan de découpe du monocristal par rapport au réseau cristallin, en ce qu'on mesure l'orientation du réseau cristallin par rapport à la forme géométrique du monocristal, et en ce qu'on calcule les premier et second angles de rotation en tenant compte de l'orientation du plan de découpe par rapport au réseau cristallin et par rapport à la forme géométrique du monocristal.

Par ces caractéristiques, on obtient une grande précision du positionnement et une rapidité de montage considérable.

Le procédé selon l'invention s'applique particulièrement avantageusement à l'utilisation d'un monocristal dont la forme géométrique est sensiblement cylindrique circulaire, ledit axe géométrique correspondant à l'axe principal du monocristal et en disposant le monocristal sur deux cylindres tournants parallèles du dispositif de positionnement, les axes des deux cylindres étant parallèles audit plan de référence.

L'invention s'applique également à un dispositif de mise en oeuvre du procédé qui est caractérisé par le fait qu'il comprend un dispositif de positionnement destiné à orienter le monocristal hors de la machine de découpage conformément à une orientation prédéterminée par rapport à un support de découpage sur lequel le monocristal est destiné à être fixé et dont la mise en place dans la machine de découpage est géométriquement définie et dont les axes principaux sont parallèles aux axes de la machine de découpage.

Ce dispositif pour la mise en oeuvre du procédé est avantageusement caractérisé par le fait qu'il comprend des premiers moyens pour supporter le monocristal dans une orientation telle qu'un des axes géométriques de la forme géométrique du monocristal est compris dans un plan de référence correspondant au plan de travail de la machine de découpage et pour effectuer une rotation du monocristal d'un premier angle prédéterminé autour dudit axe géométrique pour amener la normale au plan de découpe du monocristal dans ledit plan de référence et des seconds moyens pour effectuer une rotation relative entre le support de découpage et le monocristal d'un second angle prédéterminé autour d'un axe perpendiculaire audit plan de référence de façon que la normale au plan de découpe soit orientée suivant une direction de référence correspondant à la normale au plan de découpage de la machine, et par le fait qu'il comprend des troisièmes moyens pour effectuer un mouvement de translation relatif entre le monocristal et le support de découpage destiné à rapprocher le support de découpage et le monocristal en vue de fixer ce dernier sur le support de découpage, dans ladite orientation prédéterminée.

Par ces caractéristiques, on obtient un positionnement rapide, précis et adapté aux machines de découpage permettant un découpage exact dans un temps minimum. De plus, la précision de la découpe sera indépendante de la machine utilisée ou de l'opérateur dans le cas de chaînes de production.

Un mode d'exécution favorable est caractérisé par le fait que les premiers moyens comprennent deux supports cylindriques parallèles montés de façon tournante sur un châssis du dispositif de positionnement et agencés de façon à supporter le monocristal et un premier organe de mesure angulaire susceptible de déterminer le premier angle de rotation prédéterminé, par le fait que les seconds moyens comprennent un plateau rotatif monté de façon tournante par rapport audit châssis et

dont le plan principal est parallèle aux axes desdits supports cylindriques, ce plateau rotatif étant agencé de façon à maintenir le support de découpage dans une position géométriquement définie, un second organe de mesure angulaire étant prévu pour déterminer ledit second angle de rotation prédéterminé, par le fait que les troisièmes moyens comprennent un mécanisme de translation permettant le rapprochement du support de découpage et du monocristal et par le fait que le support de découpage est conformé de façon que son positionnement dans la machine de découpage s'effectue selon une position géométrique correspondant à la position géométrique définie sur ledit plateau rotatif de façon que le plan de référence et la direction de référence correspondent au plan de travail et à la normale au plan de découpage de la machine.

Ces caractéristiques permettent une construction du dispositif de positionnement particulièrement simple et peu onéreuse, tout en assurant une grande précision de découpe.

D'autres avantages ressortent des caractéristiques exprimées dans les revendications dépendantes et de la description exposant ci-après l'invention plus en détail à l'aide de dessins qui représentent schématiquement et à titre d'exemple un mode d'exécution.

La figure 1 illustre en perspective un exemple de monocristal avec ses axes géométriques et cristallographiques et le plan de découpe choisi.

Les figures 2A et 2B illustrent selon deux vues orthogonales la position du monocristal obtenu par un procédé connu et couramment utilisé.

Les figures 3A et 3B représentent selon deux vues orthogonales la position du monocristal obtenu conformément à la présente invention.

La figure 4 représente un schéma vectoriel des différents référentiels utilisés.

Les figures 5A, 5B, 5C illustrent les positions occupées par le monocristal en suivant le procédé d'orientation conformément à l'invention.

La figure 6 est une vue en perspective d'un mode d'exécution du dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

De façon générale, l'invention donne la possibilité d'installer sur la machine de découpage des monocristaux préorientés dont le plan de découpe est orienté parallèlement au plan de découpage de la machine et tourné selon un axe perpendiculaire (normale au plan de découpage), de manière à minimiser la longueur de découpe. Cette détermination se fera mathématiquement à partir des mesures effectuées pour déterminer l'erreur du monocristal géométrique par rapport au réseau cristallin en y incluant les exigences du procédé subséquent en relation avec les axes cristallins. Le montage du monocristal sur son support pourra se faire alors à l'aide d'un dispositif de positionnement qui autorise la mesure exacte des angles de rotation du monocristal géométrique, et de le monter tel quel sur un support de découpage qui est une pièce avec indexation appartenant à la machine de découpage. Le mono-

cristal peut être bridé ou de préférence collé sur le support, support qui une fois transféré sur la machine de découpage présentera un monocristal parfaitement préorienté prêt à être scier sans ajustement subséquent. De plus, la précision de la découpe sera indépendante de la machine utilisée ou de l'opérateur dans le cas de chaînes de production.

Le dispositif de positionnement se présentera sous la forme d'une table ou d'un châssis avec un plateau rotatif ayant son axe de rotation z''' vertical sur lequel est posé le support du monocristal sur lequel il sera ultérieurement fixé. Ce support a un système d'indexation identique à celui de la machine de découpage. Le support du monocristal est une pièce interface entre le dispositif de positionnement et la machine de découpage. Il aura donc la même position sur le dispositif de positionnement et sur la machine de découpage. Au dessus du plateau rotatif mais fixe par rapport à la table se trouve un mécanisme permettant la tenue du monocristal et de le faire tourner selon son axe horizontal x . Ce système est composé dans le cas de monocristaux cylindriques de deux cylindres sur lesquels repose le monocristal. Le monocristal peut alors tourner selon son axe x . Le mouvement du plateau et la rotation du monocristal x permettent de le positionner dans n'importe quelle orientation. La valeur des deux angles de rotation sera déterminée par les exigences du produit terminé et calculé mathématiquement. Une fois les deux rotations effectuées, un mécanisme fait mettre en présence le support avec le monocristal lui-même tout en conservant leur position relative. Ceci peut se faire soit par l'élévation du plateau rotatif soit par l'abaissement du monocristal. Une fois mis en contact le monocristal sera bridé ou collé en position. Le support de monocristal pourra alors être transféré sur la machine de découpage. Le monocristal est alors orienté, prêt à être découpé. Les angles de rotation selon x et z''' sont mesurés par des dispositifs électroniques intégrés tels qu'encodeurs ou mécaniques par verniers par exemple.

La figure 1 représente un exemple de monocristal à découper 2 qui possède une forme géométrique cylindrique avec des axes géométriques x, y, z , l'axe x étant l'axe principal. Les axes x', y', z' du réseau cristallin de ce monocristal ne sont pas parallèles aux axes géométriques. Les angles a et f entre les axes y', y et z', z sont déterminés par mesure optique ou aux rayons X et définissent généralement l'erreur de fabrication du monocristal. La figure 1 montre également le plan de découpe 16 choisi ou imposé du monocristal avec ses axes y'' et z'' inclinés des valeurs angulaires p et t par rapport aux axes y', z' du réseau cristallin et la normale x'' au plan de découpe. Les valeurs angulaires p et t sont généralement définies en fonction des nécessités de l'utilisation ultérieure du monocristal découpé. Il est bien entendu que ces angles p et t pourront par exemple être égaux à zéro au cas où l'on désire obtenir des plaquettes de silicium découpées parallèlement au plan (100).

Les figures 2A et 2B représentent en vue latérale et en plan, la position du monocristal 2 obtenue par le procédé connu et couramment utilisé avant la présente invention en effectuant une orientation du monocristal par rotation autour des axes géométriques y et z . Le monocristal 2 n'est alors pas parallèle au plan de la nappe des fils 17 dans le cas de l'utilisation d'une scie à fils comme moyen de découpage. Le plan de machines x''', y''' de la machine de découpage n'est pas parallèle à l'axe géométrique x du monocristal 1. La direction d'avancement selon z''' de la nappe de fils 17 n'est pas perpendiculaire au monocristal, ce qui est préjudiciable pour la qualité de la découpe.

Les figures 3A et 3B illustrent l'orientation du monocristal obtenu par le procédé conformément à la présente invention en effectuant une orientation du monocristal par rotation autour des axes géométriques x et z''' . La nappe de fils 17 de la scie utilisée comme machine de découpage se trouve dans le plan x''', y''' et l'axe géométrique x du monocristal est parallèle à ce plan x''', y''' . Le monocristal se trouve donc dans une position optimale par rapport aux moyens de découpage, de façon à obtenir une découpe très précise.

Le schéma vectoriel des divers référentiels utilisés pour le positionnement est représenté à la figure 4 et comprend le référentiel x, y, z lié à la forme géométrique du monocristal, le référentiel x', y', z' lié au réseau cristallin du monocristal, le référentiel x'', y'', z'' correspondant au plan de découpe du monocristal et le référentiel x''', y''', z''' utilisé pour le dispositif de positionnement et la machine de découpage.

Le plan de découpe correspond au plan y'', z'' et sa normale correspond à la direction x'' . Le défaut d'alignement de la forme géométrique du monocristal 2 avec le réseau cristallin est déterminé par les angles a et f , correspondant aux angles $y'y$ et $z'z$. Les angles p et t correspondant aux angles $y''y'$ et $z''z'$ déterminent l'orientation des plans de découpe choisis par rapport au référentiel du réseau cristallin. La normale x'' au plan de découpe $y''z''$ définit un vecteur $x''(x, y, z)$ qui fait un angle g avec l'axe géométrique x et la projection du vecteur $X''(x, y, z)$ sur le plan y, z fait un angle d avec y .

L'angle d correspond donc à l'angle de rotation autour de l'axe géométrique x pour amener la normale x'' au plan de découpe y'', z'' dans un plan de référence correspondant au plan de travail x''', y''' de la machine.

L'angle g correspond à l'angle de rotation autour de l'axe vertical z''' de façon que la normale x'' au plan de découpe soit orientée suivant une direction de référence correspondant à la normale x''' au plan de découpage y''', z''' de la machine pour faire coïncider le plan de découpe souhaité avec le plan de découpage de la machine de découpage.

Les angles d et g peuvent être calculés et la solution mathématique se présentera sous la forme suivante :

$$X' = M(a, f)X$$

avec $M(a,f)$ matrice de rotation pour les angles a,f et

$$X'' = M(t,p)X'$$

avec $M(t,p)$ matrice de rotation pour les angles p,t .

On en déduit que les deux angles d et g que l'on fera effectuer au monocristal géométrique selon x et z'' seront obtenus par les composantes $X''x$, $X''y$, $X''z$ de $X''(x,y,z)$ dans le repère x''',y''',z''' où X'' est le vecteur normal au plan y'',z'' dans le référentiel machine.

$$d = \arctang(X''z/X''y)$$

$$g = \arctang((\sqrt{(X''y'^2 + X''z'^2)})/X''x)$$

Le procédé de positionnement pour obtenir l'orientation optimale représentée aux figures 3A et 3B est décrit plus précisément en référence aux figures 5A, 5B et 5C illustrant trois positions successives. En figure 5A, le monocristal est placé sur le dispositif de positionnement et ses axes géométriques x,y,z sont alignés avec les axes x''',y''',z''' du dispositif d'alignement et de la machine de découpage.

On effectue alors une rotation autour de l'axe géométrique x''' ou x de la valeur angulaire d pour amener le vecteur X'' dans le plan x''',y''' (figure 5B). Une rotation d'un angle g du monocristal géométrique selon l'axe z''' amène le vecteur X'' dans une position colinéaire avec l'axe x''' (figure 5C). Après ces deux rotations, le monocristal géométrique x,y,z est orienté parallèlement au plan x''',y''' avec un angle g par rapport à la normale X''' au plan de découpage correspondant aux nécessités du procédé utilisé ultérieurement. Le sciage résultant aura bien les angles t et p par rapport aux axes cristallographiques y' et z' . Il est bien entendu que la seconde rotation pourra également être effectuée en tournant le support de découpage d'un angle $-g$, le monocristal restant immobile comme cela est réalisé dans le mode d'exécution illustré à la figure 6.

Ce dernier est constitué par un dispositif de positionnement 1 qui permet d'orienter le monocristal 2 hors d'une machine de découpage conformément à une orientation prédéterminée par rapport à un support de découpage se présentant sous forme d'un support 3 sur lequel le monocristal sera fixé après orientation adéquate. Le dispositif de positionnement 1 comprend à cet effet une table ou un châssis 5 avec une partie supérieure 6 et une partie inférieure 7.

Le monocristal 2 est porté par deux cylindres de support 8 montés tournant sur la partie supérieure 6 avec leur axe principal orienté parallèlement à l'axe x . Un organe de mesure angulaire, sous forme d'une encodeur 10 permet de mesurer l'angle de rotation d du monocristal autour de l'axe x .

Un plateau rotatif 12 est monté tournant selon l'axe z''' sur la partie inférieure 7 du châssis. Un système de mesure angulaire intégré dans le plateau rotatif 12 permet de mesurer l'angle de rotation g autour de l'axe z''' .

Le support 3 est maintenu dans une orientation prédéterminée précise sur le plateau rotatif 12.

Le plateau rotatif 12 est également monté de façon coulissante suivant la direction z''' sur la partie inférieure 7 du châssis afin de pouvoir rapprocher le support 3 du monocristal 2 au moyen d'un mécanisme de levage 14 pour fixer le monocristal 2 sur le support 3. Après fixation, le support 3 et le monocristal 2 peuvent être placés dans la machine de découpage selon une position géométrique prédéterminée de façon que le plan de référence x''',y''' du support 3 corresponde au plan de travail x''',y''' de la machine de découpage et de façon que la perpendiculaire x''' au plan de découpage de la machine soit parallèle à la direction de référence x''' du support.

Ainsi le procédé et le dispositif décrits permettent le positionnement d'un monocristal sur un support hors de la machine de découpage de telle manière que le monocristal, une fois monté avec son support sur une machine de découpage, soit découpé avec une orientation donnée des axes cristallins par rapport au plan de sciage. De plus, la position d'un monocristal cylindrique est telle que les génératrices de celui-ci se trouvent placées parallèlement à la nappe de fils 17 dans le cas d'une scie à fils ou parallèlement à la direction du mouvement définissant l'épaisseur des tranches s'il s'agit d'une découpe avec came. On mesure pour ceci l'orientation du réseau cristallin par rapport à la forme géométrique du monocristal optiquement ou au moyen de rayons X. Le dispositif de positionnement ou le support de découpage pourront à cet effet avantageusement être agencés pour pouvoir être montés sur un générateur de rayons X de façon que le positionnement du monocristal puisse être effectué et contrôlé simultanément. L'orientation du plan de découpe y'',z'' par rapport au réseau cristallin x',y',z' étant imposée par l'application ultérieure, les valeurs des deux angles de rotation du monocristal d selon l'axe x et g selon l'axe z''' du dispositif de positionnement sont déterminés mathématiquement. Une fois les deux rotations réalisées selon les valeurs calculées, le monocristal se trouvera dans la position recherchée pour la machine de découpage, à savoir perpendiculairement à l'avance de la découpe ayant en plus son plan de découpe parallèle à celui de la machine. Le dispositif de positionnement permettra la fixation du monocristal soit par bridage soit par collage sur un support préindexé par rapport à la machine de découpage. En outre, l'orientation donnée par le procédé minimise dans le cas de monocristaux cylindriques la longueur de sciage. La machine de découpage ne nécessite donc aucun dispositif de réglage pour assurer une découpe selon les spécifications angulaires requises après le transfert du monocristal sur son support de découpage et de celui-ci dans la machine de découpage. La nappe de fils d'une scie à fils demeure parallèle au monocristal géométrique durant toute la découpe tout en assurant une orientation adéquate des tranches ainsi produites. De même, la lame de scie

d'une machine à lames demeure perpendiculaire au monocristal.

Il est bien entendu que le mode de réalisation décrit ci-dessus ne présente aucun caractère limitatif et qu'il peut recevoir toutes modifications désirables à l'intérieur du cadre tel que défini par la revendication 1. En particulier, les deux angles de rotation autour des axes x et z''' pourraient être remplacés par des angles pris et calculés par rapport à d'autres référentiels géométriques et cristallographiques, mais qui aboutissent au même résultat que la normale au plan de découpe du monocristal est orientée dans une direction de référence correspondant à la normale au plan de découpe de la machine et qu'un axe géométrique prédéterminé du monocristal et la normale au plan de découpe sont compris dans un plan de référence correspondant au plan de travail de la machine. De même, le plan de découpe pourra être déterminé par d'autres angles que p et t par rapport au réseau cristallin et le décalage du réseau cristallin par rapport à la forme géométrique du monocristal pourra être indiqué par d'autres angles mesurés que a et f .

Les deux cylindres de support 8 pourraient être remplacés par d'autres moyens pour supporter le monocristal et pour effectuer une rotation du monocristal tel que par exemple un seul support dans ou sur lequel le monocristal est fixé temporairement et qui est monté tournant sur la table ou le châssis. Ce support de rotation pourrait être agencé à une ou à deux extrémités opposées du monocristal. La rotation relative entre le monocristal et le support de découpage autour de l'axe z''' pourrait également être obtenu en effectuant une rotation du monocristal par rapport au support de découpage qui resterait immobile sur la table ou le châssis du dispositif de positionnement. Le plateau rotatif serait alors remplacé par un organe rotatif selon z''' et portant le support temporaire du monocristal.

Les organes de mesures angulaires pourraient être électroniques, optiques ou mécaniques.

Le rapprochement ou la mise en contact du monocristal et du support de découpage pourraient être effectués par le bas ou par le haut et en déplaçant soit le support de découpage soit le monocristal.

Les rotations autour des deux axes horizontal et vertical x, z''' pourraient être interverties dans le temps en effectuant d'abord la rotation autour de l'axe z''' et ensuite la rotation autour de l'axe horizontal x .

Le procédé et le dispositif pourraient également être utilisés pour le découpage orienté de monocristaux de toute autre forme géométrique ou de tout autre matériau qu'un monocristal, tel que des ensembles polycristallins à orientation cristalline prédéterminée, des cristaux à mâcles simples ou polysynthétiques, des agrégats cristallins orientés, des alliages, des substances cristallines orientées contenues dans une substance amorphe, par exemple des matériaux polarisants.

Revendications

1. Procédé pour l'orientation de monocristaux (2) en vue d'une découpe dans une machine de découpage (17) selon un plan de découpe (y'', z'') prédéterminé, caractérisé par le fait qu'on oriente le monocristal (2) au moyen d'un dispositif de positionnement (1) hors de la machine de découpage selon une orientation prédéterminée par rapport à un support de découpage (3), qu'on fixe le monocristal (2) conformément à ladite orientation prédéterminée sur le support de découpage (3) dont la mise en place dans la machine de découpage (17) est géométriquement définie par rapport au plan de découpage (y''', z''') de la machine, et qu'on dispose le support de découpage (3) après fixation du monocristal dans la machine de découpage (17) selon ladite mise en place géométriquement définie pour obtenir ladite orientation prédéterminée du monocristal (2) dans la machine de découpage.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite orientation prédéterminée est obtenue en disposant le monocristal (2) sur le dispositif de positionnement (1) de façon qu'un de ses axes géométriques (x) de la forme géométrique (x, y, z) du monocristal soit compris dans un plan de référence correspondant au plan de travail (x''', y''') de la machine de découpage (17) perpendiculaire au plan de découpage (y''', z'''), en effectuant une rotation du monocristal d'un premier angle prédéterminé (d) autour dudit axe géométrique (x) pour amener la normale (x'') au plan de découpe (y'', z'') du monocristal dans ledit plan de référence, et en effectuant une rotation relative entre le support de découpage (3) et le monocristal d'un second angle prédéterminé (g) autour d'un axe (z''') perpendiculaire audit plan de référence de façon que la normale (x'') au plan de découpe (y'', z'') soit orientée suivant une direction de référence correspondant à la normale au plan de découpage (y''', z''') de la machine, ledit axe géométrique (x) et la normale (x'') au plan de découpe du monocristal (2) étant compris dans ledit plan de référence.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que les premier et second angles de rotation (d, g) sont déterminés mathématiquement.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on définit l'orientation du plan de découpe (y'', z'') du monocristal par rapport au réseau cristallin (x', y', z'), en ce qu'on mesure l'orientation du réseau cristallin (x', y', z') par rapport à la forme géométrique (x, y, z) du monocristal, et en ce qu'on calcule les premier et second angles de rotation (d, g) en tenant compte de l'orientation du plan de découpe (y'', z'') par rapport au réseau cristallin (x', y', z') et par

rapport à la forme géométrique (x,y,z) du monocristal.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que l'orientation du réseau cristallin (x',y',z') par rapport à la forme géométrique (x,y,z) est déterminée optiquement ou au moyen de rayons X. 5
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'on utilise un monocristal (2) dont la forme géométrique est sensiblement cylindrique circulaire, ledit axe géométrique (x) correspondant à l'axe principal du monocristal et en ce qu'on dispose le monocristal sur deux cylindres tournants parallèles (8) du dispositif de positionnement (1), les axes des deux cylindres (8) étant parallèles audit plan de référence. 10 15
7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend un dispositif de positionnement (1) destiné à orienter le monocristal (2) hors de la machine de découpage conformément à une orientation prédéterminée par rapport à un support de découpage (3) sur lequel le monocristal est destiné à être fixé et dont la mise en place dans la machine de découpage est géométriquement définie et dont les axes principaux (X''_s, Y''_s) sont parallèles aux axes (x''', y''') de la machine de découpage. 20 25 30
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comprend des premiers moyens (8) pour supporter le monocristal (2) dans une orientation telle qu'un des axes géométriques (x) de la forme géométrique (x,y,z) du monocristal est compris dans un plan de référence correspondant au plan de travail (x''', y''') de la machine de découpage et pour effectuer une rotation du monocristal (2) d'un premier angle prédéterminé (d) autour dudit axe géométrique (x) pour amener la normale (x'') au plan de découpe (y'', x'') du monocristal dans ledit plan de référence et des seconds moyens (12) pour effectuer une rotation relative entre le support de découpage (3) et le monocristal (2) d'un second angle prédéterminé (g) autour d'un axe (z''') perpendiculaire audit plan de référence de façon que la normale (x'') au plan de découpe (y', z') soit orientée suivant une direction de référence correspondant à la normale au plan de découpage (y''', z''') de la machine. 35 40 45 50
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'il comprend des troisièmes moyens (14) pour effectuer un mouvement de translation relatif entre le monocristal (2) et le support de découpage (3) destinés à rapprocher le support de découpage (3) et le monocristal (2) en vue de fixer ce dernier 55

sur le support de découpage, dans ladite orientation prédéterminée.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que les premiers moyens comprennent deux supports cylindriques parallèles (8) montés de façon tournant sur un châssis (5) du dispositif de positionnement (1) et agencés de façon à supporter le monocristal (2), et un premier organe de mesure angulaire (10) susceptible de déterminer le premier angle de rotation prédéterminé (d), par le fait que les seconds moyens comprennent un plateau rotatif (12) monté de façon tournante par rapport audit châssis (5) et dont le plan principal est parallèle aux axes desdits supports cylindriques (8), ce plateau rotatif (12) étant agencé de façon à maintenir le support de découpage (3) dans une position géométriquement définie, un second organe de mesure angulaire étant prévu pour déterminer ledit second angle de rotation prédéterminé (g), par le fait que les troisièmes moyens comprennent un mécanisme de translation (14) permettant le rapprochement du support de découpage (3) et du monocristal (2) et par le fait que le support de découpage (3) est conformé de façon que son positionnement dans la machine de découpage s'effectue selon une position géométrique correspondant à la position géométrique définie sur ledit plateau rotatif de façon que le plan de référence et la direction de référence correspondent au plan de travail (x''', y''') et à la normale (x''') au plan de découpage de la machine.
11. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le support de découpage (3) ou le dispositif de positionnement (1) sont agencés de façon à pouvoir être montés sur un générateur de rayons X.

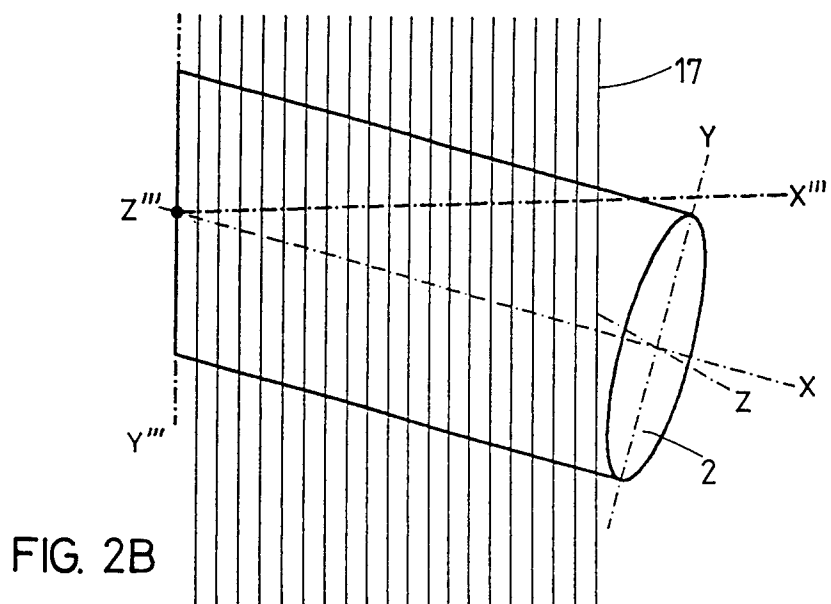
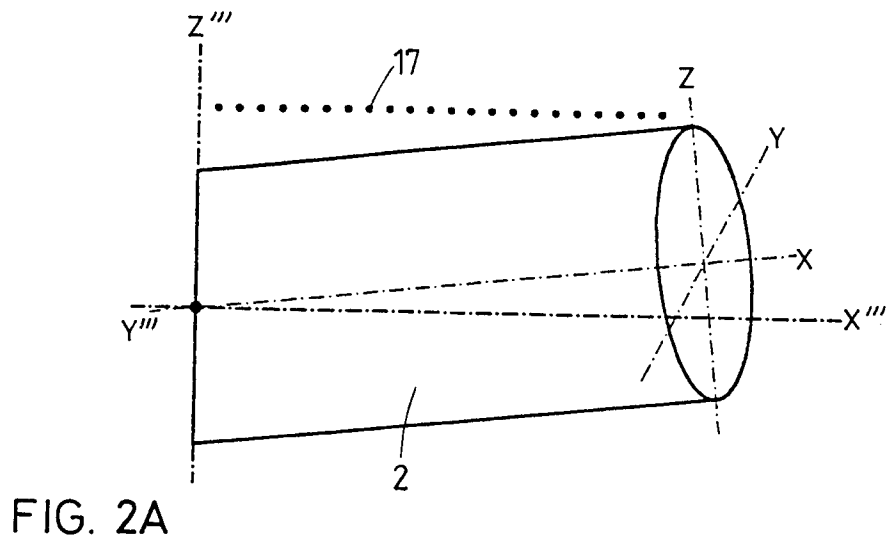
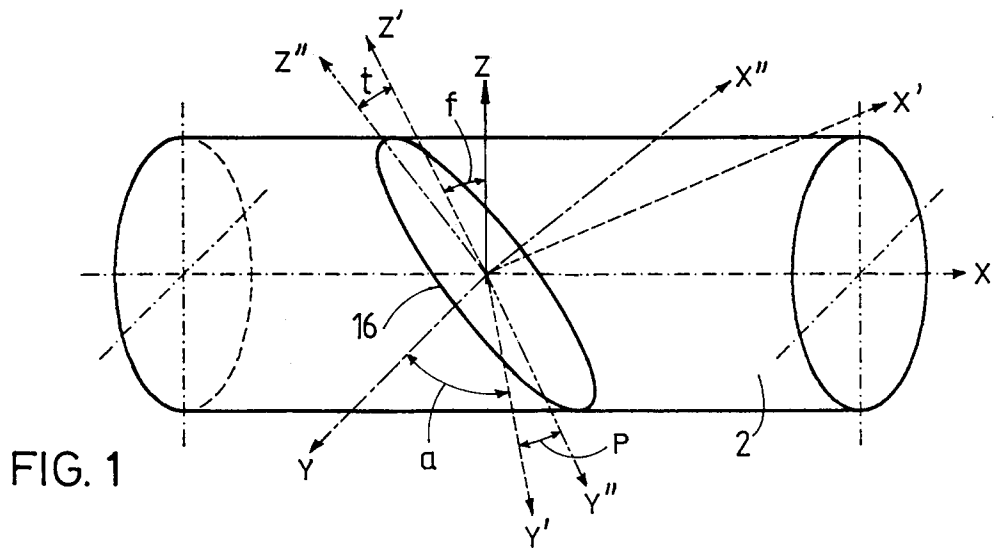


FIG 3A

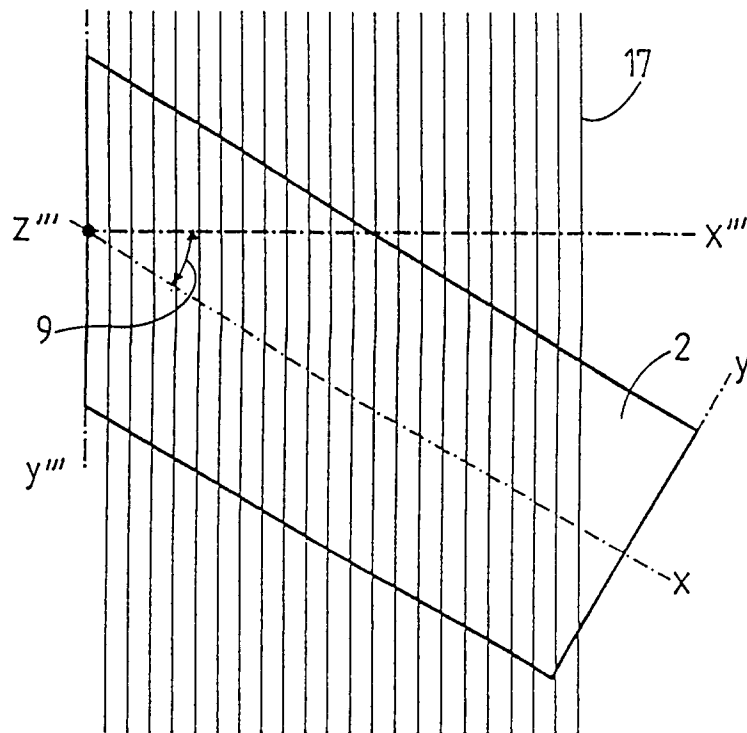
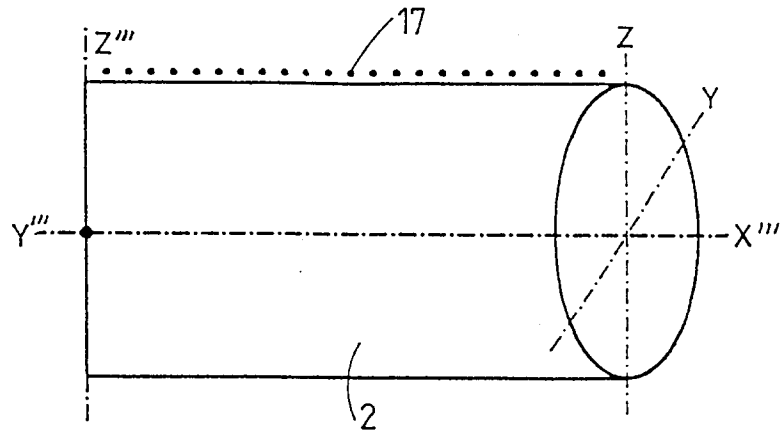


FIG. 3B

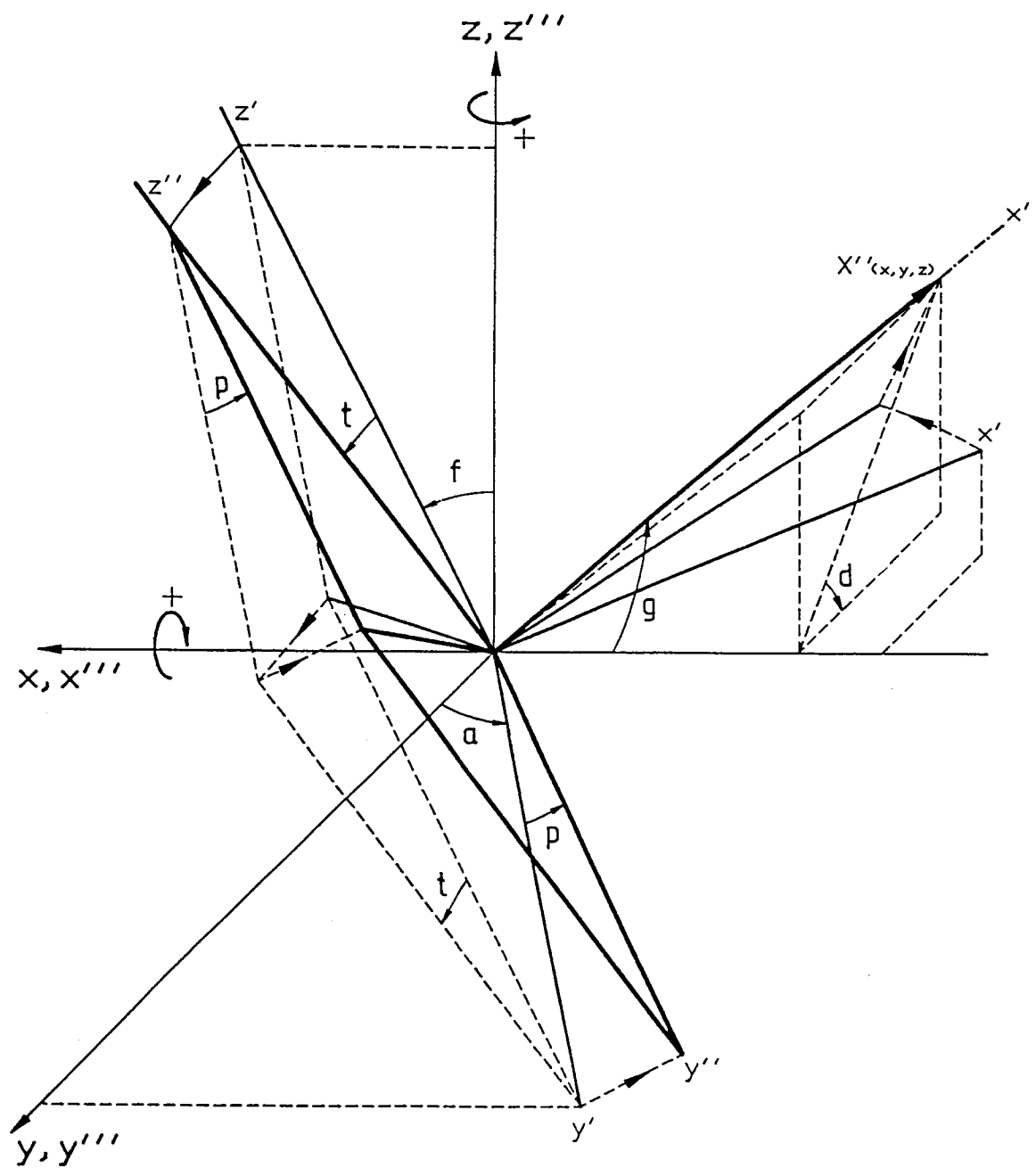


FIG. 4

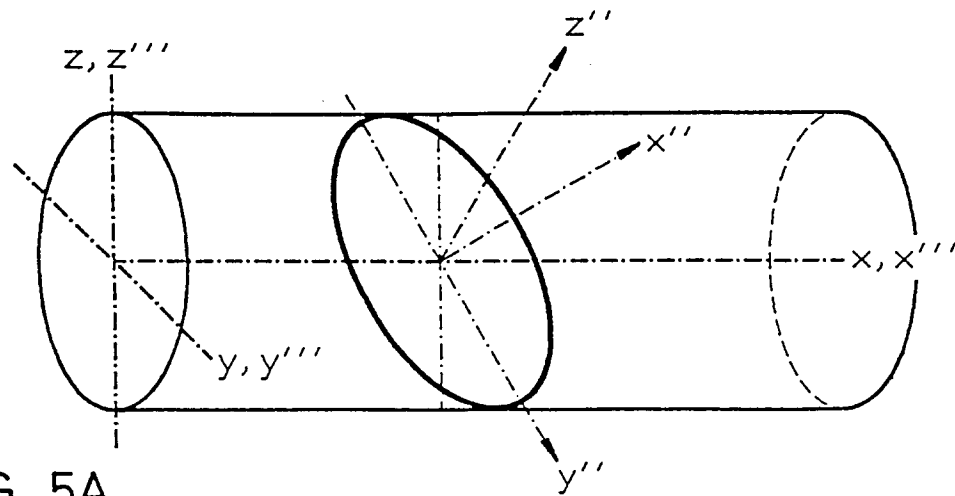


FIG. 5A

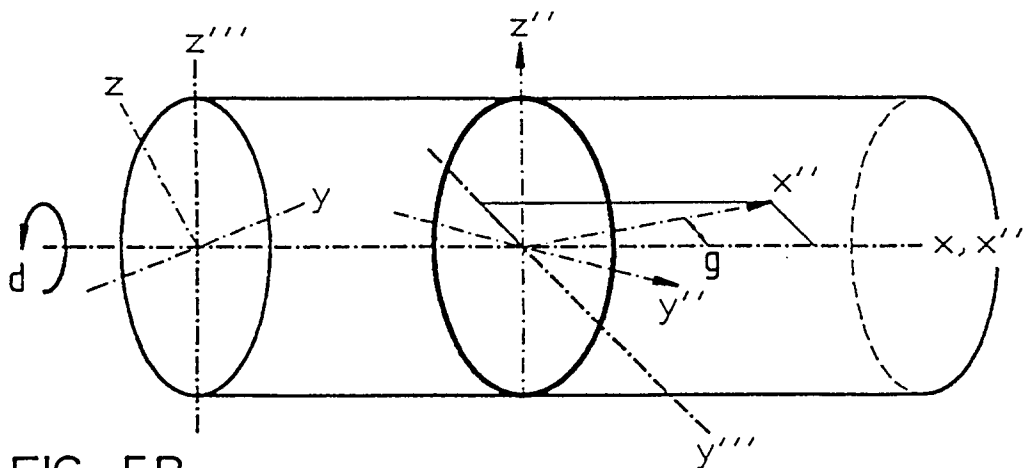


FIG. 5B

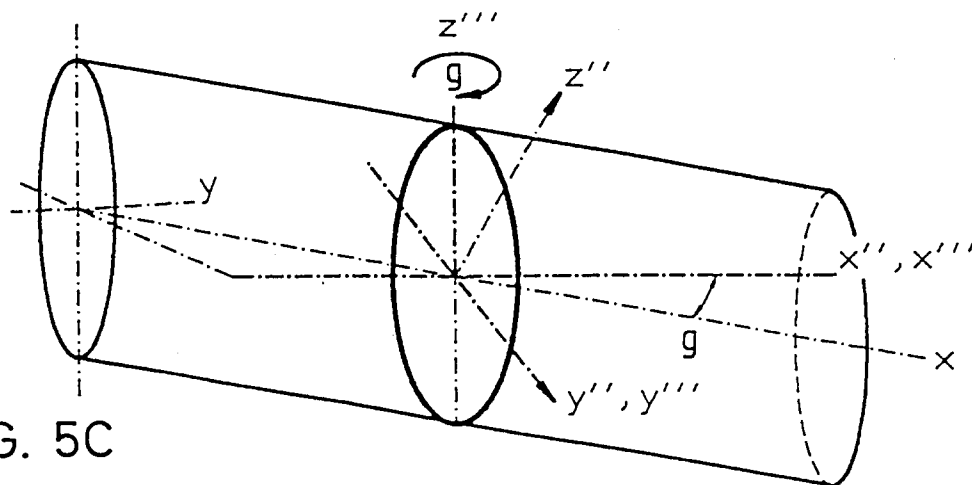


FIG. 5C

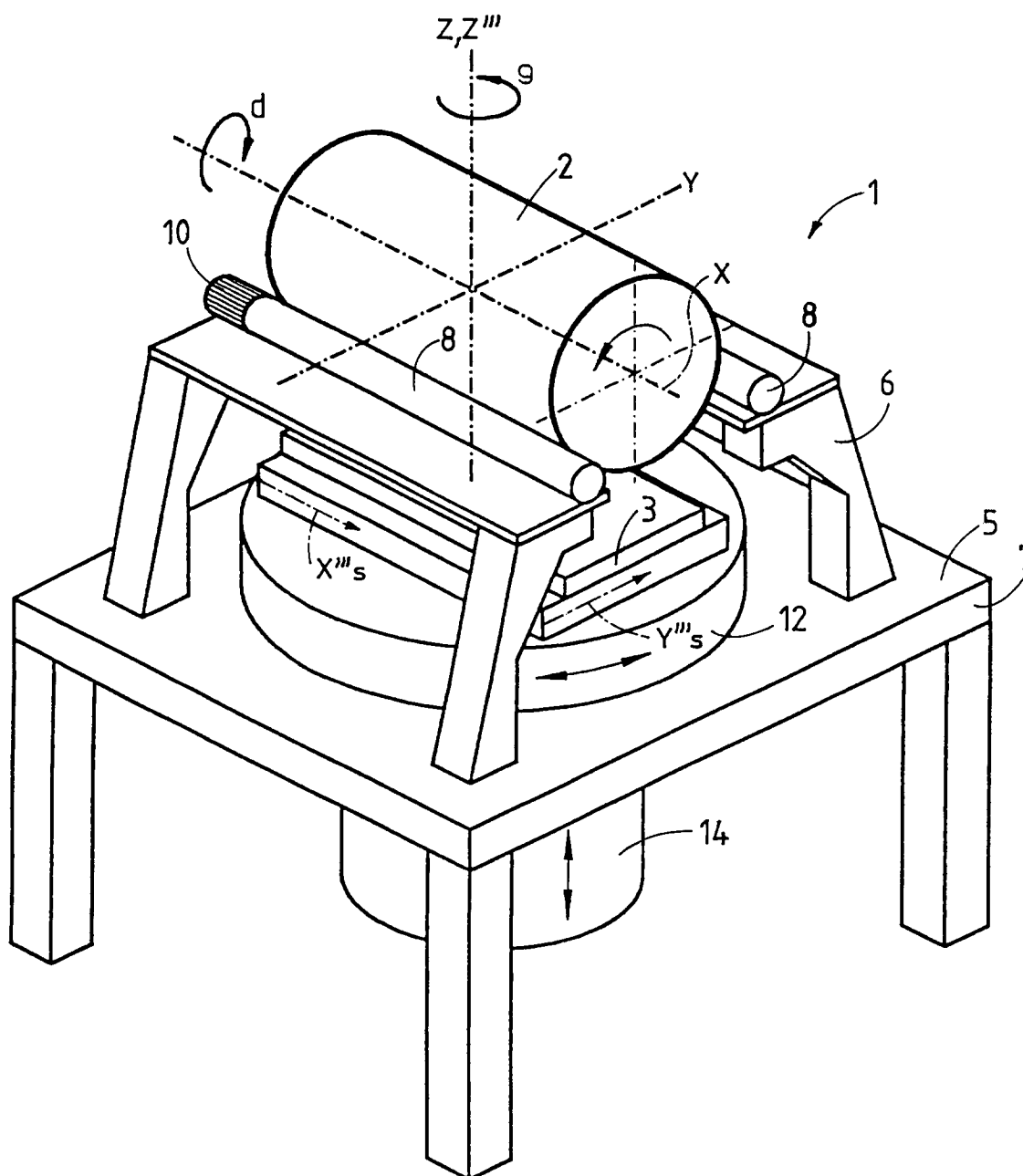


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 10 5699

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	DE-A-27 52 925 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG) 31 Mai 1979 * le document en entier *	1-5,7-9, 11	B28D7/04
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 058 (P-1311), 13 Février 1992 & JP-A-03 255948 (RIGAKU CORP), 14 Novembre 1991, * abrégé *	1-11	
A	US-A-2 858 730 (HANSON) * colonne 4, ligne 56 - ligne 69 * * colonne 5, ligne 60 - ligne 72; figures 1-6 *	1-11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B28D
Lien de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		3 Juillet 1996	Ljungberg, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1501 03.82 (P04C02)