



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 738 572 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.01.2004 Bulletin 2004/04

(51) Int Cl.7: **B28D 7/04**

(21) Numéro de dépôt: **96105699.1**

(22) Date de dépôt: **11.04.1996**

(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**

Verfahren zur Orientierung von Einkristallen zum Schneiden in eine Schneidemaschine und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Method for orienting monocrystals for cutting in a cutting machine and device for performing the method

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

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

(30) Priorité: **22.04.1995 CH 113695**
22.04.1995 CH 113595

(56) Documents cités:
DE-A- 2 752 925 **US-A- 2 858 730**

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

(73) Titulaire: **HCT Shaping Systems SA**
1033 Cheseaux (CH)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 016, no.
058 (P-1311), 13 Février 1992 & JP-A-03 255948
(RIGAKU CORP), 14 Novembre 1991,

(72) Inventeur: **Hauser, Charles**
1261 Genolier (CH)

EP 0 738 572 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé pour l'orientation d'un monocristal en vue d'une découpe dans une machine de découpage selon un plan de découpe prédéterminé, selon lequel 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, 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 à un plan de découpage perpendiculaire à un plan de travail de la machine de découpage, et on dispose le support de découpage après fixation du monocristal dans la machine de découpage selon ladite mise en place géométriquement définie.

[0002] Les monocristaux généralement à usages optiques ou semi-conducteurs 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.

[0003] Des dispositifs d'orientation de monocristaux sont déjà connus et utilisés dans l'industrie des semi-conducteurs 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 où 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.

[0004] Le document DE-A-27 52 925 décrit un dispositif d'orientation de monocristaux comportant un cadre sur lequel est montée une tête géométrique autorisant des mouvements de rotation autour de trois axes perpendiculaires du monocristal fixé sur cette tête géométrique et le rapprochement du monocristal et d'un support de découpage sur lequel ce monocristal sera fixé. Le dispositif décrit dans ce document permet l'orientation d'un monocristal hors de la machine de découpage, il ne révèle cependant pas de quelle manière le procédé d'orientation devra être effectué pour éviter une position inclinée du monocristal par rapport à la direction de l'avancement des éléments de découpage de la machine.

[0005] La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et elle est caractérisée à cet effet en ce 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, en effectuant une rotation du monocristal d'un premier angle prédéterminé d'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 au plan de découpage de la machine, ledit axe géométrique et la normale au plan de découpe du monocristal étant compris dans ledit plan de référence.

[0006] On remédie ainsi de façon précise 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. Il est en outre 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.

[0007] 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.

[0008] Par ces caractéristiques, on obtient une grande précision du positionnement et une rapidité de montage considérable.

[0009] 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.

[0010] L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé tel que défini par les caractéristiques figurant à la revendication indépendante 6.

[0011] Ces caractéristiques permettent une construction du dispositif de positionnement particulièrement simple et peu onéreuse, tout en assurant une grande précision de découpe.

[0012] 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.

[0013] La figure 1 illustre en perspective un exemple de monocristal avec ses axes géométriques et cristallographiques et le plan de découpe choisi.

[0014] Les figures 2A et 2B illustrent selon deux vues orthogonales la position du monocristal obtenue par un procédé connu et couramment utilisé.

[0015] Les figures 3A et 3B représentent selon deux vues orthogonales la position du monocristal obtenu conformément à la présente invention.

[0016] La figure 4 représente un schéma vectoriel des différents référentiels utilisés.

[0017] Les figures 5A, 5B, 5C illustrent les positions occupées par le monocristal en suivant le procédé d'orientation conformément à l'invention.

[0018] La figure 6 est une vue en perspective d'un mode d'exécution du dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.

[0019] 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 monocristal 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 scié 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

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

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

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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''', z''' du support 3 corresponde au plan de travail x''', y''', z''' 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''', y''', z''' du support.

[0036] 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.

[0037] 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 découpage 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.

[0038] 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.

[0039] Les organes de mesures angulaires pourraient être électroniques, optiques ou mécaniques.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] Le procédé et le dispositif pourraient également être utilisés pour le découpage orienté de monocristaux de toute autre forme géométrique.

Revendications

1. Procédé pour l'orientation d'un monocristal (2) en vue d'une découpe dans une machine de découpage (17) selon un plan de découpe (y'' , z'') prédéterminé, selon lequel 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), 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 à un plan de découpage (y''' , z''') perpendiculaire à un plan de travail (x''' , y''') de la machine de découpage (17), et on dispose le support de découpage (3) après fixation du monocristal dans la machine de découpage (17) selon ladite mise en place géométriquement définie, **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), 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.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** les premier et second angles de rotation (d , g) sont déterminés mathématiquement.
3. Procédé selon la revendication 2, **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.
4. Procédé selon la revendication 3, **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. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait 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 **par le fait 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.
6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'il** comprend
 - un ensemble de positionnement avec un support de découpage (3) et un dispositif de positionnement (1) destiné à orienter le monocristal (2) hors de la machine de découpage conformément à une orientation prédéterminée par rapport audit 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,
 - des premiers moyens (8) pour supporter le monocristal (2) et pour effectuer une rotation du monocristal,
 - des seconds moyens (12) pour effectuer une rotation relative entre le support de découpage (3) et le monocristal (2),
 - 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 sur le support de découpage dans ladite orientation prédéterminée,
 - lesdits premiers moyens comprenant deux supports cylindriques parallèles 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 un premier angle de rotation prédéterminé (d),
 - lesdits seconds moyens comprenant 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 mesurer un second angle de

- rotation prédéterminé (g),
- lesdits troisièmes moyens comprenant un mécanisme de translation (14) permettant le rapprochement du support de découpage (3) et du monocristal (2),
- lesdits premiers moyens permettant de supporter le monocristal 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,
- lesdits premiers moyens permettant d'effectuer 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', x'') du monocristal dans ledit plan de référence,
- lesdits seconds moyens permettant d'effectuer une rotation relative entre le support de découpage 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 premier organe de mesure angulaire étant susceptible de déterminer le premier angle de rotation prédéterminé (d),
- ledit second organe de mesure angulaire étant prévu pour déterminer ledit second angle de rotation prédéterminé (g),
- ledit support de découpage (3) étant 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.

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé par le fait 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.

Patentansprüche

1. Verfahren für die Ausrichtung eines Einkristalls (2) im Hinblick darauf, ihn in einer Schneidmaschine (17) entlang einer vorbestimmten Schnittebene (y'', z'') zu schneiden, wonach der Einkristall (2) ausserhalb der Schneidmaschine mittels einer Positionier-
vorrichtung (1) in einer vorbestimmten Ausrichtung,

bezüglich eines Schneidträgers (3) ausgerichtet wird, der Einkristall (2) in Übereinstimmung mit der benannten, vorbestimmten Ausrichtung auf dem Schneidträger (3) befestigt wird, dessen räumliche Anordnung in der Schneidmaschine (17) bezüglich einer zu einer Arbeitsebene (x'', y'') der Schneidmaschine (17) rechtwinkligen Schneidebene (y'', z'') geometrisch definiert ist, und der Schneidträger (3) nach Befestigung des Einkristalls gemäss der benannten, geometrisch definierten räumlichen Anordnung in der Schneidmaschine (17) angebracht wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die benannte, vorbestimmte Ausrichtung erhalten wird, indem, der Einkristall (2) so auf der Positionier-
vorrichtung (1) angebracht wird, dass eine seiner geometrischen Achsen (x) aus der geometrischen Gestalt (x, y, z) des Einkristalls in einer Bezugsebene enthalten ist, die der Arbeitsebene (x'', y'') der Schneidmaschine (17) entspricht, indem eine Drehung des Einkristalls um einen ersten vorbestimmten Winkel (d) um die benannte geometrische Achse (x) ausgeführt wird, um die Normale (x'') zur Schnittebene (y'', z'') des Einkristalls in die benannte Bezugsebene zu bringen, und indem eine relative Drehung zwischen dem Schneidträger (3) und dem Einkristall um einen zweiten vorbestimmten Winkel (g) um eine zu der benannten Bezugsebene senkrechten Achse (z'') ausgeführt wird, damit die Normale (x'') zur Schnittebene (y'', z'') einer Bezugsrichtung folgend ausgerichtet wird, die der Normalen zur Schneidebene (y'', z'') der Maschine entspricht, wobei die benannte geometrische Achse (x) und die Normale (x'') zur Schnittebene des Einkristalls (2) in der benannten Bezugsebene enthalten sind.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Drehwinkel (d, g) mathematisch bestimmt werden.

3. Verfahren gemäss Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung der Schnittebene (y'', z'') des Einkristalls bezüglich des Kristallgitters (x', y', z') definiert wird, dass die Ausrichtung des Kristallgitters (x', y', z') bezüglich der geometrischen Gestalt (x, y, z) des Einkristalls gemessen wird, und dass der erste und zweite Drehwinkel (d, g) berechnet wird, wobei die Ausrichtung der Schnittebene (y'', z'') bezüglich des Kristallgitters (x', y', z') und bezüglich der geometrischen Gestalt (x, y, z) des Einkristalls berücksichtigt wird.

4. Verfahren gemäss Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausrichtung des Kristallgitters (x', y', z') bezüglich der geometrischen Gestalt (x, y, z) optisch oder mittels Röntgenstrahlen bestimmt wird.

5. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einkristall (2) verwendet wird, dessen geometrische Gestalt im Wesentlichen kreiszylindrisch ist, wobei die benannte geometrische Achse (x) der Hauptachse des Einkristalls entspricht, und dass der Einkristall auf zwei sich drehenden, parallelen Zylindern (8) der Positionier Vorrichtung (1) angebracht wird, wobei die Achsen der zwei Zylinder (8) zu der benannten Bezugsebene parallel sind.
6. Vorrichtung zur Realisierung des Verfahrens gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie
- eine Gesamtheit zur Positionierung mit einem Schneidträger (3) und eine Positionier Vorrichtung (1) aufweist, die dafür bestimmt ist, den Einkristall (2) ausserhalb der Schneidmaschine in Übereinstimmung mit einer vorbestimmten Ausrichtung bezüglich des besagten Schneidträgers (3) auszurichten, auf dem der Einkristall (2) befestigt werden soll und dessen räumliche Anordnung in der Schneidmaschine geometrisch definiert ist, und dessen Hauptachsen (x''_s, y''_s) zu den Achsen (x''', y''') der Schneidmaschine parallel sind,
 - erste Mittel (8), um den Einkristall zu halten, und um eine Drehung des Einkristalls zu bewirken,
 - zweite Mittel (12), um eine relative Drehung zwischen dem Schneidträger (3) und dem Einkristall (2) zu bewirken,
 - dritte Mittel (14), um eine relative Translationsbewegung zwischen dem Einkristall (2) und dem Schneidträger (3) zu bewirken, die dazu bestimmt sind, den Schneidträger (3) und den Einkristall (2) im Hinblick darauf einander zu nähern, dass letzterer in der benannten vorbestimmten Ausrichtung auf dem Schneidträger befestigt wird,
 - wobei die besagten ersten Mittel zwei parallele, zylindrische Träger, die drehbar an einem Gestell (5) der Positionier Vorrichtung (1) angebracht und so ausgelegt sind, den Einkristall (2) zu halten, sowie ein erstes Winkelmessorgan (10), mit dem ein erster vorbestimmter Drehwinkel (d) bestimmt werden kann, umfassen,
 - wobei die besagten zweiten Mittel eine bezüglich des benannten Gestells (5) drehbar angebrachte Drehscheibe (12) umfassen, deren Hauptebene parallel zu den Achsen der benannten zylindrischen Träger (8) ist, wobei diese Drehscheibe (12) so ausgelegt ist, dass sie den Schneidträger (3) in einer geometrisch definierten Lage hält, und ein zweites Winkelmessorgan vorgesehen ist, um einen zweiten, vorbestimmten Drehwinkel (g) zu messen,
- wobei die besagten dritten Mittel einen verschiebungsmechanismus (14) aufweisen, der die Annäherung des Schneidträgers (3) und des Einkristalls (2) gestattet,
 - wobei die besagten ersten Mittel es erlauben den Einkristall in einer solchen Ausrichtung zu halten, dass eine der geometrischen Achsen (x) der geometrischen Gestalt (x, y, z) des Einkristalls in einer der Arbeitsebene (x''', y''') der Schneidmaschine entsprechenden Bezugsebene enthalten ist,
 - wobei die besagten ersten Mittel es erlauben, eine Drehung des Einkristalls um einen ersten vorbestimmten Winkel (d) um die benannte geometrische Achse (x) zu bewirken, damit die Normale (x'') zur Schnittebene (x'', z'') des Einkristalls in die benannte Bezugsebene gebracht wird,
 - wobei die besagten zweiten Mittel es erlauben, eine relative Drehung zwischen dem Schneidträger und dem Einkristall um einen zweiten vorbestimmten Winkel (g) um eine zu der benannten Bezugsebene senkrechten Achse (z''') zu bewirken, damit die Normale (x'') zur Schnittebene (y'', z'') in einer Bezugsrichtung ausgerichtet wird, die der Normalen zur Schneidebene (y''', z''') der Maschine entspricht,
 - wobei besagtes erstes Winkelmessorgan (10) dazu bestimmt ist, den ersten vorbestimmten Drehwinkel (d) zu bestimmen,
 - wobei besagtes zweites Winkelmessorgan vorgesehen ist, um den besagten zweiten vorbestimmten Drehwinkel (g) zu bestimmen,
 - wobei der besagte Schneidträger (3) so gestaltet ist, dass seine Positionierung in der Schneidmaschine gemäss einer geometrischen Lage erfolgt, die der auf der benannten Drehscheibe definierten geometrischen Lage entspricht, so dass die Bezugsebene und die Bezugsrichtung der Arbeitsebene (x''', y''') und der Normalen (x'') zur Schneidebene der Maschine entsprechen.
7. Vorrichtung gemäss Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneidträger (3) oder die Positionier Vorrichtung (1) so ausgelegt sind, dass sie auf einen Röntgenstrahlengenerator angebracht werden können.

Claims

1. A process for the orientation of a single crystal (2) for its cutting in a cutting machine (17) along a predetermined cutting plane (y'', z''), comprising orienting a single crystal (2) by means of a positioning device (1) outside the cutting machine according to a predetermined orientation relative to a cutting

support (3), securing the single crystal (2) in said predetermined orientation on the cutting support (3) whose emplacement in the cutting machine (17) is geometrically defined relative to a cutting plane (y''' , z''') perpendicular to a working plane (x'' , y'') of the cutting machine (17), and placing the cutting support (3) after securement of the single crystal in the cutting machine (17) according to said geometrically defined position, **characterized by** the fact that said predetermined orientation is obtained by positioning the single crystal (2) on the positioning device (1) such that one of its geometric axes (x) of the geometric shape (x,y,z) of the single crystal is included in a reference plane corresponding to the working plane (x'' , y'') of the cutting machine (17), by causing a rotation of the single crystal through a first predetermined angle (d) about said geometric axis (x) to bring the normal (x'') to the cutting plane (y'' , z'') of the single crystal into said reference plane, and by effecting a relative rotation between the cutting support (3) and the single crystal through a second predetermined angle (g) about an axis (z''') perpendicular to said reference plane such that the normal (x'') to the cutting plane (y'' , z'') is oriented in a reference direction corresponding to the normal to the cutting plane (y'' , z'') of the machine, said geometric axis (x) and the normal (x'') to the cutting plane of the single crystal (2) lying in said reference plane.

2. A process according to claim 1, **characterized by** the fact that the first and second angles of rotation (d,g) are determined mathematically.
3. A process according to claim 2, **characterized by** the fact that the orientation of the cutting plane (y'' , z'') of the single crystal is defined relative to the crystal lattice (x',y',z'), the orientation of the crystal lattice (x',y',z') relative to the geometric shape (x,y,z) of the single crystal is measured, and the first and second angles of rotation (d,g) are calculated having regard for the orientation of the cutting plane (y'' , z'') relative to the crystal lattice (x',y',z') and relative to the geometric shape (x,y,z) of the single crystal.
4. A process according to claim 4, **characterized by** the fact that the orientation of the crystal lattice (x',y',z') relative to the geometric shape (x,y,z) is determined optically or by means of X-rays.
5. A process according to one of the claims 1 to 4, **characterized by** the fact that a single crystal (2) is used whose geometric shape is substantially circular cylindrical, said geometric axis (x) corresponding to the principal axis of the single crystal, and by the fact that the single crystal is placed on two parallel rotating cylinders (8) of the positioning device (1), the axes of the two cylinders (8) being

parallel to said reference plane.

6. A device for implementing the process according to one of the preceding claims, **characterized by** the fact that it comprises
 - a positioning set with a cutting support (3) and a positioning device (1) adapted to orient the single crystal (2) outside the cutting machine according to a predetermined orientation relative to the cutting support (3) to which the single crystal is adapted to be secured and whose emplacement in the cutting machine is geometrically defined and whose principal axis (x'''_s, y'''_s) are parallel to the axes (x'' , y'') of the cutting machine,
 - first means (8) to support the single crystal and to effect a rotation of the single crystal,
 - second means (12) to effect a relative rotation between the cutting support (3) and the single crystal (2),
 - third means (14) to effect a relative translatory movement between the single crystal (2) and the cutting support (3) adapted to approach the cutting support (3) and the single crystal (2) so as to secure the latter on the cutting support in said predetermined orientation,
 - said first means comprising two parallel cylindrical supports rotatably mounted on a frame (5) of the positioning device (1) and arranged so as to support the single crystal (2), and a first angular measurement member (10) adapted to determine a first predetermined angle of rotation (d),
 - said second means comprising a rotatable plate (12) mounted rotatably relative to said frame (5) and whose principal plane is parallel to said axes of said cylindrical supports (8), this rotatable plate (12) being arranged to maintain the cutting support (3) in a defined geometric position, a second angular measurement member being provided to determine a second predetermined angle of rotation (g),
 - said third means comprising a translatory mechanism (14) permitting bringing together the cutting support (3) and the single crystal (2),
 - said first means permitting to support the single crystal in such an orientation that one of the geometric axes (x) of the geometric shape (x,y,z) of the single crystal is included in a reference plane corresponding to the working plane (x'' , y'') of the cutting machine,
 - said first means permitting to effect a rotation of the single crystal through a first predetermined angle (d) about said geometric axis (x) to bring the normal (x'') to the cutting plane (y'' , z'') of the single crystal into said reference plane,

- said second means permitting to effect a relative rotation between the cutting support and the single crystal through a second predetermined angle (g) about an axis (z'') perpendicular to said reference plane such that the normal (x'') to the cutting plane (y'',z'') is oriented in a reference direction corresponding to the normal to the cutting plane (y''',z''') of the machine, 5
 - said first angular measuring member being adapted to determine the first predetermined angle of rotation (d), 10
 - said second angular measuring member being provided to determine said second angle of rotation (g), 15
 - said cutting support (3) being so shaped that its positioning within the cutting machine is achieved according to a predetermined geometric position corresponding to the geometric position defined on said rotatable plate such that the reference plane and the reference direction correspond to the working plane (x''',y''') and to the normal (x''') of the cutting plane of the machine. 20
- 25
7. A device according to claim 6, **characterized by** the fact that the cutting support (3) or the positioning device (1) are adapted to be mounted on an X-ray generator. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

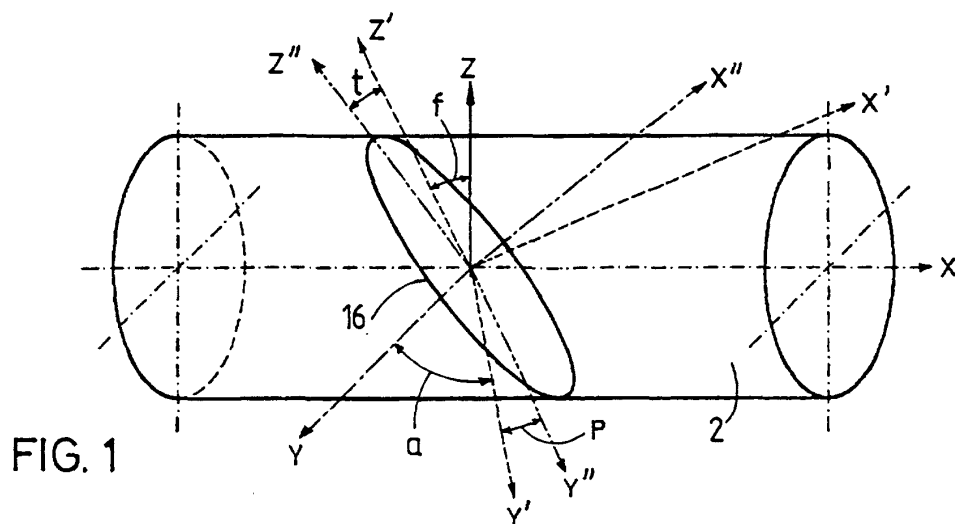


FIG. 1

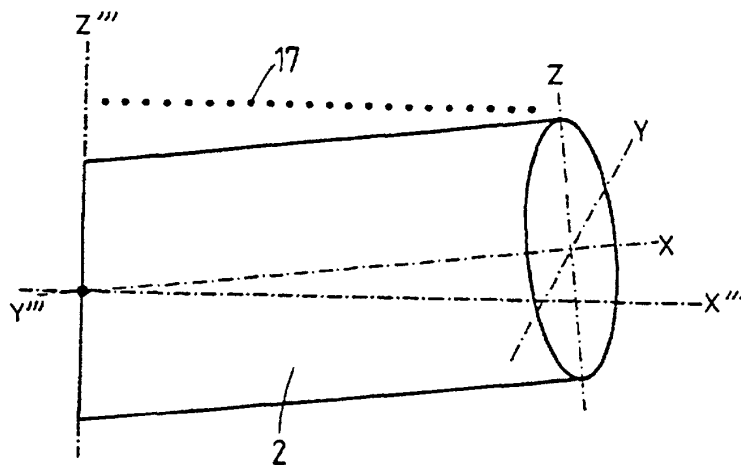


FIG. 2A

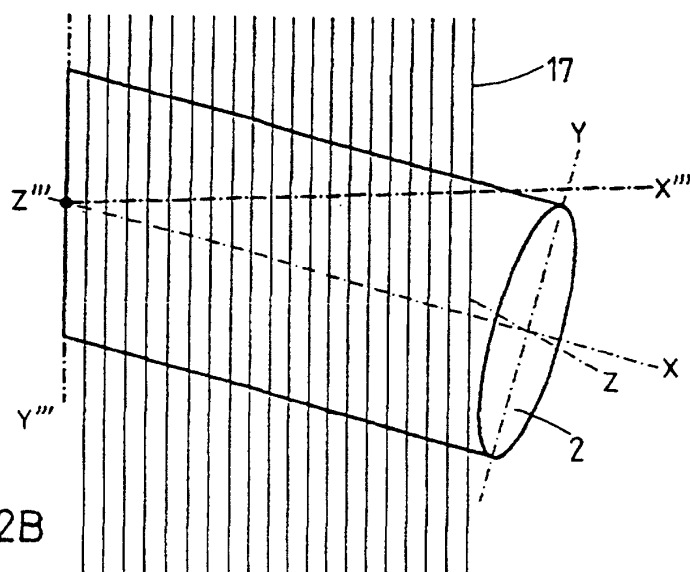


FIG. 2B

FIG 3A

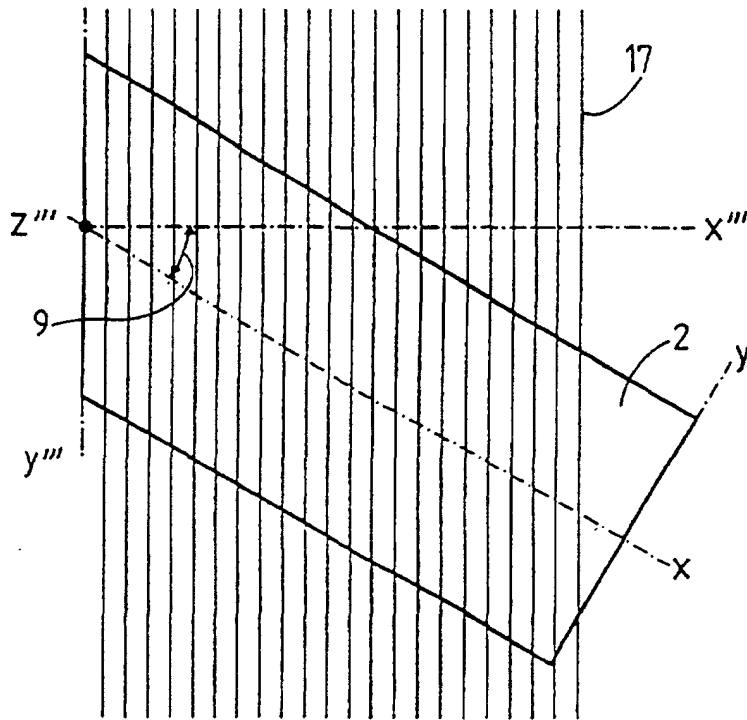
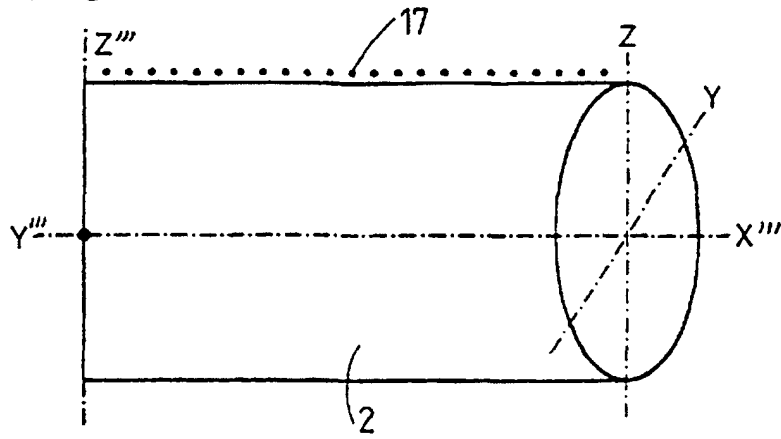


FIG. 3B

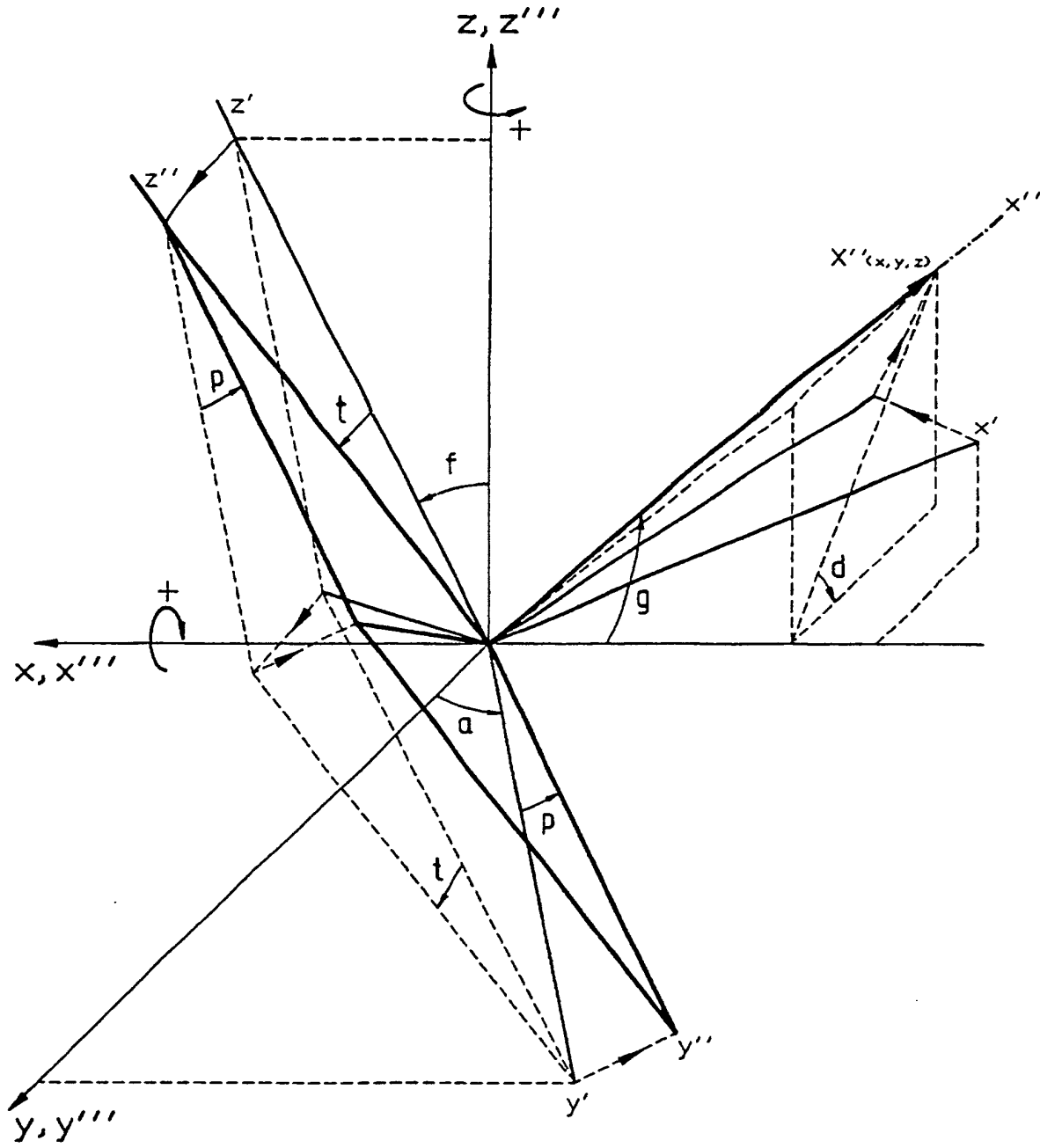


FIG. 4

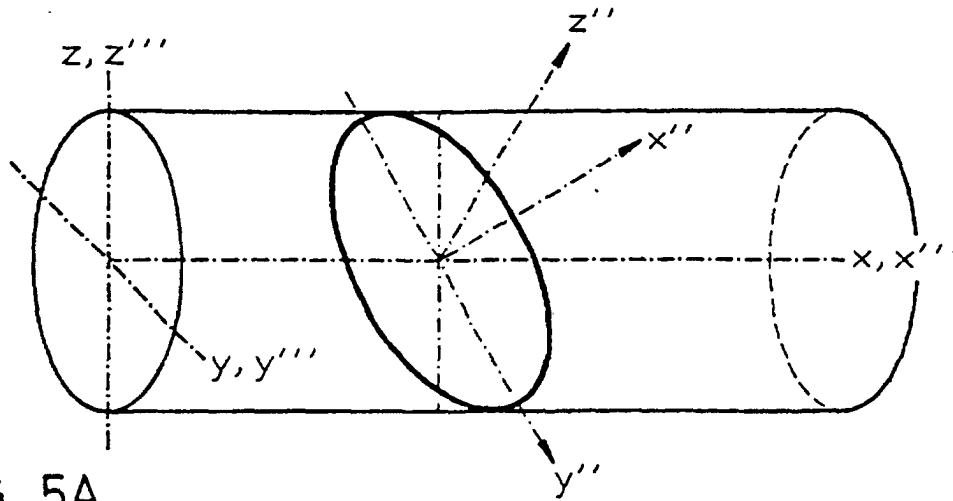


FIG. 5A

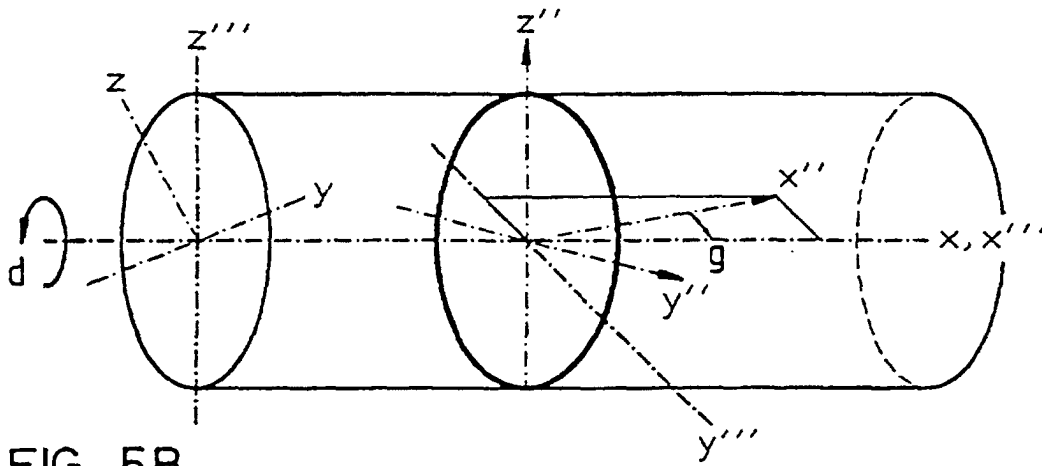


FIG. 5B

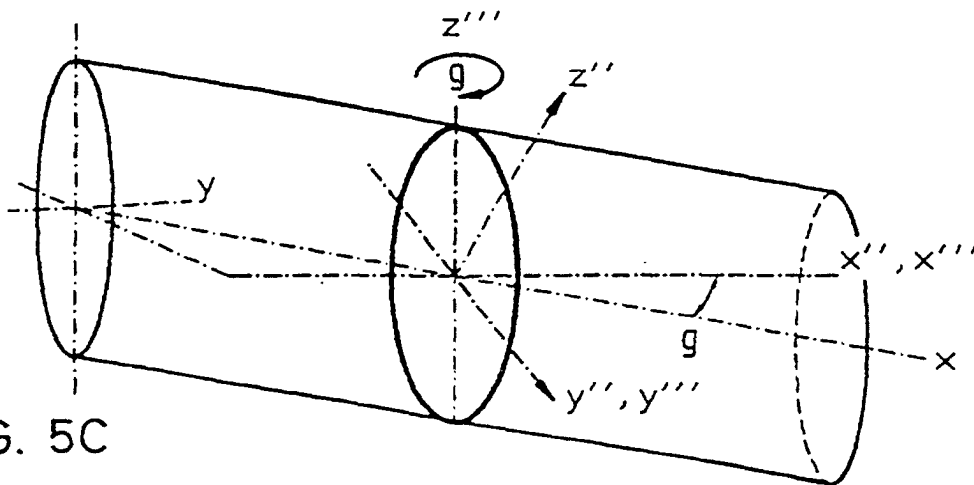


FIG. 5C

