



①



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 690 423 A5

⑤ Int. Cl.⁷: B 28 D 007/04

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

②① Numéro de la demande: 01136/95

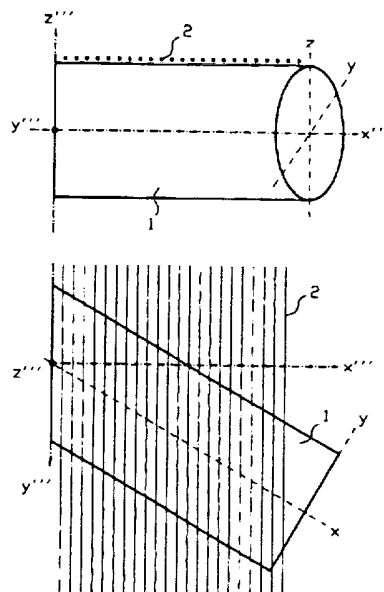
②② Date de dépôt: 22.04.1995

②④ Brevet délivré le: 15.09.2000

④⑤ Fascicule du brevet
publiée le: 15.09.2000⑦③ Titulaire(s):
HCT SHAPING SYSTEMS SA, Route de Genève 42,
1033 Cheseaux (CH)⑦② Inventeur(s):
Hauser, Charles, Genolier (CH)⑦④ Mandataire:
Micheli & Cie, 122, rue de Genève Case postale 61,
1226 Thônex (CH)

⑤④ Procédé pour l'orientation de monocristaux en vue d'une découpe en tranches dans une direction prédéterminée.

⑤⑦ Procédé de positionnement d'un monocristal (1) en vue d'une découpe selon des directions bien définies qui supprime le réglage en machine et minimise la durée de découpe en procédant à une mise en position hors machine selon des angles obtenus mathématiquement à partir de données mesurées et ou imposées et qui positionne le monocristal géométrique dans un plan perpendiculaire à la direction de découpe tout en amenant le plan de découpe du monocristal (1) parallèle à la direction de découpe de la machine. Le procédé utilise pour ce faire le positionnement du plan de découpe par rotation des axes (x) et (z) du monocristal (1).



Description

Le procédé utilise le positionnement d'un monocristal sur un support de telle manière que celui-ci, un fois monté sur une machine de découpe, soit découpé avec une orientation donnée de l'axe monocristallin par rapport au plan de sciage. De plus la position du monocristal est telle que celui-ci se trouve placé parallèlement à la nappe de fils si la machine de découpe est une scie à fils ou parallèlement à la direction du mouvement définissant l'épaisseur des tranches s'il s'agit d'une découpe avec une lame. L'orientation donnée par le procédé minimise dans le cas de monocristaux cylindriques la longueur de sciage. La valeur des deux angles de rotation qui définissent la position du monocristal est déterminée mathématiquement après une mesure de l'orientation monocristalline par rapport à l'axe géométrique du monocristal. Cette mesure peut se faire soit de manière optique, soit par rayons X. Une fois les deux rotations réalisées selon les valeurs calculées, le monocristal se trouvera dans la position recherchée pour la machine de découpe à savoir perpendiculairement à l'avance de la découpe ayant en plus son plan de découpe parallèle à celui de la machine.

Les monocristaux généralement à usages optiques ou semi-conducteurs nécessitent que ceux-ci soient découpés selon des orientations très précises par rapport aux axes monocristallins. De plus, leur fabrication ne permet pas de contrôler de manière parfaite l'orientation des axes cristallins 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 imposés par les 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 le place 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 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 rayon 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 dia-

mètre 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.

Le but de l'invention consiste donc à remédier aux inconvénients précités en donnant la possibilité d'installer sur la machine de découpe des monocristaux préorientés dont le plan de découpe est orienté parallèlement à la direction de découpe de la machine et tourné selon un axe perpendiculaire (normale au plan de découpe) 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 monocristallin en y incluant les exigences du procédé subséquent en relation avec les axes monocristallins. Le montage du monocristal sur son support pourra se faire alors à l'aide d'un dispositif de montage qui autorise la mesure exacte des deux angles de rotation du monocristal géométrique, et de le monter tel quel sur son support. Ledit support étant une pièce avec indexation appartenant à la machine de découpe. Le monocristal peut être bridé ou de préférence collé sur le support, support qui une fois transféré sur la machine de découpe 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 chaîne de production.

La fig. 1 illustre la différence de concept entre la méthode couramment utilisée (a) avec les axes y'' et z'' comme axes de rotation pour définir la position du plan de découpe et la méthode objet de l'invention (b) qui utilise x''' z''' comme axes de positionnement.

La fig. 2 illustre en perspective l'écart entre les axes x , y , z du monocristal géométrique 1 et les axes monocristallins x' , y' , z' . Les angles f et a entre les axes z' , z et y' , y sont déterminés par une mesure optique ou Rx et définissent généralement l'erreur de fabrication.

La fig. 3 représente le plan de découpe avec ses axes y'' , z'' incliné des valeurs angulaires t et p par rapport aux axes monocristallins y' , z' . Ces angles définissent les besoins du procédé subséquent à la découpe.

La fig. 4 représente selon deux vues la position obtenue par le procédé couramment utilisée et qui montre que le monocristal 1 n'est pas parallèle à la nappe de fils 2 dans le cas d'une scie à fils comme moyen de découpe. x''' , y''' , z''' sont les axes de découpe de la machine de découpe. Le plan machine x''' , y''' n'est pas parallèle à l'axe géométrique x du monocristal 1.

La fig. 5 représente selon deux vues, la position optimale d'un monocristal 1 par rapport à une nappe de fils 2 dans le cas de l'utilisation d'une scie à fils comme moyen de tronçonnage. La nappe de fils 2 se trouve dans un plan x''' , y''' parallèle à l'axe géométrique x .

La fig. 6 représente le schéma vectoriel des divers référentiels liés au monocristal géométrique x, y, z , au réseau cristallin du monocristal x', y', z' , au référentiel du plan de découpe x'', y'', z'' . Le défaut d'alignement du monocristal géométrique x, y, z avec le réseau cristallin x', y', z' est déterminé par les angles a et f . Le référentiel de découpe x'', y'', z'' est tourné selon y' et z' des angles t et p . La normale x'' au plan de découpe y'', z'' définit un vecteur $X''(x, y, z)$ qui fait un angle g avec x et la projection de x'' sur le plan y, z fait un angle d avec y .

La fig. 7 représente les trois positions a, b, c pour orienter le monocristal géométrique de telle façon que le plan de découpe y'', z'' , soit parallèle au référentiel machine y''', z''' . Selon a le monocristal géométrique a ses axes x, y, z alignés avec les axes machine x''', y''', z''' . Le positionnement du monocristal dans le plan de découpe se fait en tournant l'axe géométrique x de la valeur d pour amener le vecteur x'' dans le plan x''', y''' (b). Une rotation d'un angle g du monocristal géométrique selon z''' va amener le vecteur x'' dans une position colinéaire avec x''' (c). Cette rotation va mettre le monocristal géométrique parallèlement au plan x''', y''' avec un angle g par rapport au plan de découpe correspondant aux nécessités du procédé. Le sciage résultant aura bien les angles t et p par rapport à y' et z' .

La fig. 8 représente un dispositif possible pour la réalisation des deux rotations selon x''' et z''' et la mise en position du monocristal 1 pour la découpe. Le monocristal 1 est posé sur des cylindres 8 fixes en position. Il repose sur une table 4. Sur cette table 4 se trouve un plateau rotatif sur lequel est fixé un support préindexé 6 qui recevra le monocristal 1 pour collage et bridage en position. Une fois les deux rotations selon x''' par le monocristal 1 lui-même en appui sur les cylindres 8 et selon z''' par la rotation du plateau 5. Un système de levage 7 du plateau 5 et du support préindexé 6 va mettre en contact le monocristal 1 et le plateau préindexé 6. La fixation du monocristal 1 par collage ou par bridage pourra alors être effectuée. La mesure de l'angle g se fait par un détecteur 9 au bout d'un des cylindres 8, et celle de l'angle d autour de z''' par un élément de mesure intégré dans le plateau rotatif 5.

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

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

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

On en déduit que les deux angles 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''' ou X'' est le vecteur normal au plan y'', z'' dans le référentiel machine.

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

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

La position ainsi obtenue aura en plus le chemin minimum de découpe dans le cas de monocristaux cylindriques.

Le procédé de positionnement ainsi décrit permet de scier un monocristal selon des directions x'', y'', z'' bien précises sans réglage au niveau de la machine. Le montage pouvant se faire en temps masqué à l'extérieur sur un banc de réglage permettant les mouvements angulaires d et g et leur mesure. Le monocristal est alors fixé par bridage ou collage en position sur un support préindexé par rapport au repère x''', y''', z''' de la machine de découpe de façon à reproduire dans celle-ci la position obtenue sur le banc de réglage.

Revendications

1. Procédé de positionnement d'un monocristal (1) en vue d'une découpe selon des directions bien définies (t, p) par rapport à des axes donnés, qui supprime le réglage en machine et minimise la durée de découpe en procédant à une mise en position hors machine, caractérisé en ce que deux angles de rotation (d, g) qui positionnent le monocristal (1) sur une machine de découpe sont définis autour de deux axes (x, z) et sont obtenus mathématiquement à partir de données mesurées et/ou imposées et qui positionnent un axe (x) du monocristal géométrique d'un référentiel (x, y, z) et un axe (x'') d'un référentiel d'un plan de découpe (x'', y'', z'') dans un plan machine (x''', y''') perpendiculaire à une direction de découpe (z''') et qui amène le plan de découpe (y'', z'') du monocristal (1) parallèle à un plan de découpe de la machine (y''', z''').

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la machine de découpe ne nécessite aucun dispositif de réglage pour assurer une découpe selon les spécifications angulaires requises.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une nappe de fils (2) d'une scie à fils utilisée comme machine de découpe est parallèle au monocristal géométrique (1) durant toute la découpe tout en assurant une orientation correcte des tranches ainsi produites.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une lame de scie d'une machine de découpe est perpendiculaire au monocristal géométrique (1) durant toute la découpe tout en assurant l'orientation correcte des tranches ainsi produites.

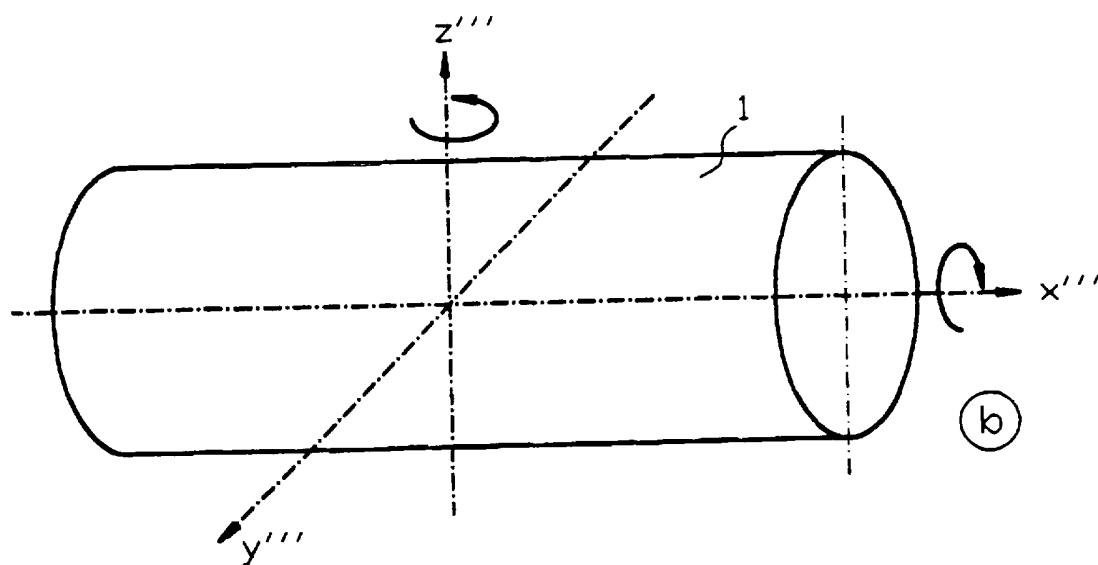
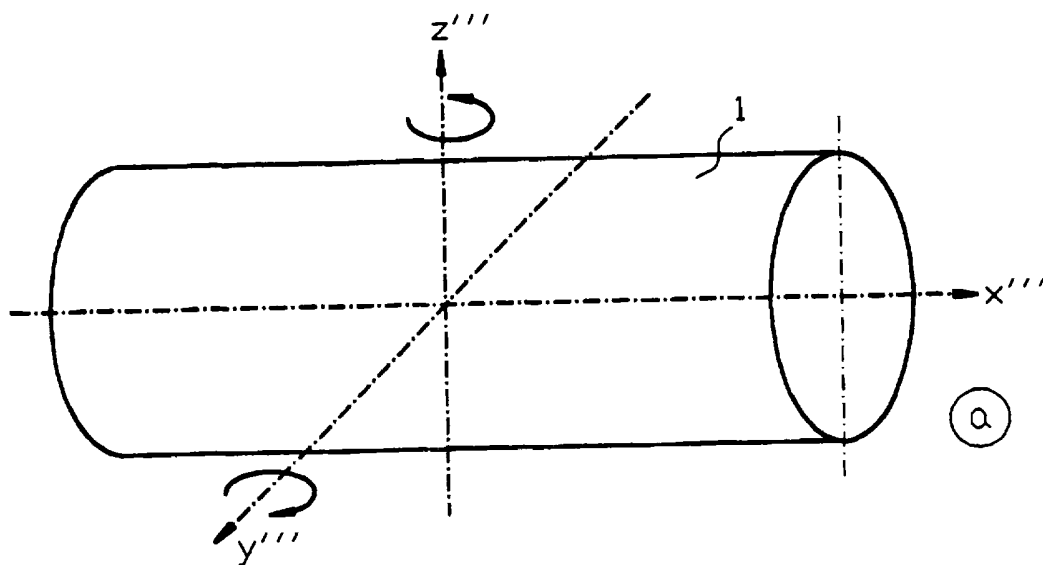
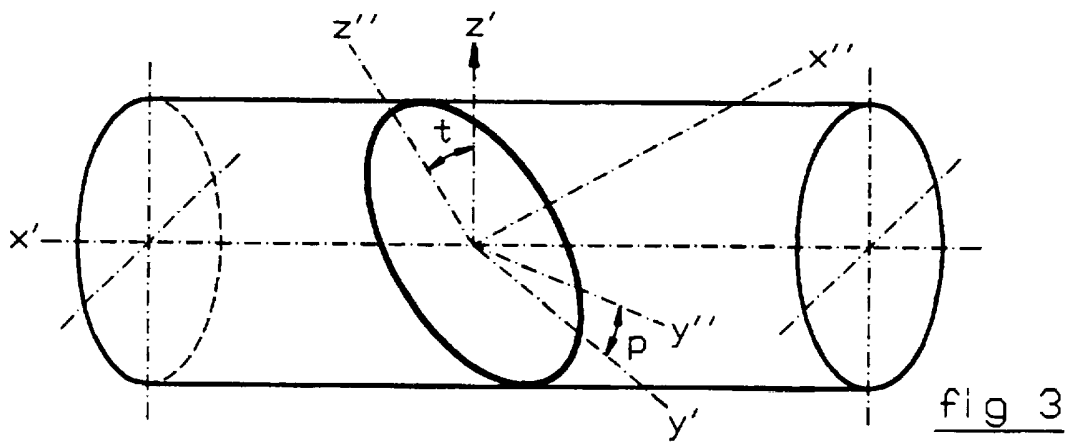
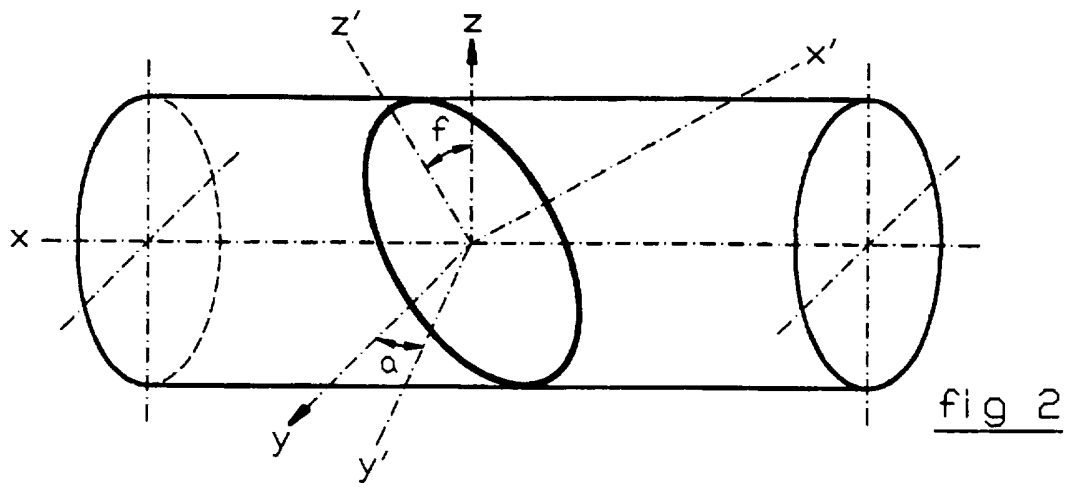


fig 1



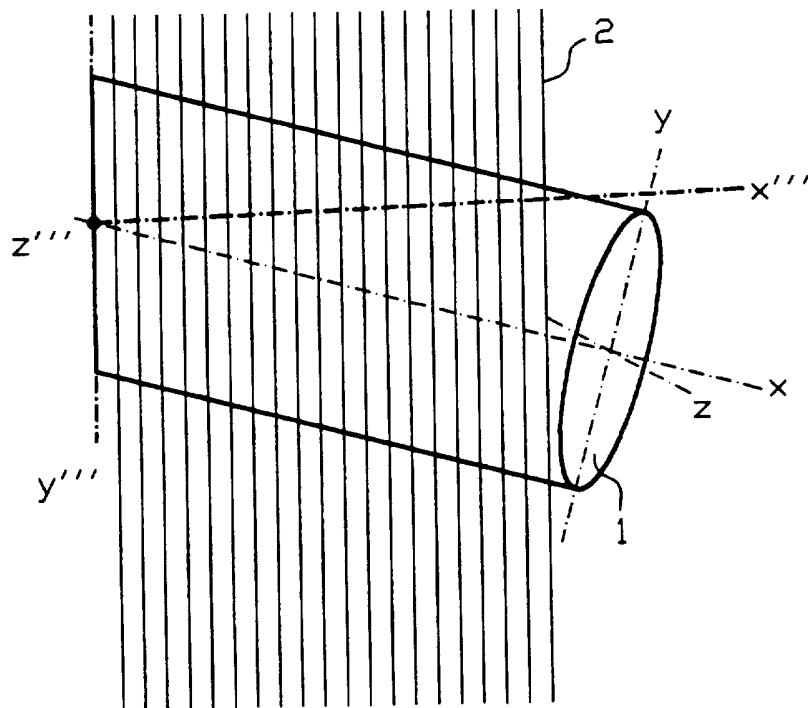
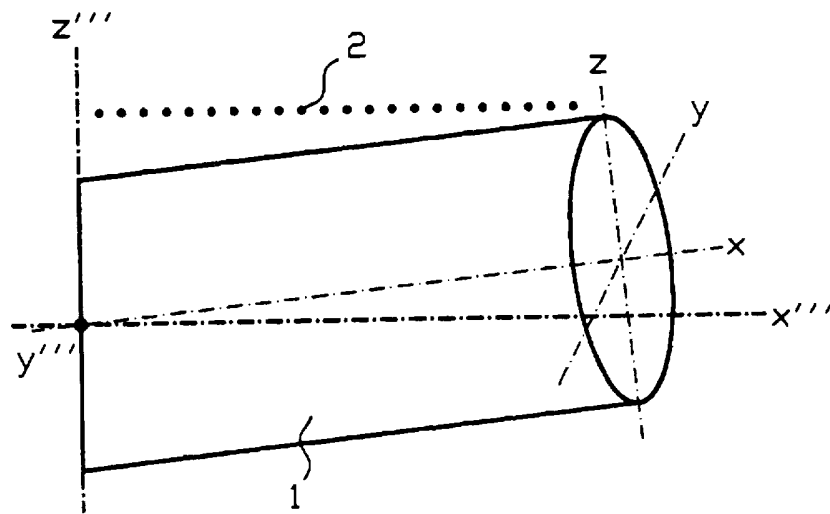


fig 4

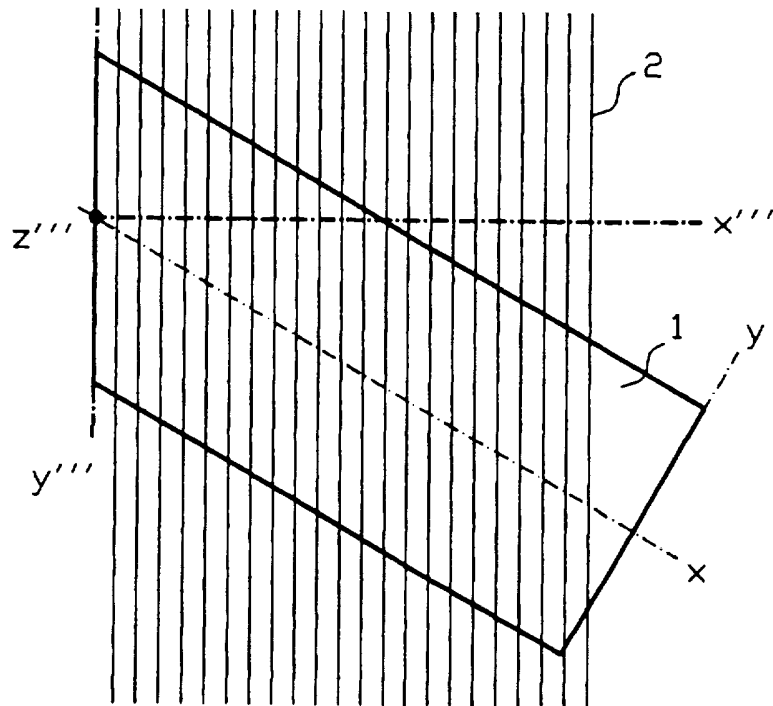
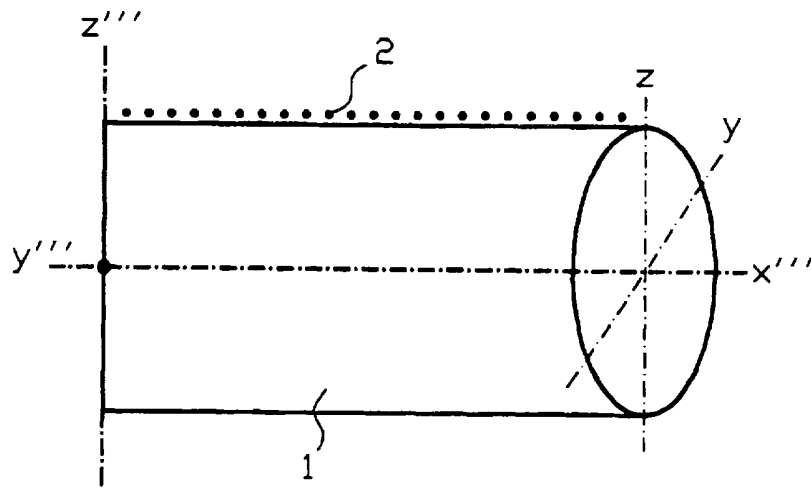


fig 5

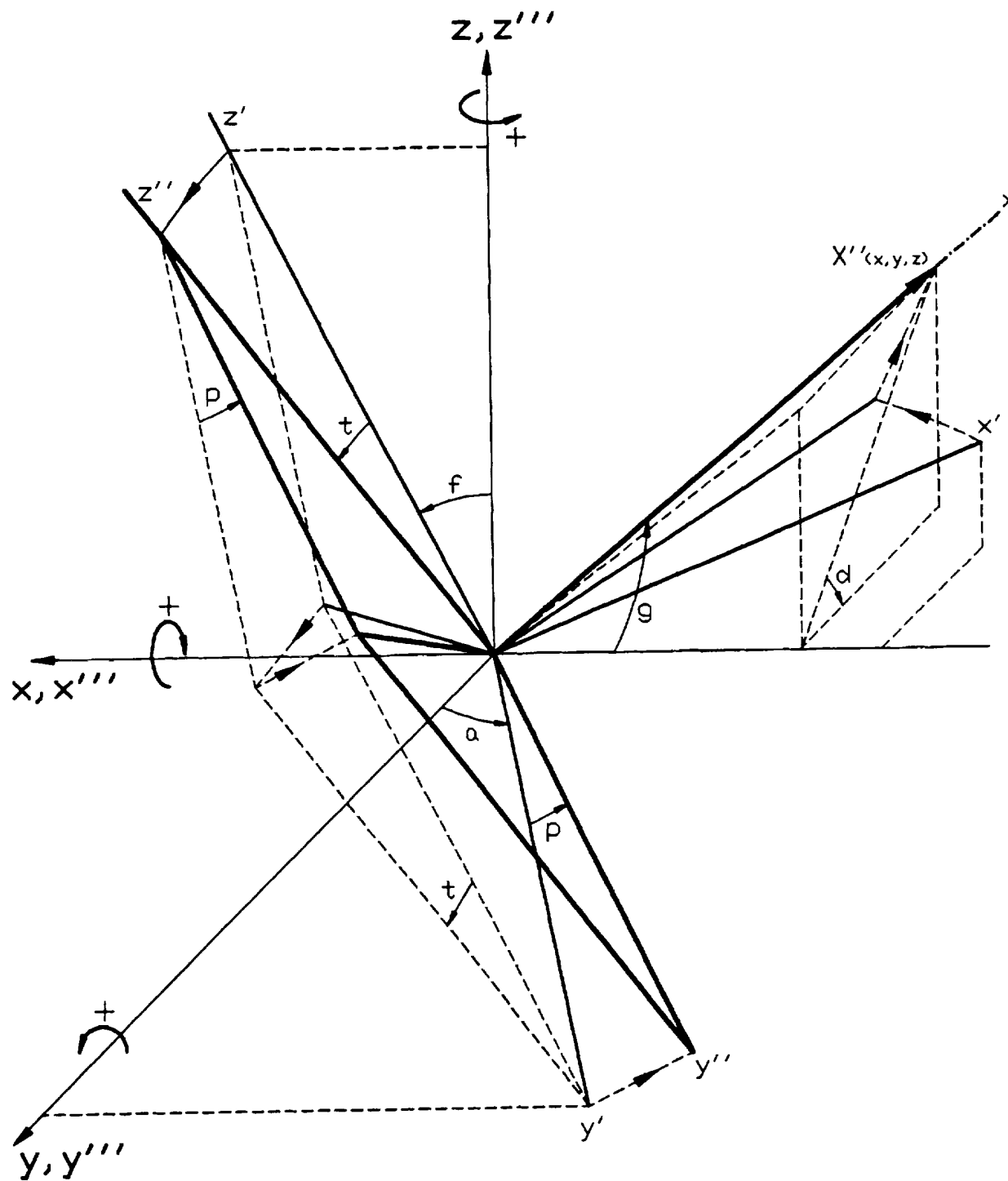


fig 6

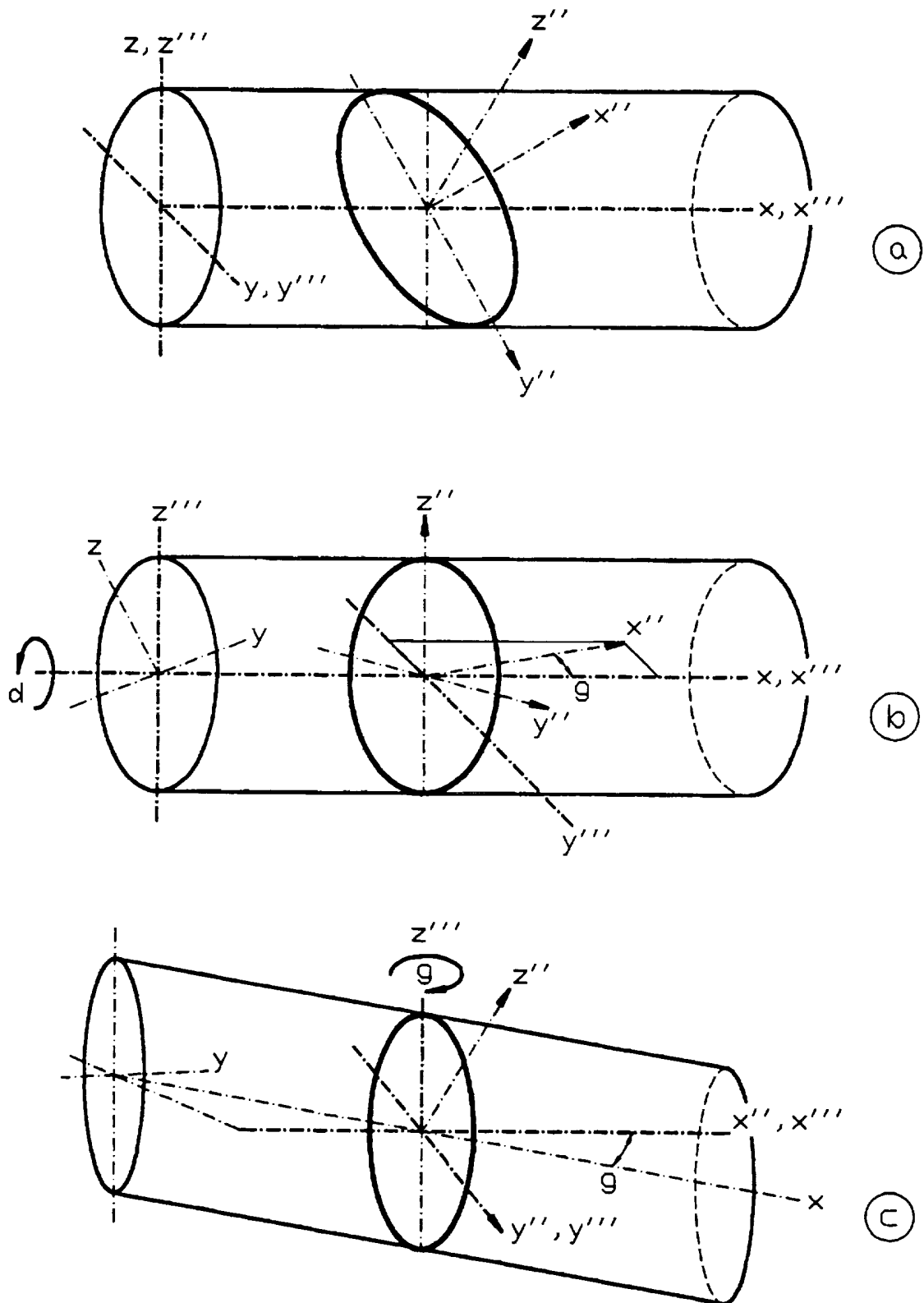


fig 7

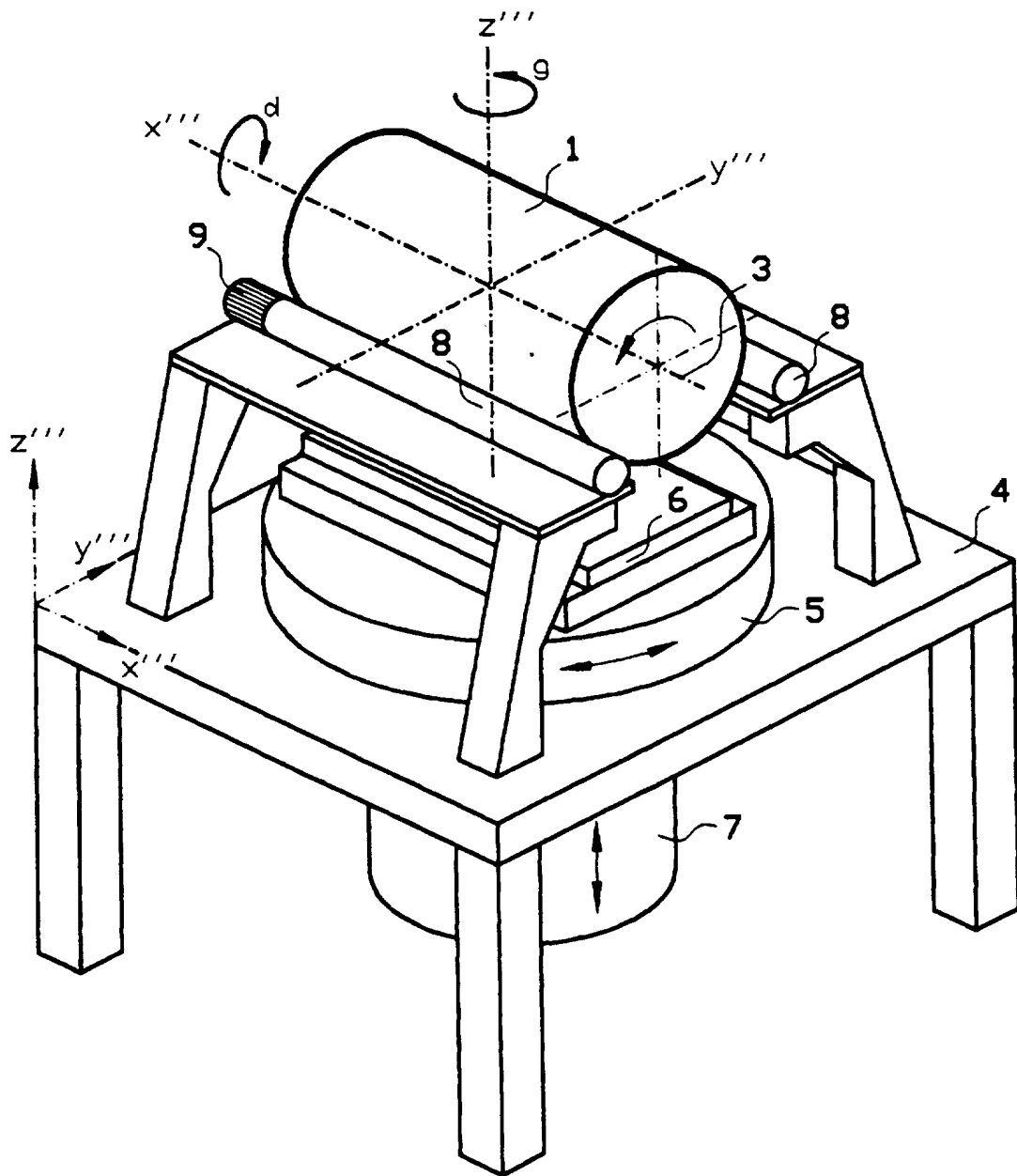


fig 8