

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

|                                                                                   |           |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :<br><b>B28D 5/04</b> | <b>A1</b> | (11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/50209</b><br>(43) Date de publication internationale: 12 novembre 1998 (12.11.98) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/IB98/00180

(22) Date de dépôt international: 13 février 1998 (13.02.98)

(30) Données relatives à la priorité:  
1067/97 7 mai 1997 (07.05.97) CH

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): HCT SHAPING SYSTEMS SA [CH/CH]; 42, rue de Genève, CH-1033 Cheseaux (CH).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): HAUSER, Charles [CH/CH]; Chemin Nuyerrates, CH-1272 Genolier (CH).

(74) Mandataire: MICHELI &amp; CIE; 122, rue de Genève, Case postale 61, CH-1226 Thônex (CH).

(81) Etats désignés: JP, KR, US, brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: SLICING DEVICE USING YARN FOR CUTTING THIN WAFERS USING THE ANGULAR INTERSECTION OF AT LEAST TWO YARN LAYERS

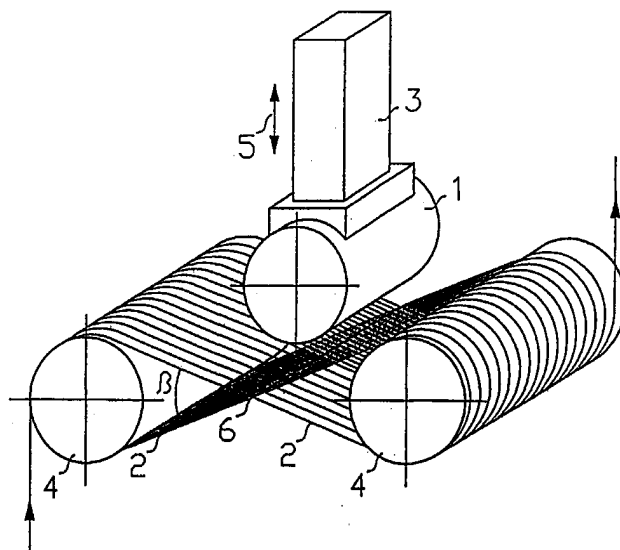
(54) Titre: DISPOSITIF DE SCIAGE PAR FIL POUR LA DECOUPE DE TRANCHES FINES UTILISANT LE CROISEMENT ANGULAIRE D'AU MOINS DEUX NAPPES DE FILS

## (57) Abstract

The invention concerns a slicing device using yarn comprising at least two yarn-guide cylinders (4) on which the yarn (2) is wound and by which it can be moved with a reciprocating or continuous motion pressed against a piece to be sliced (1) fixed on a supporting table (3). The yarn (2) is wound on the yarn-guides (4) so as to form at least two layers of yarns (2) intersecting with one or several non-null intersecting angles ( $\beta$ ) and so as to pass in a straight line from one cylinder to the other. Adjusting means are provided for setting the angle of inclination between the moving direction (5) of the piece to be sliced and a line perpendicular to the plane of the yarn cylinder (4) axes so as to obtain strictly parallel slices. The intersection of the yarn layers (2) improves the quality of the slices obtained by facilitating the subsequent mechanical treatment operations of surfaces with crossed faults. Moreover, the angle of the yarn layers (2) reduces the shearing and torsional stresses on the support (3) of the piece to be sliced (1) when the slices are being cut.

## (57) Abrégé

Le dispositif de sciage par fil comprend au moins deux cylindres guide-fils (4) sur lesquels le fil (2) est enroulé et au moyen desquels il peut être déplacé selon un mouvement alternatif ou continu en appui contre une pièce à scier (1) fixée sur une table support (3). Le fil (2) est enroulé sur les guide-fils (4) de façon à former au moins deux nappes de fils (2) se croisant avec un ou plusieurs angles de croisement ( $\beta$ ) non nul et de façon à passer en ligne droite d'un cylindre à l'autre. Des moyens de réglage sont prévus pour ajuster l'angle d'inclinaison entre la direction de déplacement (5) de la pièce à scier et une perpendiculaire au plan des axes des cylindres guide-fils (4) de façon à obtenir des tranches à faces rigoureusement parallèles. Le croisement des nappes de fils (2) améliore la qualité des tranches obtenues par une facilité accrue des opérations subséquentes de traitement mécanique des surfaces possédant des irrégularités croisées. De plus, l'angle des nappes de fils (2) diminue les efforts de cisaillement et de torsion sur le support (3) de la pièce à scier (1) lors de la découpe des tranches.



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

|    |                           |    |                                               |    |                                          |    |                       |
|----|---------------------------|----|-----------------------------------------------|----|------------------------------------------|----|-----------------------|
| AL | Albanie                   | ES | Espagne                                       | LS | Lesotho                                  | SI | Slovénie              |
| AM | Arménie                   | FI | Finlande                                      | LT | Lituanie                                 | SK | Slovaquie             |
| AT | Autriche                  | FR | France                                        | LU | Luxembourg                               | SN | Sénégal               |
| AU | Australie                 | GA | Gabon                                         | LV | Lettonie                                 | SZ | Swaziland             |
| AZ | Azerbaïdjan               | GB | Royaume-Uni                                   | MC | Monaco                                   | TD | Tchad                 |
| BA | Bosnie-Herzégovine        | GE | Géorgie                                       | MD | République de Moldova                    | TG | Togo                  |
| BB | Barbade                   | GH | Ghana                                         | MG | Madagascar                               | TJ | Tadjikistan           |
| BE | Belgique                  | GN | Guinée                                        | MK | Ex-République yougoslave<br>de Macédoine | TM | Turkménistan          |
| BF | Burkina Faso              | GR | Grèce                                         |    |                                          | TR | Turquie               |
| BG | Bulgarie                  | HU | Hongrie                                       | ML | Mali                                     | TT | Trinité-et-Tobago     |
| BJ | Bénin                     | IE | Irlande                                       | MN | Mongolie                                 | UA | Ukraine               |
| BR | Brésil                    | IL | Israël                                        | MR | Mauritanie                               | UG | Ouganda               |
| BY | Bélarus                   | IS | Islande                                       | MW | Malawi                                   | US | Etats-Unis d'Amérique |
| CA | Canada                    | IT | Italie                                        | MX | Mexique                                  | UZ | Ouzbékistan           |
| CF | République centrafricaine | JP | Japon                                         | NE | Niger                                    | VN | Viet Nam              |
| CG | Congo                     | KE | Kenya                                         | NL | Pays-Bas                                 | YU | Yougoslavie           |
| CH | Suisse                    | KG | Kirghizistan                                  | NO | Norvège                                  | ZW | Zimbabwe              |
| CI | Côte d'Ivoire             | KP | République populaire<br>démocratique de Corée | NZ | Nouvelle-Zélande                         |    |                       |
| CM | Cameroun                  |    |                                               | PL | Pologne                                  |    |                       |
| CN | Chine                     | KR | République de Corée                           | PT | Portugal                                 |    |                       |
| CU | Cuba                      | KZ | Kazakstan                                     | RO | Roumanie                                 |    |                       |
| CZ | République tchèque        | LC | Sainte-Lucie                                  | RU | Fédération de Russie                     |    |                       |
| DE | Allemagne                 | LI | Liechtenstein                                 | SD | Soudan                                   |    |                       |
| DK | Danemark                  | LK | Sri Lanka                                     | SE | Suède                                    |    |                       |
| EE | Estonie                   | LR | Libéria                                       | SG | Singapour                                |    |                       |

- 1 -

DISPOSITIF DE SCIAGE PAR FIL POUR LA DECOUPE DE TRANCHES  
FINES UTILISANT LE CROISEMENT ANGULAIRE D'AU MOINS DEUX  
NAPPES DE FILS

La présente invention concerne un dispositif de sciage par fil comprenant au moins deux cylindres guide-fils supportant un fil maintenu en position grâce à des gorges prévues sur la surface desdits cylindres guide-fils qui définissent l'intervalle entre les fils d'une nappe de fils, le fil étant susceptible de se déplacer selon un mouvement alternatif ou continu en appui contre une pièce à scier fixée sur une table support.

Lors de la découpe en tranches fines de la pièce à scier, le fil tendu est à la fois guidé et tracté par les cylindres guide-fils. Ces cylindres guide-fils généralement revêtus d'une couche synthétique sont gravés avec des gorges dont la géométrie et les dimensions doivent être d'une grande précision. Le fil est enroulé en spirale autour de deux ou plusieurs cylindres guide-fils et forment entre deux cylindres guide-fils au moins une nappe de fils parallèles dont la distance entre deux fils consécutifs fixe l'épaisseur des tranches. En raison de l'enroulement en spirale, tous les fils de la nappe de fils se déplacent parallèlement générant un effort perpendiculaire à l'avance de la table support et induisant des efforts de cisaillement et de torsion sur le mécanisme de tenue de la pièce à scier. Ces efforts sont fonction de la vitesse de sciage et des dimensions de la pièce à scier et peuvent aller jusqu'à l'arrachage de la

- 2 -

pièce à scier de son support. Les tensions produites à la base de la pièce à scier induisent des déformations qui après sciage se retrouvent sous forme d'un voilage des tranches obtenues. De plus, le plan de la nappe de fils est dans les dispositifs connus généralement perpendiculaire à la direction de sciage, ce qui peut induire des ondulations sur la surface des tranches en cas de mouvement général de la nappe de fils résultant d'oscillations thermiques par exemple. Ces ondulations, même de quelques micromètres, suffisent à rendre les tranches inutilisables pour certaines applications telles que du silicium pour l'industrie des semi-conducteurs.

Le but de l'invention consiste à remédier aux inconvénients précités en permettant au dispositif de sciage par fil l'obtention de tranches de meilleure qualité géométrique en diminuant les ondulations et le voilage de celles-ci tout en améliorant la productivité de l'ensemble. Le dispositif selon l'invention est caractérisé à cet effet, par le fait que l'enroulement du fil autour des cylindres guide-fils génère au moins deux nappes de fils qui se croisent au moins selon une ligne avec un angle non nul, le fil étant enroulé sur chacun des cylindres guide-fils sur  $120^\circ$  au moins de la circonférence du cylindre et passant en ligne droite d'un cylindre guide-fils à un autre.

On utilise ainsi au moins deux nappes de fils faisant un angle suffisant avec la direction de découpe. Le croisement des nappes améliorera le problème des ondulations puisque celles-ci ne seront plus parallèles mais seront angulairement différentes de part et d'autre

- 3 -

des tranches obtenues, ce qui donne la possibilité d'une correction subséquente par lappage ou par rectification. L'utilisation de deux guide-fils selon un mode d'exécution préféré dans le dispositif de sciage par fil permet de réaliser d'une manière simple, par un enroulement du fil croisé en forme de huit entre les deux guide-fils, les deux directions de sciage avec un angle suffisant pour créer l'effet requis pour diminuer le problème d'ondulations éventuelles. Il est particulièrement important de relever que dans cette configuration, les efforts de cisaillement induits sur le support par les deux nappes ayant des directions angulaires différentes de la direction de sciage, donc de l'avance de la table support, sont considérablement réduits. De plus, la position angulaire des nappes de fils par rapport au déplacement de la table support, donc de la pièce à scier, diminue la pression de coupe sur la surface de la pièce à scier et permet ainsi une plus grande vitesse de découpe, augmentant du même coup la productivité du dispositif de sciage par fil. L'angle nécessaire entre les deux nappes doit être d'au moins  $20^{\circ}$  si l'on veut obtenir un effet de croisement sensible. Toutefois, au delà de  $90^{\circ}$  le temps de découpe commence à diminuer l'intérêt économique des nappes croisées.

Du fait que le fil est enroulé sur chacun des cylindres guide-fils sur  $120^{\circ}$  au moins de la circonférence du cylindre et passe en ligne droite d'un cylindre guide-fils à un autre, donc sans passer par un organe de guidage tel qu'un cylindre de guidage ou de déviation, on obtient un angle de croisement élevé des nappes et un très bon

- 4 -

alignement et un parallélisme optimal des fils d'une nappe. L'invention permet donc de réaliser un dispositif de sciage par fil performant ayant une productivité élevée, une précision moyenne accrue par la diminution des défauts géométriques et la diminution des tensions internes dans la pièce à scier (souvent d'un matériau très sensible aux efforts extérieurs) en cours de sciage.

Selon un mode d'exécution particulièrement avantageux, le dispositif comprend des moyens pour effectuer un déplacement relatif entre la pièce à scier et les nappes de fils et des moyens de réglage pour régler l'angle d'inclinaison compris entre la direction dudit déplacement relatif et une perpendiculaire à un plan de travail dans lequel sont contenus les axes de deux cylindres guide-fils voisins, cet angle d'inclinaison étant déterminé et ajusté de façon à obtenir des tranches à faces parallèles.

En réglant de façon précise ledit angle d'inclinaison un parallélisme parfait des faces des tranches sciées peut être obtenu.

Favorablement, cet angle d'inclinaison est déterminé et réglé en fonction de la distance séparant deux gorges voisines sur les cylindres guide-fils, du diamètre de ces derniers et de la distance séparant ces derniers.

Lors d'un changement d'un de ces trois paramètres, il y aura donc lieu d'ajuster l'angle d'inclinaison, ce qui permettra d'obtenir à nouveau des tranches à faces exactement parallèles.

D'autres avantages ressortent des caractéristiques exprimées dans les revendications dépendantes et de la

- 5 -

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 et des variantes.

La figure 1 illustre en perspective le principe de l'invention.

La figure 2 illustre un mode d'exécution avec deux cylindres guide-fils.

La figure 3 est une vue en plan perpendiculaire aux cylindres guide-fils.

La figure 4a est une vue latérale d'un cylindre guide-fils incliné et la figure 4b est une vue en plan des cylindres guide-fils inclinés de façon que les projections des fils apparaissent parallèles.

La figure 5 est une vue frontale des deux cylindres guide-fils.

Les figures 6 à 8 montrent trois variantes possibles pour effectuer un angle d'inclinaison entre la direction de déplacement de la pièce à scier et une perpendiculaire au plan de travail.

Les figures 9a à 9c illustrent schématiquement l'enroulement du fils sur les cylindres guide-fils dans trois variantes.

La figure 1 illustre en perspective la pièce à scier 1 mise en appui contre les nappes de fils croisées 2 supportées par les cylindres guide-fils 4. La table support 3 sur laquelle est fixée la pièce à scier 1 se déplace selon la direction 5. Le croisement des nappes se fait selon la droite 6 avec un angle  $\beta$ .

La figure 2 illustre l'enroulement du fil 2 sur les cylindres guide-fils 4. Le fil 2 passe sur la partie

- 6 -

supérieure du premier cylindre à gauche, rejoint en ligne droite la partie inférieure du second cylindre, est enroulé sur la circonférence de ce second cylindre sur au moins un angle de  $120^\circ$ , ici environ  $200^\circ$ , pour retourner en ligne droite vers la partie inférieure du premier cylindre où il occupe également environ  $200^\circ$  de la circonférence de ce cylindre et ainsi de suite. Par cet enroulement en huit, il se forme donc deux nappes de fils 2 dont les fils s'étendent d'un cylindre à l'autre en ligne droite sans être déviés par un organe de guidage ou de déviation et en se croisant avec un angle  $\beta$  non nul qui est en tous cas supérieur à  $20^\circ$  pour constituer un enroulement régulier en huit. L'angle  $\beta$  est déterminé par le diamètre des cylindres 4 et l'espacement séparant les axes des derniers.

La figure 3 montre une vue en plan perpendiculaire au plan de travail 16 déterminé par les axes 20 des deux cylindres guide-fils 4.

Il apparaît que des tranches 10, 11, 12, etc, sciées avec une direction de déplacement 5 de la pièce à scier qui correspond à une perpendiculaire 15 au plan de travail possèdent des faces non parallèles en coin.

Lorsqu'on désire obtenir des tranches à faces parallèles, il est donc nécessaire de modifier l'angle entre ladite direction de déplacement 5 et la perpendiculaire au plan de travail 16. Ceci peut être obtenu en ajustant un angle d'inclinaison prédéterminé  $\delta$  entre la direction de déplacement 5 et la perpendiculaire 15 au plan de travail 16, comme cela est visible à la figure 4a. Cet angle d'inclinaison prédéterminé  $\delta$  est compris dans un plan de

- 7 -

réglage 17 qui est perpendiculaire au plan de travail 16 et parallèle aux axes des deux cylindres guide-fils 4. Cet angle  $\delta$  peut être déterminé par la formule

$$\delta = \arctan \frac{P}{2d}$$

où P = distance séparant deux gorges 14 voisines sur les cylindres guide-fils 4;

d = distance séparant les droites supérieure et inférieure 18, 19 joignant les points de contact tangentiels des deux nappes sur un cylindre guide-fils 4.

Conformément à la figure 5, la distance d est donnée par la formule

$$d = D \times \cos \left( \arcsin \frac{D}{L} \right) = D \times \left( 1 - \frac{D^2}{L^2} \right)^{1/2}$$

où D = diamètre des cylindres guide-fils 4;

L = distance séparant les axes 20 des cylindres guide-fils 4.

Ainsi, dans le cas de la figure 4b, la direction de déplacement 5 est perpendiculaire à la feuille et la perpendiculaire 15 au plan de travail 16 est inclinée d'un angle  $\delta$  prédéterminé par rapport à la direction de déplacement 5. De même, les axes 20 des cylindres guide-fils sont inclinés d'un angle  $\delta$  par rapport au plan de la feuille. Dans cette position, les fils des deux nappes 2 apparaissent parallèles en projection, et les tranches obtenues possèdent donc bien deux faces parallèles.

Dans le cas des applications et des machines les plus usuelles, l'angle d'inclinaison  $\delta$  est très petit de

- 8 -

l'ordre de 20'.

L'épaisseur  $e$  des tranches obtenues correspond sensiblement à la moitié de celle obtenue avec une nappe de fils simple non croisée d'un écartement  $P$  :

$$e = P/2 \cos \delta - e_f$$

où  $e_f$  = épaisseur du fil enduit d'abrasif.

Ainsi, en appliquant un angle d'inclinaison  $\delta$  correspondant à des valeurs de  $P$ ,  $D$  et  $L$  prédéterminées, il est possible d'obtenir avec des nappes de fils croisées des tranches sciées à faces parfaitement parallèles.

L'angle d'inclinaison  $\delta$  une fois calculé pourra être appliqué au dispositif de sciage de différentes façons,

- par inclinaison du plan de travail, le déplacement de la table support restant inchangé, par exemple vertical,

- par inclinaison mécanique de la direction de déplacement de la table support et de la pièce à scier, le plan de travail restant fixe, par exemple horizontal,

- par déplacements simultanés et commandés de la pièce à scier suivant une direction  $Y$  parallèle aux axes 20 des cylindres guide-fils 4 et suivant la direction  $Z$  verticale perpendiculaire au plan de sciage, les vitesses des déplacements  $Z$  et  $Y$  étant contrôlées de façon à correspondre à une avance de la pièce à scier correspondant à l'angle d'inclinaison  $\delta$ .

Le dispositif de sciage représenté à la figure 6 possède un châssis 30 sur lequel est monté de façon coulissante la table support 3 portant la pièce à scier 1.

- 9 -

Un moteur 31 permet de déplacer la table support 3 suivant une direction verticale invariable Z.

Les cylindres guide-fils 4 sont montés sur un cadre 32 qui est articulé grâce à un arbre de pivotement 33 perpendiculaire audit plan de réglage sur le châssis 30. Un mécanisme de réglage 35 à vis micrométrique permet d'ajuster de façon exacte l'angle d'inclinaison  $\delta$  de la normale 15 au plan de travail 16 par rapport à la verticale Z. Cet angle d'inclinaison  $\delta$  restera inchangé pour des valeurs de P, D et L données.

Dans la variante représentée à la figure 7, la normale 15 au plan de sciage est fixe. Par contre, le châssis 30 comprend une partie supérieure 37 qui est montée pivotante à un socle 38 grâce à un arbre d'articulation 39 perpendiculaire audit plan de réglage. Un mécanisme de réglage 40 à vis micrométrique permet d'ajuster de façon précise l'angle d'inclinaison  $\delta$  de la direction de déplacement Z par rapport à la normale 15 au plan de travail 16. On obtient ainsi également des tranches à faces parfaitement parallèles avec des nappes croisées.

La variante d'exécution de la figure 8 possède un châssis fixe 30 sur lequel est montée une table support 3 déplaçable suivant une direction verticale invariable Z. Les deux cylindres guide-fils 4 comportent également des axes fixes non inclinables.

La pièce à scier 1 est montée sur une table coulissante 42 qui peut être déplacée grâce à un moteur 43 suivant une direction Y parallèle aux axes des cylindres guide-fils 4. Le déplacement suivant la direction Y est

- 10 -

précisément contrôlé pour engendrer une avance combinée suivant les directions Z et Y de la pièce à scier dans le plan de réglage 17 correspondant exactement à l'angle d'inclinaison  $\delta$  qui est donné par la relation :

$$\tan \delta = \frac{V_Y}{V_Z}$$

où  $V_Y$  et  $V_Z$  sont les vitesses de déplacement selon les directions Y et Z.

Il est bien entendu que le déplacement suivant Y est bien plus petit que celui suivant Z, par exemple 170 fois plus petit. Néanmoins, ce déplacement précisément contrôlé suivant Y est nécessaire pour obtenir des tranches comportant des faces parallèles.

Il est bien entendu possible de trouver d'autres mécanismes permettant d'établir exactement l'angle d'inclinaison  $\delta$ .

Les figure 9a à 9c montrent d'autres types de croisement de nappes à plus de deux cylindres guide-fils.

La figure 9a représente en vue latérale un croisement multiple de trois nappes de fils 2 au point 6 en utilisant trois cylindres guide-fils 4. Les nappes de fils 2 se croisent avec des angles  $\beta_1$  et  $\beta_2$ . Le fil 2 passe autour du cylindre gauche supérieur, rejoint en ligne droite le cylindre inférieur pour remonter sur le cylindre droit supérieur et retourne ensuite en ligne droite vers le cylindre gauche supérieur. Le fil est enroulé sur chacun des cylindres sur un angle de  $240^\circ$  environ de la circonférence et forme ainsi trois nappes de fils se croisant selon une seule droite.

- 11 -

La figure 9b représente en vue latérale un croisement multiple de trois nappes de fils 2 entre quatre cylindres guide-fils 4. Les nappes de fils 2 se croisent au point 6 avec des angles  $\beta_1$  et  $\beta_2$ .

La figure 9c représente en vue latérale une possibilité de réaliser un croisement de deux nappes de fils 2 entre quatre cylindres guide-fils 4. Le croisement 6 se fait avec un angle  $\beta$ . Le fil est enroulé sur chacun des quatre cylindres sur un angle de  $180^\circ$  permettant ainsi un bon guidage et parallélisme des fils des deux nappes. En outre, ce type d'enroulement ne nécessite pas de corrections de l'angle d'inclinaison  $\delta$ .

Le fil de sciage formant les nappes croisées de fils 2 entre les cylindres guide-fils 4 est constituée d'acier à ressort d'un diamètre compris entre 0,1 et 0,2 mm afin de scier des blocs de matériaux durs ou de composition plus particulière, tels que silicium, céramique, composés des éléments des groupes III-V, GGG (Grenats à Gadolinium-Gallium), saphir, etc, en tranches de 0,1 à 5 mm d'épaisseur environ. L'agent abrasif est un produit du commerce et peut être du diamant, du carbure de silicium, de l'alumine, etc, sous forme fixée au fil ou sous forme libre en barbotine.

Le concept de nappes de fils croisées sans organe de déviation supplémentaire agissant sur les fils et intégré au dispositif de sciage par fil permet de réaliser un ensemble plus performant et produisant des tranches de meilleure qualité de par le croisement simple ou multiple de nappes de fils 2 entre deux ou plus cylindres guide-

- 12 -

fils fixes ou mobiles, sans que cela soit au détriment des coûts d'exploitation ou de la productivité.

Il est bien entendu que les modes de réalisation décrits ci-dessus ne présentent aucun caractère limitatif et qu'ils peuvent recevoir toutes modifications désirables à l'intérieur du cadre tel que défini par la revendication 1. En particulier, d'autres types de croisements de nappes de fils 2 peuvent être envisagés qui par la position des nappes de fils 2 par rapport à la direction de la découpe réalisent sur les surfaces de part et d'autre des tranches des inclinaisons différentes des ondulations dues aux mouvements thermiques ou mécaniques du dispositif de sciage par fil. Par exemple, l'enroulement du fil autour d'un nombre de plus de deux cylindres guide-fils 4 peut générer trois nappes de fils 2 différentes donnant lieu à un croisement multiple, qui peut se générer selon une ou plusieurs droites. Les différentes nappes de fils 2 peuvent se croiser suivant une même droite ou éventuellement se croiser de manière indépendante deux à deux en des droites différentes. L'enroulement du fil 2 sur les cylindres guide-fils 4 peut être complet ou partiel. Il est cependant supérieur à  $120^\circ$  et de préférence idéalement supérieur à  $150^\circ$  de façon à obtenir un excellent maintien du fil sur les cylindres, donc un parallélisme optimal des fils d'une nappe.

D'autres combinaisons peuvent également satisfaire au concept de nappes de fils 2 croisées en conservant l'idée de l'invention de minimiser les efforts de cisaillement induits par la découpe des tranches sur le support de la pièce à scier 1 et de créer de part et d'autre de la

- 13 -

surface des tranches une orientation différente, donc croisée, des défauts éventuellement induits par les mouvements non contrôlés du dispositif de sciage par fil. Il est également possible d'imaginer des dispositifs de sciage par fil dont les cylindres guide-fils 4 sont déplaçables grâce à des moyens permettant de varier l'angle de croisement  $\beta$  entre les nappes de fils 2, soit de manière fixe soit continue en cours de travail. Une position avec un angle de croisement pratiquement nul facilite par exemple le chargement automatique du fil, l'angle entre les nappes de fils étant alors donné après la génération des nappes de fils 2 par le déplacement relatif des cylindres guide-fils 4. Ces moyens, par exemple des vérins agissant sur l'axe d'au moins un des cylindres guide-fils, pourraient être actionnées manuellement, électriquement, pneumatiquement ou hydrauliquement.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de sciage par fil comprenant au moins deux cylindres guide-fils (4) supportant un fil (2) maintenu en position grâce à des gorges prévues sur la surface desdits cylindres guide-fils (4) qui définissent l'intervalle entre les fils d'une nappe de fils, le fil étant susceptible de se déplacer selon un mouvement alternatif ou continu en appui contre une pièce à scier (1) fixée sur une table support (3), caractérisé par le fait que l'enroulement du fil autour des cylindres guide-fils (4) génère au moins deux nappes de fils qui se croisent au moins selon une ligne (6) avec un angle ( $\beta$ ) non nul, le fil étant enroulé sur chacun des cylindres guide-fils (4) sur  $120^\circ$  au moins de la circonférence du cylindre et passant en ligne droite d'un cylindre guide-fils à un autre.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend deux cylindres guide-fils (4) et que le fil est enroulé sur les deux cylindres guide-fils en passant de la partie supérieure d'un premier cylindre guide-fils en ligne droite à la partie inférieure du second cylindre guide-fils pour retourner de la partie supérieure de ce dernier en ligne droite vers la partie inférieure du premier guide-fils de façon à constituer un enroulement en huit formant deux nappes de fils (2) se croisant avec ledit angle ( $\beta$ ).

- 15 -

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens (31) pour effectuer un déplacement relatif (5) entre la pièce à scier (1) et les nappes de fils (2) et des moyens de réglage (35,40,43) pour régler l'angle d'inclinaison ( $\delta$ ) compris entre la direction (Z) dudit déplacement relatif (5) et une perpendiculaire (15) à un plan de travail (16) dans lequel sont contenus les axes (20) de deux cylindres guide-fils (4) voisins, cet angle d'inclinaison ( $\delta$ ) étant déterminé et ajusté de façon à obtenir des tranches à faces parallèles.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les moyens de réglage (35,40,43) sont agencés de façon à régler ledit angle d'inclinaison ( $\delta$ ) dans un plan de réglage (17) qui est perpendiculaire au plan de travail (16) et parallèle aux axes (20) des deux cylindres guide-fils (4) voisins.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que ledit angle d'inclinaison ( $\delta$ ) est déterminé et réglé en fonction de la distance (P) séparant deux gorges (17) voisines sur les cylindres guide-fils (4), du diamètre (D) de ces derniers et de la distance (L) séparant ces derniers.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'angle d'inclinaison ( $\delta$ ) est déterminé et réglé selon la formule

- 16 -

$$\delta = \arctan \frac{P}{2d}$$

P étant la distance séparant deux gorges (14) voisines des cylindres guide-fils (4);

d étant la distance séparant les droites supérieure et inférieure (18,19) joignant les points de contact tangentiels des deux nappes croisées sur un cylindre guide-fils (4);

d étant déterminé par la formule :

$$d = D \times \cos \left( \arcsin \frac{D}{L} \right)$$

où D est le diamètre des cylindres guide-fils (4) et L est la distance séparant les axes de ces derniers.

7. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que les moyens de réglage comportent un mécanisme (35) agencé de façon à tourner l'ensemble des cylindres guide-fils (4) autour d'un axe d'articulation (33) perpendiculaire audit plan de réglage (17).

8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que les moyens de réglage comportent un mécanisme (40) agencé de façon à tourner ladite direction (Z) du déplacement relatif (5) autour d'un axe d'articulation (39) perpendiculaire audit plan de réglage (17).

9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que les moyens de réglage

- 17 -

comportent un mécanisme (43) agencé de façon à déplacer la pièce à scier (1) dans ledit plan de réglage (17) suivant une direction (Y) perpendiculaire à ladite direction (Z) du déplacement relatif.

10. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que ledit angle ( $\beta$ ) est déterminé par le diamètre des cylindres guide-fils (4) et l'espacement séparant les axes des derniers.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1, 2 ou 10, caractérisé par le fait que ledit angle ( $\beta$ ) est d'au moins  $20^\circ$ .

12. Dispositif de sciage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour modifier ledit angle ( $\beta$ ) de croisement des nappes de fils (2).

13. Dispositif de sciage selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens pour modifier l'angle ( $\beta$ ) sont agencés pour déplacer au moins un cylindre guide-fils (4).

14. Dispositif de sciage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins trois nappes de fils (2) se croisant suivant une même droite (6).

15. Dispositif de sciage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins trois nappes de

- 18 -

fils (2) se croisant deux à deux suivant des droites différentes.

16. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens pour modifier l'angle ( $\beta$ ) de croisement des nappes de fils (2) sont actionnés manuellement, électriquement, pneumatiquement ou hydrauliquement.

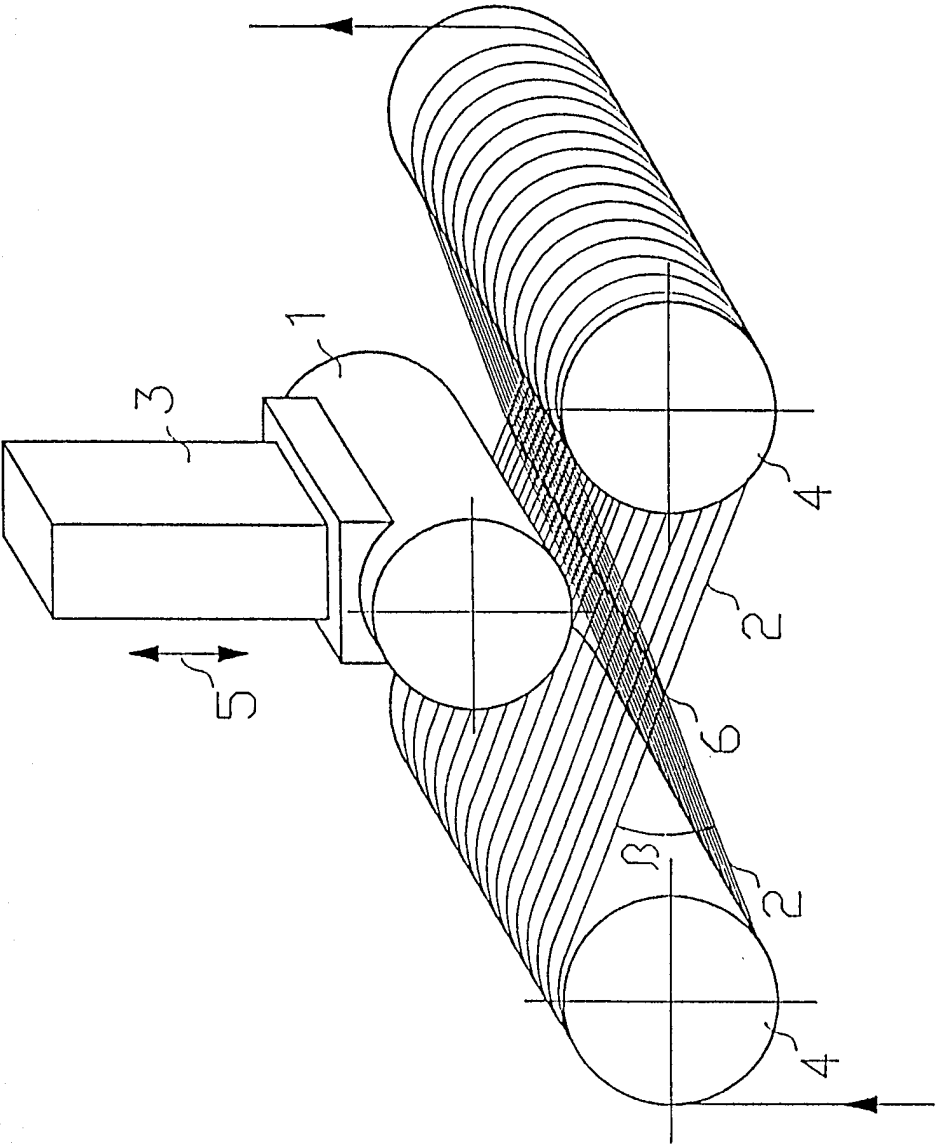


FIG.1

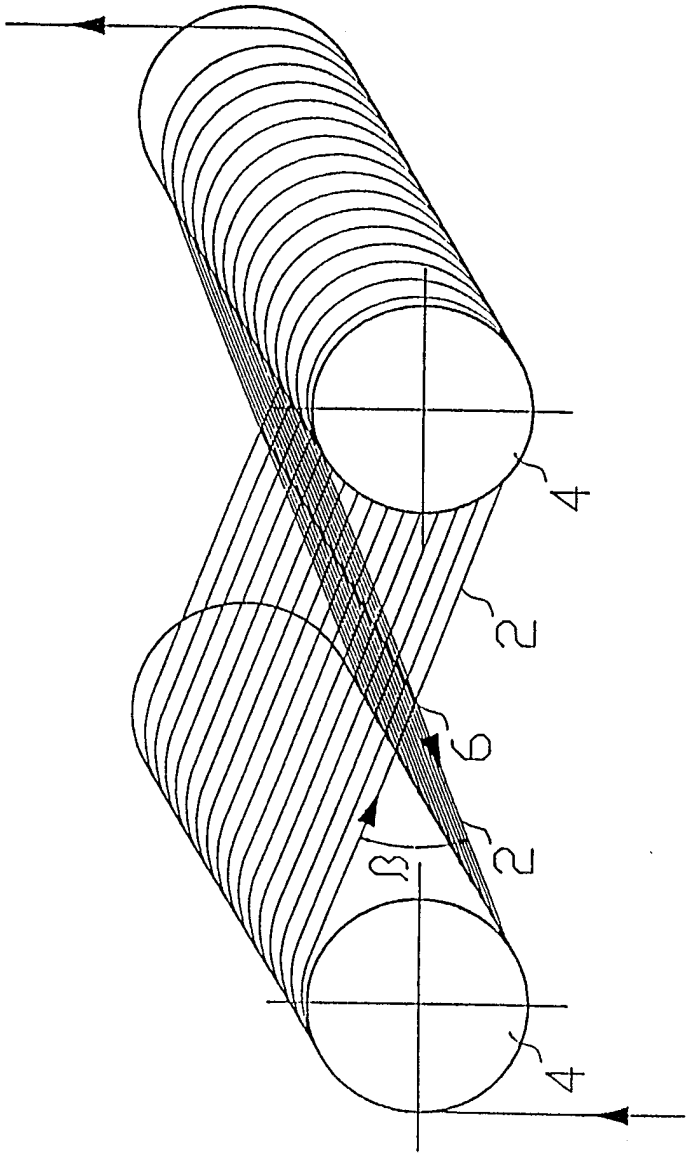


FIG.2

3/5

FIG. 3

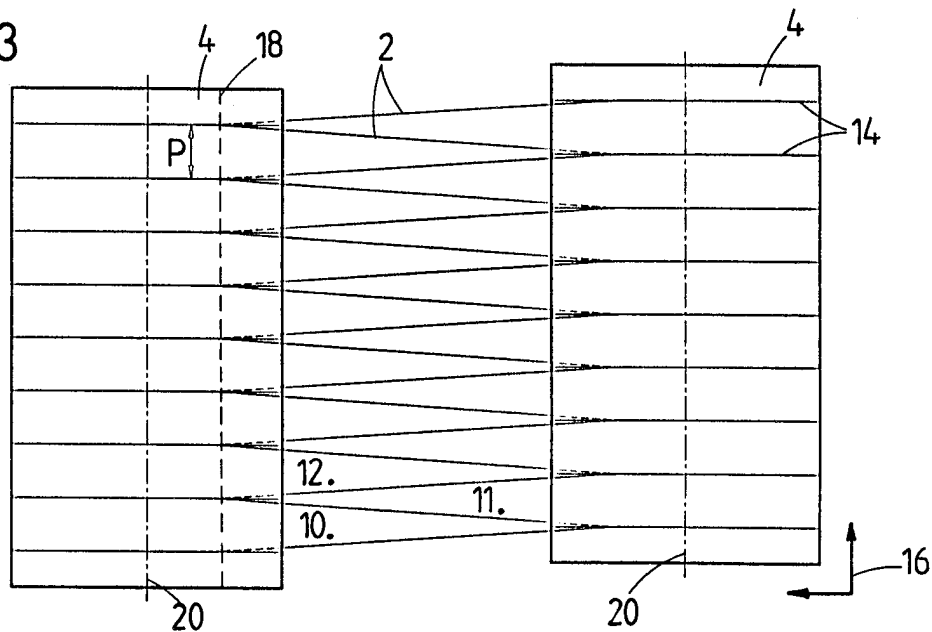


FIG. 4b

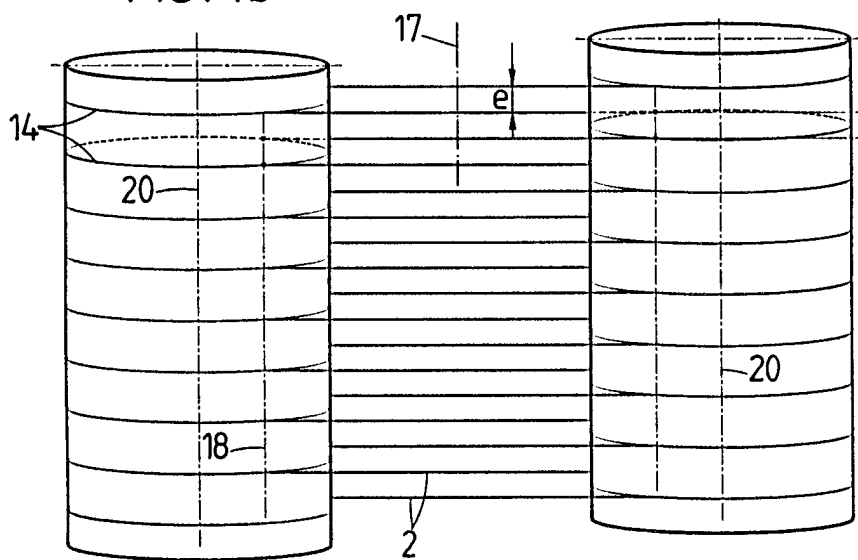


FIG. 4a

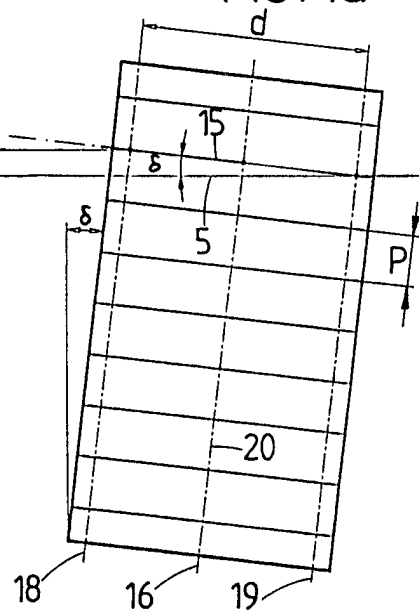


FIG. 5

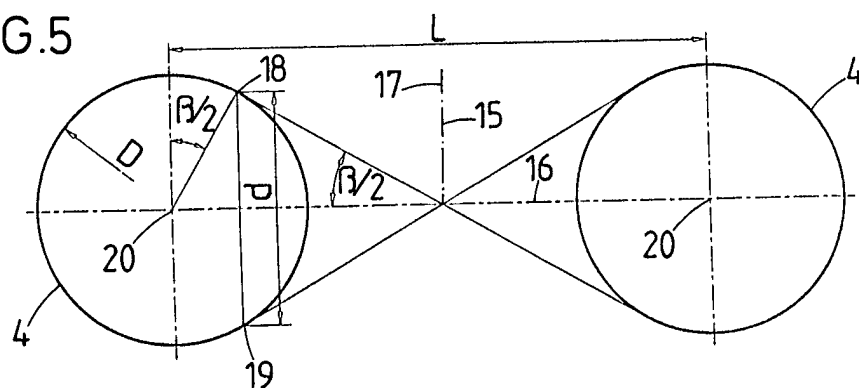


FIG. 6

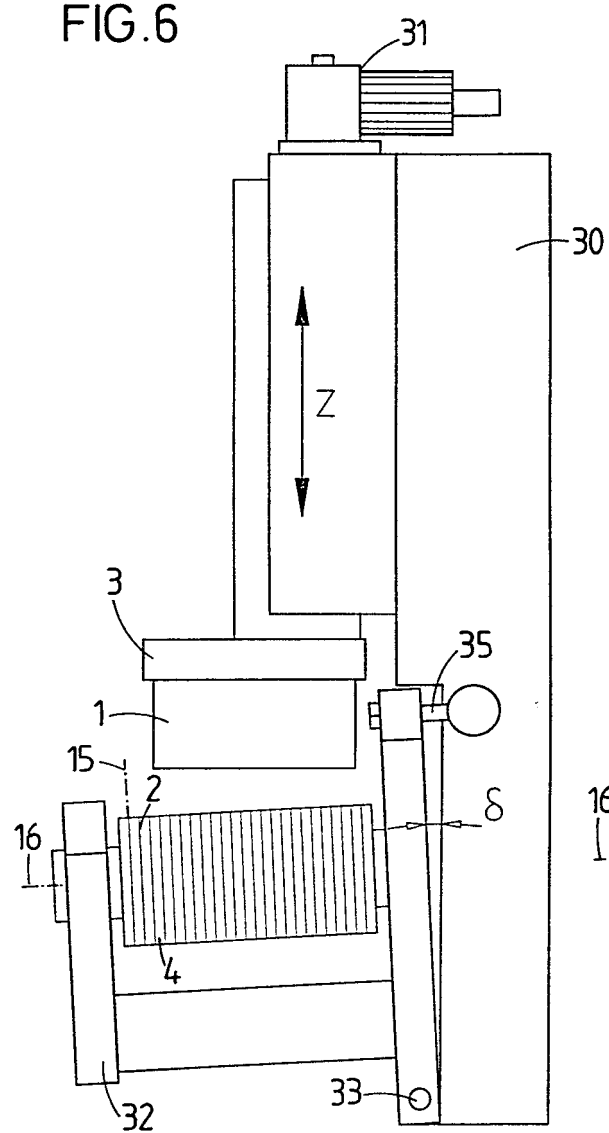


FIG. 7

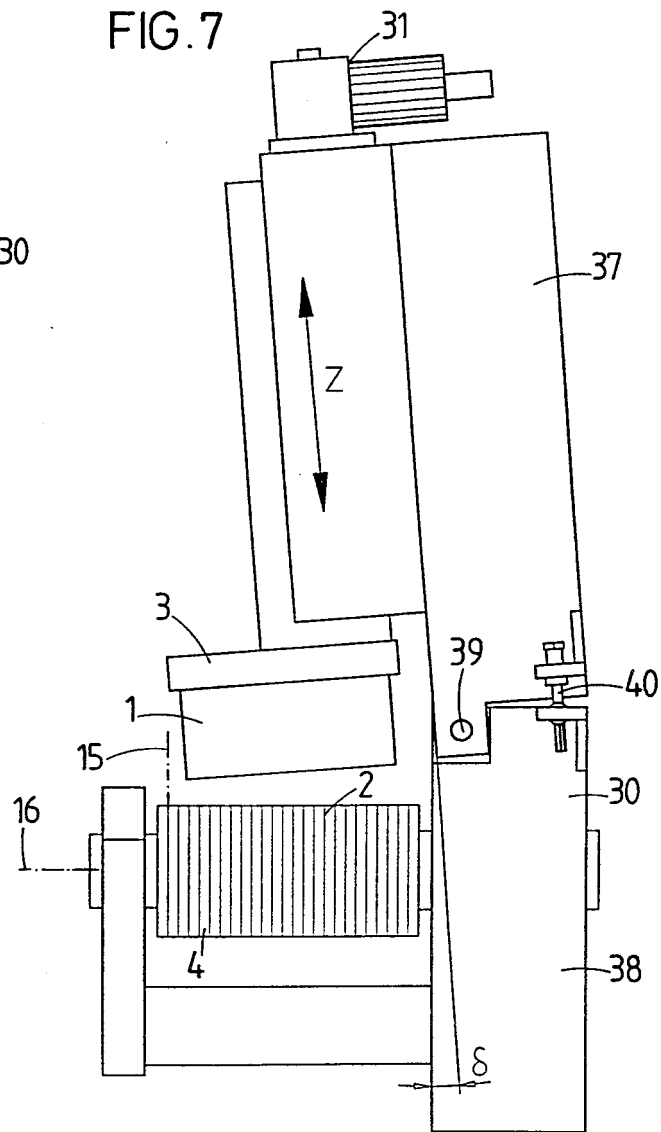


FIG. 8

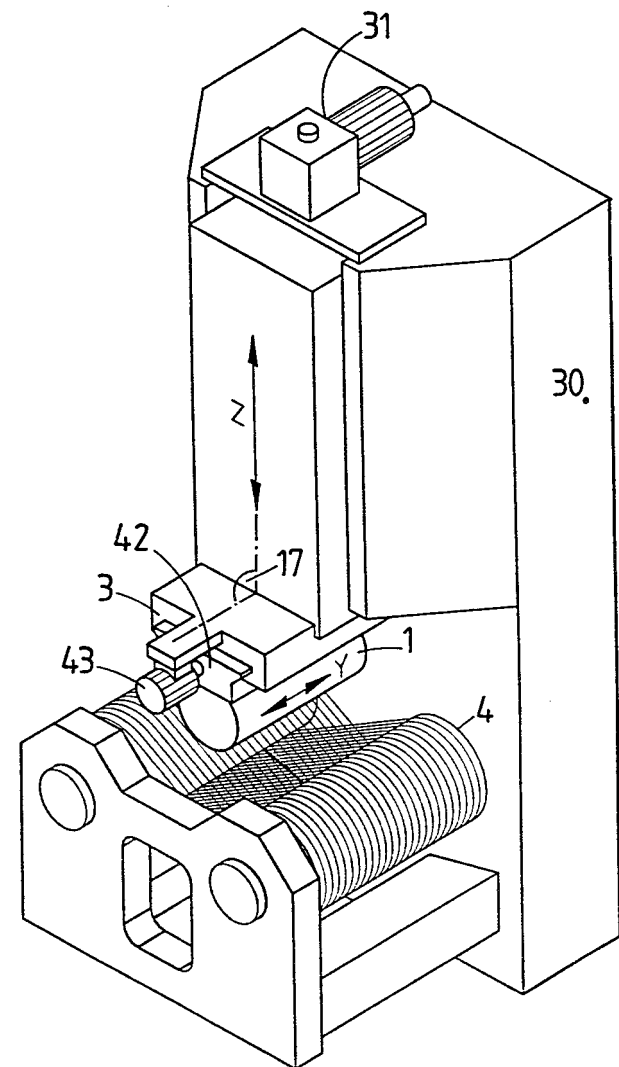


FIG. 9a

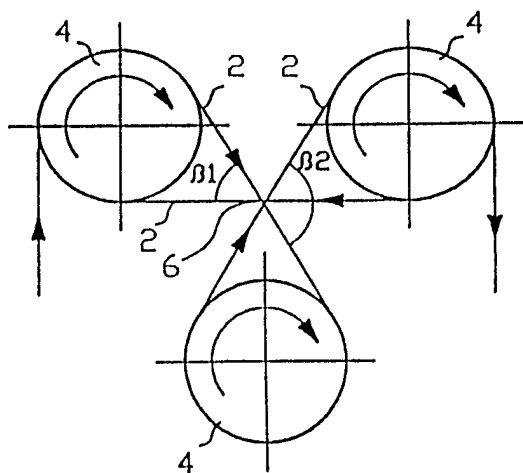


FIG. 9b

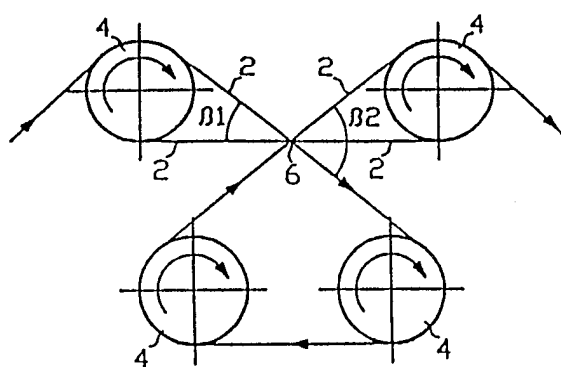
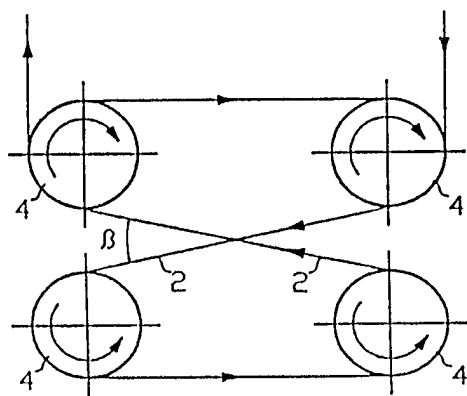


FIG. 9c



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/IB 98/00180

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B28D5/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B28D B23D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                  | Relevant to claim No. |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X        | JP 61 288 995 A (HAITO KK) 19 December 1986<br>see figures 1,2<br>---                                                                                               | 1,2                   |
| P,X      | WO 97 32681 A (TRIMEX TESLA SRO) 12 September 1997<br>see page 5, line 22 - line 29<br>see page 6, line 4 - line 6<br>see page 9, line 11 - line 17; figures<br>--- | 1,3,10,<br>12,13,16   |
| A        | EP 0 745 464 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO LTD) 4 December 1996<br>see column 6, line 1 - line 41; figures 2,3<br>---                                                    | 1                     |
| A        | WO 91 12915 A (C. HAUSER) 5 September 1991<br>see abstract; figures 3-5<br>---<br>-/-                                                                               | 1                     |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 April 1998

Date of mailing of the international search report

27/04/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moet, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/IB 98/00180

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                | Relevant to claim No. |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A        | EP 0 406 019 A (CONTINENTAL BAKING COMPANY) 2 January 1991<br>see column 3, line 19 - line 21; figures 1,3<br>--- | 1                     |
| A        | US 4 608 893 A (S. HÜHNE) 2 September 1986<br>see column 3, line 66 - column 4, line 11; figures 1,2<br>---       | 1                     |
| A        | DE 154 646 C (A. TARDIEU) 26 September 1904<br>see page 1, line 33 - line 35; figures<br>---                      | 1                     |
| A        | DE 195 17 107 A (TOKYO SEIMITSU CO LTD) 23 November 1995<br>see column 6, line 30 - line 47; figure 1<br>-----    | 3                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/IB 98/00180

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)   | Publication<br>date  |
|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|
| JP 61288995 A                             | 19-12-86            | NONE                         |                      |
| WO 9732681 A                              | 12-09-97            | CZ 9600669 A<br>AU 1615697 A | 17-12-97<br>22-09-97 |
| EP 745464 A                               | 04-12-96            | JP 8323741 A                 | 10-12-96             |
| WO 9112915 A                              | 05-09-91            | NONE                         |                      |
| EP 406019 A                               | 02-01-91            | US 5031497 A                 | 16-07-91             |
| US 4608893 A                              | 02-09-86            | DE 3405252 A<br>EP 0150509 A | 24-10-85<br>07-08-85 |
| DE 154646 C                               |                     | NONE                         |                      |
| DE 19517107 A                             | 23-11-95            | JP 7308920 A<br>JP 8025208 A | 28-11-95<br>30-01-96 |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De. de Internationale No

PCT/IB 98/00180

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 6 B28D5/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 B28D B23D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                               | no. des revendications visées |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X           | JP 61 288 995 A (HAITO KK) 19 décembre 1986<br>voir figures 1,2<br>---                                                                                                       | 1,2                           |
| P,X         | WO 97 32681 A (TRIMEX TESLA SRO) 12 septembre 1997<br>voir page 5, ligne 22 - ligne 29<br>voir page 6, ligne 4 - ligne 6<br>voir page 9, ligne 11 - ligne 17; figures<br>--- | 1,3,10,<br>12,13,16           |
| A           | EP 0 745 464 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO LTD)<br>4 décembre 1996<br>voir colonne 6, ligne 1 - ligne 41;<br>figures 2,3<br>---                                                   | 1                             |
| A           | WO 91 12915 A (C. HAUSER) 5 septembre 1991<br>voir abrégé; figures 3-5<br>---                                                                                                | 1                             |
|             | ---<br>-/--                                                                                                                                                                  |                               |

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 avril 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/04/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Moet, H

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De. de Internationale No  
PCT/IB 98/00180

| C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                          |                               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie                                       | Identification des documents cités. avec le cas échéant, l'indication des passages pertinents                            | no. des revendications visées |
| A                                               | EP 0 406 019 A (CONTINENTAL BAKING COMPANY) 2 janvier 1991<br>voir colonne 3, ligne 19 - ligne 21;<br>figures 1,3<br>--- | 1                             |
| A                                               | US 4 608 893 A (S. HÜHNE) 2 septembre 1986<br>voir colonne 3, ligne 66 - colonne 4,<br>ligne 11; figures 1,2<br>---      | 1                             |
| A                                               | DE 154 646 C (A. TARDIEU) 26 septembre 1904<br>voir page 1, ligne 33 - ligne 35; figures<br>---                          | 1                             |
| A                                               | DE 195 17 107 A (TOKYO SEIMITSU CO LTD) 23 novembre 1995<br>voir colonne 6, ligne 30 - ligne 47;<br>figure 1<br>-----    | 3                             |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De: de internationale No

PCT/IB 98/00180

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| JP 61288995 A                                   | 19-12-86               | AUCUN                                   |                        |
| WO 9732681 A                                    | 12-09-97               | CZ 9600669 A<br>AU 1615697 A            | 17-12-97<br>22-09-97   |
| EP 745464 A                                     | 04-12-96               | JP 8323741 A                            | 10-12-96               |
| WO 9112915 A                                    | 05-09-91               | AUCUN                                   |                        |
| EP 406019 A                                     | 02-01-91               | US 5031497 A                            | 16-07-91               |
| US 4608893 A                                    | 02-09-86               | DE 3405252 A<br>EP 0150509 A            | 24-10-85<br>07-08-85   |
| DE 154646 C                                     |                        | AUCUN                                   |                        |
| DE 19517107 A                                   | 23-11-95               | JP 7308920 A<br>JP 8025208 A            | 28-11-95<br>30-01-96   |