

(21) (A1) **2,250,991**
 (22) 1998/11/12
 (43) 1999/05/13

(72) PEGORARO, Giancarlo, CH

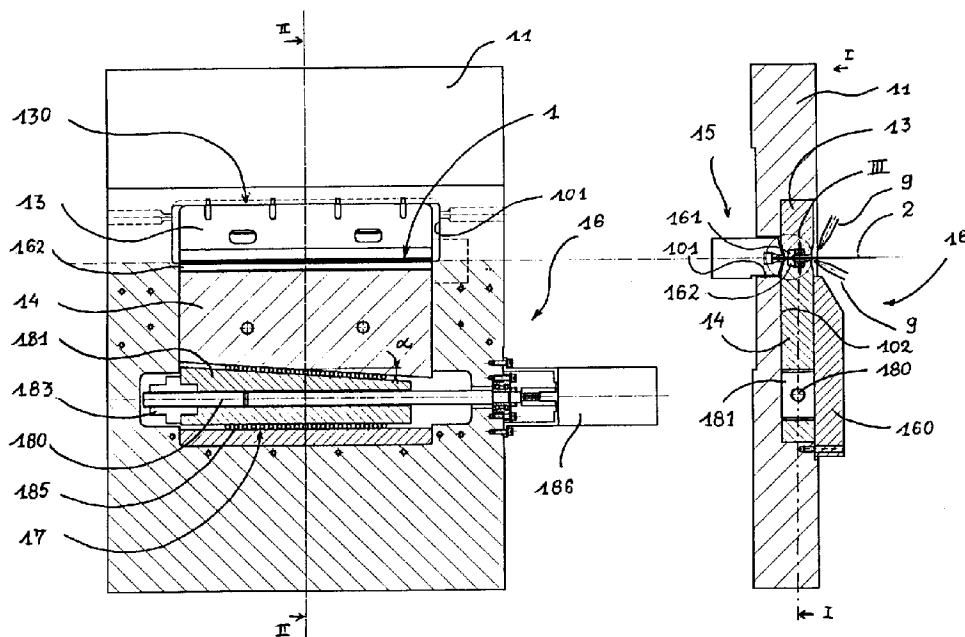
(71) CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT MICHELIN, CH

(51) Int.Cl.⁶ B21C 1/30, B21C 51/00

(30) 1997/11/13 (97/ 14 345) FR

(54) **USINAGE DE TOLE SANS ENLEVEMENT DE MATIERE, PAR ETIRAGE**

(54) **SHEET METAL MACHINING BY WAY OF STRETCHING AND WITHOUT REMOVAL OF MATERIAL**



(57) Le dispositif d'usinage d'une tôle comporte une mâchoire 16 pourvue de deux lames 161 et 162 montées en regard l'une de l'autre pour délimiter entre lesdites lames un orifice de calibrage 1, des moyens permettant de faire varier l'écartement entre lames, une pince 15 pouvant saisir la tôle, des moyens pour déplacer ladite pince par rapport auxdites lames, des moyens pour coordonner le mouvement de ladite pince et la position relative desdites lames de façon à faire glisser la tôle par rapport auxdits lames pendant que l'on contrôle la distance entre lesdites lames. Le procédé consiste à tirer sur la tôle par une extrémité de façon à éloigner une section de départ du plan contenant l'orifice de calibrage 1 et ainsi faire passer la tôle 2 au travers de l'orifice de calibrage 1 pendant que l'on maintient les lames 161 et 162 appuyées contre ladite tôle 2 de façon à faire varier continuellement l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage. Autrement dit, on fait varier l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

Titre : Usinage de tôle sans enlèvement de matière, par étirage.

ABREGE

Le dispositif d'usinage d'une tôle comporte une mâchoire 16 pourvue de deux lames 161 et 162 montées en regard l'une de l'autre pour délimiter entre lesdites lames un orifice de calibrage 1, des moyens permettant de faire varier l'écartement entre lames, une pince 15 pouvant saisir la tôle, des moyens pour déplacer ladite pince par rapport auxdites lames, des moyens pour coordonner le mouvement de ladite pince et la position relative desdites lames de façon à faire glisser la tôle par rapport auxdits lames pendant que l'on contrôle la distance entre lesdites lames. Le procédé consiste à tirer sur la tôle par une extrémité de façon à éloigner une section de départ du plan contenant l'orifice de calibrage 1 et ainsi faire passer la tôle 2 au travers de l'orifice de calibrage 1 pendant que l'on maintient les lames 161 et 162 appuyées contre ladite tôle 2 de façon à faire varier continument l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage. Autrement dit, on fait varier l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

- 1 -

Usinage de tôle sans enlèvement de matière, par étirage.

La présente invention concerne l'usinage de tôles, ou bien encore de plaques (assimilées à des tôles dans le contexte de la présente invention), en vue d'obtenir des tôles à faces non parallèles.

10 En métallurgie, les tôles brutes sont classiquement obtenues par laminage. Une opération de laminage a pour résultat une différence de vitesse de défilement de la tôle entre l'amont et l'aval de l'opération de laminage, ce qui se traduit par une augmentation de la longueur de la tôle après laminage. Fondamentalement, par une opération telle que décrite ci-dessus, on change les dimensions de la tôle, tout en gardant un profil (section perpendiculaire au sens de défilement) rectangulaire. Le produit obtenu est à faces généralement parallèles, avec un certain niveau de tolérance pour la planéité de chacune des faces et pour l'épaisseur entre faces. Si l'on veut resserrer les tolérances de planéité et/ou d'épaisseur, on est conduit en général à rectifier les tôles.

20 Par ailleurs, à partir d'une tôle classique, il est difficile d'obtenir des profils à faces non parallèles par laminage. Si par exemple les axes respectifs des cylindres de laminage ne sont pas parallèles, le volume de matière traitée par unité de largeur (dimension parallèle à l'axe des cylindres) n'est plus constant. Il en résulte que la vitesse de défilement a tendance à être plus importante aux endroits laminés à plus faible épaisseur. Cela provoque, dans la tôle laminée, des contraintes internes très importantes, d'où une très grande difficulté à obtenir un produit de laminage sans courbure. Là encore, on est souvent conduit à rectifier les tôles pour obtenir le profil souhaité.

L'objectif de la présente invention consiste à obtenir des tôles dont les faces ne sont pas parallèles. Un cas particulier consiste à obtenir des tôles à faces planes mais non parallèles. Par convention, dans ce dernier cas, on parle dans la suite de tôles « biaises », c'est-à-dire de tôles dont les faces forment des plans inclinés l'un par rapport à l'autre, depuis des angles aussi faibles que l'on veut jusqu'à des angles valant quelques degrés. Suivant un aspect particulier de la présente invention, on réalise une ébauche dite « biaise », dans laquelle il est ensuite possible de découper, par une technique quelconque, un objet au contour prédéfini en fonction de l'application finale visée.

30 L'invention propose un procédé d'usinage d'une tôle sans enlèvement de matière, comprenant les étapes suivantes:

- prendre en tenaille ladite tôle entre deux portées d'outil enserrant la tôle et définissant une section de celle-ci, lesdites portées délimitant entre elles un orifice de calibrage dont la grande dimension est supérieure à la largeur de la tôle à usiner et dont la petite dimension détermine l'épaisseur de la tôle tout le long de ladite section,

- 2 -

- saisir ladite tôle à une extrémité de celle-ci, sur toute la largeur de ladite tôle, en regard de l'orifice de calibrage,
- tirer sur la tôle par ladite extrémité de façon à éloigner une section de départ du plan contenant l'orifice de calibrage et ainsi faire passer la tôle au travers de l'orifice de calibrage pendant que l'on maintient lesdites portées sensiblement longilignes appuyées contre ladite tôle de façon à contrôler ladite épaisseur selon une loi prédéterminée donnant l'épaisseur en fonction de la distance d'éloignement de la section de départ, ladite loi prédéterminée étant telle que l'on fait varier continument l'épaisseur de la tôle en fonction de l'éloignement, de façon à faire varier continument l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

10

L'invention peut s'appliquer chaque fois qu'un produit final ou un produit semi-fini est une tôle dont la section est d'allure trapézoïdale, c'est-à-dire présente des faces biaises. On peut citer à titre d'exemple non limitatif la fabrication des lames de couteau, ou la fabrication d'un certain type de moule de bande de roulement de pneu, dont la conception de base est définie dans le brevet EP 0 569 909.

20

L'invention sera parfaitement comprise grâce à la consultation de la description suivante, illustrant à l'aide des figures jointes, et de façon non limitative, un exemple de réalisation de l'invention, ainsi qu'une utilisation particulière de celle-ci.

La figure 1 est une coupe d'un dispositif d'usinage selon l'invention, suivant I-I à la figure 2 ;

La figure 2 est une demi vue et demi coupe d'un dispositif d'usinage selon l'invention, suivant II-II à la figure 1 ;

La figure 3 est un agrandissement de la partie délimitée par le cercle III à la figure 1 ;

La figure 4 est une vue comparable à celle de la figure 3, montrant la tôle dans une phase ultérieure de l'usinage ;

La figure 5 illustre l'application à la fabrication d'un moule pour pneumatiques.

30

Le dispositif d'usinage représenté aux figures 1 à 4 comporte un bâti 11 supportant une mâchoire 16 comportant deux lames 161 et 162 montées en regard l'une de l'autre pour délimiter entre lesdites lames 161, 162 un orifice de calibrage 1. Le dispositif comporte des moyens pour forcer la tôle à se déplacer par rapport à l'orifice de calibrage : une pince 15 pouvant saisir la tôle 2, pince que l'on peut déplacer par rapport auxdites lames 161 et 162. Il s'agit de fermer la mâchoire 16 sur la tôle 2 tout en étirant ladite tôle 2. De préférence, dans son mouvement d'éloignement par rapport

- 3 -

aux lames 161 et 162, la pince ne s'éloignera pas trop d'un plan perpendiculaire au plan de l'orifice de calibrage 1, passant par ledit orifice.

En d'autres termes, on fait passer la tôle par un orifice de calibrage, créant une sorte de filière, si ce n'est qu'il ne s'agit pas de filer un fil, mais d'usiner une tôle. Cependant, l'invention diffère radicalement de l'analogie au filage par la forme de l'orifice créé, ce qui crée une dimension nouvelle pour s'adresser à des tôles.

10 Lesdits moyens pour forcer la tôle à se déplacer par rapport à l'orifice de calibrage sont tels que l'on fait varier continument l'écartement entre lames en fonction du déplacement de la pince, de façon à faire varier continument l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

20 Dans l'application particulière visée et illustrée à l'aide de la figure 5, la loi est telle que l'épaisseur évolue linéairement en fonction la distance d'éloignement. Plus précisément, l'épaisseur diminue lorsque la distance d'éloignement augmente. On voit que, sous cet aspect, l'invention diffère aussi de l'analogie technique que constitue le filage par le caractère variable de l'orifice de calibrage. Dans sa forme pour un usage plus universel, le dispositif d'usinage comporte des moyens pour coordonner le mouvement de ladite pince et la position relative desdites lames de façon à faire glisser la tôle par rapport auxdites lames pendant que l'on fait varier la distance entre lesdites lames suivant une loi prédéterminée en fonction de la forme finale à obtenir. Bien entendu, cette loi peut facilement être ajustée expérimentalement en fonction de l'éventuel écart entre la forme désirés et la forme obtenue lors des premiers essais.

30 Revenons à la mâchoire, pour décrire les moyens permettant de faire varier l'écartement entre les lames 161 et 162. Le bâti 11 est percé au centre d'une fenêtre 101 prolongée d'un côté par un dégagement 102 (voir figure 2), recevant ladite mâchoire 16. Les lames sont montées l'une 161 sur un porte-lame fixe 13, l'autre 162 sur un porte-lame mobile 14, au moyen de clavettes trapézoïdales 131 et 141 respectivement (voir plus particulièrement la figure 3). Le dos 130 du porte-lame fixe 13 est un cylindre de base circulaire, l'axe dudit cylindre étant perpendiculaire au plan de la figure 1. Cette disposition constructive a pour objet de pouvoir régler le parallélisme des lames 161 et 162 en déplaçant transversalement le porte-lame fixe 13 par rapport au bâti 11. Etant donnée la gamme de réglage recherchée, le rayon de l'arc de cercle que forme la face de ce cylindre dans le plan de la figure 1 est de rayon si grand que la courbure n'est pas discernable à la figure 1.

- 4 -

Un coin 181 est intercalé entre le porte-lame mobile 14 et une surface de référence 17 sur le bâti 11, avec interposition de chemins de roulement à aiguilles 185. Ce coin 181 est monté sur un écrou 183, lui-même monté sur une vis 180. La translation de la vis 180 le long de son axe est bloquée par un arrangement convenable. La translation du porte-lame mobile 14 s'opère alors qu'il reste toujours parallèle à lui-même, les efforts qu'exerce le porte-outil mobile 14 dans la direction parallèle à l'axe de la vis 180 sont repris par le bâti 11. Le porte-lame mobile 14 et l'ensemble des organes coopérant avec celui-ci sont maintenus en place contre le bâti 11 par une plaque 160.

- 10 Le coin 181 forme un angle α dont la valeur est choisie pour développer sur la tôle un effort suffisant pour la déformer, tout en ménageant la possibilité que la longueur de déplacement du coin soit suffisante pour contrôler avec grande précision le mouvement relatif des lames. La vis 180 est entraînée par un moteur 186. La rotation de la vis 180 dans un sens permet de déplacer le coin 181 dans un sens (par exemple de gauche vers la droite à la figure 1) ; la rotation de l'arbre 180 dans l'autre sens permet de déplacer le coin 181 dans l'autre sens. Compte tenu du sens de montage du coin 181, un déplacement du coin 181 de gauche vers la droite à la figure 1 va augmenter l'écart entre le porte-lame mobile 14 et la surface de référence 17, donc diminuer la distance entre le porte-lame mobile 14 et le porte-lame fixe 13, donc diminuer la distance entre les lames 161 et 162. Le bouclage des efforts en jeu passe par le bâti 11, dimensionné en conséquence.
- 20 Des ressorts de rappel (non représentés) garantissent que les porte-lame fixe 13 et mobile 14 s'écartent l'un de l'autre lorsque l'on déplace le coin 181 de droite vers la gauche à la figure 1.

- La section de chacune des lames 161 et 162, dans la zone fonctionnelle, c'est-à-dire la zone des portées 165, a une allure arrondie pour définir, avec la lame en vis à vis et compte tenu du sens d'avancement de la tôle 2 au travers de la mâchoire 16, des portées convergentes formant une striction progressive. Considéré dans l'autre direction (c'est à dire dans le plan de la figure 1), le profil des lames 161 et 162 est ici linéaire. De façon plus générale, si l'on constate expérimentalement un écart dans cette direction entre la forme désirée et la forme de la tôle après déformation, on corrige en modifiant la forme dudit profil afin d'obtenir la forme de la tôle tel que souhaité.
- 30 Un traitement de surface approprié permet de conférer à ladite portée 165 une dureté convenable. Par exemple, des lames en carbure de tungstène ayant subi un traitement de surface à base de nitrure de titane et de bisulfure de molybdène, associés à une lubrification, présentent une résistance et un glissant (coefficient de frottement) convenables.

- 5 -

Des tuyaux 9 permettent de projeter un lubrifiant, par exemple de l'huile d'usinage, pour recouvrir les faces de la tôle juste au-devant de l'orifice de calibrage. On peut utiliser par exemple une huile fortement additivée en chlore.

10 Une pince 15, à mors auto-serrant, est disposée en parallèle de la mâchoire 16. Cette pince comporte des cales de serrage 151 de section trapézoïdale interposées entre l'objet à serrer (ici la tôle 2) et des surfaces de support 150 inclinées de façon à converger du côté de la mâchoire 16. La pince 15 permet d'agripper la tôle 2 fermement par l'une de ses extrémités. La pince doit bien sûr être capable de se fermer pour saisir la tôle 2 correctement et de s'ouvrir pour lâcher la tôle 2. Les détails constructifs nécessaires seront facilement dessinés par l'homme du métier et n'apparaissent pas sur le dessin pour ne pas le surcharger inutilement. Un mécanisme de traction (non représenté) permet d'éloigner (ou de rapprocher pour faire faire à la tôle une marche arrière entre deux passes) la pince 15 de la mâchoire 16, pince et mâchoire restant constamment parallèles, le mouvement de la pince intervenant dans un plan perpendiculaire au plan dans lequel se développe le mouvement des lames 161 et 162 de la mâchoire 16. En variante, on peut utiliser une pince à serrage hydraulique.

20 Pour usiner la tôle, la taille de l'ouverture entre lames 161 et 162, qui au départ correspond sensiblement à l'épaisseur de la tôle 2 (voir figure 3), va être progressivement réduite (voir figure 4, dans laquelle la flèche F rappelle le sens d'avancement de la tôle) jusqu'à l'épaisseur minimale souhaitée, pendant que l'on déplace la tôle 2 transversalement en éloignant la pince 15 de la mâchoire 16 (déplacement de droite vers la gauche aux figures 1, 3 et 4). La loi est telle que l'épaisseur diminue lorsque l'éloignement augmente. Le mouvement du coin 181 et l'éloignement de la pince 15 sont bien entendu coordonnés pour obtenir le profil souhaité sur la tôle 2.

30 On a constaté que, comme pour bien d'autres techniques d'usinage, on obtient les meilleurs résultats si, au cours d'une passe, le taux de déformation de la tôle ne dépasse pas certaines limites. Cela dépend de la nature du matériau. Il faut aussi prendre en compte l'angle de biais et la longueur usinée. En fait, compte tenu du fait que le volume total de matière est conservé, le paramètre à prendre en compte est la quantité de matière déplacée par l'usinage. Plus il y en a, plus grand sera le nombre de passes requis. Ainsi, par exemple, pour un acier inoxydable ductile, si l'on souhaite réaliser un angle de biais atteignant l'ordre de grandeur de $0,1^\circ$, et pour une longueur usinée de l'ordre de 10 centimètres, il est préférable de travailler en deux passes successives au moins. Ainsi, à chaque passe, on met en oeuvre une loi visant des épaisseurs différentes. Le travail en plusieurs passes permet d'améliorer le niveau de précision et/ou l'état de surface.

- 6 -

L'invention permet d'usiner sans apport thermique. L'invention permet d'usiner tout en ayant des taux de déformation constants tout le long de la section travaillée. L'avantage qui en résulte est l'absence ou du moins le très faible impact de déformations parasites, d'où pas ou très peu de gauchissement de la tôle après usinage.

10 Le procédé d'usinage proposé s'insère aisément dans une installation plus complexe fabriquant des ébauches en fonction d'une application particulière. Par exemple, on part d'une bande métallique continue dont la largeur et l'épaisseur sont choisies en fonction de la largeur et de l'épaisseur maximale de l'ébauche braise à fabriquer. La bande, conditionnée par exemple sous forme de bobine, alimente un dispositif d'usinage tel que décrit. Même si la bande avait une courbure initiale du fait de son stockage en bobine, l'étirement dû au procédé efface automatiquement toute courbure, ce qui rend inutile tout redressage ultérieur. Si plusieurs passes sont requises, la bande fait marche arrière dans le dispositif d'usinage entre deux passes. En variante, chaque passe peut être réalisée sur des dispositifs d'usinage successifs. Au cours des passes successives, les faces de la tôle restent planes, leur inclinaison relative allant en augmentant. A la fin de la dernière passe, la bande est sectionnée en fermant plus avant la mâchoire 16 sans déplacement longitudinal de la bande par rapport à la pince 15, pour marquer une zone de sectionnement de ladite bande, et sans relâcher le serrage imposé par les lames 161 et 162, une ébauche est individualisée de par la traction sur ladite bande par la pince 15 jusqu'à rupture.

20

L'usinage par déformation tel que proposé permet une grande économie de matière par rapport à l'usinage par enlèvement de matière. Le type de matière est fonction de l'application visée, le procédé convenant pour toutes les matières suffisamment ductiles. L'invention trouve une application tout particulièrement intéressante pour usiner des tôles d'acier d'épaisseur comprise entre 0.5 millimètre et 3 millimètres.

30 Comme évoqué ci-dessus, l'invention s'applique avantageusement à la fabrication d'un type de moule pour bande de roulement de pneu. Si l'on se reporte à la description d'un moule pour pneumatique donnée dans la demande de brevet EP 0 569 909, on constate que ledit moule est constitué par l'empilage dans la direction circonférentielle d'un grand nombre d'éléments dont la section, vue dans un plan perpendiculaire à l'axe du moule, est de préférence trapézoïdale. L'invention propose un procédé qui permet d'obtenir une ébauche convenant pour découper lesdits éléments. Lesdits éléments sont ensuite découpés au profil voulu pour que, du côté de la plus faible épaisseur, une partie de la tranche soit une zone de moulage d'une tranche correspondante de la bande de roulement, et pour qu'en dehors de ladite zone de moulage, la tranche complémentaire

- 7 -

à la partie citée ci-dessus coopère avec des organes de commande des mouvements d'ouverture et de fermeture du moule.

L'acier ainsi usiné est un acier inoxydable, en raison de l'utilisation des ébauches dans un moule pour pneu. A partir d'une bande continue, on fabrique en série des ébauches en appliquant le procédé décrit ci-dessus, puis on enchaîne la fabrication en découpant, selon le profil voulu, au fur et à mesure un ou des éléments dans chaque ébauche, et en empilant au fur et à mesure lesdits éléments pour constituer ledit moule.

- 10 Plus précisément, à partir de la définition mathématique de la surface de la bande de roulement telle que le concepteur de pneumatique l'a conçue, et à partir du choix du nombre d'éléments que va comporter la couronne assurant le moulage de ladite bande de roulement, on détermine les dimensions de l'ébauche 3. On voit à la figure 5 que c'est un trapèze, vu en section perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique (voir face 30), la largeur L de l'ébauche étant suffisante pour découper ici un seul élément tel que 31 par toute technique appropriée. Une bande métallique de départ est choisie en fonction de la largeur L et de l'épaisseur maximale du trapèze. Dans cette ébauche, chacun des éléments 31 est ensuite découpé en utilisant de préférence des moyens de coupe asservis au profil 32 de la bande de roulement à mouler. Bien entendu, la découpe du profil
- 20 32 sera typiquement différente pour chacun des éléments 31, selon l'allure de la sculpture de la bande de roulement à mouler. L'invention se prête parfaitement bien à une fabrication assistée par ordinateur. A partir des fichiers informatiques contenant la définition de la sculpture, on peut commander un outil de coupe des préformes, par exemple une machine de découpe à laser. L'invention permet donc la réalisation de moules du type de ceux décrits dans la demande de brevet EP 0 569 909 selon une méthode très directe.

30

REVENDICATIONS

1. Procédé d'usinage d'une tôle sans enlèvement de matière, comprenant les étapes suivantes :

- prendre en tenaille ladite tôle entre deux portées d'outil enserrant la tôle et définissant une section de celle-ci, lesdites portées délimitant entre elles un orifice de calibrage dont la grande dimension est supérieure à la largeur de la tôle à usiner et dont la petite dimension détermine l'épaisseur de la tôle tout le long de ladite section,
- saisir ladite tôle à une extrémité de celle-ci, sur toute la largeur de ladite tôle, en regard de l'orifice de calibrage,
- tirer sur la tôle par ladite extrémité de façon à éloigner une section de départ du plan contenant l'orifice de calibrage et ainsi faire passer la tôle au travers de l'orifice de calibrage pendant que l'on maintient lesdites portées sensiblement longilignes appuyées contre ladite tôle de façon à contrôler ladite épaisseur selon une loi prédéterminée donnant l'épaisseur en fonction de la distance d'éloignement de la section de départ, ladite loi prédéterminée étant telle que l'on fait varier continument l'épaisseur en fonction de l'éloignement, de façon à faire varier continument l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la loi est telle que l'épaisseur évolue linéairement en fonction la distance d'éloignement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la loi est telle que l'épaisseur diminue lorsque l'éloignement augmente.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'usinage comporte plusieurs passes successives de façon à, à chaque passe, viser des épaisseurs différentes.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, utilisé pour la fabrication d'ébauches d'objets quelconques, caractérisé en ce que ladite tôle se présente sous la forme d'une bande continue, caractérisé en ce que à la fin de la phase d'usinage, lesdites portées sont rapprochées pour marquer une zone de sectionnement de ladite bande, puis sans relâcher l'appui desdites portées, une ébauche est individualisée en tirant sur ladite bande jusqu'à rupture de ladite zone de sectionnement.

- 9 -

6. Procédé de fabrication d'un moule pour bande de roulement de pneu, ledit moule étant constitué par l'empilage dans la direction circonférentielle d'un grand nombre d'éléments dont la section, vue dans un plan perpendiculaire à l'axe du moule est trapézoïdale, consistant à fabriquer des ébauches en appliquant le procédé selon la revendication 5, puis à découper un ou des éléments dans chaque ébauche, selon le profil voulu, puis à empiler circonférentiellement lesdits éléments pour constituer ledit moule.

7. Dispositif d'usinage d'une tôle (2) comportant :

- une mâchoire (16) pourvue de deux lames (161, 162) montées en regard l'une de l'autre pour délimiter entre lesdites lames un orifice de calibrage (1),
- des moyens permettant de faire varier l'écartement entre lames,
- une pince (15) pouvant saisir la tôle,
- des moyens pour déplacer ladite pince par rapport auxdites lames,
- des moyens pour coordonner le mouvement de ladite pince et la position relative desdites lames de façon à faire glisser la tôle par rapport auxdites lames pendant que l'on contrôle la distance entre lesdites lames, lesdits moyens étant tels que l'on fait varier continument l'écartement entre lames en fonction du déplacement de la pince, de façon à faire varier continument l'épaisseur de ladite tôle pendant que celle-ci passe au travers de l'orifice de calibrage.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdites lames présentent des portées (165) convergentes, ce qui définit un sens d'avancement pour la tôle.

9. Dispositif selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'apport d'un fluide de lubrification en regard de l'orifice de calibrage.

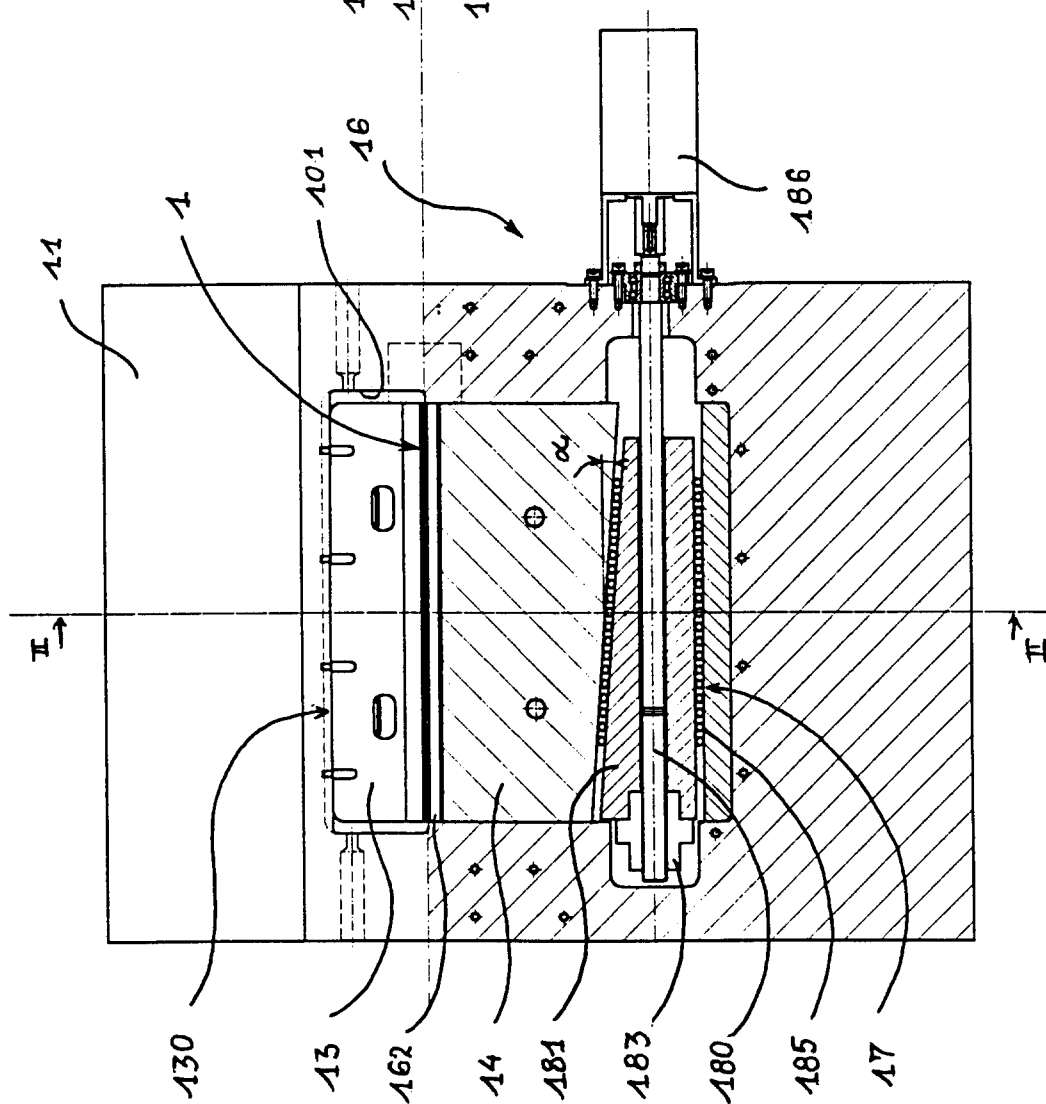


Fig. 1

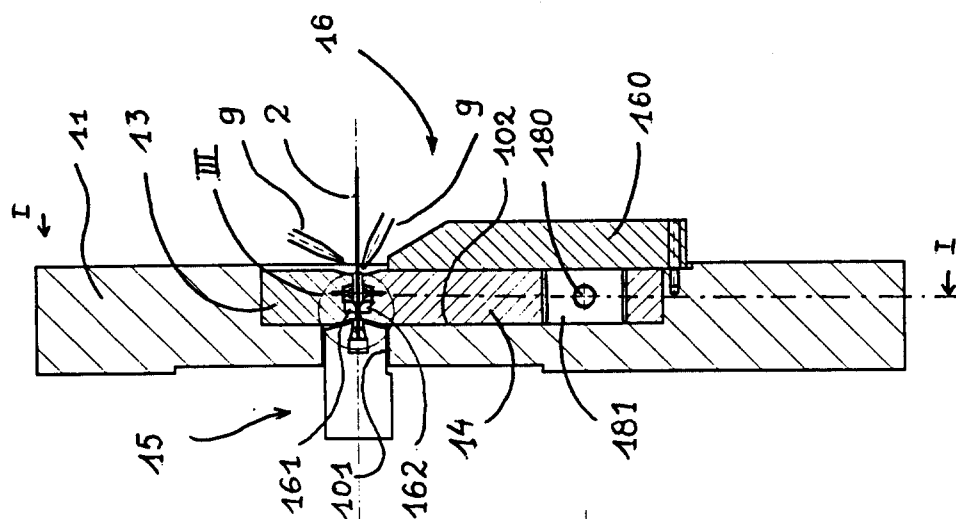


Fig. 2

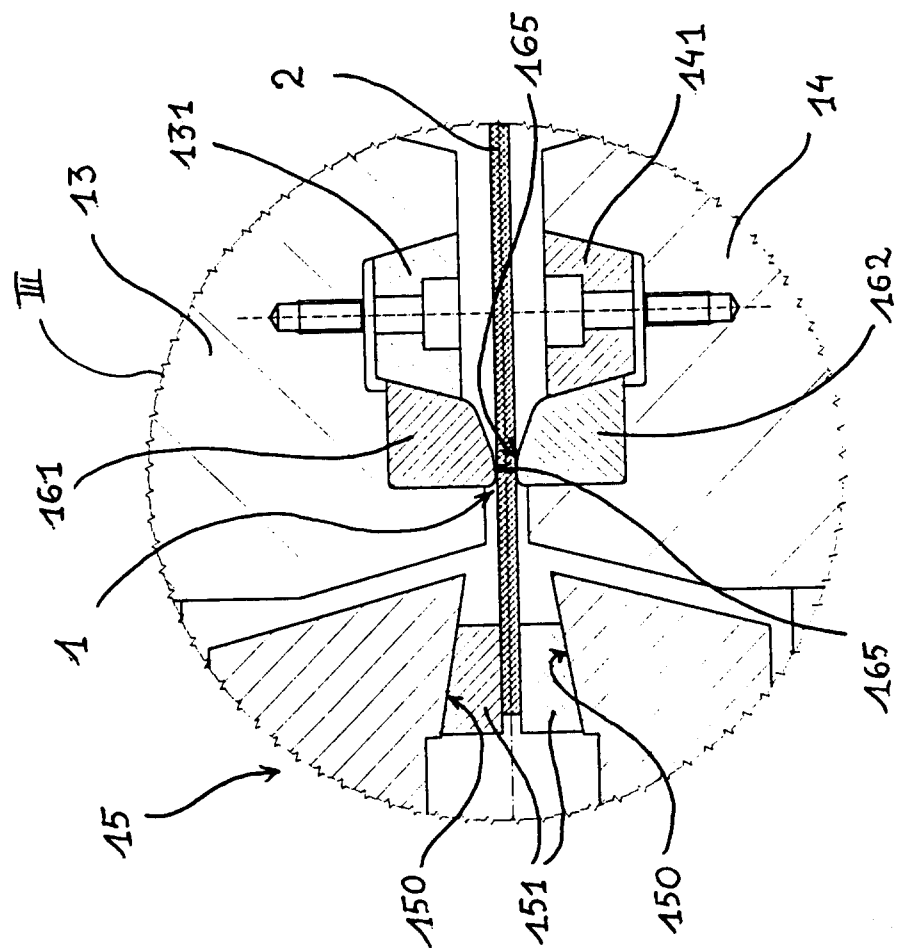


Fig. 3

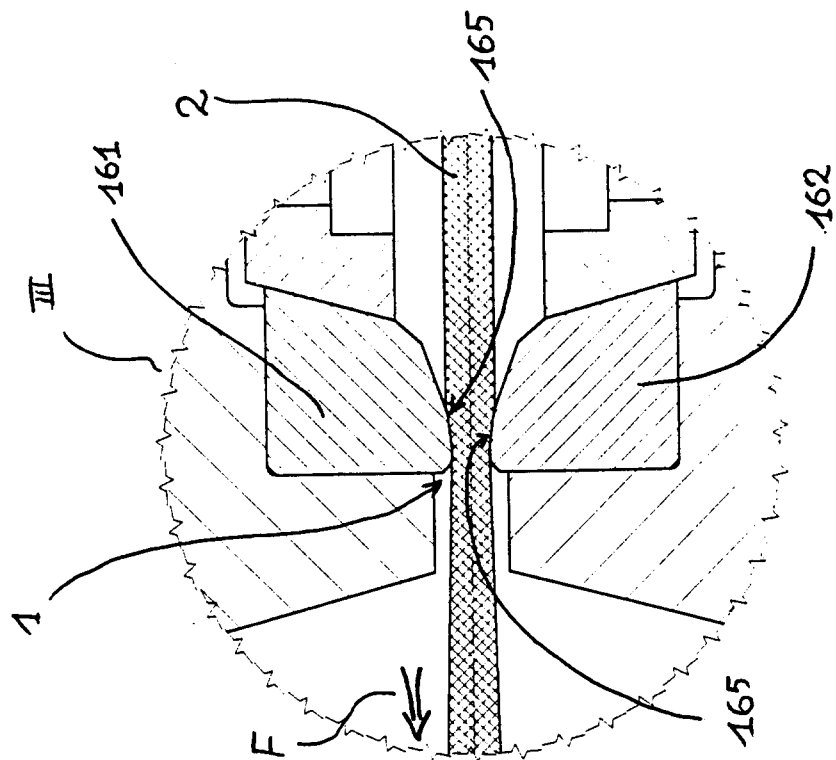


Fig. 4

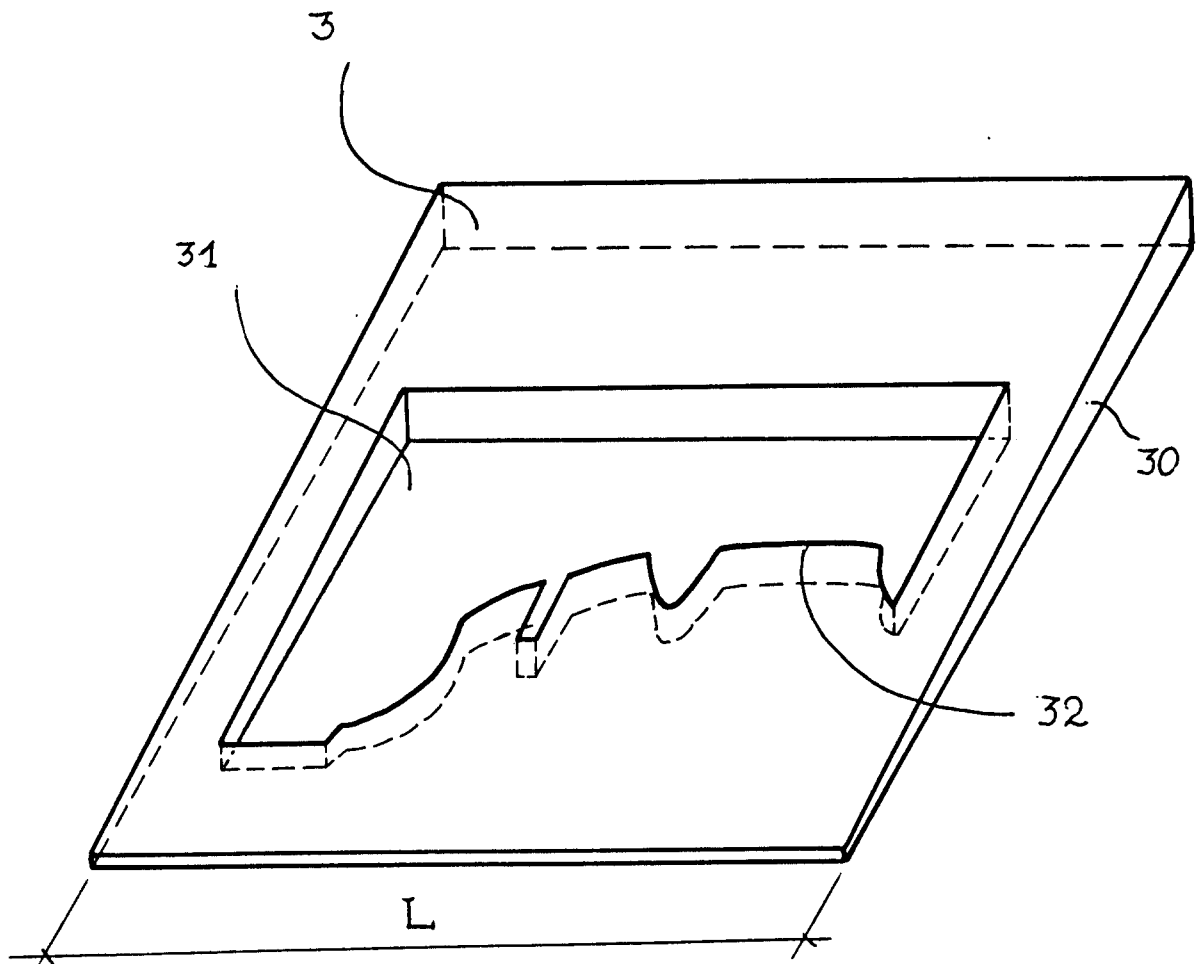


Fig. 5

