(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 242 617 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
04.05.2011 Bulletin 2011/18

(21) Numéro de dépôt: **08864936.3**

(22) Date de dépôt: **17.12.2008**

(51) Int Cl.:
B24C 1/04 *(2006.01)* ***B26F 3/00*** *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2008/052337

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2009/081037 (02.07.2009 Gazette 2009/27)

(54) DISPOSITIF DE DÉCOUPAGE PAR JET D'EAU AVEC DISPOSITIF AMÉLIORÉ DE MAINTIEN DES PIÈCES

Wasserstrahlschneidvorrichtung mit verbesserter Haltevorrichtung für Teile

WATER JET CUTTING DEVICE WITH IMPROVED PART-HOLDING DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **20.12.2007 FR 0760158**

(43) Date de publication de la demande:
27.10.2010 Bulletin 2010/43

(73) Titulaire: **AIRBUS OPERATIONS (SAS)**
31060 Toulouse (FR)

(72) Inventeurs:
- **HAMANN, Jean-Christophe**
  F-44500 La Baule (FR)
- **GUINCHARD, Franck**
  F-44160 Pontchateau (FR)

(74) Mandataire: **Lotaut, Yacine Diaw**
Cabinet Schmit-Chretien
8 Place du Ponceau
95031 Cergy Pontoise (FR)

(56) Documents cités:
CN-A- 101 045 287
GB-A- 1 191 154
JP-A- 2005 230 994
US-A- 4 116 097

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 242 617 B1

Description

[0001] L'invention a pour objet un dispositif de découpage par jet d'eau avec dispositif amélioré de maintien des pièces.

[0002] Le domaine de l'invention est celui de la découpe de matériaux et en particulier des matériaux composites. Plus précisément le domaine de l'invention est celui de la découpe de ces matériaux par un jet à haute pression.

[0003] La découpe par jet d'eau abrasif est un procédé connu et appliqué pour la découpe de très nombreux matériaux dont les matériaux composites.

[0004] On rappelle pour mémoire le principe de ce mode de découpe. Une tête mobile de découpe est équipée d'une buse par laquelle est éjecté un jet d'eau de très petit diamètre (0,1 à 0,5 mm) à très grande vitesse, et mélangé à des particules abrasives. Ce type de jet a la capacité de traverser n'importe quel type de matériau. La buse est située quelques millimètres au dessus de la pièce à découper. En déplaçant la tête, le jet d'eau réalise la découpe des pièces à la forme désirée. La plaque à découper est généralement placée sur un caillebotis au dessus d'une piscine, dont le rôle est d'amortir le jet une fois que celui ci a traversé la pièce et de limiter le bruit.

[0005] Dans l'état de la technique, lorsque le jet arrive dans la piscine après avoir traversé la pièce, il y produit un bouillonnement important. Lorsque la plaque à découper est légère, par exemple lorsqu'elle est constituée de matériau composite de faible épaisseur, ce bouillonnement tend à soulever les pièces découpées qui flottent et peuvent venir se loger entre le jet et la plaque restant à découper.

[0006] Dans d'autre cas, lors de la découpe de pièces très fines, les relaxations de contraintes à l'intérieur de la matière découpée peuvent entraîner un phénomène de « roulage sur elle même » de la plaque qui peut également engendrer des collisions avec la buse.

[0007] Pour éviter ce type de collision, une solution simple consiste à espacer suffisamment les pièces de manière à ce que même si elles se soulèvent, elles ne puissent pas entrer en contact avec la buse. Typiquement, sur des machines de découpe plane pouvant recevoir des plaques de 3 m^2 pour y tirer des panoplies de pièces complexes, une distance de 20 à 40mm minimum entre pièces est suffisante pour éliminer quasiment tout risque de collision. L'inconvénient de ce principe est que la compacité d'imbrication des pièces se trouve dégradée, ce qui pose problème particulièrement sur les matériaux d'un prix élevé, tels que les plaques de matériaux composites aéronautique. Avec ce type d'espacement, la compacité (surface de pièce / surface complète de la plaque) n'excède guère 60%.

[0008] Dans l'état de la technique, on connaît des solutions pour remédier à ce problème mais aucune d'elles n'est vraiment satisfaisante. Parmi ces solutions on connaît en particulier les suivantes :

[0009] Une première solution consiste à recouvrir la plaque à découper par une autre plaque plus lourde et généralement plus épaisse. Cette autre plaque limite alors les possibilités de flottage des pièces découpées. Cependant, outre le fait que cette autre plaque entraîne la consommation de "tôles martyres", cette solution nuit à la qualité et à la précision de découpe. En effet, le jet se trouve alors plus distant des pièces à découper. Comme ce jet est divergent et perd sa cohérence après une distance assez courte, cet éloignement du jet entraîne une variation de cote et une forme de chant en contre dépouille. Cette solution nuit donc à la précision de la découpe et à la qualité des pièces découpées.

[0010] D'autres solutions existent, basées sur des systèmes à dépression utilisant, par exemple, des ventouses disposées au niveau du caillebotis et qui maintiennent les pièces découpées. Ce type de dispositif peut difficilement être appliqué sur des plaques de grandes dimensions (plusieurs m^2) dans lesquelles sont découpées des panoplies de petites pièces. En effet, il faut éviter que le jet ne vienne dégrader les dispositifs de maintien. Il faut donc tenir compte de l'emplacement de ces derniers dans le programme de découpe. Cette contrainte nuit à la compacité de l'imbrication et rend difficile la mise en oeuvre lorsque les dites imbrications sont réalisées « au fil de l'eau » dans le cadre d'une production en flux tendu.

[0011] Une autre solution est enseignée par JP2005230994 qui décrit un processus de découpe au jet d'eau pour des semi-conducteurs destinés à la production de puces électroniques, c'est-à-dire des pièces de très petites dimensions. Dans cette réalisation, un film adhésif polyéthylène double face est collé sous la plaque à découper. Il reçoit sur l'autre face un grillage constitué de « corde à piano » d'un diamètre compris entre 0,1 et 0,5 mm. Puis, un film de polyéthylène adhésif simple face vient se coller sur le grillage et sur le premier film. Les deux films ainsi assemblés, avec le grillage à l'intérieur, sont placés sous le substrat pendant la découpe. On considère dans les procédés de découpe au jet, que la face supérieure est celle qui est exposée au jet d'eau. Lors de la découpe, le jet traverse la plaque, réalisant ainsi la découpe de celle-ci en petit carrés. Dans cette mise en oeuvre, le jet ne parvient cependant pas à découper les cordes à piano, notamment parce qu'il a perdu de l'énergie à la traversée de la plaque. Ainsi les éléments découpés restent solidaires entre eux *via* l'adhésif des parties de film liées au grillage qui n'a pas été coupé, et peuvent donc être facilement récupérés. Un tel dispositif est difficilement transposable sur des pièces de grandes dimensions, compte tenu du temps de préparation nécessaire, ainsi que du fait que l'épaisseur des pièces concernées par l'invention est insuffisante pour réduire de manière significative la puissance du jet

[0012] Une autre solution, appliquée dans d'autres technologies de découpe d'une panoplie de pièces sur une même plaque, consiste à laisser des attaches, ou « petits ponts », entre les pièces découpées. Ces attaches sont elles-mêmes découpées ou cassées par divers

moyens après le processus de découpe. L'avantage d'une telle solution est qu'elle permet à l'ensemble de la plaque de conserver une certaine cohésion mécanique. Cela permet de la manipuler facilement, notamment pour retirer en une seule fois l'ensemble des pièces découpées de la table de la machine de découpe. Cela est particulièrement avantageux lorsque l'on souhaite automatiser cette opération. Le fait de conserver cette cohésion de la plaque d'origine limite également de manière efficace les déformations liées à la relaxation de contrainte.

[0013] Cette technique présente cependant des inconvénients majeurs lorsqu'elle est appliquée dans le cadre d'une technologie de découpe jet d'eau et plus particulièrement encore lorsqu'il s'agit de découper des pièces en matériaux composites. Il n'est pas possible d'arrêter et de reprendre subséquemment une découpe. La raison en est que la découpe jet d'eau est la conjonction de deux effets :

- La haute pression de l'eau (qui se traduit par une très grande vitesse de sortie de jet)
- La présence d'un abrasif dans le jet.

[0014] Sans abrasif, les matériaux composites haute performance ne peuvent pas être découpés. Pire encore, l'application d'un jet d'eau très haute pression sans abrasif à la surface d'un matériau composite de ce type produit un délaminage important autour de la zone d'impact du jet.

[0015] L'abrasif est mélangé au jet par l'intermédiaire d'un dispositif de venturi qui aspire l'abrasif grâce à la dépression créée par le passage à grande vitesse du jet dans un « canon ».

[0016] La procédure de coupure du jet serait donc la suivante :

- coupure de l'alimentation en abrasif
- réduction progressive de la pression (800 bars)
- coupure du jet

[0017] La remise en route du jet de découpe emprunte la procédure inverse :

- mise en route à basse pression (800 bars)
- montée progressive en pression (Jusqu'à 2500 - 3000 bars)
- alimentation en abrasif.

[0018] Même si les montées et les réductions progressives de pression s'opèrent sur des temps brefs, de l'ordre de la seconde, l'interaction du jet haute pression sans abrasif avec la matière présente un risque certain de création de délaminage. C'est pourquoi, notamment, toutes les entrées de jet d'eau dans la matière se font généralement en dehors des zones de pièces dans des zones qui font « squelette » à la panoplie, ultérieurement jetée. Par ailleurs la vitesse de découpe est de l'ordre de 4 à 6m/min selon les machines, les types de matériaux découpés et leur épaisseur. A cette vitesse pendant un cycle "coupure / remise en route", la tête de découpe parcourrait 8 à 10 mm, ce qui entraîne une large zone affectée et la création d'une « grosse attache ». Il est possible de dégager la découpe vers le squelette de part et d'autre des attaches. Cela a pour conséquence d'allonger de manière importante le temps de découpe. Il est également possible de percer des zones de part et d'autre desdites attaches avec un foret, avant le processus de découpe au jet. Cela oblige à disposer d'une tête de perçage sur la machine, outre le fait d'allonger sensiblement les temps de découpe.

[0019] Dans tous ces cas cependant, les caractéristiques des matériaux sont telles que les attaches ainsi laissées doivent être sciées et limées : elles ne peuvent pas être cassées car l'attache étant encore assez résistante pourrait provoquer des délaminages dans les pièces. Il est donc nécessaire de reprendre les panoplies manuellement, ce qui dégrade la productivité de ces opérations de découpe de panoplies.

[0020] Ces solutions de l'état de la technique ne sont pas dépourvues d'inconvénients, notamment le gaspillage de matière par l'augmentation de la surface des chutes, et l'augmentation de la durée de découpe d'une plaque.

[0021] L'invention permet de résoudre ces problèmes en tendant une pluralité de fils, tous parallèles, au dessus d'une plaque à découper. Ces fils sont situés entre la sortie de la buse délivrant le jet d'eau et la plaque à découper. La tension de ces fils est telle qu'elle permet :

- de maintenir la plaque à découper et les pièces découpée lors du processus de découpe;
- d'éviter que les fils soient découpés par le jet car ils peuvent se déplacer lors de l'impact avec le jet d'eau;
- de limiter la pénétration du jet d'eau dans la plaque à découper sous le fil, ce qui produit une micro-attache entre la pièce découpée et la plaque à découper.

[0022] L'effet des fils est donc au moins double. D'une part ils maintiennent la plaque. D'autre part ils permettent la production de micro-attaches qui conservent les pièces découpées liées entre elles et avec les chutes de la plaque. Ces micro-attaches étant réduites, et en particulier d'épaisseur moindre que la plaque à découper, elles sont facilement sécable manuellement et sans risque de délaminage des pièces découpées.

[0023] L'invention a donc pour objet un dispositif de découpage par jet d'eau comportant un dispositif de maintien d'une plaque d'un matériau à découper, caractérisé en ce que le dispositif de maintien comporte :

- un caillebotis pour supporter la plaque à découper,
- une pluralité de fils tous parallèles tendus au dessus de la plaque à découper, et sous une buse produisant le jet d'eau.

[0024] Selon une variante préférée de l'invention, les fils sont tendus selon une direction unique.

[0025] Selon une variante préférée de l'invention, la tension des fils permet au jet d'eau de déplacer ces fils.

[0026] Selon une variante préférée de l'invention, la tension des fils est telle que pour une force de 10 Newton appliquée au milieu du fil, il résulte une flèche de 20 mm.

[0027] Selon une variante préférée de l'invention, les fils sont réalisés en acier. Préférentiellement, l'acier utilisé fait partie du groupe formé des éléments suivants :

- acier doux,
- acier inoxydable austénitique.

[0028] Selon une variante préférée de l'invention, les fils ont un diamètre de 0.8 à 1.5 mm.

[0029] Selon une variante préférée de l'invention, une extrémité d'un fil est attachée à un dévidoir, l'autre extrémité étant attachée à un dispositif tenseur.

[0030] Selon une variante préférée de l'invention, la distance entre deux fils voisins est fonction de la dimension moyenne des pièces à découper.

[0031] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent:

Figure 1 : une vue latérale d'un dispositif selon l'invention ;

Figure 2 : une vue du dispositif selon l'invention depuis un plan parallèle aux fils et situé entre les fils et la buse produisant le jet d'eau;

Figure 3 : une vue latérale d'une plaque découpée au niveau d'une micro-attache.

Figure 4 : une vue de dessus d'une plaque découpée au niveau d'une micro-attache.

La figure 1 montre un bac 101 sur le fond 102 duquel repose un caillebotis 103 dont la hauteur est inférieure à la profondeur du bac. Le caillebotis 103 est formé d'au moins une pluralité de tiges verticales dont les sommets définissent un plan sur lequel ,est posée une plaque 104 à découper. Le bac 101 est rempli d'un liquide 105, par exemple de l'eau.

La figure 1 montre aussi une buse 106, extrémité d'un dispositif de projection d'eau à haute pression selon un jet 107. Le jet 107 comporte, comme précédemment décrit, de l'eau et un élément abrasif.

[0032] Le bac 101 est rempli d'un liquide, par exemple de l'eau, dont le rôle est d'amortir le jet et de diminuer le bruit dû à son impact face à un obstacle. Le bac 101 est aussi appelé la piscine. Le bac 101 est rempli par le liquide 105 jusqu'à un niveau légèrement inférieur à la hauteur du caillebotis 103.

[0033] La plaque 104 est découpée par le déplacement du jet 107 au dessus de la plaque 104. Ce déplacement dessine une panoplie de pièces qui doivent être produites à partir de la plaque 104.

[0034] La figure 1 montre un fil 108 tendu de part et d'autre des bords du bac 101. Dans la pratique, il existe une pluralité de fils tendus dans la même direction que le fil 108. Les fils peuvent être tendus à la main entre deux taquets. Dans une variante préférée, les fils sont dévidés et tendus par un dispositif tenseur. Ce dispositif tenseur comporte un dévidoir 109 composé d'une bobine et d'un frein 110. Ce dispositif tenseur comporte également une électronique de commande, qui permet de bloquer le dévidoir quand la longueur de fil requise a été dévidée. Le dévidoir 109 est fixé sur un des bords du bac 101. A l'extrémité opposée au dévidoir 109, fixé sur le bord du bac 101, le dispositif selon l'invention comporte un dispositif 111 de traction du fil 108. Le dispositif 111 comporte des moyens d'entraînement du fil 108 pour le dévider du dévidoir 109. Le dispositif 111 comporte par exemple deux galets rotatifs dont au moins un est entraîné par un moteur, ces deux galets pinçant le fil 108 pour l'entraîner. Le moteur est alors piloté par la même logique de commande que le frein 110. Les actions combinées du moteur et du frein permettent de contrôler la tension du fil 108.

[0035] Préférentiellement, il existe un même nombre de dispositifs 109-111 dévidoirs que de fils tendus au dessus de la plaque 104. Le moteur peut dans ce cas être mutualisé entre plusieurs dispositifs dévidoirs.

[0036] Les fils sont préférentiellement en acier. Dans une variante de l'invention, ils sont constitués d'acier doux ou d'acier inoxydable austénitique. Le diamètre des fils est compris dans l'intervalle défini par les valeurs suivantes : 0.8 mm à 1.5 mm. Ce diamètre dépend de l'épaisseur de la plaque à découper.

La figure 1 montre aussi que le fil 108 est tendu à une hauteur située entre la buse 106 et la plaque 104, de manière à intercepter le jet 107 lorsque la buse 106 passe au-dessus du fil 108. Tous les fils sont tendus à la même hauteur relativement à la plaque 104. Les effets de cette interception seront décrits ultérieurement.

La figure 2 montre la plaque 104 posée sur le caillebotis 103, en vue de dessus. La figure 2 montre aussi le fil 108 ainsi qu'un autre fil 201. Les fils 108 et 201 font partie d'une pluralité de fils tendus au-dessus de toute la surface de la plaque que la buse 106 est capable d'explorer. Les fils de la pluralité de fils sont tous tendus selon une même direction, à une même hauteur, ils ont des caractéristiques mécaniques identiques et ils sont tendus à la même tension. Dans une réalisation de l'invention, cette tension est telle que pour une force de 10 Newton appliquée au milieu du fil, cette force produit une flèche de 20 mm sur le fil.

[0037] Les fils de la pluralité de fils sont distants les uns des autres d'une distance correspondant à une dimension moyenne des pièces à découper. En d'autres termes, la distance entre deux fils est légèrement infé-

rieure à la plus grande dimension de la plus petite des pièces à découper.

[0038] Le nombre de fils de la pluralité dépend des dimensions de la surface de travail du jet 107. Plus précisément, le nombre de fils de la pluralité de fils dépend de la distance que peut parcourir la buse 106 perpendiculairement à la direction dans laquelle sont tendus les fils.

[0039] Dans une variante de l'invention, cette distance est standardisée et comprise dans un intervalle de 5 cm à 50 cm.

[0040] La figure 2 montre aussi une coupure 202 réalisée dans la plaque 104 par le passage du jet 107. La figure 2 montre encore que les fils 108 et 201 ont été attaqués par le jet 107, qui a laissé des empreintes 203 et 204 dans les fils 108 et 201. Ces empreintes correspondent à des arrachements de matiere dus à l'action du jet 107. Cependant les fils de la pluralité de fils ne sont pas sectionnés.

[0041] Ainsi, lors du passage du jet au niveau du fil 108, le fil tend à s'éloigner du jet. Le fil entre alors en vibration dans le plan de la plaque, selon une fréquence assez basse (quelques Hertz), autour de sa position d'équilibre.

[0042] Dans ces conditions, bien qu'entamé, le fil n'est pas coupé par le jet d'eau et il subsiste une section résiduelle qui permet d'une part de conserver la tension du fil et le maintien des pièces, d'autre part, à l'issue de la découpe de pouvoir ré-enrouler le fil ou de dévider une longueur de fil neuve pour la découpe d'une autre plaque.

[0043] Ce déplacement du fil 108 sous l'action du jet d'eau agit localement à la manière d'un déflecteur, et entraîne une découpe incomplète de la portion de matière se situant sous le fil 108, engendrant une micro-attache entre les parois opposées de la coupure 202.

[0044] La figure 3 montre une vue latérale locale de la plaque 104 au niveau de l'intersection de la coupure 202 et du fil 108. La figure 3 montre une micro-attache 301 reliant les deux bords de la coupure 202. Cette micro-attache est située sur la partie inférieure de la plaque 104. De par l'action du fil 108, la micro-attache est plus fine en son centre que sur ses bords qui sont rattachés à la plaque 104. Cette caractéristique facilite la rupture de la micro-attache tout en prévenant un éventuel délaminage de la pièce découpée au niveau de la micro-attache.

[0045] Une micro-attache présente aussi les caractéristiques suivantes :

- une longueur L égale à la largeur de découpe (diamètre du jet d'eau) entre 0,2 et 0,5 mm selon les caractéristiques du jet;
- une largeur D égale à environ le diamètre du fil, entre 0,6 et 1 fois ce diamètre approximativement;
- et une épaisseur moyenne e égale à environ l'épaisseur de la plaque moins le diamètre du fil Si le fil présente un diamètre de 1 mm et la plaque une épaisseur de 2,5 mm, l'épaisseur de la micro-attache sera d'environ 1,5 mm.

[0046] La figure 4 est une vue locale de dessus de la plaque 104 au même niveau que pour la figure 3. La figure 4 illustre les caractéristiques qui viennent d'être énoncées pour la micro-attache 301.

[0047] Avec le dispositif selon l'invention, il est donc possible de garantir une découpe propre et une manipulation aisée des plaques à découper, pièces découpées et chutes.

[0048] En effet, après un cycle de découpe, les pièces restent attachées aux chutes, ce qui maintient une cohérence mécanique entre elles et permet de les manipuler comme une plaque à part entière. Il est donc aisé de remplacer la plaque découpée, alors constituée des chutes et des pièces découpées, par une nouvelle plaque à découper. La séparation des chutes et des pièces découpées peut se faire alors qu'un nouveau cycle de découpe a commencé.

Revendications

1. Dispositif de découpage par jet (107) d'eau, comportant un dispositif de maintien d'une plaque (104) d'un matériau à découper et une buse (196) pour produire le jet d'eau, **caractérisé en ce que** le dispositif de maintien comporte :

   - un caillebotis (103) pour supporter la plaque à découper,
   - une pluralité (108, 201) de fils tous parallèles tendus au dessus de la plaque à découper, et sous la buse (106) produisant le jet d'eau.

2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** les fils sont tendus selon une direction unique.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la tension des fils permet au jet d'eau de déplacer ces fils.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la tension des fils est telle que pour une force de 10 Newton appliquée au milieu du fil, il résulte une flèche de 20 mm.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les fils sont réalisés en acier.

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'acier utilisé fait partie du groupe formé des éléments suivants :

   - acier doux,
   - acier inoxydable austénitique.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les fils ont un diamètre de 0.8 à 1.5 mm.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**une extrémité d'un fil est attachée à un dévidoir (109), l'autre extrémité étant attachée à un dispositif tenseur (111).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**une distance entre deux fils est légèrement inférieure à la plus grande dimension d'une plus petite pièce à découper.

Claims

1. A water jet (107) cutting device comprising a holding device for a plate (104) made out of a material to be cut and a nozzle (106) producing the water jet, **characterised in that** the holding device comprises:

   - a grating (103) to support the plate being cut,
   - a plurality (108, 201) of stressed wires positioned parallel to each other and held above the plate being cut and below the nozzle (106) producing the water jet.

2. A device according to claim 1, **characterised in that** the wires are stressed along a single direction.

3. A device according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** the stressing of the wires enables the water jet to move these wires.

4. A device according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the stressing of the wires is such that, for a force of 10 newtons applied to the middle of the wire, a deflection of 20 mm is created.

5. A device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the wires are made out of steel.

6. A device according to claim 5, **characterised in that** the steel used is included in the group of elements below:

   - mild steel,
   - austenitic stainless steel.

7. A device according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the wires have a diameter of 0.8 to 1.5 mm.

8. A device according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** one end of a wire is attached to an unwinding device (109), the other end being attached to a stress tensor device (111).

9. A device according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** a distance between two wires is slightly less than the largest dimension of the smallest part being cut.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Wasserstrahlschneiden (107), umfassend eine Vorrichtung zum Festhalten einer Platte (104) eines zu schneidenden Materials und eine Düse (106) zur Bildung des Wasserstrahls, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festhaltevorrichtung folgendes umfasst:

   - einen Gitterrost (103) zum Auflegen der zu schneidenden Platte,
   - eine Vielzahl (108, 201) von Drähten, die über der zu schneidenden Platte und unter der Düse (106) zur Bildung des Wasserstrahls gespannt werden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte in eine einzige Richtung gespannt sind.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstrahl die Drähte aufgrund deren Spannung verschieben kann.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte so gespannt sind, dass bei einer Kraft von 10 Newton, die auf die Mitte des Drahtes einwirkt, eine Durchbiegung von 20 mm entsteht.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte aus Stahl gefertigt sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verwendete Stahl aus der Gruppe stammt, die aus folgenden Elementen gebildet wird:

   - weicher Stahl
   - austenitischer Edelstahl

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drähte einen Durchmesser von 0.8 bis 1.5 mm aufweisen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ende eines Drahtes an einer Haspel (109), und das andere Ende an einer Spannvorrichtung (111) befestigt ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand zwischen zwei Drähten etwas kleiner ist, als die größte Abmessung eines kleineren zu schneidenden Teiles.

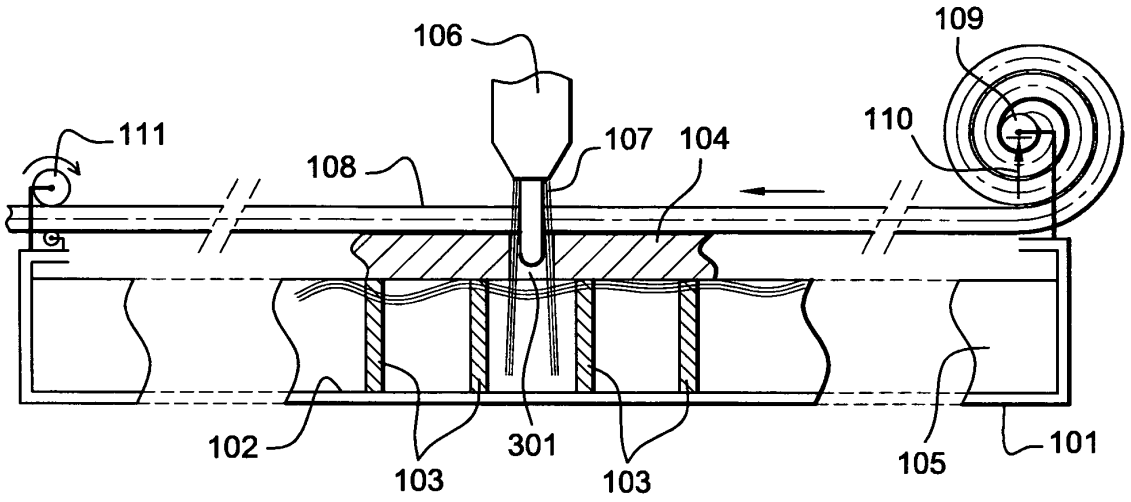

106
109
111
107
104
110
108
102
103
301
103
105
101

Fig. 1

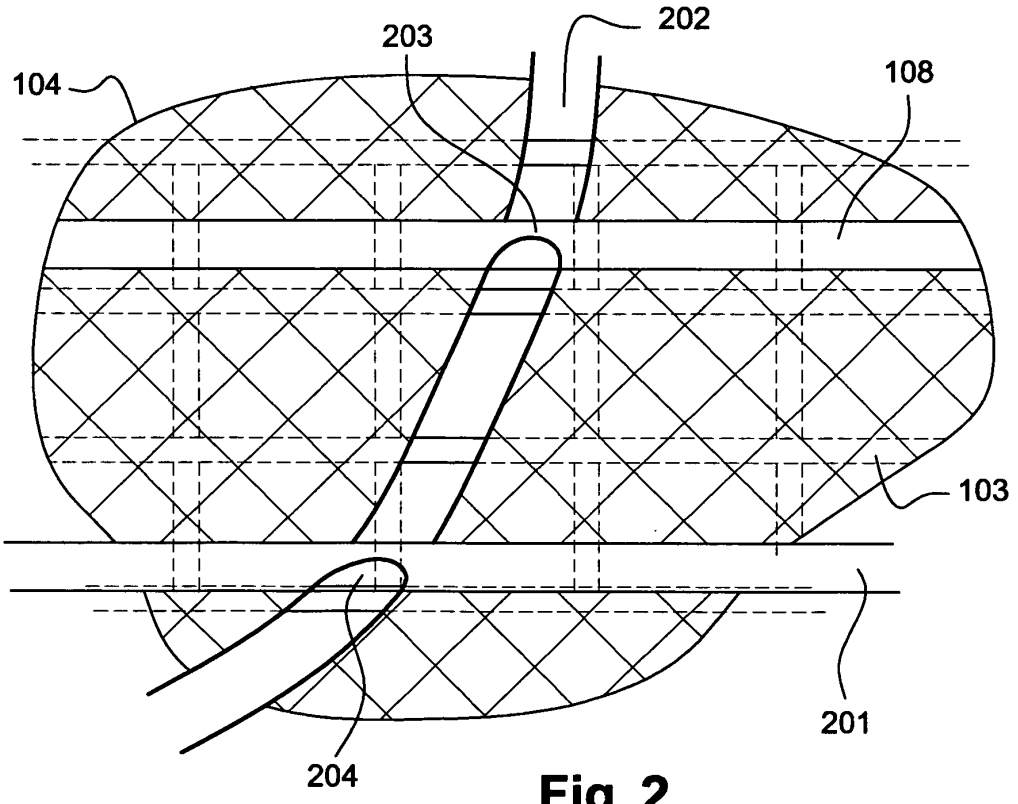

203
202
104
108
103
201
204

Fig. 2

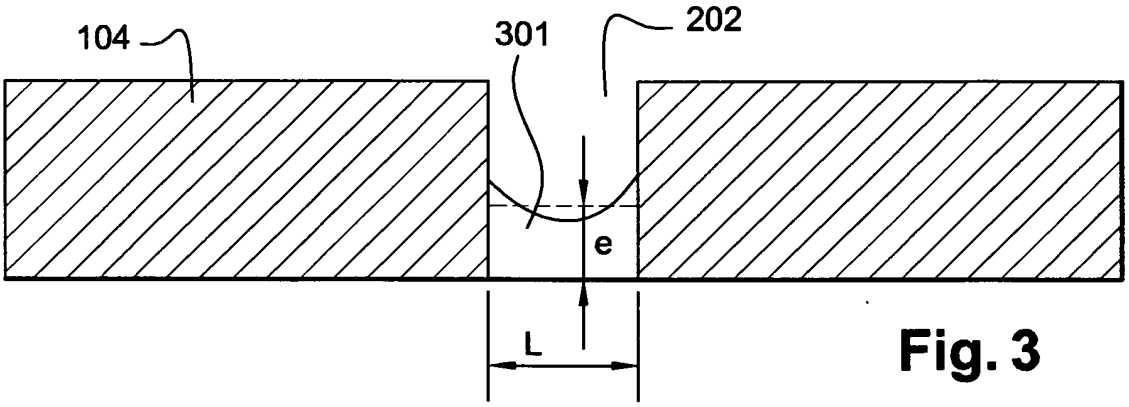


Fig. 3

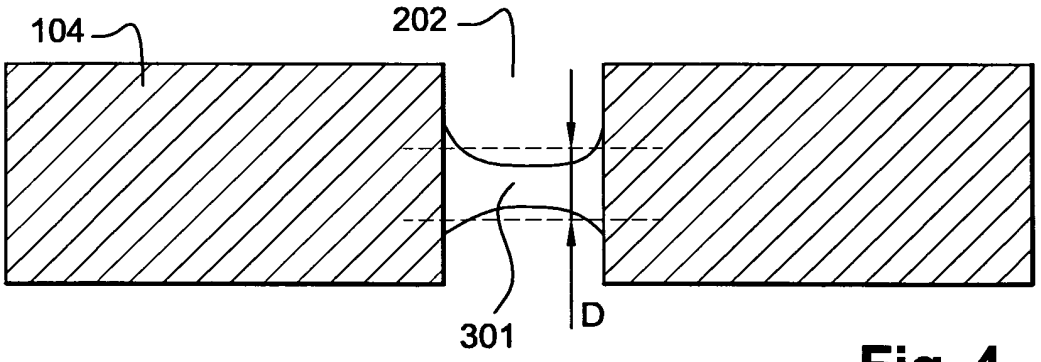


Fig. 4

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- JP 2005230994 B **[0011]**