



(11) **EP 1 955 832 B9**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN CORRIGE**

(15) Information de correction:  
**Version corrigée no 1 (W1 B1)**  
**Corrections, voir**  
**Revendications FR12**

(51) Int Cl.:  
**B26B 7/00 (2006.01)** **B26B 9/02 (2006.01)**

(48) Corrigendum publié le:  
**21.09.2011 Bulletin 2011/38**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**18.05.2011 Bulletin 2011/20**

(21) Numéro de dépôt: **08370004.7**

(22) Date de dépôt: **11.02.2008**

(54) **Dispositif de coupe vibrant**  
Schwingende Schneidevorrichtung  
Vibrating cutting 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: **12.02.2007 FR 0700972**

(43) Date de publication de la demande:  
**13.08.2008 Bulletin 2008/33**

(73) Titulaire: **Sinaptec**  
**59260 Lezennes (FR)**

(72) Inventeur: **Tierce, Pascal**  
**59910 Bondues (FR)**

(74) Mandataire: **Matkowska, Franck**  
**Matkowska & Associés**  
**9, rue Jacques Prévert**  
**59650 Villeneuve d'Ascq (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-U1- 8 802 255 DE-U1- 8 813 657**  
**FR-A- 2 874 478 GB-A- 782 643**  
**US-A- 2 649 860 US-A- 3 086 288**

**EP 1 955 832 B9**

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).

## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente invention concerne un nouveau dispositif de coupe comportant un élément de coupe longiligne vibrant, du type lame de coupe vibrante. Cet élément de coupe longiligne vibrant peut selon le cas comporter un bord de coupe effilé et coupant, ou comporter un bord de coupe non effilé et apte à coopérer avec un autre élément comportant un bord effilé coupant. Le dispositif de coupe de l'invention trouve par exemple, mais non exclusivement, son application comme outil de coupe manuel, notamment dans le domaine agroalimentaire.

### Art antérieur

**[0002]** Il est à ce jour connu d'utiliser des dispositifs de coupe comportant une lame vibrante, et de préférence une lame vibrante ultrasonore, et pouvant être utilisés pour trancher ou découper différents matériaux.

**[0003]** Un premier type de dispositif de coupe, utilisé par exemple dans le domaine agroalimentaire, met en oeuvre des lames de coupe verticales, et des moyens de mise en vibration permettant de créer des vibrations verticales dans les lames. Dans ces dispositifs de coupe, la mise en vibration de la lame est relativement simple car la lame de coupe vibre essentiellement suivant un axe unique (axe vertical). Néanmoins, ces dispositifs de coupe, comportant une lame vibrante selon un axe vibratoire unique, sont généralement montés sur des machines de tranchage, et ne sont pas adaptés pour réaliser des outils de coupe manuels, c'est-à-dire des outils de coupe destinés à être tenus en main par un utilisateur lors de l'opération de coupe.

**[0004]** On a déjà proposé des outils de coupe manuels à lame vibrante, par exemple dans les demandes de brevet internationales WO03/095028 et WO2005/084264. Ces outils de coupe manuels à lame vibrante sont principalement destinés à être utilisés dans le domaine chirurgical.

**[0005]** Dans la demande de brevet internationale WO2005/084264, le dispositif de coupe comporte une lame de coupe chirurgicale plate dont la partie distale est courbée par rapport à l'axe longitudinal central de la lame, en sorte de créer une asymétrie fonctionnelle, et des moyens de mise en vibration permettant de créer des vibrations longitudinales dans la partie proximale opposée de la lame. Ces vibrations longitudinales se propagent en direction de la partie distale courbée, et grâce à l'asymétrie fonctionnelle précitée, permettent une mise en vibration de l'extrémité distale de lame transversalement dans le plan de la lame. De préférence, pour accentuer les vibrations transversales de l'extrémité distale de la lame, la lame de coupe comporte également en amont de l'asymétrie fonctionnelle précitée, une deuxième asymétrie permettant de créer un point de pivotement

dans la lame. Ce dispositif de coupe présente au moins deux inconvénients. D'une part l'assemblage mécanique entre cette lame de coupe plate et des moyens de mise en vibration, de type transducteur piézoélectrique, est difficile à réaliser. D'autre part, l'asymétrie fonctionnelle au niveau de l'extrémité distale de la lame complique de manière préjudiciable la fabrication de la lame.

**[0006]** Dans une variante particulière de réalisation, le dispositif de coupe, divulgué dans la demande de brevet internationale WO 03/095028 (figures 19A et 19B), comporte un outil de coupe monobloc vibrant, qui comprend un barreau et une lame de coupe plate située dans le prolongement du barreau et reliée au barreau par une zone de transition. Le dispositif comporte en outre des moyens de mise en vibration permettant de créer dans le barreau des vibrations qui sont orientées suivant l'axe longitudinal du barreau. Ces vibrations longitudinales se propagent dans l'outil de coupe, et permettent d'obtenir une mise en vibration de la lame de coupe avec au moins une composante vibratoire transversale dans le plan de la lame.

**[0007]** Un inconvénient de ce dispositif de coupe réside dans la formation de noeuds de vibration dans la lame, ce qui se traduit par la formation, au niveau du bord de coupe de la lame, de zones statiques dans lesquelles la lame ne vibre pas ou quasiment pas. Ces noeuds de vibration dans la lame sont préjudiciables à la qualité de la coupe, et rendent cette solution adaptée uniquement pour des lames très courtes.

### Objectif de l'invention

**[0008]** L'invention vise à proposer un nouveau dispositif de coupe comportant un outil de coupe vibrant perfectionné, qui permet d'améliorer la qualité de la vibration de la lame, et de ce fait la qualité de la coupe, et dont la fabrication est plus simple que pour le dispositif de coupe de la demande de brevet internationale WO2005/084264. Ce nouveau dispositif de coupe peut avantageusement être utilisé comme dispositif de coupe manuel ; l'invention n'est toutefois pas limitée à cette seule application et le dispositif de coupe peut éventuellement être adapté sur une machine de coupe.

### Résumé de l'invention

**[0009]** L'invention a ainsi pour premier objet un outil de coupe monobloc destiné à être assemblé avec des moyens de mise en vibration, en sorte de constituer l'outil de coupe vibrant d'un dispositif de coupe. Cet outil de coupe est connu, notamment par la demande de brevet internationale WO 03/095028 précitée, en ce qu'il comporte un barreau et un élément de coupe longiligne, situé dans le prolongement du barreau et relié au barreau par une zone de transition, ledit élément de coupe comportant un bord de coupe longitudinal et définissant un plan de coupe longitudinal (Y,Z) perpendiculaire au plan (X, Z) de la section transversale du barreau, ledit élément

de coupe présentant une dimension (e), mesurée suivant l'axe (X) perpendiculaire à ce plan de coupe longitudinal (Y,Z), qui est inférieure à la dimension (D<sub>1</sub>) de la section transversale du barreau mesurée suivant ce même axe (X).

**[0010]** De manière caractéristique selon l'invention, l'outil de coupe monobloc comporte une première encoche qui est réalisée au moins en partie dans le bord de coupe longitudinal de l'élément de coupe, et une deuxième encoche, qui est réalisée dans une partie de l'élément de coupe diamétralement opposée au bord de coupe longitudinal, et qui est décalée par rapport à la première encoche, selon l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe et en direction de l'extrémité libre distale de l'élément de coupe.

**[0011]** Il a été constaté que la mise en oeuvre de ces deux encoches diamétralement opposées et décalées suivant l'axe longitudinal de l'élément de coupe permettait d'améliorer le comportement vibratoire de l'outil de coupe. En particulier, en dimensionnant judicieusement ces encoches, il est possible d'éviter la formation de noeud de vibration (d'amplitude nulle ou quasiment nulle), au niveau au moins du bord longitudinal de coupe de l'élément de coupe longiligne, dans une zone distale qui s'étend depuis l'extrémité distale (c'est-à-dire l'extrémité libre de la lame opposée au barreau) et sur une longueur très importante de l'élément de coupe longiligne.

**[0012]** De préférence, mais de manière facultative selon l'invention, l'outil de coupe comporte les caractéristiques techniques additionnelles ci-après, prises isolément ou en combinaison :

- la deuxième encoche est réalisée dans la partie distale de l'élément de coupe qui s'étend entre la première encoche et l'extrémité distale de l'élément de coupe ;
- dans une variante de réalisation, la première encoche s'étend en totalité dans l'élément de coupe ; dans une autre variante de réalisation, la première encoche s'étend dans le barreau, dans la zone de transition et dans l'élément de coupe ;
- l'outil de coupe comporte une troisième encoche qui s'étend en tout ou partie dans le barreau, et qui est réalisée dans une partie de l'outil de coupe diamétralement opposée au bord de coupe longitudinal ;
- les première et deuxième encoches, et le cas échéant la troisième encoche, présentent des profils longitudinaux en forme de U, l'invention n'étant toutefois pas limitée à cette forme en U particulière ;
- l'élément de coupe est constitué par une lame de coupe plate ;
- l'élément de coupe est centré par rapport au barreau ;
- la plus grande dimension (l) de l'élément de coupe, mesurée dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z) suivant l'axe (Y) perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe, est inférieure ou égale à la dimension (D<sub>2</sub>) de la section transversale du bar-

reau mesurée dans le plan de coupe longitudinal (Y, Z) suivant ce même axe (Y) ;

- la longueur (L) de l'élément de coupe est supérieure à 5 cm, de préférence supérieure à 10 cm, et plus préférentiellement encore supérieure à 20 cm.

**[0013]** L'invention a également pour autre objet un dispositif de coupe comportant un outil de coupe monobloc vibrant visé précédemment et des moyens de mise en vibration. Les moyens de mise en vibration permettent de créer, dans le barreau de l'outil de coupe, des vibrations longitudinales, qui sont orientées suivant l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe, et qui permettent une mise en vibration de l'élément de coupe (102) dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z) de cet élément de coupe et avec au moins une composante vibratoire transversale qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe.

**[0014]** De préférence, les encoches de l'outil de coupe sont réalisées en sorte d'obtenir une mise en vibration de l'élément de coupe dans ledit plan de coupe longitudinal (Y,Z), sans formation de noeud de vibration au niveau au moins du bord longitudinal de coupe de l'élément de coupe, et dans une zone distale (Z') qui s'étend depuis l'extrémité libre distale de l'élément de coupe et sur au moins les trois quart de la longueur (L') de l'élément de coupe entre cette l'extrémité libre distale et la première encoche. Plus préférentiellement encore, ladite zone distale (Z'), exempte de noeud de vibration, s'étend depuis l'extrémité libre distale de l'élément de coupe et jusqu'à la première encoche.

**[0015]** Plus particulièrement, les moyens de mise en vibration sont conçus pour créer, dans le barreau de l'outil de coupe, des vibrations longitudinales avec une fréquence prédéfinie (f) supérieure à 10KHz, et de préférence supérieure ou égale à 20 KHz.

#### Breve description des dessins

**[0016]** L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre, laquelle description est faite uniquement à titre d'exemple non limitatif et non exhaustif de l'invention, et en référence au aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue de côté d'un dispositif de coupe vibrant, conforme à une première variante de réalisation de l'invention,
- les figures 2 et 3 sont respectivement des vues de dessus et de dessous du dispositif de coupe de la figure 1,
- la figure 4 est une représentation en perspective du dispositif de coupe des figures 1 à 3,
- la figure 5 représente une déformée (exagérée) de l'outil de coupe des figures 1 à 4,
- les figures 6 à 12 représentent respectivement les déformées (exagérées) de sept variantes de réalisation d'un outil de coupe, qui ne sont pas conformes

à l'invention et dont le comportement vibratoire n'est pas satisfaisant,

- la figure 13 représente une déformée (exagérée) d'une deuxième variante de réalisation d'un outil de coupe conforme à l'invention,
- la figure 14 est une vue de côté d'un dispositif de coupe vibrant, conforme à une troisième variante de réalisation de l'invention,
- les figures 15 et 16 sont respectivement des vues de dessus et de dessous du dispositif de coupe de la figure 14,
- la figure 17 est une représentation en perspective du dispositif de coupe des figures 14 à 16,
- la figure 18 représente une déformée (exagérée) d'un outil de coupe comportant les mêmes encoches que l'outil de coupe des figures 14 à 17,
- la figure 19 représente une déformée (exagérée) d'une quatrième variante de réalisation d'un outil de coupe conforme à l'invention

#### Description détaillée

**[0017]** On a représenté aux figures 1 à 4, un dispositif de coupe vibrant 1, réalisé conformément à une première variante de réalisation l'invention. Ce dispositif de coupe 1 a la forme générale d'un couteau à main. Il peut avantageusement être utilisé pour trancher manuellement tout type de matériau, et peut notamment, mais pas exclusivement, être utilisé pour la coupe manuelle de produits agro-alimentaires.

**[0018]** Ce dispositif de coupe 1 comporte un outil de coupe monobloc 10 d'axe central longitudinal A, qui est assemblé avec des moyens de mise en vibration 11. Cet outil de coupe monobloc 10 est par exemple en métal, et notamment en acier inoxydable ou en titane.

**[0019]** L'outil de coupe monobloc 10 comporte un barreau 100 et une lame de coupe plate 102, qui est située dans le prolongement du barreau 100, et est reliée au barreau 100 par une zone de jonction 101. La lame de coupe 102 définit un plan de coupe longitudinal référencé (Y, Z) sur les figures 1 à 4. Ce plan de coupe longitudinal (Y, Z) correspond au plan médian longitudinal de la lame 102, et est perpendiculaire au plan transversal (X, Y) parallèle à la section transversale du barreau 100.

**[0020]** Dans l'exemple particulier illustré, le barreau 100 est de forme cylindrique. Cette forme particulière n'est pas limitative de l'invention, le barreau 100 pouvant présenter une toute autre géométrie en section transversale [plan(X,Y)] et par exemple une section transversale carrée, rectangulaire, ovale, etc....

**[0021]** A son extrémité proximale 100a opposée à la lame 102, le barreau 100 est fixé solidement aux moyens de mise en vibration 11. Ces moyens de mise en vibration 11 permettent de générer dans le barreau 100 des vibrations longitudinales, c'est-à-dire des vibrations orientées dans la direction parallèle à l'axe longitudinal A du barreau 100. La structure et le fonctionnement de ces moyens de mise en vibration 11 sont connus et ne seront

donc pas détaillés. Il est simplement rappelé que ces moyens de mise en vibration 11 comportent de manière usuelle un transducteur piézoélectrique alimenté électriquement, et un élément de couplage entre ce transducteur piézoélectrique et le barreau 100, cet élément de couplage permettant l'amplification des vibrations longitudinales générées par le transducteur piézoélectrique. Dans l'exemple particulier illustré sur les figures 1 à 4, ces moyens de mise en vibration 11 sont avantageusement logés dans un boîtier cylindrique, faisant également office de poignée de préhension pour le dispositif de coupe 1.

**[0022]** La lame de coupe 102 est formée dans une plaque de longueur (L), de largeur (l) et de faible épaisseur (e). En référence aux figures 2 et 3, l'épaisseur (e) de la lame 102 est inférieure à la dimension D<sub>1</sub> du barreau 100 dans le plan transverse (X, Z) qui correspond à ladite épaisseur (e) et qui est perpendiculaire au plan de coupe longitudinal (Y,Z). Cette lame 102 comporte un bord de coupe longitudinal 103 (bord inférieur de la lame sur la figure 1), et un bord longitudinal 106 (bord supérieur de la lame sur la figure 1) diamétralement opposé au bord de coupe longitudinal 103.

**[0023]** De préférence, tel qu'illustré, la largeur (l) de la lame [plus grande dimension de la lame 102 dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z)] est inférieure ou égale à la dimension D<sub>2</sub> correspondante du barreau 100 dans ce même plan, de telle sorte que l'outil de coupe 10 peut être facilement fabriqué par simple usinage avec enlèvement de matière d'un barreau initial qui présente la même section transversale que le barreau 100, et dont la longueur correspond à la longueur totale de l'outil de coupe 10. De préférence également, mais non nécessairement, la lame de coupe 102 est centrée sur le barreau 100 dans le plan transverse (X,Z) (figure 2).

**[0024]** En référence à la figure 2, la zone de jonction 101 reliant le barreau 100 et la lame de coupe 102 comporte deux parois courbes 101 a qui permettent de réaliser une transition progressive de matière dans le plan (X,Z) entre la dimension D<sub>1</sub> en section transversale dans ce plan du barreau 100, et l'épaisseur (e) plus faible de la lame 102. Dans l'exemple particulier illustré, ces deux parois courbes 101 a sont symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe central longitudinal A du barreau 100, cette caractéristique n'étant toutefois pas limitative de l'invention.

**[0025]** De préférence, mais non nécessairement, le bord longitudinal 103 de la lame, qui forme le bord de coupe, présente un profil courbe sur une portion distale 103a qui s'étend depuis l'extrémité libre distale 102a de la lame 102 (extrémité libre de la lame la plus éloignée du barreau 100). Cette portion courbe distale 103a est la portion de la lame qui est principalement utilisée pour la coupe d'un matériau.

**[0026]** De préférence, mais non nécessairement, le bord de coupe 103 de la lame 102 peut être aminci, au moins dans sa portion distale 103a (figure 1), en sorte de former un bord effilé coupant.

**[0027]** De préférence également, mais non nécessairement, l'extrémité distale 102a de la lame forme sensiblement une pointe, facilitant l'insertion de la lame dans le matériau lors de la découpe.

**[0028]** Conformément à une première caractéristique de l'invention, l'outil de coupe 10 comporte une première encoche longitudinale 104 et une deuxième encoche longitudinale 105.

**[0029]** La première encoche 104 est constituée par une découpe qui est réalisée au moins en partie dans le bord longitudinal de coupe 103 de la lame 102. Dans l'exemple particulier illustré, cette découpe 104 est réalisée sur toute l'épaisseur (e) de la lame 102 (figures 3 et 4), et présente un profil longitudinal en forme de U, de longueur  $l_1$  [Figure 1/profil de la découpe dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z)].

**[0030]** Dans l'exemple illustré (figure 1), le profil longitudinal en U de la première découpe 104 comporte deux parties courbes 104a et 104b raccordées par une partie centrale 104c, de préférence sensiblement rectiligne. En référence à la figure 1, ce profil longitudinal en U présente un centre de symétrie, les deux parties courbes 104a et 104b ayant les même rayons de courbure et le fond de l'encoche 104 correspondant à la partie centrale 104c précitée formant un plan parallèle à l'axe central longitudinal A. Ceci n'est toutefois pas limitatif de l'invention, ledit profil longitudinal de l'encoche 104 pouvant être asymétrique dans une autre variante.

**[0031]** Dans l'exemple particulier des figures 1 à 4, cette première encoche 104 s'étend longitudinalement dans la partie proximale 102b de la lame de coupe 102, dans la zone de transition 101 et dans la partie distale 100b du barreau. Ce positionnement particulier de la première encoche 104 suivant l'axe longitudinal A n'est pas limitatif de l'invention. Dans une autre variante, la première encoche 104 peut s'étendre longitudinalement uniquement dans le bord longitudinal de coupe 103 de la lame de coupe 102.

**[0032]** La deuxième encoche 105 est constituée par une découpe qui est réalisée dans le bord longitudinal 106 de lame, diamétralement opposé au bord de coupe 103, et qui est décalée, par rapport à la première encoche 104, suivant l'axe longitudinal A et en direction de l'extrémité distale 102a de la lame 102. Dans l'exemple particulier illustré, cette découpe 105 est également réalisée sur toute l'épaisseur (e) de la lame 102 (figures 3 et 4), et présente un profil longitudinal en forme de U, de longueur  $l_2$  [Figure 1/profil de la découpe dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z)].

**[0033]** Plus particulièrement, en référence à la figure 1, la deuxième encoche 105 présente, de préférence, un profil longitudinal qui est asymétrique. Ce profil longitudinal asymétrique comporte deux parties courbes 105a et 105b raccordées par une partie centrale 105c, de préférence sensiblement rectiligne. Les deux parties courbes 105a et 105b présentent respectivement deux rayons de courbures  $R_a$  et  $R_b$  qui sont légèrement différents, et le fond de l'encoche correspondant à la partie

centrale 105c précitée forme un plan qui est légèrement incliné par rapport à l'axe central longitudinal A (figure 1/ angle  $\alpha$ )

**[0034]** Dans l'exemple particulier illustré, la deuxième encoche 105 est réalisée dans la partie distale de la lame 102 qui s'étend entre la première encoche 104 et l'extrémité distale 102a de la lame 102, les deux encoches 104 et 105 étant espacées l'une de l'autre, suivant l'axe longitudinal A, d'une distance (d) non nulle (figure 1). Dans une autre variante, il est concevable que la deuxième encoche 105 soit certes décalée, par rapport à la première encoche 104, suivant l'axe longitudinal A et en direction de l'extrémité distale 102a de la lame 102, mais de telle sorte que les deux encoches se chevauchent sur une partie de leurs longueurs ( $l_1, l_2$ ) dans le plan de coupe (Y,Z); dans ce cas, la partie courbe 105b proximale de l'encoche 105 se trouve située au droit de l'encoche 104 suivant l'axe Y, et la partie distale courbe 105a de l'encoche 105 est située entre l'extrémité distale 102a de la lame et la partie courbe distale 104a de la première encoche 104.

**[0035]** En fonctionnement, lorsque les moyens de mise en vibration 11 sont actifs, ils génèrent des vibrations longitudinales à au moins une fréquence (f) prédéfinie permettant d'exciter au moins un mode propre de vibration de l'outil de coupe 10. Cette fréquence d'excitation (f) est fonction de la géométrie de l'outil de coupe 10, et dépend notamment de la longueur L de la lame de coupe 102. De préférence, l'outil de coupe 10, et notamment la lame de coupe 102, est dimensionnée de telle sorte que cette fréquence (f) est supérieure à 10KHz, et plus préférentiellement supérieure à 20KHz, en sorte de rendre les vibrations inaudibles pour l'oreille humaine (vibrations ultrasonores). Les moyens de mise en vibration 11 peuvent également être conçus pour générer des vibrations multifréquences, présentant plusieurs (au moins deux) fréquences différentes.

**[0036]** Lesdites vibrations longitudinales se propagent dans le barreau 100 en direction de la lame 102, l'outil 10 faisant office de résonateur. Sous l'effet de ces vibrations, la lame 102 vibre dans son plan de coupe longitudinal (Y,Z), avec un mouvement de vibration comportant deux composantes vibratoires : une composante longitudinale suivant l'axe Z et une composante transversale suivant l'axe Y.

**[0037]** Tel que cela apparaît plus clairement sur la figure 5, les deux encoches 104 et 105 permettent d'améliorer le comportement vibratoire de la lame de coupe dans son plan de coupe (Y,Z). On a représenté sur cette figure 4, la déformée de l'outil de coupe 10 lors du fonctionnement des moyens de mise en vibration 11. Cette déformée a été calculée de manière usuelle au moyen d'un logiciel de simulation utilisant une méthode de calcul par éléments finis. Sur cette figure 5, les déformations de l'outil de coupe ont été volontairement exagérées, afin de mieux faire apparaître le comportement vibratoire de l'outil de coupe 10.

**[0038]** L'amplitude de vibration de l'outil de coupe 10

dans le plan de coupe (Y , Z) (c'est-à-dire la résultante des composantes vibratoires en Y et en Z) n'est pas identique en tout point de l'outil, et notamment en tout point de la lame de coupe 102. On a symbolisé sur la figure 5, ces variations d'amplitude par des zones ayant des remplissages différents, chaque type de remplissage correspondant à une gamme d'amplitudes qui est reportée sur une échelle verticale. En référence à cette échelle d'amplitudes de la figure 5, le remplissage correspondant au bas de l'échelle identifie une région de vibrations d'amplitude quasiment nulle caractéristique d'un noeud de vibration. A l'opposé, le remplissage correspondant au haut de l'échelle identifie une région dans laquelle les amplitudes de vibrations (résultante des composantes vibratoires en Y et en Z) sont maximales.

**[0039]** La déformée de la figure 5 permet de montrer que les amplitudes de vibration de la lame 102 sont avantageusement maximales et sensiblement identiques dans toute la partie distale (Z1) de la lame 102 qui s'étend sensiblement entre la deuxième encoche 105 et l'extrémité distale 102a de la lame 102. En outre, sur toute la région Z' du bord de coupe longitudinal 103, qui s'étend entre l'extrémité distale 12a de la lame 102 et le début de la première encoche 104, les amplitudes de vibrations sont importantes, et il n'y pas de formation de noeud de vibration dans cette région au niveau du bord de coupe 103. La qualité de coupe est en conséquence très bonne. Sur cette figure 5, on peut également noter la formation d'une région nodale N (noeud de vibration) dans la lame de coupe 102 ; cependant, cette région nodale N est très peu étendue, et surtout est localisée au niveau du bord longitudinal 106 opposé au bord de coupe 103. Elle n'est donc pas préjudiciable à la qualité de coupe.

**[0040]** A titre de comparaison, on a représenté sur les figures 6 à 12, les déformées de six variantes de réalisation d'un outil de coupe vibrant, qui ne sont pas conformes à l'invention, et dont le comportement vibratoire n'est pas satisfaisant.

**[0041]** Sur la figure 6, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, en ce que son élément de coupe 102' est une lame plate rectangulaire sans encoche.

**[0042]** Sur la figure 7, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement en ce que la lame de coupe 102 ne comporte pas d'encoche.

**[0043]** Sur la figure 8, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement en ce que la lame de coupe 102 comporte une seule encoche proximale 104.

**[0044]** Sur la figure 9, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement en ce que la lame de coupe 102 comporte une seule encoche proximale 104', qui est réalisée exclusivement dans la lame 102, et qui ne s'étend pas dans le barreau 100.

**[0045]** Sur la figure 10, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement en ce que la lame de coupe 102 comporte une seule encoche distale 105.

**[0046]** Sur la figure 11, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement en ce que la lame de coupe 102 comporte une encoche distale 105, et une encoche supplémentaire 107 dans le barreau 100.

**[0047]** Sur la figure 12, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, en ce que la lame de coupe a la même forme que la lame 102 des figures 1 à 4, mais comporte uniquement une première encoche proximale 104', qui est réalisée exclusivement dans le barreau 100, et qui ne s'étend pas dans la lame 102.

**[0048]** Dans les réalisations des figures 6, 7, 8, 9, 10 et 11, on peut noter la formation d'un noeud de vibration important N qui s'étend jusqu'au bord de coupe longitudinal 103 de la lame, et qui de ce fait est préjudiciable à la qualité de la coupe.

**[0049]** Dans la réalisation de la figure 12, on peut noter la formation d'une zone Z2 d'amplitudes extrêmement faibles, qui s'étend sur toute la largeur de la lame, et qui est préjudiciable à la qualité de coupe.

**[0050]** En outre, sur les figures 11 et 12, on peut noter que la zone Z1 à l'extrémité de la lame, dans laquelle les amplitudes de vibrations sont maximales, est de manière désavantageuse très peu étendue, et augmente les risques de rupture de la lame dans cette zone distale.

**[0051]** On a représenté sur la figure 13, la déformée d'une autre variante de réalisation d'un outil de coupe vibrant, qui est conforme à l'invention. Sur la figure 13, l'outil de coupe se différencie de l'outil de coupe 10 des figures 1 à 4, uniquement par la position longitudinale de la première encoche 104 ; dans cette variante, ladite première encoche 104 s'étend exclusivement dans la lame de coupe 102. Le comportement vibratoire de cette variante est très satisfaisant et comparable à celui de la figure 5.

**[0052]** On a représenté sur les figures 14 à 17, une autre variante de réalisation de l'invention, qui se différencie de la variante des figures 1 à 4, essentiellement par la mise en oeuvre d'une lame de coupe 102 et d'un barreau 100 plus longs, et par la présence d'une troisième encoche 107. Cette troisième encoche 107 s'étend dans la partie distale du barreau 100, et est réalisée dans une partie du barreau 100 diamétralement opposée au bord de coupe longitudinal 103 de la lame. Cette troisième encoche 107 a ainsi la même orientation que la deuxième encoche distale 105.

**[0053]** On a représenté sur la figure 18, la déformée d'un outil de coupe vibrant, dont la lame 102 présente la même géométrie que la lame des figures 1 à 4, mais qui comporte trois encoches 105, 104 et 107 identiques à celles du dispositif des figures 14 à 17. Dans cette variante, on peut noter la formation de zones nodales N1, N2 et N3 (noeuds de vibration). D'une part, ces zones nodales N1, N2 et N3 sont très peu étendues. D'autre part et surtout les deux zones nodales N1 et N2 sont localisées au niveau du bord 106 opposé au bord de coupe longitudinal 103, et la zone nodale N3 est très éloignée de l'extrémité distale 102a. Les vibrations de la lame 102

au niveau du bord de coupe 103 sont avantageusement importantes et sensiblement homogènes sur une zone Z' très étendue, qui s'étend depuis l'extrémité libre distale 102a de l'élément de coupe 102 et sur une longueur supérieure au trois quart de la longueur L' de l'élément de coupe 102 entre cette l'extrémité libre distale 102a et la première encoche 104.

[0054] On a représenté sur la figure 19, la déformée d'un outil de coupe, qui est conforme à l'invention, et qui se différencie de l'outil de coupe des figures 14 à 18, uniquement par le positionnement longitudinal de la première encoche 104. Dans cette variante, ladite première encoche 104 s'étend exclusivement dans la lame de coupe 102. Le comportement vibratoire de cette variante est très satisfaisant.

[0055] L'invention n'est pas limitée aux exemples particuliers de réalisation qui viennent d'être décrits en référence aux figures annexées, mais s'étend à tout dispositif de coupe défini dans les revendications annexées.

[0056] En particulier, et de manière non exhaustive, l'invention n'est pas limitée à la géométrie particulière de la lame de coupe 102 des figures annexées, et en particulier au profil courbe particulier du bord de coupe 103 de cette lame 102, ladite lame plate pouvant être d'une manière générale réalisée dans toute plaque de faible épaisseur (e), et le bord de coupe 103 pouvant par exemple être rectiligne sur tout sa longueur ou pouvant présenter un profil curviligne différent de celui des figures annexées.

[0057] Plus généralement encore, dans le cadre de l'invention, la lame de coupe 102 peut être remplacée par tout élément de coupe longiligne qui est situé dans le prolongement du barreau 100, qui définit un plan de coupe longitudinal (Y,Z) perpendiculaire au plan (X,Z) de la section transversale du barreau, et dont la dimension (e) en section transversale et dans la direction (Z) perpendiculaire à ce plan de coupe (Y,Z) est inférieure à la dimension (D<sub>1</sub>) correspondante en section transversale du barreau 100. Par exemple, et de manière non exhaustive, la lame de coupe 102 peut être remplacée par une tige de coupe cylindrique qui présente en section transversale un diamètre plus faible que le diamètre du barreau 100, et qui est reliée au barreau 100 par une zone de transition tronconique.

[0058] L'invention n'est pas limitée à la forme et aux dimensions particulières des encoches 104, 105 et 107 en U des figures annexées. Il revient à l'homme du métier d'adapter la forme et les dimensions des encoches 104, 105, 107, les positions longitudinales des encoches 104 et 105 dans la lame 102, et le cas échéant la position longitudinale de l'encoche 107 dans la partie distale 100b du barreau 100, en fonction de la géométrie et des dimensions de l'outil de coupe 10, en sorte d'obtenir au niveau du bord de coupe longitudinal 103, une zone de vibration Z' étendue, qui ne comporte pas de noeud de vibration, et dans laquelle les amplitudes de vibrations sont importantes et de préférence sensiblement homogènes.

[0059] Dans les variantes de réalisation des figures annexées, l'élément de coupe 102 (lame) comporte un bord longitudinal de coupe 103 qui est relativement fin et de préférence effilé en sorte d'être coupant. Ceci n'est pas limitatif de l'invention. Dans une autre variante de l'invention, le dispositif de coupe peut comporter un autre élément longiligne coupant (fixe ou mobile) apte à coopérer avec l'élément de coupe 102 vibrant et permettant une découpe par cisaillement entre ces deux éléments de coupe. Dans ce cas par exemple, il n'est pas nécessaire que le bord de coupe 103 de l'élément de coupe 102 vibrant soit fin et coupant.

## 15 Revendications

1. Dispositif de coupe comportant un outil de coupe monobloc (10) assemblé avec des moyens de mise en vibration (11), en sorte de constituer un outil de coupe vibrant, ledit outil de coupe (10) comportant un barreau (100) et un élément de coupe longiligne (102) situé dans le prolongement du barreau (100) et relié au barreau (100) par une zone de transition (101), ledit élément de coupe (102) comportant un bord de coupe longitudinal (103) et définissant un plan de coupe longitudinal (Y,Z) perpendiculaire au plan (X,Z) de la section transversale du barreau, ledit élément de coupe (102) présentant une dimension (e), mesurée suivant l'axe (X) perpendiculaire à ce plan de coupe longitudinal (Y,Z), qui est inférieure à la dimension (D<sub>1</sub>) de la section transversale du barreau mesurée suivant ce même axe (X), **caractérisé en ce qu'il** comporte une première encoche (104) qui est réalisée au moins en partie dans le bord de coupe longitudinal (103) de l'élément de coupe (102), et une deuxième encoche (105), qui est réalisée dans une partie (106) de l'élément de coupe (102) diamétralement opposée au bord de coupe longitudinal (103), et qui est décalée par rapport à la première encoche (104), selon l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe (102) et en direction de l'extrémité libre distale (102a) de l'élément de coupe (102).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la deuxième encoche (105) est réalisée dans la partie distale de l'élément de coupe (102) qui s'étend entre la première encoche (104) et l'extrémité distale (102a) de l'élément de coupe (102).
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première encoche (104) s'étend en totalité dans l'élément de coupe (102).
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première encoche (104) s'étend dans le barreau (100), dans la zone de transition (101) et dans l'élément de coupe (102),

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comporte une troisième encoche (107) qui s'étend en tout ou partie dans le barreau (100), et qui est réalisée dans une partie de l'outil de coupe (10) diamétralement opposée au bord de coupe longitudinal (103). 5
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les première et deuxième encoches (104, 105), et le cas échéant la troisième encoche (107), présentent des profils longitudinaux en forme de U, 10
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le profil longitudinal en U de la deuxième encoche (105) est asymétrique. 15
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'élément de coupe (102) est constitué par une lame de coupe (102) plate. 20
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'élément de coupe (102) est centré par rapport au barreau (100). 25
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la plus grande dimension (1) de l'élément de coupe (102), mesurée dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z) suivant l'axe (Y) perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe (102), est inférieure ou égale à la dimension (D<sub>2</sub>) de la section transversale du barreau (100) mesurée dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z) suivant ce même axe (Y). 30
11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la longueur (L) de l'élément de coupe (102) est supérieure à 5 cm, de préférence supérieure à 10 cm, et plus préférentiellement encore supérieure à 20 cm. 35
12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en vibration (11) permettent de créer, dans le barreau (100) de l'outil de coupe (10), des vibrations longitudinales, qui sont orientées suivant l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe (102), et qui permettent une mise en vibration de l'élément de coupe (102) dans le plan de coupe longitudinal (Y,Z) de cet élément de coupe (102) et avec au moins une composante vibratoire transversale qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) de l'élément de coupe (102). 40
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les encoches (104, 105,...) de l'outil de coupe (10) sont réalisées en sorte d'obtenir une mise en vibration de l'élément de coupe (102) dans ledit plan de coupe longitudinal (Y,Z), sans formation de noeud 45

de vibration au niveau au moins du bord longitudinal de coupe (103) de l'élément de coupe (102), et dans une zone distale (Z') qui s'étend depuis l'extrémité libre distale (102a) de l'élément de coupe (102) et sur au moins les trois quart de la longueur (L') de l'élément de coupe (102) entre cette l'extrémité libre distale (102a) et la première encoche (104).

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les encoches (104, 105,...) de l'outil de coupe (10) sont réalisées en sorte d'obtenir une mise en vibration de l'élément de coupe (102) dans ledit plan de coupe longitudinal (Y,Z), sans formation de noeud de vibration au moins niveau du bord longitudinal de coupe (103) de l'élément de coupe (102), et dans une zone distale (Z') qui s'étend depuis l'extrémité libre distale (102a) et jusqu'à la première encoche (104). 50
15. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en vibration (11) sont conçus pour créer, dans le barreau (100) de l'outil de coupe (10), des vibrations longitudinales avec une fréquence prédéfinie (f) supérieure à 10KHz, et de préférence supérieure ou égale à 20 KHz. 55

#### Claims

1. A cutting device including a single-piece cutter (10) assembled with a vibrating means (11), so as to form a vibrating cutter said cutter (10) including a bar (100) and a longilineal cutting element (102) aligned with the bar (100) and connected to the bar (100) by a transition area (101), said cutting element (102) including a longitudinal cutting edge (103) and defining a longitudinal cutting plane (Y, Z) perpendicular to the plane (X, Z) of the transverse section of the bar, said cutting element (102) having a dimension (e), measured along the axis (X) perpendicular to said longitudinal cutting plane (Y, Z), that is smaller than the dimension (D<sub>t</sub>) of the transverse section of the bar measured along this same axis (X), **characterized in that** it includes a first notch (104) that is at least partially formed in the longitudinal cutting edge (103) of the cutting element (102), and a second notch (105), which is made in a portion (106) of the cutting element (102) diametrically opposite the longitudinal cutting edge (103), and which is offset relative to the first notch (104), along the longitudinal axis (A) of the cutting element (102) and towards the distal free end (102a) of the cutting element (102). 35
2. The device according to claim 1, **characterized in that** the second notch (105) is made in the distal portion of the cutting element (102), which extends between the first notch (104) and the distal end 40



(102a) of the cutting element (102).

3. The device according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the first notch (104) extends entirely in the cutting element (102). 5
4. The device according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the first notch (104) extends in the bar (100), in the transition area (101) and in the cutting element (102). 10
5. The device according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** it includes a third notch (107) that extends in whole or in part in the bar (100), and that is made in a portion of the cutting tool (10) opposite the longitudinal cutting edge (103). 15
6. The device according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the first and second notches (104, 105), and if applicable the third notch (107), have U-shaped longitudinal profiles. 20
7. The device according to claim 6, **characterized in that** the U-shaped longitudinal profile of the second notch (105) is asymmetrical, 25
8. The device according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the cutting element (102) is formed by a flat cutting blade (102). 30
9. The device according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the cutting element (102) is centered relative to the bar (100),
10. The device according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** the largest dimension (1) of the cutting element (102), measured in the longitudinal cutting plane (Y, Z) along the axis (Y) perpendicular to the longitudinal axis (A) of the cutting element (102), is smaller than or equal to the dimension (D<sub>2</sub>) of the transverse section of the bar (100) measured in the longitudinal cutting Plane (Y, Z) along the same axis (Y). 35 40
11. The device according to one of claims 1 to 10, **characterized in that** the length (L) of the cutting element (102) is larger than 5 cm, preferably larger than 10 cm, and still more preferably larger than 20 cm, 45
12. The device according to one of claims 1 to 11, **characterized in that** the vibrating means (11) makes it possible to create, in the bar (100) of the cutting tool (10), longitudinal vibrations, which are oriented along the longitudinal axis (A) of the cutting element (102), and which make it possible to vibrate the cutting element (102) in the longitudinal cutting plane (Y, Z) of said cutting element (102) and with at least one transverse vibrating component that is perpen- 50 55

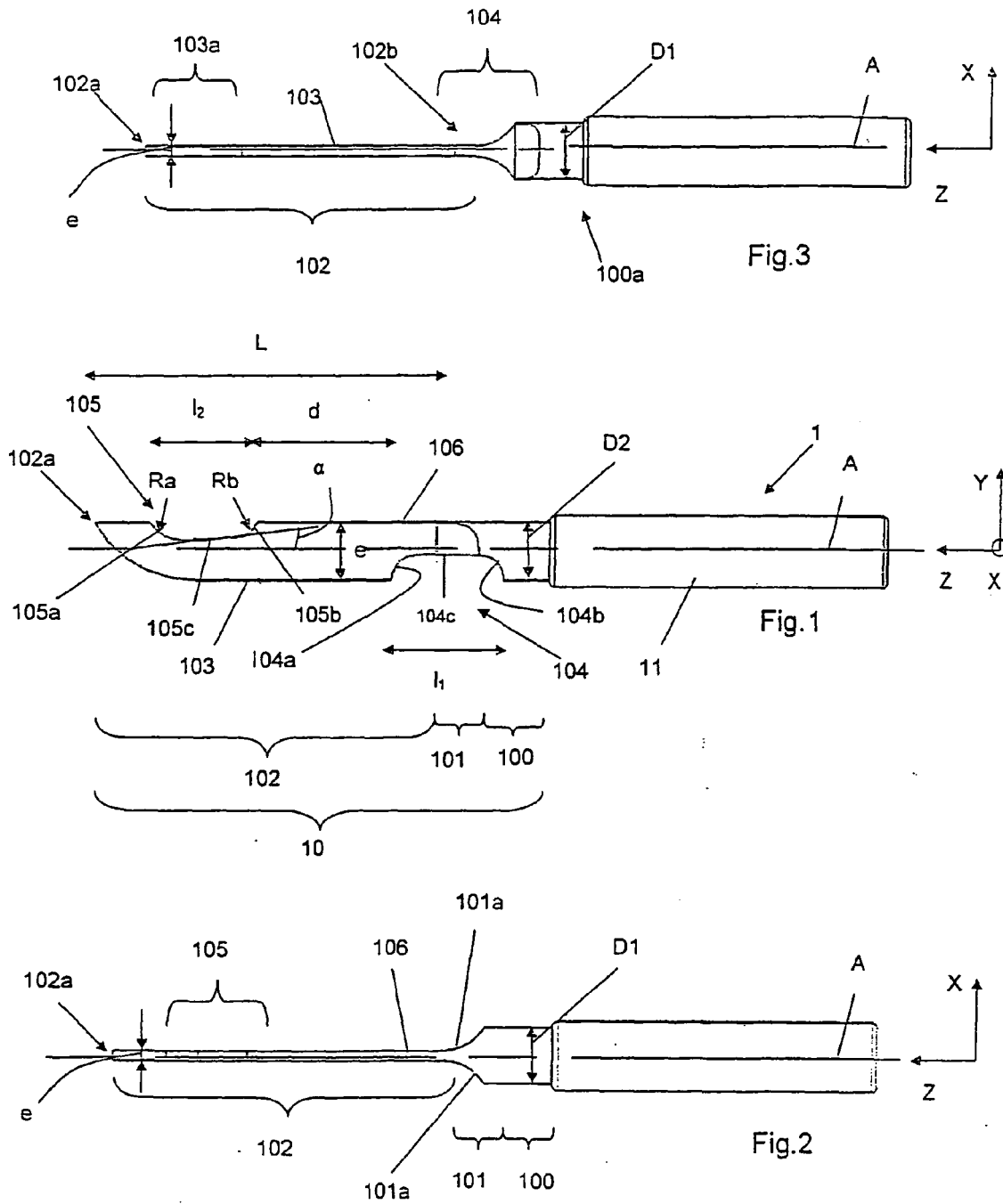
dicular to the longitudinal axis (A) of the cutting element (102).

13. The device according to claim 12, **characterized in that** the notches (104, 105, ...) of the cutting tool (10) made so as to vibrate the cutting element (102) in said longitudinal cutting plane (Y, Z), without forming vibrating nodes at least at the longitudinal cutting edge (103) of the cutting element (102), and in a distal zone (Z') that extends from the distal free end (102a) of the cutting element (102) and over at least three quarters of the length (L') of the cutting element (102) between said distal free end (102a) and the first notch (104).
14. The device according to claims 13, **characterized in that** the notches (104, 105, ...) of the cutting tool (10) are made so as to vibrate the cutting element (102) in said longitudinal cutting plane (Y, Z), without forming vibrating nodes at least at the longitudinal cutting edge (103) of the cutting element (102), and in a distale zone (Z') that extends from the distal free end (102a) and to the first notch (104).
15. The device according to one of claims 11 to 14, **characterized in that** the vibrating means (11) is designed to create, the bar (100) of the cutting tool (10), longitudinal vibrations with a predefined frequency (f) greater than 10 KHz, and preferably greater than or equal to 20 kHz.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schneiden mit einem einstückig ausgeführten Schneidwerkzeug (10), das mit Vibrationsmitteln (11) zusammengefügt ist, so dass ein vibrierendes Schneidwerkzeug gebildet wird, wobei das Schneidwerkzeug (10) einen Stab (100) und ein längliches Schneidteil (102) aufweist, das sich in Verlängerung des Stabs (100) befindet und über einen Übergangsbereich (101) mit dem Stab (100) verbunden ist, wobei das Schneidteil (102) eine längs verlaufende Schneidkante (103) aufweist und eine Längsschneidebene (Y, Z) definiert, die senkrecht zur Querschnittsebene (X, Z) des Stabs verläuft, wobei das Schneidteil (102) entlang der Achse (X) - senkrecht zu dieser Längsschneidebene (Y, Z) gemessen - eine Abmessung (e) aufweist, die geringer ist als die Abmessung (D<sub>1</sub>) des Querschnitts des Stabs, gemessen entlang dieser gleichen Achse (X), **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine erste Einkerbung oder Ausnehmung (104) aufweist, die zumindest teilweise in der Längsschneidkante (103) des Schneidteils (102) ausgeführt ist, sowie eine zweite Einkerbung oder Ausnehmung (105), die in einem der Längsschneidkante (103) diametral entgegengesetzten Bereich (106) des Schneidteils

- (102) ausgeführt ist und versetzt zur ersten Einkerbung (104) entlang der Längsachse (A) des Schneidteils (102) und in Richtung des freien distalen Endabschnitts (102a) des Schneidteils (102) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Einkerbung (105) in dem distalen Bereich des Schneidteils (102) ausgeführt ist, der sich zwischen der ersten Einkerbung oder Ausnehmung (104) und dem distalen Ende (102a) des Schneidteils (102) erstreckt.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die erste Einkerbung oder Ausnehmung (104) vollständig im Schneidteil (102) erstreckt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die erste Einkerbung oder Ausnehmung (104) in dem Stab (100) im Übergangsbereich (101) und im Schneidteil (102) erstreckt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine dritte Einkerbung (107) aufweist, die sich vollständig oder teilweise im Stab (100) erstreckt und die in einem der Längsschneidkante (103) entgegengesetzten Bereich des Schneidwerkzeugs (10) ausgeführt ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Einkerbung (104, 105) und gegebenenfalls die dritte Einkerbung (107) U-förmige Längsprofile aufweisen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das U-förmige Längsprofil der zweiten Einkerbung (105) unsymmetrisch ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneidteil (102) aus einer flachen Schneidklinge (102) besteht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneidteil (102) bezüglich des Stabs (100) zentriert angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die größte Abmessung (1) des Schneidteils (102), gemessen in der Längsschneidebene (Y, Z) entlang der senkrecht zur Längsachse (A) des Schneidteils (102) verlaufenden Achse (Y), geringer oder gleich der Abmessung (D<sub>2</sub>) des Querschnitts des Stabs (100) ist - gemessen in der Längsschneidebene (Y, Z) entlang dieser gleichen Achse (Y).
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge (L) des Schneidteils (102) größer als 5 cm, vorzugsweise größer als 10 cm und noch bevorzugter größer als 20 cm ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit den Vibrationsmitteln (11) möglich ist, in dem Stab (100) des Schneidwerkzeugs (10) Längsvibrationen zu erzeugen, die entlang der Längsachse (A) des Schneidteils (102) ausgerichtet sind und die es ermöglichen, das Schneidteil (102) in der Längsschneidebene (Y, Z) dieses Schneidteils (102) in Vibration zu versetzen, und zwar mit zumindest einer quer verlaufenden Vibrationskomponente, die senkrecht zur Längsachse (A) des Schneidteils (102) verläuft.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einkerbungen oder Ausnehmungen (104, 105, ...) des Schneidwerkzeugs (10) so ausgebildet sind, dass ein Vibrieren des Schneidteils (102) in der Längsschneidebene (Y, Z) ohne Bildung von Schwingungsknoten zumindest im Bereich der Längsschneidkante (103) des Schneidteils (102) erreichbar ist, sowie in einem distalen Bereich (Z'), der sich ausgehend von dem freien distalen Ende (102a) des Schneidteils (102) und zumindest über dreiviertel der Länge (L') des Schneidteils (102) zwischen diesem freien distalen Ende (102a) und der ersten Einkerbung (104) erstreckt.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einkerbungen oder Ausnehmungen (104, 105, ...) des Schneidwerkzeugs (10) so ausgebildet sind, dass ein Vibrieren des Schneidteils (102) in der Längsschneidebene (Y, Z) ohne Bildung von Schwingungsknoten zumindest im Bereich der Längsschneidkante (103) des Schneidteils (102) erreichbar ist, sowie in einem distalen Bereich (Z'), der sich ausgehend von dem freien distalen Ende (102a) bis zur ersten Einkerbung oder Ausnehmung (104) erstreckt.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vibrationsmittel (11) dazu ausgelegt sind, in dem Stab (100) des Schneidwerkzeugs (10) Längsvibrationen mit einer vorbestimmten Frequenz (f) zu erzeugen, die über 10 kHz liegt und vorzugsweise größer oder gleich 20 kHz ist.



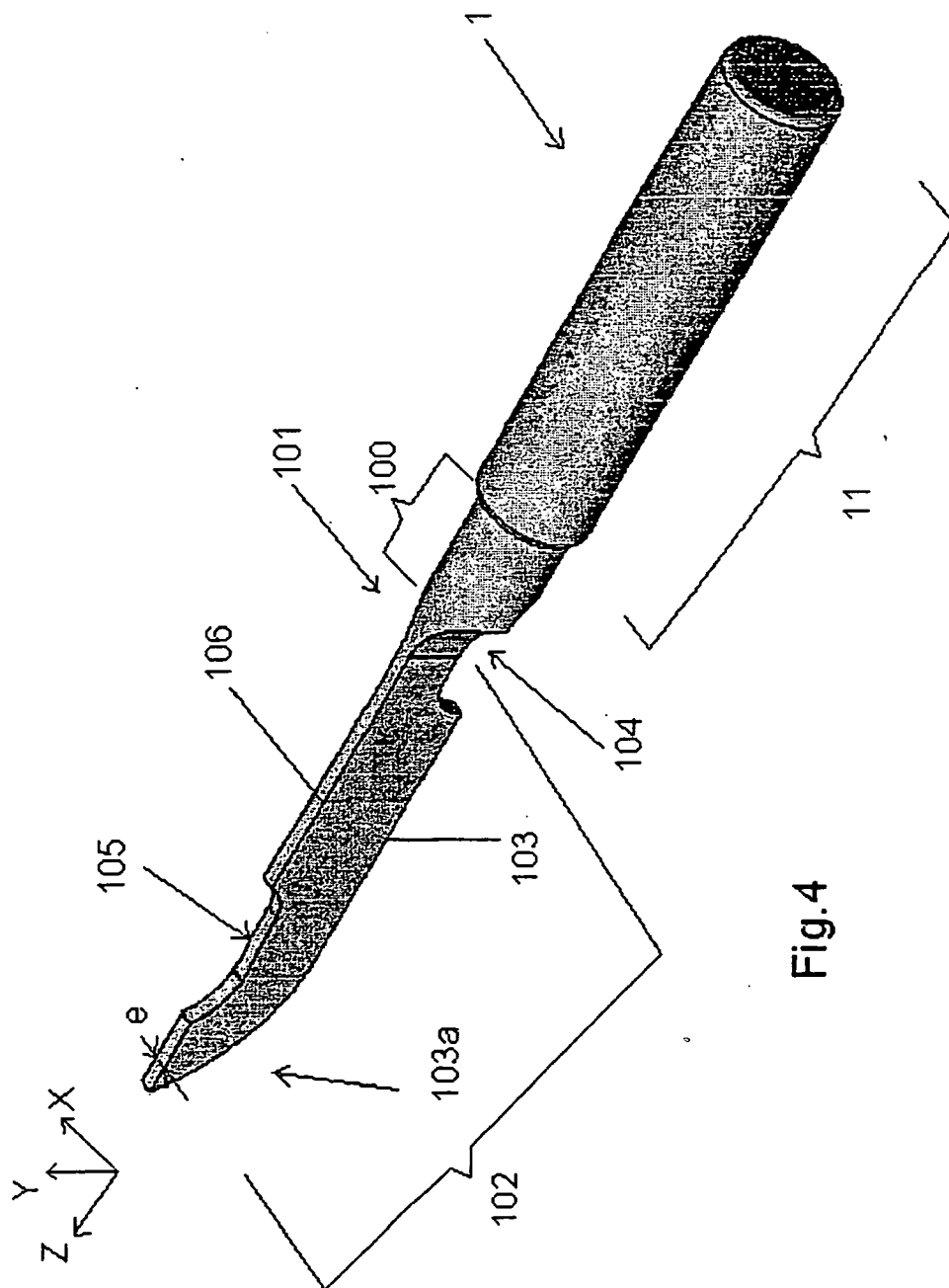


Fig. 4

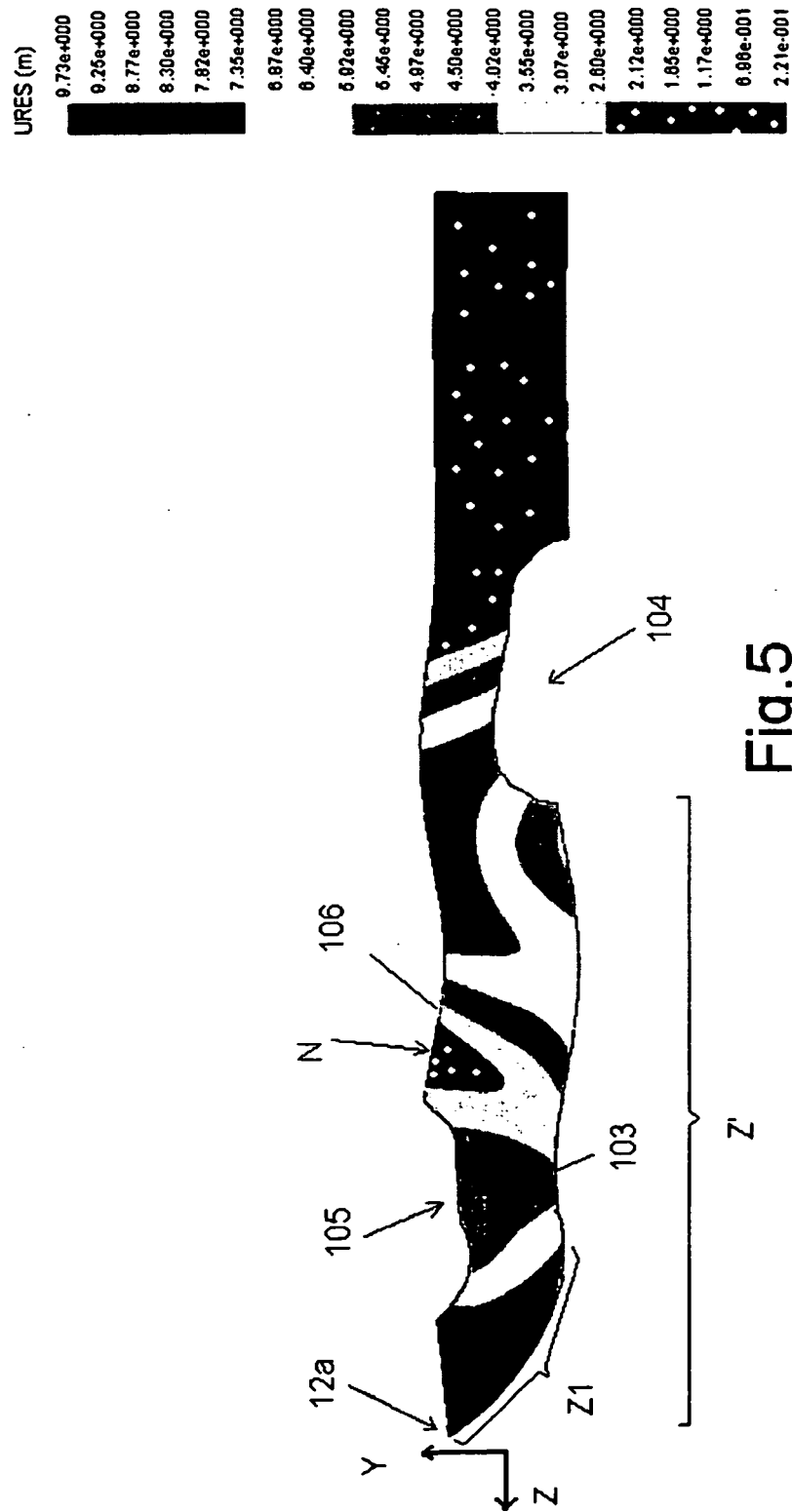


Fig.5

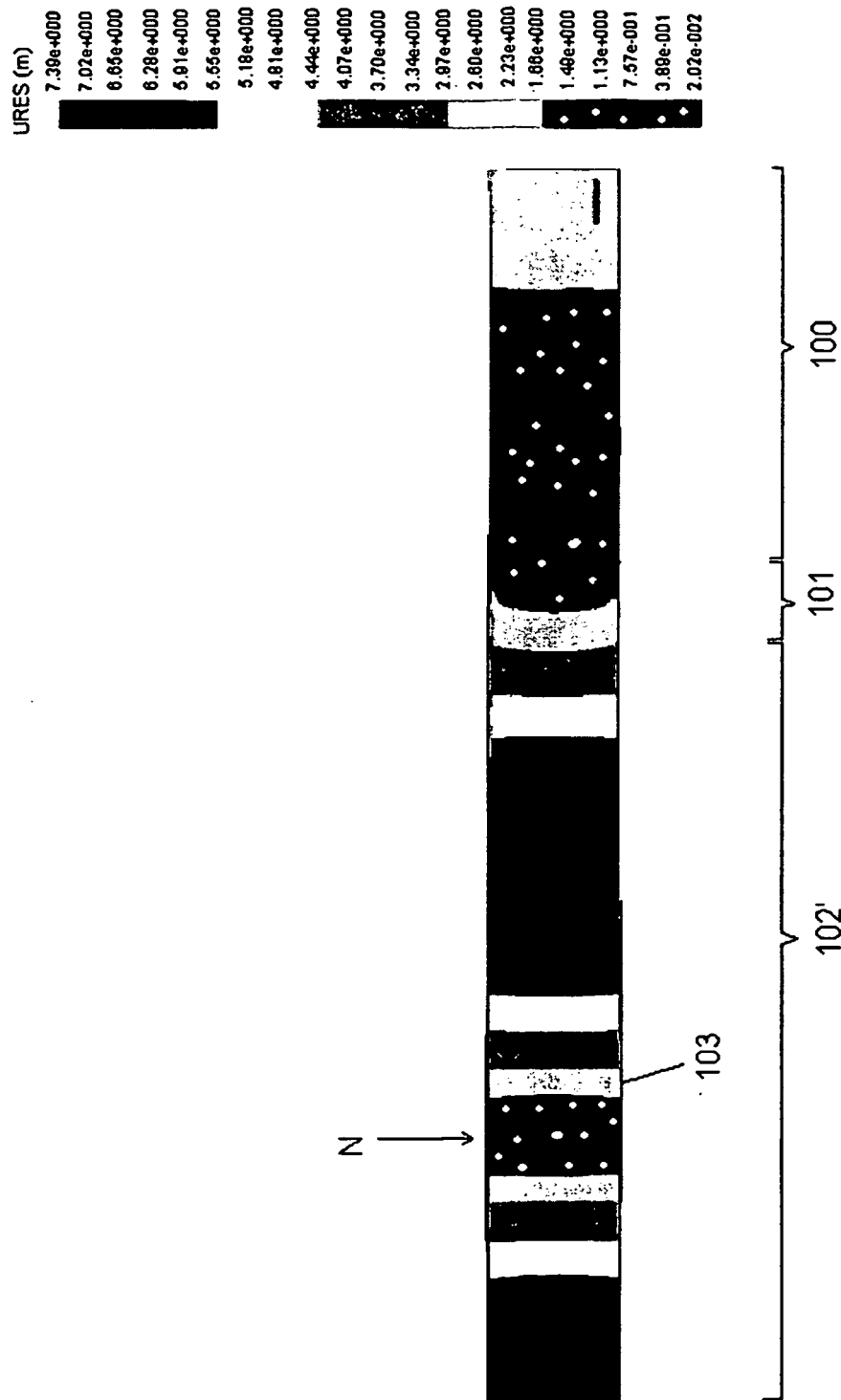
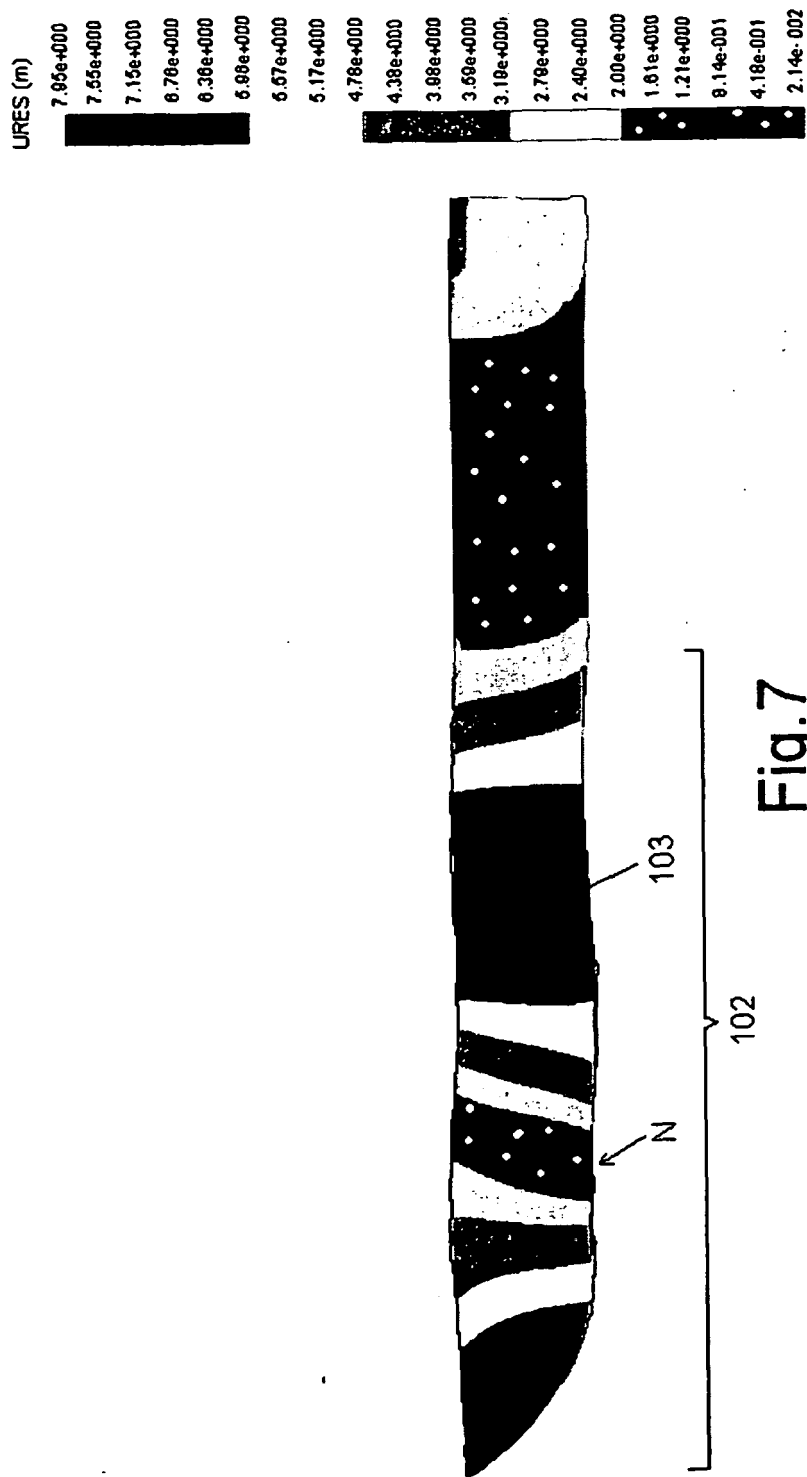
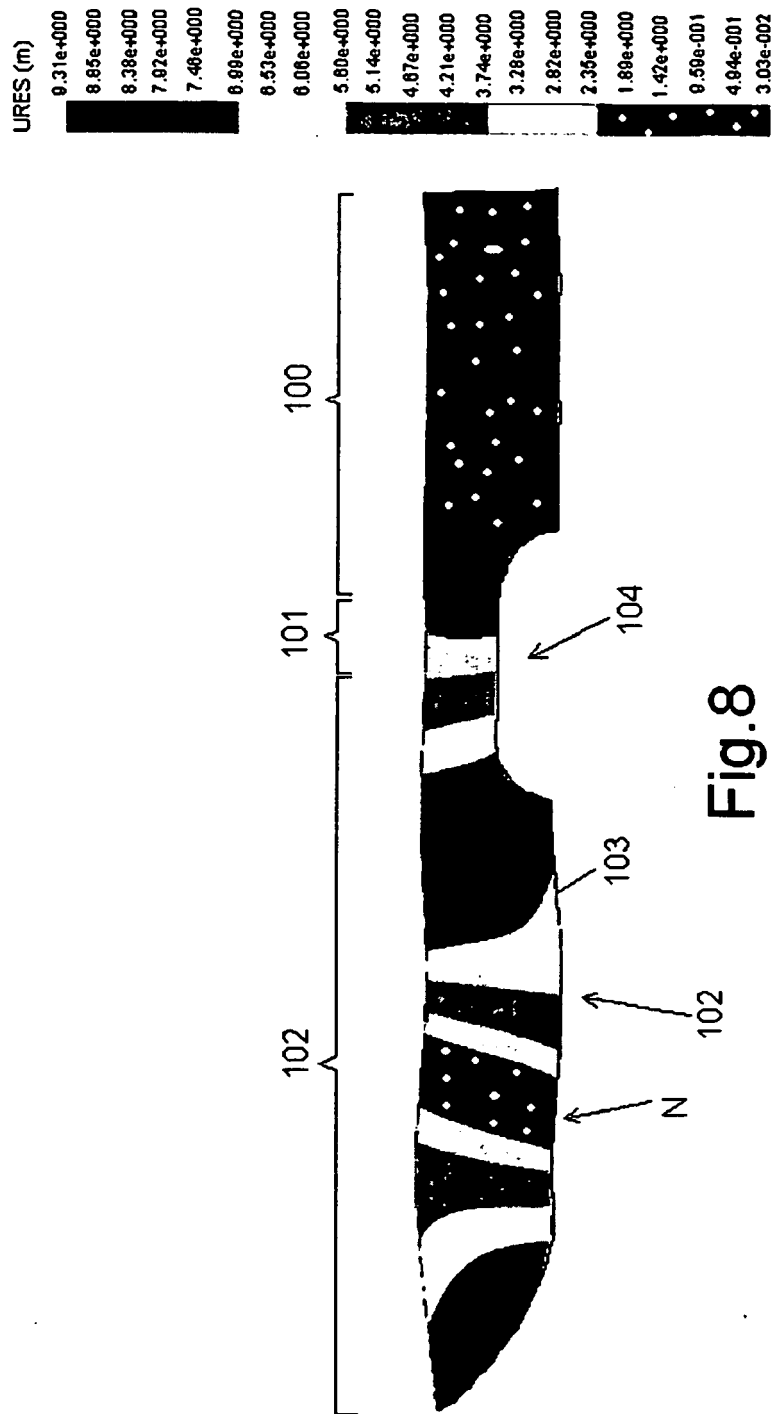


Fig.6







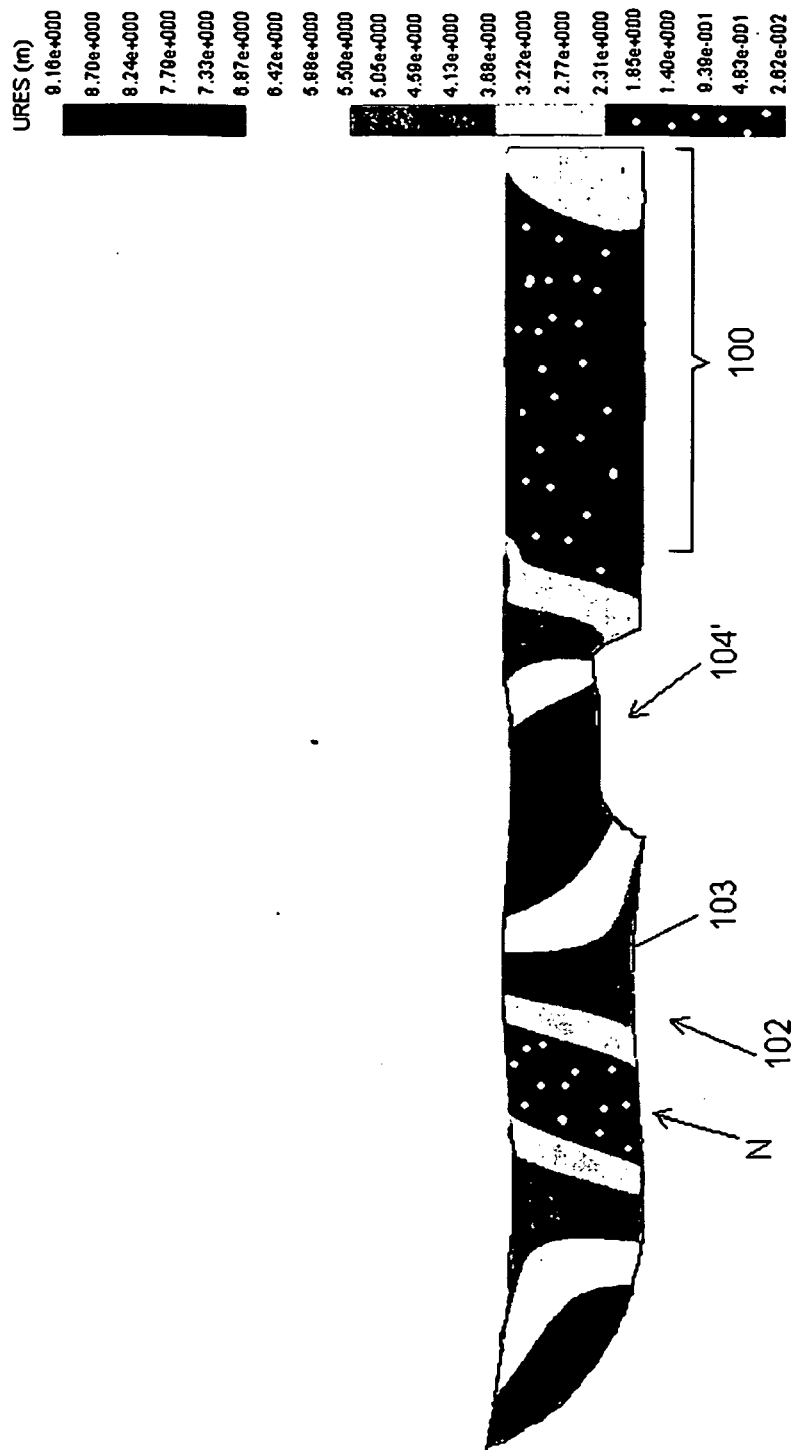
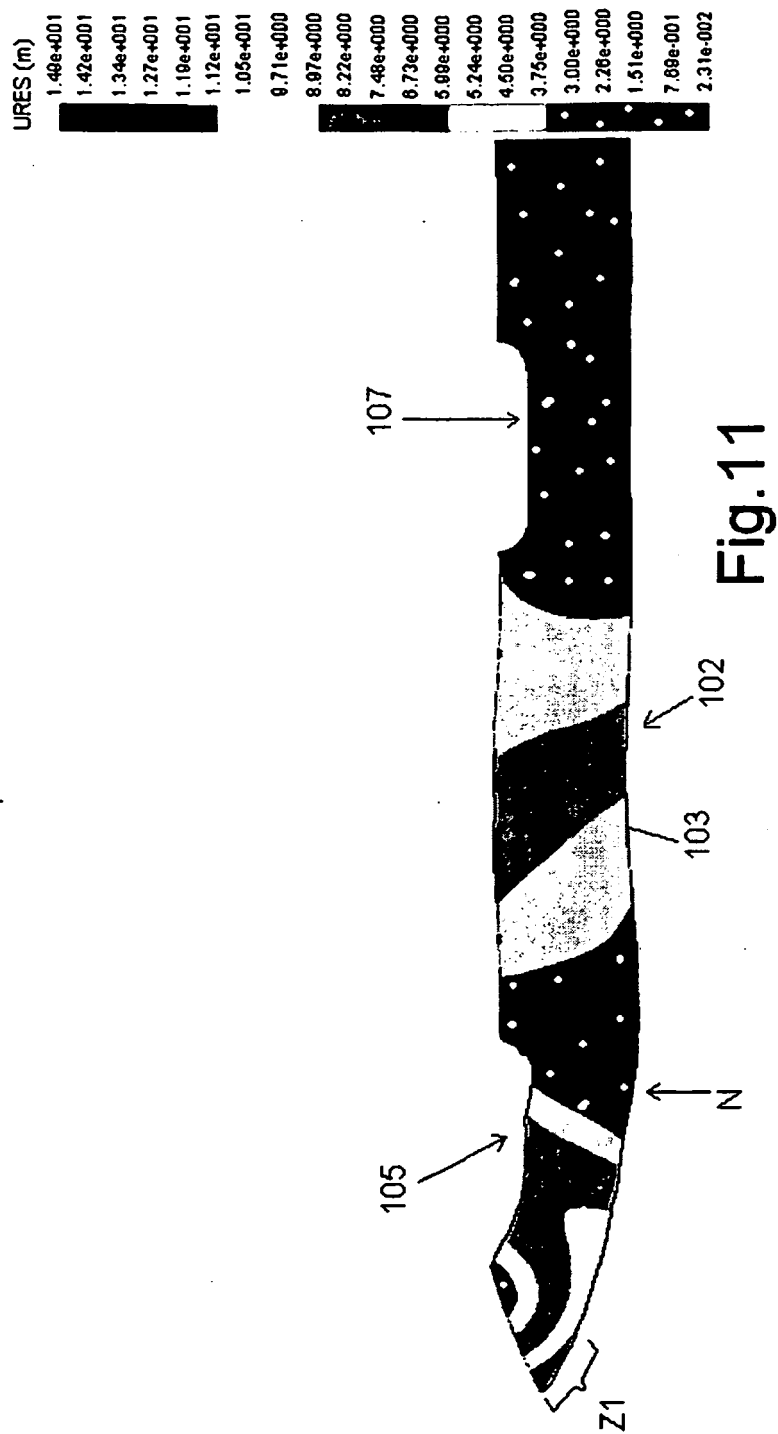


Fig.9



Fig. 10



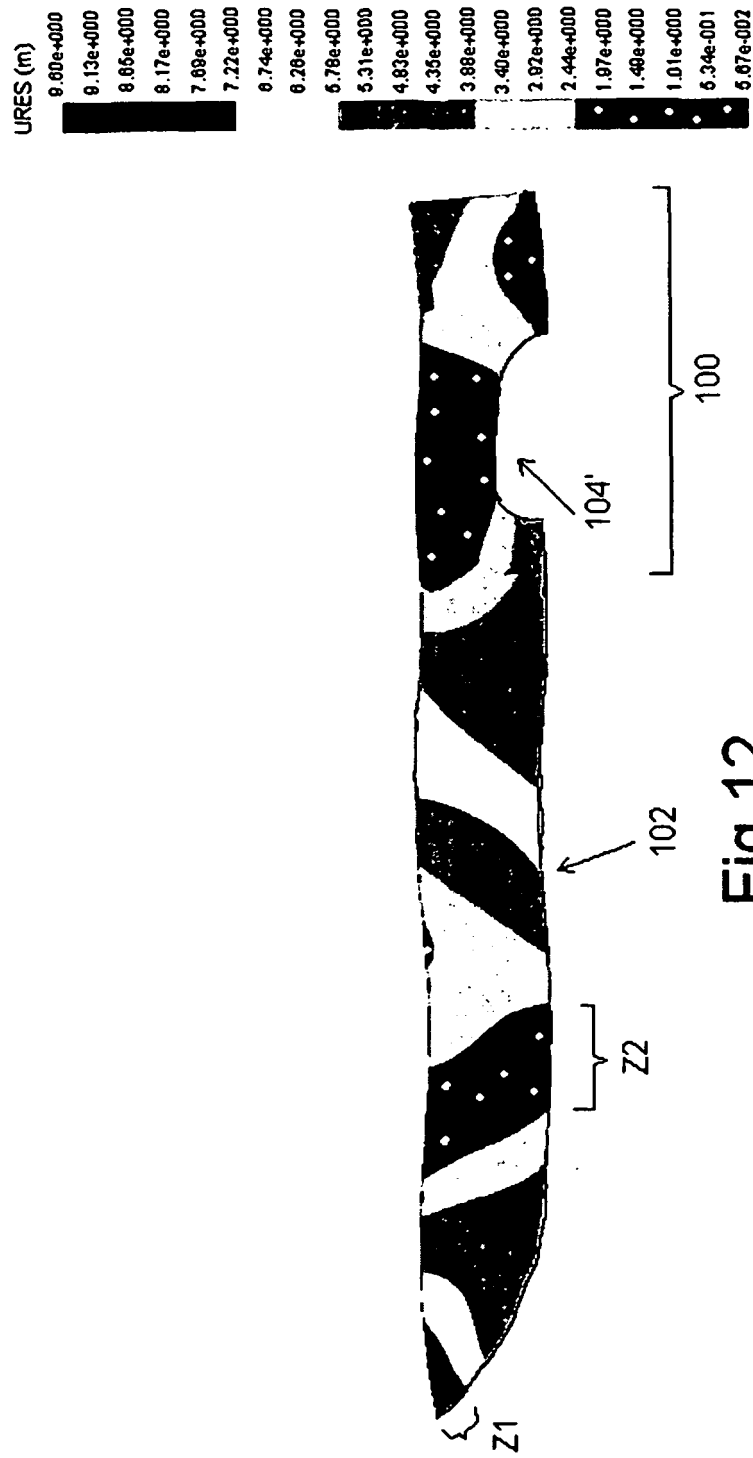


Fig. 12

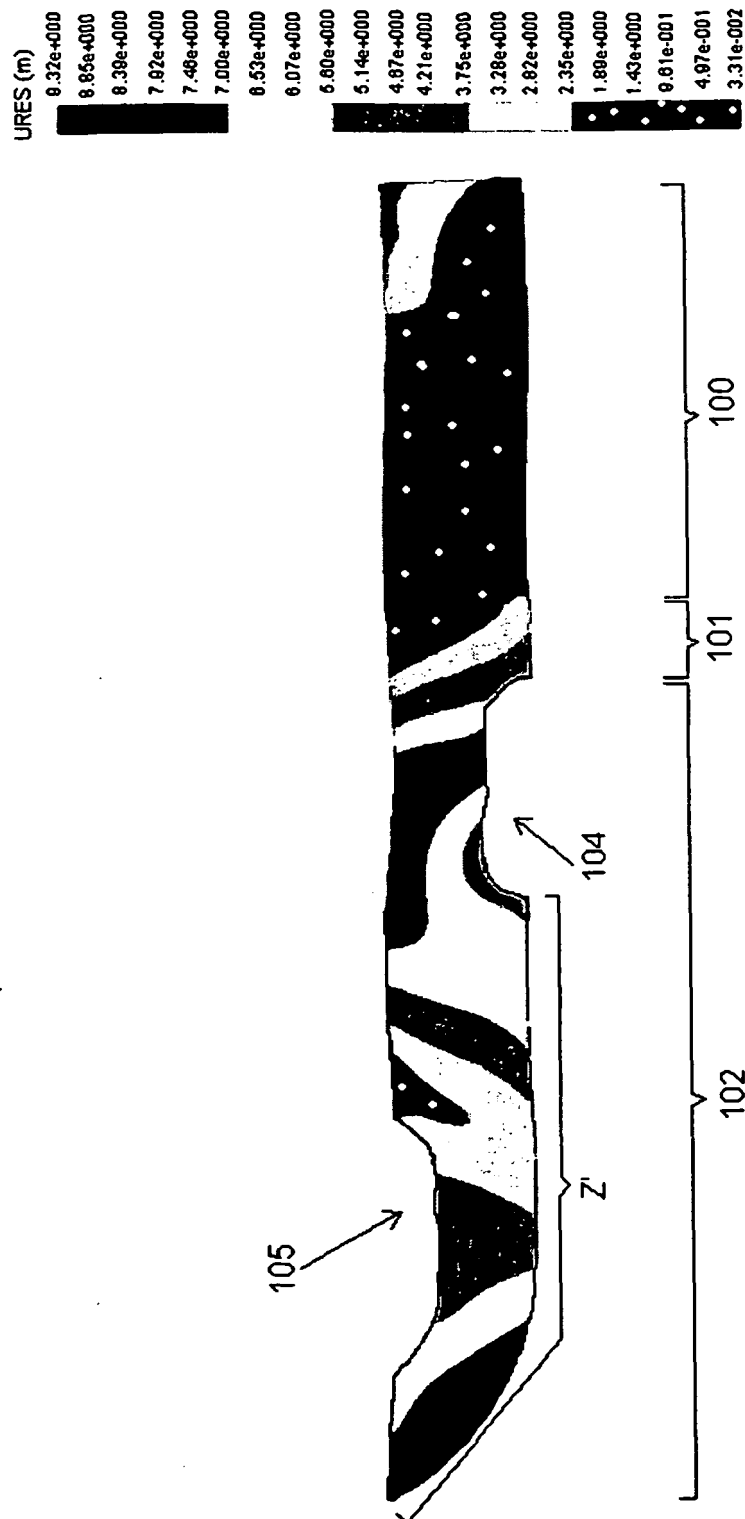


Fig.13

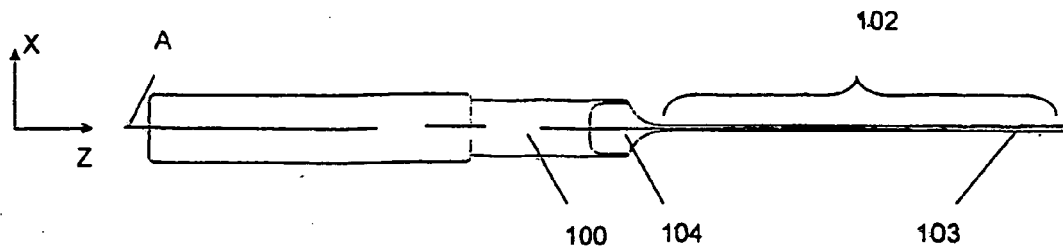


Fig. 16

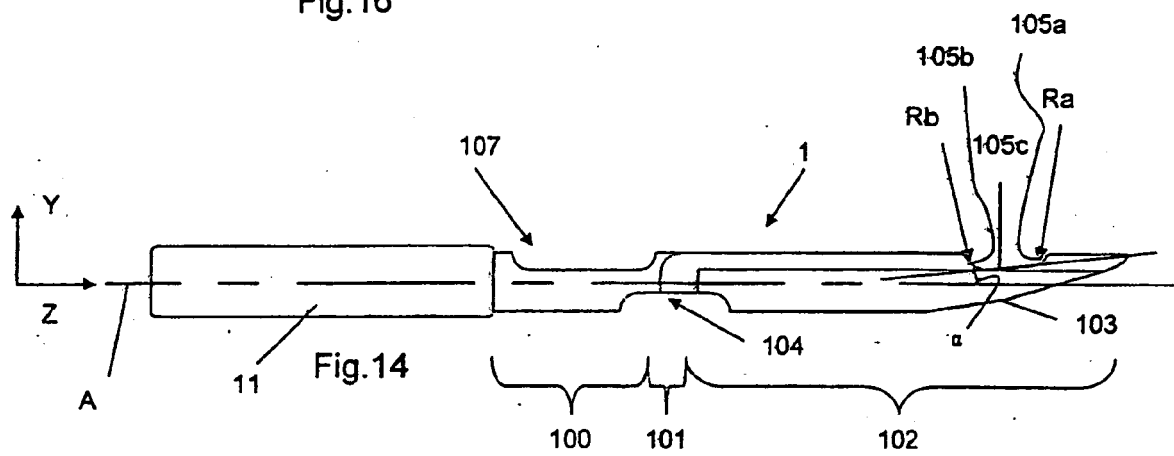


Fig. 14

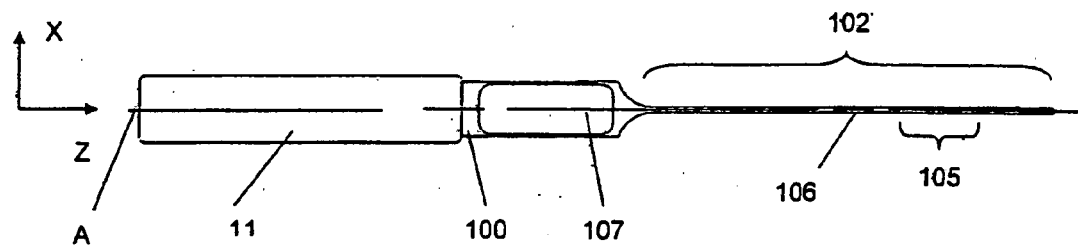
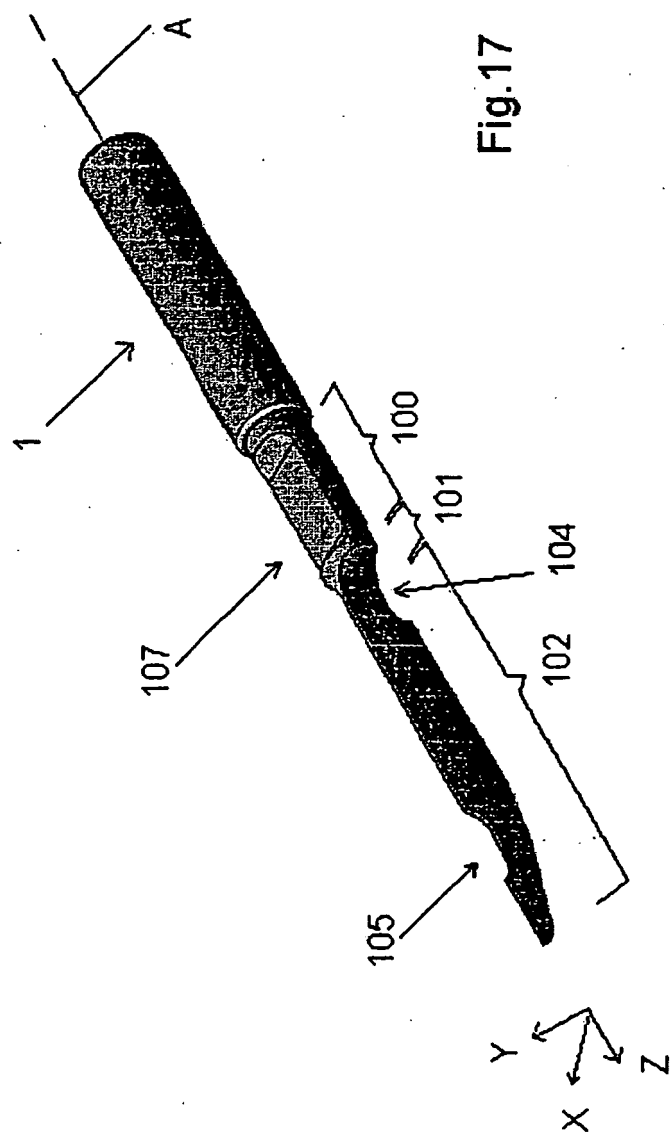
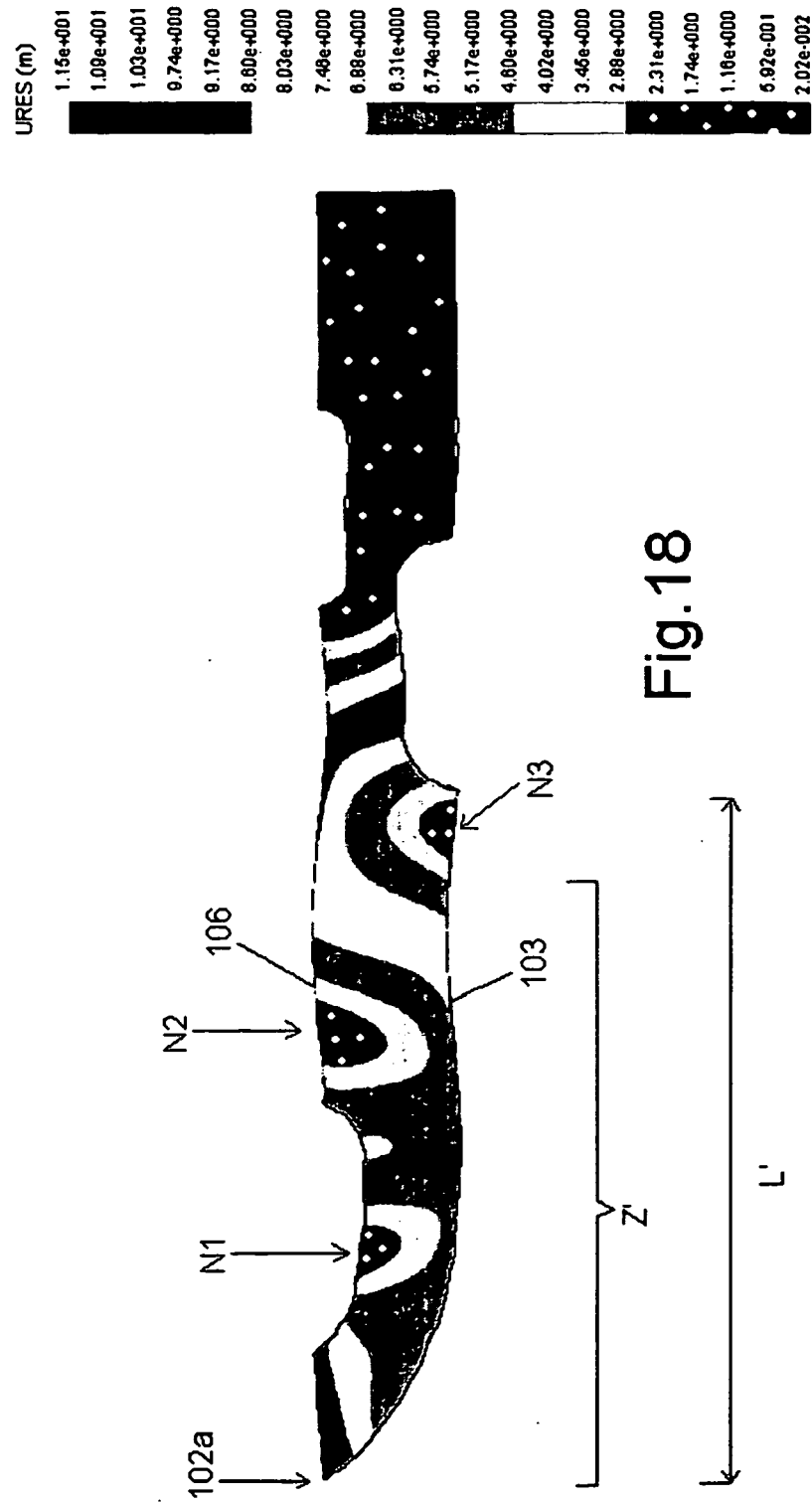


Fig. 15







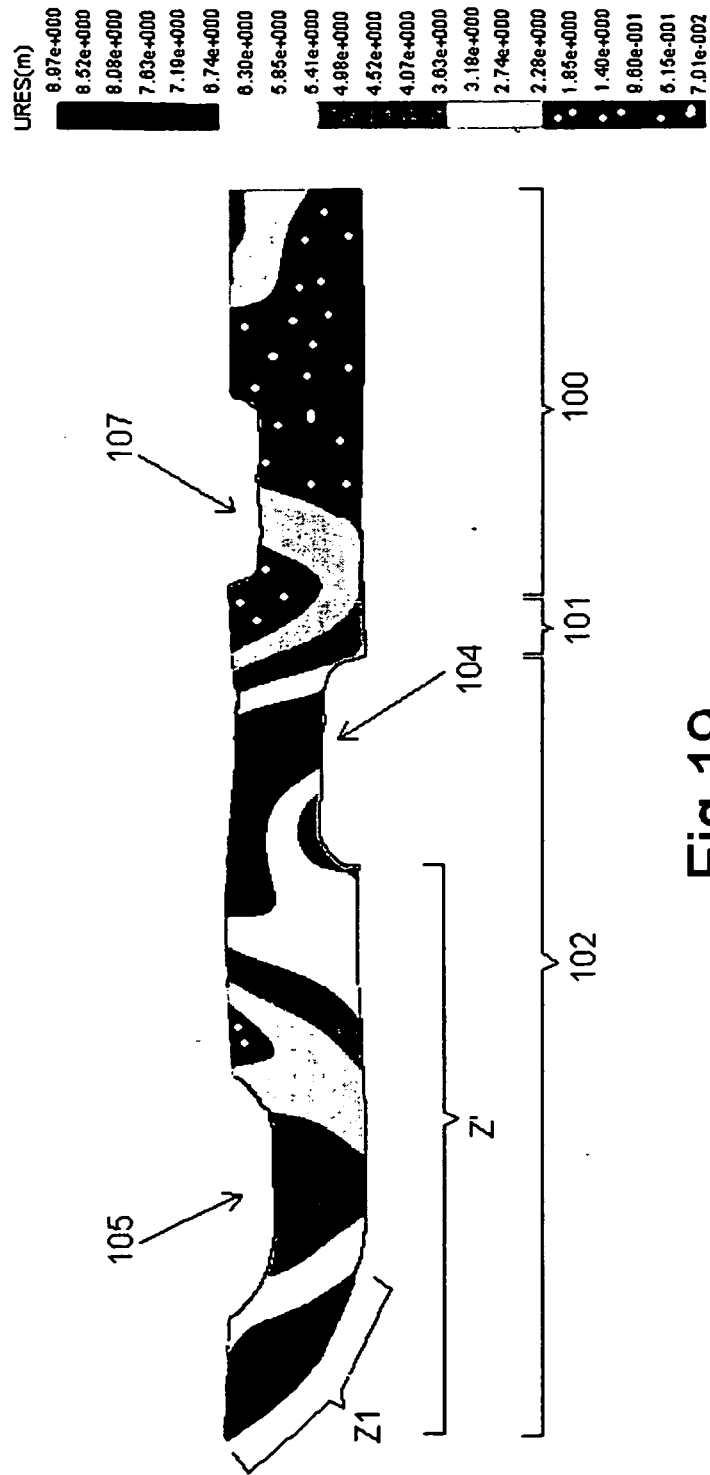


Fig.19

**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**

- WO 03095028 A [0004] [0006] [0009]
- WO 2005084264 A [0004] [0005] [0008]