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

(11) **EP 2 255 926 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
03.09.2014 Bulletin 2014/36

(21) Numéro de dépôt: **10166957.0**

(22) Date de dépôt: **27.07.2005**

(51) Int Cl.:
B24C 1/10 *(2006.01)* ***B24C 5/08*** *(2006.01)*
B24C 11/00 *(2006.01)* ***B24B 1/04*** *(2006.01)*
B24B 39/00 *(2006.01)* ***F01D 5/28*** *(2006.01)*
B06B 3/00 *(2006.01)* ***B24C 3/32*** *(2006.01)*

(54) **Procédé et dispositif de grenaillage par ultrasons**

Verfahren und Vorrichtung zum Ultraschall-Kugelstrahlen

Process and device for ultrasonic peening

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **30.07.2004 FR 0408493**

(43) Date de publication de la demande:
01.12.2010 Bulletin 2010/48

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
05300625.0 / 1 621 288

(73) Titulaire: **Snecma**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **Cheppe, Patrick**
  F-44115 Basse Goulaine (FR)
- **Desfontaine, Vincent**
  F-44840 Les Sorinieres (FR)
- **Duchazeaubeneix, Jean-Michel**
  F-44840 Les Sorinières (FR)

(74) Mandataire: **Tanty, François**
Cabinet Nony
3, rue de Penthièvre
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 207 014
SU-A1- 1 009 735
US-B1- 6 189 356

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 2 255 926 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne les projectiles, dispositifs et installations de grenaillage par ultrasons ainsi que les pièces ainsi traitées par grenaillage.

[0002] Des procédés et installations de grenaillage par ultrasons sont décrits notamment dans les brevets français FR 2 815 280 et FR 2 815 281, utilisant au moins une sonotrode comportant un corps en titane pour mettre en mouvement des projectiles destinés à induire des contraintes de compression dans la pièce traitée.

[0003] Les publications US 6 490 899 B2, US 6 343 495 B1, US 6 467 321 B2, US 6 336 844 B1, US 6 289 705 B1, US 6 508 093 B2, US 2003/0115922 A1, US 6 505 489 B2 et US 6 536 109 B2 concernent encore le grenaillage par ultrasons.

[0004] La demande européenne EP 1207014 divulgue une dispositif de grenaillage d'alvéoles annulaires dans lequel un déflecteur est placé au sein de l'enceinte afin d'atténuer l'effet du grenaillage du fond de l'alvéole.

[0005] La demande SU 1009735 décrit un déflecteur vissé sur le fond d'un bol, ce fond étant alors mis en vibration de manière à projeter les billes.

[0006] Les projectiles utilisés et décrits jusqu'à présent dans ces brevets sont principalement des billes d'acier dont le diamètre est par exemple d'environ 2 mm. L'utilisation de ces projectiles ne permet pas d'obtenir une intensité de traitement suffisante sur des surfaces concaves présentant un rayon de courbure plus faible que celui des projectibles ou dans le fond de certains renfoncements.

[0007] La présente invention vise, selon un premier de ses aspects, à remédier à cet inconvénient, et elle y parvient grâce à un projectile destiné à être utilisé dans une installation de grenaillage, notamment une installation de grenaillage par ultrasons dans laquelle le projectile est propulsé par au moins une sonotrode, le projectile pouvant se caractériser par le fait qu'il présente :

- une dureté supérieure ou égale à 800 HV, de préférence supérieure ou égale à 1 300 HV,
- une densité supérieure ou égale à 8 g/cm^3, mieux supérieure ou égale à 12 g/cm^3, et
- une plus grande dimension inférieure ou égale à 1,5 mm.

[0008] L'utilisation d'un tel projectile permet de traiter des zones difficilement accessibles avec les projectiles conventionnels, ayant de faibles rayons de courbure, notamment inférieur à 1,5 mm, le projectile étant néanmoins capable d'acquérir une énergie cinétique suffisamment grande pour générer le niveau de contrainte souhaité dans la pièce et demeurant compatible avec l'utilisation d'une sonotrode.

[0009] Le projectile est de préférence sensiblement sphérique, notamment avec une tolérance maximale de plus ou moins 60 μm sur sa sphéricité.

[0010] De préférence, le projectile comporte en surface au moins un matériau non ferreux, avantageusement du carbure de tungstène (WC). Le projectile peut être réalisé entièrement en carbure de tungstène.

[0011] Par ailleurs, la présence de fer dans les projectiles conventionnels en acier des installations de grenaillage connues entraîne la formation sur la pièce traitée d'un dépôt ferreux et/ou d'incrustations qui doivent ensuite être éliminés sous peine de s'oxyder, ce qui nécessite de nettoyer la pièce après grenaillage. Cette opération de nettoyage est également appelée décontamination et elle est réalisée dans des bains. Par exemple, on utilise des bains d'attaque chimique qui abaissent le niveau des contraintes résiduelles et réduisent la tenue en fatigue de la pièce.

[0012] L'invention vise, selon un autre de ses aspects, à éviter ce traitement supplémentaire et par la même occasion maintenir la tenue en fatigue de la pièce traitée.

[0013] Elle y parvient grâce à un projectile destiné à être utilisé dans une installation de grenaillage, notamment une installation de grenaillage dans laquelle le projectile est mis en mouvement par au moins une sonotrode, ce projectile étant caractérisé par le fait qu'il comporte en surface au moins un matériau non ferreux et par le fait qu'il présente une densité supérieure ou égale à 3 g/cm^3, mieux supérieure ou égale à 12 g/cm^3.

[0014] Le matériau non ferreux est avantageusement du carbure de tungstène (WC).

[0015] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un projectile destiné à être utilisé dans une installation de grenaillage, notamment une installation de grenaillage par ultrasons comportant au moins une sonotrode, ce projectile comportant :

- un noyau en au moins un premier matériau, et
- au moins un deuxième matériau différent du premier dans une enveloppe entourant le noyau.

[0016] Un tel projectile, composite, peut permettre par exemple d'utiliser, pour réaliser le noyau, un matériau moins noble que celui utilisé pour réaliser l'enveloppe, ce qui peut contribuer à diminuer les coûts. Cela peut encore permettre d'utiliser pour le noyau un matériau plus dense mais ne présentant pas une dureté suffisante.

[0017] De préférence, le deuxième matériau présente une dureté supérieure à celle du premier, notamment une dureté supérieure ou égale à 800 HV, mieux supérieure ou égale à 1300 HV, et de préférence également, le deuxième matériau est un matériau non ferreux, par exemple du carbure de tungstène (WC).

[0018] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, individuellement ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de grenaillage comportant au moins une sonotrode pour mettre en mouvement au moins un projectile, notamment un projectile tel que défini ci-dessus, cette sonotrode présentant au moins une face destinée à venir au contact du projectile, ce dispositif pouvant se caractériser par le fait que la

sonotrode a un corps métallique, de préférence en titane, revêtu d'un dépôt d'un matériau plus dur que le métal de base d'une épaisseur supérieure ou égale à 0,5 mm avantageusement à base de carbure de tungstène.

[0019] Un tel dispositif permet d'obtenir une résistance à l'usure (abrasion) beaucoup plus grande de la sonotrode, notamment lors de l'utilisation de projectiles présentant les caractéristiques définies plus haut, sans nuire au fonctionnement acoustique de la sonotrode.

[0020] L'épaisseur est de préférence supérieure ou égale à 0,75 mm, étant comprise entre 0,9 mm et 1,1 mm par exemple.

[0021] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de traitement d'au moins une pièce par grenaillage, ce dispositif comportant au moins une sonotrode pour mettre en mouvement au moins un projectile, par exemple un projectile tel que défini ci-dessus, cette sonotrode comportant un corps réalisé au moins partiellement en titane, ce dispositif pouvant se caractériser par le fait que le corps est réalisé au moins partiellement, mieux entièrement, en titane forgé.

[0022] La demanderesse a pu en effet constater que le titane forgé pouvait être utilisé pour la fabrication d'une sonotrode, ce qui peut permettre par exemple de diversifier les sources d'approvisionnemcnt en cas de pénurie sur le titane obtenu par laminage, utilisé jusqu'à présent pour fabriquer les sonotrodes.

[0023] L'invention n'est pas limitée dans cet aspect particulier à des sonotrodes utilisées pour le grenaillage par ultrasons et peut s'appliquer à des sonotrodes utilisées pour le soudage par ultrasons. L'invention a ainsi encore pour objet une sonotrode réalisée au moins partiellement en titane forgé, considérée isolément.

[0024] Selon un autre de ses aspects, l'invention a encore pour objet, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de traitement d'au moins une pièce par grenaillage, ce dispositif comportant au moins une sonotrode et une chambre de traitement dans laquelle des projectiles sont mis en mouvement par la sonotrode, ce dispositif étant caractérisé par le fait que la chambre comporte au moins une paroi ou excroissance venant en appui contre la pièce à traiter.

[0025] Un tel dispositif peut présenter l'avantage de permettre l'utilisation de projectiles de taille relativement petite sans craindre que ceux-ci s'engagent par exemple dans une ouverture de la pièce traitée, une telle ouverture étant obturée par la paroi ou excroissance de la chambre précitée et de délimiter les zones de traitement, ceci ayant pour avantage d'éviter des opérations de masquage/démasquage.

[0026] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de traitement d'au moins une pièce par grenaillage, ce dispositif comportant au moins une sonotrode et une chambre de traitement dans laquelle les projectiles peuvent être mis en mouvement par la sonotrode, ce dispositif étant caractérisé par le fait qu'il comporte un élément de remplissage dont la forme épouse sensiblement celle d'une face de la pièce à traiter située du côté opposé à la sonotrode.

[0027] Un tel élément de remplissage peut permettre d'accélérer le retour des projectiles vers la sonotrode ou d'éviter que certains projectiles ne retournent pas vers la sonotrode.

[0028] L'invention a encore pour objet, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, selon un autre de ses aspects, une installation de grenaillage d'une pièce à traiter, comportant:

- au moins une sonotrode,
- au moins un projectile présentant une surface en un matériau non ferreux, l'amplitude de vibration de la sonotrode étant choisie de manière à induire dans la pièce à traiter des contraintes correspondant au minimum à une intensité ALMEN de F8A.

[0029] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de grenaillage d'au moins une pièce à traiter, comportant une sonotrode pour propulser des projectiles sur la pièce à traiter, cette sonotrode comportant au moins une cavité dans laquelle la pièce à traiter est engagée partiellement. Ainsi, la pièce à traiter n'est pas engagée à l'intérieur de cette cavité.

[0030] La cavité est par exemple réalisée sur une face d'extrémité sensiblement plane de la sonotrode.

[0031] Un tel dispositif permet de traiter plus facilement et plus rapidement des pièces comportant des parties en saillie, lesquelles peuvent être partiellement engagées dans la cavité de la sonotrode et réduisant le temps de traitement.

[0032] Le trajet entre la surface vibrante de la sonotrode et la pièce traitée peut être raccourci et la cavité peut être réalisée par exemple avec des faces inclinées contribuant à orienter les projectiles vers certaines zones de la pièce à traiter qui autrement seraient plus difficiles à atteindre et/ou contribuant à réduire l'incidence des projectiles, augmentant ainsi la force d'impact et réduisant le temps de traitement.

[0033] L'invention a encore pour objet une installation de grenaillage comportant une sonotrode et au moins un projectile tel que défini précédemment. Dans une telle installation, la sonotrode est par exemple excitée à une fréquence comprise entre 10 et 60 kHz, par exemple une fréquence de l'ordre de 15 kHz, 20 kHz ou 40 kHz.

[0034] L'invention a encore pour objet, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, une pièce traitée dans une installation de grenaillage utilisant au moins un projectile tel que défini ci-dessus, présentant une surface grenaillée dépourvue de dépôt ou d'incrustations ferreuses et comportant au moins une portion concave ayant un rayon de courbure inférieur ou égal à 1,5 mm, notamment inférieur ou égal à 0,7 mm. La surface grenaillée présente de préférence un niveau de contrainte d'intensité ALMEN supérieure ou égale à F8A.

[0035] L'invention a encore pour objet selon un autre de ses aspects, indépendamment ou en combinaison avec ce qui précède, un dispositif de grenaillage comportant une chambre de traitement ouverte sur une sonotrode et un déflecteur pour renvoyer des projectiles présents dans la chambre de traitement et mis en mouvement par la sonotrode vers la surface à traiter.

[0036] Le déflecteur présente par exemple une forme conique de manière à permettre de traiter une paroi tubulaire, par exemple un perçage traversant. La chambre de traitement est définie entre une partie supérieure comportant le déflecteur et une partie inférieure comportant la sonotrode.

[0037] L'invention a encore pour objet un dispositif de grenaillage d'une pièce cylindrique munie à une extrémité d'une denture, ce dispositif comportant une sonotrode et une chambre de traitement traversée par la denture, la pièce étant entraînée en rotation autour d'un axe perpendiculaire à l'axe longitudinal de la sonotrode, la chambre de traitement comportant un déflecteur pour renvoyer des projectiles vers le fond des gorges ménagées entre les dents de la denture.

[0038] Dans une variante, la pièce est entraînée en rotation autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal de la sonotrode et la chambre de traitement comporte des parois inclinées pour renvoyer des projectiles vers des faces radialement intérieures et radialement extérieures des dents de la denture.

[0039] Dans une autre variante, la denture est entièrement engagée dans la chambre de traitement, laquelle peut comporter un déflecteur conique central permettant de renvoyer des projectiles vers la surface radialement intérieure des dents de la denture et un déflecteur périphérique permettant de renvoyer des projectiles vers la surface radialement extérieure des dents de la denture. La pièce peut être entraînée ou non relativement à la sonotrode, autour d'un axe sensiblement parallèle longitudinal de celle-ci.

[0040] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 représente de manière schématique un exemple de projectile selon un aspect de l'invention,
- la figure 2 représente de manière partielle et schématique, en coupe, une pièce ayant une portion concave présentant un faible rayon de courbure,
- la figure 3 est une coupe transversale dans un plan médian d'un projectile composite conformément à un autre aspect de l'invention,
- la figure 4 représente de manière schématique et partielle une installation de grenaillage à titre illustratif et qui n'est pas couverte par la présente demande,
- la figure 5 représente le détail IV de la figure 4,
- la figure 13 représente un exemple d'installation de grenaillage,
- la figure 14 représente de manière schématique et partielle un autre exemple de pièce à traiter,
- la figure 17 représente un exemple d'installations de grenaillage pouvant être utilisée pour traiter la pièce de la figure 14, et

Projectiles

[0041] L'invention porte, selon l'un de ses aspects, sur un projectile destiné à être utilisé dans une installation de grenaillage comportant une sonotrode mise en vibration à des fréquences ultrasonores par un générateur adéquat. Ce projectile peut se caractériser par une dureté-supérieure ou égale à 800 HV, une densité supérieure ou égale à 8 g/cm^3, et une plus grande dimension inférieure ou égale à 1,5 mm.

[0042] On a représenté à la figure 1 un projectile 1 répondant à cette définition, de forme sensiblement sphérique, la plus grande dimension indiquée ci-dessus correspondant au diamètre *d* de la sphère. De préférence, la tolérance sur la sphéricité est meilleure que plus ou moins 60 μm.

[0043] De préférence, la dureté est supérieure ou égale à 1300 HV et la densité supérieure ou égale à 12 g/cm^3.

[0044] Le projectile 1 est par exemple réalisé entièrement en carbure de tungstène ou dans tout autre matériau présentant les dureté et densité requises. Le carbure de tungstène comporte par exemple un liant cobalt ou nickel.

[0045] De préférence, le matériau utilisé est un non ferreux, ce qui présente les avantages exposés précédenunent

[0046] Dans un exemple de mise en oeuvre de l'invention, le projectile 1 est une bille de diamètre *d* égal à 0,91 mm de carbure de tungstène (WC). Un tel projectile est par exemple utilisé dans une installation de grenaillage par ultrasons et propulsé par la surface vibrante d'une sonotrode dont l'amplitude de vibration est comprise par exemple de l'ordre de 60 à 80 μm, de manière ce que l'énergie cinétique du projectile impactant la pièce à traiter puisse générer des contraintes, au terme du traitement de la pièce, d'intensité ALMEN d'au moins de F8A.

[0047] La fréquence d'excitation de la sonotrode est par exemple comprise entre 10 et 60 kHz, par exemple 20 kHz. La fréquence peut être choisie en fonction des caractéristiques de la zone à traiter et des critères de traitement imposés par exemple.

[0048] La petite taille du projectile 12 rend possible de traiter des surfaces concaves de rayon de courbure *r* relativement faible, comme illustré à la figure 2, par exemple de rayon de courbure *r* inférieur ou égal à 0,7 mm.

[0049] Selon un autre aspect de l'invention, le projectile 1 peut être composite, ce que l'on a illustré à la figure 3, avec par exemple un noyau 2 d'un premier matériau et une enveloppe 3 d'un deuxième matériau, de préférence plus dur que le premier et non ferreux, la dureté du deuxième matériau étant par exemple supérieure ou égale à 800 HV, mieux supérieure ou égale à 1300 HV,

ce deuxième matériau étant préférentiellement du carbure de tungstène.

[0050] Le noyau peut par exemple être de l'acier, de l'uranium, ou tout autre matériau compatible avec le dépôt sur celui-ci du deuxième matériau et avec l'obtention de contraintes de compression générées par grenaillage.

Sonotrodes

[0051] Comme illustré à la figure 4 présentée à titre illustratif et à la figure 5, la sonotrode 11 utilisée pour mettre en mouvement les projectiles 1, notamment ceux en carbure de tungstène précités, peut comporter un corps 4 en titane, revêtu sur son côté destiné à être impacté par les projectiles par un dépôt 5 d'un matériau plus dur que le titane, sur une épaisseur e supérieure ou égale à 0,5 mm. De préférence, la surface extérieure du dépôt est reprise (rectifiée ou usinée), afin de rendre à la sonotrode sa forme initiale. Le matériau constituant le dépôt 5 est par exemple du carbure de tungstène déposé sur le titane par tout procédé adapté, notamment par un procédé mis en oeuvre par la société française TECHNOGENIA (Saint Joriez). L'épaisseur *e* est par exemple supérieure ou égale à 0,75 mm, mieux supérieure ou égale à 0,9 mm, par exemple de l'ordre de 1 mm.

[0052] Selon un autre aspect de l'invention, le corps 4 de la sonotrode peut être réalisé, indépendamment de la présence ou non du dépôt 5, au moins partiellement en titane forgé, par exemple du titane Ti 10.2.3. En effet, le titane forgé résiste aux contraintes internes induites lors du fonctionnement de la sonotrode par les vibrations ultrasonores.

Installations de grenaillage

[0053] Les installations de grenaillage concernées par l'invention comportent au moins une sonotrode et au moins un projectile mis en mouvement par la sonotrode de manière à impacter la pièce à traiter, directement ou après réflexion sur au moins un déflecteur, lequel peut être constitué par exemple par une paroi de l'enceinte de traitement.

[0054] Ce projectile peut être par exemple l'un de ceux définis précédemment, étant notamment réalisé en carbure de tungstène ou en acier ou avec une structure composite.

[0055] L'amplitude de vibration de la sonotrode est choisie par exemple de manière à induire dans la pièce à traiter des contraintes correspondant à une intensité ALMEN supérieure ou égale à F8A. Cette amplitude est préférentiellement comprise entre 1 μm et 300 μm.

[0056] Selon la nature et notamment la forme de la pièce à traiter, l'installation de grenaillage peut présenter diverses configurations.

[0057] Le cas échéant, comme illustré à la figure 13, on peut réaliser la chambre de traitement avec au moins un déflecteur central 52, par exemple de forme conique, de manière à ce que les projectiles, en rebondissant sur ce réflecteur, puissent atteindre avec une incidence moins élevée le bord 49.

[0058] Pour traiter une pièce 60 présentant par exemple une forme cylindrique avec en extrémité une denture 61 appelée également crabot ou curvic, comme illustré à la figure 14, on peut utiliser par exemple l'installation de la figure 17.

[0059] Dans la configuration de la figure 17, la sonotrode 11 est suffisamment large pour traiter l'ensemble de la denture 61 à la fois, la chambre de traitement présentant par exemple en son centre un déflecteur conique 62 permettant de renvoyer les projectiles vers la face radialement intérieure 69 de la pièce 60.

[0060] La chambre de traitement peut également présenter une paroi périphérique 70 de forme conique, permettant de renvoyer les projectiles vers la face radialement extérieure 68 de la pièce 60. Cette dernière peut être entraînée ou non en rotation autour d'un axe confondu avec l'axe longitudinal X de la sonotrode.

[0061] Dans tous les exemples qui précèdent, plusieurs sonotrodes peuvent être utilisées simultanément pour traiter une même pièce.

[0062] Ces différentes configurations peuvent être appliquées en statique. En revanche, lorsque la pièce est entraînée en rotation, celle-ci peut l'être en continu ou par intermittence.

[0063] Un mélange de projectiles de différentes natures et/ou dimensions peut être utilisé, le cas échéant.

[0064] L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits, et trouve à s'appliquer à toutes pièces utilisées dans les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile, notamment les aubes, pales, turbines, engrenages, filetages, alvéoles de réception de pieds de pale, organes de fixation en tous genres, cordons de soudures, rayons de raccordements, aube/veine, poches inter-disques, etc.

[0065] Dans toute la description, y compris les revendications, l'expression "comportant un" doit être comprise comme étant synonyme de "comportant au moins un", sauf si le contraire est spécifié.

[0066] Les caractéristiques des différents exemples de mise en oeuvre de l'invention peuvent être combinées entre elles.

[0067] En particulier, les projectiles des figures 1 et 3 peuvent être utilisés ou non dans les exemples des figures 13 et 17.

[0068] La sonotrode de l'exemple des figures 4 à 5 peut être utilisée ou non dans les exemples des figures 13 et 17.

Revendications

1. Procédé de traitement du bord intérieur (49) d'un perçage (50) d'une pièce (51), dans lequel on projette des projectiles avec une sonotrode (11) dans une chambre de traitement, la sonotrode étant extérieure à la chambre de traitement, **caractérisé en**

ce que le procédé met en oeuvre un dispositif de grenaillage tel que défini en revendication 3, la chambre de traitement étant réalisée avec au moins un déflecteur central (52), de manière à ce que les projectiles, en rebondissant sur ce déflecteur, atteignent avec une incidence moins élevée le bord (49).

2. Procédé selon la revendication 1, le déflecteur (52) étant de forme conique.

3. Dispositif de grenaillage pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, comportant une chambre de traitement ouverte sur une sonotrode (11) et un déflecteur (52) pour renvoyer des projectiles présents dans la chambre de traitement et mis en mouvement par la sonotrode vers la surface à traiter, la chambre de traitement étant définie entre une partie inférieure comportant la sonotrode et une partie supérieure, **caractérisé en ce que** la partie supérieure comporte le déflecteur et **en ce que** le déflecteur (52) n'est pas en contact avec la sonotrode (11).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung des Innenrandes (49) einer Bohrung (50) eines Werkstücks (ski), bei dem Strahlkörper mit einer Sonotrode (11) in eine Prozesskammer geschossen werden, wobei die Sonotrode außerhalb der Prozesskammer liegt, und **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren eine Kugelstrahlvorrichtung gemäß Anspruch 3 einsetzt, wobei die Prozesskammer mit mindestens einem zentralen Leitblech (52) realisiert ist, so dass die Strahlkörper bei Abprallen von dem Leitblech den Rand (49) mit einem kleineren Winkel erreichen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Leitblech (52) kegelförmig ausgestaltet ist.

3. Kugelstrahlvorrichtung zur Umsetzung eines Verfahrens gemäß Anspruch 1 oder 2, welche eine Prozesskammer umfasst, die zu einer Sonotrode (11) hin offen ist, und ein Leitblech (52) zur Umlenkung der Strahlkörper, welche in der Prozesskammer vorhanden sind und durch die Sonotrode in Richtung der zu behandelnden Fläche in Bewegung gesetzt werden, wobei die Prozesskammer zwischen einem unteren Teil, welcher die Sonotrode umfasst, und einem oberen Teil definiert ist, und **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Teil das Leitblech umfasst und dass das Leitblech (52) nicht mit der Sonotrode (11) in Berührung ist.

Claims

1. A method of treating an inside edge (49) of a hole (50) in a part (51), wherein shots are propelled by a sonotrode (11) in a treatment chamber, the sonotrode being outside the treatment chamber, **characterized in that** the method is implemented with a peening device as defined in claim 3, the treatment chamber being made with at least one central deflector (52), so that by bouncing against the deflector (52), the shots can reach the edge (49) at a smaller angle of incidence.

2. A method according to claim 1, wherein the deflector (52) is of conical shape.

3. A peening device for implementing the method according to claim 1 or 2, comprising a treatment chamber open to a sonotrode (11) and a deflector(52) for deflecting shots present in the treatment chamber and set into motion by the sonotrode towards the surface for treatment, the treatment chamber being defined between a bottom portion comprising the sonotrode and a top portion, **characterized in that** the top portion comprises the deflector and **in that** the deflector (52) is not in contact with the sonotrode (11).

Fig.1

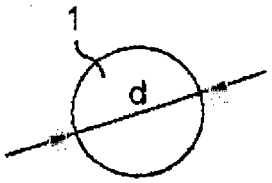
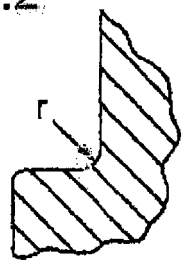


Fig.2



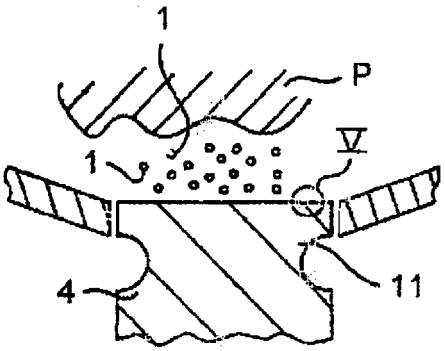
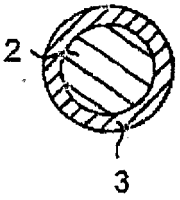


Fig.4

Fig.3



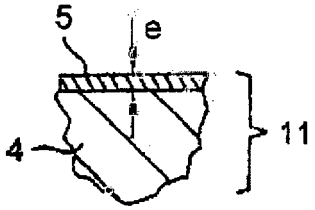
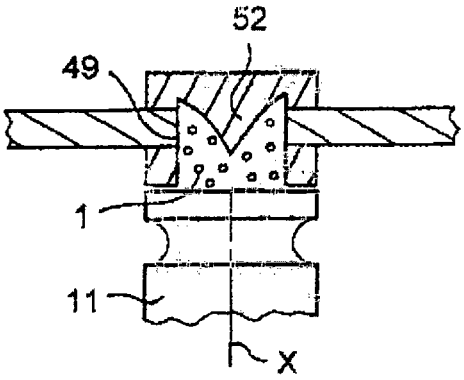


Fig.5

Fig.13



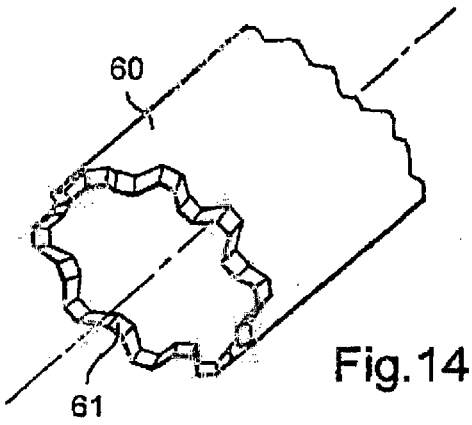


Fig.14

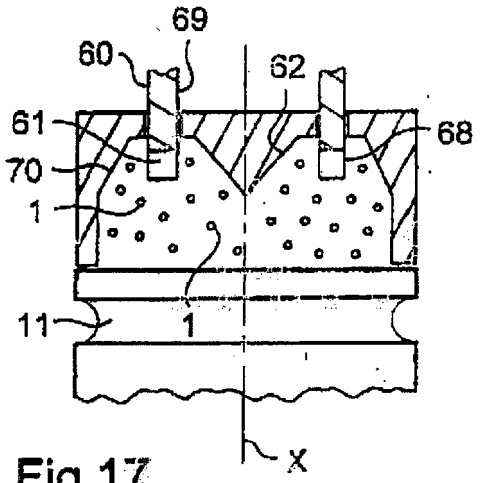


Fig.17

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

- FR 2815280 **[0002]**
- FR 2815281 **[0002]**
- US 6490899 B2 **[0003]**
- US 6343495 B1 **[0003]**
- US 6467321 B2 **[0003]**
- US 6336844 B1 **[0003]**
- US 6289705 B1 **[0003]**
- US 6508093 B2 **[0003]**
- US 20030115922 A1 **[0003]**
- US 6505489 B2 **[0003]**
- US 6536109 B2 **[0003]**
- EP 1207014 A **[0004]**
- SU 1009735 **[0005]**