



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.06.2021 Bulletin 2021/25

(51) Int Cl.:
B22F 3/15 (2006.01) **B22F 7/06** (2006.01)
B22F 7/08 (2006.01) **B22F 5/00** (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20214230.3**

(22) Date de dépôt: **15.12.2020**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
**BA ME
KH MA MD TN**

• **FRAYSSINES, Pierre-Eric**
38054 GRENOBLE CEDEX 09 (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

Remarques:

Une requête en rectification de la page 14 de la description a été présentée conformément à la règle 139 CBE. Il sera statué sur cette requête au cours de la procédure engagée devant la division d'examen (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-V, 3.).

(30) Priorité: **18.12.2019 FR 1914777**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **CHOMETTE, Sébastien**
38054 GRENOBLE CEDEX 09 (FR)

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION PAR COMPRESSION ISOSTATIQUE À CHAUD D'UNE PIÈCE OUTIL**

(57) L'invention concerne un procédé de fabrication par compression isostatique à chaud d'une pièce outil (10) formée par au moins une partie utile (1) et au moins une partie support (2₁, 2₂, 2₃, 2₄) scellées entre elles, le procédé comprenant les étapes suivantes :
a) assembler l'au moins une partie utile (1) avec l'au moins une partie support (2₁, 2₂, 2₃, 2₄) ;
b) fournir un conteneur pourvu d'un réceptacle et d'un couvercle ;

c) placer l'assemblage formé lors de l'étape a) dans le réceptacle et positionner le couvercle sur le réceptacle de manière à fermer de manière hermétique le conteneur ;
d) soumettre le conteneur fermé de manière hermétique à un traitement thermique, et à un environnement d'une pression comprise entre 500 bar et 2000 bar, de manière à sceller les parties utile et support entre elles.

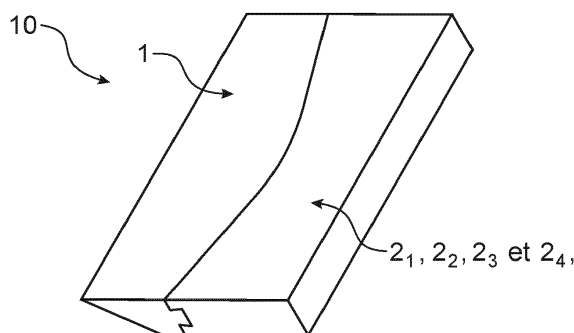


FIG.12

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention se rapporte au domaine des machines outil et en particulier des pièces outils assurant la fonction de la machine-outil.

[0002] L'invention concerne notamment un procédé de fabrication d'une pièce outil impliquant la solidarisation mécanique d'une partie utile et d'une partie support.

[0003] Le procédé selon la présente invention, impliquant une compression isostatique à chaud, permet, à cet égard, d'améliorer la résistance mécanique et environnementale de la pièce outil.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0004] Les pièces outils mises en œuvre pour l'abrasion ou la découpe de matériaux sont généralement de forme monolithique, et faites d'un alliage métallique à haute résistance mécanique.

[0005] Toutefois, lorsque les circonstances l'imposent, notamment lorsque les exigences en termes de résistance mécanique sont plus sévères, les pièces outils peuvent comprendre des zones, en particulier les zones assurant la fonction de la pièce outil, d'une dureté supérieure aux autres zones de la pièce considérée.

[0006] Les procédés de fabrication de telles pièces outils connus de l'état de la technique imposent donc un assemblage et la solidarisation d'une partie utile, destinée à assurer la fonction de l'outil, avec une partie support.

[0007] Les procédés connus de l'état de la technique se divisent en quatre grandes catégories d'assemblage et de solidarisation.

[0008] La première catégorie, dont un exemple est décrit dans le document [1] cité à la fin de la description, comprend le collage de la partie utile avec la partie support au moyen d'un liant, et notamment d'un liant organique.

[0009] Toutefois, ce mode de fabrication reste réservé aux pièces outils soumises à un environnement, en termes d'humidité ou d'exposition chimique, peu ou pas contraignant.

[0010] Par ailleurs, les interfaces mises en contact lors de collage doivent prévoir l'insertion de la colle.

[0011] La deuxième catégorie d'assemblage comprend le brasage tel que décrit dans les documents [2] à [4] cités à la fin de la description.

[0012] Le brasage comprend notamment l'emploi d'un matériau qui présente une température de fusion inférieure à celles des matériaux formant les parties à assembler, de manière à pouvoir passer à l'état liquide lors d'une étape de chauffage et ainsi lier les parties entre elles.

[0013] Le brasage confère à la pièce outil une tenue thermomécanique ainsi qu'une résistance environnementale accrues au regard des pièces outils formées par

collage.

[0014] Par ailleurs, à l'instar du collage, la zone de brasage reste une zone de faiblesse mécanique qui affecte d'autant la tenue mécanique de la pièce outil.

5 [0015] Par surcroît, le contrôle du brasage impose également une maîtrise des tolérances dimensionnelles et géométriques des parties à assembler.

[0016] La troisième catégorie d'assemblage, telle que décrite dans le document [5] cité à la fin de la description, comprend la mise en œuvre d'un matériau composite dit à gradient de composition entre la partie utile et la partie support.

[0017] Ce troisième mode d'assemblage, bien que permettant de contenir les contraintes mécaniques susceptibles de se produire au niveau de l'interface d'assemblage, reste complexe à mettre en œuvre, et présente un coût parfois incompatible avec les applications envisagées.

20 [0018] En outre ce mode d'assemblage n'offre que peu de flexibilité en termes de géométrie de surface à assembler.

[0019] Enfin la quatrième catégorie d'assemblage comprend l'assemblage mécanique.

25 [0020] Selon un premier exemple, notamment décrit dans les documents [6] et [7], l'assemblage mécanique de la pièce outil peut être obtenu par boulonnage. Cette technique qui permet d'obtenir une pièce outil démontable ne confère pas à cette dernière la résistance mécanique requise pour les applications les plus exigeantes.

30 [0021] De manière alternative, l'assemblage mécanique peut être obtenu par rivetage. Cette technique, en plus des inconvénients relatifs au boulonnage, ne permet pas le démontage de la pièce outil.

35 [0022] Enfin, l'assemblage mécanique peut faire intervenir un ancrage mécanique par exemple par frettage tel que décrit dans les documents [9] à [11] cités à la fin de la description ou encore par compression, éventuellement en combinaison avec le frettage, tel que décrit dans les documents [12] et [13] cités à la fin de la description.

40 [0023] Ces méthodes d'ancrage mécanique ne sont toutefois pas satisfaisantes.

[0024] En effet, ces méthodes sont particulièrement contraignantes en termes de tolérances d'usinage. Par ailleurs, le profil de l'interface doit être essentiellement linéaire de manière à permettre le coulissement relatif des pièces à assembler.

[0025] Un but de la présente invention est donc de proposer un procédé de fabrication d'une pièce outil permettant de conférer à ladite pièce une résistance mécanique accrue au regard des pièces outils formées par les procédés connus de la technique.

50 [0026] Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'une pièce outil permettant de conférer à ladite pièce une résistance environnementale accrue au regard des pièces outils formées par les procédés connus de la technique.

55 [0027] Un autre but de la présente invention est de

proposer un procédé de fabrication d'une pièce outil pour lequel les tolérances d'usinages des parties à assembler sont moins contraignantes au regard des procédés connus de la technique.

[0028] Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de fabrication d'une pièce outil ne nécessitant pas l'adjonction de matériau, notamment sous forme liquide, pour réaliser l'assemblage.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0029] Les buts de l'invention sont, au moins en partie, atteints par un procédé de fabrication par compression isostatique à chaud d'une pièce outil formée par un scellement d'au moins une partie utile et d'au moins une partie support, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) assembler l'au moins une partie utile avec l'au moins une partie support ;
- b) fournir un conteneur pourvu d'un réceptacle et d'un couvercle ;
- c) placer l'assemblage formé lors de l'étape a) dans le réceptacle et positionner le couvercle sur le réceptacle de manière à fermer de manière hermétique le conteneur ;
- d) soumettre le conteneur fermé de manière hermétique à un traitement thermique, et à un environnement d'une pression comprise entre 500 bar et 2000 bar, de manière à sceller les parties utile et support entre elles.

[0030] Selon un mode de mise en œuvre, la fermeture hermétique du conteneur est exécutée de sorte que la pression à l'intérieur de ce dernier est inférieure à 10^{-3} mbar.

[0031] Selon un mode de mise en œuvre, le logement formé par le conteneur présente une forme conforme à l'assemblage formé par la partie utile avec la partie support.

[0032] Selon un mode de mise en œuvre, l'étape a) est exécutée au moyen d'emboîtements complémentaires formés sur l'une et l'autre des parties utile et support.

[0033] Selon un mode de mise en œuvre, ledit procédé comprend en outre une étape a1), exécutée avant l'étape c), de formation de points de soudure destinée à maintenir solidaire l'une de l'autre la partie utile et la partie support.

[0034] Selon un mode de mise en œuvre, ledit procédé comprend une étape e), exécutée à l'issue de l'étape d), d'usinage de la partie utile.

[0035] Selon un mode de mise en œuvre, ledit procédé comprend une étape f) de traitement thermique final.

[0036] Selon un mode de mise en œuvre, une couche anti diffusion est formée à l'interface formée entre la partie utile et la partie support, ladite couche anti diffusion étant destinée à limiter la diffusion de la matière de la partie support vers la partie utile.

[0037] Selon un mode de mise en œuvre, une couche

intermédiaire est intercalée entre la partie utile et la partie support, la couche intercalaire étant configurée pour diminuer le niveau de contraintes au niveau de l'interface formée entre la partie utile et la partie support au regard d'une pièce outil dépourvue de ladite couche intermédiaire.

[0038] Selon un mode de mise en œuvre, le traitement thermique comprend une élévation de température à une température comprise entre 1000 °C et 1200 °C.

[0039] Selon un mode de mise en œuvre, le traitement thermique est exécuté selon une durée comprise entre 1 heure et 6 heures.

[0040] Selon un mode de mise en œuvre, la partie utile présente une dureté de type Rockwell C supérieure à celle de la partie support.

[0041] Selon un mode de mise en œuvre, la partie utile présente une dureté de type Rockwell C supérieure à 45 HRC.

[0042] Selon un mode de mise en œuvre, la pièce outil comprend au moins des éléments choisis parmi : lame de découpe, une tête de forage.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0043] D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va suivre d'un procédé de fabrication par compression isostatique à chaud d'une pièce outil selon l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique d'une partie utile et d'une partie support destinées à former la pièce outil selon les termes de la présente invention ;

La figure 2 est une illustration schématique d'une étape a) d'assemblage de la partie utile avec la partie support selon la présente invention ;

La figure 3 est une représentation schématique d'une étape b) destinée à fournir un conteneur pourvu d'un réceptacle et d'un couvercle ;

La figure 4 est une représentation schématique du conteneur hermétiquement fermé ;

La figure 5 est une représentation schématique de la pièce formée par compression isostatique à chaud ;

La figure 6 est une représentation schématique d'une partie utile selon un premier exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 7 est une représentation schématique d'une partie support selon le premier exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 8 est une représentation schématique d'une autre pièce de la partie support selon le premier exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 9 est une représentation schématique de

l'étape a) du procédé selon le premier exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 10 est une représentation schématique de l'étape b) du procédé selon le premier exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 11 représente le conteneur fermé hermétiquement et logeant les parties utile et support assemblées lors de l'étape a) ;

La figure 12 est une schématique d'une pièce outil, notamment d'une lame de découpe, fabriquée selon le premier exemple de mise en œuvre de la présente invention ;

La figure 13 est une représentation schématique d'une partie utile selon un deuxième exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 14 est une représentation schématique d'une partie support selon le deuxième exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 15 est une représentation schématique de l'étape a) du procédé selon le deuxième exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 16 est une représentation schématique de l'étape b) du procédé selon le deuxième exemple de mise en œuvre du procédé selon la présente invention ;

La figure 17 représente le conteneur fermé hermétiquement et logeant les parties utile et support assemblées lors de l'étape a).

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0044] Aux figures 1 à 5, on peut voir un exemple de procédé de fabrication d'une pièce outil 10 pourvue d'une pièce utile 1 et d'une pièce support 2 selon la présente invention.

[0045] Par « partie utile » ou « partie support », on entend une partie monobloc de la pièce outil à former.

[0046] Une partie utile 1 selon des termes de la présente invention est une partie qui est conformée pour assurer la fonction de la pièce outil 10. Notamment, dans le cadre d'une pièce outil formant une lame de découpe, la partie utile porte le fil de la lame (cet aspect est discuté dans la suite de l'énoncé dans le cadre d'un premier exemple pratique de mise en œuvre de la présente invention).

[0047] Il est ainsi possible de considérer une partie utile 1 qui présente une dureté adaptée pour assurer la fonction de la pièce outil. La dureté de type Rockwell C, mesurée selon la norme [14] citée à la fin de la description, peut à cet égard être supérieure ou égale à 45 HRC.

[0048] Notamment, le matériau formant la partie utile peut comprendre un alliage composite céramique-métal (cermet) de type carbure de tungstène contenant entre

4% et 20% de cobalt en proportion massique tandis que la partie support peut comprendre un alliage métallique, et notamment de l'acier 1.7225.

[0049] La partie utile 1 et la partie support 2 peuvent être formées par découpe laser, perçage photochimique, usinage conventionnel, enfonçage, découpe par électro-érosion par fil, poinçonnage. L'invention n'est toutefois pas limitée à ces seules techniques de mise en forme.

[0050] Dans le cas particulier d'une formation de la partie utile 1 par usinage, un outil en WC-Co peut être utilisé.

[0051] Le procédé selon la présente invention comprend une étape a) d'assemblage de la partie utile 1 avec la partie support 2 (illustrée à la figure 2).

[0052] L'« assemblage » selon la présente invention concerne uniquement la mise en place ou la mise en contact de faces, respectivement, de la partie utile 1 et de la partie support 2. En d'autres termes, l'étape d'assemblage a) n'est autre qu'un montage des parties utile et support, et ne conduit pas à une solidarisation mécanique et non démontable desdites parties utile 1 et support 2.

[0053] En particulier, l'assemblage peut comprendre la mise en contact d'une face utile 11 de la partie utile avec une face support 21 de la partie support 2 (l'interface formée entre ces deux faces étant référencée 11A).

[0054] De manière alternative ou complémentaire, l'assemblage peut également être réalisé par l'intermédiaire de moyens d'emboîtement complémentaires formés sur l'une et l'autre de la face utile 11 et de la face support 21.

[0055] Selon un premier exemple, les moyens d'emboîtement complémentaires peuvent comprendre un couple mortaise-tenon formés, respectivement, sur l'une des faces utile et support, et sur l'autre des faces utile et support.

[0056] Selon un autre exemple, les moyens d'emboîtement complémentaires peuvent comprendre un couple queue d'aronde contenue et contenant formées, respectivement, sur l'une des faces utile et support, et sur l'autre des faces utile et support.

[0057] Ces moyens d'emboîtement, formés par exemple par usinage, peuvent présenter une tolérance de +0,1 mm pour le moyen contenant et de -0,1 mm pour le moyen contenu.

[0058] Le procédé comprend également une étape b) qui consiste à fournir un conteneur pourvu d'un réceptacle 4 et d'un couvercle 5 (figure 3).

[0059] Le réceptacle 4 comprend un logement 4A destiné à loger l'assemblage formé à l'étape a).

[0060] En particulier, la forme du logement 4A est conforme à celle de l'assemble formé de la partie utile 1 et de la partie support 2.

[0061] Le réceptacle 4 ainsi que le couvercle 5 peuvent être formés à partir d'une plaque métallique, par exemple par emboutissage ou par pliage. La plaque métallique peut notamment comprendre de l'acier inoxydable 1.4307 de 2 mm d'épaisseur.

[0062] L'étape b) est alors suivie d'une étape c) qui

consiste à placer l'assemblage formé par les parties utile 1 et support 2 dans le réceptacle 4 et de fermer ce dernier de manière hermétique avec le couvercle 5 (figure 4).

[0063] Par « fermer de manière hermétique », on entend une fermeture qui prévient tout échange gazeux entre l'environnement extérieur et l'intérieur du conteneur.

[0064] La fermeture du conteneur peut notamment comprendre la formation de cordons de soudure destinés à assurer l'étanchéité du conteneur.

[0065] De manière alternative, la fermeture du conteneur peut être mise en œuvre par la technique TIG (Tungsten Inert Gas) sans métal d'apport.

[0066] Par ailleurs, la fermeture hermétique du conteneur est exécutée de sorte que la pression à l'intérieur de ce dernier est inférieure à 10^{-3} mbar.

[0067] A cet égard, un trou peut être ménagé au niveau d'une paroi du conteneur afin de pouvoir imposer un vide à l'intérieur de ce dernier au moyen d'une pompe.

[0068] L'étape c) peut également être précédée d'une a1) de formation de points de soudure destinée à maintenir solidaires l'une de l'autre la partie utile 1 et la partie support 2.

[0069] L'étape c) est suivie d'une étape d) de compression isostatique à chaud dans une enceinte dédiée.

[0070] En particulier, lors de l'exécution de cette étape d), le conteneur est soumis à un cycle thermique et sous une atmosphère à pression contrôlée, et notamment une pression comprise entre 500 bar et 2000 bar, par exemple 1000 bar.

[0071] Cette étape d) permet en particulier de sceller les différentes pièces des parties utiles 1 et support 2 entre elles.

[0072] L'action combinée de la pression contrôlée et du cycle thermique permet notamment la plastification et le fluage de la matière formant la partie utile 1 et de la partie support 2. Il en résulte un ancrage et une solidarisation de parties utile 1 et support 2 entre elles.

[0073] Une diffusion d'éléments chimiques de la matière formant les parties vient éventuellement renforcer le scellement et la solidarisation entre ces dernières.

[0074] Le cycle thermique peut comprendre une phase d'élévation de température jusqu'à un palier, dit température de maintien.

[0075] La phase d'élévation de température peut être d'une durée comprise entre 1 h et 4 h, tandis que le palier peut durer entre 1 h et 6 h.

[0076] La température de maintien peut être comprise entre 1000 °C et 1200 °C.

[0077] L'étape d) se termine par une ouverture du conteneur et de l'extraction de la pièce outil 10 ainsi formée (figure 5).

[0078] Le procédé selon la présente invention peut comprendre une étape de traitement thermique final f) de la pièce outil destinée à restaurer les propriétés mécaniques de la partie utile seulement, de la partie support seulement ou des deux, parties susceptibles d'avoir été affectées lors de l'exécution de l'étape d).

[0079] A titre d'exemple, l'étape f) peut comprendre

une première phase et une seconde phase de recuit.

[0080] La première phase peut être exécutée à une température comprise entre 800 °C et 900 °C, et être d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes. A l'issue de cette première phase, la pièce formée par la partie utile et la partie support subit une trempe thermique, notamment une trempe à l'huile. La seconde phase de recuit est ensuite réalisée à une température comprise entre 600 °C et 700 °C, et est d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes.

[0081] Le procédé selon la présente invention peut également comprendre une ou plusieurs étapes d'usinage intermédiaires, et notamment une étape e), exécutée à l'issue de l'étape d), d'usinage de la partie utile.

[0082] Selon une première variante avantageuse du procédé qui reprend l'essentiel des étapes décrites ci-avant, l'étape a) d'assemblage peut être précédée de la formation d'une couche anti diffusion sur l'une ou l'autre des faces utile 11 et support 21. La couche anti diffusion est notamment destinée à limiter la diffusion de la matière de la partie support vers la partie utile.

[0083] Selon une deuxième variante avantageuse du procédé qui reprend l'essentiel des étapes décrites ci-avant, une couche intermédiaire peut être formée sur l'une ou l'autre des faces utile 11 et support 21. Cette couche intermédiaire est notamment configurée pour diminuer le niveau de contraintes au niveau de l'interface formée entre la partie utile et la partie support au regard d'une pièce outil dépourvue de ladite couche intermédiaire.

[0084] Le procédé selon la présente invention permet ainsi de sceller les parties constitutives de la pièce outil, et notamment des pièces constitutives de nature différente.

[0085] Le scellement ainsi réalisé entre la partie utile et la partie support en vue d'obtenir la pièce outil, présente une résistance mécanique et environnementale bien supérieure à celle des pièces outils réalisées selon les procédés connus de l'état de la technique.

[0086] Par ailleurs, le procédé selon la présente invention présente l'intérêt de ne pas faire intervenir de matériau à l'état liquide pour le scellement des parties utile et support.

[0087] En outre, les exigences en termes de tolérances de formation, notamment par usinage, des parties 1 et 2 sont moins contraignantes que celles rencontrées lors de la mise en œuvre des procédés connus de l'état de la technique.

[0088] Enfin, le procédé selon la présente invention ouvre la voie au scellement de parties à formes plus complexes.

[0089] La suite de la description est dédiée à la présentation de deux exemples de mise en œuvre. Le premier exemple concerne un procédé de fabrication d'une lame de découpe, tandis que le deuxième exemple décrit la fabrication d'une partie d'une tête de forage.

[0090] Ainsi, les figures 6 à 12 illustrent le procédé de fabrication d'une lame de découpe selon le premier

exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication d'une pièce outil par compression isostatique à chaud.

[0091] Selon ce premier exemple, il est proposé de former la lame de découpe en scellant une partie utile 1 (figure 6) avec quatre pièces constituant la partie support 2 référencées 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ (figures 7 et 8).

[0092] La partie utile 1 comprend notamment un alliage composite céramique-métal (cermet) de type carbure de tungstène contenant 15% cobalt en proportion massique tandis que les parties support 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ sont faites d'un acier 1.7225.

[0093] La face utile 11 de la partie 1 comprend une queue d'aronde contenue tandis que la face support 21 des parties support 2₁ et 2₄ comprend une queue d'aronde contenante. Les pièces de la partie support 2₂ et 2₃, identiques, sont, elles, pourvues d'un demi profil de type queue d'aronde.

[0094] La face opposée à la face utile 11 de la partie utile 1 est par exemple destinée à supporter la fonction de la pièce outil 1.

[0095] Les pièces 1, 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ sont ensuite assemblées selon les termes de l'étape a) du procédé (figure 9).

[0096] Le conteneur pourvu du réceptacle 4 et du couvercle 5 est ensuite réalisé selon les termes de l'étape b) du procédé (figure 10).

[0097] La figure 11 représente le conteneur fermé hermétiquement selon les termes de l'étape c), et logeant les parties 1, 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ assemblées lors de l'étape a).

[0098] Le conteneur, logeant les parties 1, 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ assemblées est ensuite mis dans une enceinte de compression isostatique à chaud de manière à réaliser le scellement des parties entre elles selon les termes de l'étape d).

[0099] A l'issue de l'étape d), la pièce outil, formée par les parties 1, 2₁, 2₂, 2₃, et 2₄ scellées entre elles, est extraite du conteneur, et est soumise à une étape de traitement thermique final f) destinée à restaurer les propriétés mécaniques de la partie utile seulement, de la partie support seulement ou des deux, susceptibles d'avoir été altérées lors de l'exécution de l'étape d).

[0100] A titre d'exemple, l'étape f) peut comprendre une première phase et une seconde phase de recuit.

[0101] La première phase peut être exécutée à une température comprise entre 800°C et 900°C, et être d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes. A l'issue de cette première phase, la pièce formée par la partie utile et la partie support subit une trempe thermique, notamment une trempe à l'huile. La seconde phase de recuit est ensuite réalisée à une température comprise entre 600°C et 700°C, et est d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes.

[0102] Enfin, la pièce outil 10 peut être usinée au niveau d'une face opposée de la face utile 11 de manière à former un fil de lame.

[0103] Les figures 13 à 17 illustrent le procédé de fabrication d'une partie d'une tête de forage selon le

deuxième exemple de mise en œuvre du procédé de fabrication d'une pièce outil par compression isostatique à chaud.

[0104] Selon ce deuxième exemple, il est proposé de former la partie de tête de forage en scellant une partie utile 1 (figure 13) avec deux pièces formant la partie support 2 référencées 2₁ et 2₂ (figures 14).

[0105] La partie utile 1 comprend un alliage composite céramique-métal (cermet) de type carbure de tungstène contenant 15% cobalt en proportion massique tandis que les pièces formant la partie support 2₁ et 2₂ sont faites d'un acier 1.7225.

[0106] La partie utile 1 comprend une zone axisymétrique conique 1₁ et une pointe conique 1₂.

[0107] Les pièces de la partie support 2₁ et 2₂ sont agencées pour, lorsqu'elles sont assemblées selon leur face d'assemblage 2a, former une cavité délimitée par surface support 2b destinée à accueillir la partie conique 1₁ de la partie utile.

[0108] Les pièces 1, 2₁, et 2₂ sont alors assemblées selon les termes de l'étape a) du procédé (figure 15).

[0109] Le conteneur pourvu du réceptacle 4 et du couvercle 5 est ensuite réalisé selon les termes de l'étape b) du procédé (figure 16).

[0110] La figure 17 représente le conteneur fermé hermétiquement selon les termes de l'étape c), et logeant les parties 1, 2₁ et 2₂ assemblées lors de l'étape a).

[0111] Le conteneur, logeant les pièces 1, 2₁ et 2₂ assemblées, est ensuite mis dans une enceinte de compression isostatique à chaud de manière à réaliser le scellement des parties entre elles selon les termes de l'étape d).

[0112] A l'issue de l'étape d), la pièce outil, formée par les pièces 1, 2₁, et 2₂ scellées entre elles, est extraite du conteneur, et est soumise à une étape de traitement thermique final f) destinée à restaurer les propriétés mécaniques de la partie utile seulement, de la partie support seulement ou des deux, susceptibles d'avoir été affectées lors de l'exécution de l'étape d) (figure 18).

[0113] A titre d'exemple, l'étape f) peut comprendre une première phase et une seconde phase de recuit.

[0114] La première phase peut être exécutée à une température comprise entre 800°C et 900°C, et être d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes. A l'issue de cette première phase, la pièce formée par la partie utile et la partie support subit une trempe thermique, notamment une trempe à l'huile. La seconde phase de recuit est ensuite réalisée à une température comprise entre 600°C et 700°C, et est d'une durée comprise entre 10 minutes et 60 minutes.

[0115] La pièce outil 10 peut être à usinée au niveau de la pointe conique 1₂.

[0116] Les premier et deuxième exemples de procédé de fabrication d'une pièce outil peuvent mettre en œuvre couche anti diffusion de la première variante et/ou la couche intermédiaire de la deuxième variante.

RÉFÉRENCES

[0117]

- [1] US 7,367,753 B2
- [2] US 8,268,452 B2
- [3] WO2011/146743 A3
- [4] WO2011/146760 A4
- [5] WO2009/149071 A3
- [6] WO2019/043461
- [7] CN101774033
- [8] CN101602112
- [9] WO2008/121219
- [10] US9,827,611
- [11] EP0284579
- [12] US 2,944,323
- [13] WO 2004/103617 A1
- [14] ASTM18 - Rockwell C hardness test

Revendications

1. Procédé de fabrication par compression isostatique à chaud d'une pièce outil (10) formée par au moins une partie utile (1) et au moins une partie support (2) scellées entre elles, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) assembler l'au moins une partie utile (1) avec l'au moins une partie support (2, 2₁, 2₂, 2₃, 2₄) ;
- b) fournir un conteneur pourvu d'un réceptacle (4) et d'un couvercle (5);
- c) placer l'assemblage formé lors de l'étape a) dans le réceptacle (4) et positionner le couvercle (5) sur le réceptacle (4) de manière à fermer de manière hermétique le conteneur ;
- d) soumettre le conteneur fermé de manière hermétique à un traitement thermique, et à un environnement d'une pression comprise entre 500 bar et 2000 bar, de manière à sceller les parties utile et support entre elles.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la fermeture hermétique du conteneur est exécutée de sorte que la pression à l'intérieur de ce dernier est inférieure à 10⁻³ mbar.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le logement formé par le conteneur présente une morphologie conforme à l'assemblage comprenant la partie utile et la partie support.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape a) est exécutée au moyen d'emboîtements complémentaires formés sur l'une et l'autre des parties utile (1) et support (2, 2₁, 2₂, 2₃, 2₄).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans

lequel ledit procédé comprend en outre une étape a1), exécutée avant l'étape c), de formation de points de soudure destinés à maintenir solidaire l'une de l'autre la partie utile et la partie support.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel ledit procédé comprend une étape e), exécutée à l'issue de l'étape d), d'usinage de la partie utile.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel ledit procédé comprend une étape f) de traitement thermique final.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel une couche anti diffusion est formée à l'interface formée entre la partie utile et la partie support, ladite couche anti diffusion étant destinée à limiter la diffusion de la matière de la partie support vers la partie utile.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel une couche intermédiaire est intercalée entre la partie utile et la partie support, la couche intermédiaire étant configurée pour permettre un soudage par diffusion et diminuer le niveau de contraintes au niveau de l'interface formée entre la partie utile et la partie support au regard d'une pièce outil dépourvue de ladite couche intermédiaire.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le traitement thermique de l'étape d) comprend une élévation de température à une température comprise entre 1000 °C et 1200 °C.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel le traitement thermique de l'étape d) est exécuté selon une durée comprise entre 1 heure et 6 heures.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel la partie utile présente une dureté de type Rockwell C supérieure à celle de la partie support.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel la partie utile présente une dureté de type Rockwell C supérieure à 45 HCR.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel la pièce outil comprend au moins des éléments choisis parmi : lame de découpe, une tête de forage.

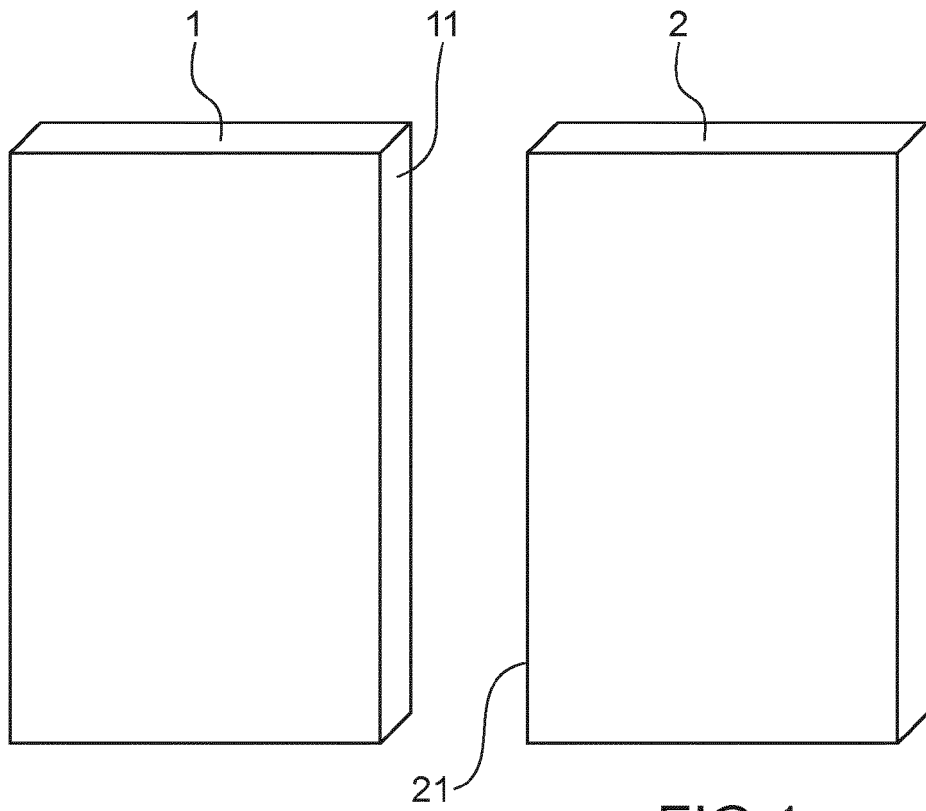


FIG.1

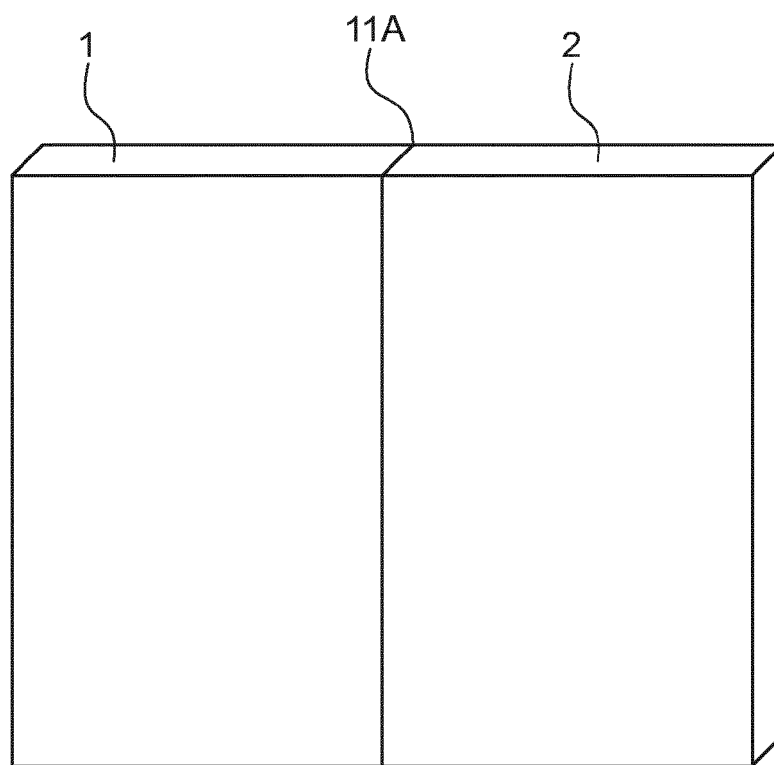


FIG.2

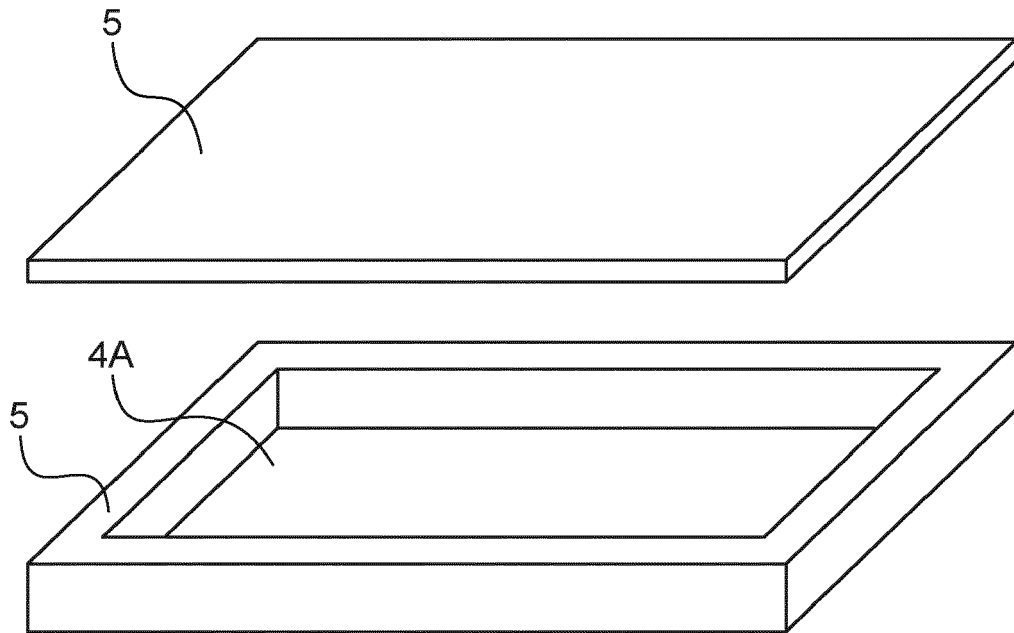


FIG.3

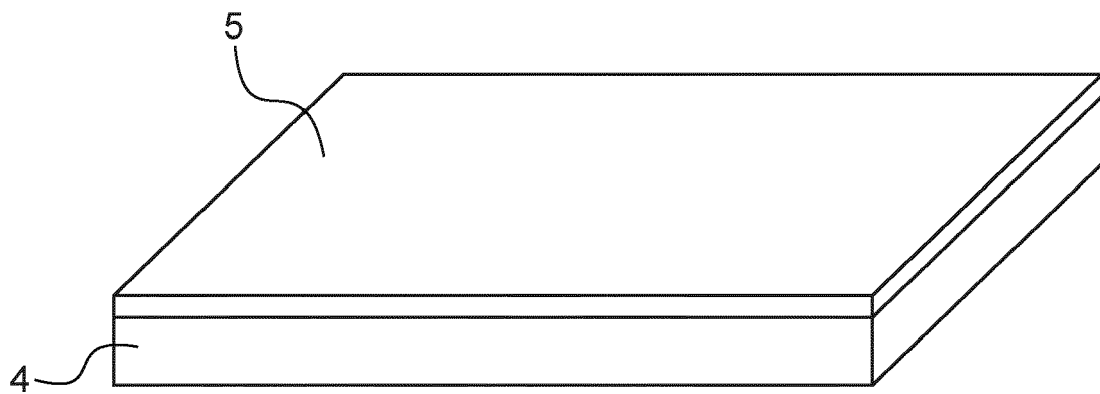


FIG.4

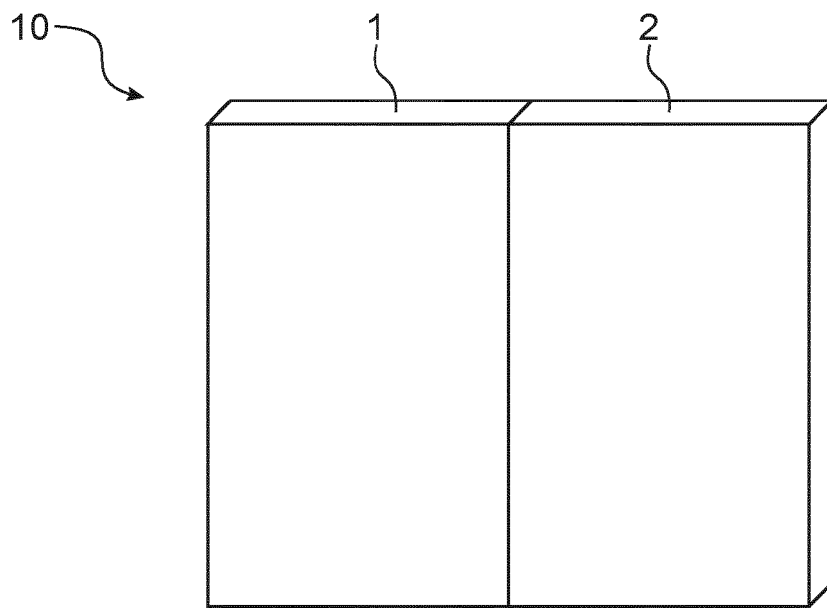


FIG. 5

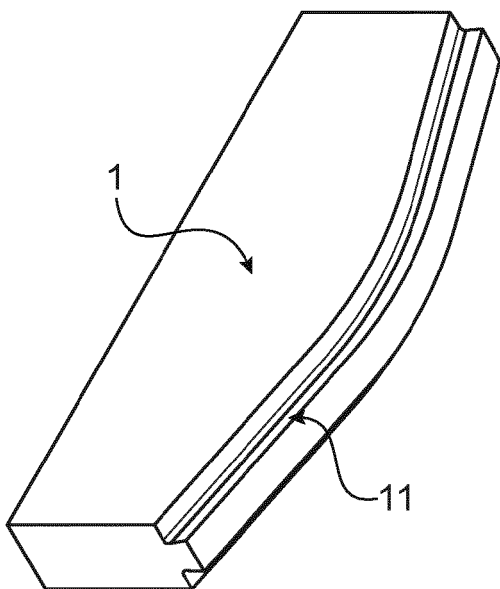


FIG. 6

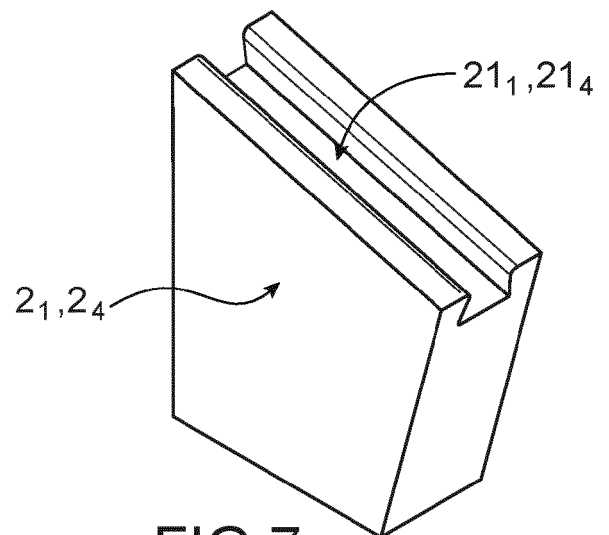


FIG. 7

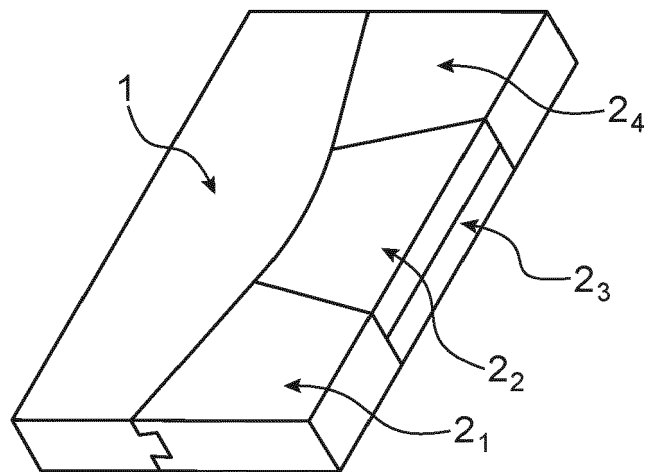
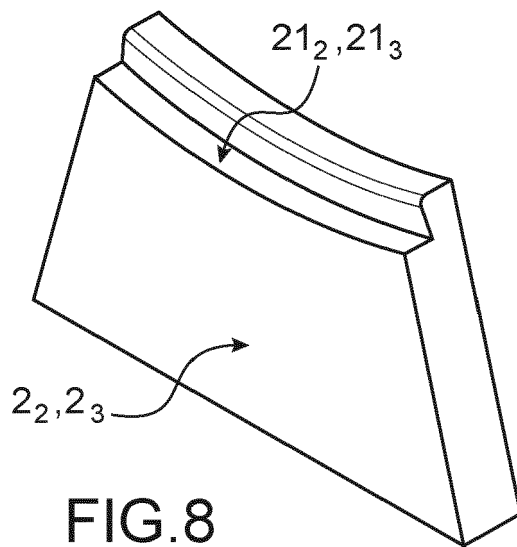


FIG. 9

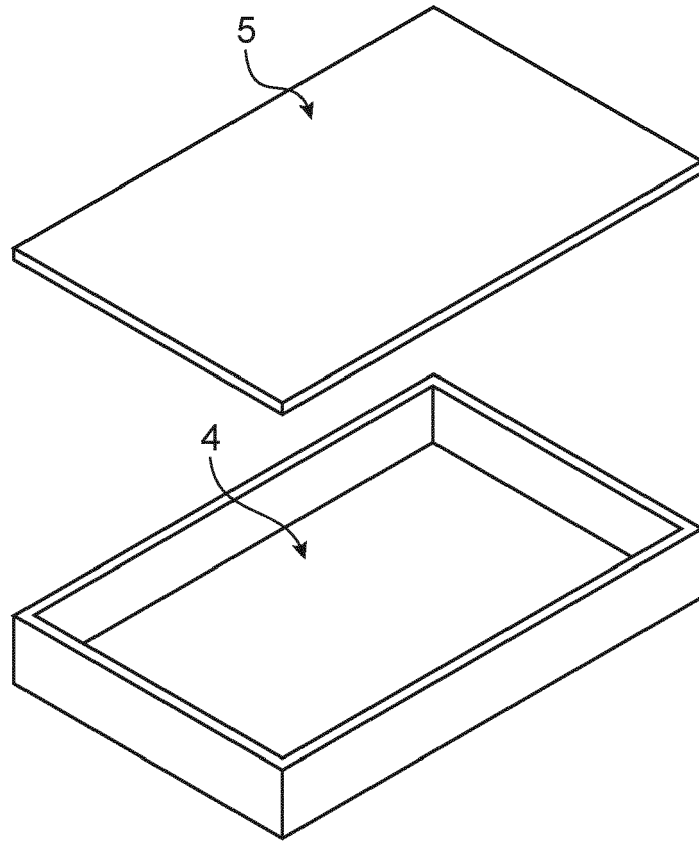


FIG.10

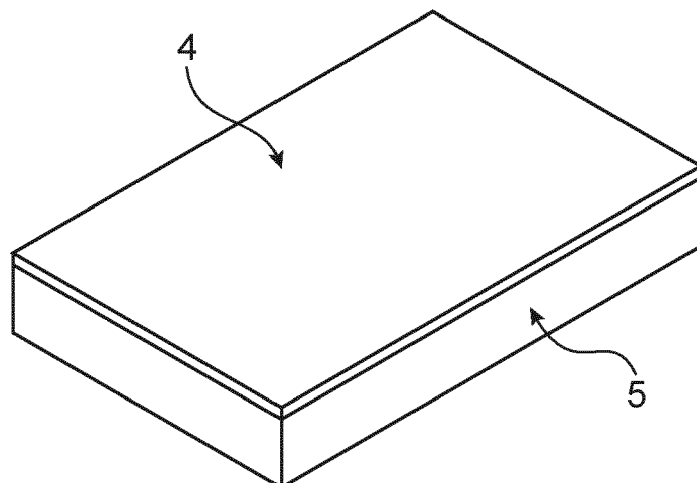


FIG.11

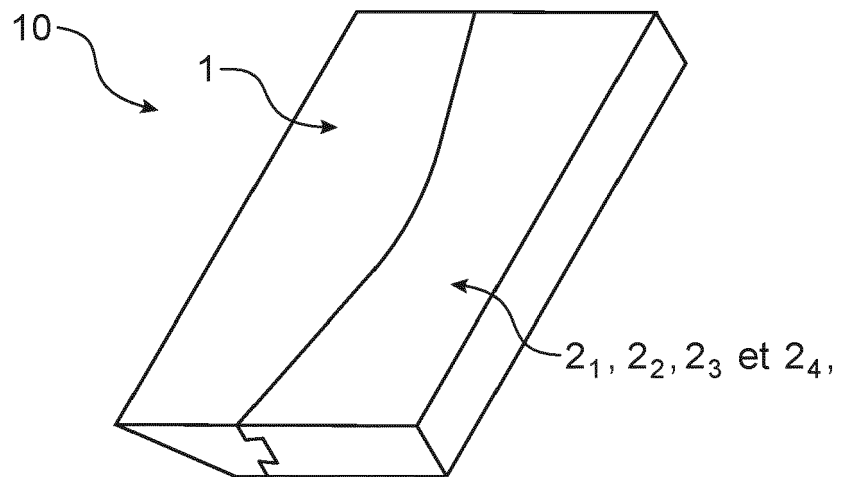


FIG. 12

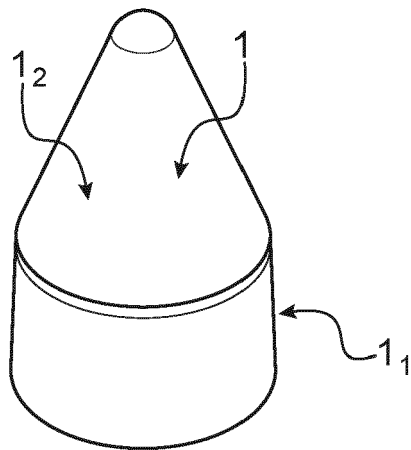


FIG. 13

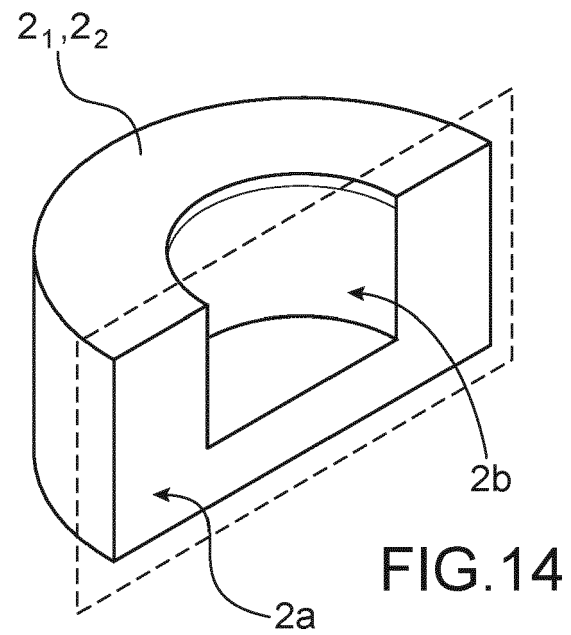


FIG. 14

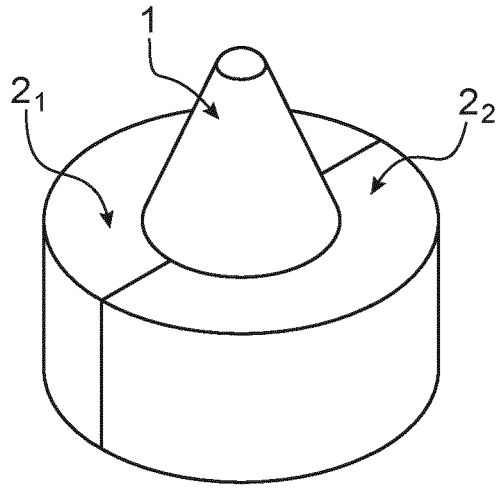


FIG. 15

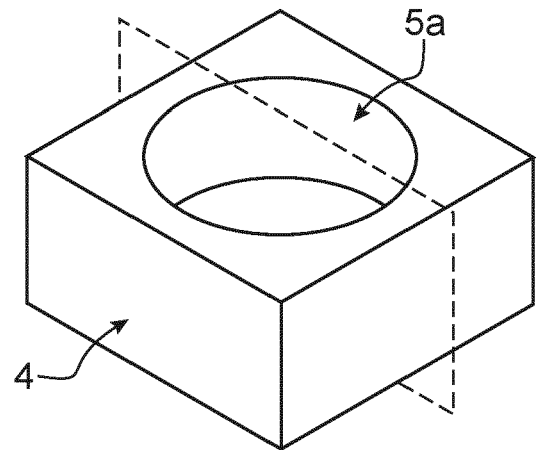
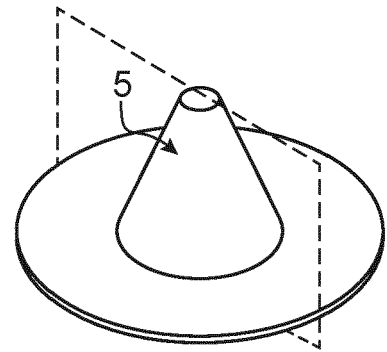


FIG. 16

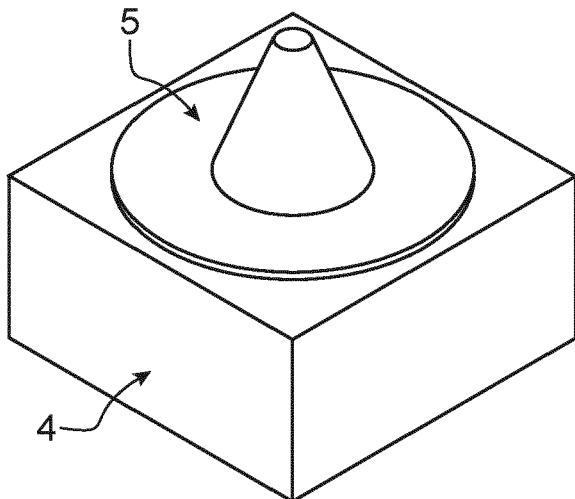


FIG. 17



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 21 4230

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	US 2012/039739 A1 (KRAUTER DAVID [US]) 16 février 2012 (2012-02-16) * figures 1-4, 9 * * alinéa [0017] - alinéa [0027] * -----	1-7,9, 10,12-14 8,11	INV. B22F3/15 B22F7/06 B22F7/08 B22F5/00
X A	GB 2 184 382 A (HIP LTD) 24 juin 1987 (1987-06-24) * page 1, ligne 87 - ligne 129 * * page 2, ligne 99 - page 3, ligne 61 * * figure 1 * -----	1-5,7-14 6	ADD. B22F3/24
X A	US 2014/305045 A1 (BECKMANN GERHARD B [US]) 16 octobre 2014 (2014-10-16) * alinéa [0023] - alinéa [0032] * * figures 3, 4 * * alinéa [0034] *	1,3-5,9, 10,12-14 2,6-8,11	
X A	US 2005/244266 A1 (IMBOURG SEBASTIEN [FR] ET AL) 3 novembre 2005 (2005-11-03) * figures 1-2 * * alinéa [0028] - alinéa [0033] *	1-6,9, 10,12 7,11,13, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
X,P	EP 3 656 974 A1 (SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION TOOLS AB [SE] ET AL.) 27 mai 2020 (2020-05-27) * figures 1-5, 13 * * alinéas [0020], [0030] * * alinéa [0036] - alinéas [0039], [0042] * * alinéa [0047] * * alinéa [0049] - alinéa [0055] *	1-5,8-14	B22F C22C B23P B23K E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		26 janvier 2021	Fodor, Anna
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 20 21 4230

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

26-01-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012039739 A1	16-02-2012	US 2012039739 A1 WO 2012021605 A1	16-02-2012 16-02-2012
GB 2184382 A	24-06-1987	AUCUN	
US 2014305045 A1	16-10-2014	US 2012301675 A1 US 2014305045 A1 WO 2012161742 A1	29-11-2012 16-10-2014 29-11-2012
US 2005244266 A1	03-11-2005	CA 2500959 A1 FR 2868467 A1 GB 2412949 A JP 4153501 B2 JP 2005291204 A RU 2372496 C2 US 2005244266 A1	05-10-2005 07-10-2005 12-10-2005 24-09-2008 20-10-2005 10-11-2009 03-11-2005
EP 3656974 A1	27-05-2020	EP 3656974 A1 WO 2020104162 A1	27-05-2020 28-05-2020

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- US 7367753 B2 [0117]
- US 8268452 B2 [0117]
- WO 2011146743 A3 [0117]
- WO 2011146760 A4 [0117]
- WO 2009149071 A3 [0117]
- WO 2019043461 A [0117]
- CN 101774033 [0117]
- CN 101602112 [0117]
- WO 2008121219 A [0117]
- US 9827611 B [0117]
- EP 0284579 A [0117]
- US 2944323 A [0117]
- WO 2004103617 A1 [0117]