



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 652 599 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
03.05.2006 Bulletin 2006/18

(51) Int Cl.:
B21J 5/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05110155.8**

(22) Date de dépôt: **28.10.2005**

(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**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

- **Breton, Michel**
60870, Rieux (FR)
- **Sagot, Philippe, François, Christian**
92270, Bois Colombes (FR)
- **Sagne, Patrice, René**
60500, Vineuil Saint-Firmin (FR)

(30) Priorité: **29.10.2004 FR 0452483**

(71) Demandeur: **SNECMA**
75015 Paris (FR)

(74) Mandataire: **David, Daniel et al**
Cabinet Bloch & Associés
2, square de l'Avenue du Bois
75116 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **Bergue, Jean-Pierre, Serge**
95230, Soisy sous Montmorency (FR)

(54) **Procédé de refoulage pour le corroyage d'un lopin métallique, procédé de préparation d'un lopin à une opération de forgeage selon le procédé et dispositif de mise en oeuvre du procédé**

(57) L'invention concerne un procédé de refoulage pour le corroyage d'un lopin métallique (14), présentant un élanement déterminé, caractérisé par le fait qu'on dispose le lopin (14), dans le sens de sa longueur, au moins partiellement, dans un pot (2) de refoulage, dans un logement cylindrique (3) prévu à cet effet, et on exerce une pression sur le lopin (14) dans la direction de sa longueur au moyen d'un poinçon (10), jusqu'à ce que le lopin (14) remplisse toute la section du logement, de manière à réduire son élanement et à obtenir un lopin cylindrique de section égale à celle du logement, en préparation à une opération de forgeage. Grâce à ce procédé, il est possible de refouler des lopins (14) de grand élanement.

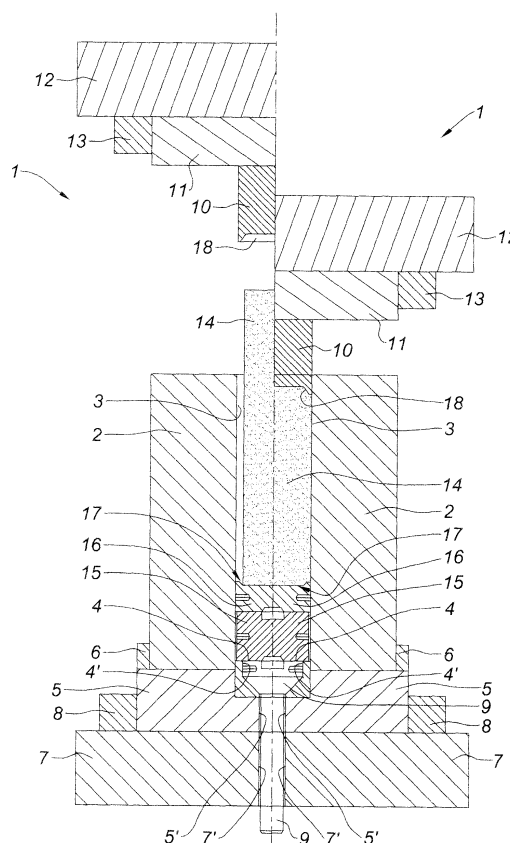


Figure Unique

EP 1 652 599 A1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé de refoulement pour le corroyage d'un lopin métallique, un procédé de préparation d'un lopin à une opération de forgeage selon le procédé et un dispositif de mise en oeuvre du procédé.

[0002] Les pièces métalliques forgées sont généralement obtenues par forgeage de lopins, ou billettes, qui sont des ébauches brutes de pièces métalliques, semi-finies, globalement en forme de barres, utilisées comme éléments de bases pour la formation par forgeage de la pièce à obtenir, leur volume correspondant au volume de cette dernière, majoré du volume perdu pendant le forgeage. Par exemple, dans un turboréacteur, les disques de soufflante ou les tambours de compresseurs sont obtenus par forgeage de lopins métalliques.

[0003] Dans le domaine de l'aéronautique, les critères de sécurité sont contraignants et imposent des contrôles à toutes les étapes de fabrication. Les lopins doivent notamment être contrôlés, par exemple par ultrasons, afin de détecter la présence d'inclusions ou défauts dans le métal, qui sont à l'origine de criques lors du forgeage et éventuellement de ruptures de la pièce finie. Afin d'assurer un contrôle par ultrasons satisfaisant, de récentes normes imposent une section relativement faible pour les lopins, en l'espèce, dans le domaine aéronautique, de l'ordre de 150 à 330 mm pour des lopins en métal à base nickel ou titane. Si les pièces finies du turboréacteur sont de grand volume, les lopins doivent donc être de grand élanement, pour compenser leur faible section.

[0004] Ces lopins, dont le rapport longueur sur diamètre de la section, c'est-à-dire l'élanement, peut être initialement de l'ordre de 12 pour 1, doivent par conséquent être corroyés une pluralité de fois, pour obtenir des lopins dont l'élanement est en l'espèce sensiblement égal à 3 pour 1, rapport pour lequel il est possible de les forger, sans qu'ils soient contenus latéralement, sans risque de flambage et de création d'imperfections dans les fibres du métal. Les valeurs ici données correspondent à des lopins de métal à base nickel ou titane, avec la rhéologie utilisée pour la fabrication de pièces d'un turboréacteur. Le corroyage s'entend de la déformation à chaud d'une pièce métallique pour obtenir une augmentation de son diamètre et une diminution de sa longueur, à volume égal. Le corroyage est ici obtenu par refoulement, c'est-à-dire par mise sous pression du lopin métallique.

[0005] L'art antérieur propose des dispositifs de refoulement pour le corroyage de lopins métalliques comprenant deux demi coques, comportant chacune un logement de forme tronconique. Un lopin est disposé dans la demi coque inférieure, les deux demi coques étant pressées l'une contre l'autre, par une presse, pour assurer le refoulement du lopin, qui prend donc la forme, ici de section longitudinale hexagonale, correspondant au logement entre les deux demi coques. Plusieurs opérations de refoulement sont nécessaires pour l'obtention du lopin utilisable en forge.

[0006] Les lopins primaires, c'est-à-dire les lopins tels

qu'ils sont fournis avant le premier refoulement, étant de grand élanement, il existe un risque de flambage lors du refoulement. Il faut par conséquent procéder à un grand nombre d'opérations de refoulement, l'élanement n'étant que faiblement réduit à chaque opération, pour obtenir un lopin, pour diminuer le risque de flambage, sans que celui-ci soit pour autant annulé. La géométrie des coques étant figée, il faut disposer d'autant de dispositifs de refoulement qu'il existe de géométries de lopins, tant au point de vue de leur section que de leur longueur ; le nombre de dispositifs nécessaires est donc très grand du fait, d'une part, des géométries et volumes différents des pièces d'un turboréacteur, d'autre part, de la nécessité d'effectuer un grand nombre d'opérations de refoulement. Les dimensions des dispositifs de l'art antérieur sont par ailleurs grandes, du fait de la présence de deux demi coques. Les lopins obtenus sont déjà sous forme d'ébauches, puisqu'ils épousent la forme des deux demi coques, ce qui peut être gênant pour leur forgeage ; il convient de plus de supprimer, par usinage, les bavures de métal formées au niveau du contact entre les deux demi coques. Enfin, les pertes thermiques lors de l'opération de refoulement sont grandes, puisque le lopin s'étend entre les deux demi coques distantes l'une de l'autre et est donc au contact de l'air.

[0007] L'invention vise à pallier ces inconvénients.

[0008] A cet effet, l'invention concerne un procédé de refoulement pour le corroyage d'un lopin métallique, présentant un élanement déterminé, caractérisé par le fait qu'on dispose le lopin, dans le sens de sa longueur, au moins partiellement, dans un pot de refoulement, dans un logement cylindrique prévu à cet effet, et on exerce une pression sur le lopin dans la direction de sa longueur au moyen d'un poinçon, jusqu'à ce que le lopin remplisse toute la section du logement, de manière à réduire son élanement et à obtenir un lopin cylindrique de section égale à celle du logement, en préparation à une opération de forgeage.

[0009] Grâce à l'invention, la demanderesse a observé qu'il était possible d'obtenir un taux de corroyage, à savoir le rapport de la longueur du lopin avant corroyage sur la longueur du lopin après corroyage, supérieur à 30%, le lopin corroyé ne présentant ni flambage ni anomalies de fibrage. Il est ainsi possible de diminuer le nombre d'opérations de refoulement. Par ailleurs, le lopin obtenu est de forme cylindrique, plus facile à forger ensuite en une forme quelconque. Le poinçon pouvant être de dimensions inférieures à celles d'une demi coque de l'art antérieur, l'encombrement du dispositif peut être réduit. Le lopin s'étendant au moins partiellement dans le logement cylindrique, les pertes thermiques sont amoindries et les bavures, nécessitant un usinage, éliminées, si le lopin s'étend entièrement dans son logement en fin de refoulement. Le procédé peut, de plus, être agencé pour arrêter l'opération de refoulement lorsqu'un certain effort du poinçon est atteint, ce qui assure une meilleure maîtrise de l'opération par rapport à l'art antérieur où l'opération était arrêtée lorsque les deux demi coques étaient

en contact, indépendamment du lopin qu'elles contenaient. Par ailleurs, dans un tel procédé de refoulement qui se fait à volume fermé (c'est-à-dire que seul l'air, mais pas le métal, peut s'échapper de l'enceinte formée par le logement et le poinçon), on obtient en fin de procédé un lopin, de forme cylindrique, dont les fibres sont toutes sensiblement parallèles à l'axe du cylindre ; cette caractéristique est avantageuse pour les applications aéronautiques.

[0010] Avantageusement, le logement présente un diamètre jusqu'à 1,35 fois le diamètre de la section du lopin.

[0011] L'invention concerne également un procédé de préparation d'un lopin, dont l'élancement initial est supérieur à 12 pour 1, à une opération de forgeage, dans lequel le lopin est refoulé une pluralité de fois selon le procédé présenté ci-dessus, jusqu'à obtenir un élancement sensiblement égal à 3 pour 1.

[0012] L'invention concerne enfin un dispositif de mise en oeuvre du procédé ci-dessus, caractérisé par le fait qu'il comporte un pot de refoulement, avec un logement cylindrique de réception du lopin, et un poinçon de mise sous pression du lopin.

[0013] Avantageusement, le poinçon est entraîné par une table de presse.

[0014] De préférence, la profondeur du logement est réglable en fonction des dimensions du lopin.

[0015] Dans ce cas, il est possible de n'utiliser qu'un dispositif pour des lopins de différents élancements, ce qui réduit le nombre de dispositifs nécessaires et donc les coûts de production et l'encombrement.

[0016] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de la forme de réalisation préférée de l'invention, en référence à la figure unique annexée, qui représente une vue schématique de profil en coupe du dispositif de l'invention, avec le poinçon en position haute, pour la moitié gauche de la figure, et poinçon en position basse, pour la moitié droite de la figure.

[0017] Le dispositif de refoulement 1 comporte un pot de refoulement 2, en l'espèce de forme cylindrique, en acier. Le pot 2 comporte un logement 3, ou fourreau 3, de forme cylindrique, ici central par rapport à la section du pot 2, et qui comporte un fond 4. Le pot 2 est disposé sur une table 5 de support, également en acier, qui comporte une bride 6 de centrage du pot 2. La table 5 est supportée par une table inférieure de presse 7, fixe, en acier, qui comporte une bride 8 de centrage de la table 5 de support du pot 2.

[0018] Le fond 4 du logement 3 est ici percé d'un alésage 4' de passage d'un vérin 9, qui s'étend également à travers des alésages 5', 7' pratiqués dans la table 5 de support du pot 2 et la table inférieure de presse 7, respectivement. Pendant une opération de refoulement, la surface supérieure du vérin 9, parfaitement ajustée dans l'alésage 4' du fond 4, peut assurer ici la fonction de fond du logement 3.

[0019] Le dispositif de refoulement 1 comporte, au-dessus du pot 2, un poinçon 10, de forme cylindrique, sup-

porté à son extrémité supérieure par un porte-poinçon 11, lui-même solidaire d'une table supérieure de presse 12, qui comporte une bride 13 de centrage du porte-poinçon 11. Ces éléments sont ici en acier. La table supérieure de presse 12 est mobile en translation verticale suivant l'axe du poinçon 10. La section du poinçon 10 correspond à la section du logement 3 du pot 2.

[0020] Le logement 3 est agencé pour recevoir un lopin métallique 14. Il est agencé pour pouvoir recevoir également, sur son fond 4, en l'espèce sur la surface supérieure du vérin 9, des cales 15, 16, ici en acier. Elles sont sur la figure au nombre de deux et disposées l'une sur l'autre. Ces cales 15, 16, dont la section correspond à la section du logement 3 du pot 2, permettent de régler la profondeur du logement 3 en fonction de la longueur du lopin 14 à refouler. C'est donc la surface supérieure de la cale supérieure 16 qui fait office de fond pour le lopin 14.

[0021] Le fond du logement 3, qu'il s'agisse de la surface supérieure du vérin 9 ou de la surface supérieure d'une cale 16, comporte ici une empreinte 17 de centrage et de préformage du lopin 14. Cette empreinte 17 comporte en l'espèce une petite bride à sa circonférence, formant un épaulement dont la distance à l'axe du cylindre, formé par le logement 3, est égale au rayon du lopin 14 avant corroyage. Ainsi, lorsque le lopin 14 est placé dans le logement 3, il est centré par l'épaulement de l'empreinte 17. Par ailleurs, cette empreinte 17 peut être agencée de façon à préformer l'extrémité du lopin 14 en fonction de la forme qui sera donnée à la pièce finale, par forgeage du lopin 14, une fois les opérations de refoulement terminées.

[0022] La surface inférieure du poinçon 10, destinée à entrer en contact avec la surface supérieure du lopin 14 pour le presser et assurer son refoulement, comporte également une empreinte 18 de centrage et de préformage du lopin 14, conformée selon les mêmes critères que l'empreinte 17 du fond du logement 3.

[0023] Une opération, ou procédé, de refoulement pour le corroyage du lopin 14 va maintenant être expliquée plus en détails.

[0024] Le lopin 14 peut être un lopin primaire, qui n'a pas encore été refoulé, ou un lopin ayant déjà subi une ou plusieurs opérations de refoulement. Il présente une section d'un certain diamètre, de préférence ici compris entre 150 et 500 mm. Le dispositif de refoulement 1 est choisi en fonction du diamètre du lopin 14 ; le diamètre du logement 3 du dispositif 1 est plus grand que le diamètre du lopin 14, de préférence jusqu'à 1,35 fois le diamètre du lopin 14, en l'occurrence égal à 1,3 fois le diamètre du lopin 14. En fonction de la longueur du lopin 14, des cales 15, 16 peuvent être préalablement placées sur le fond du logement 3, pour en régler la profondeur.

[0025] Le lopin 14 est préalablement chauffé, par exemple entre 985 et 1100°C s'il s'agit d'un métal à base nickel, entre 920 et 950°C s'il s'agit d'un métal à base titane. Il est mis dans des conditions rhéologiques classiques de refoulement. Le pot 2, en acier, est quant à lui

également préalablement chauffé, par exemple entre 400 et 500°C, afin que l'acier ne se situe pas dans sa zone fragile de résistance. Le pot 2 a été dimensionné de façon massive, en l'espèce plus massive que ne le requièrent les critères mécaniques, afin qu'il conserve mieux la chaleur.

[0026] Le lopin 14 est disposé dans le logement 3, dans lequel il est centré par l'empreinte 17 de la cale supérieure 16. Afin d'assurer un centrage optimal du lopin 14 et d'éviter que ses parois ne touchent celles du logement 3, ce qui pourrait engendrer par la suite des défauts de forge, un opérateur, ou une pince d'une machine, peut également maintenir le lopin 14 centré, par ses parois latérales à proximité de son extrémité supérieure. Le lopin 14 peut être revêtu, par vitrification, d'une couche d'émail, qui permet d'assurer la lubrification du dispositif 1. Cette lubrification peut être obtenue par graissage.

[0027] La table supérieure de presse 12, initialement en position haute comme sur la moitié gauche de la figure, est alors descendue, grâce à un mécanisme hydraulique classique de presse, entraînant le poinçon 10 en direction de l'extrémité supérieure du lopin 14. Le refoulement a alors lieu, le poinçon 10 exerçant, grâce à l'action de la table supérieure de presse 12, une pression sur le lopin 14, qui est refoulé, puisqu'il est contenu, en l'espèce initialement pour environ les trois quarts de sa hauteur, dans le logement 3. Le poinçon 10 est ici descendu, pendant l'opération de refoulement, à une vitesse de 10 à 20 mm/sec. Le refoulement du lopin 14 se traduit par une diminution de sa longueur et une augmentation de sa section.

[0028] L'opération de refoulement est arrêtée lorsqu'un certain effort est atteint sur le lopin 14. Le lopin 14 remplit alors sensiblement toute la section du logement, sa section ayant ici augmenté de 30%, sa longueur ayant diminué en conséquence, puisqu'il n'y a pas de changement de volume. Dans cette situation, le poinçon est en position basse, comme on le voit sur la moitié droite de la figure. Le lopin 14 a bien été corroyé par refoulement.

[0029] Le poinçon 10 est alors remonté hors du logement 3. Le vérin 9, entraîné par un dispositif ad hoc, est actionné vers le haut et repousse les cales 15, 16 et le lopin 14 dans cette direction, afin de faire ressortir le lopin 14 du logement 3. Le lopin 14 peut donc être enlevé et, soit refoulé de nouveau, soit, si le rapport de sa longueur sur son diamètre a atteint une valeur acceptable, en l'espèce 3 pour 1, être forgé pour fabriquer la pièce finale, ici un disque de soufflante ou un tambour de compresseur de turboréacteur.

[0030] Le vérin 9 peut être redescendu. Les cales 15, 16 peuvent être enlevées ou remplacées en soulevant le pot 2, ce qui a pour effet de les libérer et de les rendre accessibles.

[0031] Ainsi, il est possible de préparer un lopin, dont l'élanement initial est supérieur à 12 pour 1, à une opération de forgeage, en refoulant le lopin une pluralité de fois selon le procédé qui vient d'être présenté, jusqu'à

obtenir un élanement sensiblement égale à 3 pour 1.

[0032] Grâce au dispositif de refoulement 1 de l'invention, il est possible de refouler un lopin 14 de grand élanement, typiquement avec un rapport de plus de 12 pour 1, sans risque de flambage, puisque le lopin 14 est contenu, entièrement ou partiellement, dans le logement cylindrique 3. On obtient par ailleurs en fin de procédé un lopin 14 corroyé cylindrique, facile à forger selon n'importe quelle forme, le forgeage pouvant être facilité par le préformage des extrémités du lopin 14 par les empreintes 17, 18 du fond du logement 3 et de la surface inférieure du poinçon 10.

[0033] Du fait de la contention du lopin 14 dans le logement 3, les pertes thermiques à sa périphérie sont faibles, ce qui améliore le rendement de l'opération de refoulement. Par ailleurs, en cas d'incident engendrant une perte de temps durant l'opération de refoulement, il n'est pas forcément nécessaire de remettre le lopin 14 et le pot 2 dans un four pour les réchauffer, puisque les pertes thermiques sont faibles. Afin de réduire encore les pertes thermiques, il peut être prévu, dans les parois du logement 3, un dispositif de chauffage, par exemple des résistances coulées dans l'acier, qui assure une température constante et/ou modulable du logement 3.

[0034] Grâce à la possibilité de mettre des cales 15, 16 dans le fond du logement 3, un même pot de refoulement 3 permet d'assurer des opérations de refoulement pour des lopins 14 de longueurs différentes, ce qui réduit le nombre de dispositifs de refoulement 1 nécessaire dans une usine de production de pièces métalliques obtenues par forgeage de lopins 14.

Revendications

1. Procédé de refoulement pour le corroyage d'un lopin métallique (14), présentant un élanement déterminé, **caractérisé par le fait qu'on dispose le lopin (14), dans le sens de sa longueur, au moins partiellement, dans un pot (2) de refoulement, dans un logement cylindrique (3) prévu à cet effet, et on exerce une pression sur le lopin (14) dans la direction de sa longueur au moyen d'un poinçon (10), jusqu'à ce que le lopin (14) remplisse toute la section du logement, de manière à réduire son élanement et à obtenir un lopin cylindrique de section égale à celle du logement, en préparation à une opération de forgeage.**
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le logement (3) présente un diamètre jusqu'à 1,35 fois le diamètre de la section du lopin (14).
3. Procédé de préparation d'un lopin (14), dont l'élanement est supérieur à 12 pour 1, à une opération de forgeage, dans lequel le lopin (14) est refoulé une pluralité de fois selon le procédé de l'une des revendications 1 et 2, jusqu'à obtenir un élanement sen-

siblement égal à 3 pour 1.

4. Dispositif de refoulage pour le corroyage d'un lopin métallique (14) selon le procédé de l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait qu'il** comporte un pot (2) de refoulage, avec un logement cylindrique (3) de réception du lopin (14), et un poinçon (10) de mise sous pression du lopin (14). 5
5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel le poinçon (10) est entraîné par une table de presse (12). 10
6. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel la profondeur du logement (3) est réglable en fonction des dimensions du lopin (14). 15
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel le fond du logement (3) est agencé pour pouvoir recevoir au moins une cale (15, 16) de réglage de la profondeur du logement (3). 20
8. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 7, dans lequel le pot de refoulage (2) est au moins partiellement constitué d'acier. 25
9. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 8, dans lequel le diamètre du logement cylindrique (3) est compris entre 150 et 500 mm. 30
10. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 9, comprenant un vérin (9) de déplacement du lopin (14) refoulé.
11. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 10, dans lequel le fond du logement cylindrique (3) comporte une empreinte (17) de centrage et de préformage du lopin (14). 35
12. Dispositif selon l'une des revendications 4 à 11, dans lequel la surface du poinçon (10) destinée à mettre le lopin (14) sous pression comporte une empreinte (18) de centrage et de préformage du lopin (14). 40

45

50

55

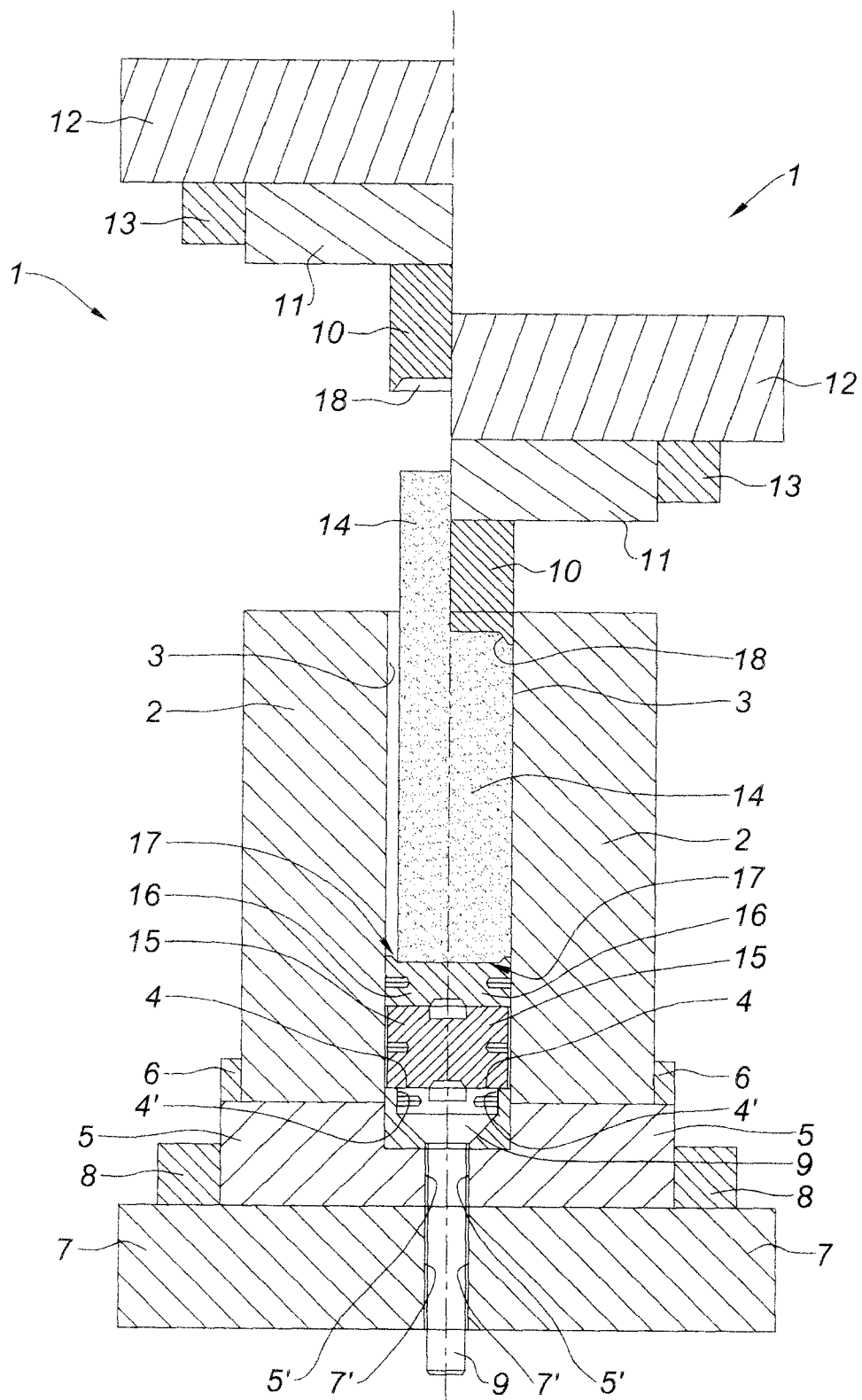


Figure Unique



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 05 11 0155

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	US 4 312 210 A (NISHIZAWA ET AL) 26 janvier 1982 (1982-01-26)	4-12	B21J5/08
A	* colonne 3, ligne 58 - colonne 5, ligne 12; figures 2,4-6 *	1-3	

A	DE 199 11 118 A1 (SOCIETE DE MECANIQUE ET DE PLASTIQUES INDUSTRIELS S.A., CLUSES; SAMAT) 30 septembre 1999 (1999-09-30) * colonne 3, ligne 25-37; figures 1,2 * * colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 7; figures 3,4 *	1-12	

A	DE 21 61 543 A1 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO K. K.) 6 juillet 1972 (1972-07-06) * revendications; figures *	1-12	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B21J B21D B21K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 janvier 2006	Examineur Meritano, L
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			

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 05 11 0155

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.

18-01-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 4312210	A	26-01-1982	CA	1154617 A1	04-10-1983
DE 19911118	A1	30-09-1999	FR	2776219 A1	24-09-1999
DE 2161543	A1	06-07-1972	JP	49031615 B	23-08-1974

EPO FORM P0460

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