



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2009/03/18
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2009/10/08
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2015/04/28
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2010/09/21
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2009/050447
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2009/122092
(30) Priorité/Priority: 2008/03/28 (FR0852016)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F16B 5/04* (2006.01)

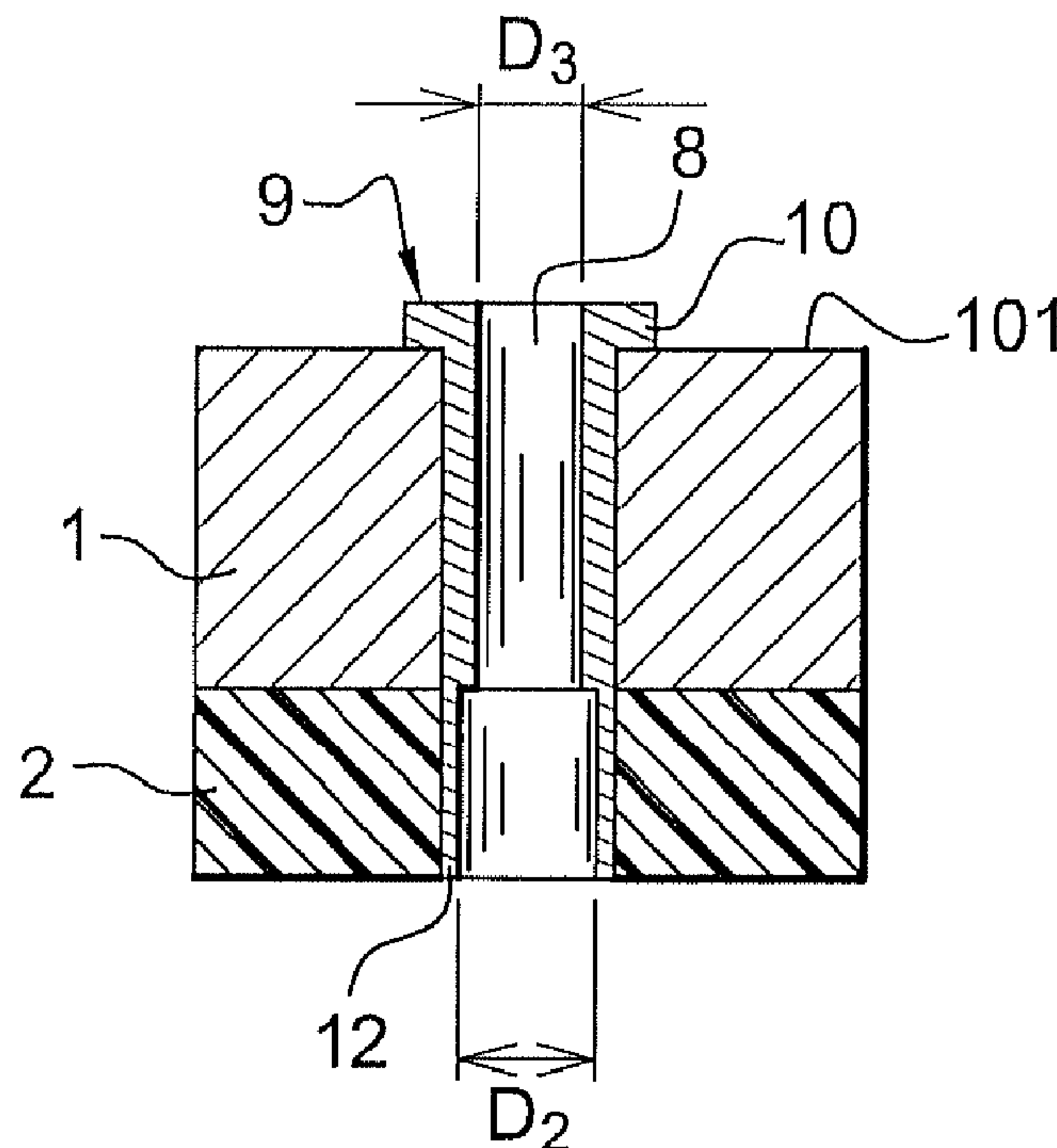
(72) Inventeurs/Inventors:
BIANCO, STEPHANE, FR;
PINTO, LAURENT, FR

(73) Propriétaire/Owner:
AIRBUS OPERATIONS (S.A.S), FR

(74) Agent: BCF LLP

(54) Titre : PROCEDE D'ASSEMBLAGE ENTRE UNE PIECE EN MATERIAU METALLIQUE ET UNE PIECE EN
MATERIAU COMPOSITE

(54) Title: METHOD FOR ASSEMBLING A PIECE OF METAL MATERIAL TO A PIECE OF COMPOSITE MATERIAL



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé d'assemblage entre une pièce en matériau métallique (1) et une pièce en matériau composite (2), l'assemblage entre lesdites pièces étant réalisée au moyen d'un organe de fixation (11), caractérisé en ce que le procédé comporte



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

les étapes suivantes dans lesquelles : - on réalise un pré-perçage dans les deux pièces de manière à former un évidement (6) de diamètre D1 dans la pièce en matériau métallique (1) et dans la pièce en matériau composite (2), - on met en place un insert (9) ayant un diamètre variable dans la direction de l'épaisseur des pièces dans ledit évidement (6), ledit insert comportant un corps principal creux (12) et au moins une bride (10) destinée à venir au moins partiellement en appui contre la face externe (101) d'une pièce, ledit insert (9) étant destiné à recevoir l'organe de fixation (11), - on génère par expansion radiale sur la paroi interne de l'insert au moyen d'un outil d'expansion (7) ayant un diamètre extérieur coopérant avec le diamètre intérieur de l'insert, des contraintes résiduelles de compression dans au moins une zone des deux pièces le long de la circonférence de l'insert (9), - on réalise l'évidement du corps principal (12) de l'insert de sorte que l'insert a un diamètre intérieur final D_{final} sensiblement supérieur au diamètre extérieur de l'organe de la fixation (11) de manière à laisser un jeu entre la paroi interne de l'insert et la surface extérieure de l'organe de fixation, et - on positionne l'organe de fixation (11) dans l'insert pour maintenir la pièce métallique et la pièce composite ensemble.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 octobre 2009 (08.10.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/122092 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F16B 5/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2009/050447

(22) Date de dépôt international :

18 mars 2009 (18.03.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

0852016 28 mars 2008 (28.03.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
AIRBUS FRANCE [FR/FR]; 316, route de Bayonne,
F-31060 Toulouse (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BIANCO, Stéphane** [FR/FR]; 18 rue Dupont, F-31500 Toulouse (FR). **PINTO, Laurent** [FR/FR]; 31 rue de la Poste, F-31470 Fonsorbes (FR).

(74) Mandataire : **COQUEL, Jean-Marc; SCHMIT - CHRETIEN - SCHIHIN SNC**, 111, Cours du Médoc, CS40 009, F-33070 Bordeaux Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR ASSEMBLING A PIECE OF METAL MATERIAL TO A PIECE OF COMPOSITE MATERIAL

(54) Titre : PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE ENTRE UNE PIÈCE EN MATÉRIAU MÉTALLIQUE ET UNE PIÈCE EN MATÉRIAU COMPOSITE

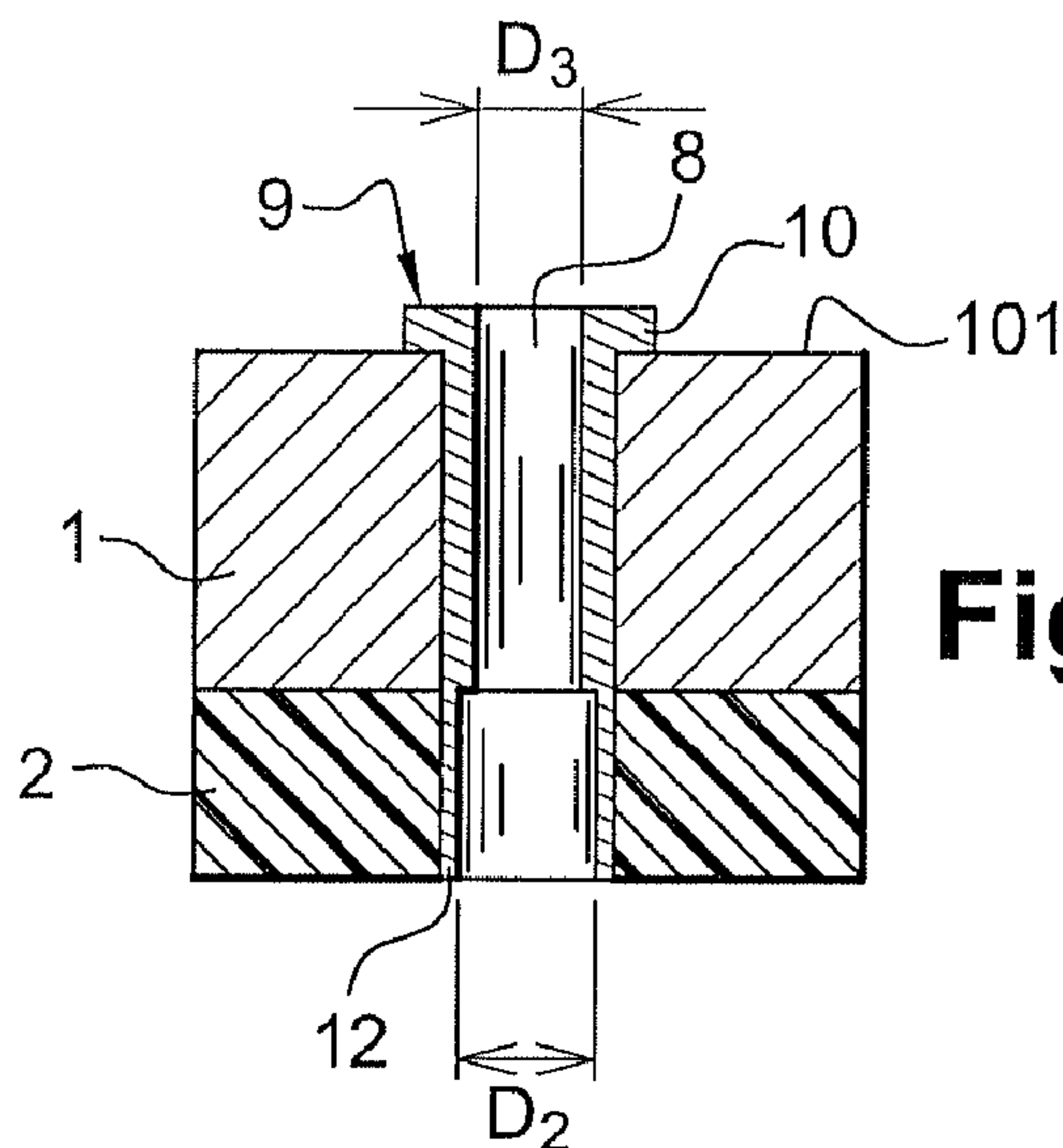


Fig. 2B

(57) Abstract : The invention relates to a method for assembling a piece of metal material (1) to a piece of composite material (2), with the assembling of the said pieces taking place by means of an attachment member (11), characterized in that the method comprises the following steps in which: - the two pieces are pre-drilled so as to form a gap (6) of diameter D1 in the metal piece (1) and in the piece of composite material (2), - an insert is applied (9) that is of variable diameter in the direction of the thickness of the pieces in said gap (6), said insert comprising a main hollow body (12) and at least one loop (10) intending to at least partially support against the outside surface (101) of the piece, said insert (9) intending to accommodate the attachment device (11), - residual compressive stresses are generated by radial expansion on the inner wall of the insert, by means of an expansion tool (7) that has an outside diameter engaging with the insert's inner diameter; these residual compressive stresses are generated in at least one area of the two pieces along the circumference of the insert (9), - the gap in the main body (12) of the insert is created such that the insert has a final inside diameter D_{final} that is substantially larger than the outer diameter of the attachment member (11) so as to allow some play

between the insert's inside wall and the outside surface of the attachment member, and - the attachment member (11) is positioned inside the insert to keep the metal and composite pieces together.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/122092 A1**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

- *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

Publiée :

- *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

L'invention concerne un procédé d'assemblage entre une pièce en matériau métallique (1) et une pièce en matériau composite (2), l'assemblage entre lesdites pièces étant réalisée au moyen d'un organe de fixation (11), caractérisé en ce que le procédé comporte les étapes suivantes dans lesquelles : - on réalise un pré-perçage dans les deux pièces de manière à former un évidement (6) de diamètre D1 dans la pièce en matériau métallique (1) et dans la pièce en matériau composite (2), - on met en place un insert (9) ayant un diamètre variable dans la direction de l'épaisseur des pièces dans ledit évidement (6), ledit insert comportant un corps principal creux (12) et au moins une bride (10) destinée à venir au moins partiellement en appui contre la face externe (101) d'une pièce, ledit insert (9) étant destiné à recevoir l'organe de fixation (11), - on génère par expansion radiale sur la paroi interne de l'insert au moyen d'un outil d'expansion (7) ayant un diamètre extérieur coopérant avec le diamètre intérieur de l'insert, des contraintes résiduelles de compression dans au moins une zone des deux pièces le long de la circonférence de l'insert (9), - on réalise l'évidement du corps principal (12) de l'insert de sorte que l'insert a un diamètre intérieur final D_{final} sensiblement supérieur au diamètre extérieur de l'organe de la fixation (11) de manière à laisser un jeu entre la paroi interne de l'insert et la surface extérieure de l'organe de fixation, et - on positionne l'organe de fixation (11) dans l'insert pour maintenir la pièce métallique et la pièce composite ensemble.

PROCEDE D'ASSEMBLAGE ENTRE UNE PIECE EN MATERIAU METALLIQUE ET UNE PIECE EN MATERIAU COMPOSITE

L'invention concerne un procédé d'assemblage entre une pièce en matériau métallique telle qu'un support métallique et une pièce en matériau composite telle qu'un panneau à structure sandwich.

5 D'une manière générale, l'invention trouve des applications dès lors qu'il est nécessaire d'assembler au moins une pièce en matériau métallique avec une pièce en matériau composite, en particulier pour des assemblages soumis à des sollicitations mécaniques significatives. L'invention trouve plus particulièrement des applications dans le domaine de l'aéronautique, dans lequel le procédé d'assemblage peut influencer la durée de vie en fatigue et
10 la sécurité des structures aéronautiques. L'invention trouve également des applications dans le domaine des véhicules terrestres, pour l'assemblage des pièces destinées à former des structures légères.

Pour la suite de la description, les expressions "pièce en matériau métallique" et "pièce en matériau composite" sont désignées respectivement
15 par les expressions "pièce métallique" et "pièce composite".

Il est connu d'utiliser un procédé d'expansion des alésages et de montage en interférence de fixation pour augmenter la durée de vie en

fatigue dans un assemblage entre deux pièces métalliques. Ces procédés d'expansion et d'interférence induisent des contraintes résiduelles de compression à la surface de l'alésage et localement dans la pièce autour de l'évidement. Ces contraintes ont pour effet de retarder l'amorçage et la propagation de fissures de fatigue au voisinage immédiat de l'alésage. Il en résulte une augmentation de la durée de vie en fatigue.

La figure 1.A illustre un procédé connu dit montage en interférence pour l'assemblage entre deux pièces métalliques 1a, 1b. Il consiste à réaliser un trou 4 dans les deux pièces métalliques, le trou ayant un diamètre D_{trou} inférieur au diamètre de fixation D_{fixation} qui est le diamètre de la tige de fixation. L'insertion de la fixation 3 dans le trou de fixation génère directement des contraintes de compression à la périphérie du trou.

La figure 1.B illustrent schématiquement un autre exemple de procédé connu dit procédé d'expansion pour générer des contraintes résiduelles de compression localement autour du trou de fixation 4 dans un assemblage d'une pièce métallique 1a avec un deuxième pièce métallique 1b. On utilise un outil d'expansion 7. Le procédé comporte les étapes suivantes :

- on réalise un trou de fixation au moyen d'un outil d'alésage conventionnel dans les deux pièces métalliques, le diamètre du trou est choisi de telle sorte qu'il soit adapté au diamètre de l'outil d'expansion 7, c'est-à-dire le diamètre du trou D_{trou} doit être légèrement inférieur au diamètre de l'outil d'expansion.

- on fait passer ensuite l'outil d'expansion 7 dit brunissoir au travers du trou réalisé à l'étape précédente, cet outil comporte une tête d'expansion 701 en forme d'olive ayant un diamètre $D_{\text{expansion}}$ supérieur au diamètre du trou de fixation D_{trou} , son passage au travers du trou va exercer une action radiale sur la paroi interne du trou, générant ainsi des contraintes résiduelles de compression dans les deux pièces autour du trou, et enfin

- on réalise le trou de fixation pour adapter le diamètre du trou au diamètre de la tige de fixation, puis on pose la fixation pour maintenir l'assemblage des deux pièces.

Les deux procédés existants permettent de générer des contraintes
5 afin d'augmenter la durée de vie en fatigue au niveau de ces zones travaillantes, critiques en raison d'initiation de criques dans des zones chargées.

Dans le cadre de l'assemblage entre une pièce métallique et une pièce composite, on ne peut plus appliquer les procédés tels que décrits ci-
10 dessus qui risqueraient d'endommager fortement la pièce composite.

Les pièces en matériau composite présentent des propriétés exceptionnelles en terme de résistance à la fatigue mécanique et une forte rigidité tout en conférant une très faible masse aux structures. Ces pièces sont notamment mises en œuvre dans l'industrie aéronautique, y compris
15 dans des structures fortement chargées. Cependant, l'assemblage de ces pièces composites pose des problèmes spécifiques par rapport au cas des pièces métalliques.

En effet les pièces composites sont constituées de structures obtenues par stratification de fibres imprégnées de résine, par exemple de
20 fibres de carbone imprégnées d'une résine epoxy. Une telle pièce composite présente des propriétés structurales avantageuses dans le plan des strates de fibres mais est sensible à des phénomènes de délamination dans une direction perpendiculaire aux plans, c'est-à-dire dans la direction de l'épaisseur des pièces, la direction utilisée pour poser la fixation.

25 Les efforts de compression exercés par les moyens de fixation peuvent engendrer le phénomène de délaminage au niveau du trou. De manière générale pour éviter ce phénomène de délaminage, on doit minimiser les contraintes qui apparaissent au niveau de la zone de fixation, c'est-à-dire à l'interface entre la paroi interne du trou de fixation et l'organe
30 de fixation. Pour cela, et contrairement au cas d'un assemblage d'une pièce métallique avec une autre pièce métallique, on réalise généralement un trou

de fixation ayant un diamètre légèrement supérieur au diamètre de la fixation de manière à laisser un jeu suffisant entre la paroi interne du trou et la surface extérieure de la fixation pour éviter les interférences.

Dans les structures aéronautiques, la coexistence des pièces
5 métalliques et composites conduit à de fréquents assemblages de pièces métalliques avec des pièces composites. Il peut s'agir de jonctions entre deux panneaux de structures différentes ou de renforts locaux, par exemple des nervures, ou des raidisseurs métalliques sur un panneau composite.

Dans un tel assemblage, soit il est choisi un assemblage comportant
10 un jeu entre la paroi des trous et une fixation et le montage est alors défavorable à la pièce métallique en terme de durée de vie en fatigue, soit il est choisi un assemblage avec interférence et un tel montage risque d'endommager la pièce composite.

Une solution consisterait à réaliser indépendamment dans la pièce
15 métallique et dans la pièce composite qui sont deux pièces distinctes un trou pour la fixation, puis de générer dans la pièce métallique des contraintes résiduelles de compression en absence de la pièce composite, puis dans un second temps de placer la pièce composite contre la pièce métallique pour l'assemblage. Cette solution n'est pas satisfaisante, en effet dans ce cas, il
20 faut prédéterminer précisément les positions des trous afin qu'ils soient alignés lors de l'assemblage pour le passage de la fixation. Cet alignement n'est pas réalisable industriellement.

Une autre solution proposée dans une demande antérieure non
publiée consiste à réaliser dans la pièce métallique et dans la pièce
25 composite un trou de fixation, puis d'effectuer un nouveau alésage dans le trou du côté de la pièce composite de manière à obtenir un diamètre intérieur plus grand que le diamètre de l'outil d'expansion. De ce fait, l'existence de deux diamètres intérieurs dans le trou de fixation permet de générer uniquement des contraintes résiduelles de compression dans la pièce
30 métallique.

Toutefois cette solution impose d'avoir un accès du côté de la pièce

composite voir même un accès de chaque côté.

L'objectif de la présente invention cherche donc à résoudre un problème d'assemblage entre une pièce métallique et une pièce composite au moyen d'une fixation sans pénaliser la durée de vie en fatigue de la pièce
5 métallique et sans endommager la pièce composite.

Un autre but de la présente invention est de pouvoir proposer une solution qui puisse être mise en œuvre même dans le cas où il n'y a qu'un accès côté pièce métallique.

A cet effet, l'invention a donc pour objet un procédé d'assemblage
10 entre une pièce en matériau métallique et une pièce en matériau composite, l'assemblage entre lesdites pièces étant réalisé au moyen d'un organe de fixation.

Selon l'invention, le procédé comporte les étapes suivantes dans lesquelles :

15 - on réalise un pré-perçage dans les deux pièces de manière à former un évidement de diamètre D_1 dans la pièce en matériau métallique et dans la pièce en matériau composite,

- on met en place un insert ayant un diamètre variable dans la direction de l'épaisseur des pièces dans ledit évidement, ledit insert
20 comportant un corps principal creux et au moins une bride destinée à venir au moins partiellement en appui contre la face externe d'une pièce, ledit insert étant destiné à recevoir l'organe de fixation,

- on génère par expansion radiale sur la paroi interne de l'insert au moyen d'un outil d'expansion ayant un diamètre extérieur coopérant avec le
25 diamètre intérieur de l'insert, des contraintes résiduelles de compression dans au moins une zone des deux pièces le long de la circonférence de l'insert,

- on réalise l'évidement du corps principal de l'insert de sorte que l'insert a un diamètre intérieur final D_{final} sensiblement supérieur au diamètre
30 extérieur de l'organe de la fixation de manière à laisser un jeu entre la paroi interne de l'insert et la surface extérieure de l'organe de fixation, et

- on positionne l'organe de fixation dans l'insert pour maintenir la pièce métallique et la pièce composite ensemble.

L'invention concerne également une utilisation du procédé tel que décrit ci-dessus pour réaliser la fixation d'une pièce en matériau composite
5 telle qu'un panneau à structure sandwich sur une pièce en matériau métallique telle qu'un support de panneau pour réaliser une structure d'aéronef.

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

- Figure 1.A : une vue en coupe d'un assemblage entre deux pièces métalliques mettant en œuvre un procédé de montage en interférence de l'art antérieur ;
- Figure 1.B : une vue en coupe d'un assemblage entre deux
15 pièces métalliques mettant en œuvre un autre procédé de l'art antérieur ;
- Figure 2.A, Figure 2.B, Figure 2.C, Figure 2.D et Figure 2.E : les différentes étapes du procédé d'assemblage entre une pièce métallique et une pièce composite selon une première forme de réalisation de l'invention,
- Figure 3.A, Figure 3.B, Figure 3.C, Figure 3.D : les différentes
20 étapes du procédé d'assemblage entre une pièce métallique et une pièce composite selon une deuxième forme de réalisation de l'invention.

Le procédé de la présente invention est applicable de manière générale à un assemblage entre une pièce métallique 1 et une pièce
25 composite 2 qui sont des pièces distinctes et destinées à être maintenues l'une contre l'autre au moyen d'un organe de fixation positionné dans un alésage réalisé dans lesdites pièces.

Le concept principal de l'invention est de pouvoir générer préalablement à l'assemblage entre la pièce métallique et la pièce composite
30 des contraintes dans la pièce métallique autour de l'alésage au moyen d'un procédé d'expansion sans endommager la pièce composite. La présence de

ces contraintes permet d'augmenter la durée de vie en fatigue dans la pièce métallique et de retarder la propagation des fissures.

Pour ce faire il est impératif que l'étape du procédé d'expansion soit réalisée sans interférence avec la pièce composite afin d'éviter de créer des contraintes dans le volume de la pièce composite qui endommagerait la pièce composite.

En outre, ce procédé d'expansion doit pouvoir être mis en oeuvre même lorsqu'il y a seulement un accès du côté de la pièce métallique.

Sur les figures 2.A, 2.B, 2C, 2D et 2.E sont illustrées les différentes étapes d'un procédé d'expansion selon une première forme de réalisation de l'invention pour l'assemblage entre une pièce métallique 1 et une pièce composite 2 au moyen d'un organe de fixation 11. L'organe de fixation 11 est un boulon en acier ou en titane.

La pièce métallique 1 peut être réalisée, à titre d'exemple, dans un alliage d'aluminium et la pièce composite 2 dans un matériau composite comportant des fibres maintenues par une résine, par exemple des fibres de carbone.

A titre d'exemple, la pièce en matériau métallique 1 est un support métallique et la pièce en matériau composite 2 est un panneau à structure sandwich.

On réalise un pré-perçage dans les deux pièces 1, 2 de manière à former un évidement 6 de diamètre D1 dans la pièce en matériau métallique 1 et dans la pièce en matériau composite 2 (Figure 2.A). Ce pré-perçage est réalisé au moyen d'un outil d'alésage conventionnel 5.

On met en place ensuite un insert 9 ayant un diamètre variable dans la direction de l'épaisseur des pièces dans cet évidement 6 (Figure 2.B). L'insert comporte un corps principal creux 12 pour le passage de l'organe de fixation 11 et une bride 10 venant en appui contre la surface externe 101 de d'une des deux pièces. Dans l'exemple illustré sur la figure 2.B, la bride vient en appui contre la surface externe de la pièce métallique 1. Une couche adhésive peut être avantageusement disposée entre la bride et la surface

externe de la pièce métallique de manière à s'assurer de la fixation de l'insert dans l'évidement.

Dans une forme variante de l'invention dans laquelle on a un accès de chaque côté de l'assemblage, l'insert peut comporter de part et d'autre du corps creux une bride qui vient en appui contre la surface externe des
5 pièces.

La fonction de cet insert consiste à réaliser un interfaçage de l'outil d'expansion et des deux pièces.

Dans cette première forme de réalisation de l'invention, l'insert 9
10 comporte une partie inférieure ayant un diamètre intérieur D2 correspondant à la pièce en matériau composite 2 et une partie supérieure ayant un diamètre intérieur D3 correspondant à la pièce en matériau métallique 1 lorsque l'insert est positionné dans ledit évidement 6. Le diamètre intérieur D2 de la partie inférieure de l'insert est compris entre le diamètre de
15 l'évidement D1 et le diamètre intérieur D3 de la partie supérieure de l'insert.

Selon cette première forme de réalisation de l'invention, on introduit un outil d'expansion 7 ayant un diamètre d'expansion D4 supérieur aux diamètres intérieurs D2 et D3 de l'insert (Figure 2.C). De ce fait, lorsqu'on l'introduit dans le corps creux 12 de l'insert, l'outil exerce une action radiale
20 sur l'ensemble de la paroi interne de l'insert, générant ainsi des contraintes résiduelles de compression à la fois dans la pièce métallique et dans la pièce composite autour de l'insert. Le diamètre D2 étant très légèrement inférieur au diamètre D4, le taux d'expansion est plus important dans la pièce métallique que dans la pièce composite.

25 Ainsi par la présence de cet insert dont le diamètre varie dans la direction des épaisseurs des pièces, il est possible de contrôler le procédé d'expansion, et en particulier de privilégier le taux d'expansion dans la pièce métallique pour améliorer la durée de vie en fatigue tout en préservant la pièce composite des éventuelles délaminages.

30 La réalisation des contraintes résiduelles de compression dans les deux pièces préalablement à l'assemblage entre les deux pièces permet de

réaliser des perçages dans la pièce métallique avec des diamètres supérieurs aux diamètres des organes de fixations, de façon à être compatible avec les tolérances de fabrication et, éventuellement, de permettre l'interchangeabilité des pièces.

5 Dans une étape finale (Figure 2.D et Figure 2.E), on réalise l'évidement du corps principal 12 de l'insert de sorte que l'insert a un diamètre intérieur final D_{final} sensiblement supérieur au diamètre extérieur de l'organe de la fixation 11 de manière à laisser un jeu entre la paroi interne de l'insert et la surface extérieure de l'organe de fixation, et on positionne
10 l'organe de fixation 11 dans l'insert pour maintenir la pièce métallique et la pièce composite ensemble pour réaliser

L'insert 9 est une pièce monobloc en matériau métallique dont le module élastique et la contrainte d'écoulement plastique sont supérieurs au module élastique et à la contrainte d'écoulement plastique de la pièce
15 métallique de l'assemblage. De préférence, il est réalisé en acier, titane ou invar.

L'outil d'expansion 7 comporte un corps tubulaire 702 dont le diamètre extérieur D_5 est inférieur aux diamètres intérieurs D_2 et D_3 de l'insert et une tête d'expansion 701 dont le diamètre externe D_4 est dans cette forme de
20 réalisation supérieur à la fois au diamètre intérieur D_3 et au diamètre D_4 de l'insert.

Les figures 3.A, 3.B, 3.C et 3.D illustrent une deuxième forme de réalisation de l'invention dans laquelle afin d'éviter tout risque de délaminage dans la pièce composite, le procédé de l'invention permet de ne pas
25 expander la pièce composite, mais uniquement la pièce métallique, c'est-à-dire de générer uniquement des contraintes résiduelles de compression dans la pièce métallique autour de l'insert.

Pour cela, on utilise un outil d'expansion 7 ayant un diamètre d'expansion D_4 d'une part supérieur au diamètre intérieur D_3 , et d'autre part
30 inférieur au diamètre intérieur D_2 . Ainsi lorsque l'outil traverse le corps creux de l'insert 11, il exerce uniquement une action radiale sur la partie supérieure

de la paroi interne de l'insert correspondant à la pièce en matériau métallique 1, générant ainsi des contraintes résiduelles de compression uniquement dans la pièce en matériau métallique.

Le procédé décrit ci-dessus peut être utilisé pour fabriquer tout type
5 de structures d'aéronef 100 ou de véhicules terrestres à partir de l'assemblage entre une pièce métallique telle qu'un support métallique et une pièce composite telle qu'un panneau à structure sandwich.

REVENDICATIONS

1- Procédé d'assemblage entre une pièce en matériau métallique et une pièce en matériau composite, l'assemblage entre lesdites pièces étant réalisé au moyen d'un organe de fixation, ledit procédé comportant les étapes suivantes dans lesquelles:

- on réalise un pré-perçage dans les deux pièces de manière à former un évidement de diamètre D1 dans la pièce en matériau métallique et dans la pièce en matériau composite,
- on met en place un insert ayant un diamètre variable dans la direction d'une épaisseur des pièces dans ledit évidement, ledit insert comportant un corps principal creux et au moins une bride destinée à venir au moins partiellement en appui contre une face externe de l'une des pièces, ledit insert étant destiné à recevoir l'organe de fixation,
- on génère par expansion radiale sur une paroi interne de l'insert au moyen d'un outil d'expansion ayant un diamètre extérieur coopérant avec le diamètre intérieur de l'insert, des contraintes résiduelles de compression dans au moins une zone des deux pièces le long d'une circonférence de l'insert,
- on réalise un évidement du corps principal de l'insert de sorte que l'insert a un diamètre intérieur final D_{final} sensiblement supérieur à un diamètre extérieur de l'organe de fixation de manière à laisser un jeu entre la paroi interne de l'insert et une surface extérieure de l'organe de fixation, et
- on positionne l'organe de fixation dans l'insert pour maintenir la pièce métallique et la pièce composite ensemble.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit insert comporte une partie inférieure ayant un diamètre intérieur D2 correspondant à la pièce en matériau composite et une partie supérieure ayant un diamètre intérieur D3 correspondant à la pièce en matériau métallique lorsque l'insert est positionné dans ledit évidement, le diamètre intérieur D2 étant supérieur à D3 et compris entre le diamètre de l'évidement D1 et le diamètre intérieur D3 de la partie supérieure de l'insert.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un diamètre d'expansion D4 de l'outil d'expansion est supérieur aux diamètres intérieurs D2 et D3 de l'insert, de sorte que ledit outil exerce une action radiale sur l'ensemble de la paroi interne de l'insert, générant les contraintes résiduelles de compression dans la pièce en matériau métallique et dans la pièce en matériau composite, le taux d'expansion étant plus important dans la pièce métallique que dans la pièce composite.

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un diamètre d'expansion D4 de l'outil d'expansion est d'une part supérieur au diamètre intérieur D3, d'autre part inférieur au diamètre intérieur D2, de sorte que ledit outil exerce uniquement une action radiale sur la partie supérieure de la paroi interne de l'insert correspondant à la pièce en matériau métallique, générant ainsi les contraintes résiduelles de compression uniquement dans la pièce en matériau métallique.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit insert est une pièce monobloc en matériau métallique.

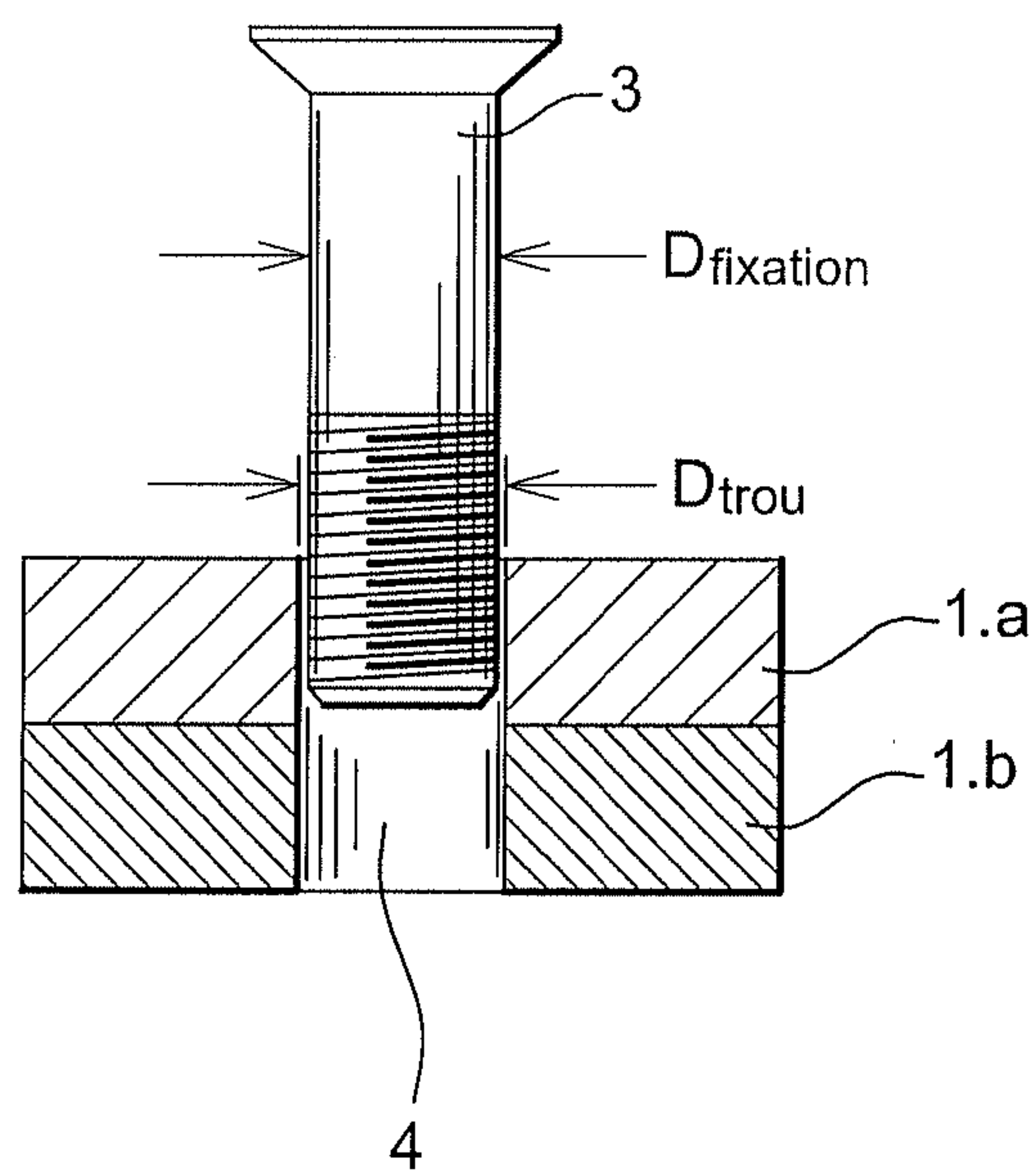
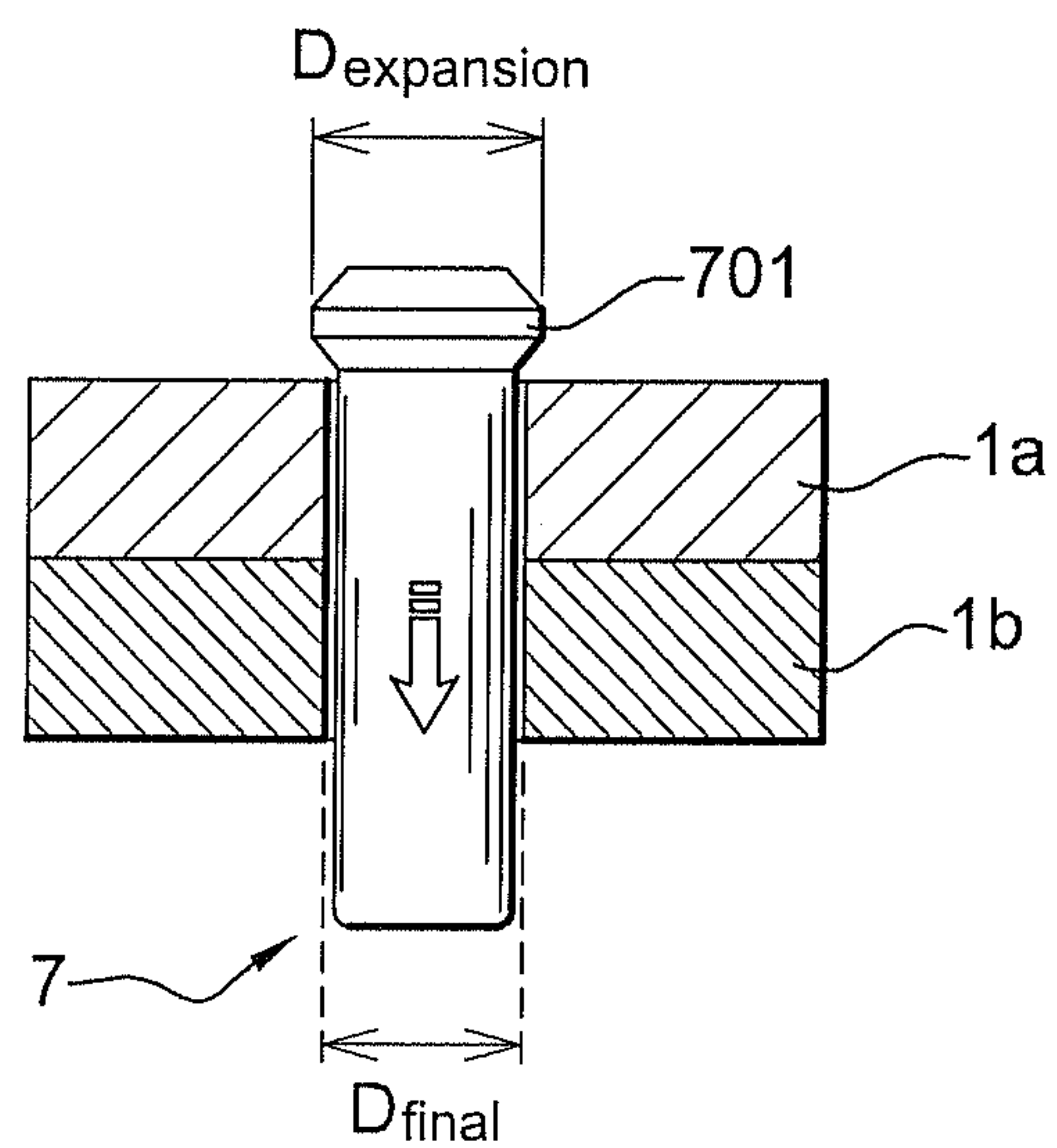
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel ledit matériau métallique est choisi dans le groupe comprenant l'acier, le titane, l'invar.

7. Procédé selon la revendication 2, dans lequel ledit outil d'expansion comporte un corps tubulaire ayant un diamètre extérieur D5 inférieur aux diamètres intérieurs D2 et D3 de l'insert et une tête d'expansion ayant un diamètre externe D4 au moins supérieur au diamètre intérieur D3 de l'insert.

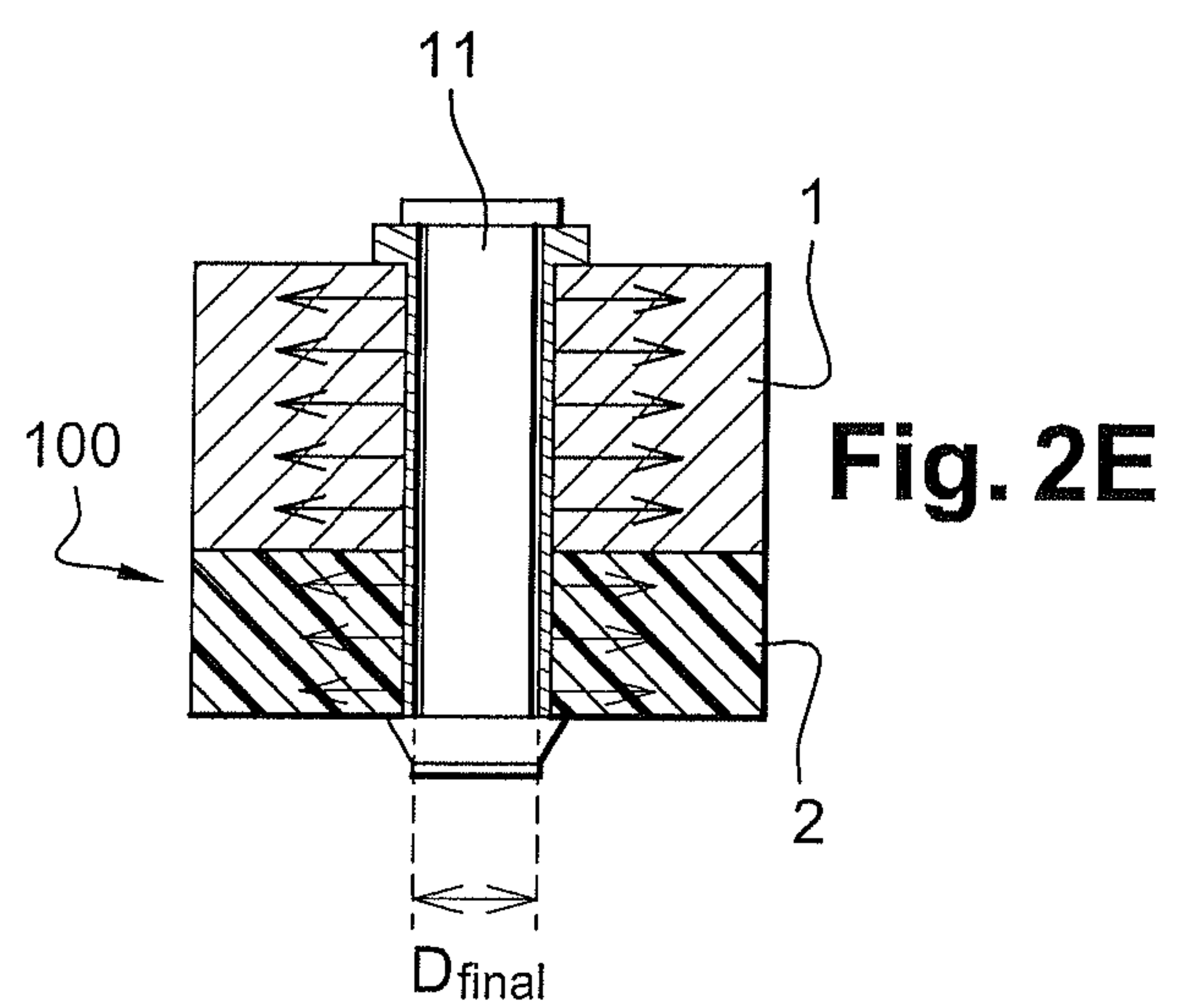
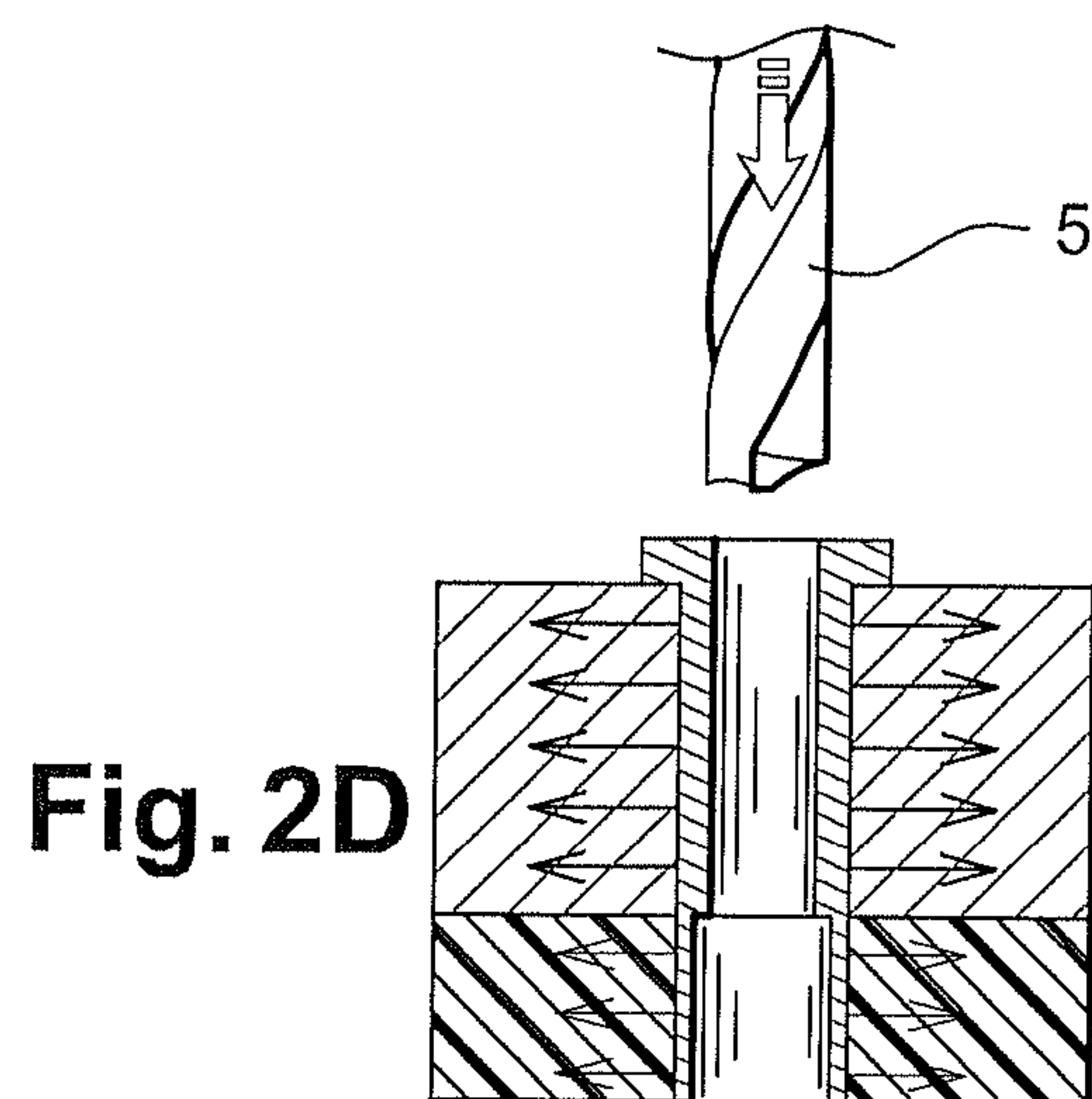
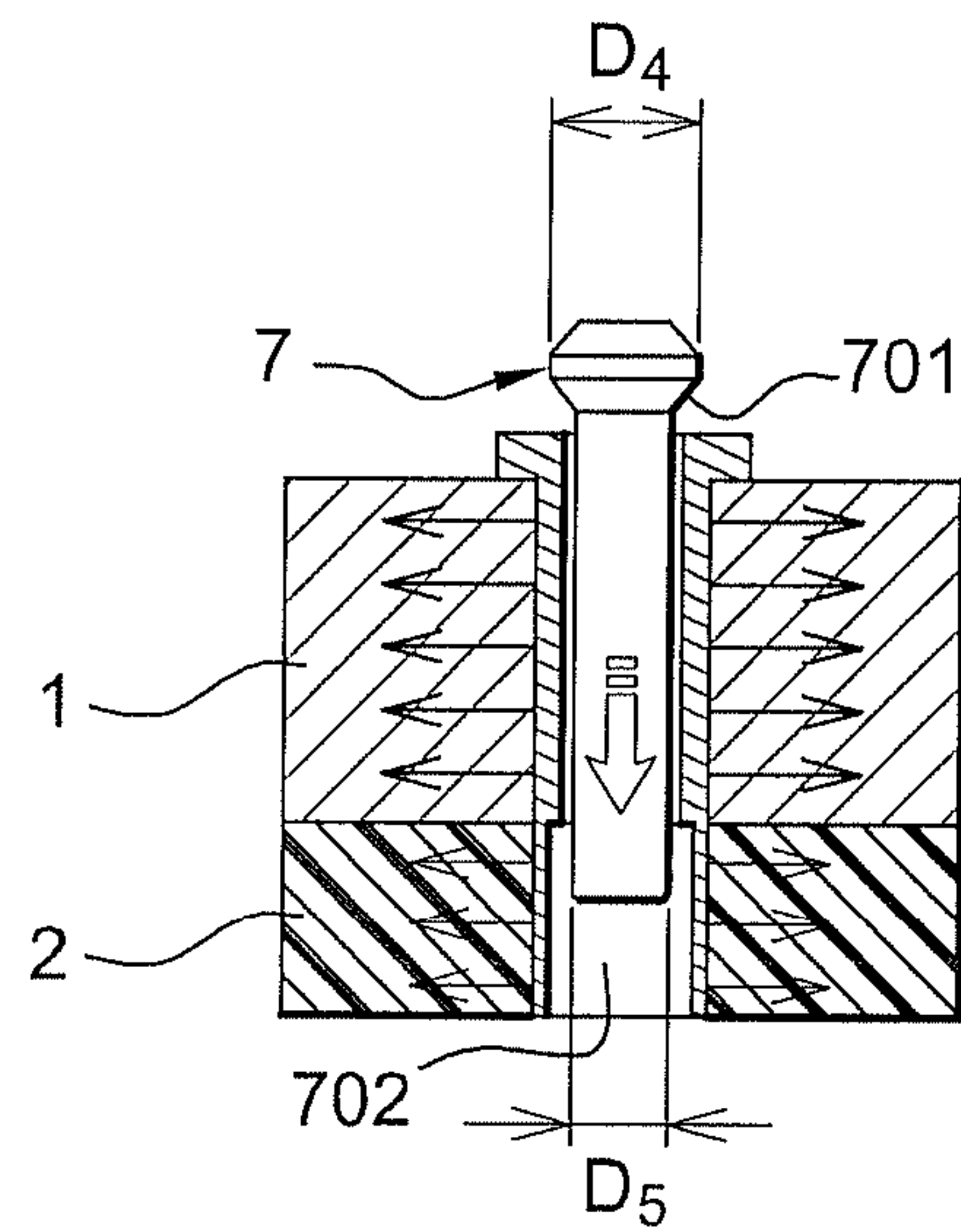
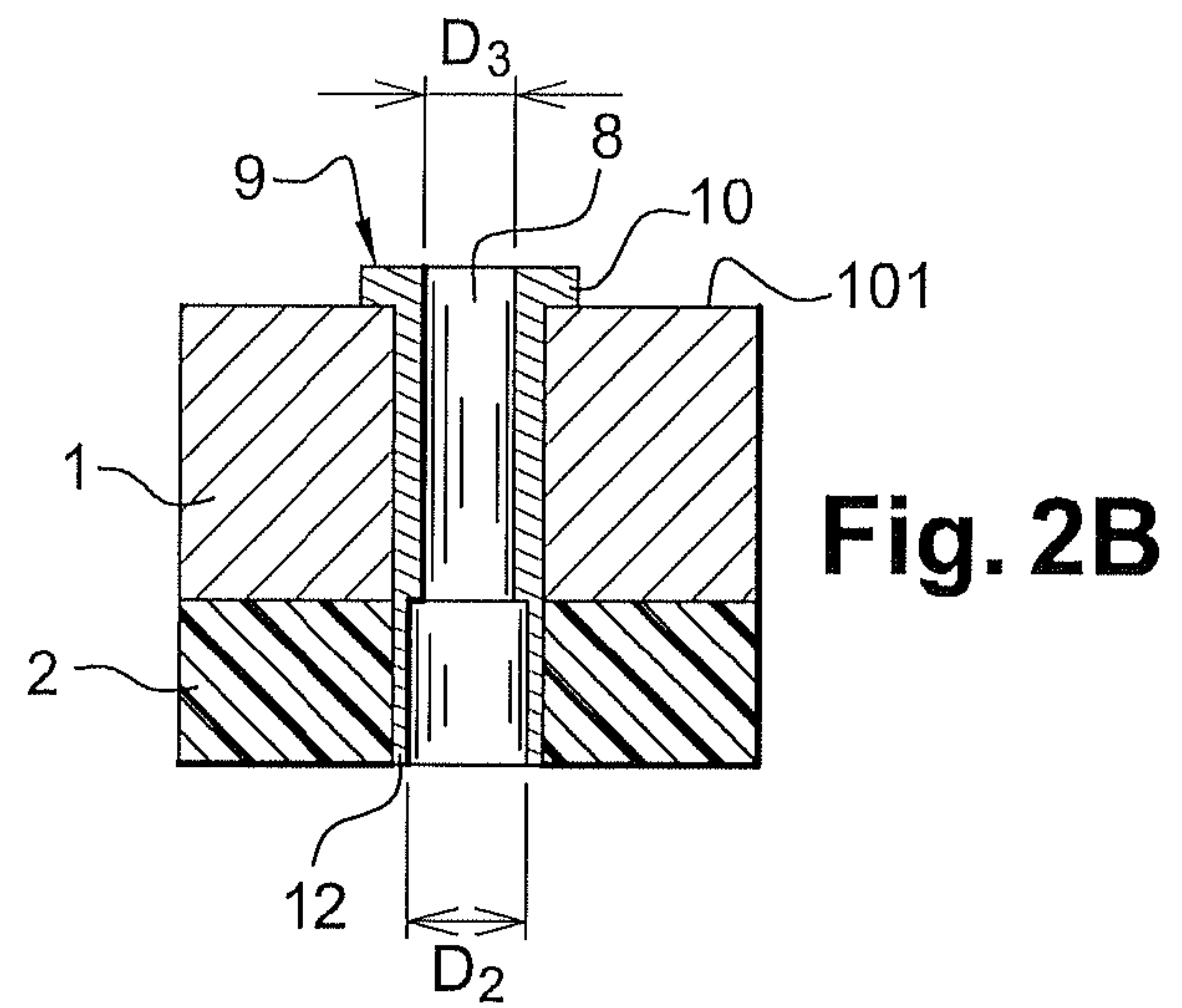
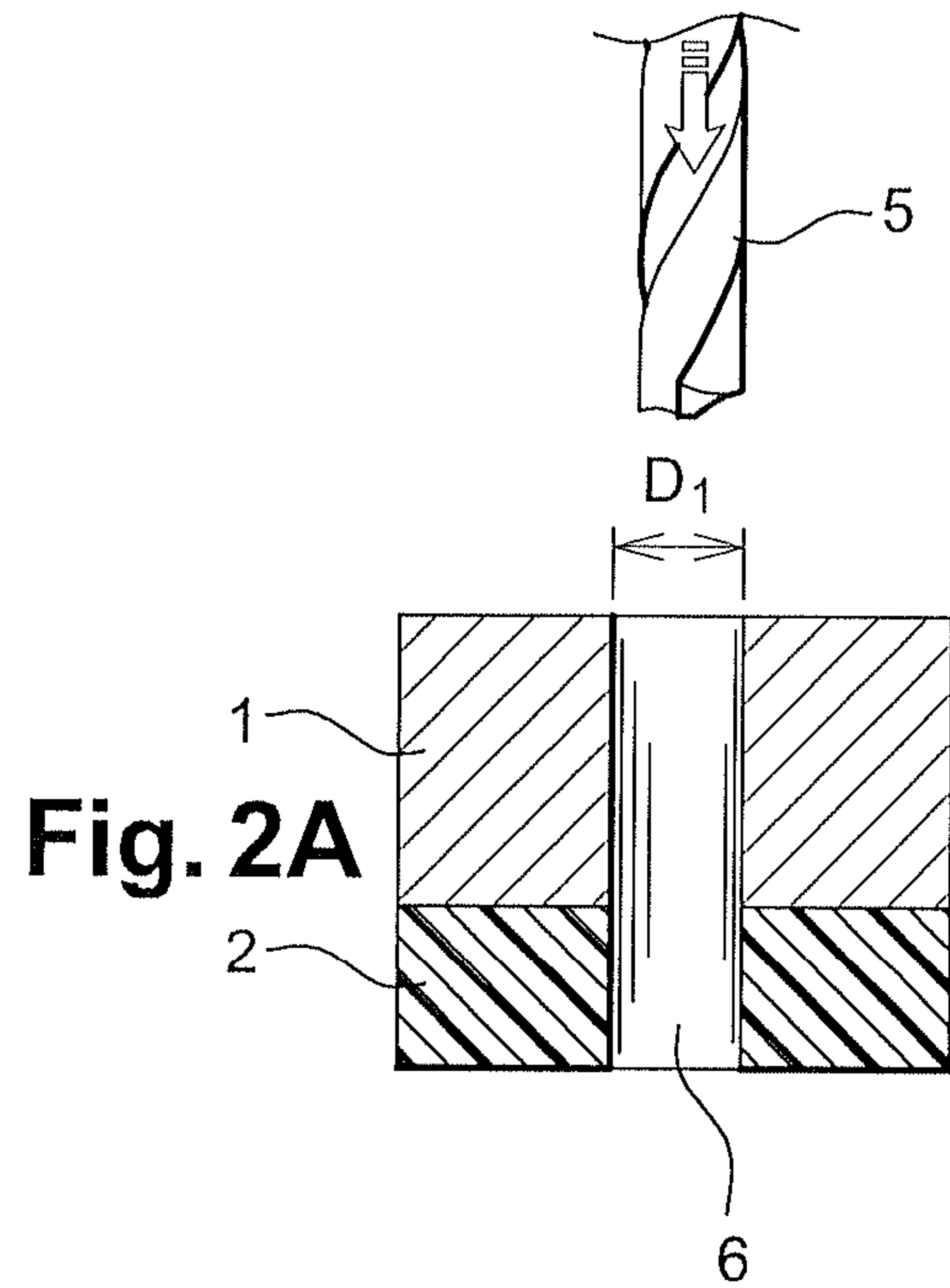
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la pièce en matériau métallique est un support métallique et la pièce en matériau composite est un panneau à structure sandwich.

9. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 pour assembler une pièce en matériau composite sur une pièce en matériau métallique pour réaliser une structure d'aéronef.

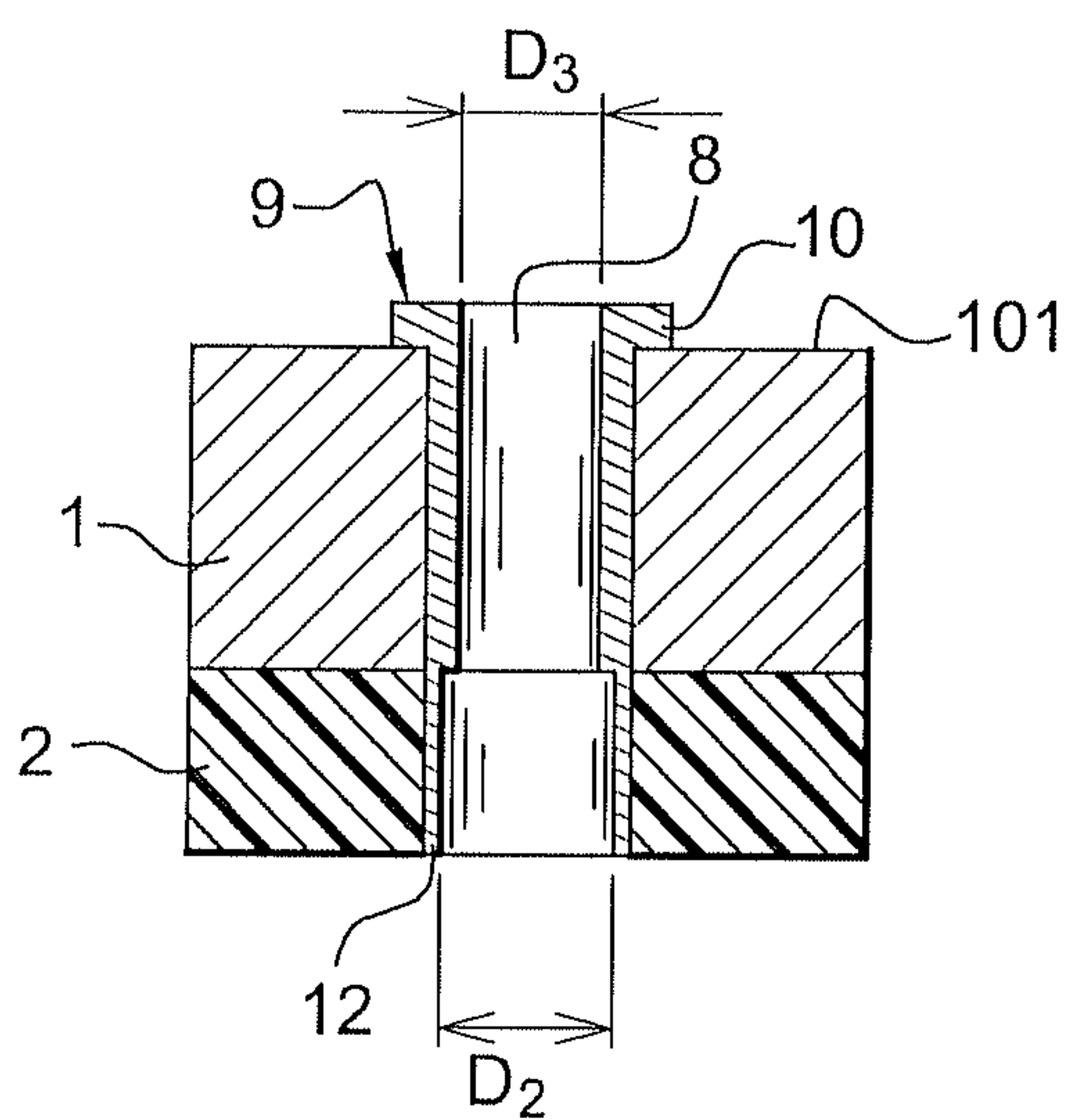
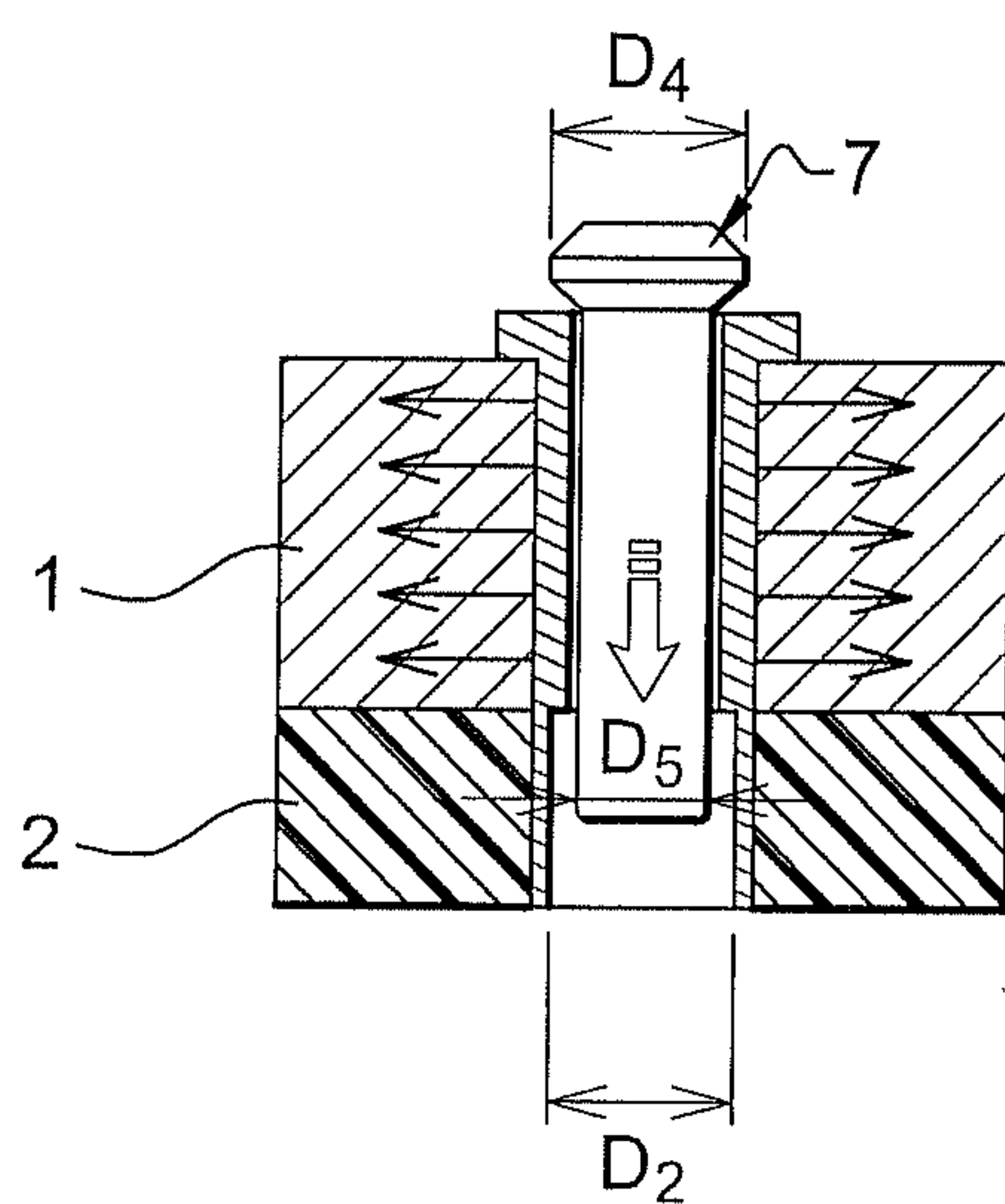
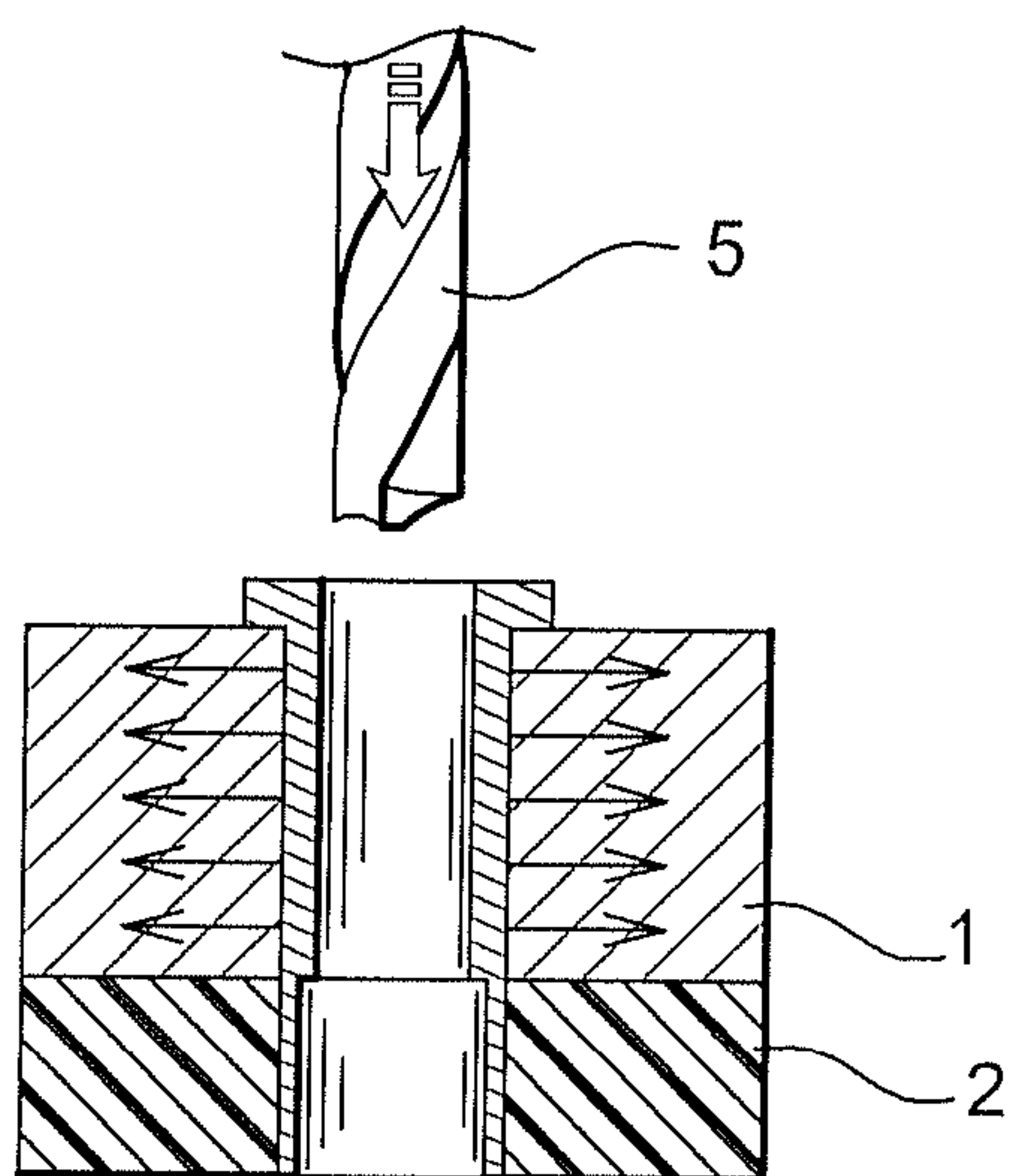
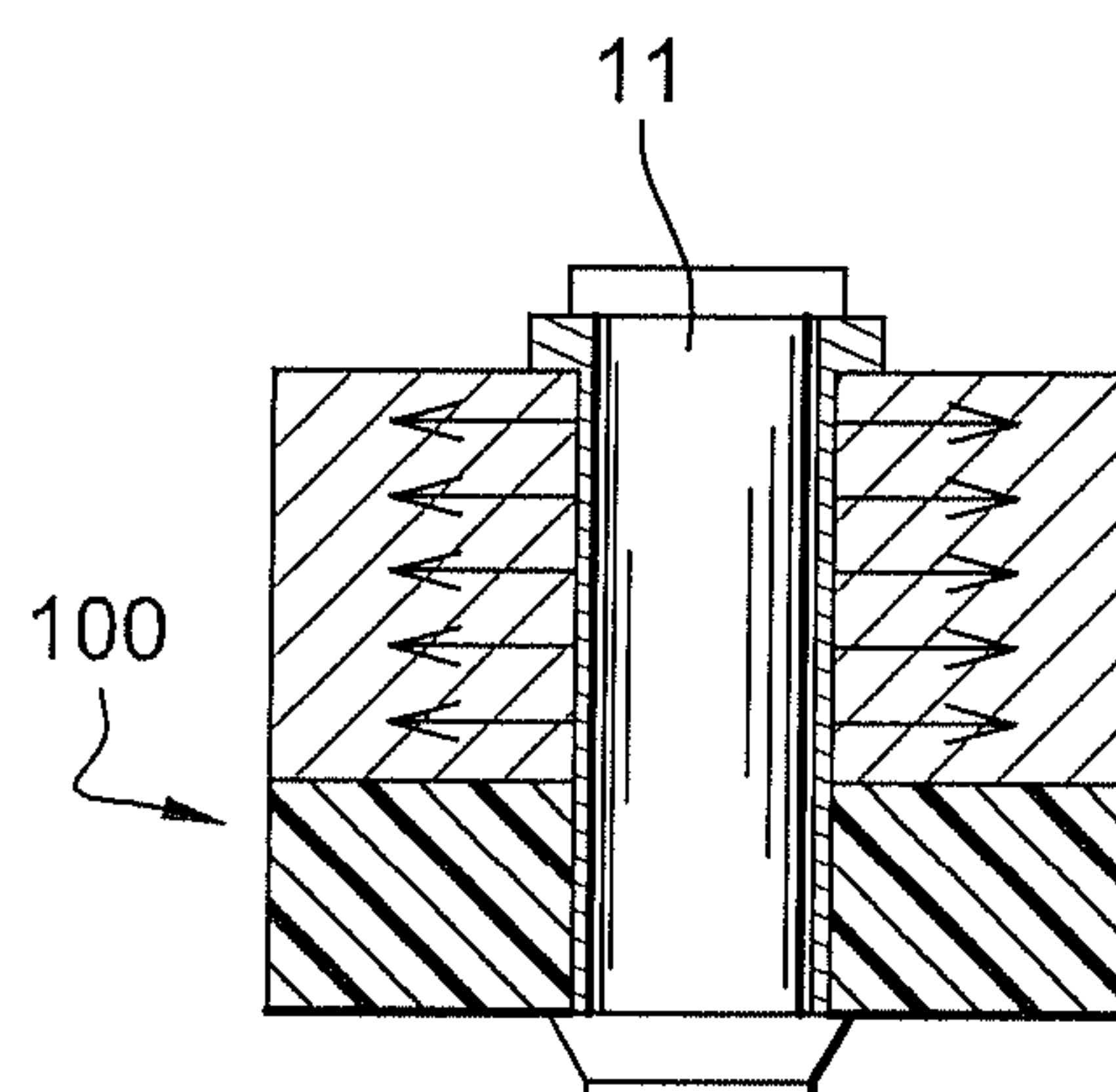
1/3

Fig. 1A**Fig. 1B**ART ANTERIEUR

2 / 3



3 / 3

**Fig. 3A****Fig. 3B****Fig. 3C****Fig. 3D**

