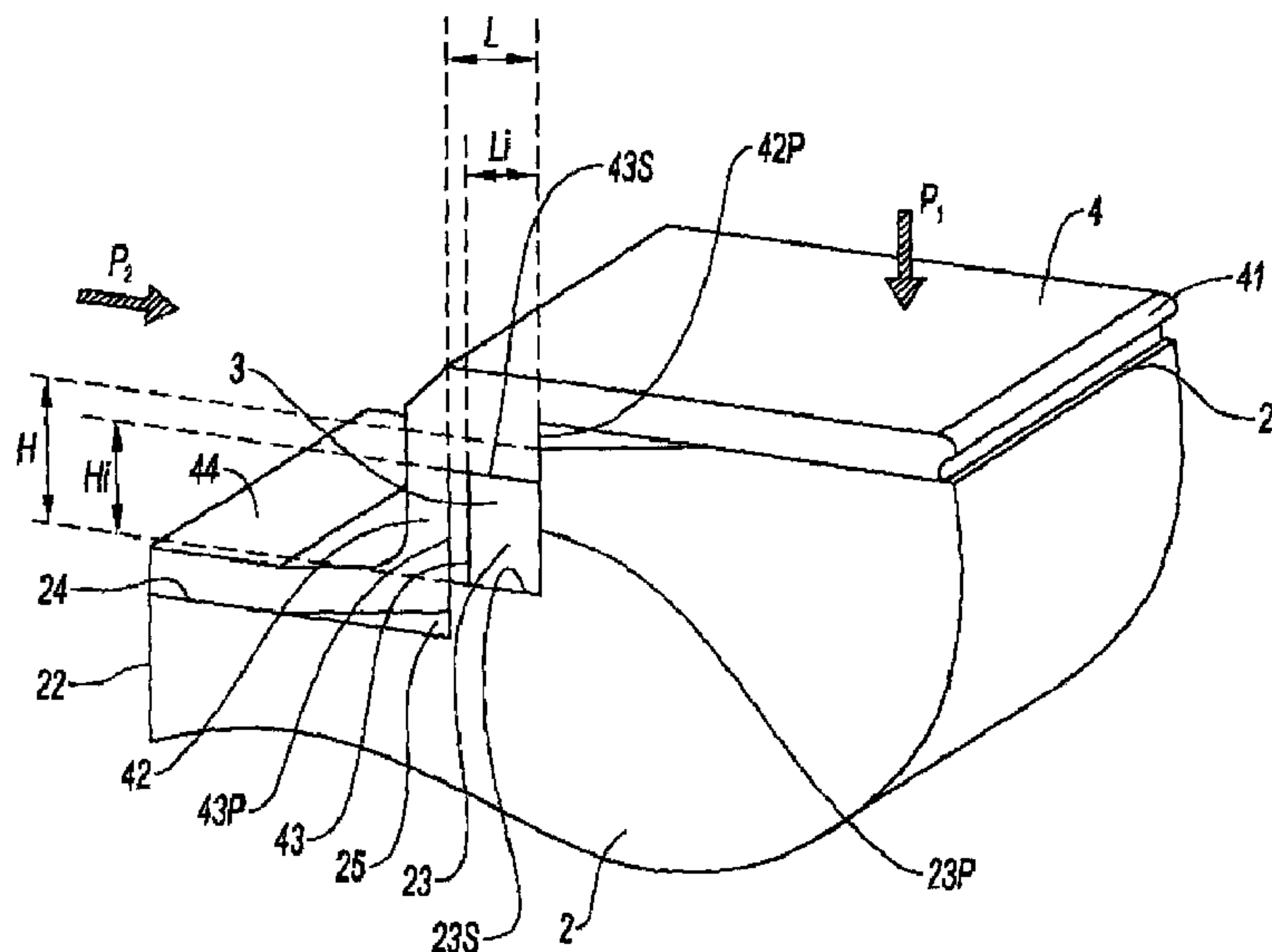




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2008/12/24
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2009/07/09
 (45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2016/12/20
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2010/06/21
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** EP 2008/068293
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2009/083572
 (30) **Priorité/Priority:** 2007/12/28 (FR0709171)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. C22C 47/06** (2006.01)
 (72) **Inventeurs/Inventors:**
 MASSON, RICHARD, FR;
 DUCOS, DOMINIQUE, FR
 (73) **Propriétaire/Owner:**
 MESSIER-BUGATTI-DOWTY, FR
 (74) **Agent:** GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) **Titre : PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PIÈCE MÉTALLIQUE RENFORCÉE DE FIBRES CÉRAMIQUES**
 (54) **Title: PROCESS FOR MANUFACTURING A METAL PART REINFORCED WITH CERAMIC FIBRES**



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention porte sur un procédé de fabrication d'une pièce métallique renforcée de fibres céramiques, selon lequel on forme dans un corps (2) métallique principal, présentant une face supérieure (21), un logement pour un insert, on dispose un insert



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

(3) formé d'un faisceau de fibres à matrice métallique dans le logement, on place un couvercle métallique (4) sur le corps principal (2) de façon à recouvrir l'insert (3), on soude le couvercle sur le corps métallique, on procède à la compression isostatique à chaud et on usine la pièce obtenue à la forme souhaitée., Le procédé est caractérisé par le fait que le logement a la forme d'une encoche (23) à section en L avec une face (23P) perpendiculaire à la face supérieure (21) et une face (23S) parallèle à la face supérieure (21), le couvercle (4) présentant une encoche interne (43) à section en L et de forme complémentaire à celle du corps métallique avec ledit insert, le couvercle (4) étant conformé extérieurement de façon que les efforts de pression s'exercent perpendiculairement aux dites faces de l'encoche (23).

(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
9 juillet 2009 (09.07.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/083572 A1(51) Classification internationale des brevets :
C22C 47/06 (2006.01)Richard [FR/FR]; 2 avenue Huguier, F-78530 Buc (FR).
DUCOS, Dominique [FR/FR]; 21 rue des Primevères,
F-91600 Savigny Sur Orge (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2008/068293(74) Mandataires : DAVID, Daniel etc.; Bloch & Gevers,
23bis rue de Turin, F-75008 Paris (FR).(22) Date de dépôt international :
24 décembre 2008 (24.12.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(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.

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0709171 28 décembre 2007 (28.12.2007) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
MESSIER-DOWTY SA [FR/FR]; Zone Aéronautique
Louis Breguet, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : MASSON,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PROCESS FOR MANUFACTURING A METAL PART REINFORCED WITH CERAMIC FIBRES

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE PIÈCE MÉTALLIQUE RENFORCÉE DE FIBRES CÉRAMIQUES

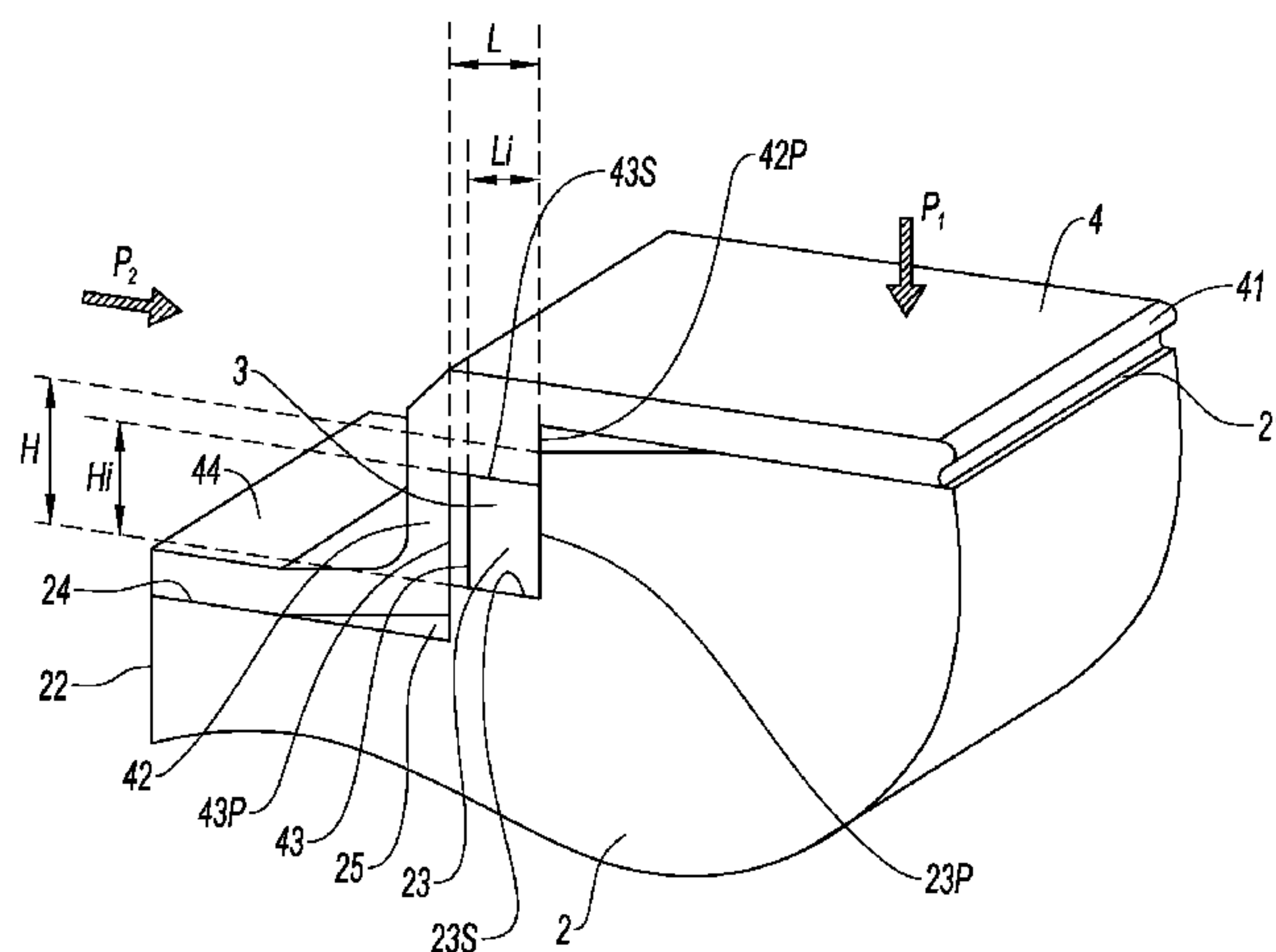


Fig. 3

(57) Abstract: The present invention relates to a process for manufacturing a metal part reinforced with ceramic fibres, in which: a housing is formed for an insert in a main metal body (2) having an upper face (21); an insert (3) formed from a bundle of fibres with a metal matrix is placed in the housing; a metal cover (4) is placed on the main body (2) so as to cover the insert (3); the cover is welded onto the metal body; a hot isostatic pressing operation is carried out; and the part obtained is machined to the desired shape. The process is characterized in that the housing has the shape of a notch of L-shaped cross section with a face (23P) perpendicular to the upper face (21) and a face (23S) parallel to the upper face (21), the cover (4) having an internal notch (43) of L-shaped cross section, this having a shape complementary to that of the metal body with said insert, the cover (4) being shaped on the outside so that the pressure forces are exerted perpendicular to said faces of the notch (23).

(57) Abrégé : La présente invention porte sur un procédé de fabrication d'une pièce métallique renforcée de fibres céramiques, selon lequel on forme dans un corps (2) métallique principal, présentant une face supérieure (21), un logement pour un insert, on dispose un insert (3)

[Suite sur la page suivante]



WO 2009/083572 A1

WO 2009/083572 A1

(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, 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).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

formé d'un faisceau de fibres à matrice métallique dans le logement, on place un couvercle métallique (4) sur le corps principal (2) de façon à recouvrir l'insert (3), on soude le couvercle sur le corps métallique, on procède à la compression isostatique à chaud et on usine la pièce obtenue à la forme souhaitée. Le procédé est caractérisé par le fait que le logement a la forme d'une encoche (23) à section en L avec une face (23P) perpendiculaire à la face supérieure (21) et une face (23S) parallèle à la face supérieure (21), le couvercle (4) présentant une encoche interne (43) à section en L et de forme complémentaire à celle du corps métallique avec ledit insert, le couvercle (4) étant conformé extérieurement de façon que les efforts de pression s'exercent perpendiculairement aux dites faces de l'encoche (23).

Procédé de fabrication d'une pièce métallique renforcée de fibres céramiques

5 La présente invention concerne la fabrication de pièces métalliques
comportant des renforts internes formés de fibres céramiques, et
comprenant l'incorporation d'un insert en matériau composite du type
constitué de fibres céramiques dans une matrice métallique

10 Dans le but de réduire la masse des pièces métalliques tout en leur assurant
une résistance plus importante notamment en traction ou en compression, il
est connu d'incorporer des fibres céramiques dans la masse. Il s'agit par
exemple de fibres de carbure de silicium, SiC, qui présentent une résistance
à la traction et la compression largement supérieure à celle d'un métal
comme le titane.

15 La fabrication de ces pièces passe par la formation préalable d'inserts à
partir de fils céramiques à matrice métallique qui comprennent une fibre
céramique enduite de métal. Ils sont désignés aussi fibres CMM ou fils
enduits. Le métal donne l'élasticité et la souplesse nécessaires à leur
20 manipulation.

Un procédé connu de fabrication de telles pièces avec renfort comprend la
réalisation d'un bobinage de fil enduit autour d'un mandrin. Le bobinage
est ensuite introduit dans un conteneur ou corps principal métallique dans
25 lequel on a usiné au préalable une rainure formant un logement. La
profondeur de la rainure est supérieure à la hauteur du bobinage. Un
couvercle est placé sur le conteneur et soudé à sa périphérie après mise
sous vide. Le couvercle présente un tenon de forme complémentaire à celle
de la rainure, et sa hauteur est adaptée à celle du bobinage placé dans la
30 rainure de façon à venir combler la rainure. On procède ensuite à une étape
de compression isostatique à chaud au cours de laquelle le couvercle est
déformé et le bobinage est comprimé par le tenon.

35 La technique de compression isostatique à chaud consiste à disposer la
pièce dans une enceinte où elle est soumise à une pression élevée, de
l'ordre de 1000 bars et une température également élevée, de l'ordre de
1000°C pendant quelques heures.

40 Les gaines métalliques des fils enduits se soudent entre elles et avec les
parois de la rainure par diffusion pour former un ensemble dense composé

d'alliage métallique au sein duquel s'étendent les fibres céramiques. La pièce obtenue est ensuite usinée à la forme souhaitée.

5 Le procédé permet la fabrication de pièces aéronautiques axisymétriques telles que des disques de rotor, des disques aubagés monoblocs, des arbres, des corps de vérin, des carters, etc. On réalise aussi des pièces oblongues pour constituer des bielles par exemple.

10 L'usinage de la rainure dans le corps principal est difficile à réaliser notamment en raison des faibles rayons dans le fond de la rainure. Ce faible rayon est nécessaire pour permettre le logement de l'insert qui a une section rectangulaire. L'usinage du tenon correspondant dans le couvercle n'est pas aisé non plus à cause des angles non débouchants. Lorsqu'en
15 particulier les pièces à réaliser ne sont pas axisymétriques mais sont longues, avec une forme ovale ou bien avec des portions rectilignes, un ajustement précis sur des longueurs importantes est difficile à obtenir. Cela est encore plus difficile pour des inserts formés de fils enduits très rigides en raison des fibres céramiques qui obligent la réalisation de logements dans lequel ils s'adaptent parfaitement.

20 Au lieu de fabriquer l'insert séparément puis de le transférer dans la rainure du corps principal, le brevet FR 2886290 au nom de Snecma propose de réaliser, selon une variante, le bobinage directement sur le corps principal. Au lieu d'une rainure on ménage deux épaulements dans celui-ci. Le
25 premier présente une surface d'appui pour le bobinage direct d'un fil enduit. Cette surface est parallèle à la direction de bobinage. Lorsque le bobinage est achevé, on reconstitue la rainure en plaçant une pièce sur le corps principal qui est de forme complémentaire à celle d'un second épaulement formant un gradin par rapport au premier épaulement. Puis on
30 dispose le couvercle avec le tenon sur l'insert que l'on vient de bobiner et on procède au compactage de l'ensemble. Cette solution ne résout que partiellement le problème de fabrication car l'assemblage reste complexe.

35 La demanderesse s'est fixé comme objectif d'améliorer le procédé de fabrication de telles pièces dans le sens d'une simplification des étapes de la gamme et d'une réduction des coûts.

Conformément à l'invention le procédé de fabrication d'une pièce métallique renforcée de fibres céramiques, selon lequel

on forme, dans un corps métallique présentant une face supérieure, un logement pour un insert,

on dispose au moins un insert formé à partir de fibres à matrice métallique dans le logement,

5 on place un couvercle métallique sur le corps de façon à recouvrir l'insert,

on soude le couvercle sur le corps métallique après sa mise sous vide,

10 on soumet l'ensemble à un traitement de compression isostatique à chaud et

on usine l'ensemble traité à la forme souhaitée,

15 est caractérisé par le fait que le logement a la forme d'une encoche à section en L avec deux faces perpendiculaires entre elles, le couvercle présentant une encoche interne à section en L et de forme complémentaire à celle de l'encoche du corps métallique avec ledit insert, le couvercle étant conformé extérieurement de façon que les efforts de pression s'exercent perpendiculairement aux dites faces de l'encoche.

20 De préférence, l'encoche du corps métallique comprend une face perpendiculaire à ladite face supérieure et une face parallèle à ladite face supérieure.

25 En modifiant ainsi par rapport à l'art antérieur la géométrie des pièces à assembler, on dispose d'un meilleur accès pour l'outil d'usinage du logement de l'insert aussi bien pour le corps principal que pour le couvercle, ce qui rend ces opérations moins délicates à réaliser et donc moins onéreuses. Le nombre de pièces est réduit à deux ce qui simplifie l'assemblage par rapport à la solution précédente. Par ailleurs cette géométrie permet une application des efforts de pression selon deux directions non parallèles contribuant à un compactage plus efficace. Il est à noter que dans le cas d'un insert annulaire, la déformation de l'insert est parallèle à son axe.

35 Cette solution permet des mises en œuvre différentes. Selon un premier mode de réalisation on forme au préalable l'insert par bobinage d'un fil enduit et on le met en place dans l'encoche. Selon un autre mode de réalisation on forme l'insert par bobinage d'un fil enduit directement dans l'encoche, cette dernière formant mandrin de bobinage.

Cette solution permet aussi la réalisation de pièces différentes. L'insert peut avoir une forme annulaire. Il peut ainsi selon la géométrie de la pièce à renforcer former un anneau axisymétrique ou bien encore pour des pièces de forme allongée présenter au moins une portion rectiligne. L'insert peut encore pour des pièces de forme allongée ne pas être annulaire et être formé d'un ou de plusieurs éléments rectilignes.

Plus précisément la section transversale du bobinage est rectangulaire, une première face du bobinage venant en appui contre une face de l'encoche et une deuxième face du bobinage venant en appui contre l'autre face de l'encoche.

Avantageusement le couvercle présente une portion de surface de centrage coopérant avec une face de l'encoche, notamment la face de l'encoche du corps principal perpendiculaire à la face supérieure de celui-ci, pour centrer et guider la déformation du couvercle sur le corps principal.

On décrit maintenant l'invention plus en détail en référence aux dessins annexés sur lesquels

La figure 1 représente un schéma de réalisation d'une pièce avec insert selon l'art antérieur.

La figure 2 montre la solution de l'art antérieur tel que présenté dans le brevet FR 2886290 avec deux épaulements.

La figure 3 montre la solution de l'invention avec une encoche à la fois sur le corps principal et sur le couvercle.

Les figures 4 et 5 sont une simulation de la déformation du couvercle et de l'insert pendant l'opération de compression isostatique à chaud.

La figure 6 montre l'application de l'invention à la réalisation d'une pièce axisymétrique.

La figure 7 montre l'application de l'invention à la réalisation d'une pièce de forme allongée.

La figure 8 montre un exemple de pièce finie réalisée conformément à l'invention, après usinage.

Le schéma de la figure 1 illustre un mode opératoire de l'art antérieur. Le corps principal P, métallique, comprend une rainure R à section rectangulaire. On dispose dans cette rainure l'insert I constitué d'un faisceau de fils enduits maintenus provisoirement et liés les uns aux autres. Une seconde pièce formant couvercle C est placée sur le corps principal P ; elle présente un tenon T de forme adaptée à la rainure R et qui s'appuie sur

l'insert I. Les bords de la rainure R ou bien du tenon T sont chanfreinés de manière à ménager un jeu avec la partie du couvercle adjacente au tenon. Lors de l'opération de compression isostatique à chaud. La pression est exercée selon la direction perpendiculaire à la surface du couvercle. La
5 pression et la chaleur permettent au métal de la matrice d'occuper les vides entre les fils enduits constituant l'insert. Le volume de l'insert diminue de 23%. Le tenon est ainsi déplacé vers le bas et le jeu de part et d'autre du tenon est absorbé. À la fin du processus le métal a fusionné ; la pièce est ainsi renforcée par les fils emprisonnés dans la masse. Une technique
10 semblable est décrite dans le brevet EP 831 154.

Comme on le voit sur la figure 2, reprise du brevet FR 2886290, un corps principal 139 de révolution autour de l'axe 140, en alliage de titane par exemple, comprend une portion interne centrale par rapport à l'axe de
15 hauteur H' égale à la hauteur du conteneur. Sa périphérie 142 est chanfreinée jusqu'à un premier épaulement 143 de hauteur h et de largeur d. A la périphérie de cet épaulement se trouve un second épaulement 144 dont la dimension radiale complète la largeur du conteneur. Sa surface 145 s'étend à une altitude inférieure à celle de la surface du premier épaulement annulaire. On a mis un insert annulaire 147 formé d'un faisceau de fils
20 enduits liés provisoirement entre eux. On a rapporté un anneau extérieur 146 sur le second épaulement de hauteur correspondant à celle de la portion centrale du corps principal. L'anneau extérieur 147 est soudé de manière à reconstituer une rainure avec le premier épaulement. Le couvercle 148 présente une saillie annulaire 149 et prend appui sur le faisceau de fils
25 enduits. On retrouve à partir de cette phase le procédé précédent.

On a représenté sur les figures suivantes un mode de réalisation non limitatif de la solution de l'invention.

30 La figure 3 montre, en coupe transversale avec perspective, une partie d'une pièce à fabriquer incorporant un insert. Le corps principal 2 de la pièce métallique, en alliage de titane par exemple, présente une face supérieure 21 et un bord périphérique 22 ; on a usiné une encoche 23 à section en L en retrait du bord 22. Cette encoche présente une face 23 P,
35 perpendiculaire à la face supérieure 21, et une face 23S parallèle à cette dernière. La hauteur H de 23P et la largeur L de 23S sont déterminées en fonction des dimensions de l'insert à placer. Entre l'encoche 23 et le bord 22 le corps principal 2 présente une portion de surface de bord 24 à une

altitude inférieure à celle de la surface 23S ; un épaulement 25 forme la transition entre les deux parties 23 et 22.

5 Un insert 3 formé à partir d'un faisceau de fils enduits et de section transversale rectangulaire est logé dans l'encoche. Sa hauteur H_i est légèrement inférieure à celle de la face 23P et sa largeur L_i est également inférieure à celle de la face 23S.

10 L'insert peut être avantageusement réalisé, de façon non limitative, selon l'une des méthodes enseignées par le brevet FR 2.886 .290. Cela comprend la structure des fils enduits, leur fabrication, la fabrication d'une nappe liée de fils enduits, la solidarisation de cette nappe soit sur le support métallique sur lequel elle est enroulée soit à la nappe de couche inférieure, le soudage de fils par laser ou par contact entre deux électrodes.

15 Lorsque l'insert est rectiligne, il est avantageusement déjà compacté et fabriqué selon la technique décrite dans la demande de brevet déposée par la demanderesse sous le numéro FR 0705454 le 26 juillet 2007.

20 On a placé sur le corps principal 2 un couvercle 4 conformé de façon à épouser les différentes parties du corps principal avec l'insert. Plus précisément, il comprend une paroi de fond 41 qui s'appuie sur la face supérieure 21, une paroi de bord 44 qui s'appuie sur la portion de surface de bord 24 et une paroi latérale 42 perpendiculaire entre les deux parois 41
25 et 44. Cette paroi latérale présente une encoche 43 interne. L'encoche 43 est à section transversale en L avec une face 43P perpendiculaire à la paroi de fond 41. Cette face se prolonge du côté de l'épaulement 25 qu'il chevauche. L'encoche présente une face 43S parallèle à la face 23S de l'encoche 23 du corps principal 2 et en appui contre la face supérieure de
30 l'insert 3. La largeur de la face 43S est la même que celle de la face 23S. Comme la hauteur H_i de l'insert est légèrement inférieure à la hauteur H de la face 23P, la paroi 42 est en contact avec cette dernière par sa portion de surface 42P.

35 Le couvercle n'épouse pas le corps principal 2 en trois endroits. Un chanfrein est usiné entre la face supérieure 21 du corps principal et l'encoche 23 ménageant un jeu avec la paroi de fond 41. Ce jeu peut aussi être obtenu par creusement de la paroi de fond. De même un jeu est ménagé entre la paroi de bord 44 et la surface de bord 24. On note aussi que la
40 largeur L_i de l'insert étant légèrement inférieure à celle de la face 23S de

l'encoche 23, un espace est créé entre la face 43P de l'encoche 43 du couvercle et l'insert.

5 Lorsque le couvercle et le corps principal sont disposés ainsi, soudés et sous vide, on soumet l'ensemble à un traitement de compression isostatique à chaud. La pression s'exerce sur l'ensemble produisant des efforts selon deux directions P1 et P2. L'effort de pression selon la direction P1 s'exerce sur la face extérieure du couvercle de la paroi de fond 41 et de la paroi de bord 44 qui sont parallèles. La pression s'exerce aussi selon la direction P2
10 perpendiculaire à P1 sur la face extérieure de la paroi latérale 42 qui est perpendiculaire aux deux premières faces extérieures.

15 Les efforts sur le couvercle selon la direction P1 conduisent à une déformation de celui-ci parallèlement aux faces 23P et 43P avec compactage de l'insert dans cette direction et absorption du jeu entre les parois de fond 41 et de bord 44 du couvercle 4 et les faces supérieure 21 et de bord 24 du corps principal 2.

20 Le jeu entre la face 43P de l'encoche du couvercle et l'insert est également absorbé par la déformation du couvercle résultant des efforts de pression selon la direction P2.

25 Dans la mesure où l'insert est de forme annulaire il ne subit pas de déformation dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'anneau.

On a représenté sur les figures 4 et 5 une simulation des déformations subies par le couvercle et l'insert. L'insert est de forme axisymétrique, les déformations sont orientées dans la direction de l'axe de l'insert.

30 En raison des formes simples qu'il implique, le procédé de l'invention présente l'avantage de pouvoir réaliser l'encoche sur le corps principal à l'aide d'un outil de fraisage conventionnel. Il en est de même pour l'encoche sur le couvercle.

35 L'encoche peut être de révolution pour la réalisation d'une pièce axisymétrique. La figure 6 montre en perspective avec une partie arrachée l'assemblage d'un corps principal 102 avec un couvercle 104.

40 Le corps principal 102 présente une encoche de révolution 123 autour de l'axe de celui-ci, pour le logement d'un insert 103 qui est de forme

annulaire. L'ensemble est recouvert d'un couvercle 104 avec une encoche 143. On retrouve les mêmes éléments que dans la figure 3 avec une référence augmentée de 100. L'insert est retenu entre l'encoche 123 du corps 102 et l'encoche 143 du couvercle 104. la compression isostatique a pour objet la compression de l'insert 103 selon la direction P1. Les faces 142P et 143P de l'encoche 143 glissent le long des faces 123P et 125 du corps 102 en comprimant l'insert 103. La compression secondaire est fournie par les efforts selon la direction P2 qui déforment la paroi 142.

10 L'insert peut être réalisé par bobinage séparément puis rapporté sur l'encoche. Cependant la forme permet un bobinage direct sur l'encoche.

L'invention permet la réalisation de pièces qui ne sont pas axisymétriques comme celle représentée sur la figure 7. Les références pointent sur les mêmes parties que sur la figure 3 et sont augmentées de 200. Le corps principal 202 a une forme allongée qui se décompose en deux parties en demi-cercles reliés par deux parties rectilignes. L'encoche 223 est de forme allongée avec deux parties en demi-cercle et deux parties rectilignes. Cette encoche reçoit un insert de forme correspondante. La pièce comprend deux faces avec deux encoches 223 qui sont recouvertes par deux couvercles. 204 qui comportent chacun une encoche 243.

On a représenté en 210 la pièce assemblée prête pour le traitement de compression isostatique à chaud.

25 Sur la figure 8 on voit un exemple de pièce qu'il est possible de réaliser avec le procédé. L'insert 3 est noyé dans la masse du corps 2, il est visible sur la figure par transparence. La pièce a été usinée pour lui donner la forme souhaitée. Par cette technique on peut ainsi réaliser des pièces allongées telles que des bielles dans un train d'atterrissage d'aéronef travaillant aussi bien en traction qu'en compression.

35 De façon plus générale, on peut aisément ménager dans un corps principal une encoche qui n'est pas nécessairement annulaire. Il peut s'agir par exemple de portions rectilignes. L'usinage d'encoches correspondantes est également aisé.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une pièce métallique renforcée de fibres céramiques, selon lequel on forme dans un corps métallique principal, présentant une face supérieure, un logement pour un insert, on dispose un insert formé à partir de fibres à matrice métallique dans le logement, on place un couvercle métallique sur le corps principal de façon à recouvrir l'insert, on soude le couvercle sur le corps métallique mis sous vide, on soumet l'ensemble à un traitement de compression isostatique à chaud et on usine l'ensemble traité à la forme souhaitée, procédé selon lequel le logement a la forme d'une encoche à section en L avec deux faces perpendiculaires entre elles, le couvercle présentant une encoche interne à section en L et de forme complémentaire à celle de l'encoche du corps métallique avec ledit insert, le couvercle étant conformé extérieurement de façon que les efforts de pression s'exercent perpendiculairement aux dites faces de l'encoche.
2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel l'encoche du corps métallique comprend une face perpendiculaire à la face supérieure du corps métallique principal et une face parallèle à la face supérieure dudit corps.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, selon lequel on forme au préalable l'insert par bobinage d'un fil enduit et on le met en place dans l'encoche du corps métallique principal.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, selon lequel on forme l'insert par bobinage d'un fil enduit directement dans l'encoche du corps métallique principal, cette dernière formant mandrin de bobinage.
5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, selon lequel l'insert a une forme annulaire.
6. Procédé selon la revendication 5, selon lequel l'insert forme un anneau axisymétrique.
7. Procédé selon la revendication 5, selon lequel l'anneau formé par l'insert présente au moins une portion rectiligne.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dont la section transversale du bobinage est rectangulaire, une première face du bobinage

venant en appui contre une face de l'encoche du corps métallique principal et une deuxième face du bobinage venant en appui contre l'autre face de l'encoche.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dont le couvercle présente une portion de surface de centrage coopérant avec une face de l'encoche du corps métallique principal, pour centrer et guider la déformation du couvercle sur le corps principal.
10. Procédé selon la revendication 9, la face étant perpendiculaire à la face supérieure du corps métallique principal, dont la portion de surface de centrage coopère avec ladite face de l'encoche perpendiculaire à la face supérieure de celui-ci.

1 / 4

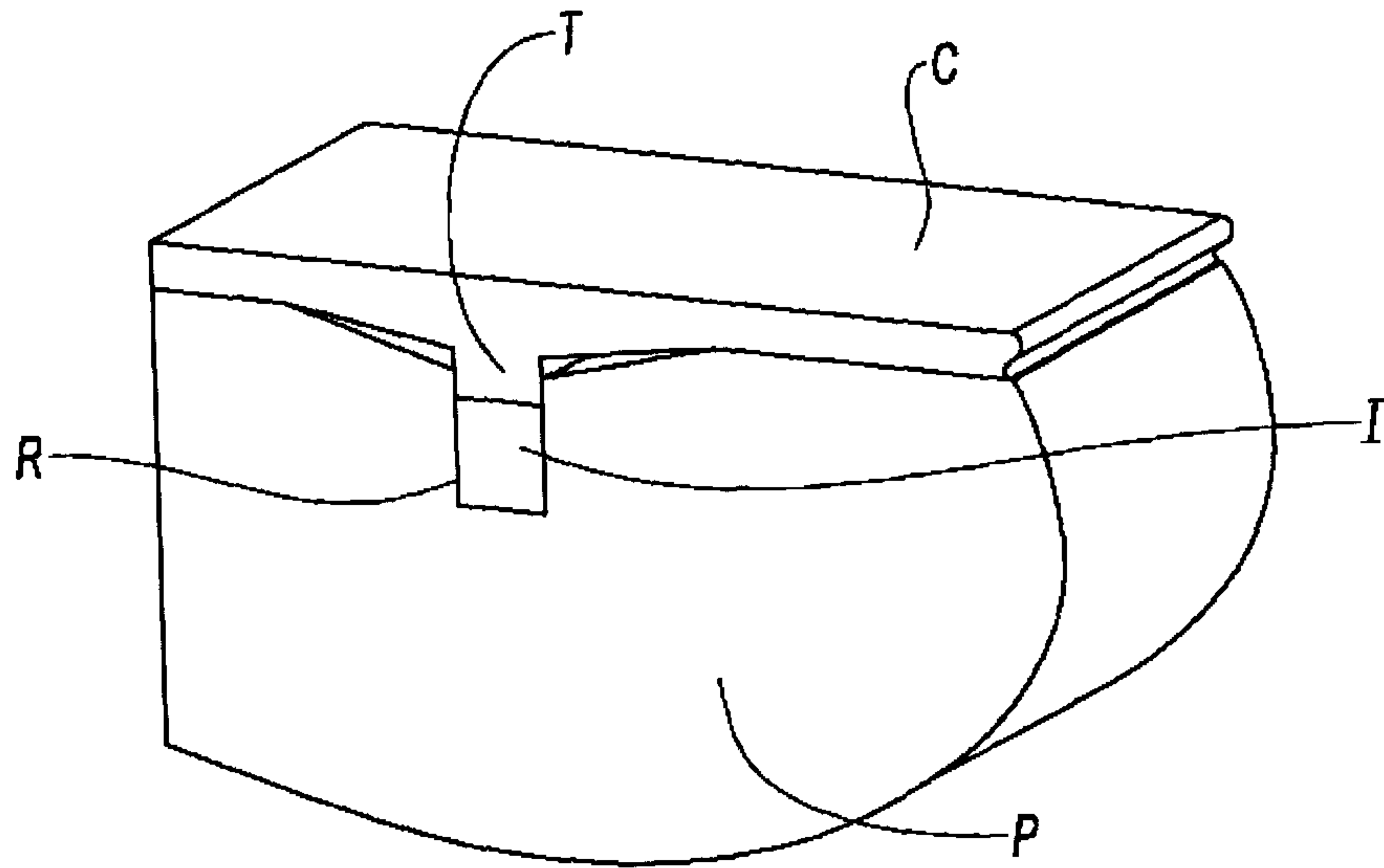


Fig. 1 (ANTÉRIORITÉ)

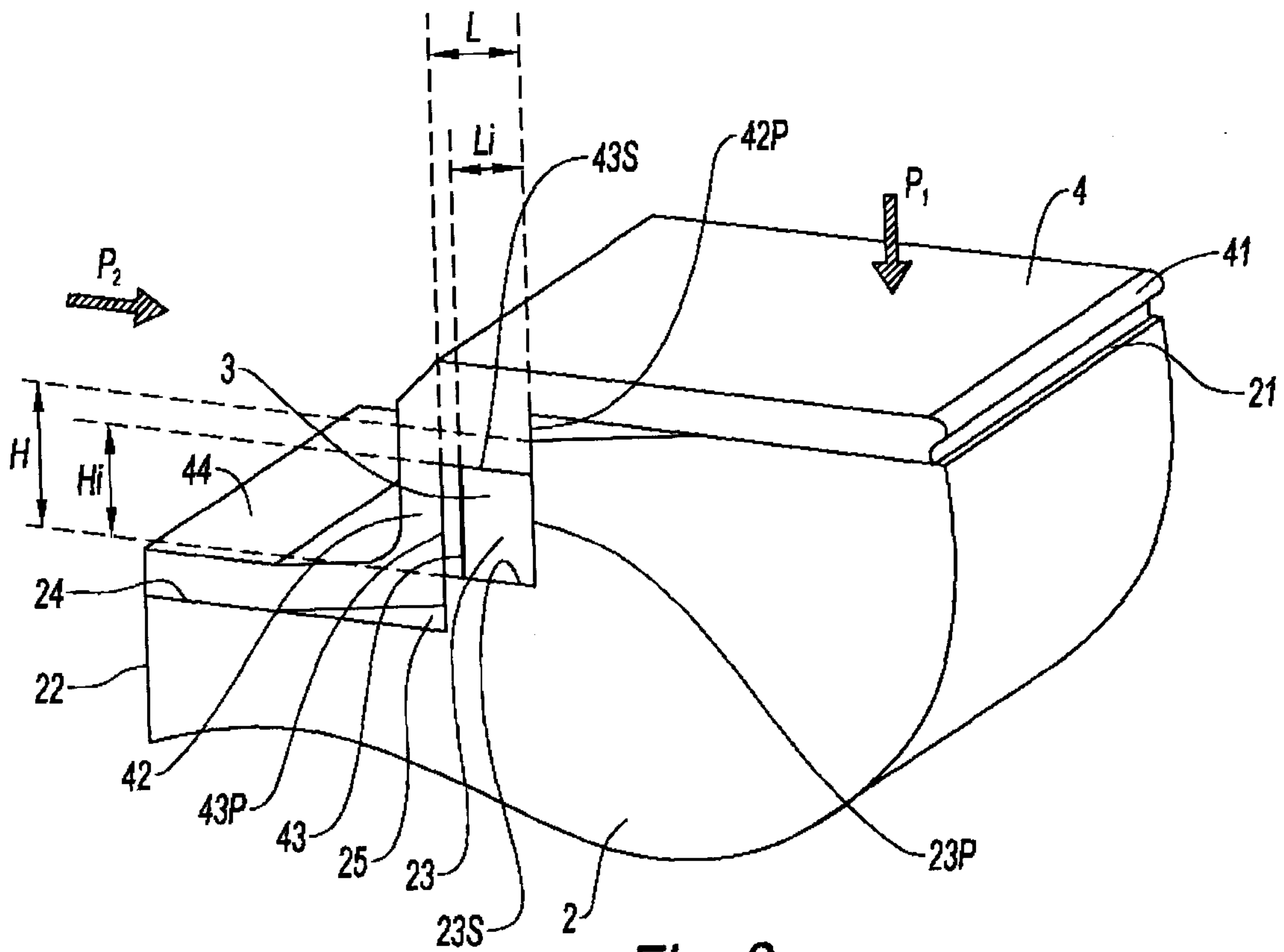


Fig. 3

2 / 4

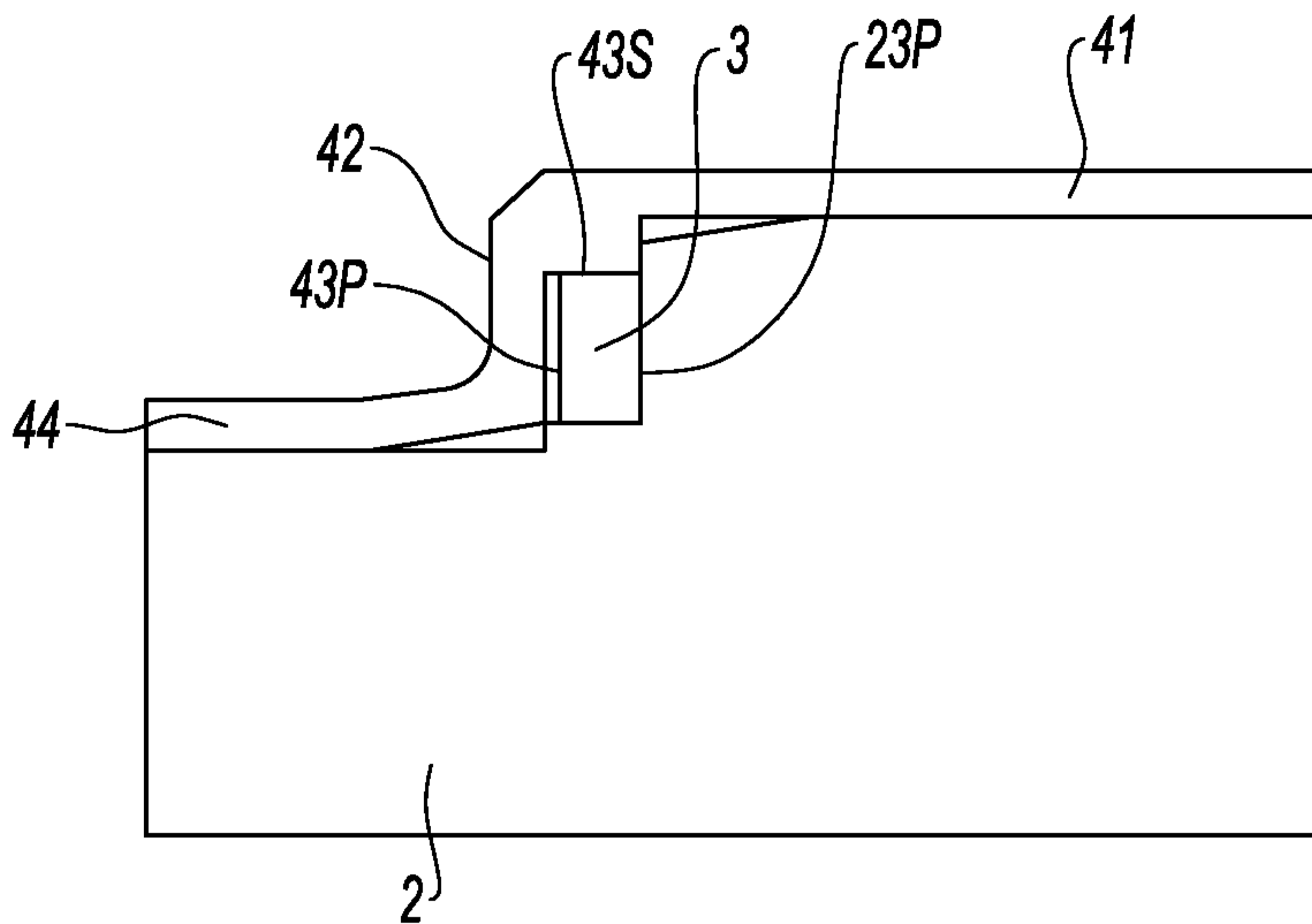


Fig. 4

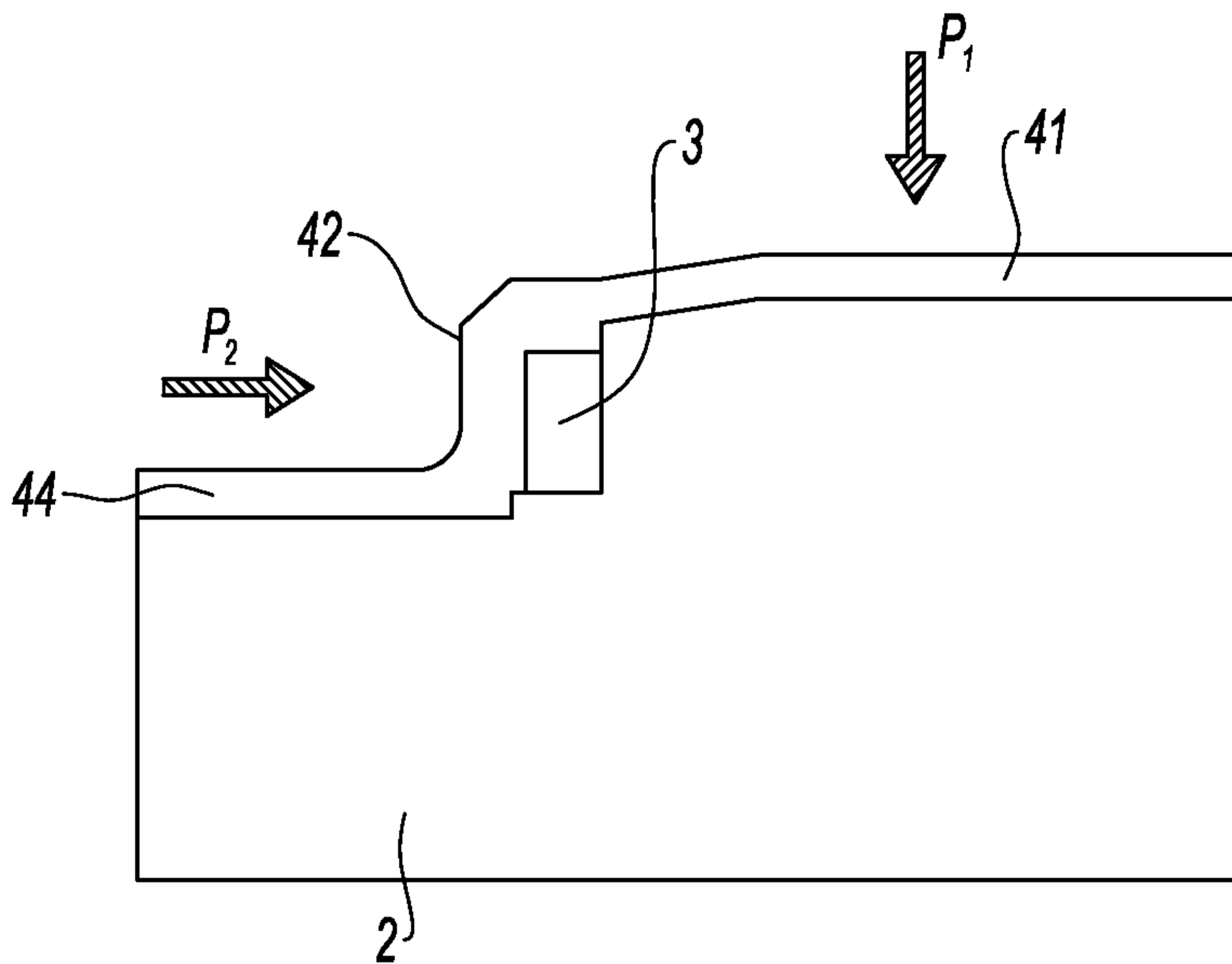


Fig. 5

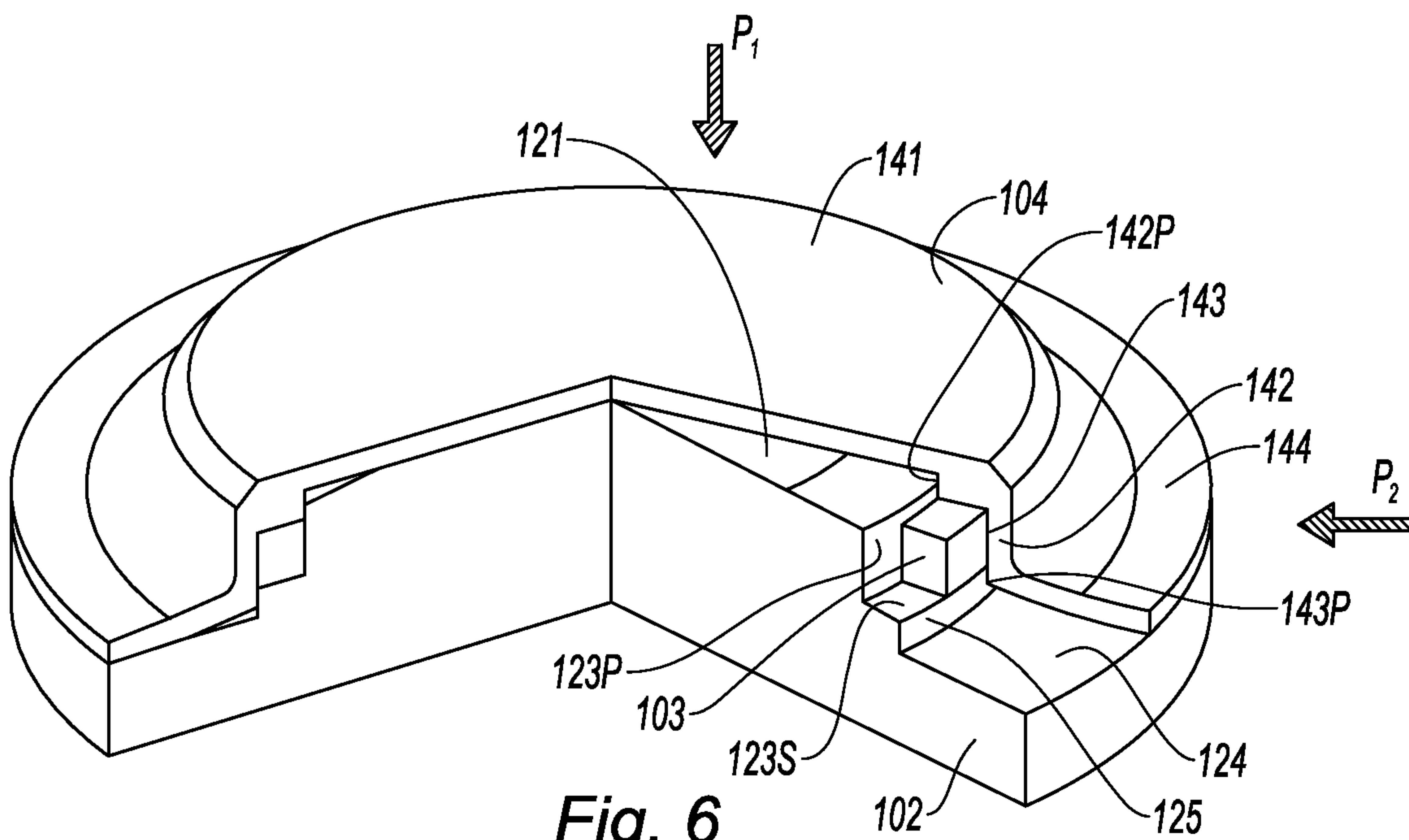


Fig. 6

3 / 4

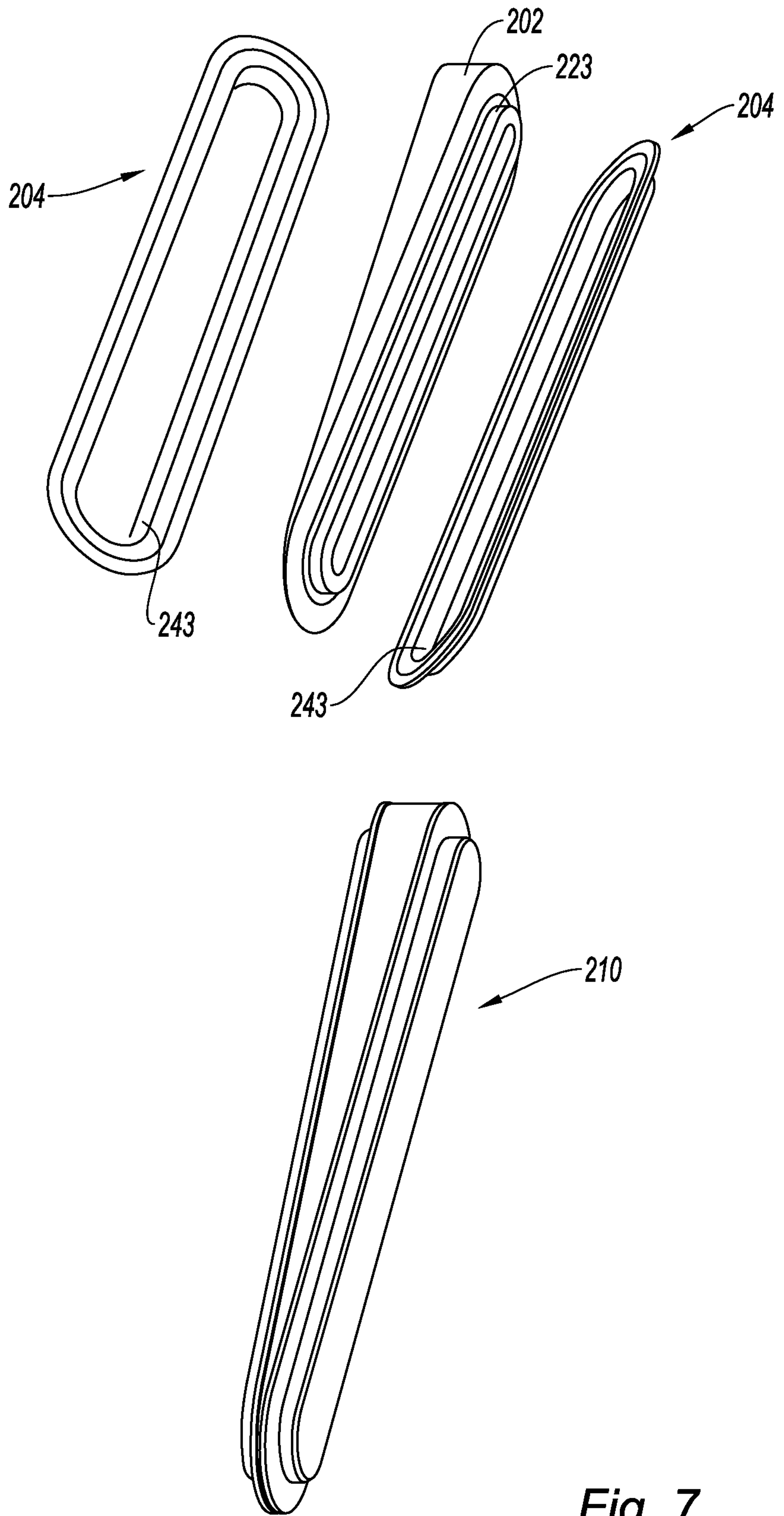


Fig. 7

4 / 4

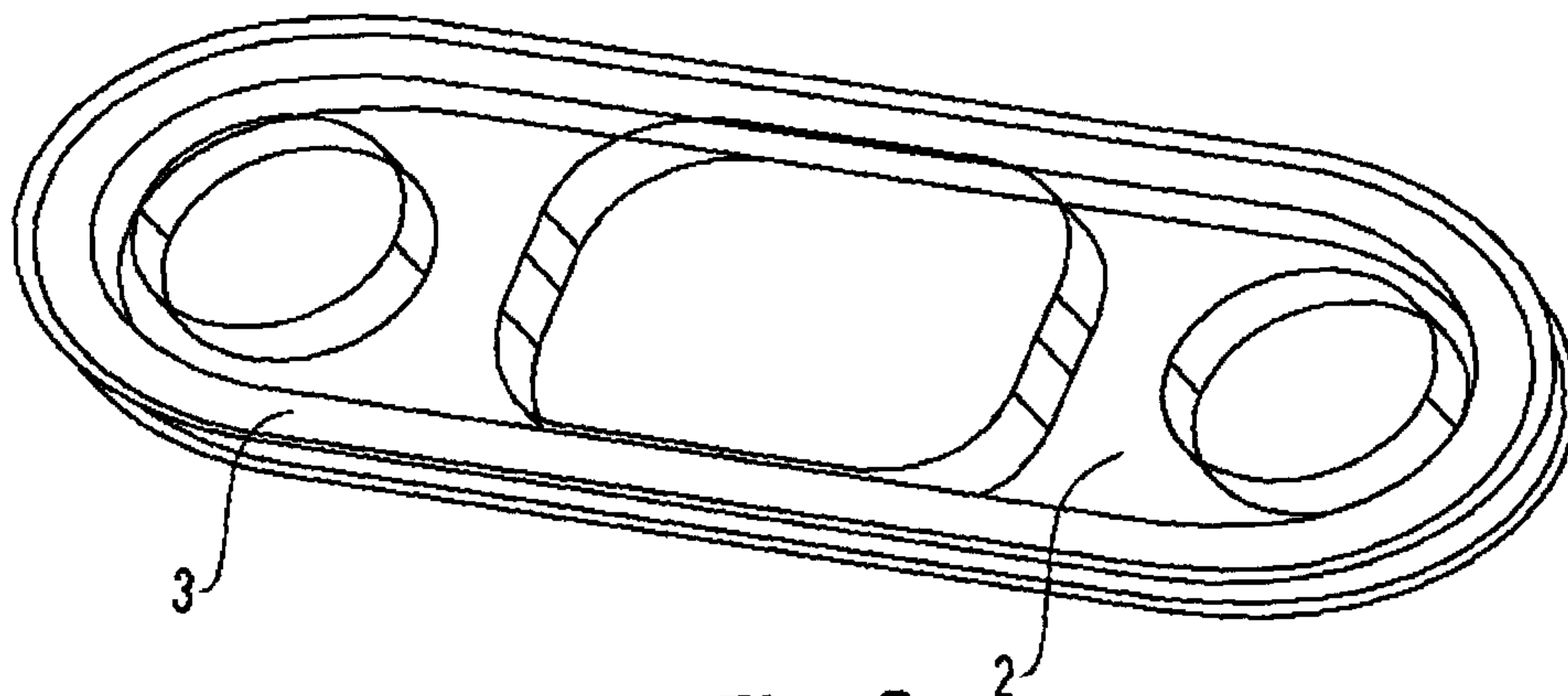


Fig. 8

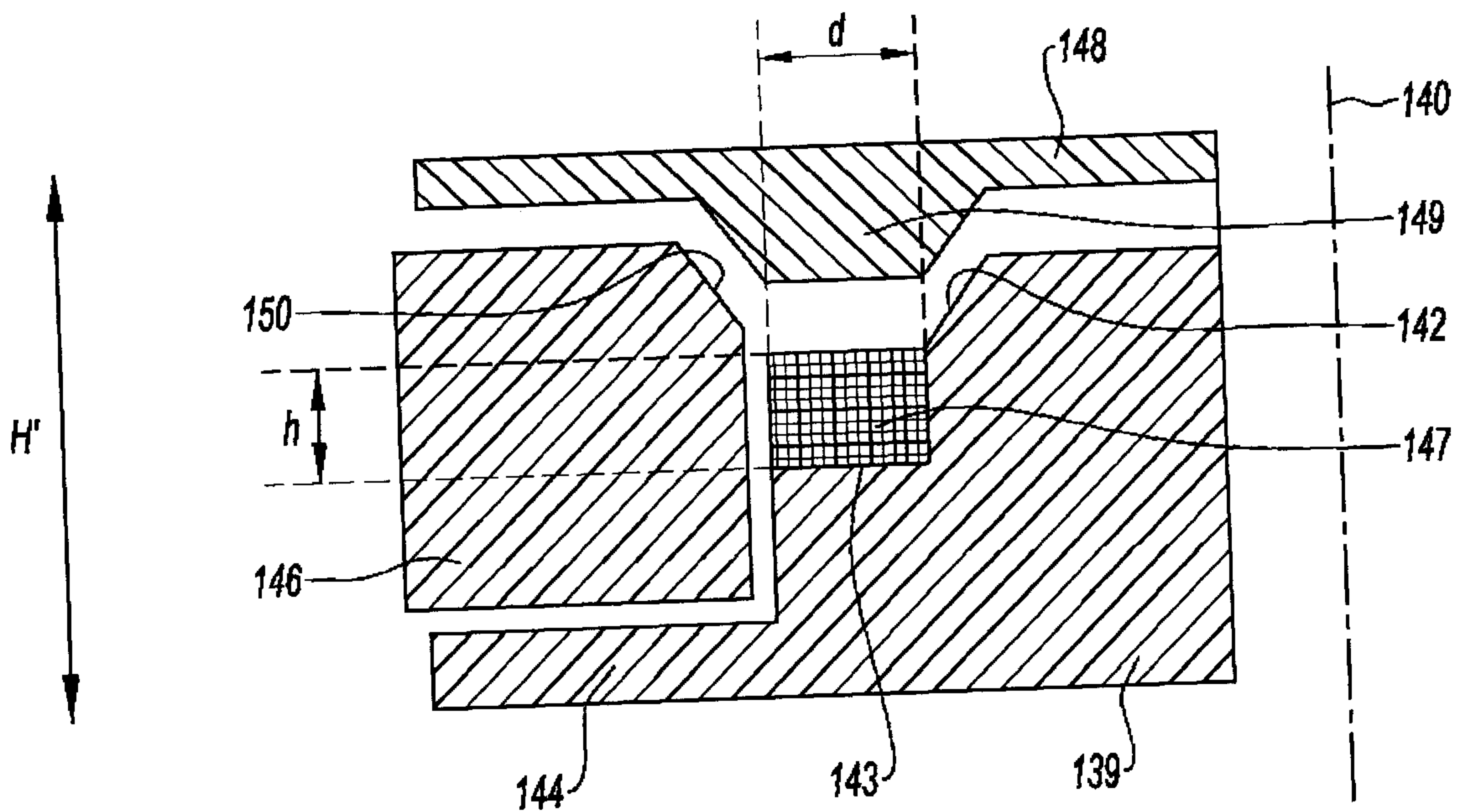


Fig. 2 (ANTÉRIORITÉ)

