

①2 **DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE**

A3

②2 Date de dépôt : 07.09.12.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.03.14 Bulletin 14/11.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CINETIC FILLING* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : PAUD PASCAL et TOUTAIN NICO-
LAS.

⑦3 Titulaire(s) : *CINETIC FILLING*.

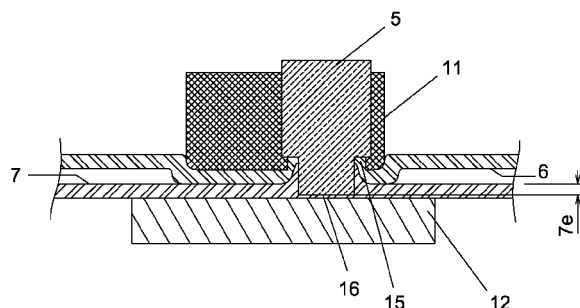
⑦4 Mandataire(s) : *CABINET LAVOIX*.

⑤4 **PROCEDE D'OBTURATION D'UN RESERVOIR AU MOYEN D'UN CISAILLEMENT MALAXAGE DE LA
MATIERE SITUEE AU VOISINAGE DU POINT D'OBTURATION ET MACHINE METTANT EN OEUVRE CE
PROCEDE.**

⑤7 Procédé pour l'obturation d'un conduit (3), par
exemple raccordé à un réservoir (2), contenu dans une
pièce mécanique (1) ayant au moins une partie métallique
où se trouve le point (4) où est réalisée l'obturation, au
moyen d'un outil en rotation (5) consistant à réaliser les
étapes suivantes :

. Aplatissement du conduit (3) au niveau du point d'obtu-
ration (4) de sorte d'obtenir en ce point deux surfaces sen-
siblement parallèles (6, 7) rapprochées l'une de l'autre, la
surface (6) délimitant d'un côté une épaisseur de matière
(6e) comprise entre la surface (6) et une surface externe
(6ext) et la surface (7) délimitant d'un côté une épaisseur de
matière (7e),

. Plongé de l'outil en rotation au niveau du point d'obtu-
ration à partir de la surface (6ext) en traversant les épais-
seurs de matière (6e, 7e) pour réaliser un cisaillement et un
malaxage de la matière déplacée, et machine mettant en
oeuvre ce procédé.



PROCEDE D'OBTURATION D'UN RESERVOIR AU MOYEN D'UN CISAILLEMENT
MALAXAGE DE LA MATIERE SITUEE AU VOISINAGE DU POINT D'OBTURATION
ET MACHINE METTANT EN ŒUVRE CE PROCEDE

5 **Domaine de l'invention**

La présente invention concerne l'obturation d'un réservoir contenu dans une pièce mécanique, en particulier dans le cas où le réservoir contient un fluide qui ne doit pas être pollué et/ou que ledit fluide est inflammable et/ou explosif.

10 L'invention permet aussi d'atteindre un niveau très faible de fuite de ladite pièce pendant de nombreuses années. Elle peut donc être très utile pour des applications comme la fermeture d'échangeurs de chaleur contenant des fluides frigorigènes.

Etat de la technique et inconvénients de l'existant

15

Différents procédés d'obturation existent sur le marché. Ils sont basés soit sur la fusion de matière(s), soit sur un principe mécanique (clinchage, etc.) ou par apport d'énergie (ultrasons, soudage électrique par points, etc.) ou encore par collage.

Chacun de ces procédés ont un taux de fuite déterminé que l'on peut mesurer avec
20 des détecteurs de fuite de type sniffeur ou spectromètre de masse.

Cependant, ces procédés ont des limites bien définies par leur domaine d'utilisation et leur taux de fuite admissible :

- Les procédés de soudage à flamme, comme le TIG, MIG, MAG, etc., permettent
25 de garantir une bonne étanchéité pendant de nombreuses années, mais leur utilisation est incompatible et dangereuse avec la présence de produits inflammables,
- Une obturation mécanique de type clinchage peut être faite en atmosphère ATEX (explosive) ou inflammable, mais le taux de fuite de ce type d'application n'est
30 pas acceptable (il est même illégal si le fluide est un réfrigérant régi par la norme F-Gaz),
- Les procédés à friction (FSW, etc.) sont étanches après réalisation et ont un taux de fuite compatible avec les réfrigérants par exemple, mais ils ne sont pas étanches pendant la réalisation de l'obturation et donc il y a pollution du fluide
35 présent dans la pièce mécanique,
- Les procédés de type ultrasons, soudage par point ou à la molette, ne sont pas étanches pour faire des obturations. Ces procédés sont plutôt utiles pour faire de l'assemblage,

- Les collages ne sont pas adaptés car du fait de coefficients de dilatation différents entre la colle et la pièce mécanique, l'étanchéité n'est pas garantie dans la durée (fuite suite aux variations de température et au travail de la pièce mécanique).

5 Solution

La présente invention a donc pour but de pallier aux inconvénients mentionnés ci-dessus grâce à un procédé d'obturation n'utilisant pas de flamme, assurant l'étanchéité de la pièce pendant la réalisation de l'obturation et ayant un faible taux de fuite pendant de nombreuses années.

L'invention consiste principalement en un procédé d'obturation d'un conduit, par exemple raccordé à un réservoir, contenu dans une pièce mécanique ayant au moins une partie métallique où se trouve le point où est réalisée l'obturation, au moyen d'un outil en rotation caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les étapes suivantes :

- . Aplatissement du conduit au niveau du point d'obturation de sorte d'obtenir en ce point deux surfaces sensiblement parallèles 6, 7 rapprochées l'une de l'autre, la surface 6 délimitant d'un côté une épaisseur de matière 6e comprise entre la surface 6 et une surface externe 6ext et la surface 7 délimitant d'un côté une épaisseur de matière 7e,
- . Plongé relative de l'outil en rotation au niveau du point d'obturation à partir de la surface 6ext en traversant les épaisseurs de matière 6e, 7e pour réaliser un cisaillement et un malaxage de la matière déplacée.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, la plongé relative de l'outil en rotation est obtenu par le déplacement en translation de ce dernier, la pièce mécanique étant immobile. Dans un second exemple de réalisation de l'invention, la plongé relative de l'outil en rotation est obtenu par le déplacement de la pièce mécanique, l'outil étant fixe en translation.

Selon l'invention, l'aplatissement du conduit au niveau du point d'obturation est réalisé de sorte que les 2 surfaces sensiblement parallèles 6, 7 soient plaquées l'une contre l'autre afin d'isoler le réservoir.

L'invention est particulièrement adaptée lorsque l'aplatissement du conduit est réalisé alors que le réservoir contient un fluide inflammable et/ou explosif.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, la surface 7ext du conduit est en appui sur une surface en mouvement lors de la plongée de l'outil en rotation.

5 Selon un autre exemple de réalisation de l'invention, une pièce intermédiaire est placée entre la surface 7ext du conduit et la pièce 12 sur laquelle repose l'ensemble, pour éviter le collage de la surface (7ext) sur la pièce 12 lors de l'obturation.

10 L'invention consiste également en une machine mettant en œuvre le procédé d'obturation caractérisé en ce qu'elle comprend un moyen pour aplatir le conduit au niveau du point d'obturation et un outil dont la rotation et le déplacement relatif vis-à-vis de la pièce mécanique permet d'obtenir le cisaillement/malaxage de la matière de celle-ci au point d'obturation.

15 Le malaxage/cisaillement de la matière selon l'invention est effectué par un outil rotatif autour duquel un guide est maintenu afin d'assurer l'étanchéité pendant l'opération.

20 Le choix des paramètres pour l'outil rotatif est à optimiser selon un plan d'expérimentation en fonction des matériaux à obturer.

Description détaillée

25 Le procédé mis au point selon l'invention, dénommé SSW (Shear Stir Welding), est un procédé d'obturation par cisaillement/malaxage de la matière, particulièrement adaptée aux alliages légers de type aluminium. Il consiste à plonger progressivement un outil en rotation dans la matière de la pièce à obturer, au niveau du point d'obturation, après préparation de celle-ci. La matière à obstruer peut être d'une seule nuance ou de nuances différentes.

30 La pièce à obturer doit être propre (pas de présence de corps gras ou étranger). La présence de corps étranger crée un mélange de matériaux lors du malaxage détériorant fortement les qualités de l'obturation, voire la rendant non-conforme en terme d'étanchéité. Un nettoyage préalable de la pièce peut donc être nécessaire.

35 Le point d'obturation peut être situé à l'extrémité de la pièce métallique. Dans ce cas, l'orifice du réservoir débouche directement à l'extérieure de la pièce. Pour la mise en œuvre de l'invention, la forme de l'extrémité du réservoir doit constituer un conduit d'une largeur inférieure au diamètre de l'outil utilisé pour l'obturation et d'une

longueur supérieure au diamètre de l'outil. Le point d'obturation peut également se situer en un point d'un conduit pouvant être d'une grande longueur, celui-ci se prolongeant en amont et en aval du point d'obturation.

5 En Fig.1 est représenté un exemple de réservoir 2 contenu dans une pièce mécanique 1. Selon sa nature et son usage, la pièce 1 peut avoir des formes très variées pouvant être ou non très différentes de celles du réservoir. Dans cet exemple, le conduit 3 est un conduit cylindrique dont la longueur équivaut à plusieurs fois le diamètre. De nouveau, la section du conduit peut avoir des formes très
10 variées. La pièce 1 est représentée sur la partie droite de la Fig. 1 en en vue de dessus et en coupe et sur la partie gauche en vue de droite.

En Fig. 2 est une vue en coupe et en élévation sur laquelle est représenté schématiquement une partie du conduit 3 du réservoir de la Fig. 1, montrant le point
15 4 où va être réalisée l'obturation. Dans cet exemple, l'épaisseur de matière est identique sur les parties situées au-dessus et en-dessous du conduit. Le conduit de la pièce à obturer doit être préparé avant d'effectuer le malaxage/cisaillement. Il faut que les 2 faces 6 et 7 soient rapprochées par écrasement. Si les 2 faces à obturer ne sont pas assez proches, le malaxage ne se fera pas et l'étanchéité ne sera pas
20 assurée.

En Fig. 3 est schématiquement représenté la partie du conduit 3 de la Fig. 2 après écrasement. L'écrasement du conduit en appui sur un support 12 est réalisé par un poinçon 11.
25

L'effort à appliquer pour obtenir 2 faces parallèles rapprochées doit être déterminé, généralement de façon expérimental, de façon à avoir une bonne planéité des surfaces avant obturation. Par exemple, pour une pièce en aluminium de nuance 1050, une obturation d'un conduit de 8 mm et une épaisseur de matière de 1,5 mm
30 au niveau du conduit, une pression de 800 kg doit être appliquée. Cette pression doit permettre de rapprocher les surfaces à obturer tout en assurant la planéité de la surface après le rapprochement. Il ne faut pas de déformations des pièces 11 et 12 entre lesquelles le conduit est écrasé. Il faut donc que les pièces utilisées lors de l'écrasement soient suffisamment rigides pour ne pas se déformer lors de l'effort.

35 Pour obtenir un faible taux de fuite et éviter la pollution du produit présent dans le réservoir à obturer, l'étanchéité du réservoir doit être assurée pendant l'opération ayant effectuée le remplissage, pendant l'opération d'écrasement et pendant

l'opération d'obturation. La meilleure solution est d'effectuer toutes les opérations nécessaires à l'obturation sur le même poste de travail que le poste de remplissage, de façon automatique et dans un temps court.

- 5 Comme représenté sur la Fig. 4, une façon d'assurer l'étanchéité du réservoir pendant la phase d'obturation est de réaliser l'écrasement du conduit au moyen d'une pièce 11 de plus grande dimension qui assurera également la fonction de guide pour l'outil de cisaillement/malaxage. L'écrasement est ainsi réalisé sur une longueur un peu plus importante que celle requise pour l'obturation, au moins du
10 côté du réservoir situé à gauche sur cette figure. Cette ouverture est obstruée par une pièce amovible 14 lors de la phase d'écrasement de sorte que celle-ci conduise également à l'écrasement du conduit au droit du guide.

La Fig. 5 montre schématiquement la descente de l'outil 5 dans le guide 11 après le
15 retrait de la pièce amovible 14.

La Fig. 6 montre schématiquement la position de l'outil 5 après la fin de sa descente. On peut voir que le cisaillement/malaxage a entraîné un déplacement de matière dans l'espace situé entre l'outil 5 et le guide 11, créant notamment une collerette 15.
20 Sur cette représentation schématique, il apparaît une séparation franche entre les 2 surfaces 6 et 7 dans la zone de cisaillement/malaxage située entre l'outil et le guide comme si les matières s'étaient déplacées mais restaient séparées. Dans la réalité, le cisaillement/malaxage entraîne un mélange des matières dans un volume 17 comme représenté en Fig. 9. Avantageusement, comme on peut le voir sur cette
25 figure, l'outil 5 ne traverse pas totalement la matière placée sous la surface 7. Il subsiste un opercule 16 de faible épaisseur.

Le guide 11 permet de maintenir l'étanchéité dans la pièce pendant la réalisation de l'opération de cisaillement/malaxage. Dans le cas où le réservoir 2 est sous pression,
30 l'effort exercé par le guide évite toute déformation d'une ou des 2 faces 6/7 sous l'effet de la pression exercé par le fluide contenu dans le réservoir.

Le guide 11 permet également de canaliser le déplacement des matériaux lors du cisaillement/malaxage en délimitant un volume disponible entre celui-ci et l'outil en
35 rotation dans lequel les matériaux vont pouvoir se déplacer.

Selon une autre variante de réalisation de l'invention, une fois l'opération de rapprochement effectuée, un guide distinct du poinçon est mis en place sur la face du conduit par laquelle sera introduit l'outil de cisaillement/malaxage.

- 5 Afin d'assurer l'étanchéité, le guide est maintenu avec une certaine pression sur la pièce à obturer. Cette pression est à déterminer en fonction de l'application. Elle est d'autant plus forte que la pression du fluide dans le réservoir est éloignée de la pression atmosphérique. Cependant, cette pression ne doit pas pour autant déformer la matière de la pièce à obturer ni celle du guide. Elle est maintenue durant toute
- 10 l'opération de cisaillement/malaxage. Dans un système automatisé, cette pression est avantageusement contrôlée de façon à surveiller la qualité de l'obturation. Ce guide doit donc avoir la rigidité nécessaire en fonction de la pression exercée. Généralement, un guide en acier mi-dur convient.
- 15 La pression sur la pièce à obturer doit être exercée de façon homogène en conservant la planéité. L'ensemble sous pression est installé sur une table. La rigidité de l'ensemble table/pièce à obturer/guide et outil en rotation doit être optimale car la présence de vibrations entraîne une oscillation de l'outil en rotation et donc une mauvaise obturation avec un risque d'endommagement de composants mécaniques.
- 20 Il peut être utile d'ajouter un guidage à l'outil en rotation si on veut améliorer cette rigidité.

La table doit aussi avoir une mauvaise conductivité thermique. Il est important, pour que le cisaillement/malaxage soit homogène, que l'énergie apportée reste

25 concentrée pour la réalisation de la collerette 15.

Comme représenté en Fig. 7, dans le cas d'une pièce fine, un patin dédié 13 est mis en place dessous l'obturation afin de limiter la dissipation thermique. Ce patin pourra être en inox par exemple ou revêtu par un traitement de surface peu conducteur thermiquement. Cependant, ce patin doit être dans une matière suffisamment solide

30 pour ne pas casser/se détruire pendant la réalisation du cisaillement/malaxage.

Dans le cas d'une pièce fine (par exemple de moins de 3 mm pour un alliage léger de type aluminium), une fois le guide mis en appui sur la pièce à obturer dont les faces du conduit sont rapprochées, 2 mouvements vont être mis en place

35 successivement, celui de l'outil puis celui du patin :

- L'outil en rotation va plonger progressivement à l'intérieur du guide de façon à effectuer le cisaillement/malaxage,

- Après avoir atteint sa position basse, l'outil est maintenu à cette position pendant une courte durée d'homogénéisation avant d'être relevé,
- Puis le patin est mis en mouvement pendant une courte durée sous la pièce à obturer.

5

Les efforts et l'apport d'énergie développés lors de l'opération de cisaillement/malaxage sont importants et peuvent entraîner un collage de la pièce à obturer sur la table de la machine réalisant l'opération. Le mouvement du patin permet d'éviter le collage, ou de décoller la pièce du patin en cas de collage. Ce mouvement ne doit pas se faire pendant la rotation de l'outil afin de ne pas perturber le cisaillement/malaxage. Ce mouvement est particulièrement intéressant dans le cas d'applications automatisées. Cependant, ce collage n'est pas destructif pour les qualités de l'obturation.

10

- 15 Le mouvement du patin peut par exemple être une rotation, une translation, ou encore un mouvement combinant une rotation et une translation et doit se faire juste après la remontée de l'outil en rotation (lors de la phase de refroidissement).

20

Dans le cas d'une pièce plus épaisse (pour la surface inférieure), le mouvement du patin peut-être supprimé car les problèmes de collage n'auront pas lieu, la surface inférieure assurant la diffusion de la chaleur sans réalisation d'un contact avec la surface de la table de la machine sur laquelle est réalisée l'opération.

25

Le mouvement du patin peut aussi être supprimé par l'apport d'une pièce (généralement de même nature que la pièce à obturer) permettant d'épaissir l'ensemble et donc d'éviter le collage.

30

Une fois préparé et mise en place, l'outil en rotation va venir faire le cisaillement/malaxage. L'outil va donc venir pénétrer la matière avec une vitesse de rotation et une vitesse de descente déterminées en fonction des surfaces de la pièce à obturer. Une fois que l'outil aura pénétré la matière jusqu'à la profondeur déterminée, l'outil va rester en place pendant un temps déterminé aussi par la nature des surfaces à obturer. Ce temps permet d'homogénéiser le malaxage. Une fois ce temps écoulé, l'outil retourne en position initiale et il ne reste plus qu'à évacuer la pièce qui est maintenant obturée et étanche.

35

La Fig. 8 représente un exemple d'application où l'outil 5 pénètre la surface 7 jusqu'à une épaisseur 7e suffisante pour assurer un malaxage suffisant des matières à réunir.

- 5 Afin de faciliter la sortie de la pièce, le guide peut être chanfreiné légèrement dans sa partie basse et comporter une dépouille (comme pour un moulage) d'un ou deux degrés afin de faciliter son évacuation.

10 Dans le cas d'une pièce épaisse, une nouvelle opération peut être recommencée de suite. Dans le cas d'une pièce fine, il y a généralement un léger dépôt de matière sur le patin 12 de soudure. Celui-ci peut être supprimé afin de retrouver la planéité requise avant d'effectuer une nouvelle opération. Une solution de nettoyage mécanique (meulage) est la solution préférée. Coté outil, il n'y a pas d'encrassement ni de nettoyage à prévoir si les paramètres sont corrects.

15 D'un point de vue métallurgique, l'obturation est garantie par la conjugaison de 2 phénomènes :

- l'échauffement provenant du frottement de l'outil en rotation sur la matière,
 - la déformation plastique à chaud engendrée par la descente de l'outil dans la
- 20 matière.

Des examens métallographiques montrent un effet d'entaille faible au niveau de la soudure annulaire, ce qui garantit une bonne tenue aux sollicitations mécaniques cycliques (pression et température).

25 Le matériau aluminium ne rentre pas en fusion mais des phénomènes de diffusion ont lieu à l'interface entre les deux matériaux mis en contacts sous pression à chaud. Ce qui permet d'utiliser le procédé même en présence de fluide inflammable. Cependant, afin de limiter l'utilisation de matériel ATEX, la mise en place d'une

30 ventilation est conseillée.

Dans le cas de surfaces fines, les points peuvent être « traversants », c'est-à-dire qu'un perçage peut être obtenu à l'interface ; ceci est provoqué par l'adhérence de l'aluminium sur le patin support en acier, le ligament de matière 16 subsistant après

35 l'obturation ayant été rompu lors du détachement de la pièce mécanique.

Une application possible du procédé selon l'invention est l'obturation d'un échangeur de chaleur après tirage au vide et remplissage d'une dose de fluide réfrigérant inflammable.

L'ensemble des opérations peut être fait sur un poste de travail unique de façon à optimiser la non-pollution du réfrigérant par l'extérieur et éviter aussi une fuite potentielle du réfrigérant vers l'extérieur.

Les échangeurs de chaleur ont besoin d'une bonne conductivité thermique. Ils sont souvent réalisés en alliage léger comme l'aluminium. Le procédé selon l'invention peut donc être mis en œuvre.

Exemple d'application de l'invention

Il concerne l'obturation d'un conduit de 8 mm de large avec un outil de 12 mm de diamètre et un guide avec un alésage de 16 mm. Le cisaillement/malaxage est caractérisé par les 4 paramètres caractéristiques de l'outil repris ci-dessous :

Vitesse de rotation (Tr/min)	Vitesse de descente (mm/min)	Profondeur de descente (mm)	Temps de maintien (s)
2500	15	1,2	3

Pour cette application, le procédé SSW selon l'invention répond au besoin d'obturation du fait de :

- ses avantages métallurgiques
 - procédé sans fusion => tous les alliages sont obturables par SSW (y compris des assemblages prohibés à l'arc 5000 / 4000, ...)
 - utilisation avec un produit inflammable dans l'échangeur possible (température d'auto-inflammation à vérifier si présence d'oxygène)
 - bonnes propriétés statiques, peu de défauts, très bonnes propriétés en fatigue
- la qualité et la souplesse du procédé
 - Rapide / robuste / reproductible
 - Possibilité de travailler sur un plan incliné
 - Possibilité de travailler en présence de gaz, de liquide (même inflammable)
 - Très bonne étanchéité (fuite inférieure à 1g/an)

La Fig. 9 représente schématiquement l'obturation obtenue après le retrait de la pièce de la machine. On voit sur cette figure la protubérance formant une collerette

15, l'opercule 16 subsistant après le colmatage sous l'axe de déplacement de l'outil, ainsi que la zone 17 où la matière a été déplacée par malaxage.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour l'obturation d'un conduit (3), par exemple raccordé à un réservoir (2), contenu dans une pièce mécanique (1) ayant au moins une
5 partie métallique où se trouve le point (4) où est réalisée l'obturation, au moyen d'un outil en rotation (5) caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les étapes suivantes :
 - . Aplatissage du conduit (3) au niveau du point d'obturation (4) de sorte d'obtenir en ce point deux surfaces sensiblement parallèles (6, 7) rapprochées
10 l'une de l'autre, la surface (6) délimitant d'un côté une épaisseur de matière (6e) comprise entre la surface (6) et une surface externe (6ext) et la surface (7) délimitant d'un côté une épaisseur de matière (7e),
 - . Plongé relative de l'outil en rotation au niveau du point d'obturation à partir de la surface (6ext) en traversant les épaisseurs de matière (6e, 7e) pour
15 réaliser un cisaillement et un malaxage de la matière déplacée.
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'aplatissage du conduit (3) au niveau du point d'obturation (4) est réalisé de sorte que les 2
20 surfaces sensiblement parallèles (6, 7) soient plaquées l'une contre l'autre afin d'isoler le réservoir (2).
3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aplatissage du conduit (3) est réalisé alors que le réservoir (2) contient un fluide inflammable et/ou explosif.
25
4. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la surface (7ext) du conduit (3) est en appui sur une surface (8) mise en mouvement juste après la remontée de l'outil en rotation (5).
- 30 5. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'une pièce intermédiaire (13) est placée entre la surface (7ext) du conduit et la pièce (12) sur laquelle repose l'ensemble, pour éviter le collage de la surface (7ext) sur la pièce (12) lors de l'obturation.
- 35 6. Machine mettant en œuvre le procédé selon les revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'elle comprend un moyen (11) pour aplatir le conduit (3) au niveau du point d'obturation (4) et un outil (5) dont la rotation et le

déplacement relatif vis-à-vis de la pièce mécanique (1) permet d'obtenir le cisaillement/malaxage de la matière de celle-ci au point d'obturation.

1/5

FIG. 1

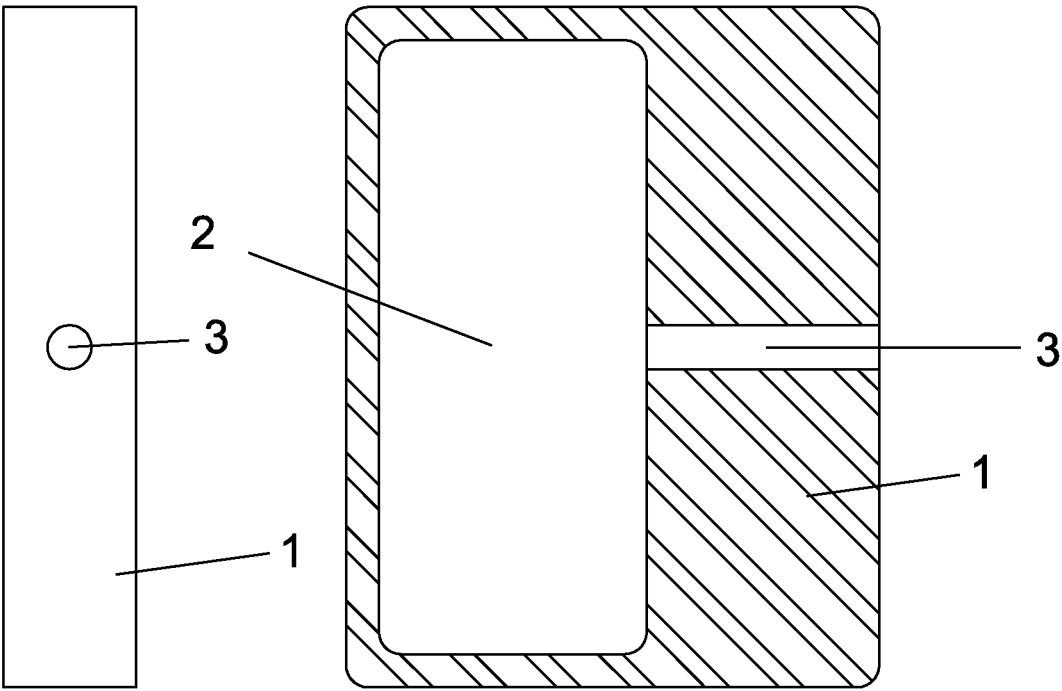
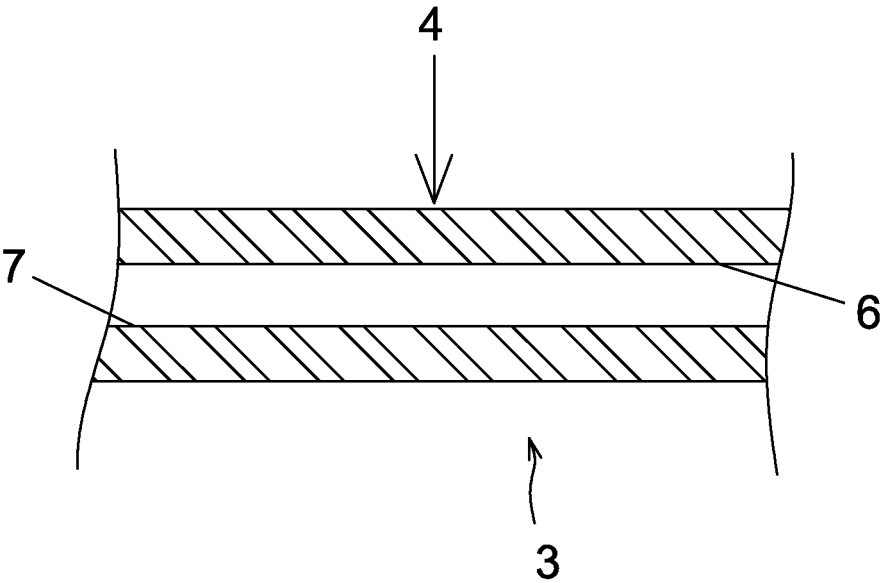


FIG. 2



2/5

FIG. 3

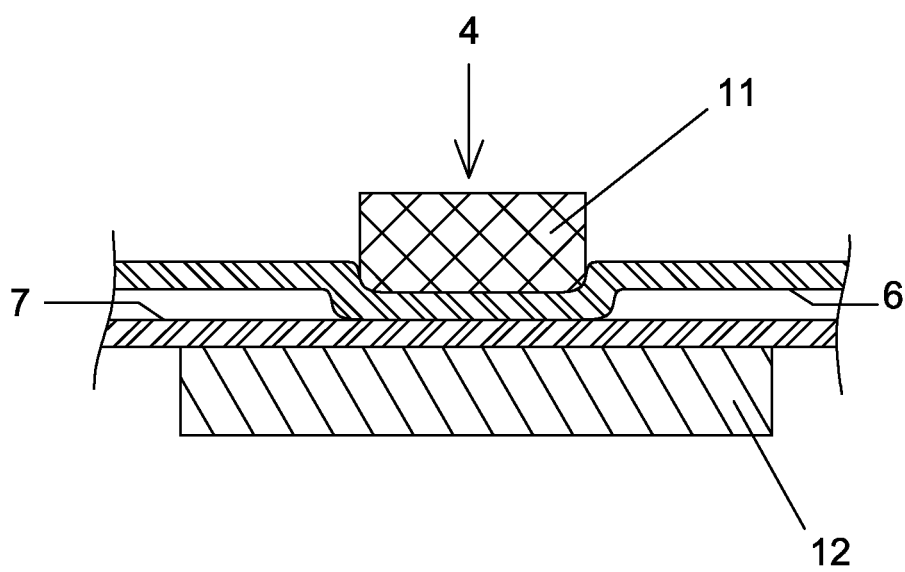
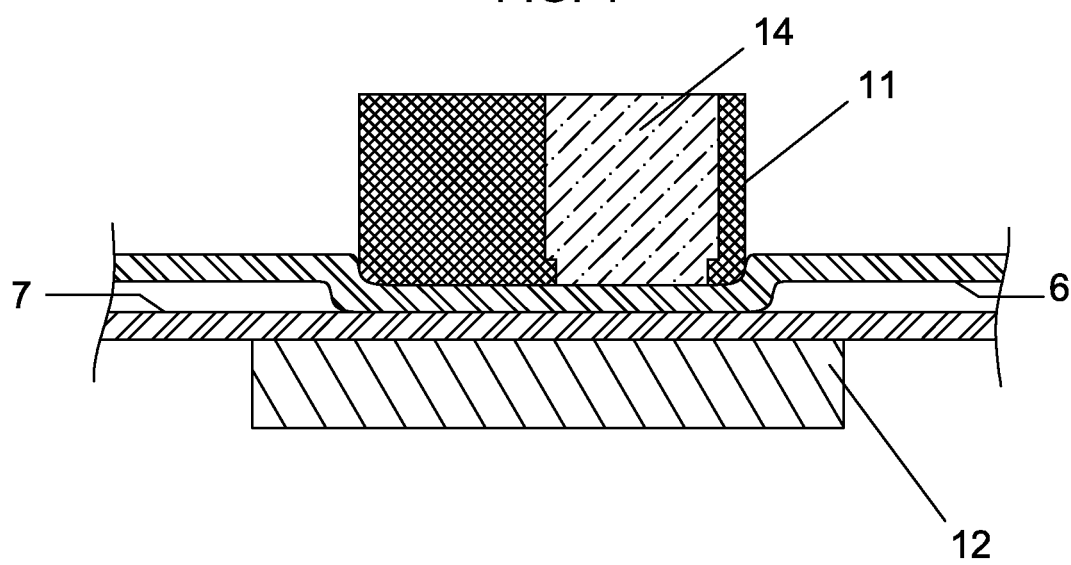


FIG. 4



3/5

FIG. 5

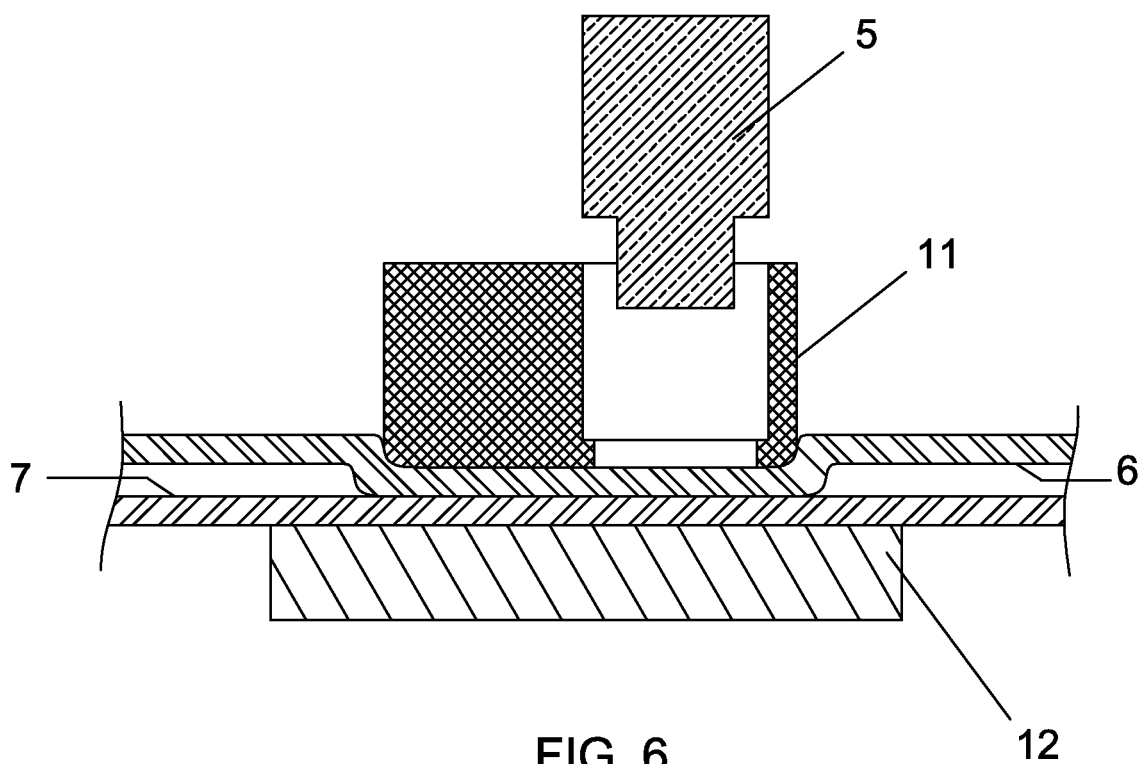
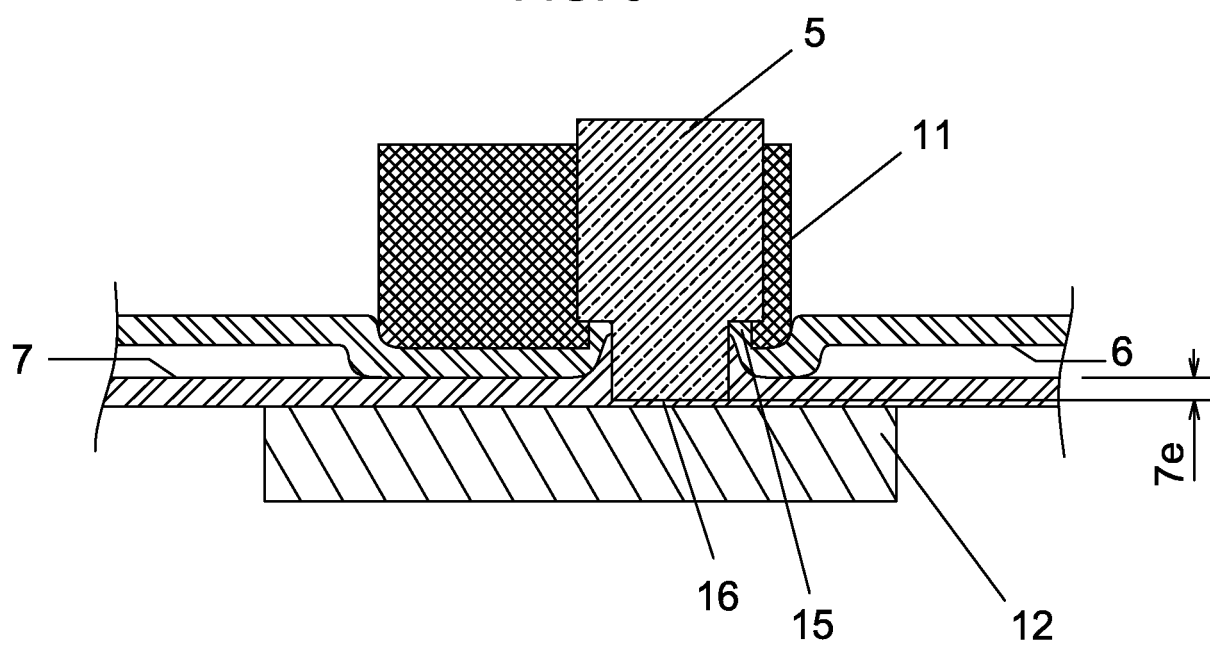


FIG. 6



4/5

FIG. 7

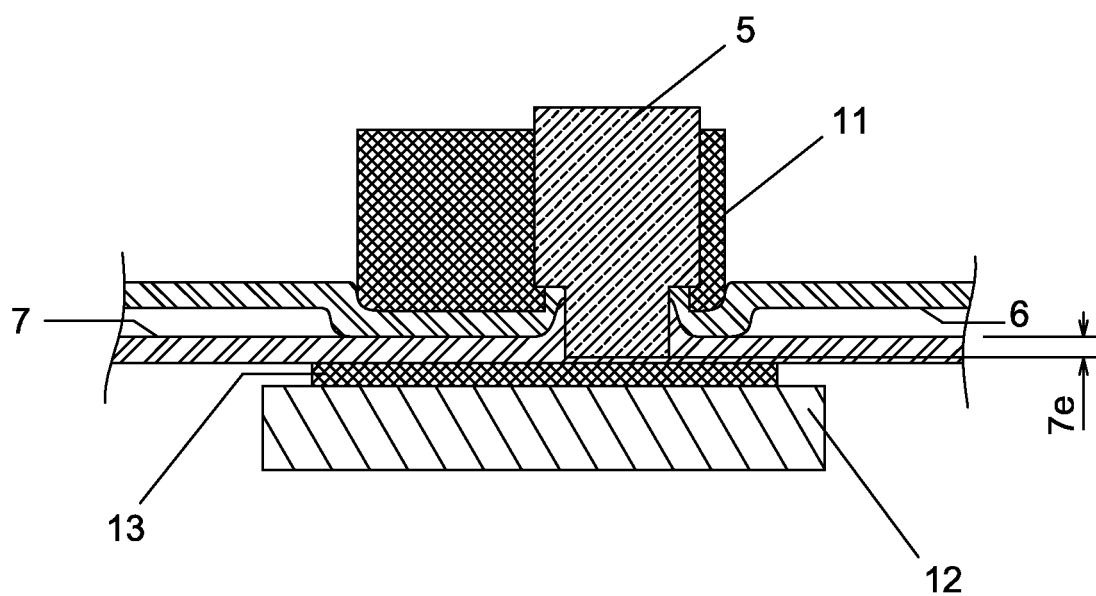
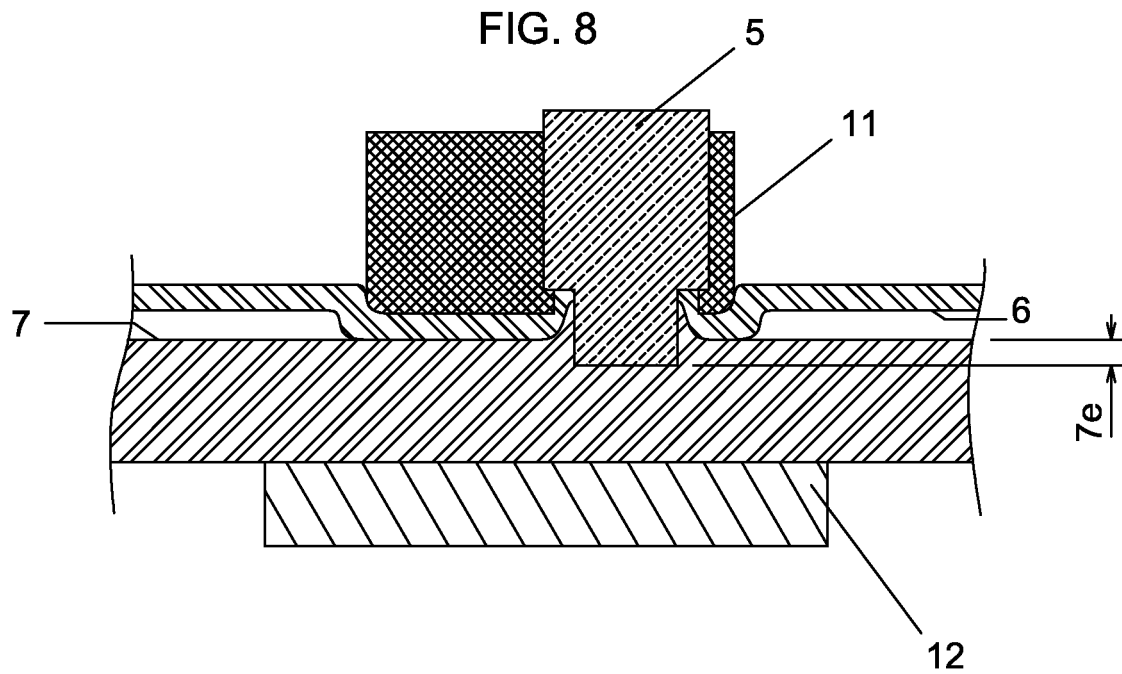


FIG. 8



5/5

FIG. 9

