



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication :

**0 034 549
B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
26.10.83

⑤① Int. Cl.³ : **B 21 D 39/06**

②① Numéro de dépôt : **81420011.9**

②② Date de dépôt : **12.02.81**

⑤④ Procédé de dudgeonnage et outil susceptible d'être utilisé pour la mise en œuvre de ce procédé.

③① Priorité : **15.02.80 FR 8003348**

④③ Date de publication de la demande :
26.08.81 Bulletin 81/34

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
26.10.83 Bulletin 83/43

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE GB LI NL SE

⑤⑥ Documents cités :
**DE A 2 505 973
DE C 923 488
FR A 908 952
FR A 1 303 273
FR A 1 305 575
US A 1 878 049
US A 1 881 867
US A 1 988 418
US A 2 735 294
US A 3 428 338
US A 4 154 464**

⑦③ Titulaire : **VALLOUREC Société Anonyme dite.
7, place du Chancelier Adenauer
F-75116 Paris (FR)**

⑦② Inventeur : **Garnier, André
17, rue d'Aulnoye
F-59145 Berlaimont (FR)**

⑦④ Mandataire : **de Passemar, Bernard
Société VALLOUREC B.P. 180
F-75764 Paris Cedex 16 (FR)**

EP 0 034 549 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Procédé de dudgeonnage et outil susceptible d'être utilisé pour la mise en œuvre de ce procédé.

La présente invention concerne un procédé de dudgeonnage. Le dudgeonnage est un procédé bien connu dans la technique pour fixer un tube à une plaque support. Dans ce procédé, un alésage est pratiqué dans la plaque et l'extrémité du tube est engagée dans cet alésage. La paroi extérieure du tube est ensuite appliquée par expansion contre la surface intérieure de l'alésage de la plaque à l'aide d'un dudgeon constitué par une pluralité de galets disposés autour d'une broche conique (voir US-A-1 881 867).

Il est également connu dans les procédés de dudgeonnage d'usiner à la surface intérieure de l'alésage des rainures dans le but d'améliorer l'accrochage du tube à la plaque (voir FR-A-1 303 273). Ces rainures, d'une profondeur de l'ordre de 5 dixièmes de millimètre, ont une largeur de quelques millimètres.

Toutefois, ce procédé de rainurage ne peut être utilisé que pour le dudgeonnage des tubes épais car les tubes minces, d'épaisseur par exemple inférieure à 1 millimètre, ont tendance à se fissurer au niveau des arêtes des rainures. Par ailleurs, si le rainurage améliore l'accrochage du tube sur la plaque, l'étanchéité reste pratiquement inchangée.

On a également proposé pour le dudgeonnage des tubes minces, d'usiner à la surface intérieure de l'alésage des rainures moins profondes par exemple de l'ordre de 3 dixièmes de millimètre et d'extension axiale du même ordre, c'est-à-dire bien inférieure à celle des rainures utilisées pour le dudgeonnage des tubes épais. Lors de l'expansion du tube à l'intérieur de l'alésage, il se forme alors un bourrelet de métal dans les rainures, ce qui améliore l'étanchéité. Ce procédé présente toutefois l'inconvénient que l'usinage des rainures est délicat et coûteux et que l'accrochage du tube est tel qu'aucun glissement n'est permis. Il en résulte des contraintes élevées en compression axiale dans le tube lors d'un éventuel dudgeonnage de son autre extrémité.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients en fournissant un procédé de dudgeonnage applicable plus particulièrement au dudgeonnage des tubes minces qui d'une part améliore l'étanchéité et d'autre part peut être mis en œuvre de façon simple et peu coûteuse.

A cet effet, la présente invention a pour objet un procédé de dudgeonnage dans lequel au moins un alésage est pratiqué dans une plaque métallique pour recevoir l'extrémité d'un tube. Dans cet alésage, on forme au moins une saillie annulaire qui dépasse la surface intérieure de l'alésage; chaque saillie a une extension mesurée parallèlement à l'axe du tube au plus égale à un millimètre, et elle ne dépasse radialement la surface intérieure de l'alésage que d'une faible valeur, au maximum de deux dixièmes de millimètre.

Chacune de ces fines saillies est partiellement écrasée lors du dudgeonnage en provoquant une concentration de contraintes et par conséquent

en améliorant fortement l'étanchéité, ceci bien que ces saillies soient fines.

On a constaté que ce procédé était particulièrement bien adapté à la réalisation de condenseurs pour lesquels les exigences d'étanchéité sont actuellement de plus en plus sévères. De plus, les tubes utilisés dans ces condenseurs sont de plus en plus souvent en titane et sont par conséquent utilisés en faible épaisseur pour des questions économiques. Ces deux tendances contradictoires conduisaient à de sérieuses difficultés pour dudgeonner des tubes minces, en titane par exemple, dans des plaques en cupro-aluminium, alors que la présente invention permet de concilier les exigences d'étanchéité avec l'utilisation de tubes minces.

De bons résultats ont été obtenus avec des saillies annulaires qui s'étendent axialement sur une longueur de l'ordre de 5 dixièmes de millimètre, ou même inférieure, et qui ne dépassent radialement la surface intérieure de l'alésage que d'une valeur de 3 à 5 centièmes de millimètre.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, les saillies annulaires sont réalisées par refoulement de matière à la surface intérieure de l'alésage. Ce refoulement peut avantageusement être réalisé par un usinage analogue au dudgeonnage, mais effectué directement sur l'alésage de la plaque, ceci avant mise en place de l'extrémité du tube dans l'alésage.

La présente invention a également pour objet un outil en forme de dudgeon susceptible d'être utilisé pour réaliser les saillies annulaires par refoulement de métal à la surface de l'alésage.

Selon l'invention, cet outil en forme de dudgeon, a une enveloppe extérieure qui présente annulairement des parties en creux au moins partiellement complémentaires des saillies annulaires à former à la surface intérieure de l'alésage, et des parties en relief destinées à refouler la matière de la surface intérieure de l'alésage dans lesdites parties en creux.

Un tel outil en forme de dudgeon peut par exemple être obtenu par remplacement des galets coniques classiques d'un dudgeon par une pluralité de billes.

Cependant, dans un mode de réalisation préférée de l'invention, l'outil est obtenu par remplacement des galets coniques classiques par des galets coniques qui comportent chacun des rainures annulaires de forme complémentaire de celles des saillies à former à la surface intérieure de l'alésage.

De préférence, les galets de cet outil comportent des parties intermédiaires dont le niveau est compris entre celui des parties en creux et celui des parties en relief, ceci pour augmenter brutalement le couple résistant lorsque lesdites parties intermédiaires viennent en contact avec la surface intérieure de l'alésage.

La présente invention a également pour objet un assemblage d'au moins un tube sur une

plaque, cet assemblage étant réalisé par le procédé ci-dessus.

D'autres avantages ressortiront de la description qui suit de formes de réalisation avantageuses de l'invention, donnée à titre d'exemple non limitatif.

Aux dessins schématiques annexés :

la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un tube dudgeonné dans une plaque en utilisant un procédé selon un mode de réalisation de l'invention,

la figure 2 est une coupe axiale similaire à la figure 1, représentant un autre mode de réalisation de l'invention,

la figure 3 est une autre coupe axiale similaire aux figures 1 et 2, représentant un troisième mode de réalisation à l'invention,

la figure 4 est une vue à plus grande échelle de la surface intérieure d'un alésage préparé par le procédé selon la présente invention pour recevoir l'extrémité d'un tube mince à dudgeonner,

la figure 5 représente un outil en forme de dudgeon susceptible d'être utilisé dans le procédé selon l'invention.

La figure 1 représente un tube (1) dudgeonné dans une plaque (2). Dans cette figure, l'épaisseur du tube a été très nettement exagérée par rapport à son diamètre afin de la rendre plus lisible.

Le dudgeonnage est effectué de la façon suivante. Un alésage (3) est tout d'abord réalisé dans la plaque (2) à un diamètre légèrement supérieur au diamètre extérieur du tube (1). Des saillies annulaires (4) sont ensuite formées par tous moyens connus, par exemple par refoulement de matière à la surface intérieure de l'alésage (3). Les saillies (4) ont ici une section sensiblement isocèle.

L'extrémité du tube (1) est ensuite engagée dans l'alésage (3) muni des saillies (4) où il est dudgeonné de façon classique.

Lors du dudgeonnage du tube, les saillies (4) sont écrasées et il s'ensuit des contraintes résiduelles localisées beaucoup plus importantes que la contrainte de serrage moyen. On a constaté que cette contrainte est suffisante pour assurer l'étanchéité même lorsque la limite élastique de la plaque (2) est les deux tiers de celle du tube (1).

Une seule saillie (4) peut être suffisante, mais on en prévoit de préférence plusieurs pour tenir compte du fait que les saillies extrêmes peuvent être endommagées lors de l'engagement du tube (1) dans l'alésage (3).

Les figures 2 et 4 représentent un autre mode de réalisation de l'invention.

Comme dans la figure 1, la figure 2 représente un tube (11) dudgeonné dans une plaque (12). Préalablement à l'introduction du tube (11) dans l'alésage (13) de la plaque (12), on a formé à la surface intérieure de l'alésage (13) des saillies (14) dont le profil est représenté plus en détail à la figure 4.

Les saillies (14) ont une extension axiale 1 qui est de l'ordre de 5 dixièmes de millimètre ou inférieure. La hauteur e dont elle dépasse de la

surface (15) de l'alésage est de l'ordre de 3 à 5 centièmes de millimètre. On constate par ailleurs que l'alésage (13) comporte également des zones en renforcement (16) alternées avec les plages (15) où la surface de l'alésage n'a pas été modifiée.

Ceci résulte du mode de réalisation des saillies (14) que l'on décrira maintenant en référence à la figure 5.

Les saillies (14) sont réalisées par refoulement de matière à l'aide d'un outil (20) en forme de dudgeon, comportant comme les dudgeons classiques, une broche conique (21) autour de laquelle sont disposés des galets de forme globalement conique (22) de sorte que l'enveloppe extérieure des galets (22) soit généralement cylindrique.

Cependant, contrairement aux galets coniques des dudgeons classiques, les galets (22) sont usinés pour former des parties en creux (23) complémentaires des saillies (14) et des parties en relief (24) susceptibles, lors de l'usinage préalable de la plaque (12), en l'absence du tube (11), de refouler la matière de la surface intérieure de l'alésage dans les parties en creux (23) pour former les saillies (14). On constate par ailleurs que les galets (22) comportent des parties (25) intermédiaires dont le niveau est compris entre le fond des parties en creux (23) et la surface des parties en relief (24). Ainsi, lors de l'usinage par l'outil (20) en forme de dudgeon, les parties en relief (24) refoulent la matière de la plaque dans les parties en creux (23) et s'enfoncent dans la surface de l'alésage jusqu'à ce que les parties (25) de niveaux intermédiaires viennent en contact avec la surface (15) de l'alésage. A cet instant, le couple de rotation de l'outil (20) autour de son axe augmente de façon brutale de sorte qu'il est possible de régler l'usinage à un couple déterminé avec une fiabilité très grande de fonctionnement.

La solution de la figure 5 utilisant des galets (22) usinés est cependant préférable à celle du remplacement des galets par des billes du fait qu'en prévoyant des parties en relief (24) suffisamment larges, on augmente la portée de ces parties en relief et l'on réduit ainsi l'usure de la broche (21) de l'outil en forme de dudgeon.

On constatera par ailleurs que les tolérances globales d'usinage sont pratiquement les mêmes que dans les conditions du dudgeonnage classique. Il suffit de prévoir un jeu minimum entre le tube (1) et l'alésage (3) d'origine qui soit supérieur au jeu normal du double de l'épaisseur des

La figure 3 représente une autre variante dans laquelle un tube (31) est dudgeonné dans une plaque (32). Dans ce cas, l'alésage (33) a été préalablement façonné en l'absence du tube (31), à l'aide d'un outil formé par remplacement des galets d'un dudgeon classique par une pluralité de billes. Il en résulte des saillies (34) séparées par des renforcements toriques (35). Les renforcements toriques (35) sont alternés avec des plages (36) correspondant à la surface d'origine de l'alésage (3).

La solution de la figure 5 utilisant des galets (22) usinés est cependant préférable à celle du remplacement des galets par des billes du fait qu'en prévoyant des parties en relief (24) suffisamment larges, on augmente la portée de ces parties en relief et l'on réduit ainsi l'usure de la broche (21) de l'outil en forme de dudgeon.

On constatera par ailleurs que les tolérances globales d'usinage sont pratiquement les mêmes que dans les conditions du dudgeonnage classique. Il suffit de prévoir un jeu minimum entre le tube (1) et l'alésage (3) d'origine qui soit supérieur au jeu normal du double de l'épaisseur des

saillies (4). Par exemple, si les saillies ont une hauteur e égale à 5 centimètres de millimètre, le jeu supplémentaire devra être d'un dixième de millimètre.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées au procédé décrit ci-dessus, c'est ainsi en particulier que d'autres formes de saillies que celles décrites peuvent être envisagées.

L'essentiel est que ces saillies aient une extension axiale suffisamment faible pour pouvoir être écrasées lors du dudgeonnage et jouer ainsi le rôle de joints d'étanchéité.

Des tubes (1-11-31) de diamètre extérieur (d) de 19 mm en acier inoxydable et titane et de paroi d'épaisseur (E) de 0,4 et 0,5 mm ainsi que des tubes en acier inoxydable de diamètre extérieur (d) de 32 mm et d'épaisseur (E) de 0,25 mm ont été dudgeonnés dans des plaques supports (2) en acier, aluminium, bronze et cupro-aluminium. Il a suffi de deux fines saillies annulaires selon l'invention pour obtenir une très bonne étanchéité, ceci sans déformation excessive du métal.

Revendications

1. Procédé de dudgeonnage, dans lequel au moins un alésage est pratiqué dans une plaque métallique pour recevoir l'extrémité d'un tube, caractérisé par le fait que l'on forme, dépassant la surface intérieure dudit alésage, au moins une saillie annulaire dont l'extension mesurée parallèlement à l'axe de l'alésage est au plus égale à 1 mm et qui ne dépasse pas radialement la surface intérieure de l'alésage de plus que environ 0,2 mm.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires s'étendent axialement sur une longueur de l'ordre de 5 dixièmes de millimètre, ou même inférieure.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires dépassent de la surface intérieure de l'alésage d'une valeur de l'ordre de 3 à 5 centièmes de millimètre mesurée radialement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires sont réalisées par refoulement de la matière à la surface intérieure de l'alésage.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires sont réalisées par un usinage tel que le dudgeonnage effectué directement sur l'alésage, ceci avant mise en place de l'extrémité du tube dans l'alésage.

6. Outil en forme de dudgeon pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que son enveloppe extérieure présente annulairement des parties en creux au moins partiellement complémentaires desdites saillies annulaires à former à la surface intérieure de l'alésage et des parties en relief destinées à refouler la matière de la surface intérieure de l'alésage dans lesdites parties en

creux.

7. Outil en forme de dudgeon pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est constitué par un dudgeon qui comporte une pluralité de billes qui refoulent la matière de la surface intérieure de l'alésage dans les parties en creux de ce même dudgeon.

8. Outil en forme de dudgeon selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des galets pourvus de rainures annulaires de forme complémentaire de celle des saillies à former à la surface intérieure de l'alésage.

9. Outil selon la revendication 8, caractérisé par le fait que ses galets comportent des parties intermédiaires dont le niveau est compris entre celui des parties en creux et celui des parties en relief pour augmenter brutalement le couple de rotation de l'outil lorsque les parties intermédiaires viennent en contact avec la surface intérieure de l'alésage.

Claims

1. A tube expansion process wherein at least one bore is formed in a metal plate to receive the end of a tube, characterised in that at least one annular projection is formed, projecting from the inside surface of said bore, the extension of the annular projection as measured parallel to the axis of the bore being at most equal to 1 mm and the annular projection not projecting radially from the inside surface of the bore by more than about 0.2 mm.

2. A process according to claim 1, characterised in that said annular projections extend axially over a length of the order of 5 tenths of a millimetre or even less.

3. A process according to either one of claims 1 and 2, characterised in that said annular projections project from the inside surface of the bore by a distance of the order of from 3 to 5 hundredths of a millimetre, as measured radially.

4. A process according to any one of claims 1 to 3, characterised in that said annular projections are formed by upsetting the material at the inside surface of the bore.

5. A process according to claim 4, characterised in that said annular projections are formed by a machining operation such as an expansion operation which is carried out directly on the bore, before the end of the tube is set in position in the bore.

6. A tool in the form of a tube expander for carrying out the process according to claim 5, characterised in that the external casing portion thereof is annularly provided with recess portions which are at least partially complementary to said annular projections to be formed at the inside surface of the bore and raised portions which are intended to displace the material of the inside surface of the bore into said recess portions.

7. A tool in the form of a tube expander for carrying out the process according to claim 5,

characterised in that it is formed by a tube expander which comprises a plurality of balls which displace the material of the inside surface of the bore into the recess portions of said tube expander.

8. A tool in the form of a tube expander according to claim 6, characterised in that it comprises rollers provided with annular grooves which are complementary in shape to the shape of the projections to be formed at the inside surface of the bore.

9. A tool according to claim 8, characterised in that its rollers comprise intermediate portions, the level of which is between the level of the recess portions and the level of the raised portions in order abruptly to increase the torque for rotation of the tool when the intermediate portions come into contact with the inside surface of the bore.

Ansprüche

1. Einwalzverfahren, bei dem wenigstens eine Bohrung in einer Metallplatte zur Aufnahme des Endes eines Rohres angebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß man, von der Innenoberfläche dieser Bohrung vorspringend, wenigstens eine ringförmige Schulter bildet, deren parallel zur Achse der Bohrung gemessene Ausdehnung höchstens gleich 1 mm ist und die radial von der Innenoberfläche der Bohrung nicht mehr als etwa 0,2 mm vorragt.

2. Verfahren nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich diese ringförmigen Schultern axial auf eine Länge der Größenordnung von 5/10 mm oder noch darunter erstrecken.

3. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß diese ringförmigen Schultern von der Innenoberfläche der Bohrung um einen radial gemessenen Wert der Größenordnung von 3/100 bis 5/100 mm

vorragen.

4. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß diese ringförmigen Schultern durch Stauchen des Materials an der Innenoberfläche der Bohrung hergestellt werden.

5. Verfahren nach dem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß diese ringförmigen Schultern durch eine direkt an der Bohrung vorgenommene maschinelle Bearbeitung wie das Einwalzen, und zwar vor Einbringen des Endes des Rohres in die Bohrung hergestellt werden.

6. Werkzeug in Form eines Röhreneinwalzapparats zur Durchführung des Verfahrens nach dem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß seine äußere Hülle ringförmig Hohlräume, die wenigstens teilweise komplementär zu den an der Innenoberfläche der Bohrung zu bildenden ringförmigen Schultern sind, und Relieftteile aufweist, die zum Stauchen des Materials der Innenoberfläche der Bohrung in die Hohlräume bestimmt sind.

7. Werkzeug in Form eines Röhreneinwalzapparats zur Durchführung des Verfahrens nach dem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es aus einem Röhreneinwalzapparat besteht, der eine Mehrzahl von Kugeln aufweist, die das Material der Innenoberfläche der Bohrung in die Hohlräume dieses selben Röhreneinwalzapparats stauchen.

8. Werkzeug in Form eines Röhreneinwalzapparats nach dem Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß es Rollkörper aufweist, die mit ringförmigen Nuten einer zu der an der Innenoberfläche der Bohrung zu bildenden Schultern komplementären Form versehen sind.

9. Werkzeug nach dem Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß seine Rollkörper Zwischenteile aufweisen, deren Höhe zwischen der der Hohlräume und der der Relieftteile liegt, um das Drehmoment des Werkzeugs schroff zu erhöhen, wenn die Zwischenteile in Kontakt mit der Innenoberfläche der Bohrung kommen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

0 034 549

FIG.1

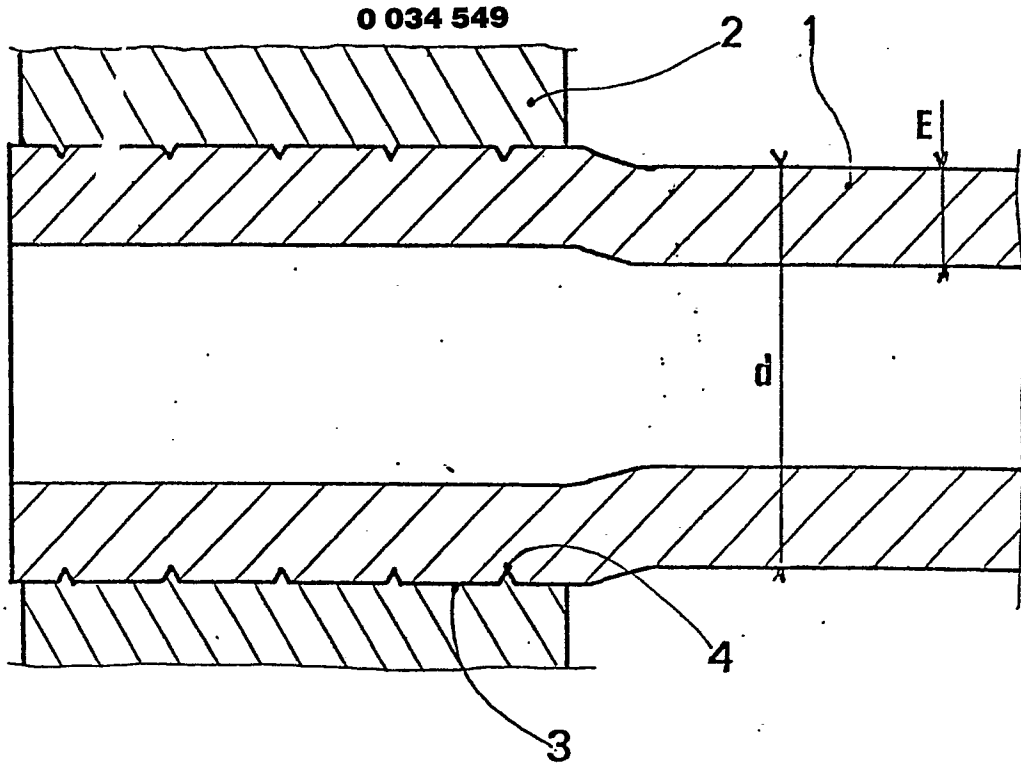


FIG.2

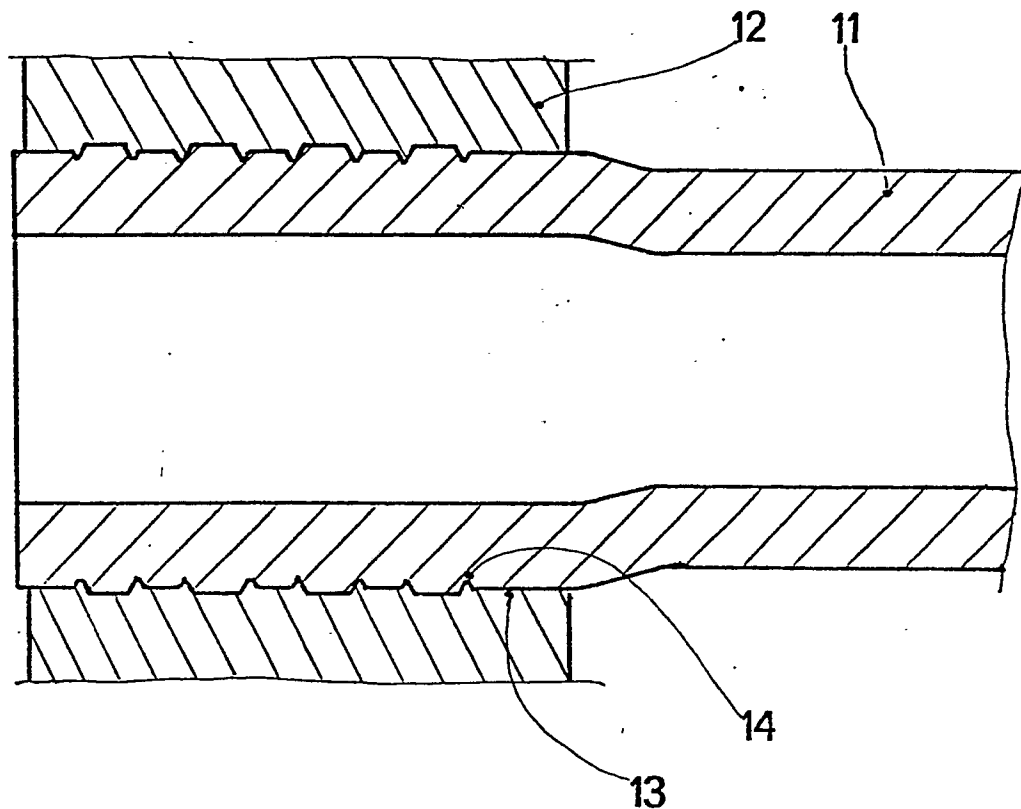


FIG.4

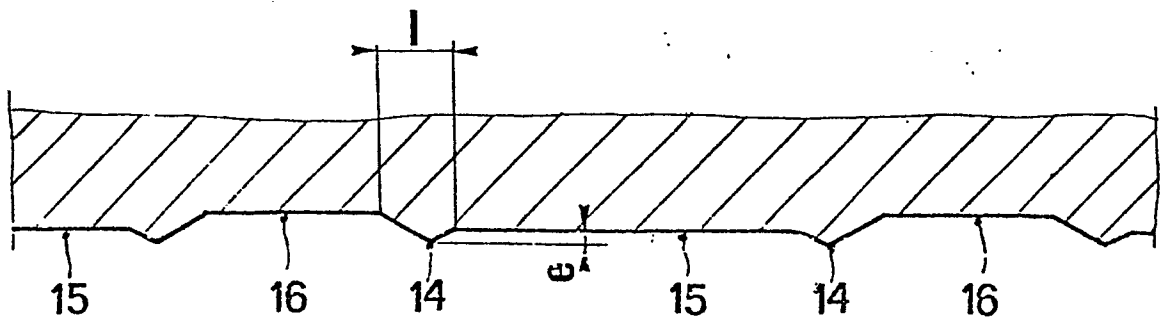


FIG.3

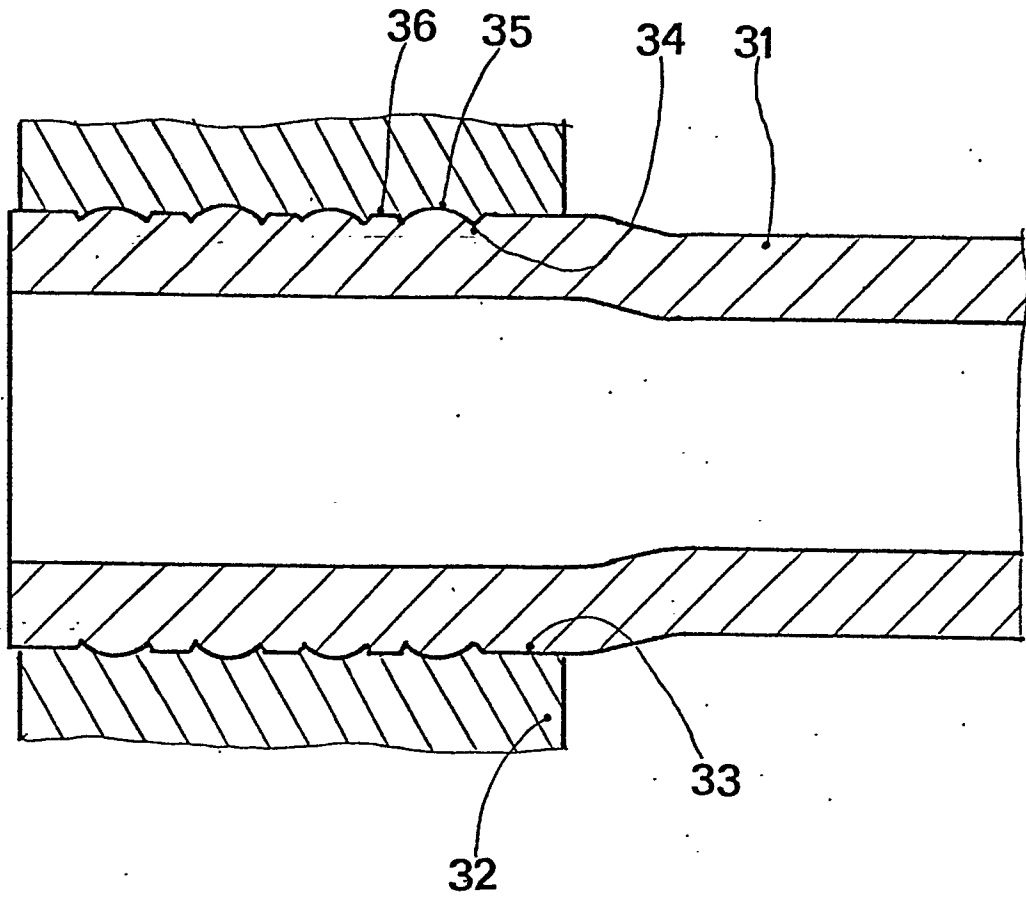


FIG.5

