

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 81420011.9

51 Int. Cl.³: **B 21 D 39/06**

22 Date de dépôt: 12.02.81

30 Priorité: 15.02.80 FR 8003348

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

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

71 Demandeur: **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 Cédex 16(FR)

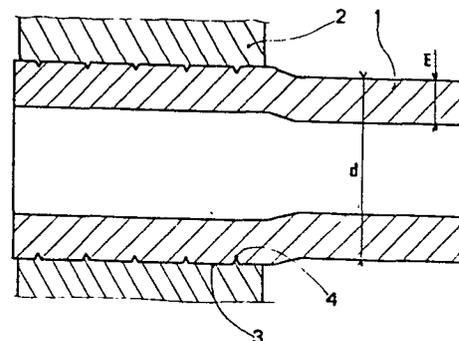
54 Procédé de dudgeonnage, outil susceptible d'être utilisé pour la mise en oeuvre de ce procédé, et assemblage obtenu à l'aide de ce procédé.

57 L'invention concerne un procédé de dudgeonnage et un outil pour la mise en oeuvre du procédé.

Ce procédé permet d'améliorer l'étanchéité entre tube et plaque, des tubes (1) fixés par dudgeonnage sur des plaques supports (2). Il consiste à réaliser de fines saillies annulaires (4) en relief à la surface des alésages (3) percés dans les plaques supports (2). L'invention consiste aussi en la définition d'un outil en forme de dudgeon (20) permettant de réaliser par refoulement de métal ces saillies (4) à la surface des alésages (3).

L'invention sera particulièrement utile pour la réalisation d'échangeur dans les cas où l'on exige une étanchéité très poussée, par exemple dans les installations nucléaires ou certaines installations chimiques.

FIG.1



PROCEDE DE DUDGEONNAGE, OUTIL SUSCEPTIBLE D'ETRE
UTILISE POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE, ET
ASSEMBLAGE OBTENU A L'AIDE DE CE PROCEDE

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.

5 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.

10 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. Ces rainures, d'une profondeur de l'ordre de 5 dixièmes de millimètre, ont une largeur de quelques millimètres.

15 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.

20

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

25 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
30 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 dudgeon-
35 nage des tubes minces qui d'une part améliore l'étanchéité et d'autre

part peut être mis en oeuvre 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
5 au moins une saillie annulaire qui dépasse la surface intérieure de l'alésage ; chaque saillie a une faible extension axiale par rapport à l'épaisseur de la plaque, cette extension étant mesurée parallèlement à l'axe de l'alésage. Chacune de ces fines saillies est partiellement étra-
10 sée 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
15 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
20 plaques en cupro-aluminium, alors que la présente invention permet de concilier les exigences d'étanchéité avec l'utilisation de tubes minces.

Chaque saillie annulaire selon l'invention a une extension mesurée parallèlement à l'axe du tube au plus de l'ordre du millimètre. Elle ne dépasse radialement la surface intérieure de l'alésage que d'une faible
25 valeur, au maximum de l'ordre de deux dixièmes de millimètre.

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
30 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
35 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.

5 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
10 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.

15 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.

20 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 les dites parties intermédiaires viennent en contact avec la surface intérieure de l'alésage.

25

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.

30 D'autres caractéristiques et 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 :

- 35 - 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 de 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'en suit 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 l 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.

5 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 clas-
10 siques, 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) com-
15 plémentaires 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) in-
20 termédiaires 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 (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.

30

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 plura-
35 lité 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
5 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'épais-
10 seur des saillies (4). Par exemple, si les saillies ont une hauteur e égale à 5 centièmes de millimètre, le jeu supplémentaire devra être d'un dixième de millimètre.

15 Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées au procédé décrit ci-dessus sans sortir pour autant du cadre de l'invention. 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
20 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
25 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.

REVENDEICATIONS DE BREVET

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 de faible extension par rapport à l'épaisseur de la plaque, cette extension étant mesurée parallèlement à l'axe de l'alésage.

2. Procédé selon revendication 1, caractérisé par le fait que chaque saillie annulaire a une extension mesurée parallèlement à l'axe du tube au plus égale à 1 mm.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque saillie annulaire ne dépasse radialement la surface intérieure de l'alésage que d'une valeur au maximum de l'ordre de 2 dixièmes de millimètre.

4. 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.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, 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 mesuré radialement.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires sont réalisées par refoulement de la matière à la surface intérieure de l'alésage.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que lesdites saillies annulaires sont réalisées par un usinage analogue au dudgeonnage effectué directement sur l'alésage, ceci avant mise en place de l'extrémité du tube dans l'alésage.

8. Outil en forme de dudgeon pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 7, 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.

5

9. Outil selon la revendication 8, caractérisé par le fait que chacun des galets coniques d'un dudgeon est remplacé par une pluralité de billes.

10 10. Outil en forme de dudgeon selon la revendication 8, caractérisé par le fait que chacun des galets coniques comporte des rainures annulaires de forme complémentaire de celle des saillies à former à la surface intérieure de l'alésage.

15 11. Outil selon la revendication 10, 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
20 l'alésage.

12. Assemblage d'au moins un tube sur une plaque, caractérisé par le fait qu'il est réalisé par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

1-2

FIG.1

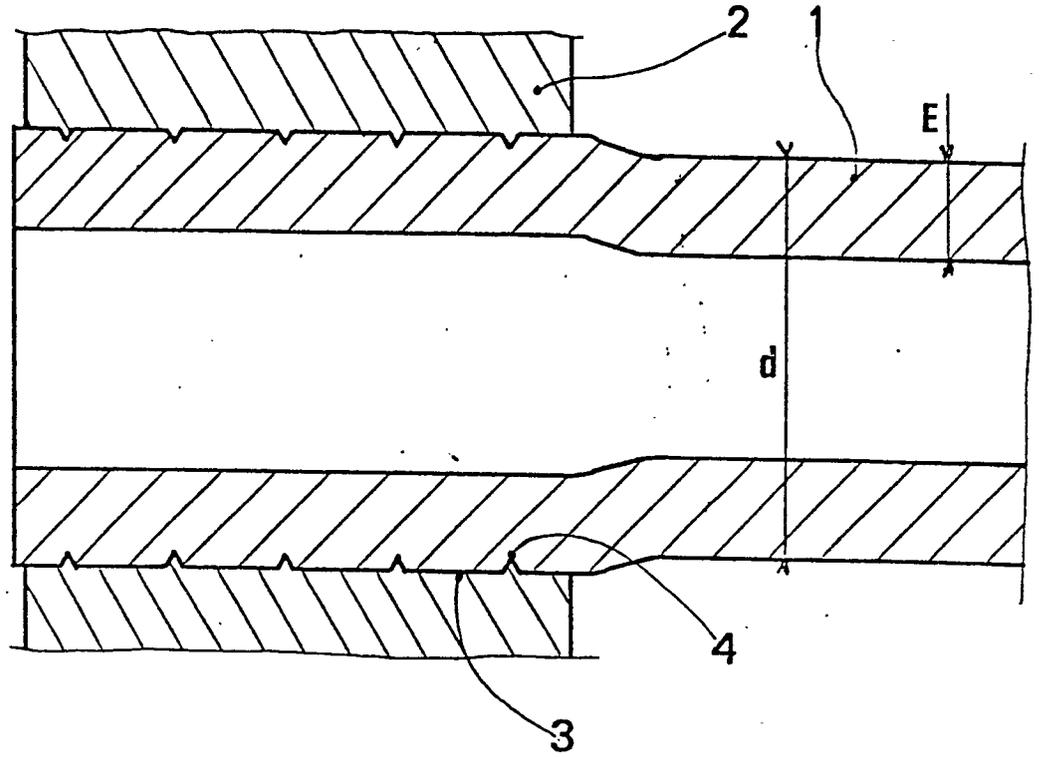


FIG.2

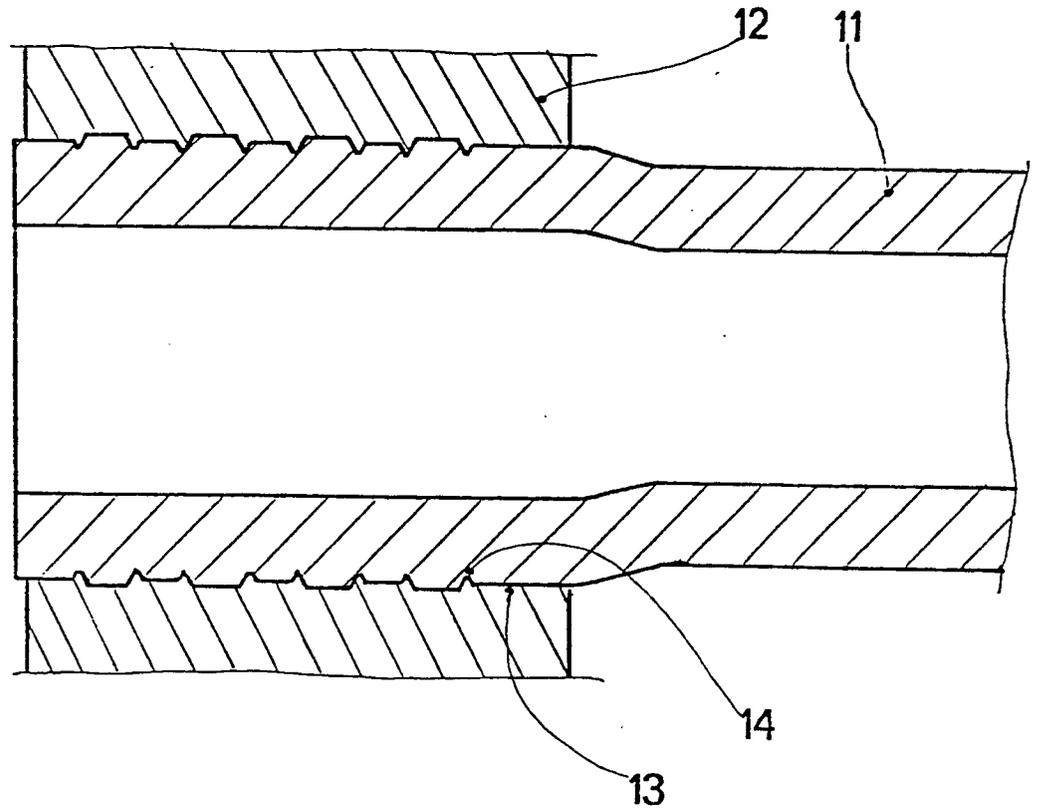
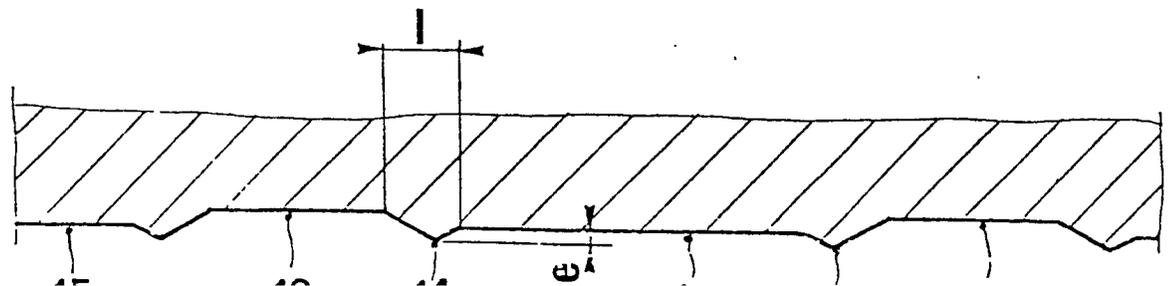


FIG.4



2-2

FIG. 3

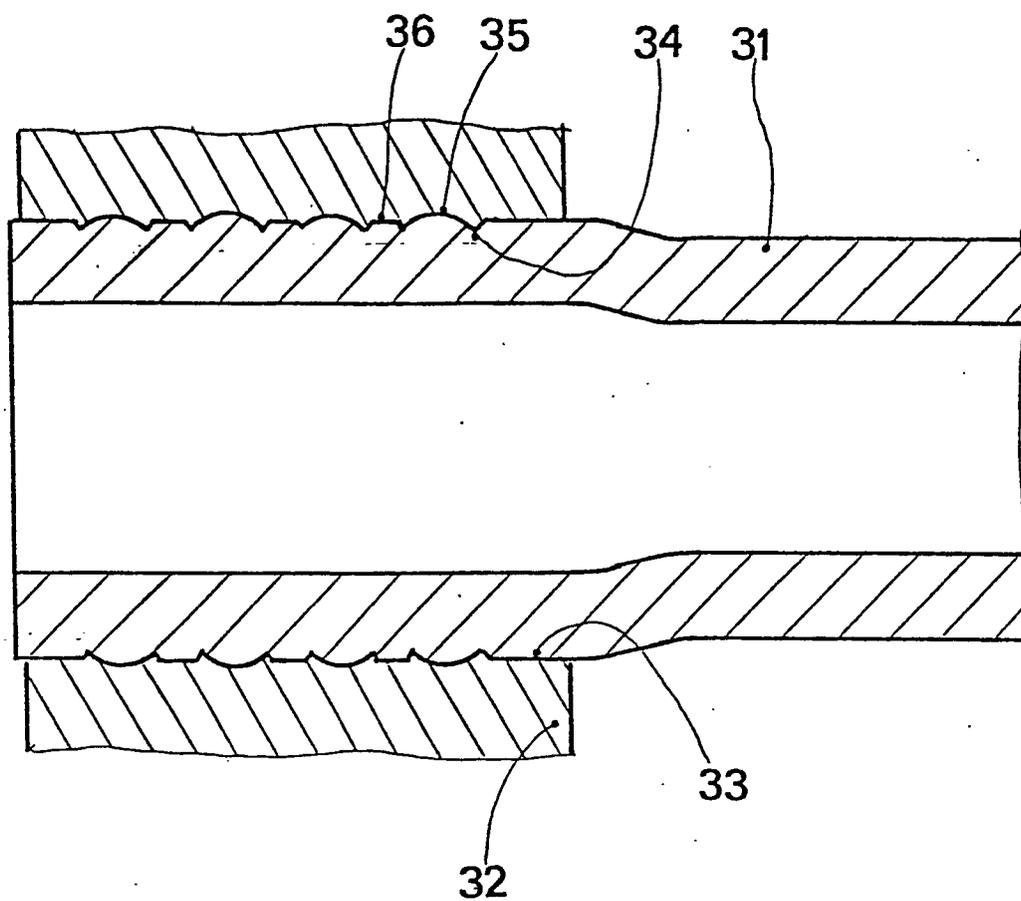


FIG. 5

