



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
05.05.93 Bulletin 93/18

⑤① Int. Cl.⁵ : **B21C 23/22, B21C 23/01**

②① Numéro de dépôt : **89420523.6**

②② Date de dépôt : **29.12.89**

⑤④ **Procédé de fabrication de tubes bimétalliques et tubes obtenus par ce procédé.**

③⑩ Priorité : **03.01.89 FR 8900025**

④③ Date de publication de la demande :
11.07.90 Bulletin 90/28

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
05.05.93 Bulletin 93/18

⑧④ Etats contractants désignés :
AT DE ES GB IT SE

⑤⑥ Documents cités :
DE-A- 2 211 129
SU-A- 869 927
SU-A- 995 962
US-A- 2 023 498
US-A- 3 066 403
US-A- 3 566 741
US-A- 3 753 704

⑤⑥ Documents cités :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 38
(M-358)[1761], 19 février 1985; & JP-A-59 179
212 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO K.K.) 11-
10-1984

⑦③ Titulaire : **VALINOX**
130 rue de Silly
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)

⑦② Inventeur : **Muggeo, Alain**
53, rue de Couvin
F-21500 Montbard (FR)
Inventeur : **Vuillaume, Denis**
Fresnes
F-21500 Montbard (FR)

⑦④ Mandataire : **Desolneux, Jean-Paul Charles**
Setval Division Propriété Industrielle 130, rue
de Silly
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)

EP 0 377 390 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).

Description

L'invention concerne un procédé de fabrication de tubes bimétalliques dont la section comporte une zone annulaire externe et une zone annulaire interne de compositions différentes. Elle s'applique particulièrement aux tubes d'acier.

L'invention concerne aussi les tubes obtenus par ce procédé, notamment les tubes d'acier, ainsi que l'ébauche tubulaire permettant de mettre en oeuvre le procédé de fabrication de l'invention.

De tels tubes peuvent en particulier être utilisés chaque fois que seule leur paroi extérieure ou intérieure est en contact avec un fluide dont la composition, la température ou d'autres caractéristiques nécessitent l'utilisation d'un métal ou alliage de composition particulière et de coût relativement élevé. On peut alors limiter l'épaisseur de la zone annulaire constituée d'un tel métal ou alliage et utiliser pour le reste de la section du tube un métal ou alliage de coût beaucoup moins élevé, dont la fonction essentielle est alors d'assurer la tenue mécanique du tube.

On connaît un procédé de fabrication de tels tubes bimétalliques. Il consiste à réaliser une ébauche comportant deux composants tubulaires de compositions différentes qu'on emboîte l'un dans l'autre. L'un des composants est en un acier inoxydable ou réfractaire ou encore en un alliage réfractaire. L'autre composant est, par exemple, en un acier non allié ou allié.

Ces deux composants doivent avoir une forme cylindrique de révolution et être usinés avec la précision nécessaire pour pouvoir être emboîtés l'un dans l'autre avec le minimum de jeu. Après chauffage à la température voulue, on effectue, de façon également connue, une coextrusion de cette ébauche, avec un taux de réduction de section déterminé, afin d'obtenir un tube bimétallique. On constate alors que, si la composition des métaux ou alliages mis en jeu, l'état de surface des parois en contact, ainsi que les conditions d'extrusion sont convenables, on obtient une bonne liaison de nature métallurgique entre les deux composants.

Dans la pratique, ce procédé est relativement coûteux à mettre en oeuvre, en particulier parce qu'il est nécessaire d'effectuer un usinage précis des deux composants de l'ébauche. Chacun des deux composants doit être usiné de façon à avoir une épaisseur constante. De plus, pour les deux composants, l'usinage de la paroi intérieure sur une longueur relativement grande présente des difficultés qui le rendent coûteux. Enfin, des précautions particulières doivent éventuellement être prises pour limiter l'oxydation des parois en regard des deux composants de l'ébauche, pendant le chauffage de celle-ci, avant coextrusion. Des difficultés supplémentaires sont dues à la différence de coefficient de dilatation qui existe le plus souvent entre les deux composants de l'ébau-

che. En effet l'un des deux composants est souvent en un acier austénitique ou autre alliage de coefficient de dilatation bien supérieur à celui de l'autre composant qui est en un acier non allié ou faiblement allié.

Lorsque c'est le composant externe qui présente le plus fort coefficient de dilatation, on observe, au cours du chauffage de l'ébauche, un accroissement du jeu entre les deux composants. Cet accroissement peut être une cause d'oxydation et peut entraîner au moment de la coextrusion des irrégularités d'écoulement de l'un des composants par rapport à l'autre au passage à travers la filière.

Lorsque c'est au contraire le composant interne qui a le plus fort coefficient de dilatation il y a serrage des deux composants l'un contre l'autre au chauffage.

Un procédé analogue à celui qui vient d'être décrit est exposé dans le brevet US 3566741 SLINEY.

Ce procédé est appliqué à la réalisation d'un tube comportant deux couches concentriques liées entre elles : une couche intérieure en un acier ductile contenant 0,2 à 0,4 % de carbone et une couche extérieure de dureté plus élevée contenant 0,5 à 0,6 % de carbone.

Des additions convenables donnent à la couche intérieure une dureté comprise entre 45 et 53 RC et à la couche extérieure une dureté comprise entre 57 et 63. Ces deux aciers sont ferritiques. Les deux composants de l'ébauche initiale sont usinés de façon à s'emboîter l'un dans l'autre avec un minimum de jeu de l'ordre de quelques millièmes d'inch.

Ils sont logés dans un boîtier étanche, puis après préchauffage à température convenable, subissent une coextrusion de façon connue entre le mandrin et la filière d'une presse d'extrusion.

Le tube bimétallique obtenu, si les conditions opératoires sont correctement choisies, comporte deux couches concentriques liées métallurgiquement l'une à l'autre.

On constate que l'exemple donné dans ce document concerne la réalisation par coextrusion d'un tube bimétallique dont les deux composants sont en acier ferritique et ont donc, sensiblement, le même coefficient de dilatation, ce qui évite le risque d'accroissement du jeu entre les deux composants et donc d'oxydation accrue au chauffage si le composant extérieur a le coefficient de dilatation le plus élevé.

Malgré cela, selon l'exemple, on fait appel à un boîtier d'extrusion qui est fermé par soudage de façon étanche.

Il s'agit donc d'un procédé qui nécessite des précautions particulières et en particulier, un usinage très précis des deux composants de l'ébauche ainsi que la mise en oeuvre d'aciers de compositions voisines pour obtenir un résultat satisfaisant.

On a recherché la possibilité de simplifier le pro-

cédé de réalisation de tubes bimétalliques par coextrusion, afin de le rendre à la fois plus sûr, plus reproductible et plus économique.

On a recherché en particulier la possibilité de supprimer la nécessité d'un emboîtement précis des deux composants de l'ébauche l'un dans l'autre avec un jeu réduit au minimum.

On a recherché aussi la possibilité de mettre en oeuvre des composants interne et externe de coefficients de dilatation différents sans risques d'oxydation notable au chauffage ou d'anomalies d'écoulement au cours de la coextrusion.

On a recherché enfin la possibilité de protéger efficacement de l'oxydation les parois en regard des deux composants pendant le chauffage de l'ébauche, avant coextrusion.

Le procédé qui fait l'objet de l'invention permet d'atteindre ces résultats et d'obtenir un tube bimétallique qui n'a pas les défauts de ceux réalisés par le procédé connu. Ce tube bimétallique fait aussi l'objet de l'invention.

Le procédé de fabrication d'un tube bimétallique par coextrusion à chaud selon l'invention consiste à réaliser une ébauche comportant deux composants tubulaires de révolution coaxiaux. Ces deux composants sont constitués de métaux ou alliages, de compositions différentes, logés coaxialement l'un dans l'autre.

On détermine les sections de chacun de ces composants tubulaires, dans un plan perpendiculaire à l'axe commun, de façon à ménager entre leurs parois en regard un espace annulaire, de largeur radiale pas inférieure à 3 mm ; la largeur radiale de cet espace annulaire est de préférence au moins égale à 2 % du diamètre extérieur du composant interne et n'est pas supérieure à la largeur radiale du composant tubulaire de plus faible épaisseur. On remplit cet espace annulaire d'un métal ou alliage divisé dont la composition est compatible avec les compositions des deux composants tubulaires, puis on le ferme de façon étanche à chacune des deux extrémités par des moyens de fermeture. On chauffe ensuite l'ébauche à la température d'extrusion qu'on détermine en fonction des caractéristiques des métaux ou alliages qui la constituent, puis on effectue la coextrusion de cette ébauche, au moyen d'une presse, à travers une filière, de façon à obtenir un tube bimétallique, le rapport de réduction entre la section solide de l'ébauche et celle du tube bimétallique obtenu étant au moins égal à 4.

De préférence, la largeur radiale de l'espace annulaire n'est pas sensiblement supérieure à 10 mm.

De façon avantageuse, l'ébauche comporte un premier composant tubulaire réalisé en un acier non allié, ou allié ou encore inoxydable, le deuxième composant tubulaire étant réalisé en un matériau différent tel que un acier inoxydable ou réfractaire ou en un alliage inoxydable ou réfractaire contenant au total

au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni, ou en un alliage à base de nickel.

De préférence, lorsque le premier composant tubulaire est en acier inoxydable et que le deuxième composant tubulaire est en acier inoxydable ou réfractaire, la teneur en éléments d'addition de l'acier du deuxième composant est supérieure à celle de l'acier du premier composant.

De préférence, la largeur radiale de la paroi du premier composant est supérieure à celle de la paroi du deuxième composant. De préférence également, les caractéristiques mécaniques de résistance à la déformation de l'acier du premier composant sont supérieures à celles de l'acier ou alliage du deuxième composant.

Suivant les applications prévues du tube bimétallique obtenu par le procédé suivant l'invention, le premier composant tubulaire de l'ébauche est le composant externe ou le composant interne, le deuxième composant tubulaire de l'ébauche étant, respectivement, le composant interne ou le composant externe.

De préférence le métal ou alliage divisé dont on remplit l'espace annulaire est constitué en majeure partie de granules avantageusement de forme générale sensiblement sphérique le diamètre moyen étant inférieur à 1 mm. Ce métal ou alliage divisé peut être en tout matériau compatible avec la composition des premier et deuxième composants tubulaires. Ce peut être par exemple un acier non allié, ou allié, ou inoxydable ou un alliage inoxydable ou réfractaire contenant au total au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni, ou un alliage à base de nickel. De préférence, on tasse le métal ou alliage divisé dans l'espace annulaire de façon à atteindre une densité apparente d'au moins 50 % de la densité réelle de ce métal ou alliage.

Les moyens de fermeture de l'espace annulaire de l'ébauche sont, de préférence, deux pièces d'extrémité métalliques disposées aux deux extrémités de l'ébauche. Ces pièces d'extrémité sont avantageusement en acier non allié ou allié.

De préférence également, on relie chaque pièce d'extrémité aux deux extrémités correspondantes de chaque composant de l'ébauche par des cordons de soudure annulaires étanches. Eventuellement, on peut faire le vide dans l'espace annulaire avant de chauffer l'ébauche à température d'extrusion.

On effectue l'extrusion de l'ébauche au moyen d'une presse, comportant un piston muni d'une aiguille qui s'engage dans l'ébauche, préalablement logée dans un conteneur, puis dans la filière solidaire de celui-ci. On provoque ainsi l'écoulement de l'ébauche donc de ses composants à travers l'espace annulaire compris entre aiguille et filière, la lubrification étant assurée par une couche de verre.

L'invention concerne aussi l'ébauche tubulaire

comportant les deux composants tubulaires coaxiaux dont la structure a été décrite précédemment et qui permet de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention.

L'invention concerne également un tube bimétallique de révolution, sans soudure, réalisé par coextrusion ; ce tube comporte une couche externe et une couche interne, constituées de métaux ou alliages différents, liées entre elles de façon métallurgique par une couche de liaison provenant d'un métal divisé ; celui-ci, au cours du processus de coextrusion, s'est soudé à lui-même ainsi qu'au composant interne et au composant externe.

Les figures et les exemples ci-après décrivent, de façon non limitative, deux modes particuliers de réalisation du procédé de fabrication de tubes bimétalliques suivant l'invention.

La figure 1 est une vue en coupe d'une ébauche, permettant de fabriquer par le procédé suivant l'invention un tube bimétallique, le premier composant tubulaire de cette ébauche étant le composant externe.

La figure 2 est une vue en coupe d'une ébauche, permettant de fabriquer par le procédé suivant l'invention un tube métallique, le premier composant tubulaire de cette ébauche étant le composant interne.

On voit figure 1 une ébauche 1 permettant de fabriquer, suivant un premier mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, un tube bimétallique qui, par lui-même, fait partie de l'invention. Cette ébauche 1, vue en coupe suivant un plan passant par l'axe X1-X1, comporte deux composants tubulaires 2, 3 à parois cylindriques de révolution, disposés l'un dans l'autre, coaxialement par rapport à X1 - X1. Le premier composant tubulaire 2, de plus forte épaisseur radiale "e1", est un composant externe en un acier faiblement allié dont la teneur totale en éléments d'addition est inférieure à 5 %. Cette épaisseur "e1" est plus que deux fois supérieure à celle "e2" du deuxième composant tubulaire 3, qui constitue le composant interne de l'ébauche. Un espace annulaire 4 est ménagé entre la paroi extérieure 5 du deuxième composant tubulaire 3 et la paroi intérieure 6 du premier composant tubulaire 2. La largeur radiale "e3" de cet espace annulaire 4 est, dans le cas de cette figure 1, bien inférieure à l'épaisseur radiale "e2" du deuxième composant tubulaire 3. Cette largeur radiale "e3" peut être plus proche de l'épaisseur radiale "e2" du deuxième composant tubulaire 3, le plus mince de l'ébauche, sans la dépasser cependant. Le deuxième composant tubulaire 3 peut être réalisé, en fonction des utilisations, en un acier inoxydable ou réfractaire ou encore en un alliage contenant, au total, au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni ou encore en un alliage à base de nickel. Deux pièces d'extrémité 7, 8 annulaires sont disposées chacune à une extrémité de l'ébauche 1. Ces deux pièces 7, 8 peuvent être en un

acier non allié ou peu allié ; elles peuvent avoir une composition voisine de celle du composant tubulaire de l'ébauche dont la paroi est la plus épaisse. Cette composition est en particulier déterminée pour permettre une jonction étanche par soudage avec les deux composants tubulaires 2, 3 de l'ébauche 1. Ces 2 pièces d'extrémité 7, 8 assurent le centrage des deux composants tubulaires 2 et 3 par rapport à l'axe commun X1 - X1 grâce à des nervures annulaires 9, 10 qui s'engagent entre eux.

Avant la mise en place définitive d'au moins la dernière de ces deux pièces d'extrémité, on remplit l'espace annulaire 4 d'un métal ou alliage divisé dont la composition est compatible avec les compositions des deux composants tubulaires. Ce métal ou alliage divisé peut être choisi par exemple parmi les aciers non alliés, alliés, inoxydables ou réfractaires ou encore parmi les alliages contenant, au total, au moins 50 % en masse d'éléments, du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni.

Ce métal divisé est, de préférence, sous forme de granules en majorité sensiblement sphériques et de diamètre moyen inférieur à 1 mm.

On effectue un tassage de ce métal ou alliage divisé dans l'espace annulaire 4, par toute méthode convenable, afin d'obtenir une densité apparente au moins égale à 50 % de la densité réelle. On peut en particulier effectuer ce tassage par vibration ou compression. Après mise en place de la dernière des deux pièces d'extrémité 7, 8, on réalise une liaison étanche entre chacune d'elles et les extrémités correspondantes des composants tubulaires 2, 3 par des cordons de soudure annulaires étanches 11, 12, 13, 14. Pour éviter les surépaisseurs et permettre une bonne pénétration, on forme des chanfreins, inclinés environ à 45°, sur les bords d'extrémité des composants tubulaires et des pièces d'extrémité dans les zones où doivent être réalisés ces cordons de soudure.

On chauffe ensuite l'ébauche 1, ainsi préparée, par un moyen connu tel que four à gaz, ou four électrique à rayonnement ou induction ou four à bain de sels ou autre. La température de chauffe dépend, pour une part, des caractéristiques des métaux ou alliages qui constituent l'ébauche et, pour une autre part, des conditions de coextrusion : force de la presse, dimensions de l'ébauche, taux de réduction de la section, nature du lubrifiant utilisé. Cette température de chauffage est supérieure à 1000° C. Les lubrifiants donnant les meilleurs résultats sont des verres. Le rapport de réduction entre section initiale de l'ébauche et section du tube obtenu doit être d'au moins 4 et, de préférence, d'au moins 6 afin d'obtenir une bonne liaison métallurgique, au moyen de la couche de métal divisé, entre les couches externes et internes du tube obtenu provenant des composants 2, 3 de l'ébauche. Les compositions et les épaisseurs des deux composants tubulaires 2, 3 de l'ébauche 1 sont déterminées en fonction des conditions d'utilisation

du tube bimétallique obtenu. En règle générale, le premier composant 2, moins allié, est en contact avec le fluide le moins corrosif et son épaisseur est déterminée essentiellement pour conférer au tube la tenue mécanique nécessaire. Ceci explique que ce premier composant est, le plus souvent, plus épais que le deuxième. La composition du deuxième composant 3 est choisie pour sa résistance à la corrosion par le fluide le plus corrosif. Dans le cas de la présente figure 1 ce fluide est celui qui circule à l'intérieur du tube. L'expérience montre qu'un choix avisé du métal ou alliage constituant ce deuxième composant permet de prévoir une usure très faible et donc une relativement faible épaisseur de ce composant 3 par rapport à l'épaisseur du premier composant 2 nécessaire pour assurer la tenue mécanique du tube.

A titre d'exemple pratique d'utilisation de ce premier mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, on prépare une ébauche 1 de structure semblable à celle de la figure 1. Elle comprend : un premier composant 2, externe de 223 mm de diamètre extérieur, 140 mm de diamètre intérieur et 870 mm de long en acier au carbone comportant de faibles additions de Mn et V du type 20 MV6 (norme AFNOR), un deuxième composant 3, interne, de 126 mm de diamètre extérieur, 100 mm de diamètre intérieur et 870 mm de long, en acier inoxydable type AISI 316 (NORME AISI).

L'espace annulaire 4 entre les deux composants 2, 3 de 7 mm de largeur radiale, est rempli d'acier inoxydable divisé type AISI 316 L en majeure partie sous forme de granules sensiblement sphériques de diamètre compris entre 0,1 et 1 mm. Un tassage par vibration permet d'atteindre une densité apparente d'environ 60 % de la densité réelle. On ferme cet espace annulaire par deux plaques d'extrémité 7, 8 également en acier au carbone type 20MV6. Chacune de ces plaques est munie d'une nervure annulaire 9, 10 de quelques mm de hauteur qui s'engage dans l'espace annulaire 4 rempli d'acier inoxydable divisé. Ces deux plaques d'extrémité 7, 8 sont chacune reliées aux deux composants 2, 3 par des cordons de soudure étanches 11, 12, 13, 14, réalisés par soudage à l'arc sous argon.

On chauffe ensuite cette ébauche à une température comprise entre 1150 et 1200° C dans un four à gaz, puis, après enduction réalisée de façon classique d'une couche de verre lubrifiant, tant sur la surface extérieure que sur la surface intérieure, on introduit l'ébauche dans le conteneur d'une presse et on effectue la coextrusion à travers une filière de 117 mm de diamètre. Le piston de la presse est muni d'une aiguille de 94 mm de diamètre qui permet d'obtenir, après coextrusion puis déverrage, un tube bimétallique de 114,3 mm de diamètre extérieur et 92,6 mm de diamètre intérieur. Le rapport de réduction entre la section de l'ébauche 1 et celle du tube obtenu est donc d'environ 9,3.

Des examens micrographiques effectués sur des échantillons prélevés en plusieurs points du tube bimétallique montrent une excellente liaison métallurgique réalisée par l'intermédiaire de la couche de métal divisé entre la couche externe et la couche interne au moment du passage à travers la filière. Cette couche de métal divisé permet aussi, avant la coextrusion, pendant la phase de chauffage de l'ébauche, d'absorber les phénomènes de dilatation radiale différentielle d'un composant par rapport à l'autre ; cette couche de liaison facilite aussi, pendant la coextrusion, les glissements de l'un des deux composants de l'ébauche par rapport à l'autre sans risques d'arrachements, de fissuration ou de formation de plis.

On voit figure 2 une ébauche 21, permettant de fabriquer, selon un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, un tube métallique qui, en lui-même, fait aussi partie de l'invention. Cette ébauche, vue en coupe suivant un plan passant par son axe X2-X2 comporte deux composants tubulaires 22, 23 à parois cylindriques de révolution, disposés l'un dans l'autre, coaxialement par rapport à X2-X2. Le premier composant tubulaire 22 est un composant interne réalisé en un acier au carbone. Son épaisseur radiale, e11, est supérieure à celle, e12 du deuxième composant tubulaire 23 qui est externe. Entre ces deux composants est ménagé un espace annulaire 24 compris entre la paroi extérieure 25 du premier composant tubulaire 22 et la paroi intérieure 26 du deuxième composant tubulaire 23. La largeur radiale e13 de cet espace annulaire est dans le cas de cette ébauche bien inférieure à l'épaisseur radiale e12 du composant externe 23 le plus mince tout en étant supérieure à 2 % du diamètre extérieur du composant interne 22, pas inférieure à 3 mm et pas supérieure à 10 mm. Le deuxième composant 23 externe est en un acier inoxydable ou réfractaire ou encore en un alliage contenant, au total, au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni.

Deux pièces annulaires d'extrémité 27, 28 en acier au carbone assurent le centrage des deux composants 22, 23 au moyen des nervures annulaires 29, 30. Avant mise en place de la dernière pièce d'extrémité, on remplit l'espace annulaire 24 d'un métal ou alliage divisé dont la composition est compatible avec les compositions des deux composants tubulaire et qui est de préférence sous forme de granules en majeure partie sensiblement sphériques et de diamètre moyen préférentiellement inférieur à 1 mm. Ce métal divisé peut être un acier au carbone allié ou non, un acier inoxydable ou réfractaire ou encore un alliage contenant, au total, au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni. On tasse ce métal divisé par vibration pour obtenir une densité apparente au moins égale à 50 % de la densité réelle. On relie les pièces d'extrémité 27, 28 aux extrémités correspondantes des composants 22, 23 par des cordons de soudure annulaires et étanches

31, 32, 33, 34.

On chauffe, par un moyen connu, l'ébauche 21 ainsi préparée à une température convenable supérieure à 1000° C. Cette température est déterminée, de façon connue, en tenant compte des caractéristiques des métaux ou alliages qui constituent l'ébauche et des conditions d'extrusion. On effectue ensuite l'extrusion de façon connue, en plaçant l'ébauche, après enduction, de façon connue tant sur sa surface extérieure que sur sa surface intérieure, par un verre lubrifiant, dans le conteneur, muni d'une filière, d'une presse d'extrusion. La poussée de l'ébauche est assurée par un piston muni d'une aiguille qui traverse l'ébauche et s'engage dans la filière. La lubrification est assurée de préférence de façon connue par des verres. Les sections de l'aiguille, de la filière, et de l'ébauche sont déterminées de façon à obtenir un rapport de réduction d'au moins 4 et, de préférence, d'au moins 6.

A titre d'exemple on prépare une ébauche de structure semblable à celle de la figure 2 comprenant un premier composant interne 22 en acier au carbone de type 20 MV 6 (NORME AFNOR) de 189 mm de diamètre extérieur, 60 mm de diamètre intérieur et 870 mm de long. Le deuxième composant externe 23, en acier inoxydable 316 (NORME AISI) a un diamètre extérieur de 223 mm, un diamètre intérieur de 200 mm et une longueur de 870 mm. Les états de surface des parois en regard formant l'espace annulaire sont préparés de façon à éviter la présence d'oxyde. On peut par exemple pratiquer avant montage de l'ébauche un brossage ou meulage de ces parois. L'espace annulaire 24 de 5,5 mm de largeur radiale est rempli d'acier inoxydable divisé, type 316 (NORME AISI), en majeure partie sous forme de granules sensiblement sphériques de diamètre compris entre 0,1 et 1 mm. Après tassage par vibrations la densité apparente de cet acier divisé est d'environ 60 % de sa densité réelle. Après mise en place des pièces d'extrémité 27, 28 en acier 20MV6 on les relie aux deux composants 22, 23 par des cordons de soudure étanches 31, 32, 33, 34 réalisés par soudage à l'arc sous argon.

On chauffe l'ébauche ainsi réalisée entre 1050 et 1200° C dans un four à gaz puis, après enduction au moyen d'une couche d'un verre lubrifiant, de façon connue tant sur la surface extérieure que sur la surface intérieure, on effectue la coextrusion au moyen d'une presse. Le piston de cette presse comporte une aiguille de 52,1 mm de diamètre qui s'engage dans l'ébauche 21 puis dans la filière de 66 mm de diamètre.

Après coextrusion puis déverrage on obtient un tube bimétallique d'environ 63,5 mm de diamètre extérieur et 51,3 mm de diamètre intérieur. Le rapport de réduction par rapport à la section initiale de l'ébauche de 223 mm de diamètre extérieur et 60 mm de diamètre intérieur est d'environ 31.

Des examens micrographiques, effectués sur

des échantillons prélevés en plusieurs points du tube bimétalliques, montrent une excellente liaison métallurgique réalisée par l'intermédiaire de la couche de métal divisé entre la couche interne et la couche externe du tube. Par ailleurs, compte tenu des caractéristiques du procédé, on peut utiliser pour les deux composants des produits tubulaires ne nécessitant pas des tolérances serrées, notamment pour les surfaces en regard formant l'espace annulaire, ce qui permet de baisser les coûts de fabrication.

Pour certaines applications, il peut être nécessaire d'éliminer, avant préchauffage, le reste de l'air contenu dans l'espace annulaire 24 rempli de métal ou alliage divisé. Ceci peut être réalisé en faisant le vide dans cet espace annulaire, par un passage ménagé dans une pièce d'extrémité. Un moyen de fermeture permet ensuite d'obturer ce passage avant chauffage de l'ébauche ou, au plus tard, avant coextrusion.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un tube bimétallique par coextrusion à chaud d'une ébauche comportant deux composants tubulaires, de révolution, constitués de métaux ou alliages de compositions différentes, logés coaxialement l'un dans l'autre caractérisé en ce qu'on détermine les sections de chacun de ces composants tubulaires 2, 3, 22, 23, dans un plan perpendiculaire à l'axe commun, de façon à ménager entre leurs parois en regard 5, 6, 25, 26 un espace annulaire 4, 24 de largeur radiale e_3 , e_{13} pas inférieure à 3 mm, au moins égale à 2 % du diamètre extérieur du composant interne et pas supérieure à celle du composant tubulaire 3, 23 de plus faible épaisseur, puis en ce qu'on remplit d'un métal ou alliage divisé dont la composition est compatible avec les compositions des deux composants tubulaires cet espace annulaire 4, 24 qu'on ferme ensuite, de façon étanche par des moyens de fermeture 7, 8, 27, 28 disposés aux deux extrémités, puis en ce qu'on chauffe l'ébauche 1, 11 à la température d'extrusion déterminée, en fonction des caractéristiques des métaux ou alliages qui la constituent, puis en ce qu'on effectue la coextrusion de cette ébauche au moyen d'une presse à travers une filière de façon à obtenir un tube bimétallique, le rapport de réduction entre la section solide de l'ébauche et celle du tube bimétallique obtenu étant au moins égale à 4.

2. Procédé suivant revendication 1 caractérisé en ce que l'espace annulaire 4, 24 a une largeur radiale pas sensiblement supérieure à 10 mm.

3. Procédé suivant revendication 1 ou 2 caractérisé

- en ce que l'ébauche comporte un premier composant tubulaire 2, 22 en un acier non allié ou allié ou inoxydable et un deuxième composant tubulaire 3,23 réalisé en un matériau différent tel que un acier inoxydable ou réfractaire ou un alliage inoxydable ou réfractaire contenant, au total, au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni, ou en un alliage à base de nickel.
4. Procédé suivant revendication 3 caractérisé en ce que lorsque le premier composant est en acier inoxydable et le deuxième composant en acier inoxydable ou réfractaire, la teneur en éléments d'additions de l'acier du deuxième composant est supérieure à celle de l'acier du premier composant.
5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la largeur radiale de la paroi du premier composant 2, 22 est supérieure à celle de la paroi du deuxième composant 3, 23.
6. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 5 caractérisé en ce que les caractéristiques mécaniques de résistance à la déformation de l'acier du premier composant 2, 22 sont supérieures à celles de l'acier ou alliage du deuxième composant 3, 23.
7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le métal ou alliage divisé dont on remplit l'espace annulaire 4, 24 est constitué en majeure partie de granules sensiblement sphériques de diamètre moyen inférieur à 1 mm.
8. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que le métal ou alliage divisé est un acier non allié, ou allié, ou inoxydable ou un alliage inoxydable ou réfractaire contenant au total au moins 50 % en masse d'éléments du groupe comprenant Co, Cr, Mo, Ni.
9. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'on tasse le métal ou alliage divisé dans l'espace annulaire 4, 24 de façon à atteindre une densité apparente d'au moins 50 % de la densité réelle de ce métal ou alliage.
10. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 9 caractérisé en ce que le premier composant de l'ébauche est le composant externe 2.
11. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 9 caractérisé en ce que le premier composant de l'ébauche est le composant interne 22.
12. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 11
- caractérisé en ce que les moyens de fermeture de l'espace annulaire 4, 24 de l'ébauche 1, 21 sont deux pièces d'extrémité métalliques annulaires 7, 8, 27, 28 disposées aux deux extrémités de l'ébauche.
13. Procédé suivant revendication 12 caractérisé en ce que on relie chaque pièce d'extrémité 7, 8, 27, 28 aux deux extrémités correspondantes de chaque composant de l'ébauche par des cordons de soudure annulaires étanches 11, 12, 13, 14, 31, 32, 33, 34.
14. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'on fait le vide dans l'espace annulaire 4, 24 avant de chauffer l'ébauche 1, 21 à température d'extrusion.
15. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 14 caractérisé en ce que la coextrusion de l'ébauche est effectuée au moyen d'une presse, comportant un piston muni d'une aiguille qui s'engage dans l'ébauche, préalablement logée dans un conteneur, puis dans la filière solidaire de ce conteneur ledit piston entraînant ainsi l'écoulement des composants de l'ébauche à travers l'espace annulaire compris entre aiguille et filière, la lubrification étant assurée par une couche de verre.
16. Tube bimétallique, de révolution sans soudure, réalisé par coextrusion d'une ébauche comprenant deux composants, ce tube comportant une couche externe et une couche interne constituées de métaux ou alliages différents caractérisé en ce qu'une liaison métallurgique entre ces deux couches est assurée par une couche de liaison qui provient d'un métal divisé qui s'est soudé à lui-même et à la fois au composant interne et au composant externe au cours de la coextrusion.
17. Ebauche tubulaire pour mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 15 comportant deux composants tubulaires de révolution, constitués de métaux ou alliages de compositions différentes logés coaxialement l'un dans l'autre, caractérisée en ce que les sections de chacun de ces composants tubulaires dans un plan perpendiculaire à l'axe commun sont déterminées de façon à ménager entre leurs parois en regard un espace annulaire de largeur radiale pas inférieure à 3 mm, au moins égale à 2 % du diamètre extérieur du composant interne et pas supérieure à celle du composant tubulaire de plus faible épaisseur, cet espace annulaire étant rempli d'un métal ou alliage divisé dont la composition est compatible avec les compositions des

deux composants tubulaires, cet espace annulaire étant fermé de façon étanche par des moyens de fermeture disposés aux deux extrémités.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bimetallrohrs durch Koextrusion, in heißem Zustand, eines Rohlings, der zwei Komponenten in Form rohrförmiger Rotationskörper aufweist, wobei die Komponenten aus Metallen oder Legierungen unterschiedlicher Zusammensetzung bestehen und koaxial ineinander eingefügt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte jeder dieser beiden rohrförmigen Komponenten 2, 3, 22, 23 in einer zur gemeinsamen Achse senkrechten Ebene so bestimmt werden, daß zwischen ihren gegenüberliegenden Wänden 5, 6, 25, 26 ein ringförmiger Hohlraum 4, 24 mit einer radialen Stärke e_3 , e_{13} von mindestens 2% des Außendurchmessers der inneren Komponente, jedoch nicht unter 3 mm und nicht größer als die radiale Stärke der dünneren Komponente 3, 23, ausgespart wird; daß der ringförmige Hohlraum 4, 24 mit einem fein verteilten Metall oder einer ebensolchen Legierung, deren Zusammensetzung mit der Zusammensetzung der beiden rohrförmigen Komponenten verträglich ist, gefüllt und anschließend mit Hilfe von an beiden Enden angeordneten Verschlußvorrichtungen 7, 8, 27, 28 luftdicht verschlossen wird; daß der Rohling 1, 11 auf die in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Metalle oder Legierungen, aus denen er besteht, festgelegte Extrusionstemperatur erhitzt wird, daß die Koextrusion des Rohlings mit Hilfe einer Presse durch eine Ziehdüse hindurch durchgeführt wird, um so ein Bimetallrohr zu erhalten, wobei das Verringerungsverhältnis zwischen dem massiven Querschnitt des Rohlings und dem des fertigen Bimetallrohrs mindestens 4 beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Hohlraum 4, 24 eine radiale Stärke von nicht wesentlich über 10 mm hat.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling eine erste rohrförmige Komponente 2, 22 aus nicht legiertem, legiertem oder rostfreiem Stahl und eine zweite rohrförmige Komponente 3, 23 aus einem anderen Material, das ein rostfreier oder hitzefester Stahl oder eine rostfreie oder hitzefeste Legierung mit einem minimalen Gesamtgehalt von 50 Massen% von Elementen aus der die Elemente Co, Cr, Mo, Ni umfassenden Gruppe oder eine

Legierung auf Nickelgrundlage sein kann, umfaßt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn die erste Komponente aus rostfreiem Stahl und die zweite Komponente aus rostfreiem oder hitzefestem Stahl besteht, der Gehalt an Zusatzelementen des Stahls der zweiten Komponente größer als der des Stahls der ersten Komponente ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Stärke der Wand der ersten Komponente 2, 22 größer als die der Wand der zweiten Komponente 3, 23 ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Eigenschaften der Widerstandsfähigkeit gegen Deformation beim Stahl der ersten Komponente 2, 22 höher als beim Stahl oder der Legierung der zweiten Komponente 3, 23 sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das fein verteilte Metall oder die ebensolche Legierung, mit denen der Hohlraum 4, 24 gefüllt wird, größtenteils aus im wesentlichen kugelförmigen Körnern mit einem mittleren Durchmesser unter 1 mm bestehen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das fein verteilte Metall oder die ebensolche Legierung ein nicht legierter, legierter oder rostfreier Stahl oder eine rostfreie oder hitzefeste Legierung mit einem minimalen Gesamtgehalt von 50 Massen% von Elementen aus der die Elemente Co, Cr, Mo, Ni umfassenden Gruppe ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das fein verteilte Metall oder die ebensolche Legierung im ringförmigen Hohlraum 4, 24 verdichtet wird, so daß eine scheinbare Dichte von mindestens 50% der wirklichen Dichte des Metalls oder der Legierung erzielt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Komponente des Rohlings die äußere Komponente 2 ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Komponente des Rohlings die innere Komponente 22 ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschlußvorrichtungen des ringförmigen Hohlraums 4, 24 des

Rohlings 1, 21 zwei ringförmige metallische Endstücke 7, 8, 27, 28 sind, die an den beiden Enden des Rohlings angeordnet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Endstück 7, 8, 27, 28 mit den beiden zugehörigen Enden jeder Komponente des Rohlings durch luftdichte Schweißnähte 11, 12, 13, 14, 31, 32, 33, 34 verbunden wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Aufheizen des Rohlings 1, 21 auf die Extrusionstemperatur der ringförmige Hohlraum 4, 24 evakuiert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Koextrusion des Rohlings mit Hilfe einer Presse durchgeführt wird, die einen Kolben aufweist, der mit einer Nadel versehen ist, die in den vorher in einen Behälter eingeführten Rohling und anschließend in die mit dem Behälter verbundene Zieh Düse eingreift, wobei der Kolben den Durchgang der Komponenten des Rohlings durch den ringförmigen Hohlraum zwischen Zieh Düse und Nadel bewirkt, und wobei die Schmierung durch eine Glasschicht sichergestellt wird.

16. Durch Koextrusion eines zwei Komponenten umfassenden Rohlings hergestelltes nahtloses, rotationsförmiges Bimetallrohr, das eine äußere und eine innere Schicht aus unterschiedlichen Metallen oder Legierungen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine metallurgische Verbindung zwischen diesen beiden Schichten durch eine Verbindungsschicht sichergestellt ist, die aus einem fein verteilten Metall entsteht, das sich im Laufe der Koextrusion mit sich selbst und gleichzeitig mit der inneren Komponente und der äußeren Komponente verschweißt hat.

17. Rohrförmiger Rohling zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, der zwei rotationsförmige rohrförmige Komponenten umfaßt, die aus unterschiedlichen Metallen oder Legierungen bestehen und coaxial ineinandergefügt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der beiden rohrförmigen Komponenten in einer senkrecht zur gemeinsamen Achse liegenden Ebene so bestimmt sind, daß zwischen ihren gegenüberliegenden Wänden ein ringförmiger Hohlraum mit einer radialen Stärke von mindestens 2% des Außendurchmessers der inneren Komponente, jedoch nicht unter 3 mm und nicht größer als die radiale Stärke der dünneren Komponente ausgespart ist, wobei der ringförmige Hohlraum mit einem fein verteilten Metall oder ei-

ner ebensolchen Legierung, deren Zusammensetzung mit der Zusammensetzung der beiden rohrförmigen Komponenten verträglich ist, gefüllt ist und mit Hilfe von an beiden Enden angeordneten Verschlussvorrichtungen luftdicht verschlossen ist.

Claims

1. A method of producing a bimetallic tube by coextrusion under heat of a blank comprising two tubular components of revolution consisting of metals or alloys of different compositions fitted coaxially one into the other, characterised in that the cross-sections of each of these tubular components (2, 3, 22, 23) in a plane at right-angles to the common axis are established in such a way as to provide between their facing walls (5, 6, 25, 26) an annular space (4, 24) of radial width (e3, e13) which is not less than 3 mm, at least equal to 2% of the outside diameter of the inner component and no greater than that of the tubular component (3, 23) of lesser thickness, and then in that a divided alloy or metal, the composition of which is compatible with the compositions of the two tubular components, is used to fill this annular space (4, 24) which is then closed in sealing-tight fashion by closure means (7, 8, 27, 28) disposed at the two ends and in that the blank (1, 11) is heated to the extrusion temperature determined according to the characteristic features of the metals or alloys which constitute it, and in that coextrusion of the blank is carried out by means of a press through a die in such a way as to produce a bimetallic tube, the ratio of reduction between the solid cross-section of the blank and that of the bimetallic tube obtained being at least 4.
2. A method according to Claim 1, characterised in that the annular space (4, 24) has a radial width which is not substantially greater than 10 mm.
3. A method according to Claim 1 or 2, characterised in that the blank comprises a first tubular component (2, 22) of a non-alloyed or alloyed or stainless steel and a second tubular component (3, 23) made from a different material such as a stainless or refractory steel or a stainless or refractory alloy containing in toto at least 50% by mass of elements from the group comprising Co, Cr, Mo, Ni or a nickel-based alloy.
4. A method according to Claim 3, characterised in that when the first component is stainless steel and the second component is stainless or refractory steel, the content of elements of addition of

the steel in the second component is greater than that of the steel in the first component.

5. A method according to one of Claims 1 to 4, characterised in that the radial width of the wall of the first component (2, 22) is greater than that of the wall of the second component (3, 23). 5
6. A method according to one of Claims 3 to 5, characterised in that the mechanical characteristics of resistance to deformation of the steel in the first component (2, 22) are better than those of the steel or alloy in the second component (3, 23). 10
7. A method according to one of Claims 1 to 6, characterised in that the divided alloy or metal with which the annular space (4, 24) is filled consists for the most part of substantially spherical granules having a mean diameter less than 1 mm. 15 20
8. A method according to one of Claims 1 to 7, characterised in that the divided alloy or metal is a non-alloyed or alloyed steel or a stainless steel or a stainless or refractory alloy containing in toto at least 50% by mass of elements from the group comprising Co, Cr, Mo, Ni. 25
9. A method according to one of Claims 1 to 8, characterised in that the divided alloy or metal is packed into the annular space (4, 24) in such a way as to achieve an apparent density of at least 50% of the true density of this metal or alloy. 30
10. A method according to one of Claims 3 to 9, characterised in that the first component of the blank is the outer component (2). 35
11. A method according to one of Claims 3 to 9, characterised in that the first component of the blank is the inner component (22). 40
12. A method according to one of Claims 1 to 11, characterised in that the means of closing the annular space (4, 24) of the blank (1, 21) are two annular metallic end pieces (7, 8, 27, 28) disposed at the two ends of the blank. 45
13. A method according to Claim 12, characterised in that each end piece (7, 8, 27, 28) is connected to the two corresponding ends of each component of the blank by sealing-tight annular weld beads (11, 12, 13, 14, 31, 32, 33, 34). 50
14. A method according to one of Claims 1 to 13, characterised in that a vacuum is established in the annular space (4, 24) prior to heating the blank (1, 21) to the extrusion temperature. 55

15. A method according to one of Claims 1 to 14, characterised in that coextrusion of the blank is carried out by means of a press comprising a piston fitted with a rod which engages the blank which is previously housed in a container and then a die rigid with this container, the said piston thus causing flow of the components of the blank through the annular space comprised between rod and die, lubrication being provided by a glass coating.

16. A seamless bimetallic tube of revolution produced by coextrusion of a blank comprising two components, this tube comprising an outer layer and an inner layer consisting of different metals or alloys and characterised in that a metallurgical bond between these two layer is provided by a bonding coating which emanates from a divided metal which is welded to itself and at the same time to the inner component and to the outer component during the course of coextrusion.

17. A tubular blank for carrying out the method according to one of Claims 1 to 15, comprising two tubular components of revolution consisting of metals or alloys of different compositions which are housed coaxially one in the other, characterised in that the cross-sections of each of these tubular components in a plane at right-angles to the common axis are determined in such a way as to provide between their facing walls an annular space of a radial width which is not less than 3 mm and which is at least equal to 2% of the outside diameter of the inner component and not more than that of the tubular component of the smaller thickness, this annular space being filled with a divided alloy or metal, the composition of which is compatible with the compositions of the two tubular components, this annular space being closed in a sealing-tight fashion by closure means disposed at the two ends.

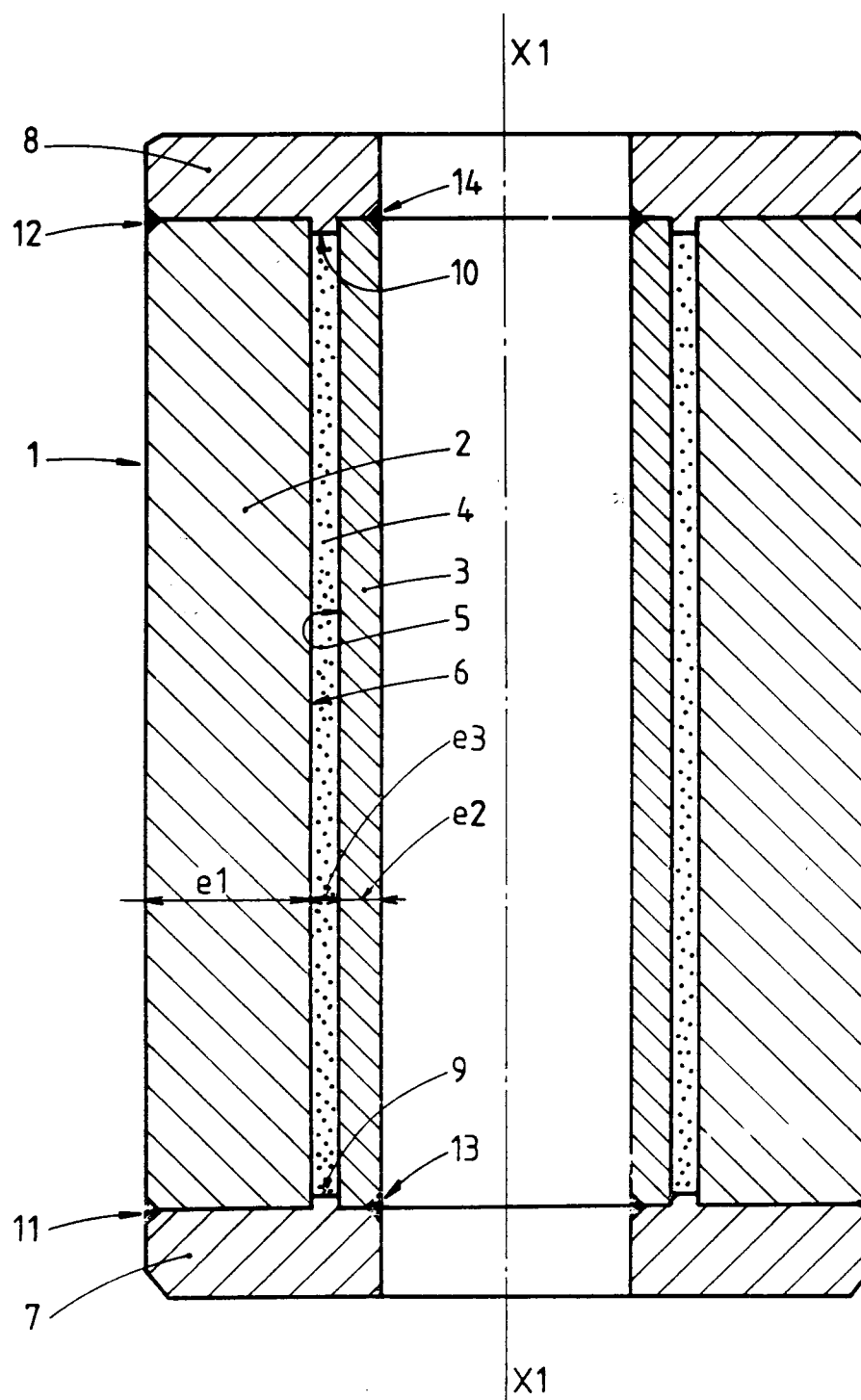


Fig.1

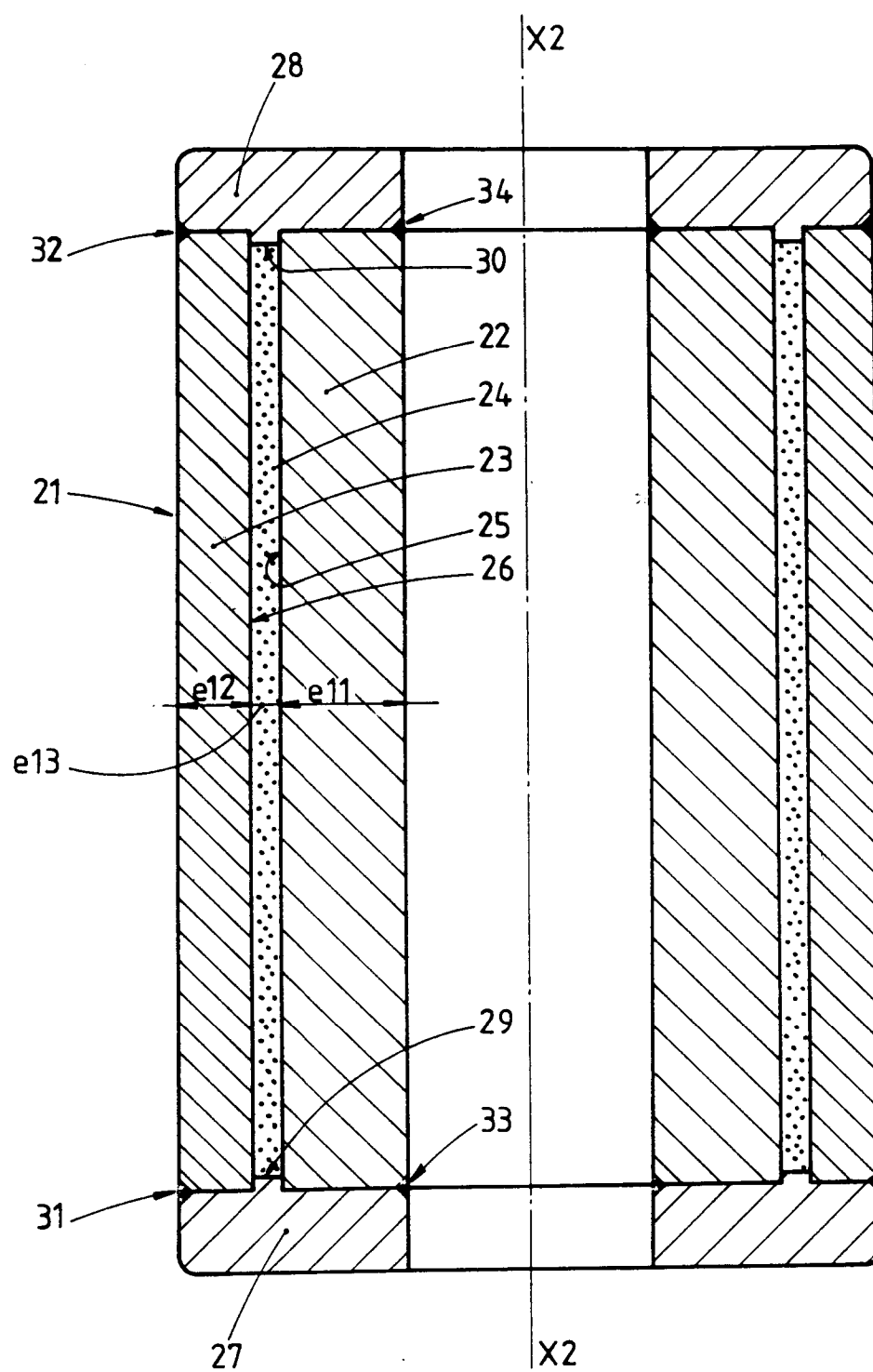


Fig.2