

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 22120

(54) Procédé pour préparer des produits en acier plaqué et produits ainsi obtenus.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **B 23 K 20/04; B 32 B 1/00, 15/01; C 21 D 8/06.**

(22) Date de dépôt 16 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 23-4-1982.

(71) Déposant : Société dite : SUMITOMO KINZOKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA, résidant au Japon.

(72) Invention de : Chihiro Hayashi.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : SA Fedit-Loriot,
38, av. Hoche, 75008 Paris.

PROCEDE POUR PREPARER DES PRODUITS EN ACIER PLAQUE ET PRODUITS AINSI OBTENUS

La présente invention concerne un procédé pour préparer des produits en acier plaqué et plus particulièrement un procédé pour préparer des produits rectilignes linéaires en acier tels que des tubes, des barres et des fils d'acier qui sont composés d'au moins deux métaux stratifiés. L'invention vise également les produits obtenus par ce procédé.

Les tubes d'acier plaqué ayant une structure stratifiée composée d'une couche extérieure d'acier au carbone et d'une couche intérieure d'acier inoxydable sont connus et couramment utilisés. Les produits en acier plaqué, tels qu'un tel tube en acier plaqué, par suite de la présence d'un métal de placage (généralement une couche présente en petite quantité telle que l'acier inoxydable de la couche intérieure du tube précité) présentent une résistance élevée à la corrosion, à la fissuration par l'acide sulfhydrique et à l'abrasion et par conséquent ces produits en acier plaqué peuvent résister à des conditions sévères et être utilisés dans des applications spéciales. On utilise normalement un métal peu coûteux comme métal de base (généralement sous forme d'une couche importante, par exemple la couche extérieure d'acier au carbone du tube précité).

Comme procédé pour préparer de tels tubes en acier plaqué, on connaît le procédé suivant. Comme illustré par la figure 16, on insère avec du jeu, un tube 2' en acier inoxydable dans un tube épais 1' en acier au carbone et on soude en continu les portions terminales du tube 2' placé dans le tube 1' sur la totalité de leur pourtour. La face périphérique du tube 2' est recouverte de nickel sur une épaisseur de 80 à 130 μ m pour éviter la diffusion du carbone pendant le stade d'union métallurgique des deux tubes. Le diamètre extérieur du tube 2' est inférieur d'environ 1,5 mm au diamètre intérieur du tube 1' si bien que l'on peut emboîter aisément les deux tubes. Un évent de gaz 1'a communiquant avec la cavité située entre le tube 1' et le tube 2' est situé sur la portion terminale du tube 1'. On chauffe dans des conditions prédéterminées cet ensemble qui constitue un matériau à façonner en un tube, c'est-à-dire une billette et on le fait passer à travers une machine rotative à forger de telle sorte que la portion où se trouve l'évent de gaz 1' a soit située du côté du fond pour former le tube désiré. Ce procédé ainsi que les procédés semblables présentent les inconvénients suivants : l'usinage mécanique de l'évent de gaz 1'a ou d'un dispositif semblable est très malaisé, le centrage du tube intérieur 2' et du tube extérieur 1' est difficile lors du soudage et du fait que les tubes sont courbés, il est difficile de former un

tube long. Donc un tel procédé comporte divers facteurs qui empêchent l'amélioration de la productivité et du taux de fabrication des billettes.

Comme procédé d'assemblage des billettes stratifiées, on connaît un procédé d'ajustement à la presse. Cependant comme la course de la presse d'ajustement d'un tube intérieur 2' dans un tube extérieur 1' est naturellement limitée, ce procédé présente l'inconvénient de ne pas permettre l'obtention d'un tube long.

On peut également citer un procédé d'ajustement par retrait. Cependant, lorsqu'on adopte le procédé d'ajustement par retrait, il se forme de la calamine sur la surface circonférentielle intérieure du tube 1' et l'aptitude à la liaison métallurgique pendant le stade de formation du tube est très mauvaise, ce qui réduit le taux des produits acceptés au contrôle. On a proposé un procédé dans lequel l'air de la cavité entre les tubes 1' et 2' est remplacé par un gaz inerte tel que l'argon pour éviter la formation de calamine lors du stade de laminage à chaud ou similaires. Même lorsqu'on choisit ce procédé, dans le cas par exemple d'un tube d'acier plaqué ayant une longueur totale de 7 mètres, on doit éliminer environ 2 mètres de la portion supérieure et environ 0,5 mètre de la portion correspondant au fond par suite d'une union métallurgique insuffisante.

Comme on le voit, même les procédés que l'on considère en pratique comme excellents par rapport aux procédés de soudage par explosion de l'art antérieur, présentent divers défauts et difficultés.

L'invention vise à résoudre les défauts et difficultés des procédés classiques. L'invention concerne un procédé dans lequel on obtient une billette plaquée creuse ou pleine ou un bloom plaqué utile comme matériau intermédiaire par emploi d'une technique d'étirage à froid et on soumet ce matériau intermédiaire à un travail à chaud pour obtenir un produit en acier plaqué ayant la forme désirée.

Plus particulièrement, l'invention a pour objets :

- un procédé pour produire des tubes d'acier permettant d'obtenir des tubes d'acier avec des rendements élevés et avec des taux de fabrication élevés ;

- un procédé permettant de fabriquer avec des taux de fabrication élevés et des rendements élevés des produits rectilignes linéaires en acier plaqué tels que des barres et des fils en acier plaqué qui n'ont pratiquement pas été jusqu'ici fabriqués ou commercialisés et présentant une excellente aptitude à liaison métallurgique,

- un procédé pour préparer des tubes et des fils présentant une excellente aptitude à l'union entre le métal de base et le métal de recouvrement, en évitant la carburation avec des rendements élevés et des taux de fabrication élevés ; et

5 - un procédé pour préparer des produits en acier plaqué ne nécessitant pas la construction d'un appareillage important pour éviter la carburation,

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit faite en regard des figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est un diagramme illustrant les stades principaux d'un mode de réalisation du procédé de l'invention dans lequel on prépare un tube en acier plaqué ;

15 - la figure 2 est un diagramme illustrant l'étirage à froid du mode de réalisation illustré par la figure 1 ;

- la figure 3 est une photographie prise au microscope métallographique d'une coupe axiale de la portion d'union d'un tube en acier plaqué préparé selon le mode de réalisation illustré par la figure 1 ;

20 - la figure 4 est un diagramme illustrant un mode de réalisation dans lequel on utilise une feuille métallique mince comme milieu intermédiaire ;

- les figures 5 et 6 sont des photographies prises au microscope métallographique illustrant une coupe axiale de la portion d'union d'un tube en acier ^{plaqué} préparé avec utilisation d'une pellicule métallique mince comme milieu intermédiaire ;

25 - la figure 7 est un diagramme illustrant les stades principaux d'un mode de réalisation du procédé de l'invention pour préparer un tube en acier plaqué avec un stade de formation d'un bloom plaqué par étirage à froid ;

- la figure 8 est un diagramme illustrant l'étirage à froid du mode de réalisation illustré par la figure 7 ;

30 - la figure 9 est une photographie prise au microscope métallographique d'une coupe axiale d'un tube d'acier plaqué préparé selon le mode de réalisation illustré par la figure 7 ;

- la figure 10 est un diagramme illustrant les stades principaux de la préparation d'un fil plaqué selon le procédé de l'invention ;

35 - la figure 11 est un diagramme illustrant l'étirage à froid du mode de réalisation illustré par la figure 10 ;

- la figure 12 est une photographie prise au microscope métallographique montrant une coupe axiale d'une barre au fil plaqué, préparé selon le

mode de réalisation illustré par la figure 10 ;

- la figure 13 est un diagramme illustrant les stades principaux d'un autre mode de réalisation de préparation d'un fil plaqué selon le procédé de l'invention ;

5 - la figure 14 est un diagramme illustrant l'étirage à froid du mode de réalisation illustré par la figure 13 ;

- la figure 15 est une photographie prise au microscope métallographique montrant la coupe axiale d'un fil plaqué préparé selon le mode de réalisation illustré par la figure 13 et,

10 - la figure 16 est une coupe longitudinale d'un tube préparé selon le procédé classique de préparation d'un tube d'acier plaqué.

Selon un de ses aspects fondamentaux, l'invention concerne un procédé pour préparer des produits en acier plaqué ayant une structure stratifiée constituée d'au moins deux couches métalliques qui consiste à insérer avec du jeu une âme faite d'un métal destiné à former une couche intérieure, dans
15 un tube fait d'un métal destiné à former une couche extérieure, directement ou avec au moins un tube intermédiaire fait d'un métal destiné à constituer une couche intermédiaire, à étirer à froid simultanément les tubes et l'âme de l'ensemble pour obtenir un matériau intermédiaire constitué de l'âme et des
20 tubes étroitement unis entre eux, à chauffer le matériau intermédiaire à une température prédéterminée et à soumettre le matériau intermédiaire à un travail à chaud pour le façonner en un produit ayant la forme désirée.

L'invention va maintenant être décrite en détail relativement à des modes de réalisation caractéristiques. Des caractéristiques de l'invention
25 vont être tout d'abord décrites de façon succincte pour mieux définir le domaine technique de l'invention.

Le produit désiré de l'invention est un produit rectiligne linéaire en acier plaqué tel qu'un tube, une barre ou un fil. Le produit en acier plaqué préparé selon l'invention a une structure comportant au moins deux
30 couches semblables à celles du tube plaqué connu précité. Cependant, lorsqu'on utilise le produit en acier plaqué dans des conditions le soumettant à l'action d'une atmosphère corrosive, on préfère qu'il ait une structure à trois couches comportant une couche périphérique extérieure et une couche circonférentielle intérieure faites d'un métal résistant à la corrosion. De
35 plus, on a souvent besoin d'un produit en acier linéaire constitué d'une âme en métal de base et d'au moins deux couches métalliques stratifiées.

Par conséquent, le tube, ou un autre produit linéaire selon l'invention, est constitué d'au moins deux couches métalliques, le métal de base constituant la couche extérieure, la couche intérieure ou la couche intermédiaire.

5 Dans le cas où le tube, ou un autre produit linéaire, à préparer doit avoir une structure à deux couches, les matériaux que l'on emboîte avec du jeu sont constitués de deux tubes ou d'un tube et d'une barre tandis que dans le cas où le produit a une structure stratifiée constituée d'au moins trois couches, les matériaux que l'on emboîte avec du jeu sont constitués d'au moins trois tubes ou d'au moins deux tubes et d'une barre. On entend par "âme" 10 un tube ou une barre que l'on place comme couche la plus interne.

Les matériaux utilisés dans le procédé de l'invention vont maintenant être décrits.

Comme métal de base, on choisit et on utilise de l'acier au carbone, 15 de l'acier allié, de l'acier inoxydable, ou un alliage à base de nickel. Comme acier inoxydable, on peut citer l'acier martensitique, l'acier ferritique et l'acier austénitique et de plus, on peut utiliser un acier à durcissement structural et un acier inoxydable au chrome-manganèse. Parmi les alliages à base de nickel figurent l'Inconel. Comme métal de stratification, on peut 20 citer l'acier résistant à l'abrasion, l'acier inoxydable, le nickel, un alliage de nickel, le titane, un alliage de titane, le cuivre, un alliage de cuivre, le chrome, un alliage de chrome, l'aluminium et un alliage d'aluminium. Parmi les aciers résistant à l'abrasion figurent les aciers résistant à l'abrasion à teneur élevée en carbone et les aciers résistant à l'abrasion au manganèse.

25 Le procédé de l'invention va maintenant être décrit relativement à un mode de réalisation selon lequel on prépare un tube d'acier ayant une structure à deux couches.

Pour préparer un tube d'acier plaqué ayant une couche intérieure en acier inoxydable et une couche extérieure en acier au carbone, on utilise 30 un tube de gros diamètre en acier au carbone et un tube de petit diamètre ou une barre en acier inoxydable. Comme le montre la figure 1-(a), on insère un tube de petit diamètre 2 ou une barre 12 dans un tube de gros diamètre 1 et on soumet l'ensemble à un étirage à froid. On choisit le diamètre intérieur du tube 1 et le diamètre extérieur du tube 2 (ou le diamètre de la barre 12) 35 pour pouvoir emboîter aisément les deux tubes. Plus particulièrement un ajustement mutuel serré des tubes est inutile et il existe entre eux un jeu

permettant un emboîtement très facile. On peut de façon appropriée déterminer le diamètre extérieur et l'épaisseur du tube 1 et le diamètre intérieur et l'épaisseur du tube 2 (ou le diamètre de la barre 12) en fonction du stade d'étirage à froid produisant une billette plaquée, mais généralement on les détermine selon les conditions de travail dans le stade de fabrication du tube où on utilise la billette plaquée comme matériau de départ. On préfère que les tubes 1 et 2 soient des tubes sans soudure mais on peut également utiliser des tubes soudés.

Avant l'opération d'emboîtement, on soumet la face intérieure du tube extérieur 1 et la face extérieure du tube intérieur 2 (ou la face extérieure de la barre 12) à un traitement de nettoyage. On préfère que le traitement de nettoyage consiste en un polissage mais on peut soumettre les deux faces précitées à un traitement de grenaillage au lieu d'un traitement de polissage. De plus, le traitement de nettoyage peut consister en un lavage à l'acide.

En résumé, tout traitement préliminaire capable d'éliminer la calamine est suffisant. Pour éviter la diffusion du carbone entre la couche extérieure et la couche intérieure, on préfère qu'une face soit revêtue de nickel ou qu'un autre revêtement métallique ayant un effet semblable soit formé sur une face. On peut utiliser une feuille métallique mince au lieu d'un revêtement métallique. Ce mode de réalisation utilisant une feuille métallique mince est décrit ci-après en détail.

On soumet les tubes emboîtés 1 et 2 (ou le tube 1 et la barre 12) à un traitement de réduction puis on les soumet à un traitement d'étirage à froid avec un banc d'étirage à froid à pression hydraulique ou un banc d'étirage à froid à chaîne pour former une billette creuse plaquée 3 (ou une billette pleine plaquée 13) comme illustré par la figure 1-(b) qui constitue le matériau intermédiaire.

Les figures 2-(a) à 2-(d) illustrent le stade de formage de cette billette plaquée 3 ou 13. Dans chacune de ces figures, la partie gauche montre la section transversale des tubes 1 et 2 (ou du tube 1 et de la barre 12) à l'état emboîté, la partie centrale montre la section longitudinale de l'ensemble traversant le banc d'étirage et la partie droite montre la section transversale de la billette plaquée 3 ou 13. Les figures 2-(a) et 2-(b) illustrent la préparation de la billette creuse plaquée 3, la figure 2-(a) montrant un mode de réalisation selon lequel on étire l'âme en utilisant un bouchon ou souris 51 et la figure 2-(b) montrant un mode de réalisation selon

lequel on étire l'ébauche sans utiliser un bouchon ou similaires. Les figures 2-(c) et 2-(d) illustrent la préparation de la billette pleine plaquée 13, la figure 2-(c) montrant un mode de réalisation selon lequel on forme une billette convenant à la préparation d'un tube d'acier plaqué ayant une couche intérieure faite d'un métal de placage et la figure 2-(d) montrant un mode de réalisation selon lequel on forme une billette plaquée convenant à la fabrication d'un tube en acier plaqué ayant une couche extérieure de métal de placage. On peut utiliser un mandrin pour l'étirage de l'âme. On préfère effectuer une seule opération d'étirage mais on peut en effectuer deux ou plus.

Le degré de travail pendant le stage d'étirage est tel que le diamètre du tube extérieur 1 soit réduit d'une valeur appropriée par rapport au diamètre du tube intérieur 2 ou de la barre 12 et une réduction de quelques % suffit. Il est souhaitable également que le traitement d'étirage ci-dessus réduise aussi la section.

Dans la billette plaquée 3 (ou 13) ainsi préparée, le tube 1 est fortement uni mécaniquement au tube 2 ou à la barre 12 et il ne demeure pas d'air entre eux.

On découpe ensuite à une longueur prédéterminée la billette plaquée 3 ou 13 ainsi formée, on place dans un four de chauffage et on chauffe à une température prédéterminée.

Dans le procédé de l'invention, les tubes 1 et 2 ou le tube 1 et la barre 12 constituant la billette plaquée 3 ou 13 sont fortement liés entre eux. Cependant dans certains cas, il risque de se former un petit intervalle entre la couche intérieure et la couche extérieure par suite des différences de coefficient de dilatation thermique des deux couches. Donc, pour éviter la pénétration d'air dans ce petit intervalle, on préfère effectuer un soudage de blocage le long de la ligne d'union entre la couche intérieure et la couche extérieure sur les faces terminales de la billette plaquée 3 ou 13 comme illustré par la figure 1-(c). Lorsqu'on effectue ce soudage de blocage, même lorsqu'il se forme l'intervalle étroit précité, il ne se forme pas du tout de calamine dans cet intervalle et pendant le stade ultérieur de façonnage en tube, la séparation mutuelle des tubes ou la séparation du tube et de la barre sont totalement empêchées. Cependant, lorsque le coefficient de dilatation thermique du métal intérieur est supérieur à celui du métal extérieur, par exemple lorsque le tube intérieur 2 (ou la barre intérieure 12) est composé d'acier au carbone et le tube extérieur 1 est composé d'acier

inoxydable ferritique, ou lorsque le tube intérieur 2 (ou la barre intérieure 12) est composé d'acier inoxydable austénitique et le tube extérieur 1 est composé d'acier au carbone, il ne peut pas se former un intervalle entre la couche intérieure et la couche extérieure et il est inutile d'effectuer le soudage de blocage précité. De plus, ce soudage de blocage n'est pas particulièrement indispensable sauf dans le cas où la différence entre les coefficients de dilatation thermique du métal intérieur et du métal extérieur est extrêmement importante et lorsque la longueur de la billette plaquée est inférieure à une certaine valeur.

Après l'achèvement du traitement thermique prédéterminé, on soumet la billette plaquée à un stade de façonnage en tube.

Pour former le tube, on utilise un laminoir à tube, ou une presse. Comme laminoir à tube, on peut utiliser un élongateur rotatif, un laminoir à bouchon, un laminoir à cylindres obliques à épaulements, un laminoir d'étirage sur mandrin, un laminoir à pas de pélerin ou un réducteur. Dans le cas d'une billette creuse plaquée on prépare un tube avec un laminoir à tube. Dans le cas d'une billette pleine plaquée, on effectue tout d'abord un perçage avec une machine à percer, par exemple une machine à percer rotative ou une presse à percer puis on effectue le laminage du tube avec un laminoir à tube comme précédemment indiqué pour former un tube. Les stades précités permettent d'obtenir le tube d'acier plaqué 4 désiré, comme illustré par la figure 1-(d). On peut effectuer la finition du tube d'acier plaqué ainsi obtenu par travail à froid à la demande. Lorsqu'on utilise le procédé de formage à la presse, il peut être approprié d'utiliser une technique d'extrusion telle que la technique d'extrusion Ugine-Séjournet, la technique d'extrusion Singer ou une technique d'extrusion au banc pousseur, telle que la technique au banc pousseur Ehrhard.

On peut soumettre une billette creuse plaquée 3 amenée à un diamètre prédéterminé à un stade de formage latéral à la presse avec une presse d'extrusion de type Ugine-Séjournet après le traitement thermique. Cependant, on soumet tout d'abord une billette pleine plaquée 13 ou une billette creuse plaquée 3 ayant un diamètre intérieur correspondant à un trou de guidage, à un traitement de perçage avec une presse puis à un stade de formage latéral à la presse. Bien entendu, dans le cas d'une billette pleine plaquée 3, on effectue un traitement de formation d'un trou de guidage et de formation d'un cône avant de placer la billette pleine plaquée 3 dans le four de chauffage. On peut avant le traitement thermique former

par traitement mécanique des trous pour le formage latéral à la presse. Dans le cas de la technique au banc pousseur Ehrhard, on utilise la billette pleine plaquée 13. Après le traitement thermique, on transforme la billette pleine plaquée 13 en un tube creux muni d'un fond avec une presse Ehrhard puis on soumet le tube creux muni d'un fond au traitement de réduction avec une filière tandem ou une filière unique.

Lorsqu'on effectue le stade de formage en tube du procédé de l'invention selon la technique au banc pousseur Ehrhard, il n'est pas obligatoire d'utiliser une billette pleine circulaire et on peut également utiliser une billette à section anguleuse.

On peut effectuer la finition du tube d'acier plaqué ainsi obtenu selon le procédé de formage à la presse par travail à froid à la demande.

Des modes de réalisation selon lesquels on prépare des tubes en acier plaqué par emploi d'acier inoxydable austénitique comme métal de placage constituant la couche intérieure vont maintenant être décrites.

EXEMPLE 1

Suivant le procédé illustré par la figure 1, on utilise un tube extérieur 1 fait d'acier au carbone ayant une teneur en carbone de 0,20 %, ayant un diamètre extérieur de 214 mm, un diamètre intérieur de 151 mm et une épaisseur de 31,5 mm et un tube intérieur 2 fait d'acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,07 %, une teneur en nickel de 8,5 %, et une teneur en chrome de 18,0 %, ayant un diamètre extérieur de 148 mm, un diamètre intérieur de 122 mm et une épaisseur de 12,5 mm. On polit la face intérieure du tube extérieur 1 et la face extérieure du tube intérieur 2, on emboîte les deux tubes et on les soumet à un traitement de réduction puis à un traitement d'étirage à froid avec un banc d'étirage à pression hydraulique de 200 tonnes comme illustré par la figure 2 pour obtenir une billette creuse plaquée 3 ayant un diamètre extérieur de 205 mm, un diamètre intérieur de 121 mm et une épaisseur de 42 mm (30 mm (couche extérieure) + 12 mm (couche intérieure)). On découpe la billette plaquée à une longueur prédéterminée, on soude la surface de jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure sur les deux faces terminales et on chauffe la billette à 1 170°C pendant 100 minutes dans un four à sole tournante. On soumet ensuite la billette creuse à un laminage de tube avec un élongateur rotatif pour obtenir un diamètre extérieur de 223 mm, un diamètre intérieur de 198 mm et une épaisseur de 12,5 mm. On soumet ensuite l'élément creux à

un laminage de tube avec un laminoir à mandrin de façon à ce que le diamètre extérieur soit de 217 mm, le diamètre intérieur de 196 mm et l'épaisseur de 10,5 mm. On traite ensuite le tube avec un rouleur de façon à ce que le diamètre extérieur soit de 230 mm, le diamètre intérieur de 209,5 mm et l'épaisseur de 10,25 mm et finalement on soumet le tube à un traitement de calibrage avec un laminoir de calibrage à six cages pour obtenir un tube d'acier plaqué ayant un diamètre extérieur de 219 mm, un diamètre intérieur de 198 mm et une épaisseur de 10,5 mm (8 mm (couche extérieure) + 2,5 mm (couche intérieure)).

Lorsqu'on soumet le tube d'acier plaqué ainsi obtenu à un essai de détection des défauts par les ultrasons sur la totalité de sa longueur et de son pourtour, on constate que le métal de base de la couche extérieure et le métal de placage de la couche intérieure présentent une liaison métallurgique sur la totalité de la longueur du tube qui est d'environ 7,7 m à l'exception de 20 cm sur la portion supérieure et de 5 cm sur la portion de fond. La raison pour laquelle la liaison métallurgique est insuffisante dans une petite portion supérieure et une petite portion inférieure est que pendant le stade de façonnage du tube, les deux faces terminales de la billette creuse sont rentrées et cette insuffisance locale de la liaison métallurgique est sans rapport avec les caractéristiques de l'invention.

La figure 3 est une photographie prise au microscope métallographique à un grossissement de 100 montrant une coupe du tube en acier plaqué obtenu selon les modes opératoires ci-dessus dans une portion voisine de l'extrémité du tube. La figure 3 montre de façon évidente que l'acier au carbone du métal de base (la microstructure de perlite dans la portion supérieure de la photographie) et l'acier inoxydable du métal de placage (la micro-structure austénitique de la portion inférieure de la photographie) présentent une liaison métallurgique.

Le mode de réalisation qui vient d'être décrit du procédé de l'invention conduit aux résultats suivants.

(1) comme la billette plaquée utilisée comme matériau dans le stade de façonnage en tube est obtenue par étirage à froid d'une combinaison d'au moins deux tubes ou d'au moins un tube et d'une barre, il ne demeure rigoureusement pas d'air dans un intervalle de l'interface d'union. Donc, il ne se forme pas de calamine à l'intérieur de la billette pendant le stade de chauffage et la couche intérieure et la couche extérieure sont totalement

unies entre elles par liaison métallurgique lors de l'opération de façonnage en tube effectuée à température élevée. De plus, comme il ne se produit pas d'évacuation d'air, lors du stade de travail à chaud, il est inutile d'effectuer un usinage pour former l'évent ou le dispositif similaire que nécessitent les procédés classiques. De plus, la couche intérieure et la couche extérieure ne risquent pas de se séparer lors du travail à chaud.

(2) on peut préparer une billette plaquée longue et découper à la demande la billette formée à la longueur désirée. Donc, on peut accroître le rendement de la fabrication des billettes.

(3) comme il existe une liaison mécanique complète entre le métal de base et le métal de placage dès le stade de la billette, le laminage en tube à chaud ou le formage à chaud à la presse provoquent une liaison métallurgique complète des deux couches du haut en bas du tube, ce qui augmente le pourcentage de résultats satisfaisants au contrôle.

(4) avant la formation d'une billette plaquée, il n'est pas toujours nécessaire de polir le tube intérieur et le tube extérieur et un traitement préliminaire d'élimination de la calamine suffit. Par exemple, on peut obtenir de bons résultats lorsqu'on effectue simplement un traitement de lavage acide. Par conséquent, le procédé de l'invention simplifie remarquablement le traitement préliminaire et cet avantage est accru par le fait que l'on peut supprimer le traitement mécanique comme précédemment indiqué.

On voit donc que selon l'invention on effectue l'étirage à froid pour obtenir une billette creuse et pleine que l'on utilise dans le stade de façonnage en tube, c'est-à-dire qu'on effectue l'étirage à froid avant le travail à chaud contrairement aux conceptions techniques de l'art et cette caractéristique de l'invention permet d'obtenir les excellents effets précités.

Lorsqu'on prépare un tube en acier plaqué avec de l'acier au carbone et de l'acier inoxydable, pour éviter la diffusion du carbone et la carburation, on forme un revêtement de nickel épais de 30 à 50 μ m, par exemple, sur la face périphérique du tube intérieur 2 (ou de la barre 12). Cependant, le coût de l'équipement et des accessoires de revêtement est très élevé et la manutention pendant l'opération de revêtement est très importante. De plus, comme on effectue le revêtement par électrolyse, le coût de fabrication s'accroît et comme la taille de la cuve de revêtement est limitée, la taille ou la longueur de la billette plaquée est obligatoirement limitée.

Donc, il est impossible d'accroître la longueur de la billette plaquée et le coût de fabrication des tubes par unité de poids est obligatoirement accru.

L'invention permet de résoudre de façon efficace ces problèmes.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé dans lequel on utilise une feuille métallique mince au lieu du revêtement précité. Ce mode de réalisation va maintenant être décrit.

Comme le montre la figure 4-(a) ou 4-(b), on enroule en spirale une feuille métallique mince appropriée 5, par exemple une feuille mince de nickel sur la face périphérique d'un tube 2 ou d'une barre 12 constituant la couche intérieure et on insère le tube ou la barre portant la feuille mince dans le tube 1 constituant la couche extérieure. On soumet ensuite l'ensemble à un étirage à froid comme précédemment décrit pour obtenir une billette plaquée creuse ou pleine puis on soumet la billette ainsi obtenue au travail à chaud précédemment décrit.

Dans le cas d'un tube en acier plaqué comportant au moins trois couches, on enroule également une feuille métallique mince sur la face périphérique du tube constituant la couche intermédiaire.

On soumet la portion sur laquelle on enroule la feuille métallique mince ou la portion en vis-à-vis, c'est-à-dire la face périphérique du tube 2 ou de la barre 12 ou la face circonférentielle interne du tube extérieur 1 de la figure 4 à un traitement préliminaire tel qu'un polissage, un lavage acide ou un granillage. Pour enrouler la feuille métallique mince, on préfère adopter un procédé selon lequel on enroule en spirale un ruban métallique mince sur la face périphérique du tube 2 ou de la barre 12 de façon à ce que les portions marginales du ruban métallique mince se superposent sur une longueur courte et que la totalité de la face périphérique du tube 2 ou de la barre 12 soit recouverte du ruban métallique mince.

On préfère utiliser un ruban métallique mince épais de 20 à 80 μm et lorsque la relaxation pendant le stade ultérieur est importante, on utilise un ruban plus épais. Pour faciliter l'enroulement, on préfère un ruban métallique mince ayant une épaisseur supérieure à 30 μm et du point de vue économique, on préfère un ruban ayant une épaisseur inférieure à 40 μm .

Des modes de réalisations utilisant une feuille métallique mince vont maintenant être décrits en détail.

EXEMPLE 2

On utilise comme métal de base constituant la couche extérieure un tube 1 en acier calmé ayant une teneur en carbone de 0,18 %, et ayant un diamètre extérieur de 214 mm, un diamètre intérieur de 151 mm et une épaisseur de 31,5 mm et on utilise comme métal de placage constituant la couche intérieure un tube 2 en acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,06 %, une teneur en nickel de 8,2% et une teneur en chrome de 18,2 % et ayant un diamètre extérieur de 148 mm, un diamètre intérieur de 122 mm et une épaisseur de 13 mm. On polit la face intérieure du tube 1 et la face extérieure du tube 2 et on enroule en spirale sur la face extérieure du tube 2 une feuille mince de nickel épaisse de 50 μ m de façon à ce que les deux portions marginales soient superposées sur une petite longueur et que la face extérieure du tube 2 soit entièrement recouverte de la feuille mince de nickel. On emboîte ensuite les tubes 1 et 2 et on soumet l'ensemble à un traitement de réduction puis à un étirage à froid avec un banc d'étirage à pression hydraulique de 200 tonnes pour former une billette creuse plaquée 3 ayant un diamètre extérieur de 205 mm, un diamètre intérieur de 121 mm et une épaisseur de 42 mm (30 mm pour la couche extérieure et 12 mm pour la couche intérieure). On découpe la billette plaquée 3 à une longueur prédéterminée et on effectue un soudage circonférentiel dans la portion de jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure sur les deux faces terminales de la billette coupée. On chauffe ensuite la billette à 1 170°C pendant 100 minutes dans un four à sole tournante et on étire et lamine avec un élongateur rotatif la billette coupée à la longueur prédéterminée de façon à obtenir un diamètre extérieur de 223 mm, un diamètre intérieur de 198 mm et une épaisseur de 12,5 mm. On soumet l'élément creux à un nouveau laminage avec un laminoir à bouchon de façon à obtenir un diamètre extérieur de 217 mm, un diamètre intérieur de 196 mm et une épaisseur de 10,5 mm puis on fait passer le tube à travers un rouleur de façon à obtenir un diamètre extérieur de 230 mm, un diamètre intérieur de 209,5 mm et une épaisseur de 10,25 mm. Finalement, on soumet le tube à un laminage-étirage de calibrage avec un laminoir de calibrage à six cages pour former un tube d'acier plaqué ayant un diamètre extérieur de 219 mm, un diamètre intérieur de 198 mm et une épaisseur de 10,5 mm (8 mm pour la couche extérieure et 2,5 mm pour la couche intérieure).

La figure 5 est une photographie prise au microscope métallographique avec un grossissement de 100 d'une coupe du tube d'acier plaqué

ainsi obtenu au voisinage de l'extrémité. Cette photographie montre que l'acier au carbone constituant le métal de base (microstructure de perlite dans la partie supérieure de la photographie) et l'acier inoxydable constituant le métal de placage (microstructure austénitique dans la portion inférieure de la photographie) présentent une liaison métallurgique complète par l'intermédiaire de la couche de nickel servant de milieu intermédiaire (portion intermédiaire mince de la photographie).

EXEMPLE 3

On utilise un tube extérieur fait d'acier faiblement allié ayant une teneur en carbone de 0,11 %, une teneur en silicium de 0,38 %, une teneur en manganèse de 0,46 %, une teneur en chrome de 4,78 % et une teneur en molybdène de 0,04 % et ayant un diamètre extérieur de 252 mm, un diamètre intérieur de 149 mm et une épaisseur de 51,5 mm et un tube intérieur 2 fait d'acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,04 %, une teneur en nickel de 12,5 %, une teneur en chrome de 17,7 %, une teneur en molybdène de 2,6 % et une teneur en titane de 0,41 % et ayant un diamètre extérieur de 145 mm, un diamètre intérieur de 98 mm et une épaisseur de 23,5 mm. On polit la face intérieure du tube extérieur 1 et la face extérieure du tube intérieur 2 et on enroule en spirale une feuille mince de nickel épaisse de 80 µm servant de milieu intermédiaire, sur la totalité de la face périphérique du tube 2, de façon à ce que les bords de la feuille de nickel se recouvrent sur une petite longueur. On insère le tube intérieur 2 dans le tube extérieur 1 et on soumet l'ensemble à un traitement de réduction. Sous cette forme, on soumet l'ensemble à un étirage à froid avec un banc d'étirage à froid à pression hydraulique de 200 tonnes pour obtenir une billette creuse plaquée 4 ayant un diamètre extérieur de 248,5 mm, un diamètre intérieur de 97,5 mm et une épaisseur de 75,3 mm (51,75 mm de la couche extérieure et 23,55 mm de la couche intérieure). On coupe la billette plaquée 4 à une longueur prédéterminée et on effectue un soudage circulaire dans la zone de jonction de la couche intérieure et de la couche extérieure sur les deux faces terminales de la billette 4. On chauffe ensuite la billette à 1 130°C pendant 30 minutes dans un four de chauffage par induction et on traite la billette avec une presse d'extrusion Ugine-Séjournet pour former un tube d'acier plaqué ayant un diamètre extérieur de 114,3 mm, un diamètre intérieur de 92,6 mm et une épaisseur de 10,85 mm (8,55 mm de la couche extérieure et 2,30 mm de la couche intérieure).

La figure 6 est une photographie prise au microscope métallographique (grossissement 100 fois) d'une coupe du tube d'acier plaqué ainsi obtenu au voisinage de son extrémité. Comme le montre cette photographie, l'acier faiblement allié servant de métal de base (microstructure martensitique de la partie supérieure de la photographie) et l'acier inoxydable austénitique constituant le métal de placage (microstructure austénitique de la partie inférieure de la photographie) présentent une liaison métallurgique totale par l'intermédiaire de la couche de nickel constituant le milieu intermédiaire (partie intermédiaire de la photographie).

Le mode de réalisation de l'invention qui vient d'être décrit selon lequel on enroule une feuille métallique mince comme milieu intermédiaire pour éviter la carburation, permet d'obtenir les résultats suivants.

(1) Comme une feuille métallique mince servant de milieu intermédiaire est enroulée en spirale sur la face extérieure d'un tube ou d'une barre constituant la couche intérieure et que le tube ou la barre est inséré dans un tube constituant la couche extérieure et soumis à un étirage à froid, ce mode de réalisation présente l'avantage de réduire à zéro les frais d'installation par rapport au procédé selon lequel on forme le milieu intermédiaire sur la face extérieure de la couche intérieure selon une technique de revêtement nécessitant un appareillage spécial.

(2) Comme le milieu intermédiaire est simplement enroulé, la longueur ou la taille du tube ou de la barre ne sont pas limitées et on peut aisément préparer une billette longue. Au contraire dans le procédé par revêtement, la taille et la longueur du tube ou de la barre sont limitées par la taille de la cuve de revêtement.

Donc les frais d'exploitation par unité de poids sont bien plus faibles que dans le procédé de revêtement et on peut accroître le rendement du stade de façonnage en tube.

(3) le coût de la feuille métallique mince qu'on enroule est bien inférieur au coût du revêtement et même si l'on tient compte de la main d'oeuvre nécessaire à l'enroulement, le coût n'est égal qu'à quelques % de celui du procédé de revêtement.

Un autre mode de réalisation du procédé de préparation de tubes en acier plaqué différent par certains points des modes de réalisation précédents va maintenant être décrit. Ce mode de réalisation correspond aux modes de réalisation précédents en ce qu'on forme un matériau intermédiaire

par étirage à froid et par conséquent ce mode de réalisation entre dans le cadre de l'invention. Cependant, ce mode de réalisation diffère des précédents en ce qu'on utilise un bloom (comme décrit ci-après) comme barre destinée à former la couche intérieure. Par conséquent, le matériau intermédiaire que l'on façonne par étirage à froid est un bloom plaqué et on effectue de plus un stade de formation d'une billette plaquée à partir de ce bloom plaqué par chauffage et mise en billette.

Ce mode de réalisation va maintenant être décrit en détail.

On choisit de façon appropriée un tube et un bloom selon la structure désirée de la billette plaquée à former. Par exemple, lorsqu'on désire préparer un tube d'acier plaqué ayant une couche extérieure en acier inoxydable et une couche intérieure en acier au carbone, on choisit un bloom en acier au carbone et un tube en acier inoxydable. Par exemple, on peut utiliser un bloom préparé par coulée continue et un tube sans soudure ou un tube soudé. Comme le montre la figure 7-(a), par exemple, on emboîte avec du jeu un bloom à section anguleuse 22 dans un tube à section anguleuse 21. Il n'est pas nécessaire que la section du tube et du bloom soit anguleuse. Par exemple, on peut choisir une combinaison d'un tube circulaire et d'un bloom anguleux ou circulaire. On peut déterminer la relation entre les dimensions de la section intérieure du tube 21 et de la section du bloom 22, de façon à ce que l'emboîtement du tube et du bloom soit aisé. On peut déterminer les dimensions extérieures et l'épaisseur du tube 21 et la section du bloom 22 en fonction du stade d'étirage à froid. Cependant en pratique, on détermine ces facteurs selon les conditions utilisées dans les stades ultérieurs de mise en billette et de façonnage en tube.

Avant l'insertion, on polit la face intérieure du tube 21 et la surface du bloom 22. Au lieu d'effectuer un polissage on peut effectuer un grenailage. De plus, au lieu du polissage ou du grenailage, on peut effectuer un lavage acide. Pour éviter la diffusion du carbone entre la couche intérieure et la couche intérieure et la couche extérieure, on préfère que la face intérieure du tube 21 et la surface du bloom 22 soient revêtues de nickel ou qu'une feuille mince de nickel soit enroulée sur le bloom 22. On effectue ces traitements préliminaires de la même façon que dans les modes de réalisation précédents.

On soumet le tube 21 et le bloom 22 ainsi emboîtés à un traitement de réduction du tube 21 et à un traitement d'étirage à froid avec une machine d'étirage à froid à pression hydraulique ou une machine d'étirage à froid à chaîne pour obtenir un bloom plaqué 23 dans lequel le tube 21 et le bloom 22

présentent une liaison mécanique mutuelle étroite comme illustré par la figure 7-(b).

Les figures 8-(a), 8-(b) et 8-(c) illustrent les stades de préparation du bloom plaqué 23. Dans chacune de ces figures, la portion gauche montre la coupe du tube 21 et du bloom 22 à l'état emboîté, la portion centrale montre la coupe longitudinale de l'ensemble passant à travers la machine d'étirage à froid et la portion droite montre la section transversale du bloom plaqué 23. La figure 8-(a) illustre un mode de réalisation selon lequel le bloom et le tube sont à section anguleuse ; la figure 8-(b) illustre un mode de réalisation dans lequel le bloom est à section anguleuse et le tube est circulaire ; et la figure 8-(c) illustre un mode de réalisation dans lequel le bloom et le tube sont tous deux circulaires. Dans ces figures, la référence 52 désigne une filière. Le degré de travail peut être tel que le tube 21 soit réduit d'une valeur appropriée par rapport au bloom 22 et une réduction de quelques % suffit. On préfère n'effectuer qu'une opération d'étirage à froid, bien qu'on puisse en effectuer 2 ou plus. Dans le bloom plaqué 23 ainsi préparé, le tube 21 et le bloom 22 sont unis mécaniquement ensemble de façon très robuste et serrée et il ne demeure pas d'air entre eux.

On coupe le bloom plaqué 23 à la taille prédéterminée, on le place dans une fosse d'égalisation et on chauffe à une température prédéterminée.

Egalement, dans ce mode de réalisation pour éviter la formation de calamine par suite de la formation d'un intervalle du à la différence des coefficients de dilatation thermique de la couche de métal intérieure et de la couche de métal extérieure, on effectue un soudage de blocage le long de la jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure sur la face terminale coupée du bloom plaqué 23 comme illustré par la figure 7-(c). Ce soudage de blocage n'est pas particulièrement nécessaire sauf lorsque la différence entre les coefficients de dilatation thermique de la couche intérieure et de la couche extérieure est extrêmement importante ou que la longueur du bloom plaqué coupé 23 est extrêmement faible.

Après achèvement de ce traitement thermique prédéterminé, on soumet le bloom plaqué à un laminage à chaud avec un laminoir de dégrossissage, tel qu'un train blooming réversible ou un laminoir à billette continu pour obtenir une billette plaquée ayant la forme d'une tige 24 comme illustré par la figure 7-(d). Comme cette billette plaquée 24 a subi un travail à chaud, c'est-à-dire un dégrossissage et qu'il ne demeure pas d'air entre la couche

de métal intérieure et la couche de métal extérieure, on peut obtenir une liaison métallurgique complète des deux couches.

On coupe la billette plaquée 24 ainsi obtenue à une longueur prédéterminée pour former un matériau qu'on soumet à un stade de façonnage en tube. Pour effectuer le stade de façonnage en tube, on peut choisir de façon appropriée un laminage oblique par exemple avec un laminoir à bouchon Mannesmann, un laminoir à cylindres obliques à épaulements, un laminoir d'étirage sur mandrin Mannesmann ou un laminoir à pas de pélerin Mannesmann, une extrusion par exemple avec une machine d'extrusion Ugine-Séjournet ou Singer, ou un façonnage à la presse avec un banc pousseur Ehrhard, selon l'utilisation désirée du produit et les conditions relatives aux matériaux et à l'appareillage. Par exemple, lorsqu'on choisit le procédé utilisant un laminoir à bouchon Mannesmann, on coupe la billette plaquée 24 à une longueur prédéterminée, on la chauffe dans un four à sole tournante et on la traite successivement avec une machine à percer rotative, un élongateur rotatif, un laminoir à bouchon, un rouleur et une machine de calibrage, pour former un tube. On obtient ainsi le tube en acier plaqué 25 désiré illustré par la figure 7-(e). On peut soumettre ce tube en acier plaqué 25 à un travail à froid à la demande.

Dans le cas où on opère avec une presse à percer ou un banc pousseur Ehrhard, on peut choisir un procédé dans lequel on façonne par dégrossissage une billette à section anguleuse que l'on soumet à un façonnage en tube.

Un exemple de préparation d'un tube en acier plaqué utilisant un acier inoxydable austénitique comme métal de placage constituant la couche extérieure, selon le mode de réalisation précité, va maintenant être décrit.

EXEMPLE 4

On utilise comme tube extérieur 21, un tube à section anguleuse, en acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,07 %, une teneur en nickel de 8,5 % et une teneur en chrome de 18,0 % ayant un côté extérieur de 500 mm, un côté intérieur de 400 mm et une épaisseur de 40 mm et comme matériau intérieur un bloom 22 formé par coulée continue en acier au carbone ayant une teneur en carbone de 0,20 % et un côté de 400 mm. On polit la face intérieure du tube 21 et la surface du bloom 22 et on emboîte le tube 21 et le bloom 22. Après le traitement de réduction du tube 21, on soumet l'ensemble à un étirage à froid avec un banc d'étirage à pression hydraulique de 500 tonnes comme illustré par la figure 8-(a) pour obtenir

un bloom plaqué 23 ayant un côté de 992 mm (le côté correspondant au bloom 22 demeure égal à 499 mm). On découpe ensuite le bloom plaqué 23 en une longueur prédéterminée et on soude sur les deux faces terminales la jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure. On place le bloom plaqué 23 dans une fosse d'égalisation et on le chauffe à 1 250°C pendant 180 minutes.

On lamine ensuite à chaud le bloom plaqué 23 avec un train blooming réversible pour réduire le côté à 285 mm (l'épaisseur de la couche extérieure est de 27 mm et le côté de la couche intérieure est de 231 mm) et on traite le bloom 23 avec un laminoir à billettes continu à six cages, pour obtenir une billette circulaire plaquée 24 ayant un diamètre de 197 mm (l'épaisseur de la couche extérieure est de 18,5 mm et le diamètre de la couche intérieure est de 160 mm).

On chauffe la billette plaquée 24 à 1 170°C pendant 100 minutes dans un four à sole tournante et on effectue l'opération de façonnage en tube avec un laminoir à bouchon Mannesmann. Les dimensions du tube à la sortie des différentes machines utilisées dans le stade de façonnage en tube sont les suivantes :

	Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Epaisseur (mm) (couche intérieure + couche extérieure)
Machine à percer rotative	205	121	42 (12 + 30)
Elongateur rotatif	223	198	12,5
Lamineur à bouchon	217	196	10,5
Rouleur	230	209,5	10,25
Calibreur (6 cages)	219	198	10,5(3,5 + 7)

On soumet le tube d'acier plaqué sortant de la machine de calibrage à un essai de détection des défauts par les ultrasons sur toute sa longueur et sur toute sa périphérie. On constate que le métal de base constituant la couche intérieure et le métal^{de} placage constituant la couche extérieure présentent une liaison métallurgique complète sur toute la longueur à l'exception de 20 cm dans la portion supérieure et de 20 cm dans la portion de fond. La raison pour laquelle la liaison métallurgique est

incomplète dans des zones limitées du-dessous et du dessus est que les deux faces terminales de la billette creuse sont rentrées. Par conséquent, ce défaut est sans rapport avec les caractéristiques du procédé de l'invention.

La figure 9 est une photographie prise au microscope métallographique à un grossissement de 100 fois d'une coupe du tube d'acier plaqué ainsi obtenu au voisinage de l'extrémité. Cette photographie montre que l'acier au carbone constituant le métal de base (la microstructure de perlite de la partie inférieure de la photographie) et l'acier inoxydable constituant le métal de placage (la microstructure austénitique de la partie supérieure de la photographie) présentent une liaison métallurgique complète.

Le mode de réalisation précité selon lequel on adopte une technique caractéristique de formation par étirage à froid d'un bloom plaqué servant de matériau intermédiaire permet d'obtenir les résultats suivants.

(1) Comme on obtient le bloom plaqué par étirage de la combinaison du tube et du bloom, il ne demeure pas d'air dans l'interface d'union entre le tube et le bloom. Donc même si on chauffe le bloom plaqué pour le laminage en brame, il ne se forme pas de calamine à l'intérieur du bloom plaqué et on obtient une billette plaquée puis un tube d'acier plaqué présentant une liaison métallurgique totale. De plus, la couche intérieure et la couche extérieure ne risquent pas de se séparer lors du travail à chaud. Egalement, comme le laminage à chaud provoque l'adhérence mutuelle étroite de la couche intérieure et de la couche extérieure, il n'y a pas à se préoccuper d'un dégagement d'air résiduel lors du travail à chaud et il est inutile d'effectuer un usinage mécanique d'un évent de gaz ou d'un dispositif semblable comme c'est le cas dans les modes de réalisation connus où on forme en une seule opération une billette plaquée.

(2) Comme on effectue l'opération de placage pendant le stade de formation d'un bloom destiné à la formation d'une billette destinée elle-même à être façonnée en tube, on peut accroître le rendement de la fabrication des billettes. De plus, on peut facilement obtenir une billette longue et par conséquent un tube plaqué long.

(3) Dans le stade de préparation du bloom plaqué, il s'effectue une liaison mécanique complète du métal de base et du métal de placage de la couche intérieure et de la couche extérieure et, par conséquent, le laminage à chaud qui suit permet d'obtenir une liaison métallurgique complète de la totalité du tube plaqué d'un bout à l'autre. Par conséquent, on peut remarquablement accroître le pourcentage de produits donnant des résultats satisfaisants au contrôle.

(4) Un polissage n'est pas toujours nécessaire comme traitement préliminaire avant la préparation d'un bloom plaqué et un simple traitement d'élimination de la calamine tel qu'un lavage acide suffit. Pour cette raison et comme un usinage mécanique est inutile comme précédemment indiqué, on peut simplifier le stade de traitement préliminaire et accroître le rendement de ce traitement.

La préparation de barres d'acier plaqué et de fils d'acier plaqué va maintenant être décrite.

Le principe de la préparation de barres d'acier plaqué et de fils d'acier plaqué ne diffère pas de façon importante du principe du procédé précité de préparation de tubes d'acier plaqué. La caractéristique principale est la formation d'un matériau intermédiaire par étirage à froid.

On utilise ^{comme} âme constituant la couche intérieure une barre (y compris un bloom comme précédemment décrit). De façon générale, le procédé se subdivise en deux modes de réalisation, un mode de réalisation dans lequel on forme une billette plaquée par étirage à froid et un mode de réalisation dans lequel on forme tout d'abord un bloom plaqué par étirage à froid, puis on forme une billette plaquée par chauffage et dégrossissage.

Le premier mode de réalisation va tout d'abord être décrit. Comme illustré par la figure 10-(a), on emboîte avec du jeu une barre 32 de petit diamètre dans un tube 31 de diamètre plus gros. On détermine de façon appropriée le diamètre intérieur du tube 31 et le diamètre de la barre 32, de façon à pouvoir réaliser un emboîtement aisé et pour que le nombre des opérations d'étirage à froid ne soit pas accru (on préfère n'effectuer qu'une seule opération d'étirage à froid). De plus, comme dans le cas de la préparation de tubes d'acier plaqué, on nettoie la face intérieure du tube 31 et la face extérieure de la barre 32 avant l'insertion. S'il est nécessaire, on peut revêtir de nickel la surface de la barre 32 ou enrouler une feuille mince de nickel sur la barre 32.

Après le traitement de réduction du tube 31, on étire à froid l'ensemble constitué par le tube 31 et la barre 32 avec par exemple une machine d'étirage hydraulique ou une machine d'étirage à chaîne pour obtenir une billette pleine plaquée 33 dans laquelle la face intérieure du tube 31 adhère étroitement à la face extérieure de la barre 32 comme illustré par la figure 10-(b).

Les figures 11-(a) à 11-(c) illustrent les stades de préparation de diverses billettes plaquées. Pour chaque figure la partie gauche montre la section transversale du tube et de la barre emboîtées, la partie centrale montre la coupe longitudinale du tube et de la barre passant à travers une filière 52 et la partie droite montre la section transversale d'une billette plaquée formée par étirage à froid. La figure 11-(a) illustre un mode de réalisation dans lequel on forme une billette pleine plaquée 33 ayant une section circulaire à partir d'un tube 31 ayant une section circulaire et d'une barre 32 ayant une section circulaire ; la figure 11-(b) illustre un mode de réalisation dans lequel on forme une billette pleine plaquée 33 ayant une section rectangulaire à partir d'un tube 31 ayant une section circulaire et d'une barre 32 ayant une section rectangulaire ; et la figure 11-(c) illustre un mode de réalisation dans lequel on forme une billette pleine plaquée 33 ayant une section rectangulaire à partir d'un tube 31 ayant une section rectangulaire et d'une barre 32 ayant une section rectangulaire. On préfère n'effectuer qu'une opération d'étirage à froid, mais on peut effectuer deux étirages à froid ou plus. Le degré de travail pendant le stade d'étirage à froid est tel que le tube extérieur 31 soit réduit par rapport à la barre intérieure 32 et une réduction de quelques % suffit. Pour améliorer l'adhérence étroite entre le tube et la barre, on préfère également réduire la section de la barre 32 et la faire sous cette forme adhérer étroitement au tube 31. Dans la billette 33 ainsi préparée, le tube 31 et la barre 32 présentent une liaison mécanique, mutuelle, puissante et serrée et il ne demeure pas d'air entre eux.

On introduit la billette plaquée 33 dans un four de chauffage et on la chauffe à une température prédéterminée. S'il est nécessaire, on soude de façon étanche la jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure sur la face terminale pour éviter la pénétration de l'air dans l'intervalle qui peut dans certains cas se former entre la couche intérieure et la couche extérieure.

Après achèvement du traitement thermique prédéterminé, on soumet la billette 33 à un stade de laminage qu'on effectue à des températures élevées. Dans ce stade d'étirage-laminage, on lamine la billette plaquée 33 avec un laminoir à barres continu selon un programme de passes choisi en fonction de la nature du produit désiré.

On refroidit la barre d'acier plaqué laminée à chaud et on la coupe à la longueur appropriée puis on la soumet à la demande à un dressage

ou à un traitement thermique. Dans le cas du fil 34, après refroidissement, on l'enroule en une bobine comme illustré par la figure 10-(c) et on le soumet au traitement thermique de finition nécessaire.

Un exemple de préparation d'une barre plaquée selon le mode de réalisation ci-dessus va maintenant être décrit.

EXEMPLE 5

On utilise comme barre 32 constituant le métal de base une billette pleine laminée en acier calmé ayant une teneur en carbone de 0,16 % et un diamètre de 191 mm et on utilise comme métal de placage un tube 31 en acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,06 %, une teneur en nickel de 9,5 % et une teneur en chrome de 19,0 % et ayant un diamètre extérieur de 216 mm, un diamètre intérieur de 206 mm et une épaisseur de 5 mm. On polit la face périphérique de la barre 32 et la face circonferentielle interne du tube 31 et on enroule comme milieu intermédiaire sur la face périphérique de la barre 32, une feuille mince de nickel épaisse de 80 µm de telle sorte que les deux bords de la feuille se recouvrent sur une faible longueur. On place ensuite la barre 32 dans le tube 31 et on soumet les deux portions terminales au traitement de réduction. On étire l'ensemble à froid avec un banc d'étirage à pression hydraulique de 200 tonnes pour obtenir une billette plaquée 33 dans laquelle le diamètre extérieur du tube 31 est de 200 mm, le diamètre de la barre est de 190,5 mm et l'épaisseur de la couche extérieure est de 4,75 mm. On coupe la billette plaquée 33 à une longueur prédéterminée et sur chaque face terminale, on soude de façon étanche la jonction entre la couche intérieure et la couche extérieure. On chauffe ensuite la billette à 1 160°C pendant 90 minutes dans un four de chauffage et on la fait passer à travers un laminoir à barres continu comportant des cages d'ébauchage 1 à 8, des cages intermédiaires 9 à 12 et des cages de finition 13 à 16 pour obtenir une barre dans laquelle le diamètre extérieur de la couche extérieure est de 22 mm le diamètre intérieur de la couche extérieure est de 20,95 mm et l'épaisseur de la couche extérieure est de 0,525 mm. On soumet la barre à un traitement de décalaminage avec un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique puis à un traitement de lubrification de la surface avec un mélange liquide de Ferbond et de "Bondalube" puis à un traitement de réduction. On soumet la barre ainsi traitée à un étirage à froid pour obtenir une barre plaquée dans laquelle le diamètre extérieur de la couche extérieure est de 19 mm, le diamètre intérieur de la couche extérieure est de 18,1 mm et l'épaisseur de la couche extérieure est de 0,45 mm.

La figure 12 est une photographie prise au microscope métallogra-

phique avec un grossissement de 100 fois montrant une coupe du fil plaqué ainsi obtenu au voisinage de l'extrémité de la barre. Cette photographie montre que l'acier au carbone constituant le métal de base de la couche intérieure (la microstructure de perlite de la partie inférieure de la photographie) et l'acier inoxydable austénitique constituant le métal de placage de la couche extérieure (la microstructure austénitique de la partie supérieure de la photographie) présentent une liaison métallographique mutuelle complète par l'intermédiaire de la couche de nickel.

Selon ce mode de réalisation, on obtient une barre plaquée de grande qualité ou d'autres produits linéaires présentant une liaison métallurgique complète, l'efficacité de la fabrication est accrue par suite de la possibilité de former une billette longue, le rendement est accru et le traitement préliminaire est simplifié comme dans les modes de réalisation précédents concernant la fabrication de tubes d'acier plaqué. De plus, selon le présent mode de réalisation, on peut préparer de façon très efficace à l'échelle industrielle des barres plaquées et des fils plaqués qu'il était difficile de fabriquer selon les techniques classiques. Ceci constitue un effet caractéristique du présent mode de réalisation.

Un mode de réalisation selon lequel on prépare tout d'abord un bloom plaqué par étirage à froid, on soumet le bloom froid à un dégrossissage pour obtenir une billette pleine plaquée et on étire et lamine la billette pour former un fil plaqué va maintenant être décrit.

Pour préparer un fil plaqué constitué par exemple d'une couche intérieure d'acier au carbone comme métal de base et d'une couche extérieure d'acier inoxydable comme métal de placage, on utilise un bloom en acier au carbone ayant par exemple une section rectangulaire et un tube en acier inoxydable ayant par exemple une section rectangulaire légèrement supérieure à celle du bloom. On peut utiliser un bloom formé par coulée continue tel quel ou après l'avoir coupé à une longueur prédéterminée. On forme le tube de façon appropriée en conformité avec le bloom par soudage ou on peut utiliser un tube sans soudure ou un tube soudé. Bien entendu, les sections du tube et du bloom ne sont pas obligatoirement rectangulaires et elles peuvent être circulaires ou d'autre forme. On insère le bloom 42 dans le tube 41 comme illustré par la figure 13-(a) puis on soumet l'ensemble à un étirage à froid. On détermine les sections du tube 41 et du bloom 42 de façon à pouvoir effectuer facilement l'insertion. En pratique, on préfère que la différence des sections du tube et du bloom soit aussi faible que possible dans la limite où l'insertion demeure facile, car, lorsque la différence des sections du tube et du bloom est relativement

importante, il est nécessaire d'augmenter le nombre des opérations d'étirage à froid. Avant d'insérer le bloom 42 dans le tube 41, on polit la face intérieure du tube 41 et la face extérieure du bloom 42 destinées à être unies afin d'améliorer l'aptitude à la liaison métallurgique entre le tube 41 et le bloom 42 et d'éliminer la calamine. On peut nettoyer les surfaces par grenailage ou par lavage à l'acide au lieu d'effectuer un polissage. Par exemple, lorsque le bloom 42 est constitué d'acier au carbone et le tube 41 est constitué d'acier inoxydable ou similaires, pour éviter la diffusion du carbone du bloom 42 dans le tube 41, on forme sur la surface intérieure du tube 41 ou sur la surface extérieure du bloom 42 un revêtement de nickel d'épaisseur prédéterminée (on préfère généralement une épaisseur de 30 à 50 μm). Bien entendu, on peut pour obtenir le même effet enrouler une feuille mince de nickel. On soumet l'ensemble du tube 41 et du bloom 42 à un traitement de réduction du tube 41, puis on fait passer à travers une filière avec une machine d'étirage à pression hydraulique ou une machine d'étirage à chaîne, pour étirer l'ensemble à froid et former un bloom plaqué plein 43 dans lequel la face intérieure du tube 41 adhère étroitement à la surface du bloom 42 comme illustré par la figure 13-(b).

Les figures 14-(a) à 14-(c) illustrant les stades de préparation de blooms plaqués à partir de tubes et de blooms de sections différentes. Pour chaque figure, la partie de gauche montre la section du tube et du bloom emboîtés, la partie centrale montre la section du tube et du bloom lors de l'étirage à froid avec la filière 52 et la partie de droite montre la section du bloom plaqué obtenu par étirage à froid. La figure 14-(a) illustre un mode de réalisation dans lequel on forme un bloom plaqué 43 ayant une section rectangulaire à partir d'un tube 41 ayant une section rectangulaire et d'un bloom plein 42 ayant une section rectangulaire ; la figure 14-(b) illustre un mode de réalisation selon lequel on prépare un bloom plaqué 43 ayant une section rectangulaire à partir d'un tube 41 ayant une section circulaire et d'un bloom plein 42 ayant une section rectangulaire ; et la figure 14-(c) illustre un mode de réalisation selon lequel on forme un bloom plaqué 43 ayant une section circulaire à partir d'un tube 41 ayant une section circulaire et d'un bloom plein 42 ayant une section circulaire. On préfère n'effectuer qu'une opération d'étirage à froid, mais on peut effectuer deux opérations d'étirage à froid ou plus. Le degré de travail pendant le stade d'étirage à froid est tel que la section du tube 41 soit réduite et que la surface intérieure du tube 41 vienne adhérer étroitement

à la surface extérieure du bloom 42, et une réduction relative de quelques % suffit. Cependant, on préfère que le degré de travail pendant le stade d'étirage à froid soit tel que la section du bloom soit également réduite dans une certaine mesure. Dans le bloom plaqué 43 ainsi préparé, le tube 41 et le bloom 42 présentent une liaison mécanique mutuelle puissante et serrée et il ne demeure pas d'air entre eux. On place le bloom plaqué 43 dans un four de chauffage et on le chauffe à une température prédéterminée. Avant ce traitement thermique, s'il est nécessaire, on soude la jonction de la face terminale du bloom plaqué pour éviter la pénétration d'air lorsqu'il se forme un intervalle comme indiqué pour les modes de réalisation précédents.

On lamine à chaud avec un laminoir de dégrossissage tel qu'un train blooming réversible ou un laminoir à billettes continu, le bloom plaqué 43 chauffé à une température prédéterminée pour effectuer une liaison métallurgique complète et obtenir une billette plaquée 44 comme illustré par exemple par la figure 13-(c). Comme cette billette plaquée 44 a été soumise à un travail à chaud et à un laminage et qu'il n'y a pas d'air entre les métaux de la couche intérieure et de la couche extérieure, il ne se forme pas du tout d'oxydes sous forme de calamine et on peut obtenir une liaison métallurgique complète des deux métaux. On utilise la billette plaquée 44 ainsi obtenue comme matériau de départ pour préparer un produit en acier linéaire désiré, tel que de l'acier pour matrice, une barre ou un fil. Dans le procédé de préparation d'un produit linéaire en acier, on lamine la billette plaquée 44 avec un laminoir à fils continu selon un programme de passes correspondant à la forme de la section de la barre ou du fil désiré. Par exemple, on chauffe la billette plaquée 44 à une température prédéterminée dans un four de chauffage puis on la lamine à chaud avec le laminoir à fils continu pour obtenir un produit linéaire en acier plaqué ayant la configuration illustrée par la figure 13-(d).

Un exemple de préparation d'un fil plaqué avec utilisation d'un acier inoxydable austénitique comme couche extérieure, selon le mode de réalisation ci-dessus va maintenant être décrit.

EXEMPLE 6

On utilise comme tube extérieur 41, un tube circulaire en acier inoxydable austénitique ayant une teneur en carbone de 0,08 %, une teneur en nickel de 7,35 % et une teneur en chrome de 17,9 % et ayant un diamètre extérieur de 646 mm, un diamètre intérieur de 566 mm et une épaisseur de 46 mm et on utilise comme bloom intérieur 42 en métal de base un bloom

obtenu par coulée continue ayant un côté de 400 mm en acier au carbone contenant 0,17 % de carbone. On polit la face intérieure du tube 41 et la surface du bloom 42 et on insère le bloom 42 dans le tube 41. Après le traitement de réduction du tube 41, on étire l'ensemble à froid avec un banc d'étirage à froid à pression hydraulique de 500 tonnes comme illustré par la figure 14-(b) pour obtenir un bloom plaqué ayant un côté de 480 mm (le côté du bloom intérieur est toujours de 400 mm).

On coupe ensuite le bloom plaqué à une longueur prédéterminée et on soude de façon étanche sur chaque face terminale la jonction entre la couche interne et la couche externe. On chauffe le bloom plaqué à 1 250°C pendant 180 minutes dans une fosse d'égalisation et on le lamine à chaud avec un train blooming réversible pour réduire le côté à 240 mm (l'épaisseur de la couche extérieure est de 20 mm et le côté de la couche intérieure est de 200 mm). On fait ensuite passer le bloom à travers un laminoir à billettes continu à six cages pour former une billette plaquée à section anguleuse ayant un côté de 115 mm (l'épaisseur de la couche extérieure est de 9,75 mm et le côté de la couche intérieure est de 95,5 mm).

On chauffe la billette plaquée à 1 150°C pendant 90 minutes dans un four de chauffage, on retire la billette chauffée à 1 150°C et on la fait passer à travers un laminoir à fils continu comportant des cages d'ébauchage 1 à 7 et des cages intermédiaires 8 à 15 pour effectuer le laminage et obtenir un fil brut ayant un diamètre de 17,5 mm. On fait ensuite passer le fil brut à travers un laminoir à blocs comportant des cages de finition 16 à 25 pour obtenir un fil fini dans lequel le diamètre extérieur de la couche extérieure est de 5,5 mm, le diamètre intérieur de la couche extérieure est de 4,6 mm et l'épaisseur de la couche extérieure est de 0,45 mm. On soumet le fil fini à un traitement de décalaminage avec un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique puis à un traitement de lubrification de la surface avec un mélange liquide de "Ferbond" et de "Bondalube". On soumet le fil à un traitement de réduction et on l'étire à froid pour obtenir un fil dans lequel le diamètre extérieur de la couche extérieure est de 3,0 mm, le diamètre intérieur de la couche extérieure est de 2,5 mm et l'épaisseur de la couche extérieure est de 0,25 mm. La figure 15 est une photographie prise au microscope métallographique à un grossissement de 100 montrant une coupe du fil plaqué ainsi obtenu au voisinage de son extrémité. Cette photographie montre que l'acier au carbone de la couche intérieure qui constitue le métal de base (microstructure de perlite dans la partie inférieure de la photographie) et

l'acier inoxydable ferritique de la couche extérieure constituant le métal de placage (microstructure austénitique dans la partie supérieure de la photographie) présentent une liaison métallurgique complète.

Le présent mode de réalisation du procédé de l'invention permet d'obtenir les résultats suivants :

(1) Comme on obtient le bloom plaqué par étirage à froid de la combinaison d'un tube et d'un bloom qui les fait adhérer étroitement l'un à l'autre, il n'y a pas d'air dans la zone de jonction du tube et du bloom et même lorsqu'on chauffe le bloom plaqué pour le dégrossissage, il ne se forme pas du tout de calamine à l'intérieur du bloom plaqué. Donc, on peut obtenir une billette plaquée présentant une liaison métallurgique complète et par la suite un produit linéaire en acier présentant une liaison métallurgique complète. De plus, la couche intérieure et la couche extérieure ne risquent pas de se séparer. Egalement comme on obtient une adhésion complète étroite entre la couche intérieure et la couche extérieure, on n'a pas à se préoccuper d'un dégagement d'air résiduel pendant l'opération de travail à chaud et le coût de la formation du bloom peut être remarquablement réduit.

(2) Comme on effectue le traitement de placage pendant le stade de préparation d'un bloom destiné à former une billette servant de matériau de départ pour la formation d'un produit linéaire en acier, l'efficacité de la fabrication des billettes peut être accrue et on peut fabriquer très facilement une billette longue et par conséquent un produit linéaire en acier long.

(3) Le métal de base et le métal de placage de la couche intérieure et de la couche extérieure présentent une liaison mécanique complète au stade de la billette et on obtient une liaison métallurgique complète sur la totalité de la longueur par laminage à chaud. Donc le pourcentage de produits donnant des résultats satisfaisants au contrôle peut être remarquablement accru.

(4) Un polissage n'est pas toujours nécessaire comme traitement préliminaire avant la préparation d'un bloom plaqué et un traitement simple tel qu'un lavage acide suffit pour éliminer la calamine. Pour cette raison et comme un usinage mécanique est inutile comme précédemment indiqué, le traitement préliminaire peut être simplifié.

On peut obtenir ces résultats selon le présent mode de réalisation ainsi que selon les modes de réalisation précités de préparation de tubes en acier plaqué et de produits linéaires en acier plaqué.

Il ressort de façon évidente de la description détaillée précédente, que selon l'invention l'emploi d'une technique tout à fait opposée aux principes techniques admis de l'art, c'est-à-dire la préparation par étirage à froid d'un matériau destiné à être soumis à un travail à chaud, permet de fabriquer de façon très efficace et avec un rendement élevé, des tubes en acier plaqué, des barres en acier plaqué et d'autres produits linéaires en acier plaqué ayant une excellente aptitude de liaison métallurgique et une grande qualité. De plus, on peut fabriquer à l'échelle industrielle selon le procédé de l'invention de nouvelles barres d'acier et de nouveaux fils d'acier qui n'étaient pas commercialisés à ce jour et ces nouveaux produits sont susceptibles d'être utilisés dans divers domaines o ù l'on n'utilisait pas à ce jour les produits classiques. De plus, lorsqu'on utilise une feuille métallique mince comme milieu intermédiaire pour éviter la carburation, il n'est pas nécessaire d'utiliser un appareillage important tel qu'un appareillage de revêtement et on peut fabriquer de façon très simple et pratique des produits en acier plaqué sans carburation. L'invention constitue donc un progrès remarquable.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux exemples décrits et représentés, elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art suivant les applications envisagées sans qu'on s'écarte pour cela de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué ayant une structure stratifiée constituée d'au moins deux couches métalliques, caractérisé en ce qu'il consiste à emboîter avec du jeu une âme composée d'un métal destiné à former une couche intérieure dans un tube composé d'un métal destiné à former une couche extérieure, directement ou avec au moins un tube additionnel constitué d'un métal destiné à former une couche intermédiaire, à étirer à froid simultanément l'ensemble des tubes et de l'âme pour obtenir un matériau intermédiaire constitué de l'âme et des tubes étroitement unis entre eux, chauffer le matériau intermédiaire ainsi formé à une température prédéterminée et soumettre le matériau intermédiaire à un travail à chaud pour obtenir un produit ayant la forme désirée.

2. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 1, caractérisé en ce que parmi les métaux constituant la couche intérieure, la couche extérieure et la couche intermédiaire, on choisit un métal se comportant comme métal de base parmi le groupe constitué par les aciers au carbone, les aciers alliés, les aciers inoxydables et les alliages à base de nickel et on choisit le métal de placage parmi le groupe constitué par les aciers résistant à l'abrasion, les aciers inoxydables, le nickel, les alliages de nickel, le titane, les alliages de titane, le cuivre, les alliages de cuivre, le chrome, les alliages de chrome, l'aluminium et les alliages d'aluminium.

3. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on choisit l'acier inoxydable parmi les aciers inoxydables martensitiques, les aciers inoxydables ferritiques, les aciers inoxydables austénitiques, les aciers inoxydables à durcissement structural et les aciers inoxydables au chrome-manganèse.

4. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'alliage à base de nickel est l'Inconel.

5. Procédé pour préparer un produit en acier allié selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on choisit l'acier résistant à l'abrasion parmi les aciers résistant à l'abrasion à teneur élevée en carbone et les aciers au manganèse résistant à l'abrasion.

6. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'âme est un tube.

7. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'âme est une barre.

8. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une des revendications 1 ou 7, caractérisé en ce que le matériau intermédiaire est un bloom plaqué.

9. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une quelconque des revendications 1, 6 ou 7, caractérisé en ce que le matériau intermédiaire est une billette plaquée.

10. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une quelconque des revendications 1, 8 ou 9, caractérisé en ce que le produit en acier plaqué final est sous forme d'un tube.

11. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une quelconque des revendications 1, 8 ou 9, caractérisé en ce que le produit en acier plaqué final est sous forme d'un produit linéaire tel qu'une barre ou un fil.

12. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 1, caractérisé en ce que avant l'emboîtement on soumet les faces en vis-à-vis du tube et de l'âme à un traitement de nettoyage de la surface.

13. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une des revendications 1 ou 12, caractérisé en ce qu'on forme une couche de revêtement métallique d'épaisseur appropriée sur la face périphérique de l'âme en métal destiné à former la couche intérieure et/ou la face périphérique du tube en métal destiné à former la couche intermédiaire avant l'opération d'emboîtement.

14. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 13, caractérisé en ce que le métal de revêtement est le nickel.

15. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une des revendications 1 ou 12, caractérisé en ce qu'on enroule une feuille métallique mince d'épaisseur appropriée sur la face périphérique de l'âme en métal destiné à former la couche intérieure et/ou la face périphérique du tube en métal destiné à former la couche intermédiaire avant l'opération d'emboîtement.

16. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 15, caractérisé en ce que la feuille métallique mince est en nickel.

17. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on chauffe le bloom plaqué obtenu par étirage à froid et on le soumet à un dégrossissage pour former une

billette plaquée dans laquelle les couches respectives présentent une liaison métallurgique et on soumet la billette plaquée ainsi formée à un stade de façonnage en tube.

5 18. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'on chauffe le bloom plaqué obtenu par étirage à froid et on le soumet à un dégrossissage pour former une billette plaquée dans laquelle les couches respectives présentent une liaison métallurgique et on soumet la billette plaquée ainsi formée à un stade de façonnage en un produit linéaire.

10 19. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une des revendications 17 ou 18, caractérisé en ce qu'on soude et scelle la jonction entre le tube et l'âme sur la face terminale du bloom plaqué avant l'opération de chauffage.

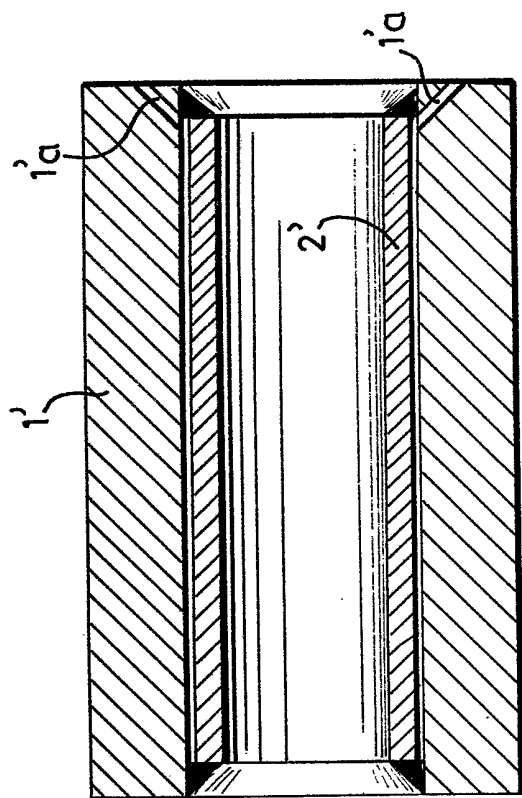
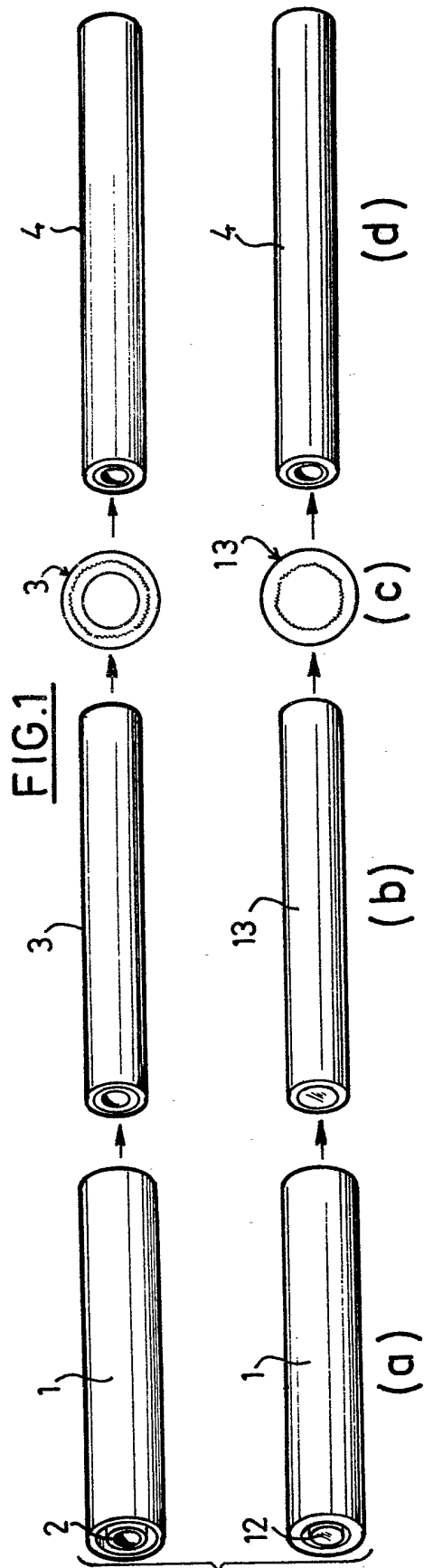
15 20. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une quelconque des revendications 9, 17 ou 18, caractérisé en ce que l'on coupe à une longueur déterminée avant l'opération de chauffage le bloom plaqué obtenu par étirage à froid ou la billette plaquée obtenue par dégrossissage et on soude et scelle la jonction des couches respectives sur la face terminale coupée.

20 21. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on utilise un élongateur comme dispositif de façonnage en tube.

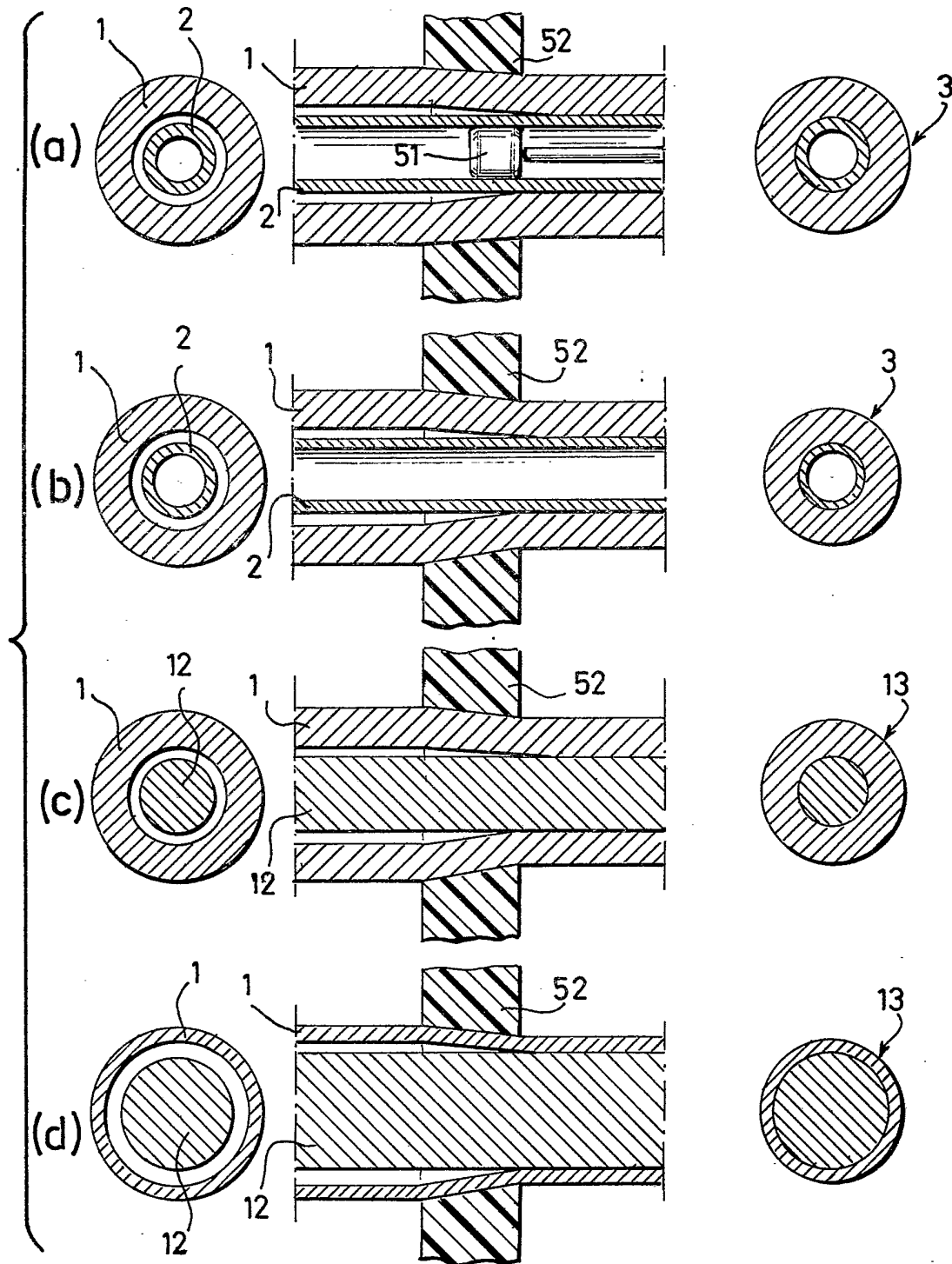
25 22. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'on soumet la billette plaquée chauffée ou non chauffée à un traitement de perçage puis on la soumet à un façonnage en tube avec une presse.

30 23. Procédé pour préparer un produit en acier plaqué selon l'une des revendications 10 ou 21, caractérisé en ce qu'on chauffe la billette plaquée, on la soumet à un traitement de perçage puis on la lamine.

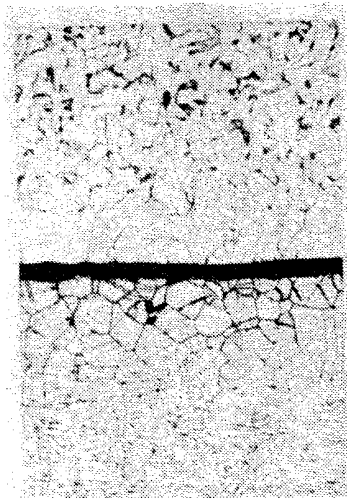
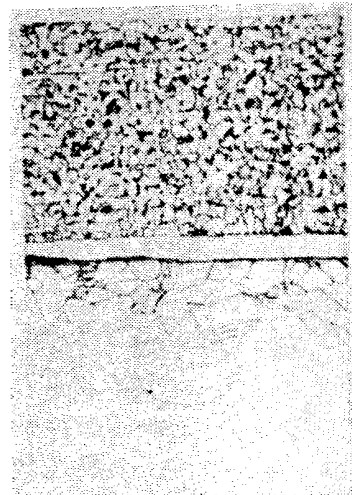
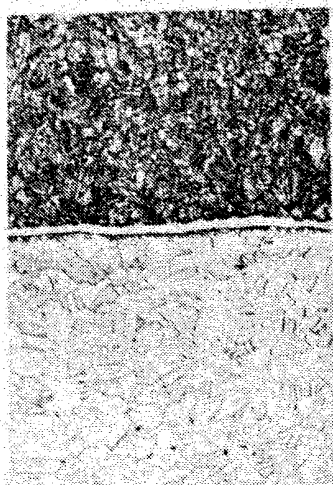
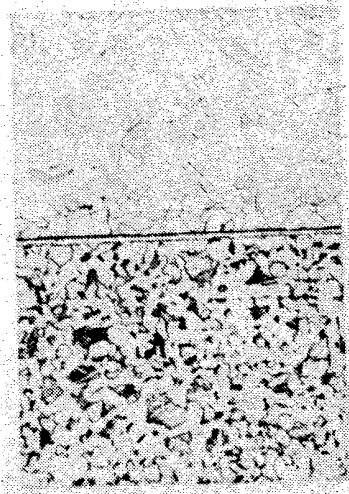
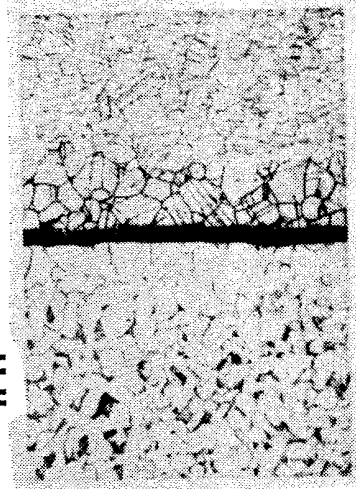
24. Produit en acier plaqué caractérisé en ce qu'on l'a préparé selon le procédé de la revendication 1.

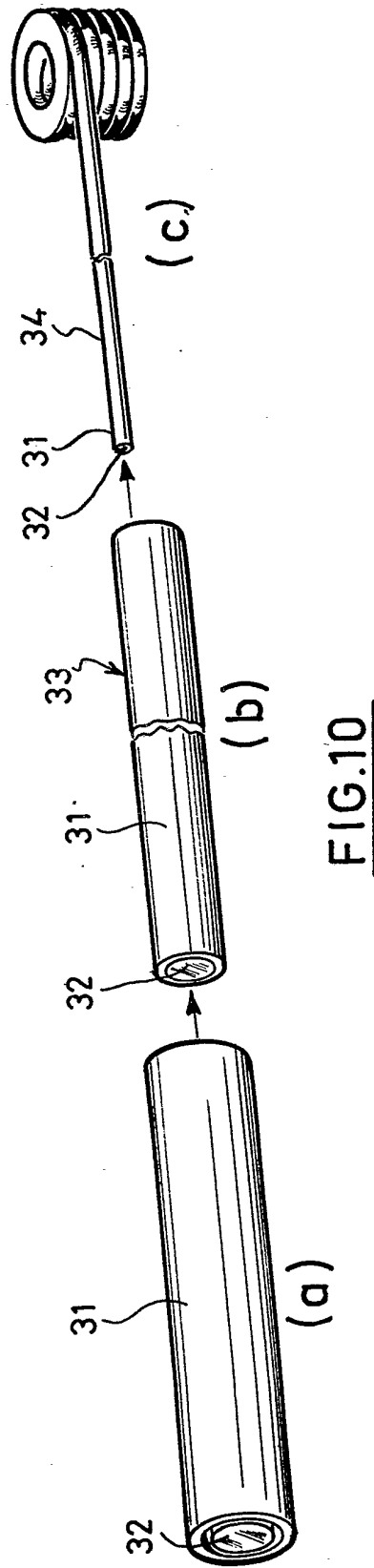


2/9

FIG. 2

3/9

FIG.3FIG.5FIG.6FIG.9FIG.12FIG.15



5/9

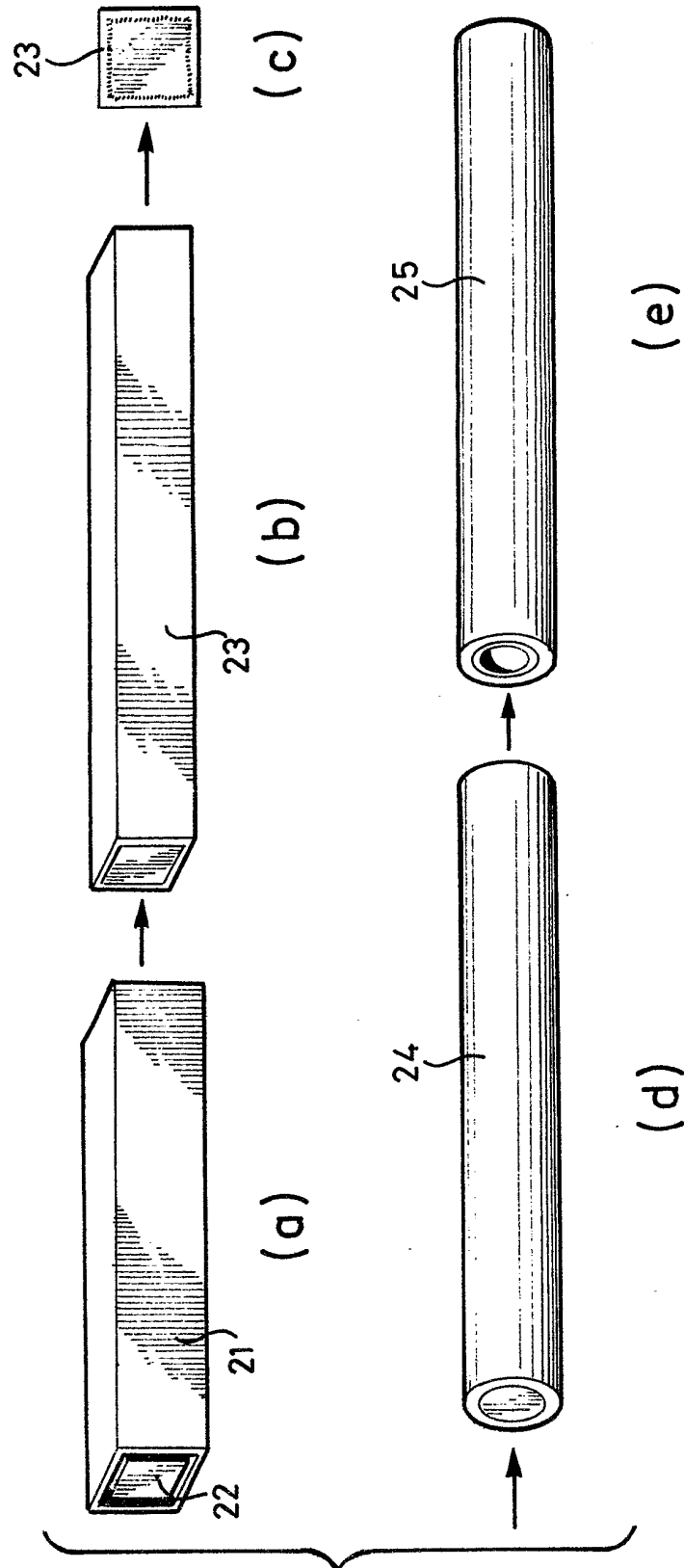
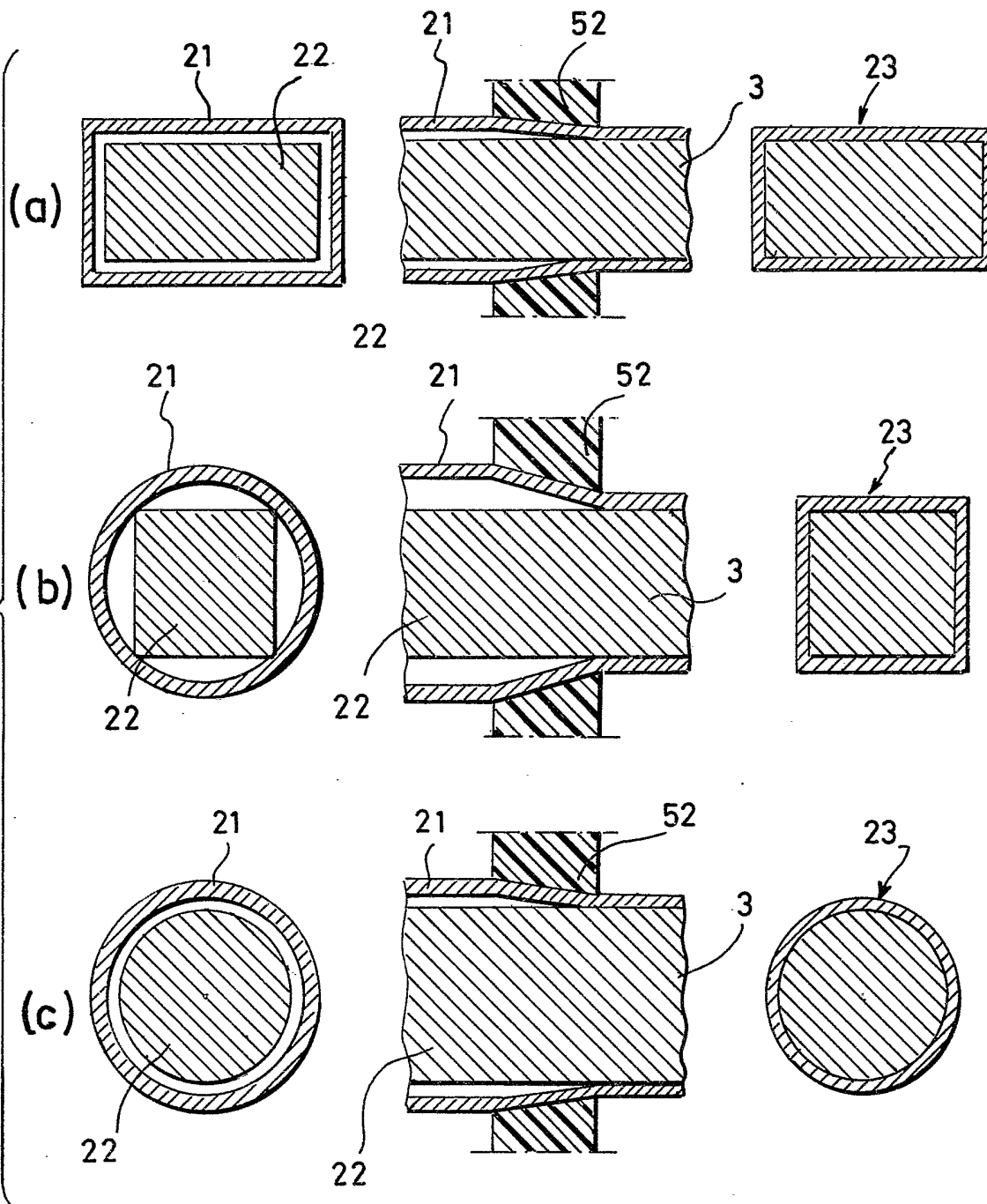
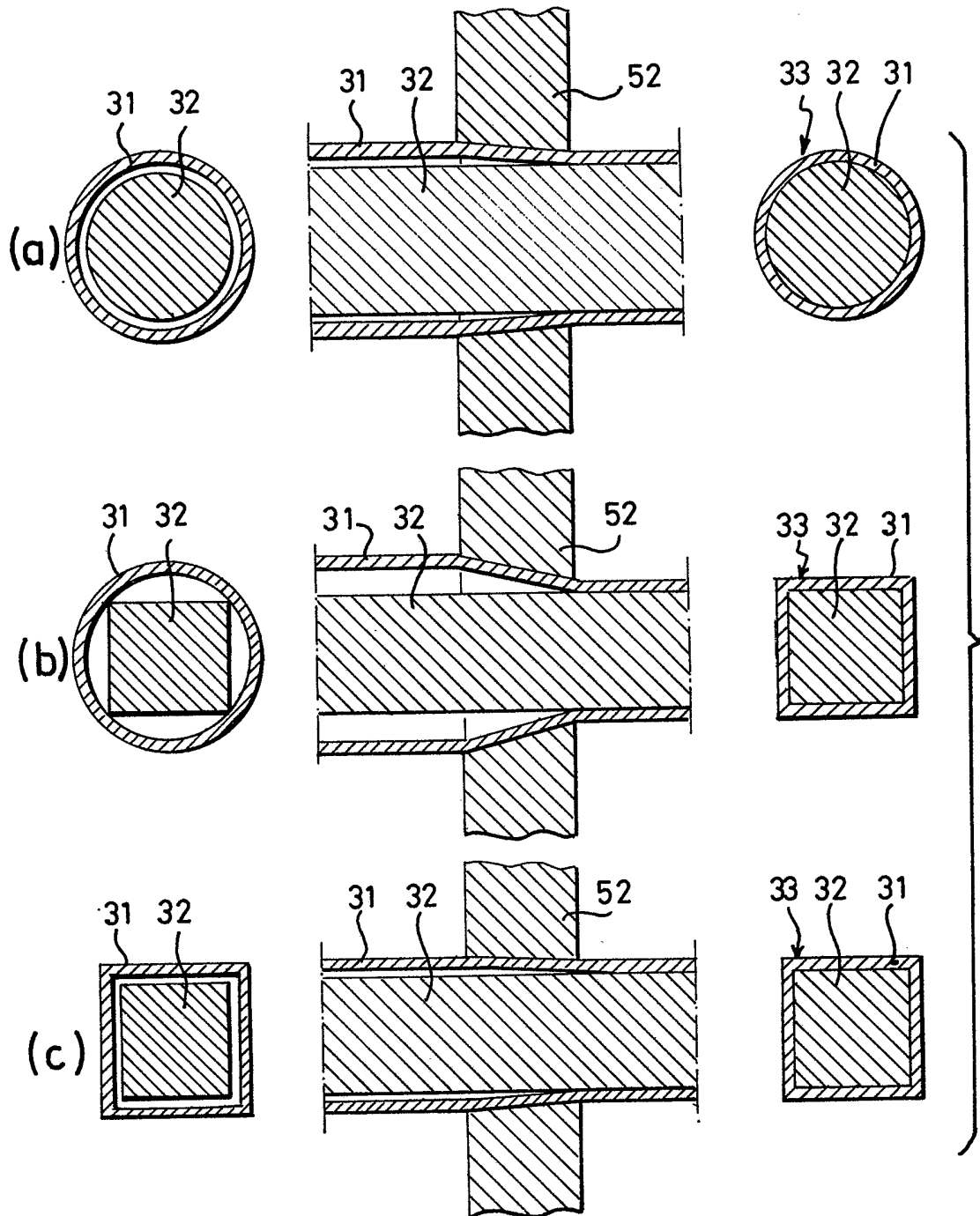
FIG. 7

FIG.8

7/9

FIG.11

8/9

