

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 85401037.8

51 Int. Cl.⁴: **H 01 J 9/26**
H 01 J 29/86

22 Date de dépôt: 28.05.85

30 Priorité: 30.05.84 FR 8408500

43 Date de publication de la demande:
27.12.85 Bulletin 85/52

84 Etats contractants désignés:
DE GB NL

71 Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: **Colomb, Gilbert**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: **Creusot, Jean-Pierre**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

72 Inventeur: **Rougeot, Henri**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

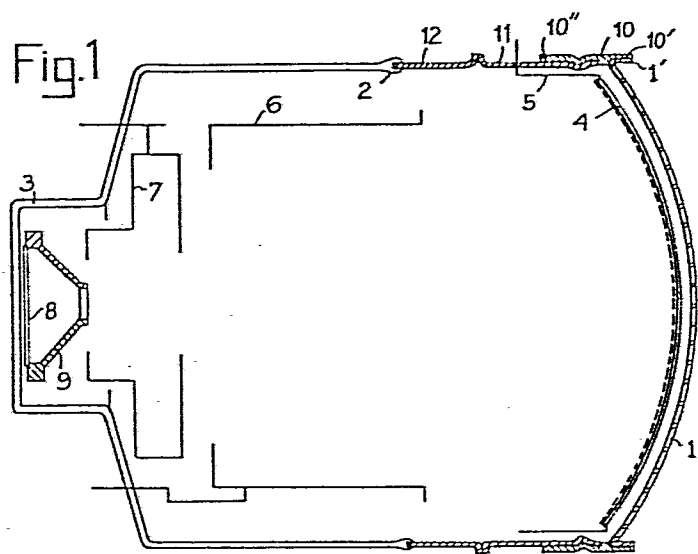
74 Mandataire: **Ruellan-Lemonnier, Brigitte et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

54 Enveloppe sous vide pour tube intensificateur d'images de rayonnement, et procédé de fabrication d'une telle enveloppe.

57 La présente invention concerne l'enveloppe sous vide d'un tube intensificateur d'images de rayonnement et son procédé de fabrication.

Conformément à l'invention, dans une enveloppe sous vide du type comportant un corps central 2, une fenêtre d'entrée 1 en aluminium ou en alliage d'aluminium à une extrémité du corps central et une fenêtre de sortie 3 transparente à l'autre extrémité du corps, la fenêtre d'entrée 1 comporte une jupe 10 périphérique venant s'emboîter sur un anneau 11 de même section que la jupe, réalisé en fer ou en alliage de fer, solidaire de l'extrémité du corps, ladite jupe étant soudée de manière étanche au vide sur l'anneau par soudage par induction magnétique.

Application aux tubes intensificateurs d'images radiologiques ou tubes électroniques dont l'enveloppe sous vide comporte une fenêtre en aluminium.



ENVELOPPE SOUS VIDE POUR TUBE INTENSIFICATEUR
D'IMAGES DE RAYONNEMENT ET PROCEDE DE
FABRICATION D'UNE TELLE ENVELOPPE

La présente invention concerne la structure de l'enveloppe sous vide des tubes intensificateurs d'images de rayonnement tels que les tubes intensificateurs d'images radiologiques, ou de tubes électroniques similaires. La présente invention concerne aussi un procédé de fabrication de ces enveloppes.

5

De manière connue, les enveloppes sous vide des tubes intensificateurs d'images sont constituées par un corps central de révolution, par une fenêtre d'entrée destinée au passage du rayonnement à amplifier, ladite fenêtre étant connectée à une extrémité du corps central et par une fenêtre de sortie transparente connectée à l'autre extrémité du corps central.

10

Jusqu'à ces derniers temps, les fenêtres d'entrée étaient habituellement réalisées en verre, ce qui posait peu de problèmes de scellement avec le corps central même lorsque celui-ci était réalisé en partie en métal, car les scellements verre-métal sont bien connus de l'homme de l'art. Toutefois, l'utilisation du verre pour les fenêtres d'entrée pose un certain nombre de problèmes. Ainsi, l'absorption du rayonnement, en particulier des rayons X, dans la fenêtre en verre est variable de 15 % à 25 % selon l'épaisseur du verre utilisé. Or l'épaisseur du verre croît avec la taille du tube et peut varier entre 2 et 3,5 mm. De plus, on observe une diffusion importante du rayonnement due à l'épaisseur du verre.

15

20

Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé de réaliser la fenêtre d'entrée en un métal perméable aux rayonnements à transmettre.

25

On a ainsi proposé des enveloppes sous vide comportant une fenêtre d'entrée concave réalisée en titane ou en acier. Bien que ce type de fenêtre puisse rester suffisamment mince, donc peu absorbant ou diffusant pour le rayonnement à transmettre, et néanmoins

suffisamment résistant mécaniquement pour supporter des différences de pression, il est nécessaire, du fait de la forme concave de la fenêtre, d'allonger le tube pour pouvoir y incorporer l'écran d'entrée qui lui est convexe pour les besoins de l'optique électronique.

5

On a aussi proposé d'utiliser des fenêtres en aluminium ou en alliage d'aluminium de forme convexe. Dans ce cas, différentes techniques sont utilisées pour réaliser le scellement de la fenêtre sur le corps central.

10

Ainsi comme décrit dans la demande de brevet français 2.482.366, le scellement entre la fenêtre et le corps central peut être réalisé par soudage par thermocompression. Dans ce cas, la fenêtre convexe en aluminium ou en alliage d'aluminium comporte un flasque périphérique annulaire et l'assemblage entre la fenêtre et le corps nécessite soit que le corps comporte un flasque annulaire perpendiculaire à l'axe du tube soit l'utilisation d'un anneau de connexion en forme de L ou de S. En effet, pour pouvoir réaliser un soudage par thermocompression, les parties à souder doivent se trouver dans un plan perpendiculaire à l'axe du tube de manière à pouvoir appliquer une pression entre les deux métaux ou alliages dans lesquels sont réalisés la fenêtre et le corps central.

15

20

Cette technique présente l'inconvénient d'accroître le diamètre hors-tout du tube. D'autre part, le procédé de soudage par thermocompression, notamment lorsqu'il est utilisé pour souder de l'aluminium à un alliage de fer tel que l'acier inoxydable, nécessite une montée en température et une période de contact sous pression qui demandent du temps. Il en résulte que ce procédé est industriellement coûteux.

25

30

Une autre solution de l'art antérieur consiste à réaliser la fenêtre en utilisant une pièce mise en forme convexe réalisée en un matériau comportant une couche de cuivre plaquée sur une couche d'aluminium dans laquelle la couche de cuivre est enlevée dans la partie soumise au rayonnement et la couche d'aluminium est enlevée au niveau du bord constitué par un méplat entourant la calotte

convexe, en réservant un recouvrement localisé des deux couches. Le bord en cuivre est ensuite soudé par soudage à l'arc électrique le long d'une lèvre réalisée sur le corps central métallique qui peut être en acier inoxydable. Avec ce procédé on retrouve les mêmes problèmes de diamètre hors tout du tube qu'avec le soudage par thermocompression. D'autre part, il est difficile d'obtenir un matériau à deux couches fabriqué industriellement qui présente toujours la même qualité d'adhérence réciproque avec étanchéité au vide. En outre, il faut réaliser l'enlèvement du métal avant de pouvoir réaliser le soudage.

La présente invention a pour but de fournir une nouvelle structure d'enveloppe sous vide pour tube intensificateur d'images de rayonnement comportant une fenêtre en aluminium qui ne présente pas les inconvénients des structures de l'art antérieur.

La présente invention a aussi pour but de fournir une nouvelle structure d'enveloppe sous vide pour tube intensificateur d'images de rayonnement qui soit facile et rapide à réaliser.

En conséquence, la présente invention a pour objet une enveloppe sous vide pour tubes intensificateurs d'images de rayonnement ou tubes électroniques similaires du type comportant un corps central et une fenêtre d'entrée en aluminium ou en alliage d'aluminium à une extrémité du corps central, caractérisée en ce que la fenêtre d'entrée comporte une jupe périphérique venant s'emboîter sur un anneau de même section que la jupe, réalisé en fer ou en alliage de fer solidaire de ladite extrémité du corps, ladite jupe étant soudée de manière étanche au vide sur l'anneau par soudage par induction magnétique.

La technique de soudage par induction magnétique est connue depuis longtemps pour le soudage de tubes de faible diamètre présentant une bonne étanchéité à la pression de fluides divers. Elle est décrite en particulier dans le brevet français N° 1 579 461. Toutefois, cette technique n'a jamais été utilisée dans les tubes intensificateurs d'images.

En effet, les tubes étant d'un diamètre important, il paraissait

impossible à l'homme de l'art de pouvoir réaliser par induction magnétique une soudure étanche au vide sur une longueur aussi importante. En fait, la demanderesse a dû résoudre les nombreux problèmes de fuite rencontrés lors des essais par une forme spéciale pour la fenêtre.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description d'un mode de réalisation préférentiel faite avec référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique de l'enveloppe sous vide d'un tube intensificateur d'images selon un mode de réalisation préférentiel de la présente invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe de la partie essentielle du mode de réalisation de la figure 1 avant soudage ;

- la figure 3 est une vue identique à celle de la figure 2 après soudage ;

- la figure 4 est un schéma expliquant le procédé de fabrication de l'enveloppe utilisé dans la présente invention ;

- la figure 5 est un circuit électrique utilisé dans le procédé de la présente invention, et

- la figure 6 est une courbe fonction du temps du courant induit lors de la décharge du condensateur du circuit de figure 5.

Dans les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

Comme représenté sur la figure 1, l'enveloppe sous vide de la présente invention lorsqu'elle est utilisée pour un tube intensificateur d'images, comporte essentiellement une fenêtre 1 d'entrée du rayonnement à détecter, tel que des rayons X, un corps central 2 de révolution, constitué principalement par un cylindre de verre se terminant par une fenêtre de sortie 3 faisant partie intégrante du corps 2. De plus on a schématisé, à l'intérieur de l'enveloppe, les principaux éléments constituant le tube intensificateur d'images tels que la photocathode 4, les électrodes 5, 6, 7 d'accélération et de focalisation et un écran de sortie 8 terminant la dernière électrode

ou anode 9.

La fenêtre d'entrée 1 est réalisée en aluminium ou en alliage d'aluminium, de préférence en un alliage d'aluminium et de magnésium tel que l'Ag₄ MC qui est suffisamment rigide pour supporter les différences de pression entre l'extérieur et l'intérieur du tube. La
5 fenêtre d'entrée à la forme d'une calotte convexe.

Conformément à la présente invention, la fenêtre d'entrée 1 comporte une jupe périphérique 10 venant s'emboîter sur un anneau 11 prolongeant le corps central. Dans le mode de réalisation
10 représenté, la fenêtre d'entrée 1 comporte une partie périphérique 1' repliée dans un plan parallèle à l'axe du tube. La jupe périphérique 10 est constituée par une bague de section sensiblement en T réalisée en aluminium ou en alliage d'aluminium, de préférence en aluminium, pour faciliter le soudage sur l'anneau 11 qui est réalisé
15 en fer ou en alliage de fer, de préférence en acier inoxydable comme cela sera expliqué ci-après. Une branche 10' de la bague est soudée sur la partie périphérique 1'. Toutefois, la fenêtre d'entrée 1 et la jupe 10 peuvent être formées en une seule pièce lorsqu'elles sont réalisées dans le même matériau. Comme représenté sur la
20 figure 2, avant d'être soudée sur l'anneau 11, la jupe se termine par une partie évasée 10'' en cône. Pour pouvoir réaliser le soudage en utilisant un soudage par induction magnétique conformément à l'invention, l'angle d'ouverture de la partie évasée 10'' est compris entre 1 et 30° par rapport à l'axe du tube.

25 D'autre part, comme représenté sur la figure 1, un anneau intermédiaire 12 est prévu entre la partie en verre du corps central 2 et l'anneau 11. Cet anneau intermédiaire est réalisé en fer ou en alliage de fer, de préférence en un alliage fer-nickel-cobalt tel que le Dilver ou en un alliage fer-nickel tel que le Carpenter.

30 L'anneau intermédiaire est prévu pour faciliter le soudage sur la partie en verre, notamment lorsque l'anneau 11 est réalisé en acier inoxydable. Toutefois, il est évident pour l'homme de l'art que les deux anneaux 11 et 12 peuvent être formés en une seule pièce lorsqu'ils sont réalisés dans le même matériau.

On expliquera maintenant, en se référant plus particulièrement aux figures 4 à 6, le procédé utilisé pour réaliser un scellement étanche au vide entre l'anneau 11 en fer, ou en alliage de fer de préférence en acier inoxydable et la jupe en aluminium 10.

5 Conformément à la présente invention, le scellement est réalisé par soudage par induction magnétique, plus particulièrement par magnéto-soudage en impulsion.

Pour réaliser ce soudage, l'anneau 11 est monté sur un mandrin 13 et l'extrémité évasée de la jupe 10 vient s'emboîter sur l'anneau

10 11. Comme représenté sur la figure 1, l'anneau 11 et la jupe 10 au niveau de la pliure présentent tous deux une partie pliée en forme d'encoche de forme identique. Cette partie pliée donne de la rigidité à l'anneau 11 en acier inoxydable et définit le point de rotation de la partie évasée de la jupe.

15 D'autre part, la jupe cylindrique 10 est entourée par une bobine d'induction magnétique L. Pour réaliser un soudage par induction magnétique en impulsion, la bobine L forme avec une capacité C et l'interrupteur I un circuit oscillant comme représenté sur la figure 5.

20 Ainsi pour réaliser le soudage par induction magnétique de l'extrémité évasée 10" de la jupe en aluminium sur l'anneau 11 en acier inoxydable, on charge la capacité C sous forte tension puis on la décharge dans la bobine L.

Le champ magnétique qui apparaît dans la bobine L crée un

25 courant d'induction ayant la forme représentée à la figure 6, dans la partie évasée de la jupe 10 en aluminium qui est un matériau fortement conducteur. Il en résulte une force mécanique qui a pour effet de plaquer la partie évasée de la jupe 10 sur l'anneau 11 en acier inoxydable comme représenté sur la figure 3. L'énergie libérée, si elle est suffisamment élevée, chasse l'oxyde superficiel

30 de l'aluminium et soude les deux matériaux ensemble du fait, pense-t-on, de l'agitation moléculaire qui se produit alors à ce niveau.

On rappellera que le courant induit dans la partie évasée 10" est limité à l'épaisseur de peau. En conséquence, l'épaisseur de cette

partie évasée 10" a été choisie égale à l'épaisseur de peau. Il est possible de choisir une épaisseur plus importante, mais dans ce cas, l'énergie libérée lors du soudage par induction magnétique doit être plus élevée.

- 5 On donnera ci-après un exemple des dimensions des parties essentielles de l'enveloppe et des paramètres de soudure pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus.

On veut réaliser le scellement étanche par magnétosoudage en impulsion d'une fenêtre en Ag₄ MC de 0,8 à 1mm d'épaisseur, de
10 forme convexe, soudée sur une jupe cylindrique de 2 mm d'épaisseur présentant une partie évasée de 0,5 mm d'épaisseur sur un anneau en acier inoxydable. L'angle d'ouverture de la partie évasée est de 7°.

Comme rappelé ci-dessus, le courant dans l'aluminium est limité à l'épaisseur de peau

15
$$\tau = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu F}}$$

avec : F : fréquence propre de l'oscillation

μ : perméabilité de l'air $4\pi 10^{-7}$

ρ : résistivité de l'aluminium $2\mu\Omega\text{cm}$

si l'on prend $\tau = 0,5\text{ mm}$ ce qui correspond à l'épaisseur de la partie
20 évasée, on obtient

$$F = \frac{\rho}{\tau^2 \pi \mu} = 2.10^4 \text{ Hz}$$

On peut alors déterminer la capacité à décharger.

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$C = \left(\frac{1}{2\pi F}\right)^2 \times \frac{1}{L}$$

25
$$L = \frac{4\pi 10^{-7} \phi d}{W}$$

avec $\phi = \pi D$

D = 380 mm D : diamètre de l'anneau 11

$d = 3 \text{ mm}$ d : ouverture de la partie évasée

$w = 20 \text{ mm}$ w : hauteur de la partie évasée

ce qui donne $L = 200 \text{ nH}$

et $C = 300 \text{ } \mu\text{F}$

- 5 En chargeant cette capacité sous 20 K $\ddot{\text{V}}$, on a une énergie disponible de 60 KJ. Si l'on admet une efficacité de transfert en énergie de 4 %, 2, 4 KJ sont disponibles pour la soudure. Pour réaliser la soudure, la vitesse de projection de l'aluminium doit atteindre 400 m/s. Compte tenu de la masse de la partie évasée,
- 10 dans le cas présent égale à 32 g, l'énergie cinétique nécessaire sera de 2,5 KJ. Cette valeur d'énergie est compatible avec la valeur précitée de 2,4 KJ disponible pour la soudure.

- Le procédé de fabrication conforme à la présente invention est un procédé rapide puisqu'il est réalisé par décharge instantanée d'un
- 15 condensateur. Il est en conséquence peu coûteux sur le plan industriel. D'autre part, il permet de sceller de manière étanche deux cylindres l'un sur l'autre, ce qui donne un tube de diamètre hors-tout réduit par rapport aux tubes de l'art antérieur. Il est aussi possible avec ce procédé de réduire le diamètre du tube pour un champ
- 20 donné, ce qui entraîne une diminution du poids du tube.

- D'autre part, il est évident, pour l'homme de l'art que la présente invention n'est pas limitée aux tubes intensificateurs d'images, mais qu'elle peut s'appliquer à tous tubes électroniques présentant une enceinte sous vide comportant une fenêtre en
- 25 aluminium ou en alliage d'aluminium.

REVENDICATIONS

0165851

1. Enveloppe sous vide pour tubes intensificateurs d'images de rayonnement ou tubes électroniques similaires du type comportant un corps central (2) et une fenêtre d'entrée (1) en aluminium ou en alliage d'aluminium à une extrémité du corps central, caractérisée en ce que la fenêtre d'entrée (1) comporte une jupe (10) périphérique venant s'emboîter sur un anneau (11) de même section que la jupe, réalisé en fer ou en alliage de fer solidaire de ladite extrémité du corps, ladite jupe étant soudée de manière étanche au vide sur l'anneau par soudage par induction magnétique.
2. Enveloppe sous vide selon la revendication 1, caractérisée en ce que la jupe se termine par une partie évasée (10').
3. Enveloppe sous vide selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'angle d'ouverture de la partie évasée est compris entre 1 et 30°.
4. Enveloppe sous vide selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisée en ce que l'épaisseur (e) de la partie évasée est égale à l'épaisseur de peau occupée par le courant induit dans l'aluminium ou l'alliage d'aluminium lors du soudage par induction magnétique.
5. Enveloppe sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la fenêtre d'entrée est constituée par la fenêtre proprement dite (1) et par la jupe (10), la fenêtre proprement dite et la jupe étant réalisées en des matériaux différents et solidarisées l'une à l'autre de manière étanche au vide.
6. Enveloppe sous vide selon la revendication 5, caractérisée en ce que la fenêtre proprement dite (1) est réalisée en alliage d'aluminium et la jupe (10) est réalisée en aluminium.
7. Enveloppe sous vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'anneau (11) en alliage de fer est réalisé en acier inoxydable, en un alliage fer-nickel ou un alliage fer-nickel-cobalt.
8. Enveloppe sous vide selon l'une quelconque des revendi-

cations 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle comporte un anneau intermédiaire (12) entre le corps (2) et l'anneau (11) sur lequel est soudée la fenêtre.

5 9. Enveloppe sous vide selon la revendication 8, caractérisée en ce que l'anneau intermédiaire (12) est réalisé en un alliage de fer tel qu'un alliage fer-nickel ou un alliage fer-nickel-cobalt.

10 10. Procédé de fabrication d'une enveloppe sous vide pour tubes intensificateurs d'images de rayonnement ou tubes électroniques similaires selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'on emboîte l'extrémité (10") de la jupe (10) en aluminium ou alliage d'aluminium sur l'anneau (11) en fer ou alliage de fer et en ce que l'on scelle l'extrémité de la jupe sur l'anneau par un soudage par induction magnétique lors duquel l'extrémité de la jupe est plaquée sur l'anneau et solidarisée avec
15 lui.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le soudage par induction magnétique est réalisée par une bobine d'induction (L) entourant l'extrémité de la jupe dans laquelle se décharge une capacité (C) montée en circuit oscillant.

20 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la fréquence d'oscillation propre du circuit oscillant est réglée pour obtenir une épaisseur de peau égale à l'épaisseur de l'extrémité de la jupe.

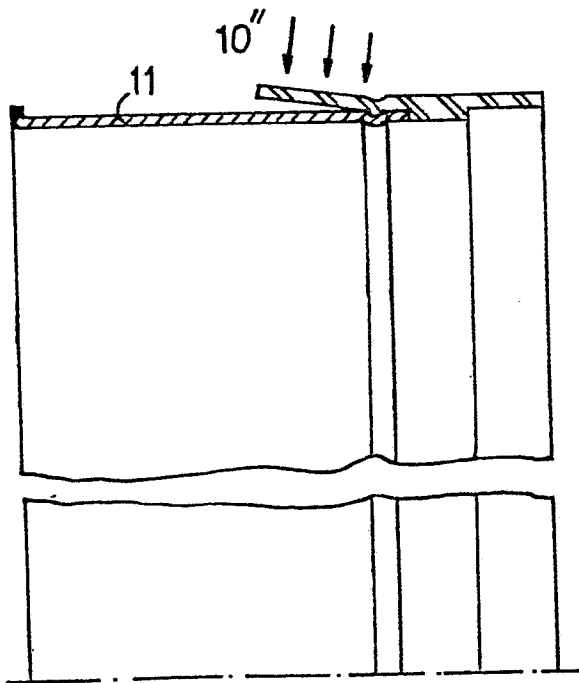
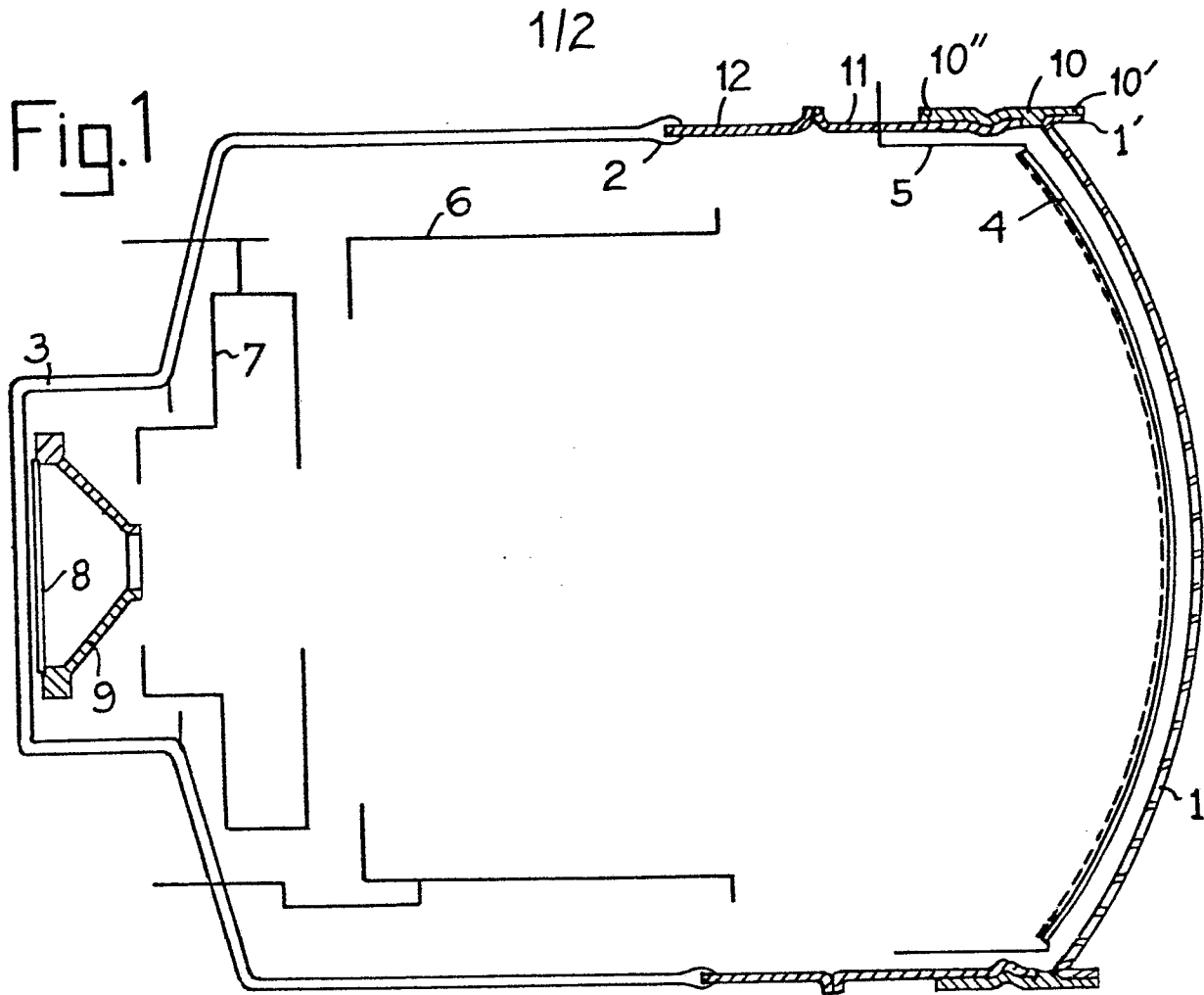


Fig. 2

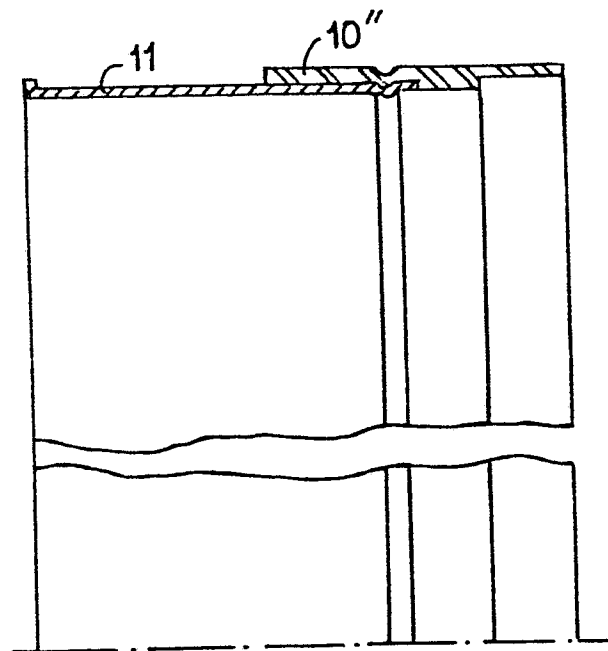


Fig. 3

2/2

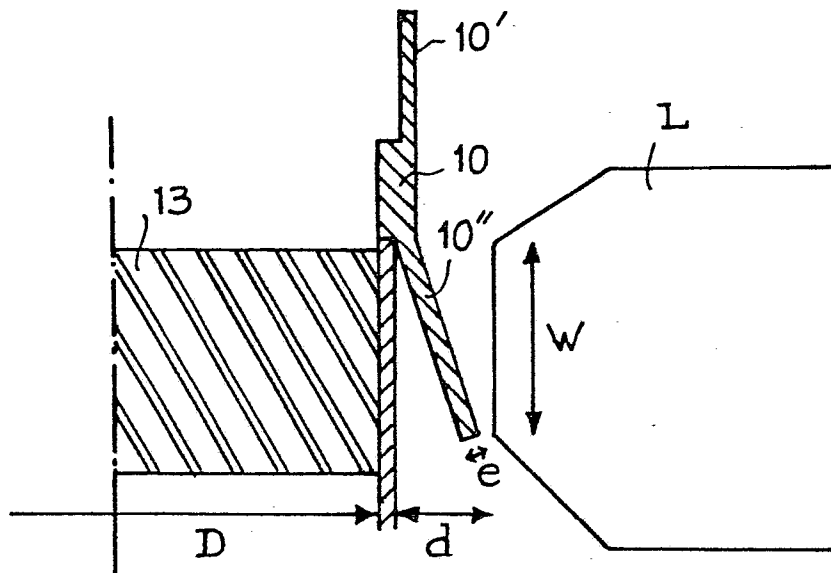


Fig.4

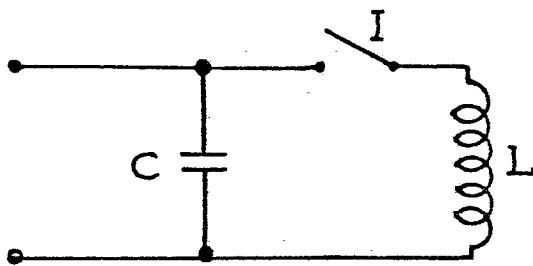


Fig.5

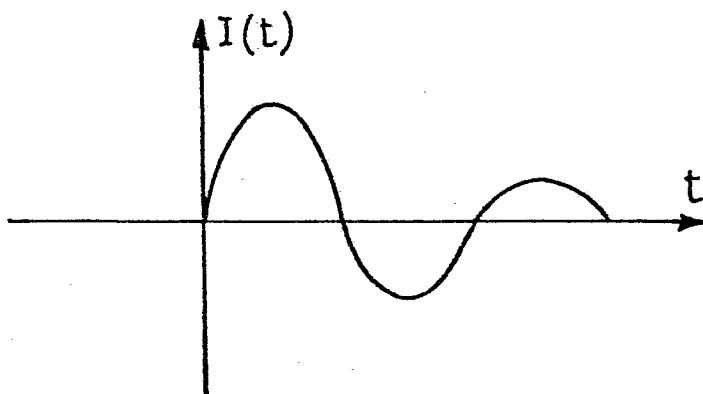


Fig.6



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
Y	FR-A-1 579 461 (D.N. LYSENKO et al.) * Page 1, colonne de gauche, lignes 1-7, colonne de droite, lignes 22-34; page 3, colonne de droite, lignes 1-13, figures 1,4 *	1-3,10	H 01 J 9/26 H 01 J 29/86
Y	FR-A-2 305 850 (SIEMENS) * Page 3, lignes 25-28; page 3, ligne 40 - page 4, ligne 8; page 5, ligne 32 - page 6, ligne 5; figure 2 *	1,7-9	
A	WELDING PRODUCTION, vol. 25, no. 9, septembre 1978, pages 19-20, Cambridge, GB; K.K. KHRENOV et al.: "The formation of welded joints in the magnetic pulsed welding of cylindrical workpieces" * Page 19, colonne de gauche, colonne de droite, lignes 8-13; figure 1 *	1,10; 11	
A	US-A-3 603 759 (G.R. PEACOCK) * Colonne 2, lignes 27-33 *	1,4,10 -12	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-09-1985	Examineur WITH F.B.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0165851
Numéro de la demande

EP 85 40 1037

Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 6, no. 55 (E-101)(933), 10 avril 1982; & JP - A - 56 167 243 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) 22.12.1981 -----	5,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-09-1985	WITH F.B. Examineur
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			