

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 495 981

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

N° 80 26807

(54) Procédé de soudage sous laitier électroconducteur, flux de soudage utilisé dans ledit procédé, dispositif pour la mise en œuvre dudit procédé et assemblages soudés ainsi obtenus.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **B 23 K 9/18.**

(22) Date de dépôt..... 17 décembre 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° 24 du 18-6-1982.

(71) Déposant : INSTITUT ELEKTROSVARKI IMENI E.O. PATONA AKADEMII NAUK UKRAINSKOI
SSR, résidant en URSS.

(72) Invention de : Anatoly Nikolaevich Safonnikov et Anatoly Vladimirovich Antonov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte aux techniques de soudage et a notamment pour objet un procédé de soudage sous laitier électroconducteur en particulier de métaux légers et d'alliages dont la densité est inférieure à celle du laitier, un flux de soudage ou décapant à base d'halogénures de métaux alcalins et alcalinoterreux, et une installation pour la mise en œuvre dudit procédé .

L'invention est applicable notamment au soudage de l'aluminium, du magnésium, du titane ou de leurs alliages, ainsi qu'au soudage d'autres métaux légers. En particulier, elle peut être appliquée en cas de soudage de gaines de barres électroconductrices en aluminium, et ce, dans la métallurgie des métaux non ferreux, dans les industries chimique et électrotechnique, etc.

On connaît un procédé de soudage sous laitier électroconducteur (voir B. E. Paton, "Elektroshlakovaya svarka", Mashgiz, 1959, pp. 90-149), qui consiste à préparer un bain de laitier, à faire fondre une électrode et les bords à souder et à remplir de métal en fusion l'espace séparant lesdits bords.

Il est bien connu que lorsqu'on soude sous laitier électroconducteur des métaux légers ou leurs alliages, en utilisant à cette fin les flux connus dans ce domaine, la teneur en gaz du métal de la soudure s'accroît avec l'augmentation de l'épaisseur des pièces à souder.

Par exemple, on connaît un flux décapant (voir le certificat d'auteur URSS N° 626913 publié le 28 mars 1977) destiné au soudage, sous laitier électroconducteur, de métaux légers et de leurs alliages, lequel flux comprend des halogénures de métaux alcalins et alcalinoterreux dans les proportions suivantes (% en poids) :

	fluorure de calcium.....	13 - 17
	fluorure de strontium.....	13 - 17
	fluorure de magnésium.....	10 - 14
35	fluorure de lithium.	16 - 20
	chlorure de potassium(solution aqueuse concentrée)...	
	36 - 44

Le joint soudé obtenu à l'aide de ce flux et sans avoir recours aux techniques courantes de réduction de la teneur en gaz du métal de la soudure, présente une structure poreuse à teneur élevée en gaz, d'où il résulte 5 une altération sensible des caractéristiques mécaniques des assemblages soudés obtenus. La présence de chlorure de potassium sous forme de solution aqueuse concentrée confère au flux en question un caractère très hygroscopique, d'où l'éventualité de projections de la matière en fusion et 10 l'instabilité du processus de soudage.

Le procédé mentionné de soudage sous laitier électro-conducteur est mis en œuvre à l'aide d'un dispositif comprenant une plaque de fond, des lingotières, des plaques de sortie et une électrode de soudage.

15 Les joints soudés obtenus de la manière décrite et à l'aide du flux et du dispositif mentionnés se caractérisent par une teneur élevée en gaz et doivent subir des traitements supplémentaires visant à améliorer leur qualité, nécessaires surtout en cas de soudage de pièces jouant un rôle 20 important.

Le dégazage complet du métal formant le joint soudé peut être effectué en inhibant le processus de solidification dudit métal, à l'aide d'opérations supplémentaires de chauffage préalable, concomitant ou subséquent du métal du 25 joint soudé.

Le chauffage en question du métal formant le joint soudé n'est possible qu'à l'aide de dispositifs supplémentaires compliqués.

En outre, ledit procédé exige l'utilisation d'éléments 30 chimiques supplémentaires que l'on introduit dans le métal de la soudure pendant le soudage pour lier sous forme de composés résistants les composants donnant naissance à des gaz, en informant des composés résistants, ainsi qu'une protection supplémentaire de la zone de soudage par des gaz 35 inertes.

Ce recours à des opérations technologiques supplémentaires accroît la main d'œuvre nécessaire à la mise en

oeuvre du procédé de soudage et augmente son coût.

On connaît un procédé de soudage vertical de l'aluminium (brevet USA N° 3585343, publié le 15.06.71), qui consiste à préparer un bain de laitier de composition suivante (% en poids) :

chlorure de potassium.....	45
chlorure de soduim.....	27
cryolithe de sodium ($3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$).....	22
chlorure de lithium.....	6

à faire fondre une électrode et les bords à souder, et à remplir de métal en fusion l'espace entre lesdits bords.

Ce flux assure la stabilité du processus de soudage sous laitier électroconducteur, neutralise bien la pellicule d'oxydes présente sur les pièces à souder, sans toutefois permettre l'obtention de joints soudés denses ou compacts sans effectuer les opérations précitées destinées à réduire la teneur en gaz du métal du joint soudé.

Le procédé en question est mis en oeuvre à l'aide d'un dispositif comprenant une coquille, des lingotières graphitiques, des éléments d'aménée de courant et une électrode de section pleine munie d'une douille de guidage assurant la rotation de ladite électrode dans le bain de laitier. Les éléments d'aménée de courant sont disposés hors du bain de fusion.

L'élimination des gaz du joint soudé s'effectue grâce à l'emploi de lingotières graphitiques qui diminuent l'extraction de la chaleur du bain de fusion, et grâce à la rotation de l'électrode dans le bain de laitier.

Le procédé connu décrit ci-dessus ne permet pas d'éliminer complètement les gaz du métal du joint soudé, ce qui est dû à la grande vitesse de solidification dudit métal et au fait qu'au cours du soudage la rotation de l'électrode n'exerce une action mécanique que sur le bain de laitier.

La mise en oeuvre du procédé en question de soudage sous laitier électroconducteur à l'aide du flux et du dispositif décrits exige l'utilisation d'un appareillage

compliqué de contrôle ou à asservissement pour assurer la stabilité du processus de soudage en surveillant la disposition de l'électrode dans le bain de soudage, ce qui complique et rend coûteux le processus de soudage, sans 5 pour autant permettre l'élimination complète des gaz du métal du joint avant sa solidification, par suite de la basse température de fusion du flux utilisé.

L'invention vise donc un procédé de soudage sous laitier électroconducteur, notamment de métaux légers et 10 de leurs alliages, un flux de soudage ou décapant et un dispositif pour la mise en oeuvre dudit procédé, qui assureraient le déroulement stable du processus de soudage et permettraient d'obtenir des joints soudés à teneur minimale en gaz grâce à l'autorégulation de la vitesse 15 de fusion de l'électrode, à l'élimination des gaz aussi bien pendant le processus de soudage qu'après l'interruption du courant de soudage, et ce, en inhibant le processus de solidification du métal du joint soudé et 20 en modifiant la composition quantitative et qualitative du flux utilisé.

L'invention a donc pour objet un procédé de soudage sous laitier électroconducteur notamment de métaux légers et de leurs alliages, du type consistant à préparer un bain de laitier, à faire fondre une électrode et les 25 bords à souder et à remplir de métal en fusion l'espace entre lesdits bords, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on maintient le métal du joint à l'état liquide, après l'interruption du courant de soudage, en augmentant la capacité thermique du bain de laitier, ledit maintien 30 du joint à l'état liquide se faisant pendant une période de temps supérieure à celle nécessaire au dégazage du métal du joint dans une proportion de 10 à 15 %, ledit temps de dégazage nécessaire étant choisi expérimentalement avant de procéder au soudage.

Un tel procédé permet d'obtenir des soudures denses 35 ou compactes.

Pour augmenter la capacité thermique du bain de laitier,

on peut recourir , selon l'invention, à un accroissement de son volume, ce qui permet de réduire la vitesse de refroidissement du métal du joint pendant le soudage.

Ladite capacité thermique peut être également augmentée en mettant en jeu un flux de soudage ou décapant de composition suivante (% en poids):

	fluorure de baryum.....	60,0 - 90,0
	fluorure de calcium.....	5,0 - 15,0
	fluorure de lithium.....	1,0 - 5,0
10	fluorure de sodium.....	1,0 - 10,0
	fluorure de potassium.....	1,0 - 15,0

L'introduction, au sein du flux proposé, des quantités mentionnées de fluorure de baryum permet d'augmenter la densité dudit flux jusqu'à une valeur dépassant la densité du métal à souder, ce qui facilite la séparation du métal fondu d'avec le laitier lors du soudage sous laitier électroconducteur et assure le déroulement stable du processus de soudage.

Quand on diminue la teneur du flux proposé en fluorure de baryum au-dessous de la limite inférieure précitée, la séparation du métal fondu d'avec le laitier s'effectue d'une manière insatisfaisante et nuit à la stabilité de celui-ci. Si, au contraire, on dépasse la limite supérieure, l'activité du flux diminue et la désoxydation des bords à souder se fait d'une façon insatisfaisante, ce qui, en définitive, conduit à la formation de défauts dans le joint soudé.

Le fait d'introduire au sein du flux revendiqué les quantités mentionnées de fluorure de calcium permet d'augmenter l'activité du flux et d'améliorer, grâce à la diminution de la tension superficielle à l'interface laitier-métal fondu, la réunion, lors du processus de soudage sous laitier électroconducteur, des gouttes individuelles de métal fondu en un seul bain métallique. Quand on diminue ou qu'on augmente la teneur en fluorure de calcium au-dessous ou au-dessus des limites précitées, l'efficacité du flux décroît.

Les quantités précitées de fluorures de lithium, de sodium et de potassium au sein du flux revendiqué contribuent également à améliorer son activité.

Les proportions revendiquées des composants formant le flux en question contribuent à augmenter la température de fusion dudit flux au-dessus de la température de fusion du métal à souder, ce qui a pour effet de ralentir la solidification du métal fondu qui se trouve dans l'espace entre les bords à souder, ceci favorisant le dégazage dudit métal et l'obtention d'une soudure de qualité. Ces avantages procurés par le flux revendiqué permettent d'élever sensiblement la qualité et la fiabilité des assemblages soudés obtenus.

Pour accroître la capacité thermique du bain de laitier et pour maintenir le métal du joint à l'état liquide jusqu'à l'élimination complète des gaz, il est nécessaire de recourrir à un dispositif du type comprenant une coquille avec une plaque de fond, des lingotières, un élément d'aménée de courant et une électrode de soudage, ledit dispositif étant caractérisé selon l'invention en ce que l'électrode de soudage est montée à travers un orifice situé au centre de la plaque de fond, et en ce que dans la zone de fusion de ladite électrode se trouve un élément d'aménée de courant à faible résistance.

Un tel dispositif contribue au déroulement stable du processus de soudage grâce à l'autorégulation de la vitesse de fusion de l'électrode de soudage, car en cas de fusion du bout de l'électrode au-dessous de la surface supérieure de l'élément d'aménée de courant, la tache active passe de l'électrode sur l'élément d'aménée de courant, d'où une baisse de la vitesse de fusion de l'électrode.

L'élément d'aménée de courant placé dans la zone de fusion de l'électrode peut, selon l'invention, être constitué soit d'un matériau solide dont la température de fusion est supérieure à la température de soudage, soit d'une matière liquide dont la température d'ébullition est

supérieure à ladite température de soudage.

Le matériau (ou la matière) ainsi choisi de l'élément d'aménée de courant ne s'abîme pas au cours du soudage.

En outre, lorsque l'élément d'aménée de courant est 5 constitué d'une matière liquide, la densité de celle-ci est choisie supérieure à la densité du bain de laitier de manière que la matière en question ne se mélange pas avec la métal fondu de l'électrode et ne se dissolve pas dans celui-ci.

10 La matière de l'élément d'aménée de courant ainsi choisie empêche la pollution du métal du joint par ladite matière au cours du soudage.

Avantageusement, l'électrode du dispositif de soudage sous laitier électroconducteur peut être pourvue de 15 canaux internes, longitudinaux et transversaux, remplis d'un matériau laissant passer les gaz et communiquant avec un canal analogue pratiqué dans la plaque de fond de la coquille.

La présence des canaux en question permet, lors du 20 soudage, d'éliminer les gaz du bain de fusion, et le fait que lesdits canaux soient remplis d'un matériau laissant passer les gaz permet d'empêcher la matière en fusion de s'écouler hors de l'espace entre les bords.

L'un des canaux internes de l'électrode de soudage 25 peut être disposé le long de ladite électrode et communique avec les autres canaux, qui sont réalisés transversalement à l'électrode suivant toute la longueur de celle-ci.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, 30 détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative, qui va suivre, de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

35 - la figure 1 illustre le processus de soudage sous laitier électroducteur de métaux légers et de leurs alliages, en cas d'utilisation d'un élément d'aménée de

courant à l'état solide ;

- la figure 2 illustre le processus de soudage sous laitier électroconducteur de métaux légers et de leurs alliages, quand l'élément d'aménée de courant est à l'état liquide ;

- la figure 3 illustre le processus de maintien du métal liquide du joint sur une sole à haute température après l'interruption du courant ;

- la figure 4 représente le joint soudé après solidification du métal dudit joint.

Ci-dessous sont décrits des exemples concrets mais non limitatifs de réalisation de l'invention.

Exemple 1

On effectue le soudage de pièces sous laitier électroconducteur à l'aide d'un dispositif préparé de la manière suivante.

Sur une coquille ou creuset 1 (figure 1) sont disposés des échantillons en aluminium à souder 2 isolés de cette dernière, longs de 500 mm et dont la section est de 20 50 x 100 mm, de manière que les bords à souder soient séparés par un espace de 60 mm.

Ensuite on dispose sur les échantillons à assembler 2 des plaques de connexion graphitiques 3. On recouvre latéralement de lingotières 4, isolées des pièces à souder 2, l'espace entre les bords à souder.

A travers un trou pratiqué au centre de la plaque de fond 5, on introduit dans l'espace entre les bords à souder une électrode 6 en aluminium dont la section est de 20 x 40 mm.

Le trou à travers lequel est introduite l'électrode 6 est rendu étanche, par exemple par un cordon d'amiante 7. Autour de l'électrode de soudage 6 et de la garniture 7 se trouve, à l'intérieur de la coquille 1, un élément d'aménée de courant graphitique 8 placé sur la plaque de fond 5.

Dans la plaque de fond 5 et dans l'électrode 6 sont pratiqués des canaux 11, 12, 13 pour l'évacuation, au

cours de la fusion, des gaz provenant du bain de fusion, lesdits canaux étant remplis d'un mélange de matériau métallique broyé et de grains de flux 14, mélange servant à prévenir l'écoulement du bain de fusion par lesdits canaux.

Afin que la température de fusion du flux 14 soit supérieure à celle de fusion du métal à souder (660°C), on choisit un flux de composition suivante (% en poids) :

	fluorure de baryum.....	60,0
10	fluorure de calcium.....	15,0
	fluorure de lithium.....	5,0
	fluorure de sodium.....	10,0
	fluorure de potassium.....	10,0.

La densité du flux en question est de $3,1 \text{ g/cm}^3$, sa température de fusion est de 900°C .

Le flux 14 est versé dans l'espace entre les pièces à souder 2 de manière que la partie supérieure de l'électrode 6 dépasse le niveau du flux, par exemple de 10 mm.

On branche les plaques de connexion 3 et l'électrode de soudage 6 à l'aide de câbles 15 sur un transformateur de soudage 16.

Ensuite on recouvre de flux préalablement fondu la masse de flux 14 versée dans l'espace entre les bords à souder.

Ainsi, le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de soudage sous laitier électroconducteur est prêt à fonctionner.

Le régime de soudage est le suivant : tension de marche à vide ($U_{\text{m.v.}}$)..... 38V ; courant de soudage (I_s)..... 4,5 kA.

Le circuit de soudage étant fermé, les bords à assembler des échantillons 2 et l'électrode 6 sont mis en fusion et forment un bain métallique 17, tandis que le flux 14, également en fusion, donne naissance à un bain de laitier 18, le bain métallique 17 étant mis à l'abri de l'atmosphère à l'aide d'un gaz inerte constitué, en l'occurrence, d'argon.

Lors du soudage, on assiste à la fusion de l'électrode 6, dont le métal remplit l'espace entre les bords à souder, et ce, jusqu'au moment où le bout en fusion de l'électrode 6 se trouve au-dessous de la surface supérieure de l'élément d'aménée de courant 8.

Une fois l'électrode dans cette position, sa fusion se ralentit du fait que la tache active passe du bout de l'électrode sur la surface supérieure de l'élément d'aménée de courant 8, de sorte que le bout de l'électrode 10 se trouve à un niveau plus élevé que la surface supérieure de l'élément d'aménée de courant 8, c'est-à-dire que l'on assiste à une autorégulation de la vitesse de fusion de l'électrode 6.

Les gaz se dégagent du bain de fusion lors du soudage 15 sont évacués par les canaux 11, 12, 13 de l'électrode 6 et de la plaque de fond 5.

Une fois que l'espace entre les bords à souder est rempli de métal fondu 17, on coupe le courant de soudage.

Le bain de laitier 18 se solidifie et il se forme 20 une sole 19 à haute température (900°C).

Pendant 1,5 min, la température de la sole 19 et du métal liquide 17 baisse de 900°C jusqu'à la température de solidification du métal à souder 2, qui est en l'occurrence de 660°C. Pendant ce temps, le bain de métal 17 25 demeure à l'état liquide, ce qui contribue à une évacuation maximale des gaz du métal formant le joint. Le dégazage du métal du joint se termine au bout de 1,2 min (le temps de dégazage est déterminé expérimentalement avant le soudage).

Après solidification du métal liquide, on obtient un 30 joint soudé constitué d'un métal compact.

La résistance du métal du joint est de 90-92 % de celle du métal à souder, c'est-à-dire supérieure à celle obtenue dans le cas du procédé connu.

L'analyse métallographique montre l'absence de pores 35 dans le métal du joint.

On peut également avoir recours à un élément d'aménée de courant 20 constitué par une matière liquide (figure 2).

Le soudage s'effectue dans ce cas d'une manière analogue à celle décrite dans l'exemple considéré de réalisation de l'invention.

Les exemples de réalisation non limitatifs 2, 3, 4, 5 ci-dessous sont analogues à l'exemple 1, les matériaux employés étant indiqués dans le tableau suivant :

Exem- ple	Matériaux à souder	Matériaux de l'électrode	Composition du flux, % en poids				
			BaF ₂	CaF ₂	SiF	NaF	KF
10	2. Titane	Titane	90,0	5,0	2,0	2,0	1,0
	3. Magnésium	Magnésium	75,0	10,0	3,0	2,0	10,0
	4. Aluminium	Aluminium	50,0	20,0	5,0	5,0	20,0
15	5. Aluminium	Aluminium	95,0	2,0	1,5	1,0	0,5

En cas de soudage sous laitier électroconducteur selon les exemples 2 et 3, on obtient des assemblages soudés caractérisés par un métal de joint compact. La résistance du métal du joint est de 90,0 et 75,0 %, respectivement, de celle du métal à souder.

L'analyse métallographique montre l'absence de pores dans le métal du joint.

En cas de soudage l'exemple 4, le métal du joint soudé présente des inclusions de laitier solidifié résultant de la faible différence de densité entre le laitier et le métal à souder.

En cas de soudage selon l'exemple 5, le joint soudé présente des manques de soudage partiels entre le métal du joint et les bords, par suite de l'activité insuffisante du flux.

En partant des résultats obtenus on peut conclure que le procédé revendiqué de soudage sous laitier électroconducteur, le flux de soudage ou décapant et le dispositif pour sa mise en oeuvre permettent d'obtenir un métal de joint soudé dense ou compact présentant de bonnes caractéristiques mécaniques.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée

aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, 5 si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de soudage, sous laitier électroconducteur, notamment de métaux légers et de leurs alliages, du type consistant à préparer un bain de laitier (18), à faire fondre une électrode (6) et les bords à souder et à remplir d'un métal en fusion l'espace entre lesdits bords, caractérisé en ce que, après interruption du courant de soudage, on maintient le métal du joint à l'état liquide en augmentant à cette fin la capacité thermique du bain de laitier (18).
- 5 10 2. Procédé de soudage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le métal du joint est maintenu à l'état liquide pendant une période de temps supérieure à celle nécessaire à un dégazage du métal du joint dans une proportion de 10 à 15 %.
- 15 15 3. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, pour augmenter la capacité thermique du bain de laitier (18), on accroît le volume de celui-ci.
- 20 20 4. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'augmentation de la capacité thermique du bain de laitier (18) est obtenue en utilisant un flux dont la température de fusion est supérieure à celle du métal à souder.
- 25 25 5. Flux de soudage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1, 2 et 4, du type comprenant du fluorure de lithium et du fluorure de sodium ainsi qu'un sel de potassium, caractérisé en ce qu'il comprend en outre du fluorure de baryum et du fluorure de calcium, et en ce que ledit sel de potassium est le fluorure de potassium.
- 30 30 6. Flux de soudage selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il contient (% en poids) :
- | | |
|--------------------------|-----------|
| fluorure de baryum..... | 60,0-90,0 |
| fluorure de calcium..... | 5,0-15,0 |
| fluorure de lithium..... | 1,0- 5,0 |

fluorure de sodium..... 1,0-10,0
 fluorure de potassium..... 1,0-15,0

7. Dispositif de soudage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1, 2, 3 et 4, du 5 type comprenant une coquille (1), une plaque de fond (5), des lingotières (4), une électrode de soudage (6) et un élément d'amenée de courant (8), caractérisé en ce que l'électrode de soudage est disposée à travers un trou pratiqué au centre de la plaque de fond (5), et en ce que 10 dans la zone de fusion de ladite électrode est disposé un élément d'amenée de courant (8) à faible résistance.

8. Dispositif de soudage selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément d'amenée de courant (8) est constitué d'un matériau solide dont la température de 15 fusion est supérieure à la température de soudage.

9. Dispositif de soudage selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément d'amenée de courant (20) est constitué d'une matière liquide dont la température d'ébullition est supérieure à la température de soudage et 20 dont la densité est supérieure à la densité du bain de laitier (18), ladite matière liquide de l'élément d'amenée de courant (20) et le métal liquide de l'électrode (6) n'étant pas miscibles entre eux et étant insolubles l'un dans l'autre.

25 10. Dispositif de soudage selon l'une des revendications 7, 8 et 9, caractérisé en ce que la plaque de fond (5) de la coquille (1) et l'électrode de soudage (6) comportent des canaux internes (11, 12, 13) pour l'évacuation des gaz, lesdits canaux communiquant entre eux et étant remplis d'un matériau laissant passer les gaz.

30 11. Dispositif de soudage selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'un (12) des canaux internes de l'électrode de soudage est disposé le long de ladite électrode et communique avec les autres canaux (13), réalisés 35 en travers de ladite électrode suivant toute la longueur de celle-ci.

12. Assemblages soudés caractérisés en ce qu'ils sont obtenus par le procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1, 2, 3 et 4.

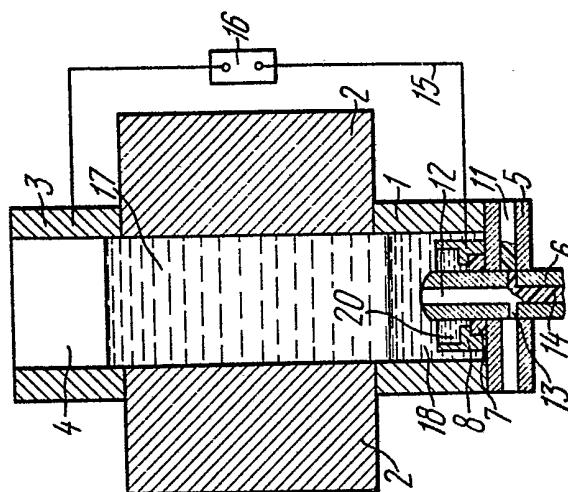


FIG. 2

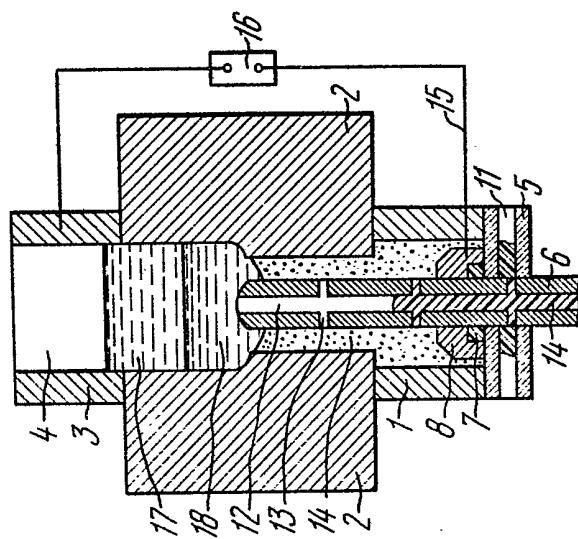


FIG. 1

PP II-2

2495981

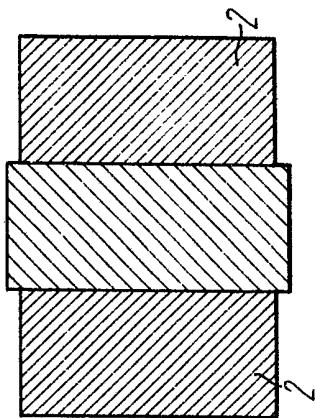


FIG. 4

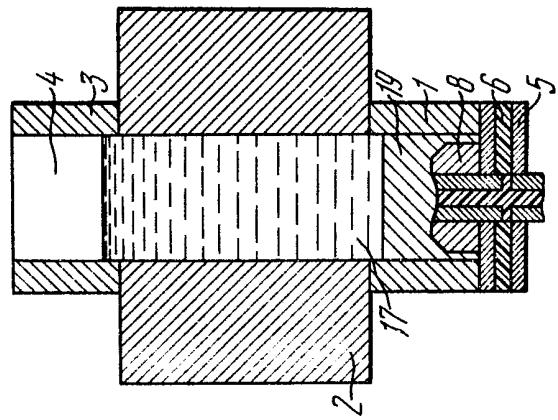


FIG. 3