

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 19.05.09.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.11.10 Bulletin 10/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-
DES GEORGES CLAUDE — FR et AIR LIQUIDE WEL-
DING FRANCE Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : LEDUEY BRUNO.

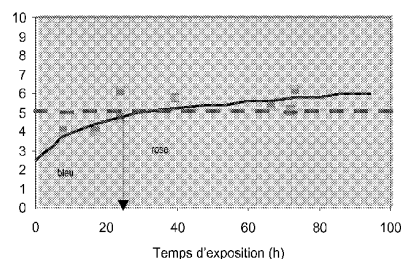
⑦③ Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCE-
DES GEORGES CLAUDE, AIR LIQUIDE WELDING
FRANCE Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE.

⑤④ FLUX POUR LE SOUDAGE A L'ARC SUBMERGE AVEC INDICATEUR D'HUMIDITE.

⑤⑦ Flux aggloméré de soudage à l'arc submergé formé
de particules granulaires comprenant un ou des consti-
tuants minéraux, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre,
au moins un composé indicateur d'humidité ayant une sen-
sibilité à la reprise en humidité équivalente à celle du flux et
dont la coloration change en présence d'une quantité don-
née d'humidité. Procédé de soudage à l'arc submergé utili-
sant un tel flux aggloméré. Procédé pour déterminer ou
vérifier la présence éventuelle d'humidité dans un flux ag-
gloméré de soudage.

Hydrogène diffusible ml / 100g de métal déposé



La présente invention est relative aux flux agglomérés de soudage à l'arc submergé.

Le soudage à l'arc submergé (AS) est principalement utilisé pour le soudage automatisé des aciers, notamment dans les domaines de la construction navale, de la
5 fabrication et de l'assemblage d'appareils à pression, de poutres et de tubes de diamètres importants, et sert aussi à réaliser du rechargement à l'aide d'un fil d'apport ou d'un feuillard.

Un procédé de soudage AS requiert l'utilisation d'un flux de soudage qui protège le cordon de soudure, favorise le transfert vers la soudure d'éléments du flux et du ou des fils
10 d'apport, et/ou engendre des modifications chimiques pour améliorer les propriétés du métal déposé.

Lors de la mise en œuvre du procédé, un arc électrique s'établi entre un (ou plusieurs) fil massif ou fourré, typiquement de diamètre de 1,2 à 6 mm, alimenté en courant continu ou alternatif, et la pièce à souder, sous un lit de flux en poudre. Sous l'action de
15 l'arc, une partie du flux se liquéfie à la surface du cordon de soudure. Après le passage de l'arc, le flux liquéfié se solidifie pour former un laitier. Généralement, le laitier se détache de lui-même et est évacué. L'alimentation en flux peut être assurée par une goulotte placée en avant du fil, alors que l'excès de flux est récupéré en arrière par un dispositif d'aspiration pour être recyclé.

Il existe deux types de flux selon qu'ils sont fabriqués par agglomération ou par fusion. Toutefois, dans les 2 cas, un flux est composé de divers constituants, à savoir de
20 matières minérales qui agissent sur les caractéristiques de fusion pendant le soudage, contribuent à la protection du bain de fusion vis à vis de l'atmosphère environnante et forment le laitier, et parfois de produits métalliques qui permettent d'ajuster l'analyse chimique de la soudure afin d'obtenir les propriétés mécaniques souhaitées dans le joint soudé.

Un flux fondu est obtenu en mélangeant les constituants souhaités qui sont fondus à une température de l'ordre de 1300°C. On obtient alors une matière vitreuse que l'on broie et tamise à la granulométrie souhaitée.

Par ailleurs, dans un flux aggloméré, le mélange des constituants est obtenu à l'aide
30 de liants qui permettent d'obtenir un grain solide. Ces liants sont généralement des silicates alcalins, de sodium ou potassium, qui en solution aqueuse ont les mêmes propriétés qu'une

colle. Les matières agglomérées sont divisées à l'aide d'un tamis jusqu'à la granulométrie souhaitée des grains et cuites à haute température, c'est à dire environ 600°C.

Les flux de soudage sous arc submergé sont habituellement conditionnés dans des sacs papier, plastique ou autres, simple ou multi couches, qui peuvent être de dimensions variées selon l'utilisation qui en sera faite. Classiquement, les sacs de flux contiennent
5 environ 25 kg de flux.

Les flux sont stockés dans ces emballages de conditionnement depuis leur production jusqu'à l'ouverture de l'emballage chez l'utilisateur.

Or, pendant cette période, les flux conditionnés peuvent capter l'humidité au travers de l'emballage si celui-ci n'est pas réellement étanche à la vapeur d'eau. La quantité
10 d'eau absorbée par le flux dépend de la perméabilité du matériau constituant l'emballage, des conditions atmosphériques dans le local où se trouvent les emballages, c'est-à-dire de la quantité d'eau présente dans l'air environnant, et de la sensibilité du flux à la reprise en humidité ambiante, cette sensibilité étant fonction de la nature des matières qui composent
15 les grains et du liant utilisé pour la granulation.

Généralement, les utilisateurs stockent les sacs de flux dans un local régulé en température et quelques fois également en humidité. Cependant, cette précaution est souvent insuffisante, en particulier lorsque les emballages ne sont pas étanches. Il est alors indispensable d'étuver le flux avant son utilisation.

En outre, dans tous les cas, après ouverture du sac qui le contient, le flux est
20 soumis aux conditions ambiantes de l'endroit où il se trouve, sachant que le flux peut parfois être exposé plusieurs heures avant utilisation et capter ainsi une importante quantité d'eau. Or, l'eau contenue dans les produits de soudage conduit, lors de l'exécution de la soudure à l'arc, à un transfert dans le métal d'une certaine quantité d'hydrogène dit diffusible. Cet
25 hydrogène diffusible, s'il est présent en quantité importante lors du refroidissement de la soudure, favorise dans certaines conditions le phénomène de fissuration à froid, ce qui nuit à la solidité de la construction soudée, comme rappelé par C. Bonnet dans *Le Soudage, Métallurgie et Produits*, Air Liquide/CTAS, 2001, p. 31-34 et 64-68 ; et peut conduire à des dommages puis engendrer des réparations coûteuses.

Pour tenter de résoudre ce problème, certains utilisateurs prennent la précaution
30 d'étuver systématiquement le flux avant de commencer à souder. Or, procéder à un étuvage systématique est une contrainte importante car cela nécessite de disposer d'une installation

d'étuvage adaptée. De plus, cela engendre un surcoût notable de la production, notamment en termes de temps perdu et d'énergie requise à l'étuvage.

D'autres conservent les flux en stock dans leurs emballages d'origine en les maintenant dans des conditions de température et humidité relative de l'air qui ne sont pas toujours idéales.

Par ailleurs, les flux recyclés plusieurs fois pendant l'opération de soudage sont susceptibles de reprendre l'humidité présente dans l'atelier de soudage sans que l'opérateur soit en mesure de juger si le flux a conservé ses propriétés.

Une solution pourrait consister à déterminer la teneur en eau du flux avant le soudage. Or, on comprend aisément que cela n'est ni pratique, ni réaliste au plan industriel car cela engendrerait encore une perte de temps, accroîtrait le coût global du procédé mais surtout car les utilisateurs de flux ne disposent généralement pas du matériel d'analyse approprié, qui est en outre relativement coûteux.

Autrement dit, le problème qui se pose est de pouvoir vérifier immédiatement et simplement si un flux de soudage aggloméré, en sortie de sac et/ou exposé librement à l'air pendant un certain temps, peut être utilisé en soudage à l'arc submergé (AS) sans risquer d'introduire une quantité trop importante d'hydrogène diffusible dans les soudures.

La solution de l'invention est un flux aggloméré de soudage, en particulier pour soudage AS, formé de particules granulaires comprenant un ou des constituants minéraux, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, un composé indicateur d'humidité ayant une sensibilité à la reprise en humidité équivalente à celle du flux et dont la coloration change en présence d'une quantité donnée d'humidité.

Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le ou les constituants minéraux comprennent un ou des silicates alcalins.
- le ou les constituants minéraux comprennent un ou des silicates alcalins de sodium et/ou de potassium.
- les particules granulaires ont une granulométrie inférieure ou égale à 2 mm, typiquement inférieure ou égale à 1.8 mm, voire inférieure ou égale à 1.5 mm.
- le composé indicateur d'humidité est mélange aux particules granulaires du flux.
- le composé indicateur d'humidité comprend un chlorure ou un sulfate métallique.
- le composé indicateur d'humidité comprend du chlorure de cobalt ou de nickel, ou du sulfate de cuivre.

- le composé indicateur d'humidité représente moins de 5% en masse du flux, de préférence entre 0.5 et 3% du flux.

- il contient un composé indicateur d'humidité qui change de couleur avant que la teneur en eau absorbée par ledit flux ne conduise à un transfert en hydrogène diffusible
5 supérieur à 5 ml/100g de métal déposé.

- le composé indicateur d'humidité, lorsqu'il change de couleur en présence d'humidité, prend une coloration différente de celle du flux.

L'invention porte aussi sur un procédé de soudage à l'arc submergé mettant en œuvre un flux aggloméré selon l'invention.

10 Par ailleurs, l'invention concerne également un procédé pour déterminer ou vérifier la présence éventuelle d'humidité (eau) dans un flux aggloméré de soudage, en particulier un flux pour soudage AS, formé de particules granulaires comprenant un ou des constituants minéraux, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'ajouter et mélanger aux particules granulaires au moins un composé indicateur d'humidité ayant une sensibilité à la reprise en
15 humidité équivalente à celle des particules granulaires du flux considéré et dont la coloration change en présence d'une quantité donnée d'humidité.

L'invention repose donc sur l'idée d'introduire dans le flux aggloméré, une matière ou un composé ayant une sensibilité à la reprise en humidité équivalente au flux considéré, en proportion nécessaire et suffisante, réagissant par une différence de coloration
20 flagrante par rapport au flux de soudage. Durant l'absorption de l'humidité de l'air environnant, le changement de couleur doit se produire au moment où la quantité d'eau en présence dans le flux est jugée trop importante car susceptible d'avoir des conséquences notables sur la qualité de la soudure.

Une simple observation visuelle de la coloration du flux permet à l'opérateur de
25 savoir instantanément si le flux de soudage est utilisable ou non sans risque pour la soudure. Dans le cas où le flux avec indicateur coloré a changé de couleur lors de l'ouverture de l'emballage de conditionnement ou subséquemment au cours de l'opération de soudage, l'opérateur sait immédiatement qu'il est alors indispensable d'étuver le flux pour en éliminer l'eau absorbée, voire d'utiliser un autre flux.

30 Le composé indicateur d'humidité introduit dans le flux est choisi de manière à ne pas perturber la qualité et les performances du flux lors du soudage afin de ne pas avoir de conséquences néfastes sur la qualité de la soudure.

Le flux de l'invention est fabriqué avec des matières premières de même nature que les flux de soudage classiques mais avec des degrés de pureté qui permettent d'obtenir un flux de couleur claire, de préférence un flux blanc, pour permettre une meilleure visibilité de la couleur de l'indicateur d'humidité qui est rajouté au flux.

5 En fonction de la sensibilité du flux de soudage dans lequel on veut ajouter un indicateur coloré, on peut soit introduire la matière colorante au moment de l'agglomération du flux indicateur, ou alors fabriquer un flux blanc et, après cuisson, recouvrir légèrement la surface des grains de cet indicateur coloré par pulvérisation avec une solution aqueuse de la matière colorante choisie

10 La granulométrie du composé indicateur d'humidité est adaptée pour être équivalente à celle du flux de soudage considéré. Plus ailleurs, le choix du composé coloré servant à la fabrication du flux indicateur dépend de la couleur du flux de soudage ; le changement de couleur devant être significatif et donc facilement observable/délectable visuellement pour l'opérateur.

15 Par exemple, un flux de soudage blanc avec ajout d'un composé indicateur spécifique blanc à l'état sec, puis changeant de couleur (de blanc vers une couleur sombre) après absorption d'une certaine quantité d'humidité, ou alors un flux de soudage sombre avec ajout d'un flux indicateur spécifique bleu à l'état sec, puis changeant de couleur (rose) avec l'humidité, comme illustré dans le Tableau ci-après.

20 Tableau

Couleurs des composés indicateurs d'humidité		
Flux	Sec	Humide
Composé A	Blanc	Vert
Composé B	Bleu	Rose

Les composés utilisables dans le cadre de la présente invention et qui réagissent par un changement de couleur sous l'effet de l'humidité sont par exemple chlorure de cobalt, chlorure de nickel, sulfate de cuivre... Déterminer le composé le plus adapté à un flux donné et/ou à une proportion d'humidité éventuelle donnée à détecter est à la portée d'un homme du métier.

25 Dans tous les cas, les grains de composé indicateur d'humidité sont intégrés au flux juste avant son emballage, par exemple environ 1.5% en masse de composé coloré, et

dans une atmosphère sèche. En général, la proportion de composé indicateur d'humidité introduit dans le flux de soudage est approximativement entre 1 et 3% en masse dudit flux.

Les quantités de matières colorantes à introduire dans le flux indicateur sont fonction de la sensibilité de chaque flux. Ces quantités sont aisément déterminables par un
5 homme du métier sur la base de simples essais empiriques de reprise en humidité.

La figure annexée illustre, pour un flux de soudage donné, testé dans des conditions de reprise en humidité constantes (80% d'humidité, soit 18 g d'eau par kg d'air), le comportement d'un composé indicateur qui change de couleur avant que la teneur en eau absorbée ne conduise à un transfert en H₂ diffusible supérieur à 5 ml /100g de métal déposé
10 qui est un maximum acceptable.

Dans le cas présent, le composé utilisé est à base de chlorure de cobalt.

Comme on le voit, tant que la proportion d'humidité progressivement captée par le flux au fil du temps reste en-dessous d'une proportion donnée ou valeur-seuil correspondant à 5 ml/100 mg d'hydrogène diffusible dans le métal déposé, le composé reste bleu et se
15 confond avec les particules du flux qui sont elles-mêmes grisâtres.

Par contre, au dessus de cette valeur-seuil, le composé indicateur vire au rose, ce qui est facilement identifiable visuellement par l'utilisateur, par exemple le soudeur, qui va alors pouvoir écarter le sac de flux en question et l'envoyer à l'étuvage.

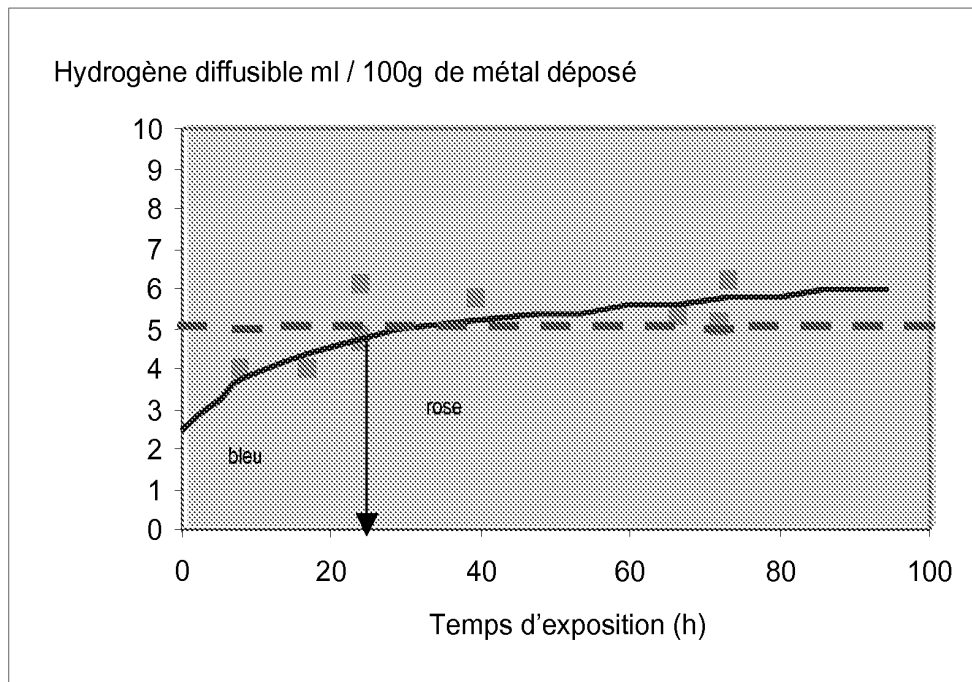
D'autres tests ont par ailleurs été opérés avec un composé à base de chlorure de
20 nickel et ont donnés des résultats analogues.

Revendications

1. Flux aggloméré de soudage formé de particules granulaires comprenant un ou des constituants minéraux, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, au moins un
5 composé indicateur d'humidité ayant une sensibilité à la reprise en humidité équivalente à celle du flux et dont la coloration change en présence d'une quantité donnée d'humidité.
2. Flux selon la revendication 1, caractérisé en ce que le ou les constituants minéraux comprennent un ou des silicates alcalins.
3. Flux selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le ou les
10 constituants minéraux comprennent un ou des silicates alcalins de sodium et/ou de potassium.
4. Flux selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le composé indicateur d'humidité est mélangé aux particules granulaires du flux et le composé indicateur d'humidité, lorsqu'il change de couleur en présence d'humidité, prend une
15 coloration différente de celle du flux.
5. Flux selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le composé indicateur d'humidité comprend un chlorure ou un sulfate métallique.
6. Flux selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le composé indicateur d'humidité comprend du chlorure de cobalt ou de nickel, ou du sulfate de cuivre.
- 20 7. Flux selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le composé indicateur d'humidité représente moins de 5% en masse du flux, de préférence entre 0.5 et 3% du flux.
8. Flux selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il contient un composé indicateur d'humidité qui change de couleur avant que la teneur en eau absorbée
25 par ledit flux ne conduise à un transfert en hydrogène diffusible supérieur à 5 ml/100g de métal déposé.
9. Procédé de soudage à l'arc submergé mettant en œuvre un flux aggloméré selon l'une des revendications 1 à 8.
10. Procédé pour déterminer ou vérifier la présence éventuelle d'humidité dans
30 un flux aggloméré de soudage, en particulier un flux pour soudage AS, formé de particules granulaires comprenant un ou des constituants minéraux, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'ajouter et mélanger aux particules granulaires au moins un composé indicateur d'humidité ayant une sensibilité à la reprise en humidité équivalente à celle des particules

granulaires du flux considéré et dont la coloration change en présence d'une quantité donnée d'humidité.

1/1

FIGURE 1



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 723719
FR 0953303

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	EP 0 521 518 A1 (LINCOLN ELECTRIC CO [US]) 7 janvier 1993 (1993-01-07) * page 6, ligne 42 - page 7, ligne 15; revendication 11 *	1-10	B23K9/18
Y	----- DATABASE WPI Week 197538 Thomson Scientific, London, GB; AN 1975-62755W XP002560883 -& JP 49 067850 A (MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD) 1 juillet 1974 (1974-07-01) * abrégé *	1-9	
Y	----- DATABASE WPI Week 197520 Thomson Scientific, London, GB; AN 1975-33459W XP002560884 -& JP 50 010539 B (MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD) 22 avril 1975 (1975-04-22) * abrégé *	5-6	
Y	----- DATABASE WPI Week 197838 Thomson Scientific, London, GB; AN 1978-68166A XP002560885 -& JP 52 077843 A (SUMITOMO METAL IND LTD) 30 juin 1977 (1977-06-30) * abrégé *	10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	----- JP 54 040249 A (SUMITOMO METAL IND) 29 mars 1979 (1979-03-29) * abrégé *	1,8-10	B23K G01N
A	----- JP 04 106165 A (BAKU KK; KOSUMO KASEI KOUGIYOU KK) 8 avril 1992 (1992-04-08) * abrégé *	5-6	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 décembre 2009		Jeggy, Thierry	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0953303 FA 723719**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-12-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0521518 A1	07-01-1993	AU 641594 B2	23-09-1993
		AU 1943692 A	07-01-1993
		CA 2073109 A1	06-01-1993
		JP 2015938 C	19-02-1996
		JP 5185281 A	27-07-1993
		JP 7032959 B	12-04-1995
		PL 295147 A1	22-03-1993
		RU 2086379 C1	10-08-1997

JP 49067850 A	01-07-1974	JP 847654 C	09-03-1977
		JP 51021606 B	03-07-1976

JP 50010539 B	22-04-1975	AUCUN	

JP 52077843 A	30-06-1977	JP 963305 C	20-07-1979
		JP 53030660 B	29-08-1978

JP 54040249 A	29-03-1979	AUCUN	

JP 4106165 A	08-04-1992	AUCUN	
