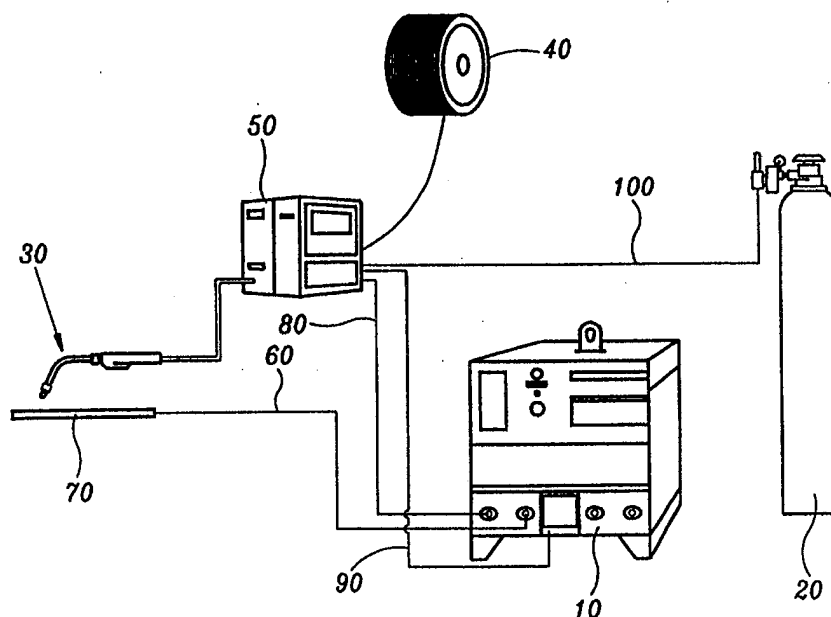


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : B23K 9/09	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/22247 (43) Date de publication internationale: 28 mai 1998 (28.05.98)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/02070 (22) Date de dépôt international: 18 novembre 1997 (18.11.97) (30) Données relatives à la priorité: 96/14315 22 novembre 1996 (22.11.96) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): LA SOUDURE AUTOGENE FRANCAISE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): PLOTTIER, Gérard [FR/FR]; 4, place Jules Verne, F-93380 Pierrefitte (FR). BRIAND, Francis [FR/FR]; 18, rue Cail, F-75010 Paris (FR). (74) Mandataire: L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).		(81) Etats désignés: AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GE, HU, IL, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</i>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PULSED ARC WELDING

(54) Titre: PROCÉDE ET DISPOSITIF DE SOUDAGE A L'ARC EN COURANT PULSE



(57) Abstract

The invention concerns a method and a device for pulsed arc welding in which the electric current has conductance with pulse droops and/or pulse rises between 50 A/ms and 1000 A/ms, and more particularly between 100 A/ms and 500 A/ms, with the exception of a triangular pulse. The invention is applicable to MIG or MAG welding.

(57) Abrégé

L'invention concerne un procédé et un dispositif de soudage à l'arc en courant pulsé dans lequel l'impulsion de courant électrique présente des pentes de montée et/ou de descente comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms, et plus particulièrement entre 100 A/ms et 500 A/ms, à l'exception d'une impulsion de forme triangulaire. Application au soudage MIG ou MAG.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

Procédé et dispositif de soudage à l'arc en courant
pulsé

5

10 La présente invention concerne les procédés et dispositifs de soudage à l'arc en courant pulsé, et plus particulièrement les procédés et dispositifs de soudage à l'arc en courant pulsé sous flux gazeux avec fil fusible.

De façon générale, les procédés de soudage à l'arc
15 sous flux gazeux avec fil fusible consistent à faire jaillir un arc électrique entre les tôles à souder et un fil de soudage fusible. Le fil fusible animé d'un mouvement de translation est progressivement fondu par l'arc et contribue ainsi à la formation d'un cordon de
20 soudure.

Le fait de pouvoir avancer le fil à différentes vitesses induit l'existence de plusieurs régimes de fonctionnement dont les caractéristiques de soudage sont complètement différentes. Selon la valeur du courant et
25 de la tension, la manière dont le métal en fusion est transféré du fil vers le bain liquide varie notablement.

A basses intensités (80 à 150 A), l'effet Joule et la chaleur dégagée par l'arc fondent l'extrémité du fil en formant une goutte de métal fondu. Le fil continuant à
30 avancer, la goutte vient en contact avec le bain de soudage. Il se produit alors un court-circuit (extinction de l'arc), et c'est à ce moment que la goutte est détachée, puis transférée dans le bain. Quand le transfert est effectué, l'arc se réamorce et le processus
35 peut ainsi recommencer. Ceci constitue le régime par transfert par court-circuit (short arc).

A plus fortes intensités (150 à 250 A), on se situe dans le régime globulaire. Ce régime de transfert est assez peu utilisé en pratique car il conduit à un transfert de matière erratique et à d'importantes
5 projections. Dans ce régime, la goutte peut croître démesurément et soit exploser avant tout contact avec la tôle, soit être transférée par court-circuit dans de mauvaises conditions, souvent à l'extérieur du bain.

A très fortes intensités et vers 30 à 35 V suivant
10 le gaz de protection utilisé, on entre dans le régime de pulvérisation axiale (spray-arc), dans lequel un chapelet de petites gouttes de métal fondu s'échappent régulièrement de l'extrémité du fil en fusion.

Le courant est dans ce cas assez important pour
15 expulser les gouttes formées avant tout contact avec la tôle.

Il existe un quatrième régime de transfert, plus artificiel, qui, du point de vue de l'énergie moyenne de soudage, se situe dans le domaine du globulaire : c'est
20 le régime pulsé. Dans ce cas, on soude en courant pulsé, en choisissant les paramètres de pulsation de telle sorte qu'il y ait pour chacune des impulsions un transfert de type spray-arc avec une seule goutte par impulsion. Cela nécessite des générateurs spéciaux où l'on contrôle la
25 forme du courant. Ce régime est souvent utilisé car il permet d'avoir un bon transfert dans une plage d'énergie moyenne où le soudage classique en courant continu est difficilement praticable. Ce régime est cependant très bruyant, et il n'est pas rare d'obtenir des niveaux de
30 bruit acoustique proches de 100 dBA (à 40 cm de l'arc), qui dépassent assez largement les seuils définis dans la législation réglementant le bruit émis par les machines. En régime pulsé, l'impulsion peut revêtir différentes formes : la forme trapézoïdale est pratiquement la plus
35 utilisée, mais il est possible, grâce aux générateurs de courant à transistors, de donner à l'impulsion des formes

variées tout en contrôlant assez bien les paramètres qui la définissent.

L'élaboration d'un programme de soudage en courant pulsé consiste à trouver la meilleure adéquation entre
5 les valeurs des paramètres de la pulsation et le résultat recherché de soudage. C'est-à-dire que pour chaque fil, gaz de protection et vitesse d'avance de fil, on doit déterminer les valeurs de ces paramètres qui satisfont au mieux les critères selon lesquels est jugée l'opération
10 de soudage. En général, un bon programme de soudage en courant pulsé doit comporter un seul détachement de goutte par pulse, avec des diamètres de gouttes de l'ordre du diamètre du fil. Ceci impose donc, pour une vitesse d'avance de fil donnée, une fréquence de
15 pulsations. D'autre part, la croyance commune est qu'il convient d'avoir des pentes de montée et de descente du courant aussi importantes que possible afin d'obtenir des arcs rigides et très directifs qui, selon la plupart des opérateurs, sont la meilleure façon de réaliser un cordon
20 de soudure en régime pulsé. Les autres paramètres sont généralement choisis de façon empirique.

Ainsi, le document JP-A-57124572 décrit un procédé de soudage à l'arc pulsé utilisant une électrode consommable avec mise en oeuvre d'une protection gazeuse
25 constituée d'un gaz inerte. Selon ce document, l'amplitude du courant doit être d'au moins 300A, la durée s'étendant entre le début de l'augmentation du courant et le début de sa chute, c'est-à-dire incluant le temps haut pendant lequel le courant est à sa valeur
30 maximale, est comprise entre 0,2 ms et 4 ms, et ce, pour des impulsions de forme triangulaire ou rectangulaire.

Toutefois, le problème des nuisances sonores engendrées lors d'une opération de soudage à l'arc en régime pulsé n'a jusqu'alors pas été résolu.

35 L'invention a donc pour but de fournir un procédé de soudage à l'arc en régime pulsé présentant un niveau de

bruit acoustique acceptable (inférieur à 90dbA environ) et de bonnes caractéristiques de soudage.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de soudage à l'arc en courant pulsé, caractérisé en ce que
5 chaque impulsion de courant électrique présente des pentes de montée et/ou de descente comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms, 1 000 A/ms, à l'exception d'une impulsion de forme triangulaire.

De préférence, chaque impulsion de courant présente
10 un temps haut de durée non nulle.

Dans le cadre de la présente invention, on entend par impulsion à temps haut de durée non nulle, une impulsion dont la représentation, la visualisation ou la mesure montre qu'il existe une durée non nulle séparant,
15 la fin de la montée du courant et le début de la descente dudit courant. Pendant cette durée non nulle du temps haut, l'intensité du courant peut, selon le cas, être maintenue sensiblement constante ou, au contraire, subir de légères variations, ainsi que détaillée ci-après.

20 Selon le cas, le procédé peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les pentes de montée et/ou de descente sont comprises entre 100 A/ms et 600 A/ms, de préférence entre 150A/ms et 500A/ms ;

25 - ledit procédé de soudage à l'arc est un procédé à fil fusible ;

- la fréquence des pulsations est réglée de manière à obtenir des gouttes de métal fondu dont le diamètre, au moment de leur libération, est compris entre 1 et 1,4
30 fois le diamètre dudit fil fusible ;

- la fréquence des pulsations est réglée de manière à obtenir des gouttes de métal fondu dont le diamètre, au moment de leur libération, est environ 1,2 fois le diamètre dudit fil fusible ;

35 - les impulsions sont trapézoïdales;

- les impulsions sont composées d'une combinaison de plusieurs motifs identiques, similaires ou différents choisis parmi les motifs trapézoïdaux, sinusoïdaux, triangulaires, rectangulaires ou carrés.

5 - on opère sous un flux gazeux de protection comprenant un gaz actif.

- le gaz actif de protection comprend de l'argon et/ou de l'hélium, et au moins un composé choisi parmi CO₂, l'hydrogène, l'oxygène et leurs mélanges.

10 La présente invention concerne en outre, un dispositif de soudage susceptible de mettre en oeuvre le procédé de l'invention et, en particulier, un dispositif de soudage à l'arc en courant pulsé comportant des moyens permettant d'obtenir des impulsions de courant électrique
15 présentant des pentes de montée et/ou de descente comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms, à l'exception des impulsions de forme triangulaire.

De préférence, le dispositif de l'invention permet d'obtenir des impulsions présentant, en outre, un temps
20 haut de durée non nulle.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins sur lesquels:

25 - la figure 1 est une vue schématique d'une installation de soudage à l'arc avec fil fusible sous flux gazeux;

- la figure 2 est une vue schématique, avec arrachement, d'un soudage de tôles réalisé avec une telle
30 installation;

- la figure 3 est un graphe représentant une impulsion électrique trapézoïdale qui possède les caractéristiques de l'invention;

- la figure 4 schématise la décomposition d'une
35 impulsion de forme quelconque;

- les figures 5 et 6 sont des graphes représentant des impulsions, respectivement, sinusoïdale selon l'invention et triangulaire hors du cadre de la présente invention;

5 - la figure 7 représente une forme d'impulsion trapézoïdale selon l'invention; et

- les figures 8 à 10 représentent une forme trapézoïdale déformée.

L'installation de soudage à l'arc de la figure 1
10 comprend essentiellement un générateur de courant électrique 10 à transistors, une source de gaz 20, une torche de soudage 30, une bobine d'alimentation en fil fusible 40, et une unité d'entraînement du fil fusible 50. Le générateur 10 est relié par un premier câble 60
15 aux tôles à souder 70, et par un deuxième câble 80 à l'unité d'entraînement du fil fusible 50 afin d'imposer le signal électrique souhaité entre le fil fusible et les tôles à souder. Une conduite 100 permet d'alimenter la torche en gaz via l'unité d'entraînement 50. Un câble de
20 contrôle 90 relie par ailleurs le générateur 10 à l'unité d'entraînement 50 du fil fusible, afin d'adapter l'intensité du courant à la vitesse d'avance du fil.

La figure 2 représente schématiquement l'opération de soudage de tôles au moyen de la torche 30. On
25 distingue dans la buse d'extrémité 31 de la torche la partie terminale du fil fusible 32, un tube de contact 33 qui guide ce fil et lui amène le courant électrique, une colonne de gaz 34 jaillissant de la torche vers les tôles à souder 70, et le bain de soudure 35 qui provient de la
30 fusion des tôles et de l'électrode fusible et qui forme, après refroidissement, un cordon de soudure 36.

La figure 3 représente un graphe d'une impulsion électrique trapézoïdale qui est la forme de courant pulsé la plus utilisée en soudage à l'arc en courant pulsé. Sur
35 ce graphe, le temps t est porté en abscisses et l'intensité I en ordonnées. Les grandeurs définissant le

signal représenté sur la figure 3 sont la période $1/f$, le courant haut I_h , le courant bas I_b , le temps de montée t_m , le temps de descente t_d , le temps haut T_h (segment BC), le temps d'impulsion T_p et le temps bas T_b . Ici, les pentes de montée (segment AB) et de descente (segment CD) de l'impulsion sont respectivement sensiblement constantes sur t_m et sur t_d , et sont définies respectivement par $(I_h - I_b)/t_m$ et $(I_h - I_b)/t_d$.

De manière générale et ainsi que schématisé sur la figure 4, une onde de courant pulsé est une succession périodique de 4 éléments: un niveau de courant bas, une montée continue et non monotone de courant depuis le niveau de courant bas jusqu'au niveau de courant haut, un niveau de courant haut, et une descente continue et non monotone d'un niveau de courant haut vers un niveau de courant bas. Quelque soit la forme de cette onde, chacun de ces éléments peut être décomposé en une suite de segments de courant de longueur Δi_j et de durée Δt_j , ainsi que représenté sur la figure 11.

La montée de courant est donc définie par une succession de segments de courant en nombre n dont la pente est positive. De même, la descente de courant est définie par une succession de segments de courant en nombre k dont la pente est négative.

La montée de courant débute quand la valeur de la pente d'un nombre significatif de segments de courant consécutifs s'éloigne de 0 dans le sens positif. La montée de courant s'arrête quand la valeur de la pente d'un nombre significatif de segments de courant est proche de 0 (niveau de courant haut).

La descente de courant débute quand la valeur de la pente d'un nombre significatif de segments de courant s'éloigne de 0 dans le sens négatif. Elle se termine quand la valeur de la pente d'un nombre significatif de

segments de courant s'approche de 0 (niveau de courant bas).

Les valeurs totales de la pente de montée et de descente sont donc définies comme suit.

5

$$\Delta i_j^+ = i_j^+ - i_{j-1}^+$$

$$\Delta t_j^+ = t_j^+ - t_{j-1}^+$$

10

$$P_j^+ = \Delta i_j^+ / \Delta t_j^+$$

La pente de montée (P_m) est donc donnée par la formule:

15

$$P_m = \frac{1}{n} \sum_j^n P_j^+$$

De même:

$$\Delta i_j^- = i_j^- - i_{j-1}^-$$

20

$$\Delta t_j^- = t_{j-1}^- - t_j^-$$

$$P_j^- = \Delta i_j^- / \Delta t_j^-$$

25

La pente de descente (P_d) est donc donnée par la formule:

$$P_d = \frac{1}{k} \sum_j^k P_j^-$$

30

De là, il est toujours possible, à partir d'un signal de forme quelconque (non triangulaire), de préférence avec temps haut de durée non-nulle, de

déterminer les pentes de montée et/ou de descente de ce signal.

La figure 5 représente une onde de forme sinusoïdale susceptible d'être décomposée ainsi que sus-décrit et représenté sur la figure 4, afin d'en déterminer les pentes de montée et/ou de descente du courant.

La figure 6 donnée à titre comparatif, représente une impulsion électrique de forme triangulaire non conforme à l'invention. En d'autres termes, le temps haut (Th) des impulsions de la figure 6 est nul.

Les grandeurs définissant les signaux des figures 5 et 6 sont identiques à celles de la figure 3.

La Demanderesse a évalué l'influence sur le niveau de bruit des pentes de montée et/ou de descente et de la fréquence de pulsation. On a ainsi déterminé les gammes de valeurs dans lesquelles ces grandeurs permettent d'obtenir une importante réduction de bruit tout en conservant une bonne réalisation des cordons de soudure. La consigne de courant résultante a pu être imposée par un générateur à transistors classiquement utilisé dans le soudage à l'arc en régime pulsé.

La Demanderesse a constaté, de manière surprenante, que, pour des impulsions de forme non-triangulaire et pour une vitesse d'avance de fil donnée, l'utilisation de pentes de descente et de montée faibles comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms et plus particulièrement entre 100 A/ms et 500 A/ms, ainsi que l'utilisation de fréquences de pulsation faibles, c'est-à-dire correspondant à des gouttes dont le diamètre se situe au moment de leur libération entre 1 et 1,4 fois, et plus particulièrement à 1,2 fois environ le diamètre du fil, conduisent à une diminution considérable des niveaux de bruit générés tout en maintenant une bonne soudabilité opératoire.

Les résultats expérimentaux sont réunis dans les tableaux ci-dessous dans lesquels Pm et Pd désignent respectivement la pente de montée et la pente de descente

qui sont respectivement sensiblement constantes sur les temps t_m et t_d pour chaque essai présenté.

Tableau 1

5

Vitesse d'avance fil (m/mn)	2	4	6
I_H (A)	360	390	390
I_B (A)	30	30	110
t_m (ms)	0,5	0,6	0,6
t_d (ms)	0,9	0,8	0,6
P_m (A/ms)	660	600	467
P_d (A/ms)	367	450	467
T_h (ms)	1,6	1,5	1,5
T_b (ms)	14	5	3,1
f (Hz)	57	127	171
bruit (dBA)	86,5	89,5	90

Le Tableau 1 présente pour différentes vitesses d'avance de fil, avec un fil d'acier de 1,2 mm de diamètre et sous un mélange gazeux classiquement utilisé en soudage MAG (Métal Active Gaz) pulsé (Ar + 3 % CO₂ + 1% O₂), les valeurs typiques des paramètres d'une impulsion trapézoïdale suivant l'invention (voir Fig. 3). Les niveaux sonores indiqués ont été mesurés à 40 cm de l'arc.

Tableau 2

Vitesse d'avance fil (m/mn)	2	4	6
I_H (A)	330	330	330
I_B (A)	50	110	170
t_m (ms)	1,5	1,5	1,5
t_d (ms)	1,5	1,5	1,5
P_m (A/ms)	187	147	107
P_d (A/ms)	187	147	107
T_h (ms)	2	2	2
T_b (ms)	23	12,8	6,1
f (Hz)	35,7	56	90
bruit (dBA)	81	83	81

Le Tableau 2 présente, dans les mêmes conditions,
 5 les valeurs prises par les mêmes paramètres avec des
 pentes de montée et de descente et des fréquences de
 pulsation réduites.

On constate très nettement la réduction de bruit
 apportée par l'utilisation de pentes et de fréquences de
 10 pulsation plus faibles selon l'invention : entre 5 dBA et
 9 dBA de gain pour cette gamme de vitesses d'avance du
 fil. La soudabilité opératoire est toujours bonne, bien
 que les arcs soient moins rigides que dans le cas du
 Tableau 1 (arcs "épanouis").

15 En d'autres termes, en comparant les résultats
 consignés dans les tableaux 1 et 2 précédents, on voit
 qu'une diminution des valeurs de pentes entraîne une
 réduction encore plus notable du bruit acoustique.

Tableau 3

Vitesse d'avance fil (m/mn)	1,3	3
I _H (A)	340	360
I _B (A)	30	30
t _m (ms)	0,6	0,6
t _d (ms)	0,8	0,8
P _m (A/ms)	517	550
P _d (A/ms)	388	413
T _h (ms)	1,3	1,3
T _b (ms)	23,8	10,2
f (Hz)	38	77
bruit (dBA)	85	87,5

5

Tableau 4

Vitesse d'avance fil(m/mn)	1,3	3
I _H (A)	340	360
I _B (A)	30	60
t _m (ms)	1,5	1,5
t _d (ms)	1,5	1,5
P _m (A/ms)	207	200
P _d (A/ms)	207	200
T _h (ms)	1,4	2
T _b (ms)	36,7	20,4
f (Hz)	24	39
bruit (dBA)	83,3	84,5

Les Tableaux 3 et 4 indiquent les résultats d'un programme de soudage, réalisé cette fois sur un fil d'acier inoxydable de 1,2 mm de diamètre et sous un mélange gazeux classiquement utilisé en soudage MAG pulsé (Ar + 3% CO₂ + 1% H₂). Le Tableau 3 correspond à un premier signal trapézoïdal suivant l'invention (voir fig. 3), et le Tableau 4 correspond à un signal trapézoïdal dont les pentes de montée et de descente et la fréquence de pulsation sont réduites. On constate qu'il y a, là aussi, réduction de bruit quand on utilise des pentes de montée et de descente plus douces et des fréquences plus faibles.

Le procédé suivant l'invention peut être appliqué à tout type de soudage à l'arc en courant pulsé, avec ou sans fil fusible, et en utilisant des impulsions notamment trapézoïdales ou de formes composées variées, telles des combinaisons de motifs trapézoïdaux, triangulaires, sinusoïdaux, rectangulaires ou carrés.

Ainsi que susmentionné, la forme trapézoïdale est la forme d'impulsion la plus utilisée en soudage à l'arc en courant pulsé. Néanmoins, de par les régulations de courant inhérentes à la technologie du poste de soudage utilisé, une forme de courant donnée, en particulier la forme trapézoïdale, peut être sensiblement modifiée et/ou déformée, c'est-à-dire que la régulation de courant du poste de soudage peut ne pas suivre exactement la consigne de courant qui lui est imposée.

Toutefois, en pareil cas, il est possible de reconstituer la forme du courant de consigne à partir de la forme "déformée", c'est-à-dire la forme observée par la mesure du courant. Pour ce faire, on détermine d'abord la forme du courant au moyen d'un oscilloscope associé à un capteur de mesure du courant dont la bande passante est d'au moins 10 kHz.

Habituellement, on place le capteur de mesure dans le circuit de soudage, au niveau du faisceau de torche

par exemple, et la mesure se fait pendant l'opération de soudage; on veillera néanmoins à ce que le fonctionnement du générateur soit, pendant la mesure, non-interdit par le constructeur dans la notice d'utilisation dudit
5 générateur.

Ensuite, à partir de la forme mesurée de l'impulsion (forme dite "déformée"), on reconstitue la forme de consigne, ainsi que schématisé sur les figures 7 à 10 annexées.

10 Plus précisément, la figure 7 représente le schéma d'une impulsion trapézoïdale (forme de consigne) et les figures 8 à 10 schématisent certaines déformations susceptibles d'affecter la forme de consigne trapézoïdale, telles qu'elles apparaissent sur l'écran de
15 l'oscilloscope.

En particulier, les figures 8 et 10 schématisent notamment le phénomène connu en électronique de puissance sous le nom de "overshooting" qui correspond à un ou des dépassements ou excès par rapport à la consigne de
20 courant, dus au temps de réponse du générateur.

Ce phénomène engendre un aspect dentelé, c'est-à-dire irrégulier, du temps haut (T_h) et/ou du temps bas (T_b) du courant.

En présence d'une impulsion "déformée", telles
25 celles des figures 8 et 10, on retrouve l'impulsion trapézoïdale de consigne de la figure 7 en calculant la valeur moyenne du courant

En présence d'une impulsion "déformée", telle celle de la figure 9, on retrouve l'impulsion trapézoïdale de consigne en calculant la valeur moyenne du courant à
30 partir du tracé du plateau de temps haut (T_h) et des tangentes au début de la montée (T_{gm}) et au début de la descente (T_{gd}) du courant.

On constate, en outre, que les programmes établis
35 avec des fréquences de pulsation faibles et des pentes douces conduisent, en général, à des intensités moyennes

de courant plus élevées et donc à des bains de soudure plus chauds. Ceci est un avantage, notamment pour le soudage à plat des aciers inoxydables, qui, en présence d'un gaz peu oxydant, sont relativement difficiles à mouiller.

5

REVENDEICATIONS

1. Procédé de soudage à l'arc en courant pulsé, caractérisé en ce que chaque impulsion de courant électrique présente des pentes de montée et/ou de
5 descente comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms, à l'exception d'une impulsion de forme triangulaire.

2. Procédé de soudage à l'arc selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque impulsion présente un temps haut de durée non nulle.

10 3. Procédé de soudage à l'arc selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdites pentes de montée et/ou de descente sont comprises entre 100 A/ms et 600 A/ms.

15 4. Procédé de soudage à l'arc selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit procédé de soudage à l'arc est un procédé à fil fusible.

5. Procédé de soudage à l'arc selon la revendication 4, caractérisé en ce que la fréquence des pulsations est réglée de manière à obtenir des gouttes de métal fondu
20 dont le diamètre, au moment de leur libération, est compris entre 1 et 1,4 fois le diamètre dudit fil fusible.

6. Procédé de soudage à l'arc selon la revendication 5, caractérisé en ce que la fréquence des pulsations est réglée de manière à obtenir des gouttes de métal fondu
25 dont le diamètre, au moment de leur libération, est environ 1,2 fois le diamètre dudit fil fusible.

7. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les impulsions sont trapézoïdales.
30

8. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les impulsions sont composées d'une combinaison de plusieurs motifs identiques, similaires ou différents choisis parmi les
35 motifs trapézoïdaux, sinusoïdaux, triangulaires, rectangulaires ou carrés.

9. Procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'on opère sous un flux de protection comprenant un gaz actif.

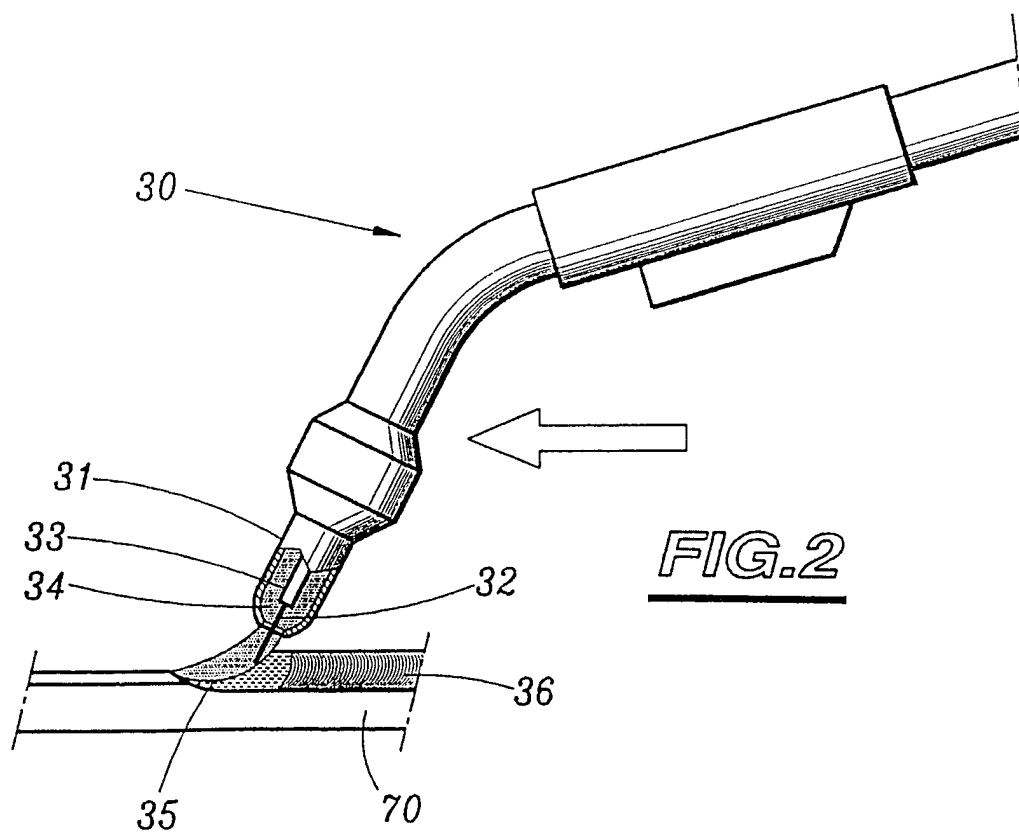
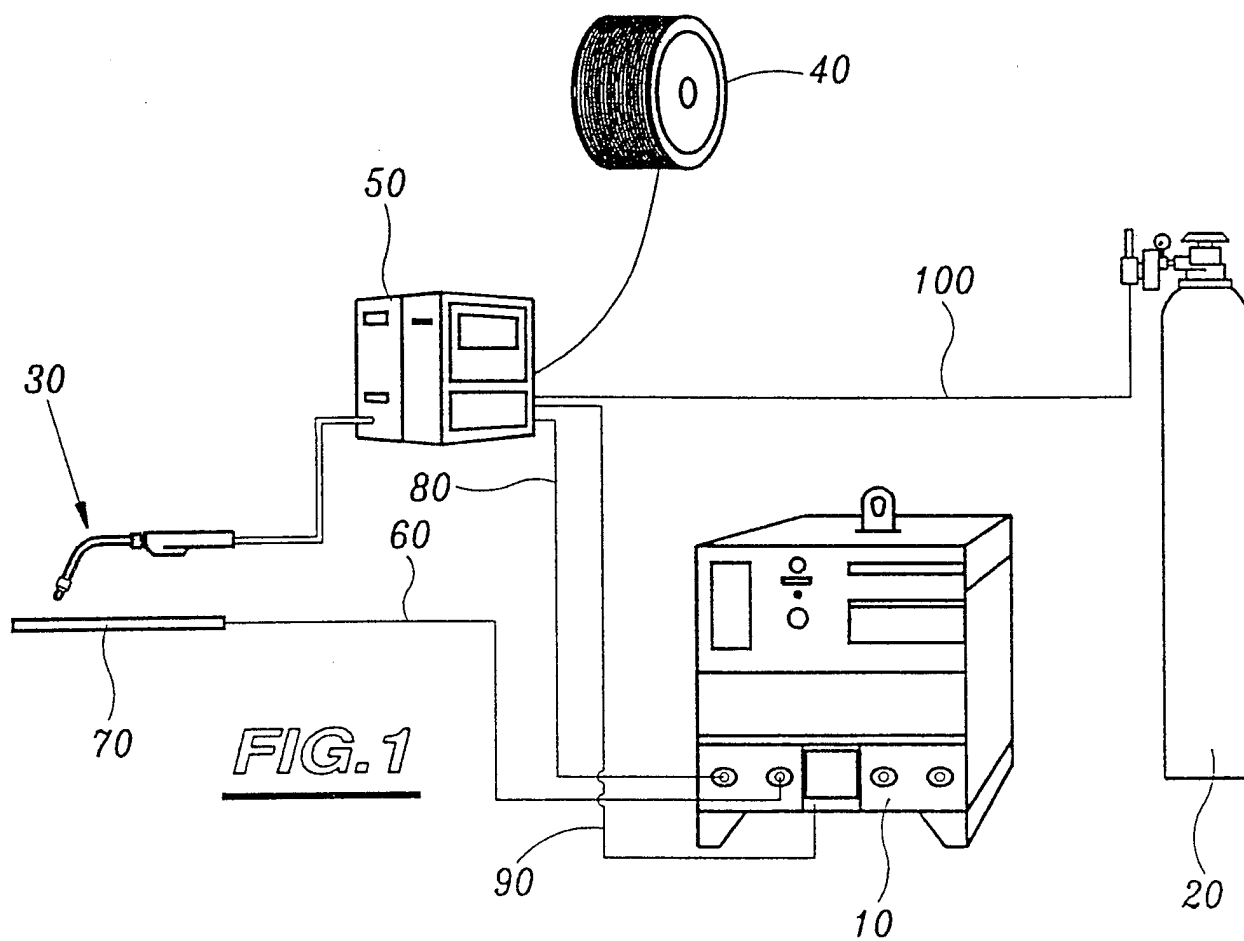
5 10. Procédé de soudage selon la revendication 9, caractérisé en ce que le gaz actif de protection comprend de l'argon, et/ou de l'hélium et au moins un composé choisi parmi CO₂, H₂, O₂ et leurs mélanges.

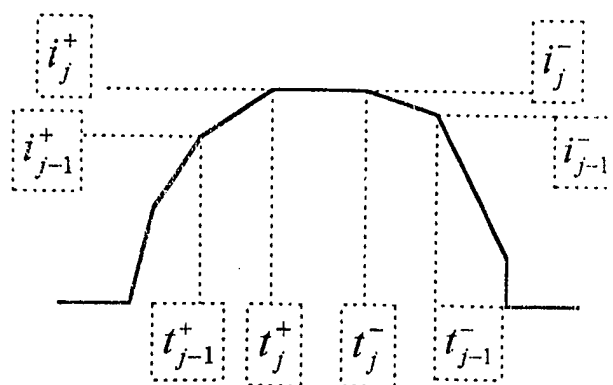
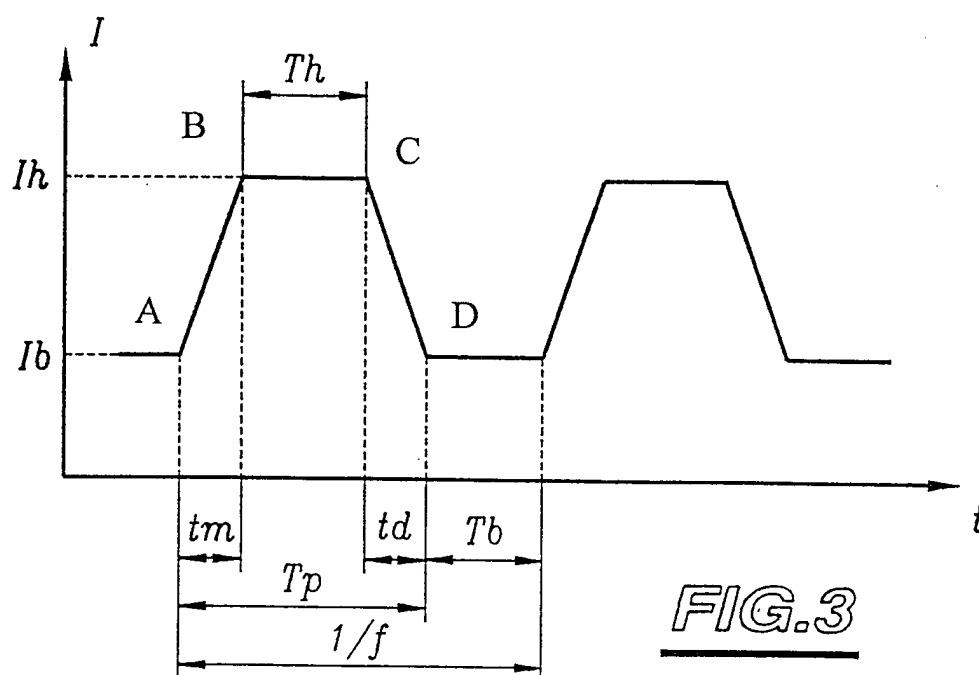
10 11. Dispositif de soudage à l'arc en courant pulsé susceptible de mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 10.

12. Dispositif de soudage à l'arc en courant pulsé comportant des moyens permettant d'obtenir des impulsions de courant électrique ayant des pentes de montée et/ou de descente comprises entre 50 A/ms et 1000 A/ms, à 15 l'exception d'une impulsion de forme triangulaire.

13. Dispositif de soudage à l'arc en courant pulsé selon la revendication 12, caractérisé en ce que les impulsions de courant présentent, en outre, un temps haut de durée non-nulle.

1/4





3/4

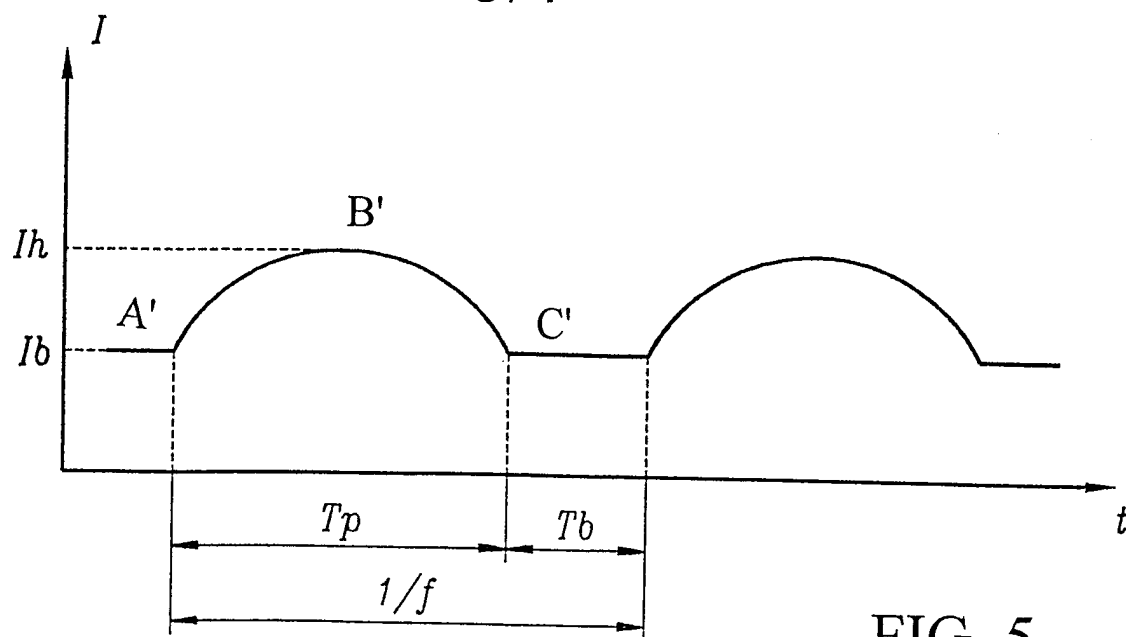


FIG. 5

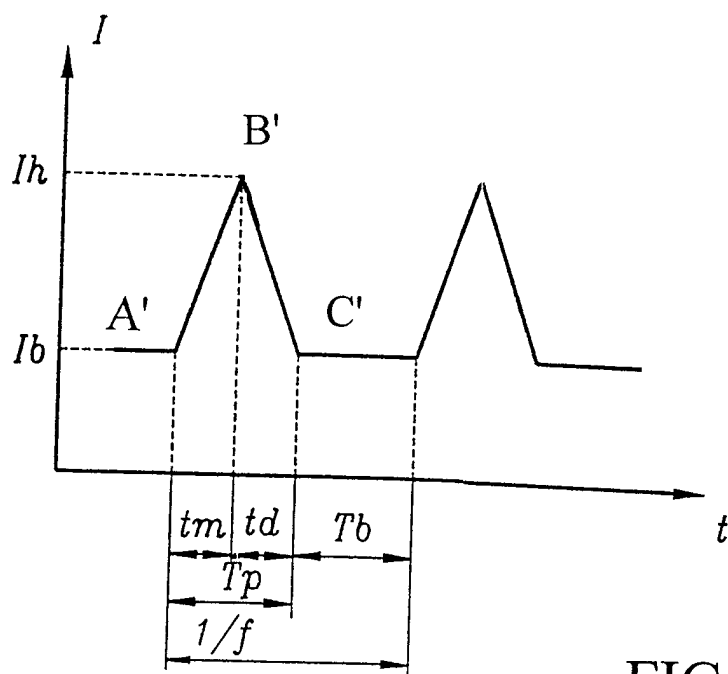


FIG. 6

4/4

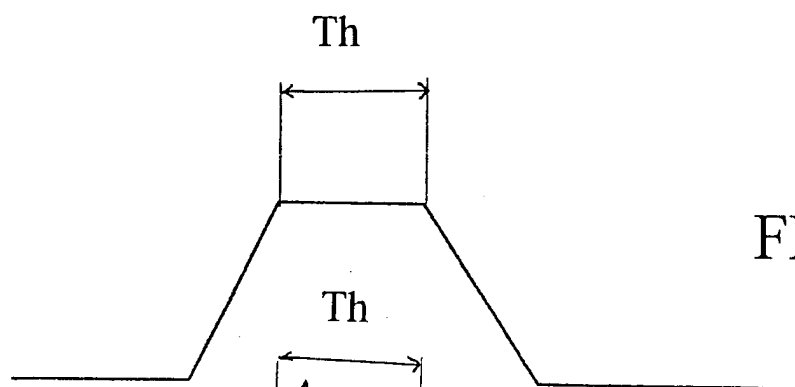


FIG. 7

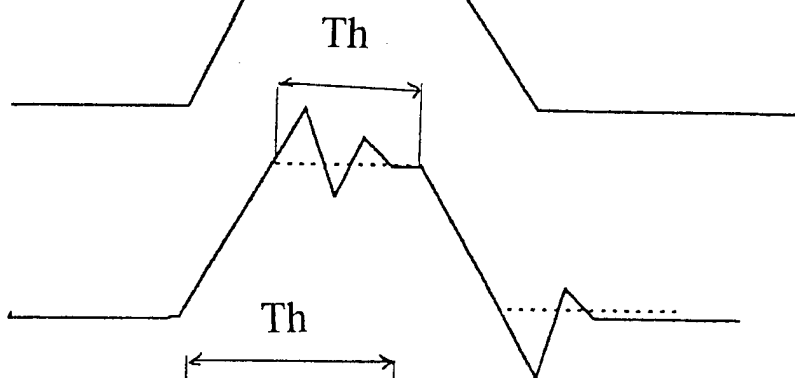


FIG. 8

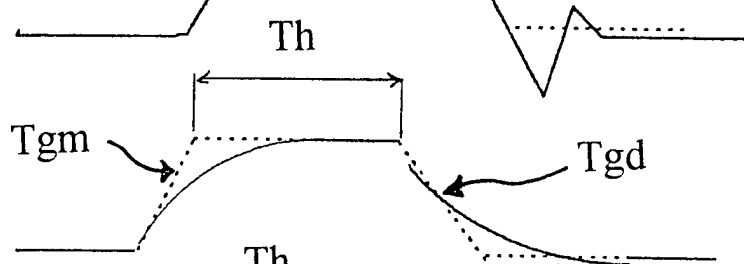


FIG. 9

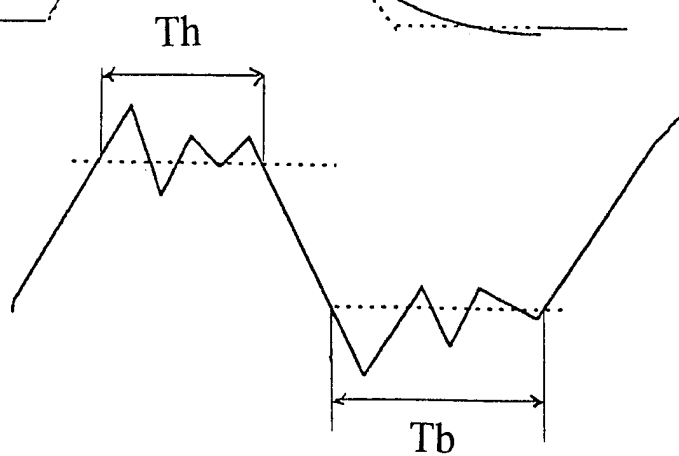


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 97/02070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B23K9/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BE 817 637 A (MITSUBISHI JUKOGYO K.K. UND THE ELEKTRONIX CORPORATION) 4 November 1974 see page 6, paragraph 1; figure 2C ---	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 220 (M-169) '1098! , 5 November 1982 & JP 57 124572 A (HITACHI SEISAKUSHO K.K.), 3 August 1982, see abstract ---	1,4,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 189 (M-321) '1626! , 30 August 1984 & JP 59 078776 A (HITACHI SEIKO K.K.), 7 May 1984, see abstract --- -/--	8



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 March 1998

Date of mailing of the international search report

18/03/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCI/FR 97/02070

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 268 009 A (MITSUBISHI DENKI K.K.) 22 December 1993 see figure 58 -----	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/02070

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
BE 817637 A	04-11-74	CH 565003 A	15-08-75
		DE 2361691 A	19-06-75
		FR 2253597 A	04-07-75
		JP 50078548 A	26-06-75
		NL 7409285 A	20-05-75

GB 2268009 A	22-12-93	GB 2240888 A,B	14-08-91
		GB 2269949 A,B	23-02-94
		GB 2269495 A,B	09-02-94
		WO 9009858 A	07-09-90
		JP 2697955 B	19-01-98
		US 5495091 A	27-02-96

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den Internationale No
PCT/FR 97/02070

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 6 B23K9/09

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	BE 817 637 A (MITSUBISHI JUKOGYO K.K. UND THE ELEKTRONIX CORPORATION) 4 novembre 1974 voir page 6, alinéa 1; figure 2C ---	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 220 (M-169) '1098! , 5 novembre 1982 & JP 57 124572 A (HITACHI SEISAKUSHO K.K.), 3 août 1982, voir abrégé ---	1,4,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 189 (M-321) '1626! , 30 août 1984 & JP 59 078776 A (HITACHI SEIKO K.K.), 7 mai 1984, voir abrégé ---	8
	---	8



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

3 mars 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/03/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Herbreteau, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No
PCT/FR 97/02070

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités. avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 268 009 A (MITSUBISHI DENKI K.K.) 22 décembre 1993 voir figure 58 -----	4

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den. Internationale No

PCT/FR 97/02070

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
BE 817637 A	04-11-74	CH 565003 A	15-08-75
		DE 2361691 A	19-06-75
		FR 2253597 A	04-07-75
		JP 50078548 A	26-06-75
		NL 7409285 A	20-05-75

GB 2268009 A	22-12-93	GB 2240888 A,B	14-08-91
		GB 2269949 A,B	23-02-94
		GB 2269495 A,B	09-02-94
		WO 9009858 A	07-09-90
		JP 2697955 B	19-01-98
		US 5495091 A	27-02-96
