

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4334635号  
(P4334635)

(45) 発行日 平成21年9月30日 (2009. 9. 30)

(24) 登録日 平成21年7月3日 (2009. 7. 3)

(51) Int. Cl.

F I

**B 2 3 K** 9/173 (2006. 01)  
**B 2 3 K** 9/09 (2006. 01)  
**B 2 3 K** 9/23 (2006. 01)  
**H 0 2 M** 9/00 (2006. 01)

B 2 3 K 9/173 C  
 B 2 3 K 9/09  
 B 2 3 K 9/23 F  
 H 0 2 M 9/00 B

請求項の数 1 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-105559  
 (22) 出願日 平成10年3月31日 (1998. 3. 31)  
 (65) 公開番号 特開平11-285827  
 (43) 公開日 平成11年10月19日 (1999. 10. 19)  
 審査請求日 平成17年2月24日 (2005. 2. 24)

(73) 特許権者 000000262  
 株式会社ダイヘン  
 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号  
 (72) 発明者 上山 智之  
 大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式  
 会社ダイヘン内  
 (72) 発明者 山口 耕作  
 大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式  
 会社ダイヘン内  
 (72) 発明者 西川 和一  
 大阪市淀川区田川2丁目1番11号 株式  
 会社ダイヘン内

審査官 青木 正博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルスMAG溶接方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、第1パルス電流群と第2パルス電流群とを周期的に切り換えたパルス電流を通電して溶接するパルスMAG溶接方法において、

前記第1パルス電流群では、ピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を溶滴移行が複数パルス1溶滴移行又は1パルス1溶滴移行となりかつアーク長が前記第2パルス電流群の通電時よりも短くなるように設定し、さらにベース電流からピーク電流までの立ち上がり時間及びピーク電流からベース電流までの立ち下がり時間を安定したクリーニング幅を得ることができかつパルスに同期して溶滴移行が行われるように1 [ms] 乃至3 [ms] の範囲内に設定し、

前記第2パルス電流群では、ピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を溶滴移行が1パルス1溶滴移行又は1パルス複数溶滴移行となりかつアーク長が前記第1パルス電流群の通電時よりも長くなるように設定し、さらにベース電流からピーク電流までの立ち上がり時間及びピーク電流からベース電流までの立ち下がり時間を安定したクリーニング幅を得ることができかつパルスに同期して溶滴移行が行われるように1 [ms] 乃至3 [ms] の範囲内に設定し、

消耗電極の給電チップ先端と消耗電極先端とのワイヤ突き出し長を増減させてワイヤ先端と被溶接材表面との最短距離のアーク長を周期的に増減させるパルスMAG溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えたパルス電流を  
通電して溶接するパルス M A G 溶接方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、アルミニウム及びアルミニウム合金（以下、アルミニウムという）が、建築構  
造物の内装、車両、輸送機器等に広く使われるようになってきている。これらの溶接継手が  
、そのままこれらの構造物の外面を形成しているので、溶接継手の溶接強度が要求される  
だけでなく、最近、溶接ビードの外観が良好であることも要求されるようになってい  
る。 10

【 0 0 0 4 】

また、構造物の多様化にともなって、板厚が 1 [mm] 以下のアルミニウムを溶接する要  
求も増加している。そこで、溶接ビード外観が良好であるアーク溶接方法として、フィラ  
ワイヤを添加するティグ溶接方法が広く採用されている。

【 0 0 0 6 】

図 1 は、従来のティグフィラアーク溶接方法により溶接した規則正しい波形状の「うろ  
こ状ビード」の外観を示す図である。

このフィラワイヤ添加ティグ溶接方法（以下、ティグフィラアーク溶接という）で溶接  
すると、図 1 に示すように、規則正しい波形状のビード外観（以下、「うろこ状ビード」  
という）が得られる。 20

【 0 0 0 8 】

この溶接ビードの外観は、ミグアーク溶接方法の溶接ビードよりも美観性があり、板厚  
が 1 [mm] 以下のアルミニウムであっても、溶け落ち等の溶接不良が発生することなく溶  
接することができる。

【 0 0 1 0 】

しかし、このティグフィラアーク溶接方法は、消耗電極を溶融するミグアーク溶接方法  
に比べて、溶接速度が遅いために生産効率が悪い。

したがって、溶接速度の速いミグアーク溶接方法によって、ティグフィラアーク溶接方  
法における「うろこ状ビード」に近い溶接ビード外観を得ようとする提案がなされてい  
る。 30

【 0 0 1 2 】

（従来技術 1）

従来技術 1 は、特開昭 6 2 - 2 7 9 0 8 7 に開示されたパルスミグ溶接方法であって、  
ベース電流又はベース電圧をスプレー移行と短絡移行とに切り換えることによって、アル  
ミニウムの薄板でも溶け落ちを生じさせることなく「うろこ状ビード」を形成しようとする  
ものである。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、従来技術のミグ溶接によって溶接したスパッタが付着し波形状が明確でない「  
うろこ状ビード」外観を示す図である。

【 0 0 2 0 】

（従来技術 2）

図 3 は、本出願人が出願して特開平 4 - 3 3 3 3 6 8 に開示された技術（以下、従来技  
術 2 という）であって、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えたパ  
ルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

同図（A）は、第 1 パルス電流群通電期間  $T_1$  と第 2 パルス電流群通電期間  $T_2$  とで周  
期的に切り換えたときに、アーク電圧が高い値  $H$  と低い値  $L$  との間で周期的に変化する平  
均アーク電圧  $H_P$  を示す図であり、同図（B）は、第 1 パルス電流群通電期間  $T_1$  と第 2  
パルス電流群通電期間  $T_2$  とで周期的に切り換えたときに、第 1 パルス電流群  $P_C1$  及び  
第 2 パルス電流群  $P_C2$  の溶接電流  $I$  の瞬時値を示す図である。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

この従来技術 2 の溶接方法は、同図 (B) に示すように、第 1 パルス電流群 P C 1 のピーク電流値  $I_{p1}$ 、ピーク電流通電周期  $D_1$ 、ピーク電流通電時間  $T_{p1}$  及びベース電流値  $I_{b1}$  の 4 つのパルス条件を、1 パルス 1 溶滴移行又は複数パルス 1 溶滴移行する値に設定しておき、第 2 パルス電流群 P C 2 のピーク電流値  $I_{p2}$ 、ピーク電流通電周期  $D_2$ 、ピーク電流通電時間  $T_{p2}$  及びベース電流値  $I_{b2}$  の 4 つのパルス条件の 1 つ以上を、1 パルス 1 溶滴移行又は 1 パルス複数溶滴移行する範囲に切り換えて、ワイヤ突き出し長を増減させることによってアーク長を周期的に増減させて溶接する方法である。

上記の通電期間を周期的に切り換えることによって、溶接中にワイヤ送給速度と溶融速度とがアンバランスになってアーク長が増減したときに、このアーク長の増減を検出して、4 つのパルス条件のいずれか 1 つ以上を制御してアーク長を復帰させることによって、「うろこ状ビード」に近い溶接ビード外観を得ようとするものである。

10

#### 【0024】

図 3 に示す従来技術 2 の溶接方法は、第 1 パルス電流群 P C 1 及び第 2 パルス電流群 P C 2 の各ピーク電流に同期して溶滴移行をさせながらアーク長をワイヤ突き出し長の範囲内で増減させることによって、板厚 1.5 [mm] までのアルミニウムの重ね継手、突合わせ継手等の溶接において、ギャップが存在しても良好な溶接部を得ることができる。

#### 【0030】

図 4 は、矩形波パルスの強いアーク力及び熱衝撃によって、アルミニウム被溶接材表面の酸化皮膜中に吸着している水分、油分等が、溶融池周辺の広い範囲で除去されるために、溶接進行中にクリーニング領域が広がっていることを説明する図である。

20

#### 【0032】

このようにクリーニング領域が広がるために、実際のアーク放電電圧が上昇して、定電圧特性の溶接電源では、アーク電圧フィードバックによって出力電圧が減少し、ワイヤ先端と溶融池表面との距離に相当する見かけのアーク長が短くなる。そこで、常時、アーク長を監視しながら出力電圧設定の修正をしなければならなかった。なお、同図において、B W は溶接ビード幅であり、C L はクリーニング幅である。

#### 【0040】

図 5 は、ベース電流からピーク電流までの立ち上がり（以下、立ち上がりという）及びピーク電流からベース電流までの立ち下り（以下、立ち下りという）を説明する溶接電流波形を示す図である。同図において、 $T_{up}$  は、ベース電流  $I_b$  からピーク電流  $I_p$  までの立ち上がり時間を示し、 $T_{down}$  は、ピーク電流  $I_p$  からベース電流  $I_b$  までの立ち下り時間を示す。

30

#### 【0045】

##### （従来技術 3）

従来技術 3 の方法は、特開平 2 - 268971 に開示されたパルス M A G 溶接方法であって、図 5 に示すように、立ち上がり時間  $T_{up}$  及び立ち下り時間  $T_{down}$  をワイヤの材質、直径及びワイヤ送給速度に応じて設定して安定なスプレー移行を得ることによってビード外観、アーク音等の溶接官能の改善をしようとするものである。

#### 【0050】

##### 【発明が解決しようとする課題】

40

前述した従来技術 1 の溶接方法は、スプレー移行と短絡移行とが周期的に繰り返され、短絡移行時にワイヤ先端が溶融池に接触して溶滴が移行するために、図 2 に示すような溶接ビード外観であって、図 1 に示すような「うろこ状ビード」が得られていない。

#### 【0052】

前述した従来技術 2 の溶接方法は、第 1 パルス電流群 P C 1 及び第 2 パルス電流群 P C 2 は、各パルスの立ち上がり時間及び立ち下り時間が極短時間の矩形波パルスで実施しているために、アーク力、熱衝撃（局部に瞬間的に投入される熱量）等が強くなり、板厚が 1 [mm] 未満の極薄板の溶接では、溶け落ちが発生することがあり、規則正しい波形状の「うろこ状ビード」外観を得ることができない。

#### 【0054】

50

前述した従来技術 3 の方法は、従来技術 1 又は従来技術 2 のように、パルス条件を周期的に変化させていないので、本発明の主たる目的であるアーク長を増減させティグ溶接のような「うろこ状ビード」外観を得ることができない。また、ギャップの存在する突き合わせ、重ね継ぎ手の溶接に対してギャップ裕度がない等の欠点がある。

【 0 0 5 6 】

課題を解決するための要件は、つぎのとおりである。

( 1 ) スパッタの発生を防止する。そのために、短絡移行をさせないでスプレー移行だけで溶接する。

( 2 ) 薄い被溶接材であっても溶け落ちが生じないように、またアルミニウムの溶接中にクリーニング領域の変化が生じないように、被溶接材に加わるアーク力又は熱衝撃を少なくする。そのために、立ち上がり時間及び立ち下がり時間を長くした台形波のピーク電流を使用する。

10

【 0 0 5 8 】

( 3 ) 明確な波形状の「うろこ状ビード」外観を得るために、またギャップの大なる溶接継ぎ手でも良好な溶接結果を得るために、周期的にアーク長を大きく変化させる。そのために、溶滴の移行回数を小にしてアーク長を小にする期間と溶滴の移行回数を大にしてアーク長を大にする期間とを周期的に変化させる。

【 0 0 6 0 】

本発明の溶接方法において、パルス M A G 溶接方法とは、シールドガスの成分として、アルゴンガス又はヘリウムガス（以下、不活性ガスという）又は不活性ガスに 5 % 以下の酸素、炭酸ガス等の活性ガスを混合したガスを使用する M I G 溶接方法及び不活性ガスに 2 0 % 以下の活性ガスを混合したガスを使用した M A G 溶接方法をいう。

20

【 0 0 6 1 】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 6 2 】

【 0 0 6 3 】

【 0 0 6 4 】

本発明の溶接方法は、消耗電極を予め設定した一定のワイヤ送給速度で送給し、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えたパルス電流を通電して溶接するパルス M A G 溶接方法において、

30

前記第 1 パルス電流群では、ピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を溶滴移行が複数パルス 1 溶滴移行又は 1 パルス 1 溶滴移行となりかつアーク長が前記第 2 パルス電流群の通電時よりも短くなるように設定し、さらにベース電流からピーク電流までの立ち上がり時間及びピーク電流からベース電流までの立ち下がり時間を安定したクリーニング幅を得ることができかつパルスに同期して溶滴移行が行われるように 1 [ ms ] 乃至 3 [ ms ] の範囲内に設定し、

前記第 2 パルス電流群では、ピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を溶滴移行が 1 パルス 1 溶滴移行又は 1 パルス複数溶滴移行となりかつアーク長が前記第 1 パルス電流群の通電時よりも長くなるように設定し、さらにベース電流からピーク電流までの立ち上がり時間及びピーク電流からベース電流までの立ち下がり時間を安定したクリーニング幅を得ることができかつパルスに同期して溶滴移行が行われるように 1 [ ms ] 乃至 3 [ ms ] の範囲内に設定し、

40

消耗電極の給電チップ先端と消耗電極先端とのワイヤ突き出し長を増減させてワイヤ先端と被溶接材表面との最短距離のアーク長を周期的に増減させるパルス M A G 溶接方法である。

【 0 0 7 0 】

【発明の実施の形態】

本発明の溶接方法は、後述する図 6、図 1 1 及び図 1 6 に示すように、複数パルス 1 溶滴移行又は 1 パルス 1 溶滴移行となるピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を設定してアーク長を短くするパルス電流群と、 1 パルス 1 溶滴移行又は 1 パ

50

ルス複数溶滴移行となるピーク電流値、パルス周期、パルス通電時間及びベース電流値を設定してアーク長を長くするパルス電流群とを周期的に繰り返すと共に、上記２つのパルス電流群のうち的一方又は両方のパルス電流群のベース電流からピーク電流までの立ち上がり時間及びパルス電流からベース電流までの立ち下がり時間を１[ms]乃至３[ms]の範囲内に設定したアーク力の弱いスプレー移行を形成するパルスＭＡＧ溶接方法である。

【００８０】

【実施例】

（実施例１）

図６は、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、平均アーク電圧が低くなるように設定した第１パルス電流群と、アーク力が強い矩形波ピーク電流を第１パルス電流群よりも平均アーク電圧が高くなるように設定した第２パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルスＭＡＧ溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

10

【００８２】

この図６の溶接方法は、消耗電極を一定のワイヤ送給速度で送給し、同図（Ａ）に示すように、第１パルス電流群ＰＣ１と第２パルス電流群ＰＣ２とを、第１パルス電流群通電期間Ｔ１と第２パルス電流群通電期間Ｔ２とで周期的に切り換えて溶接するパルスＭＡＧ溶接方法において、同図（Ｂ）に示すように、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、平均アーク電圧ＨＰが低くなるように設定した第１パルス電流群ＰＣ１と、アーク力が強い矩形波ピーク電流を第１パルス電流群よりも平均アーク電圧ＨＰが高くなるように設定した第２パルス電流群ＰＣ２とを周期的に切り換えて溶接する方法である。図６の符号の説明は、図３及び図５と同じである。

20

【００９０】

（実施例１の１）

図７は、Ｖ型開先突き合わせ開先のルートギャップＲＧを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、アルミニウム合金材を溶接した場合において、初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

同図（Ａ）はＶ型開先突き合わせ開先のルートギャップＲＧを示す図である。同図（Ｂ）は、同図（Ａ）に示すルートギャップＲＧを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、アルミニウム合金材のＶ型開先突き合わせ溶接をした場合の初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

30

【００９１】

同図（Ｂ）のように、従来技術２では最大１．５[mm]のルートギャップＲＧまで、従来技術３では最大０．５[mm]のルートギャップＲＧまでしか溶接ができないが、本発明では最大４[mm]のルートギャップＲＧまで溶接が可能となっている。

【００９２】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径１．２[mm]のＡ１－Ｍｇ合金ワイヤ（Ａ５３５６）であり、被溶接材が、同図（Ａ）に示すＶ型開先突き合わせ溶接の開先加工をした板厚２０[mm]のＡ１－Ｍｇ合金（Ａ５０８３）であり、平均溶接電流値が５０[Ａ]乃至２００[Ａ]で、平均溶接電圧が１７[Ｖ]乃至２２[Ｖ]である。

40

【００９３】

図８は、図７のアルミニウム合金材のＶ型開先突き合わせ溶接のパルス条件を示す図である。パルス条件は図８に示すとおりである。

【００９４】

上記のように、本発明の第１の溶接方法は、アーク力が強い矩形波ピーク電流の第２パルス電流群を通電させると共にアーク長を大にして深い溶け込みを得ることによって厚板のルート部を確実に溶融させた後で、アーク力が弱い立ち上がり時間及び立ち下がり時間のピーク電流の第１パルス電流群を通電させると共にアーク長を小にして浅い溶け込みを得ることによって、第２パルス電流群で溶融したルート部の溶け落ちを防ぐことができる

50

。

## 【 0 0 9 5 】

( 実施例 1 の 2 )

図 9 は、V 型開先突き合わせ開先のルートギャップ R G を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板を溶接した場合において、初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

同図 ( A ) は、図 7 と同様に、V 型開先突き合わせ開先のルートギャップ R G を示す図である。同図 ( B ) は、同図 ( A ) に示すルートギャップ R G を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板の V 型開先突き合わせ溶接をした場合の初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

10

## 【 0 0 9 6 】

同図 ( B ) のように、従来技術 2 では最大 1 . 0 [ mm ] のルートギャップ R G まで、従来技術 3 では最大 0 . 5 [ mm ] のルートギャップ R G までしか溶接ができないが、本発明では最大 3 [ mm ] のルートギャップ R G まで溶接が可能となっている。

## 【 0 0 9 7 】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径 1 . 2 [ mm ] の軟鋼ワイヤ ( J I S の Y G W 1 1 ) であり、被溶接材が、同図 ( A ) に示す V 型開先突き合わせ溶接の開先加工をした板厚 1 6 [ mm ] の軟鋼板 ( S S 4 0 0 ) であり、平均溶接電流値が 1 2 0 [ A ] 乃至 2 5 0 [ A ] で、平均溶接電圧が 2 2 [ V ] 乃至 2 5 [ V ] である。

## 【 0 0 9 8 】

図 1 0 は、図 9 の軟鋼板の V 型開先突き合わせ溶接のパルス条件を示す図である。パルス条件は図 1 0 に示すとおりである。

20

## 【 0 0 9 9 】

上記のように、軟鋼板の溶接においても、前述したアルミニウム合金材と同様に、本発明の第 1 の溶接方法は、アーク力が強い矩形波ピーク電流の第 2 パルス電流群を通電させると共にアーク長を大にして深い溶け込みを得ることによって厚板のルート部を確実に溶融させた後で、アーク力が弱い立ち上がり時間及び立ち下がり時間のピーク電流の第 1 パルス電流群を通電させると共にアーク長を小にして浅い溶け込みを得ることによって、第 2 パルス電流群で溶融したルート部の溶け落ちを防ぐことができる。

## 【 0 1 0 0 】

( 実施例 2 )

図 1 1 は、アーク力が強い矩形波ピーク電流の第 1 パルス電流群と、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に平均アーク電圧が第 1 パルス電流群よりも高くなるように設定した第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

30

## 【 0 1 0 1 】

この図 1 1 の溶接方法は、消耗電極を一定のワイヤ送給速度で送給し、同図 ( A ) に示すように、第 1 パルス電流群 P C 1 と第 2 パルス電流群 P C 2 とを、第 1 パルス電流群通電期間 T 1 と第 2 パルス電流群通電期間 T 2 とで周期的に切り換えて溶接するパルス M A G 溶接方法において、同図 ( B ) に示すように、アーク力が強い矩形波ピーク電流の第 1

40

## 【 0 1 0 2 】

( 実施例 2 の 1 )

図 1 2 は、被溶接材が、本発明の方法及び従来技術によって、T 継ぎ手のアルミニウム合金の薄板を溶接した場合において、良好な溶接部が得られる範囲を本発明の方法と従来技術とで比較した T 継ぎ手溶接可能範囲比較図である。

## 【 0 1 0 3 】

50

本発明の溶接方法では、図 1 2 に示すように、板厚 0 . 8 [ mm ] までの薄板でも良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができる。

これに対して、従来技術 2 においては、板厚 1 . 5 [ mm ] 以上の板厚でないと良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができない。また、従来技術 3 においては、板厚 2 . 5 [ mm ] 以上の板厚でなければ、良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができない。

【 0 1 0 4 】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径 1 . 2 [ mm ] の A l - M g 合金ワイヤ ( A 5 3 5 6 ) であり、被溶接材が、板厚が 0 . 8 [ mm ] 乃至 3 [ mm ] の A l - M g 合金 ( A 5 0 8 3 ) であり、平均溶接電流値は、5 0 [ A ] 乃至 2 0 0 [ A ] であり、平均溶接電圧は、1 7 [ V ] 乃至 2 2 [ V ] である。

10

図 1 3 は、図 1 2 のアルミニウム合金薄板の T 継ぎ手溶接のパルス条件を示す図であり、パルス条件は図 1 3 に示すとおりである。

【 0 1 0 5 】

上記のように、本発明の第 2 の溶接方法では、第 1 パルス電流群の矩形波パルスのアーク長が短く集中したアークによって、T 継ぎ手のウエブとフランジ間の溶融橋絡部を確実に形成し、次に、第 2 パルス電流群の台形波パルスのアーク長が長くかつアーク力の弱いアークによって、溶け落ちを発生させないように被溶接材を幅広く溶かすことができる。

【 0 1 0 6 】

( 実施例 2 の 2 )

図 1 4 は、本発明の方法及び従来技術によって、T 継ぎ手の軟鋼板の薄板を溶接した場合において、良好な溶接部が得られる範囲を本発明の方法と従来技術とで比較した T 継ぎ手溶接可能範囲比較図である。

20

【 0 1 0 7 】

本発明の溶接方法では、図 1 4 に示すように、板厚 0 . 6 [ mm ] までの薄板でも良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができる。

これに対して、従来技術 2 においては、板厚 1 . 2 [ mm ] 以上の板厚でないと良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができない。また、従来技術 3 においては、板厚 1 . 6 [ mm ] 以上の板厚でなければ、良好な T 継ぎ手溶接部を得ることができない。

【 0 1 0 8 】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径 1 . 2 [ mm ] の軟鋼ワイヤ ( J I S の Y G W 1 1 ) であり、被溶接材が、板厚が 0 . 6 [ mm ] 乃至 3 [ mm ] の軟鋼板であり、平均溶接電流値は、5 0 [ A ] 乃至 2 0 0 [ A ] であり、平均溶接電圧は、1 8 [ V ] 乃至 2 3 [ V ] である。

30

図 1 5 は、図 1 4 の軟鋼薄板の T 継ぎ手溶接のパルス条件を示す図であり、パルス条件は図 1 5 に示すとおりである。

【 0 1 0 9 】

上記のように、軟鋼板の溶接においても、前述したアルミニウム合金材と同様に、本発明の第 2 の溶接方法では、第 1 パルス電流群の矩形波パルスのアーク長が短く集中したアークによって、T 継ぎ手のウエブとフランジ間の溶融橋絡部を確実に形成し、次に、第 2 パルス電流群の台形波パルスのアーク長が長くかつアーク力の弱いアークによって、溶け落ちを発生させないように被溶接材を幅広く溶かすことができる。

40

【 0 1 1 5 】

( 実施例 3 )

あああ 図 1 6 は、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群との両方を、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、第 1 パルス電流群と平均アーク電圧 H P が第 1 パルス電流群よりも高くなるように設定した第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

【 0 1 1 7 】

この図 1 6 の溶接方法は、消耗電極を一定のワイヤ送給速度で送給し、同図 ( A ) に示

50

すように、第1パルス電流群PC1と第2パルス電流群PC2とを、第1パルス電流群通電期間T1と第2パルス電流群通電期間T2とで周期的に切り換えて溶接するパルスMAG溶接方法において、同図(B)に示すように、第1パルス電流群と第2パルス電流群との両方を、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、第1パルス電流群と平均アーク電圧HPが第1パルス電流群よりも高くなるように設定した第2パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接する方法である。図16の符号の説明は、図3及び図5と同じである。

#### 【0120】

(実施例3の1)

図17は、重ね隅肉溶接の開先ルートギャップRGを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、アルミニウム合金材を溶接した場合において、溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

10

同図(A)は重ね隅肉溶接のルートギャップRGを示す図である。同図(B)は、同図(A)に示すルートギャップRGを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、重ね隅肉溶接をした場合の溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

#### 【0121】

この本発明の第3の溶接方法では、第1パルス電流群及び第2パルス電流群ともアーク力が弱く、アーク長も緩やかに変化するので、板厚0.8[mm]の重ね継ぎ手では、2[mm]のギャップまで溶接が可能であり、板厚1[mm]以上であれば、3[mm]のギャップまでの溶接が可能である。

20

これに対して、従来技術2においては、板厚2[mm]以上で2[mm]のギャップまでが限界であり、従来技術3では板厚2[mm]以上で1[mm]のギャップまでが限界である。

#### 【0122】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径1.2[mm]のAl-Mg合金ワイヤ(A5356)であり、の被溶接材が、同図(A)に示すルートギャップRGがある板厚が0.8[mm]乃至板厚3[mm]のAl-Mg合金(A5083)であり、平均溶接電流値が50[A]乃至100[A]であり、平均溶接電圧が17[V]乃至22[V]であり、溶接速度が100[cm/分]である。

#### 【0123】

図18は、図17のアルミニウム合金薄板の重ね隅肉溶接のパルス条件を示す図である。パルス条件は図18に示すとおりである。

30

#### 【0124】

(実施例3の2)

図19は、重ね隅肉溶接の開先ルートギャップRGを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板を溶接した場合において、溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

同図(A)は重ね隅肉溶接のルートギャップRGを示す図である。同図(B)は、同図(A)に示すルートギャップRGを変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板の重ね隅肉溶接をした場合の溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

40

#### 【0125】

この本発明の第3の溶接方法では、第1パルス電流群及び第2パルス電流群ともアーク力が弱く、アーク長も緩やかに変化するので、板厚0.8[mm]の重ね継ぎ手では、1.5[mm]のギャップまで溶接が可能であり、板厚1[mm]以上であれば、2[mm]のギャップまでの溶接が可能である。

これに対して、従来技術2においては、板厚2[mm]以上で1.5[mm]のギャップまでが限界であり、従来技術3では板厚2[mm]以上で1[mm]のギャップまでが限界である。

#### 【0126】

このときの溶接条件は、消耗電極が、直径1.2[mm]の軟鋼ワイヤ(JISのYGW

50



11) であり、被溶接材が、ルートギャップ R G がある板厚が 0.8 [mm] 乃至板厚 3 [mm] の軟鋼板 (S S 4 0 0) であり、平均溶接電流値が 50 [A] 乃至 150 [A] であり、平均溶接電圧が 18 [V] 乃至 24 [V] であり、溶接速度が 100 [cm/分] である。

【0127】

図 20 は、図 19 の軟鋼薄板の重ね隅肉溶接のパルス条件を示す図である。パルス条件は図 20 に示すとおりである。

【0130】

(実施例 4)

図 21 は、本発明の方法及び従来技術によって、開先のない被溶接材上に溶接した場合の平均アーク電圧値、クリーニング幅及びビード幅の変化を比較したクリーニング作用比較図である。

10

このときの溶接開始時の溶接条件は、消耗電極が、直径 1.2 [mm] の Al - Si 合金ワイヤ (A 4 0 4 3) であり、被溶接材が板厚 6 [mm] の Al - Mg 合金であり、平均溶接電流値が 150 [A]、平均アーク電圧値  $E_{av}$  が 21 [V] であり、溶接速度が 40 [cm/分] である。

【0132】

従来技術 2 では、アーク長の周期的な変化によって、ビード幅 B W は溶接開始から 100 秒間は安定しているが、平均アーク電圧値はクリーニング幅 C L の増加と共に増加する。その結果、溶接電源の外部特性によって出力電圧が下がり、100 秒以後は溶接ワイヤが溶融池に突っ込むようになってビード幅が不安定に変化する。

20

従来技術 3 では、平均アーク電圧値  $E_{av}$  及びクリーニング幅 C L の経時変化はないが、ビード幅 B W は時間の経過と共に増加する。

これに対して、本発明の溶接方法では、長時間の溶接でも平均アーク電圧値  $E_{av}$ 、クリーニング幅 C L 及びビード幅 B W に変化は見られない。

【0140】

(実施例 5)

図 22 は、パルスに同期した溶滴移行が実現できる立ち上がり時間及び立ち下がり時間の範囲と溶接中にクリーニング幅が変化しない立ち上がり時間及び立ち下がり時間の範囲とを斜線で囲んだ範囲で示したクリーニング幅範囲関係図である。

30

このときの溶接開始時の溶接条件は、消耗電極が、直径 1.2 [mm] の Al - Mg 合金ワイヤ (A 5 3 5 6) であり、平均溶接電流値が 100 [A] であり、平均アーク電圧値が 20 [V] である。パルス条件は、ピーク電流値が 320 [A] であり、パルス通電時間が 1.2 [ms] のユニットパルス条件である。

【0142】

同図に示すように、立ち上がり時間  $T_{up}$  及び立ち下がり時間  $T_{down}$  は、両者とも、3 [ms] 以下であることが望ましく、これを越えると、図の右向き及び上向きの矢印で示すように、溶滴移行非同期となってパルスに同期した溶滴移行を得ることができない。

また、安定したクリーニング幅を得るためには、立ち上がり時間及び立ち下がり時間はいずれも、1 [ms] 以上であることが望ましく、これ未満の値のパルス電流波形で溶接を行うと、図の左向き及び下向きの矢印で示すように、クリーニング幅不安定となって溶接中にクリーニング幅が広がり、見かけのアーク長が短くなって、良好な溶接ビードを得ることができない。したがって、立ち上がり時間及び立ち下がり時間は、1 [ms] 乃至 3 [ms] であることが望ましい。

40

【1001】

【発明の効果】

本発明の溶接方法の効果は、次のとおりである。

(1) アルミニウム合金材又は銅材に適用したときは、明確な波形状の「うろこ状ビード」外観を得ることができる。

(2) 鋼板は勿論、アルミニウム合金材においても、ギャップの大なる溶接継ぎ手でも良好

50

な溶接結果を得ることができる。

(3)鋼板は勿論、アルミニウム合金材においても、薄い被溶接材であっても溶け落ちが生じない。

(4)スパッタの発生を防止することができる。

(5)アルミニウム合金材に適用したときは、長時間溶接しても、平均アーク電圧値、クリーニング幅及びビード幅の変化が生じない。

【 1 0 0 2 】

【 1 0 0 3 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、従来のティグフィラアーク溶接方法により溶接した規則正しい波形状の「うろこ状ビード」の外観を示す図である。 10

【図 2】 図 2 は、従来技術のミグ溶接によって溶接したスパッタが付着し波形状が明確でない「うろこ状ビード」外観を示す図である。

【図 3】 図 3 は、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えたパルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

【図 4】 図 4 は、矩形波パルスの強いアーク力及び熱衝撃によって、アルミニウム被溶接材表面の酸化皮膜中に吸着している水分、油分等が、熔融池周辺の広い範囲で除去されるために、溶接進行中にクリーニング領域が広がっていることを説明する図である。

【図 5】 図 5 は、ベース電流からピーク電流までの立ち上がり及びピーク電流からベース電流までの立ち下りを説明する溶接電流波形を示す図である。 20

【図 6】 図 6 は、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、平均アーク電圧が低くなるように設定した第 1 パルス電流群と、アーク力が強い矩形波ピーク電流を第 1 パルス電流群よりも平均アーク電圧が高くなるように設定した第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

【図 7】 図 7 は、V 型開先突き合わせ開先のルートギャップ R G を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、アルミニウム合金材を溶接した場合において、初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

【図 8】 図 8 は、図 7 のアルミニウム合金材の V 型開先突き合わせ溶接のパルス条件を示す図である。 30

【図 9】 図 9 は、V 型開先突き合わせ開先のルートギャップ R G を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板を溶接した場合において、初層溶接の可能範囲を比較した初層溶接可能範囲比較図である。

【図 1 0】 図 1 0 は、図 9 の軟鋼板の V 型開先突き合わせ溶接のパルス条件を示す図である。

【図 1 1】 図 1 1 は、アーク力が強い矩形波ピーク電流の第 1 パルス電流群と、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に平均アーク電圧が第 1 パルス電流群よりも高くなるように設定した第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルス M A G 溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

【図 1 2】 図 1 2 は、被溶接材が、本発明の方法及び従来技術によって、T 継ぎ手のアルミニウム合金の薄板を溶接した場合において、良好な溶接部が得られる範囲を本発明の方法と従来技術とで比較した T 継ぎ手溶接可能範囲比較図である。 40

【図 1 3】 図 1 3 は、図 1 2 のアルミニウム合金薄板の T 継ぎ手溶接のパルス条件を示す図である。

【図 1 4】 図 1 4 は、本発明の方法及び従来技術によって、T 継ぎ手の軟鋼板の薄板を溶接した場合において、良好な溶接部が得られる範囲を本発明の方法と従来技術とで比較した T 継ぎ手溶接可能範囲比較図である。

【図 1 5】 図 1 5 は、図 1 4 の軟鋼薄板の T 継ぎ手溶接のパルス条件を示す図である。

【図 1 6】 図 1 6 は、第 1 パルス電流群と第 2 パルス電流群との両方を、アーク力が弱くなるようにピーク電流の立ち上がり時間及び立ち下がり時間を設定すると共に、第 1 パ 50

ルス電流群と平均アーク電圧  $H P$  が第 1 パルス電流群よりも高くなるように設定した第 2 パルス電流群とを周期的に切り換えて溶接するパルス  $M A G$  溶接方法の溶接電流波形を示す図である。

【図 17】 図 17 は、重ね隅肉溶接の開先ルートギャップ  $R G$  を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、アルミニウム合金材を溶接した場合において、溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

【図 18】 図 18 は、図 17 のアルミニウム合金薄板の重ね隅肉溶接のパルス条件を示す図である。

【図 19】 図 19 は、重ね隅肉溶接の開先ルートギャップ  $R G$  を変化させて本発明の方法及び従来技術によって、軟鋼板を溶接した場合において、溶接可能な範囲を比較した重ね隅肉溶接可能範囲比較図である。

10

【図 20】 図 20 は、図 19 の軟鋼薄板の重ね隅肉溶接のパルス条件を示す図である。

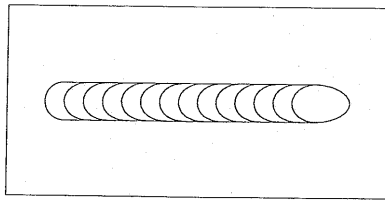
【図 21】 図 21 は、本発明の方法及び従来技術によって、開先のない被溶接材上に溶接した場合の平均アーク電圧値、クリーニング幅及びビード幅の変化を比較したクリーニング作用比較図である。

【図 22】 図 22 は、パルスに同期した溶滴移行が実現できる立ち上がり時間及び立ち下がり時間の範囲と溶接中にクリーニング幅が変化しない立ち上がり時間及び立ち下がり時間の範囲とを斜線で囲んだ範囲で示したクリーニング幅範囲関係図である。

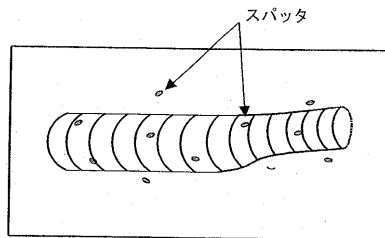
【符号の説明】

$B W$	溶接ビード幅	20
$C L$	クリーニング幅	
$D 1$	第 1 パルス電流群 $P C 1$ のピーク電流通電周期	
$D 2$	第 2 パルス電流群 $P C 2$ のピーク電流通電周期	
$E_{av}$	平均アーク電圧値	
$H P$	平均アーク電圧	
$I$	溶接電流	
$I_{b1}$	第 1 パルス電流群 $P C 1$ のベース電流値	
$I_{b2}$	第 2 パルス電流群 $P C 2$ のベース電流値	
$I_{p1}$	第 1 パルス電流群 $P C 1$ のピーク電流値	
$I_{p2}$	第 2 パルス電流群 $P C 2$ のピーク電流値	30
$P C 1$	第 1 パルス電流群	
$P C 2$	第 2 パルス電流群	
$R G$	ルートギャップ	
$T 1$	第 1 パルス電流群通電期間	
$T 2$	第 2 パルス電流群通電期間	
$T_{p1}$	第 1 パルス電流群 $P C 1$ のピーク電流通電時間	
$T_{p2}$	第 2 パルス電流群 $P C 2$ のピーク電流通電時間	
$T_{up}$	ベース電流 $I_b$ からピーク電流 $I_p$ までの立ち上がり時間	
$T_{down}$	ピーク電流 $I_p$ からベース電流 $I_b$ までの立ち下り時間	

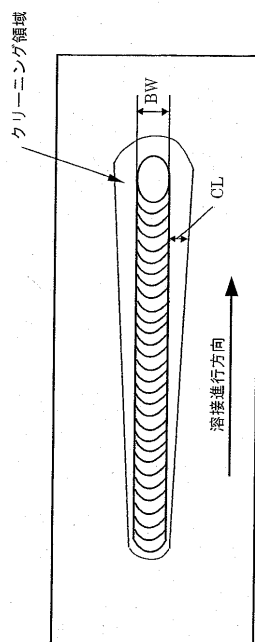
【図 1】



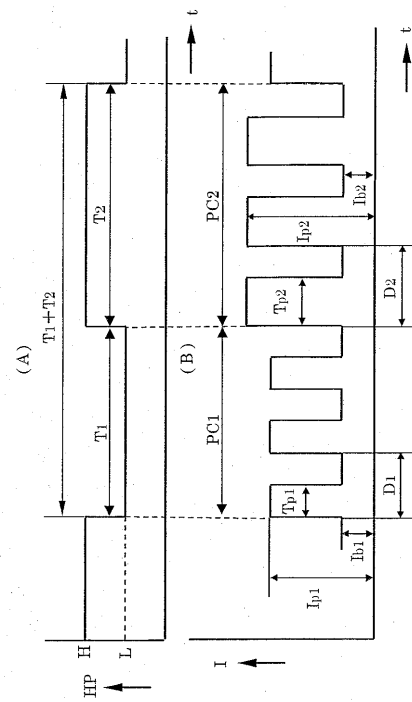
【図 2】



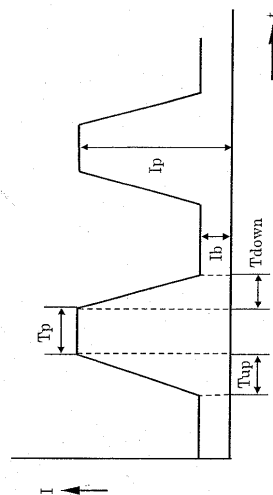
【図 4】



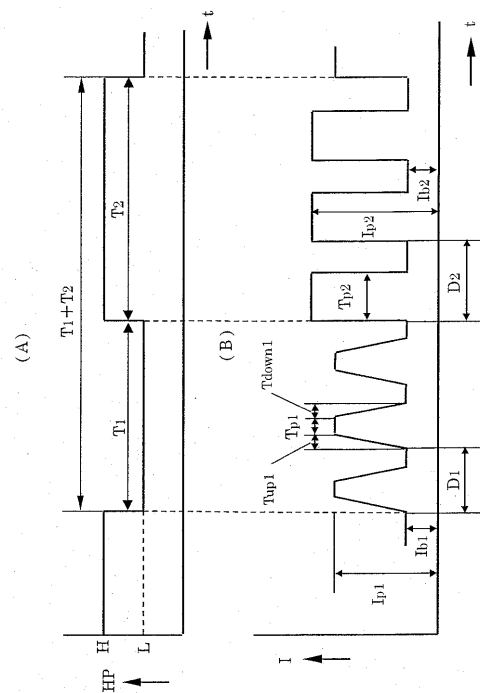
【図 3】



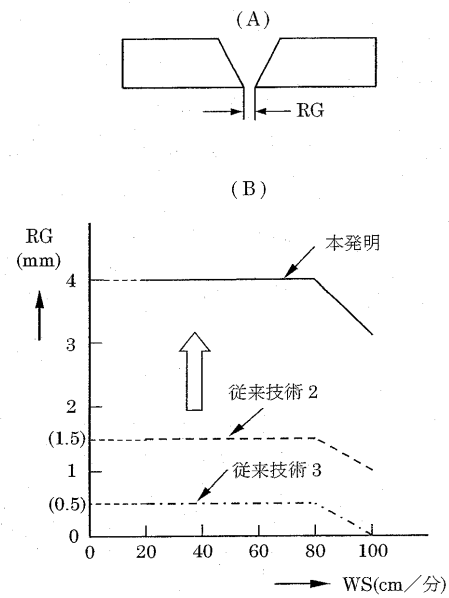
【図 5】



【図 6】



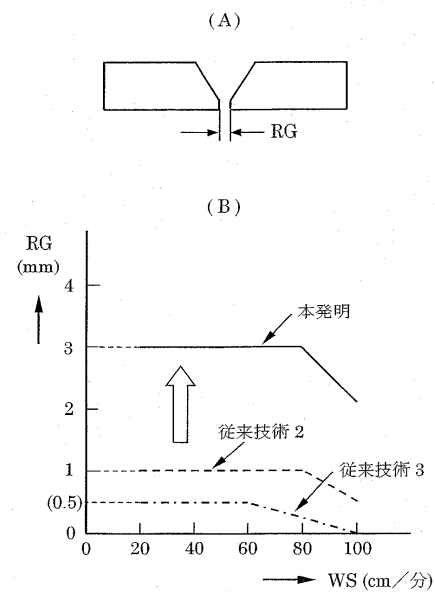
【図 7】



【図 8】

		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p1}$	300A	300A	300A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	2ms	0.8ms	2ms
	立ち下がり時間 $T_{down1}$	2ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p2}$	320A	320A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	2ms	2ms	—
	立ち上がり時間 $T_{up2}$	0.8ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	0.8ms	0.8ms	—
ベース電流値		30A	30A	30A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

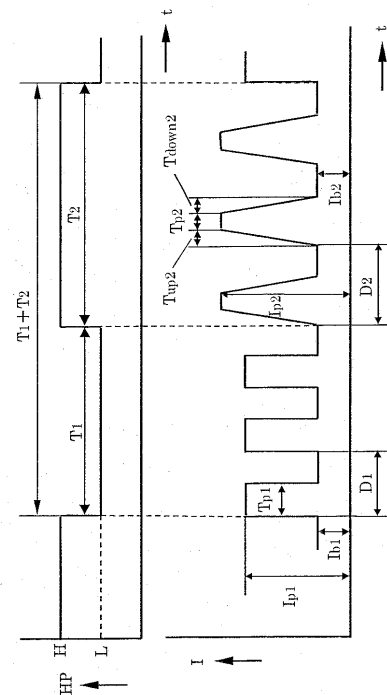
【図 9】



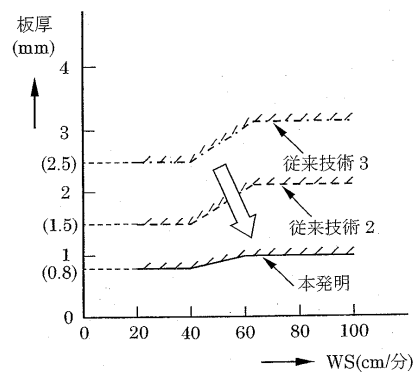
【図 10】

		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p1}$	420A	420A	420A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	2ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電 流群	立ち下がり時間 $T_{down1}$	2ms	0.8ms	2ms
	パルス電流値 $I_{p2}$	450A	450A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	1.8ms	1.8ms	—
第 2 パルス電 流群	立ち上がり時間 $T_{up2}$	0.8ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	0.8ms	0.8ms	—
ベース電流値		40A	40A	40A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

【図 11】



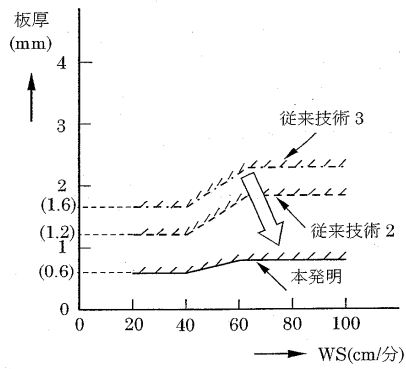
【図 12】



【図 13】

		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p1}$	300A	300A	300A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	0.8ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電 流群	立ち下がり時間 $T_{down1}$	0.8ms	0.8ms	2ms
	パルス電流値 $I_{p2}$	320A	320A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	2ms	2ms	—
第 2 パルス電 流群	立ち上がり時間 $T_{up2}$	2ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	2ms	0.8ms	—
ベース電流値		30A	30A	30A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

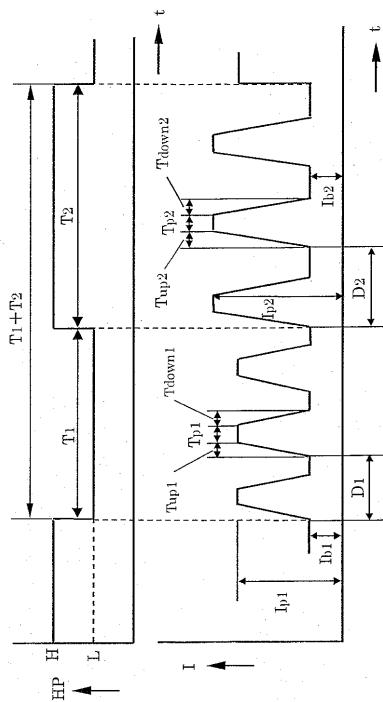
【図 14】



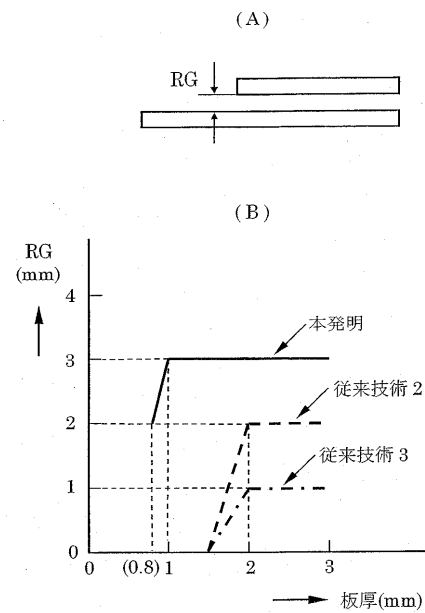
【図 15】

		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電流群	パルス電流値 $I_{p1}$	420A	420A	420A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	0.8ms	0.8ms	2ms
	立ち下がり時間 $T_{down1}$	0.8ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電流群	パルス電流値 $I_{p2}$	450A	450A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	1.8ms	1.8ms	—
	立ち上がり時間 $T_{up2}$	2ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	2ms	0.8ms	—
ベース電流値		40A	40A	40A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

【図 16】



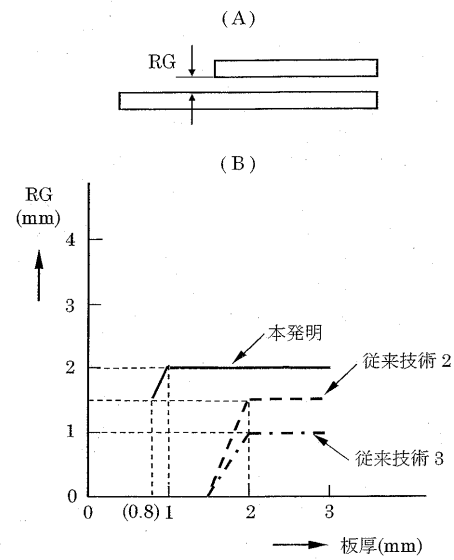
【図 17】



【図 18】

		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p1}$	300A	300A	300A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	2ms	0.8ms	2ms
	立ち下がり時間 $T_{down1}$	2ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p2}$	320A	320A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	2ms	2ms	—
	立ち上がり時間 $T_{up2}$	2ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	2ms	0.8ms	—
ベース電流値		30A	30A	30A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

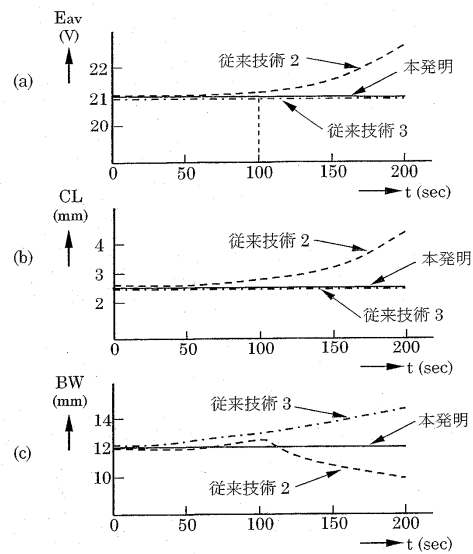
【図 19】



【図 20】

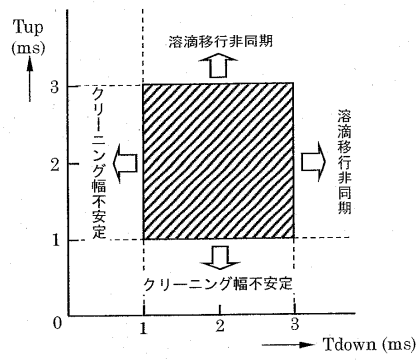
		本発明	従来技術 2	従来技術 3
第 1 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p1}$	420A	420A	420A
	パルス通電時間 $T_{p1}$	1.2ms	1.2ms	1.2ms
	立ち上がり時間 $T_{up1}$	2ms	0.8ms	2ms
	立ち下がり時間 $T_{down1}$	2ms	0.8ms	2ms
第 2 パルス電 流群	パルス電流値 $I_{p2}$	450A	450A	—
	パルス通電時間 $T_{p2}$	1.8ms	1.8ms	—
	立ち上がり時間 $T_{up2}$	2ms	0.8ms	—
	立ち下がり時間 $T_{down2}$	2ms	0.8ms	—
ベース電流値		40A	40A	40A
切換周波数		3Hz	3Hz	—

【図 21】





【図 22】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 4 - 3 3 3 3 6 8 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 0 0 1 1 3 1 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 1 2 6 6 7 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B23K 9/00-10/02