

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第2区分

【発行日】平成29年8月31日(2017.8.31)

【公開番号】特開2017-35706(P2017-35706A)

【公開日】平成29年2月16日(2017.2.16)

【年通号数】公開・登録公報2017-007

【出願番号】特願2015-156899(P2015-156899)

【国際特許分類】

B 2 3 K 11/14 (2006.01)

B 2 3 K 11/24 (2006.01)

B 2 3 K 11/00 (2006.01)

H 0 2 M 9/00 (2006.01)

【F I】

B 2 3 K 11/14 3 1 5

B 2 3 K 11/24 3 5 6

B 2 3 K 11/24 3 9 2

B 2 3 K 11/24 3 9 6

B 2 3 K 11/00 5 3 0

H 0 2 M 9/00 B

【手続補正書】

【提出日】平成29年7月12日(2017.7.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】スタッド溶接方法および抵抗溶接機

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶接用スタッドを鋼板などの金属板に抵抗溶接するスタッド溶接方法および抵抗溶接機に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼板などの金属板に溶接される溶接用のスタッドとして一般的に用いられているものにアーケ溶接で接合するスタッド(特許文献1、特許文献2、特許文献3参照)と、抵抗溶接で接合するプロジェクションスタッド(特許文献4、図14参照)とがある。

これらは、プロジェクション溶接用として日本工業規格(JIS B 1195)で制定された溶接ボルトと異なり、鋼板に挿入用の孔を必要としていない。そのため、JIS制定の溶接ボルトの溶接状態に比較して余分な孔がなく、見映えも良い。

アーケ溶接での接合では、薄い鋼板へ溶接する場合、外観面や変形などの優位性から、コンデンサを用いて瞬間的な放電で溶接するCD方式(Capacitor Discharge)と呼ばれる工法が多く用いられている。しかし、その溶接での結合は十分な強度とは言い難く、高い強度を要する機能には適せず、また、外観面での難点もある。

一方、特許文献4や図14などでの従来工法での抵抗溶接では、溶接スタッドの先端中央にプロジェクションを必要とし、溶接した鋼板の裏面に圧痕や溶融熱による焼けが生じ、外観面での難点がある。また、保護シート付や片面塗装した鋼板への溶接は難しい。

【先行技術文献】

**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2007-167921号公報

【特許文献2】特開2009-108904号公報

【特許文献3】特開2007-14967号公報

【特許文献4】特開2007-155115号公報

【特許文献5】特開2012-210654号公報

【特許文献6】特開2013-179205号公報

【特許文献7】特開2014-087803号公報

【特許文献8】特開2015-039710号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明は、本願の発明者等が先に特許文献5、特許文献6で提案した抵抗溶接用の溶接トランス、溶接方法、溶接装置を活用し、所定の形状を有する溶接スタッドの溶接方法である。

本願の発明者は先に、特許文献7、特許文献8で溶接スタッドの溶接方法も提案してきた。

更に、本発明では、特許文献8で提案した溶接ガンや片側電極の構成及び溶接スタッドを異なった形で実施する提案である。本発明の効果は、特許文献8と同様で、それは、特許文献7では実施不可能な保護シート付の鋼板や、片面塗装された鋼板にも一方向から容易にスタッドを溶接できることである。更に、消費電力を節減する溶接方法を課題とするものである。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

以下の構成はそれぞれ上記の課題を解決するための手段である。

**スタッド溶接方法**

平行部25aと両端のU字状の湾曲部25bにより構成される環状磁心25と、前記環状磁心25の前記平行部25aに、複数の部分に分けて間隙12aを空けて分割巻きされる1次コイル12と、前記1次コイル12と共に前記環状磁心25の前記平行部25aに巻回され、前記1次コイル12に設けられた前記各間隙12aに1個ずつ挟み込むように、複数の正側コイル14と複数の負側コイル16とを交互に配列した2次コイルと、前記複数の正側コイル14は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記複数の負側コイル16は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記接続された複数の正側コイル14と複数の負側コイル16とが互いに直列接続されるように、前記正側コイル14と前記負側コイル16の端子間を電気接続する導体群を有し、かつ、前記導体群により、前記全ての正側コイル14と負側コイル16とを一方の面上に支持固定する接続基板62を備え、前記複数の正側コイル14の一方の端子は、前記接続基板62の他方の面上で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第1連結極板44に電気接続され、前記複数の負側コイル16の一方の端子は、前記接続基板62の他方の面側で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第2連結極板46に電気接続され、前記正側コイル14と前記負側コイル16の他端は、共に、前記接続基板62の他方の面側で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第3連結極板48に電気接続され、前記第1連結極板44には、正側導体30が連結され、前記第2連結極板46には、負側導体32が連結され、前記正側導体30と前記負側導体32とは、前記接続基板62の他方の面側において、当該他方の面から垂直に離れる方向に伸びる境界面に配置された絶縁層31を介して重ね合わされた一対の導体板であって、前記正側導体30と第1極板34に挟まれて、前記正側導体30に負極を接触させ前記第1極板34に正極を接触させた整流素子18と、前記負側導体32と第2極板36に挟まれて、前記負側導体32に負極を接触させ前記第2極板36に正極を接

触させた整流素子 20 と、前記第 1 極板 34 と前記第 2 極板 36 を支持し、両者を電気接続する第 3 極板 38 と、を備えた溶接トランスと、

高周波交流を前記溶接トランスの 1 次コイルに供給し 2 次コイルに生起する電流を直流化して溶接ガン 75 に装着される片側電極 80 に供給する電流の制御を行うものであって、溶接電流供給開始時刻 t0 からその後の時刻 t1 までの、電流増加率が最大の部分を立ち上げ制御期間 T1 と呼び、これに続く時刻 t1 から時刻 t2 までの、ピーク電流値 C1 に近い所定レベルの電流を維持する期間をピークレベル制御期間 T2 と呼び、その後の時刻 t2 から電流遮断時刻 t3 に至るまでの期間を、温度維持制御期間 T3 と呼ぶとき、前記立ち上げ制御期間 T1 は 10 ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間 T1 と前記ピークレベル制御期間 T2 の和の (T1 + T2) 時間は 15 ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間 T1 と前記ピークレベル制御期間 T2 と前記温度維持制御期間 T3 の和の (T1 + T2 + T3) 時間は、50 ミリ秒以下とする溶接制御電源装置と、

を備えた抵抗溶接機に用いられるスタッド溶接方法において、

溶接ガン 75 を、コ字状形状のガン本体 76 と、前記ガン本体 76 より小形のコ字形状を成し、前記ガン本体 76 に囲まれる側で、前記ガン本体 76 と同方向に並設されるとともに、前記ガン本体 76 の長さ方向に沿って摺動可能な摺動導電体 77 と、で構成し、

前記溶接ガン 75 の先端に装着して使用する片側電極 80 を、前記ガン本体と一体化した筒状形状の外部電極 81 と、前記摺動導電体 77 と接合し、ばね 88 の収縮により前記ガン本体 76 の孔部内及び前記外部電極 81 内を滑動し、溶接スタッド 8 を把持する内部電極 82 と、で構成し、

前記溶接スタッド 8 には、一端側にフランジ部 92 を形成するとともに、前記フランジ部 92 の被溶接物と接合する面に複数個のプロジェクションを設け、

前記内部電極 82 が前記溶接スタッド 8 を把持した状態で、前記ガン本体 76 の孔部及び前記外部電極 81 内を滑動して前記溶接スタッド 8 を押圧し、同時に前記外部電極 81 にて前記被溶接物を押圧し、この状態で前記溶接スタッド 8 の前記フランジ部 92 の前記被溶接物と接合する面と反対側の面から前記内部電極 82 で給電し、前記溶接スタッドを被溶接物に抵抗溶接する。

#### 【0006】

##### 抵抗溶接機

平行部 25a と両端の U 字状の湾曲部 25b により構成される環状磁心 25 と、前記環状磁心 25 の前記平行部 25a に、複数の部分に分けて間隙 12a を空けて分割巻きされる 1 次コイル 12 と、前記 1 次コイル 12 と共に前記環状磁心 25 の前記平行部 25a に巻回され、前記 1 次コイル 12 に設けられた前記各間隙 12a に 1 個ずつ挟み込むよう、複数の正側コイル 14 と複数の負側コイル 16 とを交互に配列した 2 次コイルと、前記複数の正側コイル 14 は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記複数の負側コイル 16 は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記接続された前記複数の正側コイル 14 と前記複数の負側コイル 16 とが互いに直列接続されるように、前記正側コイル 14 と前記負側コイル 16 の端子間を電気接続する導体群を有し、かつ、前記導体群により、前記全ての正側コイル 14 と負側コイル 16 を一方の面上に支持固定する接続基板 62 を備え、前記複数の正側コイル 14 の一方の端子は、前記接続基板 62 の他方の面上で、前記環状磁心 25 の前記平行部 25a に平行な方向に伸びた第 1 連結極板 44 に電気接続され、前記複数の負側コイル 16 の一方の端子は、前記接続基板 62 の他方の面側で、前記環状磁心 25 の前記平行部 25a に平行な方向に伸びた第 2 連結極板 46 に電気接続され、前記正側コイル 14 と前記負側コイル 16 の他端は、共に、前記接続基板 62 の他方の面側で、前記環状磁心 25 の前記平行部 25a に平行な方向に伸びた第 3 連結極板 48 に電気接続され、前記第 1 連結極板 44 には、正側導体 30 が連結され、前記第 2 連結極板 46 には、負側導体 32 が連結され、前記正側導体 30 と前記負側導体 32 とは、前記接続基板 62 の他方の面側において、当該他方の面から垂直に離れる方向に伸びる境界面に配置された絶縁層 31 を介して重ね合わされた一対の導体板であって、前記正側導体 30 と第 1 極板 34 に挟まれて、前記正側導体 3

0に負極を接触させ前記第1極板34に正極を接触させた整流素子18と、前記負側導体32と第2極板36に挟まれて、前記負側導体32に負極を接触させ前記第2極板36に正極を接触させた整流素子20と、前記第1極板34と前記第2極板36を支持し、両者を電気接続する第3極板38と、を備えた溶接トランスと、

高周波交流を前記溶接トランスの1次コイルに供給し2次コイルに生起する電流を直流化して溶接ガン75に装着される片側電極80に供給する電流の制御を行うものであって、溶接電流供給開始時刻t0からその後の時刻t1までの、電流増加率が最大の部分を立ち上げ制御期間T1と呼び、これに続く時刻t1から時刻t2までの、ピーク電流値C1に近い所定レベルの電流を維持する期間をピークレベル制御期間T2と呼び、その後の時刻t2から電流遮断時刻t3に至るまでの期間を、温度維持制御期間T3と呼ぶとき、前記立ち上げ制御期間T1は10ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間T1と前記ピークレベル制御期間T2の和の(T1+T2)時間は15ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間T1と前記ピークレベル制御期間T2と前記温度維持制御期間T3の和の(T1+T2+T3)時間は、50ミリ秒以下とする溶接制御電源装置と、

を備えた抵抗溶接機において、

コ字状形状のガン本体76と、前記ガン本体76より小形のコ字状形状を成し、前記ガン本体76に囲まれる側で、前記ガン本体76と同方向に並設されるとともに、前記ガン本体76の長さ方向に沿って摺動可能な摺動導電体77と、で構成された溶接ガン75と、

前記ガン本体76と一体化した筒状形状の外部電極81と、前記摺動導電体77と接合し、ばね88の収縮により前記ガン本体76の孔部及び前記外部電極81内を滑動し、溶接スタッド8を把持する内部電極82と、で構成され、前記溶接ガン75の先端に装着して使用する片側電極80と、

を更に備え、

前記溶接スタッド8には、一端側にフランジ部92が形成されるとともに、前記フランジ部92の被溶接物と接合する面に複数個のプロジェクションが設けられ、

前記内部電極82に前記溶接スタッド8を把持させた状態で、前記ガン本体76の孔部及び前記外部電極81内を滑動させて前記溶接スタッド8を押圧させ、同時に前記外部電極81に前記被溶接物を押圧させ、この状態で前記溶接スタッド8の前記フランジ部92の前記被溶接物と接合する面と反対側の面から前記内部電極82で給電して、前記溶接スタッドを被溶接物に抵抗溶接する。

#### 【発明の効果】

#### 【0007】

(1) 正側導体30と負側導体32とを絶縁層を介して密着させ、正側コイル14と負側コイル16との間に1次コイル12を挟むように配置したので、2次回路の転流時のインダクタンスが低減して、転流時間が短くなり、これによって高い周波数のインバータ制御が可能になる。

(2) 複数の正側コイル14と複数の負側コイル16との間に分割巻きされた1次コイル12の各部を挟むように配置したので、トランス全体の熱分布が均一になる。

(3) 1次コイルと2次側の正側コイルと負側コイルとを分割巻きしたので、1次2次コイル間の結合が良くなり、2次側の大電流による磁気飽和を防止できる。

(4) 1次コイル12と正側コイル14と負側コイル16との関係がどの場所でも均等で互いに密接して配置させることができる。

(5) この結果として高速で大電流の図8に示すような溶接制御に追随できる溶接トランスが、得られ、これらを有する溶接装置を使用することと、また、通電時間が極めて短いため、溶接部裏面の焼けや圧痕のない外観が得られ、かつ、消費電力を低減するスタッド溶接方法が得られる。

#### (6) 溶接ガンと片側電極の効果

被溶接物である溶接スタッド8を、溶接ガン75の先端に装着した片側電極80の内側電極82に把持して、もう一方の被溶接物である鋼板5を押圧し、さらに外側電極81で

被溶接物（鋼板）5を押圧する。この状態で、内側電極82に溶接電流を供給する。このとき溶接スタッド8のフランジ部92と被溶接物（鋼板）5を経由して、外側電極81に電流が流れる。これにより、プロジェクション9が溶融し、被溶接物どうしが接合して、一方向からの操作によるスタッド溶接が完了する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明で採用する抵抗溶接機の電源回路の結線図である。

【図2】整流素子18に順方向電流が流れたときの回路動作を示す結線図である。

【図3】整流素子20に順方向電流が流れたときの回路動作を示す結線図である。

【図4】(a)はトランスの1次側に供給される電流を制御するための制御パルス、(b)は1次電流、(c)は整流後の溶接電流を示す図である。

【図5】本発明に係る溶接トランスの実施例を示す分解斜視図である。

【図6】ほぼ組み立てを完了した溶接トランスを示す斜視図である。

【図7】本発明に係る抵抗溶接機の概略構成を示すブロック図である。

【図8】本発明に係る溶接電流制御方法を説明するための図である。

【図9】本発明に係る溶接ガンの事例を示す図である。

【図10】本発明に係る片側電極の一事例を示す図である。

【図11】片側電極で被溶接物を持った状態を示し、押圧前後の説明図である。

【図12】溶接時の電流の流れを示す図である。

【図13】本発明に係る溶接用スタッドの事例を示す図である。

【図14】従来のプロジェクション溶接用スタッドの事例を示す図である。

【図15】従来のプロジェクション溶接用スタッドに通電する上下電極の事例を示す図である。

【図16】本発明に係るスタッド溶接方法と従来のスタッド溶接方法での溶融部の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を実施例1で詳細に説明する。

【実施例1】

【0010】

図6は、本発明で採用する抵抗溶接機の溶接トランス10を示す斜視図である。また、図8は、溶接電流制御方法を説明するための図である。また、図7は、溶接トランス10及び前記溶接電流制御方法を有する抵抗溶接機の概略構成を示すブロック図である。

【0011】

図1は、本発明で採用する抵抗溶接機の電源回路の結線図である。

溶接トランス10の1次コイル12には、後で図4を用いて説明する1次電流が供給される。整流回路は、単相全波整流式を採用する。この回路自体は良く知られている。2次コイル自体に極性を考慮する必要はないが、便宜上、2次コイルを、正側コイル14と負側コイル16を直列接続したものと呼ぶことにする。正側コイル14の一端に整流素子18の一端（アノード）が接続され、負側コイル16の一端に整流素子20の一端（アノード）が接続される。また、整流素子18の他端（カソード）と整流素子20の他端（カソード）が共にプラス電極22に接続される。正側コイル14の他端と負側コイル16の他端が共にマイナス電極24に接続される。プラス電極22とマイナス電極24が溶接機28に接続される。

【0012】

図2は、整流素子18に順方向電流が流れたときの回路動作を示す結線図である。図3は、整流素子20に順方向電流が流れたときの回路動作を示す結線図である。図2及び図3には、回路動作上問題になる等価的なインダクタンス成分を書き加えている。正側コイル14と整流素子18を接続する正側導体30と、負側コイル16と整流素子20を接続する負側導体32と、溶接機28内部の導体のインダクタンスが、溶接性能に影響を及ぼ

すと考えられる。

#### 【0013】

溶接トランス10や溶接機28で発生する大量の熱を抑制することができれば、抵抗溶接機の省エネルギー化を図ることができる。従来よりも大電流を短時間だけ溶接部に供給するように制御して、溶接時間の短縮化を図れば、大きな節電効果が期待できる。

一方、溶接される材料や構造等に最適な溶接電流を供給するためには、溶接電流の供給時間をきわめて高精度に制御しなければならない。

このために、溶接電流を供給する溶接トランス10の1次側にインバータを接続して、PWM制御により溶接電流の大きさと供給時間とを制御するようにしている。

#### 【0014】

図4の(a)は、溶接トランス10の1次側に供給される電流を制御するための制御パルス、(b)は1次電流、(c)は整流後の溶接電流を示す図である。

図示しないインバータにより制御された幅Wのパルスが、一定時間H内に一定回数、ここでは正方向のパルスと負方向のパルスとで合計10回、1次コイル12に供給される。その結果、溶接トランス10の1次コイル12(図1)には、図4(b)に示すような電流が流れる。溶接トランス10の2次側で全波整流をして、(c)に示すような溶接電流を発生させる。

#### 【0015】

図4の(a)に示したパルスの幅Wを増減することで溶接電流を調整できる。即ち、パルスの供給回数を増減することで溶接時間を調整できる。このパルスの繰り返し周波数を高くすることで、溶接時間をより細かく微調整できる。また、1次コイル12に供給する電力を増やせば、2次コイルからより大きな溶接電流を取り出すことができる。

#### 【0016】

従来の抵抗溶接機は、例えば、1万アンペアで200ミリ秒～700ミリ秒の溶接電流を供給するようになっていたが、溶接電流をその2倍の2万アンペアにしてみる。従来の抵抗溶接機では、溶接部以外の場所で熱エネルギーになって消費される電力損失がきわめて大きい。従って、溶接電流を2倍にして、溶接時間を10分の1に短縮すると、消費電力を5分の1にすることができる。これで、従来の1万アンペアでの溶接と同等の溶接品質が可能になる。

#### 【0017】

一方、溶接電流を供給するためのインバータの制御パルスとして、従来、繰り返し周波数が1kHz程度のものを使用していたが、大電流を短時間供給するには、より分解能の高い制御パルスが必要になる。望ましくは、繰り返し周波数が5kHz～50kHz程度のパルスがよい。

#### 【0018】

従来構造の溶接トランスの1次コイルに、従来の数倍から数十倍の高い繰り返し周波数のパルスを供給した場合、予定した溶接電流が得られないことがわかった。即ち、このような制御で溶接トランスの2次コイルから大電流を出力するためには、溶接トランスの構造に様々な改善が要求される。

#### 【0019】

図1に示すような2個の整流素子18、20を使用した全波整流型の2次回路は、ブリッジを使用した回路に比べて整流素子数が少なく、小型化できて電力損失も少ないため、抵抗溶接機に適することが知られている。

#### 【0020】

しかしながら、この回路では、1次コイル12に流れる電流の極性反転によって、2次コイルに誘起される電圧が極性反転したとき、一方の整流素子を通じて供給されていた負荷電流が他方の整流素子側に流れを変える転流が生じる。

#### 【0021】

溶接電流が大電流になると、回路各部のインダクタンスに蓄積された電流エネルギーは非常に大きくなる。この電流エネルギーが一方の整流素子から他方の整流素子の側に移る転流

時間は、図2や図3に示した2次コイルの各部のインダクタンスが大きいほど長くなる。

【0022】

図4に示した1次コイルの電流の立ち下がり開始から反対極性の電流の立ち上がり終了までの時間Mの間に2次回路の転流が完了しないと、2次電流の立ち上がりが遅れて、図4の破線に示すように、予定した溶接電流が得られなくなる。

【0023】

図5、図6に示した溶接トランス10は特許文献6で提案した溶接トランスの事例と同等のものであり、高速で精密な大電流の溶接制御に追随可能なものである。また、図8には溶接電流制御方法の一例を示し、大電流を極めて短い時間通電し、通電時間は50ミリ秒以下に抑えることができる。これは従来の通電時間の5分の1程度である。

【0024】

図14は従来用いられているプロジェクション溶接スタッド7の図示例であり、図15は上下電極2、3によるプロジェクション溶接スタッド7の保持と給電態様を示した説明図である。おねじとめねじの事例を図示している。ここでの給電は、図15に示すように、スタッド下部の面取り部から給電し、下電極3とで挟持し溶接する。

【0025】

本発明は図15に示す通常のスタッド溶接方法に比べ、下電極3を必要とせず、一方向から溶接する片側電極を提案し、保護シート付の鋼板や、片面塗装した鋼板にも、容易にスタッドを溶接できる溶接方法である。

【0026】

本発明で使用する溶接ガン75を図9に示す。溶接ガン75の先端には片側電極80が装備されている。この片側電極80は、二つの電極を包含し、下側電極を必要とせず、溶接スタッド8を一方向から溶接できるものである。

【0027】

図9に示す事例ではコ字状形状の溶接ガン75で、溶接トランス10からの配電を、一方は溶接ガン75のガン本体76から、他方は内側部の摺動導電体77を通じて給電している。

【0028】

ここで溶接ガン75の構成を説明する。

図9の溶接ガン75はコ字状形状をした溶接ガンの事例で、ガン本体76が一方の電極の導電体を形成し、他方の電極には、ガン本体76の内側部にひとまわり小さいコ字状形状をした摺動導電体77を配置する。更に、ガン本体76は、図10に示すように、溶接ガン75の先端に装着した片側電極80の外側電極81に結合して通電し、摺動導電体77は内側電極82に接合し給電する。

【0029】

溶接ガン75と片側電極80について更に詳細に説明する。

溶接ガン75は、コ字状形状のガン本体76と、ガン本体76より小形のコ字状形状を成し、ガン本体76に囲まれる側で、ガン本体76と同方向に並設されるとともに、ガン本体76の長さ方向に沿って摺動可能な摺動導電体77と、で構成される。

次に、片側電極80は、溶接ガン75の先端に装着して使用されるものであり、ガン本体76と一体化した筒状形状の外部電極81と、摺動導電体77と接合し、ばね88の収縮により前記ガン本体76の孔部及び前記外部電極81内を滑動し、溶接スタッド8を持する内部電極82と、で構成される。

図13に示す溶接スタッド8は、フランジ部92を持ちその下面には溶接のための複数個のプロジェクション9(突起)を有する。図13に示す事例ではプロジェクション9(突起)を同一円周上に3個に設定している。この溶接スタッド8は溶接ガン75の先端に装備した図10の片側電極80で保持される。

【0030】

図10に示す片側電極80の動作の説明をする。

溶接スタッド8は最初に片側電極80内部の突出した内側電極82に把持される。この

事例では、溶接スタッド 8 はエアにより吸引把持される。載置台 9 1 に置かれた被溶接物（鋼板）5 の上で、溶接ガン 7 5 は溶接スタッド 8 を内側電極 8 2 で把持したまま、スタッドの溶接位置に移動する。この位置は予め制御部に登録されており、この指定位置で溶接ガン 7 5 は真下に降下し、内側電極 8 2 に把持された溶接スタッド 8 を被溶接物（鋼板）5 の上面に押圧する。図 1 1 に押圧前後の状態を示す。溶接スタッド 8 を把持した内側電極 8 2 は、ばね 8 8 の収縮により図 1 1 に示すように滑動する。その動作を説明すると、内側電極 8 2 は外側電極 8 1 と溶接ガン 7 5 の孔部を上下に滑動し、ばね 8 8 により溶接スタッド 8 が被溶接物（鋼板）5 を加圧する。また、外側電極 8 1 の底面で、図示していないガン上部のモータ（図示略）などにより被溶接物（鋼板）5 を加圧する。次に、指定の電流が摺動導電体 7 7 を経由し、内側電極 8 2 に印加され、溶接スタッド 8 を経由し外側電極 8 1 に流れる。これにより、複数個のプロジェクション 9 が溶融し、溶接スタッド 8 が被溶接物（鋼板）5 にスポット溶接される。このときの溶接トランス 1 0 は先に記述したものであり、溶接電流は図 8 に示したものである。

また、ガン本体 7 6 の孔部を内側電極 8 2 が上下に滑動するが、この実施例では、摺動導電体 7 7 に直動ガイド 7 8 を設けてその作動を円滑にしている。摺動導電体 7 7 は剛性もあり、直動ガイド 7 8 によりガタのない動作のため、片側電極 8 0 の内側電極 8 2 と外側電極 8 1 は、間隙を 0.5 mm 程度取るのみで、ここでは、間に絶縁物を不要としている。

#### 【0031】

図 1 2 に溶接時の電流の流れ E を矢印で示している。内部電極 8 2 から溶接用スタッド 8 に給電されることで、溶接電流が溶接スタッド 8 の下端面のプロジェクション 9 から被溶接物（鋼板）5 を経由して外側電極 8 1 に流れる。

このときの通電時間は最大 50 ミリ秒と非常に短いことと、プロジェクション 9 が極めて小さいことから、溶接した鋼板の裏面は熱による焼けや圧痕、歪が少ない美麗な面が確保される。

#### 【0032】

本発明での溶接電流制御方法の概要を図 8 に示すが、板厚 1 mm の鋼板にプロジェクション 9（突起）を 3 個有する M 5 スタッドを図 1 1 の片側電極 8 0 で溶接する溶接条件を一例として記述する。それは、1 万 4 千アンペアの溶接電流を 7 ミリ秒の通電時間と極めて短い通電時間での溶接条件での溶接が可能である。一方、従来のプロジェクション溶接は図 1 5 (a) の上下電極を用いて溶接するが、ここでの溶接電流は 8 千アンペアで通電時間は 200 ミリ秒（10 サイクル）程度である。これに比べると、一事例ではあるが、本発明での通電時間は約 30 分の 1 で良いこととなる。

#### 【0033】

以上のような本発明の手順でスポット溶接された溶接スタッド 8 の溶接強度は日本工業規格（JIS B 1195）に記載されている溶接ボルトの溶接強度より十分高い値が得られる。

#### 【0034】

図 1 6 は事例に示した形状の溶接スタッドのナゲットの状態を示す断面図である。

(a) は本発明で溶接した状態を示し、上に示した溶接スタッド 8 を図 1 1 に示す本発明の片側電極 8 0 を用いて溶接した結果を示す。

(b) は上に示したプロジェクションを中央部に 1 か所持つ従来の溶接スタッド 7 を、図 1 5 (a) の上下電極を用いて溶接した結果のナゲットを示している。(a) は複数個のプロジェクションがそのままの数のナゲットとなり中央に単点のナゲットの従来の方式に比べスタッドとして高い溶接強度が得られる。

#### 【0035】

本発明では所定の形状の溶接スタッド 8 を大電流で短時間通電する制御方法であり、それに追随可能な溶接トランス 1 0 を使用している。更に新たな片側電極 8 0 や所定の形状の溶接スタッド 8 の提案で、一方向から保護シート付の鋼板や、片面塗装した鋼板にも、容易にスタッド 8 を溶接できる。また、通電時間が極めて短いため、溶接した鋼板の裏面

に圧痕や熱による焼け、歪が少なく外観面での利点もある。その上、従来の抵抗溶接と比較し、消費電力の低減が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0036】

抵抗溶接する薄い鋼板と溶接スタッドの抵抗溶接作業が、片側の面から効率良くでき、また、溶接品質を向上させ、かつ消費電力の節減に寄与できる。

【符号の説明】

【0037】

- 1 抵抗溶接機
- 2 上電極
- 3 下電極
- 5 被溶接物（鋼板）
- 6 溶着面
- 7 プロジェクション溶接スタッド
- 8 溶接スタッド
- 9 プロジェクション
- 10 溶接トランス
- 11 溶接制御電源装置
- 12 1次コイル
- 13 記憶装置
- 14 正側コイル
- 16 負側コイル
- 18 整流素子
- 20 整流素子
- 22 プラス電極
- 24 マイナス電極
- 25 磁心
- 28 溶接機
- 30 正側導体
- 31 絶縁層
- 32 負側導体
- 34 第1極板
- 36 第2極板
- 38 第3極板
- 44 第1連結極板
- 46 第2連結極板
- 48 第3連結極板
- 58 入力端子
- 62 接続基体
- 70 ナゲット
- 75 溶接ガン
- 76 ガン本体
- 77 摺動導電体
- 78 直動ガイド
- 80 片側電極
- 81 外側電極
- 82 内側電極
- 88 ばね
- 91 載置台
- 92 フランジ部

## E 溶接電流の流れ

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行部25aと両端のU字状の湾曲部25bにより構成される環状磁心25と、前記環状磁心25の前記平行部25aに、複数の部分に分けて間隙12aを空けて分割巻きされる1次コイル12と、前記1次コイル12と共に前記環状磁心25の前記平行部25aに巻回され、前記1次コイル12に設けられた前記各間隙12aに1個ずつ挟み込むよう、複数の正側コイル14と複数の負側コイル16とを交互に配列した2次コイルと、前記複数の正側コイル14は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記複数の負側コイル16は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記接続された複数の正側コイル14と複数の負側コイル16とが互いに直列接続されるように、前記正側コイル14と前記負側コイル16の端子間を電気接続する導体群を有し、かつ、前記導体群により、前記全ての正側コイル14と負側コイル16とを一方の面上に支持固定する接続基板62を備え、前記複数の正側コイル14の一方の端子は、前記接続基板62の他方の面上で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第1連結極板44に電気接続され、前記複数の負側コイル16の一方の端子は、前記接続基板62の他方の面側で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第2連結極板46に電気接続され、前記正側コイル14と前記負側コイル16の他端は、共に、前記接続基板62の他方の面側で、前記環状磁心25の前記平行部25aに平行な方向に伸びた第3連結極板48に電気接続され、前記第1連結極板44には、正側導体30が連結され、前記第2連結極板46には、負側導体32が連結され、前記正側導体30と前記負側導体32とは、前記接続基板62の他方の面側において、当該他方の面から垂直に離れる方向に伸びる境界面に配置された絶縁層31を介して重ね合わされた一対の導体板であって、前記正側導体30と第1極板34に挟まれて、前記正側導体30に負極を接触させ前記第1極板34に正極を接触させた整流素子18と、前記負側導体32と第2極板36に挟まれて、前記負側導体32に負極を接触させ前記第2極板36に正極を接触させた整流素子20と、前記第1極板34と前記第2極板36を支持し、両者を電気接続する第3極板38と、を備えた溶接トランスと、

高周波交流を前記溶接トランスの1次コイルに供給し2次コイルに生起する電流を直流化して溶接ガン75に装着される片側電極80に供給する電流の制御を行うものであって、溶接電流供給開始時刻t0からその後の時刻t1までの、電流増加率が最大の部分を立ち上げ制御期間T1と呼び、これに続く時刻t1から時刻t2までの、ピーク電流値C1に近い所定レベルの電流を維持する期間をピークレベル制御期間T2と呼び、その後の時刻t2から電流遮断時刻t3に至るまでの期間を、温度維持制御期間T3と呼ぶとき、前記立ち上げ制御期間T1は10ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間T1と前記ピークレベル制御期間T2の和の(T1+T2)時間は15ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間T1と前記ピークレベル制御期間T2と前記温度維持制御期間T3の和の(T1+T2+T3)時間は、50ミリ秒以下とする溶接制御電源装置と、

を備えた抵抗溶接機に用いられるスタッド溶接方法において、

溶接ガン75を、コ字状形状のガン本体76と、前記ガン本体76より小形のコ字形状を成し、前記ガン本体76に囲まれる側で、前記ガン本体76と同方向に並設されるとともに、前記ガン本体76の長さ方向に沿って摺動可能な摺動導電体77と、で構成し、前記溶接ガン75の先端に装着して使用する片側電極80を、前記ガン本体と一体化した筒状形状の外部電極81と、前記摺動導電体77と接合し、ばね88の収縮により前記ガン本体76の孔部及び前記外部電極81内を滑動し、溶接スタッド8を把持する内部電

極 8 2 と、で構成し、

前記溶接スタッド 8 には、一端側にフランジ部 9 2 を形成するとともに、前記フランジ部 9 2 の被溶接物と接合する面に複数個のプロジェクションを設け、

前記内部電極 8 2 が前記溶接スタッド 8 を把持した状態で、前記ガン本体 7 6 の孔部及び前記外部電極 8 1 内を滑動して前記溶接スタッド 8 を押圧し、同時に前記外部電極 8 1 にて前記被溶接物を押圧し、この状態で前記溶接スタッド 8 の前記フランジ部 9 2 の前記被溶接物と接合する面と反対側の面から前記内部電極 8 2 で給電し、前記溶接スタッドを被溶接物に抵抗溶接するスタッド溶接方法。

### 【請求項 2】

平行部 2 5 a と両端の U 字状の湾曲部 2 5 b により構成される環状磁心 2 5 と、前記環状磁心 2 5 の前記平行部 2 5 a に、複数の部分に分けて間隙 1 2 a を空けて分割巻きされる 1 次コイル 1 2 と、前記 1 次コイル 1 2 と共に前記環状磁心 2 5 の前記平行部 2 5 a に巻回され、前記 1 次コイル 1 2 に設けられた前記各間隙 1 2 a に 1 個ずつ挟み込むように、複数の正側コイル 1 4 と複数の負側コイル 1 6 とを交互に配列した 2 次コイルと、前記複数の正側コイル 1 4 は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記複数の負側コイル 1 6 は全て並列接続されるかもしくは全部または一部が直列接続され、前記接続された前記複数の正側コイル 1 4 と前記複数の負側コイル 1 6 とが互いに直列接続されるように、前記正側コイル 1 4 と前記負側コイル 1 6 の端子間を電気接続する導体群を有し、かつ、前記導体群により、前記全ての正側コイル 1 4 と負側コイル 1 6 とを一方の面上に支持固定する接続基板 6 2 を備え、前記複数の正側コイル 1 4 の一方の端子は、前記接続基板 6 2 の他方の面上で、前記環状磁心 2 5 の前記平行部 2 5 a に平行な方向に伸びた第 1 連結極板 4 4 に電気接続され、前記複数の負側コイル 1 6 の一方の端子は、前記接続基板 6 2 の他方の面側で、前記環状磁心 2 5 の前記平行部 2 5 a に平行な方向に伸びた第 2 連結極板 4 6 に電気接続され、前記正側コイル 1 4 と前記負側コイル 1 6 の他端は、共に、前記接続基板 6 2 の他方の面側で、前記環状磁心 2 5 の前記平行部 2 5 a に平行な方向に伸びた第 3 連結極板 4 8 に電気接続され、前記第 1 連結極板 4 4 には、正側導体 3 0 が連結され、前記第 2 連結極板 4 6 には、負側導体 3 2 が連結され、前記正側導体 3 0 と前記負側導体 3 2 とは、前記接続基板 6 2 の他方の面側において、当該他方の面から垂直に離れる方向に伸びる境界面に配置された絶縁層 3 1 を介して重ね合わされた一対の導体板であって、前記正側導体 3 0 と第 1 極板 3 4 に挟まれて、前記正側導体 3 0 に負極を接触させ前記第 1 極板 3 4 に正極を接触させた整流素子 1 8 と、前記負側導体 3 2 と第 2 極板 3 6 に挟まれて、前記負側導体 3 2 に負極を接触させ前記第 2 極板 3 6 に正極を接触させた整流素子 2 0 と、前記第 1 極板 3 4 と前記第 2 極板 3 6 を支持し、両者を電気接続する第 3 極板 3 8 と、を備えた溶接トランスと、

高周波交流を前記溶接トランスの 1 次コイルに供給し 2 次コイルに生起する電流を直流化して溶接ガン 7 5 に装着される片側電極 8 0 に供給する電流の制御を行うものであって、溶接電流供給開始時刻  $t_0$  からその後の時刻  $t_1$  までの、電流増加率が最大の部分を立ち上げ制御期間  $T_1$  と呼び、これに続く時刻  $t_1$  から時刻  $t_2$  までの、ピーク電流値  $C_1$  に近い所定レベルの電流を維持する期間をピークレベル制御期間  $T_2$  と呼び、その後の時刻  $t_2$  から電流遮断時刻  $t_3$  に至るまでの期間を、温度維持制御期間  $T_3$  と呼ぶとき、前記立ち上げ制御期間  $T_1$  は 10 ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間  $T_1$  と前記ピークレベル制御期間  $T_2$  の和の ( $T_1 + T_2$ ) 時間は 15 ミリ秒以下とし、前記立ち上げ制御期間  $T_1$  と前記ピークレベル制御期間  $T_2$  と前記温度維持制御期間  $T_3$  の和の ( $T_1 + T_2 + T_3$ ) 時間は、50 ミリ秒以下とする溶接制御電源装置と、

を備えた抵抗溶接機において、

コ字状形状のガン本体 7 6 と、前記ガン本体 7 6 より小形のコ字状形状を成し、前記ガン本体 7 6 に囲まれる側で、前記ガン本体 7 6 と同方向に並設されるとともに、前記ガン本体 7 6 の長さ方向に沿って摺動可能な摺動導電体 7 7 と、で構成された溶接ガン 7 5 と、

前記ガン本体 7 6 と一体化した筒状形状の外部電極 8 1 と、前記摺動導電体 7 7 と接合

し、ばね 8 8 の収縮により前記ガン本体 7 6 の孔部及び前記外部電極 8 1 内を滑動し、溶接スタッド 8 を把持する内部電極 8 2 と、で構成され、前記溶接ガン 7 5 の先端に装着して使用する片側電極 8 0 と、

を更に備え、

前記溶接スタッド 8 には、一端側にフランジ部 9 2 が形成されるとともに、前記フランジ部 9 2 の被溶接物と接合する面に複数個のプロジェクションが設けられ、

前記内部電極 8 2 に前記溶接スタッド 8 を把持させた状態で、前記ガン本体 7 6 の孔部及び前記外部電極 8 1 内を滑動させて前記溶接スタッド 8 を押圧させ、同時に前記外部電極 8 1 に前記被溶接物を押圧させ、この状態で前記溶接スタッド 8 の前記フランジ部 9 2 の前記被溶接物と接合する面と反対側の面から前記内部電極 8 2 で給電して、前記溶接スタッドを被溶接物に抵抗溶接する抵抗溶接機。