

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6421947号
(P6421947)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月26日(2018.10.26)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 3 K 11/30 (2006.01)

B 2 3 K 11/30 3 1 0

B 2 3 K 11/11 (2006.01)

B 2 3 K 11/11 5 1 0

B 2 3 K 11/24 (2006.01)

B 2 3 K 11/24 3 9 2

B 2 3 K 11/14 (2006.01)

B 2 3 K 11/14

H 0 2 M 3/28 (2006.01)

H 0 2 M 3/28

H

請求項の数 2 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-92172 (P2016-92172)
 (22) 出願日 平成28年4月29日(2016.4.29)
 (65) 公開番号 特開2017-196656 (P2017-196656A)
 (43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)
 審査請求日 平成30年5月21日(2018.5.21)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000143112
 株式会社向洋技研
 神奈川県相模原市中央区田名4020番地
 4
 (72) 発明者 橋爪 和裕
 神奈川県相模原市中央区田名4020番地
 4 株式会社向洋技研内
 (72) 発明者 甲斐 美利
 神奈川県相模原市中央区田名4020番地
 4 株式会社向洋技研内
 (72) 発明者 甲斐 孝治
 神奈川県相模原市中央区田名4020番地
 4 株式会社向洋技研内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接装置及び溶接方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両端が開口した円筒形状を成す外側電極と、前記外側電極に内挿自在であり、前記外側電極に内挿させた際に先端部分が前記外側電極の先端面より露出する長さの円柱形状を成す内側電極と、前記外側電極と前記内側電極とを絶縁する第1の絶縁部材と、前記内側電極の先端部分の外周表面を覆い、前記内側電極と、被溶接物に形成された前記内側電極が通過可能な大きさの逃がし孔とを絶縁する第2の絶縁部材と、を備えた片側電極と、

先端部分で前記片側電極を保持し、該先端部分が本体部分に対して略直角方向に曲がったL字形状を成し、前記片側電極の前記外側電極を溶接トランスのプラス電極に接続するためのシャンクホルダと、

前記片側電極の前記内側電極を前記溶接トランスのマイナス電極に接続するためのブスバー導電体と、

を備えた溶接ガンであって、

前記外側電極は、固定部と、可動部と、前記固定部と前記可動部を接続する接続部材とからなり、

前記固定部は、円筒形状を成す本体の一端が極僅かに凸状に形成され、また前記円筒形状を成す本体の一端近傍の外面側に周方向に沿って連続して延びる溝が形成され、

前記可動部は、円筒形状を成す本体の一端が前記固定部の前記一端と嵌合するように極僅かに凹に形成され、また前記円筒形状を成す本体の一端近傍の外面側に周方向に沿って連続して延びる溝が形成され、

前記接続部材は、弾性を有し、軸心方向に切り欠きが形成された断面Ｃ字状の円筒形状を成し、一端近傍の内面側に前記固定部の前記溝に嵌合する突起が形成され、また他端近傍の内面側に前記可動部の前記溝に嵌合する突起が形成され、前記固定部の前記一端と前記可動部の前記一端を嵌合させた状態で、前記固定部と前記可動部を連結する、

溶接ガン。

【請求項２】

請求項１に記載の溶接ガンと、

１次コイルに高周波交流が供給されることで２次コイルに生起する電流を直流化する溶接トランスと、

前記溶接トランスの１次コイルに高周波交流を供給するインバータ回路と、

前記インバータ回路の動作を制御する溶接制御回路と、

を備える溶接装置であって、

前記溶接トランスは、

平行部と両端のＵ字状の湾曲部により構成される環状磁心と、前記環状磁心の前記平行部に、複数の部分に分けて間隙を空けて分割巻きされる１次コイルと、前記１次コイルと共に前記環状磁心の前記平行部に巻回され、前記１次コイルに設けられた前記各間隙に１個ずつ挟み込むように、複数の正側コイルと複数の負側コイル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と前記複数の負側コイルとが互いに直列接続されるように、前記正側コイルと負側コイル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と負側コイルとを一方の面上に支持固定する接続基板を備え、前記複数の正側コイルの一方の端子は、前記接続基板の他方の面上で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第１連結極板に電気接続され、前記複数の負側コイルの一方の端子は、前記接続基板の他方の面側で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第２連結極板に電気接続され、前記正側コイルの他方の端子と負側コイルの他方の端子は、共に、前記接続基板の他方の面側で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第３連結極板に電気接続され、前記第１連結極板には、正側導体が連結され、前記第２連結極板には、負側導体が連結され、前記正側導体と前記負側導体は、前記接続基板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を介して重ね合わされた一対の導体板であり、前記正側導体とプラス電極が接続された第１極板との間に挟まれ、前記正側導体に正極が接触し、前記第１極板に負極が接触する第１整流素子と、前記負側導体とマイナス電極が接続された第２極板との間に挟まれ、前記負側導体に正極が接触し前記第２極板に負極が接触する第２整流素子と、前記第１極板と前記第２極板を支持し、両者を電気接続する第３極板と、を備え、

前記溶接制御回路は、前記溶接ガンの前記片側電極に供給する溶接電流が、供給開始時刻から１５ミリ秒以内で最大値となり、かつ５０ミリ秒以下の通電時間で溶接が完了するように前記インバータ回路の動作を制御する、

溶接装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、被溶接物（例えば、鋼板等の金属板を２枚重ねたもの）を平坦なテーブルに載置し、該テーブルと並行となる横向き姿勢に保持された溶接ガンで該被溶接物に対してスポット溶接を行う溶接装置及び溶接方法に係り、特に片側電極構造の溶接ガンを備える溶接装置及び該溶接装置を用いて被溶接物をスポット溶接する溶接方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

スポット溶接を効率良く実施できる溶接装置として、本願の発明者等は被溶接物を載置するテーブルを備えた溶接装置を提供してきた（特許文献１、特許文献２を参照）。

10

20

30

40

50

スポット溶接は、一般的には、対向配置した上下２つの電極で被溶接物を挟持し、上下電極間に溶接電流を供給することで被溶接物を溶接するものである。

一方、近年、上下両方向から電極を被溶接物に押し付けて溶接するのではなく、一方向（主に上方向）から電極を被溶接物に押し付けて溶接を行う所謂片側溶接の発明が多く見られるようになってきた（例えば、特許文献３～特許文献６参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平０６－３２８２６５号公報

【特許文献２】特開２０１１－１８３４２１号公報

【特許文献３】特開２０１１－０３１２６９号公報

【特許文献４】特開２０１２－０７１３１１号公報

【特許文献５】特開２０１２－０９６２４９号公報

【特許文献６】特開２０１３－０５２４２７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、片側溶接は技術的にかなり難しく、以下に示すような課題がある。

即ち、大電流を短時間通電するための制御が確立されていないことから、被溶接物を溶接した際に、被溶接物の裏面（例えば、重ねた２枚の鋼板のうち、片側電極から遠い方の裏面）に圧痕や熱による焼け、歪が多く生じて美観が損なわれてしまう。特に、裏面に保護シートが貼られた鋼板を溶接した場合に当該シートが焼けたり、熱変色したりする。また、裏面に塗装が施された鋼板においては塗装が熱変色したりする。

また、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数個のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差によって接合不良を起こすことがあり、確実な接合に至らないことがある。

【０００５】

また、大電流を短時間通電するための制御が確立されていないことで、効率の良い電力制御が難しく消費電力が大きくなる。

【０００６】

本発明は係る事情に鑑みてなされたものであり、大電流を短時間通電するための制御を可能とし、被溶接物を溶接したときに、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼け、歪が生じることがなく、また効率の良い電力制御を行えて省電力化が図れる溶接装置及び溶接方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の溶接ガンは、両端が開口した円筒形状を成す外側電極と、前記外側電極に内挿自在であり、前記外側電極に内挿させた際に先端部分が前記外側電極の先端面より露出する長さの円柱形状を成す内側電極と、前記外側電極と前記内側電極とを絶縁する第１の絶縁部材と、前記内側電極の先端部分の外周表面を覆い、前記内側電極と、被溶接物に形成された前記内側電極が通過可能な大きさの逃がし孔とを絶縁する第２の絶縁部材と、を備えた片側電極と、先端部分で前記片側電極を保持し、該先端部分が本体部分に対して略直角方向に曲がったＬ字形状を成し、前記片側電極の前記外側電極を溶接トランスのプラス電極に接続するためのシャンクホルダと、前記片側電極の前記内側電極を前記溶接トランスのマイナス電極に接続するためのブスバー導電体と、を備えた溶接ガンであって、前記外側電極は、固定部と、可動部と、前記固定部と前記可動部を接続する接続部材とからなり、前記固定部は、円筒形状を成す本体の一端が極僅かに凸状に形成され、また前記円筒形状を成す本体の一端近傍の外面側に周方向に沿って連続して延びる溝が形成され、前記可動部は、円筒形状を成す本体の一端が前記固定部の前記一端と嵌合するように極僅かに凹に形成され、また前記円筒形状を成す本体の一端近傍の外面側に周方向に沿って連続し

10

20

30

40

50

て延びる溝が形成され、前記接続部材は、弾性を有し、軸心方向に切り欠きが形成された断面C字状の円筒形状を成し、一端近傍の内面側に前記固定部の前記溝に嵌合する突起が形成され、また他端近傍の内面側に前記可動部の前記溝に嵌合する突起が形成され、前記固定部の前記一端と前記可動部の前記一端を嵌合させた状態で、前記固定部と前記可動部を連結する。

【0008】

上記構成によれば、外側電極の可動部が固定部に対して軸線回りに円弧運動可能となっているので、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差を低減でき、接合不良を起こすことなく常に確実な接合が可能となる。

10

【0009】

本発明の溶接装置は、前記溶接ガンと、1次コイルに高周波交流が供給されることで2次コイルに生起する電流を直流化する溶接トランスと、前記溶接トランスの1次コイルに高周波交流を供給するインバータ回路と、前記インバータ回路の動作を制御する溶接制御回路と、を備える溶接装置であって、前記溶接トランスは、平行部と両端のU字状の湾曲部により構成される環状磁心と、前記環状磁心の前記平行部に、複数の部分に分けて間隙を空けて分割巻きされる1次コイルと、前記1次コイルと共に前記環状磁心の前記平行部に巻回され、前記1次コイルに設けられた前記各間隙に1個ずつ挟み込むように、複数の正側コイルと複数の負側コイル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と前記複数の負側コイルとが互いに直列接続されるように、前記正側コイルと負側コイル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と負側コイルとを一方の面上に支持固定する接続基板を備え、前記複数の正側コイルの一方の端子は、前記接続基板の他方の面上で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第1連結極板に電気接続され、前記複数の負側コイルの一方の端子は、前記接続基板の他方の面側で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第2連結極板に電気接続され、前記正側コイルの他方の端子と負側コイルの他方の端子は、共に、前記接続基板の他方の面側で、前記環状磁心の前記平行部に平行な方向に伸びた第3連結極板に電気接続され、前記第1連結極板には、正側導体が連結され、前記第2連結極板には、負側導体が連結され、前記正側導体と前記負側導体は、前記接続基板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を介して重ね合わされた一対の導体板であり、前記正側導体とプラス電極が接続された第1極板との間に挟まれ、前記正側導体に正極が接触し、前記第1極板に負極が接触する第1整流素子と、前記負側導体とマイナス電極が接続された第2極板との間に挟まれ、前記負側導体に正極が接触し前記第2極板に負極が接触する第2整流素子と、前記第1極板と前記第2極板を支持し、両者を電気接続する第3極板と、を備え、前記溶接制御回路は、前記溶接ガンの前記片側電極に供給する溶接電流が、供給開始時刻から15ミリ秒以内で最大値となり、かつ50ミリ秒以下の通電時間で溶接が完了するように前記インバータ回路の動作を制御する。

20

30

40

【0010】

上記構成によれば、短時間に大電流の供給を可能とする溶接トランスを有するとともに、水平方向への移動が可能であって、下側電極を必要とせず一方向からの溶接を可能とした片側電極が装着された溶接ガンを有するので、片面に保護シートが貼られた被溶接物を溶接する場合に、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼けや歪が殆ど発生することなく溶接を行うことができ、また片面塗装された被溶接物を溶接する場合には、焼けや熱変色が殆ど発生することなく溶接を行うことができる。即ち、被溶接物の裏面の美観を損なうことなく溶接を行うことができる。また、短時間で溶接が完了することから省電力化も図れる。

【0011】

50

本発明の溶接方法は、上記溶接装置を用いて被溶接物をスポット溶接する溶接方法であって、前記被溶接物が複数枚の金属板であり、前記複数枚の金属板の１枚を除く残りの金属板のそれぞれに対し、前記内側電極が通過可能な大きさの逃がし孔を形成するとともに、それぞれの一方の面の前記逃がし孔の外側周囲に同心円に沿って複数個のプロジェクションを形成し、その後、前記逃がし孔及び前記プロジェクションを形成していない前記金属板を最下位にし、その面上に前記逃がし孔及び前記プロジェクションを形成した全ての前記金属板を、それぞれの前記プロジェクションの形成面を下に向けるとともに、それぞれの前記逃がし孔の中心同士が一致するように順次積み重ねて行き、全ての金属板を積層した後、前記逃がし孔を形成した全ての前記金属板の前記逃がし孔に前記内側電極の先端部分を挿入加圧するとともに、前記外側電極から前記内側電極へ流れる方向で溶接電流の供給を開始し、供給開始時刻から１５ミリ秒以内で最大値となり、かつ５０ミリ秒以下の通電時間で溶接が完了するように前記溶接電流を制御する。

10

【００１２】

上記方法によれば、片面に保護シートが貼られた被溶接物を溶接する場合に、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼けや歪が殆ど発生することなく溶接を行うことができ、また片面塗装された被溶接物を溶接する場合には、焼けや熱変色が殆ど発生することなく溶接を行うことができる。即ち、被溶接物の裏面の美観を損なうことなく溶接を行うことができる。また、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数個のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差を低減でき、接合不良を起こすことなく常に確実な接合が可能となる。

20

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、大電流を短時間通電するための制御を可能とし、被溶接物を溶接した場合に、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼け、歪が生じることなく溶接を行うことができ、また短時間で溶接を行えることから省電力化も図れる。さらに、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数個のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差を低減でき、接合不良を起こすことなく常に確実な接合が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

30

【図１】本実施形態に係る溶接装置の外観を示す側面図

【図２】本実施形態に係る溶接装置の外観を示す平面図

【図３】本実施形態に係る溶接装置の溶接ガンの一部破断面を含む外観を示す側面図

【図４】本実施形態に係る溶接装置の溶接ガンの先端部の構造と片側電極の構造を示す断面図

【図５】本実施形態に係る溶接装置の電源ユニットの概略構成を示す図

【図６】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスと溶接ガンとの結線を示す図

【図７】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスの動作を説明するための結線図

【図８】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスの動作を説明するための結線図

【図９】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスの１次側に供給される電流を制御するための制御パルス、１次電流及び整流後の溶接電流を示す図

40

【図１０】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスの外観を示す斜視図

【図１１】本実施形態に係る溶接装置の溶接トランスの組み立て状態を示す斜視図

【図１２】本実施形態に係る溶接装置において、溶接トランスから溶接ガンに供給される溶接電流を示す波形図

【図１３】本実施形態に係る溶接装置で用いられる被溶接物の一例を示す断面図及び平面図

【図１４】本実施形態に係る溶接装置の溶接ガンに装着された片側電極と被溶接物との間の溶接電流の流れを説明するための断面図

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 5 】

以下、本発明を実施するための好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る溶接装置 1 の外観を示す側面図である。また、図 2 は、本実施形態に係る溶接装置 1 の外観を示す平面図である。また、図 3 は、本実施形態に係る溶接装置 1 の溶接ガン 6 の一部破断面を含む外観を示す側面図である。図 1 及び図 2 において、本実施形態に係る溶接装置 1 は、冷却ユニット 2 と、電源ユニット 3 と、支持ポスト 4 と、支持アーム 5 と、溶接ガン 6 と、導電ケーブル 7 と、テーブル 8 と、溶接条件設定器 9 と、溶接トランス 10 と、テーブル駆動部 100 と、を備える。

10

【 0 0 1 7 】

冷却ユニット 2 は、溶接時に溶接ガン 6 にて発生する熱を冷却するための冷却水を供給する。冷却ユニット 2 は、電源が投入されている間は常時動作し、溶接ガン 6 との間で冷却水を循環させる。電源ユニット 3 は、受電設備 450 (図 5 参照) から供給される三相の交流電力を整流素子にて直流に変換し、更に変換後の直流から高周波交流に変換して出力する。電源ユニット 3 の詳細については後述する。導電ケーブル 7 は、2 本のケーブルで構成され、一端がテーブル駆動部 100 の前面部に内蔵された溶接トランス 10 の 2 次側出力端に接続され、他端が溶接ガン 6 に接続される。溶接トランス 10 は、本願発明者等が先に特開 2012 - 210654 号、特開 2013 - 179205 号で提案した抵抗溶接用の溶接トランスである。溶接トランス 10 の詳細については後述する。

20

【 0 0 1 8 】

支持ポスト 4 は、冷却ユニット 2 と電源ユニット 3 の近傍にて垂直方向に立設され、支持アーム 5 を水平方向に回動可能に支持する。支持アーム 5 は、溶接ガン 6 を保持するものであり、支持ポスト 4 に対して水平方向に延びた水平アーム部 5A と、水平アーム部 5A の先端部分から垂直方向下向きに延設された垂直アーム部 5B とを備えた略 L 字形状を成している。支持アーム 5 の水平アーム部 5A の基端部 5a と中間部 5b には、それぞれ回動軸 5Aa が設けられており、これらの回動軸 5Aa によって溶接ガン 6 の水平方向への移動が可能になっている。

【 0 0 1 9 】

テーブル 8 は、略正方形の平坦な板状に形成されており、被溶接物を載置する。被溶接物は鋼板等の金属板である。テーブル 8 は、テーブル駆動部 100 によって上下動する。テーブル 8 は、溶接ガン 6 と被溶接物との間の距離調整を行うときなどで使用される。テーブル 8 の上下動操作は作業者により行われる。溶接条件設定器 9 は、被溶接物の材料や板厚等の溶接条件の設定を行う。溶接条件設定器 9 にて設定された溶接条件に見合った溶接電流が決定される。

30

【 0 0 2 0 】

図 3 において、溶接ガン 6 は、基端部側にレバー式の起動スイッチ 6A を備えたハンドル 6B を有している。ハンドル 6B の起動スイッチ 6A は溶接指令を出すためのものであり、ハンドル 6B が握られることでスイッチオンとなって溶接指定が出力される。溶接指令が出力されると、この溶接指令が電源ユニット 3 に取り込まれ、これにより電源ユニット 3 が動作して高周波交流を出力する。電源ユニット 3 から出力された高周波交流は、溶接トランス 10 の 1 次コイル 12 (図 6 参照) に供給される。

40

【 0 0 2 1 】

次に、溶接ガン 6 について詳細に説明する。

図 4 は、シャンクホルダ 300 の先端部 301 の構造と片側電極 200 の構造を示す断面図である。同図において、溶接ガン 6 は、片側電極 200 と、先端部 301 に片側電極 200 を装着するシャンクホルダ 300 と、シャンクホルダ 300 に添送されたプスパー導電体 400 とを備える。片側電極 200 は、下側電極を必要とせず一方向からの溶接を可能としたものであり、外側電極 201 と、内側電極 202 とを有する。片側電極 200 の詳細については後述する。

50

【 0 0 2 2 】

シャンクホルダ 3 0 0 は、先端部 3 0 1 が本体部 3 0 2 (図 3 参照) に対して略直角方向に折れ曲がった略 L 字状に形成されている。シャンクホルダ 3 0 0 には、銅等の導電性に優れた金属材が用いられる。シャンクホルダ 3 0 0 は、片側電極 2 0 0 の外側電極 2 0 1 と導通する。シャンクホルダ 3 0 0 の内部には、冷却水を通流させるための流路 3 0 3 が形成されており、この流路 3 0 3 内に冷却水を送るためのチューブ 3 5 0 が挿入される。チューブ 3 5 0 は、シャンクホルダ 3 0 0 の流路 3 0 3 の径よりも小径の可撓性を有し、例えばフッ素樹脂チューブからなる。チューブ 3 5 0 の先端はシャンクホルダ 3 0 0 の先端部 3 0 1 に至り、チューブ 3 5 0 の後端は上述した冷却ユニット 2 に至る。

【 0 0 2 3 】

チューブ 3 5 0 の先端部分には短尺のチューブ 3 5 1 が接続されて、外側電極 2 0 1 内に挿入される。チューブ 3 5 1 は、チューブ 3 5 0 と同様に可撓性を有し、例えばフッ素樹脂チューブからなる。チューブ 3 5 0 を通して冷却ユニット 2 から送られてくる冷却水は、チューブ 3 5 1 から外側電極 2 0 1 内に注入される。外側電極 2 0 1 内に注入されることで溢れ出た冷却水は、シャンクホルダ 3 0 0 内の流路 3 0 3 に入り、流路 3 0 3 及び不図示のチューブを経て冷却ユニット 2 に戻る。冷却水は、冷却ユニット 2 と片側電極 2 0 0 の間を循環し、溶接ガン 6 に装着された片側電極 2 0 0 を冷却する。

【 0 0 2 4 】

ブスパー導電体 4 0 0 には、銅等の導電性に優れた金属材が用いられる。ブスパー導電体 4 0 0 は、片側電極 2 0 0 の内側電極 2 0 2 と導通する。シャンクホルダ 3 0 0 は、溶接トランス 1 0 のプラス電極 2 2 (図 6 参照) に接続され、ブスパー導電体 4 0 0 は、溶接トランス 1 0 のマイナス電極 2 4 (図 6 参照) に接続される。これにより、片側電極 2 0 0 に供給される溶接電流は、外側電極 2 0 1 から内側電極 2 0 2 に向かう方向に流れる。なお、本実施形態では、溶接トランス 1 0 のプラス電極 2 2 を片側電極 2 0 0 の外側電極 2 0 1 に接続し、溶接トランス 1 0 のマイナス電極 2 4 を片側電極 2 0 0 の内側電極 2 0 2 に接続するようにして、溶接電流が、外側電極 2 0 1 から内側電極 2 0 2 に向かう方向に流れるようにしたが、逆になるようにしても構わない。即ち、溶接トランス 1 0 のプラス電極 2 2 を片側電極 2 0 0 の内側電極 2 0 2 に接続し、溶接トランス 1 0 のマイナス電極 2 4 を片側電極 2 0 0 の外側電極 2 0 1 に接続するようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

片側電極 2 0 0 は、上述した外側電極 2 0 1 及び内側電極 2 0 2 の他に、内側電極固定部 2 0 3 と、内側電極固定部 2 0 3 と外側電極 2 0 1 との間に介挿される樹脂製のガイドブッシュ 5 0 0 及び樹脂製の平ワッシャ 5 0 1 と、外側電極 2 0 1 と内側電極 2 0 2 との間に介挿される樹脂製のガイドブッシュ 5 0 2 及び樹脂製の平ワッシャ 5 0 4 と、内側電極固定部 2 0 3 を介して内側電極 2 0 2 を被溶接物側へ付勢するための複数の皿ばねを積層してなる付勢部 5 0 5 と、付勢部 5 0 5 の両端に対して設けられる樹脂製の平ワッシャ 5 0 6 , 5 0 7 と、シャンクホルダ 3 0 0 の先端と平ワッシャ 5 0 7 との間に介挿される樹脂製のキャップ 5 0 8 と、を備える。

【 0 0 2 6 】

ガイドブッシュ 5 0 0 , 5 0 2 は、共に両端が開口した円筒状に形成されている。キャップ 5 0 8 は、断面略コ字状に形成されており、また軸方向に対して直角となる平坦面を有する底部には外側電極 2 0 1 の上端部が連通する貫通する孔 (符号略) が形成されている。

【 0 0 2 7 】

外側電極 2 0 1 は、略クランク状に形成され、内側電極 2 0 2 を保持する固定部 2 0 1 a と、一端面が固定部 2 0 1 a の先端面と密着し、固定部 2 0 1 a と接触する一端面の中心を支点とする軸線回りに円弧運動可能な可動部 2 0 1 b と、を備える。外側電極 2 0 1 は、基端部分 (即ち、シャンクホルダ 3 0 0 の先端部分と接合する部分) に、略その長さに相当する深さの穴 2 0 1 c が中心軸方向に形成されている。この穴 2 0 1 c には上述したチューブ 3 5 1 が挿入される。外側電極 2 0 1 の固定部 2 0 1 a の内側電極 2 0 2 を保

10

20

30

40

50

持する部分は、両端が開口した円筒状に形成されている。外側電極 201 の可動部 201 b は、両端が開口した円筒状に形成されている。外側電極 201 の固定部 201 a の内側電極保持部と可動部 201 b 内に内側電極 202 が挿通される。外側電極 201 の固定部 201 a の内側電極保持部の上端部分には上述したガイドブッシュ 502 が内装される。
【0028】

ここで、外側電極 201 の固定部 201 a の内側電極保持部の上端部分の内径は、ガイドブッシュ 502 の肉厚分だけ他の部分よりも大きくなっている。また、外側電極 201 の固定部 201 a の内側電極保持部の内径（ガイドブッシュ 502 を内装する部分の内径を除く）が内側電極 202 の径よりも僅かに大きく形成されていて、内側電極 202 のスムーズな移動を可能にしている。但し、内側電極 202 の移動に伴って内側電極 202 が外側電極 201 に接触しないように（即ち、内側電極 202 が横方向に振れて外側電極 201 に接触しないように）、ガイドブッシュ 502 にて内側電極 202 の移動方向を規制している。なお、内側電極 202 が外側電極 201 に接触しないように、内側電極 202 と外側電極 201 との間に絶縁材（例えば、樹脂製のフィルム）を設けるようにしてもよい。なお、ガイドブッシュ 502 は、第 1 の絶縁部材に対応する。

【0029】

外側電極 201 の可動部 201 b は、弾性を有する接続部材 550 によって外側電極 201 の固定部 201 a に密着するように連結される。接続部材 550 は、両端が開口するとともに、軸心方向に切欠を有する横断面 C 字状に形成されている。また、接続部材 550 には、その上端側の内面と下端側の内面のそれぞれに断面三角形の突起（符号略）が円周方向に沿って形成されている。外側電極 201 の固定部 201 a の先端部分の外周面と、外側電極 201 の可動部 201 b の外周面のそれぞれには、接続部材 550 に形成された前記突起と嵌合する V 字状の溝（符略）が円周方向に形成されている。外側電極 201 の可動部 201 b を、外側電極 201 の固定部 201 a に接触させた状態で、接続部材 550 を外側電極 201 の固定部 201 a と可動部 201 b に亘るようにして装着し、接続部材 550 の内側の上下両端側に形成された断面三角形の突起が、外側電極 201 の固定部 201 a と可動部 201 b のそれぞれの外周面に形成された V 字状の溝に嵌合するように、接続部材 550 の上下位置を調整することで、外側電極 201 の可動部 201 b が外側電極 201 の固定部 201 a に回動自在に連結される。

【0030】

外側電極 201 の固定部 201 a と可動部 201 b の連結部分の双方の面のうち、固定部側の面が極僅かに凸状の球面に形成されており、可動部側の面が極僅かに凹状の球面に形成されている。即ち、固定部 201 a は、円筒形状を成す本体の一端が極僅かに凸状に形成されており、可動部 201 b は、円筒形状を成す本体の一端が固定部 201 a の一端と嵌合するように極僅かに凹に形成されている。そして、固定部 201 a と可動部 201 b が弾性を有する接続部材 550 によって連結される。このような構造を採ったことで、外側電極 201 の可動部 201 b が、外側電極 201 の固定部 201 a と接触する一端面の中心を支点とする軸線回りに円弧運動できるようになる。即ち、可動部 201 b を、首を振るように回動させることができるようになる。外側電極 201 の可動部 201 b を首振り自在としたことで、溶接時に、片側電極 200 を被溶接物に対して加圧した際に、被溶接物に形成された複数個（主に 3 個）のプロジェクションに対する外側電極 201 の加圧力の差を低減できる。即ち、片側電極 200 を使用する場合、被溶接物に予め複数個のプロジェクションを形成するが、溶接時に、各プロジェクションに対して外側電極 201 が均等に加圧しないと、各プロジェクションにおける溶融状態に差が出て均一な溶接が行われなくなることから、外側電極 201 による各プロジェクションへの加圧力が均等になるように、外側電極 201 の可動部 201 b を首振り自在とした。但し、外側電極 201 の可動部 201 b の外側への振れ量は、可動部 201 b が内側電極 202 に接触しない程度となるように、外側電極 201 の固定部 201 a と可動部 201 b の連結部分の対向面の形状を規制する必要があることは言うまでもない。

【0031】

なお、外側電極 201 の固定部 201 a と可動部 201 b の連結部分の対向面の形状を逆にしても構わない。即ち、外側電極 201 の固定部側の面を極僅かに凹状の球面とし、可動部側の面を極僅かに凸状の球面としても構わない。

【0032】

内側電極 202 は、基端部側にねじ部 202 a とフランジ 202 b を有する断面略十字状に形成されている。内側電極 202 のフランジ 202 b より先端側の部分（図面に向かった下側の部分）が、内側電極部 202 c となっている。内側電極 202 は、内側電極固定部 203 に固定されるため、内側電極固定部 203 には内側電極 202 を固定するためのねじ孔（符号略）が形成されている。このねじ孔に内側電極 202 のねじ部 202 a を螺合させることで、内側電極 202 が内側電極固定部 203 に固定される。但し、内側電極 202 の内側電極固定部 203 へのねじ込み量は、内側電極 202 のフランジ 202 b によって規制される。

10

【0033】

内側電極部 202 c の先端部分は、他の部分よりも小径に形成されており、この小径部分にステンレス製のリング 503 が嵌装される。リング 503 の表面には絶縁性を持たせるための表面被膜処理が施されており、溶接時に、内側電極部 202 c の先端部分の外周表面が被溶接物に形成された内側電極 202 c が通過可能な大きさの逃がし孔に接触しないように絶縁する。なお、リング 503 は、第 2 の絶縁部材に対応する。

【0034】

内側電極固定部 203 は、略長方形の立体状に形成されている。内側電極固定部 203 には、外側電極 201 の固定部 201 a を通すための貫通孔（符号略）と、内側電極 202 を固定するためのねじが切られた貫通孔（符号略）がそれぞれ形成されている。内側電極固定部 203 には、プスパー導電体 400 の先端部分がボルト 203 a によって固定される。外側電極 201 の固定部 201 a を通すための貫通孔には上述したガイドブッシュ 500 が内装される。

20

【0035】

このような構造を成す溶接ガン 6 において、被溶接物を溶接するときには、図 4 に示すように、内側電極 202 の内側電極部 202 c が、溶接しようとする 2 枚の被溶接物 600 A, 600 B の一方の被溶接物 600 A に設けられた逃がし孔 601（図 13 参照）の内側で他方の被溶接物 600 B を押圧し、同時に外側電極 201 が一方の被溶接物 600 A を押圧する。内側電極 202 が他方の被溶接物 600 B を押圧し、外側電極 201 が一方の被溶接物 600 A を押圧した直後に溶接電流が給電される。一方の被溶接物 600 A には、他方の被溶接物 600 B との接合部（逃がし孔の外側周囲）に複数個のプロジェクション 602 が形成されており、これらのプロジェクション 602 が外側電極 201 の押圧給電によって溶融して、被溶接物 600 A, 600 B が接合する。外側電極 201 の可動部 201 b が首振り自在となっているので、外側電極 201 が被溶接物 600 A を押圧したときに各プロジェクション 602 が均等に加圧されることから、接合不良が発生することなく確実に接合される。

30

【0036】

次に、電源ユニット 3 について説明する。

40

図 5 は、電源ユニット 3 の概略構成を示す図である。同図において、電源ユニット 3 は、整流器 80 と、平滑用コンデンサ 81 と、溶接制御回路 82 と、インバータ回路 83 と、を備える。整流器 80 は、単相全波整流式を採用したものであり、受電設備 450 からの三相の交流を整流して直流に変換する。溶接制御回路 82 は、溶接電流の大きさと通電時間を制御する。溶接制御回路 82 は、例えばマイコンを用いて構成される。マイコンは溶接制御用のプログラムを保持し、該プログラムに従って動作する。溶接制御回路 82 は、溶接ガン 6 に備えられた起動スイッチ 6 A からの溶接指令を検知することで、溶接条件設定器 9 にて設定された被溶接物の材質と厚さに応じたタイミング信号を生成し、インバータ回路 83 へ出力する。この場合、溶接制御回路 82 は、溶接電流が通電開始時から 15 ミリ秒以内で最大値となり、かつ 50 ミリ秒以下の通電時間で溶接を完了するように、

50

タイミング信号を生成する。

【0037】

インバータ回路83は、インバータ制御部831と、例えばIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を使用した4つのスイッチS1~S4と、例えばCT(Current Transformer)を使用した電流センサ832とを備える。インバータ制御部831は、溶接制御回路82で生成されたタイミング信号と電流センサ832で検出された1次電流とに基づいてスイッチS1~S4のそれぞれをオン・オフ制御し、高周波交流を発生する。インバータ制御部831が発生する高周波交流の大きさは、スイッチS1~S4それぞれのオン・オフのデューティによって変化する。スイッチS1~S4それぞれのオン・オフのデューティを変化させることで、後述する図9の(a)に示すようにスイッチング波形のWの幅が変化する。

10

【0038】

図6は、溶接トランス10と溶接ガン6の結線を示す図である。同図において、溶接トランス10の1次コイル12は、電源ユニット3のインバータ回路83の出力端に接続される。インバータ回路83から高周波交流が出力されることで、溶接トランス10の1次コイル12に1次電流が流れる。溶接トランス10の2次コイル15は、それ自体に極性を考慮する必要はないが、便宜上、溶接トランス10の2次コイル15を、正側コイル14と負側コイル16とを直列接続したものとすることにする。正側コイル14の一端には第1整流素子18のアノード(正極)が接続され、負側コイル16の一端には第2整流素子20のアノード(正極)が接続される。第1整流素子18のカソード(負極)と第2整流素子20のカソード(負極)がプラス電極22に共通接続される。正側コイル14の他端と負側コイル16の他端とがマイナス電極24に共通接続される。プラス電極22とマイナス電極24には、導電ケーブル7を介して溶接ガン6が接続される。この場合、溶接ガン6の片側電極200では、外側電極201が溶接トランス10のプラス電極22に接続され、内側電極202が溶接トランス10のマイナス電極24に接続される。なお、外側電極201を溶接トランス10のマイナス電極24に接続し、内側電極202を溶接トランス10のプラス電極22に接続するようにしても構わない。

20

【0039】

図7は、第1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図である。また、図8は、第2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図である。図7及び図8では、図6に示す回路に、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。即ち、正側コイル14と第1整流素子18を接続する正側導体30のインダクタンスと、負側コイル16と第2整流素子20を接続する負側導体32のインダクタンスと、導電ケーブル7等を含む溶接ガン6における導体のインダクタンスとが、溶接装置1の性能に影響を及ぼすと考えられる。

30

【0040】

溶接トランス10や導電ケーブル7等を含む溶接ガン6のそれぞれで発生する大量の熱を抑制することができれば、溶接装置1の省エネルギー化が図れ、大きな節電効果が期待できる。これは、従来よりも大きな電流を短時間だけ溶接ガン6に供給するように制御できれば実現可能である。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極めて高精度に制御する必要がある。これは、溶接電流を供給する溶接トランス10の1次側にインバータ回路83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ことで実現可能である。

40

【0041】

図9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、1次電流及び整流後の溶接電流を示す図である。同図において、インバータ回路83により制御された幅Wのパルス(スイッチングパルス)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、溶接トランス10の1次コイル12に供給される。これにより、溶接トランス10の1次コイル12には、図9の(b)に示すような1次電流が流れる。溶接トランス10の1次コイル12に1次電流が流れることで

50

溶接トランス 10 の 2 次側に発生した 2 次電流が整流素子 18, 20 で全波整流されて、図 9 の (c) に示すような溶接電流となって溶接ガン 6 へ流れる。

【0042】

図 9 の (a) に示すパルスの幅 W を増減することで溶接電流の大きさを調整することができる。また、パルスの供給回数を増減すれば溶接時間を調整することができる。即ち、パルスの繰り返し周波数を高くすると溶接時間をより細かく微調整できる。また、溶接トランス 10 の 1 次コイル 12 に供給する電力を増やせば、2 次コイル 15 からより大きな溶接電流を取り出すことができる。

【0043】

ここで、従来の溶接装置は、例えば 1 万アンペアで 200 m 秒 ~ 700 m 秒の溶接電流を供給するようにしているが、溶接電流をその 2 倍の 2 万アンペアにしてみると、溶接ガン 6 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極めて大きくなり、実用上問題となる。そこで、溶接電流を 2 倍にしても溶接時間を 10 分の 1 に短縮すれば、消費電力を 5 分の 1 にすることができ、実用上問題とはならない。

【0044】

一方、溶接電流を供給するためのインバータ回路の制御パルスは、従来、繰り返し周波数が 1 kHz 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、もっと分解能の高い制御パルスが必要になる。本実施形態の溶接装置 1 のインバータ回路 83 では、繰り返し周波数が 5 kHz ~ 50 kHz 程度のパルスを出力するようにしている。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従来の溶接トランスに供給した場合、予定した溶接電流が得られないが、本実施形態の溶接装置 1 で使用する溶接トランス 10 は、従来の数倍から数十倍の高い繰り返し周波数のパルスでも予定した溶接電流を得ることができる構造を有している。以下、本実施形態の溶接装置 1 で使用する溶接トランス 10 の構造を説明する。

【0045】

図 10 は、本実施形態の溶接装置 1 の溶接トランス 10 の外観を示す斜視図である。また、図 11 は、溶接トランス 10 の組み立て状態を示す斜視図である。図 10 及び図 11 において、溶接トランス 10 は、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、環状磁心 25 の平行部 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、1 次コイル 12 と共に環状磁心 25 の平行部 25a に巻回され、1 次コイル 12 に設けられた各間隙 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 15 と、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、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、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、正側コイル 14 と負側コイル 16 の端子間を電気接続する導体群を有し、かつ、該導体群により、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、複数の正側コイル 14 の一方の端子は、接続基板 62 の他方の面上で、環状磁心 25 の平行部 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、複数の負側コイル 16 の一方の端子は、接続基板 62 の他方の面側で、環状磁心 25 の平行部 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、正側コイル 14 の他方の端子と負側コイル 16 の他方の端子は、共に、接続基板 62 の他方の面側で、環状磁心 25 の平行部 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、第 1 連結極板 44 には、正側導体 30 が連結され、第 2 連結極板 46 には、負側導体 32 が連結され、正側導体 30 と負側導体 32 は、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り、正側導体 30 とプラス電極 22 (図 6 参照) が接続された第 1 極板 34 との間に挟まれ、正側導体 30 にアノード (正極) が接触し、第 1 極板 34 にカソード (負極) が接触する第 1 整流素子 18 と、負側導体 32 とマイナス電極 24 が接続された第 2 極板 36 との間に挟まれ、負側導体 32 にアノード (正極) が接触し第 2 極板 36 にカ

ソード（負極）が接触する第２整流素子２０と、第１極板３４と第２極板３６を支持し、両者を電気接続する第３極板３８と、を備える。

【００４６】

溶接トランス１０は、このような構造を有したことで、インバータ回路８３からの高い周波数（５ｋＨｚ～５０ｋＨｚ程度）のパルスでも、予定した溶接電流を得ることができる。

【００４７】

ところで、図６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、溶接装置に適することが知られている。しかしながら、この２次回路では、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１５に誘起される電圧が極性反転したときに、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。

【００４８】

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７や図８に示す２次コイル１５の各部のインダクタンスが大きいほど長くなる。図９に示す１次コイル１２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９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。

【００４９】

図１０、図１１に示す溶接トランス１０は、前述したように、特開２０１３－１７９２０５号公報に記載された溶接トランス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従できるものである。また、図１２は、溶接トランス１０から溶接ガン６に供給される溶接電流を示す波形図である。同図において、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、溶接電流 i_w は、立ち上げ制御期間 T_1 が１０ミリ秒以下、立ち上げ制御期間 T_1 とピークレベル制御期間 T_2 の和の（ $T_1 + T_2$ ）時間が１５ミリ秒以下、立ち上げ制御期間 T_1 とピークレベル制御期間 T_2 と温度維持制御期間 T_3 の和の（ $T_1 + T_2 + T_3$ ）時間が５０ミリ秒以下となるように制御される。このように、溶接電流 i_w の通電時間は５０ｍ秒以下に抑えられる。これは従来の通電時間の５分の１程度である。なお、図１２中において符号 C_2 は、溶接電流 i_w の終了値を示す。

【００５０】

本実施形態の溶接装置１で使用している溶接トランス１０は、正側導体３０と負側導体３２が絶縁層３１を介して密着し、また２次コイル１５の正側コイル１４と負側コイル１６の間に１次コイル１２が挟まるようにこれらのコイルを配置しているので、溶接トランス１０の２次側回路の転流時におけるインダクタンスが低減し、該２次側回路における転流時間が短くなる。したがって、溶接トランス１０を使用することで、より高い周波数のインバータ制御が可能となる。

【００５１】

また、溶接トランス１０は、１次コイル１２と２次コイル１５の配置によって、溶接トランス全体の熱分布を均一化できる。

【００５２】

また、溶接トランス１０は、１次コイル１２と２次コイル１５の正側コイル１４及び負側コイル１６をそれぞれ分割巻きして１次コイル１２と２次コイル１５の結合を図っているので、１次コイル１２と２次コイル１５における結合を強くでき、２次側の大電流による磁気飽和を防止できる。

【 0 0 5 3 】

また、溶接トランス 1 0 は、1 次コイル 1 2 と 2 次コイル 1 5 の正側コイル 1 4 と負側コイル 1 6 との関係がどの場所でも均等になるようにしてあるので、互いに密着した配置が可能となり、溶接トランス 1 0 の小型化が図れる。

【 0 0 5 4 】

次に、本実施形態に係る溶接装置 1 を使用した溶接方法について説明する。溶接装置 1 を使用した溶接方法については先に簡単に説明したが、ここでは図 1 3 及び図 1 4 を参照しながら詳しく説明することとする。被溶接物として銅板を使用し、2 枚の銅板を溶接する手順について説明する。図 1 3 の (a) は、銅板 6 0 0 A を示す断面図、図 1 3 の (b) は、銅板 6 0 0 A を示す平面図である。図 1 4 は、片側電極 2 0 0 の先端部分での溶接電流 i_w の流れを示す図である。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 3 に示すように、銅板 6 0 0 A に、片側電極 2 0 0 の内側電極 2 0 2 の先端部分が通過可能な大きさの逃がし孔 6 0 1 を形成するとともに、逃がし孔 6 0 1 の外側で同一円周上に 3 個のプロジェクション 6 0 2 を形成する。なお、3 個のプロジェクション 6 0 2 の間隔は等間隔 (1 2 0 度間隔) が好ましい。プロジェクション 6 0 2 は、銅板 6 0 0 A にのみ形成し、銅板 6 0 0 B には形成しない。銅板 6 0 0 B の片面には保護シートが貼られているか、もしくは塗装が施されているものとする。

【 0 0 5 6 】

銅板 6 0 0 A に逃がし孔 6 0 1 及びプロジェクション 6 0 2 を形成した後、作業者は銅板 6 0 0 A , 6 0 0 B をテーブル 8 上に載置する。この際、銅板 6 0 0 B を下にして、その上に銅板 6 0 0 A を積み上げる。テーブル 8 上に銅板 6 0 0 A , 6 0 0 B を載置した後、作業者は溶接ガン 6 を銅板 6 0 0 A , 6 0 0 B の直上に移動させる。次いで、作業者は溶接ガン 6 を回転させて、溶接ガン 6 の先端に装備した片側電極 2 0 0 の内側電極 2 0 2 を銅板 6 0 0 A の逃がし孔 6 0 1 に挿入し、銅板 6 0 0 B に押し当てる。このとき、内側電極 2 0 2 の内側電極部 2 0 2 c に装着された絶縁性を有するリング 5 0 3 により、内側電極部 2 0 2 c の先端部分が銅板 6 0 0 A の板厚面に接触することがない。

20

【 0 0 5 7 】

テーブル 8 上に銅板 6 0 0 A , 6 0 0 B を重ねて載置し、溶接ガン 6 を所定位置まで持ってきた後、作業者は溶接ガン 6 のハンドル 6 B を握ってスイッチオンして溶接指令を出す。溶接ガン 6 から溶接指令が出力されると、溶接ガン 6 の上のエアシリンダ (図示略) が作動し、溶接ガン 6 の基端部側が上方へ引き上げられて、外側電極 2 0 1 が銅板 6 0 0 A を押圧し、内側電極 2 0 2 が銅板 6 0 0 B を押圧する。このとき、内側電極 2 0 2 が銅板 6 0 0 B に当たることによって銅板 6 0 0 B から抗力を受けるが、付勢部 5 0 5 にて付勢されるので、銅板 6 0 0 B に堅固に接触することになる。

30

【 0 0 5 8 】

外側電極 2 0 1 が銅板 6 0 0 A を押圧すると共に内側電極 2 0 2 が銅板 6 0 0 B を押圧した直後に溶接電流 i_w の供給が開始される。溶接電流 i_w は、図 1 4 に示すように、外側電極 2 0 1 銅板 6 0 0 A の各プロジェクション 6 0 2 銅板 6 0 0 B 内側電極 2 0 2 の経路で流れる。溶接電流 i_w が流れることで接触抵抗が最も高くなっている各プロジェクション 6 0 2 の部分で銅板 6 0 0 A 及び 6 0 0 B が熔融し、銅板 6 0 0 A と銅板 6 0 0 B が接合する。

40

【 0 0 5 9 】

外側電極 2 0 1 の可動部 2 0 1 b は、首を振るようにして円弧運動することから、可動部 2 0 1 b が銅板 6 0 0 A を押圧したときに 3 個のプロジェクション 6 0 2 が均等に加圧される。これにより、プロジェクション間の熔融状態の差が小さくなり、ばらつきの少ない溶接が可能となる。

【 0 0 6 0 】

なお、銅板 6 0 0 A に形成するプロジェクション 6 0 2 は、3 個に限定されるものではなく、任意である。

50

【 0 0 6 1 】

また、プロジェクション 6 0 2 の形状は製品の用途により、溶接裏面の外観品質を保つためには、小さなプロジェクションとし、溶接強度を優先するときは大きなプロジェクションとすればよい。

【 0 0 6 2 】

また、溶接する枚数は、2枚に限定されるものではなく、3枚以上の場合も有り得る。3枚の銅板を溶接する場合を例に挙げると、以下ようになる。

3枚の銅板の1枚を除く残りの銅板のそれぞれに対し、内側電極 2 0 2 が通過可能な大きさの逃がし孔 6 0 1 を形成するとともに、それぞれの一方の面の逃がし孔 6 0 1 の外側周囲に同心円に沿って3個のプロジェクション 6 0 2 を形成し、その後、逃がし孔 6 0 1 及びプロジェクション 6 0 2 を形成していない銅板を最下位にし、その面上に逃がし孔 6 0 1 及びプロジェクション 6 0 2 を形成した全ての銅板を、それぞれのプロジェクション 6 0 1 の形成面を下に向けるとともに、それぞれの逃し孔 6 0 1 の中心同士が一致するように順次積み重ねて行き、全ての銅板を積層した後、逃がし孔 6 0 1 を形成した全ての銅板の逃がし孔 6 0 1 に内側電極 2 0 2 の先端部分を挿入加圧するとともに、外側電極 2 0 1 から内側電極 2 0 2 へ流れる方向で溶接電流の供給を開始し、15ミリ秒以内で最大値となり、かつ50ミリ秒以下の通電時間で溶接が完了するように制御する。

【 0 0 6 3 】

このように、本実施形態に係る溶接装置 1 によれば、短時間に大電流の供給を可能とする溶接トランス 1 0 を有するとともに、水平方向への移動が可能であって、下側電極を必要とせず一方向からの溶接を可能とした片側電極 2 0 0 が装着された溶接ガン 6 を有するので、片面に保護シートが貼られた被溶接物を溶接する場合に、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼けや歪が殆ど発生することなく溶接を行うことができ、また片面塗装された被溶接物を溶接する場合には、焼けや熱変色が殆ど発生することなく溶接を行うことができる。即ち、被溶接物の裏面の美観を損なうことなく溶接を行うことができる。また、短時間で溶接が完了することから省電力化も図れる。さらに、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数個のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差を低減でき、接合不良を起こすことなく常に確実な接合が可能となる。

【 0 0 6 4 】

また、水平方向への移動を可能とする溶接ガン 6 は、上面に開口部を有し、該開口部の周縁から内側に延びる延設部を有する箱体の該延設部の直下部分で溶接を行うような場合、前記延設部があっても容易に溶接を行うことができる。

【 0 0 6 5 】

なお、本発明を特定の実施形態を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

本発明は、大電流を短時間通電するための制御を可能とし、被溶接物を溶接したときに、該被溶接物の裏面に圧痕や熱による焼け、歪が生じることがなく、また効率の良い電力制御を行って省電力化が図れ、さらに、片側電極を被溶接物に当てた際に、予め被溶接物に形成された複数個のプロジェクション（突起）に対する外側電極の加圧力の差を低減でき、接合不良を起こすことなく常に確実な接合が可能となるといった効果を有し、スポット溶接への適用が可能である。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

- 1 溶接装置
- 2 冷却ユニット
- 3 電源ユニット
- 4 支持ポスト
- 5 支持アーム

10

20

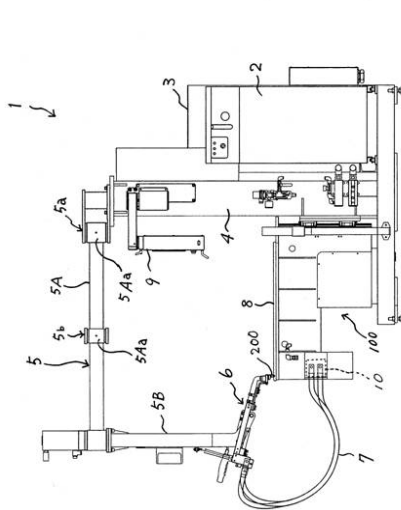
30

40

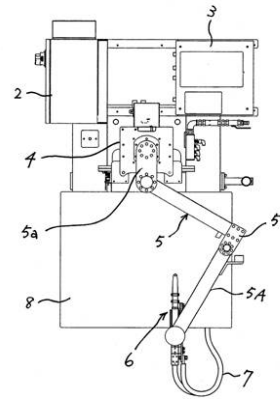
50

5 A	水平アーム部	
5 a	基端部	
5 b	中間部	
5 A a	駆動軸	
5 B	垂直アーム部	
6	溶接ガン	
7	導電ケーブル	
8	テーブル	
9	溶接条件設定器	
1 0	溶接トランス	10
1 2	溶接トランスの 1 次コイル	
1 4	溶接トランスの 2 次コイルの正側コイル	
1 5	溶接トランスの 2 次コイル	
1 6	溶接トランスの 2 次コイルの負側コイル	
1 8	第 1 整流素子	
2 0	第 2 整流素子	
2 2	溶接トランスのプラス電極	
2 4	溶接トランスのマイナス電極	
8 2	溶接制御回路	
8 3	インバータ回路	20
1 0 0	テーブル駆動部	
2 0 0	片側電極	
2 0 1	外側電極	
2 0 1 a	固定部	
2 0 1 b	可動部	
2 0 2	内側電極	
2 0 2 a	ねじ部	
2 0 2 b	フランジ	
2 0 2 c	内側電極部	
2 0 3	内側電極固定部	30
3 0 0	シャンクホルダ	
4 0 0	ブスバー導電体	
4 5 0	受電設備	
6 0 0 A , 6 0 0 A	被溶接物	
6 0 1	逃がし孔	
6 0 2	プロジェクション	

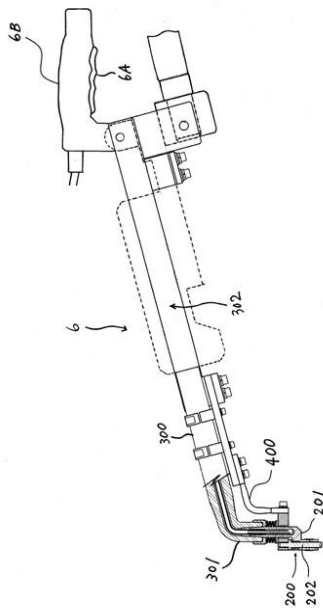
【図 1】



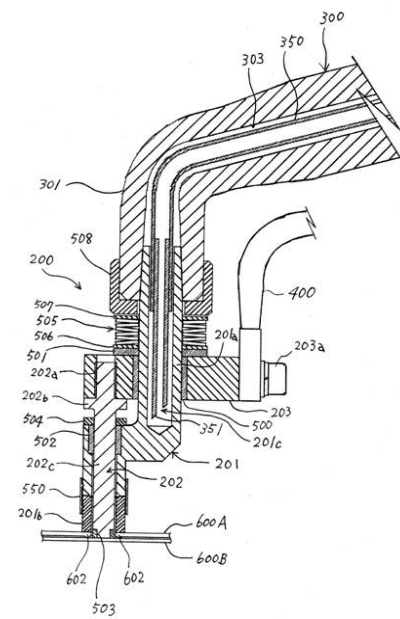
【図 2】



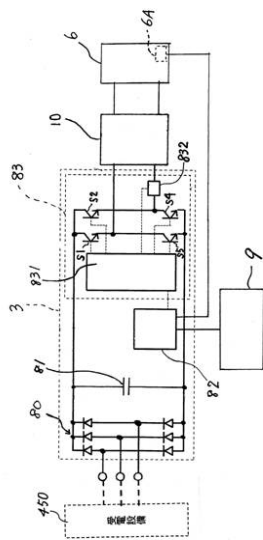
【図 3】



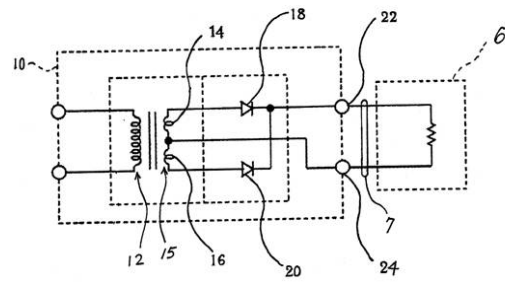
【図 4】



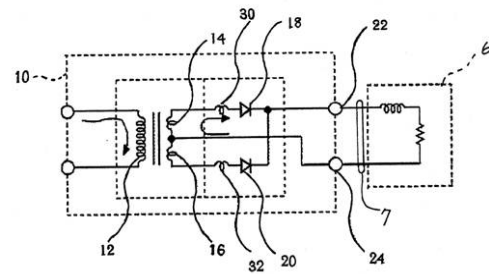
【 図 5 】



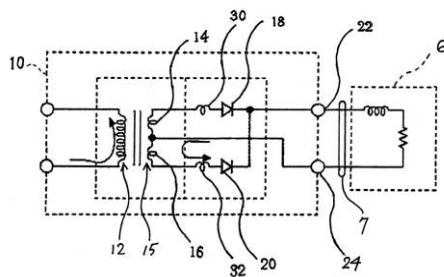
【 図 6 】



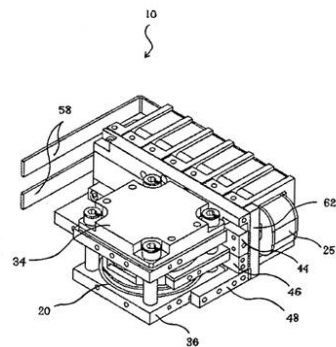
【 図 7 】



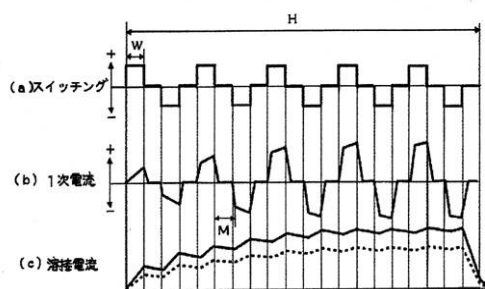
【圖 8】



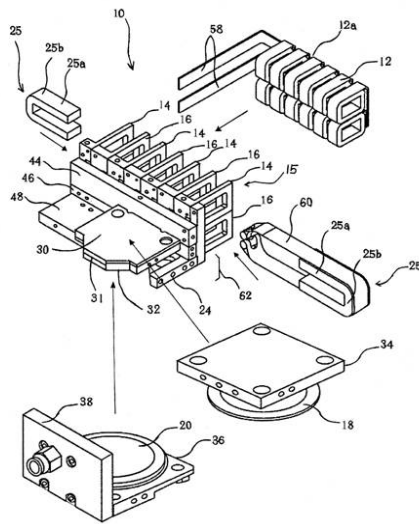
【 図 1 0 】



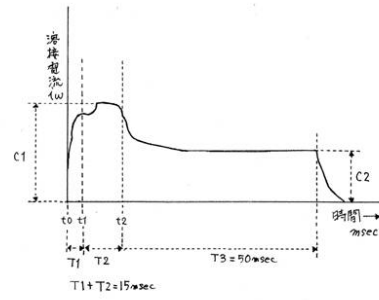
【 図 9 】



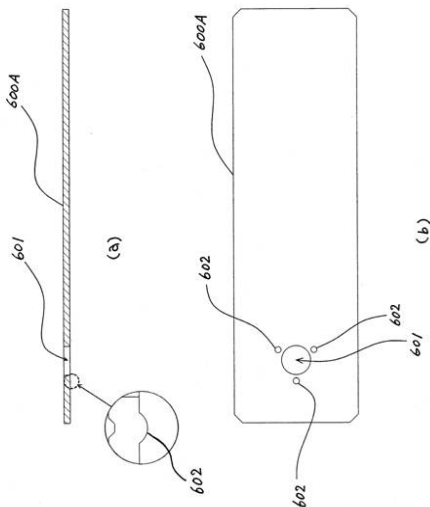
【図 1 1】



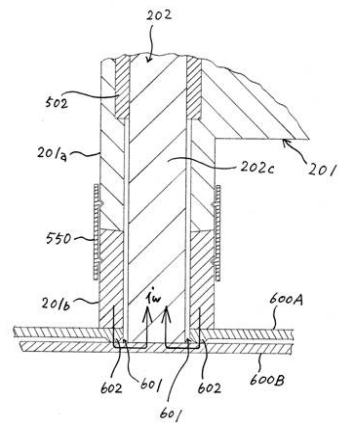
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 M 7/48 (2007.01) H 0 2 M 7/48 E

(72)発明者 小野田 幸徳
神奈川県相模原市中央区田名4 0 2 0 番地4 株式会社向洋技研内

審査官 柏原 郁昭

(56)参考文献 特開昭5 0 - 0 6 2 1 5 3 (J P , A)
特開2 0 1 5 - 0 3 9 7 1 0 (J P , A)
特開昭5 8 - 0 7 4 2 8 9 (J P , A)
特開2 0 1 3 - 1 7 9 2 0 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 K 1 1 / 3 0
B 2 3 K 1 1 / 1 1
B 2 3 K 1 1 / 1 4
B 2 3 K 1 1 / 2 4
H 0 2 M 3 / 2 8
H 0 2 M 7 / 4 8