

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-296964

(P2005-296964A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.⁷

B23K 11/04

F I

B23K 11/04 1 O 1

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-112850 (P2004-112850)

(22) 出願日 平成16年4月7日(2004.4.7)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(74) 代理人 100107892

弁理士 内藤 俊太

(74) 代理人 100105441

弁理士 田中 久喬

(72) 発明者 上之 俊昭

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社
技術開発本部内

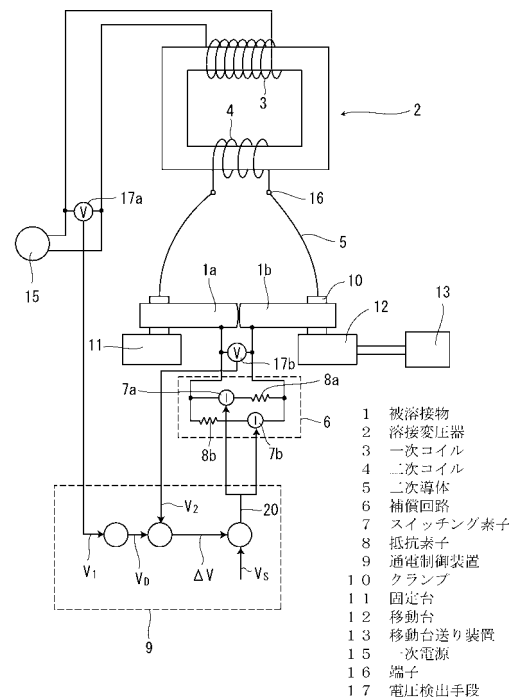
(54) 【発明の名称】 フラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置

(57) 【要約】

【課題】 フラッシュ溶接中に発生するアークを適切に制御し、突合せ端面に形成されるクレタの発生を防止し、端面に様な溶融層を形成することのできるフラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置を提供する。

【解決手段】 溶接電源出力側の2端子を2つの被溶接物1とそれぞれ結合して2つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、2つの被溶接物間を補償回路6を介して結合し、被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧 V_D とし、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_D との差の絶対値(差電圧 V)が予め定めた閾値 V_S を超えたときは、補償回路6を通して電流を流すことによって差電圧 V を閾値電圧 V_S 以下とすることを特徴とするフラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、2 つの被溶接物間を補償回路を介して結合し、被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧とし、被溶接物間の電圧と基準電圧との差の絶対値（以下「差電圧」という。）が予め定めた閾値を超えたときは、補償回路を通して電流を流すことによって差電圧を閾値電圧以下とすることを特徴とするフラッシュ溶接方法。

【請求項 2】

前記補償回路は、前記差電圧が閾値を超えたときに導通するスイッチング素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載のフラッシュ溶接方法。 10

【請求項 3】

溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、前記出力側の各端子とその端子と結合した被溶接物の溶接側端部付近との間を、補償回路を介して結合し、該補償回路のスイッチング素子は、スイッチング素子両端の電圧が予め定めた閾値を超えたときに導通することを特徴とするフラッシュ溶接方法。

【請求項 4】

溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接装置において、2 つの被溶接物間を結合する補償回路を有し、被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧とし、前記補償回路は、被溶接物間の電圧と基準電圧との差の絶対値（差電圧）が予め定めた閾値を超えたときに電流を流し、これによって差電圧を閾値電圧以下とすることを特徴とするフラッシュ溶接装置。 20

【請求項 5】

前記補償回路は、前記差電圧が閾値を超えたときに導通するスイッチング素子を有することを特徴とする請求項 4 に記載のフラッシュ溶接装置。

【請求項 6】

溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接装置において、前記出力側の各端子とその端子と結合した被溶接物の溶接側端部付近との間を介して結合する補償回路を有し、該補償回路のスイッチング素子は、スイッチング素子両端の電圧が予め定めた閾値を超えたときに導通することを特徴とするフラッシュ溶接装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

フラッシュ溶接は、2 つの被溶接物の突合せ端面を適切な速度で接近させ、局部的な接触部を生じさせることにより、高電流密度の短絡電流により抵抗発熱させ、接触短絡部の溶融破断に伴い発生するアークで局部的集中加熱をさせる。この短絡・アーク、主にアークによって端面の溶融金属が飛散するフラッシングが起こり、このフラッシングによって端面全体の温度を上昇させ（フラッシュ過程）、突合せ端面の全面にほぼ一様な溶融層を形成させた時点で、急速に加圧・変形を加えて溶接部を形成する（アプセット過程）溶接法である。フラッシュ溶接については、例えば非特許文献 1 に詳しく記載されている。 40

【0003】

フラッシュ溶接において、溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合し、両者間に電圧を印加している。フラッシュ過程においては、被溶接物の突合せ端面の一点において被溶接物同士が接触すると、この接触部には高電流密度の短絡電流が流れる。 50

この短絡電流による抵抗発熱で、接触短絡部は急速に加熱されて溶融にいたり、端面間には溶融ブリッジが形成される。次に、溶融ブリッジはそこを流れる短絡電流がもたらすピンチ力によって破断され、アークが発生する。このアーク点孤時に衝撃的な部分的圧力上昇を生じ、周辺のガスや金属蒸気を急膨張させ、付近の溶融金属は吹き飛ばされることになる。その結果、端面には溶融金属が残存するが、一部は金属粒子となって飛散する。これをフラッシングと呼ぶ。

【 0 0 0 4 】

フラッシュ過程において、突合せ端面に一樣な溶融層を形成する上で、アーク発熱は主要な働きをしている。一方で、アークはそのアーク力により端面溶融金属を吹き飛ばすので、熱損失をもたらし、かつ溶融金属を過剰に吹き飛ばして端面にクレータを形成することとなる。端面にクレータが形成されると、いわゆるペネトレータと呼ばれる内部欠陥が生じやすいといわれている。フラッシュ過程においては、端面は比較的なめらかでかつ端面全面にほぼ均一に溶融層が見られる状態に近づけることが重要で、このようにするには、アークを適切に制御する必要がある。

10

【 0 0 0 5 】

フラッシュ過程において被溶接物端面接触部の短絡が破れてアークが発生するとき、アークの大きさは、溶接電源出力側と被溶接物との間に形成される二次側の無負荷電圧および電源回路の誘導リアクタンスの影響を受ける。誘導リアクタンスが大きいほど、アーク発生によって形成されるクレータは深くなり、継ぎ手破面で観察される欠陥（フラットスポットなど）の占める面積が増大する傾向にある。

20

【 0 0 0 6 】

溶接電源として交流電源を用いる場合、図 2 に示すように、電源回路の誘導リアクタンスは、電源変圧器の誘導リアクタンス X_T 、および二次側導体の幾何学的配置によって定まる誘導リアクタンス X_C に分けられるが、一般にフラッシュ溶接装置では、電源変圧器の誘導リアクタンスは大きい値であり、これを直接小さな値に改変することは困難である。そのため、二次側導体の幾何学的配置を工夫し、幾何学的配置によって定まる二次導体の誘導リアクタンス X_C を低減することによってアークの適切化が図られているが限度があり、アークの適切化は十分には図られていない。

【 0 0 0 7 】

【非特許文献 1】溶接学会編「溶接・接合便覧」第 4 2 8 ~ 4 3 4 ページ

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明は、フラッシュ溶接中に発生するアークを適切に制御し、突合せ端面に形成されるクレータの発生を防止し、端面に一樣な溶融層を形成することのできるフラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置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】

【 0 0 0 9 】

即ち、本発明の要旨とするところは以下の通りである。

(1) 溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物 1 とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、2 つの被溶接物間を補償回路 6 を介して結合し、被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧 V_0 とし、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_0 との差の絶対値（以下「差電圧 V 」という。）が予め定めた閾値 V_s を超えたときは、補償回路 6 を通して電流を流すことによって差電圧 V を閾値電圧 V_s 以下とすることを特徴とするフラッシュ溶接方法。

40

(2) 補償回路 6 は、差電圧 V が閾値 V_s を超えたときに導通するスイッチング素子を有することを特徴とする請求項 1 に記載のフラッシュ溶接方法。

(3) 溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、出力側の各端子 1 6 付近とその端子と

50

結合した被溶接物 1 の溶接側端部付近との間を、補償回路 6 を介して結合し、補償回路 6 のスイッチング素子 7 は、スイッチング素子両端の電圧が予め定めた閾値を超えたときに導通することを特徴とするフラッシュ溶接方法。

【0010】

(4) 溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接装置において、2 つの被溶接物間を結合する補償回路 6 を有し、被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧 V_0 とし、補償回路 6 は、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_0 との差の絶対値 (差電圧 V) が予め定めた閾値 V_s を超えたときに電流を流し、これによって差電圧を閾値電圧以下とすることを特徴とするフラッシュ溶接装置。

10

(5) 補償回路 6 は、差電圧 V が閾値 V_s を超えたときに導通するスイッチング素子 7 を有することを特徴とする請求項 4 に記載のフラッシュ溶接装置。

(6) 溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接装置において、前記出力側の各端子 16 とその端子と結合した被溶接物 1 の溶接側端部付近との間を介して結合する補償回路 6 を有し、補償回路 6 のスイッチング素子 7 は、スイッチング素子両端の電圧が予め定めた閾値を超えたときに導通することを特徴とするフラッシュ溶接装置。

【発明の効果】

【0011】

本発明のフラッシュ溶接方法及びフラッシュ溶接装置は、溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して形成される溶接回路に補償回路を挿入し、アーク発生時に余剰の電流をこの補償回路を経由して流すことによりアークを適切に制御し、突合せ端面に形成されるクレータの発生を防止し、端面に一樣な溶融層を形成することを可能にする。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

フラッシュ溶接電源としては交流電源と直流電源とがあり、本発明は交流・直流のいずれの場合にも適用することができる。以下、交流電源を用いた場合を例にとって説明を行う。

【0013】

フラッシュ溶接装置は、図 1 に示すように被溶接物 1 を突合せ状態に設定する固定台 11 と移動台 12、および移動台 12 を前進させ、かつ被溶接物 1 に加圧力を加える移動台送り装置 13、電力を供給する溶接変圧器 2 と通電制御装置 9 から構成される。

30

【0014】

溶接変圧器 2 の一次コイル 3 には 440 V 程度の交流電圧が印加され、この結果として溶接変圧器の二次側 (二次コイル 4) に二次電圧として 8 V 程度の交流電圧が生成される。被溶接物 1 を固定台 11 と移動台 12 にそれぞれ固着するためのクランプ 10 が電極を兼ね、2 個の被溶接物 1 をそれぞれ固定台 11 と移動台 12 に固着した後、被溶接物 1 に溶接変圧器 2 の二次電圧が印加される。

【0015】

本発明の第 1 の実施の形態においては、図 1 に示すように、2 つの被溶接物 (1a、1b) 間を補償回路 6 を介して結合する。そして被溶接物間に印加する出力電圧と同じ位相を有し無負荷時と同じ電圧波形の電圧を基準電圧 V_0 とし、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_0 との差の絶対値 (差電圧 V) が予め定めた閾値 V_s を超えたときは、補償回路 6 を通して電流を流す。

40

【0016】

ここで、上記基準電圧 V_0 とは、無負荷時における二次電圧に等しい電圧である。一方、被溶接物間の短絡電流が破断されたときには、被溶接物間に誘導起電力が発生し、この誘導起電力に基づいてアークが点孤される。誘導起電力が発生したとき、被溶接物間の電圧は基準電圧と誘導起電力とが足し合わされた電圧となる。即ち、上記差電圧 V が、誘

50

導起電力を意味することとなる。そこで、上記のように差電圧 V が予め定めた閾値 V_s を超えたときに補償回路 6 を通して電流を流すようにしてやれば、誘導起電力に起因する電流の一部が補償回路 6 を通じて流れ、残りの電流が被溶接物間を流れてアークを形成することとなる。そして、これによって差電圧を閾値電圧以下とすれば、アークの強度を閾値電圧で規定される強度以下とすることができ、アークを適切に制御してクレータの生成を防止することができるのである。

【0017】

基準電圧 V_0 は、溶接変圧器 2 に一次電圧を供給している一次電源 15 において電圧検出手段 17a によって（無負荷の）一次電圧 V_1 を検出し、この一次電圧 V_1 に溶接変圧器 2 の二次電圧と一次電圧との比をかけることによって生成することができる。

10

【0018】

次に被溶接物間の電圧 V_2 を検出し、基準電圧 V_0 との差の絶対値（差電圧 V ）を算出する。差電圧 V が予め定めた閾値 V_s を超えたときに、補償回路 6 に対して指令を発し、補償回路 6 を通じて被溶接物間に電流を流す。補償回路 6 における電流のオン・オフは、スイッチング素子 7 によることとすると好ましい。このとき補償回路 6 は、差電圧が閾値を超えたときに導通するスイッチング素子 7 を有することとなる。被溶接物間に流れる電流は、補償回路 6 においてスイッチング素子 7 と直列に接続する抵抗素子 8 の抵抗値によって調整することができる。抵抗素子 8 の抵抗値が低いほど、アーク発生時に補償回路 6 を流れる電流が多くなり、アークの強度が弱くなる。

【0019】

20

補償回路内にスイッチング素子 7 と抵抗素子 8 との直列回路を 2 組並列に配置することができる。被溶接物間の電圧と基準電圧との差がプラスで閾値を超えたときに第 1 のスイッチング素子 7a を導通し、被溶接物間の電圧と基準電圧との差がマイナスでその絶対値が閾値を超えたときに第 2 のスイッチング素子 7b を導通するようにすれば、結果として差電圧が閾値を超えたときに補償回路を通して電流を流すことが可能となる。

【0020】

基準電圧 V_0 の生成、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_0 との対比および差電圧 V の算出、補償回路 6 のスイッチング素子 7 への指令などは、フラッシュ溶接装置の通電制御装置 9 内において行うことができる。

【0021】

30

本発明の第 2 の実施の形態においては、図 3 (a) に示すように、溶接電源出力側の 2 端子を 2 つの被溶接物とそれぞれ結合して 2 つの被溶接物間をフラッシュ溶接するフラッシュ溶接方法において、出力側の各端子 16 とその端子と結合した被溶接物 1 の溶接側端部付近との間を、補償回路 6 を介して結合し、補償回路 6 のスイッチング素子 7 は、スイッチング素子両端の電圧が予め定めた閾値を超えたときに導通することを特徴とする。

【0022】

前述のとおり、溶接電源として交流電源を用いる場合、電源回路の誘導リアクタンスは、溶接変圧器の誘導リアクタンス X_T 、および二次側導体の幾何学的配置によって定まる二次導体の誘導リアクタンス X_C に分けられる。これら誘導リアクタンスの総合的な効果としてアークの強度および持続時間が定まる。ここにおいて、二次側導体の幾何学的配置によって定まる二次導体の誘導リアクタンス X_C に起因する誘導起電力分のみを低減することによっても、アークを弱めることが可能である。

40

【0023】

上記本発明の第 2 の実施の形態においては、図 3 (b) に示すように、溶接電源出力側の端子 16a と被溶接物 1a との間の二次側導体 5 が有する誘導リアクタンス X_{Ca} に起因する誘導起電力を補償回路 6a で検出し、この起電力が予め定めた閾値を超えたときに導通するので、二次側導体 5a が有する誘導リアクタンスに起因する誘導起電力に基づく電流が補償回路内に流れ、結果として被溶接物間のアークを弱めることが可能となる。溶接電源出力側の端子 16b と被溶接物 1b との間の二次側導体 5b が有する誘導リアクタンス X_{Cb} に起因する誘導起電力に基づく電流も同様に補償回路 6b に流れ、結果として

50

被溶接物間のアークを弱めることが可能となる。

【0024】

第2の実施の形態において、補償回路6のスイッチング素子7としてバリスタを用いることとすると好ましい。バリスタは電圧によって抵抗値が非直線的に変化する抵抗体であり、その特性を適正に選択することにより、バリスタ両端の電圧が上記閾値を超えたときに電流を流す制御を行わせることができる。バリスタの特性が対称性を有するときには各被溶接物毎の補償回路内に1個のバリスタを用いたスイッチング素子を有することとすればよい。バリスタの特性が非対称性である場合には、補償回路内に2個のバリスタを並列に配置することによって対称性を実現することができる。

【0025】

本発明は、電圧波形が正弦波状の通常の交流電源を用いる場合の他、電源波形が矩形波その他の正弦波以外の波形であっても用いることができる。また、溶接電源として直流電源を用いる場合であっても適用することが可能である。

【実施例】

【0026】

溶接変圧器の一次電圧が440V、二次電圧が13Vの溶接変圧器を用いるフラッシュ溶接装置において、本発明を適用した。フラッシュ溶接装置は、被溶接物を突合せ状態に設定する固定台と移動台、および移動台を前進させ、かつ被溶接物に加圧力を加える移動台送り装置、電力を供給する溶接変圧器と通電制御装置から構成される。溶接変圧器の二次側端子とクランプとが結線されており、被溶接物をクランプで固着することによって2つの二次側端子と2個の被溶接物とがそれぞれ結線される。

【0027】

(実施例1)

図1に示すように、2つの被溶接物1間を補償回路6を介して結合する本発明を実施した。

【0028】

補償回路6は、スイッチング素子7と抵抗素子8との直列回路を2組並列に配置している。スイッチング素子7としてはIGBT素子を用いた。抵抗素子8の抵抗値は、溶接後の被溶接部の曲げ試験結果が最良になる様に定める。補償回路6の両端を2つの被溶接物1にそれぞれ接続する。接続場所は被溶接物が溶接時に軟化する範囲の外側でできるだけ両端の接続点の距離が小さい所とした。

【0029】

スイッチング素子7のオンオフは、通電制御装置9からの指令によってなされる。通電制御装置においては、まず基準電圧 V_0 を生成する。基準電圧 V_0 は、溶接変圧器2に一次電圧を供給している電源と同じ一次電源15において無負荷状態における一次電圧 V_1 を電圧検出手段17aによって検出し、この一次電圧 V_1 に溶接変圧器の二次電圧と一次電圧との比をかけることによって生成する。一次電圧波形を溶接変圧器の巻き数比を割ることによって基準電圧を定めることもできる。被溶接物間の電圧 V_2 を、被溶接物に接続した補償回路の両端電圧として電圧検出手段17bによって検出する。次に、被溶接物間の電圧 V_2 と基準電圧 V_0 との差を検出し、差の値がプラスで閾値 V_s を超えたときに第1のスイッチング素子7aを導通し、被溶接物間の電圧と基準電圧との差がマイナスでその絶対値が閾値を超えたときに第2のスイッチング素子7bを導通するように、通電制御装置9からスイッチング素子7にオン・オフ指令20を発する。これにより、差電圧 V (被溶接物間の電圧と基準電圧との差の絶対値)が閾値 V_s を超えたときに補償回路6を通して電流を流すことができる。なお、閾値電圧 V_s を3Vとした。

【0030】

これにより、差電圧が閾値電圧を超えるアーク発生時に、電流の一部を補償回路側に流すことにより、差電圧を閾値電圧以下とすることができる。結果を図4に示す。図4は、横軸が時間、縦軸が被溶接物間の電圧を示す。アークが生成された2ヶ所(図中印)の時間において、被溶接物間のピーク電圧が基準電圧+3V以下に収まっていることがわか

10

20

30

40

50

る。

【0031】

この結果、溶接中のフラッシュ過程において突合せ端面にクレータが形成されず、端面に一樣な溶融層を形成することができた。

【0032】

(実施例2)

図3(a)に示すように、出力側の各端子とその端子と結合した被溶接物の溶接側端部付近との間を、補償回路6を介して結合する本発明を実施した。

【0033】

補償回路6はスイッチング素子7と抵抗素子8との直列回路とし、スイッチング素子7としてバリスタを使用した。バリスタの導通電圧が1.5Vのものを使用した。補償回路6は、溶接変圧器2の二次側端子16と被溶接物1との間に接続し、2個の二次側端子と2個の被溶接物の双方にそれぞれ補償回路6を接続した。非溶接部側における接続場所は、被溶接物が溶接時に軟化する範囲の外側でできるだけ両端の接続点の距離が小さい所とした。

【0034】

これにより、アーク発生時において、溶接変圧器の二次側端子16と被溶接物1との間の二次導体5の部分で発生する1.5V以上の誘導起電力については、その誘導起電力に起因する電流は補償回路6を流れることとなり、非溶接物間で発生するアークを弱めることができた。結果を図5に示す。図5は、横軸が時間、縦軸が被溶接物間の電圧を示す。アークが生成された2ヶ所(図中印)の時間において、被溶接物間のピーク電圧が基準電圧+3V以下に収まっていることがわかる。

【0035】

この結果、溶接中のフラッシュ過程において突合せ端面にクレータが形成されず、端面に一樣な溶融層を形成することができた。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の補償回路を有するフラッシュ溶接装置を示す概略図である。

【図2】フラッシュ溶接装置の回路が有するリアクタンスを示す概略図である。

【図3】本発明の補償回路を有するフラッシュ溶接装置を示す図であり、(a)は概略図、(b)は回路図である。

【図4】本発明適用時における被溶接物間の電圧の時間変化を示す図である。

【図5】本発明適用時における被溶接物間の電圧の時間変化を示す図である。

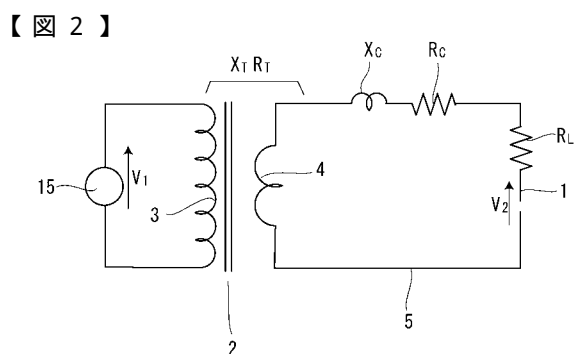
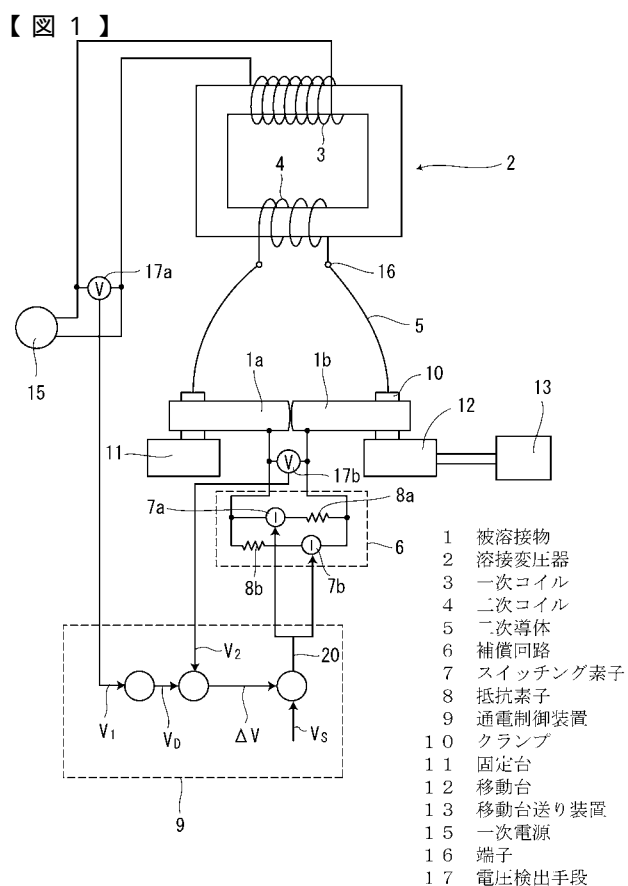
【符号の説明】

【0037】

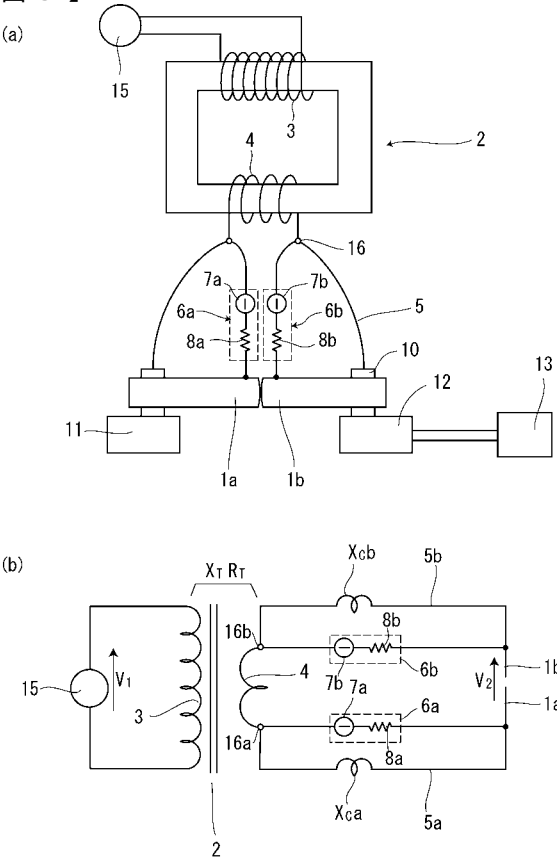
- 1 被溶接物
- 2 溶接変圧器
- 3 一次コイル
- 4 二次コイル
- 5 二次導体
- 6 補償回路
- 7 スwitchング素子
- 8 抵抗素子
- 9 通電制御装置
- 10 クランプ
- 11 固定台
- 12 移動台
- 13 移動台送り装置
- 15 一次電源
- 16 端子

1 7	電圧検出手段
2 0	オン・オフ指令
V_D	基準電圧
V_1	一次電圧
V_2	被溶接物間電圧
V	差電圧
V_S	閾値電圧
X_T	溶接変圧器の誘導リアクタンス
R_T	溶接変圧器の純抵抗
X_C	二次導体の誘導リアクタンス
R_C	二次導体の純抵抗
R_L	被溶接物の純抵抗

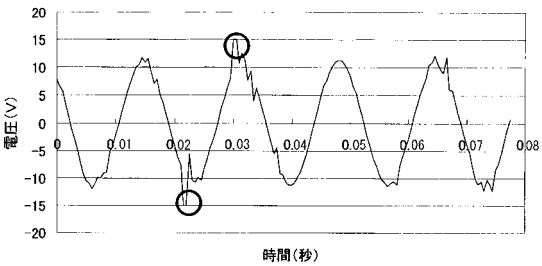
10



【図 3】



【図 4】



【図 5】

