

(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2004-114092

(P2004-114092A)

(43) 公開日 平成16年4月15日 (2004. 4. 15)

(51) Int. Cl.⁷

B23K 13/01

H05B 6/10

F1

B23K 13/01

H05B 6/10 381

テーマコード (参考)

3K059

審査請求 未請求 請求項の数 5 . O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-280807 (P2002-280807)
 (22) 出願日 平成14年9月26日 (2002. 9. 26)

(71) 出願人 396020800
 科学技術振興事業団
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (71) 出願人 000150202
 株式会社中央製作所
 愛知県名古屋市瑞穂区内浜町24番1号
 (74) 代理人 100078101
 弁理士・綿貫 達雄
 (74) 代理人 100059096
 弁理士 名嶋 明郎
 (74) 代理人 100085523
 弁理士 山本 文夫
 (72) 発明者 相澤 友勝
 東京都日野市南平1-34-11 ロイヤ
 ルシャトー高層不動315

最終頁に続く

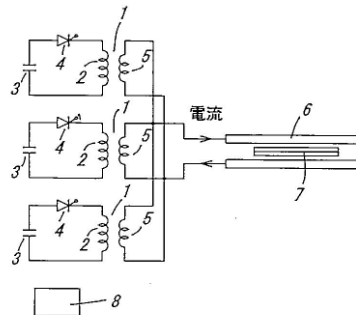
(54) 【発明の名称】 半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体スイッチを使用し、接点の損傷、消耗、騒音の発生等のない半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置を提供する。

【解決手段】 重ねて置いた金属薄板に磁束発生コイルの発生する磁束を加えることにより渦電流と電磁力を発生させ、金属薄板をシーム溶接する、電磁溶接装置であって、複数の溶接トランス1、1を設けてその二次巻線5、5を並列に接続したうえ磁束発生コイル6に接続し、各溶接トランス1、1の一次巻線2、2はそれぞれ半導体スイッチ4、4を介してコンデンサ3、3に接続し、各半導体スイッチ4、4を同時に閉路して各コンデンサ3、3に蓄積された電荷を各溶接トランス1、1の一次巻線2、2を通して放電させる半導体スイッチ4、4の制御装置8を設けた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高密度の磁束を発生する幅の狭い磁束発生コイルを備え、重ねて置いた金属薄板に磁束発生コイルの発生する磁束を加えることにより渦電流と電磁力を発生させ、その渦電流と電磁力を利用して金属薄板をシーム溶接する、半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置であって、複数の溶接トランスを設けてその二次巻線を並列に接続したうえ磁束発生コイルに接続し、各溶接トランスの一次巻線はそれぞれ半導体スイッチを介してコンデンサに接続し、各半導体スイッチを同時に閉路して各コンデンサに蓄積された電荷を各溶接トランスの一次巻線を通して放電させる半導体スイッチの制御装置を設けたことを特徴とする半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置。

10

【請求項 2】

高密度の磁束を発生する幅の狭い磁束発生コイルを備え、重ねて置いた金属薄板に磁束発生コイルの発生する磁束を加えることにより渦電流と電磁力を発生させ、その渦電流と電磁力を利用して金属薄板をシーム溶接する、半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置であって、複数の一次巻線を備えた溶接トランスを設け、該溶接トランスの 1 個又は複数の二次巻線は前記複数の一次巻線に共通のものとして二次巻線の一部を磁束発生コイルとし、各一次巻線はそれぞれ半導体スイッチを介してコンデンサに接続し、各半導体スイッチを同時に閉路して各コンデンサに蓄積された電荷を各溶接トランスの一次巻線を通して放電させる半導体スイッチの制御装置を設けたことを特徴とする半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置。

20

【請求項 3】

二次巻線を 1 個とし、該二次巻線の 1 つの面に幅の狭い磁束発生コイルを一体に設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置。

【請求項 4】

二次巻線を 2 個とし、該 2 個の二次巻線を巻線軸が平行になるように配置し、二次巻線の互いに相対する面に幅の狭い磁束発生コイルをそれぞれ一体に設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置。

【請求項 5】

二次巻線の空間を導体で充填したことを特徴とする請求項 4 に記載の半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金属薄板を電磁力によって溶接する電磁溶接機であって、半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】特開平 11-192562 号公報

【0003】

アルミニウムなどの金属薄板を容易にシーム溶接する方法として、本願発明者の 1 名が考えた特開平 11-192562 のような電磁溶接法がある。この電磁溶接法は図 9 及び図 10 に示すように、スイッチ 9 を介してコンデンサ 10 に接続された一回巻の磁束発生コイル 6 の間に被溶接物 7 として 2 枚の金属薄板を重ねて置き、図示しないコンデンサ充電電源装置によりコンデンサ 10 を充電した後スイッチ 9 を閉じて磁束発生コイル 6 にコンデンサ 10 の放電電流を流して溶接するものである。すなわち、磁束発生コイル 6 にコンデンサ 10 の放電電流が流れると発生する磁束は図 11 に示すように金属薄板に鎖交し、金属薄板に渦電流が流れ同時に金属薄板の重ねた部分を押圧する電磁力が働いてシーム溶接されるものである。

40

【0004】

50

この電磁溶接法では、例えば磁束発生コイル 6 を厚さ 10 mm、幅 5 mm のクロム銅製導体板により構成し、板厚 0.5 ~ 1 mm のアルミニウム薄板 5 を、長さ 100 mm に亘ってシーム溶接する場合には、必要な溶接電流の最大値が 150 ~ 200 kA、コンデンサ 10 に蓄積すべきエネルギーは 2 ~ 4 kJ となる。このパルス大電流はスイッチ 9 を通して直接磁束発生コイル 6 に流すものであるが、このような大電流のスイッチングには半導体スイッチを使用することができず、放電ギャップスイッチが使用されていた。ところが放電ギャップスイッチには接点の損傷、消耗、電極周囲の絶縁物の劣化などがあって連続使用に制限があり、動作時に衝撃音等の騒音を発生するという問題があった。

【0005】

こうした問題を解決するためには溶接トランスを使用することが考えられる。例えば、巻数比 10 : 1 の溶接トランス 21 を使用すれば、溶接トランス 21 の一次巻線側では電流値が 1 / 10 の 15 ~ 20 kA になる。電流値がこの程度に下がれば、図 12 に示すようにコンデンサ 23 及び半導体スイッチ 24 を並列にして使用することが可能となる。また、巻数比をさらに大きくして一次巻線側の電流値を下げ、電圧を高くして図 13 に示すようにコンデンサ 23 及び半導体スイッチ 24 を直列にして使用することも可能となる。溶接トランス 21 の損失を無視すれば、磁束発生コイル 6 に流れる電流は 150 ~ 200 kA のままであり、溶接トランス 21 を使用しない図 9 の場合と同様シーム溶接が可能となる管である。

【0006】

溶接トランスを使用する場合、一次巻線と二次巻線との間の電磁結合が悪いと漏れ磁束が生じ、磁束発生コイル側への電磁エネルギー伝達時に損失が生じる。従来、一般のトランスでは鉄芯を使用して一次巻線と二次巻線との間の電磁結合を高めている。しかし、電磁溶接法では電流値が大きく、その時間的変化が速いため鉄芯が飽和し、鉄芯を使用することは不可能である。鉄芯に代わる高周波用の磁心も考えられるが、大電力用としては適当なものが存在しない。したがって、鉄芯、磁心なしで溶接トランスの一次巻線と二次巻線との間の電磁結合を高める必要があり、実際に溶接トランスを使用することは困難であった。

【0007】

このようなことから、本願発明者の 1 名は溶接トランス一次巻線の内側に磁束発生用コイルとトランス 2 次巻線とを一体化させて配置する装置および溶接法を考え、特願 2001-118864 として出願中である。この発明は、磁束発生用コイルとトランス 2 次巻線とを一体化させることで溶接トランスを別途設ける必要をなくし、漏れ磁束の問題を解決したものである。

【0008】

ところが、溶接トランスの問題は解決されてもコンデンサ及び半導体スイッチは並列もしくは直列とする必要があり、コンデンサ及び半導体スイッチを並列にした場合には各並列枝路に電流を均等に分散させることが困難であるという問題があった。さらに、このコンデンサ及び半導体スイッチを並列にした場合、直列にした場合のいずれの場合にも、インダクタンスの大きい溶接トランスの一次巻線に全ての電流すなわち大きなエネルギーが集中することになり、電磁溶接ではこの集中した電流で生じる高密度磁束の時間的変化が速いため大きな電圧が誘起され、半導体スイッチの保護対策が容易でないという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の問題点を解決し、放電ギャップスイッチに替えて半導体スイッチを使用し、接点の損傷、消耗、騒音の発生等のない半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置を提供するた

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の問題点を解決するためになされた請求項 1 の発明は、高密度の磁束を発生する幅の狭

10

20

30

40

50

い磁束発生コイルを備え、重ねて置いた金属薄板に磁束発生コイルの発生する磁束を加えることにより渦電流と電磁力を発生させ、その渦電流と電磁力を利用して金属薄板をシーム溶接する、半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置であって、複数の溶接トランスを設けてその二次巻線を並列に接続したうえ磁束発生コイルに接続し、各溶接トランスの一次巻線はそれぞれ半導体スイッチを介してコンデンサに接続し、各半導体スイッチを同時に閉路して各コンデンサに蓄積された電荷を各溶接トランスの一次巻線を通して放電させる半導体スイッチの制御装置を設けたことを特徴とするものである。

【0011】

同一の問題を解決するためになされた請求項2の発明は、高密度の磁束を発生する幅の狭い磁束発生コイルを備え、重ねて置いた金属薄板に磁束発生コイルの発生する磁束を加えることにより渦電流と電磁力を発生させ、その渦電流と電磁力を利用して金属薄板をシーム溶接する、半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置であって、複数の一次巻線を備えた溶接トランスを設け、該溶接トランスの1個又は複数の二次巻線は前記複数の一次巻線に共通のものとして二次巻線の一部を磁束発生コイルとし、各一次巻線はそれぞれ半導体スイッチを介してコンデンサに接続し、各半導体スイッチを同時に閉路して各コンデンサに蓄積された電荷を各溶接トランスの一次巻線を通して放電させる半導体スイッチの制御装置を設けたことを特徴とするものである。

【0012】

請求項2の発明においては、二次巻線を1個とし、該二次巻線の1つの面に幅の狭い磁束発生コイルを一体に設けたものとすることができ、あるいは、二次巻線を2個とし、該2個の二次巻線を巻線軸が平行になるように配置し、二次巻線の互いに相対する面に幅の狭い磁束発生コイルをそれぞれ一体に設けたものとするができる。二次巻線を2個とし、該2個の二次巻線を巻線軸が平行になるように配置し、二次巻線の互いに相対する面に幅の狭い磁束発生コイルをそれぞれ一体に設けたものとした場合には、二次巻線の空間を導体で充填したものとするができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の電磁溶接機の実施形態について、図を参照しながら具体的に説明する。

図1は第1の実施の形態の回路構成を示すもので、複数の溶接トランス1、1、1の一次巻線2、2、2にコンデンサ3、3、3と半導体スイッチ4、4、4との直列回路がそれぞれ接続してある。複数の溶接トランス1、1、1の二次巻線5、5、5は並列に接続したうえ磁束を発生して溶接する1回巻の磁束発生コイル6に接続してある。溶接トランス1、1、1の数及び巻数比は、溶接条件から必要な電流を磁束発生コイル6に流すために必要な溶接トランスの一次巻線の電流が使用する半導体スイッチの定格以内になるように選んでおく。コンデンサ3、3、3にはそれぞれ図示しないコンデンサ充電装置が接続しており、半導体スイッチ4、4、4を同時に閉路させる制御装置8が設けてある。

【0014】

個々の溶接トランス1は具体的には一次巻線2と二次巻線5との間の漏れ磁束を減らすため、各巻線を厚さ0.5～1mmの平板状導体で構成し、絶縁シートを挟んで、0.2～0.3m²というような比較的に大きな断面の周囲を重ね巻きすることが好ましい。また、巻数の多い一次巻線2の胴体幅を狭く、巻数の少ない二次巻線の導体幅を広くして一次巻線2の巻幅と二次巻線5巻幅を一致させることが好ましい。

【0015】

このような構成の電磁溶接機の磁束発生コイル6の間に被溶接物7である重ね合わせた2枚の金属薄板を置き、コンデンサ3、3、3を充電したうえ制御装置8を動作させて半導体スイッチ4、4、4を閉路すれば、溶接トランス1、1、1の一次巻線2、2、2にコンデンサ3、3、3の放電電流が流れる。溶接トランス1、1、1の二次巻線5、5、5にはそれぞれ巻数比にしたがって電流が流れ、その加え合わされた電流が磁束発生コイル6に流れて被溶接物7が溶接されることになる。磁束発生コイル6の間に被溶接物7を置く際に磁束発生コイル6と被溶接物7との間に絶縁物を介挿して固定しておくことは従来

の電磁溶接を行う場合と同様である。

【0016】

板厚0.5～1mmのアルミニウム薄板を長さ100mmに亘ってシーム溶接するのに必要な溶接電流の最大値は、150～200kAである。例えば溶接トランス1、1、1の巻数比を全て10：1、数を3個とし、溶接トランス1、1、1の漏れ磁束を無視すれば、各一次巻線2、2、2に流れる電流は溶接電流の30分の1の5～7kAとなり、半導体スイッチ4、4、4として市販されているサイリスタが並列接続することなく使用可能となる。また、溶接トランス1、1、1は1個あたりの容量を小さくすることができるので、製作することが可能になる。

【0017】

図2は第2の実施の形態の回路構成を示すもので、複数の溶接トランス1、1と複数の溶接トランス11、11の2グループの溶接トランスを備えたものとしてある。各溶接トランス1、1及び11、11の一次巻線2、2及び12、12には第1の実施の形態のものと同様にコンデンサ3、3及び13、13と半導体スイッチ4、4及び14、14の直列回路がそれぞれ接続してある。溶接トランス1、1及び11、11の二次巻線5、5及び15、15はグループごとに並列に接続したうえ磁束発生コイル6と直列に接続してある。

【0018】

このような構成の電磁溶接機の磁束発生コイル6の間に被溶接物7を置き、コンデンサ3、3及び13、13を充電したうえ半導体スイッチ4、4及び14、14を閉路すれば、溶接トランス1、1及び11、11の一次巻線2、2及び12、12にコンデンサ3、3及び13、13の放電電流が流れる。溶接トランス1、1及び11、11の二次巻線5、5及び15、15にはそれぞれ巻数比にしたがって電流が流れ、その加え合わされた電流が磁束発生コイル6に流れて被溶接物7が溶接されることになる。

【0019】

この第2の実施の形態のものでは溶接トランス1、1及び11、11の二次巻線5、5及び15、15が直並列に接続されることになり、例えば溶接トランス1、1及び11、11の巻数比を全て10：1、数をそれぞれ2個とすれば各一次巻線2、2及び12、12に流れる電流は溶接電流の10分の1となる。溶接トランス1、1及び11、11の数を適正に定めることにより、第2の実施の形態のものでも半導体スイッチ4、4及び14、14として市販されているサイリスタが並列接続することなく使用可能となる。また、溶接トランス1、1及び11、11は1個あたりの容量を小さくすることができるので、製作することが可能になる。さらに、溶接トランス1、1及び11、11の巻数比を同じとすれば、第1の実施の形態のものに比べて半導体スイッチ4、4及び14、14が低耐圧のものでよいという利点がある。

【0020】

図3及び図4は第3の実施の形態のものの溶接トランス1の構造を示すもので、溶接トランス1の矩形形状に複数回巻回した複数の一次巻線2、2の内側に矩形形状に一回巻回した二次巻線5を配置し、該二次巻線5の一部を磁束発生コイル6としてある。磁束発生コイル6とした二次巻線5の一部は幅を狭く、電流が集中するようにしたものである。図3では一次巻線2、2が二次巻線5の外側に置かれることになるが、これを二次巻線5の内側あるいは分割して両側に置くこともできる。図3及び図4では省略してあるが、各一次巻線2、2には第1の実施の形態のものと同様にコンデンサと半導体スイッチの直列回路がそれぞれ接続してある。この第3の実施の形態のものの回路構成は図1に示す第1の実施の形態のものと同じになるわけであるが、二次巻線5は共通であり、磁束発生コイル6は二次巻線5と一体になっている。

【0021】

このような構成の電磁溶接装置の磁束発生コイル6に接して被溶接物7を置き、コンデンサを充電したうえ半導体スイッチを閉路すれば、溶接トランス1、1の一次巻線2、2にコンデンサ放電電流が流れる。二次巻線5及び磁束発生コイル6には巻数比にしたがった

10

20

30

40

50

電流の総和の電流が流れ、被溶接物 7 が溶接されることになる。この第 3 の実施の形態のものは第 1 の実施の形態のものに比べて 2 次巻線 5、5 を別途並列に配線する必要がないので配線に無駄がなく、漏れ磁束が少なく、効率がよくなる利点がある。さらに一次巻線 2、2 の作る磁束の一部も被溶接物に直接に鎖交し、この磁束の向きは磁束発生コイル 6 に流れる電流の作る磁束と同じであり、効率を向上させることになる。

【0022】

磁束発生コイルをこの第 3 の実施の形態のもののように構成した場合には、被溶接物 7 を一回巻の磁束発生コイル 6 の外側に置くことになる。この場合磁束発生コイル 6 が発生する磁束は図 5 に示すように金属薄板に鎖交し、金属薄板 5 の重ねた部分を押圧する電磁力が働く。同じ電流が流れた場合、鎖交する磁束密度、電磁力は、図 9 の場合に比べ小さくなるが、流す電流を増加させれば同様にシーム溶接される。重ねた金属薄板の両面に磁束発生コイル 6 を配置せずにシーム溶接したい場合のほか、1 枚の金属薄板を管材などの側面にシーム溶接する場合に利用できる。

【0023】

被溶接物 7 である金属薄板近くの磁束発生コイル 6 の導体幅は、電流を集中させてシーム溶接できるように狭くする必要があるが、磁束発生コイル 6 と一体とした二次巻線 5 の部分は磁束発生コイル 6 のように細くする必要はない。一体とした二次巻線 5 及び磁束発生コイル 6 には電磁力が働くので、この電磁力による変形を防ぐため、二次巻線 5 及び磁束発生コイル 6 を構成する導体の板厚を厚くし、さらに要すれば強固な絶縁材により補強することが好ましい。二次巻線 5 及び磁束発生コイル 6 を一次巻線 2、2 の内側に配置した場合には、二次巻線 5 及び磁束発生コイル 6 の板厚を厚くしても二次巻線 5 及び磁束発生コイル 6 に流れる電流が外側表皮部分に集中して流れる利点がある。

【0024】

図 6 は第 4 の実施の形態のものの溶接トランス 1 の構造を示すもので、溶接トランス 1 の矩形形状に複数回巻回した複数の一次巻線 2、2 の内側に 2 個の矩形形状に一回巻回した二次巻線 5、5 が配置してある。この二次巻線 5、5 の互いに対向する面は幅を狭くして電流が集中するようにし、磁束発生コイル 6、6 としてある。各々の磁束発生コイル 6 を一体にした二次コイル 5 は第 3 の実施の形態のものと同じ構成になるものである。一次巻線 2、2 には第 1 の実施の形態のものと同様にコンデンサと半導体スイッチの直列回路がそれぞれ接続してある。

【0025】

このような構成の電磁溶接装置の磁束発生コイル 6、6 の間に被溶接物 7 を置き、コンデンサを充電したうえ半導体スイッチを開路すれば、溶接トランス 1 の一次巻線 2、2 にコンデンサの放電電流が流れる。二次巻線 5、5 及び磁束発生コイル 6、6 には巻数比にしたがって電流が流れ、被溶接物 7 がシーム溶接されることになる。この場合被溶接物 7 は磁束発生コイル 6、6 の間に置かれており、第 1 の実施の形態のものと同様にシーム溶接されるわけである。

【0026】

図 7 及び図 8 は第 5 の実施の形態のものの溶接トランス 1 の構造を示すもので、溶接トランス 1 の矩形形状に複数回巻回した複数の一次巻線 2、2 の内側に 2 個の一回巻の二次巻線 5、5 を配置し、該二次巻線 5、5 の互いに対向する面を磁束発生コイル 6、6 としてある。この二次巻線 5 は台形形状の導体であって、一次巻線 2、2 からの誘導電流であるパルス状の溶接電流は、図 7 に点線で示すように周辺の表面に近い部分に流れ、幅の狭い磁束発生コイル 6、6 になる部分では電流が集中して流れることになる。一次巻線 2、2 には第 1 の実施の形態のものと同様にコンデンサと半導体スイッチの直列回路がそれぞれ接続してある。

【0027】

このような構成の電磁溶接機の磁束発生コイル 6、6 の間に被溶接物 7 を置き、コンデンサを充電したうえ半導体スイッチを開路すれば、溶接トランス 1 の一次巻線 2、2 にコンデンサの放電電流が流れる。二次巻線 5、5 及び磁束発生コイル 6、6 になる部分には巻

数比にしたがって電流が流れ、被溶接物 7 がシーム溶接されることになる。このような二次巻線 5、5 を使用した場合には、溶接電流が内部にも少しは分布して流れるためエネルギー効率が多少悪くなるが、磁束発生コイルの耐久性を著しく向上させることができる利点がある。

【0028】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、複数の溶接トランスあるいは複数の一次巻線を備えた溶接トランスを使用するようにしたので個別の一次巻線に流れる電流は一次巻線の数に応じて小さくすることができ、スイッチとして半導体素子を使用することができる。これにより放電ギャップスイッチを使用する必要がなくなり、放電ギャップスイッチの使用にともなう接点の損傷、消耗、騒音の発生等の問題が解消される利点がある。したがって、従来の問題点を解決し実用性を増した半導体スイッチおよび溶接トランスを使用した電磁溶接装置を提供するものとして業界に寄与するところ極めて大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態を示す結線図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態を示す結線図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態の溶接トランスの構成を示す平面図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施の形態の溶接トランスの構成を示す正面図である。

【図 5】第 3 の実施の形態のものの磁束の状態を示す図である。

【図 6】本発明の第 4 の実施の形態の溶接トランスの構成を示す正面図である。

【図 7】本発明の第 5 の実施の形態の溶接トランスの構成を示す正面図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施の形態の溶接トランスの構成を示す縦断側面図である。

【図 9】電磁溶接法の原理を示す構成図である。

【図 10】磁束発生コイルと被溶接物の配置を示す図である。

【図 11】溶接部の電流と磁束を示す図である。

【図 12】従来の電磁溶接装置に溶接トランスを組み合わせた例を示す結線図である。

【図 13】従来の電磁溶接装置に溶接トランスを組み合わせた別の例を示す結線図である。

【符号の説明】

1 溶接トランス

2 一次巻線

3 コンデンサ

4 半導体スイッチ

5 二次巻線

6 磁束発生コイル

7 被溶接物

8 制御装置

11 溶接トランス

12 一次巻線

13 コンデンサ

14 半導体スイッチ

15 二次巻線

9 スイッチ

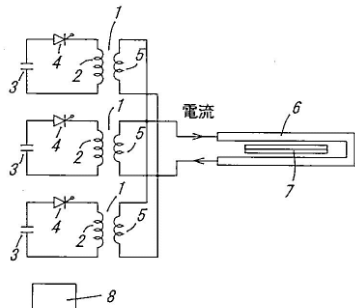
10 コンデンサ

21 溶接トランス

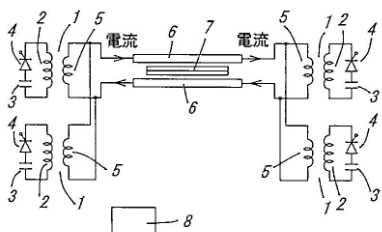
23 コンデンサ

24 半導体スイッチ

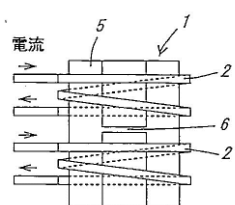
【図 1】



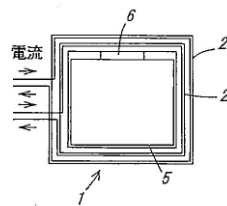
【図 2】



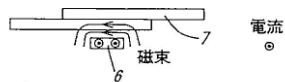
【図 3】



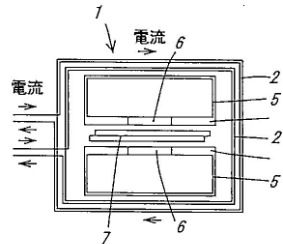
【図 4】



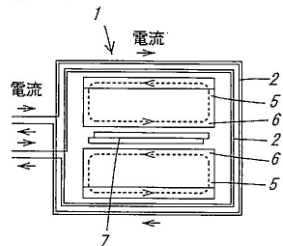
【図 5】



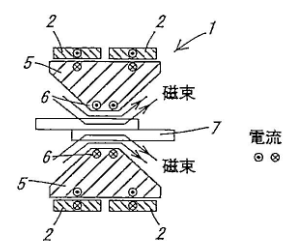
【図 6】



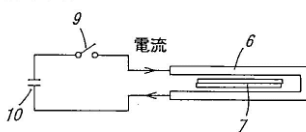
【図 7】



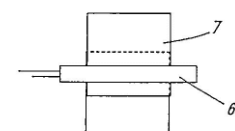
【図 8】



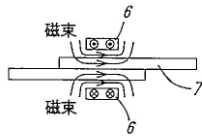
【図 9】



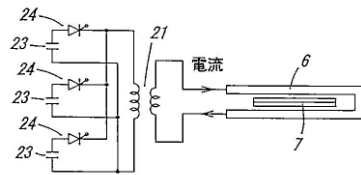
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

