

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7004591号

(P7004591)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 S 3/00 (2006.01)

H 0 1 S 3/00

G

H 0 1 S 3/097(2006.01)

H 0 1 S 3/097

A

請求項の数 3 (全7頁)

(21)出願番号 特願2018-34489(P2018-34489)
 (22)出願日 平成30年2月28日(2018.2.28)
 (65)公開番号 特開2019-149506(P2019-149506
 A)
 (43)公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)
 審査請求日 令和2年6月26日(2020.6.26)

(73)特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74)代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72)発明者 濱千代 賢
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 三菱電機株式会社内
 審査官 高椋 健司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガスレーザ発振器及びガスレーザ加工装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

インバータ部で発生した高周波電圧を昇圧する変圧器と、
 該変圧器により昇圧された高周波高電圧によりレーザガス中で放電する一対の電極と、
 該電極及び前記レーザガスを格納する、接地された筐体と、
 前記変圧器の2次側に設置される変流器を備え、前記電極を構成する少なくとも一方と前記筐体の間で放電が発生することで前記筐体に流れる電流を検出し、検出信号を出力する差分電流検出部と、
 該差分電流検出部から出力される検出信号を自身に予め格納された閾値と比較することで、前記電極間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する閾値判定部と、
 を有し、
 前記変流器の1次側は前記電極と直列して前記変圧器の2次側と接続されると共に前記変流器の1次側の巻線の巻回数が2等分されるように中性点接地され、2等分された前記巻線は前記巻線内を流れる電流により極性が互いに逆になるように構成されることを特徴とするガスレーザ発振器。

【請求項2】

前記閾値判定部からの出力信号を前記インバータ部に入力することで、前記ガスレーザ発振器を制御することを特徴とする請求項1に記載のガスレーザ発振器。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載のガスレーザ発振器を備えたことを特徴とするガスレーザ

加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、一対の電極に高周波高電圧を印加することで、電極間に供給されるレーザガスを放電励起して、レーザ光を発生するガスレーザ発振器及びガスレーザ加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスレーザ発振器は、ガスレーザ発振器を構成する一対の電極間にレーザガスが供給され、電極間に印加される高周波高電圧によりレーザガスが放電励起される。

10

ここで、電極間には、インバータ回路から出力された高周波電圧を変圧器の2次側で昇圧した高周波高電圧が印加されている。

【0003】

レーザガスはガスレーザ発振器の筐体内に充満しているが、負圧により筐体内に空気等が漏れる、あるいは放電により劣化したレーザガスが筐体内に蓄積すると、電極間の放電は不安定になる。不安定な放電が進行すると、電極間の主放電とは別に、電極とガスレーザ発振器の筐体との間で放電が発生する。

【0004】

このような電極と筐体間で放電が発生する異常放電が進行すると、電極が損傷してガスレーザ発振器が停止するおそれがある。その対応として、異常放電の検出機能として電極間に印加する高周波高電圧を供給する変圧器の2次側とガスレーザ発振器の筐体間に流れる異常放電電流を検出し、この検出値に電極間に印加する高周波高電圧を供給するインバータ回路の制御用矩形波信号を乗算し、乗算結果から交流成分を取り除き、その結果、得られた数値から異常放電が発生しているか否かを判定する技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2010-251411号公報（第9頁、第1図）

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来では、電極と筐体間に流れる異常放電電流を検出するために、変圧器の2次側に中性点を設け、この中性点と筐体間を、アース線を用いて接地し、アース線に流れるアース電流を検出しているが、アース線の接地状態によっては、検出したいアース電流以外の別のアース電流が重畳して検出され、検出精度が低下、あるいは、検出したい電流以外を誤検知してしまい、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを精度良く判定できないという問題点があった。

【0007】

この発明は、上述のような問題を解決するためになされたもので、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを精度良く判定することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係るガスレーザ発振器においては、インバータ部で発生した高周波電圧を昇圧する変圧器と、変圧器により昇圧された高周波高電圧によりレーザガス中で放電する一対の電極と、電極及びレーザガスを格納する、接地された筐体と、変圧器の2次側に設置される変流器を備え、電極を構成する少なくとも一方と筐体の間で放電が発生することで筐体に流れる電流を検出し、検出信号を出力する差分電流検出部と、差分電流検出部から出力される検出信号を自身に予め格納された閾値と比較することで、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する閾値判定部と、を有する。変流器の1次側は電極と直列し

50

て変圧器の２次側と接続されると共に変流器の１次側の巻線の巻回数が２等分されるように中性点接地され、２等分された巻線は巻線内を流れる電流により極性が互いに逆になるように構成されることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

この発明は、電極を構成する少なくとも一方と筐体の間で放電が発生することで筐体に流れる電流を検出する差分電流検出部を有し、差分電流検出部は変圧器の２次側に設置される変流器を備えている。その結果、放電が異常な場合に一对の電極間に発生する異常放電電流を差分電流検出部から検出信号として取出すことができるので、誤検知がなくなり、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを精度良く判定することが可能になる。

10

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】この発明の実施の形態１を示すガスレーザ発振器の構成図である。

【図２】この発明の実施の形態１を示すガスレーザ発振器の主要回路の構成図である。

【図３】この発明の実施の形態１を示す電流電圧変換回路の構成図である。

【図４】この発明の実施の形態１を示す閾値判定回路の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

実施の形態１．

図１は、この発明の実施の形態１を示すガスレーザ発振器の構成図である。図１において、インバータ回路３とインバータ制御回路４はインバータ部を構成する。インバータ回路３は交流電源１を入力して整流平滑する整流回路２で整流平滑された直流電圧を入力して高周波電圧に変換する。インバータ制御回路４はインバータ回路３のＰＷＭ制御の矩形波信号を生成し、インバータ回路３にこの矩形波信号を出力する。変圧器５はインバータ回路３で出力された高周波電圧を昇圧し、高周波高電圧に変換する。上側電極６と下側電極７の間には変圧器５の２次側の高周波高電圧が印加され、上側電極６と下側電極７の間で放電が発生する。筐体８は上側電極６と下側電極７やレーザガス等を格納する。また、筐体８はアース線９に接続され、接地されている。その他、図には含まれないが、レーザ発振するための反射鏡、出力鏡、レーザ光、上下の電極間にレーザガスを供給するためのブロー、レーザガスを排気する真空ポンプ等がある。

20

30

【００１２】

差分電流検出部１１は上側電極６と下側電極７の間に流れる放電電流以外の、上側電極６や下側電極７と筐体８間に流れる異常放電電流を検出し、電流値を電圧値に変換して、この電圧値を検出信号として出力する。閾値判定部２１は自身に予め格納されている上側電極６と下側電極７の間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する閾値と差分電流検出部１１から出力された検出信号を比較することで、上側電極６と下側電極７の間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する。

【００１３】

図２は、この発明の実施の形態１を示すガスレーザ発振器の主要回路の構成図である。差分電流検出部１１は、上側電極６を流れる放電電流と下側電極７を流れる放電電流の差分に相当する、上側電極６や下側電極７と筐体８間に流れる異常放電電流を検出するための変流器１２と電流電圧変換回路１３で構成される。変流器１２の１次側は、変圧器５の２次側に上側電極６や下側電極７と直列して接続されると共に、変流器１２の１次側は巻線の巻回数が２等分されるように中性点接地されている。さらに、２等分された巻線は、２等分された巻線内を流れる電流により極性が互いに逆になるように構成されている。変流器１２の２次側は、電流電圧変換回路１３に接続され、電流電圧変換回路１３により、変流器１２の２次側で発生した電流が電圧に変換され、閾値判定部２１に上側電極６や下側電極７と筐体８間に流れる異常放電電流に相当する電圧が検出信号として出力される。

40

【００１４】

このように、変圧器５の２次側には、上側電極６や下側電極７と筐体８の間に流れる異常

50

放電電流を検出するための変流器 12 を搭載した差分電流検出部 11 が設置され、差分電流検出部 11 から出力される検出信号を、閾値判定部 21 に内蔵された閾値判定回路 22 にて自身に予め設定されている上側電極 6 と下側電極 7 の間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する閾値で判定する。

【0015】

次に、閾値判定部 21 における閾値判定手順について説明する。図 2 に示すように、変圧器 5 の 2 次側端子 51a は上側電極 6 に接続されており、上側電極 6 に流れる電流を i_a とする。また、変圧器 5 の 2 次側端子 52a は下側電極 7 に接続されており、下側電極 7 に流れる電流を i_b とする。

【0016】

一方、変圧器 5 の 2 次側端子 51a の巻線を介した他端子 51b は変流器 12 の 1 次側端子 61a に接続されており、変圧器 5 の 2 次側端子 52a の巻線を介した他端子 52b は変流器 12 の 1 次側端子 62a に接続されている。

【0017】

放電が正常な場合は、変圧器 5 の 2 次側端子 51a を経て上側電極 6 に流れる電流 i_a は、上側電極 6 と下側電極 7 の間の放電空間を経て下側電極 7 に流れ、電流 i_b となる。下側電極 7 は変圧器 5 の 2 次側端子 52a に接続されているので、変圧器 5 の 2 次側端子 52a に流れる電流は、巻線を介して変圧器 5 の 2 次側端子 52b に流れ、その後、変流器 12 の 1 次側端子 62a に流れる。変流器 12 の 1 次側端子 62a に流れる電流は、巻線を介して変流器 12 の 1 次側端子 62b に流れ、その後、変流器 12 の 1 次側端子 61b に流れる。変流器 12 の 1 次側端子 61b に流れる電流は、巻線を介して変流器 12 の 1 次側端子 61a に流れ、その後、変圧器 5 の 2 次側端子 51b に流れる。そして、変圧器 5 の 2 次側端子 51b から巻線を介して変圧器 5 の 2 次側端子 51a に流れ、再び上側電極 6 へと流れる。

【0018】

変流器 12 の 1 次側端子 62a から 1 次側端子 62b に電流が流れる際の巻線の巻回数と、変流器 12 の 1 次側端子 61b から 1 次側端子 61a に電流が流れる際の巻線の巻回数は、中性点接地の接地点を境に 2 等分されるように構成されている。さらに、2 等分された巻線の巻く向きが、変流器 12 の 1 次側端子 62a から 1 次側端子 62b に電流が流れる場合と、変流器 12 の 1 次側端子 61b から 1 次側端子 61a に電流が流れる場合で、2 等分された巻線の極性が互いに異なるように設定されている。このように、変圧器 5 の 2 次側端子である 51a、51b、52a、52b と、上側電極 6 と下側電極 7 の間の放電空間と、変流器 12 の 1 次側端子である 61a、61b、62a、62b の間には、閉回路が形成されており、放電が正常な場合は、変流器 12 の 1 次側では $i_a = i_b$ が成立し、かつ、電流 i_a と電流 i_b がそれぞれ流れることにより、2 等分された巻線の極性が互いに逆になっているため、結果として、変流器 12 の 2 次側には誘導起電力は発生せず、変流器 12 の 2 次側には電流が流れない。

【0019】

放電が異常な場合は、変流器 12 の 1 次側端子 61a と 1 次側端子 62a の間では、1 次側端子 61b が中性点接地されており、上側電極 6 や下側電極 7 と筐体 8 の間に流れる異常放電電流を i_c としたとき、変流器 12 の 1 次側端子 61b に接続されているアース線に異常放電電流 i_c が流入する。このように、放電が異常な場合は、変圧器 5 の 2 次側端子である 51a、51b、52a、52b と、上側電極 6 と下側電極 7 の間の放電空間と、変流器 12 の 1 次側端子である 61a、61b、62a、62b の間に形成されている閉回路に、変流器 12 の 1 次側端子 61b のところで、異常放電電流 i_c が流入することになる。

【0020】

放電が正常な場合は、上側電極 6 に流れる電流 i_a と下側電極 7 に流れる電流 i_b は同じ電流値であるため、 $i_a - i_b = 0$ であるが、上側電極 6 や下側電極 7 と筐体 8 の間に流れる異常放電電流 i_c が発生、すなわち放電が異常な場合は、上側電極 6 に流れる電流 i

10

20

30

40

50

aは、下側電極7に流れる電流 i_b と上側電極6や下側電極7と筐体8の間に流れる異常放電電流 i_c の和となり、 $i_a - i_b = i_c$ となる。このとき、変流器12の1次側には、電流 i_a と電流 i_b がそれぞれ流れる巻線の極性を考慮することで発生する電流 i_a と電流 i_b の差分に相当する異常放電電流 i_c が実質的な負荷電流として発生する。その結果、変流器12の2次側には異常放電電流 i_c によって誘起された誘導起電力が発生し、変流器12の2次側には差分電流 i_x が流れる。

【0021】

放電が異常な場合に変流器12の2次側で発生した差分電流 i_x は、電流電圧変換回路13で電流から電圧に変換され、閾値判定部21に上側電極6や下側電極7と筐体8の間に流れる異常放電電流 i_c に相当する電圧の検出信号として出力される。閾値判定部21は、自身に予め格納されている上側電極6と下側電極7の間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する閾値と、電流電圧変換回路13によって出力された検出信号を比較し、検出信号が閾値より大きい場合は異常放電と判定する。

10

【0022】

図3は、この発明の実施の形態1を示す電流電圧変換回路の構成図である。変流器12の2次側には、ダイオード31aから31dと抵抗32が接続され、放電が異常な場合に変流器12から出力される差分電流 i_x をダイオード31aから31dで整流し、抵抗32で電圧に変換して、検出信号として閾値判定部21に出力する。

【0023】

図4は、この発明の実施の形態1を示す閾値判定回路の構成図である。閾値判定回路22は主としてコンパレータ41で構成され、予め閾値設定回路42にて閾値電圧 V_{ref} を設定しておき、この閾値電圧 V_{ref} を閾値として、電流電圧変換回路13から出力される検出信号と閾値電圧 V_{ref} をコンパレータで比較して、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを判定する。

20

【0024】

このように、この発明の実施の形態1によれば、変流器12の1次側を上側電極6や下側電極7と直列して変圧器5の2次側と接続されると共に、変流器12の1次側の巻線の巻回数が2等分されるように中性点接地され、2等分された巻線は巻線内を流れる電流により極性が互いに逆になるように構成されている。その結果、放電が異常な場合に上側電極6や下側電極7と筐体8の間に流れる異常放電電流 i_c を検出信号として取出すことができるので、誤検知がなくなり、電極間で発生する放電の状態が正常か否かを精度良く判定することが可能になる。

30

【0025】

また、この発明の実施の形態1によれば、閾値判定部21には閾値判定回路22が内蔵されており、閾値判定回路22に入力された検出信号をインターロック信号として出力、あるいは、閾値判定部21に入力された検出信号をモニタ信号として出力することができる。例えば、出力されたインターロック信号やモニタ信号をインバータ制御回路4へフィードバックすることで、レーザ発振器への入力を即座に遮断することができ、電極故障を予防保全することが可能になる。

【0026】

さらに、この発明の実施の形態1に示すガスレーザ発振器をガスレーザ加工装置に適用することで、従来では異常放電が発生しているにも関わらずレーザ加工を実施することで生産されていた加工不良品を極力なくすることができるので、生産性の向上を図ることができる。

40

【符号の説明】

【0027】

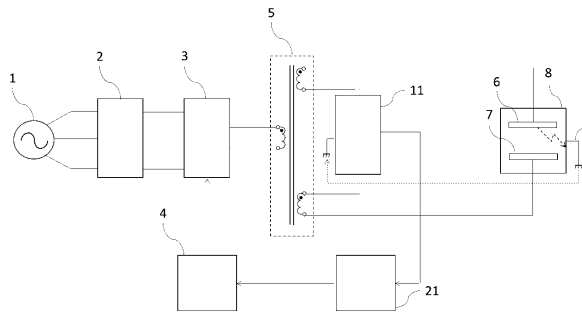
1 交流電源、2 整流回路、3 インバータ回路、4 インバータ制御回路、5 変圧器、6 上側電極、7 下側電極、8 筐体、9 アース線、11 差分電流検出部、12 変流器、13 電流電圧変換回路、21 閾値判定部、22 閾値判定回路、31a ~ 31d ダイオード、32 抵抗、41 コンパレータ、42 閾値設定回路、51a、51b、5

50

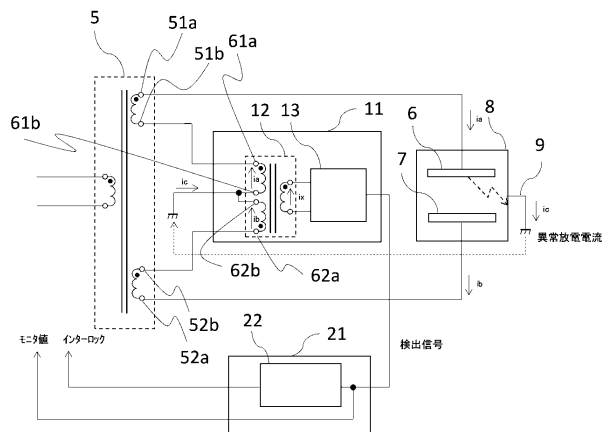
2 a、5 2 b 2 次側端子、6 1 a、6 1 b、6 2 a、6 2 b 1 次側端子。

【図面】

【図 1】

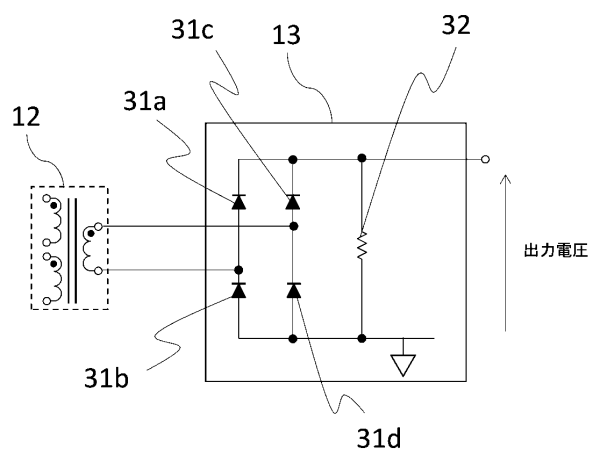


【図 2】

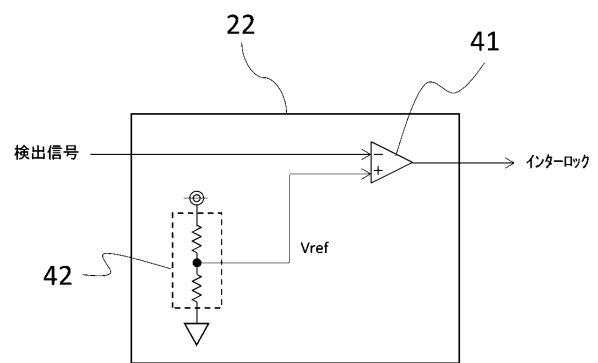


10

【図 3】



【図 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 5 1 4 1 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 0 8 6 1 3 (J P , A)
米国特許第 0 4 5 6 4 7 4 7 (U S , A)
特開平 0 8 - 0 6 4 8 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 3 1 8 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 7 7 4 2 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 S 3 / 0 0 - 4 / 0 0