(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3808914号
(P3808914)
(45)発行日　平成18年8月16日(2006.8.16)　(24)登録日　平成18年5月26日(2006.5.26)

(51)Int.Cl.		F I		
G01R 31/06	(2006.01)	G01R	31/06	
G01R 31/12	(2006.01)	G01R	31/12	A
G01R 31/34	(2006.01)	G01R	31/34	D
H02K 11/00	(2006.01)	H02K	11/00	M

請求項の数 4　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-130070
(22)出願日　平成7年5月29日(1995.5.29)
(65)公開番号　特開平8-65965
(43)公開日　平成8年3月8日(1996.3.8)
審査請求日　平成13年1月11日(2001.1.11)
審判番号　不服2004-14313(P2004-14313/J1)
審判請求日　平成16年7月8日(2004.7.8)
(31)優先権主張番号　特願平6-135564
(32)優先日　平成6年6月17日(1994.6.17)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(72)発明者　飯島　康雄
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　坪川　昌弘
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】小型電気機械の非破壊絶縁試験法及び装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
コイルを有する小型電気機械の非破壊絶縁試験方法において、前記非破壊絶縁試験方法に用いるサージ電圧の波形の波頭長Ｔｆが１～３μｓｅｃであり、かつこのサージ電圧波形の波尾長Ｔｔが４０μｓｅｃとし、かつ内部の圧力が１５～２５［Ｔｏｒｒ］に保たれた容器に前記電気機械を設置するステップと、前記コイルに前記サージ電圧を印加するステップと、前記コイルからグロー放電が発生しているか否かを検出するステップとを備える非破壊絶縁試験方法であり、
前記グロー放電が発生しているか否かを検出するステップが、
前記コイルに基準のサージ電圧を印加した状態にてこのサージ電圧の波形の波長と相関関係を有する第１の時間（Ｔｓｏ）を測定して、そしてこのコイルに前記基準のサージ電圧より高い電圧を印加した状態にて前記サージ電圧の波形の波長と相関関係を有する第２の時間（Ｔｓｎ）を測定して、この第１の時間と第２の時間との差を求めることを特徴とする非破壊絶縁試験方法。
【請求項２】
サージ電圧はコイルの巻き始めから巻き終わりに向けての第１の方向に、そして、その逆の方向である第２の方向に、印加されることを特徴とする請求項１の非破壊絶縁試験方法。
【請求項３】
コイルを有する小型電気機械の非破壊絶縁試験装置において、

前記小型電気機械をその中に設置するための容器を有し、この容器の内部の圧力が１５～２５［Ｔｏｒｒ］に保たれて、前記コイルに波頭長Ｔｆが１～３μｓｅｃであり、かつ波尾長Ｔｔが４０μｓｅｃサージ電圧波形のサージ電圧を印加するサージ印加手段を有する構成であり、
前記サージ電圧の印加により前記コイルからグロー放電が発生しているか否かを検出するために、
前記コイルに基準のサージ電圧を印加した状態にてこのサージ電圧の波形の波長と相関関係を有する第１の時間（Ｔｓｏ）を測定する手段と、
前記コイルに前記基準のサージ電圧より高い電圧を印加した状態にて前記サージ電圧の波形の波長と相関関係を有する第２の時間（Ｔｓｎ）を測定する手段と、
前記第１の時間と第２の時間との差を求める手段とを含むことを
特徴とする非破壊絶縁試験装置。

【請求項４】

第２の時間を第１の時間とするとともに、新たな前記第１の時間に係るサージ電圧を基準のサージ電圧として、これより高い電圧を印加した状態におけるサージ電圧波形の波長と相関関係を有する時間を新たな第２の時間とし測定する手段を有し、これを所定の最高電圧まで繰り返し行うことを特徴とする請求項３に記載の非破壊絶縁試験装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、小型モータなどの巻線部分の絶縁状態の欠陥を非破壊状態にして、非常に高感度に検出し試験する方法及び装置である。

【０００２】

【従来の技術】

一般に、小型モータなどが使用中に巻線の絶縁破壊から寿命をきたす主な原因として、巻線のマグネットワイヤーの絶縁皮膜が巻線の工程中、またはモータとして組立工程中で何らかの機械または治具などで与えられた打撃、機械的圧力、摩擦などから生じた傷がもとで、運転中に隣接するマグネットワイヤーとの間に局部的絶縁破壊（いわゆるレヤーショート）や、マグネットワイヤーと接近したラミネートされたステータコアとの間で生じる絶縁破壊（いわゆる接地短絡）から短絡電流など、異常電流が流れて巻線を加熱、焼損にいたらしめるものである。

【０００３】

従来、この種の絶縁状態を検査する方法としては、交流耐電圧試験、絶縁抵抗試験、ピンホール試験、サージ試験、コロナ放電試験、減圧コロナ放電試験などがある。

【０００４】

以下に上記方法について説明する。
交流耐電圧試験、絶縁抵抗試験法ではマグネットワイヤーのコイル傷が相当に大きく、そして直接ラミネートコアに接触もしくは接近していないと検出は不可能で、接地短絡のみが対象となる。

【０００５】

ピンホール試験は、食塩水＋フェノールフタレン溶液に供試品を完全にどぶ漬けするもので、コイル傷は検出するのの破壊検査となり全数検査はできない。

【０００６】

サージ試験は、コイル傷がラミネートコアに接触する場合に加え、コイルとコイル間で隣接するコイル傷から生ずるレヤーショートにも検出効果はあるもののコイル傷の検出には限界がある。

【０００７】

この方法は、コイル傷がラミネートコアに接触または近接している時、あるいはコイルとコイル間でお互いの傷がうまく隣接する場合であり、ここに１㎜以上の距離がある場合は検出はほとんど期待できない。

【０００８】
コロナ放電試験は、部分放電の検出でありコイル傷がラミネートコアに接触または近接する場合は、きわめて高感度に検出できる。
【０００９】
ただし、ラミネートコアから１㎜以上離れたコイル傷および、コイルとコイル間の傷は検出の対象外である。
【００１０】
減圧コロナ放電試験は、供試体を大気圧以下の容器内で交流電圧を印加し、パッシェンの法則による放電のしやすい条件でコロナ放電をもとに検出しようとするもので、今までの試験法では最もコイル傷に対しては感度が高い。
【００１１】
その構成は図７に示すもので、供試体のモータコイル６１を減圧タンク６２の中にセットする。減圧タンク６２は、バルブ６４を通して真空ポンプ６５により減圧される。６３は減圧度をモニターする真空度計である。
【００１２】
ここで供試モータのコイルには、ブッシング６６を通って交流電圧６８が印加される。また、供試モータのラミネートコアはブッシング６７を通ってフィルター６９を通ってコロナデテクター６１０に通じる。コロナデテクター６１０はコロナ放電の量を検出する。
【００１３】
図８にラミネートコアとモータコイルにおいて、マグネットワイヤーのコイル傷の例を示す。
【００１４】
７１はラミネートコアでありモータコイル７２を備えている。
コイル傷７３はラミネートコア７１に接近したもので、コイル傷７４はラミネートコア７１から１０㎜位離れたものである。また、コイル傷７５はラミネートコア７１から３０㎜位離れたものである。
【００１５】
コイル傷７３は、３００～５００Ｖの交流電圧にて減圧状態においてコロナ放電により容易に検出できる。
【００１６】
コイル傷７４は、交流電圧を７００～１４００Ｖの高電圧印加で、コロナ放電からグロー放電に成長した時点で検出される。
【００１７】
しかし、商用交流電圧（６０ＨＺ）による減圧中の放電は、放電エネルギーが大なるためコイル傷の周辺は大きく絶縁破壊され、もはや非破壊検査の状態ではなく、工業的に量産工程で全数検査できるものではなかった。
【００１８】
【発明が解決しようとする課題】
このようにいずれも絶縁破壊の主原因となるマグネットワイヤーのコイル傷を高感度にして、量産工程における全数検出を行うには満足できるものではない。
【００１９】
以下に課題を挙げておく。
（ａ）ラミネートコアからコイル傷が、数㎜から１０㎜以上離れた箇所においては検出が困難であった。
（ｂ）数㎜から１０㎜以上離れたコイル傷を発見しても、コリル傷の周囲に放電による絶縁破壊を生じさせ、非破壊検査とはならない。
（ｃ）工業的に量産工程で全数検査が困難であった。
【００２０】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するため本発明は、コイルを有する小型電気機械の非破壊絶縁試験方法で

あって、内部の圧力が１５～２５［Ｔｏｒｒ］に保たれた容器に上記電気機械を設置するステップと、上記コイルにサージ電圧を印加するステップと、上記コイルからグロー放電が発生しているか否かを検出するステップとを備えた非破壊絶縁試験方法を用いる。

【００２１】

そして、この方法はコイルを有する小型電気機械の非破壊絶縁試験装置であって、内部の圧力が１５～２５［Ｔｏｒｒ］に保たれ、上記電気機械をその中に設置するための容器と、上記コイルにサージ電圧を印加するサージ印加手段と、上記コイルの両端に現れるサージ電圧波形を観測する手段であって、上記コイルに基準サージ電圧を印加した状態において上記サージ電圧波形の波長と相関関係を有する第１の時間（T_{s0}）を測定する手段、上記コイルに基準サージ電圧より高い電圧を印加した状態において上記サージ電圧波形の波長と相関関係を有する第２の時間（T_{sn}）を測定する手段、上記第１の時間と第２の時間との差を求める手段、及び、上記差を基準値と比較する手段、を含むサージ検出手段と、を備えた非破壊絶縁試験装置によって実現できる。

【００２２】

【作用】

供試巻線に交流電圧の代わりにサージ電圧を印加することにより、放電ストレスを大幅に低減できるために瞬時ピーク印加電圧を高めることができ、検出感度を向上させることができ、また最適減圧値を求めることにより微弱な意味のないコロナ放電を回避し、ラミネートコアから１０㎜以上離れたコイル傷でも感度よく検出可能とした。また検出回路は、サージ電圧印加の過度現象から生じる波長の変化を検出することにより量産工程での検査を可能とした。

【００２３】

【実施例】

以下本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【００２４】

図１は本発明の非破壊絶縁試験法の一例を示している。減圧タンク２内に十分な空間をおいて供試モータ１が設置されている。供試モータ１は絶縁ターミナル６を中継し、ブッシング７を通ってモータ巻線コイルの各リード線はサージ切替スイッチ９に接続される。

【００２５】

同様に、供試モータ１のラミネートコアはブッシング８を通って、サージ切替スイッチ９に接続される。減圧タンク２内の減圧度は真空計３により管理されながらバルブ４を介して真空ポンプ５で所定の減圧度に減圧される。

【００２６】

サージ発生器１０において発生したサージ電圧はリード線１２～１４のうちの１つを通ってモータ１のコイルに印加される。リード線１２～１４のうちの他の１つは接地され、そして残る１つは何にも接続されない。サージ切替スイッチ９により実現される接続スイッチパターンは図２に示すように４つある。サージ電圧はスイッチパターンI，II，III及びIVに従ってコイルにむらなく印加される。こうしてサージ電圧はコイルのすべての方向に印加され、サージ電流はすべてのコイル部分に流れる。

【００２７】

スイッチパターンIにおいては、サージ電流はモータ１内の主コイル１ｂの巻き始めのタップMから流入し、主コイル１ｂと補助コイル１ｃとのコモン点であるタップＣから流出する。サージ電流によって与えられるサージストレスは主コイル１ｂの隣接する巻線間に与えられ、また、サージストレスは主コイル１ｂとラミネートコア１ａとの間にも与えられる。サージエネルギーはコモン点のタップＣにて消滅する。

【００２８】

スイッチパターンIIでは、サージ電流はスイッチパターンIの状態とは逆の方向に、主コイル１ｂに流れる。こうして、主コイル１ｂに対して両方向から均等なストレスを与える。

【００２９】

スイッチパターンIIIにおいては、サージ電流はモータ１内の補助コイル１ｃの巻き始めのタップＡから流入し、タップＣから流出する。サージ電流によって与えられるサージストレスは補助コイル１ｃの隣接する巻線間に与えられ、また、サージストレスは補助コイル１ｃとラミネートコア１ａとの間にも与えられる。サージエネルギーはコモン点のタップＣにて消滅する。

【００３０】

スイッチパターンIVでは、サージ電流はスイッチパターンIIIの状態とは逆の方向に、補助コイル１ｃに流れる。こうして、補助コイル１ｃに対して両方向から均等なストレスを与える。

【００３１】

コイル傷が隣接してはいるがその間の距離が１㎜以上ある場合の検出は、ラミネートコアの接地アースを外す。この状態でサージ電圧が主コイル１ｂ又は補助コイル１ｃに印加されると、隣接する２つの傷の間でレヤーショートが発生する。こうして、レヤーショートにつながる傷の存在はすべて本テスト中に検出される。

【００３２】

本試験にて印加されるサージ電圧は図３に示す標準的インパルスで、波頭長Ｔｆ＝１～３μｓｅｃ、波尾長Ｔｔ＝４０μｓｅｃである。これは正弦交流電圧６０Ｈｚから昇圧される電圧エネルギーに比し、尖頭電圧が高いのにもかかわらず供試巻線に与えるストレスはきわめて低いものである。

【００３３】

この時、供試巻線である主コイル及び補助コイルの減圧度は図４の１５～２５［Ｔｏｒｒ］で減圧管理される。一般に減圧コロナ放電に注目する場合は、１～５［Ｔｏｒｒ］が最も感度が高い。

【００３４】

ただし、この領域ではあまりにコロナ放電が活発なため意味のないノイズ的コロナ量が多く、本来検出しようとしているコイル傷からの部分放電が埋没し、ＳＮ比を低下させてしまう。発明者らは、実験より１５～２５［Ｔｏｒｒ］の減圧度に移項することにより、グロー放電の領域にもって行くことで本来のコイル傷の放電を高感度に検出することが可能となることをつきとめた。これはサージ電圧の高い尖頭電圧の印加とが相乗効果を発揮し、ラミネートコアとコイル傷との距離は、図８のコイル傷７４で約１０㎜長をこえ最大距離点にあるコイル傷７５で約３０㎜長まで確実に検出することが可能となった。

【００３５】

また、ラミネートコアのスロット内で生じるコイルとコイル間の傷もサージ流入のストレスで在来の大気圧サージ試験に比し高い検出を可能とした。

【００３６】

ただし、一般的なコロナ放電試験はグロー放電の領域で交流正弦波電圧を印加すると放電ストレスが大きすぎて、コイル傷の放電周辺部分は大きく絶縁破壊され破壊試験となってしまう。

【００３７】

しかしサージ電圧の場合は、サージ波形の与えるストレスがきわめて小さいため、非破壊検査となりうる点に注目のこと。

【００３８】

サージ電圧が巻線コイルに印加されると、波形は振動現象をおこす。

図５に波形の検査結果を示す。巻線コイルに何らコイル傷のない場合は、当然放電現象はおこらない。このため正常な波形として図５のＡ１又はＡ２のように観測される。波形Ａ１は傷のないコイルに１０００Ｖのサージ電圧を印加したときのものであり、波形Ａ２は１５００Ｖのサージ電圧を印加したときのものである。

【００３９】

しかしコイル傷があり、一度でも放電が生じるとサージ波形はその瞬間インダクタンス負荷から短絡負荷となるため同図Ｂのようにくずれる。

【００４０】
図５の波形より明らかなように半波長t_{so}はサージ電圧が変化しても変わらない。これはコイルが正常であることの証拠となる。しかしながら、異常波形Ｂの最初の半波長相当の時間t_{sn}は正常波形Ａ１又はＡ２の最初の半波長相当の時間t_{sn}より短い。この時間の差に基づいて、全数のモータを高感度で検査することができる。この感度は、一般に知られている電流の平均値の差異を利用する方法による感度に比べて非常に優れている。
【００４１】
次に、コイル傷の存在を検出する回路構成について説明する。
図６は図１に示した装置の回路の詳細を示すブロック図である。図１と対応する部分には同一符号を付してある。図６において、昇圧回路２１はサージ発生器１０に接続されている。サージ発生器１０はサージ切替スイッチ９を介してモータ１に接続されている。サージ発生器１０は抵抗１０１、半導体スイッチ１０２およびコンデンサ１０３により構成されている。半導体スイッチ１０２はトリガ発生回路２３の出力に応じてターンオン・オフする。半導体スイッチ１０２が開いているときはコンデンサ１０３は昇圧回路２１により充電されている。半導体スイッチ１０２が閉じると、コンデンサ１０３に蓄えられていた電荷はモータ１に流入し、サージ電圧をモータ１に印加する。サージ検出回路１１は、分圧器１１１と、ゼロ点検出回路１１２と、アンドゲート１１３と、カウンタ１１４と、一対のレジスタ１１５，１１６と、演算器１１７と、比較器１１８と、設定器１１９と、アンドゲート１２０とによって構成されている。コンデンサ１０３の充電電圧は電圧検出器２２によって検出され、検出された電圧はアンドゲート１２０に入力される。モータ１に印加されるサージ電圧は分圧器１１１にも印加される。
【００４２】
以下、上記サージ検出回路の動作について説明する。
まず最初に、昇圧回路２１はコンデンサ１０３に電荷を供給し、コンデンサ１０３の端子電圧を上昇させる。端子電圧が所定値（例えば５００Ｖ）に達すると、電圧検出器２２はこの電圧を検出し、アンドゲート１２０に出力信号を送る。その時、トリガ発生回路２３は半導体スイッチ１０２にトリガ信号を送り、半導体スイッチ１０２はオンになる。この瞬間コンデンサ１０３によってサージ電圧がモータ１に印加される。このサージ電圧は分圧器１１１によってゼロ点検出回路１１２に送られるべき十分に低い電圧に落とされる。ゼロ点検出回路１１２はバッファとしてのオペアンプ１１２１と、比較器としてのオペアンプ１１２２とにより構成されている。ゼロ点の存在を検出するまでの間に、アンドゲート１１３は、入力されている基準クロック信号を通過させ、カウンタ１１４は基準クロック信号に含まれているパルスの数を計測する。基準クロック信号とは例えば１ＭＨｚのパルス信号である。最初のゼロ点（すなわち図６における時間t_{so}の経過点）が来るとゼロ点検出回路１１２はその出力を反転させ、それによりアンドゲート１１３は基準クロック信号の通過を禁止する。従って、カウンタ１１４への入力は遮断され、カウンタ１１４の計測値がアンドゲート１２０からの出力信号を受けてアクティブな状態のレジスタ１１５に送られる。こうして、最初のゼロ点が現れるまでにカウントされた基準クロックのパルス数N_0が正常時の基準値としてレジスタ１１５に記録される。５００Ｖのような低いサージ電圧では仮にモータ１のコイルに傷があったとしても放電は決して起きない。従って、上記基準値はモータ１のコイルの状態にかかわらず信頼のおけるものである。
【００４３】
次に、昇圧回路２１から供給される電圧をさらに上げる。この状態で最初のゼロ点が来るまでのパルスの数を同様のやり方でカウンタ１１４により計測する。計測した値N_1をレジスタ１１６に記録させる。演算器１１７において上記N_0からN_1を減じて、その差を比較器１１８にて所定の許容値ｄＮと比較する。なお、比較器１１８には前もって設定スイッチ１１９から許容値が入力されている。差（N_0-N_1）が許容値ｄＮより小さければ少なくともその電圧においてモータ１のコイルは正常である。差（N_0-N_1）が許容値ｄＮ以上であればコイルは異常であり、以後のテストはもはや不要である。差の値が許容値に収まった場合はコイルに印加するサージ電圧をさらに上げ、同様のテストを実行する。こ

うして、最高電圧、例えば１５００Ｖまでテストを繰り返す。差の値が常に許容値内であればコイルは正常である。

【００４４】

既に述べたように、時間t_{so}（図５）は正常なコイルについてはサージ電圧が変化しても実質的に不変であるのに対し、異常のあるコイルについては時間t_{sn}（図５）はt_{so}より短くなる。従って、もしモータ１がコイル傷のある異常品であれば上記差（N_0-N_1）は許容値より大きくなる。こうして異常のあるモータ１はサージ検出回路１１により発見される。

【００４５】

【発明の効果】

以上の実施例から明らかなように本発明によれば、巻線コイルのコイル傷、ラミネートコアから１０㎜以上離れたほとんどあらゆるコイル傷を非破壊検査により量産工程で全数検査を可能ならしめる絶縁試験法を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例における非破壊絶縁試験法の説明図

【図２】本発明の一実施例における供試巻線へサージ電圧の印加の順序を示す説明図

【図３】標準サージ電圧の波形図

【図４】減圧度と放電電圧との関係図

【図５】サージ電圧印加後の正常波形図と異常波形図

【図６】図１に示した構成を詳細に示すブロック図

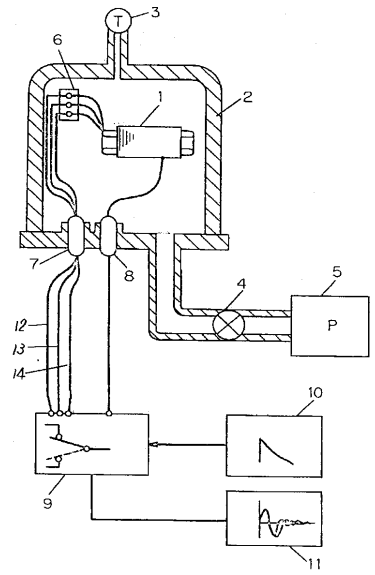
【図７】減圧コロナ放電試験装置の説明図

【図８】マグネットワイヤーコイルに生ずる傷を示す図

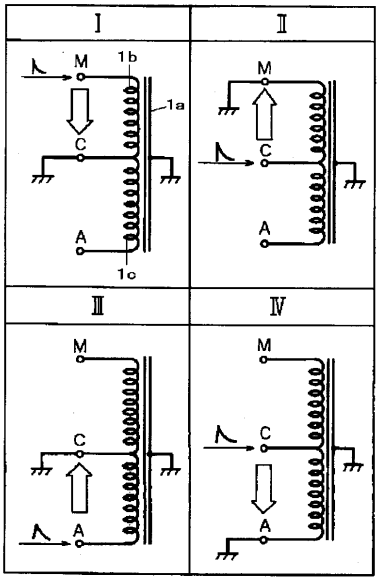
【符号の説明】

１，６１　供試体のモータコイル
２，６２　減圧タンク
３，６３　真空計
４，６４　バルブ
５，６５　真空ポンプ
６　　絶縁ターミナル
７，８，６６，６７　ブッシング
９　　サージ切替スイッチ
１０　サージ発生器
１１　サージ検出回路
６８　交流電圧
６９　フィルター
７１　ラミネートコア
７２　モータコイル
７３，７４，７５　コイル傷
６１０　コロナデテクター

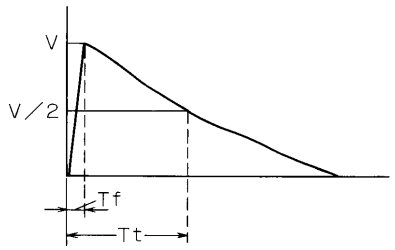
【図１】


T
3
6
1
2
7
8
4
5
P
12
13
14
10
9
11

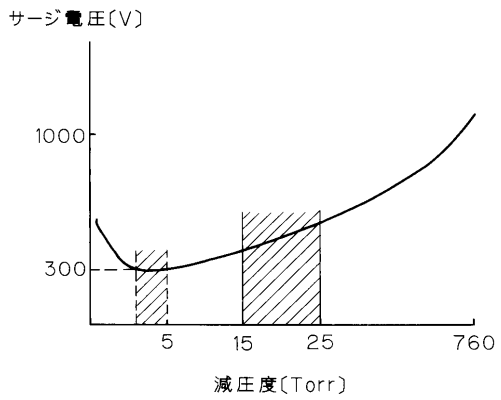
【図２】


Ⅰ
Ⅱ
Ⅲ
Ⅳ
M
C
A
1b
1a
1c

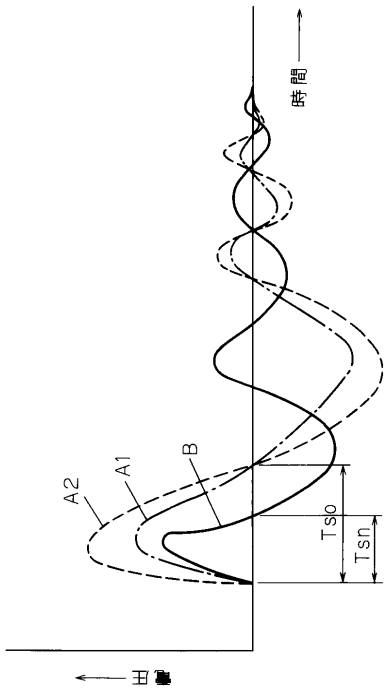
【図３】


V
V／2
Tf
Tt

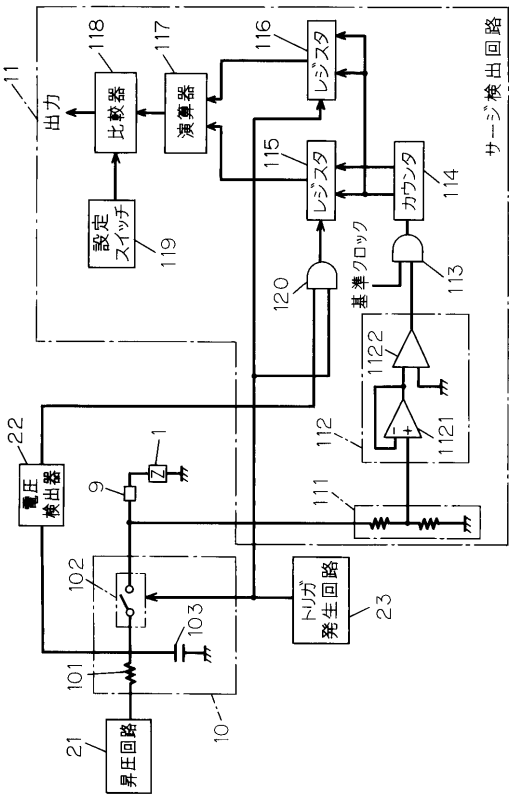
【図４】


サージ電圧(V)
1000
300
5
15
25
760
減圧度(Torr)

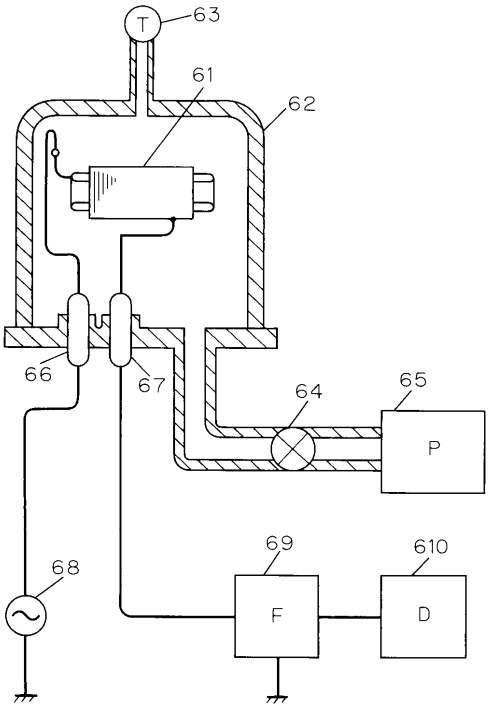
【図５】


時間
A2
A1
B
Tso
Tsn
耐電圧

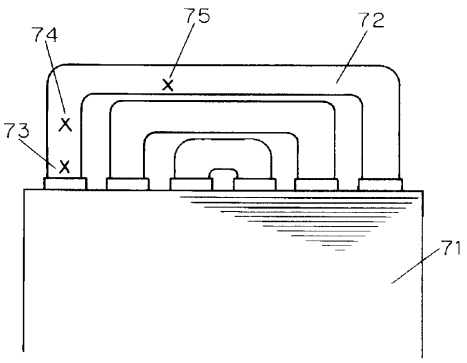
【図６】


11
出力
118
比較器
117
演算器
116
レジスタ
115
レジスタ
114
カウンタ
サージ検出回路
設定スイッチ
119
120
基準クロック
113
1122
1121
112
111
22
電圧検出器
1
9
102
103
101
10
21
昇圧回路
トリガ発生回路
23

【図７】


T
63
61
62
66
67
64
65
P
68
69
F
610
D

【図８】


74
75
72
73
71

フロントページの続き

合議体
審判長　高木　進
審判官　丸山　英行
審判官　田良島　潔

(56)参考文献　特開昭５０－１５４７０１（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１４２２８２（ＪＰ，Ａ）
特開平６－８８８４９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02K11/00
H01F41/00-41/10
01R31/32-31/36