

明 細 書

発明の名称： 静電塗装装置

技術分野

[0001] 本発明は、高電圧を印加した状態で塗料を噴霧する静電塗装装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、静電塗装装置として、回転霧化頭を用いて被塗物に向けて塗料を噴霧する塗装機と、電源電圧を昇圧して高電圧を発生し、該高電圧を塗装機の回転霧化頭に出力する高電圧発生器と、該高電圧発生器に供給する電源電圧を制御する電源電圧制御装置と、該電源電圧制御装置に対して電源電圧を設定するための設定信号を出力し、前記高電圧発生器から出力する高電圧を制御する高電圧制御装置とによって構成したものが知られている（特許文献1）。

[0003] このような従来技術による静電塗装装置では、例えば回転霧化頭が高電圧を放電する電極を構成するから、回転霧化頭とアース電位となった被塗物との間には、静電界が形成されている。回転霧化頭を通じて高電圧に帯電した塗料粒子は、この静電界の電気力線に沿って被塗物に向けて飛行して塗着する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2006／016472号

発明の概要

[0005] ところで、特許文献1に記載された静電塗装装置では、高電圧発生器を含む高電圧印加経路内に流れる電流（全帰路電流）を検出すると共に、塗装機のカバーの表面や塗装機内の塗料通路やエア通路に生じる漏洩電流を検出する。これにより、全帰路電流から漏洩電流を減算することによって、塗装機と被塗物との間に流れる被塗物電流を算出し、被塗物電流が過大か否かを監

視していた。

[0006] ここで、高電圧発生器の出力端子は、一方がアースされ、残りの一方が電圧の発生端子として使用されている。電圧は例えば数十kV以上と高くなるため、一般的に直接的な電流の検出は絶縁上難しい。このため、全帰路電流は、アースされている出力端子側で検出される。

[0007] しかし、高電圧発生器を構成する多段倍電圧整流回路の内部でも漏洩電流が生じる。また、高電圧発生器の出力側には、電圧センサが接続されており、この電圧センサを通じた漏洩電流も生じる。これらの漏洩電流は数十 μ A程度の微弱電流である。一方、被塗物電流も数十 μ A～数百 μ A程度であり、さらに絶縁異常を判断するための電流増加分は数十 μ A程度の微弱電流である。このため、高電圧発生器内等での漏洩電流を無視すると、被塗物電流の大きさを正確に把握することができない傾向がある。

[0008] また、塗装機と被塗物とが接近すると、被塗物電流は増加する。そこで、被塗物電流に大きさに基づいて、塗装機と被塗物とが過剰に接近したか否かを監視することができる。一方、近年では、例えば自動車の車内塗装のように、狭い場所での静電塗装が増えている。この場合、塗装機と被塗物との間の距離は、余裕をもって十分に確保することができない。このため、塗装機と被塗物との距離寸法が小さい範囲で塗装を行う必要があり、被塗物電流の増加を正確に把握したいという要請がある。

[0009] これに対し、特許文献1に記載された静電塗装装置では、正確な被塗物電流を把握することができない。このため、実際にはスパークが発生しない範囲で塗装機と被塗物との距離が短くなったときでも、誤って高電圧の供給が停止される傾向がある。この結果、塗装機の可動範囲が狭くなって塗装の作業性が低下するという問題がある。

[0010] 本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、被塗物電流の増加を適切に検出することができる静電塗装装置を提供することにある。

[0011] (1)．本発明は、被塗物に塗料を噴霧する塗装機と、電源電圧を昇圧し

て高電圧を発生し、該高電圧を前記塗装機に出力する高電圧発生器と、該高電圧発生器に電源電圧を供給する電源電圧制御装置と、該電源電圧制御装置に対して電源電圧を設定するための設定信号を出力し、前記高電圧発生器から出力する高電圧を制御する高電圧制御装置とを備えてなる静電塗装装置に適用される。

[0012] 上述した課題を解決するために、本発明が採用する構成の特徴は、前記高電圧発生器と前記塗装機との間には電流検出用抵抗を接続し、該電流検出用抵抗の両端に生じる電位差に基づいて、前記塗装機に供給される塗装機電流を検出する塗装機電流検出器を設け、前記高電圧制御装置は、該塗装機電流検出器によって検出した塗装機電流を用いて前記塗装機が被塗物に接近したと判別したときには、前記電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する構成としたことにある。

[0013] 本発明によれば、塗装機に供給される塗装機電流は、高電圧発生器の内部で生じる漏洩電流を含まない。このため、塗装機電流は、このような漏洩電流を含む全帰路電流に比べて、被塗物電流が反映され易い。従って、塗装機電流に基づいて被塗物電流の増加を適切に検出することができるから、高電圧制御装置は、塗装機電流検出器によって検出した塗装機電流を用いて塗装機が被塗物に過剰に接近したか否かを適切に判別することができる。これにより、塗装機と被塗物との距離が小さくなっても、正常な塗装が可能な範囲として、例えばスパークが発生しない範囲では、高電圧の供給を継続することができる。この結果、狭い場所で塗装を行う場合でも、塗装機の可動範囲を広げることができ、塗装の作業性を高めることができる。

[0014] (2) . 本発明では、前記塗装機電流検出器は、前記電流検出用抵抗の入力端に作用する電圧を分圧する入力側分圧回路と、前記電流検出用抵抗の出力端に作用する電圧を分圧する出力側分圧回路と、前記入力側分圧回路によって検出した入力側電圧検出値と前記出力側分圧回路によって検出した出力側電圧検出値とに基づいて、前記電流検出用抵抗に流れる電流から前記出力側分圧回路に流れる電流を減算して、前記塗装機電流を演算する塗装機電流

演算器とを備える構成としている。

[0015] 本発明によれば、入力側分圧回路と出力側分圧回路とによって電流検出用抵抗の両端に作用する電圧を検出することができる。このとき、入力側分圧回路によって検出した入力側電圧検出値と、出力側分圧回路によって検出した出力側電圧検出値とは、電流検出用抵抗の両端に作用する電圧に対応した値になる。このため、入力側電圧検出値および出力側電圧検出値によって電流検出用抵抗の両端に生じる電位差を演算し、電流検出用抵抗に流れる電流を算出することができる。また、出力側分圧回路に流れる電流は出力側電圧検出値に対応した値になるから、出力側電圧検出値に基づいて、出力側分圧回路に流れる電流を算出することができる。このため、塗装機電流演算器は、電流検出用抵抗に流れる電流から出力側分圧回路に流れる電流を減算することによって、塗装機電流を演算することができる。

[0016] (3) . 本発明では、前記高電圧発生器を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流を検出する全帰路電流検出器を備え、前記高電圧制御装置は、前記全帰路電流検出器によって検出した全帰路電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたとき、または全帰路電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたときに、前記電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する全帰路電流異常処理器を備える構成としている。

[0017] 本発明によれば、高電圧制御装置は、全帰路電流検出器によって検出した全帰路電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたか否か、または全帰路電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたか否かを判別することによって、塗装機の絶縁性が損なわれたか否かを判別することができる。これに加え、全帰路電流は高電圧発生器の内部で生じる漏洩電流を含むから、全帰路電流に基づいて、高電圧発生器内の漏洩電流が増加したか否かを判別することができる。これにより、高電圧制御装置は、全帰路電流を用いて塗装機が被塗物に異常接近して塗装機の絶縁性が損なわれたことを判別することができるのに加え、高電圧発生器の絶縁劣化も判別することができる。

[0018] (4) . 本発明では、前記高電圧制御装置は、前記塗装機電流検出器によ

って検出した塗装機電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたとき、または塗装機電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたときに、前記電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する塗装機電流異常処理器を備える構成としている。

[0019] 本発明によれば、高電圧制御装置は、塗装機電流検出器によって検出した塗装機電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたか否か、または塗装機電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたか否かを判別することによって、塗装機が被塗物に異常接近したか否かを判別することができる。これにより、高電圧制御装置は、塗装機が被塗物に異常接近したときには電源電圧の供給を遮断することができる。一方、従来技術のように、全帰路電流の絶対値や全帰路電流の変化量を用いて被塗物に異常接近したか否かを判別する場合には、被塗物電流の変化が高電圧発生器内等で生じる漏洩電流に基づいて緩和され、精度が低下し易い。これに対し、本発明では、塗装機電流の絶対値や塗装機電流の変化量を用いて塗装機が被塗物に異常接近したか否かを判別するから、被塗物の接近状況を高い精度で把握することができる。

[0020] (5) . 本発明では、前記被塗物を通らずに流れる漏洩電流を検出する漏洩電流検出器をさらに備え、前記高電圧制御装置は、前記塗装機電流検出器によって検出した塗装機電流から前記漏洩電流検出器によって検出した漏洩電流を減算し、前記塗装機と前記被塗物との間に流れる被塗物電流を演算する被塗物電流演算器と、該被塗物電流演算器による被塗物電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたときに、前記電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する被塗物電流異常処理器とを備える構成としている。

[0021] 本発明によれば、被塗物電流異常処理器は、被塗物電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたか否かを判別することによって、塗装機が被塗物に接近したか否かを判別することができる。この結果、高電圧制御装置は、被塗物を通らない漏洩電流が増加したときでも、塗装機と被塗物との間に流れる被塗物電流を正確に把握することができ、被塗物電流を用いて塗装機が

被塗物に異常接近して塗装機の絶縁性が損なわれたことを、より正確に判別することができる。

[0022] (6) . 本発明では、前記高電圧制御装置は、前記漏洩電流検出器によって検出した漏洩電流を用いて初期段階の絶縁低下が生じたと判別したときには、前記塗装機に生じている絶縁低下を報知する絶縁低下警報処理器をさらに備える構成としている。

[0023] 本発明によれば、高電圧制御装置は、例えば漏洩電流検出器によって検出した漏洩電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値よりも小さい所定の警報しきい電流値を超えたか否かを判別することによって、絶縁破壊が生じ得る程度に塗装機の絶縁性が損なわれたか否かを判別することができる。これにより、高電圧制御装置は、漏洩電流を用いて被塗物と塗装機との間以外の箇所（例えば塗装機のカバーの表面、塗料通路の内面、エア通路の内面等）における絶縁破壊の進行状況を把握することができる。このため、これら各箇所での沿面放電による損傷が進行する前に、例えば警報の発生等によって絶縁低下を報知し、作業者に対して塗装機の保守（点検、清掃等）を促すことができ、塗装機の損傷を防ぎ、信頼性、耐久性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置を示す一部破断の正面図である。

[図2]第1の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置の全体構成を示す構成図である。

[図3]第1の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置の電気回路図である。

[図4]第1の実施の形態による高電圧発生制御処理を示す流れ図である。

[図5]第2の実施の形態による高電圧発生制御処理を示す流れ図である。

[図6]図5中のスロープ検出処理を示す流れ図である。

[図7]第3の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置の全体構成を示す構成図である。

[図8]第3の実施の形態による高電圧発生制御処理を示す流れ図である。

[図9]図8に続く流れ図である。

[図10]第4の実施の形態による高電圧発生制御処理を示す流れ図である。

[図11]図10中のスロープ検出処理を示す流れ図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施の形態による静電塗装装置として回転霧化頭型塗装装置を例に挙げて添付図面に従って詳細に説明する。

[0026] 図1ないし図4は第1の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置を示している。図において、塗装機1は、後述するカバー2、エアモータ3、回転霧化頭5を含んで構成されている。この塗装機1は、アース電位にある被塗物Aに向けて塗料を噴霧する。

[0027] カバー2は、絶縁性樹脂材料によって円筒状に形成されている。このカバー2は、エアモータ3、高電圧発生器14等を覆っている。

[0028] エアモータ3は、カバー2の内周側に收容され、導電性金属材料によって形成されている。このエアモータ3は、モータハウジング3Aと、モータハウジング3A内に静圧エア軸受3Bを介して回転可能に支持された中空の回転軸3Cと、回転軸3Cの基端側に固定されたエアタービン3Dとを備えている。エアモータ3には、塗装機1内に設けられた駆動エア通路4が接続されている。エアモータ3は、エアタービン3Dに対して駆動エア通路4を通じて駆動エアを供給することにより、回転軸3Cと回転霧化頭5を、例えば3000～15000rpmで高速回転させる。

[0029] 回転霧化頭5は、エアモータ3の回転軸3Cの先端側に取付けられている。この回転霧化頭5は、例えば金属材料または導電性の樹脂材料によって形成される。回転霧化頭5は、エアモータ3によって高速回転された状態で後述のフィードチューブ8を通じて塗料を供給することにより、その塗料を遠心力によって周縁から噴霧する。一方、回転霧化頭5にはエアモータ3等を介して後述の高電圧発生器14が接続されている。これにより、静電塗装を行う場合に、回転霧化頭5全体に高電圧を印加することができ、これらの表面を流れる塗料を直接的に高電圧に帯電させることができる。

[0030] シェーピングエアリング 6 は、回転霧化頭 5 の外周側を囲繞するようにカバー 2 の先端側に設けられている。このシェーピングエアリング 6 には複数のエア吐出孔 6 A が穿設され、エア吐出孔 6 A は塗装機 1 内に設けられたシェーピングエア通路 7 が連通している。エア吐出孔 6 A にはシェーピングエア通路 7 を通じてシェーピングエアが供給され、エア吐出孔 6 A は、シェーピングエアを回転霧化頭 5 から噴霧される塗料に向けて噴出する。これにより、シェーピングエアは、回転霧化頭 5 から噴霧された塗料粒子の噴霧パターンを成形する。

[0031] フィードチューブ 8 は、回転軸 3 C 内に挿通して設けられている。このフィードチューブ 8 の先端側は、回転軸 3 C の先端から突出して回転霧化頭 5 内に延在している。図 1 および図 2 に示すように、フィードチューブ 8 内には塗料通路 9 が設けられると共に、塗料通路 9 は例えば色替弁装置（図示せず）を介して塗料供給源 10 および洗浄流体供給源（図示せず）に接続されている。これにより、フィードチューブ 8 は、塗装時には塗料通路 9 を通じて回転霧化頭 5 に向けて塗料供給源 10 からの塗料を供給すると共に、洗浄時、色替時には洗浄流体供給源からの洗浄流体（例えばシンナ、水等の溶剤、空気等）を供給する。

[0032] なお、フィードチューブ 8 は、第 1 の実施の形態に限らず、例えば内筒に塗料通路が形成され、外筒に洗浄流体通路が配置された二重筒状に形成してもよい。また、塗料通路 9 は、第 1 の実施の形態のようにフィードチューブ 8 内を通るものに限らず、塗装機 1 の種類に応じて種々の通路形態が採用可能である。

[0033] さらに、塗料供給源 10 として塗装機 1 に交換可能なカートリッジを用いる場合には、カートリッジを交換することによって、色替えを行うことができる。この場合、色替弁装置は不要である。

[0034] 塗料供給弁 11 は、塗料通路 9 の途中に設けられ、例えば常閉型の開閉弁によって構成されている。この塗料供給弁 11 は、塗料通路 9 内を延びる弁体 11 A と、弁体 11 A の基端側に位置してシリンダ 11 B 内に設けられた

ピストン 11C と、シリンダ 11B 内に設けられ弁体 11A を閉弁方向に付勢する弁ばね 11D と、シリンダ 11B 内で弁ばね 11D と反対側に設けられた受圧室 11E とから構成されている。受圧室 11E には、カバー 2 内を延びる供給弁駆動エア通路 12 が接続されている。塗料供給弁 11 は、供給弁駆動エア通路 12 を通じて受圧室 11E に供給弁駆動エア（パイロットエア）が供給されることによって、弁ばね 11D に抗して弁体 11A が開弁し、塗料通路 9 内の塗料の流通を許可する。

[0035] エア源 13 は、駆動エア通路 4、シェーピングエア通路 7 および供給弁駆動エア通路 12 に接続されている。このエア源 13 は、フィルタを通じて外気を吸引、圧縮した後に、ドライヤ（いずれも図示せず）を用いて圧縮空気を乾燥させて吐出する。エア源 13 から吐出される圧縮空気は、例えば駆動エア通路 4 の途中に設けられた空電変換器（図示せず）を介してエアモータ 3 に供給され、この空電変換器を用いてエアモータ 3 の回転数が制御されている。一方、エア源 13 から吐出される圧縮空気は、シェーピングエア通路 7 に供給されて塗料粒子の噴霧パターンを成形すると共に、供給弁駆動エア通路 12 に供給されて塗料供給弁 11 の開閉駆動に使用される。

[0036] 高電圧発生器 14 は、カバー 2 の基端側に内蔵されている。この高電圧発生器 14 は、DC/AC 変換器 14A、昇圧トランス 14B、および多段倍電圧整流回路 14C によって構成されている。図 3 に示すように、DC/AC 変換器 14A は、後述の電源電圧制御装置 17 から出力された直流の電源電圧 V_{dc} を、例えば数十 kHz 程度の周波数を有する交流の一次電圧 V_{ac} に変換する。一次電圧 V_{ac} は、昇圧トランス 14B によって昇圧される。即ち、一次電圧 V_{ac} が昇圧トランス 14B の一次側コイルに入力されることによって、二次側コイルには、一次電圧 V_{ac} が上昇した二次電圧が励起される。

[0037] 多段倍電圧整流回路 14C は、複数のコンデンサ、ダイオード（いずれも図示せず）からなる所謂コッククロフト回路によって構成されている。多段倍電圧整流回路 14C は、昇圧トランス 14B から供給される二次電圧をさらに昇圧して、例えば $-30 \sim -150$ kV の高電圧を発生させる。そして

、高電圧発生器 14 は、エアモータ 3、回転霧化頭 5 を通じて塗料を直接的に高電圧に帯電させている。

[0038] ここで、高電圧発生器 14 の出力側は、電流検出用抵抗 15 およびスパーク防止用抵抗 16 を介してエアモータ 3 に接続されている。図 3 に示すように、電流検出用抵抗 15 およびスパーク防止用抵抗 16 は、高電圧発生器 14 とエアモータ 3 との間に直列接続されている。電流検出用抵抗 15 は、スパーク防止用抵抗 16 よりも高電圧発生器 14 側に接続されている。このため、電流検出用抵抗 15 の入力端は、高電圧発生器 14 に出力端に接続され、電流検出用抵抗 15 の出力端は、スパーク防止用抵抗 16 に接続されている。

[0039] 電流検出用抵抗 15 の抵抗値 R_f は、例えば数十～数百 μA 程度の塗装機電流 I_B が流れたときに、両端間で十分な電位差が生じる値に設定されている。具体的には、電流検出用抵抗 15 の抵抗値は、数十 $M\Omega$ ～数百 $M\Omega$ （例えば 30 $M\Omega$ ～500 $M\Omega$ ）程度の値に設定されている。

[0040] スパーク防止用抵抗 16 は、回転霧化頭 5 と被塗物 A との間でスパークが発生するのを防止するものである。このため、スパーク防止用抵抗 16 の抵抗値は、回転霧化頭 5 と被塗物 A とが接近し過ぎて、塗装機電流 I_B が増加したときに、塗装機電流 I_B によって十分な電圧降下が生じる値（例えば 30 $M\Omega$ ～500 $M\Omega$ 程度の値）に設定されている。

[0041] なお、第 1 の実施の形態では、スパーク防止用抵抗 16 は、電流検出用抵抗 15 と別個に設けられている。しかし、本発明はこれに限らず、例えば電流検出用抵抗 15 の抵抗値 R_f を適宜設定することによって、電流検出用抵抗 15 がスパーク防止用抵抗 16 を兼用してもよい。この場合、スパーク防止用抵抗 16 を省くことができる。

[0042] 電源電圧制御装置 17 は、高電圧発生器 14 から出力される出力電圧（高電圧）を制御するために高電圧発生器 14 に供給する直流の電源電圧 V_{dc} を制御する。この電源電圧制御装置 17 は、その入力側が AC/DC 変換器 18 を介して商用電源 19 に接続され、出力側が高電圧発生器 14 に接続され

ている。

[0043] ここで、AC／DC変換器18は、例えば商用電源19から給電されるAC100Vを例えばDC24Vの直流の電源電圧 V_{dc} に変換し、電源電圧 V_{dc} を電源電圧制御装置17に出力している。

[0044] 電源電圧制御装置17は、高電圧発生器14に電源電圧 V_{dc} を供給する。この電源電圧制御装置17は、例えばNPN型のパワートランジスタ20と、パワートランジスタ20を制御するトランジスタ制御回路21とによって構成されている。パワートランジスタ20のコレクタはAC／DC変換器18に接続され、パワートランジスタ20のエミッタは高電圧発生器14の入力側に接続されると共に、パワートランジスタ20のベースはトランジスタ制御回路21に接続されている。

[0045] トランジスタ制御回路21は、後述する高電圧制御装置22から出力される信号に応じてパワートランジスタ20のベース電圧を変化させ、エミッタから高電圧発生器14の入力側に印加される電源電圧 V_{dc} を可変に制御している。

[0046] 高電圧制御装置22は、処理装置(CPU)を含んで構成されている。この高電圧制御装置22は、電源電圧制御装置17に対して電源電圧 V_{dc} を設定するために電圧設定器23から出力される設定電圧に応じた信号(設定信号)を出力する。高電圧制御装置22の入力側には、電圧設定器23、塗装機電流検出器24、電流センサ27が接続される。高電圧制御装置22の出力側には、電源電圧制御装置17が接続されると共に、後述の警報ブザー28、警報ランプ29が接続されている。

[0047] 高電圧制御装置22は、例えば塗装機電流検出器24の入力側分圧回路25による電圧検出値 V_{Mi} に基づいて、高電圧発生器14から出力される出力電圧を演算する。そして、高電圧制御装置22は、電圧設定器23から出力される設定電圧と、例えば電圧検出値 V_{Mi} から算出した出力電圧とを比較して高電圧発生器14から出力される出力電圧をフィードバック制御する。これにより、高電圧制御装置22は、トランジスタ制御回路21に設定信号を

出力し、パワートランジスタ 20 の駆動を制御して高電圧発生器 14 から出力する高電圧を制御する。

[0048] なお、高電圧制御装置 22 は、入力側分圧回路 25 による電圧検出値 V_{Mi} に基づいて高電圧発生器 14 の出力電圧を演算するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、出力側分圧回路 26 による電圧検出値 V_{Mo} を用いて高電圧発生器 14 の出力電圧を演算してもよい。

[0049] また、高電圧制御装置 22 は、後述の図 4 に示す高電圧発生制御処理のプログラムに従って作動する。即ち、高電圧制御装置 22 は、入力側分圧回路 25 と出力側分圧回路 26 の電圧検出値 V_{Mi} , V_{Mo} を用いて、エアモータ 3 に供給される塗装機電流 I_B を演算する機能と、塗装機電流 I_B と全帰路電流 I_T を用いて、塗装機 1 の絶縁状態を判別する機能とを有する。高電圧制御装置 22 は、絶縁性が損なわれた状態と判別したときには、電源電圧制御装置 17 に対して遮断信号を出力し、高電圧発生器 14 に対する電源電圧 V_{dc} の供給を遮断する。

[0050] これにより、高電圧制御装置 22 は、塗装機電流 I_B を用いて塗装機 1 が被塗物 A に異常接近したと判別したときに、電源電圧制御装置 17 に対して電源電圧 V_{dc} の供給を遮断する遮断信号を出力する電源遮断装置を備える。

[0051] なお、電圧設定器 23 から出力される設定電圧は、塗料の性質、塗装条件等に応じて例えば $-30 \sim -150 \text{ kV}$ の範囲内で適宜設定されるものである。

[0052] 塗装機電流検出器 24 は、電流検出用抵抗 15 の両端に生じる電位差 ΔV に基づいて、塗装機 1 に供給される塗装機電流 I_B を検出する。この塗装機電流検出器 24 は、入力側分圧回路 25 および出力側分圧回路 26 を備える。これに加え、塗装機電流検出器 24 は、後述するように、図 4 中のステップ 4 に示す高電圧制御装置 22 による演算処理によって塗装機電流 I_B を検出する。このとき、ステップ 4 の演算処理は、塗装機電流演算器に相当している。

[0053] 入力側分圧回路 25 は、電流検出用抵抗 15 の入力端に接続されている。

即ち、入力側分圧回路 25 は、電流検出用抵抗 15 の両端のうち高電圧発生器 14 側に接続されている。入力側分圧回路 25 は分圧抵抗 25 A, 25 B を備え、分圧抵抗 25 A, 25 B は電流検出用抵抗 15 の入力端とアースとの間に直列接続されている。これにより、入力側分圧回路 25 は、電流検出用抵抗 15 の入力端に印加される高電圧を、分圧抵抗 25 A, 25 B の抵抗値 R_{hi} , R_{di} に応じた比率で分圧し、電圧検出値 V_{Mi} を検出する。

[0054] ここで、電圧検出値 V_{Mi} を低下させるために、アース側の分圧抵抗 25 B の抵抗値 R_{di} は、電流検出用抵抗 15 側の分圧抵抗 25 A の抵抗値 R_{hi} に比べて、十分に小さい値（例えば数千～1 万分の 1）に設定されている。また、分圧抵抗 25 A, 25 B の抵抗値 R_{hi} , R_{di} の合計値は、これらに流れる電流をできるだけ小さくするために、十分に大きな値（例えば数百 $M\Omega$ ～数 $G\Omega$ ）に設定されている。

[0055] 出力側分圧回路 26 は、電流検出用抵抗 15 の出力端に接続されている。即ち、出力側分圧回路 26 は、電流検出用抵抗 15 の両端のうちエアモータ 3 側に接続されている。出力側分圧回路 26 は、分圧抵抗 26 A, 26 B を備えている。分圧抵抗 26 A, 26 B は、電流検出用抵抗 15 の出力端とアースとの間に直列接続されている。これにより、出力側分圧回路 26 は、電流検出用抵抗 15 の出力端に印加される高電圧を、分圧抵抗 26 A, 26 B の抵抗値 R_{ho} , R_{do} に応じた比率で分圧し、電圧検出値 V_{Mo} を検出する。

[0056] ここで、電圧検出値 V_{Mo} を低下させるために、アース側の分圧抵抗 26 B の抵抗値 R_{do} は、電流検出用抵抗 15 側の分圧抵抗 26 A の抵抗値 R_{ho} に比べて、十分に小さい値（例えば数千～1 万分の 1）に設定されている。また、分圧抵抗 26 A, 26 B の抵抗値 R_{ho} , R_{do} の合計値は、これらに流れる電流をできるだけ小さくするために、十分に大きな値（例えば数百 $M\Omega$ ～数 $G\Omega$ ）に設定されている。

[0057] 電流センサ 27 は、高電圧発生器 14 に接続され、全帰路電流検出器を構成している。この電流センサ 27 は、例えば多段倍電圧整流回路 14 C の入力側に位置して、昇圧トランス 14 B の二次側コイルに接続され、二次側コ

イルに流れる電流を検出する。これにより、電流センサ 27 は、高電圧発生器 14 を含む高電圧発生経路内を流れる全帰路電流 I_T を検出し、検出した全帰路電流 I_T の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力している。

[0058] 警報ブザー 28 および警報ランプ 29 は、警報手段を構成すると共に、高電圧制御装置 22 の出力側に接続されている。警報ブザー 28、警報ランプ 29 は、高電圧制御装置 22 から出力される警報信号に基づいて駆動し、作業者に対して塗装機 1 の絶縁性が低下したこと等を報知する。

[0059] 第 1 の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置は上述のような構成を有するもので、次に、塗装装置としての作動について説明する。

[0060] 塗装機 1 は、エアモータ 3 によって回転霧化頭 5 を高速回転させ、この状態でフィードチューブ 8 を通じて回転霧化頭 5 に塗料を供給する。これにより、塗装機 1 は、回転霧化頭 5 が回転するときの遠心力によって塗料を微粒化して噴霧すると共に、シェーピングエアリング 6 を通じてシェーピングエアを供給することによって噴霧パターンを制御しつつ塗料粒子を被塗物 A に塗着させる。

[0061] また、回転霧化頭 5 にはエアモータ 3 を介して高電圧発生器 14 による高電圧が印加されている。これにより、塗料粒子は、回転霧化頭 5 を通じて直接的に高電圧に帯電すると共に、回転霧化頭 5 と被塗物 A との間に形成された静電界に沿って飛行し、被塗物に塗着する。

[0062] 次に、高電圧制御装置 22 による高電圧発生制御処理について図 4 を参照しつつ説明する。

[0063] なお、遮断しきい電流値 I_{B0} は、回転霧化頭 5 が被塗物 A に異常接近した状態で、高電圧発生器 14 の出力端を流れる塗装機電流 I_B の電流値である。この遮断しきい電流値 I_{B0} は、例えば数 μA ~ 数十 μA 程度に設定されている。

[0064] また、遮断しきい電流値 I_{T0} は、回転霧化頭 5 が被塗物 A に異常接近した状態で高電圧発生器 14 を含む高電圧発生経路内を流れる全帰路電流 I_T の電流値である。この遮断しきい電流値 I_{T0} は、数百 μA (例えば 200 μA

) 程度に設定されている。

[0065] ここで、遮断しきい電流値 I_{T0} は、分圧回路 25, 26 を流れる漏洩電流や高電圧発生器 14 内を流れる漏洩電流を考慮して、遮断しきい電流値 I_{B0} よりも大きな値に設定されている。

[0066] ステップ 1 では、予め高電圧制御装置 22 のメモリ（図示せず）に格納しておいた絶対値検出用の遮断しきい電流値 I_{B0} , I_{T0} を読み込む。続くステップ 2 では、入力側分圧回路 25 によって検出した電圧検出値 V_{Mi} と、出力側分圧回路 26 によって検出した電圧検出値 V_{Mo} とを読み込む。ステップ 3 では、電流センサ 27 によって検出した全帰路電流 I_T の電流値を読み込む。

[0067] 次に、ステップ 4 では、以下の数 1 の式に、電圧検出値 V_{Mi} , V_{Mo} 、分圧抵抗 25A, 25B, 26A, 26B の抵抗値 R_{hi} , R_{di} , R_{ho} , R_{do} および電流検出用抵抗 15 の抵抗値 R_f を代入して、塗装機 1 に供給される塗装機電流 I_B を演算する。

[0068] [数1]

$$I_B = \frac{K_i \times V_{Mi} - K_o \times V_{Mo}}{R_f} - \frac{K_o \times V_{Mo}}{R_{ho} + R_{do}}$$

[0069] 但し、数 2 の式に示すように、数 1 の式の中で、 K_i , K_o は、分圧回路 25, 26 の分圧比を示している。分圧比 K_i , K_o は、異なる値でもよく、同じ値でもよい。なお、数 3 の式に示すように、数 1 の式の右辺第 1 項の分子は、電流検出用抵抗 15 の両端に生じる電位差 ΔV に対応する。数 4 の式に示すように、数 1 の式の右辺第 1 項は、電流検出用抵抗 15 を流れる電流 I_{rf} に対応する。数 5 の式に示すように、数 1 の式の右辺第 2 項は、出力側分圧回路 26 に流れる電流 I_{ro} に対応する。

[0070] [数2]

$$K_i = \frac{R_{hi} + R_{di}}{R_{di}}$$

$$K_o = \frac{R_{ho} + R_{do}}{R_{do}}$$

[0071]

[数3]

$$\Delta V = K_i \times V_{Mi} - K_o \times V_{Mo}$$

[0072] [数4]

$$I_{rf} = \frac{K_i \times V_{Mi} - K_o \times V_{Mo}}{R_f}$$

[0073] [数5]

$$I_{ro} = \frac{K_o \times V_{Mo}}{R_{ho} + R_{do}}$$

[0074] 次に、ステップ5では、ステップ4で算出した塗装機電流 I_B の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{B0} よりも大きい ($|I_B| > I_{B0}$) か否かを判定する。このステップ5で「YES」と判定したときには、例えば回転霧化頭5が被塗物Aに異常接近して絶縁性が損なわれた状態となり、塗装機1と被塗物Aとの間に流れる電流が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えられる。このため、ステップ6に移って塗装機電流 I_B の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。この異常停止表示は、例えば高電圧制御装置22のモニタ（図示せず）に出力すると共に、警報ブザー28、警報ランプ29を用いてその旨を作業者に報知することにより行われる。

[0075] その後、ステップ9に移行して、高電圧制御装置22は電源電圧制御装置17に対して遮断信号を出力し、トランジスタ制御回路21を駆動して高電圧発生器14とAC/DC変換器18との間を遮断し、高電圧の供給を停止する。最後に、ステップ10では、塗装機1の駆動を停止させる処理を行い、処理を終了する。

[0076] 一方、ステップ5で「NO」と判定したときには、ステップ7に移行する。ステップ7では、高電圧発生器14を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流 I_T の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{T0} よりも大きい ($|I_T| > I_{T0}$) か否かを判定する。ステップ7で「YES」と判定したときには、全帰路電流 I_T が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えら

れる。このため、ステップ8に移って全帰路電流 I_T の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ9に移行する。

[0077] 一方、ステップ7で「NO」と判定したときには、ステップ5, 7のいずれでも「NO」と判定されたから、塗装機電流 I_B の絶対値と全帰路電流 I_T の絶対値は、いずれも遮断しきい電流値 I_{B0} , I_{T0} 以下となる。このため、塗装機電流 I_B の絶対値と全帰路電流 I_T の絶対値は、塗装が継続可能な程度に小さいものと考えられるから、ステップ2以降の処理を繰返す。

[0078] 以上により、第1の実施の形態では、高電圧制御装置22は、塗装機電流 I_B の絶対値が遮断しきい電流値 I_{B0} を超えたときに遮断信号を出力する塗装機電流異常処理器と、全帰路電流 I_T の絶対値が遮断しきい電流値 I_{T0} を超えたときに遮断信号を出力する全帰路電流異常処理器とを備える。このとき、塗装機電流異常処理器および塗装機電流異常処理器は、電源遮断装置を構成している。

[0079] 第1の実施の形態による回転霧化頭型塗装装置は上述の如き高電圧発生制御処理に基づき作動するものである。

[0080] 然るに、第1の実施の形態では、高電圧発生器14と塗装機1との間には電流検出用抵抗15を接続し、電流検出用抵抗15の両端に生じる電位差 ΔV に基づいて、塗装機1に供給される塗装機電流 I_B を検出する塗装機電流検出器24を設けた。このとき、塗装機電流 I_B は、高電圧発生器14の内部で生じる漏洩電流を含まない。このような漏洩電流を含む全帰路電流 I_T に比べて、塗装機電流 I_B は塗装機1と被塗物Aとの間で流れる被塗物電流 I_X が反映され易いから、塗装機電流 I_B に基づいて被塗物電流 I_X の増加を適切に検出することができる。このため、高電圧制御装置22は、塗装機電流検出器24による塗装機電流 I_B を用いて塗装機1が被塗物Aに過剰に接近したか否かを適切に判別することができるから、塗装機1と被塗物Aとの距離が小さくなっても、例えばスパークが発生しない範囲では、高電圧の供給を継続することができる。この結果、狭い場所で塗装を行う場合でも、塗装機1の可動範囲を広げることができ、塗装の作業性を高めることができ

る。

[0081] 一方、入力側分圧回路 25 と出力側分圧回路 26 とによって電流検出用抵抗 15 の両端に作用する電圧を検出することができる。このとき、入力側分圧回路 25 によって検出した入力側電圧検出値 V_{Mi} と、出力側分圧回路 26 によって検出した出力側電圧検出値 V_{Mo} とは、電流検出用抵抗 15 の両端に作用する電圧に対応した値になる。このため、電圧検出値 V_{Mi} , V_{Mo} によって電流検出用抵抗 15 の両端に生じる電位差 ΔV を演算し、電流検出用抵抗 15 に流れる電流 I_{rf} を演算することができる。

[0082] また、一般的に高電圧発生器 14 の出力側には出力電圧を検出する電圧センサが設けられるが、全帰路電流 I_T は、この電圧センサを流れる漏洩電流を含む。このため、塗装機 1 が被塗物 A に近付いても、漏洩電流に比べて被塗物電流 I_X の変化量が少ないため、全帰路電流 I_T では、被塗物電流 I_X の増加を検出するのが難しい傾向がある。

[0083] これに対し、第 1 の実施の形態では、数 1 の式に示すように、電流検出用抵抗 15 に流れる電流 I_{rf} から出力側分圧回路 26 に流れる電流 I_{ro} を減算することによって、塗装機電流 I_B を演算する。この結果、塗装機電流 I_B が遮断しきい電流値 I_{B0} を超えたか否かを判定することによって、出力側分圧回路 26 に流れる電流 I_{ro} の影響を受けることなく、被塗物電流 I_X の増加を検出することができる。

[0084] また、高電圧発生器 14 を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流 I_T を検出する電流センサ 27 を備えるから、高電圧制御装置 22 は、電流センサ 27 による全帰路電流 I_T が所定の遮断しきい電流値 I_{T0} を超えたか否かを判別することによって、塗装機 1 の絶縁性が損なわれたか否かを判別することができる。これに加え、全帰路電流 I_T は高電圧発生器 14 の内部で生じる漏洩電流を含むから、全帰路電流 I_T に基づいて、高電圧発生器 14 の内部で生じる漏洩電流が増加したか否かを判別することができる。これにより、高電圧制御装置 22 は、全帰路電流 I_T を用いて塗装機 1 が被塗物 A に異常接近して塗装機の絶縁性が損なわれたことを判別することができるのに

加え、高電圧発生器 14 の絶縁劣化も判別することができる。

[0085] 次に、図 5 および図 6 は第 2 の実施の形態による高電圧発生制御処理を示している。第 2 の実施の形態では、高電圧制御装置が備える塗装機電流異常処理器は、塗装機電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたとき、または塗装機電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたときに、電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する。なお、第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0086] ここで、遮断しきい電流値 I_{B0} 、 I_{T0} は、第 1 の実施の形態と同様に設定され、高電圧制御装置 22 のメモリ等（図示せず）に予め格納されているものである。

[0087] スロープ検出に用いる所定の時間毎（例えば 170 ms 毎）の塗装機電流 $I_{B'}$ は、高電圧制御装置 22 のメモリ（図示せず）に格納されているものとする。遮断しきい変化量 ΔI_{B0} は、回転霧化頭 5 が被塗物に異常接近するときの塗装機電流の変化量 ΔI_B である。この遮断しきい変化量 ΔI_{B0} は、4 ~ 40 μA 程度の値（例えば 15 μA 程度）に設定され、高電圧制御装置 22 のメモリに格納されている。

[0088] ステップ 11 では、予めメモリに格納しておいた絶対値検出用の遮断しきい電流値 I_{B0} 、 I_{T0} 、遮断しきい変化量 ΔI_{B0} を読み込む。続くステップ 12 では、入力側分圧回路 25 によって検出した電圧検出値 V_{Mi} と、出力側分圧回路 26 によって検出した電圧検出値 V_{Mo} とを読み込む。ステップ 13 では、電流センサ 27 によって検出した全帰路電流 I_T の電流値を読み込む。

[0089] 次に、ステップ 14 では、第 1 の実施の形態によるステップ 4 と同様の処理を行う。即ち、ステップ 14 では、前述した数 1 の式に、電圧検出値 V_{Mi} 、 V_{Mo} 、分圧抵抗 25A、25B、26A、26B の抵抗値 R_{hi} 、 R_{di} 、 R_{ho} 、 R_{do} および電流検出用抵抗 15 の抵抗値 R_f を代入して、塗装機電流 I_B を演算する。

[0090] 次に、ステップ 15 では、後述するスロープ検出処理を行い、予め決めら

れた一定時間 $T1$ 毎の塗装機電流の変化量 ΔI_B を演算し、ステップ 16 に移行する。

[0091] ステップ 16 では、塗装機電流の変化量 ΔI_B が予め決められた遮断しきい変化量 ΔI_{B0} よりも大きい ($\Delta I_B > \Delta I_{B0}$) か否かを判定する。ステップ 16 で「YES」と判定したときには、例えば回転霧化頭 5 が被塗物 A に異常接近する傾向があり、塗装機 1 と被塗物 A との間に流れる電流が短時間で大きく増大していると考えられる。このため、ステップ 17 に移って塗装機電流の変化量 ΔI_B が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ 22 に移行する。

[0092] ステップ 22 では、トランジスタ制御回路 21 を駆動し、高電圧発生器 14 と AC/DC 変換器 18 との間を遮断して高電圧の供給を停止する。続くステップ 23 では、塗装機 1 の駆動を停止させる処理を行い、処理を終了する。

[0093] 一方、ステップ 16 で「NO」と判定したときには、ステップ 18 に移行する。ステップ 18 では、塗装機電流 I_B の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{B0} よりも大きい ($|I_B| > I_{B0}$) か否かを判定する。ステップ 18 で「YES」と判定したときには、ステップ 19 に移って塗装機電流 I_B の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ 22 に移行する。

[0094] 一方、ステップ 18 で「NO」と判定したときには、ステップ 20 に移行する。ステップ 20 では、高電圧発生器 14 を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流 I_T の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{T0} よりも大きい ($|I_T| > I_{T0}$) か否かを判定する。そして、ステップ 20 で「YES」と判定したときには、ステップ 21 に移って全帰路電流 I_T の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ 22 に移行する。

[0095] 一方、ステップ 20 で「NO」と判定したときには、ステップ 16, 18, 20 のいずれでも「NO」と判定されたから、塗装機電流の変化量 ΔI_B

は遮断しきい変化量 ΔI_{B0} 以下であると共に、塗装機電流 I_B の絶対値と全帰路電流 I_T の絶対値はいずれも遮断しきい電流値 I_{B0} 、 I_{T0} 以下である。このため、塗装機電流の変化量 ΔI_B 、塗装機電流 I_B の絶対値、全帰路電流 I_T の絶対値は、いずれも塗装が継続可能な程度に小さいものと考えられるから、ステップ12以降の処理を繰返す。

[0096] 次に、ステップ15のスロープ検出処理について、図6を参照しつつ説明する。ステップ31では、電流の時間変化を検出するために予め設定された時間 $T1$ として例えば170ms程度の設定時間 $T1$ を経過したか否かを判定する。ステップ31で「NO」と判定したときには、ステップ34に移ってそのままリターンする。なお、設定時間 $T1$ は、170msに限らず、塗装条件等に応じて適宜設定されるものである。

[0097] 一方、ステップ31で「YES」と判定したときには、ステップ32に移って今回の塗装機電流 I_B と前回(170ms前)の塗装機電流 $I_{B'}$ との差を以下の数6の式に基づいて演算し、この差をスロープ検出用の塗装機電流の変化量 ΔI_B として算出する。その後、ステップ33に移って、メモリ内に格納された前回の塗装機電流 $I_{B'}$ を今回の塗装機電流 I_B に更新($I_{B'} = I_B$)し、ステップ34に移ってリターンする。これにより、設定時間 $T1$ 毎の塗装機電流の変化量 ΔI_B を演算するものである。なお、塗装機電流 I_B 、 $I_{B'}$ は通常は同じ極性になる。このため、塗装機電流の変化量 ΔI_B として塗装機電流 I_B の絶対値の増加分を演算してもよい。

[0098] [数6]

$$\Delta I_B = I_B - I_{B'}$$

[0099] かくして、第2の実施の形態でも第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。第2の実施の形態では、塗装機電流の変化量 ΔI_B が所定の遮断しきい変化量 ΔI_{B0} を超えたときに電源電圧制御装置17に対して電源電圧 V_{dc} の供給を遮断する遮断信号を出力する構成とした。このため、塗装機電流の変化量 ΔI_B を用いて塗装機1が被塗物Aに異常接近したか否かを判別することができ、異常接近したときには高電圧発生器14に対する電

源電圧 V_{dc} の供給を遮断することができる。

[0100] さらに、従来技術のように全帰路電流の変化量を用いて被塗物 A に異常接近したか否かを判別する場合には、次の問題がある。即ち、塗装機 1 が被塗物 A に接近して被塗物電流 I_X が変化しても、被塗物電流 I_X の変化が高電圧発生器 14 内で発生する漏洩電流、または高電圧発生器 14 の出力電圧を測定する回路を流れる漏洩電流に基づいて緩和され、精度が低下し易いという問題がある。

[0101] これに対し、第 2 の実施の形態では、このような漏洩電流を除いた塗装機電流の変化量 ΔI_B を用いて塗装機 1 が被塗物 A に異常接近したか否かを判別するから、被塗物 A の接近状況を高い精度で把握することができる。このため、不必要な塗装の中断を回避することができ、塗装の生産性を高めることができる。

[0102] 次に、図 7 ないし図 9 は本発明の第 3 の実施の形態を示している。第 3 の実施の形態では、塗装装置は、塗装機で生じる漏洩電流を検出する漏洩電流検出器をさらに備えると共に、高電圧制御装置は、被塗物電流演算器、被塗物電流異常処理器、絶縁低下警報処理器を備える。なお、第 3 の実施の形態では、高電圧制御装置は、塗装機電流異常処理器に代えて、被塗物電流異常処理器を備える。この被塗物電流異常処理器は電源遮断装置を構成する。また、第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0103] 漏洩電流検出器 31 は、被塗物 A を通らずに流れる漏洩電流を検出する。この漏洩電流検出器 31 は、後述する電流センサ 32～36 によって構成され、その出力側が高電圧制御装置 22 に接続されている。

[0104] 電流センサ 32 は、外面電流検出器を構成している。この電流センサ 32 は、例えばカバー 2 の表面に設けられた導電性金属材料等からなる環状の導体端子 32A に接続されている。電流センサ 32 は、導体端子 32A を通じて塗装機 1 の外面（カバー 2 の表面）を流れる漏洩電流 I_{La} を検出し、検出した漏洩電流 I_{La} の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力する。

- [0105] 電流センサ 33 は、駆動エア通路電流検出器を構成している。この電流センサ 33 は、例えば駆動エア通路 4 の途中に設けられた導電性金属材料等からなる環状の導体端子 33 A に接続されている。電流センサ 33 は、導体端子 33 A を通じて塗装機 1 内の駆動エア通路 4 を流れる漏洩電流 I_{Lb} を検出し、検出した漏洩電流 I_{Lb} の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力する。
- [0106] 電流センサ 34 は、シェーピングエア通路電流検出器を構成している。この電流センサ 34 は、例えばシェーピングエア通路 7 の途中に設けられた導電性金属材料等からなる環状の導体端子 34 A に接続されている。電流センサ 34 は、導体端子 34 A を通じて塗装機 1 内のシェーピングエア通路 7 を流れる漏洩電流 I_{Lc} を検出し、検出した漏洩電流 I_{Lc} の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力する。
- [0107] 電流センサ 35 は、供給弁駆動エア通路電流検出器を構成している。この電流センサ 35 は、例えば供給弁駆動エア通路 12 の途中に設けられた導電性金属材料等からなる環状の導体端子 35 A に接続されている。電流センサ 35 は、導体端子 35 A を通じて塗装機 1 内の供給弁駆動エア通路 12 を流れる漏洩電流 I_{Ld} を検出し、検出した漏洩電流 I_{Ld} の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力する。
- [0108] 電流センサ 36 は、塗料通路電流検出器を構成している。この電流センサ 36 は、例えば塗料供給弁 11 よりも上流側（塗料供給源 10 側）に位置して塗料通路 9 の途中に設けられた導電性金属材料等からなる環状の導体端子 36 A に接続されている。電流センサ 36 は、導体端子 36 A を通じて塗装機 1 内の塗料通路 9 を流れる漏洩電流 I_{Le} を検出し、検出した漏洩電流 I_{Le} の電流値を高電圧制御装置 22 に向けて出力する。
- [0109] 次に、第 3 の実施の形態による高電圧発生制御処理について図 8 および図 9 を参照しつつ説明する。
- [0110] なお、遮断しきい電流値 I_{X0} , I_{T0} , $I_{La0} \sim I_{Le0}$ 、警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ は、高電圧制御装置 22 のメモリ等（図示せず）に予め格

納されている。

[0111] ここで、遮断しきい電流値 I_{X0} は、回転霧化頭 5 が被塗物 A に異常接近して絶縁性が損なわれた状態で塗装機 1 と被塗物 A との間に流れる被塗物電流値である。この遮断しきい電流値 I_{X0} は、例えば $80 \mu A$ 程度に設定されている。

[0112] 遮断しきい電流値 I_{La0} は、カバー 2 の絶縁性が損なわれた状態でカバー 2 の外面を流れる電流値である。この遮断しきい電流値 I_{La0} は、例えば $60 \mu A$ 程度に設定されている。

[0113] 遮断しきい電流値 $I_{Lb0} \sim I_{Ld0}$ は、各エア通路 4, 7, 12 の絶縁性が損なわれた状態で各エア通路 4, 7, 12 内に流れる電流値である。これらの遮断しきい電流値 $I_{Lb0} \sim I_{Ld0}$ は、例えば $10 \mu A$ 程度に設定されている。

[0114] 遮断しきい電流値 I_{Le0} は、塗料通路 9 の絶縁性が損なわれた状態で塗料通路 9 内に流れる電流値である。この遮断しきい電流値 I_{Le0} は、例えば $15 \mu A$ 程度に設定されている。

[0115] また、警報しきい電流値 I_{La1} は、カバー 2 の絶縁性が低下した初期段階の状態でカバー 2 の外面を流れる電流値である。この警報しきい電流値 I_{La1} は、遮断しきい電流値 I_{La0} よりも小さい値として例えば $40 \mu A$ 程度に設定されている。

[0116] 警報しきい電流値 $I_{Lb1} \sim I_{Ld1}$ は、各エア通路 4, 7, 12 の絶縁性が低下した初期段階の状態で各エア通路 4, 7, 12 内に流れる電流値である。これらの警報しきい電流値 $I_{Lb1} \sim I_{Ld1}$ は、遮断しきい電流値 $I_{Lb0} \sim I_{Ld0}$ よりも小さい値として例えば $6 \mu A$ 程度に設定されている。

[0117] 警報しきい電流値 I_{Le1} は、塗料通路 9 の絶縁性が低下した初期段階の状態で塗料通路 9 内に流れる電流値である。この警報しきい電流値 I_{Le1} は、遮断しきい電流値 I_{Le0} よりも小さい値として例えば $10 \mu A$ 程度に設定されている。このように、警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ は、例えば遮断しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ の $60\% \sim 80\%$ 程度の値に設定されている。

[0118] 図8において、ステップ41では、予めメモリに格納しておいた絶対値検出用の遮断しきい電流値 I_{X0} 、 I_{T0} 、 $I_{La0} \sim I_{Le0}$ を読み込む。ステップ42では、予めメモリに格納しておいた絶対値検出用の警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ を読み込む。続くステップ43では、入力側分圧回路25によって検出した電圧検出値 V_{Mi} と、出力側分圧回路26によって検出した電圧検出値 V_{Mo} とを読み込み、ステップ44では、電流センサ27、32～36によって検出した全帰路電流 I_T と漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ を読み込む。

[0119] 次に、ステップ45では、第1の実施の形態によるステップ4と同様の処理を行う。即ち、ステップ45では、前述した数1の式に、電圧検出値 V_{Mi} 、 V_{Mo} 、分圧抵抗25A、25B、26A、26Bの抵抗値 R_{hi} 、 R_{di} 、 R_{ho} 、 R_{do} および電流検出用抵抗15の抵抗値 R_f を代入して、塗装機電流 I_B を演算する。

[0120] 次に、ステップ46では、以下の数7の式に基づいて、塗装機1と被塗物Aとの間に流れている被塗物電流 I_X を演算する。具体的には、塗装機電流 I_B から漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ を減算して、被塗物電流 I_X を演算する。

[0121] [数7]

$$I_X = I_B - (I_{La} + I_{Lb} + I_{Lc} + I_{Ld} + I_{Le})$$

[0122] 次に、ステップ47では、ステップ46で算出した被塗物電流 I_X の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{X0} よりも大きい（ $|I_X| > I_{X0}$ ）か否かを判定する。ステップ47で「YES」と判定したときには、例えば回転霧化頭5が被塗物Aに異常接近して絶縁性が損なわれた状態となり、塗装機1と被塗物Aとの間に流れる電流が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えられる。このため、ステップ48に移って被塗物電流 I_X の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ59に移行する。

[0123] ステップ59では、トランジスタ制御回路21を駆動し、高電圧発生器14とAC/DC変換器18との間を遮断して高電圧の供給を停止する。続くステップ60では、塗装機1の駆動を停止させる処理を行い、処理を終了す

る。

[0124] 一方、ステップ47で「NO」と判定したときには、ステップ49に移行する。ステップ49では、カバー2等の表面を流れる漏洩電流 I_{La} の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{La0} よりも大きい（ $|I_{La}| > I_{La0}$ ）か否かを判定する。ステップ49で「YES」と判定したときには、例えばカバー2等に付着した吸着物によって沿面放電が生じて絶縁性が損なわれた状態となり、カバー2の表面を流れる電流が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えられる。このため、ステップ50に移って、カバー2の表面で検出した漏洩電流 I_{La} の絶対値が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ59に移行する。

[0125] 一方、ステップ49で「NO」と判定したときには、ステップ51に移行する。ステップ51では、エア通路4, 7, 12内を流れる漏洩電流 $I_{Lb} \sim I_{Ld}$ の絶対値と塗料通路9内を流れる漏洩電流 I_{Le} の絶対値がそれぞれ予め決められた遮断しきい電流値 $I_{Lb0} \sim I_{Le0}$ よりも大きい（ $|I_{Lb}| > I_{Lb0}$, $|I_{Lc}| > I_{Lc0}$, $|I_{Ld}| > I_{Ld0}$, $|I_{Le}| > I_{Le0}$ ）か否かを判定する。ステップ51で「YES」と判定したときには、例えばエア通路4, 7, 12内に付着した水分、塵埃等によって沿面放電が生じて絶縁性が失われた状態、または塗料通路9内に付着した顔料等によって沿面放電が生じて絶縁性が損なわれた状態となり、いずれかの電流が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えられる。このため、ステップ52に移って、漏洩電流 $I_{Lb} \sim I_{Le}$ のうち過大となった漏洩電流 $I_{Lb} \sim I_{Le}$ の通路を特定する異常停止表示を行う。その後、ステップ59に移行する。

[0126] 一方、ステップ51で「NO」と判定したときには、ステップ53に移行する。ステップ53では、高電圧発生器14を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流 I_T の絶対値が予め決められた遮断しきい電流値 I_{T0} よりも大きい（ $|I_T| > I_{T0}$ ）か否かを判定する。ステップ53で「YES」と判定したときには、全帰路電流 I_T が絶縁破壊を生じ得る程度に増大していると考えられる。このため、ステップ54に移って、全帰路電流 I_T の絶対値

が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ59に移行する。

[0127] 一方、ステップ53で「NO」と判定したときには、ステップ47, 49, 51, 53のいずれでも「NO」と判定されたから、電流 $I_{La} \sim I_{Le}$, I_T の絶対値、被塗物電流 I_X の絶対値はいずれも遮断しきい電流値 $I_{La0} \sim I_{Le0}$, I_{T0} , I_{X0} 以下となる。このため、電流 $I_{La} \sim I_{Le}$, I_T 、被塗物電流 I_X は塗装が継続可能な程度に小さいものと考えられるから、ステップ55に移行する。

[0128] 次に、ステップ55では、カバー2等の表面を流れる漏洩電流 I_{La} の絶対値が予め決められた警報しきい電流値 I_{La1} よりも大きい ($|I_{La}| > I_{La1}$) か否かを判定する。ステップ55で「YES」と判定したときには、塗装の継続は可能であるものの、例えばカバー2に付着した吸着物によって沿面放電が生じ、絶縁性が低下していると考えられる。このため、ステップ56に移って、警報ブザー28、警報ランプ29に警報信号を出力する。これに加えて、例えば高電圧制御装置22のモニタ等（図示せず）に漏洩電流 I_{La} が増大してカバー2の絶縁性が低下していることを表示する。これらの警報処理により、作業者に対してカバー2の表面の保守（点検、清掃等）を促す。その後、ステップ43以降の処理を繰返す。

[0129] 一方、ステップ55で「NO」と判定したときには、ステップ57に移行する。ステップ57では、エア通路4, 7, 12内を流れる漏洩電流 $I_{Lb} \sim I_{Ld}$ の絶対値と塗料通路9内を流れる漏洩電流 I_{Le} の絶対値がそれぞれ予め決められた警報しきい電流値 $I_{Lb1} \sim I_{Le1}$ よりも大きい ($|I_{Lb}| > I_{Lb1}$, $|I_{Lc}| > I_{Lc1}$, $|I_{Ld}| > I_{Ld1}$, $|I_{Le}| > I_{Le1}$) か否かを判定する。

[0130] ステップ57で「YES」と判定したときには、塗装の継続は可能であるものの、例えばエア通路4, 7, 12内に付着した水分、塵埃等によって沿面放電が生じて絶縁性が低下した状態、または塗料通路9内に付着した顔料等によって沿面放電が生じて絶縁性が低下した状態となっていると考えられ

る。このため、ステップ58に移って、警報ブザー28、警報ランプ29に警報信号を出力する。これに加えて、例えば高電圧制御装置22のモニタ等（図示せず）にエア通路4, 7, 12と塗料通路9のうち絶縁性が低下した通路を表示する。これらの警報処理により、作業者に対してエア通路4, 7, 12と塗料通路9のうち絶縁性が低下した通路を知らせると共に、その通路等の保守を促す。その後、ステップ43以降の処理を繰返す。

[0131] 一方、ステップ57で「NO」と判定したときには、いずれの漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ も警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ よりも小さく、通常の塗装状態に保たれていると考えられる。このため、そのままの状態を保持して、ステップ43に移行し、ステップ43以降の処理を繰返す。

[0132] かくして、このように構成された第3の実施の形態でも、前述した第1の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第3の実施の形態では、被塗物Aを通らずに流れる漏洩電流を検出する漏洩電流検出器31を備えたから、塗装機電流 I_B から漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ を減算し、塗装機1と被塗物Aとの間に流れる被塗物電流 I_X を演算することができる。このため、被塗物電流 I_X の絶対値が所定の遮断しきい電流値 I_{X0} を超えたか否かを判別することによって、塗装機1が被塗物Aに接近したか否かを判別することができる。この結果、被塗物Aを通らない漏洩電流が増加したときでも、塗装機1と被塗物Aとの間に流れる被塗物電流 I_X を正確に把握することができ、被塗物電流 I_X を用いて塗装機1が被塗物Aに異常接近して塗装機1の絶縁性が損なわれたことを、より正確に判別することができる。

[0133] また、高電圧制御装置22は、漏洩電流検出器31による漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ の絶対値が所定の遮断しきい電流値 $I_{La0} \sim I_{Le0}$ よりも小さい所定の警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ を超えたか否かを判別することによって、絶縁破壊が生じ得る程度に塗装機の絶縁性が損なわれたか否かを判別することができる。これにより、高電圧制御装置22は、漏洩電流 $I_{La} \sim I_{Le}$ を用いて塗装機1と被塗物Aとの間以外の箇所（例えば塗装機1のカバー2の表面、塗料通路9の内面、エア通路4, 7, 12の内面等）における絶縁破

壊の進行状況を把握することができる。このため、これら各箇所での沿面放電による損傷が進行する前に、例えば警報の発生等によって絶縁低下を報知し、作業者に対して塗装機 1 の保守（点検、清掃等）を促すことができ、塗装機 1 の損傷を防ぎ、信頼性、耐久性を高めることができる。

[0134] 次に、図 10 および図 11 は第 4 の実施の形態による高電圧発生制御処理を示している。第 4 の実施の形態では、高電圧制御装置が備える全帰路電流異常処理器は、全帰路電流の絶対値が所定の遮断しきい電流値を超えたとき、または全帰路電流の変化量が所定の遮断しきい変化量を超えたときに、電源電圧制御装置に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する。なお、第 4 の実施の形態では、第 2 の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0135] ここで、遮断しきい電流値 I_{B0} 、 I_{T0} は、第 1 の実施の形態と同様に設定され、高電圧制御装置 22 のメモリ等（図示せず）に予め格納されているものである。

[0136] スロープ検出に用いる所定の時間毎（例えば 170 ms 毎）の全帰路電流 $I_{T'}$ および塗装機電流 $I_{B'}$ は、高電圧制御装置 22 のメモリ（図示せず）に格納されているものとする。

[0137] 遮断しきい変化量 ΔI_{T0} は、回転霧化頭 5 が被塗物に異常接近するときの全帰路電流の変化量 ΔI_T である。この遮断しきい変化量 ΔI_{T0} は、4 ~ 40 μA 程度の値（例えば 15 μA 程度）に設定され、高電圧制御装置 22 のメモリに格納されている。遮断しきい変化量 ΔI_{B0} は、回転霧化頭 5 が被塗物に異常接近するときの塗装機電流の変化量 ΔI_B である。この遮断しきい変化量 ΔI_{B0} は、4 ~ 40 μA 程度の値（例えば 15 μA 程度）に設定され、高電圧制御装置 22 のメモリに格納されている。遮断しきい変化量 ΔI_{T0} 、 ΔI_{B0} は、互いに同じ値でもよく、異なる値でもよい。

[0138] ステップ 61 では、予めメモリに格納しておいた絶対値検出用の遮断しきい電流値 I_{B0} 、 I_{T0} 、遮断しきい変化量 ΔI_{B0} 、 ΔI_{T0} を読込む。その後、ステップ 12 で、電圧検出値 V_{Mi} および電圧検出値 V_{Mo} を読込み、ス

ステップ13で、全帰路電流 I_T の電流値を読み込む。続く、ステップ14では、電圧検出値 V_{Mi} 、 V_{Mo} 等に基づいて、塗装機電流 I_B を演算する。

[0139] 次に、ステップ62では、後述するスロープ検出処理を行い、予め決められた一定時間 T_1 毎の塗装機電流の変化量 ΔI_B と全帰路電流の変化量 ΔI_T とを演算し、ステップ16に移行する。

[0140] ステップ16では、塗装機電流の変化量 ΔI_B が予め決められた遮断しきい変化量 ΔI_{B0} よりも大きい($\Delta I_B > \Delta I_{B0}$)か否かを判定する。ステップ16で「YES」と判定したときには、ステップ17に移って塗装機電流の変化量 ΔI_B が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ22、23の処理を行う。

[0141] 一方、ステップ16で「NO」と判定したときには、ステップ63に移行する。ステップ63では、全帰路電流の変化量 ΔI_T が予め決められた遮断しきい変化量 ΔI_{T0} よりも大きい($\Delta I_T > \Delta I_{T0}$)か否かを判定する。ステップ63で「YES」と判定したときには、ステップ64に移って全帰路電流の変化量 ΔI_T が過大であることを示す異常停止表示を行う。その後、ステップ22、23の処理を行う。

[0142] 一方、ステップ63で「NO」と判定したときには、ステップ18に移行する。ステップ18～23の処理は、第2の実施の形態と同様である。

[0143] 次に、ステップ62のスロープ検出処理について、図11を参照しつつ説明する。ステップ71では、電流の時間変化を検出するために予め設定された時間 T_1 として例えば170ms程度の設定時間 T_1 を経過したか否かを判定する。ステップ71で「NO」と判定したときには、ステップ76に移ってそのままリターンする。なお、設定時間 T_1 は、170msに限らず、塗装条件等に応じて適宜設定されるものである。

[0144] 一方、ステップ71で「YES」と判定したときには、ステップ72に移って今回の塗装機電流 I_B と前回(170ms前)の塗装機電流 $I_{B'}$ との差を前述の数6の式に基づいて演算し、この差をスロープ検出用の塗装機電流の変化量 ΔI_B として算出する。その後、ステップ73に移って、メモリ

内に格納された前回の塗装機電流 I_B' を今回の塗装機電流 I_B に更新 ($I_B' = I_B$) する。

[0145] 続くステップ 74 では、今回の全帰路電流 I_T と前回 (170ms 前) の全帰路電流 I_T' との差を以下の数 8 の式に基づいて演算し、この差をスロープ検出用の全帰路電流の変化量 ΔI_T として算出する。その後、ステップ 75 に移って、メモリ内に格納された前回の全帰路電流 I_T' を今回の全帰路電流 I_T に更新 ($I_T' = I_T$) し、ステップ 76 に移ってリターンする。これにより、設定時間 T_1 毎の塗装機電流の変化量 ΔI_B と全帰路電流の変化量 ΔI_T を演算するものである。なお、全帰路電流 I_T 、 I_T' は通常は同じ極性になる。このため、全帰路電流の変化量 ΔI_T として全帰路電流 I_T の絶対値の増加分を演算してもよい。

[0146] [数 8]

$$\Delta I_T = I_T - I_T'$$

[0147] かくして、第 4 の実施の形態でも第 1、第 2 の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。第 4 の実施の形態では、全帰路電流 I_T の絶対値が所定の遮断しきい電流値 I_{T0} を超えたとき、または全帰路電流の変化量 ΔI_T が所定の遮断しきい変化量 ΔI_{T0} を超えたときに、電源電圧制御装置 17 に対して電源電圧 V_{dc} の供給を遮断する遮断信号を出力する構成とした。このため、全帰路電流 I_T の絶対値に限らず、塗装機電流の変化量 ΔI_T を用いて塗装機 1 の絶縁性が損なわれたか否かを判別することができる。

[0148] なお、第 4 の実施の形態は、第 2 の実施の形態に適用した場合を例に挙げて説明したが、第 1 または第 3 の実施の形態に適用してもよい。

[0149] 第 1 ないし第 4 の実施の形態では、ステップ 5 ~ 10、16 ~ 23、47 ~ 54、59、60、63、64 は電源遮断装置の具体例、ステップ 4、14、45 は塗装機電流演算器の具体例、ステップ 5、6、9、10、16 ~ 19、22、23 は塗装機電流異常処理器の具体例、ステップ 7 ~ 10、20 ~ 23、53、54、59、60、63、64 は全帰路電流異常処理器の具体例、ステップ 46 は被塗物電流演算器の具体例、ステップ 47、48、

５９，６０は被塗物電流異常処理器の具体例、ステップ５５～５８は絶縁低下警報処理器の具体例をそれぞれ示している。

[0150] 遮断しきい電流値 I_{B0} ， I_{T0} ， I_{X0} ， $I_{La0} \sim I_{Le0}$ 、遮断しきい変化量 ΔI_{B0} ， ΔI_{T0} 、警報しきい電流値 $I_{La1} \sim I_{Le1}$ 等は、前記各実施の形態に例示した値に限らず、塗装機の種類、塗装条件等に応じて適宜設定されるものである。

[0151] 前記第２および第４の実施の形態では、塗装機電流の変化量 ΔI_B および全帰路電流の変化量 ΔI_T は、電圧の供給を遮断する遮断処理に用いるものとした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば塗装機電流の変化量または全帰路電流の変化量を用いて警報を発生させる警報処理に用いる構成としてもよい。

[0152] 第３の実施の形態では、被塗物電流 I_X が遮断しきい電流値 I_{X0} を超えたか否かによって、塗装機１が被塗物Ａに接近したか否かを判別する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば第２の実施の形態によるスロープ検出処理と同様な処理によって、被塗物電流 I_X の変化量 ΔI_X を演算し、変化量 ΔI_X が所定の遮断しきい変化量 ΔI_{X0} を超えたか否かによって、塗装機１が被塗物Ａに接近したか否かを判別する構成としてもよい。また、第３の実施の形態に、第２の実施の形態による塗装機電流の変化量 ΔI_B に基づく判定処理を組み合わせる構成としてもよい。

[0153] 第３の実施の形態では、電流センサ３３～３５によってエア通路４，７，１２に流れる漏洩電流をそれぞれ別個に検出するものとしたが、例えば単一の全エア通路電流によってエア通路４，７，１２に流れる漏洩電流を合計して一緒に検出する構成としてもよい。

[0154] 第１ないし第４の実施の形態では、回転霧化頭５を金属材料または導電性の樹脂材料によって形成し、回転霧化頭５を介して直接的に塗料を高電圧に帯電させる直接帯電式の回転霧化頭型塗装装置を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えば回転霧化頭型塗装装置のカバーの外周側に外部電極を設け、この外部電極によって回転霧化頭から噴霧された塗料を

間接的に高電圧に帯電させる間接帯電式の回転霧化頭型塗装装置に適用してもよい。

[0155] さらに、第1ないし第4の実施の形態では静電塗装装置として回転霧化頭5を用いて塗料を噴霧する回転霧化頭型塗装装置（回転霧化式静電塗装装置）に適用する場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、例えば空気霧化式静電塗装装置、液圧霧化式静電塗装装置等の回転霧化以外の霧化方式を用いた静電塗装装置に適用してもよい。

符号の説明

- [0156]
- 1 塗装機
 - 3 エアモータ
 - 5 回転霧化頭
 - 14 高電圧発生器
 - 15 電流検出用抵抗
 - 17 電源電圧制御装置
 - 18 AC／DC変換器
 - 22 高電圧制御装置
 - 23 電圧設定器
 - 24 塗装機電流検出器
 - 25 入力側分圧回路
 - 26 出力側分圧回路
 - 27 電流センサ（全帰路電流検出器）
 - 31 漏洩電流検出器
 - IT 全帰路電流
 - IB 塗装機電流
 - IX 被塗物電流
 - ILa～ILe 漏洩電流
 - VMi 入力側電圧検出値
 - VMo 出力側電圧検出値

請求の範囲

[請求項1]

被塗物に塗料を噴霧する塗装機（１）と、電源電圧を昇圧して高電圧を発生し、該高電圧を前記塗装機（１）に出力する高電圧発生器（１４）と、該高電圧発生器（１４）に電源電圧を供給する電源電圧制御装置（１７）と、該電源電圧制御装置（１７）に対して電源電圧を設定するための設定信号を出力し、前記高電圧発生器（１４）から出力する高電圧を制御する高電圧制御装置（２２）とを備えてなる静電塗装装置において、

前記高電圧発生器（１４）と前記塗装機（１）との間には電流検出用抵抗（１５）を接続し、

該電流検出用抵抗（１５）の両端に生じる電位差（ ΔV ）に基づいて、前記塗装機（１）に供給される塗装機電流（ I_B ）を検出する塗装機電流検出器（２４）を設け、

前記高電圧制御装置（２２）は、該塗装機電流検出器（２４）によって検出した塗装機電流（ I_B ）を用いて前記塗装機（１）が被塗物に接近したと判別したときには、前記電源電圧制御装置（１７）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する構成としたことを特徴とする静電塗装装置。

[請求項2]

前記塗装機電流検出器（２４）は、前記電流検出用抵抗（１５）の入力端に作用する電圧を分圧する入力側分圧回路（２５）と、

前記電流検出用抵抗（１５）の出力端に作用する電圧を分圧する出力側分圧回路（２６）と、

前記入力側分圧回路（２５）によって検出した入力側電圧検出値（ V_{Mi} ）と前記出力側分圧回路（２６）によって検出した出力側電圧検出値（ V_{Mo} ）とに基づいて、前記電流検出用抵抗（１５）に流れる電流から前記出力側分圧回路（２６）に流れる電流を減算して、前記塗装機電流（ I_B ）を演算する塗装機電流演算器とを備える構成としてなる請求項１に記載の静電塗装装置。

[請求項3] 前記高電圧発生器（14）を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流（ I_T ）を検出する全帰路電流検出器（27）を備え、

前記高電圧制御装置（22）は、前記全帰路電流検出器（27）によって検出した全帰路電流（ I_T ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{T0} ）を超えたとき、または全帰路電流の変化量（ ΔI_T ）が所定の遮断しきい変化量（ ΔI_{T0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する全帰路電流異常処理器を備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項4] 前記高電圧制御装置（22）は、前記塗装機電流検出器（24）によって検出した塗装機電流（ I_B ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{B0} ）を超えたとき、または塗装機電流の変化量（ ΔI_B ）が所定の遮断しきい変化量（ ΔI_{B0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する塗装機電流異常処理器を備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項5] 前記被塗物を通らずに流れる漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を検出する漏洩電流検出器（31）をさらに備え、

前記高電圧制御装置（22）は、前記塗装機電流検出器（24）によって検出した塗装機電流（ I_B ）から前記漏洩電流検出器（31）によって検出した漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を減算し、前記塗装機（1）と前記被塗物との間に流れる被塗物電流（ I_X ）を演算する被塗物電流演算器と、

該被塗物電流演算器による被塗物電流（ I_X ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{X0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する被塗物電流異常処理器とを備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項6] 前記高電圧制御装置（22）は、前記漏洩電流検出器（31）によって検出した漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を用いて初期段階の絶縁低下が生じたと判別したときには、前記塗装機（1）に生じている絶縁低下を報知する絶縁低下警報処理器をさらに備える構成としてなる請求項5に記載の静電塗装装置。

補正された請求の範囲

[2013年4月17日(17.04.2013)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 被塗物に塗料を噴霧する塗装機 (1) と、電源電圧を昇圧して高電圧を発生し、該高電圧を前記塗装機 (1) に出力する高電圧発生器 (1 4) と、該高電圧発生器 (1 4) に電源電圧を供給する電源電圧制御装置 (1 7) と、該電源電圧制御装置 (1 7) に対して電源電圧を設定するための設定信号を出力し、前記高電圧発生器 (1 4) から出力する高電圧を制御する高電圧制御装置 (2 2) とを備えてなる静電塗装装置において、

前記高電圧発生器 (1 4) と前記塗装機 (1) との間には電流検出用抵抗 (1 5) を接続し、

該電流検出用抵抗 (1 5) の両端に生じる電位差 (ΔV) に基づいて、前記塗装機 (1) に供給される塗装機電流 (I B) を検出する塗装機電流検出器 (2 4) を設け、

前記塗装機電流検出器 (2 4) は、前記電流検出用抵抗 (1 5) の入力端に作用する電圧を分圧する入力側分圧回路 (2 5) と、

前記電流検出用抵抗 (1 5) の出力端に作用する電圧を分圧する出力側分圧回路 (2 6) と、

前記入力側分圧回路 (2 5) によって検出した入力側電圧検出値 (V_{Mi}) と前記出力側分圧回路 (2 6) によって検出した出力側電圧検出値 (V_{Mo}) とに基づいて、前記電流検出用抵抗 (1 5) に流れる電流から前記出力側分圧回路 (2 6) に流れる電流を減算して、前記塗装機電流 (I B) を演算する塗装機電流演算器とを備え、

前記高電圧制御装置 (2 2) は、前記塗装機電流検出器 (2 4) によって検出した塗装機電流 (I B) を用いて前記塗装機 (1) が被塗物に接近したと判別したときには、前記電源電圧制御装置 (1 7) に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する構成としたことを特徴とする静電塗装装置。

[請求項 2] (削除)

[請求項 3] 前記高電圧発生器（14）を含む高電圧印加経路内に流れる全帰路電流（ I_T ）を検出する全帰路電流検出器（27）を備え、

前記高電圧制御装置（22）は、前記全帰路電流検出器（27）によって検出した全帰路電流（ I_T ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{T0} ）を超えたとき、または全帰路電流の変化量（ ΔI_T ）が所定の遮断しきい変化量（ ΔI_{T0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する全帰路電流異常処理器を備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項 4] 前記高電圧制御装置（22）は、前記塗装機電流検出器（24）によって検出した塗装機電流（ I_B ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{B0} ）を超えたとき、または塗装機電流の変化量（ ΔI_B ）が所定の遮断しきい変化量（ ΔI_{B0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する塗装機電流異常処理器を備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項 5] 前記被塗物を通らずに流れる漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を検出する漏洩電流検出器（31）をさらに備え、

前記高電圧制御装置（22）は、前記塗装機電流検出器（24）によって検出した塗装機電流（ I_B ）から前記漏洩電流検出器（31）によって検出した漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を減算し、前記塗装機（1）と前記被塗物との間に流れる被塗物電流（ I_X ）を演算する被塗物電流演算器と、

該被塗物電流演算器による被塗物電流（ I_X ）の絶対値が所定の遮断しきい電流値（ I_{X0} ）を超えたときに、前記電源電圧制御装置（17）に対して電源電圧の供給を遮断する遮断信号を出力する被塗物電流異常処理器とを備える構成としてなる請求項1に記載の静電塗装装置。

[請求項 6] 前記高電圧制御装置（22）は、前記漏洩電流検出器（31）によって検出した漏洩電流（ $I_{La} \sim I_{Le}$ ）を用いて初期段階の絶縁低下が生じたと判別したときには、前記塗装機（1）に生じている絶縁低下を報知する絶縁低下警報処理器をさらに備える構成としてなる請求項 5 に記載の静電塗装装置。

条約第 19 条 (1) に基づく説明書

国際調査機関の見解書によると、請求項 1 - 6 に係る発明は、国際調査報告で引用された文献 1 (WO 2006 / 016472 A1) および文献 2 (JP 63 - 8816 B2) により進歩性を有しない、という認定である。

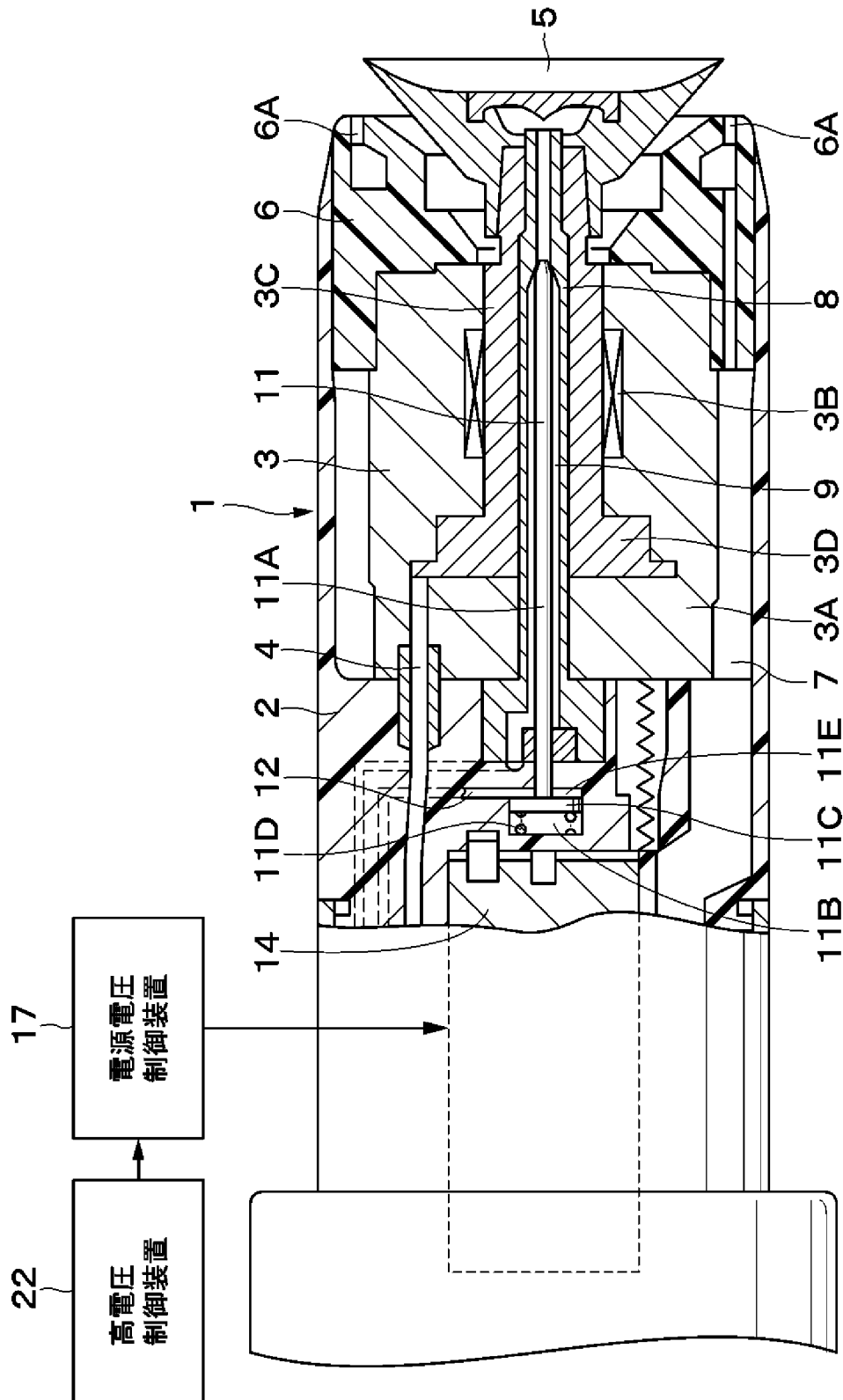
そこで、新たな請求項 1 は、出願当初の請求項 1 と請求項 2 を合併し、塗装機電流検出器が、電流検出用抵抗に流れる電流から出力側分圧回路に流れる電流を減算して塗装機電流を演算する塗装機電流演算器を備える点を特定した。

文献 2 には、保護抵抗 (6) の両端に分圧器 (8) , (9) を接続し、これらの出力信号に基づいて、一次電源遮断スイッチ (4) および出力接地スイッチ (7) を作動させる高電圧発生装置 (1'') が開示されている。

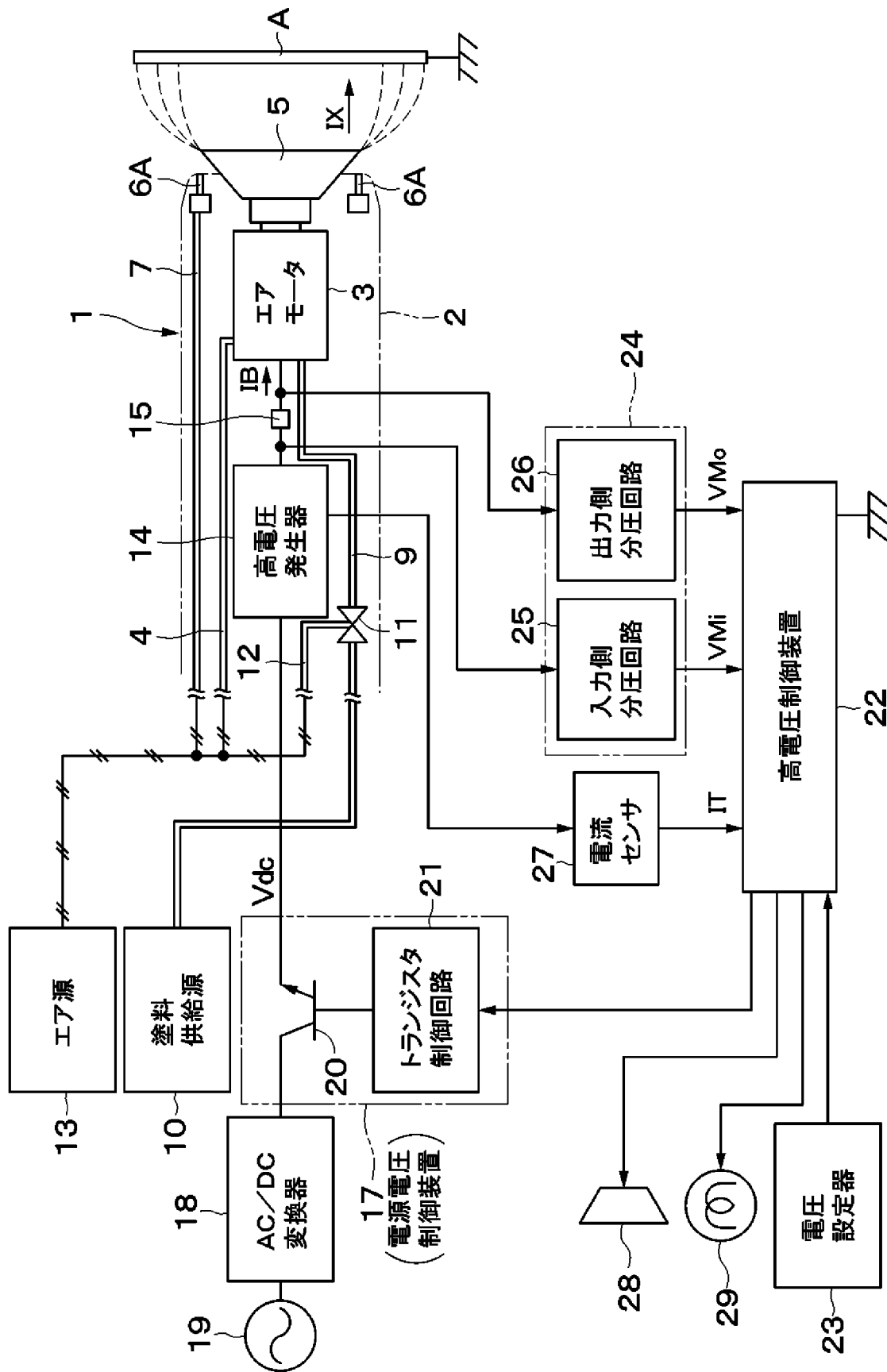
しかし、文献 2 の高電圧発生装置 (1'') は、分圧器 (8) , (9) に流れる電流を考慮していない。

従って、本願発明の塗装機電流演算器は、文献 1 , 2 のいずれにも記載されていない。

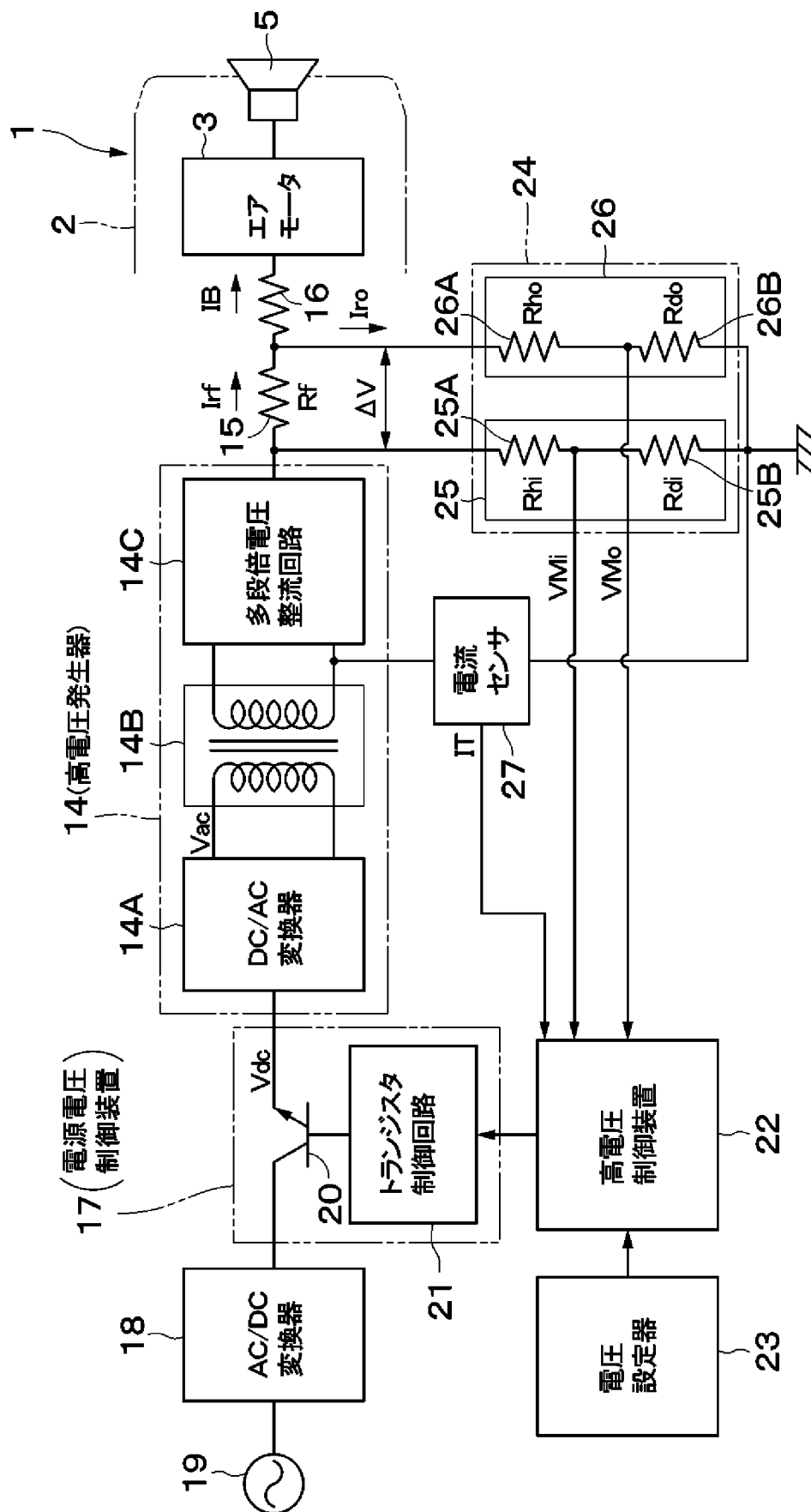
[図1]



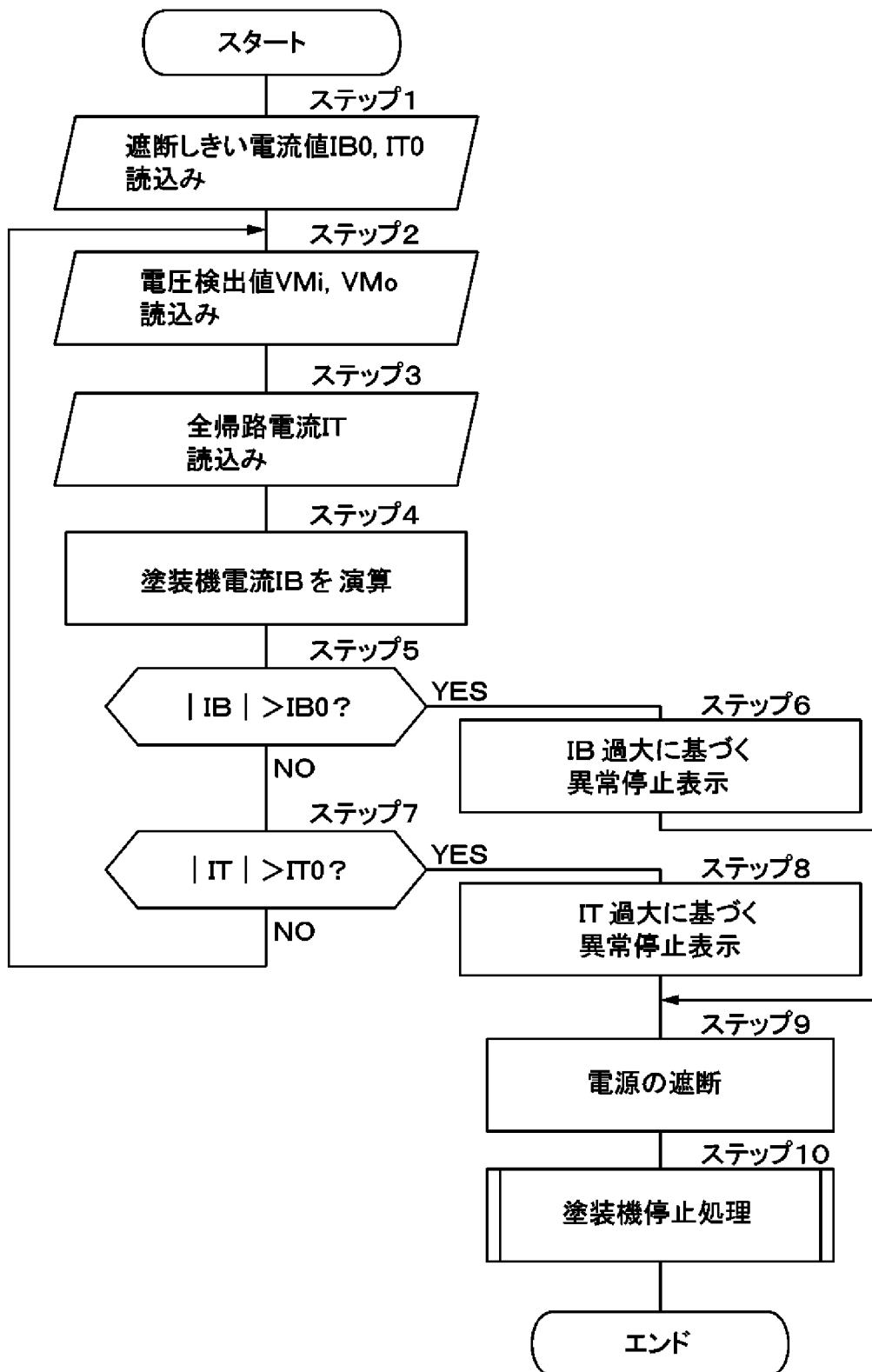
[図2]



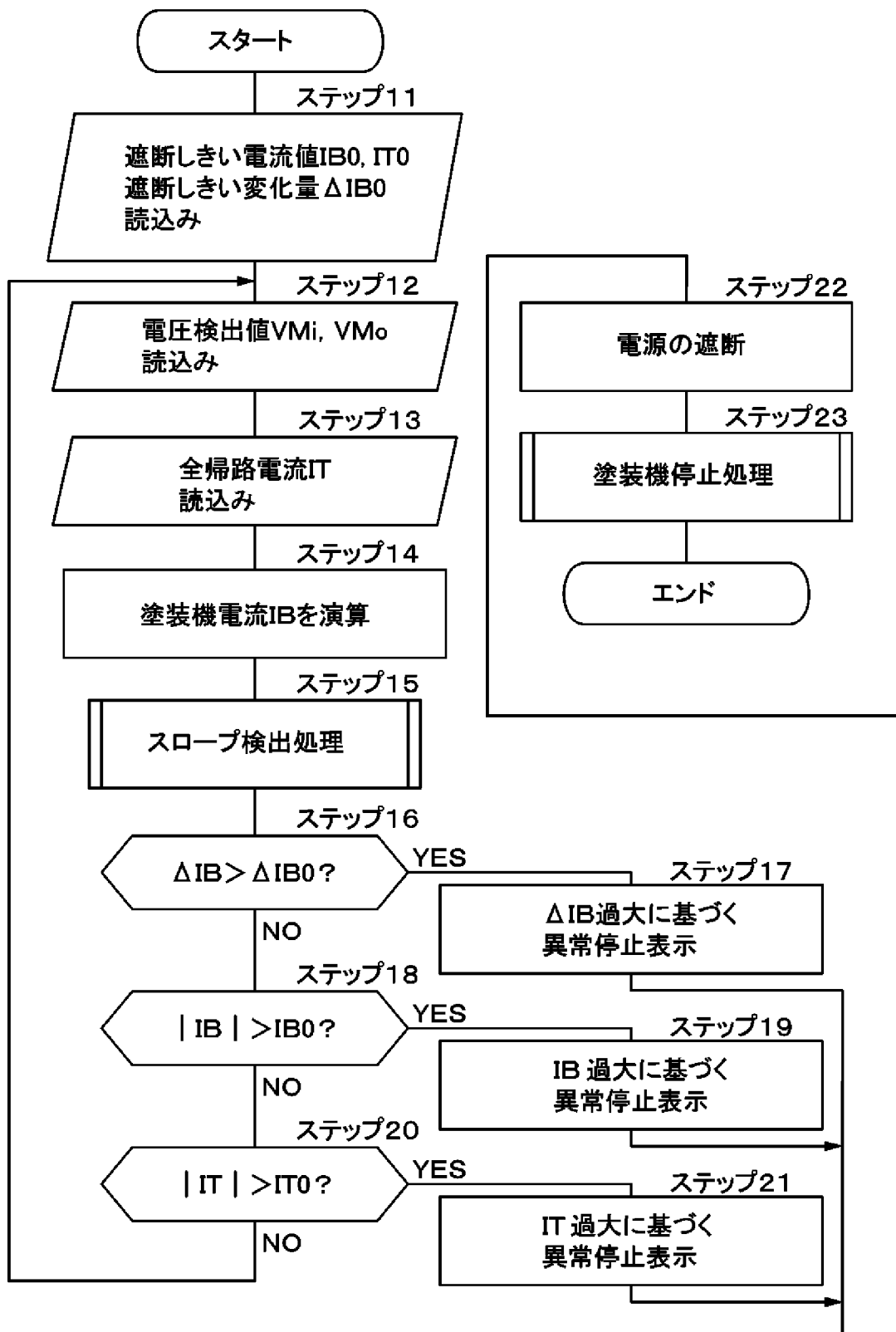
[図3]



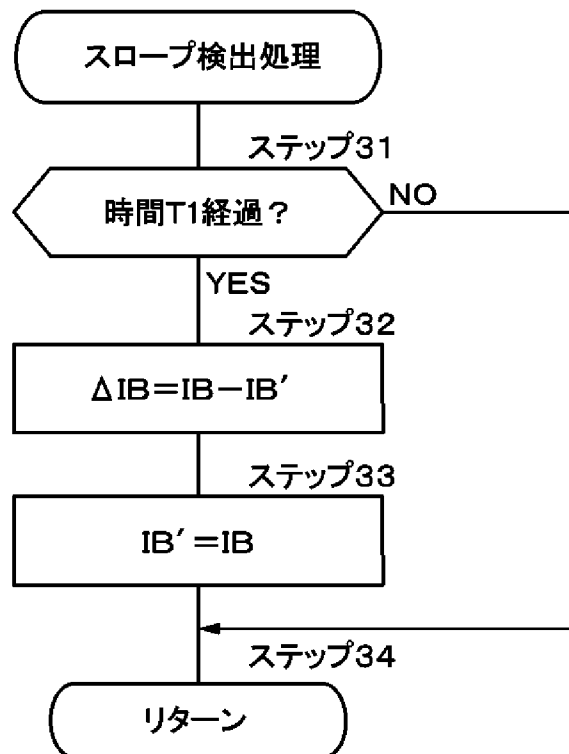
[図4]



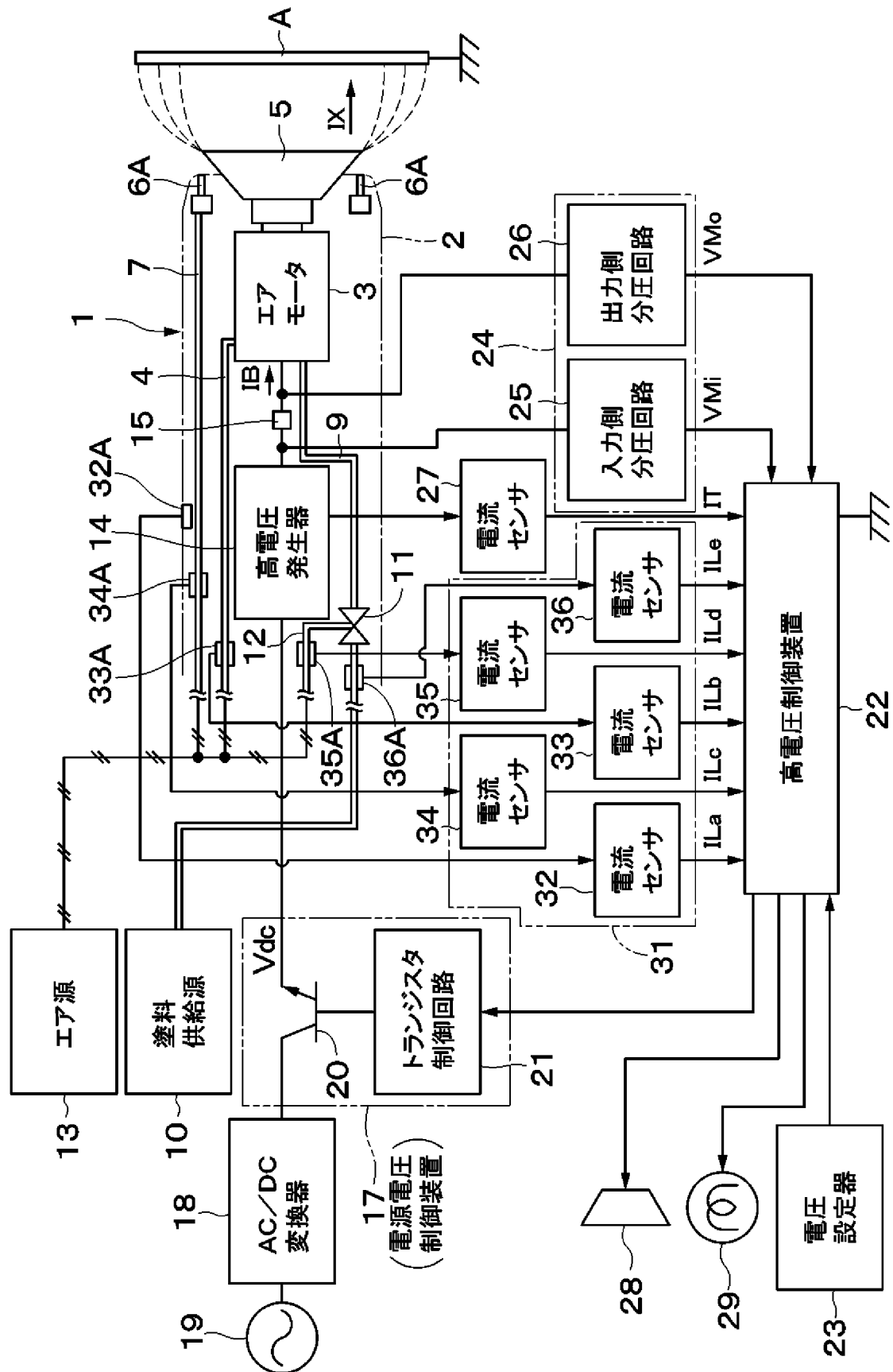
[図5]



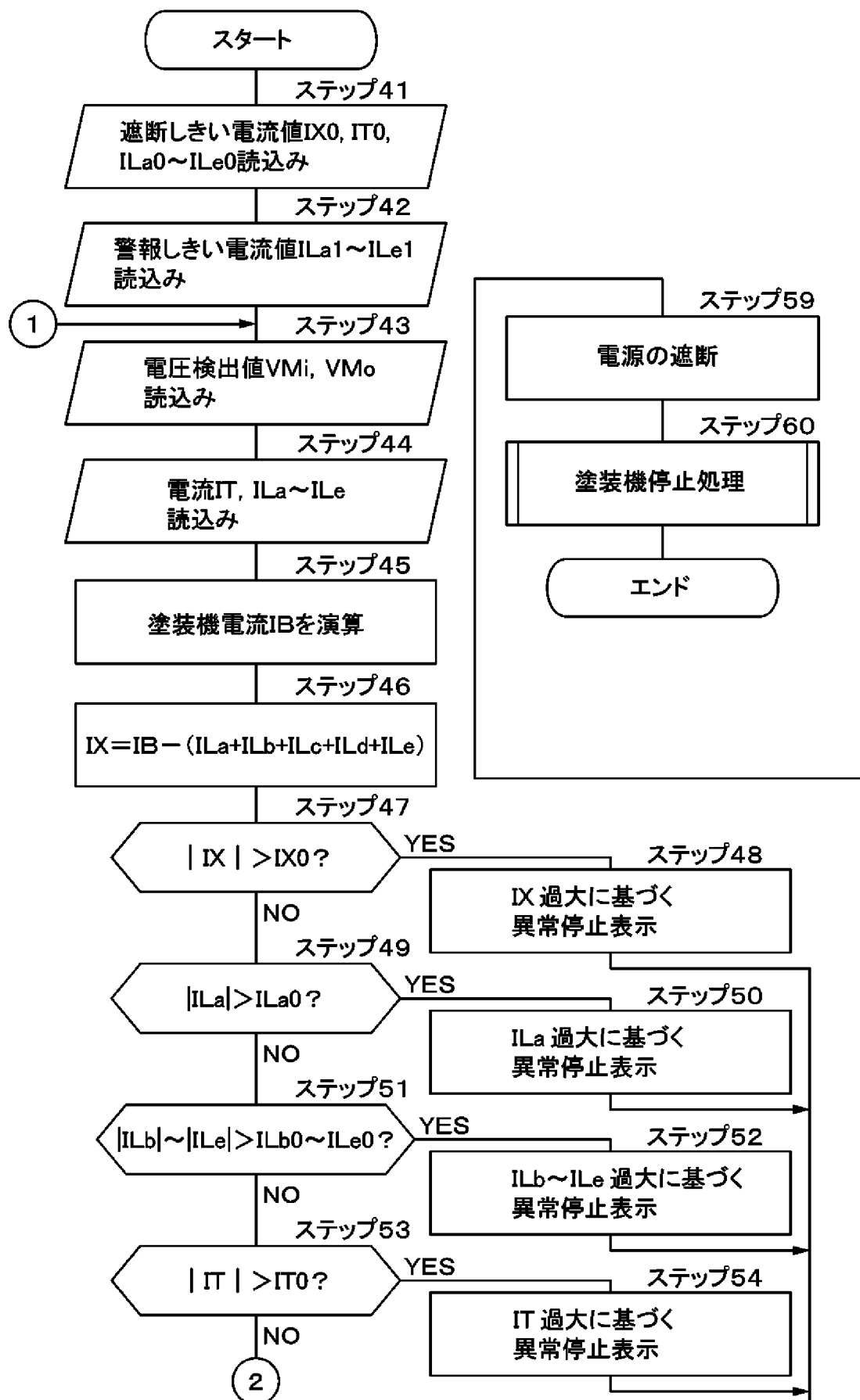
[図6]



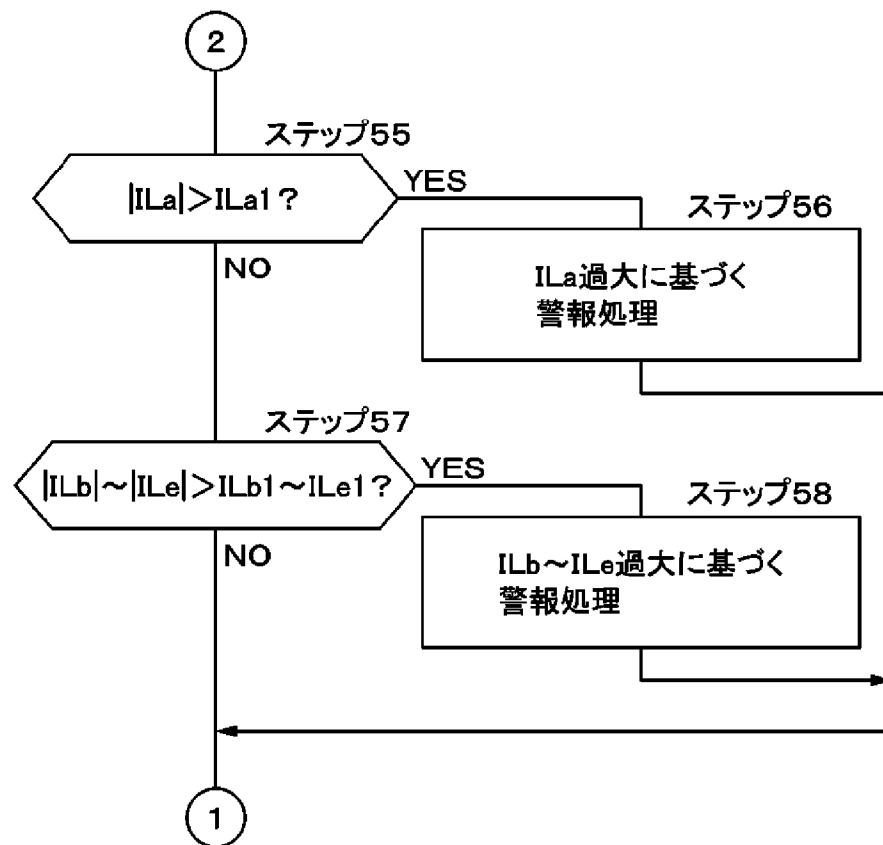
[図7]



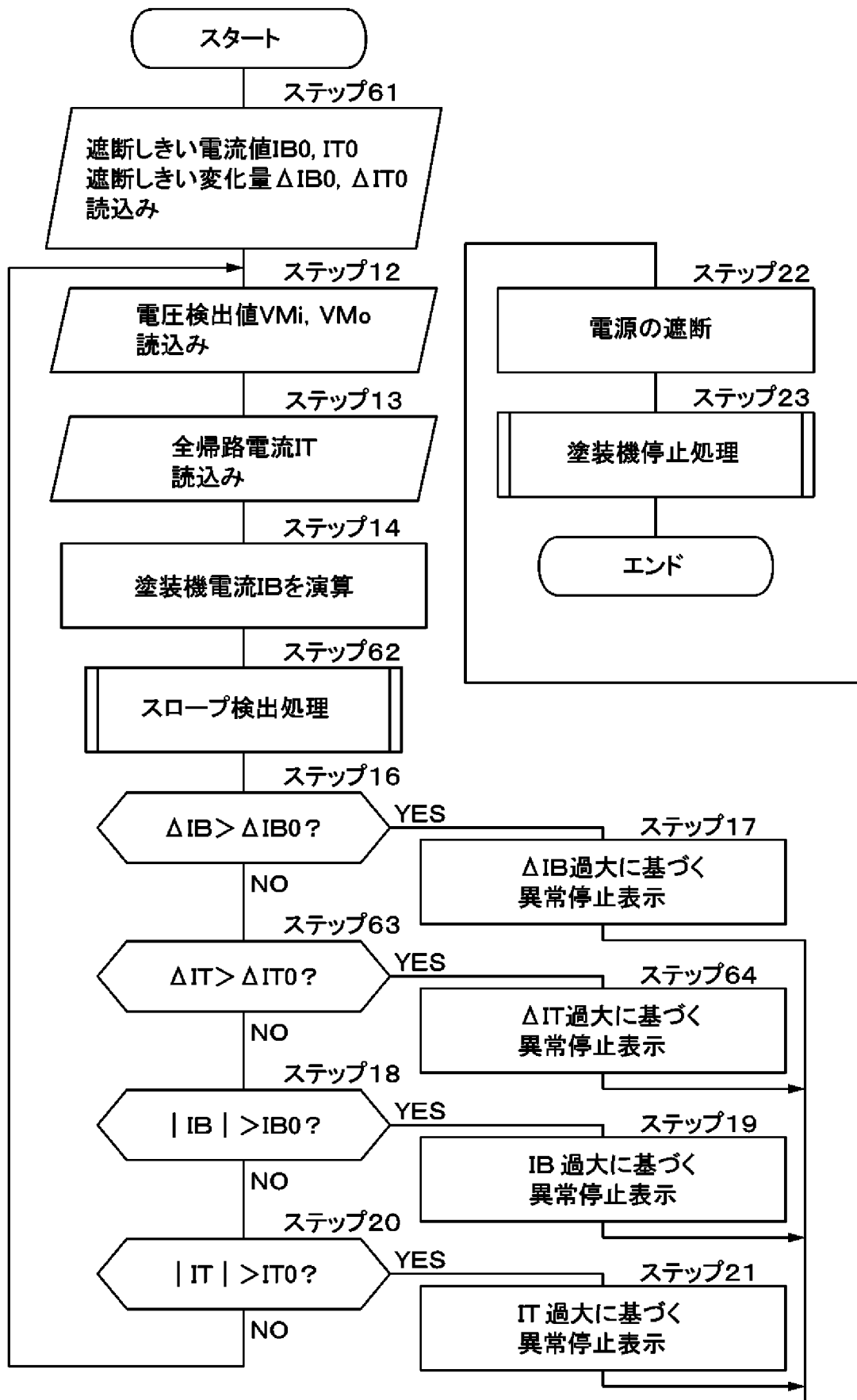
[図8]



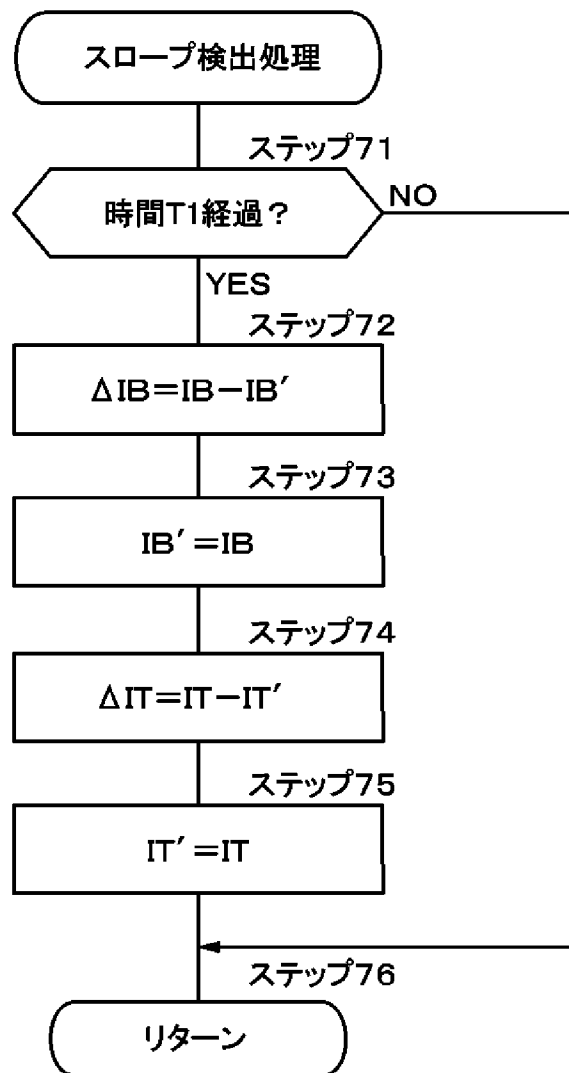
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/050785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05B5/053 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B05B5/00-5/16, B05D1/04-1/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/016472 A1 (ABB Kabushiki Kaisha), 16 February 2006 (16.02.2006), page 22, lines 10 to 28; page 23, line 3 to page 24, line 22; page 26, lines 21 to 23; fig. 2 & US 2007/0227445 A1	1-6
Y	JP 63-8816 B2 (Toyota Motor Corp.), 24 February 1988 (24.02.1988), page 9, right column, line 6 to page 10, left column, line 20; fig. 6 & JP 58-61852 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 March, 2013 (04.03.13)Date of mailing of the international search report
12 March, 2013 (12.03.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/050785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/009621 A1 (Ransburg Industrial Finishing Kabushiki Kaisha), 03 February 2005 (03.02.2005), fig. 5 & US 2005/0040262 A1	1, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B05B5/053 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B05B5/00-5/16, B05D1/04-1/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2006/016472 A1 (A B B株式会社) 2006.02.16, 第22頁第10-28行, 第23頁第3行-第24頁第22行, 第26頁第21-23行, 第2図 & US 2007/0227445 A1	1-6
Y	JP 63-8816 B2 (トヨタ自動車株式会社) 1988.02.24, 第9頁右欄第6行-第10頁左欄第20行, 第6図 & JP 58-61852 A	1-6
A	WO 2005/009621 A1 (ランズバーグ・インダストリー株式会社) 2005.02.03, 第5図 & US 2005/0040262 A1	1, 5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

石川 太郎

3 F

9 5 3 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 1