

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号

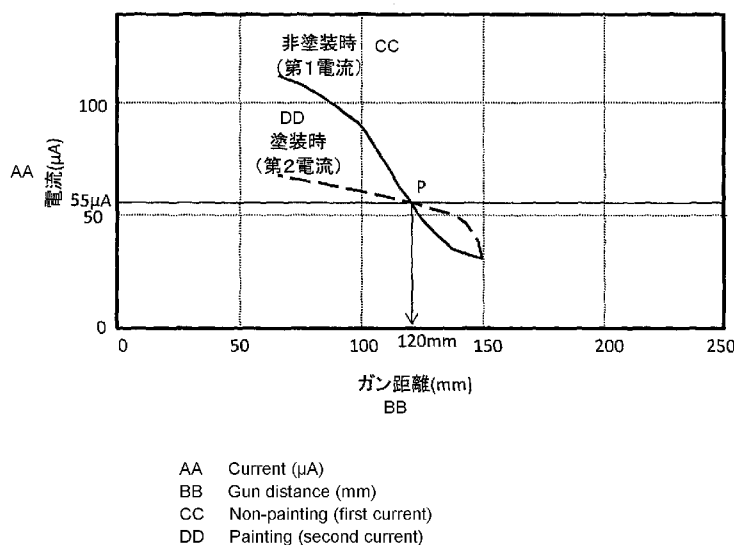
WO 2016/189610 A1

- (51) 国際特許分類:
B05B 5/08 (2006.01) B05D 1/04 (2006.01)
B05B 15/10 (2006.01) G01B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064868
- (22) 国際出願日: 2015年5月25日(25.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 藤平 正敏(FUJIIHARA, Masatoshi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
風間 重徳(KAZAMA, Shigenori); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: とこしえ特許業務法人(TOKOSHIE PATENT FIRM); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目2番27号 西新宿KNビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ABNORMAL APPROACH DETECTION METHOD FOR ELECTROSTATIC SPRAY GUN, ELECTROSTATIC PAINTING METHOD, AND ELECTROSTATIC PAINTING DEVICE

(54) 発明の名称: 静電塗装ガンの異常接近検出方法、静電塗装方法及び静電塗装装置

図 6



current value when the measured first current value and the measured second current value are the same; and a fifth step for setting an abnormal detection threshold value at a value equal to or less than the current value found in the fourth step.

(57) 要約:

(57) Abstract: An abnormal approach detection method for an electrostatic spray gun comprises: a first step for finding an initial gun distance (L) from a desired applied voltage value, which is applied to an electrostatic spray gun (53), and the relationship of gun distance to the applied voltage value, which forms a safe standard for the electrostatic spray gun; a second step for setting gun distance between the electrostatic spray gun and an article (1) to be sprayed as the initial gun distance and measuring a first current value flowing in a voltage application circuit for the electrostatic spray gun while decreasing the gun distance at a prescribed speed in a state in which paint is not supplied to the electrostatic spray gun; a third step for setting the gun distance between the electrostatic spray gun and the article to be sprayed as the initial gun distance, starting to supply paint to the electrostatic spray gun, and measuring a second current value flowing in the voltage application circuit for the electrostatic spray gun while decreasing the gun distance at a prescribed speed; a fourth step for finding the

[続葉有]



静電塗装ガン（５３）に印加する所望の印加電圧値と、静電塗装ガンに関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係とから、初期のガン距離（ L ）を求める第１ステップと、静電塗装ガンと前記被塗物（１）とのガン距離を初期のガン距離に設定し、静電塗装ガンに塗料を供給しない状態で、所定の速度でガン距離を短くしながら静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第１電流値を測定する第２ステップと、静電塗装ガンと被塗物とのガン距離を初期のガン距離に設定し、静電塗装ガンへの塗料の供給を開始し、所定の速度でガン距離を短くしながら静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第２電流値を測定する第３ステップと、測定された第１電流値と測定された第２電流値とが等しくなる場合の電流値を求める第４ステップと、第４ステップで求められた電流値以下の値を異常検出閾値に設定する第５ステップと、を備える。

明 細 書

発明の名称：

静電塗装ガンの異常接近検出方法、静電塗装方法及び静電塗装装置

技術分野

[0001] 本発明は、静電塗装ガンの異常接近検出方法、並びにこれを用いた静電塗装方法及び静電塗装装置に関するものである。

背景技術

[0002] 静電塗装において、被塗物と塗装ガンとの間に形成されたコロナ放電界が絶縁破壊してスパークが発生するのを防止するものとして、静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる実電流値又は実電流変化量を測定し、これらが所定の上限閾値に達したら、電圧の印加を中断するものが知られている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-115988号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電圧印加回路に流れる電流値は、塗装ガンに塗料を供給している状態（以下、塗装時ともいう）よりも、塗装ガンに塗料を供給していない状態（以下、非塗装時ともいう）の方が大きいといわれている。このため、上記従来技術の所定の上限閾値は、大電流が流れる可能性の高い非塗装時における実電流を基準にして定められる。しかしながら、塗装時において、高電圧印加回路に流れる電流値が、こうして定められた上限閾値に達しなければ、塗装ガンが被塗物に異常接近してもこれを検知することができないという問題がある。

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、塗装時及び非塗装時に拘わらず塗装ガンと被塗物との異常接近を検出し、これらの間に生じるスパークを防止でき

る静電塗装ガンの異常接近検出方法、静電塗装方法及び静電塗装装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、非塗装時に電圧印加回路に流れる第1電流値と、塗装時に電圧印加回路に流れる第2電流値とが等しくなる場合の電流値以下の電流値を異常検出閾値に設定することによって上記課題を解決する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、静電塗装ガンが被塗物に向かって動作しながら塗装時と非塗装時が繰り返されるが、静電塗装ガンと被塗物との間にスパークが生じない電流上限値（異常検出閾値）として、非塗装時の第1電流値と塗装時の第2電流値とが等しくなる電流値以下の電流値を設定するので、塗装時及び非塗装時に拘わらず静電塗装ガンと被塗物との異常接近を検出し、これらの間に生じるスパークを防止することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明に係る静電塗装装置を自動車ボディの塗装ブースに適用した一実施の形態を示す半正面図である。

[図2]図1の静電塗装装置の主たる構成を示すブロック図である。

[図3]本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態を示すフローチャートである。

[図4]本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態に用いられる、静電塗装ガンに関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係を示すグラフである。

[図5]本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の端緒となった確認実験における塗装時の電流値及び非塗装時の電流値を示すグラフである。

[図6]本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態にて求められる第1電流値及び第2電流値の一例を示すグラフである。

[図7]図6の実施例にて用いた機器を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の静電塗装ガンの異常接近検出方法と、これを用いた静電塗装装置及び静電塗装方法の一実施の形態を図面に基づいて説明する。本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法と、これを用いた静電塗装装置及び静電塗装方法は、被塗物との間に電圧を印加してコロナ放電界を形成し、当該電界中に塗料を噴霧することで塗料粒子を帯電させ、被塗物との間にクーロン力による引力を発生させて塗料の塗着効率を高める、いわゆる静電塗装方法を適用するものであれば、静電塗装ガンの方式、塗料の種類、被塗物の種類及び塗装条件等々に何ら限定されない。以下の一実施の形態は、これら本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法と、これを用いた静電塗装装置及び静電塗装方法を、自動車ボディを塗装ブース内で塗装する場合に適用したものであり、図1は、本発明に係る静電塗装装置を自動車ボディの塗装ブースに適用した一実施の形態を示す半正面図である。

[0010] 本実施形態では、被塗物としての自動車ボディ1が、塗装台車2に搭載された状態で、塗装ブース3内をフロアコンベア4により定速度で搬送される。この間に、塗装ブース3の両サイドに設置された塗装ロボット52は、予め教示された塗装軌跡PL（図1に点線で示す）に沿って移動し、その間に静電塗装ガン53から自動車ボディ1の外板に向かって塗料が塗布される。そのため、本実施形態の静電塗装装置5は、静電塗装ガン53と、この静電塗装ガン53をハンドに装着し、予め教示された塗装軌跡にしたがって静電塗装ガン53を移動させる塗装ロボット52と、静電塗装ガン53及び塗装ロボット52を制御する制御装置51と、を備える。

[0011] ちなみに、塗装ブース3は、自動車ボディ1の塗装工程であれば、中塗り塗装ブース又は上塗り塗装ブースのいずれでもよく、自動車部品の塗装工程であれば、下塗り塗装ブース（プライマ塗装ブース）、中塗り塗装ブース又は上塗り塗装ブースのいずれでもよい。また、被塗物の搬送形態は、被塗物が自動車ボディ1であれば当該自動車ボディ1を搭載した塗装台車2をフロアコンベア4で牽引することが一般的であるが、被塗物が自動車部品（バン

パその他の樹脂製部品など）である場合は、自動車部品の形状に応じた搭載治具をフロアコンベア又はオーバーヘッドコンベアで牽引すればよい。さらに、被塗物の搬送形態は、一定のピッチで複数の被塗物を定速度で連続的に搬送してもよいし、いわゆるバッチ搬送方式で一又は複数の被塗物を搬送し、被塗物が停止した状態で塗装してもよい。

[0012] 塗装ロボット52は、図1に示すように塗装ブース3の両サイドに設置され、塗装ブース3の延在方向に沿って必要な台数だけ間隔をあけて設置されている。たとえば自動車ボディ1の上塗り塗装工程では、上塗りベース塗装と上塗りクリヤ塗装とがウェットオンウェットで行われるので、上塗りベース塗装用としての塗装ロボット52と、上塗りクリヤ塗装用としての塗装ロボット52がそれぞれ必要台数だけ設置される。またたとえば自動車ボディ1の中塗り塗装工程では、一般中塗り塗装と内板塗装とがウェットオンウェットで行われるので、一般中塗り塗装用としての塗装ロボット52と、内板塗装用としての塗装ロボット52がそれぞれ必要台数だけ設置される。なお、塗装ロボット52の設置台数は特に限定されないが、その塗装ブース3、延いては塗装工程全体の生産能力（単位時間当たりの生産台数）と、塗装ロボット52の作業能力（単位時間当たりの塗布面積）等に応じて設定され、塗装工程全体の生産能力が高いほど、また塗装ロボット52の作業能力が低いほど相対的に多くの塗装ロボット52が設置される。

[0013] 塗装ロボット52は、たとえば多関節ロボットであって、ハンドに静電塗装ガン53が装着されている。また、塗装ロボット52は、予め設定された一又は複数の塗装軌跡PLを教示操作によって記憶させるロボット制御装置54を備え、このロボット制御装置54は、車種検出器6により検出された塗装仕様（自動車ボディ1の車型、塗装色など）に応じた塗装軌跡PLを抽出し、図示しない塗装台車2の検出器によりその自動車ボディ1が所定位置に到着したことを検出したら、抽出された塗装軌跡に沿って静電塗装ガン53を移動させる。そして、所定の移動が終了したら原位置に移動して次の自動車ボディ1が到着するのを待機する。塗装ロボット52は、自動車ボディ

1の搬送方向に同期して移動する移動機構を備えてもよい。

[0014] ちなみに、本発明の静電塗装ガンの異常接近検出方法と、これを用いた静電塗装装置及び静電塗装方法においては、本実施形態で示す、塗装軌跡PLが自由に設定できる塗装ロボット52以外にも、予め定められた所定の塗装軌跡PLに沿って静電塗装ガン53を移動させるレシプロ式自動機を用いることもできる。

[0015] 本実施形態の静電塗装ガン53は、静電塗装を行う塗装ガンであれば特に限定されず、回転霧化式静電塗装ガン又はエア霧化式静電塗装ガンのいずれも用いることができる。また回転霧化式静電塗装ガンにおいては、塗料が供給されて回転するベルカップの周囲に針状のグリッド電極を設け、このグリッド電極に電圧を印加することでコロナ放電界を形成する間接印加方式の回転霧化式静電塗装ガンであってもよいし、ベルカップを含めた静電塗装ガン自体に電圧を印加することでコロナ放電界を形成する直接印加式の回転霧化式静電塗装ガンであってもよい。特に塗料として水系塗料のような導電性塗料を用いる場合は、間接印加方式の回転霧化式静電塗装ガンを用いることが多いが、直接印加方式の回転霧化式静電塗装ガンであってもボルテージブロック機構（静電塗装ガンを塗料供給系の途中で電氣的に絶縁する機構）を設ければ導電性塗料を用いることができる。本実施形態では、一般的な直接印加方式の回転霧化式静電塗装ガンを用いたもので本発明を説明するものとする。

[0016] 図2は、本実施形態の直接印加方式の回転霧化式静電塗装ガン53を示すブロック図であり、本図では機械的な構成は概略化し、主として機能的な構成を示す。本実施形態の静電塗装ガン53は、電気絶縁性材料により形成されたガン筐体53Aと、当該ガン筐体53Aに回転自在に装着された中空シャフト（不図示）と、当該中空シャフトの先端に装着されたベルカップ53Bと、中空シャフト及びベルカップ53Bを回転させるエアモータ53Cと、ベルカップ53Bに塗料を供給する塗料供給系統53Eと、ベルカップ53Bに電圧を印加する電圧印加装置53Mと、ベルカップ53Bの周囲にシ

ューピングエアを供給するエア供給系統53Pと、を備える。

[0017] ベルカップ53Bは、略カップ形状とされ、金属などの導電性材料から形成され、ベルカップ53Bの内面の中心に、中空シャフトに挿通されたフィードチューブ53Fからの塗料が供給される。そして、ベルカップ53Bの中心に供給された塗料は、ベルカップ53Bの回転による遠心力によりベルカップ53Bの内面を外周縁に向かって薄く引き伸ばされながら拡散し、外周縁から霧状に微粒化されて放出する。エアモータ53Cには、圧縮空気を生成するコンプレッサ53Tからの圧縮エアが供給されるが、エアモータ53CのON/OFF及び回転速度の制御は、当該エアモータ制御装置53Dにより実行される。

[0018] 塗料供給系統53Eは、上述した中空シャフトに挿通されたフィードチューブ53Fに塗料を圧送する定量ポンプ53G（ギヤポンプなど）と、上塗り塗装などにおいて塗料種を切り換えるためのカラーチェンジバルブ53Hが塗料配管53Jに設けられた構成とされ、当該塗料配管53Jの基端は、一又は複数の塗料タンク53Kに接続されている。なお、カラーチェンジバルブ53Hには、色替え時にフィードチューブ53F内に残留した塗料を押し出して洗浄するためのエアと洗浄剤（有機溶剤系塗料にあっては洗浄用シンナー、水系塗料にあっては水）とを供給する配管も接続されている。なお、定量ポンプ53Gによる塗料の吐出量の制御と、カラーチェンジバルブ53Hの切り替え制御は、塗料供給系統制御装置53Lからの制御信号により実行される。また、カラーチェンジバルブ53Hによる色替え操作は、現在の自動車のボディの塗装終了後であって次の自動車ボディ1が到着するまでの待機時間内において実行される。塗料供給系統制御装置53Lは、車種検出器6からの車種信号を受信し、予め記憶されている塗料の吐出量や塗色の情報を定量ポンプ53Gとカラーチェンジバルブ53Hに出力する。また、詳細は後述するが、静電塗装ガン53が被塗物に異常接近した場合には、スパークの発生を防止するために、フィードチューブ53Fの先端などに設けられた開閉バルブ（不図示）を閉塞するとともに定量ポンプ53Gによる塗料

の供給を中止する。

[0019] 電圧印加装置 53 M は、ガン筐体 53 A 内に収納され、少なくともベルカップ 53 B に所望の高電圧が印加されるように電氣的に接続されている。一般に自動車ボディ 1 の塗装工程では、静電塗装ガン 53 に $-30 \sim -90$ K V の高電圧が印加されるが、特に限定はされない。電圧印加装置 53 M は、電圧制御装置 53 N により、その印加電圧と ON/OFF が制御される。また、詳細は後述するが、静電塗装ガン 53 が被塗物に異常接近した場合には、スパークの発生を防止するために電圧印加装置 53 M による電圧印加が遮断される。

[0020] シェーピングエアを供給するエア供給系統 53 P は、コンプレッサ 53 T に接続されたエア配管 53 Q と、当該エア配管 53 Q に設けられシェーピングエア圧を制御する制御バルブ 53 R と、制御バルブ 53 R の開閉を制御するエア供給系統制御装置 53 S とを備える。シェーピングエア圧を高くすれば、ベルカップ 53 B の外周縁から放出されるメガホン状の塗粒のパターン幅が小さくなり、単位面積当たりの塗着膜厚が厚くなるが、塗着効率は低下する傾向にある。逆に、シェーピングエア圧を低くすれば、ベルカップ 53 B の外周縁から放出されるメガホン状の塗粒のパターン幅が大きくなり、単位面積当たりの塗着膜厚が薄くなるが、塗着効率は増加する傾向にある。こうしたシェーピング圧は、塗装ロボット 52 による塗装軌跡 PL との関係等で定められる。

[0021] ところで、こうした静電塗装を行う場合には、静電塗装ガン 53 と被塗物である自動車ボディ 1（以下、被塗物 1 ともいう。）との距離（以下、ガン距離 L ともいう）が近いほど、また静電塗装ガン 53 に印加する電圧が高いほど、ベルカップ 53 B から放出された塗粒の飛散が抑制され、塗着効率（ベルカップ 53 B から放出された塗料重量に対する被塗物に塗着した塗料重量の割合）が高い。しかしながら、静電塗装ガン 53 と被塗物との間に形成されるコロナ放電界が絶縁破壊すると、静電塗装ガン 53 と被塗物との間に瞬間的なスパークが発生し、塗装ブース 3 の防火の観点から好ましくない。

そのため、静電塗装においては、印加電圧値に対する安全なガン距離というものがあるが定められており、一般に、図4（静電塗装ガン53に関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係を示すグラフ）に示すように、絶対値でたとえば 4 kV/cm 以下にすることが安全基準とされている。たとえば、 -30 kV の印加電圧を設定する場合は、ガン距離 L を $30/4 = 7.5\text{ mm}$ 以上、 -60 kV の印加電圧を設定する場合は、ガン距離 L を $60/4 = 15.0\text{ mm}$ 以上、 -90 kV の印加電圧を設定する場合は、ガン距離 L を $90/4 = 22.5\text{ mm}$ 以上にそれぞれ設定することが防火の観点から好ましいとされている。

[0022] また、自動車ボディ1などのように単純でない形状の被塗物を静電塗装する場合には、塗装軌跡 PL の途中で塗料の ON/OFF を繰り返しながら塗装することが多いが、塗料を ON した塗装時に比べて、塗料を OFF した非塗装時の方が、電圧印加装置53Mに流れる電流値が大きくなり、コロナ放電界の絶縁破壊が生じる可能性が高くなるといわれている。ベルカップ53Bから放出された塗粒がコロナ放電界の電気抵抗となると考えられるからである。そのため、全ての塗装軌跡 PL において塗料を OFF （非塗装時）した状態で電圧印加装置53Mに流れる電流値を予め測定し、スパークが発生しない最大電流値を、静電塗装ガン53の異常接近を検出する上限閾値に設定することが従来行われていた。

[0023] 図5は、本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の端緒となった確認実験における塗装時の電流値及び非塗装時の電流値を示すグラフである。この確認実験では、図7に示すように、特定の静電塗装ガン53と被塗物1とを対面させ、静電塗装ガン53の印加電圧をたとえば -75 kV に設定し、上記安全基準である 4 kV/cm から算出される安全なガン距離 L を 200 mm に設定する。そして、このガン距離 $L = 200\text{ mm}$ の位置から所定速度で静電塗装ガン53を被塗物1に近づけていった場合に、電圧印加装置53Mに流れる電流値を測定したものである。図5に示す非塗装時（第1電流値）は、ベルカップ53Bに塗料を供給しない非塗装時における電流値であ

る。この非塗装時（第1電流値）では、ガン距離200mmから150mmに近づくと電流値が70 μ Aから95 μ Aまで増加することから、これ以上の電流が流れるとスパークの発生が懸念されるので、この95 μ Aを静電塗装ガン53の異常接近を検出するための異常検出閾値に設定することとした。

[0024] しかしながら、本発明者らが検証したところ、図7に示す同じ機器を用いて、定量ポンプ53Gによりベルカップ53Bに塗料を供給し続けながらガン距離200mmから静電塗装ガン53を被塗物1に近づけていくと、ガン距離Lが60mm前後までは、電圧印加装置53Mに流れる電流値も80 μ Aまで徐々に増加する程度であり、コロナ放電界の絶縁破壊は生じなかったが、それより近づいたときに（ガン距離が50～60mm）、突如絶縁破壊が生じ、スパークが発生した。しかも、スパーク直前の電流値は、上述した異常接近を検出する異常検出閾値である95 μ Aに達していない値（80 μ A前後）であった。したがって、従来のように非塗装時における電圧印加装置53Mに流れる電流値の挙動だけでは、塗装時の異常接近によるスパークの発生は未然に防止できないことになる。従来言われてきた、塗料をONした塗装時に比べて塗料をOFFした非塗装時の方が、コロナ放電界の絶縁破壊が生じる可能性が高くなるということは、ガン距離Lが安全基準からさほど離れていない距離の場合は妥当するが、それ以上接近すると、塗装時においても電流値の検出だけではスパークが生じるか否かを判定できないことになる。

[0025] そこで本発明者らは、塗装時であっても非塗装時であっても、電圧印加装置53Mに流れる電流値を検出するだけでコロナ放電界の絶縁破壊が生じることなく、静電塗装ガン53の異常接近を検出し、未然にスパークの発生を防止できる方法を完成するに至った。以下、本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態を説明する。図3は、本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態を示すフローチャート、図6は、本発明に係る静電塗装ガンの異常接近検出方法の一実施の形態にて求められる

第1電流値（非塗装時）及び第2電流値（塗装時）の一例を示すグラフである。

[0026] 静電塗装ガン53の非塗装時に発生するコロナ放電の発生量は、静電塗装ガン53の機種、ベルカップ53Bの形状、印加電圧値等の条件で異なるため、電圧印加装置53Mに流れる電流値の測定は、使用する静電塗装装置53Mの構成にて実施する。また、静電塗装ガン53の塗装時に電圧印加装置53Mに流れる電流値は、上記の静電塗装装置53の機器構成の影響の他に、使用する塗料の種類、塗料の吐出量、シェーピングエアの流量等の影響を受けるため、塗装時の電流値の測定は、塗料の種類、塗料の吐出量、シェーピングエアの流量等を使用が想定される条件と合わせて実施する。図3に示すルーチンは、こうした各条件のうちの一つの条件について実行するものである。

[0027] 上記の前提条件のもと、まず所望の印加電圧を設定し、上述した安全基準である $4\text{ kV}/\text{cm}$ から安全なガン距離 L を求める。図6に示す例では、所望の印加電圧を -60 kV とした場合であり、安全基準である $4\text{ kV}/\text{cm}$ から、 $60/4=150\text{ mm}$ を初期のガン距離 L に設定した。そして、図3のステップS1では、非塗装時の電流値の挙動を確認する。すなわち、上述した印加電圧を -60 kV に設定するとともに初期のガン距離 L を 150 mm に設定し、この状態から静電塗装ガン53を徐々に被塗物に近づけつつ、各距離における電圧印加装置53Mに流れる電流値を測定する。図6に示す非塗装時（第1電流値）の曲線がその結果を示す。

[0028] 次のステップS2では、塗装時の電流値の挙動を確認する。すなわち、ステップS1と同様に、所望の印加電圧を -60 kV 、初期のガン距離 L を 150 mm とし、この状態から塗料を供給し始めて静電塗装ガン53を徐々に被塗物に近づけつつ、ステップS1で測定した各位置における電圧印加装置53Mに流れる電流値を測定する。図6に示す塗装時（第2電流値）の曲線がその結果を示す。ここで、初期のガン距離 L である 150 mm における第2電流値は、塗料を供給していない被塗装時の電流値を測定している（その

ため、第1電流値＝第2電流値）。そして、定量の塗料を供給し始めるのと同時に静電塗装ガン53を徐々に被塗物に近づける。

[0029] 図6の第1電流値及び第2電流値の曲線に示すように、第2電流値は、初期のガン距離150mmの位置から塗料の供給が開始すると、第1電流値に比べて急激に増加する。しかしながら、静電塗装ガン53が被塗物に近づくにつれ第2電流値の増加量は第1電流値の増加量に比べて減少し、漸増状態となる。これに対して、被塗装時の第1電流値は、初期のガン距離150mmから増加はするものの、初期段階の増加量は第2電流値の増加量に比べて小さく、被塗物に近づくにつれて増加量が大きくなる。そして、図示する交点P（ガン距離Lが約120mm）において第1電流値と第2電流値が等しい電流値となる。ステップS3においては、この第1電流値と第2電流値とが等しくなる（すなわち両曲線が交わる）ときの電流値とガン距離Lを求める。図示する例では交点Pにおける電流値は55 μ A、ガン距離Lは120mmである。

[0030] 次のステップS4では、静電塗装ガン53の異常接近を検出するための異常検出閾値として、上記ステップS3で求めた交点Pの電流値55 μ A（又はこれ以下の電流値でもよい）を設定する。そして、ステップS5では、静電塗装ガン53の接近速度を変えて以上のステップS1～S4を実施する。一般に接近速度が大きいほど電圧印加装置53Mに流れる電流値は大きくなるといわれているが、これをその静電塗装ガン53にて検証する。可能性のある接近速度の全てについて異常検出閾値が設定されたら、ステップS6において、そのうちの最小の電流値を最終的な異常検出閾値に設定する。たとえば、図示する例において最終的な異常検出閾値が55 μ A、そのときのガン距離Lが120mmであったとすると、安全基準とされるガン距離150mmから、この120mmまでの間については、塗料がONされている塗装時であっても、塗料がOFFされている非塗装時であっても、コロナ放電界に絶縁破壊が生じない電流値となるから、異常検出閾値として55 μ Aを設定する。そして、電圧印加装置53Mに流れる電流値を監視して、当該55

μA 未満であれば静電塗装ガン53の異常接近は生じていないと判断できる。逆に、電圧印加装置53Mに流れる電流値を監視して当該 $55\mu\text{A}$ 以上となれば、塗装時及び非塗装時において静電塗装ガン53の異常接近の可能性がある、スパークが発生するおそれがあるので、電圧印加装置53Mによる電圧印加を中止するか、塗料の供給を停止するかといった安全策を採る。

[0031] なお、ステップS1～S6により異常検出閾値が決定したら、上述したように使用する塗料の種類、塗料の吐出量、シェーピングエアの流量を変更し、同様のステップS1～S6を実行し、これら使用する塗料の種類、塗料の吐出量、シェーピングエアの流量ごとに異常検出閾値を決定する。そして、ステップS7においては、決定された異常検出閾値を用いて実際に塗装ロボット52を動作させ、異常接近が検出されるか否かを検証する。

[0032] 以上の手順により、図6に示す所望の印加電圧が -60kV 、ガン距離Lが 150mm の場合（特定の塗料の種類、塗料の吐出量、シェーピングエアの流量である）は、交点Pの電流値が $55\mu\text{A}$ 、ガン距離Lが 120mm となり、異常検出閾値を $55\mu\text{A}$ に設定して電圧印加装置53Mに流れる電流値を監視すれば、塗装時及び非塗装時に拘らず静電塗装ガン53の異常接近を検出することができ、スパークの発生を未然に防止することができる。

[0033] また見方を変えれば、静電塗装ガン53と被塗物とのガン距離Lは、安全基準といわれている 150mm より短縮できるという意味でもある。すなわち、印加電圧を -60kV に設定し、たとえばガン距離Lを 130mm にしても、塗装時及び非塗装時のいずれにおいてもコロナ放電界の絶縁破壊が生じるおそれはない。そして仮に印加電圧を -60kV 、ガン距離Lを 130mm にした場合には、パターン幅を、ガン距離Lが 150mm の場合のパターン幅と同等にするためには、ガン距離Lが短縮された分だけシェーピングエアの流量を減少させるから、被塗物表面に生じる塗粒の剥離気流も減少する。したがって、塗料の塗着効率が向上する。

[0034] 上記電圧印加装置53Mは本発明に係る電圧印加回路及び電圧印加制御手段に相当し、上記塗装ロボット52は本発明に係る移動機構に相当し、上記

ロボット制御装置 5 4 は本発明に係る移動制御手段に相当する。

符号の説明

- [0035] 1 …自動車ボディ
2 …塗装台車
3 …塗装ブース
4 …フロアコンベア
5 …静電塗装装置
5 1 …制御装置
5 2 …塗装ロボット
5 4 …ロボット制御装置
5 3 …静電塗装ガン
5 3 A …ガン筐体
5 3 B …ベルカップ
5 3 C …エアモータ
5 3 U …制御バルブ
5 3 D …エアモータ制御装置
5 3 E …塗料供給系統
5 3 F …フィードチューブ
5 3 G …定量ポンプ
5 3 H …カラーチェンジバルブ
5 3 J …塗料配管
5 3 K …塗料タンク
5 3 L …塗料供給系統制御装置
5 3 M …電圧印加装置
5 3 N …電圧制御装置
5 3 P …エア供給系統
5 3 Q …エア配管
5 3 R …制御バルブ

5 3 S …エア供給系統制御装置

5 3 T …コンプレッサ

6 …車種検出器

L …ガン距離

P L …塗装軌跡

請求の範囲

- [請求項1] 静電塗装ガンと被塗物との異常接近を検出する方法において、
- 前記静電塗装ガンに印加する所望の印加電圧値と、静電塗装ガンに関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係とから、初期のガン距離を求める第1ステップと、
- 前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンに塗料を供給しない状態で、所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第1電流値を測定する第2ステップと、
- 前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンへの塗料の供給を開始し、前記所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第2電流値を測定する第3ステップと、
- 前記測定された第1電流値と前記測定された第2電流値とが等しくなる場合の電流値を求める第4ステップと、
- 前記第4ステップで求められた電流値以下の値を異常検出閾値に設定する第5ステップと、を備える静電塗装ガンの異常接近検出方法。
- [請求項2] 前記測定された第1電流値と前記測定された第2電流値とが等しくなる場合のガン距離を求める第6ステップと、
- 前記所望の印加電圧値を前記静電塗装ガンに印加する電圧値の上限値に設定し、前記第6ステップで求められたガン距離を前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離の最小値に設定する第7ステップと、を備える請求項1に記載の静電塗装ガンの異常接近検出方法。
- [請求項3] 前記静電塗装ガンに流れる電流値が前記異常検出閾値を超えた場合に、前記静電塗装ガンへの電圧印加を停止及び／又は塗料の供給を停止する第8ステップを備える請求項1又は2に記載の静電塗装ガンの異常接近検出方法。
- [請求項4] 前記静電塗装ガンの機種、ベルカップの形状、塗料の種類、塗料の

吐出量及びシェーピングエアの流量のうち少なくとも一つの属性毎に前記異常検出閾値を設定する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の静電塗装ガンの異常接近検出方法。

[請求項5] 前記所定の速度を複数設定し、各所定の速度について前記第 4 ステップで求められた電流値のうちの最小値を、前記第 5 ステップにおける異常検出閾値の最大値とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の静電塗装ガンの異常接近検出方法。

[請求項6] 静電塗装ガンに所定の電圧を印加し被塗物に塗料を塗布する静電塗装方法において、

予め前記被塗物に塗料を塗布する前に、

前記所定の印加電圧値と、静電塗装ガンに関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係とから、初期のガン距離を求め、

前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンに塗料を供給しない状態で、所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第 1 電流値を測定し、

前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンへの塗料の供給を開始し、前記所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第 2 電流値を測定し、

前記測定された第 1 電流値と前記測定された第 2 電流値とが等しくなる場合の電流値及びその場合のガン距離を求め、

前記第 1 電流値と前記第 2 電流値とが等しくなる電流値以下の値を異常検出閾値に設定し、

その後、

前記所定の印加電圧値を前記静電塗装ガンに印加する電圧値の上限値に設定し、前記第 1 電流値と前記第 2 電流値とが等しくなる場合のガン距離を前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離の最小値に設

定し、被塗物に塗料を塗布する静電塗装方法。

[請求項7] 前記静電塗装ガンに流れる電流値が前記異常検出閾値を超えた場合に、前記静電塗装ガンへの電圧の印加を停止及び／又は塗料の供給を停止する請求項6に記載の静電塗装方法。

[請求項8] 前記静電塗装ガンの機種、ベルカップの形状、塗料の種類、塗料の吐出量及びシェーピングエアの流量のうち少なくとも一つの属性毎に、前記異常検出閾値、前記静電塗装ガンに印加する電圧値の上限値及び前記前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離の最小値を設定する請求項6又は7に記載の静電塗装方法。

[請求項9] 前記所定の速度を複数設定し、各所定の速度について前記第1電流値と前記第2電流値とが等しくなる電流値のうちの最小値を、前記異常検出閾値の最大値とする請求項6～8のいずれか一項に記載の静電塗装方法。

[請求項10] 被塗物に対して塗料を塗布する静電塗装ガンと、
前記静電塗装ガンを所定の塗装軌跡に沿って移動させる移動機構と、
、
前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離が設定され、前記移動機構を制御する移動制御手段と、
印加電圧値と異常検出閾値が設定され、前記静電塗装ガンに印加する電圧を制御する電圧印加制御手段と、を備える静電塗装装置において、
予め前記被塗物に塗料を塗布する前に、
前記静電塗装ガンに印加する所望の印加電圧値と、静電塗装ガンに関する安全基準となる印加電圧値に対するガン距離の関係とから、初期のガン距離を求め、
前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンに塗料を供給しない状態で、所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流

れる第 1 電流値を測定し、

前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離を前記初期のガン距離に設定し、前記静電塗装ガンへの塗料の供給を開始し、前記所定の速度で前記ガン距離を短くしながら前記静電塗装ガンの電圧印加回路に流れる第 2 電流値を測定し、

前記測定された第 1 電流値と前記測定された第 2 電流値とが等しくなる場合の電流値及びその場合のガン距離を求め、

前記第 1 電流値と前記第 2 電流値とが等しくなる電流値以下の値を、前記電圧印加制御手段の前記異常検出閾値に設定し、

前記所望の印加電圧値を、前記電圧印加制御手段の前記印加電圧値の上限値に設定し、

前記第 1 電流値と前記第 2 電流値とが等しくなる場合のガン距離を、前記移動制御手段の前記ガン距離の最小値に設定する静電塗装装置。

[請求項11] 前記電圧印加制御手段は、前記静電塗装ガンに流れる電流値が前記異常検出閾値を超えた場合に、前記静電塗装ガンへの電圧印加を停止する請求項 10 に記載の静電塗装装置。

[請求項12] 前記静電塗装ガンに塗料を供給する塗料供給手段をさらに備え、
前記塗料供給手段は、前記静電塗装ガンに流れる電流値が前記異常検出閾値を超えた場合に、前記静電塗装ガンへの塗料の供給を停止する請求項 10 又は 11 に記載の静電塗装装置。

[請求項13] 前記静電塗装ガンの機種、ベルカップの形状、塗料の種類、塗料の吐出量及びシェーピングエアの流量のうち少なくとも一つの属性毎に、前記異常検出閾値、前記静電塗装ガンに印加する電圧値の上限値及び前記前記静電塗装ガンと前記被塗物とのガン距離の最小値を設定する請求項 10 ～ 12 のいずれか一項に記載の静電塗装装置。

[請求項14] 前記所定の速度を複数設定し、各所定の速度について前記第 1 電流値と前記第 2 電流値とが等しくなる電流値のうちの最小値を、前記異

常検出閾値の最大値とする請求項 10～13 のいずれか一項に記載の
静電塗装装置。

[図1]

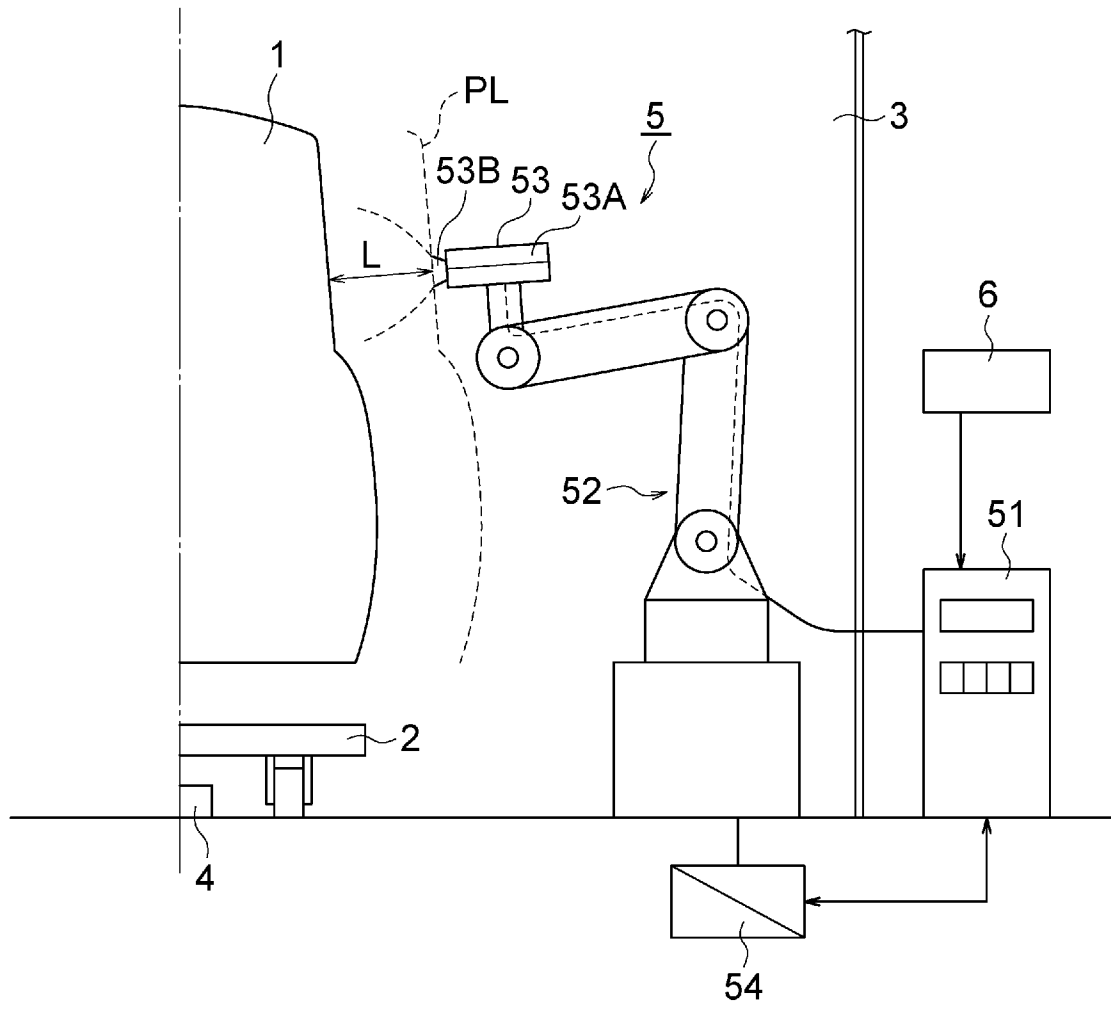
図 1

図2

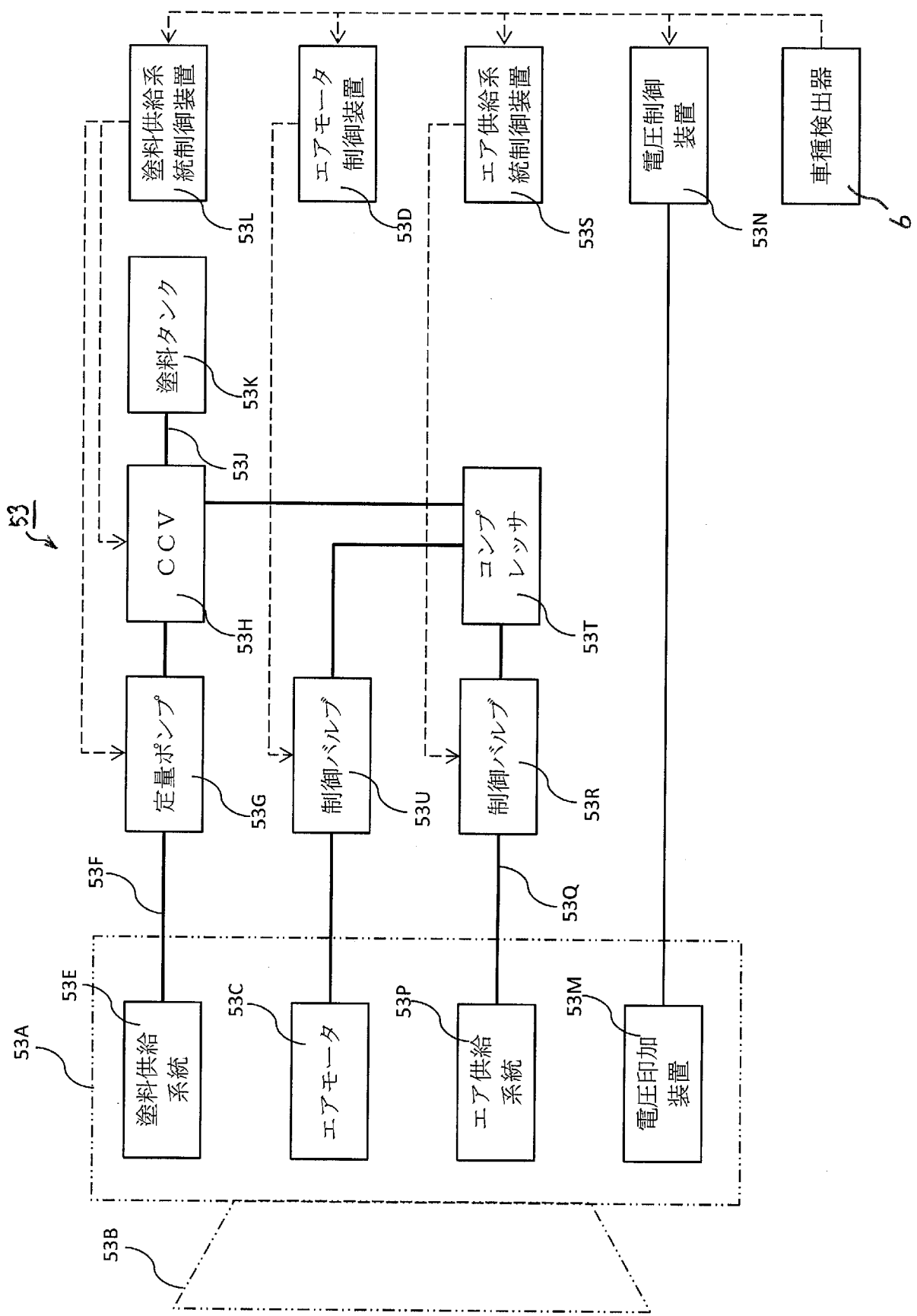
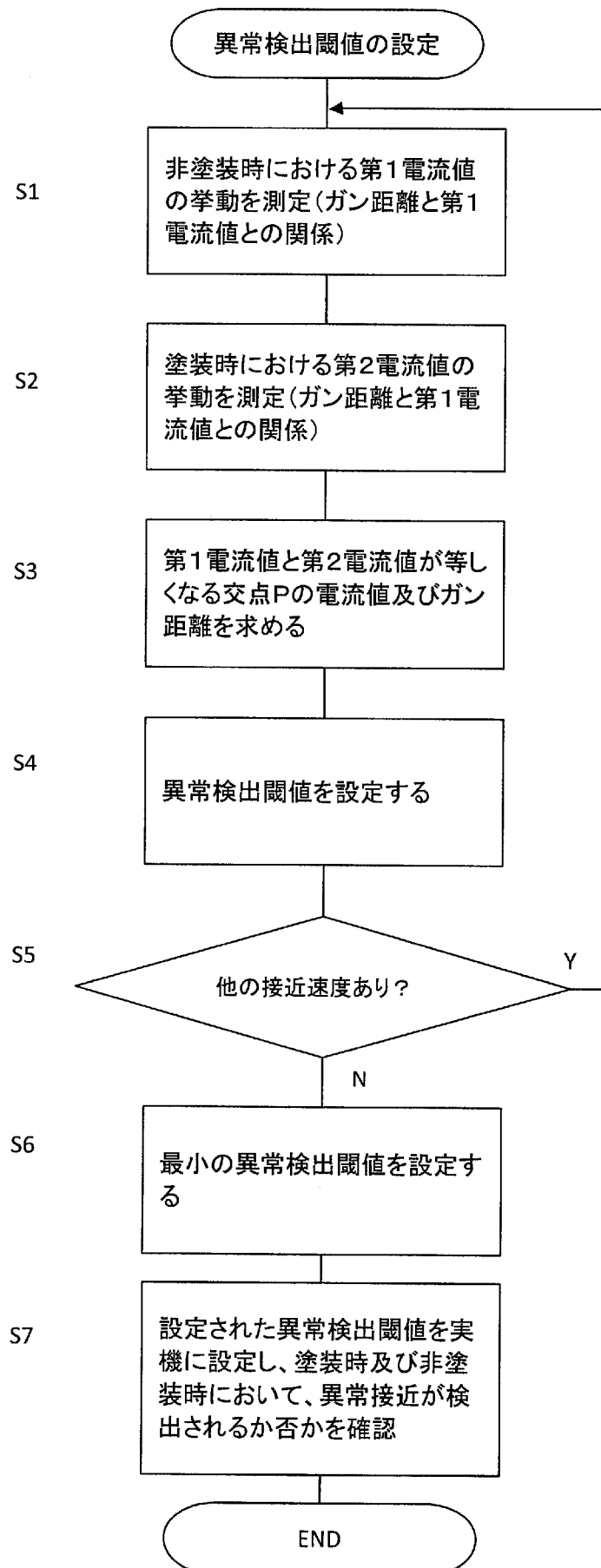


図 2

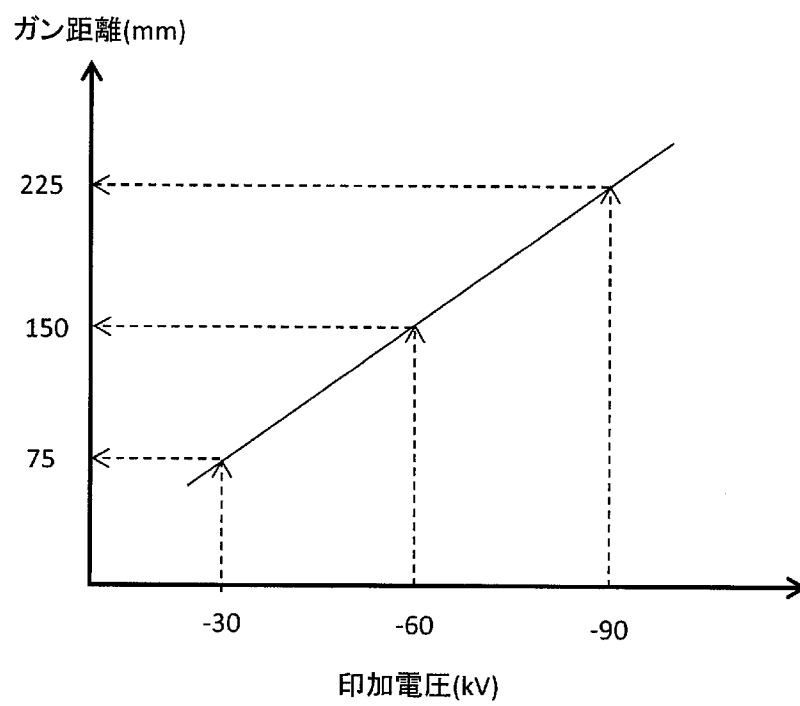
[図3]

図 3



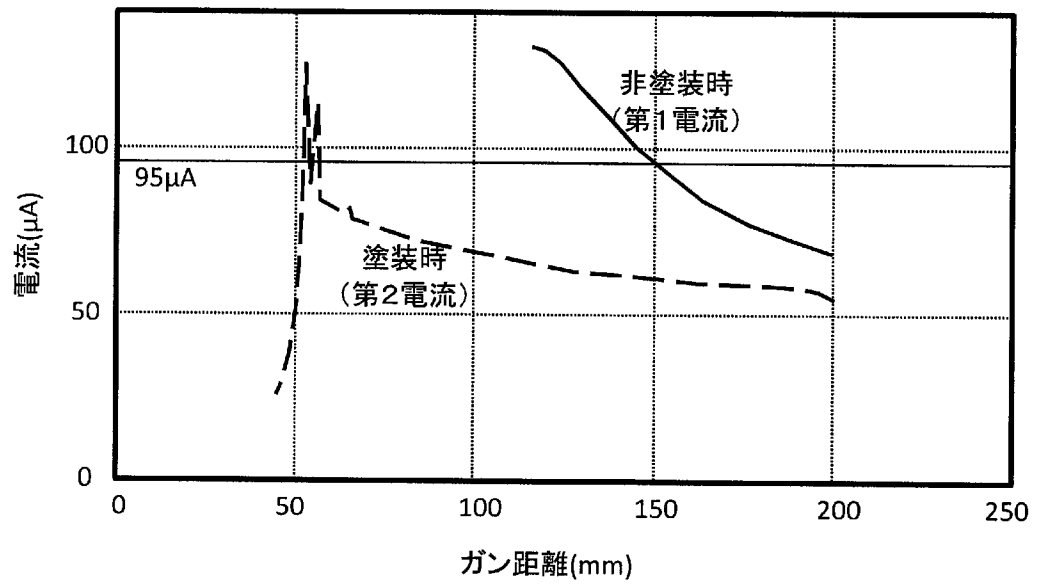
[図4]

図 4



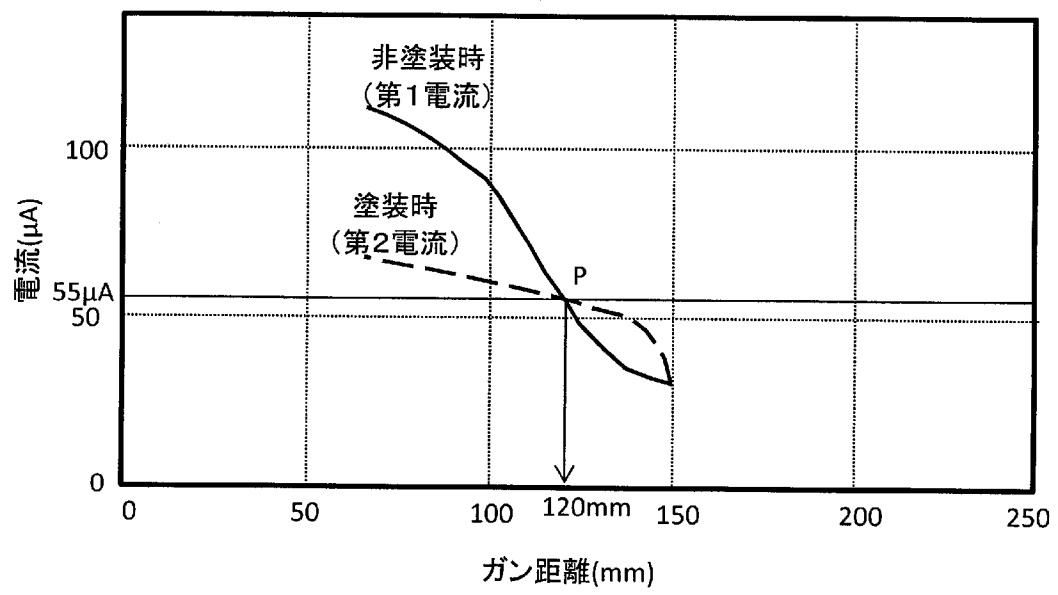
[図5]

図 5

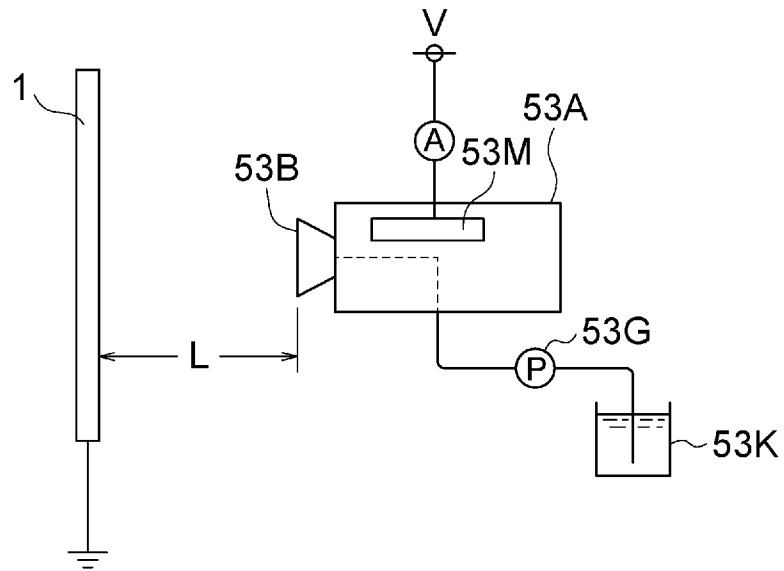


[図6]

図 6



[図7]

図 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05B5/08(2006.01)i, B05B15/10(2006.01)i, B05D1/04(2006.01)i, G01B7/00(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)

B05B5/08, B05B15/10, B05D1/04, G01B7/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	WO 2013/111664 A1 (ABB Kabushiki Kaisha), 01 August 2013 (01.08.2013), paragraphs [0026] to [0078]; fig. 1 to 4 & US 2014/0245951 A1 & EP 2808090 A1 & KR 10-2014-0011407 A & CN 103974780 A	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 79981/1986(Laid-open No. 190649/1987) (Asahi Osumi Sangyo Kabushiki Kaisha), 04 December 1987 (04.12.1987), specification, page 5, line 18 to page 9, line 2; fig. 1 (Family: none)	1-14

☒ 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
06 August 2015 (06.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064868

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-20268 A (Origin Electric Co., Ltd., Trinity Industrial Corp.), 05 February 1983 (05.02.1983), page 4, upper left column, line 20 to upper right column, line 16; fig. 3 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B05B5/08(2006.01)i, B05B15/10(2006.01)i, B05D1/04(2006.01)i, G01B7/00(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. B05B5/08, B05B15/10, B05D1/04, G01B7/00

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	WO 2013/111664 A1（A B B株式会社） 2013.08.01, 段落 0026-0078, 第 1-4 図 & US 2014/0245951 A1 & EP 2808090 A1 & KR 10-2014-0011407 A & CN 103974780 A	1-14

☒ 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 6 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 1 5

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）

大谷 光司

3 F

4 0 3 3

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

C (続き) . 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
A	日本国実用新案登録出願 61-79981 号(日本国実用新案登録出願公開 62-190649 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (旭大隈産業株式会社) 1987. 12. 04, 明細書第 5 頁第 18 行-第 9 頁第 2 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 58-20268 A (オリジン電気株式会社, トリニテイ工業株式会社) 1983. 02. 05, 第 4 頁左上欄第 20 行-右上欄第 16 行, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-14