

(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
2014年4月24日(24.04.2014)



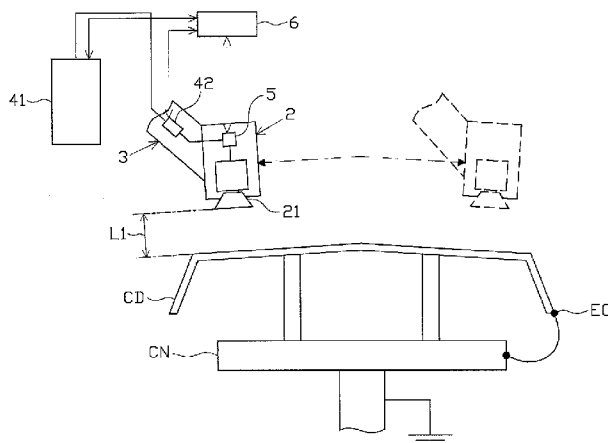
(10) 国際公開番号
WO 2014/061716 A1

- (51) 国際特許分類:
B05B 5/025 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)
B05D 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078126
- (22) 国際出願日: 2013年10月17日(17.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-229424 2012年10月17日(17.10.2012) JP
特願 2012-229425 2012年10月17日(17.10.2012) JP
特願 2012-229426 2012年10月17日(17.10.2012) JP
特願 2012-229427 2012年10月17日(17.10.2012) JP
- (71) 出願人: トリニティ工業株式会社 (TRINITY INDUSTRIAL CORP.) [JP/JP]; 〒4710855 愛知県豊田市柿本町1丁目9番地 Aichi (JP). トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOUSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 梅木 雅之 (UMEKI, Masayuki); 〒4710855 愛知県豊田市柿本町1丁目9番地 トリニティ工業株式会社内 Aichi (JP). 川本 章洋 (KAWAMOTO, Akihiro); 〒4710855 愛知県豊田市柿本町1丁目9番地 トリニティ工業株式会社内 Aichi (JP). 藤原 茂樹 (FUJIWARA, Shigeki); 〒4710855 愛知県豊田市柿本町1丁目9番地 トリニティ工業株式会社内 Aichi (JP). 山崎 勇 (YAMAZAKI, Isamu); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 浅田 康徳 (ASADA, Yasunori); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 永井 公好 (NAGAI, Kimiyoshi); 〒4210304 静岡県榛原郡吉田町神戸3345-3 友信工機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 川口光男 (KAWAGUCHI Mitsuo); 〒4510045 愛知県名古屋市西区名駅三丁目9番37号 48KTビル 302 Aichi (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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: ELECTROSTATIC COATING DEVICE AND GROUND STATE INSPECTION METHOD

(54) 発明の名称: 静電塗装装置及びアース状態検査方法



(57) **Abstract:** An electrostatic coating device (1) is provided with: a coating gun (2) that sprays a coating material on an article (CD) to be coated; a voltage application device (4) that applies high voltage to the coating gun (2); and a current measuring device (5) that measures the current flowing in the coating gun (2). In a state in which coating material is not being sprayed onto the article (CD) to be coated, the coating gun (2) to which the high voltage from the voltage application device (4) is applied is disposed so as to be separated from the article (CD) to be coated by a space, the current flowing in the coating gun (2) measured by the current measuring device (5), and the ground state of the article (CD) to be coated inspected on the basis of the measured current. Thus, the ground state inspection time can be shortened, manufacturing facilities made smaller and made simpler, and facilities costs reduced.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/061716 A1



(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))

静電塗装装置 (1) は、被塗物 (CD) に塗料を噴射する塗装ガン (2) と、塗装ガン (2) に高電圧を印加する電圧印加装置 (4) と、塗装ガン (2) を流れる電流を測定する電流測定装置 (5) とを備える。被塗物 (CD) に対して塗料を噴射していない状態において、電圧印加装置 (4) から高電圧が印加された塗装ガン (2) を被塗物 (CD) に対して間隔を隔てて配置するとともに、電流測定装置 (5) により塗装ガン (2) を流れる電流を測定し、測定された電流に基づいて被塗物 (CD) のアース状態を検査する。これにより、アース状態の検査時間を短縮させるとともに、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を図ることができる。

明 細 書

発明の名称： 静電塗装装置及びアース状態検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、静電塗装装置に関し、より詳しくは、被塗物におけるアース状態の検査技術に関する。

背景技術

[0002] 静電塗装を行う場合には、被塗物のうち少なくとも塗料が塗布される部位（塗装面）が導電性を有することが必要である。そこで、樹脂部品等の絶縁性の高い被塗物に静電塗装を行うにあたっては、一般に、被塗物の構成材料にカーボンブラック等の導電性物質を混入させたり、被塗物の表面に導電性の被膜（導電プライマ）を形成したりすることで、被塗物に導電性が付与される。そして、静電塗装の際には、被塗物（塗布面）がアース（接地）される。

[0003] ところで、被塗物（塗装面）の各部において導電性能にバラツキが生じてしまうと、塗料の付着量にバラツキが生じてしまい、塗膜の厚さが不均一となってしまったり、塗膜に色ムラができてしまったりする。また、被塗物（塗装面）のアース接続が不確実であると、静電塗装時に被塗物（塗装面）に電荷が蓄積されてしまい、被塗物とこの周囲に配置された治具等との間でスパークが生じてしまうおそれがある。そのため、静電塗装を行う前に、被塗物におけるアース状態の良否が検査される。

[0004] 従来、被塗物におけるアース状態を検査するための手法としては、所定の端子を被塗物（塗装面）に接触させ、被塗物の抵抗値を測定する手法が知られている。しかしながら、当該手法では、端子の接触に伴い被塗物に疵が付着してしまうおそれがある。そこで、被塗物に電荷を印加して帯電させた後、被塗物の表面電位を測定することで、被塗物に接触することなく、被塗物のアース状態を検査する手法が提案されている（例えば、特許文献1等参照）。また、静電塗装を行う際に用いられる塗装ガンにより、被塗物に対する

電荷の印加や表面電位の測定を行うことで、アース状態を検査するための専用の装置を不要とし、製造ラインの短縮や設備コストの低減等を図る技術も提案されている（例えば、特許文献2等参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-58998号公報

特許文献2：特開2012-71224号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、上述の技術では、被塗物に対して電荷を印加する工程と、被塗物の表面電位を測定する工程との2つの工程を要する。そのため、被塗物におけるアース状態の検査に時間を要するおそれがある。これに対して、例えば、被塗物に対して電荷を印加する装置と、被塗物の表面電位を測定する装置とをそれぞれ別個に設ける（例えば、上記特許文献2に記載の技術では、塗装ガンを複数設ける）ことで、被塗物に対する電圧の印加と、表面電位の測定とを同時期に行い、検査時間の短縮を図ることが考えられる。ところが、この場合には、製造設備の大型化や複雑化、設備コストの増大を招いてしまうおそれがある。

[0007] 本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、被塗物におけるアース状態の検査時間を著しく短縮させることができるとともに、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を図ることができる静電塗装装置及びアース状態検査方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 以下、上記目的を解決するのに適した各手段につき、項分けして説明する。なお、必要に応じて対応する手段に特有の作用効果を付記する。

[0009] 手段1. 被塗物に向けて塗料を噴射する塗装ガンと、
当該塗装ガンに高電圧を印加する電圧印加装置とを備えた静電塗装装置で

あって、

前記塗装ガンを通る電流を測定する電流測定装置を有し、

前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを通る電流を前記被塗物に対して間隔を隔てて配置するとともに、前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定し、

前記電流測定装置により測定された電流に基づいて、前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする静電塗装装置。

[0010] 上記手段1によれば、専用の装置を用いることなく、塗装ガンを通る電流を測定する静電塗装装置により被塗物におけるアース状態が検査される。従って、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を図ることができる。

[0011] さらに、上記手段1によれば、電圧印加装置から塗装ガンに電圧を印加した状態で、電流測定装置により塗装ガンを通る電流が測定され、測定された電流に基づいて被塗物のアース状態が検査される。すなわち、被塗物におけるアース状態の検査に用いられる電流が、塗装ガンに電圧を印加している際に取得されるように構成されており、塗装ガンに対する電圧の印加と塗装ガンを通る電流の測定とが同時期に（つまり一工程で）行われるように構成されている。従って、被塗物におけるアース状態の検査時間を著しく短縮させることができ、生産性の向上を図ることができる。

[0012] また、上記手段1によれば、検査時間の短縮を図るにあたり、塗装ガンを通る電流を複数設ける必要はない。従って、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を一層効果的に図ることができる。

[0013] 尚、静電塗装を安定的に行うべく、塗装時において、塗装ガンを通る電流を測定することがあるが、塗装時において塗装ガンを通る電流は、塗料や塗装軌跡等の影響により大きく変動する。従って、塗装時に塗装ガンを通る電流に基づいて被塗物のアース状態を検査すると、検査精度が著しく低下してしまうおそれがある。これに対して、非塗装時において塗装ガンを通る電流は、塗料や塗装軌跡等の影響による変動がない。従って、上記手段

1のように、被塗物に塗料を噴射していない状態において塗装ガンを通る電流に基づいて被塗物のアース状態を検査することで、良好な検査精度を実現することができる。

[0014] 手段2. 前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを、正常位置に配置された場合の前記被塗物に対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置に配置するとともに、前記各位置にて前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定し、

前記電流測定装置により測定された複数の電流に基づいて、前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする手段1に記載の静電塗装装置。

[0015] 被塗物が正常位置からずれて配置された場合には、各位置において被塗物及び塗装ガン間の距離が異なることとなり得るため、距離の相違に伴い測定される電流にバラツキが生じ得る。その結果、アース状態が正常であるにも関わらず、アース状態に異常があるものと誤判定されてしまうおそれがある。さらに、配置位置にズレが生じたままの状態では被塗物が塗装工程に供給されてしまうと、塗装ムラなどが生じてしまうおそれがある。

[0016] この点、上記手段2によれば、正常位置に配置された場合の被塗物に対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置に電圧の印加された塗装ガンが配置されるとともに、各位置において塗装ガンを通る電流が測定され、測定された複数の電流に基づいてアース状態が検査される。従って、アース状態の検査精度をより一層向上させることができる。

[0017] また、上記手段2によれば、測定された複数の電流の態様から、被塗物の配置位置にズレが生じているか否かを確認することができる。従って、配置位置にズレが生じたままの状態では被塗物が塗装工程に供給されてしまうといった事態をより確実に防止でき、塗装時において、被塗物に対する塗装ガンの相対位置をより確実に所定の位置とすることができる。その結果、塗装ムラなどの発生を効果的に防止することができ、塗装品質をより高めることができる。

[0018] 手段3. 前記塗装ガンと電氣的に接続され、前記被塗物の表面電位を測定

する表面電位測定装置を有し、

前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを用いて前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記電圧印加装置から高電圧が印加されていない前記塗装ガンを用いて前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定し、

前記電流測定装置により測定された電流と、前記表面電位測定装置により測定された表面電位とに基づいて、前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする手段1又は2に記載の静電塗装装置。

[0019] 上記手段3によれば、高電圧が印加された塗装ガンを用いて被塗物に対して間隔を隔てて配置した際に、塗装ガンを通る電流が測定されるとともに、塗装ガンにより電荷の帯電された被塗物の表面電位が測定される。そして、測定された電流及び表面電位の双方に基づいて、被塗物のアース状態が検査される。従って、表面電位のみに基づいてアース状態を検査する場合と比べて、アース状態の検査精度を格段に向上させることができる。

[0020] 手段4. 前記被塗物のアース状態に異常がある場合に、前記電流測定装置により測定された電流と、前記表面電位測定装置により測定された表面電位とに基づいて、アース状態の異常原因を判別することを特徴とする手段3に記載の静電塗装装置。

[0021] 導電性の被膜（導電プライマ）は、被塗物に対する導電性の付与とともに、その表面に塗布される塗料の密着性を高め、塗装の剥がれを防止するという機能も有する。

[0022] ところで、被塗物におけるアース状態は、プライマ不良である場合又はアース不良である場合に不良となる。プライマ不良とは、被塗物の一部において正常に導電プライマが形成されていない場合であり、この場合には、塗装の膜厚が不均一となってしまい、塗装にムラや透けが生じてしまうおそれがある。さらに、仮に塗装ムラ等が生じていなくても、塗装の密着性が低下してしまい、塗装が剥がれやすくなってしまうおそれがある。一方で、アース

不良とは、被塗物（導電プライマ）のアース接続が不確実な場合であり、この場合には、上述のとおり、静電塗装時に被塗物（導電プライマ）に電荷が蓄積されてしまい、塗装ムラ等が生じてしまったり、被塗物とこの周囲に配置された治具等との間でスパークが生じてしまったりするおそれがある。

[0023] ところで、アース不良である被塗物に静電塗装を行った場合には、塗装ムラ等が生じ得るものの、導電プライマが正常に形成されている限り、塗装の密着性は十分に確保され、塗装の剥がれは生じにくい。従って、アース不良の場合であっても、塗装にムラ等がなく、塗装が外観上正常であるときには、製品に特段の問題は生じない。

[0024] これに対して、プライマ不良である被塗物に静電塗装を行った場合には、塗装の密着性が低くなってしまい、塗装の剥がれが生じてしまいやすい。従って、塗装にムラ等がなく、塗装が外観上正常であるときであっても、プライマ不良の場合には、塗装の耐剥離性の面で問題が生じ得る。

[0025] 上記各手段では、アース状態の異常を精度よく検出できるものの、その異常の原因が、プライマ不良にあるのか、アース不良にあるのかを判別することができない。従って、アース状態に異常があるものの、塗装が外観上正常に形成されているときにおいて、適切な対処（例えば、プライマ不良の場合には、前記製品を不良品として扱い、アース不良の場合には、前記製品を良品として扱う）を行うことができないおそれがある。

[0026] この点、上記手段4によれば、測定された電流及び表面電位の態様に基づいて、アース状態の異常原因を判別することができる。ここで、アース状態の異常原因がプライマ不良の場合には、プライマ不良が生じている部分にて局所的に電荷が多く溜まるとともに、電荷が多く溜まることでクーロン力による反発力が塗装ガンに対して大きく影響し、塗装ガンに電流が流れにくくなる。従って、プライマ不良の場合には、測定される表面電位が比較的大きなものとなる一方で、測定される電流は比較的小さなものとなる。また、アース状態の異常原因がアース不良の場合には、導電プライマの表面全域に電荷が分布し、電荷が局所的に溜まることがなくなるとともに、クーロン力に

よる反発力が塗装ガンに与える影響が小さくなり、塗装ガンに電流が流れやすくなる。従って、アース不良の場合には、測定される表面電位が比較的小さなものとなる一方で、測定される電流が比較的大きなものとなる。この点を利用することで、アース状態の異常原因が、プライマ不良にあるのか、アース不良もあるのかを判別することができる。その結果、アース状態に異常があるものの、塗装が外観上正常に形成されている製品に対して、適切な対処を行うことができる。

[0027] 手段5. 検査対象の前記被塗物において前記表面電位測定装置により測定された表面電位から、アース状態が正常である前記被塗物において前記表面電位測定装置により測定された表面電位を減算した値を X (kV)とし、

アース状態が正常である前記被塗物において前記電流測定装置により測定された電流から、検査対象の前記被塗物において前記電流測定装置により測定された電流を減算した値を Y (kV)としたとき、

前記値 Y と、 $-3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ に前記値 X を代入したときに算出される値とを比較することで、アース状態の異常原因が判別されることを特徴とする手段4に記載の静電塗装装置。

[0028] 上記手段5によれば、値 Y と、 $-3X + 20$ に値 X を代入して得た値とを比較することで、アース状態の異常原因を容易に判別することができる。

[0029] 具体的には、上述の通り、プライマ不良の場合には、測定される表面電位が比較的大きなものとなり、測定される電流は比較的小さなものとなるため、値 X 、 Y はそれぞれ比較的大きなものとなり、ひいては $-3X + 20$ に値 X を代入して得た値が比較的小さなものとなる。従って、値 Y が、 $-3X + 20$ に値 X を代入して得た値よりも大きく（又は以上と）なる際には、アース状態の異常原因がプライマ不良であると判別することができる。

[0030] また、上述の通り、アース不良の場合には、測定される表面電位が比較的小さなものとなり、測定される電流は比較的大きなものとなるため、値 X 、 Y はそれぞれ比較的小さなものとなり、ひいては $-3X + 20$ に値 X を代入して得た値が比較的大きなものとなる。従って、値 Y が、 $-3X + 20$ に値

Xを代入して得た値よりも小さく（又は以下と）なる際には、アース状態の異常原因がアース不良であると判別することができる。

[0031] 手段6. 前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを用いて前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定するとともに、前記塗装ガンにより前記被塗物に電荷を帯電させることを特徴とする手段3乃至5のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0032] 上記手段6によれば、塗装ガンを通る電流を測定するために、高電圧が印加された塗装ガンを用いて被塗物に対して間隔を隔てて配置した際に、被塗物に対して電荷が帯電されるように構成されている。つまり、塗装ガンを通る電流の測定と、被塗物に対する電荷の帯電とが同時期に（つまり一工程で）行われるように構成されている。従って、被塗物におけるアース状態の検査時間を効果的に短縮させることができ、生産性の向上を図ることができる。

[0033] 手段7. 前記塗装ガンは、第1塗装ガンと第2塗装ガンとを備えており、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記第1塗装ガンを用いて前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記電圧印加装置から高電圧が印加されていない前記第2塗装ガンを用いて前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定することを特徴とする手段3乃至6のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0034] 上記手段7によれば、第1塗装ガンにより被塗物に電荷を帯電させている最中に、被塗物のうち電荷の印加が完了した部位において、第2塗装ガンを用いて表面電位の測定を開始することができる。従って、アース状態の検査時間を一層短縮させることができ、生産性の更なる向上を図ることができる。

[0035] 手段8. 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小

小さくされることを特徴とする手段 1 乃至 7 のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0036] 尚、「前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離」とあるのは、より詳しくは、「前記塗装ガンと正常位置に配置された場合の前記被塗物との間の距離」ということができる（以下、同様）。

[0037] 上記手段 8 によれば、被塗物のアース状態が正常であるときに塗装ガンを通る電流と、被塗物のアース状態に異常があるときに塗装ガンを通る電流との差をより確実に大きくすることができる。従って、被塗物におけるアース状態の正常・異常をより容易に判別することができ、アース状態の検査精度を一層向上させることができる。

[0038] 手段 9. 前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする手段 3 乃至 7 のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0039] 上記手段 9 によれば、被塗物のアース状態が正常であるときにおける表面電位と、被塗物のアース状態に異常があるときにおける表面電位との差をより確実に大きくすることができる。従って、被塗物におけるアース状態の正常・異常を一層容易に判別することができ、アース状態の検査精度をさらに向上させることができる。

[0040] 手段 10. 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が 40 mm 以上 100 mm 以下とされることを特徴とする手段 1 乃至 9 のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0041] 上記手段 10 によれば、塗装ガンを通る電流を測定する際における塗装ガン及び被塗物間の距離が 40 mm 以上とされている。従って、被塗物の配置位置にずれが生じた場合などにおいて、塗装ガンが被塗物に接触してしまったり、塗装ガンと被塗物の周囲に位置する治具等との間でスパークが生じ

てしまったりすることをより確実に防止できる。その結果、アース状態の検査をより精度よく行うことができる。

[0042] また、上記手段10によれば、塗装ガンを通る電流を測定する際における塗装ガン及び被塗物間の距離が100mm以下とされているため、アース状態が正常であるときに塗装ガンを通る電流と、アース状態に異常があるときに塗装ガンを通る電流との差を十分に大きくすることができる。これにより、アース状態の検査精度をより一層高めることができる。

[0043] 手段11. 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が60mm以上80mm以下とされることを特徴とする手段1乃至10のいずれかに記載の静電塗装装置。

[0044] 上記手段11によれば、塗装ガンを通る電流を測定する際における塗装ガン及び被塗物間の距離が60mm以上とされているため、被塗物に対する塗装ガンの接触や塗装ガン及び治具等間におけるスパークの発生を極めて効果的に防止することができる。

[0045] また、上記手段11によれば、塗装ガンを通る電流を測定する際における塗装ガン及び被塗物間の距離が80mm以下とされているため、アース状態が正常であるときに塗装ガンを通る電流と、アース状態に異常があるときに塗装ガンを通る電流との差をより一層増大させることができる。その結果、検査精度の更なる向上を図ることができる。

[0046] 手段12. 被塗物に向けて塗料を噴射する塗装ガンと、当該塗装ガンに電圧を印加する電圧印加装置とを備えた静電塗装装置により、前記被塗物のアース状態を検査するアース状態検査方法であって、

前記電圧印加装置から電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置した際に前記塗装ガンを通る電流を測定し、測定された電流に基づいて前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とするアース状態検査方法。

[0047] 上記手段12によれば、上記手段1と同様の作用効果が奏されることとな

る。

[0048] 手段 1 3. 前記塗装ガンを通る電流の測定は、前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態の前記塗装ガンを、正常位置に配置された場合の前記被塗物に対して一定の距離となる少なくとも 3 箇所以上の位置に配置した際に行うことを特徴とする手段 1 2 に記載のアース状態検査方法。

[0049] 上記手段 1 3 によれば、上記手段 2 と同様の作用効果が奏されることとなる。

[0050] 手段 1 4. 前記電圧印加装置から電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記被塗物の表面電位を測定し、

測定された電流及び表面電位に基づいて前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする手段 1 2 又は 1 3 に記載のアース状態検査方法。

[0051] 上記手段 1 4 によれば、上記手段 3 と同様の作用効果が奏されることとなる。

[0052] 手段 1 5. 前記被塗物のアース状態に異常がある場合に、測定された電流及び表面電位に基づいて、アース状態の異常原因を判別することを特徴とする手段 1 4 に記載のアース状態検査方法。

[0053] 上記手段 1 5 によれば、上記手段 4 と同様の作用効果が奏されることとなる。

[0054] 手段 1 6. 検査対象の前記被塗物において測定された表面電位から、アース状態が正常である前記被塗物において測定された表面電位を減算した値を X (kV) とし、

アース状態が正常である前記被塗物において測定された電流から、検査対象の前記被塗物において測定された電流を減算した値を Y (kV) としたとき、

前記値 Y と、 $-3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ に前記値 X を代入したときに算出される値とを比較することで、アース状態の異常原因が判別されることを特徴とする手段 1 5 に記載のアース状態検査方法。

- [0055] 上記手段 16 によれば、上記手段 5 と同様の作用効果が奏されることとなる。
- [0056] 手段 17. 前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記塗装ガンを流れる電流を測定するとともに、前記塗装ガンにより前記被塗物に電荷を帯電させることを特徴とする手段 14 乃至 16 のいずれかに記載のアース状態検査方法。
- [0057] 上記手段 17 によれば、上記手段 6 と同様の作用効果が奏されることとなる。
- [0058] 手段 18. 前記被塗物に電荷を帯電させる行程において、前記被塗物における表面電位の測定が開始されることを特徴とする請求項 14 乃至 17 のいずれかに記載のアース状態検査方法。
- [0059] 上記手段 18 によれば、上記手段 7 と同様の作用効果が奏されることとなる。
- [0060] 手段 19. 前記塗装ガンを流れる電流を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする手段 12 乃至 18 のいずれかに記載のアース状態検査方法。
- [0061] 上記手段 19 によれば、上記手段 8 と同様の作用効果が奏されることとなる。
- [0062] 手段 20. 前記被塗物の表面電位を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする手段 14 乃至 18 のいずれかに記載のアース状態検査方法。
- [0063] 上記手段 20 によれば、上記手段 9 と同様の作用効果が奏されることとなる。
- [0064] 手段 21. 前記塗装ガンを流れる電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が 40 mm 以上 100 mm 以下とされることを特

徴とする手段 12 乃至 20 のいずれかに記載のアース状態検査方法。

[0065] 上記手段 21 によれば、上記手段 10 と同様の作用効果が奏されることとなる。

[0066] 手段 22. 前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が 60 mm 以上 80 mm 以下とされることを特徴とする手段 12 乃至 21 のいずれかに記載のアース状態検査方法。

[0067] 上記手段 22 によれば、上記手段 11 と同様の作用効果が奏されることとなる。

図面の簡単な説明

[0068] [図1]静電塗装装置の構成を示す模式図である。

[図2]塗装ガンやロボットアーム等の構成を示す模式図である。

[図3]被塗物のアース状態を検査する際の塗装ガン等を示す模式図である。

[図4]電流測定装置により測定された電流や被塗物のアース状態を判定する際に用いられる閾値電流を示すグラフである。

[図5]被塗物に対して塗装を施す際における塗装ガンと被塗物との間の距離等を示す模式図である。

[図6] (a) ~ (d) は、各位置 A ~ D に配置される塗装ガン等を示す模式図である。

[図7]被塗物が正常位置に配置された場合に電流測定装置により測定される電流や被塗物のアース状態を判定する際に用いられる閾値電流を示すグラフである。

[図8]正常位置からずれた状態で配置された被塗物等を示す模式図である。

[図9] (a) ~ (d) は、被塗物が正常位置からずれた状態に配置された場合において、各位置 A ~ D に配置される塗装ガン等を示す模式図である。

[図10]被塗物が正常位置からずれた場合に電流測定装置により測定される電流等を示すグラフである。

[図11]第3実施形態における静電塗装装置の構成を示す模式図である。

[図12]第3実施形態における塗装ガンやロボットアーム等の構成を示す模式

図である。

[図13]第3実施形態において、塗装ガンを通る電流を測定する際の塗装ガン等を示す模式図である。

[図14]被塗物の表面電位を測定する際の塗装ガン等を示す模式図である。

[図15]表面電位測定装置により測定された表面電位や被塗物のアース状態を判定する際に用いられる閾値電圧等を示すグラフである。

[図16]アース不良及びプライマ不良を判別する際に用いられる判別式等を示すグラフである。

[図17]第5実施形態における静電塗装装置の構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0069] 以下に、実施形態について図面を参照して説明する。

[第1実施形態]

静電塗装装置1は、少なくとも塗装面が導電性を有する被塗物CDに対して静電塗装を行うものであり、図1及び図2に示すように、1つの塗装ガン2と、これを支持するロボットアーム3と、電圧印加装置4と、電流測定装置5とを備えている。尚、本実施形態において、正常な被塗物CDの塗装面には、導電性物質を有してなる導電プライマが設けられている。

[0070] 塗装ガン2は、被塗物CDに対して塗料を噴射するものであり、ベルカップ21を備えている。また、塗装ガン2は、ベルカップ21を図示しない駆動手段（例えば、エアモータ等）により回転させることで、ベルカップ21の内面に展延させた液体塗料を遠心力で微粒化させることができる回転霧化型のものである。

[0071] ロボットアーム3は、その一端部が基台部33に回動可能に連結された上下アーム31と、その一端部が前記上下アーム31の他端部に回動可能に連結された水平アーム32とを備えている。また、水平アーム32の他端部には塗装ガン2が設けられており、上下アーム31及び水平アーム32を各回動支点にて回動させることで、被塗物CDに対して塗装ガン2を相対移動させることができるようになっている。

- [0072] 加えて、水平アーム32は、直列的に連結された第1アーム部321、第2アーム部322、及び、第3アーム部323を備えている。そして、第1アーム部321には、2つの屈折部321A、321Bが設けられており、第1アーム部321は、各屈折部321A、321Bにおいて屈折可能とされている。さらに、水平アーム32の他端部には、第1アーム部321と塗装ガン2とを連結する円筒状の連結筒324が設けられており、連結筒324は、第1アーム部321に対して自身の中心軸を回転軸として回転可能とされている。第1アーム部321の屈折角度、及び、連結筒324の回転量のそれぞれを調節することで、被塗物CDに対する塗装ガン2の向きを調節可能となっている。
- [0073] 電圧印加装置4は、塗装ガン2に印加する高電圧を発生させるものであり、電圧発生部41と、電圧昇圧部42とを備えている。
- [0074] 電圧発生部41は、塗装ガン2に印加する高電圧の元となる電圧を発生させるものであり、発生させた電圧は、電圧昇圧部42へと入力されるようになっている。電圧昇圧部42は、電圧発生部41から入力された電圧を昇圧し、伝送ケーブル43を介して塗装ガン2へと高電圧を印加する。尚、電圧印加装置4は、CPUやRAM等を有する制御装置6により制御されており、制御装置6は、塗装ガン2に対する印加電圧や電圧の印加タイミングを調節可能とされている。
- [0075] 電流測定装置5は、電圧昇圧部42の下流に設けられており、塗装ガン2を流れる電流（本実施形態では、伝送ケーブル43を流れる電流）を測定する。また、電流測定装置5により測定された電流は制御装置6へと出力されるようになっている。
- [0076] 制御装置6は、塗装ガン2に対する印加電圧や電圧の印加タイミングを決定するとともに、電流測定装置5により測定された電流（電流値）に基づいて、被塗物CD（本実施形態では、被塗物CDの表面に形成された導電プライマ）のアース状態を検査する。
- [0077] 被塗物CDのアース状態の検査手法について詳述すると、まず、被塗物C

Dに導電プライマが設けられた後、塗装ガン2により被塗物CDに対して静電塗装を施す前の段階（被塗物CDに塗料を噴射していない状態）において、図3に示すように、塗装ガン2を所定のコンベアCN上に搭載された被塗物CDに対して間隔を隔てて配置する。このとき、塗装ガン2及び正常位置に配置された場合における被塗物CD間の距離L1は、40mm以上100mm以下（より好ましくは、60mm以上80mm以下）とされている。尚、通常、被塗物CD（導電プライマ）は、アースクリップECによりコンベアCNと電氣的に接続されており、被塗物CD（導電プライマ）は接地されている。

[0078] 次いで、図3に示すように、電圧印加装置4から塗装ガン2に対する負極性の高電圧（例えば、 -50 kV であり、 -60 kV 以上 -40 kV 以下が好ましい）の印加と印加の解除とを繰り返しつつ、予め設定された所定の軌跡（本実施形態では、導電プライマの表面全域上を通過する軌跡）にて、塗装ガン2を被塗物CDに対して相対移動させる。そして、電流測定装置5により、塗装ガン2に高電圧が印加されているときに塗装ガン2を流れる電流が測定される。尚、塗装ガン2を相対移動させる際に、塗装ガン2及び正常位置に配置された場合における被塗物CD間の距離は、上述した距離L1に維持される。

[0079] 電流測定装置5により測定された電流（電流値）は、制御装置6に入力され、制御装置6は、入力された電流に基づいて、被塗物CDにおけるアース状態を判定する。

[0080] 詳述すると、被塗物CD（導電プライマ）が正常にアースに接続されるとともに、導電プライマが正常に形成されている場合には、塗装ガン2により被塗物CDに対して印加された電荷は、導電プライマを介してアース側へと流れる。従って、塗装ガン2及び被塗物CD（導電プライマ）間の電位差が比較的大きくなり、塗装ガン2からの放電量も比較的大きくなる。そのため、塗装ガン2を流れる電流は比較的大きなものとなる。この点を踏まえて、制御装置6は、図4に示すように、電流測定装置5により測定された電流（

電流値)の最大値が予め設定された所定の閾値電流 T_1 (μA)以上であった場合に、被塗物CDのアース状態が正常であると判定する。

[0081] 一方で、被塗物CD(導電プライマ)のアース接続に異常が生じている場合(例えば、アースクリップECが取付けられていない場合や、アースクリップECに対する絶縁性塗料の付着等により被塗物CD及びアース間の導電性が低下している場合)や、導電プライマが正常に設けられていない場合(例えば、導電プライマが形成されていない場合)には、塗装ガン2により被塗物CDに対して印加された電荷は、被塗物CDに留まることとなる。従って、塗装ガン2及び被塗物CD間の電位差が比較的小さくなり、塗装ガン2からの放電量も比較的小さくなる。そのため、塗装ガン2を流れる電流は比較的小さなものとなる。この点を考慮して、制御装置6は、電流測定装置5により測定された電流(電流値)の最大値が前記閾値電流 T_1 未満であった場合に、被塗物CDのアース状態に異常があると判定する。尚、本実施形態では、制御装置6により被塗物CDのアース状態に異常があると判定された場合、所定の報知装置(図示せず)により、アース状態に異常がある旨が作業員等に報知されるようになっている。

[0082] また、本実施形態では、上述のように、電流測定装置5により塗装ガン2を流れる電流を測定する際における、塗装ガン2及び被塗物CD間の距離 L_1 は、40mm以上100mm以下(より好ましくは、60mm以上80mm以下)とされているが、距離 L_1 をこの範囲としたのは、次の理由による。

[0083] すなわち、表1に示すように、塗装ガン2に対する印加電圧、及び、塗装ガン2及び被塗物CD間の距離 L_1 を種々変更した場合において、被塗物CDのアース状態が正常であるときに塗装ガン2を流れる電流と、被塗物CDのアース状態に異常があるときに塗装ガン2を流れる電流との差(電流差)を求めた。

[0084]

[表1]

		距離L1(mm)								
		40	60	80	100	120	140	160	180	200
印加電圧 (kV)	-60	196 μ A	116 μ A	81 μ A	63 μ A	49 μ A	42 μ A	35 μ A	29 μ A	24 μ A
	-50	134 μ A	92 μ A	66 μ A	50 μ A	39 μ A	32 μ A	27 μ A	22 μ A	19 μ A
	-40	103 μ A	66 μ A	48 μ A	36 μ A	29 μ A	24 μ A	20 μ A	17 μ A	13 μ A

[0085] このとき、距離L1を40mm以上とすることで、電流差が極端に大きくなってしまふことを抑制できるため、塗装ガン2及び被塗物CDの周囲に位置する治具間におけるスパークの発生を十分に抑制することができ、距離L1を60mm以上とすることで、電流差の過度の増大をより確実に抑制でき、スパークの発生をより一層確実に防止することができた。この結果から、本実施形態では、距離L1が40mm以上（より好ましくは、60mm以上）とされている。また、距離L1を100mm以下とすることで、電流差を30 μ A以上とすることができ、被塗物CDにおけるアース状態の良否判断が容易となり、距離L1を80mm以下とすることで、電流差を40 μ A以上とすることができ、アース状態の良否判断がより一層容易となることが分かった。この結果を踏まえて、本実施形態では、距離L1が100mm以下（より好ましくは、80mm以下）とされている。

[0086] さらに、本実施形態において、距離L1は、図5に示すように、塗装ガン2により静電塗装を施す際における塗装ガン2及び被塗物CD間の距離L2（例えば、150mm～200mm）よりも小さなものとされている。

[0087] 以上詳述したように、本実施形態によれば、専用の装置を用いることなく、塗装ガン2を有する静電塗装装置1により被塗物CDにおけるアース状態が検査される。従って、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を図ることができる。

[0088] さらに、本実施形態では、被塗物CDにおけるアース状態の検査に用いられる電流が、塗装ガン2に電圧を印加している際に取得されるように構成されており、塗装ガン2に対する電圧の印加と塗装ガン2を流れる電流の測定とが同時期に（つまり一工程で）行われるように構成されている。従って、

被塗物CDにおけるアース状態の検査時間を著しく短縮させることができ、生産性の向上を図ることができる。

[0089] また、検査時間の短縮を図るにあたり、塗装ガン2を複数設ける必要がないため、製造設備の小型化や簡素化、設備コストの低減を一層効果的に図ることができる。

[0090] 加えて、本実施形態では、距離L1が距離L2よりも小さくされており、距離L1が十分に小さなものとされている。そのため、被塗物CDのアース状態が正常であるときに塗装ガン2を流れる電流と、被塗物CDのアース状態に異常があるときに塗装ガン2を流れる電流との差をより確実に大きくすることができる。従って、被塗物CDにおけるアース状態の正常・異常をより容易に判別することができ、アース状態の検査精度を一層向上させることができる。

[0091] さらに、距離L1が40mm以上（より好ましくは、60mm以上）とされているため、被塗物CDの配置位置にずれが生じた場合などにおいて、塗装ガン2が被塗物CDに接触してしまったり、塗装ガン2と被塗物CDの周囲に位置する治具等との間でスパークが生じてしまったりすることをより確実に防止できる。その結果、アース状態の検査をより精度よく行うことができる。

[0092] また、距離L1が100mm以下（より好ましくは、80mm以下）とされているため、アース状態が正常であるときに塗装ガン2を流れる電流と、アース状態に異常があるときに塗装ガン2を流れる電流との差を一層大きくすることができる。これにより、アース状態の検査精度をより一層高めることができる。

〔第2実施形態〕

次いで、第2実施形態について、上記第1実施形態との相違点を中心に説明する。

[0093] 本第2実施形態では、図3及び図6に示すように、正常位置に配置された場合における被塗物CDとの間の距離がL1を維持するような軌跡にて塗装

ガン2を相対移動させるように構成されており、正常位置に配置された場合における被塗物CDに対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置（本実施形態では、少なくとも位置A、B、C、D）に電圧の印加された塗装ガン2が配置される。そして、前記各位置A、B、C、Dにおいて電流測定装置5により塗装ガン2を流れる複数の電流 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D が測定される〔位置Aにおいて測定された電流（電流値）が I_A であり、位置Bにおいて測定された電流（電流値）が I_B であり、位置Cにおいて測定された電流（電流値）が I_C であり、位置Dにおいて測定された電流（電流値）が I_D である〕。

[0094] 電流測定装置5により測定された複数の電流（電流値） I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D は、制御装置6に入力され、制御装置6は、入力された複数の電流（電流値） I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D に基づいて、被塗物CDにおけるアース状態を判定する。具体的には、制御装置6は、図7に示すように、電流測定装置5により測定された電流（電流値） I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D のうちの最大値が予め設定された所定の閾値電流 T_I （ μA ）以上であった場合に、被塗物CDのアース状態が正常であると判定する。一方で、電流測定装置5により測定された電流（電流値） I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D の最大値が前記閾値電流 T_I 未満であった場合に、被塗物CDのアース状態に異常があると判定する。

[0095] 尚、電流測定装置5により測定された複数の電流（電流値）のうちの最大値に基づいて、被塗物CDのアース状態を判定するのは次の理由による。

[0096] すなわち、被塗物CDにおけるアース状態が正常の場合であっても、図8及び図9に示すように、被塗物CDが正常位置からずれた位置に配置されている場合には、各位置A、B、C、Dにおいて、塗装ガン2及び被塗物CD間の距離が相違する。従って、図10に示すように、各位置A、B、C、Dにおいて測定される電流 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D は、距離の相違に伴い変動する。そのため、被塗物CDのアース状態が正常であるにも関わらず、測定される電流が前記閾値電流 T_I を下回るおそれがある。この点を踏まえて、

本実施形態では、測定された電流（電流値） I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D のうちの最大値に基づいて、被塗物CDにおけるアース状態の判定が行われる。

[0097] さらに、本第2実施形態では、測定された電流（電流値）の変化が所定の態様となっている場合（例えば、測定された電流が徐々に増大又は減少する態様となっている場合）には、前記報知装置により、被塗物CDの配置位置にズレが生じている旨を作業者等に報知するようになっている。

[0098] 以上、本第2実施形態によれば、正常位置に配置された場合の被塗物CDに対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置に電圧の印加された塗装ガン2が配置されるとともに、各位置において塗装ガン2を流れる電流が測定され、測定された複数の電流に基づいてアース状態が検査される。従って、アース状態の検査精度をより一層向上させることができる。

[0099] 加えて、測定された複数の電流の態様から、被塗物CDの配置位置にズレが生じているか否かを確認することができる。従って、配置位置にズレが生じたままの状態では被塗物CDが塗装工程に供給されてしまうといった事態をより確実に防止でき、塗装時において、被塗物CDに対する塗装ガン2の相対位置をより確実に所定の位置とすることができる。その結果、塗装ムラなどの発生を効果的に防止することができ、塗装品質をより高めることができる。

〔第3実施形態〕

次いで、第3実施形態について、上記第1実施形態との相違点を中心に説明する。

[0100] 本第3実施形態において、静電塗装装置1は、図11及び図12に示すように、表面電位測定装置7を備えている。表面電位測定装置7は、電圧昇圧部42の下流に設けられており、塗装ガン2と電氣的に接続されている。また、表面電位測定装置7には、塗装ガン2及び被塗物CD間に流れる放電電流を検出するとともに、検出された放電電流に基づいて被塗物CDの表面電位を測定する。加えて、表面電位測定装置7により測定された表面電位は、制御装置6に出力されるようになっている。

- [0101] さらに、本第3実施形態において、制御装置6は、電流測定装置5により測定された電流（電流値）、及び、表面電位測定装置7により測定された表面電位に基づいて、被塗物CD（本実施形態では、被塗物CDの表面に形成された導電プライマ）のアース状態を検査する。
- [0102] 検査手法について詳述すると、本第3実施形態では、図13に示すように、電流測定装置5により、塗装ガン2に高電圧が印加されているときに塗装ガン2を流れる電流を測定するとともに、塗装ガン2により被塗物CD（導電プライマ）に対して電荷を帯電させる。
- [0103] そして、被塗物CDに電荷を帯電させてから予め設定された所定の待機時間 t_1 （例えば、0.2s）が経過した後、図14に示すように、電圧印加装置4から高電圧が印加されていない（本実施形態では、アース接続された）塗装ガン2を被塗物CDに対して間隔を隔てて配置するとともに、予め設定された所定の軌跡（本実施形態では、導電プライマの表面全域上を通過する軌跡）にて、塗装ガン2を相対移動させる。そして、表面電位測定装置7により、被塗物CDに帯電した電荷によって塗装ガン2と被塗物CDとの間で流れる放電電流を検出するとともに、検出された放電電流に基づいて被塗物CDの表面電位を測定する。
- [0104] 電流測定装置5により測定された電流（電流値）、及び、表面電位測定装置7により測定された表面電位は、制御装置6に入力され、制御装置6は、入力された電流及び表面電位に基づいて、被塗物CDにおけるアース状態を判定する。
- [0105] 詳述すると、被塗物CD（導電プライマ）が正常にアースに接続されるとともに、導電プライマが正常に形成されている場合には、塗装ガン2により被塗物CDに対して印加された電荷は、導電プライマを介してアース側へと流れる。従って、被塗物CDに残留する電荷は比較的少なくなるため、図15に示すように、表面電位測定装置7により測定される表面電位は比較的小さなものとなる。この点を踏まえて、制御装置6は、電流測定装置5により測定された電流（電流値）の最大値が予め設定された所定の閾値電流 T_1 （

μA) 以上であり、かつ、表面電位測定装置 7 により測定された表面電位が予め設定された所定の閾値電圧 $T E$ ($k V$) 以下である場合に、被塗物 $C D$ のアース状態が正常であると判定する。

[0106] 一方で、被塗物 $C D$ (導電プライマ) のアース接続に異常が生じている場合 (例えば、アースクリップ $E C$ が取付けられていない場合や、アースクリップ $E C$ に対する絶縁性塗料の付着等により被塗物 $C D$ 及びアース間の導電性が低下している場合) や、導電プライマが正常に設けられていない場合 (例えば、導電プライマが形成されていない場合) には、塗装ガン 2 により被塗物 $C D$ に対して印加された電荷は、被塗物 $C D$ に留まることとなる。従って、被塗物 $C D$ に残留する電荷が比較的多くなるため、図 15 に示すように、表面電位測定装置 7 により測定される表面電位は比較的大きなものとなる。この点を考慮して、制御装置 6 は、電流測定装置 5 により測定された電流 (電流値) の最大値が前記閾値電流 $T I$ 未満であった場合、又は、表面電位測定装置 7 により測定された表面電位が前記閾値電圧 $T E$ よりも大きい場合に、被塗物 $C D$ のアース状態に異常があると判定する。

[0107] また、本第 3 実施形態では、表面電位測定装置 7 により被塗物 $C D$ の表面電位を測定する際における塗装ガン 2 及び被塗物 $C D$ 間の距離 $L 3$ (図 14 参照) が、前記距離 $L 2$ (図 5 参照) よりも小さなものとされている。

[0108] 以上、本第 3 実施形態によれば、測定された電流及び表面電位の双方に基づいて、被塗物 $C D$ のアース状態が検査される。従って、アース状態の検査精度を格段に向上させることができる。

[0109] また、塗装ガン 2 を流れる電流を測定するために、高電圧が印加された塗装ガン 2 を被塗物 $C D$ に対して間隔を隔てて配置した際に、被塗物 $C D$ に対して電荷が帯電されるように構成されている。つまり、塗装ガン 2 を流れる電流の測定と、被塗物 $C D$ に対する電荷の帯電とが同時期に (つまり一工程で) 行われるように構成されている。従って、被塗物 $C D$ におけるアース状態の検査時間を効果的に短縮させることができ、生産性の向上を図ることができる。

[0110] 加えて、本第3実施形態では、距離L3が、距離L2よりも小さなものとされており、距離L3が十分に小さなものとされている。従って、被塗物CDのアース状態が正常であるときにおける表面電位と、被塗物CDのアース状態に異常があるときにおける表面電位との差をより確実に大きくすることができる。従って、被塗物CDにおけるアース状態の正常・異常を一層容易に判別することができ、アース状態の検査精度をさらに向上させることができる。

[第4実施形態]

次いで、第4実施形態について、上記第3実施形態との相違点を中心に説明する。

[0111] 本第4実施形態において、制御装置6は、被塗物CDのアース状態に異常があるものと判定した際に、アース状態の異常原因が、プライマ不良（導電プライマが正常に形成されていないこと）にあるのか、アース不良〔被塗物CD（導電プライマ）のアース接続が不確実であること〕にあるのかを判別する。

[0112] 詳述すると、まず、検査対象の被塗物CDにおいて表面電位測定装置7により測定された表面電位から、アース状態が正常である被塗物CDにおいて表面電位測定装置7により測定された表面電位（本実施形態では、検査時と同一の条件にて予め求められている）を減算した値 X （kV）と、アース状態が正常である被塗物CDにおいて電流測定装置5により測定された電流（本実施形態では、検査時と同一の条件にて予め求められている）から、検査対象の被塗物CDにおいて電流測定装置5により測定された電流を減算した値を Y （ μA ）とを算出する。そして、図16（図16において、丸印は、アース不良の場合における値 X 、 Y を示し、米印は、プライマ不良の場合における値 X 、 Y を示す）に示すように、値 X 及び値 Y が、 $Y \geq -3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ を満たすときに、制御装置6は、アース状態の異常原因がプライマ不良にあると判定する。

[0113] 一方で、値 X 及び値 Y が、 $Y < -3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ を

満たすときに、制御装置 6 は、アース状態の異常原因がアース不良にあると判定する。

[0114] また、本実施形態では、制御装置 6 により被塗物 C D のアース状態に異常があると判定された場合、前記報知装置により、アース状態に異常がある旨、及び、アース状態の異常原因が作業者等に報知されるようになっている。

[0115] 以上、本第 4 実施形態によれば、値 Y と、 $-3X + 20$ に値 X を代入して得た値とを比較することで、アース状態の異常原因を容易に判別することができる。その結果、異常原因を踏まえた適切な対処を行うことが可能となる。

[第 5 実施形態]

次に、第 5 実施形態について、上記第 3、第 4 実施形態との相違点を中心に説明する。

[0116] 上記第 3、第 4 実施形態において、塗装ガン 2 は 1 台のみ設けられている。これに対して、本第 5 実施形態では、図 17 に示すように、静電塗装装置 1 は、第 1 塗装ガン 2 A 及び第 2 塗装ガン 2 B を備えており、2 台の塗装ガン 2 を有している。尚、両塗装ガン 2 A、2 B の構成は、上記実施形態における塗装ガン 2 の構成と同一とされている。また、塗装ガン 2 A、2 B はそれぞれロボットアーム 3 により支持されており、ロボットアーム 3 の動作により被塗物 C D に対して相対移動可能とされている。

[0117] さらに、本第 5 実施形態では、表面電位測定装置 7 による表面電位の測定タイミングが、上記第 3、第 4 実施形態とは異なる。すなわち、上記第 3、第 4 実施形態では、被塗物 C D に電荷を帯電させてから所定の待機時間 t_1 が経過した後、高電圧が印加されていない塗装ガン 2 が被塗物 C D に対して配置され、表面電位測定装置 7 により被塗物 C D の表面電位が測定される。これに対して、本第 5 実施形態では、高電圧が印加された第 1 塗装ガン 2 A により被塗物 C D に電荷を帯電させている最中（つまり、被塗物 C D に対する電荷の印加が全て完了するのを待たず）に、被塗物 C D のうち電荷の印加が完了した部位に対して、高電圧が印加されていない第 2 塗装ガン 2 B が配

置され、表面電位測定装置 7 により被塗物 C D の表面電位の測定が開始されるように構成されている。

[0118] 以上、本第 5 実施形態によれば、第 1 塗装ガン 2 A により被塗物 C D に電荷を帯電させている最中に、第 2 塗装ガン 2 B を用いて被塗物 C D における表面電位の測定を開始することができる。従って、アース状態の検査時間を一層短縮させることができ、生産性の更なる向上を図ることができる。

[0119] 尚、上記実施形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施してもよい。勿論、以下において例示しない他の応用例、変更例も当然可能である。

[0120] (a) 上記実施形態では、電流測定装置 5 により測定された電流の最大値を判定基準として被塗物 C D のアース状態が検査されているが、必ずしも最大値を判定基準としなくてもよい。従って、例えば、測定された電流の平均値に基づいて、被塗物 C D のアース状態を検査することとしてもよい。

[0121] (b) 上記実施形態において、静電塗装装置 1 は、1 台又は 2 台の塗装ガン 2 を備えているが、3 台以上の塗装ガン 2 を備えていてもよい。

[0122] (c) 上記実施形態では、電圧印加装置 4 及び電流測定装置 5 が別体とされているが、両者を一体としてもよい。従って、例えば、電圧印加装置 4 が、電流測定装置 5 の機能を有することとしてもよい。

[0123] また、上記第 3～第 5 実施形態では、電圧印加装置 4 及び電流測定装置 5 と、表面電位測定装置 7 とがそれぞれ別体とされているが、これらの装置を一体としてもよいし、これらの装置のうちの 2 つの装置を一体としてもよい。従って、例えば、電圧印加装置 4 が、表面電位測定装置 7 の機能を有することとしてもよい。

符号の説明

[0124] 1…静電塗装装置、2…塗装ガン、4…電圧印加装置、5…電流測定装置、7…表面電位測定装置、C D…被塗物。

請求の範囲

- [請求項1] 被塗物に向けて塗料を噴射する塗装ガンと、
当該塗装ガンに高電圧を印加する電圧印加装置とを備えた静電塗装装置であって、
前記塗装ガンを流れる電流を測定する電流測定装置を有し、
前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置するとともに、前記電流測定装置により前記塗装ガンを流れる電流を測定し、
前記電流測定装置により測定された電流に基づいて、前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする静電塗装装置。
- [請求項2] 前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを、正常位置に配置された場合の前記被塗物に対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置に配置するとともに、前記各位置にて前記電流測定装置により前記塗装ガンを流れる電流を測定し、
前記電流測定装置により測定された複数の電流に基づいて、前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする請求項1に記載の静電塗装装置。
- [請求項3] 前記塗装ガンと電氣的に接続され、前記被塗物の表面電位を測定する表面電位測定装置を有し、
前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記電圧印加装置から高電圧が印加されていない前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定し、
前記電流測定装置により測定された電流と、前記表面電位測定装置により測定された表面電位とに基づいて、前記被塗物のアース状態を

検査することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の静電塗装装置。

[請求項4] 前記被塗物のアース状態に異常がある場合に、前記電流測定装置により測定された電流と、前記表面電位測定装置により測定された表面電位とに基づいて、アース状態の異常原因を判別することを特徴とする請求項 3 に記載の静電塗装装置。

[請求項5] 検査対象の前記被塗物において前記表面電位測定装置により測定された表面電位から、アース状態が正常である前記被塗物において前記表面電位測定装置により測定された表面電位を減算した値を X (kV) とし、

アース状態が正常である前記被塗物において前記電流測定装置により測定された電流から、検査対象の前記被塗物において前記電流測定装置により測定された電流を減算した値を Y (kV) としたとき、

前記値 Y と、 $-3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ に前記値 X を代入したときに算出される値とを比較することで、アース状態の異常原因が判別されることを特徴とする請求項 4 に記載の静電塗装装置。

[請求項6] 前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンが前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記電流測定装置により前記塗装ガンを流れる電流を測定するとともに、前記塗装ガンにより前記被塗物に電荷を帯電させることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の静電塗装装置。

[請求項7] 前記塗装ガンは、第 1 塗装ガンと第 2 塗装ガンとを備えており、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記第 1 塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記電圧印加装置から高電圧が印加されていない前記第 2 塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定することを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の静電塗装装置。

- [請求項8] 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の静電塗装装置。
- [請求項9] 前記表面電位測定装置により前記被塗物の表面電位を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項に記載の静電塗装装置。
- [請求項10] 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が40mm以上100mm以下とされることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の静電塗装装置。
- [請求項11] 前記電流測定装置により前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が60mm以上80mm以下とされることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載の静電塗装装置。
- [請求項12] 被塗物に向けて塗料を噴射する塗装ガンと、当該塗装ガンに電圧を印加する電圧印加装置とを備えた静電塗装装置により、前記被塗物のアース状態を検査するアース状態検査方法であって、
前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを通る電流を前記被塗物に対して間隔を隔てて配置した際に前記塗装ガンを通る電流を測定し、測定された電流に基づいて前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とするアース状態検査方法。
- [請求項13] 前記塗装ガンを通る電流の測定は、前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態の前記塗装ガンを通る電流を、正常位置に配置された場合の前記被塗物に対して一定の距離となる少なくとも3箇所以上の位置に配

置した際に行うことを特徴とする請求項 1 2 に記載のアース状態検査方法。

[請求項14] 前記電圧印加装置から電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し前記被塗物に電荷を帯電させるとともに、前記被塗物の表面電位を測定し、

測定された電流及び表面電位に基づいて前記被塗物のアース状態を検査することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載のアース状態検査方法。

[請求項15] 前記被塗物のアース状態に異常がある場合に、測定された電流及び表面電位に基づいて、アース状態の異常原因を判別することを特徴とする請求項 1 4 に記載のアース状態検査方法。

[請求項16] 検査対象の前記被塗物において測定された表面電位から、アース状態が正常である前記被塗物において測定された表面電位を減算した値を X (kV) とし、

アース状態が正常である前記被塗物において測定された電流から、検査対象の前記被塗物において測定された電流を減算した値を Y (kV) としたとき、

前記値 Y と、 $-3 (\mu A / kV) \times X + 20 (\mu A)$ に前記値 X を代入したときに算出される値とを比較することで、アース状態の異常原因が判別されることを特徴とする請求項 1 5 に記載のアース状態検査方法。

[請求項17] 前記被塗物に対して塗料を噴射していない状態において、前記電圧印加装置から高電圧が印加された前記塗装ガンを前記被塗物に対して間隔を隔てて配置し、前記塗装ガンを流れる電流を測定するとともに、前記塗装ガンにより前記被塗物に電荷を帯電させることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載のアース状態検査方法。

[請求項18] 前記被塗物に電荷を帯電させる行程において、前記被塗物における表面電位の測定が開始されることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 7 の

いずれか1項に記載のアース状態検査方法。

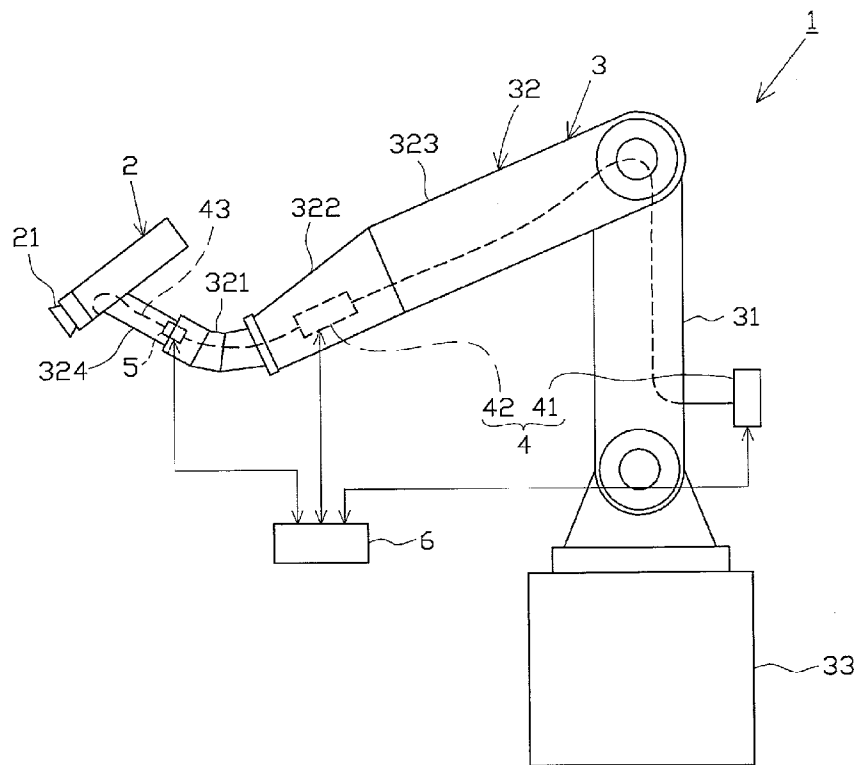
[請求項19] 前記塗装ガンを通る電流を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする請求項12乃至18のいずれか1項に記載のアース状態検査方法。

[請求項20] 前記被塗物の表面電位を測定する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が、前記塗装ガンにより前記被塗物を塗装する際における前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離よりも小さくされることを特徴とする請求項14乃至18のいずれか1項に記載のアース状態検査方法。

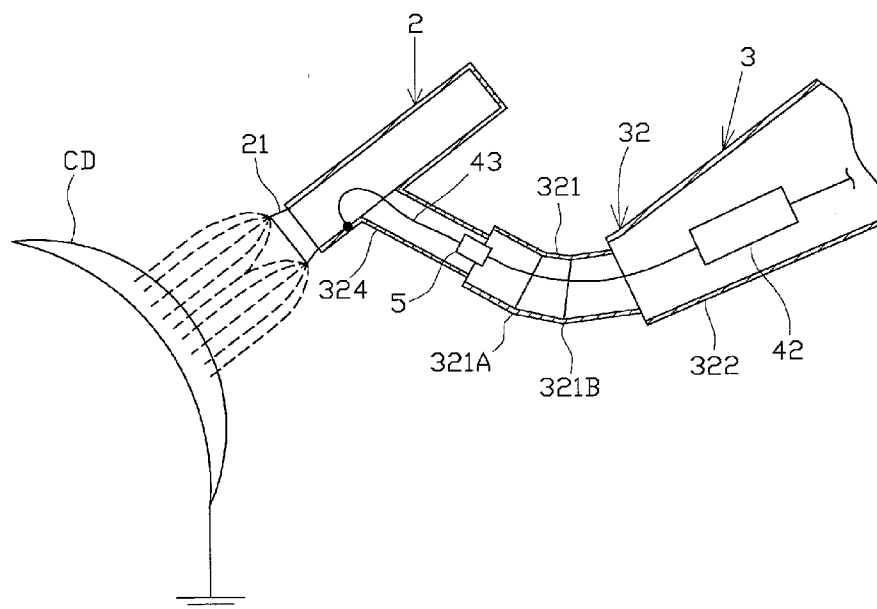
[請求項21] 前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が40mm以上100mm以下とされることを特徴とする請求項12乃至20のいずれか1項に記載のアース状態検査方法。

[請求項22] 前記塗装ガンを通る電流を測定する際において、前記塗装ガン及び前記被塗物間の距離が60mm以上80mm以下とされることを特徴とする請求項12乃至21のいずれか1項に記載のアース状態検査方法。

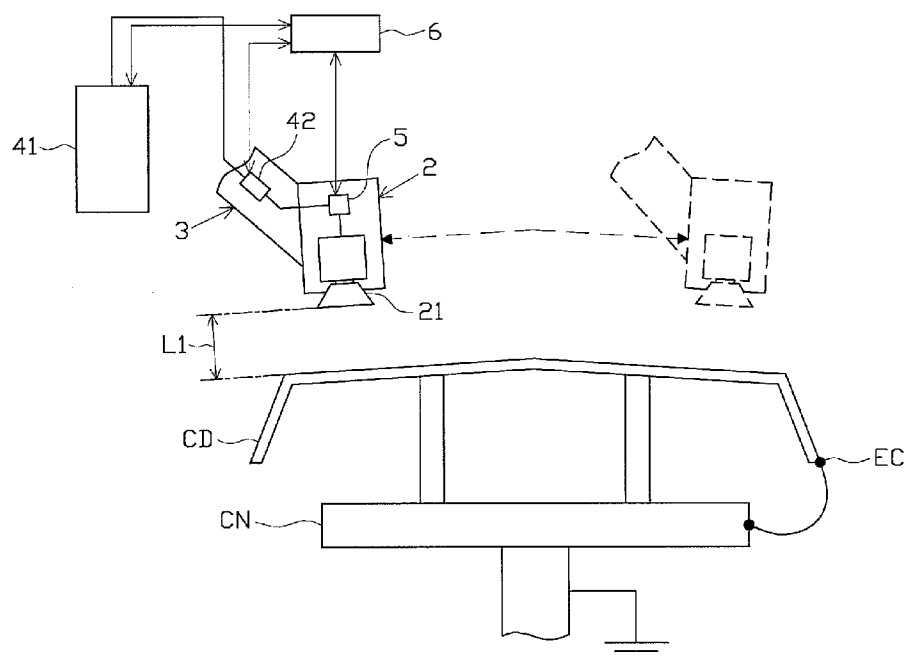
[図1]



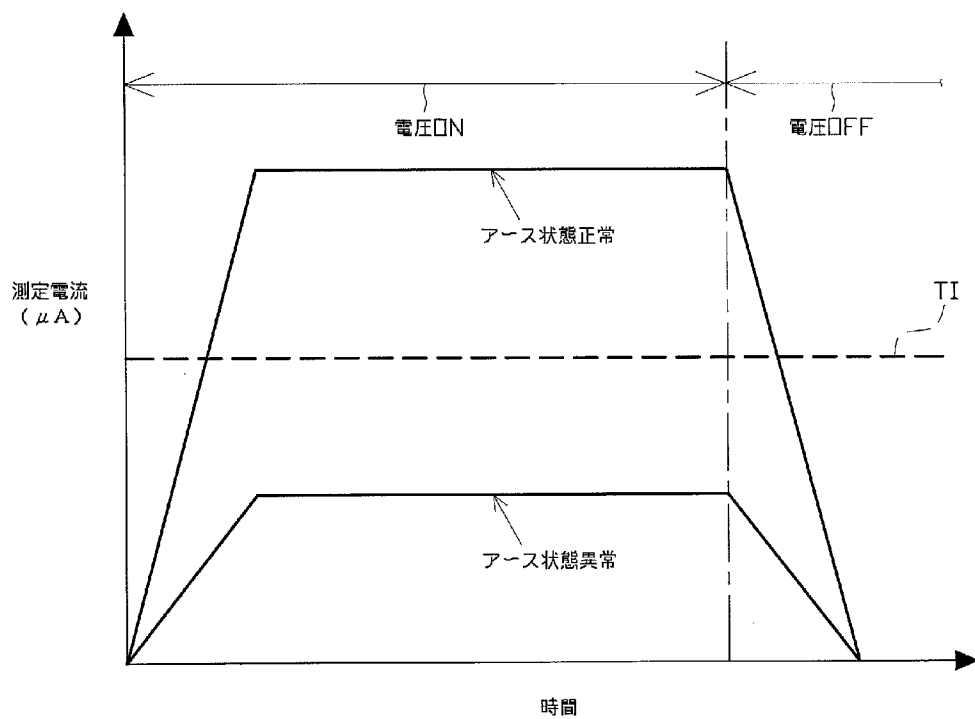
[図2]



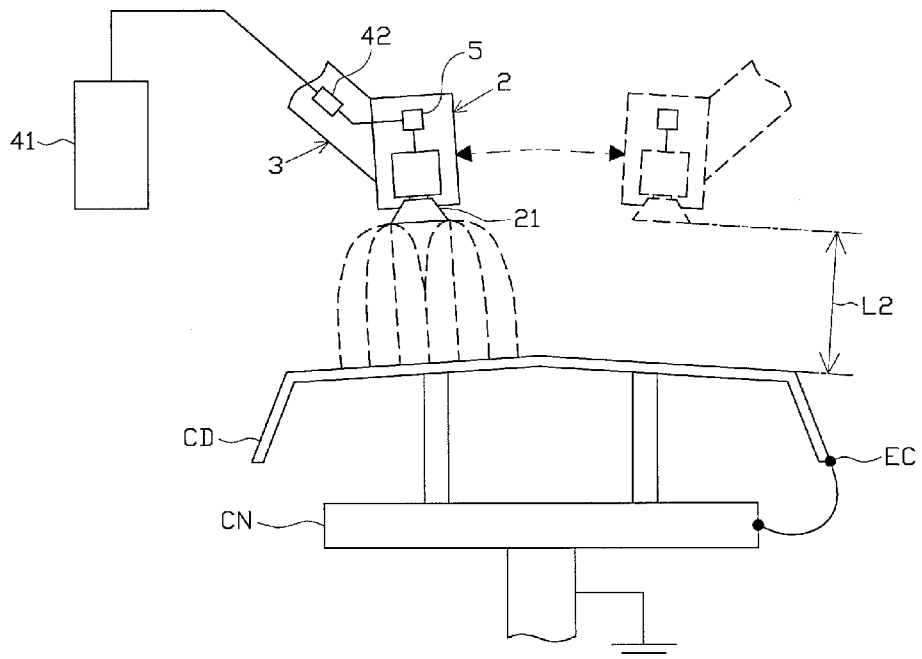
[図3]



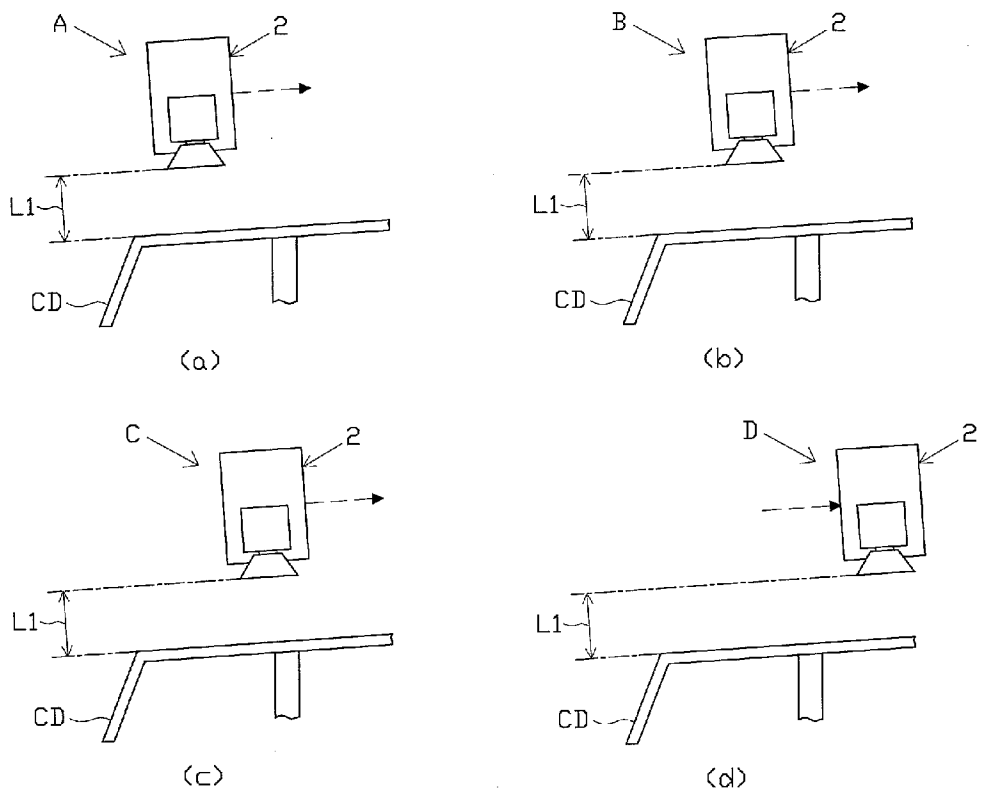
[図4]



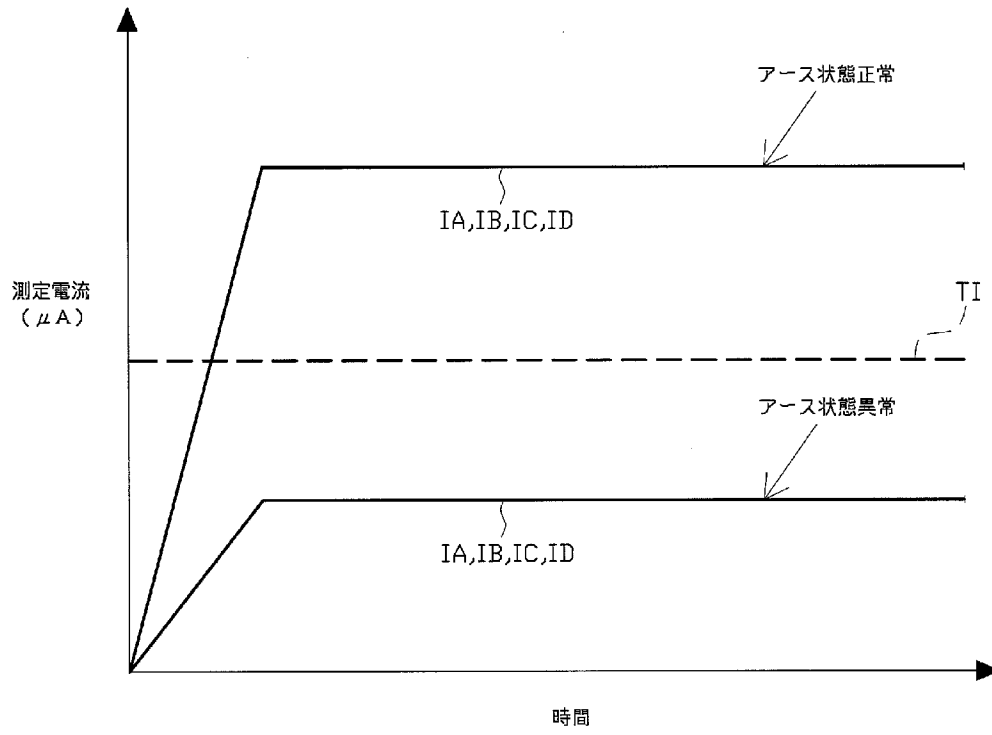
[図5]



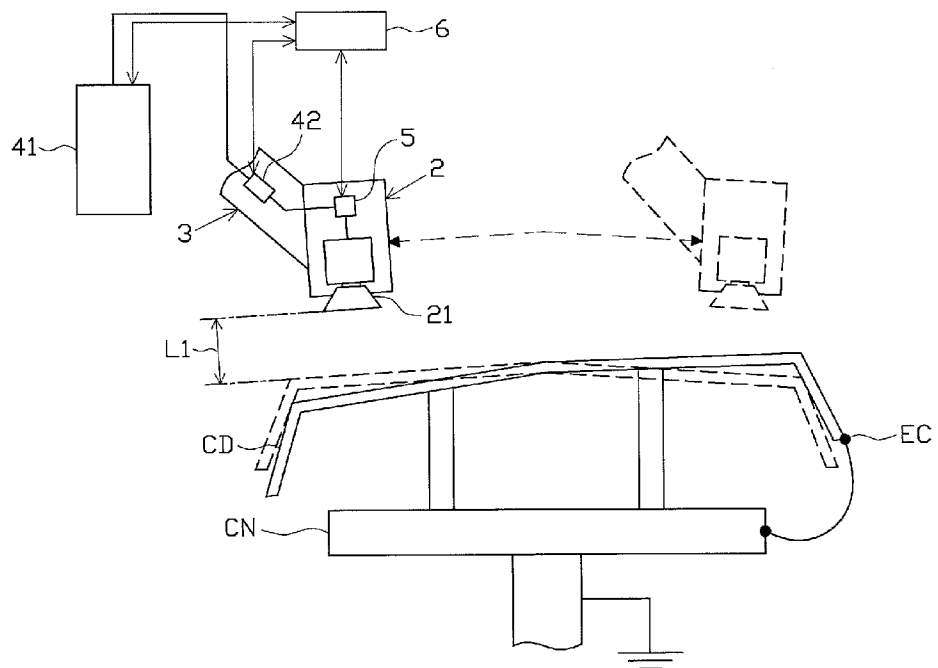
[図6]



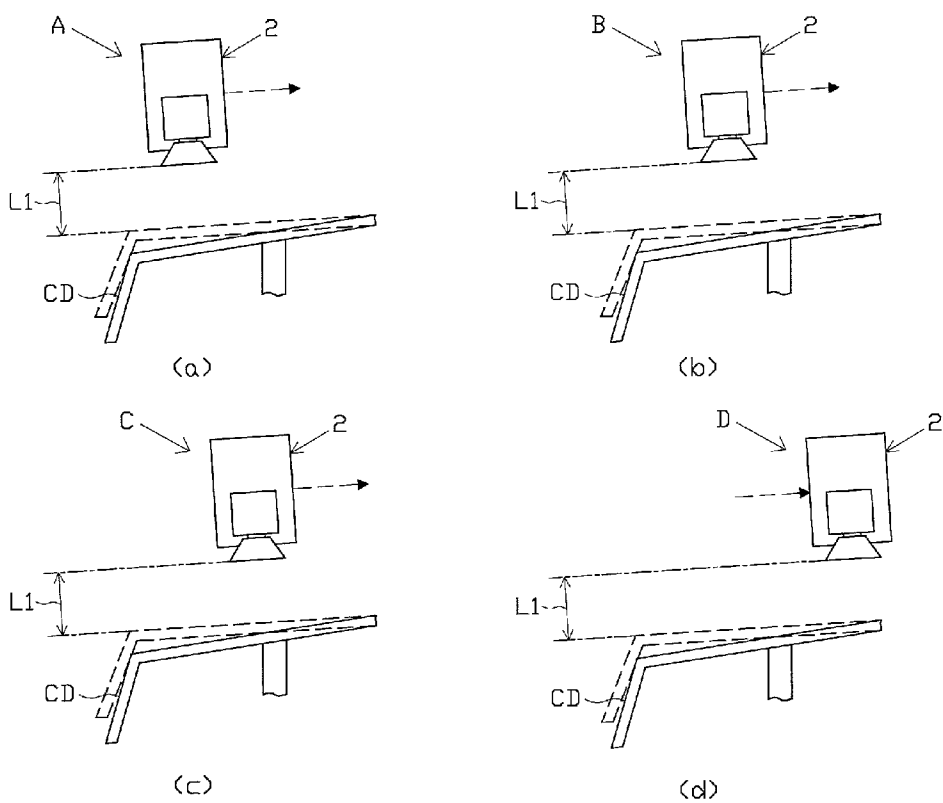
[図7]



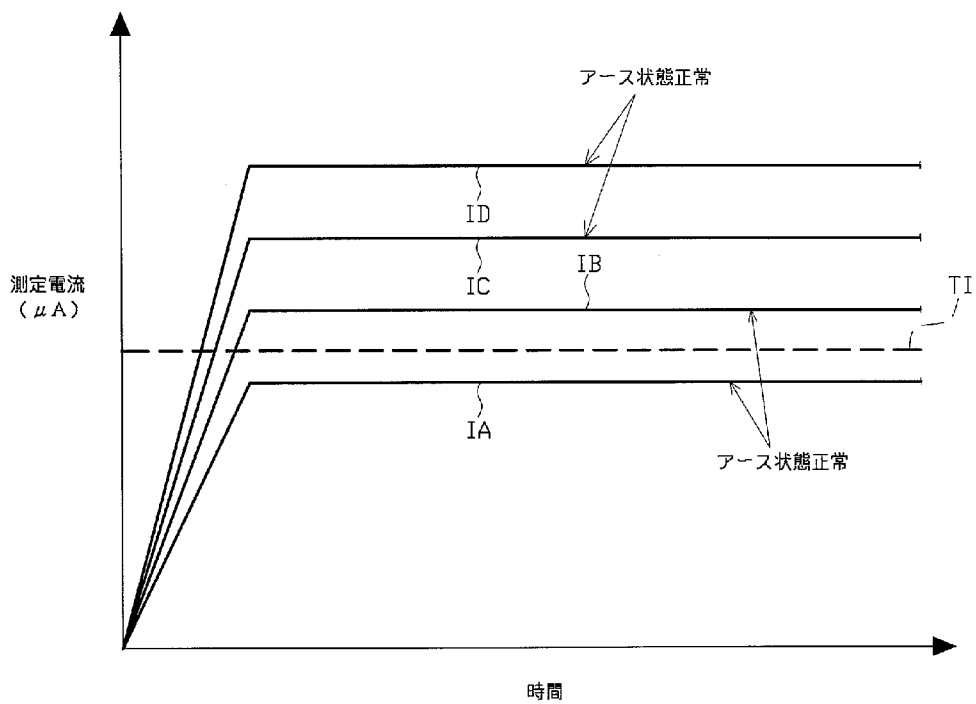
[図8]



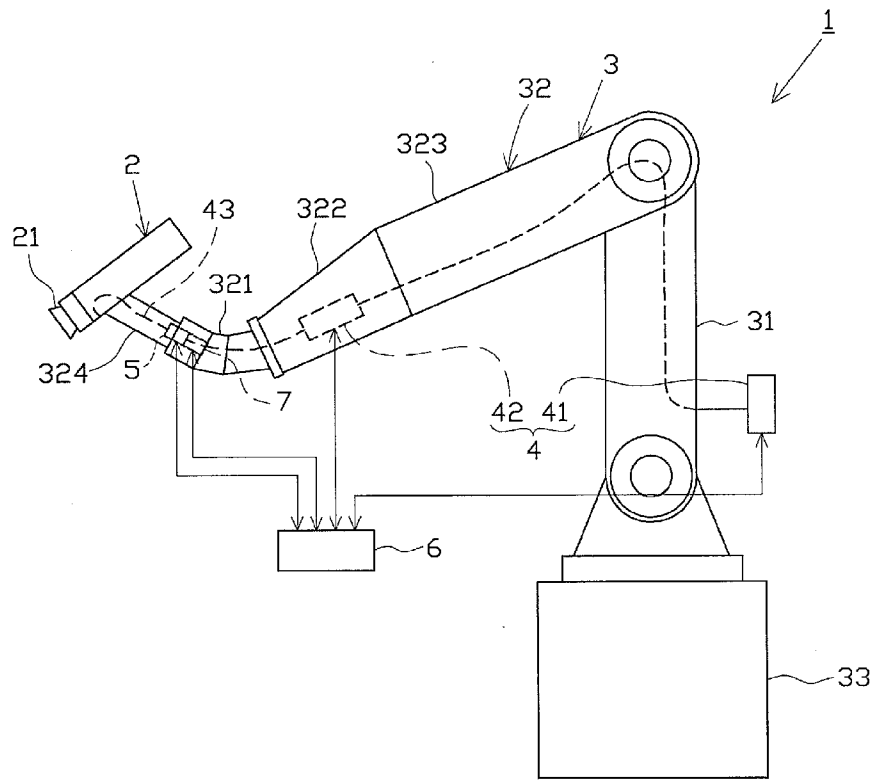
[図9]



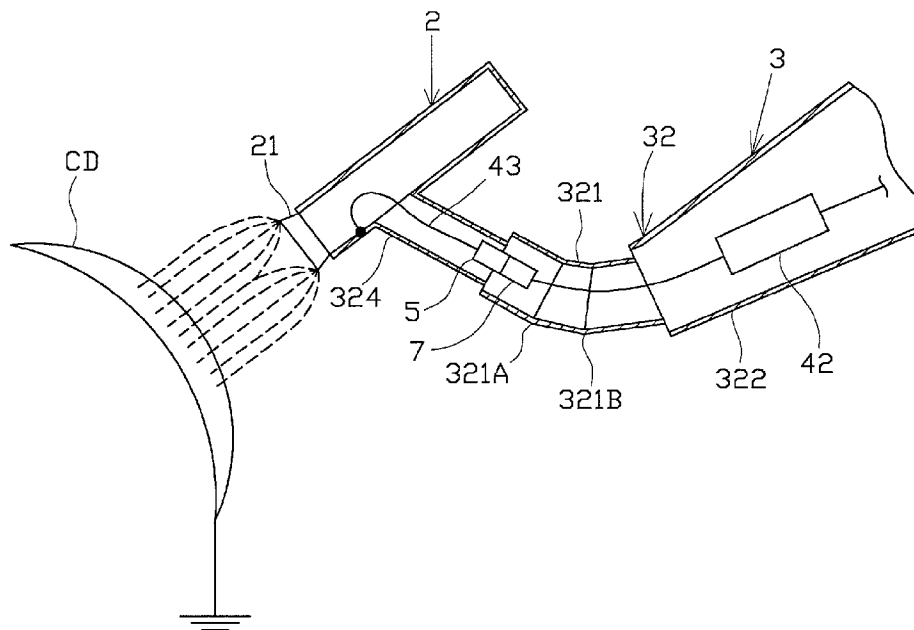
[図10]



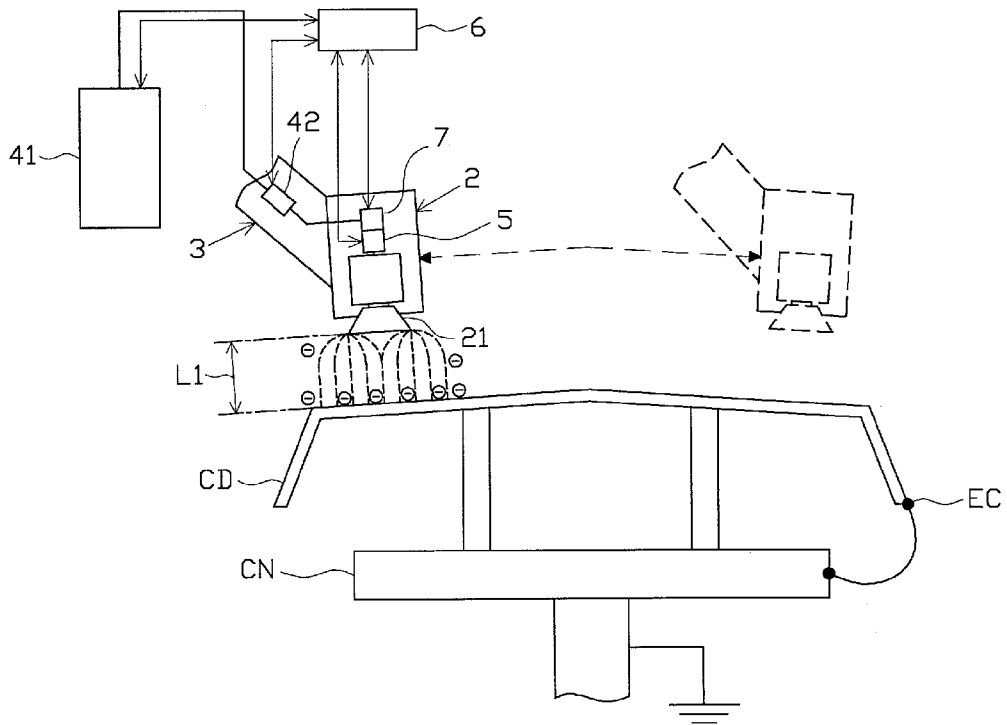
[図11]



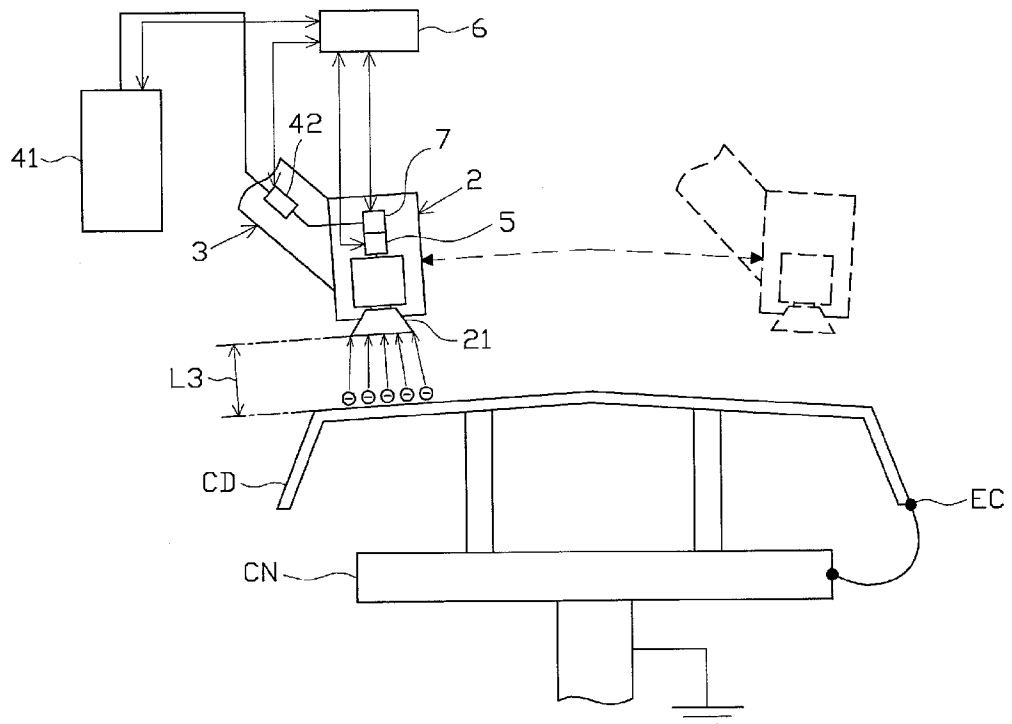
[図12]



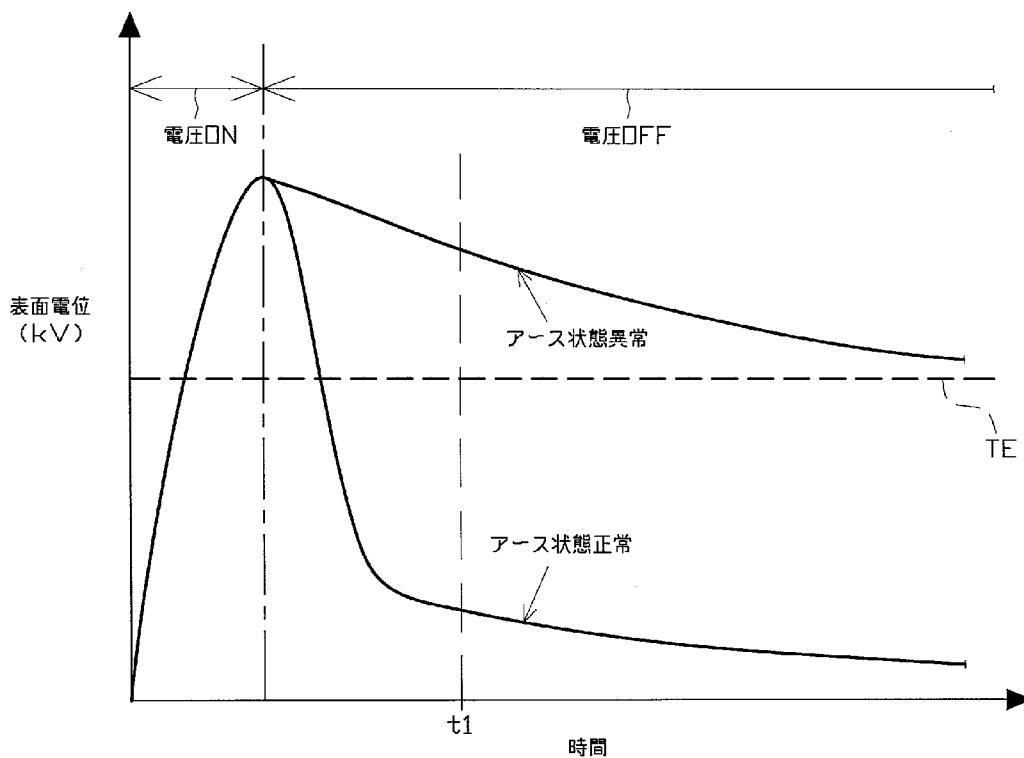
[図13]



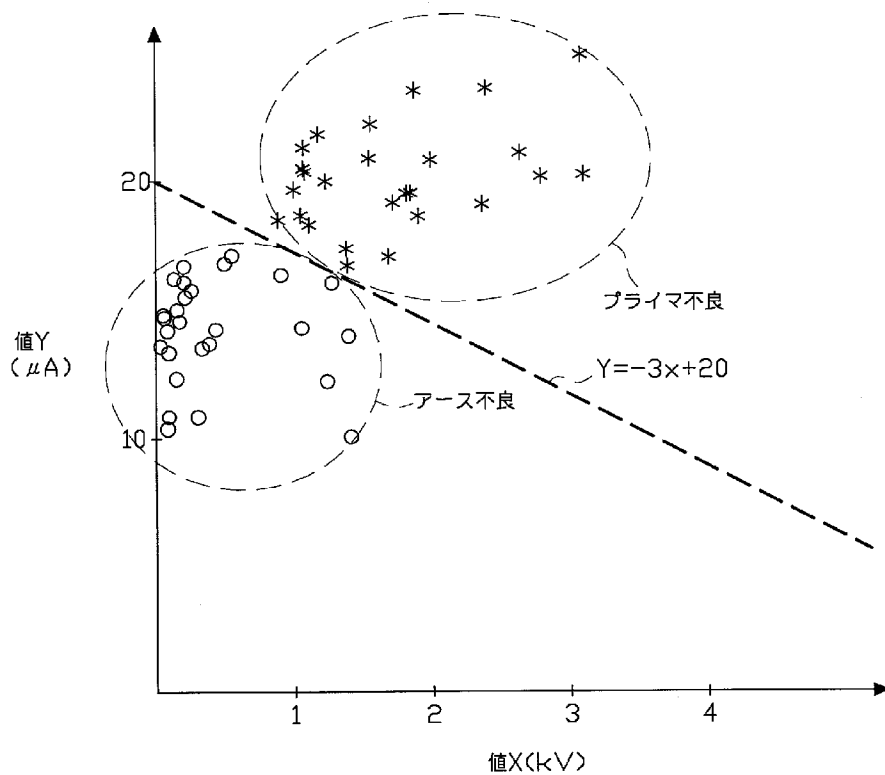
[図14]



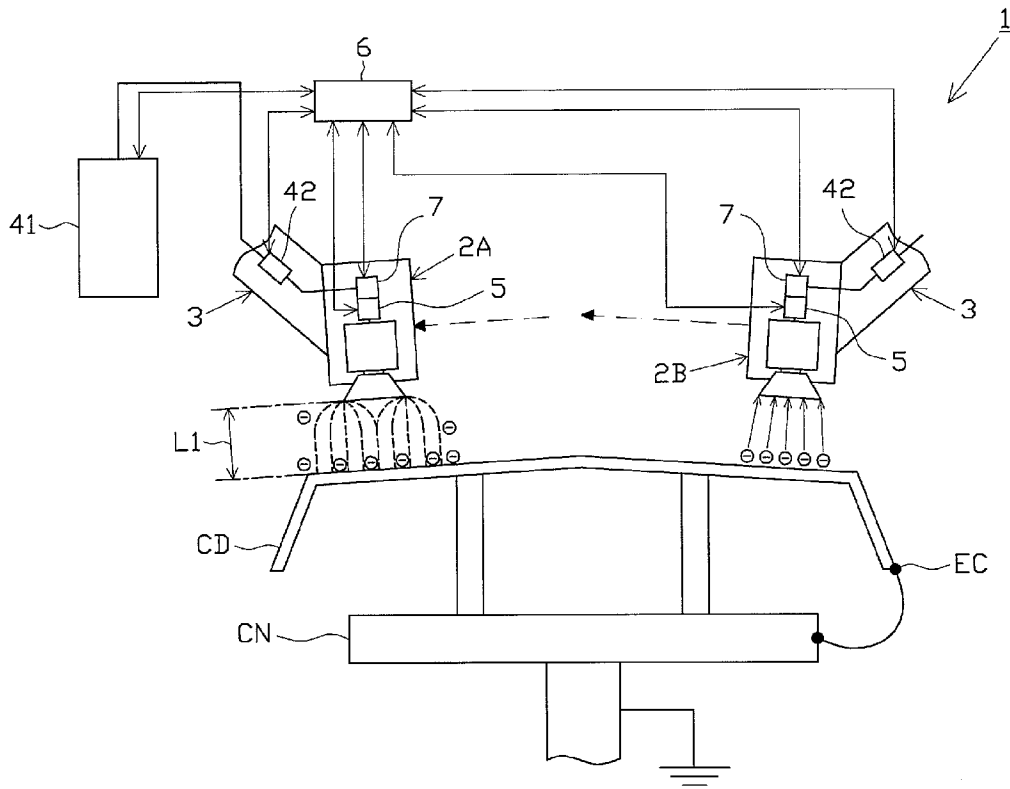
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/078126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B05B5/025(2006.01)i, B05D1/04(2006.01)i, G01R31/02(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, B05B12/00-15/12, B05D1/00-7/26, G01R31/02

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.
A	JP 2012-71224 A (Toyota Motor Corp.), 12 April 2012 (12.04.2012), paragraphs [0053] to [0059] & WO 2012/042340 A1	1-22
A	JP 2003-71330 A (Toyota Motor Corp.), 11 March 2003 (11.03.2003), paragraphs [0027] to [0033] (Family: none)	1-22
A	JP 2008-119594 A (Kasuga Denki, Inc.), 29 May 2008 (29.05.2008), paragraphs [0021] to [0022] (Family: none)	1-22

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 November, 2013 (29.11.13)	Date of mailing of the international search report 17 December, 2013 (17.12.13)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078126

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 2002-186884 A (ABB Kabushiki Kaisha), 02 July 2002 (02.07.2002), paragraphs [0008], [0047] (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B05B5/025(2006.01)i, B05D1/04(2006.01)i, G01R31/02(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（IPC））
 Int.Cl. B05B5/00-5/16, B05B12/00-15/12, B05D1/00-7/26, G01R31/02

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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	JP 2012-71224 A（トヨタ自動車株式会社）2012.04.12, 段落【0053】 - 【0059】 & WO 2012/042340 A1	1-22
A	JP 2003-71330 A（トヨタ自動車株式会社）2003.03.11, 段落【0027】 - 【0033】（ファミリーなし）	1-22
A	JP 2008-119594 A（春日電機株式会社）2008.05.29, 段落【0021】 - 【0022】（ファミリーなし）	1-22
A	JP 2002-186884 A（エービービー株式会社）2002.07.02, 段落 【0008】 , 【0047】（ファミリーなし）	1-22

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 29.11.2013	国際調査報告の発送日 17.12.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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 電話番号 03-3581-1101 内線 3351