(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
2018年10月11日(11.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/185833 A1

(51) 国際特許分類:
H05H 1/00 (2006.01)　　*H05H 1/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/014088

(22) 国際出願日：　2017年4月4日(04.04.2017)

(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：株式会社ＦＵＪＩ (**FUJI CORPORATION**) [JP/JP]；〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 Aichi (JP).

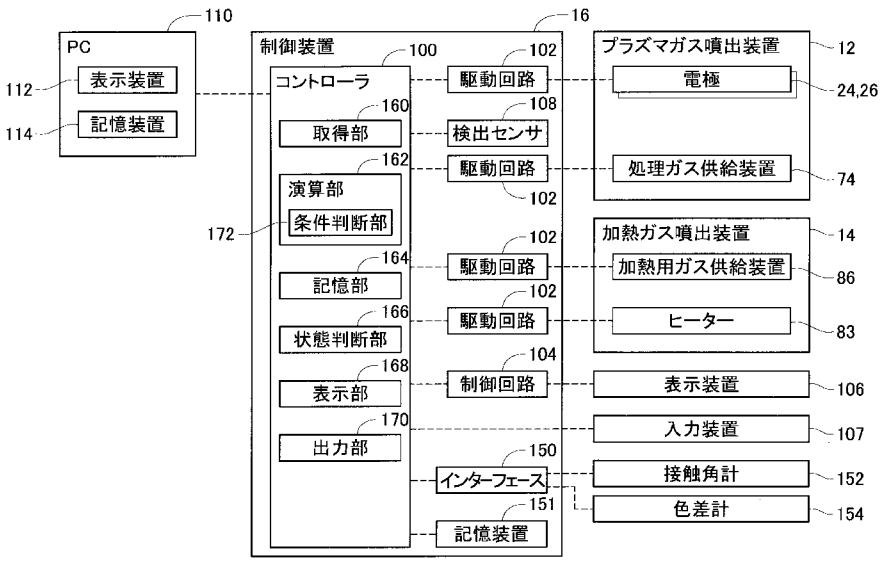
(72) 発明者：神藤 高広(**JINDO, Takahiro**)；〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 瀧川 慎二 (**TAKIKAWA, Shinji**)；〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 丹羽 陽大 (**NIWA, Akihiro**)；〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山１９番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人：特許業務法人ネクスト，外 (**NEXT INTERNATIONAL** et al.)；〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目１１番２０号 大永ビルディング７階 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, DJ, 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, KH, KN,

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称： 情報処理装置



12 Plasma gas jetting device
14 Heating gas jetting device
16 Control device
24, 26 Electrode
74 Process gas supply device
83 Heater
86 Heating gas supply device
100 Controller
102 Drive circuit
104 Control circuit
106 Display device
107 Input device
108 Detection sensor
110 PC
112 Display device
114 Recording device
150 Interface
151 Recording device
152 Contact angle gauge
154 Color difference meter
160 Acquisition unit
162 Calculation unit
164 Recording unit
166 Status determination unit
168 Display unit
170 Output unit
172 Condition determination unit

(57) **Abstract:** This information processing device is equipped with a control device comprising: an acquisition unit which successively acquires indicator values which indicate the current or voltage supplied to a plurality of electrodes of a plasma-generating device which generates plasma by discharge between a plurality of electrodes; a calculation unit which calculates a variation value which is a numerical value pertaining to change in indicator values, on the basis of the indicator values acquired by the acquisition unit; a recording unit which stores, as characteristic variation values, the variation values calculated by the calculation unit at predetermined timing; a first determination unit which determines, on the basis of the variation value and the characteristics variation value, whether the power supply status when the variation value is calculated is the power supply status at the predetermined timing, each time the variation value is calculated by

WO 2018/185833 A1

[続葉有]

KP, KR, KW, 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), ヨーロッパ (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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the calculation unit; and a having a notification unit which communicates predetermined information if the power supply status when the variation value is calculated by the first determination unit is deemed to be the power supply status at the predetermined timing.

(57) 要約:複数の電極間での放電によりプラズマを発生させるプラズマ発生装置の前記複数の電極に供給される電流又は電圧を指標する指標値を継時的に取得する取得部と、前記取得部により取得された前記指標値に基づいて、前記指標値の変化に関する数値である変化値を演算する演算部と、所定のタイミングにおいて前記演算部により演算された前記変化値を、特定変化値として記憶する記憶部と、前記演算部により前記変化値が演算される毎に、当該変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっているか否かを、当該変化値と前記特定変化値とに基づいて判断する第1判断部と、前記第1判断部により前記変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっていると判断された場合に、所定の情報を報知する報知部とを有する制御装置を備える情報処理装置。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマ発生装置の複数の電極に供給される電流又は電圧の指標値を監視する情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] プラズマ発生装置では、下記特許文献に記載されているように、反応室に処理ガスが供給され、反応室に配設された複数の電極に電力が供給される。これにより、反応室において、放電が生じ、処理ガスがプラズマ化される。このため、プラズマ発生装置の複数の電極に供給される電流又は電圧の指標値を監視することで、プラズマ発生装置によるプラズマ処理を適切に実行することが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１６－０７０４４７号公報

特許文献2：特開２０１５－１４９２６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] プラズマ発生装置の複数の電極に供給される電流又は電圧の指標値を監視することで、プラズマ発生装置によるプラズマ処理を適切に実行することが可能となる。このため、プラズマ発生装置の複数の電極に供給される電流又は電圧の指標値を適切に監視することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本明細書は、複数の電極間での放電によりプラズマを発生させるプラズマ発生装置の前記複数の電極に供給される電流又は電圧を指標する指標値を継時的に取得する取得部と、前記取得部により取得された前記指標値に基づいて、前記指標値の変化に関する数値である変化

値を演算する演算部と、所定のタイミングにおいて前記演算部により演算された前記変化値を、特定変化値として記憶する記憶部と、前記演算部により前記変化値が演算される毎に、当該変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっているか否かを、当該変化値と前記特定変化値とに基づいて判断する第１判断部と、前記第１判断部により前記変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっていると判断された場合に、所定の情報を報知する報知部とを有する制御装置を備える情報処理装置を開示する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、電極への電力供給状態が、所定のタイミングにおける電力供給状態になっているか否かが、電極への供給電流又は電圧の指標値の変化に関する変化値に基づいて判断される。そして、電極への電力供給状態が、所定のタイミングにおける電力供給状態になっている場合に、所定の情報が報知される。つまり、例えば、所定のタイミングがプラズマ処理能力の低下しているタイミングなどであった場合に、プラズマ処理能力の低下しているタイミングで、所定の情報が報知される。これにより、電極への供給電流又は電圧の指標値を適切に監視することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]大気圧プラズマ発生装置を示す斜視図である。

[図2]大気圧プラズマ発生装置の下端部を示す斜視図である。

[図3]大気圧プラズマ発生装置の要部を示す断面図である。

[図4]第１実施例の制御装置を示すブロック図である。

[図5]正常時の電極への供給電流の波形を示す概略図である。

[図6]プラズマ処理能力低下時の電極への供給電流の波形を示す概略図である。

[図7]プラズマ処理能力低下時の電極への供給電流の波形を示す概略図である。

[図8]プラズマ照射により色が変化するインジケータへのプラズマ照射条件と

、色差との関係を示す図である。

[図9]第２実施例の制御装置を示すブロック図である。

[図10]プラズマ処理能力低下時の電極への供給電流の波形を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本発明を実施するための形態として、本発明の実施例を、図を参照しつつ詳しく説明する。

[0009] （Ａ）第１実施例

（ａ）大気圧プラズマ発生装置の構成

図１乃至図３に、大気圧プラズマ発生装置１０を示す。大気圧プラズマ発生装置１０は、大気圧下でプラズマを発生させるための装置であり、プラズマガス噴出装置１２と加熱ガス噴出装置１４と制御装置（図４参照）１６とを備えている。なお、図１は、斜め上方からの視点における大気圧プラズマ発生装置１０全体の斜視図である。図２は、斜め下方からの視点における大気圧プラズマ発生装置１０の下端部の斜視図である。図３は、大気圧プラズマ発生装置１０の要部の断面図である。また、大気圧プラズマ発生装置１０の幅方向をＸ方向と、大気圧プラズマ発生装置１０の奥行方向をＹ方向と、Ｘ方向とＹ方向とに直行する方向、つまり、上下方向をＺ方向と称する。

[0010] プラズマガス噴出装置１２は、ハウジング２０、カバー２２、１対の電極２４，２６によって構成されている。ハウジング２０は、メインハウジング３０、放熱板３１、アース板３２、下部ハウジング３４、ノズルブロック３６を含む。メインハウジング３０は、概してブロック状をなし、メインハウジング３０の内部には、反応室３８が形成されている。また、メインハウジング３０には、上下方向に延びるように、複数の第１ガス流路（図３では１本の第１ガス流路のみが記されている）５０が形成されており、複数の第１ガス流路５０は、Ｘ方向に所定の間隔をおいて並んでいる。各第１ガス流路５０の上端部は、反応室３８に開口し、下端部は、メインハウジング３０の底面に開口している。

[0011] 放熱板３１は、メインハウジング３０のＹ方向における一方側の側面に配設されている。放熱板３１は、複数のフィン（図示省略）を有しており、メインハウジング３０の熱を放熱する。また、アース板３２は、避雷針として機能するものであり、メインハウジング３０の下面に固定されている。アース板３２には、複数の第１ガス流路５０に対応して、上下方向に貫通する複数の貫通穴５６が形成されており、各貫通穴５６は、対応する第１ガス流路５０に連結されている。

[0012] 下部ハウジング３４は、ブロック状をなし、アース板３２の下面に固定されている。下部ハウジング３４には、複数の貫通穴５６に対応して、複数の第２ガス流路６２が上下方向に延びるように形成されている。各第２ガス流路６２の上端部は、対応する貫通穴５６に連結され、下端部は、下部ハウジング３４の底面に開口している。

[0013] ノズルブロック３６は、下部ハウジング３４の下面に固定されており、下部ハウジング３４の複数の第２ガス流路６２に対応して、複数の第３ガス流路６６が、上下方向に延びるように形成されている。各第３ガス流路６６の上端部は、対応する第２ガス流路６２に連結され、下端部は、ノズルブロック３６の底面に開口している。

[0014] カバー２２は、概して枡形をなし、下部ハウジング３４およびノズルブロック３６を覆うように、アース板３２の下面に配設されている。カバー２２の下面には、貫通穴７０が形成されている。その貫通穴７０は、ノズルブロック３６の下面より大きく、ノズルブロック３６の下面が、貫通穴７０の内部に位置している。また、カバー２２の加熱ガス噴出装置１４側の側面にも、Ｙ方向に延びるように貫通穴７２が形成されている。

[0015] １対の電極２４，２６は、メインハウジング３０の反応室３８の内部において、対向するように配設されている。その反応室３８には、処理ガス供給装置（図４参照）７４が接続されている。処理ガス供給装置７４は、窒素等の不活性ガスと酸素等の活性ガスとの少なくとも一方を、処理ガスとして供給する装置である。これにより、反応室３８に、処理ガスが供給される。

[0016] また、加熱ガス噴出装置１４は、保護カバー８０、ガス管８２、ヒータ８３、連結ブロック８４を含む。保護カバー８０は、プラズマガス噴出装置１２の放熱板３１を覆うように配設されている。ガス管８２は、保護カバー８０の内部において、上下方向に延びるように配設されており、ガス管８２には、加熱用ガス供給装置（図４参照）８６が接続されている。加熱用ガス供給装置８６は、酸素等の活性ガス、若しくは、窒素等の不活性ガスを供給する装置である。また、ガス管８２の外周面には、概して円筒状のヒータ８３が配設されており、ガス管８２がヒータ８３によって加熱される。これにより、加熱用ガス供給装置８６からガス管８２に供給されたガスが加熱される。

[0017] 連結ブロック８４は、ガス管８２の下端に連結されるとともに、カバー２２のＹ方向での加熱ガス噴出装置１４側の側面に固定されている。連結ブロック８４には、概してＬ字型に屈曲した連通路８８が形成されており、連通路８８の一端部は、連結ブロック８４の上面に開口するとともに、連通路８８の他端部は、Ｙ方向でのプラズマガス噴出装置１２側の側面に開口している。そして、連通路８８の一端部がガス管８２に連通し、連通路８８の他端部が、カバー２２の貫通穴７２に連通している。

[0018] また、制御装置１６は、図４に示すように、コントローラ１００と複数の駆動回路１０２と制御回路１０４とを備えている。複数の駆動回路１０２は、上記電極２４，２６、処理ガス供給装置７４、ヒータ８３、加熱用ガス供給装置８６に接続されている。コントローラ１００は、ＣＰＵ，ＲＯＭ，ＲＡＭ等を備え、コンピュータを主体とするものであり、複数の駆動回路１０２に接続されている。これにより、プラズマガス噴出装置１２、加熱ガス噴出装置１４の作動が、コントローラ１００によって制御される。また、コントローラ１００は、制御回路１０４を介して、表示装置１０６に接続されている。これにより、コントローラ１００の指令に従って、表示装置１０６に画像が表示される。さらに、コントローラ１００は、入力装置１０７に接続されている。入力装置１０７は、操作ボタンなどにより構成されており、操

作ボタンへの操作による操作情報を出力する。これにより、操作ボタンへの操作による操作情報が、コントローラ１００に入力される。

[0019] なお、プラズマガス噴出装置１２は、トランス（図示省略）を有しており、電源から供給される２００ボルトの電力が、トランスにより１５ｋボルトまで昇圧され、昇圧された電力が電極２４，２６に供給される。また、制御装置１６は、電源からトランスに供給される電流、つまり、トランス一次電流を検出する検出センサ１０８を有しており、その検出センサ１０８はコントローラ１００に接続されている。これにより、検出センサ１０８による検出値、つまり、電極２４，２６に供給されるトランス一時電流がコントローラ１００に入力される。

[0020] さらに、コントローラ１００には、ＰＣ１１０が接続されている。ＰＣ１１０は、表示装置１１２と記憶装置１１４とを含んでおり、コントローラ１００から送信される情報に基づく画像を表示装置１１２に表示し、コントローラ１００から送信される情報を記憶装置１１４に記憶する。

[0021] （ｂ）大気圧プラズマ発生装置によるプラズマ処理

大気圧プラズマ発生装置１０において、プラズマガス噴出装置１２では、上述した構成により、反応室３８の内部で処理ガスがプラズマ化され、ノズルブロック３６の第３ガス流路６６の下端からプラズマガスが噴出される。また、加熱ガス噴出装置１４により加熱されたガスがカバー２２の内部に供給される。そして、カバー２２の貫通穴７０から、プラズマガスが、加熱されたガスとともに噴出され、被処理体がプラズマ処理される。

[0022] 詳しくは、プラズマガス噴出装置１２では、処理ガス供給装置７４によって処理ガスが反応室３８に供給される。その際、反応室３８では、１対の電極２４，２６に電力が供給されており、１対の電極２４，２６間に電流が流れる。これにより、１対の電極２４，２６間に放電が生じ、その放電により、処理ガスがプラズマ化される。反応室３８で発生したプラズマは、第１ガス流路５０内を下方に向かって流れ、貫通穴５６を介して、第２ガス流路６２に流れ込む。そして、プラズマガスは、第２ガス流路６２および、第３ガ

ス流路６６内を下方に向かって流れる。これにより、第３ガス流路６６の下端から、プラズマガスが噴出される。

[0023] また、加熱ガス噴出装置１４では、加熱用ガス供給装置８６によってガスがガス管８２に供給され、そのガス管８２が、ヒータ８３により加熱される。これにより、ガス管８２に供給されているガスが６００℃～８００℃に加熱される。その加熱されたガスは、連結ブロック８４の連通路８８を介して、カバー２２の貫通穴７２からカバー２２の内部に流入する。そして、カバー２２内に流入した加熱ガスは、カバー２２の貫通穴７０から噴出される。この際、ノズルブロック３６の第３ガス流路６６の下端から噴出されるプラズマガスが、加熱ガスによって保護される。これにより、適切にプラズマ処理を行うことが可能となる。

[0024] 詳しくは、プラズマ処理時には、プラズマガスを噴出する噴出口から所定の距離、離れた位置に被処理体が載置され、その被処理体に噴出口からプラズマガスが噴出される。つまり、プラズマ処理時において、プラズマガスは空気中に噴出され、空気中に噴出されたプラズマガスが被処理体に照射される。この際、プラズマガスは、空気中において、酸素等の活性ガスと反応し、オゾンが発生する。このため、プラズマガスは失活し、適切にプラズマ処理を行うことができない虞がある。

[0025] そこで、大気圧プラズマ発生装置１０では、加熱ガス噴出装置１４により加熱されたガスが、カバー２２の内部に噴出され、カバー２２の貫通穴７０から噴出される。この際、ノズルブロック３６の下端から噴出されるプラズマガスが、加熱ガスによって保護される。加熱ガスは、ガス管８２において６００℃～８００℃まで加熱されているため、貫通穴７０から噴出される加熱ガスは、２５０℃以上となっている。オゾンは、２００℃以上で分解されるため、加熱ガスに覆われたプラズマガスのオゾン化が防止される。これにより、プラズマガスの失活が防止され、適切にプラズマ処理を行うことが可能となる。

[0026] また、２００℃以上の加熱ガスが、プラズマガスとともに、被処理体に向

かって噴出されるため、加熱ガスによって被処理体が加熱され、その加熱された被処理体にプラズマ処理が行われる。これにより、被処理体の反応性が向上し、効果的にプラズマ処理を行うことが可能となる。

[0027] （ｃ）大気圧プラズマ発生装置によるプラズマ処理能力の低下を報知

上述したように、大気圧プラズマ発生装置１０では、１対の電極２４，２６の間に電流が流れ、放電が生じることでプラズマガスが発生し、そのプラズマガスが、加熱ガスとともに、カバー２２の貫通穴７０から噴出されることで、プラズマ処理が実行される。ただし、１対の電極２４，２６の間に電流が流され、放電が生じることで、電極２４，２６は劣化する。また、１対の電極２４，２６の間だけでなく、反応室３８を区画する内壁面に沿って放電が生じる場合もある。このため、反応室３８を区画する内壁面も劣化する。そして、電極２４，２６などが劣化すると、プラズマ処理能力が低下する虞があり、電極２４，２６などの劣化が進むと、放電すら生じなくなる虞がある。このため、従来の大気圧プラズマ発生装置では、装置の稼働時間をタイマで管理し、所定の時間毎に、電極２４，２６などのメンテナンス，交換等を行っていた。

[0028] しかしながら、稼働時間をタイマで管理し、所定の時間毎に行われる電極２４，２６などのメンテナンス，交換等は、無駄が多い。詳しくは、ユーザの使用頻度，プラズマ処理の被処理体の材質，プラズマ処理時の温度等に応じて、電極２４，２６などの劣化速度は異なる。一方で、交換などの目安となる所定の時間は、一般的に、短めに設定される。このため、劣化があまり進んでおらず、プラズマ処理能力があまり低下していないにも拘らず、電極２４，２６のメンテナンス，交換等が行われる場合があり、無駄である。

[0029] このため、プラズマ処理能力が実際に低下しているか否かを検知することが考えられる。具体的には、１対の電極２４，２６に供給される電力を指標する指標値、例えば、検出センサ１０８により検出される電流値に基づいて、１対の電極２４，２６に０．１秒連続して、電流が流れない状態が発生するか否かを検出する。電極２４，２６に、０．１秒連続して、電極２４，２

６に電流が流れない場合には、０．１秒間連続して、放電が生じず、プラズマは発生しない。また、０．１秒連続して電流が流れない場合には、その０．１秒以外の間に、０．１秒未満の電流が流れない状態が何回も発生する。つまり、１秒のうちの０．１秒、つまり、１割に相当する時間、連続して放電が生じない場合には、その０．１秒以外の間に、０．１秒未満の放電が生じない状態が多く発生する。

[0030] このため、通常のプラズマ処理能力が発揮される際において、１秒間に何千回もの放電が生じるが、０．１秒連続して電流が流れない場合には、通常のプラズマ処理能力の１割減でなく、３～５割減のプラズマ処理能力しか発揮されない。このことから、電極２４，２６に０．１秒連続して電流が流れない場合には、プラズマ処理能力が実際に相当低下していると推定される。そこで、電極２４，２６に０．１秒連続して、電流が流れない状態が発生した場合に、エラー表示等が行われ、作業者により電極２４，２６の交換等が行われる。

[0031] しかしながら、このようにプラズマ処理能力が大幅に低下したタイミングで、エラー表示された場合には、以降の作業を一旦停止し、電極２４，２６の交換などを行う必要があり、以降の作業予定が大幅にズレてしまう。このため、このようにプラズマ処理能力が大幅に低下する前に、低下の予兆を知ることが望ましく、低下の予兆を知ることで、作業予定等を調整することが可能となる。

[0032] そこで、大気圧プラズマ発生装置１０では、プラズマ処理能力が大幅に低下する前に、低下の予兆が報知される。具体的には、電極２４，２６に供給される電流が、検出センサ１０８によって検出され、その電流のうちの１周期毎の極大値、つまり、振幅が検出される。この際、電極２４，２６などに劣化が生じていない場合に、電極２４，２６に供給される電流は、図５に示すように変化し、電流波形は周期的に変化し、電流の振幅はおおむね一定となる。一方で、何らかの要因により、図６に示すように、電流波形に欠けが生じ、振幅が瞬間的に極端に低下する場合がある。このように振幅が瞬間的

に低下した場合に、放電が瞬間的に発生しなくなるが、放電の停止は瞬間的であるため、プラズマ処理能力に殆ど影響しない。

[0033] また、電極２４，２６に供給される電流波形が、図７に示すように、全体的に増減し、ゆらぐ場合がある。つまり、電極２４，２６に供給される電流の極大値が増減し、極大値にバラツキが生じる場合がある。このような場合には、放電状態にバラツキが生じるが、プラズマは発生するため、プラズマ処理能力に然程、影響しない。

[0034] しかしながら、電流の極大値の瞬間的な低下，バラツキが複数回、発生し、それら複数回発生した電流の極大値の瞬間的な低下が連続することで、上述したように、０．１秒の連続して電力が流れない状態となる。つまり、電流の極大値の瞬間的な低下，バラツキが、プラズマ処理能力の低下の予兆と考えられる。そこで、大気圧プラズマ発生装置１０では、検出センサ１０８により検出される電流の１周期毎の極大値が監視されている。この際、通常時の電流の１周期毎の極大値（以下、「平均極大値」と記載する）Ｘが特定される。平均極大値Ｘは、電極２４，２６に劣化等が発生していない場合の通常時の電流の１周期毎の極大値の平均値とされる。

[0035] そして、平均極大値Ｘが特定されると、電流の１周期毎の極大値が検出される毎に、検出された極大値（以下、「検出極大値」記載する）と平均極大値Ｘとが比較され、検出極大値が、平均極大値Ｘを中心値とする所定の範囲（例えば、Ｘ±０．３Ｘ）（以下、「平均極大値範囲」と記載する）内であるか否かが判定される。そして、検出極大値が平均極大値範囲外であると判定されると、波形不良回数が１カウントアップされる。

[0036] なお、波形不良回数は、１分間、累積的にカウントアップされ、単位時間（１分）当たりに、検出極大値が平均極大値範囲外であると判定された回数となる。そして、累積的に１分間カウントアップされる波形不良回数は、検出極大値と平均極大値範囲とが比較される毎に、シフトする。つまり、波形不良回数が１分間カウントアップされた後に、検出極大値と平均極大値範囲とが比較されると、その検出極大値と平均極大値範囲との比較結果が波形不

良回数に加えられ、１分前の検出極大値と平均極大値範囲との比較結果が波形不良回数から削除される。これにより、検出極大値と平均極大値範囲とが比較された際の波形不良回数は、その比較のタイミングから１分遡った間に、検出極大値が平均極大値範囲外であると判定された回数となる。

[0037] そして、検出極大値と平均極大値範囲とが比較される毎に、波形不良回数が設定数未満であるか否かが判定される。そして、波形不良回数が設定数以上となった場合に、プラズマ処理能力の低下の予兆があると判断され、プラズマ処理能力の低下の予兆を示す画面（以下、「予兆告知画面」と記載する）が表示装置１０６に表示される。なお、設定数は、入力装置１０７への操作により作業者によって設定される。ただし、作業者は、設定数を何回に設定すれば、プラズマ処理能力の低下の予兆を見極められるかを、知らない。このため、適切な設定数を見つけるべく、作業者は、設定数の設定と、実際のプラズマ処理能力の測定とを繰り返して行う。

[0038] 具体的には、作業者が設定数として、まず、少なめの数、例えば、５０回を設定する。つまり、設定数を５０回に設定した場合には、１分間に５０回、電流波形に欠け等が発生すると、予兆告知画面が表示装置１０６に表示される。そして、表示装置１０６に予兆告知画面が表示されると、作業者は、その予兆告知画面が表示された際に実行されていたプラズマ処理による被処理物を、接触角計等を用いて測定する。

[0039] 詳しくは、プラズマ処理による被処理物では、プラズマの照射によって濡れ性等の物性が変化する。被処理体の濡れ性は、被処理体表面の接触角に応じて変化する物性であり、接触角計により被処理体の接触角を測定することで、被処理体の濡れ性を評価することができる。このため、接触角計により被処理体の接触角を測定することで、プラズマ処理が適切に実行されているか否かを判断することができる。つまり、プラズマ処理能力の低下の有無を判断することができる。

[0040] また、作業者は、被処理体の接触角を、ダインペンを用いて測定することも可能である。このため、ダインペンにより被処理体の接触角を測定するこ

とで、プラズマ処理能力の低下の有無を判断することもできる。

[0041] さらに言えば、近年、プラズマの照射により光学的特性が変化するインジケータが開発されており、そのインジケータを用いることで、プラズマ処理が適切に実行されているか否かを判断することができる。インジケータは、プラズマの照射により色が変化するものであり、公知のものであるため、以下に簡略的に説明する。

[0042] プラズマの照射により色が変化するインジケータでは、例えば、窒素酸化物によって得られる水素イオンと反応することにより変化する組成物を含む粘性流体、アゾ系等の染料と窒素含有高分子とカチオン系界面活性剤とにより構成される組成物を含む粘性流体等によって、シートの表面に薄膜層が形成されている。これにより、プラズマの照射により変色する薄膜層を含むインジケータが形成される。なお、プラズマの照射により色が変化するインジケータの詳細は、特開２０１３－１７８９２２号公報、特開２０１３－９５７６５号公報、特開２０１３－９８１９６号公報、特開２０１３－９５７６４号公報、特開２０１５－１３９８２号公報、特開２０１５－２０５９９５号公報等に記載されている。

[0043] 上記インジケータは、プラズマの照射により色が変化するため、プラズマ照射後のインジケータと、プラズマが照射されていないインジケータとの色差に基づいて、プラズマ処理が適切に実行されているか否かが判断される。具体的には、色差計において、プラズマが照射されていないインジケータ、つまり、未処理のインジケータの色に関する指標値が色見本として設定されている。色に関する指標値は、Ｌａｂ色空間における明度Ｌ＊、色相と彩度を示す色度ａ＊、ｂ＊が採用されている。そして、被処理体にプラズマ処理が実行される際に、インジケータが被処理体の近傍に設置され、被処理体とともに、インジケータにもプラズマが照射される。プラズマの照射が完了すると、被処理体とともにプラズマ照射されたインジケータが色差計により測定され、プラズマ照射されたインジケータと、未処理のインジケータとの色差ΔＥ＊ａｂが演算される。

[0044] プラズマ照射条件１～６でプラズマ照射されたインジケータの色差ΔＥ＊ａｂと、未処理のインジケータの色差ΔＥ＊ａｂとを示すグラフを、図８に示す。ここで、未処理のインジケータの色差ΔＥ＊ａｂは、当然、０となる。また、プラズマの照射条件において、条件を示す数字が大きいほど、プラズマの照射量は多くされている。つまり、条件を示す数字が大きいほど、プラズマの照射距離は短く、プラズマの照射時間は長くされている。

[0045] そして、プラズマの照射条件１～６のうちの照射条件２及び３が、最適のプラズマ照射条件とされている。つまり、色差ΔＥ＊ａｂは、４～６程度が最適な値とされている。このため、色差ΔＥ＊ａｂが４未満である場合は、プラズマ照射が足らず、色差ΔＥ＊ａｂが６以上である場合には、プラズマ照射が多すぎると判定される。プラズマ照射が足らない場合には、当然、プラズマ処理が適切に実行されておらず、プラズマ処理能力が低下していると判断される。

[0046] また、プラズマ照射が多すぎる場合にも、プラズマ処理が適切に実行されていないと判断される。これは、被処理体が樹脂素材である場合に被処理体がプラズマ照射により脆弱となるためである。詳しくは、プラズマ処理時において、過剰にプラズマが照射されると、被処理体の接触角は低くなり、適切にプラズマ処理が実行されたと判断される場合がある。ただし、被処理体が樹脂素材であると、過剰なプラズマ照射により、被処理体中の高分子樹脂が分断され、低分子化するため、被処理体が脆弱となる。このように脆弱となった被処理体では、接触角が低くても、製品として好ましくないため、プラズマ照射が多すぎる場合にも、プラズマ処理が適切に実行されていないと判断される。このように、インジケータを用いることで、過剰なプラズマ照射による被処理体の脆弱化を抑制することが可能となり、適切なプラズマ処理を担保することが可能となる。

[0047] そして、上述する手順によって、被処理体に対して適切なプラズマ処理が行われていると判断された場合には、ユーザにより設定された設定数（５０回）は、少なすぎると想定される。そこで、ユーザは、先に設定された設定

数（５０回）より多い数、例えば、１００回を設定数として再設定する。これにより、１分間に１００回、電流波形に欠け等が発生すると、予兆告知画面が表示装置１０６に表示される。そして、表示装置１０６に予兆告知画面が表示されると、作業者は、その予兆告知画面が表示された際に実行されていたプラズマ処理による被処理物を、上記手順に従ってプラズマ処理の適否を判断する。

[0048] この際、再度、被処理体に対して適切なプラズマ処理が行われていると判断された場合には、作業者は、先に設定された設定数（１００回）より多い数を、設定数として再設定する。このように、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とが繰り返し実行されると、プラズマの処理能力を示す測定値は徐々に低下する。つまり、例えば、被処理体の接触角が、徐々に高くなり、色差ΔＥ＊ａｂが徐々に５から離れた数値となる。なお、作業者が、設定数を再設定する際に、先に設定されていた設定数より相当多い設定数を再設定すると、プラズマの処理能力を示す測定値が極端に低下する虞がある。このため、作業者が、設定数を再設定する際に、先に設定されていた設定数より、ある程度多い設定数を再設定することが好ましい。

[0049] そして、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とが繰り返し実行され、プラズマの処理能力を示す測定値が徐々に低下した際の設定数が、プラズマ処理能力の低下の予兆を見極めることが可能な設定数（以下、「第１設定数」と記載する）として特定される。なお、第１設定数が特定される際のプラズマの処理能力を示す測定値（以下、「第１測定値」と記載する）は、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断される際の測定値に至っておらず、プラズマ処理を適切に行うことが可能な許容範囲内の値とされている。このように、第１設定数を設定することで、プラズマ処理能力が通常時より著しく低下する前に、予兆告知画面を表示装置１０６に表示することが可能となる。これにより、作業者は、プラズマ処理能力の低下の予兆を適切に認識することが可能となり、作業予定等を調整することが可能となる。

[0050] なお、第１測定値を、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断さ

れる際の測定値に近い値とすることで、適切なプラズマ処理を実行可能な範囲での最終的な段階で、プラズマ処理能力の低下の予兆を知ることが可能となる。また、第１測定値を、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断される際の測定値から大きく離れた値とすることで、プラズマ処理能力の低下の初期段階で、プラズマ処理能力の低下の予兆を知ることが可能となる。このように、大気圧プラズマ発生装置１０では、作業者が第１測定値を任意に特定することで、プラズマ処理能力の低下の種々の段階の予兆を認識することが可能となる。

[0051] また、第１設定数が特定された後も、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とを繰り返し実行することで、プラズマ処理能力の低下の程度を知ることが可能となる。詳しくは、第１設定数が特定された後に、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とが繰り返し実行されることで、プラズマの処理能力を示す測定値が更に低下する。そこで、プラズマの処理能力を示す測定値が、適切なプラズマ処理が実行されていないと判断される際の測定値に至るまで、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とが繰り返し実行される。そして、設定数と、プラズマの処理能力を示す測定値との関係に基づいて、単位時間当たりの波形不良回数と、プラズマの処理能力を示す測定値との関係を数式化する。これにより、単位時間当たりの波形不良回数に応じたプラズマ処理能力の低下の程度を適切に推定することが可能となり、プラズマ処理能力の低下の予兆を適切に認識することが可能となる。

[0052] なお、大気圧プラズマ発生装置１０では、検出センサ１０８により電流の極大値が検出される毎に、その電流の極大値と、単位時間当たりの波形不良回数とが表示装置１０６に表示される。これにより、作業者は、その電流の極大値と、単位時間当たりの波形不良回数とを認識することで、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される前においても、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理能力をある程度、推定することが可能となる。

[0053] また、大気圧プラズマ発生装置１０において、検出センサ１０８により電流の極大値が検出される毎に、その電流の極大値と、単位時間当たりの波形

不良回数とが、大気圧プラズマ発生装置１０からＰＣ１１０に送信される。そして、ＰＣ１１０では、受信した電流の極大値と、単位時間当たりの波形不良回数とが表示装置１１２に表示される。これにより、例えば、工場の管理者なども、大気圧プラズマ発生装置１０の電流の極大値と、単位時間当たりの波形不良回数とを認識することで、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理能力をある程度、推定することが可能となる。また、ＰＣ１１０では、受信した電流の極大値と、単位時間当たりの波形不良回数とが記憶装置１１４に記憶される。これにより、大気圧プラズマ発生装置１０における電極２４，２６への供給電流の変化と、単位時間当たりの波形不良回数との関係を分析し、プラズマ処理能力の低下の予兆に役立てることが可能となる。

[0054] なお、大気圧プラズマ発生装置１０のコントローラ１００は、図４に示すように、取得部１２０と、判断部１２２と、カウント部１２４と、表示部１２６と、出力部１２８とを有している。取得部１２０は、電極２４，２６に供給される電流を指標する指標値として、電流の１周期毎の極大値、つまり、振幅を継時的に取得するための機能部である。判断部１２２は、電流の極大値が設定条件を満たすか否かを判断するための機能部、つまり、検出極大値が平均極大値範囲内であるか否かを判断するための機能部である。カウント部１２４は、電流の極大値が設定条件を満たさないと判断された回数をカウントするための機能部、つまり、検出極大値が平均極大値範囲外であると判定された回数をカウントするための機能部である。表示部１２６は、カウント部１２４によりカウントされたカウント数、つまり、波形不良回数が設定数以上となった場合に、予兆告知画面を表示装置１０６に表示するための機能部である。出力部１２８は、電流の極大値と波形不良回数とをＰＣ１１０に出力するための機能部である。

[0055] （Ｂ）第２実施例

第１実施例の大気圧プラズマ発生装置１０では、作業者が、設定数の設定と、プラズマ処理能力の測定とを繰り返し実行し、第１設定数を特定した後

に、その第１設定数を入力装置１０７により設定することで、予兆告知画面が適切なタイミングで表示装置１０６に表示される。一方、第２実施例の大気圧プラズマ発生装置１０では、制御装置１６の作動により第１設定数が設定されることで、予兆告知画面が適切なタイミングで表示装置１０６に表示される。なお、第２実施例の大気圧プラズマ発生装置１０は、記憶装置およびインターフェースを除いて、第１実施例の大気圧プラズマ発生装置１０と同じである。このため、記憶装置およびインターフェースについて説明し、他の構成要素について説明を省略し、第１実施例の構成要素の符号を用いる。

[0056] 第２実施例の大気圧プラズマ発生装置１０では、図９に示すように、制御装置１６が、インターフェース１５０と記憶装置１５１とを備えている。インターフェース１５０は、プラズマ照射により変化する物性を測定する測定装置を接続するためのものであり、接触角計１５２と色差計１５４とが接続されている。なお、接触角計１５２及び色差計１５４は、第１実施例で説明したものと同じである。そして、インターフェース１５０は、コントローラ１００に接続されており、接触角計１５２及び色差計１５４による測定値が、コントローラ１００に入力される。また、記憶装置１５１は、第１設定数の特定に用いられる各種情報を記憶するものであり、コントローラ１００に接続されている。これにより、第１設定数の特定に用いられる各種情報が、コントローラ１００に入力され、コントローラ１００において、第１設定数が特定される。

[0057] このような構造において、第２実施例の大気圧プラズマ発生装置１０では、接触角計１５２及び色差計１５４による測定値，作業者による入力装置１０７への入力情報に基づいて、プラズマ処理能力の低下の予兆が推定され、第１設定数が設定される。そして、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、予兆告知画面が表示装置１０６に表示される。

[0058] 具体的には、第２実施例においても、第１実施例と同様に、電極２４，２６に流れる電流が検出センサ１０８により検出されており、検出センサ１０

８により電流の極大値が検出される毎に、検出極大値が平均極大値範囲内であるか否かが判定される。そして、検出極大値が平均極大値範囲外であると判定されると、波形不良回数が１カウントアップされる。つまり、第２実施例においても、第１実施例と同様に、単位時間（１分）当たりの波形不良回数がカウントされている。なお、カウントされた波形不良回数は、カウントされた日時とともに、大気圧プラズマ発生装置１０の動作履歴として記憶装置１５１に記憶される。また、検出極大値も、検出センサ１０８により検出される毎に、検出された日時とともに、大気圧プラズマ発生装置１０の動作履歴として記憶装置１５１に記憶される。

[0059] また、第２実施例では、作業者が、任意のタイミングで被処理体のプラズマ処理能力の測定を行う。つまり、大気圧プラズマ発生装置１０によってプラズマ照射された被処理体の接触角を、接触角計１５２によって測定する。また、大気圧プラズマ発生装置１０によって被処理体とともにプラズマ照射されたインジケータの色差ΔＥ＊ａｂを、色差計１５４によって測定する。ちなみに、接触角計１５２による被処理体の接触角の測定および、色差計１５４によるインジケータの色差ΔＥ＊ａｂの測定手法は、第１実施例と同じであるため、説明を省略する。

[0060] なお、第１実施例では、接触角計１５２等の測定値に基づいて、作業者が、プラズマ処理能力の低下を推定しているが、第２実施例では、接触角計１５２および色差計１５４が、制御装置１６のインターフェース１５０に接続されている。このため、接触角計１５２および色差計１５４の測定値が、制御装置１６のコントローラ１００に入力される。そして、接触角計１５２および色差計１５４の測定値（以下、「入力測定値」と記載する）が、測定日時とともに、記憶装置１５１に記憶される。この際、入力測定値は、先に記憶されている大気圧プラズマ発生装置１０の動作履歴に含まれる日時と入力測定値に含まれる日時とが所定の範囲内で一致するように、動作履歴と関連付けて、記憶装置１５１に記憶される。

[0061] また、入力測定値がコントローラ１００に入力されると、コントローラ１

００は、その入力測定値に基づいて、プラズマ処理能力が推定される。詳しくは、接触角計１５２と色差計１５４との各々の測定値に応じた閾値が、記憶装置１５１に記憶されている。各測定値の閾値は、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断される際の測定値に至っておらず、プラズマ処理を適切に行うことが可能な許容範囲内の値に設定されている。そして、コントローラ１００は、入力測定値が閾値に至っているか否かを判断する。

[0062] この際、入力測定値が閾値に至っていない場合は、大気圧プラズマ発生装置１０の処理能力は適切であると推定される。一方、入力測定値が閾値に至っている場合は、大気圧プラズマ発生装置１０の処理能力は許容範囲内であるが、低下していると推定される。このため、入力測定値が閾値に至っている場合に、その入力測定値と関連付けて記憶されている動作履歴の波形不良回数が、第１設定数として登録される。つまり、大気圧プラズマ発生装置１０の処理能力が低下していると推定されるプラズマ処理時の波形不良回数が、第１設定数として記憶装置１５１に記憶される。そして、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される。

[0063] このように、大気圧プラズマ発生装置１０では、波形不良回数が、処理能力が低下していると想定される際の第１設定数以上となった場合に、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される。つまり、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、電極２４，２６への電力供給状態が、処理能力が低下していると想定される際の電力供給状態になっていると判断され、予兆告知画面が表示される。これにより、作業者は、プラズマ処理能力の低下の予兆を適切に認識することが可能となり、作業予定等を調整することが可能となる。

[0064] なお、第１測定値の特定時に用いられる閾値を、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断される際の測定値に近い値とすることで、適切なプラズマ処理を実行可能な範囲での最終的な段階で、プラズマ処理能力の低下の予兆を知ることが可能となる。また、第１測定値の特定時に用いられる閾

値を、適切にプラズマ処理を行うことができないと判断される際の測定値から大きく離れた値とすることで、プラズマ処理能力の低下の初期段階で、プラズマ処理能力の低下の予兆を知ることが可能となる。このように、第２実施例においても、閾値を調整することで、プラズマ処理能力の低下の種々の段階の予兆を認識することが可能となる。

[0065] また、第２実施例では、入力測定値に基づいて第１測定値が登録されるだけでなく、作業者の入力装置１０７への入力情報に基づいて第１測定値が登録される。詳しくは、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理は、一般的に、被処理体の表面処理の前処理として行われる。被処理体の表面処理としては、被処理体の表面への接着処理，塗装処理，コーティング処理などである。つまり、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理の完了した被処理体に対して、後処理として、被処理体の表面への接着処理，塗装処理，コーティング処理等が行われる。

[0066] このため、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理の完了した被処理体に対して、コーティング処理などの後処理が実行される。そして、コーティング処理などの後処理が実行された後に、被処理体の品質が確認される。この際、被処理体の品質に問題が無ければ、前処理としてのプラズマ処理が適切に実行されていると推定される。一方、被処理体の品質に問題がある場合には、前処理としてのプラズマ処理が適切に実行されていないと推定される。

[0067] そこで、コーティング処理などの後処理が実行された後の被処理体の品質に問題がある場合に、作業者は、その被処理体へのプラズマ処理が実行された日時を、入力情報として入力装置１０７に入力する。これにより、入力情報がコントローラ１００に入力され、コントローラ１００は、入力情報に含まれるプラズマ処理の実行日時を特定する。さらに、コントローラ１００は、記憶装置１５１に記憶されている動作履歴を参照し、特定した日時と所定の範囲内の日時を含む動作履歴を抽出する。そして、その動作履歴に含まれる波形不良回数が、第１設定数として登録される。つまり、プラズマ処理の

後処理の結果が良好でない場合に、前処理として実行されたプラズマ処理能力が低下していると推定され、そのプラズマ処理時の波形不良回数が、第１設定数として登録される。そして、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される。

[0068] このように、大気圧プラズマ発生装置１０では、プラズマ処理後に後処理が実行された被処理体の品質が良好でない場合の波形不良回数が、第１設定数として登録される。そして、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される。つまり、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、電極２４，２６への電力供給状態が、プラズマ処理能力の低下により後処理を適切に実行できない場合の電力供給状態になっていると判断され、予兆告知画面が表示される。これにより、作業者は、プラズマ処理の後処理をも考慮して、プラズマ処理能力の低下の予兆を認識することが可能となる。

[0069] なお、作業者は、プラズマ処理の後処理の結果だけでなく、別の手法によりプラズマ処理の能力低下を予想し、プラズマ処理の能力低下が予想された場合に、入力情報を入力装置１０７に入力することが可能である。具体的には、例えば、作業者が、ダインペンを用いて、プラズマ処理の完了した被処理体の接触角を測定する。この際、接触角が予め想定されている角度より高い場合に、プラズマ処理能力が低下していると推定される。このため、作業者は、その被処理体へのプラズマ処理が実行された日時を、入力情報として入力装置１０７に入力する。これにより、第１設定数が登録され、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される。

[0070] なお、大気圧プラズマ発生装置１０では、入力測定値が動作履歴と関連付けて記憶装置１５１に記憶される毎に、それら入力測定値と動作履歴とが表示装置１０６に表示される。これにより、作業者は、接触角計１５２等の測定値と、動作履歴に含まれる電流の極大値および単位時間当たりの波形不良回数とを認識することで、表示装置１０６に予兆告知画面が表示される前に

おいても、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理能力をある程度、推定することが可能となる。

[0071] また、大気圧プラズマ発生装置１０において、入力測定値が動作履歴と関連付けて記憶装置１５１に記憶される毎に、それら入力測定値と動作履歴とが、大気圧プラズマ発生装置１０からＰＣ１１０に送信される。そして、ＰＣ１１０では、受信した入力測定値と動作履歴とが表示装置１１２に表示される。これにより、例えば、工場の管理者なども、接触角計１５２等の測定値と、動作履歴に含まれる電流の極大値および単位時間当たりの波形不良回数とを認識することで、大気圧プラズマ発生装置１０によるプラズマ処理能力をある程度、推定することが可能となる。

[0072] また、ＰＣ１１０では、受信した入力測定値と動作履歴とが記憶装置１１４に記憶される。これにより、大気圧プラズマ発生装置１０における電極２４，２６への供給電流の変化と、単位時間当たりの波形不良回数と、接触角計１５２等の測定値との関係を分析し、プラズマ処理能力の低下の予兆に役立てることが可能となる。具体的には、例えば、ＰＣ１１０において、接触角計１５２等の測定値、つまり、プラズマの処理能力を示す測定値と、波形不良回数との関係を数式化することが可能である。このように数式化されたプラズマの処理能力を示す測定値と、波形不良回数との関係用いることで、波形不良回数に応じたプラズマ処理能力の低下の程度を適切に推定し、プラズマ処理能力の低下の予兆を適切に認識することが可能となる。

[0073] なお、大気圧プラズマ発生装置１０のコントローラ１００は、図９に示すように、取得部１６０と、演算部１６２と、記憶部１６４と、状態判断部１６６と、表示部１６８と、出力部１７０とを備えている。また、演算部１６２は、条件判断部１７２を有している。取得部１６０は、電極２４，２６に供給される電流を指標する指標値として、電流の１周期毎の極大値、つまり、振幅を継時的に取得するための機能部である。条件判断部１７２は、電流の極大値が設定条件を満たすか否かを判断するための機能部、つまり、検出極大値が平均極大値範囲内であるか否かを判断するための機能部である。演

算部１６２は、条件判断部１７２により判断された回数をカウントし、波形不良回数を演算するための機能部である。記憶部１６４は、所定のタイミング、つまり、入力測定値が閾値に至っていると判断された場合、若しくは、入力装置１０７に入力情報が入力された場合の波形不良回数を、第１設定数として記憶装置１５１に記憶するための機能部である。状態判断部１６６は、波形不良回数と第１設定数とに基づいて、電極２４，２６への電力供給状態が、プラズマ処理能力が低下している際の電力供給状態になっているか否かを判断するための機能部である。表示部１６８は、電極２４，２６への電力供給状態が、プラズマ処理能力が低下している際の電力供給状態になっている場合に、予兆告知画面を表示装置１０６に表示するための機能部である。出力部１７０は、入力測定値と動作履歴とをＰＣ１１０に出力するための機能部である。

[0074] ちなみに、上記第２実施例において、大気圧プラズマ発生装置１０は、プラズマ発生装置の一例である。制御装置１６は、制御装置及び情報処理装置の一例である。電極２４，２６は、電極の一例である。入力装置１０７は、操作受付部の一例である。ＰＣ１１０は、外部装置の一例である。インターフェース１５０は、接続部の一例である。接触角計１５２および色差計１５４は、測定装置の一例である。取得部１６０は、取得部の一例である。演算部１６２は、演算部の一例である。記憶部１６４は、記憶部の一例である。状態判断部１６６は、第１判断部の一例である。表示部１６８は、報知部の一例である。出力部１７０は、出力部の一例である。条件判断部１７２は、第２判断部の一例である。また、波形不良回数は、変化値およびカウント数の一例である。第１設定数は、特定変化値および特定カウント数の一例である。

[0075] なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することが可能である。具体的には、例えば、上記実施例では、検出センサ１０８により検出される電流の極大値、つまり、振幅に基づいて、波形不良回数がカウントされて

いるが、供給電力量に基づいて、波形不良回数がカウントされてもよい。つまり、例えば、図１０に示すように、検出センサ１０８により検出される電流が変化している場合に、その電流波形の積分値、つまり、面積（図での斜線部）が、供給電力量となる。このため、１周期毎の供給電力量が監視され、供給電力量が設定範囲を超えた場合、例えば、図１０では、供給電力量が極端に低下した場合に、波形不良回数が１カウントアップされる。このように、電流の極大値の代わりに、供給電力量を採用しても、適切に波形不良回数をカウントすることが可能となる。なお、電極２４，２６に供給される電流だけでなく、電極２４，２６に供給される電圧に基づいて、波形不良回数をカウントしてもよい。

[0076] また、上記実施例では、大気圧プラズマ発生装置１０のプラズマ処理能力の低下を推定するための処理が、制御装置１６において実行されているが、ＰＣ１１０などの情報処理装置で実行してもよい。このような場合に、本発明の情報処理装置はＰＣ１１０となる。

[0077] また、上記実施例では、プラズマ照射により変化する物性を測定する装置として、接触角計，色差計が採用されているが、プラズマ照射により変化する物性を測定可能な装置であれば、種々の測定装置を採用することが可能である。例えば、被処理体の表面自由エネルギーを測定可能な装置を採用することが可能である。

[0078] また、上記実施例では、第１設定数のみが設定され、波形不良回数が第１設定数以上となった場合に、予兆告知画面が表示されるが、複数の設定数を設定してもよい。このように、複数の設定数が設定される場合には、波形不良回数が各設定数以上となる毎に、異なる告知画面が表示される。これにより、プラズマ処理の低下を多段階的に報知することが可能となる。なお、報知の手法としては、画面の表示に限られず、音声，ランプの点灯，用紙への印刷等、種々の手法を採用することが可能である。

[0079] また、上記第２実施例では、波形不良回数と第１設定数とに基づいて、予兆告知画面が表示されるが、さらに、入力測定値を考慮して、予兆告知画面

を表示してもよい。つまり、波形不良回数と第１設定数と入力測定値とに基づいて、予兆告知画面が表示されてもよい。詳しくは、波形不良回数が第１設定数以上であるか否かが判断される際に、その波形不良回数を含む動作履歴と関連付けて記憶されている入力測定値が特定される。そして、その入力測定値が予め設定されている設定値に至っているか否かが判断される。この際、波形不良回数が第１設定数以上であり、入力測定値が設定値に至っている場合に、予兆告知画面を表示してもよい。

符号の説明

[0080] １０：大気圧プラズマ発生装置（プラズマ発生装置） １６：制御装置（情報処理装置） ２４：電極 ２６：電極 １０７：入力装置（操作受付部） １１０：ＰＣ（外部装置） １５０：インターフェース（接続部） １５２：接触角計（測定装置） １５４：色差計（測定装置） １６０：取得部 １６２：演算部 １６４：記憶部 １６６：状態判断部（第１判断部） １６８：表示部（報知部） １７０：出力部 １７２：条件判断部（第２判断部）

請求の範囲

[請求項1] 複数の電極間での放電によりプラズマを発生させるプラズマ発生装置の前記複数の電極に供給される電流又は電圧を指標する指標値を継時的に取得する取得部と、

前記取得部により取得された前記指標値に基づいて、前記指標値の変化に関する数値である変化値を演算する演算部と、

所定のタイミングにおいて前記演算部により演算された前記変化値を、特定変化値として記憶する記憶部と、

前記演算部により前記変化値が演算される毎に、当該変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっているか否かを、当該変化値と前記特定変化値とに基づいて判断する第１判断部と、

前記第１判断部により前記変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっていると判断された場合に、所定の情報を報知する報知部と

を有する制御装置を備える情報処理装置。

[請求項2] 前記演算部は、

前記取得部により取得された前記指標値が設定条件を満たすか否かを判断する第２判断部を含み、前記第２判断部により前記指標値が前記設定条件を満たさないと判断された回数をカウントすることで、そのカウント数を、前記変化値として演算し、

前記記憶部は、

前記所定のタイミングにおいて前記演算部により前記変化値として演算された前記カウント数を、特定カウント数として記憶し、

前記第１判断部は、

前記演算部により前記カウント数が前記変化値として演算される毎に、当該カウント数が前記特定カウント数以上となった場合に、当該変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電

力供給状態になっていると判断する請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記情報処理装置は、

ユーザ操作による入力情報を受け付ける操作受付部を有し、

前記所定のタイミングは、

前記操作受付部が受け付けた前記入力情報に応じたタイミングである請求項１または請求項２に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記情報処理装置は、

プラズマ照射により変化する物性を測定する測定装置が接続される接続部を備え、

前記記憶部は、

前記特定変化値と関連付けて、前記測定装置による測定値を記憶し、

前記第１判断部は、

前記演算部により前記変化値が演算される毎に、当該変化値の演算時の電力供給状態が、前記所定のタイミングにおける電力供給状態になっているか否かを、当該変化値と前記特定変化値と前記測定装置による測定値とに基づいて判断する請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記測定装置が、

プラズマ照射により光学的特性が変化するインジケータの光学的特性を測定する装置を含む請求項４に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記記憶部は、

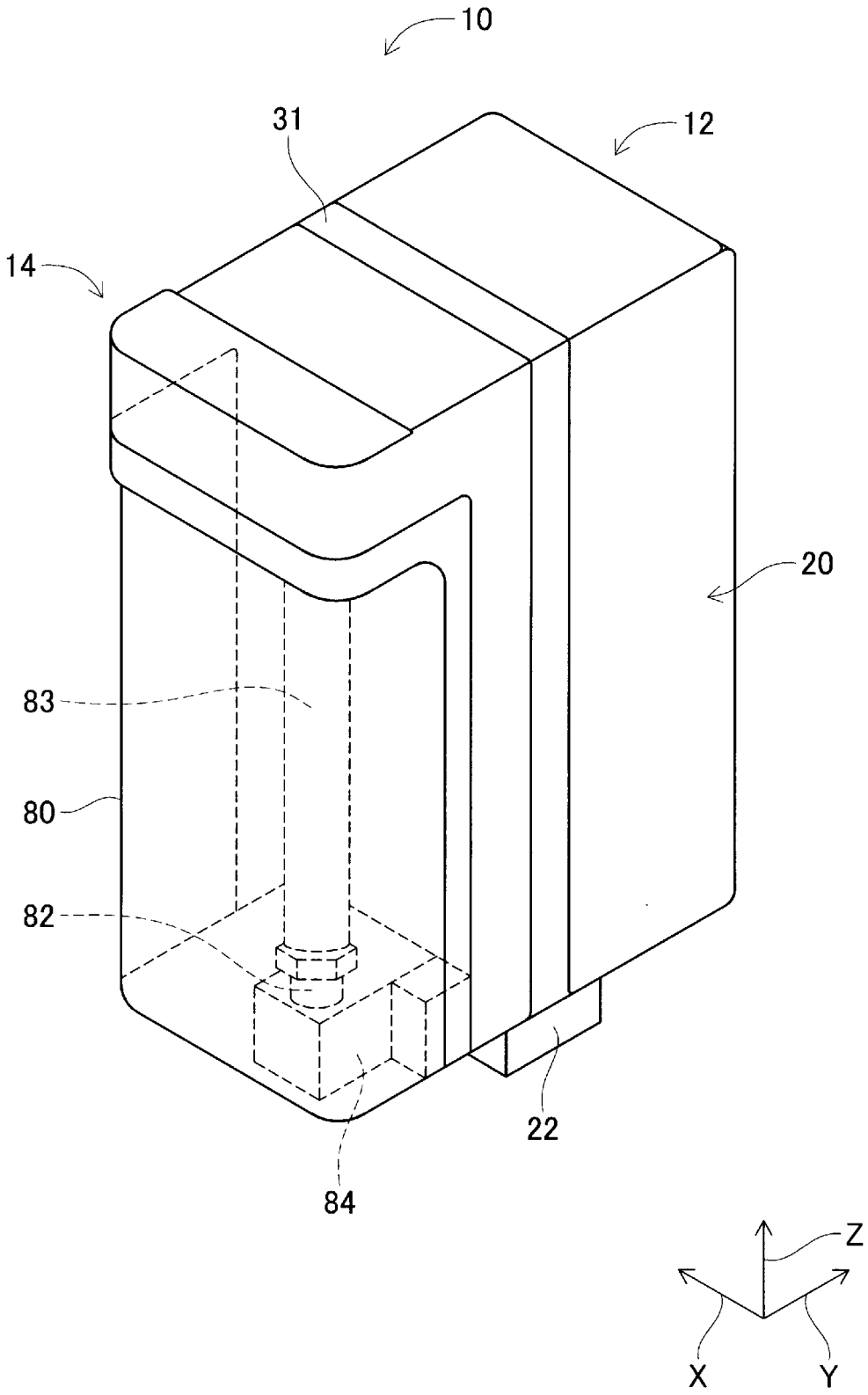
前記特定変化値と関連付けて、その特定変化値が演算された日時を記憶する請求項１ないし請求項５のいずれか１項に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記指標値が、前記複数の電極に供給される電流の振幅と供給電力量との少なくとも一方である請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載の情報処理装置。

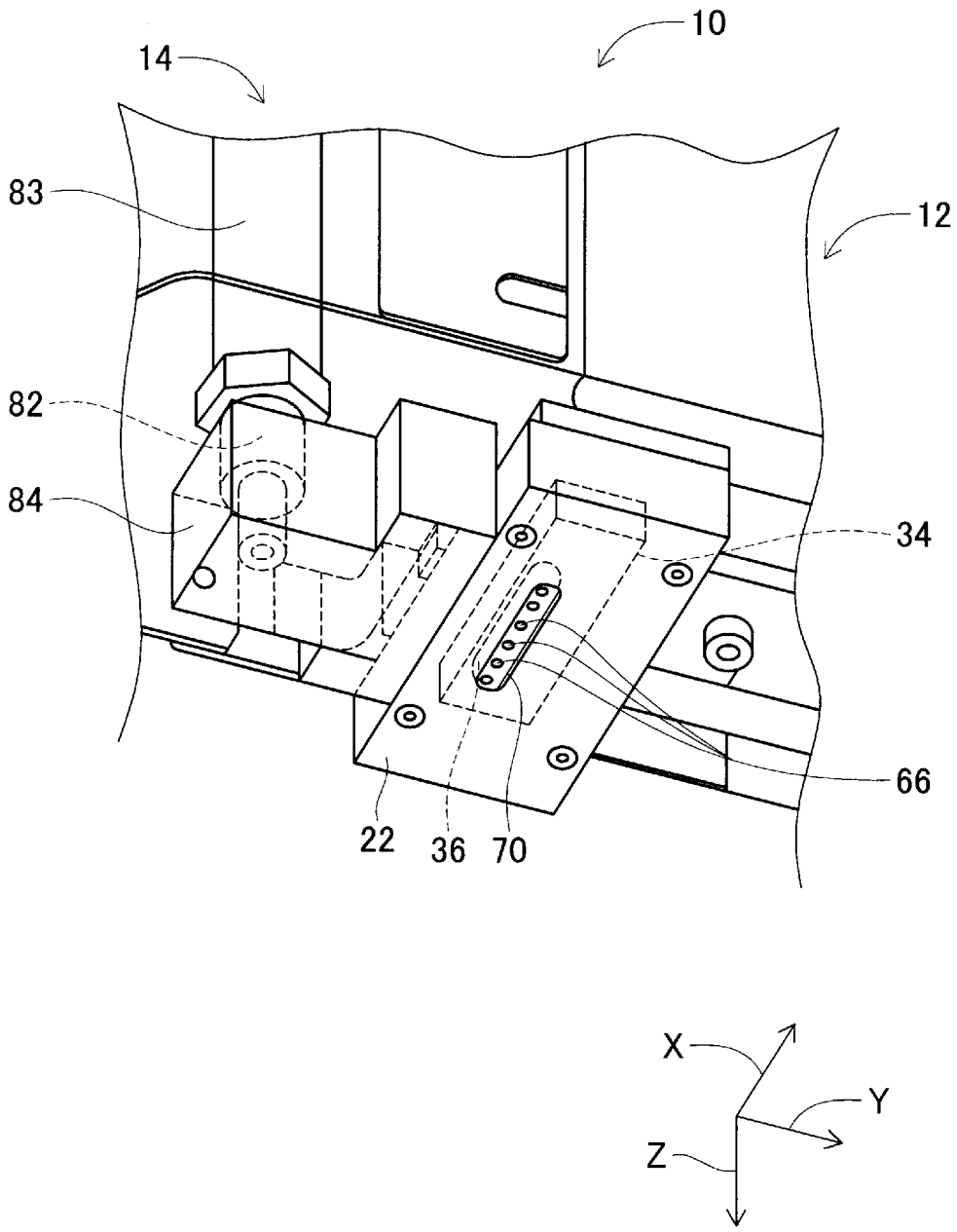
[請求項8] 前記制御装置が、

前記指標値と前記変化値とを外部装置に出力する出力部を有する請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載の情報処理装置。

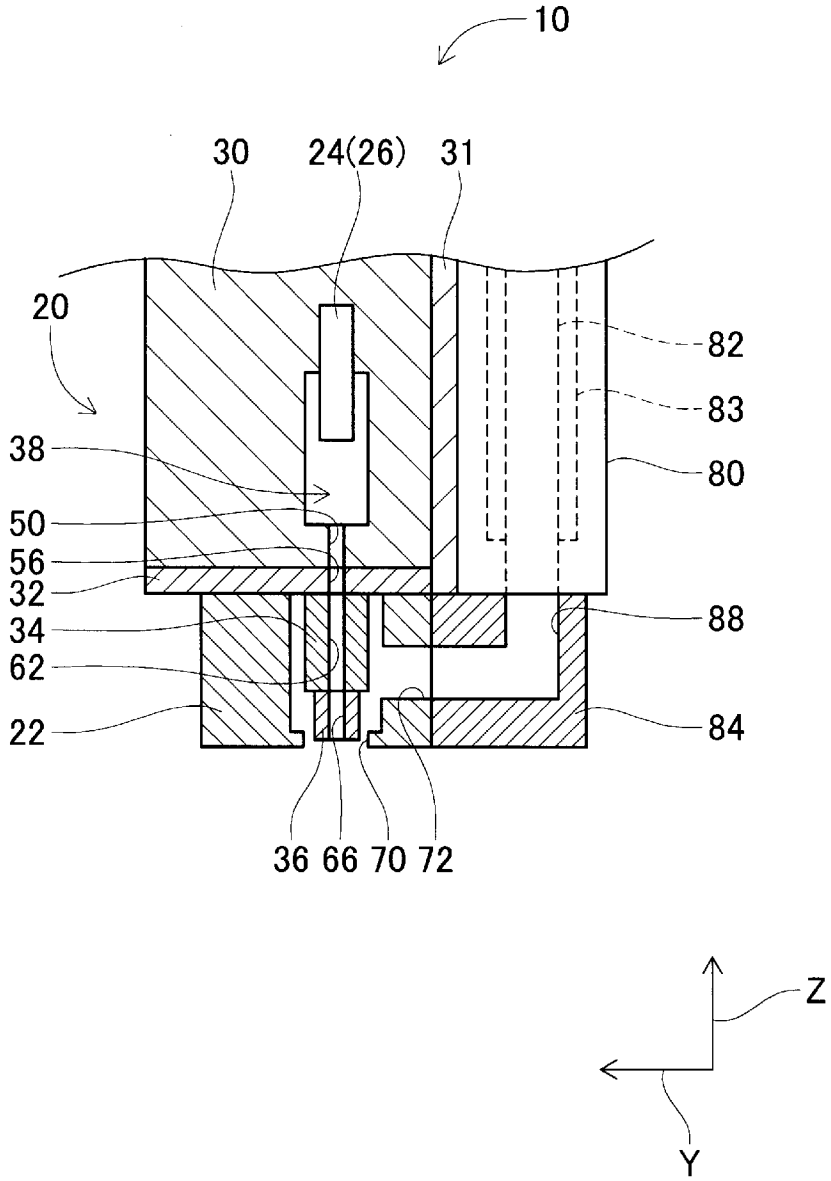
[図1]



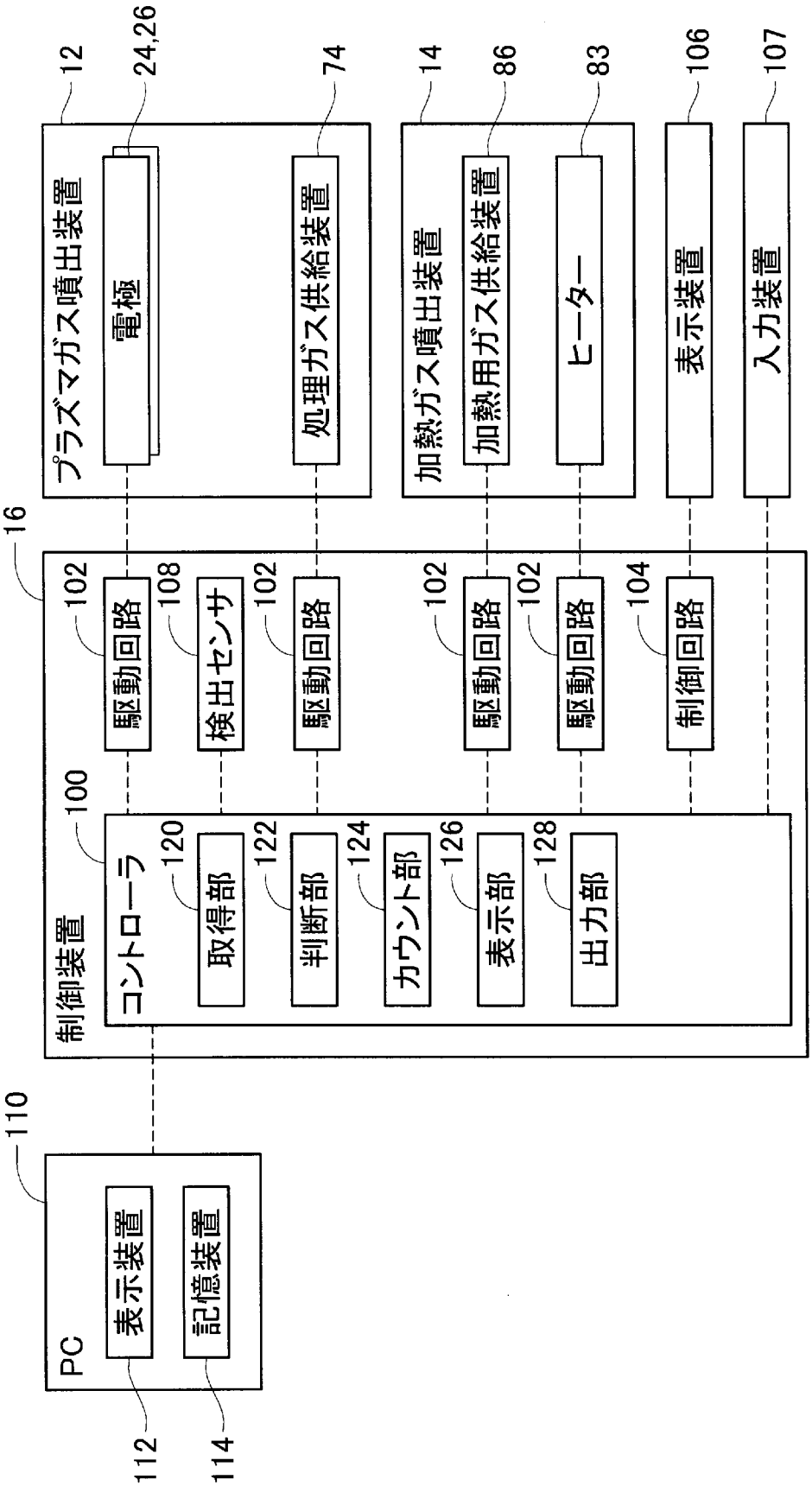
[図2]



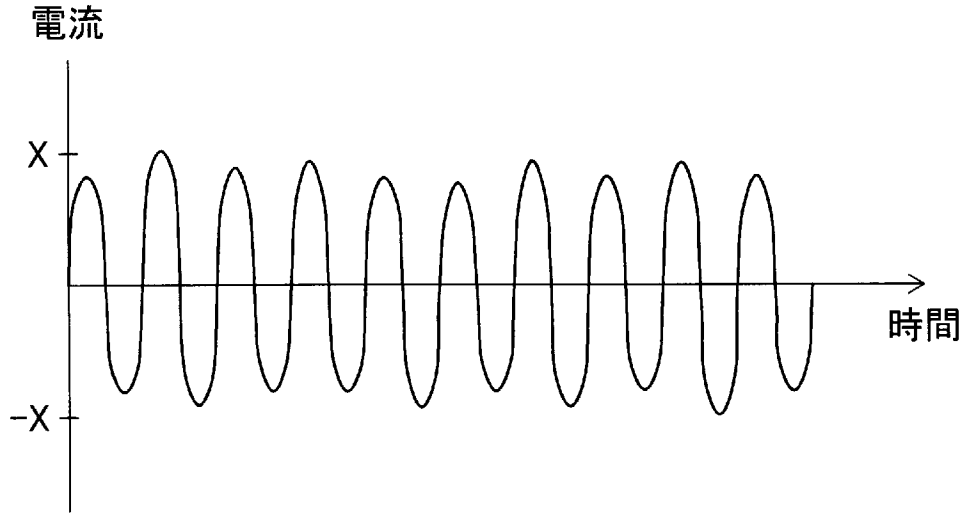
[図3]



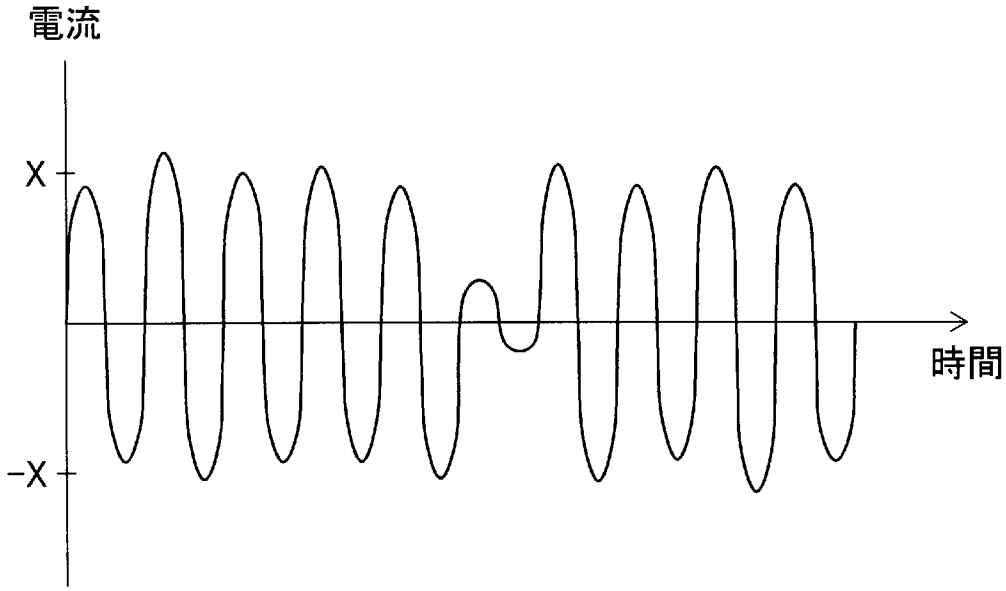
[図4]


プラズマガス噴出装置
12
電極
24,26
処理ガス供給装置
74
加熱ガス噴出装置
14
加熱用ガス供給装置
86
ヒーター
83
表示装置
106
入力装置
107
制御装置
16
駆動回路
102
検出センサ
108
駆動回路
102
駆動回路
102
駆動回路
102
制御回路
104
コントローラ
100
取得部
120
判断部
122
カウント部
124
表示部
126
出力部
128
PC
110
表示装置
112
記憶装置
114

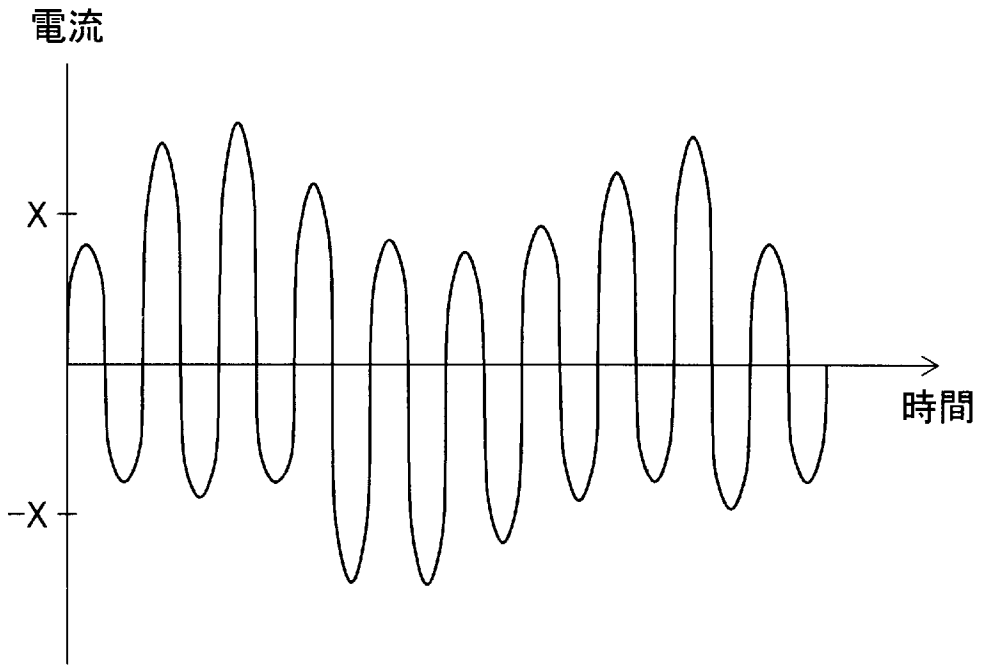
[図5]



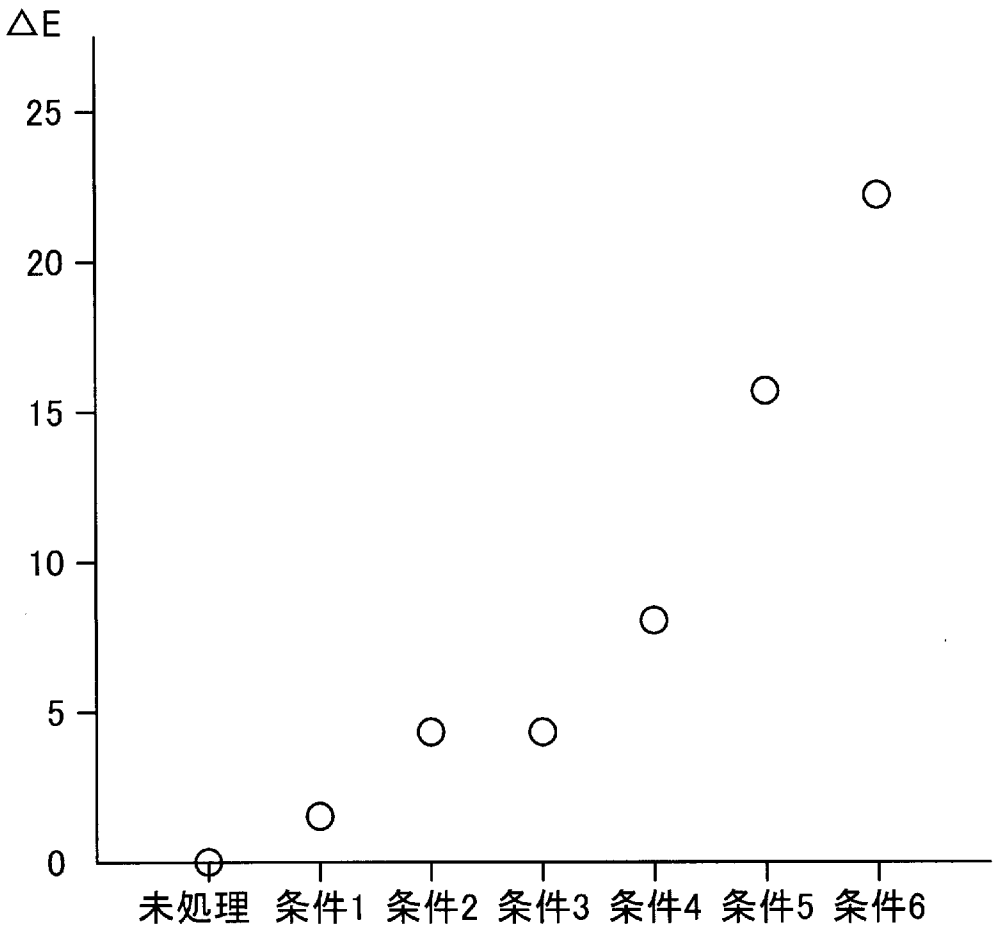
[図6]



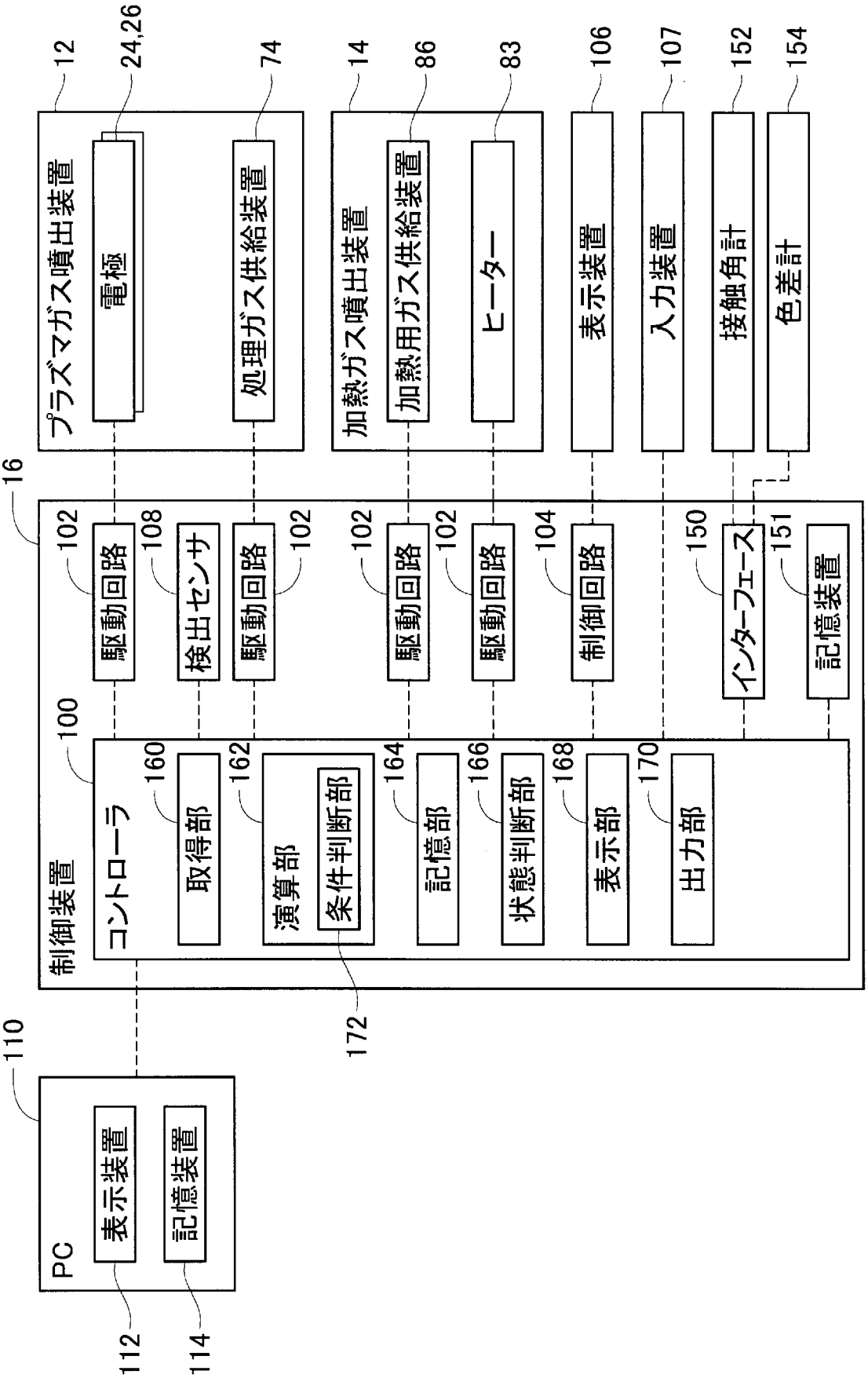
[図7]



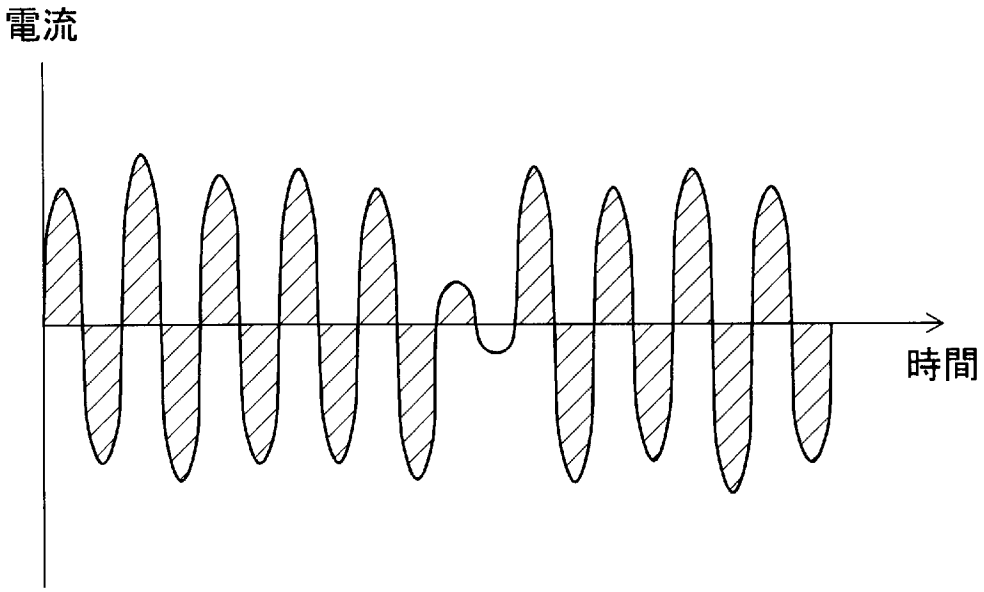
[図8]



[図9]


プラズマガス噴出装置
12
電極
24,26
処理ガス供給装置
74
加熱ガス噴出装置
14
加熱用ガス供給装置
86
ヒーター
83
表示装置
106
入力装置
107
接触角計
152
色差計
154
制御装置
16
コントローラ
100
駆動回路
102
検出センサ
108
駆動回路
102
駆動回路
102
駆動回路
102
制御回路
104
インターフェース
150
記憶装置
151
取得部
160
演算部
162
条件判断部
164
記憶部
166
状態判断部
168
表示部
170
出力部
172
PC
110
表示装置
112
記憶装置
114

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/014088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H05H1/00(2006.01)i, *H05H1/24*(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)
H05H1/00-1/54

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X A	JP 2002-313729 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 October 2002 (25.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1,6-8 2-5
A	JP 2000-173982 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 June 2000 (23.06.2000), paragraphs [0014] to [0032]; fig. 1 to 5 & US 6313583 B1 paragraphs [0014] to [0032]; fig. 1 to 7	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 June 2017 (28.06.17)	11 July 2017 (11.07.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/014088

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 2004-128023 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 April 2004 (22.04.2004), paragraphs [0020] to [0033]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8
A	JP 2011-77891 A (Daihen Corp.), 14 April 2011 (14.04.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１４０８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05H1/00(2006.01)i, H05H1/24(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.　H05H1/00-1/54

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X A	JP 2002-313729 A（松下電器産業株式会社） 2002.10.25，全文および全図 (ファミリーなし)	１、６－８ ２－５
A	JP 2000-173982 A（松下電器産業株式会社） 2000.06.23，第［００１４］－［００３２］段落および第１－５図 & US 6313583 B1，第［００１４］－［００３２］段落および第１－７図	１－８

☑　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	国際調査報告の発送日
２８．０６．２０１７	１１．０７．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｇ　４４５８
藤本　加代子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

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	JP 2004-128023 A（松下電器産業株式会社） 2004.04.22，第［００２０］－［００３３］段落および第１－３図 （ファミリーなし）	１－８
Ａ	JP 2011-77891 A（株式会社ダイヘン） 2011.04.14，全文および全図 （ファミリーなし）	１－８