

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5002451号
(P5002451)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.		F I	
H05F 3/04	(2006.01)	H05F 3/04	J
H01T 23/00	(2006.01)	H01T 23/00	
H01T 19/04	(2006.01)	H01T 19/04	

請求項の数 5 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-341094 (P2007-341094)	(73) 特許権者	000129253
(22) 出願日	平成19年12月28日(2007.12.28)		株式会社キーエンス
(65) 公開番号	特開2009-163951 (P2009-163951A)		大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
(43) 公開日	平成21年7月23日(2009.7.23)		4号
審査請求日	平成22年11月12日(2010.11.12)	(74) 代理人	100098187
			弁理士 平井 正司
		(74) 代理人	100085707
			弁理士 神津 堯子
		(72) 発明者	橋本 正
			大阪府大阪市東淀川区東中島1丁目3番1
			4号
			株式会社キーエンス
			内
		審査官	出野 智之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 除電器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放電電極に高電圧を印加してイオンを生成してワークの除電を行う除電器において、
放電電極とフレームグランドとの間のイオン電流を検知するイオン電流検知手段と、
該イオン電流検知手段で検知したイオン電流が所定のイオンバランス目標値となるよう前
記放電電極に印加する電圧を調整するイオン生成制御手段と、
前記イオンバランス目標値をワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にオフセッ
トした目標値に変更する目標値変更手段と、
該目標値変更手段によりイオンバランス目標値を変更したときに制御の追従性の良否によ
って前記放電電極の汚れを検知する電極汚れ検知手段とを有することを特徴とする除電器

10

【請求項2】

放電電極に高電圧を印加してイオンを生成してワークの除電を行う除電器において、
放電電極と、該放電電極の近傍の接地電極との間のイオン電流を検知するイオン電流検知
手段と、
該イオン電流検知手段で検知したイオン電流が所定のイオンバランス目標値となるよう前
記放電電極に印加する電圧を調整するイオン生成制御手段と、
前記イオンバランス目標値をワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にオフセッ
トした目標値に変更する目標値変更手段と、
該目標値変更手段によりイオンバランス目標値を変更したときに制御の追従性の良否によ

20

って前記放電電極の汚れを検知する電極汚れ検知手段とを有することを特徴とする除電器。

【請求項 3】

前記目標値変更手段が、前記イオンバランス目標値を所定の基準値からプラス側とマイナス側に交互に変更する、請求項 1 又は 2 に記載の除電器。

【請求項 4】

前記目標値変更手段が、矩形のパルス状または正弦波状に前記イオンバランス目標値を変更する、請求項 3 に記載の除電器。

【請求項 5】

前記接地電極が、除電器の底面部を構成する絶縁性合成樹脂材料の中に埋設されている、請求項 2 に記載の除電器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ワークの除電に用いられる除電器に関し、より詳しくは除電器に含まれる放電電極の汚れ度合いを的確に検知することのできる除電器に関する。

【背景技術】

【0002】

ワークの除電のためにコロナ放電式の除電器が多用されている。除電器は、一般的に、細長いバー形状を有し、その長手方向に間隔を隔てて複数の放電電極が配設され、この放電電極に高電圧を印加することによりワークとの間に電界を生成してイオンをワークに当てることによりワークの除電が行われるが、特許文献 1 に開示の除電器は、除電器の底面に露出して配設した接地電極（対向電極）プレートを有している。

20

【0003】

特許文献 2 は、放電電極の回りに配設された接地電極（対向電極）と放電電極との間に流れるイオン電流を検知して除電器のイオン発生量を制御しつつイオン発生量が低下したときには放電電極の汚れが進行したとして表示手段やアラーム手段によって作業者に注意を促すことを開示している。

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 260821 号公報

30

【特許文献 2】特開 2003 - 68498 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

放電電極回りの接地電極（対向電極）と放電電極との間のイオン電流によって放電電極の汚れを検知した場合、例えば、除電器に近接して例えば大きな容量のワークが存在すると、このワークの影響によって接地電極との間に流れるイオン電流が減少し、このため、放電電極が十分なイオンを発生しているにも関わらずイオン発生量が低下した誤検知してしまい、この結果、放電電極の汚れ度合いが進行したと判定してしまう虞があった。

【0006】

40

本発明の目的は、放電電極の汚れ度合いを的確に検知することのできる除電器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の技術的課題は、本発明の第 1 の観点によれば、放電電極に高電圧を印加してイオンを生成してワークの除電を行う除電器において、放電電極とフレームグランドとの間のイオン電流を検知するイオン電流検知手段と、該イオン電流検知手段で検知したイオン電流が所定のイオンバランス目標値となるよう前記放電電極に印加する電圧を調整するイオン生成制御手段と、

前記イオンバランス目標値をワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にオフセ

50

ットした目標値に変更する目標値変更手段と、

該目標値変更手段によりイオンバランス目標値を変更したときに制御の追従性の良否によって前記放電電極の汚れを検知する電極汚れ検知手段とを有することを特徴とする除電器を提供することにより達成される。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 2 の観点によれば、

放電電極に高電圧を印加してイオンを生成してワークの除電を行う除電器において、放電電極と、該放電電極の近傍の接地電極との間のイオン電流を検知するイオン電流検知手段と、

該イオン電流検知手段で検知したイオン電流が所定のイオンバランス目標値となるよう前記放電電極に印加する電圧を調整するイオン生成制御手段と、

前記イオンバランス目標値をワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にオフセットした目標値に変更する目標値変更手段と、

該目標値変更手段によりイオンバランス目標値を変更したときに制御の追従性の良否によって前記放電電極の汚れを検知する電極汚れ検知手段とを有することを特徴とする除電器を提供することにより達成される。

【 0 0 0 9 】

イオンバランス目標値を変更した場合に、放電電極の汚れ度合いによって制御の追従性が異なり、放電電極の汚れが進んでいるほど追従性が悪い。この特性を利用して、ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にイオンバランス目標値を変更することで、この目標値の変更に伴う制御の追従性の良否によって放電電極の汚れ度合いを的確に検知することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の上記の目的及び他の目的、作用効果は、以下の本発明の好ましい実施の形態の詳しい説明から明らかになる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

以下に、本発明の実施例を添付の図面を参照して詳しく説明する。図 1 は実施例の除電器の側面図である。除電器 1 は細長い外形輪郭のケース 1 a の底面に、8 つの主放電電極ユニット 2 と、4 つの追加の放電電極ユニット 3 とが長手方向に離間して複数設けられている。なお、4 つの追加の放電電極ユニット 3 はユーザの選択により脱着されるものであり、この追加の放電電極ユニット 3 の構造は主放電電極ユニット 2 の基本構造と概略同じである。主放電電極ユニット 2 と追加の放電電極ユニット 3 との違いは後に説明する。

【 0 0 1 2 】

除電器 1 の上半分を覆うアウターケース 4 は、上端を閉じて下方に開放した断面逆 U 字状の形状を有し（図 3）、除電器 1 の下部の外形輪郭を構成するベース 5 に対して脱着可能である。図 2 は、アウターケース 4 を取り外した状態の除電器 1 を示す、図 3 は図 1 の III - III 線の沿った断面図である。図 2 を参照して、除電器 1 は、アウターケース 4 で囲まれる上部領域に、高電圧ユニット 6 や例えば表示回路や CPU を含む制御基板 7 が配設されている。

【 0 0 1 3 】

除電器 1 の下部を構成するベース 5 は、実質的に同じ構成の 2 つのハーフベース 5 A、5 A を互いに除電器 1 の長手方向に沿って連結することにより形成されている。そして、各ハーフベース 5 A には、4 つの主放電電極ユニット 2 と 2 つの追加の放電電極ユニット 3 が装着可能であり、図 3 から理解できるように、複数の絶縁性合成樹脂製の部材を組み合わせることにより上下左右を閉じた閉断面の内部ガス通路 10 が形成されている。この内部ガス通路 10 は各ハーフベース 5 A の長手方向に連続して延びている（後に説明する図 16 参照）。

【 0 0 1 4 】

図 4 はハーフベース 5 A の斜視図であり、図示のハーフベース 5 A は主放電電極ユニッ

10

20

30

40

50

ト 2 及び追加の放電電極ユニット 3 を組み付けた状態で示してある。ハーフベース 5 A は、その一端（図面上、左端）に凸状のガス通路連結口 1 1 を有し、これを受け入れる凹状のガス連結口 1 2（後に説明する図 1 6 参照）が他端（図 4 において右端）に形成されている。互いに隣接する 2 つのハーフベース 5 A、5 A は、一方のハーフベース 5 A の凸状のガス通路連結口 1 1 を他方のハーフベース 5 A の凹状のガス通路連結口に嵌入することにより除電器 1 の連続した内部ガス通路 1 0 が形成される。

【 0 0 1 5 】

図 5 はハーフベース 5 A の側面図であり、図 6 はハーフベース 5 A の底面図であり、図 7 はハーフベース 5 A の平面図である。なお、これら図 5 ～図 7 に図示のハーフベース 5 A には、一つの主放電電極ユニット 2 と、一つの追加の放電電極ユニット 3 とを装着した状態で図示してある。

10

【 0 0 1 6 】

ハーフベース 5 A の上端面には、図 5 ～図 7 から分かるように、その長手方向中央部分にコネクタ 1 5 が上方に向けて突設されており、このコネクタ 1 5 を通じて、高電圧ユニット 6 で生成した高電圧がハーフベース 5 A に供給される。より詳細には、このコネクタ 1 5 は、外周部が絶縁性の樹脂で形成され、内部には図示しないコネクタ上方に向けて開放した円筒状の雌型コネクタが設けられ、この雌型コネクタの他端部は、このコネクタ 1 5 の下方に配置される配電プレート 4 0 に接続されている。そして、この雌型コネクタの開放端には、アウターケース内に設けられる高電圧ユニット 6 から延びる雄型コネクタ（図示せず）が連結させ、高電圧が配電プレート 4 0 に供給される。なお、高電圧ユニット 6 は、除電器 1 の長さが変わっても、一つの除電器 1 に対して一つ設けられているだけなので、コネクタ 1 5 についても、実際使用されるものは、一つの除電器において一つである。

20

【 0 0 1 7 】

また、ハーフベース 5 A の底面には、主放電電極ユニット 2 を受け入れる主ユニット受け口 1 6 と追加の放電電極ユニット 3 を受け入れる追加ユニット受け口 1 7 とが形成されている。具体的には、少なくとも各ハーフベースに設けられる一対の主放電電極ユニット 2、2 の間の略中央の位置で、且つ、主放電電極ユニット 3、3 を結ぶ直線上に一つの追加の放電電極ユニット 3 が設けられる。

【 0 0 1 8 】

30

尚、一対の主放電電極ユニット 2、2 の間に追加の放電電極ユニット 2 を有する除電器 1 は、除電器 1 に設けられる主放電電極ユニット 2 から生成されるイオン量だけでは、除電時間などを考慮すると、除電速度が所望の値とならない除電対象物ならびに除電ラインにとって有効である。

【 0 0 1 9 】

主放電電極ユニット 2 及び追加の放電電極ユニット 3 は、後に説明する方法で、各受け口 1 6、1 7 に対してシールリング 1 8（図 1 7）を介して脱着可能に装着される。なお、追加の放電電極ユニット 3 の設置を省く場合には、追加ユニット受け口 1 7 に追加ユニット受け口 1 7 をシールするためのシール部材（図示せず）が脱着可能に装着される。

【 0 0 2 0 】

40

図 8 は、主放電電極ユニット 2 の分解斜視図である。主放電電極ユニット 2 は、絶縁性合成樹脂で作られたユニット本体 2 0 と、放電電極 2 1 と、放電電極保持部材 2 2 とで構成されている。放電電極 2 1 は、円周溝 2 1 1 を備えた基端部 2 1 a と、尖った先端 2 1 b とを備えているが、先端 2 1 b の形状は任意である。

【 0 0 2 1 】

図 9 は、ユニット本体 2 0 を斜め上方から見た斜視図である。図 8、図 9 を参照して、ユニット本体 2 0 は、外側円筒壁 2 0 1 と拡大ヘッド部 2 0 2 とを有し、外側円筒壁 2 0 1 の外周面には、円周方向に互いに離間した複数の突起 2 0 3 が形成されている。この突起 2 0 3 は、主放電電極ユニット 2 をベース 5 の主ユニット受け口 1 6 と係合することで、主放電電極ユニット 2 をベース 5 に対して脱着可能に装着することができる。すなわち

50

、主ユニット受け口 16 には、突起 203 と係合する凹部が形成されており、主放電電極ユニット 2 を主ユニット受け口 16 に挿入して周方向に所定角度回転させることで突起 203 が主ユニット受け口 16 に係止された状態となり、逆方向に回転させることで、主放電電極ユニット 2 を主ユニット受け口 16 から外すことができる。このような脱着可能な装着方法は従来から周知であるので、その詳しい説明は省略する。

【0022】

図 10 は、図 8 の X - X 線に沿った主放電電極ユニット 2 の断面図である。この図 10 から分かるように、ユニット本体 20 は、共に絶縁性樹脂材料から作られた主要部材 204 と補助部材 205 とを接着することにより作られている。

【0023】

引き続き図 10 を参照して、ユニット本体 20 は、外側円筒壁 201 の径方向内方に離間した内側円筒壁 206 を有し、内側円筒壁 206 と外側円筒壁 201 とは同軸に配置され、その軸心には放電電極 21 が設けられている。内側円筒壁 206 は、この内側円筒壁 206 と同軸の断面円形の中心長孔 206a を有し、中心長孔 206a は、内側円筒壁 206 の上端に開放し且つ下端は、拡大ヘッド部 202 を通って外部に開放している。この拡大ヘッド部 202 の開放口部を参照符号 207 で示してある。中心開放口部 207 は下端に向かうほど拡径したテーパ面 207a を有し、このテーパ面 207a は、中心開放口部 207 の下端（開放端）の円筒面 207b に連なっている。一方、内側円筒壁 206 の上端は、後述する放電電極保持部材 22 と内側円筒壁 206 との間に形成される円周チャンバ S3 に臨むように開口されている。言い換えれば、内側円筒壁 206 は、放電電極ユ

10

20

【0024】

放電電極 21 は、先端 21b が中心長孔 206a からテーパ面 207a に若干突出するように位置決めされる。図 10 から分かるように、放電電極 21 は、中心長孔 206a の中心線つまり内側円筒壁 206 の軸線と同軸に配設され、放電電極 21 の外周面と内側円筒壁 206 の内周面との間は離間した状態にある。ここに、内側円筒壁 206 は、その内径が軸線方向に同一であり且つ放電電極 21 の外径よりも大きい。なお、放電電極 21 はその先端部を除いたほぼ全長に亘って同一の外径寸法を有している。

30

【0025】

内側円筒壁 206 の上端は、放電電極 21 の長手方向中間部分に位置している。そして、内側円筒壁 206 と放電電極 21 との間に円周方向に連続且つ内側円筒壁 206 の全長に亘って連続した円筒状のシールド用ガス流出通路 25 が形成されている。また、内側円筒壁 206 は、その下端部が拡大ヘッド部 202 まで侵入している。より詳しくは、内側円筒壁 206 の下端は、中心長孔 206a の下端の高さ位置の近傍に位置している。

【0026】

内側円筒壁 206 と、これと同軸の外側円筒壁 201 との間には第 1 ガス溜め 26 が形成されており、この第 1 ガス溜め 26 は、その下端部が拡大ヘッド部 202 まで侵入している。すなわち、第 1 ガス溜め 26 は、放電電極 21 の長手方向中間部分から先端 21b 近傍に至るまでの間、放電電極 21 の周面に沿って延びるシールド用ガス流出通路 25 と径方向にオーバーラップした関係で配設されている。つまり、放電電極 21 の周面に沿って放電電極 21 の長手方向中間部分から先端部に延びるシールド用ガス流出通路 25 の周回りに、内側円筒壁 206 を仕切壁とした第 1 ガス溜め 26 が配置され、この第 1 ガス溜め 26 は、円周方向に連続し且つ長手方向に連続している。更に、第 1 ガス溜め 26 の一端は、円周チャンバ S3 に臨み、円周チャンバ S3 を介して、内側円筒壁 206 内に形成されるシールド用ガス流出通路 25 と連結されている。言い換えれば、円周チャンバ S3 に対して開口される第 1 ガス溜め 26 の一端と内側円筒壁 206 の上端はほぼ同じ高さに形成されている。

40

【0027】

50

放電電極 2 1 の基端部 2 1 a に配設される放電電極保持部材 2 2 は、リング状の外周部材 2 2 1 と、外周部材 2 2 1 の中に嵌入される内周部材 2 2 2 とで構成されている（図 8、図 1 0）。外周部材 2 2 1 は金属製の加工部品で構成されており、内周部材 2 2 2 は樹脂の成形品で構成されている。円周部材 2 2 2 は中心長孔 2 2 2 a を有し、この中心長孔 2 2 2 a に放電電極 2 1 の基端部 2 1 a が嵌入される。

【 0 0 2 8 】

外周部材 2 2 1 の外周面は、上下に互いに離間して位置する 3 つの円周フランジ 2 2 1 a、2 2 1 b、2 2 1 c を有し、これらの間に、上下に離間して位置する円周溝 2 2 1 d、2 2 1 e が形成されている（図 8、図 1 0）。放電電極 2 1 の基端側に位置する上段フランジ 2 2 1 a は最も直径が大きく、放電電極 2 1 の先端側に位置する下段フランジ 2 2 1 c は最も直径が小さく、上段と下段のフランジ 2 2 1 a、2 2 1 c の中間に位置する中段フランジ 2 2 1 b は中間の直径を有している。

【 0 0 2 9 】

上記の外周部材 2 2 1 に対応して、ユニット本体 2 0 の外側円筒壁 2 0 1 の内面には、その上端部に 2 段の段部 2 0 1 a、2 0 1 b が形成されている（図 9、図 1 0）。すなわち、外側円筒壁 2 0 1 の内面は、上端に隣接した部分が相対的に大きな直径を有し、その下方の第 1 段目の段部 2 0 1 a を超えた部分が中間の直径を有し、その下方の第 2 段目の段部 2 0 1 b を超えた部分が相対的に小さな直径を有している。そして、上記の外周部材 2 2 1 は、上段フランジ 2 2 1 a が、外周部材 2 2 1 の上端部に配設され、中段フランジ 2 2 1 b が第 1 段目の段部 2 0 1 a の近傍に配設され、下段フランジ 2 2 1 c が第 2 段目の段部 2 0 1 b の近傍に配設される。これにより、外側円筒壁 2 0 1 の上端部の内部に、上段フランジ 2 2 1 a と中段フランジ 2 2 1 b との間の第 1 円周溝 2 2 1 d によって第 1 段目の周方向に連続した円周チャンバ S 1 が気密状態に画成され、中段フランジ 2 2 1 b と下段フランジ 2 2 1 c との間の周方向に連続した第 2 円周溝 2 2 1 e によって第 2 段目の円周チャンバ S 2 が気密状態に画成されている。下段フランジ 2 2 1 c は、内側円筒壁 2 0 6 の上端から上方に離間して位置し、これにより下段フランジ 2 2 1 c の下方には、上述した第 1 ガス溜め 2 6 及びシールド用ガス流出通路 2 5 に連なる拡大した且つ周方向に連続した円周チャンバ S 3 が形成される（図 1 0）。

【 0 0 3 0 】

ユニット本体 2 0 の外側円筒壁 2 0 1 の内壁には、その上端部の相対的に最も直径の大きな部分に、1 本の第 1 縦溝 3 1 が形成されている（図 8 ~ 図 1 1）。また、第 1 段目の段部 2 0 1 a と第 2 段目の段部 2 0 1 b との間に 1 本の第 2 縦溝 3 2 が形成され（図 1 0、図 1 2）、第 2 段目の段部 2 0 1 b から外側円筒壁 2 0 1 の長手方向中間部分まで延びる 4 本の第 3 縦溝 3 3 が形成されている（図 9、図 1 0、図 1 3）。上記第 1 ~ 第 3 の縦溝 3 1 ~ 3 3 は、外側円筒壁 2 0 1 の軸線と平行に延びている。また、第 3 縦溝 3 3 に関して、図 9、図 1 0 を参照して詳しく説明すると、第 3 縦溝 3 3 の深部は、内側円筒壁 2 0 6 の上端を超えて下方に延びて第 1 ガス溜め 2 6 の内部まで侵入している。

【 0 0 3 1 】

図 1 0 を参照して、ユニット本体 2 0 に拡大ヘッド部 2 0 2 は、主要部材 2 0 4 と補助部材 2 0 5 とによって、前述した中心長孔 2 0 6 a の下端部及びこれに連なるテーパ面 2 0 7 a の周囲に第 2 ガス溜め 3 5 が形成されている。第 2 ガス溜め 3 5 は円周方向に連続している。この第 2 ガス溜め 3 5 には、補助部材 2 0 5 の内周面と外側円筒壁 2 0 1 の下端部との間に形成されるアシストガス流入通路 3 6 を通じて前述した内部ガス通路 1 0 からクリーンガスが供給される（図 3）。アシストガス流入通路 3 6 は周方向に 9 0 ° 間隔で合計 4 つ設けられている（図 8、図 9 参照）。拡大ヘッド部 2 0 2 には、主要部材 2 0 4 の底面に、小さな直径の貫通孔で構成されたアシストガス流出孔 3 7 が形成され、このアシストガス流出孔 3 7 を通じて第 2 ガス溜め 3 5 内のクリーンガスが外部に流出される。アシストガス流出孔 3 7 は、図 4 から最も良く分かるように、拡大ヘッド部 2 0 2 の中心開放口部 2 0 7 の周囲において中心開放口部 2 0 7 と同軸の円周上に 9 0 ° 間隔で合計 4 つ形成されている。

【 0 0 3 2 】

この各アシストガス流出孔 3 7 内でのクリーンガスの流速は、約 2 0 0 m/secとなるように設定されており、このように制御されてアシストガス流出孔 3 7 から放出されたクリーンガスは、アシストガス流出孔 3 7 の径の拘束から解放されるため、約 2 0 0 m/secよりはるかに遅い流速となるものの、後述するシールド用ガス流出通路 2 5 から放出されるイオン化されたクリーンガスの流速よりもはるかに速い流速で、円錐状に下方に流出する。

【 0 0 3 3 】

前述した外側円筒壁 2 0 1 の内面の第 1 縦溝 3 1 と第 2 縦溝 3 2 とは周方向に 1 8 0 ° オフセットした位置関係にある。すなわち、第 1 縦溝 3 1 と第 2 縦溝 3 2 とは直径方向に
10 対抗した配置関係となるように設定されている。また、4 本の第 3 縦溝 3 3 は円周方向に 9 0 ° 間隔で配設されており、各第 3 の縦溝 3 3 は、第 2 縦溝 3 2 に対して周方向に 4 5 ° オフセットした関係で形成されている。

【 0 0 3 4 】

なお、前述したように追加の放電電極ユニット 3 は主放電電極ユニット 2 と実質的に同じ構成を有しているが、追加の放電電極ユニット 3 はアシストガス機能を有していない点で主放電電極ユニット 2 とは異なっている。従って、追加の放電電極ユニット 3 には、主放電電極ユニット 2 が備える第 2 ガス溜め 3 5 及びこれに関連したアシストガス流入通路 3 6、アシストガス流出孔 3 7 が存在していない。

【 0 0 3 5 】

図 1 4 は、主放電電極ユニット 2 及び追加の放電電極ユニット 3 の各放電電極 2 1 に対する高電圧の印加及び各放電電極 2 1 の回りに配設した接地電極に関する構成を説明するための図である。図 1 4 を参照して、各放電電極 2 1 に対する高電圧の供給は配電プレート 4 0 によって行われる。配電プレート 4 0 は、ハーフベース 5 A の全長に亘って連続して延びるウェブ形状を有し、各放電電極 2 1 の基端部 2 1 a と係合する部分 4 0 1 が、当該係合部分 4 0 1 の中心部にバネ性を付与するために S 字状にプレス成形されている。そして、この S 字状の中心部分の円形孔に各放電電極 2 1 の円周溝 2 1 1 が係止される (図 3)。配電プレート 4 0 の長手方向中央部分には円形孔 4 0 2 が形成されている。

【 0 0 3 6 】

一つのハーフベース 5 A の全長が 2 3 cm で、このハーフベース 5 A を数多く連結して、
30 除電器の長さが、例えば 2.3m より長くなる場合、上述した除電器の長手方向の両端部から供給するクリーンガスだけでは、除電器の長手方向の中央部分に対するガスの供給が他の部分に比べて少なくなる虞がある。このため、このような長さの除電器 1 においては、両端からのクリーンガスの供給以外に、長手方向の一端からアウターケース 4 にパイプを介してクリーンガスを供給し、上述した除電器の略中央部に配置されるハーフベース 5 A に設けられる円形孔 4 0 2、及びその位置に設けられるハーフベースの上端面の一部に開口を形成することにより、クリーンガスを供給するパイプの一端を内部ガス通路 1 0 に臨ませるようにしてもよい。

【 0 0 3 7 】

言うまでもないが、除電器 1 の両端からのガスの供給で、必要なガス量を確保できる長さについては、円形孔 4 0 2 ならびにその位置に対応するハーフベース 5 A の上端面に開口を形成する必要はない。更に、図示しないが、円形孔 4 0 2 を用いて、内部ガス通路 1 0 にクリーンガスを供給する除電器 1 については、クリーンガスを供給するパイプを設ける、除電器の長手方向の他端部からパイプを臨ませる円形孔 4 0 2 までアウターケース内の空間に、高電圧ユニット 6 や制御基板 7 を配置することにより、パイプとの干渉を避けている。

【 0 0 3 8 】

引き続き図 1 4 を参照して、各放電電極 2 1 の回りには対向電極つまり接地電極部材 4 2 が配設されている (図 3)。接地電極部材 4 2 は、この実施例ではプレート部材で構成され、接地電極部材 4 2 は、各放電電極 2 1 と同軸に配設される円形リング部 4 2 1 と各
50

円形リング部 4 2 1 を連結する直線状の連結部 4 2 2 (図 3 、 図 1 5) を備えている。この接地電極部材 4 2 は、図 6 に示すハーフベース 5 A の底面側の内部に埋設されている。この円形リング部 4 2 1 は、上記のシールド用ガス流出通路 2 5 及びその外周側に位置する第 1 ガス溜め 2 6 が存在している高さ位置に配設されている。より詳しくは、接地電極部材 4 2 の各々の円形リング部 4 2 1 は、除電器 1 の下部を構成するベース 5 に放電電極 2 1 を囲むように構成され、その内側に、主放電電極ユニット 2 や追加の放電電極ユニット 3 が配置されるようになっている。また、本実施例においては、主放電電極ユニット 2 の外側円筒壁 2 0 1 からベース 5 内部に形成される内部ガス通路 1 0 を介したベース 5 側に、ベース 5 内部に埋設される状態で円形リング部 4 2 1 が配置されている。

【 0 0 3 9 】

10

上記配電プレート 4 0 はハーフベース 5 A の天井壁 5 0 1 に固設され、上記接地電極部材 4 2 の各々の円形リング部 4 2 1 はハーフベース 5 A の放電電極ユニット 2 、 3 を保持する底面側で且つ、側面側側壁 5 0 2 の近傍に埋設されており (図 3) 、少なくとも、この接地電極部材 4 2 を埋設した部分 5 0 2 a は絶縁性材料、例えば絶縁性に優れた合成樹脂材料で作られている。プレート状の接地電極部材 4 2 に含まれる円形リング部 4 2 1 は、その幅 W (図 1 5) がハーフベース 5 A の側壁 5 0 2 の厚みよりも小さく、この円形リング部 4 2 1 がハーフベース 5 A から外部に露出しないように配設されている。このように、接地電極部材 4 2 を埋設した状態で、この接地電極部材 4 2 の円形リング部 4 2 1 を放電電極 2 1 の周囲に配設したことから、放電電極 2 1 から接地電極部材 4 2 つまり円形リング部 4 2 1 と放電電極 2 1 との間の沿面放電を発生させることなく放電電極 2 1 と接地電極 (接地電極部材 4 2) との間に形成される電界を相対的に弱めることができ、これにより放電電極 2 1 とワーク (図示せず) との間の電界を相対的に強めることができる。

20

【 0 0 4 0 】

より詳細には、円形リング 4 2 1 の径の大きさは、小さいほど、放電電極 2 1 と接地電極部材 4 2 との間に形成される電界を極力弱めることができるものの、一方で、径を小さくしすぎると円形リング 4 2 1 と放電電極 2 1 との間での絶縁耐圧が維持できなくなる虞がある。このため、円形リング 4 2 1 の径の大きさは、放電電極 2 1 との間の絶縁耐圧を維持できる大きさで、且つ放電電極 2 1 と接地電極部材 4 2 との間に形成される電界を極力弱めることができる大きさが好ましく、本実施例における円形リング 4 2 1 の径の大きさは、放電電極 2 1 を径の中心とした場合、第 1 ガス溜まり 2 6 より大きく、外側円筒壁 2 0 1 より小さくなっている。

30

【 0 0 4 1 】

更に、各放電電極 2 1 に周りに形成される各円形リング 4 2 1 は、円形リング 4 2 1 の径より小さい幅を有し且つ直線状に延びる連結部 4 2 2 にて連結されており、その連結部 4 2 2 は、除電器 1 に組み込んだ状態で、ほぼ放電電極 2 1 、 2 1 を結ぶ直線上に配置されている。また、この直線部 4 2 2 の幅は、給電性能や組み付け上の剛性などを満たす限り、放電電極 2 1 と接地電極部材 4 2 との間に形成される電界を極力弱めるために小さいほうが好ましい。つまり、接地電極部材 4 2 の連結部 4 2 2 は、ハーフベース 5 A の放電電極ユニット 2 、 3 を保持する底面側で、且つ放電電極 2 1 、 2 1 を結ぶほぼ直線上で、隣接する放電電極 2 1 、 2 1 の間の部分に埋設されている。

40

【 0 0 4 2 】

なお、接地電極部材 4 2 に関し、実施例では金属のプレス成形品からなるプレートで構成されているが、必ずしもプレートである必要はなく、例えば針金状の線材を用いて同様の構成を形成してもよいことは言うまでもない。

【 0 0 4 3 】

図 1 6 ~ 図 1 9 を参照して、放電電極 2 1 の先端 2 1 b を包囲して放電電極 2 1 の汚染を抑制するシールド用ガスの流れについて説明する。ここに、図 1 9 は、ガスの流れに関連した構造の概念図である。

【 0 0 4 4 】

フィルターなどで清浄化された空気または窒素ガスなどの不活性ガスなどのクリーンガ

50

スが内部ガス通路 10 に供給され、この内部ガス通路 10 を流れるクリーンガスは、上述した 1 本の第 1 縦溝 31 によって規定される第 1 オリフィスを通じて内部ガス通路 10 の脈動の影響が抑えられた状態で、第 1 段目の円周チャンバ S1 に流入する。第 1 段目の円周チャンバ S1 内のクリーンガスは、上記第 1 縦溝 31 とは直径方向に対抗する位置に設けられた 1 本の第 2 縦溝 32 によって規定される第 2 オリフィスを通じて第 2 段目の円周チャンバ S2 に流入し、そして、この第 2 段目の円周チャンバ S2 内のクリーンガスは、第 2 縦溝 32 とは周回り方向に 45° オフセットした 4 本の第 3 縦溝 33 によって規定される第 3 オリフィスを通して下方に流れる。

【0045】

ハーフベース 5A の内部ガス通路 10 を流れるクリーンガスは、共に 1 本の第 1、第 2 の縦溝 31、32 で構成される第 1、第 2 オリフィスを通じて第 1、第 2 段目の円周チャンバ S1、S2 に流入し、そして、第 2 段目の円周チャンバ S2 内のクリーンガスが 4 本の第 3 縦溝 33 を通じて第 1 ガス溜め 26 に流入する。すなわち、第 2 段目の円周チャンバ S2 内のクリーンガスは 4 本の第 3 縦溝 33 によって案内されて第 1 ガス溜め 26 に流入するが、この第 1 ガス溜め 26 は、その深部が拡大ヘッド部 202 まで延びているため、第 1 ガス溜め 26 に流入したクリーンガスを静圧化することができる。

【0046】

特に、上述した各 1 本の第 1、第 2 の縦溝 31、32 という円周方向に離間した多段のオリフィスを通じて第 1 ガス溜め 26 にクリーンガスが供給されるため、内部ガス通路 10 の脈動の影響を断絶しつつ第 1 ガス溜め 26 内でのクリーンガスの静圧化を高いレベルまで高めることができる。そして、第 1 ガス溜め 26 内のクリーンガスは、この第 1 ガス溜め 26 よりも径方向に拡大した円周チャンバ S3 を通じて内側円筒壁 206 の上端を乗り越えて内側円筒壁 206 内のシールド用ガス流出通路 25 に入る。

【0047】

前述したように、シールド用ガス流出通路 25 は、放電電極 21 の長手方向中間部分から先端 21b に至るまで放電電極 21 の外周に沿って肉薄の長い円筒状に延びているため、このシールド用ガス流出通路 25 内を通過するクリーンガスは層流化されて中心開放口部 207 を通じて下方に流出する。したがって、放電電極 21 の外周面に接して位置するシールド用ガス流出通路 25 内を放電電極 21 の長手方向に沿って流下するクリーンガスは、シールド用ガス流出通路 25 を通過する過程で層流となって放電電極 21 の先端 21b を包囲した状態でワークに向けて流出するため、放電電極 21 の先端 21b に対するシース効果を向上して、放電電極 21 の汚染防止効果を向上することができる。

【0048】

本実施例においては、放電電極 21 の外周面と接するシールド用ガス流出通路 25 内でのクリーンガスの流速は、約 1 m/sec となるように設定されており、このように制御されて中心開放口部 207 から放出されたイオン化されたクリーンガスは、シールド用ガス流出通路 25 の径の拘束から解放されるため、約 1 m/sec よりはるかに遅い流速で、中心開放口部 207 の最終開放端の大きさと同様径を持つ円柱状に下方に流出する。

【0049】

また、放電電極 21 の径方向外方に内外二重の壁、つまり内側円筒壁 206 と外側円筒壁 201 とで放電電極 21 の先端部まで延びる第 1 ガス溜め 26 を形成するようにしてあるため、第 1 ガス溜め 26 の静圧効果を維持しつつ主放電電極ユニット 2 の外側円筒壁 201 の直径を小さく設定することができる。

【0050】

図 19 から最も良く理解できるように、実施例の除電器 1 は、放電電極 21 の長手方向に沿って、第 1 円周チャンバ S1、第 2 段円周チャンバ S2、第 1 ガス溜め 26 を直列に配列し、そして、この第 1 ガス溜め 26 の内周側に位置するシールド用ガス流出通路 25 と第 1 ガス溜め 26 とを径方向に重複した態様で配置してある。そして、第 1 ガス溜め 26 へのクリーンガスの供給を周方向に離間した多段のオリフィス（第 1、第 2 の縦溝 31、32）を通じて多段に配置した空間 S1、S2 を通じて第 1 ガス溜め 26 にクリーンガ

10

20

30

40

50

スを供給する構成が採用されている。これらのことから、内部ガス通路 10 での脈動から第 1 ガス溜め 26 を断絶することができるだけでなく、上述したように、第 1 ガス溜め 26 内の静圧化を向上できることは勿論であるが、上記多段オリフィス（第 1、第 2 の縦溝 31、32）を外側円筒壁 201 の内面に形成すると共に、放電電極 21 を片持ち保持する保持部材 22 の外周面に上下多段のフランジ 221a ~ 221c を形成して、これらの間の第 1、第 2 の円周溝 221d、221e によって多段の空間 S1、S2 を形成してあるため、放電電極 21 の長手方向に多段の空間 S1、S2 及び第 1 ガス溜め 26 を配列した状態を形成することができ、これにより、上述したシールド用ガスに関して脈動の断絶、高いレベルの静圧化を確保しつつ外側円筒壁 201 の直径を小さく設定することができる。

10

【0051】

次に、放電電極 21 の周囲において外部に露出しないように配設した接地電極部材 42 について説明すると、図 3 を参照して前述したように、接地電極部材 42 の円形リング部 421 は、ハーフベース 5A の底面側の絶縁性合成樹脂材料からなる側壁 502 近傍に埋設されており、この接地電極部材 42 の円形リング部 421 が放電電極 21 と同軸に配設されている（図 14）。このように接地電極部材 42（円形リング部 421）を埋設して外部に露出させない構成を採用することにより、従来の接地電極プレートを外部に露出する構成に比べて、放電電極 21 と接地電極部材 42 との間に発生する電界を相対的に弱めることができ、これにより放電電極 21 とワーク（図示せず）との間の電界を相対的に強めることができ、従来よりも除電効率を向上することができる。

20

【0052】

また、接地電極部材 42 の円形リング部 421 と放電電極 21 との間には、図 3、図 17 から分かるように、この接地電極部材 42 が占める平面上に内部ガス通路 10 から第 2 ガス溜め 35 にクリーンガスを供給する通路 10a、第 1 ガス溜め 26、シールド用ガス通路 25 内のガス層が介在しており、ガスは誘電率が合成樹脂材料よりも低く、このため絶縁耐圧が高いため、接地電極部材 42 と放電電極 21 との間の絶縁性を確保するのが容易である。換言すれば、接地電極部材 42 と放電電極 21 との間を絶縁性合成樹脂だけで絶縁するよりも絶縁耐圧が相対的に高いエア層を介在させることで、接地電極部材 42 が占める平面上において、接地電極部材 42（円形リング部 421）と放電電極 21 との間の離間距離を小さくする設計することができる。より詳しくは、円形リング部 421 の内周縁と放電電極 21 との間の離間距離は、第 2 ガス溜め 35 にクリーンガスを供給する通路 10a（図 17）、第 1 ガス溜め 26、シールド用ガス通路 25 内のガス層の絶縁耐圧を考慮した値に設定されており、ガス層を含めて絶縁耐圧を確保できる離間距離まで円形リング部 421 の内径が小さく設定することができる。

30

【0053】

上述した実施例では、放電電極 21 の外周面と接するシールド用ガス流出通路 25 内のクリーンガスの流速が約 1m/sec に設定され、各アシストガス流出孔 37 内でのクリーンガスの流速が約 200m/sec となるように設定されているが、シールド用ガス流出通路 25 及びアシストガス流出孔 37 内での流速の具体的な数値は一例に過ぎない。例えばワークの除電速度を高める目的（ワークへのイオン到達速度を高める目的）でシールド用ガス流出通路 25 内でのクリーンガスの流速を 1m/sec よりも速い速度に設定してもよいことは勿論であり、例えば、シールド用ガス流出通路 25 内でのクリーンガスの流速の値がアシストガス流出孔 37 内でのクリーンガスの流速と略等しい値であってもよい。

40

【0054】

次に、放電電極 21 の汚れ度の検知及びその表示について以下に説明する。図 20 は、放電電極 21 に対する高電圧の印加方式としてパルス AC 方式を採用した場合の回路ブロック図である。この図 20 を参照して、放電電極 21 には、正の高電圧電源回路 50 と負の高電圧発生回路 51 とから交互に正又は負の高電圧が印加される。正及び負の高電圧電源回路 50、51 は抵抗 R1 を介して接地されており、この抵抗 R1 を流れる電流つまりイオン電流 i は増幅及びローパスフィルタ回路 52 で平均化されてフレームグランド電流

50

FGICとして制御回路 5 3 に入力される。制御回路 5 3 では、フレームグランド電流FGICの値が所定の目標値となるように放電電極 2 1 に印加する正及び負の高電圧のDutyがフィードバック制御される。

【 0 0 5 5 】

図 2 1 の波形図は、最も上の波形が放電電極 2 1 に印加する電圧に関するものであり、真ん中の波形が抵抗 R 1 を流れるイオン電流 i に関するものであり、最も下の波形が増幅及びローパスフィルタ回路 5 2 から制御回路 5 3 に入力されるフレームグランド電流FGICである。このフレームグランド電流FGICの値が目標値となるように放電電極 2 1 へ印加する正及び負の高電圧のDutyがフィードバック制御される。

【 0 0 5 6 】

図 2 2 は、可変 D C 方式を採用した場合の回路ブロック図である。可変 D C 方式の回路は、一対の放電電極 2 1、2 1 の各々に正又は負の高電圧を印加するバリアブル高圧電源回路 5 5、5 6 を有し、制御回路 5 3 から正負のバリアブル高圧電源回路 5 5、5 6 に対して電圧レベルを調整する信号が出力されて、正負のバリアブル高圧電源回路 5 5、5 6 が発生する高電圧の値がフィードバック制御される。

【 0 0 5 7 】

図 2 3 の波形図は、最も上の波形が正の放電電極 2 1 に印加する高電圧を示し、真ん中の波形が負の放電電極 2 1 に印加する高電圧を示し、最も下の波形が増幅及びローパスフィルタ回路 5 2 から制御回路 5 3 に入力されるフレームグランド電流FGICを示す。放電電極 2 1 へ印加する正及び負の高電圧の電圧値は、フレームグランド電流FGICの値が所定の目標値となるようにフィードバック制御される。

【 0 0 5 8 】

イオン生成制御に関し、除電器 1 が A C 方式の場合の操作量はDutyであり、D C 方式の場合の操作量は放電電極 2 1 に印加する電圧値であるが、共にフレームグランド電流FGICの値が所定の目標値となるようにフィードバック制御される点で共通する。したがって、以下に A C 方式の場合を例に説明するが、D C 方式に対しても同様に適用可能であると理解されたい。

【 0 0 5 9 】

まず、目標値の設定として次の態様から任意に選択可能である。

(1) 基本的なイオンバランス目標値を例えば「ゼロ」に設定し、所定の時間間隔で、つまり間欠的にワークのイオンバランスに大きな影響を及ぼさない程度にオフセットした目標値に変更する；

(2) 常時、ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度にオフセットした目標値を設定する。

【 0 0 6 0 】

イオンバランス目標値の意図的な変動に関する「ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度」に関して説明すると、許容可能なワークの帯電電圧は、除電器 1 のユーザ及び/又は除電対象となるワークの種類によって様々である。例えば除電後のワークの帯電電圧がプラス/マイナス 2 0 0 V 以内であれば許容範囲とされる場合もあるし、プラス/マイナス 3 0 V 以内であることを要求される場合もある。このことから、「ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度」の意味としては、基本的には、ユーザ及び/又は除電対象となるワークによって許容可能な除電後のワークの帯電電圧に収まる目標値の変動幅ということになる。したがって、イオンバランス目標値の変更幅をユーザに決定させてもよいが、除電器 1 を製造するメーカーによって「ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度」の変動幅を規定するのであれば、除電後のワークの帯電電圧の変動幅がプラス/マイナス 1 5 V、好ましくは 1 0 V、更に好ましくは 5 V に収まる範囲内でイオンバランス目標値の変動幅を規定すればよい。これによれば、ユーザ又は対象となるワークが厳格な除電を要求する場合に対しても十分に対応可能である。これをパルス A C のdutyで言えば 1 % 以下の変動幅に収まるように目標値の変動幅を規定すればよい。

【 0 0 6 1 】

図 2 4 は、イオンバランス目標値の変更に対する制御の追従性と放電電極 2 1 の汚れ度との関係を説明するための図である。放電電極 2 1 が汚れていない例えば新品の場合を実線で示し、使用により汚れが付着した場合を破線で示してある。この図 2 4 から分かるように、目標値に対する追従性は、「汚れ無し」の放電電極 2 1 の場合の方が優れている。このことは、「汚れ無し」の放電電極 2 1 の方が「汚れ有り」の放電電極 2 1 よりもイオンの発生効率が高く、従って迅速に目標値の変化に追従する。換言すれば、図 2 5 に示すように、「汚れ無し」の放電電極 2 1 の場合（実線）では操作量が小さく変化し、「汚れ有り」の放電電極 2 1 の場合（破線）では操作量が大きく変化する。なお、目標値の変化に対して実際のフレームグランド電流FGICの値が追従するのに要する時間が 1 0 ~ 1 0 0 秒である。この 1 0 ~ 1 0 0 秒という値は、例えばパルス A C 方式において放電電極 2 1 に印加する電圧のパルス周期よりも極めて大きな値であると言える。

10

【 0 0 6 2 】

ここで注目すべきことは、放電電極 2 1 の汚れ度合いによって目標値の変化に対する制御の追従性が異なることである。すなわち、放電電極 2 1 の汚れの度合いが進む程つまり放電電極 2 1 が汚れているほど制御の追従性が悪化する。この特性を利用して、ワークのイオンバランスに影響を与えない程度に目標値を意図的に変化させ、その追従性の良否によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを知ることができる。

【 0 0 6 3 】

このことは、フレームグランド電流FGICを検知してフィードバック制御を行う場合に限らず、接地電極（対向電極）との間に流れるイオン電流を検知してフィードバック制御を行う場合にも、上述した放電電極 2 1 の汚れ度合いと制御の追従性との関係は成立する。したがって、対向電極との間のイオン電流の値に基づいてイオン生成制御を行う場合であっても目標値を意図的に変化させ、その追従性の良否によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを知ることができる。

20

【 0 0 6 4 】

また、勿論のことであるが、除電器 1 が D C 方式であっても A C 方式の除電器であっても、等しく、上述した放電電極 2 1 の汚れ度合いと制御の追従性との関係は成立することから、D C 方式、A C 方式のいずれであっても、目標値を意図的に変化させ、その追従性の良否によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定することができる。

【 0 0 6 5 】

30

上述した実施例のように、接地電極部材 4 2 を放電電極 2 1 の周囲の合成樹脂材料の中に埋設して、放電電極 2 1 と接地電極部材 4 2 との間に発生する電界を弱めた場合に、フレームグランドに流れる電流FGICを検出して、これによりイオン生成制御を行うことは合理的である。一方、放電電極 2 1 の周囲に、外部に露出した接地電極（対向電極）を配設して、この対向電極との間のイオン電流の値に基づいてイオン生成制御を行う場合には、除電器に近接して例えば大きな容量のワークが存在すると、このワークの影響によって対向電極との間に流れる電流が減少し、このため、放電電極 2 1 が十分なイオンを発生しているにも関わらずイオン発生量が低下した誤検知して、放電電極 2 1 の汚れ度合いが進行したと判定してしまう虞があった。この問題は、フレームグランドに流れる電流FGICを検出して、これによりイオン生成のフィードバック制御を行うことで解消することができる。

40

【 0 0 6 6 】

図 2 6 は目標値の変更に関する一つの具体例を示す。図 2 6 を参照して、目標FGICとして例えばゼロを基準にプラス側とマイナス側に交互に、ワークのイオンバランスに影響を及ぼさない程度に目標値を変化させる。この目標値の変更に対する追従性は、フレームグランド電流FGICは放電電極 2 1 の汚れ度合いによって追従に要する時間が異なり、また、フレームグランド電流FGICの振幅が異なる。実線は新品の放電電極 2 1 の場合を示し、1 点鎖線は中程度の汚れの放電電極 2 1 の場合を示し、2 点鎖線はひどく汚れた放電電極 2 1 の場合を示す。

【 0 0 6 7 】

図 2 7 は、図 2 6 に示すフレームグランド電流FGICの波形を拡大した図である。この図

50

27において、図26と同様に、実線は新品の放電電極21の場合を示し、1点鎖線は中程度の汚れの放電電極21の場合を示し、2点鎖線はひどく汚れた放電電極21の場合を示す。目標値の変化に対する追従時間つまり位相の遅れは、新品の放電電極21の場合の追従時間を t_1 で示し、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従時間を t_2 で示し、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従時間を t_3 で示すと、 $t_1 < t_2 < t_3$ の関係にある。すなわち、新品の放電電極21の場合の追従時間 t_1 が最も短時間であり、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従時間 t_3 が最も長時間であり、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従時間 t_2 が中程度の時間である。つまり、汚れ度合いが進行するに対応して追従時間 t が長くなる。

【0068】

引き続き図27を参照して、検知FGICの値の追従振幅は、新品の放電電極21の場合の追従振幅を A_1 で示し、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従振幅を A_2 で示し、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従振幅を A_3 で示すと、 $A_1 > A_2 > A_3$ の関係にある。すなわち、新品の放電電極21の場合の追従振幅 A_1 が最も大きく、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従振幅 A_3 が最も小さく、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従振幅 A_2 が中程度である。つまり、汚れ度合いが進行するに対応して追従振幅 A が小さくなる。

【0069】

引き続き図27を参照して、検知FGICの値の立ち上がり又は立ち下りの追従傾斜角は、新品の放電電極21の場合の追従傾斜角を θ_1 で示し、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従傾斜角を θ_2 で示し、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従傾斜角を θ_3 で示すと、 $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ の関係にある。すなわち、新品の放電電極21の場合の追従傾斜角 θ_1 が最も小さく、ひどく汚れた放電電極21の場合の追従傾斜角 θ_3 が最も大きく、中程度の汚れの放電電極21の場合の追従傾斜角 θ_2 が中程度である。つまり、汚れ度合いが進行するに対応して追従傾斜角 θ が大きくなる。

【0070】

引き続き図27を参照して、検知FGICの値の基準値（ここではゼロ）に対して所定時間の検知FGIC値の積分値 S に関して、新品の放電電極21の場合の積分値を S_1 で示し、中程度の汚れの放電電極21の場合の積分値を S_2 で示し、ひどく汚れた放電電極21の場合の積分値を S_3 で示すと、 $S_1 > S_2 > S_3$ の関係にある。すなわち、新品の放電電極21の場合の積分値 S_1 が最も大きく、ひどく汚れた放電電極21の場合の積分値 S_3 が最も小さく、中程度の汚れの放電電極21の場合の積分値 S_2 が中程度である。つまり、汚れ度合いが進行するに対応して積分値 S が小さくなる。

【0071】

上述したように放電電極21の汚れ度合いによって、追従時間（位相遅れ時間） t 、追従振幅 A 、追従傾斜角 θ 、積分値 S が異なることから、目標値を変更する毎に、定期的に、又は、適当なサイクルでサンプリングして、複数段階のしきい値と比較することにより放電電極21の汚れ度合いを例えば5段階に区別して、これを例えば除電器1に設けた5つのLEDからなる表示手段60（図1）によって表示させることができる。

【0072】

図27に付記した第1～第5しきい値は、追従時間 t に関するものであり、放電電極21の汚れ度合いを判定するのに追従時間 t を採用するのであれば、検知した追従時間 t を第1～第5しきい値と比較することで、放電電極21の汚れ度合いを判定して、汚れ度合いの程度を表示手段60を使って表示することができる。

【0073】

勿論、追従振幅 A 、追従傾斜角度 θ 、積分値 S においても同様の手法を使うことで放電電極21の汚れ度合いを判定することができる。また、放電電極21の汚れ度合いを判定するのに、例えば追従時間 t 及び追従振幅 A というように2つのパラメータを使うようにしてもよい。すなわち、放電電極21の汚れ度合いによって異なる値となるパラメータを単一又は任意の組み合わせによって判定してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

放電電極 2 1 の汚れ度合いの判定方法に関し、図 2 8 に示すように、検知した FGIC を例えばハード的に絶対値に置換し、これを十分に遅い LPF で平均化した値と複数段階のしきい値との対比によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを判別することができる。図 2 8 において、実線は新品の放電電極 2 1 の場合を示し、1 点鎖線は中程度の汚れの放電電極 2 1 の場合を示し、2 点鎖線はひどく汚れた放電電極 2 1 の場合を示す。

【 0 0 7 5 】

また、図 2 9 に示すように、Duty や高電圧値の操作量 MV によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定してもよい。放電電極 2 1 が新品の場合の操作量を MV 1 (実線) を示し、中程度の汚れの放電電極 2 1 の場合の操作量を MV 2 (1 点鎖線) で示し、ひどく汚れた放電電極 2 1 の場合の操作量を MV 3 (2 点鎖線) で示してある。先に述べたとおり、放電電極 2 1 の汚れが進行するに従って、操作量を MV は大きくなることから、複数段階のしきい値との対比によって放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定することができる。

【 0 0 7 6 】

図 3 0 は目標値の変更に關する他の具体例を示す。矩形パルス状に目標値を変更した図 2 6 と対比すると良く分かるように、図 3 0 の他の具体例では、正弦波状 (sin 波状) にイオンバランス目標値の変更が行われる。図 3 0 の検知フレームグランド電流 FGIC に関し、放電電極 2 1 が新品の場合を実線で示し、中程度の汚れの放電電極 2 1 の場合を 1 点鎖線で示し、ひどく汚れた放電電極 2 1 の場合を 2 点鎖線で示してある。

【 0 0 7 7 】

ここで注目すべきことは、(1) 放電電極 2 1 の汚れ度合いによって追従遅れ (位相差) t が変化する ; (2) 放電電極 2 1 の汚れ度合いによって振幅が変化する ; (3) 放電電極 2 1 の汚れ度合いによって周波数が変化する ことである。

【 0 0 7 8 】

したがって、位相差、振幅、周波数をパラメータとして多段階のしきい値と比較することにより放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定することができる。また、操作量も変化する ことから、(4) 操作量 (Duty 又は高電圧値) の振幅 ; (5) 操作量 (Duty 又は高電圧値) の位相差 ; (5) 操作量 (Duty 又は高電圧値) を周波数解析 (FFT など) して変動周波数成分を検出して、これにより放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定するようにしてもよい。

【 0 0 7 9 】

また、放電電極 2 1 の判定において、単数又は複数の基準波形パターン (汚れ度合いの異なる放電電極 2 1 の FGIC の電流値) をメモリに記憶させておき、この基準波形パターンに基づいて放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定してもよい。判定の基礎となる基準波形パターンに関し、上述したように、例えば図 2 6 に示す検知 FGIC の波形 (新品、軽度の汚れ、中程度の汚れ、重度の汚れ、最重度の汚れ) というように予めティーチングにより基準波形パターンを求めてこれをメモリに記憶させておき、この基準波形パターンとの対比で放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定してもよい。

【 0 0 8 0 】

勿論、放電電極 2 1 と汚れ度合いとの関係は相関関係があることから、基本となる基準波形パターンだけをメモリに記憶しておき、この基準波形パターンに対して所定の係数を乗算して得た波形パターンに基づいて放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定するようにしてもよい。

【 0 0 8 1 】

如上的ように、ワーク近傍のイオンバランスに影響を及ぼさないようにイオンバランス目標値を変更し、この変更に伴って変化するパラメータであって放電電極 2 1 の汚れ度合いによって差異が現れるパラメータを使うことで、放電電極 2 1 の汚れ度合いを判定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 2 】

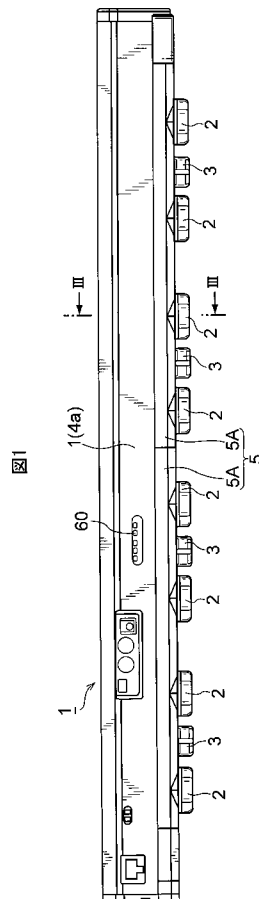
【 図 1 】 実施例の除電器の側面図である。

- 【図 2】実施例の除電器からアウターケースを取り除いて示す側面図である。
- 【図 3】図 1 の III - III 線に沿った断面図である。
- 【図 4】除電器のベースの半分を構成するハーフベースの斜視図である。
- 【図 5】ハーフベースの側面図である。
- 【図 6】ハーフベースの底面図である。
- 【図 7】ハーフベースの平面図である。
- 【図 8】放電電極ユニットの分解斜視図である。
- 【図 9】放電電極ユニットのユニット本体を斜め上から見た斜視図である。
- 【図 10】図 8 の X - X 線に沿った放電電極ユニットの断面図である。
- 【図 11】図 10 の XI - XI 線に沿った断面図である。 10
- 【図 12】図 10 の XII - XII 線に沿った断面図である。
- 【図 13】図 10 の XIII - XIII 線に沿った断面図である。
- 【図 14】放電電極に高電圧を供給する配電プレート及び各放電電極の回りの接地電極プレートを抽出して説明するための斜視図である。
- 【図 15】接着電極プレートの部分平面図である。
- 【図 16】ハーフベースの断面図である。
- 【図 17】ハーフベースの部位 X17 の部分を抽出した拡大断面図である。
- 【図 18】放電電極ユニット内のクリーンガスの流れを説明するための、図 10 に対応した断面図である。
- 【図 19】放電電極ユニットの内のクリーンガスの流れに関連したチャンバ、オリフィス、ガス溜め、シールド用ガス通路の関係を説明するための図である。 20
- 【図 20】イオンバランス目標値の変更に関連したパルス AC 方式の除電器の回路ブロック図である。
- 【図 21】パルス AC 方式で放電電極に高電圧を印加したときにフレームグランド (FG) との間に流れるイオン電流、イオン電流を平均化した後のフレームグランド電流 FGIC の波形図である。
- 【図 22】イオンバランス目標値の変更に関連した DC 方式の除電器の回路ブロック図である。
- 【図 23】DC 方式で正及び負の放電電極に高電圧を印加したときにフレームグランド (FG) との間に流れるイオン電流を平均化した後のフレームグランド電流 FGIC の波形図である。 30
- 【図 24】イオンバランス目標値の変化に対して放電電極の汚れ度合いによって制御の追従性が変化することを説明するための図であり、実線は新品の放電電極の場合を示し、破線は、汚れが進行した放電電極の場合を示す。
- 【図 25】イオンバランス目標値の変化に対して放電電極の汚れ度合いによって操作量が異なることを説明するための図である。
- 【図 26】矩形パルス状にイオンバランス目標値を変更した場合にフレームグランド電流 FGIC の変化を示す波形図であり、実線は新品の放電電極の場合を示し、一点鎖線は中程度の汚れの放電電極の場合を示し、二点鎖線は重度の汚れの放電電極の場合を示す。
- 【図 27】図 26 に示すフレームグランド電流 FGIC の変化を拡大した図である。 40
- 【図 28】放電電極の汚れ度合いの判定方法に関し、検知したフレームグランド電流 FGIC の絶対値に置換した後に、これを十分に遅い LPF で平均化した値を複数段階のしきい値と対比することによって放電電極の汚れ度合いを判別する例を説明するための図である。
- 【図 29】操作量によって放電電極の汚れを判定する例を説明するための図であり、実線は新品の放電電極の場合を示し、一点鎖線は中程度の汚れの放電電極の場合を示し、二点鎖線は重度の汚れの放電電極の場合を示す。
- 【図 30】正弦波状にイオンバランス目標値を変更した場合にフレームグランド電流 FGIC の変化を示す波形図であり、実線は新品の放電電極の場合を示し、一点鎖線は中程度の汚れの放電電極の場合を示し、二点鎖線は重度の汚れの放電電極の場合を示す。
- 【符号の説明】 50

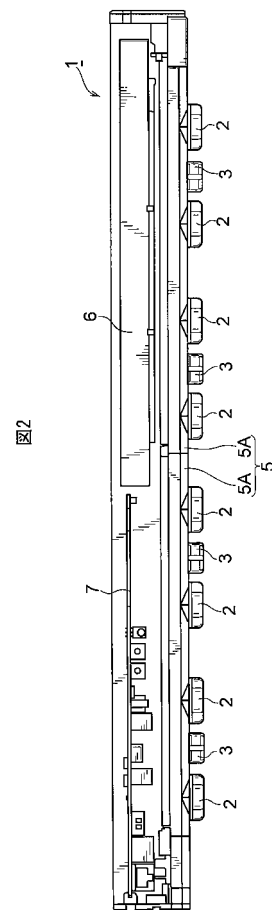
【 0 0 8 3 】

- 1 除電器
- 6 高電圧ユニット
- 7 制御基板
- 2 1 放電電極
- 4 2 接地電極プレート
- 5 3 制御回路
- FGIC フレームグランド電流

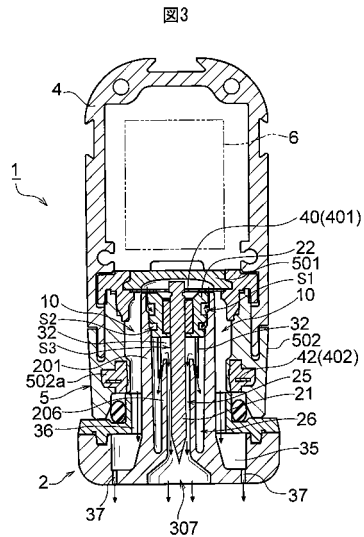
【 図 1 】



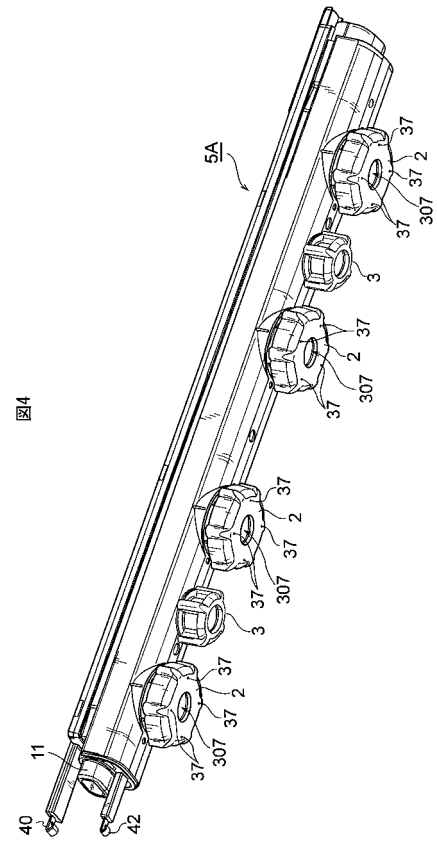
【 図 2 】



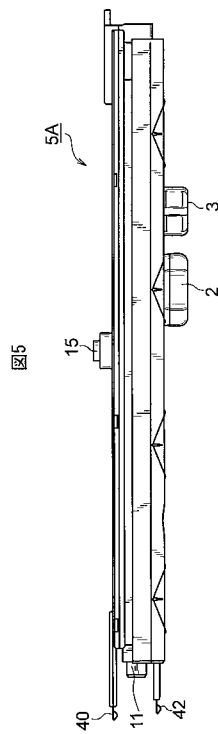
【 図 3 】



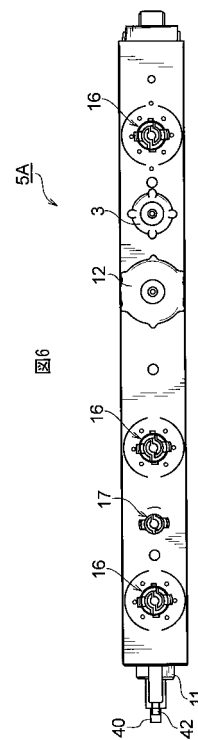
【 図 4 】



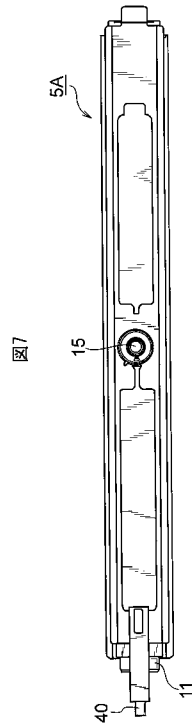
【 図 5 】



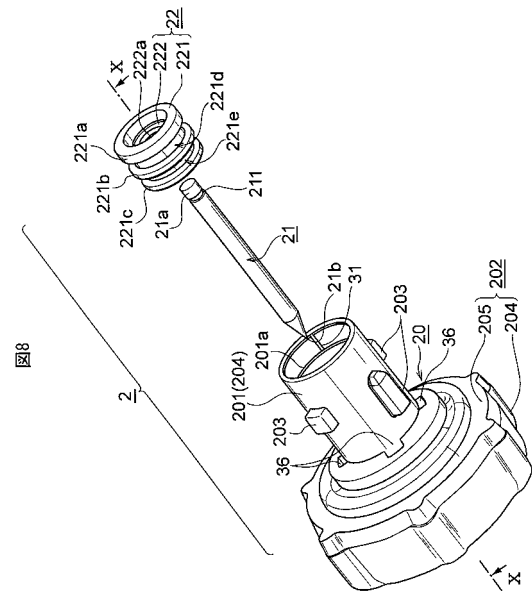
【 図 6 】



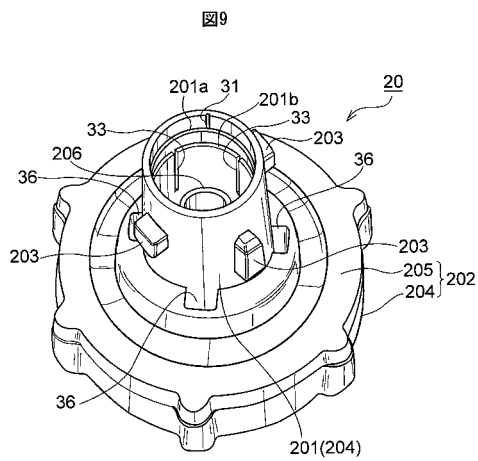
【図 7】



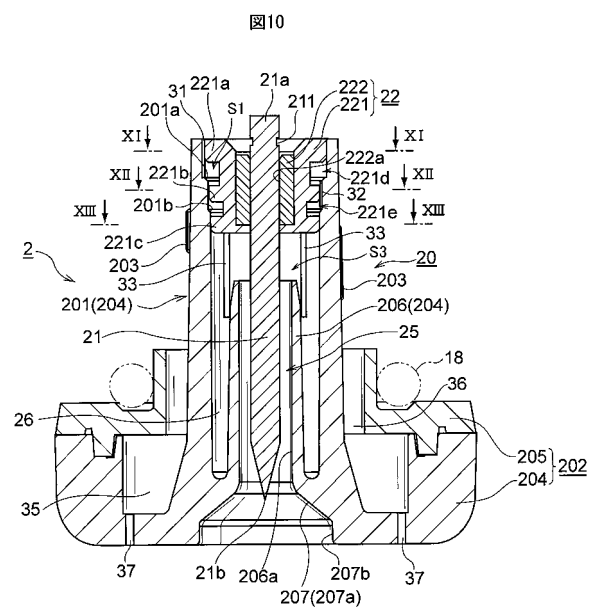
【図 8】



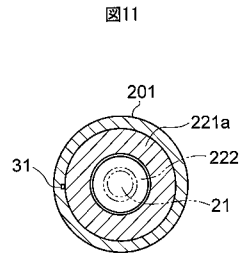
【図 9】



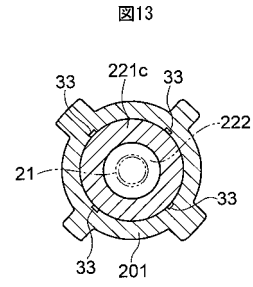
【図 10】



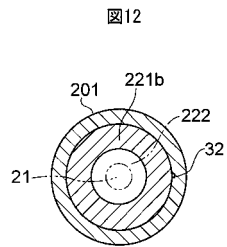
【図 1 1】



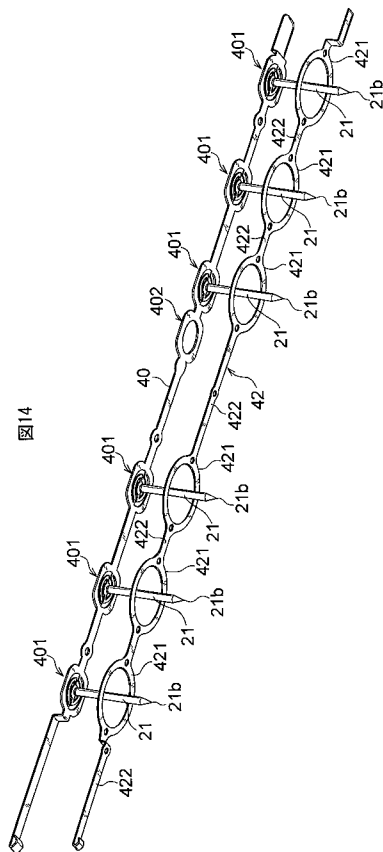
【図 1 3】



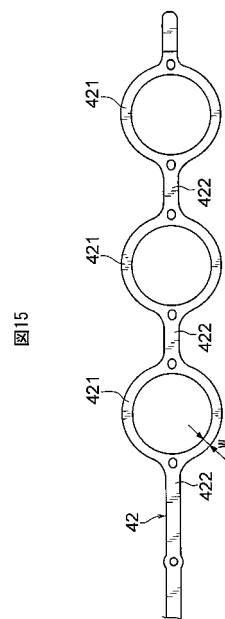
【図 1 2】



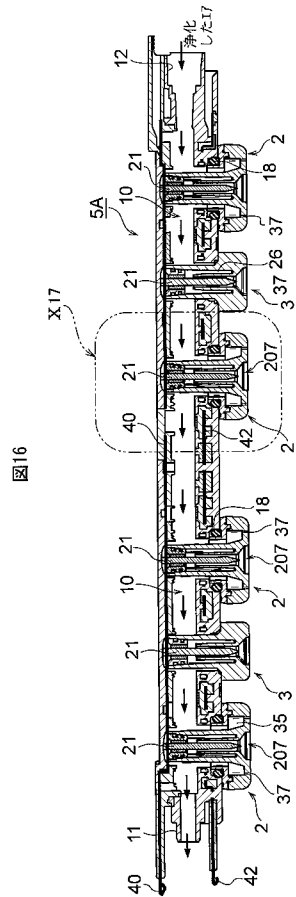
【図 1 4】



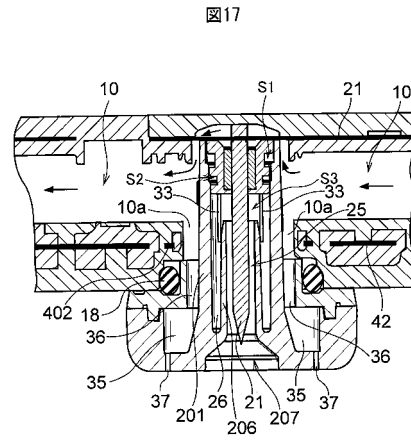
【図 1 5】



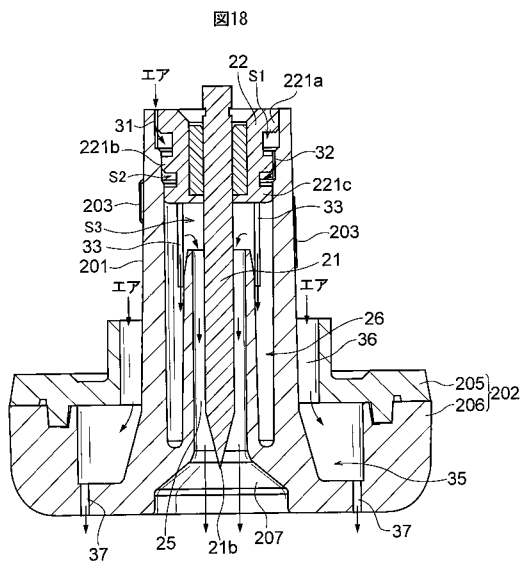
【図16】



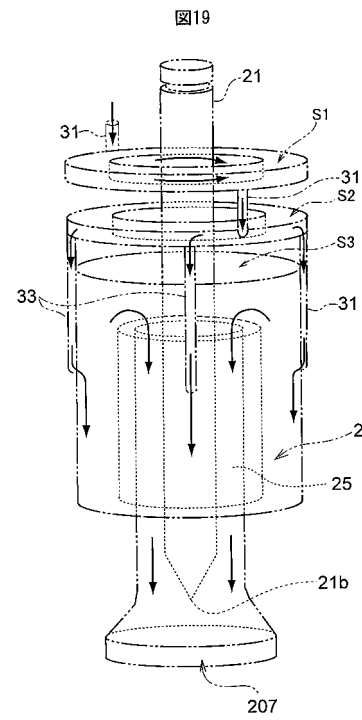
【図17】



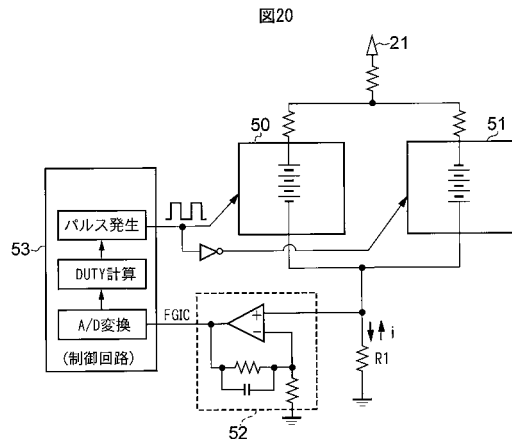
【図18】



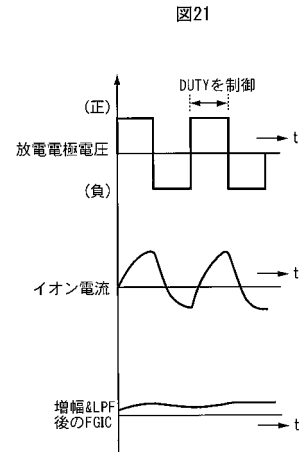
【図19】



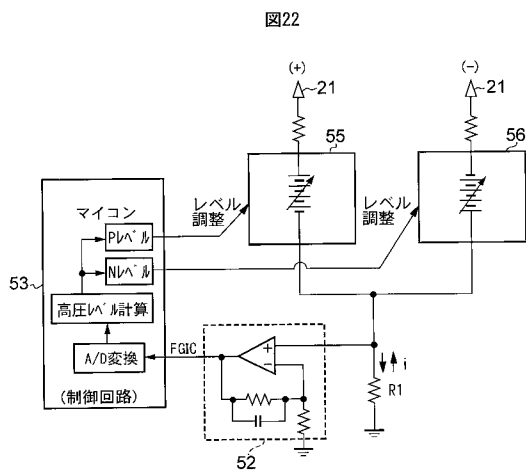
【図 20】



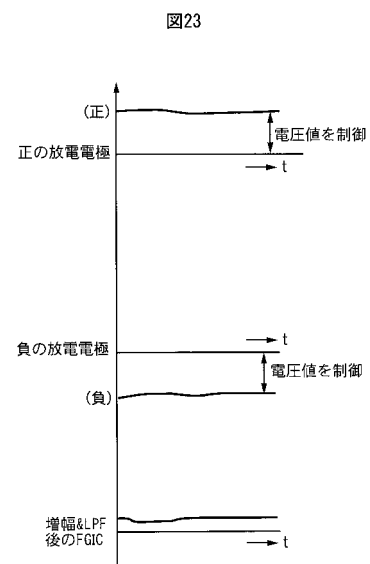
【図 21】



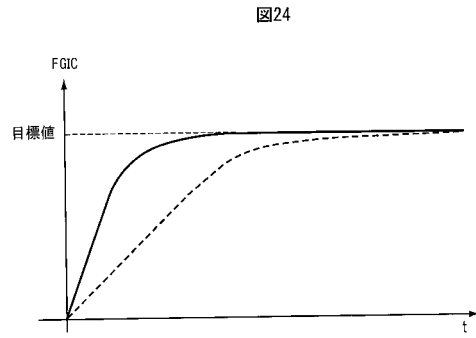
【図 22】



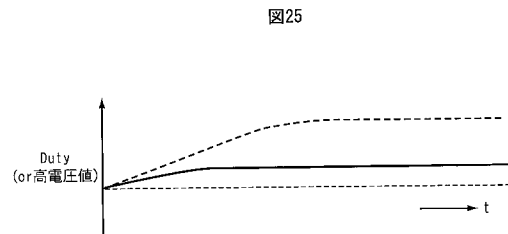
【図 23】



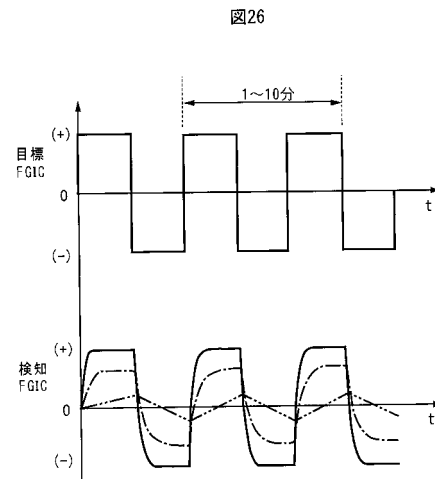
【図24】



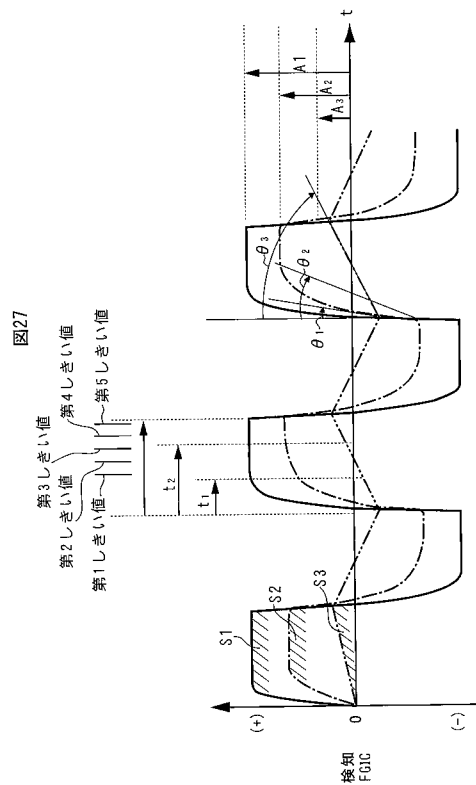
【図25】



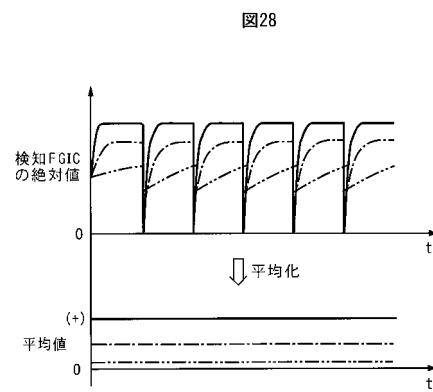
【図26】



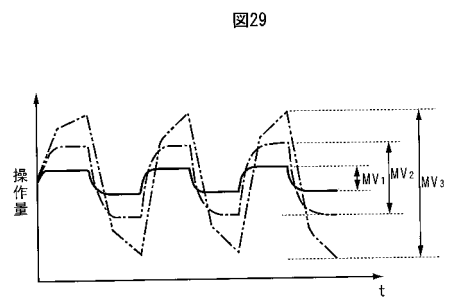
【図27】



【図28】

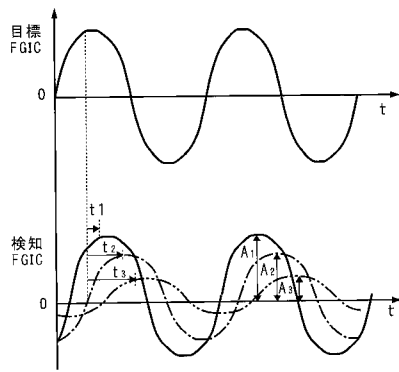


【図29】



【図 30】

図30



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-068498(JP,A)
特開平11-135293(JP,A)
特開平08-112549(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05F 3/04
H01T 19/04
H01T 23/00