

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4990435号  
(P4990435)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

G O 1 R 29/24 (2006.01)

F 1

G O 1 R 29/24

J

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-612761 (P2000-612761)  
 (86) (22) 出願日 平成12年4月21日 (2000.4.21)  
 (65) 公表番号 特表2003-508725 (P2003-508725A)  
 (43) 公表日 平成15年3月4日 (2003.3.4)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/010791  
 (87) 國際公開番号 WO2000/063707  
 (87) 國際公開日 平成12年10月26日 (2000.10.26)  
 審査請求日 平成17年6月30日 (2005.6.30)  
 審判番号 不服2010-4780 (P2010-4780/J1)  
 審判請求日 平成22年3月4日 (2010.3.4)  
 (31) 優先権主張番号 60/130,331  
 (32) 優先日 平成11年4月21日 (1999.4.21)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501409474  
 ウイリアムズ、ブルース・ティー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 140  
 12、バーカー、サマーセット・ドライブ  
 9537  
 9537 Somerset Drive  
 , Barker, NY 14012, U.  
 S. A.  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】浮遊プレート電圧モニタ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

浮遊プレートイオンモニタシステムにおいて、

(a) 入射するイオンを受けるように配置されているイオン導電性表面と、そのイオン導電性表面から間隔を隔てて配置されているシールド表面とを具備しているイオンコレクタ構造体と、(b) 前記イオン導電性表面に現れる電圧に追従する電圧をシールド表面に供給するための入力端子が前記イオン導電性表面に接続され、出力端子が前記シールド表面に接続されている利得が1の増幅器を含むボルテージ・フォロア回路を具備する第1の回路と、(c) 前記イオン導電性表面に第1の端子が接続されているキャパシタと、(d) 内部基準電位を供給する第2の回路とを具備し、前記キャパシタは前記イオン導電性表面と前記第2の回路との間に接続されており、前記第2の回路は動作時に前記イオン導電性表面に現れる電圧の限界以上に前記キャパシタの電圧定格を大きくする必要をなくすために前記内部基準電位を前記キャパシタの第2の端子に与えるように構成されており、前記イオン導電性表面と前記シールド表面との間のキャパシタンスは、イオンコレクタ構造体の物理的形態に関係なく動作において前記ボルテージ・フォロアの入力端子に設定されたキャパシタンスに対する影響が無視できるような小さい値に設定されていることを特徴とする浮遊プレートイオンモニタシステム。

## 【請求項 2】

10

20

前記ボルテージ・フォロア回路は利得が 1 の第 1 の演算増幅器演算增幅を具備し、第 1 の演算増幅器は、

- a ) その第 1 の器の正の入力にイオン導電性表面を接続する手段と、
- b ) その第 1 の演算増幅器の反転入力にシールド表面を接続する手段と、
- c ) その第 1 の演算増幅器の出力に接続されたインジケータとを具備している請求項 1 記載のモニタシステム。

**【請求項 3】**

さらに、前記第 1 の演算増幅器に接続されてモニタシステムの電圧測定範囲を拡大させる手段を備え、その電圧測定範囲を拡大させる手段は、

- a ) 前記第 1 の演算増幅器の出力に接続された反転入力を有する第 2 の演算増幅器と、
- b ) 前記第 2 の演算増幅器の出力に接続されたトランジスタスイッチと、
- 前記第 2 の演算増幅器の正の入力と前記トランジスタスイッチとの間に接続されている駆動フィードバックラインとを具備している請求項 2 記載のモニタシステム。

**【請求項 4】**

さらに、前記第 1 の演算増幅器と前記第 2 の演算増幅器の間に接続されて減衰モードでモニタシステムの動作中に前記第 2 の演算増幅器の入力から前記第 1 の演算増幅器の出力を選択的に遮断するスイッチ手段を備えている請求項 3 記載のモニタシステム。

**【請求項 5】**

さらに、イオン導電性表面を予めチャージさせるために前記スイッチ手段に接続されて動作する手段を備えている請求項 4 記載のモニタシステム。

**【請求項 6】**

前記内部基準電圧を供給する回路は前記モニタの電圧測定範囲を拡大させる手段に接続されている請求項 3 記載のモニタシステム。

**【請求項 7】**

前記内部基準電圧を供給する回路は、基準電圧の大きさを設定するための電圧分割器を備えている請求項 6 記載のモニタシステム。

**【請求項 8】**

さらに、前記電圧分割器とキャパシタとの間に接続されたバッファ増幅器を備えている請求項 7 記載のモニタシステム。

**【請求項 9】**

前記内部基準電圧を供給する回路は、基準電圧の大きさを設定するための電圧分割器を備えている請求項 1 記載のモニタシステム。

**【請求項 10】**

前記内部基準電圧を供給する回路は、基準電圧の大きさを調整するための電位差計を備えている請求項 6 または 9 記載のモニタシステム。

**【請求項 11】**

前記内部基準電位は基準電圧である請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項記載のモニタシステム。

**【請求項 12】**

減衰モードでイオンモニタシステムを使用するために導体を通ってイオン導電性表面を予めチャージさせる手段を備えている請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項記載のモニタシステム。

**【請求項 13】**

イオン導電性表面とシールド表面とは絶縁体のシートの反対側に設けられている請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項記載のモニタシステム。

**【請求項 14】**

浮遊プレートイオンモニタ方法において、  
(a) 入射するイオンを受けるように構成されているイオン導電性表面と、このイオン導電性表面から間隔を隔てて配置されているシールド表面とを備えているイオンコレクタ構造体を準備し、

10

20

30

40

50

( b ) キャパシタの第 1 の端子を前記イオン導電性表面に接続し、  
 ( c ) 利得が 1 の増幅器を含むボルテージ・フォロア回路で構成されている第 1 の回路  
を使用してイオン導電性表面に現れる電圧に追従する電圧をシールド表面に供給し、  
 ( d ) 前記キャパシタの電圧定格が前記イオン導電性表面に現れる電圧の限界以上にする必要をなくすために、内部基準電位を供給する第 2 の回路を使用して内部基準電位を前記キャパシタの第 2 の端子に供給し、  
 ( e ) イオンコレクタ構造体の物理的形態に關係なく前記ボルテージ・フォロアの入力端子に設定されたキャパシタンスに対する影響が無視できるような小さい値に前記イオン導電性表面と前記シールド表面との間のキャパシタンスを設定することを特徵とする浮遊プレートイオンモニタ方法。

10

**【請求項 1 5】**

さらに、電気的に設定されたキャパシタンスの大きさを変化させるステップを有する請求項 1\_4 記載の方法。

**【請求項 1 6】**

さらに、電気的に設定されたキャパシタンスの大きさを変化させるように供給される基準電圧の大きさを変化させるステップを含んでいる請求項 1\_4 記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、電気的な測定技術に関し、とくに、浮遊プレートイオンモニタシステムのイオン収集プレート素子のような分離したおよび、または遠隔表面または構造の電圧測定および予備チャージを行う電気的測定方法および装置に関する。

20

**【0 0 0 2】****【従来の技術】**

浮遊プレートイオンモニタシステムは一般に、製造プロセス中に電荷に敏感な半導体または LCD ( 液晶装置 ) 上に累積された電荷を減少または除去するために半導体製造プロセスで工業的に使用される室内空気イオン化システムの効果および効率を測定するために使用されている。

**【0 0 0 3】**

一般的に知られているように、MOSFET ゲートアレイ、デジタルメモリまたは論理素子のような電荷に敏感な半導体素子、あるいは TFT 装置 ( 薄膜トランジスタ ) を使用している LCD 装置上に累積された電荷は、制御または除去されなければ、これらの装置の半導体接合部を即座に破壊するか、あるいは耐用期間の初期にフィールド故障を生じさせる。

30

**【0 0 0 4】**

正および負の両方の空気イオンは一般に、半導体装置が処理されている領域を広範囲で照射 ( flood ) して処理中の半導体装置に関連した望ましくない電荷によって引付けられることのできる可動空気イオン電荷のプールを生成し、それによってそれらを実効的に中和して正味電荷をゼロにするために使用される。

**【0 0 0 5】**

40

代表的な浮遊プレートイオンモニタシステムは、空気イオン化システムにより生成された各極性の可動空気イオンの量を測定する手段を提供すると共に、生成された空気イオンフィールドが半導体プロセスラインに関連した種々の空間領域をゼロまたはほぼゼロの電圧レベルに保つ能力の尺度を提供することによって空気イオン制御システムにおいて重要な役目を果たしている。

**【0 0 0 6】**

使用時において、代表的な浮遊プレートモニタシステムは “ 減衰 ” モードおよび “ 浮遊 ” モードという 2 つの動作モードをとる。減衰モードにおいて、モニタに関連したイオン収集プレートまたは表面は一般に 1000 ボルト以上の正または負の電圧レベルに予めチャージされる。収集プレートがイオンフィールドからのイオンの衝突によって放電されて開

50

始値の 10 % のレベル、すなわち 100 ボルトになるために必要な時間は、そのイオンフィールドに関連したいずれかの極性の空気イオン量を示すモニタ内のタイマーによって測定される。この測定は正の 1000 ボルトの予備チャージレベルで行われ、負の空気イオンの量を示すか、あるいは負の 1000 ボルトの予備チャージレベルで行われ、正の空気イオンの量を示す。いずれの場合にも、プレートが逆の極性の空気イオンの吸引により放電されて 100 ボルトレベルに達するのに要する時間が測定され、そのフィールドにおける特定のイオンの“濃度(richness)”を示すために使用される。

#### 【0007】

浮遊モードでは、イオン収集プレートは最初ゼロ電圧レベルに予め設定され、その後イオンフィールドから入射したイオンの衝突により決まる電圧レベルに“浮遊”させられる。浮遊測定は、半導体装置上の正味電荷を低い値に減少させるフィールドの効果を示し、そのイオンフィールドによって駆動される装置の電圧レベルを、最初チャージされなかつたものでも全て示す。

10

#### 【特許文献 1】

米国特許第 4 3 7 0 6 1 6 A 号明細書

#### 【特許文献 2】

欧州特許第 0 2 2 2 9 5 0 A 号公報

#### 【特許文献 3】

日本特許出願平成 9 年 2 8 0 8 0 6 号公報

#### 【特許文献 4】

20

米国特許第 5 8 8 6 5 2 8 A 号明細書

#### 【0008】

#### 【発明が解決しようとする課題】

従来の浮遊プレートモニタシステムには多くの欠点がある。1つの欠点は、モニタシステムのイオン収集プレート素子が一般に、高いインピーダンスによって接地電位から分離されており、接地電位に関するプレート素子の電圧レベルを示すために接触しない静電電圧計プローブ装置を使用することによってモニタされることによって生じる。これらの静電電圧計プローブ装置は一般にフィールド“ミル”または音叉チヨッパー型のものであり、それらは高価で、プレート電圧を効率よく読出すためにイオン収集プレート構造体において広い取付け空間を必要とする。

30

#### 【0009】

別の欠点は、減衰モード測定のためにイオン収集プレートを予備チャージするために、一般にリレーまたはソレノイドを使用してプレートを予備チャージレベルの電圧源に対して一時的に結合することである。これには、プレートを接地電位に関して高いインピーダンスレベルに維持するために低い漏洩のリレー方式が必要であり、したがって一般にイオン収集プレート構造自身にリレーが位置される必要がある。

#### 【0010】

さらに別の欠点は、測定規格によって指定されているように、イオン収集プレートとその関連した接地基準構造との間のキャパシタンスを一般に  $20 \text{ pF} \pm 10\%$  の特定されたキャパシタンスに保たなければならないために発生する。これは、最小容積のイオン収集プレート構造の特定されたプレートの幾何学形状を必要とする。この構造は一般に大型で 15 cm × 15 cm 程度であり、その厚さは最小で 6 乃至 7 cm である。このタイプの構造を使用した場合、半導体装置自身の場所でイオンフィールドの効果を直接測定するために半導体装置と整列した状態でその上に直接イオン収集プレート構造を配置することは不可能であり、したがって測定の正確さが低下する。

40

#### 【0011】

別の欠点は、イオン収集プレート構造体を動作させるために、静電プローブ装置用の配線、HV リレー装置付勢配線、予備チャージ源用の高圧線、および接地基準素子用の接地基準接続に適合するためにモニタ電子装置構造体への大きい直径の接続ケーブルが一般に使用されることである。このためにイオン収集プレート構造体ケーブルが大きくなり、その

50

ために構造体の位置のフレキシビリティおよびその構造体の容易な設置が制限される。

【0012】

さらに別の欠点は、イオンフィールド内に配置される半導体装置と同じ相対的寸法および厚さのイオン収集プレートを構成することが望ましいが、現在の技術のイオン収集プレートはそれらに必要なリレー、静電プローブを収容するために必要とされる空間の寸法および要求される測定キャパシタンスのために所望の寸法で構成できることである。

【0013】

別の欠点は、必要とされる接地基準素子に関するイオン収集プレートキャパシタンスを生成するために、イオン収集プレートの正確な製造が要求され、一方接地基準素子から間隔を隔ててイオン収集プレート素子を支持するスペーサのような別の機械部品が高正確度、低漏洩およびコスト高の構成のものでなければならないことである。

10

【0014】

さらに別の欠点は、イオン収集プレートをモニタするために典型的な静電プローブシステムが使用されるために、現在の技術の浮遊プレートモニタシステムの帯域幅（周波数応答特性）がほぼ40乃至50Hzに制限されることである。これは、とくに交流型空気イオン生成装置が使用される場合に深刻な制限である。交流型空気イオン生成装置は半導体装置の位置において有害な交流フィールドおよび電圧を発生させる可能性が高く、現在の技術のタイプの浮遊プレートモニタを使用して正確に測定されることがない。

【0015】

したがって、本発明の主要な目的はこれまでの浮遊プレートモニタシステムの費用を減少させながら、このようなシステムに関して認められる上述の欠点をなくすことである。

20

【0016】

本発明の別の目的は、イオンプレート構造体の構成における代表的な装置である静電電圧プローブの必要性および使用をなくすことである。

【0017】

本発明のさらに別の目的は、イオンプレート構造体の構成における高電圧リレーまたはソレノイドの必要性および使用をなくすことである。

【0018】

本発明の別の目的は、接地基準構造に関するプレート面積およびプレート間隔のような機械的な考慮事項に依存するイオン収集プレート構造を提供する必要性をなくし、接地基準に特定のイオンプレートキャパシタンスを電気的手段を使用して設定することである。

30

【0019】

本発明のさらに別の目的は、イオン収集プレート構造への接続ケーブルの直径を減少させて非常にフレキシブルで直径の小さいものにし、それによって単一の導体遮蔽ケーブルの使用により測定される領域にイオンプレート構造体を容易に配置できるようにすることである。

【0020】

本発明の別の目的は、イオン収集プレート付近にある交流電界の検出および測定を可能にする高帯域幅性能の浮遊プレート電圧モニタシステムを提供することである。

【0021】

本発明のさらに別の目的は、隔離された表面または構造が“チャージ”シーケンス中に所定の電圧レベルにチャージされることが可能であり、一方、イオン収集表面または構造をチャージ、放電および監視するために浮遊プレート構造体に対して遮蔽された単一の導体を使用して、隔離された表面または構造の電圧レベルが“読み出し”シーケンス中にモニタされることのできる技術を提供することである。

40

【0022】

本発明のさらに別の目的は、隔離された表面または構造が、イオン収集表面からシールド電極への漏洩のために、あるいは接続ケーブルのキャパシタンスまたは漏洩効果によって非常に低い容量性負荷または抵抗性負荷を維持しながら、その表面または構造の所望数の面が外部静電電荷、電圧またはフィールドから遮蔽されることのできる技術を提供することである。

50

とである。

#### 【0023】

本発明のさらに別の目的は、処理されている種々の半導体装置の寸法および厚さに匹敵する種々の寸法および厚さでイオン収集プレート構造体が構成され、それによって浮遊プレートモニタシステムによりイオンフィールドおよび、または交流フィールドに対する半導体装置の応答特性を非常に正確にシミュレートすることを可能にするために、静電プローブ装置、リレー装置および、またはかさばったケーブルを使用せずにイオン収集プレート構造体の動作を可能にする技術を提供することである。

#### 【0024】

本発明の別の目的は、静電プローブおよびリレーまたはソレノイドのような機械的装置を使用する必要性をなくすことにより、要求される保守の頻度が低く、高い信頼性を特徴とする浮遊プレートモニタシステムを提供することである。 10

#### 【0025】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、イオンコレクタ構造体がイオン導電性表面と、それから間隔を隔てて配置されたシールド表面とを備えており、イオン導電性表面がそこに入射するイオンを受けるように配置されており、イオン導電性表面に現れる電圧に追従してその電圧の2倍の電位がシールド表面に供給される浮遊プレートイオンモニタシステムおよび方法を提供する。その結果、イオンコレクタ構造体の物理的形態に関係なく、イオン導電性表面とシールド表面との間のキャパシタンスが電気的に設定される。上記は、利得が1の接続された演算増幅器を設けて、その正の入力をイオン導電性表面に接続し、その反転入力をシールド表面に接続することによって達成される。増幅器の出力に接続された指示装置がイオン導電性表面上の電圧をモニタする。電気的に設定されたキャパシタンスに基準電圧が供給され、それによってその電圧定格をイオン導電性表面上に現れる電圧の限界以上にする必要がなくなる。供給される基準電圧の大きさは、電気的に設定されたキャパシタンスの大きさを変化させるように変化させることができる。 20

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の上記およびその他の利点ならびに特徴は、以下の詳細な説明および添付図面から明らかになるであろう。 30

図には、一般的な従来技術の浮遊プレートイオンモニタシステム10が示されている。ケーブル14によってモニタ電子構造体16に接続されたイオン収集プレート構造体12が示されている。イオンコレクタプレート20は一般に一辺が15cmで面積が225cm<sup>2</sup>の寸法を有し、接地基準構造22からほぼ2.5cm間隔を隔てて配置され、この2.5cmの間隔は、測定規格により要求される20pf±10%のキャパシタンスを表面20と接地基準構造22との間に設定するために4つの低漏洩スペーサ24によって設定されている。 40

#### 【0027】

図2には、接地基準構造22を備えたイオンコレクタプレート構造体12が示されている。この接地基準構造22は静電プローブ30を示すために切取られて示されており、その静電プローブ30は、開口36を通ってイオン収集プレート20の表面34の電圧を測定するように取付け手段32により支持されている。ソレノイド38もまた示されており、このソレノイド38は、付勢されたときに表面34と接触して電圧を表面34に供給し、それによって減衰モード動作の測定のためにこの表面を予備チャージするか、あるいは浮遊モード動作測定のためにそれを放電させてゼロにする。 40

#### 【0028】

ケーブル14は、プローブ変調器励起信号、信号出力および電源接続を含むプローブ30の電子装置用の配線を含んでいる。ケーブル14にはまた、接地基準構造22、ソレノイド減衰信号および予備チャージバイアスレベル電源用の配線もまた含まれている。

#### 【0029】

図3のaには、本発明のイオン収集プレート構造体50の概略図が示されている。図3のb 50

はその構造体の上面図、すなわち支持表面54上のイオン収集表面52の上面図である。表面52の寸法はS1およびS2として示されており、それは所望の適用に合致した任意の所望の寸法であることができる。その変形としては、長方形、円形その他任意の形状および寸法を組合せたものが含まれてもよい。さらに、表面52は平坦である必要がなく、球形または円錐形のような種々の形状をとることができる。イオン収集表面として動作する表面52は、その表面および、または体積抵抗率がほぼ $10^8$ 乃至 $10^{10}$ オーム/平方の範囲の金属または半導体表面のような導電性表面であることが好ましい。したがって、表面52は平坦な金属プレートを使用することによって提供されることが可能であり、あるいはアルミニウムまたは真鍮のような導電性材料から形成されることができ、もしくはそれは、絶縁材料である支持表面54上に接着剤結合、付着または蒸着されることのできる堅いまたは柔らかい導電性または半導電性の薄膜によって提供されてもよい。したがって“イオン導電性表面”という用語には、種々の形態の表面52が含まれる。表面52が剛性の表面または構造である場合には、支持表面54は不要であり、ディスクリートなスペーサが使用されてもよい。

### 【0030】

構造体50はまたシールド表面62を含んでおり、このシールド表面62は、構造体の底面または側面から表面52に結合しようとする電圧、電荷またはフィールドのような静電的な作用から表面52を遮蔽するように機能する導電性表面であることが好ましい。シールド表面62の寸法および形状は表面52の寸法および形状と一致しているので、表面62は望ましくないソースへの外部結合から表面52を保護することができる。従来技術のイオン収集構造体とは異なり、シールド表面62は接地基準構造には接続しておらず、イオン導電性表面52に現れる電圧に追従してその電圧の2倍の電圧を供給される。この目的を以下に説明する。表面52は±1000ボルト以上の範囲の電圧を受ける性能を有しているので、表面62は、イオン収集表面52上に現れたものと同じ電圧極値に追従するように駆動される。したがって、表面62の底面を絶縁し、それにきわめて接近することになるかもしれない接地面またはその他の面へのアーカオーバーを阻止しなければならない。したがって、表面62と関連して示されている表面64は必要とされる絶縁性を提供する絶縁面である。絶縁ジャケット66は遮蔽されたケーブル68をカバーしてケーブルシールド70から接地された物体へのアーカの発生を阻止するために使用される。

### 【0031】

図3のaにおいて矢印74で示されているイオン収集構造体50の厚さの寸法は、多くの適用に適合するように任意の所望の値をとることができる。絶縁表面54（使用されているならば）とシールド表面62との間の間隔は、たとえば金属薄膜を表面54の両面上に付着または接着剤結合することによって表面52と表面62が形成された場合、表面54の厚さによって決定されることができる。この両面接着剤で結合された金属構造は、廉価で簡単に入手できる標準的な両面印刷回路板材料を使用して容易に構成されることがある。あるいは、所望ならば、2片の片面印刷回路板材料の1片の片面印刷回路板を、絶縁表面64とシールド表面62を形成するために使用し、他方の1片を絶縁表面54およびイオン収集表面52のために使用することによって構造体全体を構成することができる。この2片は、非常に薄い構造体が要求されている場合には接着剤結合されることができ、あるいは厚い構造体が所望された場合はディスクリートなスペーサその他の絶縁材料によって互いに間隔を隔てて配置されることができる。

### 【0032】

通常、これらの廉価な技術により形成された構造体は、イオン収集表面52とシールド表面62との間で生じるキャパシタンスの範囲が広くなり、絶縁表面54に対して使用される誘電性材料の漏洩抵抗のために表面52の種々の程度の抵抗型負荷が生じ、あるいはディスクリートなスペーサを使用した場合には、スペーサの漏洩特性が生じる。さらに、遮蔽されたケーブル68の中心導体80とそのシールド70との間のキャパシタンスはケーブルの長さの変化のために大きく変動する。導体80とシールド70との間のケーブルの絶縁抵抗もまたケーブルの長さと使用される絶縁材料のタイプに大きく依存する。

10

20

30

40

50

## 【0033】

本発明の主要な目的は、イオン収集表面52とシールド表面62との間のキャパシタンスに対してイオン収集プレート構造体50が与える物理的構成の影響をなくすと共に、接続ケーブル68の容量性負荷の影響をなくすことである。この目的は、本発明にしたがってイオン収集プレート構造体50をケーブル68を介して図4に概略的に示されている装置に接続することによって達成されるであろう。

## 【0034】

図4を参照すると、利得が1の接続された、すなわちバッファである演算増幅器90に接続されたイオン収集表面52およびシールド表面62を備えた簡単化されたイオン収集プレート構造体50が示されている。とくに、表面52は遮蔽されたケーブル68の中心導体80を介して入力端子92に接続されており、この入力端子92はまた増幅器/バッファ90の(+)で示された端子である。シールド表面62およびケーブルのシールド70は、増幅器/バッファ90の出力および(-)で示されている反転入力94に接続されている。一般に知られているように、増幅器90の出力は、入力92(+)に供給される電圧に厳密に追従する電圧であり、利得が1(すなわち、0.99999)に近付く。シールド表面62およびケーブル68のシールド70がイオン収集表面52に供給された電圧に追従する電圧源に接続されているので、増幅器/バッファ90の線形動作電圧範囲内にある表面52に対して電圧が供給されているとき、表面52と表面62との間あるいは接続80すなわちケーブル中心導体と接続70すなわちケーブルシールドとの間の電圧差に変化は生じない。

## 【0035】

たとえば、特定の用途に対して選択された特定の物理的幾何学形状のイオンプレート構造体50を想定すると、表面52と表面62との間のキャパシタンスは $100\text{ p f}$ (ピコファラード)であり、一方公称的に $25\text{ p f}/\text{ft}$ であるその中心導体80とそのシールド70との間のケーブル68のキャパシタンスは、10フィートのケーブル長に対して $250\text{ p f}$ であり、合計した物理的キャパシタンスは $350\text{ p f}$ になる。このキャパシタンスを構成している構造体/ケーブルを図4に示されているようにフィードバックを有する増幅器/バッファ90の回路に接続したとき、そのキャパシタンスの動作値 $C_D$ は $C_D = C_p(1 - A)$ に減少し、ここで、 $C_p$ は物理的なキャパシタンスであり、Aは増幅器/バッファ90の利得である。したがって、物理的なキャパシタンス $C_p$ よりなる構造体/ケーブルの動作キャパシタンスは次のようになる:

$$\begin{aligned} C_D &= (350)(1 - 0.99999) \times 10^{-12} \\ &= 350 \times 10^{-17} \text{ ファラドまたは } 350 \times 10^{-5} \text{ ピコファラド} \end{aligned}$$

これは、図4では符号98で示されているシステムの主キャパシタンスであるキャパシタンス $C_1$ の値を例えば $20\text{ p f} \pm 10\%$ の値に選択したとき、 $C_1$ の値に対する動作キャパシタンス $C_D$ の比率は $0.002\%$ 未満である。したがって $C_1$ の値に対して無視することのできる大きさであり、キャパシタ $C_1$ はイオン収集表面52と接地基準電位との間に接続されているので表面52と接地基準電位との間には測定規格により必要とされる $20\text{ p f} \pm 10\%$ のキャパシタンスが存在し、構造体/ケーブルの動作キャパシタンス $C_D$ の影響は無視することができる。

## 【0036】

同様に、イオン収集表面52とシールド表面62との間の抵抗性漏洩電流および中心導体80と遮蔽されたケーブル68のシールド70との間の抵抗性漏洩電流は共に、それらの間のゼロ電圧差のために非常に低い値に押される。したがって、表面54および、または、絶縁スペーサが使用されている場合にはこれを絶縁する過度に低い漏洩絶縁材料、あるいはケーブル誘電体材料を使用する必要はない。

## 【0037】

種々の測定用途によって左右されるイオン収集プレート構造体50に関連した物理的幾何学形状の変更に対して、構造体およびケーブルの物理的なキャパシタンスの和( $C_p$ )は非常に小さく、 $C_1$ によって設定されるキャパシタンスに与える影響は無視できる程度であることが容易に認識できる。したがって、 $C_1$ は電気的な手段によって本発明の目的であ

10

20

30

40

50

るイオン収集表面52の接地電位に対するキャパシタンスを設定し、イオン収集プレート構造体の機械的なキャパシタンス（およびケーブルキャパシタンス）を無視できる程度のものにする。

#### 【 0 0 3 8 】

図4の回路はまた、増幅器90に接続されたバイアス電圧源102 および104 と、増幅器90の出力と接地端子との間に接続されている電圧計106 のようなインジケータとを備えている。

#### 【 0 0 3 9 】

本発明の電圧フォロア技術によって、イオン収集プレート構造体50のインピーダンス負荷が実質的に無限大になり、一方、そのプレートは同じ小さい直径のケーブルによってチャージされ、モニタされることが可能になる。したがって、イオン収集プレート構造体50の寸法および形状ならびに接地に対するそのキャパシタンスは特定の要求に対して調整することができる。たとえば、プレートのキャパシタンスは特定の E S D 感応装置のキャパシタンスに整合されることが可能であり、あるいはプレートの大きさは、プレート構造体50が遠隔地または制限された場所に配置される能够性を定められることがある。

10

#### 【 0 0 4 0 】

図4の回路では、それによってモニタされるイオン収集表面52上の電圧が増幅器 / バッファ90の電圧範囲の性能により定められる範囲に制限され、この範囲は一般にモノリシック構造の増幅器に対して ± 30 ボルトである。図5に示されている回路は、トランジスタQ1 の性能によって決まる限界までの高い電圧をカバーするようにイオンプレート電圧測定範囲を拡大するために使用されることが可能であり、このトランジスタQ1 はまた符号110 によって示されており、その電圧源V3 およびV4 を有している。要求されるキロボルト範囲の電圧範囲を得るためにカスコード接続されたバイポーラまたはF . E . T 装置を使用するか、高電圧光電池を使用するか、あるいはステップアップ調整スイッチング変圧器を使用する等の別の高電圧調整方式もまた適用可能である。図5に示されている特定の電圧拡大方式は以下のようにして動作する。

20

#### 【 0 0 4 1 】

電圧源V1 およびV2 の中央タップは、図4に示されているように接地基準電位に接続されるのではなく、“被駆動フィードバックライン”120 に戻される。正方向においてV3 の電圧により制限され、負方向においてV4 の電圧により制限されている被駆動フィードバックライン120 の電圧はトランジスタQ1 によって制御される。たとえば、トランジスタQ1 が完全にオフに切替わった場合、V4 の電圧はR4 としても示されている抵抗122 によって被駆動フィードバックライン120 を完全にV4 電圧に引張る。トランジスタQ1 が完全にオンに切替わり、抵抗R4 によって割算されるV3 - V4 に等しい電流が流れた場合には、被駆動フィードバックライン120 はV3 電圧の値に引っ張られる。トランジスタQ1 を流れる種々の程度の電流のために、被駆動フィードバックライン120 は電圧V3 およびV4 によって設定された限界内の種々の電圧レベルをとる。符号A2 で示されている演算増幅器128 は地点Aにおいて被駆動フィードバックライン120 と増幅器 / バッファ90の出力との間の電圧差を比較し、トランジスタQ1 を通る電流の量を制御する。したがって、増幅器A2 は被駆動フィードバックライン120 の電圧レベルを制御する。

30

#### 【 0 0 4 2 】

たとえば、地点Aにおける増幅器 / バッファ90の出力が上昇して被駆動フィードバックライン120 上の電圧より高くなった場合、増幅器A2 の出力は負方向に積分し、R3 で示されている抵抗130 によってトランジスタQ1 のエミッタ電流を増加させて、地点Aの電圧と被駆動フィードバックライン120 の電圧とがゼロ電圧差に再設定されるように被駆動フィードバック電圧を増加させる値にする。増幅器 / バッファ90の出力電圧と被駆動フィードバックライン120 の電圧との間の電圧差をゼロにするこの同じプロセスは、電圧V3 およびV4 によって設定される電圧限界内の増幅器 / バッファ90の任意の電圧出力に対して行われる。

40

50

## 【0043】

電圧源 V1 および V2 の中央タップを被駆動フィードバックライン120 に接続することによって、増幅器 / バッファ90ならびに演算増幅器 A2 は適当な動作電圧源を提供される。この場合、電圧 V3 および V4 の限界はそれぞれ 500 ボルト程度であり、トランジスタ Q1 は 1000 ボルトの VCE 応力が可能であるように選択されている。たとえば  $\pm 100$  ボルトの動作を行うために、トランジスタ Q1 は縦続接続されて 2000 ボルトの VCE 応力の性能のものにされ、両電圧 V3 および V4 はそれぞれ 1000 ボルトに増加される。抵抗 R4 の値は 1 乃至 10 メガオームの範囲であり、抵抗 R3 はほぼ 2 mA までの電流を供給するように選択され、演算増幅器 A2 から出力された -10 ボルトに対しては 5 キロオームとなる。符号 132, 134 および 136 としても示されている R1, C2 および R2 はそれぞれ 10 キロオーム, 1000 ピコファラドおよび 1 キロオームであり、安定した動作により高い帯域幅が得られるように選択されている。出力インジケータ 140 である Vo は示されているように被駆動フィードバックライン120 に接続されることができ、あるいは図 4 に示されているように増幅器 / バッファ90 の出力に接続可能であり、それはこれらの地点間のゼロ電圧のためである。上述したように、電圧拡大増幅器セクションは多くの形態をとることが可能であり、それには高電圧光カップラ、抵抗 R4 の代りの能動半導体装置等の使用が含まれ、図 5 の回路は最も簡単な 1 例に過ぎない。

## 【0044】

図 6 には、図 5 に示された回路に素子 D1, D2, S1 および電圧源 VB を追加した回路が示されている。素子の追加は、モニタを減衰モードで動作させるように、たとえばプラスまたはマイナス 1 キロボルト等の予め設定されたレベルにイオン収集表面 52 を変化させるためにリレーまたはソレノイドを使用する必要性をなくす手段を提供するためである。符号 150 および 152 としても示されているダイオード D1 および D2 はキャパシタンスが低く、増幅器 / バッファ90 の入力接続 92 (+ 入力) と被駆動フィードバックライン 120 との間の電圧差がほぼ  $\pm 0.5$  ボルト越えることを許さない低漏洩タイプのものである。

## 【0045】

図 5 の回路の動作において説明したように、増幅器 / バッファ90 (A1) の入力 (+) と被駆動フィードバックラインとの間の電圧差は公称的に駆動される。したがって、ダイオード D1 および D2 はこの公称的な動作の場合に対して “透明” であり、電圧源 V3 および V4 により設定されるモニタの線形動作電圧を越える電圧がイオン収集表面 52 に供給された場合に増幅器 / バッファ90 (A1) の入力を保護することを除いて、それらはこの回路中で全く機能しない。この過電圧状況に対して、ダイオード D1 および D2 は表面 52 から被駆動フィードバックラインに電流を導き、増幅器 / バッファ90 (A1) の入力回路を保護する。

## 【0046】

符号 156 で示されているスイッチ S1 が “読み取り” 位置にある場合、図 6 の回路はダイオード D1 および D2 が追加されていることを除いて、図 5 の回路と同じである。しかしながら、スイッチ S1 が “チャージ” 位置にされたとき、符号 158 で示されている電圧源 VB は地点 A において増幅器 A2 の入力に接続され、一方、増幅器 / バッファ A2 の入力回路から増幅器 / バッファ90 (A1) の出力を遮断する。これによって、被駆動フィードバックライン 120 は増幅器 / バッファ90 (A1) の出力の電位ではなく、電圧源 VB の電位にされる。

## 【0047】

被駆動フィードバックライン 120 の電位が C1 の両端間の電圧から離れているので、ダイオード D1 または D2 は電圧源 VB に対して順方向に導通し、それによって C1 はダイオード D1 または D2 の順方向電圧降下より小さい VB の電圧値にチャージされる。イオン収集表面 52 および 増幅器 / バッファ A1 の入力に C1 が接続されることによって、これらの素子はほぼ 0.5 ボルトより低い VB の電圧レベルに予めチャージされる。電圧源 VB は、電圧 V3 および V4 によって設定されるモニタの線形電圧プラスまたはマイナス任意の電圧の範囲内であるように選択されることができる。これによってリレーまたはソレノ

イドを使用せずにイオン収集表面52のチャージが行われると同時に、それによって同じ接続、すなわち表面52の電圧レベルを読出すために使用される導体80によってその表面52が予備チャージされることが可能になり、これらは共に本発明の目的である。

#### 【0048】

予備チャージシーケンスが行われた後、スイッチS1は“読出し”位置に戻され、増幅器／バッファA1の出力電圧およびしたがってイオン収集表面52の電圧を再びモニタする。電圧源VBの電圧VBがゼロボルトに等しい場合、チャージシーケンスは表面52をゼロボルトプラスまたはマイナス0.5ボルトまで放電するように動作する。ダイオードD1またはD2の順方向電圧降下による電圧源VBからの±0.5ボルトのエラーが許容されることがない場合、いくつかの適用では、スイッチS1をチャージモードに付勢した時に第2のスイッチがダイオードD1およびD2の両端間を短絡させて順方向電圧降下を除去するように被駆動フィードバックライン120への増幅器／バッファA1の入力端子(+)においてダイオードD1およびD2と並列に第2のスイッチを設ける等のいくつかの技術により、それが回避されることができる。スイッチS1、および第2のスイッチが使用される場合にはこれもまた、一般に知られているように機械的なスイッチではなく半導体型の固体スイッチであることができる。

10

#### 【0049】

図7には、導体80によるイオン収集表面52の予備チャージ（またはゼロ化）を可能にする別の実施形態が示されている。この実施形態を使用することによって、ダイオードD1およびD2の順方向電圧降下は予備チャージ電圧制御ループの“内部”で行われ、したがってエラー電圧に影響を及ぼさない。

20

#### 【0050】

図7では、符号170で示されている演算増幅器A3が符号172で示されている抵抗R6を通って基準電圧Vcから得られた基準電流icを、接地基準端子に接続されている符号174で示された抵抗R5から得られた電流igと比較するために使用される。抵抗R6とR5との間の抵抗比は、基準電圧Vcプラスまたはマイナス電圧源V1またはV2から得られた電圧が、接地基準電流であるigによって整合されることのできる基準電流icを発生することが可能となる値になるように選択される。たとえば、基準電圧Vcが-10ボルトに等しく、抵抗R6が1メガオームである場合、-10μaの値の基準電流icが生じる。抵抗比が100:1の場合、すなわち抵抗R5が100メガオームであり、icおよびigの値が等しい（共に10μaである）場合、接地に対して-1000ボルトが抵抗R5の両端に発生する。

30

#### 【0051】

この実施形態に関する予備チャージ機能の動作は次のとおりである。イオン収集表面52上の電圧の現在の値が0ボルトであり、C1および表面52を-1000ボルトにチャージすることが所望されていると仮定する。Vcが-10μaのic値を発生する-10ボルトである場合、演算増幅器A3の正の端子は負の入力端子に関して負方向に引っ張られる。これによって、増幅器A3の出力は負に駆動される。スイッチS1が“チャージ”位置にされた場合、増幅器A3の出力における負の電圧は、抵抗R5の両端の電圧が1000ボルトに達して増幅器A1の正の入力においてゼロボルトに非常に近い電圧を生成するまで、ダイオードD1を順方向にバイアスし、キャパシタC1を負にチャージする。その時点で、増幅器A3の出力電圧の値は、C1がそれ以上チャージされることを阻止するために、すなわち0.5ボルト未満であるために必要な値になる。したがって、ダイオードD1およびD2はそれらの電圧降下をエラー源として除去するために電圧制御ループ内に配置される。スイッチS1が“読出し”位置に戻されたとき、表面52上の電圧の読出しが行われる。符号178, 180および182としてそれぞれ示されているR7, C3およびR8の値は、A3ループを補償してそのループの性能を安定させるように選択される。

40

#### 【0052】

本発明の浮遊プレートモニタシステムの費用をさらに減少させ、そのモニタのダイナミック応答を増加させるために、図8に示されているようにダイオードD1およびD2を(A

50

1 ) 増幅器 / バッファ90の出力回路に戻すことが望ましいことがある。図8において、部分的に示されているようにダイオードD1およびD2は、符号186でも示されている抵抗R9を介して増幅器A1の出力回路に戻すように接続され、この抵抗R9はほぼ100オーム乃至1キロオームの低い値の抵抗である。これによって、図6および7の接続で使用されるものよりも廉価でキャパシタンスが高く、より高い漏洩タイプのダイオードの使用が可能になる。増幅器 / バッファ(A1)は後続する高電圧エンハンスマント増幅器A2およびトランジスタQ1より広い帯域幅を有し、したがってイオン収集表面52上で非常に速い電圧転移が生じた場合でもダイオードD1およびD2を横切る電圧を一定に維持することができるので、この利点が得られる。抵抗R9の使用により、増幅器 / バッファ(A1)の出力を過負荷にすることなしにダイオードD1およびD2中に予備チャージ信号を導入することが可能になる。

10

#### 【0053】

図9のaには、キャパシタC1に対する電圧定格がイオン収集プレート52上に現れる電圧の限界以上である必要性をなくす回路に対してイオン収集プレート52と接地端子との間のキャパシタC1が接続されている本発明の別の実施形態が示されている。これは、高電圧定格を有する低い漏洩キャパシタの費用のために望ましい。したがって、キャパシタは、イオン収集プレート52と接地端子との間に接続される代りに、以下説明する回路によって供給される内部基準電圧とイオン収集プレート52との間に接続されている。図9のaには、電圧定格を低下させる回路が部分的な形態で示されている。利得が1のバッファ増幅器として接続されている符号190でも示されている増幅器(A4)は、符号192および194でそれぞれ示されている抵抗R10およびR11の抵抗電圧分割器における電圧を監視する。抵抗比は、符号198でも示されているキャパシタC1Aを横切る電圧応力を、増幅器A4の線形電圧動作の範囲内の任意の所望の割合だけ減少させるように選択される。たとえば抵抗R10を101キロオームにし、抵抗R11を10メガオームにすることによって分割器の比率が100対1である場合、100対1の分割器比が生成される。この比率で被駆動フィードバックライン120が、たとえば接地に関して1000ボルトに上昇した場合、被駆動フィードバックライン120に関して負の10ボルト信号がA4バッファ増幅器190の出力に現れる。A1増幅器 / バッファ90への入力と被駆動フィードバックライン120との間の電圧差は上述したようにゼロに維持されるので、上述のようにキャパシタC1Aを横切って10ボルトのチャージが発生する。したがって、上述した実施形態の場合には被駆動フィードバックラインと1000ボルトの接地との間の電圧差に対して、1000ボルトのレベルがキャパシタC1を横切って現れたが、この実施形態では被駆動フィードバックラインと接地との間の1000ボルトの差に対して、キャパシタC1Aを横切って発生する電圧はわずか10ボルトである。

20

#### 【0054】

キャパシタC1およびC1Aは共に、イオン収集表面52上で生じた電圧変化に関して同じチャージ状態を保持しなければならない。これを行うために、C1Aの値をC1の値で割ったものを抵抗R11およびR10によって設定された100対1の同じ分割器比により乗算し、それによってC1Aの値を2000ピコファラドと等しくする必要がある。2000ピコファラド(0.002マイクロファラド)のC1Aにより、イオン収集表面52に現れる見掛け上のキャパシタンスは、図4乃至8の前の実施形態においてそうであったように20ピコファラドになる。10ボルトの定格を有する低い漏洩の0.002マイクロファラドのキャパシタは寸法が小さく、廉価で容易に入手できるため、図9のaの実施形態は好ましいものである。バッファ増幅器190を設けることによって被駆動フィードバックライン120に接続された回路中の電池の消耗が防止される。

30

#### 【0055】

上記に関連して、イオン収集表面52に生じるキャパシタンスの大きさをここで符号Csで表すと、このCsは、上記の図4の説明で得られた関係の後にパターン化した以下の関係によって得られる：

#### 【数1】

40

50

$$C_s = C1A \left( 1 - 1 / \frac{R_{10} + R_{11}}{R_{11}} \right)$$

ここで、 $1 / [(R_{10} + R_{11}) / R_{11}]$  の項は、図 4 の実施形態に関連して与えられた C D と C p との間の関係の中の A に対応する。

#### 【0056】

図 9 の b は、キャパシタ C1 A の値を電気的に変化させることのできる図 9 の a の実施形態の基本的な形態を示している。電流測定規格では、イオン収集表面 52 に生じるキャパシタンスに対する値として 20 pF が特定されているが、その値を変更することが所望される状況が存在する可能性がある。抵抗 192, 194 は、被駆動フィードバックライン 120 と接地基準電位端子との間に接続された電位差計 210 によって置換される。キャパシタ C1 A の一方の端子には電位差計 210 のワイヤーアーム（可動端子）212 が接続され、他方の端子は図 9 の a の実施形態のようにイオン導電性表面 52 に接続されている。ゼロ抵抗値から最大抵抗値までの電位差計 210 の調節範囲は、表面 52 に生じるキャパシタ C1 A の値をゼロから図に示されている C1 A の実際の値まで変化させる。

#### 【0057】

図 9 の c は、キャパシタ C1 A の値を電気的に変化させる図 9 の a の実施形態の好ましい形態を示している。被駆動フィードバックライン 120 と接地基準電位との間には抵抗 220 および 222 の直列の組合せが接続されている。抵抗 220, 222 の接合部は、図 9 の a の回路中のバッファ增幅器 190 に類似したバッファ增幅器 224 の正の入力に接続されている。この増幅器 224 の出力と接地基準電位との間には電位差計 226 が接続されている。キャパシタ C1 A の一方の端子には電位差計 226 のワイヤーアーム 228 が接続され、他方の端子は図 9 の a の実施形態のようにイオン導電性表面 52 に接続されている。

#### 【0058】

図 9 の a の実施形態のように、バッファ增幅器 224 は被駆動フィードバックライン 120 に接続された回路中の電池の消耗を防止する。電位差計 226 はキャパシタ C1 A の値を変化させる。示されている回路における代表的な値は抵抗 220 に対して 100K、抵抗 222 に対して 1M、および電位差計 226 の最大値に対して 10K である。示されている装置において、電位差計 226 のワイヤーアームはキャパシタ C1 A の調節可能な値の範囲を示すダイヤルを備えたノブを手動で動作することにより制御される。

#### 【0059】

電位差計 226 は、増幅器 224 の出力と接地基準電位端子との間に接続されている 2 つの抵抗の直列組合せによって置換され、それら 2 つの抵抗の接続部がキャパシタ C1 A に接続されることができる。2 つの抵抗の比率を変更するために、マイクロプロセッサと組合せられたデジタルアナログコネクタを使用することができる。その代りに、電位差計はデジタル電位差計によって置換されることができる。いずれの場合も、上記したように、装置に対して動作するように接続されたコンピュータによりキャパシタ C1 A の値を電気的に変化させることができる。

#### 【0060】

当業者によって認識されるように、図 10 の実施形態で示されているように図 7, 8 および 9 の実施形態は容易に組合せられることができると可能である。図 10 に示されているように図 7, 8 および 9 の実施形態を組合せることによって好ましい実施形態が得られる。図 7 において R5 および R6 によって設定された抵抗の分割器比を図 10 の実施形態で使用した場合、それは 1 対 1 の比率に減少することができる。これは、図 7 では接地基準電位に接続されているものとして示されている抵抗 R5 が図 10 において増幅器 A4 の出力に戻されるために実施されることがある。増幅器 A4 はその入力に接続された 100 対 1 の抵抗比を有しているので、増幅器 A4 の出力は A3 回路によって直接使用されることでできる 100 対 1 の比を有する。

10

20

30

40

50

**【 0 0 6 1 】**

インジケータVoは、直流応答装置または交流応答装置であることができ、あるいはその両方であることが好ましいこともまた容易に認識できる。インジケータVoはまた被駆動フィードバックライン120の代りに地点Aに接続されてもよい。これは、電圧範囲エンハンスマント回路A2およびQ1のために被駆動フィードバックライン120が地点Aにおける信号と整合するためである。また、キャパシタC1またはC1 Aの値は、示されている200 p fとは異なるキャパシタンスをイオン収集表面52に与えるために指示された値と異なっていてもよい。キャパシタC1 Aの値は、上述したように電気的に変化されてもよい。別の変形には、増幅器／バッファA1の出力に対してではなく、被駆動フィードバックライン120に対する遮蔽されたケーブル68の接続が含まれることができ、それはここでもまたそれらの信号レベルが同じためである。所望ならば、増幅器／バッファA1の良好な保護のために、1対の対向して直列接続されたツェナーダイオードまたは他の保護装置がダイオードD1の陰極、ダイオードD2の陽極および被駆動フィードバックライン120の接合点間に接続されてもよい。

10

**【 0 0 6 2 】**

これらの実施形態では、静電プローブ装置はイオン収集プレート構造体で使用されないので、モニタの帯域幅は低い周波数に制限されず、使用される構成素子に応じて数十または数百キロヘルツに及び、したがって本発明の目的である広帯域幅性能が達成される。

**【 0 0 6 3 】**

さらに、静電プローブ装置および予備チャージリレーまたはソレノイド装置が使用されないので、頻繁なクリーニングや保守が不要であり、その一方でこれらの機械的な装置が取除かれているので信頼性が増加する。

20

**【 0 0 6 4 】**

本発明のモニタを減衰モードで使用する場合、イオン収集プレートを減衰タイマーに対して予め定められた開始電圧より高い電圧レベルに予備チャージする。入射した空気イオン流がイオン収集プレートを予め定められた開始電圧から予め定められた停止電圧まで放電するために要する時間がモニタにより測定される。本発明のモニタを浮遊モードで使用する場合には、はじめにイオン収集プレートをゼロボルトに放電し、その後イオン収集プレートに入射した空気イオン流によって定められる電圧レベルに浮遊させる。

30

**【 0 0 6 5 】**

本発明のモニタはコンピュータインターフェースを含む能力を有しており、それによって直列通信ポートおよびアプリケーションソフトウェアプログラムによってモニタはコンピュータから動作されることが可能である。これは、データ収集およびデータ記憶の自動化、統計的情報の累積、プレート電圧の時間ドメインでのグラフィック表示、報告生成、減衰時間のさらに高い分解、ならびに開始および停止電圧設定点を1ボルトづつ段階的に調節する能力を可能にするために便利である。イオン平衡テストおよび減衰テストが行われ、連続して実行されて繰返しテストおよびデータ収集を自動化することができ、データが獲得されてグラフィック形態で表示されるため、テスト結果の解釈が大幅に向上する。

40

**【 0 0 6 6 】**

とくに、減衰モードが選択された場合、正および負の減衰テストを行って、作業位置において表面上の電荷を中和するイオン化装置の能力を評価することができる。各減衰テストに対して、プレート電圧がプログラムされた停止電圧に達したときに、減衰波形が観察可能であり、減衰時間は十ミリ秒の分解能で与えられる。イオン平衡モードが選択された場合、イオン平衡テストを行って正および負の空気イオンの平衡度を評価することができる。テスト期間は、任意の指定された長さができる。各テスト期間に対して平均、最小および最大プレート電圧が記録および表示され、プレート電圧の時間的な変化がグラフ化される。

**【 0 0 6 7 】**

モニタのコンピュータ動作はまた、一連のテストがプログラムされて実行されることを可

50

能にする。多数のイオン化装置に関して同じ一連の平衡および減衰テストを繰返して、テスト結果を記録することがしばしば必要である。本発明のモニタのコンピュータ能力によってこれを自動化することは非常に有効である。これは、一連のテスト段階をプログラムして実行するようにテストシーケンスモードを入力することによって行われる。その手順は、一連のイオン平衡および減衰テスト段階の構築から始まる。各段階に対して、テストのタイプ(平衡または減衰)を指定し、その後は各テスト段階に対してパラメータを指定するように指示メッセージを与えられる。テストシリーズのプログラミングおよび実行は、ループ設定およびテスト段階間の遅延時間のプログラムを行うことによってさらに強化される。一連のテストの編集は編集されるべきテスト段階を識別することによって行われ、その時プログラムはその段階に対する新しいパラメータを入力せよという指示メッセージを示す。所望しないテスト段階は類似の方法を使用して削除される。

10

#### 【0068】

保存されたデータは全て、スプレッドシートソフトウェアを使用して容易に開かれるタブ説明付き(delineated)テキストファイルとして保存される。テストデータに関する追加情報を記録することもできる。解析が必要なときにデータをそこから操作することができる。テストデータはまたアプリケーションプログラム内において検索および表示されることができる。

#### 【0069】

したがって、本発明はその意図する目的を達成することが明らかである。本発明の実施形態を詳細に説明してきたが、それは単なる例示に過ぎず、それに限定されない。

20

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術の浮遊プレートイオンモニタシステムの斜視図。

【図2】 図1のシステムの部分的な断面図。

【図3】 本発明のイオン収集プレート構造体の概略図およびその構造体の上面図。

【図4】 本発明の浮遊プレートモニタの概略図。

【図5】 図4のモニタ範囲のレンジの拡大された実施形態の概略図。

【図6】 減衰モードの動作に対する本発明のモニタの1実施形態の概略図。

【図7】 イオン収集表面の予備チャージまたはゼロ化を可能にする本発明のモニタの1実施形態の概略図。

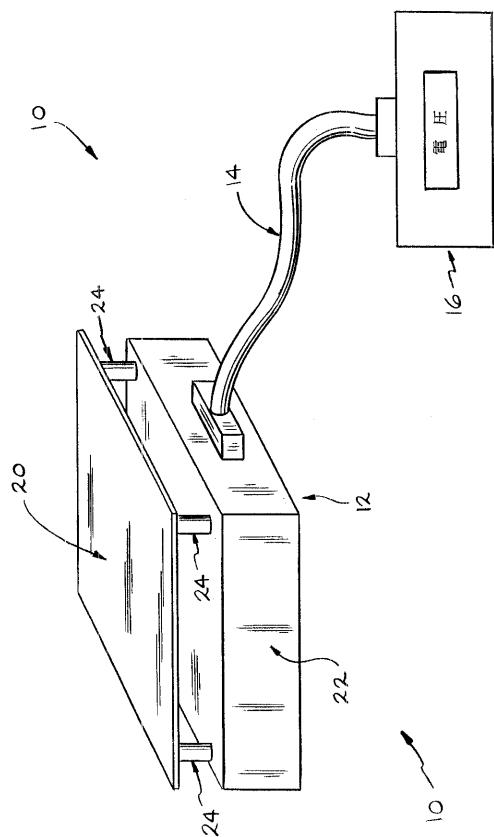
【図8】 図7のモニタに対する修正を示す概略回路図。

30

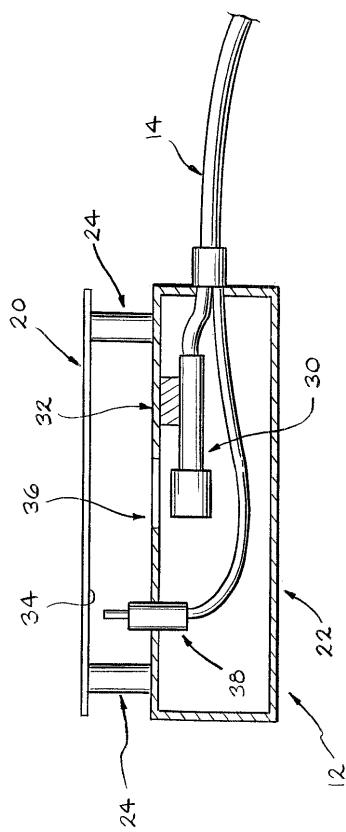
【図9】 キャパシタの電圧定格を減少させる本発明のモニタの1実施形態の概略図、およびそのキャパシタンスの大きさを変化させるための基本的な形態および好ましい形態の概略図。

【図10】 図7、8および9の実施形態が組合せられた本発明によるモニタの概略図。

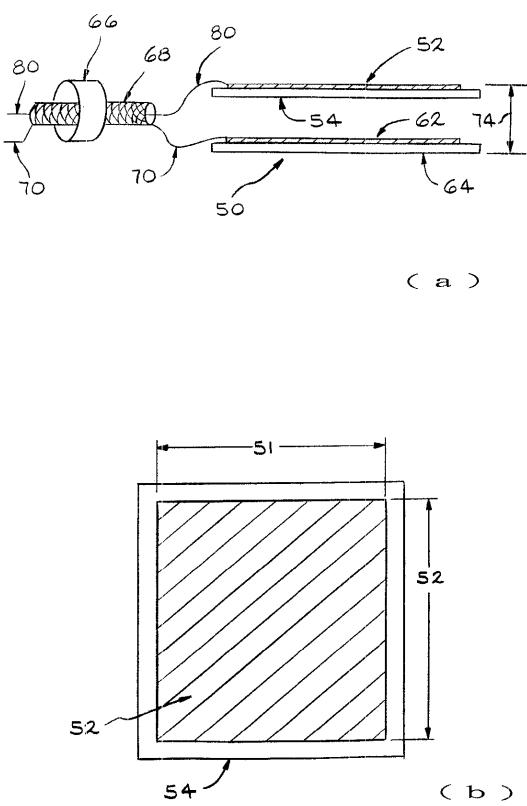
【図1】



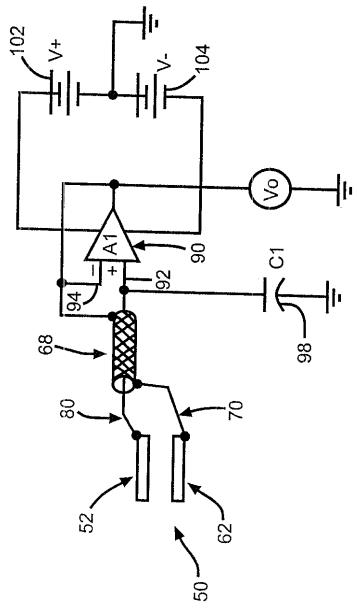
【図2】



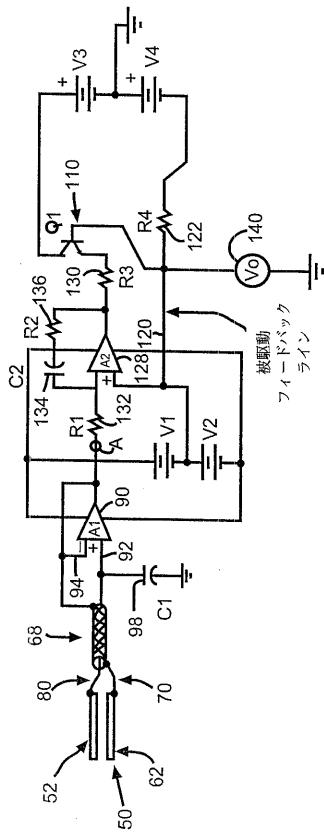
【図3】



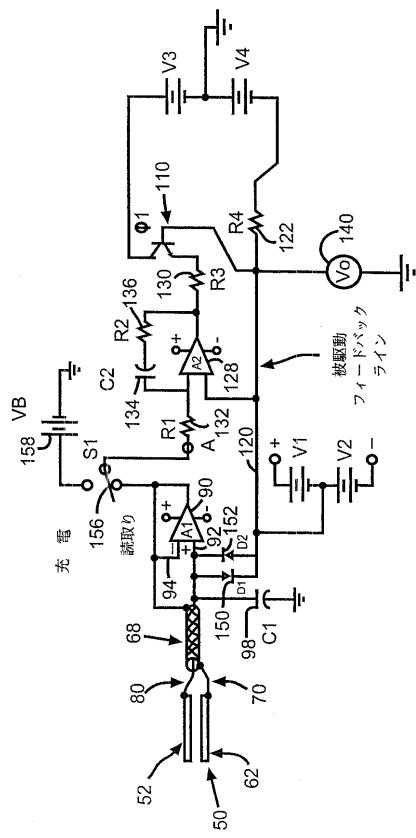
【図4】



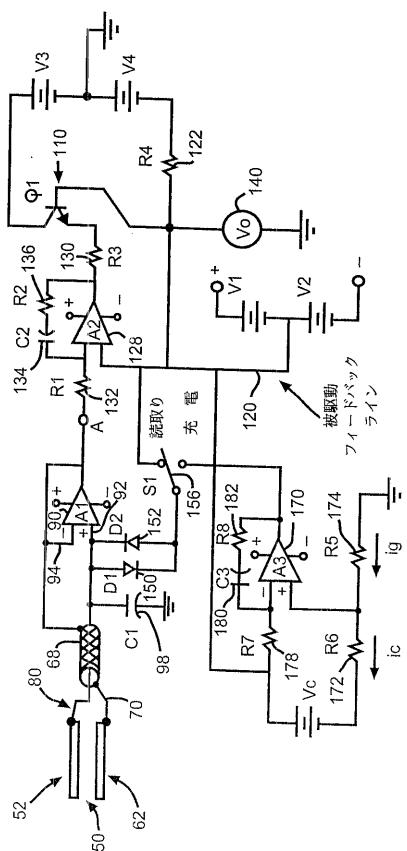
【図5】



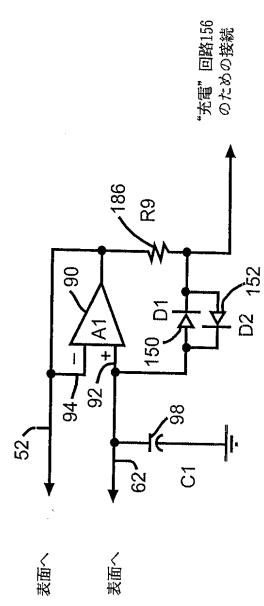
【図6】



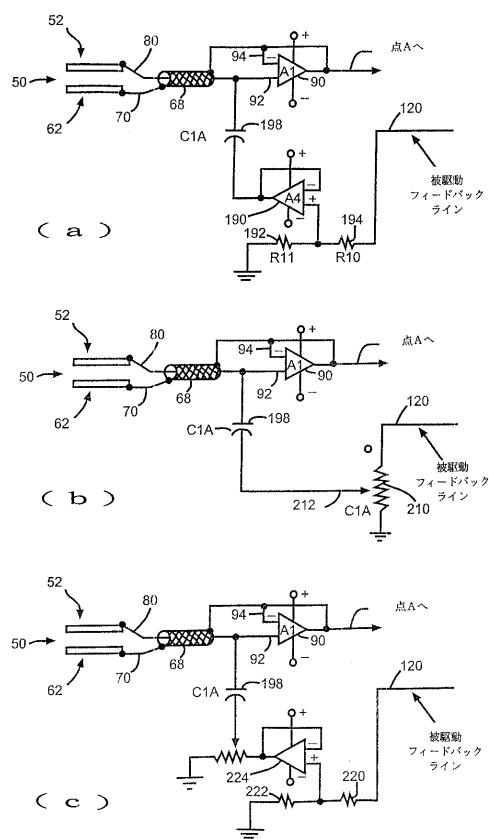
【図7】



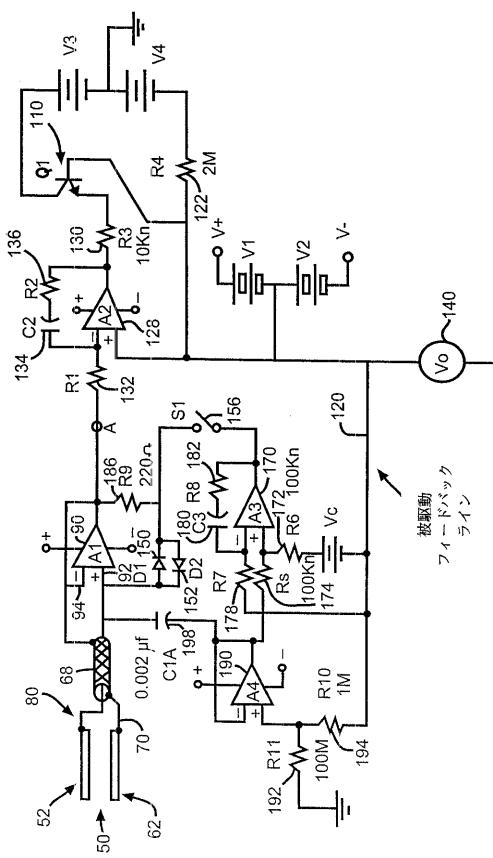
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克

(74)代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933  
弁理士 山下 元

(72)発明者 ウイリアムズ、ブルース・ティー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州 14094 ロックポート、ジェッソン・パークウェイ 54

## 合議体

審判長 飯野 茂  
審判官 山川 雅也  
審判官 高木 真顕

(56)参考文献 特開昭62-25271(JP,A)  
特開平9-280806(JP,A)  
米国特許第4370616(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01R29/00-29/26, G01N27/60-27/70, 27/92