

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5005074号  
(P5005074)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.

G01N 27/60 (2006.01)

F 1

G01N 27/60

D

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-165206 (P2010-165206)  
 (22) 出願日 平成22年7月22日 (2010.7.22)  
 (65) 公開番号 特開2012-26850 (P2012-26850A)  
 (43) 公開日 平成24年2月9日 (2012.2.9)  
 審査請求日 平成24年3月27日 (2012.3.27)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000145611  
 株式会社コガネイ  
 東京都小金井市緑町3-11-28  
 (74) 代理人 100080001  
 弁理士 筒井 大和  
 (74) 代理人 100093023  
 弁理士 小塚 善高  
 (74) 代理人 100117008  
 弁理士 筒井 章子  
 (72) 発明者 深田 佳成  
 東京都小金井市緑町3丁目11番28号  
 株式会社コガネイ内

審査官 ▲高▼場 正光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】イオン量測定装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

イオン化空気中のイオン量を測定するイオン量測定装置であつて、  
 イオン化空気が通過する長さlの通過孔が形成された電極と、  
 前記電極に流れる検出電流 $I_m$ を検出する電流検出手段と、  
 前記検出電流に基づいて算出される搬送イオン電流 $I_0$ から搬送イオン量を演算する演算部とを有し、  
 前記演算部はイオン化空気の流速をU、時定数を として前記搬送イオン電流 $I_0$ を、

$$I_0 = \frac{U\tau + l}{l} I_m$$

10

により算出し、算出した搬送イオン電流に基づいて前記搬送イオン量を演算することを特徴とするイオン量測定装置。

## 【請求項 2】

請求項1記載のイオン量測定装置において、前記電極は円筒電極であることを特徴とするイオン量測定装置。

## 【請求項 3】

請求項1または2記載のイオン量測定装置において、放電電極および当該放電電極との間でイオン生成空間を形成する対向電極を有し、前記放電電極と前記対向電極に交流電圧

20

を印加してコロナ放電により前記イオン生成空間の空気をイオン化するイオン生成器を有し、前記イオン生成空間から噴出されたイオン化空気が通過する前記電極の長さは、前記イオン生成空間において生成される正イオン群の発生期間と負イオン群の発生期間との間のイオン群間期間とイオン化空気の流速とにより求められるイオン群間距離よりも短い長さであることを特徴とするイオン量測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のイオン量測定装置において、イオン化空気の流速を検出する流速検出手段を有することを特徴とするイオン量測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のイオン量測定装置において、前記電極はそれぞれイオン化空気中のイオン量を測定するとともに相互にイオン化空気の流れ方向にずらして配置される第 1 と第 2 の電極からなり、前記第 1 の電極に流れる検出電流と、前記第 2 の電極に流れる検出電流との検出電流の検出時間差によりイオン化空気の流速を算出することを特徴とするイオン量測定装置。 10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のイオン量測定装置において、イオン化空気の流速を設定する流速設定手段を有することを特徴とするイオン量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明はコロナ放電によりイオン化された空気中のイオン量を測定するイオン量測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

静電気が帯電した帯電体を被除電部材としてこれに空気イオンを吹き付けて被除電部材を除電する静電気対策として、イオナイザーあるいは除電装置とも言われるイオン生成装置が使用されている。電子部品の製造や組立を行う製造ラインに使用されるイオン生成装置は、電子部品や製造組立治具等を被除電部材として、これに帯電した静電気を除去するために使用されている。被除電部材に空気イオンを吹き付けることにより、電子部品等に静電気により異物が付着したり、電子部品が静電気により破壊されたり治具に付着したりすることを防止できる。 30

【0003】

このような用途に使用されるイオン生成装置は、針状の放電電極に外部から圧縮空気を供給した状態のもとで、放電電極と対向電極との間に交流電圧を印加し、放電電極の回りにコロナ放電を発生させることによって空気をイオン化している。交流電圧を両電極に印加する交流コロナ放電方式によりイオンを発生させるようにすると、正イオンと負イオンとが周期的に発生することになる。

【0004】

正イオン量と負イオン量を同時に測定するようにした正負イオン量測定装置が特許文献 1 に記載され、イオン化された空気の中に含まれるイオン量を測定するようにした除電装置が特許文献 2 に記載されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2001-13109 号公報

【特許文献 2】特開 2005-166268 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

特許文献 1 に記載された正負イオン量測定装置は、対となった電極筒と集電極とを有する 2 対の検出器を有し、一方の検出器でイオン化空気中の正イオン数に対応した電流値を測定し、他方の検出器で負イオン数に対応した電流値を測定することにより、イオン化空気中の正イオンと負イオンの量を測定するようにしている。このイオン量測定装置は、イオン生成装置の性能を試験するための測定装置であり、イオン生成装置により生成されたイオン化空気中の全てのイオン数に対応した電流値により正イオン量と負イオン量とを測定するようにしている。このように、特許文献 1 のイオン量測定装置は、イオン化空気中のイオンが全て測定のために使用されることになるので、実際にイオン生成装置が使用されているときには、イオン化空気中のイオン量を測定することができない。

## 【0007】

10

一方、特許文献 2 に記載された除電装置においては、イオン化空気を中空状のコイルに通過させてコイルに電流を流すようにし、コイルに流れる電流によりコイルに発生する磁界を検出することにより、イオン量を測定するようにしている。しかしながら、イオン化空気中に含まれるイオン量は微弱であり、コイルに流れる電流によりイオン量を高精度に測定することはできない。

## 【0008】

本発明の目的は、イオン化空気中のイオン量を高精度で測定し得るようにすることにある。

## 【0009】

20

本発明の他の目的は、イオン化空気を被除電部材に吹き付けながらイオン化空気中のイオン量を高精度で測定し得るようにすることにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明のイオン量測定装置は、イオン化空気中のイオン量を測定するイオン量測定装置であって、イオン化空気が通過する長さ  $l$  の通過孔が形成された電極と、前記電極に流れる検出電流  $I_m$  を検出する電流検出手段と、前記検出電流に基づいて算出される搬送イオン電流  $I_0$  から搬送イオン量を演算する演算部とを有し、前記演算部はイオン化空気の流速を  $U$ 、時定数を  $\tau$  として前記搬送イオン電流  $I_0$  を、

$$I_0 = \frac{U\tau + l}{l} I_m$$

30

により算出し、算出した搬送イオン電流に基づいて前記搬送イオン量を演算することを特徴とする。

## 【0011】

本発明のイオン量測定装置は、前記電極は円筒電極であることを特徴とする。本発明のイオン量測定装置は、放電電極および当該放電電極との間でイオン生成空間を形成する対向電極を有し、前記放電電極と前記対向電極に交流電圧を印加してコロナ放電により前記イオン生成空間の空気をイオン化するイオン生成器を有し、前記イオン生成空間から噴出されたイオン化空気が通過する前記電極の長さは、前記イオン生成空間において生成される正イオン群の発生期間と負イオン群の発生期間との間のイオン群間期間とイオン化空気の流速とにより求められるイオン群間距離よりも短い長さであることを特徴とする。本発明のイオン量測定装置は、イオン化空気の流速を検出する流速検出手段を有することを特徴とする。本発明のイオン量測定装置は、前記電極はそれぞれイオン化空気中のイオン量を測定するとともに相互にイオン化空気の流れ方向にずらして配置される第 1 と第 2 の電極からなり、前記第 1 の電極に流れる検出電流と、前記第 2 の電極に流れる検出電流との検出電流の検出時間差によりイオン化空気の流速を算出することを特徴とする。本発明のイオン量測定装置は、イオン化空気の流速を設定する流速設定手段を有することを特徴とする。

40

50

**【発明の効果】****【0012】**

本発明によれば、イオン化空気中のイオンにより電極に流れる電流を検出し、電極の長さと空気の流速と時定数により求められる変換係数を検出電流に積算することにより搬送イオン電流が求められ、搬送イオン電流に応じた搬送イオン量を高精度に演算することができる。これにより、イオン化空気を被除電部材に吹き付けながら搬送イオン量を高精度に演算することができる。

**【0013】**

本発明によれば、放電電極と対向電極との間でイオン生成空間が形成されるイオン生成器から被除電部材にイオン化空気を吹き付けながらイオン化空気中の搬送イオン量を測定することができる。検出電流を測定するための電極の長さを、イオン化空間において生成される正イオン群の発生期間つまり発生時間と負イオン群の発生期間との間のイオン群間期間と空気の流速とにより求められるイオン群間距離よりも短い長さに設定することにより、搬送イオン量を高精度に測定することができる。

10

**【0014】**

空気の流速は、電極に供給される空気の流速を検出するようにしても良く、予め一定の流速で電極に空気を供給するようにしても良い。また、電極を2つ配置して両方の電極による電流の検出時間差によって流速を検出するようにしても良い。

**【図面の簡単な説明】****【0015】**

20

【図1】本発明の一実施の形態であるイオン量測定装置を示す断面図である。

【図2】イオン生成器に供給される印加電圧と、それに応じたイオン群の発生状態を示すタイムチャートである。

【図3】イオン生成空間における正イオン群と負イオン群の発生周期を示すタイムチャートである。

【図4】図1に示されたイオン量測定装置の基本構造を示す概略図である。

【図5】本発明の他の実施の形態であるイオン量測定装置の基本構造を示す概略図である。

【図6】(A)はイオン量測定装置により円筒電極の長さを相違させて正イオンのイオン電流を検出した場合における検出電流の変化を示すイオン電流特性線図であり、(B)は負イオンの電流を検出した場合における検出電流の変化を示すイオン電流特性線図である。

30

【図7】印加電圧の周波数を相違させた場合におけるイオン群の長さとイオン群間距離との関係を示す表である。

**【発明を実施するための形態】****【0016】**

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1にはイオン量測定装置が装着されたノズル型のイオン生成器10が示されている。このノズル型のイオン生成器10は放電電極11が組み込まれたノズル12を有し、ノズル12は放電電極11と同様に導電性材料により形成されて対向電極を構成している。放電電極11は樹脂等の絶縁材料からなるホルダー13に取り付けられ、ホルダー13にはノズル12が取り付けられている。

40

**【0017】**

ノズル12内にはイオン生成空間14が形成されており、このイオン生成空間14にはホルダー13に形成された空気供給ポート15から空気が供給されるようになっている。放電電極11とノズル12は交流高圧電源16に電気的に接続されており、交流高圧電源16から放電電極11と対向電極であるノズル12とに交流高電圧を印加すると、放電電極11の先端部に沿ってイオン生成空間14内を流れる空気はコロナ放電によりイオン化される。イオン化空気はノズル12の先端の噴出口17から下流側に噴出される。空気供給ポート15には、空気圧源18から流路19により圧縮空気が供給される。

50

## 【0018】

ノズル12の先端部にはイオン量測定装置20が装着されており、イオン生成器10から被除電部材にイオン化空気が吹き付けられている状態のとて、常にイオン化空気中のイオン量を測定することができる。ただし、イオン量測定装置20をノズル12に対して着脱自在とし、イオン生成器10にその組立製造時やメンテナンス時等にイオン量測定装置20を装着して、ノズル12から試験的に噴出されるイオン化空気中のイオンを測定するようにしても良い。

## 【0019】

イオン量測定装置20はノズル12に装着されるケース体21を有している。このケース体21は導電性材料により形成され、円筒部21aとその両端部に設けられた端板部21b, 21cとを有している。ケース体21はアース線により接地されており、一方の端板部21bがノズル12の先端部に装着される。ケース体21の内部には導電性材料からなる円筒電極22が配置されており、円筒電極22は噴出口17から噴出されたイオン化空気が通過する通過孔23を有し、この通過孔23は噴出口17と同軸となっている。円筒電極22の両端面には絶縁材料からなる環状の支持板24, 25が突き当てられており、それぞれの支持板24, 25の外周面はケース体21の内周面に当接している。ケース体21の端板部21bと支持板24との間にはスペーサ26が配置され、端板部21cと支持板25との間にはスペーサ27が配置されている。それぞれのスペーサ26, 27は導電材料により形成されており、通過孔23に対応した通過孔26a, 27aを有している。ただし、それぞれのスペーサ26, 27を絶縁材料により形成するようにしても良い。

## 【0020】

下流側のスペーサ27の下流側端部は端板部21cに固定されており、下流側端部の開口部は被除電部材に対してイオン化空気を噴射する噴射口28となっている。これにより、イオン生成空間14に供給された空気はイオン生成空間14においてコロナ放電によりイオン化され、イオン化空気はイオン量測定装置20内の円筒電極22の通過孔23にスペーサ26の通過孔26aを介して流入した後に、スペーサ27の通過孔27aの噴射口28から外部に噴出される。

## 【0021】

イオン化空気を案内する通過孔23が形成された金属製つまり導電性を有する円筒電極22と、この円筒電極22が組み込まれるとともに円筒電極22に対して電気的に絶縁された金属製つまり導電性を有し接地されたケース体21とにより、ファラディーケージの機能を有する測定器本体29が構成されている。イオン化空気が円筒電極22の通過孔23内を流れると、円筒電極22にイオン電流が流れる。

## 【0022】

ケース体21と円筒電極22にはそれぞれケーブル31, 32により電流検出器33に接続されている。円筒電極22の電位を測定系のインピーダンスで割ることにより、電流検出器33によってイオン化空気中のイオン量に応じたイオン電流が検出される。検出されたイオン電流つまり検出電流に基づいてイオン生成空間14において生成され通過孔23まで搬送された搬送イオン量が演算部34において演算され、演算結果は表示部35に表示される。イオン生成空間14から円筒電極22の通過孔23に流れるイオン化空気の流速を測定する流速測定手段として流速検出器36が流路19に設けられており、流速検出器36からの信号はケーブル37により演算部34に送られるようになっている。ただし、流速検出器によりイオン生成空間14内の流速または円筒電極22内の流速を直接検出するようにしても良い。

## 【0023】

図2はイオン生成器の放電電極と対向電極に供給される印加電圧と、それに応じたイオン群の発生状態を示すタイムチャートである。放電電極11と対向電極としてのノズル12に交流電圧を印加してコロナ放電により空気をイオン化させると、イオン生成空間14には正イオン群と負イオン群とが交互に生成されることになる。それぞれのイオン群は、

10

20

30

40

50

イオン生成空間 1 4 を流れる空気によって一定の長さ  $l_1$  となるとともに、正イオン群と負イオン群は一定のイオン群間距離  $l_2$  を隔てて連なった状態となる。

【 0 0 2 4 】

イオン生成器 1 0 に供給される印加電圧のピーク値を  $\pm V_0$  、波形を正弦波交流とすれば印加電圧は  $V_0 \sin \theta$  で表される。その周波数を  $f$  とし、放電開始終了電圧を  $\pm V_1$  とし、イオン空気の流速を  $U$  とし、イオン群の発生期間つまり発生時間を  $t_1$  とし、イオン群間時間を  $t_2$  とすると、イオン群長さ  $l_1$  は、  $l_1 = U t_1$  により求められ、イオン群間距離  $l_2$  は、  $l_2 = U t_2$  により求められる。

【 0 0 2 5 】

図 2 において、  $\theta_1$  を正の放電開始角、  $\theta_2$  を正の放電終了角、  $\theta_3$  を負の放電開始角 10 、  $\theta_4$  を負の放電終了角とすると、

$$\begin{aligned} V_1 &= V_0 \sin \theta_1 \\ \sin \theta_1 &= V_1 / V_0 \\ \theta_1 &= \sin^{-1} (V_1 / V_0) \end{aligned}$$

となるので、イオン群間期間  $t_2$  は、

$$t_2 = \frac{2\theta_1}{2\pi} T = \frac{T}{\pi} \sin^{-1} \left( \frac{V_1}{V_0} \right) \quad \dots(1)$$

20

により求められ、イオン群間距離  $l_2$  は以下の式(2)により求められる。

【 0 0 2 6 】

$$l_2 = U t_2 = \frac{UT}{\pi} \sin^{-1} \left( \frac{V_1}{V_0} \right) \quad \dots(2)$$

なお、印加電圧の周期  $T$  の値は、周波数  $f$  から求められる。

【 0 0 2 7 】

30

このように、イオン群間距離  $l_2$  は印加電圧の電圧  $\pm V_0$  、放電開始終了電圧を  $\pm V_1$  、印加電圧の周期  $T$  、およびイオン化空気の流速  $U$  により求められ、正イオン群と負イオン群のイオン群長さ  $l_1$  についても同様の式により求められる。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示した円筒電極 2 2 の通過孔 2 3 の長さ  $l$  は、イオン群間距離  $l_2$  よりも短い長さに設定されている。

【 0 0 2 9 】

この通過孔 2 3 の長さ  $l$  をイオン群間距離  $l_2$  よりも長く設定すると、円筒電極 2 2 内には正イオン群と負イオン群とが同時に流入した状態が発生することになる。このため、印加電圧の周波数  $f$  を高くすると、流速  $U$  を変えなくとも、正イオン群と負イオン群の一方の極性のイオンが円筒電極 2 2 に完全に捕集される前に、後方の逆極性のイオンが円筒電極 2 2 により捕集されることになるので、搬送イオン量を測定することができない。これに対し、印加電圧の周波数  $f$  に応じて、円筒電極 2 2 の長さ  $l$  をイオン群間距離  $l_2$  よりも短く設定すると、円筒電極 2 2 には一方の極性のイオンが完全に捕集された後に他の極性のイオンが捕集されることになるので、円筒電極 2 2 に流れる電流値に基づいて正確にイオン量を測定することができる。

40

【 0 0 3 0 】

発明者等の実験により、イオン群が円筒電極 2 2 の通過孔 2 3 のようなチューブ内を流れる際ににおける搬送イオン量の減衰が双曲線緩和法則と良い一致を示すことが判明している。つまり、円筒電極 2 2 を流れる過程で双曲線緩和法則により徐々に電荷密度が減衰し

50

ていると考えられる。

【0031】

図4は図1に示されたイオン量測定装置の基本構造を示す概略図であり、イオン量測定装置における電荷密度の減衰モデルによる双曲線緩和法則は以下の式により表される。

$$\frac{\rho}{\rho_i} = \frac{1}{1 + \frac{t}{\tau}} \quad \dots(3)$$

ただし、 $\rho_i$  は初期電荷密度、 $\rho$  は時間  $t$  における電荷密度、 $\tau$  は時定数を示す。また 10  
、時定数  $\tau$  は次式となる。

【0032】

$$\tau = \frac{\epsilon_0}{\rho_i \mu} \quad \dots(4)$$

ここで、 $\epsilon_0$  は真空の誘電率、 $\mu$  はイオンの移動度を表す。式(3)の時間を距離で置き換えると以下のように表される。

【0033】

$$\rho = \frac{\rho_i}{1 + \frac{d}{U\tau}} \quad \dots(5)$$

ただし、 $d$  は搬送距離、 $U$  はイオン平均流速を示す。

【0034】

図4においては、イオン生成空間1 4から搬送されるイオンの搬送イオン電流  $I_0$  と、円筒電極2 2により測定される検出電流  $I_m$  と、円筒電極2 2を通過して被除電部材に吹き付けられる除電電流  $I$  とには、電流の連続から次のような関係がある。

$$I_0 = I + I_m \quad \dots(6)$$

【0035】

それぞれのイオン電流は次のように表される。

$$I_0 = \rho_0 \pi r^2 U \quad \dots(7)$$

$$I = \rho \pi r^2 U \quad \dots(8)$$

ただし、 $\rho_0$  は搬送イオン電流  $I_0$  の電荷密度とする。

【0036】

電流の連続式(6)に式(7)と式(8)を代入すると、

$$I_m = (\rho_0 - \rho) \pi r^2 U \quad \dots(9)$$

(5)式の搬送距離  $d$  を電極長さ  $l$  に置き換えると、

この式(9)のカッコは、式(5)により以下のように表される。

【0037】

$$\rho_0 - \rho = \rho_0 \frac{l}{U\tau + l} \quad \dots(10)$$

20

30

40

50

したがって、式(9)に示される検出電流  $I_m$  は、式(10)により以下のように表される。

$$I_m = \pi r^2 U \rho_0 \frac{l}{U\tau + l} \quad \dots(11)$$

【 0 0 3 8 】

式(11)に示されるように、検出電流  $I_m$  は空気の流速  $U$  等を一定とすると、円筒電極 2 2 の長さによって変化することになる。印加電圧のピーク値を  $\pm 4.5$  kV、印加電圧の周波数を 1 Hz、空気の流速  $U$  を  $90$  m / s とした場合には、検出電流  $I_m$  と円筒電極 2 2 の長さとの関係は、式(11)により図 6 に示す特性線図のようになる。

10

【 0 0 3 9 】

印加電圧を上述した条件として、円筒電極 2 2 の長さを  $1, 3, 5, 10$  mm と変化させて、正イオン群と負イオン群のそれぞれについてイオン電流（検出電流）  $I_m$  を測定したところ、式(11)に示した理論式とほぼ一致することが確かめられた。

【 0 0 4 0 】

したがって、円筒電極 2 2 の長さを設定し、その長さと検出電流  $I_m$  との関係に基づいてイオン生成空間 1 4 において生成された搬送イオンの搬送イオン電流  $I_0$  を式(7)と式(11)から以下のようにして求めることができる。

$$I_0 = \frac{U\tau + l}{l} I_m \quad \dots(12)$$

20

【 0 0 4 1 】

式(12)における右辺の  $I_m$  を除いた値は、検出電流  $I_m$  に積算することにより搬送イオン電流  $I_0$  を求める変換係数であり、円筒電極 2 2 の長さ  $l$  と、空気の流速  $U$  と、時定数  $\tau$  により設定される一定値である。

【 0 0 4 2 】

式(12)は以下のように表すことができる。

$$I_0 = \frac{I_m + \sqrt{I_m^2 + 4k}}{2} \quad \dots(13)$$

30

ただし、

$$k = \frac{\pi I_m \epsilon_0 r^2 U}{\mu l}$$

である。この式(13)に基づいて搬送イオン電流  $I_0$  を演算するようにしても良い。

【 0 0 4 3 】

このように、検出電流  $I_m$  を電流検出器 3 3 により検出し、演算部 3 4 により式(12)により変換係数に基づいて搬送イオン電流  $I_0$  を演算することにより、搬送イオン電流  $I_0$  を求めることができる。しかも、検出電流  $I_m$  と搬送イオン電流  $I_0$  から被除電部材に吹き付けられる実際のイオン量をもイオン電流  $I$  から求めることもできる。このように、電流検出器 3 3 に流れる検出電流  $I_m$  は搬送イオン電流  $I_0$  の一部であり、一部の電流から搬送イオン量を演算することができるとともに、検出に消費された残りのイオンを被除電部材に吹き付けることができる。これにより、イオン生成器 1 0 を作動させて被除電部材にイオン化空気を吹き付けながら、イオン生成器 1 0 により生成されるイオン量を測定することができる。

40

【 0 0 4 4 】

表示部 3 5 には搬送イオン電流  $I_0$  の値に応じた搬送イオン量が表示されることになるので、イオン化空気を被除電部材に吹き付けた状態のもとで、イオン生成器 1 0 により生

50

成されるイオン量を確認することができる。放電電極 11 の摩耗等により放電性能が低下した場合には、表示部 35 に表示される搬送イオン量によりイオン生成器 10 の機能低下や異常発生が作業者に報知される。イオン生成器 10 に機能低下が発生した場合には、ブザーや音声等により報知させるようにしても良い。

#### 【0045】

図 5 に示すイオン量測定装置は、イオン化空気の流れ方向にずらして配置される第 1 の円筒電極 22a と第 2 の円筒電極 22b とを有しており、それぞれの円筒電極 22a, 22b の検出信号は電流検出器 33 に送られる。これにより、第 1 の円筒電極 22a に流れる検出電流  $I'_{m}$  と、第 2 の円筒電極 22b に流れる検出電流  $I_m$  の時間差により空気の流速を算出することができる。このように、イオン化空気の流速  $U$  は、流速検出器 36 からの検出信号に基づいて算出するようにも良く、2つの円筒電極 22a, 22b に送られる信号の時間差に基づいて算出するようにも良い。さらに、イオン生成空間 14 に供給される空気の流速を流量制御弁等により一定の流速に設定するようにも良く、その場合には流速  $U$  の値は図示しないメモリに格納され、メモリから演算部 34 に速度信号が送られることになる。送られた速度信号に基づいて上述した搬送イオン電流  $I_0$  が演算される。

#### 【0046】

図 7 はイオン化空気の流速  $U$  を 90 m/s とし印加電圧の周波数  $f$  を相違させた場合におけるイオン群長さ  $l_1$  とイオン群間距離  $l_2$  との関係を示す表である。例えば、印加電圧の周波数  $f$  を 1000 Hz とすると、イオン群長さ  $l_1$  は 24.1 mm となり、イオン群間距離  $l_2$  は 20.9 mm となる。したがって、印加電圧の周波数を 1000 Hz とする場合には、円筒電極 22 の長さ  $l$  は 20.9 mm 以下に設定される。他の周波数の印加電圧が使用される場合には、それぞれの周波数に応じて求められるイオン群間距離  $l_2$  よりも円筒電極 22 の長さ  $l$  は短く設定される。

#### 【0047】

ファラディーケージを構成する円筒電極 22 の長さ  $l$  を、印加電圧の周波数と空気の流速  $U$  とに基づいてイオン群間距離  $l_2$  よりも短く設定することにより、円筒電極 22 を流れる電流は、正負の極性の一方の極性のみのイオン群に基づいた電流値となる。しかも、それぞれのイオン群の一部のイオンが円筒電極 22 を流れる検出電流  $I_m$  から搬送イオン電流  $I_0$  を算出して搬送イオン量を求めるようにしたので、イオン生成空間 14 において生成された搬送イオン量を高精度で測定することができるとともに、搬送イオン量を測定しながらイオン化空気を被除電部材に吹き付けることができる。

#### 【0048】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、図 1 にはノズル型のイオン生成器 10 を示すが、ファン型のイオン生成器により生成されるイオン化空気のイオン量を測定するためにも本発明のイオン量測定装置を適用することができる。

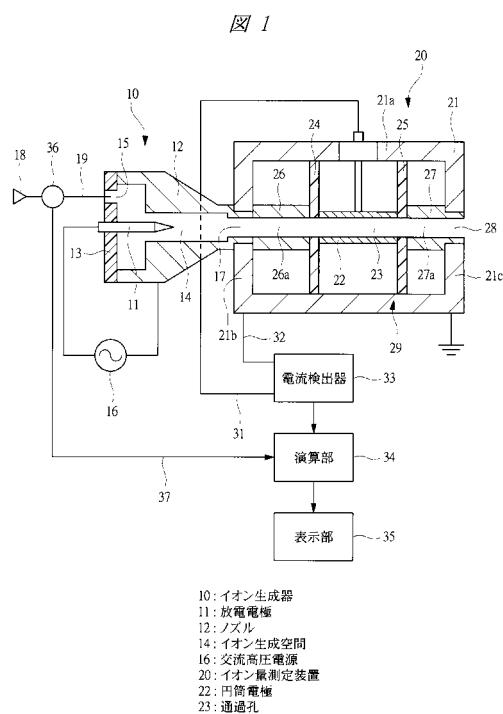
#### 【符号の説明】

#### 【0049】

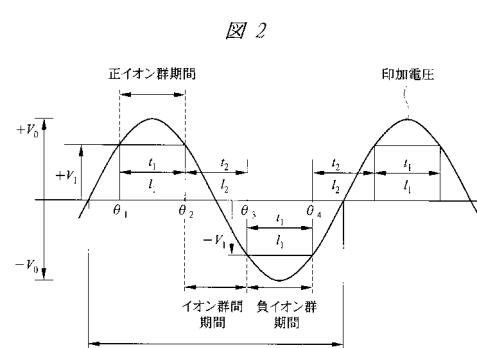
- |    |           |    |
|----|-----------|----|
| 10 | イオン生成器    | 40 |
| 11 | 放電電極      |    |
| 12 | ノズル（対向電極） |    |
| 13 | ホルダー      |    |
| 14 | イオン生成空間   |    |
| 15 | 空気供給ポート   |    |
| 16 | 交流高圧電源    |    |
| 17 | 噴出口       |    |
| 20 | イオン量測定装置  |    |
| 21 | ケース体      |    |
| 22 | 円筒電極      | 50 |

- 2 3 通過孔  
 2 4 , 2 5 支持板  
 2 8 噴射口  
 2 9 測定器本体  
 3 3 電流検出器  
 3 4 演算部  
 3 5 表示部

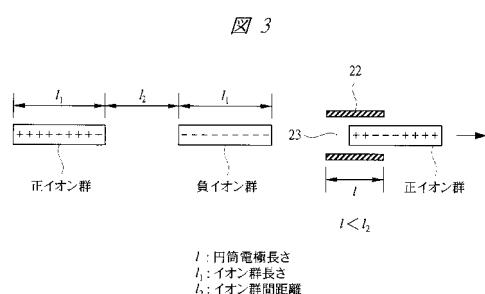
【図 1】



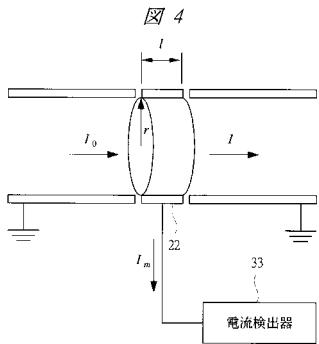
【図 2】



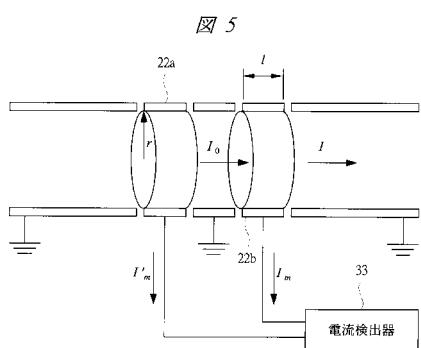
【図 3】



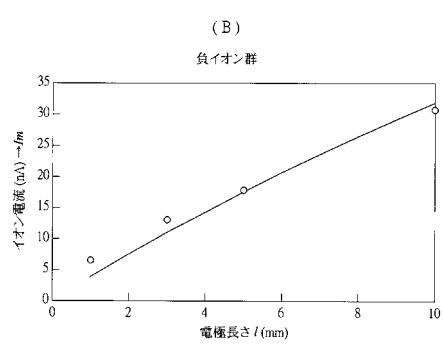
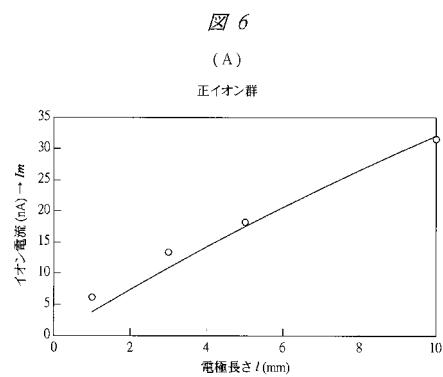
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

図7

周波数 (Hz)	イオン群長さ $l_1$ (mm)	イオン群間距離 $l_2$ (mm)
100	240.9	209.1
30	80.3	69.7
1000	24.1	20.9
3000	8.0	7.0
10000	2.4	2.1
30000	0.8	0.7
100000	0.2	0.2

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-007914 (JP, A)

特表2008-509802 (JP, A)

Y.Fukada, et.al., "An Estimation for Relaxation Characteristics of an Ionizer Ion Cloud Density Transferred through a, 2009 Electrostatics Joint Conference, 2009年6月, P1.24, 6p

深田佳成 他, "リング型ファラデーケージによるパイプ搬送イオン量の推定 [An Estimation of Ion Cloud Density Transfer, 静電気学会講演論文集2010, 2010年9月, pp.305-308, [ISSN:1342-1492]]

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 N 2 7 / 6 0 - 2 7 / 6 1

J S T P l u s ( J D r e a m I I )