

(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
2017年11月16日(16.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/195723 A1

(51) 国際特許分類:

H01T 23/00 (2006.01) H01T 19/02 (2006.01)
B03C 3/38 (2006.01) G01N 27/62 (2006.01)

INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY)

[JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関
1丁目3番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017364

(22) 国際出願日: 2017年5月8日(08.05.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

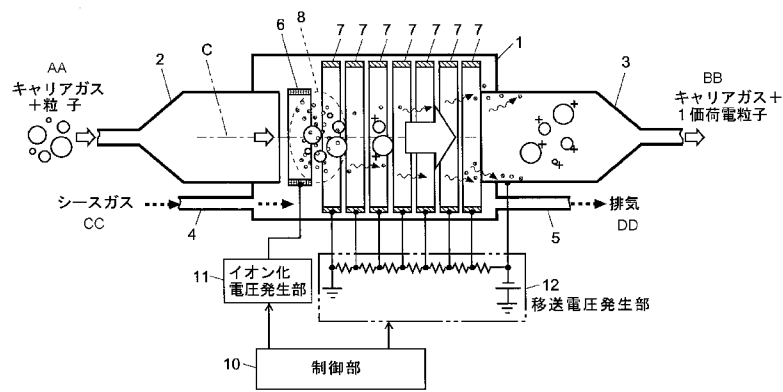
(30) 優先権データ:
特願 2016-096647 2016年5月13日(13.05.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP). 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED

(72) 発明者: 関 洋 (SEKI, Hiroshi); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 上野 良弘 (UENO, Yoshihiro); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 奥田 浩史 (OKUDA, Hiroshi); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 桜井 博 (SAKURAI, Hiromu); 〒3058563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第3 国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(54) Title: PARTICLE CHARGING DEVICE

(54) 発明の名称: 粒子荷電装置



- 10 Control unit
- 11 Ionization voltage generation unit
- 12 Transport voltage generation unit
- AA Carrier gas + particle
- BB Carrier gas + monovalent charged particle
- CC Sheath gas
- DD Exhaust gas

(57) **Abstract:** In the present invention, an inlet unit (2), where through a carrier gas containing particles to be charged is introduced to the interior of a housing (1), and an outlet unit (3), where through charged particles are extracted, are provided so as to oppose one another on a straight line. An ion generating element (6) is disposed in the vicinity of the inlet unit (2) exit. Ring-shaped electrodes (7) are disposed between this element (6) and the outlet unit (3), forming a direct current electric field whereby charged particles are accelerated toward the outlet unit (3). Particles in the carrier gas enter into contact with and are charged by gas ions generated by the ion generating element (6) to become monovalent charged particles, and immediately upon becoming charged, are affected by the direct current electric field and are accelerated toward the outlet unit (3). In this manner, the monovalent charged particles immediately leave a mixed region (8) in which gas ions are present in high concentration such that the opportunity of entering into contact again with a gas ion is slim, and multivalent charging is suppressed. In addition, since the ion generating element (6) carries out single electrode charging, the charging efficiency is satisfactory. This allows monovalent charged particles to be extracted efficiently.



(74) 代理人: 特許業務法人京都国際特許事務所 (KYOTO INTERNATIONAL PATENT LAW OFFICE); 〒6008091 京都府京都市下京区東洞院通四条下ル元悪王子町37番地 豊元四条烏丸ビル Kyoto (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, 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))

(57) 要約: 荷電対象粒子を含むキャリアガスを筐体(1)内に導入する導入部(2)と荷電粒子を取り出す取出部(3)とを直線上に対向して設け、導入部(2)の出口近傍にイオン生成素子(6)を配置し、該素子(6)と取出部(3)との間に荷電粒子を該取出部(3)の方向に加速する直流電場を形成するためのリング状電極(7)を配置する。キャリアガス中の粒子はイオン生成素子(6)により生成されるガスイオンに接触して帯電され1価の荷電粒子になるが、帯電すると直ぐに直流電場が作用して取出部(3)の方向に加速される。それにより、1価の荷電粒子はガスイオンが高い濃度で存在する混合領域(8)を直ぐに離れ、ガスイオンと再び接触する機会は少ないので多価帯電が抑制される。また、イオン生成素子(6)は単極荷電を行うので荷電効率が良い。これにより、1価の荷電粒子を効率良く取り出すことができる。

明 細 書

発明の名称： 粒子荷電装置

技術分野

[0001] 本発明は、気体中の微粒子を帯電させる粒子荷電装置に関し、さらに詳しくは拡散荷電法を利用した粒子荷電装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、気体中に浮遊する微小な液体又は固体の粒子をエアロゾルという。自動車の排気ガスや工場から排出される煤煙中の汚染物質の多くもエアロゾルであり、特に粒径 $1\ \mu\text{m}$ を下回る、いわゆるナノエアロゾルは、健康に対する影響が懸念されている。こうしたことから、その粒径の測定や粒径分布の測定は、環境測定・評価等の分野において非常に重要となっている。エアロゾルの粒径分布を測定する装置としては、帯電した微粒子の電場内での移動速度（電気移動度）の相違を利用して微粒子を分級する微分型電気移動度測定装置（DMA=Differential Mobility Analyzer）が広く用いられている。

[0003] DMAによる測定では測定に先立って測定対象である粒子（エアロゾル）を帯電させる必要があり、そのために拡散荷電法が一般に用いられている。拡散荷電法による粒子荷電装置では、特許文献1に記載のように、例えばコロナ放電等によって適宜のキャリアガス分子をイオン化し、生成されたガスイオンを荷電対象である粒子に接触させることで該粒子を帯電させる。このようにガスイオンを生成するために放電を利用した荷電方式には、大別して、両極放電を利用して正負両極性の荷電粒子を生成する両極荷電方式と、単極放電を利用して正極性又は負極性いずれか一方の単極性の帯電粒子を生成する単極荷電方式と、がある。

[0004] 両極荷電方式では、通常、電氣的に安定である平衡帯電分布の電荷が帯電粒子に与えられ、2価以上の多価帯電の発生が少ないという利点がある。その反面、両極荷電方式では、特に小粒径の粒子における荷電効率が低い。荷

電装置において帯電されなかった粒子は電気移動度による分級や静電気力を利用した捕集の対象外になってしまうため、荷電効率が低いと分析感度が低くなるという問題がある。

[0005] これに対し、単極荷電方式は両極荷電方式に比べて、小粒径の粒子に対しても十分に高い荷電効率が得られるという利点がある。その反面、大粒径の粒子は表面積が大きく、小粒径の粒子と比べてイオンとの接触の機会が多いため、多価帯電が起こり易い。帯電粒子の電気移動度は概ねその帯電粒子の断面積に反比例するとともに電荷に比例するため、多価帯電した大粒径の粒子と、より価数の小さい小粒径の粒子とでは電気移動度がほぼ同じになる可能性があり、それらが混じった状態の帯電粒子を電気移動度に応じて分級しようとしても粒径の相違の区別がつかない。その結果、分級を利用して特定の粒径の粒子を収集しようとしても、目的とする粒径以外の粒子の混入が多くなるおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-305498号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：瀬戸、ほか4名、「表面放電マイクロプラズマエアロゾル荷電装置（SMAC）の特性評価」、エアロゾル研究、Vol.21、No.3、2006年、pp. 226-231

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 例えば、気相ナノ粒子用の静電分級・捕集装置に使用される粒子荷電装置では、高い荷電効率による粒子の捕集効率の向上と、異径粒子の混入を防止するための多価帯電の抑制、即ち、ナノ粒子の価数を1価に揃えること、の両方が要望されている。しかしながら、上述したように、従来の粒子荷電装置では、荷電効率と多価帯電の抑制とはトレードオフの関係になっており、

上記要望を満たすことは困難である。

[0009] 本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、高い荷電効率を保ちつつ多価帯電を抑制し、1価の荷電粒子を効率良く取り出すことができる粒子荷電装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために成された本発明は、気体中の粒子を帯電させる粒子荷電装置において、

a)荷電対象の粒子を含むキャリアガスを内部に導入するための導入部及び荷電粒子を外側に取り出すための導出部を有する筐体と、

b)前記筐体内であって前記導入部から該筐体内に導入されるキャリアガスの進行方向前方に、単極荷電方式によって生成した所定のガスイオンを一次イオンとして供給するイオン生成部と、

c)前記筐体内であって前記一次イオンと前記キャリアガス中の荷電対象粒子とが接触する混合領域と前記導出部との間に該混合領域で荷電した粒子を該導出部の方向に移動させる電位勾配を有する電場を形成するための、電極及び該電極に所定の電圧を印加する電圧印加部を含む電場形成部と、

を備えることを特徴としている。

[0011] 本発明に係る粒子荷電装置では、荷電対象の粒子は大気等のキャリアガスとともに導入部を通して筐体内に連続的に又は間欠的に導入される。イオン生成部は、そのキャリアガスに含まれるガス分子をイオン化することでガスイオンを生成する、或いは、別のガスをイオン化することで生成したガスイオンを導入部から導入されたキャリアガス流が進行する領域に供給する。このイオン生成部は単極荷電方式によってガスイオンを生成するものであれば特に限定されないが、典型的には、誘電体バリア放電を含む表面放電、コロナ放電、アーク放電、火花放電、大気圧グロー放電などの放電によって所定のガス分子をイオン化するものを用いることができる。

[0012] 上記キャリアガスの進行方向前方の空間には上記ガスイオンが存在している。そのため、キャリアガスに含まれる荷電対象の粒子は一次イオンと接触

し、該一次イオンとの間で電荷を授受することで帯電する。一方、電場形成部によって、その一次イオンと荷電対象粒子とが接触する混合領域と導出部との間には、該混合領域で荷電した粒子を導出部の方向に移動させる電位勾配を有する電場が形成されている。その混合領域に到達した未だ帯電していない粒子は電場の影響を受けないが、帯電すると直ぐに電場の影響を受ける。そのため、上記混合領域において帯電した粒子つまり荷電粒子は電場の作用によって導出部の方向に加速され該混合領域を離れる。そして、その荷電粒子は筐体内を導入部から導出部に向かって流れているキャリアガス流に乗って、該導出部により筐体の外側に取り出される。

[0013] なお、電場形成部により形成される電場は混合領域にある一次イオンにも作用するため、該一次イオンも導出部の方向へと誘引される。しかしながら、一次イオンは粒子（荷電粒子）に比べて格段にサイズが小さいためにその挙動はキャリアガス流の影響を受けにくい。そのため、一次イオンに作用する力は電場から受ける静電力が支配的になり、一次イオンは混合領域を通過した後、電場がより強い電極に向かって進行して電極に衝突して消滅する。そのため、混合領域を離れた荷電粒子が導出部に至るまでの経路における一次イオンの空間濃度は低く、また、一次イオンが導出部を経て筐体の外側に取り出されることも殆どない。

[0014] 粒子は一次イオンと接触する毎に電荷を授受するため、一次イオンが高い濃度で存在する混合領域に粒子が長く留まると、該粒子は一次イオンと複数回接触することで多価に帯電し易い。これに対し、本発明に係る粒子荷電装置では、混合領域で粒子が1価に帯電すると直ぐに加速されて該混合領域を離れるため、複数の一次イオンとの接触が起こりにくく、多価帯電を軽減することができる。また、イオン生成部は単極荷電方式によって一次イオンを生成するので、両極荷電方式に比べると荷電効率が高い。それによって、本発明に係る粒子荷電装置では、1価に帯電した荷電粒子を効率良く導出部から取り出すことができる。

[0015] 本発明に係る粒子荷電装置は様々な態様を採り得る。

即ち、本発明の第1の態様による粒子荷電装置は、

上記導入部及び上記導出部が略直線上に対向して配置され、

上記電場形成部は、上記導入部と上記導出部とを結ぶ直線状の軸を中心に複数配置されたリング状電極と、該複数のリング状電極にそれぞれ異なる直流電圧を印加する電圧印加部と、を含む構成とすることができる。

[0016] また、上記複数のリング状電極に代えて抵抗体から成る円筒状又は切頭円錐状の電極を用い、該円筒状又は切頭円錐状の電極の両端にそれぞれ所定の直流電圧を印加する構成としてもよい。

[0017] これら構成によれば、導入部を通した筐体へのキャリアガスの導入方向、つまりはキャリアガスの流れに乗った荷電対象粒子の移動方向と電場による荷電粒子の加速方向とが同方向であるため、荷電粒子の移動がスムーズである。そのため、混合領域において1価に帯電した粒子が迅速に混合領域から離脱し、多価帯電が一層起こりにくくなる。

[0018] また第1の態様による粒子荷電装置では、好ましくは、

上記筐体は上記軸を中心とする略円筒形状の壁面を有し、その壁面内周に沿って軸方向に補助ガスを供給する補助ガス導入部及び補助ガス排出部をさらに備える構成とするよい。

[0019] この構成によれば、導入部から筐体内に導入されるキャリアガスの流れと補助ガス導入部から筐体内に導入される補助ガスの流れとが同方向となり、キャリアガスに乗って導入された粒子が補助ガスの流れに阻まれてリング状電極や円筒状電極等の電極付近に近づきにくくなる。それによって、荷電対象の粒子がリング状電極に接触して消失してしまうことを抑制することができる。

[0020] また本発明の第2の態様による粒子荷電装置は、

上記筐体が、上記導入部と略直線上に対向して配置された気体導出部をさらに有し、上記導出部は上記導入部と上記気体導出部を結ぶ直線から外れた位置に設けられ、

上記電場形成部は、上記混合領域で荷電した粒子を、上記導入部から上記

気体導出部へと向かうキャリアガス流と分離しつつ上記導出部の方向に移動させる電場を形成する構成とすることができる。

[0021] この第2の態様による粒子荷電装置では、筐体内で帯電しなかった粒子は電場形成部により形成される電場の影響を受けないためほぼ直進し、気体導出部から排出される。一方、帯電した粒子は電場の影響を受けて大部分のキャリアガス流とは分離され、一部のキャリアガスとともに導出部から筐体の外側に取り出される。したがって、この構成によれば、帯電していない粒子と帯電した荷電粒子とを分離して取り出すことができる。これにより、例えば、帯電していない粒子を同じ粒子荷電装置の導入口に戻したり或いは別の粒子荷電装置に導入したりして、キャリアガスに含まれていた粒子をできるだけ漏れなく帯電させ、荷電粒子として取り出すようにすることができる。

発明の効果

[0022] 本発明に係る粒子荷電装置によれば、単極荷電によって粒子を効率良く帯電させつつ、1価に帯電した粒子を一次イオンとの混合領域から迅速に移動させることで多価帯電を抑制することができる。それにより、1価の荷電粒子を効率良く取り出すことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施例による粒子荷電装置の要部の構成図。

[図2]本発明の他の実施例による粒子荷電装置の要部の構成図。

[図3]本発明のさらに他の実施例による粒子荷電装置の要部の構成図。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の一実施例である粒子荷電装置について、添付図面を参照して説明する。図1は本実施例の粒子荷電装置の要部の構成図である。

[0025] 図1に示すように、両端面が閉じられた略円筒形状の筐体1の両端面にはエアロゾル導入部（本発明における導入部に相当）2とエアロゾル取出部（本発明における導出部に相当）3とが略直線上に対向して設けられ、さらにエアロゾル導入部2よりも外周側にシースガス導入部（本発明における補助ガス導入部）4が、エアロゾル取出部3よりも外周側にシースガス排出部（

本発明における補助ガス導出部) 5 が設けられている。筐体 1 内空間に開口したエアロゾル導入部 2 の出口の直後には一次イオンを生成するためのイオン生成素子 (本発明におけるイオン生成部に相当) 6 が配置され、該イオン生成素子 6 と筐体 1 内空間に開口したエアロゾル取出部 3 の入口との間には、エアロゾル導入部 2 の中心軸とエアロゾル取出部 3 の中心軸とを繋ぐ軸線 C を中心として、その軸線 C の延伸方向に沿って複数 (この例では 7 個) のリング状電極 7 が配置されている。

[0026] イオン生成素子 6 は単極荷電を行うものであればその荷電方式や構成は特に限定されないが、例えば非特許文献 1 等に記載の表面放電マイクロプラズマ素子 (Surface-discharge microplasma device) やコロナ放電電極など、各種の放電を利用したものとするよい。

[0027] 制御部 10 による制御の下で、イオン生成素子 6 にはイオン化電圧発生部 11 から所定の電圧が印加される。このときの印加電圧は、イオン生成素子 6 の荷電方式によって異なる。例えば、コロナ放電、アーク放電、火花放電などを用いる場合には、帯電の極性に応じて正極性又は負極性のいずれかの単極電源からパルス状電圧を印加すればよい。一方、表面放電や大気圧グロー放電などを用いる場合には、極性が正負いずれかである大きな直流バイアス電圧を重畳した交流電圧を印加すればよい。

[0028] また、エアロゾル導入部 2 側からエアロゾル取出部 3 側に向かって、つまり図 1 においては左方から右方へ向かって、荷電粒子に対し下り傾斜の電位勾配を有する直流電場が形成されるように、移送電圧発生部 12 からそれぞれ所定の直流電圧が複数のリング状電極 7 及びエアロゾル取出部 3 に印加される。なお、図 1 では、直流電源により生成される電圧をラダー抵抗により分割して各リング状電極 7 及びエアロゾル取出部 3 に印加する構成となっているが、移送電圧発生部 12 はこうした構成に限らない。

[0029] 本実施例の粒子荷電装置の動作を以下に説明する。

荷電対象の粒子を含む大気等のキャリアガスが所定流量で以てエアロゾル導入部 2 から筐体 1 内に供給され、一方、例えばキャリアガスと同じシース

ガスがシースガス導入部 4 から筐体 1 内に供給される。エアロゾル導入部 2 は緩やかに広がるテーパ状であるため、キャリアガスはその断面積が広がるとともに流速が低下する。また、筐体 1 内の外周側（円筒状の壁面に近い部分）にはシースガスの流れが形成されているため、キャリアガスは外周側には広がりにくい。そのため、筐体 1 内に開口したエアロゾル導入部 2 の出口端から吐き出されたキャリアガスはあまり広がることなく、筐体 1 内をエアロゾル取出部 3 に向かって緩やかに進行する。

[0030] イオン化電圧発生部 11 からイオン生成素子 6 に所定の電圧が印加されることで、イオン生成素子 6 はキャリアガスに含まれるガス分子をイオン化しガスイオンを一次イオンとして生成する。このとき、イオン生成素子 6 は単極荷電によりガス分子をイオン化するので、極性の揃ったガスイオンを多量に生成することができる。そのため、エアロゾル導入部 2 の出口端の近傍には、粒子の荷電に利用される一次イオンが高い濃度で存在する混合領域 8 が形成される。キャリアガスに含まれる粒子はこの混合領域 8 中を通過するため、ガスイオンに接触して帯電する。

[0031] 上述したように移送電圧発生部 12 からリング状電極 7 に印加される電圧によって形成される直流電場による電位勾配は混合領域 8 にも及んでいる。そのため、混合領域 8 において粒子が 1 価に帯電すると直ぐにその荷電粒子には電場が作用し、エアロゾル取出部 3 に向かう方向に加速される。

[0032] 一方、ガスイオンは粒子に比べてサイズが格段に小さいため、その挙動はキャリアガス流の影響を殆ど受けず、電場の影響が支配的である。このとき各リング状電極 7 に印加される電圧によって形成される直流電場はエアロゾル取出部 3 の混合領域 8 側の縁部に向かっているため、殆どのガスイオンはこの直流電場による電位勾配に沿って加速され（図 1 中の波線矢印参照）、主としてエアロゾル取出部 3 の混合領域 8 側の縁部に衝突して消滅する。それにより、電場の作用によって混合領域 8 を迅速に離れた 1 価の荷電粒子がエアロゾル取出部 3 に到達するまでの空間におけるガスイオンの濃度は低い。即ち、1 価の荷電粒子が再びガスイオンと接触する機会は少なく、該粒子

の多価帯電が抑制される。それによって、エアロゾル取出部 3 を通して筐体 1 の外側には、1 価の荷電粒子が効率良く取り出される。

[0033] なお、上記実施例では、荷電粒子を加速するための直流電場を形成するために複数のリング状電極 7 を用いていたが、抵抗体からなる円筒状（又は切頭円錐状）の電極を用い、その両端部に電位差を有する直流電圧を印加することによっても、上記実施例と同様の電位勾配を有する直流電場を形成することができる。

[0034] また、上記実施例では、イオン生成素子 6 を筐体 1 内に配置し、キャリアガス中のガス分子をイオン化することで一次イオンを生成していたが、一次イオンの生成自体は筐体 1 の外側で実行してもよい。

[0035] 図 2 は別の実施例による粒子荷電装置の要部の構成図であり、上記実施例と同じ構成要素には同じ符号を付している。

この実施例では、イオン化電圧発生部 22 からの印加電圧によって所定のガスをイオン化するイオン生成素子 20 を筐体 1 の外側に設け、該イオン生成素子 20 で生成されたガスイオンをイオン供給管 21 を通して筐体 1 内に供給している。こうした構成でも上記実施例と同様の効果を奏することは明らかである。

[0036] 図 3 は、本発明のさらに別の実施例による粒子荷電装置の要部の構成図である。上記実施例と同じ構成要素には同じ符号を付している。

上記実施例では、エアロゾル導入部 2 とエアロゾル取出部 3 とが直線上で対向するように配置されていたが、この実施例では、エアロゾル導入部 2 と直線上にガス排出部 30 が設けられ、これとは別に、つまりエアロゾル導入部 2 とガス排出部 30 とを結ぶ直線から大きく外れた位置に、エアロゾル取出部 31 が設けられている。さらに、筐体 1 内の混合領域 8 で帯電された 1 価の荷電粒子をエアロゾル取出部 31 にまで案内する直流電場を形成するために、リング状電極 7 のほかに、複数のリング状電極 32 が配置されている。ここでは、リング状電極 32 にはキャリアガス流が通過可能な開口部が設けられている。

[0037] 図示しない移送電圧発生部からリング状電極 32 に印加される電圧によって、該リング状電極 32 で囲まれる空間には、荷電粒子を図 3 において下方向に加速する電位勾配を有する電場が形成される。即ち、キャリアガスに含まれる粒子は混合領域 8 においてガスイオンと接触して帯電され、帯電されると直ぐにリング状電極 7 により形成される電場によってガス排出部 30 の方向に加速される。そして、リング状電極 32 で囲まれる空間に入ると、今度は下向きに加速されエアロゾル取出部 31 に向かう。一方、キャリアガスは電場の作用を受けないため直進し、その大部分がガス排出部 30 を通して筐体 1 の外側に排出される。即ち、荷電粒子はキャリアガス流とは分離され、少量のキャリアガスとともにエアロゾル取出部 31 を通して筐体 1 の外側に取り出される。

[0038] 帯電しない粒子はキャリアガスと同様に電場の作用を受けないため、大部分のキャリアガスとともにガス排出部 30 を通して排出される。これにより、この実施例の粒子荷電装置では、1 価の荷電粒子と非荷電粒子とを分離して取り出すことができる。

[0039] なお、上記実施例はいずれも本発明の一例にすぎず、本発明の趣旨の範囲で適宜に修正、変更、追加などを行っても本願特許請求の範囲に包含されることは明らかである。

符号の説明

- [0040] 1…筐体
2…エアロゾル導入部
3、31…エアロゾル取出部
4…シースガス導入部
5…シースガス排出部
6、20…イオン生成素子
7、32…リング状電極
8…混合領域
10…制御部

1 1、2 2 …イオン化電圧発生部

1 2 …移送電圧発生部

2 1 …イオン供給管

3 0 …ガス排出部

C …軸線

請求の範囲

[請求項1]

気体中の粒子を帯電させる粒子荷電装置において、

a)荷電対象の粒子を含むキャリアガスを内部に導入するための導入部及び荷電粒子を外側に取り出すための導出部を有する筐体と、

b)前記筐体内であって前記導入部から該筐体内に導入されるキャリアガスの進行方向前方に、単極荷電方式によって生成した所定のガスイオンを一次イオンとして供給するイオン生成部と、

c)前記筐体内であって前記一次イオンと前記キャリアガス中の荷電対象粒子とが接触する混合領域と前記導出部との間に該混合領域で荷電した粒子を該導出部の方向に移動させる電位勾配を有する電場を形成するための、電極及び該電極に所定の電圧を印加する電圧印加部を含む電場形成部と、

を備えることを特徴とする粒子荷電装置。

[請求項2]

請求項1に記載の粒子荷電装置であって、

前記導入部及び前記導出部は略直線上に対向して配置され、

前記電場形成部は、前記導入部と前記導出部とを結ぶ直線状の軸を中心に複数配置されたリング状の電極と、該複数のリング状電極にそれぞれ異なる直流電圧を印加する電圧印加部と、を含むことを特徴とする粒子荷電装置。

[請求項3]

請求項2に記載の粒子荷電装置であって、

前記筐体は前記軸を中心とする略円筒形状の壁面を有し、その壁面内周に沿って軸方向に補助ガスを供給する補助ガス導入部及び補助ガス排出部をさらに備えることを特徴とする粒子荷電装置。

[請求項4]

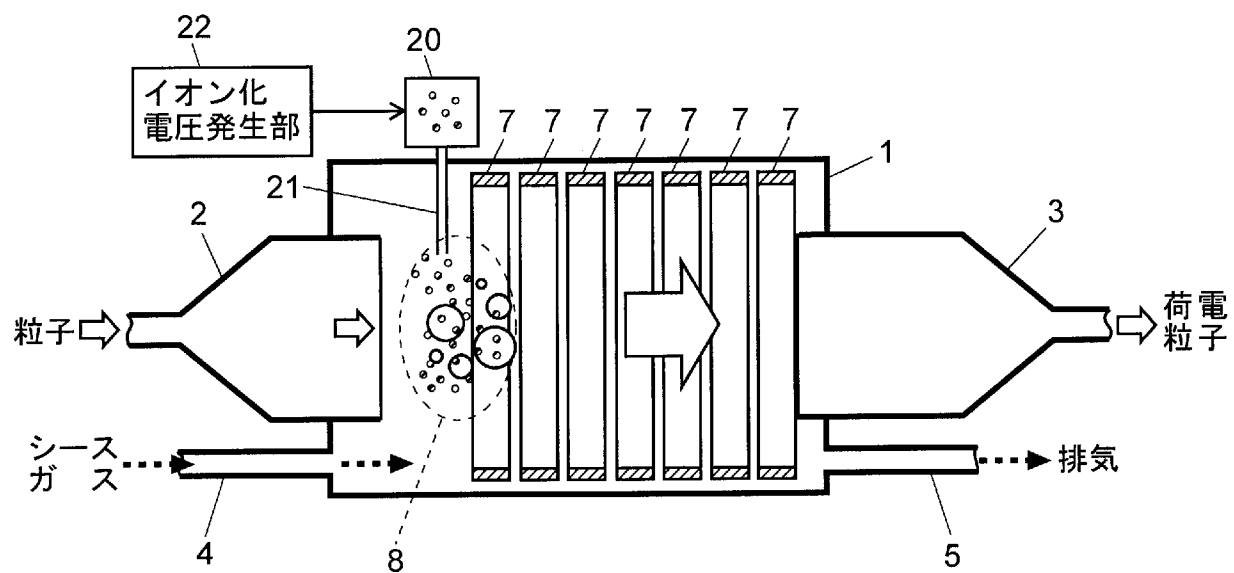
請求項1に記載の粒子荷電装置であって、

前記筐体は、前記導入部と略直線上に対向して配置された気体導出部をさらに有し、前記導出部は前記導入部と前記気体導出部を結ぶ直線から外れた位置に設けられ、

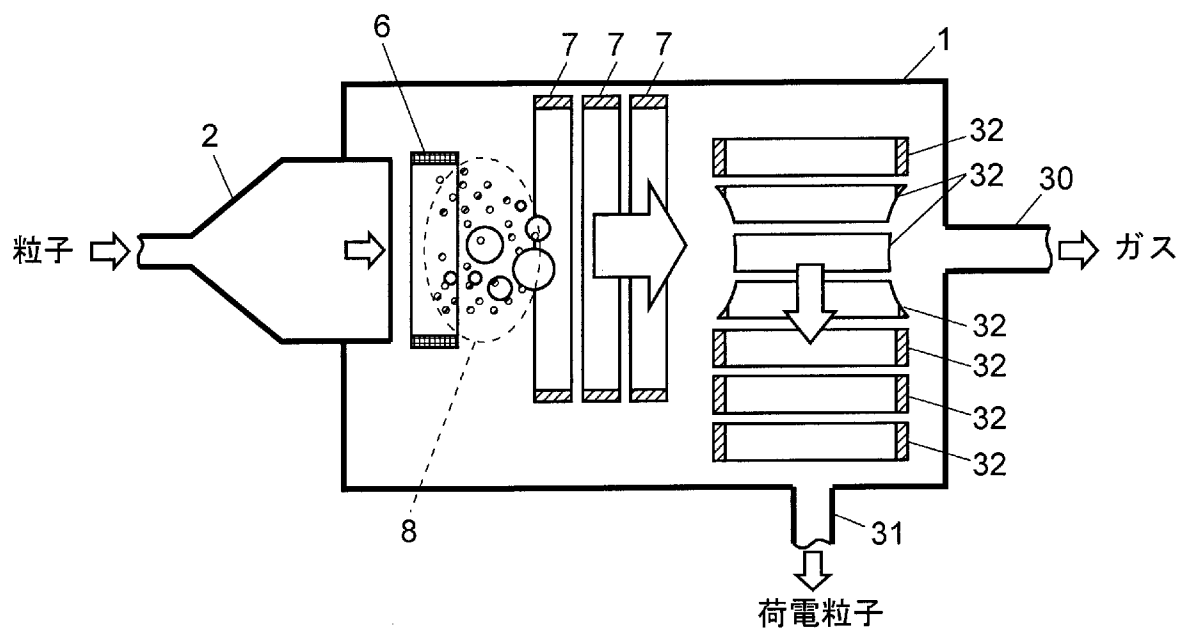
前記電場形成部は、前記混合領域で荷電した粒子を、前記導入部か

ら前記気体導出部へと向かうキャリアガス流と分離しつつ前記導出部の方向に移動させる電場を形成することを特徴とする粒子荷電装置。

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01T23/00(2006.01)i, B03C3/38(2006.01)i, H01T19/02(2006.01)i, G01N27/62(2006.01)n

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)

H01T23/00, B03C3/38, H01T19/02, G01N27/62

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.
Y	JP 2007-534126 A (Micromass UK Ltd.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraphs [0122] to [0137], [0146] to [0156]; fig. 1 to 3, 5 & US 2011/0095175 A1 paragraphs [0147] to [0162], [0171] to [0181]; fig. 1 to 3, 5 & GB 2413433 A & GB 2428875 A & WO 2005/104182 A2 & CA 2562802 A	1-4
Y	JP 2005-174619 A (Hitachi, Ltd.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0017] to [0030]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4

☒ 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
10 July 2017 (10.07.17)

Date of mailing of the international search report
18 July 2017 (18.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017364

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 2010-518378 A (Sionex Corp.), 27 May 2010 (27.05.2010), paragraphs [0097] to [0105]; fig. 14A to 14B & US 2010/0282961 A1 paragraphs [0132] to [0140]; fig. 14A to 14B & WO 2008/094704 A2 & CA 2685169 A	1-3
A	JP 2011-159422 A (Shimadzu Corp.), 18 August 2011 (18.08.2011), paragraphs [0029] to [0046]; fig. 1 to 5 & US 2011/0186732 A1 paragraphs [0039] to [0057]; fig. 1 to 5	1-3
P, X	WO 2016/079780 A1 (Shimadzu Corp.), 26 May 2016 (26.05.2016), paragraphs [0035] to [0057]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01T23/00(2006.01)i, B03C3/38(2006.01)i, H01T19/02(2006.01)i, G01N27/62(2006.01)n

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. H01T23/00, B03C3/38, H01T19/02, G01N27/62

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
Y	JP 2007-534126 A（マイクロマス ユーケー リミテッド） 2007.11.22, 段落[0122]-[0137], [0146]-[0156], 図1-3, 5 & US 2011/0095175 A1, 段落[0147]-[0162], [0171]-[0181], 図1-3, 5 & GB 2413433 A & GB 2428875 A & WO 2005/104182 A2 & CA 2562802 A	1-4
Y	JP 2005-174619 A（株式会社日立製作所）2005.06.30, 段落 [0017]-[0030], 図1-2（ファミリーなし）	1-4

☒ 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	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

10.07.2017

国際調査報告の発送日

18.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山下 寿信

3 T

3738

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

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 2010-518378 A (サイオネックス コーポレーション) 2010.05.27, 段落[0097]-[0105], 図 14A-14B & US 2010/0282961 A1, 段落[0132]-[0140], 図 14A-14B & WO 2008/094704 A2 & CA 2685169 A	1 - 3
A	JP 2011-159422 A (株式会社島津製作所) 2011.08.18, 段落 [0029]-[0046], 図 1-5 & US 2011/0186732 A1, 段落[0039]-[0057], 図 1-5	1 - 3
P, X	WO 2016/079780 A1 (株式会社島津製作所) 2016.05.26, 段落 [0035]-[0057], 図 1-6 (ファミリーなし)	1 - 3