

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-202239

(P2019-202239A)

(43) 公開日 令和1年11月28日(2019.11.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B03C 7/02 (2006.01)	B03C 7/02	B 3C707
H05F 3/02 (2006.01)	H05F 3/02	U 4D054
H05F 3/04 (2006.01)	H05F 3/04	C 5G067
B25J 15/06 (2006.01)	H05F 3/04	D
	H05F 3/04	E

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-97082 (P2018-97082)
 (22) 出願日 平成30年5月21日 (2018.5.21)

特許法第30条第2項適用申請有り 平成29年度 山形大学大学院理工学研究科修士論文公聴会 山形大学 (平成30年2月15日) 2018年度静電気学会春季講演会 東京大学 (平成30年3月5日)

(71) 出願人 304036754
 国立大学法人山形大学
 山形県山形市小白川町1丁目4-12
 (74) 代理人 100129425
 弁理士 小川 護晃
 (74) 代理人 100087505
 弁理士 西山 春之
 (74) 代理人 100168642
 弁理士 関谷 充司
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

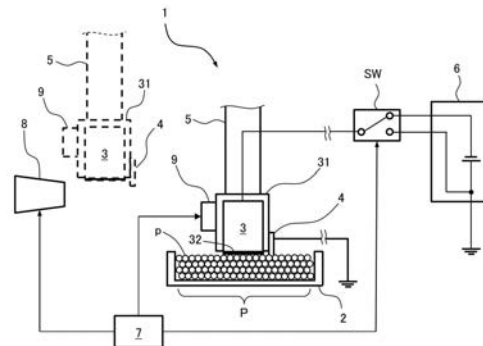
(54) 【発明の名称】 静電吸着装置

(57) 【要約】

【課題】複数の導電性粒子を同時に吸着することのできる静電吸着装置を提供する。

【解決手段】静電吸着装置1は、収容部2内の導電性粒子群Pに基準電位を与える基準電極4と、絶縁被覆32を有する吸着電極3と、吸着電極3に対する吸着電圧の印加をオンオフするスイッチSWと、吸着電極3を移動させるアーム部材5とを有し、吸着電極3が導電性粒子群Pに近接又接触する吸着位置にあるときに吸着電極3に前記吸着電圧を印加することより、導電性粒子群Pのうちの所定数の導電性粒子pを吸着電極3に吸着させ、その後、吸着電極3を前記吸着位置から退避位置に移動させることにより、吸着電極3に吸着した前記所定数の導電性粒子pを導電性粒子群Pの他の導電性粒子pから分離するように構成されている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

導電性粒子群に基準電位を与える基準電極と、
絶縁被覆を有する少なくとも一つの吸着電極と、
前記少なくとも一つの吸着電極に対する吸着電圧の印加をオンオフするスイッチ部と、
前記少なくとも一つの吸着電極を前記導電性粒子群に近接又接触する吸着位置と当該吸着位置よりも前記導電性粒子群から離れた退避位置との間で移動させる移動機構と、
を含み、

前記少なくとも一つの吸着電極が前記吸着位置にあるときに前記少なくとも一つの吸着電極に前記吸着電圧を印加することにより、前記導電性粒子群のうちの所定数の導電性粒子に前記吸着電圧とは逆極性の電荷を誘起させて前記所定数の導電性粒子を前記少なくとも一つの吸着電極に吸着させ、

その後、前記少なくとも一つの吸着電極を前記吸着位置から前記退避位置に移動させることによって、前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した前記所定数の導電性粒子を前記導電性粒子群の他の導電性粒子から分離するように構成されている、静電吸着装置。

【請求項 2】

前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した前記所定数の導電性粒子は、前記少なくとも一つの吸着電極への前記吸着電圧の印加が遮断された後においても前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した状態が維持される、請求項 1 に記載の静電吸着装置。

【請求項 3】

前記所定数の導電性粒子が一層の状態の前記少なくとも一つの吸着電極に吸着される、請求項 1 又は 2 に記載の静電吸着装置。

【請求項 4】

前記所定数の導電性粒子を前記少なくとも一つの吸着電極から脱離させるため、前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した前記所定数の導電性粒子の電荷を除去する除電装置をさらに含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 5】

前記除電装置は、前記所定数の導電性粒子が脱離した後の前記吸着電極の残留電荷をも除去するように構成されている、請求項 4 に記載の静電吸着装置。

【請求項 6】

機械的な力を前記少なくとも一つの吸着電極又は前記所定数の導電性粒子に加えて前記所定数の導電性粒子の前記少なくとも一つの吸着電極からの脱離をアシストする脱離アシスト装置をさらに含む、請求項 4 又は 5 に記載の静電吸着装置。

【請求項 7】

前記基準電位を持つ導電性のブラシ状部材を前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した前記所定数の導電性粒子に接触させることにより、前記所定数の導電性粒子の電荷を除去すると共に前記所定数の導電性粒子に機械的な力を加えて前記所定数の導電性粒子を前記少なくとも一つの吸着電極からの脱離させる除電・脱離装置をさらに含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 8】

前記除電装置又は前記除電・脱離装置が前記退避位置の近傍に配置されている、請求項 4 ~ 7 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 9】

前記導電性粒子群を隣接する導電性粒子同士が互いに接触するように収容する収容部を含み、前記基準電極は、前記導電性粒子群のうちの少なくとも一つの導電性粒子に接触するように配置されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 10】

前記導電性粒子群を隣接する導電性粒子同士が互いに接触するように収容する導電性の収容部を含み、前記基準電極は、前記収容部に接触するように配置されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記導電性粒子群を隣接する導電性粒子同士が互いに接触するように收容する導電性の收容部を含み、前記收容部が前記基準電極としての機能を有する、請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 1 2】

前記吸着位置は、前記收容部内における前記導電性粒子群の上層部に近接又は接触する位置であり、前記退避位置は、前記收容部の外側の位置である、

請求項 8 ~ 1 1 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

【請求項 1 3】

前記導電性粒子群は、導電性を有する導電性面上に散在し、前記基準電極は、前記導電性面に接触するように配置されている、請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

10

【請求項 1 4】

前記少なくとも一つの吸着電極は、複数の吸着電極であり、

前記スイッチ部は、それぞれが前記複数の吸着電極のいずれかに対する吸着電圧の印加をオンオフする複数のスイッチを含み、

前記複数の吸着電極が前記吸着位置にあるときに前記複数の吸着電極に選択的に前記吸着電圧を印加することにより、前記導電性粒子群のうちの所定数の導電性粒子に前記吸着電圧とは逆極性の電荷を誘起させて前記所定数の導電性粒子を前記吸着電圧が印加された吸着電極に吸着させるように構成されている、請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一つに記載の静電吸着装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静電吸着法により粒子（導電性粒子）を吸着する静電吸着装置に関する。

【背景技術】

【0002】

静電吸着装置は、単極型と双極型とに大別される。

【0003】

単極型の静電吸着装置は、誘電体層の内部に一つの電極が埋設された構造を有する。単極型の静電吸着装置では、被吸着物が接地（アース）される必要があるが、誘電体層の内部に埋設される電極が単純な形状でよいこと及び金属製の基材自体を電極にできることなどの有利な点がある。また、単極型の静電吸着装置は、導電体や高抵抗物を吸着させることも可能である。このような単極型の静電吸着装置として例えば特許文献 1 に記載の静電式微小物体吸引装置が知られている。

30

【0004】

双極型の静電吸着装置は、誘電体層の内部に正負の電圧を印加するための一对の電極が埋設された構造を有する。前記双極型の静電吸着装置は、電極の形状と組み合わせによって吸着力やその分布を制御することが可能である。また、前記双極型の静電吸着装置は、電界によって被吸着物を分極させることにより、誘電体（絶縁体）を吸着させることも可能である。このような双極型の静電吸着装置として例えば特許文献 2 に記載の静電付着装置が知られている。

40

【0005】

なお、前記単極型の静電吸着装置及び前記双極型の静電吸着装置とは異なるが、非特許文献 1 には、静電力を利用して小粒子を操作する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭 5 9 - 1 2 9 6 8 6 号公報

【特許文献 2】特許 2 0 1 2 - 2 3 1 6 6 8 号公報

50

【 0 0 0 7 】

【非特許文献1】H. Kawamoto, K. Tsuji, “Manipulation of small particles utilizing electrostatic force” Advanced Power Technology, 22 (2011), 602-607.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

前記双極型の静電吸着装置は、正負1組以上の電極で一つの被吸着物を吸着させる。このため、被吸着物が小さい粒子の場合、正負両電極間の距離を粒子サイズに合わせて狭くする必要があり、複数の粒子を同時に吸着することは困難である。また、前記単極型の静電吸着装置の一例である特許文献1に記載の静電式微小物体吸引装置は、吸着から脱着（脱離）までの全工程で接地電極が常に粒子と接触することを要求する構造になっている。このため、前記双極型の静電吸着装置と同様、複数の粒子を同時に吸着することは困難である。さらに、非特許文献1に記載の技術は、小粒子を1粒ずつ取り扱うものであり、複数の小粒子を同時に取り扱うことはできない。

10

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、複数の粒子（導電性粒子）を同時に吸着することのできる静電吸着装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一側面によると、静電吸着装置が提供される。前記静電吸着装置は、導電性粒子群に基準電位を与える基準電極と、絶縁被覆を有する少なくとも一つの吸着電極と、前記少なくとも一つの吸着電極に対する吸着電圧の印加をオンオフするスイッチ部と、前記少なくとも一つの吸着電極を前記導電性粒子群に近接又接触する吸着位置と当該吸着位置よりも前記導電性粒子群から離れた退避位置との間で移動させる移動機構と、を含む。そして、前記静電吸着装置は、前記少なくとも一つの吸着電極が前記吸着位置にあるときに前記少なくとも一つの吸着電極に前記吸着電圧を印加することにより、前記導電性粒子群のうちの所定数の導電性粒子に前記吸着電圧とは逆極性の電荷を誘起させて前記所定数の導電性粒子を前記少なくとも一つの吸着電極に吸着させ、その後、前記少なくとも一つの吸着電極を前記吸着位置から前記退避位置に移動させることによって、前記少なくとも一つの吸着電極に吸着した前記所定数の導電性粒子を前記導電性粒子群の他の導電性粒子から分離するように構成されている。

20

30

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

前記静電吸着装置によれば、前記所定数の導電性粒子、すなわち、複数の導電性粒子を同時に吸着することができる。また、前記吸着電極の数、形状及び/又は大きさなどを変更することによって、前記所定数、すなわち、導電性粒子の吸着量（吸着個数）を調整することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】本発明の第1実施形態に係る静電吸着装置の概略構成を示す図である。

40

【図2】前記第1実施形態に係る静電吸着装置の動作説明図であり、（A）は、所定数の導電性粒子を吸着電極の吸着面に吸着させて他の導電性粒子から取り出した状態を示す図であり、（B）は、前記所定数の導電性粒子を前記吸着面から脱離させた状態を示す図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る静電吸着装置の要部図である。

【図4】導電性粒子が前記吸着電極の前記吸着面に吸着された状態の一例を示す図である。

【図5】前記吸着電極の前記吸着面に吸着された導電性粒子を脱離させた状態の一例を示す図である。

【図6】前記吸着電極に印加する吸着電圧を変化させた場合の導電性粒子の吸着個数の変

50

化の一例を示す図である。

【図 7】前記吸着電極の吸着面の面積を変化させた場合の導電性粒子の吸着個数の変化の一例を示す図である。

【図 8】前記第 2 実施形態に係る静電吸着装置における複数の吸着電極及びこれらが組み込まれた電極ホルダの一例を示す図である。

【図 9】前記第 2 実施形態に係る静電吸着装置において、一つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合、二つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合、及び、五つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合の導電性粒子の吸着個数及びそのばらつきを示す表である。

【図 10】前記二つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合の導電性粒子の吸着状態の一例を示す図である。

【図 11】前記五つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合の導電性粒子の吸着状態の一例を示す図である。

【図 12】導電性粒子として種子を用いた場合における種子の吸着個数及びそのばらつきを示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

まず、本発明の概要を説明する。本発明は、複数の導電性粒子を同時に吸着すると共に吸着した前記複数の導電性粒子を同時に脱離（脱着）することのできる静電吸着装置を提供する。ここで、前記導電性粒子とは、表面に導電性を有する粒子のことをいい、主に表面抵抗率が 10^9 乗以下の導電性を有すると共に粒径が数 μm ～数 mm の範囲の球形又は球形に近い不定形の粒体のことをいう。前記導電性粒子は、表面に導電性を有する粒子であればよく、金属粒子はもちろん、自然物及び人工物を含む様々な粒子を含み得る。例えば、自然物である種子や花粉などは、水分の搬送経路を持つため、完全な絶縁体ではなく、大気中の水分が表面に吸着することでわずかながら導電性を示す。このため、種子や花粉などは前記導電性粒子に含まれる。また、ガラス粒子やシリカ粒子などの表面抵抗率が 10^9 乗を超える絶縁性粒子であっても、導電性スプレーや帯電防止スプレーによる導電被膜の形成を含む表面導電化処理が施されたものは、前記導電性粒子に含まれる。

【0014】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。

【0015】

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る静電吸着装置 1 の概略構成を示している。図 1 に示されるように、第 1 実施形態に係る静電吸着装置 1 は、収容部 2、吸着電極 3、基準電極 4、アーム部材 5、電源 6 及び制御部 7 を含む。

【0016】

収容部 2 は、多数の導電性粒子 p からなる導電性粒子群 P を収容する。本実施形態において、収容部 2 は、導電性粒子群 P を隣接する導電性粒子 p 同士が互いに接触した状態で収容するように構成されている。

【0017】

吸着電極 3 は、吸着電圧の印加によつての導電性粒子 p を吸着する電極である。本実施形態において、吸着電極 3 は、導電性粒子 p の粒径の 2 倍以上の直径を有する円柱状に形成されており、一方の端面が露出した状態で、例えば絶縁樹脂製の電極ホルダ 31 に組み込まれている。電極ホルダ 31 から露出する吸着電極 3 の前記一方の端面には、絶縁被覆 32 が施されている。そして、絶縁被覆 32 の施された吸着電極 3 の前記一方の端面が、吸着電極 3 に前記吸着電圧が印加されたときに、導電性粒子 p を吸着させる吸着面を構成する。特に制限されるものではないが、絶縁被覆 32 は、そこに吸着された導電性粒子 p との間には不必要な粘着力などが働かないように、撥水性及びすべり性の高いポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などのフッ素樹脂で形成されるのが好ましい。また、絶縁被覆 32 の厚さは、電気的な絶縁を保てる範囲でできるだけ薄く設定されるのが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

基準電極 4 は、収容部 2 に収容された導電性粒子群 P に基準電位（ここでは接地電位）を与える電極である。本実施形態において、基準電極 4 は、前記基準電位に接続されると共に、収容部 2 に収容された導電性粒子群 P のうちの少なくとも一つの導電性粒子 p に接触するように配置され、これによって、収容部 2 に収容された導電性粒子群 P の各導電性粒子 p に基準電位を与える。なお、本実施形態において、基準電極 4 は、電極ホルダ 3 1 の側面に取り付けられている。しかし、これに限られるものではなく、基準電極 4 は、収容部 2 に取り付けられてもよい。

【 0 0 1 9 】

アーム部材 5 は、吸着電極 3 を移動させる部材である。本実施形態において、アーム部材 5 は、鉛直方向に延びる棒状の部材として形成されており、収容部 2 の上方に配置されている。そして、アーム部材 5 の先端（図 1 における下端）に、吸着電極 3 の絶縁被覆 3 2 の施された前記一方の端面（すなわち、前記吸着面）が下方を向くように、電極ホルダ 3 1 が固定されている。

10

【 0 0 2 0 】

アーム部材 5 は、図示省略のアクチュエータによって、図 1 中に実線で示される収容部 2 内の第 1 位置と図 1 中に破線で示される収容部 2 外の第 2 位置との間を移動可能に構成されている。前記アクチュエータの動作は、制御部 7 によって制御される。そして、前記アクチュエータの動作によってアーム部材 5 が前記第 1 位置に移動すると、吸着電極 3 は前記吸着面が収容部 2 内の導電性粒子群 P の上層部に接触する位置（以下「吸着位置」という）に移動し、基準電極 4 はその先端部が導電性粒子群 P のうちの少なくとも一つの導電性粒子 p に接触する。一方、前記アクチュエータの動作によってアーム部材 5 が前記第 2 位置に移動すると、吸着電極 3 は前記吸着面が収容部 2 内の導電性粒子群 P から十分に離れると共に収容部 2 の外側の位置（以下「退避位置」という）に移動し、基準電極 4 も導電性粒子群 P から離間する。したがって、本実施形態においては、アーム部材 5 及び前記アクチュエータが本発明の「移動機構」として機能する。

20

【 0 0 2 1 】

電源 6 は、吸着電極 3 に前記吸着電圧を供給する装置である。電源 6 は、スイッチ S W を介して吸着電極 3 に接続されている。スイッチ S W の ON / OFF 動作は、制御部 7 によって制御される。そして、スイッチ S W が ON 制御されると、電源 6 からの前記吸着電圧が吸着電極 3 に印加され、スイッチ S W が OFF 制御されると、吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加が遮断される。つまり、スイッチ S W は、吸着電極 3 に対する前記吸着電圧の印加をオンオフするように構成されている。なお、前記吸着電圧の印加が遮断（オフ）された吸着電極 3 には、前記基準電位（接地電位）が与えられる。

30

【 0 0 2 2 】

本実施形態において、静電吸着装置 1 は、収容部 2 内の導電性粒子群 P のうちの所定数（複数）の導電性粒子 p を吸着電極 3 の前記吸着面に吸着させ、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着させた前記所定数の導電性粒子 p を収容部 2 から取り出すように構成されている。このときの静電吸着装置 1 の動作は以下のとおりである。

【 0 0 2 3 】

まず、静電吸着装置 1（の制御部 7）は、前記アクチュエータを制御してアーム部材 5 を前記第 1 位置に移動させて吸着電極 3 を前記吸着位置に位置させる。次いで、静電吸着装置 1（の制御部 7）は、スイッチ S W を ON 制御して吸着電極 3 に前記吸着電圧を印加する。これにより、吸着電極 3 の前記吸着面（絶縁被覆 3 2）に接触する前記所定数の導電性粒子 p には前記吸着電圧とは逆極性の電荷が誘起され、前記所定数の導電性粒子 p が吸着電極 3 の前記吸着面に吸着する。次いで、静電吸着装置 1（の制御部 7）は、前記アクチュエータを制御することによってアーム部材 5 を前記第 1 位置から前記第 2 位置に移動させる。すなわち、吸着電極 3 を前記吸着位置から前記退避位置に移動させる。これにより、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p が収容部 2 から取り出される。換言すれば、収容部 2 内の導電性粒子群 P のうち吸着電極 3 の前記吸着面に吸

40

50

着した前記所定数の導電性粒子 p が前記吸着面に吸着しなかった残りの導電性粒子 p から分離される。

【0024】

本実施形態における導電性粒子 p の吸着特性は、次のような吸着モデルで説明される。まず、導電性粒子 p に加わる電界 E 0 は式 (1) で表される。

$$E 0 = V 0 / (d + d c / r) \cdot \cdot \cdot (1)$$

ここで、V 0 は、吸着電極 3 に印加される前記吸着電圧 [V]、d は、絶縁被覆 3 2 の表面から導電性粒子 p の中心までの距離 [m]、d c は、絶縁被覆 3 2 の厚さ [m]、r は、絶縁被覆 3 2 の比誘電率である。

【0025】

吸着電極 3 の前記吸着面に接触する導電性粒子 p の吸着電極 3 側の表面には前記吸着電圧とは逆極性の電荷が誘導される。導電性粒子 p の粒径を D p とすると、電界 E 0 [V / m] によって導電性粒子 p に誘導される誘導電荷 Q は式 (2) で表される。

$$Q = (0 \cdot D p ^ 2 \cdot ^ 3 \cdot E 0) / 6 \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0026】

したがって、吸着電極 3 の前記吸着面に接触する導電性粒子 p に加わる静電気力 F は式 (3) で表され、この静電気力 F によって導電性粒子 p が吸着電極 3 の前記吸着面に吸着する。

$$F = Q \cdot E 0 = (0 \cdot D p ^ 2 \cdot ^ 3 \cdot V 0 ^ 2) / 6 \cdot (d + d c / r) \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0027】

ここで、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した導電性粒子 p の下側にある導電性粒子 p には電荷が誘導されず、当該導電性粒子 p には静電気力が加わらない。このため、吸着電極 3 が前記吸着位置から前記退避位置に向かって移動すると、吸着電極 3 の前記吸着面に接触した前記所定数の導電性粒子 p が、吸着電極 3 の前記吸着面に一層分だけ吸着していることになる。したがって、前記所定数、すなわち、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着されて収容部 2 から取り出される導電性粒子 p の数は、吸着電極 3 の前記吸着面の面積によって規定されることになる。

【0028】

また、本実施形態において、静電吸着装置 1 は、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着させて収容部 2 から取り出した前記所定数の導電性粒子 p を吸着電極 3 が前記退避位置にあるときに吸着電極 3 の前記吸着面から脱離させるように構成されている。以下、静電吸着装置 1 による前記所定数の導電性粒子 p の脱離について説明する。

【0029】

上述のように、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p は、吸着電極 3 に印加された前記吸着電圧とは逆極性に帯電している。このため、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p は、単に吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加を遮断 (オフ) するだけでは、前記吸着面から脱離せず、前記吸着面に吸着した状態が維持される。したがって、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p を前記吸着面から脱離させるためには、吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加を遮断 (オフ) すると共に前記所定数の導電性粒子 p の電荷を除去する必要がある。

【0030】

また、吸着電極 3 の前記吸着面と前記所定数の導電性粒子 p との間には、静電気力以外の吸着力 (例えば、水分による吸着力やファンデルワールス力による吸着力) も働く。このため、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p を前記吸着面から脱離させるためには、機械的な力を吸着電極 3 及び / 又は前記所定数の導電性粒子 p に加えて前記所定数の導電性粒子 p の脱離をアシストすることが好ましい。

【0031】

さらに、前記所定数の導電性粒子 p が吸着電極 3 の前記吸着面 (絶縁被覆 3 2) に接触することによって接触帯電が起こるため、前記所定数の導電性粒子 p が脱離した後の前記

10

20

30

40

50

吸着面（絶縁被覆 3 2）には電荷が残留することになる。このような前記吸着面の残留電荷は、次に吸着電極 3 の前記吸着面に導電性粒子 p を吸着させる際に、導電性粒子 p の安定した吸着を妨げることになるため、除去する必要がある。

【 0 0 3 2 】

以上のことから、静電吸着装置 1 は、除電装置 8 及び脱離アシスト装置 9 をさらに含んでいる。

【 0 0 3 3 】

除電装置 8 は、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p の電荷及び吸着電極 3 の前記吸着面の前記残留電荷を除去する装置である。本実施形態において、除電装置 8 は、吸着電極 3 の前記退避位置の近傍に設けられている。具体的には、除電装置 8 は、前記退避位置にある吸着電極 3 の前記吸着面の近傍に位置するように、配置されている。除電装置 8 の動作は、制御部 7 によって制御される。

10

【 0 0 3 4 】

除電装置 8 としてはコロナ放電やグロー放電によって正負の気中イオンを生成するイオナイザーや X 線によって正負の気中イオンを生成するイオナイザーなどが用いられ得る。但し、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着している前記所定数の導電性粒子 p の電荷は、絶縁被覆 3 2 を介して吸着電極 3 内の電荷と大きさが同じで極性が逆になっているので、除電装置 8 の位置から見ると正負の電荷数が同じになり、外部に静電界が形成されていないことになる。このような状態では、単に正負のイオンを生成するだけではイオンが帯電物に到達しないため、前記所定数の導電性粒子 p の電荷を完全に除去することは難しい。したがって、正負のイオンを高濃度で供給することのできるイオナイザーを除電装置 8 として用いるのが好ましい。このようなイオナイザーとしては、例えば、特許第 6 0 0 8 2 6 9 号公報に記載されたイオナイザーがある。

20

【 0 0 3 5 】

脱離アシスト装置 9 は、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した導電性粒子 p の前記吸着面からの脱離をアシストする装置である。本実施形態において、脱離アシスト装置 9 は、例えば振動子を含み、電極ホルダ 3 1 の側面に取り付けられ、電極ホルダ 3 1 を介して吸着電極 3 に振動又は衝撃を与えるように構成されている。脱離アシスト装置 9 の動作は、制御部 7 によって制御される。

【 0 0 3 6 】

吸着電極 3 の前記吸着面に吸着させて収容部 2 から取り出した前記所定数の導電性粒子 p を前記吸着面から脱離させるときの静電吸着装置 1 の動作は以下のとおりである。

30

【 0 0 3 7 】

静電吸着装置 1（の制御部 7）は、前記吸着面に前記所定数の導電性粒子 p が吸着した吸着電極 3 を前記退避位置に移動させた後、スイッチ S W を O F F 制御して吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加を遮断（オフ）する。次いで、静電吸着装置 1（の制御部 7）は、除電装置 8 及び脱離アシスト装置 9 を動作させ、所定時間が経過したら除電装置 8 及び脱離アシスト装置 9 の動作を停止させる。これにより、吸着電極 3 が前記退避位置にあるとき、収容部 2 から取り出された前記所定数の導電性粒子 p、すなわち、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着している前記所定数の導電性粒子 p が前記吸着面から脱離する。

40

【 0 0 3 8 】

図 2 は、静電吸着装置 1 の動作状態を示す要部図であり、図 2（A）は、前記所定数の導電性粒子 p を吸着電極 3 の前記吸着面に吸着させて収容部 2 から取り出した状態を示す図であり、図 2（B）は、前記所定数の導電性粒子 p を前記吸着面から脱離させた状態を示す図である。

【 0 0 3 9 】

本実施形態において、静電吸着装置 1 は、吸着電極 3 の前記吸着面への前記所定数の導電性粒子 p の吸着、吸着電極 3 の移動による前記所定数の導電性粒子 p の取り出し（前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p の前記吸着面に吸着しない他の導電性粒子 p からの分離）、及び、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p の前

50

記吸着面からの脱離を繰り返すことによって、収容部 2 内の導電性粒子群 P から導電性粒子 p を所定数ずつ取り出して移動させることができる。

【0040】

ここで、取り出される導電性粒子 p は、強い力で掴まれたり、強い力で押し付けられたりすることがないので、導電性粒子 p の損傷等が防止される。また、吸着電極 3 の前記吸着面にはそこに接触した導電性粒子 p が一層分だけ吸着されるので、導電性粒子群 P から一定数の導電性粒子 p を安定して取り出して移動させることが可能である。さらに、取り出される導電性粒子 p の数は吸着電極 3 の前記吸着面の面積に依存するため、吸着電極 3 (の前記吸着面) の大きさを変更することにより、取り出される導電性粒子 p の数を調整することも可能である。

10

【0041】

特に導電性粒子 p の一例である種子は、強い力で掴まれたり、強い力で押し付けられたりすると発芽しなくなってしまうおそれがある。この点、本実施形態に係る静電吸着装置 1 を用いれば、そのようなおそれがなく、種子群から一定量の種子を安定して取り出して例えば前記退避位置の下方にある(移動してきた)パレットに散布することができ、しかも、散布される種子の数が吸着電極 3 (の前記吸着面) の大きさで調整され得る。したがって、静電吸着装置 1 は、人工播種への応用に適しているといえる。

【0042】

なお、上述の実施形態において、基準電極 4 は、収容部 2 内の導電性粒子群 P、すなわち、隣接する導電性粒子 p 同士が互いに接触した状態の導電性粒子群 P のうちの少なくとも一つの導電性粒子 p に接触するように配置されている。しかし、これに限られるものではない。例えば、収容部 2 が導電性粒子群 P のうちの少なくとも一つに接触する導電部を有する場合、基準電極 4 は、収容部 2 の前記導電部に接触されるように配置され得る。あるいは、収容部 2 が金属などの導電性材料で形成されている場合、例えば収容部 2 を接地することにより、収容部 2 が基準電極 4 としての機能を有し得る。

20

【0043】

また、導電性粒子群 P は、必ずしも、収容部 2 に収容されたり、隣接する導電性粒子 p 同士が互いに接触していたりする必要はない。例えば、導電性粒子群 P を構成する各導電性粒子 p が導電性を有する面(導電面)上に散在していてもよく、この場合、基準電極 4 は、前記導電面に接触するように配置され得る。

30

【0044】

さらに、導電性粒子群 P は、必ずしも同種の導電性粒子 p で構成される必要はなく、導電性粒子群 P は、大きさの異なる導電性粒子 p や種類の異なる導電性粒子 p を含み得る。

【0045】

また、上述の実施形態において、前記吸着位置は、吸着電極 3 の前記吸着面が収容部 2 内の導電性粒子群 P の上層部に接触する位置に設定されている。しかし、これに限られるものではない。吸着電極 3 に前記吸着電圧が印加されることにより、吸着電極 3 の前記吸着面の下にある所定数の導電性粒子 p に前記吸着電圧とは逆極性の電荷が誘起されればよく、前記吸着位置は、吸着電極 3 の前記吸着面が収容部 2 内の導電性粒子群 P の上層部に近接する位置に設定され得る。また、特に導電性粒子群 P が収容部 2 に収容されていない場合において、前記退避位置は、前記吸着位置よりも導電性粒子群 P の上層部から離れた位置にあればよい。

40

【0046】

また、上述の実施形態において、脱離アシスト装置 9 は、電極ホルダ 3 1 の側面に取り付けられて吸着電極 3 に振動又は衝撃を与えるように構成されている。しかし、これに限られるものではない。脱離アシスト装置 9 は、吸着電極 3 の前記吸着面上でブラシ等を移動させたり、吸着電極 3 の前記吸着面及び / 又はそこ吸着している導電性粒子 p にエアを吹き付けたりすることによって、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着している導電性粒子 p の前記吸着面からの脱離をアシストするように構成されてもよい。

【0047】

50

また、上述の実施形態において、静電吸着装置 1 は、除電装置 8 と脱離アシスト装置 9 とを別々に有している。しかし、これに限られるものではない。静電吸着装置 1 は、これらの装置 8、9 に代えて、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p の電荷を除去すると共に前記所定数の導電性粒子 p に機械的な力を加えて前記所定数の導電性粒子 p を吸着電極 3 の前記吸着面から脱離させる除電・脱離装置を有してもよい。図示は省略するが、このような除電・脱離装置は、例えば、前記基準電位に接続された（すなわち、前記基準電位を持つ）導電性ブラシ部材と、前記導電性ブラシ部材を移動させるブラシ移動機構とを有して構成され、吸着電極 3 の前記退避位置の近傍に配置される。そして、前記除電・脱離装置は、前記退避位置において吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加が遮断（オフ）された後に、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着した前記所定数の導電性粒子 p のそれぞれに接触させるように前記導電性ブラシ部材を移動させる。これにより、前記所定数の導電性粒子 p の電荷が除去されると共に前記所定数の導電性粒子 p に機械的な力が加えられて前記所定数の導電性粒子 p が吸着電極 3 の前記吸着面から脱離する。なお、前記除電・脱離装置は、前記所定数の導電性粒子 p が脱離した後に、吸着電極 3 の前記吸着面の各部位に接触させるように前記導電性ブラシを移動させることにより、吸着電極 3 の前記吸着面の前記残留電荷を除去することも可能である。

10

【0048】

また、上述の実施形態において、吸着電極 3 は、導電性粒子 p の粒径の 2 倍以上の直径を有する円柱状に形成されている。しかし、これに限られるものではない。吸着電極 3 の形状や大きさは、吸着したい導電性粒子やそれが置かれている環境などに応じて適宜変更することが可能である。例えば、吸着電極 3 の形状としては、円柱型のほかに、円錐型、楕型、ブラシ型など多様な形状が採用され得る。

20

【0049】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る静電吸着装置について説明する。なお、第1実施形態に係る静電吸着装置 1 と共通する要素については同一の符号を付してその説明は省略する。図3は、第2実施形態に係る静電吸着装置 10 の要部図である。第1実施形態に係る静電吸着装置 1 と第2実施形態に係る静電吸着装置 10 との主な相違点は、以下のとおりである。

【0050】

すなわち、第1実施形態に係る静電吸着装置 1 においては電極ホルダ 31 に一つの吸着電極 3 が組み込まれている。これに対し、第2実施形態に係る静電吸着装置 10 においては電極ホルダ 31 に複数（ここでは、五つの）吸着電極 3a ~ 3e が間隔をあけて（すなわち、互いに絶縁された状態で）組み込まれている。また、第2実施形態に係る静電吸着装置 10 において、電源 6 は、スイッチ SW1 ~ SW5 を介して吸着電極 3a ~ 3e に接続されている。さらに、電極ホルダ 31 から露出する各吸着電極 3a ~ 3e の端面、ここでは、各吸着電極 3a ~ 3e の前記端面が露出している電極ホルダ 31 の一端面には、絶縁被覆 32 が施されている。そして、絶縁被覆 32 が施された各吸着電極 3a ~ 3e の前記端面が、各吸着電極 3a ~ 3e に前記吸着電圧が印加されたときに導電性粒子 p を吸着させる吸着面を構成する。

30

40

【0051】

第2実施形態に係る静電吸着装置 10 の動作は、基本的に第1実施形態に係る静電吸着装置 1 の動作と同じである。すなわち、静電吸着装置 10 は、吸着電極 3a ~ 3e が前記吸着位置にあるときに吸着電極 3a ~ 3e に前記吸着電圧を印加することにより、所定数の導電性粒子 p を吸着電極 3a ~ 3e の前記吸着面に吸着させ、吸着電極 3a ~ 3e を前記吸着位置から前記退避位置に移動させることにより、前記所定数の導電性粒子 p を収容部 2 から取り出す。そして、静電吸着装置 10 は、吸着電極 3a ~ 3e が前記退避位置に移動した後、吸着電極 3a ~ 3e への前記吸着電圧の印加を遮断（オフ）すると共に除電装置 8 及び脱離アシスト装置 9 を動作させることにより、吸着電極 3a ~ 3e の前記吸着面に吸着させた前記所定数の導電性粒子 p を前記吸着面から脱離させる。但し、第2実施

50

形態に係る静電吸着装置 10 においては、制御部 7 がスイッチ S W 1 ~ S W 5 を選択的に ON 制御することによって、すなわち、吸着電極 3 a ~ 3 e に選択的に前記吸着電圧を印加することによって、実際に導電性粒子 p を吸着させる吸着面の数（面積）を変更することが可能である。

【 0 0 5 2 】

第 2 実施形態に係る静電吸着装置 10 によると、第 1 実施形態に係る静電吸着装置 1 と同様の効果が得られることに加えて、スイッチ S W 1 ~ S W 5 の選択的な ON 制御によって導電性粒子群 P から取り出される導電性粒子 p の数を容易に変更することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、第 1 実施形態に係る静電吸着装置 1 に適用される変更のうち適用可能なものについては第 2 実施形態に係る静電吸着装置 10 にも適用され得る。

10

【実施例】

【 0 0 5 4 】

以下、本発明を実施例により説明する。但し、本発明は、以下の実施例によって限定されるものではない。

【 0 0 5 5 】

[実施例 1]

第 1 実施形態に係る静電吸着装置 1 において、吸着電極 3 として直径 8 mm の円柱状の真鍮電極を用いると共に、電極ホルダ 3 1 の代わりに吸着電極 3 の側面に絶縁テープを巻き付けた。また、絶縁被覆 3 2 として厚さ 165 μ m の P T F E フィルムテープ（N I T T O 社製、P - 4 2 1）を吸着電極 3 の底面に貼付し、吸着電極 3 の前記底面を吸着電極 3 に前記吸着電圧が印加されたときに導電性粒子 p を吸着させる吸着面とした。吸着電極 3 を電動ステージ（シグマ光機社製、S G S P 3 3 - 1 0 0）に取り付け、当該電動ステージによって吸着電極 3 を上下移動させるようにした。導電性粒子 p として、粒径 1 . 0 \pm 0 . 0 2 mm の金属球（千住金属工業株式会社製、エコソルダーボール M 7 0 5 1 . 0、1 粒約 4 mg）を使用した。収容部 2 として金属製の容器を用意し、当該容器に多数の導電性粒子 p からなる導電性粒子群 P を収容した。除電装置 8 には、特許第 6 0 0 8 2 6 9 号公報に記載のイオナイザーにおいて、対向針対針型コロナ放電電極（針電極間距離：12 mm、接地円筒電極の外径：15 mm）を使用したものを用いた。針電極は、先端曲率半径が 7 μ m のタングステン針である。脱離アシスト装置 9 には、市販の振動子を使用した。

20

30

【 0 0 5 6 】

吸着電極 3 の下方に移動させて吸着電極 3 の前記吸着面を導電性粒子群 P に埋めた状態で吸着電極 3 に - 2 . 0 k V の負極性の電圧（吸着電圧）を印加して導電性粒子 p に正の電荷を誘導させて導電性粒子 p を吸着電極 3 の前記吸着面（絶縁被覆 4 a）に吸着させ、その後、吸着電極 3 を上方に移動させて他の導電性粒子 p から分離した。その結果を図 4 に示す。図 4 に示されるように、吸着電極 3 の前記吸着面（絶縁被覆 3 2）には、所定数の導電性粒子 p が一層の状態（均一に）吸着されることが確認された。なお、吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加を遮断した後も、前記所定数の導電性粒子 p は吸着電極 3 の前記吸着面に吸着された状態が保持された。また、その後に除電装置 8 及び脱離アシスト装置 9 を動作させることによって、図 5 に示されるように、吸着電極 3 の前記吸着面（絶縁被覆 4 a）に吸着された前記所定数の導電性粒子 p を完全に脱離させることができることが確認された。

40

【 0 0 5 7 】

[実施例 2]

実施例 1 と同様の構成において、吸着電極 3 に印加する負極性の電圧（吸着電圧）を - 0 . 5 ~ - 3 . 0 k V の範囲で変化させて導電性粒子 p の吸着個数を確認する実験を行った。実験は各吸着電圧について 10 回行った。その結果を図 6 に示す。図 6 に示されるように、前記吸着電圧が - 0 . 5 k V の場合、吸着電極 3 の前記吸着面には導電性粒子 p が吸着されなかった。これは、静電気力が不足しているためであると考えられる。一方、前

50

記吸着電圧が - 1 . 0 ~ - 3 . 0 k V の場合には、吸着電極 3 の前記吸着面に複数の導電性粒子 p が吸着されることが確認された。

【 0 0 5 8 】

また、前記吸着電圧の絶対値が大きくなるほど、導電性粒子 p の吸着個数が増えると共に吸着個数のばらつきが少なくなることが確認された。例えば、前記吸着電圧が - 2 . 0 k V の場合には、導電性粒子 p の吸着個数の平均値は 5 3 . 6 個、標準偏差は 3 . 8 7、前記吸着電圧が - 3 . 0 k V の場合には、導電性粒子 p の吸着個数の平均値は 6 2 . 6、標準偏差は 0 . 2 7 であった。これは、次のような理由によると考えられる。すなわち、前記吸着電圧の絶対値が小さい場合には、静電気力（吸着力）が小さく、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着された導電性粒子 p と導電性粒子 p との隙間に他の導電性粒子 p が入り込めない。このため、吸着電極 3 の前記吸着面には比較的大きな隙間が存在する。一方、前記吸着電圧の絶対値が大きい場合には、静電気力（吸着力）も大きく、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着された導電性粒子 p と導電性粒子 p との隙間に他の導電性粒子 p が入り込むことが可能になる。このため、吸着電極 3 の前記吸着面における隙間が密になる。したがって、導電性粒子 p の吸着個数のばらつきを小さくするには、前記吸着電圧の絶対値を大きくする必要があり、絶対値が十分に大きい前記吸着電圧（ここでは - 3 . 0 k V）を吸着電極 3 に印加すれば、導電性粒子 p の吸着個数がほぼ一定となり、その再現性も高いことが確認された。

10

【 0 0 5 9 】

[実施例 3]

実施例 1 と同様の構成において、吸着電極 3 の直径（前記吸着面の面積）を変化させて導電性粒子 p の吸着個数を確認する実験を行った。具体的には、直径（前記吸着面の面積）が 2 mm（ $3 . 1 4 \text{ mm}^2$ ）、4 mm（ $1 2 . 5 6 \text{ mm}^2$ ）、6 mm（ $2 8 . 2 6 \text{ mm}^2$ ）、8 mm（ $5 0 . 2 4 \text{ mm}^2$ ）の吸着電極 3 を用意し、前記吸着電圧を - 3 . 0 k V としたときの導電性粒子 p の吸着個数を確認した。実験は各吸着電極 3 について 1 0 回行った。その結果を図 7 に示す。図 7 に示されるように、吸着電極 3 の直径（前記吸着面の面積）に比例して導電性粒子 p の吸着個数が増加することが確認された。

20

【 0 0 6 0 】

[実施例 4]

第 2 実施形態に係る静電吸着装置 1 0 において、図 8 に示されるように、五つの吸着電極 3 a ~ 3 e としてそれぞれ直径 1 . 6 mm の円柱状の鋼製棒電極を用い、これらを A B S 樹脂製の円柱状の電極ホルダ 3 1 に組み込んだ。電極ホルダ 3 1 の側面にはアルミテープを巻き付けた。また、各吸着電極 3 a ~ 3 e の底面が露出する電極ホルダ 3 1 の底面に絶縁被覆 3 2 として厚さ 1 6 5 μm の P T F E フィルムテープ（N I T T O 社製、P - 4 2 1）を貼付し、当該 P T F E フィルムテープによって被覆された各吸着電極 3 a ~ 3 e の前記底面を各吸着電極 3 a ~ 3 e に前記吸着電圧が印加されたときに導電性粒子 p を吸着させる吸着面とした。吸着電極 3 a ~ 3 e が組み込まれた電極ホルダ 3 1 を電動ステージ（シグマ光機社製、S G S P 3 3 - 1 0 0）に取り付け、当該電動ステージによって電極ホルダ 3 1（すなわち、各吸着電極 3 a ~ 3 e）を上下移動させるようにした。導電性粒子 p として、粒径 1 . 0 \pm 0 . 0 2 mm の金属球（千住金属工業社製、エコソルダール M 7 0 5 1 . 0）を使用した。また、各吸着電極 3 a ~ 3 e に印加する吸着電圧を - 2 . 0 k V に設定した。

30

40

【 0 0 6 1 】

そして、前記吸着電圧が印加される吸着電極の数を変化させて導電性粒子 p の吸着個数を確認する実験を行った。実験は、一つの吸着電極（吸着電極 3 a）に前記吸着電圧を印加した場合（実施例 4 - 1）、二つの吸着電極（吸着電極 3 a 及び 3 e）に前記吸着電圧を印加した場合（実施例 4 - 2）、及び、五つの吸着電極（吸着電極 3 a ~ 3 e）に前記吸着電圧を印加した場合（実施例 4 - 3）のそれぞれについて 1 0 回行い、導電性粒子 p の吸着個数の平均値及びばらつき（標準偏差）を算出した。その結果を図 9 に示す。また、二つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合（実施例 4 - 2）の導電性粒子 p の吸着

50

状態を図 10 に示し、五つの吸着電極に前記吸着電圧を印加した場合（実施例 4 - 3）の導電性粒子 p の吸着状態を図 11 に示す。

【 0 0 6 2 】

図 9 ~ 図 11 に示されるように、複数の吸着電極を有する場合において、前記吸着電圧が印加される吸着電極が増加すると導電性粒子 p の吸着個数も増加すること、さらに言えば、前記吸着電圧が印加される吸着電極の数（前記吸着面の面積）に対応する個数の導電性粒子 p を吸着することが可能であることが確認された。

【 0 0 6 3 】

[実施例 5 ~ 8 : 種子の吸着]

実施例 1 と同様の構成において、前記金属球の代わりに種子を用いた場合の種子の吸着個数を確認する実験を行った。具体的には、前記吸着電圧を - 2 . 0 k V とし、前記金属球の代わりに水菜の種子を用いた場合（実施例 5）、前記金属球の代わりにからし菜の種子を用いた場合（実施例 6）、前記金属球の代わりにスイートバジルの種子を用いた場合（実施例 7）及び前記金属球の代わりにルッコラの種子を用いた場合（実施例 8）の種子の吸着個数を確認した。実験はそれぞれについて 10 回行い、吸着個数の平均値及びばらつき（標準偏差）を算出した。その結果を図 12 に示す。図 12 に示されるように、実施例 5 ~ 8 のいずれにおいても吸着電極 3 の前記吸着面に複数の種子が吸着されること、つまり、自然物である種子も導電性粒子 p として吸着され得ることが確認された。

10

【 0 0 6 4 】

[実施例 9 : ガラスビーズ（絶縁性粒子）の吸着]

実施例 1 と同様の構成において、前記金属球に代えて直径 1 mm のガラスビーズ（ブライト標示工業社製）を使用し、前記吸着電圧を - 3 . 0 k V として吸着実験を行ったが、絶縁体であるガラスビーズは吸着電極 3 の前記吸着面に吸着されなかった。但し、同じガラスビーズに帯電スプレー（アイ・エイ・シー社製、アンモニウム硝酸塩含有帯電スプレー）を噴霧して表面に導電被膜を形成した後に、上記と同様の吸着実験を行ったところ、吸着電極 3 の前記吸着面に所定数のガラスビーズが一層吸着された。すなわち、絶縁性粒子であっても、導電被膜の形成などの表面導電化処理が施されたものは導電性粒子 p として吸着され得ることが確認された。また、その後、吸着電極 3 への前記吸着電圧の印加を遮断した後に、除電装置 8 を動作させることによって、吸着電極 3 の前記吸着面に吸着された前記所定数のガラスビーズを完全に脱離させることができることも確認された。

20

30

【 0 0 6 5 】

本発明による静電吸着装置は、構造が簡単でコンパクト化が容易なため、吸着電極を移動させる移動機構としてロボットアームなどを用いることにより、組立部品の取り扱い、種子取り扱い作業など、多くの産業で貢献できる。さらに、ハウスダスト、ダニの死骸、繊維、髪の毛なども吸着可能であり、家庭内での静電吸着・脱離による掃除にも適用され得る。

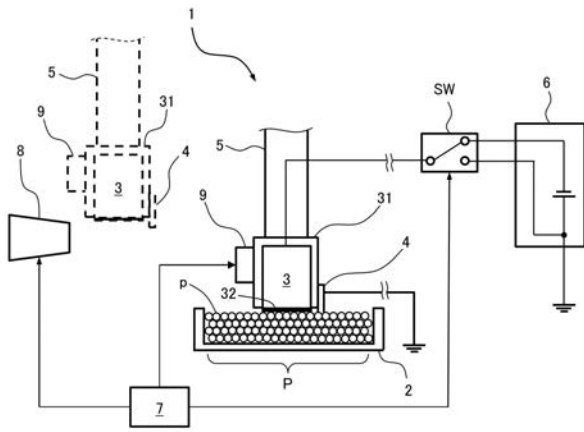
【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

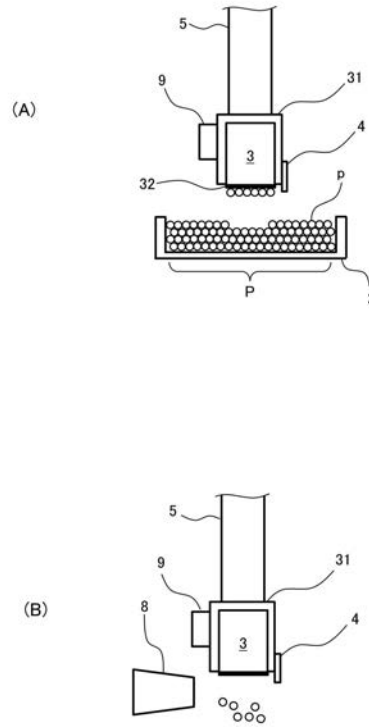
1 , 10 ... 静電吸着装置、2 ... 収容部、3 , 3 a ~ 3 e ... 吸着電極、4 ... 基準電極、5 ... アーム部材、6 ... 電源、7 ... 制御部、8 ... 除電装置、9 ... 脱離アシスト装置、31 ... 電極ホルダ、32 ... 絶縁被覆、p ... 導電性粒子、P ... 導電性粒子群、SW , SW 1 ~ SW 5 ... スイッチ

40

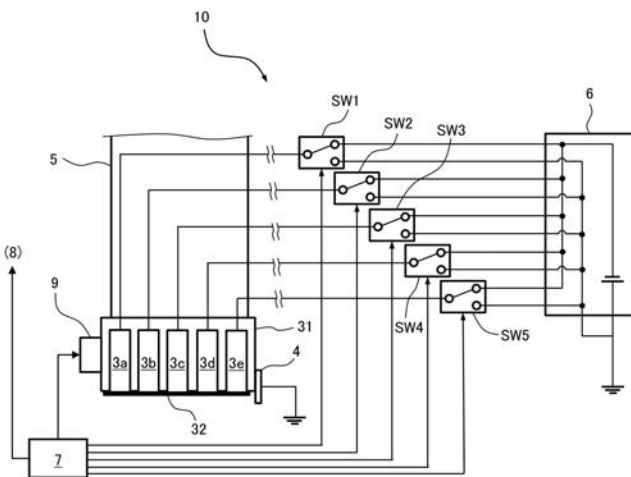
【図1】



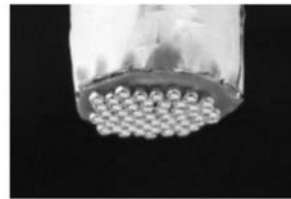
【図2】



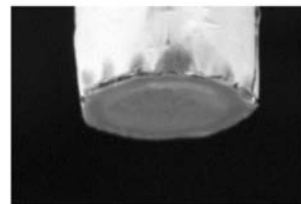
【図3】



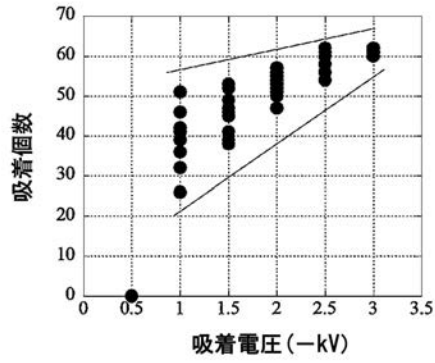
【図4】



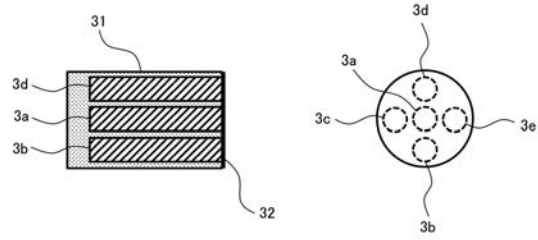
【図5】



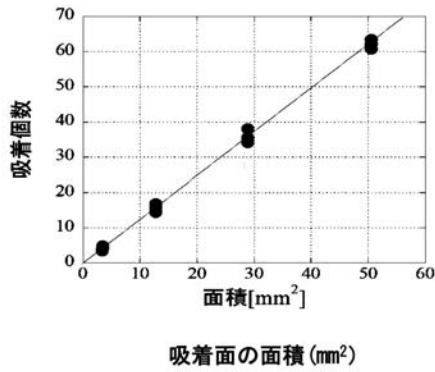
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 9 】

実施例番号	4-1	4-2	4-3
吸着電圧が印加される吸着電極の数	1	2	5
導電性粒子の吸着個数	7~9	15~18	35~50
吸着個数の平均値	7.8	16.2	42.2
吸着個数のばらつき	0.748	1.17	6.14

【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

実施例番号	5	6	7	8
粒子(種子)の種類	水菜	からし菜	スイートバジル	ルッコラ
粒子(種子)の平均サイズ(短径mm×長径mm)	1.17×1.60	0.96×0.99	1.20×2.22	1.41×1.96
吸着個数の平均値	24.8	21.1	24.7	31.0
吸着個数のばらつき	3.08	5.55	2.72	4.86

【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 5 J 15/06 Z

(74)代理人 100125380

弁理士 中村 綾子

(74)代理人 100142996

弁理士 森本 聡二

(74)代理人 100166268

弁理士 田中 祐

(74)代理人 100170379

弁理士 徳本 浩一

(74)代理人 100180231

弁理士 水島 亜希子

(72)発明者 大森 拓磨

山形県米沢市城南4丁目3-16 国立大学法人山形大学内

(72)発明者 杉本 俊之

山形県米沢市城南4丁目3-16 国立大学法人山形大学内

Fターム(参考) 3C707 FS10

4D054 GA01 GB09

5G067 AA27 AA33 AA64 DA02 DA17 DA24