

(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2019-109254  
(P2019-109254A)

(43) 公開日 令和1年7月4日(2019.7.4)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
GO 1 N 27/62 (2006.01) GO 1 N 27/62 1 0 1 2 GO 4 1

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2019-40849 (P2019-40849)  
(22) 出願日 平成31年3月6日 (2019.3.6)  
(62) 分割の表示 特願2016-503500 (P2016-503500)  
の分割  
原出願日 平成26年3月18日 (2014.3.18)  
(31) 優先権主張番号 61/802, 928  
(32) 優先日 平成25年3月18日 (2013.3.18)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(31) 優先権主張番号 61/860, 773  
(32) 優先日 平成25年7月31日 (2013.7.31)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 513170164  
スミスズ ディテクション モントリオール  
インコーポレイティド  
カナダ国 オンタリオ エル5エヌ 7ケ  
ー2 ミシサガ センチュリー アベニュー  
6865 スイート 3002  
(74) 代理人 100147485  
弁理士 杉村 憲司  
(72) 発明者 ボフダン アタマンチュク  
カナダ国 オンタリオ エル5エイ 3エ  
イチ6 ミシサガ ダラリー ハイッ 3  
84

最終頁に続く

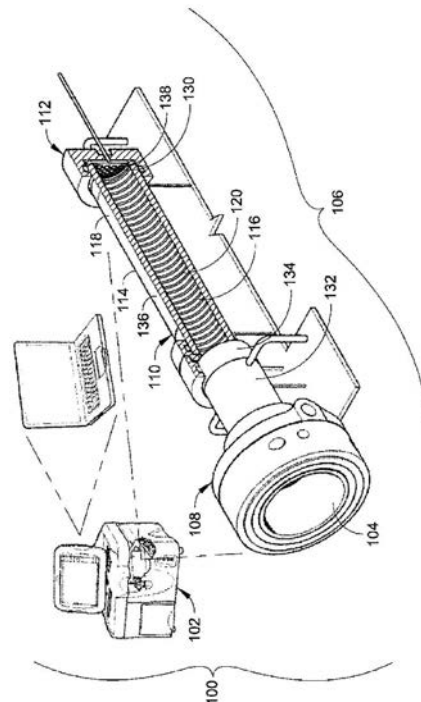
(54) 【発明の名称】 帯電物質搬送チャンバを有するイオン移動度分光分析 (IMS) 装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】低コストで、組立て、メンテナンス、耐久性を改善した帯電物質搬送チャンバを提供する。

【解決手段】イオン検出アセンブリ106は、ドリフトチャンバ110、入口アセンブリ108、及び捕集アセンブリ112を有する。ドリフトチャンバは、ほぼ非導電性の材料及び/又は半導体材料により形成する。パターン形成抵抗配線120をドリフトチャンバの内面又は外面のうち一方又は双方に堆積させる。パターン形成抵抗配線は電気エネルギー源に接続するよう構成する。入口アセンブリ及び捕集アクセスはドリフトチャンバに流体接続する。入口アセンブリは、サンプルを受け入れる入口104と、サンプルをイオン化する反応領域132と、及びイオン化したサンプルのドリフトチャンバへの進入を制御するゲート134とを有する。捕集アセンブリは、イオン化したサンプルがドリフトチャンバを通過後、サンプルを捕集する捕集プレート138を有する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

帯電物質搬送チャンバであって、

ほぼ非導電性材料又は半導体材料のうち少なくとも一方で形成し、内面及び外面を有するチャンバと；及び

前記チャンバの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積し、電気エネルギー源に接続するよう構成したパターン形成抵抗配線とを備える、帯電物質搬送チャンバ。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバ内に電界を発生する構成とする、帯電物質搬送チャンバ。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバを加熱する構成とする、帯電物質搬送チャンバ。

**【請求項 4】**

請求項 1～3 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積した巻回を有し、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交するよう指向させる、帯電物質搬送チャンバ。

20

**【請求項 5】**

請求項 4 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記巻回は、少なくとも  $270^\circ$  の角度にわたる巻回を有する、帯電物質搬送チャンバ。

**【請求項 6】**

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線はイオン改質器として構成する、帯電物質搬送チャンバ。

**【請求項 7】**

請求項 1～6 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、さらに、前記パターン形成抵抗配線に接続するコネクタであって、前記パターン形成抵抗配線を前記電気エネルギー源に接続するよう構成した、該コネクタを備える、帯電物質搬送チャンバ。

30

**【請求項 8】**

請求項 1～7 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、さらに、前記パターン形成抵抗配線を少なくとも第 2 パターン形成抵抗配線及びコネクタに接続するよう構成した長手方向抵抗配線を備える、帯電物質搬送チャンバ。

**【請求項 9】**

帯電物質搬送チャンバを製造する方法において、

ほぼ非導電性材料又は半導体材料のうち少なくとも一方で形成したチャンバの内面及び外面のうち少なくとも一方にパターン形成抵抗配線を堆積する堆積ステップであって、前記パターン形成抵抗配線は、電気エネルギー源に接続するよう構成する、該堆積ステップと；

40

前記パターン形成抵抗配線を前記チャンバにおけるコネクタに接続する接続ステップであって、前記コネクタは前記パターン形成抵抗配線を前記電気エネルギー源に接続するよう構成する、該接続ステップとを備える、方法。

**【請求項 10】**

請求項 9 記載の方法において、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバ内に電界を発生するよう構成する、方法。

**【請求項 11】**

請求項 9 記載の方法において、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に

50

接続し、付勢するときに前記チャンバを加熱する構成とする、方法。

【請求項 1 2】

請求項 9 ~ 1 1 のうちいずれか一項記載の方法において、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積した巻回を有し、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交するよう指向させる、方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の方法において、前記巻回は、少なくとも  $270^\circ$  の角度にわたる巻回を有する、方法。

【請求項 1 4】

請求項 9 記載の方法において、前記パターン形成抵抗配線はイオン改質器として構成する、方法。

【請求項 1 5】

請求項 9 ~ 1 4 のうちいずれか一項記載の方法において、前記パターン形成抵抗配線を前記チャンバのコネクタに接続するステップは、長手方向抵抗配線を使用して、前記パターン形成抵抗配線を少なくとも第 2 パターン形成抵抗配線及び前記コネクタに接続するよう構成する、方法。

【請求項 1 6】

イオン検出アセンブリにおいて：

帯電物質搬送チャンバであって、ほぼ非導電性材料又は半導体材料のうち少なくとも一方で形成し、かつ内面及び外面を有するチャンバを有し、パターン形成抵抗配線を前記チャンバの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積し、電気エネルギー源に接続するよう構成した、該帯電物質搬送チャンバと；

前記帯電物質搬送チャンバに流体連通する入口アセンブリであって、サンプルを受け入れる入口、前記サンプルをイオン化する反応領域、及び前記イオン化したサンプルの前記帯電物質搬送チャンバへの進入を制御するゲートを有する、該入口アセンブリと；

前記帯電物質搬送チャンバに流体連通する捕集アセンブリであって、前記イオン化したサンプルが前記帯電物質搬送チャンバを通過した後、前記イオン化したサンプルを捕集する捕集プレートを有する、該捕集アセンブリと

を備える、イオン検出アセンブリ。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバ内に電界を発生する構成とする、イオン検出アセンブリ。

【請求項 1 8】

請求項 1 6 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバを加熱する構成とする、イオン検出アセンブリ。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 ~ 1 8 のうちいずれか一項に記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積した巻回を有し、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交するよう指向させる、イオン検出アセンブリ。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記巻回は、少なくとも  $270^\circ$  の角度にわたる巻回を有する、イオン検出アセンブリ。

【請求項 2 1】

請求項 1 6 ~ 2 0 のうちいずれか一項に記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線はイオン改質器として構成する、イオン検出アセンブリ。

【請求項 2 2】

10

20

30

40

50

請求項 16 ~ 21 のうちいずれか一項に記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記チャンバは、さらに、前記パターン形成抵抗配線に接続するコネクタであって、前記パターン形成抵抗配線を前記電気エネルギー源に接続するよう構成した、該コネクタを有する、イオン検出アセンブリ。

【請求項 23】

請求項 16 ~ 22 のうちいずれか一項に記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記帯電物質搬送チャンバは、さらに、前記パターン形成抵抗配線を少なくとも第 2 パターン形成抵抗配線及びコネクタに接続するよう構成した長手方向抵抗配線を備える、イオン検出アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件出願は、「帯電粒子搬送チャンバを有するイオン移動度分光分析 (IMS) 装置 (ION MOBILITY SPECTROMETRY (IMS) DEVICE WITH CHARGED PARTICLE TRANSPORTATION CHAMBER)」と題する 2013 年 3 月 18 日出願の米国仮特許出願第 61 / 802, 928 号 (参照によりその全体が本明細書に組み入れられるものとする) の恩典を請求し、また「帯電粒子搬送チャンバを有するイオン移動度分光分析 (IMS) 装置 (ION MOBILITY SPECTROMETRY (IMS) DEVICE WITH CHARGED PARTICLE TRANSPORTATION CHAMBER)」と題する 2013 年 7 月 31 日出願の米国仮特許出願第 61 / 860, 773 号の恩典を請求する。

【背景技術】

【0002】

イオン移動度分光分析は、イオン化されたイオン化物質、例えば、分子及び原子を分離して同定するのに使用できる分析技術である。イオン化物質は搬送バッファガスにおける移動度に基づいて気相で同定することができる。したがって、イオン移動度分光分析 (IMS : ion mobility spectrometer) は、関心対象サンプルからの物質をイオン化し、またこの結果生ずるイオンが検出器に到達するに要する時間を測定することによって物質を同定することができる。例えば、IMS 検出器は、イオン化物質が電界によってチャンバ入口からチャンバ出口に駆動されるイオン搬送チャンバを使用する。イオンの飛行時間はイオン移動度に関連し、イオン移動度は、イオン化された物質の質量及びジオメトリに関連する。IMS 検出器の出力はピーク高さ対ドリフト時間のスペクトルとして視覚的に表すことができる。幾つかの事例において、IMS 検出器は、上昇した温度 (例えば、摂氏 100 度 (100 )) で動作する。他の事例では、IMS 検出器は加熱しないで動作することができる。IMS 検出器は軍事及びセキュリティ用途、例えば、ドラッグ、爆発物等を検出するのに使用することができる。IMS 検出器は、さらに、研究室分析用途に、補完的な検出技術、例えば、質量分光分析、液体クロマトグラフィ等とともに使用することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

複数区域を有する帯電物質搬送チャンバは、高コスト、複雑な組立て、頻繁かつ手間のかかるメンテナンス、及び信頼性問題を含む制約をうけることがよくある。連続導電性本体又は内面における連続的導電性コーティングを有するガラス又はセラミック製のチューブに基づく他の既存一体ピースチャンバは、検出品質を損なう恐れがある非均一性及び / 又は不安定な耐久性を有する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書に記載する本発明イオン検出アセンブリは、帯電物質搬送チャンバ (例えば、イオン化 / 反応領域及び / 又はドリフト領域のために使用する) と、入口アセンブリと、及び捕集アセンブリとを備える。帯電物質搬送チャンバは、ほぼ非導電性の材料及び / 又

10

20

30

40

50

は半導体材料により形成する。パターン形成抵抗配線をドリフトチャンバの内面又は外面のうち一方又は双方に堆積させる。パターン形成抵抗配線は電気エネルギー源に接続するよう構成する。入口アセンブリ及び捕集アクセスはドリフトチャンバに流体接続する。入口アセンブリは、サンプルを受け入れる入口と、サンプルをイオン化する反応領域と、及びイオン化したサンプルのドリフトチャンバへの進入を制御するゲートとを有する。捕集アセンブリは、イオン化したサンプルがドリフトチャンバを通過した後、イオン化したサンプルを捕集する捕集プレートを有する。

#### 【0005】

この概要は、以下の詳細な説明に記載の簡素化した形式でのコンセプトのうち選択したものを紹介するためのものである。この概要は、特許請求した要旨の重要な特徴又は根本的特徴を同定すること意図するものではなく、特許請求した要旨の範囲を決定する一助として使用することを意図するのでもない。

10

#### 【0006】

添付図面につきより詳細な説明を記載する。図面において、参照数字の最左側の桁は、参照数字が現れる図番を示す。説明及び図面における異なる実施形態における同一参照数字は類似又は同一の対象物を示す。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図1】本発明の例示的实施形態による、ドリフトチャンバの内面に堆積させたパターン形成抵抗配線を有するドリフトチャンバを備えるIMSシステムの概略図である。

20

【図2】本発明の例示的实施形態による、ドリフトチャンバの内面に堆積させたパターン形成抵抗配線を有するドリフトチャンバを示す一部断面とする斜視図である。

【図3】本発明の例示的实施形態による、ドリフトチャンバの内面に堆積させた螺旋状の抵抗配線を有するドリフトチャンバを示す一部断面とする斜視図であり、抵抗配線の螺旋状パターンを明示するようドリフトチャンバの一部を仮想線で示す。

【図4】図2に示すドリフトチャンバのような帯電物質搬送チャンバにおける内面に堆積させた抵抗配線のパターンを示す概略図であり、抵抗配線は、帯電物質搬送チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交する向きにして、 $270^\circ$ より大きい角度範囲にわたる複数の巻回部を有し、また抵抗配線の隣接する巻回部が、本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に堆積させたジャンパーを使用して互いに直列接続する状況を示す。

30

【図5】図2に示すドリフトチャンバのような帯電物質搬送チャンバにおける内面に堆積させた抵抗配線のパターンを示す概略図であり、抵抗配線は、帯電物質搬送チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交する向きにして、 $270^\circ$ より大きい角度範囲にわたる複数の巻回部を有し、また抵抗配線の隣接する巻回部が、本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に堆積させたジャンパーを使用して互いに直列接続する状況を示す。

【図6】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの外面に堆積させたパターン形成抵抗配線及び/又は帯電物質搬送チャンバの内面に堆積させたパターン形成抵抗配線を有する帯電物質搬送チャンバを示す一部端面とする斜視図である。

40

【図7】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面及び/又は外面に堆積させたパターン形成抵抗配線を有する帯電物質搬送チャンバを製造する方法を示すフローチャートである。

【図8】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に螺旋状抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により第1速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線の螺旋状パターンを示すため切除して示す。

【図9】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に螺旋状抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により第2速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また

50

基板の一部は抵抗配線の螺旋状パターンを示すため切除して示す。

【図10】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に多重螺旋状抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、基板の一部は抵抗配線の螺旋状パターンを示すため切除して示す。

【図11A】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に多重パターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図11B】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に多重パターン形成抵抗配線を長手方向に堆積した帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図12】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により2つの異なる速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図13A】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により2つの異なる速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図13B】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により2つの異なる速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図14A】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により2つの異なる速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図14B】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、基板を本発明の例示的实施形態により2つの異なる速度で長手方向に前進させる、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図15A】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に第2螺旋状抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであって、2次螺旋状抵抗配線は、本発明の例示的实施形態による1次抵抗コーティング上に堆積する、該帯電物質搬送チャンバの一部断面とする斜視図であり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図15B】図15Aに示す帯電物質搬送チャンバの断面図である。

【図16】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面にパターン形成抵抗配線を堆積した帯電物質搬送チャンバであり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図17】本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの内面に一連の同心状抵抗配線を堆積し、また長手方向抵抗配線によって結合し、該長手方向抵抗配線は、本発明の例示的实施形態による帯電物質搬送チャンバの両側端部に電氣的に接触させた帯電物質搬送チャンバであり、また基板の一部は抵抗配線のパターンを示すため切除して示す。

【図18】図17に示す帯電物質搬送チャンバの斜視図である。

【図19】図17に示す帯電物質搬送チャンバの縦断面図である。

【図20】本発明の例示的实施形態による長手方向抵抗配線によって結合した多重抵抗配線の概略図であり、さらに、多重抵抗配線及び長手方向抵抗配線の抵抗回路を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1は、イオン移動度分光分析（IMS）システム100のような分光分析システムを示す。IMS検出技術を本明細書に記載するが、種々の異なる分光分析装置は、本発明の

10

20

30

40

50

構造、技術及び手法から恩恵を受けることができることに留意されたい。本発明はこのような変更を包括及び包含することを意図する。IMSシステム100は、非加熱（例えば、周囲（大気又は室内）温度）検出技術を採用する分光分析機器を含む。例えば、IMSシステム100は、軽量爆発物検出器として構成することができる。しかし、爆発物検出器は単なる例示としてのみ説明するもので、本発明はこれに限定するものではないことを意図することに留意すべきである。したがって、本発明技術は他の分光分析機器構成に使用することができる。例えば、IMSシステム100は化学物質検出器として構成することができる。他の実施形態において、IMSシステム100は、加熱検出技術を採用することができる。例えば、IMSシステム100は、適度に加熱した検出器、十分に加熱した検出器等として構成することができる。IMSシステム100としては、関心対象サンプルからの物質（例えば、粒子）を反応領域/チャンバに導入するためのサンプル収容ポートを有するサンプル検出器102のような検出デバイスがあり得る。例えば、サンプル検出器102はサンプル採取すべき空気をサンプル検出器102に受入れる入口104を有することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0009】

幾つかの実施形態において、サンプル検出器102は、入口104に整列させて接続したガスクロマトグラフ（図示せず）のような他のデバイスを有することができる。例えば、IMSシステム100はガスクロマトグラフィ-イオン移動度分光分析（GC-IMS：gas chromatography-ion mobility spectrometry）用に構成し、サンプル検出102を、共通サンプル導入のためにガスクロマトグラフ（GC：gas chromatograph）に接続する（例えば、イオン化した分子をGCから溶出するとき、GC毛細カラムは、イオン化した分子を含むサンプル検出器102に接続する）。しかし、ガスクロマトグラフは単に例として挙げたもので、本発明を限定することを意味しない。したがって、サンプル検出器102は、限定するものではないが、高圧液体クロマトグラフィ（HPLC：high-pressure liquid chromatography）、イオン移動度分光分析-質量分光分析（IMS-MS：ion mobility spectrometry-mass spectrometry）（例えば、四極飛行時間及び/又はフーリエ変換サイクロトロン共鳴技術による）、液体クロマトグラフィ-イオン移動度分光分析-質量分光分析（LC-IMS-MS：liquid chromatography-ion mobility spectrometry-mass spectrometry）等々を含む、他の検出機器を使用することができる。

#### 【0010】

図2につき説明すると、入口104はイオン検出アセンブリ106により画定する。イオン検出アセンブリ106は、入口アセンブリ108と、反応/イオン化チャンバ（例えば、反応チャンバ132）と、ゲート134と、ドリフトチャンバ（例えば、ドリフトチューブ110）と、及び捕集アセンブリ112とを備える。ドリフトチューブ110及び/又は反応チャンバ132は、限定するものではないが、セラミック材料（例えば、カオリナイト、酸化アルミニウム、酸化物結晶、窒化物材料、炭化物材料、炭化ケイ素、炭化タンゲステン等）、ガラス、陶材、ポリマー、及び/又は複合材料を含む、ほぼ非導電性（例えば、絶縁性）の材料で形成した1つ又は複数の壁を有するチャンバ（例えば、チューブ114）から構成する。しかし、これら材料は単なる例として挙げたもので、本発明を限定することを意味するものではない。したがって、他の実施形態において、チューブ114は他の材料を使用して構成することができる。例えば、チューブ114は半導体材料で構成し、これによりチューブ114の内面に（例えば、絶縁性材料で構成したチューブに対して）堆積したパターン形成抵抗配線とともに使用するとき、チューブ114内により一層均一な電界を生ずることができる。本発明の実施形態において、ドリフトチャンバ及び反応/イオン化チャンバのうち一方又は双方を、本明細書に記載のチューブ114を有する帯電物質搬送チャンバとして構成する。例えば、幾つかの実施形態において、ドリフトチューブ110がチューブ114を有する。他の実施形態において、反応チャンバ132がチューブ114を有する。さらに他の実施形態において、ドリフトチューブ110及び反応チャンバ132の双方がチューブ114を有する（例えば、それぞれが個別のチューブ114を有する、双方が同一のチューブ114を使用する、それぞれが同一チュ

ープ114の一部を有する、等々)。しかし、ドリフトチャンバ及び反応/イオン化チャンバは単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。他の実施形態において、チューブ114を有する帯電物質搬送チャンバを異なる構成にする。

#### 【0011】

チューブ114は内面116及び外面118を有する。チューブ114のどちらか一方の端部又は双方の端部、及び/又はチューブ114の1つ又は複数のドリフトセグメントは開放し、物質(例えば、蒸気、粒子等)がチューブ114を通過できるようにする。パターン形成抵抗配線120をチューブ114の内面116及び/又は外面118に堆積する。例えば、抵抗配線120は、導電性インク、導電性ペースト、真空蒸着、電気めっき、化学処理等を用いてチューブ114の内面116及び/又は外面118に印刷する。幾つかの実施形態において、ドリフトチューブ110は、1つより多いパターン形成抵抗配線、例えば、チューブ114の内面116に印刷した第1抵抗配線120、及びチューブ114の外面118に印刷した第2抵抗配線120を設ける。パターン形成抵抗配線は、チューブ114の表面における導電性(例えば、チューブ114の内面116及び/又は外面118に沿って堆積したパターン形成抵抗配線における)を含む、導電性をチューブ114に沿って付与する。パターン形成抵抗配線は、イオン検出アセンブリ106の種々の領域、例えば、限定しないが、入口領域、反応領域等に印刷することができる。

10

#### 【0012】

本明細書に記載のように、抵抗配線120は、小アクティブ内部表面積(例えば、一般的な積層可能なドリフトチューブと比較して)をもたらす。さらに、1つ又は複数の抵抗配線120を配置するチューブ114の表面は、汚染物が溜まるおそれのあるギャップ及び/又は凹所が少なくともほとんどないようにし、さもないとチューブ114に対するクリーニングサイクル等のメンテナンス手順が拡大及び/又は複雑化することになる。抵抗配線120は、チューブ114の長さに沿って連続的かつ一定の及び/又はほぼ均一な温度及び/又は電界を付与することができる。本発明の実施形態において、抵抗配線120のジオメトリにより、比較的低い抵抗性を有して長期間にわたる表面抵抗の良好な安定性をもたらすことができる導電性配線材料で、比較的高い総抵抗(例えば、高電圧(HV)電源の実施例に使用する)を可能にする。さらに、本発明によれば、本明細書に記載の形態は、チューブ114の長手方向軸線にほぼ直交する方向の電界を減少及び/又は最小化するとともに、外部電界のチューブ114内部への貫入を減少及び/又は最小化することができる。

20

30

#### 【0013】

図示のように、ドリフトチューブ110は一体構造にすることができ、このことは、例えば、一般的な積層可能なドリフトチューブ形態よりも一層高い信頼性をもたらすことができる。さらに、ドリフトチューブ110は、必ずしも外部ハウジングを必要とせず、したがって、例えば、システム100の製造及び/又はメンテナンスに関連するコストを潜在的に低減することができる。例示的な実施形態において、ドリフトチューブ110は必ずしも外部加熱素子を必要としない。例えば、加熱素子(例えば、1つ又は複数の抵抗配線120)は、チューブ114上に堆積(例えば、チューブ114の外面118に堆積)し、チューブに対して制御した(例えば、加熱した)温度を確立するよう機能させることができる。このような形態は、本明細書に記載のようなシステム100を製造するためのコスト及び/又は複雑さを一層低減することができる。幾つかの実施形態において、チューブ114の外面118に堆積した抵抗配線120は、(例えば、チューブ114の内部における電界の改良した均一性をもたらすため)チューブ114の内面116に堆積した抵抗配線120と同様の電位を生ずるよう構成する。

40

#### 【0014】

図3に示すように、抵抗配線120は、チューブ114の内面116に順次隣接配置した複数巻回を有する螺旋状抵抗配線として構成することができる。本明細書に使用するように、用語「巻回(turn)」は、チューブ114の内面116及び/又はチューブ114の外面118に対するパターン形成抵抗配線セグメントにおける部分的又は全体的な周方

50

向行程に関連する。幾つかの実施形態において、巻回は、チューブ 114 の長手方向軸線 126 に対して画定される直交方向から或る角度をなして指向することができる（例えば、図 3 及び 6 に示す螺旋状抵抗配線 120 の場合）。さらに、巻回は、チューブ 114 の長手方向軸線 126 に対して全体的に（例えば、少なくともほぼ）直交するよう指向させることができる。例えば、図 4 及び 5 に示すように、抵抗配線 120 は、チューブ 114 の内面 116 に順次隣接して堆積した複数巻回で構成することができ、この場合、1 個又は複数個の巻回は、チューブ 114 の長手方向軸線 126 に少なくともほぼ直交するよう指向する。巻回は、チューブ 114 の内面 116（例えば、図 3 に示すように）及び/又はチューブ 114 の外面 118（例えば、図 6 に示すように）に対するパターン形成抵抗配線におけるセグメントの全体的周方向行程に関連することができる。さらに、巻回は、チューブ 114 の内面 116 に対するパターン形成抵抗配線におけるセグメントの部分的周方向行程に関連することができる（例えば、図 4 に示すように、 $270^\circ$  よりも大きい角が、 $360^\circ$  よりも小さい角度範囲の巻回、又は図 5 に示すように、 $270^\circ$  より小さい角度にわたる巻回）。

10

20

30

40

50

#### 【0015】

本発明の実施形態において、巻回数は変動することができる（例えば、特定チャンバのジオメトリ、動作電圧要件、発生電界の所望の均一性等に基づいて）。例えば、抵抗配線 120 の隣接巻回間のギャップは、絶縁破壊電圧によって制限することができる。さらに、抵抗配線 120 の幅は、抵抗配線 120 とチューブ 114 の長手方向軸線 126 との間の角度に基づいて決定することができる。例えば、より大きい幅の抵抗配線 120 は、抵抗配線 120 と長手方向軸線 126 との間の角度がより大きく、材料軌跡の転向がより大きい場合に使用することができる。このようにして、巻回/リング間又はそれらのオーバーラップ群間のギャップは、動作電圧に信頼性高く耐えられる最小距離に基づいて選択することができる。また巻回/リング又はそれらのオーバーラップ群の幅は、巻回/リング又はそれらのオーバーラップ群のチャンバ軸線に対する直交性をほぼ維持する最大幅に基づいて選択することができる。一実施形態において、抵抗配線 120 は 18 個の巻回を有することができる。他の形態において、抵抗配線 120 は 36 個の巻回を有することができる。さらに他の形態において、抵抗配線 120 は 72 個の巻回を有することができる。しかし、これら形態は、単に例示的であって、本発明を限定するものではない。したがって、他の形態において、抵抗配線 120 は、18 個より少ない巻回、18 ~ 36 個の間における巻回、36 ~ 72 個の間における巻回、72 個より多い巻回等を有することができる。

#### 【0016】

幾つかの実施形態において、パターン形成抵抗配線の各巻回は、順次の巻回を直列にして電氣的接続する。例えば、図 3 に示すように、螺旋状抵抗配線 120 の隣接巻回を順次チューブ 114 の内面 116 に接続する。図 4 及び 5 につき説明すると、抵抗配線 120 の隣接巻回は、1 個又は複数個のジャンパー 128 を使用して互いに接続することができる。図 4 及び 5 に示すように、抵抗配線 120 の隣接巻回は、チューブ 114 の内面 116 に堆積したジャンパー 128 を使用して互いに接続することができる。

#### 【0017】

図 8 ~ 15 B につき全体的に説明すると、塗布ツールを使用して、種々の抵抗配線パターンを非導電性又は半導体のチューブにおける内面及び/又は外面に塗布することができる。本発明の実施形態において、チューブと塗布ツールとの間の相対移動を変動させて、異なる抵抗配線を生ずることができる。例えば、図 8 に示すように、導電性インク又はフィルムによる抵抗配線 120 をチューブ 114 の内面 116 及び/又は外面 118 に塗布し、この塗布は、制御した速度でチューブ 114 を回転するとともに、チューブ 114 を、静止した又は少なくともほぼ静止した塗布ツール、例えば、インク塗布スタイラス 122 に対して長手方向（例えば、水平方向）に前進させる。チューブ 114 のインク塗布スタイラス 122 に対する移動により、チューブ 114 の内面 116 及び/又は外面 118 に対してパターンを生ずる。

## 【0018】

本明細書に記載のように、チューブ114及び/又はインク塗布スタイラス122の移動に言及する用語、例えば、「回転する」、「前進する」等は、チューブ114のインク塗布スタイラス122に対する相対移動を記述するのに使用する。したがって、幾つかの実施形態において、チューブ114は、インク塗布スタイラス122を前進させつつ回転させる。他の実施形態において、インク塗布スタイラス122は、チューブ114を前進させつつ回転させる。さらに他の実施形態において、チューブ114及びインク塗布スタイラス122は、どちらか一方又は双方を前進させつつ、双方を回転させる。さらに別の実施形態において、チューブ及びインク塗布スタイラス122は、どちらか一方又は双方を回転させつつ、双方を前進させる。他の実施形態において、インク塗布スタイラス122は、チューブ114を静止又は少なくともほぼ静止させた状態等にしたままで、回転及び前進させる。

10

## 【0019】

チューブ114及び/又はインク塗布スタイラス122の異なる速度及び/又は移動シークェンスを使用して、チューブ114に異なるパターンを生ずる。図9につき説明すると、連続的な導電性コーティングを有するパターン形成抵抗配線は、チューブ114の両側端部間に設置し、この設置は、チューブ114を制御した速度で回転させるとともに、チューブ114の長手方向移動をチューブ114の回転運動よりも極めて緩慢にすることによって行う。回転及び長手方向移動の相対速度差により、密巻回導電性スパイラルを形成する。幾つかの実施形態において、抵抗配線120の隣接セグメントはオーバーラップし、この結果、チューブ114の内面116及び/又は外面118に連続的な導電性コーティング124が得られる。十分高い抵抗を有する導電性インク及び/又はフィルムが、この形態において堆積されて、特定の総ドリフトチューブ抵抗が得ることができる。

20

## 【0020】

図10に示すように、多重螺旋状抵抗配線120をチューブ114に設置することができる。この設置は、塗布ツールを、チューブ114の端部で、先行抵抗配線120の原点に対して90°の角度をなして、又は360°の他の分割角度位置に再位置決めすることによって行うことができる。この技術を使用して、互いにほぼ平行な多重抵抗配線120を生ずることができる。本発明の実施形態において、ほぼ平行な抵抗配線120を使用してチューブ114の端部により大きな対称性を付与する(例えば、単一抵抗配線120と比較して)。

30

## 【0021】

図11A及び11Bにつき説明すると、多重抵抗配線120は、チューブ114の両側端部間に生成することができる。図11Aに示すように、制御した(例えば、少なくともほぼ一定の)速度でのチューブの回転とともに、第1方向への比較的速い速度での長手方向移動により、チューブ114の両側端部間に僅かに湾曲した抵抗配線120を生ずる。次に、チューブ114の反対向き第2方向への長手方向移動を用いて他の後続する若干平行な抵抗配線120をチューブ114の両側端部間に設置する。このようにして、一連のほぼ平行な抵抗配線120をチューブ114の両側端部間に堆積する。他の実施形態において、平行な抵抗配線120をチューブ114の両側端部間に設置する(例えば、図11Bに示すように)。本発明の実施形態において、これら技術を用いて、チューブ114の両側端部間において、より一定の電気的接続を生ずる(単一抵抗配線120と比較して)。

40

## 【0022】

図12に示すように、図8~11に示す配線パターンのような種々の配線パターン形態を一緒に実現できる。これら形態において、制御した速度(例えば、少なくともほぼ一定の)速度での回転とともに、第1期間にわたる比較的緩慢な長手方向移動の結果として、抵抗配線120の巻回が得られる。さらに、第1期間中にチューブ114の長手方向移動を停止することもできる。この運動に続いてチューブ114の制御した速度での連続する回転とともに、第2(より短い)期間にわたる比較的速い長手方向移動の結果として、僅

50

かに湾曲したジャンパー 128 が得られる。チューブ 114 の回転は第 2 期間中に停止することもでき、この結果として、ほぼ線形的なジャンパー 128 が得られる。次に、制御した速度でのチューブ 114 の回転とともに、比較的緩慢な速度での長手方向移動の結果として、抵抗配線 120 の他の巻回が得られる。再度、この動きに続いて他のジャンパー 128、抵抗配線 120 の他の巻回等の生成を続ける。このようにして、チューブ 114 の緩慢な及び / 又は停止した、並びに比較的速い長手方向移動の交互シーケンスの結果として、チューブ 114 の長手方向軸線 126 に沿ってジャンパー 128 により互いに接続された抵抗配線 120 の一連の巻回が得られる。幾つかの実施形態において、必ずしも限定しないが、真空蒸着を含む他の方法を使用して抵抗配線 120 の同軸状抵抗巻回部分を堆積した後、インク塗布スタイラス 122 を用いてチューブ 114 の長さに沿って 1 個又は複数個のジャンパー 128 を堆積し、同軸状巻回部分を接続し、チューブ 114 にわたる総抵抗の均一性を向上する。

10

#### 【0023】

図 13A 及び 13B に示すように、上述の手法による付加的組合せにより、比較的緩慢な長手方向速度での連続する導電性コーティング 124 を有するパターン形成抵抗配線の密な巻回形態の堆積と、比較的速い長手方向速度での接続ジャンパー 128 の堆積とを交互に実現することができる。図 13A は、単一導電性ジャンパー 128 により接続した 2 つの連続的コーティング部分を示す。図 13B は、複数ジャンパー 128 により接続した数個の短い連続的コーティング部分を示す。幾つかの実施形態において、例えば、少なくともほぼ均一な電界を得るため連続的コーティング部分の幅及び / 又は連続的コーティング部分間におけるギャップの幅は、図 12 につき説明したパターンのような特別なパターンに近似するよう構成する。本発明の実施形態において、図 13A 及び 13B で説明したパターン形成抵抗配線を使用して、イオンを移動させる段階的電界を生じ、この場合、各ジャンパー 128 は、連続的導電性コーティング 124 の隣接部分間での抵抗低下を生ずる。例えば、連続的導電性コーティング 124 よりもジャンパー 128 が高い抵抗を有する（例えば、連続的導電性コーティング 124 よりもジャンパー 128 の断面積を減少させることに起因して）によって、電圧低下を隣接する連続的コーティング部分間に生ずることができる。さらに、パターン形成抵抗配線は、ステンレス鋼ニードルのような塗布ツールによる高圧送給での抵抗性インクを使用して塗布することができる。チューブ 114 及び / 又は塗布ツールの運動は、例えば、1 つ又は複数のステップモータを用いて制御することができる。

20

30

#### 【0024】

次に、図 14A 及び 14B につき説明すると、上述の手法による付加的組合せにより、疎に巻回した螺旋状抵抗配線 120 を有するパターン形成抵抗配線の形態を実現することができる。この場合、適度な長手方向速度での堆積とジャンパー 128 の堆積を交互に行う。図 14A は、ジャンパー 128 により接続した 2 つの大きな螺旋状抵抗配線部分を示す。図 14B は、ジャンパー 128 により接続した数個の短い螺旋状抵抗配線部分を示す。

#### 【0025】

図 15A 及び 15B に示すように、チューブ 114 は、内面 116 及び / 又は外面 118 上に塗布した連続的な 1 次導電性コーティング 140 を有し、この 1 次導電性コーティング 140 上に、2 次抵抗配線 120 を塗布することができる。2 次抵抗配線 120 は、例えば、先行する図面で説明したような、螺旋状又は任意なパターンの組合せとすることができる。この形態において、1 つ又は複数の抵抗配線 120 は、連続的な 1 次導電性コーティング 140 の均一性における抵抗的及び / 又は物理的な不完全さによって引き起こされる電界歪みを減少及び / 又は最小化することができる。さらに、連続的な 1 次導電性コーティング 140 は、ドリフト領域 136 として作用するチューブ 114 の内部に対する外部電界の影響を減少及び / 又は最小化することができる。幾つかの実施形態において、チューブ 114 にわたる連続的な 1 次導電性コーティング 140 の総抵抗は、2 次抵抗配線 120 の抵抗よりも大きい。例えば、連続的な 1 次導電性コーティング 140 の抵抗は約 500 M とし、抵抗配線 120 の抵抗は約 20 M ~ 200 M の範囲内とするこ

40

50

とができる。

【0026】

次に図16につき説明すると、幾つかの実施形態において、チューブ114は1個又は複数個の開孔（例えば、溝孔144）を有するパターン形成抵抗層142を有し、これら開孔は、チューブ114の長手方向軸線126に対してほぼ直交する方向に指向する。本発明の実施形態において、開孔は、例えば、連続層における電位の電気的非対称性によって引き起こされる半径方向電界を減少又は最小化するように構成する。図16に示す形態において、溝孔144は、軸線方向に交互配置する。しかし、この形態は、単に例として挙げたものであり、本発明を制限することを意味しない。他の実施形態において、溝孔144は異なる形状及び/又は整列状態にすることができる。

10

【0027】

幾つかの実施形態において、チューブ114は、内面116及び/又は外面118に塗布した多重抵抗配線120（例えば、導電性リング）を有し、また抵抗配線120は、1つ又は複数の長手方向抵抗配線146を使用して結合（例えば、接続）する。例えば、図17~20に示すように、同心状抵抗性インクによる一連のリングとして構成した抵抗配線120をチューブ114の内面116に塗布する。抵抗配線120は、次に、例えばチューブ114に配置した2個のコネクタ130間に接続したほぼ真直ぐな長手方向抵抗性インク配線として構成した長手方向抵抗配線146によって結合する。例えば、長手方向抵抗配線146は、チューブ114の金属化した端部に電気的に接触する。しかし、同心状の抵抗性インクによるリング及びほぼ真直ぐな長手方向抵抗性インク配線は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。他の実施形態において、異なる形態の抵抗配線120及び/又は長手方向抵抗配線146を使用する。例えば、長手方向抵抗配線146を僅かに湾曲した正弦波状等とすることができる。さらに、1個又は複数個の抵抗配線120は、例えば、先行する図面で説明したような、螺旋状又は任意なパターンによる組合せとすることができる。

20

【0028】

幾つかの実施形態において、同心状リングから成るインクの抵抗性は、真直ぐな連続配線の抵抗性よりも大きい（例えば、相当大きい）。例えば、ほぼ真直ぐな長手方向抵抗インク配線自体の総抵抗を約100Mとする。この形態は、ほぼ真直ぐな長手方向抵抗インク配線を横切って加わる付加的な並列抵抗（例えば、図20に示すような）の効果を低減（例えば、最小化）するのに使用することができる。しかし、この抵抗値は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。他の実施形態において、ほぼ真直ぐな長手方向抵抗インク配線の総抵抗を約100Mより大きい又は小さいものとする。

30

【0029】

幾つかの実施形態において、チューブ114の外面118に堆積した1つ又は複数のパターン形成抵抗配線は、チューブ114の内面116に堆積した1つ又は複数のパターン形成抵抗配線に電気的に接続する。例えば、ジャンパー128を使用して、チューブ114の内面116に堆積した或る1つの抵抗配線120を、チューブ114の外面118に堆積した1つ又は複数の抵抗配線120に接続（例えば、直列接続）することができる。しかし、この形態は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。他の実施形態において、チューブ114の外面118に堆積した1つ又は複数の抵抗配線120、及びチューブ114の内面116に堆積した1つ又は複数の抵抗配線120は、個別に接続（例えば、並列接続）する。

40

【0030】

幾つかの実施形態において、チューブ114の長さは、少なくとも約2cm~15cmとする。チューブ114の内面116の直径は少なくとも約2.5mm~25mmとすることができる。さらに、チューブ114の外面118の直径は、少なくとも約3mm~30mmとすることができる。しかし、これら寸法は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。したがって、他の形態において、チューブ114の長

50

さは、少なくとも約2 cm未満とする、又は少なくとも約15 cmより大きいものとしてすることができる。チューブ114の内面116の直径は、少なくとも約2.5 mm未満、又は少なくとも約2.5 mmより大きいものとしてすることができる。さらに、チューブ114の外面118の直径は、少なくとも約3 mm未満、又は少なくとも約30 mmより大きいものとしてすることができる。

#### 【0031】

パターン形成抵抗配線の幅（例えば、チューブ114の長手方向軸線126に平行なほぼ長手方向に測ったものとして）は、少なくとも約0.1 mm～1 mmとすることができる。例えば、抵抗配線120の幅は、少なくとも約0.508 mm（0.020インチ）とすることができる。幾つかの実施形態において、抵抗配線120は、1 cmあたり少なくとも約2巻回を有する。例えば、パターン形成抵抗配線のピッチ（パターン形成抵抗配線の隣接する巻回を形成する堆積材料の中心線間の間隔として定義することができる）は、少なくとも約0.1 mm～1 mmとすることができる。抵抗配線120のピッチは、少なくとも約0.711 mm（0.028インチ）とすることができる。しかし、これら寸法は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。したがって、他の形態において、パターン形成抵抗配線の幅は、少なくとも約0.1 mm未満とする、又は1 mmより大きいものとしてすることができる。抵抗配線120は、1 cmあたり少なくとも約2巻回よりも多い、又は少ないものとしてすることができる。さらに、パターン形成抵抗配線のピッチは、少なくとも約0.1 mm未満とする、又は少なくとも約1 mmより大きいものとしてすることができる。

10

20

#### 【0032】

幾つかの実施形態において、抵抗配線120の1つ又は複数の特性は、チューブ114の長さ全体にわたりほぼ一定とすることができる。例えば、抵抗配線120のピッチは、チューブ114の長さ全体にわたりほぼ一定とすることができる。他の形態において、抵抗配線120の1つ又は複数の特性は、チューブ114の長さ全体にわたり変動することができる。例えば、パターン形成抵抗配線の隣接巻回間のピッチは、チューブ114にわたり変動する（例えば、増加していく及び/又は減少していく）ことができる。パターン形成抵抗配線の幅及び/又は厚さも、チューブ114の長さ全体にわたり変動することができる。

30

#### 【0033】

1つ又は複数の抵抗配線120は、電気エネルギー源に接続し、抵抗配線を付勢して電界を発生するよう構成する。例えば、1つ又は複数の抵抗配線120は、厚膜堆積を用いて電気抵抗導体を形成する。幾つかの実施形態において、付勢したとき、ほぼ均一な電界がチューブ114内に発生する。実施形態において、電界は高圧（HV）電界とし、この高圧（HV）電界により、チューブ114（例えば、ドリフト領域/チャンバの様態において）を通過するイオン化した物質の移動を制御することができる。しかし、ほぼ均一な電界は、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。例えば、整形電界をチューブ114内に発生することができる。例示的な実施形態において、整形電界は、チューブ114の長さに沿って強さが変動する（例えば、低めの強度から高めの強度に変動する）。幾つかの実施形態において、1つ又は複数の抵抗配線120はイオンを分離するのに使用できるイオン改質器とすることができる。このイオン改質器がない場合には、イオンは類似の移動度を有することになる。例えば、イオン改質器として構成した1つ又は複数の抵抗配線120は、イオンを断片化し、またイオン移動度、イオンの質量対電荷比等々を変化させるのに使用することができる。

40

#### 【0034】

ドリフトチューブ110の一方又は双方の端部にコネクタ130を設けることができる。例えば、ドリフトチューブ110の端部には、導電性材料で被覆したフランジ（例えば、金属化した導電性フランジ）をキャップ付けすることができる。1つ又は複数の抵抗配線120をコネクタ130に電氣的に接続し、このコネクタ130を使用して電気エネルギー源に接続し、抵抗配線を付勢し、また電界を発生できるようにする。しかし、導電性

50

フランジは、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。他の実施形態において、1つ又は複数の抵抗配線120は、限定しないが、導電性キャップ、導電性コーティング等を含む他のコネクタを用いて、電気エネルギー源に接続することができる。付勢したとき、ドリフトチューブ110は、帯電した物質（例えば、イオン）をドリフトチューブ110の一方の端部から他方の端部に制御可能な搬送を行うのに使用することができる。

#### 【0035】

入口104は種々のサンプル導入手法を採用することができる。幾つかの実施形態において、空気流を使用することができる。他の事例において、IMSシステム100は、種々の流体及び/又はガスを使用して物質を入口104に引き込むことができる。物質を入口104に引き込む手法としては、ファン、加圧ガス、ドリフト領域/チャンバを流れるドリフトガスによって生ずる真空等の使用がある。例えば、サンプル検出器102をサンプリングラインに接続することができ、周囲環境からの空気（例えば、室内空気）をサンプリングライン内にファンを使用して引き込む。IMSシステム100は、ほぼ環境気圧で動作することができるが、空気又は他の流体の流れを用いてサンプル物質を反応領域に導入することもできる。他の事例において、IMSシステム100はより低い圧力（例えば、環境気圧よりも低い圧力）で動作することができる。さらに、IMSシステム100は、サンプル源からの物質導入を行う他のコンポーネントを有することができる。例えば、ヒータのような脱離装置をIMSシステム100に設け、サンプルの少なくとも一部分を蒸発させ（例えば、気相化させ）、そのサンプル部分を入口104に引き込むことができる。例えば、サンプルプローブ、綿棒、雑巾等を使用して、表面から関心対象サンプルを採取することができる。次に、サンプルプローブを使用して、サンプルをIMSシステム100の入口104に送給することができる。IMSシステム100には予濃縮装置も設け、物質塊（物質ポーラス）に濃縮する、又は物質塊を反応領域に進入させることができるようにする。

#### 【0036】

サンプルの一部分を小孔入口（例えば、ピンホール）として構成した入口104からサンプル検出器102内に引き込むことができ、この引き込みは、例えば、サンプル検出器102の内部容積に流体連通するダイヤフラムを使用して行うことができる。例えば、内部容積内の内圧がダイヤフラムの移動によって減少するとき、サンプルの一部分は、入口104からピンホールを経てサンプル検出器102内に搬送される。ピンホールを通過した後、そのサンプル部分は入口アセンブリ108に進入する。入口アセンブリ108は反応チャンバ132を有することができ、この反応チャンバ132において、例えば、コロナ放電イオナイザ（例えば、コロナ放電ポイントを有する）のようなイオン化源を用いてサンプルをイオン化し、また可能であれば改質する（例えば、1つ又は複数の反応剤を用いて）ことができる。しかし、コロナ放電イオナイザは、単に例として挙げたものであり、本発明を限定することを意味しない。イオン化源の他の例には、必ずしも限定しないが、放射性及び電氣的イオン化源、例えば、光イオン化源、電気スプレー源、マトリクス支援レーザー脱離イオン化（MALDI: matrix assisted laser desorption ionization）源、ニッケル-63源（ $^{63}\text{Ni}$ ）、アメリカシウム-241源（ $^{241}\text{Am}$ ）等がある。幾つかの事例において、イオン化源は、関心対象サンプルからの物質を多段階でイオン化することができる。例えば、イオン化源は、反応チャンバ132内のガスをイオン化するコロナを発生し、次にこのコロナを使用して関心対象物質をイオン化する。ガスの例としては、必ずしも限定しないが、窒素、水蒸気、空気に含まれるガス等がある。

#### 【0037】

実施形態において、入口アセンブリ108は、ポジティブモード、ネガティブモード、ポジティブモードとネガティブモードとの間での切替えモード等で動作することができる。例えば、ポジティブモードでは、イオン化源は関心対象サンプルから正イオンを発生するとともに、ネガティブモードでは、イオン化源は関心対象サンプルから負イオンを発生する。ポジティブモード、ネガティブモード、又はポジティブモードとネガティブモード

10

20

30

40

50

との間での切替えモードでの入口アセンブリ 108 の動作は、実施の優先傾向、予測されるサンプルタイプ（例えば、爆発物、麻薬物、毒性工業化学物質）等に依存し得る。さらに、イオン化源は、周期的にパルス動作することができる（例えば、サンプル導入、ゲート動作、イベント生起等に基づく）。

#### 【0038】

サンプルイオンは、次に、電界（例えば、上述のドリフトチャンバにおけるのと同じ又は類似のやり方で発生させる）を使用してゲートアセンブリに向けて方向付けすることができる。ゲートアセンブリは、1個又は複数個のゲートグリッドを有し、また瞬間的に開いてサンプルイオンの小クラスター（集団）をドリフト領域に進入させることができるようにする。例えば、入口アセンブリ 108 は、ドリフト領域 136 の入口端部に電子シャッタ又はゲート 134 を設けることができる。実施形態において、ゲート 134 はドリフト領域 136 へのイオン進入を制御する。例えば、ゲート 134 はワイヤメッシュを有し、このワイヤメッシュに対して電位差を印加又は除去する。ドリフト領域 136 は、電界を発生するようその長さに沿って互いに離間させた電極を有し、イオンをドリフト領域 136 に沿って引き込む、及び/又はドリフト領域 136 においてゲート 134 に対してほぼ対向配置させた検出器に向けて方向付けできるようにする。例えば、電極を有するドリフト領域 136 は、ドリフト領域 136 にほぼ均一な電界を発生することができる。サンプルイオンは捕集（コレクタ）電極で捕集することができ、この捕集電極は分析機器に接続して種々のサンプルイオンの飛行時間を分析できるようにする。例えば、ドリフト領域 136 の遠端における捕集プレート 138 がドリフト領域 136 に沿って通過するイオンを捕集する。

10

20

#### 【0039】

ドリフトチューブ 110 を使用して、ドリフト領域 136 に進入したイオンを個別イオンのイオン移動度に基づいて分離することができる。イオン移動度はイオンにおける電荷等によって決定する。このようにして、IMS システム 100 は、飛行時間に基づいてイオンを分離することができる。ドリフト領域 136 は、ゲート 134 からコレクタまで延在するほぼ均一な電界を有することができる。コレクタは、電荷が捕集プレート 138 に接触するとき、電荷に基づいてイオンを検出する捕集プレート 138（例えばファラデープレート）とすることができる。実施形態において、ドリフトガスをドリフト領域 136 に供給し、この供給は捕集プレート 138 に向かうイオンの移動経路とはほぼ逆向きに行う。例えば、ドリフトガスは捕集プレート 138 に隣接する位置からゲート 134 に向けて流すことができる。例えば、ドリフトガスとしては、必ずしも限定しないが、窒素、ヘリウム、空気、再循環する空気等がある。例えば、ポンプを使用して、イオンの流れの方向とは逆向きにドリフト領域 136 に沿って空気を循環させることができる。空気は、例えば、分子篩パックを使用して乾燥及び浄化することができる。

30

#### 【0040】

実施形態において、サンプル検出器 102 は、関心対象物質の同定を促進する種々のコンポーネントを有することができる。例えば、サンプル検出器 102 は、カリブラント（検量体）及び/又はドーパント（不純物）成分を含む1個又は複数個のセルを有することができる。カリブラントを使用してイオン移動度の測定を較正することができる。ドーパントを使用して分子を選択的にイオン化することができる。ドーパントは、さらに、サンプル物質と組み合わせてイオン化することができ、サンプル物質単独に対応するイオンよりもより効果的に検出できるイオンを形成する。ドーパントは、入口 104、反応チャンバ 132、及び/又はドリフト領域 136 のうち1つ又はそれ以上に供給することができる。サンプル検出器 102 は、サンプル検出器 102 の動作中、異なる箇所、できれば異なる時点にドーパントを供給するよう構成することができる。サンプル検出器 102 は、ドーパント供給を IMS システム 100 の他のコンポーネント動作と協調するよう構成することができる。

40

#### 【0041】

コントローラは、イオンが捕集プレート 138 に達するとき、捕集プレート 138 にお

50

ける電荷変化を検出することができる。したがって、コントローラは、対応するイオンから物質を同定することができる。実施形態において、コントローラを使用して、ゲート134の開放を制御することもでき、これによりドリフト領域136に沿う異なるイオンの飛行時間のスペクトルを発生することができる。例えば、コントローラを使用してゲート134に印加する電圧を制御することができる。ゲート134の動作は、イベント生起等に基づいて周期的に生ずるよう制御することができる。例えば、コントローラは、どのくらい長くゲート134を開く及び/又は閉じるよう、イベント生起(例えば、コロナ放電)、周期的等に基づいて調整することができる。さらに、コントローラは、イオン化源のモード(例えば、入口アセンブリ108がポジティブモード又はネガティブモードにあるか否か)に基づいて、ゲート134に印加する電位を切り替えることができる。幾つかの実施形態において、コントローラは、爆発物及び/又は化学薬品物質の存在を検出し、またこのような物質があることの警告又は表示をインジケータに提示するよう構成することができる。

10

20

30

40

50

#### 【0042】

実施形態において、そのコンポーネントの幾つか又はすべてを含むIMSシステム100はコンピュータ制御の下で動作することができる。例えば、プロセッサは、IMSシステム100と一緒に又はIMSシステム100内に設け、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア(例えば、固定論理回路)、手動処理、又はそれらの組合せを用いて本明細書に記載のIMSシステム100のコンポーネント及び機能を制御する。本明細書で使用する用語「コントローラ」、「機能性」、「サービス」、及び「論理」は、概してIMSシステム100を制御することに関連するソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、又はソフトウェア、ファームウェア、ハードウェアの組合せを表す。ソフトウェア実装の場合、モジュール、機能性又は論理は、プロセッサ(例えば、CPU又はCPUs)で実行されるとき特別なタスクを実施するプログラムコードを表す。プログラムコードは1つ又は複数のコンピュータ可読メモリデバイス(例えば、内部メモリ及び/又は1つ若しくは複数の有形媒体)等に格納することができる。本明細書に記載の構造、機能、手法及び技術は、種々のプロセッサを有する様々な市販コンピュータプラットフォームで実装することができる。

#### 【0043】

例えば、サンプル検出器102はコントローラに結合して、抵抗配線120に供給されるエネルギーを制御できるようにする。コントローラは、処理モジュール、通信モジュール、及びメモリモジュールを有することができる。処理モジュールは、コントローラの処理機能性を処理し、また任意の数のプロセッサ、マイクロコントローラ、又は他の処理システム、コントローラがアクセス若しくは発生するデータ及び他の情報を格納する内蔵若しくは外部のメモリを有することができる。処理モジュールは、本明細書に記載の技術を実現する1つ又は複数のソフトウェアプログラムを実行することができる。処理モジュールは、形成する材料又は採用される処理機構によって限定されるものではなく、したがって、半導体及び/又はトランジスタ(例えば、電子集積回路(IC)コンポーネント)等を介して実装することができる。通信モジュールは、サンプル検出器102のコンポーネントと通信するよう動作可能に構成する。通信モジュールは、さらに、処理モジュールと通信可能に結合する(例えば、サンプル検出器102から処理モジュールへの通信入力部に対して)。通信モジュール及び/又は処理モジュールは、種々の異なるネットワーク、例えば限定しないが、インターネット、携帯電話ネットワーク、ローカル・エリア・ネットワーク(LAN)、ワイド・エリア・ネットワーク(WAN)、無線ネットワーク、公衆電話ネットワーク、イントラネット等と通信するよう構成することができる。

#### 【0044】

メモリモジュールの例としては、コントローラの動作に関連する種々のデータ、例えば、ソフトウェアプログラム及び/又はコードセグメント、又は処理モジュール及び可能であればコントローラの他のコンポーネントに命令して本明細書に記載のステップを実施する他のデータを格納する記憶機能性を提供する有形コンピュータ可読媒体がある。したが

って、メモリは、例えば、IMSシステム100（そのコンポーネントを含む）を動作させる命令のプログラム、スペクトルデータ等のようなデータを格納する。単独メモリモジュールを示すが、メモリ（例えば、有形で持続性のある）の広範囲なタイプ及び組合せを使用することができる。メモリモジュールは、処理モジュールに統合する、又はスタンドアロン・メモリとする、又はその双方の組合せとすることができる。

#### 【0045】

メモリモジュールとしては、必ずしも限定しないが、着脱可能の及び非着脱可能のメモリコンポーネント、例えば、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、リード・オンリー・メモリ（ROM）、フラッシュメモリ（例えば、セキュア・デジタル（SD）メモリカード、ミニSDメモリカード、及び/又はマイクロSDメモリカード）、磁気メモリ、光メモリ、ユニバーサル・シリアル・バス（USB）、ハードディスクメモリ、外部メモリ、及び他のタイプのコンピュータ可読記憶媒体があり得る。実施形態において、サンプル検出器102及び/又はメモリモジュールは、着脱可能な集積回路カード（ICC：Integrated Circuit Card）メモリ、例えば、加入者識別モジュール（SIM：Subscriber Identity Module）カード、汎用加入者識別モジュール（USIM：Universal Subscriber Identity Module）カード、汎用集積回路カード（UICC：Universal Integrated Circuit Card）によって提供されるメモリを有することができる。

10

#### 【0046】

実施形態において、種々の分析装置は、本明細書に記載の構造、技術、手法等を利用することができる。したがって、IMSシステム100を本明細書に記載するが、種々の分析機器は、本明細書に記載した技術、手法及び構造等を利用することができる。これらデバイスは、限定された機能性（例えば、シンデバイス）又は堅牢な機能性（例えば、シックデバイス）で構成することができる。したがって、デバイスの機能性は、デバイスのソフトウェア又はハードウェアのリソース、例えば、処理パワー。メモリ（例えば、データ記憶能力）、分析能力等に関連する。

20

#### 【0047】

##### プロセス実施例

以下の説明は、非導電性の又は半導体のチューブにおける内面又は外面のうち一方又は双方に1つ又は複数のパターン形成抵抗配線を堆積することによって帯電物質搬送チャンバを製造する技術の例を記載する。図7は、例示的实施形態における製造プロセス700であって、図1～6に図示し、また上述したドリフトチューブ110の実施例のような帯電物質搬送チャンバを製造する製造プロセス700を示す。

30

#### 【0048】

図示のプロセス700において、ほぼ非導電性材料及び/又は半導体材料で形成したチューブにおける内面及び外面の一方又は双方にパターン形成抵抗配線を堆積する（ブロック710）。例えば、図1～6につき説明すると、抵抗配線120をチューブ114の内面116及び/又はチューブ114の外面118上に堆積する。抵抗配線120は、

2008年7月21日出願の「FINE LINE THICK FILM RESISTORS BY PHOTOLITHOGRAPHY」と題する米国特許出願公開第2008/0278278号；

2007年5月29日発行の「Fine line thick film resistors by photolithography」と題する米国特許第7,224,258号；

2007年5月4日出願の「FINE LINE THICK FILM RESISTORS BY PHOTOLITHOGRAPHY」と題する米国特許出願公開第2007/0262846号；

2010年4月28日出願の「MICROFLUIDIC DEVICES FABRICATED BY DIRECT THICK FILM WRITING AND METHODS THEREOF」と題する米国特許出願公開第2010/0209318号；

2010年6月15日発行の「Microfluidic devices fabricated by direct thick film writing and methods thereof」と題する米国特許第7,736,592号；

2011年3月18日出願の「FINE LINE THICK FILM RESISTORS BY PHOTOLITHOGRAPHY」と題する米国特許出願公開第2011/0277803号；

40

50

1984年11月27日発行の「Inking system for producing circuit patterns」と題する米国特許第4,485,387号；  
に記載のように、チューブ114の内面116及び/又はチューブ114の外表面118に堆積（例えば、プリント）することができる。

【0049】

幾つかの実施形態において、パターン形成抵抗配線の隣接巻回をともに接続するため、ジャンパーをチューブの内面及び外面のうち一方又は双方に堆積する（ブロック712）。例えば、引き続き図1～6につき説明すると、ジャンパー128を使用し、パターン形成抵抗配線120の隣接巻回をともに接続する。幾つかの実施形態において、他のパターン形成抵抗配線をチューブの内面及び外面のうち一方又は双方に堆積する（ブロック720）。例えば、例えば、引き続き図1～6につき説明すると、第2抵抗配線120をチューブ114の外表面118上に堆積する。上述したように、抵抗配線120は、電気エネルギー源に接続し、付勢するときチューブ114内に電界（例えば、ほぼ均一な電界、整形電界等）を生ずるよう構成する。幾つかの実施形態において、パターン形成抵抗配線をチューブのコネクタに接続し、このコネクタは、パターン形成抵抗配線を電気エネルギー源に接続するよう構成する（ブロック730）。例えば、引き続き図1～6につき説明すると、コネクタ130は抵抗配線120に接続するよう形成することができる。上述したように、コネクタ130は、導電性フランジ、導電性キャップ、導電性コーティング等として形成することができる。コネクタ130は、次に電気エネルギー源（例えば、電源）に接続することができ、パターン形成抵抗配線を付勢し、電界を発生することができる。

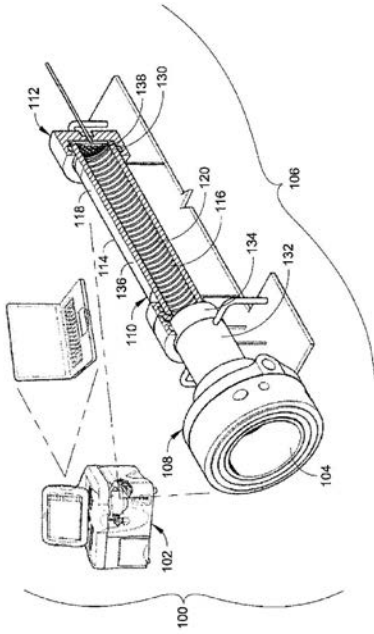
10

20

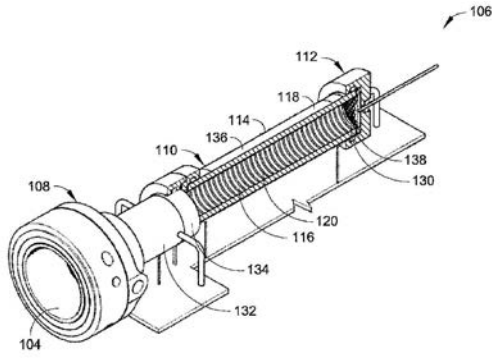
【0050】

本発明は言語依存で構造的特徴及び/又は方法論的行為につき説明したが、特許請求の範囲に定義した本発明は、本明細書に記載の特別な特徴又は行為に必ずしも限定しない。種々の形態を詳述したが、本発明装置、システム、サブシステム、コンポーネント等は、本明細書から逸脱することなく様々なやり方で構成することができる。特別な特徴及び行為は、むしろ特許請求の範囲を実施する例示的な形態として開示される。

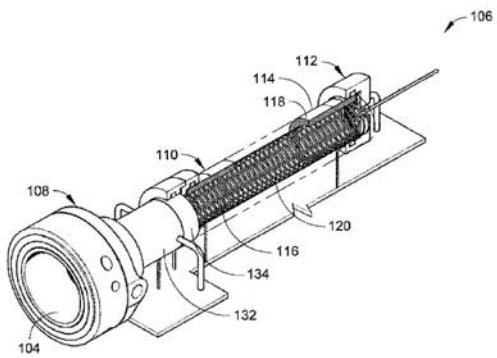
【 図 1 】



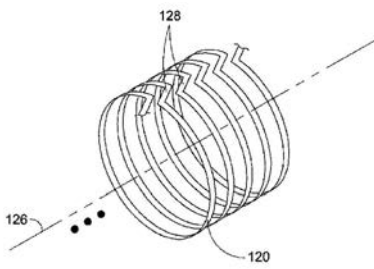
【 図 2 】



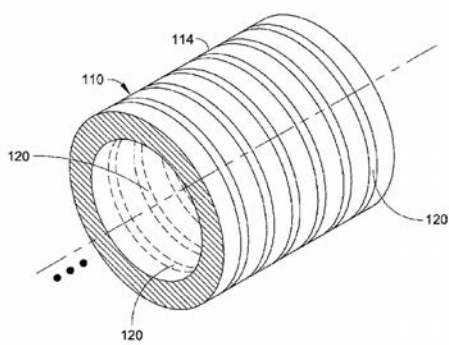
【 図 3 】



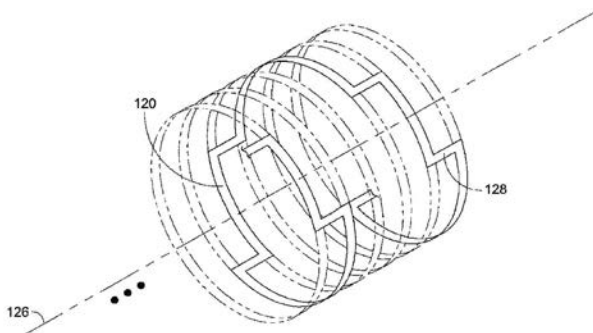
【 図 4 】



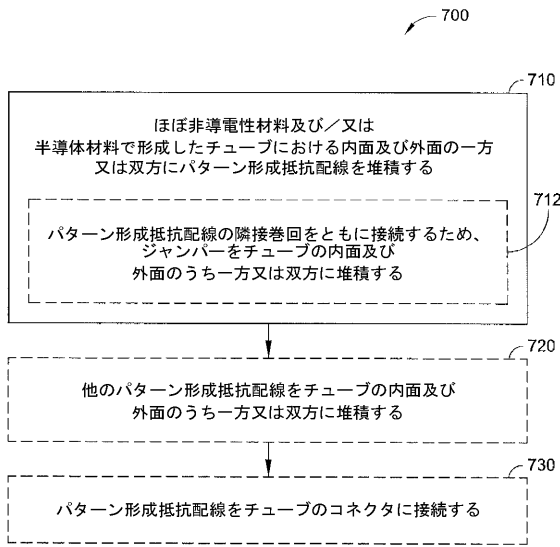
【 図 6 】



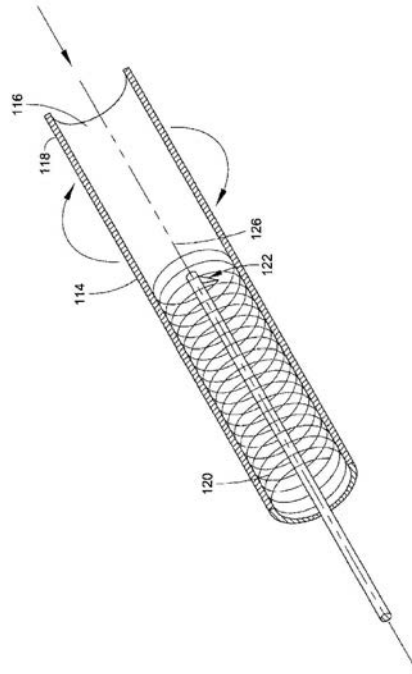
【 図 5 】



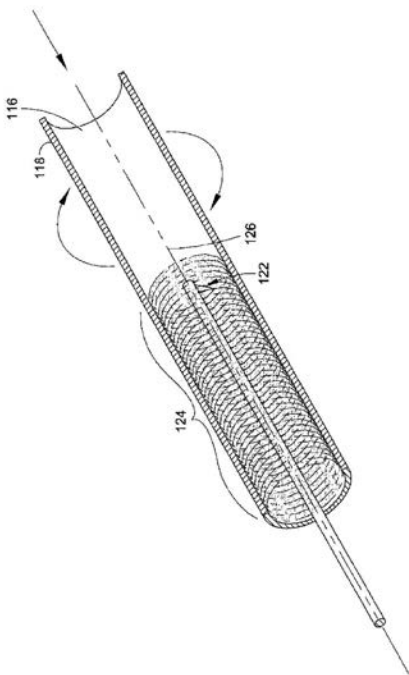
【 図 7 】



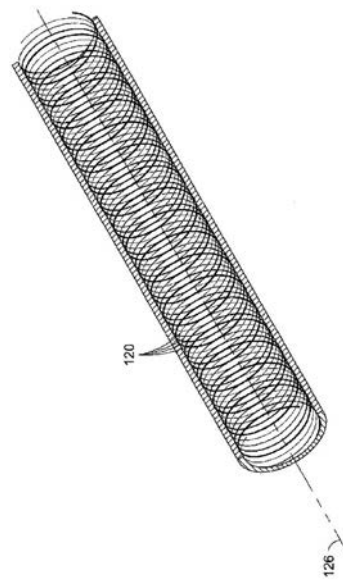
【 図 8 】



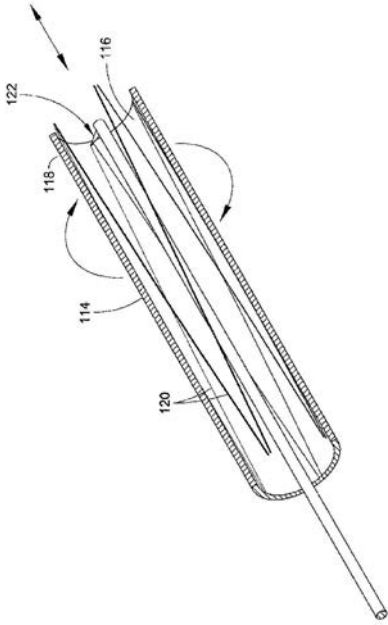
【 図 9 】



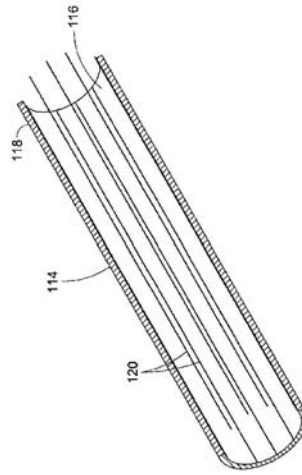
【 図 10 】



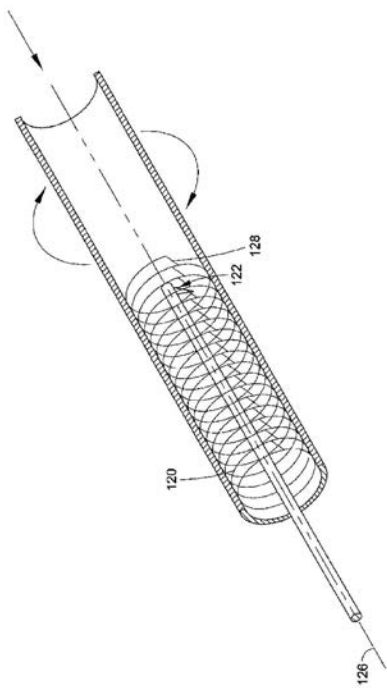
【図 1 1 A】



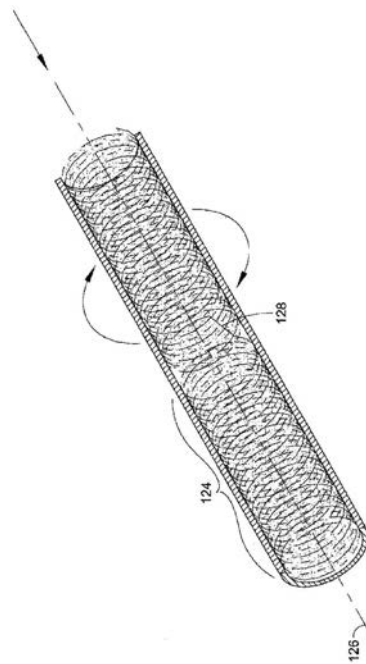
【図 1 1 B】



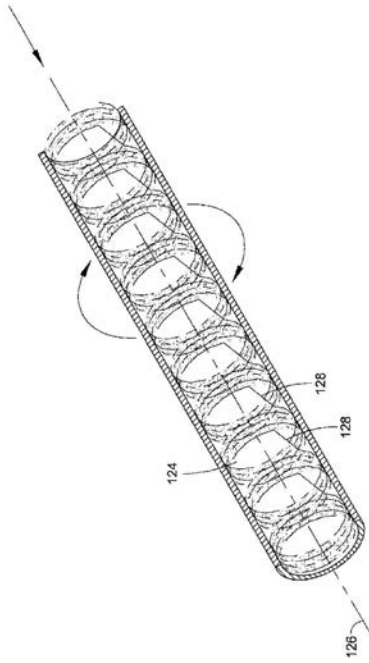
【図 1 2】



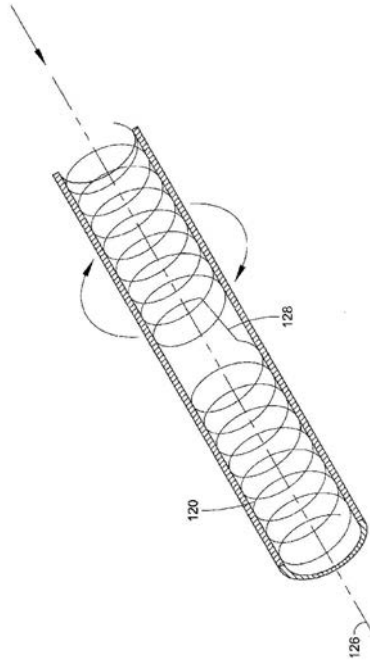
【図 1 3 A】



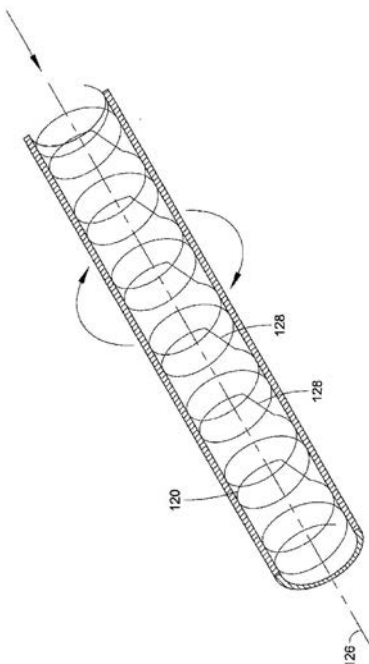
【 図 1 3 B 】



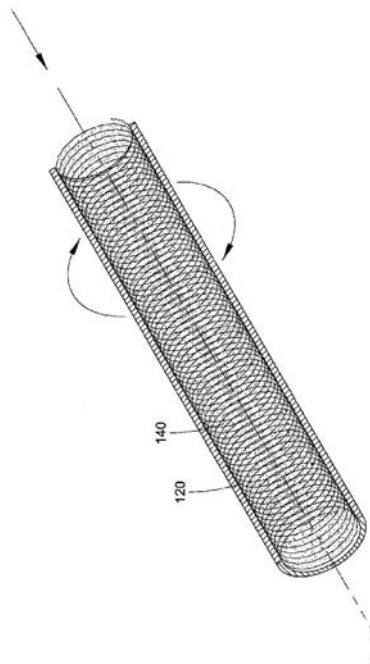
【 図 1 4 A 】



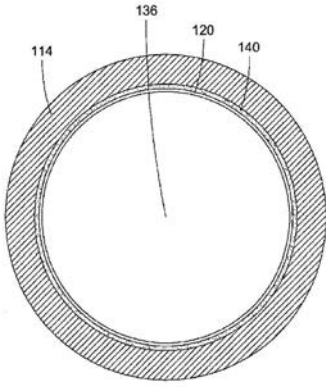
【 図 1 4 B 】



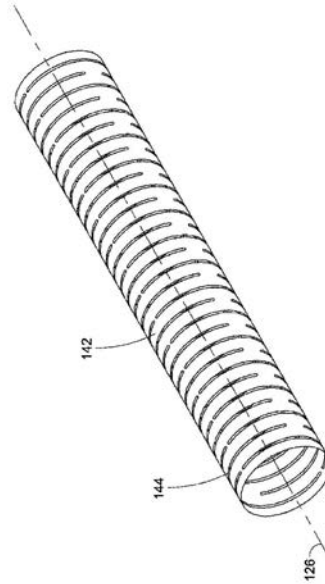
【 図 1 5 A 】



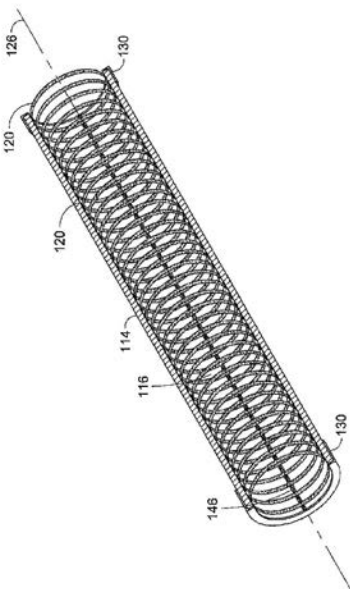
【 図 1 5 B 】



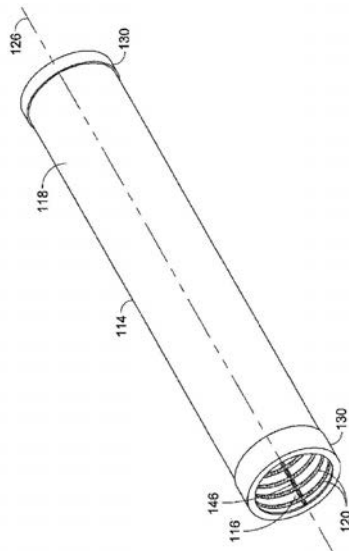
【 図 1 6 】



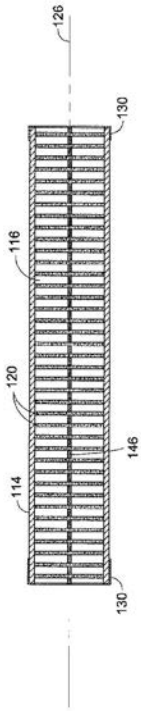
【 図 1 7 】



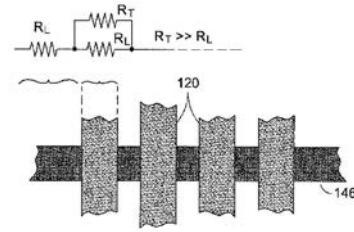
【 図 1 8 】



【図 19】



【図 20】



【手続補正書】

【提出日】平成31年4月4日(2019.4.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

帯電物質搬送チャンバであって、

ほぼ非導電性材料又は半導体材料のうち少なくとも一方で形成し、内面及び外面を有する一体構造のチューブであって、前記帯電物質搬送チャンバは前記チューブの内面によって提供されている、チューブと；及び

前記チューブの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積し、電気エネルギー源に接続するよう構成した、抵抗性インクを含むパターン形成抵抗配線とを備える、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバ内に電界を発生する構成とする、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 3】

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバを加熱する構成とする、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの長手方向軸線の周りに、前記チューブの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積した巻回を有し、前記巻回は、少なくとも 270° の角度にわたる巻回を有する、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 5】

請求項 4 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交するよう指向されているか、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に直交する方向から或る角度をなして指向されている、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの長手方向軸線の周りに、前記内面又は外面の少なくとも一方に互いに隣接して堆積され、1 cm あたり少なくとも 2 巻きのピッチを有する複数の巻回を有する、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 7】

請求項 6 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記複数の巻回は、1 mm 未満のピッチを有する、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 8】

請求項 1 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記パターン形成抵抗配線はイオン改質器として構成する、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のうちいずれか一項記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、さらに、前記パターン形成抵抗配線に接続するコネクタであって、前記パターン形成抵抗配線を前記電気エネルギー源に接続するよう構成した、該コネクタを備える、帯電物質搬送チャンバ。

【請求項 10】

イオン検出アセンブリにおいて：

帯電物質搬送チャンバであって、ほぼ非導電性材料又は半導体材料のうち少なくとも一方で形成し、かつ内面及び外面を有する一体構造のチューブであって、前記帯電物質搬送チャンバは前記チューブの内面によって提供されている、チューブを有し、抵抗性インクを含むパターン形成抵抗配線を前記チューブの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積し、電気エネルギー源に接続するよう構成した、該帯電物質搬送チャンバと；

前記帯電物質搬送チャンバに流体連通する入口アセンブリであって、サンプルを受け入れる入口、前記サンプルをイオン化する反応領域、及び前記イオン化したサンプルの前記帯電物質搬送チャンバへの進入を制御するゲートを有する、該入口アセンブリと；

前記帯電物質搬送チャンバに流体連通する捕集アセンブリであって、前記イオン化したサンプルが前記帯電物質搬送チャンバを通過した後、前記イオン化したサンプルを捕集する捕集プレート<sub>を有する</sub>、該捕集アセンブリとを備える、イオン検出アセンブリ。

【請求項 11】

請求項 10 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバ内に電界を発生する構成とする、イオン検出アセンブリ。

【請求項 12】

請求項 10 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記電気エネルギー源に接続し、付勢するときに前記チャンバを加熱する構成とする、イオン検出アセンブリ。

【請求項 13】

請求項 10 ~ 12 のうちいずれか一項に記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの長手方向軸線の周りに、前記チューブの前記内面及び前記外面のうち少なくとも一方に堆積した巻回を有し、前記巻回は、少なくとも 270° の角度にわたる巻回を有する、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 14】

請求項 13 記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に少なくともほぼ直交するよう指向されているか、前記巻回は、前記チャンバの長手方向軸線に直交する方向から或る角度をなして指向されている、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 15】

請求項 10 ~ 12 のうちいずれか一項記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線は、前記チャンバの長手方向軸線の周りに、前記内面又は外面の少なくとも一方に互いに隣接して堆積され、1 cm あたり少なくとも 2 巻きのピッチを有する複数の巻回を有する、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 16】

請求項 15 記載の帯電物質搬送チャンバにおいて、前記複数の巻回は、1 mm 未満のピッチを有する、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 17】

請求項 10 ~ 16 のうちいずれか一項記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記パターン形成抵抗配線はイオン改質器として構成する、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 18】

請求項 10 ~ 17 のうちいずれか一項記載のイオン検出アセンブリにおいて、さらに、前記パターン形成抵抗配線に接続するコネクタであって、前記パターン形成抵抗配線を前記電気エネルギー源に接続するよう構成した、該コネクタを備える、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 19】

請求項 10 ~ 18 のうちいずれか一項記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記帯電物質搬送チャンバは、さらに、前記パターン形成抵抗配線を少なくとも第 2 パターン形成抵抗配線及びコネクタに接続するよう構成した長手方向抵抗配線を備える、イオン検出アセンブリ。

## 【請求項 20】

請求項 10 ~ 19 のうちいずれか一項記載のイオン検出アセンブリにおいて、前記帯電物質搬送チャンバはドリフトチャンバを含む、イオン検出アセンブリ。

## フロントページの続き

- (72)発明者 ヴォロディーミル ボンダレンコ  
カナダ国 オンタリオ エル4エックス 1エックス3 ミシサガ プライアクルック クレセント  
ト 1891
- (72)発明者 ヴラド セルゲイエフ  
カナダ国 オンタリオ エム2アール 3エム1 トロント ダヴ ホークウェイ 11
- (72)発明者 ヘンリック ザレスキー  
カナダ国 オンタリオ エム1ダブリュー 3アール6 スカボロー マニロウ ストリート 2  
5
- (72)発明者 ダニエル レビン  
カナダ国 オンタリオ エル4エイチ 0エル9 ウッドブリッジ フラシーノ ドライブ 23
- (72)発明者 マーク ピニアルスキー  
カナダ国 オンタリオ エル5アール 1エム6 ミシサガ エンパイア クレセント 4755
- (72)発明者 イゴール クーベリック  
カナダ国 オンタリオ エル4ゼット 1エヌ3 ミシサガ メドウズ ブールバード 425  
ナンバー17
- (72)発明者 クンチョウ ビアン  
カナダ国 オンタリオ エル9ティー 7エヌ2 ミルトン ウェットローファー テラス 32  
3
- (72)発明者 サイモン フェルドベルク  
カナダ国 オンタリオ エル6エイ 4ピー7 ヴォーン ルカ アヴェニュー 179
- (72)発明者 ダグラス ジェyson グリーン  
アメリカ合衆国 メリーランド州 21013 ボールドウィン マナー ロード 14101
- (72)発明者 ブライアン ボソ  
アメリカ合衆国 メリーランド州 21015 ベル エアー リリー コート 2309
- (72)発明者 アーティン ジェイ パテル  
カナダ国 オンタリオ エル5エム 3ヴィー4 ミシサガ スティルリバー クレセント 15  
30

Fターム(参考) 2G041 CA02 GA29

【外国語明細書】  
2019109254000001.pdf