

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-511404

(P2016-511404A)

(43) 公表日 平成28年4月14日(2016.4.14)

(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 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-559297 (P2015-559297)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成26年2月26日 (2014. 2. 26)</p> <p>(85) 翻訳文提出日 平成27年10月7日 (2015. 10. 7)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/US2014/018648</p> <p>(87) 国際公開番号 W02014/134156</p> <p>(87) 国際公開日 平成26年9月4日 (2014. 9. 4)</p> <p>(31) 優先権主張番号 61/769, 320</p> <p>(32) 優先日 平成25年2月26日 (2013. 2. 26)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(71) 出願人 513269516 インプラント サイエンスーズ コーポレ イション I M P L A N T S C I E N C E S C O R P O R A T I O N アメリカ合衆国 01887 マサチュー セッツ州 ウィルミントン リサーチドラ イブ 600</p> <p>(74) 代理人 100098626 弁理士 黒田 壽</p> <p>(74) 代理人 100128691 弁理士 中村 弘通</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン移動度分光計用小型センサ構造体

(57) 【要約】

イオン移動度分光法の用途のために、センサ構造体の所望の形状は、窒化アルミニウムなどのセラミック材料から所望の形状に形成することで作製してもよい。様々な実施形態において、センサ構造体は、個別のセラミックシートを用いて形成し、及び/又は、予備形成されたセラミック管から形成してもよい。IMSドリフト管の効率的な回路構成を提供するために、及び/又は、ドリフト管の内面部と外面部との電気的接続を提供するために、ピアホールがセンサ構造体に形成されている。

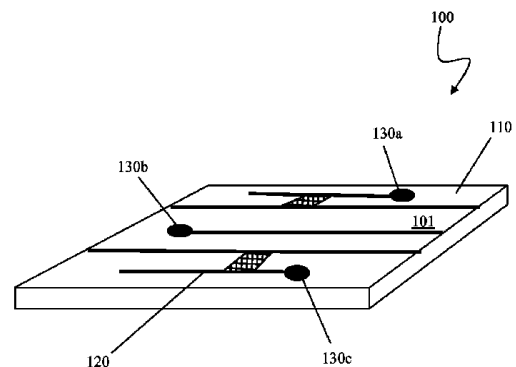


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

センサ構造体を作製する方法であって、
高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体を形成することと、
前記成形構造体に少なくとも1つのピアホールを形成することと、
前記成形構造体上に回路特徴部を形成することと、
センサ構造体を得るために前記成形構造体を処理することと、
を含む方法。

【請求項 2】

前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナである、請求項 1 に記載の方法

10

【請求項 3】

前記センサ構造体はイオン移動度分光ドリフト管である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記成形構造体の形成は、高温非導電性のセラミック材料からなる少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体に形成することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記成形構造体の少なくとも1つのピアホールは、前記成形構造体の内面部と外面部とを接続するピアホールを有するように形成される、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記成形構造体の形成は、高温非導電性のセラミック材料の中実管を予備形成することを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 7】

前記少なくとも1つのピアホールは前記中実管に機械加工される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記回路特徴部の形成は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に導電性又は抵抗性の特徴部を形成することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

センサ構造体であって、
高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体と、
前記成形構造体上に形成された回路特徴部と、
前記成形構造体に形成された少なくとも1つのピアホールと、
を備えるセンサ構造体。

30

【請求項 10】

前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナである、請求項 9 に記載のセンサ構造体。

【請求項 11】

前記センサ構造体はイオン移動度分光ドリフト管である、請求項 9 に記載のセンサ構造体。

40

【請求項 12】

前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料の少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体に形成することによって形成される、請求項 9 に記載のセンサ構造体。

【請求項 13】

前記成形構造体の少なくとも1つのピアホールは、前記成形構造体の内面部と外面部とを接続するピアホールを有するように形成される、請求項 12 に記載のセンサ構造体。

【請求項 14】

前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料の予備形成された中実管である、請求項 9 に記載のセンサ構造体。

50

【請求項 15】

前記少なくとも1つのピアホールは前記中実管に機械加工されている、請求項14に記載のセンサ構造体。

【請求項 16】

前記回路特徴部は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に導電性又は抵抗性の特徴部により形成される、請求項9に記載のセンサ構造体。

【請求項 17】

イオン移動度分光計デバイスであって、

イオン発生源と、

分析器コンポーネントと、

前記イオン発生源と前記分析器コンポーネントとの間を結合するドリフト管と、を備え

10

、
前記ドリフト管は、

高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体と、

前記成形構造体上に形成された回路特徴部と、

前記成形構造体に形成された少なくとも1つのピアホールと、を有するイオン移動度分光計装置。

【請求項 18】

前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナである、請求項17に記載のイオン移動度分光計デバイス。

20

【請求項 19】

前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料の少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体に形成することによって形成され、前記成形構造体の少なくとも1つのピアホールは、前記成形構造体の内面部と外面部とを接続するピアホールを有するように形成される、請求項17に記載のイオン移動度分光計デバイス。

【請求項 20】

前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料の予備形成された中実管であり、

前記少なくとも1つのピアホールは前記中実管に機械加工されている、請求項17に記載のイオン移動度分光計デバイス。

【請求項 21】

前記回路特徴部は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に導電性又は抵抗性の特徴部により形成されている、請求項17に記載のイオン移動度分光計デバイス。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願

本出願は、2013年2月26日に提出された米国仮出願第61/769,320号(発明の名称:「Making Miniature Drift Tubes for Ion Mobility Spectrometers」)に対して優先権を主張するものであり、その米国仮出願の内容は本明細書中に参照により組み込まれる。

40

【0002】

技術分野

本出願は、化学分析、特に、イオン移動度分光法の分野に関する。

【背景技術】

【0003】

発明の背景

イオン移動度分光法(IMS)では、ドリフトガスチャンバー内を通るようにイオンを移動させ、そのイオンのドリフト速度に応じてイオンを分離するために、比較的強度が低い電界が利用される。IMSでは、イオンのドリフト速度が電界強度に比例し、その結果、イオン移動度(K)は印加電界に関係しない。また、IMSでは通常、放射性的のアルフ

50

α放射体又はベータ放射体を用いて分析物及びバックグラウンド分子の両者がイオン化され、そのイオンは一定の低電界（300V/cm以下）が形成されたドリフト管に注入され、そのドリフト速度についてはその移動度に基づいて分離される。移動度は、イオンとは逆方向に流れるドリフトガス分子とイオンとの衝突によって決まる。そのイオン・分子間の衝突断面積は、イオンのサイズ、形状、電荷、及び、ドリフトガス分子の質量に対するイオンの質量の大きさによって決まる。そして、得られたクロマトグラムを既知のパターンのライブラリと比較して、収集した物質を同定する。衝突断面積がイオンの複数の特性によって決まることから、ピークは一意的に同定できない。IMSシステムは、粘性ガスを充填した管内を電界印加状態でイオン化分子がドリフトするのに要する時間という対象分子の二次的であって特異的でない特性が測定され、その分子の同定は強度 - 時間のスペクトルから推定される。

10

【0004】

他の移動度ベースの分離技術には、差分移動度分光法（DMS）としても知られている高電界非対称波形イオン移動度分光法（FAIMS）がある。FAIMS又はDMSは、大気圧下で動作してイオンを分離して検出することができる検出技術である。従来のイオン移動度と比較して、FAIMS/DMS装置は、イオン移動度が印加電界に依存するようになるかなり高い強度の電界（～10,000V/cm）で動作する。FAIMS/DMS装置は、複数のステージを有する分光計においてIMSドリフト管装置に連結されて動作することができる。数ある他のコンポーネントの中で、1つ又は複数のFAIMS/DMS装置を接続して用いられるIMSドリフト管装置の特徴を含めてイオンの検出及び化学分析を行う機器の特徴及び使用の具体的な説明については、Boumsellekらの米国特許第8,173,959B1号（発明の名称：「Real-Time Trace Detection by High Field and Low Field Ion Mobility and Mass Spectrometry」）、であるIvashinらの米国特許出願公開第2012/0273669A1号（発明の名称：「Chemical Analysis Using Hyphenated Low and High Field Ion Mobility」）及びIvashinらの米国特許出願公開第2012/0326020A1号（発明の名称：「Ion Mobility Spectrometer Device with Embedded FAIMS」）が参照可能であり、これらの内容はすべて本明細書中に参照により組み込まれる。

20

30

【0005】

既知のIMSデバイスの組み立て技術では、センサ構造体を製造するために金属のリング及び絶縁体のリングを交互に重ね合わせることが使用されている。このIMSドリフト管のようなセンサ構造体は、大気圧又は大気圧に近い気圧におけるイオンの輸送及び分析の用途で用いられる。更に、他の製造技術としては、セラミック材料の圧延処理を用いたIMSセンサ構造体の製造方法が知られている。例えば、Petersonらの米国特許第7,155,812B1号（発明の名称：「Method for Producing a Tube」）には、複数回転させるための型の周囲で軟らかいグリーン（すなわち、焼成前の）セラミックシートを圧延し、そのセラミックシートの表面に電気伝導体を設ける処理が開示され、この文献の内容は本明細書中に参照により組み込まれる。圧延されたセラミックシートは、IMSドリフト管を製造するために圧力が加えられて焼成される。このセラミックは、低温同時焼成セラミック（LTCC）であってもよい。なお、場合によっては、連続的な圧延シートプロセスの使用は、IMSドリフト管の回路又はセンサーコンポーネントの機能性及び複雑性を制限するかもしれない。3次元セラミック回路構造体の他の製造技術は、Briscoeらの米国特許第6,527,890号、Vitriloらの米国特許第5,028,473号、Kanaiらの米国特許第4,475,967号及びMuckelroyらの米国特許第3,755,891号に記載され、これらの文献の内容は本明細書中に参照により組み込まれる。

40

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

以上から、IMSデバイスの大量生産のため、高性能で低コスト及び小型のドリフト管又は他のセンサ構造体を製造するための有利で効率の良い技術の提供が望まれる。

【課題を解決するための手段】**【0007】****発明の概要**

本明細書に記載のシステムによれば、センサ構造体の製造方法は、高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体を形成することを含む。この成形構造体には少なくとも一つのピアホールが形成される。回路特徴部は、前記成形構造体上に形成される。前記成形構造体は、センサ構造体を得るために処理される。前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナであってもよく、前記センサ構造体はイオン移動度分光ドリフト管であってもよい。前記成形構造体の形成は、高温非導電性セラミック材料からなる少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体を形成することを含んでもよく、また、前記成形構造体の少なくとも一つのピアホールは、その成形構造体の内面部と外面部とを接続するようなピアホールを備えるように形成してもよい。また、前記成形構造体の形成は、高温非導電性のセラミック材料からなる中実管を予備形成することを含んでもよく、前記少なくとも一つのピアホールは前記中実管内に機械加工してもよい。前記回路特徴部の形成は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に導電性又は抵抗性の特徴部を形成することを含んでもよい。

10

20

【0008】

更に、本明細書に記載のシステムによれば、センサ構造体は、高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体を含む。回路特徴部は、その成形構造体上に形成される。その成形構造体内に少なくとも一つのピアホールが形成される。前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナであってもよく、前記センサ構造体はイオン移動度分光ドリフト管であってもよい。前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料からなる少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体を形成することによって形成してもよく、前記成形構造体の少なくとも一つのピアホールは、その成形構造体の内面部と外面部とを接続するようなピアホールを備えるように形成してもよい。また、前記成形構造体は、予備形成された高温非導電性のセラミック材料からなる中実管を含んでもよく、前記少なくとも一つのピアホールはその中実管内に機械加工してもよい。前記回路特徴部は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に形成された導電性又は抵抗性の特徴部を含んでもよい。

30

【0009】

更に、本明細書に記載のシステムによれば、イオン移動度分光計デバイスは、イオン発生源と、分析器コンポーネントと、前記イオン発生源と前記分析器コンポーネントとを接続するドリフト管とを含む。前記ドリフト管は、高温非導電性のセラミック材料からなる成形構造体を含む。その成形構造体上に回路特徴部が形成される。また、前記成形構造体内に少なくとも一つのピアホールが形成される。前記セラミック材料は窒化アルミニウム又はアルミナであってもよく、前記センサ構造体はイオン移動度分光ドリフト管であってもよい。前記成形構造体は、高温非導電性のセラミック材料からなる少なくとも2つの個別シートを重ね合わせて所望の形状を有する構造体を形成することによって形成してもよく、前記成形構造体内の少なくとも一つのピアホールは、その成形構造体の内面部と外面部とを接続するようなピアホールを備えるように形成してもよい。また、前記成形構造体は、予備形成された高温非導電性のセラミック材料からなる中実管を含んでもよく、前記少なくとも一つのピアホールはその中実管内に機械加工してもよい。前記回路特徴部は、インク堆積処理を用いて前記成形構造体上に形成された導電性又は抵抗性の特徴部を含んでもよい。

40

【図面の簡単な説明】**【0010】**

50

以下の簡単に説明する図面における複数の図を参照して、本明細書に記載のシステムの実施形態を説明する。

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 図 1 は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係る、セラミック材料を用いた高性能で低コストの小型センサ構造体の大量生産規模の製造に関して用いることができる個々のセラミックシートを示す概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、IMSドリフト管等のIMSセンサ構造体の製造に関する筒状マンドレルのような型の周りに互いに積層された多層のセラミックシートの端面を示す概略図である。

【 図 3 】 図 3 は、IMSドリフト管等のIMSセンサ構造体の製造に関する筒状マンドレルのような型の周りに互いに積層された多層のセラミックシートの、図 2 と比較される他の実施形態の端面を示す概略図である。

【 図 4 A 】 図 4 A は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係るIMSドリフト管の代替的な組み立て構成を示す概略図である。

【 図 4 B 】 図 4 B は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係るIMSドリフト管の代替的な組み立て構成を示す概略図である。

【 図 5 】 図 5 は、本明細書に記載のシステムの一実施形態によって製造されたIMSドリフト管を示す概略図である。

【 図 6 】 図 6 は、本明細書に記載のシステムの一実施形態によって製造されたIMSデバイスの一例を示す概略斜視図である。

【 図 7 】 図 7 は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係るセンサ構造体を作製する処理を示すフローチャートである。

【 図 8 】 図 8 は、本明細書に記載のシステムの他の実施形態に係るセンサ構造体を作製する処理を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係る、セラミック材料を用いた高性能で低コストの小型センサ構造体の大量生産規模の製造に関して用いることができる個々のセラミックシート 101 を示す概略図 100 である。センサ構造体は、その一部又は全部が、シート 101 のように複数の個々の個別シートから形成されていてもよく、そのシート 101 はグリーン状態のセラミック材料 110 の平らで柔軟なシートであってもよい。様々な実施形態において、前記センサ構造体は、例えば、本明細書の他で更に検討しているように、イオンガイド及び / 又はIMSドリフト管であってもよい。

【 0 0 1 3 】

一実施形態において、セラミック材料 110 は、窒化アルミニウム、アルミナ及び / 又は他の高温非導電性材料であってもよい。特に、窒化アルミニウムは、高熱伝導性、例えば、低温同時焼成セラミック (LTC) の 100 倍に達する熱伝導性を有する点で有利であり、その高熱伝導性により窒化アルミニウムを用いるとIMSデバイスをより早く昇温できるため、IMSドリフト管や他のセンサ構造体において有利に用いてもよい。更に、窒化アルミニウムの使用は、ドリフト管に試料を導入した後に動作不能時間を明らかに広げるような低温部分が存在する場合に、その低温部分を低減及び / 又は排除する。

【 0 0 1 4 】

各センサ構造体の所望の形状は、個々のシートを所望の形状になるように重ね合わせ、成形し、結合することによって形成してもよく、例えば、本明細書の他で更に検討しているように、筒状マンドレルや他の型等の雄型工具又は雌型工具のいずれかの周りにシートを層状に重ね合わせて形成してもよい。シート 101 がグリーン状態の間、個別の又は連続した金属表面のような導電性特徴部 120 は、スクリーン印刷又は他の堆積法によって個々のセラミックシート 101 に形成してもよい。その特徴部 120 は、イオン移動の制御のための電極、電流ベースのヒータ、電子シールド、二次的な取り付けのためのボンディング面、及び / 又は、他の適当な回路構造体又は他のセンサ特徴部として用いてもよい

10

20

30

40

50

。様々な実施形態において、前記層は、シート101の片面、両面、及び/又は、必須の回路構造体を作るために必要な又は望ましい表面のいずれでもない表面に、導電性特徴部120を有してもよい。1つ又は複数のビアホール130a, 130b, 130cは、本明細書の他に更に検討しているように、シート101に形成してもよい。

【0015】

図2は、IMSドリフト管等のIMSセンサ構造体の製造に関する筒状マンドレルのような型の周りに互いに積層された多層のセラミックシート201, 202, 203の端面を示す概略図200である。セラミックシート201, 202, 203はそれぞれ、IMSドリフト管の所望の回路構成を作成するために必要とされるような特定の導電性特徴部及び回路特徴部を有していれば、図1に記載したようなセラミックシートであってもよい。3つのシート201~203が図示されているが、所望の構造体のために適当な任意の層のシートを用いてもよい。本明細書に記載のシステムによれば、セラミックシート201, 202, 203の設計及び階層化は、所望の形状に形成するとき、所望の回路構成に従って各シートを配置するようになってよい。例えば、セラミックシート201, 202, 203は、積層されるとき、所定の回路構成のために各シート端部の接合端部が単一の合わせ目に沿って位置して重ね合わせられるように設計してもよい。前記シート201, 202, 203はそれぞれ、1つ又は複数のビアホール211, 212, 213を含んでもよい。ビアホール211, 212, 213は、所望の回路構造体を形成する層201, 202, 203の間で、その後続く電気接続を容易にするような位置に設けてもよい。例えば、図2に図示した実施形態において、各シートに設けられたビアホール211, 212, 213は、IMSドリフト管のドリフト領域の内側からIMSデバイスの外側に貫通する1つ又は複数の貫通孔で形成してもよい。セラミックシート201, 202, 203はそれぞれ、窒化アルミニウム、アルミナ及び/又は他の高温非導電性材料で作製してもよい。ビアホール211, 212, 213は、本明細書で更に検討しているように金属で被膜してもよく、また、本明細書に記載されているシステムの様々な実施形態に係るシート201, 202, 203の回路特徴部の間で電気接続できるようにするためのコンタクトパッドを使用してもよい。その構造体は、IMSドリフト管のようなモノリシック融合センサ構造体を製造するために高圧及び高温の環境下に置いてよい。

【0016】

図3は、IMSドリフト管等のIMSセンサ構造体の製造に関する筒状マンドレルのような型の周りに互いに積層された多層のセラミックシート301, 302, 303の、図2と比較される他の実施形態の端面を示す概略図300である。図示する実施形態では、ビアホール311, 312, 313は互いに位置をずらしてIMSドリフト管の幅全体にわたって形成されている。ビアホール311, 312, 313の互いに位置をずらした配置は、IMSドリフト管に適した回路構成を提供するものであってもよい。セラミックシート301, 302, 303はそれぞれ、窒化アルミニウム、アルミナ及び/又は他の高温非導電性材料で作製してもよい。なお、シート301, 302, 303自体は、シートの重ね合わせの後に、ビアホール311, 312, 313を用いて電氣的に接続されるシート301, 302, 303上の回路特徴部の設計された回路構成に応じて、シートの接合端部をドリフト管の円周の周りで互いに位置をずらして配置するように積層してもよい。また、図2及び3に関して記載されている実施形態の様々な組み合わせは、本明細書に記載されているシステムについて適宜用いてもよい。

【0017】

図4A及び図4Bはそれぞれ、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係るIMSドリフト管の代替的な組み立て構成を示す概略図400, 400'である。図4Aは、代替的な組み立て構成技術においてアルミナ又は特に窒化アルミニウムなどの高温非導電性材料で予備形成することができる中実管410の概略図である。図4Bは、その中実管410の端面の概略図である。1つ又は複数のビアホール411, 412, 413は、管410のドリフト領域の内面部から外面部への連続した電氣的接続を容易にするために、シート101の所定の位置にドリル加工又は他の機械加工で貫通させて形成してもよい。内部

10

20

30

40

50

のドリフト領域は、金属インク堆積処理を用いるなどにより、管410への電極リング形成をサポートするように層420で金属被膜してもよい。一実施形態において、その金属被覆には厚膜金属被覆を使ってもよく、ビアホール411~413は、付随する接続パッドとともに、内部のドリフト領域の金属被覆された表面からIMSデバイスの外面部に電氣的に接続するように金属で被膜してもよい。なお、ビアホール411~413に加えて、電氣的な接続は、セラミック材料の表面又は端縁部に沿ったトレース部を追加することによって達成されてもよい。本明細書の他に更に記載されているように、前記デバイスの外面部は、電氣的なトレース部、シールド又は発熱回路、及びノ又は、本明細書中で検討した他の特徴部を形成するために金属で被覆してもよい。金属被覆は、その表面でのニーズを用途に一致させるように互いに異なる複数の金属を使って達成してもよい。例えば、ドリフト領域上の金属は、低い化学反応性を有するように選択してもよく、一方、ビア内の金属や付随するパッドの金属は、充填、ろう付け、はんだ付けなどのその後の二次的な作業をサポートするように選択してもよい。

10

20

30

40

50

【0018】

前記金属被覆処理は不正確な場合があるので、必要に応じて、センサ構造体の構成のために不必要な金属被覆を取り除いたり前記デバイスの内側及び外側の金属被覆領域の間の電氣的な絶縁を回復させたりするため二次的な機械加工を行ってもよい。IMSの構成において、ドリフト領域の内側に残った金属被覆は、1つ又は複数の金属被覆されたビアホールによって各々接続された、互いに分かれた同心のリング形状であってもよい。ビアホールの気密シールは、はんだ付けに限らず、充填剤のプリフォームのろう付け、ガラスシーリング、接着剤など、多くの標準的な方法によって達成してもよい。管410は、本明細書の他の部分で更に検討されているように、IMFデバイスのドリフト領域のキャップ構造体を取り付けることによって密閉してもよい。そのキャップ構造体は、容易に分解できるように機械的に取り付けてもよく、あるいは、はんだ付け、プリフォームのろう付け、ガラスシーリング、接着剤などによってより永久に取り付けてもよい。

【0019】

追加的に及びノ又は代替的として、他の実施形態において、前述の二次的な機械加工が不要になる金属インク堆積のより精度の高い方法を用いてもよい。例えば、曲面の内側及び外側のいずれにも抵抗性及びノ又は導電性のインクを堆積できるようにインク堆積先端部が制御されるコンピュータ数値制御(CNC)を使用できる技術が知られている。Micropen Technologies Corporationの一部門であるOhmcraftの技術と製品が参照可能である。このような製品と技術は、本明細書に記載されたシステムの実施形態によれば、アルミナ、窒化アルミニウム又は他の高温電気絶縁材料で作製されたドリフト管の内面部と外面部との間の抵抗性及び導電性の要素部分を作製するために用いてもよい。例えば、Bargerらの米国特許第7,224,258B2号(発明の名称:「Fine Line Thick Film Resistors by Photolithography」)、Grandeらの米国特許第7,736,592B2号(発明の名称:「Microfluidic Devices Fabricated by Direct Thick Film Writing and Methods thereof」)、Shaw-Kleinの米国特許第8,479,585B2号(発明の名称:「Full-Text Pressure Sensing or Force Generating Device」)が参照可能であり、これらの内容はすべて本明細書中に参照により組み込まれる。

【0020】

図5は、本明細書に記載のシステムの一実施形態によって製造されたIMSドリフト管500を示す概略図である。ドリフト管500の管形状部分は、窒化アルミニウム及びノ又はアルミナのような高温電気絶縁材料510で形成してもよい。電氣的なコンポーネント及び構造体520は、抵抗ヒータートレースのようにドリフト管500の外周面に形成してもよい。パッドからビアホールを介して接続ポイントに通じている導電性トレース530a~dを形成してもよい。内部コンポーネント540を形成して管500のドリフト

領域を設けてもよい。例えば、様々な実施形態において、内部コンポーネント 540 は、堆積法で形成された電極リングであってもよいし、及び/又は、例えば、個別電極及び外部の抵抗回路網に置き換えて用いられる抵抗性のインクからなる連続した螺旋部であってもよい。

【0021】

図6は、本明細書に記載のシステムの一実施形態によって製造されたIMSデバイス600の一例を示す概略斜視図である。前記デバイス600は、イオン化装置/イオン発生源610と、セラミックIMSドリフト管620と、検知器及び/又は実行対象のIMS分析に適した又は望ましい1つ又は複数の追加の分析器コンポーネント(例えば、FAIMS/DMSコンポーネント)のような他のコンポーネント等からなる分析器コンポーネント630と、を有していてもよい。イオン化装置/イオン発生源610は、動作モードに従い連続的な又はパルス状のイオン流を供給してもよい。一実施形態において、イオン化装置/イオン発生源610は、スパークイオン源のように周波数を変更することによって個々のイオンのパケット又は連続したイオンの流れを送り出すことができるパルスのイオン源を含んでもよい。更に追加的又は代替的に、IMSドリフト管620の導入口に配置されたイオンゲートを介した直流コロナ又は放射線源を含む連続的なイオン源を用いてもよい。IMSドリフト管620は、セラミック材料を用いて形成してもよく、本明細書の他で検討している実施形態によるように、ドリフト管620を形成するために必要な回路及び電気的特徴部を含んでもよい。

10

【0022】

本明細書に記載されているシステムは、IMSデバイスのセンサ構造体(例えば、ドリフト管)の製造において多くの有利な点がある。特に、個別コンポーネントを削減することにより製造コストは著しく低減されている。組み立てでは、高温動作可能な不活性材料を使用してもよい。窒化アルミニウムのようなセラミック材料の使用は、電気絶縁性を維持しながらアルミニウムのような熱伝導率を持たせ、急速且つ均一な加熱をサポートする。電極のより高い密度は、小型ドリフト管のために要求される小さい幅のトレースを使って提供される。本来備わっている優れた密封性は、シール接合部の数と全体のシール長を減らすことによって実現される。このコンセプトは、互いに異なるサイズのドリフト領域をサポートするように容易に拡張できる。金属被覆を形成することにより、単一の部分を多くの機能的且つ連結性を有する構成要素とすることが可能になる。

20

30

【0023】

本明細書で更に記載されているシステムに係る方法及び材料選択は更に性能上の利点を提供する。特に、改善されたシステム信頼性は、簡略化されて自由度の高いデザインによって提供される。向上した分解能は、高密度の電極を使用することによって提供される。化学合成物の拡張された検知範囲は急速熱循環によって提供される。密封された管を使用することによって、汚染がなく、よりよい湿度管理が可能になる。温度設定の広い範囲にわたる急速熱循環は、互いに密接した加熱要素を使用することによって可能になる。化学的ノイズは、従来のセンサ組み立てにおいてしばしば必要とされる重合材料の除去によって低減できる。

【0024】

図7は、本明細書に記載のシステムの一実施形態に係るセンサ構造体を作製する処理を示すフローチャート700である。ステップ702では、1つ又は複数のグリーン状態のセラミック材料からなる個別シートが作製される。様々な実施形態において、セラミック材料は、窒化アルミニウム、アルミナ、及び/又は、他の高温非導電性のセラミック材料であってもよい。個別のセラミックシートは、IMSデバイスの所望の用途及び構成のために柔軟性を持たせて製造してサイズを設定してもよい。ステップ702の後、ステップ704では、所望のIMSセンサ構造体のために個別のセラミックシートに回路特徴部が形成され、シートの所望の場所にピアホールが形成される。この回路特徴部は、本明細書の他で更に検討しているようにスクリーン印刷法又は他の堆積法で重ね合わせてもよい。

40

【0025】

50

ステップ704の後、ステップ706では、導電性特徴部が配置された個別のセラミックシートは、筒状のマンドレルの周りにシートを重ね合わせる等によって所定の形状に形成される。様々な実施形態において、前記シートを重ね合わせた後、適切な回路を構成できるようにビアホールを互いに位置をずらして管の厚み方向に貫通させて形成してもよく、及び/又は、そのシートのビアホールは、管の内面部から外面部に貫通するビアホールを形成するためにシートの積層方向における同一線上に整列されるようにしてもよい。ステップ706の後、ステップ708では、IMSドリフト管のようなモノリシック融合センサ構造体を製造するために、前記構造体は、高圧及び高温の環境下に置かれる。ステップ708の後、ステップ710では、前記センサ構造体は、IMSデバイス及びその作動のために適したIMSドリフト管への適切なキャップ構造体の取り付けなどのIMSデバイスの組み立てに使用することができる。ステップ710の後、処理は完了する。

10

【0026】

図8は、本明細書に記載のシステムの他の実施形態に係るセンサ構造体を作製する処理を示すフローチャート800である。ステップ802では、セラミック材料の予備形成された管などの成形体が作製される。様々な実施形態において、前記セラミック材料は、窒化アルミニウム、アルミナ、及び/又は、高温非導電性のセラミック材料であってもよい。ステップ802の後、ステップ804では、少なくとも1つのビアホールが、前記構造体から前記セラミック管内に形成される。その少なくとも1つのビアホールは、その管の外面部から内面部まで形成される。ステップ804の後、ステップ806では、回路特徴部が前記管上に形成される。その回路特徴部は、前記管の内面部及び外面部に形成される特徴部を含んでもよい。なお、ステップ804及び806の順序は適宜入れ替えてもよい。一実施形態においては、前記特徴部は金属覆処理で形成してもよい。例えば、前記管の内面部には、管のドリフト領域の電極リングを作製するために金属膜を形成してもよい。その後、より精密な回路特徴部を形成し、不要な金属膜を除去し、及び/又は、金属膜形成領域の間の電気的な絶縁を復元するために、二次的な作業を実行してもよい。他の実施形態では、上記二次的な機械加工が不要になるように成膜処理を用いてもよい。例えば、本明細書の他で検討しているように、インク堆積処理を用いて曲面の内側又は外側に抵抗性及び/又は導電性のインクを堆積することができるCNCで制御されたインク堆積チップを使用可能な技術が知られている。

20

【0027】

ステップ806の後、ステップ808では、IMSドリフト管のようなセンサ構造体を作製するために必要とされる堆積インクの焼成のような前記回路を完成させるための追加処理を、前記構造体に行ってもよい。ステップ808の後、ステップ810では、前記センサ構造体は、IMSデバイス及びその作動に適したIMSドリフト管に適切なキャップ構造体を取り付けたりすることによって、IMSデバイスの組み立てに使用してもよい。ステップ810の後、処理は完了する。

30

【0028】

本明細書で検討した様々な実施形態は、本明細書に記載のシステムと関連した適当な組み合わせにおいて互いに組み合わせてもよい。更に、場合によっては、フローチャート、フロー図、及び/又は、上述のフロー処理のステップの順序を適宜変更してもよい。更に、本明細書に記載のシステムの様々な態様は、ソフトウェア、ハードウェア、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、及び/又は、前述の特徴部を有して前述の機能を実行する他のコンピュータ実装モジュール又はデバイスを用いて実装してもよい。システムは、ユーザ及び/又は他のコンピュータとの間の適当なインターフェースを提供するために、更に、ディスプレイ及び/又は他のコンピュータコンポーネントを有していてもよい。

40

【0029】

適用可能な制御処理に関して、本明細書に記載のシステムのソフトウェア実装は、コンピュータ読み取り可能な媒体に格納され1つ又は複数のプロセッサで実行される実行可能コードを含んでもよい。コンピュータ読み取り可能な媒体としては、揮発性メモリ及び/又は不揮発性メモリが挙げられ、また例えば、コンピュータのハードドライブ、RO

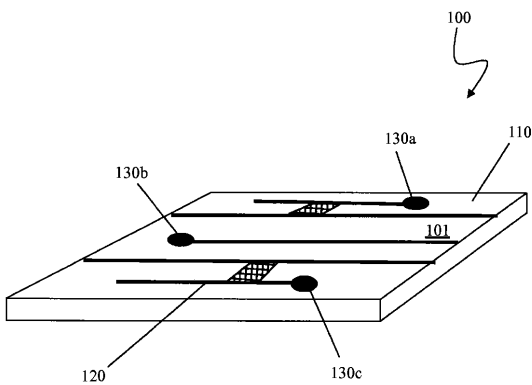
50

M、RAM、フラッシュメモリ、CD-ROM、DVD-ROM、フラッシュドライブ若しくは、例えばユニバーサルシリアルバス（USB）インターフェース等を備えたその他ドライブ等の携帯用コンピュータ記憶媒体、並びに、又は、実行可能コードを格納してプロセッサで実行可能なその他任意の適当な有形の又は一時的でないコンピュータ読み取り可能な媒体又はコンピュータメモリが挙げられる。本明細書に記載のシステムは、任意の適当なオペレーティングシステムとの関係で使用してもよい。

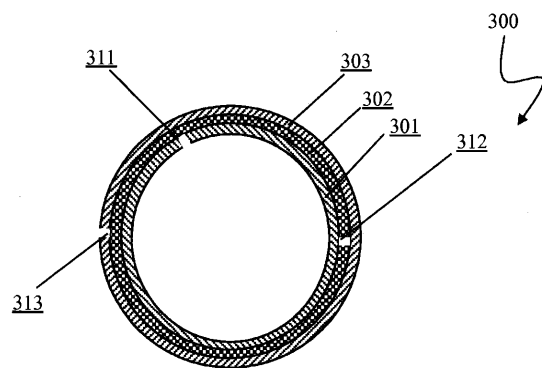
【0030】

本開示の発明の明細書又は実施例を考慮すれば、当業者には本発明のその他の実施形態も明らかになるであろう。本明細書及び実施例はほんの一例に過ぎず、本発明の正確な範囲及び趣旨については、以下の特許請求の範囲にて示される。

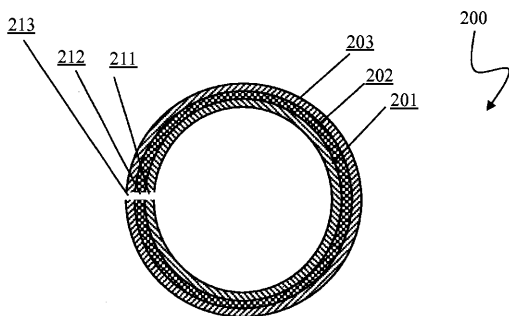
【図1】



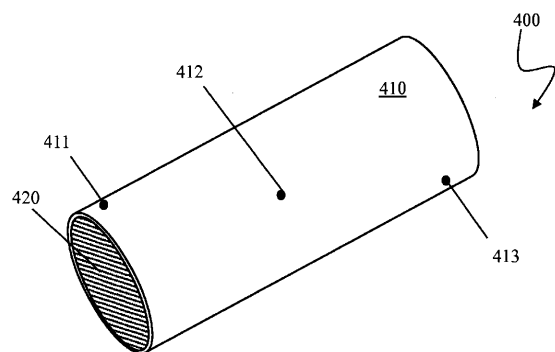
【図3】



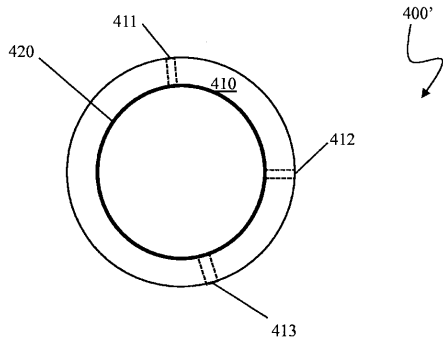
【図2】



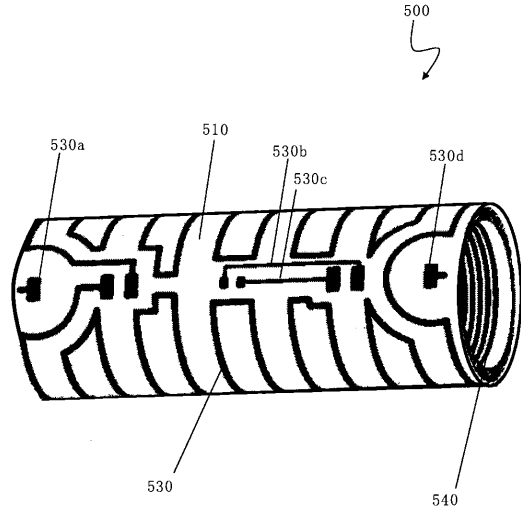
【図4A】



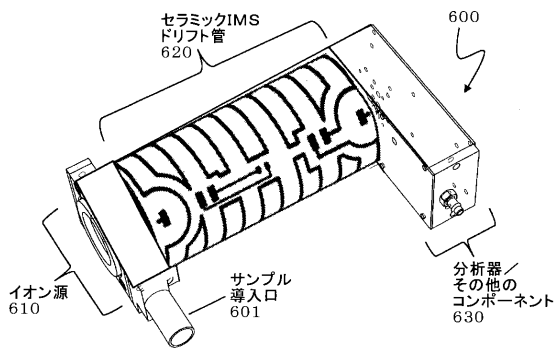
【図4B】



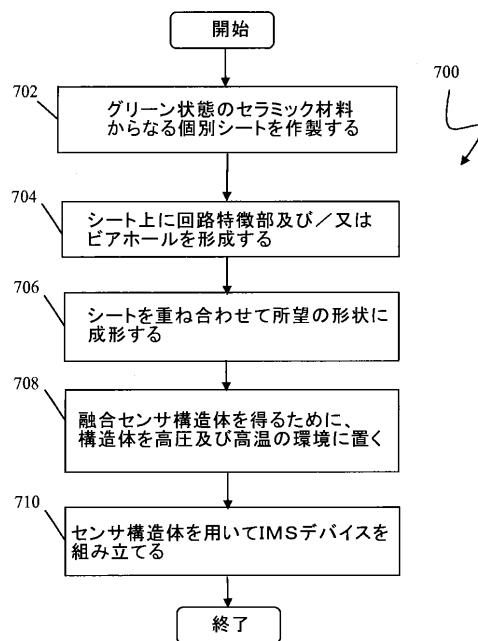
【図5】



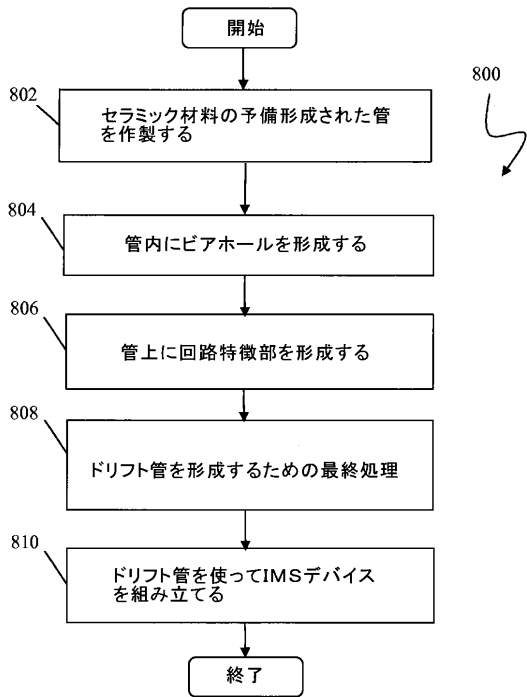
【図6】



【図7】



【 図 8 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/018648
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01N 27/333 (2014.01) USPC - 250/282 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) IPC(8) - G01N 27/333; H01J49/04, H01J49/28 (2014.01) USPC - 250/281, 282, 286, 288 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - G01N27/622, G01N27/624; H01J49/004 (2014.02) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Orbit, Google, Google Patent, Google Scholar		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 8,314,383 B2 (WU) 20 November 2012 (20.11.2012) entire document	1-3, 6-11, 14-18, 20-21
Y		4,5,12,13,19
Y	US 7,619,214 B2 (MILLER et al.) 17 November 2009 (17.11.2007) entire document	4,5,12,13,19
A	WO 2007/56488 A1 (MILLER et al.) 18 May 2007 (18.05.2007) entire document	1-21
A	US 2010/0224695 A1 (WU et al.) 09 September 2010 (09.09.2010) entire document	1-21
A	US 5,021,654 A (CAMPBELL et al.) 04 June 1991 (04.06.1991) entire document	1-21
A	US 7,547,880 B2 (LANDGRAF et al.) 16 June 2009 (16.06.2009) entire document	1-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 13 May 2014		Date of mailing of the international search report 03 JUN 2014
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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

(72)発明者 アンダーソン, アンドリュー, ジェイ.

アメリカ合衆国 01886 マサチューセッツ州 ウェストフォード キャリスタテラス 6

(72)発明者 ベラスケス, トロイ, エイ.

アメリカ合衆国 02145 マサチューセッツ州 サマヴィル ブロードウェイプレイス 13

(72)発明者 アイヴァシン, ドミトリー, ヴィ.

アメリカ合衆国 01960 マサチューセッツ州 ピーボディ ユニット 309 フォスター
ストリート 80

(72)発明者 ブームセレク, サイド

アメリカ合衆国 92130 カリフォルニア州 サンディエゴ マスタングリッジドライブ 1
1383

Fターム(参考) 2G041 CA02 GA29