

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6570147号
(P6570147)

(45) 発行日 令和1年9月4日(2019.9.4)

(24) 登録日 令和1年8月16日(2019.8.16)

(51) Int.Cl.	F 1
B05D 3/00	(2006.01)
B05D 1/26	(2006.01)
B05D 7/00	(2006.01)
B05C 15/00	(2006.01)
B05C 13/02	(2006.01)
BO5D	3/00
BO5D	1/26
BO5D	7/00
BO5C	15/00
BO5C	13/02
BO5D	3/00
BO5D	1/26
BO5D	7/00
BO5C	15/00
BO5C	13/02

請求項の数 15 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-522824 (P2017-522824)
(86) (22) 出願日	平成27年11月25日(2015.11.25)
(65) 公表番号	特表2018-503500 (P2018-503500A)
(43) 公表日	平成30年2月8日(2018.2.8)
(86) 國際出願番号	PCT/US2015/062777
(87) 國際公開番号	W02016/086192
(87) 國際公開日	平成28年6月2日(2016.6.2)
審査請求日	平成29年10月30日(2017.10.30)
(31) 優先権主張番号	62/085,211
(32) 優先日	平成26年11月26日(2014.11.26)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	513317345 カティーバ、 インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 945 60, ニューアーク, ゲートウェイ ブルバード 7015
(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(74) 代理人	100181674 弁理士 飯田 貴敏
(74) 代理人	100181641 弁理士 石川 大輔
(74) 代理人	230113332 弁護士 山本 健策

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】環境的に制御されたコーティングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コーティングを基板上に提供する方法であって、
基板を有機薄膜コーティングシステムの移送モジュール内に受け取ることであって、ここで、前記基板は前記基板の表面上に電子デバイスを有する、ことと、
前記基板を、スロットダイコーティングアセンブリを含む封入型コーティングモジュールに移送すること、

基板支持装置を使用して、前記基板を前記封入型コーティングモジュール内で支持することであって、前記基板支持装置は、前記基板と前記基板支持装置との間にガスクッシュョンを確立すること、

前記封入型コーティングモジュール内で前記基板を前記基板支持装置を用いて支持しながら、前記スロットダイコーティングアセンブリから有機材料を前記基板の堆積領域を覆つてあるパターンで堆積させることであって、前記堆積領域は前記基板の前記表面上の前記電子デバイスの少なくとも一部を覆う、ことと、

前記基板を前記封入型コーティングモジュールから前記移送モジュールに移送することと、

前記基板を前記移送モジュールから封入型硬化モジュールに移送することと、

前記基板上に堆積された有機材料を前記封入型硬化モジュール内で処理し、有機膜層を前記基板の前記堆積領域上に提供することと

を含む、方法。

【請求項 2】

前記基板を前記有機薄膜コーティングシステムの前記移送モジュールの中に受け取ることは、前記基板を前記コーティングシステムの環境と異なる環境から受け取ることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記基板支持装置は、多孔性材料を備え、前記ガスクッションは、ガスを前記多孔性材料を通して押し進めることによって確立される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガスクッションは、加圧ガスを使用して確立される、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 5】

前記ガスクッションは、加圧ガス領域および少なくとも部分的真空領域の組み合わせを使用して確立される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記封入型コーティングシステムのエンクロージャ内で大気条件またはその近くで制御された処理環境を維持することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記制御された処理環境は、粒子状汚染レベルの規定された限界より下に維持される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記制御された処理環境は、内部の反応性種の各々が 100 ppm 以下であるように維持される、請求項 6 に記載の方法。 20

【請求項 9】

コーティングシステムであって、前記コーティングシステムは、内部を画定するガスエンクロージャであって、制御された環境が、前記内部で維持される、ガスエンクロージャと、

前記ガスエンクロージャの前記内部に格納されているコーティング装置であって、前記コーティング装置は、

スロットダイコーティングアセンブリと、

基板を支持するための基板支持システムと、

前記スロットダイコーティングアセンブリから前記基板上にあるパターンで材料を堆積させるように、前記基板のコーティングの間に前記基板と前記スロットダイコーティングアセンブリとの互いに対する位置を制御するように構成されている運動システムとを備えている、コーティング装置と、

前記ガスエンクロージャ内部と流動連通しているガス循環および濾過システムと、

前記ガスエンクロージャ内部と流動連通しているガス浄化システムと

を備えている、コーティングシステム。 30

【請求項 10】

前記制御された環境は、不活性環境を備えている、請求項 9 に記載のコーティングシステム。 40

【請求項 11】

前記不活性環境は、窒素、貴ガスのうちの任意のもの、およびそれらの組み合わせから選択された不活性ガスを使用して維持される、請求項 10 に記載のコーティングシステム。

【請求項 12】

前記ガス浄化システムは、前記内部の反応性種を 100 ppm 以下に維持するように構成されている、請求項 9 に記載のコーティングシステム。

【請求項 13】

前記基板支持システムは、浮遊式テーブルを備えている、請求項 9 に記載のコーティングシステム。 50

【請求項 1 4】

前記ガス循環および濾過システムは、前記内部を通して実質的に層流のガスを提供するように構成されている、請求項 9 に記載のコーティングシステム。

【請求項 1 5】

前記ガスエンクロージャの内部の容積は、約 6 m³ ~ 約 9.5 m³ である、請求項 9 に記載のコーティングシステム。

【発明の詳細な説明】**【背景技術】****【0 0 0 1】**

10

(関連出願の引用)

本願は、米国仮出願第 62/085,211 号 (2014 年 11 月 26 日出願) に対する利益を主張し、上記仮出願は、その全体が参考により本明細書に引用される。

【0 0 0 2】

本教示による封入型コーティングシステムの実施形態は、広範囲の技術分野における種々のデバイスおよび装置、例えば、限定ではないが、OLED ディスプレイ、OLED 照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路の製造において、基板のパターン化されたエリアコーティングのために有用であり得る。

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】**

20

【0 0 0 3】

例えば、非限定的な例として、RGB OLED ディスプレイに対して、小画面用途、主に、携帯電話のための OLED ディスプレイの実証が、技術の可能性を強調する働きをしてきたが、RGB OLED のための高収率で一連の基板形式にわたって大量生産をスケーリングすることにおいて課題が残っている。RGB OLED ディスプレイ技術のための形式のスケーリングに関して、Gen 5.5 基板は、約 130 cm × 150 cm の寸法を有し、約 8 枚の 26 インチフラットパネルディスプレイを生じさせることができる。比較すると、より大型の形式の基板は、Gen 7.5 および Gen 8.5 母ガラス活性エリアサイズを使用することを含む。Gen 7.5 母ガラスは、約 195 cm × 225 cm の寸法を有し、基板につき 8 枚の 42 インチまたは 6 枚の 47 インチフラットパネルディスプレイに切断されることができる。Gen 8.5 で使用される母ガラスは、約 220 cm × 250 cm であり、基板につき 6 枚の 55 インチまたは 8 枚の 46 インチフラットパネルディスプレイに切断されることができる。より大型の形式への RGB OLED ディスプレイ製造のスケーリングにおいて残る課題の 1 つの指示は、Gen 5.5 基板より大きい基板における高収率での RGB OLED ディスプレイの大量生産は、実質的に困難であることが判明していることである。

30

【0 0 0 4】

原則として、RGB OLED スタック構造を構成する種々の材料は、酸化および他の化学プロセスによる損傷を受けやすくあり得る。さらに、そのような RGB OLED 材料を含む活性エリアは、効果的に密閉シールされ得るまで、RGB OLED デバイスまたは装置の活性エリア内の種々の材料は、例えば、限定ではないが、水蒸気、酸素、オゾン、有機溶媒蒸気等の種々の反応性ガス状態によって劣化を被る。処理中の劣化に関する同様の考慮は、OLED 照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路等の他のタイプの電子デバイスの製造においても明白である。本教示によると、環境的に制御されたコーティングシステムの種々の実施形態は、有機膜層を種々の電子デバイスを覆ってコーティングするように構成されることがある。

40

【0 0 0 5】

しかしながら、種々のデバイスおよびデバイスサイズのためにスケーリングされ得、かつ不活性の実質的に低粒子のプロセス環境において行われ得る方式でコーティングシステムを格納することは、種々の技術的課題を提示し得る。例えば、高スループット大判基板

50

コーティング（例えば、種々のOLEDデバイスのためのGen 7.5およびGen 8.5基板のコーティングに匹敵する基板）のための製造ツールは、実質的に大型設備を必要とする。故に、非限定的な例として、水蒸気、オゾン、および酸素等の反応性大気種、ならびに有機溶媒蒸気を除去するためにガス浄化を必要とする、不活性雰囲気下で大型設備を維持すること、ならびに実質的に低粒子のプロセス環境を維持することは、有意な課題を提示する。

【0006】

したがって、高収率である範囲のデバイスサイズにわたる種々の電子デバイスおよび装置の製造のための大量生産コーティングシステムをスケーリングすることにおいて課題が残っている。故に、種々の実施形態のために、種々の活性エリア縦横比およびサイズならびに種々のデバイスおよび装置材料を有し得る、種々の電子デバイスおよび装置のコーティングを提供するように容易にスケーリングができる、不活性で実質的に低粒子の環境内に格納される環境的に制御された封入型コーティングシステムの必要性がある。加えて、本教示の種々の封入され、環境的に制御されたコーティングシステムは、処理中の外部からコーティングシステムへの即時アクセス、および最小限の休止時間を伴う保守のための内部への即時アクセスを提供することができる。

本発明の実施形態において、例えば以下の項目が提供される。

(項目1)

コーティングを基板上に提供する方法であって、

基板を有機薄膜コーティングシステムの移送モジュール内に受け取ることと、

前記基板を封入型コーティングモジュールに移送することであって、前記封入型コーティングモジュールは、パターン化された有機材料層を堆積領域内において前記基板上に製作される電子デバイスの少なくとも一部を覆って堆積するように構成されている、ことと、

基板支持装置を使用して、前記基板を前記封入型コーティングモジュール内で均一に支持することであって、前記基板支持装置は、前記基板と前記基板支持装置との間にガスクッションを確立することと、

前記基板を前記基板支持装置を用いて均一に支持しながら、前記封入型コーティングモジュールを使用して、有機材料を前記基板の前記堆積領域を覆ってコーティングすることと、

前記基板を前記封入型コーティングモジュールから前記移送モジュールに移送することと、

前記基板を前記移送モジュールから封入型硬化モジュールに移送することと、

前記基板上に堆積された有機材料を前記封入型硬化モジュール内で処理し、有機膜層を前記基板の前記堆積領域内に提供することとを含む、方法。

(項目2)

前記基板を前記有機薄膜コーティングシステムの前記移送モジュールの中に受け取ることは、前記基板を前記コーティングシステムの環境と異なる環境から受け取ることを含む、項目1に記載の方法。

(項目3)

前記基板支持装置は、多孔性材料を備え、前記ガスクッションは、ガスを前記多孔性材料を通して押し進めることによって確立される、項目1に記載の方法。

(項目4)

前記ガスクッションは、加圧ガスを使用して確立される、項目1に記載の方法。

(項目5)

前記ガスクッションは、加圧ガス領域および少なくとも部分的真空領域の組み合わせを使用して確立される、項目1に記載の方法。

(項目6)

10

20

30

40

50

前記封入型コーティングシステムのエンクロージャ内で大気条件またはその近くで制御された処理環境を維持することをさらに含む、項目1に記載の方法。

(項目7)

前記制御された処理環境は、粒子状汚染レベルの規定された限界より下に維持される、項目6に記載の方法。

(項目8)

前記制御された処理環境は、内部の反応性種の各々が100 ppm以下であるように維持される、項目6に記載の方法。

(項目9)

コーティングシステムであって、前記コーティングシステムは、

10

内部を画定するガスエンクロージャであって、制御された環境が、前記内部で維持される、ガスエンクロージャと、

前記ガスエンクロージャの前記内部に格納されているコーティング装置であって、前記コーティング装置は、

スロットダイコーティングアセンブリと、

基板を支持するための基板支持システムと、

前記基板と前記スロットダイコーティングアセンブリとを互いに對して位置付けるよ
うに構成されている運動システムと

を備えている、コーティング装置と、

前記ガスエンクロージャ内部と流動連通しているガス循環および濾過システムと、

20

前記ガスエンクロージャ内部と流動連通しているガス浄化システムと

を備えている、コーティングシステム。

(項目10)

前記スロットダイコーティングアセンブリは、前記基板上であるパターンで材料を堆積し、前記基板をコーティングするように構成されている、項目9に記載のコーティングシス
テム。

(項目11)

前記制御された環境は、不活性環境を備えている、項目9に記載のコーティングシス
テム。

(項目12)

30

前記不活性環境は、窒素、貴ガスのうちの任意のもの、およびそれらの組み合わせから選択された不活性ガスを使用して維持される、項目11に記載のコーティングシステム。

(項目13)

前記ガス浄化システムは、前記内部の反応性種の各々を100 ppm以下に維持するよ
うに構成されている、項目9に記載のコーティングシステム。

(項目14)

前記基板支持システムは、浮遊式テーブルを備えている、項目9に記載のコーティングシ
ステム。

(項目15)

前記ガス循環および濾過システムは、前記内部を通して実質的に層流のガスを提供するよ
うに構成されている、項目9に記載のコーティングシステム。

40

(項目16)

前記ガスエンクロージャの容積は、約6 m³～約95 m³である、項目9に記載のコーティングシステム。

【図面の簡単な説明】

【0007】

本開示の特徴および利点のさらなる理解が、本教示を限定するのではなく例証することを意図している、添付の図面を参照することによって得られるであろう。

【0008】

【図1】図1は、本教示の種々の実施形態による、コーティングシステムのためのエンク

50

ロージャアセンブリの図の正面斜視図である。

【0009】

【図2A】図2Aは、図1に描写されるようなエンクロージャにおけるような封入型コーティングシステムの種々の実施形態の分解図を描写する。

【0010】

【図2B】図2Bは、図2Aに描写されるコーティングシステムの分解等角斜視図を描写する。図2Cは、図2Bに示されるスロットダイコーティング装置の拡大斜視図である。

【0011】

【図2C】図2Bは、図2Aに描写されるコーティングシステムの分解等角斜視図を描写する。図2Cは、図2Bに示されるスロットダイコーティング装置の拡大斜視図である。

10

【0012】

【図2D】図2Dは、パターン化されたエリアのコーティングを基板上に提供するように構成されるスロットダイコーティング装置の概略図である。

【0013】

【図3A】図3Aは、概して、コーティングモジュールおよび他のモジュールを含む、システムの少なくとも一部の等角図を図示する。図3Bは、概して、図3Aに図示されるシステムの平面図を図示する。

【0014】

【図3B】図3Aは、概して、コーティングモジュールおよび他のモジュールを含む、システムの少なくとも一部の等角図を図示する。図3Bは、概して、図3Aに図示されるシステムの平面図を図示する。

20

【0015】

【図4】図4は、有機薄膜を基板上にコーティングすることを含み得る、方法等の技法を図示する。

【0016】

【図5】図5は、本教示の封入型コーティングシステムおよび関連システム構成要素の種々の実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本教示は、制御されたコーティング環境を提供し得る、エンクロージャアセンブリ内に維持され得る、封入型コーティングシステムの種々の実施形態を開示する。エンクロージャアセンブリの種々の実施形態は、シール可能に構築され、そのような環境を要求する本教示の種々のコーティングプロセスのための実質的に低粒子である不活性ガス環境を持続し得る、封入型コーティングシステムの種々の実施形態を形成するように、ガス循環および濾過システム、粒子制御システム、ガス浄化システム、および熱調節システム等を提供する、種々の構成要素と統合することができる。エンクロージャアセンブリの種々の実施形態は、コーティングシステムエンクロージャと、エンクロージャアセンブリの一区分として構築される補助エンクロージャとを有することができ、補助エンクロージャは、コーティングシステムエンクロージャからシール可能に隔離することができる。本教示による封入型コーティングシステムの実施形態は、広範囲の技術分野における種々の装置およびデバイス、例えば、限定ではないが、OLEDディスプレイ、OLED照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路の製造において、基板のパターン化されたエリアコーティングのために有用であり得る。

30

【0018】

本教示によると、例えば、限定ではないが、有機カプセル化層が、パターン化されたコーティング技術を使用して、種々のOLEDベースのデバイスおよび装置の種々の実施形態の活性エリア上にコーティングされることができる。本教示による封入型コーティングシステムの実施形態は、広範囲の技術分野における種々の装置およびデバイス、例えば、限定ではないが、OLEDディスプレイ、OLED照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路の製造において、基板のパターン化されたエリア

40

50

コーティングのために有用であり得る。本教示の環境的に制御されたコーティングシステムの種々の実施形態では、種々のコーティング溶液が、スロットダイコーティングを使用して、コーティングされることができる。スロットダイコーティングは、いくつかの利点を提供することができる。第1に、ある範囲の真空処理動作は、そのようなコーティングベースの製作が大気圧で行わることができるので、排除されることができる。加えて、スロットダイコーティングプロセス中、コーティング溶液またはコーティング調合物が、種々のデバイスおよび装置の標的部を被覆し、基板のそのような標的部を効果的に被覆するように局所に制限されることができる。最後に、コーティングを使用した標的パターン化は、材料廃棄物の排除をもたらし、かつ有機層のパターン化を達成するために典型的に要求される追加の処理を排除する。

10

【0019】

例えば、本教示の封入型コーティング装置の種々の実施形態を用いるパターン化されたコーティングのために使用される種々の有機材料調合物は、粘度および表面張力等の広範囲の物理的特性を有することができる。本教示の封入型コーティング装置を使用して堆積される有機材料調合物は、熱処理（例えば、焼成）、UV露光、およびそれらの組み合わせを使用して硬化させられ得るポリマー（例えば、限定ではないが、アクリレート、メタクリレート、ウレタン、または他の材料、ならびにコポリマーおよびそれらの混合物を含む）を含むことができる。本明細書で使用される場合、ポリマーおよびコポリマーは、コーティング溶液の中に調合され、基板上に硬化させられ、均一ポリマー層を形成し得る、任意の形態のポリマー成分を含むことができる。そのようなポリマー成分は、ポリマー、およびコポリマー、ならびにその前駆体、例えば、限定ではないが、モノマー、オリゴマー、および樹脂を含むことができる。

20

【0020】

図2Bに拡大図が示される、図2Aのコーティング装置2000等の封入型コーティング装置は、種々のOLEDベースのデバイスおよび装置のための基板活性エリアの特定の場所上へのコーティング溶液の確実なコーティングを可能にする、いくつかのデバイスおよび装置から成ることができる。コーティングは、コーティングアセンブリとデバイスまたは装置基板との間の相対的運動を要求する。これは、運動システム、典型的には、ガントリまたは分割軸XYZシステムを用いて遂行されることができる。コーティングアセンブリが、静止基板の上を移動することができる（ガントリ式）か、またはコーティングアセンブリおよび基板の両方が、移動することができる（分割軸構成の場合）のいずれかである。別の実施形態では、コーティングアセンブリは、例えば、XおよびY軸において実質的に静止していることができ、基板は、コーティングダイアセンブリに対してXおよびY軸に移動することができ、Z軸運動は、基板支持装置、またはコーティングアセンブリに関連付けられたZ軸運動システムのいずれかによって提供される。基板は、基板ローディングおよびアンローディングシステムを使用して、コーティング装置に挿入され、そこから除去されることができる。コーティング装置構成に応じて、これは、機械的コンベヤ、運搬アセンブリを伴う基板浮遊式テーブル、またはエンドエフェクタを伴う基板移送口ボットを用いて遂行されることができる。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態に対して、Y軸運動システムは、空気ペアリンググリッパシステムに基づくことができる。

30

【0021】

原則として、大版活性エリアサイズを含む、種々のデバイス活性エリアサイズのコーティングを可能にすることができる製造ツールは、そのような製造ツールを格納するための実質的に大型の設備を必要とし得る。したがって、不活性雰囲気下で大型設備全体を維持することは、大量の不活性ガスの継続的浄化等の工学的課題を提示する。封入型コーティングシステムの種々の実施形態は、ガスエンクロージャの外部のガス浄化システムと併せて、エンクロージャアセンブリの内部に循環および濾過システムを有することができ、それらは、封入型コーティングシステムの全体を通して実質的に低いレベルの反応種を有する、実質的に低粒子状物質の不活性ガスの連続循環を一緒に提供することができる。本教

40

50

示によると、不活性ガスは、定義された一式のプロセス条件下で化学反応を受けない任意のガスであり得る。不活性ガスのいくつかの一般的に使用されている非限定的な例は、窒素、希ガスのうちのいずれか、およびそれらの任意の組み合わせを含むことができる。加えて、種々の反応大気ガス（例えば、水蒸気、酸素、およびオゾン、ならびに種々のコーティング溶液から生成される有機溶媒蒸気等）の汚染を防止するように本質的に密封されている、大型設備を提供することは、工学的課題を提起する。本教示によると、コーティング設備は、水蒸気、酸素、およびオゾン等の種々の反応大気ガス、ならびに有機溶媒蒸気を含む種々の反応種の各種のレベルを、100 ppm以下、例えば、10 ppm以下、1.0 ppm以下、もしくは0.1 ppm以下に維持するであろう。

【0022】

10

種々の電子デバイスの製造において反応性種のレベルを維持する必要性を例証することを意図した非限定的な例として、表1に提示される情報は、環境条件に対する種々のOLED発光材料の感度の例証である。表1で要約されるデータは、大型ピクセルのスピンドルコーティングされたデバイス形式で製作される、赤、緑、および青の各々のための有機薄膜組成物を備えている、試験クーポンの各々の試験からもたらされた。種々のOLEDデバイスのそのような試験クーポンは、種々の調合物およびプロセスの迅速な評価の目的で、製作および試験することが実質的により容易である。試験クーポン試験は、製作されるOLEDデバイスの耐用年数試験と混同されるべきではないが、耐用年数への種々の調合物およびプロセスの影響を示すことができる。以下の表に示される結果は、試験クーポンの製作におけるプロセスステップの変動を表し、プロセスステップにおいて、窒素環境の代わりに空气中で同様に製作された試験クーポンと比較して反応種が1 ppm未満であった窒素環境で製作された試験クーポンに対して、スピンドルコーティング環境のみが変動した。

【0023】

20

異なる処理環境下で製作される試験クーポンの表1内のデータの点検を通して、特に、赤および青の場合、OLEDデバイスの反応種への種々の有機薄膜組成物の露出を効果的に低減させる環境での製作が、種々のOLED材料の安定性、したがって、デバイス耐用年数に実質的な影響を及ぼし得ることが明白である。耐用年数仕様は、これが種々のOLEDベースの技術が満たすべき課題となっている製品寿命に直接相關するので、種々のOLED技術にとって特に重要である。必要耐用年数仕様を満たすために、限定ではないが、水蒸気、酸素、オゾン、ならびに有機溶媒蒸気等の反応種の各々のレベルは、本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態を用いて、100 ppm以下、例えば、10 ppm以下、1.0 ppm以下、もしくは0.1 ppm以下に維持されることができる。これらのデータは、OLED活性エリアの密閉シールが達成されるまで、製作されている種々のOLEDデバイスおよび装置のための制御された環境条件を維持する必要性を強調する。

30

【表1】

色	プロセス環境	V	Cd/A	CIE(x,y)	T95	T80	T50
		@10mA/cm ²		@1000Cd/m ²			
赤	窒素	6	9	(0.61,0.38)	200	1750	10400
	空気	6	8	(0.60,0.39)	30	700	5600
緑	窒素	7	66	(0.32,0.63)	250	3700	32000
	空気	7	61	(0.32,0.62)	250	2450	19700
青	窒素	4	5	(0.14,0.10)	150	750	3200
	空気	4	5	(0.14,0.10)	15	250	1800

表1:OLEDパネルの耐用年数への不活性ガス処理の影響

【0024】

不活性環境を提供することに加えて、OLEDベースの技術のための実質的に低粒子の環境を維持することは、非常に小さい粒子でさえも最終製品における可視欠陥につながり得るので、特に重要である。封入型コーティングシステム内の粒子制御は、例えば、開放型高流動層流濾過フード下の大気条件で行われることができるプロセスに対して提示されない有意な課題を提示し得る。例えば、製造設備は、例えば、限定されないが、コーティングシステムを動作させるために必要とされる光学、電気、機械、および流体接続を提供するために、種々のシステムおよびアセンブリから動作可能に接続されることができる相当な長さの種々のサービス束を必要とし得る。コーティングシステムの動作で使用され、コーティングのために位置付けられた基板の近くに位置する、そのようなサービス束は、継続中の粒子状物質であり得る。加えて、摩擦ペアリングを使用するファンまたは線形運動システム等のコーティングシステムで使用される構成要素は、粒子生成構成要素であり得る。ガス循環および濾過システムの種々の実施形態は、本教示の配管の種々の実施形態と併せて、粒子状物質を阻止し、効果的に濾過するために使用されることができる。加えて、限定されないが、基板浮遊式テーブル、空気ペアリング、空気圧動作型ロボット等の種々の本質的に低粒子生成の空気圧動作型構成要素を使用することによって、封入型コーティングシステムの種々の実施形態のための低粒子環境が維持されることができる。例えば、ガス循環および濾過システムの種々の実施形態は、クラス1からクラス5によって規定されるような、International Standards Organization Standard (ISO) 14644-1:1999「Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness」の規格を満たす、空中浮遊粒子状物質のための低粒子不活性ガス環境を提供するように設計されることができる。しかしながら、例えば、限定されないが、コーティングプロセス中に基板の近くに生成される粒子が、ガス循環および濾過システムを通して掃除されることができるように基板表面上に蓄積し得るので、空中浮遊粒子状物質を制御することだけでは、そのようなプロセス中に基板の近くに低粒子環境を提供するために十分ではない。

【0025】

システム内の空中浮遊粒子状物質および粒子堆積に関して、相当な数の変数が、任意の特定の製造システムに対して、例えば、基板等の表面上の粒子落下率の値の近似値を十分

10

20

30

40

50

に算出し得る一般モデルを開発することに影響を及ぼし得る。粒子のサイズ、特定のサイズの粒子の分布、基板の表面積、およびシステム内の基板の露出の時間等の変数は、種々の製造システムに応じて変動し得る。例えば、粒子のサイズおよび特定のサイズの粒子の分布は、種々の製造システム内の粒子生成構成要素の源および場所による影響を実質的に受け得る。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態に基づく計算は、本教示の種々の粒子制御システムがない場合、基板の1平方メートルにつきコーティングサイクルあたりの粒子状物質の基板上堆積が、0.1 μm 以上のサイズ範囲内の粒子に対して、約100万より多い～約1000万より多い粒子であり得ることを示唆する。そのような計算は、本教示の種々の粒子制御システムがない場合、基板の1平方メートルにつきコーティングサイクルあたりの粒子状物質の基板上堆積が、約2 μm 以上のサイズ範囲内の粒子に対して、約1000より多い～約10,000より多い粒子であり得ることを示唆する。

【0026】

本教示の低粒子コーティングシステムの種々の実施形態は、サイズが10 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約100個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境を維持することができる。本教示の低粒子コーティングシステムの種々の実施形態は、サイズが5 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約100個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境を維持することができる。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態では、サイズが2 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約100個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境が維持されることがある。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態では、サイズが1 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約100個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境が維持されることがある。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態は、サイズが0.5 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約1000個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境を維持することができる。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、サイズが0.3 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約1000個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境が維持されることがある。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態は、サイズが0.1 μm 以上の粒子に対して、1分あたり基板の1平方メートルにつき約1000個以下の粒子の基板上堆積率仕様を満たす平均基板上粒子分布を提供する低粒子環境を維持することができる。

【0027】

エンクロージャアセンブリの種々の実施形態は、封入型コーティングシステムのための輪郭を提供するように構築される種々のフレーム部材を有することができる。本教示のエンクロージャアセンブリの種々の実施形態は、コーティングシステムを収容し、不活性ガス量を最小限にすることによって作業空間を最適化し、処理中に外部から封入型コーティングシステムへの容易なアクセスも可能にすることができる。その点に関して、本教示の種々のエンクロージャアセンブリは、輪郭形成されたトポロジおよび容積を有することができる。本明細書で後に詳細に議論されるように、コーティングシステムエンクロージャの種々の実施形態は、その上に基板支持装置が搭載され得るコーティングシステムのベースの周囲に輪郭形成されることがある。さらに、コーティングシステムエンクロージャは、例えば、キャリッジアセンブリのX軸移動のために使用され得るブリッジ構造の周囲に輪郭形成されることがある。非限定的な例として、本教示による輪郭形成されたコーティングシステムエンクロージャの種々の実施形態は、例えば、種々のOLEDベースの技術のための基板、例えば、Gen3.5～Gen10活性エリアサイズのOLEDディスプレイデバイス基板に対応する種々の活性エリアサイズをコーティングすることができるコーティングシステムの実施形態を格納するために、約6 m^3 ～約9.5 m^3 の容積を有するこ

10

20

30

40

50

とができる。さらなる非限定的な例として、本教示による輪郭形成されたガスエンクロージャの種々の実施形態は、例えば、Gen 5.5～Gen 8.5 活性エリアサイズをコーティングすることが可能なコーティングシステムの種々の実施形態を格納するために、約 15 m³～約 30 m³ のガスエンクロージャ容積を有することができる。輪郭形成されたガスエンクロージャのそのような実施形態は、幅、長さ、および高さのための非輪郭形成寸法を有する非輪郭形成エンクロージャと比較して、容積が約 30%～約 70% 節約され得る。

【0028】

図 1 は、本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態による、エンクロージャセンブリ 1000 の斜視図を描写する。エンクロージャセンブリ 1000 は、前パネルアセンブリ 1200' と、中央パネルアセンブリ 1300' と、後パネルアセンブリ 1400' とを含むことができる。前パネルアセンブリ 1200' は、前天井パネルアセンブリ 1260' と、基板を受け取るための開口部 1242 を有し得る、前壁パネルアセンブリ 1240' と、前ベースパネルアセンブリ 1220' とを含むことができる。後パネルアセンブリ 1400' は、後天井パネルアセンブリ 1460' と、後壁センブリ 1440' と、後ベースパネルアセンブリ 1420' とを含むことができる。中央パネルアセンブリ 1300' は、第 1 の中央エンクロージャパネルアセンブリ 1340' と、中央壁および天井パネルアセンブリ 1360' と、第 2 の中央エンクロージャパネルアセンブリ 1380' と、中央ベースパネルアセンブリ 1320' とを含むことができる。

【0029】

加えて、図 1 に描写されるように、中央パネルアセンブリ 1300' は、第 1 の補助パネルアセンブリと、第 2 の補助パネルアセンブリ（図示せず）とを含むことができる。エンクロージャセンブリの一区分として構築される補助エンクロージャの種々の実施形態は、封入型コーティングシステムの作業容積からシール可能に隔離されることができる。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、補助エンクロージャは、エンクロージャセンブリ容積の約 1% 以下であり得る。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、補助エンクロージャは、エンクロージャセンブリ容積の約 2% 以下であり得る。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、補助エンクロージャは、エンクロージャセンブリ容積の約 5% 以下であり得る。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、補助エンクロージャは、エンクロージャセンブリ容積の約 10% 以下であり得る。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、補助エンクロージャは、エンクロージャセンブリ容積の約 20% 以下であり得る。反応性ガスを含む周囲環境への補助エンクロージャの開口部が、例えば、保守手順を行うために示される場合、コーティングシステムエンクロージャの作業容積から補助エンクロージャを隔離することによって、コーティングシステムエンクロージャの汚染を防止することができる。さらに、補助エンクロージャと比較して比較的小さい補助エンクロージャの容積を考慮すると、補助エンクロージャの回復時間は、エンクロージャセンブリ全体の回復時間より有意に少ない時間を要し得る。

【0030】

図 2 A で描写されるように、ガスエンクロージャセンブリ 1000 は、前ベースパネルアセンブリ 1220' と、中央ベースパネルアセンブリ 1320' と、後ベースパネルアセンブリ 1420' とを含むことができ、それらは、完全に構築されると、コーティング装置 2000 が搭載され得る隣接ベースまたはパンを形成する。本教示によると、エンクロージャセンブリ 1000 の前パネルアセンブリ 1200' と、中央パネルアセンブリ 1300' と、後パネルアセンブリ 1400' を構成する種々のフレーム部材およびパネルは、コーティング装置 2000 の周囲に接合され、コーティングシステムエンクロージャを形成することができる。前パネルアセンブリ 1200' は、搭載されるコーティング装置 2000 の周囲に輪郭形成され、ガスエンクロージャの第 1 のトンネル区分を形成することができる。同様に、後パネルアセンブリ 1400' は、コーティング装置 2000 の周囲に輪郭形成され、ガスエンクロージャの第 2 のトンネル区分を形成することができる。

10

20

30

40

50

きる。加えて、中央パネルアセンブリ 1300' は、コーティング装置 2000 の周囲に輪郭形成され、ガスエンクロージャのブリッジ区分を形成することができる。エンクロージャアセンブリ 1000 等の完全に構築されたエンクロージャアセンブリは、種々の環境制御システムと統合されると、コーティング装置 2000 等の封入型コーティングシステムの種々の実施形態を含む封入型コーティングシステムの種々の実施形態を形成することができる。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態によると、封入型コーティングシステムによって画定される内部容積の環境制御は、例えば、特定の波長のライトの数および配置による照明の制御、粒子制御システムの種々の実施形態を使用する粒子状物質の制御、ガス浄化システムの種々の実施形態を使用する反応性ガス種の制御、および熱調節システムの種々の実施形態を使用する封入型コーティングシステムの温度制御を含むことができる。10

【0031】

図 2B に拡大図が示されるコーティング装置（図 2A のコーティング装置 2000 等）は、種々の OLEO ベースのデバイスおよび装置の基板上の特定の場所へのコーティング溶液またはコーティング調合物の確実な設置を可能にするいくつかのデバイス、アセンブリ、およびサブアセンブリから成ることができる。コーティング装置のこれらの種々のデバイス、アセンブリ、およびサブアセンブリは、コーティングアセンブリ、コーティング溶液送達システム、コーティングアセンブリと基板との間の相対運動を提供するための運動システム、基板支持装置、基板ローディングおよびアンローディングシステムを含むことができるが、それらに限定されない。20

【0032】

例えば、スロットダイコーティングに対して、図 2B の第 1 の側 2801 および第 2 の側 2802 を有するスロットダイコーティングアセンブリ 2800 は、コーティング溶液を制御された率および厚さで堆積可能なスロットダイコーティングアセンブリであることができる。コーティングアセンブリ 2800 の種々の実施形態は、コーティング溶液をパターン化されたエリアコーティングとして、例えば、基板の複数の堆積領域上に堆積することができる。語句「堆積領域」は、概して、有機材料層が基板上にコーティングされている領域を指す。スロットダイコーティングアセンブリ 2800 は、コーティング溶液をスロットダイコーティングアセンブリ 2800 に提供するコーティング溶液供給システム（図示せず）と流動連通することができる。図 2B の拡大図に示されるように、コーティング装置 2000 は、チャック、例えば、限定されないが、真空チャック、圧力ポートを有する基板浮遊式チャック、ならびに真空および圧力ポートを有する基板浮遊式チャック等の基板支持装置によって支持され得る基板 2050 等の基板を有することができる。本教示の種々の実施形態によると、支持装置は、例えば、限定ではないが、圧力ポートを有する基板浮遊式テーブル、および真空および圧力ポートを有する基板浮遊式テーブルであることができる。チャックおよび浮遊式テーブルの種々の実施形態は、均一分布真空、圧力、または真空および圧力の組み合わせを確立するために、多孔性媒体を使用して構成されることができる。本教示のチャックまたは浮遊式テーブルを構成するために使用される種々の多孔性媒体は、炭素またはセラミック材料、焼結ガラス、または 1 マイクロメートル未満もしくはさらに 0.5 マイクロメートル未満の直径の細孔サイズを含み得るようある他の材料等の多孔性材料を含むことができる。そのような小細孔サイズは、基板を支持するために使用され得る、真空、圧力、ならびに真空および圧力の組み合わせの均一分布を確実にすることができる。30

【0033】

例証的例では、圧力真空ゾーンにおける均一高さ、すなわち、飛高は、圧力のみのゾーンと比較して実質的に異なり得る。圧力および真空を利用した基板支持装置にわたる基板の飛高は、圧力および真空の組み合わせを使用して形成され得る双方向流体ばねの形成を考えると、基板の面積全体にわたって精密な Z 軸飛高に保持されることができる。圧力のみゾーンにわたる基板の飛高は、圧力のみのゾーン内にプレロードされた真空がないことにより、圧力真空ゾーンにわたる基板全体にわたる飛高の精度より多くの基板のエリアに40

わたる飛高の変動をもたらし得る。飛高に関して、例証的例では、基板は、圧力のみのゾーンの上方では、約 150 マイクロメートル μ ~ 約 300 μ 、圧力真空ゾーンの上方では、約 30 μ ~ 約 50 μ の飛高を有することができる。

【 0034 】

図 2 B の基板浮遊式テーブル 2200 は、Y 軸運動システムと併せて、基板 2050 の無摩擦運搬を提供する基板運搬システムの一部であることができる。本教示の Y 軸運動システムは、基板を保持するためのグリッパシステム（図示せず）を含むことができる、第 1 の Y 軸トラック 2351 と、第 2 の Y 軸トラック 2352 を含むことができる。Y 軸運動は、線形空気ベアリングまたは線形機械システムのいずれかによって提供されることができる。図 2 A および図 2 B に示されるコーティング装置 2000 の基板浮遊式テーブル 2200 は、コーティングプロセス中、図 1 のエンクロージャセンブリ 1000 を通した基板 2050 の移動を画定することができる。

【 0035 】

図 2 B に関して、コーティング装置ベース 2100 は、ブリッジ 2130 が搭載される第 1 のライザ 2120 と、第 2 のライザ 2122 を含むことができる。加えて、第 1 のアイソレータセット 2110（第 2 のものは、反対側にあって示されない）および第 2 のアイソレータセット 2112（第 2 のものは、反対側にあって示されない）は、コーティング装置 2000 の基板浮遊式テーブル 2200 を支持する。コーティング装置 2000 の種々の実施形態に対して、ブリッジ 2130 は、第 1 の X 軸キャリッジアセンブリ 2301 および第 2 の X 軸キャリッジアセンブリ 2302 を支持することができ、それらは、X 軸キャリッジ上に搭載され得る種々のデバイスおよびアセンブリの移動を制御することができる。例えば、Z 軸可動プレートは、X 軸キャリッジに搭載されることができる。本教示のコーティング装置の種々の実施形態では、コーティングアセンブリは、Z 軸可動プレートの一方または両方に搭載されることができる。本教示のコーティング装置の種々の実施形態では、コーティングアセンブリは、X 軸キャリッジの一方に搭載されることができ、検査アセンブリは、他方の X 軸キャリッジに搭載されることができる。コーティング装置 2000 の種々の実施形態に対して、第 1 の X 軸キャリッジアセンブリ 2301 および第 2 の X 軸キャリッジアセンブリ 2302 は、本質的に低粒子生成である、線形空気ベアリング運動システムを利用することができる。本教示のコーティングシステムの種々の実施形態によると、X 軸キャリッジは、その上に搭載された Z 軸移動プレートを有することができる。図 2 B では、第 1 の X 軸キャリッジアセンブリ 2301 は、第 1 の Z 軸可動プレート 2310 を伴って描写される一方、第 2 の X 軸キャリッジアセンブリ 2302 は、第 2 の Z 軸可動プレート 2312 を伴って描写される。

【 0036 】

本教示のコーティングシステムの種々の実施形態によると、自動化された産業コーティングシステムの連続使用を考えると、第 1 の保守システム 2701 および第 2 の保守システム 2702 は、コーティングプロセスの中斷を殆どまたは全く伴わずに、種々の保守タスクを行うために、コーティングプロセス中、コーティングシステムエンクロージャから隔離され得る補助エンクロージャに格納されることができる。図 2 B から分かるように、保守モジュール 2707、2709 および 2711 は、コーティング装置の近くに位置付けられることができるが、図 2 A から分かるように、図 2 A の補助エンクロージャ 1330' および 1370' 等の補助エンクロージャ内にも位置付けられる。装置 2707、2709、および 2011 は、種々の保守機能を行うための種々のサブシステムまたはモジュールのうちのいずれかであり得る。例えば、装置 2707、2709、および 2011 は、システム修理動作のための部品を保管または受け取るためのモジュールのいずれかであることができる。

【 0037 】

図 2 B のコーティング装置 2000 の拡大図では、コーティングシステムの種々の実施形態は、基板浮遊式テーブルベース 2220 によって支持される、基板浮遊式テーブル 2200 を含むことができる。基板浮遊式テーブルベース 2220 は、コーティング装置ベ

10

20

30

40

50

ース 2100 上に搭載することができる。封入型コーティングシステムの基板浮遊式テーブル 2200 は、基板 2050 を支持することができ、かつ OLED 基板のコーティング中、ガスエンクロージャアセンブリ 1000 を通して基板 2050 が移動させられ得る運動距離を画定することができる。本教示の Y 軸運動システムは、基板を保持するためのグリッパシステム（図示せず）を含むことができる第 1 の Y 軸トラック 2351 と、第 2 の Y 軸トラック 2352 を含むことができる。Y 軸運動は、線形空気ベアリングまたは線形機械システムのいずれかによって提供することができる。その点に関して、運動システム、すなわち、図 2B で描写されるように、Y 軸運動システム等と併せて、基板浮遊式テーブル 2200 は、コーティングシステムを通して基板 2050 の無摩擦運搬を提供することができる。

10

【0038】

図 2C は、図 2B のスロットダイコーティングアセンブリ 2800 の種々の実施形態の第 1 の側 2801 の拡大斜視切り取り図を描写する。位置センサ 2820 等の複数の位置決めセンサが、図 2B の基板 2050 に対するスロットダイコーティングアセンブリ 2800 の位置が継続的に決定され得るように、スロットダイコーティングアセンブリ 2800 に動作可能に接続されることができる。本明細書で後に詳細に議論されるように、位置決めは、カメラアセンブリの種々の実施形態を使用して追加的に提供されることができる。位置決めセンサ 2820 は、例えば、レーザベースの位置決めシステムであることができる。スロットダイアセンブリ 2800 は、第 1 のリップ 2812 および第 2 のリップ 2814 を有する、スロットダイ 2805 を含むことができ、その間に、スロットダイ間隙出口 2814 が、描写される。コーティングプロセス中、スロットダイ 2805 は、コーティング溶液と流動連通し、スロットダイ間隙出口 2814 は、図 2B の基板 2050 から所定の距離にある。コーティング溶液は、基板 2050 が図 2B のコーティングアセンブリ 2800 に対して移動するにつれて、スロットダイ間隙出口 2814 から流動し、固定位置、幅、および厚さのコーティングを基板 2050 上に形成する。非常に平坦かつ直線のダイ表面は、基板に対するダイの精密な位置決めと併せて、膜厚さ均一性が標的膜厚さの約 1% ~ 約 3% であるパターン化されたスロットダイコーティングを提供することができる。基板の堆積領域にわたって形成される膜の良好なコーティング均一性を達成するために、パターン化されたスロットダイコーティングのために、基板とのダイの位置の正確かつ再現可能なタイミングと、ダイ移動に伴ったコーティング流体流の開始および停止の適切なタイミングとが、コーティングされた基板のエリアの前縁に蓄積がないこと、および、後縁が均一な直線かつ厚さであることを確実にするように行われることができる。

20

【0039】

図 2D は、図 2B のコーティング装置 2000 のための本明細書に説明されるようなコーティング装置を使用した基板のパターン化されたコーティングを図式的に描写する。図 2D に示されるのは、図 2B および図 2C のスロットダイコーティングアセンブリ 2800 等のスロットダイコーティングアセンブリを使用した基板 2050 上のパターン化されたコーティングエリアまたは堆積領域 50 等のパターン化されたコーティングエリアまたは堆積領域のアレイである。語句「堆積領域」は、概して、有機材料層が基板上にコーティングされている領域を指す。本教示によると、コーティング装置の種々の実施形態は、基板の堆積領域を覆ってコーティングされる膜のために、約 20 nm (ナノメートル) ~ 約 150 μ (ミクロン) のコーティング膜厚さを提供するパターン化されたコーティングを基板上に提供することができ、膜均一性は、前述のように、標的膜厚さの約 1% ~ 約 3% であり、約 + / - 100 μ (ミクロン) 以下のコーティング正確度を伴う。本教示によると、コーティング装置の種々の実施形態は、高基板収率および低廃棄物を伴う効果的材料使用を提供するパターン化されたコーティングを基板上に提供することができる。加えて、本教示の封入型コーティング装置の種々の実施形態を用いてパターン化されたコーティングのために使用される種々の調合物は、粘度および表面張力等の広範囲の物理的特性を有することができる。

30

【0040】

40

50

図3Aは、概して、第1のコーティングモジュール3500Aと、第2のコーティングモジュール3500Bと、種々のデバイス、例えば、限定ではないが、OLEDディスプレイ、OLED照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路を製造することにおいて使用され得る他のモジュールとを含む封入され、環境的に制御されたコーティングシステム3000の少なくとも一部の等角図を図示し、図3Bは、概して、平面図を図示する。そのようなデバイスの製造では、パターン化されたコーティングは、製造プロセスの一部として行われることができる。

【0041】

封入され、環境的に制御されたコーティングシステム3000は、本明細書の他の例に関連して説明されるコーティング装置2000等のコーティング装置を含み得る第1のコーティングモジュール3500Aを含むことができる。増加されたスループット、冗長性、または複数の処理動作のうちの1つ以上のものを提供するために、本明細書に前述されるようなコーティング装置2000等のコーティング装置もまた含み得る、第2のコーティングモジュール3500B等の他のコーティングシステムも、含まれることができる。システム封入型コーティングシステム3000は、第1の処理モジュール3200Aまたは第2の処理モジュール3200B等の1つ以上の他のモジュールも含むことができる。

【0042】

本教示によると、第1または第2の処理モジュール3200Aまたは3200Bは、基板の保持（例えば、より平面または均一な膜を達成するように、堆積される材料層の流動または分散を促進するため）、または第1もしくは第2のコーティングモジュール3500Aもしくは3500Bのうちの1つ以上のものによって堆積されるような材料の層の硬化（例えば、UV放射を使用した照明等の光照明を介して）のうちの1つ以上のものために使用されることができる。例えば、基板上にコーティングされる材料層、または第1もしくは第2の処理モジュール3200Aもしくは3200Bを使用して硬化させられる材料層は、カプセル化層（紫外線光への露出を介して硬化または処理される有機封止剤を含む薄膜層等）の一部を含むことができる。第1または第2の処理モジュール3200Aまたは3200Bは、前述のように、スタック構成において等、基板を保持するために構成されることができる。処理モジュール3200Bは、代替として（または加えて）、スタック構成において等、1つ以上の基板を真空乾燥するために構成され得る。第1または第2の処理モジュール3200Aまたは3200Bのうちの1つ以上のものが、ある時、2つ以上の基板のための真空乾燥モジュールとして機能する場合、スタック構成は、単一チャンバまたは隔離されたチャンバのスタック内に複数の乾燥スロットを含むことができ、各々は、単一乾燥スロットを有する。さらに別の構成では、第1または第2の処理モジュール3200Aまたは3200Bのうちの1つ以上のものは、基板を保持するために構成されることができ、別の処理モジュールは、1つ以上の基板を真空乾燥するために、移送モジュール3400に取り付けられて提供されることができる。第1および第2のコーティングモジュール3500Aおよび3500Bは、例えば、基板上に同一層を堆積するために使用されることがあるか、またはコーティングモジュール3500Aおよび3500Bは、基板上に異なる層を堆積するために使用されることができる。

【0043】

封入型コーティングシステム3000は、封入型コーティングシステム3000の1つ以上のエンクロージャ内に維持される制御された環境の中断を実質的に回避する様式で、封入型コーティングシステム3000の1つ以上のチャンバの内部の中に、またはそこから基板2050の移送を可能にする様式で、ロードロックとして、または別様に使用され得るような入力または出力モジュール3100（例えば、「ローディングモジュール」）を含むことができる。例えば、図3Aに関連して、「中断を実質的に回避する」とは、1つ以上のエンクロージャの中への、またはそこからの基板2050の移送動作の間、もしくはその後、1つ以上のエンクロージャ内の10パーセントミリオン、100パーセントミリオン、または1000パーセントミリオンを上回るそのような種の上昇を回避する等、規定された量の反応性種の濃度の上昇を回避することを指すことができる。例えば、ハ

10

20

30

40

50

ンドラ 3410 を含み得る移送モジュール 3400 は、種々の動作の前、間、または後に、基板 2050 を操作するために使用することができる。1つ以上の追加のハンドラも、基板を入力もしくは出力モジュール 3100 に提供するか、または基板を入力もしくは出力モジュール 3100 から受け取る等のために含まれることができる。封入型コーティングシステム 3000 は、例えば、図 3A および図 3B に明確に示される移送モジュール 3400 の右側に、追加の入力または出力モジュールを含むことができ、移送モジュール 3400 の反対側には、入力または出力モジュール 3100 が、図 3A および図 3B では示される。

【0044】

図 4 は、概して、有機薄膜層を電子デバイス（例えば、OLED ディスプレイ、OLED 照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路）の堆積領域上に形成することを含み得る方法等の技法を図示する。図 4 の例 4000 では、4100において、基板は、本明細書の他の例と関連して図示および説明されるように、図 3A および図 3B の移送モジュール 3400 等の移送チャンバ内に受け取られることができる。基板は、図 3A および図 3B のローディングモジュール 3100 等のローディングモジュール（例えば、「ロードロック」）を使用して等、移送モジュールの制御された環境と異なる環境からのものであることができる。4200において、基板は、少なくとも部分的に、図 3A および図 3B の移送モジュール 3400 内に位置するハンドラロボット 3410 等のハンドラロボットを使用して、封入型コーティングモジュールに移送されることができる。代替として、ハンドラロボットは、封入型コーティングモジュール内に格納されることができる。4300において、基板は、コーティング動作または他の動作の間、可視欠陥の形成を低減または阻止するための技法および装置を使用して等、コーティングモジュール内に均一に支持されることができる。

10

20

30

【0045】

例えば、そのような基板支持は、活性電子デバイスが形成された基板のエリアまたは基板の反対領域との均一物理的接触を提供するように構成されるようなチャック（例えば、平面チャックもしくはトレイ）、または浮遊式テーブルを含むことができる。しかしながら、例えば、種々の基板支持装置は、概して、ローディングおよびアンローディング動作を促進するために、リフトピンがそれを通して基板を上昇および降下させ得る孔を基板の中心領域内に提供するので、これは、種々の課題を提示し得る。これらの孔は、基板との非均一物理的接触の領域を表し得る。真空チャックの例では、溝または孔も存在することができ、それを通して基板を定位置に保持する真空吸引が提供され、概して、そのような溝または孔特徴のうちのいくつかは、基板の中心領域内に位置し、所望の保持・降下性能を達成する。

【0046】

本発明者らは、とりわけ、チャックまたは浮遊式テーブル（または基板を支持するシステムの他の部分）等の基板支持装置が、標的コーティングパターンへのその影響を最小化または排除するように基板支持装置特徴を位置付けるように構成されることができることを認識する。例では、チャックまたは浮遊式テーブル等の基板支持装置は、活性電子デバイスが形成された場所の外側の基板の領域上、またはその領域の反対側の基盤のあるエリアに非均一物理的接触をさらに提供することができる。本発明者らはまた、基板の均一支持が、個々の真空溝または孔の代わりに、それを通して真空吸引が提供される連続多孔性媒体等、分散真空領域を有するチャックを使用することによって対処され得ることを認識する。リフトピンに関連付けられたチャック内の残りの孔は、基板の周縁または活性領域の周縁（基板の周縁または基板の活性領域の周縁を画定する表面と反対の領域を含む）のうちの1つ以上のものに位置することができる。これらの例では、同一支持構造構成が、任意の活性電子、光学、または光電子デバイスに適用されることができ、活性領域は、コーティングされているデバイスが位置する領域を表すことができる。

40

【0047】

代替として、例えば、本発明者らはまた、とりわけ、基板が、硬化モジュール内の紫外

50

線処理の前または後等、コーティング動作または他の処理のうちの1つ以上のものの間等、少なくとも部分的に、ガスクッシュョンを使用して、チャックまたは浮遊式テーブルによって均一に支持されることができると認識する。そのようなガスクッシュョンの使用は、基板上のコーティングされた有機材料または処理された有機膜層の均一性を向上させることができる。例えば、基板を物理的基板支持表面の上方で浮遊させることによって、基板は、領域の全てにおいて、ガスによって均一に支持され、基板は、リフトピンのための孔、リフトピン、または物理的基板支持表面上に存在し得る他の局所に制限された特徴の存在に比較的に鈍感である。そのような浮遊支持例では、基板の中心領域内のリフトピンは、基板が、延長または後退させられるリフトピンと物理的に接触せず、コーティング、保持、または硬化等の処理の間、中心領域内のガスクッシュョンによって支持されるので、それらのエリア内の膜均一性に影響を及ぼさずに、支持機構の中に組み込まれることができる。加えて、または代わりに、基板は、基板周縁または活性領域間の周縁のうちの1つ以上のものにおけるように、そのような活性領域の外側の領域に制限される物理的接触によってさらに均一に支持または保持されることができる。このように、基板面積の全てが、非常に均一なコーティングをもたらすことができ、潜在的に、それを浮遊平面内の定位位置に制約または保持するように、基板が物理的に接触される基板縁における除外ゾーンを除き、生産的に使用されることができる。

【0048】

4400において、ポリマー成分等を含む、有機材料調合物が、基板の標的堆積領域内にコーティングされ、均一有機材料の未処理層を形成することができる。語句「堆積領域」は、概して、有機材料層が基板上にコーティングされている領域を指す。4500において、基板は、コーティングモジュールから移送モジュールに移送されることができる。4600において、基板は、移送モジュールから硬化モジュールに移送されることができる。硬化モジュールは、4700において、均一有機膜層を提供するために、コーティングされた有機材料を処理するように構成されることができる。例えば、硬化モジュールは、紫外線光処理等の光学処理をコーティングされた有機材料調合物層に提供し、基板の堆積領域上にコーティングされた有機材料を重合化または別様に硬化させ、有機膜層を形成するように構成されることができる。

【0049】

コーティングシステムの種々の実施形態は、追加の特徴を本教示の種々のコーティングシステムに提供するための追加の装置およびサブアセンブリを有することができる。本教示の種々のキャリッジアセンブリを支持する運動システムに関して本明細書すでに議論されたように、図2Aのコーティング装置2000は、コーティングアセンブリを搭載するために使用され得る第1のX軸キャリッジと、カメラアセンブリを含み得る、検査アセンブリ等の様々な種々のアセンブリを搭載するために使用され得る第2のキャリッジアセンブリとを有することができる。例えば、カメラアセンブリを含む、基板検査アセンブリが、X軸キャリッジのZ軸可動プレート上に搭載され、図2Bの浮遊式テーブル2220等の基板支持体上に位置付けられる基板に対する検査アセンブリの精密なX、Z位置決めを提供することができる。カメラアセンブリは、非限定的な例として、電荷結合素子(CCD)、相補型金属酸化膜半導体(CMOS)デバイス、またはN型金属酸化膜半導体(NMOS)デバイス等の光学画像を電子信号に変換する任意の画像センサデバイスであることができる。種々の画像センサデバイスは、面走査カメラ用のセンサのアレイ、または線走査カメラ用の一列のセンサとして構成され得る。カメラアセンブリは、例えば、結果を記憶、処理、および提供するためのコンピュータを含み得る、画像処理システムに接続されることができる

【0050】

さらに、基板に対するカメラの精密XYZ運動が、面走査または線走査プロセスのいずれか一方のために行われることができる。本明細書で以前に議論されたように、ガントリ運動システム等の他の運動システムも、基板に対して、例えば、コーティングアセンブリおよび/またはカメラアセンブリの間で、3次元での精密移動を提供するために使用され

10

20

30

40

50

ることができる。加えて、照明が、種々の位置に、すなわち、X軸運動システム上または基板の近くの基板支持装置上のいずれか一方、およびそれらの組み合わせで、搭載されることがある。その点に関して、照明が、種々の明視野および暗視野分析、ならびにそれらの組み合わせを行うことに従って、位置付けられることがある。運動システムの種々の実施形態は、基板の表面の一連の1つ以上の画像を捕捉するように、連続または段階的運動もしくはそれらの組み合わせを使用して、基板に対してカメラアセンブリを位置付けることができる。例えば、粒子検証制御に関して、種々のOLEDベースのデバイスおよび装置の活性エリア上のカプセル化層のコーティングの間、粒子の画像が、画像処理を使用して得られることができ、特定のサイズの粒子のサイズおよび数が、決定されることがある。本教示のシステムおよび方法の種々の実施形態では、約8192ピクセルを有する線走査カメラが使用されることができ、作業高度が約190mmで、約34kHzにおいて走査することが可能である。 10

【0051】

加えて、1つより多くのカメラが、コーティングシステム基板カメラアセンブリの種々の実施形態のためのX軸キャリッジアセンブリ上に搭載されることができ、各カメラは、視野および解像度に関して異なる仕様を有することができる。例えば、1つのカメラが、原位置粒子点検のための線走査カメラであり得る一方で、第2のカメラは、封入型コーティングシステム内の基板の標準的ナビゲーション用であり得る。標準的ナビゲーションに有用であるそのようなカメラは、約0.9Xの倍率を伴う約5.4mm×4mm～約0.45Xの倍率を伴う約10.6mm×8mmの範囲内の視野を有する面走査カメラであり得る。なおもその他の実施形態では、1つのカメラが、原位置粒子点検のための線走査カメラであり得る一方で、第2のカメラは、封入型コーティングシステム内の基板の精密ナビゲーションに、例えば、基板整列に使用されることがある。精密ナビゲーションに有用であるそのようなカメラは、約7.2Xの倍率を伴う約0.7mm×0.5mmの視野を有する、面走査カメラであり得る。 20

【0052】

図5は、封入型コーティングシステム500を示す概略図である。本教示による封入型コーティングシステム500の種々の実施形態は、コーティングシステムを格納するためのエンクロージャアセンブリ100と、エンクロージャアセンブリ100と流体連通するガス浄化ループ130と、少なくとも1つの熱調整システム140とを備えていることができる。加えて、封入型コーティングシステム500の種々の実施形態は、封入型コーティングシステムのための基板浮遊式テーブル等の種々のデバイスを動作させるための不活性ガスを供給し得る加圧不活性ガス再循環300を有することができる。加圧不活性ガス再循環300の種々の実施形態は、加圧不活性ガス再循環システム300の種々の実施形態の供給源として、圧縮機、送風機、および2つの組み合わせを利用することができる。加えて、封入型コーティングシステム500は、封入型コーティングシステム500の内部に循環および濾過システムを有することができる（図示せず）。 30

【0053】

図5の封入型コーティングシステム500は、例えば、図1に示されるように、第1のエンクロージャ容積を伴う第1のエンクロージャと、第2のエンクロージャ容積を伴う第2のエンクロージャとを有する。封入型コーティングシステム500に対して、全ての弁、V₁、V₂、V₃、およびV₄が開放される場合、ガス浄化ループ130は、第1のエンクロージャ容積100-S1および第2のエンクロージャ容積100-S2の両方を浄化するように動作する。V₃およびV₄が閉鎖されると、第1のエンクロージャ容積100-S1のみが、ガス浄化ループ130と流体連通する。この弁状態は、例えば、限定ではないが、第2のエンクロージャ容積100-S2が大気に開放されることを要求する保守手技の間、第2のエンクロージャ容積100-S2が第1のエンクロージャ容積100-S1からシール可能に閉鎖および隔離されるときに使用され得る。V₁およびV₂が閉鎖されると、第2のエンクロージャ容積100-S2のみが、ガス浄化ループ130と流体連通する。この弁状態は、例えば、限定ではないが、第2のエンクロージャが大気に開 40

10

20

30

40

50

放された後、第2のエンクロージャ容積100-S2の回復の間、使用され得る。ガス浄化ループ130のための要件は、封入型コーティングシステム500の総容積に関して規定されるので、ガス浄化システムのリソースを実質的に第1のエンクロージャ容積100-S1の容積より小さい第2のエンクロージャ容積100-S2の回復に充てることによつて、封入型コーティングシステム500の回復時間は、実質的に短縮されることが出来る。

【0054】

図5に描寫されるように、本教示による封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、循環および濾過システムの設計は、封入型コーティングシステムの種々の実施形態のために連続的に濾過され、内部で循環させられる不活性ガスからガス浄化ループ130を通して循環させられる不活性ガスを分離することができる。ガス浄化ループ130は、エンクロージャアセンブリ100から、溶媒除去システム132、次いで、ガス浄化システム134への出口ライン131を含む。溶媒ならびに酸素、オゾン、および水蒸気等の他の反応性ガス種が浄化された不活性ガスが、次いで、エンクロージャアセンブリ100に入口ライン133を通して返される。ガス浄化ループ130はまた、適切な導管および接続、ならびにセンサ、例えば、酸素、オゾン、水蒸気、および溶媒蒸気センサを含み得る。ファン、送風機、またはモータ等のガス循環ユニットは、別個に提供され、または例えば、ガス浄化ループ130を通してガスを循環させるように、ガス浄化システム134に組み込まれることができる。封入型コーティングシステムの種々の実施形態によると、溶媒除去システム132およびガス浄化システム134は、図5に示される概略では、別個のユニットとして示されるが、溶媒除去システム132とガス浄化システム134とは、単一の浄化ユニットとして一緒に格納することができる。

【0055】

図5のガス浄化ループ130は、エンクロージャアセンブリ100から循環される不活性ガスが、出口ライン131を介して、溶媒除去システム132を通過するように、ガス浄化システム134の上流に設置された溶媒除去システム132を有することができる。種々の実施形態によると、溶媒除去システム132は、図5の溶媒除去システム132を通過する不活性ガスから溶媒蒸気を吸着することに基づく、溶媒捕捉システムであり得る。例えば、限定されないが、活性炭、分子篩等の1つまたは複数の吸着剤層が、多種多様の有機溶媒蒸気を効果的に除去し得る。封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、冷却トラップ技術が、溶媒除去システム132内の溶媒蒸気を除去するために採用され得る。本明細書で以前に議論されたように、本教示による封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、酸素、水蒸気、および溶媒蒸気センサ等のセンサが、図5の封入型コーティングシステム500等の封入型コーティングシステムを通じて連続的に循環する不活性ガスからのそのような種の効果的な除去を監視するために使用され得る。溶媒除去システムの種々の実施形態は、1つまたは複数の吸着剤層が再生もしくは交換ができるように、活性炭、分子篩等の吸着剤が容量に達したときを示すことができる。分子篩の再生は、分子篩を加熱すること、分子篩をフォーミングガスと接触させること、それらの組み合わせ等を伴うことができる。酸素、オゾン、水蒸気、および溶媒を含む、種々の種を捕捉するように構成される分子篩は、加熱し、水素を含むフォーミングガス、例えば、約96%窒素および4%水素を含むフォーミングガスに露出することによって、再生されることができ、該割合は、容積または重量による。活性炭の物理的再生は、不活性環境下で、類似加熱手順を使用して行われることができる。

【0056】

任意の好適なガス浄化システムが、図5のガス浄化ループ130のガス浄化システム134のために使用されることができる。MBRAUN Inc. (Statham, New Hampshire)またはInnovative Technology (Amesbury, Massachusetts)から入手可能なガス浄化システムは、本教示による封入型コーティングシステムの種々の実施形態の中への統合のために有用であり得る。ガス浄化システム134は、封入型コーティングシステム500内の1つ以上の不活

10

20

30

40

50

性ガスを浄化するため、例えば、封入型コーティングシステム内のガス雰囲気全体を浄化するために使用されることがある。本明細書で以前に議論されたように、ガス浄化ループ 130 を通してガスを循環させるために、ガス浄化システム 134 は、ファン、送風機、またはモータ等のガス循環ユニットを有することができる。その点に関して、ガス浄化システムは、ガス浄化システムを通して不活性ガスを移動させるための体積流量を定義することができるエンクロージャの容積に応じて、選択されることができる。最大約 4 m^3 の容積を伴う封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、約 $8.4 \text{ m}^3 / \text{時}$ 移動させ得るガス浄化システムが、使用されることがある。最大約 10 m^3 の容積を伴う封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、約 $15.5 \text{ m}^3 / \text{時}$ 移動させ得るガス浄化システムが、使用されることがある。約 $5.2 \sim 11.4 \text{ m}^3$ の容積を有する封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、1つよりも多くのガス浄化システムが使用され得る。10

【0057】

任意の好適なガスフィルタまたは浄化デバイスが、本教示のガス浄化システム 134 に含まれることができる。いくつかの実施形態では、ガス浄化システムは、デバイスのうち 1 つが、保守のためにラインから外されることができ、他方のデバイスが、中断することなくシステム動作を継続するために使用されることがあるように、2つの並列浄化デバイスを備えていることができる。いくつかの実施形態では、例えば、ガス浄化システムは、1 つ以上の分子篩を備えていることができる。いくつかの実施形態では、ガス浄化システムは、分子篩のうちの 1 つが不純物で飽和するか、またはそうでなければ十分効率的に動作していないと見なされるとき、飽和した、もしくは非効率的な分子篩を再生しながら、システムが他方の分子篩に切り替わることができるよう、少なくとも第 1 の分子篩および第 2 の分子篩を備えていることができる。各分子篩の動作効率を決定するため、異なる分子篩の動作を切り替えるため、1 つ以上の分子篩を再生するため、もしくはそれらの組み合わせのために、制御ユニットが提供されることがある。本明細書で以前に議論されたように、分子篩は、再生および再使用され得る。20

【0058】

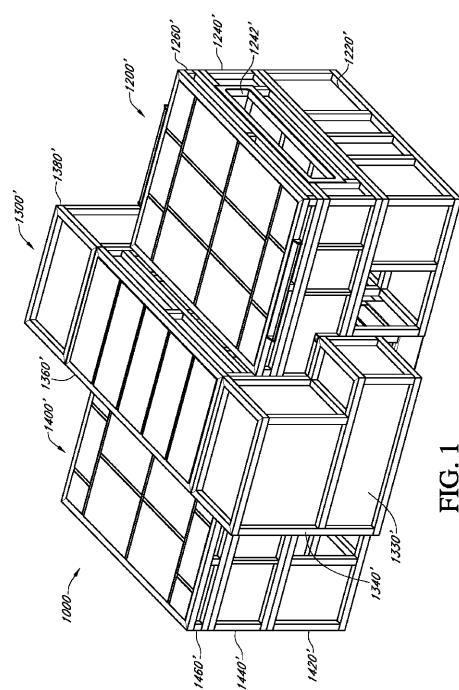
図 5 の熱調節システム 140 は、冷却剤を封入型コーティングシステムの中へ循環させるための流体出口ライン 141 と、冷却剤を冷却装置に戻すための流体入口ライン 143 とを有する少なくとも 1 つの冷却装置 142 を含むことができる。少なくとも 1 つの流体冷却装置 142 は、封入型コーティングシステム 500 内のガス雰囲気を冷却するために提供されることがある。本教示の封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、流体冷却装置 142 は、冷却された流体をエンクロージャ内の熱交換器に送達し、そこで不活性ガスが、エンクロージャの内部の濾過システムに渡される。少なくとも 1 つの流体冷却装置も、封入型コーティングシステム 500 内に封入される装置から発生する熱を冷却するために、封入型コーティングシステム 500 に具備されることがある。例えば、限定されないが、少なくとも 1 つの流体冷却装置も、封入型コーティングシステム 500 のために提供され、封入型コーティングシステムから発生する熱を冷却するために提供されることがある。熱調整システム 140 は、熱交換またはペルチェデバイスを備えていることができる、種々の冷却能力を有することができる。例えば、封入型コーティングシステムの種々の実施形態に対して、冷却装置は、約 $2 \text{ kW} \sim 20 \text{ kW}$ の冷却能力を提供することができる。封入型コーティングシステムの種々の実施形態は、1 つ以上の流体を冷却することができる複数の流体冷却装置を有することができる。いくつかの実施形態では、流体冷却装置は、冷却剤としていくつの流体、例えば、限定されないが、熱交換流体として水、不凍剤、冷媒、およびそれらの組み合わせを利用することができる。関連導管およびシステム構成要素を接続することにおいて適切な漏出しない係止接続が使用されることがある。30

【0059】

本開示の実施形態が、本明細書で示され、説明されているが、そのような実施形態は、一例のみとして提供されることが当業者に明白であろう。本教示による封入型コーティン40

グシステムの実施形態は、広範囲の技術分野における種々の装置およびデバイス、例えば、限定ではないが、OLEDディスプレイ、OLED照明、有機太陽光発電装置、ペロブスカイト太陽電池、および有機半導体回路の製造において、基板のパターン化されたエリアコーティングのために有用であり得る。多数の変形例、変更、および代用が、ここで、本開示から逸脱することなく、当業者に想起されるであろう。以下の請求項は、本開示の範囲を定義し、これらの請求項およびその均等物の範囲内 の方法および構造が、それによつて網羅されることが意図される。

【図1】



【図 2 B】

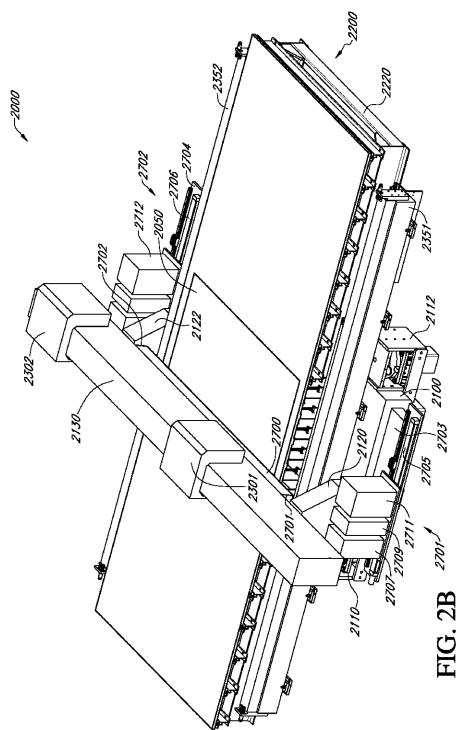


FIG. 2B

【図 2 C】

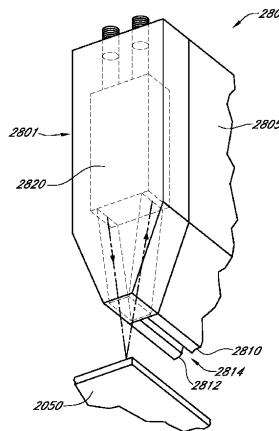


FIG. 2C

【図 2 D】

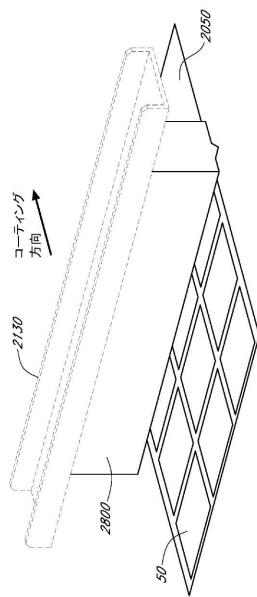


FIG. 2D

【図 3 A】

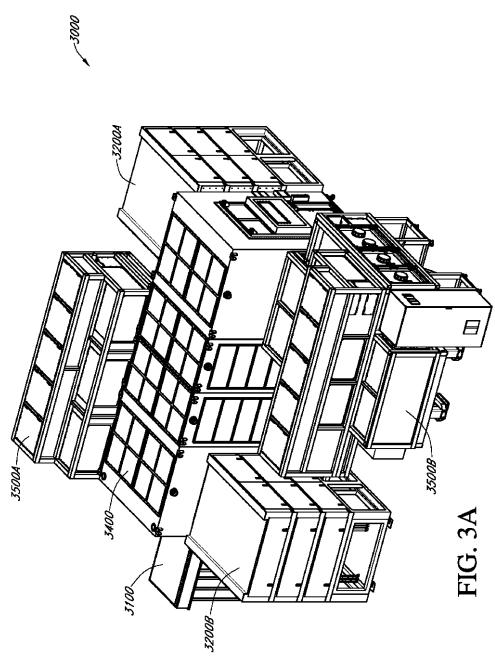


FIG. 3A

【図3B】

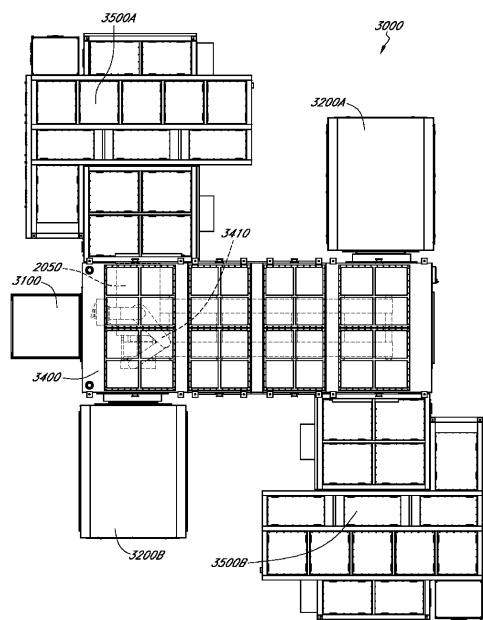


FIG. 3B

【 図 4 】

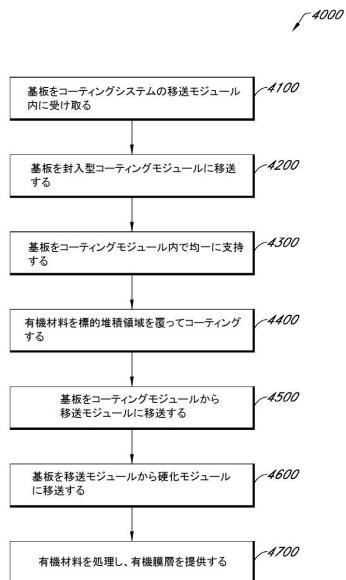


FIG. 4

【 図 5 】

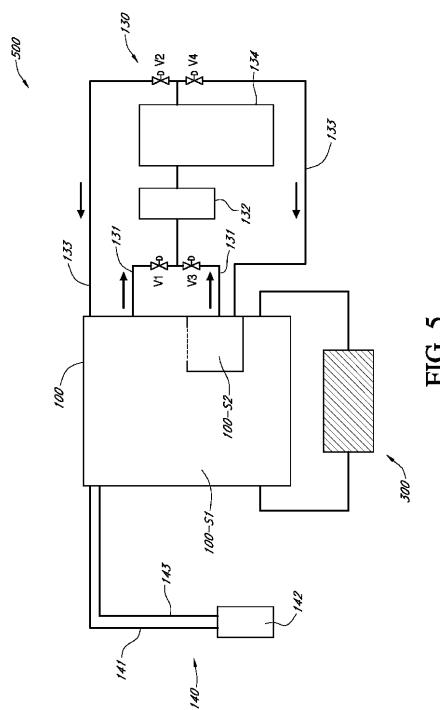


FIG. 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 05 C 5/02 (2006.01) B 05 C 5/02
H 05 B 33/10 (2006.01) H 05 B 33/10
H 01 L 51/50 (2006.01) H 05 B 33/14 A

(72)発明者 マディガン, コナー エフ.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94560, ニューアーク, ゲートウェイ ブールバード
7015

(72)発明者 コー, アレクサンダー ソウ - カン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94560, ニューアーク, ゲートウェイ ブールバード
7015

(72)発明者 ブロンスキー, エリヤフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94560, ニューアーク, ゲートウェイ ブールバード
7015

審査官 横島 隆裕

(56)参考文献 特開2009-112889 (JP, A)
国際公開第2012/172919 (WO, A1)
国際公開第2014/164932 (WO, A1)
特開2011-056360 (JP, A)
特表2015-510254 (JP, A)
特開2004-164873 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 05 D 1/00 - 7/26
B 05 C 1/00 - 21/00
H 05 B 33/00 - 33/28