

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5416139号
(P5416139)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H01L 31/042 (2014.01)
B05C 1/02 (2006.01)
B05D 1/28 (2006.01)
B05D 7/00 (2006.01)

H01L 31/04 R
 B05C 1/02 102
 B05D 1/28
 B05D 7/00 H

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-545929 (P2010-545929)
 (86) (22) 出願日 平成21年1月28日 (2009. 1. 28)
 (65) 公表番号 特表2011-515827 (P2011-515827A)
 (43) 公表日 平成23年5月19日 (2011. 5. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/032276
 (87) 国際公開番号 W02009/099838
 (87) 国際公開日 平成21年8月13日 (2009. 8. 13)
 審査請求日 平成24年1月24日 (2012. 1. 24)
 (31) 優先権主張番号 12/069, 030
 (32) 優先日 平成20年2月7日 (2008. 2. 7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505379467
 サンパワー コーポレーション
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95
 134、サンノゼ リオ ローブルス 7
 7
 (74) 代理人 110000877
 龍華国際特許業務法人
 (72) 発明者 アバス、エマヌエル
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95
 134、サンノゼ、ノース ファースト
 ストリート 3939 サンパワー コー
 ポレーション内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池基板用の非接触型エッジコーティング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

太陽電池基板のエッジをコーティングする装置であって、
 太陽電池用の非円形の基板を保持する基板支持部と、
前記基板が回転している間に前記基板のエッジにコーティング材料を塗布する塗布部と

、
前記基板と共に回転するように機械的に結合されているカムと、
前記塗布部と共に回転するように機械的に結合されており、前記カムの形状に追従する
ように前記カムと機械的に接触する従動子と、
前記塗布部が前記基板の形状に追従するように、前記従動子を押して前記カムに追従さ
せる空気バネと

を備え、

前記塗布部は、前記基板の前記エッジに前記コーティング材料を塗布している間、前記
 基板の前記エッジに物理的に接触しないように、前記基板の前記エッジからコーティング
 距離だけ離間された位置にある装置。

【請求項 2】

前記塗布部は、前記コーティング材料でコーティングされる前記基板の前記エッジが挿
 入される凹部を含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記基板の前記エッジに前記コーティング材料が塗布されている間に前記基板支持部を

10

20

回転させることによって前記基板を回転させて、前記塗布部に前記基板を与える搬送部をさらに備える請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記搬送部は、前記コーティング材料が前記基板の前記エッジにコーティングされる第 1 のステーションと第 2 のステーションとの間で前記基板を移動し、

前記基板支持部は、前記搬送部に結合されている請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 2 のステーションは、事前位置合わせステーションを含む請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記搬送部は、多軸ロボットを含む請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

単一軸に沿って前記基板に対して前記塗布部を近接および離間させる滑動アセンブリをさらに備える請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

前記コーティング材料は、ホットメルトインクを含む請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記コーティング材料は、UV 硬化性メッキレジストを含む請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、太陽電池に関する。具体的には、これに限定されるわけではないが、太陽電池を製造するための設備およびプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池は、太陽光を電気エネルギーに変換する公知のデバイスである。太陽電池は、半導体プロセス技術を用いて、半導体ウェハ等の太陽電池基板上に製造され得る。太陽電池は、P 型拡散領域および N 型拡散領域を有し、両者の間に接合が形成されている。太陽電池に太陽光が当たると、電子および正孔が形成されて両拡散領域に移動するので、拡散領域間に電圧差が発生する。裏面接触型太陽電池では、拡散領域および当該拡散領域に結合されている金属コンタクトが共に、太陽電池の裏面に配置されている。金属コンタクトを設けることによって、外部電気回路と太陽電池とを結合することが出来ると共に、外部電気回路に太陽電池から電力を供給することができるようになる。

【0003】

太陽電池基板のエッジには、電氣的絶縁と、基板周縁への金属堆積または金属成長を防ぐことを目的として、誘電体がコーティングされる場合がある。従来のコーティング材料塗布方法では、基板のエッジにローラを当接させる。ローラには、基板のエッジに対して押し付けられる面を有する溝がある。溝に与えられたコーティング材料は、ローラおよび基板を回転させると、基板のエッジに塗布される。コーティング材料は、別の処理工程で大型の乾燥オーブンで硬化させる必要があるサーマルインクを含むとしてよい。このため、サーマルインクを用いると、関連して必要となるオーブンのコストが高く、フットプリントが大きいので、比較的大規模な設備投資が必要となる。また、サーマルオーブンを利用する場合、その前の処理工程でウェハ表面に堆積させられた材料は、オーブン内の温度に接することで、影響を受ける可能性がある。従来のエッジコーティング方法に関する問題は他にも、塗布部が機械的に直接接触することによって基板に応力が与えられることや、サーマルインクを用いたプロセスによるエッジコーティング効果の信頼性が低いことが挙げられる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

非接触型エッジコーティング装置は、物理的に接触することなく、非円形の太陽電池基板のエッジにコーティング材料を塗布する。当該装置は、基板を保持する回転可能な基板支持部を備えるとしてよい。当該装置はさらに、コーティング材料を受け取る塗布部を備えるとしてよく、当該塗布部は、基板を回転させている間に、どの部分も基板のエッジに物理的に接触することなく、当該コーティング材料を基板のエッジに塗布する。基板支持部は、カムに機械的に結合されているとしてよく、当該カムは、塗布部に機械的に結合されている従動子と接触している。当該装置では、さまざまなコーティング材料を利用するとしてよく、そのようなコーティング材料には、ホットメルトインクおよびUV硬化性メッキレジストが含まれる。

10

【0005】

上記およびその他の本発明の特徴は、本開示内容を全て参照することによって当業者に容易に明らかになるであろう。本開示内容は、添付図面および請求項を含む。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本発明の実施形態に係る、太陽電池用非接触型エッジコーティングシステムを示す斜視図である。

【図2】図1に示す非接触型エッジコーティングシステムを示す側面図である。

【図3】図1に示す非接触型エッジコーティングシステムを示す側面図である。

20

【図4A】図1に示す非接触型エッジコーティングシステムの一部を示す斜視図である。

【図4B】図1に示す非接触型エッジコーティングシステムの一部を示す側面図である。

【図5A】本発明の実施形態に係る、エッジコーティング処理中の太陽電池基板に対するローラを相対的に示す概略側面図である。

【図5B】本発明の実施形態に係る、エッジコーティング処理中の太陽電池基板に対するローラを相対的に示す概略上面図である。

【図6A】本発明の実施形態で利用され得る従来の空気バネの動作原理を示す概略図である。

【図6B】本発明の実施形態で利用され得る従来の空気バネの動作原理を示す概略図である。

30

【図7】本発明の実施形態に係るコーティング材料供給システムを示す斜視図である。

【図8】本発明の別の実施形態に係る太陽電池用の非接触型エッジコーティングシステムを示す図である。

【図9】図8の非接触型エッジコーティングシステムを示す側面図である。

【図10】図8の非接触型エッジコーティングシステムを示す上面図である。

【図11A】図8の非接触型エッジコーティングシステムの一部を示す斜視図である。

【図11B】図8の非接触型エッジコーティングシステムの一部を示す側面図である。

【図12】本発明の実施形態に係る、図8の非接触型エッジコーティングシステムの制御システムを示す概略図である。

【図13A】本発明の実施形態に係るエッジコーティング処理中の、軸に沿ったローラの移動を示す概略図である。

40

【図13B】本発明の実施形態に係るエッジコーティング処理中の、軸に沿ったローラの移動を示す概略図である。

【図13C】本発明の実施形態に係るエッジコーティング処理中の、軸に沿ったローラの移動を示す概略図である。

【図13D】本発明の実施形態に係るエッジコーティング処理中の、軸に沿ったローラの移動を示す概略図である。

【図14】本発明の実施形態に係る太陽電池基板のエッジをコーティングする方法を示すフローチャートである。

【0007】

50

複数の異なる図面にわたって同一の参照符号を使用する場合、同一または同様の構成要素を指し示すものとする。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本開示では、装置、構成要素、および方法の例など、具体的且つ詳細な説明を多用して、本発明の実施形態を完全に理解できるようにする。しかし、当業者であれば、そのような具体的且つ詳細な説明の一部がなくとも本発明を実施し得ることに想到するであろう。また、公知の詳細な内容については、本発明の側面をあいまいにすることを避けるべく、図示および記載を省略する。

【0009】

図1は、本発明の実施形態に係る、太陽電池基板用非接触型エッジコーティングシステム100を示す斜視図である。以下の説明でより明らかになるが、システム100は特に、太陽電池基板のエッジをコーティングするべく構成されている。尚、太陽電池基板の形状は通常、非円形である。太陽電池基板を回転させた場合に非円形の形状が描く軌道は、塗布部に基板のエッジを追従させることがかなり困難なものである。従来の太陽電池基板エッジコーティング方法では、コーティング材料を供給するローラをエッジに物理的に接触させることで、この問題を回避していた。

【0010】

図1に示す例では、システム100は、搬送部110、塗布システム120、および視認システム160を備える。塗布システム120にコーティング材料を供給するコーティング材料供給システムは、図示の便宜上、図1には示していない。システム100と共に利用可能な材料供給システムの一例は、図7を参照しつつ後述する。本発明の利点を損なうことなく、その他の材料供給システムを利用することも可能である。

【0011】

搬送部110は、事前位置合わせステーション163（図2を参照のこと）と、塗布システム120が基板101のエッジをコーティングすることができる位置との間で、非円形の太陽電池基板101を移動させるハンドリング機構を有するとしてよい。尚、基板101は、一実施形態において、略正形状を持つ（pseudo-square）半導体ウェハを含む。図1の例では、搬送部110は、市販の多軸ロボットを有する。

【0012】

搬送部110の端部には、基板101を保持するチャック113として設けられている基板支持部と、カム112とが配設されている。カム112は、基板101と形状が同じであるとしてもよいが、寸法は異なる（例えば、基板101よりも小さい）としてよい。チャック113は、真空力またはその他の手段で基板101を保持するとしてよい。チャック113は、例えば、硬化ステンレス鋼を含むとしてよい。搬送部110は、エッジコーティング処理において、塗布システム120の従動子123と接触するようにカム112を位置決めする。

【0013】

塗布システム120は、基板101のエッジにコーティング材料を塗布するための機構を有する。塗布システム120は、ローラ121として設けられているコーティング塗布部と、ローラ121を回転させる回転駆動機構122と、単一軸に沿って基板101に対してローラ121を近接および離間させる滑動アセンブリ124とを有するとしてよい。

【0014】

搬送部110は、エッジコーティング処理において、図1に示すように、塗布システム120に対応するように基板101を位置決めする。滑動アセンブリ124が上方向に移動すると、従動子123を押してカム112に接触させる。滑動アセンブリ124の空気バネ126は、従動子123に比較的一定の圧力を加えて、カム112に接触させる。搬送部110は、基板101を回転させて、ローラ121から供給されるコーティング材料を基板101のエッジにコーティングさせる。駆動機構122は、カム112と接触しておりカム112の形状を追従する従動子123を回転させる。ローラ121および従動子

10

20

30

40

50

１２３は、従動子１２３とカム１１２との間の機械的な接触面に応じて空気バネ１２６によってローラ１２１が滑動するように、機械的に結合されている。このため、ローラ１２１は、基板１０１の形状に応じて移動する。基板１０１およびローラ１２１は、互いに同一方向または異なる方向に、インクの種類および特性（例えば、粘度および接着力）に応じて決まる速度で、回転させられるとしてよい。反対方向に回転させる場合、基板１０１の速度およびローラ１２１の速度は通常、それぞれ 250 deg/sec および $100\text{ - }300\text{ RPM}$ である。

【００１５】

エッジコーティングシステム１００は、本例ではローラ１２１である塗布部がエッジコーティング処理中に基板１０１のエッジに接触しないという点において、「非接触型」である。実際のところ、図１に示す例において、システム１００のハードウェア構成要素のいずれも、コーティング材料がエッジに塗布されている間、基板１０１のエッジに接触しない。基板１０１は、基板１０１のエッジに物理的に接触することなく、エッジコーティング材料を与えられる溝１２５（図４Ａおよび図４Ｂを参照のこと）としてローラ１２１に設けられている凹部内に配置されている。コーティング材料は、溝１２５に塗布され（図４Ａに示す供給管４１１を参照のこと）、溝１２５内にエッジを位置させることによって基板１０１のエッジに移される。搬送部１１０によって基板１０１を回転させることによって、基板１０１の周縁エッジの全周にわたって塗布することができる。

【００１６】

視認システム１６０は、ステーション１６３から基板１０１を取るべく、搬送部１１０にチャック１１３を正しく位置決めさせる。視認システム１６０は、カメラ１６２と、ステーション１６３と、照明器具１６４とを有するとしてよい。コンピュータシステム１６１は、視認システム１６０、塗布システム１２０、および搬送部１１０を備えるシステム１００の動作を制御する。図１に示した構成要素の一部は、明瞭に説明するべく、図２および図３にも図示している。

【００１７】

図２を参照しつつ説明すると、基板１０１は、製造担当者によって手動で、または、自動ハンドリングシステム（不図示）によって、ステーション１６３に配置される。ステーション１６３は、容易に位置を特定できるように、搬送部１１０と相対的に一定の座標に設けられている。また、ステーション１６３は、基板１０１を搬送部１１０に対して相対的に事前に位置合わせできるような形状を持つので、基板１０１の取り出しおよびチャック１１３およびカム１１２に対する位置合わせが容易になる。視認システム１６０は、ステーション１６３内の基板１０１の画像を撮像して、画像を分析して基板表面の中心を探し、基板１０１の向きを決める。コンピュータ１６１は、制御ソフトウェアを用いて、視認システム１６０からの情報に基づき、搬送部１１０に、基板１０１の表面領域の中心とチャック１１３の表面領域の中心とが一致するように、基板１０１の位置を特定させ、取り出しをさせる。搬送部１１０は、基板１０１の位置を特定してチャック１１３に対して相対的に位置合わせした後、図２に示すように基板１０１を取って、図３に示すように塗布システム１２０によるエッジコーティング処理のために位置決めする。搬送部１１０は、エッジコーティング処理の後、基板１０１をステーション１６３に戻す。視認システム１６０は、本発明の利点を損なうことなく、市販の構成要素を用いて実施するとしてよい。

【００１８】

図４Ａは、エッジコーティング処理における基板１０１およびローラ１２１の相対的な関係を示す斜視図である。コーティング材料は、供給管４１１を介して、ローラ１２１の溝１２５へと供給される。供給管４１１は、可撓性の供給管１４１を介して、材料供給タンク（図７の参照番号１４２を参照のこと）からコーティング材料を受け取る。駆動機構１２２は、コーティング材料が溝１２５に供給されている間、カム１２３およびローラ１２１を回転させる。基板１０１は、カム１１２に機械的に結合されているチャック１１３によって保持されている。エッジコーティング処理中、搬送部１１０の回転駆動部１３１

10

20

30

40

50

がカム 112 を回転させるので、基板 101 も回転させられる。基板 101 のエッジは、溝 125 内に配置されて、コーティング材料が塗布される。余分なコーティング材料は、ドクターブレード（不図示）によって除去される。基板 101 の中心は、エッジコーティング処理中は、比較的一定の位置にある。回転駆動部 131 は、チャック 113 および基板 101 と共に、カム 112 を回転させる。空気バネ 126（図 3 を参照のこと）は、ローラ 121 が基板 101 の形状に追従するように、従動子 123 を押してカム 112 に追従させる。

【0019】

図 4 B は、エッジコーティング処理における基板 101 およびローラ 121 の相対的な関係を示す側面図である。尚、基板 101 のエッジは、エッジコーティング処理中において、ローラ 121 に物理的に接触していない。基板 101 のエッジは、溝 125 に挿入されている。カム 112 の形状は基板 101 と同様または同一であり、従動子 123 がカム 112 と機械的に接触しているので、ローラ 121 は、物理的に接触することなく、基板 101 のエッジにコーティング材料を塗布することができる。

【0020】

図 5 A および図 5 B は、本発明の実施形態に係る、エッジコーティング処理中の基板 101 に対するローラ 121 を相対的に示す概略側面図および概略上面図である。図 5 B には、滑動アセンブリ 124 の空気バネ 126 が従動子 123 に対して比較的一定の力を加えているので、従動子 123 はカム 112 の形状を追従するように移動する様子が概略的に示されている。基板 101 のエッジは、溝 125 の表面またはローラ 121 のその他の部分に接触することなく、溝 125 の内部に配置されている。

【0021】

図 6 A および図 6 B は、本発明の実施形態で利用される従来の空気バネ 126 の動作原理を示す概略図である。図 6 A および図 6 B に示す例では、空気バネ 126 は圧力 P_1 を維持するように構成されているので、従動子 123 に加えられる力は、カム 112 の外形に関わらず比較的一定である。負荷圧力 P_{LOAD} に等しい圧力 P_0 は、給気システムを用いて空気バネ 126 に加えられる。当該給気システムは、小さい換気孔 502 を有しており、空気が漏れて漏れ圧力 P_{LEAK} が発生する。このように空気が漏れるので、空気バネ 126 の加圧チャンバ 503 に加えられる総圧力は、 $P_1 = P_0 - P_{LEAK}$ となる。チャンバ 503 の反対側の空気バネ 126 のチャンバ 505 は、大気圧の状態である。したがって、チャンバ 505 には圧力または抵抗力がかかっていない。ピストン 504 は、従動子 123 と接触している。従動子 123 がカムの平坦部分または中央部分に対して押圧されている場合、空気バネ 126 が従動子 123 に力を加え、図 6 A に示すように従動子 123 が押圧されてカム 112 と接触する。カム 112 の角のエッジが従動子 123 と接触するようにカム 112 が回転している場合、カム 112 は従動子 123 を押し返して、図 6 B に示すように空気バネ 126 に対して力が加わる。図 6 B の場合、チャンバ 503 内の空気の体積は減少して、チャンバ 503 内の圧力 P_1 が増加する。このため、換気孔 502 から空気がいくらか流出していき、チャンバ 503 内の圧力 P_1 は比較的一定に保たれる。

【0022】

図 7 は、本発明の実施形態に係るコーティング材料供給システムを示す斜視図である。図 7 に示す例では、材料供給システムは、コーティング材料を含む材料供給タンク 142 を有する。タンク 142 から供給されるコーティング材料は、可撓性の供給管 141 を介して供給管 411 に流入する。コーティング材料は、供給管 411 内を流れてローラ 121 に到達し、ローラ 121 によって、物理的に接触することなく、基板 101 のエッジに塗布される。

【0023】

一実施形態において、非円形の基板 101 は、略正形状を持つ（例えば、図 7 に示す基板 101 を参照のこと）半導体ウェハを含む。ウェハの中心がカム表面の中心と一致すると仮定すると、ウェハの丸みを帯びた角部分に塗布されるコーティング材料の幅は、以

10

20

30

40

50

下の式によって表される。

【数 1】

$$\text{コーティング幅} = \frac{\text{ウェハ直径} - \text{カム直径}}{2} - \frac{\text{従動子直径} - \text{ローラ直径}}{2}$$

一方、ウェハのエッジのうち平坦な部分に塗布されるコーティング材料の幅は、以下の式によって表される。

【数 2】

$$\text{コーティング幅} = \frac{\text{ウェハ幅} - \text{カム幅}}{2} - \frac{\text{従動子直径} - \text{ローラ直径}}{2}$$

【0024】

ウェハの中心がカム表面の中心と一致しない場合、ウェハのエッジに塗布されるコーティング材料の幅は一般的に、以下の式によって表される。

【数 3】

$$\text{コーティング幅} = \frac{\text{ウェハ直径} - \text{カム直径}}{2} - \frac{\text{従動子直径} - \text{ローラ直径}}{2} \pm \text{ウェハ表面中心とカム表面中心との間の距離}$$

【0025】

上述の記載からすると、コーティング幅は、所与のウェハ直径に対してカムの直径、従動子の直径、ローラの直径、およびカムの幅を選択することによって、特定の用途向けに調整することが可能である。

【0026】

以上から分かるように、非接触型エッジコーティングシステム 100 は、本発明の利点を損なうことなく、さまざまなコーティング材料を利用するとしてよい。例えば、エッジコーティングシステム 100 は、サーマルインクを利用するとしてよい。しかし、エッジコーティングシステム 100 は、大型のオープンで硬化または乾燥させる必要がないコーティング材料を利用することが好ましい。一実施形態によると、コーティング材料は、SunJet 社製のような、蠟を含むホットメルトインクを含む。ホットメルトインクを利用する場合、タンク 142 および関連して設けられるホース、管状系統、および供給管は、加熱することが好ましい。

【0027】

別の実施形態では、コーティング材料は、UV（紫外線）硬化性メッキレジストを含む。UV 硬化性メッキレジストは、集束ビームを供給する LED（発光ダイオード）システム、例えば、スポット硬化 LED またはリキッドライトガイドに露光することによって硬化させられるとしてよい。スポット硬化 LED およびリキッドライトガイドは、例えば、UV Process Supply, Inc 社から市販されているものを利用することができる。硬化方法として他に考えられるものは、例えば、Fusion UV Systems Inc 社または Dymax Corporation 社から市販されている UV ランプまたは UV 電球を用いるものである。UV 硬化性メッキレジストは、「UV インク」とも呼ばれ、太陽電池用のエッジコーティング材料として多くの利点を持ち、例えば、熱要件が低いので、先行する処理工程で堆積させられたホットメルトが液状化することがなく、特定の領域に限定して UV 硬化を集中して行うことができるので、太陽電池の正面側に UV 露光を行うことがない。以下の説明でより明らかになるが、UV 硬化性メッキレジストはさらに、必要な硬化設備が小型で、塗布システムへの実装が容易であるという利点を持つ。

【0028】

図 8 には、本発明の別の実施形態に係る非接触型エッジコーティングシステム 800 を示す。システム 800 は、システム 100 と同様に、図 1 の例ではローラ 821 として示す塗布部が非円形の太陽電池基板 801 と物理的に接触することなく、基板 801 にコーティング材料を塗布するように構成されているという点において、非接触型である。しかし、システム 800 は、機械的配置ではなく、電子制御手段を用いて、基板に対して相対

10

20

30

40

50

的に塗布部を位置決めするという点で、システム１００と相違する。

【００２９】

図８に示す例では、非接触型エッジコーティングシステム８００は、搬送部８１０と、塗布システム８２０と、処理対象物保持アセンブリ８４０と、制御システム９００（図１２を参照のこと）と、事前位置合わせステーション８６３と、硬化部８５１とを備える。塗布システム８２０にコーティング材料を供給するコーティング材料供給システムは、図示の便宜上、図８には示していない。システム８００で利用可能な材料供給システムの一例としては、図７を参照しつつ上述したものが挙げられる。本発明の利点を損なうことなく、その他の材料供給システムを利用するとしてもよい。

【００３０】

搬送部８１０は、事前位置合わせステーション８６３と、基板８０１のエッジを塗布システム８２０がコーティングすることが出来る位置との間で、非円形の太陽電池基板８０１を移動させるためのハンドリング機構を有するとしてよい。基板８０１は、略正形状を持つ半導体ウェハを含むとしてよい。

【００３１】

図８に示す例では、搬送部８１０は、ピックアンドプレイスロボットを有する。搬送部８１０は、ビーム８７３と、エンドエフェクタ８７２を含むアーム８７１とを有するとしてよい。エンドエフェクタ８７２を上下させることによって、基板８０１を取り上げる、または、配置するとしてよい。エンドエフェクタ８７２は、真空力によって基板８０１を保持するとしてよい。

【００３２】

基板８０１は、製造担当者によって手動で、または、自動ハンドリングシステム（不図示）によって、事前位置合わせステーション８６３に配置されるとしてよい。ステーション８６３は、容易に位置を特定できるように、搬送部８１０と相対的に一定の座標に設けられている。また、ステーション８６３は、基板８０１を搬送部８１０に対して相対的に事前に位置合わせできるような形状を持つので、基板８０１の取り出しおよび位置合わせが容易になる。動作を説明すると、搬送部８１０はステーション８６３から基板８０１を取って、塗布システム８２０に向かってビーム８７３に沿って滑動し、基板８０１を保持アセンブリ８４０に載置する。搬送部８１０は、エッジコーティング処理後に、逆方向の動作を実行して基板８０１をステーション８６３に戻す。

【００３３】

保持アセンブリ８４０は、基板８０１を支持および保持するように構成されるとしてよい。保持アセンブリ８４０は、例えば、真空力によって基板８０１を保持するチャック８４３として設けられる基板支持部を有するとしてよい。保持アセンブリ８４０はさらに、チャック８４３および基板８０１を回転させる回転駆動部８４２を、所定位置に有するとしてよい。チャック８４３の中心は、一定の座標にあるとしてよく、エッジコーティング中に変わらない。

【００３４】

塗布システム８２０は、単一軸滑動アセンブリ８２４に載っているローラ８２１として設けられている塗布部を有するとしてよい。ローラ８２１は、基板８０１のエッジが挿入される溝８２５（図１１Ａおよび図１１Ｂを参照のこと）として設けられている凹部を含む。以下の説明でより明らかになるが、滑動アセンブリ８２４は、単一軸に沿ってローラ８２１を移動させて、基板８０１のエッジに物理的に接触することなく、基板８０１のエッジにコーティングを施す。コーティング材料は、溝８２５に塗布され（図１１Ａに示す供給管８１１を参照のこと）、溝８２５内にエッジを位置させることによって基板８０１のエッジに移される。回転駆動部８４２によって基板８０１を回転させることによって、基板８０１の周縁エッジの全周にわたってコーティングを施すことができる。硬化部８５１は、コーティング材料として用いられているＵＶ硬化性メッキレジストを硬化させるスポット硬化ＬＥＤまたはその他の手段を含むとしてよい。本発明の利点を損なうことなく、サーマルインクおよびホットメルトインク等、その他のコーティング材料も用いるとし

10

20

30

40

50

てよい。

【0035】

制御システム900は、チャック843上にある基板801の画像を撮像するカメラ862と、カメラ862の光源となる照明器具864と、カメラ862が撮像した画像を処理して、基板801のエッジに物理的に接触することなく、基板801のエッジにローラ821がコーティング材料を塗布するように、基板801に対して滑動アセンブリ824を近接および離間させるコンピュータ861とを有するとしてよい。制御システム900はさらに、図12を参照しつつ後述する。

【0036】

図9および図10はそれぞれ、システム800を示す側面図および上面図である。図9および図10に参照番号付で示した構成要素は、図8を参照しつつ既に説明している。

【0037】

図11Aおよび図11Bはそれぞれ、エッジコーティング処理における、基板801とローラ821との相対的な関係を示す斜視図および側面図である。コーティング材料は、供給管411を介して、溝825へと塗布される。供給管411は、可撓性の供給管141（図7を参照のこと）を介して、コーティング材料を受け取る。基板801のエッジは、溝825内にあるコーティング材料を受け取る。チャック843は、回転駆動部842（図8および図9を参照のこと）によって回転させられて、基板801を回転させる。この結果、約100 - 300 RPMおよび200 - 370 deg/secという速度で、ウェハの周縁エッジの全周に渡ってコーティング材料でコーティングすることができる。図11Aおよび図11Bに示すように、基板801のエッジは溝825に挿入されているが、エッジコーティング処理中に、ローラ821のいずれの部分にも、また、システム800のいずれのハードウェア構成要素にも接触していない。

【0038】

図12は、本発明の実施形態に係る非接触型エッジコーティングシステム800用の制御システム900を示す概略図である。図12に示す例では、制御システム900は、コンピュータ861と、カメラ862と、駆動モジュール942と、データ取得モジュール943と、対応するデータ取得制御ソフトウェア944とを備える。

【0039】

データ取得モジュール943は、カメラ862が撮像した画像を受信して、当該画像をコンピュータ861による読み取りおよび処理が可能な形式に変換するとしてよい。駆動モジュール942は、滑動アセンブリ942およびローラ821を単一軸に沿って駆動するための制御信号をコンピュータ861から受信するとしてよい。データ取得制御ソフトウェア944は、カメラ862が撮像した画像を処理して、ローラ821を駆動するための対応する制御信号を出力するためのコンピュータ読み取り可能プログラムコードを含むとしてよい。動作を説明すると、制御システム900は、物理的に接触させることなく基板801のエッジにコーティングを施すことのために、基板801に対してローラ821を近接および離間させるためのクローズドループサーボとして動作している。

【0040】

ソフトウェア944は、エッジコーティング処理に先立って、基板801のエッジ上のポイント（「エッジポイント」）の位置を特定するべく、チャック843上にある基板801の画像を撮像するように、データ取得モジュール943に命令する。エッジコーティング処理中、ソフトウェア944は、エッジポイントを追いかけて、対応する制御信号を駆動モジュール942に送信して、基板801の回転速度を所与として所定のコーティング距離でエッジポイントをローラ821が追従するように、滑動アセンブリ824を移動させる。このようにして、制御システム900は、基板801の形状が円形でないにも関わらず、ローラ821の溝825の端面と、基板801のエッジとの間にコーティング距離を保つ。

【0041】

図13A、図13B、図13C、および図13Dは、本発明の実施形態に係るエッジコ

10

20

30

40

50

ーティング処理中の、単一軸 971 に沿ったローラ 821 の移動を示す概略図である。図 13A において、制御システム 900 は、エッジコーティングに先立って、基板 801 のエッジポイント 1 - 16 の位置を特定する。この時点において、ローラ 821 の中心は、軸 971 では位置 974 にあり（水平軸上では位置 X0 にある）、基板 801 から離れている。図 13A、図 13B、図 13C、および図 13D の例では、基板 801 の中心 975 は、軸 971 に一致する一定の座標にある。

【0042】

図 13B では、制御システム 900 は、基板 801 のエッジにコーティング材料を塗布するべく、ローラ 821 の位置を移動させる。そして、ローラ 821 および基板 801 を同一方向に、本例では反時計回り方向（矢印 951 を参照のこと）に、回転させる。制御システム 900 は、基板 801 のエッジポイント 1 が軸 971 上にある場合には、軸 971 に沿って位置 976（水平軸上では位置 X1）にローラ 821 の中心を位置決めして、基板のエッジに対してコーティング距離を保つ。一般的に、制御システム 900 は、基板 801 を回転させている間、エッジポイント 1 - 16 を追いかける。基板 801 の回転中心である中心 975 の座標が固定されていて、その固定座標およびエッジポイント 1 - 16 の位置を知っていれば、制御システム 900 は、基板 801 を回転させている間、計算することで基板 801 のエッジを全周にわたって追いかけ、基板 801 のエッジと相対的にローラ 821 を移動させて、エッジと物理的に接触しないようコーティング距離を維持する。

【0043】

図 13C は、基板 801 が回転している場合に、制御システム 900 が、ローラ 821 の中心を、軸 971 上を位置 977（水平軸上では位置 X2）へと移動させて、エッジポイント 2 について距離を空けている様子を示している。このため、エッジポイント 2 とローラ 821 とを物理的に接触させることなく、ローラ 821 から基板 801 のエッジポイント 2 へとコーティング材料を塗布することができる。

【0044】

図 13D は、基板 801 が回転している場合に、制御システム 900 が、ローラ 821 の中心を、軸 971 上を位置 978（水平軸上では位置 X3）へと移動させて、エッジポイント 3 が軸 972 上に来るようにしている様子を示している。

【0045】

制御システム 900 は常に、基板 801 に対してローラ 821 を近接および離間させるように調整して、基板 801 との間にコーティング距離を維持して、非接触エッジコーティングを実行している。

【0046】

図 14 は、本発明の実施形態に係る太陽電池基板のエッジをコーティングする方法 980 を示すフローチャートである。方法 980 の説明には非接触型エッジコーティングシステム 800 の構成要素を用いるが、これは例示を目的とするのみである。本発明の利点を損なうことなく、その他の構成要素を用いるとしてもよい。

【0047】

方法 980 は、エッジコーティング処理を開始する前に、基板のエッジ上にあるポイントの位置を特定することが開始される（工程 981）。例えば、搬送部 810（図 8 を参照のこと）が、事前位置合わせステーション 863 から基板 801 を取って、チャック 843 上に基板 801 を載置するとしてよい。データ取得制御ソフトウェア 944（図 12 を参照のこと）は、データ取得モジュール 953 に対して、基板 801 の画像を撮像するように命令するとしてよい。ソフトウェア 944 は、画像に基づき、基板のエッジ上のポイントの位置を特定するとしてよい。

【0048】

そして、基板を回転させている間、エッジポイントを追いかける（工程 982）。例えば、ソフトウェア 944 は、チャック 843 に保持されている基板 801 が回転させられている間、基板 801 の画像を常に受信するとしてよい。基板 801 は、固定回転軸を中

心として回転させられており、ソフトウェア 944 には固定回転軸の座標が既知である。ソフトウェア 944 は、エッジポイントを追いかけることによって、基板 801 のエッジの軌道を算出することができるので、ローラ 821 の単一移動軸で基板 801 のエッジがどの程度延伸しているかを算出することができる。このため、ソフトウェア 944 は、ローラ 821 および基板 801 が回転させられている間、ローラ 821 と基板 801 のエッジとの間のコーティング距離を求めることができる。

【0049】

コーティング材料を基板のエッジに塗布する塗布部は、単一軸に沿って、基板のエッジに対してコーティング距離を維持するべく移動させられる（工程 983）。非接触型エッジコーティングシステム 800 を用いて例で説明を続けると、ソフトウェア 944 は、駆動モジュール 942 に制御信号を送信して、ローラ 821 および基板 801 を回転させている間、溝 825 の表面（図 11A を参照のこと）と基板 801 のエッジとの間のコーティング距離を保つように、滑動アセンブリ 824 を駆動する。コーティング距離は、基板 801 のエッジをコーティングできるような予め定められた一定の距離であってもよいし、または、所定の範囲内の距離であってもよい。

【0050】

基板のエッジは、基板を回転させつつ、コーティング材料でコーティングされる（工程 984）。例えば、コーティング材料をローラ 821 の溝 825 に塗布するとしてよい。溝 825 内のコーティング材料は、ローラ 821 および基板 821 が回転させられると、基板 801 のエッジに与えられる。コーティング材料は、サーマルインク、ホットメルトインク、または、好ましくは UV 硬化性メッキレジストを含むとしてよい。

【0051】

コーティング材料は、基板が基板支持部上にある間に、硬化されるとしてよい（工程 985）。これは、例えば、UV 硬化性メッキレジストを利用する場合に利用可能な任意の工程である。この場合、基板 801 がまだチャック 843 上にある間に、硬化部 851 を起動して、基板 801 のエッジにコーティングされた UV 硬化性メッキレジストを硬化させる。このようにすることで、基板 801 をチャック 843 に 1 回搭載すれば、コーティング工程および硬化工程を実行することができるようになる。

【0052】

搬送部 810 は、エッジコーティング処理後に、チャック 843 から基板 801 を取って、事前位置合わせステーション 863 に基板 801 を戻すとしてよい。

【0053】

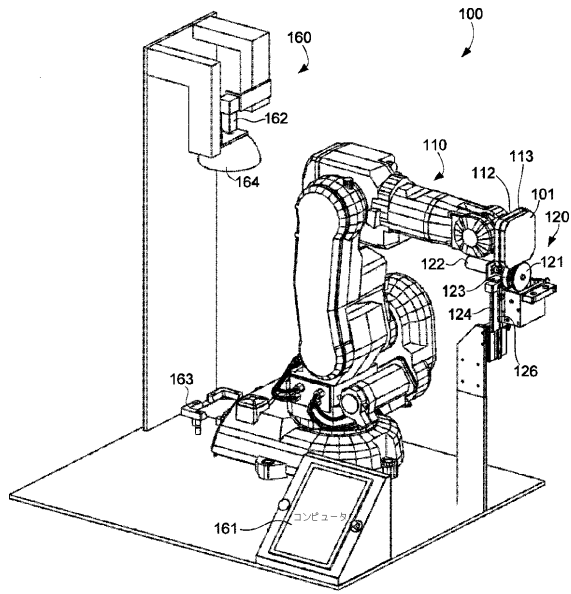
太陽電池基板に対して非接触型エッジコーティング処理を実行するための装置および方法を開示している。本発明の具体的な実施形態を挙げているが、上記の実施形態は本発明を例示するために記載されたに過ぎず本発明を限定するものではないものと理解されたい。本開示内容を参照すれば、当業者には、さらに数多くの実施形態を実施できることが明らかである。

10

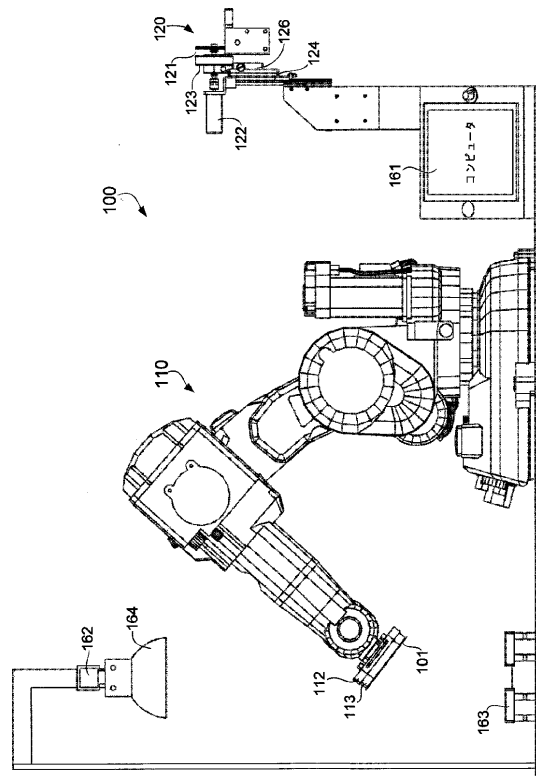
20

30

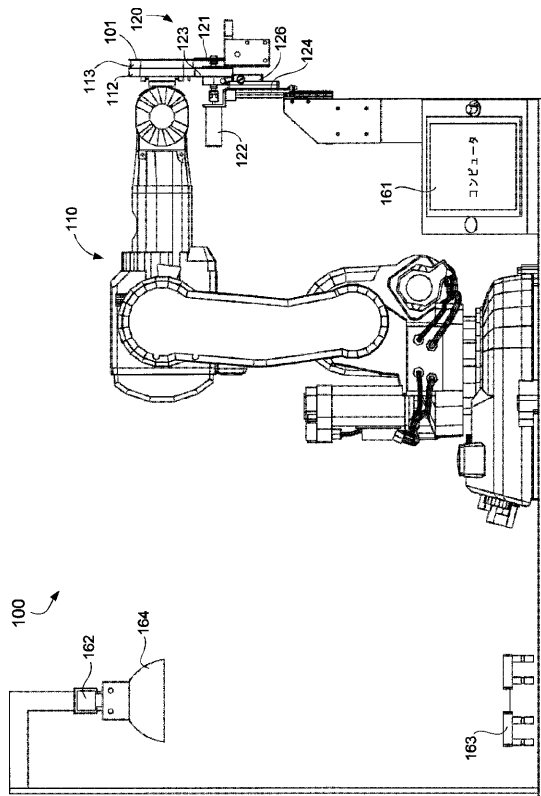
【図 1】



【図 2】

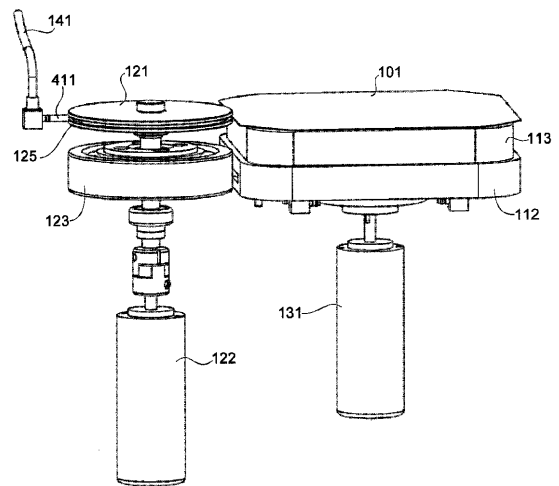


【図 3】



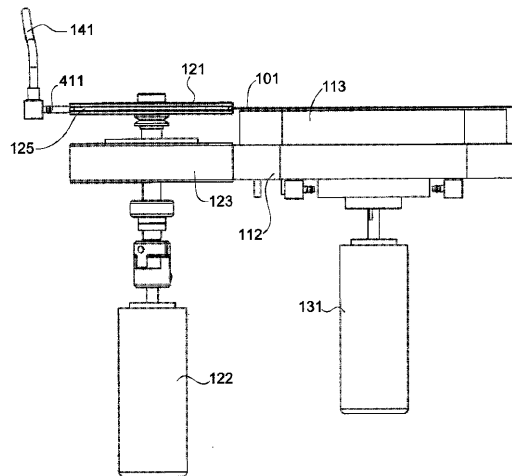
【図 4 A】

材料供給タンクへ



【図 4 B】

材料供給タンクへ



【図 5 A】

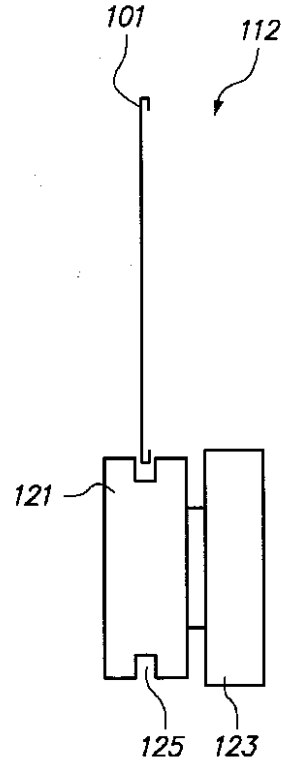


FIG. 5A

【図 5 B】

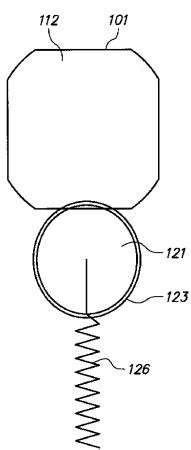
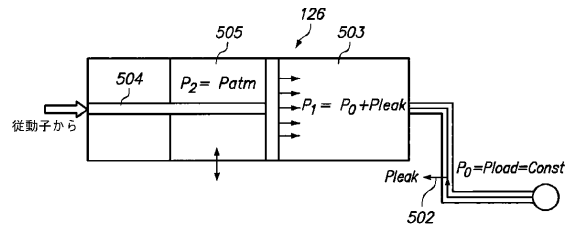


FIG. 5B

【図 6 B】



(先行技術)

【図 7】

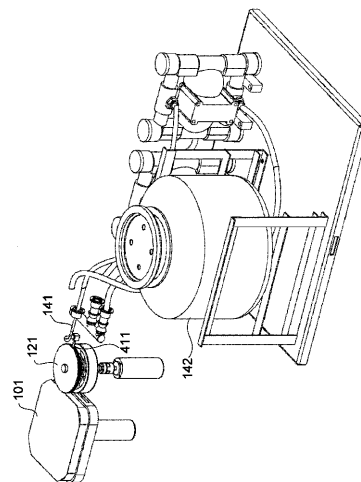
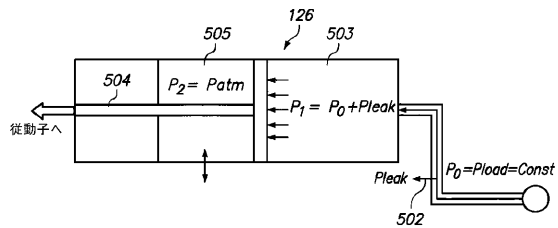


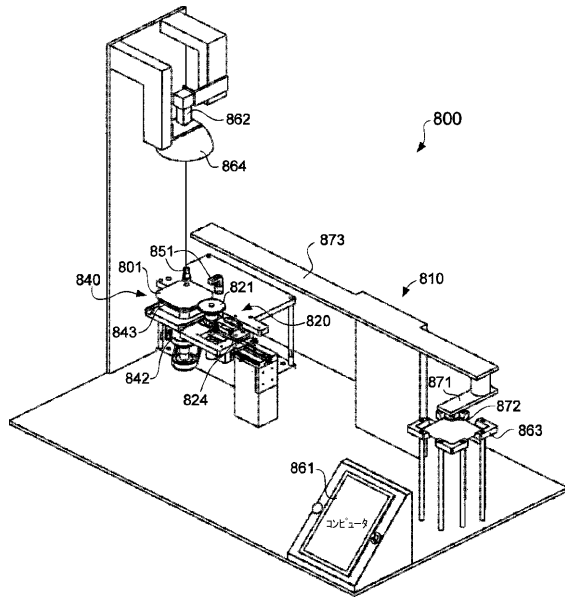
FIG. 7

【図 6 A】

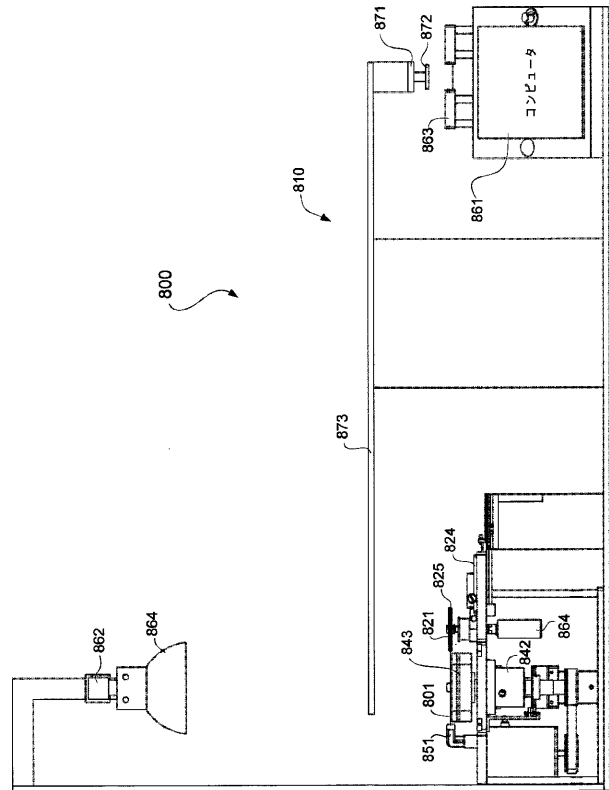


(先行技術)

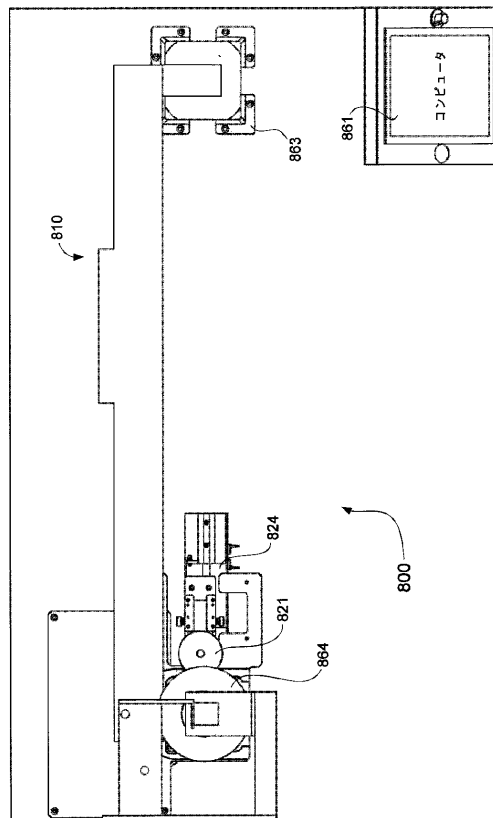
【図 8】



【図 9】

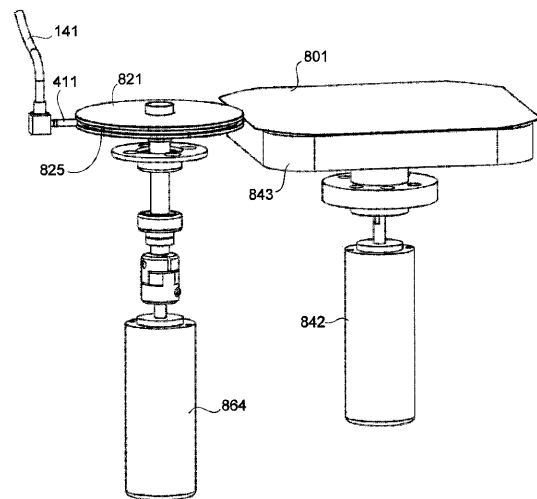


【図 10】



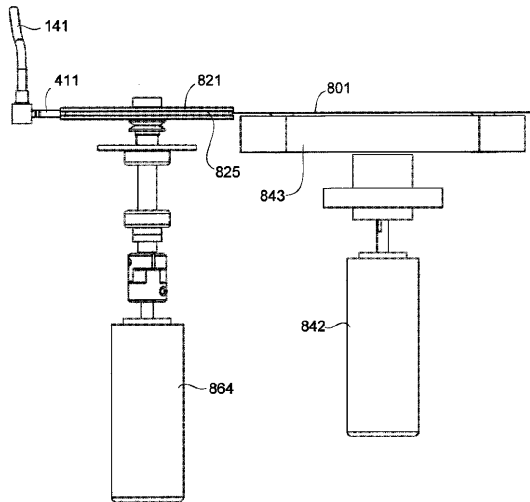
【図 11 A】

材料供給タンクへ



【図 11B】

材料供給タンクへ



【図 13A】

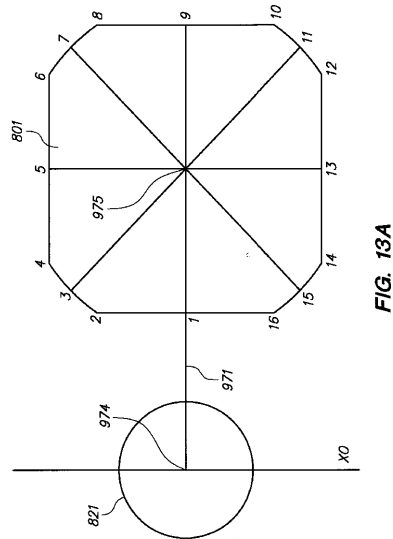
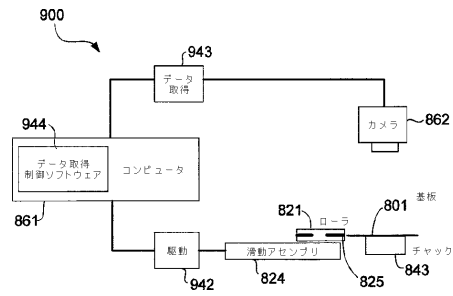


FIG. 13A

【図 12】



【図 13B】

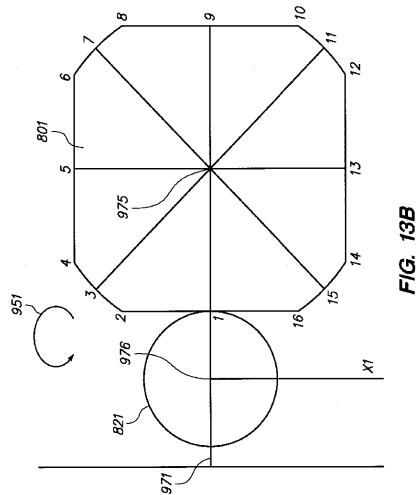


FIG. 13B

【図 13C】

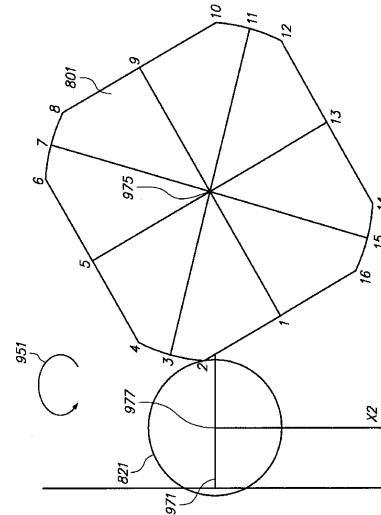


FIG. 13C

【図13D】

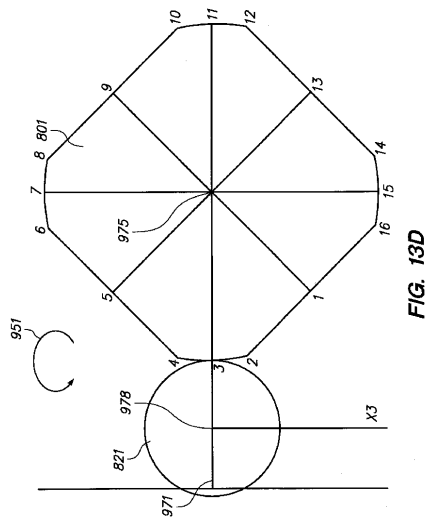
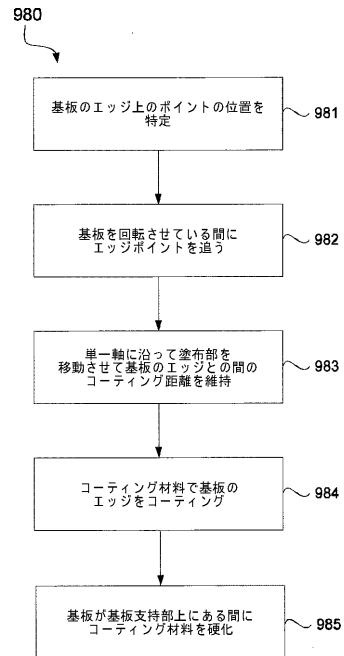


FIG. 13D

【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 パヴァニ、ルカ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 95134、サンノゼ、ノース ファースト ストリート
3939 サンパワー コーポレーション内

審査官 井上 徹

(56)参考文献 米国特許第06231327(US, B1)

特開平07-263474(JP, A)

特開平01-176469(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 31/04 - 31/078、51/42

B05C 1/02

B05D 1/28

B05D 7/00