

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7097821号

(P7097821)

(45)発行日 令和4年7月8日(2022.7.8)

(24)登録日 令和4年6月30日(2022.6.30)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/04 (2006.01)

C 2 3 C 14/04

A

請求項の数 14 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-561623(P2018-561623)	(73)特許権者	517381843
(86)(22)出願日	平成29年5月24日(2017.5.24)		イマジン・コーポレーション
(65)公表番号	特表2019-516866(P2019-516866 A)		アメリカ合衆国・ニューヨーク・1 2 5 3 3・ホープウェル・ジャンクション・ ルート・5 2・2 0 7 0・ビルディング ・3 3 4
(43)公表日	令和1年6月20日(2019.6.20)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/US2017/034203		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2017/205479	(74)代理人	100110364
(87)国際公開日	平成29年11月30日(2017.11.30)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	令和2年5月15日(2020.5.15)	(74)代理人	100133400
(31)優先権主張番号	62/340,793		弁理士 阿部 達彦
(32)優先日	平成28年5月24日(2016.5.24)	(72)発明者	アマルクマール・ビー・ゴージュ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国・ニューヨーク・1 2 5 3 3・ホープウェル・ジャンクション・
(31)優先権主張番号	15/602,939		
(32)優先日	平成29年5月23日(2017.5.23)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シャドーマスク堆積システム及びその方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シャドーマスクの貫通孔の配列を介して基板の第1の領域に材料のパターンを堆積させるためのシステムであって、前記基板が、第1の主面、及び、前記第1の領域を含む第2の主面を含み、前記シャドーマスクが、第3の主面、及び、前記貫通孔を含む第4の主面を含み、

前記システムが、

前記基板を保持するための第1のチャックであって、前記第1の主面に第1の引力を選択的に与えるように寸法決めされて配置されている第1のチャックと、

前記シャドーマスクを保持するための第2のチャックであって、前記材料が前記貫通孔まで前記第2のチャックを通過することを可能にする第1の開口部を完全に囲む円形のフレームを備え、前記シャドーマスクが前記第3の主面で前記第2のチャックに装着されたとき、前記第4の主面内に引張歪みを誘導することによって前記シャドーマスクの重力によって生じる垂れ下がりやを軽減するように構成される環状の装着面を前記フレームが有し、前記フレームが、前記第1の開口部に近接する第1の縁部と前記第1の開口部の遠位側にある第2の縁部との間に前記装着面が延びる断面を有し、前記装着面及び第1の縁部が、第1の平面内の第1の点で交わり、前記装着面及び前記第2の縁部が、第2の平面内の第2の点で交わり、前記シャドーマスクと基板とが位置合わせされたとき、前記第1の平面が、前記第2の平面より前記基板に近い、第2のチャックと、

前記シャドーマスクと前記基板とを位置合わせするために、前記第1のチャックと前記第

２のチャックとの相対位置を制御するための位置合わせシステムと、
を備える、システム。

【請求項２】

前記第１のチャック、第２のチャック及び位置合わせシステムが共同で、前記基板とシャドーマスクとの位置合わせを、それらの間の間隔が２５ミクロン以下である状態で可能にする、請求項１に記載のシステム。

【請求項３】

前記第１のチャック、第２のチャック及び位置合わせシステムが共同で、前記基板とシャドーマスクとの位置合わせを、それらの間の間隔が２０ミクロン以下である状態で可能にする、請求項１に記載のシステム。

10

【請求項４】

前記第１のチャック、第２のチャック及び位置合わせシステムが共同で、前記基板とシャドーマスクとの位置合わせを、それらの間の間隔が１０ミクロン以下である状態で可能にする、請求項１に記載のシステム。

【請求項５】

前記第１のチャック、第２のチャック及び位置合わせシステムが共同で、前記基板とシャドーマスクとの位置合わせを、それらの間の間隔が０ミクロンよりも大きい状態で可能にする、請求項２から４の何れか一項に記載のシステム。

【請求項６】

前記装着面が非線形である、請求項１に記載のシステム。

20

【請求項７】

前記第２のチャックが、前記第１の開口部内に支持格子をさらに含み、前記支持格子が、前記シャドーマスクの重力による垂れ下がりを経減するように寸法決めされて配置されている、請求項１に記載のシステム。

【請求項８】

前記第２のチャックが、前記シャドーマスクの湾曲を生じさせるように寸法決めされて配置されている、請求項１に記載のシステム。

【請求項９】

前記シャドーマスクが、

(i) 第１の厚さ、中央開口部及び前記第３の主面を有するハンドル基板、及び、

30

(i i) 前記中央開口部に懸架され、前記第４の主面を含む膜

を備えるとき、

前記第２のチャックが、前記シャドーマスクを保持するように構成され、

前記第２のチャックが、前記第１の開口部内に位置する支持格子を含み、

前記支持格子が、複数の支持リブを含み、各々が、第３の平面に位置する第１の表面を有し、前記シャドーマスクが前記第２のチャックに保持されると、前記複数の支持リブが、前記ハンドル基板を通して延びて前記膜を支持するように、前記複数の支持リブが、前記第１の厚さに等しい距離だけ前記装着面を越えて延びる、請求項１に記載のシステム。

【請求項１０】

シャドーマスクの貫通孔の配列を介して基板の第１の領域に材料のパターンを堆積させるための方法であって、前記基板が、第１の横方向の長さを有する第１の主面及び第２の主面を含み、前記第２の主面が、前記第１の領域を含み、前記シャドーマスクが、第３の主面、及び、前記貫通孔を含む第４の主面を含み、

40

前記方法が、

前記第１の主面に選択的に第１の引力を与える第１のチャックに前記基板を保持する段階と、

前記第３の主面に選択的に第２の引力を与える第２のチャックに前記シャドーマスクを保持する段階であって、前記第２のチャックが、前記第２のチャックを介して前記貫通孔まで前記材料を含む粒子の移動を可能にする第１の開口部を完全に囲む円形のフレームを含み、前記シャドーマスクが前記第２のチャックに保持されたとき、前記第４の主面内に引

50

張歪みを誘導するように構成される装着面を前記フレームが含み、前記フレームが、前記第 1 の開口部に近接する第 1 の縁部と前記第 1 の開口部の遠位側にある第 2 の縁部との間に前記装着面が延びる断面を有し、さらに、前記装着面及び第 1 の縁部が、第 1 の平面内の第 1 の点で交わり、前記装着面及び前記第 2 の縁部が、第 2 の平面内の第 2 の点で交わり、前記シャドーマスクと基板とが位置合わせされたとき、前記第 1 の平面が、前記第 2 の平面より前記基板に近い、段階と、
前記第 2 の主面及び前記第 4 の主面が 10 ミクロン以下の距離だけ離れるように、前記基板と前記シャドーマスクとを位置合わせする段階と、
前記材料を含む粒子の流れを前記第 2 のチャック及び前記シャドーマスクに通す段階と、
を含む、方法。

10

【請求項 11】

前記第 2 の主面及び前記第 4 の主面が、0 ミクロンより大きく、10 ミクロン以下の距離だけ離れるように、前記基板とシャドーマスクとが位置合わせされる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記貫通孔を含む前記シャドーマスクの領域に前記シャドーマスクを機械的に支持することによって、重力によって生じる垂れ下がりが軽減される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 2 のチャックが、前記第 1 の開口部に位置する支持格子であって、前記シャドーマスクを物理的に支持するように寸法決めされて配置されている支持格子を含むように、前記第 2 のチャックを提供する段階をさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

20

【請求項 14】

前記シャドーマスクが、

(i) 第 1 の厚さ、中央開口部及び前記第 3 の主面を有するハンドル基板、及び、

(i i) 前記中央開口部に懸架され、前記第 4 の主面を含む膜

を含むように、前記シャドーマスクを提供する段階と、

前記支持格子が、複数の支持リブを含み、各々が、第 3 の平面に位置する第 1 の表面を有し、前記ハンドル基板を通して延びて前記膜を支持するように前記第 1 の厚さに等しい距離だけ前記装着面を越えて延びるように、前記支持格子を提供する段階と、をさらに含む、請求項 13 に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本件は、2016 年 5 月 24 日に出願された米国仮特許出願第 62 / 340 , 793 号 (代理人整理番号 : 6494 - 208PR1) に優先権を主張し、それは、参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は、一般的には薄膜堆積に関し、より詳細には薄膜堆積装置に関する。

【背景技術】

40

【0003】

シャドーマスクベースの堆積は、堆積プロセス自体の間に層の所望のパターンが画定されるように、材料の層が基板の表面上に堆積されるプロセスである。これは、「直接パターンニング」とも呼ばれる成膜技術である。

【0004】

典型的なシャドーマスク堆積プロセスでは、所望の材料は、シャドーマスクが供給源と基板との間に配置された状態で、基板から離れたところにある供給源で気化される。材料の気化原子が基板に向かって移動すると、それらは、基板の表面に接触するか、その直前に配置されるシャドーマスクの一組の貫通孔を通過する。貫通孔 (すなわち、開口部) は、基板上の材料に適したパターンで配置される。その結果、シャドーマスクは、貫通孔を通

50

過する気化原子以外の全ての気化原子の通過を阻止し、貫通孔を通過する気化原子は、目的のパターンで基板表面に堆積する。シャドーマスクベースの堆積は、アートの開発に使用される衣料品やステンシル製品にパターン（例：背番号など）を形成するために使用されるシルクスクリーン技法に似ている。

【0005】

シャドーマスクベースの堆積は、部分的には、材料層が堆積された後に材料層をパターンニングする必要性を回避するという事実により、基板に材料のパターンを堆積するために長年にわたって集積回路（IC）産業で使用されてきた。その結果、それを使用すると、堆積した材料をパターンニングするために厳しい化学薬品（例えば、酸ベースのエッチング剤、腐食性のフォトリソグラフィ現像化学薬品など）に晒す必要がなくなる。さらに、シャドーマスクを使用した堆積では、基板の取り扱いや処理が少なく済むため、基板が破損するリスクが減少し、製造歩留まりが向上する。さらに、有機材料のような多くの材料は、それらを損傷することなくフォトリソグラフィ化学薬品に晒されることができず、それは、シャドーマスクによってそのような材料を堆積することを必要とする。

10

【0006】

残念なことに、従来のシャドーマスク堆積によって得られる特徴分解能は、シャドーマスクを通過した後に堆積材料が横方向に広がる傾向があるために低下し、これは「フェザリング」と呼ばれる。フェザリングは、基板とシャドーマスクとの間隔が大きくなるにつれて大きくなる。その結果、この間隔は通常、基板及びシャドーマスクを保持するチャックの完全性を損なうことなく、できるだけ小さく保たれる。さらに、堆積領域全体にわたるこの間隔の不均一性は、フェザリング量の変動を引き起こす。このような不均一性は、例えば、基板とシャドーマスクとの間の平行性の欠如、基板及びシャドーマスクの一方または両方の湾曲または垂れ下がり等から生じ得る。

20

【0007】

残念ながら、かなりの量のフェザリングが発生するのを防ぐのに十分近くにシャドーマスク及び基板を保持するのは困難である。さらに、シャドーマスクは、気化原子が貫通孔パターンを通過するのを妨げないように、その周辺部でのみ支持されなければならない。その結果、シャドーマスクの中心が重力によって垂れ下がる可能性があり、それが、さらにフェザリングの問題を悪化させる。

【0008】

したがって、実際には、従来技術のシャドーマスクベースの堆積技術によって生成された重要な特徴は、フェザリングに対応するために、通常、比較的広い面積の解放空間によって分離され、それによって、得られるデバイス密度が制限される。例えば、アクティブマトリックス有機発光ダイオード（AMOLED）ディスプレイの各画素は、通常、それぞれ異なる色の光を発する有機発光材料の複数の領域を含む。フェザリング問題のために、従来技術のAMOLEDディスプレイは、典型的には、約600ピクセル/インチ（ppi）以下に制限されており、これは、目に近い拡張現実および仮想現実用途などの多くの用途にとって不十分である。さらに、画素内及び画素間に大きな隙間が必要なため、画素フィルファクタが低下し、ディスプレイの輝度が低下する。結果として、有機層を通る電流密度は、ディスプレイの寿命に悪影響を及ぼす可能性がある所望の輝度を提供するために増加されなければならない。

30

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

高解像度の直接パターンニングを可能にするプロセスの必要性は、従来技術において満たされていないままである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、従来技術のいくつかのコスト及び不利益なしに、基板にパターンニングされた材料の層を高解像度で直接堆積することを可能にする。本発明は、わずか数ミクロンだけ

50

離れているシャドーマスクと基板との高精度な位置合わせを可能にする。本発明はまた、その周縁部でのみ支持されているシャドーマスクの重力による垂れ下がり の軽減を提供する。本発明の実施形態は、高密度画素ディスプレイ（DPD）、高精細ディスプレイなどの、基板に高密度パターンの材料を必要とする用途に特によく適している。

【0011】

本発明の例示的な実施形態は、基板を保持するための第1の装着面を有する第1のチャックと、貫通孔のパターンを含むシャドーマスクを保持するための第2の装着面を有する第2のチャックと、を備える直接パターンニング堆積システムである。第2のチャックは、シャドーマスクの貫通孔のパターンを露出させる中央開口部を囲むフレームを含む。その結果、堆積中に、材料の気化原子が第2のチャック及び貫通孔を通過して、基板の前面の堆積領域に所望のパターンで堆積することが可能である。

10

【0012】

第1のチャックは、基板の背面に選択的に加えられる第1の静電力を発生させる。第1のチャックも、基板の前面から突き出ないように寸法決めされて配置されている。同様に、第2のチャックは、シャドーマスクの背面に選択的に加えられる第2の静電力を生成する。第2のチャックもシャドーマスクの前面から突き出ないように寸法決めされて配置されている。シャドーマスク及び基板が堆積のために整列しているとき、第1及び第2のチャックのどちらの部分も、基板とシャドーマスクとの間の三次元空間に侵入することはない。結果として、基板及びシャドーマスクを堆積中に非常に接近させて配置することができ、それによってフェザリングを軽減することができる。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、第1の引力及び第2の引力のうちの少なくとも1つは、真空発生力、磁力などの静電気以外の力である。

【0014】

いくつかの実施形態では、第2の装着面は、その中央領域の重力による垂れ下がり を軽減するシャドーマスクの前面に引張応力を生じさせるように寸法決めされて配置されている。いくつかのそのような実施形態において、第2のチャックのフレームは、その装着面がフレームの内周の上端から離れて傾斜するように形作られる。その結果、シャドーマスクを第2のチャックに取り付けると、シャドーマスクが僅かに曲がり、シャドーマスクの前面に引張応力が発生する。これらの実施形態のいくつかにおいて、装着面は、フレームの内周の上端から下方に湾曲している。

30

【0015】

本発明の一実施形態は、シャドーマスクの貫通孔の配列を介して基板の第1の領域に材料のパターンを堆積させるためのシステムであって、基板が、第1の領域を含む第1の主面及び第2の主面を含み、シャドーマスクが、貫通孔を含む第3の主面及び第4の主面を含み、このシステムが、基板を保持するための第1のチャックであって、第1の主面に第1の引力を選択的に与えるように寸法決めされて配置されている第1のチャックと、シャドーマスクを保持するための第2のチャックであって、材料が貫通孔まで第2のチャックを通過することを可能にする第1の開口部を囲むフレームを備え、第3の主面に第2の引力を選択的に与えるように寸法決めされて配置されている、第2のチャックと、シャドーマスクと基板とを位置合わせするために、第1のチャックと第2のチャックとの相対位置を制御するための位置合わせシステムと、を備える、システムである。

40

【0016】

本発明の別の実施形態は、シャドーマスクの貫通孔の配列を介して基板の第1の領域に材料のパターンを堆積させるためのシステムであって、基板が、第1の横方向の長さを有する第1の主面及び第2の主面を含み、第2の主面が、第1の領域を含み、シャドーマスクが、貫通孔を含む第3の主面及び第4の主面を含み、このシステムが、基板を保持するための第1のチャックと、シャドーマスクを保持するための第2のチャックであって、材料が貫通孔まで前記第2のチャックを通過することを可能にする第1の開口部を囲むフレームを備える第2のチャックと、を備え、シャドーマスクと基板とが位置合わせされるとき

50

、シャドーマスクと基板とが共同で第２の領域を画定し、第２の領域が、（１）第１の横方向の長さ以上の第２の横方向の長さを有し、（２）基板とシャドーマスクとの間の間隔に等しい厚さを有し、（３）第１のチャック及び第２のチャックを除外し、第１のチャック及び第２のチャックが、その厚さが０ミクロンより大きく、２５ミクロン以下になることを可能にするように寸法決めされて配置されている、システムである。

【００１７】

本発明のさらに別の実施形態は、シャドーマスクの貫通孔の配列を介して基板の第１の領域に材料のパターンを堆積させるための方法であって、基板が、第１の横方向の長さを有する第１の主面及び第２の主面を含み、第２の主面が、第１の領域を含み、シャドーマスクが、貫通孔を含む第３の主面及び第４の主面を含み、この方法が、第１の主面に選択的に第１の引力を与える第１のチャックに基板を保持する段階と、第３の主面に集約的に第２の引力を与える第２のチャックにシャドーマスクを保持する段階であって、第２のチャックが、第２のチャックを介して貫通孔まで材料を含む粒子の移動を可能にする、段階と、第２の主面及び第４の主面が、０ミクロンより大きく、２５ミクロン以下の距離だけ離れるように、基板とシャドーマスクとを位置合わせする段階と、を含む、方法。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の例示的な実施形態による、高精度直接パターニング堆積システムの顕著な特徴の概略図を示す。

【図２】本発明の例示的な実施形態による、基板にパターニングされた材料層を形成するための操作方法を示す。

【図３Ａ】例示的な実施形態によるマスクチャックの断面図の概略図を示す。

【図３Ｂ】基板１１４を保持している間の基板チャック１０２の断面図の概略図を示す。

【図４Ａ】例示的な実施形態によるマスクチャックの上面図の概略図を示す。

【図４Ｂ】例示的な実施形態によるマスクチャックの断面図の概略図を示す。

【図５】マスクチャック１０４に取り付けられたシャドーマスク１２２の断面図を示す。

【図６】材料１１８の堆積に対して位置合わせされた基板１１４及びシャドーマスク１２２を有するシステム１００の一部の断面図の概略図を示す。

【図７Ａ】本発明の第１の代替的な実施形態によるマスクチャックの一部の断面図の概略図を示す。

【図７Ｂ】本発明の第２の代替的な実施形態によるマスクチャックの一部の断面図の概略図を示す。

【図８Ａ】本発明の第３の代替的な実施形態によるマスクチャックの上面図の概略図を示す。

【図８Ｂ】本発明の第３の代替的な実施形態によるマスクチャックの断面図の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

図１は、本発明の例示的な実施形態による、高精度直接パターニング堆積システムの顕著な特徴の概略図を示す。システム１００は、基板チャック１０２、マスクチャック１０４、供給源１０６、位置合わせシステム１０８、真空チャンバ１１０及びコントローラ１１２を含む。システム１００は、フォトリソグラフィ及びエッチングなどの後続の減法パターニング作業を必要とせずに、所望のパターンの材料を基板表面上に蒸着させるように動作する。

【００２０】

システム１００は、本明細書では、ＡＭＯＬＥＤディスプレイの製造の一部としてのガラス基板への発光有機材料のパターンの堆積に関して説明される。しかしながら、本明細書を読んだ後、本発明が、半導体基板（シリコン、シリコンカーバイド、ゲルマニウムなど）、セラミック基板、金属基板、プラスチック基板などの幅広い基板のいずれかの上における、実質的に任意の薄膜及び厚膜材料（有機又は無機）の直接パターニング層の形成に

向けられ得ることは、当業者にとって明らかである。さらに、例示的な実施形態は熱蒸着システムであるが、当業者は、本明細書を読んだ後に、本発明が電子ビーム蒸着、スパッタリングなどの実質的にあらゆる材料堆積プロセスに向けられ得ることを認識するであろう。さらにまた、図示の例は単一基板平面処理での使用に適した堆積システムであるが、本発明は、クラスタツール処理、トラック処理、ロールツーロール処理、リールツーリール処理などの他の製造方法での使用にも適している。結果として、本発明は、限定はしないが、パッケージング用途、集積回路製造、MEMS製造、ナノテクノロジーデバイス製造、ボールグリッドアレイ(BGA)製造などを含む無数の用途での使用に適している。

【0021】

基板チャック102は、その背面のみに作用する引力を介して基板114を保持するためのプラテンである。図示の例では、基板チャック102は、基板を保持するために静電力を発生する。しかしながら、いくつかの実施形態では、基板チャック102は、真空発生力、磁力などのような種々の引力を介して基板を保持する。添付の特許請求の範囲を含む本明細書の目的のために、用語「磁力」は、永久磁石及び/又は電磁石の使用から生じるあらゆる力を含む。基板チャック102については、図3Aから図3Bに関して以下により詳細に説明する。

【0022】

図示の例では、基板114は、アクティブマトリックス有機発光ダイオード(AMOLED)ディスプレイに使用するのに適したガラス基板である。基板114は、背面116及び前面118の2つの主面を含み、その上に表示要素が画定される。前面118は、平面120を画定する。

【0023】

マスクチャック104は、シャドーマスク122を背面のみに作用する引力で保持するための固定具である。図示の例では、マスクチャック104は、静電力を用いてシャドーマスク122を保持する。いくつかの実施形態では、マスクチャック104は、真空発生力、磁力などのような種々の引力を用いてシャドーマスクを保持する。マスクチャック104は、図4Aから図4Bに関して以下により詳細に説明される。

【0024】

図示の例では、シャドーマスク122は、ハンドル基板124と、ハンドル基板に形成された中央開口部の上に懸架された膜126とを含む高精度シャドーマスクである。膜126は、貫通孔パターン128を含む。シャドーマスク122は、前面130及び背面132の2つの主面を含む。前面130は、膜126の上面(すなわち、ハンドル基板124から遠位の膜面)であり、これは、平面134を画定する。背面132は、ハンドル基板124の表面である(すなわち、膜126に対して遠位の基板表面)。シャドーマスク122は高精度の膜ベースのシャドーマスクであるが、本発明によるマスクチャックは、事実上あらゆるタイプのシャドーマスクを保持するために使用できることに留意されたい。

【0025】

供給源106は、所望の波長の光を放射する有機材料である材料118を気化させるための坩堝である。図示の例では、供給源106は、基板114に対して中心にある単室坩堝である。しかしながら、いくつかの実施形態では、供給源106は、一次元及び/又は二次元の配置で配置された複数のチャンバを含む。材料118がチャンバ110の低圧雰囲気内で溶融又は昇華すると、材料118の気化原子が供給源から放出され、実質的に弾道的に基板114に向かって伝播する。

【0026】

位置合わせシステム108は、基板114とシャドーマスク122との間の相対位置を制御するための高精度位置合わせシステムである。図示の例では、位置合わせシステム108は、基板チャック102及びマスクチャック104のそれぞれの位置を6つの次元で独立して制御することができる。必要に応じて、基板/シャドーマスクの組合せに対して供給源を移動させて基板全体にわたる堆積均一性を向上させることができるように、供給源106の位置を制御することもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

真空チャンバ 1 1 0 は、材料 1 1 8 の蒸発に必要な低圧雰囲気を収容するための従来の圧力容器である。図示の例では、真空チャンバ 1 1 0 は、独立型ユニットである。しかしながら、それは、本発明の範囲から逸脱することなく、クラスタ堆積システム又はトラック堆積システムの一部として実現することもできる。いくつかの実施形態では、真空チャンバ 1 1 0 は、例えば異なる色（例えば、赤、緑及び青）で発光する複数の発光サブ画素など、基板 1 1 4 上に種々の材料の種々のパターンの形成を可能にするいくつかの蒸発源 / シェードマスクの組合せを含む。

【 0 0 2 8 】

コントローラ 1 1 2 は、とりわけ制御信号 1 3 6 及び 1 3 8 を基板チャック 1 0 2 及びマスクチャック 1 0 4 にそれぞれ提供する従来の機器コントローラである。

10

【 0 0 2 9 】

図 2 は、本発明の例示的な実施形態による、基板にパターニングされた材料の層を形成するための操作方法を示す図である。方法 2 0 0 は、操作 2 0 1 から始まり、ここで基板 1 1 4 は、基板チャック 1 0 2 に装着される。

【 0 0 3 0 】

図 3 A は、例示的な実施形態によるマスクチャックの断面図の概略図を示す。マスクチャック 1 0 2 は、プラテン 3 0 2 と電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 とを含む。

【 0 0 3 1 】

プラテン 3 0 2 は、基板 3 0 6 及び誘電体層 3 0 8 を含む構造的に硬質のプラットフォームである。基板 3 0 6 及び誘電体層 3 0 8 のそれぞれは、ガラス、セラミック、陽極酸化アルミニウム、複合材料、ペークライトなどの電気絶縁材料を含み、電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 を互いに、及び、それが基板チャックに取り付けられるときに基板 1 1 4 から電氣的に絶縁する。

20

【 0 0 3 2 】

電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 は、基板 3 0 6 の表面上に形成され、それらをプラテン 3 0 2 内に埋め込むために誘電体層 3 0 8 によってオーバーコートされた導電性要素である。電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 は、コントローラ 1 1 2 と電氣的に結合されている。電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 は単純なプレートとして描かれていることに留意されたい。しかしながら、実際には、マスクチャック 1 0 2 は、インターデジタルな形フィンガー、同心円状リング、不規則な形状などのような任意の形状の電極を有することができる。

30

【 0 0 3 3 】

誘電体層 3 0 8 は、装着面 3 1 0 を生じさせるために電極 3 0 4 - 1 及び 3 0 4 - 2 の上に配置されたガラスの構造的に硬い層である。

【 0 0 3 4 】

図 3 B は、基板 1 1 4 を保持している間の基板チャック 1 0 2 の断面図の概略図を示す。

【 0 0 3 5 】

基板 1 1 2 を基板チャック 1 0 2 に保持するために、制御信号 1 3 6 は、電極 3 0 4 - 1 と 3 0 4 - 2 との間に電位差を生成する。背面 1 1 6 が装着面 3 1 0（すなわち、誘電体層 3 0 8 の上面）と接触すると、図示のように、共鳴電荷領域が基板 1 1 4 内に発生する。その結果、静電力が背面 1 1 6 に選択的に与えられ、それによってそれを装着面 3 1 0 に引き付ける。

40

【 0 0 3 6 】

例示的な実施形態は静電力を用いて基板 1 1 4 を保持する基板チャックを含むが、本明細書を読んだ後、真空発生力、磁力などの静電力以外の引力を用いて基板が基板チャックに保持される代替の実施形態を特定、作成及び使用する方法は当業者には明らかであろう。

【 0 0 3 7 】

操作 2 0 2 において、シェードマスク 1 2 2 は、マスクチャック 1 0 4 に装着される。

【 0 0 3 8 】

図 4 A から図 4 B は、例示的な実施形態によるマスクチャックの上面図及び断面図の概略

50

図を示す。図 4 B に示される断面図は、図 4 A に示される線 a - a から見た図である。マスクチャック 1 0 4 は、フレーム 4 0 2、電極 4 0 4 - 1 及び 4 0 4 - 2、並びにパッド 4 0 6 を含む。

【 0 0 3 9 】

フレーム 4 0 2 は、電気絶縁材料の構造的に剛性のある円形リングである。フレーム 4 0 2 は、貫通孔パターン 1 2 8 全体を露出させるのに十分な大きさの開口部 4 0 8 を囲む。いくつかの実施形態では、フレーム 4 0 2 は、正方形、長方形、不規則形状など、円形以外の形状を有する。いくつかの実施形態において、フレーム 4 0 2 は、電気絶縁材料で被覆されている導電性材料を含む。

【 0 0 4 0 】

電極 4 0 4 - 1 及び 4 0 4 - 2 は、フレーム 4 0 2 の表面に形成された導電性要素である。電極 4 0 4 - 1 及び 4 0 4 - 2 は、コントローラ 1 1 2 と電氣的に結合されている。

【 0 0 4 1 】

パッド 4 0 6 は、電極 4 0 4 - 1 及び 4 0 4 - 2 上に配置された電氣的絶縁材料の構造的に剛性のプレートである。パッド 4 0 6 のそれぞれは、マスクチャックに装着されたときにシャドーマスク 1 2 2 が保持される装着面 4 1 0 を含む。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、マスクチャック 1 0 4 に装着されたシャドーマスク 1 2 2 の断面図を示す。

【 0 0 4 3 】

シャドーマスク 1 2 2 は、装着面 4 1 0 と背面 1 3 2 との間に加えられる静電力によってマスクチャック 1 0 4 内に保持される。静電力は、制御信号 1 3 8 によって生成される電極 4 0 4 - 1 と電極 4 0 4 - 2 の間の電位に応じて発生する。背面 1 3 2 が装着面 4 1 0 と接触すると、図示のように、共鳴電荷領域がハンドル基板 1 2 4 内に発生する。結果として、静電力は、背面 1 3 2 と装着面 4 1 0 との間に選択的に付与される。

【 0 0 4 4 】

工程 2 0 3 において、位置合わせシステム 1 0 8 は、基板チャック 1 0 2 の位置を制御することによって基板 1 1 4 とシャドーマスク 1 2 2 とを位置合わせする。いくつかの実施形態において、位置合わせシステムは、マスクチャック 1 0 4 の位置を制御することによって基板とシャドーマスクとを位置合わせする。いくつかの実施形態では、両方のチャックの位置は、基板とシャドーマスクとを整列させるように制御される。

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態において、基板チャック 1 0 2 もマスクチャック 1 0 4 もそれぞれの装着面を越えて突出する如何なる構造要素も含まないことが本発明の一態様である。その結果、基板及びシャドーマスクは、堆積時のフェザリングを軽減するためにそれらの間をほとんど又は全く分離することなく整列させることができる。当業者は、従来の直接堆積システムでは、基板とシャドーマスクとの間の間隔が少なくとも数十ミクロン、さらには数百ミクロンでなければならないことを理解するであろう。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、材料 1 1 8 の堆積に対して位置合わせされた基板 1 1 4 及びシャドーマスク 1 2 2 を有するシステム 1 0 0 の一部の断面図の概略図を示す。

【 0 0 4 7 】

基板及びシャドーマスクが位置合わせされると、それらは、それらの間の領域 6 0 2 を共同で画定する。領域 6 0 2 は、横方向の長さ L_1 を有し、これは、前面 1 1 8 のそれと等しい。領域 6 0 2 はまた、平面 1 2 0 と 1 3 4 との間の間隔 s_1 (すなわち、基板とシャドーマスクとの間の間隔) に等しい厚さを有する。

【 0 0 4 8 】

基板チャック 1 0 2 のどの部分も平面 1 2 0 を越えて領域 6 0 2 内に延びていないので、基板とシャドーマスクとの間に障害物はない。その結果、基板 1 1 4 とシャドーマスク 1 2 2 との間の間隔 s_1 は、極めて小さくなり得る (2 5 ミクロン)。実際、必要に応じて、基板及びシャドーマスクを互いに接触させることができる。2 5 ミクロン以下の基板

10

20

30

40

50

ノシャドーマスク分離で直接パターニングを実行する能力は、フェザリングを大幅に減少させるか、さらには無くすことさえも可能にするので、従来技術の直接パターニング堆積システムを超えて本発明の実施形態に特に利点を与える。いくつかの実施形態では、基板ノシャドーマスク間隔は、20ミクロン以下に制御可能に保持される。さらに他の実施形態では、基板ノシャドーマスク間隔は、10ミクロン以下に制御可能に保持される。

【0049】

操作204において、供給源106を加熱して材料118を気化させ、基板114の前面118上に材料のパターン層を形成する。

【0050】

いくつかの実施形態では、本発明によるマスクチャックは、シャドーマスクが装着されたときにシャドーマスクの重力による垂れ下がりやを軽減又は排除する1つ又は複数の特徴を含む。参照により本明細書に組み込まれる、2017年5月17日に出願された米国仮特許出願第15/597,645号(代理人整理番号:6494-208US1)で詳細に検討されているように、シャドーマスクは、それ自体の質量及び重力の影響により中心で数ミクロンだけ垂れることがある。この重力による垂れ下がりや、フェザリングを悪化させるいくつかの重要な問題を引き起こす。第1に、それは、シャドーマスクと、通常シャドーマスクを中心とした堆積領域の中央部にある基板との間隔を広げることである。上述のように、フェザリングは、基板ノシャドーマスクの分離距離と共に増加する。第2に、それは、基板とシャドーマスクとの間の不均一な分離をもたらす、それは、基板表面を横切って発生するフェザリングの程度における変動を生じさせる。不均一性のために、独創的なマスクレイアウトを用いてフェザリングを補正することは不可能ではないにしても困難である。

【0051】

本発明のさらに別の態様は、マスクチャックがシャドーマスクの重力による垂れ下がりやを軽減する特徴を含むことができることである。

【0052】

図7Aは、本発明の第1の代替的な実施形態によるマスクチャックの一部の断面図の概略図を示す。図7Aに示される断面は、図4Aに示される線a-aから見た図である。マスクチャック700は、フレーム402、電極404-1及び404-2、並びにパッド702を含む。

【0053】

パッド702は、上述のパッド406に類似している。しかしながら、各パッド702は、それがマスクチャックに装着されたときにシャドーマスクに引張歪みを誘起又は増大させるように設計された装着面を有する。パッド702は、装着面704を有し、これは、内縁706(すなわち、開口部408に近い方の縁)から外縁708まで下方に直線的に先細りになっている。言い換えれば、装着面704は、図示のように、点714から点716(すなわち、平面710で内縁706に交わるところから、平面712で内縁708と交わるところまで)、負のz方向に先細りになっている。したがって、内縁706が平面710に対して垂直である実施形態では、内縁706及び装着面704は、それが鋭角であるように内角をなす。

【0054】

シャドーマスク122がマスクチャック700内に保持されると、背面132が装着面704に引き寄せられ、それによってシャドーマスクの前面130の横方向の張力を増加させるシャドーマスク内の湾曲が引き起こされる。その結果、膜は、より強く引っ張られ、重力による垂れ下がりや、減少又は排除される。

【0055】

図7Bは、本発明の第2の代替的な実施形態によるマスクチャックの一部の断面図の概略図である。図7Bに示される断面は、図4Aに示される線a-aから見た図である。マスクチャック718は、フレーム402、電極404-1及び404-2、並びにパッド720を含む。

【 0 0 5 6 】

パッド 7 2 0 は、上述のパッド 4 0 6 に類似している。しかしながら、パッド 7 0 2 と同様に、各パッド 7 2 0 は、シャドーマスクがマスクチャックに装着されたときにシャドーマスクに引張歪みを誘起又は増大させるように設計された装着面を有する。パッド 7 2 0 は、装着面 7 2 2 を有し、それは、内縁 7 0 6 から外縁 7 0 8 まで下方に（すなわち、図示のように負の z 方向に）湾曲する。言い換えれば、装着面 7 2 2 は、図示のように、点 7 1 4 から点 7 1 6 まで負の z 方向に先細りになっている。

【 0 0 5 7 】

シャドーマスク 1 2 2 がマスクチャック 7 1 8 に保持されると、背面 1 3 2 が装着面 7 2 2 に引き寄せられ、それによってシャドーマスクの前面 1 3 0 の横方向の張力を増加させるシャドーマスクの湾曲が引き起こされる。その結果、膜がより強く引っ張られ、重力による垂れ下がりが減少又は解消される。いくつかの実施形態において、前面 1 3 0 に誘起される追加の張力の量は、電極 4 0 4 - 1 及び 4 0 4 - 2 に印加される電圧差の大きさを制御することによって制御され得る。

10

【 0 0 5 8 】

本明細書を読んだ後、当業者には明らかなように、マスクが、図 1 に示されるその配向と比べて逆さまに取り付けられた堆積システムでは、装着面 7 0 4 及び 7 2 2 が傾斜（または湾曲）する方向が逆になるであろう。さらに、このような構成では、通常、基板 1 1 4 が開口部 4 0 8 内に存在し、25 ミクロン以下、好ましくは 10 ミクロン以下の基板/シャドーマスク分離を可能にするように基板チャック 1 0 2 を設計することが必要であろう。

20

【 0 0 5 9 】

図 8 A から図 8 B は、それぞれ本発明の第 3 の代替的な実施形態によるマスクチャックの上面図及び断面図の概略図である。マスクチャック 8 0 0 は、マスクチャック 1 0 4 及び支持格子 8 0 2 を含む。

【 0 0 6 0 】

支持格子 8 0 2 は、プレート 8 0 4 及び支持リブ 8 0 6 を含む。

【 0 0 6 1 】

プレート 8 0 4 は、そこから支持リブ 8 0 6 が延びる剛性プレートである。いくつかの実施形態において、プレート 8 0 4 及び支持リブ 8 0 6 は、構造材料の中実体から機械加工される。プレート 8 0 4 及び支持リブ 8 0 6 に使用するのに適した材料には、これらに限定されないが、金属、プラスチック、セラミック、複合材料、ガラスなどが含まれる。プレート 8 0 4 は、開口部 4 0 8 内に支持格子 8 0 2 を配置するようにフレーム 4 0 2 に取り付けられるように設計されており、それは、シャドーマスク 1 2 2 がマスクチャック 8 0 0 に装着されたときに、膜 1 2 6 を機械的に支持するようになる。

30

【 0 0 6 2 】

支持リブ 8 0 6 は、貫通孔配置 1 2 8 の貫通孔の間にある領域においてシャドーマスク 1 2 2 を支持するように配置されている。通常、シャドーマスクの貫通孔は、基板の異なるダイ領域に対応するクラスタに配置される。これらのダイ領域は通常、ダイシングソーによる除去を目的とした「レーン」によって分離されているので、支持リブ 8 0 6 は、これらのレーンの配置と一致するように配置されることが好ましい。しかしながら、支持リブ 8 0 2 には支持リブの任意の適切な配置を使用できることに留意されたい。

40

【 0 0 6 3 】

支持格子 8 0 2 は、それらの上面 8 0 8 が同一平面上にあり、平面 8 1 0 を画定するように形成されている。平面 8 1 0 は、フレーム 1 2 4 の厚さに等しい距離だけ装着面 4 1 0 の上にある。その結果、フレーム 1 2 4 が装着面 4 1 0 と接触すると、支持リブ 8 0 6 は、膜 1 2 6 と接触する。

【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態において、シャドーマスク 1 2 2 は、膜 1 2 6 が装着面 4 1 0 と接触するように、マスクチャック 8 0 0 で上下逆さまに保持される。そのような実施形態では、支持格子 8 0 2 は、平面 8 1 0 が装着面 4 1 0 と同一平面上にあるように開口部 4 0 8

50

内に嵌合するように設計されている。結果として、膜 1 2 6 は、それが開口部 4 0 8 を横切って完全に水平になるように支持格子 8 0 2 によって支持される。

【 0 0 6 5 】

本明細書は、本発明によるいくつかの実施形態を教示しているだけであり、本明細書を読んだ後に当業者によって本発明の多くの変形例が容易に考案され得ること、及び本発明の範囲は、以下の特許請求の範囲によって決定されることが理解されるべきである。

【符号の説明】

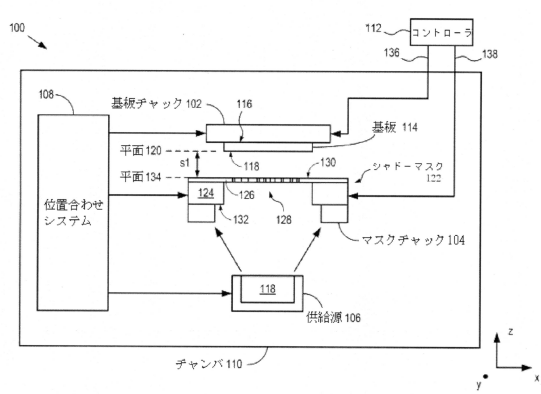
【 0 0 6 6 】

1 0 0	システム	
1 0 2	基板チャック	10
1 0 4	マスクチャック	
1 0 6	供給源	
1 0 8	位置合わせシステム	
1 1 0	真空チャンバ	
1 1 2	コントローラ	
1 1 4	基板	
1 1 6	背面	
1 1 8	前面	
1 2 0	平面	
1 2 2	シャドーマスク	20
1 2 4	ハンドル基板	
1 2 6	膜	
1 2 8	貫通孔パターン	
1 3 0	前面	
1 3 2	背面	
1 3 4	平面	
1 3 6	制御信号	
1 3 8	制御信号	
3 0 2	プラテン	
3 0 4 - 1	電極	30
3 0 4 - 2	電極	
3 0 6	基板	
3 0 8	誘電体層	
4 0 2	フレーム	
4 0 4 - 1	電極	
4 0 4 - 2	電極	
4 0 6	パッド	
4 0 8	開口部	
4 1 0	装着面	
6 0 2	領域	40
7 0 0	マスクチャック	
7 0 2	パッド	
7 0 4	装着面	
7 0 6	内縁	
7 0 8	外縁	
7 1 0	平面	
7 1 2	平面	
7 1 4	点	
7 1 6	点	
7 1 8	マスクチャック	50

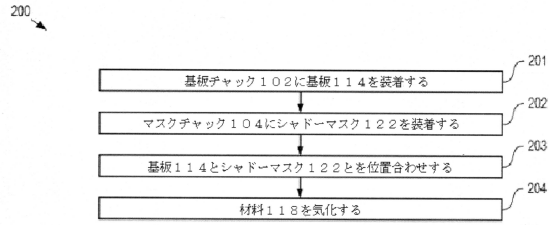
- 7 2 0 パッド
- 7 2 2 装着面
- 8 0 0 マスクチャック
- 8 0 2 支持格子
- 8 0 4 プレート
- 8 0 6 支持リブ
- 8 0 8 上面
- 8 1 0 平面

【図面】

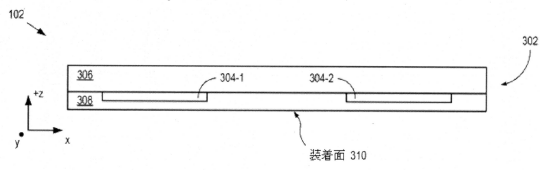
【図 1】



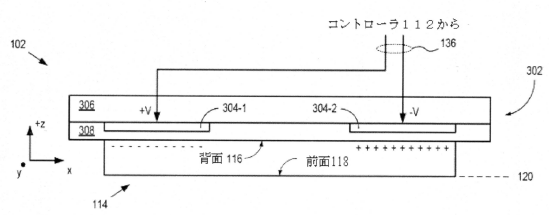
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

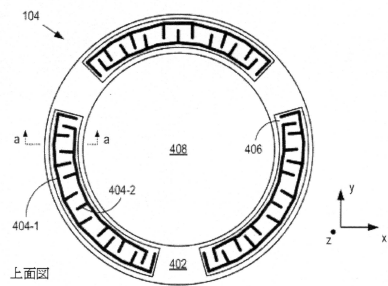
20

30

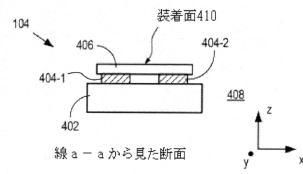
40

50

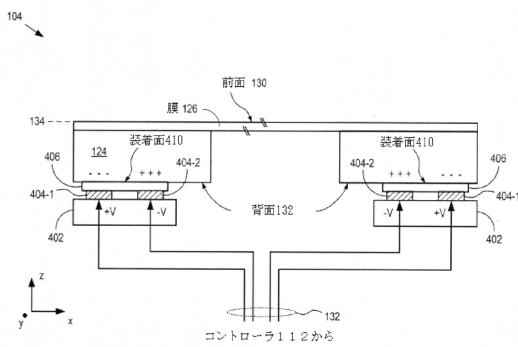
【図 4 A】



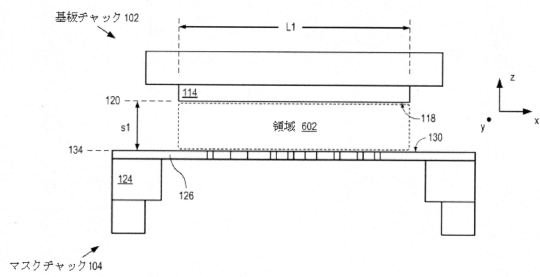
【図 4 B】



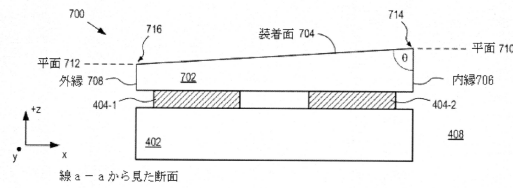
【図 5】



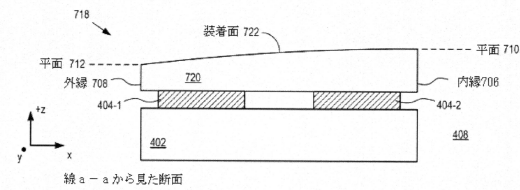
【図 6】



【図 7 A】



【図 7 B】



10

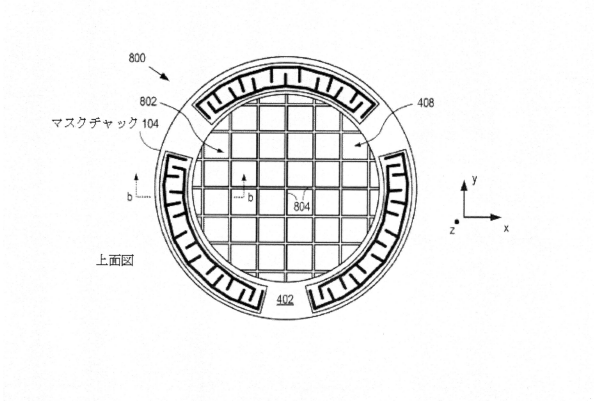
20

30

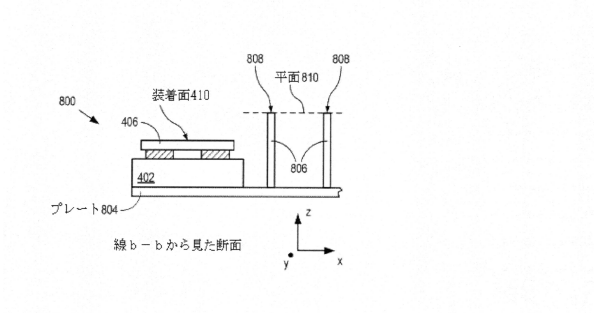
40

50

【図 8 A】



【図 8 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

ルート・５２・２０７０・ビルディング・３３４

(72)発明者 フリドリッヒ・ヴァザン

アメリカ合衆国・ニューヨーク・１４５３４・ピッツフォード・バンテージ・ドライブ・３

(72)発明者 ムニサミー・アナンダン

アメリカ合衆国・テキサス・７８７４９・オースティン・ヒルサイド・テラス・ドライブ・６４０
２

(72)発明者 エヴァン・ドノヒュー

アメリカ合衆国・ニューヨーク・１２５３３・ホープウェル・ジャンクション・ルート・５２・２
０７０・ビルディング・３３４

(72)発明者 イリヤス・アイ・カイルリン

アメリカ合衆国・ニューヨーク・１２５３３・ホープウェル・ジャンクション・ルート・５２・２
０７０・ビルディング・３３４

(72)発明者 タリク・アリ

アメリカ合衆国・ニューヨーク・１２５３３・ホープウェル・ジャンクション・ルート・５２・２
０７０・ビルディング・３３４

(72)発明者 ケリー・タイス

アメリカ合衆国・ニューヨーク・１２５３３・ホープウェル・ジャンクション・ルート・５２・２
０７０・ビルディング・３３４

審査官 篠原 法子

(56)参考文献

特開２００４－１８３０４４（ＪＰ，Ａ）

米国特許出願公開第２００７／００２４８３１（ＵＳ，Ａ１）

特開２００５－３３９８５８（ＪＰ，Ａ）

特開平１０－０５０５８４（ＪＰ，Ａ）

特表２０１２－５２２８９１（ＪＰ，Ａ）

特開２０１６－０９２３１６（ＪＰ，Ａ）

特開平０７－０２９８１４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｃ２３Ｃ １４／００－１４／５８

Ｈ０１Ｊ ３７／００－３７／３６