

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6073383号
(P6073383)

(45) 発行日 平成29年2月1日 (2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日 (2017.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 14/56 (2006.01)	C 2 3 C 14/56 E
C 2 3 C 14/34 (2006.01)	C 2 3 C 14/34 B
C 2 3 C 14/35 (2006.01)	C 2 3 C 14/34 C
C 2 3 C 14/08 (2006.01)	C 2 3 C 14/35 C
	C 2 3 C 14/08

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-561293 (P2014-561293)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成24年3月12日 (2012.3.12)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2015-511667 (P2015-511667A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成27年4月20日 (2015.4.20)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ パウアーズ ア ベニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/EP2012/054261	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開番号	W02013/135265		弁理士 園田 吉隆
(87) 国際公開日	平成25年9月19日 (2013.9.19)	(74) 代理人	100101199
審査請求日	平成27年3月12日 (2015.3.12)		弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパッタ堆積用の小型の回転可能なスパッタデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウェブ上に堆積材料を堆積させる堆積装置であって、第1の回転可能なスパッタデバイスに対する第1の軸を画定する第1のスパッタデバイス支持体と、第2の回転可能なスパッタデバイスに対する第2の軸を画定する第2のスパッタデバイス支持体と、被覆されるべきウェブを案内する被覆ドラムと、被覆窓とを備え、

堆積材料の一部を遮蔽するマスク又は遮蔽部分によって前記被覆窓が画定され、
前記第1のスパッタデバイス支持体および前記第2のスパッタデバイス支持体が、前記被覆ドラムの上の前記ウェブ上に堆積させるべき少なくとも前記堆積材料の成分を提供するために前記第1の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第2の回転可能なスパッタデバイスを支持するように適合され、

前記第1のスパッタデバイス支持体および前記第2のスパッタデバイス支持体は、1つの被覆窓に対して、前記第1のスパッタデバイス支持体内に1つの第1の回転可能なスパッタデバイスのみを提供し、前記第2のスパッタデバイス支持体内に1つの第2の回転可能なスパッタデバイスのみを提供するように適合され、

前記第1の軸と前記第2の軸との間の距離が150mmと200mmの間であり、前記被覆窓の幅は、200mmと250mmの間である、堆積装置。

【請求項 2】

前記堆積装置が、前記第1の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第2の回転可能なスパッタデバイスのうち一方の回転可能なスパッタデバイスをアノードとして使用し、

前記第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第 2 の回転可能なスパッタデバイスのうちの他方の回転可能なスパッタデバイスをカソードとして使用するよう適合される、請求項 1 に記載の堆積装置。

【請求項 3】

第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび第 2 の回転可能なスパッタデバイスをさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の堆積装置。

【請求項 4】

第 1 の磁場を生成する第 1 の磁石アレンジメントが前記第 1 の回転可能なスパッタデバイス内に配置され、第 2 の磁場を生成する第 2 の磁石アレンジメントが前記第 2 の回転可能なスパッタデバイス内に配置され、前記第 1 の磁石アレンジメントおよび前記第 2 の磁石アレンジメントが、前記被覆窓内の堆積材料の堆積を増大させるよう適合される、請求項 3 に記載の堆積装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の磁石アレンジメントおよび前記第 2 の磁石アレンジメントが互いの方へ傾斜して配置されるよう、前記第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第 2 の回転可能なスパッタデバイスが配置される、請求項 4 に記載の堆積装置。

【請求項 6】

前記第 1 のスパッタデバイス支持体および前記第 2 のスパッタデバイス支持体のうちの少なくとも 1 つが、100 mm から 120 mm の間の外径を有する回転可能なスパッタデバイスを保持するよう適合される、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の堆積装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 のスパッタデバイス支持体が前記第 1 のスパッタデバイスを保持するよう適合され、前記第 2 のスパッタデバイス支持体が前記第 2 のスパッタデバイスを保持するよう適合され、前記第 1 のスパッタデバイスおよび前記第 2 のスパッタデバイスがツインスパッタデバイスである、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の堆積装置。

【請求項 8】

前記被覆窓が、220 mm の幅を提供する、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の堆積装置。

【請求項 9】

堆積させるべき前記材料が絶縁材料である、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の堆積装置。

30

【請求項 10】

堆積させるべき前記材料が、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化チタン、および酸化アルミニウムの群から選択される材料である、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の堆積装置。

【請求項 11】

ウェブ上に堆積材料を堆積させる方法であって、

被覆ドラム上で第 1 のスパッタデバイスおよび第 2 のスパッタデバイスを通り過ぎて前記ウェブを案内することを含み、前記第 1 のスパッタデバイスおよび前記第 2 のスパッタデバイスが、200 mm と 250 mm の間の幅の 1 つの被覆窓に提供される回転可能なツインスパッタデバイスであり、堆積材料の一部を遮蔽するマスク又は遮蔽部分によって前記被覆窓が画定され、前記第 1 のスパッタデバイスおよび前記第 2 のスパッタデバイスが、少なくとも前記堆積材料の成分を提供し、前記第 1 のスパッタデバイスの回転軸と前記第 2 のスパッタデバイスの回転軸との間の距離が 200 mm より小さくなるよう、前記第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第 2 の回転可能なスパッタデバイスが配置され、

40

前記第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび前記第 2 の回転可能なスパッタデバイスを通り過ぎて前記ウェブを案内しながら 1 回の被覆で前記ウェブを堆積材料で被覆することを含む方法。

【請求項 12】

50

前記ウエブを被覆することが、220mmの被覆窓内で前記ウエブを被覆することを含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記第1のスパッタデバイスおよび前記第2のスパッタデバイスのうち的一方をアノードとして使用し、前記第1のスパッタデバイスおよび前記第2のスパッタデバイスのうち他方をカソードとして使用することをさらに含む、請求項11または12に記載の方法。

【請求項14】

前記第1のスパッタデバイス内の第1の磁石アレンジメントによって第1の磁場を生成することと、前記第2のスパッタデバイス内の第2の磁石アレンジメントによって第2の磁場を生成することとをさらに含み、前記第1の磁石アレンジメントおよび前記第2の磁石アレンジメントが互いの方へ傾斜して配置されるように、前記第1のスパッタデバイス、前記第2のスパッタデバイス、前記第1の磁石アレンジメント、および前記第2の磁石アレンジメントのうち少なくとも1つが配置される、請求項11から13のいずれか一項に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、堆積チャンバ内のスパッタデバイスおよび堆積プロセスで材料を堆積させる方法に関する。本発明の実施形態は、詳細には、回転可能なスパッタデバイス、特にスパッタ堆積チャンバ内の回転可能なスパッタデバイスに関する。

20

【背景技術】

【0002】

基板上に材料を堆積させるには、いくつかの方法が知られている。たとえば、スパッタプロセスなどの物理的気相堆積(PVD)プロセスによって、基板を被覆することができる。典型的には、このプロセスは、プロセス装置またはプロセスチャンバ内で実行され、被覆すべき基板はこの装置内に配置される、または装置を通るように案内される。堆積材料は、装置内に提供される。PVDプロセスが実行される場合、堆積材料は典型的には固相であり、プロセス中に反応ガスを添加することができる。基板上の堆積には複数の材料を使用することができ、とりわけセラミックを使用することができる。

30

【0003】

被覆された材料は、いくつかの用途およびいくつかの技術分野で利用することができる。たとえば、半導体デバイスの生成などのマイクロエレクトロニクス分野で利用される。また、ディスプレイ向けの基板も、PVDプロセスによって被覆されることが多い。さらなる用途には、絶縁パネル、有機発光ダイオード(OLED)パネルだけでなく、ハードディスク、CD、DVDなどを含むことができる。

【0004】

被覆プロセスを実行するために、基板は堆積チャンバ内に配置される、または堆積チャンバを通るように案内される。たとえば、被覆ドラムなどのいくつかの案内デバイスによって、堆積チャンバを通るように被覆すべきウエブを案内することができる。スパッタデバイスは、基板上に堆積させるべき材料から作られたターゲットを提供する。被覆すべき基板は、スパッタデバイスを通り過ぎて案内され、したがってターゲットから放出された材料は、スパッタデバイスを通りながら基板に到達する。被覆ドラム上で基板を案内することは非常に空間効率がよいが、被覆ドラムのため、被覆すべき基板は短時間しかスパッタデバイスに面することがなく、その結果、ターゲットから放出された材料が被覆すべき基板上に堆積する割合が低くなる。したがって、堆積させるべき材料の大部分は、基板に到達することなく、堆積装置内で無駄になる。

40

【発明の概要】

【0005】

上記を考慮して、本発明の目的は、当技術分野の問題の少なくともいくつかを克服する

50

、堆積装置およびウェブ上に材料を堆積させる方法を提供することである。

【 0 0 0 6 】

上記に照らして、独立請求項 1 に記載の堆積装置、および独立請求項 1 2 に記載の堆積材料を堆積させる方法が提供される。本発明のさらなる態様、利点、および特徴は、従属請求項、明細書、および添付の図面から明らかである。

【 0 0 0 7 】

一実施形態によれば、ウェブ上に堆積材料を堆積させる堆積装置が提供される。この堆積装置は、第 1 の回転可能なスパッタデバイスに対する第 1 の軸を画定する第 1 のスパッタデバイス支持体と、第 2 の回転可能なスパッタデバイスに対する第 2 の軸を画定する第 2 のスパッタデバイス支持体と、被覆窓とを含む。第 1 のスパッタデバイス支持体および第 2 のスパッタデバイス支持体は、被覆ドラムの上のウェブ上に堆積させるべき少なくとも堆積材料の成分を提供するために第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび第 2 の回転可能なスパッタデバイスを支持するように適合されてもよい。さらに、第 1 の軸と第 2 の軸との間の距離は、約 2 0 0 m m より小さくすることができる。

10

【 0 0 0 8 】

別の実施形態によれば、ウェブ上に堆積材料を堆積させる方法が提供される。この方法は、被覆ドラム上で第 1 のスパッタデバイスおよび第 2 のスパッタデバイスを通り過ぎてウェブを案内することを含む。第 1 のスパッタデバイスおよび第 2 のスパッタデバイスは、回転可能なツインスパッタデバイスであり、少なくとも堆積材料の成分を提供することができる。さらに、第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび第 2 の回転可能なスパッタデバイスは、第 1 のスパッタデバイスの回転軸と第 2 のスパッタデバイスの回転軸との間の距離が約 2 0 0 m m より小さくなるように配置される。この方法は、第 1 の回転可能なスパッタデバイスおよび第 2 の回転可能なスパッタデバイスを通り過ぎてウェブを案内しながら 1 回の被覆でウェブを堆積材料で被覆することをさらに含む。

20

【 0 0 0 9 】

実施形態はまた、開示の方法を実施する装置を対象とし、記載の各方法ステップを実行する装置の部品を含む。これらの方法ステップは、ハードウェア構成要素、適当なソフトウェアによってプログラムされたコンピュータ、これら 2 つの任意の組合せ、または任意の他の方法を用いて実行することができる。さらに、本発明による実施形態はまた、記載の装置が動作する方法を対象とする。本発明は、この装置のすべての機能を実施する方法

30

【 0 0 1 0 】

本発明の上記の特徴を詳細に理解できるように、上記で簡単に要約した本発明のより詳細な説明は、実施形態を参照することによって得ることができる。添付の図面は本発明の実施形態に関し、以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】当技術分野で知られている堆積装置を示す図である。

【図 2】本明細書に記載する実施形態による堆積装置の概略横断面図である。

【図 3】本明細書に記載する実施形態による堆積装置の概略上面図である。

40

【図 4】本明細書に記載する実施形態による堆積装置の概略側面図である。

【図 5】本明細書に記載する実施形態による堆積装置のツインスパッタデバイスの概略図である。

【図 6】本明細書に記載する実施形態による堆積装置のツインスパッタデバイスの概略図である。

【図 7】本明細書に記載する実施形態による材料を堆積させる方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

次に、本発明の様々な実施形態について詳細に参照し、これらの実施形態の 1 つまたは複数の例を図に示す。以下の図面の説明では、同じ参照番号が同じ構成要素を指す。概し

50

て、個々の実施形態に関する違いについてのみ説明する。各例は、本発明の説明を目的として提供されるものであり、本発明の限定を意味するものではない。さらに、一実施形態の一部として図示または説明する特徴を、他の実施形態で、または他の実施形態とともに使用して、さらなる実施形態を得ることができる。この説明は、そのような修正形態および変形形態を含むことが意図される。

【0013】

さらに、以下の説明で、「スパッタデバイス」とは、基板上に堆積させるべき堆積材料または堆積材料の成分をターゲットの形で含むデバイスとして理解されたい。ターゲットは、堆積させるべき材料または少なくとも堆積させるべき材料の成分から作ることができる。さらに、スパッタデバイスは、回転軸を有する回転可能なスパッタデバイスとして設計することができる。いくつかの実施形態によれば、スパッタデバイスはバックリング管を含むことができ、バックリング管上に、堆積材料または堆積材料の成分から作られたターゲットを配置することができる。スパッタデバイスは、スパッタデバイスの動作中に磁場を生成する磁石アレンジメント (magnet arrangement) を含むことができる。スパッタデバイス内に磁石アレンジメントが設けられる場合、このスパッタデバイスをスパッタマグネトロンと呼ぶことができる。さらに、スパッタデバイスまたはスパッタデバイスの部品を冷却するために、スパッタデバイス内に冷却チャネルを設けることができる。いくつかの実施形態によれば、スパッタデバイスは、堆積装置または堆積チャンバのスパッタデバイス支持体に連結されるように適合されてもよい、たとえばスパッタデバイスの端部にフランジを設けることができる。いくつかの実施形態によれば、スパッタ

10

20

【0014】

「ツインスパッタデバイス」という用語は、1対のスパッタデバイスを指す。第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスが、ツインスパッタデバイス対を形成することができる。たとえば、ツインスパッタデバイス対の両方のスパッタデバイスを同じ堆積プロセスで同時に使用して、同じ基板を被覆することができる。ツインスパッタデバイスを使用して、基板の同じ区間を同時に被覆することもできる。さらに、ツインスパッタデバイスは、同様に設計することができ、すなわち、同じ材料をターゲットとして提供することができる。実質的に同じ寸法および実質的に同じ形状などを有することができる。場合によっては、ツインスパッタデバイスは、堆積装置内で互いに隣接して配置される。たとえば、ツインスパッタデバイスは、被覆窓内の基板上に堆積させるべき材料を提供するように、堆積チャンバ内で1つまたは複数のスパッタデバイス支持体によって保持することができる。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができるいくつかの実施形態によれば、ツインスパッタデバイスの2つのスパッタデバイスは、同じ材料をターゲットの形で含む。

30

【0015】

「被覆窓」という用語は、堆積装置のうち、スパッタデバイスから放出された材料が基板に到達する区域として理解することができる。より詳細には、堆積させるべき材料は、スパッタデバイスのターゲットから放出される。いくつかの実施形態によれば、被覆窓は、2つ以上のスパッタデバイスの堆積材料分配特性によって画定することができ、かつ/または堆積材料の一部を遮蔽するマスクもしくは遮蔽部分によって画定することができる。本明細書に記載する実施形態によれば、被覆窓の寸法は、基板平面内で画定される。基板平面は、基板が動かされる平面とすることができる。さらに、基板が被覆ドラム上で案内されるとき、基板平面は、特定の点で基板に対して実質的に接線方向の平面とすることができる。基板上で基板に対して接線方向の平面を決定することができる点は、基板上でスパッタデバイスに対して最短距離を有する点とすることができる。さらなる実施形態によれば、被覆窓はまた、被覆ドラムの区間によって、すなわちスパッタデバイスに面する被覆ドラムの区間によって画定することができる。たとえば、被覆すべきウェブが被覆ドラムの上で案内される場合、基板平面に対して突出したドラム上のウェブの第1の位置と、基板平面に対して突出したドラム上のウェブの第2の位置とが存在する。図2に関して

40

50

以下で詳細に説明するように、基板が第1の位置と第2の位置との間、すなわち基板平面内で測定されている被覆窓内に配置されたとき、堆積材料の粒子は基板に到達する。別の例では、被覆窓は、基板が通る被覆ドラムの角度区間、たとえば典型的には約10°~約90°、より典型的には約10°~約40°、さらに典型的には約10°~約20°の範囲、たとえば16°を含む角度区間によって画定することができる。

【0016】

「堆積プロセス」という用語は、概して、スパッタデバイスのターゲットから材料を放出させて基板上に堆積させる任意のプロセス、たとえばPVDプロセス、反応性スパッタプロセスなどを指すことができる。さらに、本明細書で「実質的に」という用語は、「実質的に」を伴って記載される特性からの特定の逸脱がありうることを意味することができる。たとえば、「実質的に接線方向」という用語は、正確な接線方向からの特定の逸脱、たとえば正確な接線方向の位置から約1%~約10%の逸脱を有する場合がある位置を指す。

【0017】

図1は、当技術分野で知られている堆積装置を示す。堆積装置100は、回転可能なスパッタデバイス110および被覆ドラム120を提供する。ウェブ130などの被覆すべき基板が、被覆ドラムによって案内される。堆積装置の動作中、堆積させるべき材料、すなわち堆積材料が、スパッタデバイス110から放出される。粒子140がスパッタデバイスから広がり、ウェブ130上に堆積する。さらに、図1では被覆窓150を見ることができる。被覆窓は、被覆ドラム120の第1の位置151から被覆ドラム120の第2の位置152に及ぶ。被覆窓内では、堆積させる材料の約99%が、被覆すべき基板に到達する。

【0018】

しかし、基板が丸い被覆ドラムの上を進んでいるため、ウェブ被覆プロセスにおける図1の堆積装置などのスパッタ区画は、制限された寸法を有する。小さいチャンバ寸法が望ましいため、被覆窓も制限された寸法を提供する。図1の例では、被覆窓は、基板平面内で約220mmの寸法を有する。すなわち、前述の堆積装置内では、収集効率、すなわち放出された材料が基板に到達する割合は、約30%である。スパッタデバイスから放出された材料の残りは無駄になる。約400mmの寸法まで被覆窓を広げることで、堆積効率を増大させることができるが、1つの堆積機械内のカソードの数を低減させる。したがって、いくつかの被覆装置を有する堆積機械の全体的な効率は低下することになる。さらに、ガラス基板など、堆積チャンバ内を案内されている平面の基板に対して2つのスパッタデバイスを使用することが知られている。しかし、空間的な制限により、ウェブ被覆プロセスで2つのスパッタデバイスを使用することはできない。

【0019】

本明細書に記載する実施形態は、いくつかの堆積装置を有する堆積機械の全体的な効率を低下させることなく堆積装置の収集効率を増大させる堆積装置を提供する。本明細書に記載する実施形態によれば、被覆すべきウェブが被覆ドラムによって案内されるウェブ被覆プロセスに対して、ツインスパッタデバイスが使用される。標準的な回転可能なツインカソードは、ウェブ被覆装置の典型的なスパッタ区画内に収まらない。既知の回転可能なツインスパッタデバイスを設置するには、より大きなカソード区画が必要とされ、それによって1つの被覆ドラム上で堆積させることができる様々な層の量が低減される。これは経済的ではない。本明細書に記載する実施形態は、ウェブ被覆装置内でツインスパッタデバイスを使用することを可能にするツインスパッタデバイスの設計を提供する。したがって、本明細書に記載する実施形態による堆積装置は、ウェブ被覆装置のスパッタ区画内にうまく収まる小さい回転可能なツインカソードを提供する。さらに、回転可能なスパッタデバイス内の磁石システムは、堆積率をさらに改善するように適合されてもよい。

【0020】

図2は、本明細書に記載する実施形態による堆積装置を示す。堆積装置200は、被覆ドラム220を提供し、被覆ドラム220上に、被覆すべき基板230が案内される。ツ

インスパッタデバイスをとともに形成する第1のスパッタデバイス211および第2のスパッタデバイス212によって、堆積材料または堆積材料の成分が提供される。

【0021】

既知の回転可能なツインスパッタデバイス設計は、ウェブ被覆装置の区画の典型的な方法内に収まらない。したがって、ウェブ被覆装置内の回転可能なツインスパッタデバイスがまだ利用可能ではなかったため、以前は平面のツインスパッタデバイスのみが使用された。したがって、本明細書に記載する実施形態は、ウェブ被覆装置に対する標準的なスパッタ区画内に収まる回転可能なツインスパッタデバイスの特別な設計について説明する。

【0022】

図2に見ることができるように、第1のスパッタデバイス211は第1の軸213を有し、第1の軸213は、第1のスパッタデバイスの回転軸とすることができる。第2のスパッタデバイス212は第2の軸214を有し、第2の軸214もまた、第2のスパッタデバイスの回転軸とすることができる。これらのスパッタデバイスは、堆積材料、すなわち被覆すべき基板上に堆積させる材料を、ターゲットの形で提供する。反応性堆積プロセスの場合、基板上に最後に堆積させる材料は、処理ガスの化合物をさらに含むことができる。したがって、当業者であれば、たとえばシリコンまたはドーピングされたシリコンからなるターゲットは堆積材料としてシリコンを含み、例示的には、処理ガスとして酸素を添加して、最終的にSiO₂を堆積させることができることを理解するであろう。

【0023】

図2に例示するいくつかの実施形態によれば、被覆すべき基板はウェブ230であり、ウェブは、ローラまたはドラム220によってツインスパッタデバイス211および212を通り過ぎて案内される。概して、被覆すべきウェブは、箔またはプラスチックのウェブなど、可撓性の構造を提供することができる。被覆窓250は、基板平面253に対して突出したドラム220上のウェブ230の第1の位置251および基板平面253に対して突出したドラム220上のウェブ230の第2の位置252によって制限される。さらに、被覆窓は、基板のうち材料が堆積する区域を画定する。図2に見ることができるように、第1のスパッタデバイス211から放出された堆積材料の粒子241および第2のスパッタデバイス212から放出された堆積材料の粒子242は、被覆窓250を通して基板230に到達する。図2に見ることができるように、被覆窓250は基板平面内で測定される。基板平面は、1つの点で基板に対して実質的に接線方向の平面253とすることができる。

【0024】

本明細書に記載する実施形態による堆積装置200は、第1のスパッタデバイス211の第1の軸213から第2のスパッタデバイス212の第2の軸214までの約200mmより小さい距離260を提供するように適合される。典型的には、第1のスパッタデバイス211の第1の軸213から第2のスパッタデバイス212の第2の軸214までの距離260は、150mm~200mm、より典型的には160mm~190mm、さらに典型的には170mm~185mm、たとえば180mmである。

【0025】

図3は、本明細書に記載する実施形態による堆積装置の概略上面図を示す。堆積装置300は、図2に関して説明した堆積装置とすることができる。図3では、ツインスパッタデバイスを保持するスパッタデバイス支持体を見ることができる。特に、第1のスパッタデバイス支持体301が第1のスパッタデバイス311を保持し、第2のスパッタデバイス支持体302が第2のスパッタデバイス312を保持する。いくつかの実施形態によれば、第1のスパッタデバイス支持体301および第2のスパッタデバイス支持体302は、互いに対して画定された距離で第1のスパッタデバイス311および第2のスパッタデバイス312を保持するように適合されてもよい。たとえば、第1のスパッタデバイス支持体301および第2のスパッタデバイス支持体302は、これらのスパッタデバイス間で所望の距離を提供するように相互に連結することができる。他の実施形態によれば、堆積装置のスパッタデバイス支持体は、2つの区間、すなわち第1のスパッタデバイスに対

する区間（第１のスパッタデバイス支持体など）と、第２のスパッタデバイスに対する区間（第２のスパッタデバイス支持体など）とに分割された１つのスパッタデバイス支持体とすることができる。概して、スパッタデバイス支持体は、スパッタデバイスを保持して回転させることを可能にする機構（図示せず）を有することができる。たとえば、スパッタデバイス支持体は軸受を提供することができ、軸受は、スパッタデバイスの回転を可能にするが、それと同時にスパッタデバイスの長手方向および径方向に対して画定された位置でスパッタデバイスを保持する。

【００２６】

いくつかの実施形態によれば、スパッタデバイス支持体は、第１のスパッタデバイスおよび第２のスパッタデバイスの軸を画定する。たとえば、スパッタデバイスを保持してこれらのスパッタデバイスの回転を同時に可能にすることによって、スパッタデバイス支持体は、第１のスパッタデバイスおよび第２のスパッタデバイスの回転軸を画定することができる。さらに、スパッタデバイス支持体は、スパッタデバイス間に画定された距離を提供する。図３では、第１のスパッタデバイス３１１の第１の軸３１３と第２のスパッタデバイス３１２の第２の軸３１４との間の距離３６０（スパッタデバイス支持体３０１および３０２によって画定される）は、約２００ｍｍより小さく、典型的には１５０ｍｍ～２００ｍｍ、より典型的には１６０ｍｍ～１９０ｍｍ、さらに典型的には１７０ｍｍ～１８５ｍｍ、たとえば１８０ｍｍである。

【００２７】

いくつかの実施形態によれば、第１のスパッタデバイスおよび第２のスパッタデバイスの外径は、典型的には約９０ｍｍ～約１２０ｍｍの範囲、より典型的には約９５ｍｍ～約１１５ｍｍ、さらに典型的には約１００ｍｍ～約１１０ｍｍ、たとえば１０５ｍｍとすることができる。概して、第１のスパッタデバイスおよび第２のスパッタデバイスの外径は、あらゆるスパッタリング動作が行われる前に決定することができる。さらに、スパッタデバイス支持体３０１および３０２は、図３に示すように、堆積プロセス前のスパッタデバイスの外面間の距離を指す距離３７０が、典型的には約５０ｍｍ～約１００ｍｍの範囲内、より典型的には約６０ｍｍ～約９０ｍｍ、さらに典型的には約７０ｍｍ～約８０ｍｍ、たとえば７５ｍｍになるように適合される。

【００２８】

図４では、堆積装置の概略側面図を見ることができる。堆積装置４００は、図２または図３に関して説明した堆積装置とすることができる。図４の側面図は、堆積チャンバ４００内のツインスパッタデバイスの第１のスパッタデバイス４１１を示す。スパッタデバイス支持体４０１は、スパッタデバイス４１１の軸４１３を画定する。さらに、被覆ドラム４２０を見ることができ、基板４３０がその上を案内されてもよい。図４の実施形態では、スパッタデバイス４１１の外面から被覆すべきウエブ４３０までの最短距離を指す距離４８０が示されている。ウエブとスパッタデバイスの表面との間の最短距離は、典型的には５０ｍｍ～２００ｍｍ、より典型的には７０ｍｍ～１９０ｍｍ、さらに典型的には約８０ｍｍ～約１８０ｍｍとすることができる。一実施形態では、スパッタデバイスの表面と被覆すべき表面との間の最短距離は、約１００ｍｍである。

【００２９】

これらの図では、スパッタデバイスは、基板より上に配向されている。しかし、これは単なる一例であり、スパッタデバイスおよび基板の配向は、別の方法で定めることができ、たとえばスパッタデバイスを基板の隣に配置することができ、またはスパッタデバイスより上で基板を案内することができることを理解されたい。

【００３０】

図５は、本発明の実施形態による堆積装置内で使用することができるツインスパッタデバイスおよびウエブを有する被覆ドラムの構成５００を示す。第１のスパッタデバイス５１１および第２のスパッタデバイス５１２が設けられ、第１のスパッタデバイス５１１に対する第１の軸５１３および第２のスパッタデバイス５１３に対する第２の軸５１４に配置される。ツインスパッタデバイス５１１および５１２は、堆積させるべき材料または堆

10

20

30

40

50

積させるべき材料の成分から作られたターゲットを含むことができ、被覆窓 550 を通って基板 530 に対する堆積材料を提供するように適合される。基板 530 は、被覆ドラム 520 によって案内することができる。被覆窓 550 は、ツインスパッタデバイスから放出された粒子 540 が基板に到達する区域によって画定される。被覆ドラム 520 が湾曲していることは、基板 530 の小さい区間のみがターゲット材料粒子 540 に露出されることを意味する。基板の小さい区間は、基板平面 553 に対して突出した被覆ドラム 520 上のウェブ 530 の第 1 の位置 551 および基板平面 553 に対して突出した被覆ドラム 530 上のウェブ 530 の第 2 の位置 552 によって制限することができる。第 1 の位置 551 および第 2 の位置 552 はまた、被覆窓 550 の始端および末端を指すことができる。いくつかの実施形態によれば、被覆窓 550 の寸法は、平面 553 などの基板平面内で測定することができ、平面 553 は、少なくとも 1 つの点で被覆ドラム 520 上の基板に対して実質的に接線方向である。基板に対して実質的に接線方向の基板平面 553 を形成することができる点は、基板のうちスパッタデバイスの少なくとも 1 つに対して最短距離を有する点とすることができる。

【0031】

さらに、いくつかの実施形態によれば、第 1 のスパッタデバイス 511 内に第 1 の磁石アレンジメント 515 が位置し、第 2 のスパッタデバイス 512 内に第 2 の磁石アレンジメント 516 が位置する。第 1 の磁石アレンジメントおよび第 2 の磁石アレンジメントはそれぞれ、磁場を生成する。磁石アレンジメント 515 および 516 によって生成される磁場は、概して、堆積効率を増大させるのに役立つ。さらに、スパッタデバイス内で磁石アレンジメントを使用することによって、堆積率に良い影響を与えることができる。

【0032】

図 6 では、ツインスパッタデバイス、被覆ドラム、および被覆すべき基板を含む構成 600 の一実施形態が示されている。構成 600 は、たとえば、図 2 ~ 図 4 に関して上記で説明した堆積装置内で使用することができる。構成 600 は、第 1 のスパッタデバイス 611 と、第 2 のスパッタデバイス 612 と、被覆ドラム 620 と、被覆すべき基板 630 とを含む。被覆すべき基板 630 は、被覆ドラム 620 上でスパッタデバイス 611 および 612 を通り過ぎて案内され、したがって被覆窓 650 を通過する。被覆窓 650 は、基板平面 653 に対して突出したドラム 630 上の基板 620 の第 1 の位置 651 および基板平面 653 に対して突出したドラム 630 上の基板 620 の第 2 の位置 652 によって制限される。被覆窓 650 を通って、ツインスパッタデバイスから放出された粒子 640 が基板 620 に到達する。

【0033】

図 6 に示す実施形態では、第 1 のスパッタデバイス 611 は第 1 の磁石アレンジメント 515 を備え、第 2 のスパッタデバイス 512 は第 2 の磁石アレンジメント 516 を備える。磁石アレンジメント 615 および 616 は、それぞれ堆積効率を改善するために磁場を生成する磁石ヨークとすることができる。いくつかの実施形態によれば、これらの磁石アレンジメントは、互いの方へ傾斜させることができる。これは、磁石アレンジメント 515 および 516 によって図 6 に示されている。いくつかの実施形態によれば、これらの磁石アレンジメントは、第 1 のスパッタデバイス、第 2 のスパッタデバイス、第 1 の磁石アレンジメント、および / または第 2 の磁石アレンジメントをそれぞれ配置することによって、互いの方へ傾斜させることができる。

【0034】

この文脈で、磁石アレンジメントが互いの方へ傾斜して配置されることは、磁石アレンジメントによって生成される磁場が互いの方へ誘導されることを意味する。たとえば、スパッタデバイスの回転軸から磁石アレンジメントまたは磁石アレンジメントの実質的に中心へ進む径方向軸は、他方のスパッタデバイスの対応する軸に対して角度を形成することができる。第 1 のスパッタデバイス 611 および第 2 のスパッタデバイス 612 の径方向軸は、図 6 に見ることができる。第 1 の径方向軸 617 は、第 1 のスパッタデバイス 611 の第 1 の回転軸 613 から第 1 の磁石アレンジメント 615 の中心へ延びる。第 2 の径

10

20

30

40

50

方向軸 6 1 8 は、第 2 のスパッタデバイス 6 1 2 の第 2 の回転軸 6 1 4 から第 2 の磁石アレンジメント 6 1 6 の中心へ延びる。径方向軸 6 1 7 と径方向軸 6 1 8 との間には、磁石アレンジメントの互いの方への傾斜を示す角度 6 1 9 が示されている。いくつかの実施形態によれば、磁石アレンジメント間の角度、たとえば図 6 の角度 6 1 9 は、典型的には約 5° ~ 約 50° の範囲内、より典型的には約 10° ~ 約 40° 、さらに典型的には約 10° ~ 約 30° とすることができる。

【0035】

いくつかの実施形態によれば、前述のスパッタデバイスを使用して、ウェブ上に絶縁材料を堆積させることができる。たとえば、スパッタデバイスは、シリコン、チタン、アルミニウムなどのターゲット材料を提供することができる。ガス入り口とともに、たとえば反応性スパッタリングプロセスによって、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化チタン、酸化アルミニウムなどの材料を基板上に堆積させることができる。さらに、上記の堆積装置は、 SiO_2 の反応性スパッタリングなどの反応性スパッタプロセスに使用することができる。したがって、本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができるいくつかの実施形態によれば、堆積装置は、真空ポンプ、プロセスガス（酸素または窒素など）に対するガス入り口、加熱手段、冷却手段、ドライバなどのさらなる機器を備えることができる。

【0036】

いくつかの実施形態によれば、上記の堆積装置および構成は、2つの金属スパッタデバイスが約 10kHz ~ 約 50kHz の周波数範囲などの中間周波数（MF）で動作するプロセスで使用することができる。一実施形態では、堆積装置および/または堆積装置のスパッタデバイス支持体は、スパッタデバイスのうち的一方をアノードとして使用し、他方をカソードとして使用するように適合されてもよい。概して、堆積装置は、アノードおよびカソードとしてのスパッタデバイスの動作を交互にすることができるように適合される。すなわち、前にアノードとして使用されているスパッタデバイスをカソードとして使用することができ、前にカソードとして使用されているスパッタデバイスをアノードとして動作させることができる。

【0037】

一実施形態では、上記の堆積装置は、1つのスパッタデバイス支持体に対して1つのスパッタデバイスを設けることができる。すなわち、1つのスパッタデバイス支持体内に1つの回転可能なスパッタデバイスのみが設けられる。たとえば、第1のスパッタデバイス支持体内に1つの第1のスパッタデバイスが配置され、第2のスパッタデバイス支持体内に1つの第2のスパッタデバイスが配置される。いくつかの実施形態によれば、1対のツインスパッタデバイス、すなわち1つの第1のスパッタデバイスおよび1つの第2のスパッタデバイスが、1つの被覆窓に対して設けられる。堆積装置は、概して、いくつかの被覆窓を有することができ、各被覆窓に対して、それぞれ1つの第1のスパッタデバイスおよび1つの第2のスパッタデバイスのみを使用することができる。被覆窓は、堆積させるべき材料が基板に到達する区間として画定されると理解することができる。それによって、基板は、被覆窓を通過することによって第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスを通過する。

【0038】

図 7 は、本明細書に記載する実施形態によるウェブ上に堆積材料を堆積させる方法の流れ図を示す。いくつかの実施形態によれば、この方法は、図 2 ~ 図 4 に関して上述した堆積装置または図 5 および図 6 に示す構成を動作させるために使用することができる。この方法は、ブロック 7 1 0 で、被覆ドラム上で第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスを通り過ぎてウェブを案内することを含むことができる。いくつかの実施形態によれば、これらのスパッタデバイスは、ウェブなどの基板上に堆積させるべき材料を提供する上記のスパッタデバイスとすることができる。たとえば、本明細書に記載する実施形態によるウェブは、ブロック 7 1 5 に示すように、ツインスパッタデバイスを通過する。スパッタデバイスは、それぞれ回転軸を有する回転可能なスパッタデバイスとすること

ができる。いくつかの実施形態によれば、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスは、図7にブロック720として示すように、第1のスパッタデバイスの回転軸と第2のスパッタデバイスの回転軸との間の距離が約200mmより小さくなるように配置される。いくつかの実施形態では、第1のスパッタデバイスの回転軸と第2のスパッタデバイスの回転軸との間の距離は、150mm~200mm、より典型的には160mm~190mm、さらに典型的には170mm~185mm、たとえば180mmである。

【0039】

さらに、本明細書に記載する実施形態による方法は、ブロック730で、第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスからの堆積材料でウェブを被覆することを含む。概して、ウェブ上に堆積させる材料は、スパッタデバイスから放出され、1つの被覆窓内でウェブ上に堆積する。被覆窓は、基板平面内で堆積材料が通過して基板に到達する区間として画定することができる。ウェブが被覆窓を通過するとき、ウェブは、スパッタデバイスから放出された粒子に露出される。いくつかの実施形態によれば、ウェブが被覆ドラム上で第1のスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスを通り過ぎて案内される間に、被覆が行われる。

【0040】

いくつかの実施形態によれば、被覆窓は、基板平面内で典型的には約150mm~約250mm、より典型的には約180mm~約240mm、さらに典型的には約200mm~230mm、たとえば220mmの寸法を有することができる。被覆窓の幅は、基板平面に対して突出して被覆窓を制限する被覆ドラム上の第1の位置および第2の位置によってさらに画定することができる。たとえば、被覆窓の幅は、図2~図6で被覆窓250、350、450、550、および650として見ることができる。

【0041】

本明細書に記載する実施形態による方法は、第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスのうち的一方をアノードとして使用し、第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスのうち他方をカソードとして使用することをさらに含むことができる。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができる本明細書に記載するいくつかの実施形態によれば、堆積装置、特に堆積装置のスパッタデバイス支持体は、対応する機能を提供するように適合することができ、すなわち一方のスパッタデバイスをアノードとして、他方のスパッタデバイスをカソードとして、交互に使用することを可能にする。

【0042】

一実施形態では、ウェブ上に材料を堆積させる方法は、第1のスパッタデバイス内の第1の磁石アレイメントによって第1の磁場を生成し、第2のスパッタデバイス内の第2の磁石アレイメントによって第2の磁場を生成することをさらに含む。上記の構成は、図5に例示されている。さらに、いくつかの実施形態によれば、これらの磁石アレイメントは、第1のスパッタデバイス、第2のスパッタデバイス、第1の磁石アレイメント、および/または第2の磁石アレイメントをそれぞれ配置することによって、互いの方へ傾斜させて配置することができる。そのような構成は図6に示されており、径方向軸617および618は、角度619とともに、傾斜した構成を示す。

【0043】

本明細書に記載する実施形態による堆積装置および堆積材料を堆積させる方法を使用することで、高いスパッタデバイスの利用率(最大約80%)および再堆積のない浸食プロファイルが可能になる。これにより、材料コストが節約され、プロセスがより効率的になる。さらに、ウェブ被覆装置で使用される上向きのスパッタを利用した場合、粒子がスパッタデバイス上に落下する可能性がなく、それによってアークを発生させ、したがって層の特性を制限することがないため、スパッタプロセスの品質を改善することができる。さらに、本明細書に記載する実施形態は、スパッタカソードに対して制限された寸法を有し、空間的な制限のために回転可能なツインスパッタデバイスを使用することができないシ

ステムにも適用することができる。

【 0 0 4 4 】

一態様では、ウェブ上に堆積材料を堆積させる堆積装置が提供される。堆積装置は、第1の回転可能なスパッタデバイスに対する第1の軸を画定する第1のスパッタデバイス支持体と、第2の回転可能なスパッタデバイスに対する第2の軸を画定する第2のスパッタデバイス支持体と、被覆窓とを含むことができる。いくつかの実施形態によれば、第1のスパッタデバイス支持体および第2のスパッタデバイス支持体は、被覆ドラムの上のウェブ上に堆積させるべき堆積材料を提供するために第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスを支持するように適合される。第1の軸と第2の軸との間の距離は、約200mmより小さくすることができる。さらに、本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができるいくつかの実施形態によれば、堆積装置は、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスのうちの一方の回転可能なスパッタデバイスをアノードとして使用し、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスのうちの他方の回転可能なスパッタデバイスをカソードとして使用するように適合されてもよい。一実施形態では、堆積装置は、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスをさらに含むことができる。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができるいくつかの実施形態によれば、第1の磁場を生成する第1の磁石アレンジメントを第1の回転可能なスパッタデバイス内に配置することができ、第2の磁場を生成する第2の磁石アレンジメントを第2の回転可能なスパッタデバイス内に配置することができる。第1の磁石アレンジメントおよび第2の磁石アレンジメントは、被覆窓内の堆積材料の堆積を増大させるようにさらに適合されてもよい。一実施形態では、第1の磁石アレンジメントおよび第2の磁石アレンジメントが互いの方へ傾斜して配置されるように、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスを配置することができる。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができるいくつかの実施形態によれば、第1のスパッタデバイス支持体および第2のスパッタデバイス支持体のうちの少なくとも1つは、約100mmと約120mmの間、特に約105mmの外径を有する回転可能なスパッタデバイスを保持するように適合されてもよい。さらに、一実施形態では、第1のスパッタデバイス支持体および第2のスパッタデバイス支持体は、1つの被覆窓に対して、第1のスパッタデバイス支持体内に1つの第1の回転可能なスパッタデバイスのみを提供し、第2のスパッタデバイス支持体内に1つの第2の回転可能なスパッタデバイスのみを提供するように適合されてもよい。さらなる実施形態によれば、第1のスパッタデバイス支持体は第1のスパッタデバイスを保持するように適合され、第2のスパッタデバイス支持体は第2のスパッタデバイスを保持するように適合され、第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスはツインスパッタデバイスである。概して、被覆窓は、約200mmと約250mmの間、特に約220mmの幅を提供することができる。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができる一実施形態では、堆積させるべき材料は、絶縁材料とすることができる。たとえば、堆積させるべき材料は、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化チタン、および酸化アルミニウムの群から選択することができる。

【 0 0 4 5 】

さらなる態様では、ウェブ上に堆積材料を堆積させる方法が提供される。この方法は、被覆ドラム上で第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスを通り過ぎてウェブを案内することを含むことができ、第1のスパッタデバイスおよび第2のスパッタデバイスは、回転可能なツインスパッタデバイスであり、堆積材料または堆積材料の成分を提供する。さらに、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスは、第1のスパッタデバイスの回転軸と第2のスパッタデバイスの回転軸との間の距離が約200mmより小さくなるように配置することができる。この方法は、第1の回転可能なスパッタデバイスおよび第2の回転可能なスパッタデバイスを通り過ぎてウェブを案内しながら1回の被覆でウェブを堆積材料で被覆することをさらに含むことができる。いくつかの実施形態によれば、ウェブを被覆することは、約220mmの被覆窓内でウ

10

20

30

40

50

エブを被覆することを含む。本明細書に記載する他の実施形態と組み合わせることができる一実施形態では、この方法は、第1のスputタデバイスおよび第2のスputタデバイスのうち的一方をアノードとして使用し、第1のスputタデバイスおよび第2のスputタデバイスのうち他方をカソードとして使用することをさらに含む。いくつかの実施形態によれば、材料を堆積させる方法は、第1のスputタデバイス内の第1の磁石アレイメントによって第1の磁場を生成し、第2のスputタデバイス内の第2の磁石アレイメントによって第2の磁場を生成することをさらに含むことができる。概して、第1の磁石アレイメントおよび第2の磁石アレイメントが互いの方へ傾斜して配置されるように、第1のスputタデバイス、第2のスputタデバイス、第1の磁石アレイメント、および第2の磁石アレイメントのうちの少なくとも1つを配置することができる。

10

【 0 0 4 6 】

上記は本発明の実施形態を対象とするが、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、本発明の他のさらなる実施形態を考案することもでき、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。

【 図 1 】

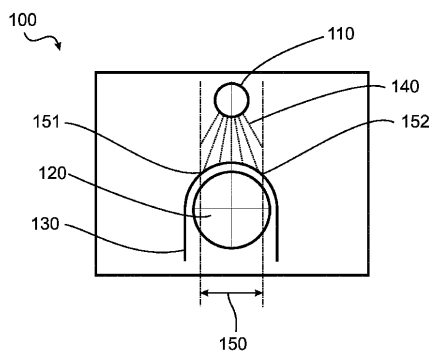


FIG. 1 (state of the art)

【 図 2 】

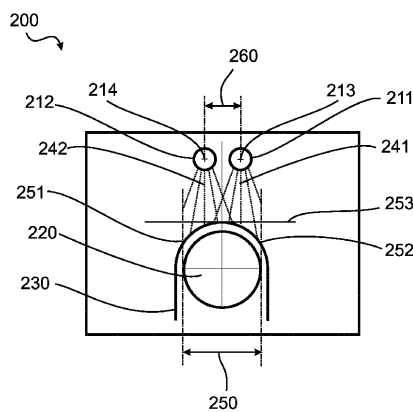


FIG. 2

【 図 3 】

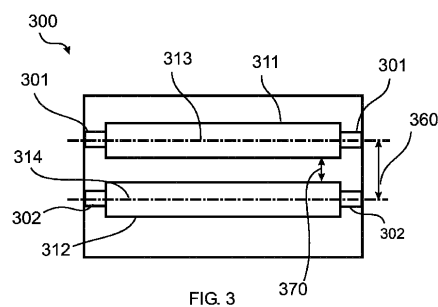


FIG. 3

【 図 4 】

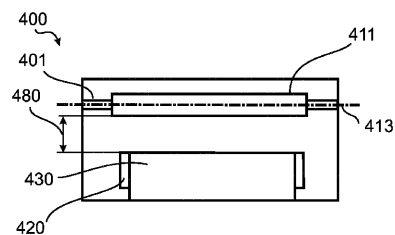


FIG. 4

【図 5】

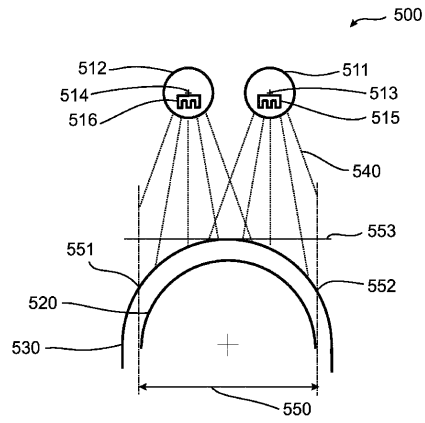


FIG. 5

【図 6】

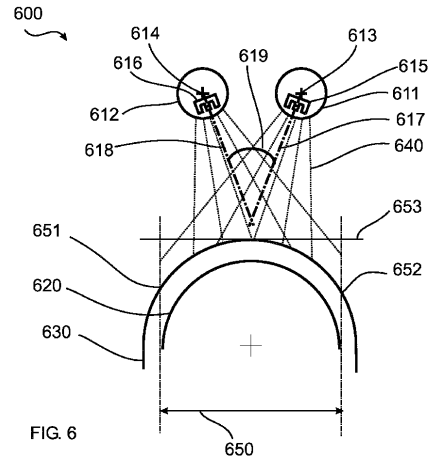


FIG. 6

【図 7】

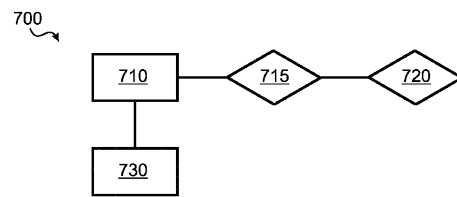


FIG. 7

フロントページの続き

- (72)発明者 デビッシュ, トーマス
ドイツ国 6 3 7 4 3 アシャッフエンブルク, アン デン ボルンヴィーゼン 1 1
- (72)発明者 シュナッペンベルガー, フランク
ドイツ国 5 5 2 1 8 インゲルハイム, イン デア デルルヴィース 3 4
- (72)発明者 ロップ, アンドレアス
ドイツ国 6 3 5 7 9 フライゲリヒト, ハーナウアーシュトラーセ 2 6
- (72)発明者 フロック, アンヌマリー
ドイツ国 6 4 8 5 0 シャーフハイム, アム ソンネンハング 9
- (72)発明者 ゴーリッシュ, ゲッツ
ドイツ国 6 4 2 9 7 ダルムシュタット, パリザーデンシュトラーセ 6 8

審査官 國方 恭子

- (56)参考文献 国際公開第03/023813(WO, A1)
特開2010-265527(JP, A)
独国特許出願公開第19610253(DE, A1)
特開2008-038192(JP, A)
特表2002-529600(JP, A)
特表2008-527177(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 2 3 C 1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8