

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-63433

(P2006-63433A)

(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
C23C	14/04	(2006.01)	C23C 14/04	ZCCA	4K029
C23C	14/28	(2006.01)	C23C 14/28		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-251151 (P2004-251151)	(71) 出願人	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日	平成16年8月30日 (2004.8.30)	(71) 出願人	304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
		(74) 代理人	100082876 弁理士 平山 一幸
		(74) 代理人	100069958 弁理士 海津 保三
		(72) 発明者	鯉沼 秀臣 東京都杉並区荻窪3-47-8
		(72) 発明者	松本 祐司 神奈川県横浜市青葉区榎が丘14-3-4 07

最終頁に続く

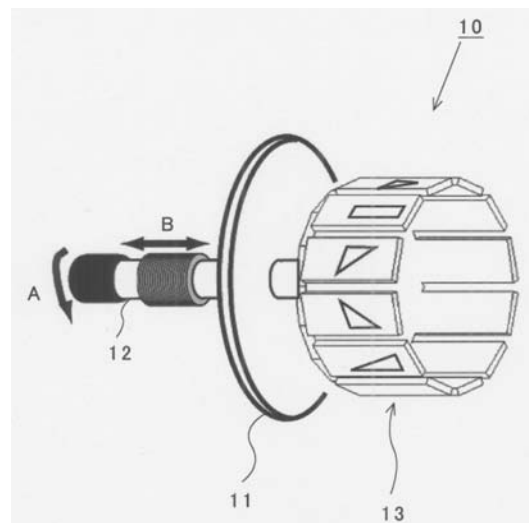
(54) 【発明の名称】 マスキング機構及びそれを備えた成膜装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成により、容易に小型化に対応することができるようにした、マスキング機構及びそれを備えた成膜装置を提供する。

【解決手段】 真空チャンバーの開口部を密閉して取り付ける真空フランジ11と、真空フランジ11に対して回転可能にそして軸方向に移動可能に支持され、その外端に回転運動及び直線運動が加えられる駆動軸12と、駆動軸12の内端に取り付けたマスク部13とを備え、マスク部13が、駆動軸12に対して垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板13aと、マスク支持円板13aの外周縁に沿って軸方向内側に延びるように、全体としてほぼ多角柱状に配置された複数のマスク支持板13bと、各マスク支持板13aに取り付けられた所定形状のマスク孔を備えたマスク13cとを含むように、マスキング機構10を構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバーの開口部を密閉するように取り付けられる真空フランジと、
上記真空フランジを貫通して外部に延びると共に、この真空フランジに対して回転可能にそして軸方向に移動可能に支持され、その外端に回転運動及び直線運動が加えられる駆動軸と、

上記駆動軸の内端に取り付けられたマスク部と、を備えており、

上記マスク部が、

上記駆動軸に対して垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板と、

このマスク支持円板の外周縁に沿って軸方向内側に延びるように、全体としてほぼ多角柱状に配置された複数個のマスク支持板と、

各マスク支持板に取り付けられた所定形状のマスク孔を備えたマスクと、
を含んでいることを特徴とする、マスクング機構。

【請求項 2】

前記各マスクは、互いに形状の異なるマスク孔を備えていることを特徴とする、請求項 1 に記載のマスクング機構。

【請求項 3】

前記駆動軸を回転駆動したとき、前記マスク部が駆動軸と共に回転することにより、前記所定のマスク支持板に取り付けられた前記マスクが順次に所定位置に持ち来たされ、所望のマスクが選択されることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のマスクング機構。

【請求項 4】

前記駆動軸が軸方向に直線駆動されたとき、前記マスク部が駆動軸と共に軸方向に移動して、前記所定位置に位置するマスク支持板に取り付けられた前記マスクのマスク孔がマスクングのために所定速度で軸方向に移動することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 の何れかに記載のマスクング機構。

【請求項 5】

前記各マスクが、それぞれ互いに異なる方向の濃度勾配を与えるように、互いに異なる方向に延びるマスクエッジを備えていることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 の何れかに記載のマスクング機構。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 に記載のマスクング機構を備えた成膜装置であって、前記真空チャンバー内に配設される成膜用材料の供給源と、基板ステージと、を含み構成されることを特徴とする、マスクング機構を備えた成膜装置。

【請求項 7】

真空チャンバーと、該真空チャンバー内に配設される成膜用材料の供給源と、基板ステージとマスクング機構とを有するマスクング機構を備えた成膜装置であって、

上記マスクング機構が、

真空チャンバーの開口部を密閉するように取り付けられる真空フランジと、

上記真空フランジを貫通して外部に延びると共に、この真空フランジに対して回転可能にそして軸方向に移動可能に支持され、その外端に回転運動及び直線運動が加えられる駆動軸と、

上記駆動軸の内端に取り付けられたマスク部と、を備えており、

上記マスク部が、

上記駆動軸に対して垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板と、

このマスク支持円板の外周縁に沿って軸方向内側に延びるように、全体としてほぼ多角柱状に配置された複数個のマスク支持板と、

各マスク支持板に取り付けられた所定形状のマスク孔を備えたマスクと、を含んでいることを特徴とする、マスクング機構を備えた成膜装置。

【請求項 8】

前記成膜用材料の供給源は、少なくとも、前記成膜用材料を気相状態で供給する供給源

であることを特徴とする、請求項 6 又は 7 に記載のマスキング機構を備えた成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、成膜装置に用いるマスキング機構とこのマスキング機構を備えた成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、種々の組成の材料チップを作製するための成膜装置や、コンビナトリアル成膜装置などが使用されている。このようなコンビナトリアル成膜装置を使用することによって、同一真空工程で、種々の組成を備えた物質群のライブラリーを同一基板上に一度に形成でき、ライブラリーから新物質、新組成の発見、あるいはライブラリーの特性から理論的予測を得ることができる。これにより、従来法では 100 年かかる物質探査を、コンビナトリアル成膜装置を用いれば一ヶ月程度に短縮することができるといわれている。

10

【0003】

コンビナトリアル成膜装置は、基板上の所望の部分のみに物質供給を限定する手段、種類の異なる薄膜の成膜手段及び基板上の所望の部分の構造を解析する構造解析手段を必須としており、例えば複数のマスク装置、ターゲット切替装置、アブレーション・レーザ光導入装置、基板加熱用レーザ装置や、RHEED 装置等の膜厚モニタを有している（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【0004】

そして、従来、複数のマスク装置として、非特許文献 1 には、図 11 に示すような構成のマスキング機構が開示されている。図 11 において、マスキング機構 50 は、真空チャンバー 52 内に配置された円板状のマスク支持板 53 と、このマスク支持板 53 の中心に取り付けられた駆動軸 54 と、から構成されている。

【0005】

マスク支持板 53 は、その同一円周上に沿って、種々の形状のマスク孔 53a を備えている。駆動軸 54 はその外端が真空チャンバー 52 を貫通して外部に突出しており、図示しない駆動源に連結されることにより、回転駆動されるようになっている。これにより、駆動軸 54 が回転駆動されると、マスク支持板 53 は、矢印で示すように、その中心の周りに回動して、各マスク孔 53a が所定位置付近に持ち来たされ、さらにマスク板 53 の回転速度が制御される。

30

【0006】

このような構成のマスキング機構 50 によれば、まずマスキング機構 50 を真空チャンバー 52 内にセットすると共に、成膜すべき基板 55 を、マスキング機構 50 のマスク支持板 53 の所定位置の上方にセットし、さらにその下方にターゲット（図示せず）をセットして、この真空チャンバー 52 内を真空排気する。そして、真空チャンバー 52 の外側に突出している駆動軸 54 の外端を回転駆動することにより、マスク支持板 53 の所望のマスク孔 53a が、所定位置に隣接して配置される。

【0007】

この状態から、ターゲットに対して、例えば、アブレーション・レーザ光を照射することにより、ターゲットの材料を蒸発させる。同時に、マスキング機構 50 の駆動軸 54 を駆動制御することにより、マスク支持板 53 を適宜の回転速度で回転駆動する。

40

このようにして、ターゲットの材料の蒸発流が、マスキング支持板 53 のマスク孔 53a を介して基板 55 の表面に蒸着される。その際、所定位置に隣接して配置されたマスク孔 53a が円周方向に移動することによって、基板 55 の表面の各所におけるマスク孔 53a を通過する蒸発流に曝される時間が、マスク孔 53a の形状に基づいて制御され、基板 55 の表面に成膜される膜厚が制御されることになる。かくして、各マスク孔 53a を適宜の形状に形成することにより、所謂三元組成傾斜膜が形成される。

【0008】

50

また、非特許文献 1 及び非特許文献 2 には、図 1 2 に示すような構成のマスキング機構が開示されている。図 1 2 において、マスキング機構 6 0 は、真空チャンバー 5 2 内に配置された細長い板状のマスク支持板 5 7 と、このマスク支持板 5 7 の一端から長手方向に延びるように取り付けられた駆動軸 5 8 と、から構成されている。

【 0 0 0 9 】

マスク支持板 5 7 は、その長手方向に沿って、種々の形状のマスク孔 5 7 a を備えている。駆動軸 5 8 は、その外端が真空チャンバー 5 2 を貫通して外部に突出しており、図示しない駆動源に連結されることにより、軸方向に沿って直線的に駆動される。こうして、駆動軸 5 8 が往復して駆動されると、マスク支持板 5 7 は、矢印で示すように、その長手方向に沿って移動して、各マスク孔 5 7 a が所定位置付近に持ち来たされ、さらに、マスク板 5 7 の直線運動速度が制御される。

10

【 0 0 1 0 】

このような構成のマスキング機構 6 0 によれば、まずマスキング機構 6 0 を真空チャンバー 5 2 内にセットすると共に、成膜すべき基板 5 5 を、マスキング機構 6 0 のマスク支持板 5 7 の所定位置の上方にセットし、さらにその下方にターゲット (図示せず) をセットして、この真空チャンバー 5 2 内を真空排気する。そして、真空チャンバー 5 2 の外側に突出している駆動軸 5 8 の外端を往復駆動することにより、上記マスク支持板 5 7 の所望のマスク孔 5 7 a が、所定位置に隣接して配置される。

【 0 0 1 1 】

この状態から、図示しないターゲットに対して、例えば、アブレーション・レーザ光を照射して、ターゲット材料を蒸発させる。同時に、マスキング機構 6 0 の駆動軸 5 8 を駆動制御して、マスク支持板 5 7 を適宜の移動速度で直線的に移動させる。これにより、ターゲット材料の蒸発流が、マスク支持板 5 7 のマスク孔 5 7 a を介して基板 5 5 の表面に蒸着される。その際、所定位置に隣接して配置されたマスク孔 5 7 a が長手方向に移動することによって、基板 5 5 の表面の各所における当該マスク孔 5 7 a を通過する蒸発流に曝される時間が、マスク孔 5 7 a の形状に基づいて制御され、基板 5 5 の表面に成膜される膜厚が制御される。このようにして、同様に各マスク孔 5 7 a を適宜の形状に形成することによって、所謂三元組成傾斜膜が形成される。

20

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】特願 2 0 0 0 - 2 5 9 7 7 7 号

30

【非特許文献 1】R. Takahashi 他 6 名, "Development of a new combinatorial mask for addressable ternary phase diagramming: application to rare earth doped phosphors", Applied Surface Science, Vol.223, pp.249-252 (2004)

【非特許文献 2】M. Lippmaa 他 5 名, "Design of compact pulsed laser deposition chambers for the growth of combinatorial oxide thin film libraries", Applied Surface Science, Vol.189, pp.205-209 (2002)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

ところで、このような構成のマスキング機構 5 0 , 6 0 のうち、マスキング機構 5 0 においては、円板状のマスク支持板 5 3 に、マスク孔 5 3 a を形成していることから、多数のマスク孔 5 3 a を備えることが可能である。したがって、多種のマスク形状を導入することによって、種々の三元組成傾斜膜を形成することが可能である。

40

しかしながら、マスク支持板 5 3 が駆動軸 5 4 により回転駆動されることによって、各マスク孔 5 3 a が円形の軌道上を移動することになるため、マスク支持板 5 3 の回転速度の制御による膜厚傾斜の線形性が低下してしまうという課題がある。

【 0 0 1 4 】

これに対して、マスキング機構 6 0 においては、マスク支持板 5 7 が直線移動することから、マスク支持板 5 7 の直線移動速度の制御による膜厚傾斜の線形性は良好であるが、多数のマスク孔 5 7 a を備える場合、マスク支持板 5 7 が長手方向に長く形成されると共

50

に、マスク支持板 57 の直線移動距離が長くなってしまふ。このため、マスキング機構全体が大型化してしまふと共に、コンビナトリアル成膜装置で使用する場合に、真空チャンパー 52 内に、マスク支持板 57 の移動スペースを確保する必要があることから、コンビナトリアル成膜装置全体が大型化してしまふという課題がある。

さらに、このようなマスキング機構は、コンビナトリアル成膜装置だけでなく、広く気相成長法による成膜装置においても使用されており、同様の課題がある。

【0015】

本発明は、上記課題に鑑み、簡単な構成により、容易に小型化に対応することができるようにした、マスキング機構及びそれを備えた成膜装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、本発明のマスキング機構は、真空チャンパーの開口部を密閉するように取り付けられる真空フランジと、真空フランジを貫通して外部に延びると共に、この真空フランジに対して回転可能にそして軸方向に移動可能に支持され、その外端に回転運動及び直線運動が加えられる駆動軸と、駆動軸の内端に取り付けられたマスク部とを備えており、マスク部が、駆動軸に対して垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板と、このマスク支持円板の外周縁に沿って軸方向内側に延びるように、全体としてほぼ多角柱状に配置された複数個のマスク支持板と、各マスク支持板に取り付けられた所定の形状のマスク孔を備えたマスクとを含んでいることを特徴とする。

【0017】

上記構成によれば、マスク部の各マスク支持板に対して所定の形状のマスク孔を備えたマスクを取り付けて、真空チャンパーに設けられた開口部から本マスキング機構を真空チャンパー内に挿入すると共に、真空フランジにて上記開口部を閉塞し、真空チャンパー内を真空排気する。この状態から、駆動軸を回転駆動して、マスク部全体を駆動軸の周りに回転させる。

これにより、マスク部の各マスク支持板に取り付けられたマスクのうち、選択した一つのマスクが所定位置に持ち来たされる。そして、真空チャンパー内にて所定位置の下方に配置されたターゲットに対してアブレーション・レーザ光等を照射して、ターゲットの材料を蒸発させると、真空チャンパー内にて、所定位置の上方に配置された基板に向かってターゲット材料の蒸気が流れて、この基板表面に蒸着し、このターゲット材料の薄膜が成膜される。

【0018】

上記構成において、各マスクは、好ましくは、互いに形状の異なるマスク孔を備えている。この構成によれば、各マスクをコンビナトリアル成膜装置用のマスキング機構とすることができる。

【0019】

上記構成において、好ましくは、駆動軸が回転駆動されたとき、マスク部が駆動軸と共に回転することにより、所定のマスク支持板に取り付けられたマスクが順次に所定位置に持ち来たされ、所望のマスクが選択される。従って、駆動軸を回転駆動することによって、各マスクが容易に所定位置に持ち来たされ得る。

【0020】

上記構成において、好ましくは、駆動軸が軸方向に直線駆動されたとき、マスク部が駆動軸と共に軸方向に移動して、所定位置に位置するマスク支持板に取り付けられたマスクのマスク孔がマスキングのために所定速度で軸方向に移動する。この構成によれば、駆動軸を軸方向に沿って移動させることによって、各マスクが容易にマスキングのため軸方向に移動される。この際、駆動軸が軸方向に沿って一定速度で移動されることにより、選択され所定位置に配置されたマスクのマスク孔が、所定位置の領域にて軸方向に所定速度で移動して、マスキングが行なわれる。これにより、基板上に成膜されるターゲット材料の薄膜は、このようなマスキングによって軸方向に対応して、ある方向に濃度勾配を有することになる。

10

20

30

40

50

【0021】

上記構成において、好ましくは、各マスクが、それぞれ互いに異なる方向の濃度勾配を与えるように、互いに異なる方向に延びるマスクエッジを備えている。この構成によれば、各マスクのマスクエッジによって、それぞれ互いに異なる方向の濃度勾配を有する薄膜が基板上に形成される。

このため、互いに異なる方向の濃度勾配を与えるようなマスク形状のマスクを組み合わせ、駆動軸の回転駆動によるマスク部を回動させ、順次にこれらのマスクを選択して、各マスクについて駆動軸の軸方向の直線運動によりマスク移動をさせて、互いに異なる方向の濃度勾配を有する複数の薄膜を形成することができる。

これにより、三元組成傾斜膜が容易に形成され得る。この際、マスク部の直線運動速度の制御によって、基板上に成膜される薄膜の膜厚傾斜の線形性が良好に保持されることになり、例えば三元組成勾配膜が容易に且つ正確に形成される。

また、各マスクが、多角柱状に配置されたマスク支持板に取り付けられ、駆動軸の回転駆動によって、各マスクが順次に所定位置に持ち来たされ得るので、比較的小型に構成することで、多数のマスクがマスク部に装着でき、多彩なマスクングが可能となる。

【0022】

また、本発明のマスクング機構を備えた成膜装置は、好ましくは、真空チャンバー内に配設される成膜用材料の供給源と、基板ステージと、を備える。具体的には、本発明のマスクング機構を備えた成膜装置は、真空チャンバーと、真空チャンバー内に配設される成膜用材料の供給源と、基板ステージとマスクング機構と、を有し、マスクング機構が、真空チャンバーの開口部を密閉するように取り付けられる真空フランジと、真空フランジを貫通して外部に延びると共に、この真空フランジに対して回転可能にそして軸方向に移動可能に支持され、その外端に回転運動及び直線運動が加えられる駆動軸と、駆動軸の内端に取り付けられたマスク部と、を備えており、マスク部が、駆動軸に対して垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板と、このマスク支持円板の外周縁に沿って軸方向内側に延びるように、全体としてほぼ多角柱状に配置された複数個のマスク支持板と、各マスク支持板に取り付けられた所定形状のマスク孔を備えたマスクと、を含んでいることを特徴とする。好ましくは、成膜用材料の供給源は、少なくとも、前記成膜用材料を気相状態で供給する供給源である。

上記構成によれば、簡単な構成により、容易に小型化に対応することができるようにした、マスクング機構を備えた成膜装置を提供することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、駆動軸の周りに多角形状にマスクを配置することにより、駆動軸の回転によって、所望のマスクを選択して所定位置に持ち来たすることができると共に、駆動軸を軸方向に移動させることによって、選択したマスクを軸方向に移動させて、マスクングを行なうことができる。したがって、各マスクが多角柱状に配置されていることから、マスク部に多数のマスクが装着されると共に、全体として比較的小型に構成される。また、マスクングの際には、選択されたマスクが駆動軸の軸方向に沿って移動して、直線的なマスク孔の移動によりマスクングされるので、基板上に成膜された薄膜の膜厚傾斜の線形性が良好に保持されることになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

最初に、本発明の第一の実施形態による成膜装置に用いるマスクング機構について説明する。

図1は、本発明の第一の実施形態に係る成膜装置に用いるマスクング機構の構成を示す概略斜視図であり、図2は、図1のマスクング機構の要部の詳細な構成を示す部分拡大断面図である。図1において、マスクング機構10は、成膜装置用のマスクング機構であって、真空フランジ11と、駆動軸12と、マスク部13と、を含んでいる。

10

20

30

40

50

【0025】

真空フランジ11は、所謂ICFフランジ、例えば、米国Varian社のコンフラットフランジとして市販されているフランジであって、無酸素銅ガasket等を使用して、高真空でも高い気密性を保持することができるようになっている。

【0026】

駆動軸12は、真空フランジ11を貫通するように、真空フランジ11に対して軸受部11aを介して、矢印Aで示すように回転可能に、かつ、矢印Bで示すように軸方向に移動可能に気密的に支持されている。

図2に示すように、真空フランジ11が真空チャンバ14の側壁の開口部に取り付けられたとき、外端が真空フランジ11の外側に突出するようになっている。そして、駆動軸12の外端が駆動源(図示せず)に連結されることにより、駆動軸12が回転駆動され、また軸方向に往復移動される。

10

【0027】

図3は、図1のマスク機構におけるマスク部の正面図である。図2及び図3に示すように、マスク部13は、駆動軸12に垂直に固定保持された円板状のマスク支持円板13aと、このマスク支持円板13aの外周縁に沿って軸方向内側に延びるようにマスク支持円板13aに取り付けられた複数個、図示の場合、12個のマスク支持板13bと、各マスク支持板13bにそれぞれ取り付けられたマスク13cと、を含んでいる。各マスク支持板13bは、マスク支持円板13aの外周縁に沿って、多角形の形状で配設され、全体として多角柱状に構成される。例えば、等角度間隔で、配設されてもよい(図示の場合、30度間隔)。この場合には、マスク支持板13bは、マスク支持円板13aの外周縁に沿って等角度間隔に配置され、全体として正多角柱状に構成されている。

20

【0028】

図4は、図3のマスク部におけるマスク支持板の構成を示す拡大平面図である。図4に示すように、マスク支持板13bは、それぞれ先端側にマスク13cを支持し得るように構成されており、各マスク13cは、公知の方法で、例えばネジによりマスク支持板13bに対して取り付けられる。

【0029】

本発明のマスク機構10によれば、駆動軸を回転駆動することにより、マスク部全体を駆動軸の周りに回転させる。これにより、マスク部の各マスク支持板に取り付けられたマスクのうち、選択した一つのマスクが駆動軸を回転駆動することによって、所定位置に持ち来たされる。

30

【0030】

この際、駆動軸が軸方向に直線駆動されたとき、マスク部が駆動軸と共に軸方向に移動して、所定位置に位置するマスク支持板に取り付けられたマスクのマスク孔がマスクングのために所定速度で軸方向に移動する。これにより、基板上に成膜されるターゲット材料の薄膜は、このようなマスクングによって軸方向に対応して、ある方向に濃度勾配を有することになる。

【0031】

各マスクが、それぞれ互いに異なる方向の濃度勾配を与えるように、互いに異なる方向に延びるマスクエッジを備えている場合には、各マスクのマスクエッジによって、それぞれ互いに異なる方向の濃度勾配を有する薄膜が基板上に形成され得る。このため、互いに異なる方向の濃度勾配を与えるようなマスク形状のマスクを組み合わせて、駆動軸の回転駆動によるマスク部の回動によって順次にこれらのマスクを選択して、各マスクについて駆動軸の軸方向の直線運動によるマスク移動によって、互いに異なる方向の濃度勾配を有する複数の薄膜が形成される。

40

これにより、三元組成傾斜膜が容易に形成される。この際、マスク部の直線運動速度の制御によって、基板上に成膜される薄膜の膜厚傾斜の線形性が良好に保持されることになり、例えば三元組成勾配薄膜が容易に且つ正確に形成される。

また、各マスクが、多角柱状に配置されたマスク支持板に取り付けられ、駆動軸の回転

50

駆動によって、各マスクが順次に所定位置に持ち来たされるので、比較的小型の構成によって、多数のマスクがマスク部に装着され、多彩なマスクングが可能となる。

【0032】

次に、本発明の第二の実施形態による、マスクング機構を備えた成膜装置について説明する。

図5は、本発明の第二の実施形態によるマスクング機構を備えた成膜装置20を示す概略斜視図である。図5に示すように、本発明のマスクング機構を備えた成膜装置20は、真空チャンバー14と、成膜用材料の供給源となるターゲット機構15と、基板ステージ16と、真空チャンバー14に取り付けられるマスクング機構10と、を含んで構成されている。図示しないが、真空チャンバー14を真空にするための真空ポンプやその制御装置をさらに備えている。また、基板17に成膜される膜の厚さを測定するための膜厚モニタなどを備えていてもよい。成膜材料を供給するターゲット機構15は、レーザーアブレーション法(以下、適宜、PLD法とよぶ)に用いるターゲット機構15を用いることができる。

10

【0033】

次に、本発明のマスクング機構を備えた成膜装置20の動作について説明する。

図5に示すように、マスクング機構を備えた成膜装置20によれば、マスク部13の各マスク支持板13bに、それぞれ互いに異なる形状のマスク孔を備えたマスク13cを装着して、本マスクング機構10を真空チャンバー14の側壁に設けられた開口部から内部に導入し、真空フランジ11を開口部に装着することにより、この開口部を高真空に対して気密的に閉塞すると共に、マスクング機構10を真空チャンバー14に対して取り付ける。また、同様にしてターゲット15aを装着したターゲット機構15を真空チャンバー14内に装着すると共に、上記真空チャンバー14内に備えられた基板ステージ16に成膜すべき基板17を装着する。

20

【0034】

その後、真空チャンバー14内を真空排気した後、駆動軸12を回転駆動することにより、マスク部13を駆動軸12の周りに回動させて、所望のマスク13cが装着されたマスク支持板13bが上方の所定位置に持ち来たされ、これにより所望の形状のマスク孔を備えたマスク13cが選択され、基板17の直下に配置される。

【0035】

この状態から、図示しないアブレーション・レーザー光導入装置からアブレーション・レーザー光Lをターゲット機構15のターゲット15aに対して照射する。このため、アブレーション・レーザー光Lによって、当該ターゲット15aが加熱され、真空チャンバー14内で蒸発し、ターゲット15aの材料の蒸気が上方の基板17に向かって流れ、基板17の表面に蒸着されることになる。その際、駆動軸12を矢印B方向に直線移動させると、上述したように選択されたマスク13cが軸方向に移動し、基板17の表面をマスクングすることになる。このマスク13cによるマスクングによって、基板17の表面への蒸着時間が制御されることになり、当該マスク13cの移動速度及びマスクエッジの方向に基づいて、基板17の表面に形成される薄膜が膜厚傾斜を備えることになる。

30

これにより、適宜のマスク形状を備えたマスク13cを順次に使用して、マスクングを行ないながら、ターゲット機構15にて異なるターゲット15aの材料から成る薄膜を基板17の表面に形成することによって、所謂三元組成傾斜膜が形成される。

40

【0036】

次に、本発明のマスクング機構を備えた成膜装置20により、基板17上への所謂三元組成傾斜膜として、酸化イットリウム(Y_2O_3)に希土類元素、例えばEu(ユウロピウム)、Tb(テルビウム)、Tm(ツリウム)をそれぞれドーブした蛍光体($M_{0.01}Y_{1.99}O_3$ 、ここでMは上記希土類元素の何れかである)の三元組成傾斜膜の作製の具体例について説明する。

一般に、一側がマスク移動方向に対して垂直な辺を有する正三角形の三元組成傾斜膜を形成するためには、それぞれ、各辺に対して垂直な方向の濃度勾配(膜厚傾斜)を備え

50

ていれればよい。このような濃度勾配を生ぜしめるためのマスクエッジは、それぞれマスク移動方向 A に関して 90 度、30 度及び -30 度の方向に延びている必要がある。したがって、マスク 13c は、三種類の形状のマスクを使用すればよい。

【0037】

図 6 は、本発明のマスク機構における三元組成傾斜膜を作製するためのマスクの形状及び移動方向を示す概略図である。図 6 (A) にて、Eu ドープの赤色蛍光体の薄膜形成時に使用する第 1 のマスク 22 は、軸方向 A に対して 30 度だけ傾斜して延びるマスクエッジ 22a を有している。また、図 6 (B) にて、Tb ドープの緑色蛍光体の薄膜形成時に使用する第 2 のマスクは 24 は、軸方向 A に対して -30 度だけ傾斜して延びるマスクエッジ 24a を有している。さらに、図 6 (C) にて、Tm ドープの青色蛍光体の薄膜形成時に使用する第 3 のマスク 26 は、軸方向 A に対して 90 度に延びるマスクエッジ 26a を有している。これらのマスクエッジ 22a、24a、26a は、そのマスク移動方向 A に対して垂直な方向に関して、何れも三元組成傾斜膜を形成すべき基板 17 の正三角形の領域 17a に対して十分大きく選定されている。

10

【0038】

このようなマスク 22 乃至 26 を装着したマスク機構 10 を真空チャンバー 14 内にセットすると共に、上記各蛍光体をターゲットとして装着したターゲット機構 15 を真空チャンバー 14 内にセットした後、真空チャンバー 14 内に、所定圧力の酸素を導入し、アブレーション・レーザ光となる、例えば、パルス駆動のエキシマレーザー光をターゲット 15a に照射する。これにより、アブレーション・レーザ光が照射されたターゲット 15a から、ターゲット蒸気が発生する。

20

【0039】

駆動軸 12 を回転駆動させて、第 1 のマスク 22 を選択して所定位置に持ち来たした後、駆動軸 12 を軸方向 A に直線移動させながら、図 6 (A) に示すように、第 1 のマスク 22 のマスクエッジ 22a によりマスクングして、基板 17 の正三角形の領域 17a に対して、第 1 のターゲットの材料である Eu ドープ赤色蛍光体から成る薄膜 17b を形成する。薄膜 17b の形成が済み次第、アブレーション・レーザ光によるターゲットへの照射を停止する。これにより、図 6 (A) の右端に示すように、基板 17 の正三角形の領域 17a の右下角の頂点から対向する辺に向かって徐々に膜厚が減少する濃度勾配を得ることができる。

30

【0040】

次に、駆動軸 12 を回転駆動させて、第 2 のマスク 24 を選択して所定位置に持ち来たした後、駆動軸 12 を軸方向 A に直線移動させながら、ターゲット 15a に対してアブレーション・レーザ光を照射する。

図 6 (B) に示すように、第 2 のマスク 24 のマスクエッジ 24a によりマスクングして、基板 17 の正三角形の領域 17a に対して、第 2 のターゲットの材料である Tb ドープ緑色蛍光体から成る薄膜 17c を形成する。薄膜 17c の形成が済み次第、アブレーション・レーザ光によるターゲットへの照射を停止する。これにより、図 6 (B) の右端に示すように、基板 17 の正三角形の領域 17a の左上角の頂点から対向する辺に向かって徐々に膜厚が減少する濃度勾配が得られる。

40

【0041】

最後に、駆動軸 12 を回転駆動させて、第 3 のマスク 26 を選択して所定位置に持ち来たした後、駆動軸 12 を軸方向 A と逆方向に直線移動させながら、ターゲット 15a に対してアブレーション・レーザ光を照射することにより、図 6 (C) に示すように、第 3 のマスク 26 のマスクエッジ 26a によりマスクングして、基板 17 の正三角形の領域 17a に対して、第 3 のターゲットの材料である Tm ドープ青色蛍光体から成る薄膜 17d を形成する。これにより、図 6 (C) の右端に示すように、基板 17 の正三角形の領域 17a の左端の頂点から対向する辺に向かって徐々に膜厚が減少する濃度勾配が得られる。

このようにして得られた三つの薄膜 17b、17c、17d から成る三元組成傾斜膜は、正三角形の領域 17a の各頂点から対向する辺に向かって、即ち互いに 120 度だけず

50

れた方向に向かって、それぞれ濃度分布、即ち膜厚傾斜分布を有する。

【0042】

次に、本発明の第二の実施形態によるマスク機構を備えた成膜装置の変形例について図7を参照して説明する。図7において、マスク機構を備えた成膜装置30は、CVD成膜装置であり、マスク機構は、図1に示したマスク機構10と同様の構成であるが、成膜用材料の供給源15は、原料ガス32及び原料ガス導入管31や、図示しない原料ガスの流量や圧力調整装置などから構成される。この際、基板ステージ16に載置される基板17は、図示しない加熱源により加熱される。

使用の際には、真空チャンパー14内にセットされ、その所定位置の上方の基板ステージ16に基板17が配置されると共に、その所定位置の直下にて、外部から原料ガス導入管31を介して原料ガス32が導入される。これにより、選択されたマスク支持板13bに装着されたマスク13cが、基板17の直下に配置されると共に、その下方に原料ガス32が導入され、マスク13cを介して基板17の表面に付着する。原料ガス32は成膜する膜に応じて、複数の原料ガス32やキャリアガスなどを用いてもよい。

10

【0043】

このような構成のマスク機構を備えた成膜装置30によれば、同様にして、駆動軸12の回転駆動により、所望のマスク13cが装着されたマスク支持板13bが所定位置に持ち来たされ、駆動軸12が直線駆動され、当該マスク13cがその上方に位置する基板17の表面をマスクングすることにより、基板17上に所定の濃度勾配を備えた薄膜が形成される。

20

【0044】

図8は、本発明のマスク機構を備えた成膜装置の別の変形例の構成を示す模式図である。図8において、マスク機構を備えた成膜装置40は、スパッタ成膜装置用であり、マスク機構10は、図1に示したマスク機構10と同様の構成であり、成膜用材料の供給源15として、スパッタ用ターゲット41と、アルゴンなどの希ガスプラズマ42と、を備えて構成される。この希ガスプラズマ42は、図示しないDC電源やRF電源、マグネトロン電源などを用いた放電により発生する。スパッタ用ターゲット41はマルチターゲット、即ち、材料の異なる複数のスパッタターゲットであってもよい。

使用の際には、真空チャンパー14内にセットされ、その所定位置の上方に基板ステージ16が配置されると共に、その所定位置の直下にスパッタターゲット41が配置されるようになっている。基板ステージ16に載置される基板17は、図示しない加熱源により加熱されてもよい。この場合、駆動軸12の回転駆動により選択されたマスク支持板13bに装着されたマスク13cが、基板17の直下に配置されると共に、その下方に位置するスパッタターゲット41に対して、高エネルギーの希ガスプラズマ42が照射される。これにより、当該スパッタターゲット41がスパッタされ、スパッタターゲット41の表面から脱離したその成分元素が、その上方に配置される基板17の表面に対して、マスク13cを介して付着する。

30

【0045】

このような構成のマスク機構を備えた成膜装置40によれば、同様にして、駆動軸12の回転駆動により、所望のマスク13cが装着されたマスク支持板13bが所定位置に持ち来たされ、駆動軸12が直線駆動されて、当該マスク13cがその上方に位置する基板17の表面をマスクングすることにより、基板17の下方に配置されたスパッタターゲット41が希ガスプラズマ42に曝され、基板17上にスパッタリング法により所定の濃度勾配を備えた薄膜が形成される。

40

【0046】

上述した実施形態においては、マスク機構を備えた成膜装置として、PLD成膜装置20、CVD成膜装置30及びスパッタ成膜装置40について説明した。成膜用材料の供給源15は、PLD用ターゲット、CVDに用いる原料ガス、または、スパッタターゲットなどである。

本発明のマスク機構を備えた成膜装置は、上記の成膜装置に限らず、マスクを移動

50

させながら、基板上に成膜を形成する成膜装置であれば、その成膜方法としては、気相堆積法が好適である。気相堆積法としては、物理堆積法（PVD）や化学堆積法（CVD）に適用できる。物理堆積法としては、例えば、PLD法やスパッタ法以外には、抵抗加熱や電子ビームによる真空蒸着法、MBE法などが挙げられる。化学堆積法としては、熱CVD法以外には、プラズマCVD法、MOCVD法、触媒CVD法、基板などに紫外線を照射する光CVD法等でもよい。

また、気相堆積法により成膜した膜を、加熱により結晶、多結晶、アモルファス状態の膜を形成するような成膜方法及びその成膜装置にも適用できる。このような成膜方法としては、例えば、フラックスと成膜原料を最初に基板に堆積し、その後、加熱して、結晶成長を行う所謂フラックス法でもよい。本発明の気相堆積法としては、少なくとも気相堆積法により、基板などにフラックス法に用いる成膜を行う場合にも適用できる。

したがって、本発明のマスキング機構を備えた成膜装置に用いる成膜用材料の供給源15は、上記各種の成膜方法に合わせて、適宜に選定すればよい。このようにして、本発明によれば、簡単な構成により、容易に小型化に対応することができるようにした、マスキング機構及びそれを成膜装置用マスキング機構を提供することができる。

10

【実施例】

【0047】

以下、実施例に基づいて、本発明をさらに詳細に説明する。

第二の実施形態で説明したマスキング機構を備えたPLD成膜装置20を用いて、 Y_2O_3 に三種類の希土類元素Mを添加した、 $M_{0.01}Y_{1.99}O_3$ （ここで、Mは、Eu、Tb、Tmの何れかである希土類元素）三元組成傾斜膜を成膜した。ターゲットとしては、 $Eu_{0.01}Y_{1.99}O_3$ 、 $Tb_{0.01}Y_{1.99}O_3$ 、 $Tm_{0.01}Y_{1.99}O_3$ を使用した。

20

成膜条件としては、ガラス基板17は室温に保持し、真空チャンバー14内に、圧力が 1.3×10^{-3} Paの酸素を導入した。アブレーション・レーザ光としては、パルスのKrFレーザを使用し、 $2 J/cm^2$ 、 $10 Hz$ の照射を12.5時間行うことによって、 $M_{0.01}Y_{1.99}O_3$ による三元組成傾斜膜を300 nmの厚さに堆積できた。

【0048】

図9は、実施例のマスキング機構を用いた成膜装置により成膜された三元組成傾斜膜を示す概略平面図である。図9から明らかなように、正三角形の領域の各頂点から対向する辺に向かって、即ち互いに120度だけずれた方向に向かって、それぞれ濃度分布、即ち膜厚傾斜分布を有する三元組成傾斜膜が得られることが分かった。

30

【0049】

得られた三元組成傾斜膜に電子ビームを照射し、その発光、すなわちカソードルミネッセンスを測定した。図10は、実施例で成膜した三元組成傾斜膜の発光状態を示す概略平面図である。Eu添加による赤色（R）発光、Tb添加による緑色（G）発光、Tm添加による青緑（B）発光を含む傾斜組成に対応する発光が得られた。

これにより、 $M_{0.01}Y_{1.99}O_3$ 薄膜において、希土類元素Mを、Eu、Tb、Tmと変えた三元組成傾斜膜を、本発明のマスキング機構を備えた成膜装置により、効率よく成膜することができる。

【0050】

上記結果から、本発明のマスキング機構及びそれを用いた成膜装置によれば、マスクとして、コンビナトリアルマスクを用い、三元組成傾斜膜などを、低コストで効率よく成膜ができた。また、マスキングの際には、選択されたマスクが駆動軸の軸方向に沿って移動して、直線的なマスク孔の移動によりマスキングされるので、基板上に成膜された薄膜の膜厚傾斜の線形性が良好に保持された。

40

【0051】

本発明は、これらの実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で種々の変形が可能であり、それらも本発明の範囲内に含まれることはいうまでもない。例えば、成膜用材料の供給源やマスクは、使用する成膜方法や所望の膜構成に応じて、適宜に設計、製作できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の第一の実施形態に係る成膜装置に用いるマスキング機構の構成を示す概略斜視図である。

【図2】図1のマスキング機構の要部の構成を示す部分拡大断面図である。

【図3】図1のマスキング機構におけるマスク部の正面図である。

【図4】図3のマスク部におけるマスク支持板の構成を示す拡大平面図である。

【図5】本発明の第二の実施形態によるマスキング機構を備えた成膜装置を示す概略斜視図である。

【図6】本発明のマスキング機構における三元組成傾斜膜を作成するためのマスクの形状及び移動方向を示す概略図である。 10

【図7】本発明のマスキング機構を備えた成膜装置の変形例の構成を示す模式図である。

【図8】本発明のマスキング機構を備えた成膜装置の別の変形例の構成を示す模式図である。

【図9】実施例のマスキング機構を用いた成膜装置により成膜された三元組成傾斜膜を示す概略平面図である。

【図10】実施例によって成膜した三元組成傾斜膜の発光状態を示す概略平面図である。

【図11】従来のコンビナトリアル成膜装置におけるマスキング機構の一例の構成を示す概略斜視図である。

【図12】従来のコンビナトリアル成膜装置におけるマスキング機構の他の例の構成を示す概略斜視図である。 20

【符号の説明】

【0053】

10：マスキング機構

11：真空フランジ

12：駆動軸

13：マスク部

13a：マスク支持円板

13b：マスク支持板

13c：マスク

14：真空チャンバー

14a：開口部

15：成膜用材料の供給源（ターゲット機構）

15a：ターゲット

16：基板ステージ

17：基板

17a：正三角形の領域

17b, 17c, 17d：薄膜

20, 30, 40：マスキング機構を備えた成膜装置

22：第1のマスク

22a, 24a, 26a：マスクエッジ

24：第2のマスク

26：第3のマスク

31：原料ガス導入管

32：原料ガス

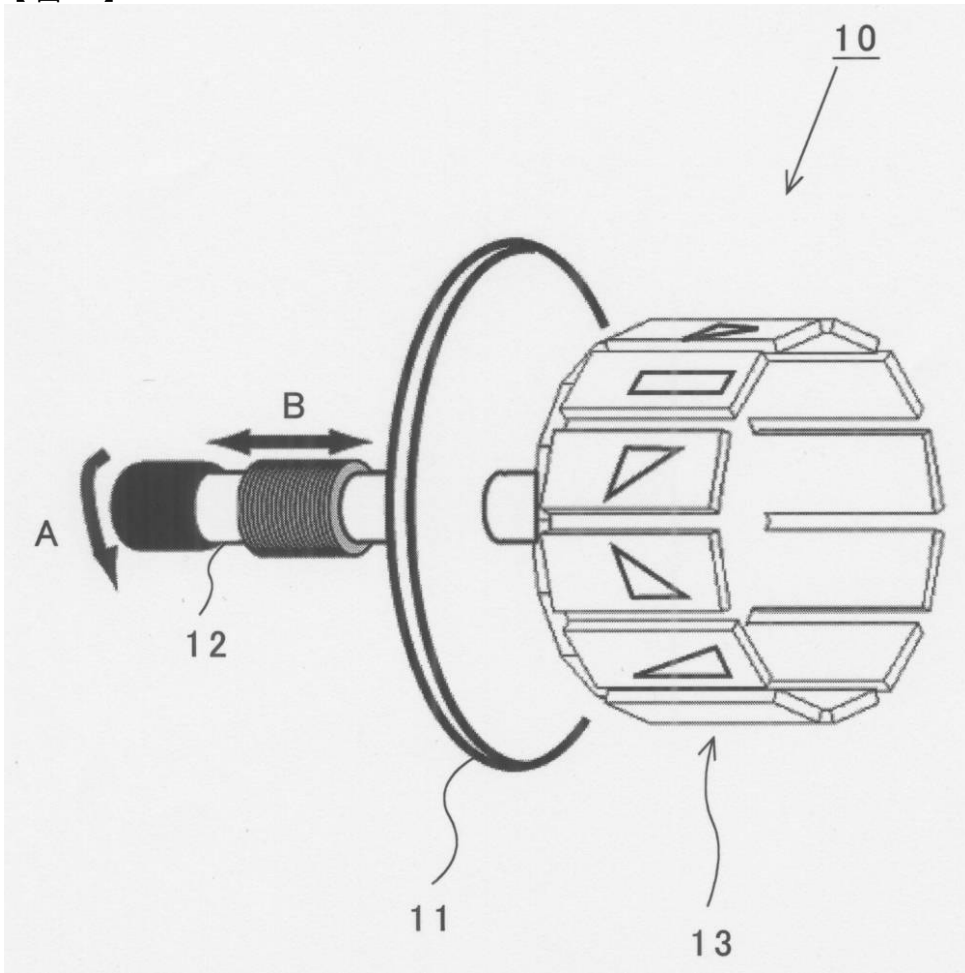
41：スパッタターゲット

42：希ガスプラズマ

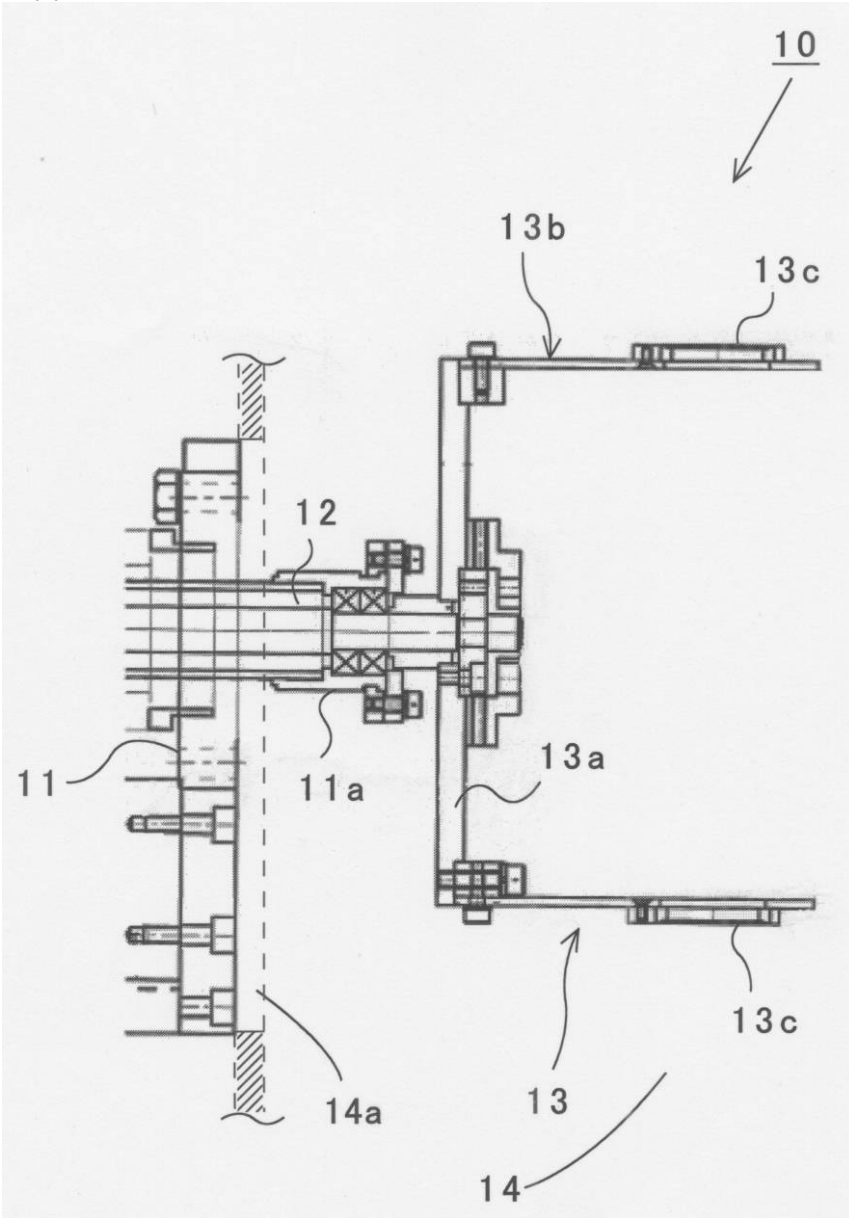
30

40

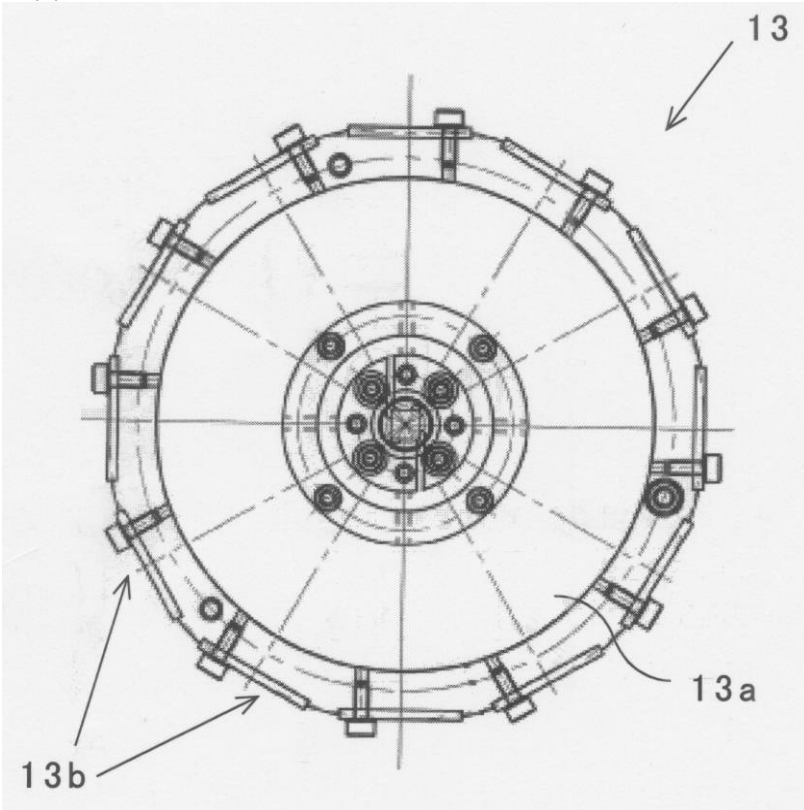
【 図 1 】



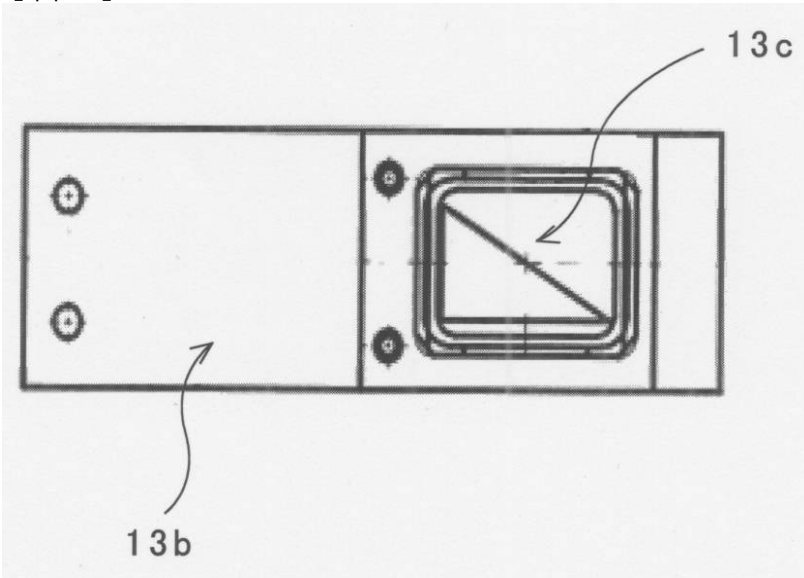
【 図 2 】



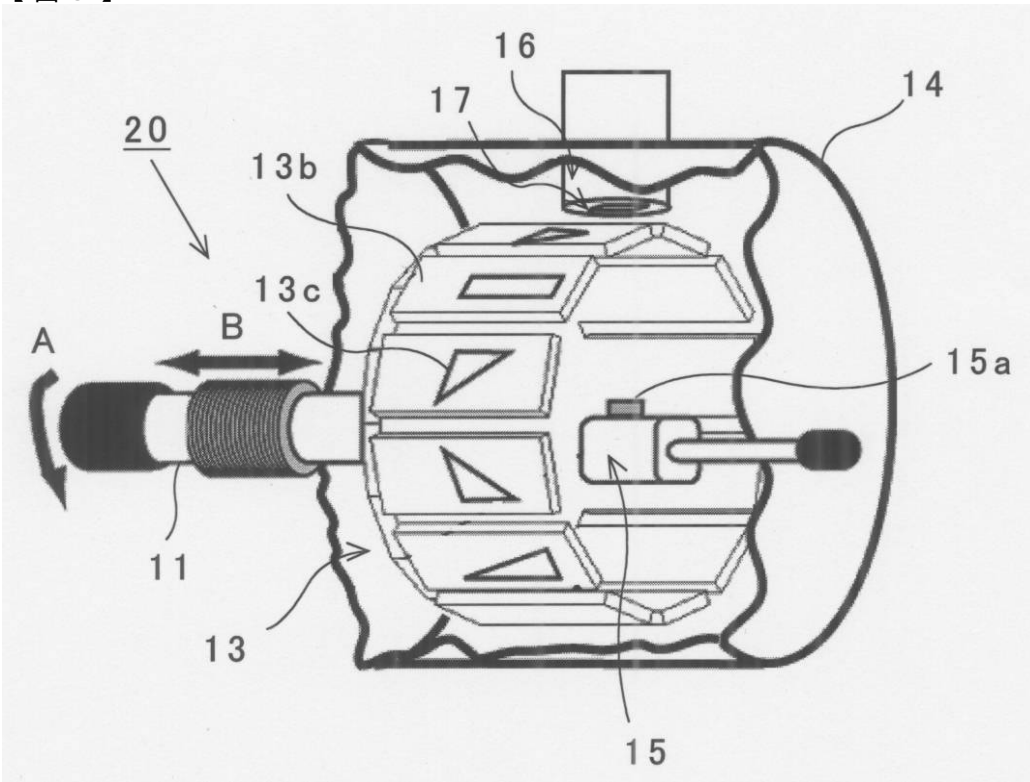
【 図 3 】



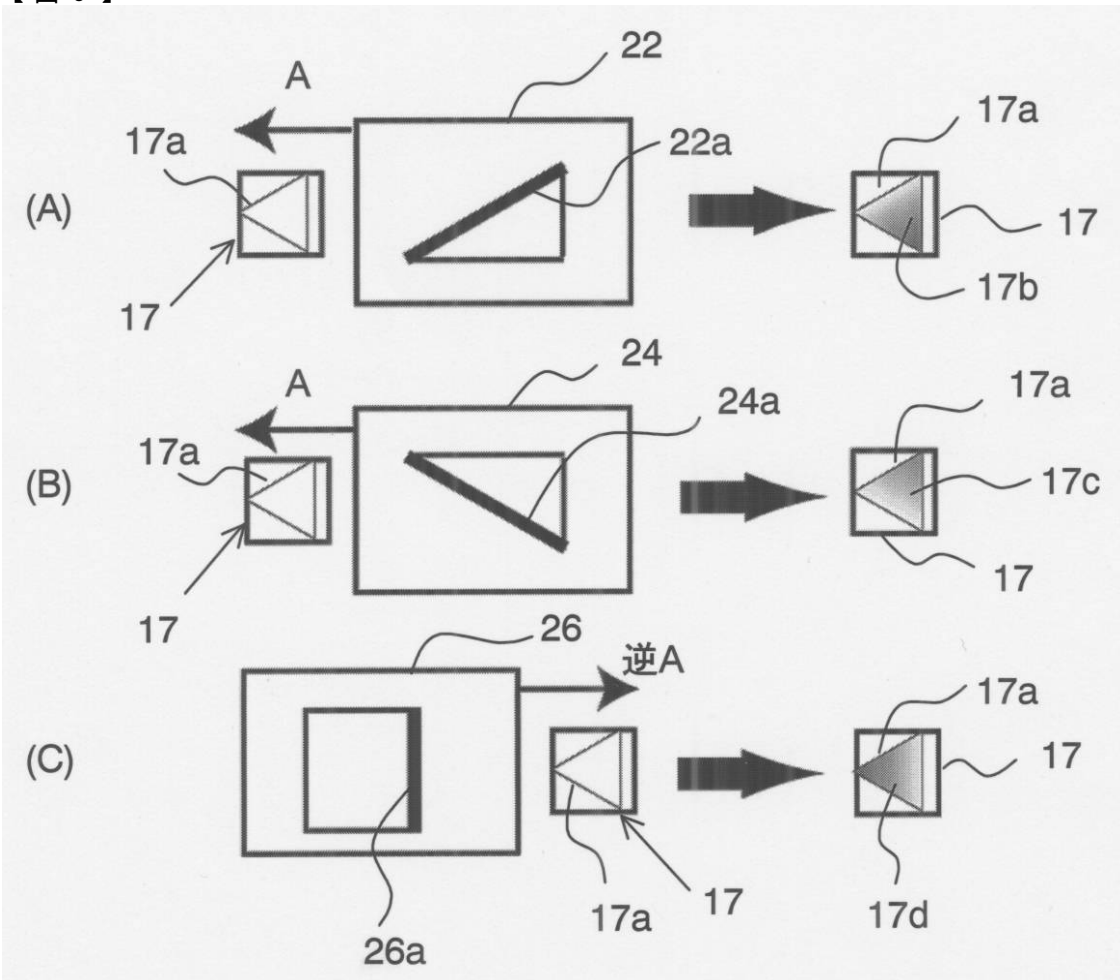
【 図 4 】



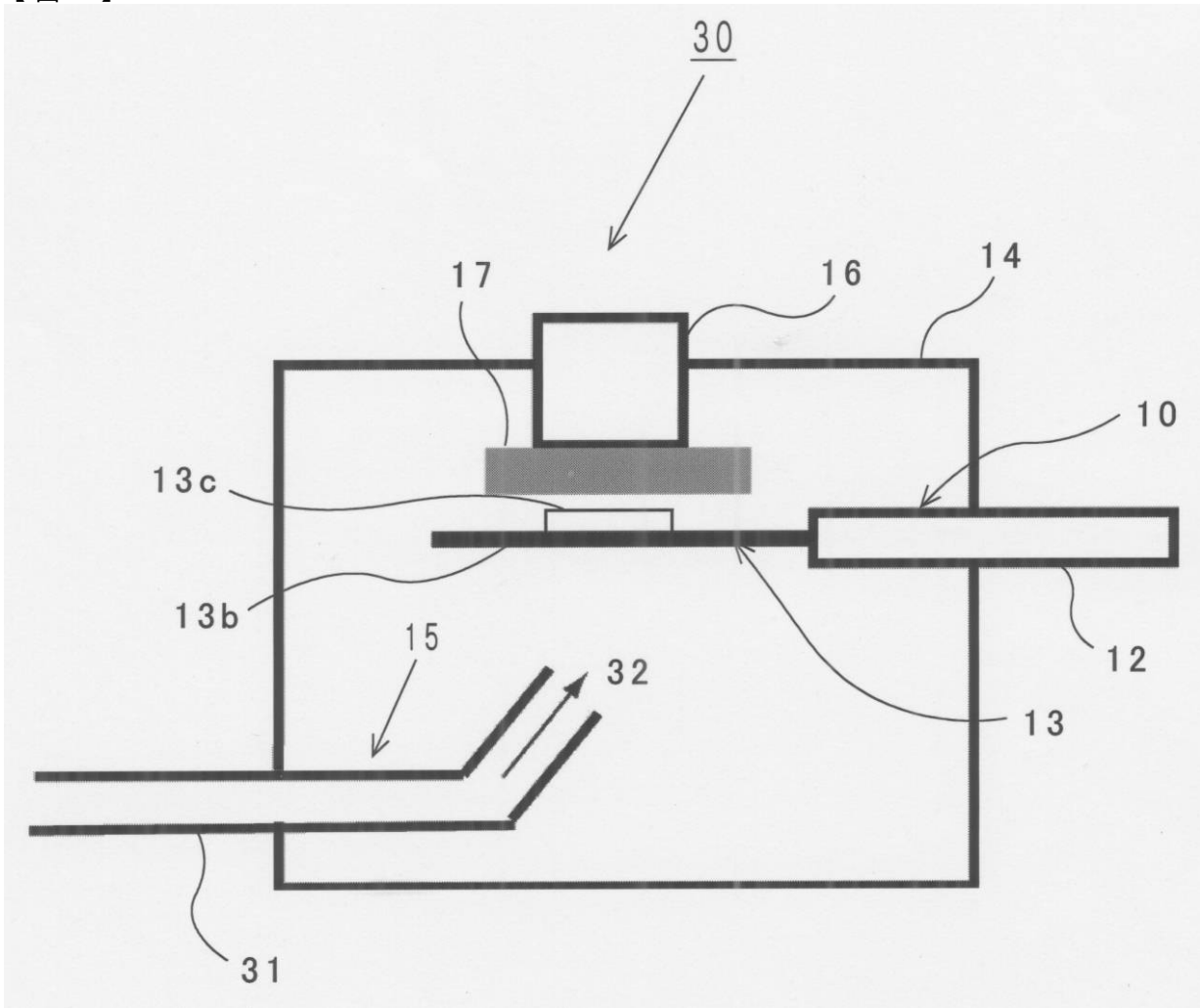
【 図 5 】



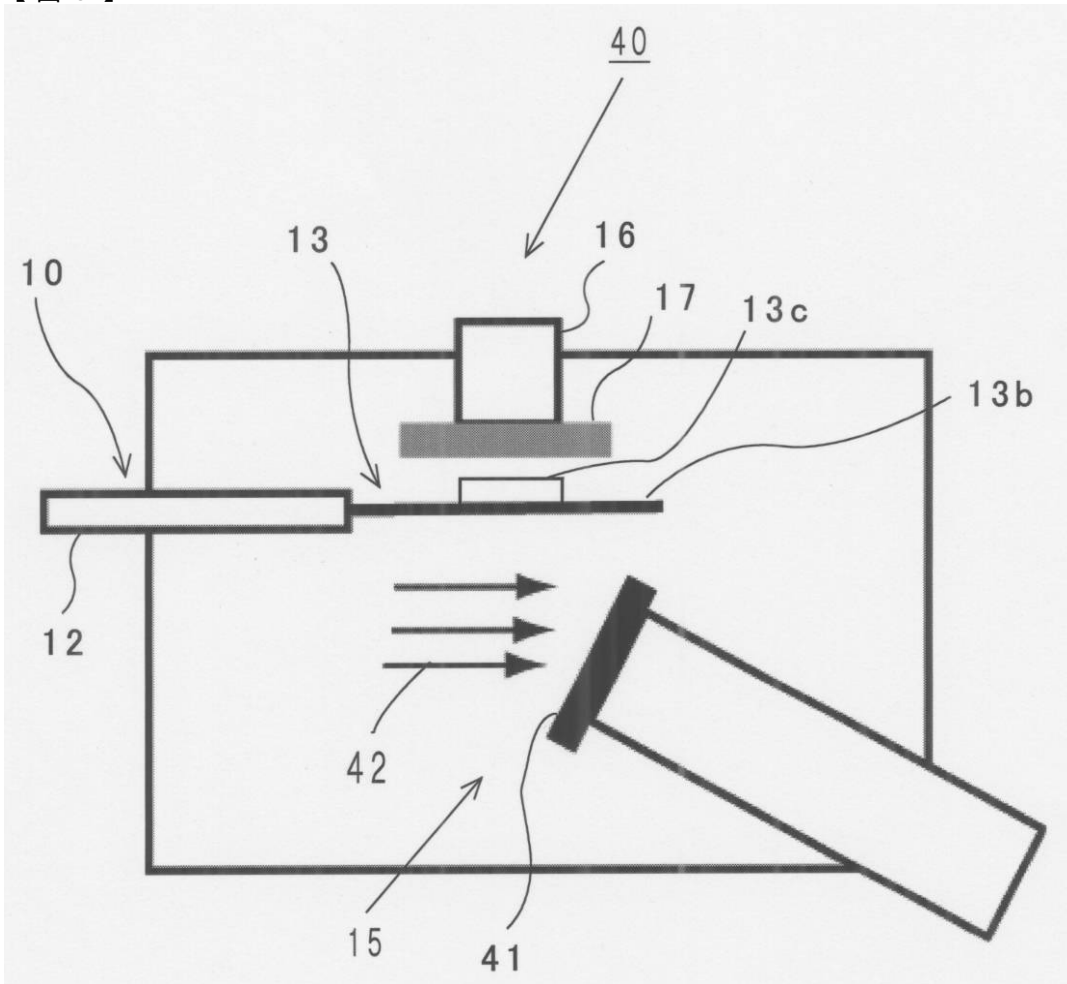
【 図 6 】



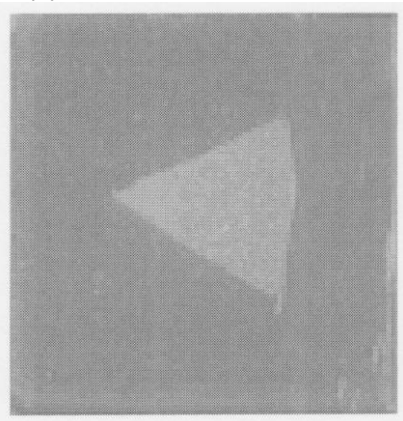
【 図 7 】



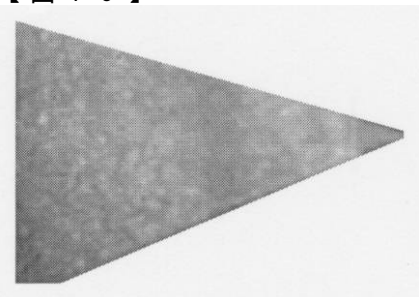
【 図 8 】



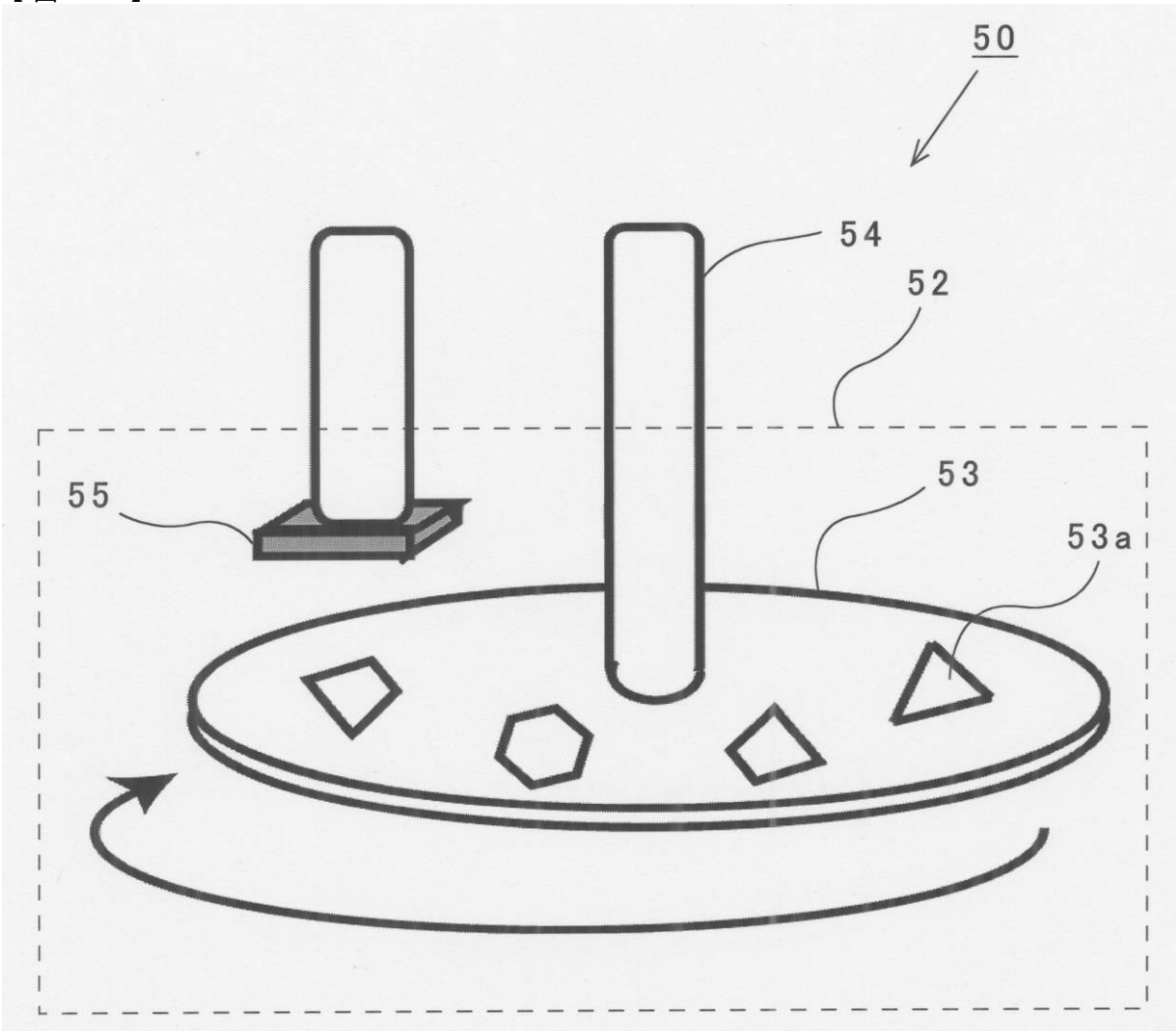
【 図 9 】



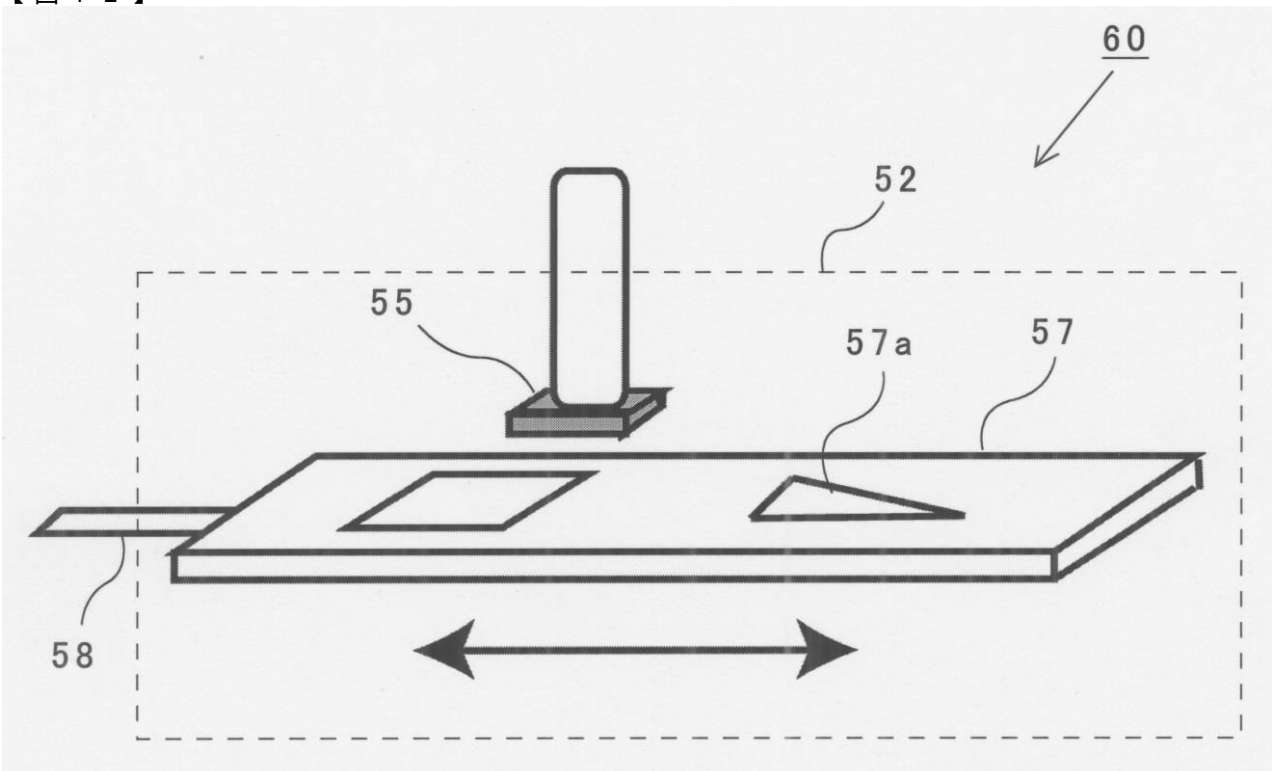
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊高 健治
神奈川県横浜市青葉区美しが丘 2 - 1 7 - 4 1 - 3 0 1
- (72)発明者 片山 正士
神奈川県相模原市東林間 8 - 2 2 - 1 4 - 1 0 3
- Fターム(参考) 4K029 BA43 CA01 DB05 DB20 HA01