

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4766416号  
(P4766416)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>C 2 3 C</b>	<b>14/04</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 14/04 Z C C A
<b>C 2 3 C</b>	<b>14/28</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C 14/28

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-251151 (P2004-251151)	(73) 特許権者	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
(22) 出願日	平成16年8月30日(2004.8.30)	(74) 代理人	100082876 弁理士 平山 一幸
(65) 公開番号	特開2006-63433 (P2006-63433A)	(74) 代理人	100069958 弁理士 海津 保三
(43) 公開日	平成18年3月9日(2006.3.9)	(72) 発明者	鯉沼 秀臣 東京都杉並区荻窪3-47-8
審査請求日	平成19年5月11日(2007.5.11)	(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
		(72) 発明者	伊高 健治 神奈川県横浜市青葉区美しが丘2-17- 41-301

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) 【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、マスキング機構。

【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に記載のマスキング機構。

【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に記載のマスキング機構。

10

20

## 【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 3 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。

10

## 【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、

20

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。

30

## 【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 に記載のマスク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クング機構とこのマスクング機構を備えた成膜装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

40

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。

## 【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

50

導入装置，基板加熱用レーザ装置や、R H E E D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）。

【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ク機構が開示されている。図11において、マスク機構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転して、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。

10

【0006】

このような構成のマスク機構50によれば、まずマスク機構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、マスク機構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

20

【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、マスク機構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。

このようにして、ターゲットの材料の蒸発流が、マスク支持板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

30

【0008】

また、非特許文献1及び非特許文献2には、図12に示すような構成のマスク機構が開示されている。図12において、マスク機構60は、真空チャンバー52内に配置された細長い板状のマスク支持板57と、このマスク支持板57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58と、から構成されている。

【0009】

マスク支持板57は、その長手方向に沿って、種々の形状のマスク孔57aを備えている。駆動軸58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、軸方向に沿って直線的に駆動される。こうして、

40

【0010】

このような構成のマスク機構60によれば、まずマスク機構60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、マスク機構60のマスク支持板57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58の外端を往復駆動することにより、上記マスク支持板57の所望のマスク孔57aが、所定位置に隣接して配置される。

50

## 【0011】

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、マスクング機構60の駆動軸58を駆動制御して、マスク支持板57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57のマスク孔57a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57aが長手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当該マスク孔57aを通過する蒸発流に曝される時間が、マスク孔57a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。このようにして、同様に各マスク孔57a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。

10

## 【0012】

【特許文献1】特願2000-259777号

【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】

20

## 【0013】

ところで、このような構成のマスクング機構50, 60のうち、マスクング機構50においては、円板状のマスク支持板53に、マスク孔53aを形成していることから、多数のマスク孔53a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。

しかしながら、マスク支持板53が駆動軸54により回転駆動されることによって、各マスク孔53a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53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。

## 【0014】

これに対して、マスクング機構60においては、マスク支持板57が直線移動することから、マスク支持板57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57aを備える場合、マスク支持板57が長手方向に長く形成されると共に、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、マスクング機構全体が大型化してしまうと共に、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うという課題がある。

30

さらに、このようなマスクング機構は、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、マスク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。

40

【課題を解決するための手段】

## 【0016】

上記目的を達成するため、本発明のマスクング機構は、真空チャンパーの開口部を密封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

50

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、真空チャンバーに設けられた開口部から本マスク機構を真空チャンバ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、真空チャンバ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、真空チャンバ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

10

【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ク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、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

20

【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ク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ク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、マスクングが行なわれる。これにより、基板上に成膜されるターゲット材料の

30

【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

40

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

50

スキ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。

10

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。

20

【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。

30

【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。

40

図2に示すように、真空フランジ11が真空チャンバー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。

【0027】

図3は、図1のマスクング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の外周縁に沿ってで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

50

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。

【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】

本発明のマスクング機構 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。

【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、駆動軸の回転駆動によるマスク部の回転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。

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。

【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

10

20

30

40

50

着して、本マスク機構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。

#### 【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。

10

#### 【0035】

この状態から、図示しないアブレーション・レーザ光導入装置からアブレーション・レーザ光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。

20

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。

#### 【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。

30

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)を備えていけばよい。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、本発明のマスクング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ドーブ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ドーブ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ドーブ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。

40

#### 【0038】

このようなマスク22乃至26を装着したマスクング機構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

50



、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。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

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ング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、マスクング機構を備えた成膜装置30は、CVD成膜装置であり、マスクング機構は、図1~4に示したマスクング機構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。

40

使用の際には、真空チャンバー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、複数個の中から選択されたマスク支持板13bに装着された一つのマスク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、一つのマスク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。

【0043】

このような構成のマスクング機構を備えた成膜装置30によれば、同様にして、駆動軸

50

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。

#### 【0044】

図8は、本発明のマスク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8において、マスクング機構を備えた成膜装置40は、スパッタ成膜装置用であり、マスクング機構10は、図1~4に示したマスクング機構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、真空チャンバー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の回転駆動により複数個の中から選択されたマスク支持板13bに装着された一つのマスク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、一つのマスク13cを介して付着する。

#### 【0045】

このような構成のマスクング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。

#### 【0046】

上述した実施形態においては、マスクング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。

本発明のマスクング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、本発明のマスク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、マスクング機構及びそれを成膜装置用マスクング機構を提供することができる。

## 【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クング機構を備えた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。

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 $1.3 \times 10^{-3} Pa$ 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300nmの厚さに堆積できた。

10

## 【0048】

図9は、実施例のマスク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。

## 【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。

20

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、本発明のマスク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、本発明のマスク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た。

30

## 【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。

## 【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クング機構の構成を示す概略斜視図である。

【図2】図1のマスクング機構の要部の構成を示す部分拡大断面図である。

40

【図3】図1のマスク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ク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】本発明のマスク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。

【図7】本発明のマスク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】本発明のマスク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】実施例のマスク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

50

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クング機構の一例の構成を示す概略斜視図である。

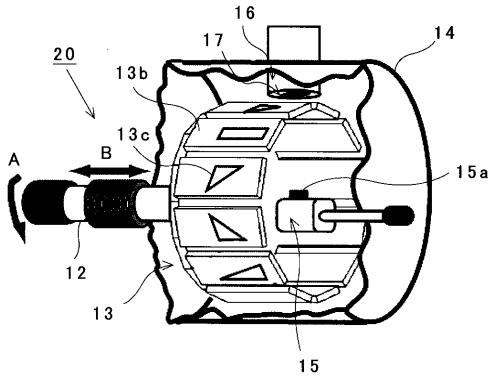
【図12】従来のコンビナトリアル成膜装置におけるマスクング機構の他の例の構成を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

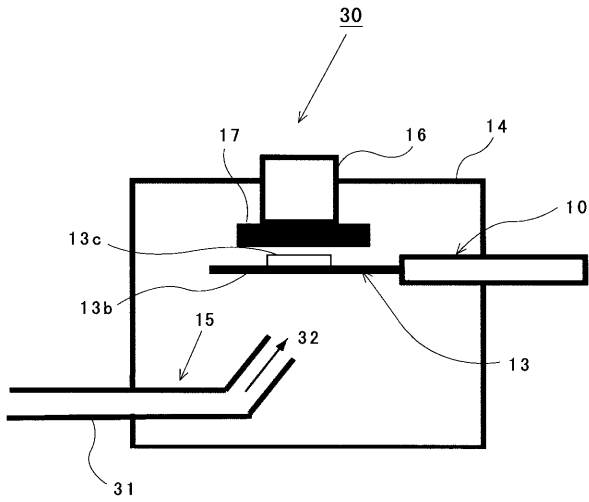
【0053】

10	：マスクング機構	
11	：真空フランジ	10
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	20
17	：基板	
17a	：正三角形の領域	
17b, 17c, 17d	：薄膜	
20, 30, 40	：マスク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	30
41	：スパッタターゲット	
42	：希ガスプラズマ	

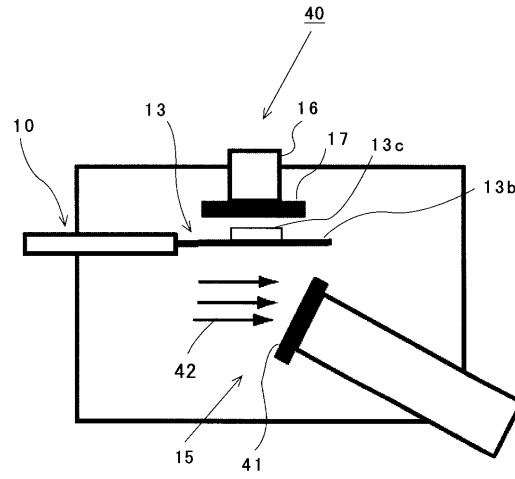
【図5】



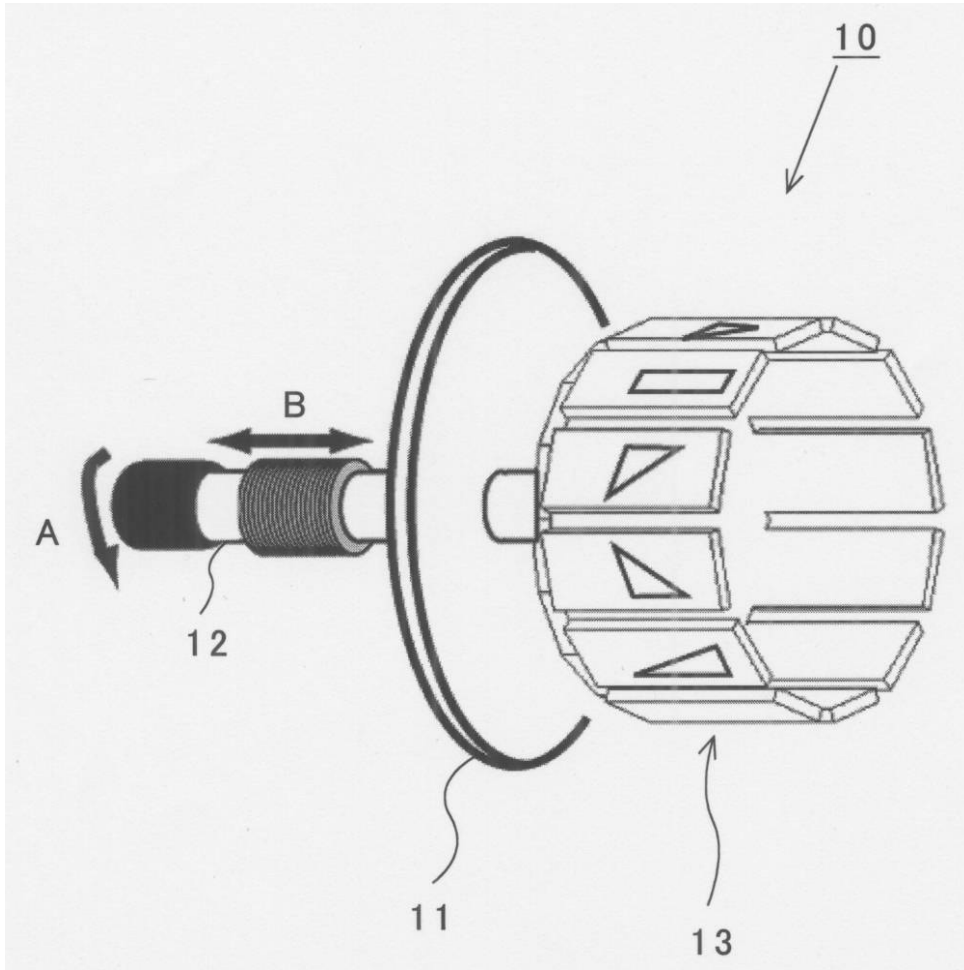
【図7】



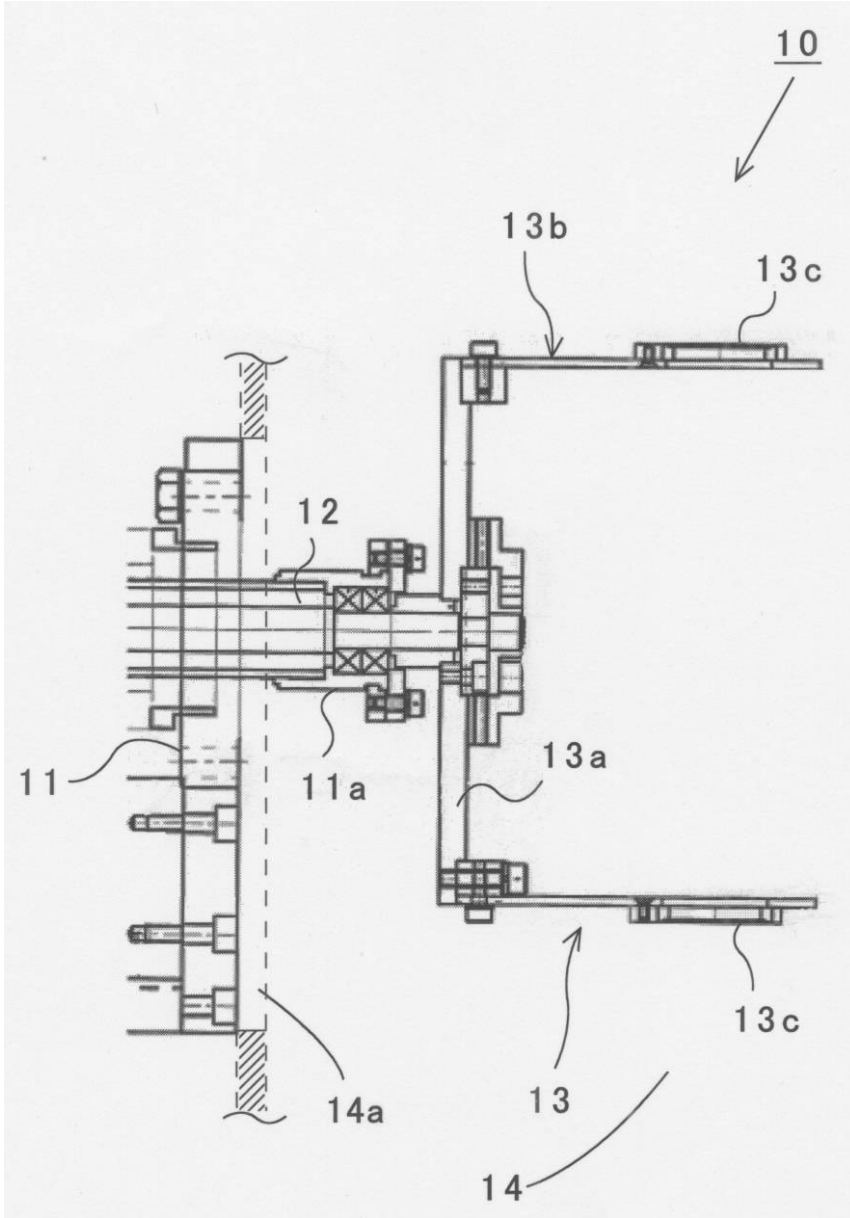
【図8】



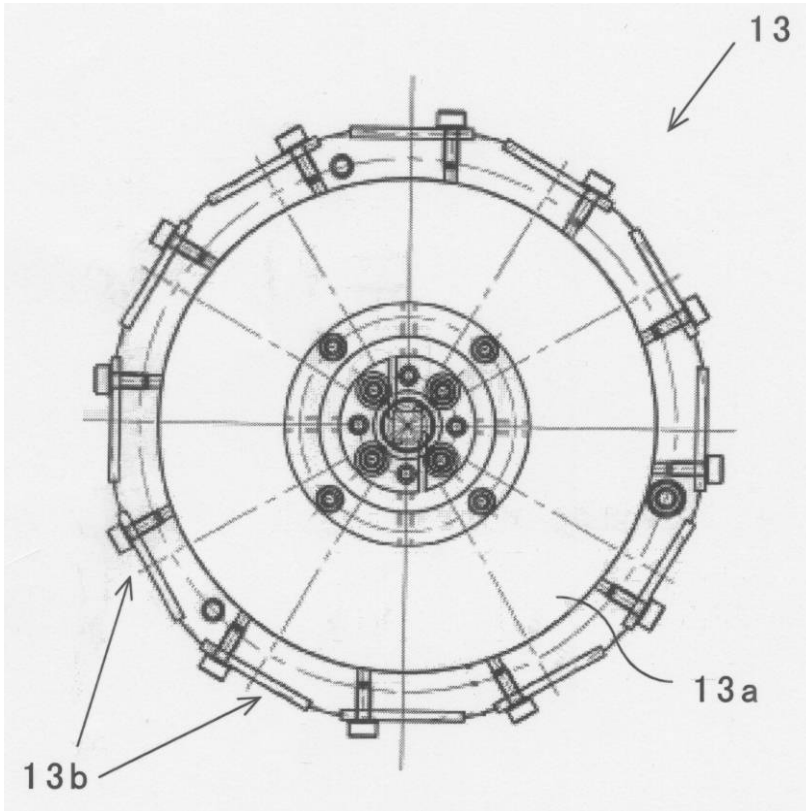
【図1】



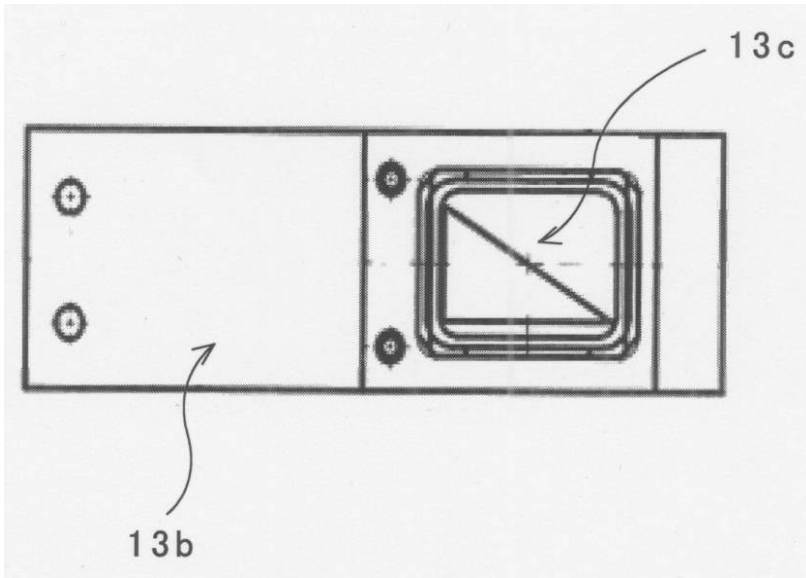
【図2】



【図3】

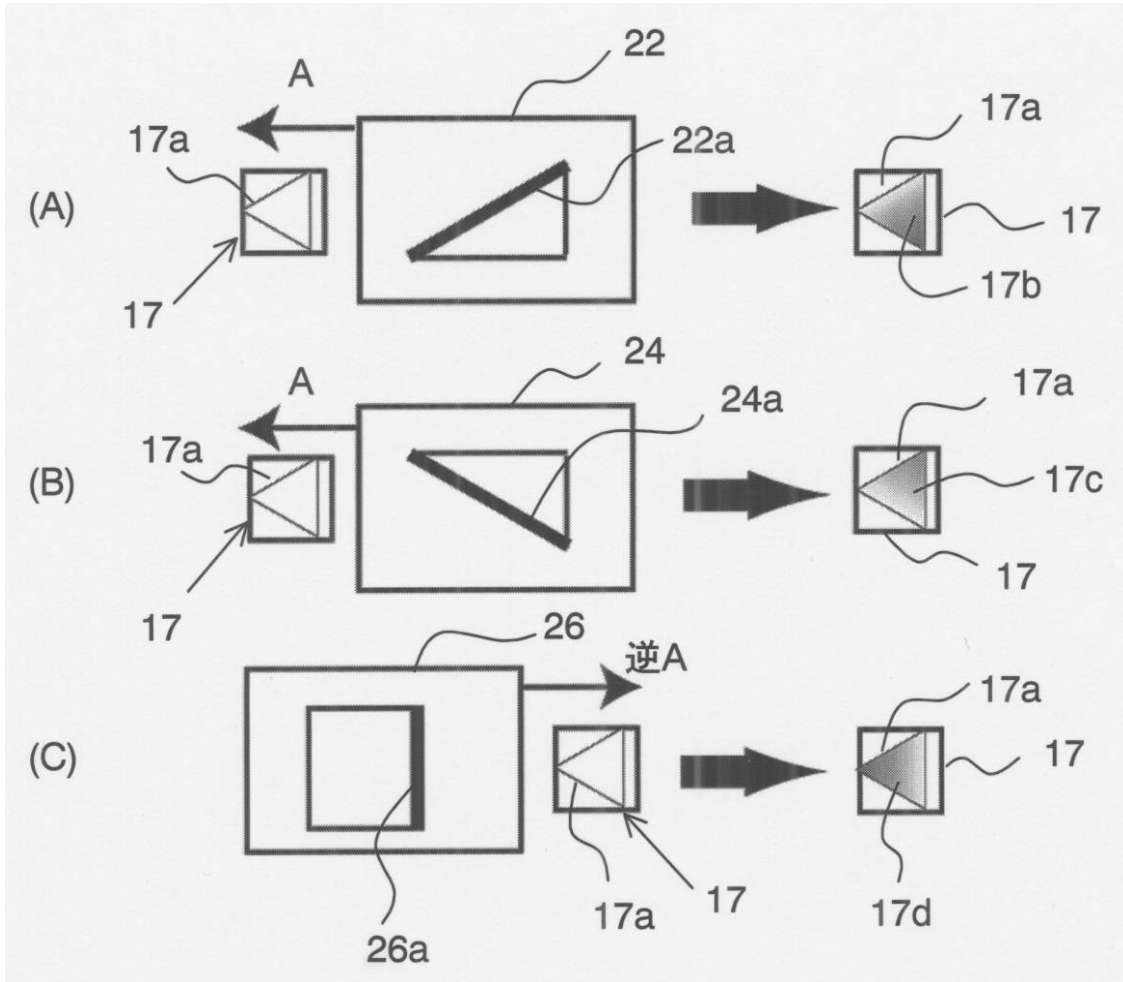


【図4】

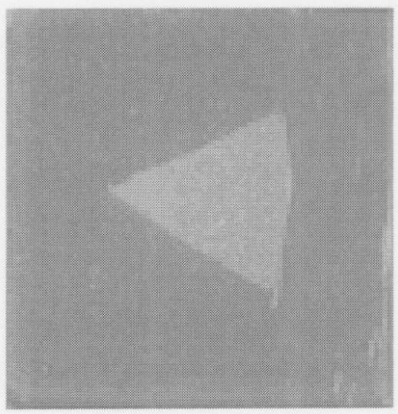




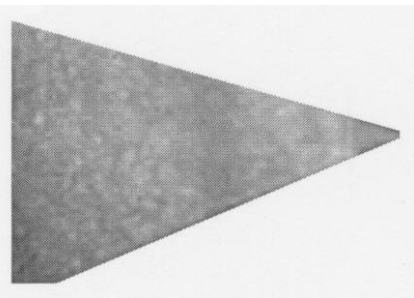
【 図 6 】



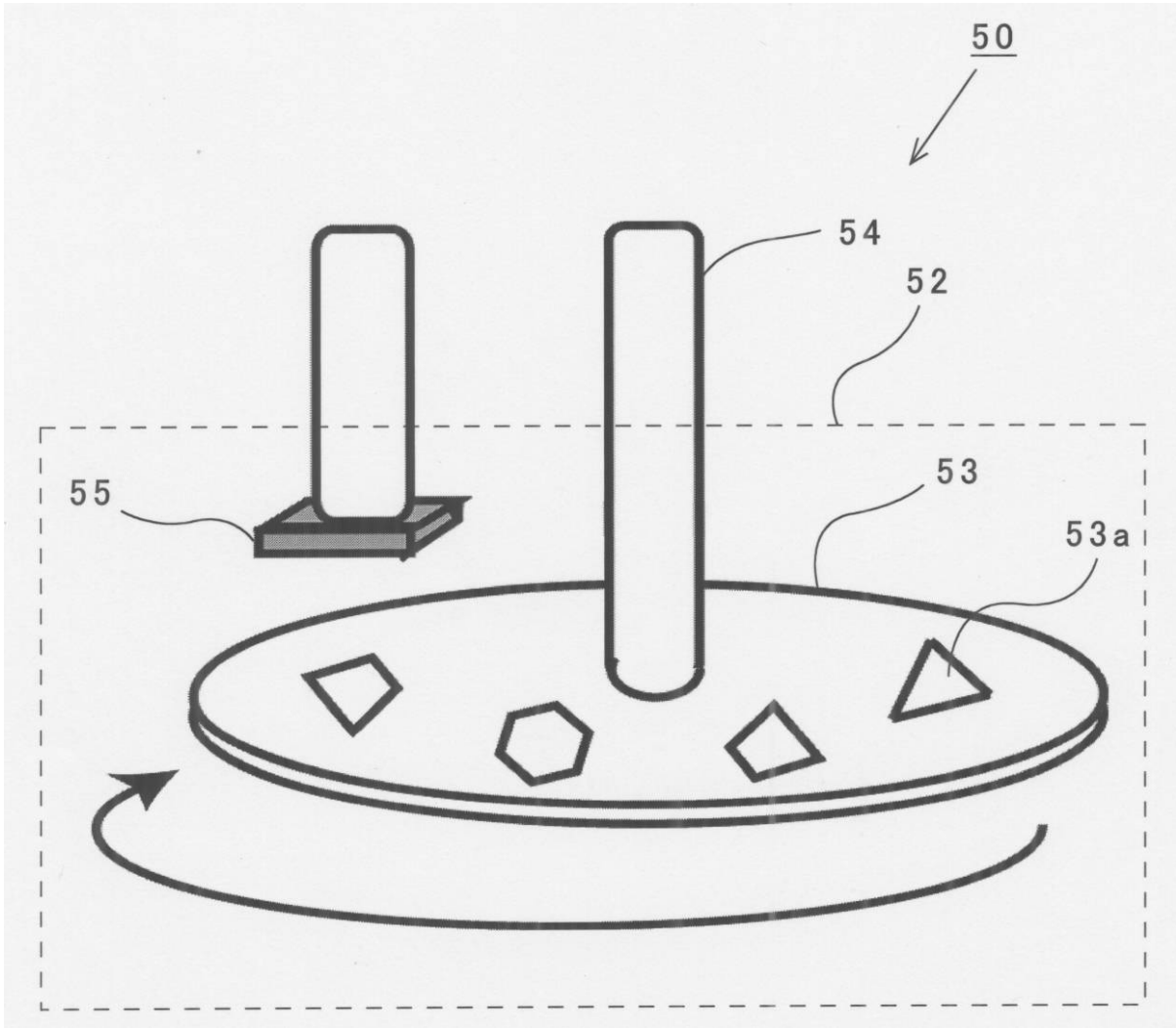
【 図 9 】



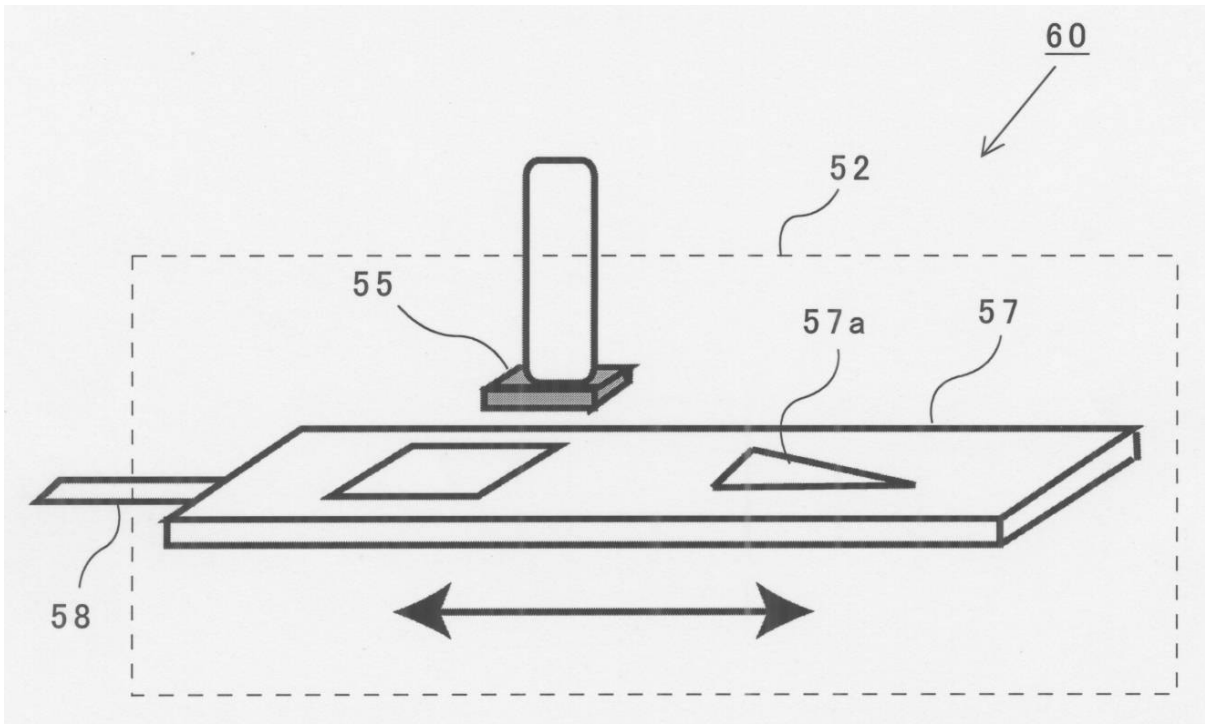
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 片山 正士  
神奈川県相模原市東林間8 - 22 - 14 - 103

審査官 岡田 隆介

(56)参考文献 特開2004 - 035983 (JP, A)  
国際公開第2004 / 027107 (WO, A1)  
特開2000 - 234169 (JP, A)  
特開2002 - 020858 (JP, A)  
特開昭61 - 113141 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C23C 14 / 00 ~ 14 / 58  
C23C 16 / 00 ~ 16 / 56  
H01L 21 / 00 ~ 21 / 98  
JSTPlus (JDreamII)