

(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2013-147743

(P2013-147743A)

(43) 公開日 平成25年8月1日(2013.8.1)

(51) Int.Cl.

C23C 14/24 (2006.01)
H05B 33/10 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

F 1

C23C 14/24
H05B 33/10
H05B 33/14

C
A

テーマコード(参考)

3K107
4K029

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-278030 (P2012-278030)
(22) 出願日 平成24年12月20日 (2012.12.20)
(31) 優先権主張番号 特願2011-280793 (P2011-280793)
(32) 優先日 平成23年12月22日 (2011.12.22)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地
(72) 発明者 山崎 舜平
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
(72) 発明者 江口 晋吾
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内
F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC45 GG04
GG28 GG32
4K029 AA02 AA11 AA29 BA31 BA62
BB02 BB03 CA01 CA15 DB12
DB23 JA01 KA09

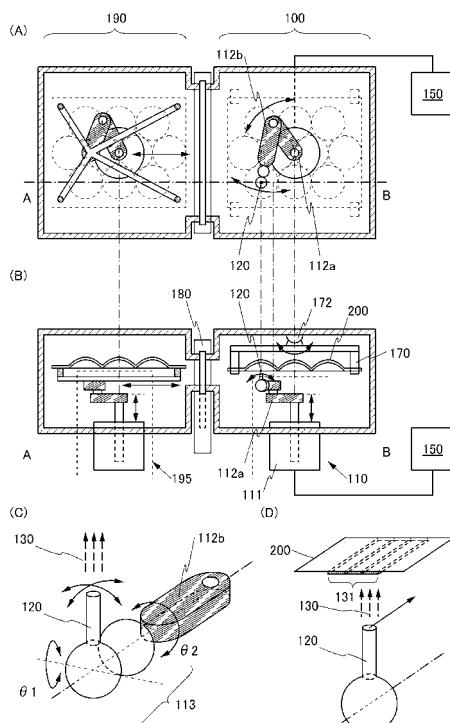
(54) 【発明の名称】成膜装置および成膜方法

(57) 【要約】

【課題】三次元曲面を有する被蒸着体を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供する。または、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供する。

【解決手段】成膜装置に、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、蒸着源移動機構および蒸着方向可変機構を制御する制御部と、を設ける。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、
 前記蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、
 三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、
 前記蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、
 前記被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、前記蒸着源移動機構および前記蒸着方向可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置。

【請求項 2】

蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、
 前記蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、
 三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、
 前記蒸着方向に対する前記被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、
 前記被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、前記蒸着源移動機構および前記被蒸着体保持角度可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置。

【請求項 3】

蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、
 前記蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、
 三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、
 前記蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、
 前記蒸着方向に対する前記被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、
 前記被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、前記蒸着源移動機構と、前記蒸着方向可変機構および前記被蒸着体保持角度可変機構と、を制御する制御部と、を有する成膜装置。

【請求項 4】

指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、前記第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、

前記蒸着源の蒸着方向または／および前記被蒸着体の保持角度を変えて前記蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法。

【請求項 5】

指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、前記第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、

前記蒸着源の蒸着方向または／および前記被蒸着体の保持角度を変えて、前記蒸着源の蒸着方向の被蒸着体の蒸着面に対する角度と、前記蒸着源と前記蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する成膜方法。

【請求項 6】

指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、前記第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、

第1の速度で前記蒸着源を移動しながら、前記蒸着方向に対して正対する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、

第2の速度で前記蒸着源を移動しながら、前記蒸着方向に対して傾斜する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、を有し、

前記第1の速度は前記第2の速度より速い成膜方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、蒸着方向に指向性を有する蒸着源を用いる成膜装置および成膜方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

平坦な基板に蒸着膜を形成する技術が知られている。例えば、蒸着源ホルダを移動しながら蒸着膜を形成する装置が特許文献1に記載されている。

【0003】

また、一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層（EL層ともいう）を備える発光素子（EL素子ともいう）が知られている。このような発光素子の一対の電極に電圧を印加すると、発光性の有機化合物から発光が得られる。EL素子は表示装置や照明装置などの発光装置に適用できる。これまでに知られているEL素子の多くは、平坦な基板に形成された電極上に蒸着法で形成された発光性の有機化合物を含む層を含み、その形態は面状である。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2004-43965号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

成膜装置の蒸着源は指向性を有するため、固定された蒸着源の蒸着方向に多様な角度で向き合う蒸着面を有する被蒸着体（本明細書において、三次元曲面を有する被蒸着体という。なお、三次元曲面は平面、複数の平面を組み合わせたもの、平面と曲面を組み合わせたものも含む。）を覆う蒸着膜を形成できない。例えば、固定された蒸着源の蒸着方向に対し正対する蒸着面には厚い膜が狭い範囲に形成され、蒸着源に対して傾斜する蒸着面には、薄い膜が広い範囲に形成される。その原因是、蒸着源から噴出される蒸気を横切る蒸着面の面積が、蒸着源と蒸着面との距離や蒸着方向の蒸着面に対する角度に依存して変化してしまうからである。

【0006】

本発明の一態様は、このような技術的背景のもとでなされたものである。三次元曲面を有する被蒸着体を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供することを課題の一とする。または、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、第1に蒸着源の蒸着方向の指向性、第2に被蒸着体に対する蒸着源の相対的な移動速度、第3に被蒸着体と蒸着源の距離、そして第4に蒸着源の蒸着方向に対する蒸着面の角度に着眼して創作されたものである。そして、本明細書に例示される構成を備える成膜装置および成膜方法に想到した。

【0008】

すなわち、本発明の一態様は、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構および蒸着方向可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

【0009】

また、本発明の一態様は、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構および被蒸着体保持角度可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

また、本発明の一態様は、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構と、蒸着方向可変機構および被蒸着体保持角度可変機構と、を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

【 0 0 1 1 】

上記本発明の一態様の成膜装置は、蒸着源を蒸着面の形態に沿って移動できる。また、蒸着方向に対する被蒸着体の角度を変えることができる。これにより、蒸着源の蒸着方向に対する蒸着面の角度を一定に保てる。または、蒸着源と蒸着面の距離を一定に保てる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。10

【 0 0 1 2 】

また、本発明の一態様は、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向または／および被蒸着体の保持角度を変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法である。

【 0 0 1 3 】

上記本発明の一態様の成膜方法は、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着方向または／および前記被蒸着体の保持角度を変えるものである。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面の全体または一部を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。20

【 0 0 1 4 】

また、本発明の一態様は、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向または／および被蒸着体の保持角度を変えて、蒸着源の蒸着方向の被蒸着体の蒸着面に対する角度と、蒸着源と蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する成膜方法である。

【 0 0 1 5 】

上記本発明の一態様の成膜方法は、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着方向または／および前記被蒸着体の保持角度を変えるものである。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を同様な厚さを有する複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。30

【 0 0 1 6 】

また、本発明の一態様は、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、第1の速度で蒸着源を移動しながら、蒸着方向に対して正対する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、第2の速度で蒸着源を移動しながら、蒸着方向に対して傾斜する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、を有し、第1の速度は第2の速度より速い成膜方法である。40

【 0 0 1 7 】

上記本発明の一態様の成膜方法は、蒸着方向に対する、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着源の移動速度を変えるものである。蒸着源の移動速度を一定とすると、蒸着方向に対して正対する被蒸着体の蒸着面には、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面に比べて厚い膜が形成され易い。そこで、蒸着方向に対して正対する蒸着面に蒸着する際は速い速度で蒸着源を移動し、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面に蒸着する際は遅い速度で蒸着源を移動する。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。

【 0 0 1 8 】

なお、本明細書において、E L層とは発光素子の一対の電極間に設けられた層を示すもの50

とする。従って、電極間に挟まれた発光物質である有機化合物を含む発光層は E L 層の一態様である。

【0019】

また、本明細書において、物質 A を他の物質 B からなるマトリクス中に分散する場合、マトリクスを構成する物質 B をホスト材料と呼び、マトリクス中に分散される物質 A をゲスト材料と呼ぶものとする。なお、物質 A 並びに物質 B は、それぞれ単一の物質であっても良いし、2 種類以上の物質の混合物であっても良いものとする。

【0020】

なお、本明細書中において、発光装置とは画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクター、例えば F P C (F l e x i b l e p r i n t e d c i r c u i t) もしくは T C P (T a p e C a r r i e r P a c k a g e) が取り付けられたモジュール、T C P の先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子が形成された基板に C O G (C h i p O n G l a s s) 方式により I C (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

10

【発明の効果】

【0021】

本発明の一態様によれば、三次元曲面を有する被蒸着体を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。または、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】実施の形態に係る成膜装置を説明する図。

【図 2】実施の形態に係る蒸着方向に指向性を有する蒸着源を説明する図。

【図 3】実施の形態に係る発光装置を説明する図。

【図 4】実施の形態に係る発光装置に用いることができる発光素子の構成を説明する図。

30

【図 5】実施の形態に係る発光装置を用いた照明装置の構成を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更しえることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

30

【0024】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜装置の構成について、図 1 を参照して説明する。具体的には、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構と、蒸着方向可変機構および被蒸着体保持角度可変機構と、を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

40

【0025】

本実施の形態で例示する成膜装置は、蒸着源を蒸着面の形態に沿って移動できる。また、蒸着面の蒸着方向に対する被蒸着体の角度を変えることができる。これにより、蒸着源の蒸着方向に対する蒸着面の角度を一定に保てる。または、蒸着源と蒸着面の距離を一定に保てる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。

【0026】

図 1 (A) は本発明の一態様の成膜装置の上面図であり、図 1 (B) は図 1 (A) の切断

50

線 A - B における断面と内部構造を含む図であり、図 1 (C) は、蒸着方向可変機構の詳細を説明する斜視図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 に例示する成膜装置 100 は、蒸着方向に指向性を有する蒸着源 120 と、蒸着源 120 を移動する蒸着源移動機構 110 と、三次元曲面を有する被蒸着体 200 を保持する被蒸着体保持機構 170 と、蒸着源 120 の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構 113 および、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構 172 と、被蒸着体 200 の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構 110 と、蒸着方向可変機構 113 および被蒸着体保持角度可変機構 172 と、を制御する制御部 150 と、を有する。

10

【 0 0 2 8 】

また、本実施の形態で例示する成膜装置 100 は、仕切弁 180 を介して搬送室 190 と接続されている。搬送室 190 は搬送機構 195 を備え、搬送機構 195 は被蒸着体 200 を成膜装置 100 に供給し、被蒸着体 200 を成膜装置 100 から回収する。なお、説明の便宜のため、図 1 (A) の成膜装置 100 と搬送室 190 には、被蒸着体 200 が同時に搬入された状態が図示されている。

20

【 0 0 2 9 】

なお、成膜装置 100 と搬送室 190 は、それぞれ図示されていない排気装置と接続されている。また、成膜装置 100 または搬送室 190 は、図示されていない他の装置に接続されていてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

以下に、本発明の一態様の成膜装置を構成する個々の要素について説明する。

【 0 0 3 1 】

< 被蒸着体 >

本実施の形態で例示する被蒸着体 200 の形態について説明する。被蒸着体 200 は蒸着面に複数の凹みを有する。凹みの外形は円形であり、凹みの中心を通って外周に届く蒸着面の断面は、どの断面も緩やかな弧を描いている。なお、本発明の一態様の成膜装置を用いて、その表面に蒸着膜を成膜できる被蒸着体の形状は、この形状に限られない。蒸着面は凸状であってもよく、凹みがある場合は、蒸着源が動作（移動、方向転換、蒸着等）できる程度の空間が凹みにあればよい。なお、三次元曲面は平面、複数の平面を組み合わせたもの、平面と曲面を組み合わせたものも含む。

30

【 0 0 3 2 】

< 蒸着方向に指向性を有する蒸着源 >

本発明の一態様に用いることができる蒸着源 120 は、蒸着方向に指向性を有する。例えば、図 1 (C) に示す蒸着源 120 は、蒸着物質を含む蒸気 130 を、破線で示す矢印の方向に噴出する。

30

【 0 0 3 3 】

蒸着源 120 に用いることができるものとしては、例えばポイントセル型蒸着源、バルブドセル型蒸着源などが挙げられる。

40

【 0 0 3 4 】

< 蒸着源移動機構 >

蒸着源移動機構 110 は、被蒸着体 200 の蒸着面と重なる一平面内の任意の位置に蒸着源 120 を移動する。また、蒸着源移動機構 110 は、当該平面に交わる軸方向に沿って蒸着源 120 を移動する。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態で例示する蒸着源移動機構 110 は多軸ロボットを用いるものである。例示する多軸ロボットはベースユニット 111 と第 1 のアーム 112 a と第 2 のアーム 112 b を有する。第 1 のアーム 112 a の一方の端部はベースユニット 111 に回転自在に取り付けられている。第 1 のアーム 112 a の他方の端部には、第 2 のアーム 112 b の一方の端部が回転自在に取り付けられている。第 2 のアーム 112 b の他方の端部には蒸着

50

方向可変機構 113 が取り付けられている。なお、ベースユニット 111 は第 1 のアーム 112a と、第 2 のアーム 112b と、蒸着源 120 と、を上下できる。

【0036】

第 1 のアーム 112a と第 2 のアーム 112b は、被蒸着体 200 の蒸着面と重なる一平面内の任意の位置に蒸着源 120 を移動する。また、ベースユニット 111 は、当該平面に交わる軸方向に沿って蒸着源 120 を移動する。なお、蒸着源移動機構 110 が蒸着源 120 を移動する速度は、当該平面に沿った方向についても、当該平面に交わる方向についても可変であり、その速度は制御部 150 が決定してもよい。

【0037】

図 1 (D) は、蒸着源移動機構 110 が移動する蒸着源 120 から噴出する蒸気が、被蒸着体 200 の蒸着面に当たっている状態を図示している。帯状の蒸着層を互いにずらして、複数形成することにより、蒸着膜 131 を成膜できる。

10

【0038】

また、蒸着源移動機構 110 は被蒸着体 200 と蒸着源 120 の距離を変えることができる。

【0039】

なお、被蒸着体 200 と蒸着源 120 の距離を検出するセンサを蒸着源移動機構 110 に設けても良い。このようなセンサを設けることにより、被蒸着体 200 と蒸着源 120 の距離を精度良く制御できる。その結果、三次元曲面に均一な厚さの蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。

20

【0040】

<蒸着方向可変機構>

蒸着方向可変機構 113 は、指向性を有する蒸着源 120 の蒸着方向を変える。

【0041】

本実施の形態で例示する蒸着方向可変機構 113 は、図 1 (C) に示すように互いに交差する 2 つの回転軸を中心に指向性を有する蒸着源 120 の蒸着方向を変える。具体的には、1 で図示される方向の回転と、1 の軸に直交する軸の 2 で図示される方向の回転が可能である。互いに交差する 2 軸方向に角度を可変とすることで、蒸着源 120 の蒸着方向を蒸着面に対してあらゆる角度で向き合わせることができる。

30

【0042】

<被蒸着体保持機構>

被蒸着体保持機構 170 は被蒸着体 200 の蒸着面を蒸着源 120 に向けた状態を保持する。

【0043】

<被蒸着体保持角度可変機構>

被蒸着体保持角度可変機構 172 は蒸着源 120 の蒸着方向に対する被蒸着体 200 の蒸着面の角度を制御する。なお、図 1 (B) には紙面の左右方向に角度が可変であることを示す矢印のみが記載されているが、紙面の奥行き方向にも角度を可変とすることができます。互いに交差する 2 軸方向に角度を可変とすることで、蒸着面を蒸着源 120 の蒸着方向に対してあらゆる角度で向き合わせることができる。

40

【0044】

<制御部>

制御部 150 は、蒸着源移動機構 110 を制御して蒸着源 120 の位置および移動速度を制御する。また、制御部 150 は、蒸着方向可変機構 113 を制御して、指向性を有する蒸着源 120 の蒸着方向を制御する。また、制御部 150 は、被蒸着体保持角度可変機構 172 を制御して、蒸着源 120 の蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度を制御する。なお、制御部に被蒸着体の形状を記憶させ、その情報に基づいて蒸着源の位置、移動速度または被蒸着体の保持角度等を制御すればよい。

【0045】

<変形例 1>

50

本実施の形態で例示する成膜装置の変形例1は、本実施の形態で例示した成膜装置100から、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構172が省かれた構成を有する。

【0046】

すなわち、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構および蒸着方向可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

【0047】

変形例1で例示する成膜装置は、蒸着源を蒸着面の形態に沿って移動できる。また、蒸着面の蒸着方向に対する被蒸着体の角度を変えることができる。これにより、蒸着源の蒸着方向に対する蒸着面の角度を一定に保てる。または、蒸着源と蒸着面の距離を一定に保てる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。

【0048】

<変形例2>

本実施の形態で例示する成膜装置の変形例2は、本実施の形態で例示した成膜装置100から、蒸着源の蒸着方向を変える蒸着方向可変機構113が省かれた構成を有する。

【0049】

すなわち、蒸着方向に指向性を有する蒸着源と、蒸着源を移動する蒸着源移動機構と、三次元曲面を有する被蒸着体を保持する被蒸着体保持機構と、蒸着方向に対する被蒸着体の蒸着面の角度が一定になるように被蒸着体の保持角度を変える被蒸着体保持角度可変機構と、被蒸着体の三次元曲面に蒸着膜が形成されるように、蒸着源移動機構および被蒸着体保持角度可変機構を制御する制御部と、を有する成膜装置である。

【0050】

変形例2で例示する成膜装置は、蒸着源を蒸着面の形態に沿って移動できる。また、蒸着面の蒸着方向に対する被蒸着体の角度を変えることができる。これにより、蒸着源の蒸着方向に対する蒸着面の角度を一定に保てる。または、蒸着源と蒸着面の距離を一定に保てる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜を形成できる成膜装置を提供できる。

【0051】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせができる。

【0052】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜方法について、図2(A)を参照して説明する。具体的には、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向および被蒸着体の保持角度を変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法について説明する。

【0053】

本実施の形態で例示する成膜方法は、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着方向および前記被蒸着体の保持角度を変えるものである。これにより、被蒸着体の三次元曲面の形態によらず、その表面を複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面の全体または一部を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。

【0054】

図2(A)は、蒸着源120の蒸着方向に対する、被蒸着体200の蒸着面の角度が一定に保たれた状態を説明する図である。なお、蒸着源120が蒸着物質を含む蒸気130を噴出する方向を、破線の矢印で示す。

【0055】

図2(A)の右上図は、水平に置かれた被蒸着体200の蒸着面に、蒸着方向とその面に鉛直な方向が一致するように蒸着源が置かれている。また、当該蒸着源から噴出する蒸気

10

20

30

40

50

が蒸着面に当たり、蒸着源 120 が紙面の奥行き方向に移動して、帯状の蒸着層 131a を成膜している状態を、図示している。

【0056】

図2(A)の右下図は、傾斜して置かれた被蒸着体 200 の蒸着面に、蒸着方向とその面に垂直な方向が一致するように蒸着源が置かれている。また、当該蒸着源から噴出する蒸気が蒸着面に当たり、蒸着源 120 が紙面の奥行き方向に移動して、帯状の蒸着層 131b を成膜している状態を、図示している。

【0057】

被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着方向および被蒸着体の保持角度を変えると、図2(A)に図示する帯状の蒸着層 131a と帯状の蒸着層 131b のように、三次元曲面の表面に帯状の蒸着層を成膜できる。また、複数の帯状の蒸着層を互いにずらして設けることで、三次元曲面の全体または一部を蒸着膜で覆うことができる。

10

【0058】

<変形例1>

本実施の形態で例示する成膜方法の変形例1は、本実施の形態で例示した成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向のみを変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法である。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。また、制御部は被蒸着体保持角度可変機構を制御する必要がなく、成膜装置の構成を簡略化できる。

20

【0059】

<変形例2>

本実施の形態で例示する成膜方法の変形例2は、本実施の形態で例示した成膜方法であって、被蒸着体の保持角度のみを変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法である。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面の全体または一部を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。また、制御部は蒸着方向可変機構を制御する必要がなく、成膜装置の構成を簡略化できる。

【0060】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせができる。

30

【0061】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜方法について説明する。本実施の形態で例示する成膜方法は、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1の帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向および被蒸着体の保持角度を変えて、蒸着源の蒸着方向の被蒸着体の蒸着面に対する角度と、蒸着源と蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する成膜方法である。

40

【0062】

上記本発明の一態様の成膜方法は、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着方向および前記被蒸着体の保持角度を変えるものである。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を同様な厚さを有する複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。

【0063】

また、蒸気が、蒸着源の蒸発口から広がりながら噴出する蒸着源であっても、蒸着源と蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する構成によれば、蒸着面における蒸気の広がりを一定に保つことができる。これにより、蒸着源を移動しながら被蒸着体に形成した帯状の蒸着層の幅が一定となる。その結果、蒸着源の移動の制御が容易になる。

【0064】

50

<変形例1>

本実施の形態で例示する成膜方法の変形例1は、本実施の形態で例示した成膜方法であって、蒸着源の蒸着方向のみを変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法である。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を同様な厚さを有する複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。また、制御部は被蒸着体保持角度可変機構を制御する必要がなく、成膜装置の構成を簡略化できる。

【0065】

また、蒸気が、蒸着源の蒸発口から広がりながら噴出する蒸着源であっても、蒸着源と蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する構成によれば、蒸着面における蒸気の広がりを一定に保つことができる。これにより、蒸着源を移動しながら被蒸着体に形成した帯状の蒸着層の幅が一定となる。その結果、蒸着源の移動の制御が容易になる。

10

【0066】

<変形例2>

本実施の形態で例示する成膜方法の変形例2は、本実施の形態で例示した成膜方法であって、被蒸着体の保持角度のみを変えて蒸着源の蒸着方向が被蒸着体の蒸着面に対して一定の角度を保ちながら蒸着する成膜方法である。これにより、三次元曲面の形態によらず、その表面を同様な厚さを有する複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。また、制御部は蒸着方向可変機構を制御する必要がなく、成膜装置の構成を簡略化できる。

20

【0067】

また、蒸気が、蒸着源の蒸発口から広がりながら噴出する蒸着源であっても、蒸着源と蒸着面の距離とを、一定に保ちながら蒸着する構成によれば、蒸着面における蒸気の広がりを一定に保つことができる。これにより、蒸着源を移動しながら被蒸着体に形成した帯状の蒸着層の幅が一定となる。その結果、蒸着源の移動の制御が容易になる。

【0068】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせができる。

【0069】

(実施の形態4)

30

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜方法について、図2(B)を参照して説明する。具体的には、指向性を有する蒸着源を移動しながら被蒸着体の蒸着面の一部に第1の帯状の蒸着層を形成し、第1帯状の蒸着層からずらして第2の帯状の蒸着層を設ける成膜方法であって、第1の速度で蒸着源を移動しながら、蒸着方向に対して正対する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、第2の速度で蒸着源を移動しながら、蒸着方向に対して傾斜する被蒸着体の蒸着面を帯状に蒸着するステップと、を有し、第1の速度は第2の速度より速い成膜方法である。

【0070】

上記本発明の一態様の成膜方法は、蒸着方向に対する、被蒸着体の蒸着面の角度に応じて、蒸着源の移動速度を変えるものである。蒸着源の移動速度を一定とすると、蒸着方向に対して正対する被蒸着体の蒸着面には、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面に比べて厚い膜が形成され易い。そこで、蒸着方向に対して正対する蒸着面に蒸着する際は速い速度で蒸着源を移動し、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面に蒸着する際は遅い速度で蒸着源を移動する。その結果、三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を提供できる。

40

【0071】

図2(B)は、蒸着源120の蒸着方向に対し、被蒸着体200の蒸着面が正対する状態と、傾斜する状態と、を説明する図である。なお、蒸着源120が蒸着物質を含む蒸気130を噴出する方向を、破線の矢印で示す。

【0072】

図2(B)の右上図は、水平に置かれた被蒸着体200の蒸着面に、蒸着方向が鉛直にな

50

るよう置かれた蒸着源から噴出する蒸気が当たり、蒸着源 120 が紙面の奥行き方向に移動する状態を図示している。帯状の蒸着層 131c は、第一回目の蒸着源を移動しながらする蒸着で形成された蒸着層である。帯状の蒸着層 131d は、第二回目の蒸着源を移動しながらする蒸着で形成された蒸着層である。帯状の蒸着層 131c と帯状の蒸着層 131d は、同じ幅と同じ厚さを備える。

【0073】

図 2 (B) の右下図は、傾斜して置かれた被蒸着体 200 の蒸着面に、蒸着方向が鉛直になるよう置かれた蒸着源から噴出する蒸気が当たり、蒸着源 120 が紙面の奥行き方向に移動する状態を図示している。帯状の蒸着層 131e は、第一回目の蒸着源を移動しながらする蒸着で形成された蒸着層である。帯状の蒸着層 131f は、第二回目の蒸着源を移動しながらする蒸着で形成された蒸着層である。帯状の蒸着層 131e と帯状の蒸着層 131f は、同じ幅と同じ厚さを備える。

10

【0074】

しかし、帯状の蒸着層 131e は、帯状の蒸着層 131c に比べて幅が広くなるため、帯状の蒸着層 131e の堆積速度が遅くなってしまう。そこで、蒸着方向に対して正対する蒸着面に蒸着する際は速い速度で蒸着源を移動し、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面に蒸着する際は遅い速度で蒸着源を移動することにより、帯状の蒸着層の堆積速度を一定とすることができます。その結果、三次元曲面の形態によらず、その表面を複数の帯状の蒸着層で覆うことができる。また、蒸着源の移動の制御が容易になる。

20

【0075】

なお、本実施の形態では理解を容易にするために、蒸着方向に対して正対する蒸着面と、蒸着方向に対して傾斜する蒸着面と、を比較して説明したが、この構成に限られない。すなわち、蒸着方向に対する蒸着面の傾きが大きく、一回の蒸着源の移動により幅が広い蒸着膜が形成される条件であるほど、蒸着源の移動速度を遅くすればよい。

【0076】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

30

【0077】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜装置と成膜方法を用いて形成された三次元曲面を覆う蒸着膜を有する発光装置の構成について、図 3 を参照して説明する。具体的には、三次元曲面を有する基板と、基板の一方の面に沿って形成されたバリア層と、バリア層に沿って形成された発光素子と、三次元曲面を有する基板との間に、発光素子を封止する封止材と、を有し、発光素子はバリア層上に形成された第 1 の電極と、第 1 の電極上の第 2 の電極と、第 1 の電極と第 2 の電極の間に挟持される発光性の有機化合物を含む層と、を備える発光装置である。

【0078】

上記本発明の一態様の発光装置は、三次元曲面を含んで構成される。その結果、三次元曲面を有するさまざまな装置に組み込むことができる、三次元曲面を有する発光装置を提供できる。

40

【0079】

図 3 (A) は本発明の一態様の発光装置 300 の斜視図であり、図 3 (B) の左図は図 3 (A) の切断線 X1 - Y1 における断面を、図 3 (B) の右図は図 3 (A) の切断線 X2 - Y2 における断面を示す断面図である。図 3 (C) は発光装置 300 が複数個形成された基板の上面図と、その切断線 X3 - Y3 における断面図である。なお、図 3 (C) の白い円形の部分は、発光装置 300 が一つ切りとられた部分に相当する。

【0080】

図 3 (A) に例示する発光装置 300 は、三次元曲面を有する基板 301 と、基板 301 の一方の面に沿って形成されたバリア層と、バリア層に沿って形成された発光素子 310 と、三次元曲面を有する基板 301 との間に、発光素子 310 を封止する封止材 302 と

50

、を有する。また、発光素子はバリア層上に形成された第1の電極と、第1の電極上の第2の電極と、第1の電極と第2の電極の間に挟持される発光性の有機化合物を含む層と、を備える。

【0081】

なお、封止材302は発光素子310の端部を覆い、基板301と接している。水等の不純物が発光素子310に拡散すると、発光装置300の信頼性が損なわれるため、発光素子310の端部が発光装置300の端部に露出しないように、封止材302が設けられている。

【0082】

以下に、本発明の一態様の発光装置を構成する個々の要素について説明する。

10

【0083】

<三次元曲面を有する基板>

基板301は三次元曲面を有する。三次元曲面を有する基板301の形成方法としては、例えば金属性の基板を型押しして形成してもよく、プラスチックを射出成型してもよい。

【0084】

基板301は、無機材料を用いた基板の他、有機材料と無機材料の複合材料を用いた基板であってもよい。無機材料を用いた基板としては、例えば金属基板、金属箔等が挙げられる。有機材料と無機材料の複合材料を用いた基板としては、例えば樹脂基板と無機材料の積層体、F R P (F i b e r g l a s s - R e i n f o r c e d P l a s t i c s)、プリプレグ等が挙げられる。

20

【0085】

なお、発光素子310が発する光を基板301側から取り出す場合は、発光素子310が発する光を透過する材料を基板301に用いる。

【0086】

<バリア層>

基板301側から発光素子310への不純物の拡散を抑制するために、基板301の一方の面にバリア層を設けるとよい(図3(B)に破線で示す層)。バリア層は、無機材料を用いた層の他、有機材料と無機材料の複合材料を用いた層であってもよい。無機材料としては、例えば窒化物、酸化物、金属等が挙げられ、具体的には窒化珪素、酸窒化珪素、酸化珪素、酸化アルミ、アルミ、銀等を用いることができる。また、有機材料と無機材料の複合材料としては、例えば上記の無機材料を含む層と樹脂層を交互に積層した層等が挙げられ、具体的にはアクリル樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリビニルアルコール等を用いることができる。

30

【0087】

<発光素子>

発光素子310は、バリア層上に形成された第1の電極と、第1の電極上の第2の電極と、第1の電極と第2の電極の間に挟持される発光性の有機化合物を含む層と、を備える。なお、図示しないが第1の電極上に開口部を有し、第1の電極の端部を覆う隔壁を設けると、第1の電極と第2の電極の短絡を防げるため好ましい。

40

【0088】

発光性の有機化合物を含む層と第2の電極は、三次元曲面を有する基板301の表面に沿うように、本発明の一態様の成膜装置を用いて形成する。また、本発明の一態様の三次元曲面を覆う蒸着膜の成膜方法を用いて形成する。

【0089】

本実施の形態で例示する発光装置に用いることができる発光素子の構成は、実施の形態6で詳細に説明する。

【0090】

<封止材>

本実施の形態で例示する封止材302は三次元曲面を有する。三次元曲面を有する封止材302の形成方法としては、例えば金属性の基板を型押しして形成してもよく、プラスチ

50

ックを射出成型してもよい。

【0091】

封止材302は、無機材料を用いた基板の他、有機材料と無機材料の複合材料を用いた基板であってもよい。無機材料を用いた基板としては、例えば金属基板、金属箔等が挙げられる。有機材料と無機材料の複合材料を用いた基板としては、例えば樹脂基板と無機材料の積層体、FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics)、プリプレグ等が挙げられる。

【0092】

また、封止材302は、発光素子310の信頼性を低下する不純物に対するバリア性を有する膜状の材料を適用できる。バリア性を有する膜の形成方法としては、例えば、本発明の一態様の成膜装置と成膜方法の他、化学気相成長法(CVD:Chemical Vapour Deposition)法を用いることができる。

10

【0093】

なお、発光素子310が発する光を封止材302側から取り出す場合は、発光素子310が発する光を透過する材料を封止材302に用いる。

【0094】

<発光装置の分離方法>

本実施の形態で例示する発光装置300は、一の基板から一つ作製することもできるが、一の基板から複数個形成することもできる。図3(C)に示すように、同一の基板に発光装置300を複数個形成し、レーザ(破線の矢印で示す)を用いて、発光装置300を一つずつ分離できる。発光装置の分離にレーザを用いる方法によれば、三次元曲面を有する基板に刃物等を接触する必要がない。よって、例えば刃物等の取り付け具が三次元曲面を有する基板に衝突し、発光装置300を損傷してしまう恐れがない。また、非接触であるため、発光装置300が複雑な形状であっても容易に分離できる。

20

【0095】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせができる。

.

【0096】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜装置と成膜方法を用いて形成できる発光素子の構成の一例について、図4を参照して説明する。

30

【0097】

本実施の形態で例示する発光素子は、第1の電極、第2の電極及び第1の電極と第2の電極の間に発光性の有機化合物を含む層(EL層ともいう)を備える。第1の電極または第2の電極のいずれか一方は陽極、他方が陰極として機能する。EL層は第1の電極と第2の電極の間に設けられ、該EL層の構成は第1の電極と第2の電極の材質に合わせて適宜選択すればよい。以下に発光素子の構成の一例を例示するが、発光素子の構成がこれに限定されないことはいうまでもない。

【0098】

<発光素子の構成例1.>

40

発光素子の構成の一例を図4(A)に示す。図4(A)に示す発光素子は、陽極1101と陰極1102の間にEL層が挟まれている。

【0099】

陽極1101と陰極1102の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、EL層に陽極1101の側から正孔が注入され、陰極1102の側から電子が注入される。注入された電子と正孔はEL層において再結合し、EL層に含まれる発光物質が発光する。

.

【0100】

本明細書においては、両端から注入された電子と正孔が再結合する領域を1つ有する層または積層体を発光ユニットという。よって、当該発光素子の構成例1は発光ユニットを1

50

つ備えることができる。

【0101】

発光ユニット1103は、少なくとも発光物質を含む発光層を1つ以上備えていればよく、発光層以外の層と積層された構造であっても良い。発光層以外の層としては、例えば正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔輸送性に乏しい(ブロッキングする)物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、並びにバイポーラ性(電子及び正孔の輸送性の高い)の物質等を含む層が挙げられる。

【0102】

発光ユニット1103の具体的な構成の一例を図4(B)に示す。図4(B)に示す発光ユニット1103は、正孔注入層1113、正孔輸送層1114、発光層1115、電子輸送層1116、並びに電子注入層1117が陽極1101側からこの順に積層されている。

10

【0103】

<発光素子の構成例2.>

発光素子の構成の他の一例を図4(C)に示す。図4(C)に例示する発光素子は、陽極1101と陰極1102の間に発光ユニット1103を含むEL層が挟まれている。さらに、陰極1102と発光ユニット1103との間には中間層1104が設けられている。なお、当該発光素子の構成例2の発光ユニット1103には、上述の発光素子の構成例1が備える発光ユニットと同様の構成が適用可能であり、詳細については、発光素子の構成例1の記載を参照できる。

20

【0104】

中間層1104は少なくとも電荷発生領域を含んで形成されればよく、電荷発生領域以外の層と積層された構成であってもよい。例えば、第1の電荷発生領域1104c、電子リレー層1104b、及び電子注入バッファー1104aが陰極1102側から順次積層された構造を適用することができる。

【0105】

中間層1104における電子と正孔の挙動について説明する。陽極1101と陰極1102の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、第1の電荷発生領域1104cにおいて、正孔と電子が発生し、正孔は陰極1102へ移動し、電子は電子リレー層1104bへ移動する。電子リレー層1104bは電子輸送性が高く、第1の電荷発生領域1104cで生じた電子を電子注入バッファー1104aに速やかに受け渡す。電子注入バッファー1104aは発光ユニット1103に電子を注入する障壁を緩和し、発光ユニット1103への電子注入効率を高める。従って、第1の電荷発生領域1104cで発生した電子は、電子リレー層1104bと電子注入バッファー1104aを経て、発光ユニット1103のLUMO準位に注入される。

30

【0106】

また、電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cを構成する物質と電子注入バッファー1104aを構成する物質が界面で反応し、互いの機能が損なわれてしまう等の相互作用を防ぐことができる。

40

【0107】

当該発光素子の構成例2の陰極に用いることができる材料の選択の幅は、構成例1の陰極に用いることができる材料の選択の幅に比べて、広い。なぜなら、構成例2の陰極は中間層が発生する正孔を受け取ればよく、仕事関数が比較的大きな材料を適用できるからである。

【0108】

<発光素子の構成例3.>

発光素子の構成の他の一例を図4(D)に示す。図4(D)に例示する発光素子は、陽極1101と陰極1102の間に2つの発光ユニットが設けられたEL層を備えている。さらに、第1の発光ユニット1103aと、第2の発光ユニット1103bとの間には中間層1104が設けられている。

50

【0109】

なお、陽極と陰極の間に設ける発光ユニットの数は2つに限定されない。図4(E)に例示する発光素子は、発光ユニット1103が複数積層された構造、所謂、タンデム型の発光素子の構成を備える。但し、例えば陽極と陰極の間にn(nは2以上の自然数)層の発光ユニット1103を設ける場合には、m(mは自然数、1以上(n-1)以下)番目の発光ユニットと、(m+1)番目の発光ユニットとの間に、それぞれ中間層1104を設ける構成とする。

【0110】

また、当該発光素子の構成例3の発光ユニット1103には、上述の発光素子の構成例1と同様の構成を適用することが可能であり、また当該発光素子の構成例3の中間層1104には、上述の発光素子の構成例2と同様の構成が適用可能である。よって、詳細については、発光素子の構成例1、または発光素子の構成例2の記載を参照できる。

10

【0111】

発光ユニットの間に設けられた中間層1104における電子と正孔の挙動について説明する。陽極1101と陰極1102の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、中間層1104において正孔と電子が発生し、正孔は陰極1102側に設けられた発光ユニットへ移動し、電子は陽極側に設けられた発光ユニットへ移動する。陰極側に設けられた発光ユニットに注入された正孔は、陰極側から注入された電子と再結合し、当該発光ユニットに含まれる発光物質が発光する。また、陽極側に設けられた発光ユニットに注入された電子は、陽極側から注入された正孔と再結合し、当該発光ユニットに含まれる発光物質が発光する。よって、中間層1104において発生した正孔と電子は、それぞれ異なる発光ユニットにおいて発光に至る。

20

【0112】

なお、発光ユニット同士を接して設けることで、両者の間に中間層と同じ構成が形成される場合は、発光ユニット同士を接して設けることができる。具体的には、発光ユニットの一方の面に電荷発生領域が形成されていると、当該電荷発生領域は中間層の第1の電荷発生領域として機能するため、発光ユニット同士を接して設けることができる。

30

【0113】

発光素子の構成例1乃至構成例3は、互いに組み合わせて用いることができる。例えば、発光素子の構成例3の陰極と発光ユニットの間に中間層を設けることもできる。

【0114】

<発光素子に用いることができる材料>

次に、上述した構成を備える発光素子に用いることができる具体的な材料について、陽極、陰極、並びにEL層の順に説明する。

【0115】

<陽極に用いることができる材料>

陽極1101は導電性を有する金属、合金、電気伝導性化合物等およびこれらの混合物の単層または積層体で構成される。特に、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)の材料をEL層に接する構成が好ましい。

40

【0116】

金属、または合金材料としては、例えば、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タンゲステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)等の金属材料またはこれらを含む合金材料が挙げられる。

【0117】

電気伝導性化合物としては、例えば、金属材料の酸化物、金属材料の窒化物、導電性高分子が挙げられる。

【0118】

金属材料の酸化物の具体例として、インジウム-錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム-錫酸化物、チタンを含

50

有したインジウム - 錫酸化物、インジウム - チタン酸化物、インジウム - タングステン酸化物、インジウム - 亜鉛酸化物、タングステン及を含有したインジウム - 亜鉛酸化物等が挙げられる。また、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物、チタン酸化物等が挙げられる。

【0119】

金属材料の酸化物を含む膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル - ゲル法などを応用して作製しても構わない。例えば、インジウム - 亜鉛酸化物膜は、酸化インジウムに対し 1 wt % 以上 20 wt % 以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム膜は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを 0.5 wt % 以上 5 wt % 以下、酸化亜鉛を 0.1 wt % 以上 1 wt % 以下含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。10

【0120】

金属材料の窒化物の具体例として、窒化チタン、窒化タンタル等が挙げられる。

【0121】

導電性高分子の具体例として、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) / ポリ(スチレンスルホン酸)(P E D O T / P S S)、ポリアニリン / ポリ(スチレンスルホン酸)(P A n i / P S S) 等が挙げられる。

【0122】

なお、陽極 1101 と接して第 2 の電荷発生領域を設ける場合には、仕事関数の大きさを考慮せずに様々な導電性材料を陽極 1101 に用いることができる。具体的には、仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を用いることもできる。第 2 の電荷発生領域を構成する材料については、第 1 の電荷発生領域と共に後述する。20

【0123】

<陰極に用いることができる材料>

陰極 1102 に接して第 1 の電荷発生領域 1104c を、発光ユニット 1103 との間に設ける場合、陰極 1102 は仕事関数の大小に関わらず様々な導電性材料を用いることができる。

【0124】

なお、陰極 1102 および陽極 1101 のうち少なくとも一方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成する。例えば、陰極 1102 または陽極 1101 の一方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成し、他方を、可視光を反射する導電膜を用いて形成すると、一方の面に光を射出する発光素子を構成できる。また、陰極 1102 および陽極 1101 の両方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成すると、両方の面に光を射出する発光素子を構成できる。30

【0125】

可視光を透過する導電膜としては、例えば、インジウム - 錫酸化物、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム - 錫酸化物、チタンを含有したインジウム - 錫酸化物、インジウム - チタン酸化物、インジウム - タングステン酸化物、インジウム - 亜鉛酸化物、タングステンを含有したインジウム - 亜鉛酸化物等が挙げられる。また、光を透過する程度(好ましくは、5 nm 以上 30 nm 以下程度)の金属薄膜を用いることもできる。40

【0126】

可視光を反射する導電膜としては、例えば金属を用いれば良く、具体的には、銀、アルミニウム、白金、金、銅等の金属材料またはこれらを含む合金材料が挙げられる。銀を含む合金としては、銀 - ネオジム合金、マグネシウム - 銀等を挙げることができる。アルミニウムの合金としては、アルミニウム - ニッケル - ランタン合金、アルミニウム - チタン合金、アルミニウム - ネオジム合金等が挙げられる。

【0127】

<EL層に用いることができる材料>

上述した発光ユニット 1103 を構成する各層に用いることができる材料について、以下

10

20

30

40

50

に具体例を示す。

【0128】

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えは、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H₂Pc）や銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) / ポリ(スチレンスルホン酸) (PEDOT/PSS) 等の高分子等によっても正孔注入層を形成することができる。

【0129】

なお、第2の電荷発生領域を用いて正孔注入層を形成してもよい。正孔注入層に第2の電荷発生領域を用いると、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることができる的是前述の通りである。第2の電荷発生領域を構成する材料については第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0130】

<正孔輸送層>

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層は、単層に限られず正孔輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。電子よりも正孔の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

【0131】

正孔輸送性の高い物質としては、芳香族アミン化合物（例えは、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPBまたは-NPD））やカルバゾール誘導体（例えは、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CzPA））などが挙げられる。また、高分子化合物（例えは、ポリ(N-ビニルカルバゾール)（略称：PVK））等を用いることができる。

【0132】

<発光層>

発光層は、発光物質を含む層である。発光層は、単層に限られず発光物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。発光物質は蛍光性化合物や、燐光性化合物を用いることができる。発光物質に燐光性化合物を用いると、発光素子の発光効率を高められるため好ましい。

【0133】

発光物質として蛍光性化合物（例えは、クマリン545T）や燐光性化合物（例えは、トリス(2-フェニルピリジナト)イリジウム(III)（略称：Ir(ppy)₃））等を用いることができる。

【0134】

発光物質は、ホスト材料に分散させて用いるのが好ましい。ホスト材料としては、その励起エネルギーが、発光物質の励起エネルギーよりも大きなものが好ましい。

【0135】

ホスト材料として用いることができる材料としては、上述の正孔輸送性の高い物質（例えは、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、高分子化合物等）、後述の電子輸送性の高い物質（例えは、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール系やチアゾール系配位子を有する金属錯体等）などを用いることができる。

【0136】

<電子輸送層>

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層は、単層に限られず電子輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。正孔よりも電子の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

10

20

30

40

50

【0137】

電子輸送性の高い物質としては、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体（例えば、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq））、オキサゾール系やチアゾール系配位子を有する金属錯体（例えば、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンズオキサゾラト]亜鉛（略称：Zn(BOX)₂））、その他の化合物（例えば、バソフェナントロリン（略称：BPhen））などが挙げられる。また、高分子化合物（例えば、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)]（略称：PF-Py））等を用いることができる。

【0138】

<電子注入層>

10

電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層は、単層に限らず電子注入性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。電子注入層を設ける構成とすることで陰極1102からの電子の注入効率が高まり、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

【0139】

電子注入性の高い物質としては、アルカリ金属（例えば、リチウム（Li）、セシウム（Cs））、アルカリ土類金属（例えば、カルシウム（Ca））、またはこれらの化合物（例えば、酸化物（具体的には酸化リチウム等）、炭酸塩（具体的には炭酸リチウムや炭酸セシウム等）、ハロゲン化物（具体的にはフッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF₂））などが挙げられる。

20

【0140】

また、電子注入性の高い物質を含む層を電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含む層（具体的には、Alq中にマグネシウム（Mg）を含有させたものなど）で形成してもよい。なお、電子輸送性の高い物質に対するドナー性物質を添加量の質量比は0.001以上0.1以下の比率が好ましい。

【0141】

ドナー性の物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、またはこれらの化合物の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。

30

【0142】

<電荷発生領域に用いることができる材料>

第1の電荷発生領域1104c、及び第2の電荷発生領域は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む領域である。なお、電荷発生領域は、同一膜中に正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含有する場合だけでなく、正孔輸送性の高い物質を含む層とアクセプター性物質を含む層とが積層されていても良い。但し、第1の電荷発生領域を陰極側に設ける積層構造の場合には、正孔輸送性の高い物質を含む層が陰極1102と接する構造となり、第2の電荷発生領域を陽極側に設ける積層構造の場合には、アクセプター性物質を含む層が陽極1101と接する構造となる。

【0143】

なお、電荷発生領域において、正孔輸送性の高い物質に対して質量比で、0.1以上4.0以下の比率でアクセプター性物質を添加することが好ましい。

40

【0144】

電荷発生領域に用いるアクセプター性物質としては、遷移金属酸化物や元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化モリブデンが特に好ましい。なお、酸化モリブデンは、吸湿性が低いという特徴を有している。

【0145】

また、電荷発生領域に用いる正孔輸送性の高い物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）など、種々の有機化合物を用いることができる。具体的には、10⁻⁶ cm²/Vs

50

以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

【0146】

<電子リレー層に用いることができる材料>

電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cにおいてアクセプター性物質がひき抜いた電子を速やかに受け取ることができる層である。従って、電子リレー層1104bは、電子輸送性の高い物質を含む層であり、またそのLUMO準位は、第1の電荷発生領域1104cにおけるアクセプター性物質のアクセプター準位と、当該電子リレー層が接する発光ユニット1103のLUMO準位との間に位置する。具体的には、およそ-5.0eV以上-3.0eV以下とするのが好ましい。

10

【0147】

電子リレー層1104bに用いる物質としては、ペリレン誘導体（例えば、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物（略称：PTCDA））や、含窒素縮合芳香族化合物（例えば、ピラジノ[2,3-f][1,10]フェナントロリン-2,3-ジカルボニトリル（略称：PPDN））などが挙げられる。

【0148】

なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定な化合物であるため電子リレー層1104bに用いる物質として好ましい。さらに、含窒素縮合芳香族化合物のうち、シアノ基やフルオロ基などの電子吸引基を有する化合物を用いることにより、電子リレー層1104bにおける電子の受け取りがさらに容易になるため、好ましい。

20

【0149】

<電子注入バッファーに用いることができる材料>

電子注入バッファーは、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入バッファー1104aは、第1の電荷発生領域1104cから発光ユニット1103への電子の注入を容易にする層である。電子注入バッファー1104aを第1の電荷発生領域1104cと発光ユニット1103の間に設けることにより、両者の注入障壁を緩和することができる。

【0150】

電子注入性が高い物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、またはこれらの化合物などが挙げられる。

30

【0151】

また、電子注入性の高い物質を含む層を電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含む層で形成してもよい。

【0152】

<発光素子の作製方法>

発光素子の作製方法の一態様について説明する。第1の電極上にこれらの層を適宜組み合わせてEL層を形成する。EL層は、それに用いる材料に応じて種々の方法（例えば、乾式法や湿式法等）を用いることができる。例えば、真空蒸着法、転写法、印刷法、インクジェット法またはスピンドコート法などを選んで用いればよい。また、各層で異なる方法を用いて形成してもよい。EL層上に第2の電極を形成し、発光素子を作製する。

40

【0153】

以上のような材料を組み合わせることにより、本実施の形態に示す発光素子を作製することができる。この発光素子からは、上述した発光物質からの発光が得られ、その発光色は発光物質の種類を変えることにより選択できる。

【0154】

また、発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、発光スペクトルの幅を拡げて、例えば白色発光を得ることもできる。白色発光を得る場合には、例えば、発光物質を含む層を少なくとも2つ備える構成とし、それぞれの層を互いに補色の関係にある色を呈する光を発するように構成すればよい。具体的な補色の関係としては、例えば青色と黄色、あるいは青緑色と赤色等が挙げられる。

50

【0155】

さらに、演色性の良い白色発光を得る場合には、発光スペクトルが可視光全域に拡がるもののが好ましく、例えば、一つの発光素子が、青色を呈する光を発する層、緑色を呈する光を発する層、赤色を呈する光を発する層を備える構成とすればよい。

【0156】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0157】

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜装置と成膜方法を用いて形成された三次元曲面を覆う蒸着膜を有する発光装置を適用した照明装置の一例について、図5を用いて説明する。三次元曲面を有する発光装置を、三次元曲面を有する筐体に配置することで、三次元曲面を有する照明装置を実現できる。

10

【0158】

図5(A)は、照明装置の一例を示している。照明装置7500は、筐体7501に光源として本発明の一態様の発光装置7503が組み込まれている。照明装置7500は、卓上照明装置として用いることが可能である。

【0159】

図5(B)は、自動車の天井に設ける三次元曲面を有する照明の一例を示している。発光装置7503aと発光装置7503bは三次元曲面を有するため、三次元曲面を有する基体に貼り付けて用いることができる。なお、電車や飛行機などの三次元曲面を有する天井にも同様に用いることができる。

20

【0160】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【符号の説明】

【0161】

100	成膜装置
110	蒸着源移動機構
111	ベースユニット
112 a	アーム
112 b	アーム
113	蒸着方向可変機構
120	蒸着源
130	蒸気
131	蒸着膜
131 a	帯状の蒸着層
131 b	帯状の蒸着層
131 c	帯状の蒸着層
131 d	帯状の蒸着層
131 e	帯状の蒸着層
131 f	帯状の蒸着層
150	制御部
170	被蒸着体保持機構
172	被蒸着体保持角度可変機構
180	仕切弁
190	搬送室
195	搬送機構
200	被蒸着体
300	発光装置
301	基板

30

40

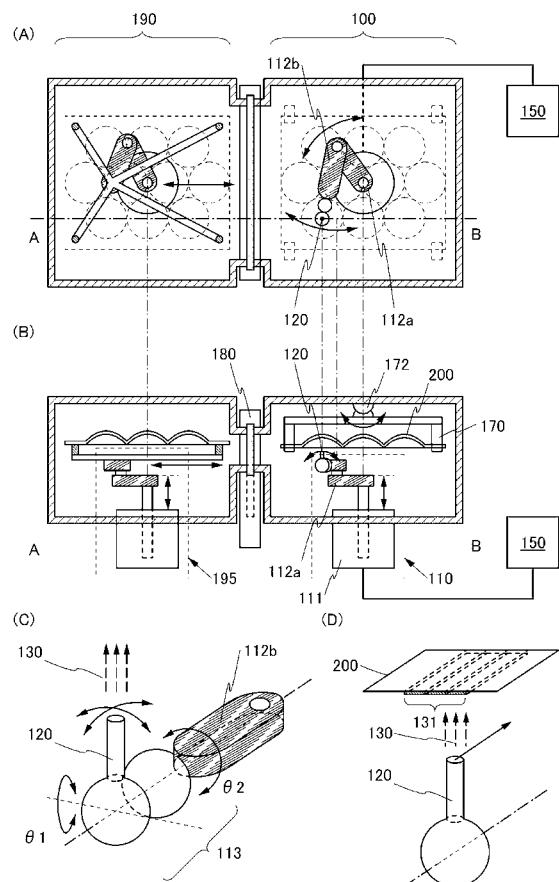
50

3 0 2 封止材
 3 1 0 発光素子
 1 1 0 1 陽極
 1 1 0 2 陰極
 1 1 0 3 発光ユニット
 1 1 0 3 a 発光ユニット
 1 1 0 3 b 発光ユニット
 1 1 0 4 中間層
 1 1 0 4 a 電子注入バッファー
 1 1 0 4 b 電子リレー層
 1 1 0 4 c 電荷発生領域
 1 1 1 3 正孔注入層
 1 1 1 4 正孔輸送層
 1 1 1 5 発光層
 1 1 1 6 電子輸送層
 1 1 1 7 電子注入層
 7 5 0 0 照明装置
 7 5 0 1 筐体
 7 5 0 3 発光装置
 7 5 0 3 a 発光装置
 7 5 0 3 b 発光装置

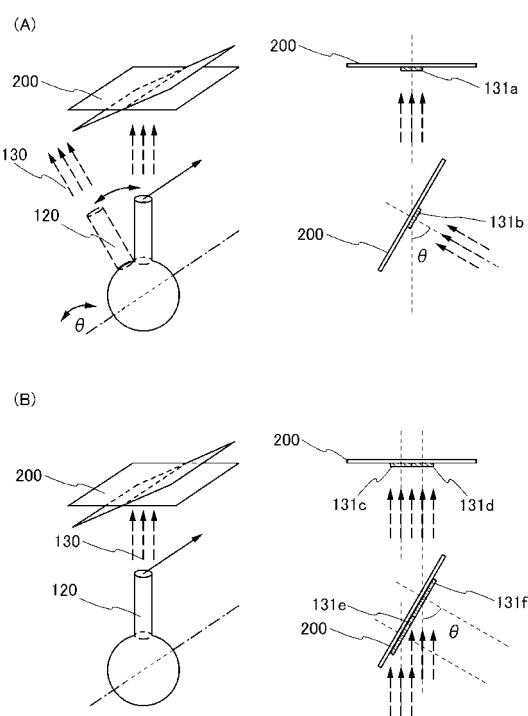
10

20

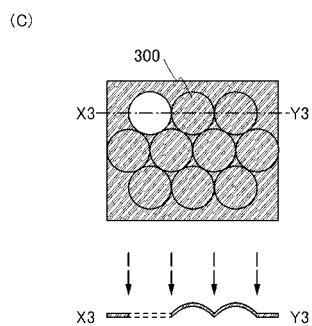
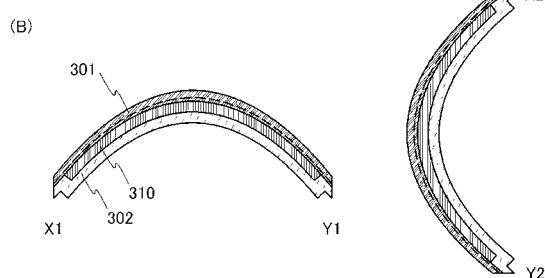
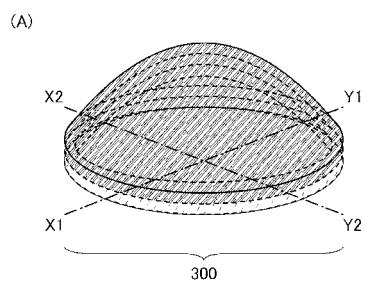
【図1】



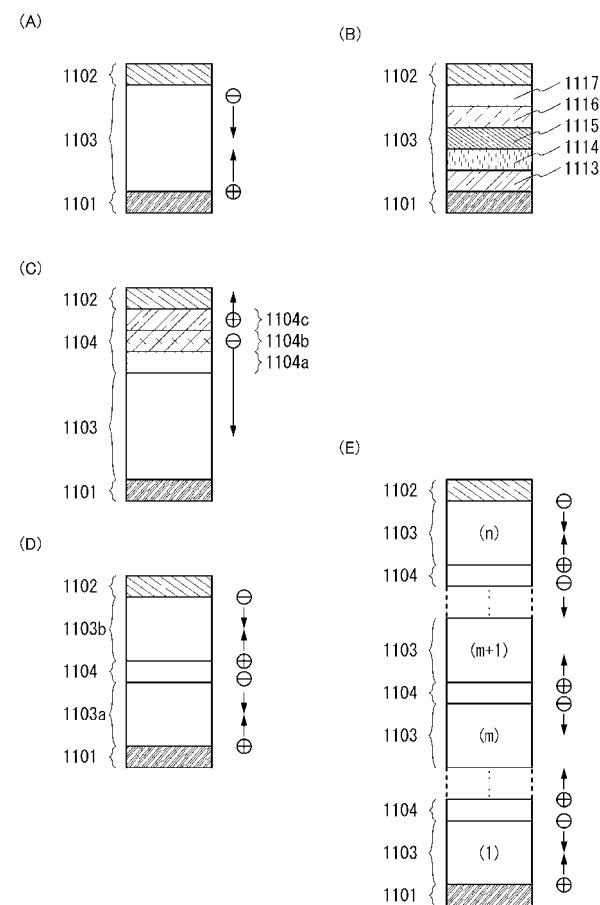
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

