

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7241604号

(P7241604)

(45)発行日 令和5年3月17日(2023.3.17)

(24)登録日 令和5年3月9日(2023.3.9)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/24 (2006.01)

C 2 3 C

14/24

U

H 1 0 K 50/00 (2023.01)

C 2 3 C

14/24

B

H 0 5 B 33/10 (2006.01)

H 0 5 B

33/14

A

H 0 5 B

33/10

請求項の数 13 (全18頁)

(21)出願番号 特願2019-99567(P2019-99567)
 (22)出願日 令和1年5月28日(2019.5.28)
 (65)公開番号 特開2020-193368(P2020-193368
 A)
 (43)公開日 令和2年12月3日(2020.12.3)
 審査請求日 令和4年3月1日(2022.3.1)

(73)特許権者 591065413
 キヤノントッキ株式会社
 新潟県見附市新幸町10番1号
 (74)代理人 110002860
 弁理士法人秀和特許事務所
 (72)発明者 菅原 由季
 新潟県見附市新幸町10番1号 キヤノ
 ントッキ株式会社内
 (72)発明者 風間 良秋
 新潟県見附市新幸町10番1号 キヤノ
 ントッキ株式会社内
 審査官 森坂 英昭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加熱装置、蒸発源装置、成膜装置、成膜方法および電子デバイスの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

蒸着材料を収容する容器を加熱する加熱装置であって、

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第1領域と、前記第1領域よりも前記開口部から離れた領域である第2領域と、を有し、

前記第1領域を加熱する第1ヒータと、

前記第2領域を加熱する第2ヒータと、

前記第1ヒータと前記第2ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、
 を有し、

前記第2ヒータは第1部分と第2部分を含み、前記第2部分と前記第1ヒータの距離は
 前記第1部分と前記第1ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第2ヒータを制御するときに、前記第1部分と前記第2部分を一体
 に制御するものであり、

前記第2部分と前記容器の間に配置された、前記第2部分から前記容器に放出される熱
 を遮蔽する内側熱反射部材をさらに有する

ことを特徴とする加熱装置。

【請求項2】

蒸着材料を収容する容器を加熱する加熱装置であって、

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第1領域と、前記第1領域
 よりも前記開口部から離れた領域である第2領域と、を有し、

10

20

前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、
前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、
前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、
を有し、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記第 1 部分を介して前記容器と反対の側に配置された、前記第 1 部分から前記加熱装置の外側に放出される熱を反射する外側熱反射部材をさらに有し、

前記容器のうち前記第 1 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 2 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きい

ことを特徴とする加熱装置。

【請求項 3】

前記第 1 部分および第 2 部分と、前記容器の間に配置された第 2 の内側熱反射部材をさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の加熱装置。

【請求項 4】

前記第 1 部分および第 2 部分を介して、前記容器と反対の側に配置された、第 2 の外側熱反射部材をさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

【請求項 5】

前記第 1 ヒータは、第 3 部分と第 4 部分を含み、前記第 3 部分は前記第 4 部分よりも前記開口部に近い側に配置されており、

前記容器のうち前記第 1 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 2 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きく、

前記容器のうち前記第 3 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 4 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きい

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記容器に収容された蒸着材料の蒸発による減少に伴って、前記第 2 ヒータから発生する熱量が増大するような制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記第 1 ヒータから発生する熱量が一定となるように制御を行う

ことを特徴とする請求項 6 に記載の加熱装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記容器の底部から開口部に向かって温度が低下する部分が無いように、前記第 1 ヒータおよび前記第 2 ヒータを制御する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の加熱装置。

【請求項 9】

蒸着材料を収容する容器と加熱装置を有する蒸発源装置であって、

前記加熱装置は、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の加熱装置である、蒸発源装置。

【請求項 10】

被蒸着体である基板を収容するチャンバと、マスクを介して前記基板に蒸着材料を放出して成膜を行う蒸発源装置と、を有する成膜装置であって、

前記蒸発源装置は、請求項 9 に記載の蒸発源装置である、成膜装置。

【請求項 11】

被蒸着体である基板に蒸着材料による成膜を行う成膜方法であって、

加熱装置を用いて容器に収容された蒸着材料を加熱して蒸発させるステップを有し、

10

20

30

40

50

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、

前記加熱装置は、

前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、

前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、

前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、

を有しており、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記加熱装置は、前記第 2 部分と前記容器の間に配置された、前記第 2 部分から前記容器に放出される熱を遮蔽する内側熱反射部材をさらに有する

ことを特徴とする成膜方法。

【請求項 1 2】

被蒸着体である基板に蒸着材料による成膜を行う成膜方法であって、

加熱装置を用いて容器に収容された蒸着材料を加熱して蒸発させるステップを有し、

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、

前記加熱装置は、

前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、

前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、

前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、

を有しており、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記第 1 部分を介して前記容器と反対の側に配置された、前記第 1 部分から前記加熱装置の外側に放出される熱を反射する外側熱反射部材をさらに有し、

前記容器のうち前記第 1 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 2 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きい

ことを特徴とする成膜方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 または 1 2 に記載の成膜方法により電子デバイスを製造する、電子デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加熱装置、蒸発源装置、成膜装置、成膜方法および電子デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ディスプレイの一種として、有機材料の電界発光を用いた有機 EL 素子を備えた有機 EL 装置が注目を集めている。かかる有機 EL ディスプレイ等の有機電子デバイス製造において、蒸発源装置を用いて、基板上に有機材料や金属電極材料などの蒸着材料を蒸着させて成膜を行う工程がある。

【0003】

蒸着工程で用いられる蒸発源装置は、蒸着材料が収容される容器としての機能と、蒸着材料の温度を上昇させて蒸発させ、基板の表面に付着させるための加熱機能を有する。従

10

20

30

40

50

来、加熱機能を向上させて良好な成膜を行うために、蒸着材料を均一に加熱できるような蒸発源装置が提案されている。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1（特開 2 0 1 9 - 0 3 1 7 0 5 号公報）には、蒸着材料の容器（るつぼ）を高さ方向において二つの異なる領域（上部領域と下部領域）に分けたときに、上部領域と下部領域の加熱制御をそれぞれ独立に行う、いわゆるデュアルヒータ型の蒸発源装置の加熱装置が開示されている。特許文献 1 では、容器内の蒸着材料の量や蒸着の進行度合に応じて、上部領域に対応する上部ヒータと下部領域に対応する下部ヒータの加熱を制御することにより、突沸の発生や、容器開口部への材料の付着を防いでいる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【文献】特開 2 0 1 9 - 0 3 1 7 0 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかし、蒸発源装置の加熱制御において、突沸や容器開口部への材料の付着、過加熱による蒸着材料の劣化などの問題をさらに抑制し、品質の高い成膜を行うことが求められている。本発明はかかる課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、蒸着材料を良好に加熱して好適な成膜を行うための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的のため、本発明は以下の構成を採用する。すなわち、蒸着材料を収容する容器を加熱する加熱装置であって、前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、を有し、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記第 2 部分と前記容器の間に配置された、前記第 2 部分から前記容器に放出される熱を遮蔽する内側熱反射部材をさらに有することを特徴とする加熱装置である。

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、蒸着材料を収容する容器を加熱する加熱装置であって、前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、を有し、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記第 1 部分を介して前記容器と反対の側に配置された、前記第 1 部分から前記加熱装

10

20

30

40

50

置の外側に放出される熱を反射する外側熱反射部材をさらに有し、

前記容器のうち前記第 1 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 2 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きい

ことを特徴とする加熱装置である。

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、

被蒸着体である基板に蒸着材料による成膜を行う成膜方法であって、

加熱装置を用いて容器に收容された蒸着材料を加熱して蒸発させるステップを有し、

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、

前記加熱装置は、

前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、

前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、

前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、

を有しており、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記加熱装置は、前記第 2 部分と前記容器の間に配置された、前記第 2 部分から前記容器に放出される熱を遮蔽する内側熱反射部材をさらに有する

ことを特徴とする成膜方法である。

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、

被蒸着体である基板に蒸着材料による成膜を行う成膜方法であって、

加熱装置を用いて容器に收容された蒸着材料を加熱して蒸発させるステップを有し、

前記容器は、加熱された前記蒸着材料が放出される開口部と、第 1 領域と、前記第 1 領域よりも前記開口部から離れた領域である第 2 領域と、を有し、

前記加熱装置は、

前記第 1 領域を加熱する第 1 ヒータと、

前記第 2 領域を加熱する第 2 ヒータと、

前記第 1 ヒータと前記第 2 ヒータをそれぞれ独立に制御する制御部と、

を有しており、

前記第 2 ヒータは第 1 部分と第 2 部分を含み、前記第 2 部分と前記第 1 ヒータの距離は前記第 1 部分と前記第 1 ヒータの距離よりも小さいものであり、

前記制御部は、前記第 2 ヒータを制御するときに、前記第 1 部分と前記第 2 部分を一体に制御するものであり、

前記第 1 部分を介して前記容器と反対の側に配置された、前記第 1 部分から前記加熱装置の外側に放出される熱を反射する外側熱反射部材をさらに有し、

前記容器のうち前記第 1 部分に対向する領域に入射する熱量は、前記第 2 部分に対向する領域に入射する熱量よりも大きい

ことを特徴とする成膜方法である。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、蒸着材料を良好に加熱して好適な成膜を行うための技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】成膜装置の構成を示す模式断面図

【図 2】ヒータの配置と容器の加熱について検討するための図

【図 3】蒸発源装置の容器およびヒータの構造を説明するための図

【図 4】本発明の各実施形態に共通する構成を示す図

10

20

30

40

50

【図 5】実施形態 1 の構成について説明するための図

【図 6】実施形態 2 の構成について説明するための図

【図 7】実施形態 3 の構成について説明するための図

【図 8】有機電子デバイスの製造方法を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しつつ本発明の好適な実施形態及び実施例を説明する。ただし、以下の実施形態及び実施例は本発明の好ましい構成を例示的に示すものにすぎず、本発明の範囲をそれらの構成に限定されない。また、以下の説明における、装置のハードウェア構成及びソフトウェア構成、処理フロー、製造条件、寸法、材質、形状などは、特に特定のな記載がないかぎり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

10

【0011】

本発明は、蒸着により被蒸着体に薄膜を形成するための、加熱装置、蒸発源装置、成膜装置、成膜方法および電子デバイスの製造方法、などに関する発明である。本発明はまた、加熱制御方法、成膜制御方法、蒸発源装置の制御方法や、これらの制御方法をコンピュータに実行させるプログラムや、当該プログラムを格納した記憶媒体としても捉えられる。記憶媒体は、コンピュータにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体であってもよい。

【0012】

本発明は、例えば、被蒸着体である基板の表面に真空蒸着により所望のパターンの薄膜（材料層）を形成する装置に好ましく適用できる。基板の材料としては、ガラス、樹脂、金属などの任意の材料を選択できる。なお、蒸発源装置の被蒸着体は、平板状の基板に限られない。例えば、凹凸や開口のある機械部品を被蒸着体としてもよい。また、蒸着材料としても、有機材料、無機材料（金属、金属酸化物など）などの任意の材料を選択できる。また、有機膜だけではなく金属膜を成膜することも可能である。本発明の技術は、具体的には、電子デバイスや光学部材などの製造装置に適用可能であり、特に、有機電子デバイス（例えば、有機 EL 表示装置、薄膜太陽電池、有機 CMOS イメージセンサ）の製造に好適である。

20

【0013】

< 蒸発源装置の構成 >

図 1 は、蒸着装置（成膜装置）の構成を模式的に示す断面図である。成膜装置は、真空チャンバ 200 を有する。真空チャンバ 200 の内部は、真空雰囲気か、窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気に維持されている。なお、ここでいう真空とは、通常の大気圧（典型的には 1023 hPa）より低い圧力の気体で満たされた状態をいう。真空チャンバ 200 の内部には、概略、基板保持ユニット（不図示）によって保持された被蒸着体である基板 10 と、マスク 220 と、蒸発源装置 240 と、蒸着モニタ 285 が設けられる。

30

【0014】

基板 10 は、搬送ロボット（不図示）により真空チャンバ 200 内に搬送されたのち、基板保持ユニットによって保持され、成膜時には水平面（XY 平面）と平行となるよう固定される。なお、ここで言う「平行」とは、数学的に厳密な平行のみを意味するのではなく、水平面と基板 10 とがなす角が小さい場合、例えば 0° 以上 5° 以下となる場合も含む。基板保持ユニットは、基板 10 を載置するための受け爪などの支持具や、基板を押圧保持するためのクランプなどの押圧具によって基板を保持する。

40

マスク 220 は、基板 10 上に形成する所定パターンの薄膜パターンに対応する開口パターンをもつマスクであり、例えばメタルマスクである。成膜開始前には、基板 10 とマスク 220 がアライメントされたのち、位置関係が固定される。

なお、本実施形態では成膜時に基板 10 が水平面と平行となるように固定されるものとしたが、これに限定はされない。基板 10 は成膜時に水平面と交差するように固定されてもよいし、水平面と垂直となるように固定されてもよい。また、本実施形態では基板 10 の成膜面が重力方向下方を向いた状態で成膜が行われるデポアップの構成を採用しているが、これに限定はされず、基板 10 の成膜面が重力方向上方を向いた状態で成膜が行われ

50

るデポダウンの構成であってもよい。あるいは、基板 10 が垂直に立てられた状態、すなわち、基板 10 の成膜面が重力方向と平行な状態で成膜が行われる構成であってもよい。

【0015】

真空チャンバ内には、その他、基板 10 の温度上昇を抑制する冷却板を備えていてもよい。また、真空チャンバ 200 の上には、基板 10 のアライメントのための機構、例えば基板 10 およびマスク 220 の一方を他方に対して X 方向または Y 方向に相対的に移動させるアクチュエータや、基板保持のためのクランプ機構用アクチュエータなどの駆動手段や、基板 10 を撮像するカメラを備えていてもよい。真空チャンバ内にはまた、成膜を一樣に行うために蒸発源装置 240 を移動させる、蒸発源駆動機構 250 を備えてもよい。

【0016】

蒸発源装置 240 は概略、内部に蒸着材料 242 を収容可能な容器 244 と、加熱を行うための加熱装置 245 を備える。容器 244 の外周に配置された加熱装置 245 は、少なくともヒータ 246 を備えており、ヒータ 246 を固定する固定部材を含んでいてもよい。ここではヒータ 246 として電熱線を用いたシーズヒータが使われており、本図ではシーズヒータの電熱線が容器 244 の周囲に巻き付けられた断面を示している。

【0017】

なお、ヒータ 246 および制御部 270 を合わせて、加熱装置 245 だとも考えてもよい。また、容器 244 およびヒータ 246 に、制御部 270 を合わせて、蒸発源装置だとも考えてもよい。ヒータ 246 の構成や制御については後に詳述する。蒸発源装置 240 はまた、加熱効率を高めるための反射部材としてのリフレクタを備えていてもよい。蒸発源装置 240 はまた、構成要素全体を格納できる筐体、シャッタなどを備えていてもよい。なお、図 1 における各構成要素の形状、位置関係、サイズ比は例示にすぎない。

【0018】

容器 244 の材質としては、例えばセラミック、金属、カーボン材料などが知られているが、これに限定されず、蒸着材料 242 の物性やヒータ 246 による加熱温度との関係で好ましいものを用いる。その他、蒸着材料用の容器（ルツボ）として使用可能であれば、何も用いてもよい。ヒータ 246 としては、例えばシーズヒータや金属ワイヤ線などの抵抗加熱式のヒータが知られているが、これに限定されず、蒸着材料 242 を蒸発させる加熱性能があればよい。後述するように、容器 244 の複数の部位を個別に温度制御しながら加熱できるものであれば、種類は問わない。またヒータの形状についても、図 1 のようなワイヤ状のほか、プレート状、メッシュ状など任意の形状を採用できる。リフレクタは熱効率を高める保温材（断熱材）であり、例えば金属等を利用できるが、これに限定されない。

【0019】

蒸着モニタ 285 は、制御部 270 が蒸着材料 242 の蒸着レートを測定して加熱制御を行うために用いられる。蒸着モニタ 285 としては、水晶膜厚計などを利用できる。

【0020】

制御部 270 は、蒸発源装置 240 の制御、例えば加熱の開始や終了のタイミング制御、温度制御を行う。制御部 270 はさらに、シャッタを設ける場合はその開閉タイミング制御、蒸発源駆動機構を設ける場合はその駆動制御（蒸発源の移動制御）などを行う。なお、複数の制御手段を組み合わせることで制御部 270 を構成してもよい。複数の制御手段とは例えば、加熱制御手段、シャッタ制御手段、蒸発源駆動制御手段などである。また、ヒータ 246 の部位ごとに制御可能とした場合、それぞれの部位ごとに加熱制御手段を設けてもよい。制御部 270 は、基板 10 の搬送や、基板 10 とマスク 220 のアライメントなど、蒸発源装置 240 以外の機構の制御手段を兼ねていてもよい。

【0021】

制御部 270 は、例えば、プロセッサ、メモリ、ストレージ、I/O、UIなどを有するコンピュータにより構成される。この場合、制御部 270 の機能は、メモリ又はストレージに記憶されたプログラムをプロセッサが実行することにより実現される。コンピュータとしては、汎用のコンピュータを用いてもよいし、組込型のコンピュータ又は PLC（

10

20

30

40

50

programmable logic controller)を用いてもよい。あるいは、制御部270の機能の一部又は全部をASICやFPGAのような回路で構成してもよい。成膜システムが複数の成膜装置を備える場合、成膜装置ごとに制御部270が設けられていてもよいし、1つの制御部270が複数の成膜装置を制御してもよい。

【0022】

容器内部に蒸着材料242が収容されると、制御部270の制御によってヒータ246が動作を開始し、蒸着材料242が加熱される。温度が十分に高まったら、真空チャンバ200内にマスク220および基板10が搬入され、基板10とマスク220のアライメントなどが行われる。その後、蒸発源装置240のシャッタが閉状態から開状態となると、蒸着材料242が放出される。これにより蒸着材料242が基板10の表面に付着して薄膜を形成する。複数の容器に別種の蒸着材料を収容しておくことで、共蒸着も可能である。形成された膜の膜厚を蒸着モニタ285で測定しながら制御を行うことで、基板上に所望の厚さを持った膜が形成される。一様な厚さで成膜するために、例えば、基板10を回転させたり、蒸発源駆動機構により蒸発源装置を移動させたりしながら蒸着を行ってもよい。また、基板の大きさによっては、複数の蒸発源を並行して加熱しても良い。容器244の形状は任意である。例えば、開口部に、放出される蒸着材料の指向性を高めるようなノズルを設けてもよい。また、蒸発源の種類も、点状の蒸発源、線状の蒸発源、面状の蒸発源のいずれでも構わない。

10

【0023】

後述するが、ある種類の蒸着材料が成膜された基板上に別種の蒸着材料を成膜することで、複層構造を形成できる。その場合、容器内の蒸着材料を交換したり、容器自体を別種の蒸着材料が格納されたものに交換したりしてもよい。また、真空チャンバ内に複数の蒸発源装置を設けて交換しながら用いてもよいし、基板10を現在の成膜装置から搬出し、別種の蒸着材料が収納された蒸発源装置を備える他の成膜装置に搬入してもよい。

20

【0024】

<加熱制御に関する検討>

図2を参照して、発明者らによる、上部ヒータ246aおよび下部ヒータ246bの構成と、容器244の温度変化と、蒸着材料の蒸発との関係についての検討結果を説明する。図2(a)は、第1の検討事例であり、上部ヒータ246aと下部ヒータ246bが、連続的に、かつ同様の密度で配置されている様子を示している。本例では、上部ヒータ246aには常に所定の電力を投入し、下部ヒータ246bへの投入電力を蒸着の進行に応じて変化させる。

30

【0025】

なお、ここではヒータの密度という用語を、ヒータ線と直交する面で切断したときの断面における、単位断面積あたりのヒータ本数、または単位断面積あたりのヒータ断面積という意味で使っている。例えば、当該断面においてヒータ線を囲み、かつ面積が最小となるように長方形を描き、この長方形の面積で、囲んだヒータ線の本数またはヒータ線の断面積の合計を除いた値をヒータの密度としてもよい。このヒータ密度を、高さ方向の単位距離あたりのヒータ本数と考えても、以下の説明は適用可能である。

【0026】

図2(b)は、図2(a)の構成において、上部ヒータ246aには所定の電力を投入し、下部ヒータ246bへの投入電力を変化させたときの、容器244内の蒸着材料242の温度分布を示すグラフである。横軸は温度を示し、温度 t_1 は蒸着材料242が蒸発する蒸発温度、温度 t_2 は蒸着材料242の劣化が始まる劣化開始温度である。縦軸は容器内の高さ方向の位置に対応する。状態1-1から状態1-3に向かって下部ヒータ246bの温度が高くなるに連れて、加熱が進んでいく様子を示す。

40

【0027】

図2(b)において、下部ヒータ246bの温度が比較的低い状態1-1のときは、容器244の最上部においても劣化開始温度 t_2 を超えていない。しかし、蒸着材料242の減少に伴って制御部270が下部ヒータ246の温度を上昇させて、状態1-2を経て

50

状態 1 - 3 となるのに応じて、容器 2 4 4 の上部では劣化開始温度 t_2 を超えてしまう（符号 A で示す）。その結果として、材料が劣化するおそれがある。

【 0 0 2 8 】

また、図 2 (c) は、図 2 (b) の現象に鑑みてなされた第 2 の検討事例である。図 2 (c) の構成では、上部ヒータ 2 4 6 a と下部ヒータ 2 4 6 b が、中間に隙間を置いて配置されている。かかる構成の意図は、下部ヒータ 2 4 6 b の温度が上昇していった場合でも、容器上部における過加熱を防ぐためになされたものである。すなわち、図 2 (d) に示されるように、下部ヒータ 2 4 6 b による加熱が進行して温度が上昇して行っても、中間部に非加熱部があるために、状態 2 - 2 に示すように温度の上昇が抑制される。

【 0 0 2 9 】

図 2 (c) の構成であれば、容器の最上部であっても、比較的溫度上昇が緩やかになり、蒸着材料 2 4 2 の劣化を抑制することができる。しかしながら、中間部に対応する部分にヒータが配置されていないことで中間部への熱の供給が不足し、容器内の下部領域の方が中間部よりも温度が高くなる逆転現象が発生する（符号 B で示す）。このように、蒸着時に容器 2 4 4 の底部から開口部に向かって温度が低下する部分があるような温度分布においては、底部付近において蒸着材料 2 4 2 の温度が蒸発点 t_1 を超えたときでも、中間部の蒸着材料 2 4 2 は未だに固体のままとなり得る。そのため蒸発した蒸着材料 2 4 2 が固体で蓋をされた状態となり、突沸が発生するおそれがある。

【 0 0 3 0 】

< 容器と加熱装置の構成 >

図 3 の概略断面図を用いて、容器 2 4 4 およびヒータ 2 4 6 の構造について更に説明する。図 3 (a) は、容器 2 4 4 の各部位を指し示す用語について説明する図である。本図では、説明に関係の無い部分は省略している。

【 0 0 3 1 】

図 3 (a) において、容器 2 4 4 を高さ方向に区分した場合に、容器 2 4 4 の上面 2 4 4 m に近接した領域を「上部領域 2 4 4 a」と呼ぶ。上部領域 2 4 4 a は、蒸発した蒸着材料 2 4 2 の放出のときに通過する開口部に近接している。また、容器 2 4 4 を高さ方向に区分した場合に、容器 2 4 4 の底面 2 4 4 n に近接した領域を「下部領域 2 4 4 b」と呼ぶ。上部領域と下部領域のそれぞれが容器の高さの中で占める割合は、図示例に限定されない。なお、容器 2 4 4 が上面から突出したノズルを備える場合や、容器 2 4 4 にくびれが設けられた場合などは、高さ方向において複数の側面が存在する場合がある。その場合、上部領域 2 4 4 a は、容器 2 4 4 を高さ方向に区分したときの最も上方の領域とする。

【 0 0 3 2 】

また、下部領域 2 4 4 b のうち、上部領域 2 4 4 a との距離が比較的大きい領域のことを、「下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1」と呼ぶことがある。また、下部領域 2 4 4 b のうち、上部領域 2 4 4 a との距離が比較的小さい領域のことを、「下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2」と呼ぶことがある。下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 と、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 のそれぞれが、容器の高さ方向において下部領域 2 4 4 b の中で占める割合は、図示例に限定されない。なお、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 は、上部領域 2 4 4 a と、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 との中間部に位置する。そこで、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 を中間領域と呼ぶこともできる。

【 0 0 3 3 】

図 3 (b) は、加熱装置 2 4 5 の構造について更に説明するための図である。ここでは、簡略化のため加熱装置 2 4 5 のうちヒータ 2 4 6 の断面のみを示している。

上部ヒータ 2 4 6 a (第 1 ヒータ) は、上部領域 2 4 4 a に対向する位置に設けられている。そのため上部ヒータ 2 4 6 a に電力が供給された場合、上部領域 2 4 4 a が最も熱を受け取る。また、下部ヒータ 2 4 6 b (第 2 ヒータ) は、下部領域 2 4 4 b に対向する位置に設けられている。そのため下部ヒータ 2 4 6 b に電力が供給された場合、下部領域 2 4 4 b が最も熱を受け取る。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

さらに、下部ヒータ 2 4 6 b のうち、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 に対向する位置にある部分を、「下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1」と呼ぶことがある。同様に、下部ヒータ 2 4 6 b のうち、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に対向する位置にある部分を、「下部ヒータの第 2 部分 2 4 6 b 2」と呼ぶことがある。

なお、各領域と各ヒータの対応を考えると、「対向する位置」という文言を厳格に捉える必要はない。領域とヒータの間に多少の高さ方向の位置ずれがあったとしても、加熱対象位置の温度に影響を与えられれば構わない。

【 0 0 3 5 】

制御部 2 7 0 は、上部ヒータ 2 4 6 a と下部ヒータ 2 4 6 b を、それぞれ独立して制御可能である。制御内容としては、加熱の開始 / 終了や温度変更などがある。例えばシーズヒータを用いる場合、電熱線に印加（供給）する電力等を変化させる。なお、制御部 2 7 0 は、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 2 部分 2 4 6 b 2 については、単一の制御を行う。すなわち、上部ヒータ 2 4 6 a と下部ヒータ 2 4 6 b の間では加熱の開始 / 終了タイミングや流れる電流が異なる場合があるが、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 2 部分 2 4 6 b 2 の間では、これらの制御内容は同一である。このような制御は、典型的には下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 2 部分 2 4 6 b 2 とを一本の電熱線で構成することで実現できる。

【 0 0 3 6 】

また、制御部 2 7 0 は、上部ヒータ 2 4 6 a と下部ヒータ 2 4 6 b のいずれか一方についてのみ、投入する電力を変化させる制御を行い、他方については、一定の電力を投入するものとする。このように本発明では、デュアルヒータ構成において一方のヒータにのみ電力変化制御を行い、他方には所定の固定電力を投入することで、制御機構や制御方法を簡素化にしている。

【 0 0 3 7 】

制御部 2 7 0 は加熱手段の種類に応じた方法で上部ヒータ 2 4 6 a と下部ヒータ 2 4 6 b それぞれを制御する。例えば抵抗加熱式ヒータを用いる場合は発熱線への通電を制御する。より具体的には、抵抗加熱式ヒータの電流密度を高くしたり低くしたりすることで、温度を高くしたり低くしたりする。制御部 2 7 0 は、ユーザがコンピュータの UI 等を介して入力した入力値や、装置構成および蒸着材料に関する条件（例えば、ヒータの性能、容器の形状や材質、リフレクタの配置や特性、その他成膜装置の特性、蒸着材料の種類、容器内に収容される蒸着材料の量）などに応じて制御条件を決定する。蒸着モニタ 2 8 5 や、温度センサ（不図示）の検出値を制御に用いることも好ましい。また、蒸着材料や装置構成に応じた好ましい制御条件を、予めメモリにテーブルや数式の形式で格納しておき、制御部 2 7 0 に参照させることも好ましい。

【 0 0 3 8 】

< 本発明の特徴 >

そこで発明者らはさらなる検討を行い、容器内の温度を好適に制御して蒸着材料の劣化や突沸の発生を低減できるような、加熱装置の構成を着想するに至った。まず、図 4 を用いて本発明に共通する構成と原理について説明したのち、具体的な各実施形態の説明に移ることとする。

【 0 0 3 9 】

図 4 (a) において、説明の都合から、加熱装置 2 4 5 を、上部領域 2 4 4 a に対応する部分（符号 2 4 5 a ）、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 に対応する部分（符号 2 4 5 b 1 ）、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に対応する部分（符号 2 4 5 b 2 ）に区画している。ここでも、制御部 2 7 0 は、上部領域 2 4 4 a に対向する部分 2 4 5 a では一定の電力投入によって加熱を行い、下部領域 2 4 4 b に対向する部分 2 4 5 b （ 2 4 5 b 1 及び 2 4 5 b 2 ）では蒸着の進行に応じて投入電力を変化させるものとする。

【 0 0 4 0 】

このとき図 4 (a) は、容器 2 4 4 の各領域に対して、加熱装置 2 4 5 から入射する熱量を示している。白抜き矢印の太さが、単位面積当たりの、加熱装置 2 4 5 から入射する

10

20

30

40

50

熱量である。なお、ここで問題となるのは下部ヒータに対応する部分の内部での熱量の差であるため、上部ヒータに対応する部分（符号 2 4 5 a）に関しては省略している。図から分かるように、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 に入射する熱量は、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に入射する熱量よりも大きくなっている。本発明の各実施形態の特徴は、このような下部領域内での部分ごとに異なる温度制御を、各部分に投入する電力制御を変えることなく、物理的な構成によって実現する点にある。なお、各領域への入射熱量を比較するときには、例えば容器表面の単位面積あたりの入射熱量や、容器の単位容積あたりの入射熱量を比較すれば良い。

【 0 0 4 1 】

図 4（b）は、図 4（a）の構成の効果を、図 2（a）および図 2（c）の構成と比較しながら説明するためのグラフである。図 4（a）の構成では、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に入射する熱量が、図 2（a）の場合と比べて小さい。そのため、加熱が進行しても、容器最上部の温度が過剰に上昇することがないため、過加熱を抑制することができる。一方で、図 2（c）の構成とは違い、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に対応する部分にもヒータが配置されているため、蒸着時に容器 2 4 4 の底部から開口部に向かって温度が低下する部分がなくなる。その結果、図 2（d）の状態 2 - 2 のような温度の逆転現象が発生しないため、突沸が発生しにくくなる。

【 0 0 4 2 】

このように本発明では、下部ヒータ 2 4 6 b に投入される電力が一定であっても、下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 に入射する単位面積あたりの熱量が、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 に入射する単位面積あたりの熱量よりも小さくなる。そのため、比較的簡易な構成で、過加熱や突沸を抑制して好適な成膜を実現できる。なお、ここでは上部ヒータ 2 4 6 a の電力を一定とし、下部ヒータ 2 4 6 b の電力を可変としたが、逆に下部ヒータ 2 4 6 b の電力を一定とし、上部ヒータ 2 4 6 a の電力を可変としても良い。制御部 2 7 0 は、下部ヒータ 2 4 6 b の第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 2 部分 2 4 6 b 2 を一体に制御する。

【 0 0 4 3 】

[実施形態 1]

図 5 を用いて本実施形態の構成を説明する。なお図中では、簡略化のために、容器 2 4 4、ヒータ 2 4 6 およびリフレクタ 2 4 8 以外の構成を省略した。本図においても、上部ヒータ 2 4 6 a の電力は固定とし、下部ヒータ 2 4 6 b の電力は可変とする。

【 0 0 4 4 】

本実施形態において、下部ヒータ 2 4 6 の疎密度、巻き数、抵抗率および太さは一定であり、第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 2 部分 2 4 6 b 2 との間で違いはないものとする。したがって、下部ヒータ 2 4 6 b の高さ方向の各位置において、単位断面積あたりの発熱量自体は一定である。そこで本実施形態では、リフレクタ 2 4 8 を設置することにより、下部ヒータ 2 4 6 b の領域ごとに、ヒータ線から容器 2 4 4 に到達する熱量を変化させる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の加熱装置 2 4 5 に含まれるリフレクタは、ヒータ線の内側、かつ容器 2 4 4 の外側に配置される、内側リフレクタ 2 4 8 a（内側熱反射部材）である。

【 0 0 4 6 】

図 5（a）は、本実施形態の第 1 の実装例である。内側リフレクタ 2 4 8 a が、下部ヒータの第 2 部分 2 4 6 b 2 と、容器 2 4 4 の下部領域の第 2 領域 2 4 4 b 2 の間に配置されている。内側リフレクタ 2 4 8 a によって熱が反射されるため、下部ヒータの第 2 部分 2 4 6 b 2 と第 2 領域 2 4 4 b 2 との間の輻射伝熱率を、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 1 領域 2 4 4 b 1 との間の輻射伝熱率よりも小さくすることができる。これにより、下部ヒータの第 2 部分 2 4 6 b 2 について、ヒータから容器への熱の入射が遮蔽される構造となっている。なお、ここでいう「輻射伝熱率」とは、ある領域を輻射熱が伝熱する際の、該領域を伝熱方向に垂直な平面で切断したときの断面における単位面積あたりの輻射伝熱量を指す。熱源からの放射熱量が同じ場合には、「輻射伝熱率」が小さいとその領域内で熱が遮蔽され減衰されることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

図 5 (b) は、本実施形態の第 2 の実装例である。図 5 (a) と同様の内側リフレクタ (第 1 の内側リフレクタ 2 4 8 a 1 : 第 1 の内側熱反射部材) に加えて、第 2 の内側リフレクタ 2 4 8 a 2 (第 2 の内側熱反射部材) が配置されている。第 2 の内側リフレクタ 2 4 8 a 2 は、下部ヒータ 2 4 6 b 全体と下部領域 2 4 4 b 全体の間に配置されている。その結果、第 1 領域 2 4 4 b 1 と第 2 領域 2 4 4 b 2 を比較したときに、第 1 領域 2 4 4 b 1 への単位面積当たり入射熱量の方が大きくなる。なお、第 1 の内側リフレクタ 2 4 8 a 1 と第 2 の内側リフレクタ 2 4 8 a 2 の材質、構造、加工方法などは、同じであっても良いし違っていても良い。図では第 1 の内側リフレクタ 2 4 8 a 1 の方が第 2 の内側リフレクタ 2 4 8 a 2 よりも内側にあるが、逆であっても良い。

10

【 0 0 4 8 】

図 5 (c) は、本実施形態の第 3 の実装例である。本図の内側リフレクタ 2 4 8 a は、第 1 領域 2 4 4 b 1 に対向する第 1 のリフレクタ部分 2 4 8 a 3 と、第 2 領域 2 4 4 b 2 に対向する第 2 のリフレクタ部分 2 4 8 a 4 を含む。第 2 のリフレクタ部分 2 4 8 a 4 の単位面積あたりの熱反射率は、第 1 のリフレクタ部分 2 4 8 a 3 よりも高いものとする。換言すれば、第 2 のリフレクタ部分 2 4 8 a 4 の輻射伝熱率は、第 1 のリフレクタ部分 2 4 8 a 3 よりも小さいものとする。このような反射率または輻射伝熱率の違いは、各リフレクタ部分の材質、表面加工方法、色、穴の有無、厚さなどを変えるなどの、既知の方法で実現できる。

【 0 0 4 9 】

なお、図 5 (b) の構成において、第 1 の内側リフレクタ 2 4 8 a 1 と第 2 の内側リフレクタ 2 4 8 a 2 を合わせて「内側リフレクタ」と考えると、図 5 (b) の構成は、図 5 (c) の場合と同じく、内側リフレクタの上部と下部で反射率または輻射伝熱率が異なる構造だと考えることができる。

20

【 0 0 5 0 】

本実施形態によれば、下部領域 2 4 4 b のうち、上部領域 2 4 4 a に比較的近い第 2 領域 2 4 4 b 2 に入射する熱量が、第 1 領域 2 4 4 b 1 に入射する熱量よりも小さくなる。その結果、デュアルヒータ構成の装置において、簡易な構成により、容器 2 4 4 の最上部の過剰な加熱と蒸着材料 2 4 2 の突沸を共に抑制して、良好な成膜を実現できる。

なお、高さ方向における、リフレクタとヒータの各部分の対向関係や、リフレクタと容器の各領域の対向関係は、必ずしも厳密でなくてもよい。リフレクタのはみ出しがある場合や、リフレクタがそれぞれの部分やそれぞれの領域の全体を覆っていない場合でも、放出される熱量制御に関する効果は得られる。

30

【 0 0 5 1 】

[実施形態 2]

図 6 を用いて本実施形態の構成を説明する。リフレクタ以外の構成については、実施形態 4 と同様である。本実施形態の加熱装置 2 4 5 に含まれるリフレクタは、ヒータ線の外側、すなわち、ヒータ線を介して容器と反対の側に配置される、外側リフレクタ 2 4 8 b (外側熱反射部材) である。

【 0 0 5 2 】

図 6 (a) は、本実施形態の第 1 の実装例である。外側リフレクタ 2 4 8 b が、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 の外側、すなわち、第 1 部分 2 4 6 b 1 を介して容器 2 4 4 と反対の側に配置されている。その結果、第 1 部分 2 4 6 b 1 から外側に逃げる熱が外側リフレクタ 2 4 8 b により反射して、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 への入射熱量が増大する構成となっている。なお、厳密に言えば第 1 部分 2 4 6 b 1 から外側に逃げる熱の一部は外側リフレクタ 2 4 8 b に吸収され、下部領域の第 1 領域 2 4 4 b 1 へと輻射されることになるが、これも含めて反射と捉えることもできる。本実施形態では、外側リフレクタを配置することによって、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 と第 1 領域 2 4 4 b 1 との間の輻射伝熱率を、下部ヒータの第 2 部分 2 4 6 b 2 と第 2 領域 2 4 4 b 2 との間の輻射伝熱率よりも大きくすることが特徴である。

40

50

【 0 0 5 3 】

図 6 (b) は、本実施形態の第 2 の実装例である。図 6 (a) と同様の外側リフレクタ (第 1 の外側リフレクタ 2 4 8 b 1 : 第 1 の外側熱反射部材) に加えて、第 2 の外側リフレクタ 2 4 8 b 2 (第 2 の外側熱反射部材) が配置されている。第 2 の外側リフレクタ 2 4 8 b 2 は、下部ヒータ 2 4 6 b 全体に対応するように配置されている。その結果、第 1 領域 2 4 4 b 1 と第 2 領域 2 4 4 b 2 を比較したときに、第 1 領域 2 4 4 b 1 への単位面積当たり入射熱量の方が大きくなる。なお、第 1 の外側リフレクタ 2 4 8 b 1 と第 2 の外側リフレクタ 2 4 8 b 2 の材質、構造、加工方法などは、同じであっても良いし違っていても良い。

【 0 0 5 4 】

図 6 (c) は、本実施形態の第 3 の実装例である。本図の外側リフレクタ 2 4 8 b は、下部ヒータの第 1 部分 2 4 6 b 1 に対応する第 1 のリフレクタ部分 2 4 8 b 3 と、第 2 部分 2 4 6 b 2 に対向する第 2 のリフレクタ部分 2 4 8 b 4 を含む。第 1 のリフレクタ部分 2 4 8 a 3 の単位面積あたりの熱反射率は、第 2 のリフレクタ部分 2 4 8 a 4 よりも高いものとする。このような反射率の違いは、各リフレクタ部分の材質、表面加工方法、色、穴の有無、厚さなどを変えるなどの、既知の方法で実現できる。

【 0 0 5 5 】

本実施形態によれば、下部領域 2 4 4 b のうち、上部領域 2 4 4 a に比較的近い第 2 領域 2 4 4 b 2 に入射する熱量が、第 1 領域 2 4 4 b 1 に入射する熱量よりも小さくなる。その結果、デュアルヒータ構成の装置において、簡易な構成により、容器 2 4 4 の最上部の過剰な加熱と蒸着材料 2 4 2 の突沸を共に抑制して、良好な成膜を実現できる。

なお、高さ方向における、リフレクタとヒータの各部分の対向関係は、必ずしも厳密でなくてもよい。リフレクタのはみ出しがある場合や、リフレクタがそれぞれの部分の全体を覆っていない場合でも、放出される熱量制御に関する効果は得られる。

〔 実施形態 3 〕

図 7 を用いて本実施形態の構成を説明する。なお図中では、簡略化のために、容器 2 4 4 とヒータ 2 4 6 以外の構成を省略した。本図においても、上部ヒータ 2 4 6 a の電力は固定とし、下部ヒータ 2 4 6 b の電力は可変とする。また本図では下部ヒータ 2 4 6 b として図 5 (a) の構成を用いたが、実施形態 1 および 2 に記載された何れの構成を用いても良い。

【 0 0 5 6 】

本実施形態においては、下部ヒータ 2 4 6 b だけでなく、上部ヒータ 2 4 6 a でも、高さ方向において放射熱量を変化させている。本図では、上部ヒータ 2 4 6 a のうち開口部に近い側を第 3 部分 2 4 6 a 1 とし、下部ヒータ 2 4 6 b に近い側を第 4 部分 2 4 6 a 2 としたときに、第 4 部分 2 4 6 a 2 と容器 2 4 4 の間に、上部内側リフレクタ 2 4 8 c を設けている。その結果、色付き矢印で示したように、第 3 部分 2 4 6 a 1 から発生する熱量が、リフレクタにより遮蔽された第 4 部分 2 4 6 a 2 から発生する熱量よりも大きくなる。

【 0 0 5 7 】

本実施形態によれば、上部領域 2 4 4 a のうち、より開口部に近い位置における温度が高くなるため、開口部付近 (ノズルがある場合は、ノズルの付近) において、蒸着材料の付着防止の効果が得られる。なお、ここでは第 4 部分 2 4 6 a 2 と容器 2 4 4 の間にリフレクタを設けたが、実施形態 1、2 と同様に様々なリフレクタ配置が可能である。また、上部ヒータ 2 4 6 a の中でヒータ線の疎密度、巻き数、太さ、抵抗率などを変化させても良い。すなわち、第 4 部分 2 4 6 a 2 のヒータ線を疎にしたり、太さを太くしたり、抵抗を低くしたりしてもよい。あるいは、第 3 部分 2 4 6 a 1 のヒータ線巻き数を増やしても良い。

【 0 0 5 8 】

上述の各実施形態は、可能な範囲で互いに組み合わせることができる。例えば、実施形態 1、2 では、リフレクタを設置する複数の方法を述べたが、これら複数の方法は択一的

10

20

30

40

50

なものではなく、いくつかを組み合わせても良い。また、実施形態 1、2 で述べたリフレクタの各種構成と、実施形態 3 で述べた上部ヒータ 246a の各種構成を、本発明の目的を達成する限りにおいて、任意に組み合わせても良い。複数の構成を組み合わせることにより、第 1 領域と第 2 領域の温度関係をより効率的に形成できる。

【0059】

<実施形態 6>

<有機電子デバイスの製造方法の具体例>

本実施形態では、蒸発源装置を備える蒸着装置（成膜装置）を用いた有機電子デバイスの製造方法の一例を説明する。以下、有機電子デバイスの例として有機 EL 表示装置の構成及び製造方法を例示する。まず、製造する有機 EL 表示装置について説明する。図 10 (a) は有機 EL 表示装置 60 の全体図、図 10 (b) は一つの画素の断面構造を表している。成膜装置が備える蒸発源装置 240 としては、上記の各実施形態にいずれかに記載の装置を用いる。

10

【0060】

図 10 (a) に示すように、有機 EL 表示装置 60 の表示領域 61 には、発光素子を複数備える画素 62 がマトリクス状に複数配置されている。発光素子のそれぞれは、一対の電極に挟まれた有機層を備えた構造を有している。なお、ここでいう画素とは、表示領域 61 において所望の色の表示を可能とする最小単位を指している。本図の有機 EL 表示装置の場合、互いに異なる発光を示す第 1 発光素子 62R、第 2 発光素子 62G、第 3 発光素子 62B の組合せにより画素 62 が構成されている。画素 62 は、赤色発光素子と緑色発光素子と青色発光素子の組合せで構成されることが多いが、黄色発光素子とシアン発光素子と白色発光素子の組み合わせでもよく、少なくとも 1 色以上であれば特に制限されるものではない。

20

【0061】

図 10 (b) は、図 10 (a) の A - B 線における部分断面模式図である。画素 62 は、被蒸着体である基板 63 上に、第 1 電極（陽極）64 と、正孔輸送層 65 と、発光層 66R、66G、66B のいずれかと、電子輸送層 67 と、第 2 電極（陰極）68 と、を備える有機 EL 素子を有している。これらのうち、正孔輸送層 65、発光層 66R、66G、66B、電子輸送層 67 が有機層に当たる。また、本実施形態では、発光層 66R は赤色を発する有機 EL 層、発光層 66G は緑色を発する有機 EL 層、発光層 66B は青色を発する有機 EL 層である。

30

【0062】

発光層 66R、66G、66B は、それぞれ赤色、緑色、青色を発する発光素子（有機 EL 素子と記述する場合もある）に対応するパターンに形成されている。また、第 1 電極 64 は、発光素子ごとに分離して形成されている。正孔輸送層 65 と電子輸送層 67 と第 2 電極 68 は、複数の発光素子 62R、62G、62B と共通で形成されていてもよいし、発光素子毎に形成されていてもよい。なお、第 1 電極 64 と第 2 電極 68 とが異物によってショートするのを防ぐために、第 1 電極 64 間に絶縁層 69 が設けられている。さらに、有機 EL 層は水分や酸素によって劣化するため、水分や酸素から有機 EL 素子を保護するための保護層 70 が設けられている。

40

【0063】

次に、電子デバイスとしての有機 EL 表示装置の製造方法の例について具体的に説明する。まず、有機 EL 表示装置を駆動するための回路（不図示）および第 1 電極 64 が形成された基板 63 を準備する。

次に、第 1 電極 64 が形成された基板 63 の上にアクリル樹脂をスピンコートで形成し、アクリル樹脂をリソグラフィ法により、第 1 電極 64 が形成された部分に開口が形成されるようにパターニングし絶縁層 69 を形成する。この開口部が、発光素子が実際に発光する発光領域に相当する。

【0064】

次に、絶縁層 69 がパターニングされた基板 63 を第 1 の成膜装置に搬入し、基板保持

50

ユニットにて基板を保持し、正孔輸送層 6 5 を、表示領域の第 1 電極 6 4 の上に共通する層として成膜する。正孔輸送層 6 5 は真空蒸着により成膜される。実際には正孔輸送層 6 5 は表示領域 6 1 よりも大きなサイズに形成されるため、高精細なマスクは不要である。ここで、本ステップでの成膜や、以下の各レイヤーの成膜において用いられる成膜装置は、上記各実施形態のいずれかに記載された加熱装置（蒸発源装置、成膜装置）を備えている。そのため、成膜中の突沸、過加熱、蒸着材料の付着などが抑制される。

【 0 0 6 5 】

次に、正孔輸送層 6 5 までが形成された基板 6 3 を第 2 の成膜装置に搬入し、基板保持ユニットにて保持する。基板とマスクとのアライメントを行い、基板をマスクの上に載置し、基板 6 3 の赤色を発する素子を配置する部分に、赤色を発する発光層 6 6 R を成膜する。本例によれば、マスクと基板とを良好に重ね合わせることができ、高精度な成膜を行うことができる。

10

【 0 0 6 6 】

発光層 6 6 R の成膜と同様に、第 3 の成膜装置により緑色を発する発光層 6 6 G を成膜し、さらに第 4 の成膜装置により青色を発する発光層 6 6 B を成膜する。発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B の成膜が完了した後、第 5 の成膜装置により表示領域 6 1 の全体に電子輸送層 6 7 を成膜する。電子輸送層 6 5 は、3 色の発光層 6 6 R、6 6 G、6 6 B に共通の層として形成される。

【 0 0 6 7 】

電子輸送層 6 5 までが形成された基板をスパッタリング装置に移動し、第 2 電極 6 8 を成膜し、その後プラズマ C V D 装置に移動して保護層 7 0 を成膜して、有機 E L 表示装置 6 0 が完成する。

20

【 0 0 6 8 】

絶縁層 6 9 がパターニングされた基板 6 3 を成膜装置に搬入してから保護層 7 0 の成膜が完了するまでは、水分や酸素を含む雰囲気さらしてしまうと、有機 E L 材料からなる発光層が水分や酸素によって劣化してしまうおそれがある。従って、本例において、成膜装置間の基板の搬入搬出は、真空雰囲気または不活性ガス雰囲気の下で行われる。

【 0 0 6 9 】

このようにして得られた有機 E L 表示装置は、発光素子ごとに発光層が精度よく形成される。従って、上記製造方法を用いれば、発光層の位置ずれに起因する有機 E L 表示装置の不良の発生を抑制することができる。本実施形態に係る成膜方法または電子デバイスの製造方法によれば、蒸着材料の加熱が適切に制御されるため、良好な蒸着が可能となる。

30

【符号の説明】

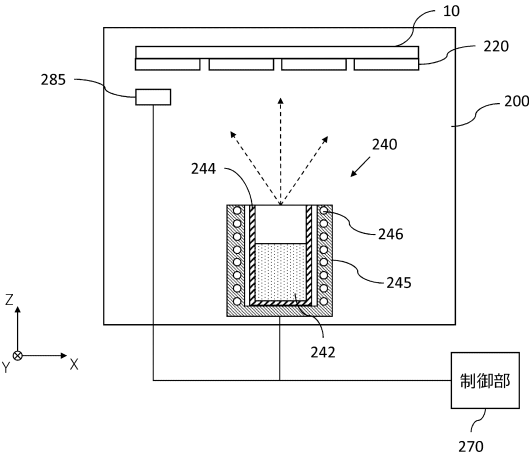
【 0 0 7 0 】

2 4 2 : 蒸着材料、2 4 4 : 容器、2 4 5 : 加熱装置、2 4 6 : ヒータ、2 4 6 a : 上部ヒータ、2 4 6 b : 下部ヒータ、2 4 6 b 1 : 第 1 部分、2 4 6 b 2 : 第 2 部分、2 4 8 : リフレクタ、2 7 0 : 制御部

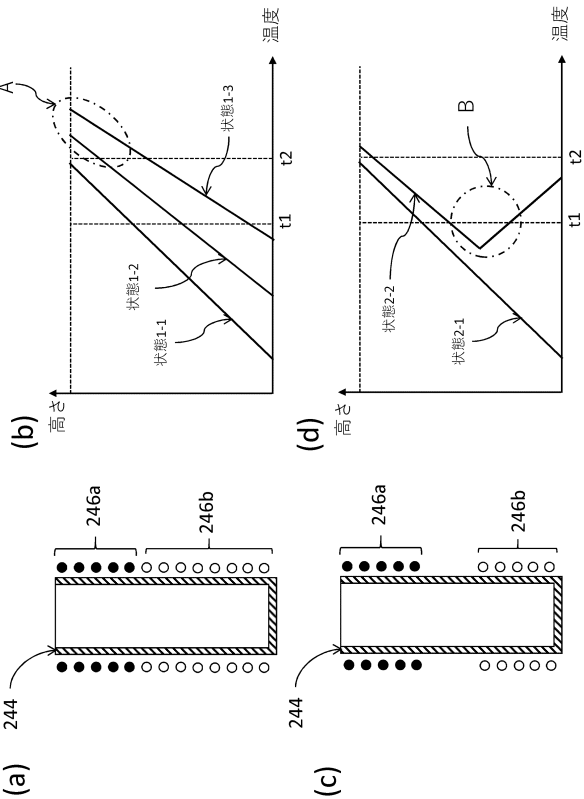
40

【図面】

【図 1】



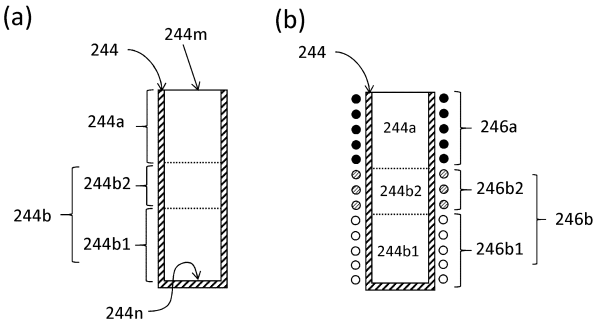
【図 2】



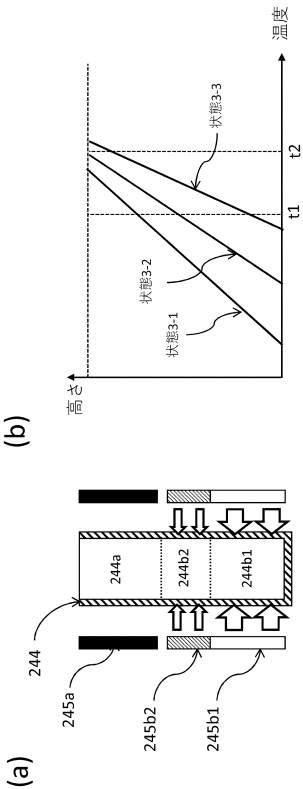
10

20

【図 3】



【図 4】

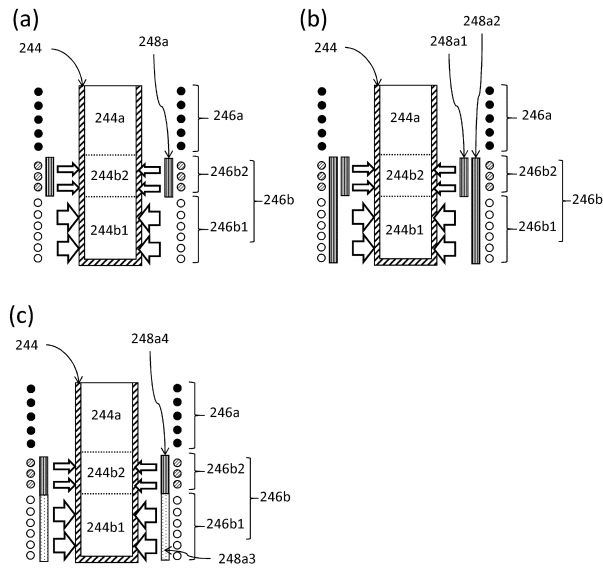


30

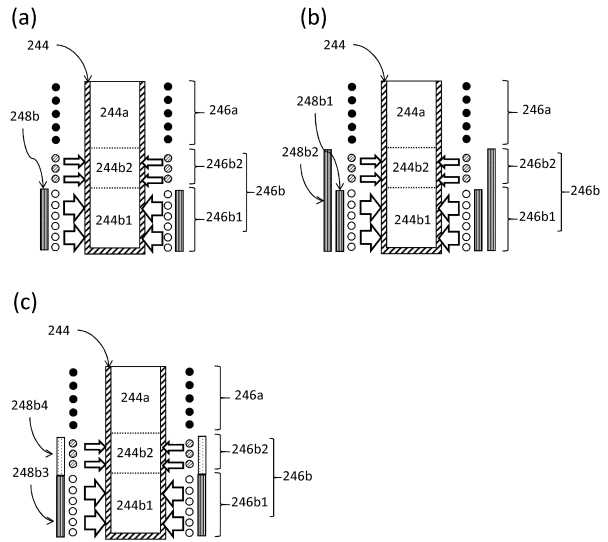
40

50

【 図 5 】

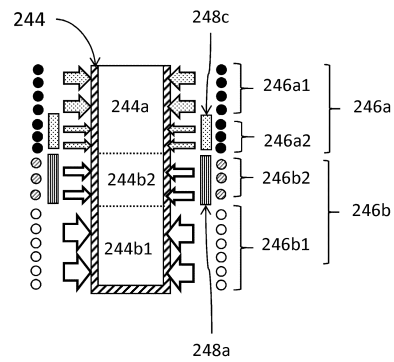


【圖 6】

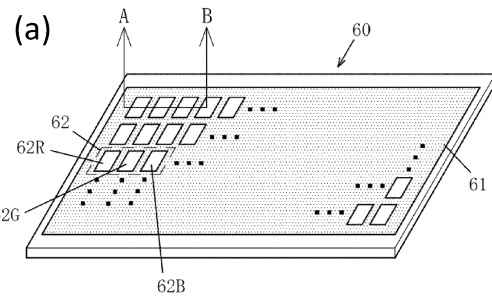


10

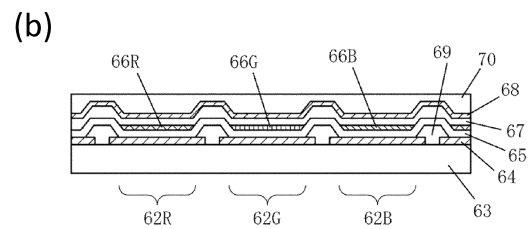
【 圖 7 】



【 図 8 】



20



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 1 0 5 3 7 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 0 3 1 7 0 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 1 - 1 6 2 8 4 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 7 - 0 2 0 0 9 9 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 7 / 0 1 0 2 4 3 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- C 2 3 C 1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8
 H 1 0 K 5 0 / 0 0
 H 0 5 B 3 3 / 1 0