

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7329005号  
(P7329005)

(45)発行日 令和5年8月17日(2023.8.17)

(24)登録日 令和5年8月8日(2023.8.8)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/24 (2006.01)  
C 2 3 C 14/54 (2006.01)  
H 1 0 K 50/10 (2023.01)  
H 0 5 B 33/10 (2006.01)

C 2 3 C 14/24 U  
C 2 3 C 14/54 A  
C 2 3 C 14/54 C  
C 2 3 C 14/54 F  
H 0 5 B 33/14 A

請求項の数 14 (全21頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-31711(P2021-31711)  
(22)出願日 令和3年3月1日(2021.3.1)  
(65)公開番号 特開2022-132950(P2022-132950  
A)  
(43)公開日 令和4年9月13日(2022.9.13)  
審査請求日 令和3年12月8日(2021.12.8)

(73)特許権者 591065413  
キャ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 渡部 新  
新潟県見附市新幸町10番1号 キャノ  
ントッキ株式会社内  
(72)発明者 緒方 俊宏  
新潟県見附市新幸町10番1号 キャノ  
ントッキ株式会社内  
審査官 西田 彩乃

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 成膜装置、成膜方法、及び電子デバイスの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に蒸着材料を蒸着して成膜を行う成膜装置であって、  
前記蒸着材料を放出する蒸発源からの前記蒸着材料の放出量を測定するモニタ手段と、  
前記基板における前記蒸着材料の膜厚を測定する膜厚測定手段と、  
を備え、  
前記モニタ手段は、前記蒸発源からの前記蒸着材料が蒸着するよう配置された交換可能な  
水晶振動子を有し、  
前記モニタ手段は、前記水晶振動子に前記蒸着材料が蒸着したことによる前記水晶振動子  
の共振周波数の変化量に基づき前記放出量の測定値を取得し、  
前記モニタ手段による前記放出量の測定値に基づいて行われている成膜制御を、前記膜  
厚測定手段による前記膜厚の測定値に基づいて較正し、  
前記成膜制御の較正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行  
い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚測定手段による測定値が得られるまでの間は、前  
記水晶振動子を交換する前に行った前記成膜制御の較正の結果のうち、1回目の結果を流  
用することを特徴とする成膜装置。

【請求項2】

前記成膜制御の較正は、前記膜厚測定手段による測定値に基づいて前記モニタ手段によ  
る測定値を補正することにより行う請求項1に記載の成膜装置。

## 【請求項 3】

前記成膜制御の較正は、前記モニタ手段による測定値に基づいて行われる前記成膜装置の制御量を前記膜厚測定手段による測定値に基づいて補正することにより行う請求項 1 に記載の成膜装置。

## 【請求項 4】

前記成膜制御は、前記モニタ手段による測定値が目標値に近づくように前記成膜装置を制御することにより行う請求項 1 に記載の成膜装置。

## 【請求項 5】

前記成膜制御の較正は、前記膜厚測定手段による測定値に基づいて、前記変化量の所定単位量に対する前記放出量の測定値を変更することにより行う請求項 1 から 4 のいずれか 1 項 に記載の成膜装置。

10

## 【請求項 6】

基板に蒸着材料を蒸着して成膜を行う成膜装置であって、  
前記蒸着材料を放出する蒸発源からの前記蒸着材料の放出量を測定するモニタ手段と、  
前記基板における前記蒸着材料の膜厚を測定する膜厚測定手段と、  
を備え、  
前記モニタ手段は、前記蒸発源からの前記蒸着材料が蒸着するよう配置された交換可能な水晶振動子を有し、  
前記モニタ手段は、前記水晶振動子に前記蒸着材料が蒸着したことによる前記水晶振動子の共振周波数の変化量に基づき前記放出量の測定値を取得し、

20

前記膜厚測定手段による測定値に基づいて前記モニタ手段による測定値を補正し、  
前記補正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚測定手段による測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記補正の結果のうち、1 回目の結果を流用すること  
を特徴とする成膜装置。

## 【請求項 7】

前記モニタ手段による測定値が目標値に近づくように成膜制御を行う請求項 6 に記載の成膜装置。

## 【請求項 8】

前記補正は、前記膜厚測定手段による測定値に基づいて、前記変化量の所定単位量に対する前記放出量の測定値を変更することにより行う請求項 6 又は 7 に記載の成膜装置。

30

## 【請求項 9】

前記蒸発源を有する成膜室と、  
前記成膜が完了した基板が搬入されるチャンバと、を備え、  
前記モニタ手段は前記成膜室に設けられ、前記膜厚測定手段は前記チャンバに設けられる請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の成膜装置。

## 【請求項 10】

複数の前記成膜室を含むクラスタ型ユニットを備え、前記クラスタ型ユニットの下流に前記チャンバが配置される請求項 9 に記載の成膜装置。

## 【請求項 11】

複数の前記クラスタ型ユニットを備え、少なくとも最も下流のクラスタ型ユニットの下流に前記チャンバが配置される請求項 10 に記載の成膜装置。

40

## 【請求項 12】

基板に蒸発源から放出される蒸着材料を蒸着して成膜を行う工程と、  
前記蒸発源からの前記蒸着材料の放出量の測定値を、交換可能な水晶振動子を有するモニタ手段を用いて、取得する工程と、  
前記基板における前記蒸着材料の膜厚の測定値を取得する工程と、  
前記放出量の測定値に基づいて行われている成膜制御を、前記膜厚の測定値に基づいて較正する工程と、  
前記水晶振動子を交換する工程と、を有し、

50

前記成膜制御の較正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、

前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚の測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記成膜制御の較正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする成膜方法。

【請求項 13】

基板に蒸発源から放出される蒸着材料を蒸着して成膜を行う工程と、

前記蒸発源からの前記蒸着材料の放出量の測定値を、交換可能な水晶振動子を有するモニタ手段を用いて、取得する工程と、

前記基板における前記蒸着材料の膜厚の測定値を取得する工程と、

前記膜厚の測定値に基づいて前記放出量の測定値を補正する工程と、

前記水晶振動子を交換する工程と、を有し、

前記補正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、

前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚の測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記補正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする成膜方法。

【請求項 14】

請求項 12 又は 13 に記載の成膜方法を用いて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、成膜装置、成膜方法、及び電子デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

有機 EL ディスプレイ等を製造する際に用いられる成膜装置においては、基板に対する蒸着材料の成膜の精度を向上させることが求められる。特許文献 1 には、光学的な膜厚測定装置によって基板に成膜された蒸着材料の膜厚を測定し、膜厚が不足していた場合に当該基板に対し追加の成膜を行うことが記載されている。特許文献 2 には、成膜室内に設けた水晶振動子モニタを用いて蒸着材料の膜厚及び成膜レートを算出することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2005 - 322612 号公報

特開 2019 - 065391 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

水晶振動子モニタは、水晶振動子の共振周波数と水晶振動子の電極上の蒸着材料の蒸着量（堆積した蒸着材料の質量）との関係に基づき、共振周波数の変動から蒸着材料の放出量を測定する。ところが、水晶振動子の特性は経時変化や個体差によって変動する場合がある。このような水晶振動子モニタの特性を考慮せずに蒸着材料の放出量の測定値に基づいて成膜動作を制御した場合、所望の精度で成膜を行えない可能性がある。

【0005】

本発明は、蒸着材料の放出量の測定値に基づき成膜動作を制御する成膜装置において成膜の精度を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、基板に蒸着材料を蒸着して成膜を行う成膜装置であって、

10

20

30

40

50

前記蒸着材料を放出する蒸発源からの前記蒸着材料の放出量を測定するモニタ手段と、  
 前記基板における前記蒸着材料の膜厚を測定する膜厚測定手段と、  
 を備え、  
前記モニタ手段は、前記蒸発源からの前記蒸着材料が蒸着するよう配置された交換可能な水晶振動子を有し、  
前記モニタ手段は、前記水晶振動子に前記蒸着材料が蒸着したことによる前記水晶振動子の共振周波数の変化量に基づき前記放出量の測定値を取得し、  
 前記モニタ手段による前記放出量の測定値に基づいて行われている成膜制御を、前記膜厚測定手段による前記膜厚の測定値に基づいて較正し、  
前記成膜制御の較正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚測定手段による測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記成膜制御の較正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする。

## 【0007】

また、本発明は、基板に蒸着材料を蒸着して成膜を行う成膜装置であって、  
 前記蒸着材料を放出する蒸発源からの前記蒸着材料の放出量を測定するモニタ手段と、  
 前記基板における前記蒸着材料の膜厚を測定する膜厚測定手段と、  
 を備え、  
前記モニタ手段は、前記蒸発源からの前記蒸着材料が蒸着するよう配置された交換可能な水晶振動子を有し、  
前記モニタ手段は、前記水晶振動子に前記蒸着材料が蒸着したことによる前記水晶振動子の共振周波数の変化量に基づき前記放出量の測定値を取得し、  
 前記膜厚測定手段による測定値に基づいて前記モニタ手段による測定値を補正し、  
前記補正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚測定手段による測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記補正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする。

## 【0008】

また、本発明に係る成膜方法は、基板に蒸発源から放出される蒸着材料を蒸着して成膜を行う工程と、  
 前記蒸発源からの前記蒸着材料の放出量の測定値を、交換可能な水晶振動子を有するモニタ手段を用いて、取得する工程と、  
 前記基板における前記蒸着材料の膜厚の測定値を取得する工程と、  
 前記放出量の測定値に基づいて行われている成膜制御を、前記膜厚の測定値に基づいて較正する工程と、  
前記水晶振動子を交換する工程と、を有し、  
前記成膜制御の較正は、前記水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、行い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚の測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子を交換する前に行った前記成膜制御の較正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする。

## 【0009】

また、本発明に係る成膜方法は、基板に蒸発源から放出される蒸着材料を蒸着して成膜を行う工程と、  
 前記蒸発源からの前記蒸着材料の放出量の測定値を、交換可能な水晶振動子を有するモニタ手段を用いて、取得する工程と、  
 前記基板における前記蒸着材料の膜厚の測定値を取得する工程と、  
 前記膜厚の測定値に基づいて前記放出量の測定値を補正する工程と、  
前記水晶振動子を交換する工程と、を有し、

10

20

30

40

50

前記補正は、前記水晶振動子を交換した後、次回の交換までの間に複数回、行い、  
前記水晶振動子を交換した後、前記膜厚の測定値が得られるまでの間は、前記水晶振動子  
を交換する前に行った前記補正の結果のうち、1回目の結果を流用することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、蒸着材料の放出量の測定値に基づき成膜動作を制御する成膜装置において成膜の精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】電子デバイスの製造装置の模式図

10

【図2】成膜装置の構成を示す断面図

【図3】成膜レートモニタの構成を示す模式図

【図4】パス室と膜厚測定部の構成を示す断面図

【図5】膜厚測定部の構成を示すブロック図

【図6】基板の被成膜面側の構成を示す平面図

【図7】成膜装置の制御ブロック図

【図8】成膜制御の較正を行うタイミングの一例を示す図

【図9】成膜制御の較正を行うタイミングの別の例を示す図

【図10】水晶振動子を交換した直後の測定レート等を示す図

【図11】実施例2の電子デバイスの製造装置の平面図

20

【図12】電子デバイスの製造方法を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しつつ本発明の好適な実施例を説明する。ただし、以下の記載は本発明の好ましい構成を例示的に示すものにすぎず、本発明の範囲は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、形状等は、特に記載がない限りは、本発明の範囲をこれに限定しようとする趣旨ではない。

【0013】

本発明は、基板に成膜を行う成膜装置又は成膜方法として捉えられる。本発明はまた、かかる成膜装置又は成膜方法を用いた電子デバイスの製造装置又は電子デバイスの製造方法としても捉えられる。本発明はまた、上記の各装置の制御方法としても捉えられる。

30

【0014】

本発明は、基板の表面にマスクを介して所望のパターンの薄膜材料層を形成する場合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、シリコン等任意のものを利用できる。蒸着材料（成膜材料）としては、有機材料、無機材料（金属、金属酸化物）等任意のものを利用できる。本発明の技術は、典型的には、電子デバイスや光学部材の製造装置に適用される。特に、有機ELディスプレイやそれを用いた有機EL表示装置、薄膜太陽電池、有機CMOSイメージセンサ等の有機電子デバイスに好適である。ただし本発明の適用対象はこれに限られない。

40

【0015】

[実施例1]

実施例1では、本発明の基本的な実施例として装置の全体構成及び膜厚測定及び制御の基本原理について説明する。

【0016】

<電子デバイス製造装置>

図1は、電子デバイス製造装置の一部の構成を模式的に示す平面図である。図1の電子デバイス製造装置は、例えば、スマートフォン用の有機EL表示装置に用いる有機ELパネルの製造に用いられる。

【0017】

50

電子デバイス製造装置は、複数のクラスタ型ユニット（以下単に「ユニット」とも称す）CU1～CU3が連結室を介して連結されており、製造ラインを構成する。各クラスタ型ユニットは、基板搬送ロボットの周囲に複数の成膜室が配置された構成である。なお、ユニットの数は3つに限られない。また、各クラスタに属するチャンバの数は、以下に記載のものに限られない。また、クラスタ毎にチャンバの種類や数が異なってもよい。以下、全てのユニットに共通する説明及びユニットを特定しない説明では、「CUx」のように数字の代わりに「x」で表記した参照符号を用い、個別のユニットについての説明では、「CU1」のように数字を表記した参照符号を用いる（ユニット以外の構成に付した参照符号についても同様である）。

#### 【0018】

図1は、電子デバイス製造装置全体において、基板に蒸着材料を蒸着して成膜を行う成膜装置の一部を示している。成膜装置の上流には、例えば、基板のストッカ、加熱装置、洗浄等の前処理装置等が設けられてもよく、成膜装置の下流には、例えば、封止装置、加工装置、処理済み基板のストッカ等が設けられてもよく、それら全体を合わせて電子デバイス製造装置が構成されている。基板は、上流側から下流側に、矢印Fの方向に沿う流れで搬送される。

#### 【0019】

クラスタ型ユニットCUxは、中央の搬送室TRxと、搬送室TRxの周囲に配置された複数の成膜室EVx1～EVx4及びマスク室MSx1～MSx2を有する。隣接する2つのユニットCUxとCUx+1の間は連結室CNxで接続されている。クラスタ型ユニットCUx内の各室TRx、EVx1～EVx4、MSx1～MSx2、及び、連結室CNxは空間的につながっており、その内部は真空又は窒素ガス等の不活性ガス雰囲気維持されている。本実施例においては、ユニットCUx及び連結室CNxを構成する各室は不図示の真空ポンプに接続されており、それぞれ独立に真空排気が可能となっている。それぞれの室は「真空チャンバ」又は単に「チャンバ」とも呼ばれる。なお、本明細書において「真空」とは、大気圧より低い圧力の気体で満たされた状態をいう。

#### 【0020】

搬送室TRxには、基板S及びマスクMを搬送する搬送手段としての搬送ロボットRRxが設けられている。搬送ロボットRRxは、例えば、多関節アームに、基板S及びマスクMを保持するロボットハンドが取り付けられた構造を有する多関節ロボットである。クラスタ型ユニットCUx内において、基板Sはその被成膜面が重力方向下方を向いた水平状態を保ったまま、搬送ロボットRRxや後述する搬送ロボットRCx等の搬送手段によって搬送される。搬送ロボットRRxは、上流側のパス室PSx-1、成膜室EVx1～EVx4、下流側のバッファ室BCxの間の基板Sの搬送を行う。また、搬送ロボットRRxは、マスク室MSx1～2と成膜室EVx1～4の間のマスクMの搬送を行う。

#### 【0021】

マスク室MSx1～MSx2は、成膜に用いられるマスクMと使用済みのマスクMがそれぞれ収容されるマスクストッカが設けられた室である。蒸着成膜の場合、マスクMとしては、多数の開口が形成されたメタルマスクが好ましく利用される。成膜室EVx1～EVx4は、基板Sの表面（被成膜面）に膜を形成するための室である。

#### 【0022】

連結室CNxは、ユニットCUxとユニットCUx+1とを接続し、ユニットCUxで成膜された基板Sを後段のユニットCUx+1に受け渡す機能を有している。本実施例の連結室CNxは、上流側から順に、バッファ室BCx、旋回室TCx、及びパス室PSxから構成される。ただし、連結室CNxの構成はこれに限られず、バッファ室BCx又はパス室PSxのみで構成されていてもよい。

#### 【0023】

バッファ室BCxは、ユニットCUx内の搬送ロボットRRxと、連結室CNx内の搬送ロボットRCxとの間で、基板Sの受け渡しを行うための室である。バッファ室BCxは、複数の基板Sを一時的に収容することで、基板Sの搬入速度や搬入タイミングを調整

10

20

30

40

50

する機能をもつ。

【0024】

旋回室TCxは、基板Sの向きを180度回転させるための室である。旋回室TCx内には、バッファ室BCxからパス室PSxへと基板Sを受け渡す搬送口ポットRCxが設けられている。搬送口ポットRCxは、バッファ室BCxで受け取った基板Sを支持した状態で180度旋回しパス室PSxに引き渡す。これにより、成膜室に基板Sを搬入する際の向きが、上流側のユニットCUxと下流側のユニットCUx+1とで同じ向きになるため、基板Sに対する成膜のスキャン方向やマスクMの向きを各ユニットCUxにおいて一致させることができる。

【0025】

パス室PSxは、連結室CNx内の搬送口ポットRCxと、下流側のユニットCUx+1内の搬送口ポットRRx+1との間で、基板Sの受け渡しを行うための室である。本実施例では、パス室PSx内に膜厚測定部が配置されている(詳細は後述)。

【0026】

成膜室EVx1~EVx4、マスク室MSx1~MSx2、搬送室TRx、バッファ室BCx、旋回室TCx、パス室PSxの間には、開閉可能な扉(例えば、ドアバルブ又はゲートバルブ)が設けられていてもよいし、常に開放された構造であってもよい。

【0027】

<真空蒸着装置>

図2は、成膜室EVx1~EVx4に設けられる真空蒸着装置200の構成を模式的に示している。真空蒸着装置200は、マスクMを保持するマスクホルダ201、基板Sを保持する基板ホルダ202、蒸発源ユニット203、移動機構204、成膜レートモニタ205、成膜制御部206を有する。マスクホルダ201、基板ホルダ202、蒸発源ユニット203、移動機構204、及び成膜レートモニタ205は、真空チャンバ207内に設けられる。成膜制御部206は、基板Sに成膜される薄膜の膜厚が目標値になるように、成膜レートモニタ205の出力値に基づき蒸発源ユニット203や移動機構204を制御することにより真空蒸着装置200による成膜を制御する。

【0028】

真空蒸着装置200は、マスクホルダ201及び基板ホルダ202の少なくとも一方を移動させ、マスクホルダ201に保持されたマスクMと基板ホルダ202に保持された基板Sの位置合わせ(アライメント)を行う不図示の位置調整機構(アライメント機構)をさらに有する。本実施例の位置調整機構は、基板Sの被成膜面と略平行な面内で基板ホルダ202をXY移動及び回転させることで、基板SのマスクMに対する相対位置を調整する。ここでXY方向は基板Sの被成膜面と平行な面内での平行でない2方向であり、方向はXY平面に垂直なZ方向周りの回転方向である。

【0029】

基板Sは、水平状態に保持されているマスクMの上面に、被成膜面を下にして載置される。マスクMの下方には、蒸着材料を放出する蒸発源ユニット203が設けられている。蒸発源ユニット203は、概略、蒸着材料を収容する容器(坩堝)、容器内の蒸着材料を加熱するヒータ等を備える。また、必要に応じて、蒸発源ユニット203に、加熱効率を高めるためのリフレクタや伝熱部材、シャッタ等を設けてもよい。

【0030】

移動機構204は、蒸発源ユニット203を基板Sの被成膜面と平行に移動(スキャン)させる手段である。本実施例では1軸の移動機構204を用いた往復スキャン方式を例示したが、蒸発源ユニット203の形状や基板Sのサイズによっては2軸以上の移動機構を用いたラスタスキャン方式でもよい。また、成膜レートは基板Sと蒸発源ユニット203の相対速度に応じて変化するため、基板Sに対して蒸発源ユニット203を相対的に移動させる代わりに、基板Sを平面内で蒸発源ユニット203に対して相対的に移動させる構成としてもよい。

【0031】

10

20

30

40

50

なお、本実施例では基板SをマスクMの上面に載置するものとしたが、基板SとマスクMとが十分に密着する構成であれば、基板SをマスクMの上面に載置しなくてもよい。例えば基板SをマスクMの下面に密着させ、上方から蒸着材料を飛翔させる構成や、密着させた基板SとマスクMを縦向き（Z方向に平行）に配置する構成でもよい。また、不図示の磁石ユニットを基板Sの被成膜面とは反対側の面に接近させて、マスクMのマスク箔を磁力によって吸引し、基板SへのマスクMの密着性を高めてもよい。また、基板Sを冷却する冷却ユニットを設けてもよく、磁石ユニットがその冷却ユニットを兼ねていてもよい。また、蒸発源ユニット203は、複数の蒸発源ユニット又は容器を並べて配置し、それらを一体として移動する構成とすることもできる。このような構成によれば、蒸発源ユニット又は容器ごとに異なる材料を収容して蒸発させるようにすることができ、混合膜や積層膜を形成することができる。

10

#### 【0032】

成膜レートモニタ205は蒸発源ユニット203からの蒸着材料の放出量を測定するモニタ手段である。本実施例の成膜レートモニタ205は、水晶発振式成膜レートモニタであり、蒸発源ユニット203と共に移動し、蒸発源ユニット203から放出される蒸着材料が蒸着（堆積）し、かつ蒸着材料が基板Sに到達して薄膜を形成することを妨げない位置に配置される水晶振動子を有する。水晶振動子に蒸着した材料の量に応じて、水晶振動子の共振周波数が変化する。成膜レートモニタ205は、水晶振動子の電極上の蒸着材料の蒸着量（膜厚又は堆積した蒸着材料の質量）と水晶振動子の共振周波数（固有振動数）の変化との関係に基づき、単位時間あたりの蒸着材料の付着量である成膜レート（蒸着レート） $[ \text{nm/s} ]$ を算出する。すなわち、成膜レートモニタ205は、単位時間当たりの水晶振動子の共振周波数の変化を測定し、それに対応した蒸着材料の蒸着量を成膜レートとして出力する。成膜レートは、蒸発源ユニット203からの蒸着材料の単位時間の放出量（放出速度）を間接的に示す量であり、その意味で成膜レートモニタ205は蒸発源ユニット203からの蒸着材料の放出量の測定値を取得するモニタ手段の一例である。

20

#### 【0033】

図3は成膜レートモニタ205の概略構成を示す図である。成膜レートモニタ205は、モニタヘッド11、遮蔽部材12、水晶振動子13（13a、13b）、水晶ホルダ14を備える。

#### 【0034】

モニタヘッド11は、その内部に、円周方向に等間隔で配置された複数の水晶振動子13（13a、13b）を支持する水晶ホルダ14が組み込まれている。モニタヘッド11には、水晶振動子13よりも僅かに大きいモニタ開口11aが一つ設けられており、水晶ホルダ14に設けられた複数の水晶振動子のうちの1つ（水晶振動子13a）が、モニタ開口11aを介して外部（蒸発源ユニット203）に暴露され、他の水晶振動子13bは、使用済み又は交換用の水晶振動子として、モニタヘッド11の内部に隠れる。水晶ホルダ14は、不図示のサーボモータのモータ軸16aに連結され、回転駆動される。これにより、モニタ開口11aを介して外部に暴露される水晶振動子13を順次切り替えることができる。モニタ開口11aを介して外部に暴露されている水晶振動子13が、蒸着材料400の蒸着量が所定量を超えて寿命に到達すると、水晶ホルダ14が回転して、新しい水晶振動子13を、モニタ開口11aと重なる位置に移動させる。これにより、水晶振動子13は交換可能に構成されている。

30

40

#### 【0035】

遮蔽部材12は、略円盤状の部材であり、その中心が不図示のサーボモータのモータ軸15aに連結されており、サーボモータによって回転駆動される。遮蔽部材12には扇型の開口スリット12aが設けられており、遮蔽部材12が回転することで、モニタヘッド11のモニタ開口11aと遮蔽部材12の開口スリット12aとが重なる状態と重ならない状態とが交互に変化する。モニタ開口11aと開口スリット12aとが重なる状態では、水晶振動子13aへの蒸着材料の蒸着が許容され、重ならない状態では、遮蔽部材12において開口スリット12aを除いた部分である遮蔽部12bによって水晶振動子13a

50

への蒸着材料 400 の蒸着が妨げられる。

【0036】

<膜厚測定部>

図4は、パス室PSxの構成を模式的に示す断面図である。図4は、図1のA-A線による断面を示す。パス室PSxは、ユニットCUxの下流に配置され、ユニットCUxの成膜室で成膜が完了した基板Sが搬入されるチャンバである。パス室PSxの真空チャンバ300内部には、搬送口ポットRCxにより搬送されてきた基板Sを保持する基板トレー301と、基板Sにおける蒸着材料の膜厚を測定する膜厚測定部310が配置されている。

【0037】

なお、パス室PSxに膜厚測定部310を配置するのではなく、膜厚測定のための検査室を設けてもよい。また、パス室PSxに膜厚測定部310を配置するかどうかを、上流側のクラスタ型ユニットCUxでの処理の内容に応じて決めてもよい。例えば、ユニットCUxで発光層が成膜される場合に膜厚測定部310を配置する、ユニットCUxで電極間層が成膜される場合に膜厚測定部310を配置する、ユニットCUxで画素ごとのファインマスクを使う場合に膜厚測定部310を配置する、等である。

【0038】

図4には1つの膜厚測定部310を示したが、複数の膜厚測定部を配置してもよい。複数の場所を一度に評価することで、基板面内における膜厚のばらつきの情報を得ることや、複数の成膜室で成膜された複数種の蒸着材料の膜厚を評価することが可能となる。

【0039】

膜厚測定部310は、膜厚を光学的に測定するセンサであり、本実施例では反射分光式の光学センサを有する膜厚計を用いる。膜厚測定部310は、概略、膜厚評価ユニット311、センサヘッド312、センサヘッド312と膜厚評価ユニット311を接続する光ファイバ313から構成される。センサヘッド312は、真空チャンバ300内の基板トレー301の下方に配置されており、真空チャンバ300の底面に取り付けられた真空フランジ314を介して光ファイバ313に接続されている。センサヘッド312は光ファイバ313を経由して導かれた光の照射エリアを所定のエリアに設定する機能を有しており、光ファイバ及びピンホールやレンズ等の光学部品を用いることができる。

【0040】

図5は膜厚測定部310のブロック図である。膜厚評価ユニット311は、光源320、分光器321、測定制御部322を有する。光源320は測定光を出力するデバイスであり、例えば重水素ランプやキセノンランプやハロゲンランプ等が用いられる。光の波長としては、200nmから1 $\mu$ mの範囲を用いることができる。分光器321はセンサヘッド312から入力された反射光を分光しスペクトル(波長毎の強度)の測定を行うデバイスであり、例えば、分光素子(グレーティング、プリズム等)と光電変換を行うディテクタ等で構成される。測定制御部322は光源320の制御及び反射スペクトルに基づく膜厚の算出等を行うデバイスである。

【0041】

光源320から出力された測定光は、光ファイバ313を経由してセンサヘッド312に導かれ、センサヘッド312から基板Sに投射される。基板Sで反射した光はセンサヘッド312から光ファイバ313を経由して分光器321に入力される。このとき、基板S上の薄膜の表面で反射した光と、薄膜とその下地層との界面で反射した光とが互いに干渉する。このようにして薄膜による干渉や吸収の影響を受けることで、反射スペクトルは、光路長差、すなわち膜厚の影響を受ける。測定制御部322によってこの反射スペクトルを解析することによって、薄膜の膜厚を算出することができる。

【0042】

上記の反射分光式の膜厚評価は、数nmから数100nmの厚さの有機膜の評価に対して、短時間で高精度での評価が可能であることから、有機EL素子の有機層の評価として好ましい手法である。ここで、有機層の材料としては、NPD: -ナフチルフェニルピ

10

20

30

40

50

フェニルジアミン等の正孔輸送材料、Ir(ppy)<sub>3</sub>：イリジウム-フェニルピリミジン錯体等の発光材料、Alq<sub>3</sub>：トリス(8-キノリノラト)アルミニウムやLiq：8-ヒドロキシキノリノラト-リチウム)等の電子輸送材料等が挙げられる。さらには、上述の有機材料の混合膜にも適用してよい。分光干渉計はモータを必要としないため、高い真空度が求められる蒸着装置内でも利用しやすく、基板の近くで測定できるという利点がある。しかし、膜厚測定部310はこれに限定されず、エリブソメータ等でもよい。

#### 【0043】

図6は、膜厚測定部310による測定を容易にするための基板Sの被成膜面側の構成例を示している。この例の基板Sの中央部には、複数の表示パネル340が形成されるエリアが設けられており、成膜完了後に基板Sを切り分けることで複数のパネルが製作される。基板Sの搬送方向(矢印F)前方の、表示パネル340エリアと重ならないエリアには、膜厚測定エリア330が設けられている。各成膜室における成膜処理時に、表示パネル340の部分への成膜と並行して、膜厚測定エリア330内の予め決められた位置への成膜も行うことで、膜厚測定エリア330内に膜厚測定用の薄膜(以後、測定用パッチ331と呼ぶ。測定用片あるいは評価用有機膜と呼ぶこともある)が形成される。これは、各成膜室で用いられるマスクMに、予め測定用パッチ331のための開孔を形成しておくことにより実現できる。

10

#### 【0044】

膜厚測定エリア330は、複数の測定用パッチ331を形成可能な面積に設定されており、膜厚の測定対象となる層ごとに測定用パッチ331の形成位置を変えるとよい。すなわち、1つの成膜室で形成された膜(単一膜でもよいし、複数の膜が積層された積層膜でもよい)の膜厚を測定したい場合は、測定用パッチ331の部分にも1つの成膜室で形成される膜のみを成膜し、複数の成膜室を経て形成された積層膜の膜厚を測定したい場合は、測定用パッチ331の部分にも測定したい積層膜と同じ積層膜を成膜するとよい。このように測定対象となる層ごとに測定用パッチ331を異ならせることにより、膜厚の正確な測定が実現できる。このような測定用パッチ331を形成するには、成膜室ごとにマスクMの開孔部の位置を異ならせればよい。

20

#### 【0045】

膜厚測定部310は、成膜室EV×1～EV×4での成膜が完了した基板Sが搬送ロボットRC×により搬送された先のパス室PS×に配置されている。膜厚測定部310は、測定用パッチ331の形成方法に応じて、成膜室EV×1～EV×4で成膜された膜厚又はそのうちのいくつかの合計を測定することができる。

30

#### 【0046】

##### <成膜制御>

成膜レートモニタ205により出力される成膜レートの測定値(測定レート)は、成膜中の基板Sにおける実際の成膜レート(実レート)と一致しない場合がある。その主な原因は、蒸発源ユニット203に対する成膜レートモニタ205の水晶振動子の位置と基板Sの位置とが同じではないことによる。このずれを解消するために、ツーリングファクター(TF)と呼ばれる係数を用いて成膜レートモニタ205により出力される測定レートを補正することが一般に行われている。

40

#### 【0047】

しかしながら、ツーリングファクターを用いて補正してもなお、測定レートと実レートとがずれることがある。これは、蒸着材料の蒸着量と共振周波数の変化量との関係は一定ではなく、共振周波数又は蒸着量に依存して変化することによる。一般に、水晶振動子における蒸着量が増加するにつれて水晶振動子の共振周波数は減少していく。そして、一定の蒸着量に対する水晶振動子の共振周波数の変化量は変化する。換言すると、水晶振動子の共振周波数の変化量が一定であっても、それまでに水晶振動子に堆積した蒸着材料の総量に応じて、当該変化量を生じさせるための成膜量が変わってくる。そのため、水晶振動子の交換直後には測定レートと実レートが一致していても、経時的に測定レートと実レートのずれが大きくなっていく。

50

## 【 0 0 4 8 】

また、水晶振動子の共振周波数の変化量と蒸着材料の蒸着量との関係には水晶振動子の個体差によるばらつきが存在するため、ある水晶振動子では測定レートと実レートとが一致していても、別の水晶振動子に交換すると測定レートと実レートとがずれることもある。ツーリングファクターとして成膜装置の構成に応じて設定される定数を用いた場合、このような水晶振動子モニタの経時変化や個体差によるばらつきに対応することができないため、測定レートに基づく成膜制御によって所望の精度で成膜を行えない可能性がある。

## 【 0 0 4 9 】

そこで本実施例の成膜装置では、図7の制御ブロック図に示す制御を行っている。図7では、成膜室EVにおいて基板S2の成膜が行われている。また、パス室PSでは、基板S2より以前に成膜が行われ、成膜が完了した後、パス室PSに搬入された基板S1の膜厚測定が行われている。成膜レートモニタ205による測定レートに基づいて、成膜制御部206により基板S2の成膜が制御される。成膜制御部206は、膜厚測定部310から基板S1の膜厚の測定値を取得し、基板S2の成膜制御を基板S1の膜厚の測定値に基づいて較正する。

10

## 【 0 0 5 0 】

成膜レートモニタ205は成膜室EV内に設けられているため、測定レートは成膜中に取得できる。これに対し、膜厚測定部310は成膜室EVの後段のパス室PSに設けられ、成膜が完了した基板S1がパス室PSに搬入された後でなければ膜厚の測定値を取得することができない。従って、成膜レートモニタ205による測定レートに基づくフィードバック制御には、そのとき行われている基板S2の成膜の情報が反映されるが、膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づくフィードバック制御には、それ以前に行われた基板S1の成膜の情報が反映される。

20

## 【 0 0 5 1 】

また、膜厚測定部310が新たな測定値を出力するためには少なくとも基板1枚の成膜を完了するのに要する時間がかかるのに対し、成膜レートモニタ205は短時間で新たな測定値を出力可能である。成膜レートモニタ205による測定レートに基づくフィードバック制御と膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づくフィードバック制御とでは新たな測定値がフィードバックされる頻度が大きく異なる。そこで本実施例では、膜厚測定部310による膜厚の測定値を成膜制御にフィードバックすることを「較正」と表現する。成膜レートモニタ205による測定レートは、水晶振動子の特性の経時変化によって、実レートに対しずれが生じることがあるが、このずれを膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づいて正すという意味である。

30

## 【 0 0 5 2 】

成膜レートモニタ205による測定レートに基づいて行われる成膜制御部206による成膜制御は、測定レートが目標値に近づくように、真空蒸着装置200の種々の動作パラメータを制御することにより行われる。制御対象となる真空蒸着装置200の動作パラメータとしては、例えば、蒸発源ユニット203のヒータ温度（ヒータ電流）やシャッタ開度、移動機構204による蒸発源ユニット203のスキャン速度、成膜時間、スキャン回数等がある。例えば、スキャン速度を上げると成膜レートは小さくなり、スキャン速度を下げると成膜レートは大きくなる。ヒータに流れる電流を増加させると発熱量が増大して蒸着材料の放出量が増えるため成膜レートは大きくなり、電流を減少させると成膜レートは小さくなる。

40

## 【 0 0 5 3 】

膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づく成膜制御の較正は、膜厚の測定値に基づいて成膜レートモニタ205による測定レートを補正することにより行われる。この補正は、水晶振動子の共振周波数の変化量の所定単位量に対して、出力する成膜量の測定値を変更することにより行われる。具体的に、測定レートの補正は、下記の式(1)のように、ツーリングファクターを補正することにより行う。

## 【 数 1 】

50

$$TF_{cal} = TF_{org} \times \frac{TH_{mes}}{TH_{trg}} \quad (1)$$

$$R_{mes,cal} = TF_{cal} \times R_{mes} \quad (2)$$

10

## 【0054】

ここで、 $TF_{cal}$ は補正後のツーリングファクター、 $TF_{org}$ は補正前のツーリングファクター、 $TH_{mes}$ は膜厚測定部310による膜厚の測定値、 $TH_{trg}$ は基板Sの蒸着材料の膜厚の目標値、 $R_{mes,cal}$ は補正後の測定レート、 $R_{mes}$ は補正前の測定レートである。補正後のツーリングファクター $TF_{cal}$ を用いて式(2)で算出された補正後の測定レート $R_{mes,cal}$ に基づき成膜制御部206が蒸発源ユニット203や移動機構204をフィードバック制御することにより、水晶振動子の共振周波数と蒸着材料の蒸着量との関係の経時変化を加味した成膜制御を行うことができる。

## 【0055】

例えば、目標膜厚100で蒸着を行うために目標レート1.000/sで100秒間の蒸着を行ったとする。すなわち、成膜レートモニタ205による測定レートが1.000/sに近づくように、蒸発源ユニット203や移動機構204をフィードバック制御する。ツーリングファクター $TF_{org}$ は100%とする。成膜が完了した基板Sの蒸着材料の膜厚を膜厚測定部301で測定した結果、測定膜厚が98であったとする。この場合、成膜レートモニタ205による測定レートは1.000/sであったが実レートは0.98/sであったことを意味する。すなわち、水晶振動子の周波数変化から算出した測定レートは過大であったことになる。上記の式によれば、補正後のツーリングファクター $TF_{cal}$ は98%となり、水晶振動子の周波数変化から算出される補正後の成膜レートは0.98/sのように実レート通りの値が出力されるようになる。この測定レートが目標レート1.000/sに近づくように蒸発源ユニット203や移動機構204のフィードバック制御が行われれば、例えば蒸発源ユニット203のヒータ温度を上昇させる制御が行われることになり、結果として蒸発量が増加し、実レートを目標レート1.000/sに近づけることができる。

20

30

## 【0056】

ツーリングファクターは水晶振動子の共振周波数と水晶振動子における蒸着材料の蒸着量との関係を示す値であるので、ツーリングファクターの補正は水晶振動子の共振周波数と水晶振動子における蒸着材料の蒸着量との関係の補正の一例である。

## 【0057】

なお、膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づく成膜制御の較正は、測定レートに基づいて行われる真空蒸着装置200の動作パラメータの調整量(制御量)を膜厚の測定値に基づいて補正することにより行ってもよい。例えば、下記の式(3)により蒸発源ユニット203のヒータ電流を補正する。

40

## 【数2】

50

$$I_{new,cal} = I_{new} \times \frac{TH_{trg}}{TH_{mes}} = I_{prev} \times \frac{R_{trg}}{R_{mes,cal}} \quad (3)$$

$$I_{new} = I_{prev} \times \frac{R_{trg}}{R_{mes}} \quad (4)$$

10

## 【0058】

ここで、 $R_{mes}$ は測定レート、 $R_{trg}$ は目標レート、 $I_{prev}$ は測定レートに基づくフィードバック制御で調整される前のヒータ電流、 $I_{new}$ は測定レートに基づくフィードバック制御で調整された後の新しいヒータ電流、 $I_{new,cal}$ は補正された新しいヒータ電流である。式(2)のような測定レートの補正を行わない場合、測定レートに基づくフィードバック制御で調整された新たな電流値は、式(4)で算出されるため、上記の例のように測定レートが実レートに対し過大になっている場合、新たな電流値は本来あるべき値より過小になる。この新たな電流値を式(3)第1項のように膜厚の測定値に基づき補正することにより、新たな電流値 $I_{new,cal}$ は本来あるべき値となる。式(3)第2項に示すように、これは式(2)で補正された測定レートを用いて電流値をフィードバック制御することと等価である。

20

## 【0059】

なお、成膜レートモニタ205による測定レートを膜厚の測定値に基づいて補正することと、真空蒸着装置200の動作パラメータ(例えばヒータ電流値)の調整量を膜厚の測定値に基づいて補正することとを組み合わせよう。

## 【0060】

なお、成膜装置が複数のクラスタ型ユニットCUxを有する場合、膜厚測定部310は各クラスタ型ユニットCUxの後段に設けてもよいが、必ずしも全てのパス室PSxに膜厚測定部310を配置する必要はない。膜厚測定部310は、少なくとも製造ラインの最下流のクラスタ型ユニットCUxの後段にあるパス室PSxに設ければよい。一部のクラスタ型ユニットCUxの後段にのみ膜厚測定部310を設ける場合、ある膜厚測定部310による測定結果は、その膜厚測定部310より上流側に位置するクラスタ型ユニットCUxにおける成膜制御の較正に用いることができる。

30

## 【0061】

## &lt;較正を行うタイミング&gt;

図8を参照して、膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づく成膜制御の較正を行うタイミングの一例について説明する。図8は測定レート(○)、実レート(x)、成膜中の基板における実膜厚(△)、ツーリングファクター(◇)の時間変化の一例を示すグラフである。本実施例の成膜レートモニタ205は、図3に示すように複数の水晶振動子を備え、使用中の水晶振動子13aが寿命を迎えた場合、未使用の水晶振動子13bが外部に暴露されるよう水晶ホルダ14を回転させることで、水晶振動子を交換する。図8は、水晶振動子を交換するたびに成膜制御の較正を行う例を示している。図8の例では、水晶振動子を交換した後、適当なタイミングで1回、較正を行っている。図8の例では、時刻t2で水晶振動子の交換(XTAL CHG)が行われており、交換前の水晶振動子について時刻t1で較正が行われ、交換後の水晶振動子について時刻t3で較正が行われる。このような較正を行うことで、水晶振動子の個体差による測定レートのばらつきを補正することができる。

40

## 【0062】

図8の例では、時刻t1で測定レートを較正した後しばらくの間は、測定レートと実レートは一致している。時刻t1で一度較正を行った後はツーリングファクターは一定値と

50

なるため、時間経過とともに測定レートと実レートは徐々にずれていく。時刻  $t_3$  で交換後の水晶振動子について較正が行われると、その後しばらくの間は測定レートと実レートは一致しているが、時間経過とともにずれていく。なお、図 8 の例では交換前の水晶振動子と交換後の水晶振動子の特性が近似しており較正によるツーリングファクターの値の変化がほとんどなかった例を示している。

#### 【 0 0 6 3 】

図 9 を参照して、膜厚測定部 3 1 0 による膜厚の測定値に基づく成膜制御の較正を行うタイミングの別の例について説明する。図 9 は測定レート ( )、実レート ( × )、成膜中の基板における実膜厚 ( )、ツーリングファクター ( ) の時間変化の一例を示すグラフである。図 9 は、水晶振動子を交換した後、次の交換までの間に複数回、成膜制御の較正を行う例を示している。図 9 の例では、水晶振動子を交換した後、適当なタイミングを含め、定期的に較正を行っている。不定期に複数回、較正を行ってもよい。図 9 の例では、時刻  $t_6$  で水晶振動子の交換 ( X T A L C H G ) が行われており、交換前の水晶振動子について時刻  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ 、 $t_5$  で較正が行われ、交換後の水晶振動子について時刻  $t_7$ 、 $t_8$  で較正が行われる。このような較正を行うことで、水晶振動子の個体差による測定レートのばらつきを補正することができるとともに、水晶振動子の経時変化による測定レートと実レートのずれを補正することができる。

#### 【 0 0 6 4 】

図 9 の例では、時刻  $t_1 \sim t_5$  にかけてツーリングファクターが徐々に小さい値に補正されている。これにより、図 8 の場合のように徐々に測定レートが実レートに対して過大になることが抑制され、測定レートと実レートが精度良く一致する状態を維持することができる。そのため、図 8 のように実膜厚が目標値からずれることなく、精度良く成膜を行うことが可能になっている。

#### 【 0 0 6 5 】

< 水晶振動子交換直後の制御 >

図 1 0 は水晶振動子を交換した直後の測定レートとツーリングファクターの変化を示す模式図である。実線は測定レートを表し、一点鎖線はツーリングファクターを表す。時刻  $t_1$  において水晶振動子が交換され、水晶振動子を交換した直後は成膜レートモニタ 2 0 5 の出力が安定しないが、しばらくすると (時刻  $t_2$ ) 出力が安定する。その後、交換後の水晶振動子を用いて出力された測定レートに基づいて初めて行われた成膜が完了して、膜厚測定部 3 1 0 による膜厚の測定値が得られるまで (時刻  $t_3$ ) は、膜厚の測定値に基づく成膜制御の較正を行うことができない。

#### 【 0 0 6 6 】

水晶振動子の交換直後の成膜制御では、初めて膜厚の測定値が得られるまでの期間 (時刻  $t_1 \sim t_3$ ) は、交換前の水晶振動子について行われた 1 回目の較正で得られたツーリングファクター  $T F 1$ 、 $f i r s t$  を用いる。すなわち、水晶振動子を交換する前に行った成膜制御の較正の結果を流用する。図 9 で示したように、ツーリングファクターは時間経過とともに小さい値に補正されていくため、1 回目の較正で得られたツーリングファクター  $T F 1$ 、 $f i r s t$  は交換直前のツーリングファクター  $T F 1$ 、 $l a s t$  より大きい値である。水晶振動子の個体差による測定レートのばらつきは、水晶振動子の経時変化による測定レートのばらつきよりも小さいため、交換前の水晶振動子のツーリングファクターを流用しても大きな誤差は生じない。

#### 【 0 0 6 7 】

また、水晶振動子の交換直後の成膜制御では、初めて膜厚の測定値が得られるまでの期間 (時刻  $t_1 \sim t_3$ ) は、成膜レートモニタ 2 0 5 の出力が安定したときの測定レート (時刻  $t_2$  における測定レート  $R 2$ ) を成膜レートの目標値として成膜制御を行ってもよい。図 1 0 に示すように、安定したときの測定レートは本来の目標レート  $R 1$  に対しずれている場合もあるが、この時点ではツーリングファクターの較正が行われていないため測定レート  $R 2$  は実レートを示しているとは限らない。一方、水晶振動子を交換しても成膜制御 (ヒータ温度等) に変更がなければ実レートは水晶振動子交換前の値を維持していると

10

20

30

40

50

想定できる。従って、安定時の測定レートR2を目標値として成膜制御を行う（目標レートをR1からR2に変更する）。あるいは、本来出力されるべき測定レートはR1であるのに、成膜レートモニタ205はR2を出力していると考え、安定時の測定レートR2と目標レートR1とに基づきツーリングファクターを補正してもよい。

【0068】

[実施例2]

ここでは、クラスタ型ではない電子デバイス製造装置に対する本発明の適用例を説明する。図11は本実施例の電子デバイス製造装置の一部を較正する成膜装置であって、アライメントされ密着された基板SとマスクMを搬送しながら成膜するインライン型の成膜装置を示している。

10

【0069】

成膜装置300は、マスク搬入室90、アライメント室100（マスク取付室）、複数の成膜室110a及び110b、反転室111a及び111b、搬送室112、マスク分離室113、基板分離室114、キャリア搬送室115、マスク搬送室116、基板搬入室117（基板取付室）、並びに膜厚測定室118の各チャンバを有する。基板キャリア9に保持された基板Sは破線で示された経路に沿って、マスクMは点線で示された経路に沿って、各チャンバ内を搬送される。

【0070】

基板搬入室117で基板キャリア9に保持されて破線の経路に搬入された基板Sは、反転室111aで反転機構120aにより姿勢を反転し、マスク搬入室90でマスクMに搭載される。次いでアライメント室100において基板SとマスクMとのアライメント及び密着が行われた後、成膜室110a、110bを搬送されつつ、成膜室に設けられた蒸発源ユニット203（図2参照）から放出された蒸着材料による成膜を受ける。なお、基板キャリアには成膜レートモニタ205が取り付けられている。そのため放出された蒸着材料は、基板Sの被成膜面と同時に成膜レートモニタ205にも付着する。これにより成膜中の成膜レートが測定される。また、成膜室110aと110bの途中に設けられた膜厚測定室118には、光学的な膜厚測定を行う膜厚測定部310が配置されており、基板キャリア9を一時的に停止させて、成膜室110aにおける成膜が完了した基板Sの蒸着材料の膜厚を測定する。

20

【0071】

続いて基板キャリアに保持された基板Sは、搬送室112に搬入される。搬送室112にも膜厚測定部310が配置されており、成膜室110bにおける成膜が完了した基板Sの蒸着材料の膜厚を測定する。次いで基板Sはマスク分離室113でマスクMを分離した後、反転室111bで反転機構120bにより姿勢を反転し、基板分離室114にて基板キャリア9から分離されて成膜装置300の外部に搬出される。一方、基板キャリア9はキャリア搬送室115を経て基板搬入室117に搬送され、次の基板Sを保持する。

30

【0072】

また、成膜装置300は成膜制御部206を備えている。本実施例の構成を持つ成膜装置300において、基板キャリア9に搭載された成膜レートモニタ205は成膜中の成膜レートを測定し、膜厚測定部310は成膜が完了した基板における蒸着材料の膜厚を光学的に測定する。成膜制御部206は、成膜レートの測定値に基づいて基板キャリア9の搬送速度を調整することにより成膜室内に配置された蒸発源ユニット203と基板Sの相対速度を制御するとともに、蒸発源ユニット203に投入される電流を制御することにより蒸着材料の蒸発量を制御する。成膜制御部206は、このような成膜制御を、膜厚測定部310による膜厚の測定値に基づいて較正する。したがって、上記実施例と同様の原理により、精度のよい成膜制御が可能になる。

40

【0073】

[実施例3]

（有機電子デバイスの製造方法）

本実施例では、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

50

、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12(a)は有機EL表示装置50の全体図、図12(b)は一つの画素の断面構造を表している。

【0074】

図12(a)に示すように、有機EL表示装置50の表示領域51には、発光素子を複数備える画素52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51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52R、第2発光素子52G、第3発光素子52Bの組合せにより画素52が構成されている。画素52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。

10

【0075】

図12(b)は、図12(a)のA-B線における部分断面模式図である。画素52は、基板53上に、第1電極(陽極)54と、正孔輸送層55と、発光層56R、56G、56Bのいずれかと、電子輸送層57と、第2電極(陰極)58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55、発光層56R、56G、56B、電子輸送層57が有機層に当たる。また、本実施例では、発光層56Rは赤色を発する有機EL層、発光層56Gは緑色を発する有機EL層、発光層56Bは青色を発する有機EL層である。

20

【0076】

発光層56R、56G、56B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54は、発光素子ごとに分離して形成されている。正孔輸送層55と電子輸送層57と第2電極58は、複数の発光素子52R、52G、52B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54と第2電極58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54間に絶縁層59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60が設けられている。

30

【0077】

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)及び第1電極54が形成された基板53を準備する。

【0078】

次に、第1電極54が形成された基板53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54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59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。

【0079】

次に、絶縁層59がパターニングされた基板53を第1の成膜装置に搬入し、基板支持ユニットにて基板を支持し、正孔輸送層55を、表示領域の第1電極54の上に共通する層として成膜する。正孔輸送層55は真空蒸着により成膜される。実際には正孔輸送層55は表示領域51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、上記各実施例のいずれかに記載された成膜装置である。

40

【0080】

次に、正孔輸送層55までが形成された基板53を第2の成膜装置に搬入し、基板支持ユニットにて支持する。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53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56Rを成膜す

50

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。

【0081】

発光層56R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56G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56Bを成膜する。発光層56R、56G、56Bの成膜が完了した後、第5の成膜装置により表示領域51の全体に電子輸送層57を成膜する。電子輸送層57は、3色の発光層56R、56G、56Bに共通の層として形成される。

【0082】

電子輸送層57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58を成膜し、その後プラズマCVD装置に移動して保護層60を成膜して、有機EL表示装置50が完成する。

10

【0083】

絶縁層59がパターニングされた基板53を成膜装置に搬入してから保護層60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EL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、真空雰囲気又は不活性ガス雰囲気の下で行われる。

【0084】

本開示に係る膜厚測定方法や、膜厚を用いた成膜制御方法は、発光層を始めとした上記の各層の形成において好適に利用できる。その結果、基板への成膜プロセスにおける膜厚の測定及び制御の精度を向上させた、良好な成膜制御が可能となる。

20

【符号の説明】

【0085】

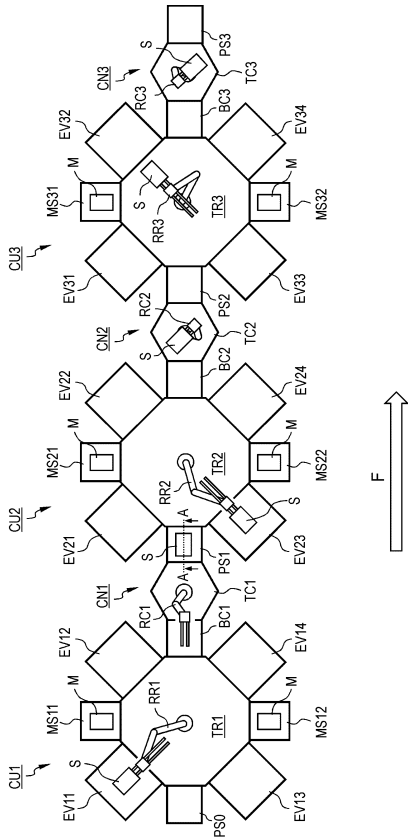
S：基板、205：成膜レートモニタ、310：膜厚測定部、206：成膜制御部

30

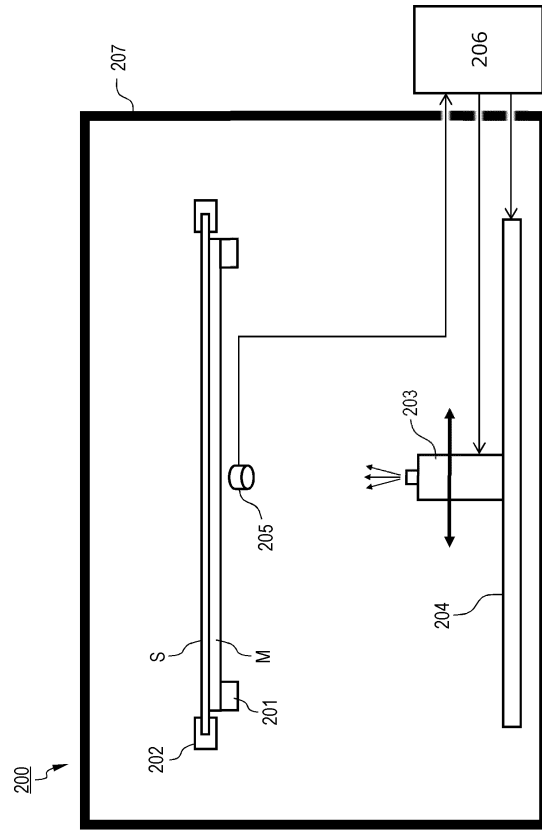
40

50

【図面】  
【図 1】



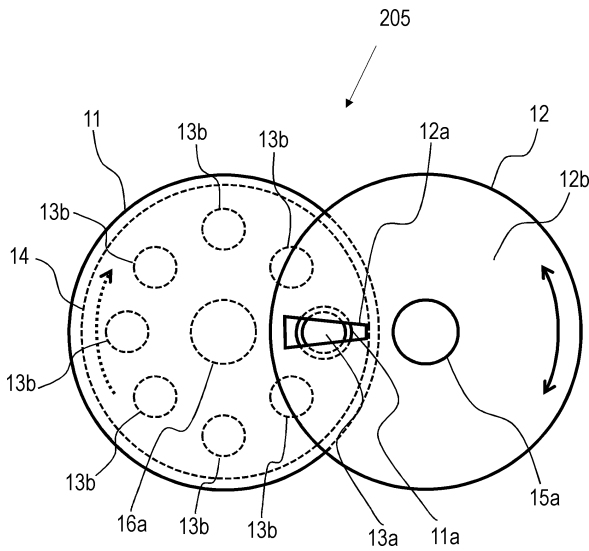
【図 2】



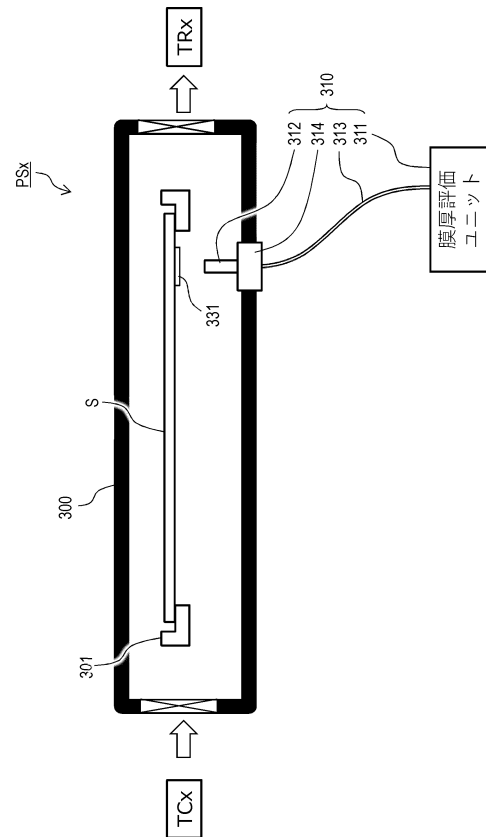
10

20

【図 3】



【図 4】

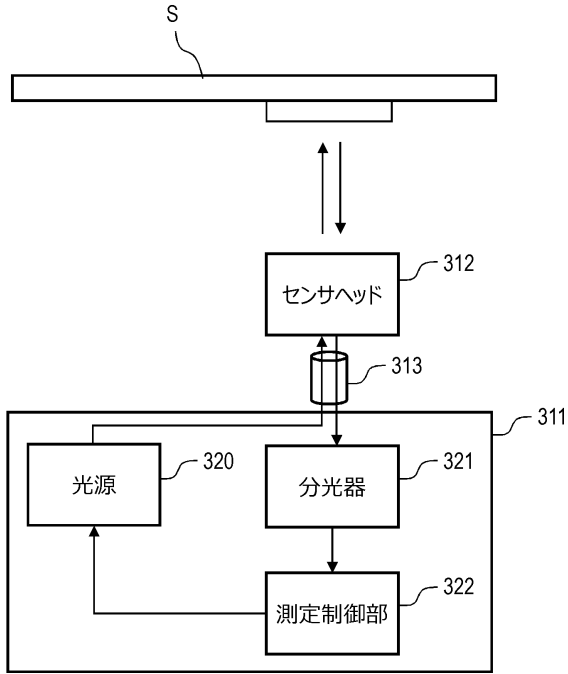


30

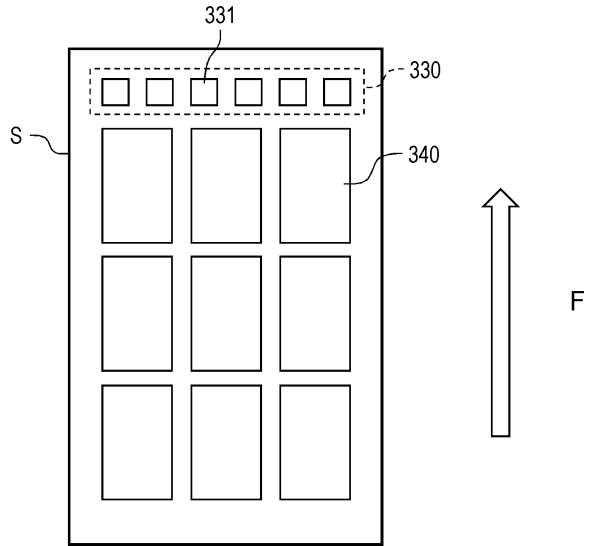
40

50

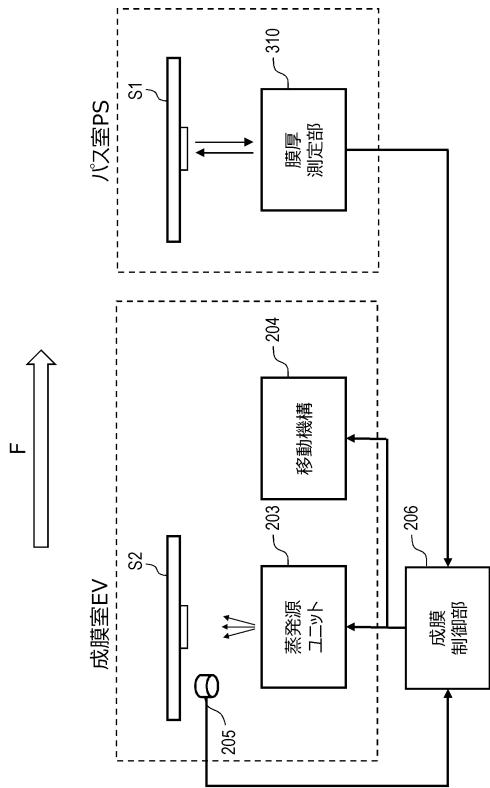
【図5】



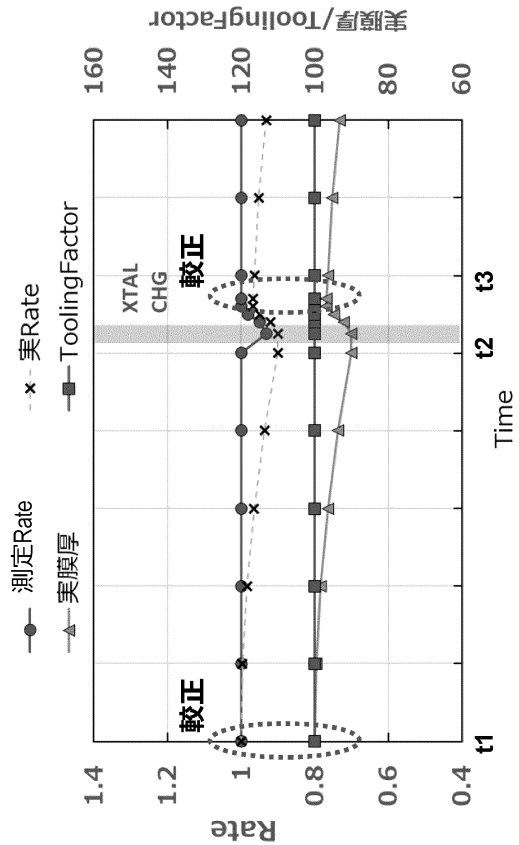
【図6】



【図7】



【図8】



10

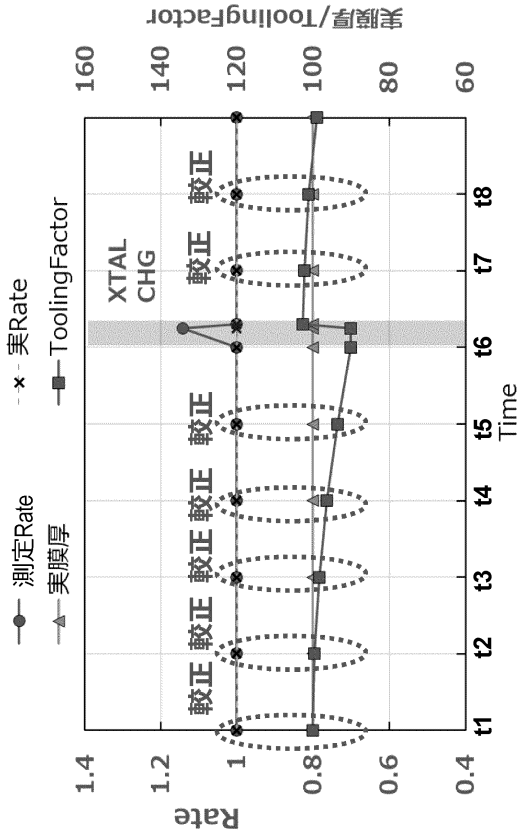
20

30

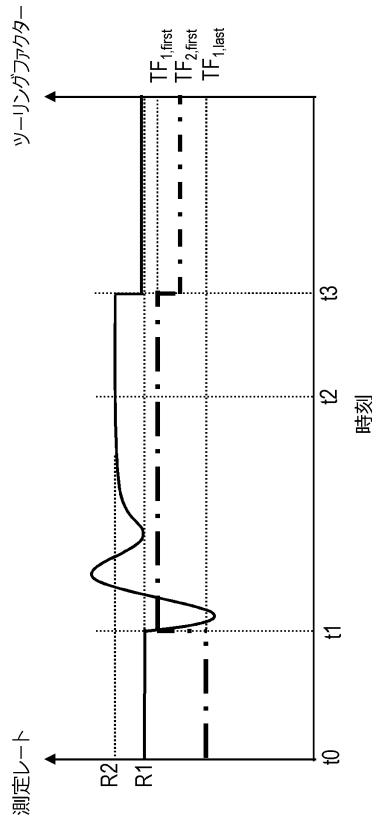
40

50

【図 9】



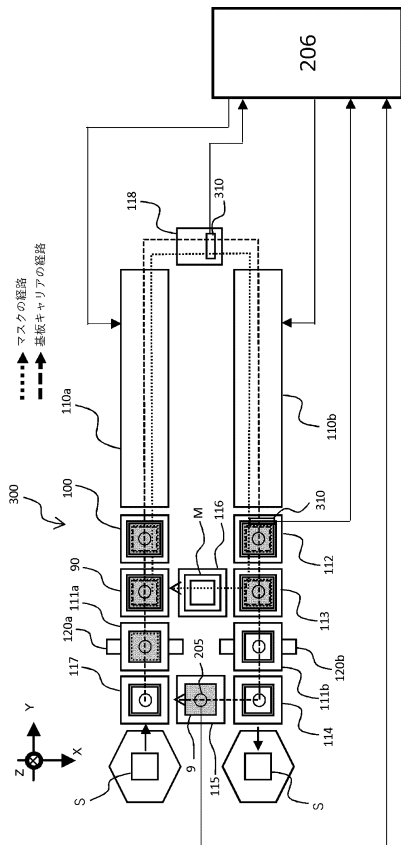
【図 10】



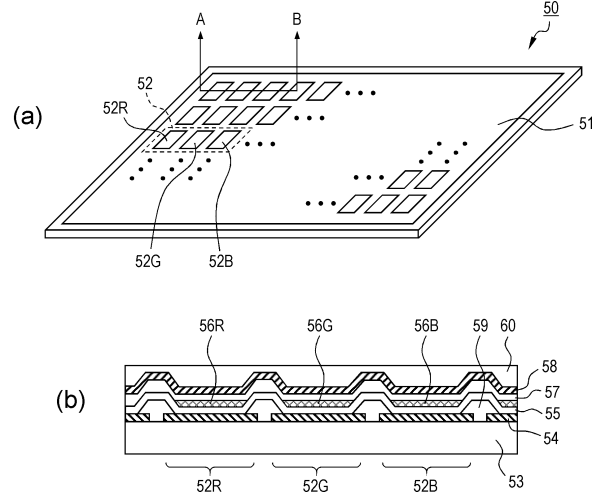
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

