

(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2015-81365

(P2015-81365A)

(43) 公開日 平成27年4月27日(2015.4.27)

(51) Int.Cl.

**C23C 14/22** (2006.01)  
**C23C 14/00** (2006.01)  
**H01L 51/50** (2006.01)  
**H05B 33/10** (2006.01)

F 1

C 2 3 C 14/22  
C 2 3 C 14/00  
H 0 5 B 33/14  
H 0 5 B 33/10

テーマコード(参考)

F 3 K 1 O 7  
B 4 K 0 2 9  
A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号

特願2013-219115 (P2013-219115)

(22) 出願日

平成25年10月22日 (2013.10.22)

(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 濑尾 哲史  
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 尾坂 晴恵  
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) 3K1O7 AA01 BB01 CC21 CC45 FF16  
GG02 GG11 GG28 GG32 GG33  
GG34

最終頁に続く

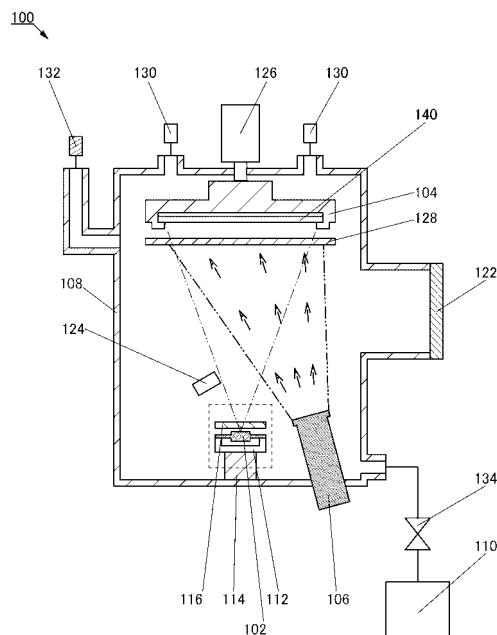
(54) 【発明の名称】成膜装置、成膜方法、成膜材料の除去方法

## (57) 【要約】

【課題】新規な成膜装置を提供する。また、新規な成膜方法を提供する。また、新規な成膜材料の除去方法を提供する。

【解決手段】成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源を有する構成に想到した。また、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射しながら成膜するステップに想到した。また、成膜材料にエネルギーを照射して除去するステップに想到した。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

気化された成膜材料を噴出することができる蒸着源と、  
噴出された前記成膜材料が堆積する位置に被成膜体を保持する保持機構と、  
前記成膜材料が堆積する前記位置にエネルギーを照射する照射源と、  
前記蒸着源および前記保持機構が配設された成膜室と、  
前記成膜室を排気する排気機構と、を有する成膜装置。

**【請求項 2】**

前記照射源は、10 eV以上100 eV以下のイオンを照射する、請求項1記載の成膜装置。

10

**【請求項 3】**

前記成膜材料は、有機化合物を含み、  
前記照射源は、波長が180 nm以上760 nm以下の光を照射し且つ前記成膜室の外側に配置され、  
前記成膜室は、前記照射源が射出する光を透過する窓を備える、請求項1記載の成膜装置。

20

**【請求項 4】**

成膜材料が準備された蒸着源が配設された成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、  
気化された前記成膜材料が所定の速度で前記蒸着源から噴出するように前記成膜材料を加熱する第2のステップと、

20

前記成膜材料が堆積する位置に保持機構を用いて被成膜体を配置して、前記照射源を用いて前記成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射しながら、前記成膜材料を成膜する第3のステップと、を有する、成膜方法。

**【請求項 5】**

有機化合物を含む成膜材料が準備された蒸着源が配設された成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、

30

気化された有機化合物が所定の速度で前記蒸着源から噴出するように前記成膜材料を加熱する第2のステップと、

前記成膜材料が堆積する位置に保持機構を用いて被成膜体を配置して、前記照射源を用いて前記成膜材料が堆積する前記位置に波長が180 nm以上760 nm以下の光を照射しながら、前記成膜材料を第3のステップと、を有する、成膜方法。

**【請求項 6】**

成膜材料が付着したシャドーマスクを備える成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、

40

前記シャドーマスクに付着した成膜材料にエネルギーを照射して前記成膜材料を除去する第2のステップと、を有する、成膜材料の除去方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本発明は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。特に、本発明は、例えば、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、照明装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法に関する。特に、本発明は、例えば成膜装置、成膜方法または成膜材料の除去方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

シャドーマスクに付着した成膜材料を除去できる成膜装置の一例としては、仕切弁で蒸着源を隔離した状態でプラズマをシャドーマスクに照射して、シャドーマスクに付着した成膜材料を除去する成膜装置が知られている（特許文献1）。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-189707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の一態様は、新規な成膜装置を提供することを課題の一とする。または、新規な成膜方法を提供することを課題の一とする。または、新規な成膜材料法の除去方法を提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、成膜材料が堆積する位置にイオンを供給することができる成膜方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、成膜材料にエネルギーを与えながら成膜することができる成膜方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、成膜材料を除去することができる成膜方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、他の有機化合物に対する配置が制御された膜を作製する方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、配向が制御された膜を作製する方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、密度が高い膜を作製する方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、安定な形態(を含む膜を作製する方法などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、水分等の不純物を内壁から脱離しやすくすることができる製造装置を提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、発光方向を制御することができる発光素子などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、膜の表面に対して垂直な方向に光が出やすい発光素子などを提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、光取り出し効率の高い発光素子などを提供することを課題の一とする。または、新規な膜などを提供することを課題の一とする。または、新規な発光素子などを提供することを課題の一とする。または、新規な発光装置などを提供することを課題の一とする。

10

20

30

【0005】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、気化された成膜材料を噴出することができる蒸着源と、噴出された成膜材料が堆積する位置に被成膜体を保持する保持機構と、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源と、蒸着源および保持機構が配設された成膜室と、成膜室を排気する排気機構と、を有する成膜装置である。そして、照射源は、成膜材料が配向するようにエネルギーを照射する。

40

【0007】

上記本発明の一態様の成膜装置は、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源を含んで構成される。これにより、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。

【0008】

また、本発明の一態様は、照射源は、10eV以上100eV以下のイオンを照射する、上記の成膜装置である。

【0009】

上記本発明の一態様の成膜装置は、成膜材料が堆積する位置に10eV以上100eV以下のイオンを照射する照射源を含んで構成される。これにより、成膜材料が堆積する位置にイオンを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。

50

**【 0 0 1 0 】**

また、本発明の一態様は、成膜材料は、有機化合物を含み、照射源は、波長が 180 nm 以上 760 nm 以下の光を照射し且つ成膜室の外側に配置され、成膜室は、照射源が射出する光を透過する窓を備える、上記の成膜装置である。

**【 0 0 1 1 】**

上記本発明の一態様の成膜装置は、成膜材料が堆積する位置に波長が 180 nm 以上 760 nm 以下の光を照射する照射源を含んで構成される。これにより、有機化合物を含む成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。また、有機化合物をイオン化して成膜する場合がある。その結果、新規な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、成膜材料が準備された蒸着源が配設された成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、気化された成膜材料が所定の成膜速度で蒸着源から噴出するように成膜材料を加熱する第2のステップと、成膜材料が堆積する位置に配置された被成膜体の、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射しながら成膜材料を成膜する第3のステップと、を有する、成膜方法である。

**【 0 0 1 3 】**

上記本発明の一態様の成膜成膜方法は、蒸着源から噴出される成膜材料が堆積する位置に被成膜体を配置して、成膜材料が堆積する領域にエネルギーを照射しながら成膜するステップを含んで構成される。これにより、成膜材料にエネルギーを与えながら成膜することができる。その結果、新規な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、有機化合物を含む成膜材料が準備された蒸着源が配設された成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、気化された有機化合物が所定の速度で蒸着源から噴出するように成膜材料を加熱する第2のステップと、成膜材料が堆積する位置に配置された被成膜体の成膜材料が堆積する領域に波長が 180 nm 以上 760 nm 以下の光を照射しながら、成膜材料を成膜する第3のステップと、を有する、成膜方法である。

**【 0 0 1 5 】**

上記本発明の一態様の有機化合物の成膜方法は、蒸着源から噴出される有機化合物が堆積する位置に被成膜体を配置して、有機化合物が堆積する位置に光を照射しながら成膜するステップを含んで構成される。これにより、有機化合物にエネルギーを与えながら成膜することができる。その結果、新規な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、成膜材料が付着したシャドーマスクを備える成膜室を所定の圧力に減圧する第1のステップと、照射源を用いて前記シャドーマスクに付着した成膜材料にエネルギーを照射して前記成膜材料を除去する第2のステップと、を有する、成膜材料の除去方法である。

**【 0 0 1 7 】**

上記本発明の一態様の成膜材料の除去方法は、成膜材料が堆積する領域にエネルギーを照射しながら成膜材料を除去するステップを含んで構成される。これにより、成膜材料を除去することができる。その結果、新規な成膜材料の除去方法を提供できる。

40

**【 0 0 1 8 】**

なお、本明細書において、EL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EL層の一態様である。

**【 0 0 1 9 】**

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

50

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FPC（Flexible printed circuit）もしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TCP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COG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールは発光装置を含む場合がある。

【発明の効果】

【0021】

本発明の一態様によれば、新規な成膜装置を提供できる。または、新規な成膜方法を提供できる。または、新規な成膜材料法の除去方法を提供できる。または、本発明の一態様によれば、成膜材料が堆積する位置にイオンを供給することができる成膜方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、成膜材料にエネルギーを与えながら成膜することができる成膜方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、成膜材料を除去することができる成膜方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、他の有機化合物に対する配置が制御された膜を作製する方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、配向が制御された膜を作製する方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、密度が高い膜を作製する方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、安定な形態（を含む膜を作製する方法などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、水分等の不純物を内壁から脱離しやすくすることができる製造装置を提供することができる。または、本発明の一態様によれば、発光方向を制御することができる発光素子などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、膜の表面に対して垂直な方向に光が出やすい発光素子などを提供することができる。または、本発明の一態様によれば、光取り出し効率の高い発光素子などを提供することができる。または、新規な膜などを提供することができる。または、新規な発光素子などを提供することができる。または、新規な発光装置などを提供することができる。なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施の形態に係る成膜装置の構成を説明する模式図。

【図2】実施の形態に係る成膜装置の構成を説明する模式図。

【図3】実施の形態に係る成膜装置の構成を説明する模式図。

【図4】実施の形態に係る成膜装置の構成を説明する模式図。

【図5】実施の形態に係る成膜方法を説明するフロー図。

【図6】実施の形態に係る成膜材料の除去方法を説明するフロー図。

【図7】実施の形態に係る発光素子の構成を説明する図。

【図8】実施の形態に係る発光素子の構成を説明する図。

【図9】実施の形態に係る発光装置を説明する図。

【図10】実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【図11】実施の形態に係る照明器具を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源を含んで構成される。

【0024】

10

20

30

40

50

これにより、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。または、新規な成膜方法を提供できる。または、新規な成膜材料法の除去方法を提供できる。

【0025】

例えば、エネルギーを照射された有機化合物は、基底状態とは異なる励起状態に至る。これにより、基底状態の有機化合物を成膜した場合とは異なる安定な形態（モルフォロジともいう）を含む膜を成膜できる。

【0026】

例えば、双極子モーメントが励起されて分極した状態の有機化合物に生じる。双極子モーメントは他の有機化合物と相互に作用する。これにより、一の有機化合物の他の有機化合物に対する配置が制御された膜（配向が制御された膜ともいう）を作製することができる。

10

【0027】

よって、エネルギーを照射しながら成膜することにより、例えば末端が水素で終端された一の有機化合物の他の有機化合物に対する配置が制御された膜（配向が制御された膜ともいう）を作製することができる。

【0028】

なお、一の有機化合物が極性基を有する場合、双極子モーメントが基底状態において生じる。双極子モーメントは他の有機化合物と相互に作用する。これにより、一の有機化合物の他の有機化合物に対する配置が制御された膜（配向が制御された膜ともいう）を作製することができる。

20

【0029】

ここで、極性基が導入された有機化合物を含む層を用いる有機EL素子の特性は、末端が水素で終端された有機化合物を用いる有機EL素子の特性に比べて、劣る場合がある。

【0030】

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

【0031】

（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を参照しながら説明する。

【0032】

図1は本発明の一態様の成膜装置の構成を説明する模式図である。

【0033】

<成膜装置の構成例1>

本実施の形態で説明する成膜装置100は、気化された成膜材料を噴出することができる蒸着源102と、噴出された成膜材料が堆積する位置に被成膜体140を保持する保持機構104と、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106と、蒸着源102および保持機構104が配設された成膜室108と、成膜室108を排気する排気機構110と、を有する。

40

【0034】

また、照射源106は、成膜材料が配向するようにエネルギーを照射する。

【0035】

成膜装置100は、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106を含んで構成される。これにより、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。

50

## 【0036】

以下に、成膜装置100を構成する個々の要素について説明する。なお、これらの構成は明確に分離できず、一つの構成が他の構成を兼ねる場合や他の構成の一部を含む場合がある。

## 【0037】

## 《全体の構成》

成膜装置100は、蒸着源102、保持機構104、照射源106、成膜室108および排気機構110を有する。

## 【0038】

また、成膜装置100は、加熱機構112、ステージ114、遮蔽板116、128、ゲートバルブ122、膜厚計測器124、回転機構126と、撮像装置130、質量分析計132およびバルブ134を有していてもよい。

## 【0039】

## 《蒸着源》

蒸着源102は、成膜材料を気化し、気化された材料を噴出することができる。

## 【0040】

例えば、成膜材料を保持し、気化された成膜材料が噴出する開口部を有する容器を蒸着源102に用いることができる。具体的には、熱容量の小さい物質（タンクスチン、モリブデン、タンタル等）を含む坩堝や皿等を用いることができる。また、開口部の形状は特に限定されず、開口部は例えば円形、多角形またはおよそ点状にすることができる。

## 【0041】

蒸着源に保持された成膜材料を、加熱機構112を用いて加熱してもよい。加熱された成膜材料は、気化され蒸着源102から噴出する。例えば、電熱線からなる細管ヒータ等を加熱機構112に用いることができる。

## 【0042】

蒸着源102から噴出する成膜材料の単位時間あたりの量（噴出速度ともいう）または被成膜体に堆積する速度（成膜速度ともいう）を測定することができるよう、膜厚計測器124を配設できる。例えば、水晶振動子等を膜厚計測器124として用いることができる。なお、成膜室108の内側に膜厚計測器124を設ける構成を例示したが、これに限定されず、例えば、成膜室108の外側に光学式の膜厚計測器124を設ける構成としてもよい。

## 【0043】

蒸着源102から被成膜体140に向けて噴出される成膜材料を遮るか否かを選択することができるよう遮蔽板116および／または遮蔽板128を設けることができる。なお、遮蔽板116および遮蔽板128は、図示されていない開閉機構を用いて開閉することができる。

## 【0044】

例えば、遮蔽板116を開いた状態とし、遮蔽板128を閉じた状態とすることで、蒸着源102から噴出された成膜材料が、被成膜体140に到達するのを遮りながら噴出速度を測定することができる。

## 【0045】

なお、ステージ114を設け、蒸着源102および加熱機構112を保持してもよい。

## 【0046】

## 《保持機構》

保持機構104は、噴出された成膜材料が堆積する位置に被成膜体を保持する。言い換えると、蒸着源102が成膜材料を噴出する方向であって、噴出された成膜材料が到達できる距離に、保持機構104は被成膜体140を配置する。

## 【0047】

保持機構104は、被成膜体140の温度を制御する機構を有していてもよい。例えば、保持機構104が、被成膜体140に接するヒータや被成膜体140に赤外線を照射する

10

20

30

40

50

赤外線源を有していてもよい。

【0048】

保持機構104は、回転機構126を備えていてもよい。例えば、モーター等を回転機構129に用いることができる。回転機構129を用いて保持機構104を回転しながら、被成膜体140に成膜材料を成膜すると、膜の均一性を高めることができる。

【0049】

なお、保持機構104は、被成膜体140の搬送機構を兼ねていてもよい。

【0050】

また、保持機構104は、被成膜体140より蒸着源102側に配置されるようにシャドーマスクを保持してもよい。

10

【0051】

《照射源》

照射源106は、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する。

【0052】

例えば、照射源106はイオン、分子または光などを照射する。光の波長としては、可視光領域、赤外線領域、紫外線領域、X線領域のうちの、少なくとも1つの領域を有する波長が望ましい。なお、複数の領域を有するような光であってもよい。

【0053】

イオンを照射する照射源106は、イオン源を備える。例えば、電子ビームや高周波を用いてガスや原子を電離してイオンを生成するイオン源を適用することができる。

20

【0054】

例えば、10eV以上100eV以下のエネルギーを有するイオン好ましくは50eV以上75eV以下のエネルギーを有するイオンを照射するイオン源を照射源106に用いることができる。これにより、成膜材料が堆積する位置にイオンを供給しながら成膜することができる。その結果、密度が高い膜、言い換えると緻密な膜を成膜することができる。

【0055】

イオン源がイオンを照射する方向または照射するイオンの広がりを可変としてもよい。例えば、イオン源を移動することができるステージまたは電場または磁場を用いて、成膜室108の内壁等に堆積した成膜材料に向けてイオンを照射してもよい。これにより、成膜室108の内壁から成膜材料を除去することができる。

30

【0056】

また、成膜材料が付着したシャドーマスクを成膜室108に搬入し、付着した成膜材料にイオンを照射して成膜材料を除去することができる。

【0057】

分子を照射する照射源106は、具体的には超音速分子線を照射する。例えば、気化した有機化合物を小さな穴を有するノズルから減圧された空間に噴出することにより超音速分子線を得ることができる。

【0058】

光を照射する照射源106は、例えば、波長が180nm以上760nm以下の光を照射することができる。具体的には、レーザ、水銀灯、キセノンランプ、LED等の光源を照射源106に用いることができる。

40

【0059】

なお、被成膜体140を加熱してもよい。被成膜体140を加熱しながら成膜すると、膜の状態を最も安定にすることができる。被成膜体140を加熱する温度は、成膜材料の融点より低い温度が好ましい。例えば、有機分子を成膜する場合、有機分子が相互に作用することにより、膜の状態を最も安定にすることができ、好ましい。

【0060】

また、照射源106から被成膜体140に向けて照射されるエネルギーを遮るか否かを選択することができるように、照射源と被成膜体の間に図示されていない遮蔽板を設けることができる。

50

**【0061】****《成膜室》**

成膜室108は、蒸着源102および保持機構104が配設される。また、成膜室108は、内部の圧力を外部の圧力と異なるものにできるように内部を密封することができる構造を有する。

**【0062】**

被成膜体140を搬入または搬出するためのゲートバルブ122、内部のガスを排出するための排気口または／および内部にガスを導入するための導入口を、成膜室108に設けることができる。

**【0063】**

ゲートバルブ122は、成膜装置100に別途設けられる搬送室等の仕切弁としての機能を有する。なお、ゲートバルブ122の外側が直接大気圧下の構成としてもよい。

**【0064】**

また、バルブ134を成膜室108と排気機構110との間に設ける構成としてもよい。バルブ134としては、例えば、ゲートバルブ、バリアブルリーケバルブ、またはコンダクタンスバルブ等を用いることができる。

**【0065】**

なお、成膜室108の内壁を加熱する機構、または成膜室108の内壁を冷却する機構を成膜室108の外側に別途設けてもよい。成膜室108の内壁の温度を高くすることで、水分等の不純物を内壁から脱離しやすくすることができ、該不純物を成膜室108の外部に排出しやすくできる。一方、成膜室108の内壁の温度を低くすることで、水分等の不純物が内壁から脱離しにくくすることができ、成膜室108の内部への放出を抑制することができる。

**【0066】****《排気機構》**

排気機構110は、成膜室108を排気する。

**【0067】**

例えば、クライオポンプ、スパッタイオンポンプ、メカニカルブースターポンプ、ターボ分子ポンプ等を排気機構110に用いることができる。特に、水等を排気する性能が高いクライオポンプが好ましい。

**【0068】**

なお、排気機構110は、上記に加えて吸着手段（コールドトラップ等）を備える構成としてもよい。

**【0069】****《他の構成》**

成膜装置100は、撮像装置130や質量分析計132を有していてもよい。

**【0070】**

例えば、CCDカメラ等の撮像装置を撮像装置130に用いることができる。撮像装置130を用いて被成膜体140とシャドーマスク（図示しない）の位置を確認することができる。

**【0071】**

例えば、偏向型（磁場型）の質量分析計、非偏向型の質量分析計好ましくは四重極質量分析計を質量分析計132に用いることができる。

**【0072】**

単収束質量分析計、二重収束質量分析計、サイクロイダル質量分析計等を偏向型の質量分析計に用いることができる。

**【0073】**

飛行時間差型質量分析計、オメガトロン、四重極質量分析計等を非偏向型の質量分析計に用いることができる。特に、四重極質量分析計が好ましい。四重極質量分析計は、分析部が小型であるため、目的の場所に取り付けやすい。さらに、四重極質量分析計は、高速走

10

20

30

40

50

査であり、低質量領域で高感度である。

【0074】

《組み合わせの例》

上記の成膜装置100は、成膜室108を一つ有するが、これに限定されない。複数の成膜装置100を接続して、一つの成膜装置を構成してもよい。

【0075】

例えば、搬送室または基板加熱室等を備えたマルチチャンバー方式の成膜装置としてもよい。また、インライン方式の成膜装置としてもよい。これらの成膜装置において、少なくとも蒸着源102と、保持機構104と、照射源106と、蒸着源102および保持機構104が配設された成膜室108と、成膜室108を排気する排気機構110と、を有する構成であればよい。10

【0076】

<成膜装置の構成例2.>

本発明の一態様の成膜装置の別の構成について、図2を参照しながら説明する。

【0077】

図2は本発明の一態様の成膜装置の構成を説明する模式図である。

【0078】

本実施の形態の変形例で説明する成膜装置100Bは、気化された第1の成膜材料を噴出することができる第1の蒸着源102(1)および気化された第2の成膜材料を噴出することができる第2の蒸着源102(2)と、噴出された第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置に被成膜体140を保持する保持機構104と、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106と、第1の蒸着源102(1)、第2の蒸着源102(2)および保持機構104が配設された成膜室108と、成膜室108を排気する排気機構110と、を有する。20

【0079】

成膜装置100Bは、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106を含んで構成される。これにより、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。

【0080】

以下に、成膜装置100Bを構成する個々の要素について説明する。なお、これらの構成は明確に分離できず、一つの構成が他の構成を兼ねる場合や他の構成の一部を含む場合がある。30

【0081】

成膜装置100Bは、気化された第1の成膜材料を噴出することができる第1の蒸着源102(1)および気化された第2の成膜材料を噴出することができる第2の蒸着源102(2)を有する点が、図1を参照しながら説明する成膜装置100とは異なる。ここでは異なる構成について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分は、上記の説明を援用する。

【0082】

《蒸着源》

第1の蒸着源102(1)は、第1の成膜材料を気化し、気化された第1の成膜材料を噴出することができる。第2の蒸着源102(2)は、第2の成膜材料を気化し、気化された第2の成膜材料を噴出することができる。

【0083】

例えば、成膜装置100で説明した蒸着源102と同様の構成を、第1の蒸着源102(1)および第2の蒸着源102(2)に適用できる。

【0084】

第1の蒸着源102(1)に保持された第1の成膜材料を、加熱機構112(1)を用いて加熱してもよい。加熱された第1の成膜材料は、気化され第1の蒸着源102(1)か40

ら噴出する。

【0085】

第2の蒸着源102(2)に保持された第2の成膜材料を、加熱機構112(2)を用いて加熱してもよい。加熱された第2の成膜材料は、気化され第2の蒸着源102(2)から噴出する。

【0086】

第1の蒸着源102(1)から噴出する成膜材料の噴出速度を測定することができるよう に膜厚計測器124(1)を配設できる。第2の蒸着源102(2)から噴出する成膜材 料の噴出速度を測定することができるよう に膜厚計測器124(2)を配設できる。なお、成膜装置100で説明した膜厚計測器124と同様の構成を膜厚計測器124(1)お よび膜厚計測器124(2)に適用できる。10

【0087】

第1の蒸着源102(1)から被成膜体140に向けて噴出される成膜材料を遮るか否かを選択するための遮蔽板116(1)を設けることができる。また、第2の蒸着源102(2)から被成膜体140に向けて噴出される成膜材料を遮るか否かを選択するための遮蔽板116(2)を設けることができる。なお、成膜装置100で説明した遮蔽板116と同様の構成を遮蔽板116(1)および遮蔽板116(2)に適用できる。

【0088】

例えば、第2の遮蔽板116(2)を閉じた状態とし、第1の遮蔽板116(1)および遮蔽板128を開いた状態とすることで、第1の蒸着源102(1)から噴出された第1の成膜材料を被成膜体140に成膜できる。20

【0089】

例えば、第1の遮蔽板116(1)を閉じた状態とし、第2の遮蔽板116(2)および遮蔽板128を開いた状態とすることで、第2の蒸着源102(2)から噴出された第2の成膜材料を被成膜体140に成膜できる。

【0090】

また、第1の遮蔽板116(1)、第2の遮蔽板116(2)および遮蔽板128を開いた状態とすることで、第1の蒸着源102(1)および第2の蒸着源102(2)から噴出された第2の成膜材料を混合して被成膜体140に成膜できる。言い換えると、共蒸着をすることができる。30

【0091】

例えば、エネルギーを照射された第1の有機化合物と第2の有機化合物は、励起状態に至る。これにより、基底状態の第1の有機化合物と第2の有機化合物を共蒸着して成膜した場合とは異なる安定な形態(モルフォロジともいう)を含む膜を成膜できる。

【0092】

例えば、励起されて分極した状態の第1の有機化合物に生じる双極子モーメントは第2の有機化合物と相互に作用する。これにより、第2の有機化合物に対する第1の有機化合物の配置が制御された膜(配向が制御された膜ともいう)を作製することができる。

【0093】

具体的には、ゲスト材料がホスト材料に配向するように分散された膜を有機EL素子に用いる膜に用いると、有機EL素子の特性、例えば発光効率または信頼性等を向上することができる場合がある。このような膜は、特に発光層に好適に用いることができる。40

【0094】

本実施の形態で説明する成膜装置100Bを用いて、エネルギーを照射しながら成膜することにより、例えば末端が水素で終端された第2の有機化合物に対する第1の有機化合物の配置が制御された膜(配向が制御された膜ともいう)を作製することができる。

【0095】

これにより、例えば特性の低下を引き起こす可能性がある極性基を末端に導入することなく、末端が水素で終端された有機化合物を用いて、有機EL素子等の機能素子を提供することができる。50

## 【0096】

<成膜装置の構成例3.>

本発明の一態様の成膜装置の別の構成について、図3を参照しながら説明する。

## 【0097】

図3は本発明の一態様の成膜装置の構成を説明する模式図である。

## 【0098】

本実施の形態の変形例で説明する成膜装置100Cは、気化された第1の成膜材料を噴出することができる第1の蒸着源102(1)および気化された第2の成膜材料を噴出することができる第2の蒸着源102(2)と、噴出された第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置に被成膜体140を保持する保持機構104と、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106Cと、第1の蒸着源102(1)、第2の蒸着源102(2)および保持機構104が配設された成膜室108Cと、成膜室108Cを排気する排気機構110と、を有する。10

## 【0099】

そして、照射源106Cは、波長が180nm以上760nm以下の光を照射し且つ成膜室108Cの外側に配置される。

## 【0100】

また、成膜室108Cは、照射源106Cが射出する光を透過する窓108Wを備える。

## 【0101】

成膜装置100Cは、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置に波長が180nm以上760nm以下の光を照射する照射源106Cを含んで構成される。これにより、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。20

## 【0102】

以下に、成膜装置100Cを構成する個々の要素について説明する。なお、これらの構成は明確に分離できず、一つの構成が他の構成を兼ねる場合や他の構成の一部を含む場合がある。

## 【0103】

成膜装置100Cは、波長が180nm以上760nm以下の光を照射し且つ成膜室108Cの外側に配置される照射源106Cを有する点および照射源106Cが射出する光を透過する窓108Wを成膜室108Cが備える点が、図2を参照しながら説明する成膜装置100Bとは異なる。ここでは異なる構成について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分は、上記の説明を援用する。30

## 【0104】

## 《照射源》

照射源106Cは、第1の成膜材料または第2の成膜材料の少なくとも一方が吸収する光を照射する。従って、照射源106Cが照射する光の波長は、成膜材料の吸収スペクトルを考慮して選択することができる。

## 【0105】

レーザ、水銀灯、キセノンランプ、LED等の光源を照射源106Cに用いることができる。40

## 【0106】

例えば、成膜材料に有機化合物を用いる場合、波長が180nm以上760nm以下の光を照射する光源を、照射源106Cに適用する。

## 【0107】

光学素子を照射源106Cと保持機構104に保持される被成膜体140の間に配置してもよい。例えば、偏光板、ロングパスフィルター、バンドパスフィルター、干渉フィルターまたは分光器等を光学素子に用いることができる。

## 【0108】

成膜材料に含まれる有機化合物が吸収する光を照射することができる。例えば、260n50

m以上、好ましくは300nm以上の光を用いることができる。

【0109】

成膜材料に含まれる有機化合物のイオン化ポテンシャルより大きなエネルギーを有する光を照射することができる。例えば、波長が300nm未満好ましくは260nm未満より好ましくは180nm以下の光を照射すると芳香族の有機化合物等をイオン化できる。特に、イオン化ポテンシャルより大きく且つイオン化ポテンシャルとの差が2eV未満である領域に、スペクトルの極大を有する光を照射すると、有機分子の断片化（フラグメント化ともいう）を防ぐことができるため好ましい。なお、波長が300nmの光は4.13eV、260nmの光は4.77eVおよび180nmの光は6.89eVのエネルギーをそれぞれ備える。

10

【0110】

イオン化ポテンシャルより大きなエネルギーを有する光を有機化合物に照射して、有機分子をイオン化することができる。

【0111】

例えば、同じ極性を有するようにイオン化したゲスト材料は互いに斥力が働くため、ホスト材料によく分散することができる。

20

【0112】

なお、ホスト材料は一の有機化合物であっても、複数の有機化合物が混合された材料であってもよい。例えば、正孔輸送性の高い有機化合物と電子輸送性の高い有機化合物を混合した材料をホスト材料に用いることもできる。

【0113】

また、同じ極性を有するようにイオン化した一の有機化合物は、イオン化されていない他の有機化合物が備える双極子モーメントの反対の極性を有する電荷と相互に作用する。これにより、他の有機化合物に配向した一の有機化合物を含む膜を成膜することができる。

【0114】

なお、一の有機化合物より大きいイオン化ポテンシャルを有する材料を他の有機化合物に用いると、他の有機化合物をイオン化することなく、一の有機化合物をイオン化することができる。

【0115】

また、イオン化ポテンシャルが最も低い材料を一の有機化合物に用いると、照射する光のエネルギーを小さくすることができる。

30

【0116】

なお、被成膜体140を接地または被成膜体140に負のバイアスを印加すると、イオン化された一の有機化合物の電荷を中和して、中性の有機化合物を含む膜を成膜できる。

【0117】

《成膜室》

成膜室108Cは、照射源106Cと保持機構104に保持される被成膜体140の間に、照射源106Cが照射する光を透過する窓108Wを備える。

【0118】

例えば、波長が180nm以上340nm以下の光を照射する場合は合成石英等を、波長が340nm以上の光を照射する場合はホウ珪酸ガラス等を窓108Wに用いることができる。

40

【0119】

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。

【0120】

（実施の形態2）

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4を参照しながら説明する。

【0121】

50

図4は本発明の一態様の成膜装置の構成を説明する模式図である。図4(A)は本発明の一態様の成膜装置の上面からの模式図であり、図4(B)は図4(A)の切断線A-Bにおける断面を含む模式図である。

**【0122】**

<成膜装置の構成例1>

本実施の形態で説明する成膜装置100Dは、気化された第1の成膜材料を噴出することができる第1の蒸着源102(1)および気化された第2の成膜材料を噴出することができる第2の蒸着源102(2)と、噴出された第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置に被成膜体140を保持する保持機構104と、第1の成膜材料および第2の成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源106と、第1の蒸着源102(1)、第2の蒸着源102(2)および保持機構104が配設された成膜室108Dと、成膜室108Dを排気する排気機構110と、を有する。

10

**【0123】**

成膜装置100は、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射する照射源を含んで構成される。これにより、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを供給しながら成膜することができる。その結果、新規な成膜装置を提供できる。

**【0124】**

以下に、成膜装置100を構成する個々の要素について説明する。なお、これらの構成は明確に分離できず、一つの構成が他の構成を兼ねる場合や他の構成の一部を含む場合がある。

20

**【0125】**

成膜装置100Dは、第1の蒸着源102(1)および第2の蒸着源102(2)が成膜材料を線状または帯状のスリットから噴出する点、照射源106がエネルギーを線状または帯状に照射する点、成膜室108Dにゲートバルブ122aとゲートバルブ122bが設けられている点、保持機構104がシャドーマスク145に重ねられた状態で被成膜体140を保持し且つ第1の蒸着源102(1)および第2の蒸着源102(2)に噴出された成膜材料を横切るように搬送する点が、図3を参照しながら説明する成膜装置100Cとは異なる。ここでは異なる構成について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分は、上記の説明を援用する。

30

**【0126】**

《全体の構成》

成膜装置100Dは、第1の蒸着源102(1)、第2の蒸着源102(2)、保持機構104、照射源106、成膜室108Dおよび排気機構110を有する。

**【0127】**

保持機構104は、搬送ハンド104hおよび搬送ガイド104gを含む。

**【0128】**

また、成膜装置100Dはゲートバルブ122a、ゲートバルブ122b、質量分析計132およびバルブ134を有していてもよい。

**【0129】**

《蒸着源》

第1の蒸着源102(1)および第2の蒸着源102(2)は、線状または帯状のスリットを有する。スリットを通過した成膜材料は、線状または帯状に広がる。なお、気化された成膜材料が噴出される点状の開口部が線状に配置されていてもよい。

40

**【0130】**

成膜材料を線状または帯状に、被成膜体140を搬送する方向に直交する方向について広がるように噴出すると、被成膜体140に効率よく成膜することができる。

**【0131】**

第1の成膜材料と第2の成膜材料が混合された状態で、被成膜体に到達するように、第1の蒸着源102(1)は傾いて配置されている。

**【0132】**

50

## 《照射源》

照射源 106 は、イオン、分子または光などを第1の成膜材料および第2の成膜材料が被成膜体 140 に堆積する位置に照射する。

## 【0133】

例えば、線状または帯状のスリットを用いて線状または帯状に広がるように成形されたイオン、分子または光を照射してもよい。

## 【0134】

## 《成膜室》

成膜室 108D は、ゲートバルブ 122a およびゲートバルブ 122b と接続されている。

10

## 【0135】

ゲートバルブ 122a は成膜室 108D を前工程の処理室に接続し、ゲートバルブ 122b は成膜室 108D を後工程の処理室に接続することができる。

## 【0136】

## 《保持機構》

保持機構 104 は、搬送ハンド 104h および搬送ガイド 104g を含む。

## 【0137】

搬送ハンド 104h は、シャドーマスク 145 および被成膜体 140 を保持する。なお、シャドーマスク 145 は、被成膜体 140 より第1の蒸着源 102(1) および第2の蒸着源 102(2) 側に配置される。

20

## 【0138】

シャドーマスク 145 は開口部を備え、成膜材料はシャドーマスク 145 の開口部を透過して被成膜体 140 の表面に到達する。これにより、シャドーマスク 145 が備える開口部と概略同じ形状の膜を被成膜体に成膜することができる。

## 【0139】

搬送ガイド 104g は、例えば成膜室 108D の内壁に配置される。搬送ガイド 104g は、搬送ハンド 104h を、線状または帯状に広がるように噴出された成膜材料の長軸方向と、交差する方向に移動する。

## 【0140】

これにより、線状または帯状に広がるように噴出された成膜材料の被成膜体 140 を搬送する方向に対する角度を一定にすることができます。その結果、成膜材料の配向方向を被成膜体 140 の全面において一定にすることができます。

30

## 【0141】

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。

## 【0142】

## (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、図 1 および図 5 を参照しながら説明する。

## 【0143】

図 5(A) は本発明の一態様の成膜方法を説明するフロー図である。

40

## 【0144】

## &lt;成膜方法の例 1&gt;

本実施の形態で説明する成膜方法は、以下の 3 つのステップを有する。

## 【0145】

第1のステップにおいて、成膜材料が準備された蒸着源 102 が配設された成膜室 108 を所定の圧力に減圧する(図 1 および図 5(A)(S1))。なお、成膜室 108 は、排気機構 110 を用いて排気することができる。例えば、成膜室 108 を  $10^{-8}$  Pa 以上  $10^{-2}$  Pa 以下好ましくは  $10^{-8}$  Pa 以上  $10^{-4}$  Pa 以下にすればよい。

## 【0146】

50

第2のステップにおいて、気化された成膜材料が所定の速度で蒸着源から噴出するように成膜材料を加熱する(図5(A)(S2))。なお、成膜材料が噴出する速度は膜厚計測器124を用いて測定することができる。例えば、被成膜体140が配置される位置における成膜速度を0.1nm/sec以上10nm/sec以下好ましくは0.1nm/sec以上1nm/sec以下にすればよい。

## 【0147】

第3のステップにおいて、成膜材料が堆積する位置に配置された被成膜体140の、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射しながら成膜材料を成膜する(図5(A)(S3))。

## 【0148】

上記の成膜成膜方法は、蒸着源102から噴出される成膜材料が堆積する位置に被成膜体140を配置して、成膜材料が堆積する位置にエネルギーを照射しながら成膜するステップを含んで構成される。これにより、成膜材料にエネルギーを与えながら成膜することができる。また、密度が高い膜、言い換えると緻密な膜を成膜することができる。その結果、新規な成膜方法を提供できる。

## 【0149】

以下に、上記の成膜方法を構成する個々の工程について説明する。なお、これらの工程は明確に分離できず、一つの工程が他の工程を兼ねる場合や他の工程の一部を含む場合がある。

## 【0150】

## 《成膜することができる成膜材料》

本実施の形態で説明する成膜方法によれば、様々な成膜材料を被成膜体の表面に成膜することができる。

## 【0151】

例えば、有機化合物を含む膜、無機材料を含む膜または有機化合物と無機材料を含む膜を成膜できる。

## 【0152】

有機化合物としては、例えば正孔輸送性の有機化合物、電子輸送性の有機化合物、発光性の有機化合物等を挙げることができる。

## 【0153】

無機材料としては、例えば金属、半導体、酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩等を挙げることができる。具体的には、アルミニウム、銀、マグネシウムまたはリチウム等の金属を挙げることができる。また、酸化リチウム、酸化モリブデン、酸化レニウムまたは酸化バナジウム等の酸化物を挙げることができる。また、フッ化リチウム等のハロゲン化物および炭酸リチウム等の炭酸塩を挙げることができる。

## 【0154】

## &lt;成膜方法の例2&gt;

本発明の一態様の成膜方法の他の構成について、図3および図5(B)を参照しながら説明する。

## 【0155】

図5(B)は本発明の一態様の成膜方法を説明するフロー図である。

## 【0156】

本実施の形態で説明する成膜方法は、以下の3つのステップを有する。

## 【0157】

第1のステップにおいて、有機化合物を含む成膜材料が準備された蒸着源が配設された成膜室を所定の圧力に減圧する(図1および図5(B)(T1))。なお、成膜室108は、排気機構110を用いて排気することができる。例えば、成膜室108を $10^{-8}$ Pa以上 $10^{-2}$ Pa以下好ましくは $10^{-8}$ Pa以上 $10^{-4}$ Pa以下にすればよい。

## 【0158】

第2のステップにおいて、気化された有機化合物が所定の速度で前記蒸着源から噴出する

10

20

30

40

50

ように前記成膜材料を加熱する(図5(B)(T2))。なお、成膜材料が噴出する速度は膜厚計測器124を用いて測定することができる。例えば、被成膜体140が配置される位置における成膜速度を0.1nm/sec以上10nm/sec以下好ましくは0.1nm/sec以上1nm/sec以下にすればよい。

#### 【0159】

第3のステップにおいて、成膜材料が堆積する位置に保持機構を用いて被成膜体を配置して、照射源を用いて前記成膜材料が堆積する位置に波長が180nm以上760nm以下の光を照射しながら、前記被成膜体に成膜する(図5(B)(T3))。

#### 【0160】

上記の有機化合物の成膜方法は、蒸着源から噴出される有機化合物が堆積する位置に被成膜体を配置して、有機化合物が堆積する位置に光を照射しながら成膜するステップを含んで構成される。これにより、有機化合物にエネルギーを与ながら成膜することができる。その結果、新規な成膜方法を提供できる。

10

#### 【0161】

以下に、上記の成膜方法を構成する個々の工程について説明する。なお、これらの工程は明確に分離できず、一つの工程が他の工程を兼ねる場合や他の工程の一部を含む場合がある。

#### 【0162】

ここで説明する成膜方法は、成膜材料に有機化合物を用いる点、波長が180nm以上760nm以下の光を照射しながら成膜する点が、図5(A)を参照しながら説明する成膜方法とは異なる。ここでは異なる構成について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分は、上記の説明を援用する。

20

#### 【0163】

##### 《成膜することができる成膜材料》

本実施の形態で説明する成膜方法によれば、様々な有機化合物を含む成膜材料を被成膜体の表面に成膜することができる。

#### 【0164】

有機化合物としては、例えば正孔輸送性の有機化合物、電子輸送性の有機化合物、発光性の有機化合物等を挙げることができる。特に、ゲスト材料がホスト材料に配向するように分散された膜は、発光層に好適に用いることができる。

30

#### 【0165】

他の実施の形態において述べたように、他の有機化合物に対する配置が制御された膜を発光素子の少なくとも一部の膜に用いることによって、発光素子から発光する光の射出方向を制御することが出来る。例えば、膜の表面に対して、垂直な方向に光が出やすくなる。例えば、完全拡散(ランベルト光)の場合よりも、垂直な方向の光の割合が高くなる。そのため、発光素子の内部から外部へと光を取り出す効率を高くすることが出来る。

#### 【0166】

##### <成膜材料の除去方法の例1>

本実施の形態では、本発明の一態様の成膜材料の除去方法について、図4および図6を参照しながら説明する。

40

#### 【0167】

図6は本発明の一態様の成膜方法を説明するフロー図である。

#### 【0168】

本実施の形態で説明する成膜材料の除去方法は、以下の2つのステップを有する。

#### 【0169】

第1のステップにおいて、成膜材料が付着したシャドーマスクを備える成膜室を所定の圧力に減圧する(図6(U1))。なお、成膜室108Dは、排気機構110を用いて排気することができる。例えば、成膜室108Dを $10^{-8}$ 以上 $10^{-2}$ Pa以下好ましくは $10^{-8}$ 以上 $10^{-4}$ Pa以下とすればよい。

#### 【0170】

50

第2のステップにおいて、照射源106を用いてシャドーマスク145に付着した成膜材料にエネルギーを照射して前記成膜材料を除去する。

【0171】

本実施の形態の成膜材料の除去方法は、成膜材料が堆積する位置（例えばシャドーマスク145の非開口部）にエネルギーを照射しながら成膜材料を除去するステップを含んで構成される。これにより、成膜材料を除去することができる。その結果、新規な成膜材料の除去方法を提供できる。

【0172】

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。  
10

【0173】

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子の一態様について図7（A）、（B）を用いて説明する。

【0174】

本実施の形態に示す発光素子は、図7（A）に示すように一対の電極（第1の電極301と第2の電極303）間に発光層313を含むEL層302が挟まれており、EL層302は、発光層313の他に、正孔注入層311、正孔輸送層312、電子輸送層314、電子注入層315、電荷発生層316などを含んで形成される。本実施の形態においては、第1の電極301は陽極として機能し、第2の電極303は陰極として機能する。  
20

【0175】

このような発光素子に対して電圧を印加することにより、第1の電極301側から注入された正孔と第2の電極303側から注入された電子とが、発光層313において再結合し、発光層313に含まれる発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質が基底状態に戻る際に発光する。

【0176】

なお、EL層302における正孔注入層311は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む層であり、アクセプター性物質によって正孔輸送性の高い物質から電子が引き抜かれることにより正孔（ホール）が発生する。従って、正孔注入層311から正孔輸送層312を介して発光層313に正孔が注入される。  
30

【0177】

また、電荷発生層316は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む層である。アクセプター性物質によって正孔輸送性の高い物質から電子が引き抜かれるため、引き抜かれた電子が、電子注入性を有する電子注入層315から電子輸送層314を介して発光層313に注入される。なお、図7（A）においては、電荷発生層316を設ける構成について例示したが、これに限定されず、電荷発生層316を設けない構成としてもよい。  
。

【0178】

以下に図7（A）に示す発光素子を作製するまでの具体例について説明する。

【0179】

第1の電極301および第2の電極303には、金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。具体的には、酸化インジウム・酸化スズ（ITO：Indium Tin Oxide）、珪素若しくは酸化珪素を含有した酸化インジウム・酸化スズ、酸化インジウム・酸化亜鉛（Indium Zinc Oxide）、酸化タンクス滕及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タンクス滕（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）の他、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびカルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等のアルカリ土類金属、マグネシウム（Mg）、およびこれらを含む合金（MgAg、AlLi）、  
50

ユウロピウム( Eu )、イッテルビウム( Yb )等の希土類金属およびこれらを含む合金、その他グラフェン等を用いることができる。なお、第1の電極301および第2の電極303は、例えばスパッタリング法や実施の形態1または実施の形態2で説明する蒸着装置もしくは実施の形態3で説明する蒸着法等により形成することができる。

#### 【 0180 】

正孔注入層311、正孔輸送層312、および電荷発生層316に用いる正孔輸送性の高い物質としては、例えば、4, 4' - ビス[ N - ( 1 - ナフチル ) - N - フェニルアミノ ] ピフェニル( 略称 : N P B または - N P D ) や N , N ' - ビス( 3 - メチルフェニル ) - N , N ' - ジフェニル - [ 1 , 1 ' - ピフェニル ] - 4 , 4 ' - ジアミン( 略称 : T P D ) 、 4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス( カルバゾール - 9 - イル ) トリフェニルアミン( 略称 : T C T A ) 、 4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス( N , N - ジフェニルアミノ ) トリフェニルアミン( 略称 : T D A T A ) 、 4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス[ N - ( 3 - メチルフェニル ) - N - フェニルアミノ ] トリフェニルアミン( 略称 : M T D A T A ) 、 4 , 4 ' - ビス[ N - ( スピロ - 9 , 9 ' - ピフルオレン - 2 - イル ) - N - フェニルアミノ ] ピフェニル( 略称 : B S P B ) などの芳香族アミン化合物、 3 - [ N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール( 略称 : P C z P C A 1 ) 、 3 , 6 - ビス[ N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) - N - フェニルアミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール( 略称 : P C z P C A 2 ) 、 3 - [ N - ( 1 - ナフチル ) - N - ( 9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル ) アミノ ] - 9 - フェニルカルバゾール( 略称 : P C z P C N 1 ) 等が挙げられる。その他、 4 , 4 ' - ジ( N - カルバゾリル ) ピフェニル( 略称 : C B P ) 、 1 , 3 , 5 - トリス[ 4 - ( N - カルバゾリル ) フェニル ] ベンゼン( 略称 : T C P B ) 、 9 - [ 4 - ( 10 - フェニル - 9 - アントラセニル ) フェニル ] - 9 H - カルバゾール( 略称 : C z P A ) 等のカルバゾール誘導体、等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に  $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V s}$  以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のもの用いてもよい。

#### 【 0181 】

さらに、ポリ( N - ビニルカルバゾール )( 略称 : P V K ) 、ポリ( 4 - ビニルトリフェニルアミン )( 略称 : P V T P A ) 、ポリ[ N - ( 4 - { N ' - [ 4 - ( 4 - ジフェニルアミノ ) フェニル ] フェニル - N ' - フェニルアミノ } フェニル ) メタクリルアミド ] ( 略称 : P T P D M A ) ポリ[ N , N ' - ビス( 4 - プチルフェニル ) - N , N ' - ビス( フェニル ) ベンジシン ] ( 略称 : P o l y - T P D ) などの高分子化合物を用いることができる。

#### 【 0182 】

また、正孔注入層311および電荷発生層316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。

#### 【 0183 】

発光層313は、三重項励起エネルギーを発光に変える第1の有機化合物と、電子輸送性を有する第2の有機化合物と、正孔輸送性を有する第3の有機化合物とを含む層である。例えば、三重項励起エネルギーを発光に変える第1の有機化合物をゲスト材料として含み、この第1の有機化合物よりも一重項または三重項励起エネルギーの大きい物質をホスト材料( ここでは、電子輸送性を有する第2の有機化合物 )として含み、正孔輸送性を有する第3の有機化合物をアシスト材料( 第2のホスト材料ともいう )として含む構成で発光層313を形成すると好適である。

#### 【 0184 】

発光層313において、三重項励起エネルギーを発光に変える第1の有機化合物として用いることが可能な材料には、例えば、熒光性材料や熱活性化遅延蛍光を示す熱活性化遅延蛍光( T A D F )材料が挙げられる。

#### 【 0185 】

10

20

30

40

50

燐光性材料としては、ビス[2-(3',5'-ビストリフルオロメチルフェニル)ピリジナト-N,C<sup>2'</sup>]イリジウム(II)ピコリナート(略称:Ir(CF<sub>3</sub>ppy)<sub>2</sub>(pic))、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C<sup>2'</sup>]イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:FIracac)、トリス(2-フェニルピリジナト)イリジウム(II)(略称:Ir(ppy)<sub>3</sub>)、ビス(2-フェニルピリジナト)イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(ppy)<sub>2</sub>(acac))、トリス(アセチルアセトナト)(モノフェナントロリン)テルビウム(II)(略称:Tb(acac)<sub>3</sub>(Phen))、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(bzq)<sub>2</sub>(acac))、ビス(2,4-ジフェニル-1,3-オキサゾラト-N,C<sup>2'</sup>)イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(dpo)<sub>2</sub>(acac))、ビス{2-[4'-(パーフルオロフェニル)フェニル]ピリジナト-N,C<sup>2'</sup>}イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(p-PF-ph)<sub>2</sub>(acac))、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N,C<sup>2'</sup>)イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(bt)<sub>2</sub>(acac))、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジナト-N,C<sup>3'</sup>]イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(btp)<sub>2</sub>(acac))、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N,C<sup>2'</sup>)イリジウム(II)アセチルアセトナート(略称:Ir(piq)<sub>2</sub>(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム(II)(略称:Ir(Fdpq)<sub>2</sub>(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(3,5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(II)(略称:[Ir(mppr-Me)<sub>2</sub>(acac)])、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(II)(略称:[Ir(mpriPr)<sub>2</sub>(acac)])、(アセチルアセトナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(II)(略称:Ir(tppr)<sub>2</sub>(acac))、ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)(ジピバロイルメタナト)イリジウム(II)(略称:[Ir(tppr)<sub>2</sub>(dpm)])、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(II)(略称:[Ir(tBu ppm)<sub>2</sub>(acac)])、(アセチルアセトナト)ビス(4,6-ジフェニルピリミジナト)イリジウム(II)(略称:[Ir(dppm)<sub>2</sub>(acac)])、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィリン白金(II)(略称:PtOEP)、トリス(1,3-ジフェニル-1,3-プロパンジオナト)(モノフェナントロリン)ユーロピウム(II)(略称:Eu(DBM)<sub>3</sub>(Phen))、トリス[1-(2-テノイル)-3,3,3-トリフルオロアセトナト](モノフェナントロリン)ユーロピウム(II)(略称:Eu(TTA)<sub>3</sub>(Phen))などが挙げられる。

### 【0186】

また、上記三重項励起エネルギーを発光に変える第1の有機化合物を分散状態にするために用いる物質(すなわちホスト材料)としては、例えば、2,3-ビス(4-ジフェニルアミノフェニル)キノキサリン(略称:TPAQn)、NPBのようなアリールアミン骨格を有する化合物の他、CBP、4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)トリフェニルアミン(略称:TCTA)等のカルバゾール誘導体や、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ピリジナト]亜鉛(略称:Znpp<sub>2</sub>)、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)<sub>2</sub>)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(略称:BA1q)、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:A1q<sub>3</sub>)等の金属錯体が好ましい。また、PVKのような高分子化合物を用いることもできる。

### 【0187】

また、上記TADF材料における遅延蛍光とは、通常の蛍光と同様のスペクトルを持ちながら、寿命が著しく長い発光をいう。その寿命は、10<sup>-6</sup>秒以上、好ましくは10<sup>-3</sup>

10

20

30

40

50

秒以上である。TADF 材料として、具体的には、フラーレンやその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等が挙げられる。また、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、スズ (Sn)、白金 (Pt)、インジウム (In)、もしくはパラジウム (Pd) 等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。該金属含有ポルフィリンとしては、例えば、プロトポルフィリン - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (Prot o IX))、メソポルフィリン - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (Meso IX))、ヘマトポルフィリン - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (Hemato IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエステル - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (Copro III - 4 Me))、オクタエチルポルフィリン - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (OEP))、エチオポルフィリン - フッ化スズ錯体 ( $\text{SnF}_2$  (Etio I))、オクタエチルポルフィリン - 塩化白金錯体 ( $\text{PtCl}_2$  OEP) 等が挙げられる。さらに、2-ビフェニル-4,6-ビス(1,2-フェニルインドロ [2,3-a]カルバゾール-11-イル)-1,3,5-トリアジン (PIC-TRZ) 等の電子過剰型複素芳香環及び電子不足型複素芳香環を有する複素環化合物を用いることもできる。なお、電子過剰型複素芳香環と電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、電子過剰型複素芳香環のドナー性と電子不足型複素芳香環のアクセプター性が共に強くなり、S1とT1のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

10

## 【0188】

発光層313において、上述した三重項励起エネルギーを発光に変える第1の有機化合物 (ゲスト材料) とホスト材料とを含んで形成することにより、発光層313からは、発光効率の高い熒光発光を得ることができる。

20

## 【0189】

電子輸送層314は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層314には、Alq<sub>3</sub>、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム (略称: Almq<sub>3</sub>)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム (略称: BeBq<sub>2</sub>)、BA1q、Zn(BOX)<sub>2</sub>、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛 (略称: Zn(BTZ)<sub>2</sub>)などの金属錯体を用いることができる。また、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール (略称: PBD)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン (略称: OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール (略称: TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール (略称: p-EtTAZ)、バソフェナントロリン (略称: Bphen)、バソキュプロイン (略称: BCP)、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン (略称: BzOs)などの複素芳香族化合物も用いることができる。また、ポリ(2,5-ピリジンジイル) (略称: PPY)、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)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)] (略称: PF-BPY) のような高分子化合物を用いることもできる。ここに述べた物質は、主に  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層314として用いてよい。

30

## 【0190】

また、電子輸送層314は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

40

## 【0191】

電子注入層315は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層315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 (CaF<sub>2</sub>)、リチウム酸化物 (LiO<sub>x</sub>) 等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれら

50

の化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウム(  $\text{ErF}_3$  )のような希土類金属化合物を用いることができる。また、電子注入層 315 にエレクトライドを用いてもよい。該エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。また、上述した電子輸送層 314 を構成する物質を用いてもよい。

#### 【0192】

あるいは、電子注入層 315 に、有機化合物と電子供与体(ドナー)とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層 314 を構成する物質(金属錯体や複素芳香族化合物等)を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物)、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン(略称: TTF)等の有機化合物を用いることもできる。

10

#### 【0193】

なお、上述した正孔注入層 311、正孔輸送層 312、発光層 313、電子輸送層 314、電子注入層 315、電荷発生層 316 は、それぞれ、実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明する蒸着装置もしくは実施の形態 3 で説明する蒸着法、またはインクジェット法、塗布法等の方法と適宜組み合わせた方法で形成することができる。

20

#### 【0194】

上述した発光素子は、第 1 の電極 301 および第 2 の電極 303 との間に生じた電位差により電流が流れ、EL 層 302 において正孔と電子とが再結合することにより発光する。そして、この発光は、第 1 の電極 301 および第 2 の電極 303 のいずれか一方または両方を通って外部に取り出される。従って、第 1 の電極 301 および第 2 の電極 303 のいずれか一方、または両方が透光性を有する電極となる。

30

#### 【0195】

また、本実施の形態に示す発光素子は、図 7 (B) に示す発光素子の構成とすることができる。図 7 (B) に示す発光素子は、EL 層に本発明の一態様の成膜装置または成膜方法を用いて形成される三重項励起エネルギーを発光に変える第 1 の有機化合物と、電子輸送性を有する第 2 の有機化合物と、正孔輸送性を有する第 3 の有機化合物を発光層に用いた発光素子である。

30

#### 【0196】

より具体的には、図 7 (B) に示す発光素子は、一対の電極(第 1 の電極 301 及び第 2 の電極 303)間に EL 層 352 を有する構造である。なお、EL 層 352 には、少なくとも発光層 353 を有し、その他、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層などが含まれていても良い。なお、図 7 (B) において、第 1 の電極 301 と発光層 353 の間の領域 358、及び第 2 の電極 303 と発光層 353 の間の領域 359 には、上述した正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層などを適宜設ける構成とすることができる。また、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層には、先に記載した物質を用いることができる。

40

#### 【0197】

発光層 353 は、三重項励起エネルギーを発光に変える第 1 の有機化合物の 1 つである燐光性化合物 355 と、第 2 の有機化合物 356 と、第 3 の有機化合物 357 とが含まれている。なお、燐光性化合物 355 は、発光層 353 におけるゲスト材料である。また、第 2 の有機化合物 356 及び第 3 の有機化合物 357 のうち発光層 353 に含まれる割合の多い方が、発光層 353 におけるホスト材料である。

50

## 【0198】

発光層353において、上記ゲスト材料をホスト材料に配向するように分散させた構成にすることができる。また、ゲスト材料の濃度が高いことによる濃度消光を抑制し、発光電子の発光効率を高くすることができます。

## 【0199】

なお、第2の有機化合物356及び第3の有機化合物357のそれぞれの三重項励起エネルギーの準位(T1準位)は、燐光性化合物355のT1準位よりも高いことが好ましい。第2の有機化合物356(又は第3の有機化合物357)のT1準位が燐光性化合物355のT1準位よりも低いと、発光に寄与する燐光性化合物355の三重項励起エネルギーを第2の有機化合物356(又は第3の有機化合物357)が消光(クエンチ)してしまい、発光効率の低下を招くためである。10

## 【0200】

ここで、ホスト材料からゲスト材料へのエネルギー移動効率を高めるため、分子間の移動機構として知られているフェルスター機構(双極子-双極子相互作用)およびデクスター機構(電子交換相互作用)を考慮した上で、ホスト材料の発光スペクトル(一重項励起状態からのエネルギー移動を論じる場合は蛍光スペクトル、三重項励起状態からのエネルギー移動を論じる場合は燐光スペクトル)とゲスト材料の吸収スペクトル(より詳細には、最も長波長(低エネルギー)側の吸収帯におけるスペクトル)との重なりが大きくなることが好ましい。しかしながら通常の燐光性のゲスト材料の場合、ホスト材料の蛍光スペクトルを、ゲスト材料の最も長波長(低エネルギー)側の吸収帯における吸収スペクトルと重ねることは困難である。なぜならば、そのようにしてしまうと、ホスト材料の燐光スペクトルは蛍光スペクトルよりも長波長(低エネルギー)側に位置するため、ホスト材料のT1準位が燐光性化合物のT1準位を下回ってしまい、上述したクエンチの問題が生じてしまうからである。一方、クエンチの問題を回避するため、ホスト材料のT1準位が燐光性化合物のT1準位を上回るように設計すると、今度はホスト材料の蛍光スペクトルが短波長(高エネルギー)側にシフトするため、その蛍光スペクトルはゲスト材料の最も長波長(低エネルギー)側の吸収帯における吸収スペクトルと重ならなくなる。したがって、ホスト材料の蛍光スペクトルをゲスト材料の最も長波長(低エネルギー)側の吸収帯における吸収スペクトルと重ね、ホスト材料の一重項励起状態からのエネルギー移動を最大限に高めることは、通常困難である。20

## 【0201】

そこで、図7(B)に示す構成においては、第2の有機化合物356及び第3の有機化合物357は、励起錯体を形成する組み合わせであることが好ましい。この場合、発光層353におけるキャリア(電子及びホール)の再結合の際に第2の有機化合物356と第3の有機化合物357は、励起錯体(エキサイプレックスとも言う)を形成する。これにより、発光層353において、第2の有機化合物356の蛍光スペクトルおよび第3の有機化合物357の蛍光スペクトルは、より長波長側に位置する励起錯体の発光スペクトルに変換される。そして、励起錯体の発光スペクトルとゲスト材料の吸収スペクトルとの重なりが大きくなるように、第2の有機化合物と第3の有機化合物を選択すれば、一重項励起状態からのエネルギー移動を最大限に高めることができる。なお、三重項励起状態に関しても、ホスト材料ではなく励起錯体からのエネルギー移動が生じると考えられる。30

## 【0202】

燐光性化合物355としては、三重項励起エネルギーを発光に変える発光物質を用いる。また、第2の有機化合物356及び第3の有機化合物357としては、電子を受け取りやすい化合物(電子トラップ性化合物)と、ホールを受け取りやすい化合物(正孔トラップ性化合物)と、を組み合わせることが好ましい。

## 【0203】

ホールを受け取りやすい化合物としては、例えば、4-フェニル-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBA1BP)、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-

10

20

30

40

50

フェニルカルバゾール(略称: P C z P C N 1)、4, 4', 4'' - トリス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称: 1' - T N A T A)、2, 7 - ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]-スピロ-9, 9' - ピフルオレン(略称: D P A 2 S F)、N, N' - ビス(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N, N' - ジフェニル-ベンゼン-1, 3 - ジアミン(略称: P C A 2 B)、(9, 9 - ジメチル-2 - ジフェニルアミノ-9 H - フルオレン-7 - イル)-ジフェニルアミン(略称: D P N F)、4 - フェニル-ジフェニル-(9 - フェニル-9 H - カルバゾール-3 - イル)-アミン(略称: P C A 1 B P)、N, N', N'' - トリフェニル-N, N', N'' - トリス(9 - フェニルカルバゾール-3 - イル)-ベンゼン-1, 3, 5 - トリアミン(略称: P C A 3 B)、2 - [N - (9 - フェニルカルバゾール-3 - イル)-N - フェニルアミノ]-スピロ-9, 9' - ピフルオレン(略称: P C A S F)、2 - [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル)-N - フェニルアミノ]-スピロ-9, 9' - ピフルオレン(略称: D P A S F)、ジ - ピフェニル-4 - イル-(9 - フェニル-9 H - カルバゾール-3 - イル)-アミン(略称: P C z B B A 1)、N, N' - ビス[4 - (カルバゾール-9 - イル)フェニル]-N, N' - ジフェニル-9, 9 - ジメチルフルオレン-2, 7 - ジアミン(略称: Y G A 2 F)、4, 4' - ビス[N - (3 - メチルフェニル)-N - フェニルアミノ]ビフェニル(T P D)、4, 4' - ビス[N - (4 - ジフェニルアミノフェニル)-N - フェニルアミノ]ビフェニル(略称: D P A B)、(9, 9 - ジメチル-9 H - フルオレン-2 - イル)-[9, 9 - ジメチル-2 - {フェニル-(9, 9 - ジメチル-9 H - フルオレン-2 - イル)} - アミノ-9 H - フルオレン-7 - イル]-フェニルアミン(略称: D F L A D F L)、3 - [N - (9 - フェニルカルバゾール-3 - イル)-N - フェニルアミノ]-9 - フェニルカルバゾール(略称: P C z P C A 1)、3 - [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル)-N - フェニルアミノ]-9 - フェニルカルバゾール(略称: P C z D P A 1)、3, 6 - ビス[N - (4 - ジフェニルアミノフェニル)-N - フェニルアミノ]-9 - フェニルカルバゾール(略称: P C z D P A 2)、4, 4' - ビス(N - {4 - [N' - (3 - メチルフェニル)-N' - フェニルアミノ]フェニル}-N - フェニルアミノ)ビフェニル(略称: D N T P D)、3, 6 - ビス[N - (4 - ジフェニルアミノフェニル)-N - (1 - ナフチル)アミノ]-9 - フェニルカルバゾール(略称: P C z T P N 2)、3, 6 - ビス[N - (9 - フェニルカルバゾール-3 - イル)-N - フェニルアミノ]-9 - フェニルカルバゾール(略称: P C z P C A 2)が挙げられる。

#### 【0204】

上述した第2の有機化合物356及び第3の有機化合物357は、励起錯体を形成できる組み合わせの一例であり、励起錯体の発光スペクトルが、燐光性化合物355の吸収スペクトルと重なり、励起錯体の発光スペクトルのピークが、燐光性化合物355の吸収スペクトルのピークよりも長波長であればよい。

#### 【0205】

なお、電子を受け取りやすい化合物とホールを受け取りやすい化合物で第2の有機化合物356と第3の有機化合物357を構成する場合、その混合比によってキャリアバランスを制御することができる。具体的には、第2の有機化合物：第3の有機化合物=1:9~9:1(重量比)の範囲が好ましい。

#### 【0206】

図7(B)に示す発光素子は、励起錯体の発光スペクトルと燐光性化合物の吸収スペクトルとの重なりを利用したエネルギー移動により、エネルギー移動効率を高めることができるために、外部量子効率の高い発光素子を実現することができる。

#### 【0207】

なお、本発明の一態様に含まれる別の構成として、燐光性化合物355(ゲスト材料)の他の2種類の有機化合物として、正孔トラップ性のホスト分子、および電子トラップ性のホスト分子を用いて発光層353を形成し、2種類のホスト分子中に存在するゲスト分子に正孔と電子を導いて、ゲスト分子を励起状態とする現象(すなわち、Guest Co

10

20

30

40

50

u p l e d w i t h C o m p l e m e n t a r y H o s t s : G C C H ) が得られるように発光層 353 を形成する構成も可能である。

【0208】

この時、正孔トラップ性のホスト分子、および電子トラップ性のホスト分子としては、それぞれ、上述した正孔を受け取りやすい化合物、および電子を受け取りやすい化合物を用いることができる。

【0209】

以上により説明した発光素子は、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製されることから従来の発光素子に比べて、長寿命な発光素子を実現することができる。

10

【0210】

なお、本実施の形態で示した発光素子は、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子の一例である。また、上記発光素子を備えた発光装置の構成としては、パッシブマトリクス型の発光装置やアクティブマトリクス型の発光装置の他、別の実施の形態で説明する上記とは別の構造を有する発光素子を備えたマイクロキャビティ構造の発光装置などを作製することができ、これらは、いずれも本発明の一態様に含まれるものとする。

【0211】

なお、アクティブマトリクス型の発光装置の場合において、トランジスタ (FET : F i e l d E f f e c t T r a n s i s t o r ) の構造は、特に限定されない。例えば、スタガ型や逆スタガ型の FET を適宜用いることができる。また、FET 基板に形成される駆動用回路についても、N型およびP型の FET からなるものでもよいし、N型の FET または P型の FET のいずれか一方のみからなるものであってもよい。さらに、FET に用いられる半導体膜の結晶性についても特に限定されない。例えば、非晶質半導体膜、結晶性半導体膜を用いることができる。また、半導体材料としては、IV族(ケイ素)、ガリウム等)半導体、化合物半導体(酸化物半導体を含む)の他、有機半導体等を用いることができる。

20

【0212】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができるものとする。

30

【0213】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子の一例として、電荷発生層を挟んで EL 層を複数有する構造の発光素子(以下、タンデム型発光素子という)について説明する。

【0214】

本実施の形態に示す発光素子は、図 8(A)に示すように一対の電極(第1の電極 401 および第2の電極 404)間に、複数の EL 層(第1の EL 層 402(1)、第2の EL 層 402(2))を有するタンデム型発光素子である。

40

【0215】

本実施の形態において、第1の電極 401 は、陽極として機能する電極であり、第2の電極 404 は陰極として機能する電極である。なお、第1の電極 401 および第2の電極 404 は、実施の形態 2 と同様な構成を用いることができる。また、複数の EL 層(第1の EL 層 402(1)、第2の EL 層 402(2))は、実施の形態 2 で示した EL 層と同様な構成であっても良いが、いずれかが同様の構成であっても良い。すなわち、第1の EL 層 402(1) と第2の EL 層 402(2) は、同じ構成であっても異なる構成であってもよく、その構成は実施の形態 2 と同様なものを適用することができる。

【0216】

また、複数の EL 層(第1の EL 層 402(1)、第2の EL 層 402(2))の間には、電荷発生層 405 が設けられている。電荷発生層 405 は、第1の電極 401 と第2の

50

電極 404 に電圧を印加したときに、一方の E L 層に電子を注入し、他方の E L 層に正孔を注入する機能を有する。本実施の形態の場合には、第 1 の電極 401 に第 2 の電極 404 よりも電位が高くなるように電圧を印加すると、電荷発生層 405 から第 1 の E L 層 402(1) に電子が注入され、第 2 の E L 層 402(2) に正孔が注入される。

#### 【0217】

なお、電荷発生層 405 は、光の取り出し効率の点から、可視光に対して透光性を有する（具体的には、電荷発生層 405 に対する可視光の透過率が、40%以上）ことが好ましい。また、電荷発生層 405 は、第 1 の電極 401 や第 2 の電極 404 よりも低い導電率であっても機能する。

#### 【0218】

電荷発生層 405 は、正孔輸送性の高い有機化合物に電子受容体（アクセプター）が添加された構成であっても、電子輸送性の高い有機化合物に電子供与体（ドナー）が添加された構成であってもよい。また、これらの両方の構成が積層されていても良い。

#### 【0219】

正孔輸送性の高い有機化合物に電子受容体が添加された構成とする場合において、正孔輸送性の高い有機化合物としては、例えば、N P B や T P D 、 T D A T A 、 M T D A T A 、 4 , 4' - ビス [ N - (スピロ - 9 , 9' - ビフルオレン - 2 - イル) - N フェニルアミノ ] ビフェニル（略称：B S P B ）などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に  $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

#### 【0220】

また、電子受容体としては、7 , 7 , 8 , 8 - テトラシアノ - 2 , 3 , 5 , 6 - テトラフルオロキノジメタン（略称：F<sub>4</sub> - T C N Q ）、クロラニル等を挙げることができる。また、遷移金属酸化物を挙げることができる。また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、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

#### 【0221】

一方、電子輸送性の高い有機化合物に電子供与体が添加された構成とする場合において、電子輸送性の高い有機化合物としては、例えば、A l q 、A l m q<sub>3</sub> 、B e B q<sub>2</sub> 、B A l q など、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等を用いることができる。また、この他、Z n ( B O X )<sub>2</sub> 、Z n ( B T Z )<sub>2</sub> などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、P B D やO X D - 7 、T A Z 、B p h e n 、B C P なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に  $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

#### 【0222】

また、電子供与体としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属または希土類金属または元素周期表における第 2 、第 13 族に属する金属およびその酸化物、炭酸塩を用いることができる。具体的には、リチウム (L i ) 、セシウム (C s ) 、マグネシウム (M g ) 、カルシウム (C a ) 、イッテルビウム (Y b ) 、インジウム (I n ) 、酸化リチウム、炭酸セシウムなどを用いることが好ましい。また、テトラチアナフタセンのような有機化合物を電子供与体として用いてもよい。

#### 【0223】

なお、上述した材料を用いて電荷発生層 405 を形成することにより、E L 層が積層された場合における駆動電圧の上昇を抑制することができる。

#### 【0224】

10

20

30

40

50

図8(A)においては、EL層を2層有する発光素子について説明したが、図8(B)に示すように、n層(ただし、nは、3以上)のEL層(402(1)~402(n))を積層した発光素子についても、同様に適用することが可能である。本実施の形態に係る発光素子のように、一対の電極間に複数のEL層を有する場合、EL層とEL層との間にそれぞれ電荷発生層(405(1)~405(n-1))を配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度領域での発光が可能である。電流密度を低く保てるため、長寿命素子を実現できる。また、照明を応用例とした場合は、電極材料の抵抗による電圧降下を小さくできるので、大面積での均一発光が可能となる。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

## 【0225】

10

また、それぞれのEL層の発光色を異なるものにすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、2つのEL層を有する発光素子において、第1のEL層の発光色と第2のEL層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも可能である。なお、補色とは、混合すると無彩色になる色同士の関係をいう。つまり、補色の関係にある色の光と、発光する物質から得られた光とを混合すると、白色発光を得ることができる。

## 【0226】

また、3つのEL層を有する発光素子の場合でも同様であり、例えば、第1のEL層の発光色が赤色であり、第2のEL層の発光色が緑色であり、第3のEL層の発光色が青色である場合、発光素子全体としては、白色発光を得ることができる。

20

## 【0227】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

## 【0228】

## (実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子を有する発光装置について説明する。

## 【0229】

30

また、上記発光装置は、パッシブマトリクス型の発光装置でもアクティブマトリクス型の発光装置でもよい。なお、本実施の形態に示す発光装置には、他の実施形態で説明した発光素子を適用することが可能である。

## 【0230】

本実施の形態では、アクティブマトリクス型の発光装置について図9を用いて説明する。

## 【0231】

なお、図9(A)は発光装置を示す上面図であり、図9(B)は図9(A)を鎖線A-A'で切断した断面図である。本実施の形態に係るアクティブマトリクス型の発光装置は、素子基板501上に設けられた画素部502と、駆動回路部503(ソース線駆動回路ともいう。)と、駆動回路部504(ゲート線駆動回路ともいう。)と、を有する。なお、本実施の形態においては、駆動回路部504は、駆動回路部504a及び駆動回路部504bを含む構成である。また、画素部502、駆動回路部503、及び駆動回路部504は、シール材505によって、素子基板501と封止基板506との間に封止されている。

40

## 【0232】

また、素子基板501上には、駆動回路部503、及び駆動回路部504に外部からの信号(例えば、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、又はリセット信号等)や電位を伝達する外部入力端子を接続するための引き回し配線507が設けられる。ここでは、外部入力端子としてFPC(フレキシブルプリントサーキット)508を設ける例を示している。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

50

**【 0 2 3 3 】**

次に、断面構造について図9(B)を用いて説明する。素子基板501上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、ソース線駆動回路である駆動回路部503と、画素部502が示されている。

**【 0 2 3 4 】**

駆動回路部503は、FET509とFET510とを組み合わせた構成について例示している。駆動回路部503が有するFET509とFET510は、単極性(N型またはP型のいずれか一方のみ)のトランジスタを含む回路で形成されても良いし、N型のトランジスタとP型のトランジスタを含むCMOS回路で形成されても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はない、基板上ではなく外部に駆動回路を形成することもできる。10

**【 0 2 3 5 】**

また、画素部502はスイッチング用のFET511と、電流制御用のFET512と電流制御用のFET512の配線(ソース電極又はドレイン電極)に電気的に接続された第1の電極513とを含む複数の画素により形成される。また、本実施の形態においては、画素部502はスイッチング用のFET511と、電流制御用のFET512との2つのFETにより画素部502を構成する例について示したが、これに限定されない。例えば、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部502としてもよい。

**【 0 2 3 6 】**

FET509、510、511、512としては、例えば、スタガ型や逆スタガ型のトランジスタを適用することができる。FET509、510、511、512に用いることのできる半導体材料としては、例えば、IV族(シリコン、ガリウム等)半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができる。また、該半導体材料の結晶性については、特に限定されず、例えば、非晶質半導体膜、または結晶性半導体膜を用いることができる。とくに、FET509、510、511、512としては、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、In-Ga酸化物、In-M-Zn酸化物(Mは、Al、Ga、Y、Zr、La、Ce、またはNd)等が挙げられる。FET509、510、511、512として、例えば、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、さらに好ましくは3eV以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。20

**【 0 2 3 7 】**

また、第1の電極513の端部を覆って絶縁物514が形成されている。ここでは、絶縁物514として、ポジ型の感光性アクリル樹脂を用いることにより形成する。また、本実施の形態においては、第1の電極513を陽極として用いる。

**【 0 2 3 8 】**

また、絶縁物514の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようになるのが好ましい。絶縁物514の形状を上記のように形成することで、絶縁物514の上層に形成される膜の被覆性を良好なものとすることができます。例えば、絶縁物514の材料として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれかを使用することができ、有機化合物に限らず無機化合物、例えば、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン等を使用することができる。40

**【 0 2 3 9 】**

第1の電極513上には、EL層515及び第2の電極516が積層形成されている。EL層515は、少なくとも発光層が設けられている。また、EL層515には、発光層の他に正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層等を適宜設けることができる。また、本実施の形態においては、第2の電極516を陰極として用いる。

**【 0 2 4 0 】**

なお、第1の電極513、EL層515及び第2の電極516との積層構造で、発光素子517が形成されている。第1の電極513、EL層515及び第2の電極516に用いる材料としては、実施の形態2に示す材料を用いることができる。また、ここでは図示し50

ないが、第2の電極516は外部入力端子であるFPC508に電気的に接続されている。

【0241】

また、図9(B)に示す断面図では発光素子517を1つのみ図示しているが、画素部502において、複数の発光素子がマトリクス状に配置されているものとする。画素部502には、3種類(R、G、B)の発光が得られる発光素子をそれぞれ選択的に形成し、フルカラー表示可能な発光装置を形成することができる。また、3種類(R、G、B)の発光が得られる発光素子の他に、例えば、ホワイト(W)、イエロー(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)等の発光が得られる発光素子を形成してもよい。例えば、3種類(R、G、B)の発光が得られる発光素子に上述の数種類の発光が得られる発光素子を追加することにより、色純度の向上、消費電力の低減等の効果が得ることができる。また、カラーフィルタと組み合わせることによってフルカラー表示可能な発光装置としてもよい。

10

【0242】

さらに、シール材505で封止基板506を素子基板501と貼り合わせることにより、素子基板501、封止基板506、およびシール材505で囲まれた空間518に発光素子517が備えられた構造になっている。なお、空間518には、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材505で充填される構成も含むものとする。

【0243】

なお、シール材505にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板506に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP(Fiberglass-Reinforced Plastic)、PVF(ポリビニルフロライド)、ポリエステル系樹脂またはアクリル系樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。

20

【0244】

以上のようにして、アクティブマトリクス型の発光装置を得ることができる。

【0245】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

【0246】

(実施の形態7)

30

本実施の形態では、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子を含む発光装置を用いて完成させた様々な電子機器の一例について、図10を用いて説明する。

【0247】

発光装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置(テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図10に示す。

40

【0248】

図10(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、発光装置を表示部7103に用いることができる。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。

【0249】

テレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行なうことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

50

**【 0 2 5 0 】**

なお、テレビジョン装置 7100 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的なテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

**【 0 2 5 1 】**

図 10 (B) はコンピュータであり、本体 7201、筐体 7202、表示部 7203、キーボード 7204、外部接続ポート 7205、ポインティングデバイス 7206 等を含む。なお、コンピュータは、発光装置をその表示部 7203 に用いることにより作製することができる。

10

**【 0 2 5 2 】**

図 10 (C) は、スマートウォッチであり、筐体 7302、表示パネル 7304、操作ボタン 7311、7312、接続端子 7313、バンド 7321、留め金 7322、等を有する。

**【 0 2 5 3 】**

ベゼル部分を兼ねる筐体 7302 に搭載された表示パネル 7304 は、非矩形状の表示領域を有している。表示パネル 7304 は、時刻を表すアイコン 7305、その他のアイコン 7306 等を表示することができる。

**【 0 2 5 4 】**

なお、図 10 (C) に示すスマートウォッチは、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能、等を有することができる。

20

**【 0 2 5 5 】**

また、筐体 7302 の内部に、スピーカ、センサ（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン等を有することができる。なお、スマートウォッチは、発光素子をその表示パネル 7304 に用いることにより作製することができる。

30

**【 0 2 5 6 】**

図 10 (D) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機 7400 は、筐体 7401 に、表示部 7402、マイク 7406、スピーカ 7405、カメラ 7407、外部接続部 7404、操作用のボタン 7403 などを備えている。また、本発明の一態様に係る発光素子を、可撓性を有する基板に形成した場合、図 10 (D) に示すような曲面を有する表示部 7402 に適用することが可能である。

**【 0 2 5 7 】**

図 10 (D) に示す携帯電話機 7400 は、表示部 7402 を指などで触ることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7402 を指などで触ることにより行うことができる。

40

**【 0 2 5 8 】**

表示部 7402 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

**【 0 2 5 9 】**

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7402 の画面のほとんどにキーボード又は番号ボタンを表示させることが好ま

50

しい。

【0260】

また、携帯電話機7400内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機7400の向き（縦か横か）を判断して、表示部7402の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0261】

また、画面モードの切り替えは、表示部7402を触れること、又は筐体7401のボタン7403の操作により行われる。また、表示部7402に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

10

【0262】

また、入力モードにおいて、表示部7402の光センサで検出される信号を検知し、表示部7402のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0263】

表示部7402は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部7402に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライト又は近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

20

【0264】

以上のようにして、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子を含む発光装置を適用して電子機器を得ることができる。なお、適用できる電子機器は、本実施の携帯に示したものに限らず、あらゆる分野の電子機器に適用することができる。

【0265】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【0266】

（実施の形態8）

本実施の形態では、本発明の一態様である成膜装置または成膜方法を用いて作製される発光素子を含む発光装置を適用した照明装置の一例について、図11を用いて説明する。

30

【0267】

図11は、発光素子を用いる発光装置を室内の照明装置8001として用いた例である。なお、発光素子を用いる発光装置は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置を形成することもできる。その他、曲面を有する筐体を用いることで、発光領域が曲面を有する照明装置8002を形成することもできる。なお、上記発光装置に含まれる発光素子は薄膜状であり、筐体のデザインの自由度が高い。したがって、様々な意匠を凝らした照明装置を形成することができる。さらに、室内の壁面に大型の照明装置8003を備えてもいい。

【0268】

また、発光素子を用いる発光装置をテーブルの表面に用いることによりテーブルとしての機能を備えた照明装置8004とすることができる。なお、その他の家具の一部に発光素子を用いる発光装置を適用することにより、家具としての機能を備えた照明装置とすることができる。

【0269】

以上のように、発光素子を用いる発光装置を適用した様々な照明装置が得られる。なお、これらの照明装置は本発明の一態様に含まれるものとする。

【0270】

また、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

50

## 【符号の説明】

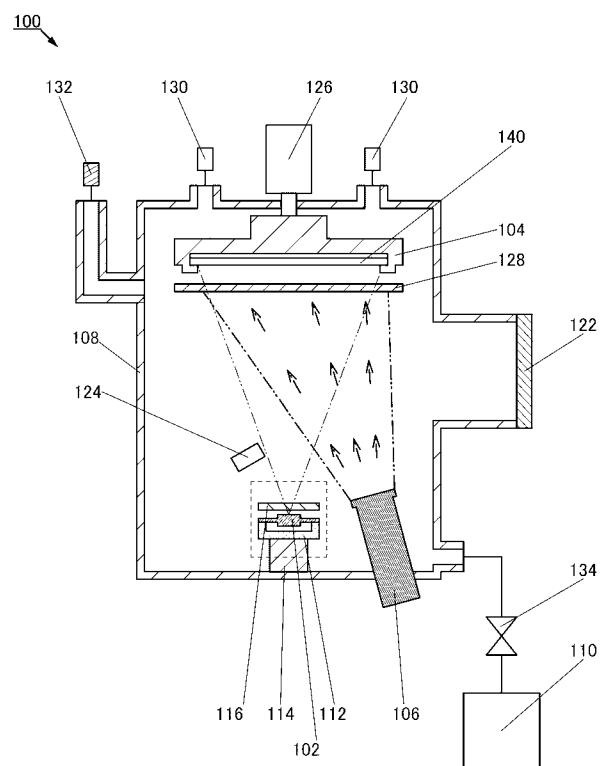
## 【0 2 7 1】

1 0 0	成膜装置	
1 0 0 B	成膜装置	
1 0 0 C	成膜装置	
1 0 0 D	成膜装置	
1 0 2	蒸着源	
1 0 4	保持機構	
1 0 4 g	搬送ガイド	10
1 0 4 h	搬送ハンド	
1 0 6	照射源	
1 0 6 C	照射源	
1 0 8	成膜室	
1 0 8 C	成膜室	
1 0 8 D	成膜室	
1 0 8 W	窓	
1 1 0	排気機構	
1 1 2	加熱機構	
1 1 4	ステージ	20
1 1 6	遮蔽板	
1 2 2	ゲートバルブ	
1 2 2 a	ゲートバルブ	
1 2 2 b	ゲートバルブ	
1 2 4	膜厚計測器	
1 2 6	回転機構	
1 2 8	遮蔽板	
1 2 9	回転機構	
1 3 0	撮像装置	
1 3 2	質量分析計	
1 3 4	バルブ	30
1 4 0	被成膜体	
1 4 5	シャドーマスク	
3 0 1	電極	
3 0 2	E L層	
3 0 3	電極	
3 1 1	正孔注入層	
3 1 2	正孔輸送層	
3 1 3	発光層	
3 1 4	電子輸送層	
3 1 5	電子注入層	40
3 1 6	電荷発生層	
3 5 2	E L層	
3 5 3	発光層	
3 5 5	熒光性化合物	
3 5 6	有機化合物	
3 5 7	有機化合物	
3 5 8	領域	
3 5 9	領域	
4 0 1	電極	
4 0 2	E L層	50

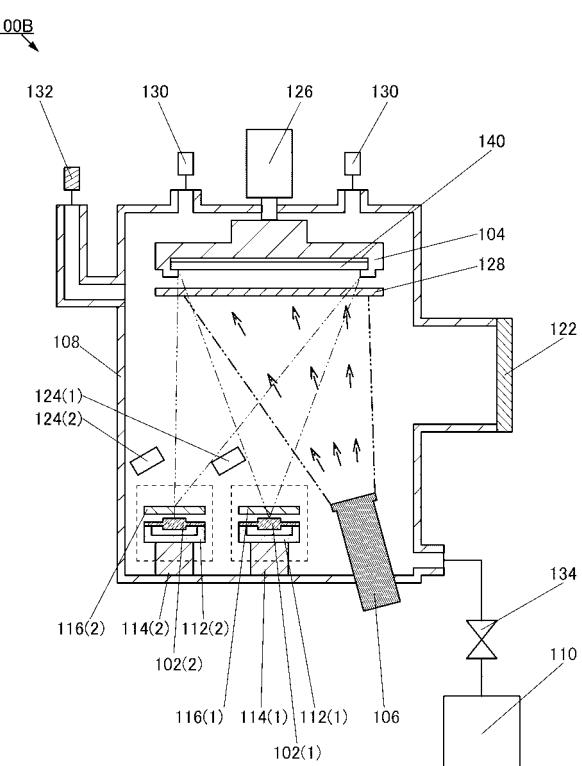
4 0 4	電極	
4 0 5	電荷発生層	
5 0 1	素子基板	
5 0 2	画素部	
5 0 3	駆動回路部	
5 0 4	駆動回路部	
5 0 4 a	駆動回路部	
5 0 4 b	駆動回路部	
5 0 5	シール材	
5 0 6	封止基板	10
5 0 7	配線	
5 0 8	F P C	
5 0 9	F E T	
5 1 0	F E T	
5 1 1	F E T	
5 1 2	F E T	
5 1 3	電極	
5 1 4	絶縁物	
5 1 5	E L 層	
5 1 6	電極	20
5 1 7	発光素子	
5 1 8	空間	
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	
7 2 0 1	本体	30
7 2 0 2	筐体	
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 3 0 2	筐体	
7 3 0 4	表示パネル	
7 3 0 5	アイコン	
7 3 0 6	アイコン	
7 3 1 1	操作ボタン	40
7 3 1 2	操作ボタン	
7 3 1 3	接続端子	
7 3 2 1	バンド	
7 3 2 2	金	
7 4 0 0	携帯電話機	
7 4 0 1	筐体	
7 4 0 2	表示部	
7 4 0 3	ボタン	
7 4 0 4	外部接続部	
7 4 0 5	スピーカ	50

7 4 0 6	マイク
7 4 0 7	カメラ
8 0 0 1	照明装置
8 0 0 2	照明装置
8 0 0 3	照明装置
8 0 0 4	照明装置

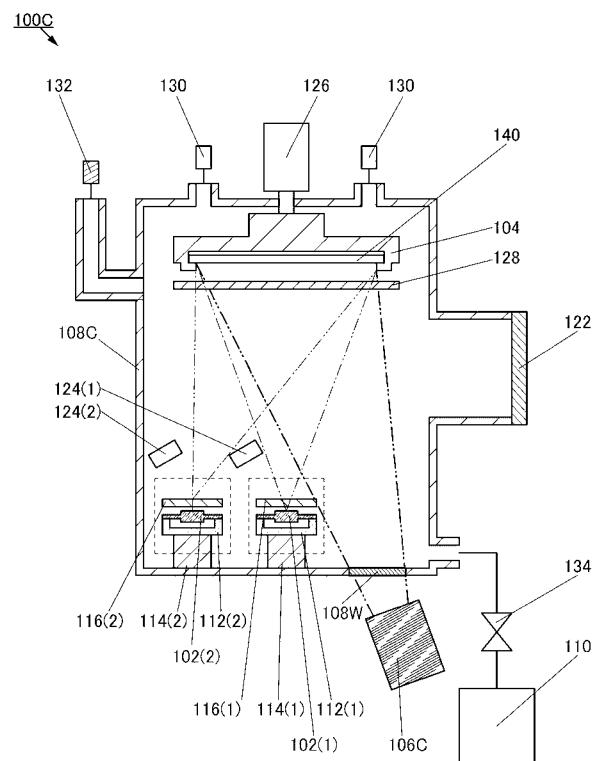
【図 1】



【図 2】

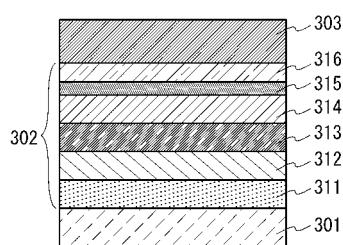


【図3】

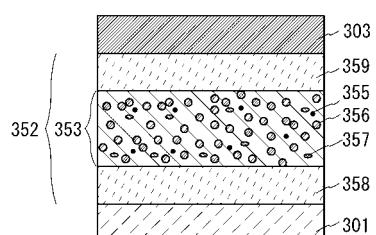


【図7】

(A)

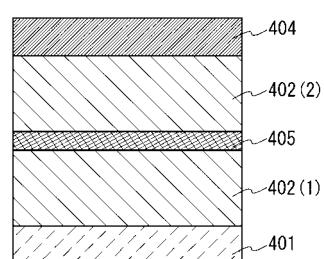


(B)

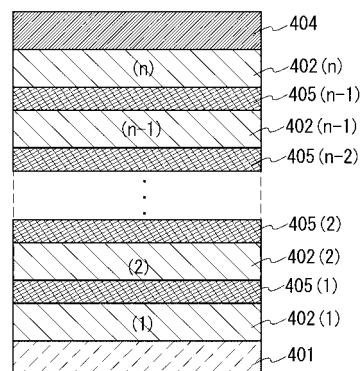


【図8】

(A)

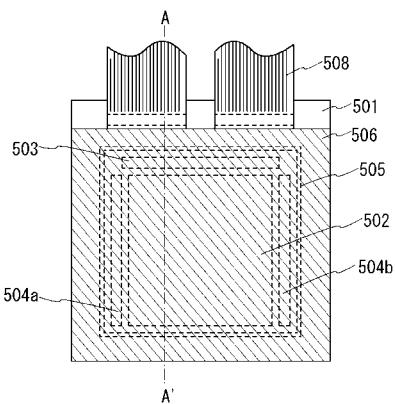


(B)

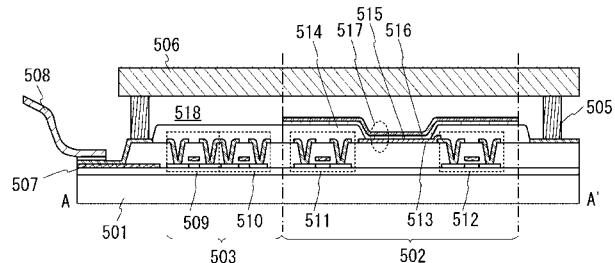


【図9】

(A)

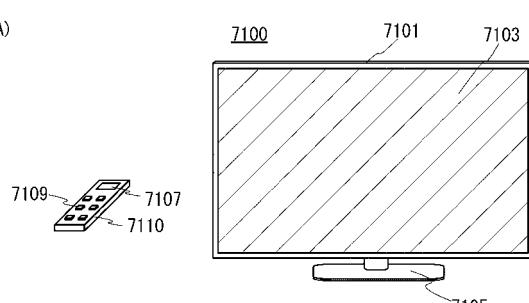


(B)

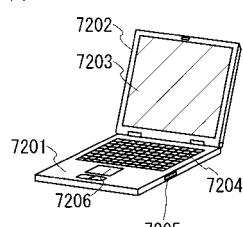


【図10】

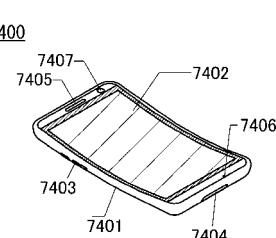
(A)



(B)



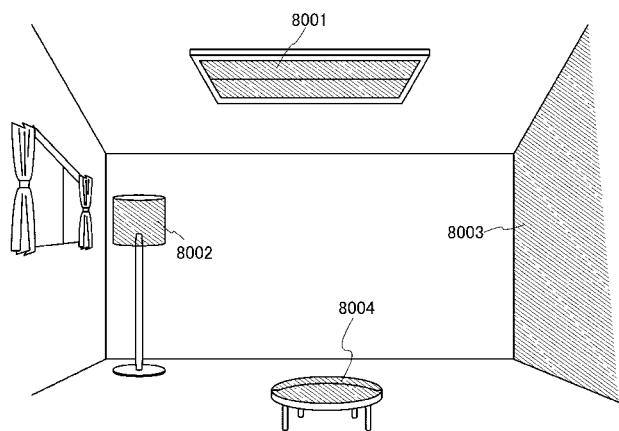
(D)



(C)



【図 1 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K029 BA62 CA01 CA09 CA15 DA02 DA03 DA08 DA12 DB14 DB18  
FA09 HA01 JA02 KA01