

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/198973 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/10 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
C23C 14/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067675
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 19 日(19.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-131796 2014 年 6 月 26 日(26.06.2014) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小林 勇毅(KOBAYASHI Yuhki). 菊池 克浩(KIKUCHI Katsuhiko). 川戸 伸一(KAWATO Shinichi). 越智 貴志(OCHI Takashi). 松永 和樹(MATSUNAGA Kazuki). 井上 智(INOUE Satoshi). 松本 栄一(MATSUMOTO Eiichi); 〒9540076 新潟県見附市新幸町 1 0 番 1 号 キヤノントッキ株式会社内 Niigata (JP). 市原 正浩(ICHIHARA

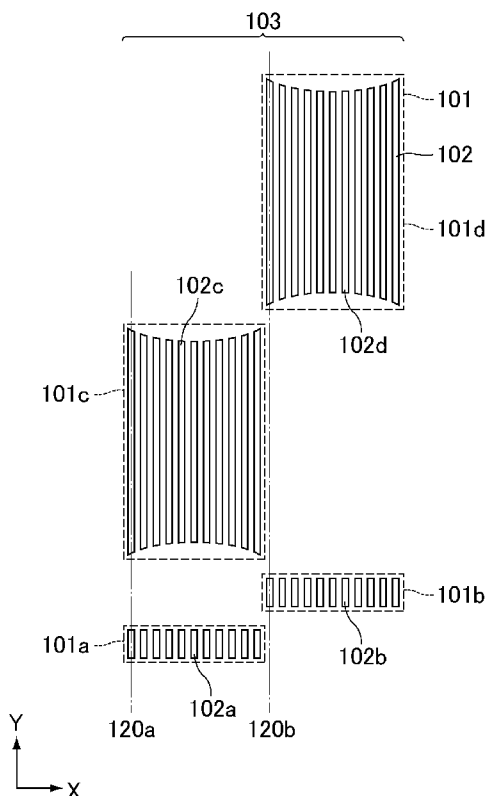
Masahiro); 〒9540076 新潟県見附市新幸町 1 0 番 1 号 キヤノントッキ株式会社内 Niigata (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所 (YASUTOMI & ASSOCIATES); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 3 丁目 5 番 3 6 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: MASK FOR PRODUCTION OF ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, APPARATUS FOR PRODUCING ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT, AND METHOD FOR PRODUCING ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置、及び、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法



(57) Abstract: The present invention provides: a mask for the production of an organic EL element, which enables reduction of luminance unevenness and ease of restrictions on a production apparatus; an apparatus for producing an organic EL element; and a method for producing an organic EL element. The present invention is a mask for the production of an organic EL element, which comprises first to fourth opening regions that are arranged in a staggered pattern, and wherein the first, second, third and fourth opening regions are arranged in this order in a first direction. A plurality of first mask openings, a plurality of second mask openings, a plurality of third mask openings and a plurality of fourth mask openings are provided respectively within the first, second, third and fourth opening regions. No mask opening is provided on a part of the first opening region, said part being on the reverse side of the third opening region-side part. The lengths of the first and second mask openings in the first direction are shorter than the lengths of the third and fourth mask openings in the first direction.

(57) 要約:

[続葉有]



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、輝度ムラの軽減と、製造装置上の制約の緩和とが可能な有機ＥＬ素子製造用マスク、有機ＥＬ素子の製造装置、及び、有機ＥＬ素子の製造方法を提供する。本発明は、千鳥状に配置された第１～第４の開口領域を含み、第１、第２、第３及び第４の開口領域は、第１の方向に沿って、この順に配置され、第１、第２、第３及び第４の開口領域内には、それぞれ、第１の方向に直交する第２の方向に、複数の第１のマスク開口、複数の第２のマスク開口、複数の第３のマスク開口、及び、複数の第４のマスク開口が設けられ、第１の開口領域の第３の開口領域と反対側にはマスク開口が設けられず、第１及び第２のマスク開口の各々の第１の方向における長さは、第３及び第４のマスク開口の各々の第１の方向における長さより短い有機ＥＬ素子製造用マスクである。

明 細 書

発明の名称：

有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置、及び、有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス（E l e c t r o L u m i n e s c e n c e、以下、E Lとも略記する。）素子製造用マスク、有機E L素子の製造装置、及び、有機E L素子の製造方法に関する。より詳しくは、大型基板上への有機E L素子の製造に好適な有機E L素子製造用マスク、有機E L素子の製造装置、及び、有機E L素子の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、様々な商品や分野でフラットパネルディスプレイが活用されており、フラットパネルディスプレイのさらなる大型化、高画質化及び低消費電力化が求められている。

[0003] そのような状況下、有機材料の電界発光（E l e c t r o L u m i n e s c e n c e）を利用した有機E L素子を備えた有機E L装置は、全固体型で、低電圧駆動、高速応答性、自発光性等の点で優れたフラットパネルディスプレイ用の表示装置として高い注目を浴びている。

[0004] 有機E L装置は、例えば、ガラス基板等の基板上に、薄膜トランジスタ（T h i n F i l m T r a n s i s t o r : T F T）と、T F Tに接続された有機E L素子とを有している。有機E L素子は、第1電極、有機E L層、及び、第2電極が、この順に積層された構造を有している。そのうち、第1電極は、T F Tと接続されている。有機E L層は、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層等の層が積層された構造を有している。

[0005] フルカラー表示のディスプレイ用の有機E L装置は、一般的に、赤（R）、

緑（G）及び青（B）の3色の有機EL素子をサブ画素として備え、これらのサブ画素はマトリクス状に配列され、3色のサブ画素から1つの画素が構成されている。そして、これらの有機EL素子を選択的に所望の輝度で発光させることによって画像表示が行われる。

[0006] このような有機EL装置の製造においては、各色の有機EL素子（サブ画素）に対応させて、発光材料から発光層のパターンが形成される。

[0007] 発光層のパターンの形成方法としては、基板に基板と同程度の大きさのマスクを接触させた状態で蒸着を行う方法（以下、コンタクト成膜法とも言う。）や、基板よりも小型のマスクを使用し、マスク、及び、蒸着源に対して基板を相対的に移動（走査）させながら基板全体に蒸着を行う方法（以下、スキャン成膜法とも言う。）等の方法が提案されている。スキャン成膜法に関する技術としては、例えば、以下が開示されている。

[0008] 開口部を有し、かつ、被成膜基板の蒸着領域よりも面積が小さいシャドウマスクと、蒸着粒子を射出する射出口を有し、射出口がシャドウマスクに対向配置された蒸着源とを備え、シャドウマスクと蒸着源との相対的な位置を固定したマスクユニットを使用し、シャドウマスクと被成膜基板との間の空隙量の調整を行い、マスクユニットと被成膜基板との間の空隙量を一定にしてマスクユニット及び被成膜基板のうち少なくとも一方を相対移動させて、蒸着粒子をシャドウマスクの開口部を介して蒸着領域に順次蒸着させる蒸着装置が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。

[0009] 基板上に所定パターンの被膜を有する有機EL素子の製造方法であって、前記基板上に蒸着粒子を付着させて前記被膜を形成する蒸着工程を有し、前記蒸着工程は、前記蒸着粒子を放出する蒸着源開口を備えた蒸着源と、前記蒸着源開口と前記基板との間に配置された蒸着マスクとを備えた蒸着ユニットを用いて、前記基板と前記蒸着マスクとを一定間隔だけ離間させた状態で、前記基板及び前記蒸着ユニットのうちの一方を他方に対して相対的に移動させながら、前記蒸着マスクに形成された複数のマスク開口を通過した前記蒸着粒子を前記基板に付着させる工程であり、前記基板及び前記蒸着ユニット

間の相対的移動方向を第1方向、前記第1方向に直交する方向を第2方向としたとき、前記蒸着ユニットは、前記蒸着源開口と前記蒸着マスクとの間に前記第2方向の位置が異なる複数の制限板を備え、前記複数の制限板のそれぞれは、前記複数のマスク開口のそれぞれに入射する前記蒸着粒子の前記第1方向に沿って見たときの入射角度を制限する有機EL素子の製造方法が開示されている（例えば、特許文献2参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：国際公開第2011/034011号

特許文献2：国際公開第2011/145456号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、スキャン成膜法を用いて作製された有機EL装置では、帯状の輝度ムラ（以下、スティッチムラ（stitching mura）とも言う。）が表示領域全体に規則的に発生し、発光不良となることがあった。

[0012] ここで、本発明者らが検討を行った比較形態1に係る有機EL素子の製造装置を例にして、スティッチムラが発生する原因について説明する。以下、水平面内にX軸及びY軸が存在し、鉛直方向にZ軸が向く直交座標を適宜用いて説明する。

[0013] 図20は、本発明者らが検討を行った比較形態1に係る有機EL素子の製造装置の斜視模式図である。

図20に示すように、比較形態1に係る有機EL素子の製造装置は、スキャン成膜法を採用した真空蒸着装置であり、蒸着室（真空チャンバ、図示せず）と、蒸着室内に設けられた蒸着ユニット1153と、蒸着対象である有機EL表示装置用基板1190を搬送する搬送機構（図示せず）とを備え、蒸着ユニット1153は、複数のノズル1162が設けられた蒸着源1160と、複数のノズル1162に対応して複数の開口1171が形成され、各ノ

ズル 1 1 6 2 から放出される蒸着粒子（気化した材料）の飛行範囲を規定する制限板 1 1 7 0 と、パターン形成用の複数のマスク開口（貫通口） 1 1 0 2 を各々含む複数の開口領域 1 1 0 1 が設けられた有機 E L 素子製造用マスク 1 1 0 0 とを含んでいる。そして、搬送機構によってマスク 1 1 0 0 の上方を基板 1 1 9 0 を Y 軸方向に沿って搬送しながら、マスク 1 1 0 0 を介して基板 1 1 9 0 に蒸着粒子を蒸着する。また、基板 1 1 9 0 には全画素を覆うように正孔輸送層が形成されており、蒸着材料として発光層材料が用いられている。これにより、マスク開口 1 1 0 2 のパターンに倣ったパターンで、すなわち、ストライプ状のパターンで、正孔輸送層上に発光層が形成される。

[0014] 隣り合う開口領域 1 1 0 1 は、開口領域 1 1 0 1 の X 軸方向の幅と同程度だけ離れているため、基板 1 1 9 0 を一度搬送するだけでは、被蒸着領域の全域にパターンを形成することはできない。そのため、本比較形態では、基板 1 1 9 0 を一度搬送することによって被蒸着領域の略半分に第 1 の発光層パターンを形成した後、そのパターンが形成されていない領域に各開口領域 1 1 0 1 が対向するように、蒸着ユニット 1 1 5 3、又は、基板 1 1 9 0 を X 軸方向に移動させ、そして、基板 1 1 9 0 を再び搬送することによって被蒸着領域の残りの略半分に第 2 の発光層パターンを形成する。

[0015] 蒸着室内には、部材（例えば搬送機構）から発生するコンタミネーション（以下、コンタミとも略記する。）が存在し、基板 1 1 9 0 を蒸着室内に搬入してから搬出するまでの間にコンタミが基板 1 1 9 0 の表面に付着してしまう。コンタミとしては、例えば、部材から飛散したグリス成分が挙げられる。

[0016] 比較形態 1 では、上述のように、第 1 の発光層パターンを形成し、そして、蒸着ユニット 1 1 5 3、又は、基板 1 1 9 0 を X 軸方向に移動させた後に、第 2 の発光層パターンが形成されるため、第 1 の発光層パターンが形成される領域に比べて、第 2 の発光層パターンが形成される領域の方が付着するコンタミの量がより多くなり、後者の領域の輝度が前者の領域の輝度よりも低

くになってしまう。そして、この両領域の間の輝度差がスティッチムラとして観測される。すなわち、両領域の間で蒸着開始までの時間差が大きいことがスティッチムラの原因と考えられる。

[0017] なお、有機EL素子製造用マスクにマスク開口を一様に形成し、基板を一度搬送するだけで被蒸着領域の全域に発光層パターンを形成する方法も考えられるが、比較形態1において基板1190を複数回搬送してパターンを形成する理由は、ノズル1162のピッチや蒸着源1160と基板1190の間の距離（以下、T/Sとも言う。）等、製造装置上の制約が存在するためである。例えば、T/Sが短い場合、蒸着粒子の流れ（以下、蒸着流とも言う。）の指向性が高くなり、蒸着流の幅が狭くなる。蒸着流の幅が狭いと、一度の搬送で基板1190の被蒸着領域の全域にパターンを形成するためには、狭いピッチでノズル1162を配置する必要がある。しかしながら、狭いピッチでノズル1162を配置すると、ノズル1162近傍で蒸着粒子の密度が高くなり、蒸着粒子の散乱が強くなり、結果として、ボケ等の不具合を引き起こす。なお、ボケとは、形成された膜（蒸着膜）のうち、膜厚が一定の中間部の両側に形成された膜厚が徐々に減少する側部を意味する。

[0018] 図21は、特許文献2に記載の有機EL素子の製造装置において、蒸着ブロックの、蒸着マスク側から見た透視平面図である。

図21に示すように、特許文献2の図17に記載の有機EL素子の製造装置では、蒸着源1260に形成された複数の蒸着源開口1261が2列に千鳥状に配置され、X軸方向に隣り合う一対の制限板1281と、一対の制限板1281の間に配置された1つの蒸着源開口1261と、一対の制限板1281の間に配置された複数のマスク開口1271とが1つの蒸着ブロック1251を構成し、複数の蒸着ブロック1251が千鳥状に配置されている。これにより、装置設計の自由度を高めることが可能となり、基板を一度搬送するだけで被蒸着領域の全域に発光層パターンを形成することができる。

[0019] しかしながら、第1列の蒸着ブロック1251による蒸着が行われる期間中、第11列の蒸着ブロック1251によって蒸着されるべき領域はコンタミ

にさらされ、この領域の方が、第Ⅰ列の蒸着ブロック１２５１によって蒸着される領域よりも多くのコンタミが付着することになる。したがって、第Ⅰ列の蒸着ブロック１２５１によって蒸着された領域に比べて、第ⅠⅠ列の蒸着ブロック１２５１によって蒸着された領域の方が付着するコンタミの量がより多くなり、その結果、やはりスティッチムラが発生してしまう。

[0020] 以上より、スキャン成膜法を用いる場合、製造装置上の制約を小さくしつつ、輝度ムラを抑制するという点で更に改善の余地があった。

[0021] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、輝度ムラの軽減と、製造装置上の制約の緩和とが可能で有機ＥＬ素子製造用マスク、有機ＥＬ素子の製造装置、及び、有機ＥＬ素子の製造方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0022] 本発明の一態様は、有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクであって、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、パターン形成用の複数のマスク開口が設けられたパターン形成部を含み、

前記パターン形成部は、千鳥状に配置された第１～第４の開口領域を含み、

前記第１、第２、第３及び第４の開口領域は、前記パターン形成部と平行な第１の方向に沿って、この順に配置され、

前記第１の開口領域、前記第２の開口領域、前記第３の開口領域、及び、前記第４の開口領域内には、それぞれ、前記パターン形成部と平行で、かつ前記第１の方向に直交する第２の方向に、複数の第１のマスク開口、複数の第２のマスク開口、複数の第３のマスク開口、及び、複数の第４のマスク開口が設けられ、

前記複数の第３のマスク開口は、前記複数の第１のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第１のマスク開口の各々と、その第１のマスク開口に対応する第３のマスク開口とは、前記第１の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第４のマスク開口は、前記複数の第２のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第２のマスク開口の各々と、その第２のマスク開口に対応する第４のマスク開口とは、前記第１の方向と平行な同一直線上に位置し、
前記第１の開口領域の前記第３の開口領域と反対側にはマスク開口が設けられず、

前記複数の第１のマスク開口、及び、前記複数の第２のマスク開口の各々の前記第１の方向における長さは、前記複数の第３のマスク開口、及び、前記複数の第４のマスク開口の各々の前記第１の方向における長さより短い有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクであってもよい。

以下、この有機ＥＬ素子製造用マスクを本発明に係るマスクとも言う。

[0023] 本発明の他の態様は、基板上に成膜する有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置であって、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置は、本発明に係るマスクと、蒸着粒子を放出する蒸着源とを含む蒸着ユニットと、

前記基板を本発明に係るマスクから離れた状態で、前記第１の方向に沿って前記蒸着ユニットに対して前記基板を相対的に移動させる搬送機構とを備え、

本発明に係るマスクは、前記第１、第２、第３及び第４の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、又は、前記第４、第３、第２及び第１の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、配置される有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置であってもよい。

以下、この有機ＥＬ素子の製造装置を本発明に係る製造装置とも言う。

[0024] 本発明の更に他の態様は、有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法であって、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、パターン形成用の複数のマスク開口が設けられたパターン形成部を含み、

前記パターン形成部は、千鳥状に配置された第１～第４の開口領域を含み、

前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域は、前記パターン形成部と平行な第 1 の方向に沿って、この順に配置され、

前記第 1 の開口領域、前記第 2 の開口領域、前記第 3 の開口領域、及び、前記第 4 の開口領域内には、それぞれ、前記パターン形成部と平行で、かつ前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向に、複数の第 1 のマスク開口、複数の第 2 のマスク開口、複数の第 3 のマスク開口、及び、複数の第 4 のマスク開口が設けられ、

前記複数の第 3 のマスク開口は、前記複数の第 1 のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第 1 のマスク開口の各々と、その第 1 のマスク開口に対応する第 3 のマスク開口とは、前記第 1 の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第 4 のマスク開口は、前記複数の第 2 のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第 2 のマスク開口の各々と、その第 2 のマスク開口に対応する第 4 のマスク開口とは、前記第 1 の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記第 1 の開口領域の前記第 3 の開口領域と反対側にはマスク開口が設けられず、

前記複数の第 1 のマスク開口、及び、前記複数の第 2 のマスク開口の各々の前記第 1 の方向における長さは、前記複数の第 3 のマスク開口、及び、前記複数の第 4 のマスク開口の各々の前記第 1 の方向における長さより短く、

前記製造方法は、基板を前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクから離れた状態で、前記第 1 の方向に沿って、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクと蒸着粒子を放出する蒸着源とを含む蒸着ユニットに対して前記基板を相対的に移動させながら、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクを介して前記蒸着粒子を前記基板に付着させる蒸着工程を含み、

前記蒸着工程において、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域がこの順に前記基板と対向

するように、又は、前記第4、第3、第2及び第1の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、配置される有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法であってもよい。

以下、この有機EL素子の製造方法を本発明に係る製造方法とも言う。

[0025] なお、本明細書において、「ある方向（例えば第1の方向）に沿って、ある物（例えば基板）を移動させる」という場合は、その方向にその物を移動させる場合のみならず、その方向と反対の方向にその物を移動させる場合も含む。したがって、例えば、本発明に係る製造装置において、前記基板は、前記搬送機構によって、前記第1の方向に前記蒸着ユニットに対して相対的に移動されてもよいし、前記第1の方向と反対の方向に前記蒸着ユニットに対して相対的に移動されてもよい。

[0026] 本発明に係るマスク、本発明に係る製造装置、及び、本発明に係る製造方法における好ましい実施形態について以下に説明する。なお、以下の好ましい実施形態は、適宜、互いに組み合わせられてもよく、以下の2以上の好ましい実施形態を互いに組み合わせた実施形態もまた、好ましい実施形態の一つである。

[0027] 前記複数の第1のマスク開口の前記第1の方向における長さ、と、前記複数の第2のマスク開口の前記第1の方向における長さとは、実質的に同じであってもよい。

[0028] 前記パターン形成部は、第5及び第6の開口領域を更に含み、
前記第1～第6の開口領域は、千鳥状に配置され、
前記第1、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域は、前記第1の方向に沿って、この順に配置され、
前記第5の開口領域、及び、前記第6の開口領域には、それぞれ、前記第2の方向に、複数の第5のマスク開口、及び、複数の第6のマスク開口が設けられ、
前記複数の第5のマスク開口は、前記複数の第1のマスク開口、及び、前記複数の第3のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第1のマスク開口の各々と、その第1のマスク開口に対応する、第5のマスク開口、及び、第3のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第6のマスク開口は、前記複数の第2のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第2のマスク開口の各々と、その第2のマスク開口に対応する、第6のマスク開口、及び、第4のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第5のマスク開口、及び、前記複数の第6のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さは、前記複数の第3のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さより短くてもよい。

[0029] 前記パターン形成部は、第5及び第6の開口領域を更に含み、

前記第1～第6の開口領域は、千鳥状に配置され、

前記第1、第2、第3、第4、第5及び第6の開口領域は前記第1の方向に沿って、この順に配置され、

前記第5の開口領域、及び、前記第6の開口領域には、それぞれ、前記第2の方向に、複数の第5のマスク開口、及び、複数の第6のマスク開口が設けられ、

前記複数の第5のマスク開口は、前記複数の第1のマスク開口、及び、前記複数の第3のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第1のマスク開口の各々と、その第1のマスク開口に対応する、第5のマスク開口、及び、第3のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第6のマスク開口は、前記複数の第2のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第2のマスク開口の各々と、その第2のマスク開口に対応する、第6のマスク開口、及び、第4のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な

同一直線上に位置し、

前記複数の第5のマスク開口、及び、前記複数の第6のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さは、前記複数の第3のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さより短くてもよい。

[0030] 前記複数の第5のマスク開口の前記第1の方向における長さと、前記複数の第6のマスク開口の前記第1の方向における長さとは、実質的に同じであってもよい。

[0031] 前記蒸着源には、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域にそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の射出口が設けられてもよい。

[0032] 前記蒸着源には、前記第1及び第3の開口領域に対応する第1の射出口と、前記第2及び第4の開口領域に対応する第2の射出口とが設けられてもよい。

[0033] 前記第1の射出口は、前記第1の方向、及び、前記第2の方向に直交する第3の方向に沿って見たときに、前記第1の開口領域の中心部と、前記第3の開口領域の中心部との間の中心に配置され、
前記第2の射出口は、前記第3の方向に沿って見たときに、前記第2の開口領域の中心部と、前記第4の開口領域の中心部との間の中心に配置されてもよい。

[0034] 本発明に係る製造装置は、本発明に係るマスク、及び、前記蒸着源の間に設けられた制限板を更に備え、
前記制限板には、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域にそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の開口が設けられてもよい。

[0035] 前記蒸着工程において、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域にそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の開口が設けられた制限板を、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記蒸着源の間に配置してもよい。

[0036] 本発明に係る製造装置は、本発明に係るマスク、及び、前記制限板の間に設

けられた複数の追加制限板を更に備え、

前記複数の追加制限板は、本発明に係るマスク、及び、前記制限板の間の空間を仕切って前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域にそれぞれ対応する 4 つの空間に分割してもよい。

[0037] 前記蒸着工程において、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記制限板の間の空間を仕切って前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域にそれぞれ対応する 4 つの空間に分割するように、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記制限板の間に複数の追加制限板を配置してもよい。

発明の効果

[0038] 本発明によれば、輝度ムラの軽減と、製造装置上の制約の緩和とが可能な有機 E L 素子製造用マスク、有機 E L 素子の製造装置、及び、有機 E L 素子の製造方法を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造方法により作製された有機 E L 素子を備える有機 E L 表示装置の断面模式図である。

[図2]図 1 に示した有機 E L 表示装置の表示領域内の構成を示す平面模式図である。

[図3]図 1 に示した有機 E L 表示装置の T F T 基板の構成を示す断面模式図であり、図 2 中の A - B 線における断面に相当する。

[図4]実施形態 1 に係る有機 E L 素子及び有機 E L 表示装置の製造工程を説明するためのフローチャートである。

[図5]実施形態 1 に係る有機 E L 素子製造用マスクの平面模式図である。

[図6]実施形態 1 に係る有機 E L 素子製造用マスクの平面模式図であり、1 つの開口ブロックを拡大して示す。

[図7]実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の斜視模式図である。

[図8]実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の平面模式図である。

[図9]実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の断面模式図であり、Y 軸方

向に垂直な断面を示す。

[図10]実施形態2に係る有機EL素子の製造装置の平面模式図である。

[図11]実施形態2に係る有機EL素子の製造装置の斜視模式図である。

[図12]実施形態2に係る有機EL素子の製造装置の断面模式図であり、Y軸方向に垂直な断面を示す。

[図13]実施形態3に係る有機EL素子の製造装置の斜視模式図である。

[図14]実施形態3に係る有機EL素子の製造装置の平面模式図である。

[図15]実施形態4に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

[図16]実施形態4に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図であり、1つの開口ブロックを拡大して示す。

[図17]実施形態5に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

[図18]実施形態5に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図であり、1つの開口ブロックを拡大して示す。

[図19]実施形態6に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

[図20]本発明者らが検討を行った比較形態1に係る有機EL素子の製造装置の斜視模式図である。

[図21]特許文献2に記載の有機EL素子の製造装置において、蒸着ブロックの、蒸着マスク側から見た透視平面図である。

[図22]本発明者らが検討を行った比較形態2に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下に実施形態を掲げ、本発明を図面に参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

[0041] なお、以下の実施形態では、水平面内にX軸及びY軸が存在し、鉛直方向にZ軸が向く直交座標を適宜用いて説明する。また、以下の実施形態において、X軸方向、Y軸方向、及び、Z軸方向は、それぞれ、本発明に係るマスクと本発明に係る製造装置とにおける、第2の方向、第1の方向、及び、第3の方向に対応する。

[0042] (実施形態1)

本実施形態では、TFT基板側から光を取り出すボトムエミッション型でRGBフルカラー表示の有機EL表示装置用の有機EL素子の製造装置及び製造方法と、その製造装置又は製造方法により作製された有機EL素子を備える有機EL表示装置とについて主に説明するが、本実施形態は、他のタイプの有機EL素子の製造方法にも適用可能である。

[0043] まず、本実施形態に係る有機EL表示装置の全体の構成について説明する。

図1は、実施形態1に係る有機EL素子の製造方法により作製された有機EL素子を備える有機EL表示装置の断面模式図である。図2は、図1に示した有機EL表示装置の表示領域内の構成を示す平面模式図である。図3は、図1に示した有機EL表示装置のTFT基板の構成を示す断面模式図であり、図2のA-B線断面を示す。

[0044] 図1に示すように、本実施形態に係る有機EL表示装置1は、TFT12（図3参照）が設けられたTFT基板10と、TFT基板10上に設けられ、TFT12に接続された有機EL素子20と、有機EL素子20を取り囲むように枠状に設けられた接着層30と、有機EL素子20を覆うように配置された封止基板40とを備えている。接着層30は、TFT基板10の周縁部と、封止基板40の周縁部とを互いに貼り合わせている。

[0045] 封止基板40と、有機EL素子20が積層されたTFT基板10とを接着層30を用いて貼り合わせることで、これら一对の基板10及び40の間に有機EL素子20を封止している。これにより、酸素及び水分が外部から有機EL素子20へ浸入することを防止している。

[0046] 図3に示すように、TFT基板10は、支持基板として、例えばガラス基板等の透明な絶縁基板11を有している。図2に示すように、絶縁基板11上には、複数の配線14が形成されており、複数の配線14は、水平（縦）方向に設けられた複数のゲート線と、垂直（横）方向に設けられ、ゲート線と交差する複数の信号線とを含んでいる。ゲート線には、ゲート線を駆動するゲート線駆動回路（図示せず）が接続され、信号線には、信号線を駆動する

信号線駆動回路（図示せず）が接続されている。

[0047] 有機EL表示装置1は、RGBフルカラー表示のアクティブマトリクス型の表示装置であり、配線14で区画された各領域には、赤（R）、緑（G）又は青（B）のサブ画素（ドット）2R、2G又は2Bが配置されている。サブ画素2R、2G及び2Bは、マトリクス状に配列されている。各色のサブ画素2R、2G、2Bには、対応する色の有機EL素子20及び発光領域が形成されている。

[0048] 赤、緑及び青のサブ画素2R、2G及び2Bは、それぞれ、赤色の光、緑色の光及び青色の光で発光し、3つのサブ画素2R、2G及び2Bから1つの画素2が構成されている。

[0049] サブ画素2R、2G及び2Bには、それぞれ、開口部15R、15G及び15Bが設けられており、開口部15R、15G及び15Bは、それぞれ、赤、緑及び青の発光層24R、24G及び24Bによって覆われている。発光層24R、24G及び24Bは、垂直（縦）方向にストライプ状に形成されている。発光層24R、24G及び24Bのパターンは、各色毎に、蒸着により形成されている。なお、開口部15R、15G及び15Bについては後述する。

[0050] 各サブ画素2R、2G、2Bには、有機EL素子20の第1電極21に接続されたTF T12が設けられている。各サブ画素2R、2G、2Bの発光強度は、配線14及びTF T12による走査及び選択により決定される。このように、有機EL表示装置1は、TF T12を用いて、各色の有機EL素子20を選択的に所望の輝度で発光させることにより画像表示を実現している。

[0051] 次に、TF T基板10及び有機EL素子20の構成について詳述する。まず、TF T基板10について説明する。

[0052] 図3に示すように、TF T基板10は、絶縁基板11上に形成されたTF T12（スイッチング素子）及び配線14と、これらを覆う層間膜（層間絶縁膜、平坦化膜）13と、層間膜13上に形成された絶縁層であるエッジカバ

ー 1 5 とを有している。

[0053] T F T 1 2 は、各サブ画素 2 R、2 G、2 B に対応して設けられている。なお、T F T 1 2 の構成は、一般的なものでよいので、T F T 1 2 における各層の図示及び説明は省略する。

[0054] 層間膜 1 3 は、絶縁基板 1 1 上に、絶縁基板 1 1 の全領域に渡って形成されている。層間膜 1 3 上には、有機 E L 素子 2 0 の第 1 電極 2 1 が形成されている。また、層間膜 1 3 には、第 1 電極 2 1 を T F T 1 2 に電氣的に接続するためのコンタクトホール 1 3 a が設けられている。これにより、T F T 1 2 は、コンタクトホール 1 3 a を介して、有機 E L 素子 2 0 に電氣的に接続されている。

[0055] エッジカバー 1 5 は、第 1 電極 2 1 の端部で有機 E L 層が薄くなったり電界集中が起こったりすることによって有機 E L 素子 2 0 の第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 7 とが短絡することを防止するために形成されている。そのため、エッジカバー 1 5 は、第 1 電極 2 1 の端部を部分的に被覆するように形成されている。

[0056] エッジカバー 1 5 には、上述の開口部 1 5 R、1 5 G 及び 1 5 B が設けられている。このエッジカバー 1 5 の各開口部 1 5 R、1 5 G、1 5 B が、サブ画素 2 R、2 G、2 B の発光領域となる。言い換えれば、サブ画素 2 R、2 G 及び 2 B は、絶縁性を有するエッジカバー 1 5 によって仕切られている。エッジカバー 1 5 は、素子分離膜としても機能する。

[0057] 次に、有機 E L 素子 2 0 について説明する。

[0058] 有機 E L 素子 2 0 は、直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子であり、第 1 電極 2 1、有機 E L 層及び第 2 電極 2 7 を含み、これらは、この順に積層されている。

[0059] 第 1 電極 2 1 は、有機 E L 層に正孔を注入（供給）する機能を有する層である。第 1 電極 2 1 は、上述のようにコンタクトホール 1 3 a を介して T F T 1 2 と接続されている。

[0060] 第 1 電極 2 1 と第 2 電極 2 7 との間には、図 3 に示すように、有機 E L 層と

して、第1電極21側から、正孔注入層22、正孔輸送層23、発光層24R、24G又は24B、電子輸送層25、及び、電子注入層26が、この順に積層されている。

[0061] なお、上記積層順は、第1電極21を陽極とし、第2電極27を陰極とした場合のものであり、第1電極21を陰極とし、第2電極27を陽極とする場合には、有機EL層の積層順は反転する。

[0062] 正孔注入層22は、各発光層24R、24G、24Bへの正孔注入効率を高める機能を有する層である。また、正孔輸送層23は、各発光層24R、24G、24Bへの正孔輸送効率を高める機能を有する層である。正孔注入層22は、第1電極21及びエッジカバー15を覆うように、TFT基板10の表示領域全面に一様に形成されている。また、正孔輸送層23は、正孔注入層22を覆うように、TFT基板10の表示領域全面に一様に形成されている。

[0063] なお、正孔注入層22と正孔輸送層23とは、上述のように互いに独立した層として形成されていてもよいし、互いに一体化して設けられていてもよい。すなわち、有機EL表示装置1は、正孔注入層22及び正孔輸送層23に代えて、正孔注入兼正孔輸送層を備えていてもよい。正孔注入兼正孔輸送層は、正孔注入層の機能と正孔輸送層の機能とを兼ね備えた層である。

[0064] 正孔輸送層23上には、発光層24R、24G及び24Bが、それぞれ、エッジカバー15の開口部15R、15G及び15Bを覆うように、サブ画素2R、2G及び2Bに対応して形成されている。

[0065] 各発光層24R、24G、24Bは、第1電極21側から注入されたホール（正孔）と第2電極27側から注入された電子とを再結合させて光を出射する機能を有する層である。各発光層24R、24G、24Bは、低分子蛍光色素、金属錯体等の、発光効率が高い材料から形成されている。

[0066] 電子輸送層25は、第2電極27から各発光層24R、24G、24Bへの電子輸送効率を高める機能を有する層である。また、電子注入層26は、第2電極27から各発光層24R、24G、24Bへの電子注入効率を高める

機能を有する層である。

[0067] 電子輸送層 25 は、発光層 24 R、24 G 及び 24 B 並びに正孔輸送層 23 を覆うように、TFT 基板 10 の表示領域全面に一様に形成されている。また、電子注入層 26 は、電子輸送層 25 を覆うように、TFT 基板 10 の表示領域全面に一様に形成されている。

[0068] なお、電子輸送層 25 と電子注入層 26 とは、上述のように互いに独立した層として形成されていてもよいし、互いに一体化して設けられていてもよい。すなわち、有機 EL 表示装置 1 は、電子輸送層 25 及び電子注入層 26 に代えて、電子輸送兼電子注入層を備えていてもよい。電子輸送兼電子注入層は、電子注入層の機能と電子輸送層の機能とを兼ね備えた層である。

[0069] 第 2 電極 27 は、有機 EL 層に電子を注入する機能を有する層である。第 2 電極 27 は、電子注入層 26 を覆うように、TFT 基板 10 の表示領域全面に一様に形成されている。

[0070] なお、発光層 24 R、24 G 及び 24 B 以外の有機層は、有機 EL 層として必須の層ではなく、要求される有機 EL 素子 20 の特性に応じて適宜形成することができる。また、有機 EL 層には、必要に応じて、キャリアブロッキング層を追加することもできる。例えば、発光層 24 R、24 G 及び 24 B と電子輸送層 25 との間にキャリアブロッキング層として正孔ブロッキング層を追加してもよく、これにより、正孔が電子輸送層 25 に到達することを抑制でき、発光効率を向上することができる。

[0071] 有機 EL 素子 20 の構成としては、例えば、下記 (1) ~ (8) に示すような層構成を採用することができる。

(1) 第 1 電極／発光層／第 2 電極

(2) 第 1 電極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／第 2 電極

(3) 第 1 電極／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／第 2 電極

(4) 第 1 電極／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／電子注入層／第 2 電極

(5) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／第2電極

(6) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／第2電極

(7) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／電子注入層／第2電極

(8) 第1電極／正孔注入層／正孔輸送層／電子ブロッキング層（キャリアブロッキング層）／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／電子注入層／第2電極

なお、上述のように、正孔注入層と正孔輸送層とは、一体化されていてもよい。また、電子輸送層と電子注入層とは、一体化されていてもよい。

[0072] また、有機EL素子20の構成は上記(1)～(8)の層構成に特に限定されず、要求される有機EL素子20の特性に応じて所望の層構成を採用することができる。

[0073] 次に、有機EL素子20及び有機EL表示装置1の製造方法について説明する。

図4は、実施形態1に係る有機EL素子及び有機EL表示装置の製造工程を説明するためのフローチャートである。

[0074] 図4に示すように、本実施形態に係る有機EL素子及び有機EL表示装置の製造方法は、例えば、TF基板・第1電極の作製工程S1、正孔注入層蒸着工程S2、正孔輸送層蒸着工程S3、発光層蒸着工程S4、電子輸送層蒸着工程S5、電子注入層蒸着工程S6、第2電極蒸着工程S7、及び、封止工程S8を含んでいる。

[0075] 発光層蒸着工程S4は、通常、インライン式で行われるが、枚葉式で行ってもよい。その他の蒸着工程は、インライン式で行ってもよいし、枚葉式で行ってもよい。

[0076] 以下に、図4に示すフローチャートに従って、図1～図3を参照して説明した各構成要素の製造工程について説明する。ただし、本実施形態に記載され

ている各構成要素の寸法、材質、形状等はあくまで一例に過ぎず、これによって本発明の範囲が限定解釈されるものではない。

[0077] また、上述したように、本実施形態に記載の積層順は、第1電極21を陽極、第2電極27を陰極とした場合のものであり、反対に第1電極21を陰極とし、第2電極27を陽極とする場合には、有機EL層の積層順は反転する。同様に、第1電極21及び第2電極27を構成する材料も反転する。

[0078] まず、図3に示すように、一般的な方法によりTFT12、配線14等が形成された絶縁基板11上に感光性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ技術によりパターニングを行うことで、絶縁基板11上に層間膜13を形成する。

[0079] 絶縁基板11としては、例えば、厚さが0.7～1.1mmであり、Y軸方向の長さ（縦長さ）が400～500mmであり、X軸方向の長さ（横長さ）が300～400mmのガラス基板又はプラスチック基板が挙げられる。

[0080] 層間膜13の材料としては、例えば、アクリル樹脂やポリイミド樹脂等の樹脂を用いることができる。アクリル樹脂としては、例えば、JSR株式会社製のオプトマーシリーズが挙げられる。また、ポリイミド樹脂としては、例えば、東レ株式会社製のフォトニースシリーズが挙げられる。ただし、ポリイミド樹脂は、一般に透明ではなく、有色である。このため、図3に示すように有機EL表示装置1としてボトムエミッション型の有機EL表示装置を製造する場合には、層間膜13としては、アクリル樹脂等の透明性樹脂が、より好適に用いられる。

[0081] 層間膜13の膜厚は、TFT12による段差が埋まり、層間膜13の表面が平坦になる程度である限り、特に限定されるものではない。例えば、略2μmとしてもよい。

[0082] 次に、層間膜13に、第1電極21をTFT12に電氣的に接続するためのコンタクトホール13aを形成する。

[0083] 次に、導電膜（電極膜）として、例えばITO（Indium Tin Oxide：インジウム錫酸化物）膜を、スパッタ法等により、100nmの厚さで成膜する。

- [0084] 次いで、ITO膜上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術を用いてフォトレジストのパターニングを行った後、塩化第二鉄をエッチング液として、ITO膜をエッチングする。その後、レジスト剥離液を用いてフォトレジストを剥離し、さらに基板洗浄を行う。これにより、層間膜13上に第1電極21をマトリクス状に形成する。
- [0085] なお、第1電極21に用いられる導電膜材料としては、例えば、ITO、IZO (Indium Zinc Oxide: インジウム亜鉛酸化物)、ガリウム添加酸化亜鉛 (GZO) 等の透明導電材料；金 (Au)、ニッケル (Ni)、白金 (Pt) 等の金属材料；を用いることができる。
- [0086] また、導電膜の積層方法としては、スパッタ法以外に、真空蒸着法、CVD (Chemical Vapor Deposition、化学蒸着) 法、プラズマCVD法、印刷法等を用いることができる。
- [0087] 第1電極21の厚さは特に限定されるものではないが、上述のように、例えば、100nmとすることができる。
- [0088] 次に、層間膜13と同様の方法により、エッジカバー15を、例えば略1 μ mの膜厚で形成する。エッジカバー15の材料としては、層間膜13と同様の絶縁材料を使用することができる。
- [0089] 以上の工程により、TF T基板10及び第1電極21が作製される (S1)。
- [0090] 次に、上記工程を経たTF T基板10に対し、脱水のための減圧バークと、第1電極21の表面洗浄のための酸素プラズマ処理とを施す。
- [0091] 次いで、一般的な真空蒸着装置を用いて、TF T基板10上に、正孔注入層22を、TF T基板10の表示領域全面に蒸着する (S2)。
- [0092] 具体的には、表示領域全面に対応して開口したオープンマスクを、TF T基板10に対しアライメント調整を行った後に密着して貼り合わせる。そして、TF T基板10とオープンマスクとを共に回転させながら、蒸着源より飛散した蒸着粒子を、オープンマスクの開口部を通じて表示領域全面に均一に蒸着する。

- [0093] なお、表示領域全面への蒸着とは、隣接した色の異なるサブ画素間に渡って途切れることなく蒸着することを意味する。
- [0094] 続いて、上記正孔注入層蒸着工程 S 2 と同様の方法により、正孔輸送層 2 3 を、正孔注入層 2 2 を覆うように、T F T 基板 1 0 の表示領域全面に蒸着する (S 3)。
- [0095] 正孔注入層 2 2 及び正孔輸送層 2 3 の材料としては特に限定されず、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリールアルカン、フェニレンジアミン、アリールアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、及び、これらの誘導体；ポリシラン系化合物；ビニルカルバゾール系化合物；チオフェン系化合物、アニリン系化合物等の、複素環式共役系のモノマー、オリゴマー、又は、ポリマー；等が挙げられる。
- [0096] 正孔注入層 2 2 と正孔輸送層 2 3 とは、上述のように一体化されていてもよいし、独立した層として形成されていてもよい。各々の膜厚は、例えば、10～100 nm である。
- [0097] 正孔注入層 2 2 及び正孔輸送層 2 3 として、正孔注入兼正孔輸送層を形成する場合、正孔注入兼正孔輸送層の材料として、例えば、4, 4' -ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (α -NP D) を使用することができる。また、正孔注入兼正孔輸送層の膜厚は、例えば 30 nm とすることができる。
- [0098] 次に、正孔輸送層 2 3 上に、エッジカバー 1 5 の開口部 1 5 R、1 5 G 及び 1 5 B を覆うように、サブ画素 2 R、2 G 及び 2 B に対応して発光層 2 4 R、2 4 G 及び 2 4 B をそれぞれ別々に形成 (パターン形成) する (S 4)。
- [0099] 上述したように、各発光層 2 4 R、2 4 G、2 4 B には、低分子蛍光色素、金属錯体等の発光効率が高い材料が用いられる。
- [0100] 発光層 2 4 R、2 4 G 及び 2 4 B の材料としては特に限定されず、例えば、アントラセン、ナフタレン、インデン、フェナントレン、ピレン、ナフタセ

ン、トリフェニレン、アントラセン、ペリレン、ピセン、フルオランテン、アセフェナントリレン、ペンタフェン、ペンタセン、コロネン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、及び、これらの誘導体；トリス（８－キノリノラト）アルミニウム錯体；ビス（ベンゾキノリノラト）ベリリウム錯体；トリ（ジベンゾイルメチル）フェナントロリンユーロピウム錯体；ジトルイルビニルビフェニル；等が挙げられる。

[0101] 各発光層 24 R、24 G、24 B の膜厚は、例えば、10～100 nm である。

[0102] 本発明に係る製造方法及び製造装置は、このような発光層 24 R、24 G 及び 24 B の形成に特に好適に使用することができる。

[0103] 本発明に係る製造方法及び製造装置を用いた各発光層 24 R、24 G、24 B のパターンの形成方法については、後で詳述する。

[0104] 次に、上記正孔注入層蒸着工程 S2 と同様の方法により、電子輸送層 25 を、正孔輸送層 23 並びに発光層 24 R、24 G 及び 24 B を覆うように、TFT 基板 10 の表示領域全面に蒸着する（S5）。

[0105] 続いて、上記正孔注入層蒸着工程 S2 と同様の方法により、電子注入層 26 を、電子輸送層 25 を覆うように、TFT 基板 10 の表示領域全面に蒸着する（S6）。

[0106] 電子輸送層 25 及び電子注入層 26 の材料としては特に限定されず、例えば、キノリン、ペリレン、フェナントロリン、ビススチリル、ピラジン、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、及び、これらの誘導体や金属錯体；LiF（フッ化リチウム）；等が挙げられる。

[0107] より具体的には、Alq3（トリス（８－ヒドロキシキノリン）アルミニウム）、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、アントラセン、ペリレン、ブタジエン、クマリン、アクリジン、スチルベン、1,10－フェナントロリン、及び、これらの誘導体や金属錯体；LiF；等が挙げられる。

[0108] 上述したように、電子輸送層 25 と電子注入層 26 とは、一体化されていて

も独立した層として形成されていてもよい。各々の膜厚は、例えば1～100 nmであり、好ましくは10～100 nmである。また、電子輸送層25及び電子注入層26の合計の膜厚は、例えば20～200 nmである。

[0109] 代表的には、電子輸送層25の材料にAlq3を使用し、電子注入層26の材料にはLiFを使用する。また、例えば、電子輸送層25の膜厚は30 nmとし、電子注入層26の膜厚は1 nmとする。

[0110] 次に、上記正孔注入層蒸着工程S2と同様の方法により、第2電極27を、電子注入層26を覆うように、TFT基板10の表示領域全面に蒸着する(S7)。この結果、TFT基板10上に、有機EL層、第1電極21及び第2電極27を含む有機EL素子20が形成される。

[0111] 第2電極27の材料(電極材料)としては、仕事関数の小さい金属等が好適に用いられる。このような電極材料としては、例えば、マグネシウム合金(MgAg等)、アルミニウム合金(AlLi、AlCa、AlMg等)、金属カルシウム等が挙げられる。第2電極27の厚さは、例えば50～100 nmである。

[0112] 代表的には、第2電極27は、厚み50 nmのアルミニウム薄膜から形成される。

[0113] 次いで、図1に示したように、有機EL素子20が形成されたTFT基板10と、封止基板40とを、接着層30を用いて貼り合わせ、有機EL素子20の封入を行う(S8)。

[0114] 接着層30の材料としては、例えば、封止樹脂、フリットガラス等を用いることができる。封止基板40としては、例えば、厚さが0.4～1.1 mmのガラス基板又はプラスチック基板等の絶縁基板が用いられる。また、封止基板40として掘り込みガラスを使用してもよい。

[0115] なお、封止基板40の縦長さ及び横長さは、目的とする有機EL表示装置1のサイズにより適宜調整してもよく、TFT基板10の絶縁基板11と略同一のサイズの絶縁基板を使用し、有機EL素子20を封止した後で、目的とする有機EL表示装置1のサイズに従って分断してもよい。

- [0116] また、有機EL素子20の封止方法は、上述の方法に特に限定されず、他のあらゆる封止方法を採用することが可能である。他の封止方式としては、例えば、TF基板10と封止基板40との間に樹脂を充填する方法等が挙げられる。
- [0117] また、第2電極27上には、第2電極27を覆うように、酸素や水分が外部から有機EL素子20内に浸入することを阻止するために、保護膜（図示せず）が設けられていてもよい。
- [0118] 保護膜は、絶縁性又は導電性の材料で形成することができる。このような材料としては、例えば、窒化シリコンや酸化シリコン等が挙げられる。保護膜の厚さは、例えば100～1000nmである。
- [0119] 上記工程の結果、有機EL表示装置1が完成する。
- [0120] この有機EL表示装置1においては、配線14からの信号入力によりTF T12をON（オン）させると、第1電極21から有機EL層へホール（正孔）が注入される。一方で、第2電極27から有機EL層に電子が注入され、正孔と電子とが各発光層24R、24G、24B内で再結合する。正孔及び電子の再結合によるエネルギーにより発光材料が励起され、その励起状態が基底状態に戻る際に光が出射される。各サブ画素2R、2G、2Bの発光輝度を制御することで、所定の画像が表示される。
- [0121] 次に、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法の発光層蒸着工程S4、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク、及び、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置について説明する。
- [0122] 本実施形態に係る有機EL素子製造用マスクは、該マスク、及び、蒸着源を基板側からこの順に含む蒸着ユニットに対して基板を相対的に移動させながら蒸着を行う、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置及び製造方法に用いられる。まず、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスクについて詳述し、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置及び製造方法（特に発光層蒸着工程S4）については後で説明する。
- [0123] 図5は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

図5に示すように、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク100は、平板状の部材であり、開口パターンが形成された薄い平板状のパターン形成部105を含んでいる。パターン形成部105には、パターン形成用の複数のマスク開口（貫通口、図5では図示せず）が各々形成された複数の開口領域101が設けられている。複数の開口領域101は、縦4列、横8列で、千鳥状に配置されている。これにより、マスク100を備える有機EL素子の製造装置の設計の自由度を高めることが可能であるため、該製造装置の制約を緩和することが可能である。

[0124] 各実施形態において、Y軸方向及びX軸方向は、いずれもパターン形成部105と平行となるように設定されている。

[0125] なお、開口領域101の縦方向（Y軸方向）の列の数は、4列であることが重要であるが、開口領域101の横方向（X軸方向）の列の数は、2列以上であれば特に限定されず、基板の被蒸着領域のX軸方向の長さに応じて適宜、増減することができる。

[0126] 複数の開口領域101は、千鳥に配置された、第1の開口領域101a、第2の開口領域101b、第3の開口領域101c、及び、第4の開口領域101dを含んでおり、開口領域101a、101b、101c及び101dは、Y軸方向にこの順に交互に配置されている。開口領域101a及び101cは、X軸方向における同じ位置に配置されており、開口領域101b及び101dは、X軸方向における同じ位置に配置されているが、開口領域101a、101b、101c及び101dのY軸方向の位置は、互いに異なり、開口領域101a、101b、101c及び101dは、Y軸方向において重なり合っていない。開口領域101aは、Y軸方向において最も端に位置しており、開口領域101aの開口領域101cと反対側には、すなわち、開口領域101aと、開口領域101aにY軸方向において隣接するマスク100の端部104との間には、他にパターン形成用のマスク開口は形成されていない。また、開口領域101bの開口領域101dと反対側には、すなわち、開口領域101bと、端部104との間には、他にパターン形

成用のマスク開口は形成されていない。

[0127] マスク 100（パターン形成部 105）は、第 1～第 4 の開口領域 101 a～101 d を含む開口ブロック 103 を複数備えており、複数の開口ブロック 103 は、X 軸方向に等ピッチで配置されており、同じ構成、すなわち同じ開口パターンを含んでいる。

[0128] マスク 100 を備える有機 EL 素子の製造装置（後述する本実施形態に係る有機 EL 素子の製造装置）と、マスク 100 を用いる発光層蒸着工程 S4（本実施形態に係る有機 EL 素子の製造方法）とでは、第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域 101 a、101 b、101 c 及び 101 d の順に対向するように、基板 190 を、Y 軸方向に定速で、マスク 100 に対して相対的に搬送（移動）させながら、基板 190 に対する発光材料の蒸着が行われる。したがって、初めに第 1 の開口領域 101 a 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子（気化した材料）が基板 190 に蒸着され、次に、第 2 の開口領域 101 b 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着され、次に、第 3 の開口領域 101 c 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着され、最後に第 4 の開口領域 101 d 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着されることになる。

[0129] 図 6 は、実施形態 1 に係る有機 EL 素子製造用マスクの平面模式図であり、1 つの開口ブロックを拡大して示す。

図 6 に示すように、各開口領域 101 内には、複数のマスク開口（貫通口）102 が設けられている。第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域 101 a、101 b、101 c 及び 101 d には、それぞれ、X 軸方向に配置された、複数の第 1、第 2、第 3 及び第 4 のマスク開口 102 a、102 b、102 c 及び 102 d が設けられている。各マスク開口 102 a、102 b、102 c、102 d は、平面視において（Z 軸方向に沿って見たときに）、長手状であり、Y 軸方向に沿って配置されている。

[0130] 第 3 のマスク開口 102 c は、第 1 のマスク開口 102 a と 1 対 1 で対応しており、各マスク開口 102 c は、それに対応するマスク開口 102 a と X

軸方向において同じ位置に配置されており、各マスク開口102cと、それに対応するマスク開口102aとは、Y軸方向と平行な同一直線120a上に配置されている。これにより、マスク100に対して基板（図6では図示せず）をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口102aを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）にマスク開口102cを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。

[0131] 同様に、第4のマスク開口102dは、第2のマスク開口102bと1対1で対応しており、各マスク開口102dは、それに対応するマスク開口102bとX軸方向において同じ位置に配置されており、各マスク開口102dと、それに対応するマスク開口102bとは、Y軸方向と平行な同一直線120b上に配置されている。これにより、マスク100に対して基板をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口102bを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）にマスク開口102dを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。

[0132] また、全ての第1のマスク開口102aと、全ての第2のマスク開口102bとを合わせたマスク開口群は、X軸方向において等ピッチで配置され、該ピッチは、X軸方向における画素ピッチと同じに設定されている。同様に、全ての第3のマスク開口102cと、全ての第4のマスク開口102dとを合わせたマスク開口群は、X軸方向において等ピッチで配置され、該ピッチは、X軸方向における画素ピッチと同じに設定されている。これにより、マスク100に対して基板をY軸方向に沿って相対的に一度移動させるだけで、基板の被蒸着領域の全域に、発光層24R、24G又は24Bとして、ストライプ状のパターンを形成することができる。

[0133] そして、本実施形態の大きな特徴は、まず始めに基板に対向する上流側のマスク開口、すなわち、第1及び第2のマスク開口102a及び102bの各々のY軸方向の長さが、全てのマスク開口102の中で最も短く、第3及び第4のマスク開口102c及び102dの各々のY軸方向の長さよりも短く設定されている点である。

[0134] 仮に第1及び第2のマスク開口102a及び102bを設けない場合、第3のマスク開口102cを介した蒸着を行っている間、第4のマスク開口102dを介して蒸着される領域は、蒸着室内のコンタミにさらされることになる。そして、第3のマスク開口102cを介した蒸着時間が長ければ長いほど、第4のマスク開口102dを介して蒸着される領域内において、正孔輸送層23上に形成されるコンタミ層はより厚くなり、そして、輝度低下がより顕著になる。

[0135] また、本発明者らによる実験結果から、正孔輸送層直上に付着するコンタミの量を減らし、かつ、その上に極薄の発光層を設けることによってスティッチムラを抑制できることが分かっている。

[0136] そこで、本実施形態では、上述のように、上流側の第1及び第2のマスク開口102a及び102bの各々の長さを短くしている。これにより、第1のマスク開口102aを介した蒸着の開始後、直ぐに第2のマスク開口102bを介した蒸着を短時間行うことができる。そのため、第1及び第3のマスク開口102a及び102cを介して蒸着される領域内のみならず、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域内において、正孔輸送層23直上に形成されるコンタミ層を限りなく薄くでき、且つ、その極薄のコンタミ層上に極薄の発光層を形成することができる。したがって、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域における輝度の低下を抑制することができる。

[0137] 輝度の低下が抑制される理由としては、第一に、正孔輸送層23直上のコンタミ量が少ない、つまり抵抗成分が少ないため、ホールの発光層への注入効率の低下が抑制されることが挙げられ、第二に、極薄の発光層が存在するため、ホールのホッピング移動が助長されることが挙げられる。

[0138] ここで、第二の理由について詳述する。

第4のマスク開口102dを介して蒸着される領域に関しては、第3のマスク開口102cを介して蒸着が終了するまで発光層パターンが形成されないため、付着するコンタミ量が多くなることが予想される。すなわち、第1及

び第3のマスク開口102a及び102cを介して蒸着される領域においては、正孔輸送層23上に、極薄の第1のコンタミ層と、極薄の発光層と、第2のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層（すなわち、発光層24R、24G又は24B）とがこの順に積層され、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域においては、正孔輸送層23上に、極薄の第3のコンタミ層と、極薄の発光層と、第4のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層（すなわち、発光層24R、24G又は24B）とがこの順に積層され、そして、第4のコンタミ層は、第2のコンタミ層よりも厚くなることが予想される。

[0139] しかしながら、第3のコンタミ層が極めて薄いため、正孔輸送層23から第3のコンタミ層に注入されたホールを、注入効率をほとんど低下させることなく極薄の発光層へ注入させることができる。そして、そのホールは、極薄の発光層、第4のコンタミ層をホッピング移動して所望の厚みを有する通常の発光層に注入され、そこで電子と再結合して励起子が形成され、発光が生じることになる。すなわち、通常の発光層と同じエネルギー準位の極薄の発光層が存在することでホールがホッピング移動しやすくなり、所望の厚みを有する通常の発光層にホールを効率良く注入することができる。このため、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域において輝度の低下を抑制することができ、この領域と、第1及び第3のマスク開口102a及び102cを介して蒸着される領域との間において輝度差を小さくすることができる。すなわち、スティッチムラを抑制することができる。

[0140] なお、第1及び第3のマスク開口102a及び102cを介して蒸着される領域においても同様に、正孔輸送層23から第1のコンタミ層に注入されたホールは、第1のコンタミ層が極めて薄いため、注入効率を低下することなく極薄の発光層へ注入され、そして、そのホールは、極薄の発光層、第2のコンタミ層をホッピング移動して所望の厚みを有する通常の発光層に注入され、そこで電子と再結合して励起子が形成され、発光が生じることになる。

[0141] また、正孔輸送層 2 3 直上に付着するコンタミの量を減らすことによってスティッチムラを効果的に抑制することが可能であるが、発光層 2 4 R、2 4 G 又は 2 4 B に隣接する層として、正孔輸送層 2 3 の代わりに、正孔注入層、又は、電子ブロッキング層を形成した場合も、同様の原理により、スティッチムラを抑制することができる。以下、正孔注入層、正孔輸送層、又は、電子ブロッキング層を正孔注入・輸送層とも総称する。

[0142] 極薄の発光層の各々の厚さは、ホールのホッピング移動が生じる厚さであれば特に限定されないが、通常の発光層の厚みに対して、10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。極薄の発光層が厚すぎると、第2及び第4のマスク開口 102 b 及び 102 d を介して蒸着される領域において正孔注入・輸送層上に形成される第3のコンタミ層が厚くなり、該領域における輝度の低下が大きくなるおそれがある。反対に極薄の発光層が薄すぎると、島状に形成され、ホールが効率良くホッピング移動できなくなる。したがって、極薄の発光層の各々の厚さは、1 nm (10 Å) 以上であることが好ましい。

[0143] 第1及び第2のマスク開口 102 a 及び 102 b の各々のY軸方向の長さは、それらによって形成される極薄の発光層を介してホールのホッピング移動が生じる限り、特に限定されないが、極薄の発光層の各々の厚みが上記好適な厚みとなるように設定されることが好ましい。したがって、各マスク開口 102 a の長さは、そのマスク開口 102 a に対応する第3のマスク開口 102 c の長さの10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。また、各マスク開口 102 a の長さは、そのマスク開口 102 a によって形成される極薄の発光層の膜厚が1 nm 以上となるように設定されることが好ましい。同様に、各マスク開口 102 b の長さは、そのマスク開口 102 b に対応する第4のマスク開口 102 d の長さの10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。また、各マスク開口 102 b の長さは、そのマスク開口 102 b によって形成される極薄の発光層の膜厚が1 nm 以上となるように設定されることが好ましい。なお、各

マスク開口102a、102bの長さの好適な下限値については、極薄の発光層の厚みと、基板のマスク100に対する相対的な移動速度と、基板表面における成膜レートとから容易に算出することが可能である。

[0144] Z軸方向に沿って見たときの第1及び第2のマスク開口102a及び102bの各々の形状は、特に限定されず、マスク開口102a、102bは、図6に示すように、Y軸方向に延在する1つのスリット状の開口であってもよい。また、各マスク開口102a、102bは、複数の部分（マスク開口部）に分割されていてもよく、これらのマスク開口部がY軸方向に沿って配置されていてもよい。すなわち、各マスク開口102a、102bは、Y軸方向に沿って配置された複数のマスク開口部を含むマスク開口列であってもよい。この場合、第1及び第2のマスク開口102a及び102bの各々のY軸方向の長さとは、各マスク開口102a、102bに含まれる全てのマスク開口部のY軸方向の長さを合計したものを意味する。

[0145] 第3及び第4のマスク開口102c及び102dの各々のY軸方向の長さは、特に限定されず、それらによって形成される通常の発光層（すなわち、発光層24R、24G又は24B）の厚み（例えば、10～100nm）に応じて適宜設定することができる。なお、各マスク開口102c、102dの長さは、通常の発光層の厚みと、基板のマスクに対する相対的な移動速度と、基板表面における成膜レートとから容易に算出することが可能である。

[0146] Z軸方向に沿って見たときの第3及び第4のマスク開口102c及び102dの各々の形状は、特に限定されず、マスク開口102c、102dは、図6に示すように、Y軸方向に延在する1つのスリット状の開口であってもよい。また、各マスク開口102c、102dは、複数の部分（マスク開口部）に分割されていてもよく、これらのマスク開口部がY軸方向に沿って配置されていてもよい。すなわち、各マスク開口102c、102dは、Y軸方向に沿って配置された複数のマスク開口部を含むマスク開口列であってもよい。この場合、第3及び第4のマスク開口102c及び102dの各々のY軸方向の長さとは、各マスク開口102c、102dに含まれる全てのマス

ク開口部のＹ軸方向の長さを合計したものを意味する。

[0147] 第３及び第４のマスク開口１０２ｃ及び１０２ｄの各々のＸ軸方向の長さ（幅）は、特に限定されず、それらによって形成される通常の発光層（すなわち、発光層２４Ｒ、２４Ｇ又は２４Ｂ）のＸ軸方向の長さ（幅）に応じて適宜設定することができる。通常、発光層２４Ｒ、２４Ｇ及び２４Ｂの幅は、それぞれ、サブ画素２Ｒ、２Ｇ及び２Ｂの発光領域の幅よりも大きく設定される。

[0148] 第１及び第２のマスク開口１０２ａ及び１０２ｂの各々のＸ軸方向の長さ（幅）は、特に限定されず、それらによって形成される極薄の発光層のＸ軸方向の長さ（幅）に応じて適宜設定することができるが、各マスク開口１０２ａ、１０２ｂの幅は、対応するマスク開口１０２ｃ又は１０２ｄの幅と実質的に同じ大きさに設定されることが好ましい。各マスク開口１０２ａ、１０２ｂの幅が、対応するマスク開口１０２ｃ又は１０２ｄの幅と異なると、極薄の発光層と通常の発光層との間で形状に違いが生じ、不良発光を生じるおそれがある。

[0149] 第２のマスク開口１０２ｂは、通常、第１のマスク開口１０２ａと同じ本数で実質的に同じパターンに形成されているが、異なる本数で異なるパターンに形成されていてもよい。同様に、第４のマスク開口１０２ｄは、通常、第３のマスク開口１０２ｃと同じ本数で実質的に同じパターンに形成されているが、異なる本数で異なるパターンに形成されていてもよい。他方、第２のマスク開口１０２ｂは、第４のマスク開口１０２ｄと同じ本数で形成され、第１のマスク開口１０２ａは、第３のマスク開口１０２ｃと同じ本数で形成されている。

[0150] １つの開口領域１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ又は１０１ｄに含まれるマスク開口１０２ａ、１０２ｂ、１０２ｃ又は１０２ｄの本数は特に限定されず、後述する蒸着源のノズルのピッチや、後述する制限板によって制限する蒸着粒子の範囲、画素の精細度等の条件を考慮して、適宜設定可能である。

[0151] 後述する蒸着源のノズルから射出される蒸着流に含まれる蒸着粒子（気化し

た材料)には分布が存在する。すなわち、ノズルの正面に近いほど蒸着粒子が多くなり、ノズルの正面から離れるほど蒸着粒子が少なくなる。したがって、全ての第3のマスク開口102cの長さを均一にすると、第3の開口領域101cのX軸方向における中心に対向するようにノズルを配置した場合、より端に位置するマスク開口102cを介して形成された膜ほど、膜厚がより薄くなり、発光が不均一になる。そこで、マスク開口102cのうち、X軸方向の中央に位置するマスク開口のY軸方向の長さを最も短くし、そのマスク開口からX軸方向においてより遠いマスク開口ほど、そのY軸方向の長さをより大きくしている。これにより、開口領域101cのX軸方向における中心に対向するようにノズルを配置した場合、蒸着粒子の分布を相殺できるため、マスク開口102cを介して形成された膜の膜厚ムラを低減でき、均一な発光を得ることができる。

[0152] 同様の観点から、第4のマスク開口102dのうち、X軸方向の中央に位置するマスク開口のY軸方向の長さを最も短くし、そのマスク開口からX軸方向においてより遠いマスク開口ほど、そのY軸方向の長さをより大きくしている。

[0153] 第1及び第2のマスク開口102a及び102bは、極薄の発光層を形成するためのものであるため、マスク開口102aのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができ、マスク開口102bのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができる。しかしながら、全てのマスク開口102a及び102bのY軸方向の長さは、実質的に同じであることが好ましい。マスク100は、通常、テンションがかかった状態で補強部材であるマスクフレームに接合（例えばスポット溶接）されるが、全てのマスク開口102a及び102bのY軸方向の長さが揃っていると、揃っていない場合に比べて、マスク100により均一にテンションがかかるため、マスク開口102の位置精度及びピッチ精度をより高くすることが可能である。

[0154] マスク100の材料は、特に限定されず、例えば、インバー材（鉄に略36質量%のニッケルを加えた合金。さらに微量のCoを混ぜてもよい。）等の

金属材料；ポリイミド等の樹脂材料；ポリイミド等の樹脂材料とインバー材等の金属材料とを用いたハイブリッド材料；ガラス材；等が挙げられる。また、マスク１００の厚みも特に限定されず、例えば、数十 μm 程度であってもよい。

[0155] 以上の通り、本実施形態に係る有機ＥＬ素子製造用マスク１００は、パターン形成用の複数のマスク開口１０２が設けられたパターン形成部１０５を含み、パターン形成部１０５は、千鳥状に配置された第１～第４の開口領域１０１ａ～１０１ｄを含み、第１、第２、第３及び第４の開口領域１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ及び１０１ｄは、パターン形成部１０５と平行なＹ軸方向（第１の方向）に沿って、この順に配置され、第１の開口領域１０１ａ、第２の開口領域１０１ｂ、第３の開口領域１０１ｃ、及び、第４の開口領域１０１ｄ内には、それぞれ、パターン形成部１０５と平行で、かつＹ軸方向に直交するＸ軸方向（第２の方向）に、複数の第１のマスク開口１０２ａ、複数の第２のマスク開口１０２ｂ、複数の第３のマスク開口１０２ｃ、及び、複数の第４のマスク開口１０２ｄが設けられ、複数の第３のマスク開口１０２ｃは、複数の第１のマスク開口１０２ａに対応して配置され、複数の第１のマスク開口１０２ａの各々と、その第１のマスク開口１０２ａに対応する第３のマスク開口１０２ｃとは、Ｙ軸方向と平行な同一直線１２０ａ上に位置し、複数の第４のマスク開口１０２ｄは、複数の第２のマスク開口１０２ｂに対応して配置され、複数の第２のマスク開口１０２ｂと、その第２のマスク開口１０２ｂに対応する第４のマスク開口１０２ｄとは、Ｙ軸方向と平行な同一直線１２０ｂ上に位置し、第１の開口領域１０１ａの第３の開口領域１０１ｃと反対側にはマスク開口が設けられず、複数の第１のマスク開口１０２ａ、及び、複数の第２のマスク開口１０２ｂの各々のＹ軸方向における長さは、複数の第３のマスク開口１０２ｃ、及び、複数の第４のマスク開口１０２ｄの各々のＹ軸方向における長さより短い。

[0156] このように、本実施形態に係る有機ＥＬ素子製造用マスク１００は、パターン形成用の複数のマスク開口１０２が設けられたパターン形成部１０５を含

み、パターン形成部105は、千鳥状に配置された第1～第4の開口領域101a～101dを含み、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dは、パターン形成部105と平行なY軸方向に沿って、この順に配置され、第1の開口領域101a、第2の開口領域101b、第3の開口領域101c、及び、第4の開口領域101d内には、それぞれ、パターン形成部105と平行で、かつY軸方向に直交するX軸方向に、複数の第1のマスク開口102a、複数の第2のマスク開口102b、複数の第3のマスク開口102c、及び、複数の第4のマスク開口102dが設けられることから、マスク100を備える有機EL素子の製造装置上の制約を緩和でき、1回の基板190の搬送で基板190の被蒸着領域の全域にパターンを形成することができる。

[0157] また、複数の第3のマスク開口102cは、複数の第1のマスク開口102aに対応して配置され、複数の第1のマスク開口102aの各々と、その第1のマスク開口102aに対応する第3のマスク開口102cとは、Y軸方向と平行な同一直線120a上に位置し、複数の第4のマスク開口102dは、複数の第2のマスク開口102bに対応して配置され、複数の第2のマスク開口102bと、その第2のマスク開口102bに対応する第4のマスク開口102dとは、Y軸方向と平行な同一直線120b上に位置する。したがって、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dがこの順に基板190と対向するように、Y軸方向に沿って、マスク100を含む蒸着ユニットに対して基板190を相対的に移動させた場合、まず、第1のマスク開口102aを介して、第1のマスク開口102aに対応する領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第2のマスク開口102bを介して、第1のマスク開口102aを介して蒸着された領域と異なる領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第3のマスク開口102cを介して、第1のマスク開口102aを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、最後に第4のマスク開口102dを介して、第2のマスク開口102bを介して蒸着された領域と同じ領域に

蒸着粒子を蒸着することができる。

[0158] なお、各マスク開口 102 による蒸着を行っていない期間中は、基板 190 はコンタミにさらされることから、基板 190 の露出面には全体的にコンタミ層が形成される。

[0159] また、第 1 の開口領域 101 a の第 3 の開口領域 101 c と反対側にはマスク開口が設けられず、複数の第 1 のマスク開口 102 a、及び、複数の第 2 のマスク開口 102 b の各々の Y 軸方向における長さは、複数の第 3 のマスク開口 102 c、及び、複数の第 4 のマスク開口 102 d の各々の Y 軸方向における長さより短いことから、最初に第 1 のマスク開口 102 a を介した蒸着を行うことができ、また、第 1 及び第 2 のマスク開口 102 a 及び 102 b を介した各蒸着時間を短くすることができる。したがって、第 1 のマスク開口 102 a を介した蒸着までに正孔注入・輸送層がコンタミにさらされる時間をできる限り短くでき、また、第 1 のマスク開口 102 a を介した蒸着の開始から僅かに遅れて第 2 のマスク開口 102 b を介した蒸着を開始することができる。その結果、第 1 のマスク開口 102 a を介して蒸着される領域において、正孔注入・輸送層上に非常に薄いコンタミ層と非常に薄い発光層とをこの順に形成でき、第 2 のマスク開口 102 b を介して蒸着される領域においても同様に、正孔注入・輸送層上に非常に薄いコンタミ層と、非常に薄い発光層とをこの順に形成することができる。

[0160] また、第 1 のマスク開口 102 a を介した蒸着の後、第 3 のマスク開口 102 c を介した蒸着によって、第 1 のマスク開口 102 a によって形成された非常に薄い発光層上にコンタミ層を介して所望の厚みを有する通常の発光層を形成でき、第 2 のマスク開口 102 b を介した蒸着の後、第 4 のマスク開口 102 d を介した蒸着によって、第 2 のマスク開口 102 b によって形成された非常に薄い発光層上にコンタミ層を介して所望の厚みを有する通常の発光層を形成することができる。

[0161] 以上の結果、第 1 及び第 3 のマスク開口 102 a 及び 102 c を介して蒸着される領域（以下、前列領域とも言う。）において、正孔注入・輸送層上に

、非常に薄い第1のコンタミ層と、非常に薄い発光層と、第2のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に形成でき、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域（以下、後列領域とも言う。）においては、正孔注入・輸送層上に、非常に薄い第3のコンタミ層と、非常に薄い発光層と、第4のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に形成することができる。

[0162] ここで、第4のマスク開口102dを介した蒸着は、通常、第3のマスク開口102cを介した蒸着が終了するまで開始されず、また、第3のマスク開口102cを介した蒸着は、所望の厚みを有する通常の発光層を形成できるだけの期間行われる必要がある。したがって、第4のコンタミ層は、通常、第2のコンタミ層よりも厚くなってしまふ。しかしながら、後列領域においては、第3のコンタミ層が極めて薄いため、正孔注入・輸送層から第3のコンタミ層に注入されたホールを、注入効率をほとんど低下させることなく非常に薄い発光層へ注入させることができる。そして、そのホールは、非常に薄い発光層、及び、第4のコンタミ層をホッピング移動して所望の厚みを有する通常の発光層に注入され、そこで電子と再結合して励起子が形成され、発光が生じることになる。すなわち、通常の発光層と同じエネルギー準位の非常に薄い発光層が存在することでホールがホッピング移動しやすくなり、所望の厚みを有する通常の発光層にホールを効率良く注入することができる。このため、後列領域における輝度の低下を抑制することができ、後列領域と前列領域との間の輝度差を小さくすることができる。すなわち、輝度ムラ、中でもスティッチムラを抑制することができる。

[0163] なお、前列領域においても同様に、正孔注入・輸送層から第1のコンタミ層に注入されたホールは、第1のコンタミ層が極めて薄いため、注入効率を低下することなく非常に薄い発光層へ注入され、そして、そのホールは、非常に薄い発光層、第2のコンタミ層をホッピング移動して所望の厚みを有する通常の発光層に注入され、そこで電子と再結合して励起子が形成され、発光が生じることになる。

[0164] また、複数の第1のマスク開口102aのY軸方向における長さ、と、複数の第2のマスク開口102bのY軸方向における長さとは、実質的に同じである。このため、テンションがかかった状態で補強部材であるマスクフレームにマスク100を接合（例えばスポット溶接）したときに、マスク100に均一にテンションがかかるため、マスク開口102の位置精度及びピッチ精度を高くすることが可能である。

[0165] なお、本明細書において、「複数のマスク開口のY軸方向における長さが実質的に同じである」とは、複数のマスク開口のY軸方向における長さのうち、最大長及び最小長をそれぞれYmax及びYminとした場合、下記数式（1）から算出される値（百分率）が10%以下であることを意味する。したがって、複数の第1のマスク開口102aのY軸方向における長さ、と、複数の第2のマスク開口102bのY軸方向における長さとは、換言すると、複数の第1のマスク開口102aのY軸方向における長さ、及び、複数の第2のマスク開口102bのY軸方向における長さのうち、最大長及び最小長をそれぞれYmax及びYminとした場合、下記数式（1）から算出される値が10%以下であることを意味する。下記数式（1）から算出される値は、好ましくは5%以下であり、より好ましくは2%以下である。

[0166] [数1]

$$\frac{Y_{max} - Y_{min}}{(Y_{max} + Y_{min})/2} \times 100 \quad (1)$$

[0167] 上記数式（1）は、複数のマスク開口のY軸方向における長さの仕上がり精度の変化の幅（分子）を該仕上がり精度の平均レベル（分母）で割ることによって、複数のマスク開口のY軸方向における長さの変化がどの程度の範囲におさまっているかを導出している。なお、マスクの一般的な製造方法を用いて、上記数式（1）から算出される値が10%以下におさまるように複数のマスク開口を形成することは十分に可能である。

[0168] 次に、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置及び製造方法（特に発光層

蒸着工程 S 4) について詳述する。

図 7 は、実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の斜視模式図である。図 8 は、実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の平面模式図である。図 9 は、実施形態 1 に係る有機 E L 素子の製造装置の断面模式図であり、Y 軸方向に垂直な断面を示す。

[0169] 図 7 ～ 9 に示すように、本実施形態に係る有機 E L 素子の製造装置 1 5 0 は、スキャン成膜法を採用した真空蒸着装置であり、蒸着室（真空チャンバ、図示せず）と、蒸着室に接続された真空ポンプ（図示せず）と、基板ホルダ 1 5 1 と、搬送機構 1 5 2 と、シャッター（図示せず）と、アライメント手段（図示せず）と、製造装置 1 5 0 を駆動制御するための駆動制御装置（図示せず）と、蒸着ユニット 1 5 3 とを備えており、蒸着ユニット 1 5 3 は、蒸着源 1 6 0 と、制限板 1 7 0 と、上述の実施形態 1 に係る有機 E L 素子製造用マスク 1 0 0 と、マスクフレーム（図示せず）と、ユニットホルダ（図示せず）とを含んでいる。そして、マスク 1 0 0 の上方を真空蒸着（成膜）される基板 1 9 0 が搬送される。マスク 1 0 0、制限板 1 7 0、及び、蒸着源 1 6 0 は、基板 1 9 0 側からこの順に配置されている。

[0170] 蒸着室は、真空蒸着を行う空間を形成する容器であり、蒸着ユニット 1 5 3 と、基板ホルダ 1 5 1 と、搬送機構 1 5 2 の少なくとも一部と、アライメント手段の少なくとも一部とは、蒸着室内に設けられている。蒸着を行う際には真空ポンプによって蒸着室内が排気（減圧）され、少なくとも蒸着を行う期間中、蒸着室内は高真空状態（例えば、到達真空度： 10^{-4} Pa 以下）に維持される。

[0171] ユニットホルダは、少なくとも蒸着を行う期間中、マスク 1 0 0、制限板 1 7 0、及び、蒸着源 1 6 0 を互いに一体化するための部材である。一体化する目的は、当該期間中、マスク 1 0 0、制限板 1 7 0、及び、蒸着源 1 6 0 のノズル 1 6 2 の相対的な位置、及び、姿勢を一定に維持するためである。

[0172] 基板ホルダ 1 5 1 は、基板 1 9 0 を保持可能な部材であり、蒸着室内の上部に設けられている。基板ホルダ 1 5 1 は、被蒸着面がマスク 1 0 0 に対向す

るように基板１９０を保持する。基板ホルダ１５１としては、静電チャックが好適である。

[0173] 発光層蒸着工程Ｓ４までに、基板１９０の絶縁基板１１上には、上述のように、ＴＦＴ１２と、配線１４と、層間膜１３と、第１電極２１と、エッジカバー１５と、正孔注入・輸送層（正孔注入層２２、正孔輸送層２３、及び／又は、電子ブロッキング層）とが形成されている。

[0174] 基板ホルダ１５１は、搬送機構１５２に接続されている。搬送機構１５２は、基板１９０がマスク１００と対向するように、基板ホルダ１５１をＹ軸方向に案内する。そして、搬送機構１５２は、基板ホルダ１５１と、基板ホルダ１５１に保持された基板１９０とをＹ軸方向に沿って定速で移動させて、マスク１００の近傍を通過させる。他方、蒸着ユニット１５３は、少なくとも蒸着を行う期間中、蒸着室に固定され、静止している。したがって、搬送機構１５２により、基板１９０をＹ軸方向に沿って蒸着ユニット１５３に対して相対的に移動させることが可能となる。搬送機構１５２は、例えば、Ｙ軸方向に延在する直線ガイドと、Ｙ軸方向に延在するボールネジと、ボールネジに螺合されたボールナットと、サーボモータ、ステッピングモータ等のボールネジを回転駆動する駆動モータ（電動機）と、駆動モータに電氣的に接続されたモータ駆動制御装置とを含む機構であってもよい。

[0175] なお、搬送機構１５２は、基板１９０を蒸着ユニット１５３に対して相対的に移動させることができればよい。したがって、搬送機構１５２は、基板ホルダ１５１、及び、蒸着ユニット１５３に接続されてもよく、基板ホルダ１５１、及び、蒸着ユニット１５３の両方が搬送機構１５２によって移動させられてもよい。また、搬送機構１５２は、蒸着ユニット１５３に接続されてもよく、蒸着ユニット１５３が搬送機構１５２によって移動させられ、基板１９０、及び、基板ホルダ１５１は、蒸着室に固定されてもよい。

[0176] マスク１００は、各マスク開口がＹ軸方向に沿って配置され、かつ、第１、第２、第３及び第４の開口領域１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ及び１０１ｄがこの順に基板１９０に対向するように、配置されている。

- [0177] マスク 100 は、基板 190 より小さく、マスク 100 の Y 軸方向の長さは、基板 190 の Y 軸方向の長さよりも小さい。これにより、マスク 100 の小型化が可能となり、基板 190 が大型化した場合もマスク 100 の製造性を確保することができる。また、自重によるマスク 100 の撓みを低減することが可能である。
- [0178] マスクフレームは、枠状の補強部材であり、マスク 100 は、テンションがかかった状態でマスクフレームに接合（例えばスポット溶接）されている。これにより、自重によるマスク 100 の撓みを抑制している。
- [0179] 基板 190 の搬送中に基板 190 が損傷することを防止するために、蒸着を行う期間中、基板 190 は、マスク 100 の上を一定の間隔を空けて移動される。なお、この間隔の大きさは、特に限定されず、適宜設定することができる。例えば、このギャップは、一般的なスキャン蒸着法において採用されるマスク及び基板の間隔と同程度に設定されてもよい。
- [0180] 蒸着源 160 は、真空蒸着される材料（ここでは、発光材料。好適には有機材料）を加熱して気化、すなわち蒸発又は昇華させ、そして、気化した材料を蒸着室内に放出する部材であり、蒸着室内の下部に設けられている。より詳細には、蒸着源 160 は、蒸発部（図示せず）と、蒸発部に接続され、気化した材料が拡散する空間を形成する拡散部 161 と、拡散部 161 の上部（マスク 100 側の部分）に周期的に設けられた複数のノズル 162 とを含んでいる。蒸発部は、材料を収容する耐熱性の容器（図示せず）、例えば坩堝と、容器に収容された材料を加熱する加熱装置（図示せず）、例えばヒータ及び加熱電源とを含んでいる。各ノズル 162 の先端には、射出口（開口）163 が形成され、各射出口 163 は、拡散部 161 まで貫通している。蒸発部の容器内に材料を入れ、材料を加熱装置で加熱して気化させると、気体となった材料（蒸着粒子）は、拡散部 161 内を拡散し、最終的に射出口 163 から放出される。その結果、射出口 163 からは、蒸着粒子の流れである蒸着流 191 が発生し、蒸着流 191（蒸着粒子）は、射出口 163 から等方的に広がっていく。

[0181] 図8に示すように、射出口163は、開口領域101と同様に千鳥状に配置され、開口領域101と1対1で対応している。射出口163を千鳥状に配置することによって、隣り合う射出口163の間の間隔を広くすることができる。したがって、各ノズル162近傍において蒸着粒子の散乱を抑制でき、ボケ等の不具合を低減することができる。射出口163は、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応する第1、第2、第3及び第4の射出口163a、163b、163c及び163dを含んでいる。

[0182] なお、本明細書において、「開口領域に対応する射出口」とは、その射出口から放出された蒸着粒子が、その開口領域を通過可能なように設計された射出口を意味する。

[0183] 各射出口163の具体的な配置場所は特に限定されず、例えば、各射出口163は、それに対応する開口領域101の中心部に対向するように配置されていてもよい。また、Z軸方向に沿って見たときに、各射出口163は、それに対応する開口領域101に重なって配置されていてもよい。

[0184] 各開口領域101に対応して1つずつ射出口163を配置することによって、蒸着流191の分布のうち、蒸着粒子の密度の高い領域（蒸着粒子数が多い領域）を用いることが可能となるため、短時間で成膜を行うことができる。

[0185] Z軸方向に沿って見たときの各射出口163の形状は特に限定されず、適宜設定でき、例えば、円形、楕円形、矩形、正方形等が挙げられる。また、Z軸方向に沿って見たときの射出口163の平面形状は、互いに独立して設定可能であるが、通常、Z軸方向に沿って見たときの射出口163の平面形状は、全て同じ平面形状に設定されている。各射出口163の大きさ（面積）も特に限定されず、適宜設定することができる。射出口163の大きさ（面積）は、互いに独立して設定可能であるが、通常、全ての射出口163は、同じ大きさに設定されている。

[0186] また、蒸着源160の種類は、特に限定されず、例えば、点蒸着源（ポイン

トソース)でもよいし、線蒸着源(ラインソース)でもよいし、面蒸着源であってもよい。また、蒸着源160の加熱方法は、特に限定されず、例えば、抵抗加熱法、電子ビーム法、レーザ蒸着法、高周波誘導加熱法、アーク法等が挙げられる。

[0187] 蒸着を行っている期間中、マスク100と、各射出口163の形成面との間の間隔も所定の大きさに保たれている。なお、この間隔は、特に限定されず、適宜設定することができ、例えば、一般的なスキャン蒸着法において採用されるマスクと射出口の形成面との間の間隔と同程度に設定されてもよい。

[0188] シャッターは、蒸着源160、及び、制限板170の間に挿入可能な状態で設けられている。シャッターがこれらの間に挿入されることで蒸着流191が遮断される。このように、蒸着源160、及び、制限板170の間にシャッターを適宜差し挟むことによって、基板190の余計な部分(非蒸着領域)への蒸着を防止することができる。

[0189] 制限板170は、複数の開口(貫通口)171が設けられた厚板状の部材であり、蒸着源160から離れてXY平面(X軸、及び、Y軸に平行な平面)と略平行に配置されている。図8に示すように、開口171は、開口領域101と同様に千鳥状に配置され、開口領域101と1対1で対応している。Z軸方向に沿って見たとき、各開口171は、それに対応する開口領域101とほぼ重なっている。開口171は、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応する第1、第2、第3及び第4の開口171a、171b、171c及び171dを含んでいる。

[0190] なお、蒸着源160、及び、制限板170の間の間隔は、特に限定されず、適宜設定することができ、例えば、一般的なスキャン蒸着法において採用される蒸着源、及び、制限板の間の間隔と同程度に設定されてもよい。

[0191] 全ての開口171は、略同一寸法で略同一の形状に形成されており、Z軸方向に沿って見たときの各開口171の形状は、例えば、矩形又は正方形である。Z軸方向に沿って見たときの各開口171の形状は、特に限定されず、

互いに独立して適宜設定することができるが、通常、Ｙ軸方向と平行な一対の辺を含む形状である。

[0192] 各開口１７１の下方には１つの射出口１６３が配置されており、開口１７１と、射出口１６３とが１対１に対応している。また、Ｚ軸方向に沿って見たとき、各射出口１６３の位置は、対応する開口１７１の中心部の位置と略一致し、Ｙ軸方向に沿って見たとき、各射出口１６３は、対応する開口１７１の中心部の略真下に位置している。

[0193] ただし、開口１７１と、射出口１６３との対応関係は特に限定されず、例えば、１つの射出口１６３に対して複数の開口１７１が対応して配置されてもよいし、複数の射出口１６３に対して１つの開口１７１が対応して配置されてもよい。前者の場合については、実施形態３で詳述する。また、Ｙ軸方向に沿って見たときに、各射出口１６３は、対応する開口１７１の中心の真下からずれた場所に配置されてもよい。

[0194] なお、「射出口に対応する開口」とは、その射出口から放出された蒸着粒子が通過可能なように設計された開口を意味する。

[0195] 各開口１７１には下方から、ある広がりをもって射出口１６３から放出された蒸着流１９１が上昇してくる。蒸着流１９１に含まれる蒸着粒子のうちの一部は、開口１７１を通過することができる。他方、残りの蒸着粒子は、制限板１７０の底面部、又は、開口１７１内の制限板１７０の壁部に衝突して付着するため、開口１７１を通過することができず、マスク１００に到達することができない。また、制限板１７０は、各蒸着流１９１が対応する開口１７１以外の開口１７１（例えば対応する開口１７１の隣の開口１７１）を通過することを防止している。

[0196] 制限板１７０は、各射出口１６３から噴き出した直後では等方的に広がっていた蒸着粒子の飛行範囲を制限し、指向性の悪い成分、具体的にはＸ軸方向の速度成分が相対的に大きい蒸着粒子を遮り、指向性の高い成分、具体的にはＸ軸方向の速度成分が相対的に小さい蒸着粒子を通過させる。そして、制限板１７０は、Ｙ軸方向に沿って見たときの基板１９０に対する蒸着流１９

1の入射角が必要以上に大きくなるのを抑制し、基板190に入射する蒸着粒子のX軸方向における指向性を向上する。このような制限板170を配置することによって、成膜パターンのボケの大きさを低減することができる。

[0197] また、図9に示すように、マスク100には、パターン形成用の複数のマスク開口102が形成されているため、マスク100に到達した蒸着粒子の一部がマスク開口102を通過することができ、マスク開口102に対応したパターンで基板190上に蒸着粒子を堆積させることができる。

[0198] 以下、発光層蒸着工程S4と、発光層蒸着工程S4における有機EL素子の製造装置150の動作とについて説明する。

[0199] 発光層蒸着工程S4では、まず、蒸着室内を減圧し、高真空状態にする。また、材料を加熱して蒸着流191を発生させる。次に、搬入口（図示せず）から基板190を蒸着室内に搬入し、基板ホルダ151によって基板190を保持する。次に、蒸着範囲外の待機位置において、アライメント手段によって、基板190、及び、マスク100のアライメントを行う。そして、基板190を蒸着範囲外の待機位置に置いたまま、シャッターを蒸着源160、及び、制限板170の間から後退させ、成膜レートが安定するのを待つ。この間、ダミー基板を蒸着範囲内に設置し、ダミー基板に蒸着する（ダミー蒸着）。成膜レートの安定化後、ダミー基板を除去する。

[0200] 次に、図7に示したように、基板190、及び、マスク100が互いにすれ違うように、搬送機構152によって、Y軸方向に沿って、一定の相対速度で、基板190を蒸着ユニット153に対して相対的に移動させる。その結果、図9に示すように、蒸着ユニット153に対して相対的に移動している基板190の被蒸着領域に、マスク開口102を通過した蒸着粒子が次々に付着していき、ストライプ状のパターン（蒸着膜）192が形成される。基板190の被蒸着領域がマスク100上を通過したところでシャッターを蒸着源160、及び、制限板170の間に挿入し、基板190上への蒸着を終了する。

[0201] 発光層蒸着工程S4では、3種類の発光材料を用いて、インライン式で上述

の一連の蒸着を3回行い、3色の発光層24R、24G及び24Bを順に形成する。すなわち、有機EL素子の製造装置150は、上述の蒸着ユニット153等を含む3つの同じ構成を備えており、これらの構成がY軸方向に配置されている。なお、発光層24R、24G及び24Bの形成順序は、特に限定されず、適宜設定することが可能である。

[0202] 全ての発光層の蒸着が終了後、搬送機構152によって基板190を搬出口（図示せず）の手前まで搬送し、搬出口から基板190を蒸着室の外に搬出する。これにより、発光層蒸着工程S4が完了する。

[0203] なお、発光層蒸着工程S4は、インライン式ではなく、枚葉式で行われてもよい。

[0204] 以上、説明したように、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置150は、基板190上に成膜する有機EL素子の製造装置であって、製造装置150は、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク100と、蒸着粒子を放出する蒸着源160とを含む蒸着ユニット153と、基板190をマスク100から離れた状態で、Y軸方向（第1の方向）に沿って蒸着ユニット153に対して基板190を相対的に移動させる搬送機構152とを備え、マスク100は、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dがこの順に基板190と対向するように配置される。したがって、上述のように、輝度ムラの軽減と、有機EL素子の製造装置150上の制約の緩和とが可能である。

[0205] より詳細には、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置150は、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク100と、蒸着粒子を放出する蒸着源160とを含む蒸着ユニット153と、基板190をマスク100から離れた状態で、Y軸方向に沿って蒸着ユニット153に対して基板190を相対的に移動させる搬送機構152とを備え、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク100は、パターン形成用の複数のマスク開口102が設けられたパターン形成部105を含み、パターン形成部105は、千鳥状に配置された第1～第4の開口領域101a～101dを含み、第1、第2、第3及

び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dは、パターン形成部105と平行なY軸方向（第1の方向）に沿って、この順に配置され、第1の開口領域101a、第2の開口領域101b、第3の開口領域101c、及び、第4の開口領域101d内には、それぞれ、パターン形成部105と平行で、かつY軸方向に直交するX軸方向（第2の方向）に、複数の第1のマスク開口102a、複数の第2のマスク開口102b、複数の第3のマスク開口102c、及び、複数の第4のマスク開口102dが設けられることから、製造装置150上の制約を緩和でき、搬送機構152による1回の基板190の搬送で基板190の被蒸着領域の全域にパターンを形成することができる。

[0206] また、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置150は、基板190をマスク100から離れた状態で、Y軸方向に沿って蒸着ユニット153に対して基板190を相対的に移動させる搬送機構152を備え、マスク100は、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dがこの順に基板190と対向するように配置され、複数の第3のマスク開口102cは、複数の第1のマスク開口102aに対応して配置され、複数の第1のマスク開口102aの各々と、その第1のマスク開口102aに対応する第3のマスク開口102cとは、Y軸方向と平行な同一直線120a上に位置し、複数の第4のマスク開口102dは、複数の第2のマスク開口102bに対応して配置され、複数の第2のマスク開口102bと、その第2のマスク開口102bに対応する第4のマスク開口102dとは、Y軸方向と平行な同一直線120b上に位置する。したがって、まず、第1のマスク開口102aを介して、第1のマスク開口102aに対応する領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第2のマスク開口102bを介して、第1のマスク開口102aを介して蒸着された領域と異なる領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第3のマスク開口102cを介して、第1のマスク開口102aを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、最後に第4のマスク開口102dを介して、第2のマス

ク開口１０２ｂを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができる。

[0207] なお、各マスク開口１０２による蒸着を行っていない期間中は、基板１９０はコンタミにさらされることから、基板１９０の露出面には全体的にコンタミ層が形成される。

[0208] 更に、第１の開口領域１０１ａの第３の開口領域１０１ｃと反対側にはマスク開口が設けられず、複数の第１のマスク開口１０２ａ、及び、複数の第２のマスク開口１０２ｂの各々のＹ軸方向における長さは、複数の第３のマスク開口１０２ｃ、及び、複数の第４のマスク開口１０２ｄの各々のＹ軸方向における長さより短いことから、上述のように、第１及び第３のマスク開口１０２ａ及び１０２ｃを介して蒸着される領域（前列領域）において、正孔注入・輸送層上に、非常に薄い第１のコンタミ層と、非常に薄い発光層と、第２のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に形成でき、第２及び第４のマスク開口１０２ｂ及び１０２ｄを介して蒸着される領域（後列領域）においては、正孔注入・輸送層上に、非常に薄い第３のコンタミ層と、非常に薄い発光層と、第２のコンタミ層よりも厚い第４のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に形成することができる。そして、後列領域において、ホールがホッピング移動しやすくなり、所望の厚みを有する通常の発光層にホールを効率良く注入することができる。このため、後列領域における輝度の低下を抑制することができ、後列領域と前列領域との間の輝度差を小さくすることができる。すなわち、輝度ムラ、中でもスティッチムラを抑制することができる。

[0209] また、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法は、本実施形態に係る有機ＥＬ素子製造用マスク１００を用いた有機ＥＬ素子の製造方法であって、マスク１００は、パターン形成用の複数のマスク開口１０２が設けられたパターン形成部１０５を含み、パターン形成部１０５は、千鳥状に配置された第１～第４の開口領域１０１ａ～１０１ｄを含み、第１、第２、第３及び第４の開口領域１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ及び１０１ｄは、パターン形成部

105と平行なY軸方向（第1の方向）に沿って、この順に配置され、第1の開口領域101a、第2の開口領域101b、第3の開口領域101c、及び、第4の開口領域101d内には、それぞれ、パターン形成部105と平行で、かつY軸方向に直交するX軸方向（第2の方向）に、複数の第1のマスク開口102a、複数の第2のマスク開口102b、複数の第3のマスク開口102c、及び、複数の第4のマスク開口102dが設けられ、複数の第3のマスク開口102cは、複数の第1のマスク開口102aに対応して配置され、複数の第1のマスク開口102aの各々と、その第1のマスク開口102aに対応する第3のマスク開口102cとは、Y軸方向と平行な同一直線120a上に位置し、複数の第4のマスク開口102dは、複数の第2のマスク開口102bに対応して配置され、複数の第2のマスク開口102bと、その第2のマスク開口102bに対応する第4のマスク開口102dとは、Y軸方向と平行な同一直線120b上に位置し、第1の開口領域101aの第3の開口領域101cと反対側にはマスク開口が設けられず、複数の第1のマスク開口102a、及び、複数の第2のマスク開口102bの各々のY軸方向における長さは、複数の第3のマスク開口102c、及び、複数の第4のマスク開口102dの各々のY軸方向における長さより短く、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法は、基板190をマスク100から離れた状態で、Y軸方向に沿って、マスク100と蒸着粒子を放出する蒸着源160とを含む蒸着ユニット153に対して基板190を相対的に移動させながら、マスク100を介して蒸着粒子を基板190に付着させる発光層蒸着工程S4を含み、発光層蒸着工程S4において、マスク100は、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dがこの順に基板190と対向するように配置される。したがって、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置150の場合と同様に、輝度ムラの軽減と、有機EL素子の製造装置150上の制約の緩和とが可能である。

[0210] また、蒸着源160には、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応して第1、第2、第3及び

第4の射出口163a、163b、163c及び163dが設けられることから、蒸着流191の分布のうち、蒸着粒子の密度の高い領域（蒸着粒子数が多い領域）を用いることが可能となるため、短時間で成膜を行うことができる。

[0211] また、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置150は、マスク100、及び、蒸着源160の間に設けられた制限板170を更に備え、制限板170には、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の開口171a、171b、171c及び171dが設けられている。同様に、発光層蒸着工程S4において、第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の開口171a、171b、171c及び171dが設けられた制限板170をマスク100、及び、蒸着源160の間に配置している。これらにより、成膜パターンのボケの大きさを低減することができる。

[0212] （実施形態2）

本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態1と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形態1とにおいて、同一又は同様の機能を有する部材には同一又は同様の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0213] 実施形態1では、第1又は第3の開口領域に対向する制限板の開口を通過した蒸着流と、第2又は第4の開口領域に対向する制限板の開口を通過した蒸着流とが干渉し合う可能性がある。すなわち、第1又は第3の開口領域に向かう蒸着流が広がってしまい、第2又は第4の開口領域にも流入してしまうおそれがある。その結果、混色やボケ等の不具合が発生する可能性がある。このような懸念を払拭するために、本実施形態では、制限板に加えて追加制限板を用いる。なお、混色とは、本来の発光色に他の色が混じる現象のことを言う。

[0214] 本実施形態は、追加制限板を更に用いることを除いて、実施形態1と実質的

に同じである。

[0215] 図 10 は、実施形態 2 に係る有機 EL 素子の製造装置の平面模式図である。

図 11 は、実施形態 2 に係る有機 EL 素子の製造装置の斜視模式図である。

図 12 は、実施形態 2 に係る有機 EL 素子の製造装置の断面模式図であり、Y 軸方向に垂直な断面を示す。

図 10～12 に示すように、本実施形態に係る有機 EL 素子の製造装置 250 の蒸着ユニット 253 は、上述のマスク 100、及び、制限板 170 の間に設けられた複数の追加制限板 280 を備えている。

[0216] 追加制限板 280 は、板状の部材であり、マスク 100、及び、制限板 170 の間の空間を仕切って第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域 101 a、101 b、101 c 及び 101 d にそれぞれ対応する 4 つの空間 193 a、193 b、193 c 及び 193 d に分割している。追加制限板 280 を配置することにより、第 1 又は第 3 の開口領域 101 a 又は 101 c に向かう蒸着流が広がったとしても、その蒸着流が第 2 又は第 4 の開口領域 101 b 又は 101 d に流入することを抑制することができる。したがって、実施形態 1 に比べて、混色やボケ等の不具合が発生する可能性を低くすることができる。

[0217] 図 10 に示すように、追加制限板 280 は、Z 軸方向から見たときに第 1 の開口領域 101 a と交互に配置された複数の追加制限板 280 a と、Z 軸方向から見たときに第 2 の開口領域 101 b と交互に配置された複数の追加制限板 280 b と、Z 軸方向から見たときに第 3 の開口領域 101 c と交互に配置された複数の追加制限板 280 c と、Z 軸方向から見たときに第 4 の開口領域 101 d と交互に配置された複数の追加制限板 280 d と、Z 軸方向から見たときに第 1 の開口領域 101 a と第 2 の開口領域 101 b との間に配置された追加制限板 280 e と、Z 軸方向から見たときに第 2 の開口領域 101 b と第 3 の開口領域 101 c との間に配置された追加制限板 280 f と、Z 軸方向から見たときに第 3 の開口領域 101 c と第 4 の開口領域 101 d との間に配置された追加制限板 280 g とを含んでいる。追加制限板 2

80a～280dは、Y軸方向に沿って設けられ、追加制限板280e～280gは、X軸方向に沿って設けられている。

[0218] 追加制限板280a～280gは、互いに接合（例えばスポット溶接）されており、ユニットホルダによって、マスク100、制限板170、及び、蒸着源160と一体化されている。

[0219] なお、各追加制限板280の形状は、特に限定されず、互いに独立して適宜設定することができ、例えば、各追加制限板280は、平板状であってもよいし、屈曲又は湾曲していてもよいし、波板状であってもよい。

[0220] また、各追加制限板280は、図11及び12に示すように、制限板170に接触していてもよいし、制限板170から離れて配置されていてもよい。

[0221] 以上のように、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置250は、マスク100、及び、制限板170の間に設けられた複数の追加制限板280を備え、複数の追加制限板280は、マスク100、及び、制限板170の間の空間を仕切って第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応する4つの空間193a、193b、193c及び193dに分割していることから、第1又は第3の開口領域101a又は101cに向かう蒸着流が広がったとしても、その蒸着流が第2又は第4の開口領域101b又は101dに流入することを抑制することができる。したがって、実施形態1に比べて、混色やボケ等の不具合が発生する可能性を低くすることができる。

[0222] また、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法は、発光層蒸着工程S4において、マスク100、及び、制限板170の間の空間を仕切って第1、第2、第3及び第4の開口領域101a、101b、101c及び101dにそれぞれ対応する4つの空間193a、193b、193c及び193dに分割するように、マスク100、及び、制限板170の間に複数の追加制限板280を配置している。したがって、上述のように、実施形態1に比べて、混色やボケ等の不具合が発生する可能性を低くすることができる。

[0223] （実施形態3）

本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態 1 ～ 2 と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形態 1 ～ 2 とにおいて、同一又は同様の機能を有する部材には同一又は同様の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0224] 実施形態 1 では、各開口領域に対応して射出口が 1 つずつ設けられていたため、ノズルが密に配置されることとなり、隣り合うノズルから射出された蒸着粒子同士が衝突しやすく、蒸着粒子の散乱が発生しやすい。その結果、ボケ等の不具合が発生する可能性がある。このような懸念を払拭するために、本実施形態では、射出口の配置を変更している。

[0225] 図 1 3 は、実施形態 3 に係る有機 E L 素子の製造装置の斜視模式図である。図 1 4 は、実施形態 3 に係る有機 E L 素子の製造装置の平面模式図である。図 1 3 に示すように、本実施形態に係る有機 E L 素子の製造装置 3 5 0 は、蒸着源 3 6 0 を備え、蒸着源 3 6 0 は、先端に射出口 3 6 3 が各々設けられた複数のノズル 3 6 2 を含んでいる。

[0226] 本実施形態は、実施形態 1 の蒸着源の代わりに蒸着源 3 6 0 を用いることを除いて、実施形態 1 と実質的に同じであり、蒸着源 3 6 0 は、ノズルの配置が異なることを除いて、実施形態 1 の蒸着源と実質的に同じである。

[0227] 図 1 4 に示すように、射出口 3 6 3 は、千鳥状に配置されているが、Y 軸方向において隣り合う 2 つの開口領域 1 0 1 に対応して 1 つの射出口 3 6 3 が配置されている。すなわち、射出口 3 6 3 は、第 1 及び第 3 の開口領域 1 0 1 a 及び 1 0 1 c に対応する第 1 の射出口 3 6 3 a と、第 2 及び第 4 の開口領域 1 0 1 b 及び 1 0 1 d に対応する第 2 の射出口 3 6 3 b とを含んでいる。このように、1 つの射出口 3 6 3 で 2 つの開口領域 1 0 1 をまかなうことによって、ノズル 3 6 2 の配置密度を低くすることができ、蒸着粒子の散乱を抑制することができる。したがって、実施形態 1 に比べて、ボケ等の不具合が発生する可能性を低くすることができる。

[0228] 各射出口 3 6 3 の具体的な配置場所は特に限定されず、適宜、設定可能であるが、Z 軸方向に沿って見たときに、第 1 の射出口 3 6 3 a は、第 1 の開口

領域 101a の中心部と、第 3 の開口領域 101c の中心部との間の中心に配置され、第 2 の射出口 363b は、第 2 の開口領域 101b の中心部と、第 4 の開口領域 101d の中心部との間の中心に配置されることが好ましい。これにより、第 1 の開口領域 101a の中心部と第 3 の開口領域 101c の中心部とが射出口 363a の通る軸を中心にして対称に配置されることとなる。そのため、この軸を中心に蒸着粒子の分布を対称にした場合、蒸着流の中で蒸着粒子の密度がほぼ同じ領域を開口領域 101a と開口領域 101c に使用することができる。射出口 363b についても同様である。したがって、マスク 100 等の設計が容易になる。

[0229] 以上のように、本実施形態に係る有機 EL 素子の製造装置 350 及び製造方法では、蒸着源 360 には、第 1 及び第 3 の開口領域 101a 及び 101c に対応する第 1 の射出口 363a と、第 2 及び第 4 の開口領域 101b 及び 101d に対応する第 2 の射出口 363b とが設けられることから、ノズル 362 の配置密度を低くすることができ、蒸着粒子の散乱を抑制することができる。したがって、実施形態 1 に比べて、ボケ等の不具合が発生する可能性を低くすることができる。

[0230] また、好ましくは、第 1 の射出口 363a は、Z 軸方向に沿って見たときに、第 1 の開口領域 101a の中心部と、第 3 の開口領域 101c の中心部との間の中心に配置され、第 2 の射出口 363b は、Z 軸方向に沿って見たときに、第 2 の開口領域 101b の中心部と、第 4 の開口領域 101d の中心部との間の中心に配置される。したがって、蒸着流の中で蒸着粒子の密度がほぼ同じ領域を開口領域 101a と開口領域 101c に使用することができ、また、蒸着流の中で蒸着粒子の密度がほぼ同じ領域を開口領域 101b と開口領域 101d に使用することができる。したがって、マスク 100 等の設計が容易になる。

[0231] (実施形態 4)

本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態 1～3 と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形

態 1 ～ 3 とにおいて、同一又は同様の機能を有する部材には同一又は同様の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0232] 本実施形態に係る有機 EL 素子製造用マスクは、千鳥状に配置された複数の開口領域として、第 1 ～ 第 4 の開口領域に加えて第 5 及び第 6 の開口領域を更に含むことを除いて、実施形態 1 に係る有機 EL 素子製造用マスクと実質的に同じである。

[0233] 図 1 5 は、実施形態 4 に係る有機 EL 素子製造用マスクの平面模式図である。

図 1 5 に示すように、本実施形態に係る有機 EL 素子製造用マスク 4 0 0 （パターン形成部 4 0 5 ）は、パターン形成用の複数のマスク開口（貫通口、図 1 5 では図示せず）が各々形成された複数の開口領域 4 0 1 を含んでおり、複数の開口領域 4 0 1 は、縦 6 列、横 8 列で、千鳥状に配置されている。これにより、マスク 4 0 0 を備える有機 EL 素子の製造装置の設計の自由度を高めることが可能であるため、該製造装置の制約を緩和することが可能である。

[0234] なお、開口領域 4 0 1 の縦方向（Y 軸方向）の列の数は、6 列以上であることが重要であるが、開口領域 4 0 1 の横方向（X 軸方向）の列の数は、2 列以上であれば特に限定されず、基板の被蒸着領域の X 軸方向の長さに応じて適宜、増減することができる。

[0235] マスク 4 0 0 （パターン形成部 4 0 5 ）は、千鳥状に配置された複数の開口領域 4 0 1 として、第 1 ～ 第 4 の開口領域 4 0 1 a ～ 4 0 1 d に加えて、第 5 の開口領域 4 0 1 e、及び、第 6 の開口領域 4 0 1 f を更に含む。

[0236] 第 1 ～ 第 6 の開口領域 4 0 1 a ～ 4 0 1 f は、千鳥に配置されており、第 1、第 2、第 5、第 6、第 3 及び第 4 の開口領域 4 0 1 a、4 0 1 b、4 0 1 e、4 0 1 f、4 0 1 c 及び 4 0 1 d は、Y 軸方向にこの順に交互に配置されている。開口領域 4 0 1 a、4 0 1 e 及び 4 0 1 c は、X 軸方向における同じ位置に配置されており、開口領域 4 0 1 b、4 0 1 f 及び 4 0 1 d は、X 軸方向における同じ位置に配置されているが、開口領域 4 0 1 a、4 0 1

b、401e、401f、401c及び401dのY軸方向の位置は、互いに異なり、開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dは、Y軸方向において重なり合っていない。

[0237] マスク400（パターン形成部405）は、第1～第6の開口領域401a～401fを含む開口ブロック403を複数備えており、複数の開口ブロック403は、X軸方向に等ピッチで配置されており、同じ構成、すなわち同じ開口パターンを含んでいる。

[0238] 本実施形態に係る有機EL素子の製造装置は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスクの代わりにマスク400を備え、開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dの順に対向するように、基板190を、Y軸方向に定速で、マスク400に対して相対的に搬送（移動）しながら、基板190に対して発光材料を蒸着する。同様に、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスクの代わりにマスク400を用い、開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dの順に対向するように、基板190を、Y軸方向に定速で、マスク400に対して相対的に搬送（移動）しながら、基板190に対して発光材料を蒸着する。したがって、初めに第1の開口領域401a内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第2の開口領域401b内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第5の開口領域401e内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第6の開口領域401f内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第3の開口領域401c内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、最後に第4の開口領域401d内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着されることになる。

[0239] 図16は、実施形態4に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図であり、1つの開口ブロックを拡大して示す。

図16に示すように、各開口領域401e、401f内には、他の開口領域

401と同様に、複数のマスク開口（貫通口）402が設けられている。第5及び第6の開口領域401e及び401fには、それぞれ、X軸方向に配置された、複数の第5及び第6のマスク開口402e及び402fが設けられている。各マスク開口402e、402fは、平面視において（Z軸方向に沿って見たときに）、長手状であり、Y軸方向に沿って配置されている。

[0240] 開口領域401a、401b、401c及び401d内には、それぞれ、実施形態1と同様に、第1、第2、第3及び第4のマスク開口402a、402b、402c及び402dが設けられている。

[0241] 第5のマスク開口402eは、第1のマスク開口402aと1対1で対応するとともに、第3のマスク開口402cと1対1で対応しており、各マスク開口402eは、それに対応するマスク開口402a及び402cとX軸方向において同じ位置に配置されており、各マスク開口402eと、それに対応するマスク開口402a及び402cとは、Y軸方向と平行な同一直線420a上に配置されている。これにより、マスク400に対して基板（図16では図示せず）をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口402aを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）に、マスク開口402eを介して再び蒸着材料が蒸着され、更にその後、マスク開口402cを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。

[0242] 同様に、第6のマスク開口402fは、第2のマスク開口402bと1対1で対応するとともに、第4のマスク開口402dと1対1で対応しており、各マスク開口402fは、それに対応するマスク開口402b及びマスク開口402dとX軸方向において同じ位置に配置されており、各マスク開口402fと、それに対応するマスク開口402b及び402dとは、Y軸方向と平行な同一直線420b上に配置されている。これにより、マスク400に対して基板をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口402bを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）に、マスク開口402fを介して再び蒸着材料が蒸着され、更にその後、マスク開口402dを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。

[0243] また、全ての第5のマスク開口402eと、全ての第6のマスク開口402fとを合わせたマスク開口群は、全ての第1のマスク開口402aと、全ての第2のマスク開口402bとを合わせたマスク開口群と同様に、X軸方向において等ピッチで配置され、該ピッチは、X軸方向における画素ピッチと同じに設定されている。これにより、マスク400に対して基板をY軸方向に沿って相対的に一度だけ移動させるだけで、基板の被蒸着領域の全域に、発光層として、ストライプ状のパターンが形成される。

[0244] そして、本実施形態の大きな特徴は、第1及び第2のマスク開口402a及び402bのみならず、第5及び第6のマスク開口402e及び402fの各々のY軸方向の長さが、全てのマスク開口402の中で最も短く、第3、第4のマスク開口402c、402dの各々のY軸方向の長さよりも短く設定されている点である。これにより、第1、第5及び第3のマスク開口402a、402e及び402cを介して蒸着される領域（以下、前列領域とも言う。）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、コンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に積層することができ、第2、第6及び第4のマスク開口402b、402f及び402dを介して蒸着される領域（以下、後列領域とも言う。）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とをこの順に積層することができる。このように、前列領域及び後列領域の各々において、極薄のコンタミ層と極薄の発光層とが交互に積層された構造（細切れ構造）を形成することができる。そのため、前列領域と後列領域との間において、正孔注入・輸送層の直上近傍における、ホールの注入効率、及び、ホールのホッピング移動し易さの差を、実施形態1の場合に比べて、より小さくすることができる。したがって、実施形態1に比べて、スティッチムラをより抑制することができる。

[0245] 実施形態1と同様に、第5及び第6のマスク開口402e及び402fによ

って形成される極薄の発光層の各々の厚さは、ホールのホッピング移動が生じる厚さであれば特に限定されないが、通常発光層の厚みに対して、10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましく、1 nm (10 Å) 以上であることが好ましい。

[0246] 第5及び第6のマスク開口402e及び402fの各々のY軸方向の長さは、それらによって形成される極薄の発光層を介してホールのホッピング移動が生じる限り、特に限定されないが、極薄の発光層の各々の厚みが上記好適な厚みとなるように設定されることが好ましい。したがって、各マスク開口402eの長さは、そのマスク開口402eに対応する第3のマスク開口402cの長さの10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。また、各マスク開口402eの長さは、そのマスク開口402eによって形成される極薄の発光層の膜厚が1 nm以上となるように設定されることが好ましい。同様に、各マスク開口402fの長さは、そのマスク開口402fに対応する第4のマスク開口402dの長さの10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。また、各マスク開口402fの長さは、そのマスク開口402fによって形成される極薄の発光層の膜厚が1 nm以上となるように設定されることが好ましい。なお、各マスク開口402e、402fの長さの好適な下限値については、極薄の発光層の厚みと、基板のマスクに対する相対的な移動速度と、基板表面における成膜レートとから容易に算出することが可能である。

[0247] Z軸方向に沿って見たときの第5及び第6のマスク開口402e及び402fの各々の形状は、特に限定されず、マスク開口102a、102bは、図16に示すように、Y軸方向に延在する1つのスリット状の開口であってもよい。また、各マスク開口402e、402fは、複数の部分（マスク開口部）に分割されていてもよく、これらのマスク開口部がY軸方向に沿って配置されていてもよい。すなわち、各マスク開口402e、402fは、Y軸方向に沿って配置された複数のマスク開口部を含むマスク開口列であってもよい。この場合、第5及び第6のマスク開口402e及び402fの各々の

Y軸方向の長さとは、各マスク開口402e、402fに含まれる全てのマスク開口部のY軸方向の長さを合計したものを意味する。

[0248] 第5及び第6のマスク開口402e及び402fの各々のX軸方向の長さ（幅）は、特に限定されず、それらによって形成される極薄の発光層のX軸方向の長さ（幅）に応じて適宜設定することができるが、各マスク開口402e、402fの幅は、対応するマスク開口402c又は402dの幅と実質的に同じ大きさに設定されることが好ましい。各マスク開口402e、402fの幅が、対応するマスク開口402c又は402dの幅と異なると、極薄の発光層と通常の発光層との間で形状に違いが生じ、不良発光を生じるおそれがある。

[0249] 第6のマスク開口402fは、通常、第5のマスク開口402eと同じ本数で実質的に同じパターンに形成されているが、異なる本数で異なるパターンに形成されていてもよい。他方、第6のマスク開口402fは、第4のマスク開口402dと同じ本数で形成され、第5のマスク開口402eは、第3のマスク開口402cと同じ本数で形成されている。

[0250] 1つの開口領域401e又は401fに含まれるマスク開口402e又は402fの本数は特に限定されず、蒸着源のノズルのピッチや、制限板によって制限する蒸着粒子の範囲、画素の精細度等の条件を考慮して、適宜設定可能である。

[0251] 第5及び第6のマスク開口402e及び402fは、極薄の発光層を形成するためのものであるため、マスク開口402eのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができ、マスク開口402fのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができる。しかしながら、実施形態1と同様の観点から、全てのマスク開口402e及び402fのY軸方向の長さは、実質的に同じであることが好ましい。

[0252] 以上の通り、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク400（パターン形成部405）は、第5及び第6の開口領域401e及び401fを更に含み、第1～第6の開口領域401a～401fは、千鳥状に配置され、第1

、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dは、Y軸方向（第1の方向）に沿って、この順に配置され、第5の開口領域401e、及び、第6の開口領域401fには、それぞれ、X軸方向（第2の方向）に、複数の第5のマスク開口402e、及び、複数の第6のマスク開口402fが設けられ、複数の第5のマスク開口402eは、複数の第1のマスク開口402a、及び、複数の第3のマスク開口402cに対応して配置され、複数の第1のマスク開口402aの各々と、その第1のマスク開口402aに対応する、第5のマスク開口402e、及び、第3のマスク開口402cとは、Y軸方向と平行な同一直線420a上に位置し、複数の第6のマスク開口402fは、複数の第2のマスク開口402b、及び、複数の第4のマスク開口402dに対応して配置され、複数の第2のマスク開口402bの各々と、その第2のマスク開口402bに対応する、第6のマスク開口402f、及び、第4のマスク開口402dとは、Y軸方向と平行な同一直線420b上に位置し、複数の第5のマスク開口402e、及び、複数の第6のマスク開口402fの各々のY軸方向における長さは、複数の第3のマスク開口402c、及び、複数の第4のマスク開口402dの各々のY軸方向における長さより短い。

[0253] このように、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク400（パターン形成部405）は、第5及び第6の開口領域401e及び401fを更に含み、第1～第6の開口領域401a～401fは、千鳥状に配置され、第1、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dは、Y軸方向に沿って、この順に配置され、第5の開口領域401e、及び、第6の開口領域401fには、それぞれ、X軸方向に、複数の第5のマスク開口402e、及び、複数の第6のマスク開口402fが設けられることから、マスク400を備える有機EL素子の製造装置上の制約を緩和でき、1回の基板190の搬送で基板190の被蒸着領域の全域にパターンを形成することができる。

[0254] また、複数の第5のマスク開口402eは、複数の第1のマスク開口402

a、及び、複数の第3のマスク開口402cに対応して配置され、複数の第1のマスク開口402aの各々と、その第1のマスク開口402aに対応する、第5のマスク開口402e、及び、第3のマスク開口402cとは、Y軸方向と平行な同一直線420a上に位置し、複数の第6のマスク開口402fは、複数の第2のマスク開口402b、及び、複数の第4のマスク開口402dに対応して配置され、複数の第2のマスク開口402bの各々と、その第2のマスク開口402bに対応する、第6のマスク開口402f、及び、第4のマスク開口402dとは、Y軸方向と平行な同一直線420b上に位置する。したがって、第1、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dがこの順に基板190と対向するように、Y軸方向に沿って、マスク400を含む蒸着ユニットに対して基板190を相対的に移動させた場合、まず、第1のマスク開口402aを介して、第1のマスク開口402aに対応する領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第2のマスク開口402bを介して、第1のマスク開口402aを介して蒸着された領域と異なる領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第5のマスク開口402eを介して、第1のマスク開口402aを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第6のマスク開口402fを介して、第2のマスク開口402bを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第3のマスク開口402cを介して、第1及び第5のマスク開口402a及び402eを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、最後に第4のマスク開口402dを介して、第2及び第6のマスク開口402b及び402fを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができる。

[0255] なお、各マスク開口402による蒸着を行っていない期間中は、基板190はコンタミにさらされることから、基板190の露出面には全体的にコンタミ層が形成される。

[0256] また、複数の第5のマスク開口402e、及び、複数の第6のマスク開口4

02 f の各々の Y 軸方向における長さは、複数の第 3 のマスク開口 402 c、及び、複数の第 4 のマスク開口 402 d の各々の前記第 1 の方向における長さより短いことから、第 5 及び第 6 のマスク開口 402 e 及び 402 f を介した各蒸着時間を短くすることができる。したがって、第 1、第 5 及び第 3 のマスク開口 402 a、402 e 及び 402 c を介して蒸着される領域（前列領域）において、正孔注入・輸送層上に、非常に薄いコンタミ層と、非常に薄い発光層と、非常に薄いコンタミ層と、非常に薄い発光層と、コンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とがこの順に積層された構造を形成でき、第 2、第 6 及び第 4 のマスク開口 402 b、402 f 及び 402 d を介して蒸着される領域（後列領域）においても、正孔注入・輸送層上に、非常に薄いコンタミ層と、非常に薄い発光層と、非常に薄いコンタミ層と、非常に薄い発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層とがこの順に積層された構造を形成することができる。そのため、前列領域と後列領域との間において、正孔注入・輸送層の直上近傍における、ホールの注入効率、及び、ホールのホッピング移動し易さの差を、実施形態 1 の場合に比べて、より小さくすることができる。したがって、実施形態 1 に比べて、輝度ムラ、中でもスティッチムラをより抑制することができる。

[0257] また、複数の第 5 のマスク開口 402 e の Y 軸方向における長さ、と、複数の第 6 のマスク開口 402 f の Y 軸方向における長さとは、実質的に同じである。このため、テンションがかかった状態で補強部材であるマスクフレームにマスク 400 を接合（例えばスポット溶接）したときに、マスク 400 に均一にテンションがかかるため、マスク開口 402 の位置精度及びピッチ精度を高くすることが可能である。

[0258] なお、複数の第 5 のマスク開口 402 e の Y 軸方向における長さ、と、複数の第 6 のマスク開口 402 f の Y 軸方向における長さとは実質的に同じであるとは、換言すると、複数の第 5 のマスク開口 402 e の Y 軸方向における長さ、及び、複数の第 6 のマスク開口 402 f の Y 軸方向における長さのうち

、最大長及び最小長をそれぞれ Y_{max} 及び Y_{min} とした場合、上記数式(1)から算出される値が10%以下(好ましくは5%以下、より好ましくは2%以下)であることを意味する。

[0259] 本実施形態においても、実施形態1と同様に、蒸着源は、第1、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域401a、401b、401e、401f、401c及び401dにそれぞれ対応する第1、第2、第5、第6、第3及び第4の射出口を含んでもよいし、第1、第5及び第3の開口領域401a、401e及び401cに対応する第1の射出口と、第2、第6及び第4の開口領域401b、401f及び401dに対応する第2の射出口とを含んでもよい。

[0260] また、本実施形態では、極薄の発光層を形成するために、4つの開口領域401、すなわち第1、第2、第5及び第6の開口領域401a、401b、401e及び401fを設ける場合について説明したが、極薄の発光層を形成するための開口領域401の数は、特に限定されず、4よりも多くてもよい。例えば、極薄の発光層を形成するために、第1、第2、第5、第6、第7及び第8の開口領域を設け、第1、第2、第5、第6、第7、第8、第3及び第4の開口領域を、Y軸方向に沿って、この順に配置してもよい。

[0261] (実施形態5)

本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態1～4と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形態1～4とにおいて、同一又は同様の機能を有する部材には同一又は同様の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0262] 実施形態1では、第1及び第3のマスク開口を介して蒸着される領域(前列領域)は、第4のマスク開口を介した蒸着が行われている間、コンタミにさらされることになる。したがって、前列領域では、第2及び第4のマスク開口を介して蒸着される領域(後列領域)に比べて、所望の厚みを有する通常の発光層の上に形成されるコンタミ層の厚みが大きくなる。本発明者らの検討結果からは、電子輸送層、及び、発光層の間のコンタミに比べて、正孔輸

送層、及び、発光層の間のコンタミの方が輝度に与える影響は大きいことが定性的に分かっている。しかしながら、いずれのコンタミ層もキャリアの障壁となるため、コンタミ層のエネルギー準位と、それに隣接する層（例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層、電子注入層、電子輸送層、正孔ブロッキング層）のエネルギー準位とによって、輝度への影響は変動すると考えられる。すなわち、有機EL素子の構造及び材料によって輝度への影響の度合いは異なると考えられる。したがって、実施形態1では、通常の発光層の上に形成される厚いコンタミ層に起因して、電子注入層、電子輸送層、又は、正孔ブロッキング層からの電子の注入効率が低下して輝度が低くなる可能性がある。そのため、実施形態1では、スティッチムラを更に改善する余地が存在し得る。そこで、本実施形態では、陰極側にも極薄の発光層と極薄のコンタミ層とを形成すべく、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスクに第5及び第6の開口領域を更に設けている。以下、電子注入層、電子輸送層、又は、正孔ブロッキング層を電子注入・輸送層とも総称する。

[0263] 本実施形態に係る有機EL素子製造用マスクは、第5の開口領域、及び、第6の開口領域の配置場所が異なることを除いて、実施形態4に係る有機EL素子製造用マスクと実質的に同じである。

[0264] 図17は、実施形態5に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

図17に示すように、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク500（パターン形成部505）は、パターン形成用の複数のマスク開口（貫通口、図17では図示せず）が各々形成された複数の開口領域501を含んでおり、複数の開口領域501は、縦6列、横8列で、千鳥状に配置されている。これにより、マスク500を備える有機EL素子の製造装置の設計の自由度を高めることが可能であるため、該製造装置の制約を緩和することが可能である。

[0265] なお、開口領域501の縦方向（Y軸方向）の列の数は、6列以上であることが重要であるが、開口領域501の横方向（X軸方向）の列の数は、2列

以上であれば特に限定されず、基板の被蒸着領域のX軸方向の長さに応じて適宜、増減することができる。

[0266] マスク500（パターン形成部505）は、千鳥状に配置された複数の開口領域501として、第1～第4の開口領域501a～501dに加えて、第5の開口領域501e、及び、第6の開口領域501fを更に含む。

[0267] 第1～第6の開口領域501a～501fは、千鳥に配置されており、第1、第2、第3、第4、第5及び第6の開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fは、Y軸方向にこの順に交互に配置されている。開口領域501a、501c及び501eは、X軸方向における同じ位置に配置されており、開口領域501b、501d及び501fは、X軸方向における同じ位置に配置されているが、開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fのY軸方向の位置は、互いに異なり、開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fは、Y軸方向において重なり合っていない。

[0268] マスク500（パターン形成部505）は、第1～第6の開口領域501a～501fを含む開口ブロック503を複数備えており、複数の開口ブロック503は、X軸方向に等ピッチで配置されており、同じ構成、すなわち同じ開口パターンを含んでいる。

[0269] 本実施形態に係る有機EL素子の製造装置は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスクの代わりにマスク500を備え、開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fの順に対向するように、基板190を、Y軸方向に定速で、マスク500に対して相対的に搬送（移動）しながら、基板190に対して発光材料を蒸着する。同様に、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスクの代わりにマスク500を用い、開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fの順に対向するように、基板190を、Y軸方向に定速で、マスク500に対して相対的に搬送（移動）しながら、基板190に対して発光材料を蒸着する。したがって、初めに第1の開口

領域501a内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第2の開口領域501b内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第3の開口領域501c内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第4の開口領域501d内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、次に、第5の開口領域501e内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着され、最後に第6の開口領域501f内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板190に蒸着されることになる。

[0270] 図18は、実施形態5に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図であり、1つの開口ブロックを拡大して示す。

図18に示すように、各開口領域501e、501f内には、他の開口領域501と同様に、複数のマスク開口（貫通口）502が設けられている。開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501f内には、それぞれ、実施形態4と同様に、複数の第1、第2、第3、第4、第5及び第6のマスク開口502a、502b、502c、502d、502e及び502fが設けられている。したがって、マスク500に対して基板（図16では図示せず）をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口502aを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）に、マスク開口502cを介して再び蒸着材料が蒸着され、更にその後、マスク開口502eを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。また、マスク500に対して基板をY軸方向に相対的に移動させると、マスク開口502bを介して蒸着材料が蒸着された領域（サブ画素）に、マスク開口502dを介して再び蒸着材料が蒸着され、更にその後、マスク開口502fを介して再び蒸着材料が蒸着されることとなる。

[0271] そして、本実施形態においても、実施形態4と同様に、第1及び第2のマスク開口502a及び502bのみならず、第5及び第6のマスク開口502e及び502fの各々のY軸方向の長さが、全てのマスク開口502の中で最も短く、第3及び第4のマスク開口502c及び502dの各々のY軸方

向の長さよりも短く設定されている。これにより、第1、第3及び第5のマスク開口502a、502c及び502eを介して蒸着される領域（以下、前列領域とも言う。）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、コンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができ、第2、第4及び第6のマスク開口502b、502d及び502fを介して蒸着される領域（以下、後列領域とも言う。）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができる。そのため、正孔注入・輸送層側と同様の原理により、電子注入・輸送層側においても、電子の注入効率を向上でき、また、電子のホッピング移動を起こしやすくすることができる。したがって、前列領域と後列領域との間において、電子注入・輸送層の直下近傍における、電子の注入効率、及び、電子のホッピング移動し易さの差を、実施形態1の場合に比べて、より小さくすることができる。したがって、実施形態1に比べて、スティッチムラをより抑制することができる。

[0272] 実施形態1と同様に、第5及び第6のマスク開口502e及び502fによって形成される極薄の発光層の各々の厚さは、電子のホッピング移動が生じる厚さであれば特に限定されないが、通常の発光層の厚みに対して、10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましく、1nm（10Å）以上であることが好ましい。

[0273] 第5及び第6のマスク開口502e及び502fの各々のY軸方向の長さは、それらによって形成される極薄の発光層を介して電子のホッピング移動が生じる限り、特に限定されないが、極薄の発光層の各々の厚みが上記好適な厚みとなるように設定されることが好ましい。したがって、各マスク開口502eの長さは、そのマスク開口502eに対応する第3のマスク開口50

2 c の長さの 10 % 以下であることが好ましく、5 % 以下であることがより好ましい。また、各マスク開口 502 e の長さは、そのマスク開口 502 e によって形成される極薄の発光層の膜厚が 1 nm 以上となるように設定されることが好ましい。同様に、各マスク開口 502 f の長さは、そのマスク開口 502 f に対応する第 4 のマスク開口 502 d の長さの 10 % 以下であることが好ましく、5 % 以下であることがより好ましい。また、各マスク開口 502 f の長さは、そのマスク開口 502 f によって形成される極薄の発光層の膜厚が 1 nm 以上となるように設定されることが好ましい。なお、各マスク開口 502 e、502 f の長さの好適な下限値については、極薄の発光層の厚みと、基板のマスクに対する相対的な移動速度と、基板表面における成膜レートとから容易に算出することが可能である。

[0274] Z 軸方向に沿って見たときの第 5 及び第 6 のマスク開口 502 e 及び 502 f の各々の形状は、特に限定されず、マスク開口 502 e、502 f は、図 18 に示すように、Y 軸方向に延在する 1 つのスリット状の開口であってもよい。また、各マスク開口 502 e、502 f は、複数の部分（マスク開口部）に分割されていてもよく、これらのマスク開口部が Y 軸方向に沿って配置されていてもよい。すなわち、各マスク開口 502 e、502 f は、Y 軸方向に沿って配置された複数のマスク開口部を含むマスク開口列であってもよい。この場合、第 5 及び第 6 のマスク開口 502 e 及び 502 f の各々の Y 軸方向の長さとは、各マスク開口 502 e、502 f に含まれる全てのマスク開口部の Y 軸方向の長さを合計したものを意味する。

[0275] 第 5 及び第 6 のマスク開口 502 e 及び 502 f の各々の X 軸方向の長さ（幅）は、特に限定されず、それらによって形成される極薄の発光層の X 軸方向の長さ（幅）に応じて適宜設定することができるが、各マスク開口 502 e、502 f の幅は、対応するマスク開口 502 c 又は 502 d の幅と実質的に同じ大きさに設定されることが好ましい。各マスク開口 502 e、502 f の幅が、対応するマスク開口 502 c 又は 502 d の幅と異なると、極薄の発光層と通常の発光層との間で形状に違いが生じ、不良発光を生じるお

それがある。

[0276] 第6のマスク開口502fは、通常、第5のマスク開口502eと同じ本数で実質的に同じパターンに形成されているが、異なる本数で異なるパターンに形成されていてもよい。他方、第6のマスク開口502fは、第4のマスク開口502dと同じ本数で形成され、第5のマスク開口502eは、第3のマスク開口502cと同じ本数で形成されている。

[0277] 1つの開口領域501e又は501fに含まれるマスク開口502e又は502fの本数は特に限定されず、蒸着源のノズルのピッチや、制限板によって制限する蒸着粒子の範囲、画素の精細度等の条件を考慮して、適宜設定可能である。

[0278] 第5及び第6のマスク開口502e及び502fは、極薄の発光層を形成するためのものであるため、マスク開口502eのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができ、マスク開口502fのY軸方向の長さは、互いに独立して設定することができる。しかしながら、実施形態4と同様に、全てのマスク開口502e及び502fのY軸方向の長さは、実質的に同じであることが好ましい。

[0279] マスク500にかかるテンションを更に均一にし、マスク開口502の位置精度及びピッチ精度を更に高くする観点からは、全ての第1、第2、第5及び第6のマスク開口502a、502b、502e及び502fのY軸方向の長さは、実質的に同じであることが好ましい。本実施形態では、第3のマスク開口502cを中心にしてマスク開口502a及び502eが対照的に配置されることともに、第4のマスク開口502dを中心にしてマスク開口502b及び502fが対照的に配置されているため、このようにマスク開口502a、502b、502e及び502fのY軸方向の長さを揃えることによって、マスク500に非常に均一にテンションをかけることが可能である。

[0280] 以上の通り、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク500（パターン形成部505）は、第5及び第6の開口領域501e及び501fを更に含

み、第1～第6の開口領域501a～501fは、千鳥状に配置され、第1、第2、第3、第4、第5及び第6の開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fは、Y軸方向（第1の方向）に沿って、この順に配置され、第5の開口領域501e、及び、第6の開口領域501fには、それぞれ、X軸方向（第2の方向）に、複数の第5のマスク開口502e、及び、複数の第6のマスク開口502fが設けられ、複数の第5のマスク開口502eは、複数の第1のマスク開口502a、及び、複数の第3のマスク開口502cに対応して配置され、複数の第1のマスク開口502aの各々と、その第1のマスク開口502aに対応する、第5のマスク開口502e、及び、第3のマスク開口502cとは、Y軸方向と平行な同一直線520a上に位置し、複数の第6のマスク開口502fは、複数の第2のマスク開口502b、及び、複数の第4のマスク開口502dに対応して配置され、複数の第2のマスク開口502bの各々と、その第2のマスク開口502bに対応する、第6のマスク開口502f、及び、第4のマスク開口502dとは、Y軸方向と平行な同一直線520b上に位置し、複数の第5のマスク開口502e、及び、複数の第6のマスク開口502fの各々のY軸方向における長さは、複数の第3のマスク開口502c、及び、複数の第4のマスク開口502dの各々のY軸方向における長さより短い。

[0281] このように、本実施形態に係る有機EL素子製造用マスク500（パターン形成部505）は、第5及び第6の開口領域501e及び501fを更に含み、第1～第6の開口領域501a～501fは、千鳥状に配置され、第1、第2、第3、第4、第5及び第6の開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fは、Y軸方向に沿って、この順に配置され、第5の開口領域501e、及び、第6の開口領域501fには、それぞれ、X軸方向に、複数の第5のマスク開口502e、及び、複数の第6のマスク開口502fが設けられることから、マスク500を備える有機EL素子の製造装置上の制約を緩和でき、1回の基板190の搬送で基板190の被蒸着領域の全域にパターンを形成することができる。

- [0282] また、複数の第5のマスク開口502eは、複数の第1のマスク開口502a、及び、複数の第3のマスク開口502cに対応して配置され、複数の第1のマスク開口502aの各々と、その第1のマスク開口502aに対応する、第5のマスク開口502e、及び、第3のマスク開口502cとは、Y軸方向と平行な同一直線520a上に位置し、複数の第6のマスク開口502fは、複数の第2のマスク開口502b、及び、複数の第4のマスク開口502dに対応して配置され、複数の第2のマスク開口502bの各々と、その第2のマスク開口502bに対応する、第6のマスク開口502f、及び、第4のマスク開口502dとは、Y軸方向と平行な同一直線520b上に位置する。したがって、第1、第2、第3、第4、第5及び第6の開口領域501a、501b、501c、501d、501e及び501fがこの順に基板190と対向するように、Y軸方向に沿って、マスク500を含む蒸着ユニットに対して基板190を相対的に移動させた場合、まず、第1のマスク開口502aを介して、第1のマスク開口502aに対応する領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第2のマスク開口502bを介して、第1のマスク開口502aを介して蒸着された領域と異なる領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第3のマスク開口502cを介して、第1のマスク開口502aを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第4のマスク開口502dを介して、第2のマスク開口502bを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第5のマスク開口502eを介して、第1及び第5のマスク開口502a及び502eを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、最後に第6のマスク開口502fを介して、第2及び第6のマスク開口502b及び502fを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができる。
- [0283] なお、各マスク開口502による蒸着を行っていない期間中は、基板190はコンタミにさらされることから、基板190の露出面には全体的にコンタミ層が形成される。

[0284] また、複数の第5のマスク開口502e、及び、複数の第6のマスク開口502fの各々のY軸方向における長さは、複数の第3のマスク開口502c、及び、複数の第4のマスク開口502dの各々の前記第1の方向における長さより短いことから、第5及び第6のマスク開口502e及び502fを介した各蒸着時間を短くすることができる。したがって、第1、第3及び第5のマスク開口502a、502c及び502eを介して蒸着される領域（前列領域）において、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、コンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に形成でき、第2、第6及び第4のマスク開口502b、502d及び502fを介して蒸着される領域（後列領域）においても、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、極薄のコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に形成することができる。そのため、前列領域と後列領域との間において、電子注入・輸送層の直下近傍における、電子の注入効率、及び、電子のホッピング移動し易さの差を、実施形態1の場合に比べて、より小さくすることができる。したがって、実施形態1に比べて、輝度ムラ、中でもスティッチムラをより抑制することができる。

[0285] また、複数の第5のマスク開口502eのY軸方向における長さ、と、複数の第6のマスク開口502fのY軸方向における長さとは、実質的に同じである。このため、テンションがかかった状態で補強部材であるマスクフレームにマスク500を接合（例えばスポット溶接）したときに、マスク500に均一にテンションがかかるため、マスク開口502の位置精度及びピッチ精度を高くすることが可能である。

[0286] 好ましくは、複数の第1のマスク開口502aのY軸方向における長さ、と、複数の第2のマスク開口502bのY軸方向における長さ、と、複数の第5のマスク開口502eのY軸方向における長さ、と、複数の第6のマスク開口502fのY軸方向における長さ、と、実質的に同じである。

02 f の Y 軸方向における長さとは、実質的に同じである。これにより、マスク 500 にかかるテンションを更に均一にすることができ、マスク開口 502 の位置精度及びピッチ精度を更に高くすることが可能である。

[0287] なお、複数の第 5 のマスク開口 502 e の Y 軸方向における長さ、複数の第 6 のマスク開口 502 f の Y 軸方向における長さとは、換言すると、複数の第 5 のマスク開口 502 e の Y 軸方向における長さ、及び、複数の第 6 のマスク開口 502 f の Y 軸方向における長さのうち、最大長及び最小長をそれぞれ Y_{max} 及び Y_{min} とした場合、上記数式 (1) から算出される値が 10% 以下（好ましくは 5% 以下、より好ましくは 2% 以下）であることを意味する。

[0288] また、複数の第 1 のマスク開口 502 a の Y 軸方向における長さ、複数の第 2 のマスク開口 502 b の Y 軸方向における長さ、複数の第 5 のマスク開口 502 e の Y 軸方向における長さ、複数の第 6 のマスク開口 502 f の Y 軸方向における長さとは、換言すると、複数の第 1 のマスク開口 502 a の Y 軸方向における長さ、複数の第 2 のマスク開口 502 b の Y 軸方向における長さ、複数の第 5 のマスク開口 502 e の Y 軸方向における長さ、及び、複数の第 6 のマスク開口 502 f の Y 軸方向における長さのうち、最大長及び最小長をそれぞれ Y_{max} 及び Y_{min} とした場合、上記数式 (1) から算出される値が 10% 以下（好ましくは 5% 以下、より好ましくは 2% 以下）であることを意味する。

[0289] 本実施形態においても、実施形態 1 と同様に、蒸着源は、第 1、第 2、第 3、第 4、第 5 及び第 6 の開口領域 501 a、501 b、501 c、501 d、501 e 及び 501 f にそれぞれ対応する第 1、第 2、第 3、第 4、第 5 及び第 6 の射出口を含んでもよいし、第 1、第 3 及び第 5 の開口領域 501 a、501 c 及び 501 e に対応する第 1 の射出口と、第 2、第 4 及び第 6 の開口領域 501 b、501 d 及び 501 f に対応する第 2 の射出口とを含んでもよい。

[0290] また、本実施形態では、極薄の発光層を形成するために、4 つの開口領域 5

01、すなわち第1、第2、第5及び第6の開口領域501a、501b、501e及び501fを設ける場合について説明したが、極薄の発光層を形成するための開口領域501の数は、特に限定されず、4よりも多くてもよい。例えば、極薄の発光層を形成するために、第1、第2、第5、第6、第7、第8、第9及び第10の開口領域を設け、第1、第2、第7、第8、第3、第4、第9、第10、第5及び第6の開口領域を、Y軸方向に沿って、この順に配置してもよい。

[0291] (実施形態6)

本実施形態では、本実施形態に特有の特徴について主に説明し、実施形態1～5と重複する内容については説明を省略する。また、本実施形態と実施形態1～5とにおいて、同一又は同様の機能を有する部材には同一又は同様の符号を付し、本実施形態において、その部材の説明は省略する。

[0292] 本実施形態は、基板の搬送方向が反対であることを除いて、実施形態1と実質的に同じである。

[0293] 図19は、実施形態6に係る有機EL素子製造用マスクの平面模式図である。

図19に示すように、本実施形態は、実施形態1に係る有機EL素子製造用マスク100を用いているが、本実施形態では、マスク100は、第4、第3、第2及び第1の開口領域101d、101c、101b及び101aがこの順に基板190に対向するように、配置されており、基板190のマスク100に対する相対的な移動方向が実施形態1の場合と逆に設定されている。すなわち、本実施形態では、基板190は、Y軸方向と反対の方向に、マスク100に対して相対的に移動される。

[0294] また、本実施形態に係る有機EL素子の製造装置及び製造方法は、開口領域101d、101c、101b及び101aの順に対向するように、基板190を、Y軸方向と反対の方向に定速で、マスク100に対して相対的に搬送（移動）しながら、基板190に対して発光材料を蒸着する。したがって、初めに第4の開口領域101d内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が

基板 190 に蒸着され、次に、第 3 の開口領域 101 c 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着され、次に、第 2 の開口領域 101 b 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着され、最後に第 1 の開口領域 101 a 内の複数のマスク開口を介して蒸着粒子が基板 190 に蒸着されることになる。

[0295] この結果、第 1 及び第 3 のマスク開口 102 a 及び 102 c を介して蒸着される領域（前列領域）においては、正孔注入・輸送層上に、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、コンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができ、第 2 及び第 4 のマスク開口 102 b 及び 102 d を介して蒸着される領域（後列領域）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができる。そのため、電子注入・輸送層側において、電子の注入効率を向上でき、また、電子のホッピング移動を起こしやすくすることができる。したがって、前列領域と後列領域との間において、電子注入・輸送層の直下近傍における、電子の注入効率、及び、電子のホッピング移動し易さの差を小さくすることができる。したがって、スティッチムラを抑制することができる。

[0296] 以上、説明したように、本実施形態に係る有機 EL 素子の製造装置は、基板 190 上に成膜する有機 EL 素子の製造装置であって、該製造装置は、本実施形態に係る有機 EL 素子製造用マスク 100 と、蒸着粒子を放出する蒸着源 160 とを含む蒸着ユニット 153 と、基板 190 をマスク 100 から離れた状態で、Y 軸方向（第 1 の方向）に沿って蒸着ユニット 153 に対して基板 190 を相対的に移動させる搬送機構 152 とを備え、マスク 100 は、第 4、第 3、第 2 及び第 1 の開口領域 101 d、101 c、101 b 及び 101 a がこの順に基板 190 と対向するように配置される。したがって、実施形態 1 と同様に、本実施形態に係る有機 EL 素子の製造装置上の制約を

緩和でき、搬送機構による1回の基板190の搬送で基板190の被蒸着領域の全域にパターンを形成することができる。

[0297] また、まず、第4のマスク開口102dを介して、第4のマスク開口102dに対応する領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第3のマスク開口102cを介して、第4のマスク開口102dを介して蒸着された領域と異なる領域に蒸着粒子を蒸着することができ、次に、第2のマスク開口102bを介して、第4のマスク開口102dを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができ、最後に、第1のマスク開口102aを介して、第3のマスク開口102cを介して蒸着された領域と同じ領域に蒸着粒子を蒸着することができる。

[0298] なお、各マスク開口102による蒸着を行っていない期間中は、基板190はコンタミにさらされることから、基板190の露出面には全体的にコンタミ層が形成される。

[0299] そして、上述のように、第1及び第3のマスク開口102a及び102cを介して蒸着される領域（前列領域）においては、正孔注入・輸送層上に、ある程度の厚みのコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、コンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができ、第2及び第4のマスク開口102b及び102dを介して蒸着される領域（後列領域）においては、正孔注入・輸送層上に、極薄のコンタミ層と、所望の厚みを有する通常の発光層と、ある程度の厚みのコンタミ層と、極薄の発光層と、極薄のコンタミ層と、電子注入・輸送層とをこの順に積層することができる。したがって、後列領域において、電子がホッピング移動しやすくなり、所望の厚みを有する通常の発光層に電子を効率良く注入することができる。このため、後列領域における輝度の低下を抑制することができ、前列領域と後列領域との間の輝度差を小さくすることができる。すなわち、輝度ムラ、中でもスティッチムラを抑制することができる。

[0300] また、本実施形態に係る有機EL素子の製造方法は、本実施形態に係る有機

ＥＬ素子製造用マスク１００を用いた有機ＥＬ素子の製造方法であって、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造方法は、基板１９０をマスク１００から離した状態で、Ｙ軸方向に沿って、マスク１００と蒸着粒子を放出する蒸着源１６０とを含む蒸着ユニット１５３に対して基板１９０を相対的に移動させながら、マスク１００を介して蒸着粒子を基板１９０に付着させる発光層蒸着工程Ｓ４を含み、発光層蒸着工程Ｓ４において、マスク１００は、第４、第３、第２及び第１の開口領域１０１ｄ、１０１ｃ、１０１ｂ及び１０１ａがこの順に基板１９０と対向するように配置される。したがって、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造装置の場合と同様に、輝度ムラの軽減と、有機ＥＬ素子の製造装置上の制約の緩和とが可能である。

[0301] 本実施形態では、極薄の発光層を形成するために、２つの開口領域１０１、すなわち第１及び第２の開口領域１０１ａ及び１０１ｂを設ける場合について説明したが、極薄の発光層を形成するための開口領域１０１の数は、特に限定されず、２よりも多くてもよい。例えば、実施形態１に係る有機ＥＬ素子製造用マスク１００の代わりに、第１、第２、第５及び第６の開口領域が設けられた、実施形態４に係る有機ＥＬ素子製造用マスク４００を用いてもよい。

[0302] 以下、実施形態１～６における他の変形例について説明する。

[0303] 上述した、各実施形態に係るマスクと、各実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造装置及び製造方法とは、発光層蒸着工程Ｓ４以外の蒸着工程、例えば、電子輸送層蒸着工程Ｓ５に適用されてもよい。これにより、発光層以外の有機ＥＬ層の界面においても、キャリアのホッピング移動を起こしやすくすることが可能である。このように、発光層蒸着工程以外の蒸着工程において、発光層蒸着工程と同様にして、薄膜のパターンを形成してもよい。例えば、電子輸送層を各色のサブ画素毎に形成してもよい。

[0304] 各実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造装置の構成部材の向きは、特に限定されず、例えば、上述した構成部材全てを上下反転させて配置してもよいし、基板を縦にした状態で、蒸着流を横（側方）から基板に吹き付けてもよい。

[0305] 各実施形態に係る有機ＥＬ素子の製造装置及び製造方法を用いて製造される有機ＥＬ素子を備える有機ＥＬ表示装置は、モノクロ表示の表示装置であってもよいし、各画素は複数のサブ画素に分割されていなくてもよい。この場合、発光層蒸着工程では、１色の発光材料の蒸着だけを行い、１色の発光層のみを形成してもよい。

[0306] 上述した実施形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、適宜組み合わせられてもよい。また、各実施形態の変形例は、他の実施形態に組み合わせられてもよい。例えば、実施形態４又は５に係る有機ＥＬ素子の製造装置に複数の追加制限板を設けてもよく、複数の追加制限板は、有機ＥＬ素子製造用マスク、及び、制限板の間の空間を仕切って第１、第２、第３、第４、第５及び第６の開口領域にそれぞれ対応する６つの空間に分割してもよい。

[0307] （比較形態２）

本比較形態は、実施形態１に係る有機ＥＬ素子製造用マスクを、第１及び第２の開口領域を含む小型のと、第３及び第４の開口領域を含む小型のマスクとに分割して用いることを除いて、実施形態１と実質的に同じである。

[0308] 図２２は、本発明者らが検討を行った比較形態２に係る有機ＥＬ素子製造用マスクの平面模式図である。

図２２に示すように、本比較形態は、第１及び第２の開口領域１３０１ａ及び１３０１ｂを含む小型のマスク１３００ａと、第３及び第４の開口領域１３０１ｃ及び１３０１ｄを含む小型のマスク１３００ｂとを用いる。本比較形態においても、実施形態１と同様の効果を奏するようにも考えられるが、以下の課題がある。

[0309] 第１の開口領域１３０１ａと第３の開口領域１３０１ｃとは、同じ領域を担当し、第２の開口領域１３０１ｂと第４の開口領域１３０１ｄとは、同じ領域を担当する。したがって、開口領域１３０１ａ、及び、開口領域１３０１ｃの間と、開口領域１３０１ｂ、及び、開口領域１３０１ｄの間とにおいて、位置（ピッチ）精度、及び、開口精度を厳密に合わせる必要がある。しかしながら、各マスク１３００ａ、１３００ｂを１つのマスクフレームに溶接

する際に、マスク1300a及び1300bの間で、位置精度、及び、開口精度を精度良く合わせることは困難である。各マスク1300a、1300bは、短冊状であり、各マスク1300a、1300bの2辺のみがマスクフレームに溶接されるため、上記の方法は、マスクの4辺をマスクフレームに溶接する一般的な方法に比べて、精度が出にくい。

[0310] 各マスク1300a、1300bに対して1つのマスクフレームを使用するという方法も考えられ、この方法によれば、各マスク1300a、1300bの4辺をマスクフレームに溶接することができる。しかしながら、この方法では、各マスク1300a、1300bと各マスクフレームとを精度良く貼り合わせることはもちろん、複数組のマスク及びマスクフレームを精度良く設置しなければならず、更に、部材数が多くなることから、やはり精度を確保することができない。また、この方法では、各マスク1300a、1300bの大きさに応じて各マスクフレームの大きさを変更しなければならない。マスク1300a及び1300bの外形を統一することも考えられるが、後述するように、これはコンタミの観点から好ましくない。

[0311] 一般的に、開口領域を千鳥状に配置した場合は、基板の搬送方向において、隣り合う開口領域間の間隔は狭ければ狭いほど基板がコンタミにさらされる時間が短くなるため、好ましい。

[0312] しかしながら、本比較形態では、異なるマスク1300a及び1300bを用いて開口領域1301a～1301dを千鳥状に配置すると、各マスク1300a、1300bの排他領域（例えば、溶接機の干渉のためにマスク開口が設けられない領域等）が発生し、隣り合う開口領域間の間隔を狭くすることができない。また、上述のように、マスク1300a及び1300bの外形を統一した場合は、第1及び第2の開口領域1301a及び1301bに設けられるマスク開口が非常に短いため、マスク1300aの排他領域が非常に広くなり、第1及び第2の開口領域1301a及び1301bによる蒸着が終了してから第3及び第4の開口領域1301c及び1301dによる蒸着が開始されるまで時間がかかってしまい、結果的に基板1390に付

着するコンタミの量が増加してしまう。

[0313] それに対して、実施形態 1～6 では、1 枚のマスクに対して千鳥状に開口領域を設けていることから、上述のような課題は生じない。

符号の説明

- [0314] 1 : 有機 E L 表示装置
- 2 : 画素
- 2 R、2 G、2 B : サブ画素
- 1 0 : T F T 基板
- 1 1 : 絶縁基板
- 1 2 : T F T
- 1 3 : 層間膜
- 1 3 a : コンタクトホール
- 1 4 : 配線
- 1 5 : エッジカバー
- 1 5 R、1 5 G、1 5 B : 開口部
- 2 0 : 有機 E L 素子
- 2 1 : 第 1 電極
- 2 2 : 正孔注入層 (有機層)
- 2 3 : 正孔輸送層 (有機層)
- 2 4 R、2 4 G、2 4 B : 発光層 (有機層)
- 2 5 : 電子輸送層 (有機層)
- 2 6 : 電子注入層 (有機層)
- 2 7 : 第 2 電極
- 3 0 : 接着層
- 4 0 : 封止基板
- 1 0 0、4 0 0、5 0 0 : 有機 E L 素子製造用マスク
- 1 0 1、4 0 1、5 0 1 : 開口領域
- 1 0 1 a、4 0 1 a、5 0 1 a : 第 1 の開口領域

1 0 1 b、4 0 1 b、5 0 1 b : 第 2 の開口領域
1 0 1 c、4 0 1 c、5 0 1 c : 第 3 の開口領域
1 0 1 d、4 0 1 d、5 0 1 d : 第 4 の開口領域
1 0 2、4 0 2 : マスク開口
1 0 2 a、4 0 2 a、5 0 2 a : 第 1 のマスク開口
1 0 2 b、4 0 2 b、5 0 2 b : 第 2 のマスク開口
1 0 2 c、4 0 2 c、5 0 2 c : 第 3 のマスク開口
1 0 2 d、4 0 2 d、5 0 2 d : 第 4 のマスク開口
1 0 3、4 0 3、5 0 3 : 開口ブロック
1 0 4 : 端部
1 0 5、4 0 5、5 0 5 : パターン形成部
1 2 0 a、1 2 0 b、4 2 0 a、4 2 0 b、5 2 0 a、5 2 0 b : 直線
1 5 0、2 5 0、3 5 0 : 有機 E L 素子の製造装置
1 5 1 : 基板ホルダ
1 5 2 : 搬送機構
1 5 3、2 5 3 : 蒸着ユニット
1 6 0、3 6 0 : 蒸着源
1 6 1 : 拡散部
1 6 2、3 6 2 : ノズル
1 6 3、3 6 3 : 射出口
1 6 3 a、3 6 3 a : 第 1 の射出口
1 6 3 b、3 6 3 b : 第 2 の射出口
1 6 3 c : 第 3 の射出口
1 6 3 d : 第 4 の射出口
1 7 0 : 制限板
1 7 1 : 開口
1 7 1 a : 第 1 の開口
1 7 1 b : 第 2 の開口

171c : 第3の開口

171d : 第4の開口

190 : 基板

191 : 蒸着流

192 : パターン (蒸着膜)

193a ~ 193d : 空間

280、280a ~ 280g : 追加制限板

401e、501e : 第5の開口領域

401f、501f : 第6の開口領域

402e、502e : 第5のマスク開口

402f、502f : 第6のマスク開口

請求の範囲

- [請求項1] 有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクであって、
前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、パターン形成用の複数のマスク開口が設けられたパターン形成部を含み、
前記パターン形成部は、千鳥状に配置された第1～第4の開口領域を含み、
前記第1、第2、第3及び第4の開口領域は、前記パターン形成部と平行な第1の方向に沿って、この順に配置され、
前記第1の開口領域、前記第2の開口領域、前記第3の開口領域、及び、前記第4の開口領域内には、それぞれ、前記パターン形成部と平行で、かつ前記第1の方向に直交する第2の方向に、複数の第1のマスク開口、複数の第2のマスク開口、複数の第3のマスク開口、及び、複数の第4のマスク開口が設けられ、
前記複数の第3のマスク開口は、前記複数の第1のマスク開口に対応して配置され、
前記複数の第1のマスク開口の各々と、その第1のマスク開口に対応する第3のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、
前記複数の第4のマスク開口は、前記複数の第2のマスク開口に対応して配置され、
前記複数の第2のマスク開口の各々と、その第2のマスク開口に対応する第4のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、
前記第1の開口領域の前記第3の開口領域と反対側にはマスク開口が設けられず、
前記複数の第1のマスク開口、及び、前記複数の第2のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さは、前記複数の第3のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口の各々の前記第1の方向におけ

る長さより短い有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク。

[請求項2] 前記複数の第1のマスク開口の前記第1の方向における長さ、と、前記複数の第2のマスク開口の前記第1の方向における長さとは、実質的に同じである請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク。

[請求項3] 前記パターン形成部は、第5及び第6の開口領域を更に含み、
前記第1～第6の開口領域は、千鳥状に配置され、
前記第1、第2、第5、第6、第3及び第4の開口領域は、前記第1の方向に沿って、この順に配置され、
前記第5の開口領域、及び、前記第6の開口領域には、それぞれ、前記第2の方向に、複数の第5のマスク開口、及び、複数の第6のマスク開口が設けられ、
前記複数の第5のマスク開口は、前記複数の第1のマスク開口、及び、前記複数の第3のマスク開口に対応して配置され、
前記複数の第1のマスク開口の各々と、その第1のマスク開口に対応する、第5のマスク開口、及び、第3のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、
前記複数の第6のマスク開口は、前記複数の第2のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口に対応して配置され、
前記複数の第2のマスク開口の各々と、その第2のマスク開口に対応する、第6のマスク開口、及び、第4のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、
前記複数の第5のマスク開口、及び、前記複数の第6のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さは、前記複数の第3のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さより短い請求項1又は2記載の有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク。

[請求項4] 前記パターン形成部は、第5及び第6の開口領域を更に含み、

前記第 1 ～第 6 の開口領域は、千鳥状に配置され、

前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5 及び第 6 の開口領域は前記第 1 の方向に沿って、この順に配置され、

前記第 5 の開口領域、及び、前記第 6 の開口領域には、それぞれ、前記第 2 の方向に、複数の第 5 のマスク開口、及び、複数の第 6 のマスク開口が設けられ、

前記複数の第 5 のマスク開口は、前記複数の第 1 のマスク開口、及び、前記複数の第 3 のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第 1 のマスク開口の各々と、その第 1 のマスク開口に対応する、第 5 のマスク開口、及び、第 3 のマスク開口とは、前記第 1 の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第 6 のマスク開口は、前記複数の第 2 のマスク開口、及び、前記複数の第 4 のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第 2 のマスク開口の各々と、その第 2 のマスク開口に対応する、第 6 のマスク開口、及び、第 4 のマスク開口とは、前記第 1 の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第 5 のマスク開口、及び、前記複数の第 6 のマスク開口の各々の前記第 1 の方向における長さは、前記複数の第 3 のマスク開口、及び、前記複数の第 4 のマスク開口の各々の前記第 1 の方向における長さより短い請求項 1 又は 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク。

[請求項5] 前記複数の第 5 のマスク開口の前記第 1 の方向における長さと、前記複数の第 6 のマスク開口の前記第 1 の方向における長さとは、実質的に同じである請求項 3 又は 4 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク。

[請求項6] 基板上に成膜する有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置であって、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置は、請求項 1 ～ 5

のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクと、蒸着粒子を放出する蒸着源とを含む蒸着ユニットと、前記基板を前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクから離した状態で、前記第1の方向に沿って前記蒸着ユニットに対して前記基板を相対的に移動させる搬送機構とを備え、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、又は、前記第4、第3、第2及び第1の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、配置される有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項7] 前記蒸着源には、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域にそれぞれ対応して第1、第2、第3及び第4の射出口が設けられる請求項6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項8] 前記蒸着源には、前記第1及び第3の開口領域に対応する第1の射出口と、前記第2及び第4の開口領域に対応する第2の射出口とが設けられる請求項6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項9] 前記第1の射出口は、前記第1の方向、及び、前記第2の方向に直交する第3の方向に沿って見たときに、前記第1の開口領域の中心部と、前記第3の開口領域の中心部との間の中心に配置され、前記第2の射出口は、前記第3の方向に沿って見たときに、前記第2の開口領域の中心部と、前記第4の開口領域の中心部との間の中心に配置される請求項8記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項10] 前記有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記蒸着源の間に設けられた制限板を更に備え、前記制限板には、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域にそれぞれ

れ対応して第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口が設けられる請求項 6 ～ 9 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項11] 前記有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記制限板の間に設けられた複数の追加制限板を更に備え、
前記複数の追加制限板は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスク、及び、前記制限板の間の空間を仕切って前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域にそれぞれ対応する 4 つの空間に分割する請求項 10 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造装置。

[請求項12] 有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法であって、
前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、パターン形成用の複数のマスク開口が設けられたパターン形成部を含み、
前記パターン形成部は、千鳥状に配置された第 1 ～第 4 の開口領域を含み、
前記第 1、第 2、第 3 及び第 4 の開口領域は、前記パターン形成部と平行な第 1 の方向に沿って、この順に配置され、
前記第 1 の開口領域、前記第 2 の開口領域、前記第 3 の開口領域、及び、前記第 4 の開口領域内には、それぞれ、前記パターン形成部と平行で、かつ前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向に、複数の第 1 のマスク開口、複数の第 2 のマスク開口、複数の第 3 のマスク開口、及び、複数の第 4 のマスク開口が設けられ、
前記複数の第 3 のマスク開口は、前記複数の第 1 のマスク開口に対応して配置され、
前記複数の第 1 のマスク開口の各々と、その第 1 のマスク開口に対応する第 3 のマスク開口とは、前記第 1 の方向と平行な同一直線上に位置し、

前記複数の第4のマスク開口は、前記複数の第2のマスク開口に対応して配置され、

前記複数の第2のマスク開口の各々と、その第2のマスク開口に対応する第4のマスク開口とは、前記第1の方向と平行な同一直線上に位置し、

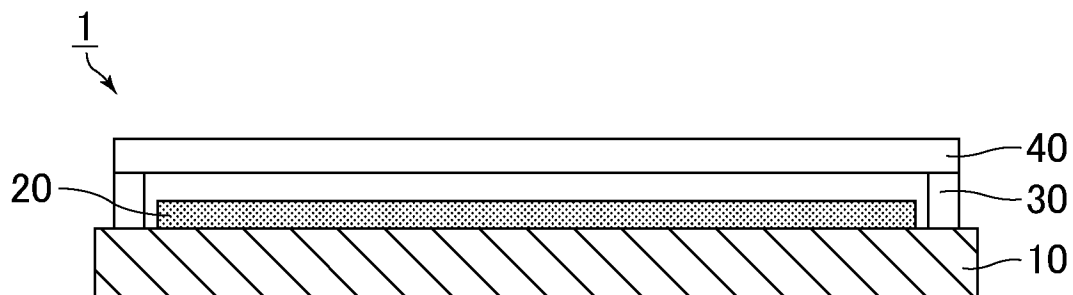
前記第1の開口領域の前記第3の開口領域と反対側にはマスク開口が設けられず、

前記複数の第1のマスク開口、及び、前記複数の第2のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さは、前記複数の第3のマスク開口、及び、前記複数の第4のマスク開口の各々の前記第1の方向における長さより短く、

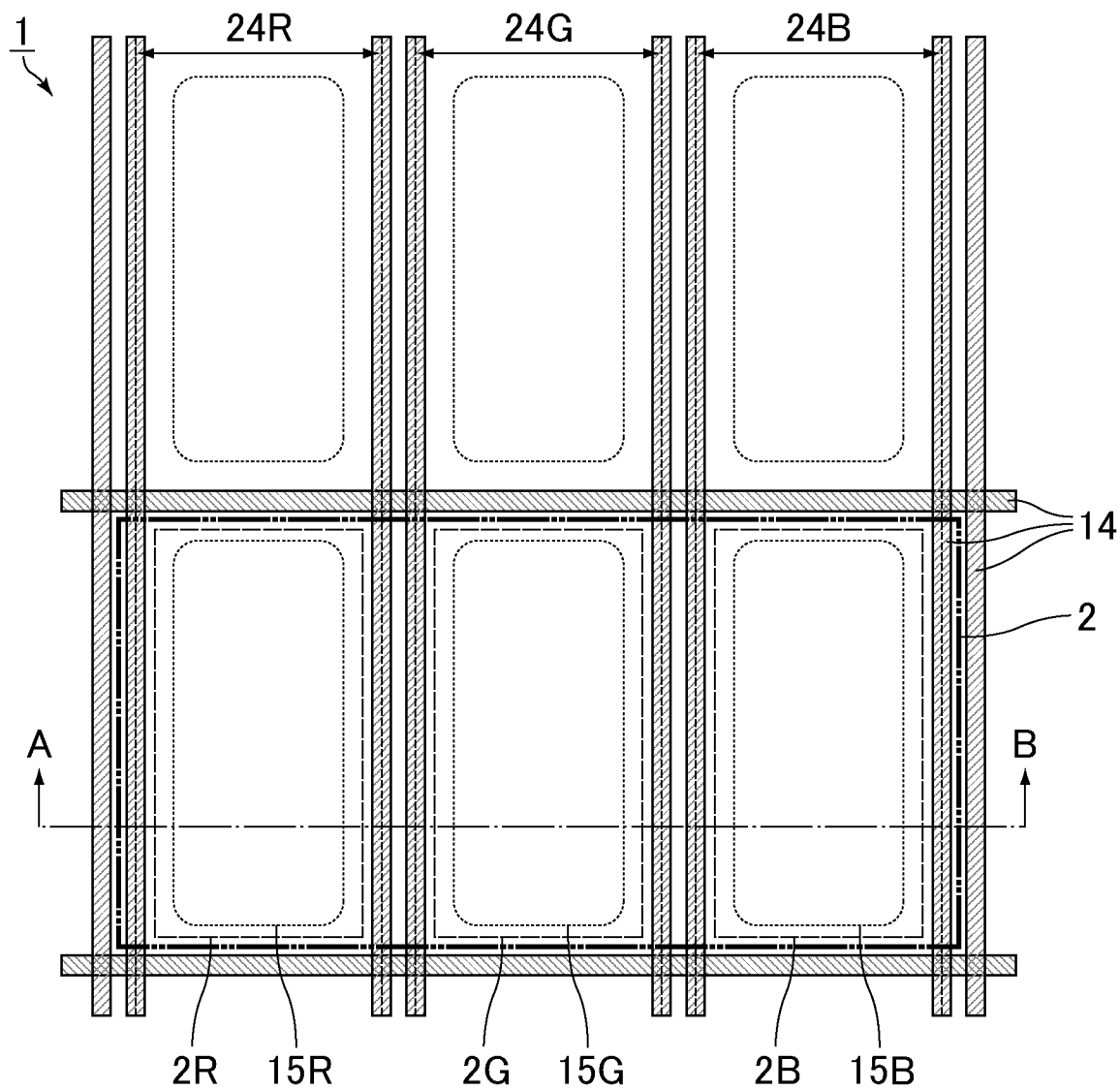
前記製造方法は、基板を前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクから離れた状態で、前記第1の方向に沿って、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクと蒸着粒子を放出する蒸着源とを含む蒸着ユニットに対して前記基板を相対的に移動させながら、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクを介して前記蒸着粒子を前記基板に付着させる蒸着工程を含み、

前記蒸着工程において、前記有機エレクトロルミネッセンス素子製造用マスクは、前記第1、第2、第3及び第4の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、又は、前記第4、第3、第2及び第1の開口領域がこの順に前記基板と対向するように、配置される有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

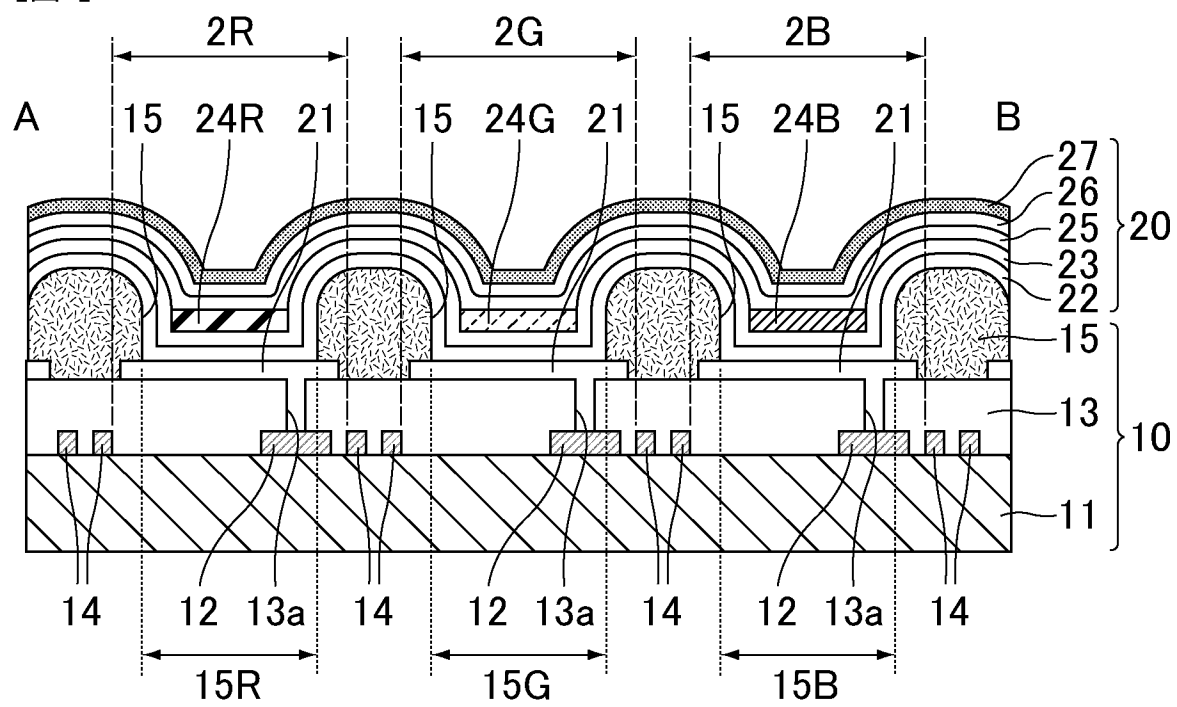
[図1]



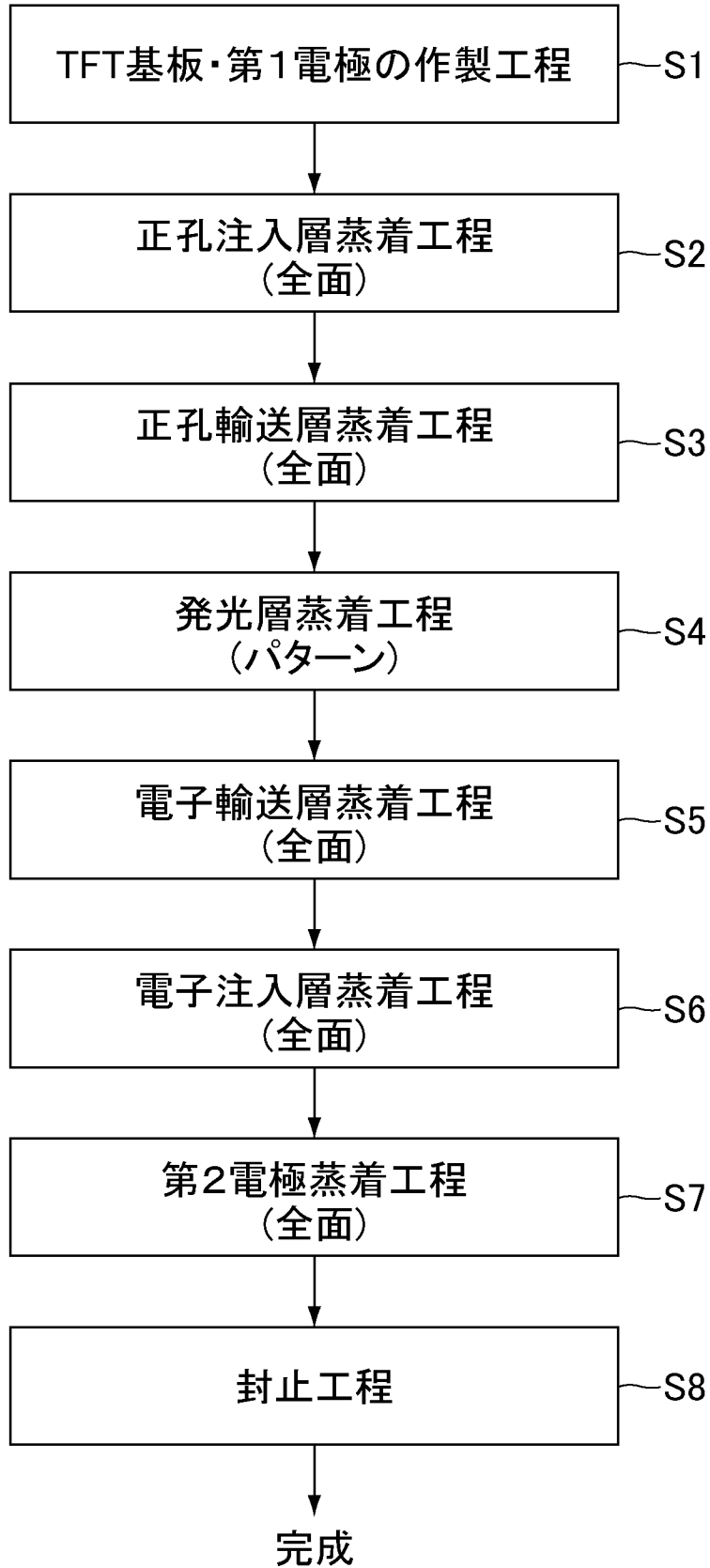
[図2]



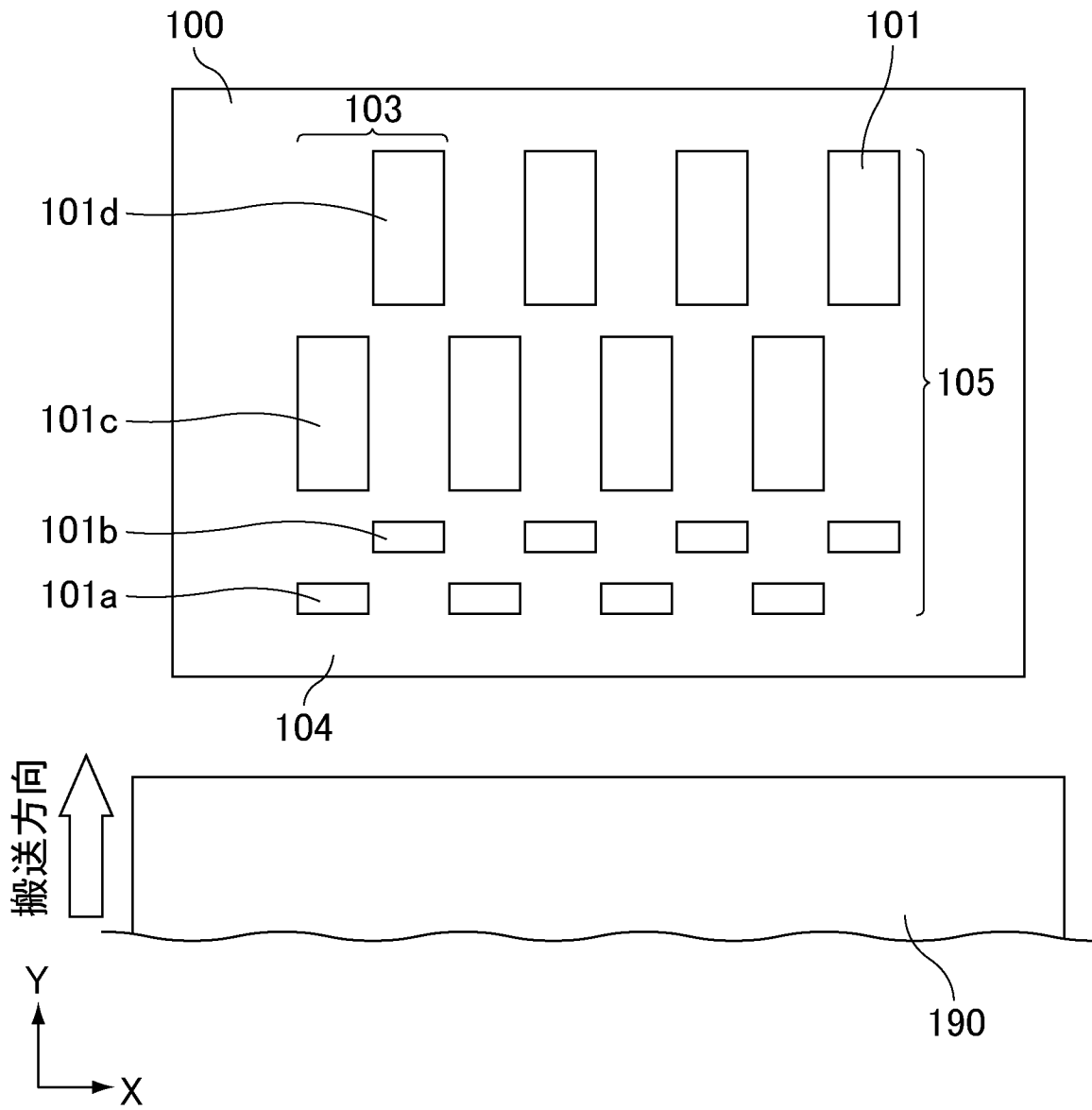
[図3]



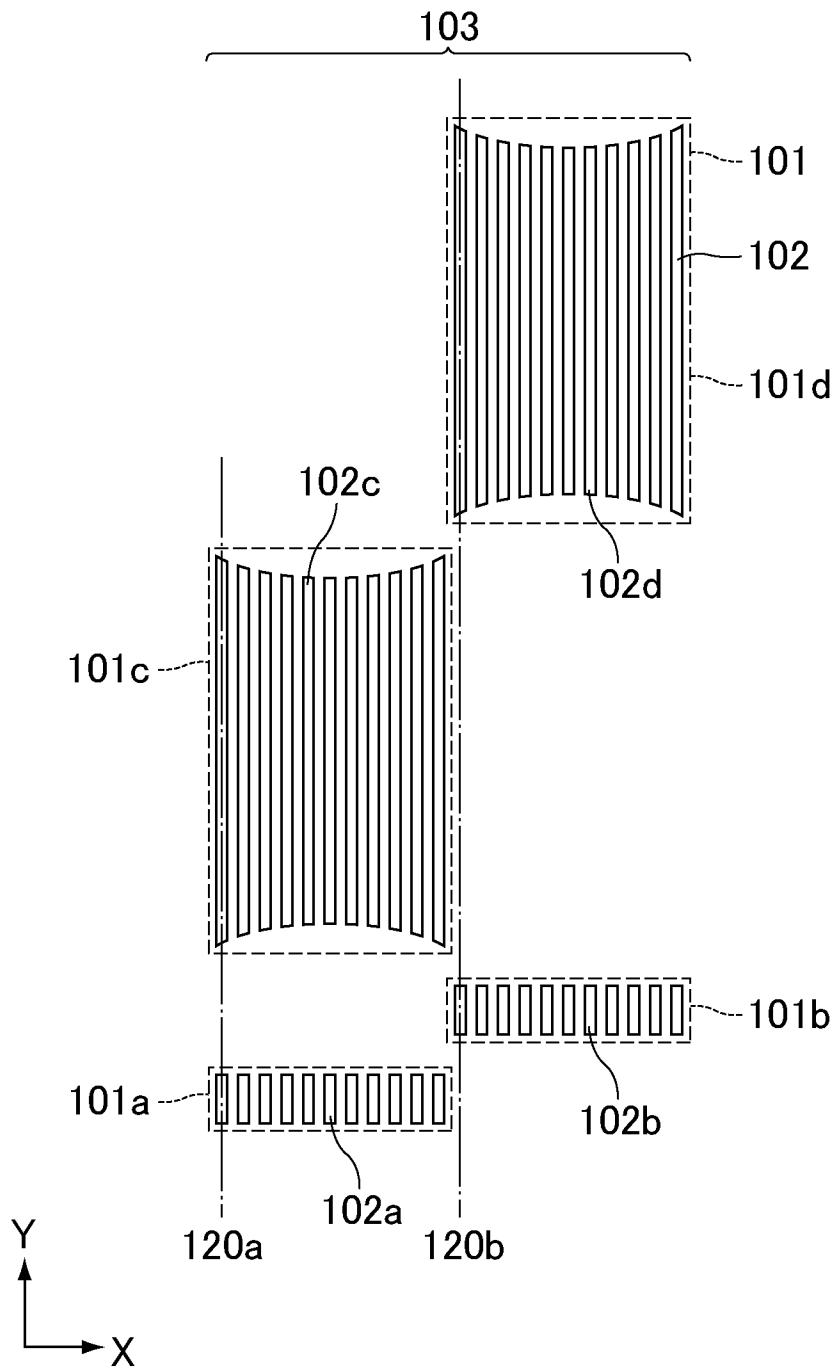
[図4]



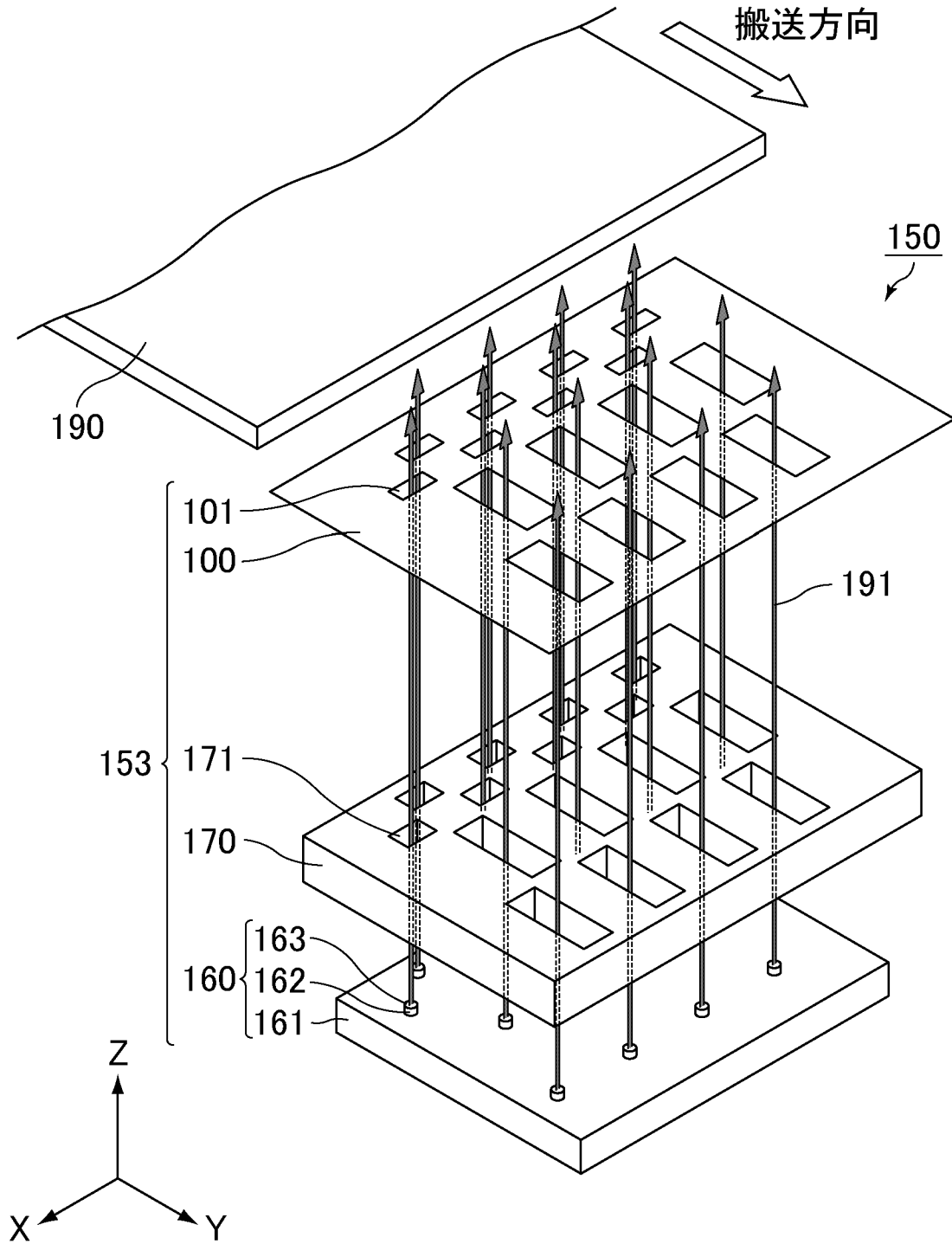
[図5]



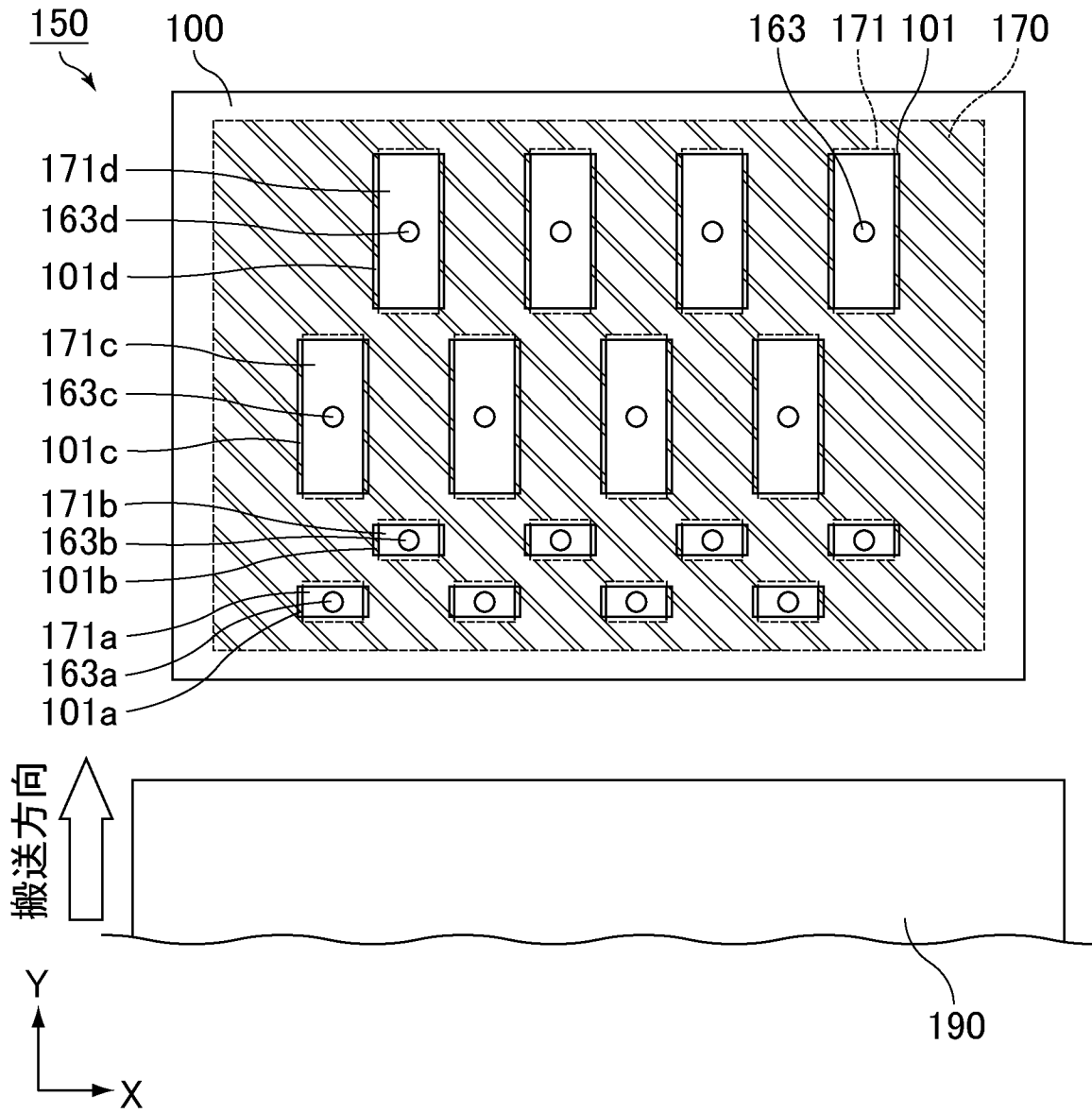
[図6]



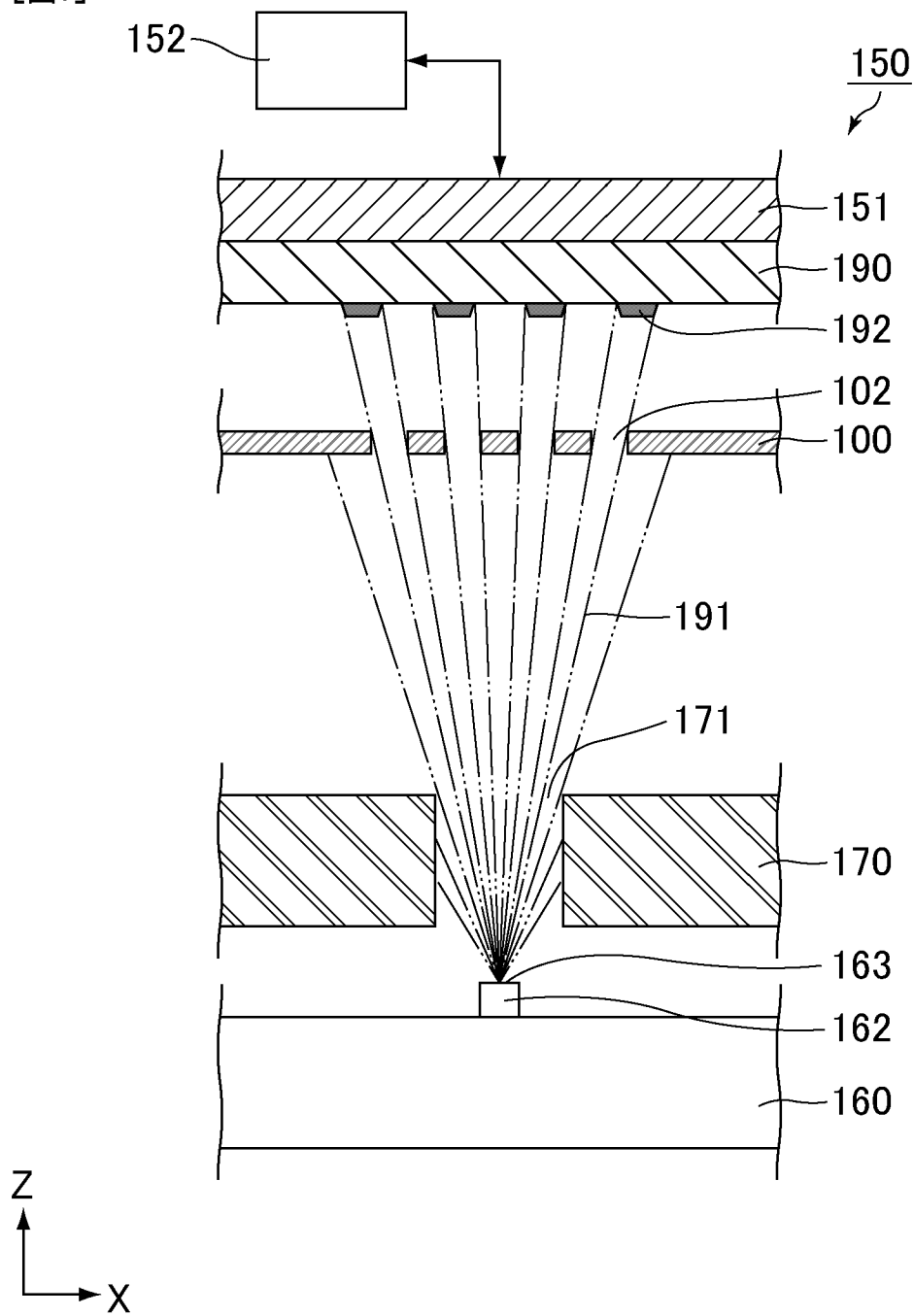
[図7]



[図8]

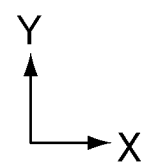
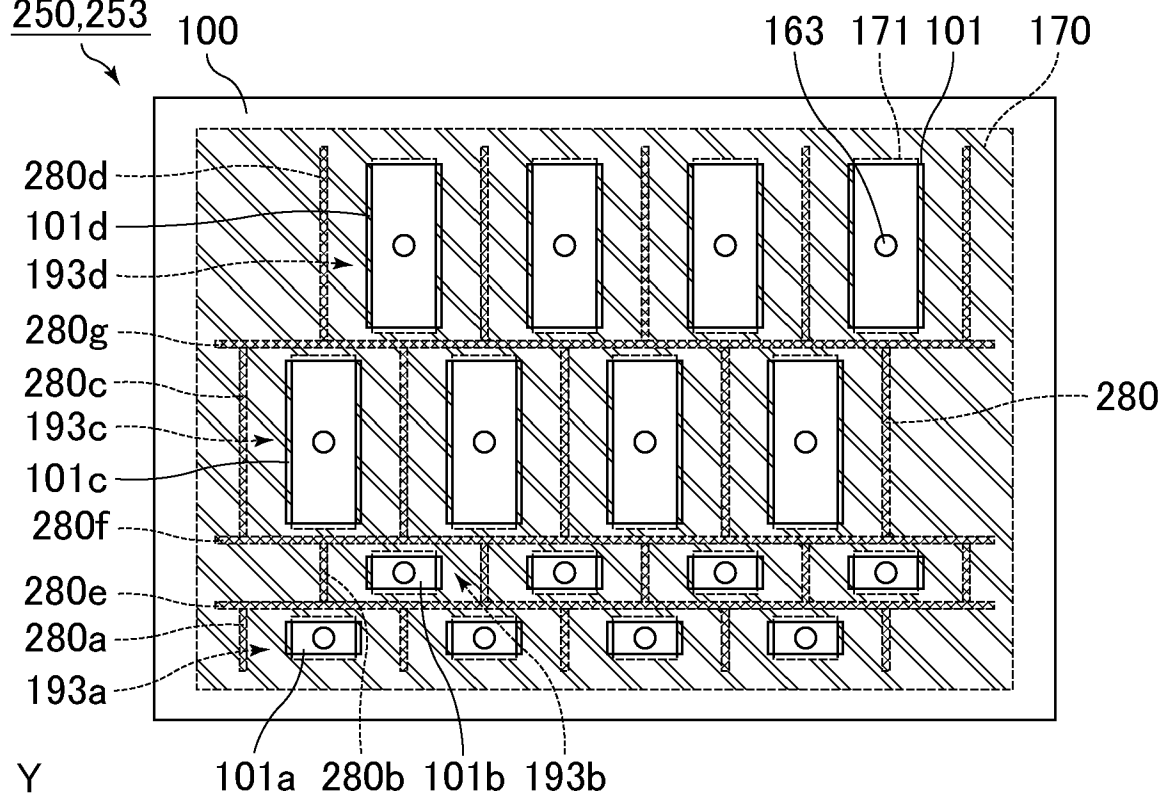


[図9]

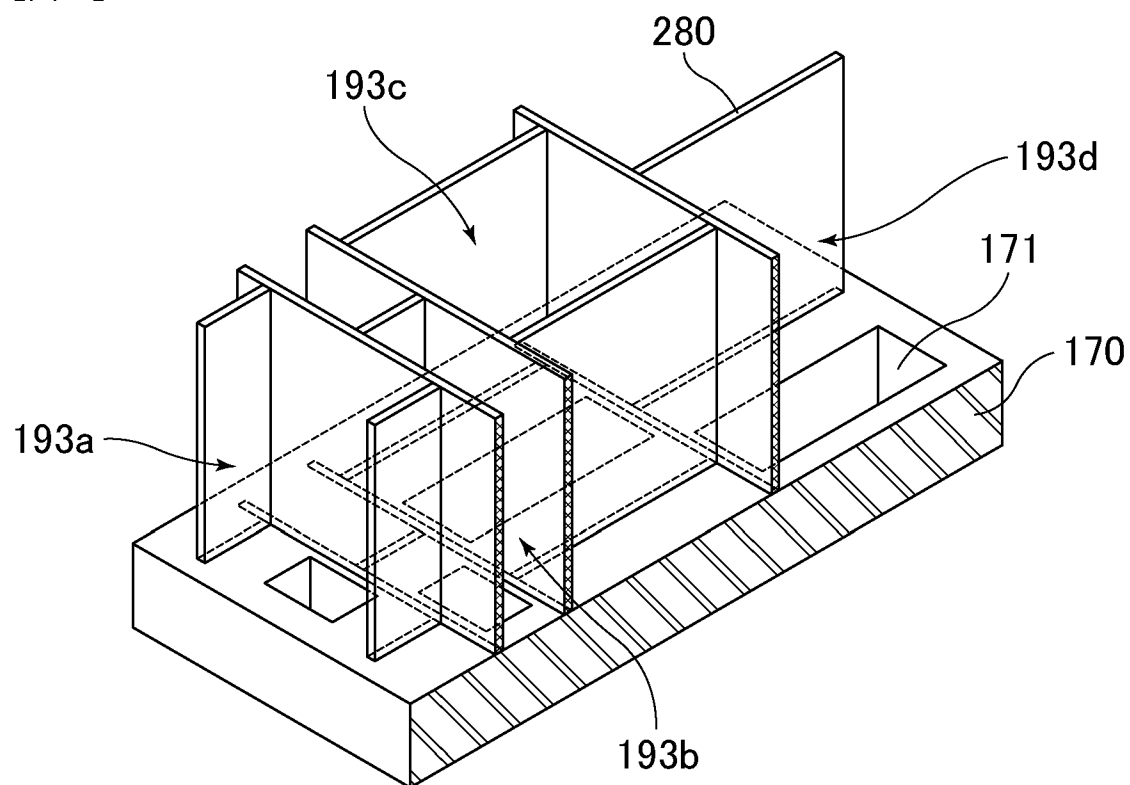


[図10]

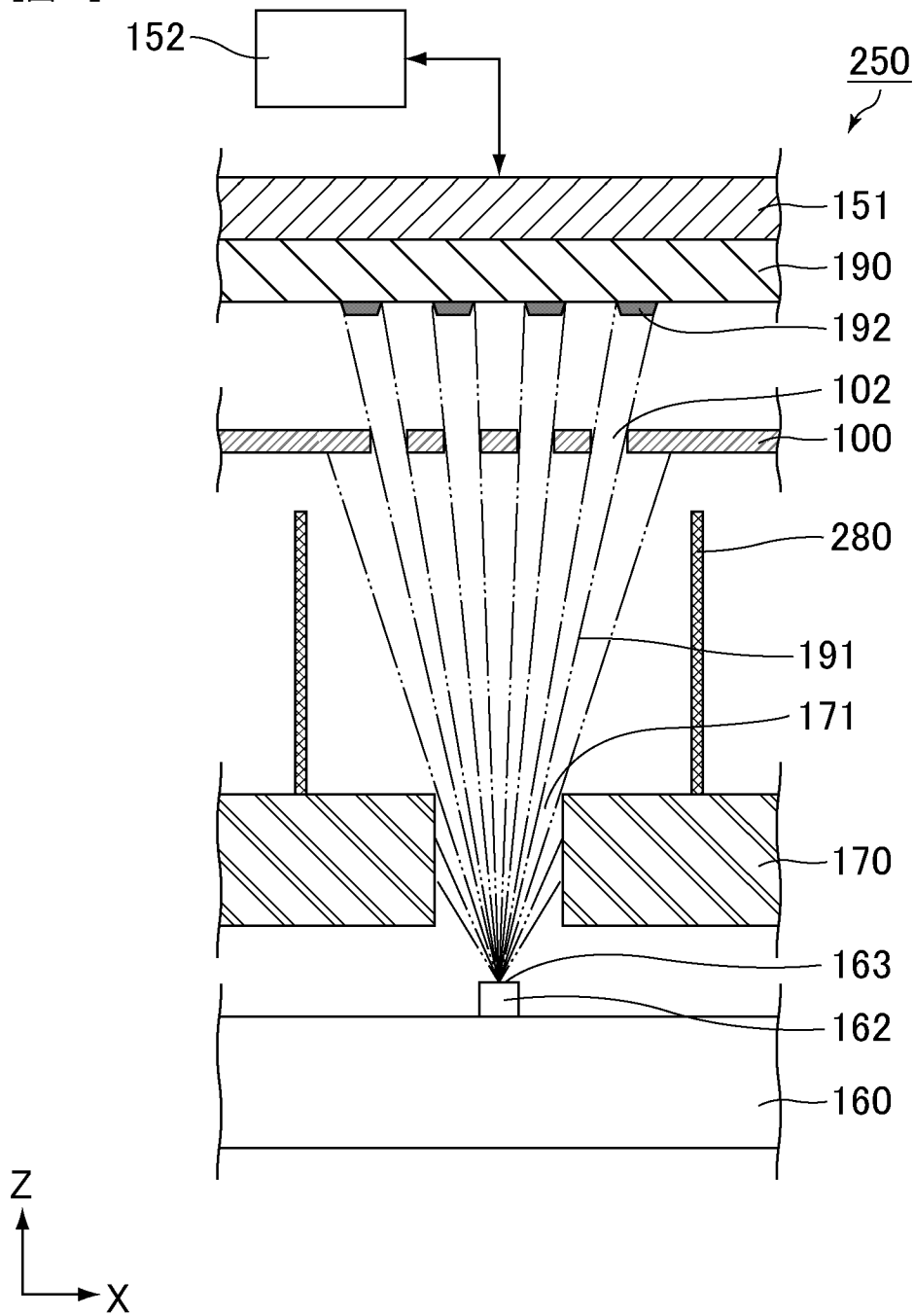
250,253



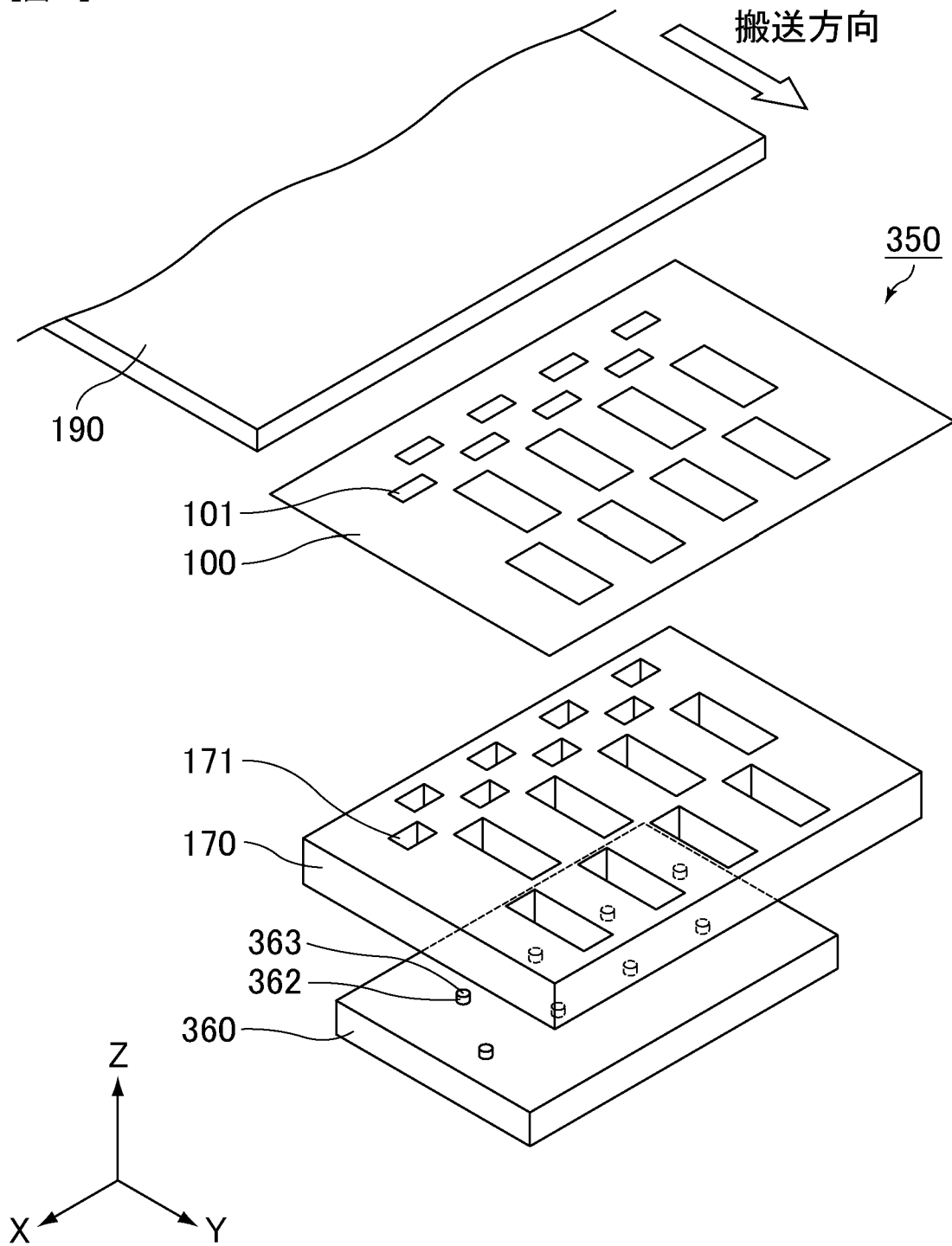
[図11]



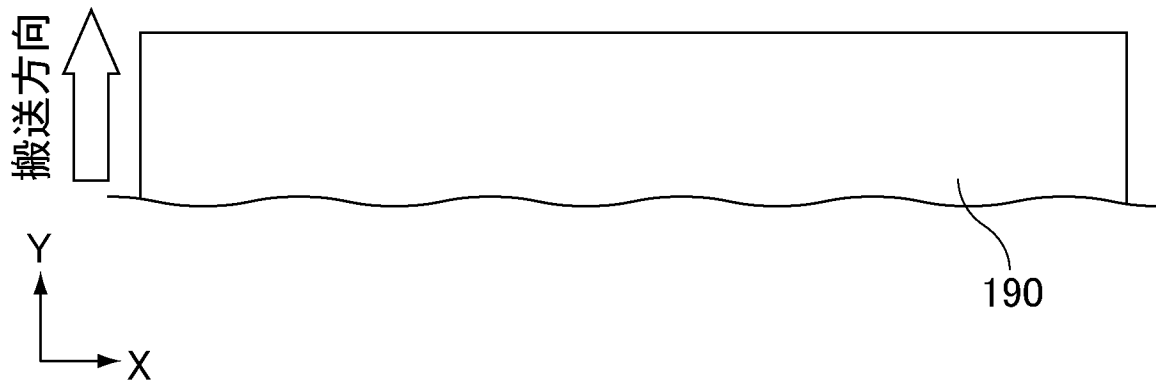
[図12]



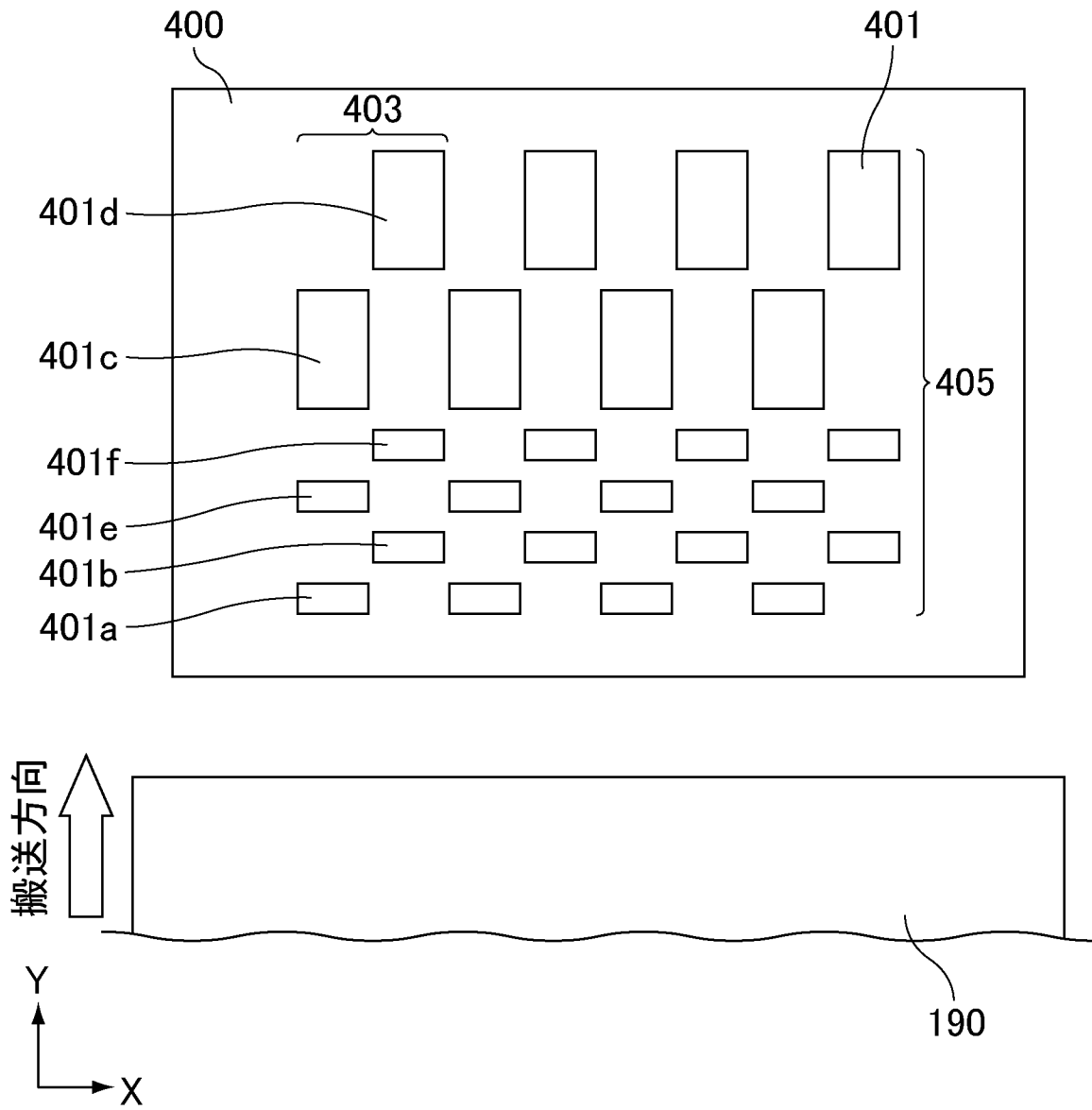
[図13]



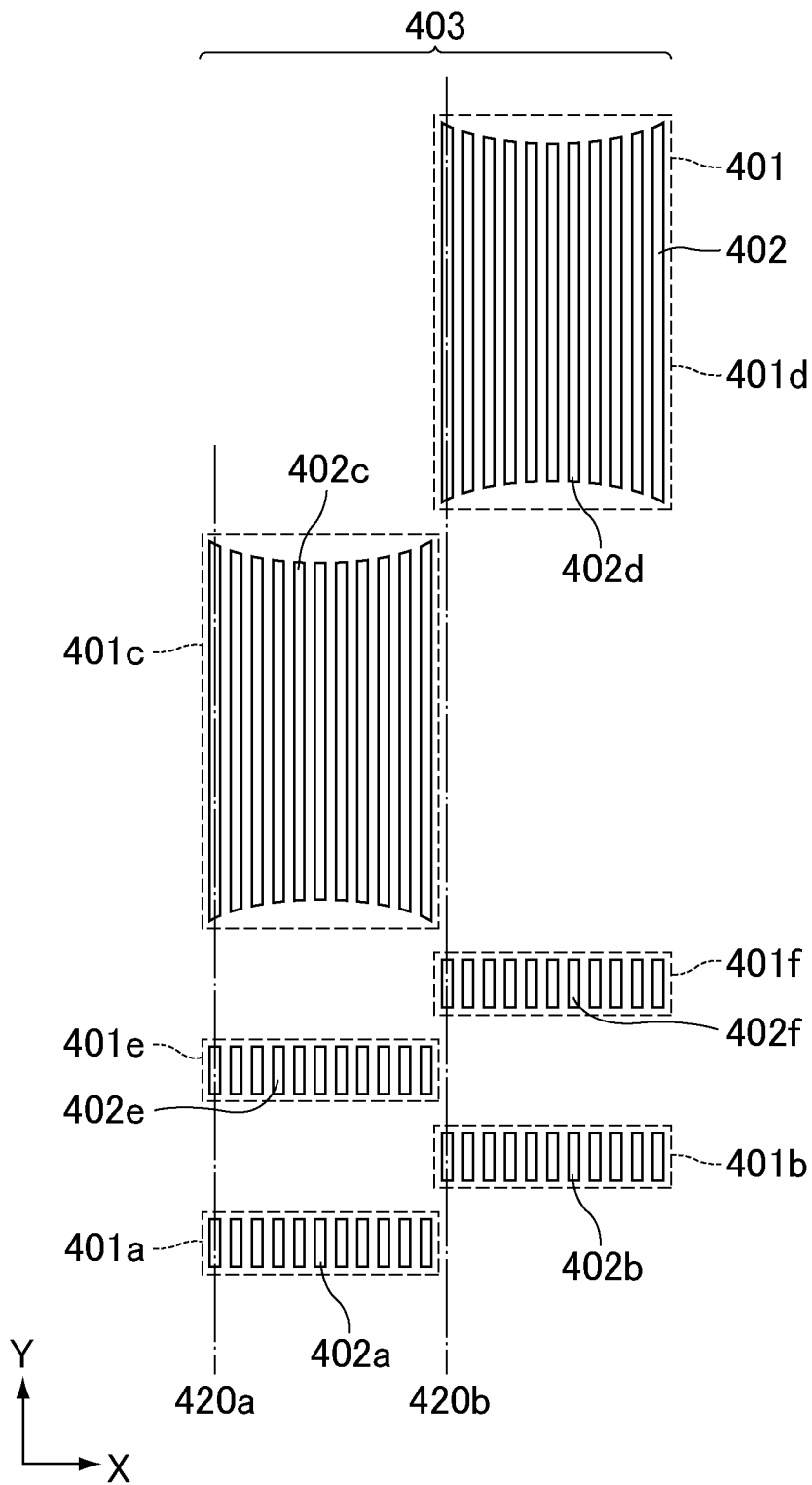
350



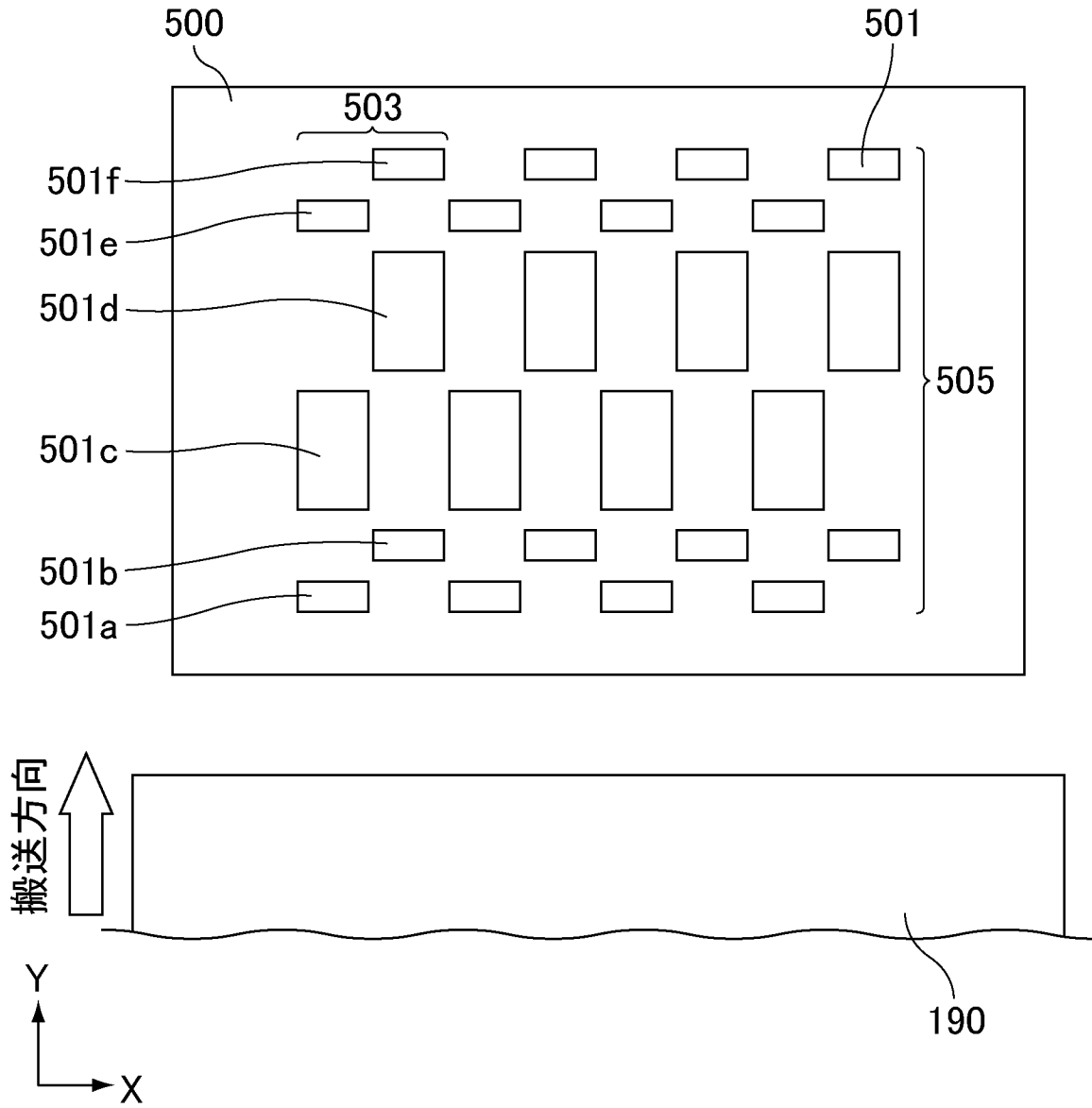
[図15]



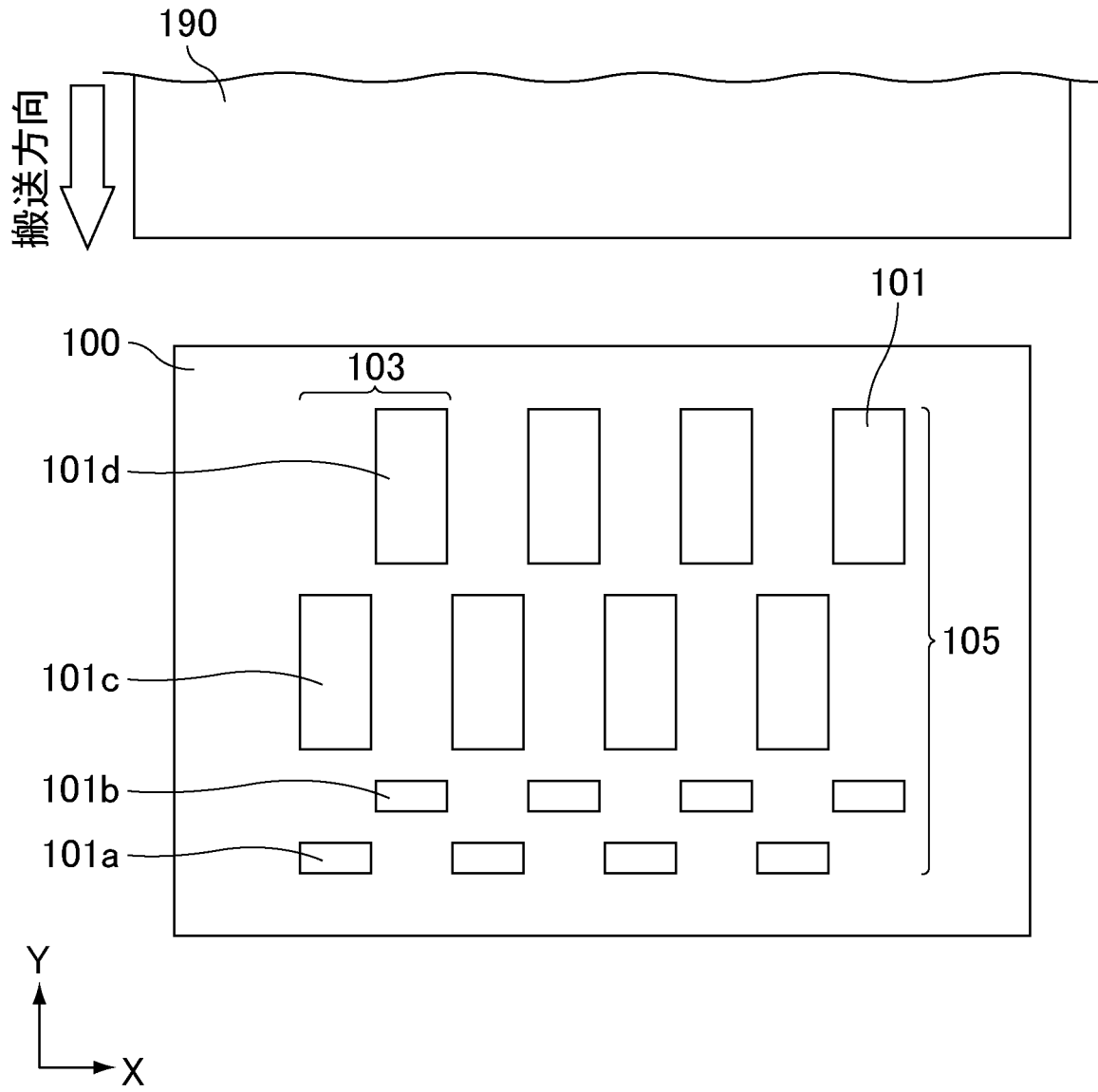
[図16]



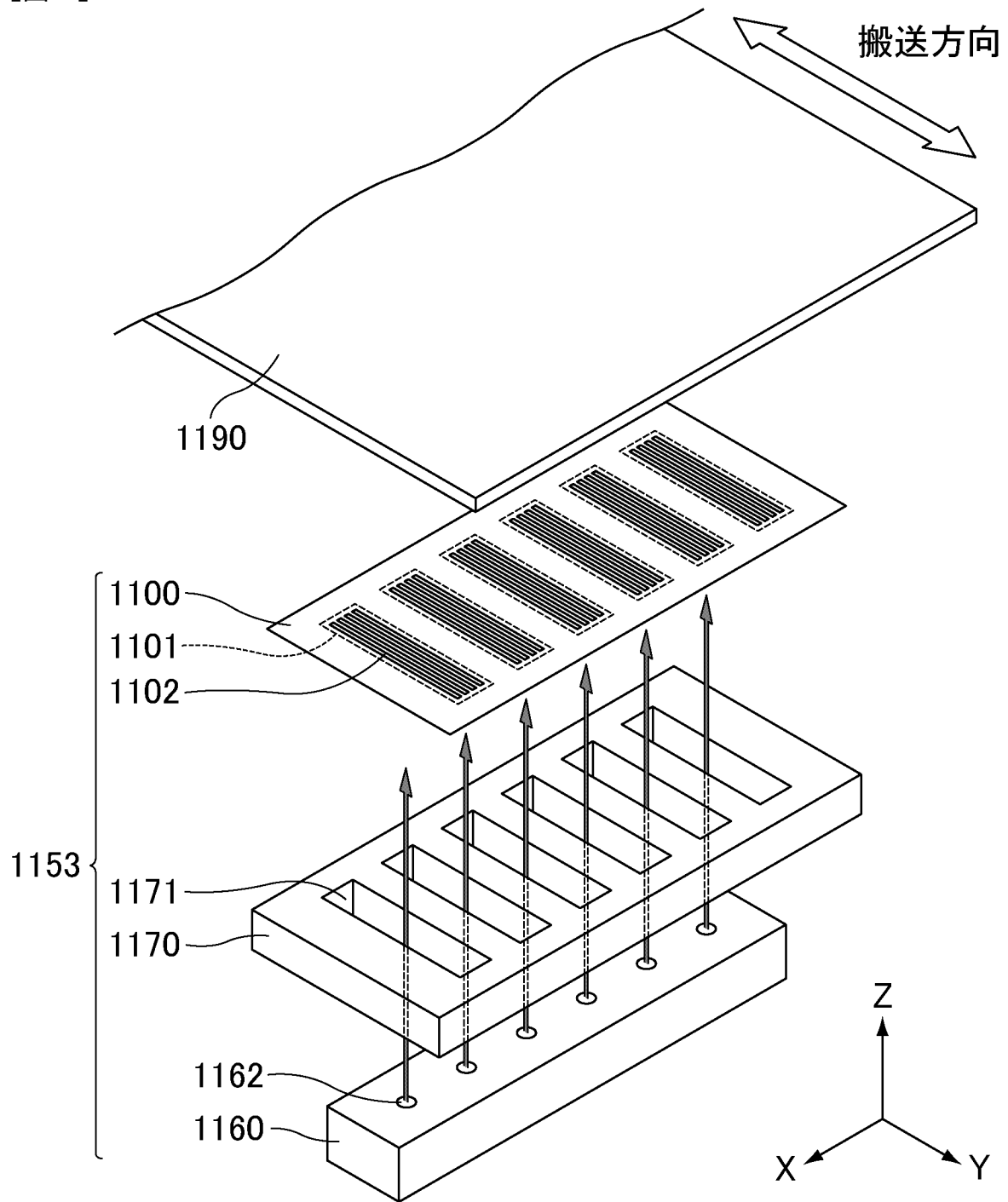
[図17]



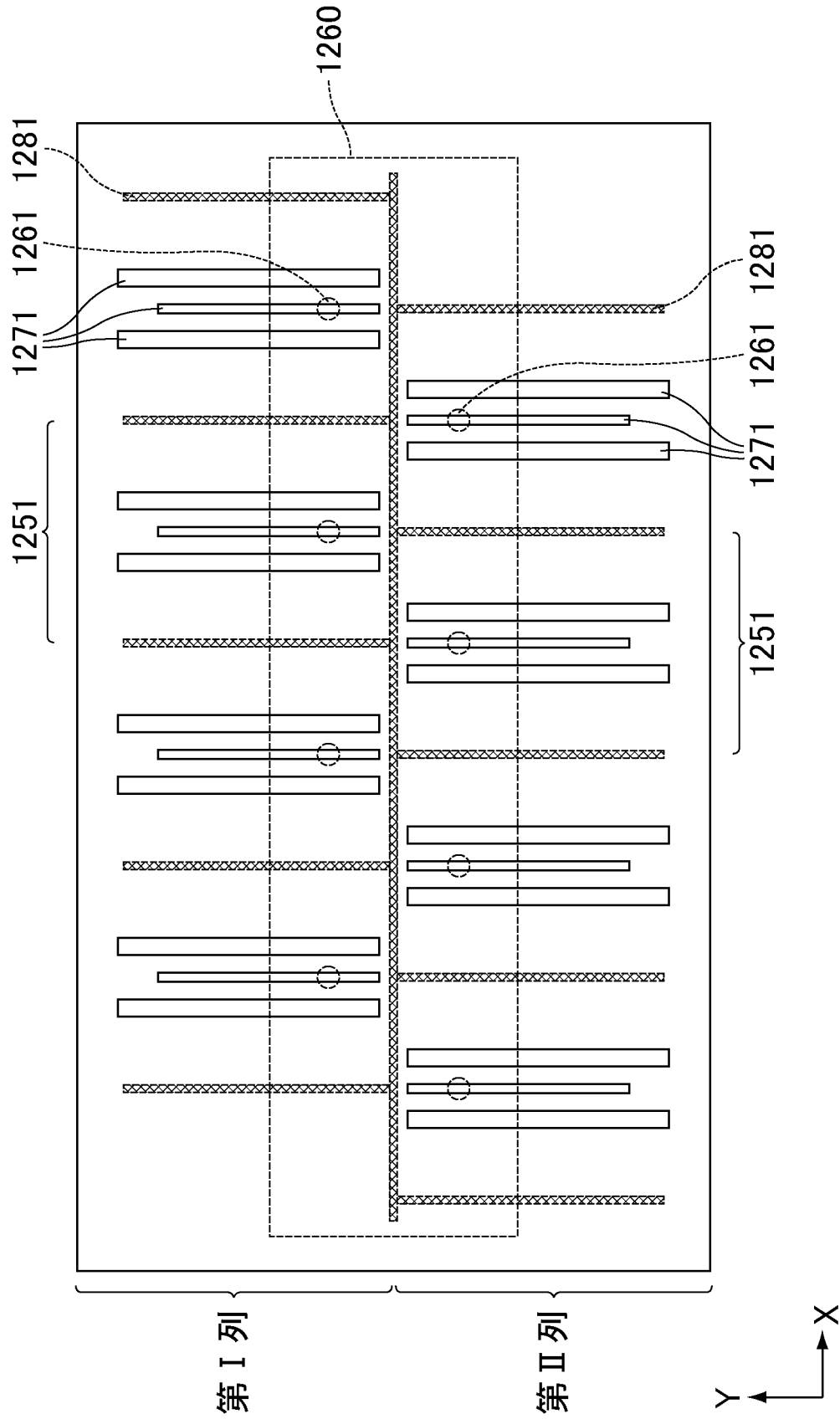
[図19]



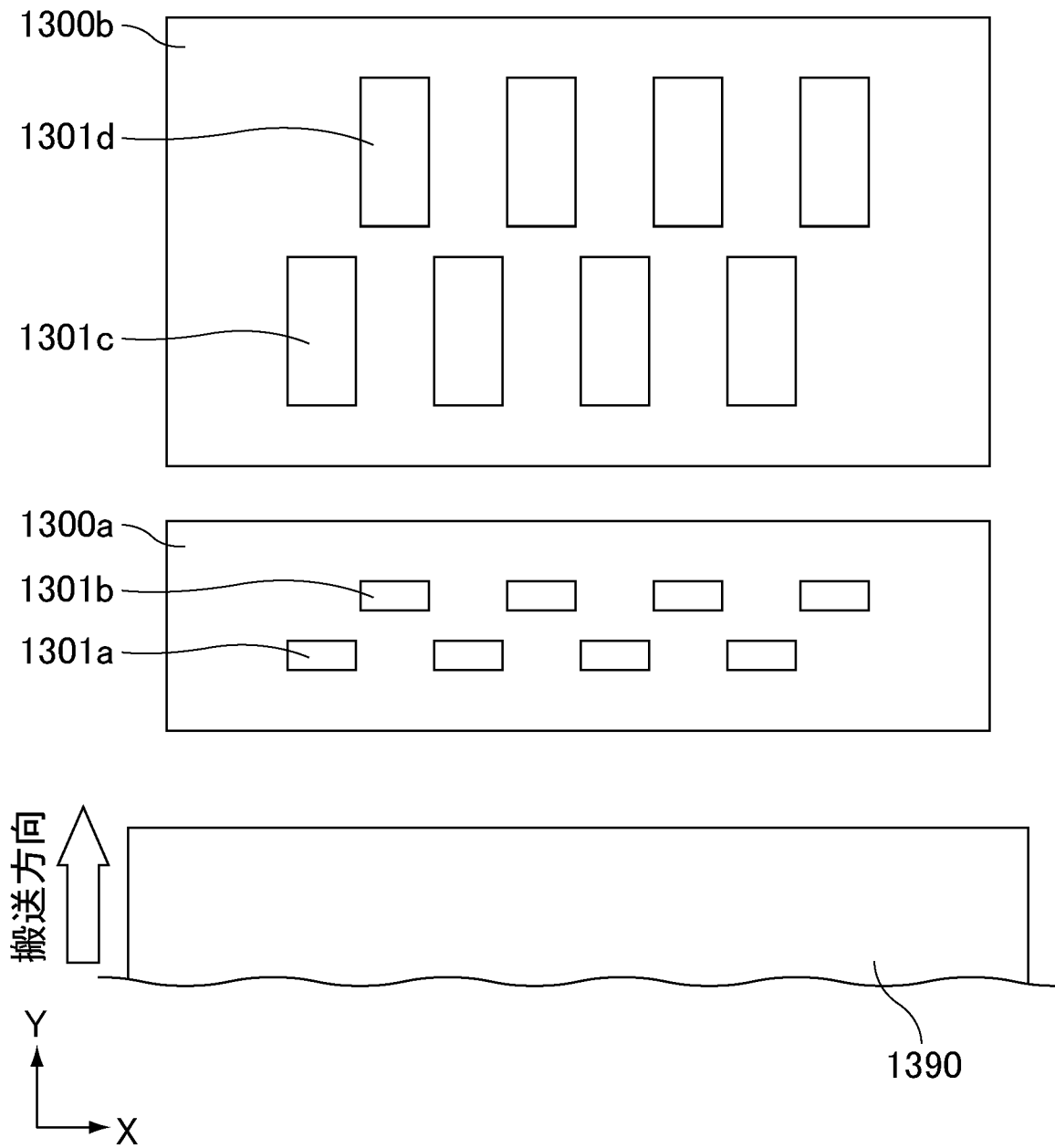
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/10(2006.01)i, C23C14/04(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/10, C23C14/04, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/124512 A1 (Sharp Corp.), 20 September 2012 (20.09.2012), claims; paragraphs [0120], [0167] to [0169]; fig. 9, 15a to b, 16 to 17, 19 to 20, 22 to 25 & JP 2013-237931 A & US 2013/0337597 A1	1-12
Y	WO 2011/145456 A1 (Sharp Corp.), 24 November 2011 (24.11.2011), claims; paragraphs [0236] to [0247]; fig. 23 & JP 5656987 B & US 2013/0059063 A1 & CN 102860132 A & KR 10-2013-0036239 A	1-12
A	WO 2013/031230 A1 (Panasonic Corp.), 07 March 2013 (07.03.2013), claims; fig. 11c, 12c & JP 2013-54893 A	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 August 2015 (27.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/067675

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/034011 A1 (Sharp Corp.), 24 March 2011 (24.03.2011), claims & JP 5502092 B & US 2012/0183676 A1 & EP 2479311 A1 & CN 102482760 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/10(2006.01)i, C23C14/04(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/10, C23C14/04, H01L51/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2012/124512 A1（シャープ株式会社）2012.09.20, 請求の範囲、段落 [0 1 2 0]、[0 1 6 7] - [0 1 6 9]、図9、1 5 a - b、1 6 - 1 7、1 9 - 2 0、2 2 - 2 5 & JP 2013-237931 A & US 2013/0337597 A1	1 - 1 2
Y	WO 2011/145456 A1（シャープ株式会社）2011.11.24, 請求の範囲、段落 [0 2 3 6] - [0 2 4 7]、図2 3 & JP 5656987 B & US 2013/0059063 A1 & CN 102860132 A & KR 10-2013-0036239 A	1 - 1 2

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岩井 好子

2 0

4 1 6 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	W0 2013/031230 A1 (パナソニック株式会社) 2013.03.07, 請求の範囲、図 1 1 c、図 1 2 c & JP 2013-54893 A	1 - 1 2
A	W0 2011/034011 A1 (シャープ株式会社) 2011.03.24, 請求の範囲 & JP 5502092 B & US 2012/0183676 A1 & EP 2479311 A1 & CN 102482760 A	1 - 1 2