



(51) 国際特許分類:
H05B 33/10 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/001615

(22) 国際出願日: 2020年1月17日(17.01.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 J O L E D (JOLED INC.)
[JP/JP]; 〒1010054 東京都千代田区神田錦町
三丁目2 3 番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 三島 孝介 (MISHIMA Kosuke). 坂
元 光洋 (SAKAMOTO Koyo). 佐藤 宗治
(SATO Muneharu).

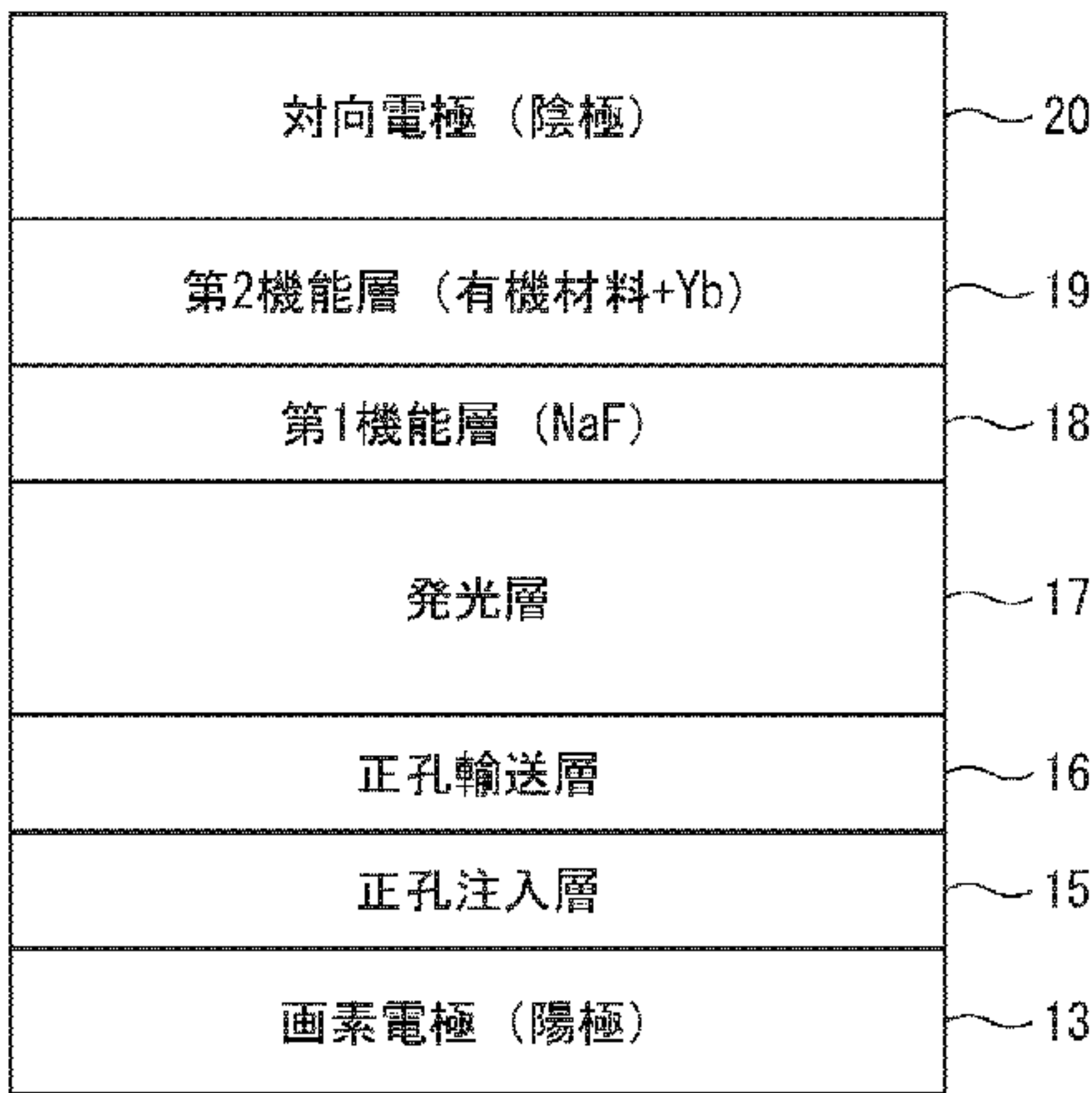
(74) 代理人: 特許業務法人 ナカジマ知的財産
総合事務所 (NAKAJIMA & ASSOCIATES IP
FIRM); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁
目2 番1 号淀川5 番館6 F Osaka (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SELF-LUMINOUS ELEMENT, METHOD FOR PRODUCING SELF-LUMINOUS ELEMENT, SELF-LUMINOUS DISPLAY PANEL, SELF-LUMINOUS DISPLAY DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 自発光素子及び自発光素子の製造方法、並びに自発光表示パ
ネル、自発光表示装置、電子機器

2



13 Pixel electrode (positive electrode)
15 Hole injection layer
16 Hole transport layer
17 Light emitting layer
18 First functional layer (NaF)
19 Second functional layer (organic material + Yb)
20 Counter electrode (negative electrode)

(57) Abstract: A self-luminous element wherein a light emitting layer 17 is arranged between a pixel electrode (positive electrode) 13 and a counter electrode (negative electrode) 20. This self-luminous element is provided with: a first functional layer 18 which is arranged between the light emitting layer 17 and the counter electrode 20, while containing a fluoride of a metal that is selected from among alkali metals, alkaline earth metals and rare earth metals; and a second functional



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, 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).

添付公開書類 :
一 国際調査報告 (条約第21条(3))

layer 19 which is arranged between the first functional layer 18 and the counter electrode 20, while containing a rare earth metal as a dope material.

(57) 要約 : 画素電極 (陽極) 13 と対向電極 (陰極) 20 との間に発光層 17 が配された自発光素子であって、前記発光層 17 と対向電極 20 との間に配され、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第 1 機能層 18 と、前記第 1 機能層 18 と前記対向電極 20 との間に配され、希土類金属をドーパ材料として含む第 2 機能層 19 とを備える。

明 細 書

発明の名称：

自発光素子及び自発光素子の製造方法、並びに自発光表示パネル、自発光表示装置、電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、有機電界発光素子（以下「有機ＥＬ素子」と称する）などの自発光素子、及びその製造方法、並びに当該自発光素子を基板上に行列状に配した自発光表示パネル、当該自発光表示パネルを画像表示部として用いた自発光表示装置、電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、自発光型のディスプレイとして、基板上に行列方向に沿って有機ＥＬ素子を複数配列した有機ＥＬ表示パネルが、電子機器のディスプレイとして実用化されている。

各有機ＥＬ素子は、陽極と陰極の一对の電極対の間に有機発光材料を含む有機発光層（以下、単に「発光層」という。）が配設された基本構造を有し、駆動時に一对の電極対間に電圧を印加し、陽極から発光層に注入される正孔と、陰極から発光層に注入される電子との再結合に伴って光が発生する電流駆動型の自発光素子である。

[0003] 通常、このような有機ＥＬ表示パネルにあっては、陰極からの発光層への電子の注入性を向上させるために、陰極と発光層との間に電子輸送層が設けられている。この電子輸送層として、例えば、特許文献１には、有機層に、アルカリ金属やアルカリ土類金属（以下、「アルカリ金属等」と称する。）の化合物を含有させた構成が開示されている。

このようなアルカリ金属等は、仕事関数が低く、陰極から電子を注入・輸送する能力が高いため、有機ＥＬ素子の発光効率を向上させることができる。

[0004] また、上記特許文献１では、高温により電子輸送層におけるアルカリ金属

等が、発光層に拡散して、発光特性が劣化しないように電子輸送層と発光層と間に、バッファ層を設けている。このバッファ層は、A l q 3、4、4' - N, N' - ジカルバゾールービフェニル (C B P)、ジスチリルアアリーレン (D S A)、D P B、B A l q、またはアントラセン誘導体化合物 l r などの有機化合物からなる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-94456号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、発光層を始めとする機能層、特に有機機能層は、水分を吸収・透過しやすいという物性を有している。一方、電子輸送層に含まれるアルカリ金属等は、活性が高く、機能層に含まれる水分とすぐに反応して変質し、電子注入特性が劣化して有機E L表示パネルが短寿命化するという問題がある。

特に、最近では、製造コスト面での優位性から、特定の機能を有する材料（機能性材料：有機材料のみならず無機材料も含まれる。）を溶媒に溶解または分散させた溶液（以下、単に「インク」と称する。）を、印刷装置等で塗布して機能層を形成するウェットプロセス（湿式法）が多く用いられているが、この場合には、機能層中の水分残留量が、蒸着法などのドライプロセス（乾式法）によって成膜する場合よりも格段に多く、上記特許文献1の構成では、バッファ層が有機化合物からなるため、それより下層の有機層中の水分が当該バッファ層を介して電子輸送層に浸透して、電子輸送層中のアルカリ金属等と反応し、発光特性が劣化するおそれがある。

[0007] 本開示は、上述のような課題に鑑みてなされたものであって、少なくとも1つの機能層をウェットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、良好な発光効率を確保すると共に、長寿命化が可能な自発光素子、及

びその製造方法、並びに当該自発光素子を基板上に行列状に配した自発光表示パネル、当該自発光表示パネルを画像表示部として用いた自発光表示装置、電子機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様に係る自発光素子は、陽極と陰極との間に発光層が配された自発光素子であって、前記発光層と前記陰極との間に配され、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第1機能層と、前記第1機能層と前記陰極との間に配され、希土類金属をドーパ材料として含む第2機能層とを備えることを特徴とする。

[0009] また、本開示の別の態様に係る自発光素子の製造方法は、陽極を形成する第1工程と、前記陽極の上方に発光層を形成する第2工程と、前記発光層上に、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第1機能層を形成する第3工程と、前記第1機能層上に、希土類金属をドーパ材料とする第2機能層を形成する第4工程と、前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程と、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0010] 上記態様に係る自発光素子および自発光素子の製造方法によれば、少なくとも1つの機能層をウェットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、良好な発光効率を確保すると共に、長寿命化が可能な自発光素子や自発光表示パネル、自発光表示装置、電子機器を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の態様に係る有機EL表示装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]上記有機EL表示装置における有機ELパネルの画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。

[図3] (a) は、図2のA-A線に沿った模式断面図であり、(b) は(a)の破線の円C内の拡大図である。

[図4] (a) ～ (e) は、有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図

である。

[図5] (a) ~ (d) は、図4に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

[図6] (a)、(b) は、図5に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

[図7] (a) ~ (d) は、図6に続く有機EL素子の製造過程を模式的に示す部分断面図である。

[図8] 有機EL素子の製造工程を示すフローチャートである。

[図9] 本開示の態様に係る有機EL素子の積層構造を模式的に示す図である。

[図10] 本開示の態様に係る有機EL素子の効果を検証するための比較実験の結果を示す表である。

[図11] 有機EL素子の第2機能層における第1変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図12] 有機EL素子の第2機能層における第2変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図13] 有機EL素子の第2機能層における第3変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図14] 有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図15] 光共振器構造を説明するための模式図である。

[図16] 光共振器構造を採用した有機EL表示パネルの模式断面図である。

[図17] 有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図18] 有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図19] 有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

[図20] 有機EL素子のさらに別の変形例に係る積層構造を示す模式図である。

。

[図21] (a) は、本開示の別の態様に係る正孔注入層の形成工程を示す図であり、(b) は、これにより形成された有機EL表示パネルの、図3 (b) に対応する部分の拡大図である。

[図22] (a) はラインバンク方式における隔壁の状態を示す斜視図であり、(b) はピクセルバンク方式における隔壁の状態を示す斜視図である。

[図23] ボトムエミッション型の有機EL表示パネルの構成を示す概略断面図である。

[図24] フレキシブル性に優れた有機EL表示パネルの積層構造を示す模式図である。

[図25] タンデム型の有機EL表示パネルにおける積層構造を示す模式図である。

[図26] 本開示の態様に係る有機EL表示装置を搭載した電子機器としてテレビ装置の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 《本開示の一態様に至った経緯》

有機EL表示パネルにおける各機能層は、従来は真空蒸着などのドライプロセス（乾式法）により成膜される場合が多かったが、塗布技術、特に印刷装置の技術の進歩に伴い、近年では、ウェットプロセスで各機能層を形成する技術が普及しつつある。

ウェットプロセスは、有機もしくは無機の機能性材料が溶媒に溶解もしくは分散したインクを、印刷装置等により必要箇所に印刷した後、乾燥させて機能層を形成するものであり、大型の表示パネルであってもその設備費が抑制できると共に材料利用率が高いなどコスト面で優れているからである。

[0013] 各種機能層のうち、特に、発光層を印刷プロセスで形成する場合、隣接する副画素同士のインクが混ざらないようにするため、隔壁で仕切られており、当該隔壁もウェットプロセスにより樹脂材料で形成することにより、コスト的な優位性が図られている。

特許文献 1 にもあるように、陰極と発光層の間には、電子の発光層への移動を容易にするために、有機材料に低仕事関数のアルカリ金属等をドーピングした電子輸送層を形成し、これにより良好なキャリアバランスを維持して発光層における発光効率が最適になるように構成されている場合がある。

[0014] しかし、アルカリ金属等は、活性が高く、上述のように隔壁や発光層の樹脂材料中にわずかでも水分が含まれていると、やがて、その水分が、電子注入層に浸透し、電子輸送層中のアルカリ金属等が当該水分と反応して変質して電子注入性が著しく劣化してしまう。これにより、発光効率が劣化し、短寿命となるおそれがあることが分かった。

特許文献 1 では、電子輸送層と発光層との間に、Alq₃、4, 4'-N, N'-ジカルバゾールビフェニル (CBP) などからなるバッファ層を設けているが、いずれも有機材料を含んでいるので、電子輸送層への水分の浸入を抑制するという点では十分機能していない。

[0015] また、最近では、発光層のインクを、迅速かつ均一に塗布するため、ライン状に配列された各画素を、その列毎にバンクで仕切って、インクを帯状に塗布する方法（ラインバンク方式）を用いることがある。この場合には、発光層の下地となる機能層との接触面積が大きくなり、機能層中の水分が電子輸送層に移動して、ますます、電子輸送層の特性が劣化してしまうことが考えられる。

[0016] このような問題は、発光素子として有機 EL 素子を用いた有機 EL 表示パネルに限らず、発光層が、量子ドット発光素子 (QLED: quantum dot-LED) からなる量子ドット表示パネルなど、およそ自発光素子を備え、ウェットプロセスにより機能層を形成する表示パネルについて共通に生じ得る。

そこで、本願発明者らは、ウェットプロセスを採用して低コスト化を図りつつ、ラインバンク方式を採用した場合でも、発光効率が良好で寿命が短くない構成を求めて鋭意研究した結果、本開示の一態様に至ったものである。

《本開示の一態様の概要》

本開示の一態様に係る自発光素子は、陽極と陰極との間に発光層が配された自発光素子であって、前記発光層と前記陰極との間に配され、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第1機能層と、前記第1機能層と前記陰極との間に配され、希土類金属をドーパ材料として含む第2機能層とを備える。

[0017] 係る態様により、少なくとも1つの機能層をウエットプロセスで形成することにより製造コストを低減しつつ、自発光素子の発光効率を向上させると共に長寿命化を可能とする。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第1機能層の膜厚が、0.1 nm以上20 nm以下である。

[0018] 係る態様により、第1機能層における金属フッ化物による水分ブロック性を発揮しつつ、当該金属フッ化物が、希土類金属をドーパ材料として含む第2機能層によって部分的に還元されることで電子注入性を確保し、発光効率が良好で寿命が短くない自発光素子を得ることができる。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第2機能層の膜厚が、5 nm以上150 nm以下である。

[0019] 係る態様により、第1機能層における金属フッ化物の水分ブロック性を発揮させつつ、当該金属フッ化物の一部を還元し、かつ、第2機能層に含まれる希土類金属の電子注入性の効果を発揮することができる。また、第2機能層上に第3機能層としてスパッタ法で製膜される例えばITOやIZOが製膜されるときにおいてもそのスパッタダメージを緩和し、発光効率が良好で寿命が短くない自発光素子を得ることができる。

[0020] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第2機能層は、前記第1機能層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、前記第2層部分における前記希土類金属の含有の割合が、前記第1層部分における前記希土類金属の含有の割合よりも大きい。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第

2機能層が、第1機能層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分における前記希土類金属の含有の割合をそれぞれ、 X_1 、 X_2 、 X_3 とすると、 $X_2 < X_1 \leq X_3$ である。

[0021] このように第2機能層の膜厚方向において希土類金属の濃度を変化させることにより、第1機能層の金属フッ化物の水分ブロック性を発揮しつつ、適切に還元させ、発光層への電子注入性を向上させることが出来るとともに、希土類金属のドーピング量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることもできる。また、第3層部分の希土類金属の濃度を高くすることにより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、自発光素子の寿命を更に延ばせることができる。

[0022] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第2機能層における希土類金属の含有量は、第1機能層から陰極に近づくに連れて連続的に多くなる。

このように第2機能層の希土類金属の含有量を連続して変化させることで第1機能層の金属フッ化物の水分ブロック性を発揮しつつ、第1機能層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも水分の第2機能層への侵入をより抑制でき、希土類金属のドーピング量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることもできる。また、陰極側の希土類金属の濃度を高くすることで陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、自発光素子の寿命を更に延ばせることができる。

[0023] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、第2機能層と陰極との間に、第3機能層として透明導電膜が形成されている。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第3機能層の膜厚は、15 nm以上である。

係る態様によれば、第3機能層の膜厚を調整することにより、発光色の波長に応じた光共振器構造を構築することが可能となる。

[0024] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第2機能層と前記第3機能層との間に、希土類金属を含む膜厚0.1 nm以上、3 nm以下の薄膜が形成されている。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記第3機能層と陰極との間に、希土類金属を含む膜厚0.1 nm以上、3 nm以下の薄膜が形成されている。

[0025] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記陰極の前記発光層とは反対側に、希土類金属を含む膜厚0.1 nm以上、5 nm以下の薄膜が形成されている。

係る態様により、陰極の膜質を向上することが出来ることに加え、外部からの水分の浸入を阻止して、自発光素子の寿命を更に延ばせることができる。

[0026] また、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記陽極は、光反射性を有すると共に、前記陰極は、半透過性を有する。

ここで、本開示の別の態様に係る自発光素子は、上記態様において、前記発光層で発光された光は、前記陰極から直接射出される第1光束と、前記陽極と前記陰極間で反射した後、前記陰極から射出される第2光束とを含み、第1光束と第2光束が共振するように、前記発光層から前記陰極に至るまでに介在する少なくとも一つの機能層の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている。

[0027] 係る態様により、陽極の界面と陰極の界面間で構成される光共振器を構築することができ、自発光素子の発光効率のさらに向上を可能にする。

本開示の別の態様に係る自発光素子は、前記陽極と前記陰極との間に介在する少なくとも一つの機能層が塗布膜である。

本開示の別の態様に係る自発光素子は、前記アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物は、NaFである。

また、本開示の別の態様に係る自発光素子では、前記希土類金属が、Ybである。

また、本開示の別の態様に係る自発光表示パネルは、上記態様に係る自発光素子を複数、行列状に配列し、少なくとも行方向に隣接する自発光素子における発光層は、列方向に延在する隔壁によって仕切られている。

[0028] これにより、発光効率に優れ、長寿命化が可能な自発光表示パネルを提供することができる。

また、本開示の別の態様に係る自発光表示パネルは、トップエミッション型である。

トップエミッション型の自発光表示パネルでは、光を射出する方向に、TFTなどからなる駆動回路が配されていないので、各自発光素子の開口率を大きくでき、発光効率に優れる。

[0029] また、本開示の別の態様に係る自発光表示装置は、上記態様に係る自発光表示パネルと、前記自発光表示パネルを駆動して画像を表示させる駆動部とを備える。

また、本開示の別の態様に係る電子機器は、上記態様において、画像表示部として上記自発光表示装置を備える。

係る自発光表示装置および電子機器は、表示パネルの発光効率に優れ、寿命も長くすることができる。

[0030] また、本開示の別の態様に係る自発光素子の製造方法は、陽極を形成する第1工程と、前記陽極の上方に発光層を形成する第2工程と、前記発光層上に、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第1機能層を形成する第3工程と、前記第1機能層上に、希土類金属をドーパ材料とする第2機能層を形成する第4工程と、前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程とを含む。

[0031] 係る態様により、上述のように発光効率に優れた良質な画像を表示できる自発光素子の製造が可能となる。

また、本開示の別態様に係る自発光素子の製造方法は、前記第4工程が、第1機能層上に有機材料の層を形成した後、当該有機材料の層に希土類金属をドーパして第2機能層を形成する。

[0032] また、本開示の別態様に係る自発光表示素子の製造方法は、前記第4工程は、第1機能層上に有機材料と前記希土類金属を共蒸着して第2機能層を形成する。

また、前記第1工程と第2工程の間に、正孔注入性および／または正孔輸送性の機能を有する正孔移動容易化層を形成する工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層の形成工程および前記第2工程、第3工程、第4工程のうち、少なくとも一つの工程は、ウェットプロセスにより実行される。

これにより製造コストの低減化が容易となる。

[0033] なお、上記各開示の態様において「上」とは、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）を指すものではなく、自発光素子の積層構造における積層順を基に、相対的な位置関係により規定されるものである。具体的には、自発光素子において、基板の主面に垂直な方向であって、基板から積層物側に向かう側を上方向とする。また、例えば「基板上」と表現した場合は、基板に直接接する領域のみを指すのではなく、積層物を介した基板の上方の領域も含めるものとする。また、例えば「基板の上方」と表現した場合、基板と間隔を空けた上方領域のみを指すのではなく、基板上の領域も含めるものとする。

[0034] 《実施の形態》

以下、本開示の一態様に係る有機EL素子および有機EL表示パネル、有機EL表示装置について、図面を参照しながら説明する。なお、図面は、模式的なものを含んでおり、各部材の縮尺や縦横の比率などが実際とは異なる場合がある。

1. 有機EL表示装置1の全体構成

図1は、有機EL表示装置1の全体構成を示すブロック図である。有機EL表示装置1は、例えば、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯端末、業務用ディスプレイ（電子看板、商業施設用大型スクリーン）などに用いられる表示装置である。

[0035] 有機EL表示装置1は、有機EL表示パネル10と、これに電氣的に接続

された駆動制御部 200 とを備える。

有機 EL 表示パネル 10 は、本実施の形態では、上面が長方形形状の画像表示面であるトップエミッション型の表示パネルである。有機 EL 表示パネル 10 では、画像表示面に沿って複数の有機 EL 素子（不図示）が配列され、各有機 EL 素子の発光を組み合わせることで画像を表示する。なお、有機 EL 表示パネル 10 は、一例として、アクティブマトリクス方式を採用している。

[0036] 駆動制御部 200 は、有機 EL 表示パネル 10 に接続された駆動回路 210 と、計算機などの外部装置又はアンテナなどの受信装置に接続された制御回路 220 とを有する。駆動回路 210 は、各有機 EL 素子に電力を供給する電源回路、各有機 EL 素子への供給電力を制御する電圧信号を印加する信号回路、一定の間隔ごとに電圧信号を印加する箇所を切り替える走査回路などを有する。

[0037] 制御回路 220 は、外部装置や受信装置から入力された画像情報を含むデータに応じて、駆動回路 210 の動作を制御する。

なお、図 1 では、一例として、駆動回路 210 が有機 EL 表示パネル 10 の周囲に 4 つ配置されているが、駆動制御部 200 の構成はこれに限定されるものではなく、駆動回路 210 の数や位置は適宜変更可能である。また、以下では説明のため、図 1 に示すように、有機 EL 表示パネル 10 上面の長辺に沿った方向を X 方向、有機 EL 表示パネル 10 上面の短辺に沿った方向を Y 方向とする。

[0038] 2. 有機 EL 表示パネル 10 の構成

（A）平面構成

図 2 は、有機 EL 表示パネル 10 の画像表示面の一部を拡大した模式平面図である。有機 EL 表示パネル 10 では、一例として、R（赤色）、G（緑色）、B（青色）（以下、単に R、G、B ともいう。）にそれぞれ発光する副画素 100R、100G、100B が行列状に配列されている。副画素 100R、100G、100B は、X 方向に交互に並び、X 方向に並ぶ一組の副画素 100R、100G、100B が、一つの画素 P を構成している。画

素Pでは、階調制御された副画素100R、100G、100Bの発光輝度を組み合わせることにより、フルカラーを表現することが可能である。

[0039] また、Y方向においては、副画素100R、副画素100G、副画素100Bのいずれかのみが並ぶことでそれぞれ副画素列CR、副画素列CG、副画素列CBが構成されている。これにより、有機EL表示パネル10全体として画素Pが、X方向及びY方向に沿った行列状に並び、この行列状に並ぶ画素Pの発色を組み合わせることにより、画像表示面に画像が表示される。

[0040] 副画素100R、100G、100Bには、それぞれR、G、Bの色に発光する有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)（図3参照）が配置されている。

また、本実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、いわゆるラインバンク方式を採用している。すなわち、副画素列CR、CG、CBを1列ごとに仕切る隔壁（バンク）14がX方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素列CR、CG、CBでは、副画素100R、100G、100Bが、発光層を共有している。

[0041] ただし、各副画素列CR、CG、CBでは、副画素100R、100G、100B同士を絶縁する画素規制層141がY方向に間隔をおいて複数配置され、各副画素100R、100G、100Bは、独立して発光することができるようになっている。

なお、画素規制層141の高さは、発光層のインク塗布時における液面の高さよりも低い。図2では、隔壁14及び画素規制層141は点線で表されているが、これは、画素規制層141及び隔壁14が、画像表示面の表面に露出しておらず、画像表示面の内部に配置されているからである。

[0042] (B) 断面構成

図3(a)は、図2のA-A線に沿った模式断面図である。

有機EL表示パネル10において、一つの画素は、R、G、Bをそれぞれ発光する3つの副画素からなり、各副画素は、対応する色を発光する有機EL素子2(R)、2(G)、2(B)で構成される。

[0043] 各発光色の有機EL素子2（R）、2（G）、2（B）は、基本的には、ほぼ同様の構成を有するので、区別しないときは、有機EL素子2として説明する。

図3（a）に示すように、有機EL素子2は、基板11、層間絶縁層12、画素電極（陽極）13、隔壁14、正孔注入層15、正孔輸送層16、発光層17、第1機能層18、第2機能層19、対向電極（陰極）20、および、封止層21とからなる。

[0044] 基板11、層間絶縁層12、第1機能層18、第2機能層19、対向電極20、および、封止層21は、画素ごとに形成されているのではなく、有機EL表示パネル10が備える複数の有機EL素子2に共通して形成されている。

（1）基板

基板11は、絶縁材料である基材111と、TFT（Thin Film Transistor）層112とを含む。TFT層112には、副画素ごとに駆動回路が形成されている。基材111は、例えば、ガラス基板、石英基板、シリコン基板、硫化モリブデン、銅、亜鉛、アルミニウム、ステンレス、マグネシウム、鉄、ニッケル、金、銀などの金属基板、ガリウム砒素などの半導体基板、プラスチック基板等を採用することができる。

[0045] プラスチック材料としては、熱可塑性樹脂、熱硬化樹脂いずれの樹脂を用いてもよい。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリイミド（PI）、ポリカーボネート、アクリル系樹脂、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート、ポリアセタール、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうち1種、または2種以上を積層した積層体を用いることができる。

[0046] (2) 層間絶縁層

層間絶縁層 12 は、基板 11 上に形成されている。層間絶縁層 12 は、樹脂材料からなり、TFT 層 112 の上面の段差を平坦化するためのものである。樹脂材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が挙げられる。また、このような感光性材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。また、図 3 の断面図には示されていないが、層間絶縁層 12 には、副画素ごとにコンタクトホールが形成されている。

[0047] (3) 画素電極

画素電極 13 は、光反射性の金属材料からなる金属層を含み、層間絶縁層 12 上に形成されている。画素電極 13 は、副画素ごとに設けられ、コンタクトホール（不図示）を通じて TFT 層 112 と電氣的に接続されている。

本実施の形態においては、画素電極 13 は、陽極として機能する。

[0048] 光反射性を具備する金属材料の具体例としては、Ag（銀）、Al（アルミニウム）、アルミニウム合金、Mo（モリブデン）、APC（銀、パラジウム、銅の合金）、ARA（銀、ルビジウム、金の合金）、MoCr（モリブデンとクロムの合金）、MoW（モリブデンとタングステンの合金）、NiCr（ニッケルとクロムの合金）などが挙げられる。

[0049] 画素電極 13 は、金属層単独で構成してもよいが、金属層の上に、ITO（酸化インジウム錫）やIZO（酸化インジウム亜鉛）のような金属酸化物からなる層を積層した積層構造としてもよい。

(4) 隔壁・画素規制層

隔壁 14 は、基板 11 の上方に副画素ごとに配置された複数の画素電極 13 を、X 方向（図 2 参照）において列毎に仕切るものであって、X 方向に並ぶ副画素列 CR、CG、CB の間において Y 方向に延伸するラインバンク形状である。

[0050] この隔壁 14 には、電気絶縁性材料が用いられる。電気絶縁性材料の具体例として、例えば、絶縁性の有機材料（例えば、アクリル系樹脂、ポリイミ

ド系樹脂、ノボラック樹脂、フェノール樹脂等）が用いられる。

隔壁 1 4 は、発光層 1 7 を塗布法で形成する場合に塗布された各色のインクが溢れて混色しないようにするための構造物として機能する。

[0051] なお、樹脂材料を用いる際は、加工性の点から感光性を有することが好ましい。当該感光性は、ポジ型、ネガ型のいずれであってもよい。

隔壁 1 4 は、有機溶媒や熱に対する耐性を有することが好ましい。また、インクの流出を抑制するために、隔壁 1 4 の表面は所定の撥液性を有することが好ましい。

画素電極 1 3 が形成されていない部分において、隔壁 1 4 の底面が層間絶縁層 1 2 の上面と接している。

[0052] 画素規制層 1 4 1 は、電気絶縁性材料からなり、各副画素列において Y 方向（図 2）に隣接する画素電極 1 3 の端部を覆い、当該 Y 方向に隣接する画素電極 1 3 同士を仕切っている。

画素規制層 1 4 1 の高さは、画素電極 1 3 の膜厚よりも若干大きい、発光層のインクが開口部 1 4 a に滴下されたときの液面の位置よりも低くなっている。また、乾燥後の発光層 1 7 の高さよりも高く、発光層 1 7 同士の絶縁性を確保する。

これにより、発光層 1 7 を形成する際のインクの流動が画素規制層 1 4 1 に妨げられない。そのため、各副画素列における発光層 1 7 の厚みを均一に揃えることを容易にする。

[0053] 画素規制層 1 4 1 は、上記構造により、Y 方向に隣接する画素電極 1 3 の電気絶縁性を向上しつつ、各副画素列 C R、C G、C B における発光層 1 7 の段切れ抑制、画素電極 1 3 と対向電極 2 0 との間の電気絶縁性の向上などの役割を有する。

画素規制層 1 4 1 に用いられる電気絶縁性材料の具体例としては、上記隔壁 1 4 の材料として例示した樹脂材料や無機材料などが挙げられる。また、上層となる発光層 1 7 を形成する際、インクが濡れ広がりやすいように、画素規制層 1 4 1 の表面はインクに対する親液性を有することが好ましい。

[0054] (5) 正孔注入層

正孔注入層 15 は、画素電極 13 から発光層 17 への正孔の注入を促進させる目的で、画素電極 13 上に設けられている。正孔注入層 15 は、例えば、Ag (銀)、Mo (モリブデン)、Cr (クロム)、V (バナジウム)、W (タングステン)、Ni (ニッケル)、Ir (イリジウム) などの酸化物、あるいは、PEDOT (ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物) などの導電性ポリマー材料からなる層である。例えばスパッタプロセスやウエットプロセスにより形成しても良い。

[0055] 上記のうち、酸化金属からなる正孔注入層 15 は、仕事関数が大きく、発光層 17 に対し安定的に正孔を注入する。

(6) 正孔輸送層

正孔輸送層 16 は、正孔注入層 15 から注入された正孔を発光層 17 へ輸送する機能を有する。正孔輸送層 16 は、例えば、ポリフルオレンやその誘導体、あるいは、ポリアリールアミンやその誘導体などの高分子化合物であって、親水基を備えないものなどを用いてウエットプロセスにより形成される。

[0056] (7) 発光層

発光層 17 は、開口部 14a 内に形成されており、正孔と電子の再結合により、R、G、B の各色の光を発光する機能を有する。なお、特に、発光色を特定して説明する必要があるときには、発光層 17 (R)、17 (G)、17 (B) と記す。

発光層 17 の材料として、具体的には、例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン

化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2-ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とⅠⅠⅠ族金属との錯体、オキシニル錯体、希土類錯体などの蛍光物質で形成されることが好ましい。

発光層17は、ウェットプロセスにより形成される。

[0057] (8) 第1機能層

第1機能層18は、下部の有機層からの水分の第2機能層19への移動を抑止すると共に、対向電極20からの電子を発光層17へ輸送する機能を有する。第1機能層18は、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物（以下、「アルカリ金属等フッ化物」という。）を含む。

一般に、アルカリ金属等フッ化物は、結晶構造が緻密で、水分の透過性が低く水分ブロック性に優れると共に、上層に還元性を有する材料を蒸着することで一部のアルカリ金属等が遊離して電子注入性に優れるというメリットがある。その中でも特に、NaF（フッ化ナトリウム）が、水分ブロック性と電子注入性に優れており、本実施の形態でも第1機能層18は、NaFを含む構成としている。

[0058] なお、上記フッ化ナトリウム以外の金属フッ化物として、例えば、フッ化イッテルビウム（YbF₃）、フッ化リチウム（LiF）、フッ化バリウム（BaF₂）が好適である。その他に、アルカリ金属フッ化物として、フッ化セリウム（CeF₃）、フッ化リチウム（LiF）、フッ化ナトリウム（NaF）、アルカリ土類金属フッ化物として、フッ化カルシウム（CaF₂）、フッ化マグネシウム（MgF₂）、フッ化バリウム（BaF₂）、希土類金属フッ化物として、フッ化ランタン（LaF₃）、フッ化ネオジウム（NdF₃）、フッ

化サマリウム (SmF_3)、フッ化イッテルビウム (YbF_3)、フッ化イットリウム (YF_3)、フッ化ガドリニウム (GdF_3) 等を用いてもよい。

上記第1機能層18による、発光層17や正孔輸送層16に含まれる水分の第2機能層19への浸入をブロックする効果や、第2機能層19から発光層17への電子注入性向上の効果を十分発揮するためには、第1機能層18が、発光層17上に直接積層されていることが望ましい。

[0059] (9) 第2機能層19

第2機能層19は、対向電極20から供給される電子を発光層17側へと注入・輸送する機能を有する。第2機能層19は、有機材料、特に、電子輸送性を有する有機材料をホスト材料とし、希土類金属をドープ材料として形成されている。希土類金属は、総じて仕事関数が低く電子注入性に優れると共に、還元性を有しているので、第1機能層18におけるアルカリ金属等フッ化物を解離させる作用を備える。また、Baなどのアルカリ土類金属に比して化学的安定性が高いので、水分と反応しにくく（耐水性が高い）、長寿命化が望める。

[0060] 希土類金属の中でも、Yb（イッテルビウム）は、融点が比較的低く、加工性が高いので、本実施の形態では、Ybをドープ材料としている。

なお、Yb以外の希土類金属としては、La（ランタン）、Nd（ネオジウム）、Sm（サマリウム）、Eu（ユーロピウム）、Gd（ガドリニウム）、Ce（セリウム）、Lu（ルテチウム）等を用いてもよい。

また、電子輸送性を有する有機材料（ホスト材料）として、例えば、オキサジアゾール誘導体（OXD）、トリアゾール誘導体（TAZ）、フェナンスロリン誘導体（BCP、Bphen）などの π 電子系低分子有機材料が挙げられるが、これらに限定されない。

[0061] (10) 対向電極

本実施の形態では、有機EL表示パネル10はトップエミッション型なので、対向電極20は、透光性の導電性材料からなり、第2機能層19上に形成されている。対向電極20は、陰極として機能する。

対向電極 20 としては、例えば、金属薄膜または、ITO や IZO などの透明導電膜を用いることができる。光共振器構造をより効果的に得るためには、対向電極 20 の材料として、アルミニウム、マグネシウム、銀、アルミニウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等のうち少なくとも 1 つの材料からなる金属薄膜を形成するのが望ましい。この場合において、金属薄膜の膜厚は、5 nm 以上 30 nm 以下とすることが望ましい。

[0062] 上記のような光共振器構造を採用する場合には、第 2 機能層 19 と対向電極 20 の間に ITO や IZO などの透明導電膜を所望の膜厚で形成して、発光層 17 と対向電極 20 間の光学的距離を適切な大きさに調整するのが望ましい（詳しくは、後述の変形例（2）参照）。

[0063] （11）封止層

封止層 21 は、正孔輸送層 16、発光層 17、第 2 機能層 19 などの有機層が水分に晒されたり、空気に晒されたりして劣化するのを防止するために設けられるものである。

封止層 21 は、例えば、窒化シリコン（SiN）、酸窒化シリコン（SiON）などの透光性材料を用いて形成される。

[0064] （12）その他

図 3（a）には示されていないが、封止層 21 上に透明な接着剤を介して防眩用の偏光板や上部基板を貼り合せてもよい。また、各有機 EL 素子 2 により発光される光の色度を補正するためのカラーフィルタを貼り合わせてもよい。これらにより、正孔輸送層 16、発光層 17、第 2 機能層 19 などを外部の水分および空気などからさらに保護できる。

図 3（b）は、図 3（a）の破線の円 C で囲んだ部分の拡大図である。上述のように正孔輸送層 16、発光層 17 はウエットプロセスにより形成されているため、それぞれピニング（隔壁 14 との接触位置）P1、P2 が、中央の平坦部よりも高くなる。したがって、各層の表面形状を観察することによりその層がウエットプロセスで形成された塗布膜であるか否かを容易に判断できる。

[0065] 3. 有機EL表示パネル10の製造方法

以下、有機EL表示パネル10の製造方法について、図面を用いて説明する。

図4(a)～(e)、図5(a)～(d)、図6(a)、(b)および図7(a)～(d)は、有機EL表示パネル10の製造における各工程での状態を示す模式断面図である。また、図8は、有機EL表示パネル10の製造工程を示すフローチャートである。

[0066] (1) 基板準備工程

まず、図4(a)に示すように、基材111上にTF T層112を成膜して基板11を準備する(図8のステップS1)。TF T層112は、公知のTF Tの製造方法により成膜することができる。

(2) 層間絶縁層形成工程

次に、図4(b)に示すように、基板11上に、層間絶縁層12を形成する(図8のステップS2)。

[0067] 具体的には、一定の流動性を有する樹脂材料を、例えば、ダイコート法により、基板11の上面に沿って、TF T層112による基板11上の凹凸を埋めるように塗布する。これにより、層間絶縁層12の上面は、基材111の上面に沿って平坦化した形状となる。

また、層間絶縁層12における、TF T素子の例えばソース電極上の個所にドライエッチング法を行い、コンタクトホール(不図示)を形成する。コンタクトホールは、その底部にソース電極の表面が露出するようにパターニングなどを用いて形成される。

[0068] 次に、コンタクトホールの内壁に沿って接続電極層を形成する。接続電極層の上部は、その一部が層間絶縁層12上に配される。接続電極層の形成は、例えば、スパッタリング法を用いることができ、金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法およびウエットエッチング法を用いてパターニングすればよい。

(3) 画素電極・正孔注入層の形成工程

次に、図4（c）に示すように、層間絶縁層12上に画素電極材料層130を形成する。画素電極材料層130は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。

[0069] さらに、画素電極材料層130上に正孔注入材料層150を形成する（図4（d））。正孔注入材料層150は、例えば、反応性スパッタ法などを用いて形成することができる。

そして、図4（e）に示すように、画素電極材料層130と正孔注入材料層150とをエッチングによりパターンニングして、副画素ごとに区画された複数の画素電極13と正孔注入層15とを形成する（図8のステップS3）。

[0070] なお、画素電極13、正孔注入層15の形成方法は上述の方法に限られず、例えば、画素電極材料層130をパターンニングして画素電極13を形成してから、正孔注入層15を形成してもよい。

[0071] （4）隔壁・画素規制層形成工程

次に、隔壁14および画素規制層141を形成する（図8のステップS4）。

本実施の形態では、画素規制層141と隔壁14を別工程で形成するようにしている。

（4－1）画素規制層形成

まず、Y方向（図2）における画素電極列を副画素毎に仕切るため、X方向に伸びる画素規制層141を形成する。

[0072] 図5（a）に示すように、画素電極13、正孔注入層15が形成された層間絶縁層12上に、画素規制層141の材料となる感光性の樹脂材料を一様に塗布して、形成すべき画素規制層141の高さと等しい膜厚の画素規制層材料層1410を形成する。

具体的な塗布方法として、例えばダイコート法やスリットコート法、スピコート法などのウェットプロセスを用いることができる。塗布後には、例えば、真空乾燥及び60℃

～120℃程度の低温加熱乾燥（プリベーク）などを行って不要な溶媒を除去するとともに、画素規制層材料層1410を層間絶縁層12に定着させることが好ましい。

[0073] そして、フォトリソグラフィ法を用いて、画素規制層材料層1410をパターンニングする。

例えば、画素規制層材料層1410がポジ型の感光性を有する場合は、画素規制層141として残す箇所を遮光し、除去する部分が透明なフォトマスク（不図示）を介して画素規制層材料層1410を露光する。

[0074] 次に、現像を行い、画素規制層材料層1410の露光領域を除去することにより、画素規制層141を形成することができる。具体的な現像方法としては、例えば、基板11全体を、画素規制層材料層1410の露光により感光した部分を溶解させる有機溶媒やアルカリ液などの現像液に浸した後、純水などのリンス液で基板11を洗浄すればよい。

その後、所定温度で焼成（ポストベーク）することにより、層間絶縁層12上に、X方向に延伸する画素規制層141を形成することができる（図5（b））。

[0075] （4－2）隔壁形成

次に、Y方向に伸びる隔壁14を上記画素規制層141と同様にして形成する。

すなわち、上記画素電極13、正孔注入層15、画素規制層141が形成された層間絶縁層12上に、隔壁用の樹脂材料を、ダイコート法などを用いて塗布して、形成すべき隔壁14の高さと等しい膜厚の隔壁材料層140を形成し（図5（c））、フォトリソグラフィ法により隔壁材料層140にY方向に延在する隔壁14をパターンニングした後、所定の温度で焼成して隔壁14を形成する（図5（d））。

[0076] なお、上記では、画素規制層141と隔壁14のそれぞれの材料層をウェットプロセスで形成した後にパターンニングするようにしたが、いずれか一方または双方の材料層をドライプロセスで形成して、フォトリソグラフィ法と

エッチング法により、パターンニングするようにしてもよい。

(5) 正孔輸送層形成工程

次に、図6(a)に示すように、隔壁14が規定する開口部14aに対し、正孔輸送層16の構成材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から吐出して開口部14a内の正孔注入層15上に塗布する。この際、正孔輸送層16のインクは、画素電極列の上方においてY方向(図2)に沿って延伸するように塗布される。その後、乾燥させて、正孔輸送層16を形成する(図8のステップS5)。

[0077] (6) 発光層形成工程

次に、上記正孔輸送層16の上方に、発光層17を形成する(図8のステップS6)。

具体的には、図6(b)に示すように、各開口部14aに対応する発光色の発光材料を含むインクを、印刷装置の塗布ヘッド301のノズル3011から順次吐出して開口部14a内の正孔輸送層16上に塗布する。この際、インクを画素規制層141の上方においても連続するように塗布する。これにより、Y方向に沿ってインクが流動可能となり、インクの塗布むらを低減して、同一の副画素列における発光層17の膜厚を均一化することが可能となる。

[0078] そして、インク塗布後の基板11を真空乾燥室内に搬入して真空環境下で加熱することにより、インク中の有機溶媒を蒸発させる。これにより、発光層17を形成できる。

(7) 第1機能層形成工程

次に、図7(a)に示すように、発光層17および隔壁14上に、第1機能層18を形成する(図8のステップS7)。第1機能層18は、NaFを蒸着法により各副画素に共通して成膜することにより形成される。

[0079] (8) 第2機能層形成工程

次に、図7(b)に示すように、第1機能層18上に、第2機能層19を形成する(図8のステップS8)。第2機能層19は、例えば、電子輸送性

の有機材料とドーピング金属である Y b を共蒸着法によって各副画素に共通して成膜することにより形成される。

また、先に電子輸送性の有機材料の膜を形成した後、Y b をスパッタリング法などによりドーピングさせてもよい。

(9) 対向電極形成工程

次に、図 7 (c) に示すように、第 2 機能層 19 上に、対向電極 20 を形成する (図 8 のステップ S 9)。本実施の形態では、対向電極 20 は、銀、アルミニウム等を、スパッタリング法、真空蒸着法により成膜することにより形成される。

[0080] (10) 封止層形成工程

次に、図 7 (d) に示すように、対向電極 20 上に、封止層 21 を形成する (図 8 のステップ S 10)。封止層 21 は、SiON、SiN 等を、スパッタリング法、CVD 法などにより成膜することにより形成することができる。

これにより、有機 EL 表示パネル 10 が完成する。

[0081] なお、上記の製造方法は、あくまで例示であり、適宜変更可能である。

4. 有機 EL 素子の評価実験

次に、上記実施の形態により形成された有機 EL 素子 2 の発光効率および寿命について評価実験を行った。

図 9 は、上記有機 EL 素子 2 における主要部 (画素電極 (陽極) 13 から対向電極 (陰極) 20 まで) の積層構造を模式的に示す図である。

[0082] 実験対象となる有機 EL 素子 2 (実施品) では、ガラス基板上に Al 合金を蒸着して画素電極 (陽極) 13 とし、正孔注入層 15、正孔輸送層 16、発光層 17、第 1 機能層 18、第 2 機能層 19、対向電極 (陰極) 20 を順に積層している。

第 1 機能層 18 は、膜厚が 2 nm の NaF 薄膜であり、真空蒸着法により形成した。第 2 機能層 19 は、有機材料と Y b を共蒸着法により膜厚 15 nm となるように形成した。ドーピング金属 Y b のドーピング濃度は、20 wt %

である。

[0083] 比較品 1 に係る有機 E L 素子は、図 9 における第 1 機能層 1 8 を形成せずに、第 2 機能層 1 9 のドーピング金属を B a とした。この B a は、アルカリ土類金属であり、仕事関数が十分低く、従来から n 型ドーパントとして広く用いられてきたものである。

比較品 2 に係る有機 E L 素子は、図 9 における第 1 機能層 1 8 を形成せずに、第 2 機能層 1 9 のドーピング金属を Y b とした。

[0084] 比較品 3 に係る有機 E L 素子は、N a F からなる第 1 機能層 1 8 を形成し、第 2 機能層 1 9 のドーピング金属を B a とした。

比較品 1 ～ 3 の第 2 機能層の膜厚およびドーピング金属のドーピング濃度は、それぞれ、本実施品と同じ、1 5 n m、2 0 w t % に設定した。

また、比較品 3 における第 1 機能層 1 8 の膜厚は、実施品と同じ、2 n m である。

[0085] その他の層の形成条件は、実施品、比較品 1 ～ 3 とともに全て同じにした。

図 1 0 は、本実施品と比較品 1 ～ 3 との発光効率、駆動電圧、寿命および総合評価の結果を示す比較表である。

同表において、発光効率欄には、発光初期における発光効率（単位電力あたりの全光束 l m / W（ルーメン毎ワット））を、実施品の発光効率を 1 0 0 とした場合の比較値で示されている。

[0086] また、駆動電圧欄には、一定電流を印加した際の駆動電圧の逆数を、実施品を 1 0 0 とした場合の比較値で示している。逆数で比較しているから、この欄の数値が高いほど駆動電圧が低くなることを示す。

寿命欄には、加速度実験した結果を示しており、ここでは、例えば、発光効率が初期の 8 0 % 以下になったときに寿命に達したと判断している。この場合も実施品の寿命を 1 0 0 とした場合の比較値で示している。

[0087] なお、総合評価は、上記の発光効率、駆動電圧、寿命の評価が、いずれも 9 5 ポイント以上である場合を「○」とし、8 0 以上 9 5 ポイント未満である場合を「△」とし、8 0 ポイント未満のものを「×」と評価した。

図 10 の比較表を見ても分かるように、第 1 機能層を有しない比較品 1、2 では、発光効率、実施品の 6 割程度に落ち込む。また電圧は、ともに大きく高電圧化している。しかも、寿命評価になると、第 2 機能層のドーピング金属が Ba の場合の比較品 1 は、3 割近くまで落ち込み、ドーピング金属が Yb の場合の比較品 2 は、ほぼ 5 割まで落ち込んでいる。

[0088] また、比較品 3 では、第 2 機能層のドーピング金属は Ba であるが、NaF からなる第 1 機能層を有しているため、電子輸送性が補完され、発光効率・駆動電圧での評価値が高くなるが、実施例にはわずかに及ばない。しかし、寿命に関しては、実施品と、まだ 30 ポイントもの差がついている。

そして、総合評価として「○」となるものは、本実施品のみであった。

[0089] このような実験結果から次のことが分かる。

(ア) Ba の仕事関数が、Yb の仕事関数よりも小さいにも関わらず (Ba の仕事関数 2.52 eV、Yb の仕事関数 2.6 eV)、発光効率および駆動電圧において、ドーピング金属が Yb の方が、ドーピング金属が Ba の場合よりも若干評価が高い。これは、希土類である Yb の方がアルカリ土類金属である Ba よりも活性が低く、発光デバイス作製プロセス中で水分と反応して変質が起こりにくく、電圧も低く、電子電流量の低下も抑制されることで効率の低下も抑制されていると考えられる。

[0090] (イ) 希土類金属である Yb の方がアルカリ土類金属である Ba よりも活性が低く、水分と反応して変質しにくいいため、寿命の観点からドーピング金属が Yb の方がかなり優位になる。

(ウ) 第 1 機能層がない場合には (比較品 1、比較品 2)、第 2 機能層のドーピング金属が Ba か Yb かで、寿命の差が 18% であったにも関わらず、NaF の第 1 機能層を有している場合には (比較品 3、実施品)、第 2 機能層のドーピング金属が Ba か Yb かで、寿命の差が 30% まで開いている。これは、NaF と Yb との組み合わせの相性がよく、それらの相乗効果により、水分に対する耐性がより優れた長寿命の有機 EL 素子が形成されるからであると推察される。

[0091] 5. 第1機能層と第2機能層の膜厚および第2機能層におけるドーピング濃度について

(1) 第1機能層の膜厚

第1機能層18を形成するNaFは、上述のように発光層17への電子注入性と、水分ブロック性を有しており、その膜厚は、0.1nm以上、20nm以下が望ましい。膜厚が0.1nm未満であると、薄すぎて第2機能層19から発光層17への電子注入性と、第2機能層19への水分ブロック性の効果を十分に発揮できず、また、膜厚が20nmを超えると、第2機能層の還元作用が十分に第一機能層に働かず、電子注入性を悪化させてしまう。

[0092] (2) 第2機能層の膜厚

第2機能層19のドーピング金属であるYbは、陰極である対向電極20からの電子注入性に優れると共に、従来のBaなどと比べて透明度が高いため、その膜厚は、5nm以上、150nm以下の範囲とすることができる。膜厚が5nm未満であると、薄すぎて十分に第一機能層であるNaFを還元出来ずに陰極から十分電子を注入することができず、また、膜厚が150nmを超えると、光学調整が難しく、光取出し効率が悪化し、発光効率に支障を生ずるおそれがあるからである。

[0093] 第2機能層19の膜厚の範囲をこのように広く取れるため、光学的設計により、この膜厚の範囲内で、R、G、Bの発光色ごとに第2機能層19の厚みを個別に設定して、光共振構造を構築することも可能である。

なお、第1機能層18は、下層の有機層から第2機能層19への水分の移動をブロックする機能と発光層17への電子注入の2つの機能を同時に担っているため、第1機能層18を発光層17上に直接積層すると共に、第1機能層18上に第2機能層19を直接形成するのが効果的である。これにより余分な中間層を介在させる必要がないので、プロセス負荷を軽減できる。

[0094] (3) 第2機能層におけるYbのドーピング濃度

Ybは、仕事関数が低く電子注入性に優れていると共に、水分に対する反応性がアルカリ金属等に比してかなり低いので、ドーピング濃度を1wt%以上

、90wt%以下の範囲とすることができる。1wt%未満であると必要な電子注入性を得られず、90wt%を超えると、蒸着時などにYbの塊が生じやすく、ホスト材料である有機層中に均等に分散させるのが難しくなるからである。

[0095] 6. 効果（まとめ）

以上、説明したように本開示の態様に係る有機EL素子によれば、発光層17上にNaFからなる第1機能層18を形成し、その上にYbをドーピングした第2機能層19を形成している。

第1機能層18のNaFは、水分のブロック能力が高いと共に、Ybの還元作用により電子注入性を増すことができるので、電子輸送層の機能を果たしつつ、その下層の発光層17や隔壁14、画素規制層141の有機層からの水分が第2機能層19に浸入するのを抑制することができる。

なお、NaF以外のアルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物についても、類似の特性を有するため、使用できる。

[0096] 一方、第2機能層19のドーピング金属であるYbは希土類であり、仕事関数が低いので電子注入性が良好であり、発光効率が向上し、駆動電圧も低く抑えることができる。さらに、上記第1機能層18によって、下層の有機層からの水分の浸入が抑制されている上、Yb自体、アルカリ金属等に比して水分との反応性が低いため変質しにくい。

なお、希土類金属であれば、Yb以外の金属がドーピングされても同様な効果を得ることができる。希土類金属であれば、仕事関数が低く、還元性を有すると主に、化学的な安定性を共通の特性として有するからである。

したがって、有機EL素子2の有機層の少なくとも1層をウェットプロセスで形成して製造コストを低減させつつ、有機層の含有水分による第2機能層19の電子注入性の劣化を抑制して、有機EL素子の長寿命化を図ることができる。

[0097] 《変形例》

以上、本発明の一態様として、有機EL素子、及び有機EL表示パネル、及び有機EL素子の製造方法などの実施の形態について説明したが、本発明は、その本質的な特徴的構成要素を除き、以上の説明に何ら限定を受けるものではない。以下では、本発明の他の態様を説明する。

[0098] (1) 第2機能層の構成の変形例

上記実施の形態では、第2機能層19は単層で、かつ、Ybのドーパ濃度が均一になるようにしたが、次のような構成にしてもよい。

(1-1) 第2機能層を単層構造のまま膜厚方向にYbの濃度勾配を設ける構成

図11は、第1変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

なお、同図においては、本変形例に係る有機EL素子2の主要部（画素電極13から対向電極20まで）の積層構造のみを示している（図19、図20、図24、図25を除き、他の変形例における積層構造図においても同じ。）。）。。

[0099] 同図に示すように、第2機能層19のYbのドーパ濃度が対向電極20に接する側は、 $X_2 \text{ wt } \%$ で、第1機能層18に近づくに連れてドーパ濃度が少なくなり、第1機能層18と接する部分では、 $X_1 \text{ wt } \%$ ($1 \leq X_1 < X_2 \leq 90$) となるように構成されている。

このような構成にすることにより、第2機能層のYb含有量を連続して変化させることで第1機能層のNaFの水分ブロック性を発揮しつつ、第1機能層には弱い還元性を作用させ、電子注入性は制限しつつも水分の第2機能層への侵入をより抑制でき、Ybドーパ量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることも出来る。また、陰極側の濃度を高くすることで陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができる。

[0100] これにより、より発光効率に優れ、長寿命化が可能な有機EL素子を提供できる。

なお、Y bのドーピング濃度を徐々に変化させる方法として、例えば、共蒸着法において、Y bを加熱する電気炉の温度と有機材料を加熱する電気炉の温度をそれぞれ制御して、Y bの蒸着速度を、有機材料の蒸着速度に対して相対的に遅くさせていくことにより達成できる。

[0101] (1-2) 第2機能層が2層構造

図12は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19を、第1層部分191と第2層部分192の2層構造とし、第2層部分192のY bのドーピング濃度($X2\text{ wt}\%$)を第1層部分191のY bのドーピング濃度($X1\text{ wt}\%$)より高くしている($1 \leq X1 < X2 \leq 90$)。

[0102] なお、製造方法によっては、第1層部分191と第2層部分192の間でドーピング濃度が $X1\text{ wt}\%$ から $X2\text{ wt}\%$ に漸次移行する部分があり得るが、このような部分は第2機能層19の膜厚全体からみれば小さいと考えられるので、このような場合でも本変形例の2層構造であると捉えるものとする。次に述べる3層構造についても同様である。

このように、第2機能層19のうち対向電極20側の領域である第2層部分192が、第1機能層18側の領域である第1層部分191よりもY bのドーピング濃度が高いため、上記(1-1)の変形例と同様、発光効率の向上と長寿命化が期待できる。

(1-3) 第2機能層が3層構造

図13は、第2変形例に係る有機EL素子2の積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19を、第1層部分191、第2層部分192、第3層部分193の3層構造とし、第1～第3層部分191～193のY bのドーピング濃度を、それぞれ $X1\text{ wt}\%$ 、 $X2\text{ wt}\%$ 、 $X3\text{ wt}\%$ としたときに、 $X2 < X1 \leq X3$ 、かつ、 $1 \leq X1 \leq X3 \leq 90$ 、 $0 \leq X2$ の関係を満たすように形成されている。

[0103] 本変形例によれば、第1、第3層部分191、193の間にある第2層部分192のドーピング濃度が一番低くなるようにしているので第2機能層19全体のYbドーピング量の増加によって光透過性が必要以上に低下しないようにすることができる。

第1層部分191のドーピング濃度を高いので、第1機能層18のNaFの水分ブロック性を発揮しつつ、還元させ、発光層への電子注入性を向上させることができる。

また、第3層部分193のYbの濃度を高くすることにより陰極側からの第2機能層への電子注入性を向上するとともに外部からの水分の浸入を阻止して、有機EL素子の寿命を更に延ばせることができるという効果を得ることができる。

[0104] (2) 光共振器構造

発光効率をさらに向上するためには、光共振器構造を採用することが望ましい。

図14は、有機EL素子2の別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、第2機能層19と対向電極20との間に所定膜厚の透明導電膜23が形成されている。この透明導電膜23は、ITOやIZOなどをマグネトロンスパッタリング法などにより形成する。

[0105] 透明導電膜23を介在させることにより、対向電極20と透明導電膜23との組が、陰極として機能し、合成されたシート抵抗が低くなり、電圧降下による輝度の低下の防止に寄与すると共に、ITO、IZOは透明度が高いので膜厚を比較的大きくとれるため、光共振器構造における光路長の調整に利用することができる。

この透明導電膜23の膜厚は、15nm以上が望ましい。40nm以上が更に望ましい。透明導電膜の膜厚を15nm以上にすることでキャビティ調整（光共振器構造のための膜厚調整）を効果的に利用することが出来、高効率化を実現できる。

[0106] 図15は、本変形例に係る有機EL素子2の光共振器構造における光の干渉を説明する図である。

光共振器構造は、画素電極13の正孔注入層15との界面と、対向電極20の透明導電膜23との界面との間に構成される。

図15には、発光層17から出射される光の主な光路を示している。光路C1は、発光層17から対向電極20側に出射された光が、反射されことなく対向電極20を透過する光路である。

[0107] 光路C2は、発光層17から画素電極13側に出射された光が、画素電極13で反射され、発光層17を経由して対向電極20を透過する光路である。この場合には、対向電極20は、下方からくる光を一部反射するような半透過性を有することが望ましい。このような対向電極20は、前述したように、AgまたはAl、それらの合金などを材料として、蒸着法によって5nm以上30nm以下の膜厚で形成することにより達成できる。

[0108] 光路C3は、発光層17から対向電極20側に出射された光が、対向電極20で反射され、さらに画素電極13で反射され、発光層17を介して対向電極20を透過する光路である。

光路C1と光路C2の光学距離の差（光路差） $\Delta C1$ は、図15に示す光学膜厚L1の2倍の長さに対応する。光学膜厚L1は、発光層17から画素電極13の正孔注入層15との界面までの、正孔注入層15と正孔輸送層16の合計の光学距離（各層における膜厚と屈折率との積の合計値）である。

[0109] また、光路C2と光路C3との光路差 $\Delta C2$ は、図15に示す光学膜厚L2の2倍に対応する。光学膜厚L2は、発光層17から対向電極20の透明導電膜23との界面までの、第1機能層18、第2機能層19、透明導電膜23の光学距離（各層における膜厚と屈折率との積の合計値）である。

光共振器構造では、各光路C1、光路C2、光路C3を経た光が、同位相で有機EL素子2から射出されるように調整する必要がある。そのため、図15で発光される光の目標波長を λ とすると、光路C2では、1回反射して半波長だけずれているので、

光路差 $\Delta C 1 = \lambda$ の整数倍 $+\lambda/2$ であるのが望ましい。

[0110] このように、正孔注入層 15、正孔輸送層 16、発光層 17 の膜厚などのいずれか 1 つ、または 2 つ値が設定されている。

また、光路 C 3 を経た光が、同位相で有機 EL 素子 2 から射出されるように調整する必要があるが、そのためには、光路 C 3 では、2 回反射しているので、この場合には、

光路差 $\Delta C 2 = \lambda$ の整数倍 であるのが望ましい。

[0111] また、上記光路差 $\Delta C 1$ は、正孔注入層 15 または正孔輸送層 16 の厚みおよびそれらの屈折率により決定されるが、光路差 $\Delta C 2$ については、図 14 の透明導電膜 23 の厚みと屈折率によって調整されるが望ましい。上述の通り透明導電膜 23 は透明性が高いので、当該薄膜の膜厚の多少の相違があっても、影響は少ないからである。

各発光色の波長が異なるので、その波長にあわせて、上記光路差 $\Delta C 1$ 、 $\Delta C 2$ を変更すべく、各発光色に対応した有機 EL 素子 2 における正孔注入層 15、正孔輸送層 16、発光層 17 の膜厚および透明導電膜 23 の膜厚が決定される。

[0112] なお、上述のように Yb は水分と反応して変質しにくいので第 2 機能層 19 にドーピングする Yb の量を最小限に抑制することができ、その結果として透明性が高く、その許容される膜厚の範囲も広いので、上記透明導電膜 23 に代えて、もしくは透明導電膜 23 と合わせて光路差 $\Delta C 2$ が、上述の共振条件を満たすように膜厚を設定しても構わない。

また、第 2 機能層 19 上に第 3 機能層として ITO や IZO がスパッタ法により製膜されるときにおいても、第 2 機能層 19 がそのスパッタダメージを緩和することができるため、発光層が保護され、発光効率が良好で寿命が短くならない有機 EL 素子を得ることができる。

図 16 は、この光共振器構造を反映した有機 EL 表示パネル 10 の例を示すものである。本例では、上記光共振の条件を満たすように発光色の波長に合わせて、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の順に、有機 EL 素子 2 の正孔注

入層 15、正孔輸送層 16、発光層 17 の総膜厚を小さくしている。

[0113] (3) 外部からの水分浸入の阻止および対向電極のシート抵抗による電圧降下の軽減

(3-1) 図 17 は、有機 EL 素子 2 のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

図 14 の構成と異なるのは、第 2 機能層 19 と透明導電膜 23 との間に、Yb からなる中間層 (Yb 層) 24 が形成されている点である。

[0114] これにより対向電極 20 からの電子注入性がさらに向上すると共に、Yb 層 24、透明導電膜 23、対向電極 20 を一組の陰極と捉えたときに全体のシート抵抗が低下するので、有機 EL 表示パネル 10 が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。

また、Yb は、ある程度の耐水性を有しているため、上層 (透明導電膜 23、対向電極 20、封止層 21) からの水分の浸入を阻止して、下層の第 2 機能層 19 や発光層 17 の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。

[0115] なお、Yb 層 24 の膜厚は、0.1 nm 以上、3 nm 以下の範囲であることが望ましい。

0.1 nm 未満であると、耐水性及びシート抵抗の低下の効果が、さほど期待できず、3 nm を超えると光透過性に影響を与え、却って有機 EL 素子 2 の発光効率を低下させてしまうおそれがあるからである。

[0116] (3-2) 図 17 は、有機 EL 素子 2 のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。

同図に示すように、本変形例では、透明導電膜 23 と対向電極 20 との間に、Yb 層 24 が形成されている。この構成によっても、対向電極 20 と Yb 層 24 の組からなるシート抵抗が低下するので、電圧降下が軽減され、有機 EL 表示パネル 10 が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。

[0117] また、Yb の耐水性により、上層 (対向電極 20、封止層 21) からの水

分の浸入を阻止して、下層の透明導電膜 23 や第 2 機能層 19、発光層 17 の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。この構成によれば、透明導電膜 23 も外部の水分から保護できる。

なお、この変形例における Yb 層 24 の膜厚も、上記 (3-1) と同様な理由から、0.1 nm 以上、3 nm 以下の範囲であることが望ましい。

[0118] (3-3) 図 19 は、有機 EL 素子 2 のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。同図に示すように、本変形例では、対向電極 20 の外側（発光層 17 と反対側）であって封止層 21 との間に、Yb 層 24 が形成されている。この構成によっても、対向電極 20 のシート抵抗による電圧降下を軽減し、有機 EL 表示パネル 10 が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。但し、Yb 層 24 は、対向電極 20 より外側に設けられているため、電子注入性の補強という効果はない。

[0119] また、Yb の耐水性により、上層（封止層 21）からの水分の浸入を阻止して、下層の透明導電膜 23 や第 2 機能層 19、発光層 17 の劣化を抑制し、長寿命化を図ることができる。

この変形例における Yb 層 24 の膜厚は、0.1 nm 以上、5 nm 以下の範囲であることが望ましい。0.1 nm 未満であると、耐水性及びシート抵抗の低下の効果が、さほど期待できず、5 nm を超えると光透過性に影響を与え、却って有機 EL 素子 2 の発光効率を低下させてしまうおそれがあるからである。

[0120] (3-4) 図 20 は、有機 EL 素子 2 のさらに別の態様に係る積層構造を示す模式図である。同図に示すように、本変形例では、対向電極 20 の外側（発光層 17 と反対側）であって封止層 21 との間に透明導電膜 23 が形成されている。

一般に、屈折率の異なる透明薄膜を複数積層した場合に、各隣接する透明薄膜の界面で、当該界面に入射した光の一部が反射する現象が生じることは公知である。

本変形例では、例えば、対向電極 20 を Ag（屈折率 0.05）で形成し、透明導電膜 23 を IZO（屈折率 2.05）で形成し、さらに封止層 21 は、SiN（屈折率 1.85）で形成するようにしている。これにより、対向電極 20 と Yb 層 24 との界面 20a 以外にも、対向電極 20 と透明導電膜 23 との界面 23a、透明導電膜 23 と封止層 21 との界面 21a が反射面となり得る。

[0121] そのため、各界面と画素電極 13 の反射面との間の光学的距離（共振長）が異なるキャビティ（光共振器構造）が複数形成されることになり、各キャビティにより異なるピーク波長を有するスペクトルの光が生成され、それらのスペクトルを合成してなるピーク波長を有するスペクトルの光が、有機 EL 素子 2 から出力される。

したがって、対向電極 20 や透明導電膜 23 の屈折率と膜厚を適切に設定することにより、出力される光の色度を微調整できるという効果が得られる。このような構成は、有機 EL 素子 2 における画素電極 13 と対向電極 20 間の積層構造や膜厚の制限によっては、B もしくは R、G の理想的なピーク波長を取得できない場合に、それらのピーク波長を理想的な波長域内に補正するような場合に有効であり、R、G、B のそれぞれの発光色における色純度を高めることができる。

[0122] また、透明導電膜 23 が透明導電膜である IZO 膜からなり、対向電極 20 に直接接して形成されているため、対向電極 20 のシート抵抗による電圧降下を軽減し、有機 EL 表示パネル 10 が大型化しても、その画面中央部における電圧降下を抑制し、より良好な画質を得ることができる。透明導電膜 23 は、他の透明導電膜、例えば ITO 膜であってもよい。

なお、上記（3-1）～（3-4）における Yb 層 24 の代わりに、他の希土類金属を含む単層もしくは複層の希土類金属層であっても構わない。

[0123] （4）隔壁・画素規制層の形成工程の変形例

上記実施の形態では、隔壁 14 と画素規制層 141 を別の工程で形成するようにしたが、ハーフトーンマスクを用いて、隔壁 14 と画素規制層 141

を同時に形成するようにしてもよい。

まず、画素電極 1 3、正孔注入層 1 5 が形成された層間絶縁層 1 2 上に、ダイコート法などのウェットプロセスにより、樹脂材料を塗布して隔壁材料層 1 4 0（図 5（c）参照）を形成する。

[0124] 塗布後には、例えば、真空乾燥及び 60℃～120℃程度の低温加熱乾燥（プリベーク）などを行って不要な溶媒を除去するとともに、隔壁材料層を層間絶縁層 1 2 に定着させることが好ましい。

次に、フォトリソ（不図示）を介して隔壁材料層 1 4 0 を露光する。

例えば、隔壁材料層 1 4 0 がポジ型の感光性を有する場合は、隔壁材料層 1 4 0 を残す箇所を遮光し、除去する部分を露光する。

[0125] 画素規制層 1 4 1 は、隔壁 1 4 よりも膜厚が小さいので、画素規制層 1 4 1 の部分は、隔壁材料層 1 4 0 を半露光する必要がある。

そのため、露光工程で使用するフォトリソとして、隔壁 1 4 に対応する位置に配され光を完全に遮断する遮光部と、画素規制層 1 4 1 に対応する位置に配された半透明部と、それ以外の画素電極 1 3 の露出部分に対応する位置に配された透光部とを有するハーフトーンマスクを使用する。

[0126] 上記半透明部の透光度は、所定時間露光したときに、画素電極 1 3 上の隔壁材料層 1 4 0 が全露光され、画素規制層 1 4 1 は、その高さ分だけ露光されないで残るように決定される。

次に、現像を行い、隔壁材料層 1 4 0 の露光領域を除去することにより、隔壁 1 4 と、これよりも膜厚の小さな画素規制層 1 4 1 を形成することができる。具体的な現像方法としては、例えば、基板 1 1 全体を、隔壁材料層 1 4 0 の露光により感光した部分を溶解させる有機溶媒やアルカリ液などの現像液に浸した後、純水などのリンス液で基板 1 1 を洗浄すればよい。その後、所定の温度で焼成する。

[0127] 以上のようにハーフトーンマスクの使用により、層間絶縁層 1 2 上に、Y 方向に延伸する隔壁 1 4 および X 方向に延伸する画素規制層 1 4 1 を同一の工程で形成することができ、その分だけ工程数を減らすことができるので、

有機EL表示パネル製造のコストダウンに資する。

(5) 有機EL素子の積層構造の変形例

上記実施の形態では、有機EL素子の積層構成として、第1機能層18や第2機能層19、正孔注入層15や正孔輸送層16を有する構成であるとしたが、これに限られない。例えば、正孔輸送層16を有しない有機EL素子であってもよい。また、例えば、正孔注入層15と正孔輸送層16とに代えて、単一の正孔注入輸送層を有していてもよい。

[0128] (6) 上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、図2に示すように、画素規制層141の延伸方向が有機EL表示パネル10の長軸X方向、隔壁14の延伸方向が有機EL表示パネル10の短軸Y方向であったが、画素規制層141と隔壁14の延伸方向は、逆であってもよい。また、画素規制層及び隔壁の延伸方向は、有機EL表示パネル10の形状とは無関係な方向であってもよい。

[0129] また、上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、一例として画像表示面を長方形としたが、画像表示面の形状に限定はなく、適宜変更可能である。

また、上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、画素電極13を長方形平板状の部材としたが、これに限られない。

(7) 上記実施の形態では、正孔注入層15をドライプロセスで形成するようにしたが、画素電極13形成後に画素規制層141、隔壁14を形成し、その後、図21(a)に示すように、隣接する隔壁14同士の開口部14aにウエットプロセスにより正孔注入層15を形成するようにしても構わない。

この場合には、正孔注入層15の膜形状も図21(b)に示すように隔壁14と接する位置P3が、中央の平坦部より上方に位置するので、正孔注入層15もウエットプロセスで形成された塗布膜であることを容易に知ることができる。

[0130] (8) 上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10では、R、G、B色

にそれぞれ発光する副画素100R、100G、100Bが配列されていたが、副画素の発光色はこれに限られず、例えば、R、G、Bに加えて黄色（Y）の4色であってもよい。また、一つの画素Pにおいて、副画素は1色あたり1個に限られず、複数配置されてもよい。また、画素Pにおける副画素の配列は、図2に示すような、赤色、緑色、青色の順番に限られず、これらを入れ替えた順番であってもよい。

[0131] （9）上記実施の形態では、ラインバンク方式の有機EL表示パネル10について説明した。図22（a）は、当該ラインバンク方式の有機EL表示パネル10において、画素規制層141、隔壁14を形成した段階における模式的な部分斜視図を示す。

Y方向における副画素の範囲を規定する画素規制層141は、隔壁14より高さが低いため、開口部14aに連続してインクを塗布すると、インクがY方向に流動してレベリングにより膜厚を均一化しやすいというメリットがあるが、その一方で、ウェットプロセスで形成した発光層17と第1機能層18の接する面積が広くなり、上層に水分が浸入しやすいというデメリットもある。

[0132] 図22（b）はピクセルバンク方式における隔壁14の形状を模式的に示す部分斜視図である。同図に示すように各副画素の四方が高い隔壁14で覆われているため、発光層17がそれ以上広がることができず、それだけ第1機能層18と発光層17との接触面積がラインバンク方式に比べて限定されるので、第1機能層18に浸入するおそれのある水分量も少なくなり、第1機能層18、第2機能層19の劣化がより抑制されるというメリットがあり、この点においてはラインバンク方式よりも優れているといえる。

[0133] （10）また、トップエミッション型の有機EL表示パネルだけでなくボトムエミッション型の有機EL表示パネルにも適用可能である。

図23は、ボトムエミッション型の有機EL表示パネルの積層構造を示す概略断面図である。図3で説明したトップエミッション型の有機EL表示パネル10と次の点で異なる。

[0134] （ア）対向電極 20 は透明である必要はなく、反射性を有していればよい。

これにより対向電極 20 の膜厚を厚くしたり、導電性の高い材料を使用することができ、シート抵抗を小さくなるので、対向電極 20 の電圧降下に起因する輝度のばらつきが解消される。また、膜厚の厚くなった分、対向電極 20 による封止効果を期待できる。

（イ）画素電極 13 は、IZO や ITO などの透明導電膜で形成され、層間絶縁層 12 は透明な樹脂材料で形成される。また、TFT 層 112 において平面視で隔壁 14（もしくは画素規制層 141）と重なる第 1 領域 1121 に TFT を使用した発光素子の駆動回路を形成し、その間の第 2 領域 1122 は透光性を有するようにして出射光を遮蔽しないように構成する。基材 111 も透光性の樹脂シートもしくはガラスシートで形成される。

[0135] また、対向電極 20 を光反射性の陽極とし、画素電極 13 を光透過性（半光透過性を含む）の材料で構成して陰極としてもよい。これに合せて他の正孔注入層 15、正孔輸送層 16、第 1 機能層 18、第 2 機能層 19 の積層順も図 23 に示したものと逆になるが、この場合には基材 111 の厚みが厚いので、封止性が非常に高く第 2 機能層 19 がより劣化しにくいというメリットがある。

また、カラーフィルタ基板や偏光板を設ける場合には、それらを基板 11 に貼着するか、あるいは基板 11 自体をカラーフィルタ基板や偏光板と兼用するようにすれば、構成が簡易化できコストダウンが図れる。

[0136] なお、このボトムエミッション型の有機 EL 表示パネルにおいて、対向電極 20 も透明とすることにより、透過型の有機 EL 表示パネルを提供することができる。例えば、車のフロントガラスに当該透過型の有機 EL 表示パネル 10 を配することにより、前方の視界を運転に支障が生じるまで遮ることなく、カーナビゲーションの案内画面や、自動車の速度メータなどを表示させることが可能となり、有機 EL 表示パネル 10 の利用分野をより広げることができる。

[0137] (11) フレキシブル表示パネルへの対応

有機EL表示パネル10の利用の多様化に応じて、さらなるフレキシブル性が要請されている。

上記実施の形態では、封止層21を、窒化シリコン(SiN)や酸窒化シリコン(SiON)などの透光性の無機材料を用いて単層で形成したが、これらの無機材料は、封止性に優れる一方で、外力によりクラックが生じやすく、曲げ作用に対して脆弱であるというデメリットがある。クラックの発生を防止すべく無機材料の封止層の膜厚を厚くすれば、剛性が大きくなりフレキシブル性が大きく損なわれる。

そこで、最近では、封止層における無機材料層の膜厚を薄くすると共に樹脂材料層を重ねて外力による衝撃を吸収することにより、フレキシブル性を確保しつつ、クラックを生じにくくする工夫がなされている。

[0138] 図24は、本変形例に係るフレキシブル性に優れた有機EL表示パネル（フレキシブル表示パネル）400の積層構造の一例を示す模式図である。

同図に示すように、フレキシブル表示パネル400は、基板411と、層間絶縁層412と、発光主要部430と、封止層421とからなる。

基板411は、基材である樹脂フィルム4111上にUC（アンダーコート）層4112を形成し、UC層4112上にTFT層4113を形成してなる。

[0139] 樹脂フィルム4111は、フレキシブル性を有し、耐熱性に優れた樹脂材料からなるのが望ましい。本変形例では、PET（ポリエチレンテレフタレート）を使用している。

しかし、樹脂フィルム4111は、ガラスシートの基材に比べて水分の吸収率や透過率が高いため、樹脂フィルム4111の上にSiN、SiONなどの無機材料からなる薄いUC層4112を積層して下方からの水分の浸入をブロックして、TFT層4113を水分による劣化から保護するようにしている。

[0140] 基板411上には、層間絶縁層412を介して発光主要部430が配され

る。本変形例では、発光主要部430は、実施の形態における発光主要部と同様な積層構造を有しており（図9参照）、画素電極413上に正孔注入層415、正孔輸送層416、発光層417、第1機能層418、第2機能層419、対向電極420をこの順で積層してなる。これらの各構成要素については、実施の形態で説明したものと同一内容なので、詳細な説明は省略する。

[0141] 発光主要部430の対向電極420上には、封止層421が形成される。封止層421は、第1封止層4211、第2封止層4212、第3封止層4213の3層構造である。

第1封止層4211は、例えば、SiN、SiONなどの透光性の無機材料によりスパッタリング法、CVD法などのドライプロセスで形成してなり、第2封止層4212は、例えば、フッ素系やアクリル系、エポキシ系等の透光性の樹脂材料を第1封止層4211上に塗布法などのウエットプロセスにより形成してなる。さらにその上に、第3封止層4213を第1封止層4211と同様の方法で形成する。

[0142] これにより無機材料からなる第1封止層4211、第3封止層4213の膜厚を薄くしても樹脂材料からなる第2封止層4212によって外力が緩和されるのでクラックが生じにくくなり、フレキシブル性と封止性を確保できるものである。

このように基板の基材を樹脂フィルムで形成すると共に、封止層を無機材料からなる2層の薄膜（無機材料層）の間に樹脂材料からなる膜（有機材料層）を挟むようにして、フレキシブル性と封止性を確保する構成の表示パネルにおいて、上記実施の形態のように第2機能層419のドープ金属としてYbを採用することにより、耐水性が増すので、封止層421も例えば、無機膜と有機膜を1層ずつ重ねることでも十分耐久性を得ることができる。これによりフレキシブル表示パネル400の封止構造を簡易化できる。

[0143] また、このようなフレキシブル表示パネルは、特に、湾曲の多い自動車内への取り付けを容易にする。そして、真夏の炎天下などにおいては、車内は

高温になるおそれがあるが、Ｙｂをはじめとする希土類金属は、従来ドープ金属として使用してきたＢａ（バリウム）などと比較して、総じて標準還元電位が高いので、多少温度が上がっても化学的に安定しており、水分などの不純物と反応しにくいため、それだけ高温耐久性を増すことができ、過酷な温度環境下での長時間の使用が可能となる。

[0144] なお、封止層４２１上にさらに、公知の樹脂フィルム製の偏光板（より具体的には、直線偏光板と４分の１波長板を組み合わせてなる円偏光板）を貼着しても構わない。これにより、外部からフレキシブル表示パネル４００内部に入射した光が内部で反射して外部に出射されないようにすることができ、特に、屋外におけるフレキシブル表示パネル４００の表示画像の視認性を向上させることができる。また、外部からの水分などの不純物の侵入を抑制できるという利点もある。

[0145] また、発光色を調整するためカラーフィルタを取り付ける場合には、公知のオンチップカラーフィルタ（ＯＣＣＦ）を使用するのが望ましい。有機ＥＬ表示パネルには、画素の高精細化や、額縁領域（発光領域の周囲の発光に実質的に寄与しない領域）の極小化の要請が強く、特に、画素を高精細化するためには、発光素子とカラーフィルタとの位置ずれをより小さく抑えることが必要となる。そのため、カラーフィルタを、封止層上に配される対向基板に形成して位置合わせするのではなく、封止層上に直接形成するオンチップカラーフィルタ構造（例えば、特開２０１２－３８６７７号公報参照）を採用するのが望ましい。これにより特に、フレキシブル表示パネルを所望の形状に変形させても、カラーフィルタと画素の位置ずれが生じにくくなる。

なお、本変形例に係るフレキシブル表示パネル４００における発光主要部４３０は、図９に示した構成に限らず、変形例で述べた全ての構成も含めて広く適用可能である。

[0146] （１２）タンデム型の有機ＥＬ素子

より発光効率を改善したり、多彩な色を発光するため、陽極と陰極との間に、２つ以上の発光層を形成し、その各発光層間に電荷発生層を形成してな

る、いわゆるタンデム型の有機EL素子が提案されている。

本発明は、このようなタンデム型有機EL素子に対しても適用可能である。

図25は、タンデム型の有機EL素子500の要部の積層構造を示す模式図であり、基板や封止層は図示を省略している。

[0147] 同図に示すようにこの変形例に係る有機EL素子は、陽極（画素電極）501、正孔注入輸送層502、発光層503、NaF層（第1機能層）504、Ybドープ層（第2機能層）505、電荷発生層506、正孔注入輸送層507、発光層508、NaF層（第1機能層）509、Ybドープ層（第2機能層）510、および陰極（対向電極）511をこの順で積層してなる。

中間にある電荷発生層506は、本例では、無機のP型酸化物として、例えば、 MoO_3 で形成され、正孔注入輸送層507には、正孔を供給し、Ybドープ層505には電子を供給する機能を有する。

[0148] なお、本例では、発光層503はB色（青色）の光を発光し、発光層508はY色（黄色）の光を発光する。青色と黄色はほぼ補色の関係にあるため、両者が合成されて最終的に白色に近い色の光が射出される。発光色の組み合わせは、もちろん、これに限らず、他の発光色を自由に組み合わせることで所望の色の光を出力するようにしてもよい。

このようなタンデム型の有機EL素子500の場合でも、Ybドープ層とNaF層の組み合わせにより電子注入性、耐久性が改善され、発光効率の向上と長寿命化に寄与することができる。

[0149] （13）上記実施の形態で示した有機EL表示パネルは、図26に示すようにテレビ装置600の表示部601や、その他パーソナルコンピュータ、携帯端末、業務用ディスプレイなど様々な電子機器の表示パネルとして用いることができる。

（14）上記実施の形態に係る有機EL表示パネル10は、アクティブマトリクス方式を採用したが、これに限られず、パッシブマトリクス方式を採

用してもよい。

[0150] (15) 上記実施の形態では、発光層として有機ELを使用した有機EL表示パネルの製造方法について説明したが、その他、発光層として量子ドット発光素子（QLED：Quantum dot Light Emitting Diode）を使用した量子ドット表示パネル（例えば、特開2010-199067号公報参照）などの表示パネルについても、発光層の構造や種類が異なるだけで、画素電極と対向電極との間に発光層やその他の機能層を介在させるという構成において有機EL表示パネルと同じであり、当該発光層やその他の機能層の形成に塗布方式を採用する場合には、本発明を適用することが可能である。

《補足》

以上、本開示に係る自発光素子のデバイスとして、有機EL素子、およびその製造方法並びに有機EL表示パネル、有機EL表示装置、電子機器について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態および変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0151] 本開示に係る自発光素子は、様々な電子機器に用いられる表示パネルに広く利用することができる。

符号の説明

[0152]

1	有機EL表示装置
2	有機EL素子
10	有機EL表示パネル
11、411	基板
12、412	層間絶縁層
13、413	画素電極
14	隔壁

1 5、4 1 5	正孔注入層
1 6、4 1 6	正孔輸送層
1 7、4 1 7	発光層
1 8、4 1 8	第 1 機能層
1 9、4 1 9	第 2 機能層
2 0、4 2 0	対向電極
2 1、4 2 1	封止層
4 2 1 1	第 1 封止層
4 2 1 2	第 2 封止層
4 2 1 3	第 3 封止層
2 3	透明導電膜
2 4	Y b 層
1 0 0 B、1 0 0 G、1 0 0 R	副画素
1 1 1、4 1 1 1	基材
1 1 2、4 1 1 3	T F T 層
4 1 1 2	U C 層
1 4 0	隔壁材料層
1 4 1	画素規制層
1 9 1	第 1 層部分
1 9 2	第 2 層部分
1 9 3	第 3 層部分

請求の範囲

- [請求項1] 陽極と陰極との間に発光層が配された自発光素子であって、
前記発光層と前記陰極との間に配され、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第1機能層と、
前記第1機能層と前記陰極との間に配され、希土類金属をドーパ材料として含む第2機能層と、
を備えることを特徴とする自発光素子。
- [請求項2] 前記第1機能層の膜厚は、0.1 nm以上、20 nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の自発光素子。
- [請求項3] 前記第2機能層の膜厚は、5 nm以上、150 nm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の自発光素子。
- [請求項4] 前記第2機能層は、前記第1機能層上に配された第1層部分と、前記第1層部分上に配された第2層部分とを含み、
前記第2層部分における前記希土類金属の含有の割合が、前記第1層部分における前記希土類金属の含有の割合よりも大きい
ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項5] 前記第2機能層は、第1機能層に近い側から第1層部分、第2層部分および第3層部分を順に積層してなり、前記第1層部分、第2層部分、第3層部分における前記希土類金属の含有の割合をそれぞれ、 X_1 、 X_2 、 X_3 とすると、 $X_2 < X_1 \leq X_3$ である
ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項6] 前記第2機能層における前記希土類金属の含有量が、第1機能層から陰極に近づくに連れて連続的に多くなる
ことを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の自発光素子。

- [請求項7] 前記第2機能層と前記陰極との間に、第3機能層として透明導電膜が形成されている
- ことを特徴とする請求項1から6までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項8] 前記第3機能層の膜厚は、15nm以上である
- ことを特徴とする請求項7に記載の自発光素子。
- [請求項9] 前記第2機能層と前記第3機能層との間に、希土類金属を含む膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている
- ことを特徴とする請求項7または8に記載の自発光素子。
- [請求項10] 前記第3機能層と前記陰極との間に、希土類金属を含む膜厚0.1nm以上、3nm以下の薄膜が形成されている
- ことを特徴とする請求項7から9までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項11] 前記陰極の前記発光層とは反対側に、希土類金属を含む膜厚0.1nm以上、5nm以下の薄膜が形成されている
- ことを特徴とする請求項1から10までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項12] 前記陽極は、光反射性を有すると共に、前記陰極は、半透過性を有する
- 請求項1から11までのいずれか1項に記載の自発光素子。
- [請求項13] 前記発光層で発光された光は、直接前記陰極から射出される第1光束と、前記陽極と前記陰極のそれぞれの発光層側の面で反射した後、前記陰極から射出される第2光束とを含み、前記第1光束と前記第2光束が共振するように、前記発光層から前記陰極に至るまでに介在する少なくとも一つの機能層の膜厚が、当該発光する発光色の波長に応じて設定されている
- 請求項12に記載の自発光素子。
- [請求項14] 前記陽極と前記陰極との間に介在する少なくとも一つの機能層が塗

布膜である

ことを特徴とする請求項 1 から 1 3 までのいずれか 1 項に記載の自発光素子。

[請求項15] 前記アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物は、N a F である

ことを特徴とする請求項 1 から 1 4 までのいずれか 1 項に記載の自発光素子。

[請求項16] 前記希土類金属は、Y b である

ことを特徴とする請求項 1 から 1 5 までのいずれか 1 項に記載の自発光素子。

[請求項17] 基板上方に、請求項 1 から 1 6 までのいずれか 1 項に記載の自発光素子を複数、行列状に配列し、少なくとも行方向に隣接する自発光素子における発光層は、列方向に延在する隔壁によって仕切られていることを特徴とする自発光表示パネル。

[請求項18] トップエミッション型である
請求項 1 7 に記載の自発光表示パネル。

[請求項19] 請求項 1 7 または 1 8 に記載の自発光表示パネルと、
前記自発光表示パネルを駆動して画像を表示させる駆動部と
を備える自発光表示装置。

[請求項20] 画像表示部として請求項 1 9 に記載の自発光表示装置を備えた電子機器。

[請求項21] 陽極を形成する第 1 工程と、
前記陽極の上方に発光層を形成する第 2 工程と、
前記発光層上に、アルカリ金属、アルカリ土類金属もしくは希土類金属から選択された金属のフッ化物を含む第 1 機能層を形成する第 3 工程と、
前記第 1 機能層上に、希土類金属をドーパ材料とする第 2 機能層を形成する第 4 工程と、

前記第2機能層の上方に、陰極を形成する第5工程と、
を含むことを特徴とする自発光素子の製造方法。

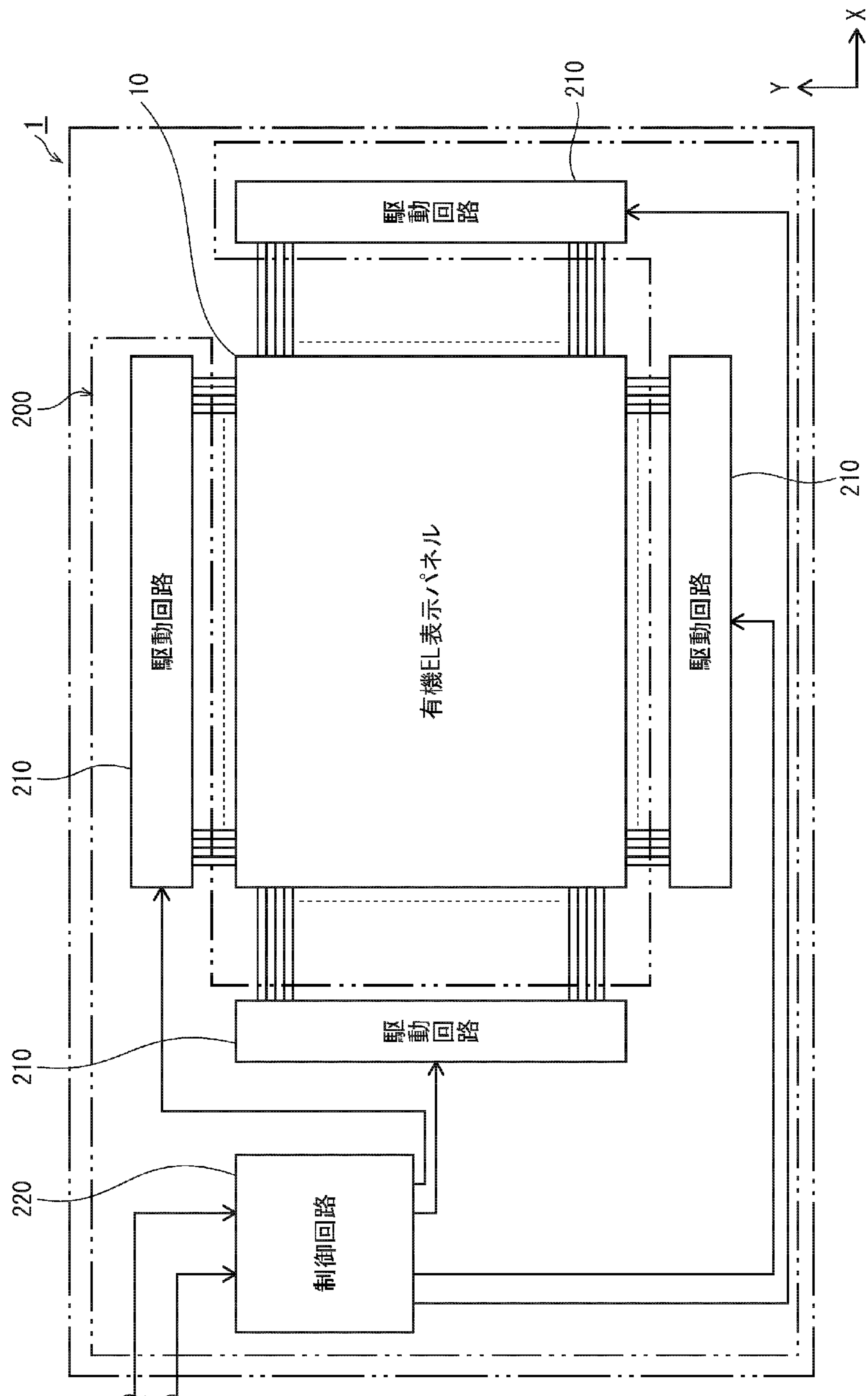
[請求項22] 前記第4工程は、第1機能層上に有機材料の層を形成した後、当該有機材料の層に前記希土類金属をドーピングして第2機能層を形成することを特徴とする請求項21に記載の自発光素子の製造方法。

[請求項23] 前記第4工程は、第1機能層上に有機材料と前記希土類金属を共蒸着して第2機能層を形成することを特徴とする請求項21に記載の自発光素子の製造方法。

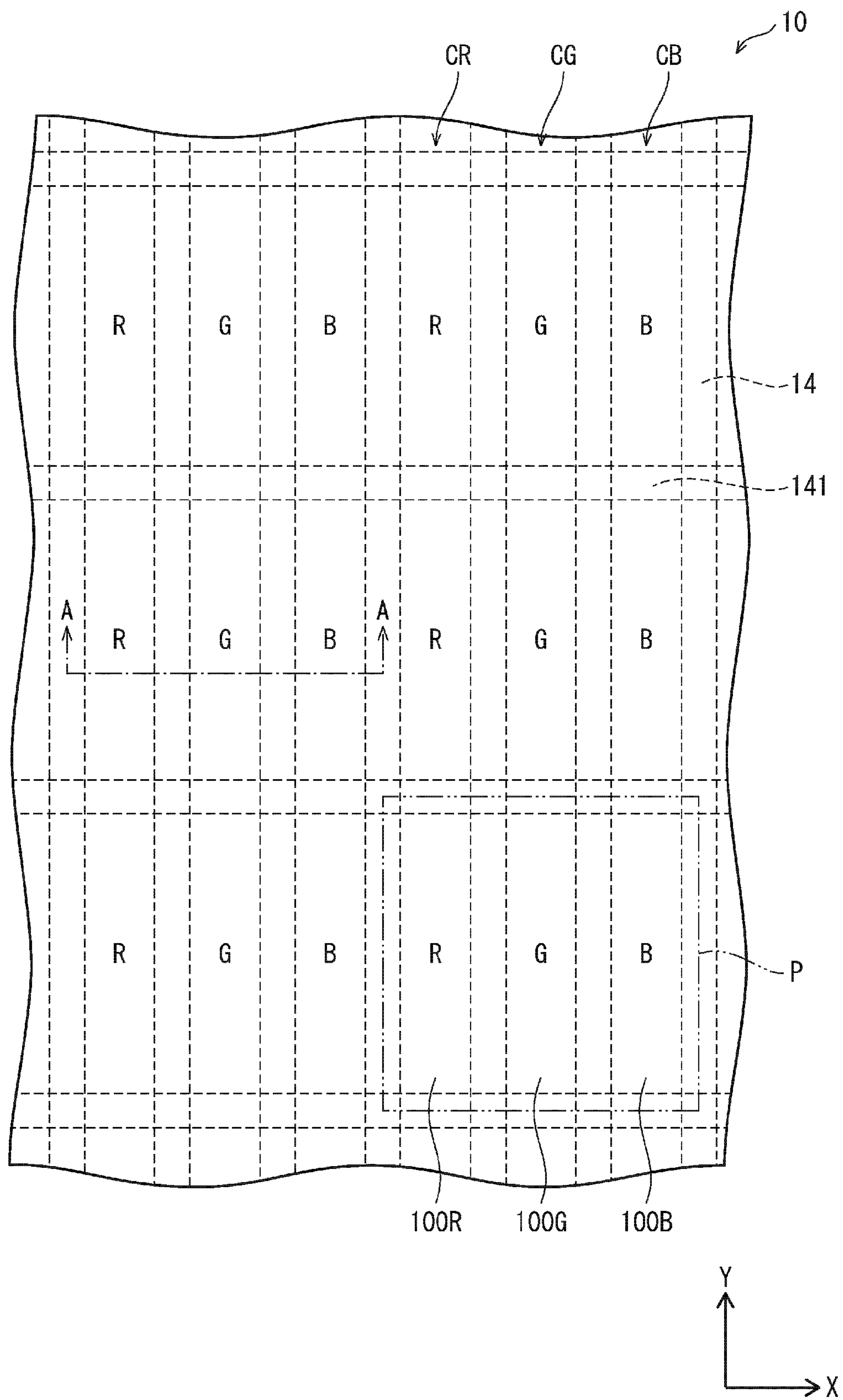
[請求項24] 前記第1工程と第2工程の間に、正孔注入性および／または正孔輸送性の機能を有する正孔移動容易化層を形成する工程をさらに含み、前記正孔移動容易化層の形成工程および前記第2工程、第3工程、第4工程のうち、少なくとも一つの工程は、ウェットプロセスにより実行される

ことを特徴とする請求項21から23までのいずれか1項に記載の自発光素子の製造方法。

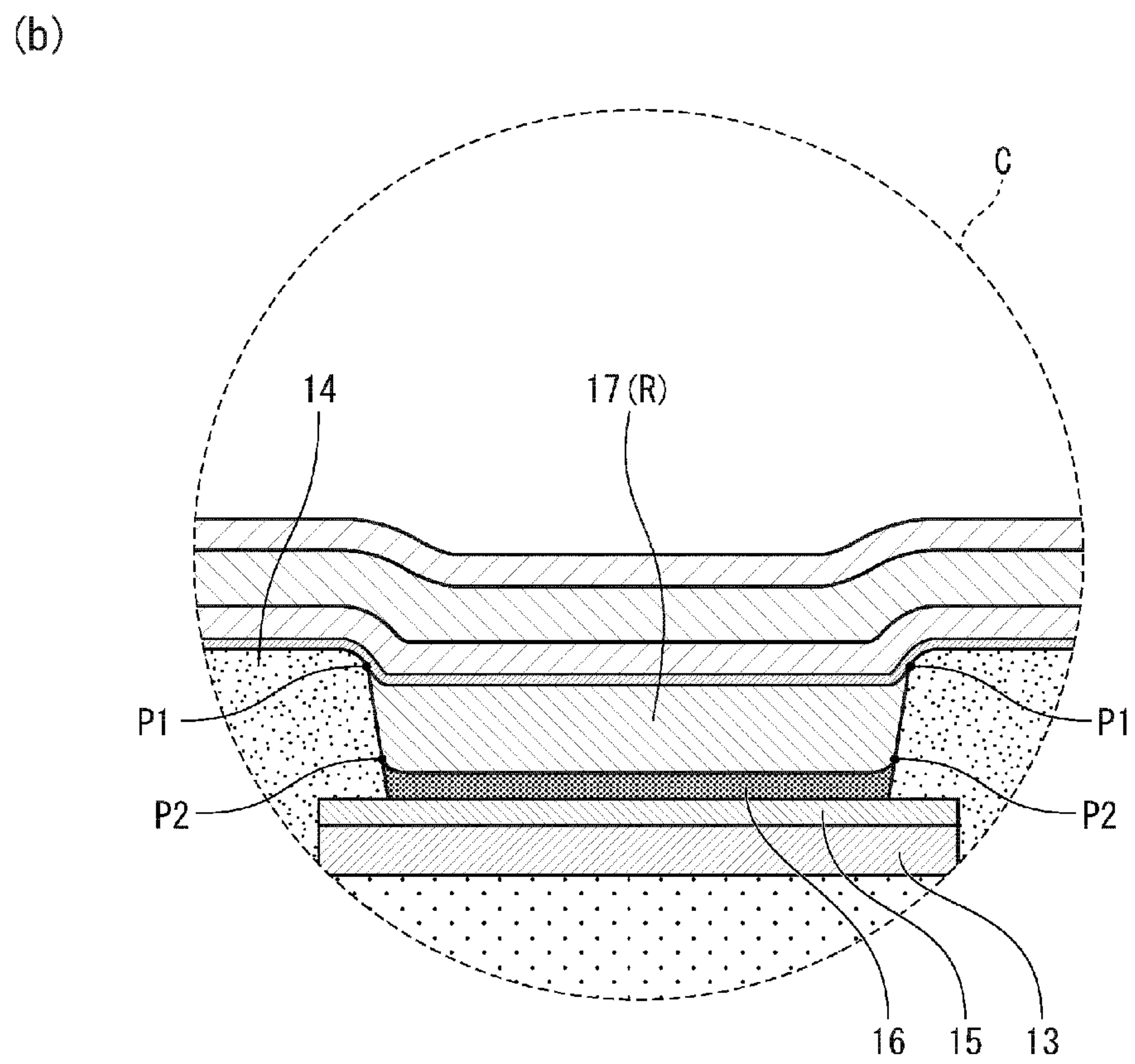
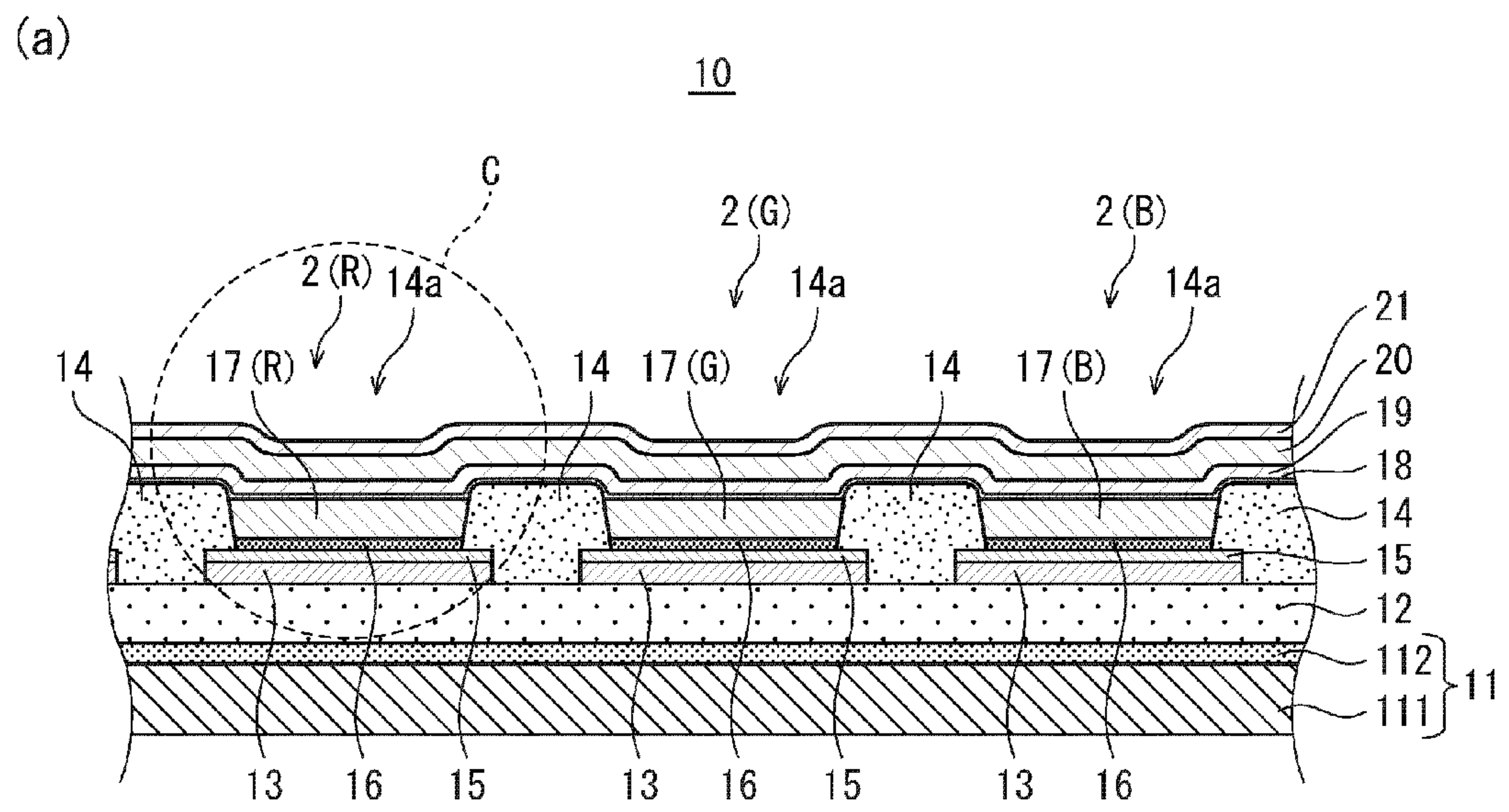
[図1]



[図2]

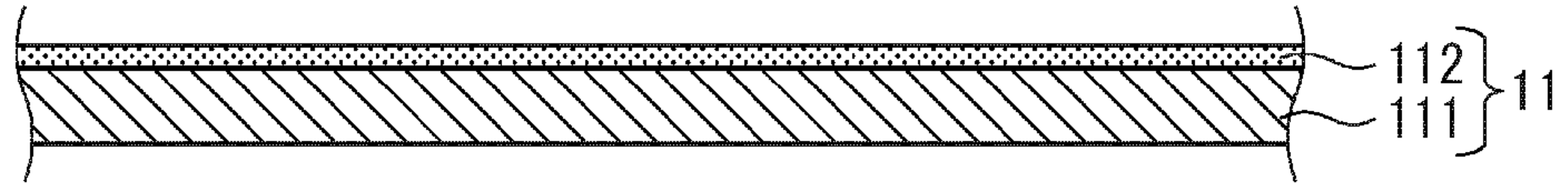


[図3]

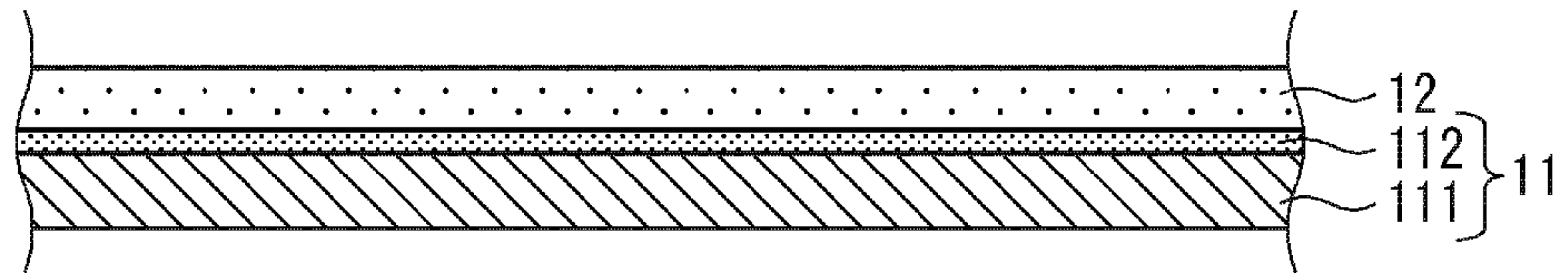


[図4]

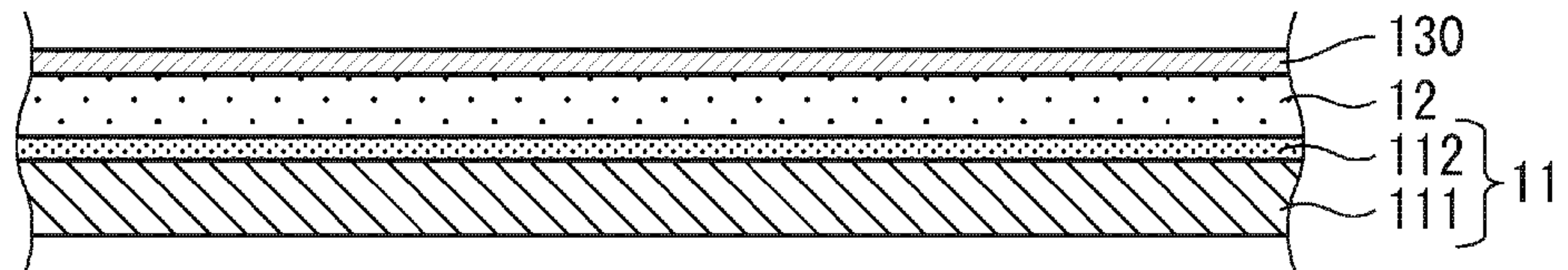
(a)



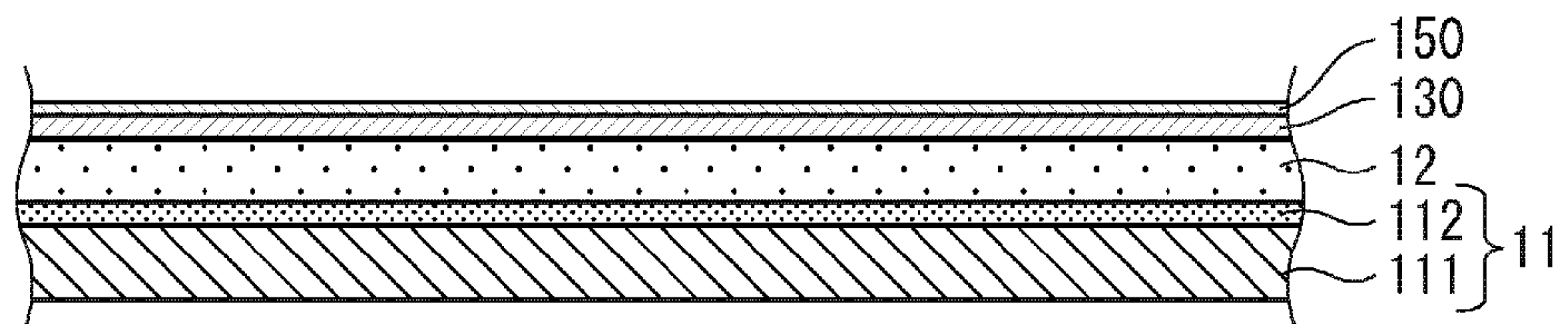
(b)



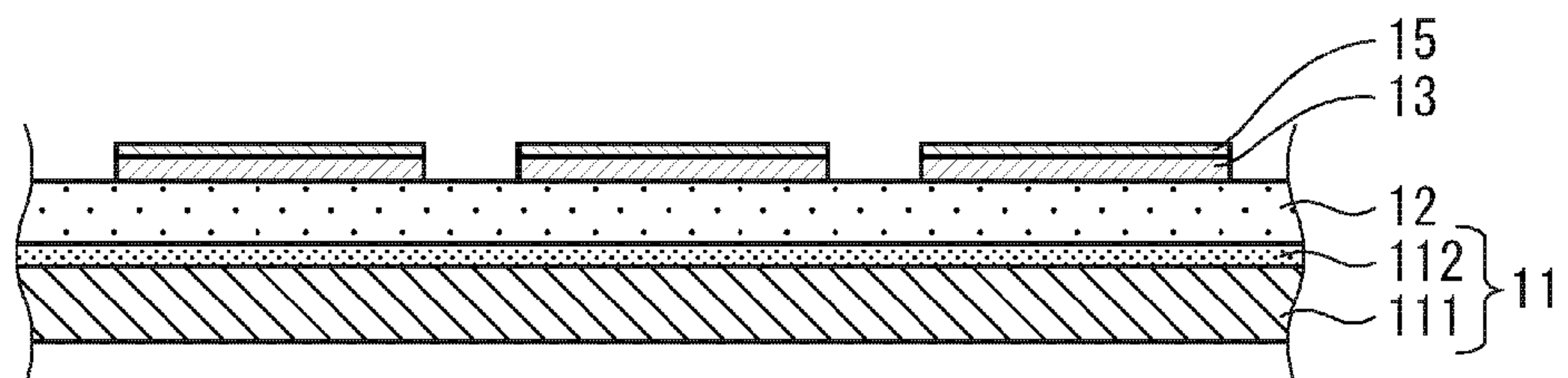
(c)



(d)

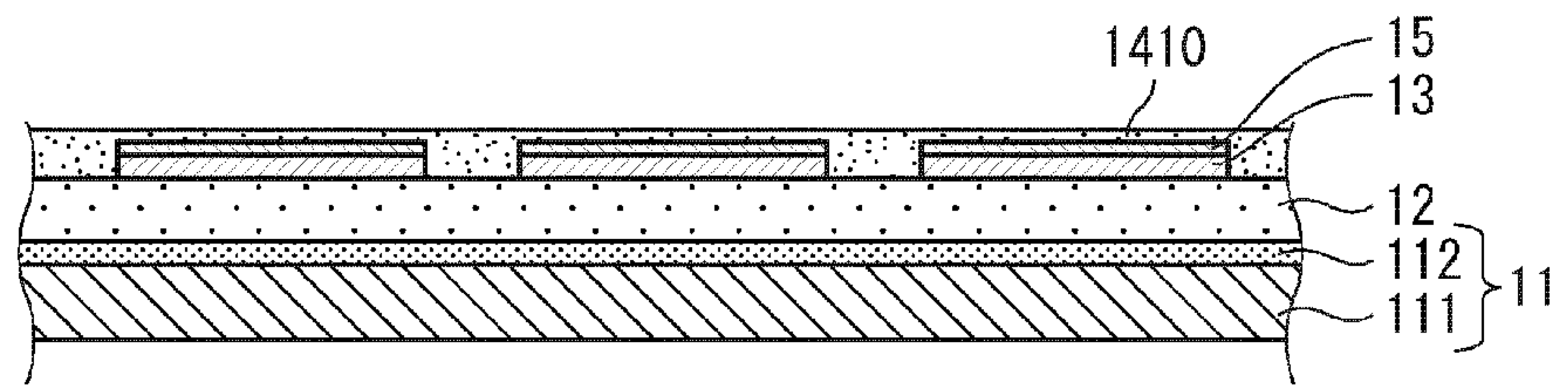


(e)

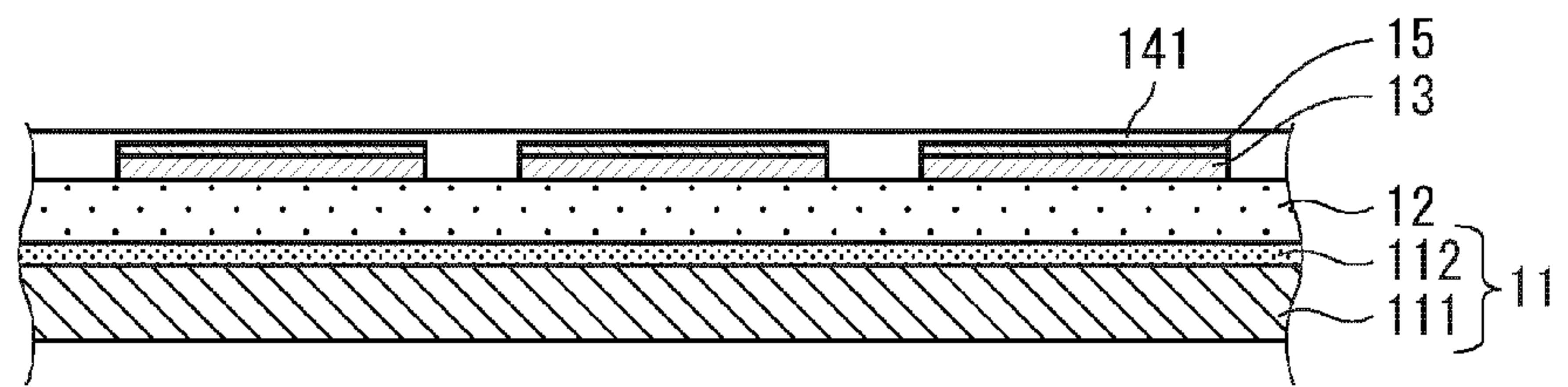


[図5]

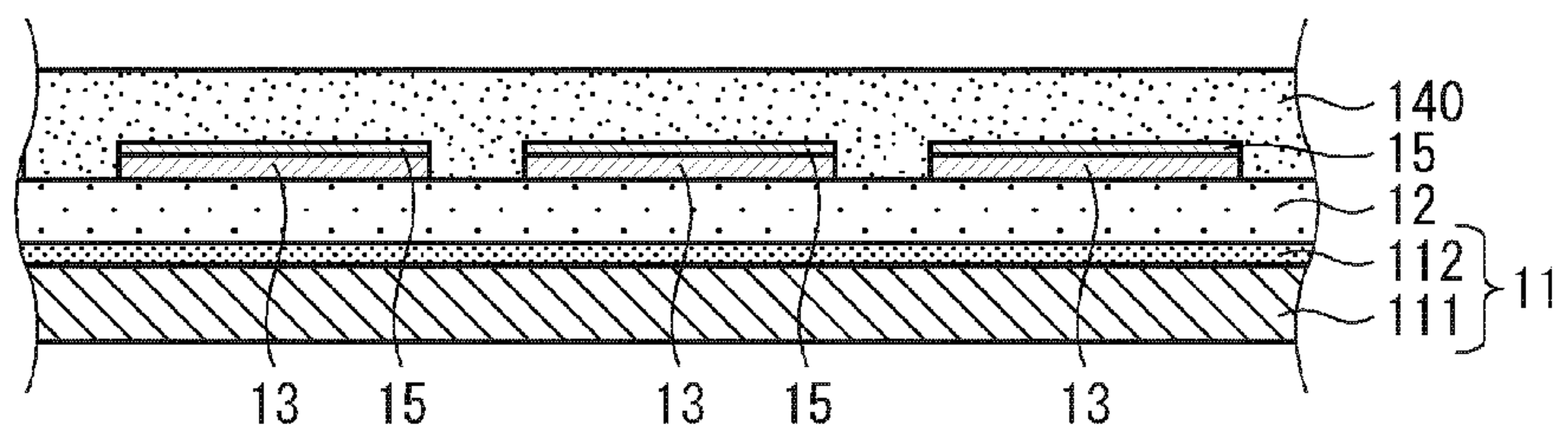
(a)



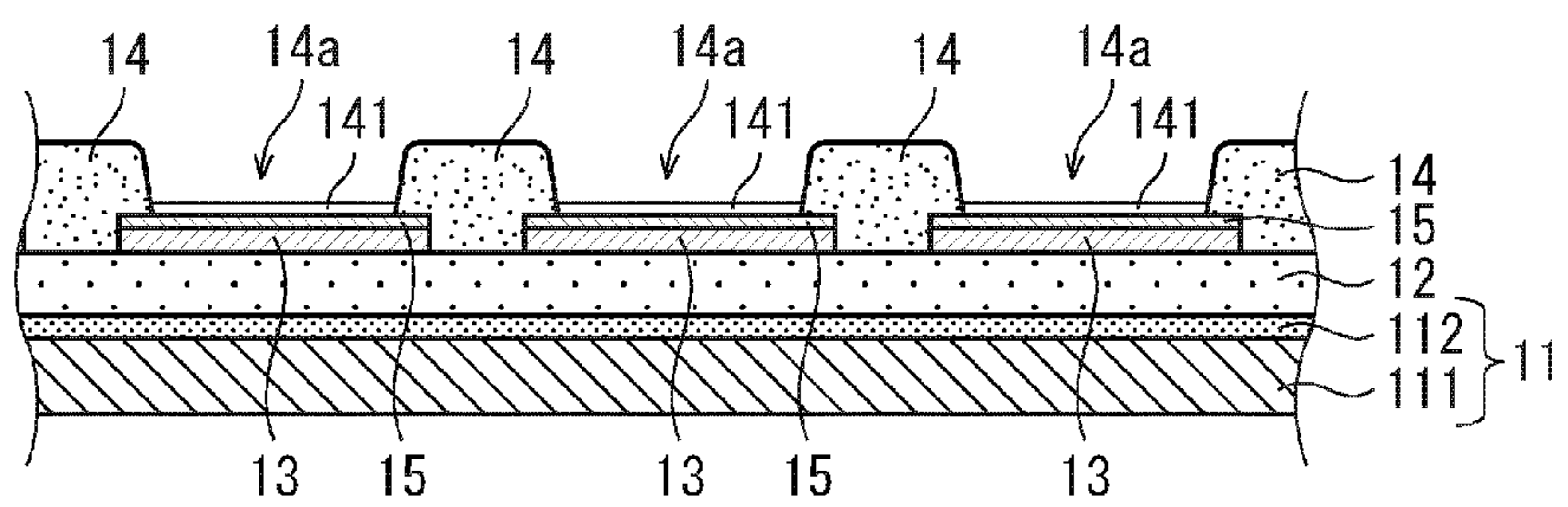
(b)



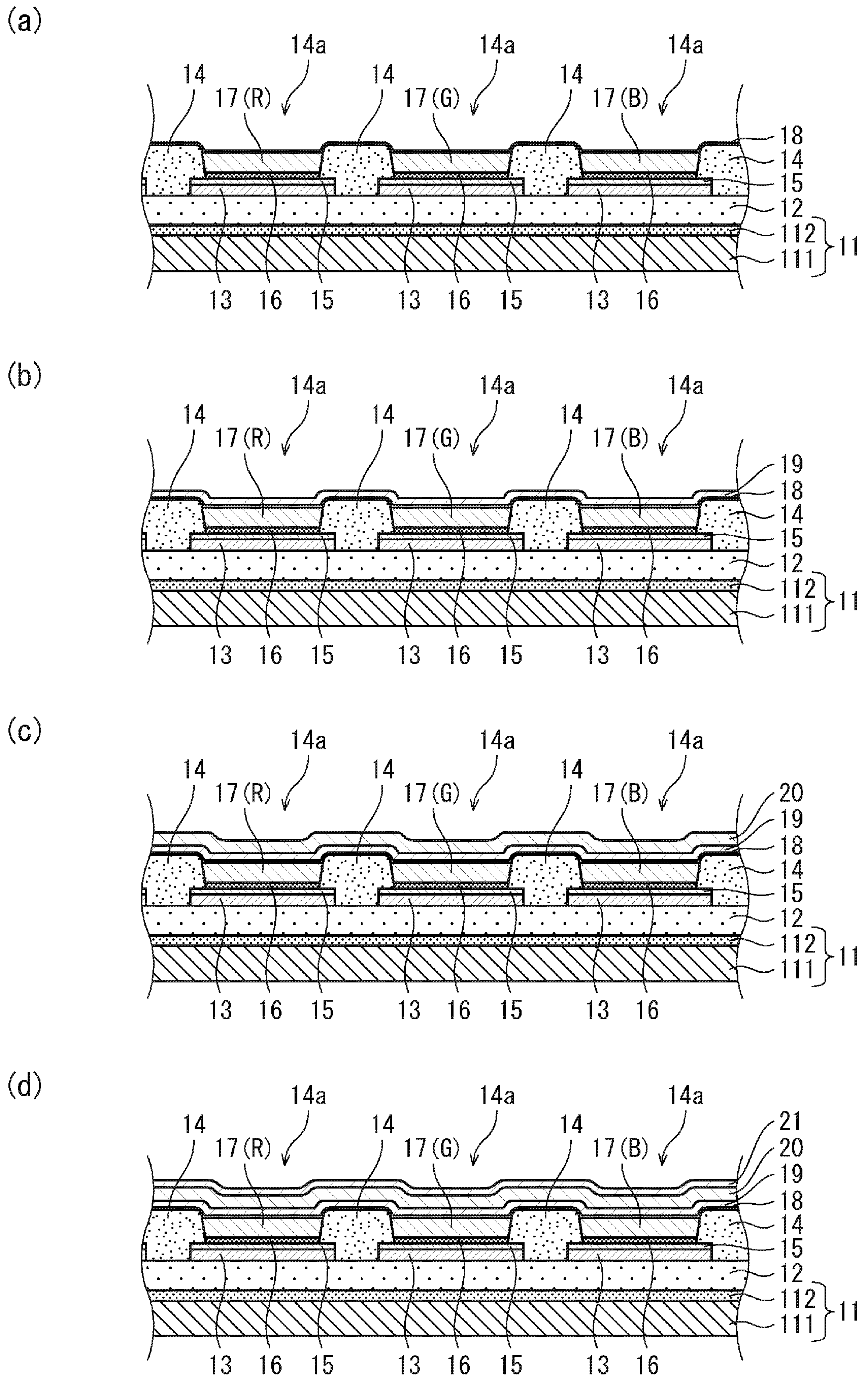
(c)



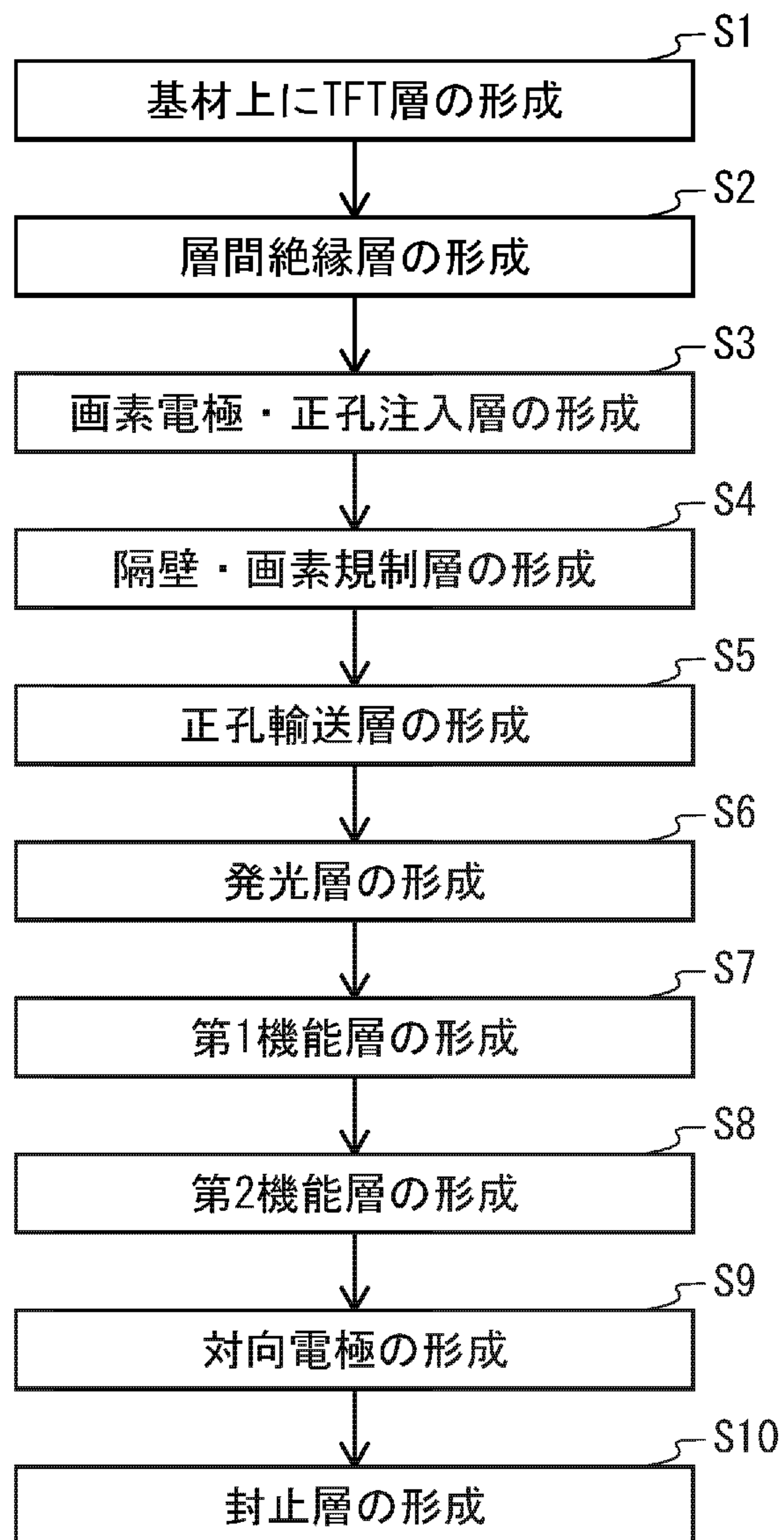
(d)



[図7]

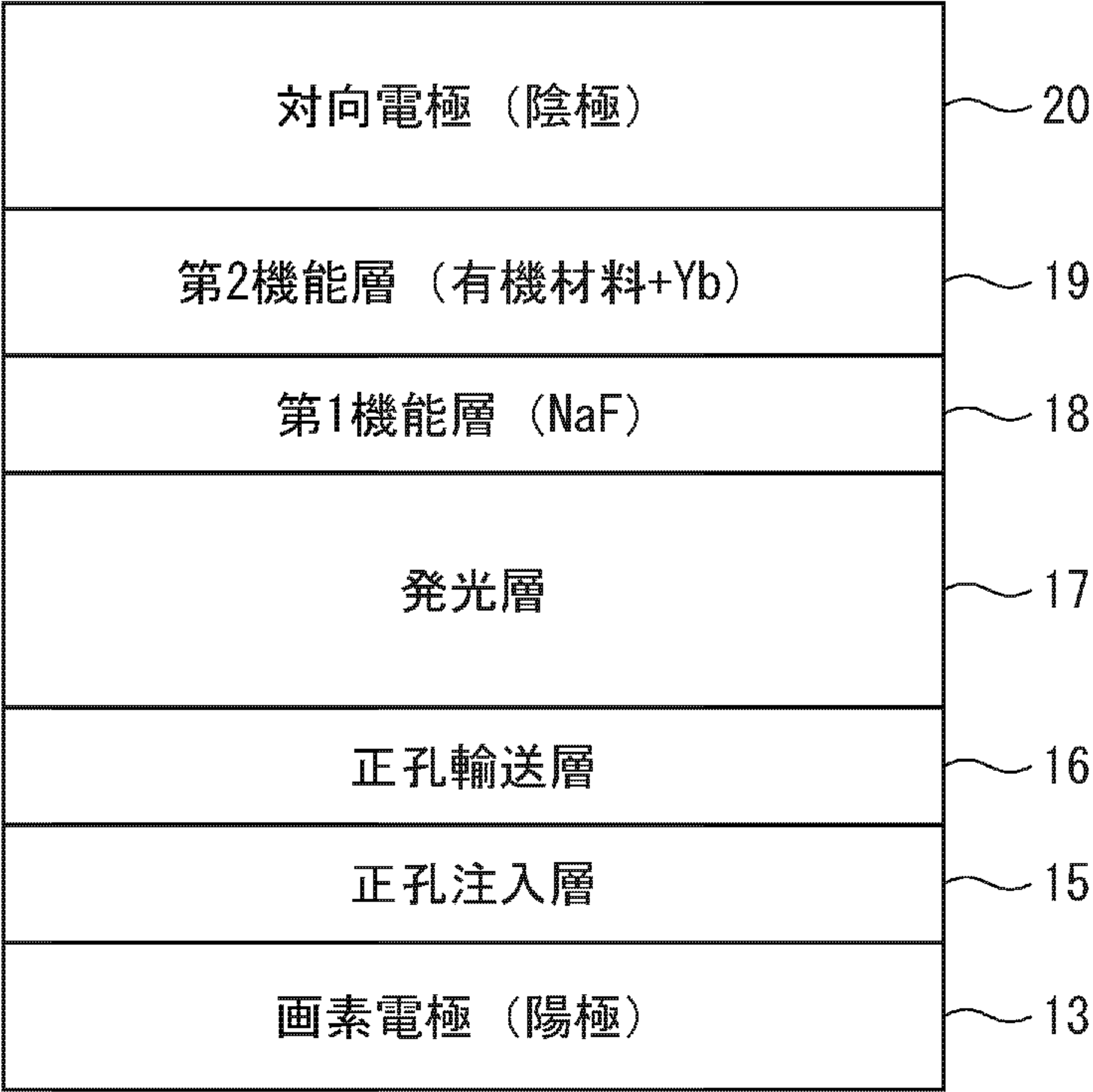


[図8]



[図9]

2



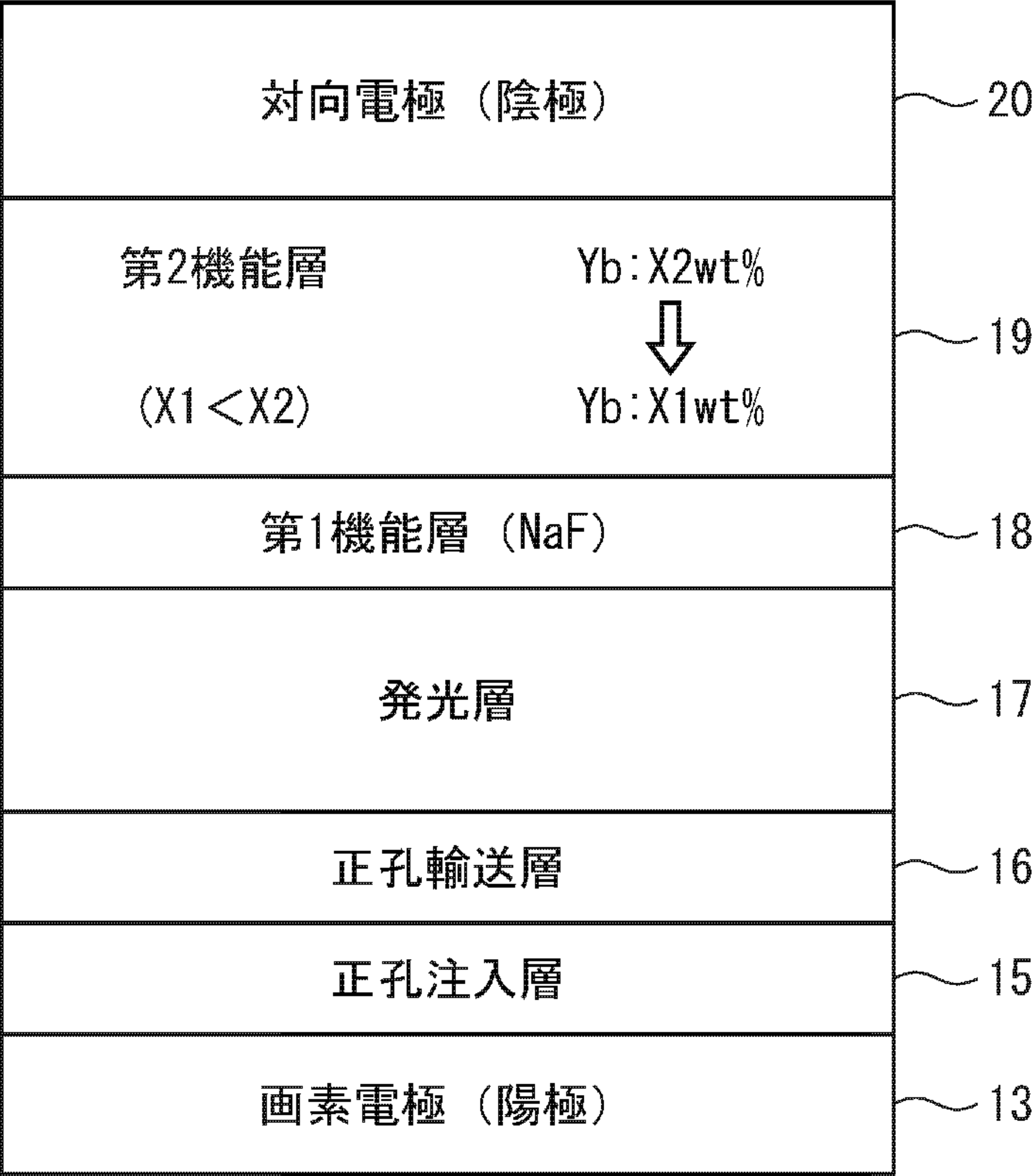
[図10]

(比較表)

	第1機能層	第2機能層 ドーピング金属	発光効率	駆動電圧 (逆数)	寿命	総合評価
比較品1	無し	Ba	61	72	33	×
比較品2	無し	Yb	64	74	51	×
比較品3	NaF	Ba	95	97	70	×
実施品	NaF	Yb	100	100	100	○

[図11]

2



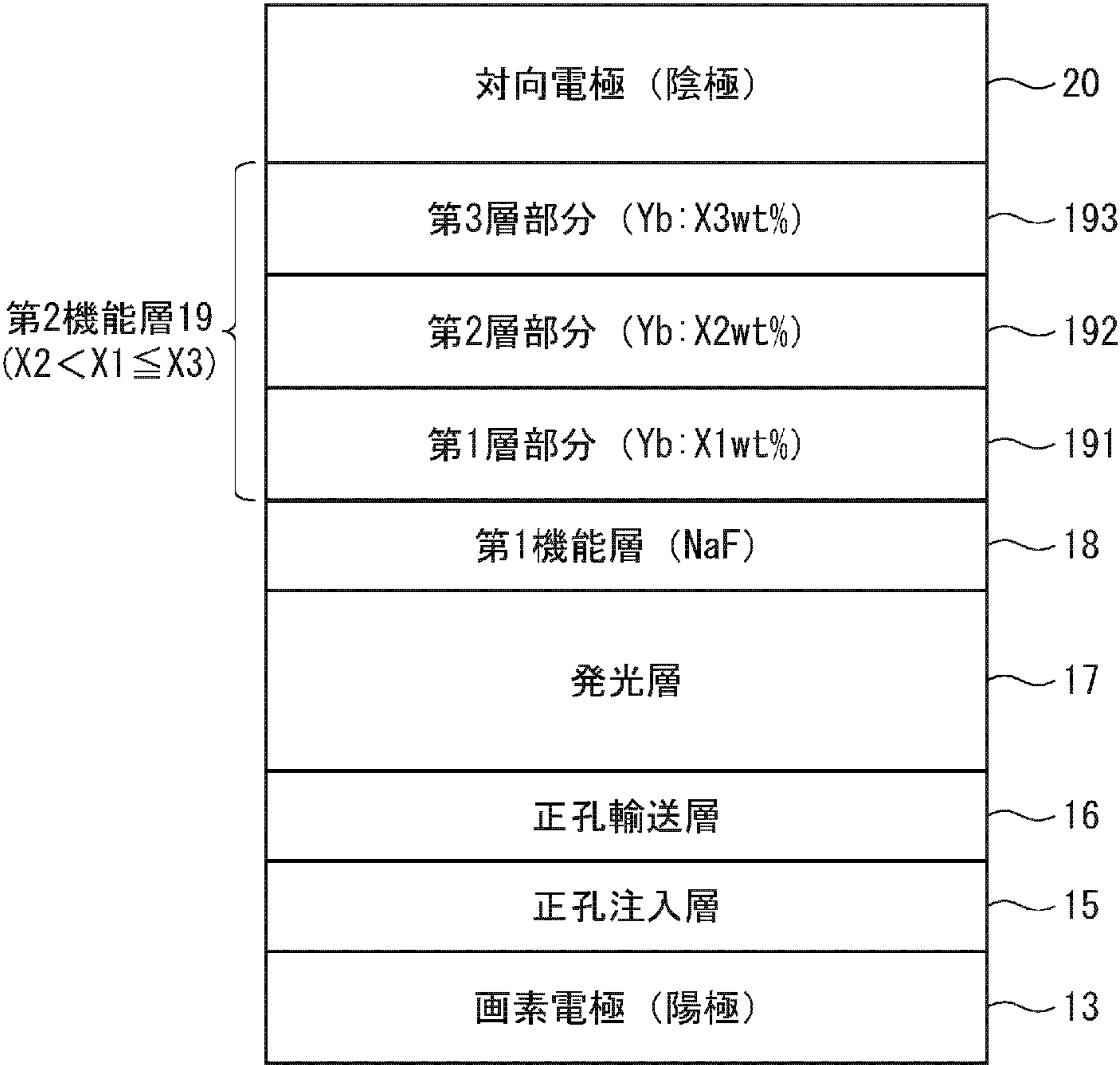
[図12]

2



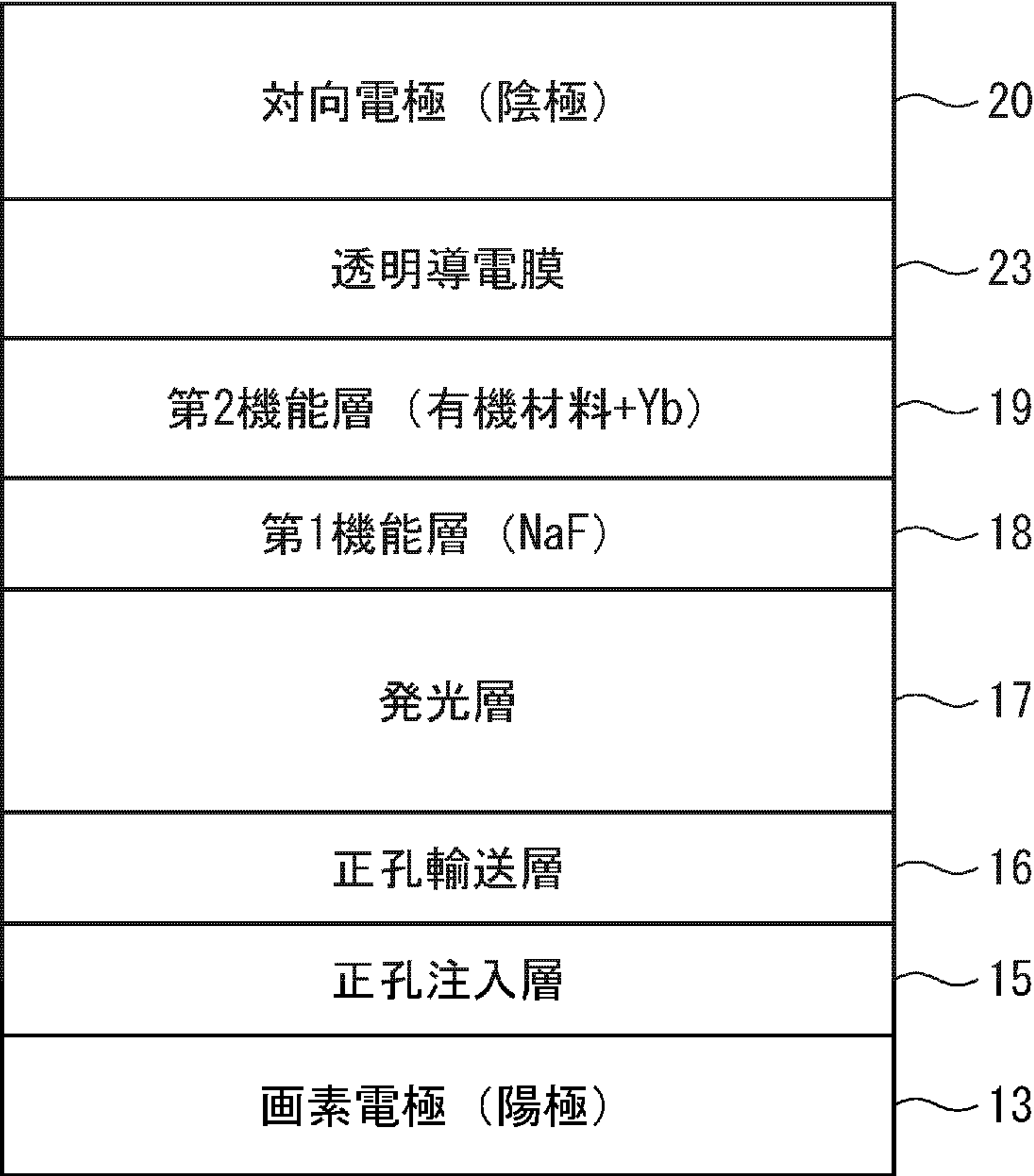
[図13]

2

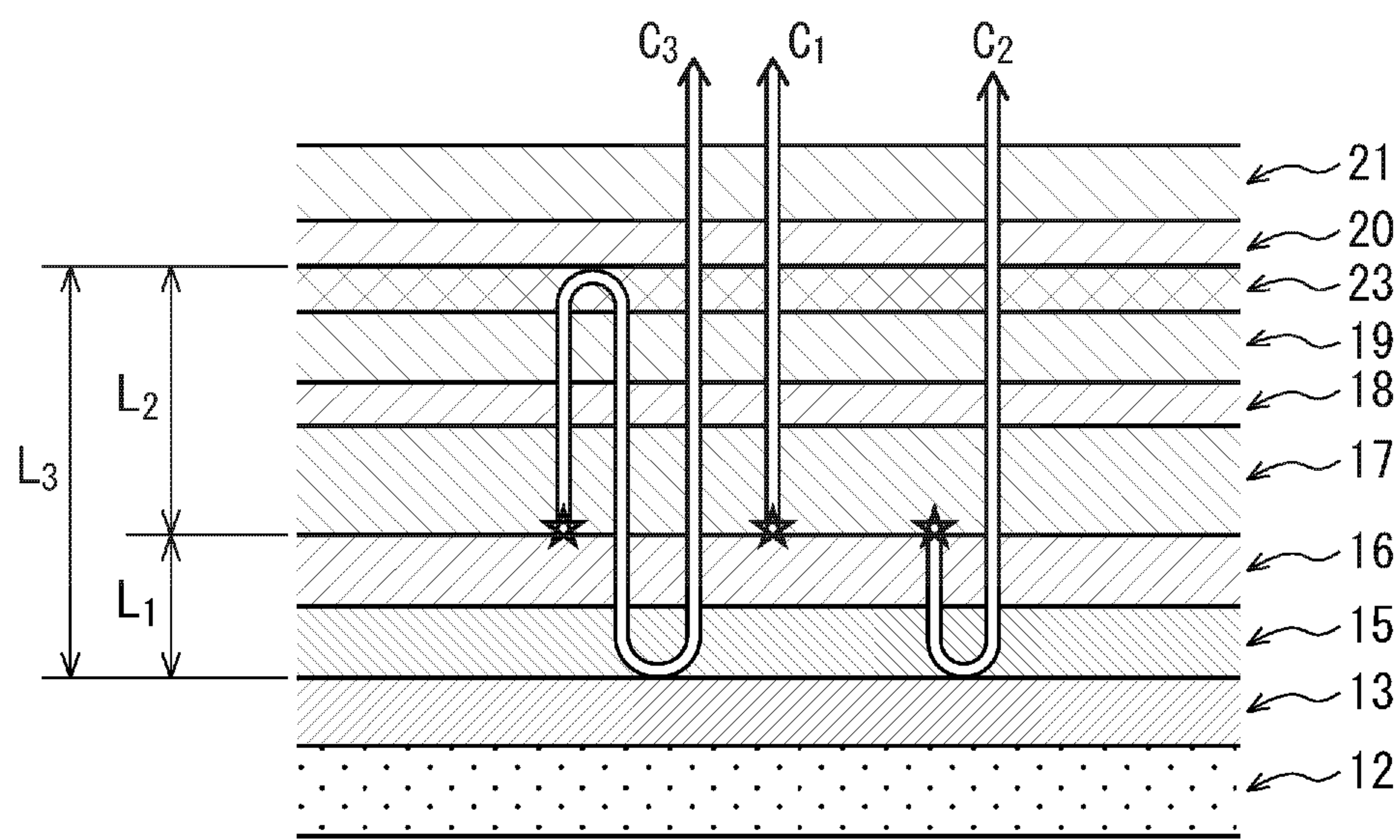


[図14]

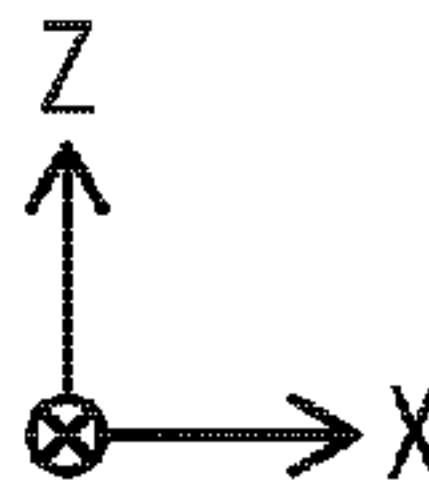
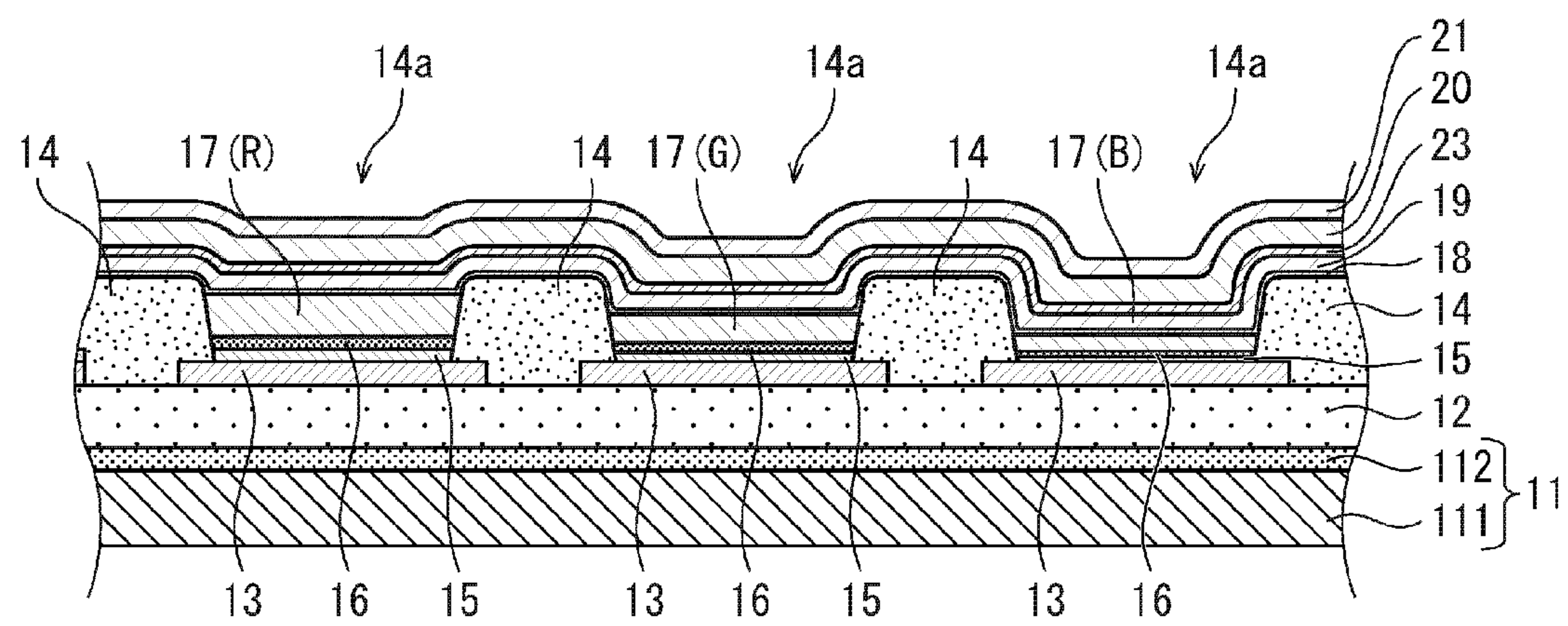
2



[図15]



[図16]



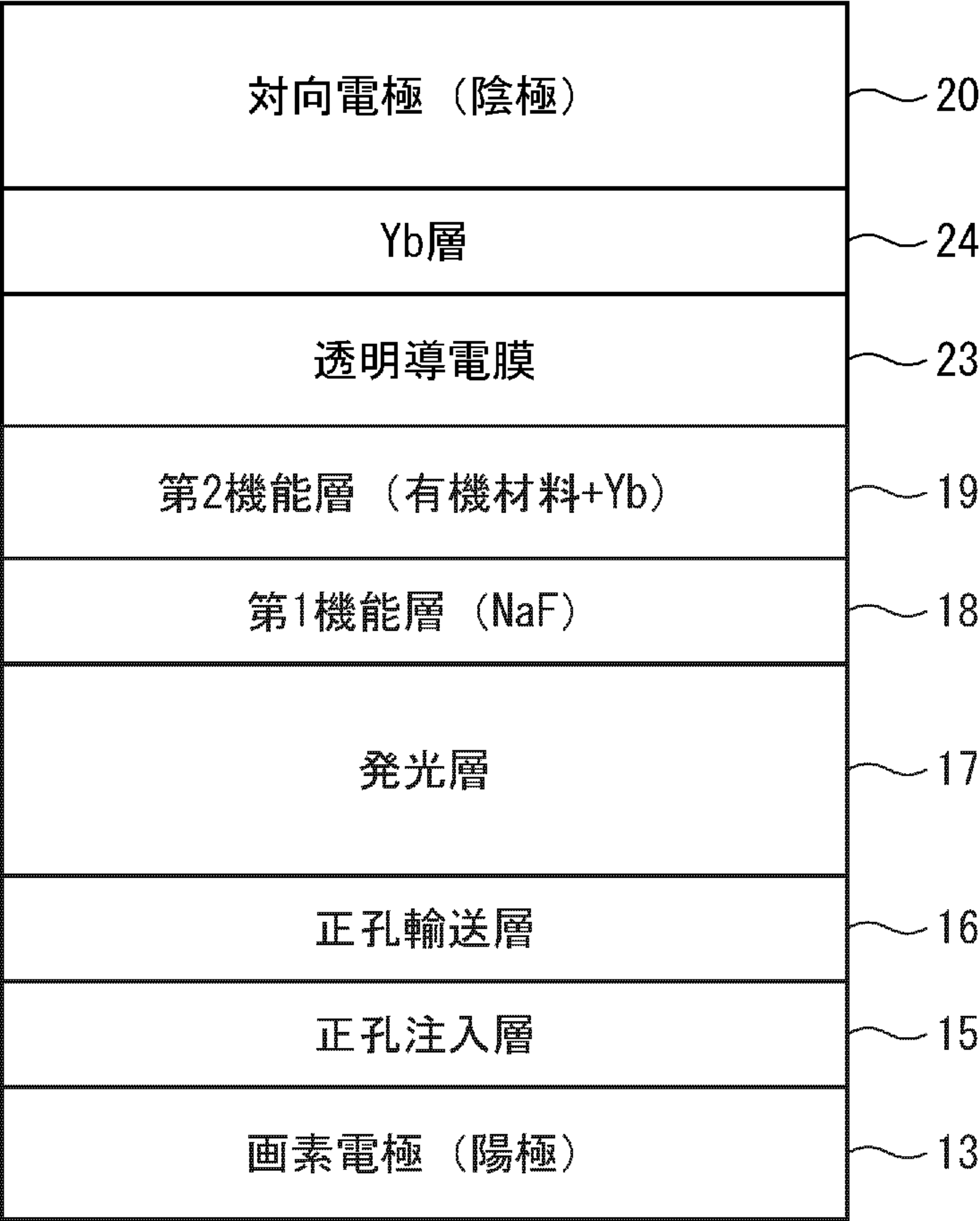
[図17]

2



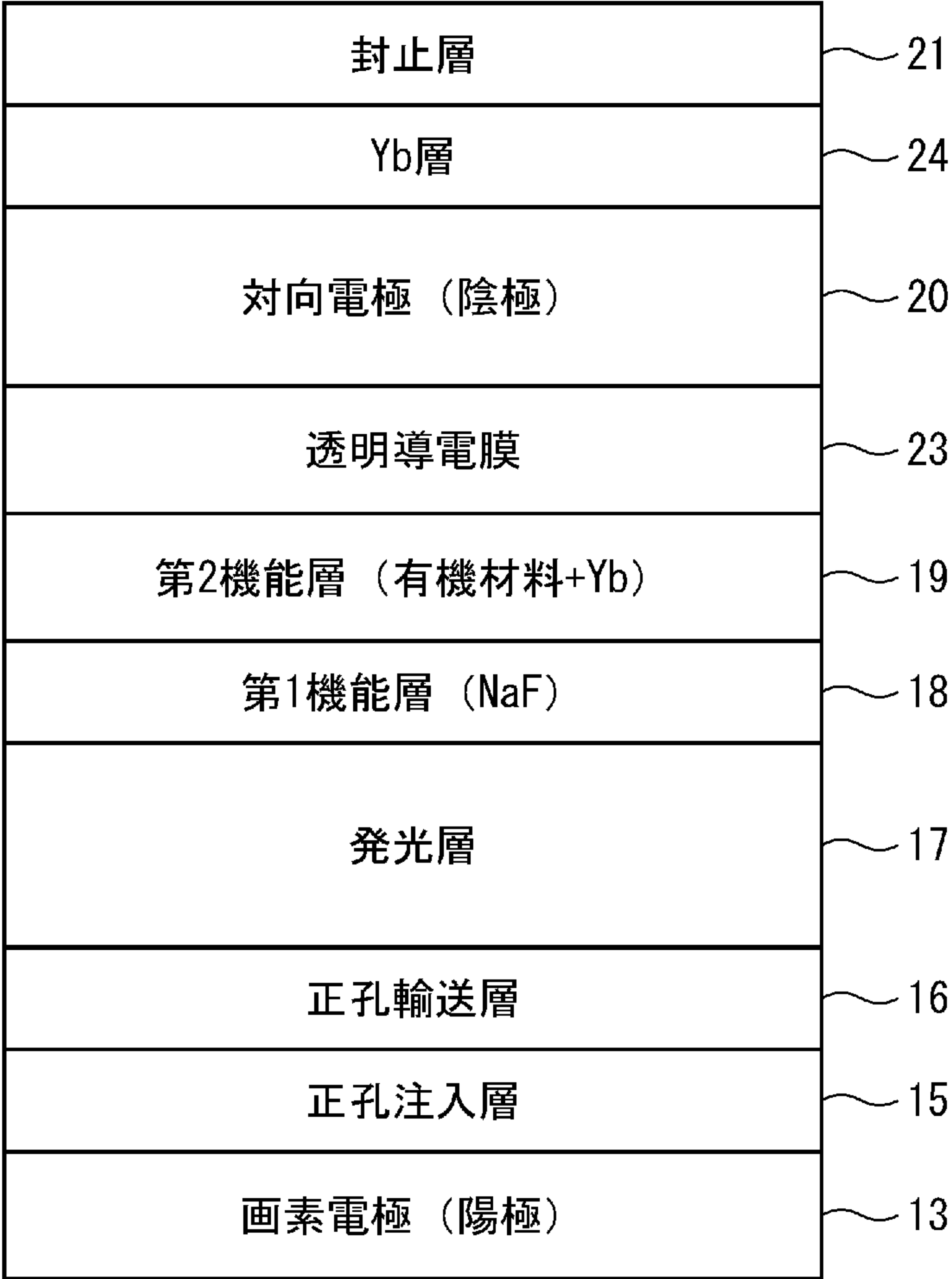
[図18]

2



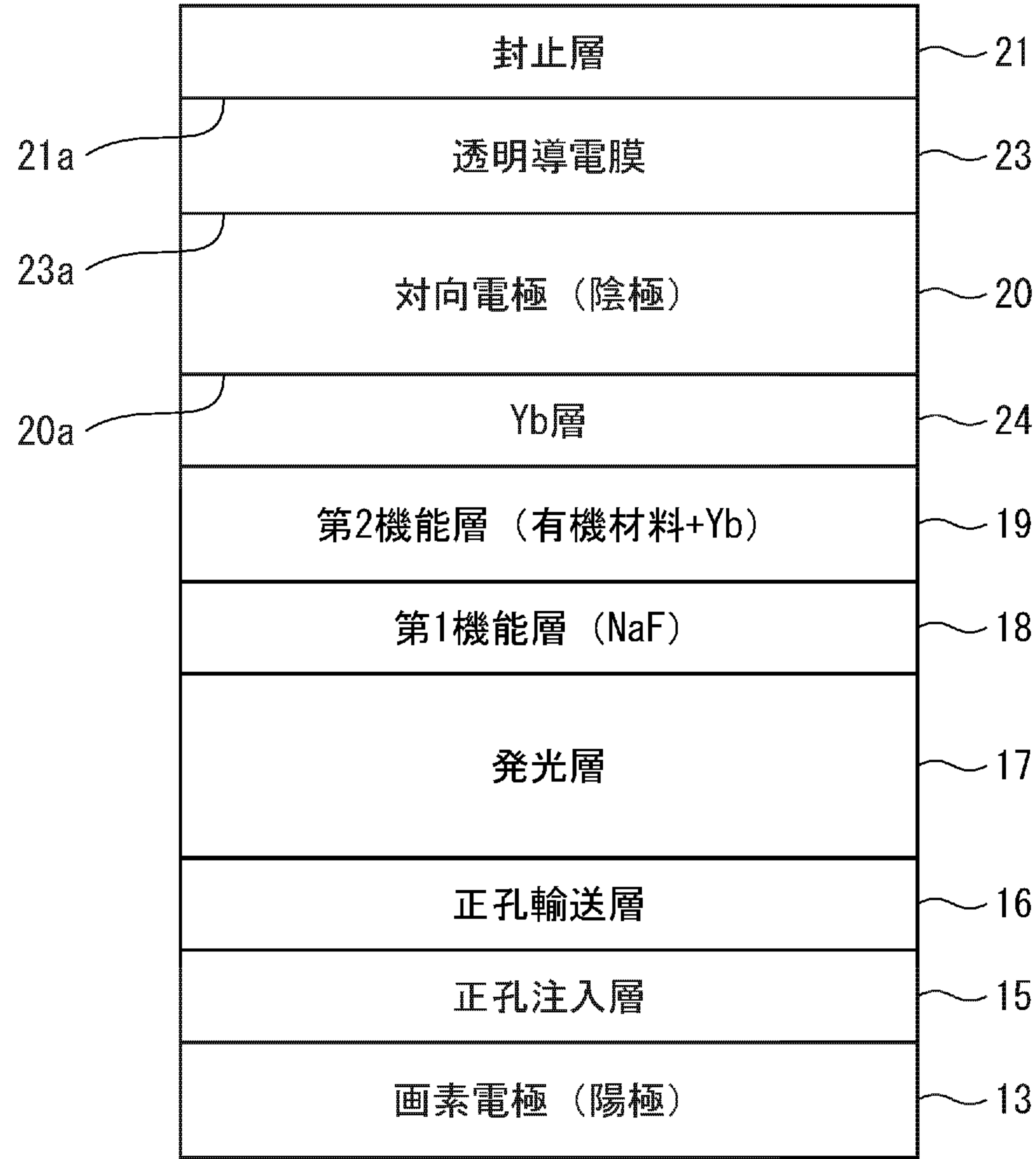
[図19]

2



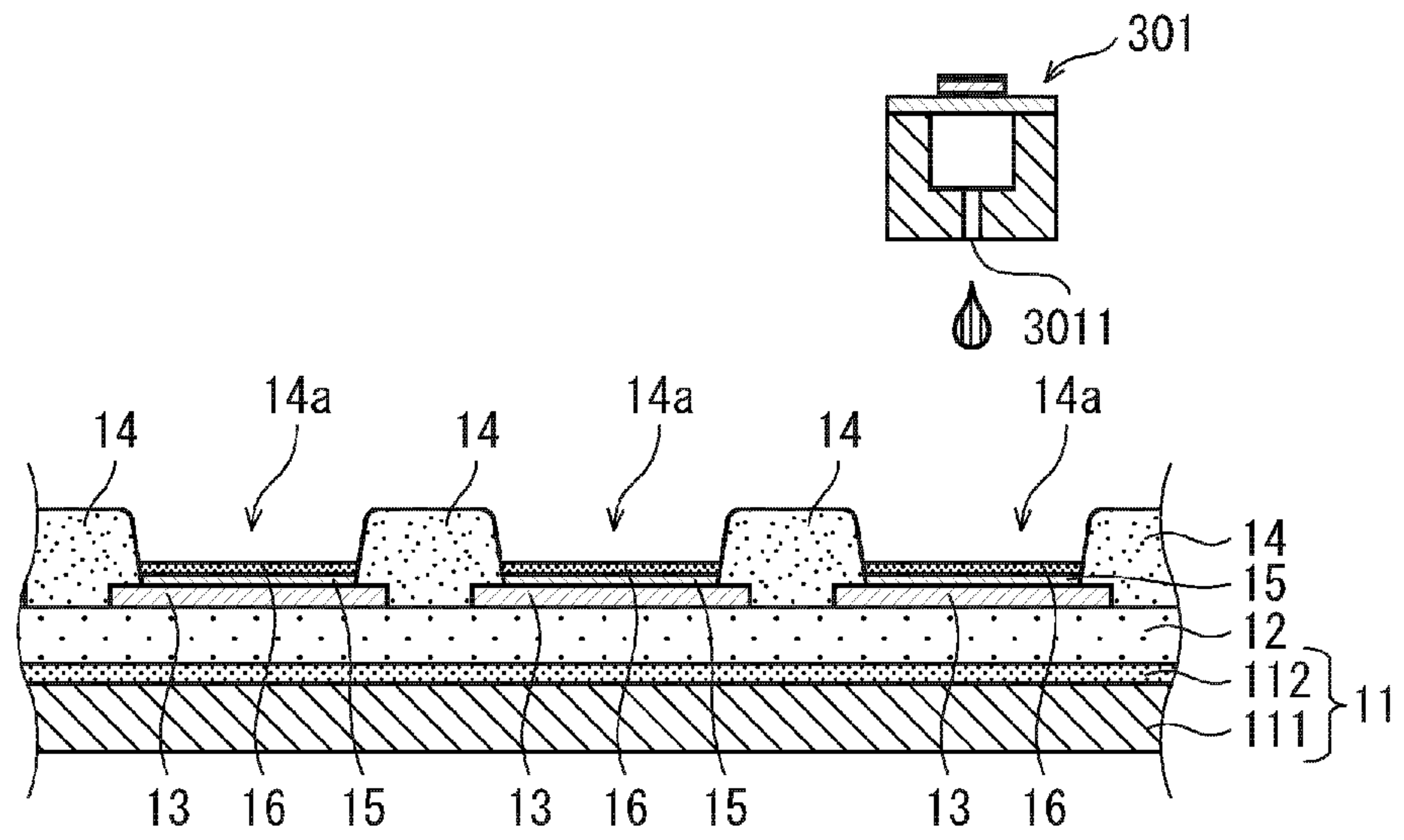
[図20]

2

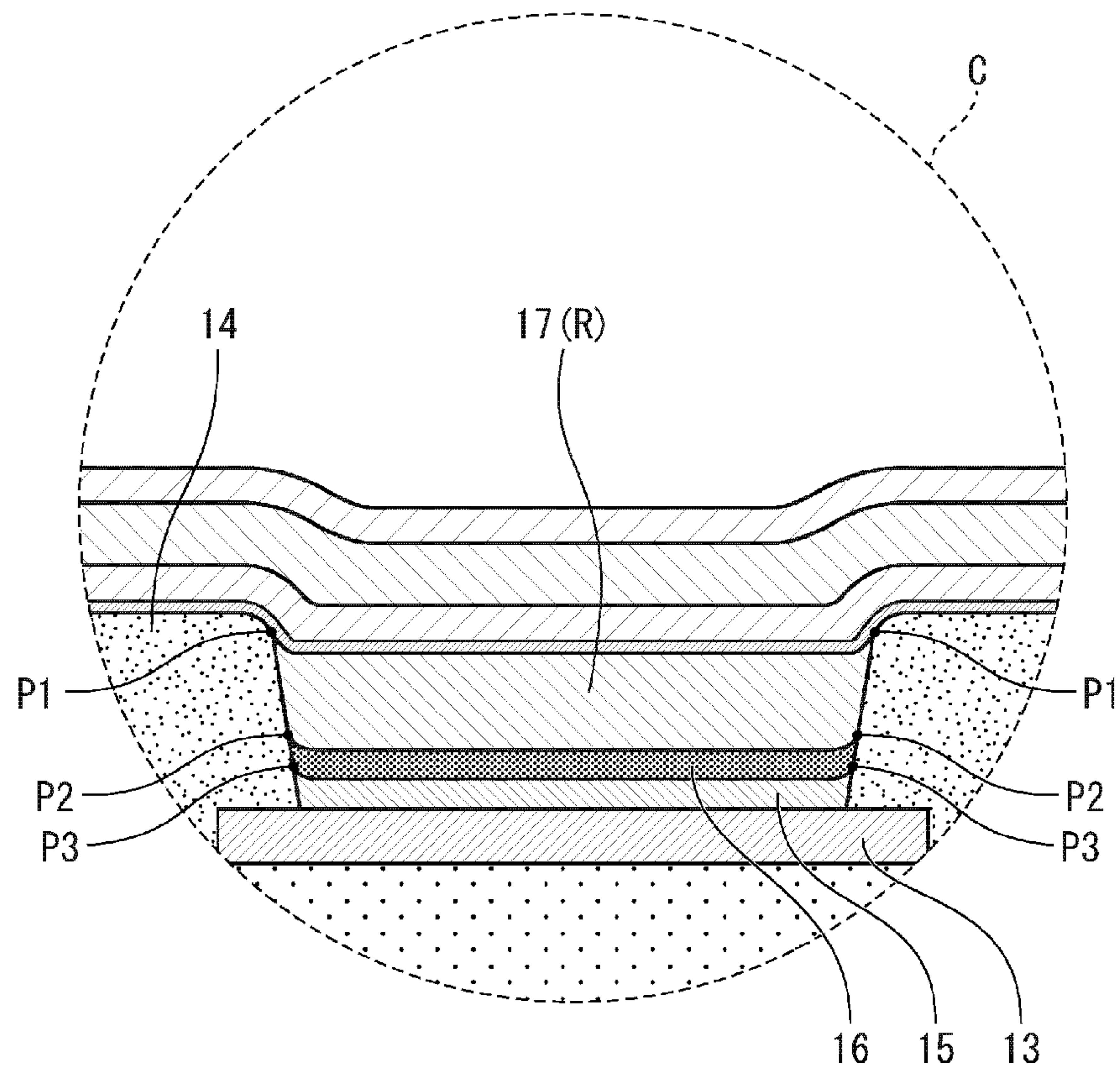


[図21]

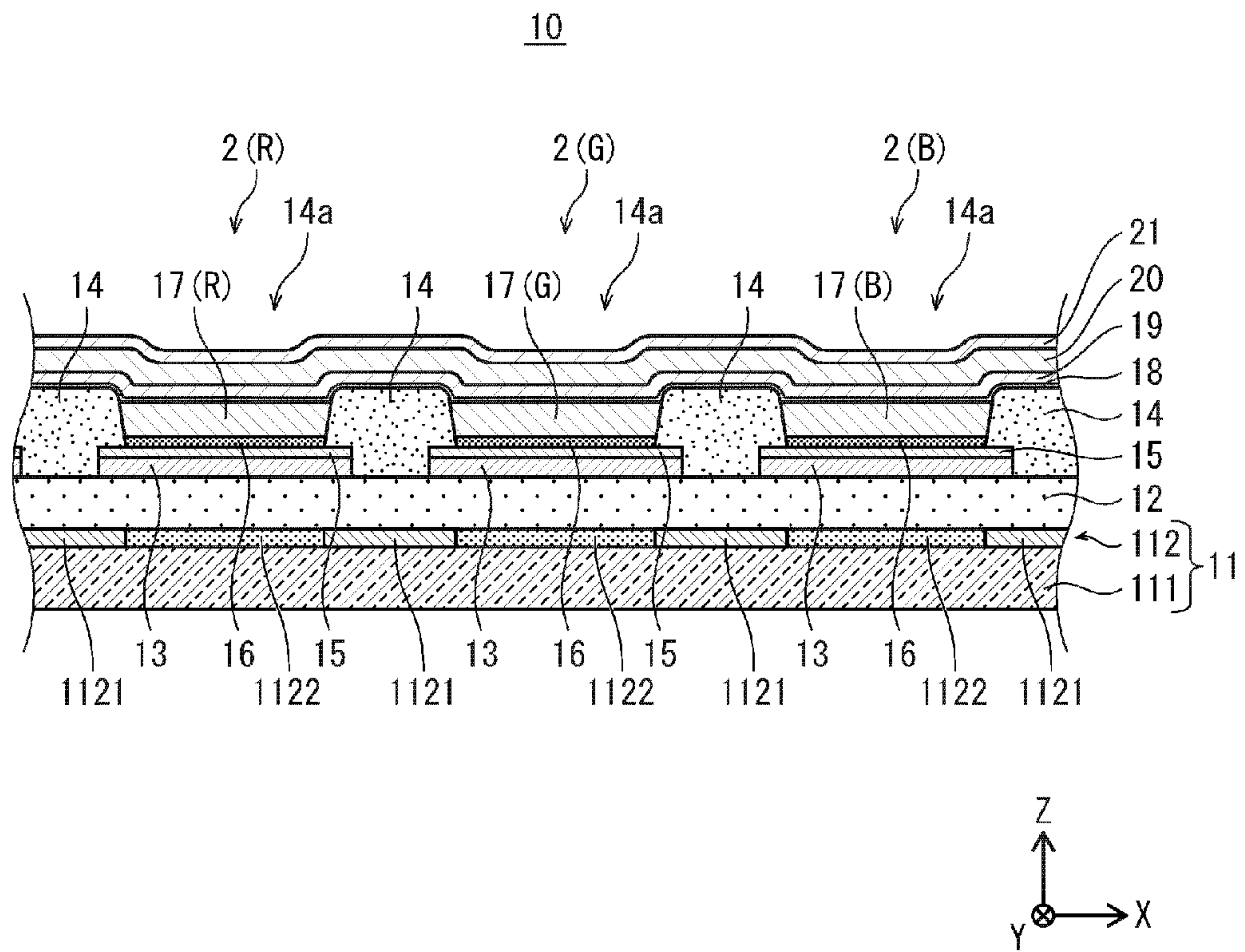
(a)



(b)



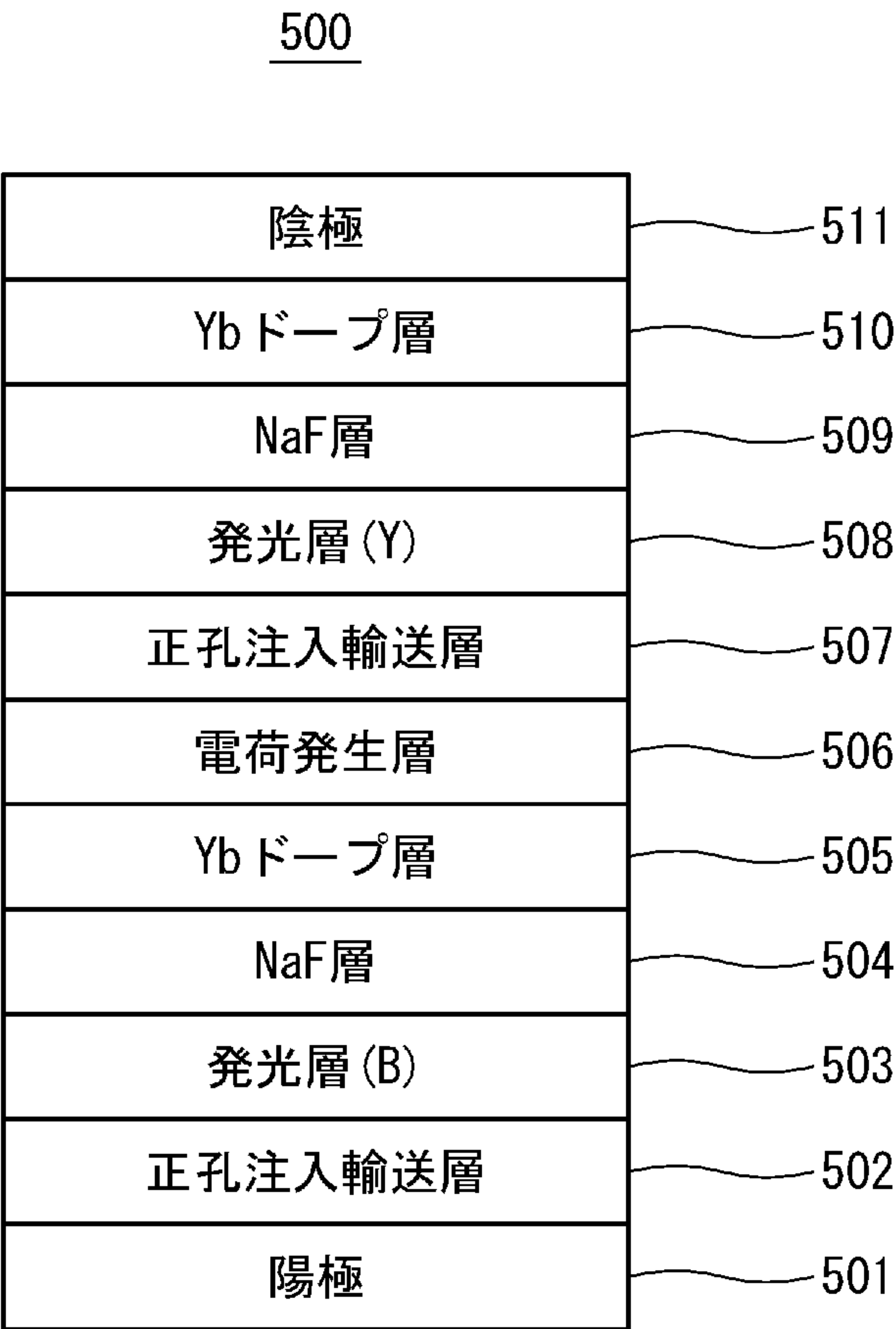
[図23]



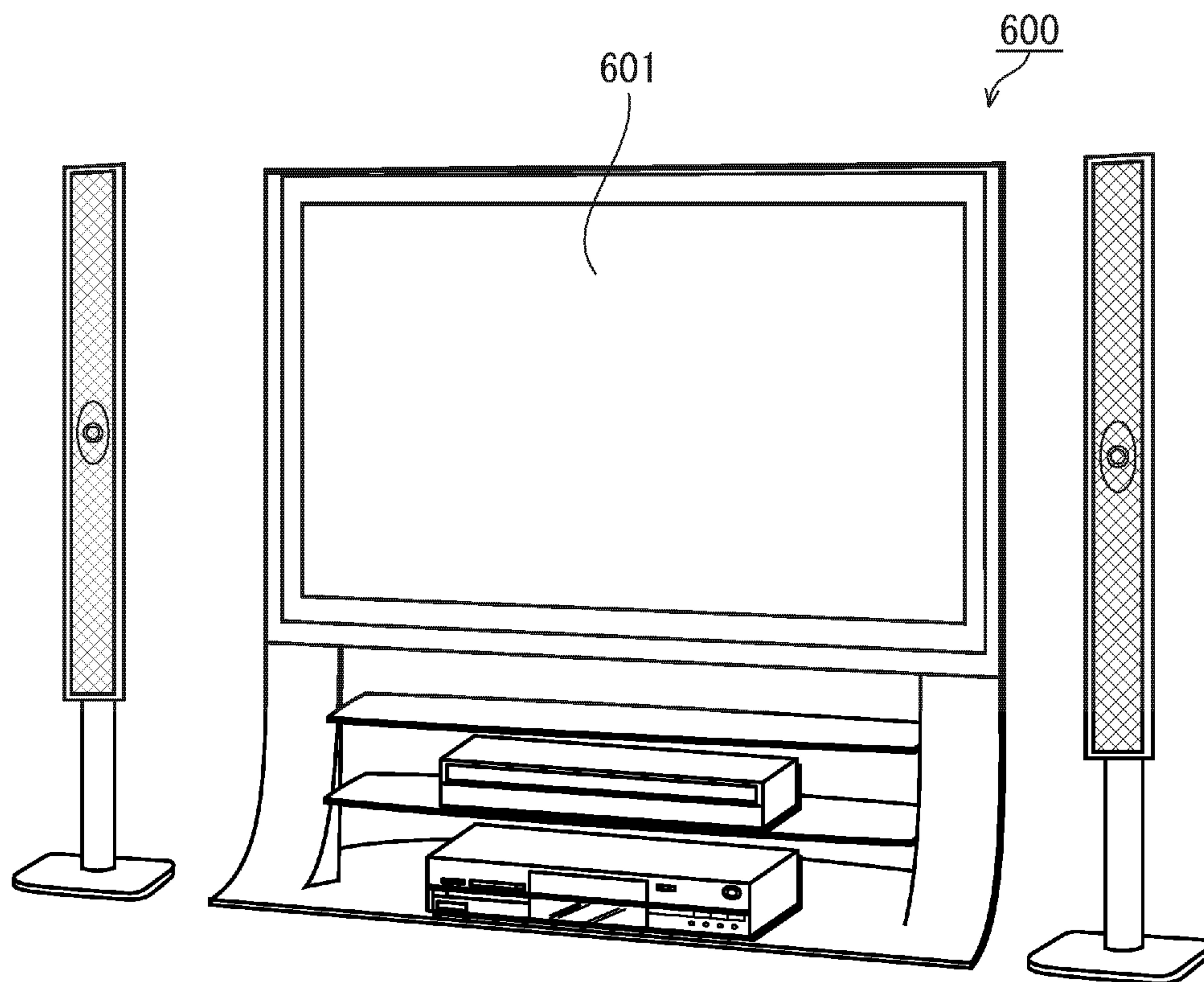
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/001615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. H05B33/10(2006.01) i, H01L51/50(2006.01) i FI: H05B33/22 A, H05B33/14 A, H05B33/22 B, H05B33/10 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) Int. Cl. H05B33/10, H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Scopus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2019-80027 A (JOLED LTD.) 23 May 2019, paragraphs [0012], [0014], [0015], [0017], [0024], [0047]-[0054], [0060], fig. 4, 6, 7	1-3, 7-8, 10-24 4, 6, 9, 12-13, 17-20 5
X Y A	JP 2010-278003 A (SAMSUNG MOBILE DISPLAY CO., LTD.) 09 December 2010, paragraphs [0066], [0068], [0098]-[0103]	1-3, 14-16, 21, 24 12-13, 17-20 5
Y	US 2015/0318507 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 05 November 2015, paragraphs [0012], [0013], [0055], fig. 2	4, 6, 9

☒ 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 09.03.2020	Date of mailing of the international search report 31.03.2020
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/JP2020/001615

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 6633716 B1 (JOLED LTD.) 22 January 2020, entire text, all drawings	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/001615

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-80027 A	23.05.2019	US 2019/0131558 A1 paragraphs [0026], [0028], [0029], [0031], [0035], [0061]-[0068], [0074], fig. 4, 6, 7	
JP 2010-278003 A	09.12.2010	CN 109728174 A US 2010/0301741 A1 paragraphs [0076], [0077], [0104]-[0109] EP 2259363 A1 KR 10-2010-0129596 A CN 101901876 A TW 201106784 A	
US 2015/0318507 A1	05.11.2015	KR 10-2015-0125283 A	
JP 6633716 B1	22.01.2020	(Family: none)	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/001615
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） H05B 33/10(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i FI: H05B33/22 A; H05B33/14 A; H05B33/22 B; H05B33/10		
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）） H05B33/10; 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 2 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 0 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） Scopus		
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
X Y A	JP 2019-80027 A（株式会社 J O L E D）23.05.2019（2019 - 05 - 23） 段落 [0 0 1 2]、[0 0 1 4] - [0 0 1 5]、[0 0 1 7]、[0 0 2 4]、[0 0 4 7] - [0 0 5 4]、[0 0 6 0]、図 4、6 - 7	1-3, 7-8, 10-24 4, 6, 9, 12-13, 17-20 5
X Y A	JP 2010-278003 A（三星モバイルディスプレイ株式會社）09.12.2010（2010 - 12 - 09） 段落 [0 0 6 6]、[0 0 6 8]、[0 0 9 8] - [0 1 0 3]	1-3, 14-16, 21, 24 12-13, 17-20 5
Y	US 2015/0318507 A1（LG Display Co., Ltd.）05.11.2015（2015 - 11 - 05） 段落 [0 0 1 2] - [0 0 1 3]、[0 0 5 5]、図 2	4, 6, 9
E, X	JP 6633716 B1（株式会社 J O L E D）22.01.2020（2020 - 01 - 22） 全文、全図	1-24
☐ 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抵触するものではなく、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 09.03.2020		国際調査報告の発送日 31.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		権限のある職員（特許庁審査官） 井 亀 諭 20 3613 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-80027	A	23.05.2019	US 2019/0131558 A1 paragraphs [0026], [0028]-[0029], [0031], [0038], [0061]-[0068], [0074], figures 4, 6-7 CN 109728174 A	
JP	2010-278003	A	09.12.2010	US 2010/0301741 A1 paragraphs [0076]-[0077], [0104]-[0109] EP 2259363 A1 KR 10-2010-0129596 A CN 101901876 A TW 201106784 A	
US	2015/0318507	A1	05.11.2015	KR 10-2015-0125283 A	
JP	6633716	B1	22.01.2020	(ファミリーなし)	