

(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
2014 年 5 月 8 日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/069217 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *H01L 31/04* (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01) *H01L 51/42* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077731
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 11 日(11.10.2013)
- (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 2012-243177 2012 年 11 月 2 日(02.11.2012) 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: 三谷 昌弘(MITANI Masahiro). 辻埜 和也(TSUJINO Kazuya). 岩田 洋典(IWATA Yosuke).
- (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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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.

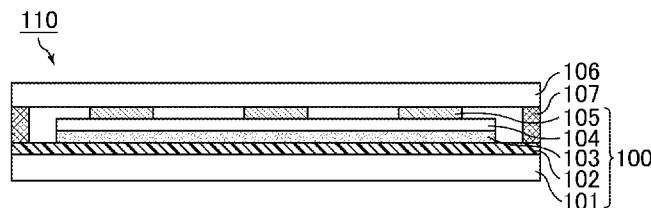
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POLARIZING ELEMENT, METHOD FOR PRODUCING POLARIZING ELEMENT, LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 偏光素子、偏光素子の製造方法、液晶表示装置、及び、液晶表示装置の製造方法



(57) Abstract: The present invention provides a polarizing element which has efficient configuration and exhibits excellent power generation function and polarization characteristics. A polarizing element of the present invention is provided with: a supporting substrate; a first electrode; a second electrode; an organic semiconductor layer that is arranged between the first electrode and the second electrode; and a first carrier transport layer that is arranged between the first electrode and the organic semiconductor layer and/or a second carrier transport layer that is arranged between the organic semiconductor layer and the second electrode. The supporting substrate, the first electrode and the second electrode are arranged in this order, and the organic semiconductor layer is a bulk heterojunction organic semiconductor layer that is in the form of a single layer. At least one of the first carrier transport layer, the organic semiconductor layer and the second carrier transport layer has polarization characteristics.

(57) 要約: 本発明は、発電機能及び偏光特性に優れ、かつ効率的な構成を備える偏光素子を提供する。本発明の偏光素子は、支持基板と、第一の電極と、第二の電極と、該第一の電極と該第二の電極との間に配置された有機半導体層と、該第一の電極と該有機半導体層との間に配置された第一のキャリア輸送層、及び／又は、該有機半導体層と該第二の電極との間に配置された第二のキャリア輸送層とを有し、該支持基板と第一の電極と第二の電極とは、この順に配置され、該有機半導体層は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層であり、該第一のキャリア輸送層、該有機半導体層、及び、該第二のキャリア輸送層の少なくとも一つが偏光特性を有するものである。



WO 2014/069217 A1

明 細 書

発明の名称：

偏光素子、偏光素子の製造方法、液晶表示装置、及び、液晶表示装置の製造方法

技術分野

[0001] 偏光素子、偏光素子の製造方法、液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法に関する。より詳しくは、発電機能を有する偏光素子及びその製造方法、発電機能を有する偏光素子を備える液晶表示装置及びその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 液晶表示（LCD：Liquid Crystal Display）装置は、複屈折性を有する液晶分子の配向を制御することにより光の透過／遮断（表示のオン／オフ）を制御する機器である。一般的な液晶表示装置は、一对の基板及び一对の基板間に配置された液晶層からなる液晶パネルと、液晶パネルを挟むように配置された一对の偏光板と、バックライトユニットとを有する。すなわち、一对の基板はそれぞれ、液晶層と反対側の面上に偏光板を有する。液晶パネルの背面には、光源を含むバックライトユニットが備え付けられる。液晶層は、正又は負の誘電率異方性を有する液晶分子を含有する。偏光板は、一定の振動方向の光波だけを透過させる光学異方性を有し、透過する光の振動方向の軸を偏光軸ともいう。

[0003] 液晶表示装置による表示方法をノーマリーブラックを例に説明する。液晶層内に電圧が印加されていない時には、バックライト等の光源からの光は、上記一对の偏光板により遮断され、液晶表示装置は黒表示を示す。一方、液晶層内に電圧が印加されると、電界の向きに応じて液晶分子の配向方向が変化する。液晶分子は、複屈折性を有するため、光源からの光の経路を変化させ、光源からの光は、偏光板の偏光軸と角度を成し観察者側へ射出される。これにより、液晶表示装置は白表示を示す。

[0004] 太陽電池は、太陽光を利用して発電する機器である。太陽電池は、シリコン系、化合物半導体系、有機系に大別される。更に、シリコン系は、結晶シリコン型と薄膜シリコン型に分けられ、化合物半導体系は、化合物結晶系と化合物薄膜系に分けられ、有機系は、有機半導体系と色素増感型に分けられる。現在、シリコン系の太陽電池が主流であるが、低価格で製造できる可能性があることから、有機半導体系の太陽電池への関心が高まっている。

[0005] 有機半導体系の太陽電池の種類としては、PN接合型、バルクヘテロ接合型が挙げられる。以下に、図59～図62を用いて、PN接合型の有機半導体系の太陽電池と、バルクヘテロ接合型の有機半導体系の太陽電池の発電機構について説明する。図59及び図60は、PN接合型の有機半導体系の太陽電池の模式図であり、図59は斜視模式図、図60は発電機構を示す断面模式図である。図61及び図62は、バルクヘテロ接合型の有機半導体系の太陽電池の模式図であり、図61は斜視模式図、図62は発電機構を示す断面模式図である。

[0006] PN接合型の有機半導体系の太陽電池は、図59に示すように、ガラス基板等の支持基板1、陽極2、正孔輸送層3、光電変換層4、陰極5を有する。光電変換層4は、p型の有機半導体層4a及びn型の有機半導体層4bが積層された2層で構成される。ガラス基板1上に陽極2が形成され、陽極2上に正孔輸送層3が形成され、正孔輸送層3上にp型の有機半導体層4aが形成され、p型の有機半導体層4a上にn型の有機半導体層4bが形成され、n型の有機半導体層4b上に陰極5が形成される。

[0007] 図60に示すように、光電変換層4に励起光（例えば、太陽光）が照射されると、p型の有機半導体層4aとn型の有機半導体層4bとの界面（p-n接合界面）近傍において、電子7と正孔（ホール）8が一对となった励起子6が発生する。励起子6がp-n接合界面まで到達すると、電子7と正孔（ホール）8に分離し、それぞれ陰極5と陽極2に移動する。このような電荷の移動により、電流が発生する。

[0008] バルクヘテロ接合型の有機半導体系の太陽電池は、図61に示すように、p

型の有機半導体層及びn型の有機半導体層が積層された光電変換層の代わりに、p型の有機半導体材料とn型の有機半導材料とを混合した単層の光電変換層9を有する。光電変換層9以外の構成は、PN接合型の有機半導体系の太陽電池と同様である。

[0009] 図62に示すように、光電変換層9は、p型の有機半導体材料とn型の有機半導材料とが混合されているため、p-n接合界面の面積が広い。そのため、光電変換層9に励起光（例えば、太陽光）が照射されると、励起子6がp-n接合界面に達する確率が高く、励起子6が電子7と正孔8に分離しやすいため、光電変換効率が低い。

[0010] 有機半導体系の太陽電池は、更に光電変換効率を向上させるために種々の研究がなされている（例えば、特許文献1、非特許文献1及び2参照。）。また、近年、p型有機半導体層とn型有機半導体層を積層した二層構造の有機半導体系の太陽電池において、p型有機半導体層をラビングすることで、偏光特性を付与することができることが報告されている（例えば、非特許文献3参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：国際公開第1994/05045号

非特許文献

[0012] 非特許文献1：C.W.Tang, 「Twolayer organic photovoltaic cell」 Applied Physics Letters 48, 183(1986)

非特許文献2：Sean E.Shaheen, Christoph J.Brabec, N.Serdar Sariciftci, Franz Padinger, Thomas Fromherz et al., 「2.5% efficient organic plastic solar cells」 Applied Physics Letters 78, 841(2001)

非特許文献3：Rui Zhu, Ankit Kumar, and Yang Yang, 「Polarizing Organic Photovoltaics」 Advanced Materials 23, 4193(2011)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0013] 液晶表示装置をはじめとする表示装置は、映像を表示するために電源やバッテリー等の外部からの電力供給を必要とする。そのため、電力インフラが整備されていない地域では使用することができず、また、災害等で外部からの電力が供給されない場合には使用することができない。更に、近年、環境エネルギーに対する意識が高まっていることから、表示装置自身が発電するセルフパワーディスプレイが必要とされている。
- [0014] セルフパワーディスプレイとして、シリコン系の太陽電池と表示装置とを組み合わせた商品は古くから提案されている。シリコン系の太陽電池を用いる場合には、表示面の裏側に太陽電池を配置するか、表示面と太陽電池とを並べて配置する必要がある。しかし、シリコン系の太陽電池は光を透過しないため、表示面の裏側に太陽電池を配置すると、表示と発電とを同時に行うことができない。また、表示面と太陽電池とを並べて配置すると、広い設置面積が必要となる。
- [0015] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、発電機能及び偏光特性に優れ、かつ効率的な構成を備える偏光素子、該偏光素子の製造方法、該偏光素子を有する液晶表示装置、及び、該液晶表示装置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

- [0016] 本発明者らは、構成を複雑化することなく、表示と同時に発電を行うことが可能な構成について検討を行った。そして、有機半導体系の太陽電池は、一定の処理を施すことで偏光特性を付与することが可能な点に着目し、液晶表示装置が必須として備える偏光素子を、偏光特性を有する太陽電池に置き換えることで、構成を複雑化することなく、偏光素子に発電機能を付与することができることを見出した。なお、有機半導体系の太陽電池は、透光性を確保しやすいため、表示面と重ねて配置したとしても、光が遮られてしまうというデメリットが少ない。
- [0017] また、本発明者らは、更に鋭意検討を行ったところ、PN接合型の有機半導

体層ではなく、バルクヘテロ接合型の有機半導体層に対して偏光特性を付与した場合、同じ方法であったとしても、バルクヘテロ接合型の方が、PN接合型よりも優れた偏光特性を持つことが確認された。

[0018] こうして本発明者らは、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0019] 本発明の一態様は、支持基板と、第一の電極と、第二の電極と、該第一の電極と該第二の電極との間に配置された有機半導体層と、該第一の電極と該有機半導体層との間に配置された第一のキャリア輸送層、及び／又は、該有機半導体層と該第二の電極との間に配置された第二のキャリア輸送層とを有し、該支持基板と第一の電極と第二の電極とは、この順に配置され、該有機半導体層は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層であり、該第一のキャリア輸送層、該有機半導体層、及び、該第二のキャリア輸送層の少なくとも一つが偏光特性を有する偏光素子である。

[0020] 上記第一の電極は、陽極であっても陰極であってもよい。また、上記第二の電極は、陽極であっても、陰極であってもよい。上記第一のキャリア輸送層は、正孔輸送層であっても電子輸送層であってもよい。上記第二のキャリア輸送層は、正孔輸送層であっても電子輸送層であってもよい。

[0021] 本発明の偏光素子の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。また、本発明の偏光素子の用途は限定されず、液晶表示装置のほかに、偏光サングラス、偏光レンズ、偏光フィルター等の光学素子に適用することも可能である。

[0022] 好ましい形態としては、(i) 上記第一の電極が陽極であり、上記第二の電極が陰極であり、上記第一のキャリア輸送層が正孔輸送層であり、上記第二のキャリア輸送層が電子輸送層である組み合わせ、及び、(ii) 上記第一の電極が陰極であり、上記第二の電極が陽極であり、上記第一のキャリア輸送層が電子輸送層であり、上記第二のキャリア輸送層が正孔輸送層である組み合わせが挙げられる。好ましい形態のうち、(i) の構成を通常型(N o

r m a l 型) ともいい、(i i) の構成を逆型 (I n v e r t e d 型) ともいう。

- [0023] 上記有機半導体層の表面は、凹凸を有してもよい。該凹凸は、平面視において線状の溝であってもよい。溝の幅は1～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は10～10000nmであり、溝の深さは1～100nmであることが好ましい。
- [0024] 上記第一のキャリア輸送層の表面及び／又は前記第二のキャリア輸送層の表面は、凹凸を有してもよい。該凹凸は、平面視において線状の溝であってもよい。溝の幅は1～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は10～10000nmであり、溝の深さは1～100nmであることが好ましい。
- [0025] 上記支持基板の表面は、凹凸を有してもよい。該凹凸は、平面視において線状の溝であってもよい。溝の幅は100～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は100～10000nmであり、溝の深さは10～300nmであることが好ましい。
- [0026] 上記第二の電極は、異なる材料により形成された複数の部位を有してもよい。
- [0027] 上記第二の電極は、透光性を有する部位と、遮光性を有する部位とを有してもよい。
- [0028] 前記第二の電極は、格子状の電極部分と櫛歯状の電極部分とを有してもよい。
- [0029] 上記第二の電極は、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、電気伝導度が大きい材料で構成されていることが好ましい。
- [0030] 上記第二の電極は、陰極であり、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、仕事関数が小さい材料で構成されていることが好ましい。
- [0031] 上記第二の電極は、陽極であり、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、仕

事関数が大きい材料で構成されていることが好ましい。

[0032] 本発明の他の一態様は、支持基板上に第一の電極を形成する工程と、該第一の電極上にバルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層を形成する工程と、該有機半導体層上に第二の電極を形成する工程と、該第一の電極と該有機半導体層との間に第一のキャリア輸送層を形成する工程、及び／又は、該有機半導体層と該第二の電極との間に第二のキャリア輸送層を形成する工程とを有し、該第一のキャリア輸送層、該有機半導体層、及び、該第二のキャリア輸送層の少なくとも一つが偏光特性を有する偏光素子の製造方法である。

[0033] 上記第一の電極は、陽極であっても陰極であってもよい。また、上記第二の電極は、陽極であっても、陰極であってもよい。上記第一のキャリア輸送層は、正孔輸送層であっても電子輸送層であってもよい。また、上記第二のキャリア輸送層は、正孔輸送層であっても電子輸送層であってもよい。

[0034] 本発明の偏光素子の製造方法としては、このような工程を必須とするものである限り、その他の工程により特に限定されるものではない。

[0035] 好ましい形態としては、(i) 上記第一の電極が陽極であり、上記第二の電極が陰極であり、上記第一のキャリア輸送層が正孔輸送層であり、上記第二のキャリア輸送層が電子輸送層である組み合わせ、及び、(ii) 上記第一の電極が陰極であり、上記第二の電極が陽極であり、上記第一のキャリア輸送層が電子輸送層であり、上記第二のキャリア輸送層が正孔輸送層である組み合わせが挙げられる。好ましい形態のうち、(i) の構成を通常型 (Normal 型) ともいい、(ii) の構成を逆型 (Inverted 型) ともいい。

[0036] 上記有機半導体層を形成する工程と上記第二の電極を形成する工程との間に、上記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程を有してもよい。

[0037] 上記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程は、上記有機半導体層の表面をラビングする工程であってもよい。ラビングする場合、溝の幅は 1 ~ 1000 nm であり、隣り合う溝の間隔は 10 ~ 10000 nm であり、溝の深さは 1 ~ 100 nm であることが好ましい。

- [0038] 上記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィーを用いて、上記有機半導体層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であってもよい。フォトリソグラフィーを用いる場合、溝の幅は100～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は100～10000nmであり、溝の深さは10～100nmであることが好ましい。
- [0039] 上記有機半導体層を形成する工程の一例は、上記支持基板を一方向に移動させながら有機半導体材料を塗布する工程であってもよい。
- [0040] 上記有機半導体層を形成する工程と前記第二の電極を形成する工程との間に、有機半導体層を伸延する工程を有してもよい。
- [0041] 上記第一キャリア輸送層を形成する工程と上記有機半導体層を形成する工程との間に、該第一キャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程を有してもよい。
- [0042] 上記第一のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、上記第一キャリア輸送層の表面をラビングする工程であってもよい。ラビングする場合、溝の幅は1～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は10～10000nmであり、溝の深さは1～100nmであることが好ましい。
- [0043] 上記第一のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィーを用いて、上記第一キャリア輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であってもよい。フォトリソグラフィーを用いる場合、溝の幅は100～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は100～10000nmであり、溝の深さは10～100nmであることが好ましい。
- [0044] 上記第二キャリア輸送層を形成する工程と上記第二の電極を形成する工程との間に、前記第二キャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程を有してもよい。
- [0045] 上記前記第二キャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、上記第二キャリア輸送層の表面をラビングする工程であってもよい。ラビングする場合、溝の幅は1～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は10～10000nmであり、溝の深さは1～100nmであることが好ましい。

- [0046] 前記第二キャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィーを用いて、該第二キャリア輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であってもよい。フォトリソグラフィーを用いる場合、溝の幅は100～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は100～10000nmであり、溝の深さは10～100nmであることが好ましい。
- [0047] 上記有機半導体層の表面、第一のキャリア輸送層の表面、又は、上記第二のキャリア輸送層の表面をラビングする工程は、ラビング回数が15～160回であることが好ましく、より好ましくは40～160回であり、更に好ましくは80～160回である。
- [0048] 上記支持基板上に第一の電極を形成する工程の前に、上記支持基板の表面に凹凸を形成する工程を有してもよい。
- [0049] 上記支持基板の表面に凹凸を形成する工程は、上記支持基板の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であってもよい。溝の幅は100～1000nmであり、隣り合う溝の間隔は100～10000nmであり、溝の深さは10～300nmであることが好ましい。
- [0050] 本発明の他の一態様は、一对の基板と、該一对の基板の間に挟持された液晶層と、
一对の偏光素子とを有し、該一对の偏光素子の少なくとも一方は、上記本発明のいずれかの偏光素子であり、該一对の基板のいずれか一方の、液晶層側と反対側の面上に配置されている液晶表示装置（本発明の第一の液晶表示装置）である。
- [0051] 本発明の第一の液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。
- [0052] 上記一对の基板のいずれか一方は、ブラックマトリクスを有し、上記偏光素子が有する第二の電極の少なくとも一部は、該ブラックマトリクスと重畳するように配置されてもよい。
- [0053] 上記第二の電極の、上記ブラックマトリクスと重畳する部分は、上記ブラッ

クマトリクスと重畳しない部分より厚くてもよい。

[0054] 上記第二の電極の、上記ブラックマトリクスと重畳しない部分は、透光性を有してもよい。

[0055] 上記第一の電極と上記液晶層との間に上記第二の電極が位置してもよい。

[0056] 本発明の他の一態様は、一对の基板と、該一对の基板の間に挟持された液晶層とを有し、該一对の基板の少なくとも一方は、上記の偏光素子を含む液晶表示装置（本発明の第二の液晶表示装置）である。

[0057] 本発明の第二の液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。

[0058] 上記基板のいずれか一方は、ブラックマトリクスを有し、上記偏光素子が有する第二の電極の少なくとも一部は、該ブラックマトリクスと重畳するように配置されてもよい。

[0059] 上記第二の電極の、上記ブラックマトリクスと重畳する部分は、上記ブラックマトリクスと重畳しない部分より厚くてもよい。

[0060] 上記第二の電極の、上記ブラックマトリクスと重畳しない部分は、透光性を有してもよい。

[0061] 上記第一の電極と上記液晶層との間に上記第二の電極が位置してもよい。

[0062] 本発明の他の一態様は、上記本発明のいずれかの偏光素子の製造方法によって偏光素子を製造する工程と、該偏光素子を製造する工程によって製造された偏光素子を、液晶層を挟持する一对の基板のいずれか一方の、液晶層と反対側の面上に配置する工程とを有する液晶表示装置の製造方法（本発明の第一の液晶表示装置の製造方法）である。

[0063] 本発明の第一の液晶表示装置の製造方法としては、このような工程を必須とするものである限り、その他の工程により特に限定されるものではない。

[0064] 本発明の他の一態様は、上記本発明のいずれかの偏光素子の製造方法によって、液晶層を挟持する一对の基板の少なくとも一方に、偏光素子を製造する工程を有する液晶表示装置の製造方法（本発明の第二の液晶表示装置の製造

方法)である。

[0065] 本発明の第二の液晶表示装置の製造方法としては、このような工程を必須とするものである限り、その他の工程により特に限定されるものではない。

発明の効果

[0066] 本発明によれば、発電機能及び偏光特性に優れ、かつ効率的な構成を備える偏光素子、及び、該偏光素子を備える液晶表示装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0067] [図1]実施形態1に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図2]実施形態1に係る偏光素子を含む偏光板の平面模式図。

[図3]実施形態1に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図4]応用形態1に係る偏光素子の平面模式図。

[図5]応用形態1に係る偏光素子の平面模式図。

[図6]応用形態1に係る偏光素子の陰極の製造工程（第一の製造工程）を表した模式図。

[図7]応用形態1に係る偏光素子の陰極の製造工程（第二の製造工程）を表した模式図。

[図8]実施例1に係る偏光素子の二色比を示したグラフ。

[図9]比較例1に係る偏光素子の二色比を示したグラフ。

[図10]実施形態2に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図11-1]実施形態2に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図11-2]実施形態2に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図12]実施形態3に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図13]実施形態3に係る偏光素子の平面模式図。

[図14]実施形態3に係る偏光素子の平面模式図。

[図15]実施形態3に係る偏光素子の平面模式図。

[図16]実施形態2に係る偏光素子の発電機構を示す断面模式図。

[図17]実施形態2に係る偏光素子のエネルギーバンド図。

[図18]実施形態3に係る偏光素子の発電機構を示す断面模式図。

[図19]実施形態3に係る偏光素子のエネルギーバンド図。

[図20-1]実施形態3に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図20-2]実施形態3に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図21]実施形態4に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図22]実施形態4に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図23]実施形態5に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図24]実施形態5に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図25]実施形態6に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図26]実施形態6に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図27]実施形態7に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図28]実施形態7に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図29]実施形態8に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図30]実施形態8に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。

[図31]実施形態9に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図32-1]実施形態9に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図32-2]実施形態9に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図33]実施形態10に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図34-1]実施形態10に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
図。

[図34-2]実施形態10に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
図。

[図35]実施形態11に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図。

[図36]実施形態 1 1 に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図。
。

[図37]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置の斜視模式図。

[図38]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置の断面模式図。

[図39]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置の T F T 基板の平面模式図。

[図40]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図。

[図41]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図に対し、陰極の位置を付け加えた平面模式図。

[図42]一般的な液晶表示装置の斜視模式図。

[図43]一般的な液晶表示装置の断面模式図。

[図44]実施形態 1 2 に係る液晶表示装置における電力供給の経路を説明した図。

[図45]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置の斜視模式図。

[図46]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置の断面模式図。

[図47]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置の T F T 基板の平面模式図。

[図48]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図。

[図49-1]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置の T F T 基板の製造工程を表した模式図。

[図49-2]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置の T F T 基板の製造工程を表した模式図。

[図50]実施形態 1 3 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の製造工程を表した模式図。

[図51]実施形態 1 4 に係る液晶表示装置の斜視模式図。

[図52]実施形態 1 4 に係る液晶表示装置の断面模式図。

[図53]応用形態 2 に係る液晶表示装置の断面模式図。

[図54]応用形態 2 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図

に対し、陰極の位置を付け加えた平面模式図。

[図55]応用形態2に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図
に対し、陰極の位置を付け加えた平面模式図。

[図56]応用形態3に係る液晶表示装置の断面模式図。

[図57]応用形態3に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図
。

[図58]応用形態3に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図
。

[図59]PN接合型の有機半導体系の太陽電池の斜視模式図。

[図60]PN接合型の有機半導体系の太陽電池の発電機構を示す断面模式図。

[図61]バルクヘテロ接合型の有機半導体系の太陽電池の斜視模式図。

[図62]バルクヘテロ接合型の有機半導体系の太陽電池の発電機構を示す断面
模式図。

発明を実施するための形態

[0068] 以下に実施形態を掲げ、本発明について図面を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。

[0069] 下記実施形態に係る各偏光素子は、例えば、太陽電池のように、光が当たっ
たときに発生した電子及び正孔を直流電流として取り出すことが可能な「発
電素子」として用いてもよいし、例えば、フォトダイオード、それを用いた
CCD (Charged Coupled Device) 又はCMOSイメージセンサーのように
、光が当たったときに発生した電子を半導体層内部に保持し、回路駆動の仕
方によって光の強弱（光信号）に応じた電気信号を外部に取り出すことが可
能な「受光素子」として用いてもよい。

[0070] （実施形態1）

実施形態1では、通常型（Normal型）において、キャリア輸送層とし
て正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）のみを有し、ラビングにより有機半
導体層に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0071] 図1及び図2は、実施形態1に係る偏光素子を含む偏光板の模式図であり、

図1は断面模式図であり、図2は平面模式図である。図1に示すように、実施形態1に係る偏光素子100は、支持基板101、陽極（第一の電極）102、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）103、有機半導体層104、及び、陰極（第二の電極）105を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子100は、シール材107により対向基板106と貼り付けられており、偏光素子100、シール材107、及び、対向基板106の組み合わせが一つの偏光板110を構成する。陽極（第一の電極）102と有機半導体層104との間に正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）103を配置することで、ポテンシャル障壁を小さくして陽極102から有機半導体層104への正孔の注入効率を高めることができる。陽極102は透光性を有しており、形状は平板状である。陰極105の形状の一例としては、図2に示すように、平面視において格子状である形状が挙げられる。

[0072] 実施形態1では、有機半導体層104が偏光特性（光学的異方性）を有する。偏光特性は、二枚の偏光素子を偏光軸が互いに平行となるように平行ニコルに配置した場合と、偏光軸が互いに直交するようにクロスニコルに配置した場合との透過率の比で表すことができ、この透過率の比を「二色比」ともいう。偏光素子は、一般的に液晶表示装置等に用いた場合には、二色比が2以上でモノクロ表示を行うことができ、二色比の値が高いほど良好なモノクロ表示を得ることができる。本明細書において「偏光特性を有する」とは、550nmの波長成分での二色比が2以上である場合をいう。

[0073] 有機半導体層104は、p型有機半導体材料とn型有機半導体材料とを混合して形成されたバルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。有機半導体層104は、光電変換層である。励起子がp-n接合界面まで到達すると、電子と正孔（ホール）に分離し、電子は陰極105へ、正孔は陽極102に移動する。このような電荷の移動により、電流が発生する。有機半導体では、電子及び正孔の拡散長が数百nmと短いため、PN接合型の有機半導体層では、励起子がp-n接合界面に到達する確率が低いが、有機半導体層104は、バルクヘテロ接合型でp-n接合界面の面積が広いため、励起子が

p-n接合界面に到達する確率が高い。従って、光電変換効率が向上する。

[0074] 陰極105には、電子を効率的に収集しやすい仕事関数が小さい金属を用いることが好ましく、アルミニウム（Al、仕事関数：4.3 eV）、銀（Ag、仕事関数：4.3～4.7 eV）等が好適に用いられる。また、偏光素子100の透過率を高くする観点からは、陰極105には、透光性又は半透光性を有する電極であることが好ましく、薄く形成することで透光性又は半透光性を付与することができる。透光性を有する電極とは、透過率が60～100%のものをいい、半透光性を有する電極とは、透過率が30～60%のものをいう。また、陽極102には、正孔を効率的に収集しやすい仕事関数が大きい透明電極を用いる事が好ましく、インジウムスズオキサイド（ITO、仕事関数4.8 eV）等が好適に用いられる。

[0075] 以下に、図3を用いて、実施形態1に係る偏光素子100を含む偏光板110の製造方法の一例について説明する。図3は、実施形態1に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0076] 〔陽極の形成〕

図3（a）に示すように、支持基板101上に、スパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、又は、印刷法により、陽極102を形成する。支持基板101は、絶縁性の基板であり、ガラス基板、プラスチック基板、フィルムシート、フィルムシートをガラス基板に貼り付けた基板等を用いることができる。陽極102は、インジウム酸化スズ（ITO）、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン、それらが含まれたインク又は溶液等を用いて形成することができる。

[0077] 〔正孔輸送層の形成〕

図3（b）に示すように、陽極102上に、スピコート法、スリットコート法、蒸着法等により、正孔輸送層103を形成する。好ましくは、正孔輸送層103を形成した後、正孔輸送層103中の水分、酸素を更に追い出すため、窒素置換したグローブボックス内で、アニール処理（熱処理）を行う。正孔輸送層103は、不純物を添加（ドーピング）したポリアニリン、ポリフ

エニレンビニレン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリパラフェニレン、ポリアセチレン、トリフェニルジアミン（TPD）、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）、ポリエチレンジオキシチオフェン-ポリスチレンスルホン酸（PEDOT:PSS）、ポリシラン等を用いて形成することができる。上記不純物としては、電荷を中和する観点からは、ポリスチレンスルホン酸のような対イオンが好ましい。また、塗布性、膜強度を高める観点からは、ポリエステル樹脂等の熱可塑性樹脂、又は、ポリビニルアルコール等の親水性ポリマーが好ましい。

[0078] [有機半導体層の形成]

図3（c）に示すように、正孔輸送層103上に、スピンコート法、スリットコート法等により、有機半導体材料を塗布し、有機半導体層104を形成する。有機半導体層104は、p型の有機半導体材料とn型の有機半導体材料を混合した有機半導体材料を用いて形成する。p型の有機半導体材料としては、銅フタロシアニン、ポリ（2-メトキシ、5-（2'-エチルーヘキシルオキシ）-1,4-フェニレンビニレン（MEH-PPV）、ポリ（2-メトキシ-5-（3'-7'-ジメチルオクチルオキシ）-1,4-フェニレンビニレン（MDMO-PPV）、ポリ（3-ヘキシルチオフェン）（P3HT）等が挙げられる。n型の有機半導体材料としては、ペリレンジイミド誘導体、フラーレン、フェニルC₆₀、酞酸メチルエステル（PCBM）、サイメフ（SIMeF）等のフラーレン誘導体等が挙げられる。

[0079] [有機半導体層に対するラビング]

図3（d）に示すように、有機半導体層104の表面を、ラビングローラー10を用いてラビング処理を行う。ラビング処理を一方向に行うことで、有機半導体層104中の分子を一軸配向させ、有機半導体層104に偏光特性を付与することができる。ラビング回数は、15回以上で、有機半導体層に偏光特性を付与することができ、ラビング回数が多いほど、二色比の値を高くすることができる。また、ラビング回数が多いほど、有機半導体層104の表面近傍においてp型の有機半導体材料とn型の有機半導体材料とが混合

され、 $p-n$ 接合界面の面積が増えるため、光電変換効率を高くすることができる。ラビング回数は、15～160回が好ましく、より好ましくは40～160回であり、更に好ましくは80～160回である。ラビング処理は、加熱しながら行ってもよい。

[0080] 〔陰極の形成〕

図3（e）に示すように、有機半導体層104上に、スパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、又は、印刷法により、陰極105を形成する。これにより、偏光素子100が完成する。陰極105は、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン等の炭素化合物、それらが含まれたインク又は溶液等を用いて形成することができる。こうして、偏光素子100が完成する。

〔その他〕

また、完成した偏光素子100に対して、必要に応じてアニール処理（熱処理）を行ってもよい。

[0081] 〔封止〕

図3（f）に示すように、上記偏光素子100と、対向基板106とを、シール材107により貼り合わせ、陽極102、正孔輸送層103、有機半導体層104及び陰極105を支持基板101と対向基板106との間に封止する。これにより、正孔輸送層103及び有機半導体層104が大気暴露されることを防ぐことができる。対向基板106は、ガラス基板、プラスチック基板、フィルムシート等を用いることができる。プラスチック基板又はフィルムシートの表面は、無機化合物からなる保護膜が形成されていてもよい。シール材107は、紫外光の照射により硬化するもの、熱により硬化するもの、並びに、熱及び紫外光照射のいずれによっても硬化するもののいずれを用いてもよい。紫外線の照射を行う場合には、正孔輸送層103及び有機半導体層104が劣化しないように、シール材107以外の部分をマスクキングすることが好ましい。

[0082] そして、偏光素子100の陽極102及び陰極105を蓄電素子に接続する

ことで、発生した起電力を蓄電素子に充電することができる。

[0083] 偏光素子 100 内に陽極 102 及び陰極 105 が形成されているか否かは、顕微鏡を用いて確認することができる。正孔輸送層 103 及び有機半導体層 104 の少なくとも一つが偏光特性を有するか否かは、偏光素子 100 を含む偏光板 110 を一対用意し、分光器を用いて二色比を測定することで、確認することができる。また、偏光素子 100 が発電機能を有するか否かは、ソーラーシミュレーターを用いて確認することができる。偏光素子が有機半導体層を有し、有機半導体層 104 が p 型の有機半導体材料及び n 型の有機半導体材料を混合して形成されたものであるか否かは、X 線光電子分光法 (XPS) により確認することができる。有機半導体層 104 が単層であるか否かは、走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope) や透過型電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) を用いて確認することができる。

[0084] 実施形態 1 によれば、発電機能を有するとともに、偏光特性の優れた偏光素子を得ることができる。また、量産化技術として確立しているラビング法を用いるため、大面積化及び量産が可能である。

[0085] (応用形態 1)

応用形態 1 は、実施形態 1 に係る偏光素子を含む偏光板の一例であり、特に、陰極 105 の形状に着目した形態である。図 4 及び図 5 は、応用形態 1 に係る偏光素子の平面模式図である。図 4 及び図 5 に示すように、応用形態 1 では、陰極 105 は、格子状の電極部分 105b と、格子状の電極部分 105b に囲まれた櫛歯状の電極部分 105a とを有する。櫛歯状の電極部分 105a は、格子状の電極部分 105b と電氣的に接続されている。有機半導体層 104 では、p-n 接合界面で分離した電子及び正孔の拡散長は数百 nm と短い。そのため、発生した電子及び正孔を効率良く回収するためには、陰極 105 は、できるだけ広く形成されることが好ましく、面積を稼ぐために、格子状の電極部分のみならず、櫛歯状の電極部分を更に有することが好ましい。

[0086] 図4及び図5に示すように、櫛歯状の電極部分105aは複数本設けられており、互いが一定の間隔を空けて交互に噛み合わさるように形成されている。櫛歯状の電極部分105aは、図4に示すように直線状であってもよく、図5に示すように複数の屈曲部分を有していてもよい。櫛歯状の電極部分105aを櫛歯状とすることで、電子の捕集効率を上げ、応用形態1に係る偏光素子の光電変換効率を高めることができる。櫛歯状の電極部分105aは、偏光素子の透過率を高めつつ、有機半導体層104で発生した電子を効率的に収集するため、仕事関数が低く、導電率が高く、薄い膜であることが好ましい。そのため、格子状の電極部分105b及び櫛歯状の電極部分105aを同一材料で一体形成する場合の材料としては、銀（Ag、仕事関数：4.3～4.7 eV）、アルミニウム（Al：仕事関数4.3 eV）等を用いることが好ましい。

[0087] 格子状の電極部分105bの厚みは、櫛歯状の電極部分105aの厚みよりも大きいことが好ましい。格子状の電極部分105bには、電子捕集に適した仕事関数（小さい仕事関数）を有するアルミニウム（Al、仕事関数：4.3 eV）、銀（Ag、仕事関数：4.3～4.7 eV）等が好適に用いられる。格子状の電極部分105bの膜厚を大きくすることで、配線抵抗を低くすることができるので、電子を収集しやすくすることができる。

[0088] 応用形態1に係る偏光子の製造工程では、上記実施形態1の図3（e）で示した工程に換えて、後述の第一の製造工程又は第二の製造工程によって、陰極を形成する。図6及び図7は、応用形態1に係る偏光素子の陰極の製造工程を表した模式図であり、図6は第一の製造工程を表し、図7は第二の製造工程を表す。

[0089] 第一の製造工程は、図6（a）に示すように、有機半導体層104上に、マスク蒸着法又はスパッタ法を用いて、後に格子状の電極部分105bが形成される部分以外の部分に、櫛歯状の電極部分105aを形成する。次に、図6（b）に示すように、マスク蒸着法又はスパッタ法を用いて、櫛歯状の電極部分105aが形成されていない部分に格子状の電極部分105bを形成

する。

[0090] 第二の製造工程は、図 7 (a) に示すように、マスク蒸着法又はスパッタ法を用いて、有機半導体層 104 の表面全面に、櫛歯状の電極部分 105 a を形成する。その後、図 7 (b) に示すように、マスク蒸着法を用いて、櫛歯状の電極部分 105 a 上に格子状の電極部分 105 b を形成する。

[0091] 第一及び第二の製造工程ともに、櫛歯状の電極部分 105 a の厚さは、1 ~ 50 nm が好ましく、より好ましくは 10 ~ 30 nm である。格子状の電極部分 105 b の厚さは、第一の製造工程の場合は、100 ~ 400 nm が好ましく、より好ましくは 100 ~ 200 nm であり、第二の製造工程の場合は、100 ~ 400 nm が好ましく、より好ましくは 100 ~ 200 nm である。

[0092] 応用形態 1 では、櫛歯状の電極部分 105 a と格子状の電極部分 105 b とで、異なる材料を選択することができ、偏光素子 100 の透過率を高めつつ、有機半導体層 104 で発生した電子を効率的に収集することができる。

[0093] 具体的には、櫛歯状の電極部分 105 a には、格子状の電極部分 105 b よりも、導電率が大きい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 105 b にはアルミニウム (Al、導電率： $37.4 \times 10^6 \text{ S/m}$)、銅 (Cu、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$) 等を用い、櫛歯状の電極部分 105 a には銀 (Ag、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$) を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 105 a に、格子状の電極部分 105 b よりも電気伝導度が大きい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分 105 a の厚みを、格子状の電極部分 105 b の厚みよりも小さくすることができる。これにより、光の透過率を高めた半透明の薄膜を形成できるので、有機半導体層に照射される光が増加し、光電変換効率を高めることができる。

[0094] また、櫛歯状の電極部分 105 a には、格子状の電極部分 105 b よりも、仕事関数が小さい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 105 b には銀 (Ag、仕事関数：4.3 ~ 4.7 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 105 a にはアルミニウム (Al、仕事関数：4.3 eV) を用い

てもよいし、格子状の電極部分 105 b には銅 (Cu、仕事関数：4.7 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 105 a には銀 (Ag、仕事関数：4.3～4.7 eV) を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 105 a に、格子状の電極部分 105 b よりも、仕事関数が小さい材料を用いることで、櫛歯状の電極部分 105 a で捕集した電子を接続されている格子状の電極部分 105 b (やそれに繋がる外部端子) へ効率良く輸送することができる。

[0095] 更に、櫛歯状の電極部分 105 a には、格子状の電極部分 105 b よりも、導電率が大きく、仕事関数が小さい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 105 b には銅 (Cu、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数：4.7 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 105 a には銀 (Ag、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数：4.3～4.7 eV) を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 105 a に、格子状の電極部分 105 b よりも電気伝導度が大きく、仕事関数が小さい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分 105 a の厚みを、格子状の電極部分 105 b の厚みよりも小さくし、光の透過率を高めることができる。同時に、櫛歯状の電極部分 105 a で捕集した電子を接続されている格子状の電極部分 105 b (やそれに繋がる外部端子) へ効率良く輸送することができるので、光電変換効率を高めることができる。

[0096] (実施例 1)

以下に、実施形態 1 に準じた形で、偏光素子を含む偏光板を作製した実施例 1 を示す。

[0097] まず、スパッタ法を用いてガラス基板全面に ITO 膜を形成した。続いて、200℃で焼成した。その後、フォトリソグラフィーを用いて所望のパターン形状のレジストを形成した後、濃塩酸又は第二塩化鉄で ITO 膜のエッチングを行って電極パターンを形成した。その後、剥離液を用いてレジストを剥離した。

[0098] ITO 膜上に、ポリエチレンジオキシチオフェンポリスチレンスルホン酸 (PEDOT:PSS) を塗布し、スピンコート法により 2000 rpm、

60 sで回転させ、厚さ40 nmのPEDOT:PSS膜を形成した。その後、シール材を塗布する領域、電極パッド領域等に付着したPEDOT:PSSを拭取り、ホットプレートで120℃、10分間の熱処理（アニール処理）を行い、溶媒を飛ばして正孔輸送層を形成した。その後、正孔輸送層中の水分、酸素を更に追い出すため、窒素置換したグローブボックス内で、180℃で5分間のアニール処理を行った。

[0099] 次に、ポリ（3-ヘキシルチオフェン）（P3HT）（1.25 wt%）とフェニルC₆₁酪酸メチルエステル（PCBM）（1 wt%）とをクロロベンゼンに溶解し、混合溶液を調製した。窒素置換を行ったグローブボックス内で、正孔輸送層上に上記混合溶液を塗布し、1500 rpm、60 sでスピコートし、厚さ150 nmの有機半導体層を形成した。その後、シール材を塗布する領域、電極パッド領域等に付着した混合溶液を拭取り、ホットプレートで150℃、20分間のアニール処理を行い、溶媒を飛ばした。その後、窒素置換を行ったグローブボックス内で、150℃に加熱したホットプレート上に基板を置き、有機半導体層の表面をラビングクロスで一方向に擦った。ラビング回数は0回のものと、15回のものと、40回のものを作成した。

[0100] ラビングした有機半導体層上に、メタルマスクを用いた真空蒸着法により、厚さ100 nmのアルミニウム（Al）電極を形成した。真空蒸着は、真空度 10^{-4} Pa、蒸着速度 $1\sim 10$ Å/sの条件で行った。Al電極は、平面視において、格子状に形成した。その後、150℃、20分間のアニール処理を行った。以上により、偏光素子を得た。アニール処理を行うことで、 π 共役高分子であるP3HTが有するチオフェン骨格間の $\pi-\pi$ 相互作用により、P3HTが積み重なり自己組織化が促進し、光吸収特性や正孔移動度を向上させることができる。ただし、アニール処理により、n型の有機半導体材料として用いたPCBM（フラーレン誘導体）の凝集が進行し、ポリマー（P3HTとPCBM）の自己組織化が阻害されやすくなるため注意が必要である。

- [0101] その後、グローブボックス内で、ディスペンサ装置を用いて、対向基板（ガラス基板）の周辺部に光硬化型シール樹脂を塗布し、偏光素子と貼り合せた。シール樹脂塗布部以外の部分をマスクし、シール樹脂塗布部に対して紫外線を1～2分照射し、偏光素子と対向基板とを接着した。
- [0102] 次に、偏光特性を確認した。以上のようにして作製した偏光素子を二枚用意し、各偏光素子を平行ニコルに配置した場合と、クロスニコルに配置した場合とでそれぞれ透過率を測定し、透過率の比（二色比）を算出した。また、比較のために、同様に、PN接合型の2層の有機半導体層を有する偏光素子（比較例1）を作製し、これについても透過率の比（二色比）を算出した。比較例1に係る偏光素子では、p型半導体層の表面をラビングし、その上にn型半導体層を積層して形成した。図8は、実施例1に係る偏光素子の二色比を示したグラフであり、図9は、比較例1に係る偏光素子の二色比を示したグラフである。
- [0103] 二色比の測定には、実施例1として上記方法で作製した単層のバルクヘテロ接合型のサンプルについては、ラビング回数が0回のもものと、15回のもものと、40回のもものとを用意した。一方、比較例1として上記方法で作製したPN接合型のサンプルについては、ラビング回数が0回のもものと、ラビング回数が40回のもものとを用意した。二色比の測定は、分光器を用いて、平行ニコルに配置した場合の透過率と、クロスニコルに配置した場合の透過率の比を求めることにより行った。測定波長域は、350～750nmとした。
- [0104] 図8及び図9に示すように、ラビング回数が0回では、実施例1、比較例1ともに、二色比は1であり偏光特性を有さないことが分かった。図8に示すように、実施例1では、ラビング回数が多いほど偏光特性が向上し、ラビング回数が15回で550nmの波長成分の二色比が2程度であり、ラビング回数が40回では、二色比が3程度であった。図8と図9とを比較すると、ラビング回数が15回の実施例1と、ラビング回数が40回の比較例1とは、同等の偏光特性を有することが分かった。また、ラビング回数とともに

40回の場合において、実施例1と比較例1とを比較すると、実施例1の方が、比較例1と比べて1.5～2倍高い値を示すことが分かった。

[0105] 以上により、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層を有する実施例1に係る偏光素子では、ラビング回数が多いほど偏光特性が向上すること、及び、ラビング回数が15回で、モノクロ表示を行うことができる程度の偏光特性が得られることが分かった。更に、PN接合型の2層の有機半導体層を有する比較例1に係る偏光素子と比較して、少ないラビング回数で、偏光特性を向上させることができることが分かった。

[0106] (実施形態2)

実施形態2は、更に第二のキャリア輸送層を有する点以外は、実施形態1と同様である。すなわち、通常型(Normal型)の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)と電子輸送層(第二のキャリア輸送層)とを有し、ラビングにより有機半導体層に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0107] 図10は、実施形態2に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図10に示すように、実施形態2に係る偏光素子200は、支持基板201、陽極(第一の電極)202、正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)203、有機半導体層204、電子輸送層(第二のキャリア輸送層)208及び、陰極(第二の電極)205を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子200は、シール材207により対向基板206と貼り付けられており、偏光素子200、シール材207、及び、対向基板206の組み合わせが、一つの偏光板210を構成する。有機半導体層204は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態2では、有機半導体層204が偏光特性(光学的異方性)を有する。

[0108] 陰極(第二の電極)205と有機半導体層204との間に電子輸送層(第二のキャリア輸送層)208を配置することで、有機半導体層204から陰極205への電子の注入効率を高めることができる。

[0109] 以下に、図11-1及び図11-2を用いて、実施形態2に係る偏光素子2

00を含む偏光板210の製造方法の一例について説明する。図11-1及び図11-2は、実施形態2に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0110] まず、実施形態1と同様に、図11-1(a)に示すように、支持基板201上に陽極202を形成し、図11-1(b)に示すように、陽極202上に正孔輸送層203を形成し、図11-1(c)に示すように、正孔輸送層203上に有機半導体層204を形成し、図11-1(d)に示すように、有機半導体層204の表面をラビングする。

[0111] 実施形態2では、有機半導体層204上に電子輸送層208を形成する。図11-2(e)に示すように、有機半導体層204上に、ゾルゲル(sol-gel)法、スピコート法、スリットコート法、スパッタ法、蒸着法等により、電子輸送層(第二のキャリア輸送層)208を形成する。電子輸送層208は、酸化チタン(TiO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、フッ化リチウム(LiF)、又は、これらのナノ粒子(粒子径: 1~30nm程度)が分散された溶液を用いて形成することができる。

[0112] ゾルゲル(sol-gel)法を用いた場合の具体例を挙げると、バイアル瓶中で、四塩化チタン(TiCl_4)をエタノールとベンジルアルコールとの混合液に溶かした溶液を、80℃で8時間アニール処理を行い、ゾルを形成させる。その後、懸濁液をジエチルエーテル液中に沈殿させ、遠心分離によって溶媒からナノ粒子を分離し、最終沈殿物をエタノール中に分散させて、透明なゾルを得る。得られたゾルを有機半導体層204上にスピコート法又はドロップキャスト法で塗布し、350~450℃で焼成して、微結晶 TiO_2 薄膜を形成する。

[0113] その後、実施形態1と同様に、図11-2(f)に示すように、電子輸送層208上に陰極205を形成し、実施形態2に係る偏光素子200が完成する。そして、図11-2(g)に示すように、偏光素子200と対向基板206とを、シール材207を介して互いに貼り合わせ、支持基板201と対向基板206との間に、陽極202、正孔輸送層203、有機半導体層20

4、電子輸送層 208 及び陰極 205 を封止することで、偏光板 210 が完成する。

[0114] 実施形態 2 では、電子輸送層 208 を有するため、有機半導体層 204 で発生した電子を効率的に収集することができる。

[0115] (実施形態 3)

実施形態 3 は、陽極、正孔輸送層、有機半導体層、電子輸送層及び陰極の、支持基板上での積層順が異なる点（より詳しくは、Inverted 型である点）、及び陽極、陰極の材料が異なる点以外は、実施形態 2 と同様である。すなわち、逆型（Inverted 型）において、キャリア輸送層として正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）と電子輸送層（第二のキャリア輸送層）とを有し、ラビングにより有機半導体層に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0116] 図 12 は、実施形態 3 に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図 12 に示すように、実施形態 3 に係る偏光素子 300 は、支持基板 301、陰極（第一の電極）305、電子輸送層（第一のキャリア輸送層）308、有機半導体層 304、正孔輸送層（第二のキャリア輸送層）303、及び、陽極（第二の電極）302 を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子 300 は、シール材 307 により対向基板 306 と貼り付けられており、偏光素子 300、シール材 307、及び、対向基板 306 の組み合わせが、一つの偏光板 310 を構成する。有機半導体層 304 は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態 3 では、有機半導体層 304 が偏光特性（光学的異方性）を有する。

[0117] 図 13～図 15 は、実施形態 3 に係る偏光素子の平面模式図である。陽極 302 の形状の一例としては、図 13 に示すように、実施形態 1 の図 2 と同様に、平面視において格子状である形状が挙げられる。また、陽極 302 は、図 14 及び図 15 に示すように、応用形態 1 の図 4 及び図 5 と同様に格子状の電極部分 302b と、格子状の電極部分に囲まれた櫛歯状の電極部分 302a とを有してもよい。陰極 305 は、透光性を有しており、形状は平板状

である。

[0118] 実施形態3では、陽極302の形状を、実施形態1の陰極105の形状と同様とし、陰極305の形状を、実施形態1の陽極102の形状と同様としているが、陽極302及び陰極305に用いる電極材料が実施形態1と異なる。陰極305は、電子を収集する機能を果たすため、仕事関数が相対的に小さく、かつ透明な電極を用いることが好ましく、インジウムスズオキサイド（ITO、仕事関数4.8 eV）等が好適に用いられる。また、陽極302は、正孔を収集する機能を果たすため、仕事関数が相対的に大きい金（Au、仕事関数：4.8～5.1 eV）等が好適に用いられる。また、陽極302に空気中でも安定で酸化しにくいAu等の金属を用いることで、耐久性が高い偏光素子を得ることができる。一方、偏光素子300の変換効率を高くする観点からは、陽極302には反射性のアルミニウム（Al）を用いることが好ましい。

[0119] 図14及び図15を用いて詳述すると、櫛歯状の電極部分302aは、偏光素子の透過率を高めつつ、有機半導体層で発生した正孔を効率的に収集するため、導電率が高く、薄い膜であることが好ましい。格子状の電極部分302b及び櫛歯状の電極部分302aを同一材料で一体形成する場合の材料としては、導電率が高く、薄膜化することで半透明となる金（Au、仕事関数：4.8～5.1 eV）、銀（Ag、仕事関数：4.3～4.7 eV）等を用いることが好ましい。格子状の電極部分302bの厚みは、櫛歯状の電極部分302aの厚みよりも大きいことが好ましい。格子状の電極部分302bには、正孔捕集に適した仕事関数（大きい仕事関数）を有する金（Au、仕事関数：4.8～5.1 eV）が好適に用いられる。格子状の電極部分302bの膜厚を大きくすることで、配線抵抗を低くすることができるので、電子を収集しやすくすることができる。

[0120] 実施形態3においても、応用形態1と同様に、櫛歯状の電極部分302aと格子状の電極部分302bとで、異なる材料を選択することができ、偏光素子300の透過率を高めつつ、有機半導体層304で発生した正孔を効率的

に収集することができる。

[0121] 具体的には、櫛歯状の電極部分 302a には、格子状の電極部分 302b よりも、導電率が大きい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 302b には、アルミニウム (Al、導電率： $37.4 \times 10^6 \text{ S/m}$)、金 (Au、導電率： $45.5 \times 10^6 \text{ S/m}$) 等を用い、櫛歯状の電極部分 302a には、銅 (Cu、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$)、銀 (Ag、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$) 等を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 302a に、格子状の電極部分 302b よりも電気伝導度が大きい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分 302a の厚みを、格子状の電極部分 302b の厚みよりも小さくすることができる。これにより、光の透過率を高めた半透明の薄膜を形成できるので、有機半導体層に照射される光が増加し、光電変換効率を高めることができる。

[0122] また、櫛歯状の電極部分 302a には、格子状の電極部分 302b よりも、仕事関数が大きい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 302b には銀 (Ag、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$) を用い、櫛歯状の電極部分 302a には金 (Au、仕事関数： $4.8 \sim 5.1 \text{ eV}$) を用いてもよいし、格子状の電極部分 302b にはアルミニウム (Al、仕事関数： 4.3 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 302a には銀 (Ag、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$)、銅 (Cu、仕事関数： $4.7 \sim 5.1 \text{ eV}$)、金 (Au、仕事関数： $4.8 \sim 5.1 \text{ eV}$) 等を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 302a に、格子状の電極部分 302b よりも、仕事関数が大きい材料を用いることで、櫛歯状の電極部分 302a で捕集した電子を接続されている格子状の電極部分 302b (やそれに繋がる外部端子) へ効率良く輸送することができる。

[0123] 更に、櫛歯状の電極部分 302a には、格子状の電極部分 302b よりも、導電率が大きく、かつ、仕事関数が大きい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 302b にはアルミニウム (Al、導電率： $37.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： 4.3 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 302

aには銀（A g、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$ ）、銅（C u、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： $4.7 \sim 5.1 \text{ eV}$ ）、金（A u、導電率： $45.5 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： $4.8 \sim 5.1 \text{ eV}$ ）等を用いてもよい。櫛歯状の電極部分302aに、格子状の電極部分302bよりも電気伝導度が大きく、仕事関数が大きい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分302aの厚みを、格子状の電極部分302bの厚みよりも小さくし、光の透過率を高めることができる。同時に、櫛歯状の電極部分302aで捕集した電子を接続されている格子状の電極部分302b（やそれに繋がる外部端子）へ効率良く輸送することができるので、光電変換効率を高めることができる。

[0124] 実施形態3のような逆型（I n v e r t e d型）では、特に正孔輸送層と電子輸送層との両方を有することが、光電変換効率の観点から好ましい。第一の電極（陰極）305と有機半導体層304との間に電子輸送層308を設けることで、正孔が陰極305に流れることを防ぎ、第二の電極（陽極）302と有機半導体層304との間に正孔輸送層303を設けることで、電子が陽極302に流れることを防ぐことができ、光電変換効率が低下することを防ぐことができるためである。

[0125] 実施形態3のような逆型（I n v e r t e d型）では、陽極302に腐食性の高いA l等の代わりに、空気中で安定、かつ酸化しにくいA uを用いることができる。また、陰極305と接する電子輸送層308に、空気中で安定なT i O₂、Z n O等を用いることができ、耐久性が高い偏光素子を得ることができる。

[0126] 以下に、実施形態2及び実施形態3を例にして、通常型（N o r m a l型）と逆型（I n v e r t e d型）との発電機構の違いについて説明する。図16は、実施形態2に係る偏光素子の発電機構を示す断面模式図であり、図17は、実施形態2に係る偏光素子のエネルギーバンド図である。図18は、実施形態3に係る偏光素子の発電機構を示す断面模式図であり、図19は、実施形態3に係る偏光素子のエネルギーバンド図である。

[0127] 実施形態2に係る偏光素子は通常型（Normal型）であり、第一の電極は陽極202であり、第二の電極は陰極205であり、第一のキャリア輸送層は正孔輸送層203であり、第二のキャリア輸送層は電子輸送層208である。図16に示すように、通常型（Normal型）では、陽極202、正孔輸送層203、有機半導体層204、電子輸送層208及び陰極205がこの順に積層される。図17は、陽極202にITO、正孔輸送層203にPEDOT:PSS、有機半導体層204にP3HT及びPCBM、電子輸送層208にTiO₂、陰極205にAlを用いた場合のエネルギーバンド図である。図17及び図19中の、HOMO（Highest Occupied Molecular Orbital）は、電子が占有している軌道のうち最もエネルギー順位の高い分子軌道を示し、LUMO（Lowest Unoccupied Molecular Orbital）は、電子がない空の軌道のうち最もエネルギー順位の低い分子軌道を示す。

[0128] 実施形態3に係る偏光素子は逆型（Inverted型）であり、第一の電極は陰極305であり、第二の電極は陽極302であり、第一のキャリア輸送層は電子輸送層308であり、第二のキャリア輸送層は正孔輸送層303である。図18に示すように、逆型（Inverted型）では、陰極305、電子輸送層308、有機半導体層304、正孔輸送層303及び陽極302がこの順に積層される。図19は、陰極305にITO、電子輸送層308にTiO₂、有機半導体層304にP3HT及びPCBM、正孔輸送層303にPEDOT:PSS、陽極302にAuを用いた場合のエネルギーバンド図である。

[0129] 図17及び図19に示すように、有機半導体層204及び304に光が照射されると、p型有機半導体材料とn型有機半導体材料との界面（p-n接合界面）近傍において、電子7と正孔（ホール）8が一对となった励起子6が発生する。励起子6がp-n接合界面まで到達すると、電子7と正孔（ホール）8に分離する。

[0130] 通常型（Normal型）では、第二の電極205に仕事関数が小さい金属を用い、第一の電極202に仕事関数が大きい金属を用いることで、図17

に示すように、電子 7 は陰極 205 に移動し、正孔 8 は陽極 202 に移動する。このような電荷の移動により、陽極（第一の電極）202 から、陰極（第二の電極）205 へ電流が発生する。

[0131] 逆型（Inverted 型）では、第一の電極 305 に仕事関数が小さい金属を用い、第二の電極 302 に仕事関数が大きい金属を用いることで、図 19 に示すように、電子 7 は第一の電極 305 へ移動し、正孔 8 は第二の電極 302 へ移動する。そのため、実施形態 3 では、電流の向きは実施形態 1 の通常型（Normal 型）とは逆になり、第一の電極 305 は陰極となり、第二の電極 302 は陽極となる。

[0132] なお、電極、有機半導体等に用いる材料等の理由により、逆型（Inverted 型）よりも通常型（Normal 型）の方が、高い光電変換効率が得られる。

[0133] 以下に、図 20-1 及び図 20-2 を用いて、実施形態 3 に係る偏光素子 300 を含む偏光板 310 の製造方法の一例について説明する。図 20-1 及び図 20-2 は、実施形態 3 に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0134] 実施形態 3 では、実施形態 2 と、陽極、正孔輸送層、有機半導体層、電子輸送層及び陰極の、支持基板上での積層順が異なる。図 20-1（a）に示すように、支持基板 301 上に、スパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、又は、印刷法により、陰極 305 を形成する。陰極 305 は、実施形態 1 で陽極（第一の電極）102 の材料として用いた材料、すなわち、インジウム酸化スズ（ITO）、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン、それらが含まれたインク又は溶液等を用いて形成することができる。

[0135] 図 20-1（b）に示すように、陰極 305 上に電子輸送層 308 を形成し、図 20-1（c）に示すように、電子輸送層 308 上に有機半導体層 304 を形成し、図 20-1（d）に示すように、有機半導体層 304 の表面をラビングし、図 20-2（e）に示すように、有機半導体層 304 上に正孔輸送層 303 を形成する。電子輸送層 308 に用いる材料、製法等は、実施

形態 2 と同様である。有機半導体層 304 及び正孔輸送層 303 に用いる材料、製法等、並びに、有機半導体層 304 の表面をラビングする方法、回数は、実施形態 1 と同様である。

[0136] その後、図 20-2 (f) に示すように、正孔輸送層 303 上に、スパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、又は、印刷法により、陽極 302 を形成し、実施形態 3 に係る偏光素子 300 が完成する。陽極 302 は、実施形態 1 で陰極（第二の電極）105 の材料として用いた材料、すなわち、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、金（Au）、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン等の炭素化合物、それらが含まれたインク又は溶液等を用いて形成することができる。ただし、実施形態 3 では、陽極 302 は、発生した正孔を取り出しやすくする観点から、より仕事関数の大きい金（Au）等を用いることが好ましい。

[0137] そして、図 20-2 (g) に示すように、偏光素子 300 と対向基板 306 とを、シール材 307 を介して互いに貼り合わせ、支持基板 301 と対向基板 306 との間に、陰極 305、正孔輸送層 303、有機半導体層 304、電子輸送層 308 及び陽極 302 を封止することで、偏光板 310 が完成する。

[0138] 実施形態 3 によれば、耐久性が高い偏光素子を得ることができる。

[0139] （実施形態 4）

実施形態 4 は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、有機半導体材料を含有する混合溶液を引き延ばしながら有機半導体層を形成する工程を有する点以外は、実施形態 1 と同様である。すなわち、通常型（Normal 型）の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）のみを有し、有機半導体層を引き伸ばしながら形成することにより偏光特性を付与した形態について述べる。

[0140] 図 21 は、実施形態 4 に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図 21 に示すように、実施形態 4 に係る偏光素子 400 は、支持基板 401、陽極（第一の電極）402、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）403、

有機半導体層 404、及び、陰極（第二の電極）405を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子400は、シール材407により対向基板406と貼り付けられており、偏光素子400、シール材407、及び、対向基板406の組み合わせが、一つの偏光板410を構成する。有機半導体層404は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態4では、有機半導体層404が偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態1と同様である。

[0141] 以下に、図22を用いて、実施形態4に係る偏光素子400を含む偏光板410の製造方法の一例について説明する。図22は、実施形態4に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0142] まず、実施形態1と同様に、図22（a）に示すように、支持基板401上に陽極402を形成し、図22（b）に示すように、陽極402上に正孔輸送層403を形成する。

[0143] 実施形態4では、有機半導体層404は、例えばスリットコート法により形成する。図22（c）に示すように、スリットコーター40を用いて有機半導体材料を溶解した混合溶液を上方より一定の幅で正孔輸送層403上に垂らしながら、塗布する。このとき、基板を移動させながら塗布することで、混合溶液を引き伸ばしながら塗布することができ、有機半導体材料中の有機分子を伸延方向に沿って配向させることができる。そしてその結果、偏光特性を有する有機半導体層404が得られる。実施形態4では、ラビング処理は不要である。実施形態4では、実施形態1で列挙したp型の有機半導体材料及びn型の有機半導体材料を、ジオキサン、シクロヘキサン、四塩化炭素、プロパノール、エタノール、エチレングリコール等の粘度が比較的高い溶媒に溶解させた混合溶液を用いる。混合溶液には、更にヨウ素及びヨウ化カリウムを含有するヨウ素溶液を混合してもよい。ヨウ素溶液中のヨウ素濃度は0.01～1wt%であることが好ましく、ヨウ化カリウム濃度は0.01～10wt%であることが好ましい。

[0144] 有機半導体層の製造工程の具体例を挙げると、ポリ（3-ヘキシルチオフェ

ン) (P3HT) (1.25wt%) とフェニルC₆₁ 醜酸メチルエステル (PCBM) (1wt%) とをクロロベンゼンに溶解し、混合溶液を調製する。更に、調製した混合溶液に対し、ヨウ素 (0.1wt%) 及びヨウ化カリウム (0.1wt%) を含有するヨウ素溶液を混合する。次に、窒素置換を行ったグローブボックス内で、スリットコーターを用いて、混合溶液を正孔輸送層上に、一定の幅で垂らしながら、ゆっくりと基板を移動させて混合溶液を引き伸ばしながら塗布し、厚さ150nm程度の有機半導体層を形成する。その後、ホットプレートで150℃、20分間加熱処理 (アニール処理) を行い、溶媒を完全に飛ばし、有機半導体層を形成する。

[0145] その後、実施形態1と同様に、図22(d)に示すように、有機半導体層404上に陰極405を形成し、実施形態4に係る偏光素子400が完成する。そして、図22(e)に示すように、偏光素子400と対向基板406とを、シール材407を介して互いに貼り合わせ、支持基板401と対向基板406との間に、陽極402、正孔輸送層403、有機半導体層404及び陰極405を封止することで、偏光板410が完成する。

[0146] 実施形態4では、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生を防止することができ、歩留まりが高い。実施形態4は、大面積化が容易であり、また、工程数が少なくスループットが高い。

[0147] (実施形態5)

実施形態5は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、有機半導体層を一軸伸延する点以外は、実施形態1と同様である。すなわち、通常型 (Normal型) の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) のみを有し、有機半導体層を一軸伸延することにより偏光特性を付与した形態について述べる。

[0148] 図23は、実施形態5に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図23に示すように、実施形態5に係る偏光素子500は、支持基板501、陽極 (第一の電極) 502、正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) 503、有機半導体層504、及び、陰極 (第二の電極) 505を有し、これらはこ

の順に積層されている。偏光素子 500 は、シール材 507 により対向基板 506 と貼り付けられており、偏光素子 500、シール材 507、及び、対向基板 506 の組み合わせが一つの偏光板 510 を構成する。実施形態 5 において支持基板 501 は、透明フィルムからなる単層フィルムであり、対向基板 506 は、透明フィルム 506a、及び、無機化合物により形成された保護膜 506b からなる積層フィルムである。有機半導体層 504 は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態 5 では、有機半導体層 504 及び正孔輸送層 504 が偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態 1 と同様である。

[0149] 以下に、図 24 を用いて実施形態 5 に係る偏光素子 500 を含む偏光板 510 の製造方法の一例について説明する。図 24 は、実施形態 5 に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0150] 図 24 (a) に示すように、ベース基板 580 上に支持基板 501 を形成する。支持基板 501 には、極薄プラスチック基板、フィルムシート等の伸縮性を有する材料を用いることが好ましい。ベース基板 580 としては、例えば、ガラス基板が挙げられる。例えば、支持基板 501 は、ベース基板 580 上に透明なポリイミド溶液等を塗布し、焼成することによってフィルムシートとして形成することができる。その後、実施形態 1 と同様に、支持基板 501 上に陽極 502 を形成し、図 24 (b) に示すように、陽極 502 上に正孔輸送層 503 を形成し、図 24 (c) に示すように、正孔輸送層 503 上に有機半導体層 504 を形成する。有機半導体層 504 を形成する際には、実施形態 4 と同様にヨウ素溶液を併せて用いてもよい。

[0151] 次に、図 24 (d) に示すように、支持基板 501 とベース基板 580 とをレーザー照射等により剥離し、その後、図 24 (e) に示すように、例えば、伸延ローラー 50 を用いて有機半導体層 504 を一軸伸延する。この際、同時に正孔輸送層 503 も一軸伸延される。これにより、有機半導体層 504 及び正孔輸送層 503 に偏光特性を付与することができる。伸延倍率は 1.2 ～ 7 倍であることが好ましい。一軸伸延は、乾式伸延方式、湿潤伸延方

式のいずれを用いてもよい。乾式伸延方式としては、ロール間伸延方法、加熱ロール伸延方法、圧縮伸延方法等が挙げられる。湿潤式伸延方式の一例としては、有機半導体層まで作製した積層体を、膨潤浴に浸漬し、該積層体を膨潤させて伸延を行い、その後、ヨウ素及びヨウ素化カリウムを含むヨウ素溶液内に浸漬して染色し、更に架橋浴に浸漬しながら伸延を行う。膨潤浴には、尿素又はチオ尿素等を含む溶液を用い、架橋浴には、ホウ酸、ホウ砂等を含む溶液を用いることができる。

[0152] 具体例を挙げると、まず、ベース基板となるガラス基板上に対し、透明なポリイミド溶液を厚さ10～30 μ mで塗布した後、ポリイミド溶液を焼成し、フィルムシートを形成する。そして、スクリーン印刷又はグラビア印刷を用いてフィルムシート全面に、インジウム酸化スズ（ITO）からなるナノ粒子を含む陽極を形成する。更に、200～300℃で焼成し、ITO膜の抵抗を下げる。有機半導体層は、ポリ（3-ヘキシルチオフェン）（P3HT）（1.25wt%）とフェニルC₆₁酪酸メチルエステル（PCBM）（1wt%）とをクロロベンゼンに溶解し、混合溶液を調製する。更に、調製した混合溶液に対し、ヨウ素（0.1wt%）及びヨウ化カリウム（0.1wt%）を含有するヨウ素溶液を混合する。次に、以上までで調整された混合溶液を、陽極上に、スピコート法により塗布し、有機半導体層504を形成する。続いて、有機半導体層までが形成された積層フィルムをベース基板から剥離し、剥離した積層フィルムを、窒素置換を行ったグローブボックス内で、熱ロールに通じ、乾式伸延方式により一軸伸延を行う。

[0153] その後、実施形態1と同様に、図24（f）に示すように、有機半導体層504上に陰極505を形成し、実施形態5に係る偏光素子500が完成する。そして、図24（g）に示すように、偏光素子500と対向基板506とを、シール材507により貼り合わせ、支持基板501と対向基板506との間に、陽極502、正孔輸送層503、有機半導体層504及び陰極505を封止することで、偏光板510が完成する。実施形態5では、支持基板501は、対向基板506を作製した方法と同じ方法で透明フィルムを作製

し、更に、透明フィル上に、窒化シリコン等の無機化合物により保護膜を形成することで、作製することができる。

[0154] 実施形態5によれば、発電機能を有するとともに、偏光特性の高い偏光素子を得られる。また、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生を防止することができ、歩留まりが高い。更に、支持基板及び対向基板にプラスチック、フィルムシート等の、薄型かつ軽量の素材を用いているので、軽量かつ柔軟性の高い偏光素子を得ることができる。

[0155] (実施形態6)

実施形態6は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、有機半導体層の表面に平面視において線状の溝を形成する点以外は、実施形態1と同様である。すなわち、通常型(Normal型)の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)のみを有し、レーザー照射により有機半導体層の表面に溝を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0156] 図25は、実施形態6に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図25に示すように、実施形態6に係る偏光素子600は、支持基板601、陽極(第一の電極)602、正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)603、有機半導体層604、及び、陰極(第二の電極)605を有し、これらはこの順に積層される。偏光素子600は、シール材607により対向基板606と貼り付けられており、偏光素子600、シール材607、及び、対向基板606の組み合わせが一つの偏光板610を形成する。有機半導体層604は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態6では、有機半導体層604の表面に平面視において線状の溝が形成されており、偏光特性(光学的異方性)を有する。発電機構は、実施形態1と同様である。

[0157] 以下に、図26を用いて実施形態6に係る偏光素子600を含む偏光板610の製造方法の一例について説明する。図26は、実施形態6に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0158] まず、実施形態1と同様に、図26(a)に示すように、支持基板601上

に陽極602を形成し、図26(b)に示すように、陽極602上に正孔輸送層603を形成する。

[0159] 次に、図26(c)に示すように、正孔輸送層603上に有機半導体層604を形成した後、図26(d)に示すように、有機半導体層604の表面に対しレーザー照射を行い、平面視において線状の溝を形成する。レーザーの照射方法としては、二光束干渉法、位相マスク法等が挙げられる。二光束干渉法は、2本のレーザービームの位相条件、行路長をマッチングさせ、重ね合わせた際に発生する周期的光強度分布（干渉パターン）を、対象となる部材に転写する光リソグラフィ技術の1つである。干渉パターンの周期は、2光束の干渉角度とレーザー波長に依存する。レーザーにより、1次元又は2次元の微細な凹凸パターンを、有機半導体層604の表面に形成することができる。溝の幅は100～1000nmが好ましく、より好ましくは100～300nmである。隣り合う溝の間隔は、100～10000nmが好ましく、より好ましくは100～1000nmである。溝の深さは、10～100nmが好ましく、より好ましくは50～100nmである。有機半導体層604の表面に平面視において線状の溝を形成することにより、有機半導体層604に、偏光特性を付与することができる。実施形態6では、有機半導体層604の材料が、紫外光に対して感光性を有する材料を含むことが好ましく、光重合開始剤が添加されていることがより好ましい。

[0160] その後、実施形態1と同様に、図26(e)に示すように、有機半導体層604上に陰極605を形成し、実施形態6に係る偏光素子600が完成する。そして、図26(f)に示すように、偏光素子600と対向基板606とを、シール材607により貼り合わせ、支持基板601と対向基板606との間に、陽極602、正孔輸送層603、有機半導体層604及び陰極605を封止することで、偏光板610が完成する。

[0161] 実施形態6では、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生を防止することができ、歩留まりが高い。また、一方向だけではなく、複数の方向に溝を形成することができるため、複数の方向に偏光方向を設定することがで

きる。

[0162] (実施形態 7)

実施形態 7 は、有機半導体層に対してラビングは行わず、その代わりに、正孔輸送層に対してラビングを行う点以外は、実施形態 1 と同様である。すなわち、通常型 (Normal 型) の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) のみを有し、ラビングにより正孔輸送層に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0163] 図 27 は、実施形態 7 に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図 27 に示すように、実施形態 7 に係る偏光素子 700 は、支持基板 701、陽極 (第一の電極) 702、正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) 703、有機半導体層 704、及び、陰極 (第二の電極) 705 を有し、これらはこの順に積層される。偏光素子 700 は、シール材 707 により対向基板 706 と貼り付けられ、偏光素子 700、シール材 707、及び、対向基板 706 の組み合わせが一つの偏光板 710 を構成する。有機半導体層 704 は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態 7 では、正孔輸送層 703 及び有機半導体層 704 の両方又は一方が偏光特性 (光学的異方性) を有する。発電機構は、実施形態 1 と同様である。

[0164] 以下に、図 28 を用いて実施形態 7 に係る偏光素子 700 を含む偏光板 710 の製造方法の一例について説明する。図 28 は、実施形態 7 に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0165] まず、実施形態 1 と同様に、図 28 (a) に示すように、支持基板 701 上に陽極 702 を形成し、図 28 (b) に示すように、陽極 702 上に正孔輸送層 703 を形成する。

[0166] その後、図 28 (c) に示すように、正孔輸送層 703 の表面に、ラビングローラー 10 を用いてラビング処理を行う。ラビング処理を一方向に行うことで、正孔輸送層 703 中の分子を一軸配向させ、正孔輸送層 703 に偏光特性を付与することができる。ラビング回数は、15 回以上で、正孔輸送層に偏光特性を付与することができ、ラビング回数が多いほど、二色比の値を

高くすることができる。ラビング回数は、15～160回が好ましく、より好ましくは40～160回であり、更に好ましくは80～160回である。ラビング処理は、加熱しながら行ってもよい。正孔輸送層703の表面にラビングを施すことにより、後に正孔輸送層703上に形成する有機半導体層704にも、一軸配向性を持たせることができる。

[0167] その後、実施形態1と同様に、図28(d)に示すように、正孔輸送層703上に有機半導体層704を形成する。正孔輸送層703の表面にラビング処理がなされているので、有機半導体層704の正孔輸送層703と接する側の表面もまた、その影響を受けることになる。次に、図28(e)に示すように、有機半導体層704上に陰極705を形成し、実施形態5に係る偏光素子700が完成する。そして、図28(f)に示すように、偏光素子700と対向基板706とを、シール材707により貼り合わせ、支持基板701と対向基板706との間に、陽極702、正孔輸送層703、有機半導体層704及び陰極705を封止することで、偏光板710が完成する。

[0168] 実施形態7では、ラビングにより正孔輸送層の表面に平面視において線状の溝が形成されることにより、入射光が散乱され、有機半導体層に入射する光の量が増加するため、光電変換効率を向上することができる。また、正孔輸送層には、偏光特性を向上させるために最適な材料を選択し、有機半導体層には、光電変換効率を向上させるために最適な材料を選択することができるので、材料選択の幅が広がり、プロセスマージンが広がる。

[0169] (実施形態8)

実施形態8は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、正孔輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する点以外は、実施形態1と同様である。すなわち、通常型(Normal型)の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)のみを有し、レーザー照射により正孔輸送層の表面に溝を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0170] 図29は、実施形態8に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図

29に示すように、実施形態8に係る偏光素子800は、支持基板801、陽極（第一の電極）802、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）803、有機半導体層804、及び、陰極（第二の電極）805が、この順に積層される。偏光素子800は、シール材807により対向基板806と貼り付けられ、偏光素子800、シール材807、及び、対向基板806の組み合わせが一つの偏光板810を構成する。有機半導体層804は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態8では、正孔輸送層803の表面に平面視において線状の溝が形成されており、正孔輸送層803及び有機半導体層804の両方又は一方は、偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態1と同様である。

[0171] 以下に、図30を用いて実施形態8に係る偏光素子800を含む偏光板810の製造方法の一例について説明する。図30は、実施形態8に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0172] まず、実施形態1と同様に、図30（a）に示すように、支持基板801上に陽極802を形成する。

[0173] 次に、図30（b）に示すように、陽極802上に正孔輸送層803を形成した後、図30（c）に示すように、正孔輸送層803の表面に対しレーザー照射を行い、平面視において線状の溝を形成する。溝の幅は100～1000nmが好ましく、より好ましくは100～300nmである。隣り合う溝の間隔は、100～10000nmが好ましく、より好ましくは100～1000nmである。溝の深さは、10～100nmが好ましく、より好ましくは50～100nmである。正孔輸送層803の表面に平面視において線状の溝を形成することにより、後に正孔輸送層803上に形成する有機半導体層804にも、偏光特性を付与することができる。実施形態8では、正孔輸送層803の材料が、紫外光に対して感光性を有する材料を含むことが好ましく、光重合開始剤が添加されていることがより好ましい。

[0174] 具体例を挙げると、まず、陽極上に、ブチル（*m*-ヒドロキシフェニル）ポリシラン（分子量150000）を2.5wt%含有するシクロヘキサノン

溶液を2500rpm、30sの条件でスピコートする。その後、シール材を塗布する領域、電極パッド領域等に付着した溶液を拭取った後、ホットプレートで150℃、30分間加熱処理（アニール処理）を行い、溶媒を飛ばし、厚さ0.3μmのポリシラン薄膜を形成する。その後、膜中の水分、酸素を更に追い出すため、窒素置換したグローブボックス内で、180℃、5分間のアニール処理を行う。次に、二光束干渉法によるレーザー照射を用いて、正孔輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する。これにより、例えば、平面視において線状であり、間隔が約160nmであり、深さが10～100nmの溝を形成することができる。光源には、波長325nmのHe-Cdレーザーを用いることができる。

[0175] その後、実施形態1と同様に、図30（d）に示すように、正孔輸送層803上に有機半導体層804を形成する。正孔輸送層803の表面が平面視において線状の溝を有しているので、有機半導体層804の正孔輸送層803と接する側の表面もまた、必然的に溝を有することになる。次に、図30（e）に示すように、有機半導体層804上に陰極805を形成し、実施形態8に係る偏光素子800が完成する。そして、図30（f）に示すように、偏光素子800と対向基板806とを、シール材807により貼り合わせ、支持基板801と対向基板806との間に、陽極802、正孔輸送層803、有機半導体層804及び陰極805を封止することで、偏光板810が完成する。

[0176] 実施形態8では、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生を防止することができ、歩留まりが高い。また、一方向だけではなく、複数の方向に溝を形成することができるため、複数の方向に偏光方向を設定することができる。

[0177] （実施形態9）

実施形態9は、有機半導体層に対してラビングは行わず、その代わりに、電子輸送層に対してラビングを行う点以外は、実施形態2と同様である。すなわち、通常型（Normal型）の偏光素子において、キャリア輸送層とし

て正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）と電子輸送層（第二のキャリア輸送層）とを有し、ラビングにより電子輸送層の表面に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0178] 図31は、実施形態9に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図31に示すように、実施形態9に係る偏光素子910は、支持基板901、陽極（第一の電極）902、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）903、有機半導体層904、電子輸送層908（第二のキャリア輸送層）及び、陰極（第二の電極）905を有し、これらはこの順に積層される。偏光素子900は、シール材907により対向基板906と貼り付けられ、偏光素子900、シール907、及び、対向基板906の組み合わせが一つの偏光板910を構成する。有機半導体層904は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態9では、電子輸送層908が偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態2と同様である。

[0179] 以下に、図32-1及び図32-2を用いて実施形態9に係る偏光素子900を含む偏光板910の製造方法の一例について説明する。図32-1及び図32-2は、実施形態9に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0180] まず、実施形態2と同様に、図32-1（a）に示すように、支持基板901上に陽極902を形成し、図32-1（b）に示すように、陽極902上に正孔輸送層903を形成し、図32-1（c）に示すように、正孔輸送層903上に有機半導体層904を形成し、図32-1（d）に示すように、有機半導体層904上に電子輸送層908を形成する。

[0181] その後、図32-2（e）に示すように、電子輸送層908の表面に、ラビングローラー10を用いてラビング処理を行う。ラビング処理を一方向に行うことで、電子輸送層908中の分子を一軸配向させ、電子輸送層908に偏光特性を付与することができる。ラビング回数は、15回以上で、電子輸送層に偏光特性を付与することができ、ラビング回数が多いほど、二色比の値を高くすることができる。ラビング回数は、15～160回が好ましく、

より好ましくは40～160回であり、更に好ましくは80～160回である。ラビング処理は、加熱しながら行ってもよい。

[0182] その後、実施形態2と同様に、図32-2(f)に示すように、電子輸送層908上に陰極905を形成し、実施形態9に係る偏光素子900が完成する。そして、図32-2(g)に示すように、偏光素子900と対向基板906とを、シール材907により貼り合わせ、支持基板901と対向基板906との間に、陽極902、正孔輸送層903、有機半導体層904、電子輸送層908及び陰極905を封止することで、偏光板910が完成する。

[0183] 電子輸送層908が偏光特性を有するか否かは、偏光素子900を含む偏光板910を一对用意し、分光器を用いて二色比を測定することで、確認することができる。

[0184] 実施形態9では、ラビングにより、電子輸送層の表面に平面視において線状の溝が形成されることにより、入射光が散乱され、有機半導体層に入射する光の量が増加するため、光電変換効率を向上することができる。また、電子輸送層には、偏光特性を向上させるために最適な材料を選択し、有機半導体層及び正孔輸送層には、光電変換効率を向上させるために最適な材料を選択することができるので、材料選択の幅が広がり、プロセスマージンが広がる。

[0185] (実施形態10)

実施形態10は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、電子輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する点以外は、実施形態2と同様である。すなわち、通常型(Normal型)の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層(第一のキャリア輸送層)と電子輸送層(第二のキャリア輸送層)を有し、レーザー照射により電子輸送層の表面に凹凸を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0186] 図33は、実施形態10に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図33に示すように、実施形態10に係る偏光素子1000は、支持基板1001、陽極(第一の電極)1002、正孔輸送層(第一のキャリア輸送層

）１００３、有機半導体層１００４、電子輸送層（第二のキャリア輸送層）１００８、及び、陰極（第二の電極）１００５を有し、これらはこの順に積層される。偏光素子１０００は、シール材１００７により対向基板１００６と貼り付けられており、偏光素子１０００、シール材１００７、及び、対向基板１００６の組み合わせが一つの偏光板１０１０を形成する。有機半導体層１００４は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層である。実施形態１０では、電子輸送層１００８の表面に平面視において線状の溝が形成されており、偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態２と同様である。

[0187] 以下に、図３４－１及び図３４－２を用いて実施形態１０に係る偏光素子１０００を含む偏光板１０１０の製造方法の一例について説明する。図３４－１及び図３４－２は、実施形態１０に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0188] まず、実施形態２と同様に、図３４－１（ａ）に示すように、支持基板１００１上に陽極１００２を形成し、図３４－１（ｂ）に示すように、陽極１００２上に正孔輸送層１００３を形成し、図３４－１（ｃ）に示すように、正孔輸送層１００３上に有機半導体層１００４を形成し、図３４－１（ｄ）に示すように、有機半導体層１００４上に電子輸送層１００８を形成する。

[0189] 次に、図３４－２（ｅ）に示すように、実施形態６と同様に、電子輸送層１００８の表面に対しレーザー照射を行い、平面視において線状の溝を形成する。溝の幅は１００～１０００ｎｍが好ましく、より好ましくは１００～３００ｎｍである。隣り合う溝の間隔は、１００～１００００ｎｍが好ましく、より好ましくは１００～１０００ｎｍである。溝の深さは、１０～１００ｎｍが好ましく、より好ましくは５０～１００ｎｍである。電子輸送層１００８の表面に平面視において線状の溝を形成することにより、電子輸送層１００８に、偏光特性を付与することができる。実施形態１０では、電子輸送層１００８の材料が、紫外光に対して感光性を有する材料を含むことが好ましく、光重合開始剤が添加されていることがより好ましい。

[0190] その後、実施形態 2 と同様に、図 3 4 - 2 (f) に示すように、電子輸送層 1 0 0 8 上に陰極 1 0 0 5 を形成し、実施形態 1 0 に係る偏光素子 1 0 0 0 が完成する。そして、図 3 4 - 2 (g) に示すように、偏光素子 1 0 0 0 と対向基板 1 0 0 6 とを、シール材 1 0 0 7 により貼り合わせ、支持基板 1 0 0 1 と対向基板 1 0 0 6 との間に、陽極 1 0 0 2、正孔輸送層 1 0 0 3、有機半導体層 1 0 0 4、電子輸送層 1 0 0 8 及び陰極 1 0 0 5 を封止することで、偏光板 1 0 1 0 が完成する。

[0191] 電子輸送層 1 0 0 8 が偏光特性を有するか否かは、実施形態 9 と同様の方法で、確認することができる。

[0192] 実施形態 1 0 では、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生を防止することができ、歩留まりが高い。また、一方向だけではなく、複数の方向に溝を形成することができるため、複数の方向に偏光方向を設定することができる。

[0193] (実施形態 1 1)

実施形態 1 1 は、有機半導体層に対してラビングする工程を有さない点、その代わりに、支持基板の表面に平面視において線状の溝を形成する点以外は、実施形態 1 と同様である。すなわち、通常型 (N o r m a l 型) の偏光素子において、キャリア輸送層として正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) のみを有し、支持基板の表面に溝を形成して偏光特性を付与した形態について述べる。

[0194] 図 3 5 は、実施形態 1 1 に係る偏光素子を含む偏光板の断面模式図である。図 3 5 に示すように、実施形態 1 1 に係る偏光素子 1 1 0 0 は、支持基板 1 1 0 1、陽極 (第一の電極) 1 1 0 2、正孔輸送層 (第一のキャリア輸送層) 1 1 0 3、有機半導体層 1 1 0 4、陰極 (第二の電極) 1 1 0 5 を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子 1 1 0 0 は、シール材 1 1 0 7 により対向基板 1 1 0 6 と貼り付けられ、偏光素子 1 1 0 0、シール材 1 1 0 7、及び、対向基板 1 1 0 6 の組み合わせが一つの偏光板 1 1 1 0 を形成する。有機半導体層 1 1 0 4 は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層

である。実施形態 11 では、支持基板 1101 の表面に平面視において線状の溝が形成されており、正孔輸送層 1103 及び有機半導体層 1104 の両方又は一方は偏光特性（光学的異方性）を有する。発電機構は、実施形態 1 と同様である。

[0195] 以下に、図 36 を用いて実施形態 11 に係る偏光素子 1100 を含む偏光板 1110 の製造方法の一例について説明する。図 36 は、実施形態 11 に係る偏光素子を含む偏光板の製造工程を表した模式図である。

[0196] まず、支持基板 1101 の全面にレジストを塗布する。レジストはエッチング時の耐薬液性を考えて、ネガ型レジストを用いることが好ましい。その後、図 36 (a) に示すように、エッチングする領域上のレジストを除去し、エッチングしない領域上にレジスト 60 を残す。次に、フッ化水素酸 (HF)、バッファードフッ酸 (BHF) 等を用いて、10 秒～3 分程度ウェットエッチングすることにより、平面視において線状の溝を形成する。溝の幅は 100～1000 nm であり、隣り合う溝の間隔は 100～10000 nm であり、溝の深さは 10～300 nm であることが好ましい。

[0197] 上記では、ウェットエッチングの場合について説明したが、ドライエッチングを行ってもよい。ドライエッチングは、Deep RIE（反応性イオンエッチング）等のドライエッチを、10 秒～1 分程度行うことにより、上記のような平面視において線状の溝を形成することができる。また、サンドブラスト法により、微細な粒子を支持基板 1101 に吹き付け、支持基板 1101 の表面に微細な溝を形成してもよい。支持基板 1101 がプラスチック基板又はフィルムシートである場合には、ガラス転位温度 (T_g) 以下の温度で加熱しながらラビング処理を行うことで表面に溝を形成してもよい。実施形態 11 では、支持基板 1101 に平面視において線状の溝を形成することにより、その上に形成する正孔輸送層及び有機半導体層の両方又は一方に一軸配向性を持たせることができる。

[0198] その後、実施形態 1 と同様に、図 36 (b) に示すように、支持基板 1101 上に陽極 1102 を形成し、図 36 (c) に示すように、陽極 1102 上

に正孔輸送層 1103 を形成し、図 36 (d) に示すように、正孔輸送層 1103 上に有機半導体層 1104 を形成し、図 36 (e) に示すように、有機半導体層 1104 上に陰極 1105 を形成し、実施形態 11 に係る偏光素子 1100 が完成する。そして、図 36 (f) に示すように、偏光素子 1100 と対向基板 1106 とを、シール材 1107 により貼り合わせ、支持基板 1101 と対向基板 1106 との間に、陽極 1102、正孔輸送層 1103、有機半導体層 1104 及び陰極 1105 を封止することで、偏光板 1110 が完成する。

[0199] 実施形態 11 では、ラビングを行わないため、発塵及び静電気の発生が防止でき、歩留まりが高い。

[0200] 実施形態 4～8 及び 11 は、実施形態 2 と同様に、第二のキャリア輸送層を有してもよい。また、実施形態 4～8 及び 11 は、実施形態 3 と同様に、陽極、正孔輸送層、有機半導体層、電子輸送層及び陰極の、支持基板上での積層順が異なる逆型 (Inverted 型) を適用してもよい。更に、実施形態 1 の一例である応用形態 1 は、実施形態 2～11 のいずれにも適用することができる。

[0201] 有機半導体層に処理を施す実施形態 1～6 のいずれかは、第一のキャリア輸送層に処理を施す実施形態 7 又は 8 と組み合わせてもよいし、第二のキャリア輸送層に処理を施す実施形態 9 又は 10 と組み合わせてもよい。また、実施形態 1～6 のいずれかは、実施形態 7 又は 8 と組み合わせ、更に実施形態 9 又は 10 と組み合わせてもよい。実施形態 11 は、実施形態 1～10 のいずれかの実施形態と組み合わせてもよい。例えば、実施形態 1 と 11 とを組み合わせた場合は、支持基板の表面に平面視において線状の溝を形成し、更に、有機半導体層の表面にラビング処理を行う。

[0202] 上記実施形態 1～11 は、偏光素子及び偏光素子の製造方法について説明した。上記の偏光素子を含む液晶表示装置及び液晶表示装置の製造方法について、以下の実施形態 12～14 で説明する。

[0203] (実施形態 12)

実施形態 12 は、偏光素子を有する液晶表示装置である。図 37～図 40 は、実施形態 12 に係る液晶表示装置の模式図であり、図 37 は斜視模式図、図 38 は断面模式図、図 39 は T F T 基板の平面模式図、図 40 はカラーフィルター基板の平面模式図である。

[0204] 図 37 に示すように、実施形態 12 に係る液晶表示装置は、液晶表示装置の背面側から観察面側に向かって、バックライトユニット 1220、偏光板 1210、T F T 基板 1230、液晶層 1240、カラーフィルター基板 1250、及び、偏光板 1210 がこの順に積層されている。

[0205] 図 38 に示すように、偏光板 1210 は、偏光素子 1200、対向基板 1206 及びシール材 1207 を有する。偏光素子 1200 は、支持基板 1201、陽極（第一の電極）1202、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）1203、有機半導体層 1204、陰極（第二の電極）1205 を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子 1200 は、上記実施形態 1～11 に係る偏光素子 100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000 及び 1100 のいずれを適用してもよい。T F T 基板側の偏光素子 1200 とカラーフィルター基板側の偏光素子 1200 とは、実施形態 1～11 のうち、それぞれ異なる実施形態に係る偏光素子を適用してもよい。

[0206] T F T 基板 1230 は、ガラス等を材料とする絶縁性の透明基板 1231 を有し、その上にベースコート膜 1232 が形成され、その上にゲート電極 1233 が形成されている。ゲート電極 1233 上に、ゲート絶縁膜 1234、及び、半導体層 1235 が積層され、半導体層 1235 と一部が重畳するようにソース電極 1236 及びドレイン電極 1237 が形成されている。また、ゲート絶縁膜 1234 上には、画素電極 1238 が形成されており、画素電極 1238 の一部は、ドレイン電極 1237 と重畳している。ソース電極 1236 の一部、ドレイン電極 1237、半導体層 1235、及び、画素電極 1238 の一部は、T F T（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）1239 を形成している。T F T 基板 1230 を平面視した場合、図 39

に示すように、複数のゲート配線 1 2 3 3 と複数のソース配線 1 2 3 6 とを有し、複数のゲート配線 1 2 3 3 と複数のソース配線 1 2 3 6 とは互いに直交する。ゲート配線 1 2 3 3 とソース配線 1 2 3 6 との交点付近には、T F T 1 2 3 9 が形成されている。また、複数のゲート配線 1 2 3 3 と複数のソース配線 1 2 3 6 とに囲まれた領域には、画素電極 1 2 3 8 が形成されている。また、複雑になるので図示はしないが、ソース配線 1 2 3 6 から T F T 1 2 3 9 を通して書き込まれたデータ信号（電荷）を保持するための保持容量配線も画素内に形成されている。

[0207] カラーフィルター基板 1 2 5 0 は、ガラス等を材料とする絶縁性の透明基板 1 2 5 1 の液晶層 1 2 4 0 側にブラックマトリクス 1 2 5 3 及びカラーフィルター 1 2 5 4 を有する。カラーフィルター 1 2 5 4 は、例えば、赤色のカラーフィルター 1 2 5 4 R、緑色のカラーフィルター 1 2 5 4 G、及び、青色のカラーフィルター 1 2 5 4 B から構成される。更に、カラーフィルター基板 1 2 5 0 は、液晶層 1 2 4 0 側に向かって、層間膜 1 2 5 5 及び対向電極 1 2 5 6 をこの順に積層して有する。平面視においては、図 4 0 に示すように、ブラックマトリクス 1 2 5 3 は格子状であり、ブラックマトリクス 1 2 5 3 で囲まれた領域（開口部）に、カラーフィルター 1 2 5 4 R、1 2 5 4 G、1 2 5 4 B は配置されている。

[0208] 図 4 1 は、実施形態 1 2 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図に対し、陰極の位置を付け加えた平面模式図である。図 4 1 に示すように、偏光素子 1 2 0 0 の構成要素の一つである陰極 1 2 0 5 は、ブラックマトリクス 1 2 5 3 と重畳するように配置されている。平面視において、ブラックマトリクスの開口部に、偏光素子の陰極が形成されていないため、液晶表示装置の開口率を高くすることができる。

[0209] バックライトユニット 1 2 2 0 は、例えば、発光ダイオード（L E D）又は冷陰極管からなる光源 1 2 2 1、導光板 1 2 2 2、散乱板 1 2 2 3、プリズムシート 1 2 2 4 等から構成される。

[0210] 実施形態 1 2 に係る偏光素子 1 2 0 0 では、陽極（第一の電極）1 2 0 2 と

液晶層 1 2 4 0 との間に陰極（第二の電極） 1 2 0 5 が位置することが好ましい。すなわち、陽極 1 2 0 2 が陰極 1 2 0 5 よりも液晶層 1 2 4 0 から遠い位置に配置されることが好ましい。具体的には、T F T 基板 1 2 3 0 側の偏光素子 1 2 0 0 は、陽極 1 2 0 2 が陰極 1 2 0 5 よりもバックライトユニット 1 2 2 0 に近い位置に配置されることが好ましい。このように配置することで、バックライトユニットからの光が陰極 1 2 0 5 に遮られず、透明電極である陽極 1 2 0 2 を通して発電層である有機半導体層 1 2 0 4 に入射されるので、発電量を多くすることができる。また、カラーフィルター基板 1 2 5 0 側の偏光素子 1 2 0 0 は、陽極 1 2 0 2 が陰極 1 2 0 5 よりも観察側に近い位置に配置されることが好ましい。このように配置することで、太陽光が陰極 1 2 0 5 に遮られず、透明電極である陽極 1 2 0 2 を通して発電層である有機半導体層 1 2 0 4 に入射されるので、発電量を多くすることができる。

[0211] 実施形態 1 2 に係る液晶表示装置は、一般的な液晶表示装置の偏光板を、本発明の発電機能付き偏光素子を含む偏光板に置き換えた点で、一般的な液晶表示装置と異なる。以下に図 4 2 及び図 4 3 を用いて、一般的な液晶表示装置について説明する。図 4 2 及び図 4 3 は、一般的な液晶表示装置の模式図であり、図 4 2 は斜視模式図であり、図 4 3 は断面模式図である。

[0212] 図 4 2 に示すように、一般的な液晶表示装置は、液晶表示装置の背面側から観察面側に向かって、バックライトユニット 2 0 2 0、偏光板 2 1 0 0、T F T 基板 2 0 3 0、液晶層 2 0 4 0、カラーフィルター基板 2 0 5 0、及び、偏光板 2 1 0 0 をこの順に積層して有する。

[0213] 図 4 3 に示すように、偏光板 2 1 0 0 は一般的な偏光板であり、例えば、トリアセチルセルロース（T A C）フィルム 2 1 0 1、ポリビニルアルコール（P V A）フィルム 2 1 0 2、T A C フィルム 2 1 0 1 が積層した構造を有する。偏光板 2 1 0 0 は、P V A フィルム 2 1 0 2 を一軸伸延し、その両面に T A C フィルム 2 1 0 1 を貼り付けることで、作製することができる。偏光板 2 1 0 0 は、実施形態 1 ～ 1 1 の偏光素子 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4

00、500、600、700、800、900、1000及び1100のように、陽極、第一及び又は第二のキャリア輸送層、有機半導体層及び陰極を有さないため、励起光を照射しても発電することはできない。バックライトユニット2020、TFT基板2030、液晶層2040、及び、カラーフィルター基板2050の構成は、それぞれ上述の、バックライトユニット1220、TFT基板1230、液晶層1240、及び、カラーフィルター基板1250の構成と同様である。

[0214] 実施形態12では、TFT基板及びカラーフィルター基板の両基板に偏光素子1200を配置したが、TFT基板及びカラーフィルター基板のいずれか一方の基板に偏光素子1200を配置し、他方の基板にTACフィルム、PVAフィルム等が積層された一般的な偏光板2100を配置してもよい。

[0215] 実施形態12に係る液晶表示装置は、一般的な液晶表示装置に、単に、従来の太陽電池を組み合わせ、又は、重ね合わせた形態とは異なる。すなわち、実施形態12に係る液晶表示装置は、一般的な偏光板が有する偏光機能と、太陽電池が有する発電機能とを単に足し合わせただけでは得られない相乗効果を奏する。

[0216] 実施形態1の偏光素子を含む偏光板を用いた場合を例に挙げると、実施形態1に係る偏光素子は、バルクヘテロ接合型の有機半導体層をラビングし、n型有機半導体層とp型有機半導体層とが、混合されればされるほど、p-n接合界面が増え、太陽電池としての特性（光電変換効率）が向上するだけでなく、偏光板としての特性（偏光特性）も向上するという相乗効果を奏する。また、実施形態7又は9の偏光素子を含む偏光板を用いた場合を例に挙げると、実施形態7では、正孔輸送層をラビングして凹凸を形成し、実施形態9では、電子輸送層をラビングして凹凸を形成している。有機半導体層に接する正孔輸送層又は電子輸送層に凹凸を形成することで、単に偏光特性を付与するだけでなく、凹凸部での散乱光や反射光によって再び有機半導体層に光が入射することで、光電変換効率も向上させるという相乗効果を奏する。

[0217] 以上のように、実施形態12に係る液晶表示装置は、光電変換効率の向上及

び偏光特性の向上という相乗効果を奏する点において、一般的な液晶表示装置に、単に、従来の太陽電池を組み合わせ、又は、重ね合わせた形態とは異なる。

[0218] 以下に、図44を用いて実施形態12に係る液晶表示装置における電力供給の経路の一例について説明する。図44は、実施形態12に係る液晶表示装置における電力供給の経路を説明した図である。図44に示すように、実施形態12に係る液晶表示装置は、発電機能付き偏光素子1200と、TFT基板1230及びカラーフィルター基板1250を含む液晶パネルと、バックライトユニット1220とを有する。液晶パネル及びバックライトユニット1220に対しては、バッテリー1293、制御回路、及び、駆動回路を介して、外部電源1292から交流電流が供給される。発電機能付き偏光素子1200が有する電極（陰極、陽極）のそれぞれは、蓄電素子1291の電極につながっている。偏光素子1200に励起光（太陽光、バックライト光）1290が照射されると発電機能付き偏光素子1200内で直流電流（正孔、電子の移動）が発生し、一旦蓄電素子1291に蓄電される。そして、蓄電素子1291から流れてくる直流電流は、パワーコンディショナー回路において交流電流に変換され、制御回路へと流れていく。これにより、外部電源に加え、発電機能付き偏光素子1200が、TFT基板1230、カラーフィルター基板1250、及び、バックライトユニット1220への電力の供給に寄与する。

[0219] 液晶表示装置の駆動に必要な電力は、発電機能付き偏光素子1200が発電する電力だけで賄ってもよいし、外部電源からの電力と合わせて賄ってもよい。例えば、透過型の液晶表示装置は、バックライトユニットが必要であるため消費電力が高く、バッテリー1293を設け、外部電源1292からの電力を充電して主電源とし、発電機能付き偏光素子1200が発電する電力は補助的に利用することができる。これにより、バッテリーの電力消費を抑制し、バッテリーの利用時間を長くすることができる。一方、反射型の液晶表示装置は、バックライトユニットが不要であるため消費電力が低く、発電

機能付き偏光素子 1200 が発電する電力だけで駆動することができる。そのため、バッテリーが不要になり、液晶表示装置を軽量化することができる。

[0220] 実施形態 12 に係る液晶表示装置の他の構成要素について詳述する。

[0221] 実施形態 12 に係る液晶表示装置は、透過型、反射型及び反射透過両用型のいずれであってもよい。反射型又は反射透過両用型であれば、TFT 基板は、外光を反射するための反射板を備える。実施形態 12 に係る液晶表示装置は、カラーフィルターを TFT 基板に備えるカラーフィルタオンアレイ (Color Filter On Array) の形態であってもよい。また、実施形態 12 に係る液晶表示装置はモノクロディスプレイであってもよく、その場合、カラーフィルターは配置される必要はない。

[0222] 液晶層には、一定電圧が印加されることで特定の方向に配向する特性をもつ液晶材料が充填されている。液晶層内の液晶分子は、閾値以上の電圧の印加によってその配向性が制御される。実施形態 12 において液晶分子の配向モードは、例えば、TN モード、IPS モード、VA モード等が挙げられ、特に限定されない。

[0223] 実施形態 12 に係る液晶表示装置においては、偏光素子を取り出し、例えば、顕微鏡を用いて偏光素子の構造を確認することで、陽極、陰極等の電極が形成されているかを確認することができる。また、ソーラーシミュレーターを用いて、偏光素子が発電機能を有することを確認することができる。更に、分光器を用いて、偏光素子（正孔輸送層、有機半導体層、及び、電子輸送層の少なくとも一つ）が偏光特性を有することを確認することができる。X 線光電子分光法 (XPS) によれば、偏光素子が有機半導体層を有することを確認し、有機半導体層が p 型の有機半導体材料及び n 型の有機半導体材料を混合して形成されたものであることを確認することができる。更に、走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope) や透過型電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) によれば、偏光素子が有する有機半導体層が単層であることを確認することができる。

[0224] 実施形態 1 2 によれば、T F T 基板、カラーフィルター基板等の構造を変え
ることなく、液晶表示装置に対して発電機能を付加することができる。また
、互換性が高く、様々な液晶表示装置に適用することができる。

[0225] (実施形態 1 3)

実施形態 1 3 は、偏光素子が T F T 基板及びカラーフィルター基板の外側で
はなく、T F T 基板及びカラーフィルター基板の内部に含まれている点以外
は実施形態 1 2 と同様である。図 4 5 ～図 4 8 は、実施形態 1 3 に係る液晶
表示装置の模式図であり、図 4 5 は斜視模式図、図 4 6 は断面模式図、図 4
7 は T F T 基板の平面模式図、図 4 8 はカラーフィルター基板の平面模式図
である。

[0226] 図 4 5 に示すように、実施形態 1 3 に係る液晶表示装置は、液晶表示装置の
背面側から観察面側に向かって、バックライトユニット 1 3 2 0、T F T 基
板 1 3 6 0、液晶層 1 3 4 0、及び、カラーフィルター基板 1 3 7 0 をこの
順に積層して有する。バックライトユニット 1 3 2 0 の構成は、実施形態 1
2 と同様である。

[0227] 図 4 6 に示すように、T F T 基板 1 3 6 0 及びカラーフィルター基板 1 3 7
0 は、それぞれ偏光素子 1 3 0 0 を含む。偏光素子 1 3 0 0 は、支持基板 1
3 0 1、陽極（第一の電極）1 3 0 2、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層
）1 3 0 3、有機半導体層 1 3 0 4、及び、陰極（第二の電極）1 3 0 5 が
、この順に積層されて構成されている。偏光素子 1 3 0 0 は、上記実施形態
1 ～1 1 の偏光素子 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7
0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0 及び 1 1 0 0 のいずれを適用してもよい。
T F T 基板内の偏光素子 1 3 0 0 とカラーフィルター基板内の偏光素子 1 3
0 0 とは、実施形態 1 ～1 1 の偏光素子うち、それぞれ異なるものを適用し
てもよい。

[0228] T F T 基板 1 3 6 0 は、偏光素子 1 3 0 0 を有し、その上にパッシベーショ
ン膜 1 3 6 1 が形成され、その上にベースコート膜 1 3 6 2 が形成される。
ベースコート膜 1 3 6 2 上には、実施形態 1 2 と同様に、ゲート電極 1 3 6

3、ゲート絶縁膜1364、半導体層1365、ソース電極1366、ドレイン電極1367、及び、画素電極1368が形成され、ソース電極1366の一部、ドレイン電極1367、半導体層1365、及び、画素電極1368の一部は、TFT（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）1369を形成している。TFT基板を平面視した場合、図47に示すように、複数のゲート配線1363と複数のソース配線1366とを有し、ゲート配線1363とソース配線1366との交点付近には、TFT1369が形成され、複数のゲート配線1363と複数のソース配線1366とに囲まれた領域には、画素電極1368が形成されている。実施形態13では、ゲート配線1363及びソース配線1366と重畳するように、偏光素子1300の陰極1305が形成されている。

[0229] カラーフィルター基板1370は、偏光素子1300を有し、その上にパッシベーション膜1371が形成され、その上にベースコート膜1372が形成される。ベースコート膜1372上には、実施形態12と同様に、ブラックマトリクス1373、カラーフィルター1374、層間膜1375及び対向電極1376がこの順に積層されて形成されている。平面視においては、図48に示すように、ブラックマトリクス1373は格子状であり、ブラックマトリクス1373で囲まれた領域（開口部）に、カラーフィルター1374R、1374G、1374Bが配置されている。更に、偏光素子1300の陰極1305が、ブラックマトリクス1373と重畳するように形成されている。このように形成することで、液晶表示装置の開口率を高くすることができる。

[0230] 以下に実施形態13に係る液晶表示装置の製造工程を説明する。図49-1、図49-2、図50は、実施形態13に係る液晶表示装置の製造工程を表した模式であり、図49-1及び図49-2はTFT基板の製造工程、図50はカラーフィルター基板の製造工程を表す。

[0231] まず、図49-1及び図49-2を用いて、実施形態13に係る液晶表示装置のTFT基板の製造工程について説明する。

[0232] [パッシベーション膜の形成]

図49-1(a)に示すように、上記実施形態1~11のいずれかの方法により、偏光素子1300を作成する。次に、図49-1(b)に示すように、偏光素子1300の表面にパッシベーション膜1361を形成し、偏光素子1300を封止する。パッシベーション膜としては、窒化シリコン(SiN)等の無機膜、スピノングラス(SOG)、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等の有機膜、又は、それらの積層膜を用いることができる。パッシベーション膜1361は、CVD法により形成することができる。

[0233] 具体例を挙げると、偏光素子の表面に、CVD法により窒化シリコン(SiN)膜を100~300nm成膜する。その後、窒化シリコンの表面上に、ALD(Atomic Layer Deposition)法によりダイヤモンドライクカーボン(DLC)を積層する。これにより、パッシベーション膜が完成する。

[0234] [ベースコート膜及びゲート電極の形成]

図49-1(c)に示すように、パッシベーション膜1361上に、ベースコート膜1362を作成し、ベースコート膜1362上にゲート電極1363を形成する。ベースコート膜1362を作成することで、不純物、水分等が、偏光素子1300に浸入することを防ぐことができる。ベースコート膜1362には、SiO₂、SiN、SiON、SiNO等の無機膜、又は、これらの積層膜を用いることができる。ゲート電極1363は、スパッタ法、真空蒸着法等を用いて成膜しフォトリソグラフィとエッチングによりパターンニングすることで形成することができる。ゲート電極1363は、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、モリブデン(Mo)、W(タングステン)、銅(Cu)等を用いて形成することができる。ゲート電極1363は、偏光素子1300の陰極1305に重畳する位置に形成することが好ましい。これにより、開口率の低下を防ぐことができる。

[0235] 具体例を挙げると、パッシベーション膜上に、CVD法によりSiO₂膜を厚さ50~500nmで成膜し、その上にSiN膜を厚さ50~300nmで

成膜して、ベースコート膜を形成する。その後、ベースコート膜上に、マスク真空蒸着法によりアルミニウム（Al）膜を厚さ40～300nmで成膜して、ゲート電極を形成する。

[0236] [ゲート絶縁膜及び半導体層の形成]

図49-1（d）に示すように、ベースコート膜1362及びゲート電極1363上に、ゲート絶縁膜1364を形成し、図49-2（e）に示すように、ゲート電極1363と重畳する位置に半導体層1365を形成する。ゲート絶縁膜1364及び半導体層1365には、無機膜、有機膜のいずれも用いることができる。

[0237] ゲート絶縁膜1364及び／又は半導体層1365に無機膜を用いた場合は、ゲート絶縁膜1364及び／又は半導体層1365の信頼性に優れたTFTが得られる。無機ゲート絶縁膜の材料としては、SiO₂、SiN等が挙げられる。無機半導体層の材料としては、アモルファスシリコン（a-Si）等が挙げられる。また、無機半導体層の材料として、a-Siの代わりに酸化物半導体（例えば、IGZO）を用いることもできる。

[0238] 具体例を例に挙げると、CVD法により、SiN膜を厚さ50～150nmで成膜してゲート絶縁膜を形成する。ゲート絶縁膜上に、a-Si層を50～100nmで成膜し、その上にn⁺層を厚さ10～100nmで成膜する。その後、フォトリソグラフィーとドライエッチングによりa-Si層とn⁺層との積層を島状に残す。ゲート絶縁膜、半導体層及びn⁺層の成膜及び熱処理は、例えば150℃～400℃で行うことができる。他の具体例を挙げると、CVD法により、ゲート絶縁膜（SiO₂、SiN等）1364を厚さ50～150nmで成膜した後、スパッタ法によりIGZO膜を厚さ50～200nmで成膜し、同様にフォトリソグラフィーとエッチングにより、IGZO膜を島状に残す。ゲート絶縁膜、IGZO膜の成膜及び熱処理は、例えば150℃～400℃で行う事ができる。IGZOを用いる場合、n⁺層は不要である。

[0239] ゲート絶縁膜1364及び半導体層1365に有機膜を用いた場合は、20

0℃以下の低温で形成することができるので、偏光素子1300の有機半導体層1305や、基板への加熱によるダメージ及び応力を抑えることができる。有機ゲート絶縁膜1364の材料としては、ポリメタクリルアクリレート（PMMA）、ポリスチレン（PS）、ポリビニルフェノール（PVP）、CYTOP（旭硝子株式会社、登録商標）等が挙げられる。

[0240] 半導体層1365は、p型の有機半導体を採用する場合、ペンタセン、ルブレノ、ジナフト[2, 3-b:2', 3'-f]チエノ[3, 2-b]チオフェン（DNTT）等を用いて、蒸着法で形成することができる。また、6, 13-ビス（トリイソプロピルシリルエチニル）ペンタセン（TIPS-ペンタセン）、P3HT、ベンゾチエノ[3, 2-b]ベンゾチオフェン（BTBT）、C_n-BTBT等を用いて、スピコート等の塗布法で形成することができる。DNTTは耐熱性が200℃以上と高いため、より好ましい。一方、n型の有機半導体を採用する場合、C₆₀フラーレン、フェニルC₆₀、酞酸メチルエステル（PCBM）等を用いて、塗布法により形成することができる。スピコート法の代わりに、インクジェット法や印刷法を用いてもよい。有機半導体を用いる場合も、n⁺層は不要である。

[0241] 具体例を挙げると、ベースコート膜及びゲート電極上に、ゲート絶縁膜の材料となる溶液を1500～4000rpm、60s程度でスピコートした後、ホットプレートで120℃、数分程度のアニールを行って、厚さ約500～1000nmのゲート絶縁膜を形成する。

[0242] [ソース電極及びドレイン電極の形成]

基板全面に、スパッタ法、真空蒸着法等により金属膜を成膜し、その後、フォトリソグラフィ及びエッチングにより、図49-2（f）に示すように、ソース電極1366及びドレイン電極1367をパターニングする。ソース電極1366及びドレイン電極1367は、アルミニウム（Al）、アルミニウム-ケイ素合金（AlSi）、チタン（Ti）、銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）等を用いて形成することができる。

[0243] 具体例を挙げると、まず、スパッタ法により、AlSi/Ti電極を300

／50nm程度成膜した後、フォトリソグラフィーとドライエッチング（ギャップエッチング）を行うことで、ソース電極及びドレイン電極を形成することができる。

[0244] 〔画素電極の形成〕

基板全面にスパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、印刷法等により金属膜を成膜する。その後、フォトリソグラフィー及びエッチングによって、図49-2（g）に示すように、画素電極1368をパターンニングする。画素電極1368は、透明電極であるITO、IZO、CNT、グラフェン、それらを含むインク又は溶液等を用いて形成することができる。ソース電極1366の一部、ドレイン電極1367、半導体層1365、及び、画素電極1368の一部は、TFT（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）1369を形成する。

[0245] 具体例を挙げると、まず、スパッタ法により基板全面にITO膜を形成し、続いて200～300℃で焼成し、ITO膜の抵抗を下げる。その後、フォトリソグラフィーを用いて所望のパターン形状のレジストを形成した後、濃塩酸又は塩化第二鉄を用いてITO膜のエッチングを行うことで、画素電極を形成することができる。

[0246] 以上の工程により、TFT基板1360が完成する。実施形態13では、トップコンタクト型のTFTを例に挙げたが、TFTの半導体層の材料としてIGZO又は有機半導体を用いる場合は、信頼性やTFT特性を考慮し、ボトムコンタクト型のTFTを形成してもよい。ボトムコンタクト型のTFTは、半導体層の形成前にソース電極1366及びドレイン電極1367を形成する。

[0247] 以下に、図50を用いて、実施形態13に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の製造工程について説明する。

[0248] 〔パッシベーション膜の形成〕

TFT基板と同様に、図50（a）に示すように、上記実施形態1～11のいずれかの方法により、偏光素子1300を作製し、図50（b）に示すよ

うに、偏光素子 1300 の表面にパッシベーション膜 1371 を形成し、偏光素子 1300 を封止する。

[0249] [ベースコート膜及びブラックマトリクス形成]

次に、図 50 (c) に示すように、TF T 基板と同様に、ベースコート膜 1372 を形成し、ベースコート膜 1372 上にブラックマトリクス 1373 を形成する。ブラックマトリクス 1373 は、例えば、平面視において格子状に形成する。ブラックマトリクスにより、液晶分子の配向乱れによる光漏れを防ぐことができる。ブラックマトリクス 1373 は、クロム (Cr)、黒色色素を含有する樹脂等を用いて形成することができる。

[0250] 具体例を挙げると、感光性を有する黒色色素を含んだ樹脂を、スリットコーターにより厚さ 1 ~ 2 μm で塗布し、フォトリソグラフィーによりパターンニングすることで、ブラックマトリクスを形成する。また、スパッタ法により Cr 膜を厚さ 40 ~ 300 nm で成膜し、フォトリソグラフィー及びエッチングによりパターンニングすることでも、ブラックマトリクスを形成することができる。

[0251] [カラーフィルターの形成]

図 50 (d) に示すように、ブラックマトリクス 1373 を形成した基板上に、感光性を有する色レジスト、例えば、感光性を有する R (赤)、G (緑)、又は、B (青) の色レジストをスリットコーターで塗布し、フォトリソグラフィーによりパターンニングして、ブラックマトリクスに囲まれた領域にカラーフィルター 1374 を形成する。この工程を R (赤)、G (緑)、B (青) の色レジスト 3 回分繰り返して、3 色のカラーフィルターを形成する。インクジェット法により、R、G、B の色インクを塗布することでも形成することができる。

[0252] [層間膜及び対向電極形成]

図 50 (e) に示すように、ブラックマトリクス 1373 及びカラーフィルター 1374 上に、層間膜 1375 を形成する。層間膜 1375 には、SiO₂、SiN、SiON、SiNO 等を材料とする無機膜、又は、スピンオン

ガラス（SOG）、樹脂等を材料とする有機膜を用いることができる。その後、層間膜1375上に、スパッタ法、真空蒸着法、インクジェット法、印刷法等により透光性を有する対向電極1376を形成する。対向電極1376は、ITO、IZO、CNT、グラフェン、これらを含むインク又は溶液等を用いて形成することができる。次に、必要に応じてTFT基板及びカラーフィルター基板間のセルギャップを保つための、感光性樹脂からなるスペーサーをフォトリソグラフィーにより形成してもよい。

[0253] 以上により、カラーフィルター基板1370が完成する。

[0254] 上記で作製したTFT基板1360及びカラーフィルター基板1370の表面に配向膜を形成し、ラビング処理を施す。次に、一方の基板の周辺部にシール樹脂を塗布して、他方の基板と貼り合わせる。その後、両基板の間に液晶材料を注入し、封止して液晶層1340を形成する。貼り合わせの別の方法としては、両基板にラビング処理を施した後、一方の基板の周辺部にシール樹脂を塗布し、シール材の内側に液晶材料を滴下した後、他方の基板と貼り合わせてもよい（液晶滴下法）。TFT基板1360の背面側には、バックライトユニット1320を配置する。以上により、実施形態13に係る液晶表示装置が完成する。

[0255] 実施形態13では、実施形態12に係る液晶表示装置における透明基板1231及び1251に相当する部材を削減できるので、より薄型、軽量の液晶表示装置を得ることができる。実施形態13では、TFT基板が画素電極を有し、カラーフィルター基板が対向電極を有する液晶表示装置を例示したが、このような形態に限定されない。例えば、カラーフィルター基板が対向電極を有さず、TFT基板が画素電極及び共通電極を有するような液晶表示装置にも適用することができる。

[0256] （実施形態14）

実施形態14は、TFT基板及びカラーフィルター基板のいずれか一方の内部に一对の偏光素子の一方が含まれており、他の一方の基板の外部に一对の偏光素子の他方が配置されている点以外は実施形態12と同様である。図5

1 及び図 5 2 は、実施形態 1 4 に係る液晶表示装置の模式であり、図 5 1 は斜視模式図、図 5 2 は断面模式図である。

[0257] 図 5 1 に示すように、実施形態 1 4 に係る液晶表示装置は、液晶表示装置の背面側から観察面側に向かって、バックライトユニット 1 4 2 0、偏光板 1 4 1 0、T F T 基板 1 4 3 0、液晶層 1 4 4 0、及び、カラーフィルター基板 1 4 7 0 を有し、これらはこの順に積層されている。バックライトユニット 1 4 2 0 の構成は、実施形態 8 と同様である。

[0258] 図 5 2 に示すように、カラーフィルター基板 1 4 7 0 は、偏光素子 1 4 0 0 を含む。偏光素子 1 4 0 0 は、支持基板 1 4 0 1、陽極（第一の電極）1 4 0 2、正孔輸送層（第一のキャリア輸送層）1 4 0 3、有機半導体層 1 4 0 4、陰極（第二の電極）1 4 0 5 を有し、これらはこの順に積層されている。偏光素子 1 4 0 0 は、上記実施形態 1 ～ 1 1 の偏光素子 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0、7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0 及び 1 1 0 0 のいずれを適用してもよい。T F T 基板の外部に配置される偏光板 1 4 1 0 に含まれる偏光素子 1 4 0 0、及び、カラーフィルター基板 1 4 7 0 に含まれる偏光素子 1 4 0 0 に対しては、それぞれ異なる実施形態に係る偏光素子を適用してもよい。

[0259] T F T 基板 1 4 3 0 は、実施形態 1 2 と同様に、ガラス等を材料とする絶縁性の透明基板 1 4 3 1 を有し、その上に、ベースコート膜 1 4 3 2、ゲート電極 1 4 3 3、ゲート絶縁膜 1 4 3 4、半導体層 1 4 3 5、ソース電極 1 4 3 6、ドレイン電極 1 4 3 7、及び、画素電極 1 4 3 8 が形成され、ソース電極 1 4 3 6 の一部、ドレイン電極 1 4 3 7、半導体層 1 4 3 5、及び、画素電極 1 4 3 8 の一部は、T F T（Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ）1 4 3 9 を形成している。

[0260] カラーフィルター基板 1 4 7 0 は、実施形態 1 3 と同様に、偏光素子 1 4 0 0 を有し、その上に、パッシベーション膜 1 4 7 1、ベースコート膜 1 4 7 2、ブラックマトリクス 1 4 7 3、カラーフィルター 1 4 7 4、層間膜 1 4 7 5 及び対向電極 1 4 7 6 が形成されている。偏光素子 1 4 0 0 の陰極 1 4

05は、ブラックマトリクス1473と重畳するように形成されている。このように配置することで、液晶表示装置の開口率を高くすることができる。

[0261] (応用形態2)

応用形態2は、実施形態12に係る液晶表示装置の一例であり、特に、陰極の形状に着目した形態である。図53は、応用形態2に係る液晶表示装置の断面模式図である。図54及び図55は、応用形態2に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図に対し、陰極の位置を付け加えた平面模式図である。

[0262] 図53～図55に示すように、応用形態2では、偏光板1210の陰極1205は、格子状の電極部分1205bと、格子状の電極部分1205bに囲まれた櫛歯状の電極部分1205aとを有する。櫛歯状の電極部分1205a及び格子状の電極部分1205bの構成は、応用形態1の櫛歯状の電極部分105a及び格子状の電極部分105bの構成と同様である。励起光（太陽光、バックライト光）が照射されることにより励起子から分離した電子は、櫛歯状の電極部分1205aに移動し、格子状の電極部分1205bを通じて、例えば、蓄電素子に充電される。

[0263] 陰極1205の形状は、例えば、応用形態1の図4又は図5で示した形状とすることができる。図54及び図55に示すように、カラーフィルター基板1250のブラックマトリクス1253と、偏光素子1200の格子状の電極部分1205bは、平面視において、互いに重畳し、ブラックマトリクス1253の開口部に櫛歯状の電極部分1205aが重畳するように配置される。ブラックマトリクス1253の開口部と重なる位置にも陰極を配置することで、偏光素子で発生した電荷を効率よく集めることができ、光電変換効率を向上させることができる。櫛歯状の電極部分1205aは、透明又は半透明であることが好ましい。

[0264] また、櫛歯状の電極部分1205aと格子状の電極部分1205bとは、それぞれ異なる材料を用いてもよい。櫛歯状の電極部分1205aには、格子状の電極部分1205bよりも、導電率が大きい材料を用いることが好ま

しい。また、櫛歯状の電極部分 1205a には、格子状の電極部分 1205b よりも、仕事関数が小さい材料を用いることが好ましい。

[0265] 具体的には、櫛歯状の電極部分 1205a には、格子状の電極部分 1205b よりも、導電率が大きい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 1205b にはアルミニウム (Al、導電率： $37.4 \times 10^6 \text{ S/m}$)、銅 (Cu、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$) 等を用い、櫛歯状の電極部分 1205a には銀 (Ag、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$) を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 1205a に、格子状の電極部分 1205b よりも電気伝導度が大きい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分 1205a の厚みを、格子状の電極部分 1205b の厚みよりも小さくすることができる。これにより、光の透過率を高めた半透明の薄膜を形成できるので、有機半導体層に照射される光が増加し、光電変換効率を高めることができる。

[0266] また、櫛歯状の電極部分 1205a には、格子状の電極部分 1205b よりも、仕事関数が小さい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 1205b には銀 (Ag、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$) を用い、櫛歯状の電極部分 1205a にはアルミニウム (Al、仕事関数： 4.3 eV) を用いてもよいし、格子状の電極部分 1205b には銅 (Cu、仕事関数： 4.7 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 1205a には銀 (Ag、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$) を用いてもよい。櫛歯状の電極部分 1205a に、格子状の電極部分 1205b よりも、仕事関数が小さい材料を用いることで、櫛歯状の電極部分 1205a で捕集した電子を接続されている格子状の電極部分 1205b (やそれに繋がる外部端子) へ効率良く輸送することができる。

[0267] 更に、櫛歯状の電極部分 1205a には、格子状の電極部分 1205b よりも、導電率が大きく、仕事関数が小さい材料を用いることが好ましい。例えば、格子状の電極部分 1205b には銅 (Cu、導電率： $59 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： 4.7 eV) を用い、櫛歯状の電極部分 1205a には銀 (Ag、導電率： $61.4 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、仕事関数： $4.3 \sim 4.7 \text{ eV}$) を用

いてもよい。櫛歯状の電極部分 1205a に、格子状の電極部分 1205b よりも電気伝導度が大きく、仕事関数が小さい金属を用いることで、櫛歯状の電極部分 1205a の厚みを、格子状の電極部分 1205b の厚みよりも小さくし、光の透過率を高めることができる。同時に、櫛歯状の電極部分 1205a で捕集した電子を接続されている格子状の電極部分 1205b（やそれに繋がる外部端子）へ効率良く輸送することができるので、光電変換効率を高めることができる。

[0268] 応用形態 2 では、開口率が高く、光電変換効率が高い液晶表示装置を得ることができる。

[0269] （応用形態 3）

応用形態 3 は、実施形態 13 に係る液晶表示装置の一例であり、特に、陰極の形状に着目した形態である。図 56 は、応用形態 3 に係る液晶表示装置の断面模式図である。図 57 及び図 58 は、応用形態 3 に係る液晶表示装置のカラーフィルター基板の平面模式図である。

[0270] 図 56～図 58 に示すように、応用形態 3 では、偏光素子 1300 の陰極 1305 は、格子状の電極部分 1305b と、格子状の電極部分 1305b に囲まれた櫛歯状の電極部分 1305a とを有する。櫛歯状の電極部分 1305a 及び格子状の電極部分 1305b の構成は、応用形態 1 の櫛歯状の電極部分 105a 及び格子状の電極部分 105b の構成と同様である。

[0271] 陰極 1305 の形状は、例えば、応用形態 1 の図 4 又は図 5 で示した形状とすることができる。図 57 及び図 58 に示すように、カラーフィルター基板 1370 のブラックマトリクス 1373 と、偏光素子の格子状の電極部分 1305b は、平面視において、互いに重畳し、ブラックマトリクス 1373 の開口部に櫛歯状の電極部分 1305a が重畳するように形成される。ブラックマトリクス 1373 の開口部と重なる位置にも陰極を形成することで、偏光素子で発生した電荷を効率よく集めることができ、光電変換効率を向上させることができる。櫛歯状の電極部分 1305a は、透明又は半透明であることが好ましい。櫛歯状の電極部分 1305a 及び格子状の電極部分 13

05bの構成は、応用形態2で示した櫛歯状の電極部分1205a及び格子状の電極部分1205bの構成と同様である。

[0272] 応用形態3では、開口率が高く、光電変換効率が高い液晶表示装置を得ることができる。

[0273] 応用形態2及び3では、陰極は、応用形態1の第一の製造工程で作製した陰極を例示したが、応用形態1の第二の製造工程で作製した陰極を用いてもよい。応用形態2及び3では、実施形態1及び応用形態1で示したような、第二の電極が陰極である通常型（Normal型）の場合を例示したが、実施形態3に示したような、第二の電極が陽極である逆型（Inverted型）の場合においても、同様に適用できる。逆型（Inverted型）に適用する場合は、陽極が櫛歯状の電極部分と格子状の電極部分とを有する構成とし、陽極には、実施形態3で述べた電極材料と同様の電極材料を用いることができる。

符号の説明

[0274] 1、101、201、301、401、501、601、701、801、901、1001、1101、1201、1301：支持基板
2、102、202、302、402、502、602、702、802、902、1002、1102、1202、1302：陽極（第一の電極又は第二の電極）
3、103、203、303、403、503、603、703、803、903、1003、1103、1203、1303：正孔輸送層（第一のキャリア輸送層又は第二のキャリア輸送層）
4：PN接合型の光電変換層
4a：p型の有機半導体層
4b：n型の有機半導体層
104、204、304、404、504、604、704、804、904、1004、1104、1204、1304：有機半導体層（バルクヘテロ接合型）

5、105、205、305、405、505、605、705、805、
905、1005、1105、1205、1305：陰極（第二の電極又は
第一の電極）

6：励起子

7：電子

8：正孔（ホール）

9：バルクヘテロ接合型の光電変換層

10：ラビングローラー

40：スリットコーター

50：伸延ローラー

60：レジスト

100、200、300、400、500、600、700、800、90
0、1000、1100、1200、1300：（発電機能付き）偏光素子

105b、302b、1205b、1305b：格子状の電極部分

105a、302a、1205a、1305a：櫛歯状の電極部分

110、210、310、410、510、610、710、810、91
0、1010、1110、1210：偏光板

106、206、306、406、506、606、706、806、90
6、1006、1106、1206、1406：対向基板

107、207、307、407、507、607、707、807、90
7、1007、1107、1207、1407：シール材

208、1008、1108：電子輸送層（第二のキャリア輸送層又は第一
のキャリア輸送層）

506a：透明フィルム

506b：保護膜

580：ベース基板

1231、1251、1431、2031、2051：透明基板

1220、1320、1420、2020：バックライトユニット

1 2 2 1、1 3 2 1、1 4 2 1、2 0 2 1 : 光源
1 2 2 2、1 3 2 2、1 4 2 2、2 0 2 2 : 導光板
1 2 2 3、1 3 2 3、1 4 2 3、2 0 2 3 : 散乱板
1 2 2 4、1 3 2 4、1 4 2 4、2 0 2 4 : プリズムシート
1 2 3 0、1 4 3 0、2 0 3 0 : T F T 基板
1 2 5 0、2 0 5 0 : カラーフィルター基板
1 2 3 2、1 3 6 2、1 3 7 2、2 0 3 2、1 4 3 2、1 4 7 2 : ベースコ
ート膜
1 2 3 3、1 3 6 3、1 4 3 3、2 0 3 3 : ゲート電極 (ゲート配線)
1 2 3 4、1 3 6 4、1 4 3 4、2 0 3 4 : ゲート絶縁膜
1 2 3 5、1 3 6 5、1 4 3 5、2 0 3 5 : 半導体層
1 2 3 6、1 3 6 6、1 4 3 6、2 0 3 6 : ソース電極 (ソース配線)
1 2 3 7、1 3 6 7、2 0 3 7 : ドレイン電極
1 2 3 8、1 3 6 8、1 4 3 8、2 0 3 8 : 画素電極
1 2 5 3、1 3 7 3、1 4 7 3、2 0 5 3 : ブラックマトリクス
1 2 5 4、1 3 7 4、1 4 7 4、2 0 5 4 : カラーフィルター
1 2 5 5、1 3 7 5、1 4 7 5、2 0 5 5 : 層間膜
1 2 5 6、1 3 7 6、1 4 7 6、2 0 5 6 : 対向電極
1 2 9 0 : 励起光
1 2 9 1 : 蓄電素子
1 2 9 2 : 外部電源
1 2 9 3 : バッテリー
1 2 9 9、1 4 3 9、2 0 3 9 : T F T
1 2 4 0、1 3 4 0、1 4 4 0、2 0 4 0 : 液晶層
1 2 4 1、1 3 4 1、1 4 4 1、2 0 4 1 : 液晶分子
1 3 6 0 : T F T 基板 (偏光素子を含む)
1 3 6 1、1 3 7 1、1 4 7 1 : パッシベーション膜
1 3 7 0、1 4 7 0 : カラーフィルター基板 (偏光素子を含む)

1 3 6 9 : T F T

2 1 0 0 : 一般的な偏光板

2 1 0 1 : T A C フィルム

2 1 0 2 : P V A フィルム

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板と、第一の電極と、第二の電極と、該第一の電極と該第二の電極との間に配置された有機半導体層と、該第一の電極と該有機半導体層との間に配置された第一のキャリア輸送層、及び／又は、該有機半導体層と該第二の電極との間に配置された第二のキャリア輸送層とを有し、
- 該支持基板と第一の電極と第二の電極とは、この順に配置され、
- 該有機半導体層は、バルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層であり、
- 該第一のキャリア輸送層、該有機半導体層、及び、該第二のキャリア輸送層の少なくとも一つが偏光特性を有することを特徴とする偏光素子。
- [請求項2] 前記第一の電極は、陽極であり、
- 前記第二の電極は、陰極であり、
- 前記第一のキャリア輸送層は、正孔輸送層であり、
- 前記第二のキャリア輸送層は、電子輸送層であることを特徴とする請求項1に記載の偏光素子。
- [請求項3] 前記第一の電極は、陰極であり、
- 前記第二の電極は、陽極であり、
- 前記第一のキャリア輸送層は、電子輸送層であり、
- 前記第二のキャリア輸送層は、正孔輸送層であることを特徴とする請求項1に記載の偏光素子。
- [請求項4] 前記有機半導体層の表面は、凹凸を有することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の偏光素子。
- [請求項5] 前記第一のキャリア輸送層の表面及び／又は前記第二のキャリア輸送層の表面は、凹凸を有することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の偏光素子。
- [請求項6] 前記支持基板の表面は、凹凸を有することを特徴とする請求項1～5

のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項7] 前記凹凸は、平面視において線状の溝であることを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項8] 前記第二の電極は、異なる材料により形成された複数の部位を有することを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項9] 前記第二の電極は、透光性を有する部位と、遮光性を有する部位とを有することを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項10] 前記第二の電極は、格子状の電極部分と櫛歯状の電極部分とを有することを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項11] 前記第二の電極は、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、

該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、電気伝導度が大きい材料で構成されている

ことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項12] 前記第二の電極は、陰極であり、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、

該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、仕事関数が小さい材料で構成されている

ことを特徴とする請求項1、2、4～11のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項13] 前記第二の電極は、陽極であり、より厚みの大きい部位と、より厚みの小さい部位とを有し、

該厚みの小さい部位は、該厚みの大きい部位に比べて、仕事関数が大きい材料で構成されている

ことを特徴とする請求項1、3～11のいずれかに記載の偏光素子。

[請求項14] 支持基板上に第一の電極を形成する工程と、

該第一の電極上にバルクヘテロ接合型の単層の有機半導体層を形成する工程と、

該有機半導体層上に第二の電極を形成する工程と、
該第一の電極と該有機半導体層との間に第一のキャリア輸送層を形成する工程、及び／又は、該有機半導体層と該第二の電極との間に第二のキャリア輸送層を形成する工程とを有し、
該第一のキャリア輸送層、該有機半導体層、及び、該第二のキャリア輸送層の少なくとも一つが偏光特性を有することを特徴とする偏光素子の製造方法。

[請求項15] 前記第一の電極は、陽極であり、
前記第二の電極は、陰極であり、
前記第一のキャリア輸送層は、正孔輸送層であり、
前記第二のキャリア輸送層は、電子輸送層であることを特徴とする請求項14に記載の偏光素子の製造方法。

[請求項16] 前記第一の電極は、陰極であり、
前記第二の電極は、陽極であり、
前記第一のキャリア輸送層は、電子輸送層であり、
前記第二のキャリア輸送層は、正孔輸送層であることを特徴とする請求項14に記載の偏光素子の製造方法。

[請求項17] 前記有機半導体層を形成する工程と前記第二の電極を形成する工程との間に、前記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程を有することを特徴とする請求項14～16のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。

[請求項18] 前記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程は、前記有機半導体層の表面をラビングする工程であることを特徴とする請求項17に記載の偏光素子の製造方法。

[請求項19] 前記有機半導体層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィを用いて、前記有機半導体層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であることを特徴とする請求項17に記載の偏光素子の製造方法。

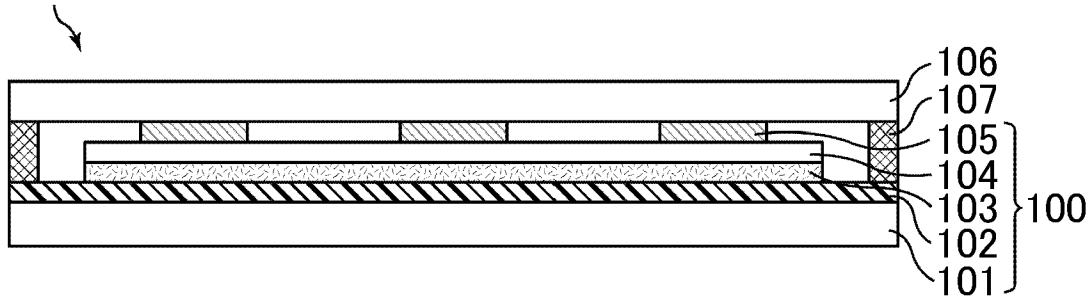
- [請求項20] 前記有機半導体層を形成する工程は、前記支持基板を一方向に移動させながら有機半導体材料を塗布する工程であることを特徴とする請求項14～16のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項21] 前記有機半導体層を形成する工程と前記第二の電極を形成する工程との間に、前記有機半導体層を伸延する工程を有することを特徴とする請求項14～16のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項22] 前記第一のキャリア輸送層を形成する工程と前記有機半導体層を形成する工程との間に、前記第一のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程を有することを特徴とする請求項14～21のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項23] 前記第一のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、前記第一のキャリア輸送層の表面をラビングする工程であることを特徴とする請求項22に記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項24] 前記第一のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィーを用いて、前記第一のキャリア輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であることを特徴とする請求項22に記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項25] 前記第二のキャリア輸送層を形成する工程と前記第二の電極を形成する工程との間に、前記第二のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程を有することを特徴とする請求項14～24のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項26] 前記第二のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、前記第二のキャリア輸送層の表面をラビングする工程であることを特徴とする請求項25に記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項27] 前記第二のキャリア輸送層の表面に凹凸を形成する工程は、フォトリソグラフィーを用いて、前記第二のキャリア輸送層の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であることを特徴とする請求項25に記載の偏光素子の製造方法。

- [請求項28] 前記有機半導体層の表面、前記第一のキャリア輸送層の表面、又は、前記第二のキャリア輸送層の表面をラビングする工程は、ラビング回数が15～160回であることを特徴とする請求項18、23及び26のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項29] 前記支持基板上に第一の電極を形成する工程の前に、前記支持基板の表面に凹凸を形成する工程を有することを特徴とする請求項14～28のいずれかに記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項30] 前記支持基板の表面に凹凸を形成する工程は、前記支持基板の表面に平面視において線状の溝を形成する工程であることを特徴とする請求項29に記載の偏光素子の製造方法。
- [請求項31] 一対の基板と、
該一対の基板の間に挟持された液晶層と、
一対の偏光素子とを有し、
該一対の偏光素子の少なくとも一方は、請求項1～13のいずれかに記載の偏光素子であり、該一対の基板のいずれか一方の、液晶層側と反対側の面上に配置されている
ことを特徴とする液晶表示装置。
- [請求項32] 一対の基板と、
該一対の基板の間に挟持された液晶層とを有し、
該一対の基板の少なくとも一方は、請求項1～13のいずれかに記載の偏光素子を含む
ことを特徴とする液晶表示装置。
- [請求項33] 前記一対の基板のいずれか一方は、ブラックマトリクスを有し、
前記偏光素子が有する第二の電極の少なくとも一部は、該ブラックマトリクスと重畳するように配置される
ことを特徴とする請求項31又は32に記載の液晶表示装置。
- [請求項34] 前記第二の電極の、前記ブラックマトリクスと重畳する部分は、前記ブラックマトリクスと重畳しない部分より厚いことを特徴とする請求

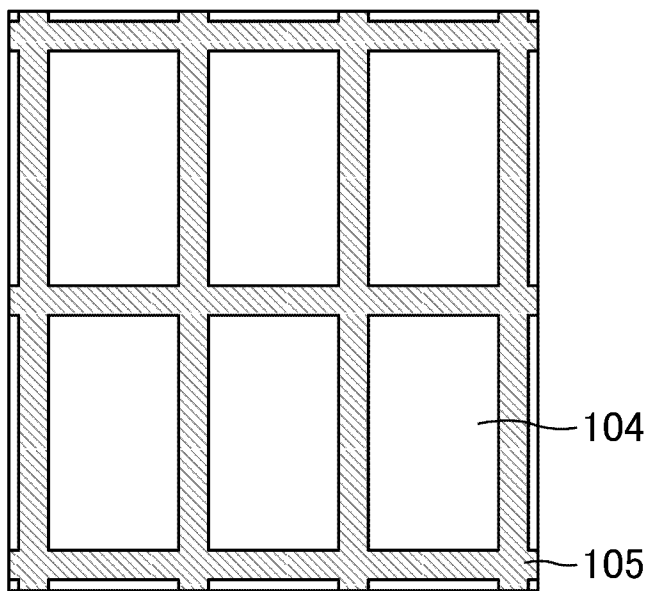
項 3 3 に記載の液晶表示装置。

- [請求項35] 前記第二の電極の、前記ブラックマトリクスと重畳しない部分は、透光性を有することを特徴とする請求項 3 3 又は 3 4 に記載の液晶表示装置。
- [請求項36] 前記第一の電極と前記液晶層との間に前記第二の電極が位置することを特徴とする請求項 3 1 ～ 3 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。
- [請求項37] 請求項 1 4 ～ 3 0 のいずれかに記載の偏光素子の製造方法によって偏光素子を製造する工程と、
該偏光素子の製造方法によって製造された偏光素子を、液晶層を挟持する一対の基板のいずれか一方の、液晶層と反対側の面上に配置する工程とを有する
ことを特徴とする液晶表示装置の製造方法。
- [請求項38] 請求項 1 4 ～ 3 0 のいずれかに記載の偏光素子の製造方法によって、液晶層を挟持する一対の基板の少なくとも一方に偏光素子を製造することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

[図1]

110

[図2]

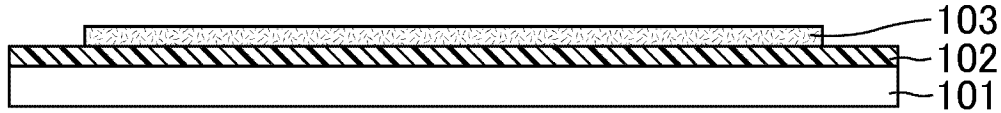
110

[図3]

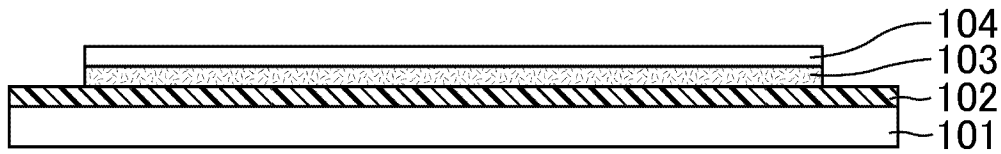
(a)



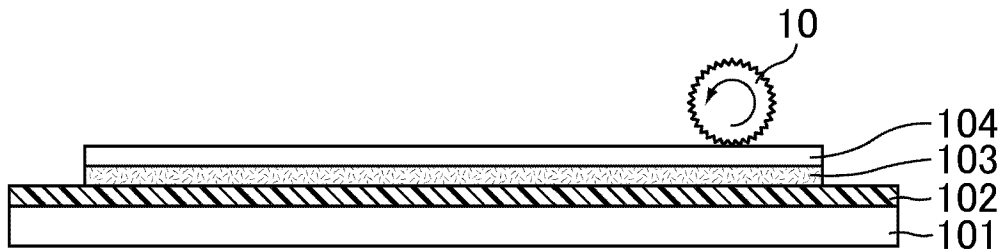
(b)



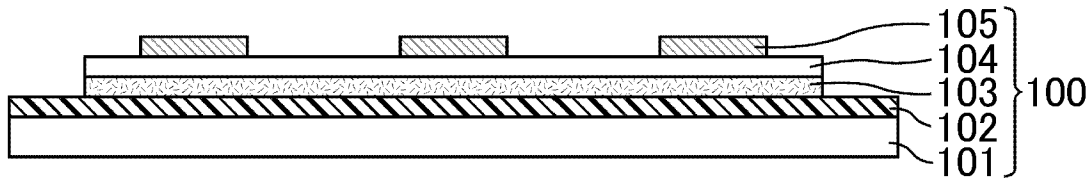
(c)



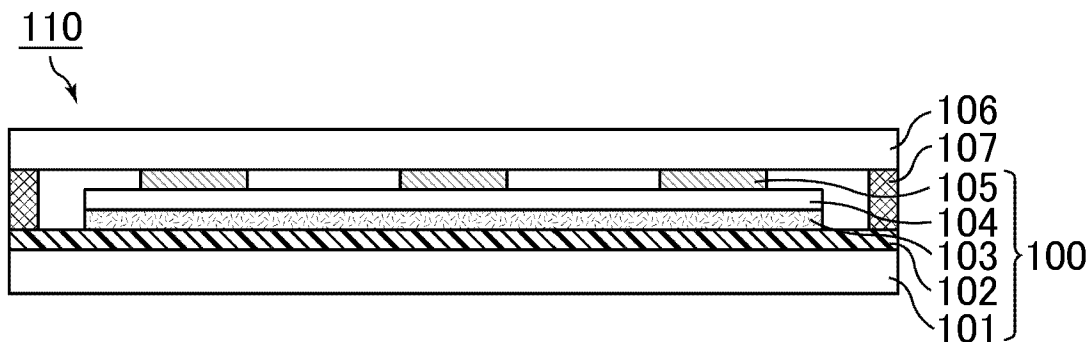
(d)



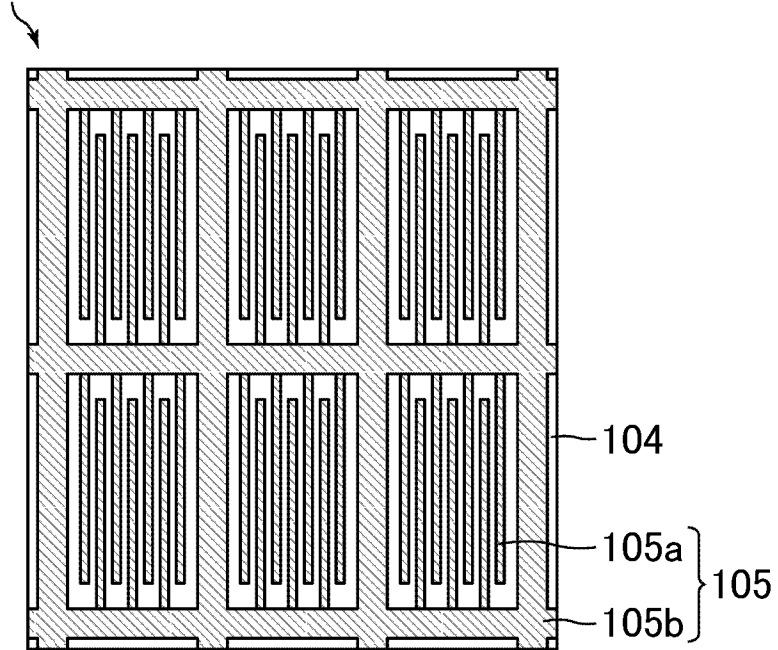
(e)



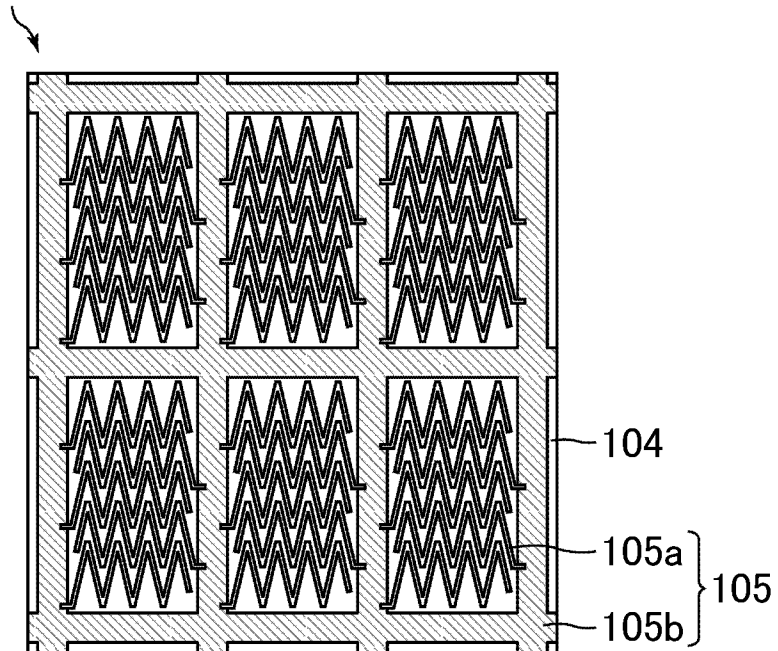
(f)



[図4]

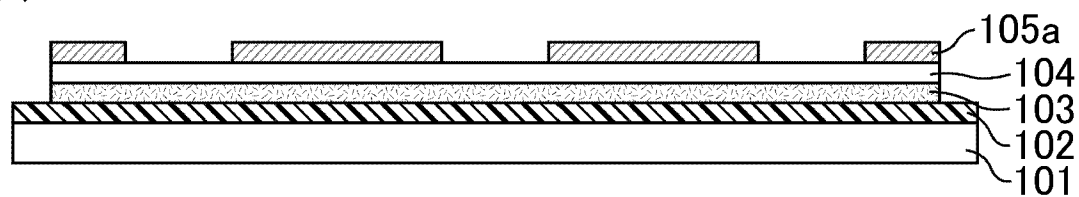
110

[図5]

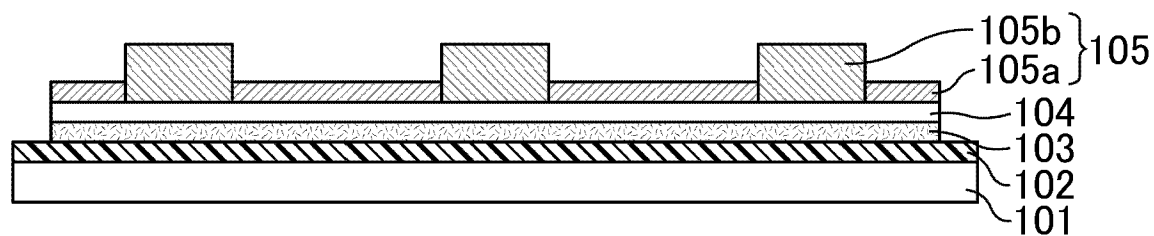
110

[図6]

(a)

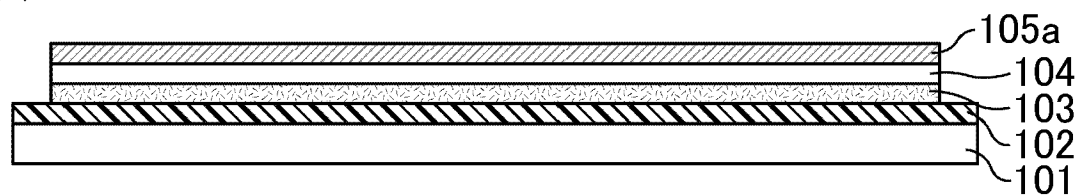


(b)

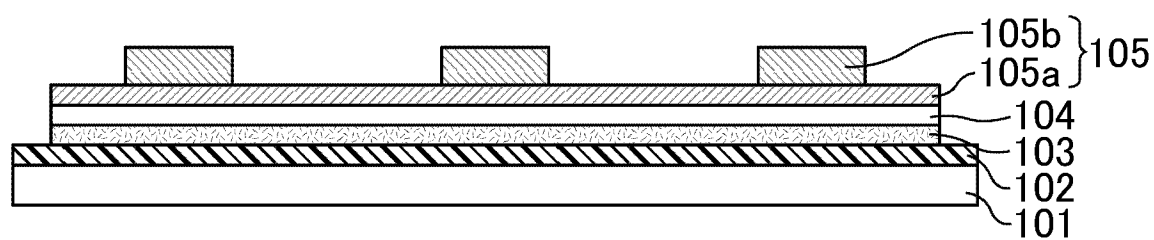


[図7]

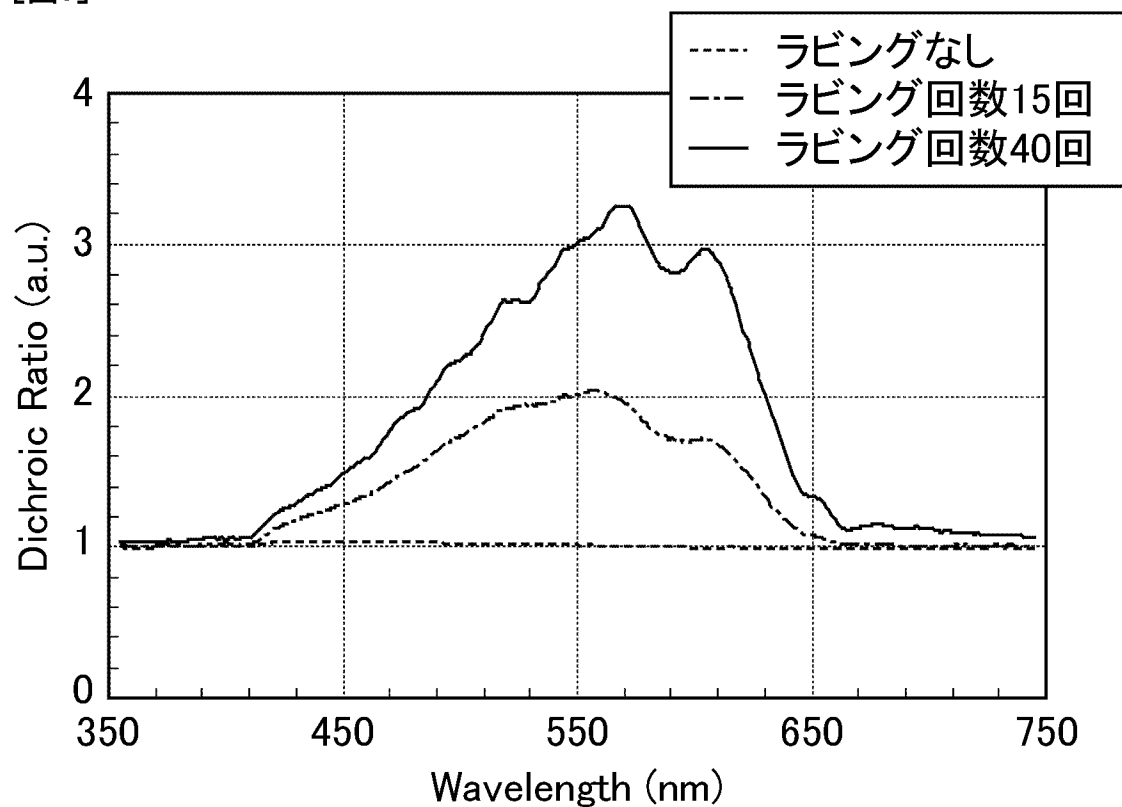
(a)



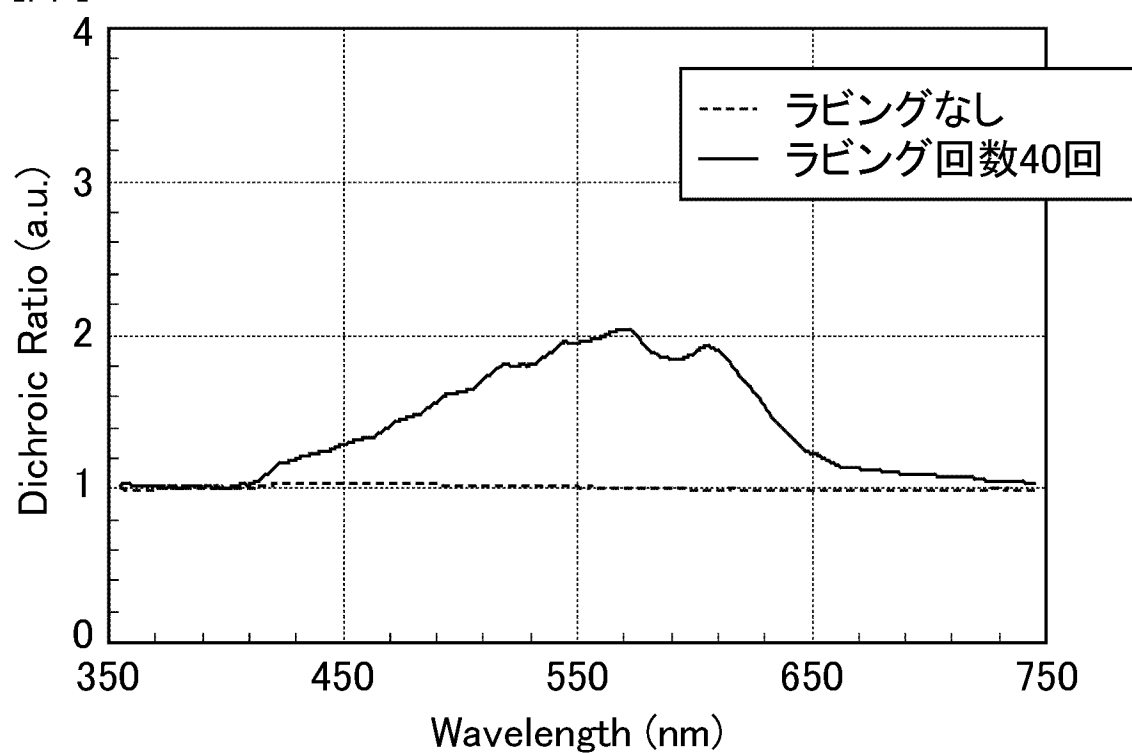
(b)



[図8]

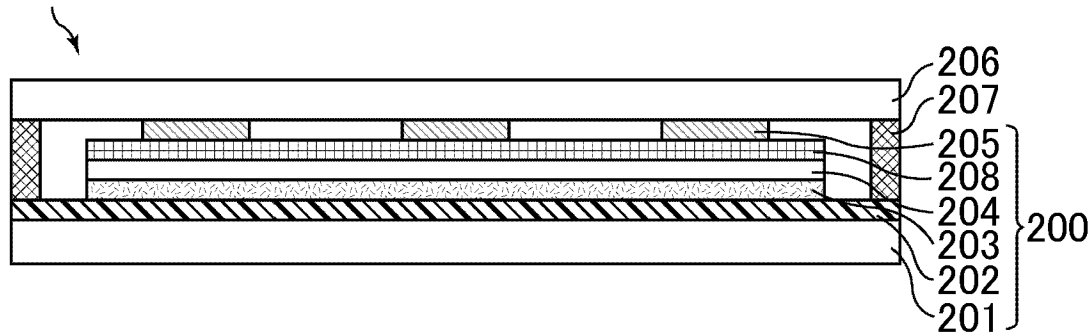


[図9]



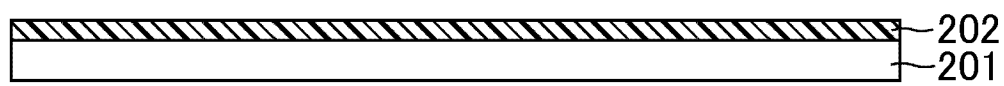
[図10]

210

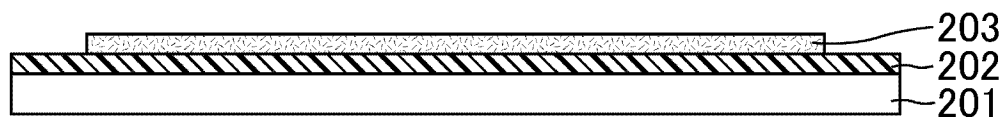


[図11-1]

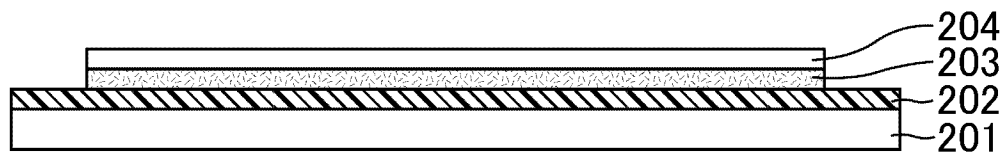
(a)



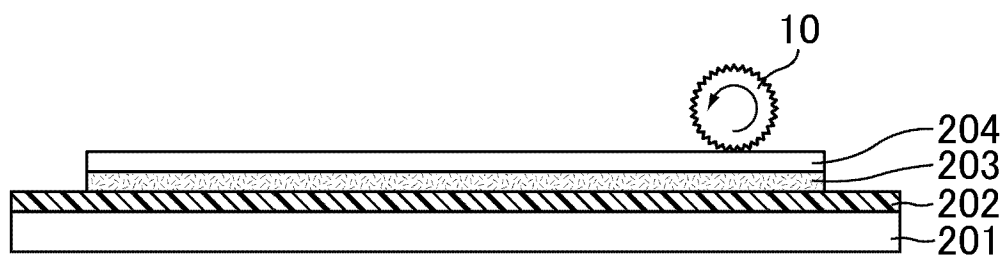
(b)



(c)

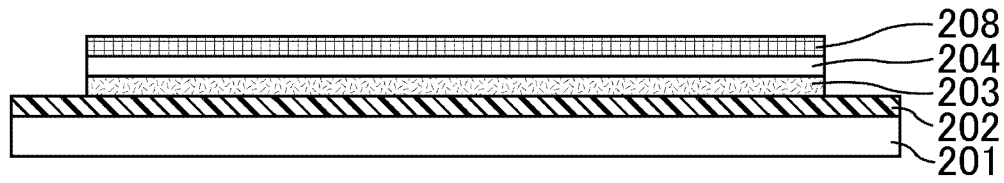


(d)

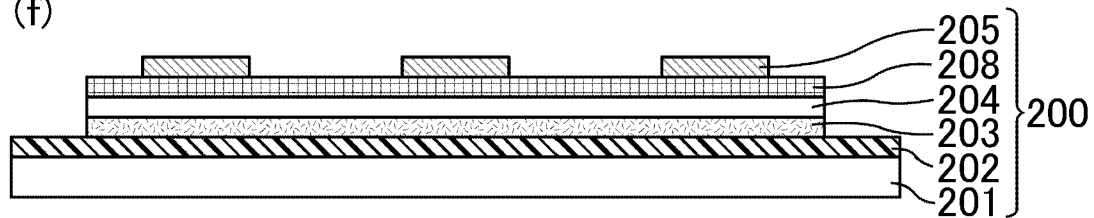


[図11-2]

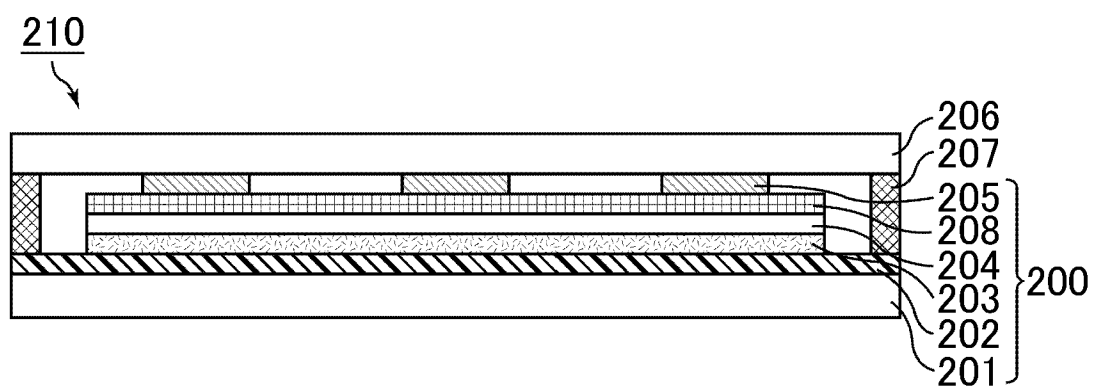
(e)



(f)

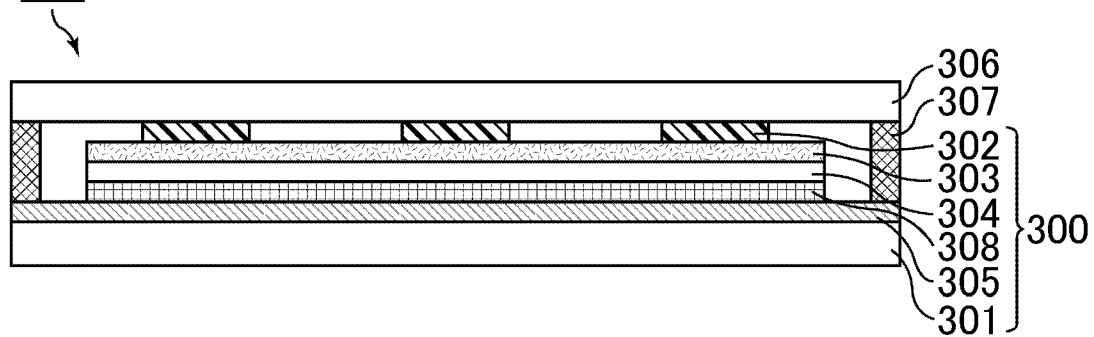


(g)

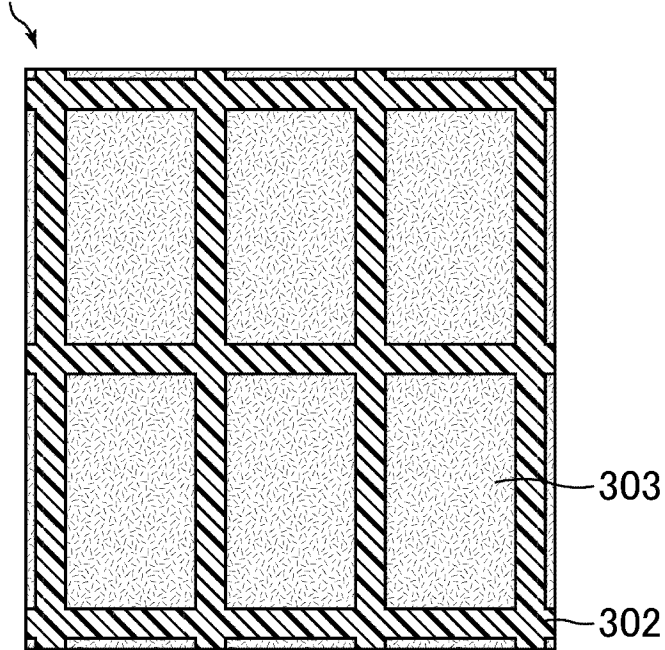


[図12]

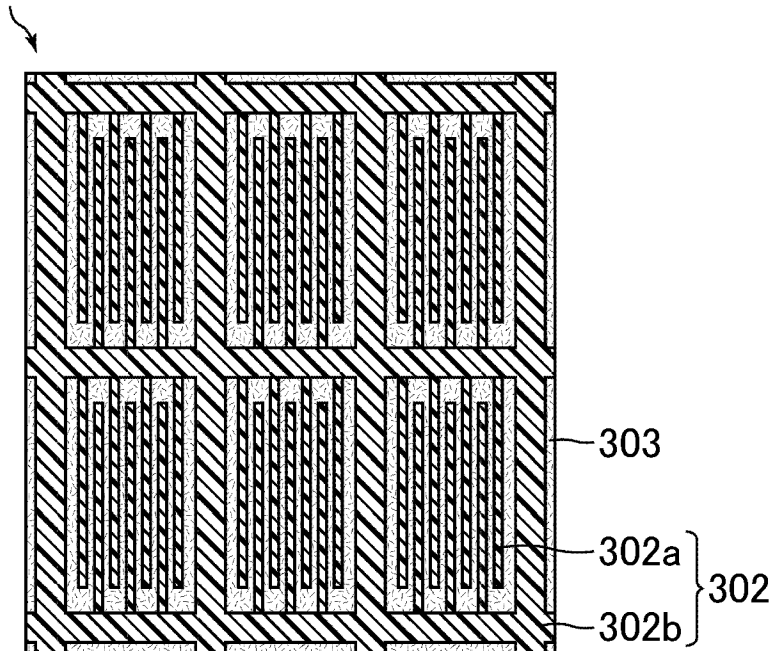
310



[図13]

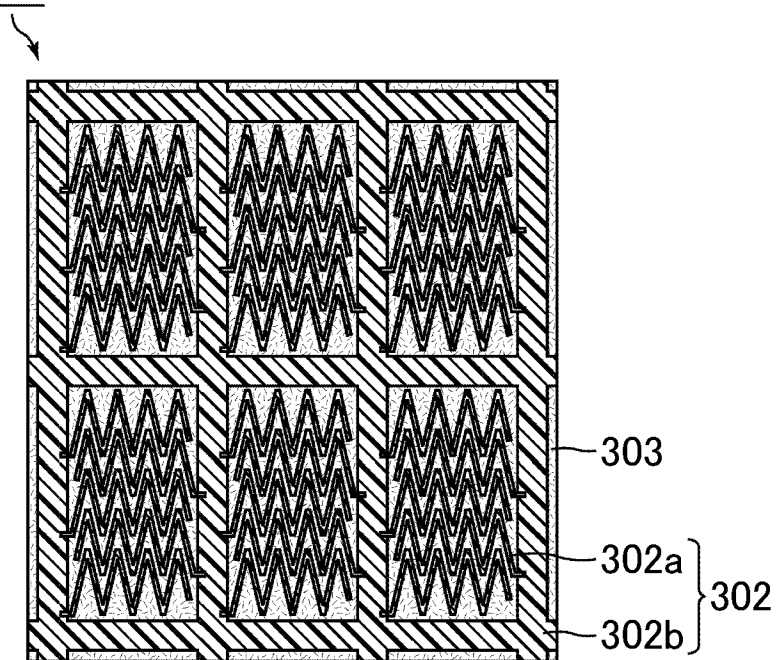
310

[図14]

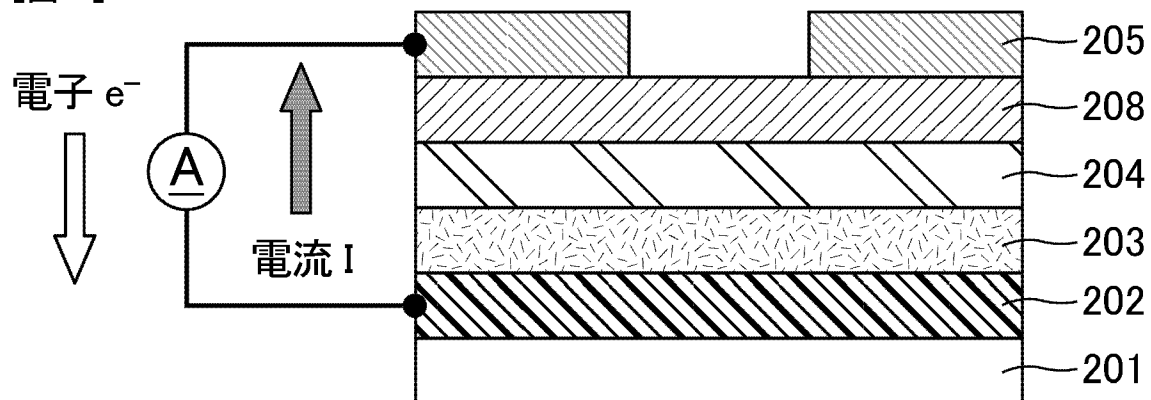
310

[図15]

310

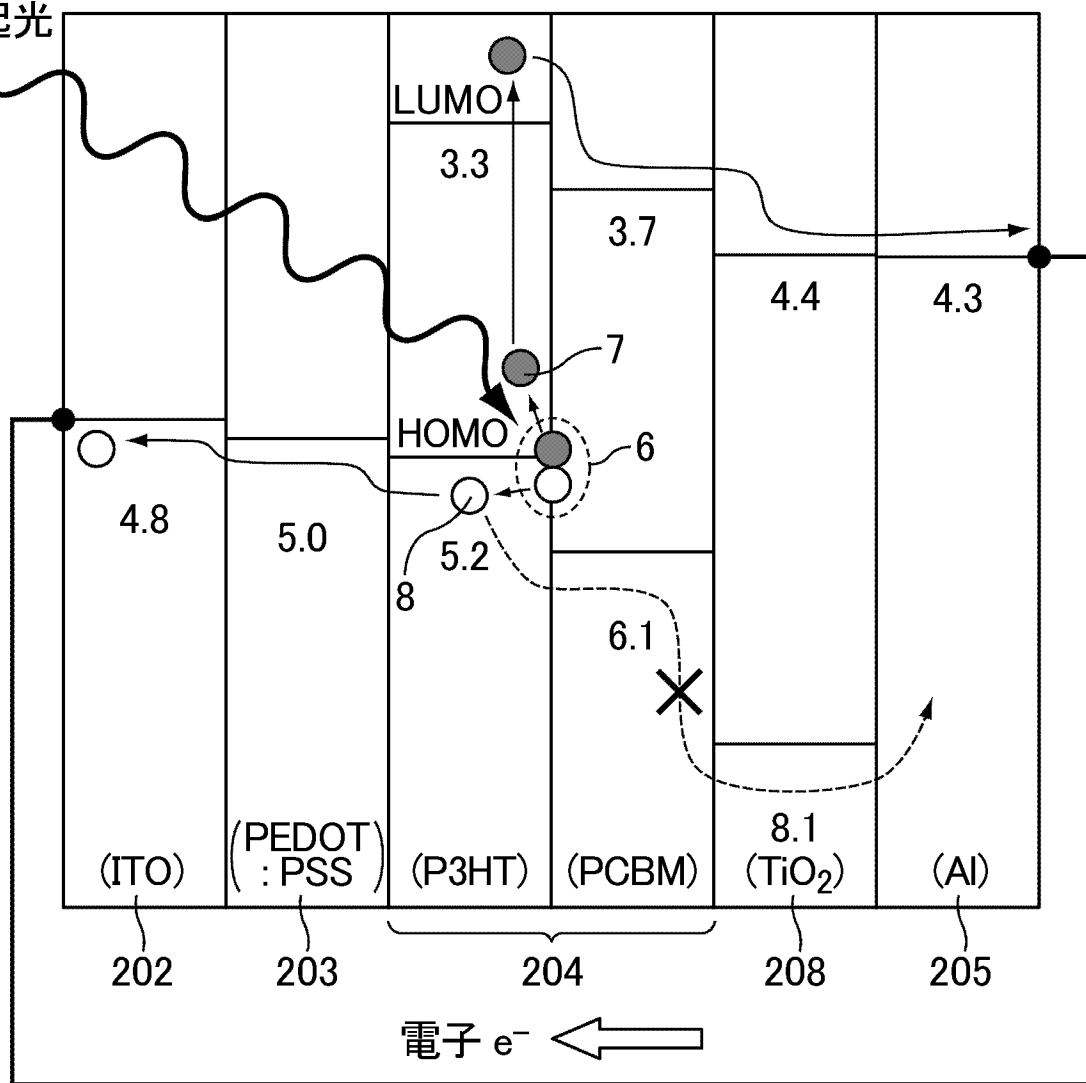


[図16]

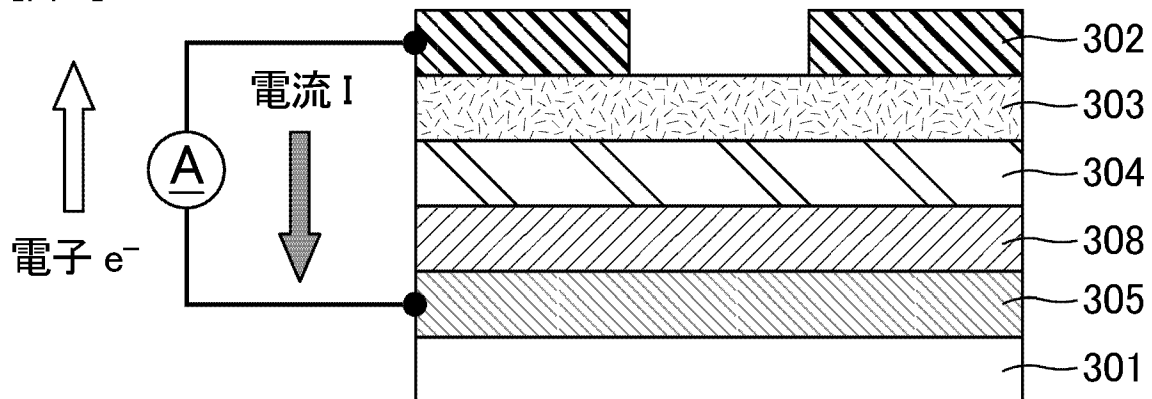


[図17]

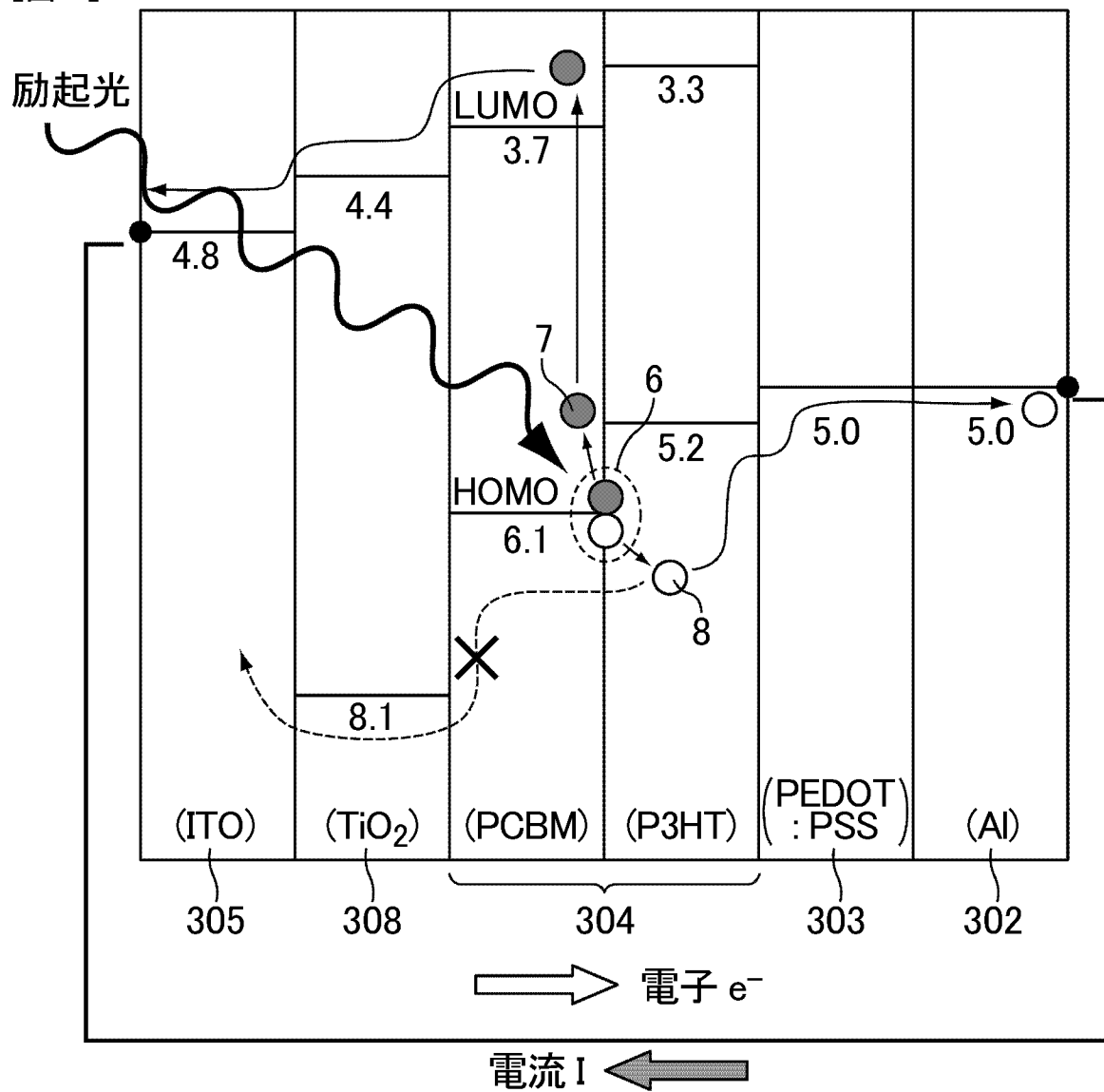
励起光



[図18]



[図19]

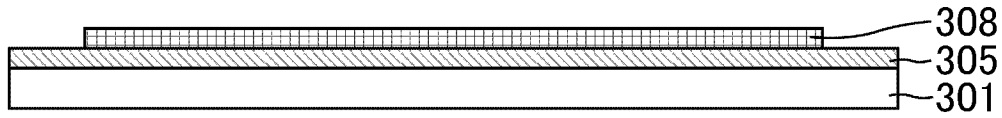


[図20-1]

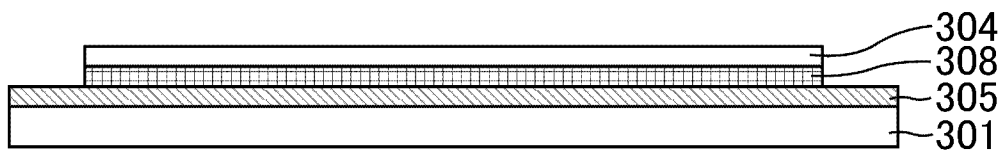
(a)



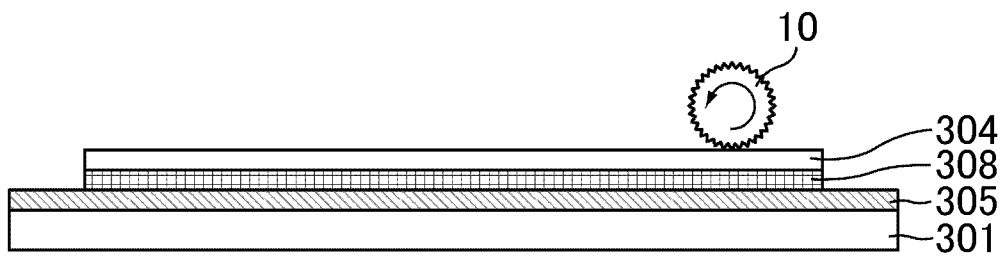
(b)



(c)

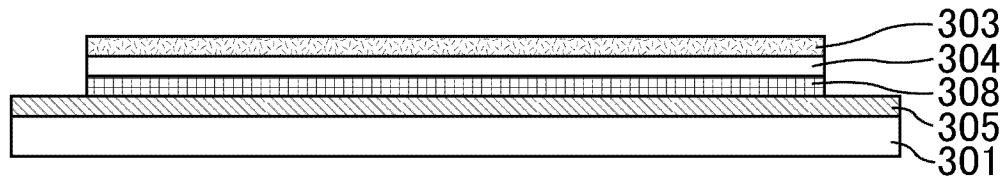


(d)

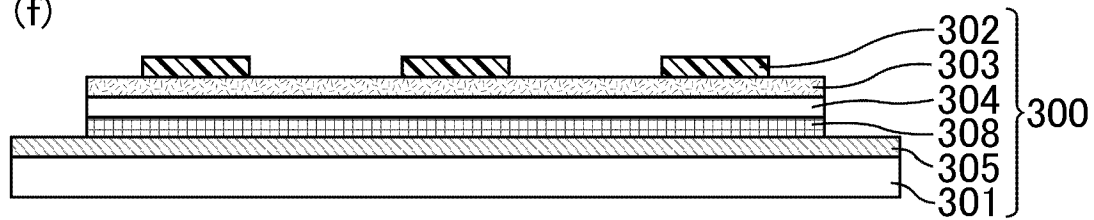


[図20-2]

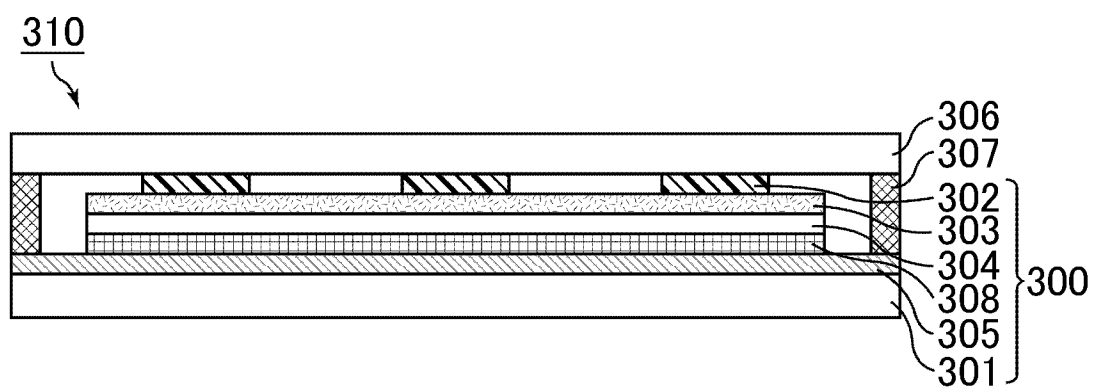
(e)



(f)

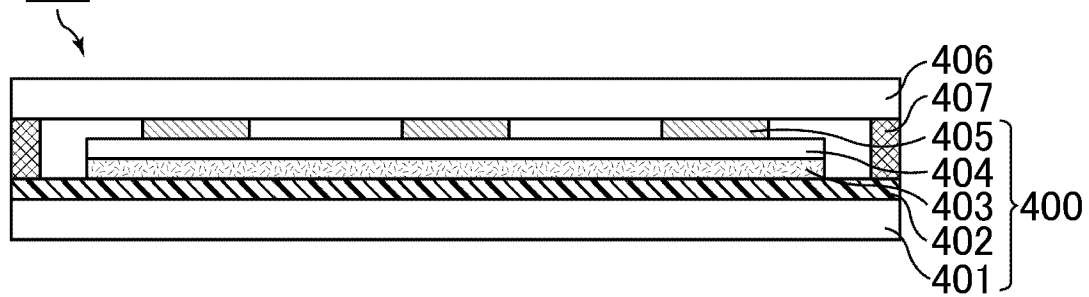


(g)



[図21]

410

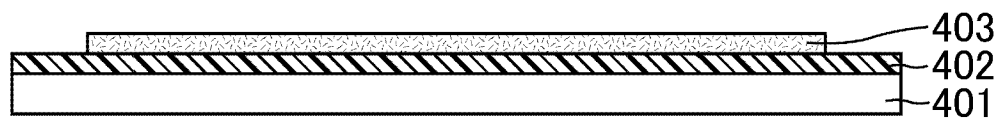


[図22]

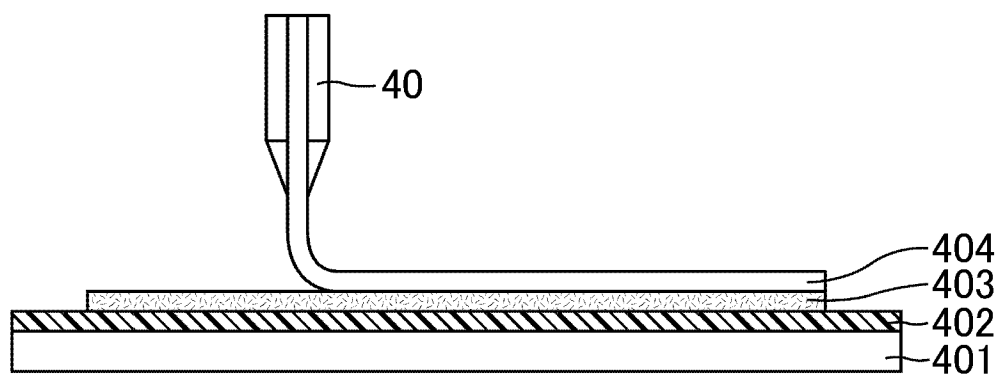
(a)



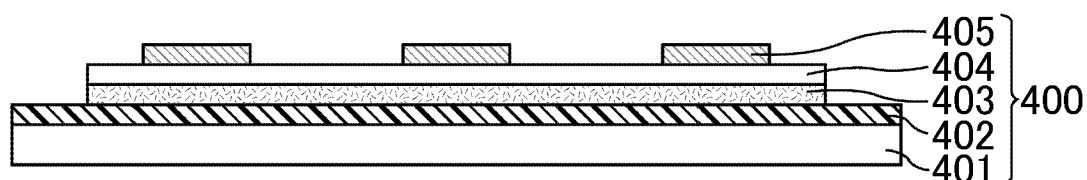
(b)



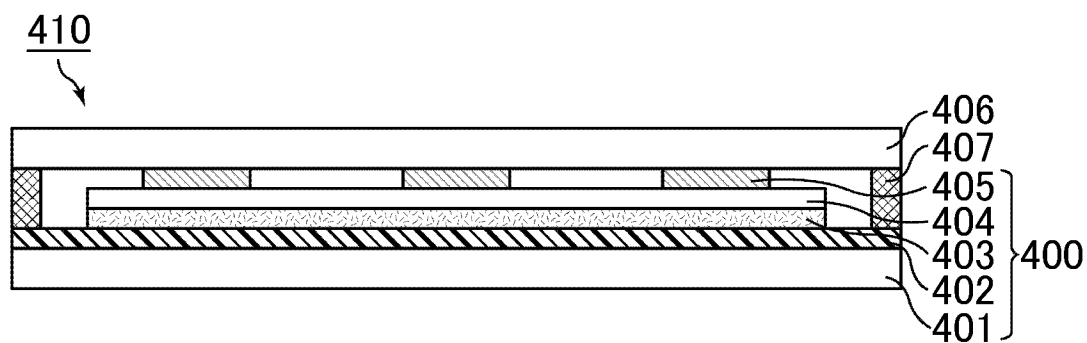
(c)



(d)

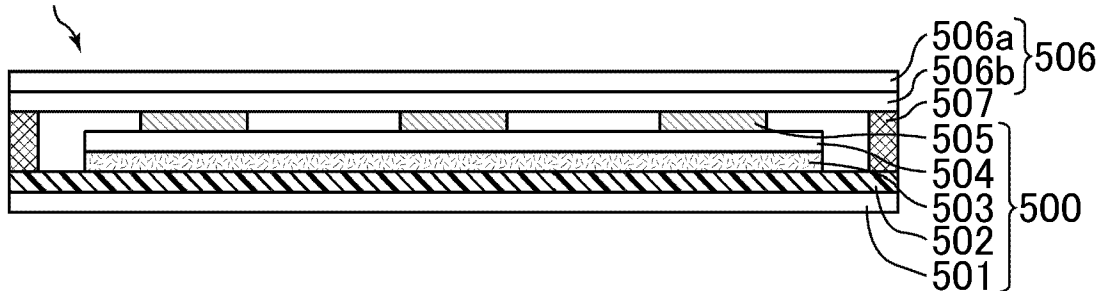


(e)



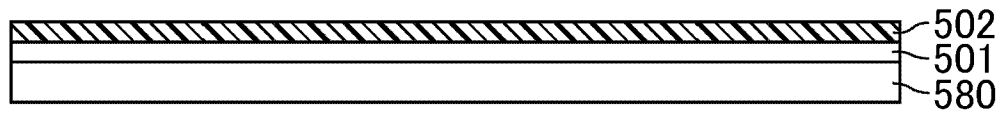
[図23]

510

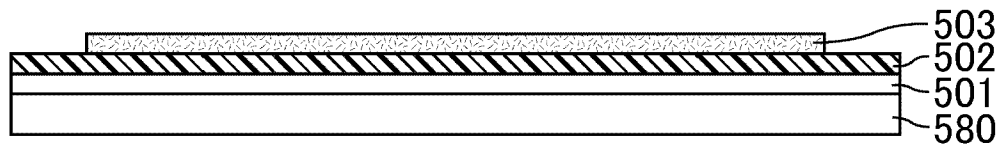


[図24]

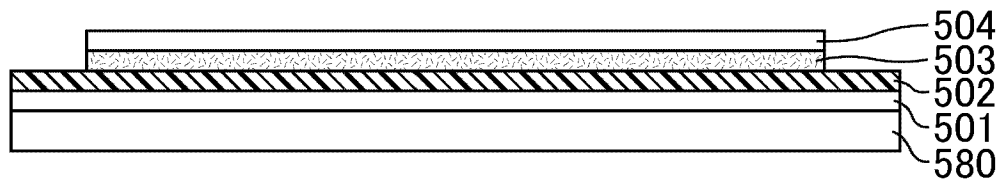
(a)



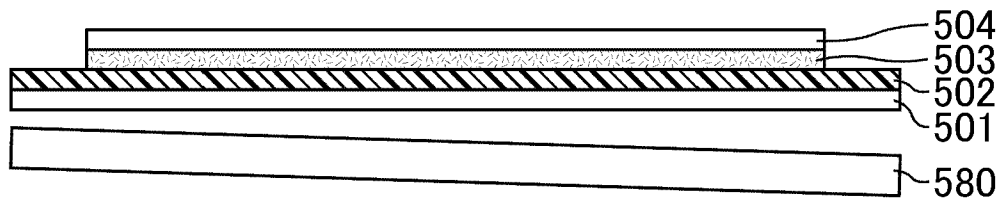
(b)



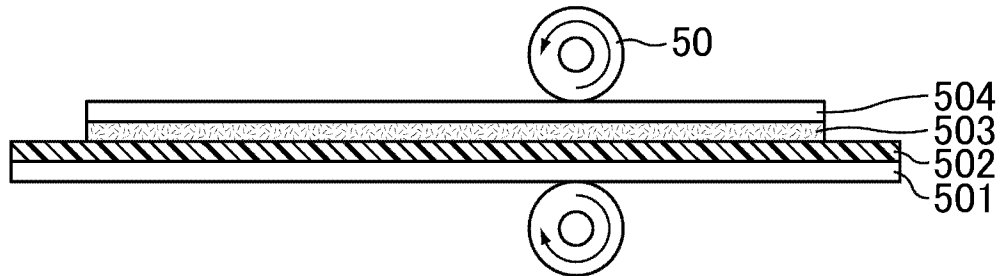
(c)



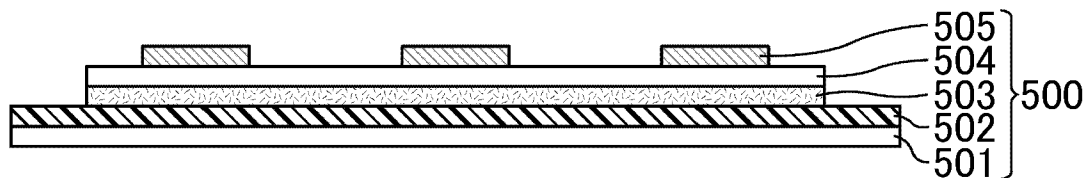
(d)



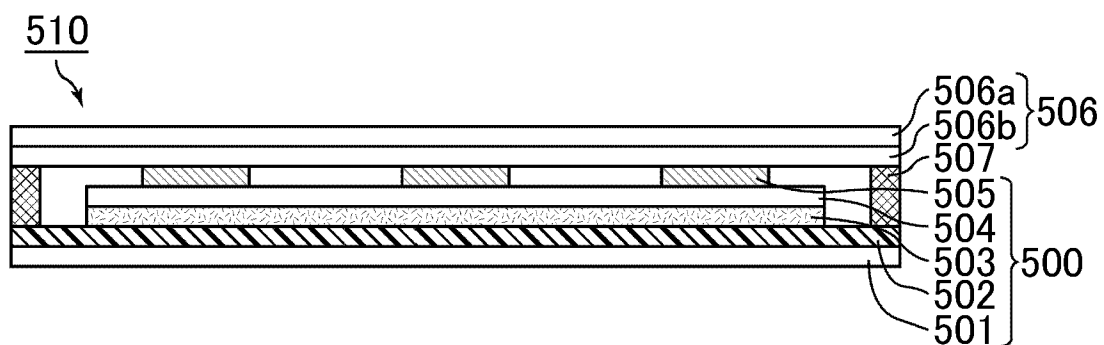
(e)



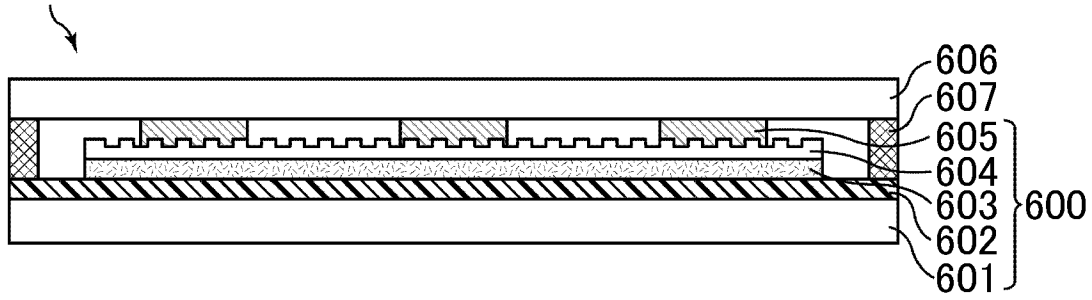
(f)



(g)

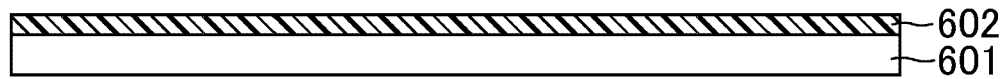


[図25]

610

[図26]

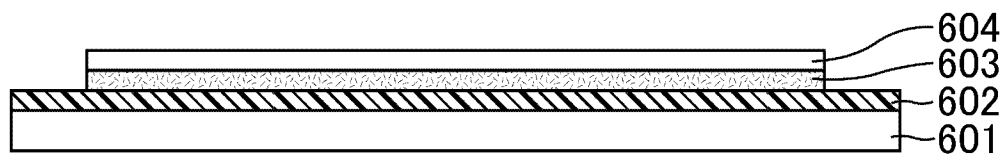
(a)



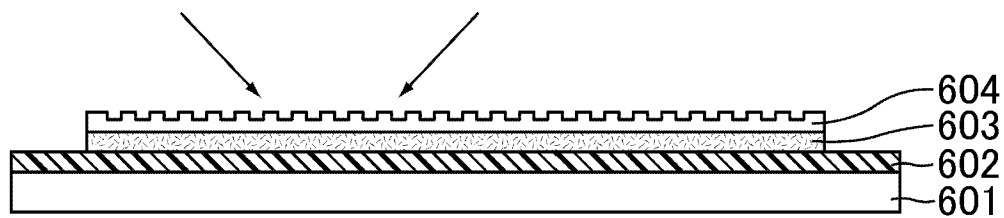
(b)



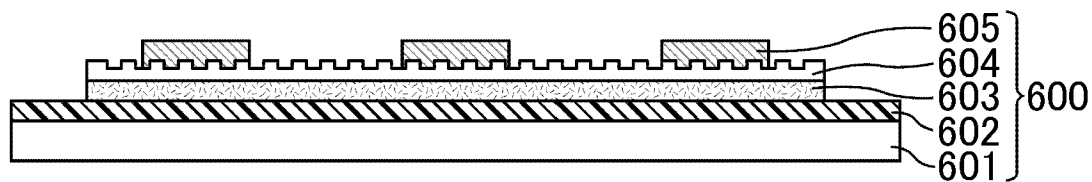
(c)



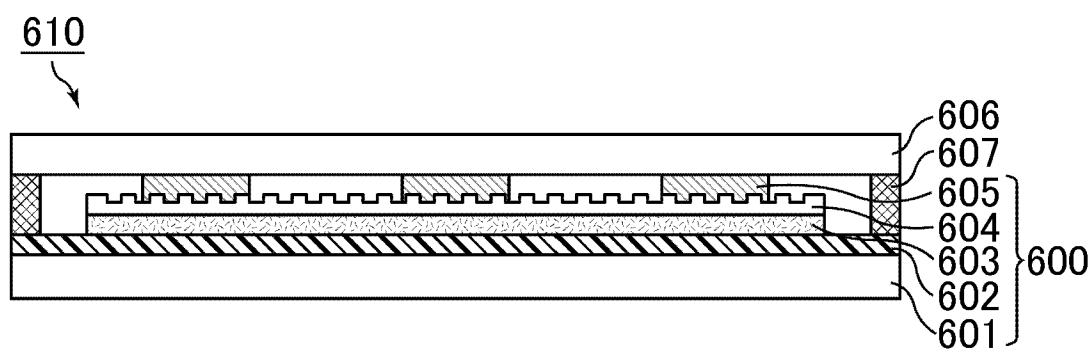
(d)



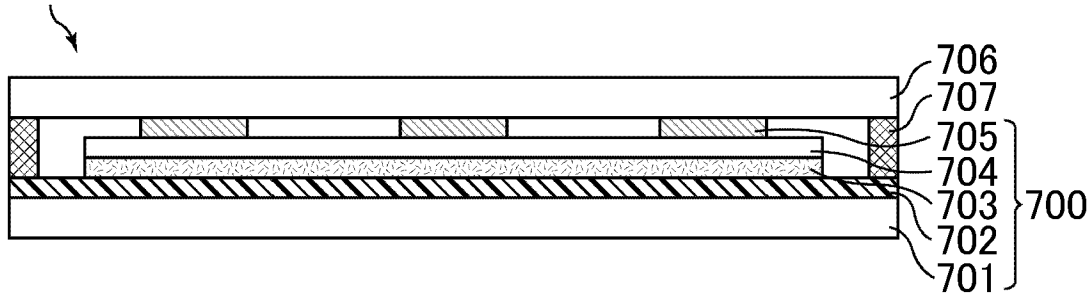
(e)



(f)

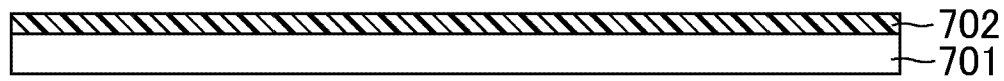


[図27]

710

[図28]

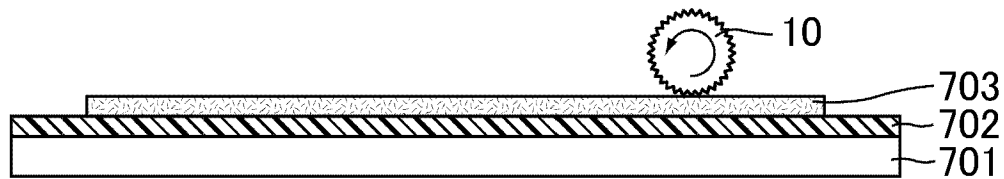
(a)



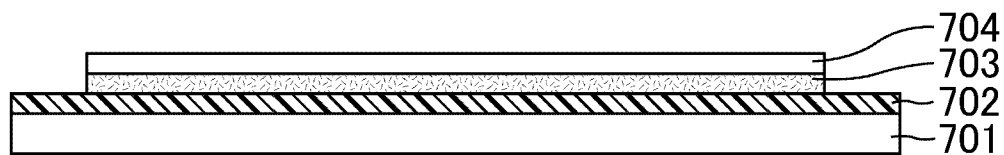
(b)



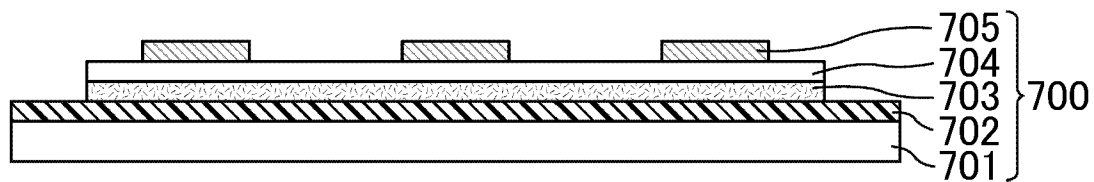
(c)



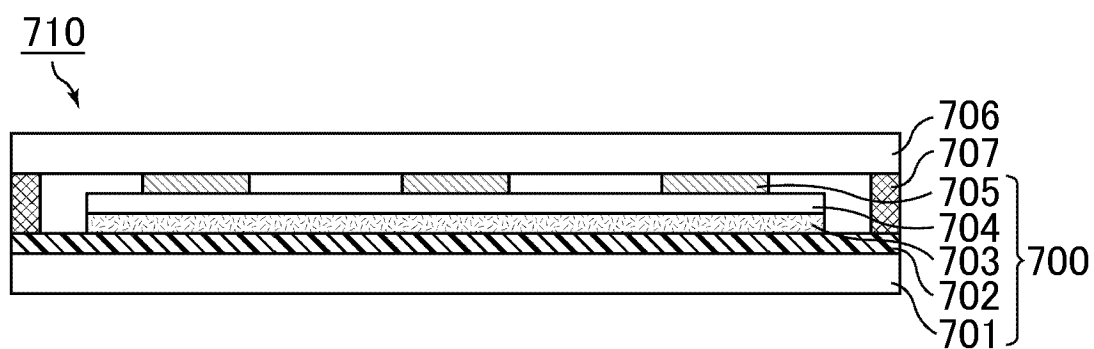
(d)



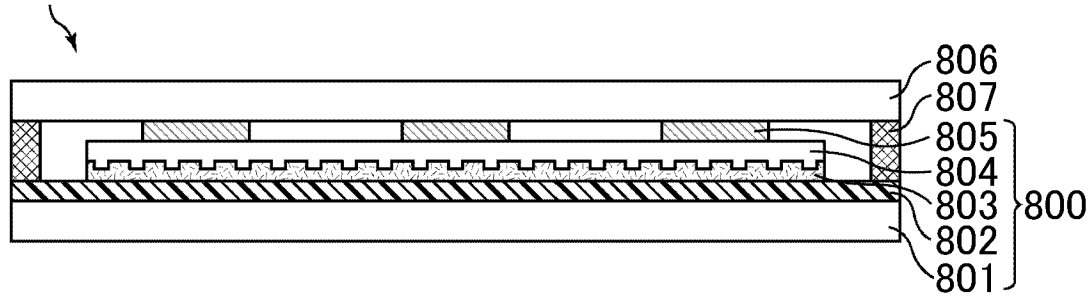
(e)



(f)

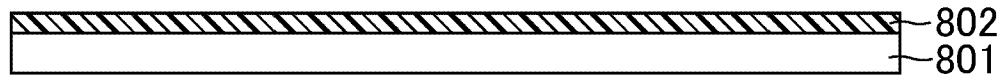


[図29]

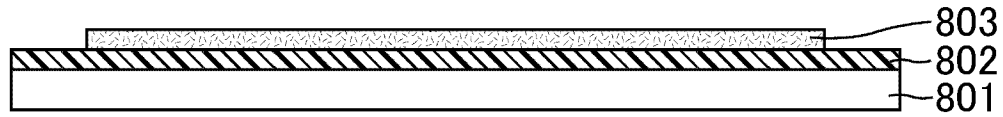
810

[図30]

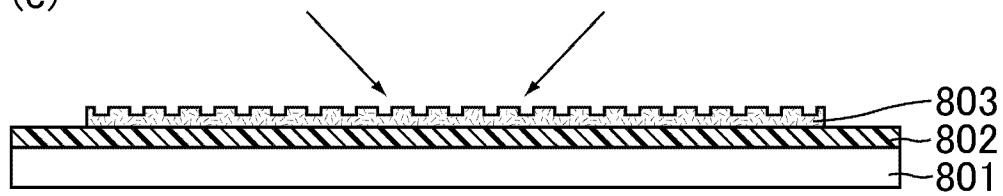
(a)



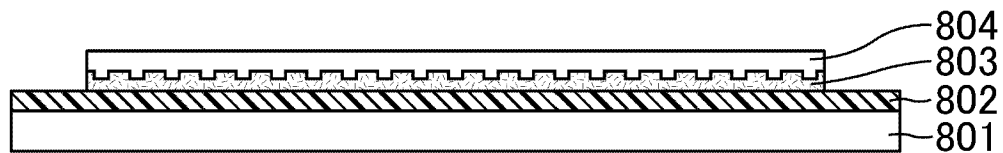
(b)



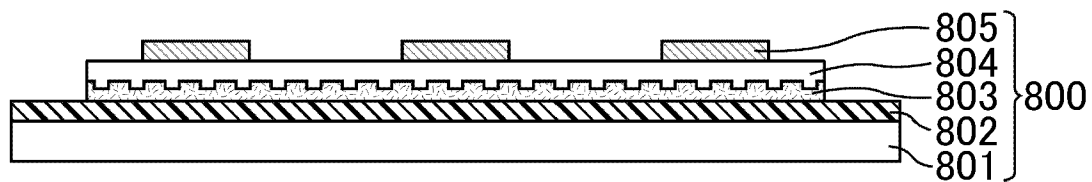
(c)



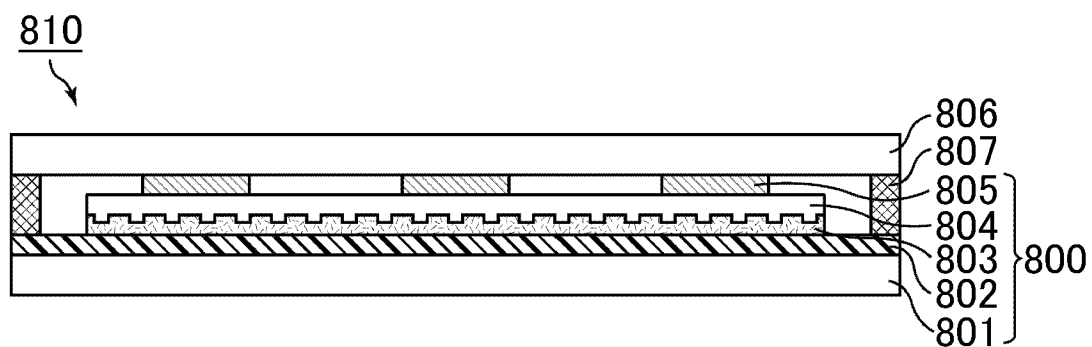
(d)



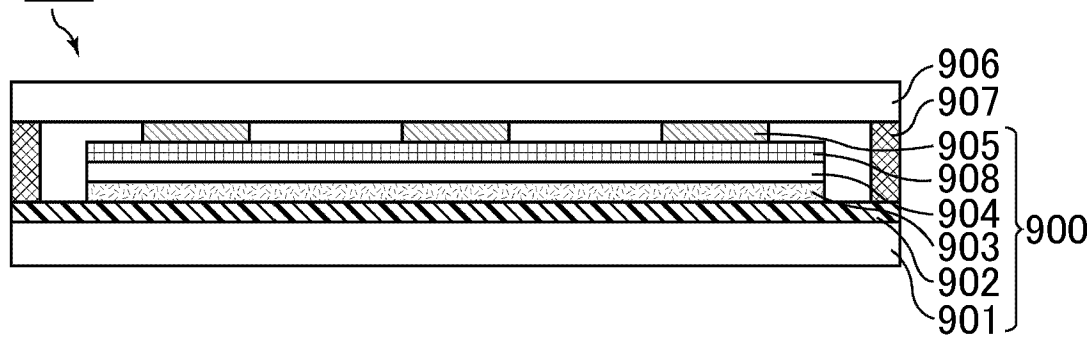
(e)



(f)



[図31]

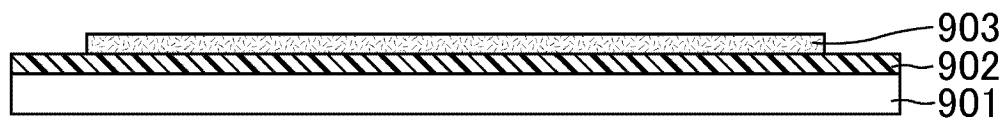
910

[図32-1]

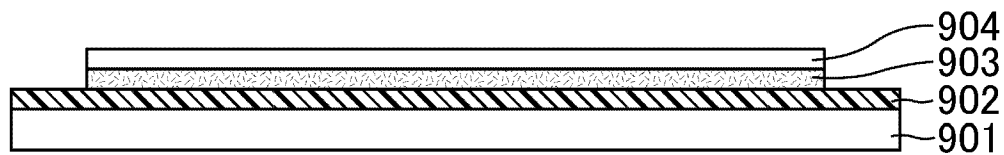
(a)



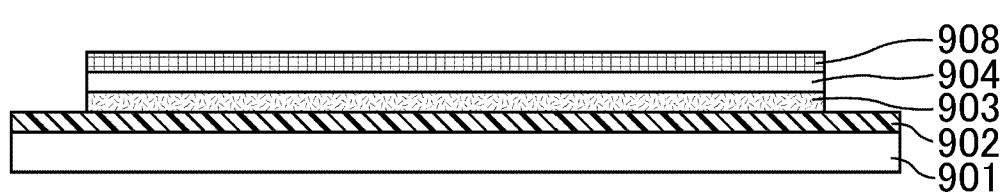
(b)



(c)

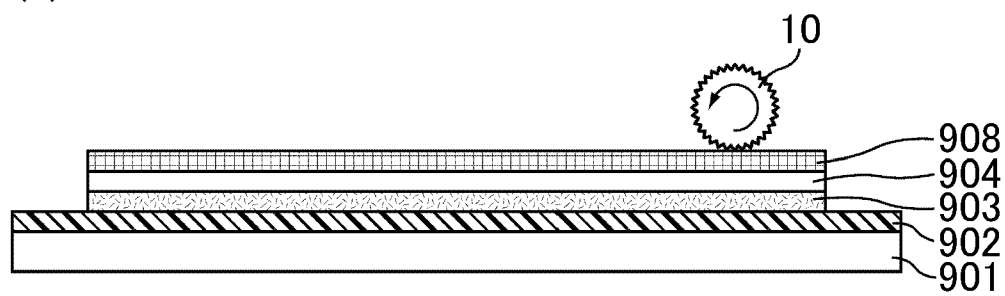


(d)

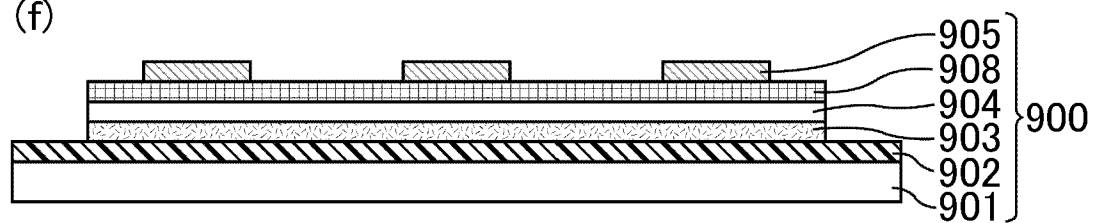


[図32-2]

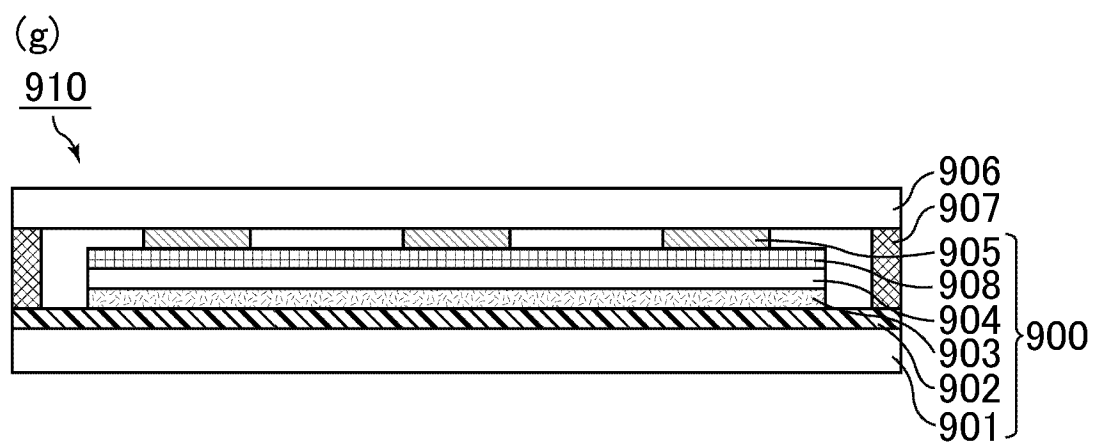
(e)



(f)

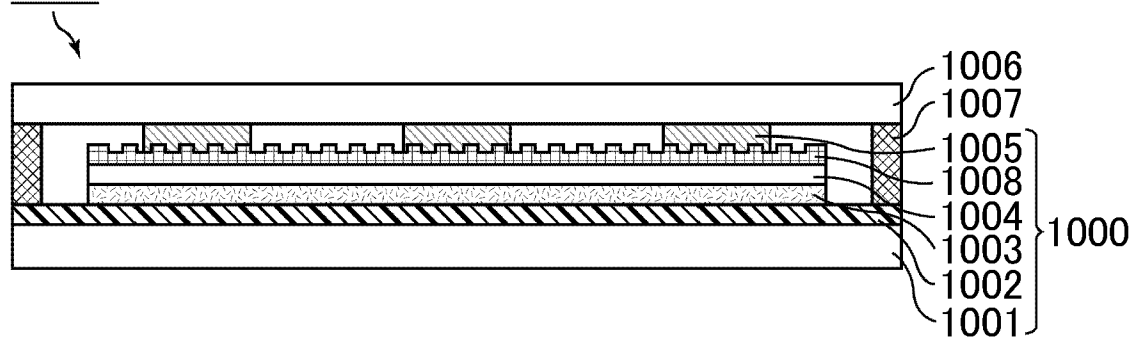


(g)



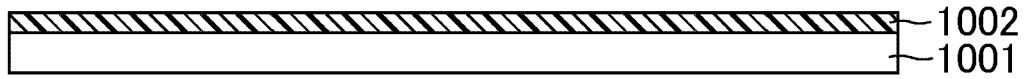
[図33]

1010

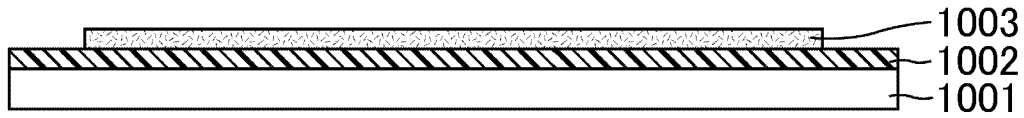


[図34-1]

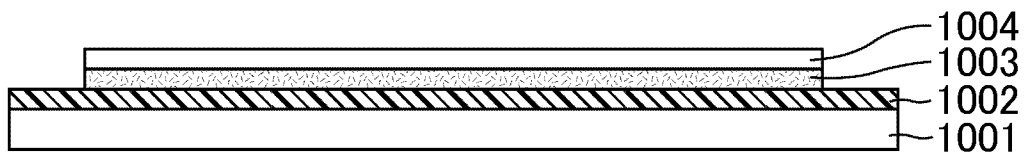
(a)



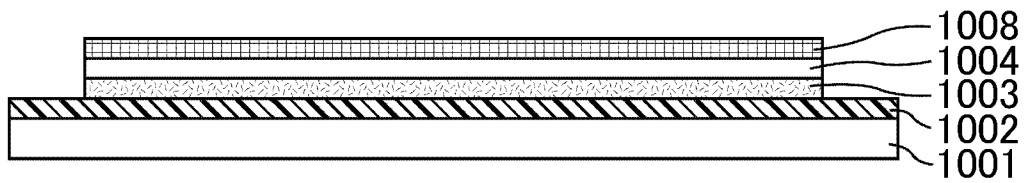
(b)



(c)

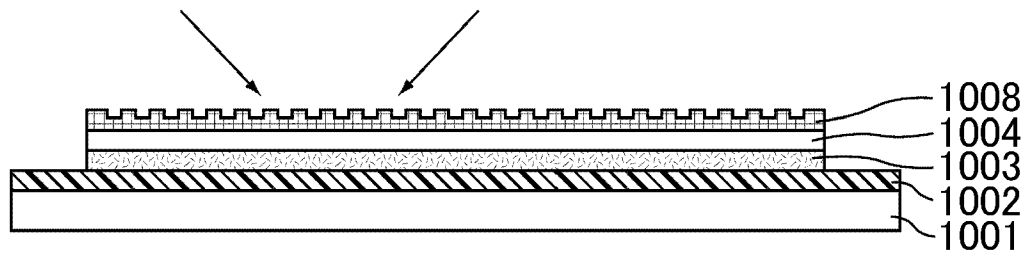


(d)

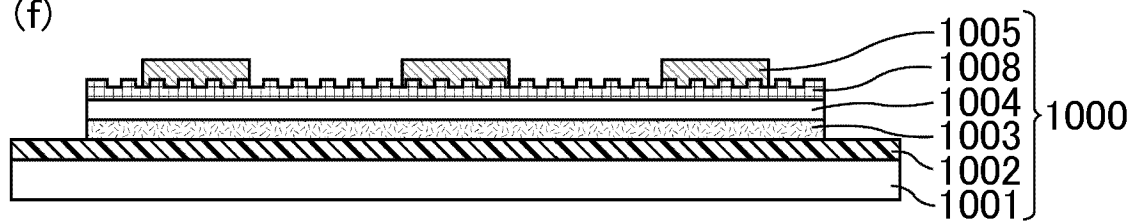


[図34-2]

(e)

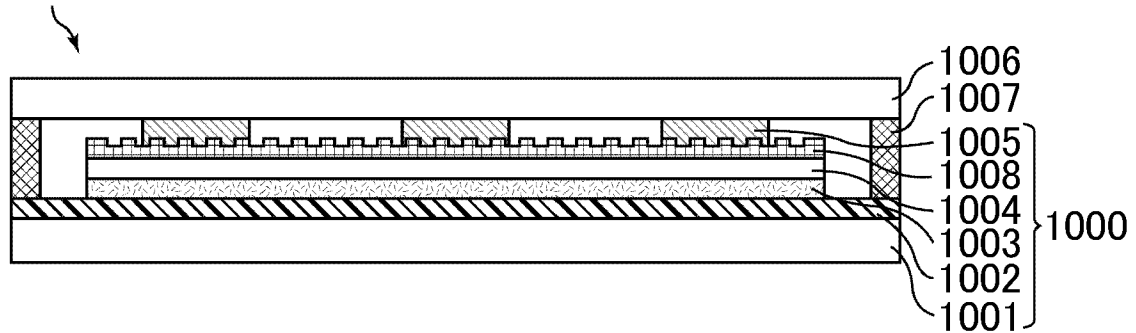


(f)



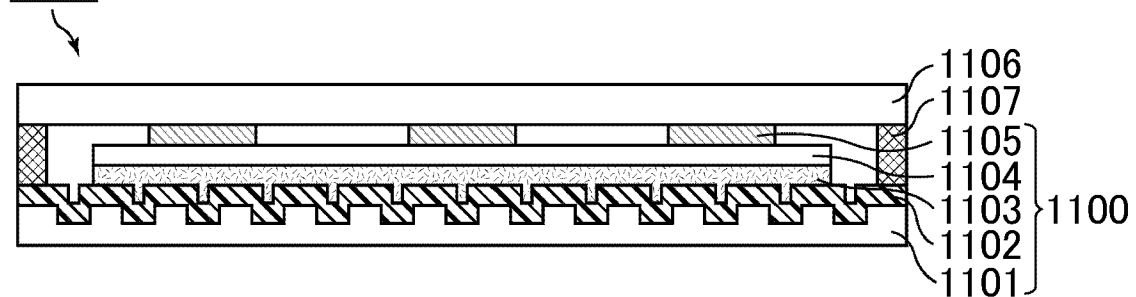
(g)

1010



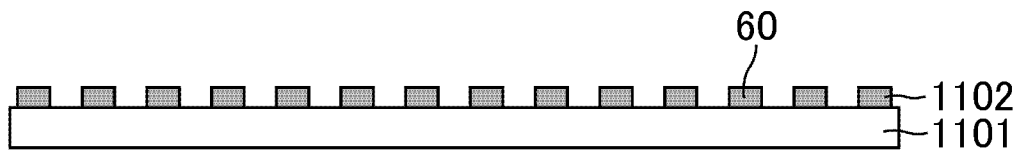
[図35]

1110

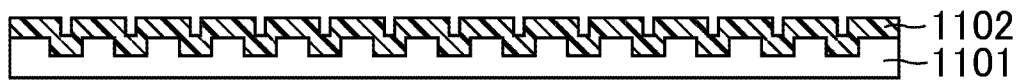


[図36]

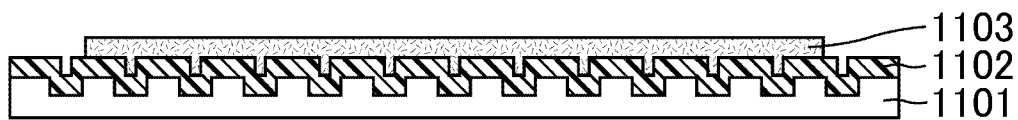
(a)



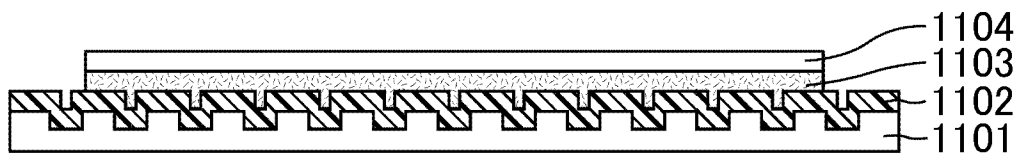
(b)



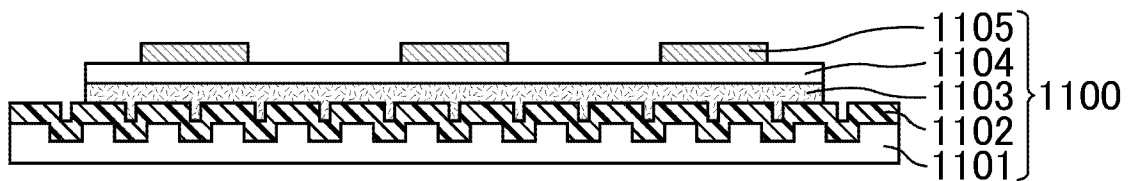
(c)



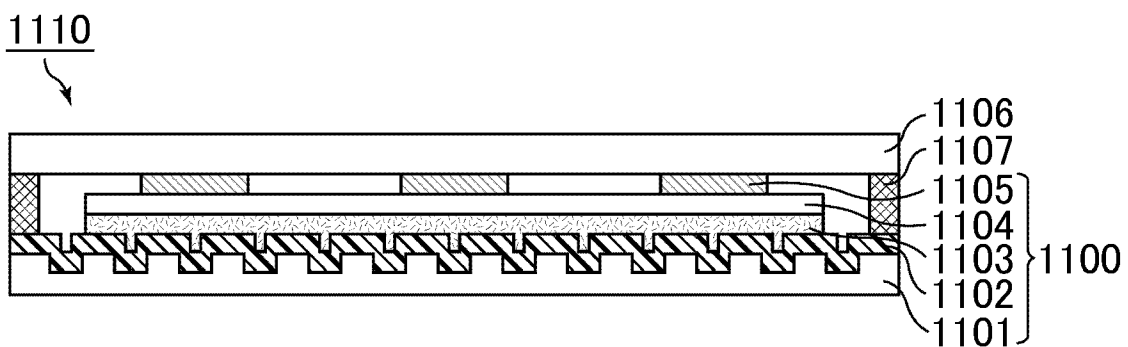
(d)



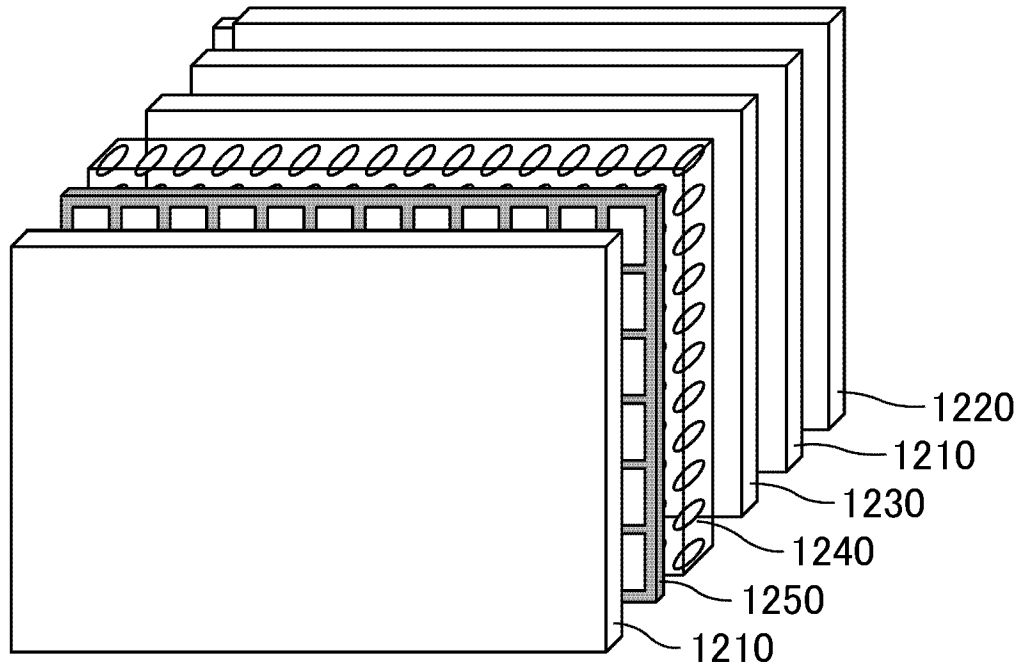
(e)



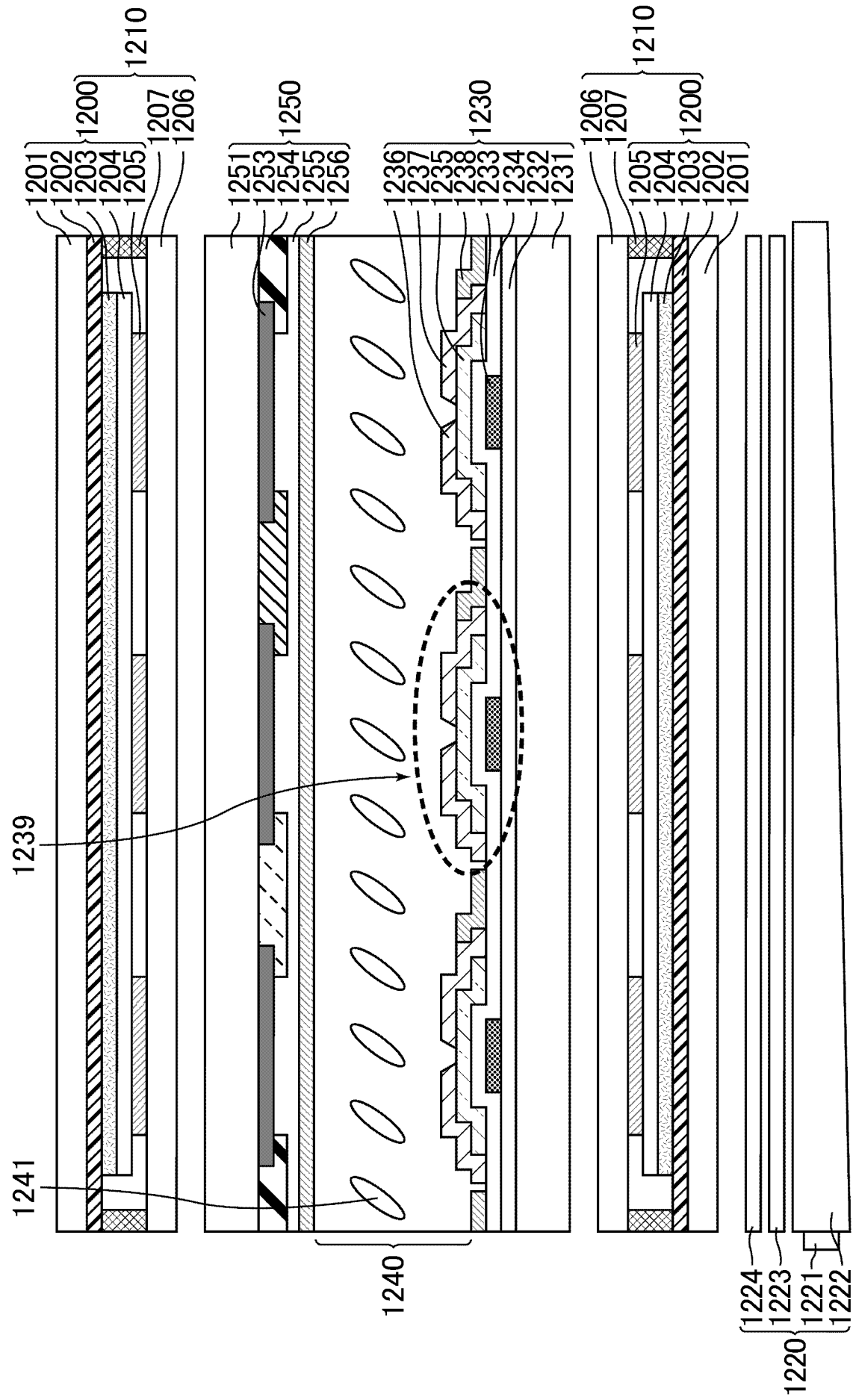
(f)



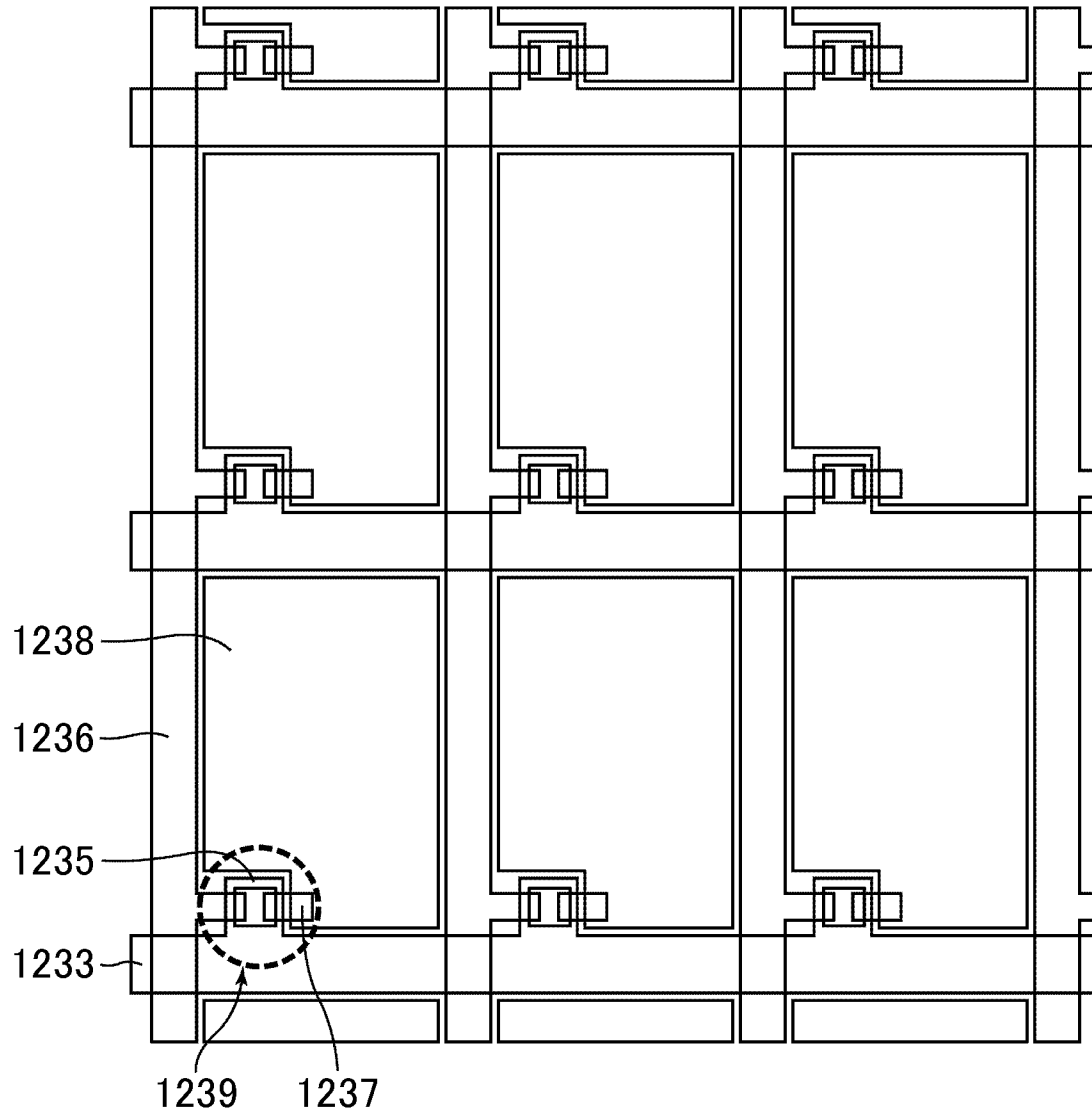
[図37]



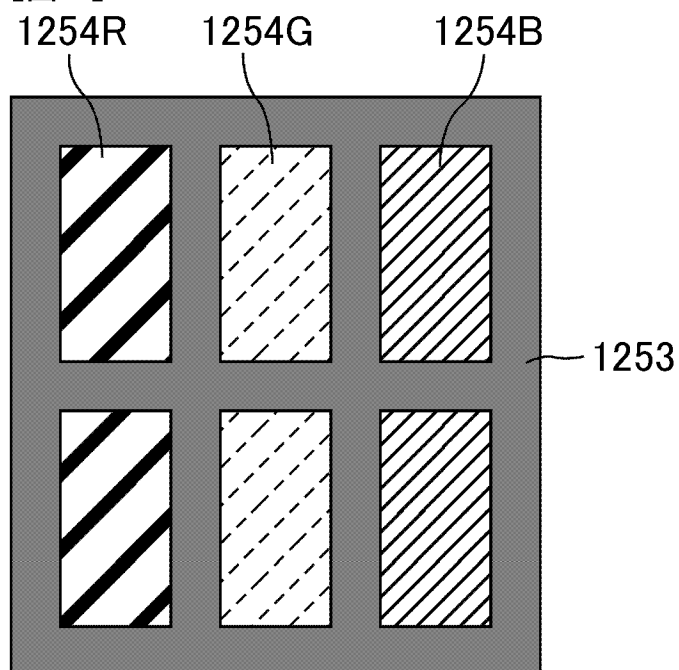
[図38]



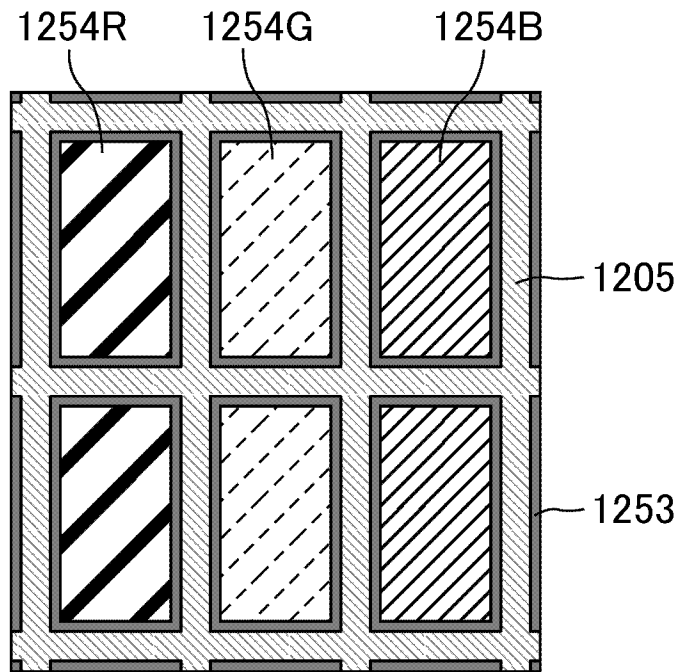
[図39]



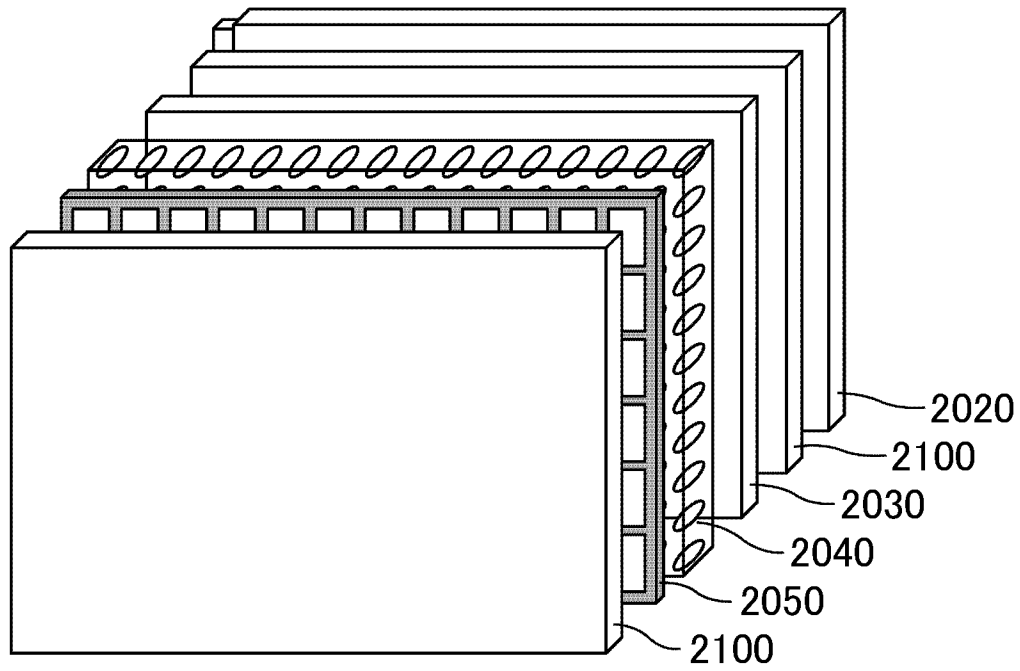
[図40]



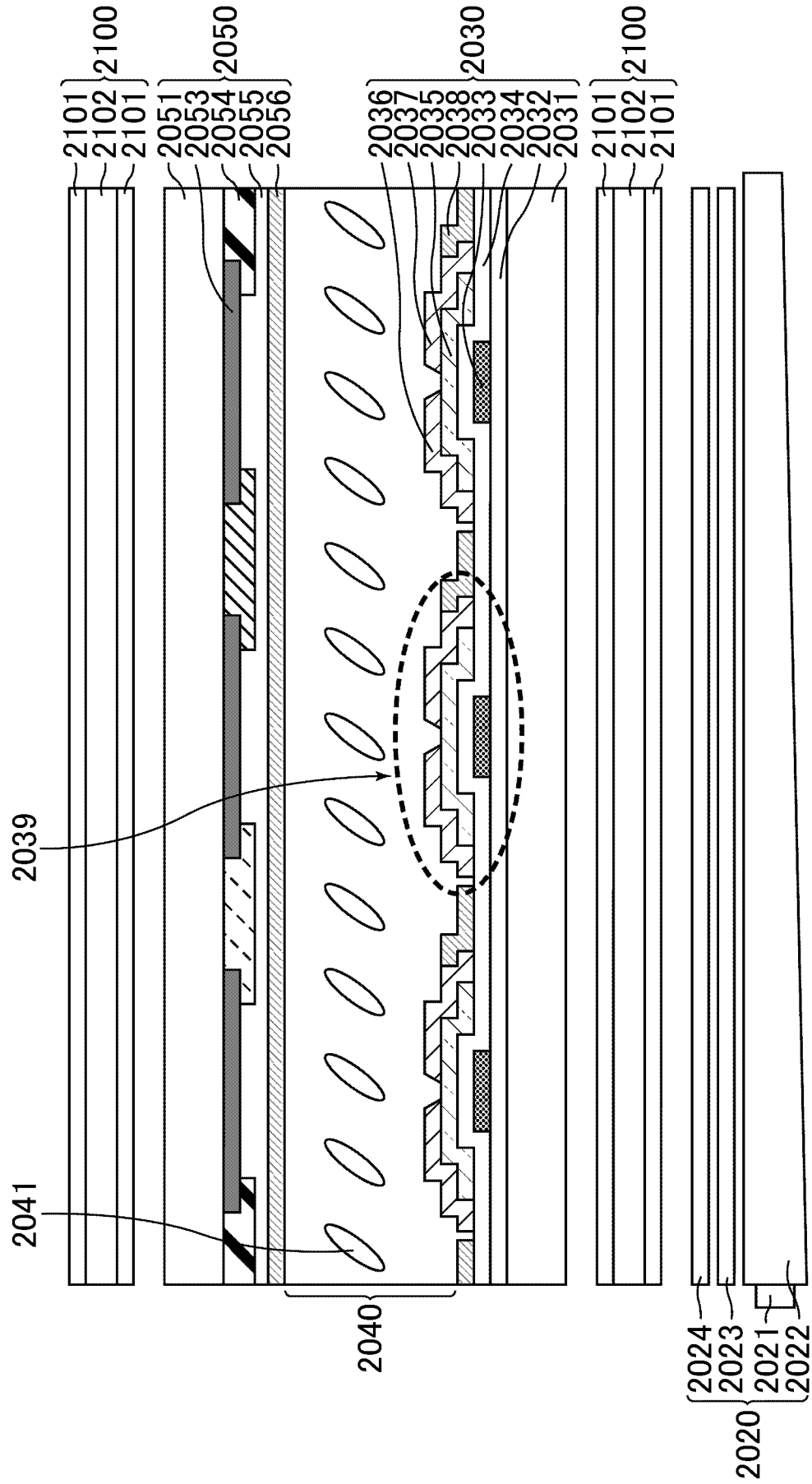
[図41]



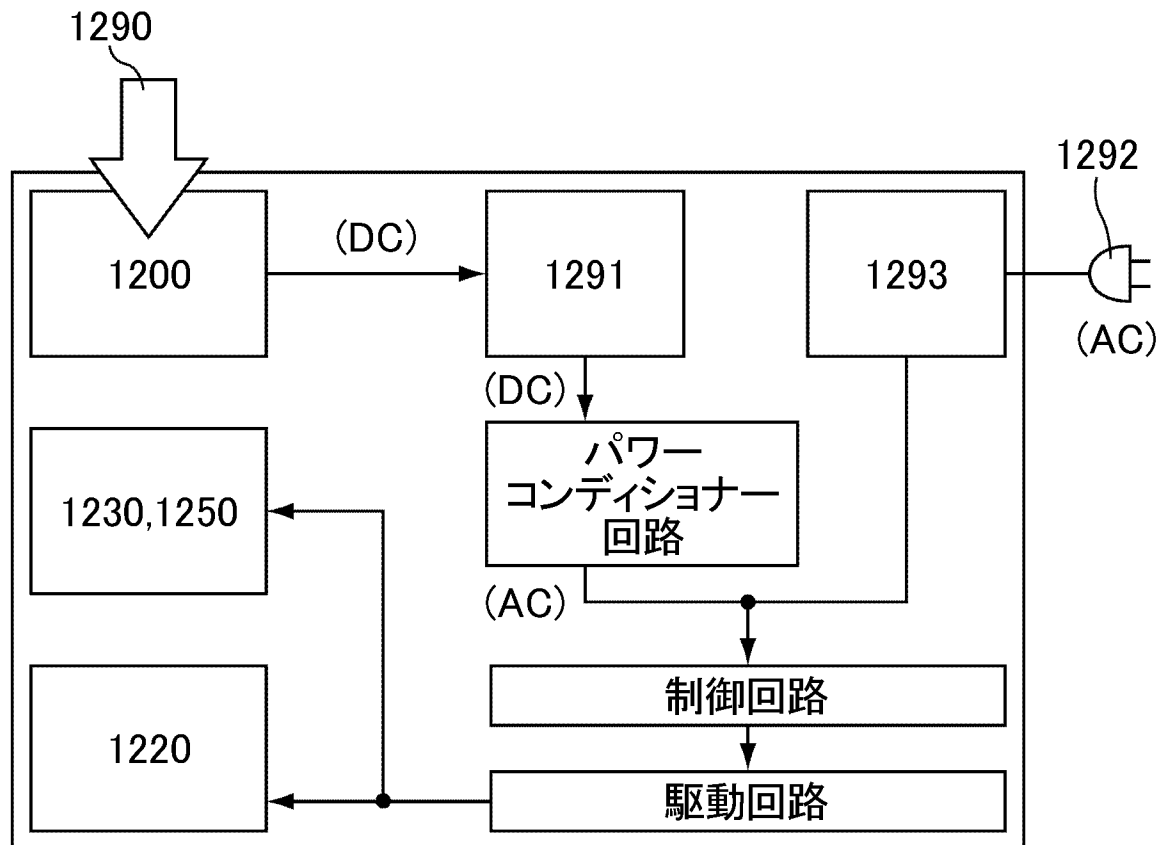
[図42]



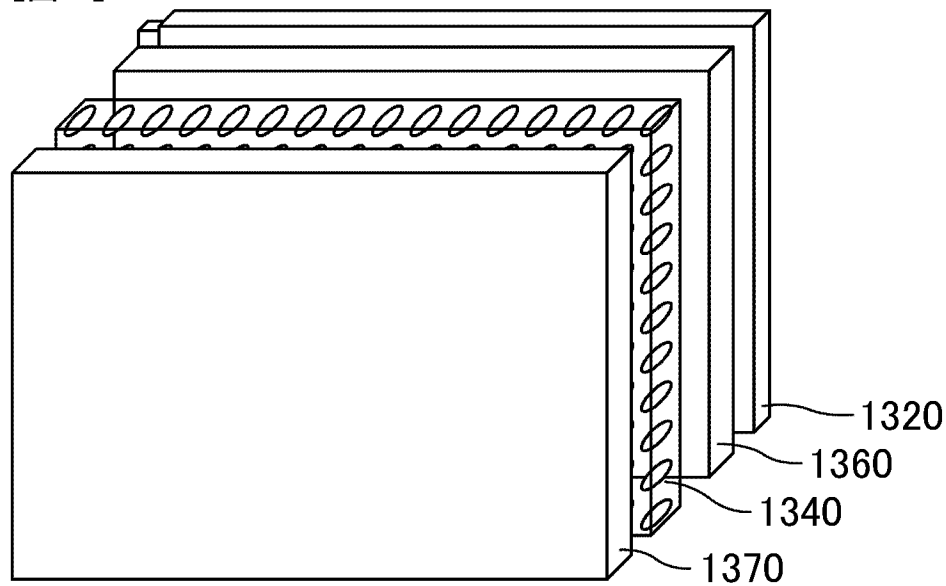
[図43]



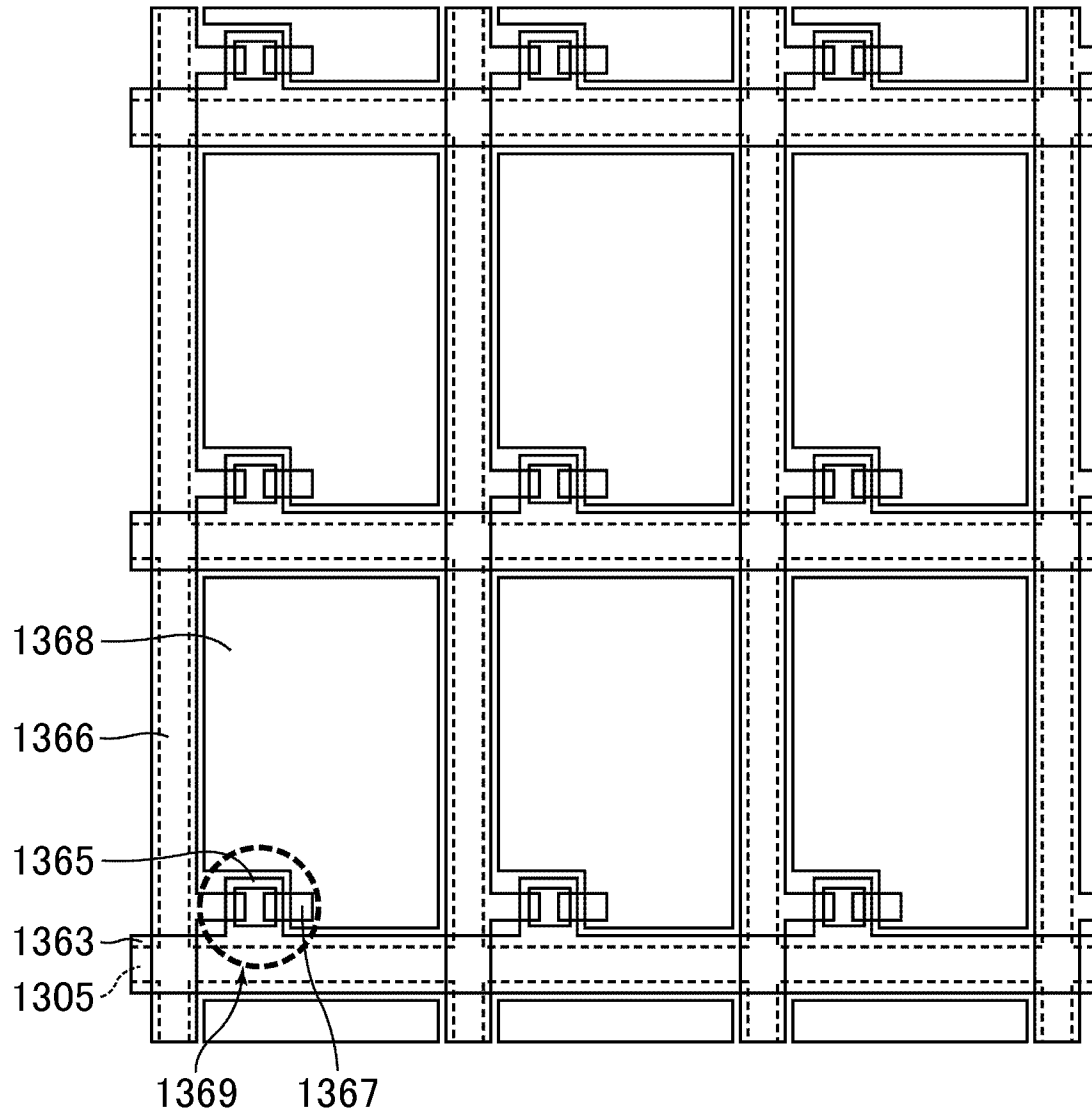
[図44]



[図45]

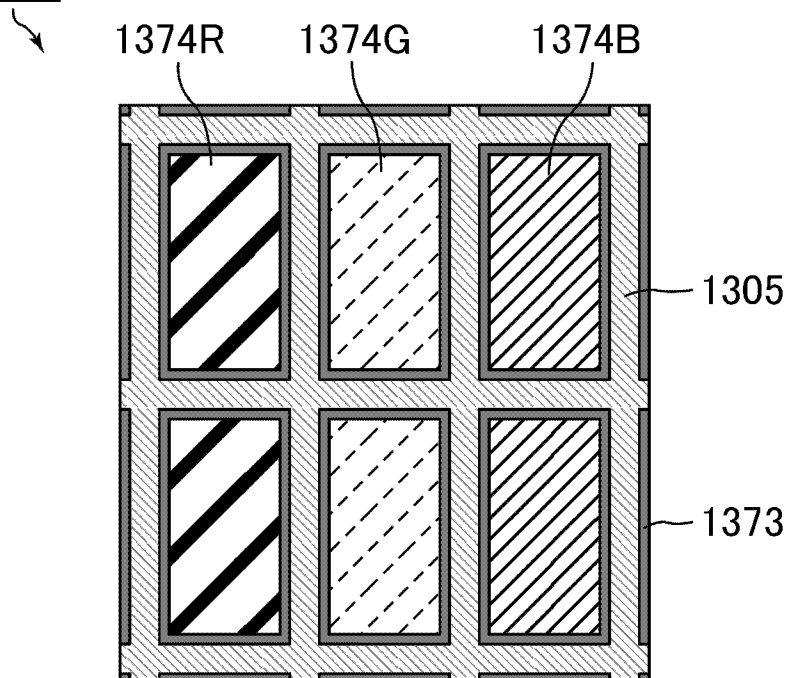


[図47]



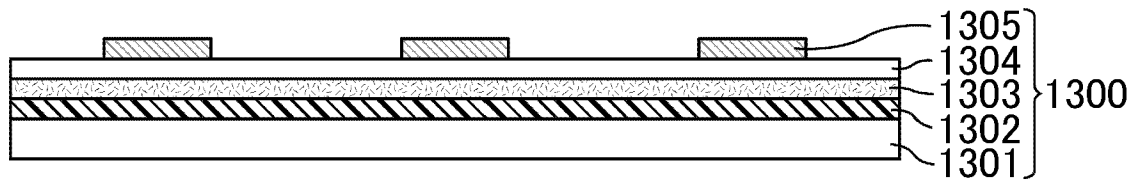
[図48]

1370

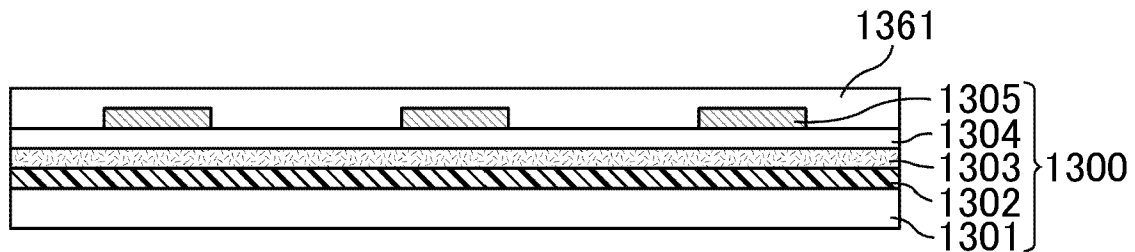


[図49-1]

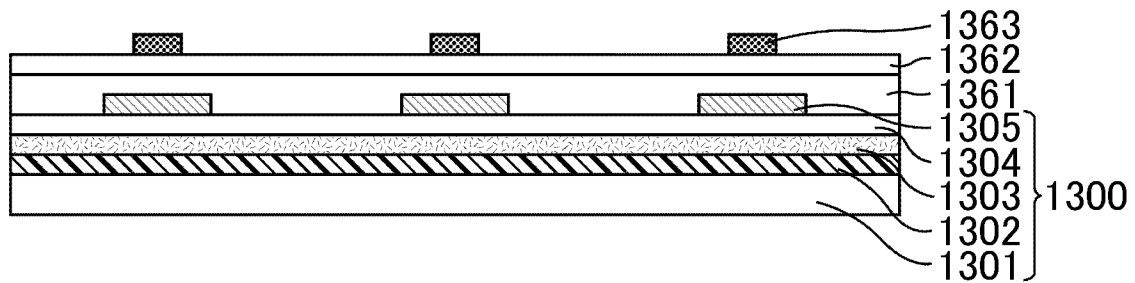
(a)



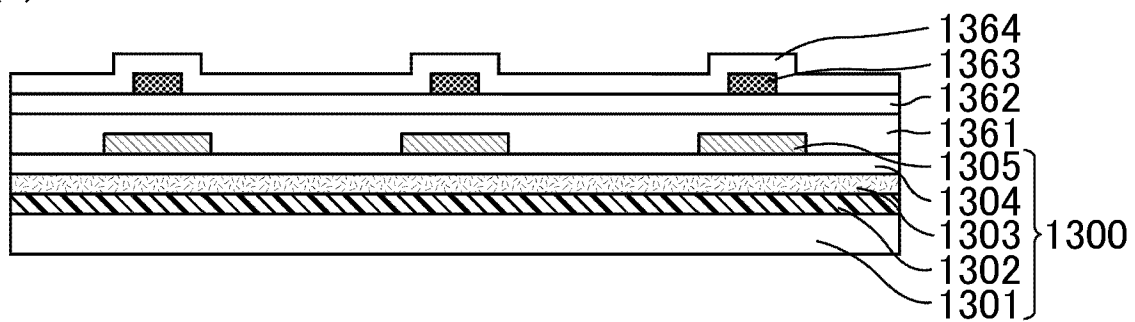
(b)



(c)

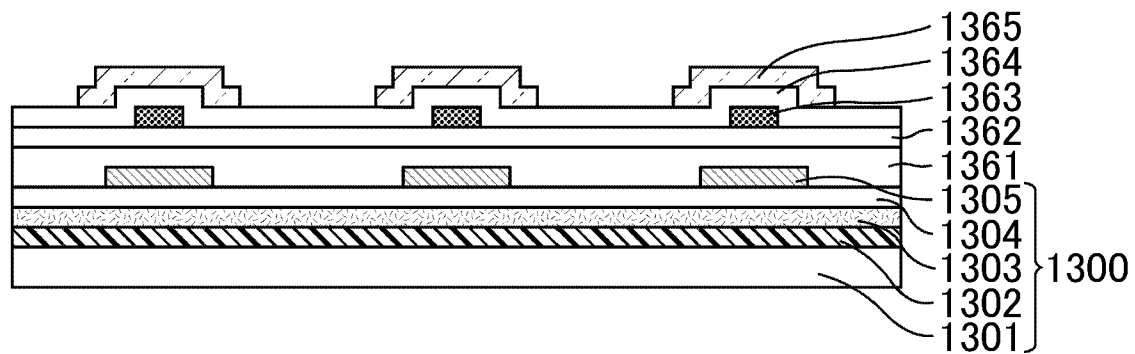


(d)

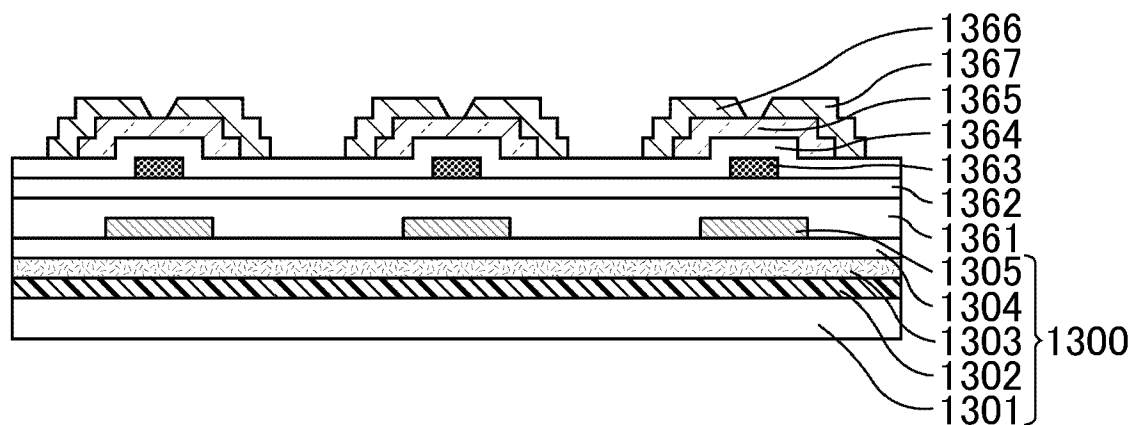


[図49-2]

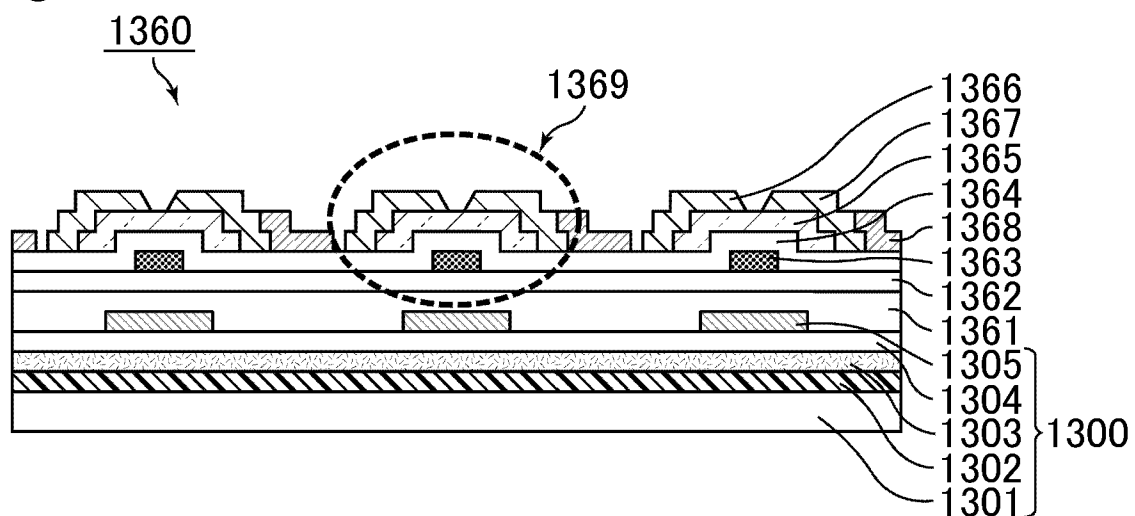
(e)



(f)

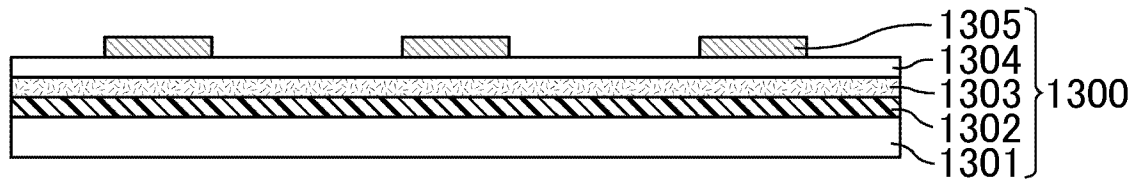


(g)

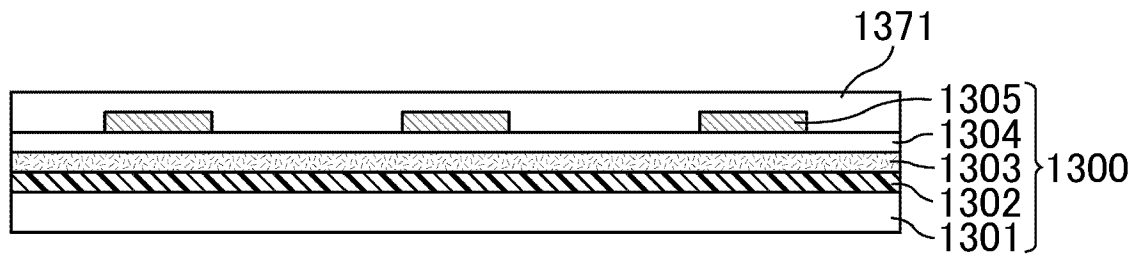


[図50]

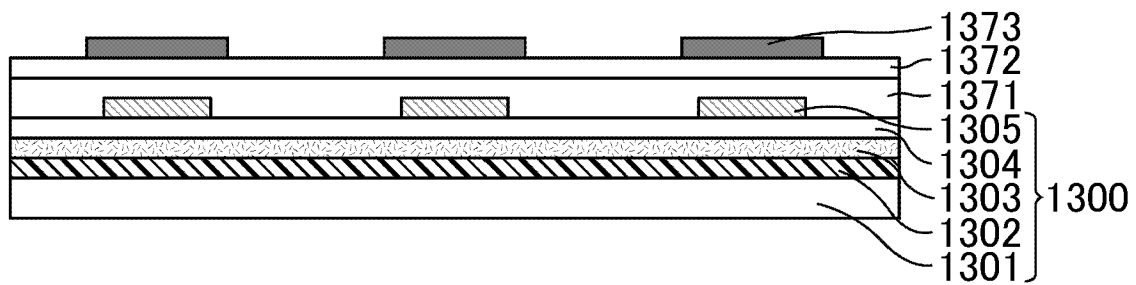
(a)



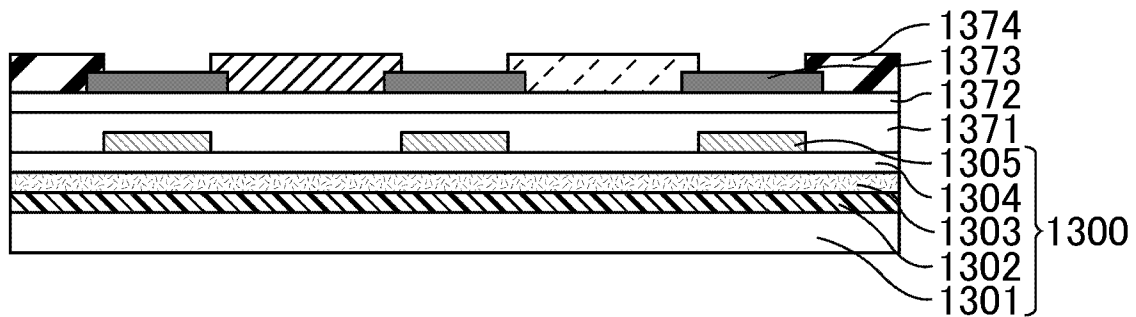
(b)



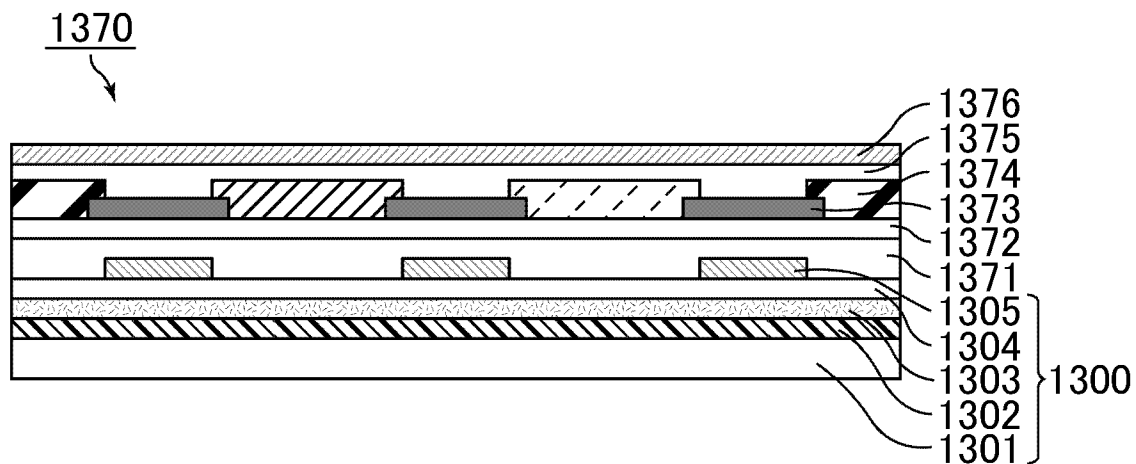
(c)



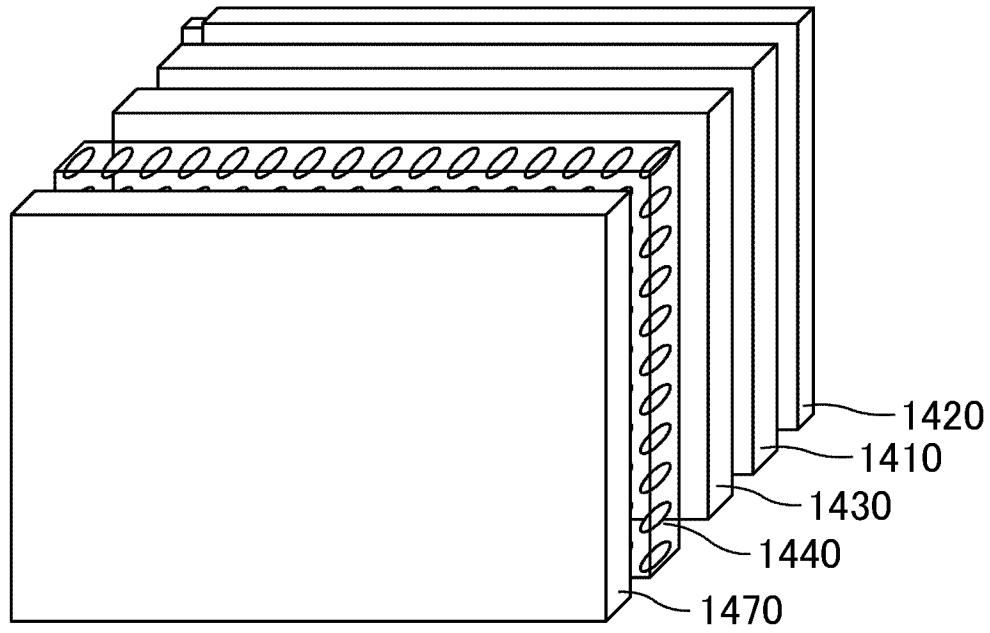
(d)



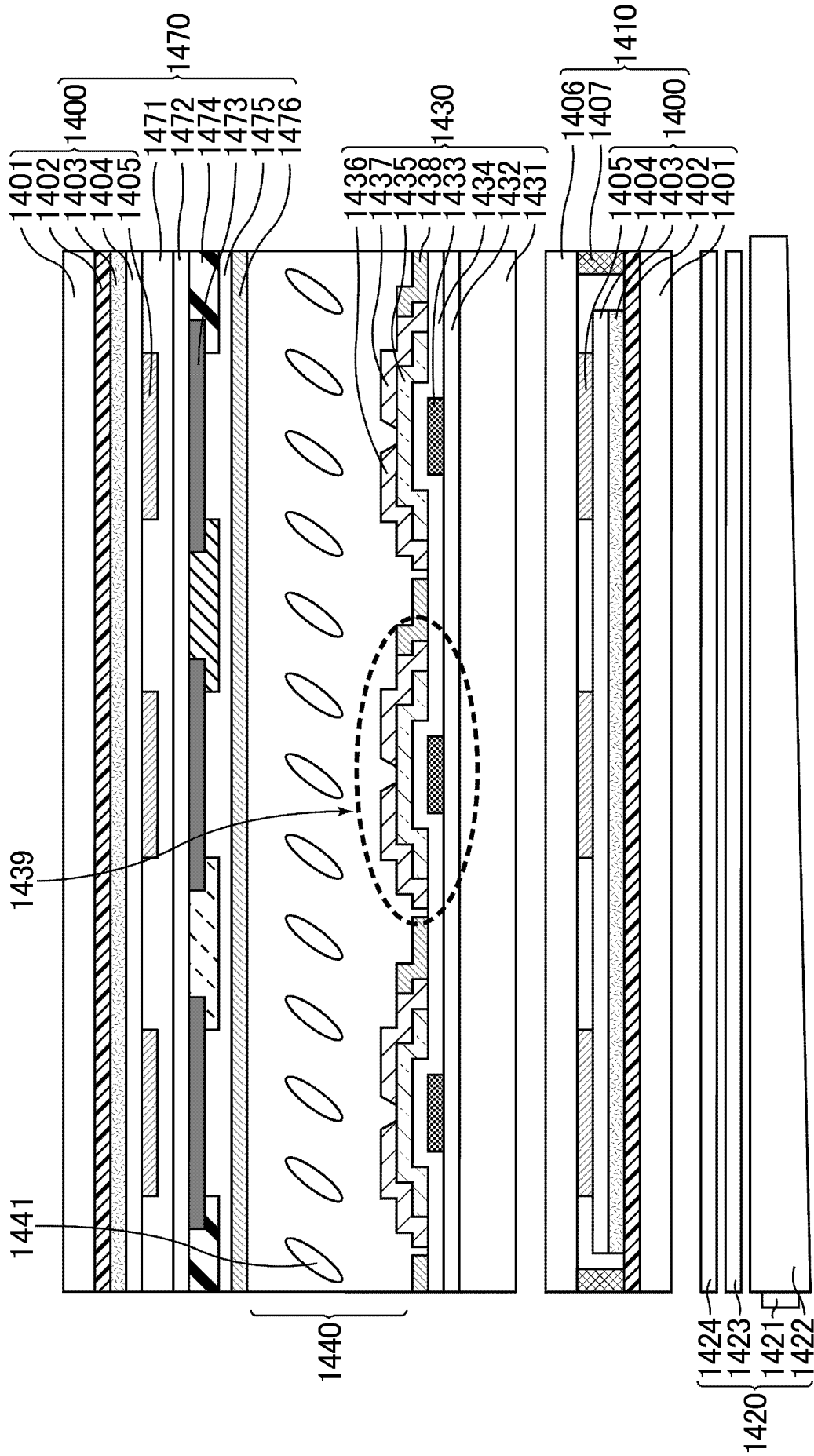
(e)



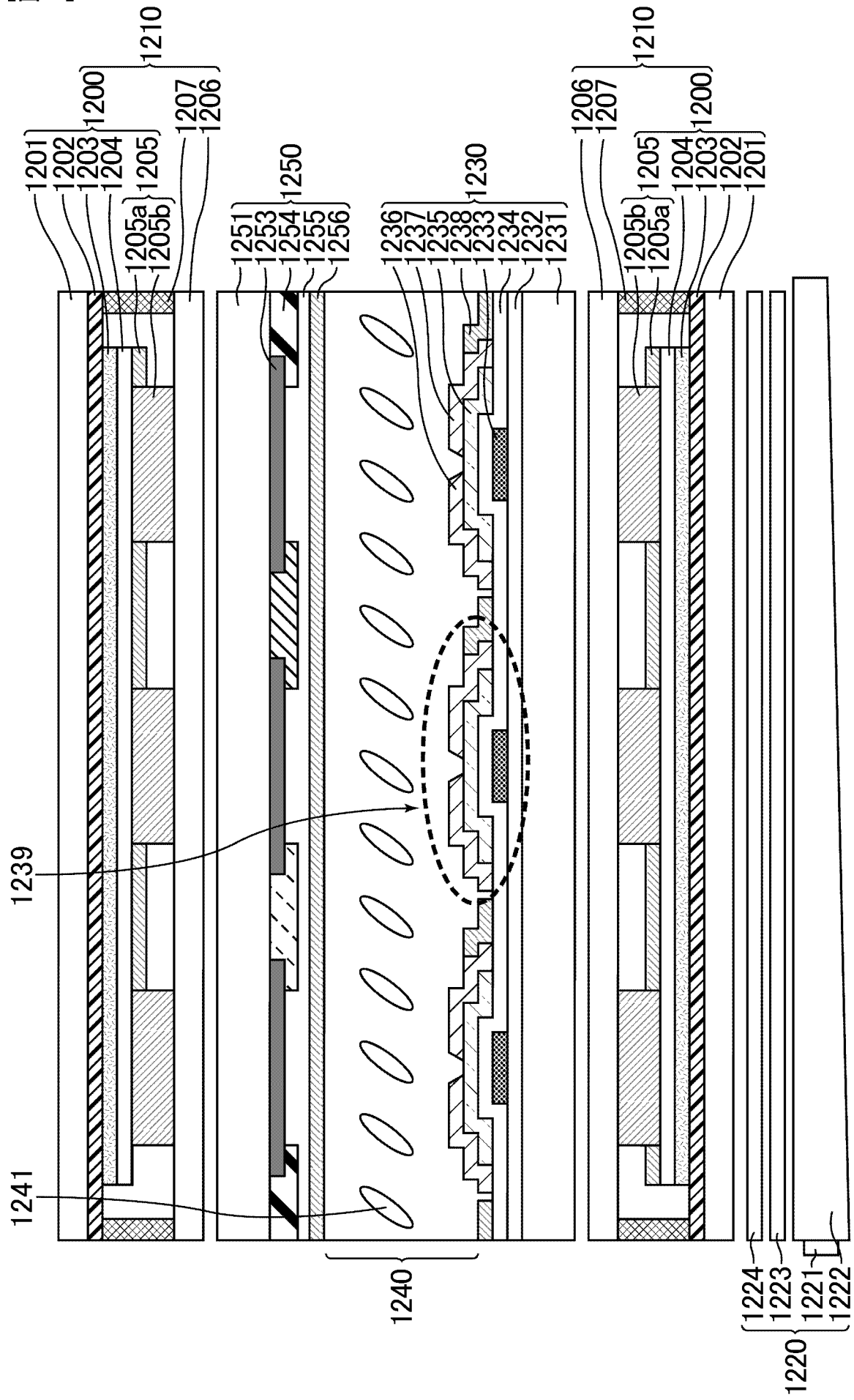
[図51]



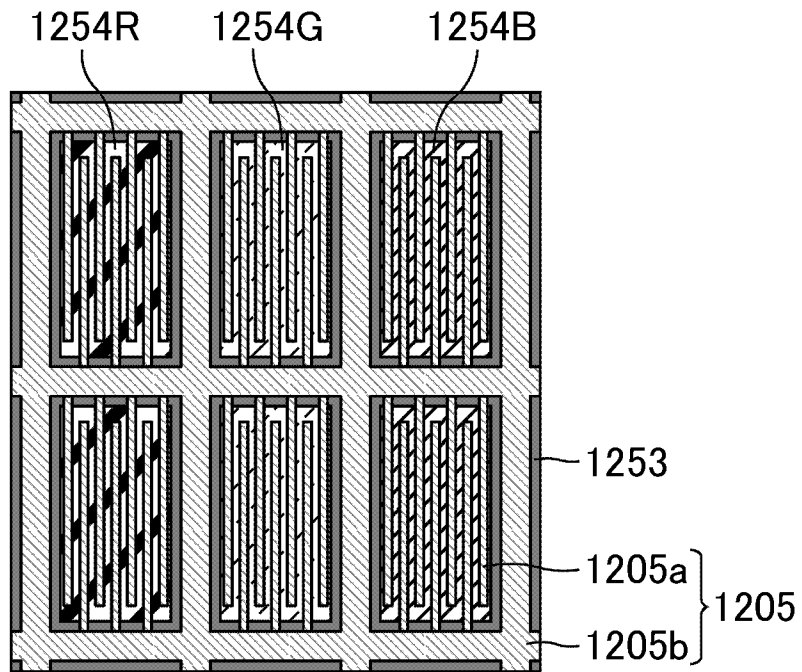
[図52]



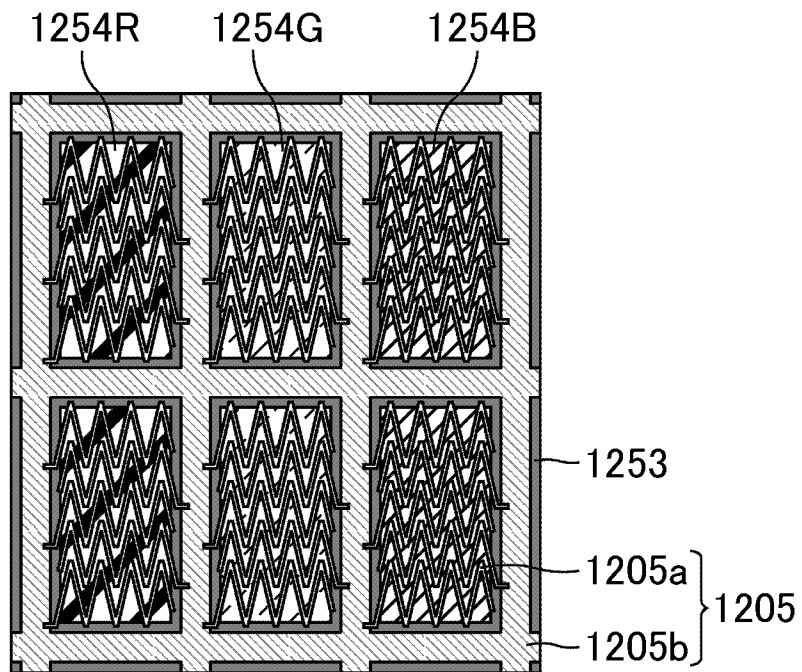
[図53]



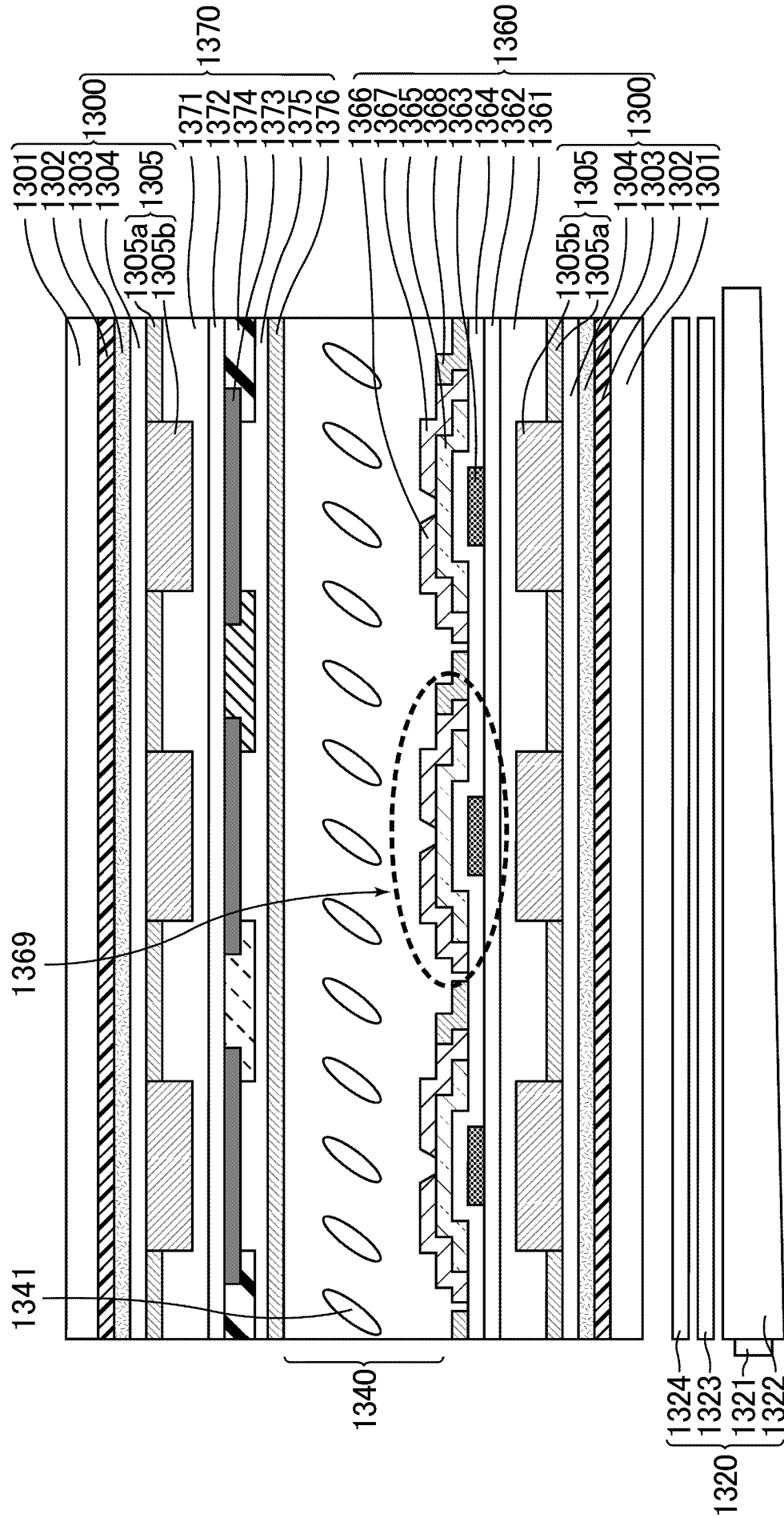
[図54]



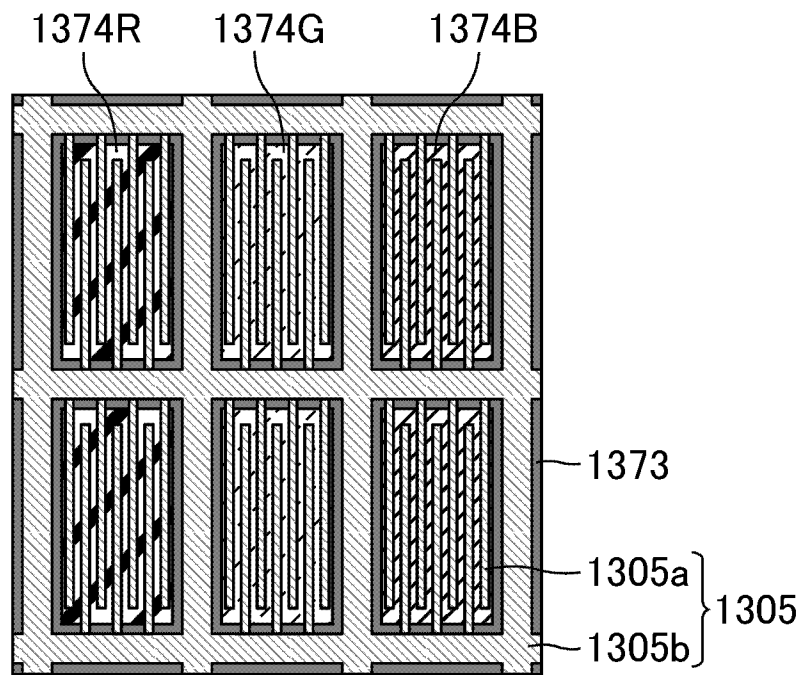
[図55]



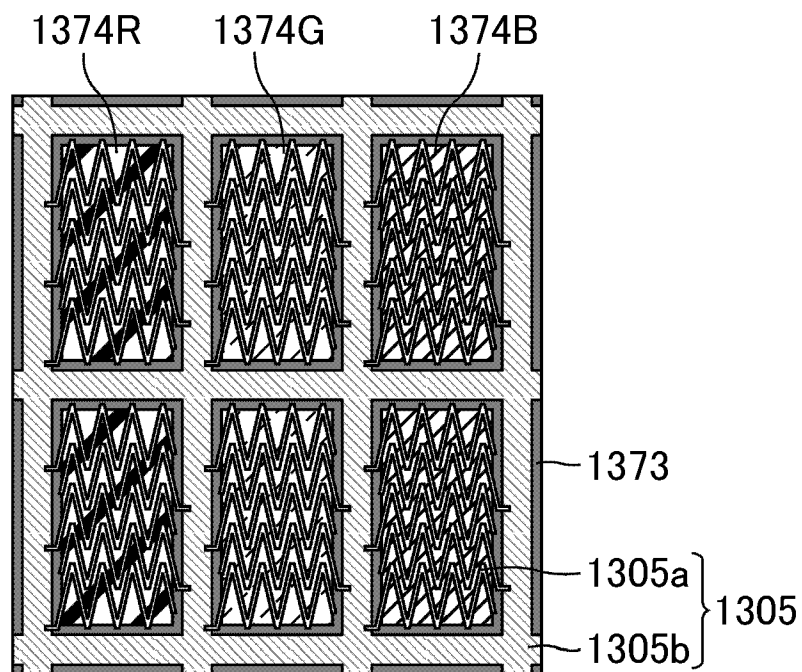
[図56]



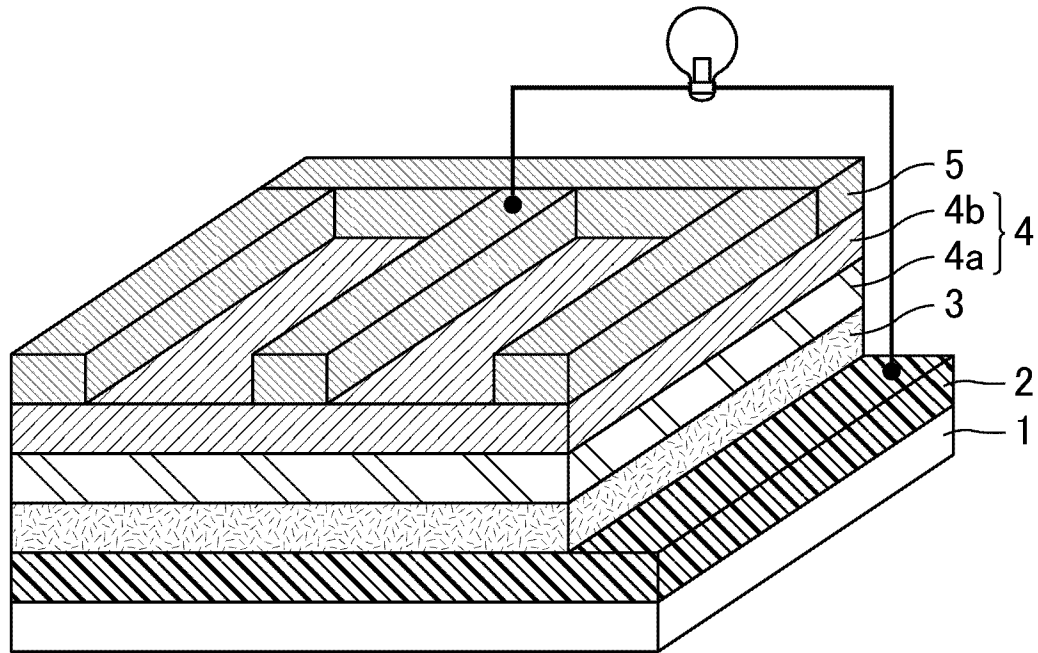
[図57]
1370



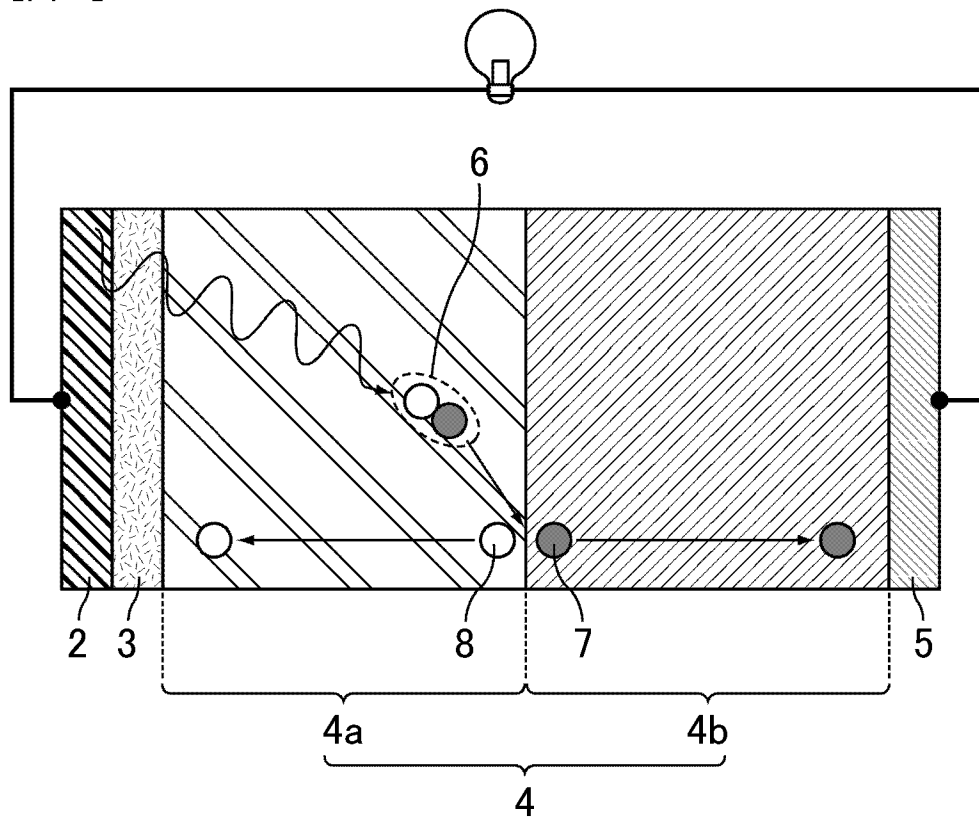
[図58]
1370



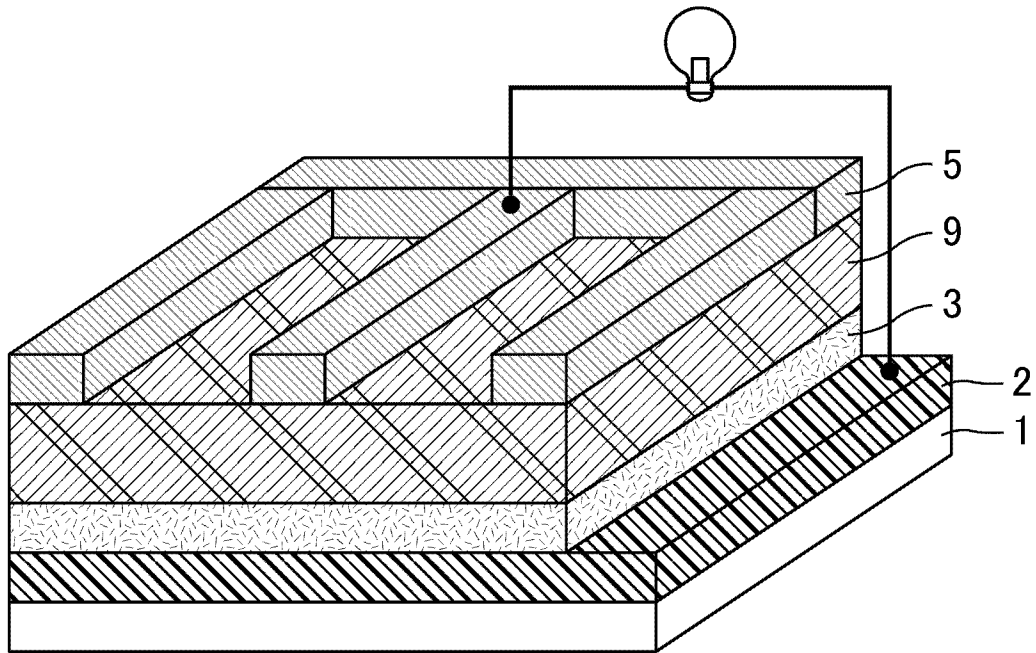
[図59]



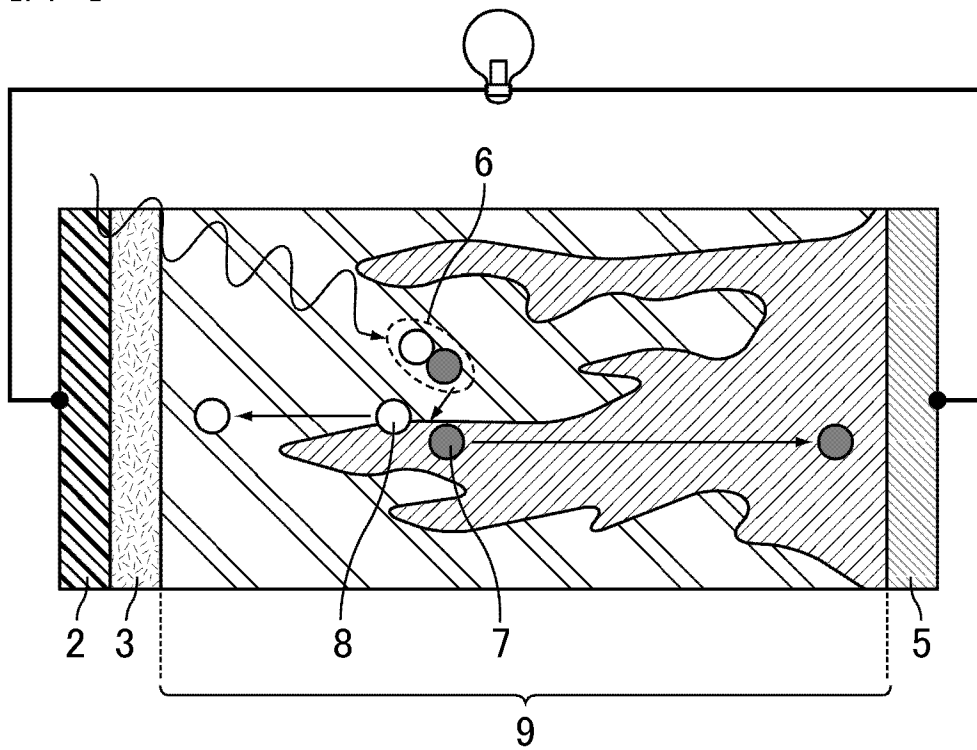
[図60]



[図61]



[図62]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077731

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, H01L31/04(2006.01)i, H01L51/42(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)

G02B5/30, G02F1/1335, H01L31/04, H01L51/42

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
X	JP 2011-525642 A (TPK Touch Solutions Inc.), 22 September 2011 (22.09.2011), claims; paragraph [0021]	1-3, 8-16, 31-32, 36-38
Y	& EP 2449425 A & WO 2011/000204 A1 & CN 201477327 U & KR 10-2011-0025905 A	4-7, 17-30, 33-35
Y	JP 2007-536753 A (Merck Patent GmbH), 13 December 2007 (13.12.2007), claims; paragraphs [0048], [0054] & US 2008/0026229 A1 & EP 1745522 A & WO 2005/109540 A2 & DE 102004021989 A & KR 10-2007-0015561 A & CN 1950958 A	4-7, 17-30



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

11 November, 2013 (11.11.13)

Date of mailing of the international search report

19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077731

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-277741 A (Sharp Corp.), 02 October 2003 (02.10.2003), paragraphs [0087], [0088] & US 2005/0063175 A1 & WO 2003/081688 A2 & TW 229572 B & CN 1643707 A & AU 2003214650 A	33-35
A	JP 2009-60053 A (Fujifilm Corp.), 19 March 2009 (19.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-38
A	JP 2006-19638 A (Nitto Denko Corp.), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-38
A	JP 2005-216596 A (Seiko Epson Corp.), 11 August 2005 (11.08.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-38
A	JP 2005-174605 A (Nitto Denko Corp.), 30 June 2005 (30.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-38

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, H01L31/04(2006.01)i, H01L51/42(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. G02B5/30, G02F1/1335, H01L31/04, H01L51/42		
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 3 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X	JP 2011-525642 A (宸鴻光電科技股▲分▼有限公司) 2011.09.22, 特許請求の範囲、段落 [0 0 2 1] & EP 2449425 A & WO 2011/000204	1-3, 8-16, 31-32, 36-38
Y	A1 & CN 201477327 U & KR 10-2011-0025905 A	4-7, 17-30, 33-35
Y	JP 2007-536753 A (メルク パテント ゲーエムベーハー) 2007.12.13, 特許請求の範囲、段落 [0 0 4 8] [0 0 5 4] & US 2008/0026229 A1 & EP 1745522 A & WO 2005/109540 A2 & DE 102004021989 A & KR 10-2007-0015561 A & CN 1950958 A	4-7, 17-30
☒ 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 1 1 . 1 1 . 2 0 1 3	国際調査報告の発送日 1 9 . 1 1 . 2 0 1 3	
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） 藤岡 善行 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1	2 0 9 2 2 5

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
Y	JP 2003-277741 A (シャープ株式会社) 2003.10.02, 段落 [0087] [0088] & US 2005/0063175 A1 & WO 2003/081688 A2 & TW 229572 B & CN 1643707 A & AU 2003214650 A	33-35
A	JP 2009-60053 A (富士フイルム株式会社) 2009.03.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-38
A	JP 2006-19638 A (日東電工株式会社) 2006.01.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-38
A	JP 2005-216596 A (セイコーエプソン株式会社) 2005.08.11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-38
A	JP 2005-174605 A (日東電工株式会社) 2005.06.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-38