

(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
2017年7月27日(27.07.2017)



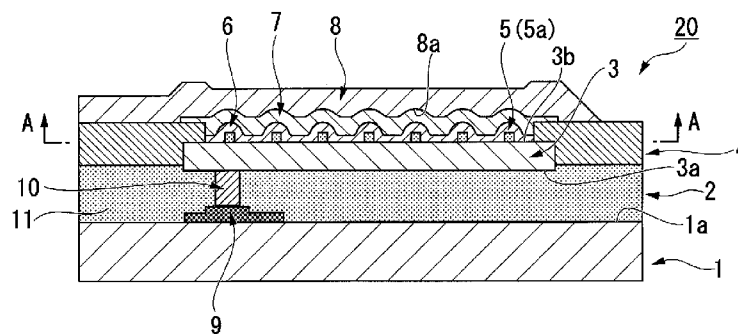
(10) 国際公開番号
WO 2017/126590 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/22 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/26* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001691
- (22) 国際出願日: 2017年1月19日(19.01.2017)
- (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 2016-008197 2016年1月19日(19.01.2016) JP
- (71) 出願人: 王子ホールディングス株式会社(OJI HOLDINGS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040061 東京都中央区銀座四丁目7番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 八田 嘉久(HATTA Yoshihisa); 〒1040061 東京都中央区銀座四丁目7番5号 王子ホールディングス株式会社内 Tokyo (JP). 田中 泰明(TANAKA Yasuaki); 〒1040061 東京都中央区銀座四丁目7番5号 王子ホールディングス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT EMITTING ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT EMITTING ELEMENT, DISPLAY DEVICE, AND ILLUMINATING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光素子、発光素子の製造方法、表示装置、及び照明装置



(57) Abstract: This light emitting element is provided with a substrate, a first electrode layer provided on one surface side of the substrate, a transparent member provided on the first electrode layer with a portion of the surface of the first electrode being exposed, a transparent electroconductive layer for covering the surface of the transparent member and the exposed first electrode layer, an organic light emitting layer provided on the transparent electroconductive layer, and a second electrode layer provided on the side of the organic light emitting layer on the opposite side from the first electrode layer. The surface of the second electrode layer of the side facing the first electrode layer has a configuration having recesses and protrusions corresponding to locations where the transparent member is present.

(57) 要約: この発光素子は、基板と、前記基板の一方の面側に設けられた第1電極層と、前記第1電極層上に前記第1電極の表面の一部を露出させた状態で設けられた透明部材と、前記透明部材の表面と、露出した第1電極層とを被覆する透明導電層と、前記透明導電層上に設けられた有機発光層と、前記有機発光層の前記第1電極層と反対側に設けられた第2電極層とを備え、前記第2電極層の、前記第1電極層と対向する側の表面が、前記透明部材の存在箇所に対応する凹凸形状を有する。



WO 2017/126590 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

発光素子、発光素子の製造方法、表示装置、及び照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子、発光素子の製造方法、表示装置、及び照明装置に関する。

本願は、2016年1月19日に、日本に出願された、特願2016-008197号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 発光素子を備える表示装置の一例として、特許文献1には、透明基板上にドット状の凹凸がランダムな配置となるように形成されており、前記基板上にアノード電極、有機発光層、及びカソード電極が積層された有機発光素子を複数備える、有機発光表示装置（以下、単に「EL表示装置」という）が開示されている。

[0003] 特許文献1に記載の有機発光素子には、透明基板の表面に設けられた凹凸形状に沿った形状を有する電極層が設けられており、有機発光素子の発光効率の向上が図られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-040584号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の有機発光素子では、透明基板の表面に設けられた原型となる凹凸形状に対応する凹凸形状を各層に形成する構成であるため、透明基板から離れた位置に設けられた電極層に原型に忠実な凹凸形状を形成することが難しい場合があった。したがって、有機発光素子の発光効率が充分ではない場合があった。

[0006] 本発明は、従来の上記問題を解決したものであり、発光効率に優れた発光素子を提供する。

また、上記発光素子を製造することが可能な製造方法を提供する。

また、上記発光素子を用いて、発光効率に優れた表示装置、及び照明装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、以下に示す構成によって上記課題を解決した発光素子、これを備えた表示装置及び照明装置に関する。

[0008] [1] 基板と、前記基板の一方の面側に設けられた第1電極層と、前記第1電極層上に前記第1電極層の表面の一部を露出させた状態で設けられた透明部材と、前記透明部材の表面と、露出した第1電極層とを被覆する透明導電層と、前記透明導電層上に設けられた有機発光層と、前記有機発光層の前記第1電極層と反対側に設けられた第2電極層とを備え、前記第2電極層の、前記第1電極層と対向する側の表面が、前記透明部材の存在箇所に対応する凹凸形状を有する、発光素子。

[2] 前記透明部材が、複数の島状部から構成される、[1]に記載の発光素子。

[3] 前記透明部材が、複数の開口部が形成された層状部である、[1]に記載の発光素子。

[4] 前記第1電極層の面積に対する前記透明部材の面積の比率が、0.1以上0.9以下である、[1]乃至[3]のいずれか一項に記載の発光素子。

[5] 前記透明部材の平均高さが、12～180nmである、[1]乃至[4]のいずれか一項に記載の発光素子。

[6] 前記第1電極層の、前記第2電極層と対向する側の表面が、平坦である、[1]乃至[5]のいずれか一項に記載の発光素子。

[7] 前記第1電極層の、前記基板と対向する側の表面が、平坦である、[1]乃至[6]のいずれか一項に記載の発光素子。

〔 8 〕 基板の一方の面側に第 1 電極層を形成する工程と、

前記第 1 電極層上に前記第 1 電極層の表面の一部を露出するように透明部材を形成して、前記第 1 電極層の表面に凹凸形状を設ける工程と、

前記透明部材の表面と、露出した第 1 電極層とを被覆するように、透明導電層、有機発光層、及び第 2 電極層、を順次積層する工程と、を備え、

前記透明導電層と、前記有機発光層と、前記第 2 電極層の、前記第 1 電極層と対向する側の表面とに、前記凹凸形状に対応する形状を設ける、発光素子の製造方法。

〔 9 〕 前記透明部材として、複数の島状部を形成する、〔 8 〕に記載の発光素子の製造方法。

〔 10 〕 前記透明部材として、複数の開口部が設けられた層状部を形成する、〔 8 〕に記載の発光素子の製造方法。

〔 11 〕 前記透明部材を形成する際、3D プリント法、ナノインプリント法、ミクロ相分離、フォトリソグラフィ、及び粒子マスクのうち、いずれか 1 つ、又は 2 つ以上を用いる、〔 8 〕～〔 10 〕のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

〔 12 〕 前記第 1 電極層を形成する際、前記第 1 電極層の、前記基板と反対側の表面を平坦とする、〔 8 〕乃至〔 11 〕のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

〔 13 〕 前記第 1 電極層を形成する際、前記第 1 電極層の、前記基板と対向する側の表面を平坦とする、〔 8 〕乃至〔 12 〕のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

〔 14 〕 〔 1 〕乃至〔 7 〕のいずれか一項に記載の発光素子を複数備え、前記第 1 電極層が光反射性を有し、前記第 2 電極層が光透過性を有する、表示装置。

〔 15 〕 前記基板と前記第 1 電極層との間に、薄膜トランジスタ層を備える、〔 14 〕に記載の表示装置。

〔 16 〕 〔 1 〕乃至〔 7 〕のいずれか一項に記載の発光素子を 1 以上備え

、前記第 1 電極層が光透過性を有し、前記第 2 電極層が光反射性を有する、照明装置。

発明の効果

[0009] 本発明の発光素子は、第 1 電極層上に第 1 電極層の表面の一部を露出させた状態で透明部材が設けられており、第 2 電極層の、第 1 電極層と対向する側の表面が、透明部材の存在箇所に対応する凹凸形状を有する。第 2 電極層に近い第 1 電極層の表面に凹凸形状の原型を設け、第 2 電極層の表面に原型に忠実な凹凸形状を設ける構成であるため、本発明の発光素子は、発光効率に優れる。

本発明の発光素子の製造方法は、上記発光素子を製造することができる。

本発明の表示装置、及び照明装置は、上記発光素子を用いるため、発光効率に優れる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、本発明を適用した第 1 実施形態である発光素子の断面模式図である。

[図2]図 2 は、図 1 中に示す A－A 線の高さにおける平面図である。

[図3]図 3 は、本発明に用いる透明部材の変形例を示す断面図である。

[図4]図 4 は、本発明に用いる透明部材の変形例を示す断面図である。

[図5]図 5 は、本発明を適用した第 2 実施形態である発光素子の断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第 1 の実施形態>

先ず、本発明を適用した第 1 の実施形態の発光素子、発光素子の製造方法、及び表示装置の構成について、説明する。

[0012] 「発光素子」

図 1 は、本発明を適用した第 1 実施形態である発光素子の断面模式図である。図 2 は、図 1 中に示す A－A 線に沿った断面図である。

図 1 に示すように、本実施形態の発光素子 20 は、基板 1 と、薄膜トラン

ジスタ層 2 と、第 1 電極層 3 と、画素分離層 4 と、透明部材 5 と、透明導電層 6 と、有機発光層 7 と、第 2 電極層 8 とを備え、これらが順次積層されて、概略構成されている。

本実施形態の発光素子 20 は、トップエミッション構造で、第 1 電極層 3 を陽極、第 2 電極層 8 を陰極とする構成を一例として説明する。この場合、第 1 電極層 3 は金属反射電極であり、第 2 電極層 8 は透明電極となるため、以下のトップエミッション構造に関する説明においては第 1 電極層を金属反射電極と記載し、第 2 電極層を透明電極と記載することもある。

[0013] 金属反射電極 3 と透明電極 8 は、電圧を印加できるようになっている。金属反射電極 3 と透明電極 8 との間に電圧を印加することで、有機発光層 7 に電子とホールが注入され、これらが結合することで光が発生する。発生した光は、透明電極 8 を直接透過して素子外部に取り出されるか、金属反射電極 3 で一度反射して素子外部に取り出される。

[0014] [基板]

基板 1 の材質は、特に限定されるものではなく、使用目的に応じて適宜選択することができる。基板 1 としては、例えば、サファイア、 SiC 、 Si 、 MgAl_2O_4 、 LiTaO_3 、 ZrB_2 、又は CrB_2 等の材料から成る板材を用いることができる。基板 1 としては、機械的安定性、熱安定性、光学安定性、化学的安定性の点で、サファイアが好ましい。

[0015] 基板 1 の材質として、光を基板 1 側から取り出せるように、可視光を透過する透明体を用いてもよい。この場合、透明体である基板 1 の材料としては、無機材料でも有機材料でもよく、それらの組み合わせでもよい。無機材料としては、たとえば、石英ガラス、無アルカリガラス、白板ガラス等の各種ガラス、マイカ等の透明無機鉱物などが挙げられる。有機材料としては、シクロオレフィン系フィルム、ポリエステル系フィルム等の樹脂フィルム、前記樹脂フィルム中にセルロースナノファイバー等の微細繊維を混入した繊維強化プラスチック素材などが挙げられる。

[0016] 本実施形態の発光素子 20 は、トップエミッション型であり、光が基板 1

とは反対側から取り出されるため、基板 1 は必ずしも透明でなくてもよい。透明体でない基板 1 の材料としては、たとえば、ステンレス板や銅板等の金属板や、シリコンウエハ等を用いることができる。

[0017] 基板 1 の厚さは、特に限定はされないが、例えば 100～1000 μm であり、好ましくは 200～500 μm である。200 μm 以上であると、基板の強度が確保され発光素子製造時の取り扱いが容易となる。また、装置の軽量化の点から、500 μm 以下であることが好ましい。

[0018] [薄膜トランジスタ層]

薄膜トランジスタ層 2 は、画素の発光を制御するために、基板 1 と金属反射電極（第 1 電極層）3 との間に設けられている。具体的には、薄膜トランジスタ層 2 は、基板 1 に積層された薄膜トランジスタ回路 9 と、薄膜トランジスタ回路 9 と金属反射電極 3 との接続部 10 と、薄膜トランジスタ回路 9 及び接続部 10 を埋め込んで平坦化するための層間絶縁膜 11 とを有している。

[0019] 層間絶縁膜 11 としては、特に限定されるものではなく、例えば、スピノングラス材料を用いて形成される。スピノングラス材料は、塗布段階では粘性を有する液体状であり、塗布後に硬化させることにより、固体形態になるものをいう。したがって、液体を基板 1 上に塗布することが可能であり、基板 1 上に設けられた薄膜トランジスタ回路 9 及び接続部 10 を埋め込んで、均一な層を形成することができる。

[0020] スピノングラス材料としては、特に限定されるものではなく、一般に用いられているものを使用することができる。例えば、シリケート系のスピノングラス材料、シロキサン系のスピノングラス材料等を用いることができる。スピノングラス材料の硬化方法としては、特に限定されるものではなく、一般に用いられる加熱処理、UV 照射処理、オゾン処理、ゾルゲル法等を用いることができる。

[0021] 薄膜トランジスタ層 2 の厚さは、特に限定はされないが、例えば 100～500 nm である。

[0022] [金属反射電極]

金属反射電極（第1電極層）3は、基板1の一方の面1a側に、薄膜トランジスタ層2上に設けられた反射膜兼電極である。金属反射電極3は、図1に示すように、画素分離層4によって画素単位で区画、分離されている。

金属反射電極3の材料としては、特に限定されるものではなく、ほとんどの金属の単体または合金を用いることができるが、複素誘電率の実部が絶対値が大きな負の値を持つような材料が好ましい。かかる材料としては、例えば、金、銀、銅、亜鉛、アルミニウム、マグネシウム等の単体や、金と銀との合金、銀と銅との合金、真鍮等の合金が挙げられる。また、金属反射電極3は、2層以上の積層構造であってもよい。

[0023] 金属反射電極3の厚さは、特に限定はされないが、例えば20～1000nmであり、好ましくは50～500nmである。20nmより薄いと反射率が低くなり正面輝度が低下し、また、1000nmより厚いと成膜時の熱によるダメージ、膜応力による機械的ダメージが金属反射電極3内に蓄積しクラックや剥がれを生じる恐れがあり導通不良につながる。

なお、発光素子20を構成する各層の厚さは、分光エリプソメーター、接触式段差計、AFM等により測定できる。

[0024] 本実施形態の発光素子20は、基板1の、薄膜トランジスタ層2が積層される側（金属反射電極3と対向する側）の表面1a、金属反射電極3の基板1と対向する側の表面3a、及び金属反射電極3の基板1と反対側（透明電極8と対向する側）の表面3bがそれぞれ平坦となっている。

本実施形態の発光素子20は、基板1の表面1aが平坦であるため、薄膜トランジスタ回路9を高い精度で形成することができる。また、金属反射電極3の表面3aが平坦であるため、接続部10によって薄膜トランジスタ回路9と金属反射電極3とが確実に接続することができる。したがって、高画素化が進み、回路がより細密になった場合でも、高い加工精度、及び接続信頼性が得られる。

ここで言う平坦とは、AFMを用いてJIS B0601 '2001に準

抛して測定した算術平均粗さ R_a の値が、 2 nm 以下であることを意味する。なお、レーザー顕微鏡の測定データに、JIS B0633 ; 2001 に記載の触針式粗さ計の測定標準で規定されるフィルター処理を適用して抽出した粗さ曲線から、粗さパラメーター R_a を求めることができる。

あるいは、ここで言う平坦とは、発光素子の断面 TEM での観察で基板の界面を粗さ曲線とみなし、粗さパラメーター R_a の値が 2 nm 以下であることを意味する。

[0025] [画素分離層]

画素分離層 4 は、画素と画素とを区画して分離するために設けられた隔壁である。図 1 及び図 2 に示すように、画素分離層 4 は、金属反射電極 3 の表面 3 b を露出させた状態で、薄膜トランジスタ層 2 及び金属反射電極 3 の端部を覆うように設けられている。画素分離層 4 の材料としては、絶縁膜として機能するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、高透明アクリル系樹脂等が挙げられる。

[0026] 画素分離層 4 の厚さは、特に限定はされないが、例えば $100\sim3000\text{ nm}$ であり、好ましくは $250\sim2000\text{ nm}$ である。

[0027] [透明部材]

透明部材 5 は、図 1 及び図 2 に示すように、金属反射電極 3 の光反射機能を損なうことなく、上記金属反射電極 3 の表面 3 b に凹凸形状を付与するために設けられた、可視光を透過する透明体である。

透明体の材料としては、特に限定されるものではなく、可視光の範囲（波長 $380\text{ nm}\sim800\text{ nm}$ ）でスペクトルに偏りを与えず、透過率が 70% 以上、好ましくは 80% 以上、より好ましくは 90% 以上のものを用いることができる。

具体的には、透明体の材料としては、無機材料でも有機材料でもよく、それらの組み合わせでもよい。無機材料としては、たとえば、石英ガラス、無アルカリガラス、白板ガラス等の各種ガラス、マイカ等の透明無機鉱物などが挙げられる。有機材料としては、シクロオレフィン系フィルム、ポリエス

テル系フィルム等の樹脂フィルム、前記樹脂フィルム中にセルロースナノファイバー等の微細繊維を混入した繊維強化プラスチック素材などが挙げられる。

[0028] 透明部材 5 は、図 1 及び図 2 に示すように、複数の円柱状の島状部 5 a から構成されている。

図 1 に示すように、透明部材 5 の平均高さは、12～180 nm であることが好ましく、15～150 nm であることがより好ましい。透明部材 5 の平均高さが上記好ましい範囲の下限値以上であれば、透明電極 8 の表面 8 a に対してプラズモニック効果による光取り出しに対して適切な高さを有する凹凸形状を確実に形成することができ、好ましい範囲の上限値以下であれば、透明部材 5 が設けられた金属反射電極 3 の表面 3 b 上に、透明導電層 6 から透明電極 8 までを欠陥なく確実に成膜することができる。

透明部材 5 の平均高さは、島状部 5 a の高さを 25 個測定したときの平均値をいう。

円柱状の島状部 5 a の高さとは、金属反射電極 3 の表面 3 b から垂直方向にもっとも離れた部分の高さをいう。

円柱状の島状部 5 a の高さは、分光エリプソメーター、接触式段差計、レーザー顕微鏡、AFM 等により測定できる。

[0029] 図 2 に示すように、透明部材 5 を構成する複数の島状部 5 a が二次元に配置された二次元構造は、周期的であっても非周期的であってもよい。

[0030] 本実施形態の発光素子 20 が狭い周波数帯域の光を発光する場合、或いは、特定の狭い周波数帯域の光を利用する場合には、複数の島状部 5 a の二次元的な配置は、周期的であることが好ましい。

複数の島状部 5 a の二次元的な配置の周期を特定の周波数の光の回折に適した周期とすることで、光の取り出し効率、或いは、光の取り込み効率を向上させることができる。または、複数の島状部 5 a の二次元的な配置の周期を発光素子内に発生する表面プラズモンの取り出しに適した周期とすることで、光取り出し効率の高い発光素子を得ることができる。

[0031] ここで、「島状部 5 a が周期的に二次元に配置」とは、複数の島状部 5 a が平面上の少なくとも 2 方向に周期的に配置されている状態をいう。周期的な二次元構造の好ましい具体例として、配向方向が 2 方向で、その交差角度が 90° であるもの（正方格子）、配向方向が 3 方向で、その交差角度が 60° であるもの（三角格子、六方格子）等が挙げられる。

また、上記の「交差角度が 60° の位置関係」とは、具体的には、以下の条件を満たす関係をいう。まず、1 つの中心点 t_1 から、隣接する中心点 t_2 の方向に長さが最頻ピッチ P と等しい長さの線分 L_1 を引く。次いで中心点 t_1 から、線分 L_1 に対して、 60° の方向に、最頻ピッチ P と等しい長さの線分 L_2 を引く。中心点 t_1 に隣接する中心点が、中心点 t_1 と反対側における各線分 L_1 の終点から、各々最頻ピッチ P の 15% 以内の範囲にあれば、交差角度が 60° の位置関係にある。交差角度が 90° の位置関係とは、上述の「 60° 」との記載を「 90° 」と読み替えることで定義される。

また、中心点は以下のように定義する。AFM（原子間力顕微鏡）の測定結果に基づき、基準面と平行に各島状部 5 a について 20 nm 毎に複数の等高線を引き、各等高線の重心点（ x 座標と y 座標で決定される点）を求める。これらの各重心点の平均位置（各 x 座標の平均と y 座標の平均で決定される位点）が、島状部 5 a の中心点である。

[0032] ここで、最頻ピッチ P は、具体的には、以下のようにして求めることができる。

まず、基板上における無作為に選択された領域で、一辺が最頻ピッチ P の 30～40 倍の正方形の領域について、AFM イメージを得る。例えば、最頻ピッチ P が 300 nm 程度の場合、 $9\ \mu\text{m} \times 9\ \mu\text{m} \sim 12\ \mu\text{m} \times 12\ \mu\text{m}$ の領域のイメージを得る。そして、このイメージをフーリエ変換により波形分離し、FFT 像（高速フーリエ変換像）を得る。ついで、FFT 像のプロファイルにおける 0 次ピークから 1 次ピークまでの距離を求める。

こうして求められた距離の逆数がこの領域における最頻ピッチ P である。

このような処理を無作為に選択された合計25カ所以上の同面積の領域について同様に行い、各領域における最頻ピッチを求める。こうして得られた25カ所以上の領域における最頻ピッチ $P_1 \sim P_{25}$ の平均値が最頻ピッチ P である。なお、この際、各領域同士は、少なくとも1mm離れて選択されることが好ましく、より好ましくは5mm～1cm離れて選択される。

[0033] これに対し、本実施形態の発光素子20が、広い周波数帯域の光または互いに異なる複数の周波数帯域の光を発光する場合、或いは、太陽光などの広い周波数帯域の光を利用する場合には、複数の島状部5aの二次元的な配置は、非周期的であることが好ましい。ここで「二次元的に非周期的な配置」とは、島状部5aの中心間の間隔および配置方向が一定でない状態をいう。

[0034] 中でも二次元的な配置を非周期とし、以下に説明するような構造とすることで、本実施形態の発光素子20が利用する周波数帯域の光の取り出し／取り込みを効率よく行うことができる。

この好ましい構造の一例としては、その高さ分布のスペクトル強度において、本実施形態の発光素子20が利用する周波数帯域の光の下限周波数を回折するのに適した波数から上限周波数を回折するのに適した波数までに対応した波数を含むように、高さ分布のスペクトル強度が調整された構造が挙げられる。より具体的には、本実施形態の発光素子20が利用する周波数帯域の光の下限周波数を回折するのに適した波数から上限周波数を回折するのに適した波数までに対応した波数スペクトル強度の積分値が、全スペクトル強度の35%以上となるように調整された構造であることがより好ましい。

[0035] また、透明部材5を構成する複数の島状部5aは、二次元に配置された二次元構造において、全ての島状部5aが互いに離間して配列されていても良いし、島状部5aの一部が互いに連結されていても良い。

[0036] 透明部材5を構成する複数の島状部5aは、図1及び図2に示すように、金属反射電極3上に上記金属反射電極3の表面3bの一部を露出させた状態で設けられている。具体的には、画素分離層4によって区画された金属反射電極3の表面3bの全面積に対する透明部材5が被覆する表面3bの面積（

すなわち、複数の島状部 5 a が被覆する表面 3 b の総面積) の比率が、0.1 以上 0.9 以下であることが好ましく、0.6 以上 0.8 以下であることがより好ましい。上記比率が好ましい範囲内であると、透明電極 8 の表面 8 a に形成する凹凸構造が発光効率を向上させるために十分な大きさを確保することができる。

[0037] [透明導電層]

図 1 に示すように、透明導電層 6 は、画素分離層 4 によって区画された領域において、透明部材 5 の表面（複数の島状部 5 a の全ての表面）と、露出した金属反射電極（第 1 電極層）3 の表面 3 b とを被覆するように設けられている。露出した金属反射電極 3 の表面 3 b と透明導電層 6 とが接触する構成とすることで、本実施形態の発光素子 20 の電気抵抗を適切な範囲に調整することができる。

透明導電層 6 の形状は、金属反射電極 3 と透明部材 5 とによって設けられた凹凸形状を追従したものとなっている。

透明導電層 6 には、可視光を透過する透明導電体が用いられる。透明導電層 6 を構成する透明導電体は、特に限定されず、透明導電材料として公知のものが使用できる。たとえばインジウムスズ酸化物 (Indium Tin Oxide (ITO))、インジウム亜鉛酸化物 (Indium Zinc Oxide (IZO))、酸化亜鉛 (Zinc Oxide (ZnO))、亜鉛スズ酸化物 (Zinc Tin Oxide (ZTO)) 等が挙げられる。

[0038] 透明導電層 6 の厚さは、特に限定はされないが、例えば 30~1000 nm であり、好ましくは 50~200 nm である。50 nm 以上であると、安定した電流値が得られるため信頼性向上の効果が得られる。また、200 nm 以下であると、透過率が高くなり光取り出し効率向上の効果が得られる。

[0039] [有機発光層]

有機発光層 7 は、画素分離層 4 によって区画された領域において、透明導電層 6 上に設けられている。また、有機発光層 7 の端部は、画素分離層 4 の

端部を覆うように設けられている。

有機発光層 7 の形状は、透明導電層 6 に設けられた凹凸形状を追従したもののとなっている。

有機発光層 7 は、少なくとも、有機発光材料を含有する発光層を含む層であり、発光層のみから構成されてもよいが、一般的には発光層以外の他の層が含まれる。他の層は、発光層の機能を損なわない限り、有機材料から構成されるものであっても無機材料から構成されるものであってもよい。

たとえば、金属反射電極 3 に近い側から、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層の 5 層から構成することができる。これらの層の中で最も重要なものは発光層であり、たとえばホール注入層や電子注入層は層構成によっては省略できる。また、電子輸送層は発光層を兼ねることもできる。これらの層を構成する材質は、特に限定されず、公知のものが使用できる。

[0040] 発光層を構成する材質としては、有機発光材料が用いられる。

有機発光材料としては、たとえば、 $\text{Tris} [1\text{-phenylisoquinoline-C2, N}] \text{iridium (III)} (\text{Ir}(\text{piq})_3)$ 、 $1,4\text{-bis} [4\text{-(N,N-diphenylaminostyrylbenzene)}] (\text{DPAVB})$ 、 $\text{Bis} [2\text{-(2-benzoxazolyl)phenolato}] \text{Zinc (II)} (\text{ZnPBO})$ 等の色素化合物が挙げられる。また、蛍光性色素化合物やりん光発光性材料を他の物質（ホスト材料）にドープしたものをを用いてもよい。この場合、ホスト材料としては、ホール輸送材料、電子輸送材料等が挙げられる。

[0041] ホール注入層、ホール輸送層、電子輸送層を構成する材質としては、それぞれ、有機材料が一般的に用いられる。

[0042] ホール注入層を構成する材質（ホール注入材料）としては、たとえば、 $4,4',4''\text{-tris} (\text{N,N-2-naphthylphenylamino}) \text{triphenylamine} (2\text{-TNATA})$ 等の化合物などが挙げられる。

[0043] ホール輸送層を構成する材質（ホール輸送材料）としては、たとえば、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス（1-ナフチル）-（1, 1'-ビフェニル）-4, 4'-ジアミン（NPD）、銅フタロシアニン（CuPc）、N, N'-Diphenyl-N, N'-di(m-tolyl)benzidine（TPD）等の芳香族アミン化合物などが挙げられる。

[0044] 電子輸送層を構成する材質（電子輸送材料）及び電子注入層を構成する材質（電子注入材料）としては、たとえば、2, 5-Bis（1-naphthyl）-1, 3, 4-oxadiazole（BND）、2-（4-tert-Butylphenyl）-5-（4-biphenyllyl）-1, 3, 4-oxadiazole（PBD）等のオキサジオール系化合物、Tris（8-quinolinolato）aluminium（Alq）等の金属錯体系化合物などが挙げられる。

[0045] 有機発光層7の全体の厚さは、通常、30～500nmである。

[0046] [透明電極]

透明電極（第2電極層）8は、有機発光層7上と、有機発光層7から露出する画素分離層4上とにわたって設けられている。

透明電極8の、金属反射電極3と対向する側の表面8aの形状は、有機発光層7に設けられた凹凸形状を追従したものとなっている。すなわち、透明電極8の表面8aは、金属反射電極3の表面3b上に設けられた透明部材5の存在箇所に対応する凹凸形状を有する。

一方、透明電極8の表面8aと反対側の表面は、少なくとも画素分離層4によって区画された領域において、平坦であることが好ましい。上記構成により、画素分離層上に形成された第2電極層の界面では、表面プラズモンポラリトンの取り出しが起こらない。画素分離層上において表面プラズモンポラリトンの取り出しによる発光を抑制することによって、画素の滲みを防止することができる。

[0047] 本実施形態において、透明電極（第2電極層）8には、可視光を透過する透明導電体が用いられる。透明電極8を構成する透明導電体は、特に限定さ

れず、透明導電材料として公知のものが使用できる。たとえばインジウム－スズ酸化物（Indium Tin Oxide（ITO））、インジウム－亜鉛酸化物（Indium Zinc Oxide（IZO））、酸化亜鉛（Zinc Oxide（ZnO））、亜鉛－スズ酸化物（Zinc Tin Oxide（ZTO））等が挙げられる。

[0048] 透明電極8の厚さは、特に限定はされないが、例えば30～300nmであり、好ましくは50～150nmである。50nm以上であると、安定した電気伝導性が確保される効果が得られる。また、150nm以下であると、透過率が高いため取り出し光量増大の効果が得られる。

[0049] 「発光素子の製造方法」

次に、上述した本実施形態の発光素子20の製造方法について、説明する。

本実施形態の発光素子20の製造方法は、基板1の一方の表面1a上に薄膜トランジスタ層2を形成する工程と、薄膜トランジスタ層2上に金属反射電極（第1電極層）3を形成する工程と、金属反射電極3の表面3b上に金属反射電極3の表面3bの一部を露出するように透明部材5を形成して、金属反射電極3の表面3bに凹凸形状を設ける工程と、金属反射電極3の表面3bを露出させた状態で、薄膜トランジスタ層2と金属反射電極3の端部とを覆うように画素分離層4を形成する工程と、透明部材5の表面と露出した金属反射電極3の表面3bとを被覆するように、透明導電層6、有機発光層7、及び第2電極層8を順次積層する工程と、を備えて、概略構成されている。

[0050] 先ず、基板1の一方の表面1a上に薄膜トランジスタ層2を形成する。具体的には、平坦化处理等によって基板1の表面1aを平坦にした後、一般的な半導体プロセスを用いて、表面1a上に薄膜トランジスタ回路9を積層して形成する。

次に、基板1の表面1a上に、薄膜トランジスタ回路9を埋め込むようにして層間絶縁膜11を形成した後、層間絶縁膜11の上面を平坦化する。

次に、薄膜トランジスタ回路 9 が露出するように層間絶縁膜 11 の上面から貫通孔を形成した後、貫通孔内を導電性材料で充填して接続部 10 を形成する。次いで、層間絶縁膜 11 の上面の平坦化処理を行い、薄膜トランジスタ層 2 を形成する。

[0051] 次に、薄膜トランジスタ層 2 上に金属反射電極 3 を形成する。具体的には、薄膜トランジスタ層 2 の表面全体を覆うように、原料を所定の厚さとなるように積層して金属反射電極 3 をする。これにより、薄膜トランジスタ層 2 を構成する接続部 10 と金属反射電極 3 の表面 3 a とが電氣的に接続される。原料の積層には、一般的に用いられる金属薄膜の成膜方法（スパッタ、CVD 等）を用いることができる。

金属反射電極 3 を形成する際、基板 1 と対向する側の表面 3 a を平坦とすることが好ましい。これにより、薄膜トランジスタ層 2 を構成する接続部 10 との接続信頼性を高めることができる。

また、金属反射電極 3 を形成する際、基板 1 と反対側の表面 3 b を平坦とすることが好ましい。これにより、後述する透明部材 5 のピッチや高さを精密に制御して形成することができる。

なお、金属反射電極 3 の形状は、薄膜トランジスタ層 2 の表面形状に追従するため、薄膜トランジスタ層 2 の表面が平坦であれば、金属反射電極 3 の表面 3 a 及び表面 3 b も平坦となる。

[0052] 次に、金属反射電極 3 の表面 3 b の一部を露出するように透明部材 5 を形成して、金属反射電極 3 の表面 3 b に凹凸形状を設ける。具体的には、金属反射電極 3 の表面 3 b 上に、透明部材 5 として複数の島状部 5 a を形成する。金属反射電極 3 の表面 3 b 上に、複数の島状部 5 a を形成する方法としては、以下の方法が挙げられる。

[0053] [3D プリント法]

3D プリント法は、インクジェットプリンタ等によって金属反射電極 3 の表面 3 b 上に複数の島状部 5 a を直接形成する方法である。

[0054] [ナノインプリント法]

ナノインプリント法は、金属反射電極 3 の表面 3 b 上に未硬化の紫外線硬化性樹脂、電子線硬化性樹脂、熱硬化性樹脂などの液状樹脂を塗布し、透明部材 5（複数の島状部 5 a）の反転型を液状樹脂の表面に押し付けて、紫外線や電子線の照射、或いは加熱によって樹脂を硬化させた後、上記反転型を取り除くことによって複数の島状部 5 a を形成する方法である。

ナノインプリント法で金属反射電極 3 の表面 3 b 上に複数の島状部 5 a を形成した場合、島状部 5 a 以外の金属反射電極 3 の表面 3 b に薄い樹脂層が形成される場合がある。その場合は、島状部 5 a が所望の形状として残る程度にエッチング処理を行い、島状部 5 a が設けられた場所以外の金属反射電極 3 の表面 3 b に存在する樹脂層を除去することが好ましい。

ナノインプリント法において使用される反転型は、以下の方法で作られた凹凸形状から、電鍍などの公知の方法によってナノインプリント用の型を形成することができる。

[0055] [ミクロ相分離]

ミクロ相分離は、非相溶の 2 つの成分を混合分散液または混合熔融物とし、基材上に塗布して固化することにより、ミクロン単位の相分離構造を形成するものである。非相溶の 2 つの成分の内、一方を溶剤やエッチングにより除去することによって凹凸形状を形成することができる。

[0056] [フォトリソグラフィ]

フォトリソグラフィは、基材上に形成したフォトレジスト材料層に所望のパターンを露光処理した後、現像液によって、所望する残存パターン以外のフォトレジスト材料層を除去する技術である。前記残存パターンをマスクとして基材をエッチングし、凹凸形状を形成することができる。

[0057] [粒子マスク]

粒子マスクは、基材上に粒子の層を形成する技術である。前記粒子をマスクとして基材をエッチングし、凹凸形状を形成することができる。

[0058] 本実施形態の発光素子 20 の製造方法では、透明部材 5 を形成する際、上述した 3D プリント法、ナノインプリント法、ミクロ相分離、フォトリソグ

ラフィ、及び粒子マスクのうち、いずれか1つ、又は2つ以上を用いることが好ましい。

これらの中でも、本実施形態では、先ず、粒子マスクによって凹凸形状を形成した後、電鍍法によってナノインプリント用の反転型を形成し、上記反転型を用いたナノインプリント法によって、反射電極3の表面3aに複数の島状部5aからなる凹凸形状を形成することが好ましい。

[0059] また、複数の島状部5aからなる凹凸形状を形成する際に、上記凹凸形状の周期成分が導波モード光の取り出し、或いは、表面プラズモンポラリトンの取り出しに有効な周期を含むように島状部5aの配置を調整することで、本実施形態の発光素子20の発光効率を上げることができる。

[0060] 次に、金属反射電極3の表面3bを露出させた状態で、薄膜トランジスタ層2と金属反射電極3の端部とを覆うように画素分離層4を形成する。具体的には、先ず、フォトリソグラフィ等によって、透明部材5を形成した後の金属反射電極3を画素単位になるように区画、分離する。次いで、感光性樹脂等を金属反射電極3の前面に塗布した後、フォトリソグラフィ等によってパターン形成を行う。これにより、金属反射電極3の表面3bを露出させるとともに、薄膜トランジスタ層2上と金属反射電極3の端部とを覆う、画素分離層4を形成する。

[0061] 次に、透明部材5の表面と露出した金属反射電極3の表面3bとを被覆するように、透明導電層6、有機発光層7、及び第2電極層8を順次積層する。具体的には、先ず、画素分離層4をマスクとして、透明部材5の表面と露出した金属反射電極3の表面3bとを被覆するように、透明導電層6を積層する。次いで、透明導電層6上に、有機発光層7を積層する。次に、有機発光層7及び画素分離層4上を被覆するように、透明電極8を積層する。

各層の積層方法としては、特に限定されるものではなく、スパッタやCVD等の蒸着法を用いてもよいし、塗布によって形成してもよい。

反射電極3の表面3aに、透明導電層6、有機発光層7、及び第2電極層8を順次積層することにより、上記表面3aに設けられた複数の島状部5a

からなる凹凸形状に対応する凹凸形状を、透明導電層 6 と、有機発光層 7 と、透明電極 8 の表面 8 a とに、順次形成することができる。以上の方法により、本実施形態の発光素子 20 を製造することができる。

[0062] 「表示装置」

本実施形態の表示装置は、上述した発光素子 20 を複数備えるものである。基板 1 側に光反射性を有する金属反射電極 3 を備えたトップエミッション構造であり、金属反射電極 3 と透明電極 8 は、電圧を印加できるようになっている。金属反射電極 3 と透明電極 8 との間に電圧を印加することで、有機発光層 7 に電子とホールが注入され、これらが結合することで光が発生する。発生した光は、透明電極 8 を直接透過して素子外部に取り出されるか、金属反射電極 3 で一度反射して素子外部に取り出される。

本実施形態の表示装置は、画素ごとに上述した発光素子 20 を用いて構成されている。したがって、発光素子 20 の発光効率の向上によって、本実施形態の表示装置の発光効率も優れたものとなる。

[0063] ところで、表示装置は、全ての画素から単一色の光を照射する照明装置とは異なり、各出光色の画素から互いに異なる色の光を出射する。具体的には、赤色出光画素は赤色の光を出射し、緑色出光画素は緑色の光を出射し、青色出光画素は青色の光を出射する。一般的に、表示装置は、各出光色の画素に対して光の輝度を制御する制御部を備えており、この制御部の働きによって光の取り出される面にフルカラーの画像を表現する。

[0064] 表示装置の各画素の発光は、基板に積層された薄膜トランジスタ回路によって制御されるため、個々の画素を構成する発光素子の各電極は、薄膜トランジスタ回路に接続されなければならない。しかしながら、従来の表示装置は、上述した特許文献 1 に開示されたように、基板に凹凸形状の原型を設け、上記凹凸形状に対応する形状を電極に設けた発光素子を備える構成であった。このため、従来の表示装置では、凹凸形状を有する基板上に、薄膜トランジスタ回路を高精度で設けることは困難であった。また、従来の表示装置では、薄膜トランジスタ回路と接続される電極が波状の形状をしているため

、電極と薄膜トランジスタ回路との接続が困難な場合があった。特に、近年では、表示装置の高画素化が進み、回路がより細密になっており、より高い加工精度、及び接続信頼性が求められていた。

[0065] 本実施形態の表示装置によれば、上述した発光素子 20 を備える構成であり、基板 1 の表面 1 a が平坦であるため、基板 1 の表面 1 a 上に薄膜トランジスタ回路 9 を高精度で設けることができる。また、金属反射電極 3 の表面 3 a が平坦であるため、回路が緻密になった場合であっても、接続部 10 によって薄膜トランジスタ回路 9 と金属反射電極 3 とを確実に接続することができる。

したがって、本実施形態の表示装置は、視認性が高く、信頼性の高いものであり、高画素化に対応が可能である。

[0066] 以上説明したように、本実施形態の発光素子 20 によれば、金属反射電極 3 上に金属反射電極 3 の表面 3 b の一部を露出させた状態で、複数の島状部 5 a からなる透明部材 5 が設けられており、透明電極 8 の表面 8 a が、透明部材 5 の存在箇所に対応する凹凸形状を有する。凹凸形状の原型を透明電極 8 から離れた基板 1 に設けるのではなく、透明電極 8 から近い金属反射電極 3 の表面 3 b に設ける構成であるため、透明電極 8 の表面 8 a に原型に忠実な凹凸形状を設けることができる。したがって、本実施形態の発光素子 20 は、素子内部で導波する光を抑制し、さらに金属反射電極 3 の表面 3 b に捕捉される光を再輻射することができるため、高い光取り出し効率（発光効率）を実現することができる。

[0067] また、本実施形態の発光素子 20 によれば、互いに対向する金属反射電極 3 の表面 3 b と、透明電極 8 の表面 8 a との間にのみ、凹凸形状が設けられた構成である。これにより、金属反射電極 3 と薄膜トランジスタ層 2 に設けられた制御回路との接続加工を精度よく行うことができるため、発光素子 20 の発光不良を抑えることができる。

[0068] 本実施形態の発光素子 20 の製造方法によれば、金属反射電極 3 の表面 3 a に複数の島状部 5 a からなる凹凸形状を設けた後、金属反射電極 3 の表面

3 a 上に

透明導電層 6、有機発光層 7、及び透明電極 8 を順次積層することで、透明導電層 6 と、有機発光層 7 と、透明電極 8 の表面 8 a とに原型となる凹凸形状に対応する凹凸形状を形成する構成であるため、上述した発光素子 20 を製造することができる。

[0069] また、本実施形態の発光素子 20 の製造方法によれば、金属反射電極 3 を形成する際、基板 1 と反対側の表面 3 b を平坦とすることにより、複数の島状部 5 a のピッチや高さが精密に制御された透明部材 5 を形成することができる。

[0070] また、本実施形態の発光素子 20 の製造方法によれば、複数の島状部 5 a からなる凹凸形状を形成する際に、上記凹凸形状の周期成分が導波モード光の取り出し、或いは、表面プラズモンポラリトンの取り出しに有効な周期を含むように島状部 5 a の配置を調整することができる。これにより、本実施形態の発光素子 20 の発光効率を向上させることができる。

[0071] 本実施形態の表示装置は、発光素子 20 を用いた構成であるため、発光効率に優れる。また、本実施形態の表示装置は、基板 1 の表面 1 a が平坦であるため、接続部 10 による薄膜トランジスタ回路 9 と金属反射電極 3 との接続信頼性に優れている。したがって、本実施形態の表示装置は、視認性が高く、信頼性の高いものであり、高画素化に対応が可能である。

[0072] なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。上述した第 1 実施形態の発光素子 20、及びこれを用いた表示装置では、トップエミッション構造の場合を一例として説明したが、これに限定されるものではなく、いわゆるボトムエミッション構造を適用してもよい。この場合、薄膜トランジスタ層 2 を透明材料から構成することが好ましい。

また、金属反射電極（第 1 電極層）3 及び透明電極（第 2 電極層）8 は、一方が陽極であり、他方が陰極であれば、いずれの構成であってもよい。

[0073] また、上述した第 1 実施形態の発光素子 20 では、島状部 5 a の形状が円

柱状の場合を一例として示しているが、これに限定されるものではない。島状部 5 a の形状は、金属反射電極 3 の表面 3 b に凹凸形状を付与することが可能な形状であれば、特に限定されるものではなく、例えば、円柱、円錐、円錐台、紡錘体、半球、角柱、角錐、角錐台や、これらの形状の一部を組み合わせた形状であっても良い。

[0074] また、上述した第 1 実施形態の発光素子 2 0 では、透明部材 5 が複数の島状部 5 a からなる構成を一例として示しているが、これに限定されるものではない。図 3 に示すように、複数の円筒状の開口部（凹部） 2 5 a が形成された層状部 2 5 b からなる透明部材 2 5 としてもよい。上記透明部材 2 5 によれば、それぞれの円柱状の開口部 2 5 a から金属反射電極 3 の表面 3 b を露出させた状態で、金属反射電極 3 上に設けることができる。

[0075] また、図 4 に示すように、複数の矩形柱状の開口部（凹部） 3 5 a が格子状に形成された層状部 3 5 b からなる透明部材 3 5 としてもよい。上記透明部材 3 5 によれば、それぞれの矩形柱状の開口部 3 5 a から金属反射電極 3 の表面 3 b を露出させた状態で、金属反射電極 3 上に設けることができる。

[0076] 図 3 に示す透明部材 2 5 及び図 4 に示す透明部材 3 5 の平均高さは、12～180 nm であることが好ましく、30～150 nm であることがより好ましい。平均高さが上記好ましい範囲の下限值以上であれば、透明電極 8 の表面 8 a に対して凹凸形状を確実に形成することができ、好ましい範囲の上限值以下であれば、金属反射電極 3 の表面 3 b 上に、透明導電層 6 から透明電極 8 までを欠陥なく確実に成膜することができる。

透明部材 2 5、3 5 の平均高さは、層状部 2 5 b、3 5 b の高さを 25 箇所測定したときの平均値をいう。

透明部材 2 5、3 5 の平均高さは、層状部 2 5 b、3 5 b の高さは、分光エリプソメーター、レーザー顕微鏡、接触式段差計、AFM 等により測定できる。

[0077] また、透明部材 2 5、3 5 を設ける際に、上記凹凸形状の周期成分が導波モード光の取り出し、或いは、表面プラズモンポラリトンの取り出しに有効

な周期を含むように開口部 25 a, 35 a の配置を調整することで、発光素子の発光効率を向上させることができる。

なお、「開口部 25 a, 35 a が周期的に二次元に配置」している場合の状態と中心点は、上述の第 1 実施形態の定義における「島状部 5 a」を「開口部 25 a, 35 a」と読み替えることで同様に定義可能である。

[0078] <第 2 の実施形態>

次に、本発明を適用した第 2 の実施形態の発光素子、発光素子の製造方法、及び照明装置の構成について、説明する。

[0079] 「発光素子」

図 5 は、本発明を適用した第 2 実施形態である発光素子の断面模式図である。

図 5 に示すように、本実施形態の発光素子 40 は、透明基板 41 と、第 1 電極層 43 と、画素分離層 4 と、透明部材 5 と、透明導電層 6 と、有機発光層 7 と、第 2 電極層 48 とを備え、これらが順次積層されて、概略構成されている。

本実施形態の発光素子 40 は、ボトムエミッション構造で、第 1 電極層 43 を陽極、第 2 電極層 48 を陰極とする構成を一例として説明する。この場合、第 1 電極層 43 は透明電極であり、第 2 電極層 48 は金属反射電極となる。

透明基板 41 の材質としては、上述した第 1 実施形態に適用可能な基板 1 として説明した、可視光を透過する透明体を用いることができる。

第 1 電極層 43 の材質としては、上述した第 1 実施形態に適用可能な透明電極 8 として説明したものをを用いることができる。

第 2 電極層 48 の材質としては、上述した第 1 実施形態に適用可能な金属反射電極 3 として説明したものをを用いることができる。

[0080] 透明電極（第 1 電極層）43 と金属反射電極（第 2 電極層）48 は、電圧を印加できるようになっている。透明電極 43 と金属反射電極 48 との間に電圧を印加することで、有機発光層 7 に電子とホールが注入され、これらが

結合することで光が発生する。有機発光層 7 において発生した光は、透明導電層 6、透明部材 5（柱状部 5 a）、透明電極 4 3 及び透明基板 4 1 を透過して素子外部に取り出されるか、金属反射電極 4 8 で一度反射して素子外部に取り出される。

[0081] 本実施形態の発光素子 4 0 によれば、透明電極 4 3 の表面 4 3 b 上に複数の柱状部 5 a からなる透明部材 5 を設けて凹凸形状を形成する構成であっても、透明電極 4 3 の表面 4 3 b と対向する金属反射電極 4 8 の表面 4 8 a に精密に凹凸形状を形成することができる。

また、透明基板 1 上に、透明電極 4 3、及び透明部材 5 を設ける構成であるため、本実施形態の発光素子 4 0 によれば、有機発光層 7 において発生した光の透過を妨げることがない。

[0082] 「発光素子の製造方法」

本実施形態の発光素子 4 0 は、上述した第 1 実施形態の発光素子 2 0 の製造方法を以下のように変更することで製造することができる。

すなわち、本実施形態の発光素子 4 0 の製造方法は、基板 4 1 の一方の表面 4 1 a 上に透明電極（第 1 電極層）4 3 を形成する工程と、透明電極 4 3 の表面 4 3 b 上に透明電極 4 3 の表面 4 3 b の一部を露出するように透明部材 5 を形成して、透明電極 4 3 の表面 4 3 b に凹凸形状を設ける工程と、透明電極 4 3 の表面 4 3 b を露出させた状態で、透明電極 4 3 の端部を覆うように画素分離層 4 を形成する工程と、透明部材 5 の表面と露出した透明電極 4 3 の表面 4 3 b とを被覆するように、透明導電層 6、有機発光層 7、及び第 2 電極層 4 8 を順次積層する工程と、を備えて、概略構成されている。

なお、上記各工程は、上述した第 1 実施形態の発光素子 2 0 の製造方法の各工程と対応するものであるため、詳細な説明を省略する。

[0083] 「照明装置」

本実施形態の照明装置は、上述した発光素子 4 0 を 1 以上備えるものである。基板 1 側に光透過性を有する透明電極 4 3 を備えたボトムエミッション構造であり、透明電極 4 3 と金属反射電極 4 8 は、電圧を印加できるように

なっている。透明電極 4 3 と金属反射電極 4 8 との間に電圧を印加することで、有機発光層 7 に電子とホールが注入され、これらが結合することで光が発生する。発生した光は、透明導電層 6、透明部材 5（柱状部 5 a）、透明電極 4 3 及び透明基板 4 1 を透過して素子外部に取り出されるか、金属反射電極 4 8 で一度反射して素子外部に取り出される。

本実施形態の照明装置は、上述した発光素子 4 0 を用いているため、発光効率に優れたものである。

[0084] なお、本実施形態の発光素子 4 0、及びこれを用いた照明装置は、トップエミッション構造であってもよい。また透明電極 4 3 及び金属反射電極 4 8 は一方が陽極で他方が陰極であれば、いずれの構成であってもよい。

産業上の利用可能性

[0085] 本発明の発光素子は、発光効率に優れるため、表示装置や照明装置の分野において、産業上利用が可能である。

符号の説明

[0086] 1 . . . 基板
1 a . . . 表面
2 . . . 薄膜トランジスタ層
3 . . . 金属反射電極（第 1 電極層）
3 a, 3 b . . . 表面
4 . . . 画素分離層
5, 2 5, 3 5 . . . 透明部材
5 a . . . 柱状部
6 . . . 透明導電層
7 . . . 有機発光層
8 . . . 透明電極（第 2 電極層）
8 a . . . 表面
9 . . . 薄膜トランジスタ回路
1 0 . . . 接続部

- 1 1 . . . 層間絶縁膜
- 2 0, 4 0 . . . 発光素子
- 2 5 a, 3 5 a . . . 開口部
- 2 5 b, 3 5 b . . . 層状部
- 4 1 . . . 透明基板
- 4 3 . . . 透明電極（第 1 電極層）
- 4 8 . . . 金属反射電極（第 2 電極層）

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、
前記基板の一方の面側に設けられた第1電極層と、
前記第1電極層上に前記第1電極層の表面の一部を露出させた状態で設けられた透明部材と、
前記透明部材の表面と、露出した第1電極層とを被覆する透明導電層と、
前記透明導電層上に設けられた有機発光層と、
前記有機発光層の前記第1電極層と反対側に設けられた第2電極層と、を備え、
前記第2電極層の、前記第1電極層と対向する側の表面が、前記透明部材の存在箇所に対応する凹凸形状を有する、発光素子。
- [請求項2] 前記透明部材が、複数の島状部から構成される、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項3] 前記透明部材が、複数の開口部が形成された層状部である、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項4] 前記第1電極層の面積に対する前記透明部材の面積の比率が、0.1以上0.9以下である、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の発光素子。
- [請求項5] 前記透明部材の平均高さが、12～180nmである、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の発光素子。
- [請求項6] 前記第1電極層の、前記第2電極層と対向する側の表面が、平坦である、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の発光素子。
- [請求項7] 前記第1電極層の、前記基板と対向する側の表面が、平坦である、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の発光素子。
- [請求項8] 基板の一方の面側に第1電極層を形成する工程と、
前記第1電極層上に前記第1電極層の表面の一部を露出するように透明部材を形成して、前記第1電極層の表面に凹凸形状を設ける工程

と、

前記透明部材の表面と、露出した第 1 電極層とを被覆するように、透明導電層、有機発光層、及び第 2 電極層、を順次積層する工程と、を備え、

前記透明導電層と、前記有機発光層と、前記第 2 電極層の、前記第 1 電極層と対向する側の表面とに、前記凹凸形状に対応する形状を設ける、発光素子の製造方法。

[請求項9] 前記透明部材として、複数の島状部を形成する、請求項 8 に記載の発光素子の製造方法。

[請求項10] 前記透明部材として、複数の開口部が設けられた層状部を形成する、請求項 8 に記載の発光素子の製造方法。

[請求項11] 前記透明部材を形成する際、3D プリント法、ナノインプリント法、ミクロ相分離、フォトリソグラフィ、及び粒子マスクのうち、いずれか 1 つ、又は 2 つ以上を用いる、請求項 8 ～ 10 のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

[請求項12] 前記第 1 電極層を形成する際、前記第 1 電極層の、前記基板と反対側の表面を平坦とする、請求項 8 乃至 11 のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

[請求項13] 前記第 1 電極層を形成する際、前記第 1 電極層の、前記基板と対向する側の表面を平坦とする、請求項 8 乃至 12 のいずれか一項に記載の発光素子の製造方法。

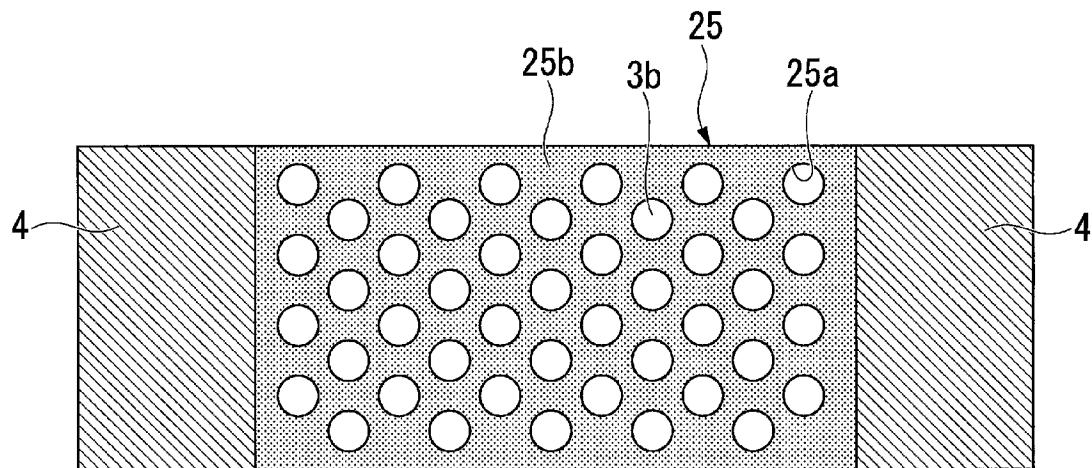
[請求項14] 請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の発光素子を複数備え、前記第 1 電極層が光反射性を有し、前記第 2 電極層が光透過性を有する、表示装置。

[請求項15] 前記基板と前記第 1 電極層との間に、薄膜トランジスタ層を備える、請求項 14 に記載の表示装置。

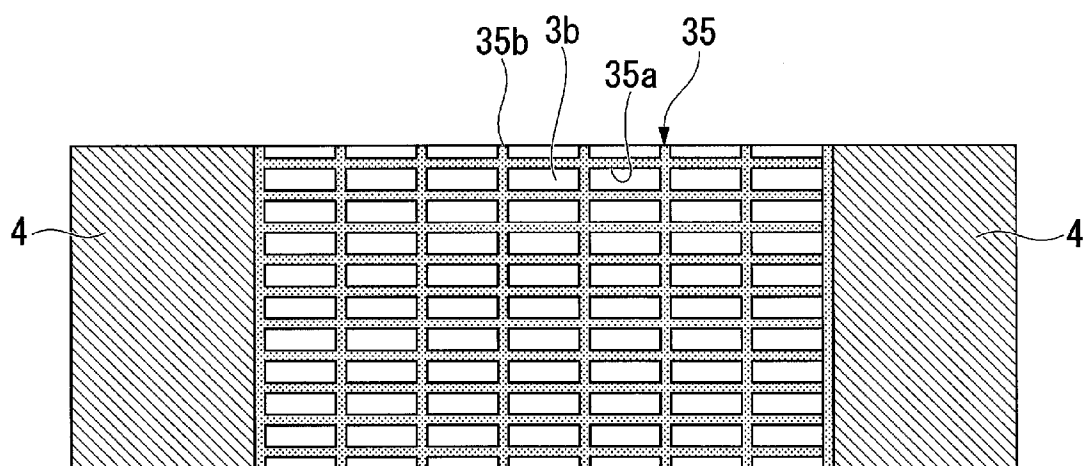
[請求項16] 請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の発光素子を 1 以上備え、前記第 1 電極層が光透過性を有し、前記第 2 電極層が光反射性を有

する、照明装置。

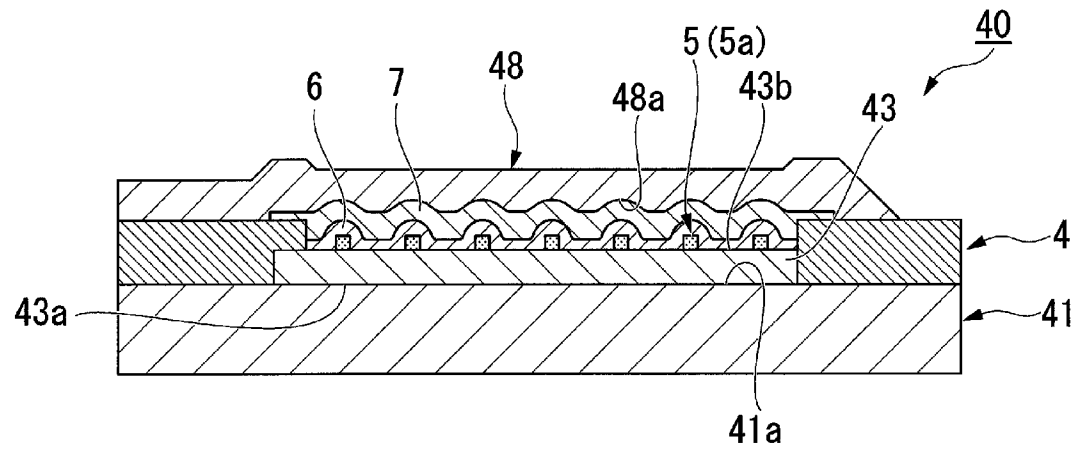
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/22(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/22, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/12, H05B33/26, H05B33/28

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y	JP 2012-138226 A (Hitachi, Ltd.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0009] to [0034]; example 3; paragraphs [0038] to [0039]; example 5; fig. 2(a) to 2(b), 6, 8, 12(a) to 12(b) & WO 2012/090712 A1	1-5, 8-11, 16 6-7, 12-15
Y	JP 2015-32520 A (Kobe Steel, Ltd.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0013], [0084] to [0085]; fig. 4 (Family: none)	6-7, 12-13
Y	JP 2014-222592 A (Japan Display Inc.), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0020] to [0032]; fig. 2 & US 2014/0332781 A1 paragraphs [0026] to [0038]; fig. 2	14-15

☒ 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
05 April 2017 (05.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001691

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-280622 A (Seiko Epson Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0019] to [0049]; fig. 2 to 6 (Family: none)	1-16
A	JP 2013-58324 A (Sony Corp.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0027] to [0033]; fig. 3 to 4 & US 2013/0057456 A1 paragraphs [0056] to [0062]; fig. 3 to 4 & CN 103000636 A & KR 10-2013-0027428 A & TW 201322441 A	1-16
A	JP 2006-269251 A (Seiko Epson Corp.), 05 October 2006 (05.10.2006), paragraphs [0036] to [0045]; fig. 5 (Family: none)	1-16
A	US 2009/0115326 A1 (TPO DISPLAYS CORP.), 07 May 2009 (07.05.2009), paragraphs [0019] to [0026]; fig. 2a to 2b, 3c & TW 200922371 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/22(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i,
H05B33/10(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i, H05B33/28(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 (IPC))

Int.Cl. H05B33/22, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/12, H05B33/26, H05B33/28

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2012-138226 A (株式会社日立製作所) 2012.07.19, 段落[0009]-[0034], 実施例3, [0038]-[0039], 実施例5,	1-5, 8-11, 16
Y	図2(a)-2(b), 6, 8, 12(a)-12(b) & WO 2012/090712 A1	6-7, 12-15
Y	JP 2015-32520 A (株式会社神戸製鋼所) 2015.02.16, 段落[0013], [0084]-[0085], 図4 (ファミリーなし)	6-7, 12-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

05.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

本田 博幸

20

2905

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2014-222592 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 2014. 11. 27, 段落[0020]-[0032], 図 2 & US 2014/0332781 A1, 段落[0026]-[0038], 図 2	14-15
A	JP 2007-280622 A (セイコーエプソン株式会社) 2007. 10. 25, 段落[0019]-[0049], 図 2-6 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2013-58324 A (ソニー株式会社) 2013. 03. 28, 段落[0027]-[0033], 図 3-4 & US 2013/0057456 A1, 段落[0056]-[0062], 図 3-4 & CN 103000636 A & KR 10-2013-0027428 A & TW 201322441 A	1-16
A	JP 2006-269251 A (セイコーエプソン株式会社) 2006. 10. 05, 段落[0036]-[0045], 図 5 (ファミリーなし)	1-16
A	US 2009/0115326 A1 (TPO DISPLAYS CORP.) 2009. 05. 07, 段落[0019]-[0026], 図 2a-2b, 3c & TW 200922371 A	1-16