

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6918874号

(P6918874)

(45) 発行日 令和3年8月11日 (2021.8.11)

(24) 登録日 令和3年7月27日 (2021.7.27)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/22 B

H O 5 B 33/26 (2006.01)

H O 5 B 33/14 A

H O 1 L 27/32 (2006.01)

H O 5 B 33/26 Z

G O 9 F 9/30 (2006.01)

H O 1 L 27/32

G O 9 F 9/30 3 6 5

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2019-155215 (P2019-155215)

(22) 出願日 令和1年8月28日 (2019.8.28)

(65) 公開番号 特開2020-38964 (P2020-38964A)

(43) 公開日 令和2年3月12日 (2020.3.12)

審査請求日 令和1年8月28日 (2019.8.28)

(31) 優先権主張番号 10-2018-0103974

(32) 優先日 平成30年8月31日 (2018.8.31)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

韓国 (KR)

(73) 特許権者 501426046

エルジー ディスプレイ カンパニー リ

ミテッド

大韓民国 ソウル、ヨンドゥンポグ、ヨ

ウィーテロ 1 2 8

(74) 代理人 100094112

弁理士 岡部 譲

(74) 代理人 100106183

弁理士 吉澤 弘司

(74) 代理人 100114915

弁理士 三村 治彦

(74) 代理人 100125139

弁理士 岡部 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子及びこれを適用した透明表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光部と透過部とに区分される基板と、

前記発光部に設けられる反射アノード電極と、

前記発光部と前記透過部とに設けられ、前記反射アノード電極と離間するカソード電極と、

前記発光部において前記反射アノード電極と前記カソード電極との間に設けられる発光層と、

第 1 成分と第 2 成分とを含む電子輸送層とを有し、

前記第 1 成分は孤立電子対を有する原子を含む複素環式 (heterocyclic) 化合物を含み、前記第 2 成分は電子注入性金属及び電子注入性金属化合物の少なくともいずれか一つを含み、前記第 2 成分の含有量は前記第 1 成分の含有量よりも小さく、

前記孤立電子対を有する前記原子は、前記発光部と前記透過部の両方で前記カソード電極と結合する、
透明表示装置。

【請求項 2】

前記カソード電極を挟んで前記電子輸送層と反対の面に、前記第 1 成分を含む第 1 有機層をさらに備え、

前記電子輸送層と前記第 1 有機層はそれぞれ、前記カソード電極の下面と上面に接している、請求項 1 に記載の透明表示装置。

10

20

【請求項 3】

前記電子輸送層と前記カソード電極との間の上面に、前記電子輸送層において前記弧立電子対を有する原子と前記カソード電極をなす金属との結合を水平面に連続して有し、

前記第 1 有機層と前記カソード電極との間にあるカソード電極の第 1 の表面は、前記第 1 有機層内の前記弧立電子対を有する原子と前記カソード電極をなす金属との結合を含む、請求項 2 に記載の透明表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 有機層に遷移金属をさらに含む、請求項 2 に記載の透明表示装置。

【請求項 5】

前記発光部と前記透過部の両方において前記反射アノード電極と前記発光層との間に第 2 有機層をさらに備える、請求項 1 に記載の透明表示装置。

10

【請求項 6】

前記カソード電極と前記電子輸送層との界面は、前記弧立電子対を有する前記原子と前記カソード電極をなす前記金属との前記結合の配列を水平面に連続して有する結合層と、該結合層の上部に層状構造として前記カソード電極をなす金属成分の粒子とを含み、前記層状構造は、前記カソード電極をなす金属成分の粒子の複数の層を備える、請求項 1 に記載の透明表示装置。

【請求項 7】

前記カソード電極の前記金属成分は、反射透過性金属又は反射透過性金属合金を含むか、

20

前記カソード電極は 100 以下の厚さを有する、請求項 1 に記載の透明表示装置。

【請求項 8】

前記カソード電極の前記金属成分は、遷移金属をさらに含む、請求項 1 に記載の透明表示装置。

【請求項 9】

前記電子注入性金属は、遷移金属、アルカリ金属及びアルカリ土類金属のいずれか一つである、請求項 1 に記載の透明表示装置。

【請求項 10】

前記電子注入性金属化合物は、リチウムキノリンを含む、請求項 1 に記載の透明表示装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子に関するもので、特に、カソード電極及びその両界面に接する有機層に、弧立電子対を有する有機化合物を含有させることにより、カソード電極と界面における結合力を上昇させ、信頼性の向上した発光素子及びこれを適用した透明表示装置を提供する。

【背景技術】

【0002】

近年、本格的な情報化時代に入るにつれて、電気的情報信号を視覚的に表現する表示装置 (display) の分野が急速に発展してきており、これに応じて薄型化、軽量化、低消費電力化した優れた性能を持つ種々の平板表示装置 (Flat Display Device) が開発され、急速に既存のブラウン管 (Cathode Ray Tube: CRT) に取って代わっている。

40

【0003】

このような平板表示装置の具体的な例には、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display device: LCD)、プラズマ表示装置 (Plasma Display Panel device: PDP)、電界放出表示装置 (Field Emission Display device: FED)、有機発光表示装置 (Organic Light Emitting Device: OLED) 及び量子点表示

50

装置 (Quantum Dot Display Device) などを挙げることができる。

【 0 0 0 4 】

このうち、別の光源を必要とせず、装置のコンパクト化及び鮮明なカラー表示ができる点から、有機発光表示装置や量子点発光表示装置のような自発光表示装置が競争力あるアプリケーション (application) として考慮されている。

【 0 0 0 5 】

一方、自発光表示装置は、基板上に複数個のサブ画素を備え、各サブ画素において向かい合っているアノード電極とカソード電極、及びこれらの間に発光層を有する発光ダイオードを備える。

10

【 0 0 0 6 】

自発光表示装置においては、発光ダイオードそのものから出る光で表示がなされるため、発光ダイオードから出る光の抽出量を効果的に用いることが重要である。このため、透過性を高める目的で光の出る方向に位置するカソード電極の厚さを減らし、装置の性能を安定化する目的でカソード電極及びそれに隣接している構成の信頼性を高めるよう工夫されている。

【 0 0 0 7 】

現在用いられている上部発光構造においては、発光素子のアノード電極は反射金属を含み、カソード電極は反射透過性金属を含む。したがって、アノード電極とカソード電極との間に位置する発光層から出た光が、反射性のアノード電極で反射し、カソード電極との間において繰り返し共振し、アノード電極とカソード電極との距離によって特定波長の光が出射される。このような構造においてより透過効率を上げるために、カソード電極の厚さを薄くしようと試みている。しかしながら、カソード電極は、反射透過性を持つ金属として単一金属を蒸着すると、金属間凝集が発生して表面均一度が低下する不具合があり、合金で主に形成しているが、単一金属のカソード電極構造であれ、合金成分のカソード電極構造であれ、膜の均一度及び高温安定性のために厚さを一定レベル以下にさせることは非常に難しい実情である。

20

【 0 0 0 8 】

特に、発光部と透過部を共に備える表示装置において、カソード電極は発光部と透過部の両方に共有されているが、透過部に残っているカソード電極によって透過率が顕著に低下する問題点があった。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 8 - 1 0 7 1 2 3

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、上述した問題点を克服するために案出されたもので、カソード電極と接する有機物層を調整してカソード電極界面における結合力を向上させ、これによって薄い厚さのカソード電極の形成が可能な発光素子及びこれを適用した透明表示装置を提供する。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の発光素子は、カソード電極と、弧立電子対を多量含む有機化合物材料で形成することによって、カソード電極内の金属凝集を防止し、高温でも信頼性を確保することができる。また、本発明の発光素子を適用した透明表示装置は、カソード電極の信頼性を確保し、その厚さを減らして透過率を向上させることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の一実施例による発光素子は、互いに対向するアノード電極及びカソード電極と、前記アノード電極とカソード電極との間に位置している発光層と、該前記発光層とカソ

50

ード電極との間に位置しており、弧立電子対を有する原子を含む複素環式(heterocyclic)化合物の第1成分、及び前記第1成分よりも小さい含有量で電子注入性金属及び電子注入性金属化合物の少なくともいずれか一つを含む第2成分を有し、前記弧立電子対を有する原子が前記カソード電極をなす金属と結合する電子輸送層とを備えることができる。

【0013】

前記発光素子は、前記カソード電極を挟んで前記電子輸送層と反対の面に前記第1成分を含む第1有機層をさらに備えることができる。

【0014】

そして、前記電子輸送層と第1有機層は、前記カソード電極の下面と上面にそれぞれ接することができる。

10

【0015】

前記電子輸送層と前記カソード電極との間に、前記弧立電子対を有する原子と前記カソード電極をなす金属との結合を前記電子輸送層の上面に沿って水平面に連続して有することができる。

【0016】

また、前記第1有機層と前記カソード電極との間にあるカソード電極の第1の表面は、前記第1有機層内の前記弧立電子対を有する原子と前記カソード電極をなす金属との結合を含む。

【0017】

20

そして、前記カソード電極と前記電子輸送層との界面は、前記弧立電子対を有する前記原子と前記カソード電極をなす前記金属との前記結合の配列を水平面に連続して有する結合層と、該結合層の上部に層状構造として前記カソード電極をなす金属成分の粒子とを含み、前記層状構造は、前記カスケード電極をなす金属成分の粒子の複数の層を備え得る。

【0018】

前記カソード電極の前記金属成分は、反射透過性金属又は反射透過性金属合金を含むことができる。

【0019】

前記カソード電極の前記金属成分は、遷移金属をさらに含むことができる。

【0020】

30

前記電子輸送層に含まれた前記電子注入性金属は、遷移金属、アルカリ金属及びアルカリ土類金属のいずれか一つであり得る。

【0021】

前記電子輸送層に含まれた前記電子注入性金属化合物は、リチウムキノリンを含む。

【0022】

また、前記第1有機層に遷移金属をさらに含むことができる。

【0023】

前記カソード電極は100以下の厚さを有し得る。

【0024】

また、本発明の一実施例による透明表示装置は、発光部と透過部とに区分される基板と、前記発光部に設けられた反射アノード電極と、前記反射アノード電極上に設けられた発光層と、前記発光層の上部に位置しており、前記発光部及び透過部にわたって設けられたカソード電極と、前記発光層と前記カソード電極との間に位置しており、弧立電子対を有する原子を含む第1成分を有し、前記弧立電子対を有する原子が前記カソード電極をなす金属と結合する電子輸送層とを備えることができる。

40

【0025】

前記透明表示装置は、前記反射アノード電極と前記発光層との間に第2有機層をさらに備えることができる。そして、前記第2有機層は、前記発光部及び透過部にわたって備えられ得る。

【0026】

50

前記透明表示装置は、上述した発光素子の構成を同一に適用することができる。

【発明の効果】

【0027】

本発明の発光素子及びこれを適用した透明表示装置は、次のような効果がある。

【0028】

第一に、本発明の発光素子は、弧立電子対を含む化合物を主な材料としてカソード電極と接する電子輸送層を備え、カソード電極と電子輸送層との界面においてカソード電極を構成する金属が前記弧立電子対と結合するようにし、界面安定化及びカソード電極中の金属間凝集を防止することができる。

【0029】

第二に、カソード電極の界面において電子輸送層中の弧立電子対の他に、電子輸送層のドーパントとして含有された成分とカソード電極をなす金属との結合力も発生し、高温の環境でもカソード電極が劣化したり変化することを防止し、発光素子の高温信頼性を得ることができる。

【0030】

第三に、カソード電極を構成する金属と電子輸送層の成分が結合するので、単一金属でカソード電極を構成しても一定以上の信頼性を得ることができる。

【0031】

第四に、カソード電極下側の電子輸送層だけでなく、カソード電極上側のキャッピング層としても、弧立電子対を含む化合物を主な材料として有機層を構成し、カソード電極の両界面において接している有機層との結合力を向上させ、形成のとき、高温環境でカソード電極全体における変化を防止することができる。

【0032】

第五に、カソード電極の表面において水平面に沿って弧立電子対とカソード電極をなす金属との膜が形成され、該水平の結合膜に沿ってカソード電極の金属成分が配列されることにより、カソード電極が層状構造を有して均一膜となり、100以下の厚さで薄いカソード電極を形成することができる。したがって、このようなカソード電極を備えて透明表示装置を作製すると透過率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の発光素子を示す断面図である。

【図2】図1のカソード電極とその上部及び下部に位置している有機層を示す斜視図である。

【図3】図2のカソード電極の上部及び下部に位置している有機層に含まれる化合物に含まれた孤立電子対を有する原子と、カソード電極をなす金属或いは第2成分金属との結合を示す式の模型図である。

【図4】図2の孤立電子対を有する原子と第2成分或いはカソード電極をなす金属との結合、及び第2成分とカソード電極をなす金属との結合を示す図である。

【図5】電子輸送層上のカソード電極形成の原理を示す図である。

【図6A】単一金属のカソード膜の波長別透過率を常温と高温で保管時に示すグラフである。

【図6B】弧立電子対を有しない電子輸送層上に合金カソード膜を形成した構造において、高温保管時における電圧 - 電流密度特性の変化を示すグラフである。

【図7A】弧立電子対を有しない単一化合物の電子輸送層上にAg単一膜を形成したとき、250時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図7B】弧立電子対を有しない二重化合物の電子輸送層上にAg単一膜を形成したとき、250時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図8A】弧立電子対を有する単一化合物の電子輸送層上にAg単一膜を形成したとき、250時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図8B】弧立電子対を有する有機化合物とLiqの二重化合物からなる電子輸送層上に

10

20

30

40

50

Ag単一膜を形成したとき、250時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図9A】孤立電子対を有しない単一化合物の電子輸送層上にAg:Mg合金膜のカソード電極を形成して500時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図9B】孤立電子対を有しない単一化合物の電子輸送層上にAg:Mg合金膜のカソード電極を形成して500時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図10A】孤立電子対を有する有機化合物にYbのドーピングを有する電子輸送層上にAg:Mg合金膜のカソード電極を形成して500時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

【図10B】孤立電子対を有する有機化合物にYbのドーピングを有する電子輸送層上にAg:Mg合金膜のカソード電極を形成して500時間経過後の表面変化を示すSEM図である。

10

【図11A】図9A及び図10Aのそれぞれの波長別透過特性を示すグラフである。

【図11B】図9A及び図10Aのそれぞれの波長別透過特性を示すグラフである。

【図12A】第6実験に適用した電子輸送層及び合金カソード電極の積層の様々な例を示す断面図である。

【図12B】第6実験に適用した電子輸送層及び合金カソード電極の積層の様々な例を示す断面図である。

【図12C】第6実験に適用した電子輸送層及び合金カソード電極の積層の様々な例を示す断面図である。

【図13A】図12A～図12Cにそれぞれ対応する電圧及び電流密度特性を示すグラフである。

20

【図13B】図12A～図12Cにそれぞれ対応する電圧及び電流密度特性を示すグラフである。

【図13C】図12A～図12Cにそれぞれ対応する電圧及び電流密度特性を示すグラフである。

【図14A】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14B】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14C】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

30

【図14D】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14E】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14F】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14G】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

【図14H】本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれと接する有機層の構成を示す断面図である。

40

【図15】図14E及び図14Fに対応する構造の電圧対電流密度特性示すグラフである。

【図16】本発明の透明表示装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、添付の図面を参照して、本発明の好ましい実施例を説明する。明細書全体を通じて同一の参照番号は実質的に同一の構成要素を意味する。以下の説明において、本発明に関する技術或いは構成についての具体的な説明が本発明の要旨を曖昧にさせると判断される場合、その詳細な説明を省略する。また、以下の説明で使う構成要素の名称は、明細書

50

作成上の容易さを考慮して選択されたもので、実製品の部品名称と異なることもある。

【 0 0 3 5 】

本発明の様々な実施例を説明するための図面に開示された形状、大きさ、比率、角度、個数などは例示的なものであり、本発明は図面に示す事項に限定されない。本明細書全体を通じて同一の図面符号は同一の構成要素を表す。また、本発明を説明するに当たって、関連する公知技術についての具体的な説明が本発明の要旨を不要に曇らせると判断される場合にはその詳細な説明を省略する。本明細書でいう「含む」、「有する」、「なる」などは、「～だけ(のみ)」と限定しない限り、他の部分が付加されてもよい。構成要素を単数で表現した場合、特に明示的な記載事項がない限り、複数を含む場合を含む。

【 0 0 3 6 】

本発明の様々な実施例に含まれた構成要素を解釈する際に、特に明示的な記載がなくても誤差範囲を含むものと解釈する。

【 0 0 3 7 】

本発明の様々な実施例の説明において、位置関係について説明する場合に、例えば、「～上に」、「～上部に」、「～下部に」、「～側に」のように２部分の位置関係が説明される場合、「直に」又は「直接」が使われない限り、２部分の間に一つ以上の他の部分が位置してもよい。

【 0 0 3 8 】

本発明の様々な実施例の説明において、時間関係について説明する場合に、例えば、「～後に」、「～に続いて」、「～次に」、「～前に」のように時間的先後関係が説明される場合、「直に」又は「直接」が使われない限り、連続していない場合も含むことができる。

【 0 0 3 9 】

本発明の様々な実施例を説明する場合において、様々な構成要素を説明するために「第１～」、「第２～」などを使うことができるが、これらの用語は互いに同一又は類似の構成要素を区別するために使うものに過ぎない。したがって、本明細書において「第１～」と表される構成要素は、特に言及されない限り、本発明の技術的思想内で「第２～」と表される構成要素と同一であり得る。

【 0 0 4 0 】

本発明の様々な実施例のそれぞれの特徴を部分的に又は全体的に互いに結合又は組合せ可能であり、技術的に様々な連動及び駆動が可能であり、様々な実施例がお互いに対してそれぞれ独立して実施されてもよく、連動して共に実施されてもよい。

【 0 0 4 1 】

図１は、本発明の発光素子を示す断面図であり、図２は、図１のカソード電極とその上部及び下部に位置している有機層を示す斜視図である。

【 0 0 4 2 】

図１に示すように、本発明の一実施例による発光素子は、互いに対向するアノード電極１１０及びカソード電極１５０と、アノード電極１１０及びカソード電極１５０の間に位置している発光層１３０と、発光層１３０及びカソード電極１５０の間に位置しており、弧立電子対を有する原子を含む複素環式(heterocyclic)化合物Ｃ１の第１成分、及び第１成分に比べて小さい含有量で電子注入性金属(M)及び電子注入性金属化合物(MC)のうち少なくともいずれか一つを含む第２成分を有し、弧立電子対を有する原子がカソード電極１５０をなす金属と結合する電子輸送層１４０とを備える。

【 0 0 4 3 】

電子輸送層１４０が、電子注入特性を有する第２成分(M又はMC)をドーパント含有量で含むことにより、電子輸送層１４０とカソード電極１５０との間に更なる電子注入層を形成しなくて済み、直接に電子輸送層１４０がカソード電極１５０に接するようになる。

【 0 0 4 4 】

このとき、電子輸送層１４０は弧立電子対(lone-pair electron)

10

20

30

40

50

を有する原子を含む第 1 成分 (C 1) をホスト含有量で多量含有しており、孤立電子対がカソード電極 150 をなす金属成分と直接結合する。このため、カソード電極 150 中の金属成分は、高温の劣悪な条件においても、カソード電極 150 の金属と電子輸送層 140 中の孤立電子対を有する原子との結合によって、カソード電極 150 において凝集が防止され得る。

【0045】

ここで、第 1 成分 (C 1) をホスト含有量で含有しているという意味は、電子輸送層 140 中の第 1 成分 (C 1) が主成分となるようにすることを意味し、第 1 成分 (C 1) は、少なくとも全体積の 50 % 以上を占め、好ましくは 80 % 以上含まれることを意味し、このように多量含まれることにより、第 1 成分 (C 1) がカソード電極 150 をなす金属とカソード電極 150 の界面において全面均一に反応して結合する。

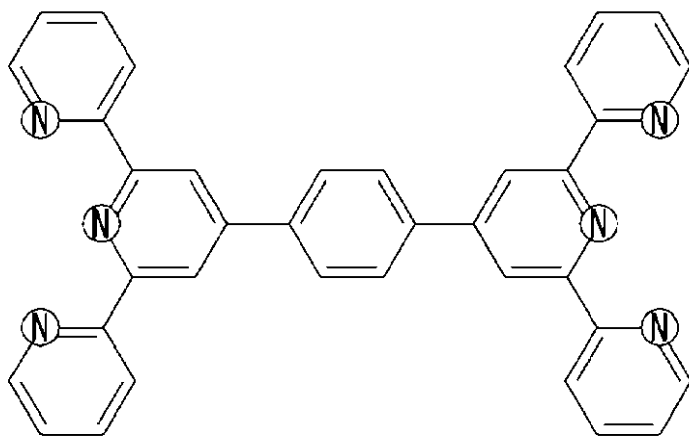
10

【0046】

第 1 成分 (C 1) は、例えば、次の化学式 1 ~ 4 のように、孤立電子対を有する原子として窒素を用いる複素環式有機化合物であり得る。

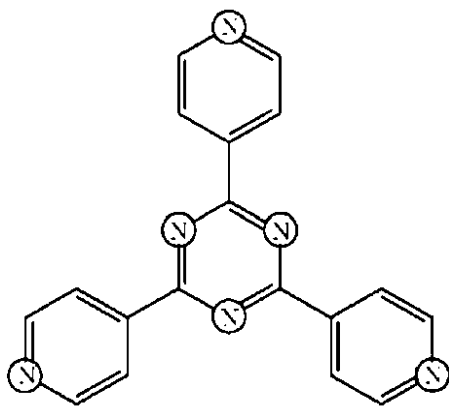
【0047】

【化 1】



20

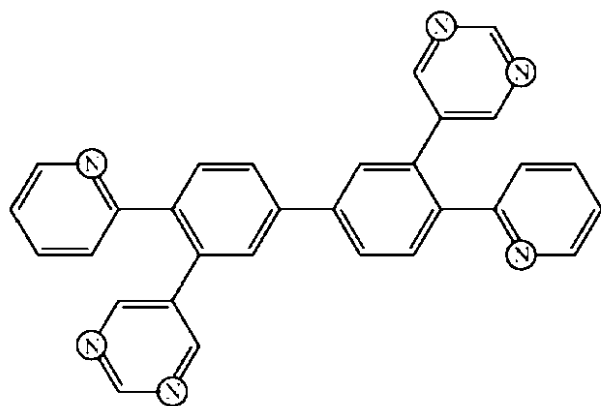
【化 2】



30

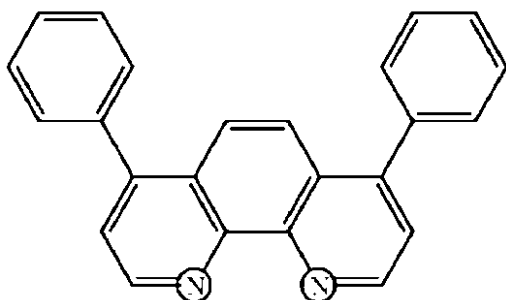
40

【化 3】



10

【化 4】



20

【 0 0 4 8 】

上に提示した化学式 1 ~ 4 は、第 1 成分 (C 1) の一例であり、孤立電子対を多量含有して金属との結合性に優れたいかなる形態の複素環式有機化合物であってもよい。

【 0 0 4 9 】

第 1 成分 (C 1) は、3 個の共役炭素環 (conjugated carbon ring) 当たり孤立電子対を有するヘテロ原子 (heteroatom) を 1 個以上含むものであり、例えば、ヘテロ原子は窒素、酸素、硫黄であり得る。

【 0 0 5 0 】

また、第 2 成分 (M 又は MC) は電子注入性を有する成分であり、金属としては遷移金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属などである。以下の実験例では、代表として、遷移金属には Yb、アルカリ金属には Li、アルカリ土類金属には Ca を用いたが、これに限定されず、上記系列の金属から選択可能である。

30

【 0 0 5 1 】

また、電子注入性を有する金属化合物としては、上述した金属又は金属とキノリンなどの有機成分とを結合して形成することができる。代表としてはリチウムキノリン (Li q) がある。

【 0 0 5 2 】

図 2 において、電子輸送層 140 の内部に現れた結合について説明すると、第 1 成分 (C 1) は、複素環式有機化合物において窒素 (nitrogen) を孤立電子対 (lone pair electron) を含む原子としたものであり、ベンゼン環の炭素サイトの一部が窒素に置換されて複素環をなしている。そして、電子輸送層 140 内には、第 1 成分 (C 1) に加えて、第 2 成分として遷移金属成分の Yb 成分を含む。

40

【 0 0 5 3 】

この場合、電子輸送層 140 の表面に孤立電子対の配列にしたがって周期的に形成された、第 2 成分の電子注入性を有する遷移金属成分の Yb が、カソード電極 150 中の銀 (Ag) と金属結合 (metallic bonding) によって最も薄い形態で均一なカソード電極 150 を形成することができる。また、遷移金属が付着しない孤立電子対は、カソード電極 150 の金属成分 (Ag) と直接結合し、高温でカソード電極 150 の溶

50

融及び凝集を防ぐことができる。参考として、上部発光方式において反射透過性の性質のためにカソード電極 150 に主に含まれる銀 (Ag) は、光学的に反射透過性の性質に優れているが、単一材料で形成するときは互いに凝集しようとする性質が強く、これを防止するために、Mg などを含めて合金形態でカソード電極を形成している。本発明の発光素子は、単一材料の銀 (Ag) からなるカソード電極を形成しても、孤立電子対を有する原子と銀 (Ag) との結合によって、カソード電極 150 内で銀の成分同士が凝集することを防ぎ、上記の問題点を解決できる。

【0054】

電子輸送層 140 内においても、孤立電子対の付近で電子輸送層 140 の内部金属 (Yb: 第2成分) と結合することによって、ドーバント成分として含まれた金属 (M) 又は金属化合物 (MC) と均一なドーピングを形成でき、孤立電子の付近において孤立電子対を有する原子と金属又は金属化合物との強い結合によって、高温で金属又は金属化合物が他の原子に置換されたり拡散して抜けてしまうことを防ぎ、高温で安定した素子駆動が可能になる。

【0055】

そして、電子輸送層 140 の輸送特性、例えば、トラップ密度 (trap density) 及び導電性 (conductivity) は、第2成分、すなわち、金属 (M) 又は金属化合物 (MC) の濃度によって調節可能であり、電子輸送層 140 の形成工程においてドーバントとして第2成分の含有量及びスキャン回数を変化させてドーピング濃度とドーピング領域を調節することによって、様々な素子構造において電子輸送層の層状構造の変化無しに電荷バランス (charge balance) の最適化が可能である。

【0056】

一方、図1の発光素子は、カソード電極 150 の上部にも第1成分 (C1) を含み、孤立電子対とカソード電極 150 中の金属との結合がなされた第1有機層 160 を形成した例を示している。第1有機層 160 は、カソード電極 150 の表面の安定性を向上させ、発光素子を保護し、且つ光抽出効果を向上させる機能を有するキャッピング層として働くことができる。

【0057】

アノード電極 110 と発光層 130 との間には、正孔輸送機能を有する正孔輸送層 120 をさらに形成できる。

【0058】

そして、本発明の発光素子は、光の出射方向がカソード電極 150 の上方である上部発光で駆動するものであり、そのために、アノード電極 110 は反射性電極を含み、カソード電極 150 は反射透過性電極を含み、発光層 130 から発光する光は、カソード電極 150 とアノード電極 110 との間で反射及び共振を経てカソード電極 150 から出射される。

【0059】

本発明の発光素子においてカソード電極 150 は、少なくとも電子輸送層 140 に、孤立電子対を有する原子を含む第1成分 (C1) の有機化合物と、電子注入性の金属又は金属化合物の第2成分を含み、カソード電極 150 中の金属成分を孤立電子対の原子が捕まえて、高温の劣悪な環境でもカソード電極 150 中の金属成分の移動を防止し、界面安定性を確保する。

【0060】

また、図1に示すように、カソード電極 150 の上部にも、第1成分を有する有機化合物の第1成分 (C1) を含む第1有機層 160 をさらに備える場合、カソード電極 150 の上下部の両方においてカソード電極 150 をなす金属を一定の結合力で捕まえるようになり、界面安定性をカソード電極 150 の両面で確保可能になる。

【0061】

図3は、図2のカソード電極の上部及び下部に位置する有機層を形成する化合物に含まれる孤立電子対を有する原子と、カソード電極をなす金属或いは第2成分金属との結合を

10

20

30

40

50

示す式の模型図である。また、図4は、図2の孤立電子対を有する原子とカソード電極をなす金属或いは第2成分金属との結合、及び第2成分とカソード電極をなす金属との結合を示す図である。

【0062】

図4に示すように、芳香族の複素環式化合物として第1成分(C1)は、孤立電子対(lone-pair electron)部位以外の部分は、電子の状態密度(density of state)が非偏在化しているため、金属が隣接していたり金属成分がドーパされると、孤立電子対(lone-pair electron)側に金属が結合するようになり、金属成分のドーパント金属(dopant metal:図4では一例としてYbを示している。)と電子輸送層140との間に強い結合形成を誘導する。ここで、孤立電子対(lone-pair electron)を有する原子(N)は、カソード電極をなす金属成分のAgや第2成分として含まれた遷移金属が、空いている'd'オービタル側に引き付けられ、結合形成を誘導する。

10

【0063】

本発明の電子輸送層140は、遷移金属、アルカリ金属、アルカリ金属又はリチウムキノリンなどを第2成分でドーパされているもので、電子注入層を別に構成しなくても、それらの金属或いはリチウムキノリンによって電子注入特性が確保可能である。すなわち、第2成分として含まれている金属が、カソード電極150の成分である金属と金属結合されることにより、カソード電極150内の金属の整列を維持させ、内部金属の凝集を防止する。また、孤立電子対が金属との結合力で金属を固定することによって、カソード電極150において金属の拡散経路が短くなり、高温の環境でもカソード電極150と電子輸送層140との界面に金属ドーパントが移動しない。このため、安定した駆動が可能であり、且つ、界面において電子などのキャリアが溜まらず、寿命の向上を期待できる。

20

【0064】

本発明の第1成分(C1)の有機化合物において孤立電子対を有する原子は、代表として、化学式1~4のように窒素を挙げることができるが、これに限定されず、場合によって、酸素(Oxygen)、硫黄(Sulfur)などに代替されてもよい。この場合、孤立電子対を十分に有するかどうかによって、第1成分として利用できるかどうかを決定する。

【0065】

本発明の発光素子では、電子輸送層140内においても、金属又は金属化合物の第2成分は、主成分(ホスト)として含まれている第1成分(C1)の構造に沿って位置するので、電子輸送層140も、密度が高く、緻密に積層される構造を有し得る。

30

【0066】

したがって、本発明の発光素子においては、孤立電子対を豊富に持つ第1成分(C1)に、金属(M)又は金属化合物(MC)の第2成分をドーパすることにより、高温において安定的であるとともに高透過率を有する100以下の厚さで薄膜のカソード電極150の形成が可能であり、且つ構成において電子注入層を省略して層の減少を図ることができる。

【0067】

図5は、電子輸送層上のカソード電極の形成原理を示す図である。図5に示すように、電子輸送層140上にガス状態で伝達される第1金属粒子151aを供給すると、流動性の状態151bを経て電子輸送層140の表面に第2金属粒子151cとして吸着される。第2金属粒子151cが電子輸送層140の表面において拡散するとき、その一部は電子輸送層140から脱出して再び流動性の状態151bに戻り、残りは電子輸送層140の表面において島状に配列され、続いて供給される第1金属粒子151aが層状に均一に配置される核として働く。

40

【0068】

本発明の発光素子は、電子輸送層140において孤立電子対の配列に沿って表面に均一に形成された金属(M)成分のドーパントが、Agをベースにしたカソード電極の蒸着時

50

に核のセンターとして作用し、カソード電極 150 が均一に且つ薄い膜で形成可能であり、且つ高温の環境において電子輸送層 140 のドーパント及び孤立電子対とカソード電極 150 をなす金属成分との結合力によって、カソード電極 150 の金属拡散を防止することができる。

【0069】

以下、様々な実験によって、本発明の発光素子の構造の意義について説明する。以下で実験した孤立電子対を有しない電子輸送層は、一例としてアントラセン化合物を適用したものである。

【0070】

< 第 1 実験 >

図 6 A は、単一金属のカソード膜の波長別透過率を、常温と高温保管時において示すグラフであり、図 6 B は、孤立電子対を有しない電子輸送層上に合金カソード膜を形成した構造において、高温保管時における電圧 - 電流密度特性の変化を示すグラフである。

【0071】

図 6 A に示すように、Ag 単一金属を、孤立電子対を有しない電子輸送層上に 80 の薄い厚さで形成したとき、常温では、波長別に可視光線波長帯において透過率が、おおよそ 400 nm の短波長から 700 nm の長波長に行くにつれて 80 % から 60 % へと変化し、波長別透過率偏差が 20 % 内と小さいが、100 の温度で 48 時間保持すると、400 nm ~ 500 nm の範囲において波長が大きくなるにつれて透過率が低くなってから高くなる傾向を示し、引き続き長波長に行くにつれて透過率が向上することが見られる。これは、常温の初期状態と逆の傾向を示すもので、このようにして形成された発光素子は、高温の環境で初期値として考慮された設計値と反対特性を有することになり、装置の信頼性が期待できないことを意味する。

【0072】

また、図 6 B に示すように、孤立電子対を有しない電子輸送層上に直接に Ag : Mg 合金カソード電極を形成した構造において、100 の温度で 0 時間、48 時間、72 時間と保管する場合、保管時間が大きくなるほど同一電流密度に対して要求電圧が大きくなることを確認できる。この実験において、前記カソード電極に用いられた Ag Mg 合金膜は、70 の厚さで形成し、この場合、後述するように、高温保管の時間が長くなるほど、高温保管をしない場合に比べ、同一電流密度に対する駆動電圧が増加するという問題点がある。

【0073】

第 1 実験から、真空熱蒸着方法によって形成された金属カソードは、透過率が厚さ及び組成に対して感度が高く、透過率を高めるために、吸収の少ない Ag ベースのカソードの厚さを 80 以下に下げると、可視光線領域において 70 % 以上の高い透過率を示すが、高温環境に置かれた場合、カソード電極の凝集現象 (aggregation) によって、表面プラズモン共鳴の損失が強く発生し、且つ可視光線領域で透過度が急激に減少することが観察される。特に、表示装置は、500 nm ~ 600 nm の範囲の波長が相対的に他の領域の波長範囲に比べて輝度の大きな部分を占めるように設計されるが、このように、単一成分の金属カソードにおいて高温保管によって低い透過特性を有するようになると、表示装置としての信頼性を失うことを意味する。

【0074】

また、高温環境で性質が変化するカソード電極の形成は駆動電圧を変化させ、発光素子において高温発光特性が阻害される結果をもたらすことを予測できる。

【0075】

このような問題点を解決するために、遷移金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属などを含む電子注入物質を有する電子注入層のように、カソード電極の拡散を防ぐ役割を担うものが必要であるが、追加層として電子注入層を電子輸送層とカソード電極との間に備えると、これはさらに透過度を減少させることとなり、透明表示装置にはあまり適用されない。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

< 第 2 実験 >

図 7 A は、弧立電子対を有しない単一化合物（アントラセン化合物）の電子輸送層上に A g 単一膜を形成したときの 2 5 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図であり、図 7 B は、弧立電子対を有しない二重化合物の電子輸送層上に A g 単一膜を形成したときの 2 5 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図である。

【 0 0 7 7 】

図 7 A に示すように、弧立電子対を有しない単一化合物（アントラセン化合物）の電子輸送層上に A g 単一膜を形成したとき、2 5 0 時間経過後の表面変化をみると、A g 同士の凝集があることが確認できる。図 7 B に示すように、弧立電子対を有しない二重化合物（アントラセン化合物 + L i q ）の電子輸送層上に A g 単一膜を形成したとき、2 5 0 時間経過後の表面変化をみると、図 7 A に比べて A g 同士の凝集が相対的に解消したことが分かる。これは、図 7 A に比べてさらに含まれる L i q 成分がカソード電極の A g 成分と一部反応したためと推測できる。

10

【 0 0 7 8 】

< 第 3 実験 >

図 8 A は、弧立電子対を有する単一化合物の電子輸送層上に A g 単一膜を形成して 2 5 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図であり、図 8 B は、弧立電子対を有する有機化合物と L i q 二重化合物からなる電子輸送層上に A g 単一膜を形成して 2 5 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図である。

20

【 0 0 7 9 】

図 8 A に示すように、弧立電子対を有する単一化合物（化学式 1 ）の電子輸送層上に A g 単一膜を形成して 2 5 0 時間経過後の表面変化をみると、やや A g 同士の凝集があったが、むしろ、図 7 B で実験した二重化合物で電子輸送層を形成した構造に比べて A g 同士の凝集が改善されたことが分かる。これは、単一物質の A g でカソード電極を形成しても、下部有機層の構成成分の調整によって、高温の環境でもカソード電極中の A g 成分の凝集を防止できることを意味する。

【 0 0 8 0 】

図 8 B から、弧立電子対を有する有機化合物（化学式 1 ）と L i q 二重化合物からなる電子輸送層上にカソード電極として A g 単一膜を形成して 2 5 0 時間経過後の表面変化をみると、高温におけるエージングを経た後にも A g 同士の凝集がほとんど発生しないことが分かる。これは、図 8 A に比べてより優れた効果であり、電子輸送層に、弧立電子対を有する有機化合物の他に、リチウムキノリンのような電子注入性の金属化合物をドーブするとき、A g 同士の凝集を防止する効果に優れることを意味する。

30

【 0 0 8 1 】

以下では、高温の環境でさらに長時間露出させる第 4 実験を行い、本発明の発光素子の意義について説明する。

【 0 0 8 2 】

< 第 4 実験及び第 5 実験 >

図 9 A 及び図 9 B は、弧立電子対を有しない単一化合物の電子輸送層上に A g : M g 合金膜のカソード電極を形成して 5 0 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図である。図 1 0 A 及び図 1 0 B は、弧立電子対を有する有機化合物に Y b のドーピングを有する電子輸送層上に A g : M g 合金膜のカソード電極を形成して 5 0 0 時間経過後の表面変化を示す S E M 図である。また、図 1 1 A 及び図 1 1 B は、図 9 A 及び図 1 0 A のそれぞれの波長別透過特性を示すグラフである。

40

【 0 0 8 3 】

図 9 B は図 9 A を 2 . 5 倍拡大した S E M 図であり、同様に、図 1 0 B は図 1 0 A を 2 . 5 倍拡大した S E M 図である。

【 0 0 8 4 】

第 4 実験は、S E M 図から、弧立電子対を有しない / 有する化合物からなる電子共通層

50

上に金属合金膜のカソード電極の形成時に、A g凝集の有無をそれぞれ確認したものである。

【 0 0 8 5 】

図 9 A 及び図 9 B に示すように、孤立電子対を有しない単一化合物の電子輸送層上に A g : M g 合金膜のカソード電極を形成して 5 0 0 時間経過後の表面変化をみると、A g の凝集を防止するためにカソード電極を A g の他に M g を含めて形成したものの、高温の環境で A g 同士の凝集が避けられないことが確認できる。

【 0 0 8 6 】

第 5 実験は、第 4 実験と同じ膜構造において、時間経過による透過率を確認したものである。

10

【 0 0 8 7 】

一方、図 1 0 A 及び図 1 0 B に示すように、孤立電子対を有する有機化合物に Y b のドーピングを有する電子輸送層上に A g : M g 合金膜のカソード電極を形成して 5 0 0 時間経過後の表面変化をみると、A g 同士の凝集が一切発生しないことが確認できる。

【 0 0 8 8 】

具体的に、図 1 1 A 及び図 1 1 B は波長による透過率変化を経過時間を別にして実験した結果であり、図 1 1 A に示すように、孤立電子対を有する有機化合物を用いない構造では、カソード電極が合金膜であっても、高温環境に置かれた時間が長くなるほど、透過率が漸次低下することが確認できる。一方、図 1 1 B に示すように、孤立電子対を有する有機化合物に加えて、Y b のような遷移金属をドーピングして電子輸送層を形成したときは、極めて薄い 5 0 の厚さでカソード電極を形成しても、カソード電極の界面安定性を確保し、熱的安定性を飛躍的に向上させ、高温保管時にも均一な薄膜特性及び高い透過度維持が可能であることを確認した。

20

【 0 0 8 9 】

一方、これらの第 4 及び第 5 実験において共通的に、カソード電極は A g M g 合金膜であり、その成分比を 2 0 : 1 とし、A g 成分をカソード電極の主な成分とした。カソード電極の厚さは 5 0 の極めて薄い厚さとし、透過性を維持させつつ実験を行った。

【 0 0 9 0 】

< 第 6 実験 >

図 1 2 A ~ 図 1 2 C は、第 6 実験に適用した電子輸送層及び合金カソード電極の積層の様々な例を示す断面図である。そして、図 1 3 A ~ 図 1 3 C は、図 1 2 A ~ 図 1 2 C にそれぞれ対応する電圧及び電流密度特性を示すグラフである。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 2 A ~ 図 1 2 C の構造では、いずれもカソード電極を A g : M g の薄膜でおよそ 7 0 の厚さとし、その下部の電子輸送層の構成だけを別にして実験した。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 A は、電子輸送層が、孤立電子対を有しない有機化合物と Y b 遷移金属との混合物からなる例である。Y b 遷移金属は、カソード電極の近くに 5 の厚さで形成した。この場合、図 1 3 A に示すように、高温保管の時間によって駆動電圧が、5 m A の電流密度で 2 5 0 時間保管するとき、0 . 6 5 V の変動を有することが確認できる。

40

【 0 0 9 3 】

図 1 2 B は、電子輸送層に、孤立電子対を有する有機化合物（第 1 成分）だけを含むものである。概略的に、図 1 3 B に示すように、図 1 2 B では、高温保管の時間によって駆動電圧が、5 m A の電流密度で 2 5 0 時間保管したとき、0 . 5 2 V の変動を有し、図 1 2 A の場合に比べて駆動電圧変化量は小さかったが、駆動電圧の変化があることが確認できる。

【 0 0 9 4 】

図 1 2 C は、電子輸送層が、孤立電子対を有する有機化合物（第 1 成分）と Y b の遷移金属（第 2 成分）との混合物からなる例である。この場合、Y b 遷移金属はおおよそ 1 0 0 ~ 2 5 0 厚の電子輸送層中に 5 の厚さで形成した。この場合、図 1 3 C に示すよ

50

うに、電子輸送層に孤立電子対を含む原子を有する第1成分に加えて遷移金属を含むとき、高温保管の時間を変化させても電流密度の差が発生しないことが確認できる。

【0095】

すなわち、界面における電子輸送層のドーパント及びカソード間の結合力が、高温で効果的にカソード電極における拡散を防止し、Ag:Mgからなる薄い薄膜(100以下、好ましくは80以下の厚さ)のカソード電極においても高温駆動信頼性を確保することができる。

【0096】

以下、図1～図4で説明した本発明のカソード電極とこれに接した層に関する実施例の他に、様々な変形例について説明する。

10

【0097】

図14A～図14Hは、本発明の様々な実施例による発光素子の電子輸送層及びこれに接する有機層の構成を示す断面図である。

【0098】

図14Aに示すように、第2実施例は、孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)の単一物質で電子輸送層241を形成し、その上部に単一の反射透過性金属(Ag)からなるカソード電極250を形成したものである。その効果は、図8Aで確認した通りである。

【0099】

図14Bに示すように、第3実施例は、孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)の単一物質で電子輸送層241を形成し、その上部に反射透過性の金属合金膜(Ag:Mg)からなるカソード電極251を形成したものである。その効果は、図10A、図10B、及び図11Bで確認した通りである。

20

【0100】

図14Cに示すように、第4実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)と遷移金属の第2成分との混合物で電子輸送層243を形成し、その上部に反射透過性の金属合金膜(Ag:Mg)からなるカソード電極251を形成したものである。その効果は、図12C及び図13Cで確認した通りである。

【0101】

図14Dに示すように、第5実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)及び遷移金属の第2成分とリチウムキノリン(Liq)の第3成分との混合物で電子輸送層244を形成し、その上部に反射透過性の金属合金膜(Ag:Mg)からなるカソード電極251を形成したものである。この場合、リチウムキノリンのリチウム原子が第1成分(C1)と上述した方式で結合可能であり、電子輸送層244の安定性が第4実施例以上のレベルとさらに改善され得る。

30

【0102】

図14Eに示すように、第6実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)で電子輸送層241を形成し、その上部に反射透過性の金属膜(Ag)250又は金属合金膜(Ag:Mg)251でカソード電極を形成し、その上部に、電子輸送層241と同じ孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)で第1有機層261を形成したものである。ここで、電子輸送層241と第1有機層261は同一成分を含むが、電子輸送層241は電子輸送の機能を、第1有機層261は光抽出或いは発光素子の保護の機能を有し、このような機能的相違性によって、異なる厚さを有し得る。

40

【0103】

図14Fに示すように、第7実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)とリチウムキノリン(Liq)との混合物で電子輸送層242を形成し、その上部に反射透過性の金属膜(Ag)250又は金属合金膜(Ag:Mg)251でカソード電極を形成し、その上部に、電子輸送層242と同じ孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)とリチウムキノリン(Liq)との混

50

合物で第1有機層262を形成したものである。ここで、第5実施例と同様に、電子輸送層242と第1有機層262は同一成分を含むが、それぞれは、電子輸送と光抽出或いは発光素子の保護という機能的相違性があり、異なる厚さを有し得る。

【0104】

図14Gに示すように、第8実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)、リチウムキノリン(Liq)及び遷移金属の三重混合物で電子輸送層244を形成し、その上部に反射透過性の金属膜(Ag)250又は金属合金膜(Ag:Mg)251でカソード電極を形成し、その上部に、電子輸送層242と同じ、孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)、リチウムキノリン(Liq)及び遷移金属の三重混合物で第1有機層263を形成したものである。ここで

10

【0105】

図14Hに示すように、第9実施例は、上述した孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分(C1)、リチウムキノリン(Liq)及び遷移金属の三重混合物で電子輸送層244を形成し、その上部に反射透過性の金属膜(Ag)250又は金属合金膜(Ag:Mg)251でカソード電極を形成し、その上部に、電子輸送層244と同じ孤立電子対を有する原子を含む複素環式化合物の第1成分C1及び遷移金属の二重混合物で第1有機層264を形成したものである。

20

【0106】

<第7実験>

図15は、図14D(第5実施例)及びその比較例として電子輸送層がリチウムキノリンと第1成分だけからなる構造における電圧対電流密度特性示すグラフである。

【0107】

図15に示すように、電子輸送層がリチウムキノリンと第1成分(C1)だけからなる比較例の構造と、図14Dの第5実施例とを比較すると、相対的に、電子輸送層側に遷移金属を備えた場合(第5実施例又は第7～第9実施例)([C1+遷移金属]又は[C1+遷移金属+Liq])において同一の電流密度において低い駆動電圧が要求されることが確認でき、これから、電子輸送層に、第1成分に加えてリチウムキノリンの有機化合物単独を含む方に比べて、第1成分及びリチウムキノリンに加えて遷移金属をさらに含む実施例において素子駆動の信頼性がより大きいことが分かる。

30

【0108】

この実験は、カソード電極としてAgMg合金膜を共通的に利用し、その厚さは70にして実験を行った。

【0109】

図16は、本発明の透明表示装置を示す断面図である。

【0110】

上述した本発明の発光素子を適用する本発明の表示装置について説明する。

【0111】

図16に示すように、本発明の一実施例による透明表示装置は、発光部EAと透過部TAとに区分される基板100と、発光部EAに設けられた反射アノード電極110と、反射アノード電極110上に設けられた発光層131, 132, 133と、発光層131, 132, 133の上部に位置し、発光部EA及び透過部TAにわたって設けられたカソード電極150と、発光層131, 132, 133とカソード電極150との間に位置し、孤立電子対を有する原子を含む第1成分(図1～図4のC1)を有し、孤立電子対を有する原子がカソード電極150をなす金属と結合する電子輸送層140とを備える。

40

【0112】

また、第1成分を含み、電子輸送層140が形成されないカソード電極150の反対面に、第1有機共通層(或いはキャッピング層)160を形成できる。

50

【 0 1 1 3 】

電子輸送層 1 4 0 とカソード電極 1 5 0 との間に、孤立電子対を有する原子とカソード電極をなす金属との結合を、電子輸送層の上面に沿って水平面に連続して有することができる。

【 0 1 1 4 】

また、第 1 有機層 1 6 0 とカソード電極 1 5 0 との間に、第 1 有機層 1 6 0 内の孤立電子対を有する原子とカソード電極 1 5 0 をなす金属との結合が、カソード電極 1 5 0 の上面に沿って形成され得る。

【 0 1 1 5 】

そして、カソード電極 1 5 0 において、カソード電極 1 5 0 と電子輸送層 1 4 0 との界面に、孤立電子対を有する原子とカソード電極をなす金属との結合を水平面に連続して有する配列からなる結合層と、結合層の上部に層状にカソード電極 1 5 0 をなす金属成分が配列され得る。

10

【 0 1 1 6 】

そして、反射アノード電極 1 1 0 と発光層 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 との間に第 2 有機層 1 2 0 をさらに備える。そして、第 2 有機層 1 2 0 は、発光部 E A 及び透過部 T A にわたって設けられている。

【 0 1 1 7 】

発光部 E A に位置する発光層は、互いに異なる色を発光するように第 1 ~ 第 3 発光層 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 で構成され得る。第 1 乃至第 3 発光層 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 及び反射アノード電極 1 1 0 を除く各有機層 1 2 0 , 1 6 0 及びカソード電極 1 5 0 は、発光部 E A 及び透過部 T A にわたってそれぞれ一体型に形成することができ、上記両領域に共通して形成されていることから、上記有機層を共通有機層という。

20

【 0 1 1 8 】

一方、図面には示していないが、各発光部 E A の駆動のために前記反射アノード電極 1 1 0 と接続される薄膜トランジスターを基板 1 0 0 上にさらに備えることができる。説明していない構成別効果は、上述した発光素子の原理及び効果を参照されたい。

【 0 1 1 9 】

本発明の発光素子及び透明表示装置においては、電子輸送層とカソード電極との結合力を向上させることにより、カソード電極として薄い薄膜で具現が可能な上部発光部と透明部を共に有する透明表示装置において、透過率を確保することができる。また、電子輸送層とカソード電極との電気的結合性に優れるため、カソード電極の薄い厚さでも電気抵抗度を下げることができる。

30

【 0 1 2 0 】

また、カソード電極の金属成分を、電子輸送層の孤立電子対を有する原子が捕まえているため、カソード電極の拡散を防止し、バンド整列による高温安定性を確保することができる。

【 0 1 2 1 】

一方、本発明の発光素子は、例えば、発光層として有機発光層を用いる有機発光素子に適用可能であるだけでなく、発光層として量子点を含む無機発光素子にも適用可能である。本発明の発光素子の適用例は、例えば、上述した有機又は無機発光素子の他にも、電子輸送層とカソード電極との界面を有する構造であればいずれも適用可能であり、これによって、高温安定性と寿命増加の効果を同時に得ることができよう。

40

【 0 1 2 2 】

一方、以上説明してきた本発明は、上述した実施例及び添付の図面に限定されるものでなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で様々な置換、変形及び変更が可能であることは、本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者にとって明らかであろう。

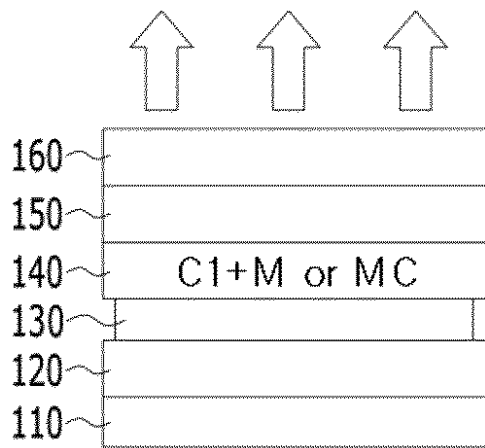
【 符号の説明 】

【 0 1 2 3 】

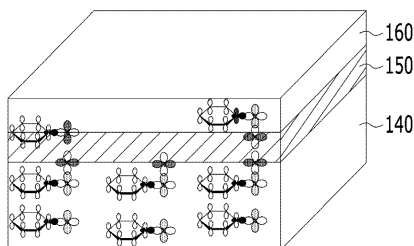
50

1 0 0	基板
1 1 0	(反射) アノード電極
1 2 0	第 2 共通層 (正孔輸送層)
1 3 0 , 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3	発光層
1 4 0	電子輸送層
1 5 0	カソード電極
1 6 0	第 1 有機層 (キャッピング層)

【 図 1 】



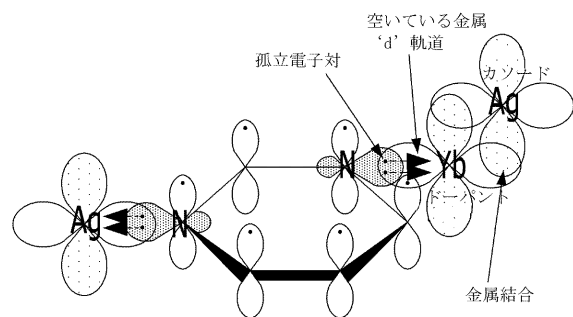
【 図 2 】



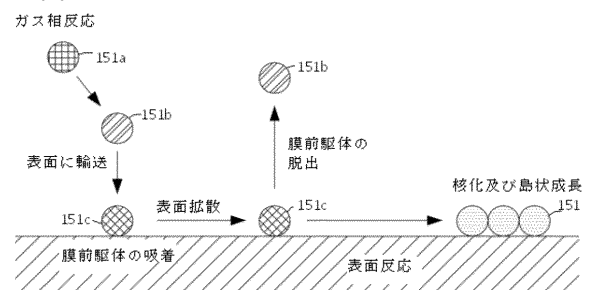
【 図 3 】



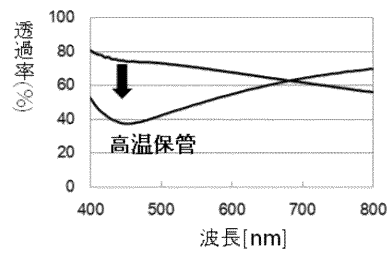
【 図 4 】



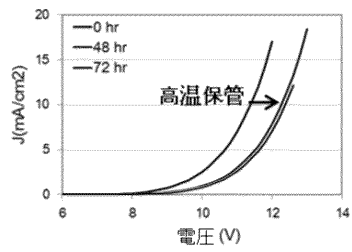
【 図 5 】



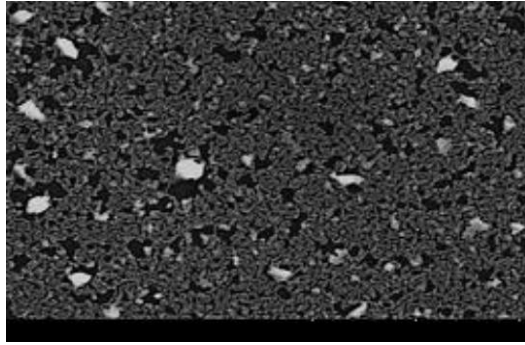
【図 6 A】



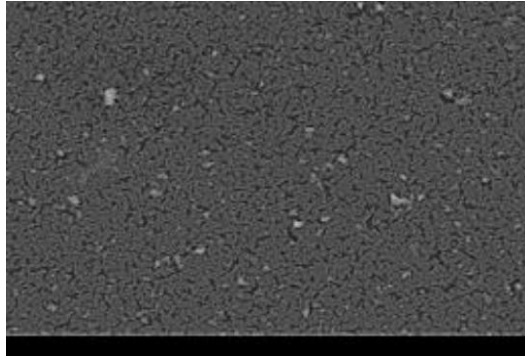
【図 6 B】



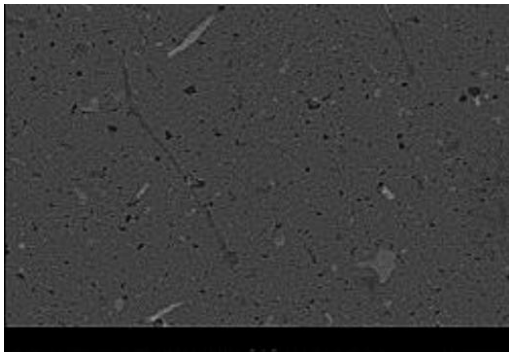
【図 7 A】



【図 7 B】



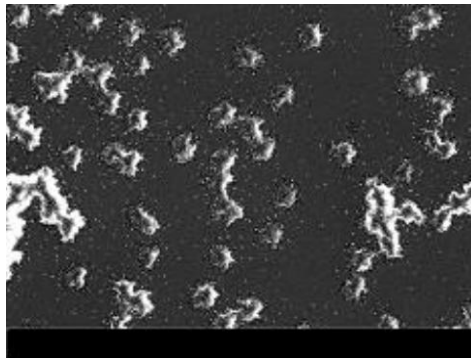
【図 8 A】



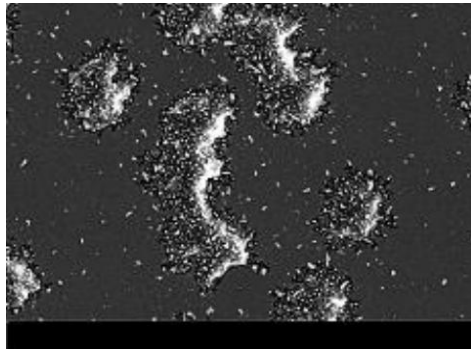
【図 8 B】



【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10 A】



【図 10 B】



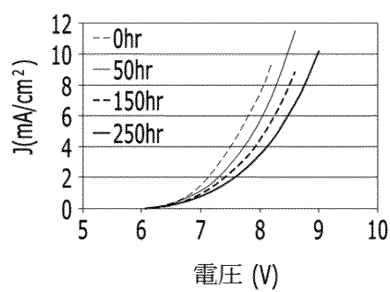
【図 12 B】

カソード (Ag+Mg)
孤立電子対を有するETL

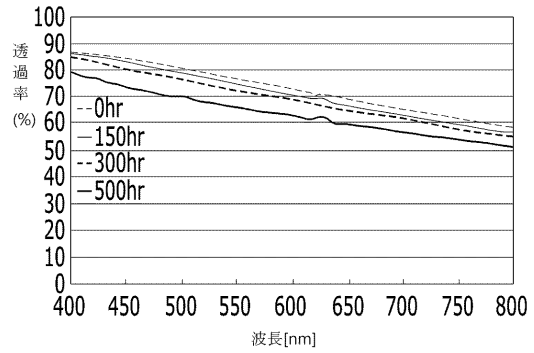
【図 12 C】

カソード (Ag+Mg)
孤立電子対を有するETL+Yb 5Å

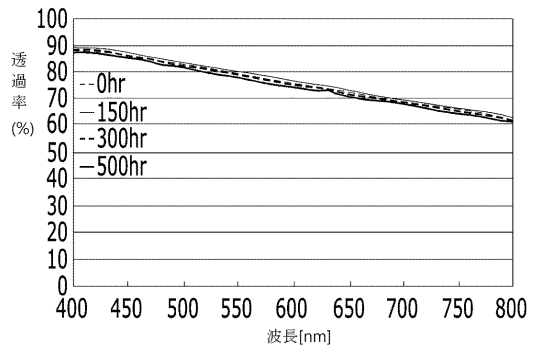
【図 13 A】



【図 11 A】



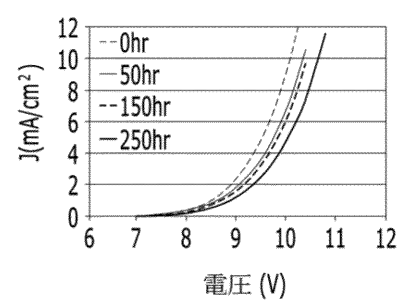
【図 11 B】



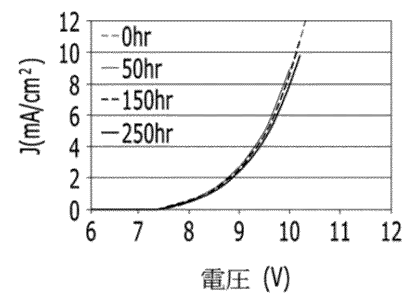
【図 12 A】

カソード (Ag+Mg)
孤立電子対を有しないETL+Yb 5Å

【図 13 B】



【図 13 C】



【図 14 A】

250 (単一金属)
241 (Cl)

【図 1 4 B】

251 (Ag:Mg)
241 (C1)

【図 1 4 C】

251 (Ag:Mg)
243 (C1 + 遷移金属)

【図 1 4 D】

251 (Ag:Mg)
244 (C1 + 遷移金属 + LiQ)

【図 1 4 E】

261 (C1)
250 又は 251
241 (C1)

【図 1 4 F】

262 (C1+Liq)
250 又は 251
242 (C1+Liq)

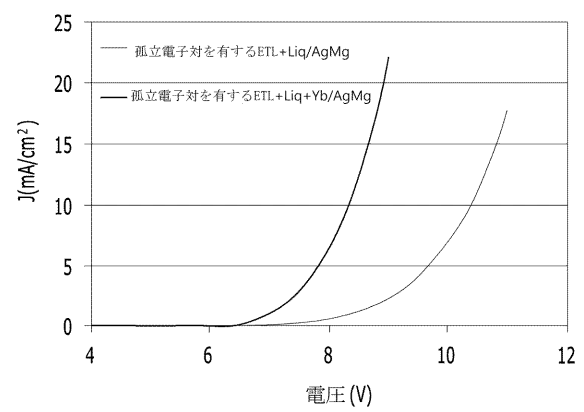
【図 1 4 G】

263 (C1+Liq+ 遷移金属)
250 又は 251
244 (C1+Liq+ 遷移金属)

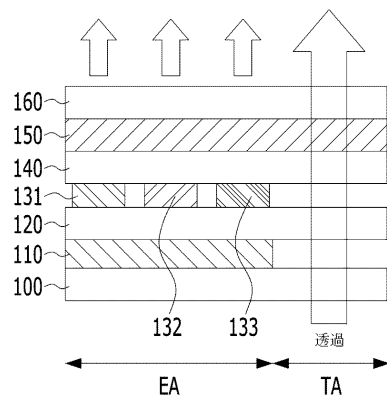
【図 1 4 H】

264 (C1+ 遷移金属)
250 又は 251
244 (C1+Liq+ 遷移金属)

【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 金 財 鉉
大韓民國 京畿道 坡州市 月籠面 L G路 2 4 5
- (72)発明者 朴 銀 貞
大韓民國 京畿道 坡州市 月籠面 L G路 2 4 5
- (72)発明者 金 錫 顯
大韓民國 京畿道 坡州市 月籠面 L G路 2 4 5
- (72)発明者 金 官 洙
大韓民國 京畿道 坡州市 月籠面 L G路 2 4 5

審査官 岩井 好子

- (56)参考文献 国際公開第2018/037880(WO, A1)
特開2011-023340(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 1 L | 5 1 / 5 0 |
| G 0 9 F | 9 / 3 0 |
| H 0 1 L | 2 7 / 3 2 |
| H 0 5 B | 3 3 / 2 6 |