

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4848181号
(P4848181)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int.Cl.	F I
H05B 33/14 (2006.01)	H05B 33/14 Z
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/28
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30 365Z
H01L 27/32 (2006.01)	

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2005-342793 (P2005-342793)	(73) 特許権者	593165487
(22) 出願日	平成17年10月28日(2005.10.28)		学校法人金沢工業大学
(65) 公開番号	特開2007-123220 (P2007-123220A)		石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号
(43) 公開日	平成19年5月17日(2007.5.17)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成20年9月8日(2008.9.8)		弁理士 森下 賢樹
前置審査		(72) 発明者	南 内嗣
			石川県金沢市八日市2丁目449-3
		(72) 発明者	宮田 俊弘
			石川県金沢市高島2丁目73-1
		審査官	野田 洋平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 正孔注入型EL装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

$Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4$:Mn からなる無機蛍光体の片面上に半導体 蛍光体接合を形成し、その対向する反対面上に金属 蛍光体接触を形成してなるデバイス構造に、外部から半導体を正極性に、金属を負極性に電圧を印加して、該接合を通してトンネリングにより蛍光体中へ正孔を、該接触を通して電子をそれぞれ注入するデバイスの動作原理に基づいて、蛍光体の励起と発光を該接合での正孔のトンネリング注入によって生じさせ、かつ、前記デバイス構造において、デバイスを構成する金属が任意の基体上に形成した金属薄膜もしくは基体を兼ねた任意の形状からなる金属を有し、半導体が縮退したn型半導体からなる透明導電膜である金属 無機蛍光体 半導体の順に薄膜を積層することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】

請求項1記載の正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンス素子を用いることを特徴とする照明器具。

【請求項3】

請求項1記載の正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンス素子を用いることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、正孔注入型 E L 装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無機蛍光体を用いる面状発光のエレクトロルミネッセンス（以後 E L と略記される）では安定動作を実現するために発光面内で均一な電界（すなわち均一な電流）及び電流値制御が要求される。従って、通常交流駆動型 E L では絶縁層、直流駆動型 E L では電流制限層が導入されている。すなわち、面状発光の直流駆動 E L では、点状発光の発光ダイオード（以後 L E D と略記される）のような外部電流制御が有効でない。特に、直流駆動型 E L では電流制限を抵抗層で実現しなければならないため、大きな電力損失を伴い、結果として E L の発光効率の低下を招く。そのため現在まで、直流駆動型無機 E L は実用になっ

10

【0003】

有機蛍光体を使用する直流駆動の有機エレクトロルミネッセンス（以後有機 E L、あるいは有機発光ダイオード O L E D と略記される）では使用する有機材料が高抵抗でかつ超薄膜蛍光体が使用できるため上記の問題を解決している。結晶の不完全性に起因する非輻射再結合確率の高い無機蛍光体においては、超薄膜での発光は単結晶エピタキシャル膜での L E D の p n 接合部で実現されているが、多結晶やアモルファス蛍光体を使用する面状発光の E L での実現は困難である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

20

【0004】

本発明によるデバイス構造では、上記の問題点を以下の通り解決している。正孔注入は印加電界強度で制御可能な接合や接触でのトンネリングにより制御され、また、伝導帯の電子の注入は接合や接触での電位障壁により制限され、その注入量が印加電界で制御されることによって、電流制限が可能であり、電力損失の少ない電流制限が実現される結果、励起が正孔注入によって効率良く実現できるため高い発光効率を実現された。

【0005】

前記課題を解決するための本発明の第 1 の態様は、図 1 に示したエネルギーバンド図からわかるように、導電性を有する任意の基体上に無機蛍光体及び金属薄膜もしくは半導体薄膜順に積層してなる半導体 蛍光体 - 金属構造もしくは金属 - 蛍光体 - 半導体構造のデ

バイスは、外部から半導体を負極性に、金属を正極性に電圧を印加して、該金属 - 蛍光体接触を通してトンネリング（該接触に適切な電界が印加されると蛍光体の価電子帯から電子が金属へトンネリングする結果、蛍光体の価電子帯に正孔が注入される）により蛍光体中へ正孔を、該半導体 - 蛍光体接合を通して電子（該接合に生じている電位障壁によって電子の注入が阻止されているが電界の印加によって電位障壁が低下する結果、半導体の伝導帯の電子が蛍光体の伝導帯に注入される）をそれぞれ注入するデバイスの動作原理に基づいて、蛍光体の励起と発光を該金属 - 蛍光体接触での正孔のトンネリング注入量によって制御することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

30

【0006】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記デバイスを構成する無機蛍光体、半導体及び金属が何れも薄膜の形態を有し、任意の基体上に半導体 無機蛍光体 金属の順に積層したデバイス構造を有することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

40

【0007】

本発明の第 3 の態様は、第 1 又は 2 の態様において、前記半導体が任意の透明基体上に形成された縮退した半導体からなる透明導電膜であることを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスある。

【0008】

本発明の第 4 の態様は、第 1 の態様において、前記デバイスを構成する金属として任意

50

の基体上に形成した金属薄膜もしくは基体を兼ねた任意の形状からなる金属を用い、半導体として縮退した半導体からなる透明導電膜を用い、金属 無機蛍光体 半導体の順に薄膜を積層したデバイス構造を有することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

【0009】

本発明の第5の態様は、第1の態様において、前記デバイス構造に、外部から半導体を正極性に、金属を負極性に電圧を印加して、該接合を通してトンネリングにより蛍光体中へ正孔を、該接合を通して電子をそれぞれ注入するデバイスの動作原理に基づいて、蛍光体の励起と発光を該接合での正孔のトンネリング注入量によって制御することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンス素子にある。

10

【0010】

本発明の第6の態様は、第5の態様において、前記デバイスを構成する無機蛍光体、半導体及び金属が何れも薄膜の形態を有し、任意の基体上に半導体 無機蛍光体 金属の順に積層して形成してなるデバイス構造を有することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

【0011】

本発明の第7の態様は、第5又は6の態様において、前記半導体が任意の透明基体上に形成された縮退した半導体からなる透明導電膜であることを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

【0012】

本発明の第8の態様は、第1及び2の態様において、前記デバイスを構成する金属が任意の基体上に形成した金属薄膜もしくは基体を兼ねた任意の形状からなる金属を有し、半導体が縮退したn形半導体からなる透明導電膜である金属/無機蛍光体/半導体構造のデバイス構造を有することを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

20

【0013】

本発明の第9の態様は、無機蛍光体の片面上に半導体(1) 蛍光体接合を形成し、その対向する反対面上に蛍光体 半導体(2)接合を形成してなるデバイス構造を有し、外部から一方の半導体を負極性に、他方の半導体を正極性に電圧を印加して、半導体が負極性の接合を通してトンネリングにより蛍光体中へ正孔を、正極性の接合を通して電子をそれぞれ注入するデバイスの動作原理に基づいて、蛍光体の励起と発光を半導体が負極性の接合での正孔のトンネリング注入量によって制御することを特徴とする正孔注入型エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

30

【0014】

本発明の第10の態様は、第9の様態において、前記デバイスを構成する無機蛍光体及び半導体(1)及び半導体(2)が何れも薄膜の形態を有し、任意の基体上に、半導体(1) 無機蛍光体 半導体(2)の順もしくは半導体(2) 無機蛍光体 半導体(1)の順に積層してなることを特徴とする正孔注入型エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

【0015】

本発明の第11の態様は、第9及び10の態様において、前記任意の基体として透光性を有する基板を用い、その上に縮退した半導体からなる透明導電膜及び無機蛍光体薄膜を形成し、その上に縮退した半導体からなる透明導電膜を形成してなるデバイス構造を有することを特徴とする正孔注入型エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

40

【0016】

本発明の第12の態様は、第9及び10の態様において、前記半導体の少なくとも一つが縮退した半導体からなる透明導電膜であることを特徴とする正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイスにある。

【0017】

本発明の第13の態様は、第1から8の態様に記載の正孔注入型直流駆動エレクトロル

50

ミネッセンスデバイス用いることを特徴とする照明器具にある。

【0018】

本発明の第14の態様は、第1から8の態様に記載の正孔注入型直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイス用いることを特徴とする表示装置にある。

【0019】

本発明の第15の態様は、第9から12の態様に記載の透光性を有する正孔注入型交直もしくは直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイス用いることを特徴とするシースルー型照明器具にある。

【0020】

本発明の第16の態様は、第9から12の態様に記載の透光性を有する正孔注入型交直もしくは直流駆動エレクトロルミネッセンスデバイス用いることを特徴とするシースルー型表示装置にある。

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように、本発明によるデバイス構造では従来面発光ELは面内で均一な電流及び電流値を制御するために不可欠な電流制限層による大きな電力損失を以下の通り解決している。正孔注入は印加電界強度で制御可能なトンネリングにより制御され、また、伝導帯の電子の注入は接合や接触での電位障壁により制限され、その注入量が印加電界で制御されることによって、電流制限がされ、電力損失の少ない電流制限が実現された結果、高い発光効率が実現された。従来の無機EL素子とはデバイスの動作原理が異なり、無機EL素子の特性の改善に対してその効果は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の無機蛍光体ELデバイスのエネルギーバンド図

【図2】実施例1における正孔注入型EL素子の輝度-印加電圧特性

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を実施例により説明するがあくまで例示であり本発明はこれに限定されるものではない。

(実施例1)

無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ のGe含有量を0.4とし、Mn含有量を2at.%として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛(ZnO)薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン(Ar)ガス中、ガス圧力6Pa、スパッタ投入電力100W、基体温度350の条件下で $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体-蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム(Al)を真空蒸着法により作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ノンドープ酸化亜鉛(ZnO)薄膜側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加したところ、図2に示すように印加電圧40V程で緑色発光を確認でき印加電圧200Vで約 200cd/m^2 の高輝度緑色発光を実現できた。また、 $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ 薄膜をゾル・ゲル法によって形成した同様の構造を有する素子においてもEL発光を実現できた。

【0024】

(参考例2)

無機蛍光体材料である $Y_2O_3:Mn$ のMn含有量を2at.%として作製した $Y_2O_3:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛(ZnO)薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン(Ar)ガス中、ガス圧力6Pa、スパッタ投入電力100W、基体温度350の条件下で $Y_2O_3:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体-蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Y_2O_3:$

10

20

30

40

50

Mn無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム（Al）を真空蒸着法により作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ノンドープ酸化亜鉛（ZnO）薄膜側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加したところ、図1に示すように印加電圧50V程で黄色発光を確認でき印加電圧200Vで200cd/m²の高輝度黄色発光を実現できた。また、Y₂O₃:Mn薄膜をゾル・ゲル法によって形成した同様の構造を有する素子においてもEL発光を実現できた。

【0025】

（実施例3）

無機蛍光体材料であるZn₂Si_{1-x}Ge_xO₄:MnのGe含有量を0.4とし、Mn含有量を2at.%として作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物（ITO）透明導電膜を形成したガラス基体上に、アルゴン（Ar）ガス中、ガス圧力6Pa、スパッタ投入電力100W、基体温度350の条件下でZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 蛍光体接合を形成した。その後、作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム（Al）を真空蒸着法により作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明電極側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧40V程で緑色発光を確認でき印加電圧200Vで300cd/m²の高輝度緑色発光を実現できた。

【0026】

（実施例4）

アルミナセラミックス基体上に真空蒸着法によりモリブデン（Mo）膜を作製し、その上に、無機蛍光体材料であるZn₂Si_{1-x}Ge_xO₄:MnのGe含有量を0.4とし、Mn含有量を2at.%として作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン（Ar）ガス中、ガス圧力6Pa、スパッタ投入電力100W、基体温度350の条件下でZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜を作製し、金属 蛍光体接合を形成した。その後、作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜上に縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物（ITO）透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、無機蛍光体-半導体接合を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明導電膜側を負極性、Mo電極側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧40V程で緑色発光を確認でき印加電圧200Vで200cd/m²の高輝度緑色発光を実現できた。

【0027】

（実施例5）

基体兼電極材料であるモリブデン（Mo）板上に、無機蛍光体材料であるZn₂Si_{1-x}Ge_xO₄:MnのGe含有量を0.4とし、Mn含有量を2at.%として作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン（Ar）ガス中、ガス圧力6Pa、スパッタ投入電力100W、基体温度350の条件下でZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜を作製し、金属 蛍光体接合を形成した。その後、作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn無機蛍光体発光層薄膜上に縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物（ITO）透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、無機蛍光体-半導体接合を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明導電膜側を負極性、Mo板側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧40V程で緑色発光を確認でき印加電圧200Vで200cd/m²の高輝度緑色発光を実現できた。

【0028】

（実施例6）

無機蛍光体材料であるZn₂Si_{1-x}Ge_xO₄:MnのGe含有量を0.4とし、Mn含有量を2at.%として作製したZn₂Si_{0.6}Ge_{0.4}O₄:Mn粉末ター

10

20

30

40

50

ゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 $6 Pa$ 、スパッタ投入電力 $100 W$ 、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム (Al) を真空蒸着法により作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を正極性、 Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 $40 V$ 程で緑色発光を確認でき印加電圧 $200 V$ で $200 cd/m^2$ の高輝度緑色発光を実現できた。

【0029】

(実施例7)

無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、 Mn 含有量を $2 at. \%$ として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 $6 Pa$ 、スパッタ投入電力 $100 W$ 、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム (Al) を真空蒸着法により作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。 ITO 透明電極側を正極性、 Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 $40 V$ 程で緑色発光を確認でき印加電圧 $200 V$ で $300 cd/m^2$ の高輝度緑色発光を実現できた。

【0030】

(参考例8)

アルミナセラミックス基体上に真空蒸着法によりモリブデン (Mo) 膜を作製し、その上に、無機蛍光体材料である $Zn_2GaO_4:Mn$ の Mn 含有量を $1 at. \%$ として作製した $Zn_2GaO_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 $6 Pa$ 、スパッタ投入電力 $100 W$ 、基体温度 350 の条件下で $Zn_2GaO_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成した。その後、作製した $Zn_2GaO_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上に縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、無機蛍光体 - 半導体接合を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。 ITO 透明導電膜側を正極性、 Mo 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 $40 V$ 程で緑色発光を確認でき印加電圧 $200 V$ で $200 cd/m^2$ の高輝度緑色発光を実現できた。

【0031】

(実施例9)

基体を兼ねたモリブデン (Mo) 板上に、無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、 Mn 含有量を $2 at. \%$ として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 $6 Pa$ 、スパッタ投入電力 $100 W$ 、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上に縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、無機蛍光体 - 半導体接合を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。 ITO 透明導電膜側を正極性、 Mo 板側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 $40 V$ 程で緑色発光を確認でき印加電圧 $200 V$ で $200 cd/m^2$ の高輝度緑色発光を実現できた。

【0032】

(実施例10)

10

20

30

40

50

無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 - 蛍光体接合 (1) を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化スズ (SnO₂) 薄膜を作製し無機蛍光体 - 半導体接合 (2) を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を負極性、ノンドープ酸化スズ (SnO₂) 薄膜側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 50 V 程で緑色発光を確認でき印加電圧 200 V で 200 cd/m² の高輝度緑色発光を実現できた。

10

【0033】

(参考例 11)

無機蛍光体材料である $Y_2O_3:Mn$ の Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Y_2O_3:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、縮退した半導体である Al ドープ酸化亜鉛 (AZO) 薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Y_2O_3:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 - 蛍光体接合 (1) を形成した。その後、作製した $Y_2O_3:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にマグネトロンスパッタリング成膜法により、縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 薄膜を作製し無機蛍光体 - 半導体接合 (2) を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。Al ドープ酸化亜鉛 (AZO) 薄膜側を負極性、インジウム・スズ酸化物 (ITO) 薄膜側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 30 V 程で黄色発光を確認でき印加電圧 200 V で 200 cd/m² の高輝度黄色発光を実現できた。

20

【0034】

(実施例 12)

無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を形成したガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 - 蛍光体接合 (1) を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にマグネトロンスパッタリング成膜法により、縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 薄膜を作製し無機蛍光体 - 半導体接合 (2) を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を負極性、インジウム・スズ酸化物 (ITO) 薄膜側を正極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 30 V 程で緑色発光を確認でき印加電圧 200 V で 200 cd/m² の高輝度緑色発光を実現できた。

30

(実施例 12 - 1)

40

【0035】

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上に真空蒸着法によりノンドープ ZnS 薄膜を膜厚 100 nm 程度形成し、その上にアルミニウム (Al) を真空蒸着法により作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型

50

EL素子を作製した。ITO透明電極側を正極性、Al電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧20V程で緑色発光を確認でき印加電圧150Vで300cd/m²の高輝度緑色発光を実現できた。

【0036】

(参考例13)

縮退したn形半導体であるインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるMn添加硫化バリウム亜鉛(ZnBaS:Mn)薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度350の条件下で作製し、半導体-蛍光体接合を形成した。その後、作製したZnBaS:Mn薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム(Al)を作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明電極側を正極性、Al電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧20V程で黄色発光を確認でき印加電圧150Vで300cd/m²の高輝度黄色発光を実現できた。該EL素子は、ITO透明電極側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料としてAl膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上にITO透明導電膜を形成した正孔注入型EL素子においても同様の特性を実現できた。

10

【0037】

(参考例14)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるMn添加硫化マグネシウム亜鉛(ZnMgS:Mn)薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度350の条件下で作製し、半導体-蛍光体接合を形成した。その後、作製したZnMgS:Mn薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム(Al)を作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明電極側を正極性、Al電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧20V程で黄色発光を確認でき印加電圧150Vで300cd/m²の高輝度黄色発光を実現できた。該EL素子は、ITO透明電極側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料としてAl膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上にITO透明導電膜を形成した正孔注入型EL素子においても同様の特性を実現できた。

20

30

【0038】

(参考例15)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるセリウム(Ce)添加硫化ストロンチウム亜鉛(ZnSrS:Ce)薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度350の条件下で作製し、半導体-蛍光体接合を形成した。その後、作製したZnSrS:Ce薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム(Al)を作製し、金属-蛍光体接触を形成して正孔注入型EL素子を作製した。ITO透明電極側を正極性、Al電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧20V程で青緑色発光を確認でき印加電圧150Vで300cd/m²の高輝度青緑色発光を実現できた。該EL素子は、ITO透明電極側を負極性、Al電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料としてAl膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上にITO透明導電膜を形成した正孔注入型EL素子においても同様の特性を実現できた。

40

【0039】

(参考例16)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるセリウム(Ce)添加硫化カルシウム亜鉛(ZnCaS:Ce)薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度350の条件下で作製し、半導体-

50

蛍光体接合を形成した。その後、作製した $ZnCaS:Ce$ 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で青緑色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度青緑色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

【0040】

10

(参考例 17)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料である Mn 添加硫セレン化亜鉛 ($ZnSSe:Mn$) 薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $ZnSSe:Mn$ 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で黄色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度黄色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

20

【0041】

(参考例 18)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料である亜鉛 (Zn) ドープ窒化ガリウム ($GaN:Zn$) 薄膜を電子線真空蒸着法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $GaN:Zn$ 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で青色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度青色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

30

【0042】

(参考例 19)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるユーロピウム (Eu) ドープ硫酸化イットリウム ($Y_2O_2S:Eu$) 薄膜をマグネトロンスパッタリング法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Y_2O_2S:Eu$ 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で青色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度青色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

40

【0043】

50

(参考例 20)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるユーロピウム (Eu) ドープ硫酸バリウム (BaSO_4 :Eu) 薄膜をマグネトロンスパッタリング法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で紫色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度紫色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

10

【0044】

(参考例 21)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるユーロピウム (Eu) ドープ窒化アルミニウム酸化カルシウム ($(\text{AlN})_{1-x}(\text{CaO})_x$):Eu 多元系薄膜をマグネトロンスパッタリング法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $(\text{AlN})_{1-x}(\text{CaO})_x$:Eu 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で赤色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度赤色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

20

【0045】

(参考例 22)

縮退した半導体であるインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜を形成したガラス基体上に、無機蛍光体材料であるユーロピウム (Eu) ドープ酸窒化ガリウム ($(\text{GaN})_{1-x}(\text{GaO})_x$):Eu 多元系薄膜をマグネトロンスパッタリング法により、基体温度 350 の条件下で作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $(\text{AlN})_{1-x}(\text{CaO})_x$:Eu 薄膜上に真空蒸着法によりアルミニウム (Al) を作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 素子を作製した。ITO 透明電極側を正極性、Al 電極側を負極性として直流電圧を印加したところ、印加電圧 20 V 程で赤色発光を確認でき印加電圧 150 V で 300 cd/m^2 の高輝度赤色発光を実現できた。該 EL 素子は、ITO 透明電極側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加した場合においても、同様の発光を実現できた。また、該蛍光体薄膜を基体兼電極材料として Al 膜を形成したアルミナセラミックスもしくはモリブデン板上形成し、その上に ITO 透明導電膜を形成した正孔注入型 EL 素子においても同様の特性を実現できた。

30

40

【0046】

(実施例 23)

無機蛍光体材料である $\text{Zn}_2\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{O}_4:\text{Mn}$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at.% として作製した $\text{Zn}_2\text{Si}_{0.6}\text{Ge}_{0.4}\text{O}_4:\text{Mn}$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を形成した $20 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$ 角のガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $\text{Zn}_2\text{Si}_{0.6}\text{Ge}_{0.4}\text{O}_4:\text{Mn}$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 - 蛍光体接合を形成し

50

た。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にアルミニウム (Al) を真空蒸着法により作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 照明器具を作製した。ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を負極性、Al 電極側を正極性として直流電圧を印加したところ、全面に均一な高輝度緑色発光を実現できた。

【0047】

(実施例 24)

0.5 mm × 340 mm のストライプ上にパターニングされたノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を 0.06 mm 間隔で形成した 270 mm × 340 mm 角のガラス基体上に、無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を基体上全面に作製し、半導体 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上に 0.5 mm × 270 mm のストライプ上にパターニングされたアルミニウム (Al) 膜を ZnO 薄膜に直交する配置で真空蒸着法により作製し、金属 - 蛍光体接触を形成して正孔注入型 EL 表示装置を作製した。映像信号によって変調した直流電圧をノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を負極性、Al 電極側を正極性として印加したところ、VGA 緑色表示装置を実現できた。

10

【0048】

20

(実施例 25)

無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、ノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を形成した 20 cm × 150 cm 角のガラス基体上に、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を作製し、半導体 (1) 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、蛍光体 - 半導体 (2) 接合を形成してシースルー型正孔注入制御 EL 照明器具を作製した。

30

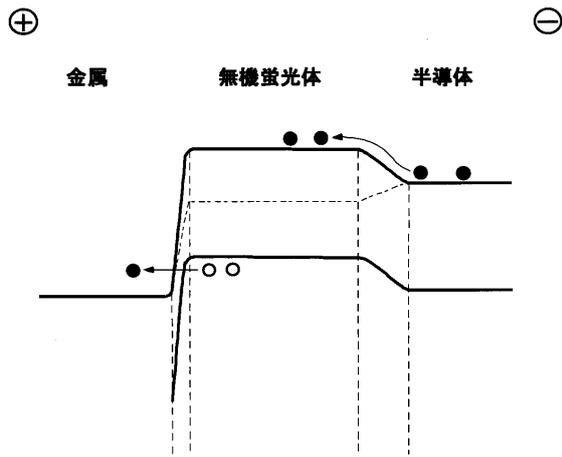
【0049】

(実施例 26)

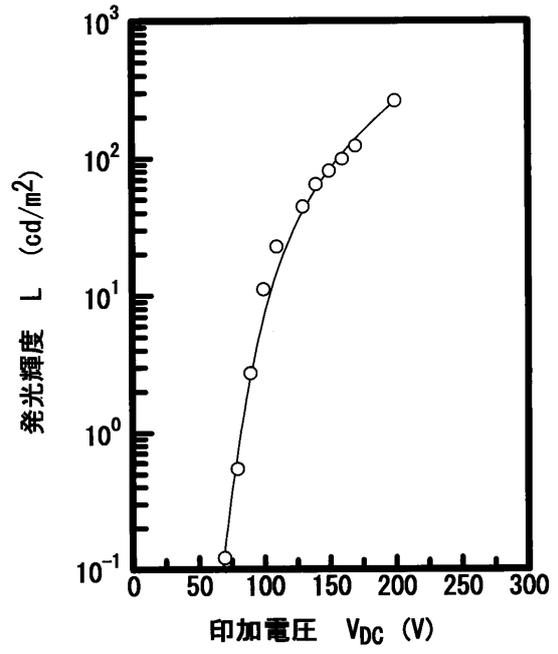
0.5 mm × 340 mm のストライプ上にパターニングされたノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜を 0.06 mm 間隔で形成した 270 mm × 340 mm 角のガラス基体上に、無機蛍光体材料である $Zn_2Si_{1-x}Ge_xO_4:Mn$ の Ge 含有量を 0.4 とし、Mn 含有量を 2 at. % として作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 粉末ターゲットを用いたマグネトロンスパッタリング成膜法により、アルゴン (Ar) ガス中、ガス圧力 6 Pa、スパッタ投入電力 100 W、基体温度 350 の条件下で $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜を基体上全面に作製し、半導体 (1) 蛍光体接合を形成した。その後、作製した $Zn_2Si_{0.6}Ge_{0.4}O_4:Mn$ 無機蛍光体発光層薄膜上にインジウム・スズ酸化物 (ITO) 透明導電膜をマグネトロンスパッタリング成膜法により作製し、作製した ITO 膜を ZnO 薄膜に直交する配置で 0.5 mm × 270 mm のストライプ上にパターニング加工し、蛍光体 - 半導体 (2) 接合を形成してシースルー型正孔注入制御 EL 表示装置を作製した。映像信号によって変調した直流電圧をノンドープ酸化亜鉛 (ZnO) 薄膜側を負極性、Al 電極側を正極性として印加したところ、VGA 緑色表示装置を実現できた。

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-198178(JP,A)
特開2005-116529(JP,A)
特表平11-508628(JP,A)
特開2004-031101(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/00 - 33/28
G09F 9/30
H01L 27/32