

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-283320

(P2009-283320A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	3K107
H05B 33/14 (2006.01)	H05B 33/14 Z	5C036
H01J 29/20 (2006.01)	H01J 29/20	
H01J 31/12 (2006.01)	H01J 31/12 C	
H01J 29/26 (2006.01)	H01J 29/26	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-134685 (P2008-134685)
 (22) 出願日 平成20年5月22日 (2008.5.22)

(71) 出願人 000004352
 日本放送協会
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 田中 克
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
 本放送協会放送技術研究所内
 (72) 発明者 岡本 信治
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
 本放送協会放送技術研究所内
 Fターム(参考) 3K107 AA07 AA09 BB01 CC12 DD52
 DD55 DD56 DD86 FF15
 5C036 EE19 EF01 EG36 EH12

(54) 【発明の名称】 EL素子及びこれを用いた表示素子

(57) 【要約】

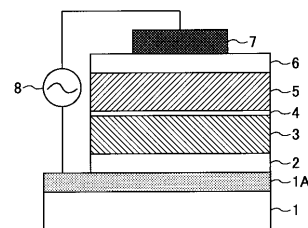
【課題】

輝度の低減を招くことなく、駆動電圧の低減を実現することのできるEL素子及びこれを用いた表示素子を提供することを課題とする。

【解決手段】

発光中心材料を含む第1発光層と、前記第1発光層に積層され、発光中心材料を含む第2発光層と、前記第1発光層と前記第2発光層との間に挿入される導電性薄膜とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光中心材料を含む第 1 発光層と、
前記第 1 発光層に積層され、発光中心材料を含む第 2 発光層と、
前記第 1 発光層と前記第 2 発光層との間に挿入される導電性薄膜と
を有する、E L 素子。

【請求項 2】

前記導電性薄膜は、厚さ 10 以下の薄膜又は島状薄膜である、請求項 1 に記載の E L 素子。

【請求項 3】

10

前記導電性薄膜は、金 (Au) 製である、請求項 1 又は 2 に記載の E L 素子。

【請求項 4】

前記第 1 発光層又は前記第 2 発光層のうち電子によって励起される発光層は、 $Sr_x Ca_{1-x} (Ga_y Al_{1-y})_2 S_4 : Ce$ 、 $(x = 0 \sim 1, y = 0 \sim 1)$ 、又は $ZnS : Mn$ であり、正孔によって励起される発光層は、 $Sr_x Ca_{1-x} (Ga_y Al_{1-y})_2 S_4 : Eu$ $(x = 0 \sim 1, y = 0 \sim 1)$ 、 $Eu (Ga_x Al_{1-x})_2 S_4$ $(x = 0 \sim 1)$ 、又は $Ba (Ga_x Al_{1-x})_2 S_4 : Eu$ $(x = 0 \sim 1)$ である、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の E L 素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の E L 素子と、前記 E L 素子を挟むように積層される透明電極及び金属電極とを含み、前記透明電極と前記金属電極との間に交流電圧が印加される、表示素子。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の E L 素子と、前記 E L 素子に積層される透明電極と、前記 E L 素子を挟んで前記透明電極と対向配置される電子放出源とを有し、前記透明電極と前記電子放出源との間に直流電圧が印加される、表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、E L (E L : Electroluminescence) 素子及びこれを用いた表示素子に関し、より詳細には、発光層 (蛍光体薄膜) を用いた表示装置や光源、特に、エレクトロルミネッセントディスプレイ (E L D)、フィールドエミッションディスプレイ (F E D) やフィールドエミッションランプ (F E L)、又はブラウン管 (C R T) 等、電子線を照射した発光 (カソードルミネッセンス : C L) による E L 素子及びこれを用いた表示素子に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来より、蛍光体を用いたディスプレイに関する研究開発が盛んである。熱電子源から放出される電子線を蛍光体に照射した場合の発光を用いるディスプレイの代表格はブラウン管 (C R T : Cathode Ray Tube) であった。

40

【0003】

一方、最近、冷陰極電子源から放出される電子線を蛍光体に照射した際の発光を使用するディスプレイ用途としてフィールドエミッションディスプレイ (F E D : Field Emission Display) が注目され、また、液晶バックライトや照明光源用途としてフィールドエミッションランプ (F E L : Field Emission Lamp) が注目されるようになってきた。

【0004】

これら F E D や F E L に使用する蛍光体は、C R T と同様、電子線を蛍光体に照射した際の発光 (カソードルミネッセンス) を用いている。

【0005】

また、高電界中で加速されたキャリアで蛍光体を発光させる方式としてエレクトロルミ

50

ネッセンズ (E L :

Electroluminescence) がある。この E L をディスプレイとして応用したものは、特に、エレクトロルミネッセントディスプレイ (E L D : Electroluminescent Display) と総称されている。

【0006】

このような蛍光体の材料として、硫化ストロンチウム (S r S) や硫化カルシウム (C a S) を母体にした蛍光体は、発光効率が高く、高輝度を得られることから精力的に研究開発が行われてきた (例えば、特許文献 1、2 参照)。

【特許文献 1】特開平 08 - 102359 号公報

【特許文献 2】特開平 09 - 274991 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、蛍光体は、一般的にバンドギャップが大きく絶縁性を示すため、蛍光体を励起するためには高電圧を印加する必要がある。例えば、蛍光体薄膜を用いた固体 E L 素子である E L D において、駆動電圧は一般的には 300 V (V p p 値 (ピーク - ピーク電圧値)) 以上での高電圧を印加する必要があるため、駆動電圧の低減が強く求められている。

【0008】

また、E L D を明るく発光させるためには、蛍光体に流すキャリアの量 (移動電荷量) を増大させる必要があるが、そのための一つの手法として、高い誘電率を持つ絶縁層材料を用いる方法がある。

20

【0009】

ところが、高い誘電率をもつ材料は、絶縁破壊が生じる電界強度 (耐圧) が低い。

【0010】

図 7 は、E L D に用いる絶縁層材料の誘電率と耐圧の関係を示している。図 7 に示す様に、E L D に用いる絶縁層材料において、高い誘電率と耐圧を両立することは困難である。

【0011】

通常、E L D に使用する絶縁層材料は、大きく二つのグループに分けられる。一方は非晶質酸化物 [(アルミナ (A l ₂ O ₃), 酸化タンタル (T a ₂ O ₅), 酸化シリコン (S i O ₂) 等)、あるいは窒化物 (窒化珪素 (S i ₃ N ₄) 等)] を用いた群であり、他方は強誘電体 [(チタン酸鉛 (P b T i O ₃), チタン酸ストロンチウム (S r T i O ₃) 等)] を用いた群である。

30

【0012】

一般的に、前者は、絶縁破壊電界強度は高いが誘電率は低い。一方、後者は、その反対に絶縁破壊電界強度は低いが誘電率は高いことが判っている (例えば、非特許文献 Y. A. Ono, Electroluminescent displays. (World Scientific, Singapore, 1995) p. 65)。

【0013】

絶縁層の性質で特に重要なのは、E L D が絶縁破壊を起こしたときの破壊の形態である。

40

【0014】

一度破壊が起きると、その周辺から次々と新たな破壊が広がっていくモードがあり、これを伝播性破壊モードと呼ばれている。これに対して、一点の破壊点だけで収まるモードは、開放モード、又は自己修復性モードと呼ばれている。

【0015】

通常、強誘電体 (P b T i O ₃, S r T i O ₃ 等) は、伝播性破壊モードをもつ絶縁層材料であって、断線の欠陥率が高くリーク電流が発生しやすい。そこで、スクリーン印刷法を用いて、この強誘電率材料を厚さ 1 μ m 以上に形成した厚膜誘電体を用いることによ

50

り、伝搬性の破壊を克服し、耐圧を高める手法が提案されている（例えば、非特許文献：X. Wu, D. Carkner, H. Hamada, I. Yoshida, M. Kutsukake and K. Dantani, SID2004 Digest, (Society for Information Display, Seattle, Washington, 2004), p.1146.）。

【 0 0 1 6 】

しかし、厚膜誘電体を用いると E L D の透過率が急激に下がり、E L D の大きな特徴である透明ディスプレイへの応用ができないことに加えて、厚膜にすると誘電体表面に凹凸が増えることにより、金属配線等の断線等の欠陥率が高くなり、高精細画像表示の実現が困難であるという課題があった。

【 0 0 1 7 】

また、絶縁層材料としては、絶縁破壊電界強度と誘電率との両方が高いことが望ましいが、現在までそのような絶縁層材料は開発されていない。例えば、 Si_3N_4 は、絶縁破壊の耐圧は高いが、誘電率は低いため、現状では発光層中で十分に移動電荷量を増やすことができていない。

【 0 0 1 8 】

特に、近年、三元系硫化物（ストロンチウムチオガレート（ SrGa_2S_4 ）, バリウムチオアルミネート（ BaAl_2S_4 ）等）は従来多用されてきた二元系硫化物（硫化亜鉛（ ZnS ）, 硫化カルシウム（ CaS ））より誘電率が高く、そのため、絶縁層材料の誘電率は、発光層の誘電率より高くないと十分な移動電荷量が得られない。

【 0 0 1 9 】

このため、 Si_3N_4 等の誘電率が低い絶縁層材料を用いた場合には、従来の二元系材料よりも格段に高い電圧を印加することにより、蛍光体を励起するキャリアの運動エネルギーを向上させないと十分な輝度を得ることが困難であるという課題があった

一方、発光層中を流れるキャリアは、通常、E L D では絶縁層 / 発光層界面のトラップ準位から供給されている。しかし、通常、単純に同一の励起キャリア（電子またはホール）のどちらかで励起される発光層材料薄膜を単純に積層して発光層間の界面トラップ準位を増やしただけでは移動電荷量は増加せず、むしろ積層化により界面数を増やすと、積層化により新たに生じた界面準位でキャリアが失活してしまい、逆にリーク電流が増えるなどして輝度が低下し、効率の低下を招くという課題があった。

【 0 0 2 0 】

以上のように、蛍光体の輝度を維持しつつ、蛍光体の発光に必要な印加電圧（駆動電圧）を低減させることは、E L D のみならず、F E D、F E L、C R T 等の蛍光体を用いた E L 素子に共通の重要な課題である。

【 0 0 2 1 】

また、これらの蛍光体を用いた E L 素子に共通する性質として、少数キャリアの注入現象を利用して発光する L E D のように、ただ単に E L 素子に流れる電流量の増加に単純に比例して輝度が増加する素子とは明らかに異なり、蛍光体においてはその蛍光体内部を移動するキャリアの運動エネルギーを維持したままでキャリアの数（移動電荷量）を増やさない限り、輝度を維持したままで駆動電圧の低減を図ることはできないという蛍光体特有の性質に由来する根本的な課題がある。

【 0 0 2 2 】

このため、蛍光体において、リーク電流を増やすのではなく、高い運動エネルギーを有するキャリアの数（移動電荷量）を増やすための新たな手法が求められていた。

【 0 0 2 3 】

そこで、本発明は、輝度の低減を招くことなく、駆動電圧の低減を実現することのできる E L 素子及びこれを用いた表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 4 】

本発明の一局面の E L 素子は、発光中心材料を含む第 1 発光層と、前記第 1 発光層に積層され、発光中心材料を含む第 2 発光層と、前記第 1 発光層と前記第 2 発光層との間に挿

10

20

30

40

50

入される導電性薄膜とを有する。

【0025】

また、前記導電性薄膜は、厚さ10 以下の薄膜又は島状薄膜であってもよい。

【0026】

また、前記導電性薄膜は、金(Au)製であってもよい。

【0027】

また、前記第1発光層又は前記第2発光層のうち電子によって励起される発光層は、 $Sr_xCa_{1-x}(Ga_yAl_{1-y})_2S_4:Ce$ 、 $(x=0\sim1, y=0\sim1)$ 、又は $ZnS:Mn$ であり、正孔によって励起される発光層は、 $Sr_xCa_{1-x}(Ga_yAl_{1-y})_2S_4:Eu$ 、 $(x=0\sim1, y=0\sim1)$ 、 $Eu(Ga_xAl_{1-x})_2S_4$ 、 $(x=0\sim1)$ 、又は $Ba(Ga_xAl_{1-x})_2S_4:Eu$ 、 $(x=0\sim1)$ であってもよい。

10

【0028】

本発明の一面の表示素子は、前記いずれかに記載のEL素子と、前記EL素子を挟むように積層される透明電極及び金属電極とを含み、前記透明電極と前記金属電極との間に交流電圧が印加される。

【0029】

本発明の他の局面の表示素子は、前記いずれかに記載のEL素子と、前記EL素子に積層される透明電極と、前記EL素子を挟んで前記透明電極と対向配置される電子放出源とを有し、前記透明電極と前記電子放出源との間に直流電圧が印加される。

20

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、輝度の低減を招くことなく、駆動電圧の低減を実現することのできるEL素子及びこれを用いた表示素子を提供することができるという特有の効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明のEL素子及びこれを用いた表示素子を適用した実施の形態について説明する。

【0032】

本実施の形態のEL素子は、無機蛍光体薄膜を用いており、特に、蛍光体薄膜中の移動電荷量を増大させることにより、従来のEL素子よりも低い電圧での発光を可能とするものである。

30

【0033】

本実施の形態における発光原理は、無機蛍光体薄膜を用いる発光表示装置や光源に適用することができ、特に、ELDやFED、FEL等の駆動電圧の低減に有効である。

【0034】

本実施の形態では、蛍光体を励起するため印加電圧の低減する手法を提供する。この手法は、ELDにおいて特に有効であり、例えば Si_3N_4 等の耐圧は高いものの誘電率が低い絶縁層材料を用いた場合でも蛍光体薄膜中の移動電荷量を増やすことができるため、輝度低下を招くことなく印加電圧の低減を容易に実現することができる。

40

【0035】

本実施の形態では、移動電荷量を増加させるために、特に蛍光体薄膜中に厚さ10 以下の金(Au)薄膜(Au層)を挿入し、このAu層によりキャリアを発生させる。

【0036】

図1は、本実施の形態によるELDの断面構造を示す図である。この図に示すように、ITO製の透明電極1Aが形成されたガラス基板1の上に第1絶縁層2を形成し、この第1絶縁層2の上に、第1発光層3、キャリア供給層4、及び第2発光層5を含む積層体を形成する。この積層体の上には第2絶縁層6と金属電極7が形成される。透明電極1Aと金属電極7との間には交流電源8が接続されている。

50

【0037】

ここで、ガラス基板1は、ELDの強度を確保するために、厚さ0.5mm~1.0mm程度に設定される。また、透明電極1Aは、厚さ約2000のITO膜であり、透過率は約80%である。第1絶縁層2は、窒化珪素(Si_3N_4)で構成され、厚さは200に設定される。

【0038】

第1発光層3は、電子で励起される電子励起層としての機能を担う層であり、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ に限られず、組成式 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}(\text{Ga}_y\text{Al}_{1-y})_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 、($x=0\sim1$ 、 $y=0\sim1$)で表されるセリウムを添加した、チオガレート($x=0\sim1$ 、 $y=1$)、チオアルミネート($x=0\sim1$ 、 $y=0$)、若しくはチオガレートとチオアルミネートの固溶体、又はマンガンを添加した硫化亜鉛を用いることができる。この第1発光層3の厚さは約2500に設定される。

10

【0039】

キャリア供給層4は、厚さ10に設定されるAu層である。

【0040】

第2発光層5は、正孔で励起される正孔励起層としての機能を担う層であり、ストロンチウムチオガレート：ユウロピウム($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$)に限られず、組成式 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}(\text{Ga}_y\text{Al}_{1-y})_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x=0\sim1$ 、 $y=0\sim1$)で表されるユウロピウムを添加したユウロピウムガレート($x=0\sim1$ 、 $y=1$)およびユウロピウムアルミネート($x=0\sim1$ 、 $y=0$)若しくはチオガレートとチオアルミネートの固溶体、ユウロピウムガレートおよびユウロピウムアルミネート、組成式 $\text{Ba}(\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x})_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x=0\sim1$)で表されるユウロピウムを添加したバリウムガレート($x=1$)およびバリウムアルミネート($x=0$)を用いてもよい。この第2発光層5の厚さは約2500に設定される。

20

【0041】

第2絶縁層6は、第1絶縁層2と同様に、窒化珪素(Si_3N_4)で構成され、厚さは2000に設定される。金属電極7は、アルミニウム製の薄膜電極であり、厚さは約1000に設定される。また、交流電源8は、周波数1kHz、 10^8 (V/m)の交流電圧を発生する電源である。

【0042】

なお、図1に示すELDは、表示装置としての1画素分に相当するものである。

30

【0043】

この積層構造を有するELDに交流電圧を印加する際に、透明電極1Aに正バイアス、金属電極7に負バイアスが印加されると、第1発光層3(電子励起層)と第2発光層5(正孔励起層)の界面領域に形成されたキャリア供給層4により電子・正孔対が発生する。発生した電子と正孔は、交流電源8によって印加される電界により、電子はキャリア供給層4側から第1発光層3内に向かって走行し、正孔はキャリア供給層4側から第2発光層5内に向かって走行する。

【0044】

これら走行するキャリアは、第1発光層3(電子励起層)内、及び第2発光層5(正孔励起層)内における 10^8 (V/m)の強電界で加速され、それぞれホットキャリア(高速電子(hot electron)と高速正孔(hot hole))となる。

40

【0045】

次いで、交流電源8から供給される 10^8 (V/m)の電圧が反転すると、第1発光層3内の電子がキャリア供給層4側に引き戻されるとともに、第2発光層5内の正孔もキャリア供給層4側に引き戻される。

【0046】

この動作は1kHzの周波数で実現されるため、電子と正孔は、第1発光層3内と第2発光層5内を厚さ方向に往復移動するホットキャリアとなる。これにより、キャリアの移動電荷量が飛躍的に増大する。

50

【 0 0 4 7 】

このため、第 1 発光層 3 内では、高速電子が発光中心材料に衝突し、これによって蛍光体材料が励起され、発光が生じる。また、第 2 発光層 5 内では、高速正孔が発光中心材料に衝突し、これによって蛍光体材料が励起され、発光が生じる。これらの発光が重畳された発光は、ガラス基板 1 側において発光表示として表示される。

【 0 0 4 8 】

通常の E L D では、絶縁層と発光層界面にあるトラップに蓄積されたキャリアのみが発光に寄与するが、本実施の形態による E L D では、従来の絶縁層と発光層の界面にあるトラップに蓄積されたキャリアに加えて、新たに第 1 発光層 3 (電子励起層)と第 2 発光層 5 (正孔励起層)の界面に挿入した A u 層から供給されるキャリアによっても発光中心材料の励起が行われる。

10

【 0 0 4 9 】

このように、キャリア供給層 4 がキャリアの供給源として機能し、放出されたキャリアが第 1 発光層 3 内、及び第 2 発光層 5 内において往復移動するため、移動電荷量を増大させることができる。このため、輝度低下を招くことなく、結果的に E L D の駆動電圧を大幅に低減することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

なお、図 1 に示す電子励起層である第 1 発光層 3 と、正孔励起層である第 2 発光層 5 との位置を入れ替えることも可能である。

【 0 0 5 1 】

また、本実施の形態の E L D の発光層に使用する蛍光体薄膜が電子で励起される薄膜なのか、または正孔で励起される薄膜なのかは、片側絶縁層構造を特徴とする励起キャリア判定素子を作製し、その発光波形から容易に調べる事ができる。これは、文献:K. Tanaka and S. Okamoto: Applied Physics Letters 89, 203508(2006)に記載されている。

20

【 0 0 5 2 】

また、本実施の形態による蛍光体薄膜 (第 1 発光層 3、キャリア供給層 4、及び第 2 発光層 5)を F E D や F E L、又は C R T 等、電子線を蛍光体薄膜に照射して使用した際の発光 (カソードルミネッセンス: C L)に適用する事も可能である。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、本実施の形態による F E D の構造断面模式図を示す図である。この場合、特に電子線が入射する側に正孔励起層また陽極電極側に電子励起層を配置して積層化することにより、電子線の低い印加 (加速) 電圧による駆動が可能となる。

30

【 0 0 5 4 】

図 2 に示すように、ガラス基板 1 0 の一方の面に形成された透明電極 1 0 A には、第 1 発光層 (電子励起層) 1 1、キャリア供給層 (A u 層) 1 2、及び第 2 発光層 (正孔励起層) 1 3 が積層されており、この積層体に対向するように電子放出源 1 4 が配設されている。電子放出源 1 4 には、図示しないカソードがマトリクス状に配列されており、各カソードに印加するための負バイアスが電源 1 5 から印加される。

【 0 0 5 5 】

なお、ガラス基板 1 0、透明電極 1 0 A、第 1 発光層 (電子励起層) 1 1、キャリア供給層 (A u 層) 1 2、及び第 2 発光層 (正孔励起層) 1 3 の材質や厚さは、図 1 に示す E L D のものと略同一である。

40

【 0 0 5 6 】

このような F E D において、電子放出源 1 4 から高速電子を出射すると、キャリア供給層 (A u 層) 1 2 により電子・正孔対が発生し、高速電子が衝突することにより、電子は第 1 発光層 (電子励起層) 1 1 内に放出され、正孔は第 2 発光層 (正孔励起層) 1 3 内に放出される。

【 0 0 5 7 】

これにより、第 1 発光層 (電子励起層) 1 1 内では発光中心材料が電子によって励起されて発光し、第 2 発光層 (正孔励起層) 1 3 内では発光中心材料が正孔によって励起され

50

て発光が得られる。

【0058】

これらの発光は、ガラス基板10側から発光表示として表示される。

【0059】

ここで、本実施の形態における発光層に含まれる蛍光体材料の表記については次のように定義する。蛍光体材料は、通常「母体材料：発光中心材料」で表記される。例えば、ストロンチウムチオガレート：セリウム ($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$) において、母体材料はストロンチウムチオガレート (SrGa_2S_4) であり、発光中心材料はセリウム (Ce) である。この場合、発光中心材料は通常イオンの形で母体材料中に存在し、この例の場合はセリウムイオン (Ce^{3+}) として存在することになる。このような場合において、本実施の形態では、発光中心材料は全て元素名 (この例では Ce) で統一的に記述することとする。なお、これは、特許請求の範囲における表記においても同様である。

10

【0060】

次に、本実施の形態のELDにおいて、第1発光層3と第2発光層5との材質を変更した場合の実施例1乃至3について説明する。

【0061】

「実施例1」

実施例1では、第1発光層3の材料としてストロンチウムチオガレート：セリウム ($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$) を、第2発光層5の材料としてストロンチウムチオガレート：ユーロピウム ($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$) を用いて、ELDを作製する例について説明する。

20

【0062】

なお、実施例1では、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ は電子励起層、また $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ は正孔励起層として機能する。

【0063】

まず、酸化インジウム錫 (ITO: Indium Tin Oxide) 製の透明電極1Aが形成されたガラス基板1上に、第1絶縁層2として Si_3N_4 薄膜を通常の高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて $0.2\mu\text{m}$ の薄膜を作製する。

【0064】

ここでは、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$ の作製法として、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 装置を用いた多源蒸着法の例を示す。表1は、本実施例の第1発光層の蛍光薄膜の作製条件である。

30

【0065】

【表1】

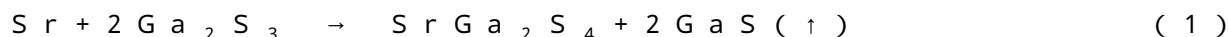
作成条件	SrGa ₂ S ₄ :Ce薄膜			
成長方法	多源蒸着法			
原料Kセル	Sr	Ga ₂ S ₃	CeCl ₃	ZnS
Kセル温度	500°C	800°C	530°C	900°C
基板温度	550°C			
成長速度 (Å/min)	100			

40

MBE装置のクヌーセンセル (Knudsen Cell, 以下、「Kセル」という) に充填された原料は、それぞれの温度で蒸発し、基板上では、以下の化学反応により SrGa_2S_4 母体結晶薄膜が成長する。

50

【0066】



なお、表1の基板温度を含む400以上の温度に対してZn成分は基板上で再蒸発してしまい、成長後の薄膜に残留することがない。同時にCeCl₃のKセルを加熱することにより、CeがSrGa₂S₄中に取り込まれてSrGa₂S₄:Ce薄膜が成長する。膜厚0.25μmのSrGa₂S₄:Ce薄膜を作製する。

【0067】

次に、通常の真空蒸着法を用いて、キャリア供給層4としてのAu薄膜(Au層)を8成長する。Au薄膜は、8と大変薄いため、島状(ドット状)に堆積する。

【0068】

次に、第2発光層5の材料としてSrGa₂S₄:Eu薄膜を成長する。成長条件を以下に示す。

【0069】

【表2】

作成条件	SrGa ₂ S ₄ :Eu薄膜			
成長方法	多源蒸着法			
原料Kセル	Sr	Ga ₂ S ₃	Eu	ZnS
Kセル温度	500°C	800°C	490°C	900°C
基板温度	550°C			
成長速度(Å/min)	100			

表2の作製条件で成長すると、表1の場合と同様、EuがSrGa₂S₄中に取り込まれてSrGa₂S₄:Eu薄膜が成長する。膜厚0.25μmのSrGa₂S₄:Eu薄膜を作製する。

【0070】

さらに、第2絶縁層6として、Si₃N₄薄膜を第1絶縁層2と同様に、高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて0.2μmの薄膜を作製する。

【0071】

この上にさらに、通常の真空蒸着法を用いて、金属電極7としてのAl電極薄膜を0.2μmの薄膜を作製する。

【0072】

なお、透明ELDを作製する場合には、通常のDCスパッタリング装置を用いて透明電極(ITO薄膜)1Aを形成する。

【0073】

図3は、実施例1のELDで得られた発光特性を示す図である。

【0074】

実施例1のELD素子に交流電圧波形を印加したところ、Au層の有無に関わらず、図3に示すように530nm付近にピーク波長を持つ色純度の良好な緑色発光が得られた。なお、SrGa₂S₄:Ceは青色発光を示すが、図3に示されている様に、実施例1のELDでは、SrGa₂S₄:Euによる色純度の良好な緑色発光が得られた。これは、SrGa₂S₄:Euの励起帯が青色領域にあるためか、若しくはCeからEuへのエネルギー伝達が機能しているためと考えられる。

【0075】

図4は、Sawyer-Tower回路を用いて移動電荷量を測定した印加電圧-移動

10

20

30

40

50

電荷量の測定結果を示す図である。

【0076】

キャリア供給層4としてのAu層を挿入することによって、印加電圧300Vにおいて約2倍の移動電荷量が得られた。その結果、キャリア供給層4としてのAu層を挿入することにより、輝度の低減を招くことなく、駆動電圧が60V低減した。また、発光層が $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ の単一層で他の構造が同一の素子に比べても、Au層を挿入した素子では、同一輝度条件で駆動電圧を65V低減することができた。

【0077】

なお、以上では、第1発光層3を電子励起層とし、この電子励起層としてストロンチウムチオガレート：セリウム($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$)を用いるとともに、第2発光層5を正孔励起層とし、この正孔励起層としてストロンチウムチオガレート：ユウロピウム($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$)を用いる形態について説明した。

10

【0078】

しかしながら、第1発光層3と第2発光層5の位置は入れ替わっても(すなわち、電子励起層と正孔励起層の位置が入れ替わっても)よい。

【0079】

また、第1発光層3(電子励起層)はストロンチウムチオガレート：セリウム($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}$)に限られず、組成式 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}(\text{Ga}_y\text{Al}_{1-y})_2\text{S}_4:\text{Ce}$ 、($x=0\sim 1$ 、 $y=0\sim 1$)で表されるセリウムを添加した、チオガレート($x=0\sim 1$ 、 $y=1$ の場合)、チオアルミネート($x=0\sim 1$ 、 $y=0$ の場合)、若しくはチオガレートとチオアルミネートの固溶体($x=0\sim 1$ 、 $y=0\sim 1$ の場合)、又はマンガン

20

【0080】

同様に、第2発光層5(正孔励起層)はストロンチウムチオガレート：ユウロピウム($\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$)に限られず、組成式 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}(\text{Ga}_y\text{Al}_{1-y})_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x=0\sim 1$ 、 $y=0\sim 1$)で表されるユウロピウムを添加した、チオガレート($x=0\sim 1$ 、 $y=1$ の場合)、チオアルミネート($x=0\sim 1$ 、 $y=0$ の場合)、若しくはチオガレートとチオアルミネートの固溶体($x=0\sim 1$ 、 $0<y<1$ の場合)、組成式 $\text{Eu}(\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x})_2\text{S}_4:\text{Eu}$ 、($x=0\sim 1$)で表されるユウロピウムを添加した、ユウロピウムガレート($x=1$ の場合)、ユウロピウムアルミネート($x=0$ の場合)、ユウロピウムガレートとユウロピウムアルミネートの固溶体($0<x<1$ の場合)、組成式 $\text{Ba}(\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x})_2\text{S}_4:\text{Eu}$ ($x=0\sim 1$)で表されるユウロピウムを添加した、バリウムガレート($x=1$)、バリウムアルミネート($x=0$)、若しくはバリウムガレートおよびバリウムアルミネートの固溶体($0<x<1$ の場合)を用いてもよい。

30

【0081】

「実施例2」

実施例2では、第1発光層3の材料としてユウロピウムガレート(EuGa_2S_4)を用い、第2発光層5の材料として硫化亜鉛：マンガン($\text{ZnS}:\text{Mn}$)を用いたEL素子を作製する例を述べる。

40

【0082】

なお、実施例2において、 EuGa_2S_4 は正孔励起層、また $\text{ZnS}:\text{Mn}$ は電子励起層として機能する。

【0083】

まず、ITO製の透明電極1Aが形成されたガラス基板1上に、通常の高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて、第1絶縁層2として $0.2\mu\text{m}$ の Si_3N_4 薄膜を作製する。

【0084】

また、第1発光層3の作製法として、MBE装置を用いた多源蒸着法の例を示す。表3は、実施例1における第1発光層3の作製条件である。

50

【 0 0 8 5 】

【 表 3 】

作成条件	EuGa ₂ S ₄ 薄膜		
成長方法	多源蒸着法		
原料Kセル	Eu	Ga ₂ S ₃	ZnS
Kセル温度	500℃	850℃	900℃
基板温度	550℃		
成長速度(Å/min)	100		

10

表 3 の作製条件で成長すると、EuGa₂S₄ 薄膜が成長する。ここでは、膜厚 0.4 μm の EuGa₂S₄ 薄膜を成長させる。

【 0 0 8 6 】

次に、通常の真空蒸着法を用いて、キャリア供給層 4 としての Au 薄膜 (Au 層) を 8 成長する。Au 薄膜は、8 と大変薄いため、島状 (ドット状) に堆積する。

20

【 0 0 8 7 】

次に、第 2 発光層 5 の材料として ZnS:Mn 薄膜を成長する。成長条件を以下に示す。

【 0 0 8 8 】

【 表 4 】

作成条件	ZnS:Mn薄膜	
成長方法	多源蒸着法	
原料Kセル	Mn	ZnS
Kセル温度	500℃	900℃
基板温度	120℃	
成長速度(Å/min)	300	

30

表 4 の作製条件で成長させた後、400 で熱処理を 1 時間行なう。その結果、Mn が ZnS 中に取り込まれて ZnS:Mn 薄膜が成長する。ここでは、膜厚 0.1 μm の ZnS:Mn 薄膜を成長させる。

40

【 0 0 8 9 】

さらに、第 1 絶縁層 2 と同様に高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて、第 2 絶縁層 6 として Si₃N₄ 薄膜を 0.2 μm の薄膜を作製する。

【 0 0 9 0 】

この上にさらに、通常の真空蒸着法を用いて、金属電極 7 としての 0.2 μm の Al 電極薄膜を作製する。

【 0 0 9 1 】

なお、透明 ELD を作製する場合は、通常の DC スパッタリング装置を用いて透明電極 1A (ITO 薄膜を) 形成する。

50

【0092】

図5は、実施例2のELDで得られた発光特性を示す図である。

【0093】

実施例2のELD素子に交流電圧波形を印加したところ、キャリア供給層4としてのAu層の有無で多少の発光スペクトルの形状の違いが見られるものの、図5に示すように537nm付近にピーク波長を持つ色純度の良好な緑色発光が得られる。

【0094】

この発光スペクトルは、EuGa₂S₄によるものが支配的ではあるが、ZnS:Mnのオレンジの発光が重畳されており、Auの有無でその寄与率に若干の違いがあるためAu層の有無で多少の発光スペクトルの形状の違いが見られたものと考えられる。

10

【0095】

また、実施例1の場合と同様に、Sawyer-Tower回路を用いて移動電荷量を測定した印加電圧-移動電荷量を測定したところ、キャリア供給層4としてのAu層を挿入することによって、印加電圧290Vにおいて約40%の移動電荷量の増加が見られ、その結果、輝度の低減を招くことなくELDの駆動電圧を50V低減させることができた。

【0096】

また、発光層がEuGa₂S₄の単一層で他の構造が同一の素子に比べても、キャリア供給層4としてのAu層を挿入した素子では、同一輝度条件で駆動電圧を54V低減することができた。

20

【0097】

「実施例3」

実施例3のEL素子は、第1発光層3であるEuGa₂S₄薄膜の膜厚と、第2発光層5であるZnS:Mn薄膜の膜厚を実施例2のEL素子と入れ替えた点が実施例2と異なる。すなわち、第1発光層3であるEuGa₂S₄薄膜の膜厚を0.1μm、第2発光層5であるZnS:Mn薄膜の膜厚を0.4μmにそれぞれ設定する。その他の作製条件は、実施例2に準ずる。

【0098】

なお、実施例3では、実施例2と同様に、EuGa₂S₄は正孔励起層、ZnS:Mnは電子励起層として機能する。

30

【0099】

図6は、実施例3のEL素子による発光スペクトルを示す図である。

【0100】

実施例3のELD素子に交流電圧波形を印加したところ、キャリア供給層4としてのAu層の有無に関わらず、580nm付近にピーク波長を持つオレンジ発光が得られた。

【0101】

この発光スペクトルは、ZnS:Mnによるものが支配的ではあるが、EuGa₂S₄による緑色発光が重畳されており、Auの有無でその寄与率に若干の違いがあるため、キャリア供給層4としてのAu層の有無で多少の発光スペクトルの形状の違いが見られたものと考えられる。

40

【0102】

また、Sawyer-Tower回路を用いて移動電荷量を測定した印加電圧-移動電荷量の測定したところ、キャリア供給層4としてのAu層を挿入することにより、印加電圧210Vにおいて約30%の移動電荷量の増加が見られ、その結果、輝度の低減を招くことなくELDの駆動電圧を30V低減することができた。

【0103】

また、発光層がZnS:Mn単一層で他の構造が同一の素子に比べても、キャリア供給層4としてのAu層を挿入した素子では、同一輝度条件で駆動電圧を32V低減することができた。

【0104】

50

以上、実施例 1 乃至 3 では本実施の形態の E L 素子を E L D に適用する形態について説明したが、本実施の形態による E L 素子は、フィールドエミッションディスプレイ (F E D) やフィールドエミッションランプ (F E L) 、又はブラウン管 (C R T) 等、電子線を照射して使用した際の発光 (カソードルミネッセンス : C L) させる E L 素子にも適用可能である。

【 0 1 0 5 】

また、同一の励起キャリア (電子又は正孔のどちらか) で励起される発光層 (蛍光体薄膜) を単純に積層して、その蛍光体薄膜間にキャリア供給層 4 としての A u 層を設けてもよい。

【 0 1 0 6 】

また、上述の実施の形態又は実施例では、発光層 (蛍光体薄膜) の作製法として、M B E 装置を用いた多源蒸着法について説明したが、他の薄膜作製法、例えば具体的には、電子線蒸着法、スパッタリング法 C V D 法、イオンプレーティング法等を用いることも可能である。

【 0 1 0 7 】

以上、本発明の例示的な実施の形態又は実施例の E L 素子及びこれを用いた表示素子について説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 8 】

【図 1】本実施の形態による E L D の断面構造を示す図である。

【図 2】本実施の形態による F E D の構造断面模式図を示す図である。

【図 3】実施例 1 の E L D で得られた発光特性を示す図である。

【図 4】S a w y e r - T o w e r 回路を用いて移動電荷量を測定した印加電圧 - 移動電荷量の測定結果を示す図である。

【図 5】実施例 2 の E L D で得られた発光特性を示す図である。

【図 6】実施例 3 の E L 素子による発光スペクトルを示す図である。

【図 7】E L D に用いる絶縁層材料の誘電率と耐圧の関係を示している。

【符号の説明】

【 0 1 0 9 】

- 1 ガラス基板
- 1 A 透明電極
- 2 第 1 絶縁層
- 3、1 1 第 1 発光層
- 4、1 2 キャリア供給層
- 5、1 3 第 2 発光層
- 6 第 2 絶縁層
- 7 金属電極
- 8 交流電源
- 1 0 ガラス基板
- 1 4 電子放出源
- 1 5 電源

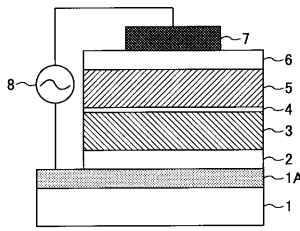
10

20

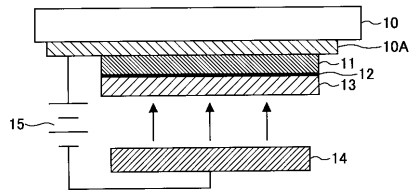
30

40

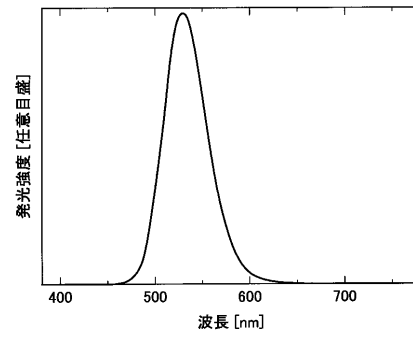
【図 1】



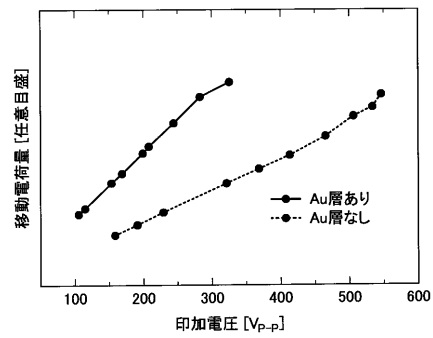
【図 2】



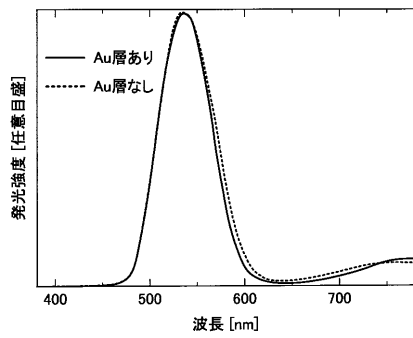
【図 3】



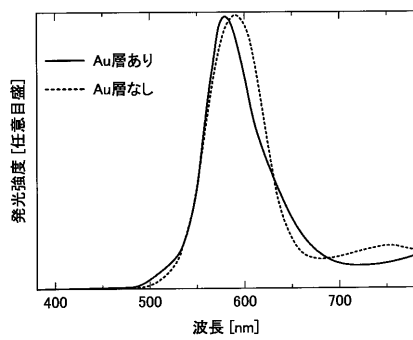
【図 4】



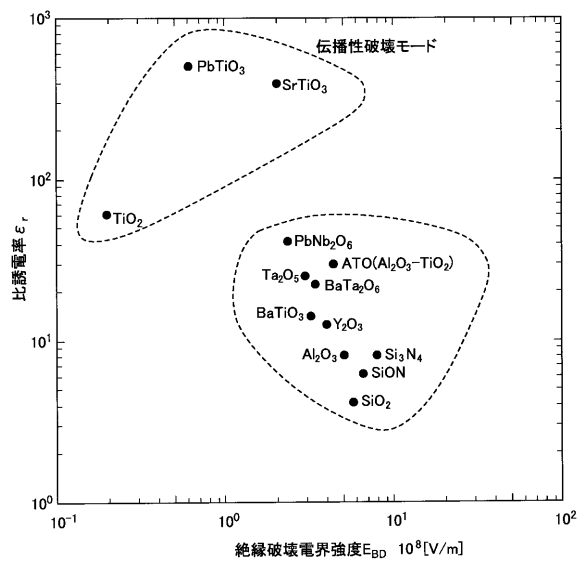
【図 5】



【図 6】



【図 7】



专利名称(译)	EL器件和使用它的显示器件		
公开(公告)号	JP2009283320A	公开(公告)日	2009-12-03
申请号	JP2008134685	申请日	2008-05-22
[标]申请(专利权)人(译)	日本放送协会		
申请(专利权)人(译)	日本广播公司		
[标]发明人	田中克 岡本信治		
发明人	田中 克 岡本 信治		
IPC分类号	H05B33/12 H05B33/14 H01J29/20 H01J31/12 H01J29/26		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.Z H01J29/20 H01J31/12.C H01J29/26		
F-TERM分类号	3K107/AA07 3K107/AA09 3K107/BB01 3K107/CC12 3K107/DD52 3K107/DD55 3K107/DD56 3K107/DD86 3K107/FF15 5C036/EE19 5C036/EF01 5C036/EG36 5C036/EH12		
代理人(译)	伊藤忠彦		
其他公开文献	JP5276360B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够在不引起亮度劣化的情况下实现驱动电压降低的EL元件，并提供使用该EL元件的显示元件。解决方案：EL元件包括含有发光中心材料的第一发光层，层叠在第一发光层上并包含发光中心材料的第二发光层，以及插入其间的导电薄膜。第一发光层和第二发光层。

