

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) **公 開 特 許 公 報** (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002－343278
(P2002－343278A)

(43)公開日 平成14年11月29日(2002.11.29)

(51)Int.Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H 0 1 J 31/12 29/20		H 0 1 J 31/12 29/20	C 3 K 0 0 7 5 C 0 3 6
H 0 5 B 33/10 33/14		H 0 5 B 33/10 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 数)

(21)出願番号 特願2001－145159(P2001－145159)

(22)出願日 平成13年5月15日(2001.5.15)

(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
(72)発明者 佐藤 史郎
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 関 昌彦
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
(74)代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦

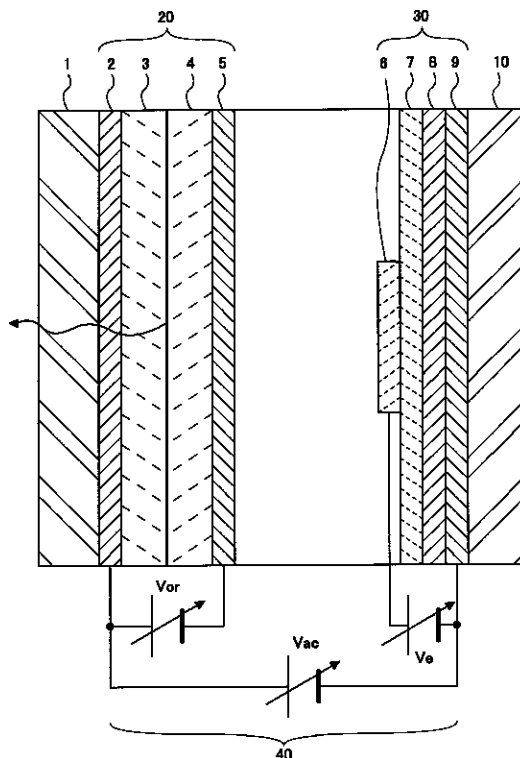
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置及び表示装置製造方法

(57)【要約】

【課題】 大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる表示装置を提供することことを目的とする。

【解決手段】 ガラス基板1上に有機電場発光素子20を設け、有機電場発光素子20上に電子増倍層5を形成する。また、ガラス基板1と対向して配置されるガラス基板10上に冷陰極30を設ける。冷陰極30より放出された電子を電子加速部40で加速して電子増倍層5に入射させ、二次電子を生成する。この二次電子を電子輸送層4に注入して有機電場発光素子20を発光させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電界を加えることにより電子を放出する冷陰極と、
上記冷陰極と対向して配置され、電界を加えることにより発光する電場発光素子であって、有機物を含む有機電場発光素子とを備え、
上記冷陰極から放出された電子を上記有機電場発光素子に入射させることにより、上記有機電場発光素子を発光させることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 上記表示装置は、赤色光を発する赤色電場発光素子と緑色光を発する緑色電場発光素子と、青色光を発する青色電場発光素子とを備えることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】 上記有機電場発光素子は、上記冷陰極より入射した電子に基づいて電子数を増倍する電子増倍層を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の表示装置。

【請求項4】 上記表示装置は、さらに上記冷陰極より放出される電子を加速する電子加速部を備えることを特徴とする請求項3に記載の表示装置。

【請求項5】 上記有機電場発光素子は、さらに電子を移動させる電子輸送層を備え、
上記電子加速部は、上記電子増倍層で生成された電子が上記電子輸送層に注入するように、上記冷陰極より放出される電子を加速することを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

【請求項6】 上記有機電場発光素子は、さらに電子を移動させる電子輸送層を備え、
上記電子増倍層は、上記電子輸送層と上記電子加速部の間に配置され、
上記電子増倍層の厚さは、上記電子加速部で加速された電子が上記電子輸送層に直接注入されない厚さであることを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

【請求項7】 上記電子加速部は、上記電子増倍層を構成する原子に含まれる特定のエネルギーを有する電子を励起するように、上記冷陰極より放出される電子を加速することを特徴とする請求項4に記載の表示装置。

【請求項8】 上記冷陰極は、概ね単一のエネルギーを有する電子を放出することを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項9】 上記有機電場発光素子は、さらに電子を移動させる電子輸送層と、
上記電子輸送層と上記冷陰極との間に光を反射する反射膜とを備えることを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項10】 電界を加えることにより電子を放出する冷陰極を形成する冷陰極形成ステップと、
上記冷陰極形成ステップで形成した冷陰極と対向して配置され、電界を加えることにより発光する電場発光素子であって、有機物を含む有機電場発光素子を形成する有

機電場発光素子形成ステップとを備えることを特徴とする表示装置製造方法。

【請求項11】 上記有機電場発光素子形成ステップは、上記冷陰極形成ステップで形成した冷陰極より入射した電子に基づいて電子数を増倍する電子増倍層を形成する電子増倍層形成ステップを有することを特徴とする請求項10に記載の表示装置製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表示装置に関し、特に大画面化を行っても消費電流を大幅に増大させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の表示装置として、電界放出効果(Field Emission Effect)を利用したFED(Field Emission Display)(冷陰極ディスプレイ)がある。

【0003】この冷陰極ディスプレイは、例えば尖鋭な先端を有するコーン形状(例えば、円錐形状)をした陰極とこの陰極を取り囲むように配置されたゲート電極間に電圧を印加して電子を放出させるスピント型冷陰極のアレイを備えている。また、冷陰極ディスプレイは、このスピント型冷陰極のアレイと近接して対向配置された蛍光体よりなる陽極を備えている。

【0004】上述した冷陰極ディスプレイは、陰極とゲート電極との間に電圧を印加して電子を放出させる。その後、スピント型冷陰極のアレイと蛍光体よりなる陽極間に電圧を印加することにより、スピント型冷陰極のアレイより放出された電子を蛍光体に衝突させて発光させるものである。

【0005】スピント型冷陰極の電子放出効率は、陰極の表面に形成される電界の集中度や陰極を構成する材料の仕事関数、陰極を構成する材料の表面物性などの特性に大きく左右される。

【0006】電界の集中度は、主に陰極の尖鋭度や陰極とゲート電極間の距離によって決まる。このため、電子放出効率向上を図ることは、フォトリソグラフィ技術を中心とする微細加工技術の精度の向上に依存してきた。すなわち、フォトリソグラフィ技術によって、陰極とゲート電極との間の距離をできるだけ小さくするとともに、陰極の先端の形状を極力尖鋭化する。スピント型冷陰極は、主としてMo(モリブデン)、Ni(ニッケル)などの高融点金属の蒸着やシリコンなどの選択エッチングと熱酸化を使用して形成される。

【0007】上述したスピント型冷陰極に対して、微細加工を必要としない冷陰極もある。例えば、MIM型(Metal/Insulator/Metal)、MIS型(Metal/Insulator/Semiconductor)などの面放出型の冷陰極がある。この面放出型の冷陰極においては、マイクロなレベル

での電界の集中度は不明であるが、非晶質炭素、ダイヤモンド、ダイヤモンド状炭素（DLC：Diamond-Like-Carbon）、あるいはAlN（窒化アルミニウム）、窒化ボロン（BN）などを材質とする冷陰極が試されてきた。バンドギャップの大きい半導体のいくつかは、電子の放出し易さを示す負性電子親和力（NEA：Negative Electron Affinity）特性を持ち、高硬度性、化学的安定性などの特性を有すると期待されてきたが、まだはっきりした高効率電子放出効果は実証されていない。

【0008】ここで、最近CNT（Carbon Nano-Tube）が良好な電子放出特性を示すことが明らかになり、CNT冷陰極を用いた表示装置も試作されるに至っている。

【0009】また、表示装置として、蛍光体に電場を加えたとき、蛍光体中の発光中心が励起を受け発光する電場発光（EL：Electroluminescence）を利用したものである。特に、有機物を使用して発光させる有機ELには、様々なものがあるが、例えば典型的なものとしては、電極間に電子を移動させる電子輸送層と正孔（ホール）を移動させる正孔輸送層とを設けるものがある。このように構成された表示装置は、電極間に電圧を印加することによって、電子とホールを電子輸送層と正孔輸送層の境界面に移動させて、再結合させる。そして、再結合する際に発光する現象を利用して表示を行うものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述した冷陰極ディスプレイにおいて、電気エネルギーを光エネルギーに変換する割合を示す発光効率、冷陰極における電子放出効率、冷陰極から放出される電子を利用する利用効率及び電子を照射した蛍光体の蛍光体発光効率によって決まる。

【0011】ここで、電子が冷陰極の放出面に対して垂直に放出されるMIM型（Metal/Insulator/Metal）、MIS型（Metal/Insulator/Semiconductor）などの面放出型においては、放出される電子の利用効率は高く、ほぼ100パーセントに近いと考えられる。

【0012】また、冷陰極より放出される電子を高速に加速して蛍光体へ照射するとすれば、冷陰極ディスプレイの発光効率に及ぼす冷陰極の電子放出効率の寄与は、相対的に小さくなる。例えば、冷陰極より電子の放出が始まる電圧を示す電子放出開始が数Vで、電子の加速を10kVとすると、冷陰極の電子放出効率の寄与は、0.1パーセントとなりほとんど無視できる。

【0013】したがって、冷陰極ディスプレイの発光効率を左右する大きな要因は、蛍光体の蛍光体発光効率である。

【0014】しかし、CRT（Cathode-Ray Tube）用などに開発されてきた蛍光体の蛍光体発光効率は、せいぜい20パーセント程度であり、これ以上の大幅な増大

は見込めないという問題点があった。

【0015】一方、現状の有機ELによる発光のエネルギー効率の最大値は、25パーセントと言われており、上述した蛍光体とほぼ同レベルであるが、将来的には、大幅に越える可能性があると言われている。

【0016】しかし、有機ELの発光原理は、無機物を使用した発光ダイオードに類似し、高輝度に発光させるためには、消費電流を大きくする必要があるという問題点があった。すなわち、有機ELを使用した大型のディスプレイを実現することは、困難であるという問題点があった。

【0017】また、表示装置としてPDP（Plasma Display Panel）があるが、PDPは、対角60インチクラスの大型化が可能である反面、発光効率が低いという問題点があった。

【0018】本発明は上記した従来技術の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる表示装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達するため、本発明に係る表示装置は、電界を加えることにより電子を放出する冷陰極と、上記冷陰極と対向して配置され、電界を加えることにより発光する電場発光素子であって、有機物を含む有機電場発光素子とを備え、上記冷陰極から放出された電子を上記有機電場発光素子に入射させることにより、上記有機電場発光素子を発光させることを特徴とする。

【0020】このように構成することにより、大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる。

【0021】また、上記表示装置は、赤色光を発する赤色電場発光素子と緑色光を発する緑色電場発光素子と、青色光を発する青色電場発光素子とを備えることを特徴とする。

【0022】このように構成することにより、カラー表示をすることができる。

【0023】また、上記有機電場発光素子は、上記冷陰極より入射した電子に基づいて電子数を増倍する電子増倍層を備えることを特徴とする。

【0024】このように構成することにより、有機電場発光素子に注入する電子数を増加させることができる。

【0025】また、上記表示装置は、さらに上記冷陰極より放出される電子を加速する電子加速部を備えることを特徴とする。

【0026】このように構成することにより、電子を加速することができ、電子増倍層において生成される二次電子の数を増加させることができる。

【0027】また、上記有機電場発光素子は、さらに電

子を移動させる電子輸送層を備え、上記電子加速部は、上記電子増倍層で生成された電子が上記電子輸送層に注入するように、上記冷陰極より放出される電子を加速することを特徴とする。

【0028】このように構成することにより、有機電場発光素子を発光させることができる。

【0029】また、上記有機電場発光素子は、さらに電子を移動させる電子輸送層を備え、上記電子増倍層は、上記電子輸送層と上記電子加速部の間に配置され、上記電子増倍層の厚さは、上記電子加速部で加速された電子が上記電子輸送層に直接注入されない厚さであることを特徴とする。

【0030】このように構成することにより、電子輸送層の損傷を防止することができる。

【0031】また、上記電子加速部は、上記電子増倍層を構成する原子に含まれる特定のエネルギーを有する電子を励起するように、上記冷陰極より放出される電子を加速することを特徴とする。

【0032】このように構成することにより、電子増倍層において効率よく二次電子を生成することができる。

【0033】また、上記冷陰極は、概ね単一のエネルギーを有する電子を放出することを特徴とする。このように構成することにより、電子増倍層において効率よく二次電子を生成することができる。

【0034】また、上記有機電場発光素子は、さらに電子を移動させる電子輸送層と、上記電子輸送層と上記冷陰極との間に光を反射する反射膜とを備えることを特徴とする。このように構成することにより、表示装置の輝度を向上させることができる。

【0035】また、本発明に係る表示装置製造方法は、電界を加えることにより電子を放出する冷陰極を形成する冷陰極形成ステップと、上記冷陰極形成ステップで形成した冷陰極と対向して配置され、電界を加えることにより発光する電場発光素子であって、有機物を含む有機電場発光素子を形成する有機電場発光素子形成ステップとを備えることを特徴とする。

【0036】このように構成することにより、大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる表示装置を製造することができる。

【0037】また、上記有機電場発光素子形成ステップは、上記冷陰極形成ステップで形成した冷陰極より入射した電子に基づいて電子数を増倍する電子増倍層を形成する電子増倍層形成ステップを有することを特徴とする。

【0038】このように構成することにより、有機電場発光素子に注入する電子数を増加させることができる。

【0039】

【発明の実施の形態】本発明に係る表示装置の一実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

実施の形態1. 図1は、実施の形態1における表示装置に使用される表示素子の構成を示した断面図である。

【0040】図1において、表示素子はガラス基板1、有機電場発光素子20、冷陰極30、ガラス基板10より構成されている。

【0041】すなわち、表示素子は、ガラス基板1とガラス基板10との間に空間を介して有機電場発光素子20と冷陰極30とを対向して配置した構成をしている。

【0042】有機電場発光素子20は、透明電極2、正孔輸送層3、電子輸送層4、電子増倍層5より構成されている。

【0043】透明電極2は、例えばITO ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$) より構成され電圧を印加することができるように構成されている。

【0044】正孔輸送層3は、多少の電導性を有し、キャリアが正孔である有機物より構成されている。例えば、正孔伝導型の有機材料であるTPD (トリフェニルジアミン) などより構成される。また、電子輸送層4は、多少の電導性を有し、キャリアが電子である有機物より構成されている。例えば、電子伝導型の有機材料であるアルミニウム・キノリウム錯体などより構成される。

【0045】上述した正孔輸送層3を構成する物質と電子輸送層4を構成する物質との仕事関数と電子親和力の差を半導体における禁制帯幅と同じように考えると、それぞれがP型半導体とN型半導体と同じように扱うことができる。

【0046】したがって、図1に示すように正孔輸送層3と電子輸送層4とを積層するように構成すると、それぞれのキャリアである正孔と電子が境界面付近で輻射再結合し、禁制帯幅のエネルギーに相当する光を放出することができる。

【0047】次に、電子増倍層5は、後述する冷陰極30より放出した電子を入射し、入射した電子より複数の二次電子を生成するように構成されている。この電子増倍層5を設けることにより、冷陰極30より放出される電子が少なくても、電子増倍層5で電子が増倍されるため、有機電場発光素子を高輝度発光させることができる。言い換えれば、有機電場発光素子20を高輝度発光させるために必要な電流量に相当する電子が冷陰極30より放出されなくても、電子増倍層5による電子増倍率が大きければ有機電場発光素子20を高輝度発光させることができる。

【0048】有機電場発光素子20は、上述したように構成されており、透明電極2と電子増倍層5の間には、電子増倍層5側が透明電極2に対して負になるように小さな電圧 V_{or} が印加されている。この電圧では、電子増倍層5より電子輸送層4へ電子が注入されることがなく、電界だけが印加されているだけである。すなわち、この状態では、電子輸送層4に電子が注入されない

め、有機電場発光素子20は、発光しない。

【0049】このように透明電極2と電子増倍層5間に電圧V_{or}を印加しておく理由は、電圧V_{or}を印加しない場合に、電子増倍層5で生成された二次電子のエネルギーが低く電子増倍層5と電子輸送層4との障壁を乗り越えられないものであっても、電圧V_{or}を印加することにより電子増倍層5と電子輸送層4との障壁を乗り越えて電子輸送層4へ注入することができるようにするためである。

【0050】次に、冷陰極30は、ゲート電極6、絶縁層7、半導体層8、陰極母線9より構成されている。

【0051】ゲート電極6は、電子を放出する電子放出面であり、金属より構成されている。このゲート電極6、絶縁層7、半導体層8より前述したMIS型冷陰極が構成される。また、実施の形態1では、MIS型冷陰極を冷陰極30として使用したが、例えばMIM型冷陰極を使用してもよい。なお、冷陰極30は、電子を放出する効率を示す電子放出効率が高ければ高い程望ましい。

【0052】冷陰極30は、ゲート電極6と陰極母線9との間に、ゲート電極6側が正になるように電圧V_eを印加することができるように構成されている。この電圧V_eが電子放出開始電圧を超えると、ゲート電極6より電子が放出される。

【0053】次に、実施の形態1における表示素子は、有機電場発光素子20内の透明電極2と冷陰極30内の陰極母線9との間において、透明電極2側が正となるように高電圧V_{ac}を印加する電子加速部40を有している。

【0054】このように構成することにより、透明電極2と陰極母線9との間に電圧V_{ac}を印加すると、ゲート電極6と電子増倍層5の間に高電界が生じる。このため、ゲート電極6より放出された電子は、ゲート電極6と電子増倍層5の間において加速される。

【0055】実施の形態1における表示素子は、上記のように構成されており、以下に動作及び作用について、図1、図2を参照しながら説明する。

【0056】図2は、有機電場発光素子20の各構成要素のバンド構造を主に示したものであり、右側は冷陰極30の模式的断面図を示したものである。

【0057】図2において、冷陰極30のゲート電極6と陰極母線9との間に印加する電圧V_eが電子放出開始電圧を超えると、ゲート電極6より電子が放出される。放出された電子は、透明電極2と陰極母線9との間に印加された電圧V_{ac}によってゲート電極6と電子増倍層5間に生じた高電界により、加速される。加速された電子は、電子増倍層5へ入射する。

【0058】電子増倍層5に入射した電子は、電子増倍層5を構成する原子を励起し、二次電子が生成される。生成された二次電子の中で、電子増倍層5と電子輸送層

4とのショットキー障壁を乗り越えられる程度のエネルギーを持つ電子（ホットエレクトロン）は、ショットキー障壁を乗り越えて電子輸送層4へ注入される。

【0059】電子輸送層4へ注入された電子は、透明電極2より正孔輸送層3に注入された正孔と境界面近傍において結合し発光する。

【0060】透明電極2より供給され、正孔輸送層3を移動する正孔の数が、電子増倍層5と電子輸送層4の間のショットキー障壁が無いとした場合に電子輸送層4に注入される電子の数に匹敵するとすれば、実施の形態1における表示装置の輝度は、電子増倍層5で生成されるホットエレクトロンの生成率によって決定することになる。

【0061】通常、有機電場発光素子は、電子輸送層と正孔輸送層の間に電流を流すことによって発光させる電流駆動型の素子であるが、上述した実施の形態1における表示装置によれば、冷陰極30による電子放出及び電子加速部40による高電圧印加による電子加速を使用することにより、有機電場発光素子を電圧駆動で動作させることができる。

【0062】したがって、表示装置を大画面化しても消費電流を大幅に増加させる必要がなくなるとともに、有機電場発光素子の高発光効率、高輝度特性を生かし、発光効率向上を図ることができる表示装置を提供することができる。

【0063】次に、実施の形態1における表示素子の主要な構成要素にあった方が望ましい性能について説明する。

【0064】まず、図1に示した電子増倍層5は、二次電子の生成される効率を示す二次電子生成率が高いことが望ましい。二次電子生成率が高ければ、電子輸送層4に注入される電子数が増え、有機電場発光素子20における発光が増加するからである。

【0065】熱平衡状態にある一対の電子・正孔対を生成するために必要な平均エネルギーE（eV）は、半導体については実験的に以下に示す式で与えられる。

【0066】 $E(eV) = 2.67E_g + 0.87$

ここで、E_gは、半導体のバンドギャップに相当するエネルギーを示している。したがって、E_gが小さい程、二次電子を生成し易く、電子増倍率を大きくすることができる。

【0067】電子増倍層5と電子輸送層4との間のショットキー障壁がなるべく小さくする一方で、電圧V_{or}を印加しただけの状態（有機電場発光素子20を発光させない状態）では、電子増倍層5より電子輸送層4へ容易に注入されない適度の大きさを有することが望ましい。

【0068】さらに、冷陰極30より放出され、電子加速部40で加速された電子を直接電子輸送層4へ注入させない阻止能を有することが望ましい。高エネルギーを

有する電子が二次電子生成によるエネルギー損失をせずに電子輸送層4へ注入されると電子輸送層4に損傷を与えることになるからである。

【0069】ここで、電子増倍層5に入射される電子のエネルギー E_0 (keV)の電子の飛程 R (Å)は、以下に示す式で表される。

$$【0070】 R = b E_0^n$$

例えば、ZnSでは、 $b = 6.3$ 、 $n = 2.4$ であるので、10 (keV)の電子が入射したとすると、電子の飛程 R は、約7000 (Å)となる。また、5 (keV)の電子が入射したとすると電子の飛程 R は、約2000 (Å)である。

【0071】また、電子増倍層5は、大面積の作成が容易であることが望ましい。大型画面を有する表示装置の製造が容易になるからである。

【0072】シリコンについての電子飛程 R や電子増倍層5の材料としてシリコンを使用した場合に、電子輸送層4との間のショットキー障壁の詳細についてはまだ明らかでないが、電子飛程 R を約数千Å、 $E_g = 1.1$ (eV)、また低温で大面積の非晶質膜を形成できることを考慮すると、電子増倍層5の材料として望ましいと言える。

【0073】次に、実施の形態1における表示素子は、冷陰極30より放出される電子を電子加速部40で加速する。したがって、冷陰極30にあると望ましい性能は、まず、電子の放出を開始する電圧である電子放出開始電圧が低いことが望ましい。また、大面積の作成ができることが望ましいが、放出される電子よりなる電流は大きくなくても良い。電子増倍層5において、電子数が増倍されるからである。また、各表示素子内にある冷陰極30は一樣である必要はない。各冷陰極30に例えば大きなシリーズ抵抗を挿入し、放出される電子よりなる電流を制限することにより、各表示素子の特性のばらつきを緩和するように構成してもよい。

【0074】固体内を通過する電子のエネルギーを損失する過程として主なものは、固体を構成する原子の内殻電子を励起することによりエネルギーを損失する過程である。したがって、電子増倍層5を構成する原子の内殻電子の束縛エネルギーに等しいエネルギーを有する電子を電子増倍層5に入射できる冷陰極（概ね単一のエネルギーを有する電子を放出できる冷陰極）であることが、高効率な電子増倍を行う観点からは、望ましい。

【0075】上述したシリコンを電子増倍層5の材料として使用する場合、シリコン原子内のK殻電子の束縛エネルギーは、約1.84 (keV)であるので、この値よりわずかに大きいエネルギーの電子がシリコン原子を励起できるように、冷陰極30より放出される電子のエネルギーを選ぶことが望ましい。

【0076】次に、電子加速部40は、冷陰極30より放出された電子を電子増倍層5とゲート電極6の間で加

速する。この場合、基本的に電子増倍層5を貫いて電子輸送層4に注入し損失を与えない程度に、電子を加速することが望ましい。さらに、電子増倍層5に入射する電子のエネルギーが、電子増倍層5を構成する原子内の内殻電子の束縛エネルギーよりわずかに大きいエネルギーとすることが望ましい。

【0077】各表示素子における一様性は冷陰極の特性がばらついていると困難である。したがって、各表示素子に均一なエネルギーの電子を電子増倍層5へ注入するためには、表示素子毎に冷陰極30に流れる電流と電子加速部40における加速電圧の積が一定となるように、冷陰極30に流れる電流を加速電圧にフィードバックすることが望ましい。

【0078】なお、実施の形態1における表示素子においては、有機電場発光素子20が発光する光の色については、何も述べなかったが、赤色光を発する赤色電場発光素子を備える表示素子と、緑色光を発する緑色電場発光素子を備える表示素子と、青色光を発する青色電場発光素子を備える表示素子を使用したカラー表示可能な表示装置を提供してもよい。

【0079】実施の形態2。実施の形態2では、実施の形態1における表示素子を使用した表示装置の基本構造（3行×3列のアレイ）の製造方法について、図3、図4、図5を用いて説明する。始めにガラス基板上に有機電場発光素子を形成する有機電場発光素子形成ステップについて説明する。

【0080】図3(a)は、有機電場発光素子を形成したガラス基板1を上部（有機電場発光素子を形成した側）より眺めた図であり、図3(b)は、有機電場発光素子を形成したガラス基板1の断面を示した断面図である。

【0081】まず、ガラス基板1上に表示素子を作成する領域を分離する（列方向のみ）のための壁11を、壁11の材料となるペーストを使用してフォトリソグラフィ技術や印刷法によって形成する。

【0082】次に、壁11によって区切られた各領域（各セル）の底部に蒸着などの方法によりITOなどの透明電極2を形成する。

【0083】そして、形成した透明電極2上に正孔輸送層3、電子輸送層4の順に真空蒸着法など通常の有機電場発光素子を作成する方法を用いて形成する。

【0084】その後、電子増倍層5を、電子輸送層4上に形成する（電子増倍層形成ステップ）。この電子増倍層5の材料としては、例えば非晶質シリコンが使用される。非晶質シリコンは、下地である正孔輸送層3や電子輸送層4を損傷させないという観点から、低温、例えば室温程度の温度で堆積させることが望ましい。このためには、例えば真空蒸着法を使用することがよい。

【0085】電子増倍層5として材料を堆積させる厚さは、冷陰極より放出され、電子加速部により加速された

電子が電子増倍層5を貫通して電子輸送層4に侵入して損傷を与えない厚さにする。

【0086】次に、冷陰極をもう一方のガラス基板上に形成する冷陰極形成ステップについて説明する。

【0087】図4(a)は、冷陰極を形成したガラス基板10を上側(冷陰極を形成した側)より眺めた図であり、図4(b)は、冷陰極を形成したガラス基板10の断面を示した断面図である。なお、図4(a)において、実際は、陰極母線9は見えないが、どのように配置されているか分かるように図示した。

【0088】以下では、MIS型(Metal/Insulator/Semiconductor)を形成する冷陰極の一例として説明する。

【0089】まず、ガラス基板10上に金属を材料とした陰極母線9を形成する。陰極母線9は、上述した有機電場発光素子を形成したガラス基板1上の壁11と直交するように形成される。

【0090】次に、形成した陰極母線9上に半導体膜8としてシリコンを堆積する。堆積したシリコンの表面の極浅い領域に対して熱処理などを用いて酸化し、絶縁膜7を形成する。

【0091】そして、最後にゲート電極6を陰極母線9と直交するように形成する。言い換えれば、ゲート電極6を、上述した有機電場発光素子を形成したガラス基板1上の壁11と平行になるように形成する。このようにして、ガラス基板10上にMIS型の冷陰極を形成することができる。なお、MIS型の冷陰極を形成する例を示したが、ガラス基板10上に形成される冷陰極は、例えばナノ結晶シリコンによる準弾道型冷陰極などであってもよい。

【0092】最後に、有機電場発光素子を形成したガラス基板1と冷陰極を形成したガラス基板10とを合わせて真空に排気し、フリットガラスなどにより封じる。このようにして、図5に示すように、実施の形態1における表示素子を使用した表示装置の基本構造(3行×3列のアレイ)を製造することができる。

【0093】なお、図5には省略してあるが、冷陰極より放出される電子を高速に加速する空間を確保するため、ガラス基板1とガラス基板10の間にはスペーサが必要である。例えば、ガラス基板1とガラス基板10間に適当な厚さのメッシュを挿入してもよい。

【0094】有機電場発光素子の性能劣化の要因として、水分の吸収があるが、冷陰極と有機電場発光素子間を真空にすることによって、水分の吸収を防止することができ、寿命を長くすることができる。

【0095】図6に、実施の形態1における表示素子の変形例を示す。図6において、図1に示した表示素子と*

*異なる構成は、電子増倍層5上に光を反射する反射膜12を設けた点である。この反射膜12の材質としては、例えばアルミニウムや金などより構成される。反射膜12は、電子増倍層5を形成した上に、薄膜を形成することによって作ることができる。

【0096】このように反射膜12を設けることにより、ガラス基板1と反対側(すなわち、電子増倍層5側)に発せられた光を反射してガラス基板1より射出させることができ、輝度を改善することができる。

10 【0097】また、電子増倍層5の材料にもよるが、反射膜12を設けることにより、加速された電子による電子増倍層5の表面損傷を軽減できる。

【0098】

【発明の効果】本発明に係る表示装置によれば、大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる。

【0099】また、本発明に係る表示装置製造方法によれば、大画面化を行っても消費電流を大幅に増加させる必要がないとともに発光効率向上を図ることができる表示装置を製造することができる。

【0100】

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1における表示素子の構成を示した断面図である。

【図2】 有機電場発光素子のバンド構造を主に示した図である。

【図3】 有機電場発光素子を形成したガラス基板を示した図である。

30 【図4】 冷陰極を形成したガラス基板を示した図である。

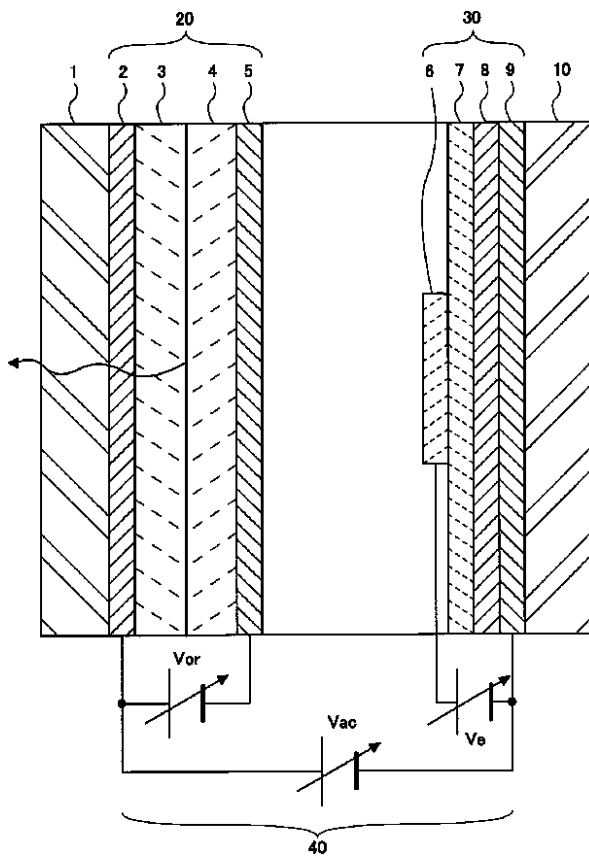
【図5】 実施の形態1における表示素子を使用した表示装置の基本構造を示した断面図である。

【図6】 実施の形態1における表示素子の変形例を示した図である。

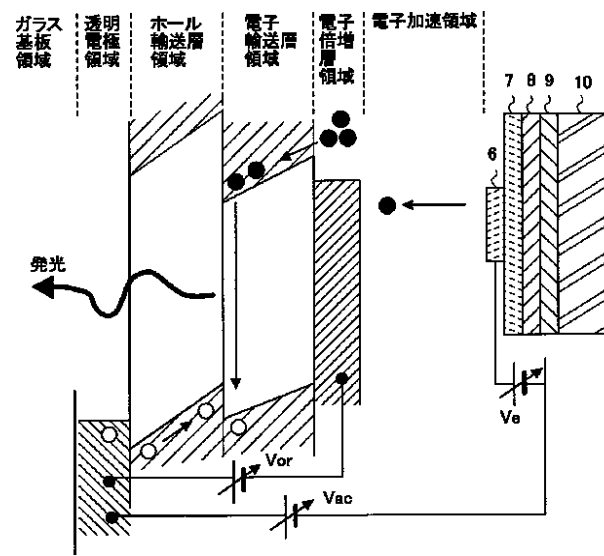
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 透明電極
- 3 正孔輸送層
- 4 電子輸送層
- 5 電子増倍層
- 6 ゲート電極
- 7 絶縁膜
- 8 半導体膜
- 9 陰極母線
- 10 ガラス基板
- 11 壁
- 12 反射膜

【図1】

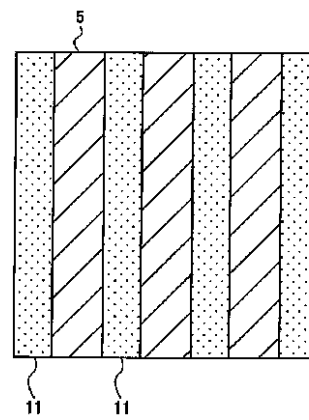


【図2】

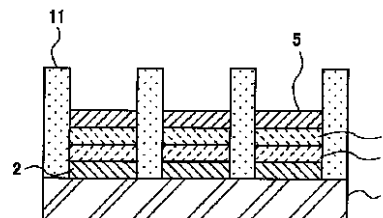


【図3】

(a)

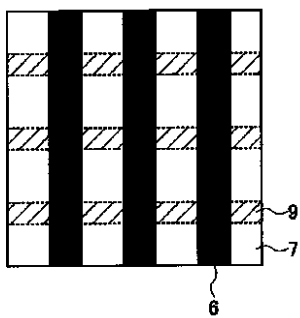


(b)

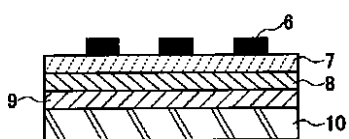


【図4】

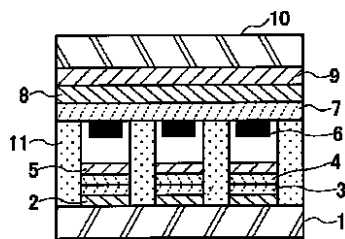
(a)



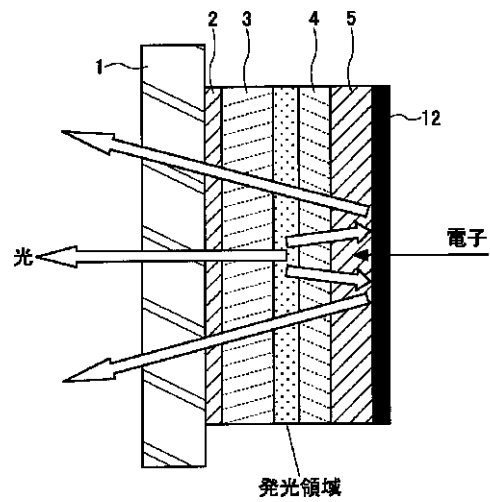
(b)



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 敏裕
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 後沢 瑞芳
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 上田 智志
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 武井 達哉
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 萩原 啓
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) 3K007 AB03 AB04 AB18 BA06 BB01
CA01 CB01 DA01 DB03 EB00
FA01 FA02
5C036 EE01 EE14 EF01 EF06 EF09
EG36 EH11

专利名称(译)	表示装置及び表示装置制造方法		
公开(公告)号	JP2002343278A	公开(公告)日	2002-11-29
申请号	JP2001145159	申请日	2001-05-15
[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	佐藤史郎 関昌彦 山本敏裕 後沢瑞芳 上田智志 武井達哉 萩原啓		
发明人	佐藤 史郎 関 昌彦 山本 敏裕 後沢 瑞芳 上田 智志 武井 達哉 萩原 啓		
IPC分类号	H05B33/10 H01J29/20 H01J31/12 H01L51/50 H05B33/14		
FI分类号	H01J31/12.C H01J29/20 H05B33/10 H05B33/14.A H01J29/10		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/BB01 3K007/CA01 3K007/CB01 3K007/DA01 3K007/DB03 3K007/EB00 3K007/FA01 3K007/FA02 5C036/EE01 5C036/EE14 5C036/EF01 5C036/EF06 5C036/EF09 5C036/EG36 5C036/EH11 3K107/AA02 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC14 3K107/CC42 3K107/DD29 3K107/DD74 3K107/EE02 3K107/EE33 3K107/GG28 3K107/HH04		
代理人(译)	伊藤忠彦		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种即使在屏幕扩大时也能够在不大幅增加电流消耗的情况下提高发光效率的显示装置。在玻璃基板(1)上设置有机电致发光元件(20)，在该有机电致发光元件(20)上形成电子倍增层(5)。此外，冷阴极30设置在面对玻璃基板1布置的玻璃基板10上。从冷阴极30发射的电子被电子加速单元40加速，并入射在电子倍增层5上以产生二次电子。二次电子被注入到电子传输层4中，以使有机电致发光器件20发光。

