

(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2006-236810

(P2006-236810A)

(43) 公開日 平成18年9月7日(2006.9.7)

(51) Int. Cl.

H01J 63/06 (2006.01)

F I

H01J 63/06

テーマコード (参考)

5C039

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-50581 (P2005-50581)
 (22) 出願日 平成17年2月25日 (2005.2.25)

(71) 出願人 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 大和田 巖
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 (72) 発明者 亀地 徹路
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 (72) 発明者 中村 浩和
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内
 Fターム(参考) 5C039 MM09

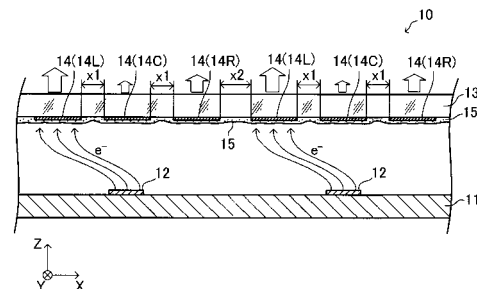
(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 蛍光体の残光を利用することにより、電力消費量が小さく、輝度むらがなく且つ大きな発光量（輝度）を得ることができる発光装置を提供すること。

【解決手段】 発光装置10は、電子を面状に放出する電子放出素子12と、1つの電子放出素子12に対向するように配置された3つのコレクタ電極14（左側コレクタ電極14L，中央コレクタ電極14C，右側コレクタ電極14R）と、各コレクタ電極14を覆うように形成された蛍光体15とを備えている。発光装置は、電子放出素子から電子を放出させている期間において、左側コレクタ電極14L，中央コレクタ電極14C，右側コレクタ電極14Rの順に、これらのコレクタ電極の1つずつにコレクタ電圧を付与する。これにより、コレクタ電圧が付与されたコレクタ電極の近傍の蛍光体に電子が引き寄せられて衝突し、その部分の蛍光体が発光する。その他の部分の蛍光体は残光を発する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の書込み電圧が付与されたときに多数の電子を内部に蓄積するとともに所定の電子放出電圧が付与されたとき平面状の電子放出部から同蓄積された多数の電子を平面状に放出する電子放出素子と、

所定の電圧であるコレクタ電圧が付与されたとき前記電子放出素子から放出された電子を引き寄せる電極であって前記電子放出部に対向するように配置された複数のコレクタ電極と、

前記複数のコレクタ電極に近接配置されるとともに電子が衝突することにより発光する蛍光体と、

前記電子放出素子に前記書込み電圧と前記電子放出電圧とを交互に付与する電子放出駆動回路と、

前記電子放出素子が電子を放出しているとき前記コレクタ電圧を前記複数のコレクタ電極のそれぞれに互いに異なる期間において付与するコレクタ電圧付与回路と、

を備えた発光装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光装置において、

前記コレクタ電圧付与回路は、前記複数のコレクタ電極のうちの 1 つのコレクタ電極に前記コレクタ電圧を付与しているとき、同複数のコレクタ電極のうちの残りのコレクタ電極に前記コレクタ電圧を付与しないように構成された発光装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の発光装置において、

前記コレクタ電圧付与回路は、前記複数のコレクタ電極のそれぞれに対し所定の順序に従って前記コレクタ電圧を付与する動作を繰り返し行うように構成された発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の発光装置において、

前記電子放出駆動回路は、前記複数のコレクタ電極の何れかに前記コレクタ電圧が付与されている期間にのみ前記電子放出電圧を前記電子放出素子に付与し、同複数のコレクタ電極の何れにも同コレクタ電圧が付与されていない期間にのみ前記書込み電圧を同電子放出素子に付与するように構成された発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の発光装置において、

前記コレクタ電圧付与回路は、前記電子放出駆動回路が前記電子放出電圧を付与し始めてから同電子放出電圧の付与を終了するまでの間に前記複数のコレクタ電極のそれぞれに前記コレクタ電圧を少なくとも 1 回は付与するように構成された発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の発光装置において、

前記蛍光体は白色光を発光する白色蛍光体である発光装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の発光装置であって、

前記蛍光体を複数備え、同複数の蛍光体のそれぞれは前記複数のコレクタ電極毎に近接配置されるとともに互いに異なる色の光を発生する蛍光体である発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の発光装置であって、

前記コレクタ電極を少なくとも 3 つ備え、前記蛍光体を少なくとも 3 つ備え、同 3 つの蛍光体のそれぞれは同 3 つのコレクタ電極毎に近接配置され、同 3 つの蛍光体のうちの 1 つの蛍光体は赤色光を発光する赤色蛍光体であり、同 3 つの蛍光体のうちの他の 1 つの蛍光体は緑色光を発光する緑色蛍光体であり、同 3 つの蛍光体のうちの他の 1 つの蛍光体は青色光を発光する青色蛍光体である発光装置。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至請求項 8 の何れか一項に記載の発光装置であって、

前記電子放出部に対向し且つ同電子放出部のなす平面に平行な面を下面とする薄板状の透明板と、反射板又は散乱板と、を備えるとともに、前記電子放出素子を複数備え、

前記複数のコレクタ電極及び前記蛍光体は、前記透明板の下面に形成され、

前記反射板又は散乱板は、前記電子放出素子から放出された電子の前記複数のコレクタ電極への進行を阻害しない位置であって、且つ、前記透明板に対向する位置及び前記コレクタ電極に対向する位置に配設され、

前記透明板は、前記複数の電子放出素子のうちの 1 つの電子放出素子から放出された電子を引寄せる前記複数のコレクタ電極のうちの端部に位置するコレクタ電極と、このコレクタ電極に隣接するとともに前記複数の電子放出素子のうちの他の 1 つの電子放出素子から放出された電子を引寄せる前記複数のコレクタ電極のうちの他の 1 つのコレクタ電極との間に、前記反射板又は散乱板により反射された光を透過させる光透過部が形成されてなる発光装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 の何れか一項に記載の発光装置であって、

前記電子放出素子は、薄板状の誘電体からなるエミッタ部と同エミッタ部の下部に形成された下部電極と前記電子放出部として同エミッタ部を挟んで同下部電極に対向するように同エミッタ部の上部に形成されるとともに微細貫通孔が複数形成されてなる上部電極とを有し、前記書込み電圧が同下部電極と同上部電極との間に付与されたとき同書込み電圧に伴う同エミッタ部の負側分極反転により前記多数の電子を同エミッタ部の上部に蓄積し、前記電子放出電圧が同下部電極と同上部電極との間に付与されたとき同電子放出電圧に伴う同エミッタ部の正側分極反転により同蓄積された多数の電子を同上部電極の微細貫通孔を通して平面状に放出する素子である発光装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多数の電子を平面状に放出する電子放出素子と、前記電子放出素子から放出された電子が付与されることにより発光する蛍光体と、を備えた発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、例えば液晶ディスプレイ用のバックライト等に用いられる光源として、種々発光装置が開発されて来ている。これらの装置のうち、冷陰極放電ランプを用いたものは、図 25 に示したように、管状の冷陰極放電ランプ 201、冷陰極放電ランプ 201 に対向配置された拡散板 202、拡散シート 203、BEF 204 及び DBEF 205 を備えるとともに、冷陰極放電ランプ 201 を拡散板 202 との間に挟むように配置された反射シート 206 を備えている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

30

【特許文献 1】特開 2004 - 235103 号公報（段落番号 0019 及び 0020）

【0003】

このような冷陰極放電ランプを用いた発光装置は、以下の点で改善すべき点がある。

- ・冷陰極放電ランプは水銀（Hg）を使用しているので、環境に対して好適でない。
- ・冷陰極放電ランプは線状（又は棒状）に発光する。このため、複数の冷陰極放電ランプを用いても、明部と暗部と（発光の不均一性、輝度むら）が生じてしまう。このような、発光の不均一性を有する発光装置は、液晶ディスプレイ等のバックライトとして好ましくない。従って、光を拡散すること等により発光を均一にするために、拡散板 202 のみならず、拡散シート 203、BEF 204 及び DBEF 205 等の多数のフィルムが必要となる。その結果、装置の厚さ L が大きくなるとともに、コストが高くなるという問題がある。

40

【発明の開示】

【0004】

一方、薄板状の誘電体からなるエミッタ部、エミッタ部の下部に形成された下部電極及

50

びエミッタ部を挟んで同下部電極に対向するように同エミッタ部の上部に形成されるとともに微細貫通孔が複数形成されてなる上部電極を有する電子放出素子が開発されてきている。この電子放出素子は、下部電極と上部電極との間に所定の書込み電圧が付与されるとエミッタ部に電子を蓄積し、下部電極と上部電極との間に所定の電子放出電圧が付与されると蓄積した電子を上部電極の微細貫通孔を通じて平面状に放出する。従って、このような電子放出素子に対向するように電子の衝突によって発光する蛍光体を配置すれば、その蛍光体を面状に発光させることができる。従って、上述の問題（環境問題や発光の不均一性）を解決した発光装置が提供され得ると考えられる。

【0005】

ところで、一般に、上述した蛍光体は、衝突した電子により励起状態となり、その励起状態から基底状態へと遷移するときに発光する。従って、電子放出素子に電子放出電圧を付与し続けることにより蛍光体に衝突する電子量を多くすれば、発光量を多く（輝度を大きく）することができる。しかしながら、蛍光体に過剰な電子が衝突した場合、その電子によりもたらされる過剰なエネルギーは熱へと変化し、発光量は増大しない。つまり、電子放出素子に付与されている電子放出電圧に基づく過剰な電力は熱へと変化するので、蛍光体の発光に対して無駄に消費されているという問題がある。

【0006】

そこで、本発明は、上記のような面状に電子を放出する電子放出素子を使用した発光装置であって、電力消費量が小さく、輝度むらがなく且つ大きな発光量（輝度）を得ることができる発光装置を提供することを1つの目的としている。本発明による発光装置は、例えば、液晶ディスプレイ等のバックライトのみでなくカラーディスプレイ装置の画素（RGB等の有色の光を発光する蛍光体）や車両のターンシグナルランプ、或いはストップランプ等の広範囲の装置に適用され得る。

【0007】

上記目的を達成するための本発明による発光装置は、

所定の書込み電圧が付与されたときに多数の電子を内部に蓄積するとともに所定の電子放出電圧が付与されたとき平面状の電子放出部から同蓄積された多数の電子を平面状に放出する電子放出素子と、

所定の電圧であるコレクタ電圧が付与されたとき前記電子放出素子から放出された電子を引き寄せる電極であって前記電子放出部に対向するように配置された複数のコレクタ電極と、

前記複数のコレクタ電極に近接配置されるとともに電子が衝突することにより発光する蛍光体と、

前記電子放出素子に前記書込み電圧と前記電子放出電圧とを交互に付与する電子放出駆動回路と、

前記電子放出素子が電子を放出しているとき前記コレクタ電圧を前記複数のコレクタ電極のそれぞれに互いに異なる期間において付与するコレクタ電圧付与回路と、

を備えた発光装置である。

【0008】

これによれば、電子放出素子は、書込み電圧が付与されたときに電子を内部に蓄積し、電子放出電圧が付与されたときに蓄積した電子を平面状に放出する。この放出された電子は、コレクタ電圧が付与されているコレクタ電極に引き寄せられる。この結果、そのコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体に電子が衝突し、電子が衝突した蛍光体が発光する。その後、そのコレクタ電極にはコレクタ電圧が付与されなくなる。従って、電子は、そのコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体には衝突しなくなる。しかしながら、その蛍光体はその後しばらく残光を発する。

【0009】

一方、コレクタ電圧は、前記複数のコレクタ電極のそれぞれに互いに異なる期間において付与される。従って、1つの蛍光体が残光を発している期間に他のコレクタ電極にコレクタ電圧が付与される。これにより、前記他のコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光

体に電子が衝突し、その電子が衝突した蛍光体が発光する。従って、本発明による発光装置は、ある蛍光体の残光と、他の蛍光体の電子の衝突による発光とを利用することができるので、各蛍光体に過剰な電子を衝突させることなく（換言すると、電子放出素子に付与する電力を無駄にすることなく）、大きな光量の光を発することができる。この残光を利用するということは、蛍光体を励起する為に印加されるエネルギーがゼロになった後にも光量を得る（光を取り出す）ということであるので、蛍光体の発光効率（即ち、発光光量／蛍光体への印加工ネルギー）を大きくすることに寄与する。

【0010】

この場合、前記コレクタ電圧付与回路は、前記複数のコレクタ電極のうちの1つのコレクタ電極に前記コレクタ電圧を付与しているとき、同複数のコレクタ電極のうちの残りのコレクタ電極に前記コレクタ電圧を付与しないように構成されることが好適である。 10

【0011】

これによれば、電子放出素子が放出した電子を何れかのコレクタ電極に確実に引寄せることができる。従って、電子を引寄せたコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体を確実に発光させることができる。

【0012】

更に、前記コレクタ電圧付与回路は、前記複数のコレクタ電極のそれぞれに対し所定の順序に従って前記コレクタ電圧を付与する動作を繰り返し行うように構成されることが好適である。

【0013】

これによれば、各コレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体の残光量が過度に小さくなる前に、その蛍光体に電子を衝突させ、その蛍光体を再度発光させることが可能となる。この結果、発光の不均一性（輝度むら）を小さくすることができる。 20

【0014】

更に、前記電子放出駆動回路は、前記複数のコレクタ電極の何れかに前記コレクタ電圧が付与されている期間にのみ前記電子放出電圧を前記電子放出素子に付与し、同複数のコレクタ電極の何れにも同コレクタ電圧が付与されていない期間にのみ前記書込み電圧を同電子放出素子に付与するように構成されることが好適である。

【0015】

これによれば、複数のコレクタ電極の何れかにコレクタ電圧が付与されている期間には、電子放出素子に電子放出電圧が付与されるので、電子が放出される。換言すると、電子の放出がないにもかかわらずコレクタ電極にコレクタ電圧が付与されている事態を回避することができる。この結果、コレクタ電圧付与回路内において無駄に電力を消費することを回避することができる。加えて、複数のコレクタ電極の何れにもコレクタ電圧が付与されていない期間には、電子放出素子に書込み電圧が付与される。従って、蛍光体に電子を衝突させる必要のない期間において、電子放出素子は電子を蓄積することができる。この結果、電子放出素子に効率よく電子を蓄積させ、及び、効率よく電子を放出させることができる。また、電子放出素子に書込み電圧を付与している間に、コレクタ電圧に伴う強電界がコレクタ電極と上部電極との間に印加されるのを回避できるので、上部電極の損耗及び電子放出素子の絶縁破壊を防ぐことができる。 30 40

【0016】

更に、前記コレクタ電圧付与回路は、前記電子放出駆動回路が前記電子放出電圧を付与し始めてから同電子放出電圧の付与を終了するまでの間に前記複数のコレクタ電極のそれぞれに前記コレクタ電圧を少なくとも1回は付与するように構成されることがもできる。

【0017】

これによれば、電子放出素子からの1回の連続した電子放出により、各コレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体の全てを、少なくとも1回は発光させることができる。

【0018】

また、これらの発光装置において、前記蛍光体は白色光を発光する白色蛍光体であってもよい。これによれば、液晶ディスプレイなどのバックライトとして利用し易い発光装置 50

(光源)が提供される。

【0019】

一方、これらの発光装置は、前記蛍光体を複数備え、同複数の蛍光体のそれぞれは前記複数のコレクタ電極毎に近接配置されるとともに互いに異なる色の光を発生する蛍光体であってもよい。これによれば、異なる色の光を発生する発光装置を提供することができる。

【0020】

他方、これらの発光装置は、前記コレクタ電極を少なくとも3つ備え、同3つの蛍光体のそれぞれは同3つのコレクタ電極毎に近接配置され、同3つの蛍光体のうちの1つの蛍光体は赤色光を発光する赤色蛍光体であり、同3つの蛍光体のうちの他の1つの蛍光体は緑色光を発光する緑色蛍光体であり、同3つの蛍光体のうちのうちの残りの1つの蛍光体は青色光を発光する青色蛍光体でもよい。これによれば、所謂、RGBからなる画素を構成するデバイスを提供することができる。従って、この発光装置を、カラーディスプレイに使用することができる。

【0021】

従来のカラーディスプレイの画素を構成するデバイスは、先ず、白色光を発生させ、その白色光を赤、緑及び青の各色のカラーフィルタに通すことにより所望の色の光を得ている。しかしながら、白色光には、これら以外の色(例えば、黄色等)の光が含まれている。従って、白色光に含まれている光であって上記各色のカラーフィルタを通過できない光は、発光量(輝度)に何らの影響も及ぼさないので、結果として無駄に発生されていることになる。つまり、従来のデバイスは、白色光を発生させることにより無駄な電力を消費していることになる。これに対し、上記構成の発光装置によれば、所望の色を発生する蛍光体に電子を衝突させているから、無駄な光を発生することがない。従って、装置の消費電力を小さくすることができる。更に、3色の蛍光体を備えた前記構成を液晶ディスプレイ用のバックライトとして用いることも好ましい。この場合は、白色蛍光体のみを使用する場合よりも、カラーフィルタとのスペクトル特性を合わせ易いという利点を有する。更に、1フレーム時間を3分割して赤・緑・青それぞれ単色の画像表示に割り当てる「フィールドシーケンシャル方式」に対応した時分割による3原色の発光も可能である。

【0022】

更に、前記発光装置は、

前記電子放出部に対向し且つ同電子放出部のなす平面に平行な面を下面とする薄板状の透明板と、反射板又は散乱板と、を備え、同前記電子放出素子を複数備えることができる。この場合、

前記複数のコレクタ電極及び前記蛍光体は、前記透明板の下面に形成され、

前記反射板又は散乱板は、前記電子放出素子から放出された電子の前記複数のコレクタ電極への進行を阻害しない位置であって、且つ、前記透明板に対向する位置及び前記コレクタ電極に対向する位置に配設され、

前記透明板は、前記複数の電子放出素子のうちの1つの電子放出素子から放出された電子を引寄せ、前記複数のコレクタ電極のうちの端部に位置するコレクタ電極と、このコレクタ電極に隣接するとともに前記複数の電子放出素子のうちの他の1つの電子放出素子から放出された電子を引寄せ、前記複数のコレクタ電極のうちの他の1つのコレクタ電極との間に、前記反射板又は散乱板により反射された光を透過させる光透過部が形成されてなることが好適である。

【0023】

蛍光体が発した光の一部は、透明板を通して発光装置外部に直接放出させられる。ところが、蛍光体が発した光の大部分は、散乱によって電子放出素子が配置されている側(即ち、発光装置の内部)に向う。そこで、上記構成のように、透明板に光透過部を形成するとともに反射板又は散乱板を配置すれば、散乱によって電子放出素子が配置されている側に向う光を反射板又は散乱板により反射して再び透明板の方へ向わせ、その光を光透過部を通して発光装置の外部に放出することができる。この結果、より少ない消費電力で大き

10

20

30

40

50

な発光量の光を発することができる発光装置が提供される。

【0024】

なお、電子放出素子から放出された電子の複数のコレクタ電極への進行を阻害しない位置に反射板又は散乱板を形成するとは、例えば、電子放出素子の電子放出部と同一面に反射板の鏡面又は散乱板の散乱面を一致させるように反射板又は散乱板を配置・形成したり、或いは、電子放出素子が透明な基板の上面に形成されている場合には、その基板の下面に鏡面又は散乱面を有するように反射板又は散乱板を配置・形成したりすることを含む。

【0025】

更に、上記電子放出素子を、

薄板状の誘電体からなるエミッタ部と同エミッタ部の下部に形成された下部電極と前記電子放出部として同エミッタ部を挟んで同下部電極に対向するように同エミッタ部の上部に形成されるとともに微細貫通孔が複数形成されてなる上部電極とを有し、前記書込み電圧が同下部電極と同上部電極との間に付与されたとき同書込み電圧に伴う同エミッタ部の負側分極反転により前記多数の電子を同エミッタ部の上部に蓄積し、前記電子放出電圧が同下部電極と同上部電極との間に付与されたとき同電子放出電圧に伴う同エミッタ部の正側分極反転により同蓄積された多数の電子を同上部電極の微細貫通孔を通して平面状に放出する素子とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明による発光装置の各実施形態について図面を参照しながら説明する。

< 第1実施形態 >

(構造)

部分断面図である図1及び部分平面図である図2に示したように、本発明の第1実施形態に係る発光装置10は、基板11、複数の電子放出素子12、透明板(発光基板)13、複数のコレクタ電極14及び蛍光体15を備えている。なお、図1は、図2に示した発光装置10を、1-1線に沿った平面にて切断した断面図である。

【0027】

基板11は、互いに直交するX軸及びY軸により形成される平面(X-Y平面)に平行な上面及び下面を有し、X軸及びY軸のそれぞれに直交するZ軸方向に厚み方向を有する薄板体である。基板11は、例えば、酸化ジルコニウムを主成分とした材料(例えば、ガラス又はセラミックス)からなっている。

【0028】

電子放出素子12は、Z軸方向に僅かな厚みを有し、X軸方向に一定の幅を有しながらY軸方向に伸びている。複数の電子放出素子12は、X軸方向に沿う所定の間隔毎に、基板11の上面に形成されている。各電子放出素子12は、後に詳述するように、所定の書込み電圧が付与されたときに多数の電子を内部に蓄積するとともに所定の電子放出電圧が付与されたとき平面状の電子放出部から同蓄積された多数の電子を平面状に上方(Z軸正方向)に向けて放出するようになっている。電子放出部とは、電子放出素子12の上部に形成された後述する上部電極のことである。

【0029】

透明板13は、互いに平行な上面及び下面を有し、これらの面に直交する方向に厚み方向を有する薄板体である。透明板13は、透明な材質(ここでは、ガラス又はアクリル)からなっている。透明板13は、基板11及び電子放出素子12の上方(Z軸正方向)に、これらから所定の距離だけ離れた位置に配設されている。透明板13は、その下面が電子放出素子の電子放出部のなす平面と平行となるように(即ち、下面がX-Y平面に沿うように)配設されている。

【0030】

コレクタ電極14は、導電性物質(ここでは、透明導電膜,ITO)からなっている。コレクタ電極14は、透明板13の下面に形成・固定されている。複数のコレクタ電極14

10

20

30

40

50

のそれぞれは、Z軸方向に僅かな厚みを有し、X軸方向に電子放出素子の幅よりも僅かに大きい一定の幅を有しながらY軸方向に伸びている。

【0031】

より具体的に述べると、コレクタ電極14は、1つの電子放出素子12に対して3つ設けられている。これら3つのコレクタ電極14を、説明の便宜上、中央コレクタ電極14C、左側コレクタ電極14L及び右側コレクタ電極14Rと称呼する。これらのコレクタ電極は互いに同一形状を備えている。

【0032】

この称呼方法によれば、中央コレクタ電極14Cは、図2に示したように、平面視においてそのY軸方向の軸線が1つの電子放出素子12のY軸方向の軸線と一致するように配置されている。左側コレクタ電極14Lは、中央コレクタ電極Cから所定の距離 $\times 1$ だけX軸負方向に離間した位置に形成されている。右側コレクタ電極14Rは、中央コレクタ電極Cから所定の距離 $\times 1$ だけX軸正方向に離間した位置に形成されている。右側コレクタ電極14Rは、そのX軸正方向において隣接する左側コレクタ電極14Lと距離 $\times 1$ 以上の距離 $\times 2$ だけ隔てた位置に形成されている。

10

【0033】

蛍光体15は、複数のコレクタ電極14を覆うように透明板13の下面において膜状に形成されている。蛍光体15は、電子が衝突すると、その電子により励起状態となり、その励起状態から基底状態へと遷移するときに白色の光を発生するようになっている。このような白色蛍光体としての代表例は、 $Y_2O_3:S$: Tbである。或いは、白色蛍光体は、赤色蛍光体（例えば、 $Y_2O_3:S$: Eu）、緑色蛍光体（例えば、 $ZnS:Cu, Al$ ）及び青色蛍光体（例えば、 $ZnS:Ag, Cl$ ）の蛍光体を混ぜ合わせるにより作製することもできる。蛍光体15が発生した光は、透明板13を通して発光装置10の上方（外部）に進行する。

20

【0034】

基板11、電子放出素子12及び蛍光体15により囲まれた空間は略真空（ $10^{-2} \sim 10^{-6}$ Pa）が好ましく、より好ましくは $10^{-3} \sim 10^{-5}$ Pa）に維持されている。換言すると、基板11、電子放出素子12及び透明板13は、図示しない発光装置10の側壁部とともに密閉空間を形成する空間形成部材を構成している。そして、この密閉空間は略真空に維持されている。従って、電子放出素子12は、空間形成部材により略真空状態に維持されている密閉空間内に配置されていることになる。

30

【0035】

ここで、電子放出素子12について、電子放出素子12の断面図である図3を参照しながら説明する。電子放出素子12は、基板11の上に形成された下部電極（下部電極層）12a、エミッタ部12b及び上部電極（上部電極層）12cを備えている。なお、電子放出素子12を構成する材料及び製造方法等については後に詳述する。

【0036】

下部電極12aは、導電性物質（ここでは、銀又は白金）からなり、基板11の上面の上に層状に形成されている。下部電極12aの平面視における形状はY軸方向に長手方向を有する帯状である。

40

【0037】

エミッタ部12bは、比誘電率が大きい誘電体（例えば、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN）、チタン酸鉛（PT）及びジルコン酸鉛（PZ）の3成分系材料PMN-PT-PZ）からなり、下部電極12aの上面の上に形成されている。エミッタ部12bは、Z軸方向に厚み方向を有する薄板体であり、平面視において下部電極12aと同一の形状を有している。エミッタ部12bの上面には、誘電体の粒界による凹凸12b1が形成されている。

【0038】

上部電極12cは、導電性物質（ここでは、白金）からなり、エミッタ部12bを挟んで下部電極12aに対向するようにエミッタ部12bの上部（エミッタ部12bの上面の

50

上)に層状に形成されている。上部電極 12c は、平面視において下部電極 12a 及びエミッタ部 12b と略同一の形状を有している。更に、上部電極 12c には、図 3 及び上部電極 12c の部分拡大平面図である図 4 に示したように、複数の微細な貫通孔 12c1 が形成されている。

【0039】

下部電極 12a、エミッタ部 12b 及び白金レジネートペーストからなる上部電極 12c は焼成処理によって一体化させられている。この一体化のための焼成処理により、上部電極 12c となる膜が例えば厚み $10\mu\text{m}$ から厚み $0.1\mu\text{m}$ に収縮する。このとき、上部電極 12c には前述した複数の微細貫通孔 12c1 が形成される。

【0040】

発光装置 10 は、回路図である図 5 に示したように、電子放出駆動回路 16 とコレクタ電圧付与回路 17 と、を備えている。なお、図 5 は、1 つの電子放出素子 12 と、その 1 つの電子放出素子 12 から放出される電子を回収する 3 つのコレクタ電極 14 (14L, 14C, 14R) のみを示している。

【0041】

電子放出駆動回路 16 は、下部電極 12a 及び上部電極 12c に接続されていて、電子放出素子 12 に駆動電圧 V_{in} を印加するようになっている。具体的には、電子放出駆動回路 16 は、駆動電圧 V_{in} として、書込み電圧 V_m と電子放出電圧 V_p とを交互に発生し、これらの電圧を電子放出素子 12 (下部電極 12a と上部電極 12c との間) に付与する。

【0042】

書込み電圧 V_m は、エミッタ部 12b に負側分極反転を発生せしめることにより、多数の電子をエミッタ部 12b の上部に蓄積させるための電圧である。書込み電圧 V_m は、下部電極 12a を基準としたときに上部電極 12c の電位が正の電圧 V_m だけ低くなるように印加される電圧である。

【0043】

電子放出電圧 V_p は、エミッタ部 12b に正側分極反転を発生せしめることにより、エミッタ部 12b の上部に蓄積されている多数の電子を上部電極 12c の微細貫通孔 12c1 を通して平面状に放出させるための電圧である。電子放出電圧 V_p は、下部電極 12a を基準としたときに上部電極 12c の電位が正の電圧 V_p だけ高くなるように印加される電圧である。

【0044】

コレクタ電圧付与回路 17 は、複数のコレクタ電極 14 のそれぞれに接続されている。コレクタ電圧付与回路 17 は、電子放出素子 12 が電子を放出しているとき複数のコレクタ電極 14 のそれぞれに所定の電圧 (ここでは、方形波のパルス状電圧) であるコレクタ電圧 V_c を互いに異なる期間において付与するようになっている。

【0045】

(電子放出の原理及び作動)

次に、上記のように構成された電子放出素子 12 の作動原理について説明する。

【0046】

まず、図 6 に示したように、下部電極 12a の電位を基準とした下部電極 12a と上部電極 12c の実際の電位差 V_{ka} (素子電圧 V_{ka}) が正の所定電圧 V_p に維持され、エミッタ部 12b の電子が総て放出した直後であって、電子がエミッタ部 12b に蓄積されていない状態から説明を開始する。このとき、エミッタ部 12b の双極子の負極はエミッタ部 12b の上面 (Z 軸正方向、即ち、上部電極 12c 側) に向いた状態となっている。この状態は、図 7 に示したグラフ上の点 p1 の状態である。図 7 のグラフは、横軸に素子電圧 V_{ka} をとり、縦軸に上部電極 12c 近傍部分の電荷 Q をとったエミッタ部 12b の電圧 - 分極特性のグラフである。

【0047】

この状態において、電子放出駆動回路 16 は、駆動電圧 V_{in} を負の所定電圧である書込

10

20

30

40

50

み電圧 V_m に変更する。これにより、素子電圧 V_{ka} は図 7 の点 p_2 を経由して点 p_3 に向けて減少する。そして、素子電圧 V_{ka} が図 7 に示した負の抗電界電圧 V_a の近傍の電圧になると、エミッタ部 12b の双極子の向きが反転し始める。即ち、図 8 に示したように、分極反転（負側分極反転）が開始する。

【0048】

この負側分極反転により、エミッタ部 12b の上面と、上部電極 12c と、これらの周囲の媒質（この場合、真空）との接触箇所（トリプルジャンクション）及び／又は微細貫通孔 12c1 を形成している上部電極 12c の先端部分において電界が大きくなる（電界集中が発生する。）。その結果、図 9 に示したように、上部電極 12c からエミッタ部 12b に向けて電子が供給され始める。

10

【0049】

この供給された電子は、主としてエミッタ部 12b の上部であって上部電極 12c の微細貫通孔 12c1 から露呈している部分の近傍及び微細貫通孔 12c1 を形成している上部電極 12c の端部近傍（以下、単に「微細貫通孔 12c1 近傍」とも言う。）に蓄積される。その後、所定の時間が経過して負側分極反転が完了すると、素子電圧 V_{ka} は負の所定電圧 V_m に向けて急激に変化し負の所定電圧 V_m となる。この結果、電子の蓄積が完了する（電子の蓄積飽和状態に至る）。この状態が、図 7 の点 p_4 の状態である。

【0050】

次に、電子放出駆動回路 16 は、電子放出タイミングが到来すると、駆動電圧 V_{in} を正の所定電圧である電子放出電圧 V_p に変更する。これにより、素子電圧 V_{ka} は増大し始める。このとき、素子電圧 V_{ka} が図 7 の点 p_5 に対応する正の抗電界電圧 V_d より僅かに小さい電圧 V_b （点 p_6 ）に到達するまでは、図 10 に示したように、エミッタ部 12b の帯電状態が維持される。

20

【0051】

その後、素子電圧 V_{ka} は正の抗電界電圧 V_d の近傍の電圧に到達する。これにより、双極子の負極がエミッタ部 12b の上面側に向き始める。即ち、図 11 に示したように、分極が再び反転する（正側分極反転が開始する。）。この状態が図 7 の点 p_5 近傍の状態である。

【0052】

その後、正側分極反転が完了する時点の近傍の時点になると、負極がエミッタ部 12b の上面側に反転した双極子の数が多くなる。この結果、図 12 に示したように、クーロンの反発力により微細貫通孔 12c1 の近傍に蓄積されていた電子が微細貫通孔 12c1 を通って上方（Z 軸正方向）に放出され始める。この場合、上部電極 12c には多数の微細貫通孔 12c1 が形成されているから、多数の電子はそれらの微細貫通孔 12c1 を通して平面状に放出される。

30

【0053】

そして、正側分極反転が完了すると、素子電圧 V_{ka} は急激に増大を開始し、電子が活発に放出される。その後、電子の放出は完了し、素子電圧 V_{ka} は正の所定電圧 V_p に到達する。この結果、エミッタ部 12b の状態は図 6 に示した当初の状態（図 7 の点 p_1 の状態）に復帰する。以上が、電子の蓄積及び放出に係る一連の作動原理である。

40

【0054】

（発光制御...駆動電圧 V_{in} とコレクタ電圧 V_c の制御）

次に、第 1 実施形態に係る発光装置 10 の発光時における作動について、図 13 のタイムチャートを参照しながら説明する。なお、図 13 の（E）、（F）及び（G）に示した発光相当値とは、透明板 13 の上部に配置した光出力測定装置（アバランシェ・フォト・ダイオード）APD が出力する光の出力の大きさに応じた電圧（APD 出力電圧）を示している。この点に関しては、他のタイムチャートにおいても同様である。

【0055】

先ず、時刻 t_1 以前において、多数の電子が電子放出素子 12 のエミッタ部 12b の上部に蓄積された状態にあると仮定する。このとき、時刻 t_1 になると、電子放出駆動回路

50

16は図13の(D)に示したように電子放出素子12の下部電極12aと上部電極12cとの間に電子放出電圧 V_p (V)を印加する。これにより、エミッタ部12bの上部に蓄積されている多数の電子が上部電極12cの微細貫通孔12c1を通して平面状に放出される。

【0056】

同時(時刻 t_1)に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の(A)に示したように、左側コレクタ電極14Lに一定の正のコレクタ電圧 V_c (V)を付与する。即ち、左側コレクタ電極14Lに印加する電圧 V_{c14L} を0(V)から V_c (V)に変更する。また、コレクタ電圧付与回路17は、図13の(B)及び(C)に示したように、中央コレクタ電極14C及び右側コレクタ電極14Rにそれぞれ印加する電圧 V_{c14C} 及び電圧 V_{c14R} を0(V)に維持する。

10

【0057】

これにより、電子放出素子12から放出された電子は、図1に示したように、コレクタ電圧 V_c が印加されている左側コレクタ電極14Lに引き寄せられる。従って、その左側コレクタ電極14Lの近傍に配置されている蛍光体15(蛍光体15のうち左側コレクタ電極14Lに接している部分)に電子が衝突する。この結果、図13の(E)に示したように、蛍光体15の一部であって、左側コレクタ電極14Lに近接しているために電子が衝突する部分(電子が衝突する部分における蛍光体15)が発光する。

【0058】

次に、所定の時間 T_{tn} が経過して時刻 t_2 になると、電子放出駆動回路16は図13の(D)に示したように電子放出素子12の下部電極12aと上部電極12cとの間に書込み電圧 V_m (V)を印加する。これにより、電子の放出は停止し、エミッタ部12bの上部に電子が蓄積され始める。なお、時間 T_{tn} は、電子放出素子12が電子を放出するのに必要な時間又はそれ以上の長さの時間であり、且つ、蛍光体15の左側コレクタ電極14Lに近接している部分に、その時間以上継続して電子を照射しても、蛍光体の発光量は増大せず、電子のエネルギーが熱に変化してしまうような時間よりも短い時間に設定されることが好ましい。

20

【0059】

同時(時刻 t_2)に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の(A)に示したように、左側コレクタ電極14Lに対するコレクタ電圧 V_c (V)の付与を停止する。即ち、左側コレクタ電極14Lに印加する電圧 V_{c14L} を V_c (V)から0(V)に変更する。

30

【0060】

これらにより、左側コレクタ電極14Lの近傍に配置されている蛍光体15への電子衝突が終了する。この結果、蛍光体15のうち時刻 $t_1 \sim t_2$ において発光していた部分は、図13の(E)に示したように、時刻 t_2 以降において残光を発するようになる。残光の強さ(光量)は時間とともに減衰する。

【0061】

時刻 t_2 から所定の時間 T_{sy} が経過して時刻 t_3 になると、電子放出駆動回路16は図13の(D)に示したように電子放出素子12の下部電極12aと上部電極12cとの間に電子放出電圧 V_p (V)を再び印加する。これにより、多数の電子が上部電極12cの微細貫通孔12c1を通して平面状に再び放出される。なお、時間 T_{sy} は、電子放出素子12が十分な数の電子をエミッタ部12bの上部に蓄積するのに必要な時間(または、それより長い時間)に設定されている。

40

【0062】

同時(時刻 t_3)に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の(B)に示したように、中央コレクタ電極14Cに一定の正のコレクタ電圧 V_c (V)を付与する。即ち、中央コレクタ電極14Cに印加する電圧 V_{c14C} を0(V)から V_c (V)に変更する。また、コレクタ電圧付与回路17は、図13の(A)及び(C)に示したように、左側コレクタ電極14L及び右側コレクタ電極14Rにそれぞれ印加する電圧 V_{c14L} 及び電圧 V_{c14R} を0(V)に維持する。

50

【0063】

これにより、電子放出素子12からZ軸正方向に向けて平面状に放出された電子は、コレクタ電圧 V_c が印加されている中央コレクタ電極14Cに引き寄せられる。従って、その中央コレクタ電極14Cの近傍に配置されている蛍光体15（蛍光体15のうち中央コレクタ電極14Cに接している部分）に電子が衝突する。この結果、図13の（F）に示したように、蛍光体15の電子が衝突する部分が発光する。

【0064】

時刻 t_3 から所定の時間 T_{tn} が経過して時刻 t_4 になると、電子放出駆動回路16は図13の（D）に示したように電子放出素子12に再び書込み電圧 V_m （V）を印加する。これにより、電子の放出は停止し、エミッタ部12bの上部に電子が蓄積され始める。

10

【0065】

同時（時刻 t_3 ）に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の（B）に示したように、中央コレクタ電極14Cに対するコレクタ電圧 V_c （V）の付与を停止する。即ち、中央コレクタ電極14Cに印加する電圧 V_{c14C} を V_c （V）から0（V）に変更する。

【0066】

従って、その中央コレクタ電極14Cの近傍に配置されている蛍光体15への電子衝突が終了する。この結果、蛍光体15のうち時刻 $t_3 \sim t_4$ において発光していた部分は、時刻 t_4 以降において残光を発するようになる。残光の強さ（光量）は時間とともに減衰する。

【0067】

時刻 t_4 から所定の時間 T_{sy} が経過して時刻 t_5 になると、電子放出駆動回路16は図13の（D）に示したように電子放出素子12に電子放出電圧 V_p （V）を再び印加する。これにより、多数の電子が上部電極12cの微細貫通孔12c1を通して平面状に再び放出される。

20

【0068】

同時（時刻 t_5 ）に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の（C）に示したように、右側コレクタ電極14Rに一定の正のコレクタ電圧 V_c （V）を付与する。即ち、右側コレクタ電極14Rに印加する電圧 V_{c14R} を0（V）から V_c （V）に変更する。また、コレクタ電圧付与回路17は、図13の（A）及び（B）に示したように、左側コレクタ電極14L及び中央コレクタ電極14Cにそれぞれ印加する電圧 V_{c14L} 及び電圧 V_{c14C} を0（V）に維持する。

30

【0069】

これにより、電子放出素子12からZ軸正方向に向けて平面状に放出された電子は、コレクタ電圧 V_c が印加されている右側コレクタ電極14Rに引き寄せられる。従って、その右側コレクタ電極14Rの近傍に配置されている蛍光体15（蛍光体15のうち右側コレクタ電極14Rに接している部分）に電子が衝突する。この結果、図13の（G）に示したように、蛍光体15の電子が衝突する部分が発光する。

【0070】

時刻 t_5 から所定の時間 T_{tn} が経過して時刻 t_6 になると、電子放出駆動回路16は図13の（D）に示したように電子放出素子12に再び書込み電圧 V_m （V）を印加する。これにより、電子の放出は停止し、エミッタ部12bの上部に電子が蓄積され始める。

40

【0071】

同時（時刻 t_6 ）に、コレクタ電圧付与回路17は、図13の（C）に示したように、右側コレクタ電極14Rに対するコレクタ電圧 V_c （V）の付与を停止する。即ち、右側コレクタ電極14Rに印加する電圧 V_{c14R} を V_c （V）から0（V）に変更する。

【0072】

従って、その右側コレクタ電極14Rの近傍に配置されている蛍光体15への電子衝突が終了する。この結果、蛍光体15のうち時刻 $t_5 \sim t_6$ において発光していた部分は、時刻 t_6 以降において残光を発するようになる。残光の強さ（光量）は時間とともに減衰する。その後、時刻 t_6 から所定の時間 t_{sy} が経過して時刻 t_7 になると、再び、時刻 t

50

1以降と同じ動作が繰り返される。

【0073】

このように、第1実施形態に係る発光装置10によれば、一つのコレクタ電極14にコレクタ電圧 V_c が付与されて電子が衝突せしめられている期間において、例えば、時刻 $t_5 \sim t_6$ を例にとると、右側コレクタ電極14R近傍の蛍光体15は電子衝突により光を発生し、左側コレクタ電極14L及び中央コレクタ電極14Cは残光による光を発生する。この期間においては、中央コレクタ電極14Cからの残光の強度は減衰開始(時刻 t_4)から短時間しか経過していないから相当に大きい。一方、左側コレクタ電極14Lからの残光の強度は、減衰開始(時刻 t_2)からかなりの時間が経過しているため、かなり小さくなっているが、完全には「0」になっていない。この結果、3つのコレクタ電極14L、14C及び14Rは、何れもが光を発生しているため、発光装置10は、大きな光量の光を発光の均一性を確保しながら(輝度むらが小さく)発することができる。

10

【0074】

同様に、例えば、何れのコレクタ電極14にも電子が衝突せしめられていない時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間を例に挙げて説明すると、3つのコレクタ電極14L、14C及び14Rは、それぞれの強度の残光を発生している。従って、これによっても、大きな光量及び発光の均一性が確保される(輝度むらが小さい。)。

【0075】

以上、説明したように、本発明の第1実施形態に係る発光装置10は、コレクタ電圧 V_c を複数のコレクタ電極(14L、14C、14R)のそれぞれに互いに異なる期間において付与している。これにより、コレクタ電極 V_c が付与されているコレクタ電極の近傍の蛍光体に電子が衝突し、蛍光体15のその部分は発光する。このとき、他の蛍光体15(蛍光体15の他の部分)は残光を発している。従って、発光装置10は、蛍光体15の電子の衝突による発光と、蛍光体15の残光による光と、を利用することができるので、蛍光体15に過剰な電子を衝突させることなく(換言すると、電子放出素子に付与する電力を無駄にすることなく)、高効率に大きな光量の光を発することができる。

20

【0076】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る発光装置について説明する。この発光装置は、コレクタ電圧 V_c 及び駆動電圧 V_{in} (書込み電圧 V_m 及び電子放出電圧 V_p)の印加方法が第1実施形態に係る発光装置10と相違する点を除き、発光装置10と同一の構成を備えている。従って、以下、かかる相違点を中心に図14に示したタイムチャートを参照しながら説明する。

30

【0077】

この発光装置の電子放出駆動回路16は、図14の(D)に示したように、時刻 $t_1 \sim t_2$ の所定の期間(書込み期間) T_{sy} において、電子放出素子12の下部電極12aと上部電極12cとの間に書込み電圧 $V_m(V)$ を印加する。従って、この期間においては、電子の放出は停止し、電子はエミッタ部12bの上部に蓄積される。

【0078】

更に、電子放出駆動回路16は、時刻 $t_2 \sim t_3$ の所定の期間(電子放出期間、点灯期間) T_{tn} において、電子放出素子12の下部電極12aと上部電極12cとの間に電子放出電圧 $V_p(V)$ を印加する。従って、この期間においては、多数の電子が上部電極12cの微細貫通孔12c1を通して平面状に放出される。

40

【0079】

一方、コレクタ電圧付与回路17は、図14の(A)、(B)及び(C)に示したように、時刻 $t_1 \sim t_2$ の所定の期間 T_{sy} において、何れのコレクタ電極14L、14C及び14Rにもコレクタ電圧 V_c を印加しない。

【0080】

更に、コレクタ電圧付与回路17は、時刻 $t_2 \sim t_3$ の電子放出期間 T_{tn} において、一定時間 T_c の経過毎に、左側コレクタ電極14L、中央コレクタ電極14C、右側コレク

50

タ電極 14 R、次いで、再び、左側コレクタ電極 14 L...のように、予め定められた順序に従って各コレクタ電極にコレクタ電圧 V_c を付与して行く。即ち、コレクタ電圧付与回路 17 は、複数のコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) のそれぞれに対し所定の順序 (ここでは、14 L、14 C、14 R の順序) に従ってパルス状のコレクタ電圧 V_c を付与する動作を繰り返し行う。

【0081】

これにより、電子放出素子 12 から電子が放出されている時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間 T_{tn} においては、左側コレクタ電極 14 L、中央コレクタ電極 14 C、右側コレクタ電極 14 R、次いで、再び、左側コレクタ電極 14 L...の順番で、各コレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) に電子が引寄せられる。この結果、図 14 の (E) ~ (G) に示したように、電子を引寄せるコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体 15 の部分は、電子衝突により発光する。また、コレクタ電圧 V_c が付与されていないコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体 15 の部分は、時間の経過とともに減衰する残光を発する。

10

【0082】

そして、この発光装置は、時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間 T_{tn} において、各コレクタ電極に対して 4 回だけパルス状のコレクタ電圧 V_c を付与する。また、この発光装置は、時刻 $t_1 \sim t_3$ を一周期としている。従って、時刻 t_3 以降になると、再び、時刻 t_1 以降と同じ動作が繰り返される。

【0083】

以上、説明したように、第 2 実施形態に係る発光装置は、第 1 実施形態の発光装置 10 と同様に、効率よく光を発生することができる。更に、第 2 実施形態のコレクタ電圧付与回路 17 は、電子放出駆動回路 16 が電子放出電圧 V_p を付与し始めてから同電子放出電圧 V_p の付与を終了するまでの間 (例えば、時刻 $t_2 \sim t_3$) に複数のコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) のそれぞれにコレクタ電圧 V_c を少なくとも 1 回は付与する。

20

【0084】

従って、電子放出素子 12 からの 1 回の連続した電子放出により、各コレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体 15 の全てを、少なくとも 1 回は発光させることができる。つまり、電子の蓄積から電子放出までに伴う電子放出素子の駆動エネルギーを最小化した状態で、高効率に、出来るだけ広範囲に、且つ、均一に、発光させることができる。

【0085】

30

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る発光装置 20 について図 15 を参照しながら説明する。図 15 の (A) は発光装置 20 の部分平面図であり、図 15 の (B) は図 15 の (A) に示した発光装置 20 を 2 - 2 線に沿った平面にて切断した発光装置 20 の部分断面図である。以下において、互いに上記距離 x_1 を隔てて隣接し且つ 1 つの電子放出素子 12 から放出された電子を回収 (引寄せる) 左側コレクタ電極 14 L、中央コレクタ電極 14 C 及び右側コレクタ電極 14 R からなる 3 つのコレクタ電極を一組のコレクタ電極群 14 g と称呼する。

【0086】

この発光装置 20 は、1 つのコレクタ電極群 14 g と隣接する他の 1 つのコレクタ電極群 14 g との間に光透過部 (開口部) 21 を形成した点、及び、基板 11 の上面に複数の反射板 (又は散乱板) 22 を形成した点において、第 1 実施形態の発光装置 10 と相違している。従って、以下、主として係る相違点について説明する。

40

【0087】

光透過部 21 は、1 つのコレクタ電極群 14 g の右側コレクタ電極 14 R と X 軸正方向 (右側方向) において隣接する他の 1 つのコレクタ電極群 14 g の左側コレクタ電極 14 L との間の透明板 13 の部分である。この部分の透明板 13 の下面には、図示しないコレクタ電極への共通配線以外は何も設けられていない。光透過部 21 の X 軸方向の幅 x_3 は前記距離 x_2 より大きくなっている。

【0088】

50

反射板（又は散乱板）２２は、電子放出素子１２と同程度の厚みを有している。反射板（又は散乱板）２２は、一つの電子放出素子１２と、この一つの電子放出素子１２に隣接する電子放出素子１２と、の間に形成され、コレクタ電極群１４ｇ及び光透過部２１（即ち、透明板１３の下面）と対向するように、基板１１の上面に形成されている。反射板（又は散乱板）２２のＸ軸方向の幅（長さ）は、互いに隣接する電子放出素子１２間の距離より僅かだけ小さい。

【００８９】

この発光装置２０においては、図１５の（Ｂ）に破線の矢印により示したように、蛍光体１５が発光装置２０の内部に向けて発する光（光の散乱によりＺ軸負方向の成分を有して進行する光）が、反射板（又は散乱板）２２により反射される。そして、反射板（又は散乱板）２２により反射された光は、光透過部２１を通過して発光装置２０の上方へ進行する。

10

【００９０】

従って、発光装置２０は、コレクタ電極１４（１４Ｌ，１４Ｃ，１４Ｒ）の上面から透明板１３を通過して発光装置２０の上方へ進行する光だけでなく、散乱によって発光装置２０の内部に進行する光であって反射板（又は散乱板）２２の反射により発光装置２０の上方へ進行する光となった光を発することができる。従って、発光装置２０は、より小さい消費電力にて、より大きい光量の光を発生することができる。

【００９１】

（第３実施形態の第１変形例）

20

第３実施形態の第１変形例である発光装置３０は、図１６の（Ａ）及び（Ｂ）に示したように、反射板（又は散乱板）３１を基板１１の下面に配設した点のみにおいて、発光装置２０と相違している。この発光装置３０も、発光装置２０と同様に、散乱によって発光装置３０の内部に進行する光であって反射板（又は散乱板）３１の反射により発光装置３０の上方へ進行することとなった光を発することができる。従って、発光装置３０も、より小さい消費電力にて、より大きい光量の光を発生することができる。なお、発光装置３０においては、基板１１は光透過性が良好となるように形成されることが望ましい。

【００９２】

（第３実施形態の第２変形例）

次に、第３実施形態の第２変形例である発光装置４０について、図１７及び図１８を参照しながら説明する。図１７は発光装置４０の部分平面図であり、図１８は電子放出素子１２及び反射板（又は散乱板）４１の部分平面図である。

30

【００９３】

この発光装置４０は、図１７に示したように、３つのコレクタ電極１４（１４Ｌ，１４Ｃ，１４Ｒ）と１つの電子放出素子１２とからなる一つの発光素子群ＨＧを複数備えている。その複数の発光素子群ＨＧは、所謂「千鳥格子状」に配置されている。

【００９４】

より具体的に述べると、１つの発光素子群ＨＧは、Ｘ軸方向において隣接する他の発光素子群ＨＧと距離×３を隔てて配置されている。更に、１つの発光素子群ＨＧはＹ軸方向に隣接する他の発光素子群ＨＧとＹ軸方向に沿う距離×４だけ離間して配置されている。距離×４は距離×３と同等の距離である。加えて、１つの発光素子群ＨＧのＹ軸方向に沿う中心軸ＣＬは、Ｙ軸方向において隣接する他の発光素子群ＨＧの中心軸ＣＬに対して距離×５だけ離間して配置されている。１つの発光素子群ＨＧと他の発光素子群ＨＧとの間の透明板の下面には、図示しないコレクタ電極への共通配線以外、何も形成されていない。これにより、発光装置４０は、Ｘ軸方向及びＹ軸方向において光透過部を備えていることになる。

40

【００９５】

一方、反射板（又は散乱板）４１は、図１８に示したように、素子１２を囲むように基板１１の上面全体に形成されている。

【００９６】

50

この結果、発光装置 40 は、散乱によって発光装置 40 の内部に進行する光であって反射板（又は散乱板）41 の反射により発光装置 40 の上方へ進行することとなった光を、数多くの光透過部を通して発することができる。従って、発光装置 40 も、より小さい消費電力にて大きい光量の光を発生することができる。

【0097】

以上、説明したように、第 3 実施形態及びその各変形例は、電子放出素子 12 を複数備えている。また、これらは、電子放出素子 12 の電子放出部（上部電極 12c）に対向し且つ同電子放出部のなす平面（上部電極 12 の上面）に平行な面を下面とする薄板状の透明板 13 と、反射板又は散乱板（22、31、41）と、を備えている。

【0098】

そして、前記複数のコレクタ電極（14L、14C、14R）及び蛍光体 15 は、前記透明板 13 の下面に形成され、

前記反射板又は散乱板（22、31、41）は、電子放出素子 12 から放出された電子の複数のコレクタ電極（14L、14C、14R）への進行を阻害しない位置であって透明板 13 の下面に対向する位置及びコレクタ電極（14L、14C、14R）に対向する位置に配設されている。

【0099】

更に、透明板 13 は、複数の電子放出素子 12 のうちの 1 つの電子放出素子から放出された電子を引寄せ複数のコレクタ電極のうちの端部に位置するコレクタ電極（例えば、コレクタ電極 14R）と、このコレクタ電極に隣接するとともに前記複数の電子放出素子のうちの他の 1 つの電子放出素子（前記 1 つの電子放出素子に隣接する他の電子放出素子）12 から放出された電子を引寄せ複数のコレクタ電極のうちの他の 1 つのコレクタ電極（例えば、前記コレクタ電極 14R に X 軸正方向において隣接するコレクタ電極 14L）との間に、反射板又は散乱板（22、31、41）により反射された光を透過させる光透過部 21 が形成されている。

【0100】

この結果、散乱によって電子放出素子 12 が配置されている側に向う光（Z 軸負方向の成分をもって進行する光）を反射板又は散乱板（22、31、41）により反射して再び透明板 13 の方へ向わせ（Z 軸正方向の成分をもって進行する光に変え）、その光を光透過部 21 を通して発光装置（20、30、40）の外部に放出することができる。この結果、これらの発光装置は、より少ない消費電力で、より大きな発光量の光を発することができる。

【0101】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態に係る発光装置 50 について、図 19 及び図 20 を参照しながら説明する。図 19 は発光装置 50 の部分断面図であり、図 20 は発光装置 50 の部分平面図である。なお、図 20 は、図 19 に示した発光装置 50 を、4-4 線に沿った平面にて切断した断面図である。また、第 1 実施形態の発光装置 10 と同一の構成要素には同一の符号が付されていて、その詳細な説明は以下において省略される。

【0102】

この発光装置 50 は、カラーディスプレイ装置の画素を構成することができるデバイスである。発光装置 50 においては、左側コレクタ電極 14L は電子衝突（電子照射）により赤色光を発光する赤色蛍光体 15RD により覆われている。中央コレクタ電極 14C は電子衝突により緑色光を発光する緑色蛍光体 15GR により覆われている。右側コレクタ電極 14R は電子衝突により青色光を発光する青色蛍光体 15BL により覆われている。発光装置 10 に使用された電子放出素子 12 に代わる電子放出素子 51 は、電子放出素子 12 よりも Y 軸方向の長さが短くなっていて、画素に相当する大きさとなっている。

【0103】

赤色蛍光体 15RD には、例えば、 $\text{SrTiO}_3 : \text{Pr}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}$ 及び $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Eu}$ 等が用いられる。緑色蛍光体 15GR には、例えば、 $\text{Zn}(\text{Ca}, \text{Al})_2\text{O}_4$

10

20

30

40

50

: Mn、Y₃(Al, Ga)₅O₁₂: Tb 及び ZnS: Cu, Al 等が用いられる。青色蛍光体 15BL には、例えば、Y₂SiO₅: Ce, ZnGa₂O₄ 及び ZnS: Ag, Cl 等が用いられる。

【0104】

次に、第4実施形態に係る発光装置50の発光時における作動について、図21のタイムチャートを参照しながら説明する。

【0105】

この発光装置50の電子放出駆動回路16は、図21の(D)に示したように、電子放出素子51の下部電極と上部電極との間に電子放出電圧V_p(V)及び書込み電圧V_m(V)を交互に印加する。電子放出電圧V_p(V)は一定の期間T_{tn}だけ印加される。この期間T_{tn}においては、エミッタ部の上部に蓄積された多数の電子が上部電極の微細貫通孔を通して平面状に放出される。書込み電圧V_m(V)は一定の期間T_{sy}だけ印加される。この期間T_{sy}においては、電子の放出は停止し、電子はエミッタ部の上部に蓄積される。期間T_{tn}と期間T_{sy}とを合わせた期間は、1/60(秒)の1/3である。換言すると、発光装置50は、1/60(秒)間を一周期T(作動周波数=60Hz)として、一周期Tに3回だけ、電子放出素子51から電子を放出する。

10

【0106】

一方、発光装置50のコレクタ電圧付与回路17は、図21の(A)に示したように、時刻t₁~t₂の期間T_{tn}において左側コレクタ電極14Lにのみコレクタ電圧V_cを印加する。コレクタ電圧付与回路17は、図21の(B)に示したように、時刻t₃~t₄の期間T_{tn}において中央コレクタ電極14Cにのみコレクタ電圧V_cを印加する。更に、コレクタ電圧付与回路17は、図21の(C)に示したように、時刻t₅~t₆の期間T_{tn}において右側コレクタ電極14Rにのみコレクタ電圧V_cを印加する。

20

【0107】

この結果、左側コレクタ電極14Lを覆うように形成されている赤色蛍光体15RDは、時刻t₁~t₂の期間において電子衝突によって赤色の光を発し、その他の期間は時間とともに大きさが減衰する赤色の残光を発する。同様に、中央コレクタ電極14Cを覆うように形成されている緑色蛍光体15GRは、時刻t₃~t₄の期間において電子衝突によって緑色の光を発し、その他の期間は時間とともに大きさが減衰する緑色の残光を発する。右側コレクタ電極14Rを覆うように形成されている青色蛍光体15BLは、時刻t₅~t₆の期間において電子衝突によって青色の光を発し、その他の期間は時間とともに大きさが減衰する青色の残光を発する。以降、発光装置は、1/60(秒)毎に同様な動作を繰り返し行う。

30

【0108】

以上、説明したように、発光装置50は、前記蛍光体を複数備え、同複数の蛍光体(15RD、15GR、15BL)のそれぞれは複数のコレクタ電極(14L、14C、14R)にそれぞれ近接配置されるとともに互いに異なる色の光を発生する蛍光体である。従って、発光装置10は、異なる色の光を発生する装置となっている。また、蛍光体(15RD、15GR、15BL)は、光の三原色である赤、緑及び青の光を発生する。従って、発光装置50は、カラーディスプレイ等の画像表示に使用することができる。

40

【0109】

なお、電子放出素子51は、書込み期間T_{sy}における書込み電圧V_m(V)の絶対値が大きいほど多くの電子をエミッタ部に蓄積し、その結果、その書込み期間T_{sy}に続く電子放出期間T_{tn}においてより多くの電子を放出することができる。従って、書込み期間T_{sy}における書込み電圧V_m(V)の絶対値を変化させることにより、各蛍光体には異なる量の電子が衝突することになるので、各蛍光体の発光量を変化させることができる。従って、発光装置50をマトリクス状に配列したディスプレイにおいて、表示すべき画像に応じて各画素に要求される各色の発光量毎に各書込み期間T_{sy}における書込み電圧V_m(V)の絶対値を変化させることにより、カラー画像を表示することができる。図22は、緑色の輝度、赤色の輝度、次いで青色の輝度の順に輝度を小さくする場合の各波形を示してい

50

る。

【0110】

また、上記発光装置50の作動周波数は60Hzであったが、この作動周波数は表示される画像の要求に応じて50Hz、72Hz及びこれらの整数倍の周波数などの周波数に適宜変更してもよい。

【0111】

<各構成部材の材料例及び製法例>

次に、上記電子放出素子12、51の構成部材の材料及び製法例について説明する。

【0112】

(基板)

基板は、酸化アルミニウムを主成分とする材料、或いは、酸化アルミニウム及び酸化ジルコニウムとの混合物を主成分とする材料から構成されてもよい。

【0113】

(下部電極)

下部電極には、上述したように導電性を有する物質(例えば、白金、モリブデン、タングステン、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、クロム等の金属導体)が使用される。以下、下部電極に好適な物質を列挙する。

【0114】

(1)高温酸化雰囲気に対して耐性を有する導体(例えば、金属単体又は合金)

例)白金、イリジウム、パラジウム、ロジウム、モリブデン等の高融点貴金属

例)銀-パラジウム、銀-白金、白金-パラジウム等の合金を主成分とするもの

(2)高温酸化雰囲気に対して耐性を有する絶縁性セラミックスと金属単体との混合物

例)白金とセラミック材料とのサーメット材料

(3)高温酸化雰囲気に対して耐性を有する絶縁性セラミックスと合金との混合物

(4)カーボン系、又は、グラファイト系の材料

【0115】

これらのうち、白金のみ又は白金系の合金を主成分とする材料が非常に好ましい。なお、電極材料中にセラミック材料を添加する場合、その添加されるセラミック材料の割合は5~30体積%程度が好適である。また、後述する上部電極の材料と同様な材料を用いてもよい。下部電極は、厚膜形成法により形成されることが好適である。下部電極の厚さは、好ましくは20μm以下であり、更に好ましくは5μm以下である。

【0116】

(エミッタ部)

エミッタ部を構成する誘電体としては、上述したように比誘電率が比較的高い(例えば、比誘電率が1000以上)の誘電体を採用することができる。以下、エミッタ部に好適な物質を列挙する。

【0117】

(1)チタン酸バリウム、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等

(2)上記(1)に記載の物質のうちの任意の物質を組み合わせたものを含有するセラミックス

【0118】

(3)上記(2)に記載のセラミックスに、更に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル及びマンガン等の酸化物を添加したもの、上記(2)に記載のセラミックスにこれらの酸化物の任意の物質を組み合わせたものを添加したもの、又は、更に他の化合物を適切に添加したもの

(4)主成分が上記(1)に記載の物質を50%以上有する物質

【0119】

10

20

30

40

50

なお、例えば、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN）とチタン酸鉛（PT）との2成分系 $n\text{PMN} - m\text{PT}$ （ n, m をモル数比とする。）については、PMNのモル数比を大きくすることにより、キューリー点が低下し且つ室温での比誘電率を大きくすることができる。特に、 $n = 0.85 \sim 1.0$ 及び $m = 1.0 - n$ とした $n\text{PMN} - m\text{PT}$ は、比誘電率が3000以上となるので、エミッタ部の材料として非常に好ましい。例えば、 $n = 0.91$ 及び $m = 0.09$ の $n\text{PMN} - m\text{PT}$ の室温における比誘電率は15000となり、 $n = 0.95$ 及び $m = 0.05$ の $n\text{PMN} - m\text{PT}$ の室温における比誘電率は20000となる。

【0120】

また、例えば、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN）、チタン酸鉛（PT）及びジルコン酸鉛（PZ）の3成分系 $\text{PMN} - \text{PT} - \text{PZ}$ については、PMNのモル数比を大きくすることにより比誘電率を大きくすることができる。更に、この3成分系においては、正方晶と擬立方晶又は正方晶と菱面体晶のモルフトロピック相境界（MPB：Morphotropic Phase Boundary）付近の組成とすることにより、比誘電率を大きくすることができる。

【0121】

例えば、 $\text{PMN} : \text{PT} : \text{PZ} = 0.375 : 0.375 : 0.25$ とすると比誘電率は5500、 $\text{PMN} : \text{PT} : \text{PZ} = 0.5 : 0.375 : 0.125$ とすると比誘電率は4500となり、このような組成の $\text{PMN} - \text{PT} - \text{PZ}$ はエミッタ部の材料として特に好ましい。

【0122】

更に、絶縁性が確保できる範囲内でこれらの誘電体に白金のような金属を混入することにより、誘電率を向上させることが好ましい。この場合、例えば、誘電体に白金を重量比で20%混入させるとよい。

【0123】

エミッタ部には、更に、圧電/電歪層や反強誘電体層等を用いることができる。エミッタ部に圧電/電歪層を用いる場合、その圧電/電歪層として、例えば、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらのいずれかの組み合わせを含有するセラミックスを挙げることができる。

【0124】

当然、エミッタ部には、主成分が上記化合物を50重量%以上含有するものを使用することができる。また、前記セラミックスのうち、ジルコン酸鉛を含有するセラミックスは、エミッタ部を構成する圧電/電歪層の構成材料として最も頻繁に使用される。

【0125】

また、圧電/電歪層をセラミックスにて構成する場合、前記セラミックスに、さらに、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、もしくはこれらのいずれかの組み合わせ、又は他の化合物を、適宜、添加したセラミックスを用いてもよい。また、前記セラミックスに SiO_2 、 CeO_2 、 $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ もしくはこれらのいずれかの組み合わせを添加したセラミックスを用いてもよい。具体的には、 $\text{PT} - \text{PZ} - \text{PMN}$ 系圧電材料に SiO_2 を0.2wt%、もしくは CeO_2 を0.1wt%、もしくは $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ を1~2wt% 添加した材料が好ましい。

【0126】

より具体的には、例えば、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とからなる成分を主成分とし、さらにランタンやストロンチウムを含有するセラミックスを用いることが好ましい。

【0127】

圧電/電歪層は、緻密であっても、多孔質であってもよい。多孔質の場合、その気孔率は40%以下であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0128】

エミッタ部に反強誘電体層を用いる場合、その反強誘電体層としては、ジルコン酸鉛を主成分とするもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分を主成分とするもの、更には、ジルコン酸鉛に酸化ランタンを添加したもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分に対してジルコン酸鉛やニオブ酸鉛を添加したものが望ましい。

【0129】

反強誘電体層は、多孔質であってもよい。多孔質の場合、その気孔率は30%以下であることが望ましい。

【0130】

更に、タンタル酸ビスマス酸ストロンチウム ($\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$) は、分極反転疲労が小さいので、エミッタ部に適している。このような分極反転疲労が小さい材料は、層状強誘電体化合物で、 $(\text{BiO}_2)^{2+}(\text{A}_{m-1}\text{B}_m\text{O}_{3m+1})^{2-}$ という一般式で表される。ここで、金属Aのイオンは、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Bi^{3+} 、 La^{3+} 等であり、金属Bのイオンは、 Ti^{4+} 、 Ta^{5+} 、 Nb^{5+} 等である。更に、チタン酸バリウム系、ジルコン酸鉛系、PZT系の圧電セラミックスに添加剤を加えて半導体化させることも可能である。この場合、エミッタ部内で不均一な電界分布をもたせられるので、電子放出に寄与する上部電極との界面近傍に電界を集中させることができる。

【0131】

また、圧電/電歪/反強誘電体セラミックスに、例えば鉛ホウケイ酸ガラス等のガラス成分や、他の低融点化合物（例えば酸化ビスマス等）を混ぜることによって、エミッタ部の焼成温度を下げるができる。

【0132】

また、エミッタ部を圧電/電歪/反強誘電体セラミックスで構成する場合、エミッタ部はシート状の成形体、シート状の積層体、又は、これらを他の支持用基板に積層又は接着したものから作成することができる。

【0133】

また、エミッタ部に非鉛系の材料を使用すること等により、エミッタ部を融点もしくは蒸散温度の高い材料により形成すれば、電子もしくはイオンの衝突に対し損傷しにくいエミッタ部が得られる。

【0134】

なお、エミッタ部は、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、電気泳動法、エアロゾルデポジション法等の各種厚膜形成法や、イオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相成長法 (CVD)、めっき等の各種薄膜形成法により形成することができる。特に、圧電/電歪材料を粉末化したものを、エミッタ部として形成し、これに低融点のガラスやゾル粒子を含浸させることにより、700 或いは600 以下といった低温で膜を形成することができる。

【0135】

(上部電極)

上部電極には焼成後に薄い膜が得られる有機金属ペースト（例えば、白金レジネートペースト等の材料）が使用される。また、上部電極の材料には、分極反転疲労を抑制する酸化物電極、或いは、分極反転疲労を抑制する酸化物電極を例えば白金レジネートペーストに混ぜた材料が好適である。分極反転疲労を抑制する酸化物電極としては、例えば、酸化ルテニウム (RuO_2)、酸化イリジウム (IrO_2)、ルテニウム酸ストロンチウム (SrRuO_3)、 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ （例えば $x = 0.3$ や 0.5 ）、 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ （例えば $x = 0.2$ ）、 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_3$ （例えば $x = 0.2$ 、 $y = 0.05$ ）等を挙げることができる。

【0136】

また、上部電極に、鱗片状の物質（例えば黒鉛等）の集合体や、鱗片状の物質を含んだ導電性の物質の集合体を使用することが好適である。このような物質の集合体は、元来、鱗片と鱗片とが離間している部分を有しているので、焼成などの熱処理を経なくても、そ

10

20

30

40

50

の部分を上部電極の上記微細貫通孔として使用することができる。更に、エミッタ部上に有機樹脂と金属薄膜とをこの順に層状に形成した後で焼成し、有機樹脂を燃焼させることにより金属薄膜に微細貫通孔を形成し、上部電極としてもよい。

【0137】

上部電極は、上記材料を用い、スクリーン印刷、スプレー、コーティング、ディッピング、塗布、電気泳動法等の各種の厚膜形成法や、スパッタリング法、イオンビーム法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相成長法(CVD)、めっき等の各種の薄膜形成法による通常の膜形成法により形成することができる。

【0138】

以上、説明したように、本発明の各実施形態に係る電子放出装置は、

10

所定の書込み電圧 V_m が付与されたときに多数の電子を内部に蓄積するとともに所定の電子放出電圧 V_p が付与されたとき平面状の電子放出部(上部電極)から同蓄積された多数の電子を平面状に放出する電子放出素子(12, 51)と、

所定の電圧であるコレクタ電圧 V_c が付与されたとき前記電子放出素子から放出された電子を引き寄せる電極であって前記電子放出部に対向するように(前記電子放出部に対向し且つ同電子放出部のなす平面に平行な面に配置された)複数のコレクタ電極(14、14')と、

前記複数のコレクタ電極(14、14')に近接配置されるとともに電子が付与されることにより発光する蛍光体(15, 15RD, 15GR, 15BL)と、

前記電子放出素子に前記書込み電圧と前記電子放出電圧とを交互に付与する電子放出駆動回路(16)と、

20

前記電子放出素子が電子を放出しているとき前記コレクタ電圧を前記複数のコレクタ電極のそれぞれに互いに異なる期間において付与するコレクタ電圧付与回路(17)と、

を備えている。

【0139】

従って、コレクタ電圧 V_c は、前記複数のコレクタ電極のそれぞれに互いに異なる期間において付与される。これにより、コレクタ電極 V_c が付与されているコレクタ電極の近傍の蛍光体に電子が衝突し、その部分の蛍光体は発光する。また、その蛍光体は、コレクタ電圧 V_c の付与を停止しても残光を発する。従って、本発明による発光装置は、蛍光体の電子の衝突による発光と、蛍光体の残光による光と、を利用することができるので、各蛍光体に過剰な電子を衝突させることなく(換言すると、電子放出素子に付与する電力を無駄にすることなく)、大きな光量の光を発することができる。

30

【0140】

また、上記各実施形態において、コレクタ電圧付与回路17は、1つの電子放出素子12から電子を受け取る複数のコレクタ電極(14L、14C、14R)のうちの1つのコレクタ電極にコレクタ電圧 V_c を付与しているとき、同複数のコレクタ電極のうちの残りのコレクタ電極にコレクタ電圧 V_c を付与しないように構成されている。

【0141】

これによれば、電子放出素子が放出した電子を何れかのコレクタ電極に確実に引寄せることができる。従って、電子を引寄せたコレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体を確実に発光させることができる。

40

【0142】

更に、コレクタ電圧付与回路17は、前記複数のコレクタ電極のそれぞれに対し所定の順序(例えば、コレクタ電極14L、次いで14C、次いで14Rの順)に従ってコレクタ電圧 V_c を付与する動作を繰り返し行うように構成されている。

【0143】

これによれば、各コレクタ電極の近傍に配置されている蛍光体の残光量が過度に小さくなる前に、その蛍光体に電子を衝突させ、その蛍光体を再度発光させることが可能となる。この結果、発光の不均一性(輝度むら)を小さくすることができる。

【0144】

50

更に、電子放出駆動回路 16 は、複数のコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) の何れかにコレクタ電圧 V_c が付与されている期間にのみ電子放出電圧 V_p を電子放出素子 12 に付与している。加えて、電子放出駆動回路 16 は、複数のコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) の何れにもコレクタ電圧 V_c が付与されていない期間にのみ書込み電圧 V_m を電子放出素子 12 に付与するように構成されている。

【0145】

従って、電子の放出がないにもかかわらずコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) の何れかにコレクタ電圧 V_c が付与されている事態を回避することができる。この結果、コレクタ電圧付与回路 (17) 内において無駄に電力を消費することを回避することができる。加えて、複数のコレクタ電極 (14 L、14 C、14 R) の何れにもコレクタ電圧が付与されていない期間 (蛍光体に電子を衝突させる必要のない期間) に、電子放出素子 12 に書込み電圧が付与されることにより電子放出素子 12 は電子を蓄積することができる。この結果、発光装置 10 は、電子放出素子 12 に効率よく電子を蓄積させ、及び、効率よく電子を放出させることができる。また、電子放出素子 12 における上部電極 12c の損耗や電子放出素子 12 の絶縁破壊を回避することができる。

10

【0146】

本発明は上記各実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、第 1 ~ 第 3 実施形態の白色蛍光体を用いた発光装置において、図 23 に示したように、白色蛍光体を各コレクタ電極 14 毎に独立して形成してもよい。また、図 16 及び図 17 に示した反射板又は散乱板を備える構造は、第 4 実施形態の発光装置 50 のようなカラーディスプレイ用の発光装置に適用することもできる。

20

【0147】

また、図 24 に一部を示した発光装置のように、発光装置 10 等のコレクタ電極 14 及び蛍光体 15 をコレクタ電極 14' 及び蛍光体 15' に置換してもよい。より具体的に説明すると、この発光装置においては、透明板 13 の下面 (上部電極 12c と対向する面) に蛍光体 15' が形成され、蛍光体 15' を覆うようにコレクタ電極 14' が形成されている。コレクタ電極 14' は、エミッタ部 12b から上部電極 12c の微細貫通孔 12c1 を通して放出された電子が貫通できる程度の厚さを有するように形成されている。この場合、コレクタ電極 14' の厚さは 100 nm 以下であることが望ましい。コレクタ電極 14' の厚さは、放出された電子の運動エネルギーが大きいほど大きくすることができる。

30

【0148】

係る構成は、CRT 等に採用される構成である。コレクタ電極 14' はメタルバックとして機能する。エミッタ部 12b から上部電極 12c の微細貫通孔 12c1 を通して放出された電子はコレクタ電極 14' を貫通して蛍光体 15' に進入し、蛍光体 15' を励起し、発光を生ぜしめる。この発光装置は、以下の効果を奏することができる。

【0149】

(a) 蛍光体 15' が導電性でない場合、蛍光体 15' が帯電 (負に帯電) することを回避することができる。この結果、電子を加速させる電界を維持することができる。

(b) コレクタ電極 14' により蛍光体 15' が発生した光が反射されるので、その光を効率よく透明板 13 側 (発光面側) に放出させることができる。

40

(c) 蛍光体 15' への過度の電子の衝突を防ぐことができるので、蛍光体 15' の劣化や蛍光体 15' からガスが発生することを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【0150】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る発光装置の部分断面図である。

【図 2】図 1 に示した発光装置の部分平面図である。

【図 3】図 1 に示した電子放出素子の拡大部分断面図である。

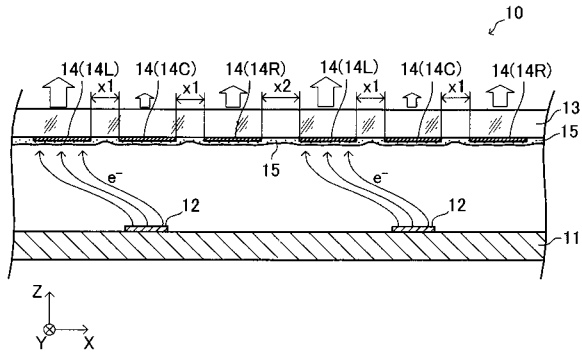
【図 4】図 1 に示した電子放出素子の拡大部分平面図である。

【図 5】図 1 に示した発光装置の回路図である。

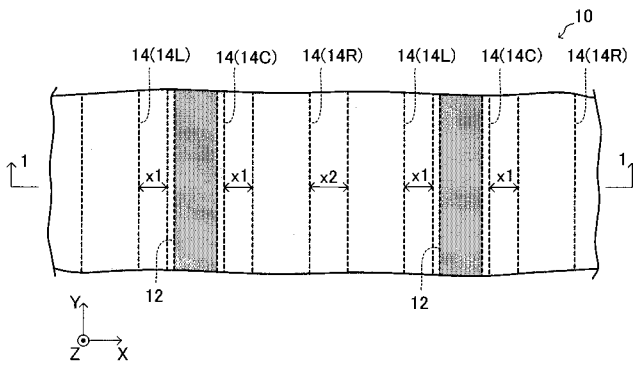
50

- 【図 6】図 1 に示した電子放出素子の一つの状態を示した図である。
- 【図 7】図 1 に示した電子放出素子のエミッタ部の電圧 - 分極特性のグラフである。
- 【図 8】図 1 に示した電子放出素子の他の状態を示した図である。
- 【図 9】図 1 に示した電子放出素子の他の状態を示した図である。
- 【図 10】図 1 に示した電子放出素子の他の状態を示した図である。
- 【図 11】図 1 に示した電子放出素子の他の状態を示した図である。
- 【図 12】図 1 に示した電子放出素子の他の状態を示した図である。
- 【図 13】図 1 に示した発光装置の作動を示したタイムチャートである。
- 【図 14】本発明の第 2 実施形態に係る発光装置の作動を示したタイムチャートである。
- 【図 15】本発明の第 3 実施形態に係る発光装置の部分平面図及び部分断面図である。 10
- 【図 16】本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例に係る発光装置の部分平面図及び部分断面図である。
- 【図 17】本発明の第 3 実施形態の第 2 変形例に係る発光装置の部分平面図である。
- 【図 18】図 17 に示した発光装置の電子放出素子及び反射板（又は散乱板）の部分平面図である。
- 【図 19】本発明の第 4 実施形態に係る発光装置の部分断面図である。
- 【図 20】図 19 に示した発光装置の部分平面図である。
- 【図 21】図 19 に示した発光装置の作動を示したタイムチャートである。
- 【図 22】図 19 に示した発光装置の別の作動を示したタイムチャートである。
- 【図 23】本発明による発光装置の他の変形例の部分断面図である。 20
- 【図 24】本発明による発光装置の他の変形例の透明板、蛍光体及びコレクタ電極の断面図である。
- 【図 25】従来の冷陰極放電ランプを使用した光源の部分断面図である。
- 【符号の説明】
- 【0151】
- 10 ... 発光装置、11 ... 基板、12, 51 ... 電子放出素子、12a ... 下部電極、12b ... エミッタ部、12c ... 上部電極、12c1 ... 微細貫通孔、13 ... 透明板、14 ... コレクタ電極、14L ... 左側コレクタ電極、14C ... 中央コレクタ電極、14R ... 右側コレクタ電極、15 ... 蛍光体、15RD ... 赤色蛍光体、15GR ... 緑色蛍光体、15BL ... 青色蛍光体、16 ... 電子放出駆動回路、17 ... コレクタ電圧付与回路、20 ... 発光装置、21 ... 光透過部、22 ... 反射板（又は散乱板）、30 ... 発光装置、31 ... 反射板（又は散乱板）、40 ... 発光装置、41 ... 反射板（又は散乱板）、50 ... 発光装置、51 ... 電子放出素子。
- 30

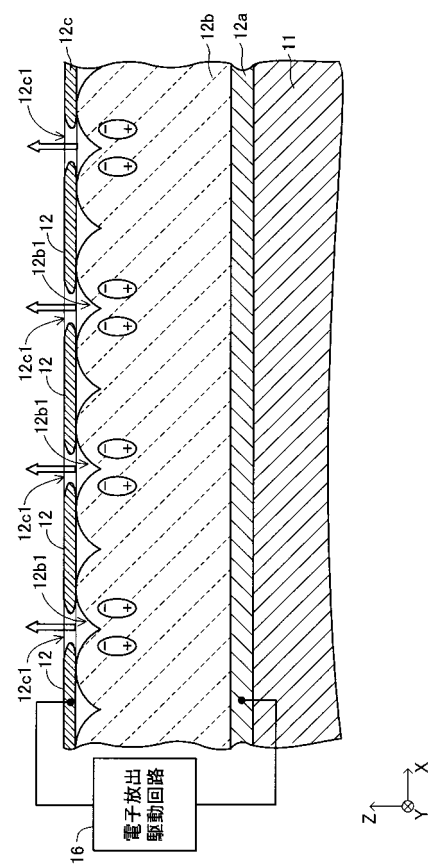
【図 1】



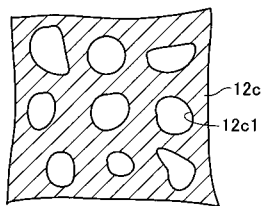
【図 2】



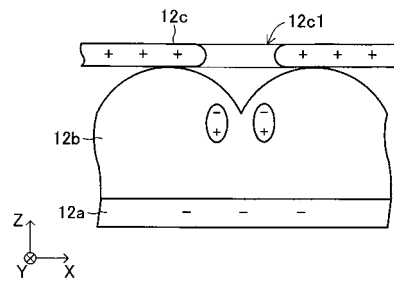
【図 3】



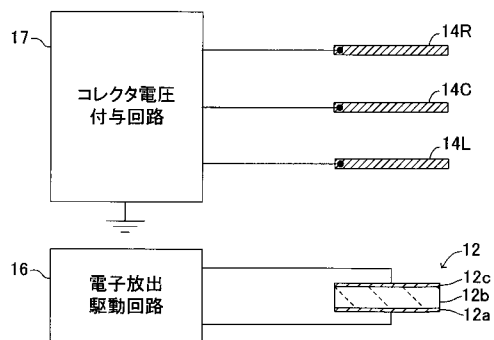
【図 4】



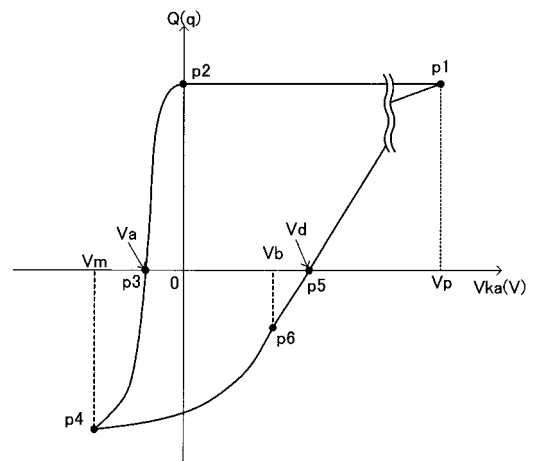
【図 6】



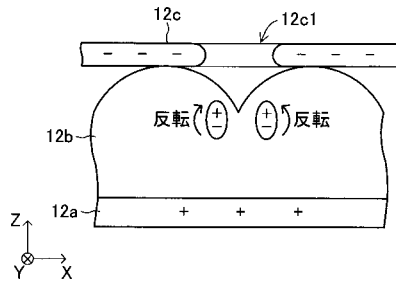
【図 5】



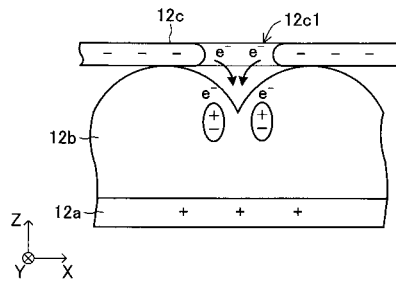
【図 7】



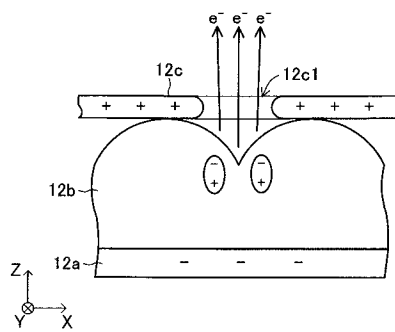
【図 8】



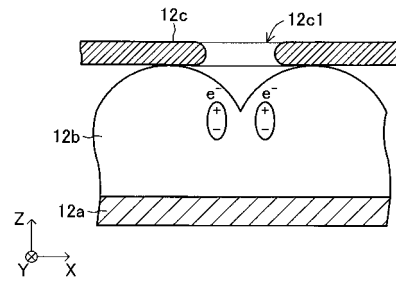
【図 9】



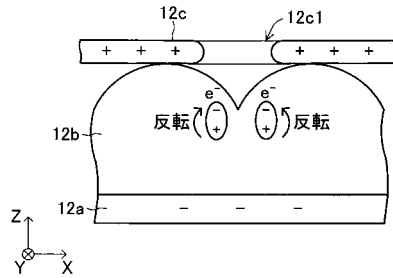
【図 12】



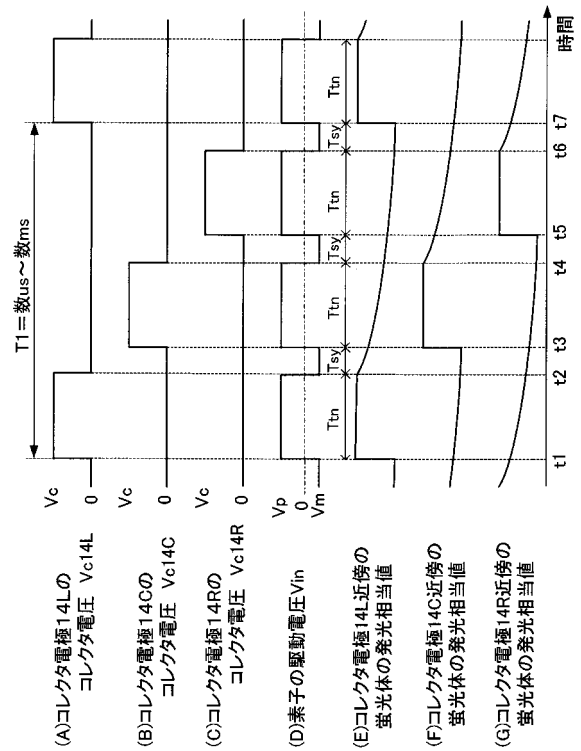
【図 10】



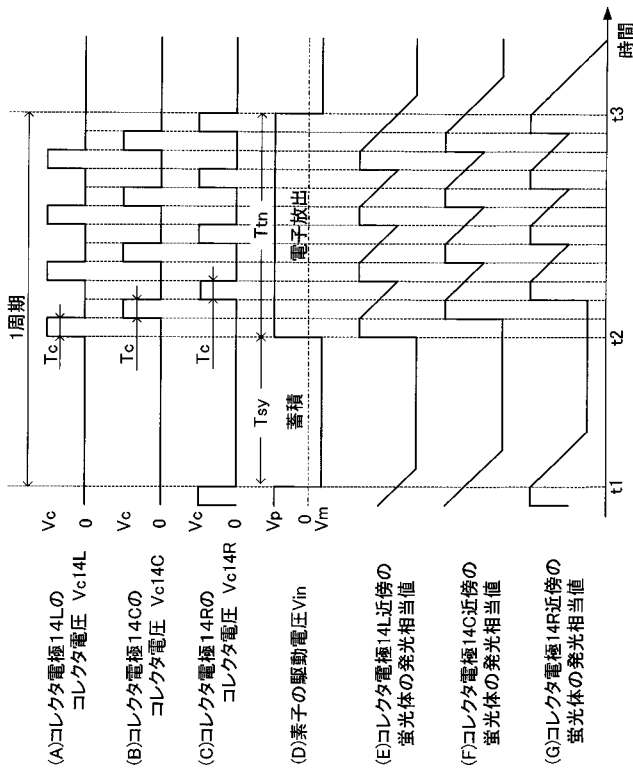
【図 11】



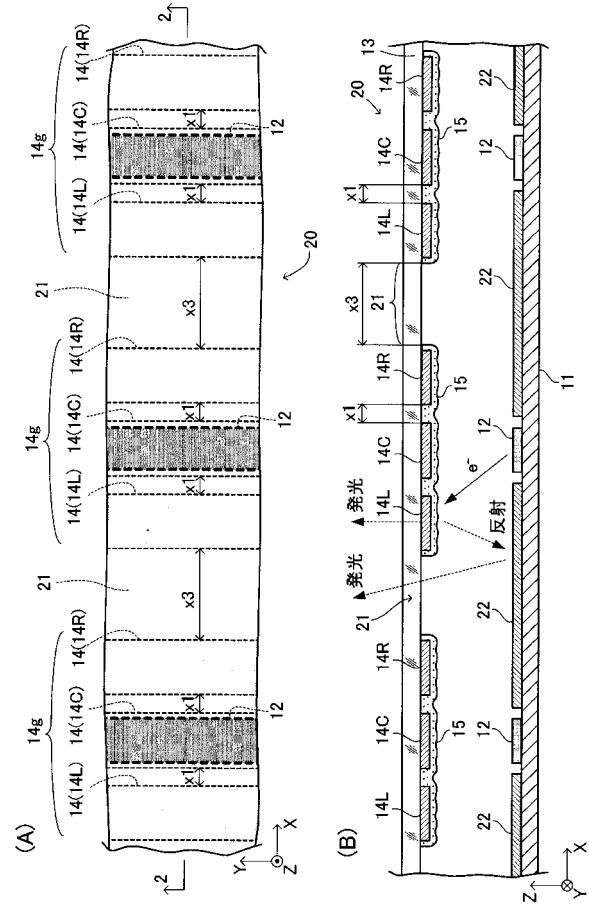
【図 13】



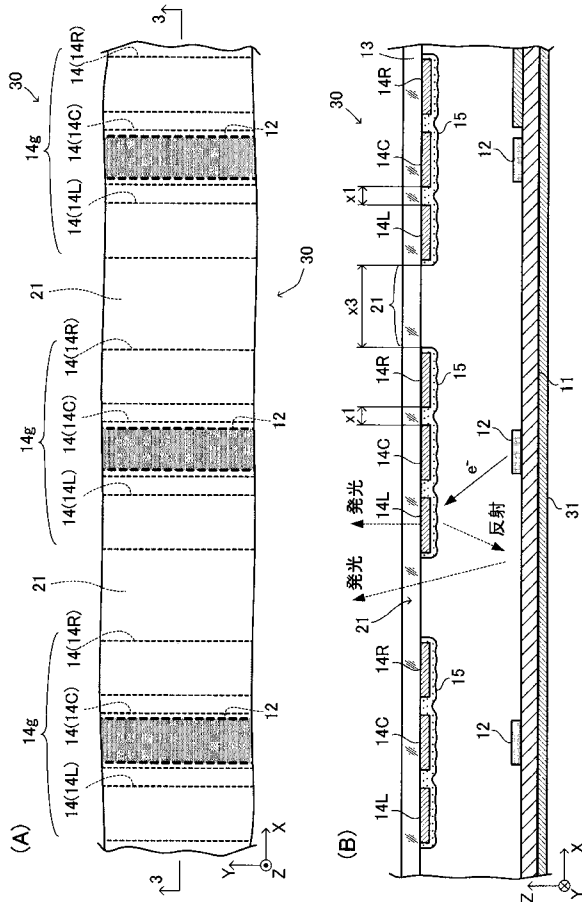
【図 14】



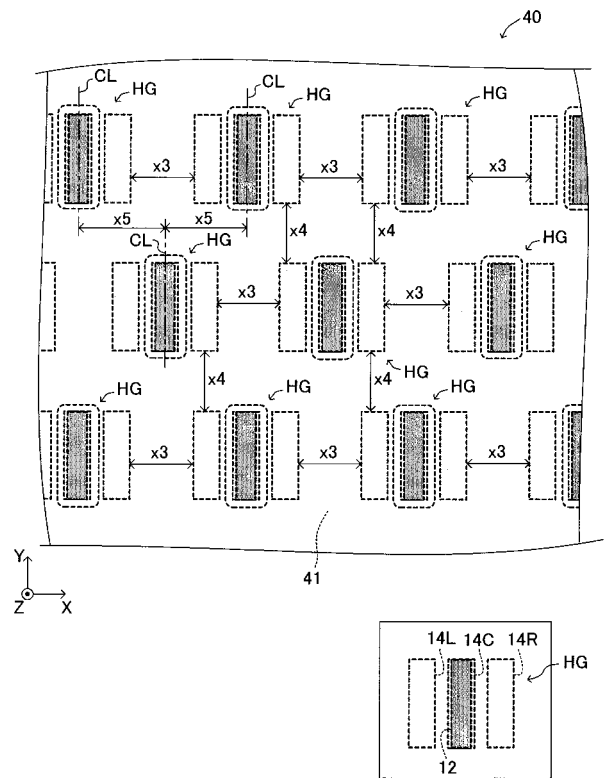
【図 15】



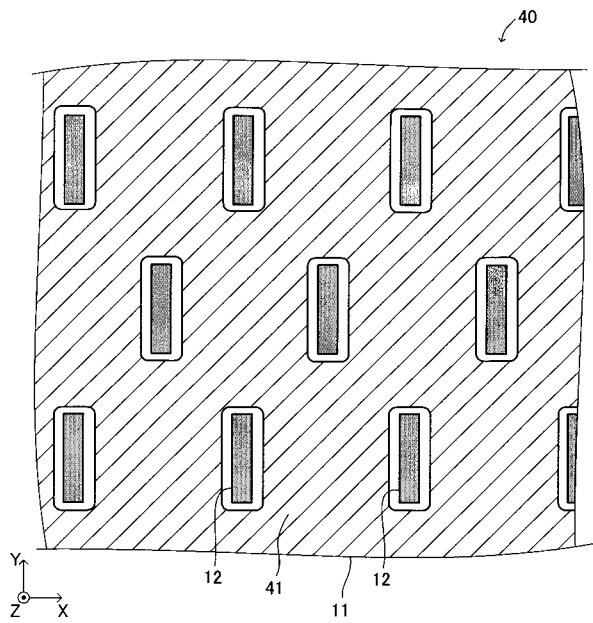
【図 16】



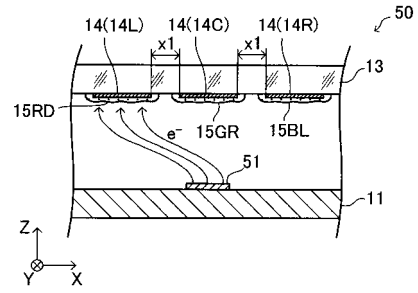
【図 17】



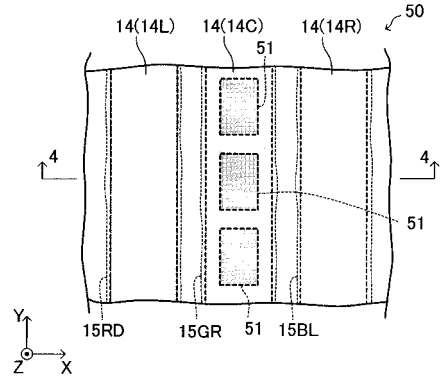
【図 18】



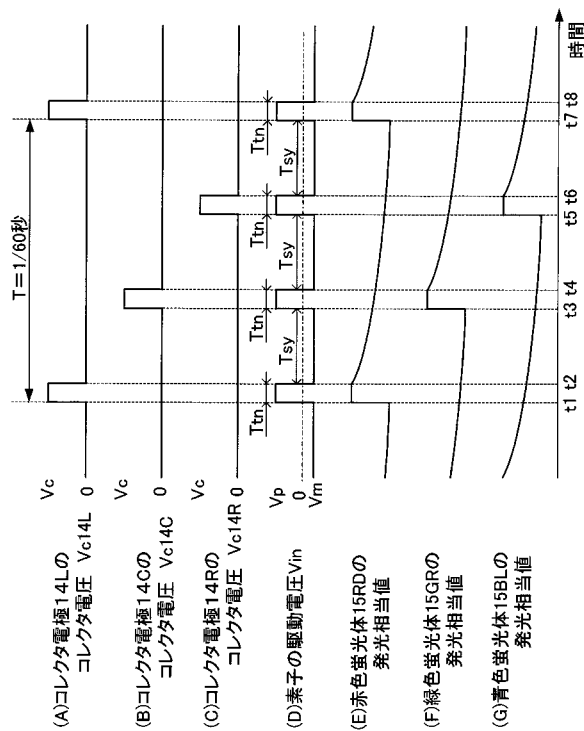
【図 19】



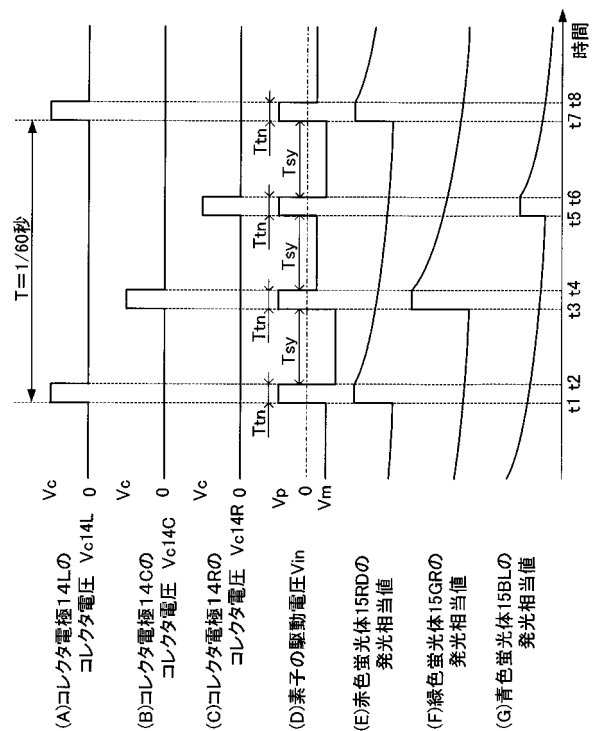
【図 20】



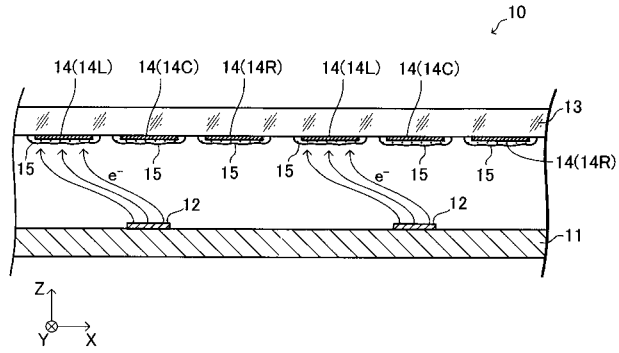
【図 21】



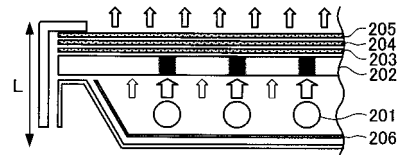
【図 22】



【図 2 3】



【図 2 5】



205: DBEF (Dual Brightness Enhancement Film)
 204: BEF (Brightness Enhancement Film)
 203: 拡散シート
 202: 拡散板
 201: 冷陰極放電ランプ
 206: 反射シート

【図 2 4】

