

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4433384号
(P4433384)

(45) 発行日 平成22年3月17日 (2010.3.17)

(24) 登録日 平成22年1月8日 (2010.1.8)

(51) Int.Cl.

H05B 33/14 (2006.01)

F I

H05B 33/14

Z

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-29312 (P2004-29312)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成16年2月5日 (2004.2.5)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2005-222801 (P2005-222801A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成17年8月18日 (2005.8.18)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成18年5月22日 (2006.5.22)		弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468
			弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	藤本 央
			神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写
			真フイルム株式会社内
		(72) 発明者	五十田 智丈
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士写真フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレクトロルミネッセンス素子および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも第1の粒子群と第2の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子が、バインダー中に分散されてなる発光層と、

該発光層に電圧を印加する電極とを備えたエレクトロルミネッセンス素子であって、

前記第1の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、第1の誘電率を有する第1の誘電体コアと、第1の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、

前記第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、前記第1の誘電率とは異なる第2の誘電率を有する第2の誘電体コアと、第2の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、

前記第1の蛍光体材料と前記第2の蛍光体材料とが、互いに異なる発光色を示す蛍光体材料であり、

前記第1の誘電体コアと前記第2の誘電体コアとが、前記第1の蛍光体材料の電圧 - 輝度特性と前記第2の蛍光体材料の電圧 - 輝度特性との違いを前記第1の誘電率と前記第2の誘電率との違いで相殺して前記第1の粒子群の見かけ上の電圧 - 輝度特性と前記第2の粒子群の見かけ上の電圧 - 輝度特性とを一致させるように選択されたものであることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】

前記第1の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層および/または前記第2の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層が設けられていることを特徴とする請求

項 1 記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】

互いに並列配置または積層配置された、互いに異なる発光色を示す少なくとも 2 つの発光層と、

前記少なくとも 2 つの発光層に、個別に電圧を印加する電極とを備えたエレクトロルミネッセンス素子であって、

前記少なくとも 2 つの発光層のうちの第 1 の発光層が、少なくとも第 1 の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子がバインダー中に分散されてなるものであって、該第 1 の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、第 1 の誘電率を有する第 1 の誘電体コアと、第 1 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、

前記少なくとも 2 つの発光層のうちの第 2 の発光層が、少なくとも第 2 の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子がバインダー中に分散されてなるものであって、該第 2 の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、前記第 1 の誘電率とは異なる第 2 の誘電率を有する第 2 の誘電体コアと、前記第 1 の蛍光体材料と異なる発光色を示す第 2 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、

前記第 1 の誘電体コアと前記第 2 の誘電体コアとが、前記第 1 の蛍光体材料の電圧 - 輝度特性と前記第 2 の蛍光体材料の電圧 - 輝度特性との違いを前記第 1 の誘電率と前記第 2 の誘電率との違いで相殺して前記第 1 の発光層の見かけ上の電圧 - 輝度特性と前記第 2 の発光層の見かけ上の電圧 - 輝度特性とを一致させるように選択されたものであることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

前記第 1 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層および / または前記第 2 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層が設けられていることを特徴とする請求項 3 記載のエレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載のエレクトロルミネッセンス素子が、2 次元状に多数配置されてなる表示部を備えて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、エレクトロルミネッセンス素子および表示装置に関し、特に、蛍光体を含むエレクトロルミネッセンス発光粒子が発光層中に分散された分散型様の構造を有するエレクトロルミネッセンス素子、およびそのようなエレクトロルミネッセンス素子を利用した表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネッセンス素子は、自己発光する面光源として、別途の光源が不要な新たな表示装置等への利用が期待されているものである。従来のエレクトロルミネッセンス素子には、蛍光体粒子が誘電体バインダー中に遊離分散されてなる発光層を有する「分散型」の素子と、蛍光体材料を真空蒸着等することにより薄膜状に形成された発光層を有する「薄膜型」の素子の 2 つのタイプが存在する。これら 2 つのタイプのうち、分散型エレクトロルミネッセンス素子は、真空蒸着等を含まない簡略な製造工程により作製することができるため、製造コストが安く、素子の大型化が容易である点や、可撓性を有するフレキシブルな素子も作製できる点等で優れている。

【0003】

非特許文献 1 等に記載されている分散型エレクトロルミネッセンス素子の基本的な構造は、図 7 に示す素子 90 のような、ガラスやポリエチレンテレフタレート (PET) シート等の透明基板 92 の上に、透明導電膜の塗布により透明電極 94 が形成されて、その上に、発光層 96、絶縁層 98 および背面電極 100 が積層された構造である。さらに、表面保護層等の追加の層が設けられる場合もある。発光層 96 は、蛍光体粒子 102 が誘電

10

20

30

40

50

体バインダー 104 中に遊離分散されてなる層である。透明電極 94 と背面電極 100 との間に交流電圧を印加すると、発光層 96 内部の蛍光体粒子 102 が電界発光を示し、その光が透明電極 94 および透明基板 92 を介して取り出される。絶縁層 98 は、電流経路を遮断し、各蛍光体粒子 102 に安定した高電界を印加するためのものであるが、上記の蛍光体粒子 102 同士の遊離分散が完全に実現されており、発光層 96 内の電流経路が遮断されている場合には、絶縁層 98 を設けなくてもよい。

【0004】

素子の発光色は、蛍光体粒子の種類により決定される。また、白色等の所望の発光色を得るために、異なる発光色を示す蛍光体粒子を混合使用したり、染料や顔料を用いて発光色を調整したりする場合もある。さらに、異なる発光色を示す蛍光体粒子を使用した発光部分を 2 次元状に並列配置した「デュアル・パターン方式」や「トリプル・パターン方式」と呼ばれる構成、または、複数の色に対応する異なる種類の蛍光体粒子を使用した図 7 に示す構造を多重に積層配置して中間の電極をすべて透明電極とした構成を採用することにより、マルチカラー表現を行うことができ、カラーディスプレイ等への応用も可能である。

【0005】

分散型エレクトロルミネッセンス素子の蛍光体粒子としては、従来の典型的な素子では、付活剤が蛍光体母材に添加された ZnS:Cu,Cl 等の粒子が用いられていた。素子の発光は、付活剤として添加された元素が、ドナーおよびアクセプタとして作用し、再結合が起こることによるものであり、たとえば、上記の ZnS:Cu,Cl の場合には、Cl がドナー、Cu がアクセプタとして作用する。一方、特許文献 1 等において、図 7 に示した構造と同様の分散型様の構造を採りながら、発光層中に遊離分散される蛍光体粒子として、従来は薄膜型エレクトロルミネッセンス素子の発光層に使用されていた ZnS:Mn 等の蛍光体材料を粒子形状にしたものを用いたエレクトロルミネッセンス素子も提案されている。これらの素子では、蛍光体部分とその周囲の誘電体との界面および / または蛍光体部分内のトラップ等から、蛍光体部分内に電子が注入され、その電子が加速されてホットエレクトロンとなり蛍光体部分内の発光中心を衝突励起し、従来の薄膜型素子に類似の発光機構が実現されと考えられる。基本的な構造自体は従来の分散型素子と同様であるので、製造コストは低く抑えることができる。

【0006】

ここで、上記のとおり、分散型エレクトロルミネッセンス素子は、従来から、製造コストが安い等の点では薄膜型エレクトロルミネッセンス素子よりも優れていたが、輝度等の点では劣っていた。そのため、低コスト等の利点を維持したまま、輝度および発光効率の高い分散型エレクトロルミネッセンス素子を実現する工夫が、種々なされてきた。その一例として、特許文献 1 においては、上記の粒子 102 のような蛍光体のみからなる発光粒子に代えて、誘電体コアに蛍光体被覆層を設けた発光粒子や、さらにその蛍光体被覆層を覆う誘電体被覆層を設けた発光粒子を用い、誘電体コアの作用により蛍光体被覆層に効率的に電界が印加されるように構成された分散型エレクトロルミネッセンス素子が提案されている。

【特許文献 1】国際公開第 02 / 080626 号パンフレット

【非特許文献 1】猪口敏夫著、「エレクトロルミネセントディスプレイ」、初版、産業図書株式会社、平成 3 年 7 月 25 日

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子では、所望の発光色を実現する際に発光色の制御における自由度が小さいこと、長期使用による素子の劣化に伴い発光色が変化してしまうこと、および、マルチカラー表現に応用した際に回路上の負荷が大きいこと等の問題点があった。

【0008】

すなわち、白色等の所望の発光色を実現する際の発光色の制御に言えば、従来のように異なる発光色を示す蛍光体粒子を混合使用すると、一般に各蛍光体粒子の電圧 - 輝度特性が異なるため、輝度調整のために駆動電圧を変更すると色味が変わってしまい、多様な駆動条件および広い輝度範囲に亘って所望の発光色を表現することができないという問題があった。また、染料や顔料を用いて発光色を調整した場合にも、ある特定の輝度に合わせて染料や顔料の使用量が決定されるため、やはり輝度を調整すると色味が大幅に変わってしまい、多様な駆動条件および広い輝度範囲に亘って所望の発光色を表現することができなかった。

【 0 0 0 9 】

長期使用による素子の劣化に伴う発光色の変化に言えば、所望の発光色を実現するために異なる発光色を示す蛍光体粒子を混合使用した場合には、発光寿命の劣化パターンが各蛍光体で異なるために、時間の経過に伴って発光色が変化してしまっていた。マルチカラー表現を行うために、異なる発光色を示す蛍光体粒子を使用した発光部分を並列配置または積層配置した構成の素子においても、各発光部分に使用した蛍光体粒子の発光寿命の劣化パターンの違いのために、同様の問題が生じ得る。また、染料や顔料を用いて発光色を調整した場合にも、電気的要因による蛍光体の劣化と、紫外線等の光学的要因による染料や顔料の劣化の特性がそれぞれ異なるために、やはり時間の経過に伴って発光色が変化してしまっていた。

【 0 0 1 0 】

マルチカラー表現に応用した際の回路上の負荷に言えば、各色の発光部分に使用される蛍光体粒子の電圧 - 輝度特性が異なるため、各色の発光部分に印加される電圧レベルに差が生じ、回路上の負荷が増大するという問題があった。

【 0 0 1 1 】

さらに、分散型エレクトロルミネッセンス素子において、高い輝度および発光効率を実現するために、電圧 - 輝度特性が急峻な応答を示す蛍光体粒子や、誘電体コアに蛍光体被覆層を設けた発光粒子を使用した場合には、わずかな電圧の調整で発光輝度が大きく変化するため、微妙な階調表現を実現することが困難であるという問題もあった。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記事情に鑑み、低コスト等の従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子の利点を維持したまま、輝度および発光効率が高く、しかも、発光色の制御、発光色の経時変化の抑制、回路上の負荷の抑制および / または微妙な階調表現の実現の点で改善された分散型エレクトロルミネッセンス素子、およびそのようなエレクトロルミネッセンス素子を利用した表示装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明に係る第 1 のエレクトロルミネッセンス素子は、少なくとも第 1 の粒子群と第 2 の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子が、バインダー中に分散されてなる発光層と、その発光層に電圧を印加する電極とを備えたエレクトロルミネッセンス素子であって、上記の第 1 の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、第 1 の誘電率を有する誘電体コアと、第 1 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、上記の第 2 の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、上記の第 1 の誘電率とは異なる第 2 の誘電率を有する誘電体コアと、第 2 の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

ここで、本発明において「エレクトロルミネッセンス発光粒子」とは、エレクトロルミネッセンス素子の発光層中に分散される各粒子の全体を指すものとする。すなわち、実際にエレクトロルミネッセンスによる発光が生じるのは、粒子中の蛍光体部分であるが、本発明においては、誘電体コアや、あれば誘電体被覆層やバッファ層等を含めた粒子全体を、「エレクトロルミネッセンス発光粒子」または単に「発光粒子」と呼ぶものとする。

【 0 0 1 5 】

また、本発明において、多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子がバインダー中に「分散」されているとは、各エレクトロルミネッセンス発光粒子が互いに完全に遊離分散していることを要するものではなく、一部または全部のエレクトロルミネッセンス発光粒子が互いに接触していてもよいものであるとする。

【0016】

さらに、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子は、発光層と電極とを有してなるものであるが、これは必要最低限の層構成を示したものであって、これに加えて、発光層の片側もしくは両側に形成された絶縁層、バッファ層、表面保護層等の追加の層が設けられていてもよい。特に、一部または全部のエレクトロルミネッセンス発光粒子が互いに接触している場合は、絶縁層を設けることが好ましい。

10

【0017】

また、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子において、第1および第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子は、誘電体コアと蛍光体被覆層とを有するものであるが、これも必要最低限の構成を示したものである。たとえば、誘電体コアと蛍光体被覆層との間にバッファ層等の追加の層が設けられていてもよいし、蛍光体被覆層の外側に表面保護層等が設けられていてもよい。

【0018】

さらに、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子において、上記の第1の蛍光体材料と第2の蛍光体材料は、互いに異なる発光色を示す蛍光体材料であってもよいし、同一の発光色を示す蛍光体材料であってもよい。ここで、「同一の発光色を示す蛍光体材料」とは、同一の蛍光体材料であってもよいし、互いに異なる蛍光体材料であるが同一の発光色を示すものであってもよい。

20

【0019】

また、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子においては、上記の第1の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層および/または上記の第2の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層が設けられていてもよい。この場合にも、誘電体コアと蛍光体被覆層との間もしくは蛍光体被覆層と誘電体被覆層との間に、バッファ層等の追加の層が設けられていてもよいし、誘電体被覆層の外側に表面保護層等が設けられていてもよい。

【0020】

30

本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子は、互いに並列配置または積層配置された、互いに異なる発光色を示す少なくとも2つの発光層と、それら少なくとも2つの発光層に、個別に電圧を印加する電極とを備えたエレクトロルミネッセンス素子であって、上記の少なくとも2つの発光層のうちの第1の発光層が、少なくとも第1の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子がバインダー中に分散されてなるものであって、その第1の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、第1の誘電率を有する誘電体コアと、第1の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであり、上記の少なくとも2つの発光層のうちの第2の発光層が、少なくとも第2の粒子群からなる多数のエレクトロルミネッセンス発光粒子がバインダー中に分散されてなるものであって、その第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、上記の第1の誘電率とは異なる第2の誘電率を有する誘電体コアと、上記の第1の蛍光体材料と異なる発光色を示す第2の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層とを有するものであることを特徴とするものである。

40

【0021】

ここで、上記の本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子は、少なくとも2つの発光層と電極とを有してなるものであるが、これも必要最低限の層構成を示したものであって、これに加えて、各発光層の片側もしくは両側に形成された絶縁層、バッファ層、表面保護層等の追加の層が設けられていてもよい。特に、一部または全部のエレクトロルミネッセンス発光粒子が互いに接触している場合は、絶縁層を設けることが好ましい。また、上記の電極の、各発光層に電圧を印加する部分は、発光層ごとに物理的に分離したも

50

のであってもよいし、複数の発光層間で一部の構成が物理的に兼ねられているものであってもよい。

【 0 0 2 2 】

また、上記の本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子においても、第1および第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子は、誘電体コアと蛍光体被覆層とを有するものであるが、これも必要最低限の構成を示したものである。たとえば、誘電体コアと蛍光体被覆層との間にバッファ層等の追加の層が設けられていてもよいし、蛍光体被覆層の外側に表面保護層等が設けられていてもよい。

【 0 0 2 3 】

さらに、上記の本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子においても、上記の第1の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層および/または上記の第2の蛍光体材料からなる蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層が設けられていてもよい。この場合にも、誘電体コアと蛍光体被覆層との間もしくは蛍光体被覆層と誘電体被覆層との間に、バッファ層等の追加の層が設けられていてもよいし、誘電体被覆層の外側に表面保護層等が設けられていてもよい。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る表示装置は、上記の本発明に係るいずれかのエレクトロルミネッセンス素子が、2次元状に多数配置されてなる表示部を備えていることを特徴とするものである。ただし、この本発明に係る表示装置は、2次元状に配置された複数のエレクトロルミネッセンス素子間で、電極等の一部の構成が物理的に兼ねられているものも含むものであると

【発明の効果】

【 0 0 2 5 】

本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子は、第1および第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が誘電体コアと蛍光体被覆層とを有するものである。蛍光体のみからなる粒子を発光粒子として用いる場合に比べて、発光層に印加された電圧を発光層中の蛍光体部分に効率的に集中させることができ、高輝度かつ高効率の発光が可能である。しかも、第1の粒子群と第2の粒子群とでは、誘電体コアとして、異なる誘電率を有する誘電体を使用しているため、蛍光体被覆層への電圧印加効率を、第1の粒子群と第2の粒子群とでそれぞれ独立に調整することができ、発光色の制御における自由度の向上、長期使用による素子の劣化に伴う発光色の経時変化の抑制および/または微妙な階調表現の実現を図ることが可能である。さらに、本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子は、従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子と同様、真空蒸着等を含まない簡略な製造工程により作製することができるため、低コスト等の従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子の利点を維持したまま、上記の効果を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

とりわけ、第1の粒子群に使用される第1の蛍光体材料と、第2の粒子群に使用される第2の蛍光体材料とを、互いに異なる発光色を示す蛍光体材料とした場合には、各蛍光体材料を適当に選択することにより白色等の所望の発光色を実現することができるが、その際、各蛍光体材料に合わせて適当な誘電率を有する誘電体コアを粒子群ごとに選択することにより、各粒子群の見かけの電圧 - 輝度特性を略一致させることができる。これにより、多様な駆動条件および広い輝度範囲に亘って、所望の発光色を実現することができる。ここで、上記の「見かけの電圧 - 輝度特性」とは、発光層全体への印加電圧に対する、各粒子群の発光輝度の特性を指す。また、やはり各粒子群に使用する誘電体コアを適当に選択することにより、各粒子群の蛍光体被覆層への電圧印加効率の調整を、各粒子群に使用されている蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンが略一致するようになすこともできるので、発光色の経時変化を抑制することが可能である。

【 0 0 2 7 】

一方、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子において、第1の蛍光体材料と第2の蛍光体材料とを同一の発光色を示す蛍光体材料とした場合には、発光層へ

の印加電圧の変化に対する発光層全体の発光輝度の変化が緩やかになるように、適当な誘電率を有する誘電体コアを粒子群ごとに選択することができるので、高い最高輝度を有しながら、微妙な階調表現も可能なエレクトロルミネッセンス素子とすることができる。

【0028】

さらに、上記の本発明に係る第1のエレクトロルミネッセンス素子において、第1の粒子群および/または第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子の蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層を設けた場合には、一般に水分に弱い蛍光体を外部の水分や湿気から保護することができるため、素子の長寿命化が図れるという利点もある。

【0029】

本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子は、互いに異なる発光色を示す少なくとも2つの発光層を備え、それら少なくとも2つの発光層のうちの第1および第2の発光層にそれぞれ含まれる、第1および第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子が、誘電体コアと蛍光体被覆層とを有するものである。やはり蛍光体のみからなる粒子を発光粒子として用いる場合に比べて、発光層に印加された電圧を発光層中の蛍光体部分に効率的に集中させることができ、高輝度かつ高発光効率のマルチカラー表現が可能である。しかも、第1の粒子群と第2の粒子群とでは、誘電体コアとして、異なる誘電率を有する誘電体を使用しているので、各粒子群に使用する誘電体コアを適当に選択することにより、各発光層の発光寿命の劣化パターンが略一致するように、各粒子群の蛍光体被覆層への電圧印加効率をそれぞれ独立に調整することができる。これにより、発光色の経時変化を抑制し、長期間に亘って所望のマルチカラー表現を行うことが可能となる。また、各蛍光体材料に合わせて適当な誘電率を有する誘電体コアを粒子群ごとに選択することにより、各発光層の見かけの電圧-輝度特性を略一致させることもできる。これにより、各発光層に印加される電圧レベルが略一致させられるため、回路上の負荷を抑制することができる。

【0030】

さらに、上記の本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子においては、1つ1つの発光層内においても、互いに誘電率が異なる誘電体コアを有する複数種類のエレクトロルミネッセンス発光粒子を混合使用してもよく、その場合、マルチカラー表現の要素である各色それぞれについて、発光色の制御における自由度の向上、発光色の経時変化の抑制および/または微妙な階調表現の実現を図ることが可能である。

【0031】

しかも、この本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子も、従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子と同様、真空蒸着等を含まない簡略な製造工程により作製することができるため、低コスト等の従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子の利点は維持したまま、上記の効果を得ることができる。

【0032】

また、上記の本発明に係る第2のエレクトロルミネッセンス素子においても、第1の粒子群および/または第2の粒子群をなす各エレクトロルミネッセンス発光粒子の蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層を設けた場合には、一般に水分に弱い蛍光体を外部の水分や湿気から保護することができるため、素子の長寿命化が図れるという利点がある。

【0033】

本発明に係る表示装置は、上記の本発明に係るいずれかのエレクトロルミネッセンス素子が、2次元状に多数配置されてなる表示部を備えたものである。本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子に関して上記に説明した効果と同様の効果を享受するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、図面を参照して、本発明の例示的な実施形態について詳細に説明する。

【0035】

まず、図1および2を参照して、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子の第1の

10

20

30

40

50

実施形態について説明する。

【0036】

図1に示した第1の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子10は、透明基板12、透明電極14、発光層16、絶縁層18および背面電極20からなる。なお、図中における各層の相対的層厚は、単に説明のためのものであって、実際の相対的層厚とは必ずしも一致しないものである。特に発光層16の厚さは、説明のために誇張して厚く描かれている。

【0037】

まず、上記の発光層16の構成について詳細に説明する。発光層16は、2種類のエレクトロルミネッセンス発光粒子22および24が、バインダー26中に多数分散されてなるものである。図2に示すように、第1の発光粒子22は、それぞれ誘電体コア22aおよび蛍光体被覆層22bからなるものであり、第2の発光粒子24は、それぞれ誘電体コア24aおよび蛍光体被覆層24bからなるものである。誘電体コア22aと24aとは、互いに異なる誘電率を有する誘電体材料からなるものである。また、本実施形態では、蛍光体被覆層22bと24bとは、互いに異なる発光色を示す蛍光体材料からなるものである。

【0038】

蛍光体被覆層22bおよび24bを構成する各蛍光体材料は、所望の発光色を実現する組合せのものが選択されている。好ましい蛍光体材料としては、たとえば、 ZnS:Mn 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4\text{:Mn}$ 、 $\text{BaAl}_2\text{S}_4\text{:Eu}$ 、 $\text{CaAl}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 、 $\text{MgGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 、 CaS:Eu 、 ZnS:Eu 、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Mn}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Cr}$ 、 SrS:Ce 、 ZnS:Tb,F 、 SrS:Ce,Eu 、 ZnS:Sm,Cl 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4\text{:Ce}$ 、 ZnS:Cu,Cl および ZnS:Ag,Al 等が挙げられる。なかでも、青色発光蛍光体としては $\text{BaAl}_2\text{S}_4\text{:Eu}$ 、 ZnS:Cu,Cl および ZnS:Ag,Al 、緑色発光蛍光体としては $\text{Zn}_2\text{SiO}_4\text{:Mn}$ および ZnS:Tb,F 、赤色発光蛍光体としては ZnS:Mn 、 $\text{MgGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ および CaS:Eu が特に好ましく、これらの蛍光体材料の中から、白色等の所望の発光色を実現するための組合せを選択するとよい。選択された各蛍光体材料は、一般に、異なる電圧-輝度特性および/または異なる発光寿命の劣化パターンを有する。また、第1の発光粒子22と第2の発光粒子24との混合比も、所望の発光色を実現するように選択されている。

【0039】

誘電体コア22aおよび24aを構成する各誘電体材料は、上記の蛍光体被覆層22bおよび24bを構成する各蛍光体材料の電圧-輝度特性および/または発光寿命の劣化パターンの違いに応じて、第1の発光粒子22からなる粒子群および第2の発光粒子24からなる粒子群の発光層16全体への印加電圧に対する見かけの電圧-輝度特性、および/または、各蛍光体被覆層22bおよび24bを構成する蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンが略一致するように、適当な誘電率を有するものが選択されている。たとえば、蛍光体被覆層22bを構成する蛍光体材料の方が、同一電圧下において、蛍光体被覆層24bを構成する蛍光体材料よりも低い輝度を示す材料である場合には、誘電体コア22aの構成材料として、誘電体コア24aの構成材料よりも誘電率の高い誘電体材料を用いるとよい。ただし、誘電体コア22aと24a間の誘電率が大幅に異なると素子10の動作時の安定性が損なわれるおそれがあるので、両者の誘電率の違いは、100倍以内程度に抑えることが好ましく、50倍以内程度に抑えることがさらに好ましい。また、発光層16に印加された電圧を蛍光体被覆層22bおよび24bに効率的に集中させるため、蛍光体被覆層22bおよび24bの誘電率に対して、誘電体コア22aおよび24aの誘電率が、それぞれ5倍以上大きいことが好ましく、10倍以上大きいことがさらに好ましい。また、絶対値としては、誘電体コア22aおよび24aの誘電率は、少なくとも比誘電率にして100程度であることが好ましい。ここで、誘電体コア22aおよび24aに使用される互いに誘電率の異なる誘電体材料としては、化学式が異なる誘電体材料を用いてもよいし、化学式は同一であるが結晶構造等が異なることにより互いに異なる誘電率を有している誘電体材料を用いてもよい。好ましい誘電体材料としては、たとえば、 BaTa_2O_6 、 BaTiO_3 、 SrTiO_3 、 Y_2O_3 、 TiO_2 、 PbTiO_3 、 Al_2O_3 、 ZnS 、 ZrO_2 および PbNbO_3 等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

誘電体コア 2 2 a および 2 4 a を構成する各誘電体材料の選択に加えて、第 1 の発光粒子 2 2 および第 2 の発光粒子 2 4 それぞれの蛍光体被覆層厚 / 誘電体コア径の比を併せて調整することにより、蛍光体被覆層 2 2 b および 2 4 b への電圧印加効率を微調整して、第 1 の発光粒子 2 2 からなる粒子群および第 2 の発光粒子 2 4 からなる粒子群の見かけの電圧 - 輝度特性、および / または、各蛍光体被覆層 2 2 b および 2 4 b を構成する蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンを、さらに厳密に一致させることも可能である。ここで、第 1 の発光粒子 2 2 および第 2 の発光粒子 2 4 それぞれの蛍光体被覆層厚 / 誘電体コア径の比は、 $1 / 2$ 以下の範囲で調節することが好ましく、 $1 / 4$ 以下の範囲で調節することがさらに好ましい。

10

【 0 0 4 1 】

また、誘電体コア 2 2 a および 2 4 a のコア径は、それぞれ $0.05 \mu\text{m}$ 以上 $5 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $3.5 \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。これは、誘電体コアのコア径が小さすぎると、蛍光体被覆層に電界を集中するために蛍光体被覆層を過度に薄くしなくてはならない等の問題が生じ、逆に誘電体コアのコア径が大きすぎると、発光粒子全体の大きさが大きくなり発光層 1 6 の平滑性を損ねる等の問題が生じるためである。一方、蛍光体被覆層 2 2 b および 2 4 b の層厚は、 $0.05 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。これは、蛍光体被覆層の層厚がこれより薄くなると、発光に必要な構造が不安定になり、発光輝度が著しく低下するためである。

20

【 0 0 4 2 】

上記の誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなる発光粒子 2 2 および 2 4 の合成は、液相法（たとえば、沈殿法、噴霧熱分解法、逆ミセル法、尿素溶融法および凍結乾燥法等）により行うこともできるし、気相法（たとえば、CVD 法、プラズマ法、スパッタリング、抵抗加熱、電子ビーム法、およびこれらのいずれかと流動油面蒸着を組み合わせた方法等）により行うこともできる。あるいは、蛍光体の微粒子を逆ミセル法などで合成した後、誘電体コアとなる高誘電体粒子表面に付着させる等の手法を用いてもよい。また、上記のいずれかの方法で形成した基本粒子に、さらに熱処理を加えることにより、蛍光体被覆層に発光中心を導入したり、蛍光体被覆層の結晶構造を制御したりすることも可能である。

30

【 0 0 4 3 】

発光層 1 6 のバインダー 2 6 の材料としては、たとえば、シアノエチルセルロース系樹脂、エポキシ樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン系樹脂、シリコーン樹脂およびフッ化ビニリデン樹脂等の誘電体材料を用いることができる。また、これらの材料に、 BaTiO_3 や SrTiO_3 等の高誘電率誘電体の微粒子を混合し、誘電率を調整したものを用いてもよい。あるいは、酸化珪素や酸化アルミニウム等の無機バインダーを用いてもよい。なお、バインダー 2 6 の誘電率は、少なくとも各蛍光体被覆層 2 2 b および 2 4 b を構成する蛍光体材料の誘電率の $1 / 2$ 以上であることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

発光層 1 6 全体の厚みは、素子の短絡防止の観点から $1 \mu\text{m}$ 以上とすることが好ましく、また消費電力抑制の観点から $100 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、 $3 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下にするとよい。この発光層 1 6 は、上記のバインダー 2 6 の材料の溶液中に、発光粒子 2 2 および 2 4 を分散させたペーストを用いて、塗布やスクリーン印刷等の比較的簡略な手法で形成することができる。

40

【 0 0 4 5 】

発光層 1 6 以外の各層の構成について説明すると、透明基板 1 2 の素材としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）シートのような可撓性のある素材を用いてもよいし、バリウムボロシリケートガラスやアルミノシリケートガラス等のガラス基板を用いてもよい。

【 0 0 4 6 】

透明電極 1 4 の材料としては、ITO（酸化インジウムチタン）、 ZnO:Al 、 $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ 、 $(\text{Zn}$

50

,Cd,Mg)O - (B,Al,Ga,In,Y)₂O₃ - (Si,Ge,Sn,Pb,Ti,Zr)O₂、(Zn,Cd,Mg)O - (B,Al,Ba,In,Y)₂O₃ - (Si,Sn,Pb)O、MgO - In₂O₃等を主成分とするものや、GaN系材料、SnO₂系材料等を使用することができる。

【0047】

絶縁層18の材料としては、たとえば、BaTiO₃、Y₂O₃、Ta₂O₅、BaTa₂O₆、TiO₂、Sr(Zr,Ti)O₃、SrTiO₃、PbTiO₃、Al₂O₃、Si₃N₄、ZnS、ZrO₂、PbNbO₃、Pb(Zr,Ti)O₃等が使用可能である。発光層16に安定した高電圧を印加するため、誘電率が高く絶縁破壊しにくい材料が好ましい。これらの材料を粒子状にして分散させたペーストを用いれば、絶縁層18も、上記の発光層16と同様、塗布やスクリーン印刷等の比較的簡略な手法で形成することができる。なお、絶縁層18における消費電力量を抑制するために、絶縁層18の層厚は50μm以下が好ましく、30μm以下がさらに好ましい。

10

【0048】

背面電極20としては、アルミニウム等の金属電極を使用してもよいし、カーボンペーストの塗布により形成したもの等を用いてもよい。

【0049】

次に、上記のエレクトロルミネッセンス素子10の動作および作用について説明する。透明電極14と背面電極20の間に交流電圧を印加すると、発光粒子22および24の蛍光体被覆層22bおよび24b内で、ドナー-アクセプタ間の再結合またはホットエレクトロンによる発光中心の衝突励起が起こり、発光が生じる。発光した光は、透明電極14および透明基盤12を介して、図1の下方に取り出される。

20

【0050】

この発光の際、誘電体コア22aおよび24aの作用により、発光層16に印加された電圧が蛍光体被覆層22bおよび24bに効率的に集中させられるので、高輝度かつ高効率の発光を得ることができる。また、誘電体コア22aおよび24aを構成する誘電体材料を、第1の発光粒子22からなる粒子群および第2の発光粒子24からなる粒子群の見かけの電圧-輝度特性が略一致するように選択した場合には、多様な駆動条件および広い輝度範囲に亘って所望の発光色を実現することができる。さらに、誘電体コア22aおよび24aを構成する誘電体材料を、各蛍光体被覆層22bおよび24bを構成する蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンが略一致するように選択した場合には、発光色の経時変化を抑制し、長期間に亘って所望の発光色を得ることができる。

30

【0051】

続いて、図1に示した素子10の一例および比較例の素子を実際に作製し、上記の作用を検証した結果を、以下に説明する。

【0052】

素子10の一例は、以下のようにして作製した。

【0053】

まず、厚さ350μmのPETシートからなる透明基盤12の上に、スパッタリングによってIn₂O₃およびSnO₂等からなる導電性膜を形成し、透明電極14とした。

【0054】

エレクトロルミネッセンス発光粒子22としては、平均コア径0.5μmのBaTiO₃(チタン酸バリウム)からなる誘電体コア22aが、ZnS:Mnからなる蛍光体被覆層22bで被覆されてなる粒子Aを用いた。この粒子Aは、平均粒子径0.5μmのBaTiO₃粒子を、酢酸亜鉛およびチオアセトアミド等の硫黄化合物と酢酸マンガンの混合溶液と共に噴霧熱分解法にて処理し、さらに900℃にて約2時間アニール後、水洗および乾燥を行うことにより作製したものである。エレクトロルミネッセンス発光粒子24としては、平均コア径1.0μmのBaTiO₃からなる誘電体コア24aが、ZnS:Cuからなる蛍光体被覆層24bで被覆されてなる粒子Bを用いた。この粒子Bは、平均粒子径1.0μmのBaTiO₃粒子を、酢酸亜鉛およびチオアセトアミド等の硫黄化合物の溶液と共に噴霧熱分解法にて処理し、さらに硫化銅の粉末と共に700℃にて約4時間焼成し、水洗および乾燥後、ふるいにかけて凝集粒子を取り除くことにより作製したものである。上記の粒子A(エレクトロル

40

50

ミネッセンス発光粒子 2 2) の誘電体コア 2 2 a および粒子 B (エレクトロルミネッセンス発光粒子 2 4) の誘電体コア 2 4 a の比誘電率は、それぞれ 2 0 0 0 および 5 5 0 0 であった。ここで、同じ BaTiO_3 からなる誘電体コアでありながら誘電率が異なるのは、結晶構造の違いによるものである。一般に、 BaTiO_3 等の材料は、温度等の合成条件によって結晶構造が変化し、また粒子の大きさが小さくなるほど結晶構造が不安定になる傾向がある。なお、上記のようにして作製した粒子 A および B を走査型電子顕微鏡により観察したところ、滑らかな粒子の形状は呈しておらず、蛍光体被覆層を構成する ZnS:Mn または ZnS:Cu が、約 0 . 1 から 0 . 2 μm 程度の凹凸を有する衣状に付着していることが分かった。

【 0 0 5 5 】

上記のようにして作製した粒子 A および B を、白色発光を得るために重量比にして 2 : 3 の割合で混合し、バインダー 2 6 の材料であるシアノエチルプルランを溶媒の N , N ' - ジメチルホルムアミドに溶解した溶液中に分散して、上記の透明電極 1 4 上に 1 5 μm の層厚で塗布し、発光層 1 6 を形成した。さらに、シアノエチルポリビニルアルコールおよびシアノエチルプルランの混合溶液中に平均粒子径 2 0 0 nm の BaTiO_3 微粒子が分散されたペーストを、上記の発光層 1 6 上に 2 0 μm の層厚で塗布し、絶縁層 1 8 を形成した。最後に、背面電極 2 0 として、厚さ 5 0 μm のアルミニウムシートを上記の絶縁層 1 8 上に重ねて、ヒートローラーで熱圧着した。以上のようにして作製した図 1 のエレクトロルミネッセンス素子 1 0 の一例を、以下、実施例 1 の素子と呼ぶ。

【 0 0 5 6 】

さらに、比較例として 2 つの素子を作製した。

【 0 0 5 7 】

比較例 1 の素子は、粒子 B に代えて、粒子 A の誘電体コアと同一の比誘電率 2 0 0 0 の BaTiO_3 からなる誘電体コアに ZnS:Cu からなる蛍光体被覆層を有してなる粒子 C を用い、粒子 A および C を、白色発光を得るために重量比にして 1 : 4 の割合で混合して発光層を形成した他は、上記の実施例 1 の素子と同様の手法により作製した素子である。すなわち、比較例 1 の素子は、蛍光体被覆層の構成材料は異なるが誘電体コアの構成材料および誘電率は同一である 2 種類のエレクトロルミネッセンス発光粒子が、発光層中に分散されてなる素子である。粒子 C は、平均粒子径 0 . 5 μm の BaTiO_3 粒子を、酢酸亜鉛およびチオアセトアミド等の硫黄化合物の溶液と共に噴霧熱分解法にて処理し、さらに硫化銅の粉末と共に 7 0 0 にて約 4 時間焼成し、水洗および乾燥後、ふるいにかけて凝集粒子を取り除くことにより作製したものである。

【 0 0 5 8 】

比較例 2 の素子は、それぞれ誘電体コアを有さず蛍光体のみからなる 2 種類の粒子 D および E のみを、エレクトロルミネッセンス発光粒子として用いて、上記と同様の手法により作製した素子である。粒子 D は、 ZnS:Mn からなる平均粒子径 8 μm の蛍光体粒子であり、高純度 ZnS の微粒子に酢酸マンガンを混合して、アルゴンガス雰囲気下で 1 1 0 0 で 4 時間の焼成を施すことにより作製した粒子である。粒子 E は、 ZnS:Cu,Cl からなる平均粒子径 1 5 μm の蛍光体粒子であり、高純度 ZnS の微粒子に硫酸銅を混合し、さらに塩化ナトリウムおよび塩化マグネシウムをフラックスとして混合して 1 2 0 0 で 4 時間の焼成を施し、水洗乾燥後、平均粒子径 0 . 5 μm のアルミナビーズでボールミルを 6 時間かけ、7 0 0 で 4 時間の焼成を再び施し、水洗乾燥することにより作製した粒子である。粒子 D と粒子 E の混合比は、白色発光を得るため、重量比にして 1 : 4 とした。

【 0 0 5 9 】

なお、実施例 1 の素子および比較例 1 ならびに 2 の素子のいずれについても、発光層中に存在する蛍光体の単位面積あたりの使用量は、同一になるように調整した。

【 0 0 6 0 】

以上のようにして作製した実施例 1 の素子および比較例 1 ならびに 2 の素子を、それぞれ 2 0 0 V、1 k H z の交流電源により駆動し、発光輝度を調べた。その結果を、以下の表 1 に、実施例 1 の素子を基準とした相対値で示す。

【表 1】

素子名	使用した 発光粒子	相対輝度 (200V,1kHz 駆動時)	経時後相対輝度 (100cd/m ² , 1kHz 駆動時)	経時後色味変化 (100cd/m ² , 1kHz 駆動時)
実施例1	A+B (重量比2:3)	1	1	微少 (わずかに黄色寄りに変化)
比較例1	A+C (重量比1:4)	0.65	0.6	赤黄色寄りに変化
比較例2	D+E (重量比1:4)	0.5	0.4	橙色寄りに変化

粒子A:0.5 μ mBaTiO₃コア+ZnS:Mn 被覆

粒子B:1.0 μ mBaTiO₃コア+ZnS:Cu 被覆

粒子C:0.5 μ mBaTiO₃コア+ZnS: Cu 被覆

粒子D:ZnS:Mn 粒子(コアなし)

粒子E:ZnS:Cu,Cl 粒子(コアなし)

【0061】

表1の結果をみると、実施例1の素子では、比較例1および2の素子よりも同一駆動条件下でより高い輝度（すなわちより高い発光効率）が得られたことが分かる。同一誘電率の誘電体コアを有する粒子AおよびCを用いた比較例1の素子では、蛍光体のみからなる粒子DおよびEを用いた比較例2の素子に比べれば、誘電体コアによる電界集中効果によって高い輝度が実現されたが、実施例1の素子には及ばなかった。これは、実施例1の素子では、各蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料に合わせた異なる誘電率の誘電体コアを用いたことにより、最適な電圧配分がなされ各蛍光体材料の性能が十分に発揮されたが、比較例1の素子では、蛍光体材料の種類にかかわらず同一誘電率の誘電体コアを使用したもので、各蛍光体材料の性能が十分に発揮されなかったためと考えられる。

【0062】

また、上記の3つの素子を、それぞれ1kHzの交流電源を用いて初期の輝度が100cd/m²になる電圧で駆動し、気温25℃ 相対湿度50%の環境下において1ヶ月間連続点灯させ、輝度の変化および色味の変化を評価する実験も行った。この結果も、上記の表1に示した。表中の経時後相対輝度は、1ヶ月経過後の輝度の、初期輝度100cd/m²に対する割合を、実施例1の素子の場合を1とした相対値で示したものである。

【0063】

この結果をみると、1ヶ月経過後の輝度変化は、実施例1の素子で最も少なかったことが分かる。また、色味の変化についても、実施例1の素子における変化は微少で、わずかに黄色寄りにずれたものの白色発光と認識できる範囲内での変化であった。一方、比較例1の素子の色味は、白色発光から赤黄色寄りの発光に変化し、比較例2の素子の色味は、白色発光から橙色寄りの発光に変化してしまった。このことから、実施例1の素子では、各蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンの違いに合わせて、各発光粒子において蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料の発光寿命の劣化パターンが略一致するように、各誘電体コアの誘電率を選択したため、各蛍光体材料の発光性能の調節や混合比率だけに頼った従来の方法に比べ、経時後の色味の変化を少なく抑えることができたと言える。

【0064】

さらに、上記の3つの素子の駆動条件を、電源電圧100Vから300V、電源周波数60Hzから5kHzの範囲で変化させ、発光色の変化を評価する実験も行った。その結果、比較例1および2の素子は、電圧および周波数の変化に伴い、発光色が大きく変化する

ることが分かった。一方、実施例 1 の素子では、比較例 1 および 2 の素子に比べて発光色の変動は極めて小さかった。このことから、実施例 1 の素子では、各蛍光体材料の電圧 - 輝度特性の違いに合わせて、粒子 A からなる粒子群および粒子 B からなる粒子群の見かけの電圧 - 輝度特性が略一致するように各誘電体コアの誘電率を選択したため、多様な駆動条件および広い輝度範囲に亘って、安定した所望の発光色を実現することができたと言える。

【0065】

次に、図 3 を参照して、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子の第 2 の実施形態について説明する。

【0066】

図 3 に示した第 2 の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子 30 は、図 1 に示した素子 10 と同様、透明基板 32、透明電極 34、発光層 36、絶縁層 38 および背面電極 40 からなる。

【0067】

本実施形態では、発光層 36 は、3 種類のエレクトロルミネッセンス発光粒子 42、44 および 46 が、バインダー 48 中に多数分散されてなるものである。3 種類の発光粒子 42、44 および 46 は、いずれも誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなる粒子である。蛍光体被覆層の構成材料としては、3 種類の発光粒子 42、44 および 46 のいずれにおいても同一の発光色を示す蛍光体材料が使用されている。一方、誘電体コアの構成材料としては、3 種類の発光粒子 42、44 および 46 のそれぞれに互いに異なる誘電率を有する誘電体を使用されている。これらの誘電体コアの構成材料は、3 種類の発光粒子 42、44 および 46 の合計の電圧 - 輝度特性、すなわち発光層 36 への印加電圧の変化に対する発光層 36 全体の発光輝度の変化が、比較的緩やかになるように、適当な誘電率を有する誘電体材料が、3 種類の発光粒子 42、44 および 46 ごとに選択されたものである。

【0068】

素子 30 の各構成部分に使用可能な好ましい材料、各構成部分の好ましい寸法および発光粒子 42、44 および 46 の好ましい合成方法等は、上記の第 1 の実施形態に係る素子 10 の場合と同様である。

【0069】

続いて、上記のエレクトロルミネッセンス素子 30 の動作および作用について説明する。透明電極 34 と背面電極 40 の間に交流電圧を印加すると、発光粒子 42、44 および 46 の蛍光体被覆層内で、ドナー - アクセプタ間の再結合またはホットエレクトロンによる発光中心の衝突励起が起こり、発光が生じる。発光した光は、透明電極 34 および透明基板 32 を介して、図 3 の下方に取り出される。

【0070】

この発光の際、各発光粒子 42、44 および 46 の誘電体コアの作用により、発光層 36 に印加された電圧が各発光粒子 42、44 および 46 の蛍光体被覆層に効率的に集中させられるので、高輝度かつ高効率の発光を得ることができる。また、発光層 36 への印加電圧の変化に対する発光層 36 全体の発光輝度の変化が比較的緩やかになるように、各発光粒子 42、44 および 46 の誘電体コアを構成する誘電体材料が選択されているので、階調を細かく制御し、微妙な階調表現を行うことが可能である。

【0071】

続いて、図 3 に示したエレクトロルミネッセンス素子 30 の一例および比較例の素子を実際に作製し、上記の作用を検証した結果を、以下に説明する。

【0072】

素子 30 の一例は、全体としては上記の実施例 1 の素子と同様の手法により作製した。発光粒子 42 としては、上記の実施例 1 の素子で用いた粒子 A と同一の、比誘電率 2000 の BaTiO_3 からなる誘電体コアが、 ZnS:Mn からなる蛍光体被覆層で被覆されてなる粒子を用いた。発光粒子 44 としては、比誘電率 6000 の BaTiO_3 からなる誘電体コアが、 ZnS:Mn からなる蛍光体被覆層で被覆されてなる粒子を、粒子 A と同様の手法で作製して用いた

10

20

30

40

50

。発光粒子 4 6 としては、比誘電率 9 0 0 の SrTiO_3 (チタン酸ストロンチウム) からなる誘電体コアが、 ZnS:Mn からなる蛍光体被覆層で被覆されてなる粒子を、粒子 A と同様の手法で作製して用いた。発光粒子 4 2、4 4 および 4 6 の混合比は重量比にして 1 : 1 : 1、発光層 3 6 の層厚は $10\text{ }\mu\text{m}$ 、絶縁層 3 8 の層厚は $8\text{ }\mu\text{m}$ となるように調整した。このようにして作製した図 3 の素子 3 0 の一例を、以下、実施例 2 の素子と呼ぶ。

【0073】

比較例の素子は、上記の粒子 A と同一の発光粒子 (すなわち実施例 2 の素子における発光粒子 4 2 と同一の発光粒子) のみを発光層中に分散させ、実施例 2 の素子と同様の手法により作製したものである。以下、これを比較例 3 の素子と呼ぶ。

【0074】

なお、実施例 2 の素子および比較例 3 の素子のいずれについても、発光層中に存在する蛍光体の単位面積あたりの使用量は、同一になるように調整した。

【0075】

以上のようにして作製した実施例 2 の素子および比較例 3 の素子について、電圧 - 輝度特性を評価したところ、素子全体の発光輝度を 10 cd/m^2 から 500 cd/m^2 まで変化させるのに必要な駆動電圧の調整幅は、比較例 3 の素子では 50 V 程度であったが、実施例 2 の素子では 150 V 程度まで広がった。すなわち、実施例 2 の素子では、比較例 3 の素子に比べて、駆動電圧の調整に対する輝度の変化が緩やかであるので、階調をより細かく制御し、微妙な階調表現を行うことが可能である。

【0076】

次に、図 4 を参照して、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子の第 3 の実施形態について説明する。

【0077】

この第 3 の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子 5 0 は、マルチカラー表現に適用可能な素子であり、図 4 に示すように、1 つの透明基板 5 2 および透明電極 5 4 と、各々 2 つずつの発光層 5 6 a と 5 6 b、絶縁層 5 8 a と 5 8 b および背面電極 6 0 a と 6 0 b とからなる。透明電極 5 4 と背面電極 6 0 a の間、および透明電極 5 4 と背面電極 6 0 b の間には、各々個別に交流電圧が印加できるように構成されている。

【0078】

発光層 5 6 a は、誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなるエレクトロルミネッセンス発光粒子 6 2 a が、バインダー 6 4 a 中に分散されてなるものである。同様に、発光層 5 6 b は、誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなるエレクトロルミネッセンス発光粒子 6 2 b が、バインダー 6 4 b 中に分散されてなるものである。発光粒子 5 6 a の蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料と、発光粒子 5 6 b の蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料とは、互いに異なる発光色を示すものであり、所望のマルチカラー表現に合わせて選択されている。発光粒子 5 6 a の誘電体コアと、発光粒子 5 6 b の誘電体コアとは、互いに異なる誘電率を有する誘電体材料により構成されている。各誘電体コアを構成する誘電体材料は、各蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料の電圧 - 輝度特性および / または発光寿命の劣化パターンの違いに応じて、発光層 5 6 a 全体と発光層 5 6 b 全体との、見かけの電圧 - 輝度特性および / または発光寿命の劣化パターンが略一致するように、適当な誘電率を有するものが選択されている。

【0079】

素子 5 0 の各構成部分に使用可能な好ましい材料、各構成部分の好ましい寸法および発光粒子 6 2 a および 6 2 b の好ましい合成方法等は、上記の第 1 の実施形態に係る素子 1 0 の場合と同様である。

【0080】

続いて、上記のエレクトロルミネッセンス素子 5 0 の動作および作用について説明する。透明電極 5 4 と背面電極 6 0 a の間、および透明電極 5 4 と背面電極 6 0 b の間に、表現したい色に応じた交流電圧を印加すると、発光粒子 6 2 a および 6 2 b の蛍光体被覆層内で、ドナー - アクセプタ間の再結合またはホットエレクトロンによる発光中心の衝突励

10

20

30

40

50

起が起こり、発光が生じる。発光層 5 6 a および 5 6 b で発光した光は、それぞれ透明電極 5 4 および透明基盤 5 2 を介して、図 4 の下方に取り出される。観察者の目には、これらの発光層 5 6 a および 5 6 b で発光した光が混ざり合って、所望の色が観察される。

【 0 0 8 1 】

この発光の際、各発光粒子 6 2 a および 6 2 b の誘電体コアの作用により、発光層 5 6 a および 5 6 b に印加された電圧が各発光粒子 6 2 a および 6 2 b の蛍光体被覆層に効率的に集中させられるので、高輝度かつ高効率の発光を得ることができる。また、各誘電体コアを構成する誘電体材料を、発光層 5 6 a 全体と発光層 5 6 b 全体の見かけの電圧 - 輝度特性が略一致するように選択した場合には、発光層 5 6 a と 5 6 b に印加される電圧レベルが略一致させられるため、回路上の負荷を抑制することができる。さらに、各誘電体コアを構成する誘電体材料を、発光層 5 6 a 全体と発光層 5 6 b 全体の発光寿命の劣化パターンが略一致するように選択した場合には、同一駆動条件下における素子 5 0 全体の発光色の経時変化を抑制することができるため、長期間に亘って所望のマルチカラー表現を行うことが可能となる。

10

【 0 0 8 2 】

なお、上記で説明した図 4 の素子 5 0 は、発光層 5 6 a、絶縁層 5 8 a および背面電極 6 0 a からなる部分と、発光層 5 6 b、絶縁層 5 8 b および背面電極 6 0 b からなる部分とが、互いに並列配置されてなるものであったが、これに代えて、これらの部分が互いに積層配置された構成としてもよい。その場合、2つの発光層間にある電極等の層はすべて透明な材料により構成し、各発光層からの光が混ざり合った状態で素子の外部に取り出されるようにする必要がある。

20

【 0 0 8 3 】

また、上記の図 4 の素子 5 0 は、異なる発光色を示す 2 つの発光層 5 6 a および 5 6 b を有するものであったが、3つ以上の発光層を有する構成としてもよい。たとえば、それぞれ赤色、緑色および青色の発光を示す 3 つの発光層を配置して、R G B の 3 原色によるマルチカラー表現を行う素子としてもよい。

【 0 0 8 4 】

さらに、上記の図 4 の素子 5 0 は、発光層 5 6 a および 5 6 b のそれぞれの内部には 1 種類ずつのエレクトロルミネッセンス発光粒子のみが分散されているものであったが、1つ1つの発光層内においても、互いに誘電率が異なる誘電体コアを有する複数種類のエレクトロルミネッセンス発光粒子を使用してもよい。その場合、マルチカラー表現の要素である各色それぞれについて、発光色の制御における自由度の向上、発光色の経時変化の抑制および / または微妙な階調表現の実現を図ることが可能である。

30

【 0 0 8 5 】

以上、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子の実施形態について詳細に述べたが、これらの実施形態は例示的なものに過ぎず、本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変更が可能である。

【 0 0 8 6 】

たとえば、上記の各実施形態に係る素子で用いたエレクトロルミネッセンス発光粒子は、いずれも誘電体コアと蛍光体被覆層のみからなるものであったが、これらの発光粒子の一部または全部の蛍光体被覆層の外側に、さらに誘電体被覆層を設けてもよい。そのような誘電体被覆層を設けると、一般に水分に弱い蛍光体を外部の水分や湿気から保護することができるため、素子の長寿命化が図れるという利点がある。さらに、バッファ層や表面保護層等の追加の層を有するエレクトロルミネッセンス発光粒子を使用してもよい。

40

【 0 0 8 7 】

また、上記の各実施形態に係る素子の層構成も、例示的なものに過ぎず、最低限、電極と発光層とを有するエレクトロルミネッセンス素子であれば、本発明の技術的範囲に含まれ得るものである。逆に、上記の各実施形態に係る素子よりもさらに多くの層を有していてもよく、たとえばバッファ層や表面保護層が設けられていてもよいし、発光層の両側に絶縁層が設けられていてもよい。

50

【0088】

なお、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子を構成する各層は、既知のいかなる手法により形成してもよいが、コスト抑制の観点から言えば、真空蒸着等の手法を用いるよりも、すべての層を塗布やスクリーン印刷等の簡略な手法により形成することが好ましい。

【0089】

最後に、図5および6を参照して、本発明に係る表示装置の実施形態について説明する。

【0090】

図5は、本実施形態に係る表示装置の表示部70の構造を図示した斜視図である。この表示部70は、全体としては、一般にX-Yマトリクス電極構造として知られる、互いに直交する2組の平行電極群を用いた構造を採用したものである。具体的には、表示部70は、透明基盤72、一群の平行透明電極74、市松模様上に配された発光要素76aおよび76b、絶縁層78、各平行透明電極74と直交するように配された一群の平行背面電極80、および背面基盤82が、この順番に積層されてなるものである。なお、図5では、説明のため、一群の平行透明電極74と発光要素76aおよび76bとの間を分離して示し、絶縁層78の一部を破断して示してある。発光要素76aおよび76bは、平行透明電極74と平行背面電極80の各交差位置上に配されている。

10

【0091】

図6は、発光要素76aと76bを、それぞれ拡大して示した断面図である。発光要素76aは、誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなるエレクトロルミネッセンス発光粒子84aが、バインダー86a中に分散されてなるものである。同様に、発光要素76bは、誘電体コアおよび蛍光体被覆層からなるエレクトロルミネッセンス発光粒子84bが、バインダー86b中に分散されてなるものである。発光粒子84aの蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料と、発光粒子84bの蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料とは、互いに異なる発光色を示すものであり、所望のマルチカラー表現に合わせて選択されている。発光粒子84aの誘電体コアと、発光粒子84bの誘電体コアとは、互いに異なる誘電率を有する誘電体材料により構成されている。各誘電体コアを構成する誘電体材料は、各蛍光体被覆層を構成する蛍光体材料の電圧-輝度特性および/または発光寿命の劣化パターンの違いに応じて、発光要素76a全体と発光要素76b全体との、見かけの電圧-輝度特性および/または発光寿命の劣化パターンが略一致するように、適当な誘電率を有するものが選択されている。

20

30

【0092】

このような表示部70は、たとえば以下の手法により作製することができる。まず、透明基盤72としてのPETシート上に、ITOの平行透明電極74を形成し、図5に示す表示部70の上側部分とする。これと別に、反射拡散用に白色顔料を練りこんだPETシートを背面基盤82とし、その上にアルミニウムの平行背面電極80を形成する。背面基盤82および平行背面電極80の上に、たとえば平均粒子径200nmのBaTiO₃の微粒子をシアノエチルポリビニルアルコールとシアノエチルプurlランの混合バインダー中に分散したペーストを塗布して、絶縁層78を形成する。絶縁層78の上に、平行透明電極74および平行背面電極80のピッチに合わせて、たとえば前述した実施例1の素子で使用した粒子AおよびBが分散された各ペーストを交互にパターン印刷し、発光要素76aおよび76bを市松状に配する。このように形成した図5に示す表示部70の下側部分を、上記の上側部分と重ね合わせて、加熱プレスして貼り合わせる。なお、図5には示されていないが、表示部70全体を防湿フィルムで封止することが好ましい。

40

【0093】

この表示装置の表示部70は、各平行透明電極74および平行背面電極80の間に、表示したいパターンに応じた交流電圧を順次印加することにより動作させられる。各発光要素76aおよび76bで発光した光は、平行透明電極74および透明基盤72を介して、図5の上方に取り出される。各平行透明電極74および平行背面電極80の間への電圧の

50

印加は極めて高速の走査により行われるので、観察者の目には、マルチカラーの所望のパターンが観察される。

【 0 0 9 4 】

本実施形態に係る表示装置の表示部 7 0 は、X - Yマトリクス電極構造を採用し、複数の発光要素間で電極等の構成が物理的に兼ねられてはいるが、隣接する 1 つずつの発光要素 7 6 a および 7 6 b の組を含む部分を 1 つの素子と捉えれば、図 4 に示した素子 5 0 に類似のエレクトロルミネッセンス素子が、2 次元状に多数配置されてなるマルチカラー表示部であると言える。したがって、この表示装置は、本発明に係るエレクトロルミネッセンス素子に関して上記に説明した効果と同様の効果を楽しむものである。

【 0 0 9 5 】

10

なお、上記の表示部 7 0 は、図 4 に示した素子 5 0 に類似のエレクトロルミネッセンス素子が多数配置されてなるものであったが、図 1 に示した素子 1 0 や図 3 に示した素子 3 0 のような、本発明に係る単色発光のエレクトロルミネッセンス素子が多数配置されてなる表示部を備えた表示装置も、当然ながら本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 6 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子の構造を示した断面図

【図 2】図 1 の素子に使用されている各エレクトロルミネッセンス発光粒子の断面図

【図 3】本発明の第 2 の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子の構造を示した断面図

20

【図 4】本発明の第 3 の実施形態に係るエレクトロルミネッセンス素子の構造を示した断面図

【図 5】本発明の 1 つの実施形態に係る表示装置の、表示部の構造を示した斜視図

【図 6】図 5 の表示部中の各発光要素を拡大して示した断面図

【図 7】従来の分散型エレクトロルミネッセンス素子の基本的な構造を示す断面図

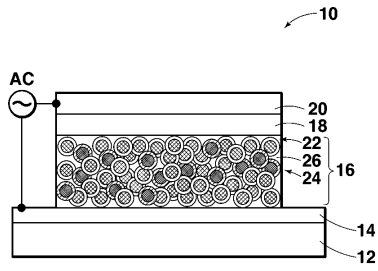
【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

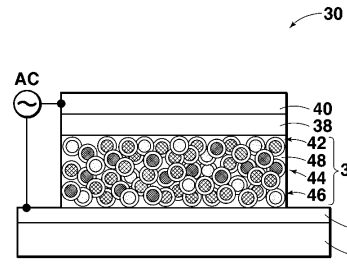
1 0、3 0、5 0、9 0	エレクトロルミネッセンス素子
7 0	表示装置の表示部
1 2、3 2、5 2、7 2、9 2	透明基板
1 4、3 4、5 4、7 4、9 4	透明電極
1 6、3 6、5 6 a、5 6 b、9 6	発光層
7 6 a、7 6 b	発光要素
1 8、3 8、5 8 a、5 8 b、7 8、9 8	絶縁層
2 0、4 0、6 0 a、6 0 b、8 0、1 0 0	背面電極
8 2	背面基盤

30

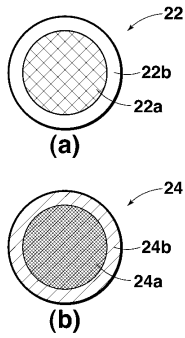
【図 1】



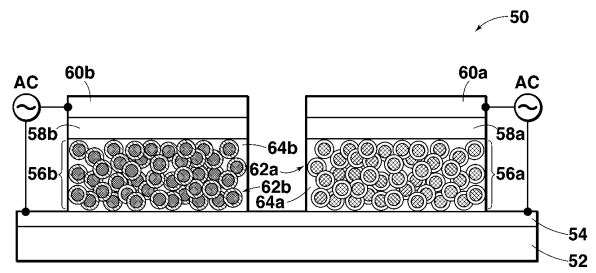
【図 3】



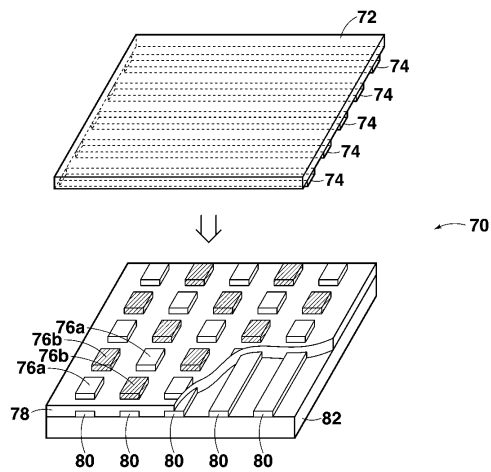
【図 2】



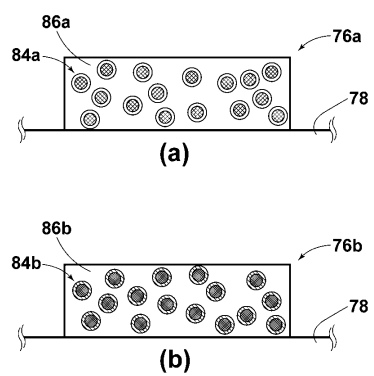
【図 4】



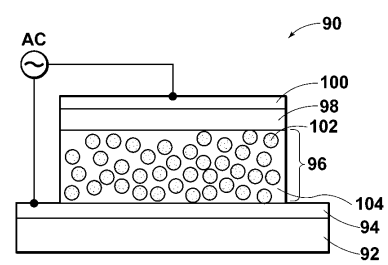
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 健治

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

審査官 渡邊 勇

(56)参考文献 特開平 0 3 - 1 5 2 8 9 8 (J P , A)

特開平 0 8 - 1 4 8 2 7 8 (J P , A)

特開昭 6 2 - 2 1 1 8 9 8 (J P , A)

国際公開第 0 2 / 0 8 0 6 2 6 (W O , A 1)

特開平 0 6 - 1 2 4 7 8 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

专利名称(译)	电致发光元件和显示装置		
公开(公告)号	JP4433384B2	公开(公告)日	2010-03-17
申请号	JP2004029312	申请日	2004-02-05
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	藤本央 五十田智丈 高橋健治		
发明人	藤本 央 五十田 智丈 高橋 健治		
IPC分类号	H05B33/14 C09K11/57 C09K11/59 C09K11/61 C09K11/62 C09K11/64 C09K11/67 C09K11/77		
CPC分类号	C09K11/612 C09K11/574 C09K11/595 C09K11/621 C09K11/642 C09K11/671 C09K11/7718 C09K11/7729 C09K11/773 C09K11/7731 C09K11/7734 C09K11/7747 C09K11/7762 C09K11/7786 C09K11/7789 H05B33/14 Y10S428/917 Y10T428/2991		
FI分类号	H05B33/14.Z		
F-TERM分类号	3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB18 3K007/DA04 3K007/DB02 3K007/DC01 3K007/DC02 3K007/EC01 3K107/AA08 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD54 3K107/DD98		
代理人(译)	佐久间刚		
审查员(译)	渡边勇		
其他公开文献	JP2005222801A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种具有高亮度和高发光效率的分散型电致发光元件，其在控制发光颜色方面得到改进，抑制发光颜色随时间的变化，抑制了负载。电路，并实现精细的渐变表达，并提供利用该电致发光元件的显示装置。ŽSOLUTION：两种发光颗粒22和24各自具有介电芯和荧光粉涂层用作分散在该分散型电致发光元件10的发光层16中的发光颗粒。发光颗粒22的介电芯和电介质发光颗粒24的核心由具有相互不同的高介电常数的介电材料形成。Ž

素子名	使用した 発光粒子	相对輝度 (200V,1kHz 駆動時)	経時後相对輝度 (100cd/m ² , 1kHz 駆動時)	経時後色味変化 (100cd/m ² , 1kHz 駆動時)
実施例1	A+B (重量比2:3)	1	1	微少 (わずかに黄色寄り に変化)
比較例1	A+C (重量比1:4)	0.65	0.6	赤黄色寄りに変化
比較例2	D+E (重量比1:4)	0.5	0.4	橙色寄りに変化

粒子A:0.5 μmBaTiO₃コア+ZnS:Mn 被覆