

(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2014-29928

(P2014-29928A)

(43) 公開日 平成26年2月13日(2014.2.13)

(51) Int.Cl.

H01L 33/50
C09K 11/08
(2010.01)
(2006.01)

F 1

H01L 33/00
C09K 11/08
G

テーマコード(参考)

4 H 001
5 F 142

審査請求 未請求 請求項の数 32 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号

特願2012-169805 (P2012-169805)

(22) 出願日

平成24年7月31日 (2012.7.31)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(74) 代理人 100094776

弁理士 舟山 武

(74) 代理人 100129115

弁理士 三木 雅夫

(74) 代理人 100133569

弁理士 野村 進

(74) 代理人 100161207

弁理士 西澤 和純

(74) 代理人 100131473

弁理士 覚田 功二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 萤光体基板、及びそれを用いた発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュール

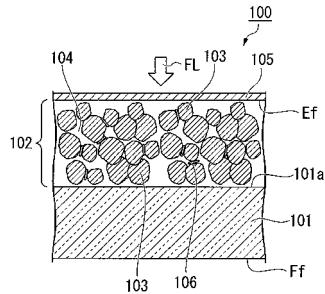
。

(57) 【要約】

【課題】 萤光体層から発した光を効率よく外部に出射させることを可能にする。

【解決手段】 萤光体層102は、萤光体材料からなる多数の萤光体粒子103と、この萤光体粒子103どうしの間に保たれた空隙104とから構成されている。また、萤光体粒子103どうしが接觸している部分の少なくとも一部には、互いの萤光体粒子103を接着する接着層(部材)106が形成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光透過性の基板と、該基板の一面に重ねて形成された蛍光体層と、該蛍光体層に重ねて形成された波長選択膜と、

を少なくとも備えた蛍光体基板であって、

前記蛍光体層は励起光によって発光し、

前記蛍光体層は、多数の蛍光体粒子と、該蛍光体粒子どうしの間に保たれた空隙とからなることを特徴とする蛍光体基板。

【請求項 2】

前記励起光は、波長が 400 nm 以上、1500 nm 以下の波長範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の蛍光体基板。 10

【請求項 3】

前記空隙の平均寸法は前記蛍光体層で発した光の主波長以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の蛍光体基板。

【請求項 4】

前記空隙には、低屈折媒質が満たされていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 5】

前記低屈折媒質は気体であることを特徴とする請求項 4 記載の蛍光体基板。

【請求項 6】

前記気体は空気、窒素、アルゴン、またはこれらの混合ガスであることを特徴とする請求項 5 記載の蛍光体基板。 20

【請求項 7】

前記空隙には、前記蛍光体粒子とは異なる材質の部材が配されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 8】

前記基板の一面から立ち上がり、前記蛍光体層の厚み方向に沿った側面を囲む隔壁が更に形成され、該隔壁の少なくとも前記蛍光体層に臨む領域は、光散乱性または光反射性を有することを特徴とする請求項 1 ないし 7 いずれか 1 項記載の蛍光体基板。 30

【請求項 9】

前記隔壁は、前記蛍光体層を複数の領域に区画することを特徴とする請求項 8 記載の蛍光体基板。

【請求項 10】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第一の蛍光体粒子の発光主波長は 500 ~ 560 nm であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 11】

前記複数の領域の区画のうち、第一の区画には、前記第一の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする請求項 10 記載の蛍光体基板。

【請求項 12】

前記第一の蛍光体粒子は、500 ~ 560 nm の範囲内で互いに発光主波長の異なる複数種の蛍光体粒子からなることを特徴とする請求項 10 または 11 記載の蛍光体基板。 40

【請求項 13】

前記第一の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、500 ~ 560 nm の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、500 ~ 560 nm の波長域の光の透過率が、430 ~ 490 nm および 600 ~ 650 nm の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする請求項 11 または 12 記載の蛍光体基板。

【請求項 14】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第二の蛍光体粒子の発光主波長は 600 ~ 650 nm 50

mであることを特徴とする請求項 1ないし 13いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 15】

前記複数の領域の区画のうち、第二の区画には、前記第二の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする請求項 14 記載の蛍光体基板。

【請求項 16】

前記第二の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、600～650 nm の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、600～650 nm の波長域の光の透過率が、430～490 nm および 500～560 nm の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする請求項 15 記載の蛍光体基板。

【請求項 17】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第三の蛍光体粒子の発光主波長は 430～490 nm であることを特徴とする請求項 1ないし 16いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 18】

前記複数の領域の区画のうち、第三の区画には、前記第三の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする請求項 17 記載の蛍光体基板。

【請求項 19】

前記第三の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、430～490 nm の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、430～490 nm の波長域の光の透過率が、500～560 nm および 600～650 nm の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする請求項 18 記載の蛍光体基板。

【請求項 20】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第四の蛍光体粒子の発光主波長は 560～590 nm であることを特徴とする請求項 1ないし 18いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 21】

前記複数の領域の区画のうち、第四の区画には、前記第四の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする請求項 20 記載の蛍光体基板。

【請求項 22】

前記蛍光体層は前記基板と前記波長選択膜との間に形成され、前記波長選択膜は前記励起光を透過させ、かつ、前記発光を反射させることを特徴とする請求項 1ないし 21いずれか 1 項記載の蛍光体基板。

【請求項 23】

光透過性の基板と、該基板の一面に重ねて形成された蛍光体層と、該蛍光体層に重ねて形成された波長選択膜と、

を少なくとも備えた蛍光体基板であって、

前記蛍光体層は励起光によって発光し、

前記波長選択膜は、前記励起光を透過させ、かつ、前記発光を反射させ、

前記蛍光体層からの発光が前記基板を透過し取り出される発光取出効率が 55 % 以上であることを特徴とする蛍光体基板。

前記蛍光体層は、多数の蛍光体粒子と、該蛍光体粒子どうしの間に保たれた空隙とからなることを特徴とする蛍光体基板。

【請求項 24】

前記励起光は、波長が 400 nm 以上、1500 nm 以下の波長範囲であることを特徴とする請求項 23 記載の蛍光体基板。

【請求項 25】

請求項 1ないし 24いずれか 1 項記載の蛍光体基板と、前記励起光を発する光源と、を備えたことを特徴とする発光デバイス。

【請求項 26】

前記光源は LED 素子であることを特徴とする請求項 25 記載の発光デバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記光源は有機EL素子であることを特徴とする請求項25記載の発光デバイス。

【請求項 28】

前記蛍光体基板と前記光源との間に、前記励起光の入射を制御する液晶層が更に配されたことを特徴とする請求項25ないし27いずれか1項記載の発光デバイス。

【請求項 29】

請求項25ないし28いずれか1項記載の発光デバイスを備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項 30】

請求項25ないし28いずれか1項記載の発光デバイスを備えたことを特徴とする照明装置。 10

【請求項 31】

請求項1ないし24いずれか1項記載の蛍光体基板と、光電変換素子と、を備えたことを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項 32】

前記太陽電池モジュールは、前記蛍光体層の発光スペクトルのピーク波長が、前記光電変換素子の光電変換効率が最大となる光の波長よりも短波長であることを特徴とする請求項31記載の太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、蛍光体層から発した光を効率よく外部に出射させることができ可能な蛍光体基板、発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、社会の高度情報化に伴い、フラットパネルディスプレイ(FPD)のニーズが高まっている。フラットパネルディスプレイの課題として、光利用効率の高効率化が求められている。光利用効率の高効率化を達成するために、例えば、紫外から近紫外波長域の励起光源と、TFTアクティブマトリックス構成の液晶画素を用いて励起光を通過させ、画素に対向するように配置されてなる蛍光体に紫外線を照射させて発光させる液晶表示モジュールが知られている(例えば、特許文献1、2参照)。 30

【0003】

また、青色域から青緑色域の光を発する照明装置と、青色域から青緑色域の光を励起光として、赤色光、緑色光、および青色域から青緑色域以外の光をカットするカラーフィルターと、を備えたカラー表示装置が知られている(例えば、特許文献3、4、5参照)。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開昭60-50578号公報

40

【特許文献2】特開平7-253576号公報

【特許文献3】特開2000-131683号公報

【特許文献4】特開2006-309225号公報

【特許文献5】特開2008-10298号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上述した特許文献1～5に記載の表示装置では、液晶表示素子は励起光を選択的に通過させる光シャッターとして機能し、励起光が通過した画素に配置した蛍光体の蛍光により表示が行われる。蛍光色は蛍光体の特性により決まり、赤、緑、青それぞれ色鮮やかな色

50

彩表示が可能なため、カラーフィルターによる光の吸収が無く、光利用効率の改善が期待できる。

これら特許文献 1 ~ 5 に記載の表示装置における蛍光体基板の蛍光体層は、蛍光体を樹脂などのバインダー材料中に分散、または溶解させて形成している。

【0006】

しかしながら、一般的に基板材料（ガラス基板等）とバインダー樹脂の屈折率は近いために、蛍光体層と基板界面では入射角 i と屈折角 r の差異は小さい。一方で、基板と空気（外気）との界面において大きな屈折率差を有するため、両者の屈折率差により決まる全反射角より大きな角度の発光は全反射されて基板中を導光してしまうため、発光を効率よく基板の外側に出射させることができなかった。

10

【0007】

また、蛍光体基板を表示装置として用いた場合には、蛍光体を樹脂中に分散させて蛍光体層を構成しているため、蛍光体層からの発光が基板と空気（外気）との屈折率界面で反射され、反射された発光が隣接する画素に侵入し、本来発光すべきではない画素から発光が観測され、表示品位の低下、例えば色滲みが発生するという課題があった。

【0008】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、蛍光体層から発した光を効率よく外部に出射させることが可能な蛍光体基板、発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のいくつかの態様は次のような蛍光体基板、及びそれを用いた発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュールを提供した。

即ち、本発明の蛍光体基板は、光透過性の基板と、該基板の一面に重ねて形成された蛍光体層と、該蛍光体層に重ねて形成された波長選択膜と、

を少なくとも備えた蛍光体基板であって、

前記蛍光体層は励起光によって発光し、

前記蛍光体層は、多数の蛍光体粒子と、該蛍光体粒子どうしの間に保たれた空隙とからなることを特徴とする。

【0010】

前記励起光は、波長が 400 nm 以上、1500 nm 以下の波長範囲であることを特徴とする。

30

【0011】

前記空隙の平均寸法は前記蛍光体層で発した光の主波長以上であることを特徴とする。

【0012】

前記空隙には、低屈折媒質が満たされていることを特徴とする。

【0013】

前記低屈折媒質は気体であることを特徴とする。

【0014】

前記気体は空気、窒素、アルゴン、またはこれらの混合ガスであることを特徴とする。

40

【0015】

前記空隙には、前記蛍光体粒子とは異なる材質の部材が配されていることを特徴とする。

【0016】

前記基板の一面から立ち上がり、前記蛍光体層の厚み方向に沿った側面を囲む隔壁が更に形成され、該隔壁の少なくとも前記蛍光体層に臨む領域は、光散乱性または光反射性を有することを特徴とする。

【0017】

前記隔壁は、前記蛍光体層を複数の領域に区画することを特徴とする。

【0018】

50

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第一の蛍光体粒子の発光主波長は500～560nmであることを特徴とする。

【0019】

前記複数の領域の区画のうち、第一の区画には、前記第一の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする。

【0020】

前記第一の蛍光体粒子は、500～560nmの範囲内で互いに発光主波長の異なる複数種の蛍光体粒子からなることを特徴とする。

【0021】

前記第一の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、500～560nmの波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、500～560nmの波長域の光の透過率が、430～490nmおよび600～650nmの各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする。

【0022】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第二の蛍光体粒子の発光主波長は600～650nmであることを特徴とする。

【0023】

前記複数の領域の区画のうち、第二の区画には、前記第二の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする。

【0024】

前記第二の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、600～650nmの波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、600～650nmの波長域の光の透過率が、430～490nmおよび500～560nmの各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする。

【0025】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第三の蛍光体粒子の発光主波長は430～490nmであることを特徴とする。

【0026】

前記複数の領域の区画のうち、第三の区画には、前記第三の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする。

【0027】

前記第三の区画における前記基板と前記蛍光体層との間に、430～490nmの波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、430～490nmの波長域の光の透過率が、500～560nmおよび600～650nmの各波長域の光の最大透過率より大きいフィルター層を更に備えたことを特徴とする。

【0028】

前記蛍光体粒子は、互いに異なる蛍光体材料からなる複数種類の蛍光体粒子から構成され、該複数種類の蛍光体粒子のうち、第四の蛍光体粒子の発光主波長は560～590nmであることを特徴とする。

【0029】

前記複数の領域の区画のうち、第四の区画には、前記第四の蛍光体粒子だけが収容されていることを特徴とする。

【0030】

前記蛍光体層は前記基板と前記波長選択膜との間に形成され、前記波長選択膜は前記励起光を透過させ、かつ、前記発光を反射させることを特徴とする。

【0031】

また、本発明の蛍光体基板は、光透過性の基板と、該基板の一面に重ねて形成された蛍

10

20

30

40

50

光体層と、該蛍光体層に重ねて形成された波長選択膜と、を少なくとも備えた蛍光体基板であって、

前記蛍光体層は励起光によって発光し、

前記波長選択膜は、前記励起光を透過させ、かつ、前記発光を反射させ、

前記蛍光体層からの発光が前記基板を透過し取り出される発光取出効率が55%以上であることを特徴とする蛍光体基板。

前記蛍光体層は、多数の蛍光体粒子と、該蛍光体粒子どうしの間に保たれた空隙とからなることを特徴とする。

【0032】

前記励起光は、波長が400nm以上、1500nm以下の波長範囲であることを特徴とする。 10

【0033】

本発明の発光デバイスは、前記各項記載の蛍光体基板と、前記励起光を発する光源と、を備えたことを特徴とする。

【0034】

前記光源はLED素子であることを特徴とする。

【0035】

前記光源は有機EL素子であることを特徴とする。

【0036】

前記蛍光体基板と前記光源との間に、前記励起光の入射を制御する液晶層が更に配されたことを特徴とする。 20

【0037】

本発明の表示装置は、前記各項記載の発光デバイスを備えたことを特徴とする。

【0038】

本発明の照明装置は、前記各項記載の発光デバイスを備えたことを特徴とする。

【0039】

本発明の太陽電池モジュールは、前記各項記載の蛍光体基板と、光電変換素子と、を備えたことを特徴とする。 25

【0040】

前記太陽電池モジュールは、前記蛍光体層の発光スペクトルのピーク波長が、前記光電変換素子の光電変換効率が最大となる光の波長よりも短波長であることを特徴とする。 30

【発明の効果】

【0041】

本発明によれば、蛍光体層から発した光を効率よく外部に出射させることが可能な蛍光体基板、発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の第1実施形態の蛍光体基板を示す断面図である。

【図2】本発明および従来の蛍光体基板の作用を示す断面図である。 40

【図3】空隙寸法の測定方法を示す説明図である。

【図4】本発明および従来の蛍光体基板の効果を示す画像である。

【図5】本発明の第2実施形態の蛍光体基板を示す断面図である。

【図6】緑色蛍光体粒子の発光スペクトルと緑色フィルターの透過スペクトルの一例を示すグラフである。

【図7】本発明の第2実施形態の変形例の蛍光体基板を示す断面図である。

【図8】本発明の第3実施形態の蛍光体基板を示す断面図である。

【図9】本発明の第4実施形態の発光デバイスを示す断面図である。

【図10】本発明の第4実施形態の変形例の発光デバイスを示す断面図である。

【図11】本発明の第5実施形態の太陽電池モジュール示す断面図である。 50

【図12】太陽電池素子における光の波長に対する光電変換効率との関係を示すグラフである。

【図13】太陽電池に蛍光体基板を適用した効果を示すグラフである。

【図14】赤色蛍光体の吸収スペクトル、発光スペクトル、太陽光のスペクトル、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分を示すグラフである。

【図15】赤色蛍光体の発光スペクトル、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分、結晶シリコン太陽電池の光電力変換効率を示すグラフである。

【図16】別な構成の赤色蛍光体の吸収スペクトル、発光スペクトル、太陽光のスペクトル、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分を示すグラフである。

【図17】別な構成の赤色蛍光体の発光スペクトル、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分、GaAs太陽電池の光電力変換効率を示すグラフである。 10

【図18】カラーフィルターの主透過波長域を示すグラフである。

【図19】本発明の表示装置を示す平面図である。

【図20】本発明の照明装置を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下、図面を参照して、本発明に係る蛍光体基板、発光デバイス、表示装置、照明装置、および太陽電池モジュールについて説明する。なお、以下に示す実施形態は、発明の趣旨をより良く理解させるために具体的に説明するものであり、特に指定のない限り、本発明を限定するものではない。また、以下の説明で用いる図面は、本発明の特徴をわかりやすくするために、便宜上、要部となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。 20

【0044】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について説明する。

図1は、第1実施形態の蛍光体基板を示す断面模式図である。

本実施形態に係る蛍光体基板100は、光透過性の基板101と、この基板101の一面101aに重ねて配された蛍光体層102とを備えている。蛍光体基板100は、蛍光体層102の基板101と対向する面とは反対側が、蛍光体層102を励起させる励起光FLを入射させる励起光入射面Efとなる。 30

【0045】

励起光FLは、例えば青色LEDなどの励起光源(図示略)によって出射されればよく、この励起光FLが励起光入射面Efから蛍光体層102に入射することによって、蛍光体層102が励起されて発光する。励起光FLは、近紫外線領域よりも長波長側の400nm以上の光が用いられる。蛍光体層102は、こうした400nm以上の波長の励起光によって励起される。

【0046】

また、蛍光体層102の励起光入射面Efには、更に、バンドパスフィルター層105が形成されていることが好ましい。バンドパスフィルター層105は、励起光FLを透過させ、かつ、この励起光FLによって蛍光体層102に生じた発光を反射させる。 40

【0047】

蛍光体層102は、蛍光体材料からなる多数の蛍光体粒子103と、この蛍光体粒子103どうしの間に保たれた空隙104とから構成されている。また、蛍光体粒子103どうしが接触している部分の少なくとも一部には、互いの蛍光体粒子103を接着する接着層(部材)106が形成されている。

【0048】

蛍光体粒子103は、有機蛍光体、無機蛍光体に関わらず、球形や不定形の粒状体に形成したものであればよく、それぞれの蛍光体粒子103は、互いに異なる形状であっても、同じ形状であっても良い。また、それぞれの蛍光体粒子103は、互いに異なる寸法であっても、同じ寸法であっても良い。 50

【0049】

以下、本実施形態の蛍光体基板100を構成する各要素の構成材料例を列記するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

光透過性の基板101としては、蛍光体粒子で発した光を基板101の蛍光出射面Ffから取り出す必要があることから、基板101は蛍光体粒子からの発光に対して、透過性である必要がある。例えば、ガラス、石英等からなる無機材料基板、ポリエチレンテレフタレート、ポリカルバゾール、ポリイミド等からなるプラスティック基板等が挙げられる。

【0050】

接着層(部材)14を構成する接着材の種類としては、種々の接着剤が採用可能であるが、例えば、ケイ酸重合(Si-O-Si-架橋)、リン酸結合(P-O-P-)等を利用した接着剤が挙げられる。また、PVA(ポリビニルアルコール)を利用した接着剤も用いる事ができる。

【0051】

バンドパスフィルター層15としては、励起光の波長のみを透過させる特性を持つことが好ましい。例えば、励起光の波長が青色(波長450nm)の場合は、青色領域の光(波長435~480nmの範囲内の光)を透過し、緑色から近赤外領域までの光(青色領域の波長の範囲外の光)を反射する機能を有する。例えば金や銀等の薄膜、あるいは誘電体多層膜によって構成されればよい。

【0052】

蛍光体粒子103を構成する蛍光体材料としては、有機系蛍光体材料の場合、青色蛍光色素として、例えば、スチルベンゼン系色素：1,4-ビス(2-メチルスチリル)ベンゼン、トランス-4,4'-ジフェニルスチルベンゼン、クマリン系色素：7-ヒドロキシ-4-メチルクマリン、2,3,6,7-テトラヒドロ-11-オキソ-1H,5H,11H-[1]ベンゾピラノ[6,7,8-ij]キノリジン-10-カルボン酸エチル(クマリン314)、10-アセチル-2,3,6,7-テトラヒドロ-1H,5H,11H-[1]ベンゾピラノ[6,7,8-ij]キノリジン-11-オン(クマリン334)、アントラセン系色素：9,10ビス(フェニルエチニル)アントラセン、ペリレン等が挙げられる。

【0053】

また、有機系蛍光体材料の緑色蛍光色素として、例えば、クマリン系色素：2,3,5,6-1H、4H-テトラヒドロ-8-トリフロメチルキノリジン(9,9a、1-g)クマリン(クマリン153)、3-(2-ベンゾチアゾリル)7-ジエチルアミノクマリン(クマリン6)、3-(2-ベンゾイミダゾリル)7-N,N-ジエチルアミノクマリン(クマリン7)、10-(ベンゾチアゾール2イル)2,3,6,7テトラヒドロ-1H,5H,11H-[1]ベンゾピラノ[6,7,8-ij]キノリジン-11-オン(クマリン545)、クマリン545T、クマリン545P、ナフトルイミド系色素：ベーシックイエロー-51、ソルベントイエロー-11、ソルベントイエロー-98、ソルベントイエロー-116、ソルベントイエロー-43、ソルベントイエロー-44、ペリレン系色素：ルモゲンイエロー、ルモゲングリーン、ソルベントグリーン5、フルオレセイン系色素、アゾ系色素、フタロシアニン系色素、アントラキノン系色素、キナクリドン系色素、イソインドリノン系色素、チオインジゴ系色素、ジオキサジン系色素等が挙げられる。

【0054】

また、有機系蛍光体材料の赤色蛍光色素としては、例えば、シアニン系色素：4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチルリル)-4H-ピラン(DCM)、DCM-2、DCJTB、ピリジン系色素：1-エチル-2-[4-(p-ジメチルアミノフェニル)-1,3-ブタジエニル]-ピリジニウム-パークロレート(ピリジン1)、及びキサンテン系色素：ローダミンB、ローダミン6G、ローダミン3B、ローダミン101、ローダミン110、ベーシックバイオレット11、スルホローダミン1

10

20

30

40

50

01、ベーシックバイオレット11、ベーシックレッド2、ペリレン系色素：ルモゲンオレンジ、ルモゲンピンク、ルモゲンレッド、ソルベントオレンジ55、オキサジン系色素、クリセン系色素、チオフラビン系色素、ピレン系色素、アントラセン系色素、アクリドン系色素、アクリジン系色素、フルオレン系色素、ターフェニル系色素、エテン系色素、ブタジエン系色素、ヘキサトリエン系色素、オキサゾール系色素、クマリン系色素、スチルベン系色素、ジ-およびトリフェニルメタン系色素、チアゾール系色素、チアジン系色素、ナフタルイミド系色素、アントラキノン系色素等が挙げられる。

【0055】

各色蛍光体として有機蛍光体材料を用いる場合には、バックライトの青色光または紫外光や外光によって劣化しにくい色素を用いることが望ましい。この点において、耐光性に優れ、高い量子収率を有するペリレン系色素を用いることが特に好ましい。

10

【0056】

無機系蛍光体材料の場合、青色蛍光体として、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Sn}_{4+}$ 、 $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17} : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4 : \text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4 : \text{Ce}^{3+}$ 、(Ba、Sr)(Mg、Mn)Al₁₀O₁₇ : Eu²⁺、(Sr、Ca、Ba₂、0Mg)₁₀(PO₄)₆C₁₂ : Eu²⁺、BaAl₂SiO₈ : Eu²⁺、Sr₂P₂O₇ : Eu²⁺、Sr₅(PO₄)₃Cl : Eu²⁺、(Sr, Ca, Ba)₅(PO₄)₃Cl : Eu²⁺、BaMg₂Al₁₆O₂₇ : Eu²⁺、(Ba, Ca)₅(PO₄)₃Cl : Eu₂₊、Ba₃MgSi₂O₈ : Eu₂₊、Sr₃MgSi₂O₈ : Eu₂₊などが挙げられる

20

【0057】

また、無機系蛍光体材料の緑色蛍光体としては、(BaMg)Al₁₆O₂₇ : Eu²⁺、Mn²⁺、Sr₄Al₁₄O₂₅ : Eu²⁺、(SrBa)Al₁₂Si₂O₈ : Eu²⁺、(BaMg)₂SiO₄ : Eu²⁺、Y₂SiO₅ : Ce³⁺、Tb³⁺、Sr₂P₂O₇ : Sr₂B₂O₅ : Eu²⁺、(BaCaMg)₅(PO₄)₃Cl : Eu²⁺、Sr₂Si₃O₈ : 2SrCl₂ : Eu²⁺、Zr₂SiO₄、MgAl₁₁O₁₉ : Ce³⁺、Tb³⁺、Ba₂SiO₄ : Eu²⁺、Sr₂SiO₄ : Eu²⁺、(BaSr)SiO₄ : Eu²⁺、(Si, Al)₆(O, N)₈ : Eu²⁺、Ca₃(Sc, Mg)₂Si₃O₁₂ : Ce³⁺、SrSi₂(O, Cl)₂N₂ : Eu²⁺等が挙げられる。

30

【0058】

また、無機系蛍光体材料の赤色蛍光体としては、Y₂O₂S : Eu³⁺、YAlO₃ : Eu³⁺、Ca₂Y₂(SiO₄)₆ : Eu³⁺、Li₂Y₉(SiO₄)₆O₂ : Eu³⁺、YVO₄ : Eu³⁺、CaS : Eu³⁺、Gd₂O₃ : Eu³⁺、Gd₂O₂S : Eu³⁺、Y(P, V)O₄ : Eu³⁺、Mg₄GeO₅.5F : Mn⁴⁺、Mg₄GeO₆ : Mn⁴⁺、K₅Eu_{2.5}(WO₄)_{6.25}、Na₅Eu_{2.5}(WO₄)_{6.25}、K₅Eu_{2.5}(MoO₄)_{6.25}、Na₅Eu_{2.5}(MoO₄)_{6.25}、(Sr, Ca)Al₂SiN₃ : Eu²⁺、CaAl₂SiN₃ : Eu²⁺、SrSiN₂ : Eu²⁺、SrAl₂SiN₃ : Eu²⁺、Ca₂Si₅N₈ : Eu²⁺、Sr₂Si₅N₈ : Eu²⁺、Ba₂Al₂Si₅N₈ : Eu²⁺、Sr₂Si₃O₂N₄ : Eu²⁺、Sr₂Si₃A₁₂O₂N₆ : Eu²⁺、SrSc₂O₄ : Eu²⁺、(Sr, Ba)₃SiO₅ : Eu²⁺、Mg₂TiO₄ : Mn²⁺等が挙げられる。

40

【0059】

無機系蛍光体材料は、必要に応じて表面改質処理を施してもよく、その方法としてはシランカップリング剤等の化学的処理によるものや、サブミクロンオーダーの粒子等の添加による物理的処理によるもの、更にそれらの併用によるもの等が挙げられる。励起光による劣化、発光による劣化等の安定性を考慮すると、一般的には無機材料を使用する方が好ましい。

【0060】

これら蛍光体の屈折率は、無機蛍光体の場合、屈折率 = 1.8 またはそれ以上の高い屈折率を有するものが一般的である。例えば、YAG : Ce, TAG : Ce, Al₂O₃ :

50

Ceの屈折率 = 約 1.8 などである。また、有機蛍光体の場合、屈折率 = 約 1.7 またはそれ以上の高い屈折率を有するものが一般的である。例えば、C₂₀H₁₈N₂O₂S(クマリン6)の屈折率 = 約 1.69 などである。

【0061】

蛍光体粒子103の平均粒径(d50)は、無機蛍光体、有機蛍光体に関わらず、粒径は1μm~20μm程度である事が望ましい。平均粒径が1μm以下であると、蛍光体層11の発光効率が急激に低下する場合がある。粒径が小さいと十分に励起光を吸収できない。また、平均空隙寸法も粒径に伴い小さくなると想定され、平均空隙寸法が発光主波長より小さくなると、蛍光体層からの光取出し効率が低下するおそれがある。

【0062】

一方、蛍光体粒子103の平均粒径(d50)が20μm以上であると、次のような問題点がある。まず、透明基板上に形成された蛍光膜に対して、その蛍光膜側から励起光源で蛍光体を励起し、蛍光体層からの発光が透明基板を通して取り出される構造を透過型蛍光体基板と定義すると、蛍光体粒子が多数積み重なっている場合には、蛍光体層のより励起光側にある蛍光体粒子からの発光が、蛍光体層のより基板側の蛍光体粒子により、反射、散乱されることで遮断される。即ち、蛍光体層からの光取出し効率を低下させることになる。

【0063】

一方で蛍光体粒子が十分に積み重なっていない場合には、蛍光体層が十分に励起光を吸収できないため蛍光体層からの発光量が減少し、その結果、蛍光体層からの発光量を低下させる。

したがって、後述する膜厚と関係して透過型蛍光体基板の場合、3~4蛍光体粒子層積み重なっている場合が最も取出し効率が向上する。

【0064】

蛍光体粒子の平均粒径が20μm以上であると、3~4粒子層積層した場合には蛍光体層の層厚が60~80μmとなり、材料の員数が増加し材料コストのアップに繋がる。また、表示装置用途を想定した場合、高解像度にパターニングすることが困難になる。

例えば、60インチのFHD(1920×1080ピクセル)のRGB3色の表示装置を考えた場合、RGB各1画素のサイズは約210×210μmとなる。蛍光体粒子の平均粒径が20μm以上であると、一平面に隙間無く並べられる蛍光体粒子数は10×10個以下である。

【0065】

40インチのFHD(1920×1080ピクセル)のRGB3色の表示装置を考えた場合、RGB各1画素のサイズは約130×130μmとなる。蛍光体粒子の平均粒径が20μm以上であると、一平面に隙間無く並べられる蛍光体粒子数は6×6個以下である。

【0066】

表示装置に限定した場合、後述する所望の画素位置に蛍光体粒子を塗布する方法を鑑みると、蛍光体粒子に対して十分に広くない領域に塗布することは非常に難しい。塗布量が多いと画素からの蛍光体層のはみ出しが容易に生じ、また、後述するが、不必要に膜厚が厚くなり発光の取出し効率を低下させる。逆に塗布量が少ないと蛍光体層中の蛍光体粒子が疎な領域が生じる。したがって、表示装置における十分な品質を確保できない虞がある。

【0067】

蛍光体層102の膜厚は、通常100nm~100μm程度であるが、1μm~100μmが好ましい。蛍光体層102の膜厚が100nm未満であると、光源から発した励起光を十分吸収することが難しくなる為、発光効率の低下、必要とされる色に励起光の透過光が混じる事による色純度の悪化といった問題が生じる。更にこの光源からの発光の吸収を高め、色純度の悪影響を及ぼさない程度に励起光の透過光を低減する為には、膜厚として、1μm以上とする事が好ましい。また、蛍光体層102の膜厚が100μmを超える

10

20

30

40

50

と光源からの発光を既に十分吸収する事から、効率の上昇には、繋がらず材料を消費するだけに留まり、材料コストのアップに繋がる。

【0068】

蛍光体層102の膜厚は、更に1μm～80μmが好ましい。その理由は、粒径サイズ(1～20μm)×3, 4粒子層が好ましい為である。ただし、蛍光体の光の吸収係数、粒径に応じて、さらに限定された膜厚範囲を設定することも好ましい。その理由は以下の通りである。

【0069】

有機蛍光体と無機蛍光体とを比較すると、一般に有機蛍光体の方が吸収係数が高い。したがって、無機蛍光体と比較して有機蛍光体の方が、粒径が小さく蛍光体層厚が小さくても励起光を十分に吸収できることから、無機蛍光体と比較して有機蛍光体の方が小粒径、小膜厚の範囲に好ましい粒径範囲、膜厚範囲が設定される。このように、蛍光体の光の吸収係数、粒径に応じて、さらに限定された膜厚範囲を設定することが好ましい。

【0070】

蛍光体粒子103どうしの間に形成される空隙104は、低屈折媒質が満たされている。この低屈折媒質としては気体であればよく、一例として空気、窒素、アルゴン、またはこれらの混合ガスが挙げられる。

【0071】

また、空隙104は真空であっても良い。例えば、JIS規格による低真空：真空度が100パスカル以上、中真空：真空度が0.1～100パスカル、高真空：真空度が 10^{-5} ～0.1パスカル、超高真空：真空度が 10^{-5} パスカル以下など、いずれの真空状態であってもよい。

【0072】

このような低屈折媒質が満たされた空隙104の形成方法としては、蛍光体粒子103および接着層(部材)106を構成する接着材を含む蛍光体層形成用の分散液を作製し、基板10の一面10a上に塗布する。その後、400～500/1時間の熱処理することで、分散液が揮発し、揮発部分に図1に示すような空隙104が形成される。

【0073】

このような低屈折媒質が満たされた空隙13の形成方法の一例を挙げる。まず、蛍光体粒子12、接着層(部材)14を構成する部材の原料となる熱分解性の樹脂、及び溶媒を含む蛍光体層形成用の分散液を作製し、基板10の一面10a上に塗布する。その後、熱処理することで、分散液中の溶媒が揮発し、分散液中の熱分解性の樹脂が分解し体積が縮小することで、蛍光体間に空隙13が形成される。また蛍光体粒子間にわずかに残った樹脂成分が接着剤の役割を果たし、接着部材14となる。

【0074】

熱処理温度は、蛍光体の熱耐性の観点から、無機蛍光体の場合は400～500/約1～3時間の熱処理が望ましい。一方、有機蛍光体の場合は一般的に熱耐性が200以下であるので、有機蛍光体の熱処理温度は200以下であることが望ましい。したがって有機蛍光体に用いる熱分解性樹脂の分解温度も200以下のものを用いる事が望ましい。

また、有機蛍光体の場合には、不溶性の溶媒に分散することで、熱処理後、有機蛍光体粒子として蛍光膜を形成できる。

【0075】

蛍光体層形成用の分散液の基板101への塗布方法としては、スピンドルティング法、ディッピング法、ドクターブレード法、吐出コート法、スプレーコート法等の塗布法、インクジェット法、凸版印刷法、凹版印刷法、スクリーン印刷法、マイクログラビアコート法等の印刷法等による公知のウェットプロセスなどが好ましく採用できる。

【0076】

蛍光体層102において、空隙104の空隙の考え方について、空隙寸法の測定方法の一例を示しつつ説明する。

10

20

30

40

50

図3(a)は、蛍光体層102の断面の走査型電子顕微鏡像(SEM像)である。蛍光体層102の断面は、蛍光体基板1を蛍光体層102の厚み方向に對して垂直にへき開することで得られる。走査型電子顕微鏡は、日立ハイテク製型番SU8020を用いたが、同等の性能を有する走査型電子顕微鏡であればよく、限定されるものではない。

【0077】

また、図3(a)と同一の箇所における図3(a)に示された断面に對して90度垂直、かつ蛍光体層102の厚み方向上方から撮像したSEM像も取得する。

図3(a)、及び図3(a)に對して90度垂直から撮像したSEM像より、断面位置での蛍光体領域と空隙領域を定義付けする。図3(b)は蛍光体領域を定義した図である。蛍光体領域901を黒線で囲んで示している。そして、図3(c)は、前述した断面位置での蛍光体領域と空隙領域をそれぞれ二値化し、蛍光体領域902を黒色、空隙領域903を白色で示している。
10

【0078】

そして、図3(c)にて定義した空隙領域を埋めるように点線で示した円領域904を充填する。この時、大きな円領域904を先に充填し、次に小さな円領域904を充填する。こうして点線で示した円領域904を充填した様子を図3(d)に示す。この図3(d)に図示したそれぞれの円領域904の直径を蛍光体基板(蛍光体層102)における空隙104の寸法と定義する。

【0079】

複数の空隙104の寸法を測定して度数分布を求める。度数分布から求まる中央値(メディアン)を空隙104の平均寸法と定義する。
20

上述した測定方法によって、5箇所の蛍光体層102の断面SEM像を撮像し、合計50個の空隙104の寸法を測定して度数分布を求めた。度数分布から求めた中央値(メディアン)で定義される空隙104の平均寸法は約12μmであった。

【0080】

以上のような構成の本実施形態の蛍光体基板の作用を、従来の蛍光体基板(従来例1、従来例2)と比較しつつ説明する。

図2(a)は、従来例1の蛍光体基板の作用を示す断面図である。

図2(b)は、従来例2の蛍光体基板の作用を示す断面図である。

図2(c)は、本実施形態の蛍光体基板の作用を示す断面図である。
30

図2(a)：従来例1に示すように、蛍光体基板200は、透明な基板201の一面に蛍光体層202を形成し、この蛍光体層202は、封止樹脂204の中に無機蛍光体203が分散されている。また、蛍光体層の上部(透明な基板201の反対側)に波長選択層205が形成されている。

無機蛍光体層203にはSrSi₂(O,C₁)₂N₂:Eu²⁺を使用した。封止樹脂204にはポリスチレンを使用した。無機蛍光体203(SrSi₂(O,C₁)₂N₂:Eu²⁺)の粒径は約15μmであった。蛍光体層202の膜厚は約45μmであった。

【0081】

図2(b)：従来例2に示すように、蛍光体基板200は、透明な基板201の一面に蛍光体層202を形成し、この蛍光体層202は、封止樹脂204の中に有機蛍光体203が溶解されている。また、蛍光体層の上部(透明な基板201の反対側)に波長選択層205が形成されている。有機蛍光体層203にはクマリン6を使用した。封止樹脂204にはポリスチレンを使用した。
40

蛍光体層202の膜厚は約27μmであった。

【0082】

図2(c)：本実施形態に示すように、蛍光体基板100は、透明な基板101の一面に蛍光体層102を形成し、この蛍光体層102は、複数の蛍光体粒子から成り、蛍光体粒子と蛍光体粒子の間に空隙104が形成されている。空隙104には空気が満たされている。また、蛍光体層の上部(透明な基板101の反対側)に波長選択層105が形成されている。無機蛍光体層103にはSrSi₂(O,C₁)₂N₂:Eu²⁺を使用した。
50

無機蛍光体 103 (SrSi₂(O,Cl)₂N₂:Eu²⁺) の粒径は約 15 μm であった。蛍光体層 102 の膜厚は約 48 μm であった。

【0083】

図 2 (a) に示す従来の蛍光体基板 200 のような構成では、透明（ガラス）基板 101 と空気（外気）Arとの界面 201b にて、その屈折率差により決まる全反射角より小さな角度をもつ蛍光 207a は空気側に取り出される。一方、その屈折率差により決まる全反射角より大きな角度をもつ発光 207b、発光 208 は全反射し、透明（ガラス）基板 101 中を導光する。したがって、発光を効率よく基板の外側に取り出す事はできない。

【0084】

また、界面 201b にて、全反射した発光 207b、発光 208 の一部の発光 207b は全反射後再び蛍光体層 202 に侵入し、無機蛍光体 203 により散乱され、反射角度が変わることで、再び全反射角より小さな角度にて界面 201b に侵入し、空気側に取り出される。

【0085】

図 2 (b) に示す従来の蛍光体基板 200 のような構成では、透明（ガラス）基板 101 と空気（外気）Arとの界面 201b にて、その屈折率差により決まる全反射角より小さな角度をもつ発光 207 は空気側に取り出される。一方、その屈折率差により決まる全反射角より大きな角度をもつ発光 209 は全反射し、透明（ガラス）基板 101、及び蛍光体層 202 中を導光する。図 2 (b) に示す従来例 2 では蛍光体層 202 中に有機蛍光体が溶解しており、蛍光体層 202 中を導光する光は散乱されない。したがって、一度、界面 201b にて全反射した発光 209 は界面 201b と波長選択層 205 の間を導光し、基板の外側に取り出されない。

【0086】

図 2 (c) に示す本実施形態の蛍光体基板 100 のような構成では、蛍光体粒子から射出した発光 107 は一度、空隙 104 に入射した後に透明（ガラス）基板 101 に入射される。このような発光 107 は空気（外気）Arとの界面 101b にて必ず全反射角より小さくなる事は自明である。したがって発光 107 は必ず基板の外側に取り出される。

【0087】

例外として、蛍光体粒子と基板 101 が接している箇所から直接基板 101 に入射された蛍光体粒子からの発光のうち、透明（ガラス）基板 101 と空気（外気）Arとの界面 101b にて、その屈折率差により決まる全反射角より大きな角度をもつ発光 108a は基板 101 中を導光するが、その割合は非常に少ない。

【0088】

従って、この空隙 104 から基板 101 に入射した蛍光 107 は必ず基板 101 から空気（外気）Ar に向けて出射できる。これによって、本実施形態の蛍光体基板 100 においては、従来の蛍光体基板 200 と比較して、蛍光体層で生じた発光をより多く空気（外気）Ar に向けて出射させることができ可能になり、蛍光体基板の蛍光出射効率を高めることが可能になる。

【0089】

表 1 に、上述した従来例 1 (図 2 (a))、従来例 2 (図 2 (b)) および本実施形態 (図 2 (c)) における発光の外部取り出し効率を測定した測定結果を示す。測定は以下の手順によった。

A. 蛍光体基板を全光束測定システム（大塚電子製積分半球 QE-1100）の積分球内に設置し全発光量を測定する。

B. 次に積分球 QE-1100 に設けられた蛍光体基板と同サイズの窓に、基板を透過してきた発光が積分球内に入る向きで、蛍光体基板を貼り付け、基板を透過してきた発光量を測定する。

C. 取出し効率 = A / B で定義する。

【0090】

10

20

30

40

50

【表1】

	本発明 [図2(c)]	比較例1 [図2(a)]	比較例2 [図2(b)]
外部への光取出し効率 (%)	88	54	25

【0091】

発光の外部取り出し効率を測定した測定結果を示す表1によれば、発光の外部取り出し効率が従来例1の構成では54%、従来例2の構成では25%に留まるのに対して、本実施形態では外部取り出し効率が80%と、極めて高い発光の外部取り出し効率を実現できることが確認できた。

【0092】

また、本実施形態の蛍光体基板では、出射した発光の滲みを軽減できる効果もある。

図4は、本実施形態および従来の蛍光体基板の作用を示す写真である。

図4(a)は、図2(a)に示す従来の蛍光体基板、図4(b)は、図2(c)に示す本実施形態の蛍光体基板の発光の様子を透明基板側から撮像した写真である。励起光源として発光波長450nmの青色LEDと5mm角のマスクウィンドウを用いて、波長選択膜(バンドパスフィルター)側から中心5mm角のみを照射した。

【0093】

図2(a)に示す従来の蛍光体基板では、基板中を導波する発光の成分割合が大きく、その一部は基板で散乱されるため、基板中をしばらく導波後、基板の外部(外気)に取り出される。このため、図4(a)に示すように、出射した発光を本来は矩形であるにもかかわらず、その輪郭がぼやけて滲んでいる。

【0094】

一方、図2(c)に示す本実施形態の蛍光体基板では、空隙から基板に入射した蛍光は必ず基板から空気(外気)に向けて出射できるので、基板を伝播する蛍光成分が少ない。このため、図4(b)に示すように、矩形の発光が殆ど滲むことなく鮮明な輪郭で出射される。従って、このような本実施形態の蛍光体基板を表示装置に適用すれば、滲みの少ない鮮明な映像を映し出すことが可能になる。

【0095】

[第2実施形態]

図5は、第2実施形態の蛍光体基板を備えた表示装置を示す断面模式図である。

本実施形態に係る表示装置500は、蛍光体基板520、励起光源514、および液晶層515を備えている。励起光源514は、例えば波長が405nmの励起光FLを出射する光源装置である。液晶層515は、励起光FLの蛍光体基板520への入射を制御する公知の液晶層であればよい。

【0096】

蛍光体基板520は、光透過性の基板501と、この基板501の一面501aに重ねて配された蛍光体層502とを備えている。蛍光体基板520は、蛍光体層502の基板501と対向する面とは反対側が、蛍光体層502を励起させる励起光FLを入射させる励起光入射面Efとなる。

【0097】

蛍光体層502の励起光入射面Efには、更に、バンドパスフィルター層505が形成されていることが好ましい。バンドパスフィルター層505は、励起光FLを透過させ、かつ、この励起光FLによって蛍光体層502に生じた発光を反射させる。

【0098】

蛍光体層502は、蛍光体材料からなる多数の蛍光体粒子503と、この蛍光体粒子503どうしの間に保たれた空隙504とから構成されている。空隙504には窒素ガスが

10

20

30

40

50

満たされている。蛍光体層 502 は、基板 501 の一面 501a から立ち上がり、蛍光体層 502 の厚み方向に沿った側面を囲む隔壁 512 によって所定の領域毎に区画（第一～第三の区画）されている。隔壁 512 の少なくとも蛍光体粒子 503 に臨む領域は、光散乱性または光反射性を有している。また、それぞれの隔壁 512 の底部と基板 501との間には、更に遮光層 511 が形成されていることが好ましい。

【0099】

蛍光体粒子 503 は、隔壁 512 によって区画された領域ごとに、第一の区画に配された緑色蛍光体粒子 503G、第二の区画に配された赤色蛍光体粒子 503R、および第三の区画に配された青色蛍光体粒子 503B がそれぞれ充填されている。蛍光体粒子 503 のうち、緑色蛍光体粒子 503G（第一の蛍光体粒子）の発光主波長（ピーク波長域）は 500～560 nm である。また、赤色蛍光体粒子 503R（第二の蛍光体粒子）の発光主波長（ピーク波長域）は 600～650 nm である。また、青色蛍光体粒子 503B（第三の蛍光体粒子）の発光主波長（ピーク波長域）は 430～490 nm である。10

【0100】

また、これら赤色蛍光体粒子 503R、緑色蛍光体粒子 503G、青色蛍光体粒子 503B と基板 501との間には、それぞれ遮光層 511 で区画されたカラーフィルター 513 である赤色フィルター 513R、緑色フィルター 513G、青色フィルター 513B が形成されている。

【0101】

第一の区画に配された緑色フィルター 513G は、500～560 nm（緑色光）の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、500～560 nm（緑色光）の波長域の光の透過率が、430～490 nm（青色光）および 600～650 nm（赤色光）の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルターである。20

【0102】

第二の区画に配された赤色フィルター 513R は、600～650 nm（赤色光）の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、600～650 nm（赤色光）の波長域の光の透過率が、430～490 nm（青色光）および 500～560 nm（緑色光）の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルターである。

【0103】

第一の区画に配された緑色フィルター 513B は、430～490 nm（青色光）の波長域に透過率の最大値を持ち、なおかつ、430～490 nm（青色光）の波長域の光の透過率が、500～560 nm（緑色光）および 600～650 nm（赤色光）の各波長域の光の最大透過率より大きいフィルターである。30

【0104】

図 18 に、赤色フィルター 513R、緑色フィルター 513G、および青色フィルター 513B のそれぞれの透過波長領域を測定したグラフを示す。このグラフにおいて、例えば、透過率が 50% 以上となる波長域の光を中心とした透過率が最大となる波長範囲を各フィルターの主透過波長領域として、赤色フィルター 513R は 600～650 nm、緑色フィルター 513G は 500～560 nm、そして青色フィルター 513B は 430～490 nm の波長域の光を中心に透過させる。40

【0105】

表 2 に、それぞれのフィルターにおける赤色光、緑色光、および青色光の最大透過率（%）、及び最小透過率（%）を示す。

【0106】

【表2】

各フィルターの青、緑、赤色成分の平均透過率、最大透過率、及び最小透過率[%]

		青色 カラーフィルター	緑色 カラーフィルター	赤色 カラーフィルター
青色成分 (430~490nm)	最大値	84.2	54.1	0.9
	最小値	64.2	0.1	0.1
緑色成分 (500~560nm)	最大値	61.5	84.0	0.4
	最小値	0.5	69.3	0.1
赤色成分 (600~650nm)	最大値	0.1	16.9	97.1
	最小値	0.0	0.2	85.0

10

20

30

40

【0107】

カラーフィルター513としては、公知のカラーフィルターを用いることが可能である。ここで、カラーフィルターを設けることによって、隔壁512で区画された赤色画素P R、緑色画素P G、青色画素P Bの色純度を高める事が可能となり、表示装置500の色再現範囲を拡大する事ができる。

【0108】

図6に第一の区画に配された緑色蛍光体粒子503G($\text{SrSi}_2(\text{O}, \text{Cl})_2\text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}$)の発光スペクトルと第一の区画に配された緑色フィルター513Gの透過スペクトルの一例を示す。緑色蛍光体粒子503Gの発光スペクトルは540nm程度に発光ピークを有するものの、波長650nm程度まで裾を引いており、有意な赤色成分を有している。しかしながら、緑色フィルター513Gを透過した緑色蛍光体粒子503Gの発光スペクトルは、緑色蛍光体粒子503Gの発光スペクトルに緑色フィルター513Gの透過スペクトルを乗じたものであるから、より先鋭なスペクトルとなり、色純度を高めることができる。

【0109】

また、青色蛍光体粒子503Bと対向する青色フィルター513B、緑色蛍光体粒子503Gと対向する緑色フィルター513G、赤色蛍光体粒子503Rと対向する赤色フィルター513Rにより、蛍光体粒子503R, 503G, 503Bにより吸収されず、透過してしまう励起光が外部に漏れ出す事を防止できるため、蛍光体粒子503R, 503G, 503Bからの発光と励起光による混色による発光の色純度の低下を防止する事が可能となる。

【0110】

また、青色蛍光体粒子503Bと対向する青色フィルター513B、緑色蛍光体粒子503Gと対向する緑色フィルター513G、赤色蛍光体粒子503Rと対向する赤色フィルター513Rにより、外光(基板の外側から入射する光)を吸収する事ができるため、外光による意図しない画素中の蛍光体粒子513R, 513G, 513Bの発光を低減・防止することが可能となり、コントラストの低下を低減・防止する事ができる。

【0111】

隔壁512は、例えば、樹脂と光散乱性粒子とを含む材料で形成されている。例えば、低屈折率の樹脂中に樹脂よりも高屈折率の光散乱性粒子を分散するものであることが好ましい。また、青色光が光散乱性の隔壁によって効果的に散乱するためには、光散乱性粒子の粒径がミー散乱の領域にあることが必要であるので、光散乱性粒子の粒径として100nm~500nm程度が好ましい。

【0112】

隔壁512を構成する樹脂材料としては、透光性の樹脂であることが好ましい。樹脂材

50

料の具体例としては、アクリル樹脂（屈折率：1.49）、メラミン樹脂（屈折率：1.57）、ナイロン（屈折率：1.53）、ポリスチレン（屈折率：1.60）、メラミンビーズ（屈折率：1.57）、ポリカーボネート（屈折率：1.57）、ポリ塩化ビニル（屈折率：1.60）、ポリ塩化ビニリデン（屈折率：1.61）、ポリ酢酸ビニル（屈折率：1.46）、ポリエチレン（屈折率：1.53）、ポリメタクリル酸メチル（屈折率：1.49）、ポリMBS（屈折率：1.54）、中密度ポリエチレン（屈折率：1.53）、高密度ポリエチレン（屈折率：1.54）、テトラフルオロエチレン（屈折率：1.35）、ポリ三フッ化塩化工チレン（屈折率：1.42）、ポリテトラフルオロエチレン（屈折率：1.35）等が挙げられる。

【0113】

10

隔壁512を構成する光散乱粒子として、無機材料を用いる場合には、例えば、ケイ素、チタン、ジルコニアム、アルミニウム、インジウム、亜鉛、錫、およびアンチモンからなる群より選ばれる少なくとも1種の金属の酸化物を主成分とした粒子等が挙げられる。

【0114】

無機材料により構成された粒子（無機粒子）を隔壁512に用いる場合には、例えば、シリカビーズ（屈折率：1.44）、アルミナビーズ（屈折率：1.63）、酸化チタンビーズ（屈折率 アナタース型：2.50、ルチル型：2.70）、酸化ジルコニアビーズ（屈折率：2.05）、酸化亜鉛ビーズ（屈折率：2.00）、チタン酸バリウム（BaTiO₃）（屈折率：2.4）等が挙げられる。

【0115】

20

有機材料により構成された粒子（有機粒子）を隔壁512に用いる場合には、例えば、ポリメチルメタクリレートビーズ（屈折率：1.49）、アクリルビーズ（屈折率：1.50）、アクリル-スチレン共重合体ビーズ（屈折率：1.54）、メラミンビーズ（屈折率：1.57）、高屈折率メラミンビーズ（屈折率：1.65）、ポリカーボネートビーズ（屈折率：1.57）、スチレンビーズ（屈折率：1.60）、架橋ポリスチレンビーズ（屈折率：1.61）、ポリ塩化ビニルビーズ（屈折率：1.60）、ベンゾグアナミン-メラミンホルムアルデヒドビーズ（屈折率：1.68）、シリコーンビーズ（屈折率：1.50）等が挙げられる。

【0116】

30

隔壁512の材料の構成樹脂としてアルカリ可溶性樹脂を選択し、光重合性モノマー、光重合開始剤、溶剤を添加することによって、隔壁材料をフォトレジスト化することができ、フォトリソグラフィーによってパターニングして隔壁512を形成することが可能となる。

【0117】

隔壁512の遮光層511で区画された開口部（蛍光体層の一区画分）の縦横サイズは、20 μm × 20 μm 程度 ~ 500 μm × 500 μm 程度が好ましい。また、隔壁512は、CIE1976 L*a*b表示系において80%以上の反射率を有することが好ましい。

【0118】

従来通りコントラスト向上を目的として、光散乱性の隔壁512の光取出し方向側に0.01 μmから3 μm程度の光散乱性の隔壁に比べて薄い黒色隔壁層を挿入しても良い。更に、ある画素に進入するように設計された励起光が隣接画素に漏れて混色がおきるのを防止するために、隣接画素に進入しようとする光を吸収する目的で、光散乱性隔壁の光取出し方向とは反対側に0.01 μmから3 μm程度の光散乱性の隔壁に比べて薄い黒色隔壁層を挿入しても良い。

【0119】

蛍光体層502をディスペンサー法、インクジェット法などによってパターニングする場合、隔壁512より蛍光体溶液が溢れ出て隣接画素間での混色を防止するために、隔壁512に撥液性を付与することが必須である。隔壁512に撥液性を付与する方法としては例えば以下のようないわゆる方法がある。

50

(1) フッ素プラズマ処理

例えば、特開2000-76979号公報に開示されているように、隔壁を形成した基板に対して導入ガスをフッ素系とした条件下でプラズマ処理を行うことによって隔壁に撥液性を付与することができる。

(2) フッ素系表面改質剤の添加

光散乱性隔壁の材料にフッ素系表面改質剤を添加することによって隔壁に撥液性を付与することができる。フッ素系表面改質剤としては、例えばUV硬化型表面改質剤ディフェンサ(DIC株式会社製)やメガファックなどが使用できる。

【0120】

隔壁512の形状としては、励起光が本来入射すべき画素の隣接画素に入射しないよう10に、励起光の出射側よりも入射側で隔壁512の開口部が広くなるような、テーパー形状に形成されることが望ましい。

また、基板501と隔壁512との密着性を十分に高めるためには、隔壁512の横幅に対する隔壁512の高さの比率(アスペクト比)が1以上であることが望ましい。

【0121】

図3(a)に示す従来構造の蛍光体基板を用いた表示装置の蛍光取出効率が31%であったのに対して、図5に示す本実施形態の表示装置によれば、蛍光取出効率が51%まで向上した。これによって、明るく、かつ鮮明なフルカラー表示装置を実現することが可能になる。

【0122】

[第2実施形態の変形例]

図5に示す表示装置500では、隔壁512で仕切られた1つの区画には、それぞれ1種類の蛍光体粒子503が配されているが、1つの区画に2種類以上の蛍光体粒子503を配しても良い。例えば、図7に示す第2実施形態の変形例においては、蛍光体層502の第二の区画に、3種類の緑色蛍光体粒子503G1、503G2、503G3を配した。この3種類の緑色蛍光体粒子503G1、503G2、503G3は、発光主波長(ピーク波長域)が500~560nmの範囲で互いに異なる発光主波長を持っている。また、1つの区画に配する蛍光体粒子を、互いに平均粒径が異なる複数種類の蛍光体粒子としてもよい。

【0123】

[第3実施形態]

図8は、第3実施形態の蛍光体基板を備えた表示装置を示す断面模式図である。

本実施形態に係る表示装置600は、蛍光体基板650、励起光源614、および液晶層615を備えている。励起光源614は、例えば波長が450nmの励起光FLを射する光源装置である。液晶層615は、励起光FLの蛍光体基板650への入射を制御する公知の液晶層であればよい。

【0124】

蛍光体基板650は、光透過性の基板601と、この基板601の一面601aに重ねて配された蛍光体層602とを備えている。蛍光体基板650は、蛍光体層602の基板601と対向する面とは反対側が、蛍光体層602を励起させる励起光FLを入射させる励起光入射面Efとなる。

【0125】

蛍光体層602の励起光入射面Efには、更に、バンドパスフィルター層605が形成されていることが好ましい。バンドパスフィルター層605は、励起光FLを透過させ、かつ、この励起光FLによって蛍光体層602に生じた発光を反射させる。

【0126】

蛍光体層602は、蛍光体材料からなる多数の蛍光体粒子603と、この蛍光体粒子603どうしの間に保たれた空隙604とから構成されている。空隙604にはアルゴンガスが満たされている。蛍光体層602は、基板601の一面601aから立ち上がり、蛍光体層602の厚み方向に沿った側面を囲む隔壁612によって所定の領域毎に区画され

10

20

30

40

50

ている。隔壁 612 の少なくとも蛍光体粒子 603 に臨む領域は、光散乱性または光反射性を有している。また、それぞれの隔壁 612 の底部と基板 601との間には、更に遮光層 611 が形成されていることが好ましい。

【0127】

蛍光体粒子 603 は、隔壁 612 によって区画された領域ごとに、赤色蛍光体粒子 603R、緑色蛍光体粒子 603G、散乱体粒子 603S がそれぞれ充填されている。蛍光体粒子 503 のうち、緑色蛍光体粒子 503G（第一の蛍光体粒子）の発光主波長は 500 ~ 560 nm である。また、散乱体粒子 603S は 400 nm 以上の波長域の光（蛍光）を散乱させる。

【0128】

また、これら赤色蛍光体粒子 603R、緑色蛍光体粒子 603G、散乱体粒子 603S と基板 601との間には、それぞれ遮光層 611 で区画されたカラーフィルター 613 である赤色フィルター 613R、緑色フィルター 613G、青色フィルター 613B が形成されている。赤色フィルター 613R は、600 ~ 650 nm の波長域の光を主波長として透過させる。緑色フィルター 613G は、500 ~ 560 nm の波長域の光を主波長として透過させる。そして、青色フィルター 613B は、430 ~ 490 nm の波長域の光を主波長として透過させる。

【0129】

散乱体粒子 603S は、有機材料により構成されていてもよいし、無機材料により構成されていてもよいが、無機材料により構成されていることが好ましい。これにより、外部（例えば発光素子）からの指向性を有する光を、より等方的に効果的に拡散または散乱させることが可能となる。また、無機材料を使用することにより、光および熱に安定な光散乱層を提供することが可能となる。また、散乱体粒子 603S としては、透明度が高いものであることが好ましい。また、低屈折率の母材中に母材よりも高屈折率の粒子を分散するものであることが好ましい。また、青色光が散乱体粒子 603S によって効果的に散乱するためには、散乱体粒子 603S の粒径がミー散乱の領域にあることが必要であるので、散乱体粒子 603S の粒径として 100 nm ~ 500 nm 程度が好ましい。

【0130】

散乱体粒子 603S として、無機材料を用いる場合には、例えば、ケイ素、チタン、ジルコニアム、アルミニウム、インジウム、亜鉛、錫、およびアンチモンからなる群より選ばれる少なくとも 1 種の金属の酸化物を主成分とした粒子等が挙げられる。

【0131】

また、散乱体粒子 603S、無機材料により構成された粒子（無機粒子）を用いる場合には、例えば、シリカビーズ（屈折率：1.44）、アルミナビーズ（屈折率：1.63）、酸化チタンビーズ（屈折率 アナタース型：2.50、ルチル型：2.70）、酸化ジルコニアビーズ（屈折率：2.05）、酸化亜鉛ビーズ（屈折率：2.00）、チタン酸バリウム（BaTiO₃）（屈折率：2.4）等が挙げられる。

【0132】

散乱体粒子 603S として、有機材料により構成された粒子（有機粒子）を用いる場合には、例えば、ポリメチルメタクリレートビーズ（屈折率：1.49）、アクリルビーズ（屈折率：1.50）、アクリル-スチレン共重合体ビーズ（屈折率：1.54）、メラミンビーズ（屈折率：1.57）、高屈折率メラミンビーズ（屈折率：1.65）、ポリカーボネートビーズ（屈折率：1.57）、スチレンビーズ（屈折率：1.60）、架橋ポリスチレンビーズ（屈折率：1.61）、ポリ塩化ビニルビーズ（屈折率：1.60）、ベンゾグアナミン-メラミンホルムアルデヒドビーズ（屈折率：1.68）、シリコンビーズ（屈折率：1.50）等が挙げられる。

【0133】

散乱体粒子 603S と混合して用いる樹脂材料としては、透光性の樹脂であることが好ましい。また、樹脂材料としては、例えば、アクリル樹脂（屈折率：1.49）、メラミン樹脂（屈折率：1.57）、ナイロン（屈折率：1.53）、ポリスチレン（屈折率：

10

20

30

40

50

1.60)、メラミンビーズ(屈折率:1.57)、ポリカーボネート(屈折率:1.57)、ポリ塩化ビニル(屈折率:1.60)、ポリ塩化ビニリデン(屈折率:1.61)、ポリ酢酸ビニル(屈折率:1.46)、ポリエチレン(屈折率:1.53)、ポリメタクリル酸メチル(屈折率:1.49)、ポリMBS(屈折率:1.54)、中密度ポリエチレン(屈折率:1.53)、高密度ポリエチレン(屈折率:1.54)、テトラフルオロエチレン(屈折率:1.35)、ポリ三フッ化塩化エチレン(屈折率:1.42)、ポリテトラフルオロエチレン(屈折率:1.35)等が挙げられる。

【0134】

なお、蛍光体基板650の蛍光体層602を励起させる励起光源614としては、有機EL素子を用いた照明装置を励起光源として用いることもできる。有機EL素子としては、公知の有機EL素子を適用可能である。10

【0135】

[第4実施形態]

図9は、第4実施形態の蛍光体基板を備えた発光デバイスを示す断面模式図である。本実施形態の発光デバイス700は、蛍光体基板710と、光源711とを備えている。蛍光体基板710は、基板701と、この基板701の一面701aに形成された蛍光体層702とを有する。蛍光体層702は、蛍光体材料からなる多数の蛍光体粒子703と、この蛍光体粒子703どうしの間に保たれた空隙704とから構成されている。空隙704には空気が満たされている。また、蛍光体粒子703は、例えば、光源711から発した励起光によって赤色に発光する赤色蛍光体粒子703Rと、緑色に発光する緑色蛍光体粒子703Gとを混合したものであればよい。また蛍光体層702の光源711側には、更にバンドパスフィルター層705が形成されていることが好ましい。20

【0136】

光源711は、LEDチップ712を配した基材713、LEDチップ712を基材713に封止する透明な封止樹脂714、LEDチップ712や封止樹脂714の周囲を囲むように形成されたリフレクター715、および基材713の周面に沿って形成されたLEDチップ712の引出配線716、LEDチップ712と引出配線716とを接続するワイヤ717等を備えている。

【0137】

ワイヤ717は導電性金属合金であればよいが、LEDチップ712や電極材料との合金化し易さの観点から、主には金、金合金、アルミ、銅、銀等が用いられる。なお、図8においてはワイヤボンディングしたものを示しているが、LEDチップ712をフリップチップ実装したものであってもよい。また、静電特性を向上させる目的で、静電保護素子(例えばツェナーダイオードや抵抗素子)をLEDチップ712と並列に接続しても構わない。30

【0138】

LEDチップ712は、例えば、青色光(励起光)を発するGaNを含むLEDチップであればよい。リフレクター715は、成型樹脂として、ナイロン系のポリフタルアミド(PPA)や、シリコーン系樹脂を用い、この成型樹脂中に光散乱性を発現させるためのフィラー、例えば、TiO₂, SiO₂, アルミナ, 窒化アルミニウム, ムライト等を分散させたものから構成される。40

【0139】

封止樹脂714としては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン樹脂、変性エポキシ樹脂、変性シリコーン樹脂、ポリアミド、ガラス等によって構成されればよい。

蛍光体粒子としては、赤色蛍光体粒子703Rと緑色蛍光体粒子703Gとを混合させる以外にも、例えば、黄色に発光する黄色蛍光体粒子を用いることも好ましい。

【0140】

本実施形態の発光デバイス700のように、LEDチップ712に対して蛍光体基板710を用いることにより、発光輝度の向上、LEDチップ712と蛍光体基板710の組み合わせによる製造上の品質のバラツキの抑制、熱を発するLEDチップ712と蛍光体

粒子 703 とを離間させることによる、蛍光体粒子 703 の劣化抑制、などの効果を得ることができる。

【0141】

[第4実施形態の変形例]

図10は、第4実施形態の蛍光体基板を備えた発光デバイスを示す断面模式図である。

図9に示した発光デバイス700においては、基材713の一面に1つのLEDチップ712を配した構成の光源711を用いているが、図10に示す第4実施形態の変形例では、基材713の一面に複数のLEDチップ712, 712...を配している。こうしたLEDチップ712, 712...は、互いに直列に接続して広い範囲を照明する面光源として用いることができる。なお、LEDチップ712は直列接続、並列接続の何れであってもよい。

10

【0142】

[第5実施形態]

図11は、第5実施形態の蛍光体基板を備えた太陽電池モジュールを示す断面模式図である。

本実施形態の太陽電池モジュール800は、蛍光体基板810と、光電変換素子817とが重ねて形成されている。

蛍光体基板810は、光透過性の基板801と、この基板801の一面801aに重ねて配された蛍光体層802とを備えている。蛍光体層802は、蛍光体材料からなる多数の蛍光体粒子803と、この蛍光体粒子803どうしの間に保たれた空隙804とから構成されている。空隙804には空気が満たされている。

20

【0143】

光電変換素子817は、例えば、シリコン太陽電池、GaAs太陽電池、CuInGaSe系混晶太陽電池(CIGS太陽電池)などが挙げられる。光電変換素子817としては、上述したもの以外にも、例えば、InGaP, InGaAs, AlGaAs, Cu(In, Ga)Se₂, Cu(In, Ga)(Se, S)₂, CuInS₂, CdTe, CdS等を用いることもできる。更に、量子ドット太陽電池など他の構造の太陽電池を光電変換素子として用いることも好ましい。

【0144】

図12に示すように、結晶シリコン太陽電池、GaAs太陽電池、CIGS太陽電池のいずれも、光電力変換効率は各太陽電池素子の材料のバンドギャップで決まる波長で変換効率が最大となる。そして、それよりも長波長側は、急峻に低下し、それよりも短波長側は変換効率が緩慢に低下する。

30

【0145】

一方で、図13に示すように、太陽光のスペクトル(エアマス1.5)は、波長300nm程度から急峻に立ち上がり、波長460nm程度で最大となり、それより長波長側は強度が緩慢に低下する。

【0146】

したがって、太陽光の短波長側の光を蛍光体基板810により、より太陽電池素子の光電力変換効率が高い波長の光に変換すれば、太陽電池モジュール全体の光電変換効率を向上させることが可能になる。

40

一方で、蛍光体基板810により変換された光の波長が太陽電池素子の光電力変換効率の最大値より長波長の場合、太陽電池モジュール全体の光電変換効率は低下する。

【0147】

図13に、光電変換素子817に対して蛍光体基板810を組み合わせたことによる効果をグラフで示す。蛍光体基板810を構成する蛍光体粒子803として赤色蛍光体CaAlSiN₃:Eu²⁺を用いた場合の「太陽光のスペクトルの内、蛍光体粒子803が吸収する成分(図18参照)」(以下、スペクトルIと称する)、「蛍光体基板810の発光スペクトル(図18参照)」(以下、スペクトルIIと称する)、「太陽光のスペクトル(エアマス1.5)」(以下、スペクトルIIIと称する)、「蛍光体粒子803を透過

50

する太陽光のスペクトル」(以下、スペクトルIVと称する)、「結晶シリコン太陽電池の光電力変換効率 スペクトル(図18参照)」(以下、スペクトルVと称する)、を重ねて示す。この図14によれば、長波長側に向かって光電変換効率が一様に増加していく特性の結晶シリコン太陽電池に対して、短波長側にピークがある太陽光を、蛍光体基板810によって長波長側に変換することができ、それによって、太陽光による光電変換素子817の光電変換効率を向上させることができることが可能であることを示している。

【0148】

さらに詳細に述べると、蛍光体基板810に波長選択膜側から太陽光が照射されると、蛍光体基板810がスペクトルIを吸収し、スペクトルIIに波長変換して光電変換素子817側に光が取り出される。また、蛍光体基板810を透過したスペクトルIVも電変換素子817に照射される。10

【0149】

図13より数値を読み取ると、スペクトルIの波長領域、より具体的には約300nm～約600nmの光電変換素子817の光電力変換効率は7%～19%である。スペクトルIIの波長領域、より具体的には約600nm～約750nmの光電変換素子817の光電力変換効率は19%～25%である。両者を比較して、スペクトルIIの波長領域の方が、光電変換素子817の光電力変換効率が高いことが分かる。

【0150】

ここでさらに、

(左辺)[スペクトルI×太陽電池の光電力変換効率(スペクトルV)]20

(右辺)[スペクトルII×蛍光体の量子効率×取出し効率×太陽電池の光電力変換効率(スペクトルV)]

の場合には、太陽電池モジュール全体の光電変換効率を向上させることができる

上記(左辺)は蛍光体基板810を適用せず、太陽光を直接光電変換素子817に入射した場合の発電量である。図13のスペクトルIとスペクトルVが重なった面積に比例する。30

【0151】

一方、上記(右辺)は蛍光体基板810を直接光電変換素子817に適用した本実施形態の太陽電池モジュール800に太陽光が入射した場合の発電量である。蛍光体基板810がスペクトルIを吸収し、スペクトルIIを光電変換素子817に放射する際に、蛍光体粒子803の量子効率と蛍光体基板810の取出し効率を乗じた光強度に減少する。したがって、スペクトルIIに蛍光体の量子効率と取出し効率を乗じたスペクトルにスペクトルVを乗じた量が本実施形態の太陽電池モジュール800の発電量となる。本実施形態の太陽電池モジュール800の発電量は、図134のスペクトルIIとスペクトルVが重なった面積に蛍光体の量子効率と取出し効率を乗じた量に比例する。

【0152】

したがって、太陽電池モジュール全体の発電量を向上させるためには、蛍光体基板810の光取出し効率が十分に高い事が必要となる。光電変換素子817に対して、高い取り出し効率が期待できる本発明構成の蛍光体基板810を適用することで、上記(左辺)(右辺)からなる式を満たすことが容易となる。40

また、蛍光体基板810により光電力変換効率が高い波長域に波長変換して光電変換素子817に光を入射することで、光電変換素子817の温度上昇が抑制でき、光電変換素子817の光電力変換特性の劣化を防止できる。

上記(左辺)

【0153】

なお、図14には、蛍光体基板810を構成する赤色蛍光体(CaAlSiN₃:Eu²⁺)の吸収スペクトル(吸収率)および発光スペクトル(光強度)と太陽光のスペクトル(エアマス1.5)、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分を示す。

【0154】

10

20

30

40

50

図15には、同じく蛍光体基板810を構成する赤色蛍光体($\text{CaAlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}$)の発光スペクトル(光強度)と結晶シリコン太陽電池の光電力変換効率を示す。

このような特性を持つ赤色蛍光体によれば、太陽光のスペクトルを長波長側に変換することができ、光電変換素子817の光電変換効率を向上させることができとなる。

【0155】

別の構成として、図16には、蛍光体基板810を構成する赤色蛍光体(ペリレン系色素ルモゲンレッド)の吸収スペクトル(吸収率)および発光スペクトル(光強度)と太陽光のスペクトル(エアマス1.5)、太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分を示す。

【0156】

図17には、同じく蛍光体基板810を構成する赤色蛍光体(ペリレン系色素ルモゲンレッド)の発光スペクトル(光強度)と太陽光のスペクトルの内、赤色蛍光体が吸収する成分、結晶シリコン太陽電池の光電力変換効率を示す。

このような特性を持つ赤色蛍光体においても、太陽光のスペクトルを長波長側に変換することができ、光電変換素子817の光電変換効率を向上させることができとなる。

【0157】

上記の実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスは、電子機器として、例えば図19(A)に示すように、携帯電話1000に適用できる。図19(A)に示す携帯電話1000は、音声入力部1003、音声出力部1004、アンテナ1005、操作スイッチ1006、表示部1002、及び筐体1001等を備えている。そして、表示部1002として上記実施形態の蛍光体基板、発光デバイスが好適に適用できる。上記実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスを携帯電話1000の表示部1002に適用することにより、低消費電力で高いコントラストの映像を表示することができる。

【0158】

上記の実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスは、電子機器として、例えば図19(B)に示すように、薄型テレビジョン1100に適用できる。図19(B)に示す薄型テレビジョン1100は、表示部1102、スピーカー1103、キャビネット1101、およびスタンド1104等を備えている。そして、表示部1102として上記実施形態の蛍光体基板、発光デバイスが好適に適用できる。上記実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスを薄型テレビジョン1100の表示部1102に適用することにより、低消費電力で高いコントラストの映像を表示することができる。

【0159】

上記実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスは、照明装置として、例えば図20(A)に示すように、シーリングライト1400に適用できる。図20(A)に示すシーリングライト1400は、発光部1401、吊下線1402、および電源コード1403等を備えている。そして、発光部1401として上記実施形態の蛍光体基板、発光デバイスが好適に適用できる。上記実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスをシーリングライト1400の発光部1401に適用することにより、少ない消費電力で自在な色調の照明光を得ることができ、光演出性の高い照明器具を実現することができる。また、均一な照度で色純度の高い面発光が可能な照明器具を実現することができる。

【0160】

上記の実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスは、照明装置として、例えば図20(B)に示すように、照明スタンド1500に適用できる。図20(B)に示す照明スタンド1500は、発光部1501、スタンド1502、メインスイッチ1503、および電源コード1504等を備えている。そして、発光部1501として上記実施形態の蛍光体基板、発光デバイスが好適に適用できる。上記実施形態に係る蛍光体基板、発光デバイスを照明スタンド1500の発光部1501に適用することによって、少ない消費電力で自在な色調の照明光を得ることができ、光演出性の高い照明器具を実現することができる。また、均一な照度で色純度の高い面発光が可能な照明器具を実現することができる。

【符号の説明】

10

20

30

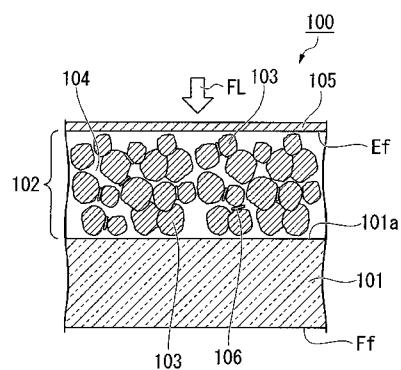
40

50

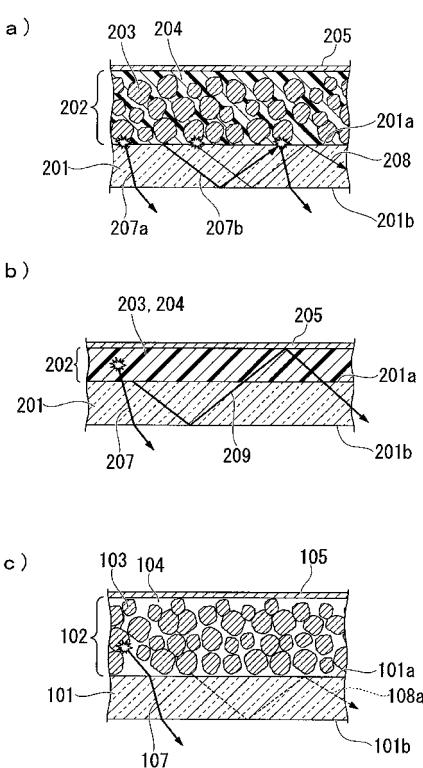
【0161】

100 萤光体基板、101 基板、102 萤光体層、103 萤光体粒子、104 空隙、105 接着層（部材）、106 バンドパスフィルター層。

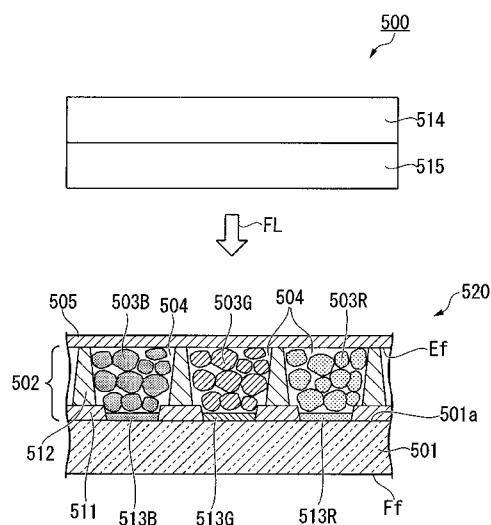
【図1】



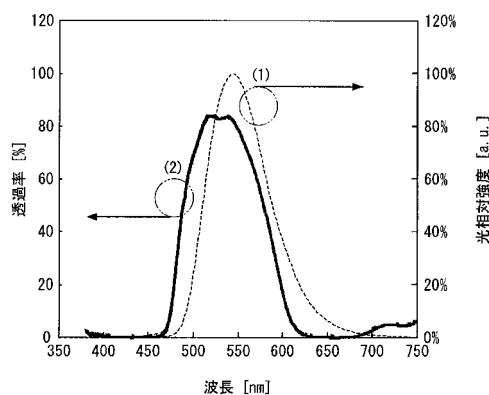
【図2】



【図 5】

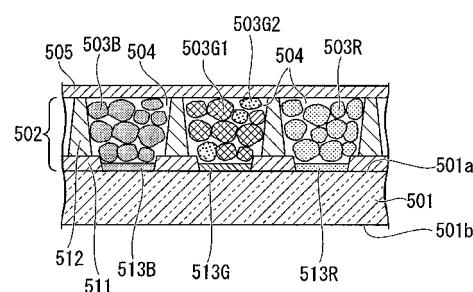


【図 6】

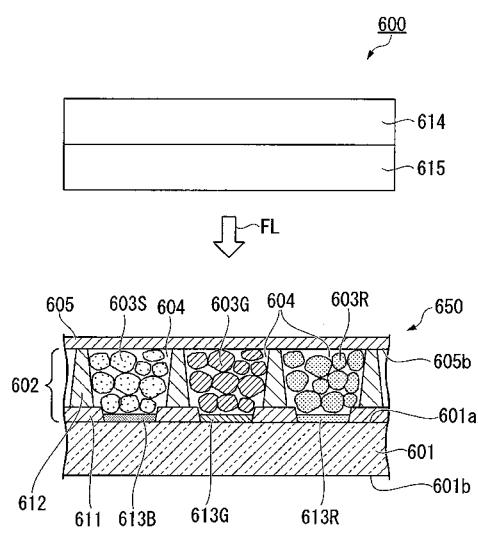


(1) 緑色蛍光体SrSi₂(O,Cl)₂N₂: Eu²⁺の発光スペクトル
(2) 緑色カラーフィルターの透過スペクトル

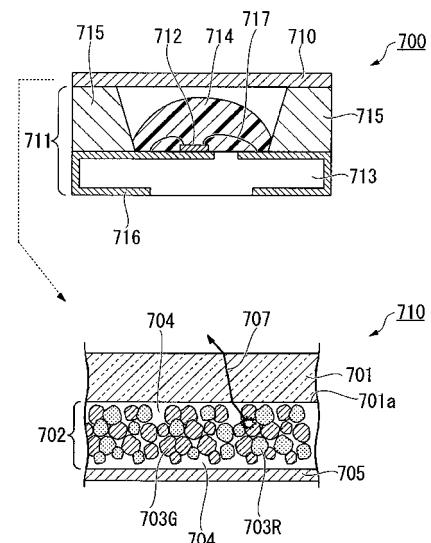
【図 7】



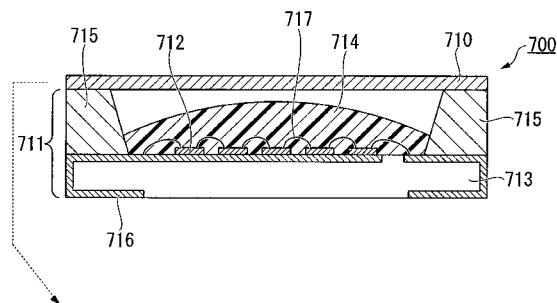
【図 8】



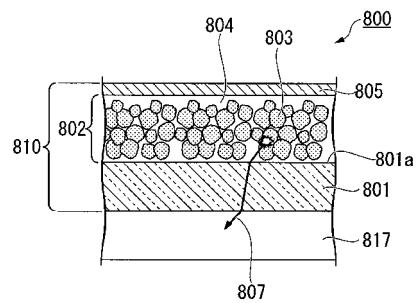
【図 9】



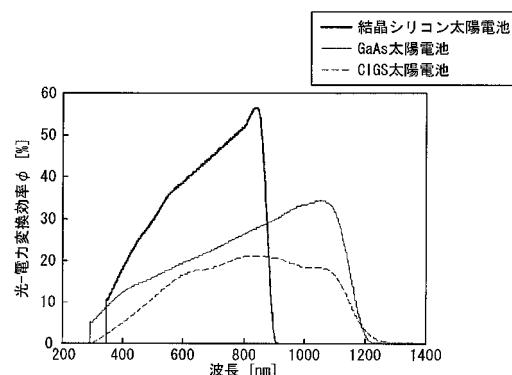
【図10】



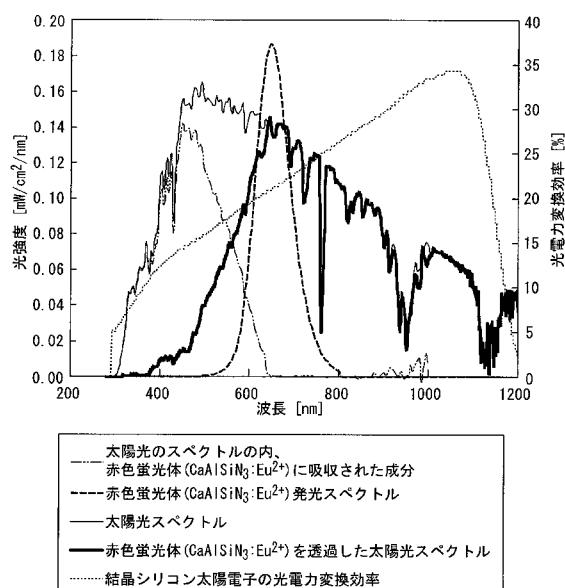
【図11】



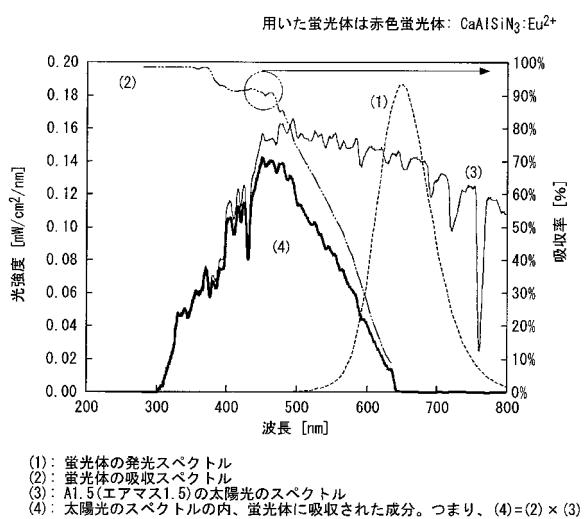
【図12】



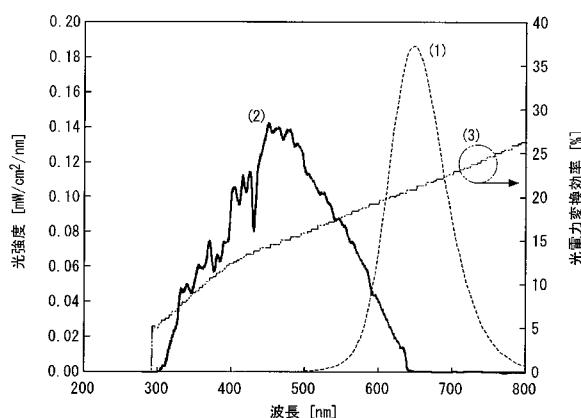
【図13】



【図14】

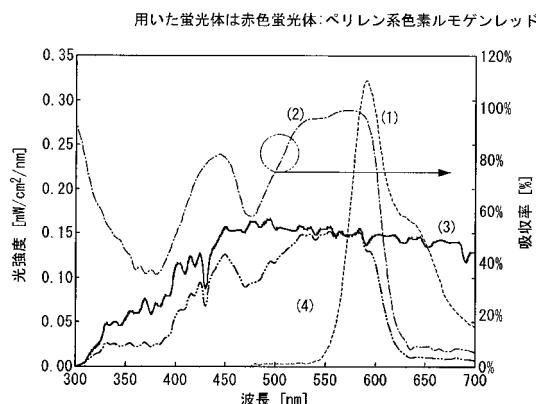


【図 1 5】



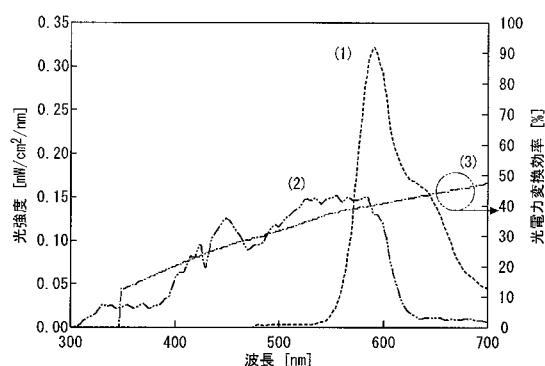
(1): 蛍光体の発光スペクトル
(2): 太陽光のスペクトルの内、蛍光体に吸収された成分
(3): 結晶シリコン太陽電池の光電力変換効率

【図 1 6】



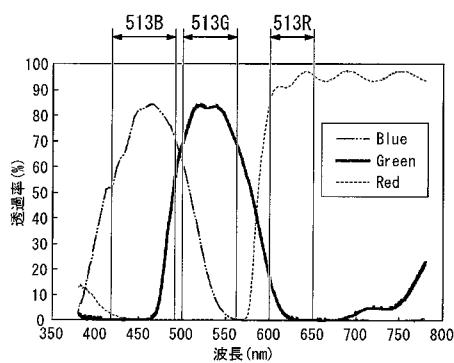
(1): 蛍光体の発光スペクトル
(2): 蛍光体の吸収スペクトル
(3): A1.5(エアマス1.5)の太陽光のスペクトル
(4): 太陽光のスペクトルの内、蛍光体に吸収された成分。つまり、(4)=(2) × (3)

【図 1 7】

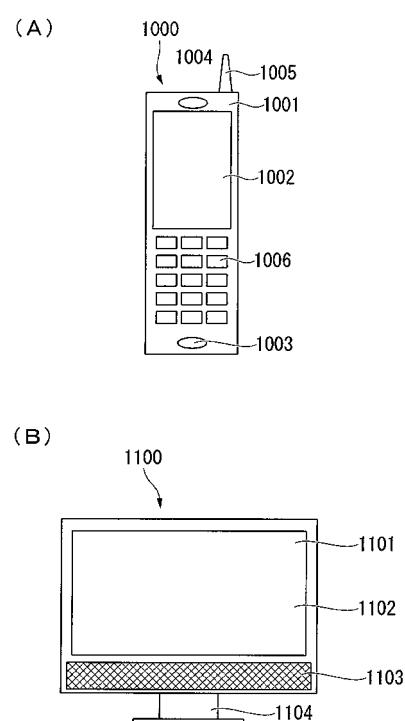


(1): 蛍光体の発光スペクトル
(2): 太陽光のスペクトルの内、蛍光体に吸収された成分
(3): GaAs太陽電池の光電力変換効率

【図 1 8】

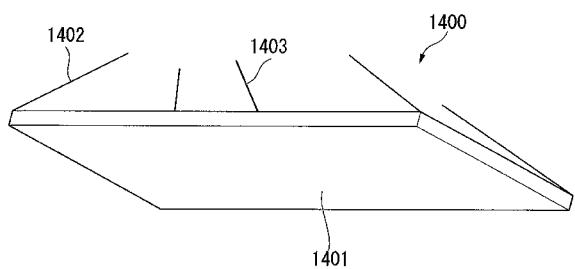


【図 1 9】

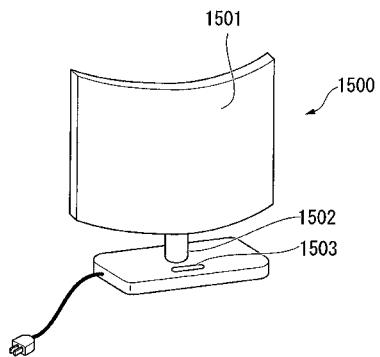


【図 20】

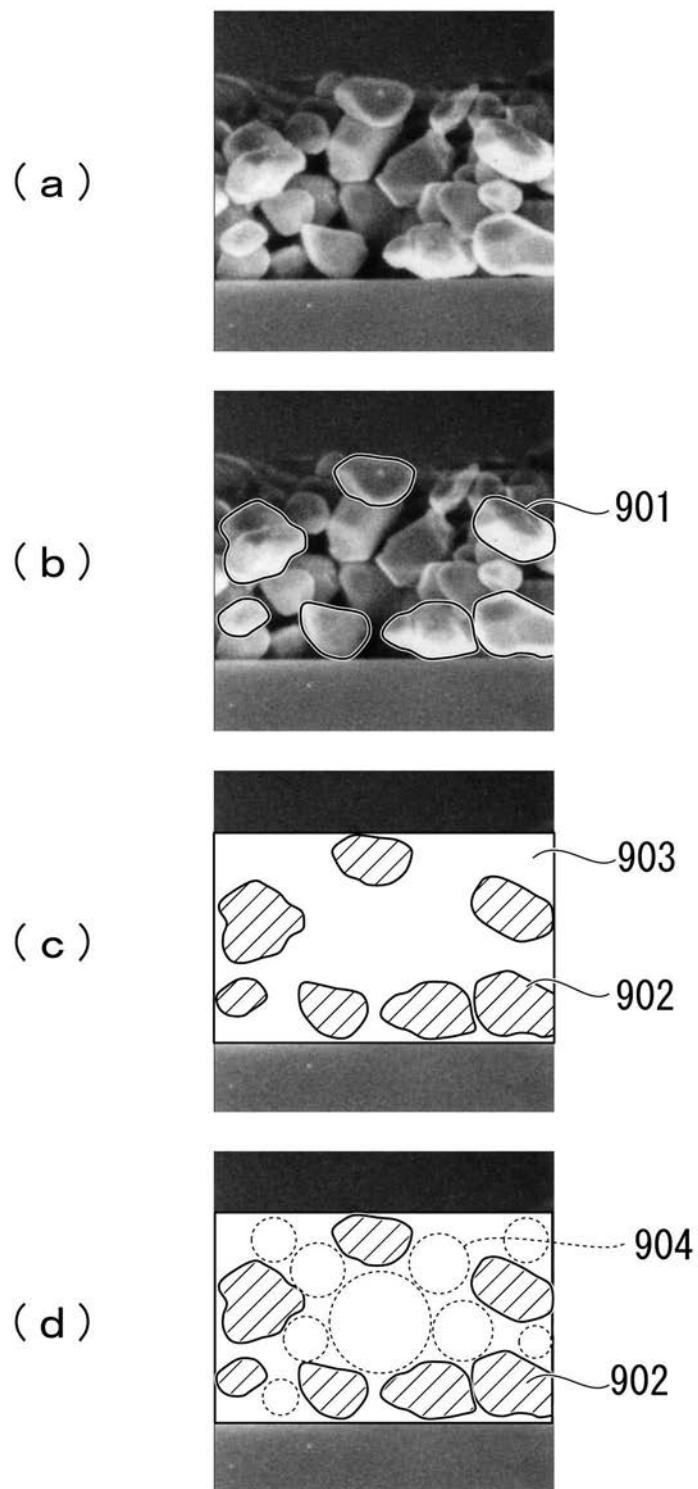
(a)



(b)

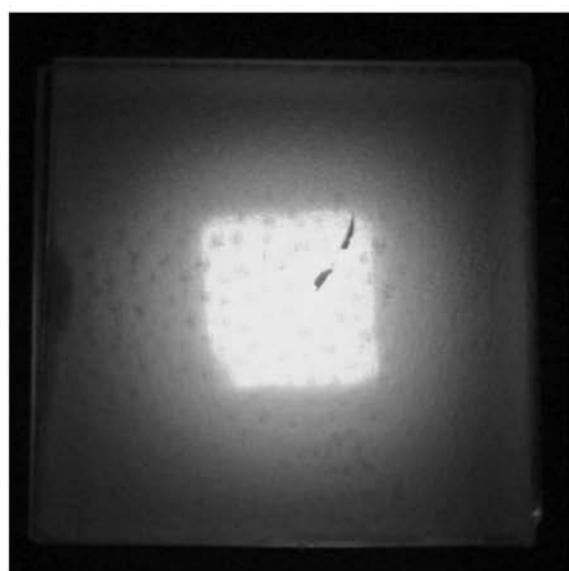


【図3】



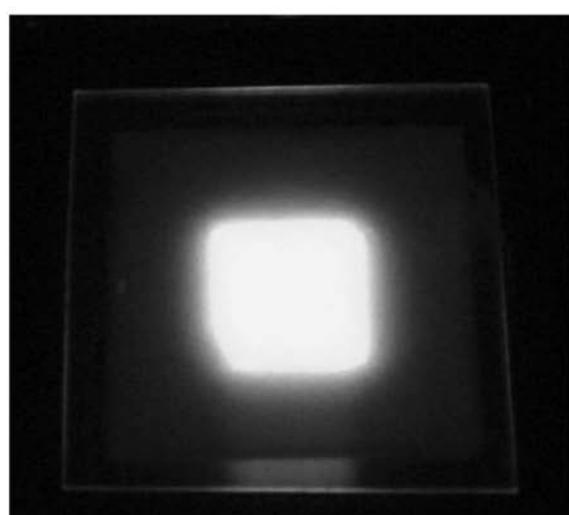
【図4】

(a)



従来例1

(b)



本実施形態

フロントページの続き

(72)発明者 川崎 修
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 東田 恭子
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 別所 久徳
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 岩田 真子
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 藤田 悅昌
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 松清 秀次
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 向殿 充浩
大阪府大阪市阿倍野区長池町 22番22号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 4H001 CA01

5F142 AA03 BA02 BA32 CA02 CB15 CB22 CD01 CD43 CD45 CD47
CE03 CE16 CG04 CG05 CG06 DA13 DA16 DA22 DA32 DA36
DB20 FA24 GA11 HA01