

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7117170号
(P7117170)

(45)発行日 令和4年8月12日(2022.8.12)

(24)登録日 令和4年8月3日(2022.8.3)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 L 33/54 (2010.01) H 0 1 L 33/54
H 0 1 L 33/56 (2010.01) H 0 1 L 33/56

請求項の数 14 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-116751(P2018-116751)	(73)特許権者	000002303 スタンレー電気株式会社 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
(22)出願日	平成30年6月20日(2018.6.20)	(74)代理人	110001025弁理士法人レクスト国際特許事務所
(65)公開番号	特開2019-220569(P2019-220569 A)	(72)発明者	下田 陽一 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気株式会社内
(43)公開日	令和1年12月26日(2019.12.26)	(72)発明者	大野 泰弘 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気株式会社内
審査請求日	令和3年5月18日(2021.5.18)	(72)発明者	山下 裕介 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタンレー電気株式会社内
		審査官	村井 友和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、
前記基板上に配置された発光素子と、
前記発光素子上に配置された光透過部材と、
前記基板上に配置され、前記光透過部材の側面を覆い、かつ外部に露出する上面を有する被覆体と、を有し、

前記被覆体は、前記被覆体内に分散された複数の粒子からなる粒子群を有し、
前記粒子群は、前記被覆体の前記上面の近傍だけに分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分を有する複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子を含むことを特徴とする発光装置。

【請求項2】

前記粒子群における前記複数の粒子は、前記被覆体内において均一な密度で分散されていることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項3】

前記粒子群における前記複数の粒子は、前記被覆体内において前記上面から前記基板に向かって徐々に密度が高くなるように分散されていることを特徴とする請求項1に記載の発光装置。

【請求項4】

前記粒子群は、前記被覆体の前記上面から前記基板に向かって、各粒子内における他の

部分よりもバンドギャップが狭い部分の密度が低くなるように分散された複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 5】

前記被覆体は、前記複数の粒子を分散させる一体的に形成された樹脂媒質を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 6】

前記粒子群は、最も前記上面側に設けられ、前記バンドギャップが狭い部分を最も高い密度で有する第 1 の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子と、前記第 1 の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子よりも前記基板側に設けられ、前記第 1 の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子よりも低い密度で前記バンドギャップが狭い部分を有する第 2 の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子と、を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

10

【請求項 7】

前記粒子群内の前記複数の粒子は、前記被覆体内において、5 ~ 70 wt % の範囲内で分散されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 8】

前記複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子は、粒子本体と、前記粒子本体を被覆する被覆膜と、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 9】

前記第 1 の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子は、前記被覆体の前記上面から 20 μm 以下の深さの範囲内の領域に分散されていることを特徴とする請求項 6 に記載の発光装置。

20

【請求項 10】

前記複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子は、前記光透過部材の前記側面から所定の距離だけ離間して前記光透過部材の前記側面を取り囲むように前記被覆体内に分散されていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 11】

前記所定の距離は、前記光透過部材の前記側面から、前記光透過部材からの出射光の最大強度の $1/100$ 以上の光が出射される前記被覆体の前記上面の領域内の位置までの距離であることを特徴とする請求項 10 に記載の発光装置。

【請求項 12】

前記被覆体は、前記上面に複数の凹凸を有することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

30

【請求項 13】

前記複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子は、前記発光素子からの放出光における前記被覆体内の波長に対応する平均粒径を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 14】

基板と、
前記基板上に配置された発光素子と、
前記基板上に配置され、前記発光素子の側面を覆い、かつ外部に露出する上面を有する被覆体と、を有し、

40

前記被覆体は、前記被覆体内に分散された複数の粒子からなる粒子群を有し、
前記粒子群は、前記被覆体の前記上面の近傍だけに分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分を有する複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子を含むことを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードなどの発光素子を含む発光装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

従来から、所定の波長（発光色）を有する光を放出する発光素子と、当該光源からの光の波長を変換する波長変換体とを組み合わせた発光装置が知られている（例えば特許文献1など）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

【文献】特開2010-219324号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 4 】

発光装置には、高い強度の光が出射されること（すなわち高出力であること）のみならず、明暗の境界が明確であること（すなわち高コントラストであること）が求められる場合がある。この場合、発光装置は、特定の領域から高出力の光を出射するように、かつ、その他の領域からは光を出射しないように構成されていることが求められる。

【 0 0 0 5 】

本発明は上記した点に鑑みてなされたものであり、単純な構成で高出力かつ高コントラストな発光装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

20

本発明による発光装置は、基板と、基板上に配置された発光素子と、発光素子上に配置された光透過部材と、基板上に配置され、光透過部材の側面を覆い、かつ外部に露出する上面を有する被覆体と、を有し、被覆体は、被覆体内に分散された複数の粒子からなる粒子群を有し、粒子群は、被覆体の上面の近傍において分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分を有する複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子を含むことを特徴としている。

【 0 0 0 7 】

また、本発明による発光装置は、基板と、基板上に配置された発光素子と、基板上に配置され、発光素子の側面を覆い、かつ外部に露出する上面を有する被覆体と、を有し、被覆体は、被覆体内に分散された複数の粒子からなる粒子群を有し、粒子群は、被覆体の上面の近傍において分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分を有する複数の酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子を含むことを特徴としている。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図1A】実施例1に係る発光装置の断面図である。

【図1B】実施例1に係る発光装置の上面図である。

【図1C】実施例1に係る発光装置の拡大断面図である。

【図1D】実施例1に係る発光装置における被覆体内の粒子の断面図である。

【図2A】実施例1に係る発光装置の製造方法を示す図である。

【図2B】実施例1に係る発光装置の製造方法を示す図である。

40

【図2C】実施例1に係る発光装置の製造方法を示す図である。

【図3】実施例1に係る発光装置内の光の進路を模式的に示す図である。

【図4】実施例1に係る発光装置からの光出力を示す図である。

【図5A】実施例1の変形例1に係る発光装置の断面図である。

【図5B】実施例1の変形例2に係る発光装置の断面図である。

【図5C】実施例1の変形例3に係る発光装置の断面図である。

【図5D】実施例1の変形例4に係る発光装置の断面図である。

【図5E】実施例1の変形例5に係る発光装置の断面図である。

【図6A】実施例2に係る発光装置の断面図である。

【図6B】実施例2に係る発光装置の上面図である。

50

【図 6 C】実施例 2 に係る発光装置の拡大断面図である。

【図 7 A】実施例 2 に係る発光装置からの光出力を示す図である。

【図 7 B】実施例 2 に係る発光装置からの光出力を示す図である。

【図 8 A】実施例 3 に係る発光装置の断面図である。

【図 8 B】実施例 3 に係る発光装置の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施例について詳細に説明する。

【実施例 1】

【0010】

図 1 A は、実施例 1 に係る発光装置 10 の断面図である。図 1 B は、発光装置 10 の模式的な上面図である。図 1 A は、図 1 B の V - V 線に沿った断面図である。また、図 1 C は、図 1 A の破線で囲まれた部分 A を拡大して示す拡大断面図である。図 1 A 乃至図 1 C を用いて、発光装置 10 の構成について説明する。

【0011】

発光装置 10 は、基板 11 と、基板 11 上に載置された発光素子 12 と、発光素子 12 上に配置された透光部材 13 と、透光部材 13 上に配置された光透過部材 14 とを有する。また、発光装置 10 は、発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の各々から離間して発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の各々を取り囲むように基板 11 上に配置された枠体 15 を有する。

【0012】

また、発光装置 10 は、基板 11 上に形成され、発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の各々の側面を覆う被覆体 16 を有する。被覆体 16 は、外部に露出する上面 S1 を有する。また、被覆体 16 の上面 S1 の近傍には、光透過部材 14 の側面から被覆体 16 に進入して被覆体 16 の上面 S1 から外部に出射しようとする光を吸収する粒子が配置されている。被覆体 16 については、下記において詳細に説明する。

【0013】

本実施例においては、基板 11 は、発光素子 12 への給電用の配線を有する実装基板である。基板 11 は、発光素子 12 の載置面を有し、当該載置面に形成され、互いに電氣的に絶縁された第 1 の配線及び第 2 の配線を有する。また、基板 11 は、当該載置面とは反対側の面（裏面）に形成され、第 1 の配線及び第 2 の配線にそれぞれ電氣的に接続された第 1 の外部電極及び第 2 の外部電極を有する。発光素子 12 は基板 11 に実装され、基板 11 上の配線に接続されている。

【0014】

発光素子 12 は、例えば、発光ダイオードなどの半導体発光素子である。本実施例においては、発光素子 12 は、窒化物系半導体からなる半導体層（図示せず）を有する。発光素子 12 は、例えば、青色領域（420 ~ 470 nm の波長）の光（以下、青色光と称する）を放出する。

【0015】

本実施例においては、発光素子 12 は、支持基板（例えばシリコン基板）、当該支持基板の第 1 の主面に接合された半導体層、当該支持基板の第 1 の主面上に形成された第 1 の電極、及び当該支持基板の第 1 の主面に対向する第 2 の主面上に形成されかつ第 1 の電極とは極性が異なる第 2 の電極を有する。なお、当該第 1 の電極は、当該支持基板の当該第 1 の主面に接合された半導体層上に形成されていてもよい。

【0016】

また、発光素子 12 の第 2 の電極は、導電性の接合部材を介して、基板 11 の第 2 の配線に電氣的に接続されている。また、発光素子 12 の第 1 の電極は、金ワイヤを介して、基板 11 の第 1 の配線に電氣的に接続されている。

【0017】

なお、基板 11 上における発光素子 12 の構成はこれに限定されない。例えば、他の構

10

20

30

40

50

成を有する発光素子 1 2 としては、成長基板、当該成長基板上に成長された半導体層、当該半導体層上に形成された第 1 の電極及び第 2 の電極を有する発光素子（以下、発光素子 1 2 A と称する）が挙げられる。

【 0 0 1 8 】

発光素子 1 2 A は、例えば、接合部材によって、成長基板における半導体層とは反対側の表面と基板 1 1 の載置面とを接合することで、基板 1 1 に接合することができる。また、発光素子 1 2 の第 1 の電極及び第 2 の電極は、それぞれ、基板 1 1 の第 1 の配線及び第 2 の配線に、金ワイヤを介して接合することができる。基板 1 1 に発光素子 1 2 A を載置した場合、基板 1 1 上には成長基板が配置され、成長基板上に半導体層が配置されることとなる。

10

【 0 0 1 9 】

また、発光素子 1 2 の他の構成としては、発光素子 1 2 A の半導体層が基板 1 1 の載置面に接合される場合（フリップチップ接合、以下、発光素子 1 2 B と称する）が挙げられる。この場合、発光素子 1 2 B の第 1 の配線及び第 2 の電極は、基板 1 1 の第 1 の配線及び第 2 の配線に、導電性の接合部材によって接合されることができる。発光素子 1 2 B を基板 1 1 に載置した場合、基板 1 1 上には半導体層が配置され、半導体層上には成長基板が配置されることとなる。

【 0 0 2 0 】

また、本実施例においては、発光素子 1 2 は、基板 1 1 における発光素子 1 2 の実装面に垂直な方向から見たときに矩形（本実施例においては正方形）の上面形状を有する場合について説明する。しかし、発光素子 1 2 の上面形状は、矩形に限定されず、例えば円形状、楕円形状及び長方形など、種々の形状であってもよい。本実施例においては、発光素子 1 2 の上面は、発光素子 1 2 の光取り出し面として機能する。

20

【 0 0 2 1 】

透光部材 1 3 は、発光素子 1 2 から放出された光を透過させる部材であり、例えば少なくとも可視光を透過させる部材からなる。例えば、透光部材 1 3 としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、低融点ガラスなどを用いることができる。

【 0 0 2 2 】

また、透光部材 1 3 は、発光素子 1 2 から放出された光の波長を変換する波長変換体、例えば蛍光体を含んでいてもよい。例えば、当該蛍光体としては、青色光を緑色光に変換する緑色蛍光体、青色光を黄色光に変換する黄色蛍光体、青色光を赤色光に変換する赤色蛍光体などを用いることができる。

30

【 0 0 2 3 】

なお、透光部材 1 3 の構成はこれに限定されない。例えば、透光部材 1 3 は、発光素子 1 2 から放出された光、及び蛍光体によって変換された光を透過させる金属酸化物のナノ粒子焼結体から構成されていてもよい。また、発光装置 1 0 は、透光部材 1 3 を有していなくてもよい。

【 0 0 2 4 】

光透過部材 1 4 は、透光部材 1 3 の上面上に配置されている。光透過部材 1 4 は、発光素子 1 2 から放出された光、及び / 又は波長変換体によって変換された光を透過する部材であり、例えば少なくとも可視光を透過させる部材からなる。例えば、光透過部材 1 4 としては、ガラスプレート、サファイアプレート、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）プレートなどが用いられることができる。

40

【 0 0 2 5 】

また、光透過部材 1 4 は、発光素子 1 2 から放出された光の波長を変換する波長変換体、例えば蛍光体を含んでいてもよい。例えば、当該蛍光体としては、青色光を緑色光に変換する緑色蛍光体、青色光を黄色光に変換する黄色蛍光体、青色光を赤色光に変換する赤色蛍光体などを用いることができる。

【 0 0 2 6 】

なお、光透過部材 1 4 の構成はこれに限定されない。例えば、光透過部材 1 4 は、発光

50

素子 12 から放出された光、及び波長変換体によって変換された光を透過させるアクリル樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、又は金属酸化物のナノ粒子焼結体から構成されていてもよい。

【0027】

光透過部材 14 の上面は、発光装置 10 の光取り出し面として機能する。本実施例においては、光透過部材 14 の上面は、発光素子 12 の上面と同様の形状、例えば矩形の形状を有する。しかし、光透過部材 14 の上面形状は、矩形に限定されず、また、発光素子 12 の上面形状とは異なる形状であってもよい。また、例えば、光透過部材 14 の側面は、階段状に形成されていてもよいし、上面に対して傾斜していてもよい。

【0028】

枠体 15 は、発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の各々から離間して発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の各々を取り囲むように基板 11 上に配置されている。なお、枠体 15 は、基板 11 の外周を囲うように配置されていてもよい。また、枠体 15 は設けられていなくてもよく、被覆体 16 の外側面が露出していてもよい。

【0029】

また、本実施例においては、枠体 15 は、基板 11 と一体的に形成され、基板 11 及び枠体 15 として、発光素子 12 を収容する凹部を有するアルミナ成形体を用いた（以下、ランプハウスと称する）。

【0030】

被覆体 16 は、基板 11 上における発光素子 12、透光部材 13 及び光透過部材 14 の外側の領域でありかつ枠体 15 に囲まれた領域に形成されている。すなわち、本実施例においては、枠体 15 は、基板 11 上における被覆体 16 の外縁の位置（外周）を画定するものである。

【0031】

以下において、被覆体 16 について詳細に説明する。被覆体 16 は、外部に露出する上面 S1 を有する。具体的には、被覆体 16 は、基板 11 上において、光透過部材 14 の上面（すなわち光取り出し面）の端部から、枠体 15 の上面（基板 11 とは反対側の表面）の内側の端部に亘って連続的に配置されている。また、被覆体 16 は、光透過部材 14 の側面を取り囲むように環状に設けられている。

【0032】

そして、被覆体 16 は、基板 11 に接する底面と、光透過部材 14 の側面に接する内側側面と、枠体 15 の内側表面に接する外側側面と、当該底面の反対側に設けられて外部に露出する上面 S1 と、を有する。

【0033】

なお、本実施例においては、被覆体 16 が光透過部材 14 の側面全体に接する場合について説明する。しかし、被覆体 16 は、光透過部材 14 の側面の一部のみに接していてもよい。例えば、被覆体 16 は、光透過部材 14 の上面（光取り出し面）の端部から、光透過部材 14 の底面（発光素子 12 及び透光部材 13 からの光が入射する面）に向かって、光透過部材 14 の側面の途中まで（すなわち光透過部材 14 の側面の上方の領域）のみを覆っていてもよい。

【0034】

また、本実施例においては、被覆体 16 が枠体 15 の内側表面の全体に接する場合について説明する。しかし、被覆体 16 は、枠体 15 の内側表面の一部のみに接していてもよい。例えば、被覆体 16 は、枠体 15 の内側表面の上端から下端に向かう一部の領域（すなわち枠体 15 の内側表面の上方の領域）のみを覆っていてもよい。

【0035】

また、本実施例においては、枠体 15 の上面は、光透過部材 14 の上面よりも、基板 11 からの位置が高くなるように構成されている。従って被覆体 16 は、内側側面よりも外側側面の方が高い位置に配置されている。また、本実施例においては、被覆体 16 は、後述するように熱硬化性樹脂を含む。従って、被覆体 16 の上面 S1 は、硬化後の熱収縮に

10

20

30

40

50

よって、わずかに基板 11 側に窪んだ形状を有する。なお、枠体 15 の上面は、光透過部材 14 の上面と同一平面をなすような位置に配置されていてもよい。

【0036】

次に、図 1C 及び図 1D を用いて、被覆体 16 の内部構造について説明する。まず、図 1C に示すように、被覆体 16 は、被覆体 16 内に分散された複数の酸化チタン粒子（図 1C には第 1、第 2 及び第 3 の酸化チタン粒子 P1、P2 及び P3 を示した）を含む粒子群 PT を有する。

【0037】

本実施例においては、被覆体 16 は、粒子群 PT を分散させる媒質（マトリックス）を含む。媒質としては、例えば熱硬化性のシリコン樹脂及びエポキシ樹脂などが挙げられる。すなわち、被覆体 16 は、粒子を含有する樹脂体からなる。また、本実施例においては、当該媒質としての樹脂体は、可視光を透過させる特性を有する。

10

【0038】

また、本実施例においては、被覆体 16 は、基板 11 上における発光素子 12 及び他の機能素子（発光素子 12 への印加電圧を安定化させるツェナーダイオードなど）及び配線等を封止する封止体として機能する。

【0039】

また、図 1D に示すように、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P1～P3 の各々は、粒子本体 P10、P20 及び P30 と、粒子本体 P10、P20 及び P30 をそれぞれ被覆する被覆膜 P11、P21 及び P31 と、を有している。

20

【0040】

具体的には、本実施例においては、第 1 の酸化チタン粒子 P1 は、粒子本体 P10（酸化チタンからなる部分）と、粒子本体 P10 の表面を被覆して粒子本体 P10 を保護する被覆膜 P11 と、を有する。被覆膜 P11 は、例えば、アルミナ、シリカ、ポリオールなどの有機物からなる膜である。同様に、第 2 及び第 3 の酸化チタン粒子 P2 及び P3 の各々は、粒子本体 P20 及び P30 と、粒子本体 P20 及び P30 の表面を被覆する被覆膜 P21 及び P31 と、を有する。

【0041】

次に、図 1D に示すように、粒子群 PT のうち、第 1 及び第 3 の酸化チタン粒子 P1 及び P3 の各々は、各粒子内（各粒子本体 P10 及び P30 内）において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分 NB を有する。

30

【0042】

また、図 1C に示すように、本実施例においては、粒子群 PT は、被覆体 16 の上面 S1 から基板 11 に向かって、各粒子内における当該バンドギャップが狭い部分 NB の密度が低くなるように分散された第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P1～P3 を含む。なお、図の明確さのため、図 1C においては、第 1 及び第 3 の酸化チタン粒子 P1 及び P3 にハッチングを施している。本実施例においては、酸化チタン粒子 P1～P3 の各々は、ルチル型の結晶構造を有する二酸化チタン（TiO₂）からなる。

【0043】

なお、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P1～P3 の各々内における当該バンドギャップが狭い部分 NB の密度とは、例えば、各粒子内における当該バンドギャップが狭い部分 NB が占める割合であり、例えば、各粒子本体 P10～P30 の表面における当該バンドギャップが狭い部分 NB の占有面積である。

40

【0044】

本実施例においては、粒子群 PT のうち、最も上面 S1 側の領域に分散された第 1 の酸化チタン粒子 P1 においては、第 1 の酸化チタン粒子 P1 内における他の部分よりもバンドギャップが狭い部分 NB の密度が最も高い（第 1 の密度で当該バンドギャップの狭い部分 NB を有する）。

【0045】

例えば、第 1 の酸化チタン粒子 P1 の当該バンドギャップが狭い部分 NB は、可視光の

50

エネルギー（詳細には可視光の波長のエネルギー）よりも小さなバンドギャップエネルギーを有する。例えば、第1の酸化チタン粒子P1における当該バンドギャップが狭い部分NBは、発光素子12からの放出光（本実施例においては青色光）及び透光部材13からの出射光（本実施例においては青色光及び黄色光）のエネルギーよりも小さなバンドギャップエネルギー（例えば約1.5 eV）を有する。

【0046】

また、粒子群PTのうち、最も基板11側の領域に分散された第2の酸化チタン粒子P2においては、第2の酸化チタン粒子P2内における当該バンドギャップが狭い部分NBの密度が最も低い（第2の密度で当該バンドギャップの狭い部分NBを有する）。

【0047】

例えば、第2の酸化チタン粒子P2は、図1Dに示すように、当該バンドギャップが狭い部分NBをほとんど有さない。従って、例えば、第2の酸化チタン粒子P2は、いずれの部分においても（ほぼ全体において）、発光素子12からの放出光のエネルギーよりも大きなバンドギャップエネルギーを有する。

【0048】

例えば、第2の酸化チタン粒子P2がルチル型の結晶構造を有する場合、第2の酸化チタン粒子P2は、3.0 eVのバンドギャップエネルギーを有する。なお、第2の酸化チタン粒子P2がアナターゼ型の結晶構造を有する場合、第2の酸化チタン粒子P2は、3.2 eVのバンドギャップエネルギーを有する。

【0049】

また、粒子群PTのうち、第1及び第2の酸化チタン粒子P1及びP2間に分散された第3の酸化チタン粒子P3においては、第3の酸化チタン粒子P3内における当該バンドギャップが狭い部分NB（例えば1.5 eVのバンドギャップエネルギーを有する部分）は、第1の酸化チタン粒子P1と第2の酸化チタン粒子P2との間の密度（第3の密度（第1の密度と第2の密度との間の密度））で、設けられている。

【0050】

なお、酸化チタンの結晶は、酸素欠損によってバンドギャップが狭くなると解されている。より詳細には、酸素欠損によって、酸化チタンの価電子帯と導電帯との間に中間準位が形成される。ここでいうバンドギャップとは、この中間準位と価電子帯又は導電帯との間のエネルギーギャップである。従って、例えば、第1又は第3の酸化チタン粒子P1又はP3におけるバンドギャップが狭い部分NBは、酸化チタンの結晶における酸素欠損の発生している部分であると解される。

【0051】

ここで、第1～第3の酸化チタン粒子P1～P3におけるバンドギャップ（各粒子内における局所的なバンドギャップ）について説明する。バンドギャップを有する結晶は、そのバンドギャップエネルギーよりも大きなエネルギーの波長の光を吸収し、これよりも小さなエネルギーの波長の光を透過させる光学特性を有する。

【0052】

本実施例においては、第1及び第3の酸化チタン粒子P1及びP3の各々における当該バンドギャップが狭い部分NBは、可視光の波長に相当するバンドギャップエネルギーよりも小さなバンドギャップエネルギーを有する。従って、第1及び第3の酸化チタン粒子P1及びP3の各々は、当該バンドギャップが狭い部分NBによって、可視光を吸収する。従って、本実施例においては、第1及び第3の酸化チタン粒子P1及びP3は、白色の可視光を用いた観察下では、可視光が吸収されるために、黒色又は灰色を呈している。

【0053】

なお、本実施例においては、第2の酸化チタン粒子P2の各々は当該バンドギャップが狭い部分NBを有さない（ほとんど有さない）ため、可視光を透過及び散乱させる。従って、本実施例においては、第2の酸化チタン粒子P2の各々は、白色の可視光を用いた観察下では、白色を呈している。

【0054】

10

20

30

40

50

また、本実施例においては、被覆体 16 における第 1、第 2 及び第 3 の酸化チタン粒子 P 1、P 2 及び P 3 の各々が分散された領域をそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 の分散領域（又は第 1、第 2 及び第 3 の粒子層）16 A、16 B 及び 16 C とした場合、第 1 及び第 3 の分散領域 16 A 及び 16 C は、可視光を吸収する可視光吸収領域（以下、単に吸収領域と称する）A B として機能する。一方、第 2 の分散領域 16 B は、可視光を散乱及び反射させる可視光散乱反射領域（以下、単に散乱反射領域と称する）S C として機能する。

【0055】

また、第 1 及び第 3 の酸化チタン粒子 P 1 及び P 3 は、被覆体 16 の上面 S 1 の近傍の領域のみに分散されている。例えば、第 1 及び第 3 の酸化チタン粒子 P 1 及び P 3 は、上面 S 1 から 20 μm 以下の深さの範囲内の領域のみに分散されている。従って、被覆体 16 は、上面 S 1 の近傍では吸収領域 A B として機能し、その内部では散乱反射領域 S C として機能する。

10

【0056】

また、本実施例においては、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P 1～P 3 は、被覆体 16 内（媒質内）において、全体として均一な分散密度で分散されている。しかし、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P 1～P 3 は、被覆体 16 の上面 S 1 から基板 11 に向かって分散密度（含有量）が徐々に高くなるように、分散されていてよい。例えば、第 2 の酸化チタン粒子 P 2 の第 2 の分散領域 16 B 内における分散密度は、第 1 の酸化チタン粒子 P 1 の第 1 の分散領域 16 A 内における分散密度より高くてもよい。

【0057】

第 1、第 2 及び第 3 の酸化チタン粒子 P 1、P 2 及び P 3 は、それぞれ被覆膜 P 11、P 21 及び P 31 を有することによって、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P 1～P 3 は、紫外線による黄変への耐性（耐黄変性）や、耐候性を有する。

20

【0058】

なお、紫外線による黄変への耐性や耐候性を必要としない場合、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P 1～P 3 は被覆膜 P 11～P 31 を有していなくてもよい。例えば、被覆体 16 の上面 S 1 の近傍に吸収領域 A B を形成する場合、吸収領域 A B によって紫外線を吸収することができる。従って、この場合、第 1～第 3 の酸化チタン粒子 P 1～P 3 の各々は、被覆膜 P 11～P 31 を有していなくてもよい。

【0059】

図 2 A、図 2 B 及び図 2 C の各々は、発光装置 10 の製造方法の各工程を示す図である。図 2 A 乃至図 2 C の各々は、各工程中における図 1 A と同様の断面図である。図 2 A 乃至図 2 C を用いて、発光装置 10 の製造方法について説明する。

30

【0060】

まず、図 2 A は、発光素子 12、透光部材 13、光透過部材 14、枠体 15 及び粒子含有樹脂 16 P が形成された基板 11 を示す図である。本実施例においては、まず、基板 11 に枠体 15 が接合されたランプハウスを準備する（工程 1）。次に、基板 11 上に発光素子 12 を配置して接合する（工程 2）。次に、発光素子 12 上に黄色蛍光体を含む透光部材 13 を介して、光透過部材 14（ガラスプレート）を接着する（工程 3）。

【0061】

続いて、基板 11 上における光透過部材 14 及び枠体 15 間の領域に粒子含有樹脂 16 P として、第 3 の酸化チタン粒子 P 3 と同様の酸化チタン粒子 P 0 を含有するシリコン樹脂を充填する（工程 4）。そして、粒子含有樹脂 16 P を加熱して硬化させる（工程 5）。本実施例においては、酸化チタン粒子 P 0 として、平均粒径が 250 nm、バンドギャップエネルギーが 3.0 eV のルチル型の二酸化チタンを用いた。また、粒子含有樹脂 16 P の樹脂媒質としては、シリコン樹脂を用いた。そして、粒子含有樹脂 16 P における酸化チタン粒子 P 0 の濃度は 16 wt % とした。

40

【0062】

図 2 B は、粒子含有樹脂 16 P の上面 S 0 にレーザー光の照射を行っている際の粒子含有樹脂 16 P の上面を示す図である。粒子含有樹脂 16 P を硬化させた後、粒子含有樹脂 1

50

6 Pにおける発光素子 1 2 及び枠体 1 5 内において外部に露出した上面 S 0 にレーザ光 L B を照射する（工程 6 ）。

【 0 0 6 3 】

本実施例においては、355 nm の波長のレーザ光 L B を出射するレーザ光源 L S を準備した。そして、45 μm のビーム径及び50 kW / cm² の出力のレーザ光 L B を、1000 mm / sec の速度で走査しつつ、粒子含有樹脂 1 6 P の上面 S 0 にレーザ光 L B を照射した。なお、355 nm の波長の光のエネルギーは約3.5 eV であり、ルチル型の二酸化チタンのバンドギャップエネルギーは3.0 eV である。従って、レーザ光 L B のエネルギーは酸化チタン粒子 P 0 のバンドギャップエネルギーよりも大きい。従って、レーザ光 L B は、酸化チタン粒子 P 0 に吸収される。

10

【 0 0 6 4 】

これによって、レーザ光 L B に照射された酸化チタン粒子 P 0 から酸素原子が脱離する。また、レーザ光 L B の照射強度、照射時間及び焦点位置などを調節することで、レーザ光 L B は上面 S 0 の近傍の酸化チタン粒子 P 0 のみに照射される。従って、粒子含有樹脂 1 6 P における上面 S 0 の近傍で最も酸素欠損の多い酸化チタン粒子が生成され、上面 S 0 から離れるに従ってその酸化チタン粒子 P 0 の変質（酸素欠損）の程度が小さくなる。

【 0 0 6 5 】

これによって、粒子含有樹脂 1 6 P の上面 S 0 の近傍に存在する酸素欠損の多い酸化チタン粒子 P 0 は、高密度でバンドギャップが狭い部分 N B を有する第 1 の酸化チタン粒子 P 1 となる。そして、粒子含有樹脂 1 6 P の上面 S 0 からの離れた酸化チタン粒子 P 0 は、バンドギャップの狭い部分 N B が比較的少ない第 3 の酸化チタン粒子 P 3 となる。

20

【 0 0 6 6 】

また、上面 S 0 から所定の距離（レーザ光 L B が酸化チタン粒子によって遮光される距離）以上離れると、レーザ照射の影響を受けず、酸化チタン粒子 P 0 はその特性を維持する。従って、基板 1 1 の近傍に存在する酸化チタン粒子 P 0 は、バンドギャップが狭い部分 N B をほとんど有しない第 2 の酸化チタン粒子 P 2 となる。このようにして、レーザ照射によって、各粒子内における他の部分よりもバンドギャップが狭い部分 N B の密度が徐々に低くなるように分散された複数の酸化チタン粒子（粒子群 P T ）を含む被覆体 1 6 及びこれを含む発光装置 1 0 を製造することができる（図 2 C ）。

【 0 0 6 7 】

なお、レーザ光 L B の照射工程（工程 6 ）においては、他の材料、例えば被覆体 1 6 の媒質（例えばシリコン樹脂）、透光部材 1 3 及び光透過部材 1 4 などを変質させないようにレーザ光源 L S 及びレーザ光 L B の調節を行うことが好ましい。例えば上記した条件でレーザ光 L B を照射することで、他の材料の変質を抑制しつつ、酸化チタン粒子 P 0 のみを変質させることができる。

30

【 0 0 6 8 】

本願の発明者らは、当該条件（及び25 ~ 75 kW / cm² の範囲内の出力）のレーザ光 L B が被覆体 1 6 の媒質としてのシリコン樹脂、透光部材 1 3 及び透光部材 1 3 内の蛍光体、並びに光透過部材 1 4 としてのガラスプレートを変質させないことを確認している。なお、本実施例においては、被覆体 1 6 の媒質として、355 nm の波長の光に対して60% 以上の透過率を有するシリコン樹脂を用いた。

40

【 0 0 6 9 】

なお、発光装置 1 0 の製造方法はこれに限定されない。例えば、粒子含有樹脂 1 6 P を塗布し、所定時間静置した後、粒子含有樹脂 1 6 P を加熱することによって酸化チタン粒子 P 0 を沈降させる。これによって、上面 S 1 側の酸化チタン粒子 P 0 の分散密度を低くした被覆体 1 6 を形成することもできる。

【 0 0 7 0 】

図 3 は、発光装置 1 0 内における光の進路を模式的に示す図である。まず、発光素子 1 2 から放出された光のうち、大部分の光は、光 L 1 のように、透光部材 1 3 及び光透過部材 1 4 を通過して光透過部材 1 4 の上面（光取り出し面）から外部に取り出される。

50

【 0 0 7 1 】

次に、光透過部材 1 4 の側面から被覆体 1 6 の散乱反射領域 S C に進入する光（光 L 2 のような光）は、散乱反射領域 S C によって反射されて光透過部材 1 4 に戻って来る。そして、光 L 2 のような光は、光透過部材 1 4 の上面から外部に取り出される。

【 0 0 7 2 】

一方、光透過部材 1 4 の側面から被覆体 1 6 の吸収領域 A B に進入した光（光 L 3 のような光）は、吸収領域 A B によって吸収される。また、光 L 3 のような光は、吸収領域 A B において完全に吸収されなかった場合でも、十分に減衰される。従って、被覆体 1 6 の上面 S 1 から取り出される光はほとんど存在しない。

【 0 0 7 3 】

従って、発光装置 1 0 の光取り出し面を見たとき、光透過部材 1 4 の上面以外の領域からはほとんど光が取り出されない。よって、光透過部材 1 4 の領域とそれ以外の領域との間で明暗が明確に分かれるため、高いコントラストの出射光を得ることができる。また、例えば迷光のように外部から被覆体 1 6 に入射する光についても被覆体 1 6 の吸収領域 A B によって吸収又は減衰される。従って、発光装置 1 0 としての高いコントラストは維持される。

【 0 0 7 4 】

また、被覆体 1 6 は、発光素子 1 2、透光部材 1 3 及び光透過部材 1 4 側から被覆体 1 6 に入射した光のほとんどに対しては高い反射性を有し、外部から被覆体 1 6 に入射した光に対しては吸収性を有する。従って、発光装置 1 0 は、光の出力低下を犠牲にすることなく、高いコントラストの光を出射することができる。

【 0 0 7 5 】

また、被覆体 1 6 の吸収領域 A B は、レーザ光 L B の照射工程（工程 6）を加えるだけで、容易に形成することができる。従って、容易に、高出力かつ高コントラストな発光装置 1 0 を提供することが可能となる。

【 0 0 7 6 】

図 4 は、発光装置 1 0 からの光出力の分布を示す図である。図 4 の横軸は図 1 B の V - V 線に沿った発光装置 1 0 の位置を示し、縦軸は光出力（輝度を最大値で規格化した値）を示している。なお、発光装置 1 0 の効果を確認するために、比較例として、被覆体 1 6 を一様な酸化チタン粒子からなる樹脂体で構成した発光装置 1 0 0 に対し、発光装置 1 0 と同様の出力測定を行った。図 4 には、発光装置 1 0 の出力測定結果を実線で示し、発光装置 1 0 0 の出力測定結果を破線で示している。なお、発光素子 1 0 及び 1 0 0 の最大輝度は同一であった。

【 0 0 7 7 】

図 4 に示すように、発光装置 1 0 においては、発光装置 1 0 0 に比べ、光透過部材 1 4（発光素子 1 2）の領域以外からの出力が大きく抑えられていることがわかる。一方、発光装置 1 0 は、光透過部材 1 4 の領域からの出力は発光装置 1 0 0 と同程度であることがわかる。すなわち、発光装置 1 0 は、出力を低下させることなく、高コントラストな発光装置であることがわかる。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施例においては、粒子群 P T の分散媒質である樹脂体は、一体的に形成されている。すなわち、例えば、被覆体 1 6 における第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P 1 ~ P 3 の各々は同一の媒質内に分散されている。また、第 1 ~ 第 3 の分散領域 1 6 A ~ 1 6 C 間の各々には媒質の境界が存在しない。従って、吸収領域 A B を設けた場合でも被覆体 1 6 の機械的強度が維持され、また上記したように光学機能も安定する。従って、高品質及び高寿命な被覆体 1 6 及び発光装置 1 0 となる。

【 0 0 7 9 】

また、本実施例においては、粒子群 P T は、被覆体 1 6 内において、全体として均一な分散密度を有する。従って、第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P 1 ~ P 3 の各々は、互いに同程度の範囲内の密度で被覆体 1 6 内に分散されている。従って、吸収領域 A B を設けた場

10

20

30

40

50

合でも被覆体 16 の全体としての熱膨張係数が均一化され、これによって、被覆体 16 の機械的強度が維持される。従って、高品質及び高寿命な被覆体 16 及び発光装置 10 となる。

【0080】

なお、例えば上記したように、基板 11 側における第 2 の酸化チタン粒子 P2 の分散密度を高くし、上面 S1 側における第 1 の酸化チタン粒子 P1 の分散密度を小さくした場合には、被覆体 16 の上面 S1 の樹脂割れを抑制することができる。

【0081】

また、本実施例においては、被覆体 16 は、樹脂媒質として、1.4 ~ 1.55 の範囲内の屈折率を有する熱硬化性のエポキシ樹脂又はシリコン樹脂を有する。また、粒子群 PT は、例えば、約 2.5 の屈折率を有するアナターゼ型の酸化チタン粒子、又は約 2.7 の屈折率を有するルチル型の酸化チタン粒子を含む。このように、被覆体 16 内で光を散乱させることを考慮すると、粒子群 PT (特に第 2 の酸化チタン粒子 P2) は、樹脂媒質よりも高い屈折率を有していることが好ましい。

10

【0082】

また、被覆体 16 の粒子群 PT における第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P1 ~ P3 の各々の粒径 (平均粒径) は、良好な拡散反射を得ることを考慮すると、150 ~ 350 nm の範囲内であることが好ましい。また、被覆体 16 内に進入した光 (可視光) の波長 (例えばシリコン樹脂の媒質内の波長) に対し、第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P1 ~ P3 の平均粒径を 1 ~ 1/4 程度の範囲内とすることで、後方散乱割合が高いミー散乱を生じさせ、極めて良好な拡散反射を得ることができる。これらを考慮して粒子群 PT 内の粒子の平均粒径を調節することで、散乱反射領域 SC での反射率を高めることができる。また、吸収領域 AB においても、光が散乱することで光が高確率で粒子に取り込まれて吸収されるため、吸収率を高めることができる。

20

【0083】

また、被覆体 16 における粒子群 PT の濃度は、所望の光反射性及び光吸収性を得ることを考慮すると、5 ~ 70 wt % の範囲内であることが好ましく、製造の容易さ (粒子含有樹脂 16 P の塗布の容易さ) や製造コストを考慮すると、8 ~ 30 wt % の範囲内であることがさらに好ましい。なお、被覆体 16 における上記した粒子群 PT 及び媒質の構成は一例に過ぎない。

30

【0084】

また、図 1D に示したように、第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P1 ~ P3 の各々が被覆膜 P11 ~ P31 を有すること (すなわち各粒子の形成用に用いる酸化チタン粒子 P0 が被覆膜を有すること) で、発光装置 10 の製造時におけるレーザー光 LB の照射工程 (工程 6) において、355 nm の波長の高出力レーザーを用いて、効果的にかつ安定して各粒子本体 P10 ~ P30 の表面に酸素欠損を生じさせることができる。特に、各粒子に耐黄変性 (紫外線への耐性) を持たせる目的で被覆膜を設ける場合、被覆体 16 の上面 S1 から数 μm の薄い領域のみに安定して吸収領域 AB を形成することができる。

【0085】

また、レーザー光 LB の粒子含有樹脂 16 P 内での波長に対して、酸化チタン粒子 P0 の粒径が略等しい場合は、粒子含有樹脂 16 P 内の領域では酸化チタン粒子 P0 によって後方散乱割合の大きいミー散乱が生ずる。これによって、レーザー光 LB は粒子含有樹脂 16 P の上面 S0 近傍で散乱反射されるため、その結果、被覆体 16 の上面 S1 の近傍の数 μm ~ 20 μm の薄い領域のみに吸収領域 AB を形成することができる。

40

【0086】

また、レーザー光 LB として、粒子含有樹脂 16 P 内の酸化チタン粒子 P0 のバンドギャップエネルギーよりも大きなエネルギーの波長の光を用いることで、レーザー光 LB を酸化チタン粒子 P0 に吸収させることができる。従って、被覆体 16 の上面 S1 の近傍の数 μm ~ 20 μm の薄い領域のみに吸収領域 AB を形成することができる。

【0087】

50

図5 Aは、実施例1の変形例1に係る発光装置10 Aの断面図である。発光装置10 Aは、透光部材13 Aの構成を除いては、発光装置10と同様の構成を有する。本変形例においては、透光部材13 Aは、発光素子12の側面の一部を覆っている。すなわち、透光部材13 Aは、発光素子12の上面及び側面上に形成されている。本変形例においては、被覆体16は、発光素子12の側面の下方領域においては発光素子12に接し、その上方領域においては透光部材13 Aを介して発光素子12を覆っている。

【0088】

発光装置10 Aにおいては、被覆体16が発光素子12の側面の上方において発光素子12の側面に接しない部分を有する。このように被覆体16が構成されている場合、発光素子12の側面から放出された光を、透光部材13 Aによって導光させ、光透過部材14の外縁部に入射させることができる。従って、光透過部材14の外縁部から取り出される光を増大させることができる。従って、高コントラストな発光装置10 Aとなる。

10

【0089】

図5 Bは、実施例1の変形例2に係る発光装置10 Aの断面図である。発光装置10 Bは、透光部材13 Bの構成を除いては、発光装置10及び10 Aと同様の構成を有する。本変形例においては、透光部材13 Bは、発光素子12の側面の全体を覆っている。すなわち、透光部材13 Bは、発光素子12の上面及び側面の全体に接している。本変形例においては、被覆体16は、透光部材13 Bを介して発光素子12の側面を覆っている。

【0090】

発光装置10 Bにおいては、被覆体16が発光素子12の側面に完全に接しない。このように被覆体16が構成されている場合、発光素子12の側面から放出された光のほぼ全てを、透光部材13 Bによって光透過部材14の外縁部に入射させることができる。従って、光透過部材14の外縁部から取り出される光を増大させることができる。従って、高コントラストな発光装置10 Bとなる。

20

【0091】

図5 Cは、実施例1の変形例3に係る発光装置10 Cの断面図である。発光装置10 Cは、透光部材13 C及び光透過部材14 Aの構成を除いては、発光装置10と同様の構成を有する。本変形例においては、光透過部材14 Aが発光素子12の上面よりも大きな上面を有する。また、透光部材13 Cは、発光素子12の側面から光透過部材14 Aの底面に亘って形成されている。

30

【0092】

本変形例においては、発光素子12から放出された光は、透光部材13 Cを介して光透過部材14 Aの底面全体に入射した後、光透過部材14 Aの上面から外部に取り出される。また、被覆体16は、透光部材13 Cの側面及び光透過部材14 Aの側面を覆っている。従って、例えば、発光素子12の側面から放出された光を透光部材13 Cによって光透過部材14 Aの外縁部に入射させることができる。従って、例えば、発光素子12のサイズを変えることなく光取り出し面のサイズを拡大し、かつコントラストの低下が抑制された発光装置10 Cを提供することができる。

【0093】

図5 Dは、実施例1の変形例4に係る発光装置10 Dの断面図である。発光装置10 Dは、透光部材13 D及び光透過部材14 Bの構成を除いては、発光装置10と同様の構成を有する。本変形例においては、光透過部材14 Bは、発光素子12の上面よりも小さな上面を有する。また、透光部材13 Dは、発光素子12の上面から光透過部材14 Bの側面に亘って形成されている。

40

【0094】

本変形例においては、発光素子12から放出された光は、透光部材13 Dを介して光透過部材14 Bの底面及び側面に入射した後、光透過部材14 Bの上面から外部に取り出される。また、被覆体16は、発光素子12及び透光部材13 Dの側面と、光透過部材14 Bの側面の上方部分を覆っている。従って、例えば、発光素子12のサイズを変えることなく光取り出し面のサイズを縮小し、高出力かつ高コントラストな発光装置10 Dを提供

50

することができる。

【0095】

図5Eは、実施例1の変形例5に係る発光装置10Eの断面図である。発光装置10Eは、透光部材13及び光透過部材14を有さない点を除いては発光装置10と同様の構成を有する。発光装置10Eは、基板11と、基板11上に配置された発光素子12と、発光素子12の側面を覆う被覆体17とを有する。また、本変形例においては、発光装置10Eは、発光素子12の高さ(厚さ)に合わせた高さの枠体15Aを有する。被覆体17は、基板11上における枠体15Aと発光素子12との間の領域に配置されている。

【0096】

被覆体17は、発光素子12の側面を覆う点を除いては、被覆体16と同様の構成を有する。被覆体17は、発光素子12の側面を覆い、外部に露出する上面S1を有する。また、被覆体17は、被覆体16と同様に、上面S1から基板11に向かって各粒子内における他の部分よりもバンドギャップが狭い部分NBの密度が低くなるように層状に分散された複数の酸化チタン粒子(例えば第1~第3の酸化チタン粒子P1~P3)を含む粒子群PTを有する。

10

【0097】

本変形例においては、発光素子12の上面が外部に露出している。この場合、発光素子12からの放出光は、他の媒体を介さずに直接外部に取り出される。発光装置10Eにおいても、被覆体16が粒子群PTを含むことで、高出力かつ高コントラストな発光装置となる。

20

【0098】

なお、本実施例においては、被覆体16が可視光に対する吸収領域AB及び散乱反射領域SCを有する場合について説明した。しかし、被覆体16の構成はこれに限定されない。例えば、発光素子12は、可視光以外の帯域の光を放出する構成を有していてもよい。この場合、被覆体16の吸収領域AB及び散乱反射領域SCは、当該他の波長帯域の光及び/又は波長変換体によってさらに他の波長に変換された光に対し、それぞれ吸収性及び反射性を有していればよい。

【0099】

換言すれば、例えば、発光素子12からの放出光、並びに透光部材13又は光透過部材14に含まれる波長変換体からの出射光の波長に応じた光吸収性及び光反射性を有する領域を有するように被覆体16内の粒子及びそのバンドギャップ構成、並びに媒質が調節されていけばよい。

30

【0100】

また、この場合、被覆体16内において効果的に吸収領域AB及び散乱反射領域SCを設けることを考慮すると、例えば、粒子群PTにおける酸化チタン粒子は、発光素子12からの放出光及び/又は透光部材13若しくは光透過部材14に含まれる波長変換体からの出射光の被覆体16内の波長に対応する平均粒径を有していることが好ましい。

【0101】

また、被覆体16は、機械的強度を維持させること考慮すると、粒子群PTの複数の酸化チタン粒子を分散させる一体的に形成された樹脂媒質(例えばシリコーン樹脂)を有していることが好ましい。

40

【0102】

また、本実施例においては、粒子群PTが第1~第3の酸化チタン粒子P1~P3を有する場合について説明したが、粒子群PTの構成はこれに限定されない。例えば、粒子群PTは、例えば2種類の酸化チタン粒子P1及びP2のみから構成されていてもよい。

【0103】

この場合、例えば、被覆体16は、最も上面S1に近い位置に配置され、発光素子12からの放出光のエネルギーよりも狭いバンドギャップを有する部分(部分NB)を高密度で有する複数の第1の酸化チタン粒子P1と、第1の酸化チタン粒子P1よりも基板11側に配置され、発光素子12からの放出光のエネルギーよりも狭いバンドギャップを有す

50

る部分（部分NB）を低密度で有する複数の第2の酸化チタン粒子P2と、を含んでいればよい。

【0104】

また、例えば、粒子群PTは、少なくとも第1の酸化チタン粒子P1を含んでいればよい。すなわち、粒子群PTは、被覆体16の上面S1の近傍において分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分NBを有する複数の酸化チタン粒子（第1の酸化チタン粒子P1）を有していればよい。

【0105】

また、粒子群PTにおいて吸収領域AB及び散乱反射領域SCを構成する粒子は、酸化チタン粒子に限定されない。例えば、酸化亜鉛（ZnO）は、酸化チタンと同様の性質を有する。例えば、酸化亜鉛のバンドギャップエネルギーは3.37 eVであり、可視光を透過する。また、酸化亜鉛は、波長355 nmの紫外線（例えばレーザー光LB）を吸収する性質を有する。さらに、酸化亜鉛の屈折率は2.0であり、シリコーン樹脂の屈折率（1.4～1.55）より大きい。そして、酸化亜鉛は、酸素欠損によって、深いドナー順位を形成してバンドギャップが狭くなり（バンドギャップが狭い部分NBに対応する部分が形成され）、可視光を吸収する性質を有する。

10

【0106】

従って、粒子群PTには、例えば酸化チタン粒子及び酸化亜鉛粒子など、酸素欠損がない結晶状態において可視光を透過し、酸素欠損によって可視光を吸収する性質を有する金属酸化物結晶を用いることができる。例えば、このような性質を有する金属酸化物の粒子は、第1～第3の酸化チタン粒子P1～P3に置き換えられてもよいし、第1～第3の酸化チタン粒子P1～P3に加えて粒子群PTに含有されていてもよい。

20

【0107】

また、粒子群PTには、酸化チタン粒子又は酸化亜鉛粒子の他に、発光素子12からの放出光及び/又は透光部材13若しくは光透過部材14に含まれる波長変換体からの出射光を散乱する粒子が添加されていてもよい。当該粒子としては、炭化ケイ素（SiC）、窒化珪素（Si2N3）、窒化ガリウム（GaN）、窒化アルミニウム（AlN）、酸化アルミニウム（Al2O3）などの金属炭化物、また、金属酸化物、金属窒化物などの粒子が挙げられる。

【0108】

すなわち、粒子群PTは、被覆体16内に分散された複数の粒子を有していればよい。粒子群PTが酸化チタン粒子及び酸化亜鉛粒子以外の粒子を含む複数の粒子を含んでいる場合、当該複数の粒子が被覆体16内で均一な密度で分散されているか、又は上面S1から基板11に向かって徐々に密度が高くなるように分散されていればよい。また、例えば、粒子群PTに含まれる粒子の全体が上記した濃度で分散されていればよい。

30

【0109】

また、本実施例においては、発光装置10が1つの発光素子12を有する場合について説明した。しかし、発光装置10は、複数の発光素子12を有していてもよい。この場合についても、例えば、粒子群PTを有する被覆体16が光透過部材14の側面を覆っていればよい。

40

【0110】

このように、例えば、発光装置10は、基板11と、基板11上に配置された発光素子12と、発光素子12上に配置された光透過部材14と、基板11上において光透過部材14の側面を覆い、かつ外部に露出する上面S1を有する被覆体16と、を有する。

【0111】

また、被覆体16は、被覆体16内に分散された複数の粒子からなる粒子群PTを有する。また、粒子群PTは、被覆体16の上面S1の近傍において分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分NBを有する複数の酸化チタン粒子（第1の酸化チタン粒子P1）又は酸化亜鉛粒子を有する。従って、単純な構成で高出力かつ高コントラストな発光装置10を提供することができる。

50

【 0 1 1 2 】

また、例えば、発光装置 1 0 E は、基板 1 1 と、基板 1 1 上に配置された発光素子 1 2 と、基板 1 1 上において発光素子 1 2 の側面を覆い、かつ外部に露出する上面 S 1 を有する被覆体 1 7 と、を有する。また、被覆体 1 7 は、被覆体 1 7 内に分散された複数の粒子からなる粒子群 P T を有する。また、粒子群 P T は、被覆体 1 7 の上面 S 1 の近傍において分散され、各粒子内において他の部分よりもバンドギャップが狭い部分 N B を有する複数の酸化チタン粒子（第 1 の酸化チタン粒子 P 1 ）又は酸化亜鉛粒子を有する。従って、単純な構成で高出力かつ高コントラストな発光装置 1 0 E を提供することができる。

【 実施例 2 】

【 0 1 1 3 】

図 6 A は、実施例 2 に係る発光装置 2 0 の断面図である。図 6 B は、発光装置 2 0 の上面図である。図 6 A は、図 6 B における W - W 線に沿った断面図である。また、図 6 C は、図 6 A の破線で囲まれた部分 B を拡大して示す拡大断面図である。

10

【 0 1 1 4 】

発光装置 2 0 は、被覆体 2 1 の構成を除いては、発光装置 1 0 と同様の構成を有する。発光装置 2 0 においては、被覆体 2 1 は、被覆体 1 6 と同様に、光透過部材 1 4 の側面を覆い、外部に露出する上面 S 1 を有する。

【 0 1 1 5 】

本実施例においては、被覆体 2 1 は、上面 S 1 の一部の領域から基板 1 1 に向かって各粒子内における当該バンドギャップが狭い部分 N B の密度が低くなるように分散された複数の酸化チタン粒子（第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P 1 、 P 2 及び P 3 ）を含む粒子群 P T 1 を有する。図 6 C においては、酸化チタン粒子 P 1 及び P 3 にハッチングを施している。

20

【 0 1 1 6 】

換言すれば、粒子群 P T 1 のうち、吸収領域 A B をなす第 1 の酸化チタン粒子 P 1 は、被覆体 2 1 の上面 S 1 の一部に分散されている。すなわち、被覆体 2 1 は、上面 S 1 の一部のみに第 1 の分散領域 2 1 A を有する。また、被覆体 2 1 は、上面 S 1 の他の領域においては、第 2 の酸化チタン粒子 P 2 のみが基板 1 1 に向かって一様に分散された領域である第 2 の分散領域 2 1 B を有する。被覆体 2 1 は、例えば、レーザー光 L B を粒子含有樹脂 1 6 P の上面 S 0 の一部のみに照射することによって、形成することができる。

30

【 0 1 1 7 】

本実施例においては、第 1 の酸化チタン粒子 P 1 は、光透過部材 1 4 の側面から所定の距離（距離 D）だけ離間して光透過部材 1 4 を取り囲むように被覆体 2 1 内に分散されている。従って、被覆体 2 1 は、光透過部材 1 4 の側面から被覆体 2 1 に進入する光（図 3 における光 L 3 のような光）を部分的に反射及び散乱させる。発光装置 2 0 は、例えば、高コントラスト化と高出力化のうち、高出力化を優先する場合に好適な構成となる。

【 0 1 1 8 】

なお、取り出される光の出力とコントラストとのバランスは、被覆体 2 1 における光透過部材 1 4 の側面から吸収領域 A B までの距離 D（図 6 C）、すなわち光透過部材 1 4 の側面に接する散乱反射領域 S C の吸収領域 A B までの厚さを調節することで、調節することができる。

40

【 0 1 1 9 】

図 7 A は、発光装置 2 0 からの光出力の分布を示す図である。図 7 A の横軸は図 6 B の W - W 線に沿った発光装置 2 0 の位置を示し、縦軸は光出力（輝度を最大値で規格化した値）を示している。なお、図 7 A においても、比較例に係る発光装置 1 0 0 の測定結果を発光装置 2 0 の測定結果と重ねて破線で示している。なお、図 7 A においては、光透過部材 1 4 から吸収領域 A B までの距離 D が 0 . 1 mm の場合の発光装置 2 0 からの光出力の測定結果を示している。

【 0 1 2 0 】

図 7 A に示すように、発光装置 2 0 においても、発光装置 1 0 0 に比べ、発光素子 1 2

50

(光透過部材 14) の領域以外からの出力が抑えられ、発光素子 12 の領域からは高い出力の光が出射されていることがわかる。すなわち、発光装置 20 においても、出力を低下させることなく、高コントラストな発光装置であることがわかる。

【0121】

図 7 B は、光透過部材 14 から吸収領域 A B までの距離 D が 0.2 mm の場合の発光装置 20 からの光出力の測定結果を示している。図 7 B に示すように、距離 D が 0.2 mm の場合、光透過部材 14 の領域の輝度を 100 とした場合の 1 の輝度を有する領域までは、発光装置 20 は発光装置 100 と同様の出力値を示す。

【0122】

すなわち、本実施例においては、光透過部材 14 の側面から 0.2 mm の距離まで散乱反射領域 S C を設けると、この散乱反射領域 S C の外縁部の領域から、光透過部材 14 の上面の 1/100 の強度の光が外部に取り出される。

10

【0123】

高いコントラストを維持することを考慮すると、このように、光透過部材 14 の側面から、光透過部材 14 の上面の光強度の 1/100 以上の強度となる距離 D まで散乱反射領域 S C を設けることが好ましい。本実施例においては、この距離 D は、0.2 mm 以下であることが好ましいといえる。これは、1/100 未満の強度の光は、コントラストを悪化させない程度の強度の光だからである。

【0124】

なお、この距離 D は、被覆体 21 (散乱反射領域 S C) における光の進入可能距離に対応する。また、距離 D は、酸化チタン粒子の分散密度によって異なる。従って、例えば上記したように、光透過部材 14 及びその周囲の被覆体 21 からの出力を測定し、その出力が光透過部材 14 の上面の 1/100 となる位置よりも光透過部材 14 の側面に近い位置まで散乱反射領域 S C を設けることが好ましい。

20

【0125】

すなわち、距離 D は、光透過部材 14 の側面から、光透過部材 14 からの出射光の最大強度の 1/100 以上の光が出射される被覆体 21 の上面 S 1 の領域内の位置までの距離であることが好ましい。また、被覆体 21 は、光透過部材 14 からの光出力の 1/100 の強度の光が出射される位置 (光透過部材 14 の側面から距離 D だけ離れた位置) の外側の領域において、各粒子内における当該バンドギャップが狭い部分 N B の密度が低くなるように分散された複数の酸化チタン粒子 (例えば第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P 1、P 2 及び P 3) を有することが好ましい。

30

【0126】

なお、本実施例においても、発光装置 20 は透光部材 13 及び光透過部材 14 を有していてもよい。また、被覆体 21 は、発光素子 12 の側面近傍の全周に亘って散乱反射領域 S C を有していてもよい。例えば、被覆体 21 は、上面 S 1 の一部から基板 11 に向かって各粒子内における当該バンドギャップが狭い部分 N B の密度が低くなるように層状に分散された複数の酸化チタン (第 1 ~ 第 3 の酸化チタン粒子 P 1、P 2 及び P 3) を含む粒子群 P T 1 を有していればよい。

【0127】

このように、本実施例においては、例えば、被覆体 21 の第 1 の酸化チタン粒子 P 1 (最も上面 S 1 に近い位置に配置され、発光素子 12 からの放出光のエネルギーよりもバンドギャップが狭い部分 (部分 N B) を他の粒子より高い密度で有する酸化チタン粒子) は、光透過部材 14 の側面から所定の距離 D だけ離間して光透過部材 14 の側面を取り囲むように被覆体 21 内に分散されている。従って、高出力かつ高コントラストな発光装置 20 を提供することができる。

40

【0128】

また、被覆体 21 は、第 1 の酸化チタン粒子 P 1 の内側の領域 (上面 S 1 における発光素子 12 の側面に接する領域) に発光素子 12 からの放出光のエネルギーよりもバンドギャップが狭い部分 (部分 N B) を第 1 の酸化チタン粒子 P 1 よりも低い密度で有する複数

50

の第2の酸化チタン粒子P2を有する。従って、高出力な発光装置20となる。

【実施例3】

【0129】

図8Aは、実施例3に係る発光装置30の断面図である。また、図8Bは、発光装置30の上面図である。図8Aは図8BのX-X線に沿った断面図である。発光装置30は、被覆体31の構成を除いては、発光装置10と同様の構成を有する。

【0130】

被覆体31は、上面S1に複数の凹部31Rを有する。本実施例においては、図8Bに示すように、被覆体31の凹部31Rの各々は、発光素子12、透光部材13及び光透過部材14の周囲を取り囲むように溝状に形成されている。また、凹部31Rの各々は、円柱状（うろこ状）の内壁を有する。

10

【0131】

被覆体31は、例えば、粒子含有樹脂16Pの上面S0にレーザー光LB（紫外領域の波長の光）を重畳して（複数回に亘って）照射することで形成することができる。具体的には、355nmの波長で25kW/cm²以上の出力のレーザー光LBを特定のパターンで照射し、これを再度同じパターンで照射することで、シリコン樹脂が表面から順次昇華除去され、その表面にレーザー光LBの照射痕が残存する。これによって、粒子含有樹脂16Pの上面S0には、レーザー光LBのビーム径及びその移動方向に応じた溝が形成される。このレーザー痕は、被覆体31の凹部31Rとなる。

【0132】

なお、被覆体31の凹部31Rは、レーザー光LBを複数回に亘って照射する場合のみならず、例えば、レーザー光LBの出力、走査速度などを調節することによっても、形成することができる。また、凹部31Rの形状は、図示した形状に限定されない。例えば、被覆体31の上面には、凸部が形成されていてもよいし、波状の連続した凹凸が形成されていてもよい。被覆体31は、種々の凹凸を有する上面S1を有していればよい。

20

【0133】

本実施例においても、被覆体31は、被覆体16と同様に、上面S1の近傍に可視光のエネルギーよりもバンドギャップが狭い部分（部分NB）を有する酸化チタン粒子（第1及び第3の酸化チタン粒子P1及びP3）を有する粒子群PTを有する。

【0134】

本実施例においては、被覆体31の上面S1は、例えば繰り返し設けられた凹部31Rを有することによって、例えば平坦な面（例えば被覆体16の上面S1）に比べて外部に露出する面の面積が増大する。これによって、被覆体31に設けられた吸収領域ABの表面積が増大する。従って、被覆体31は、光透過部材14の側面から被覆体31に進入する光（図3における光L3のような光）を高効率で吸収する。従って、発光装置30は、例えば、コントラストと出力のうち、コントラストを優先する場合に好適な構成となる。

30

【0135】

なお、本実施例においては、被覆体31の上面S1の全体に凹部31Rが形成されている場合について説明した。しかし、凹部31Rは、被覆体31の上面S1の一部のみに形成されていてもよい。また、凹部31Rの形状についても、図8A及び図8Bに示した場合に限定されない。被覆体31は、上面S1上に凹部31Rを有していればよい。

40

【符号の説明】

【0136】

10、10A、10B、10C、10C、10D、10E、20、30 発光装置

11 基板

12 発光素子

13 透光部材

14 光透過部材

16、17、21、31 被覆体

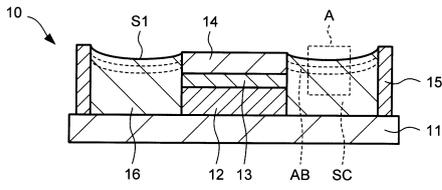
P1、P2、P3 酸化チタン粒子

50

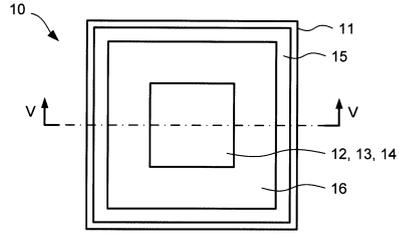
P T、P T 1 粒子群

【図面】

【図 1 A】

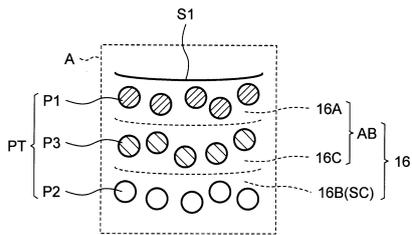


【図 1 B】

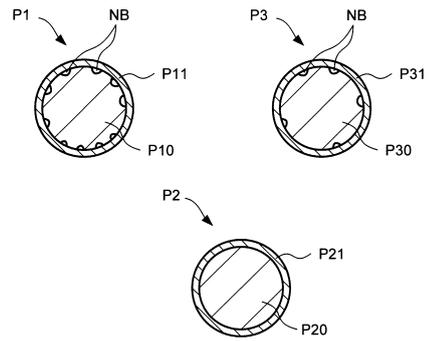


10

【図 1 C】

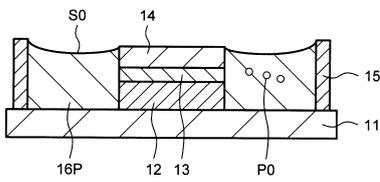


【図 1 D】

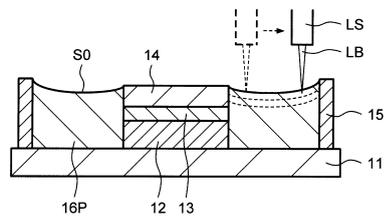


20

【図 2 A】



【図 2 B】

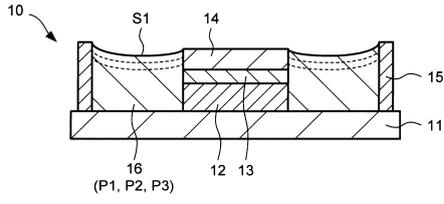


30

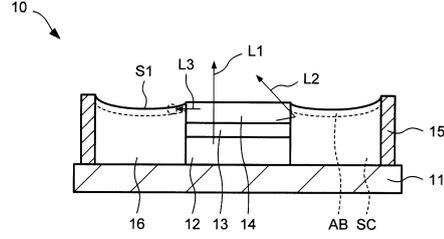
40

50

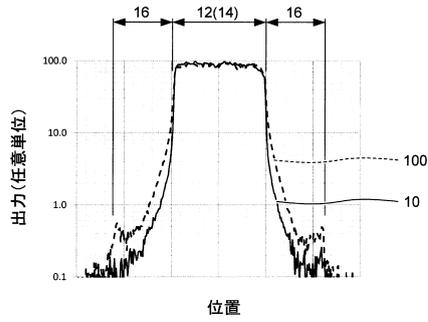
【図 2 C】



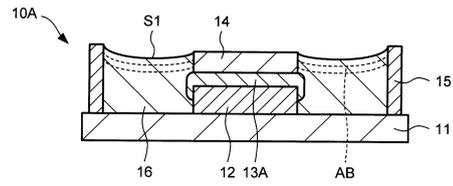
【図 3】



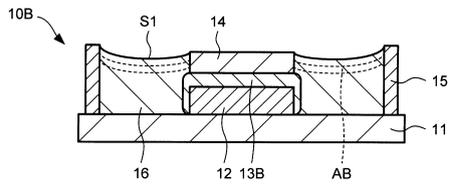
【図 4】



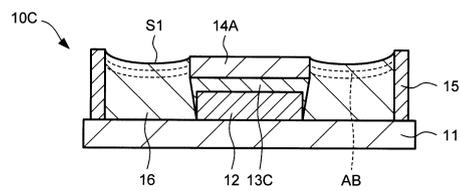
【図 5 A】



【図 5 B】



【図 5 C】



10

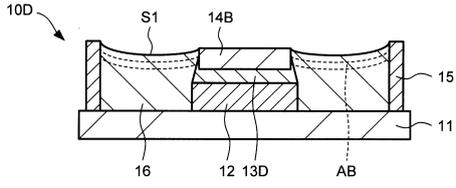
20

30

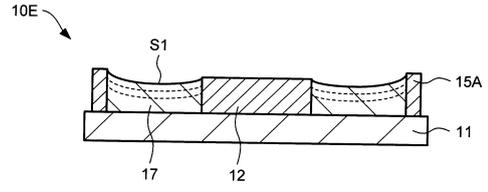
40

50

【図 5 D】

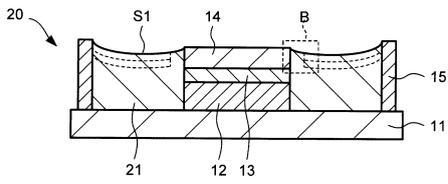


【図 5 E】

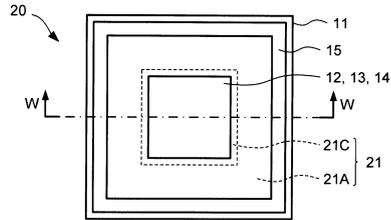


10

【図 6 A】

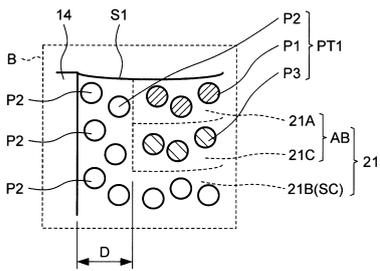


【図 6 B】

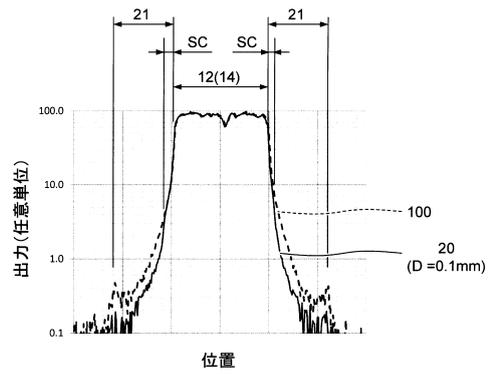


20

【図 6 C】



【図 7 A】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017 - 108092 (JP, A)
特開 2017 - 199748 (JP, A)
特開 2010 - 157638 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 33/48 - 33/64