

(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2008-227550

(P2008-227550A)

(43) 公開日 平成20年9月25日(2008.9.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/00 (2006.01)	H O 1 L 33/00 N	5 F O 4 1
	H O 1 L 33/00 C	

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-162339 (P2008-162339)	(71) 出願人	000002004
(22) 出願日	平成20年6月20日 (2008. 6. 20)		昭和電工株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-263477 (P2002-263477)		東京都港区芝大門1丁目13番9号
	の分割	(74) 代理人	100064908
原出願日	平成14年9月10日 (2002. 9. 10)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
(出願人による申告) 平成13年度新エネルギー・産業		(74) 代理人	100089037
技術総合開発機構「高効率電光変換化合物半導体開発 (弁理士 渡邊 隆
21世紀のあかり計画) エネルギー使用合理化技術開発		(74) 代理人	100094400
」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける			弁理士 鈴木 三義
特許出願		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

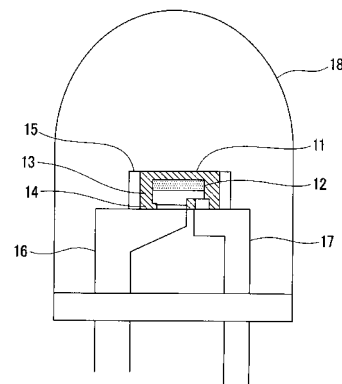
(54) 【発明の名称】 発光ダイオード、その製造方法および白色照明装置

(57) 【要約】

【課題】 発光層に窒化ガリウム系化合物半導体を用いたLEDチップと新しい蛍光体とを組み合わせた、白色照明用として十分な明るさを有する発光ダイオードとその製造方法を提供する。

【解決手段】 360nm～530nmの範囲にピーク波長がある単色性の発光スペクトルを有する青色LEDチップに、発光中心を添加したオキシ窒化物ガラスからなる蛍光体を組み合わせ、白色発光の発光ダイオードを作製する。特に蛍光体として、発光中心としてEu²⁺イオンを添加したCa-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスを用いる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体からなる L E D チップと、 L E D チップの発光によって励起されて発光する蛍光体を含む透明樹脂を L E D チップの周囲に充填させたコーティング部と、 L E D チップとコーティング部を被覆する透明樹脂からなるモールド部とを有する発光ダイオードにおいて、 L E D チップの発光は、 3 6 0 n m ~ 5 3 0 n m の範囲にピーク波長がある単色性の発光スペクトルを有し、蛍光体は発光中心を添加したオキシ窒化物ガラスからなることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 2】

前記蛍光体が、発光中心として $E u^{2+}$ イオンを添加した C a - A l - S i - O - N 系オキシ窒化物ガラスであることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオード。

10

【請求項 3】

C a - A l - S i - O - N 系オキシ窒化物ガラスの組成が、 C a O が 2 0 ~ 5 0 モル %、 $A l_2 O_3$ が 0 . 1 ~ 3 0 モル %、 S i O が 2 5 ~ 6 0 モル %、 A l N が 5 ~ 5 0 モル %、希土類酸化物または遷移金属酸化物が 0 . 1 ~ 2 0 モル % の範囲であり、かつそれらの合計が 1 0 0 モル % であることを特徴とする請求項 2 に記載の発光ダイオード。

【請求項 4】

前記コーティング部を構成する透明樹脂が、(メタ)アクリル酸系樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン架橋樹脂、UV硬化樹脂、ユリア樹脂、シリコーン樹脂から選択される一種であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 に記載の発光ダイオード。

20

【請求項 5】

前記コーティング部の表面側から L E D チップ側に向かって、蛍光体の混合比率を徐々に多くすることを特徴とする請求項 1 ないし 4 に記載の発光ダイオード。

【請求項 6】

前記モールド部を構成する透明樹脂は、前記コーティング部を構成する透明樹脂と同じ樹脂材料を用いていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 に記載の発光ダイオード。

【請求項 7】

前記モールド部が、拡散材を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 6 に記載の発光ダイオード。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 に記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

30

【請求項 9】

発光層が窒化ガリウム系化合物半導体からなる L E D チップの周囲に、 L E D チップの発光によって励起されて発光する蛍光体を含む透明樹脂を充填してコーティング部を形成し、さらに L E D チップとコーティング部を透明樹脂で被覆してモールド部を形成する発光ダイオードの製造方法において、前記 L E D チップの発光が、 3 6 0 n m ~ 5 3 0 n m の範囲にピーク波長がある単色性の発光スペクトルを有し、蛍光体が発光中心を添加したオキシ窒化物ガラスからなることを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項 10】

前記蛍光体が、発光中心として $E u^{2+}$ イオンを添加した C a - A l - S i - O - N 系オキシ窒化物ガラスであることを特徴とする請求項 9 に記載の発光ダイオードの製造方法。

40

【請求項 11】

C a - A l - S i - O - N 系オキシ窒化物ガラスの組成が、 C a O が 2 0 ~ 5 0 モル %、 $A l_2 O_3$ が 0 . 1 ~ 3 0 モル %、 S i O が 2 5 ~ 6 0 モル %、 A l N が 5 ~ 5 0 モル %、希土類酸化物または遷移金属酸化物が 0 . 1 ~ 2 0 モル % の範囲であり、かつそれらの合計が 1 0 0 モル % であることを特徴とする請求項 10 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 12】

前記コーティング部の L E D チップ側から表面側に向かって、蛍光体の混合比率の高い

50

ものから順に充填することを特徴とする請求項 9 ないし 11 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は白色照明に用いられる発光ダイオードとその製造方法に係わり、特に発光層が窒化ガリウム系化合物半導体からなる LED チップと、ガラス蛍光体を含有する透明樹脂を該 LED チップの周囲に充填させたコーティング部とを有する発光ダイオードとその製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、発光層に窒化ガリウム系化合物半導体を用いた高輝度の青色発光の発光ダイオード (LED) が実用化したことから、青色 LED を白色照明に利用しようとする試みが進められている。ここで照明用の白色とは、太陽光色、蛍光灯色、電球色等、照明に使われている白色全てを指す。

【0003】

白色照明に用いられる発光ダイオードとしては、 $(Y, Gd)_3(Al, Ga)_5O_{12}$ の組成式で知られる YAG 系酸化物母体格子中に Ce をドープした蛍光体 (YAG 系蛍光体) を、青色 LED チップを包囲する封止樹脂中に分散させたものが知られている (例えば、特許文献 1 参照)。この発光ダイオードは、ディスプレイのバックライト、照光式操作スイッチ、LED 表示器等に使用されている。

20

【0004】

また最近では、新しい蛍光体材料として、オキシ窒化物ガラスを母体原料とした蛍光体が報告されている (例えば、非特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特許第 2927279 号公報

【非特許文献 1】上田恭太、「窒化物および酸窒化物蛍光体の合成と光学特性」、固体物理、2000 年、第 35 巻、第 6 号、p. 401 - 409

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

従来の青色 LED チップに YAG 系蛍光体を組み合わせて作られる白色 LED では、照明用としては明るさが不十分であった。これは、YAG 系蛍光体は特に 400 nm より長波長の光に対し励起効率が悪いからである。

【0006】

本発明は、発光層に窒化ガリウム系化合物半導体を用いた LED チップと新しい蛍光体とを組み合わせ、白色照明用として十分な明るさを有する発光ダイオードとその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本発明は、

(1) 発光層が窒化ガリウム系化合物半導体からなる LED チップと、LED チップの発光によって励起されて発光する蛍光体を含有する透明樹脂を LED チップの周囲に充填させたコーティング部と、LED チップとコーティング部を被覆する透明樹脂からなるモールド部とを有する発光ダイオードにおいて、LED チップの発光は、360 nm ~ 530 nm の範囲にピーク波長がある単色性の発光スペクトルを有し、蛍光体は発光中心を添加したオキシ窒化物ガラスからなることを特徴とする発光ダイオード。

(2) 前記蛍光体が、発光中心として Eu^{2+} イオンを添加した Ca - Al - Si - O - N 系オキシ窒化物ガラスであることを特徴とする上記 (1) に記載の発光ダイオード。

(3) Ca - Al - Si - O - N 系オキシ窒化物ガラスの組成が、CaO が 20 ~ 50 モル %、 Al_2O_3 が 0.1 ~ 30 モル %、SiO が 25 ~ 60 モル %、AlN が 5 ~ 50

50

モル%、希土類酸化物または遷移金属酸化物が0.1~20モル%の範囲であり、かつそれらの合計が100モル%であることを特徴とする上記(2)に記載の発光ダイオード。

(4) 前記コーティング部を構成する透明樹脂が、(メタ)アクリル酸系樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン架橋樹脂、UV硬化樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂から選択される一種であることを特徴とする上記(1)ないし(3)に記載の発光ダイオード。

(5) 前記コーティング部の表面側からLEDチップ側に向かって、蛍光体の混合比率を徐々に多くすることを特徴とする上記(1)ないし(4)に記載の発光ダイオード。

(6) 前記モールド部を構成する透明樹脂は、前記コーティング部を構成する透明樹脂と同じ樹脂材料を用いていることを特徴とする上記(1)ないし(5)に記載の発光ダイオード。

(7) 前記モールド部が、拡散材を含有することを特徴とする上記(1)ないし(6)に記載の発光ダイオード、である。

【0008】

また本発明は、

(8) 上記(1)ないし(7)に記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置、である。

【0009】

また本発明は、

(9) 発光層が窒化ガリウム系化合物半導体からなるLEDチップの周囲に、LEDチップの発光によって励起されて発光する蛍光体を含有する透明樹脂を充填してコーティング部を形成し、さらにLEDチップとコーティング部を透明樹脂で被覆してモールド部を形成する発光ダイオードの製造方法において、前記LEDチップの発光が、360nm~530nmの範囲にピーク波長がある単色性の発光スペクトルを有し、蛍光体が発光中心を添加したオキシ窒化物ガラスからなることを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

(10) 前記蛍光体が、発光中心として Eu^{2+} イオンを添加したCa-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスであることを特徴とする上記(9)に記載の発光ダイオードの製造方法。

(11) Ca-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスの組成が、CaOが20~50モル%、 Al_2O_3 が0.1~30モル%、SiOが25~60モル%、AlNが5~50モル%、希土類酸化物または遷移金属酸化物が0.1~20モル%の範囲であり、かつそれらの合計が100モル%であることを特徴とする上記(10)に記載の発光ダイオードの製造方法。

(12) 前記コーティング部のLEDチップ側から表面側に向かって、蛍光体の混合比率の高いものから順に充填することを特徴とする上記(9)ないし(11)に記載の発光ダイオードの製造方法、である。

【発明の効果】

【0010】

以上述べたように、本発明により、発光波長が360nm~530nmの青色LEDの発光に対して蛍光体の励起効率を改善することが可能となり、高出力の白色照明用の発光ダイオードを作製することが可能となる。その結果、従来の白熱灯や蛍光灯に代わる白色照明装置を作製することが可能となり、その産業上の利用価値は多大である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

オキシ窒化物ガラスを母体とした蛍光体は、励起スペクトルのピークが350nm~500nmにある。そのため、発光波長の中心が360nm~530nmである発光層に窒化ガリウム系化合物半導体を用いた青色LEDにより、最も効率良く蛍光体を励起することができる。そこで本発明者らは、オキシ窒化物ガラスを母体材料とした蛍光体と発光層に窒化ガリウム系化合物半導体を用いた青色LEDと組み合わせることで高効率、かつ高出力の白色照明用の発光ダイオードを開発した。

【0012】

オキシ窒化物ガラスとしては、Si-O-N、Mg-Si-O-N、Al-Si-O-

10

20

30

40

50

N、Nd - Al - Si - O - N、Y - Al - Si - O - N、Ca - Al - Si - O - N、Mg - Al - Si - O - N、Na - Si - O - N、Na - Ca - Si - O - N、Li - Ca - Al - Si - O - N、Na - B - Si - O - N、Na - Ba - B - Al - Si - O - N、Ba - Al - Si - O - N、Na - B - O - N、Li - P - O - N、Na - P - O - Nなどの系が知られている。

【0013】

上記のオキシ窒化物ガラスの系の中で本発明に使われる母体としては、Ca - Al - Si - O - N系オキシ窒化物ガラスが特に望ましい。Ca - Al - Si - O - N系オキシ窒化物ガラスの組成としては、CaOが20～50モル%、Al₂O₃が0.1～30モル%、SiOが25～60モル%、AlNが5～50モル%、希土類酸化物または遷移金属酸化物が0.1～20モル%の範囲であり、かつそれらの合計が100モル%とするのが好ましい。更に望ましくは窒素含有量が15wt%以下である。増感剤として他の希土類元素イオンを希土類酸化物として蛍光ガラス中に0.1～10モル%の含有量で共賦活剤として含む事も望ましい。

10

【0014】

Ca - Al - Si - O - N系オキシ窒化物ガラスに添加される発光中心は、Eu²⁺、Eu³⁺、Ce³⁺、Tb³⁺などの希土類イオンやCr³⁺、Mn²⁺などの遷移金属イオンが好ましい。これらの発光中心をなすイオンは、母体材料のCa²⁺イオンに置き換わる形で固体中に取り込まれる。このうち特にEu²⁺が380nm～400nm付近の励起光で発光するため好ましい。

20

【0015】

本発明に用いられるコーティング部とは、モールド部とは別にLEDチップの周囲の一部または全部に形成される、LEDチップからの発光を変換する蛍光体を含む樹脂からなる部分である。コーティング部の具体的材料としては、(メタ)アクリル酸系樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン架橋樹脂、UV硬化樹脂、ユリア樹脂、シリコン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂が適している。また、コーティング部には、蛍光体と共に拡散剤を含むさせても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等が適している。

【0016】

コーティング部は、例えば次の方法でLEDチップの周囲に充填させることができる。まず、オキシ窒化物ガラスを粒径が10μm以下となる様粉碎し、作製したオキシ窒化物ガラスの粉末と樹脂原料とをよく混合してスラリーとする。このスラリーをLEDチップが配置されたカップ内に適量注入し、その後樹脂に合わせた手法で硬化させて、コーティング部を形成する。

30

【0017】

ここでコーティング部について、その表面側からLEDチップ側に向かって、蛍光体の混合比率を徐々に多くすることが望ましい。そのためには、オキシ窒化物ガラスの粉末と樹脂原料との混合比率を変えたスラリーを所望の種類用意し、コーティング部のLEDチップ側から順に、蛍光体の混合比率の高いスラリーを充填し硬化させて、コーティング部を作製すればよい。青色より波長の短い光によって樹脂は劣化しやすいので、LEDチップのなるべく近傍でLEDチップの発光を長波長に変換することは、コーティング部、モールド部の樹脂の劣化を抑制する効果がある。

40

【0018】

コーティング部を形成した後、LEDチップやコーティング部を保護し、同時に発光の指向角を制御する目的で、樹脂によりモールド部を形成する。モールド部とコーティング部を構成する樹脂は異なる材料でも構わない。しかし、異なる樹脂材料を用いる場合、モールド部とコーティング部の界面でLEDチップあるいは蛍光体からの光が屈折する際に、例えば青色と黄色といった異なる波長の光に対してはその屈折角が異なることになる。そのため発光ダイオードを正面から観測した場合、縁が青色味掛かるといった不具合が生じることがある。これに対しコーティング部とモールド部が同じ樹脂材料であれば、そう

50

いった問題は現れない。

【0019】

本発明の発光ダイオードをそのまま広い領域を照らす白色照明装置に用いる場合のように、発光ダイオードの指向角を広げたい場合、モールド部に拡散材を含有させるのが望ましい。具体的な拡散材としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素等の無機材料や、グアナミン樹脂等の有機材料が適している。拡散材の混入量は指向角と拡散材の散乱能に応じて決定することができる。

【実施例】

【0020】

(実施例1：フリップチップ型LEDチップの表面および側面に、オキシ窒化物ガラスからなる蛍光体を含有する樹脂を充填してコーティング部を形成した発光ダイオードの例)

本実施例1では、図1に示すようなフリップチップ型LEDチップの表面および側面に、オキシ窒化物ガラス蛍光体を含有する樹脂を充填してコーティング部11を形成した例を用いて、本発明の発光ダイオードを説明する。

【0021】

有機金属化学気相堆積(MOCVD)法を用いてサファイア基板12上に窒化ガリウム系化合物半導体からなる発光層を含むエピタキシャル層13が形成された青色LED用エピタキシャルウエハを準備した。エピタキシャル層13の積層構造は、発光層をp型およびn型のクラッド層で挟んだダブルヘテロ構造の一般に公知の青色LED構造とした。LEDの発光ピーク波長は420nmであった。次いでこのエピタキシャルウエハの表面にp型およびn型の電極を形成し、さらにチップサイズに分割した。このようにして作製されたLEDチップは、エピタキシャル層13の側を下にして、マウントリード16の一端上にLEDチップの片方の電極14を合わせて、導電ペーストを用いて接着固定した。LEDチップのもう一方の電極もインナーリード17の一端に導電ペーストを用いて接着固定した。

【0022】

次にコーティング部11を形成するため、このマウントリード16に接着固定されたLEDチップの表面と側面を、 Eu^{2+} を添加したCa-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスからなる蛍光体を含んだエポキシ樹脂で覆った。オキシ窒化物ガラスは粒径が10 μm 以下となるように粉碎し、エポキシ樹脂と体積比率で1:1となるように混合してスラリーとさせた。このスラリーをLEDチップが設置されたカップ15内に0.2 μL 充填し、硬化させた。最後に、LEDチップ、コーティング部11およびマウントリード16、インナーリード17を図1に示すようにエポキシ樹脂で被覆して封止し、モールド部18を形成した。モールド部18は砲弾型のレンズ形状を有する構造とした。

【0023】

LEDチップに電流を注入することにより窒化ガリウム系化合物半導体の発光層から発光した青色の光は、サファイア基板12側の表面および側面から外部に放出され、一部はコーティング部11に含まれた蛍光体を励起し黄色～赤色の光に変換された。その結果、LEDチップからの青色発光と蛍光体からの黄色～赤色の光が合わさって、本実施例1の発光ダイオードから高出力の白色光が放出された。

【0024】

(実施例2：LEDチップの表面および側面に、オキシ窒化物ガラス蛍光体を含有する樹脂を充填し、コーティング部を形成した発光ダイオードの例)

本実施例2では、図2に示すようなLEDチップの表面および側面に、オキシ窒化物ガラス蛍光体を含有する樹脂を充填してコーティング部21を形成した例を用いて、本発明の発光ダイオードを説明する。

【0025】

有機金属化学気相堆積(MOCVD)法を用いてサファイア基板22上に窒化ガリウム系化合物半導体からなる発光層を含むエピタキシャル層23が形成された青色LED用エピタキシャルウエハを準備した。エピタキシャル層23の積層構造は、実施例1と同様の

一般に公知の青色LED構造とした。LEDの発光ピーク波長は420nmであった。エピタキシャル層23の表面には、透光性電極25を形成した。さらにこのエピタキシャルウエハをチップサイズに分割し、LEDチップを形成した。

【0026】

前記のLEDチップは、サファイア基板22の側を下にしマウントリード26の一端にあるマウントカップ24の内部に固定した。そしてLEDチップに形成した透光性電極25および他方の電極と、インナーリード27およびマウントリード26とをそれぞれ金線で電氣的に接続した。次にLEDチップの表面と側面を覆うように、マウントカップ24内に Eu^{2+} を添加したCa-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスからなる蛍光体を含んだエポキシ樹脂を充填し、コーティング部21を形成した。オキシ窒化物ガラスは粒径が10 μm 以下となるように粉碎し、エポキシ樹脂と体積比率で1:1となるよう混合してスラリーとした。そしてLEDチップが配置されたマウントカップ24内に、スラリーを0.2 μL 充填し硬化させた。最後に、LEDチップ、コーティング部21およびマウントリード26、インナーリード27を図2に示すようにエポキシ樹脂で被覆して封止し、モールド部28を形成した。モールド部は砲弾型のレンズ形状を有する構造とした。

10

【0027】

LEDチップに電流を注入することにより窒化ガリウム系化合物半導体の発光層から発光した青色の光は、サファイア基板22の側面および透光性電極25から外部に放出され、一部はコーティング部21に含まれた蛍光体を励起し黄色～赤色の光に変換された。その結果、LEDチップからの青色発光と蛍光体からの黄色～赤色の光が合わさって、本実施例2の発光ダイオードから高出力の白色光が放出された。

20

【0028】

(実施例3：モールド部に拡散材を含有する発光ダイオードの例)

本実施例3では、前記実施例2において、モールド部28に拡散材として酸化珪素を混在させた発光ダイオードについて説明する。コーティング部の作製までは実施例2と同様とし、最後にLEDチップ、コーティング部21およびマウントリード26、インナーリード27をエポキシ樹脂で被覆して封止し、モールド部28を形成した。

【0029】

本実施例3では、モールド部28の樹脂に混在させた酸化珪素の粉末は、平均粒径10 μm となるように粉碎したものを使用した。酸化珪素の粉末の使用量は、モールド部28のエポキシ樹脂に対し体積比率で10%とした。このエポキシ樹脂を用いて砲弾型のレンズ形状を有するモールド部28を形成し、その他は実施例2と同様にして、発光ダイオードを作製した。

30

【0030】

モールド部28に拡散材を入れない発光ダイオードの発光の角度分布は、レンズ効果を有する砲弾型のモールド部28の形状のみによって決定される。しかし、モールド部28に拡散材を含有する発光ダイオードでは、発光の角度分布は、モールド部28の形状で決定される主の角度分布と拡散材によって等方的に散乱される副の角度分布とが足し合わされたものとなる。本実施例3で作製した発光ダイオードは、モールド部に拡散材を入れない発光ダイオードに比べ、発光の中心方向に対して30°の方向の発光強度が、青色ピーク発光強度、黄色ピーク発光強度とも約80%増大した。この様に発光ダイオードの指向性はモールド部の樹脂形状だけでなく拡散材によっても制御できる。

40

【0031】

(実施例4：コーティング部に含まれる蛍光体の混在比率に分布をつけた発光ダイオードの例)

本実施例4では、前記実施例2の発光ダイオードにおいて、コーティング部に含まれる蛍光体の混在比率をコーティング部の表面側からLEDチップ側に向かって徐々に多くした例を説明する。本実施例4の発光ダイオードは、マウントカップ24内に Eu^{2+} を添加したCa-Al-Si-O-N系オキシ窒化物ガラスからなる蛍光体を含んだエポキシ

50

樹脂を充填する際、蛍光体の混在比率が異なるエポキシ樹脂を３種類用意し、混在比率が多い順に３回に分けてＬＥＤチップの表面と側面を被覆し、コーティング部２１を形成した。蛍光体の混在比率は、多い順にそれぞれエポキシ樹脂１に対し２、１、０．５とした。また、一回の充填量はそれぞれ０．０７μＬとした。その他は実施例２と同様にして、発光ダイオードを作製した。

【００３２】

実施例２で作製した発光ダイオードの場合、７２０時間点灯後にはコーティング部の樹脂の一部がうっすらと黒色化していたが、本実施例４で作製した発光ダイオードではそのような黒色化は認められなかった。

【図面の簡単な説明】

10

【００３３】

【図１】本発明の実施例１に係わる発光ダイオードの断面構造を示す模式図

【図２】本発明の実施例２に係わる発光ダイオードの断面構造を示す模式図

【符号の説明】

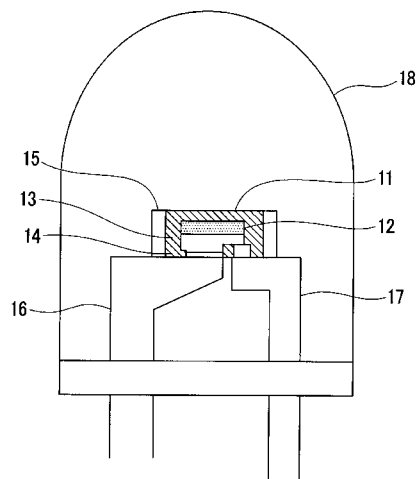
【００３４】

- １１ コーティング部
- １２ サファイア基板
- １３ エピタキシャル層
- １４ 金属電極
- １５ カップ
- １６ マウントリード
- １７ インナーリード
- １８ モールド部
- ２１ コーティング部
- ２２ サファイア基板
- ２３ エピタキシャル層
- ２４ マウントカップ
- ２５ 透光性電極
- ２６ マウントリード
- ２７ インナーリード
- ２８ モールド部

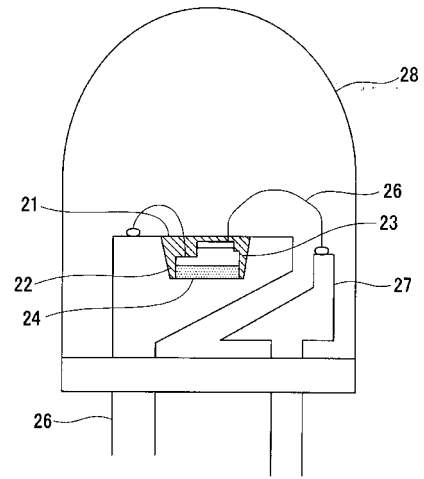
20

30

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 剛規

千葉県千葉市緑区大野台1丁目1番1号 昭和電工株式会社研究開発センター内

(72)発明者 奥山 峰夫

千葉県千葉市緑区大野台1丁目1番1号 昭和電工株式会社研究開発センター内

Fターム(参考) 5F041 AA04 CA04 CA40 CA65 DA07 DA09 DA12 DA18 DA42 DA44
DA45 DB01 FF11