

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5376801号  
(P5376801)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日 (2013.10.4)

(51) Int. Cl. F I  
H O 1 L 33/48 (2010.01) H O 1 L 33/00 4 0 0

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-507454 (P2007-507454)	(73) 特許権者	592054856
(86) (22) 出願日	平成17年4月5日 (2005.4.5)		クリー インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2007-533140 (P2007-533140A)		C R E E I N C.
(43) 公表日	平成19年11月15日 (2007.11.15)		アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/011592		7 7 0 3 ダラム シリコン ドライブ
(87) 国際公開番号	W02005/101909		4 6 0 0
(87) 国際公開日	平成17年10月27日 (2005.10.27)	(74) 代理人	110000855
審査請求日	平成20年3月26日 (2008.3.26)		特許業務法人浅村特許事務所
審判番号	不服2012-19762 (P2012-19762/J1)	(72) 発明者	ジェラルド エイチ. ネグレイ
審判請求日	平成24年10月9日 (2012.10.9)		アメリカ合衆国 2 7 5 1 0 ノースカロ
(31) 優先権主張番号	10/818, 912		ライナ州 カーボロ ノース エスティス
(32) 優先日	平成16年4月6日 (2004.4.6)		ドライブ 3 0 6 エスティス パーク
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アパートメント アイ-14
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 少なくとも一つのカプセル化層がナノ粒子群を含む複数のカプセル化層を有する発光素子およびその形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

印加された電圧に反応して光を発するよう設定されたアクティブ領域と、  
少なくとも部分的に前記アクティブ領域をカプセル化する第1のカプセル化層であって、

前記第1のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させる第1の基材と第1のナノ粒子群とを含む第1のカプセル化層と、

少なくとも部分的に前記第1のカプセル化層をカプセル化する第2のカプセル化層であって、

第2の基材と、前記第2のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させ第1のナノ粒子群とは異なる第2のナノ粒子群とを含む第2のカプセル化層とを備えており、

前記第1のナノ粒子群は、TiO<sub>2</sub>、ダイヤモンド、および炭化ケイ素の少なくとも一つと、リン光体群とを含み、光の散乱、熱伝導率、機械的強度、および/又は耐磨耗性の少なくとも一つからなる、前記第1のカプセル化層の物理的特性である、第1の特性を変化させ、

前記第2のナノ粒子群は、光の散乱、熱伝導率、機械的強度、および/又は耐磨耗性の少なくとも一つからなる、前記第2のカプセル化層の物理的特性であって、前記第1の特性とは異なる第2の特性を変化させる

ことを特徴とする発光素子。

10

20

## 【請求項 2】

前記第 1 の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 3】

前記第 1 のカプセル化層は、十分に透明であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 4】

前記第 2 の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 5】

前記第 2 のカプセル化層は、十分に透明であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 6】

前記アクティブ領域に対向した、前記第 1 のカプセル化層の外側表面は、前記アクティブ領域からの光線群が、前記第 1 のカプセル化層に、臨界角より大きな角度で入射しないように形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 7】

発光素子を形成する方法であって、  
印加された電圧に反応して光を発するよう設定されたアクティブ領域を形成するステップと、

少なくとも部分的に前記アクティブ領域をカプセル化する第 1 のカプセル化層であって、  
前記第 1 のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させる第 1 の基材と第 1 のナノ粒子群とを含む第 1 のカプセル化層を形成するステップと、

少なくとも部分的に前記第 1 のカプセル化層をカプセル化する第 2 のカプセル化層であって、

第 2 の基材と、前記第 2 のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させ第 1 のナノ粒子群とは異なる第 2 のナノ粒子群とを含む第 2 のカプセル化層  
を形成するステップとを備えており、

前記第 1 のナノ粒子群は、TiO<sub>2</sub>、ダイヤモンド、および炭化ケイ素の少なくとも一つと、リン光体群とを含み、

前記第 1 のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質は、光の散乱、熱伝導率、機械的強度、および / 又は耐摩耗性の少なくとも一つからなる、第 1 の特性であり、

前記第 2 のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質は、光の散乱、熱伝導率、機械的強度、および / 又は耐摩耗性の少なくとも一つからなる、前記第 1 の特性とは異なる、第 2 の特性である

ことを特徴とする方法。

## 【請求項 8】

前記第 1 の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 のカプセル化層は、十分に透明であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記第 2 の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 1 1】

前記第 2 のカプセル化層は、十分に透明であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 1 2】

前記アクティブ領域に対向した、前記第 1 のカプセル化層の外側表面は、前記アクティブ領域からの光線群が、前記第 1 のカプセル化層に、臨界角より大きな角度で入射しないように形成されることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一般に、マイクロエレクトロニクス素子群およびその製造方法に関し、より具体的には、発光素子群およびその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

発光ダイオード群（LED 群）は、民生用および商用の用途において広く利用されている。当業者には周知のように、発光ダイオードは、一般的に、マイクロエレクトロニクス基材にアクティブ領域を含む。マイクロエレクトロニクス基材は、例えば、ガリウムヒ素、ガリウム燐、それらの合金、炭化ケイ素、および／又はサファイアを含むことがある。LED 群の絶え間ない発展により、可視スペクトルおよびそれを超える領域をカバーする高度に効率的で機械的に頑強な光源が生まれている。これらの特性と、半導体素子群の耐用年数は潜在的に長くなる可能性とが結びつくことにより、様々な新しいディスプレイへの応用が可能となり、すでによく定着している白熱および／又は蛍光灯と競争する地位に、LED 群を、置くことができる。

## 【0003】

【特許文献 1】米国特許 6 2 0 1 2 6 2 号

【特許文献 2】米国特許 6 1 8 7 6 0 6 号

【特許文献 3】米国特許 6 1 2 0 6 0 0 号

【特許文献 4】米国特許 5 9 1 2 4 7 7 号

【特許文献 5】米国特許 5 7 3 9 5 5 4 号

【特許文献 6】米国特許 5 6 3 1 1 9 0 号

【特許文献 7】米国特許 5 6 0 4 1 3 5 号

【特許文献 8】米国特許 5 5 2 3 5 8 9 号

【特許文献 9】米国特許 5 4 1 6 3 4 2 号

【特許文献 10】米国特許 5 3 9 3 9 9 3 号

【特許文献 11】米国特許 5 3 3 8 9 4 4 号

【特許文献 12】米国特許 5 2 1 0 0 5 1 号

【特許文献 13】米国特許 5 0 2 7 1 6 8 号

【特許文献 14】米国特許 4 9 6 6 8 6 2 号

【特許文献 15】米国特許 4 9 1 8 4 9 7 号

【特許文献 16】米国特許明細書シリアル番号 1 0 / 1 4 0 7 9 6 号

【特許文献 17】米国特許明細書シリアル番号 1 0 / 0 5 7 8 2 1 号

【特許文献 18】米国特許明細書シリアル番号 1 0 / 6 5 9 2 4 1 号

【特許文献 19】米国特許明細書シリアル番号 1 0 / 0 5 7 8 2 1 号

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

標準的な LED パッケージは、典型的に、他の要素からアクティブ素子を保護し、LED 小立方体の光学的出力を増大させるためにエポキシ製のカプセル化層を含む。残念ながら、エポキシ製のカプセル化層は、比較的短い波長（例えば、525 nm）のハイフラックス LED 群とともに用いると光学的な品質が低下することがある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明に係る幾つかの実施形態によると、発光素子は、アクティブ領域に印加された電圧に反応して光を発するよう設定されたアクティブ領域を含む。第1のカプセル化層は、少なくとも部分的にアクティブ領域をカプセル化し、基材(matrix material)とナノ粒子群を含み、第1のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させる。第2のカプセル化層は、少なくとも部分的に第1のカプセル化層をカプセル化する。

## 【0006】

本発明に係る他の実施形態において、基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含む。

10

## 【0007】

本発明に係るさらに他の実施形態において、第1のカプセル化層は、十分に透明である。

## 【0008】

本発明に係るさらに他の実施形態において、ナノ粒子群は、 $TiO_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含む。

## 【0009】

本発明に係るさらに他の実施形態において、少なくとも一つの物理的特性は、屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性を含む。

20

## 【0010】

本発明に係る追加的な実施形態において、基材は、第1の基材であり、ナノ粒子群は、第1のナノ粒子群である。第2のカプセル化層は、第2のカプセル化層の少なくとも一つの物理的性質を変化させる第2の基材と第2のナノ粒子群とを含む。

## 【0011】

本発明に係るさらに追加的な実施形態において、第2の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含む。

## 【0012】

本発明に係るさらに追加的な実施形態において、第2のカプセル化層は、十分に透明である。

30

## 【0013】

本発明に係るさらに追加的な実施形態において、第2のナノ粒子群は、 $TiO_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含む。

## 【0014】

本発明に係るさらに追加的な実施形態において、第2のカプセル化層の少なくとも一つの物理的特性は、屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性を含む。

40

## 【0015】

本発明に係るさらに追加的な実施形態において、第1のカプセル化層の外側表面でアクティブ領域の反対側は、アクティブ領域からの光線群が、第1のカプセル化層に、臨界角より大きな角度で入射しないように形成されることができる。

## 【0016】

本発明に係る素子の実施形態に関して主要な点について説明したが、本発明は発光素子を製造する製造方法として実施できることも理解される。

## 【0017】

本発明の他の特徴を、添付した図面と併せて読むことにより、特定の実施形態についての以下の詳細な説明からより容易に理解することができる。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

本発明は、様々な変形と代替となる形態とを受け入れる余地があるが、その特定の実施形態が、複数の図面における例により示され、ここで詳細に説明される。しかしながら、ここに公開された特定の形態に発明を限定する意図はなく、逆に、本発明は、特許請求の範囲によって定義される発明の精神と範囲に属する全ての改変、等価物、および代替物を包含する。図面の説明全般において、同一の符号は、同一の要素を参照する。図面において、層と領域の寸法は明瞭にするために強調されている。ここで説明されている各実施形態もまた、それに補完的な導電型の実施形態を含む。

## 【0019】

層、領域又は基材が、他の要素の「上に」と言うときに、それは、他の要素の上に直接存在することもあるし、又は介在要素も存在しえるということが理解されるであろう。表面のような要素の一部が「内側」と言う場合には、その要素の他の部分より素子の外側から遠いということが理解されるであろう。さらに、「真下」又は「覆う」というような相対的な用語は、ここでは、図面に示されているように基板又はベース層 (base layer) と相対的な一つの層又は領域の他の層又は領域との関係を説明するために用いられる。これらの用語は、図面に示された方位に加えて、素子の異なる方位を包含することを意図している。最後に、「直接」という用語は、介在要素が存在しないということの意味している。ここで、用いられているように、「および/又は」という用語は、一つ又はそれ以上の関係する列挙アイテム群の幾つかおよび全ての組み合わせを含む。

## 【0020】

第1、第2、等々は、ここでは、様々な要素群、コンポーネント群、領域群、層群および/又はセクション群を説明するために用いられるが、これらの要素群、コンポーネント群、領域群、層群および/又はセクション群はこれらの用語群によって制限されるべきではないということが理解されるであろう。これらの用語群は、一つの要素、コンポーネント、領域、層又はセクションを他の領域、層又はセクションから区別するためにのみ用いられる。それゆえ、以下で議論されている第1の領域、層又はセクションを、第2の領域、層又はセクションと表現することも可能であり、同様に、本発明の教示から離れることなく第2のものと表現することも可能である。

## 【0021】

一般的に、SiCを主成分とした又はサファイア ( $Al_2O_3$ ) を主成分とした基板上のGaNを主成分とした発光ダイオード群 (LED群) について言及しながら、本発明の実施形態についてこれから説明する。しかしながら、本発明は、そのような構造群に限定されない。本発明の実施形態において用いることができる発光素子の例は、これに限定されないが、ノースカロライナのダラム (Durham) にあるクリーンコーポレイテッドによって製造販売されている素子群のような、LED群および/又はレーザダイオード群を含む。例えば、本発明は、特許文献1から15にて完全に明らかにされているように参照によってここで組み込まれた開示情報に記載されているようなLED群および/又はレーザ群に用いることが適している。他の適したLED群および/又はレーザ群は、2002年5月7日に出願された特許文献16「GROUP III NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DIODE STRUCTURES WITH A QUANTUM WELL AND SUPERLATTICE, GROUP III NITRIDE BASED QUANTUM WELL STRUCTURES AND GROUP III NITRIDE BASED SUPERLATTICE STRUCTURES」および2002年1月25日に提出された特許文献17「LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING SUBSTRATE MODIFICATIONS FOR LIGHT EXTRACTION AND MANUFACTURING METHODS THEREFOR」、ここに完全に明らかにされているように参照によってここで組み込まれた開示情報に記載されている。さらに、2003年9月9日に提出された特許文献18「PHOSPHOR-COATED

10

20

30

40

50

LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING TAPERED SIDEWALLS, AND FABRICATION METHODS THEREFOR,」、ここに完全に明らかにされているように参照によってここで組み込まれた開示情報に記載されているようなリン光体でコートされたLED群も本発明の実施形態での使用に適している。

#### 【0022】

LED群および/又はレーザ群を、基板を通して発光が起こるように「フリップチップ」設定で動作するように設定することができる。そのような実施形態において、例えば、2002年1月25日に出願された特許文献19「LIGHT EMITTING DIODES INCLUDING SUBSTRATE MODIFICATIONS FOR LIGHT EXTRACTION AND MANUFACTURING METHODS THEREFOR」、ここに完全に明らかにされているように参照によってここで組み込まれた開示情報に記載されているように、基材のパターンを、素子の出力光を増大させるようにすることができる。

#### 【0023】

図1A～1Bは、本発明の幾つかの実施形態に係る発光素子群とその製造方法群を示す断面図である。図1Aについて言及すると、本発明の幾つかの実施形態に係る、発光素子10は、陽極端子12を含むLED、ダイオード領域のようなアクティブ領域13、および陰極端子14を含み、これらは、お互いに電氣的に結合している。アクティブ領域13は、例えば、陽極端子12と陰極端子14とを經由してこれに印加された電圧に反応して発光するように設定されている。発光素子10は、第1のカプセル化層16をさらに含み、第1のカプセル化層16は、例えば、第1のカプセル化層16の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる基材とナノ粒子群とを含む。第1のカプセル化層16は、少なくとも部分的に、本発明の幾つかの実施形態に従って、アクティブ領域をカプセル化し、十分に透明である。本発明に係る様々な実施形態によると、基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含む。有利なことに、シリコンゲルは、比較的ハイフラックスで短い波長（例えば、525nmのオーダー）の光に曝されたときに、一般的に光学的に安定である。第1のカプセル化層16のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。したがって、例えば、第1のカプセル化層16は、 $\text{TiO}_2$ ナノ粒子群を含むシリコンゲルを含むことができる。シリコンゲルに含まれている $\text{TiO}_2$ ナノ粒子群は、第1のカプセル化層16の屈折率を増大させ、第1のカプセル化層16の屈折率を、アクティブ領域13の屈折率とより近づけるようにして、アクティブ領域13からの光抽出を改善することができる。

#### 【0024】

光が一つの媒体から他の媒体へ移動するとき、 $n_1$ を媒体1の屈折率とし、 $n_2$ を媒体2の屈折率とした場合に、屈折角が、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 、というスネルの法則によって支配されるように、光は屈折される。しかしながら、逃げる光は、 $\theta_{\text{critical}} = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ によって定義される「臨界角」より小さいという角度依存性を持っている。臨界角より大きな角度で入射した光は、媒体2を通過せず、その代わりに、媒体1に反射されて戻される。この反射は、一般に、全反射（total internal reflection）と呼ばれる。第1のカプセル化層16からの光抽出をさらに改良するために、アクティブ領域13の向かいにある第1のカプセル化層16の外側表面を、本発明の幾つかの実施形態によるように、アクティブ領域13からの光線群が、臨界角より大きい角度で第1のカプセル化層16に入射しないような形状とすることができる。

#### 【0025】

図1Bについて言及すると、第1のカプセル化層16は、少なくとも部分的に第2のカ

10

20

30

40

50

プセル化層 18 でカプセル化されており、第 2 のカプセル化層 18 は、例えば、第 2 のカプセル化層 18 の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐摩耗性、および / 又は光学的安定性のような物理的性質の少なくとも一つを変化させる第 2 の基材と第 2 のナノ粒子群とを含むことができる。第 2 のカプセル化層 18 は、十分に透明である。本発明の様々な実施形態によると、第 2 の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル (optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第 2 のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および / 又は光変換物質群を含むことができる。

#### 【0026】

10

本発明の具体的な実施形態において、第 2 のカプセル化層 18 は、発光素子 10 のパッケージに剛性を付加するために、エポキシ、プラスチック、および / 又はガラスを含むことができる。パッケージの熱的性質を改良するために、十分に透明な第 3 のカプセル化層 19 を、本発明の幾つかの実施形態に従って、第 2 のカプセル化層 18 を少なくとも部分的にカプセル化するために用いることができる。第 3 のカプセル化層 19 は、熱的に伝導性の物質を含むことができる。本発明の具体的な実施形態に従って、第 1 のカプセル化層 16、第 2 のカプセル化層 18、第 3 のカプセル化層 19 を、鑄造プロセスを用いて形成することができる。

#### 【0027】

20

図 2A ~ 2C は、本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群およびその製造方法群を示す断面図である。図 2A について言及すると、本発明の幾つかの実施形態に従って、発光素子 20 は、陽極端子 22 を含む LED、ダイオード領域のようなアクティブ領域 23、および陰極端子 24 を含み、これらは、お互いに電氣的に結合している。アクティブ領域 23 は、例えば、陽極端子 22 と陰極端子 24 とを經由してこれに印加された電圧に反応して発光するように設定されている。発光素子 20 は、第 1 のカプセル化層 26 をさらに含み、第 1 のカプセル化層 26 は、例えば、第 1 のカプセル化層 26 の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐摩耗性、および / 又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる基材とナノ粒子群とを含む。第 1 のカプセル化層 26 は、少なくとも部分的にアクティブ領域を、本発明の幾つかの実施形態に従って、カプセル化し、十分に透明である。本発明の様々な実施形態によると、基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル (optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および / 又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第 1 のカプセル化層 26 におけるナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および / 又は光変換物質群を含むことができる。したがって、例えば、第 1 のカプセル化層 26 は、 $\text{TiO}_2$  ナノ粒子群を含むシリコンゲル、エポキシ、および / 又は高分子化合物を含むことができる。基材に含まれている  $\text{TiO}_2$  ナノ粒子群は、第 1 のカプセル化層 26 の屈折率を増大させ、第 1 のカプセル化層 26 の屈折率を、アクティブ領域 23 の屈折率とより近づけるようにして、アクティブ領域 23 からの光抽出を改善することができる。

30

#### 【0028】

40

第 1 のカプセル化層 26 からの光抽出をさらに改良するために、アクティブ領域 23 の向かいにある第 1 のカプセル化層 26 の外側表面を、本発明の幾つかの実施形態によるように、アクティブ領域 23 からの光線群が、臨界角より大きい角度で第 1 のカプセル化層 26 に入射しないような形状とすることができる。その上、本発明の幾つかの実施形態に従って、第 1 のカプセル化層 26 は、例えば、白色 LED ランプを製造するために、リン光体粒子群をさらに含むことができる。本発明の具体的な実施形態に従って、第 1 のカプセル化層 26 を鑄造又は分注 (dispensing) プロセスを用いて形成することができる。

#### 【0029】

図 2B について言及すると、発光素子 20 は、少なくとも部分的に第 1 のカプセル化層

50

26をカプセル化し、十分に透明である第2のカプセル化層27を、さらに含む。第2のカプセル化層27は、例えば、第2のカプセル化層27の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐摩耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる第2の基材と第2のナノ粒子群とを含むことができる。本発明の様々な実施形態に従って、第2の充填物質は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第2のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。したがって、本発明の具体的な実施形態において、第2のカプセル化層27は、シリコンゲルを含むことができる。

10

#### 【0030】

図2Cについて言及すると、第2のカプセル化層27は、少なくとも部分的に第3のカプセル化層28でカプセル化されており、第3のカプセル化層28は、十分に透明であり、例えば、第3のカプセル化層28の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐摩耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる第3の基材と第3のナノ粒子群とを含むことができる。本発明に係る様々な実施形態に従って、第3の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第3のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。

20

#### 【0031】

本発明の具体的な実施形態において、第3のカプセル化層28は、発光素子20のパッケージに剛性を付加するために、エポキシ、プラスチック、および/又はガラスを含むことができる。パッケージの熱的性質を改良するために、十分に透明な第4のカプセル化層29を、本発明の幾つかの実施形態に従って、第3のカプセル化層28を少なくとも部分的にカプセル化するために用いることができる。第4のカプセル化層29は、熱的に伝導性の物質を含むことができ、十分に透明である。本発明の具体的な実施形態によると、第2のカプセル化層27、第3のカプセル化層28、第4のカプセル化層29を、鋳造プロセスを用いて形成することができる。

#### 【0032】

30

図3A~3Dは、本発明の幾つかの実施形態に係る発光素子群およびその製造方法群を示す断面図である。図3Aについて言及すると、本発明の幾つかの実施形態に従って、発光素子30は、陽極端子32を含むLED、ダイオード領域のようなアクティブ領域33、および陰極端子34を含み、これらは、お互いに電氣的に結合している。アクティブ領域33は、例えば、陽極端子32と陰極端子34とを經由してこれに印加された電圧に反応して発光するように設定されている。発光素子30は、第1のカプセル化層35をさらに含み、第1のカプセル化層35は、例えば、第1のカプセル化層35の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐摩耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる基材とナノ粒子群とを含む。第1のカプセル化層35は、少なくとも部分的にアクティブ領域を、本発明の幾つかの実施形態に従って、カプセル化し、十分に透明である。本発明の様々な実施形態によると、基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第1のカプセル化層35におけるナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。したがって、例えば、第1のカプセル化層35は、 $\text{TiO}_2$ ナノ粒子群を含むシリコンゲル、エポキシ、および/又は高分子化合物を含むことができる。基材に含まれている $\text{TiO}_2$ ナノ粒子群は、第1のカプセル化層36の屈折率を増大させ、第1のカプセル化層35の屈折率を、アクティブ領域35の屈折率とより近づけるようにして、アクティブ領域33からの光抽出を改善することができる。

40

50



## 【 0 0 3 3 】

第1のカプセル化層35からの光抽出をさらに改良するために、アクティブ領域33の向かいにある第1のカプセル化層35の外側表面を、本発明の幾つかの実施形態によるように、アクティブ領域33からの光線群が、臨界角より大きい角度で第1のカプセル化層35に入射しないような形状とすることができる。

## 【 0 0 3 4 】

図3Bについて言及すると、発光素子30は、少なくとも部分的に第1のカプセル化層35をカプセル化し、十分に透明である第2のカプセル化層36を、さらに含む。第2のカプセル化層36は、例えば、第2のカプセル化層36の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる第2の基材と第2のナノ粒子群とを含むことができる。本発明の様々な実施形態に従って、第2の充填物質は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第2のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。したがって、本発明の具体的な実施形態において、本発明の幾つかの実施形態に従って、第2のカプセル化層36は、例えば、白色LEDランプを製造するために、リン光体粒子群を含むように製造されているシリコンゲル、エポキシ、および/又は高分子化合物を含むことができる。その上、本発明の幾つかの実施形態に従って、第2のカプセル化層36は、 $\text{TiO}_2$ ナノ粒子群をさらに含むことができる。有利なことに、第2のカプセル化層36をアクティブ領域33から分離することにより、増加された光出力を発光素子から得ることができる。本発明の具体的な実施形態に従って、第1のカプセル化層35と第2のカプセル化層36を鑄造又は分注(dispensing)プロセスを用いて形成することができる。

## 【 0 0 3 5 】

図3Cについて言及すると、発光素子30は、少なくとも部分的に第2のカプセル化層36をカプセル化し、十分に透明である第2のカプセル化層37を、さらに含む。第3のカプセル化層37は、例えば、第3のカプセル化層37の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる第3の基材と第3のナノ粒子群とを含むことができる。本発明に係る様々な実施形態に従って、第3の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル(optical gel)、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第3のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。したがって、本発明の具体的な実施形態において、第3のカプセル化層37は、シリコンゲルを含むことができる。

## 【 0 0 3 6 】

図3Dについて言及すると、第3のカプセル化層37は、少なくとも部分的に第4のカプセル化層38でカプセル化されており、第4のカプセル化層38は、十分に透明であり、例えば、第4のカプセル化層38の屈折率、熱伝導率、機械的強度、耐磨耗性、および/又は光学的安定性のような少なくとも一つの物理的性質を変化させる第4の基材と第4のナノ粒子群とを含むことができる。本発明に係る様々な実施形態に従って、第4の基材は、シリコン、シリコン化合物、オプティカルゲル、エポキシ樹脂、ガラス、ゾルゲル、エーロゲル、および/又は光学的に安定な高分子化合物を含むことができる。第4のナノ粒子群は、 $\text{TiO}_2$ 、ダイヤモンド、炭化ケイ素、散乱粒子群、充填材群、リン光体群、および/又は光変換物質群を含むことができる。

## 【 0 0 3 7 】

本発明の具体的な実施形態において、第4のカプセル化層38は、発光素子30のパッケージに剛性を付加するために、エポキシ、プラスチック、および/又はガラスを含むことができる。パッケージの熱的性質を改良するために、第5のカプセル化層39を、本発

10

20

30

40

50

明の幾つかの実施形態に従って、第4のカプセル化層38を少なくとも部分的にカプセル化するために用いることができる。第5のカプセル化層39は、熱的に伝導性の物質を含むことができ、十分透明である。本発明の具体的な実施形態に従って、第3のカプセル化層37、第4のカプセル化層38、第5のカプセル化層39を、鑄造プロセスを用いて形成することができる。

#### 【0038】

一般に、本発明の実施形態は、一連の複数の（二つ以上の）カプセル化層群を含むことができ、各カプセル化層は、それより前の層群又は発光素子の全部又は一部をカプセル化する。各カプセル化層は、上述されているように、様々な、充填、ナノ粒子、添加剤／充填材物質群のうちの一つを含み、各層は、結果として完成したパッケージの性能を改善するために特定の相補的な機能を担う。一般に、カプセル化層群は、発光素子からの光を十分には吸収しないことが望ましい。さらに、カプセル化層群間のインターフェースを、光学のおよび／又は化学的性質群を高めるように設計することができる。化学反応群、接着、熱膨張、等々のような化学的およびその他の物理的性質群の融和性が、様々なカプセル化層群の間のインターフェースの配置および／又構造に制約を課すことがありえる。

#### 【0039】

詳細な説明を終わるにあたり、本発明の本質から実質的に離れることなく、所望の実施形態に対して多くの変形と改良を施すことが可能であることが留意されるべきである。そのような全ての変形および改良は、特許請求の範囲において明らかにされた本発明の範囲内で、ここに含まれると意図されている。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0040】

【図1A】本発明の幾つかの実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図1B】本発明の幾つかの実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図2A】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図2B】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図2C】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

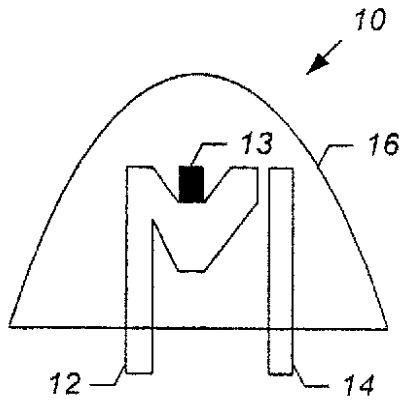
【図3A】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図3B】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

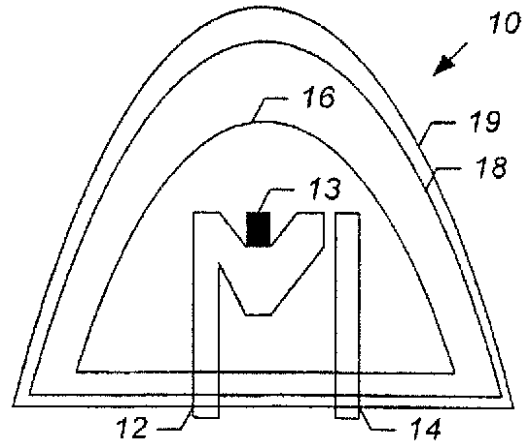
【図3C】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

【図3D】本発明の追加的な実施形態に係る発光素子群とその製造方法を示す断面図である。

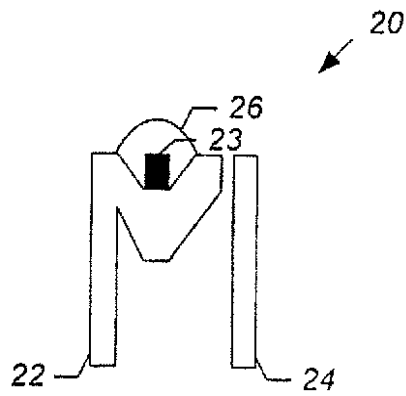
【図 1 A】



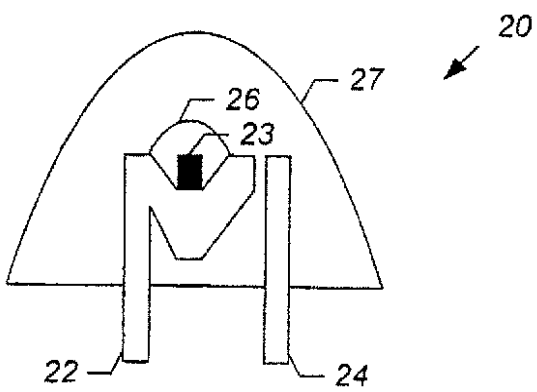
【図 1 B】



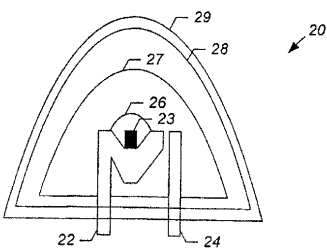
【図 2 A】



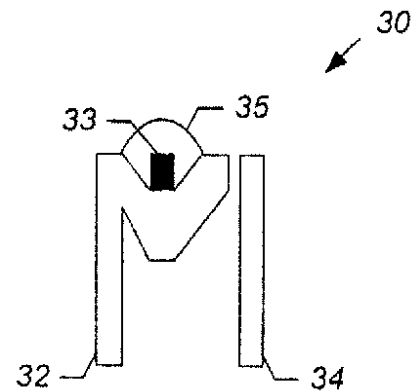
【図 2 B】



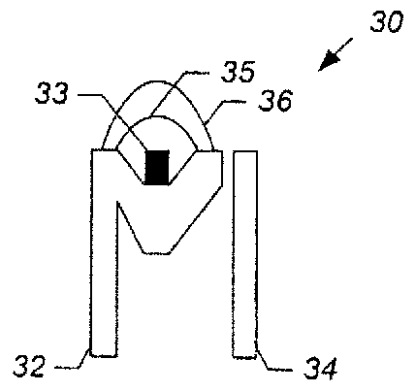
【図 2 C】



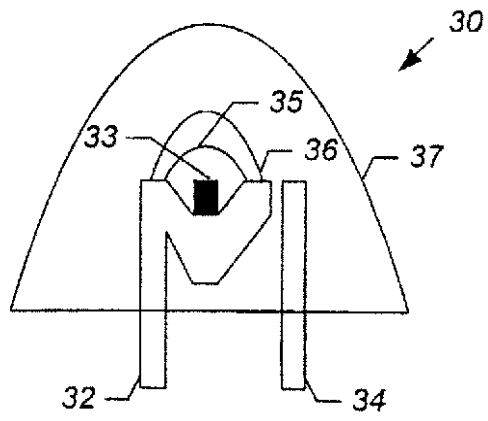
【図 3 A】



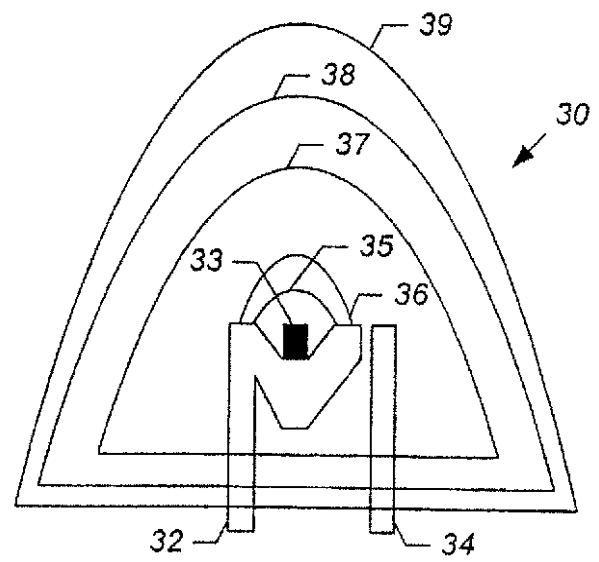
【図 3 B】



【図 3 C】



【図 3 D】



---

フロントページの続き

(72)発明者 エリック ターサ

アメリカ合衆国 93117 カリフォルニア州 ゴレタ ディアボーン プレイス 105 ナ  
ンバー 41

合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 藤本 義仁

審判官 黒瀬 雅一

(56)参考文献 特開2005-310756(JP,A)

特開2005-197317(JP,A)

特開2004-71908(JP,A)

特開2004-15063(JP,A)

特開2003-34791(JP,A)

特表2007-524119(JP,A)

特表2005-524737(JP,A)

登録実用新案第3102445(JP,U)

国際公開第03/093393(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00