

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-516601

(P2007-516601A)

(43) 公表日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
 HO 1 L 33/00 (2006.01) HO 1 L 33/00 Z NMN 5 FO 4 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

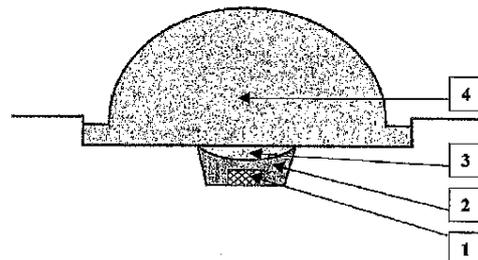
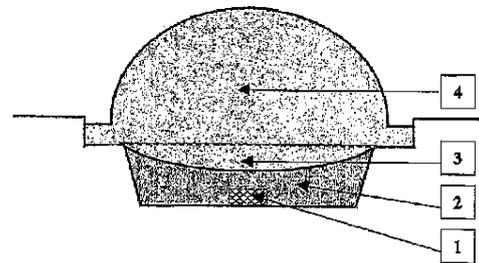
(21) 出願番号	特願2006-526246 (P2006-526246)	(71) 出願人	506079700 ナノクリスタル・ライティング・コーポレーション
(86) (22) 出願日	平成16年9月8日 (2004.9.8)		アメリカ合衆国ニューヨーク州10510
(85) 翻訳文提出日	平成18年3月16日 (2006.3.16)		、ブライアークリフ・マナー、イーエルエム・ロード 235、ウッドワード・ホール 101
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/029201	(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開番号	W02005/027576	(74) 代理人	100140109 弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成17年3月24日 (2005.3.24)	(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
(31) 優先権主張番号	60/501, 147	(74) 代理人	100080137 弁理士 千葉 昭男
(32) 優先日	平成15年9月8日 (2003.9.8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	60/524, 529		
(32) 優先日	平成15年11月24日 (2003.11.24)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高屈折率のカプセル材料を用いたLEDランプのための光の効率的なパッケージ構成

(57) 【要約】

高い屈折率を用いたLEDランプに関する光の効率的なパッケージ構成。パッケージ構成は、ドーム（弾丸）形状のトップ・エミッション（Top-Emitting）SMD（surface mount device、表面実装部品）と、SMDパッケージ内でマウントされたドームを含む、ハイブリッド・タイプと、を含む。パッケージ構成は、妥当なコストで且つ商業的に実施可能な方法で、高い屈折率のカプセル材料の使用量を最小化しながら、光効率を最大化させることにより、LED光エミッションを増加させる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

LEDランプであって、

- a) LEDチップと、
  - b) 前記LEDチップを含む反射キャビティと、
  - c) 屈折率が1.7以上の高屈折率材料であって、前記LEDチップをカプセル化し、前記反射キャビティ内に含まれる高屈折率材料と、
  - d) 前記高屈折率材料の屈折率よりも小さい屈折率を持つドーム形状レンズであって、外側の表面が凸状であり且つ内側の表面が前記LEDチップと対向するドーム形状レンズと、
- を備えるLEDランプ。

10

## 【請求項 2】

請求項1に記載のLEDランプであって、

前記高屈折率材料の屈折率より小さくが少なくとも前記ドーム形状レンズの屈折率の値を持つ屈折率を有する光学ゲル材料であって、前記高屈折率材料と前記ドーム形状レンズの前記内側の表面との間に配置される光学ゲル材料を、

さらに備えるLEDランプ。

## 【請求項 3】

請求項1に記載のLEDランプであって、

LEDチップのエミッションが備えるものとは異なる波長でのランプ・エミッションを得るために、蛍光体材料を、

さらに備えるLEDランプ。

20

## 【請求項 4】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記反射キャビティの壁は、鏡のように反射する、LEDランプ。

## 【請求項 5】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記反射キャビティの壁は、拡散的に反射する、LEDランプ。

## 【請求項 6】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記カプセル化する材料は、

LEDチップのエミッションが備えるものとは異なる波長でのランプ・エミッションを得るために、蛍光体材料を含む、LEDランプ。

30

## 【請求項 7】

請求項6に記載のLEDランプであって、前記蛍光体材料は、ナノ蛍光体を備える、LEDランプ。

## 【請求項 8】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記高屈折率材料の外側の表面は、凹状である、LEDランプ。

## 【請求項 9】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記高屈折率材料の外側の表面は、凸状である、LEDランプ。

40

## 【請求項 10】

請求項1に記載のLEDランプであって、前記高屈折率材料の外側の表面は、平らである、LEDランプ。

## 【請求項 11】

光を発光するデバイスのためのパッケージ構成であって、

- a) 光を発光するデバイスと、
- b) 光を発光する前記デバイスを囲むカプセル材料であって、光を発光する前記デバイスによって発光される光に対して実質的に透明であり、1.7又はそれより大きい屈折率を持つカプセル材料と、

50

を備え、

c) 前記カプセル材料は、その上側の表面が凹状になるように構成される、パッケージ構成。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載のパッケージ構成であって、光を発光する前記デバイスは、LEDである、パッケージ構成。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載のパッケージ構成であって、前記LEDは、モノクロの光を発光する、パッケージ構成。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 に記載のパッケージ構成であって、光を発光する前記デバイスは、反射側壁とベースとを持つカップ内に配置され、前記カプセル材料は、前記カップ内に配置される、パッケージ構成。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のパッケージ構成であって、前記カップは、表面実装部品の一部である、パッケージ構成。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載のパッケージ構成であって、前記カップの前記反射側壁は、鏡のように反射する、パッケージ構成。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 に記載のパッケージ構成であって、前記カップの前記反射側壁は、拡散的に反射する、パッケージ構成。

【請求項 1 8】

請求項 1 1 に記載のパッケージ構成であって、前記カプセル材料は、発光ナノ粒子を含む、パッケージ構成。

【請求項 1 9】

請求項 1 1 に記載のパッケージ構成であって、前記カプセル材料の上側の表面は、光を発光する前記デバイスの近くに配置された小さいドーム形状レンズを含む、パッケージ構成。

【請求項 2 0】

カップを備える表面実装部品であって、

LEDは、前記カップ内にマウントされ、

カプセル材料は、前記LEDを囲み、1.7又はそれより屈折率を持つ、表面実装部品。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 に記載の表面実装部品であって、前記カプセル材料の上側の表面は、平らである、表面実装部品。

【請求項 2 2】

請求項 2 0 に記載の表面実装部品であって、前記カプセル材料の上側の表面は、凹状である、表面実装部品。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の表面実装部品であって、前記カプセル材料の前記上側の表面は、前記LEDの近くに配置された小さいドーム形状レンズを含む、表面実装部品。

【請求項 2 4】

請求項 2 0 に記載の表面実装部品であって、前記カップの壁は、鏡のように反射する、表面実装部品。

【請求項 2 5】

請求項 2 0 に記載の表面実装部品であって、前記カップの壁は、拡散的に反射する、表面実装部品。

【請求項 2 6】

10

20

30

40

50

請求項 20 に記載の表面実装部品であって、前記カプセル材料は、発光粒子を含む、表面実装部品。

【請求項 27】

請求項 20 に記載の表面実装部品であって、前記カプセル材料は、ナノ粒子を含む、表面実装部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光デバイス (Light Emitting device、LED) と、妥当なコストで且つ商業的に実施可能な方法で発光デバイスの発光効率を高めるのに適切な構成と、に関連する。より詳細には、本出願は、高屈折率カプセル材料を用いた LED ランプの様々なパッケージ構成に関連し、その構成は、ドーム (弾丸) 形状のトップ・エミッション (Top-Emitting) SMD (surface mount device、表面実装部品) と、SMD パッケージ内でマウントされたドームを含む、ハイブリッド・タイプと、を含む。

10

【0002】

(関連出願の参照)

本出願は、2003年9月8日に提出された米国仮特許出願60/501,147号及び2003年11月24日に提出された米国仮特許出願60/524,529号の優先権を主張する。

【背景技術】

【0003】

(発明の背景)

通常、ドーム形状レンズを備える LED ランプは、ドームを備えないものよりも、高い光効率、即ち、高い光取り出し効率 (Light Extraction Efficiency、LEE) を有する。従って、ドーム形状 LED は、広角発光トップ・エミッション SMD ランプ (ドーム形状レンズを備えない) と比べて、壁コンセント効率 (Wall Plug Efficiency、WPE) 及び 60% 程高い光出力を有する。ドーム形状レンズはまた、より高い指向性をエミッションに与え、広角発光トップ・エミッション SMD ランプに対する 120度と比べて、30度~90度のビームの広がり角度を与える。

20

【0004】

従来のドーム形状 LED は、多くの構成要素を備える：1) 低パワーランプの場合に 0.2mm~0.3mm、高パワーの場合に 0.5mm~2mm の範囲の寸法を持つ LED ダイ/チップ。2) SMD ランプ用に基板内に又はスルー・ホール・ランプ (through-hole lamp) 用にリード・フレーム (lead-frame) 内に形成された反射キャビティであって、LED ダイ/チップのサイズ (及びランプ・パワー) に依存して 1mm~5mm の範囲の寸法を持つ反射キャビティ。3) ドーム形状レンズを持つ SMD ランプの場合に特に、反射キャビティを覆うように基板上にマウントされる、凸形状の外側面を持つ予めモールドされたレンズ (pre-molded lens)。典型的には、1.5 程度の屈折率 (refractive index、RI) を持つ予めモールドされたレンズ。このレンズの外径は、5mm~10mm の範囲である。このモジュール式のアセンブリ・アプローチは、ランプの製造プロセスを簡素化する。スルー・ホール・ランプにおいては、RI が 1.5 程度の一般的な透明カプセル材料から製造される、外径 3mm~10mm のドーム形状レンズは、LED ダイ/チップが入っている前記反射カップ (cup) の上に、直接モールドされ、ある場合には、反射カップは、前記レンズをモールドする前に、前記ダイ/チップをカプセル化する、部分的に固まったシリコンで、満たされる。4) ドーム形状レンズを持つ SMD ランプにおいて、前記レンズの内側の表面と LED ダイ/チップが入っている前記反射キャビティとの間のスペース又はギャップは、前記ダイ/チップと前記レンズとの間の効率的な光結合のために、1.5~1.7 の RI を持つ、透明な光学用のゲルで満たされている。特に高パワーのレンズにおいて、柔軟なカプセル材料の前記ゲルはまた、大きいサイズの前記ダイ/チップとレンズ材料と他のサブ構成要素 (例えば、前記反射キャビティ及び前記基板) との熱膨張係数の差に起因する機械的なストレスを防ぐ。

30

40

50

## 【0005】

R I = 1 . 5 の一般的なドーム形状のカプセル化するレンズを、R = 1 . 7 以上（高屈折率又は H R I カプセル材料として知られている）のドーム形状のカプセル化するレンズに置換することにより、L E D ランプの W P E を、L E D のダイ/チップ材料及び構造に依存して 30 % ~ 55 % 程度、高めることができることは、当業者に知られている。しかしながら、このような H R I カプセル材料は、標準的な R = 1 . 5 のカプセル材料と比べた時に、高価である。このコスト高は、L E D が 100 万単位で製造されることを前提として設計され、セント（1 / 100 ドル）単位で販売されるという事実からすれば、状況を悪化させる。従って、妥当なコストで、商業的に実施可能な方法で L E D の発光効率を増加させるための手段で、有効なコストであるものが、当該技術分野で望まれている。

10

## 【0006】

本発明はまた、モノクロ及び白色 L E D ランプの双方に広がる L E D 市場の中で急成長する区分を表す表面実装部品（S M D）発光ダイオード（L E D）に関連する。S M D パッケージ構成を広範囲に採用する理由は、以下の通りである：S M D パッケージと回路基板の用の表面実装技術との互換性、及び、その比較的小さい形状因子（3 mm x 3 mm x 2 mm 程度）。フローはんだ付け（Wave-Soldering）ツール及びピック・アンド・プレイス自動化（Pick-and-Place automated）ツールと互換性のある電極レイアウト。スルー・ホール（60度）と比べてトップ・エミッション S M D ランプ（120度、即ち、パッケージ光学軸のそれぞれのサイドで60度）の光学ビームのより広い広がり角度は、ディスプレイやインジケータの機器におけるバックライトを好ましくする。スルー・ホール・パッケージは、凸形状のカプセル材料レンズ（典型的には5 mm サイズ）を有し、このレンズは、金属の前記カップよりも大きく、そのカップを、鏡のように反射する内側表面で取り囲み、前記 L E D チップを収容する。前記金属カップ・キャビティのサイズは、典型的には、直径において 2 mm 未満である。

20

## 【0007】

低パワー（0 . 1 W 程度の電気入力）S M D パッケージにおいて、L E D チップは、白い外観を備えた拡散された反射器である内部表面を備えた熱可塑性のカップに、収容される。また、広角発光トップ・エミッション S M D パッケージは、カップ内部に含まれるフラット・トップ・カプセル材料レンズ（flat-topped encapsulant lens）を有する。前記カップ・キャビティのサイズは、約 2 mm ~ 2 . 5 mm の直径と約 1 mm の高さである。30 % 程度高い光効率を持つより狭い角度の発光 S M D パッケージは、凸レンズを有するが、その直径は、カップ・キャビティ（スルー・ホールの機器と異なり）の直径を著しく超えない。フラット・トップ・カプセル材料レンズは、パッケージ用の平面形状因子に帰着し、トップ・エミッション S M D ・ L E D ランプと照明系内の光分配用の光ガイド又は光リレイ・デバイスとの結合を可能にする。これは、手でもてる大きさのデバイスや自動車室内ダッシュボード照明の機器において、特に、望ましい。

30

## 【0008】

青色発光ダイ/チップに基づく白色 L E D ランプにおいて、拡散された反射器は、前記ダイ/チップ・エミッションと蛍光体エミッション（phosphor-emission）との結合を増強させ、それにより、色の均一性が増す。モノクロランプにおいて、広角発光トップ・エミッション S M D パッケージは、スルー・ホール・パッケージと比べて、より低い光効率を有する。広角発光トップ・エミッション S M D ランプの光取り出し効率（L E E）、従って壁コンセント効率及び光出力は、典型的には、同じ L E D チップに基づいたスルー・ホール 5 mm ランプの対応する値の 60 % ~ 65 % である。従って、広角発光トップ・エミッション S M D ランプの L E E を上げることが、望まれる。

40

## 【0009】

S M D パッケージ内の L E D を取り囲む透明カプセル材料は、約 1 . 5 の屈折率（R I）を有するので、これは、約 2 . 5 ~ 3 . 5 のより高い R I を持つ L E D との R I ミスマッチをもたらす。近年、1 . 7 又はそれより大きい屈折率を持つ実質的に透明なカプセル材料が開発され、このことは、L E D と、L E D から取り出す光を増加させるカプセル材

50

料と、の間の屈折率ミスマッチを実質的に減少させる。本発明は、これらの高R I ( H R I ) カプセル材料を利用し、その構造を改良して、従来の構成よりもカプセル材料を減少させるとともに、光の取り出し率を改善する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0010】

(発明の概要)

本発明は、任意の一般的な透明H R I材料に適用でき、特に、低いR Iカプセル材料の透明マトリックス(母体)に配置されるH R Iナノ粒子であって、分散し、塊となっていないH R Iナノ粒子を利用するH R Iカプセル材料に、適用できる。H R Iナノ粒子の存在は、複合カプセル材料のR Iを1.7又はそれより大きくなるまで増加させる際に、役に立つ。ナノ粒子を引き起こす屈折率に加えて、複合カプセル材料は、光出力の色を増加及び/又は変化させる発光体も、含むことができる。

10

【0011】

本発明の第1実施形態は、以下の構成を備えるドーム形状構成に指向する：LEDダイ/チップ(サブマウントを持つ又は持たない)。LEDダイ/チップを含む反射キャビティ(拡散反射器又は鏡のような反射器)。LEDダイ/チップをカプセル化し、反射キャビティの内側に含まれる(1.7又はそれより屈折率を有する)高い屈折率(H R I)材料(反射キャビティ内に含まれるH R Iカプセル材料の外側の表面の形状は、凹状であってもよく、平らでもよく、凸状であってもよい)。H R Iカプセル材料の屈折率よりも小さいR Iを有するドーム形状レンズ。そのレンズの外側の表面の形状(周囲との境界)は、凸状である一方、内側の表面(LEDダイ/チップを向く)は、平らであってもよく、凹状であってもよく、凸状であってもよい。H R Iカプセル材料の屈折率よりも低い但至少とも前記レンズの屈折率を持つ光学ゲルは、H R Iカプセル材料とドーム形状レンズの内側の表面との間のスペース/ギャップ内に配置される。幾つかの応用機器において、光学ゲルは、省略することができる。H R Iカプセル材料は、任意に、蛍光体材料を含むことができ、LEDダイ/チップ・エミッションの備えるものとは異なる波長のランプ・エミッションを得ることができる。

20

【0012】

本発明の第1実施形態の1つの変形は、ドーム内にマウントされたSMDランプを使用し、ダイ/チップを含む反射キャビティは、(H R Iカプセル材料のR Iよりも小さい)R = 1.5を有する予めモールドされたドーム形状レンズを基板の上に置いて反射キャビティを覆う前に、H R I材料で満たされる。反射キャビティ内に含まれるH R Iカプセル材料の外側表面の形状は、凹状であってもよく、平らであってもよく、凸状であってもよい。この後に続くことは、H R Iカプセル材料とドーム形状レンズの内側表面との間及び/又はレンズと基板との間のギャップに、(H R Iカプセル材料のR Iよりは小さいが少なくともレンズの屈折率を有する)1.5~1.7の間のR Iを有する光学ゲルが満たされることである。本発明の第1実施形態のもう1つの変形は、スルー・ホール・ランプに指向し、ここでは、ダイ/チップを含む反射キャビティがH R Iカプセル材料で満たされた後に、その上にドーム形状レンズに基づく従来のカプセル材料を直接にモールドする。反射キャビティ内に含まれるH R Iカプセル材料の外側表面の形状は、凹状であってもよく、平らであってもよく、凸状であってもよい。

30

40

【0013】

本発明は、多くの利点を提供する：提案されたLEDランプの光学効率及びW P Eは、チップ/ダイの材料及び構成に依存しながら、H R Iカプセル材料を有しないLEDランプのものよりも、高い。提案されたLEDランプは、H R I材料ですべてのドーム形状カプセル材料レンズが製造されるLEDランプと比べて、少なくともオーダーの大きさが小さい量のH R Iカプセル材料を使用する(従って、材料コストが低く、ランプの重さも軽い)。提案されたLEDランプのW P Eは、反射キャビティの内側に含まれるH R Iカプセル材料の外側表面の形状に、比較的独立であり、これは、生産環境において、より粗

50

い設計を産む。提案されたLEDランプはまた、ドーム形状レンズをモールドする際の問題をも生む、従来のカプセル材料と比べてより小さい機械的及び構造的強度を有するHRI材料でもたらされる製造及び信頼性の難題を避ける。提案されたLEDランプはまた、(HRI材料ですべてのドーム形状カプセル材料レンズが製造されるLEDランプと比べて、本発明のHRI材料では、エミッションのパス(path)の長さが短いために)HRI材料がLEDランプ・エミッション波長で光学的吸収を示す場合に生じるWPE性能の不利益を最小にする。

#### 【0014】

本発明の第2実施形態は、トップ・エミッションSMDパッケージに使用されるカプセル材料の改良された構成を提供する。本発明は、ほぼ1.7又はそれより大きい屈折率を持つ高屈折率(HRI)カプセル材料を使用する。HRIカプセル材料は、約1.5の屈折率を持つ標準的な透明のカプセル材料の代わりに使用され、カプセル材料の最適な構成は、今日まで使用されていた平らな又は凸状の表面よりも凹状の上側の表面を提供することであると、分かった。凹状のHRIカプセル材料の構成は、光取り出し効率を増加させ、同時に、従来の平らな又は凸状の表面を持つカプセル材料よりも、少ないカプセル材料を使用する。本発明のカプセル材料の構成は、標準的なトップ・エミッションSMD・LEDパッケージへの変更をもたらすことなく、達成される。凹状のHRIカプセル材料又はレンズはまた、最小の材料で最大の光取り出しが望まれる他の光応用製品に使用することができる。

10

#### 【0015】

この実施形態の特性は、以下の構成を含む：モノクロ又は広いバンドの何れか一方のエミッションを放つLEDダイ/チップにも使用することができる、高屈折率で凹形状レンズを有するトップ・エミッションSMD・LEDランプ。カプセル材料は、ダイ/チップのエミッションによる励発で、ダイ/チップによって発光されるものを補足する波長を放つ蛍光材料を含むことができ、発光出力又は発光効率をさらに増加させることができる。SMDカップの側壁は、拡散的な反射器又は鏡のような反射器の何れか一方とすることができる。

20

#### 【0016】

本発明の第2実施形態は、拡散的な反射側壁を持つモノクロ・トップ・エミッションSMD・LEDランプを提供し、RI=1.5フラット・トップ・レンズと比べて、RI=1.7又はそれ以上の凹レンズを使用してLEEを20%~30%増加させる。鏡のような反射側壁を持つモノクロ・トップ・エミッションSMD・LEDランプは、RI=1.5フラット・トップ・レンズと比べて、HRI凹レンズを使用してLEEを85%よりも大きく増加させる。鏡のような反射側壁を持つモノクロ・トップ・エミッションSMD・LEDランプは、RI=1.5凹レンズと比べて、HRI=1.8凹レンズを使用してLEEを45%よりも大きく増加させる。これは、比較的成本がかかるHRIカプセル材料を最小の量で使用しながら、達成される。

30

#### 【0017】

さらに「ハイブリッド」実施形態において、小さい「ミニ・ドーム」は、LEDチップの上のトップ・エミッションSMDパッケージの凹状に、配置される。この構成において、ランプは、狭い角度のエミッションを得て、その結果、軸上の明るさがより高く増強される。これにより、より狭い角度エミッション特性を必要とする応用製品に対して、より高い明るさを持つランプを提供することができ、同時に、「フラット・プロフィール」形状因子を提供することができる。

40

#### 【0018】

なお、以下の詳細な説明と結び付いている添付の図面を参照することにより、本発明のより良く理解することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

##### ドーム形状の構成

50

図1は、本発明に従った高効率LEDデバイス10の構成要素と、それに伴う光効率性能と、を図示する。デバイス10は、反射キャビティ14内にマウントされたLEDダイ/チップ12を含み、反射キャビティ14は、拡散反射器又は鏡のような反射器である。透明な高屈折率(HRI)材料16は、1.7と等しい又はそれよりも大きい屈折率(表内ではRI=1.8としてモデル化される)を有し、LEDダイ/チップ12をカプセル化し、反射キャビティ14内に含まれる。反射キャビティ内に含まれるHRIカプセル材料16の外側の表面形状は、凹であっても、平らであっても、凸であってもよい。ドーム形状のレンズ18は、HRIカプセル材料の屈折率よりも小さい値のRIを持ち、反射キャビティ14を取り囲む。レンズ18の外側の表面形状は、凸状であるが、レンズ18の内側は、平面であっても、凹であっても、凸であってもよい。透明な光学ゲル材料20は、HRIカプセル材料16の屈折率よりも小さい値のRIを持つが、少なくともレンズ18の屈折率と等しく、また、HRIカプセル材料16とドーム形状レンズ18の内面との間のスペース又はギャップに、満たされている。HRIカプセル材料16は、任意に、蛍光性の材料を含むことができ、LEDダイ/チップ12のエミッションが備えるものとは異なる波長でのランプ・エミッションを得ることができる。

10

20

30

40

50

#### 【0020】

図1の表は、LEDダイ/チップ12の様々な構成を列2~5で図示し、列A~Dでのカプセル材料16、光学ゲル材料20及びドーム18は、列1にリストされるRI値を持つ。図1の各ブロックは、様々なLEDダイ/チップ構成に対する、(%の単位で「Ext. Eff」と呼ばれる)LEE(取り出し効率)と、光線追跡シミュレーション(ray-tracing simulation)から得られた(任意単位の)光学パワーと、を示す。当該技術分野の現状を列Aで示す。(RI=1.5のカプセル材料、R=1.5の光学ジェル、R=1.5のドーム)。本発明は、列Bに示され、ここで、反射キャビティ14内に含まれるHRIカプセル材料の外部の表面は、凹である。(RI=1.8のカプセル材料、R=1.5の光学ジェル、R=1.5のドーム)。本発明のもう1つの実施形態は、列Cに示され(RI=1.8のカプセル材料、R=1.8の光学ジェル、R=1.5のドーム)、反射キャビティ内に含まれるカプセル材料の外部の表面は、平らであるという構成と類似する。本発明の拡張は、列Dに示され、ここで、ドームの全体もまた、HRI材料で製造される。(RI=1.8のカプセル材料、R=1.8の光学ジェル、R=1.8のドーム)。LEDチップ/ダイ内で生成される光学パワーは、これらのシミュレーションに対して任意単位の20000に設定される(また、100%のLEEに対応する)。各ケースに対応する図において、RI=1.8の材料は、R=1.5の材料よりも、暗い影で表されている。

#### 【0021】

例えば列3で示されるLED12の立方構成を用いると、RI=1.5のカプセル材料、RI=1.5の光学ゲル及びR=1.5のドームの列Aでは、LEEは、39.7%であった。RI=1.8のカプセル材料、RI=1.5の光学ゲル及びR=1.5のドームの列Bでは、RI=1.5のカプセル材料の構成と比べて19%の増加で、LEEは、59.1%まで増加した。RI=1.8のカプセル材料、RI=1.8の光学ゲル及びR=1.5のドームの列Cでは、列Bの構成と比べて1%未満の増加で、LEEは、59.8%まで増加した。RI=1.8のカプセル材料、光学ゲル及びドームの列Dでは、列Cの構成と比べて3%未満の増加で、LEEは、62.4%まで増加した。但し、カプセル材料、光学ゲル及びドームのすべては、比較的高価なHRI材料を使用した。他のLED構成では、パーセントが変化するとともに、結果は明確である：カプセル材料のRIを1.5から1.8にした時に、LEEのパーセントの増加は、最大であり、HRIのゲル及びドームを使用する時に、パーセントは、増加する。このことは、HRIカプセル材料とともに非HRIのゲル及びドームを用いるLEDデバイスは、有効なコストで、高い効率を得ることができることを意味する。

#### 【0022】

図2は、図1と類似してレイアウトされるが、ここで、LEDは、青色を発光し、カプ

セル材料は、黄色発光蛍光体を含んで、約 1.85 の RI を持つ。この構成は、LED の青色が蛍光体の黄色と混合される時に、「白色」光発光を構成する。図 2 は、LED チップ/ダイ・エミッション波長（青色：Blue）とダウンコンバートされた蛍光体エミッション波長（黄色：Y Ph）との双方で、様々な LED チップ/ダイ構成に対する光線追跡シミュレーションで得られた（任意単位 of）光学パワーを示す。当該技術分野の現状を列 A で示す。（RI = 1.5 のカプセル材料、R = 1.5 の光学ジェル、R = 1.5 のドーム）。本発明は、列 B に示され、ここで、反射キャビティ 14 内に含まれる HRI カプセル材料の外部の表面は、凹である。（RI = 1.8 のカプセル材料、R = 1.5 の光学ジェル、R = 1.5 のドーム）。本発明のもう 1 つの実施形態は、列 C に示され（RI = 1.8 のカプセル材料、R = 1.8 の光学ジェル、R = 1.5 のドーム）、反射キャビティ内に含まれるカプセル材料の外部の表面は、平らであるという構成と類似する。バルク（bulk）の蛍光体は、RI = 1.85 を持ち、LED チップ/ダイから発光する青色波長を吸収し、チップ/ダイを取り込むカプセル材料内に組み込まれた黄色波長（例えば、YAG:Ce）を発光する。蛍光体の体積濃度及び空間分布のプロフィールは、特定の LED チップ/ダイ構成に対応する 4 つのランプの各ケースにおいて、同じである。この結果は、蛍光体の特定の体積濃度及び空間分布のプロフィールに対応する。LED チップ/ダイ内で生成される光学パワーは、これらのシミュレーションに対して、青色波長で任意単位 of 20000 に設定される（また、100% の LEE に対応する）。各ケースに対応する図において、RI = 1.8 の材料は、R = 1.5 の材料よりも、暗い影で表されている。図 2 の構成による効率の結果は、図 1 と類似する：カプセル材料の RI が 1.5 から 1.8 に変化する時、意味のある増加が LEE において得られ、ジェル及びドームも 1.5 から 1.8 に変化する時、増加は、少ない。

10

20

30

40

50

#### 【0023】

黄色の波長での光効率に対する青色の波長での光効率の比（B/Y）は、構成 A から D まで、単調に減少する。従って、エミッションの色度座標（すなわち色）は、各ケースで異なり、この変化は、B/Y が同じ値で得られるように、各ケースにおいて蛍光体濃度を適切に調整することによって、防ぐことができる。より小さい B/Y 比は、青色空間状況と比べて黄色空間状況からの、光効率に対する、より高い寄与に対応する。従って、より小さい B/Y 比は、「70 lm/W @ 470nm」対「680 lm/W @ 550nm」に起因する、より高い発光等価値（すなわち、ランプから発光する光パワーの合計のルーメン/ワット（lumen per watt））に対応する。これは、構成 A と構成 B 及び C（同様に、構成 B、C 及び D）と間の発光効率の増加が、各ケースの光パワー合計の比によって示される WPE 増加よりも（4% 程度或いはそれよりも小さい値で）僅かに大きくなる傾向になるだろうということを示唆する。また、留意すべきことは、モノクロ LED の WPE が、常に、（任意の具体的なチップ/ダイの構成 A から D に対する図 1 及び図 2 の比較によって）同一のチップ/ダイ及びランプ構成に基づく白色 LED を含む対応する蛍光体の WPE よりも大きくなることである。

#### 【0024】

図 3、図 4 及び図 5 は、本発明に従った LED パッケージの様々な構成を図示する。これらの図において、参照符号 1 は、LED チップ/ダイであり、参照符号 2 は、反射キャビティ内に配置される HRI カプセル材料であり、参照符号 3 は、カプセル材料の屈折率よりも小さい屈折率を持つ光学ジェルであり、参照符号 4 は、反射キャビティを覆う、予めモールドされたドーム形状レンズであり、（図 5 中の）参照符号 5 は、周りがモールドされ、反射キャビティ及びそのその付属物であるリード線をカプセル化する、モールドされたドーム形状レンズである。

#### 【0025】

図 6 ~ 図 10 は、様々な屈折率の構成要素を持つ、本発明に従った LED パッケージの他の構成を図示する。図 6 は、様々なカプセル材料の光取り出し効率と、トップ発光構成とボトム発光構成との双方内でマウントされたサファイヤ LED チップを用い、光学ジェルを用いないドーム構成と、を図示する。図 7 は、「弾丸」形状のデバイスの光取り出し効

率を示し、ここで、チップ、反射キャビティは、固い透明なエポキシ樹脂のシリンダ（シリンダ）内に取り囲まれ、概ね半球形のレンズ（ドーム）は、一端に用いられ、LEDチップは、 $RI = 2.5$ を有し、トップ及びボトムが発光構成にマウントされる。図8は、図7と同じデバイスであるが、LEDは、 $RI = 3.5$ のRIを有する。図9は、第2の型の「弾丸」形状のデバイスの光取り出し効率を示し、ここで、チップ、反射キャビティは、固い透明なエポキシ樹脂のシリンダ（シリンダ）内に取り囲まれ、図7と比べて概ね小さい（小さい凸）レンズ（ドーム）が、用いられ、LEDチップは、 $RI = 2.5$ を有し、トップ及びボトムの発光構成にマウントされる。図10は、図9と同じデバイスであるが、LEDは、 $RI = 3.5$ のRIを有する。

#### 【0026】

図6～図10の各構成において、HRIカプセル材料の使用は、標準的な $R = 1.5$ のカプセル材料よりも、光出力において意味深い増加をもたらす。HRIのドーム又はレンズは、光出力における更なる増加をもたらすが、増加は小さく、多くの例において、効果的なコストとならない場合もある。

#### 【0027】

##### トップ・エミッションSMDの構成

図11及び図12は、モールドされたトップ・エミッションSMD型パッケージを図示する。これらの構成は、外側のドームを用いない。上部の行は、10個の構成を示し；フラット・トップ（最初の2つの例）、凹部の様々な角度（3番目から6番目の例）、及び凸部の様々な角度（7番目から10番目の例）を含む。最初の行の数字は、各構成の中央での高さ（単位はmm）であり、標準的なトップ・エミッションSMDパッケージのボトムから測定されたものである。なお、標準的なトップ・エミッションSMDパッケージは、約 $2.8 \times 3.1$ mmで、LEDチップがマウントされるボトムにおいて、円形の $2.5$ mmの穴を有する。LEDをマウントすることができ、トップ（「EPI up」と呼ばれる）又はボトム（「EPI down」）から発光する。左手の列は、カプセル材料の屈折率（ $RI$ ）を表し、標準的な $1.5$ RIエポキシ樹脂、又は、 $1.8$ RIのHRIカプセル材料の何れか一方で、モールドされる。カプセル材料の隣の行の数字は、標準的な1mmの $1.5$ RIのフラット・トップ・カプセル材料で100に設定されたモールドされた光強度であり、従って、100より大きい数字は、標準よりも大きい光エミッションを示す一方、100より小さい数字は、標準よりも小さい光エミッションを示す。右手の列は、トップ・エミッションSMDパッケージ及びLEDチップの概略を表し、右手の列の隣のテキストは、SMDパッケージのサイズ、LEDチップのサイズ（ミクロン単位）、チップが発光する光の方向、及びチップの屈折率を記述する。テキスト水平ラインは、反射器の側壁角度と100基準強度（任意単位）とを記述する。

#### 【0028】

図11及び図12は、モノクロAlInGaN（ $RI = 2.5$ ）及びAlInGaP（ $RI = 3.5$ ）ダイ/チップ構成に関して、規格化されたLEE値のRIに依る依存性とトップ・エミッションSMDランプ・パッケージ・カプセル材料レンズの形状因子とを示す。図13は、図11及び図12に類似し、拡散反射側壁に対する規格化されたLEE値とともに、鏡のような反射側壁に対する値を示す。 $RI = 1.5$ に対して、レンズの形状をフラット・トップ（1mmの厚さ）から0.6mm程度の深さを持つ凹部（ただし、周辺部において1mmの厚さがある）に変更すると、LEEは、ベストのケースにおいて、5%程度、増加する。従って、従来のカプセル材料16に対して凹状のSMDレンズを使用することは、効果的ではない。 $RI = 1.5$ のフラット・トップ及び拡散反射側壁を持つSMDランプをここでは基準として使用する。2)  $RI = 1.8$ のフラット・レンズは、 $RI = 1.5$ のフラット・レンズと比べて、10%～15%程度、LEEを増加させる。対照的に、スルー・ホールLEDランプは、RIが1.5から1.8に増加するにつれて、55%～60%、LEEを増加させる。フラット・トップにおいては、カプセル材料のRIの増加に伴いダイ/チップからパッケージへの光の取り出しが高くなるにも拘わらず、パッケージから空気への光の取り出しは、相対的に難しい。スルー・ホールは、半球形のドーム形状

10

20

30

40

50

レンズを有する。RI = 1.8 の 0.6 mm 程度の深さを持つ凹部（ただし、周辺部において 1 mm の厚さがある）は、RI = 1.5 のフラット・トップ・レンズと比べて、20% ~ 30% 程度、LEE を増加させる。

【0029】

鏡のように反射するカップを持つトップ・エミッション SMD パッケージ、RI = 1.5 のフラット・トップ・レンズは、基準と比べて、5% 程度、LEE を減少させる。従って、フラット・トップ・レンズに、鏡のような反射する側壁を使用することは、効果的ではない。鏡のように反射するカップを持つトップ・エミッション SMD パッケージ、RI = 1.5 の 0.6 mm 程度の深さを持つ凹レンズ（ただし、周辺部において 1 mm の厚さがある）は、基準と比べて、30%、LEE を増加させる。6) 鏡のように反射するカップを持つトップ・エミッション SMD パッケージ、RI = 1.8 のフラット・トップ・レンズは、基準と比べて、19%、LEE を増加させる。鏡のように反射するカップを持つトップ・エミッション SMD パッケージ、RI = 1.8 の 0.5 mm の深さを持つ凹レンズ（ただし、周辺部において 1 mm の厚さがある）は、基準と比べて、88%、LEE を増加させる。これは、同様の形状の RI = 1.5 のカプセル材料レンズと比べて、45% の増加である。

【0030】

それぞれ、R = 1.8 の凹レンズ及び RI = 1.5 のフラット・トップ・レンズ（拡散反射側壁）に依る、モノクロ AlInGaP (RI = 2.5) トップ・エミッション SMD ランプからのエミッション強度の角度依存性のプロットは、フラット 1.5 RI と比較して優れた、凹 HRI レンズを備える光の均一な角度分散を示す。R = 1.8 の凹レンズ（拡散反射側壁）に依る、モノクロ AlInGaP (RI = 3.5) トップ・エミッション SMD ランプからのエミッション強度の角度依存性のプロットも、凹 HRI レンズを備える光の均一な角度分散を示す。凹 RI = 1.8 レンズを持つトップ・エミッション SMD ランプは、フラット・トップ RI = 1.5 レンズを持つ従来のトップ・エミッション SMD ランプに起因する、好ましい広角エミッションを維持する。トップ・エミッション SMD ランプに基づく AlInGaP 及び AlInGaP の双方のダイ/チップは、角度位置におけるピーク強度の半分の強度値を示し、ランプ・パッケージの光学軸（角度値 = 90）からの分離は、60度（角度値 < 30）よりも大きく、従来のトップ・エミッション SMD ランプと同様である。凹 RI = 1.8 レンズの場合、絶対ピーク強度値は、（光学軸に沿うよりも）光学軸から 20度程度だけ離れた、角度位置において、起こる。しかしながら、ピーク強度値と光学軸に沿って対応する値との間の差は、eAlInGaP 及び AlInGaP のダイ/チップの場合、それぞれ、5% 程度及び 10% 程度だけである。光学軸に関して強度ピーク位置のこのような角度の変位は、凹形状レンズの結果であり、凹 RI = 1.5 レンズに対しても観測される。凹レンズは、より少ない HRI 材料を用いながら、凸レンズよりも大きい光出力をもたらすことが、理解される。

【0031】

高屈折率 (HRI) カプセル材料凹レンズを持つ、モノクロ AlInGaP の赤色及び黄色のトップ・エミッション SMD・LED ランプは、凹部曲率の角度が変化して、製造される（すなわち、レンズの深さ又は中央のカプセル材料の厚さは、一定を保ったまま、周辺部のカプセル材料の厚さは大きい）。我々は、従来の RI = 1.5 フラット・トップ・カプセル材料レンズと比べて、凹 RI 1.8 程度レンズを使用することによって、赤色及び黄色のトップ・エミッション SMD・LED ランプの LEE の 20% 程度の増加を観測した。

【0032】

高屈折率 (HRI) カプセル材料凹レンズを持つ、モノクロ AlInGaP 緑色トップ・エミッション SMD・LED ランプは、凹部曲率の角度が変化して、製造される（すなわち、レンズの深さ又は中央のカプセル材料の厚さは、一定を保ったまま、周辺部のカプセル材料の厚さは大きい）。我々は、従来の RI = 1.5 フラット・トップ・カプセル材料レンズと比べて、凹 RI 1.8 程度レンズを使用することによって、緑色トップ・エミッシ

10

20

30

40

50

ンSMD・LEDランプのLEEの20%～25%の増加を観測した。

#### 【0033】

従来の蛍光体及びHRIカプセル材料を利用する「光学的に非散乱ダウンコンバータ」を備えるトップ・エミッションSMD白色ランプに対する光線追跡シミュレーションは、トップ・エミッションSMD白色ランプのWPE（壁コンセント効率）及び光出力（蛍光体からのダウンコンバートされたエミッション及び非ダウンコンバートのダイ/チップエミッションの双方の寄与を含む）が、蛍光体の空間分布（すなわち、ダイ/チップの近くに局在する蛍光体濃度又はカプセル材料内に不均一に分布する蛍光体濃度）に依存して、従来のRI=1.5フラット・トップ・カプセル材料レンズと比べて凹RI1.8程度カプセル材料レンズを使用することによって、20%～30%よりも大きく増加することを示す。RI1.8程度レンズの凹部曲率の程度を（中央のカプセル材料の厚さを薄くすることによって）増加させることは、WPE及び光出力を増加させる。従来の蛍光体及びHRIカプセル材料を利用する「光学的に非散乱ダウンコンバータ」を備えるトップ・エミッションSMD白色ランプは、現在、凹レンズで製造されている。トップ・エミッションSMD白色ランプが、AlInGaN青色LEDダイ/チップに基づくので、青色空間状況におけるHRIの光学的透明性の改良は、フラット・トップ・レンズを有する従来のトップ・エミッションSMD白色LEDランプと比べて発光効力を増加させるであろう。

#### 【0034】

我々は、「光学的に非散乱ダウンコンバータ」及び鏡のような反射側壁を持つ、HRIに基づくトップ・エミッションSMD白色LEDランプが、白色エミッションの類似色に対して、従来のカプセル材料に基づくランプと比べて、少なくとも40%高い光パワーを示すことを観測した。従って、トップ・エミッションSMD白色ランプの少なくとも40%の改善されたWPEは、同じLED及び蛍光体を持つ従来のカプセル材料と比べて、HRIカプセル材料を利用することから、生じる。HRIの物理特性（粘性、カップ側壁への粘着性、表面張力）は、従来のエポキシ樹脂と比べて、空気との凹部形状界面の達成を容易にする。従って、カップ内に分配されたHRIの体積を調節することによって、我々は、凹部曲率の大きさを変化させることができる。増加した凹部曲率は、カプセル材料の中央の厚さ対側壁に沿ったカップの周辺部の厚さの比の小さい値によって、特徴付けられる。HRIは、カップ側壁表面への非常に高い粘着度を示す。従って、カップの周辺部のカプセル材料の厚さは、常に、カップの深さ（1mm）に対応する。たとえば、溶剤が蒸発し、カップの中央に向かって厚さが単調に減少して、凹部形状が生じた後であっても。

#### 【0035】

##### ハイブリッド実施形態

図14は、本発明のハイブリッド実施形態を図示し、ここで、「ミニ・ドーム」142は、図11～図13で上述したトップ・エミッションSMDデバイスの凹レンズ144の中央に、配置される。ミニ・ドーム142の直径（「フットプリント（footprint）」）は、100～1000ミクロンの間であり、典型的には、ダイ/チップ146の寸法のオーダーである。ミニ・ドーム142の高さは、パッケージの周縁よりも上に突き出ない（従って形状因子を維持する）高さであり、典型的には、数100ミクロンのオーダーである。

#### 【0036】

図14の表は、LEDダイ/チップ146の様々な構成を列A～Cで図示し、ミニ・ドーム142の様々なサイズが、列3～5に示されている。列1は、ミニ・ドームの寸法を図示する：様々なLEDチップ/ダイ構成に対する、FP=フットプリント（直径）、R=球状のミニ・ドームの曲率半径/パッケージのボトムより上のミニドームの曲率の中心位置、H=凹レンズより上のミニ・ドームの高さ、光出力（LEE又はWPE）、及び、光線追跡シミュレーションから得られた軸上の明るさ。列2は、図11にも示され、且つ「標準」として使用されている、ミニ・ドームを備えず、中央のカプセル材料の厚さが0.625mmの凹部トップ・エミッションSMDを示す。行Aは、トップ・エミッション又はボトム・エミッションの何れかを持つ300mmの立法チップを示す（光出力及び明るさ

が、トップに関してはイタリック体で、ボトムに関しては非・イタリック体で、示される)。行Bは、トップ・ミッション又はボトム・エミッションの何れかを持つ300/300/200mmの台形の「新しい」(幾何学的に増加された形状)チップを示す(光出力及び明るさが、トップに関してはイタリック体で、ボトムに関しては非・イタリック体で、示される)。行Cは、ボトム発光のサファイヤ基板チップを示す。

【0037】

ミニ・ドーム142(図14の表内で「サイズ」と表示される)のフットプリントが増加する場合、ランプ性能の以下の効果が、HRIカプセル材料を使用して製造されるトップ・エミッションSMDランプで実験的に、及び、光線追跡シミュレーションで、観測された:ダイ/チップのより小さいサイズに対して、ミニ・ドームを備えない従来のレンズと比較して、WPE及び光出力は、増加せず、ランプの光学軸に沿って測定された明るさ(ルーメン数又は単位立体角当たりのワット数)は僅かに増加する。「ミニ/ドーム」のフットプリントの寸法において、トップ・エミッションSMDランプの好ましい広角エミッション特性は、まだ、維持されている。これは、ランプ製造中の名目的な凹形状レンズへを変形で形成されるミニ・ドームの故意でない導入に関してランプ性能特性の許容を示す。

10

【0038】

フットプリントの寸法がダイ・チップのサイズよりも大きい場合、ミニ・ドーム142を備えない凹レンズと比較して、WPE及び光出力は、増加するが、ランプの光学軸に沿って測定された明るさ(ルーメン数又は単位立体角当たりのワット数)は、大きい範囲で増加する。ミニ・ドーム142のこらのフットプリント寸法において、ランクは、より狭い角度のエミッションを獲得し、軸上の明るさのより高い増加をもたらす。これは、より狭い角度のエミッション特性を必要とする応用機器のより高い明るさのランプの達成を可能とし、同時に、「フラット・プロフィール(Flat-Profile)」形状因子条件を満たす。ミニ・ドーム142のフットプリントの寸法が増加する場合、ミニ・ドームを備えない凹レンズと比較して、WPE及び光出力は、単調に増加する。ミニ・ドームのフットプリント寸法の増加は、ミニ・ドームを備えない凹レンズと比較して、ランプの光学軸に沿って測定される明るさの潜在的な増加を導く。

20

【0039】

図の下の表は、ミニ・ドーム形状因子のWPEへの影響と、HRI凹レンズを備えるトップ・エミッションSMDランプにおける(300×300ミクロン寸法のAlInGaNダイ・チップに対する光線追跡シミュレーションに基づく)軸上の明るさと、を列挙する。以下で分かるように、同様の傾向が、様々なダイ/チップ構成(即ち、トップ・エミッタ又はボトム・エミッタ; SiC/GaN Iso-Index又はサファイヤ基板; 垂直側壁又は傾きのある側壁の構成的に増加した形状)に渡って観測される。

30

【0040】

本発明は、好ましい実施形態に関して記述された。しかしながら、当業者は、添付の特許請求の範囲に本発明の精神及び範囲を離れることなく、詳細に説明され且つ図示された形態を修正及び変更し得ることを、理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

40

【0041】

【図1】本発明に従った高効率LEDデバイスの構成要素と、それに伴う光効率性能と、を図示する。

【図2】図1の同様の図であるが、ここで、LEDは、青色を発光し、カプセル材料は、黄色発光蛍光体を含む。

【図3】本発明に従った様々なドーム型の構成を図示する。

【図4】本発明に従った様々なドーム型の構成を図示する。

【図5】本発明に従った様々なドーム型の構成を図示する。

【図6】本発明に従ったLEDパッケージの更なるドーム型の構成を、様々な屈折率の構成とともに、図示する。

50

【図7】本発明に従ったLEDパッケージの更なるドーム型の構成を、様々な屈折率の構成とともに、図示する。

【図8】本発明に従ったLEDパッケージの更なるドーム型の構成を、様々な屈折率の構成とともに、図示する。

【図9】本発明に従ったLEDパッケージの更なるドーム型の構成を、様々な屈折率の構成とともに、図示する。

【図10】本発明に従ったLEDパッケージの更なるドーム型の構成を、様々な屈折率の構成とともに、図示する。

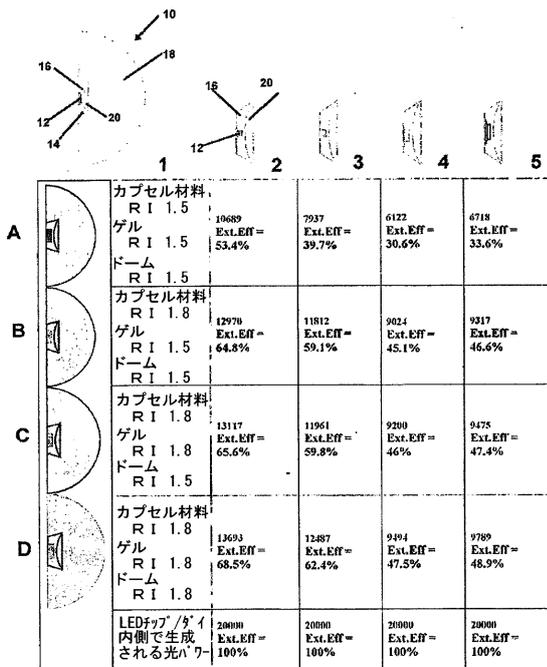
【図11】本発明に従ったSMD型の構成を図示する。

【図12】本発明に従ったSMD型の構成を図示する。

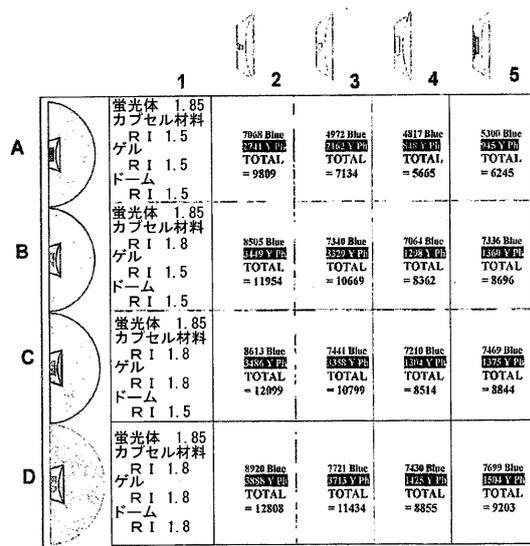
【図13】図11及び図12と同様の図であるが、拡散反射側壁に対する規格化されたLEE値とともに、様々な鏡のような反射側壁のLEE値を示す。

【図14】本発明のハイブリッド実施形態を図示し、ここで、「ミニ・ドーム」は、SMD・LEDデバイスの凹レンズの中央に配置される。

【図1】

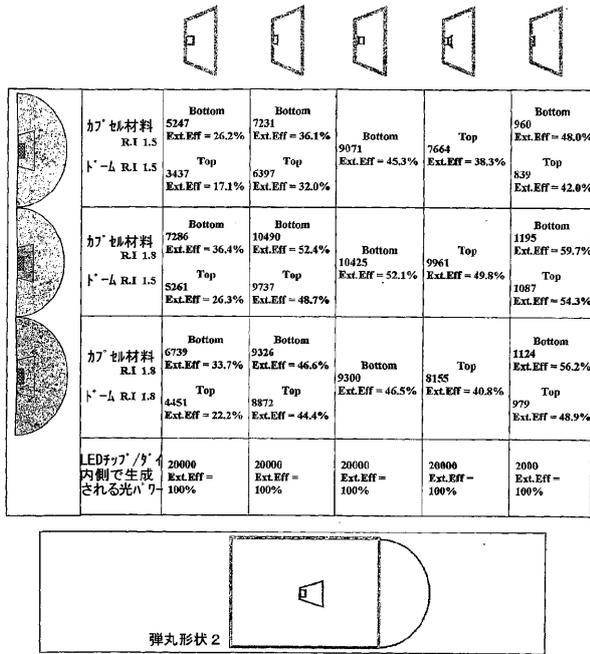


【図2】

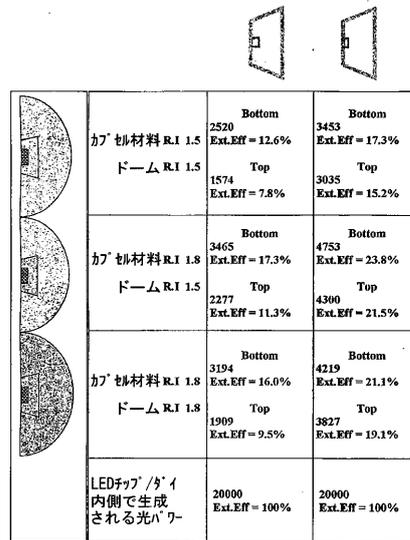




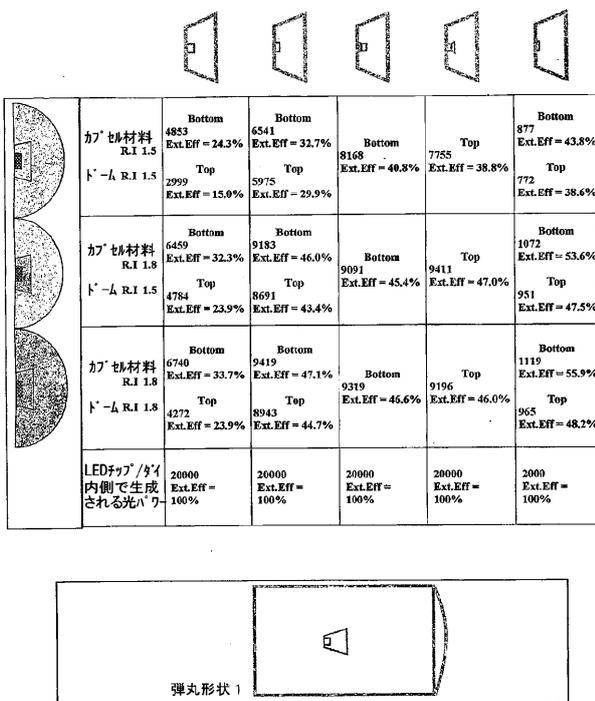
【図7】



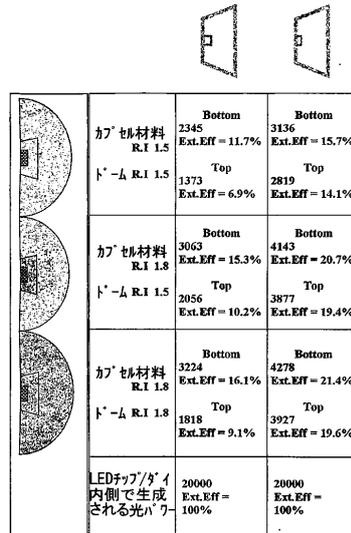
【図8】



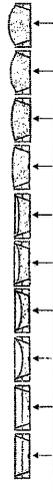
【図9】



【図10】



【図 1 1】



R.L.	.5	.525	.725	.825	1.175	1.275	1.375	1.475
大きいエリア								
φ77 300/300/300	88.4	105.6	103.7	104.3	102.3	101.4	105.5	111
φ14からの発光	118.8	99.2	135.3	134.6	132.1	129.1	118.3	126.9
屈折率 2.5	100=							
側壁角 ~27 度								

R.L.	100	100.4	99.7	99.4	99.9	111.6	115.2
標準パッケージ							
φ77 300/300/300							
φ14からの発光							
屈折率 2.5	100=4885/20000						
側壁角 ~20 度							

R.L.	100	104	102.6	103.7	100.9	112.1	115
標準パッケージ							
φ77 300/300/300							
φ14からの発光							
屈折率 2.5	100=2206/20000						
側壁角 ~20 度							

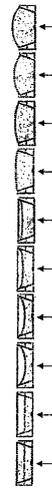
  

R.L.	100	90.2	100.3	100	99.4	99.7	108.9	111.9	113.8
標準パッケージ									
φ77 300/300/100									
φ14からの発光									
屈折率 2.5	100=5435/20000								
側壁角 ~20 度									

R.L.	100	101.3	101.9	100.3	98.1	108.4	111.8
標準パッケージ							
φ77 300/300/100							
φ14からの発光							
屈折率 2.5	100=2620/20000						
側壁角 ~20 度							

【図 1 2】



R.L.	.5	.525	.725	.825	1.175	1.275	1.375	1.475
標準パッケージ								
φ77 300/300/100	98	98.5	97.9	96.9	108.1	110.5		
φ14からの発光	115.6	126.7	127.1	125.5	121.2	128.8	135.8	
屈折率 2.5	100=5428/20000							
側壁角 ~20 度								

R.L.	100	99.2	100	100.5	98.9	107.4	111.3
標準パッケージ							
φ77 300/300/100							
φ14からの発光							
屈折率 3.5	100=2571/20000						
側壁角 ~20 度							

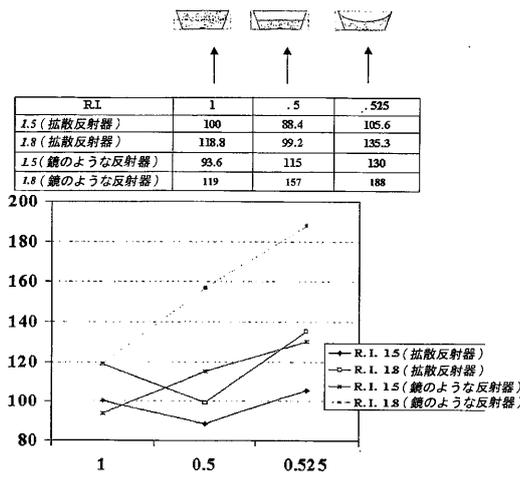
  

R.L.	100	101.5	102.5	102.4	100.5	109.8	112.1
異なる形状							
φ77 300/300/300							
φ14からの発光							
屈折率 2.5	100=6514/20000						
側壁角 ~20 度							

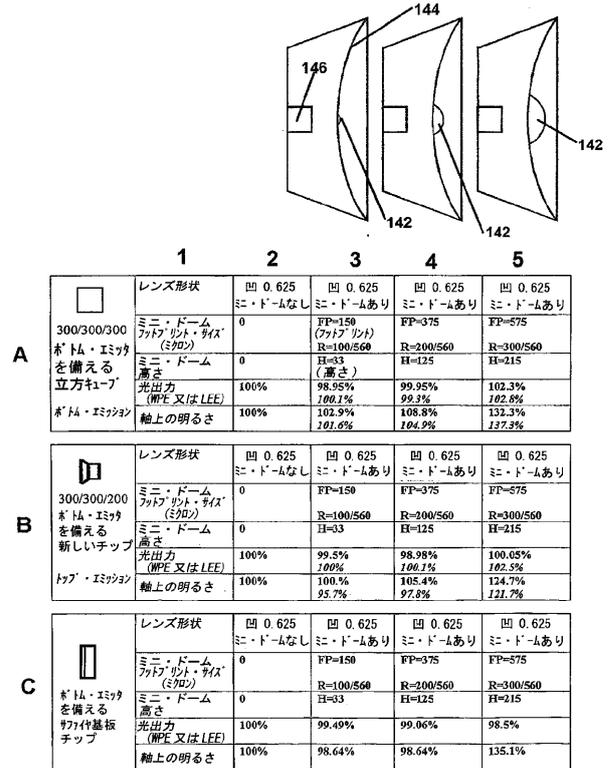
  

R.L.	100	100.7	100.9	100.1	99.86	105.8	109.8
異なる形状							
φ77 300/300/300							
φ14からの発光							
屈折率 2.5	100=7503/20000						
側壁角 ~20 度							

【図 1 3】



【図 1 4】



## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74) 代理人 100120558

弁理士 住吉 勝彦

(72) 発明者 タスカー, ニクヒル・アール

アメリカ合衆国ニューヨーク州 1 0 5 8 3 , スカルステイル, バッドフォード・レーン 2 2

(72) 発明者 チャブラ, ヴィピン

アメリカ合衆国ニューヨーク州 1 0 5 6 2 , オシニング, モーニングサイド・コート 5

(72) 発明者 ドーマン, ドナルド

アメリカ合衆国ニューヨーク州 1 0 5 1 2 , カーメル, ケントビュー・ドライブ 2 7

(72) 発明者 ヘルコ, サミュエル・ピー

アメリカ合衆国ニューヨーク州 1 0 5 6 2 , オシニング, ストーン・アベニュー 7 4

Fターム(参考) 5F041 AA11 DA12 DA36 DB09 EE17 EE25