

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-503571
(P2025-503571A)

(43)公表日 令和7年2月4日(2025.2.4)

(51)国際特許分類
H 1 0 H 20/851 (2025.01)
H 1 0 H 20/85 (2025.01)

F I
H 1 0 H 20/851
H 1 0 H 20/85

テーマコード (参考)
5 F 1 4 2

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全47頁)			
(21)出願番号	特願2024-540031(P2024-540031)	(71)出願人	510077369
(86)(22)出願日	令和4年9月23日(2022.9.23)		ブリッジラックス インコーポレイテッド
(85)翻訳文提出日	令和6年8月9日(2024.8.9)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
(86)国際出願番号	PCT/CN2022/120875		5 3 8 フレモント フレモント ブール
(87)国際公開番号	WO2023/134217		バード 4 6 4 1 0
(87)国際公開日	令和5年7月20日(2023.7.20)	(74)代理人	100147485
(31)優先権主張番号	63/299,408		弁理士 杉村 憲司
(32)優先日	令和4年1月13日(2022.1.13)	(74)代理人	230118913
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁護士 杉村 光嗣
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV	(74)代理人	100173794
	最終頁に続く		弁理士 色部 暁義
		(72)発明者	イーチュン リー
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4
			5 2 6 ダンヴィル タッサジャラ レーン
			2 3 5 0
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蛍光体変換赤色 L E D 及び色調整可能なマルチ L E D パッケージ発光デバイス

(57)【要約】

照明デバイス(1350)がパッケージ(1314)を具え、このパッケージは、6 2 0 nmから6 4 0 nmまでのピーク発光波長（赤色）を有する光を発生する第1 L E D(1310)、5 0 0 nmから5 6 5 nmまでのピーク発光波長（緑色）を有する第2 L E D(1354)、及び少なくとも1 8 0 0 Kの C C T を有する白色光を発生する第3 L E D(1359)を具え、第1 L E D(1310)は、4 0 0 nm～4 8 0 nmまでの主波長（青紫色～青色）を有する光を発生する L E D チップ(1326)を具えた蛍光体変換 L E D、及び5 5 nm未満の F W H M を有する狭帯域赤色蛍光体を具えている。

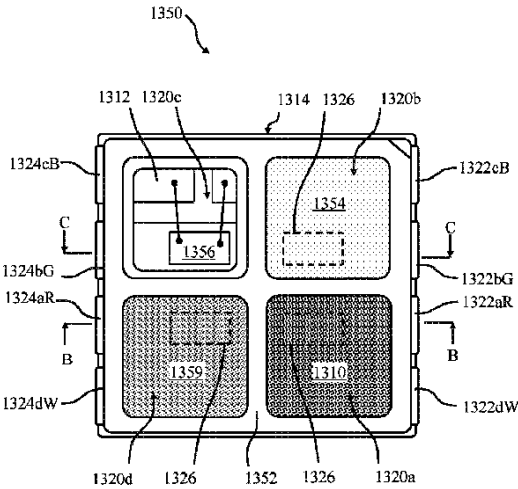


FIG. 13A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パッケージを具えた照明デバイスであって、該パッケージは、

620nmから640nmまでのピーク発光波長を有する光を発生する第1LEDと、

500nmから565nmまでのピーク発光波長を有する光を発生する第2LEDと、

少なくとも1800KのCCTを有する光を発生する第3LEDとを具え、

前記第1LEDは、蛍光体変換LEDと、55nm未満のFWHMを有する狭帯域赤色蛍光体を具え、前記蛍光体変換LEDは、400nmから480nmまでの主波長を有する光を発生するLEDチップを具えている照明デバイス。

【請求項 2】

前記狭帯域赤色蛍光体が、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ のうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の照明デバイス。

【請求項 3】

前記第1LEDが、広帯域赤色蛍光体を更に具えている、請求項1に記載の照明デバイス。

【請求項 4】

前記狭帯域赤色蛍光体及び前記広帯域赤色蛍光体が単一の層内に含有される、請求項3に記載の照明デバイス。

【請求項 5】

第1層が前記狭帯域赤色蛍光体を含有し、第2層が前記広帯域赤色蛍光体を含有する、請求項3に記載の照明デバイス。

【請求項 6】

前記第1LEDが、少なくとも90%の色純度を有する光を発生する、請求項1～5のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 7】

前記LEDチップがフリップチップで構成される、請求項1～6のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 8】

前記第2LEDが蛍光体変換LEDで構成され、該蛍光体変換LEDは、400nmから480nmまでの主波長を有する光を発生するLEDチップ、及び緑色蛍光体を具えている、請求項1～7のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 9】

430nmから480nmまでの主波長を有する光を発生する第4LEDを具えている、請求項1～8のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 10】

前記第3LEDが、1800Kから5000KまでのCCTを有する白色光を発生し、400nmから480nmまでの主波長を有する光を発生するLEDチップ、及び緑色～赤色蛍光体を具えている、請求項1～9のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 11】

前記照明デバイスが発生する光が、前記第1LED、前記第2LED、前記第3LED、及び前記第4LEDが発生する光の組合せを含み、前記照明デバイスが発生する光の色度が、1800Kから6500KまでのCCT及び80～98までのCRIについて、黒体軌跡の $0.003\Delta uv$ 以内であるように、前記第1LED、前記第2LED、前記第3LED、及び前記第4LEDへの電力を制御することによって調整可能である、請求項9または10に記載の照明デバイス。

【請求項 12】

前記パッケージが、リードフレーム、ハウジング、及び一対の電極を具え、前記ハウジングは、第1凹部、第2凹部、第3凹部、及び第4凹部を有し、前記一対の電極は前記凹部の各々に接続され、前記凹部の各々が、前記第1LED、前記第2LED、前記第3LED、及び前記第4LEDのうちの少なくとも1つを包含する、請求項9～11のいずれ

10

20

30

40

50

かに記載の照明デバイス。

【請求項 13】

前記パッケージが、リードフレーム、ハウジング、及び共通カソード電極及びそれぞれのアノード電極を具え、前記ハウジングは、第1凹部、第2凹部、第3凹部、及び第4凹部を有し、前記共通カソード電極は前記凹部の各々に接続され、前記それぞれのアノード電極は前記凹部の各々に接続され、前記凹部の各々が、前記第1LED、前記第2LED、前記第3LED、及び前記第4LEDのうちの少なくとも1つを包含する、請求項9～11のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 14】

前記第3LEDが、5000Kから8000KまでのCCTを有する白色光を発生し、400nmから480nmまでの主波長を有する光を発生するLEDチップ、及び緑色－赤色蛍光体を具えている、請求項1～8のいずれかに記載の照明デバイス。

【請求項 15】

パッケージを具えた照明デバイスであって、該パッケージは、異なるCIE色点を有する光を発生する4つのLEDを具え、

前記照明デバイスが、前記4つのLEDの相対的な光出力を制御することによって、1800Kから8000Kまでの異なるCCTの白色光を発生し、

前記照明デバイスが発生する白色光が、黒体軌跡に沿い、

前記LEDのうちの少なくとも1つが、55nm未満のFWHMを有する狭帯域赤色蛍光体を具えている、照明デバイス。

【請求項 16】

前記狭帯域赤色蛍光体が、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ 狭帯域赤色蛍光体のうちの少なくとも1つを含む、請求項15に記載の照明デバイス。

【請求項 17】

前記4つのLEDのうちの第1LEDが、620nmから640nmまでのピーク発光波長を有する光を発生し、

前記4つのLEDのうちの第2LEDが、500nmから565nmまでのピーク発光波長を有する光を発生し、

前記4つのLEDのうちの第3LEDが、430nmから480nmまでの主波長を有する光を発生し、

前記4つのLEDのうちの第4LEDが、少なくとも1800KのCCTを有する白色光を発生する、

請求項15または16に記載の照明デバイス。

【請求項 18】

細長い基板、及び該基板上に実装された複数の、請求項1～17のいずれかに記載の発光デバイスを具えた直線状の照明デバイス。

【請求項 19】

前記基板がフレキシブル回路基板で構成される、請求項18に記載の照明デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願のクロスリファレンス

本願は、米国特許仮出願第63／299408号、2022年1月13日出願、発明の名称”Phosphor-Converted Red LEDs”により優先権を主張し、この米国特許仮出願はその全文を参照することによって本明細書に含める。

【0002】

発明の分野

本発明の第1の態様は、一般に、選択した色の光を発生する蛍光体変換（PC：Phosphor-Converted）カラーLED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）に関するものである。より具体的には、本発明の好適例は、蛍光体変換赤色LED（PC赤色L

10

20

30

40

50

ＥＤ）に関するものである。本発明の他の態様は、色調整可能なマルチＬＥＤ（発光ダイオード）パッケージ発光デバイス（マルチＬＥＤパッケージ）に関するものであり、このマルチＬＥＤパッケージ発光デバイスは、２２００Ｋから６５００Ｋまでの色温度を有する光、任意で、赤色から青色までの光を発生することができる。より具体的には、本発明は、ＰＣ赤色ＬＥＤを利用する色調整可能なマルチＬＥＤパッケージに関するものであり、但しこれのみではない。

【背景技術】

【０００３】

発明の背景

蛍光体変換カラーＬＥＤ（発光ダイオード）は、「ＰＣカラーＬＥＤ」としても知られ、一般に青色ＬＥＤチップ及び蛍光体（フォトルミネセンス）材料を具え、蛍光体材料は、ＬＥＤチップが発生する励起光のほぼ全部を、フォトルミネセンス波長変換のプロセスにより、例えば緑色、黄色、オレンジ色、または赤色のような選択した色の光に変換する。ＬＥＤチップが発生する光の全部が選択した色の光に変換されるので、こうしたＰＣカラーＬＥＤは、完全蛍光体変換（ＦＰＣ：Fully Phosphor-Converted）カラーＬＥＤと称することもできる。ＰＣカラーＬＥＤはＰＣ白色ＬＥＤと対比されることになり、ＰＣ白色ＬＥＤでは、ＬＥＤチップが発生する青色光の部分的変換しか存在せず、残りの青色光は最終的に白色光の発光生成光に寄与する。ＰＣカラーＬＥＤによって生成される光は、一般に広帯域であり、蛍光体組成に応じて７０nm～１２０nmのＦＷＨＭ（Full Width at Half Maximum：半値全幅）を有する。ＰＣカラーＬＥＤが発生する光の色（ピーク発光波長）は、蛍光体材料の組成に依存する。

【０００４】

ＰＣカラーＬＥＤは、直接発光「カラーＬＥＤ」と対比されることになり、直接発光カラーＬＥＤは、ほぼ単色の光（ＦＷＨＭ ２０～２５nm）をフォトルミネセンス（蛍光体）波長変換なしに直接発生し、光の色はＬＥＤチップの半導体材料系によって決まる。例えば、直接発光緑色ＬＥＤはInGaN系（窒化インジウムガリウム）ＬＥＤチップを使用し、直接発光赤色ＬＥＤはAlInGaP系（アルミニウムインジウムガリウムリン）ＬＥＤチップを使用し、直接発光青色ＬＥＤはInGaN系（窒化インジウムガリウム）ＬＥＤチップを使用する。

【０００５】

直接発光赤色、緑色、及び青色カラーＬＥＤは、その狭帯域の発光特性に起因して、例えばディスプレイのバックライトのようなＲＧＢ（Red Green Blue：赤色、緑色、青色）系において、ディスプレイ及び汎用照明用の色調整可能なマルチＬＥＤパッケージの色域を改善するための特定の実用性を見出す。現在の色調整可能なマルチＬＥＤパッケージは、一般に、赤色、緑色、及び青色の直接発光「カラーＬＥＤ」チップを含む。

【０００６】

既知の色調整可能なマルチＬＥＤパッケージ（表面実装型デバイス－ＳＭＤ（Surface Mount Device））を図１Ａ及び１Ｂに示し、図１Ａは上面図を示し、図１ＢはＡ－Ａで切断したマルチＬＥＤパッケージの側断面図を示す。既知のマルチＬＥＤパッケージ１は、赤色、緑色、及び青色の直接発光ＬＥＤチップ３Ｒ、３Ｇ、３Ｂに電力を供給するためのリードフレーム２を具えている。ハウジング４が、リードフレーム上に成型され、単一のキャビティ（凹部）５（例えば、円形の形状）を具えている。赤色、緑色、及び青色ＬＥＤの直接発光ＬＥＤチップ３Ｒ、３Ｇ、３Ｂは、キャビティ５のフロア（底面）上に実装され、リードフレーム２に電気接続されている。ＬＥＤチップ３を外部環境から保護するために、キャビティ５は一般にシリコン材料のような透光性封止材を充填されている。リードフレーム２の複数部分が、横方向にハウジング４の外側エッジまで延び、それぞれの電気端子７Ｒ、７Ｇ、７Ｂ、８Ｒ、８Ｇ、８Ｂを、パッケージの対向するエッジ及び底部に沿って形成して、赤色、緑色、及び青色の直接発光カラーＬＥＤチップ３Ｒ、３Ｇ、３Ｂの各々のアノード（正極）及びカソード（負極）に独立して（個別に）電力を供給することを可能にする。ＰＣ白色ＬＥＤパッケージは、直接発光カラーＬＥＤチップと対

比されることになり、P C 白色 L E D パッケージは、直接発光青色 L E D チップ及びフォトルミネセンス材料、一般に蛍光体材料を具え、フォトルミネセンス材料は、L E D チップが発生する青色励起光の一部分を変換し、残りの青色光は最終的に白色の発光生成光に寄与する。蛍光体材料は、キャビティに充填するために用いられる透光性封止材中に内蔵させることができる。

【0007】

しかし、直接発光カラー L E D に基づくマルチ L E D パッケージの欠点は、これらが異なる半導体材料系に基づくので、各カラー L E D チップが、熱安定性、経時特性、駆動の要件、等のような異なる特性を有することにある。これらの異なる特性の結果、赤色、緑色、及び青色 L E D の光出力が、温度及び時間と共に互いに異なる変化をする。カラー L E D に基づく R G B 系が発生する光の色組成は、結果的に、温度及び時間と共に変化し、こうした L E D 系は、これらの異なる特性を補償するために複雑な駆動回路を用いることがあり、このことは製造及び保守中に追加的なコストをもたらし得る。これとは対照的に、P C カラー L E D は、こうした方策の必要性を解消する、というのは、これらは全部が同じ半導体材料を有する L E D チップに基づき、同じ駆動の要件、熱安定性、等を有するからである。

【0008】

現在の P C 赤色 L E D は、一般に、広帯域の赤色窒化物蛍光体を用い、620 nm から 630 nm までのピーク発光波長を有する。例えばディスプレイのバックライト照明、自動車用のブレーキライト及び方向指示器、交通信号、緊急車両用ライト、等を含む多数の用途では、P C 赤色 L E D が、直接発光カラー L E D (FWHM = 20 ~ 25 nm) の FWHM と同程度の、あるいはより短い FWHM を有する狭帯域の赤色光が発生することができれば望ましい。

【0009】

例えば、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ (K S F)、 $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ (K T F)、及び $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ (K G F) のようなマンガ活性フッ化物系蛍光体のような狭帯域赤色蛍光体は、非常に狭い赤色発光スペクトル（その主発光線スペクトルについては 10 nm 未満の半値全幅）を有し、このことは、狭帯域赤色蛍光体を、P C 白色 L E D において高い明度及び発光効率 (C A S N - CaAlSiN₃:Eu のようなユーロピウム活性化赤色窒化物蛍光体材料のような広帯域赤色蛍光体よりも約 25 % 明るい) を達成するために非常に望ましいものとする。狭帯域赤色フッ化物蛍光体は、一見、P C 赤色 L E D 用に理想的な選択であると思われるが、P C 赤色 L E D における使用を挑戦的にするという欠点が存在する。例えば、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率は、P C 赤色 L E D において現在用いられている赤色窒化物蛍光体の吸収効率よりも大幅に低い（一般に約 10 分の 1 である）。従って、青色光から赤色光への完全な変換を実現することは、赤色窒化物蛍光体の使用量に比べて 5 ~ 20 倍大きい狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量を必要とする。こうした蛍光体の全体使用量の増加は、製造のコストを大幅に増加させ、特に狭帯域赤色フッ化物蛍光体はユーロピウム活性化赤色窒化物蛍光体よりも大幅に高価（例えば、少なくとも 5 倍以上高価）であるので、このことは、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を P C 赤色 L E D には使用できないほど高価にする。

【0010】

更に、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の相対的に非常に低い吸収効率は、L E D チップが発生し最終的に発光生成光になる無変換の青色光、いわゆる「青色光通過」を生じさせ得る。無変換の青色光は赤色光発光の色純度を低減する。「青色光通過」は、青色光が白色光の構成成分である、例えばディスプレイのバックライト照明のような白色光系では許容可能であり得るが、「純粋な赤色」（ほぼ単色）の光を必要とする用途向けには、「青色光通過」は、赤色光の色純度を低下させ、従って非常に不所望である。

【0011】

狭帯域赤色フッ化物蛍光体のみを利用することの他の問題は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体は狭帯域の赤色発光をもたらすが、水または水分と容易に反応してドーパントのマンガ

10

20

30

40

50

ンの損傷を生じさせる問題があり、このことは蛍光体のフォトルミネセンス発光（即ち、量子効率）の低下または損失を生じさせる。更に、フッ化物系化合物と水との反応は、例えばボンドワイヤのようなLEDのパッケージ化材料と反応し得る非常に腐食性のフッ化水素酸を発生し得るし、これによりデバイスの早過ぎる故障を生じさせ得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、既知の構成によって今までに目論まれず可能でもなかった新たな設計及び方法を提示することによって、上述した限界に応えること、及び／または上述した限界を克服することを意図している。より具体的には、本発明の好適例は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の青色吸収効率を効果的に改善する新規な蛍光体パッケージ化構造により、色調整可能なマルチLEDパッケージの発光効率を増加させること；「青色光通過」を低減することによってPC赤色LEDの色純度を増加させること；狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量を低減すること；及び狭帯域赤色フッ化物蛍光体を周囲環境中の水／水分から隔離することに関する改良に関係し、但しこれらのみではない。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の第1の態様は、一般に、InGaN系青色発光LEDに基づくPC赤色LEDに関するものであり、このInGaN系青色発光LEDは、狭帯域赤色フッ化物蛍光体（例えば、マンガニウム活性化フッ化物狭帯域赤色蛍光体）と、例えば広帯域赤色蛍光体のようなより高い吸収効率を有する赤色蛍光体との組合せを含有する。狭帯域赤色フッ化物蛍光体よりも高い吸収効率を有する広帯域赤色蛍光体を含めることは、狭帯域赤色フッ化物蛍光体によって変換されない青色光を赤色光に変換し、青色光通過を大幅に低減し、更には解消して色純度を改善する。狭帯域赤色フッ化物蛍光体よりも高い吸収効率を有する赤色蛍光体を含めることは、このように、狭帯域赤色フッ化物蛍光体のより低い吸収効率を補償する、とすることができる。

20

【0014】

広帯域赤色蛍光体と狭帯域赤色フッ化物蛍光体とは、同じ（単一の）層内に、例えば混合物として提供することができる。このことは、PC赤色LEDを製造することができる容易性を向上させることができ、従って製造のコスト及び時間を低減することができる。

30

【0015】

他の好適例では、広帯域赤色蛍光体及び狭帯域赤色フッ化物蛍光体の各々を、それぞれの層内に与えることができ、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含む層は、広帯域赤色蛍光体を含む層よりもLEDチップに近接して配置する。こうした配列は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率を効果的に増加させ、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量を大幅に低減することができる。狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含む層は、LEDチップの発光面のうちの少なくとも1つに直接接触することができる。広帯域赤色蛍光体は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含む層に直接接触することができ、この層を完全に覆う（密封する）ことができる。こうした構成／配列は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含む層に環境保護をもたらすことができ、デバイス全体の信頼性を向上させることができる。

40

【0016】

本発明の1つの態様によれば、赤色発光デバイスが提供され、この赤色発光デバイスは：400nmから500nmまでのピーク発光波長を有するLEDチップ、及びフォトルミネセンス材料を具え、このフォトルミネセンス材料は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を含む。

【0017】

好適例では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を単層フォトルミネセンス構造として構成することができる。これらの蛍光体は、例えば同じ層内に提供することができる。これらの蛍光体は、単一の層内に、一般に混合物として提供することができる。本明細書では、「直接接触する」とは、空隙（エアギャップ）またはフォトルミネセン

50

ス含有層のないことを意味する。他の好適例では、上記デバイスが、上記の層とLEDチップとの間に透光性パシベーション層を具えることができる。この透光性の層は、LEDチップにパシベーション（不動態化）を提供し、狭帯域赤色フッ化物蛍光体のあり得る効果に対する障壁をLEDチップに提供する。こうした配列はデバイスの信頼性を向上させることができる。

【0018】

狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率を更に改善するために、狭帯域赤色フッ化物蛍光体は、広帯域赤色蛍光体よりもLEDに近接して配置することができる。狭帯域赤色フッ化物蛍光体をLEDチップのより近くに配置することによって、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率を効果的に増加させる、というのは、狭帯域赤色フッ化物蛍光体が広帯域赤色蛍光体と青色の光子を奪い合わなければならないことがないからである。

10

【0019】

好適例では、上記赤色発光デバイスが二層フォトルミネセンス構造を具えることができ、この二層フォトルミネセンス構造は第1層及び第2層を具え、第1層は、LEDチップに隣接して配置された狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含むし、第2層は、第1層上に配置され第1層を覆い、広帯域赤色蛍光体を含む。第2層は、第1層を部分的に、あるいは完全に覆うことができる。

【0020】

単層のフォトルミネセンス構造と比べると、第2層によって覆われる狭帯域赤色フッ化物蛍光体のみを、あるいは実質的に（少なくとも90重量%の）こうした狭帯域赤色フッ化物蛍光体のみを含む第1層を有する二層フォトルミネセンス構造は、多数の利点を提供することができる。これらの利点は次のものを含み、但しこれらに限定されない：(1) 狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量の大幅な低減（約40%の低減）、(2) 第2層が第1層に環境保護をもたらす、これにより、水／水分が狭帯域赤色フッ化物蛍光体に達して狭帯域赤色フッ化物蛍光体を劣化させる機会を低減する、(3) 「青色光通過」を大幅に低減し、更には解消して、デバイスが発生する赤色光のより良好な色純度をもたらす。

20

【0021】

第1層は、LEDチップの少なくとも1つの発光面（表面）に直接接触する。

【0022】

第2層は第1層に直接接触することができる。

30

【0023】

狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量を更に低減するために、第1層は、例えば酸化亜鉛；二酸化シリコン；二酸化チタニウム、酸化マグネシウム；硫酸バリウム；酸化アルミニウム、及びその組合せの粒子のような光散乱材料の粒子を更に具えることができる。

【0024】

狭帯域赤色フッ化物蛍光体は、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ のうちの1つ以上を含むことができ、あるいは、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ から成るグループから選択することができる。

【0025】

デバイスの赤色発光生成光のFWHMを低減するために、広帯域赤色蛍光体のピーク発光波長は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体のピーク発光波長とほぼ同じに選択することができる。好適例では、広帯域赤色蛍光体のピーク発光波長を、狭帯域赤色フッ化物蛍光体のピーク発光波長から5nm以内にすることができる。広帯域赤色蛍光体は、620nmから640nmまでのピーク発光波長を有することができる。一般組成 $AAISiN_3:Eu^{3+}$ のユーロピウム活性化窒化物蛍光体を含むことができ、ここにAはCa、Sr、またはBaのうちの少なくとも1つである。

40

【0026】

好適例では、赤色発光デバイスが少なくとも90%の色純度及び30nm未満のFWHM、20nm未満のFWHM、または10nm未満のFWHMを有する赤色光を発生する。

【0027】

50

本発明の他の態様によれば：400nmから500nmまでのピーク発光波長を有するLEDフリップチップ；及びLEDフリップチップの少なくとも1つの発光面に直接接触するフォトルミネセンス材料を具えた赤色発光デバイスが考えられ、このフォトルミネセンス材料は狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を含む。

【0028】

好適例では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を、単層のフォトルミネセンス構造として構成することができる。これらの蛍光体は同じ層内に含有されることができる。これらの蛍光体は、単一の層内に、一般に混合物として含有されることができ、この層は、LEDフリップチップの少なくとも1つの発光面に直接接触することができる。

10

【0029】

好適例では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を二層フォトルミネセンス構造として構成することができる。1つの好適例では、赤色発光デバイスが第1層及び第2層を具え、第1層はLEDチップに隣接した狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含むし、第2層は第1層上にあり、広帯域赤色蛍光体材料を含む。第1層はLEDフリップチップの少なくとも1つの発光面（表面）に直接接触することができ、第2層は第1層に直接接触することができる。

【0030】

本発明の好適例による蛍光体変換赤色LED（PC赤色LED）は、例えば、赤色LED、緑色LED、及び青色LEDを具えたRGB（赤色、緑色、青色）マルチLEDパッケージのような発光デバイス（照明デバイス）における赤色光源としての有用性を見出す。RGB発光デバイスは、色調整可能な光源において有用性を見出す。

20

【0031】

本発明の他の態様は、一般に、色調整可能なマルチLED（発光ダイオード）パッケージ（照明デバイス／発光デバイス）に関するものであり、このマルチLEDパッケージは、赤色～青色からの色の光、及び／または2200Kから6500Kまでの色温度を有する光を発生することができる。より具体的には、これらの好適例は、本明細書中に記載するもののようなPC赤色LEDを利用したマルチLEDパッケージに関するものであり、但しこれらのみではない。

【0032】

本発明の他の態様によれば、パッケージを具えた照明デバイスが考えられ、このパッケージは：第1LEDと；第2LEDと；第3LEDとを具え、第1LEDは、620nmから640nmまでのピーク発光波長を有する（即ち、赤色の）光を発生し、第2LEDは、500nmから565nmまでのピーク発光波長を有する（即ち、緑色の）光を発生し、第3LEDは、少なくとも1800KのCCT（Correlated Color Temperature：色温度）を有する光を発生し、第1LEDは、蛍光体変換LED及び狭帯域赤色蛍光体を具え、この蛍光体変換LEDは、400nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青紫色から青色の）光を発生するLEDチップを具えている。

30

【0033】

上記狭帯域赤色蛍光体は、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ のうちの少なくとも1つを含む。

40

【0034】

第1LEDは広帯域赤色蛍光体を更に含むことができる。

【0035】

第1LEDは少なくとも90%の色純度を有する光を発生することができる。

【0036】

上記の狭帯域赤色蛍光体及び広帯域赤色蛍光体は、単一の層内に含有されることができる。

【0037】

上記照明デバイスは第1層及び第2層を具えることができ、第1層は狭帯域赤色蛍光体

50

を含有し、第2層は広帯域赤色蛍光体を含有する。

【0038】

LEDチップはフリップチップを具えることができる。

【0039】

第2LEDは蛍光体変換LED及び緑色蛍光体を具えることができ、この蛍光体変換LEDは、400nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青紫色～青色の）光を発生する。

【0040】

上記照明デバイスは第4LEDを具えることができ、第4LEDは430nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青色の）光を発生する。

【0041】

第3LEDは、2000Kから5000KまでのCCTを有する光を発生することができ、LEDチップ及び緑色～赤色の蛍光体を具えることができ、このLEDチップは、400nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青紫色～青色の）光を発生する。

【0042】

上記デバイスが発生する光は、第1、第2、第3、及び第4LEDが発生する光の組合せを含み、上記デバイスが発生する光の色度は、第1、第2、第3、及び第4LEDへの電力を制御することによって調整可能であり、これにより、色度座標は、1800Kから6500KまでのCCTについて、80から98までのCRI（Color Rendering Index：演色評価数）について、黒体軌跡から0.003 Δuv 以内（の色偏差）である、とすることができる。本明細書では、光の「色度」、「光の色」、及び光の「色点」は、互換的に用いることがあり、CIE（Commission Internationale de l'éclairage：国際照明委員会）色度図上の色度座標によって表される光の色度／色を参照することができる。 Δuv （デルタuv）は、所与の色温度の光が黒体軌跡に近い度合いを定量化する計量である。知られているように、 Δuv は、試験光源と、黒体軌跡上の最寄りの点との間の、色度座標uvのユークリッド距離差であり、ANSI_NEMA_ANSI C78.377-2008：電気ランプについての米国標準規格－半導体照明製品の色度の仕様中に定義されている。 Δuv は、1976 CIE u, v色度図上にあり、黒体軌跡（黒体放射のプランク軌跡）から、所与のCCT（色温度）の光の色点までの、iso-CCT線（一定の色温度の線）に沿った距離の尺度である。正の Δuv 値は、色点が黒体軌跡の上方にあり（即ち、1931 CIE x, y色度図上で、CIE yが黒体軌跡のCIE y値よりも大きく）、黒体軌跡から黄色／緑色への色シフトがあることを示す。負の値は、色点が黒体軌跡の下方にあり（即ち、1931 CIE x, y色度図上で、CIE yが黒体軌跡のCIE y値よりも小さく）、黒体軌跡から桃（ピンク）色への色シフトがあることを示す。

【0043】

上記パッケージは、リードフレーム；ハウジング；及び一対の電極を具えることができ、ハウジングは第1凹部、第2凹部、第3凹部、及び第4凹部を有し、一対の電極は各凹部に接続され、各凹部は、第1、第2、第3、及び第4LEDのうちの少なくとも1つを含む。

【0044】

その代わりに、上記パッケージは、リードフレーム；ハウジング；及び共通カソード電極及びそれぞれのアノード電極を具えることができ、ハウジングは第1凹部、第2凹部、第3凹部、及び第4凹部を有し、共通カソード電極は各凹部に接続され、それぞれのアノード電極は各凹部に接続され、各凹部は、第1、第2、第3、及び第4LEDのうちの少なくとも1つを含む。

【0045】

他の好適例では、第3LEDが、5000Kから8000KまでのCCTを有する光を発生し、400nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青紫色～青色の）光を発生するLEDチップを具えている。

【0046】

10

20

30

40

50

他の態様によれば、発光デバイスが：異なるCIE色点を有する光を発生する4つのLEDを具えたパッケージを具え、このデバイスは、4つのLEDの相対的な光出力を制御することによって、1800Kから8000Kまでの異なるCCTの白色光を発生し、このデバイスが発生する白色光の色度は黒体軌跡に沿い、LEDの少なくとも1つは、55nm未満のFWHMを有する狭帯域赤色蛍光体を具えている。

【0047】

この狭帯域赤色蛍光体は、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ 狭帯域赤色蛍光体のうちの少なくとも1つを具えることができる。

【0048】

好適例では、第1LEDが、620nmから640nmまでのピーク発光波長を有する（即ち、赤色の）光を発生し；第2LEDが、500nmから565nmまでのピーク発光波長を有する（即ち、緑色の）光を発生し；第3LEDが、430nmから480nmまでの主波長を有する（即ち、青色の）光を発生し；第4LEDが、少なくとも1800KのCCTを有する光を発生する。

【0049】

追加的な態様によれば、本発明は直線状の照明装置を提供し、この照明装置は：細長い構造、及び基板上に実装された本明細書中に規定する照明デバイスを具えている。

【0050】

この基板はフレキシブル回路基板で構成することができる。

【0051】

本発明のこれら及び他の態様、及び特徴は、本発明の特定の実施形態を、添付した図面と共に検討すると、通常の当業者にとって明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】図1A及び1Bは、既知の調整可能な表面実装型マルチLEDパッケージの概略表現であり、図1Aは上面図を示し、図1BはA-A'で切断した側断面図を示す。

【図2】本発明の一実施形態による、パッケージ化単層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図3】本発明の一実施形態による、パッケージ化単層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図4】本発明の一実施形態による、パッケージ化二層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図5】本発明の一実施形態による、パッケージ化二層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図6】本発明の一実施形態による、CSP（チップスケールパッケージ化）二層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図7】本発明の一実施形態による、CSP（チップスケールパッケージ化）二層赤色発光デバイスの概略側断面図である。

【図8】所与の色度（色）の光の色純度及び主波長の計算値を例示するCIE1931色度図である。

【図9】図9A及び9Bは、測定したスペクトル、即ち波長(nm)に対する強度（任意単位）を、(i)広帯域赤色蛍光体を含有するパッケージ化赤色発光デバイスの比較例Com.1（太い実線）、(ii)狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含有するパッケージ化赤色発光デバイスの比較例Com.2（細い実線）、(iii)本発明の一実施形態によるパッケージ化単層赤色発光デバイスDev.1（破線）、及び(iv)本発明の一実施形態によるパッケージ化二層赤色発光デバイスDev.2（点線）について示す図であり—図9Aは、550nmから700nmまでの波長（即ち、緑色から赤色領域）の波長部分のスペクトルを示し、図9Bは、400nmから600nmまでの波長（即ち、青紫色から黄色）の波長部分のスペクトルを示す。図9Cは、(i)パッケージ化赤色発光デバイスの比較例Com.1（太い実線）、(ii)パッケージ化赤色発光デバイスの比較例Com.2（細い実線）、(iii)パッケージ化単層赤

10

20

30

40

50

色発光デバイスDev,1（破線）、及び(iv)パッケージ化二層赤色発光デバイスDev,2（点線）によって発生した光の色度（色）を例示するCIE1931色度図である。

【図10】図10Aは、本発明の一実施形態によるCSP（チップスケールパッケージ化）二層赤色発光デバイスを利用した色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略平面図である。図10Bは、図10Aの色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスが発生することができる光の全域を例示するCIE1931色度図である。

【図11】本発明の一実施形態によるCSP（チップスケールパッケージ化）二層赤色発光デバイスを利用した色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略平面図である。

【図12】本発明の一実施形態によるパッケージ化赤色発光デバイスを利用した色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略平面図である。

【図13】図13A～13Cは、本発明の一実施形態によるPC赤色LED、緑色LED、青色LED、及び白色LEDを具えた色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略表現であり、図13Aは上面図を示し、図13BはB-Bで切断した側断面図を示し、図13CはC-Cで切断した側断面図を示す。図13Dは、図13A～13Cの色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスが発生することができる光の全域を例示するCIE1931色度図である。

【図14】図14A～14Cは、本発明の一実施形態によるCSP PC赤色LED、CSP PC緑色LED、青色LEDフリップチップ、及びCSP白色LEDを具えた色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略表現であり、図14Aは上面図を示し、図14BはD-Dで切断した側断面図を示し、図14CはE-Eで切断した側断面図を示す。

【図15】図15Aは、本発明の一実施形態によるPC赤色LED、PC緑色LED、及び2つのPC冷白色（CW）LEDを具えた色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略上面図である。図15Bは、図15Aの色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスが発生することができる光の全域を例示するCIE1931色度図である。

【図16】本発明の一実施形態による色調整可能な直線状の発光デバイスの概略表現である。

【図17】図17A～17Cは、PC赤色LED（赤）、PC緑色LED（緑）、青色LED（青）、及び白色LED（白）を具えた色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）について測定した特性であり、図17Aは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した強度（任意単位）を、PC赤色LED（太い実線）、PC緑色LED（一点鎖線）、青色LED（点線）、及び白色LED（破線）について示し、図17Bは、PC赤色LED（正方形）、PC緑色LED（菱形）、白色LED（十字形）、ANSI CCT中心点（実線の円）デバイスの色域（実線）、及び黒体軌跡（破線）が発生する色度（色）を例示するCIE1931色度図であり、図17Cは、PC赤色LED、緑色LED、青色LED、及び白色LEDが発生する光の色純度の計算値を例示するCIE1931色度図である。

【図18】図18A～18Cは、2700Kから6500KまでのCCT、及び90のCRI Raで光を発生するように動作可能な、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）について測定した発光特性を示す図であり、図18Aは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した発光強度（任意単位）を、2700KのCCT（点線）、3000KのCCT（破線）、及び4000KのCCTについて示し、図18Bは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した発光強度（任意単位）を、5000KのCCT（点線）、5700KのCCT（破線）、及び6500KのCCTについて示し、図18Cは、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）が発生する光の色度（色）を、2700K、3000K、4000K、5000K、5700K、及び6500Kの公称CCTについて例示し、2700Kから6500KまでのCCTについての発光軌跡（実線）、黒体軌跡（破線）、及びマクアダム楕円（SCDM一等色標

10

20

30

40

50

準偏差)を例示するCIE1931色度図である。

【図19】2700K、3000K、4000K、5000K、及び6500Kの公称CCTを有する光を発生するように動作可能な、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス(パック1)が発生する色点、2700Kから6500KまでのCCTについての発光軌跡(実線)、黒体軌跡(破線)、及びマクアダム楕円を例示するCIE1931色度図である。

【図20】図20Aは、本発明の一実施形態による4キャビティ型LEDパッケージの概略表現であり、図20Bは、図20Aの4キャビティ型LEDパッケージリードフレームの概略表現である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

本発明の詳細な説明

パッケージ化PC赤色LED

実施形態では、広帯域赤色蛍光体及び狭帯域赤色フッ化物蛍光体の粒子を、単層及び／または同じ層内の混合物として与えることができる。こうしたデバイスは、1つのフォトルミネセンス層のみを具えているので、これらのデバイスは「単層」構造フォトルミネセンスデバイスと称される。

【0054】

他の実施形態では、広帯域赤色蛍光体及び狭帯域赤色フッ化物蛍光体を、それぞれの層内に含めることができ、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含有する層は、広帯域赤色蛍光体を含有する層よりもLEDチップに近接して配置される。こうしたデバイスは2つのフォトルミネセンス層を具えているので、これらのデバイスは「二層」フォトルミネセンスデバイスと称される。

【0055】

パッケージ化単層PC赤色LED

ここで、本発明の一実施形態によるパッケージ化単層赤色発光デバイス(PC赤色LED)210を、図2を参照しながら説明し、図2はデバイス210の概略側断面図を示す。発光デバイス210は、図示するように、例えば2835LEDパッケージのようなSMD(Surface Mounted Device:表面実装デバイス)を具えることができる。

【0056】

発光デバイス210はリードフレーム212を具え、リードフレーム212上にハウジング(パッケージ)214が成型されている。ハウジング214は、底部216及び側壁部分218A、218Bを具え、側壁部分218A、218Bは底部216の対向するエッジから上方に延びる。側壁部分218A、218Bの内面は、それぞれの垂直軸に対して内向きに、底部に向かって傾斜し、底部216の内面(床面)と共に、ピラミッドを逆さにした錐台または逆円錐形の錐台の形状のキャビティ(凹部)を規定する。

【0057】

リードフレーム212の複数部分が、横方向に、ハウジング214のエッジの外側まで延びて、パッケージの対向するエッジに沿ったそれぞれの電気端子222、224を形成し、各LEDチップのアノード(A)及びカソード(C)への電力を可能にする。

【0058】

キャビティ220は、1つ以上のInGaN系LEDチップ(青紫色～青色LEDチップ)を包含し、これらのLEDチップは、キャビティ220の床面(底部の内面)上に実装されている。図示するように、LEDチップ226は、ボンドワイヤ228によってリードフレーム212に電気接続することができる。デバイス210は、3つのInGaN系LEDチップを具えることができ、100mA、9Vの定格駆動条件を有することができる。

【0059】

キャビティ220は赤色発光フォトルミネセンス材料230を充填され、赤色発光フォトルミネセンス材料230は単層フォトルミネセンス構造を構成する。フォトルミネセンス材料層230は、シリコン材料のような透光性(透明)封止材を含むことができ、この

10

20

30

40

50

透光性封止材中に赤色発光フォトルミネセンス材料 230 が分散する。

【0060】

本発明によれば、赤色フォトルミネセンス材料 230 は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率よりも高い吸収効率を有する例えば広帯域赤色蛍光体のような赤色蛍光体との組合せを含む。適切な狭帯域赤色蛍光体及び広帯域赤色蛍光体の詳細は、以下に挙げる。フォトルミネセンス層 230 は、例えば光散乱粒子または光拡散材料のような、フォトルミネセンス（蛍光体）材料以外の材料を含有することができる。

【0061】

単層デバイス 210 は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体との混合物を含有する硬化性の透光性液体材料、例えばシリコンを分散させて、キャビティ 220 に充填することによって製造することができる。

【0062】

図 3 を参照すれば、本発明の他の実施形態により形成されたパッケージ化単層赤色発光デバイス 310 が図示されている。本実施形態は、LED チップ 326 が LED フリップチップを具える点だけが図 2 と異なる。

【0063】

パッケージ化二層 PC 赤色 LED

ここで、本発明の一実施形態によるパッケージ化二層赤色発光デバイス（PC 赤色 LED）410 を、図 4 を参照しながら説明し、図 4 はデバイス 410 の概略断面図を示す。

【0064】

本実施形態は、フォトルミネセンス材料層 430 が、第 1 フォトルミネセンス層 430 A 及び第 2 フォトルミネセンス層 430 B を具えた二層フォトルミネセンス構造によって構成される点が、図 2 の単層デバイス 210 と異なる。第 1 フォトルミネセンス層 430 A は、第 2 フォトルミネセンス層 430 B よりも LED チップ 426 に近接し、即ち、第 1 フォトルミネセンス層 430 A は LED チップ 426 に近接する（即ち、近接層である）のに対し、第 2 フォトルミネセンス材料層 430 B は LED チップ 426 の遠位にある（即ち、遠位層である）。

【0065】

フォトルミネセンス（蛍光体）材料の観点からは、第 1 フォトルミネセンス層 430 A は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体のみを、あるいは実質的に（少なくとも 90 重量%の）狭帯域赤色フッ化物蛍光体のみを含有する。より具体的には、実施形態では、第 1 フォトルミネセンス層 430 A は、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ （KSF）のみを含有し、他のフォトルミネセンス材料は含有しない。しかし、光拡散（散乱）材料のような他の材料を、第 1 フォトルミネセンス層 430 A 中に添加することができ、但し他の材料の量は一般に狭帯域赤色フッ化物蛍光体の 30 重量%に過ぎない。更に、本実施形態では、第 1 フォトルミネセンス層 430 A を、ジメチルシリコン中に分散した $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ によって構成することができる。第 1 フォトルミネセンス層 430 A は、LED チップ 426 に直に隣接し、図 4 に示すように LED チップ 426 に直接接触することができる。第 1 フォトルミネセンス層 430 A と LED チップ 426 との間には、他のフォトルミネセンス材料またはフォトルミネセンス材料含有層は存在しない。

【0066】

第 2 フォトルミネセンス層 430 B は、広帯域赤色蛍光体を含有し、第 1 フォトルミネセンス層 430 A の上に分散している。

【0067】

例えば図 2 に示すような単層のデバイス 210 と比べると、単層発光デバイスでは、混合物を含む、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体とが、励起光、例えば青色励起光で同等に露光される、というのは、各々が LED チップに対して同じ位置（層内）に配置されているからである。狭帯域赤色フッ化物蛍光体は、広帯域赤色蛍光体よりもずっと低い青色の吸収効率を有するので、十分な青色光を、狭帯域赤色フッ化物蛍光体に起因

10

20

30

40

50

させる必要のある赤色発光に変換するためには、より大量の狭帯域赤色フッ化物蛍光体が必要になる。これとは対照的に、二層発光デバイス410では、分離した個別の層430A内の狭帯域赤色フッ化物蛍光体が青色励起光で個別に露光され；従って、青色LEDチップ426からの青色励起光のより大きな割合を、狭帯域赤色蛍光体が吸収することができ、残りの青色励起光は、広帯域赤色蛍光体を含有するフォトルミネセンス層430Bを貫通することができる。二層フォトルミネセンス構造では、第1フォトルミネセンス層430Aが、青色励起光を狭帯域の赤色光により効果的に変換することができ、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の量／使用量を、単層のフォトルミネセンス構成（図2）に比べて大幅に（約40%まで）低減することができることが有利である。二層フォトルミネセンス構造の追加的な利点は、第2フォトルミネセンス層430Bが第1フォトルミネセンス層430Aを完全に覆っているので、このことが、第1フォトルミネセンス層430A中に含有される狭帯域赤色フッ化物蛍光体を、周囲環境中の水／水分との直接の接触から効果的に隔離する、ということにある。こうした二層構造は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の水分に対する貧弱な信頼性に応えるための効果的な解決策を提供する。

10

【0068】

図5を参照すれば、本発明の他の実施形態により形成されたパッケージ化二層発光デバイス510が図示されている。本実施形態は、LEDチップ526がLEDフリップチップを具えている点のみが図4と異なる。

【0069】

CSP（チップスケールパッケージ化）PC赤色LED

20

以上の実施形態はパッケージ化PC赤色LEDデバイスに関して説明してきたが、本発明の実施形態は、チップスケールパッケージ化発光デバイスに有用性を見出す。本明細書では、CSP構成がチップスケール（チップ規模）のパッケージ化構成であり、リードフレームを含まない。CSP構成では、LEDチップがパッケージの集積構成部品を具えることができる。例えば、材料の1つ以上の層をフリップチップの表面に直接付加して、パッケージ化デバイスを形成することができる。CSP構成の特定の利点は、パッケージ化デバイスの小型のサイズであり、このサイズはチップサイズと同程度である。

【0070】

図6に、本発明の実施形態によるCSP二層赤色発光デバイス610の側面図を示す。本実施形態では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含有する第1フォトルミネセンス層630Aが、均一な厚さの層として、LEDフリップチップ626の少なくとも主発光面（図示する上面）上に直接付加されて、この面を覆う。広帯域赤色蛍光体を含有する第2フォトルミネセンス材料層630Bは、均一な厚さの層として、第1フォトルミネセンス層630A上に付加または堆積（製造）されて、この層を覆う。図示するように、デバイス610は、LEDチップの4つの側面を覆う光反射層632、例えば白色シリコンまたはエポキシを更に具えて、これらの側面からの励起光の発光を防止することができる。他の実施形態では、光反射層が第1及び第2フォトルミネセンス層のエッジを覆って、これらのエッジからの励起光の発光を防止することができる。

30

【0071】

図7に、本発明の実施形態によるCSP二層赤色発光デバイス710の側面図を示す。本実施形態では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含有する第1フォトルミネセンス層730Aが、均一な厚さの層として、LEDフリップチップ726の少なくとも主発光面（図示する上面）及び4つの発光側面上に直接付加または堆積（製造）されて、これらの面を覆う。広帯域赤色蛍光体を含有する第2フォトルミネセンス層730Bは、均一な厚さの層として、第1フォトルミネセンス層730Aの上面及び側面上に付加または堆積（製造）されて、これらの面を覆う。第1及び第2フォトルミネセンス層730A、730Bは、コンフォーマルコーティングの形態にすることができる。

40

【0072】

狭帯域赤色フッ化物蛍光体

本明細書では、狭帯域赤色蛍光体とは、励起光による刺激に応答して、約5nmから約

50

20 nmまでの半値全幅（FWHM）発光強度を有する赤色光を発生するフォトルミネセンス材料を参照する。本明細書中に説明するように、狭帯域赤色蛍光体は、約631～632 nmのピーク発光波長を有するマンガン活性化ケイフッ化（六フッ化ケイ酸）カリウム蛍光体（KSF）- $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ （KSF）のようなマンガン活性化フッ化物狭帯域赤色蛍光体を含むことができる。他のマンガン活性化フッ化物狭帯域赤色蛍光体は、マンガン活性化六フッ化ゲルマニウム酸カリウム蛍光体（KGF）- $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 及びマンガン活性化六フッ化チタン酸カリウム蛍光体（KTF）- $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ を含むことができる。

【0073】

広帯域赤色蛍光体

本明細書では、広帯域赤色蛍光体とは、励起光による刺激に応答して、約50 nmから約120 nmまでの半値全幅（FWHM）発光強度を有する赤色光を発生するフォトルミネセンス材料を参照する。上述したように、広帯域赤色蛍光体は希土類活性化広帯域赤色蛍光体を含むことができ、この希土類活性化広帯域赤色蛍光体、青色光によって励起可能であり、この励起に応答して約620 nmから約640 nmまでの範囲内の、即ち、可視スペクトルの赤色領域内のピーク発光波長 λ_p を有する光を発光する。希土類活性化赤色フォトルミネセンス材料は、例えば、ユーロピウム活性化窒化シリコン系蛍光体、IIA／IIB族硫セレン化系蛍光体、またはケイ酸塩（シリケート）系蛍光体を含むことができる。広帯域赤色蛍光体の例を表1に挙げる。

【0074】

一部の実施形態では、ユーロピウム活性化窒化シリコン系蛍光体は、一般式 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ （1：1：1：3窒化物）カルシウムアルミニウム窒化シリコン蛍光体（CASN：Calcium Aluminum Silicon Nitride）を含む。CASN蛍光体は、ストロンチウム（Sr）のような他の元素でドーピングして、一般式 $(\text{Sr,Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ とすることができる。

【0075】

その代わりに、希土類活性化赤色蛍光体は、一般組成 $(\text{Sr,Ba})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ （2：5：8窒化物）の窒化物系蛍光体を含むことができる。

【0076】

希土類活性化赤色蛍光体は、IIA／IIB族硫セレン化系蛍光体を含むこともできる。IIA／IIB族硫セレン化系蛍光体材料の第1例は、組成 $\text{MSe}_{1-x}\text{S}_x\text{Eu}$ を有し、ここにMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnのうちの少なくとも1つであり、 $0 < x < 1.0$ である。この蛍光体材料の特定例はCSS蛍光体（ $\text{CaSe}_{1-x}\text{S}_x:\text{Eu}$ ）である。CSS蛍光体の発光波長は、組成中のS/Se比を変化させることによって600 nmから650 nmまでに調整することができる。

【0077】

一部の好適例では、希土類活性化赤色蛍光体が、一般組成 $(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)_y\text{Eu}_z\text{SiO}_5$ の一般組成のケイ酸塩系を含むことができ、ここに $0 < x \leq 0.5$ 、 $2.6 \leq y \leq 3.5$ 、 $0.001 \leq z \leq 0.5$ であり、Mは、Ba、Mg、Ca、及びZnから成るグループから選択した1つ以上の二価金属である。

【0078】

10

20

30

40

50

【表 1】

表1 広帯域赤色蛍光体の例			
蛍光体	一般組成		波長 λ_p (nm)
CASN (1:1:1:3)	$(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{AlSiN}_3\cdot\text{Eu}$	$0.5 < x \leq 1$	600 - 650
2:5:8 窒化物	$\text{Ba}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Si}_5\text{N}_8\cdot\text{Eu}$	$0 \leq x \leq 2$	580 - 650
II A/ II B族 硫セレン化物	$\text{MSe}_{1-x}\text{S}_x\cdot\text{Eu}$	$\text{M}=\text{Mg, Ca, Sr, Ba, Zn}$ $0 < x < 1.0$	600 - 650
CSS	$\text{CaSe}_{1-x}\text{S}_x\cdot\text{Eu}$	$0 < x < 1.0$	600 - 650
ケイ酸塩	$(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)_y\text{Eu}_2\text{SiO}_5$	$\text{M}=\text{Ba, Mg, Ca, Zn}$ $0 < x \leq 0.5, 2.6 \leq y \leq 3.3, 0.001 \leq z \leq 0.5$	565 - 650

10

【0079】

色純度及び主波長

色純度、または彩度は、所与の色（色度）の光の色調が、主波長 λ_d の光に相当するスペクトルの色（単色）に近い度合いの尺度を提供する。色純度は0%から100%の値を有することができる。図8は、所与の色度（色）の光の色純度及び主波長を計算する方法を例示するCIE 1931色度図である。

20

【0080】

図8を参照すれば、所与の色の光の色点（色度）が十字形834によって色度図上に示され、「白色標準発光体」が点836で示されている。本明細書中に用いる「白色標準発光体」は、等エネルギー（平坦なスペクトル）であり、色空間座標CIE(1/3, 1/3)を有する。色度の色点834と836とを接続する直線838（破線）は、CIE色空間の外側曲線境界（周囲）と2点で交差する。所与の色CIE(x, y)834に近い方の交点840は、この交差点における純（ピュア）スペクトル（単色）の色の波長としての、この色の主波長 λ_d に相当する。色空間内の反対側の交点842は、補色主波長 λ_c に相当し、補色主波長 λ_c は、所与の色に適正な比率で加算すると、白色標準発光体の色を生じさせる。

30

【0081】

色度図の外側曲線境界は、波長をナノメートル(nm)単位で示す数値を付けた単色（スペクトル）軌跡である。単色光（即ち、スペクトル軌跡上にあるもの）の色純度は100であるのに対し、「白色標準発光体」の光834の色純度は0である。色度図上にプロットした色度座標CIE(x, y)の光の色純度は、「白色標準発光体」836から主波長 λ_d に相当する交点840までの距離に対する、「白色標準発光体」836から色点834までの距離の比率である。

【0082】

実験用テストデータ

本明細書では、以下の用語体系を用いてPC赤色発光デバイスを表し：Com.#は、単一の赤色蛍光体（即ち、広帯域赤色蛍光体または狭帯域赤色フッ化物蛍光体）を具えた比較用のPC赤色発光デバイスを表し、Dev.#は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体との組合せを具えた本発明による発光デバイスを表す。

【0083】

比較用PC赤色発光デバイス（Com.#）及び本発明によるPC赤色発光デバイス（Dev.#）は、直列接続された4つの青色LEDチップを含むSMD2835パッケージ化デバイスで構成される。各デバイスは公称値1.2Wである（定格駆動条件は100mA、及び12Vの順方向駆動電圧 V_f である）。

50

【0084】

テストデバイス中に用いた赤色蛍光体は、 KSF ($\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$) 狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び CASN ($\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$) 広帯域赤色蛍光体である。

【0085】

比較用デバイスについては、Com.#の赤色蛍光体 (KSF または CASN) がフェニルシリコン中に含まれ、2835パッケージ内に分注された混合物がLEDのキャビティを満たす。

【0086】

単層デバイス (Dev.1) については： KSF と CASN との混合物の蛍光体はフェニルシリコン中に含まれ、2835パッケージ内に分注されてLEDのキャビティを満たす。

【0087】

二層デバイス (Dev.2) については： KSF 蛍光体がフェニルシリコン中に含まれ、2835パッケージ内に分注されてLEDのキャビティを部分的に充たす。 KSF 蛍光体層はオープン内で硬化させる。 CASN 蛍光体は、フェニルシリコンと混合し、次に KSF 上に分注してLEDのキャビティを完全に充たし、次にオープン内で硬化させる。

【0088】

光学性能

試験方法は、積分球内でPC赤色発光デバイスの全発光を測定するステップを含む。

【0089】

表2は、比較用デバイスCom.1とCom.2、及び本発明によるデバイスDev.1とDev.2の組成を一覧表にしたものである。 CASN 630、 CASN 650、及び CASN 655は、それぞれ630nm、650nm、及び655nmのピーク発光波長を有する CASN 蛍光体を示す。表2中の重量%値は、蛍光体総重量の重量%である。表2中の重量値は、比較用PC赤色LED Com.2中の KSF 蛍光体重量に対して正規化した KSF 蛍光体の重量である。

【0090】

表2からわかるように、蛍光体組成に関しては：Com.1は、100重量%の CASN 630を含む単層蛍光体構造を具え；Com.2は、100重量%の KSF を含む単層蛍光体構造を具え；Dev.1は、67重量%の KSF と33重量%の CASN 650との組合せを含有する単層蛍光体構造を具え；Dev.2は、61重量%の KSF を含む第1蛍光体層と、39重量%の CASN 655を含む第2蛍光体層とを有する二層蛍光体構造を具えている。

【0091】

【表2】

表2 単層比較用デバイス (Com. 1, Com. 2)、単層デバイス (Dev. 1)、 及び二層デバイス (Dev. 2) の蛍光体組成					
デバイス	第1蛍光体層				第2蛍光体層
	KSF		CASN 630 重量%	CASN 650 重量%	CASN 655 重量%
	重量%	重量			
Com.1	-	-	100	-	-
Com.2	100	100	-	-	-
Dev.1	67	66	-	33	-
Dev.2	61	60	-	-	39

10

20

30

40

50

【0092】

表3は、PC赤色発光デバイス(PC赤色LED) Com.1、Com.2、Dev.1、及びDev.2の測定した光学性能を一覧表にしたものである。図9A及び9Bは、(i)広帯域赤色蛍光体を含む比較用パッケージ化赤色発光デバイスCom.1(太い実線)、(ii)狭帯域赤色フッ化物蛍光体を含む比較用パッケージ化赤色発光デバイスCom.2(細い実線)、(iii)本発明の一実施形態によるパッケージ化単層赤色発光デバイスDev.1(破線)、及び(iv)本発明の一実施形態によるパッケージ化二層赤色発光デバイスDev.2について測定したスペクトル、即ち強度(任意単位)対波長(nm)である。図9Aは、波長550nmから700nm(即ち、緑色～赤色領域)におけるスペクトルの波長部分を示す。図9Bは、波長400nmから600nm(即ち、青紫色～黄色)におけるスペクトルの波長部分を示し、「青色光通過」を例示する。図9Cは、(i)比較用パッケージ化赤色発光デバイスCom.1(実線の円)、(ii)比較用パッケージ化赤色発光デバイスCom.2(十字形)、(iii)パッケージ化単層赤色発光デバイスDev.1(実線の三角形)、(iv)パッケージ化二層赤色発光デバイスDev.2(実線の菱形)、黒体軌跡(破線)、及び色度全域の境界(実線)によって発生した光の色度(色)を例示するCIE 1931色度図である。

10

【0093】

【表3】

表3 比較用PC赤色LED(Com. 1, Com. 2)、単層PC赤色LED(Dev. 1)、 及び二層PC赤色LED(Dev. 2)の光学性能									
デバイス	光束 (lm)	効率 (lm/W)	明度 (%)	λ_d (nm)	λ_p (nm)	FWHM (nm)	純度 (%)	CIE	
								x	Y
Com.1	7.29	10.0	100	620.3	638.8	67.1	99.7	0.6912	0.3078
Com.2	13.89	11.5	190	626.6	632.6	7.25	87.3	0.6565	0.3011
Dev.1	14.89	12.3	204	619.4	632.6	27.3	94.2	0.6696	0.3109
Dev.2	17.72	14.5	243	621.1	632.4	7.49	97.7	0.6853	0.3068

20

30

【0094】

表3からわかるように、広帯域赤色蛍光体(CASN 630)のみを含む比較用デバイスCom.1は、639nmのピーク発光波長 λ_p で729lm(100%)の光束及び10.0lm/Wの発光効率、67nmのFWHM、620nmの主波長 λ_d 、及び99.7%の色純度を有する赤色光を発生する。これと比較して、狭帯域赤色フッ化物蛍光体(KSF)のみを含む比較用デバイスCom.2は、633nmのピーク発光波長 λ_p で増加した13.89lm(190%)の光束及び11.5lm/Wの発光効率、7nmのFWHM、627nmの主波長、及び87.3%の色純度を有する赤色光を発生する。なお、予期され得るように、狭帯域赤色フッ化物蛍光体(Com.2)の使用は、広帯域赤色蛍光体(Com.1)の使用に比べて、ルーメン出力/効率の大幅な(90%)増加、FWHMの(67nmから7nmへの)低減、及び色純度の減少(99.7%と比べると87.3%)を生じさせる。

40

【0095】

なお、図9Bを参照すれば、Com.1については、青紫色/青色光(400～500nm)の痕跡が最終的な発光スペクトル(太い実線)中に存在せず、LEDが発生する青色光の全部が赤色光に変換されることを示し、即ち、Com.1のデバイスの発光生成光中に「

50

青色光通過」の痕跡は存在しない。これとは対照的に、Com.2については、発光スペクトル（細い実線）が、明らかなピーク944（ λ_p 約435nm）を、スペクトルの青紫色／青色領域内に有し、ピーク944は、LEDが発生して変換されない青色光、いわゆる「青色光通過」に起因する。Com.2が生成する赤色光の色純度の、Com.1に比べた大きな低下（99.7%に比べると87.3%）は、無変換の青色光944に起因し、無変換の青色光944は、光の色度CIE xを減少させて、光の色度（色点834－図8）を色度図の曲線境界から更に遠くへ移動させ、これにより色純度を低減する。バインダ（シリコン）に対する狭帯域赤色フッ化物蛍光体（KSF）の付加重量を70%から80%に増加させても、Com.2が発生する光の色純度は95%の値までしか増加しない。従って、KSF使用量のみ的大幅な増加は、デバイスの光の性能／純度的大幅な増加をもたらすことなしに、製造のコストを大幅に増加させる。従って、狭帯域赤色フッ化物蛍光体（例えば、マンガン活性化フッ化物狭帯域赤色蛍光体）と、例えば広帯域赤色蛍光体のようにより高い吸収効率を有する赤色蛍光体との組合せは有利である。

10

20

30

40

50

【0096】

表3からわかるように、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体（CASN 650）との組合せを含有する単層デバイスDev.1は、633nmのピーク発光波長 λ_p で14.89lm（204%）及び12.3lm/Wの発光効率、27nmのFWHM、619nmの主波長、及び色純度94.2%を有する赤色光を発生する。図9Bを参照すれば、Dev.1は、スペクトルの青紫色／青色領域内でピーク946（ λ_p 約445nm）を有し、ピーク946は無変換の青色光、「青色光通過」に起因するが、ピーク946の強度は、Com.2のピーク944に比べればずっと小さい（約半分である）。Dev.1が生成する赤色光の、Com.2に比べた色純度の増加（87.3%に比べると94.2%）は、最終的な発光生成光中の無変換の青色光の低減に起因する。図9Cに示すように、無変換の青色光の低減は、Dev.1が発生する光の色度CIE xの値（934a－実線の三角形）を、Com.2（十字形）に比べて増加させ、光の色度点を、色度図の色度全域の境界の曲線（実線）に向けて移動させ、これにより色純度を増加させる。Dev.1が生成する光の色純度の、Com.2に比べた増加は、広帯域赤色蛍光体を含めたことに起因し、広帯域赤色蛍光体は、最終的な発光生成光中の無変換の青色光946の強度を低減する。表2からわかるように、広帯域赤色蛍光体を含めることは、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量（重量）も低減する（Com.2に比べると34%の重量低減）。

【0097】

表3からわかるように、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体（CASN 650）との組合せを含有する二層デバイスDev.2は、633nmのピーク発光波長 λ_p で17.72lm（243%）の光束及び14.5lm/Wの発光効率、7.49nmのFWHM、621nmの主波長 λ_d 、及び97.7%の色純度を有する赤色光を発生する。なお、図9Bを参照すれば、Dev.2は、スペクトルの青紫色／青色領域内にピーク948（ λ_p 約445nm）を有し、ピーク948は無変換の青色光－「青色光通過」－に起因するが、ピーク948は広がっており、かつ、Com.2のピーク944の強度に比べてずっと小さい（約4分の1の）強度である。二層デバイスDev.2が生成する赤色光の色純度の、単層デバイスDev.1に比べた増加（94.2%に比べると97.7%）は、最終的な発光生成光中の無変換の青色光948の低減に起因する。図9Cに示すように、無変換の青色光の低減は、Dev.2が発生する光の色度CIE xの値（934b－菱形）を、Dev.1（934a－三角形）に比べて増加させて、光の色度点934bを、色度図の色度全域の境界の曲線（実線）に向けて移動させ、これにより色純度を増加させる。「青色光通過」の減少は、二層フォトルミネセンス構造に起因し、二層フォトルミネセンス構造では、狭帯域赤色フッ化物蛍光体が、LEDチップに隣接した別個の層に提供されている。こうした構成は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の吸収効率を効果的に増加させる、というのは、単層フォトルミネセンス構造の場合のように、狭帯域赤色フッ化物蛍光体が広帯域赤色蛍光体と青色の光子を奪い合わないからである。更に、表3からわかるように、色純度及び強度／発光効率を増加させる（204%に比べると243%）と共に、二層フォトルミネ

センス構造は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量（重量）を低減することができる（Com.2に比べると40%の重量低減）。

【0098】

要約すれば、狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体との組合せを含む、本発明の実施形態による赤色発光デバイスは、多数の利点を提供することができる。これらの利点は：(1)狭帯域赤色フッ化物蛍光体の使用量の大幅な低減（約40%）、(2)「青色光通過」の大幅な低減、更には解消、このことはデバイスが発生する赤色光の色純度の増加をもたらす、(3)デバイスの光強度／発光効率の大幅な増加、及び(4)広帯域赤色蛍光体のみを利用するPC赤色LEDと同程度の色純度、あるいは狭帯域赤色蛍光体のみを利用するPC赤色LEDの色純度を上回る色純度、を含み、但しこれらに限定されない。

10

【0099】

色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス

本発明の実施形態による蛍光体変換赤色LED（PC赤色LED）は、例えば、赤色LED、緑色LED、及び青色LEDを具えたRGB（赤色、緑色、青色）マルチLEDパッケージ化発光デバイスのような発光デバイスにおける赤色光源としての有用性を見出す。本明細書中に説明するように、PC赤色LEDは、単層または二層のフォトルミネセンス構造を有するパッケージ化デバイスまたはCSP（チップスケールパッケージ化）デバイスで構成することができる。緑色LEDは、青紫色～青色のLEDチップを覆う緑色フォトルミネセンス材料（蛍光体）を具えた単層フォトルミネセンス構造を有するパッケージ化またはCSP（チップスケールパッケージ化）蛍光体変換LED（PC緑色LED）で構成することができる。緑色蛍光体は、例えば、緑色ケイ酸塩蛍光体（ $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ ）、 β -SiAlON蛍光体、または緑色発光YAG（Yttrium Aluminum Garnet：イットリウム・アルミニウム・ガーネット）蛍光体（ $(\text{Y}, \text{Ba})_{1-x}(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_x$ ）を含むことができる。その代わりに、緑色LEDは、直接発光緑色LEDチップ（例えば、InGaN系LEDチップ）を具えることができる。青色LEDは、一般にInGaN系LEDチップまたはフリップチップを具えている。

20

【0100】

図10Aに、赤色発光デバイス（PC赤色LED）を利用した色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス1050の概略平面図を示す。発光デバイス1050はパッケージ（例えばSMD）1014を具え、パッケージ1014は、リードフレーム、及び（例えば、図示するような円形の）単一のキャビティ（凹部）1020を規定するハウジング1052を具え、キャビティ1020は、PC赤色LED1010、緑色LED1054、及び青色LED1056を包含する。PC赤色LED1010は、例えば図6または図7のCSPデバイスのような単層または二層のCSP（チップスケールパッケージ化）赤色発光デバイスのような本発明の実施形態によるPC赤色LEDで構成することができる。緑色LEDは、LEDフリップチップを覆う広帯域緑色蛍光体を具えたCSP PC緑色LEDで構成することができる。緑色LED1054はCSP PC緑色LEDで構成することができ、CSP PC緑色LEDは、LEDフリップチップを覆う広帯域緑色蛍光体を具えることができる。緑色蛍光体は、500nmから565nmまでのピーク発光波長を有する光を発生する。その代わりに、緑色LEDは、直接発光緑色LEDチップ（例えば、InGaN系LEDチップ）を具えることができる。青色LED1056は、一般にInGaN系LEDチップを具え、430nmから480nmまでの主波長を有する光を発生する。キャビティ1020に光透過性媒体（例えばシリコン）を充填して、赤色LED1010、緑色LED1054、及び青色LED1056に環境保護をもたらすことができる。図示するように、パッケージ1014は、一般に、それぞれのアノード及びカソード電気端子1022、1024を具えて、赤色（R）、緑色（B）、及び青色LED1010、1054、1056の各々のアノード及びカソードに、電力を個別に供給することを可能にする。

30

40

【0101】

50

発光デバイス１０５０は、青色から赤色までの色の光、並びに異なる色温度の光を発生することができる。図１０ＢはＣＩＥ １９３１色度図であり、発光デバイス１０５０が発生することができる光の全域（色／色温度）を示す。このＣＩＥ色度図は、ＰＣ赤色ＬＥＤが発生する赤色光の色度（色点）１０５７Ｒ、ＰＣ緑色ＬＥＤが発生する緑色光の色度（色点）１０５７Ｇ、及び青色ＬＥＤが発生する青色光の色度（色点）１０５７Ｂを示す。点１０５８Ｒ、１０５７Ｇ、及び１０５７Ｂを接続する直線１０５８は、発光デバイス１０５０が発生することができる光の色度（色）／色温度の全域を表す三角形を規定し—即ち、デバイスは、この三角形内の、あるいは境界上にある任意の色／色温度の光を発生することができる。色度図から気が付くように、デバイス１０５０は、黒体軌跡（破線）上にある色温度、及びこの三角形内または三角形の境界上にあるＡＮＳＩ ＣＣＴ（American National Standards Institute Correlated Color Temperature：米国規格境界色温度）中心点に相当する色温度の光を発生することができる。

10

【０１０２】

図１１に、赤色発光デバイス（ＰＣ赤色ＬＥＤ）を利用した色調整可能なマルチＬＥＤパッケージ発光デバイス１１５０の概略平面図を示す。発光デバイス１１５０は、３つのキャビティ１１２０ａ、１１２０ｂ、１１２０ｃを有するパッケージ１１１４を具え、これらのキャビティは、それぞれが蛍光体変換赤色ＬＥＤ１１１０、緑色ＬＥＤ１１５４、及び青色ＬＥＤ１１５６を包含する。図示するように、ＰＣ赤色ＬＥＤ１１１０は、例えば図６または図７のＣＳＰデバイスのような、単層または二層のＣＳＰ（チップスケールパッケージ化）赤色発光デバイスのような、本発明の実施形態によるＰＣ赤色ＬＥＤで構成することができる。緑色ＬＥＤ１１５４は、ＣＳＰ ＰＣ緑色ＬＥＤまたは直接発光緑色ＬＥＤ（例えば、ＩｎＧａＮ系ＬＥＤチップ）で構成することができる。青色ＬＥＤ１１５６は、一般にＩｎＧａＮ系ＬＥＤチップを具え、４３０ｎｍから４８０ｎｍまでの主波長を有する光を発生する。各キャビティ１１２０ａ、１１２０ｂ、１１２０ｃに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、赤色ＬＥＤ１１１０、緑色ＬＥＤ１１５４、及び青色ＬＥＤ１１５６に環境保護をもたらすことができる。図示するように、パッケージ１１１４は、一般に、それぞれのアノード電気端子１１２２Ｒ、１１２２Ｇ、１１２２Ｂ、及びカソード電気端子１１２４Ｒ、１１２４Ｇ、１１２４Ｂを具えて、赤色（Ｒ）ＬＥＤ１１１０、緑色（Ｇ）ＬＥＤ１１５４、青色（Ｂ）ＬＥＤ１１５６の各々のアノード及びカソードに独立して電力を供給することを可能にする。図１０の発光デバイス１０５０のように、発光デバイス１１５０は、青色～赤色の色の光、及び異なる色温度の光を発生することができる—即ち、色度図（図１０Ｂ）上の上記三角形内または上記三角形の境界上にある色温度の光を発生することができる。

20

30

【０１０３】

図１２に、赤色発光デバイス（ＰＣ赤色ＬＥＤ）を利用した色調整可能なマルチＬＥＤパッケージ発光デバイス１２５０の概略平面図を示す。発光デバイス１２５０は、３つのキャビティ１２２０ａ、１２２０ｂ、１２２０ｃを有するパッケージ１２１４を具え、これらのキャビティは、それぞれがＰＣ赤色ＬＥＤ１２１０、緑色ＬＥＤ１２５４、及び青色ＬＥＤチップ１２５６を包含する。図示するように、蛍光体変換赤色ＬＥＤ１２１０は、例えば図２～５のパッケージ化デバイスのような、単層または二層の発光デバイスのような、本発明の実施形態によるＰＣ赤色ＬＥＤを具えることができ、キャビティ１２２０ａは狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体を充填されている。図示するように、緑色ＬＥＤ１２５４は、例えば、キャビティ１２２０ｂに緑色蛍光体が充填されたパッケージ化デバイスのようなＰＣ緑色ＬＥＤで構成することができる。青色ＬＥＤは、一般にＩｎＧａＮ系ＬＥＤチップを具え、４３０ｎｍから４８０ｎｍまでの主波長を有する光を発生する。キャビティ１２２０ｃに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、青色ＬＥＤ１２５６に環境保護をもたらすことができる。図示するように、パッケージ１２１４は、一般に、それぞれのアノード電気端子１２２２Ｒ、１２２２Ｇ、１２２２Ｂ及びカソード電気端子１２２４Ｒ、１２２４Ｇ、１２２４Ｂを具えて、赤色（Ｒ）ＬＥＤ１２１０、緑色（Ｇ）ＬＥＤ１２５４、青色（Ｂ）ＬＥＤ１２５６の各々のアノード及びカソードに

40

50

電力を独立して供給することを可能にする。図10の発光デバイス1050のように、発光デバイス1250は、青色～赤色の色の光、並びに異なる色温度の光を発生することができる。即ち、色度図（図10B）上の上記三角形内または上記三角形の境界上にある色温度の光を発生することができる。

【0104】

図13A～13Cは、本発明の一実施形態による、PC赤色LED、緑色LED、青色LED、及び白色LEDを具えた色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略表現であり、図13Aは上面図を示し、図13BはB-Bで切断した側断面図を示し、図13CはC-Cで切断した側断面図を示す。発光デバイス1350はパッケージ1314を具え、パッケージ1314は、リードフレーム1312、及びリードフレーム上に成型されたハウジング1352を具えている。ハウジング1352は、第1キャビティ1320a、第2キャビティ1320b、第3キャビティ1320c、及び第4キャビティ1320dを具え、これらのキャビティは、それぞれ、蛍光体変換赤色LED1310、緑色LED1354、青色LED1356、及び白色LED1359を包含する。図示するように、パッケージ1314は、第1キャビティ1320aに接続された第1対のアノード及びカソード電気端子1322aR、1324aR、第2キャビティ1320bに接続された第2対のアノード及びカソード電気端子1322bG、1324bG、第3キャビティ1320cに接続された第3対のアノード及びカソード電気端子1322cB、1324cB、及び第4キャビティ1320dに接続された第4対のアノード及びカソード電気端子1322dW、1324dWを具えて、赤色（R）LED1310、緑色（G）LED1354、青色（B）LED1356、及び白色（W）LED1359に独立して電力を供給することを可能にする。

10

20

【0105】

図示するように、蛍光体変換赤色LED1310は、例えば図2～5のパッケージ化デバイスのような、単層または二層の発光デバイスのような、本発明の実施形態によるPC赤色LED1310を具えることができ、PC赤色LED1310では、第1キャビティ1320aが青紫色～青色LEDチップ1326を包含し、第1キャビティ1320aは狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体のフォトルミネセンス層を充填されている。図示するように、緑色LED1354は、例えばパッケージ化デバイスのようなPC緑色LEDで構成することができ、ここでは第2キャビティ1320bが青紫色～青色LEDチップ1326を包含し、第2キャビティ1320bは、青色～青紫色LEDチップ1326を覆う赤色蛍光体フォトルミネセンス層1360を充填されている。青色LED1356は青色LEDチップを具え、青色LEDチップは430nmから480nmまでの主波長を有する光を発生する。第3キャビティ1320cに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、青色LEDチップ1356に環境保護をもたらすことができる。図示するように、白色LED1359はパッケージ化デバイスを具えることができ、このパッケージ化デバイスでは、第4キャビティ1320dが青紫色～青色LEDチップ1326を包含し、第4キャビティ1320dは、青色～青紫色LEDチップ1326を覆う緑色～赤色蛍光体フォトルミネセンス層を充填されている。白色LED1359は、2000Kから4000KまでのCCT（色温度）を有する温白色（WW：Warm White：ウォームホワイト）光を発生するように構成されている。

30

40

【0106】

発光デバイス1350は、青色から赤色までの色（色度）の光、並びに異なる色温度の光を発生することができる。図13Dは、発光デバイス1350が発生することができる光の全域（色／色温度）を例示するCIE 1931色度図である。図13DのCIE色度図は、PC赤色LEDが発生する赤色光の色度（色点）1357R（実線の菱形）、PC緑色LEDが発生する緑色光の色度（色点）1357G（実線の菱形）、青色LEDが発生する青色光の色度（色点）1357B（実線の菱形）、及び白色LEDが発生する光の色度（色点）1357W（十字形）を示す。点1357R、1357G、及び1357Bを接続する直線1358は三角形を規定し、この三角形は、発光デバイス1350が発

50

生することができる光の色度（色）／色温度の全域を表し—即ち、このデバイスは、この三角形内または境界上にある、あらゆる色度（色）／色温度の光を発生することができる。なお、白色LEDの色点1357Wは上記三角形内にあるので、白色LEDはデバイスの色域を増加させない。しかし、白色LEDを含めることは、白色LEDが発生する光に緑色／青色光を加えることによって、他の色温度の光の発生を簡略化し、白色LEDが発生する光に赤色光を加えることによって、より高い演色評価数CRI（Color Rendering Index）Raを有する光の発生を簡略化する。

【0107】

図14A～14Cは、本発明の一実施形態による、CSP PC赤色LED、CSP PC緑色LED、青色LEDフリップチップ、及びCSP白色LEDを具えた、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスの概略表現であり、図14Aは上面図を示し、図14BはD-Dで切断した側断面図を示し、図14CはE-Eで切断した側断面図を示す。発光デバイス1450は、発光デバイス1350と同じであり、チップスケールパッケージ化（CSP）LEDを具えている。図示するように、蛍光体変換赤色LED1410は、例えば図6及び7のCSPデバイスのような、単層または二層赤色発光デバイスのような、本発明の実施形態によるCSP PC赤色LEDで構成され、CSP PC赤色LEDは青色～青紫色LEDフリップチップ1426を具え、青色～青紫色LEDフリップチップ1426は、狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体のフォトルミネセンス層1430を、LEDフリップチップの少なくとも発光面上に有する。第1キャビティ1420aに光透過性媒体（例えば、シリコン）を充填して、CSP PC赤色LED1410に環境保護をもたらすことができる。図示するように、CSP PC緑色LED1454は青紫色～青色LEDフリップチップ1426を具えることができ、青紫色～青色LEDフリップチップ1426は、緑色蛍光体フォトルミネセンス層1460を、LEDフリップチップ1426の少なくとも発光面上に有する。第2キャビティ1420bに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、CSP PC緑色LED1454に環境保護をもたらすことができる。青色LED1456は青色LEDチップを具え、この青色LEDチップは、430nmから480nmまでの主波長を有する光を発生する。第3キャビティ1420cに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、青色LEDチップ1456に環境保護をもたらすことができる。図示するように、CSP白色LED1459は青紫色～青色LEDフリップチップ1426を具えることができ、青紫色～青色LEDフリップチップ1426は、緑色～赤色蛍光体フォトルミネセンス層1462を、LEDフリップチップ1426の少なくとも発光面上に有する。第4キャビティ1420dに透光性媒体（例えば、シリコン）を充填して、CSP白色LED1459に環境保護をもたらすことができる。白色LED1459は、2000Kから5000KまでのCCT（色温度）を有する温白色（WW）光を発生するように構成することができる。パッケージ1414は、一般に、各キャビティ1420a、1420b、1520c、及び1420dに接続された、それぞれのアノード電気端子1422aR、1422bG、1422cB、及び1422dW、及び各キャビティ1420a、1420b、1520c、及び1420dに接続された、それぞれのカソード電気端子1424a、1424b、1424c、及び1424dを具えて、赤色（R）LED1410、緑色（G）LED1454、青色（B）LED1456、及び白色LED1459の各々のアノード及びカソードに電力を供給することを可能にする。図12の発光デバイス1250のように、発光デバイス1450は、青色から赤色までの色の光、並びに異なる色温度の光を発生することができる—即ち、色度図（図10B）上の上記三角形内または上記三角形の境界上にある色／色温度の光を発生することができる。

【0108】

図15Aは、本発明の一実施形態による、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス1550の概略上面図であり、マルチLEDパッケージ発光デバイス1550は、PC赤色LED、PC緑色LED、及び2つの冷白色（CW：Cool White：クールホワイト）LEDを具えている。発光デバイス1550はパッケージ1514を具え、パッ

ケージ 1514 は、リードフレーム、及びリードフレーム上に成型されたハウジング 1552 を具えている。ハウジング 1552 は、第 1 キャビティ 1520 a、第 2 キャビティ 1520 b、第 3 キャビティ 1520 c、及び第 4 キャビティ 1520 d を具え、これらのキャビティは、それぞれ、蛍光体変換赤色 LED 1510、蛍光体変換緑色 LED 1554、第 1 CW LED 1564、及び第 2 CW LED 1564 を包含する。図示するように、蛍光体変換赤色 LED 1510 は、例えば図 2～5 のパッケージ化デバイスのような、単層または二層の赤色発光デバイスのような、本発明の実施形態による PC 赤色 LED で構成することができ、第 1 キャビティ 1520 a は、青紫色～青色 LED チップ 1526 を具え、青紫色～青色 LED チップ 1526 を覆う狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び広帯域赤色蛍光体フォトルミネセンス層を充填されている。図示するように、緑色 LED 1554 は、例えばパッケージ化デバイスのような PC 緑色 LED で構成することができ、この PC 緑色 LED では、第 2 キャビティ 1520 b が、青紫色～青色 LED チップ 1526 を包含し、青紫色～青色 LED チップ 1526 を覆う緑色蛍光体フォトルミネセンス層を充填されている。図示するように、第 1 及び第 2 CW LED 1564 はパッケージ化デバイスを含めることができ、このパッケージ化デバイスでは、第 3 及び第 4 キャビティの各々が、青紫色～青色 LED チップ 1526 を包含し、青紫色～青色 LED チップ 1526 を覆う緑色～黄色蛍光体フォトルミネセンス層を充填されている。第 1 及び第 2 CW LED 1564 は、5000K～8000K までの CCT（色温度）を有する白色光を生成するように構成することができる。第 1 及び第 2 CW LED 1564 は、同じ CCT の CW 光、あるいは異なる CCT の CW 光を発生することができる。パッケージ 1514 は、一般に、各キャビティに接続されたそれぞれのアノード電気端子 1522 a R、1522 b G、1522 c CW、及び 1522 d CW、及びカソード電気端子 1524 a R、1524 b G、1524 c CW、及び 1524 d CW を具えて、赤色（R）LED 1510、緑色（G）LED 1554、及び第 1 及び第 2 CW LED 1564 の各々のアノード及びカソードに電力を独立して供給することを可能にする。

10

20

【0109】

発光デバイス 1550 は、緑色から赤色までの色の光、並びに異なる色温度の光を発生することができる。図 15B は CIE 1931 色度図であり、発光デバイス 1550 が発生することができる光の全域（色／色温度）を例示する。図 15B の色度図は、PC 赤色 LED が発生する赤色光の色度（色点）1557 R（実線の菱形）、PC 緑色 LED が発生する緑色光の色度（色点）1557 G（実線の菱形）、及び CW LED が発生する光の色度（色点）1557 CW（実線の菱形）を示す。点 1557 R、1557 G、及び 1557 CW を接続する直線 1558 は、発光デバイス 1550 が発生することができる光の色度（色）／色温度（色度）の全域を表す三角形を規定し—即ち、デバイスは、三角形内または境界上にある任意の色度（色）／色温度の光を発生することができる。CW LED を含めることは、CW LED が発生する光に、緑色／赤色光を加えることによって、他の色温度の光の発生を簡略化することができる。

30

【0110】

図 16 は、本発明の一実施形態による色調整可能な直線状の発光デバイス 1668 の概略上面図である。色調整可能な直線状の発光デバイス 1668 は、例えば金属コアプリント回路基板（MCPCB：Metal Core Printed Circuit Board）のストリップ、またはフレキシブル回路基板のストリップのような直線状の（細長い）基板 1670、及びこの基板上に実装されてこの基板に接続されたマルチ LED パッケージ発光デバイス 1650 を具えている。図示するように、色調整可能なマルチ LED パッケージ発光デバイス 1650 は、直線状のアレイとして、基板の伸長方向に配列することができる。単なる例示目的で、色調整可能なマルチ LED パッケージ発光デバイス 1650 は、図 13A～13C のデバイスを具え、PC 赤色 LED（R）、緑色 LED（G）、青色 LED（B）、及び白色 LED（W）を具えているように示している。デバイス 1650 は、本明細書中に説明する他の色調整可能なマルチ LED パッケージ発光デバイスを含めることができることは明らかである。所与の色の各 LED は直列に電気接続することができ、アノード電

40

50

気コネクタ 1 6 7 2 R、1 6 7 2 G、1 6 7 2 B、及び 1 6 7 2 W、及びカソード電気コネクタ 1 6 7 4 R、1 6 7 4 G、1 6 7 4 B、及び 1 6 7 4 Wは、LEDのストリング毎に基板の反対側の端にある。

【0111】

実感用テストデータ

本明細書では、パック#を用いて、本発明による色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスを表す。

【0112】

パック1で表す色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスは、図13A~13Cのデバイスを具え、そしてPC赤色LED、PC緑色LED、青色LED、及びPC白色LEDを具えている。第1キャビティ内のPC赤色LEDは単層構造を具え、この単層構造は、KSF ($K_2SiF_6:Mn^{4+}$) 狭帯域赤色フッ化物蛍光体及びCASN ($Ca_{1-x}Sr_xAlSiN_3:Eu$) 広帯域赤色蛍光体を具えている。赤色蛍光体 (KSF及びCASN) はフェニルシリコン中に含まれ、この混合物がパッケージの第1キャビティ内に分注されて、青紫色~青色InGaNLEDチップを完全に覆う。第2キャビティ内の緑色LEDはPC緑色LEDで構成され、このPC緑色LEDは、青紫色~青色InGaNLEDチップ及び緑色ケイ酸塩蛍光体を具えている。緑色蛍光体 ($(Ba,Sr)_2SiO_4$) はフェニルシリコン中に含まれ、この混合物がパッケージの第2キャビティ内に分注されて、青紫色~青色InGaNLEDチップを覆う。第3キャビティ内の青色LEDは、InGaN青色LEDチップを具えている。第4キャビティ内の白色LEDは単層PC白色LEDで構成され、この単層PC白色LEDは、緑色~赤色フォトルミネセンス材料 (例えば、 $(Ba,Sr)_2SiO_4$ 及びCASN) を具えている。緑色~赤色蛍光体はフェニルシリコン中に含まれ、この混合物はパッケージの第4キャビティ内に分注されて、青紫色~青色InGaNLEDチップを覆う。

【0113】

本発明の色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスは、4つの個別のLED (赤色、緑色、青色、及び白色) を具え、4つの独立した電流を用いて個別のLEDを駆動する。異なるCCTの白色光を発生する際には、白色LEDが発生する光を、赤色LED及び/または緑色LED及び/または青色LEDからの光と異なる比率で組み合わせ、黒体軌跡上にある任意のCIE白色色点の光を発生することができ、この光はANSI照明規格を満足することが望ましい。これとは対照的に、現在のスマート照明製品は、1つの冷白色 (CW) LED及び1つの温白色 (WW) LEDを用い、RGB LEDからの光を混合しない。こうしたスマート照明製品は、CIE CW色点をCIE WW色点に接続する直線に沿ってCIE白色色点を調整することができ; 例えば、2700K (WW) から6500K (CW) までのCCTに調整することができる。CIE CW色点とCIE WW色点との間のCIE点、特に、およそ4000KのCCTの色点間の中点にあるCIE点については、CIE色点が黒体軌跡から大幅に外れる。その結果、現在のスマート照明製品は、その色温度動作範囲の全体にわたって、黒体軌跡上にあるCIE白色色点の光を発生することができず、ANSI照明規格を満足すべく苦闘する。

【0114】

表4は、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス パック1のPC赤色LED (R)、PC緑色LED (G)、青色LED (B)、及び白色LED (W) の光学特性の測定値を一覧表にしたものである。表4より気が付くように、PC赤色LEDは、622nmの主波長 (λ_d) 及び90%の色純度を有する赤色光を発生し、PC緑色LEDは、547nmの主波長及び80%の色純度を有する光を発生し、青色LEDは、467nmの主波長及び99%の色純度を有する光を発生する。白色LEDは、3000KのCCT及び70の平均演色評価数 (CRI Ra) を有する温白色 (WW) 光を発生する。比較のために、白色LEDが発生する光は、585nmの主波長及び52%の色純度を有する。

【0115】

【表 4】

表4 パック1:PC赤色LED(R)、PC緑色LED(G)、青色LED(B)、 及び白色LED(W)の光学特性の測定値 測定:0.4WかつIi=120mA					
LED	λ_d (nm)	CIE		光束 (lm)	色純度
		x	y		
R	622	0.6541	0.3084	14.8	90%
G	547	0.2924	0.6255	64.5	80%
B	467	0.1396	0.0539	9.6	99%
W	585	0.4350	0.3068	56.1	52%

【0116】

図17A～17Cは、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）について測定した光学特性であり、図17Aは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した強度（任意単位）を、PC赤色LED（太い実線）、PC緑色LED（一点鎖線）、青色LED（点線）、及び白色LED（破線）について示し、図17Bは、PC赤色LED（正方形）、PC緑色LED（菱形）、青色LED（三角形）、白色LED（十字形）が発生する光の色度（色点）、ANSI CCT中心点（実線の円）、デバイスの色域（実線）、及び黒体軌跡（破線）を例示するCIE 1931色度図であり、図17Cは、PC赤色LED、PC緑色LED、青色LED、及び白色LEDが発生する光の色純度の計算値を例示するCIE 1931色度図である。

【0117】

図17Aを参照すれば、PC赤色LEDは、少量の「青色光通過」に相当する低強度の青色ピーク1747を、約449nmの所に示している。図17BのCIE色度図は、PC赤色LEDが発生する赤色光の色度（色点）1776（正方形）、PC緑色LEDが発生する緑色光の色度（色点）1778（菱形）、青色LEDが発生する青色光の色度（色点）1780（三角形）、及び白色LEDが発生する光の色度（色点）1782（十字形）を示す。点1776、1778、及び1780を接続する直線1784は、発光デバイスパック1が発生することができる光の色／色温度（色度）を表す三角形を規定し—即ち、デバイスは、三角形上または三角形内にある任意の色／色温度の光を発生することができる。なお、デバイスが発生することができる光の、黒体軌跡（破線）上にある最低のCCTは約2240Kであり、色点1776と1778とを接続する線1784と黒体軌跡との交点1786に相当する。

【0118】

図17CのCIE色度図は、PC赤色LED、PC緑色LED、青色LED、及び白色LEDが発生する光の色純度の計算値を例示する。本明細書中に説明するように、色純度、または彩度は、所与の色（色度）の光の色調が、主波長 λ_d の光に相当するスペクトルの色（単色）に近い度合いの尺度を提供する。図17Cに示すように、PC赤色LED、PC緑色LED、青色LED、及び白色LEDの色度（色点）1776、1778、1780、及び1782は、十字形によって色度図上に示され、「白色標準発光体」、CIE (1/3, 1/3)は点1736で示されている。各色点1776、1778、1780、及び1782を「白色標準発光体」1736に接続するそれぞれの直線1738R、1738G、1738B、1738Wは、CIE色空間の外側曲線境界と交差するように延びる。

所与の色点により近い交点 1740 は、この交点における純（ピュア）スペクトルの色（単色）の波長としての、この色の主波長 λ_d に相当する。色度図上にプロットした所与の色度の光の色純度は、「白色標準発光体」1736 から、主波長 λ_d に相当する交点 1740 までの距離に対する、「白色標準発光体」1736 から色点 1776、1778、1780、及び 1782 までの距離の比率である。色純度及び主波長の値は、表 4 に一覧表化されている

【0119】

表 5 は、公称の平均演色評価数 CRI Ra90 色調整可能なマルチ LED パッケージ発光デバイス パック 1 の PC 赤色 LED (R)、PC 緑色 LED (G)、青色 LED (B)、及び白色 LED (W) の順方向電流 (I_F) を、2700K、3000K、4000K、5000K、及び 6500K の公称の色温度 (CCT) について一覧表にしたものである。表 6 は、90 の公称の CRI Ra の光を発生するように動作する際の、デバイス パック 1 の光学及び電気特性の測定値を、2700K から 6500K までの公称の色温度について一覧表にしたものである。表 5 からわかるように、デバイス パック 1 が発生する光の CCT は：(i) 青色 LED が発生する青色光成分を増加させること、(ii) PC 緑色 LED が発生する緑色光成分を増加させること、(iii) PC 赤色 LED が発生する赤色光成分を減少させること、及び (iv) 白色 LED が発生する白色光を減少させること、の組合せによって増加する。表 6 は、PC 赤色 LED、PC 緑色 LED、青色 LED、及び白色 LED の駆動電流の選択によって、色調整可能なマルチ LED パッケージ発光デバイス（パック 1）が、2700K から 6500K の CCT を有し、90 の平均演色評価数 CRI Ra 及び少なくとも 50 の CRI R9 を有する白色光を、約 114～約 124 lm/W の発光効率で発生することができることを例証している。表 5 は、パック 1 が発生する光の CCT の測定値も含む。

【0120】

【表 5】

表5				
パック1:2700Kから6500Kまでの公称のCCTについての、 公称のCRI Ra90の光を発生するためのPC赤色LED(赤)、 PC緑色LED(緑)、青色LED(青)、及び白色LED(白)の順方向駆動電流 I_F				
CCT (K)	順方向駆動電流 I_F (mA)			
	青色	緑色	赤色	白色
2700	0	43	133	156
3000	8	49	114	162
4000	32	68	71	156
5000	54	79	48	142
5700	68	86	41	139
6500	80	91	35	126

【0121】

10

20

30

40

50

【表 6】

表6 パック1:2700Kから6500Kまでの公称の色温度(CCT)についての、 公称のCRI Ra90の光を発生するための特性の測定値									
CCT (K)	光束 (lm)	電力 (W)	発光効率 (lm/W)	CIE		CCT (K)	CRI		Δuv
				x	Y		Ra	R9	
2700	112.2	0.99	113.7	0.4569	0.4121	2754	93.9	70.1	0.0008
3000	116.0	0.99	117.6	0.4351	0.4027	3020	93.0	64.7	-0.0003
4000	120.7	0.97	124.1	0.3809	0.3796	4009	91.2	56.1	0.0012
5000	118.8	0.96	123.9	0.3458	0.3566	4991	90.0	51.0	0.0022
5700	121.6	0.99	122.6	0.3290	0.3429	5652	90.2	50.1	0.0025
6500	118.2	0.99	119.6	0.3127	0.3287	6507	90.4	54.4	0.0031

10

【0122】

20

図18A～18Cは、2700Kから6500KまでのCCT、及び90のCRI Raを有する光を発生するように動作可能な、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）の発光特性の測定値であり、図18Aは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した発光強度（任意単位）を、2700KのCCT（点線）、3000KのCCT（破線）、及び4000KのCCT（実線）について示し、図18Bは、スペクトル、即ち波長(nm)に対する正規化した発光強度（任意単位）を、5000KのCCT（点線）、5700KのCCT（破線）、及び6500KのCCT（実線）について示し、図18Cは、色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）が発生する光の色度（色点）を、2700K、3000K、4000K、5000K、5700K、及び6500Kの公称のCCTについて示し、2700Kから6500Kまでの公称のCCT

30

【0123】

本明細書中に説明するように、デバイス パック1が発生する光のCCTは：(i)青色LEDが発生する青色光成分を増加させること、(ii)PC緑色LEDが発生する緑色光成分を増加させること、(iii)PC赤色LEDが発生する赤色光成分を減少させること、及び(iv)白色LEDが発生する白色光を減少させること、の組合せによって増加する。図18A及び18Bのスペクトルからわかるように、デバイス パック1が発生する光のCCTは：(i)青色LEDが発生する青色光成分を、矢印1888で示すように増加させること、(ii)PC緑色LEDが発生する緑色光成分を、矢印1890で示すように増加させること、及び(iii)PC赤色LEDが発生する赤色光成分を、矢印1892で示すように減少させること、の組合せによって増加する。

40

【0124】

図18Cを参照すれば、発光軌跡（実線1894）－パック1が発生することができる光の色度－は、黒体軌跡（破線）に密接に従う曲線であることに気が付く。本明細書中に説明するように、 Δuv （デルタuv）は、所与の色温度が黒体軌跡に近い度合いを定量化する計量である。表6は、90の公称のCRI Raを有する光を発生するように動作するデバイス パック1の Δuv を、2700K、3000K、4000K、5000K、及び6500Kの公称のCCTについて一覧表にしたものである。この表からわかるように、 Δuv は－0.0003から0.0031まで変化する。

【0125】

50

表 7 は、C R I R a 9 5 の平均演色評価数の光を発生する色調整可能なマルチ L E D パッケージ発光デバイス パック 1 の P C 赤色 L E D (R)、P C 緑色 L E D (G)、青色 L E D (B)、及び白色 L E D (W) の駆動電流 (I_F) を、公称の色温度 (C C T) 2 7 0 0 K、3 0 0 0 K、4 0 0 0 K、5 0 0 0 K、5 7 0 0 K、及び 6 5 0 0 K について一覧表にしたものである。表 8 は、9 5 の公称の C R I R a の光を発生するように動作する際の、デバイス パック 1 の光学及び電気特性を一覧表にしたものである。

【 0 1 2 6 】

表 7 からわかるように、デバイス パック 1 が発生する光の C C T は：(i) 青色 L E D が発生する青色光成分を増加させること、(ii) P C 緑色 L E D が発生する緑色光成分を増加させること、(iii) P C 赤色 L E D が発生する赤色光成分を減少させること、及び(iv) 白色 L E D が発生する白色光を減少させること、の組合せによって増加する。表 8 は、P C 赤色 L E D、P C 緑色 L E D、青色 L E D、及び白色 L E D の駆動電流の選択によって、色調整可能なマルチ L E D パッケージ発光デバイス (パック 1) が、2 7 0 0 K から 6 5 0 0 K までの C C T を有し、9 5 の平均演色評価数 C R I R a 及び少なくとも 8 0 の C R I R 9 を有する光を、約 1 1 0 から約 1 1 5 l m / W の発光効率で発生することができることを例証している。

【 0 1 2 7 】

【 表 7 】

表 7 パック 1: 2700K から 6500K までの公称の CCT についての、 公称の C R I R a 95 の光を発生するための、P C 赤色 L E D (赤)、P C 緑色 L E D (緑)、 青色 L E D (青)、及び白色 L E D (白) の順方向駆動電流 I_F				
CCT (K)	順方向駆動電流 I_F (mA)			
	青色	緑色	赤色	白色
2700	0	48	143	144
3000	11	58	130	136
4000	34	78	100	120
5000	54	88	78	106
5700	65	92	70	101
6500	78	95	60	97

【 0 1 2 8 】

10

20

30

40

50

【表 8】

表8 パック1:2700Kから6500Kまでの公称の色温度(CCT)についての、 公称のCRI Ra95の光を発生するための特性の測定値									
CCT (K)	光束 (lm)	電力 (W)	発光効率 (lm/W)	CIE		CCT (K)	CRI		Δuv
				x	Y		Ra	R9	
2700	109.8	0.99	110.7	0.4595	0.4140	2731	95.6	79.8	0.0013
3000	110.0	0.98	111.7	0.4334	0.4024	3047	96.7	86.6	-0.0002
4000	112.4	0.98	114.7	0.3824	0.3805	3975	97.3	92.8	0.0012
5000	110.2	0.98	113.9	0.3459	0.3553	4983	96.0	94.2	0.0015
5700	110.3	0.97	113.5	0.3299	0.3434	5612	96.0	92.9	0.0023
6500	109.7	0.98	112.0	0.3133	0.3275	6483	95.0	93.3	0.0021

10

【0129】

20

図19は、95のCRI Raを有する光を発生するように動作可能な色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイス（パック1）が発生する光の色度（色点）の測定値を、2700K、3000K、4000K、5000K、及び6500Kの公称の色温度について例示するCIE 1931色度図である。この図は、2700Kから6500KまでのCCTについての発光軌跡（実線）、黒体軌跡（破線）、及びマクアダム楕円も示す。図20を参照すれば、発光軌跡（実線1994）－パック1が発生することができる光の色度軌跡－が、黒体軌跡（破線）に密接に従う曲線であることに気が付く。表8は、95の公称のCRIを有する光を発生するように動作するデバイス パック1の Δuv 値を、2700K、3000K、4000K、5000K、5700K、及び6500Kの公称のCCTについて一覧表にしたものである。この表からわかるように、 Δuv 値は-0.0002から0.0023まで変化する。

30

【0130】

以上については、本発明の実施形態による色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスは、4つのLED（即ち、赤色、緑色、青色、及び白色）の順方向駆動電流を変化させることによって、異なるCCT及び異なるCRI Ra（例えば、CRI Ra90及びCRI Ra95）の白色光を発生することができる。更に、本発明によるデバイスは、現在の色調整可能なマルチLEDパッケージ発光デバイスに比べて、高い発光効率を有する。これらの特徴の組合せは、照明産業における重要なブレイクスルー（突破口）を表し、異なる照明用途にとって必要なLEDパッケージのSKU（Stock Keeping Unit：最小在庫管理単位）を大幅に低減する。

40

【0131】

本明細書中に説明するように、上記のマルチキャビティLEDパッケージは、各キャビティに接続されたそれぞれのアノード電気端子とカソード電気端子との対を有することができる。本発明の他の実施形態では、LEDパッケージが、各キャビティに接続された共通カソード端子、及び各キャビティに接続されたそれぞれのアノード端子を具えることができる。図20Aは、本発明の実施形態による、4キャビティのLEDパッケージの概略表現であり、図20Bは、図20Aの4キャビティのLEDパッケージのリードフレームの概略表現である。図20A及び20Bに示すように、LEDパッケージ2014は、リードフレーム2012a～2012e、及びリードフレーム上に成型されたハウジング2016を具えている。ハウジング2016は、それぞれのLEDチップを受け入れるため

50

の図 20A には破線の長方形で示す第 1 キャビティ 2020a、第 2 キャビティ 2020b、第 3 キャビティ 2020c、及び第 4 キャビティ 2020d を具えている。図示するように、パッケージ 2014 は、第 1 キャビティ 2020a に接続された第 1 アノード電気端子 2022a、第 2 キャビティ 2020b に接続された第 2 アノード電気端子 2022b、第 3 キャビティ 2020c に接続された第 3 アノード電気端子 2022c、及び第 4 キャビティ 2020d に接続された第 4 アノード電気端子 2022d、及び各キャビティ 2020a、2020b、2020c、及び 2020d に接続された共通カソード電気端子 2024 を具えて、各 LED チップ 2026 に電力を独立して供給することを可能にする。図 20B を参照すれば、リードフレーム 2012a~2012e の領域はクロスハッチング（平行斜線模様）によって示され、ハウジング 2016 は破線で示され、キャビティ 2020a~2020e は点線で示されている。リードフレームは、十字形の中心領域 2012e、及び十字形領域 2012e の空き隅に配置された 4 つの長方形領域 2012a、2012b、2012c、及び 2012d を具えている。この図からわかるように、各キャビティ 2020a、2020b、2020c、及び 2020d は、十字形領域 2012e のそれぞれの L 字形領域を有し、これらの L 字形領域が各キャビティへの共通のカソード接続を構成する。長方形領域 2012a、2012b、2012c、及び 2012d は、それぞれのキャビティへのアノード接続を構成する。図 20A からわかるように、L 字形領域は、共通（共用）のカソード接続を提供することに加えて、LED チップ 2026 用の熱伝導性の実装パッドを提供し、これにより LED チップ 2026 からの熱散逸を改善する。

10

20

【符号の説明】

【0132】

参照番号のリスト

図 1

- 1 マルチ LED パッケージ
- 2 リードフレーム
- 3 直接発光 LED チップ
- 3R 直接発光赤色 LED チップ
- 3G 直接発光緑色 LED チップ
- 3B 直接発光青色 LED チップ
- 4 ハウジング
- 5 キャビティ（凹部）
- 6 透光性封止材
- 7 アノード電気端子
- 7R アノード電気端子赤色 LED
- 7G アノード電気端子緑色 LED
- 7B アノード電気端子青色 LED
- 8 カソード電気端子
- 8R カソード電気端子赤色 LED
- 8G カソード電気端子緑色 LED
- 8B カソード電気端子青色 LED

30

40

図 2~20（# = 図の番号）

- #10 赤色発光デバイス
- #12 リードフレーム
- #14 ハウジング（パッケージ）
- #16 ハウジングの底部
- #18A ハウジングの側壁
- #18B ハウジングの側壁
- #20 キャビティ（凹部）
- #20a 第 1 キャビティ（第 1 凹部）

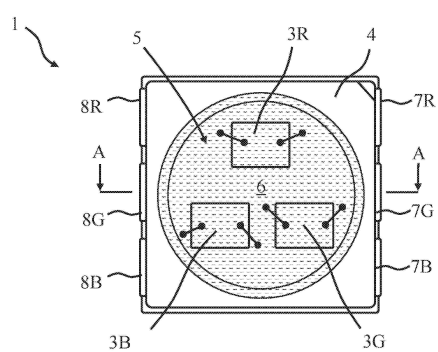
50

# 2 0 b	第 2 キャビティ (第 2 凹部)	
# 2 0 c	第 3 キャビティ (第 3 凹部)	
# 2 0 d	第 4 キャビティ (第 4 凹部)	
# 2 2	アノード電気端子	
# 2 2 a	アノード電気端子第 1 キャビティ (凹部)	
# 2 2 b	アノード電気端子第 2 キャビティ (凹部)	
# 2 2 c	アノード電気端子第 3 キャビティ (凹部)	
# 2 2 d	アノード電気端子第 4 キャビティ (凹部)	
# 2 4	カソード電気端子	
# 2 4 a	カソード電気端子第 1 キャビティ (凹部)	10
# 2 4 b	カソード電気端子第 2 キャビティ (凹部)	
# 2 4 c	カソード電気端子第 3 キャビティ (凹部)	
# 2 4 d	カソード電気端子第 4 キャビティ (凹部)	
# 2 6	青紫色～青色 L E D チップ	
# 2 8	ボンドワイヤ	
# 3 0	赤色フォトルミネセンス層	
# 3 0 A	第 1 赤色フォトルミネセンス層	
# 3 0 B	第 2 赤色フォトルミネセンス層	
# 3 2	光反射層	
# 3 4	色度 (色点)	20
# 3 6	白色標準発光体 C I E (1/3, 1/3)	
# 3 8	直線	
# 4 0	主波長 λ_d	
# 4 2	補色主波長 λ_c	
# 4 4	青色ピーク	
# 4 6	青色ピークー単層 P C 赤色 L E D	
# 4 8	青色ピークー二層 P C 赤色 L E D	
# 5 0	色調整可能なマルチ L E D パッケージ発光デバイス	
# 5 2	ハウジング	
# 5 4	緑色 L E D	30
# 5 6	青色 L E D	
# 5 7 R	色度 (色点)ー赤色 L E D	
# 5 7 G	色度 (色点)ー緑色 L E D	
# 5 7 B	色度 (色点)ー青色 L E D	
# 5 7 W	色度 (色点)ー白色 L E D	
# 5 7 C W	色度 (色点)ー冷白色 (C W) L E D	
# 5 7 W W	色度 (色点)ー温白色 (W W) L E D	
# 5 8	色度 (色点)を接続する直線	
# 5 9	白色 L E D	
# 6 0	緑色フォトルミネセンス層	40
# 6 2	緑色～赤色フォトルミネセンス層	
# 6 4	C W (冷白色) L E D	
# 6 6 a	第 1 L E D	
# 6 6 b	第 2 L E D	
# 6 6 c	第 3 L E D	
# 6 6 d	第 4 L E D	
# 6 8	色調整可能な直線状発光デバイス	
# 7 0	基板	
# 7 2	アノード電気端子	
# 7 4	カソード電気端子	50

- | | |
|-------|----------------------------|
| # 7 6 | 色度（色点）－赤色 P C L E D（パック 1） |
| # 7 8 | 色度（色点）－緑色 P C L E D（パック 1） |
| # 8 0 | 色度（色点）－青色 P C L E D（パック 1） |
| # 8 2 | 色度（色点）－白色 P C L E D（パック 1） |
| # 8 4 | 色度（色点）を接続する直線 |
| # 8 6 | 最低の C C T の色度（色点） |
| # 8 8 | 矢印－スペクトルの青色領域 |
| # 9 0 | 矢印－スペクトルの緑色領域 |
| # 9 2 | 矢印－スペクトルの赤色領域 |
| # 9 4 | 発光軌跡 |
| # 9 6 | 最高の C C T の色度（色点） |

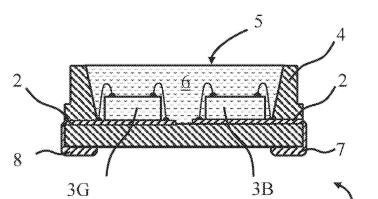
【図面】

【圖 1】



従来技術

A



断面A-A

B

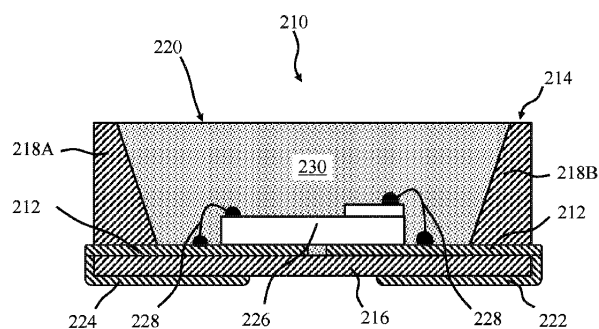
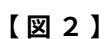


FIG. 2

【図 3】

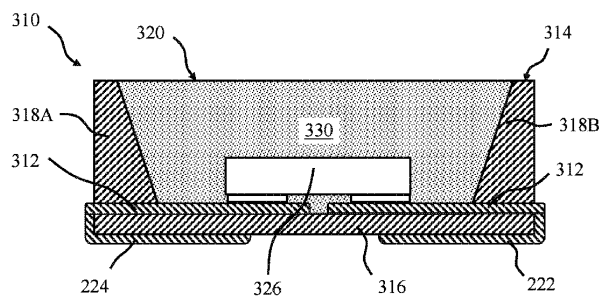


FIG. 3

【図 4】

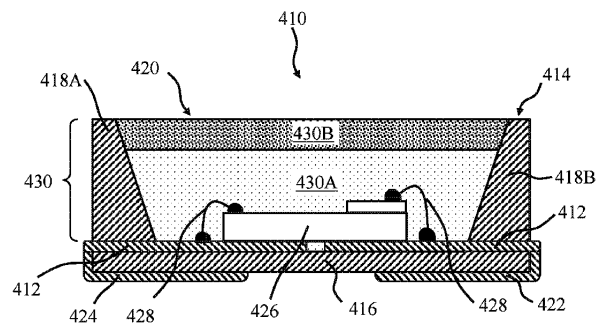


FIG. 4

【図 5】

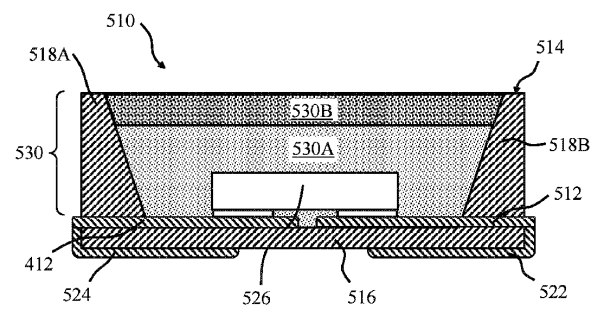


FIG. 5

【図 6】

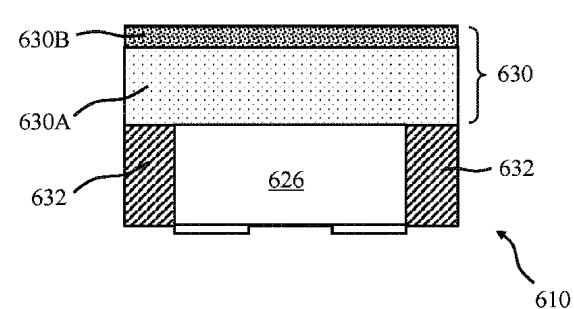


FIG. 6

10

20

30

40

50

【図 7】

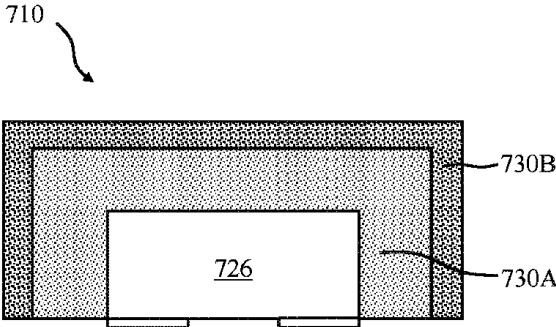


FIG. 7

【図 8】

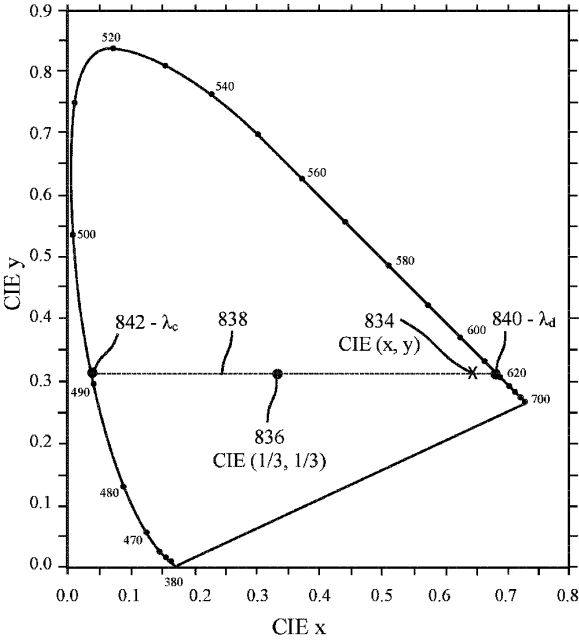
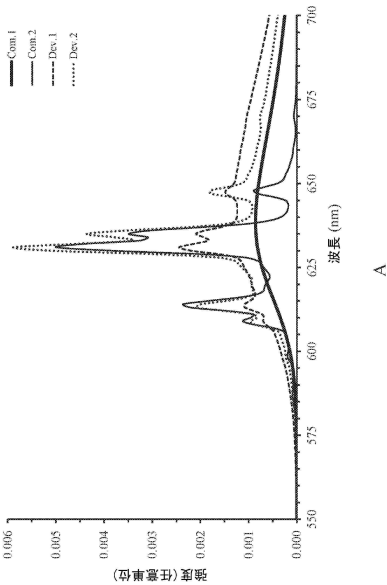
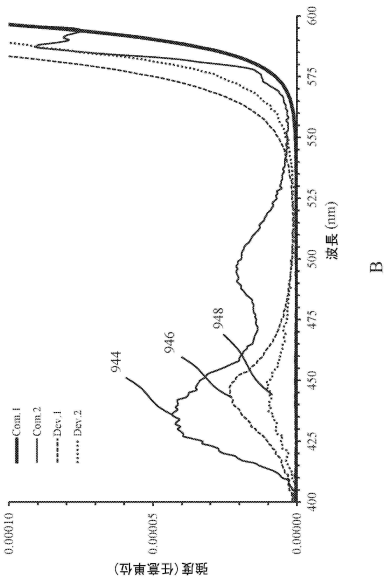


FIG. 8

【図 9 A】



【図 9 B】



10

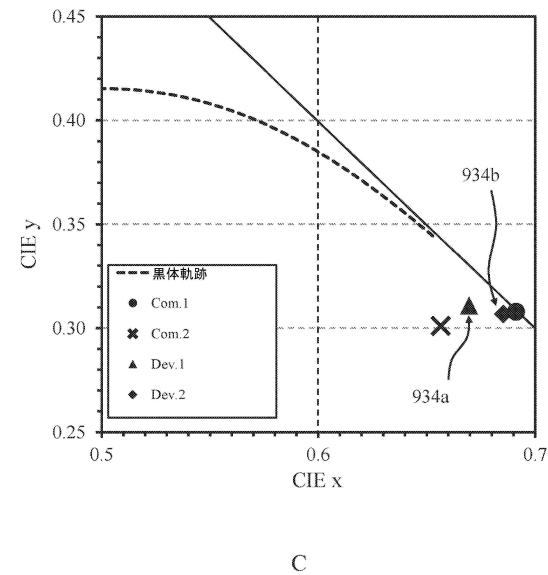
20

30

40

50

【図 9 C】



【図 10 A】

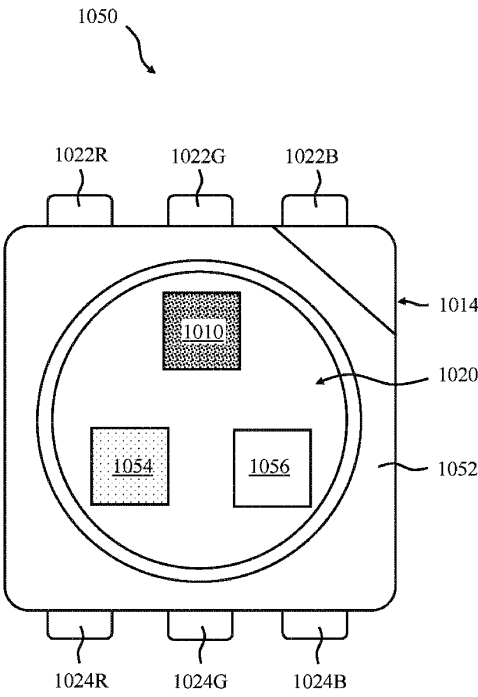
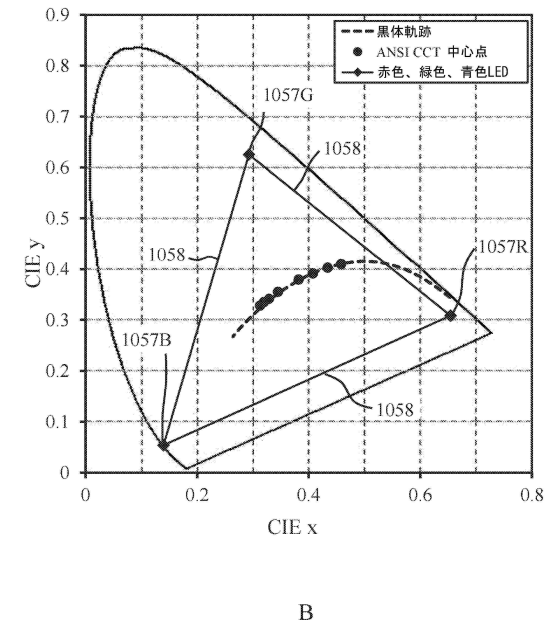


FIG. 10A

【図 10 B】



【図 11】

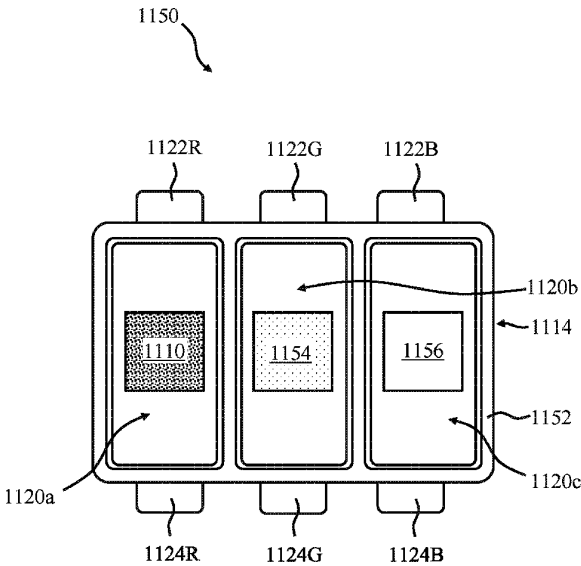


FIG. 11

10

20

30

40

50

【図 1 2】

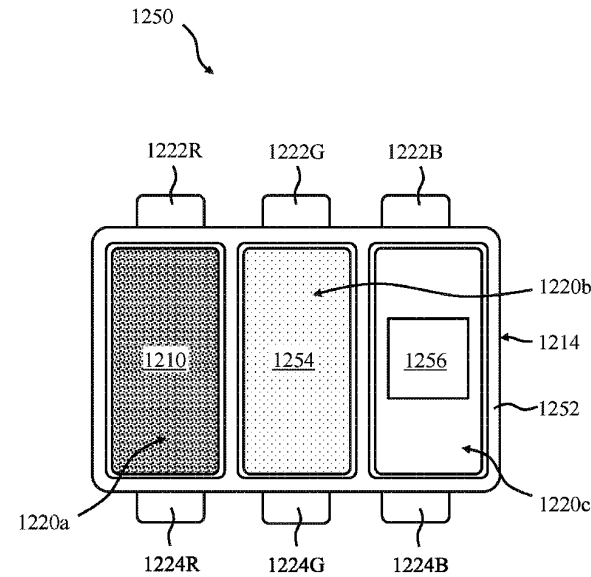


FIG. 12

【図 1 3 A】

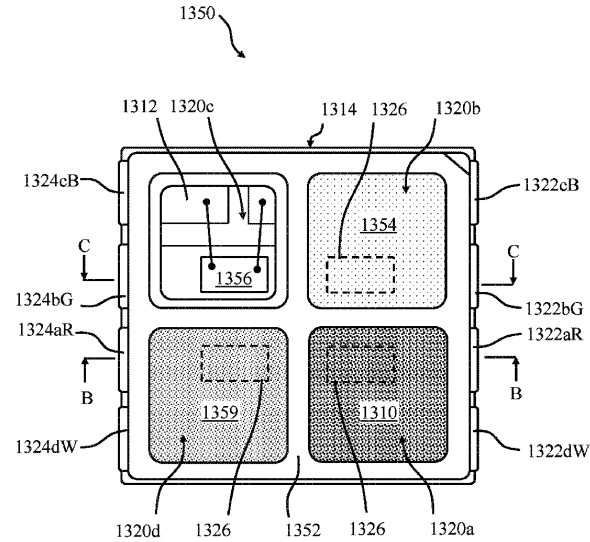
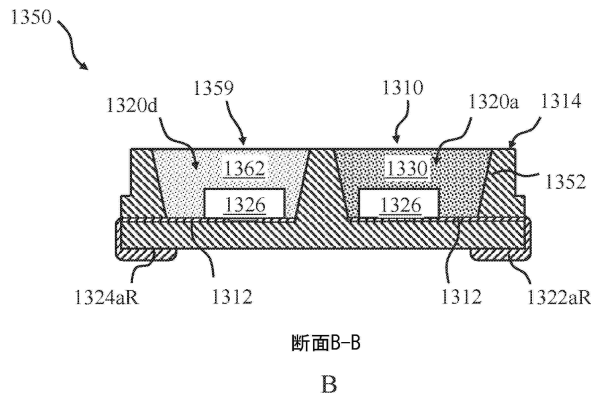


FIG. 13A

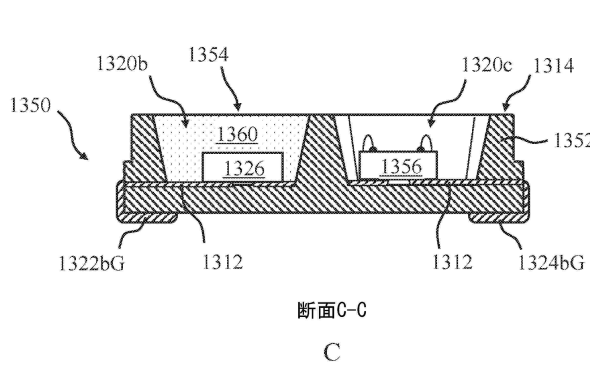
【図 1 3 B】



断面B-B

B

【図 1 3 C】



断面C-C

C

10

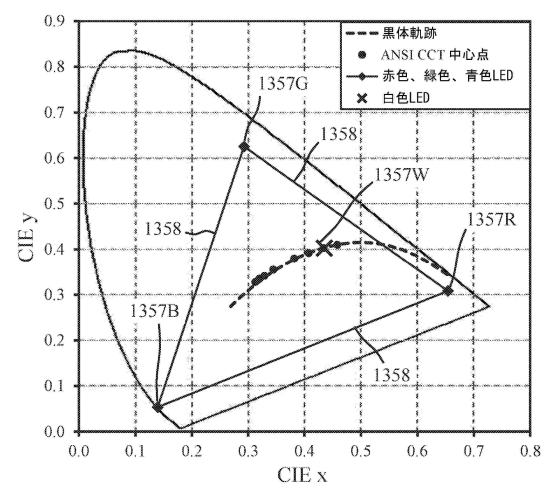
20

30

40

50

【図 1 3 D】



D

【図 1 4 A】

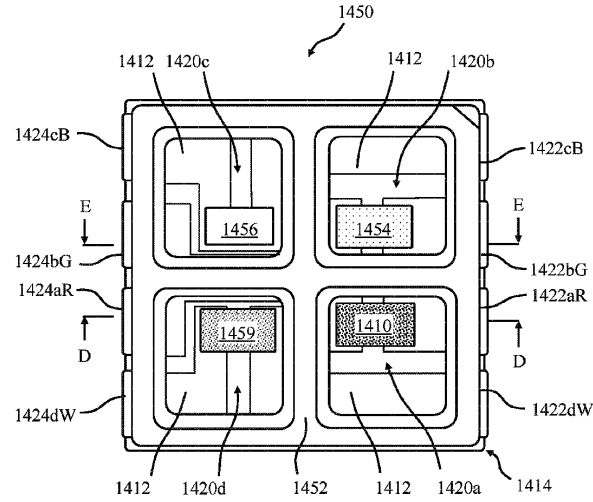
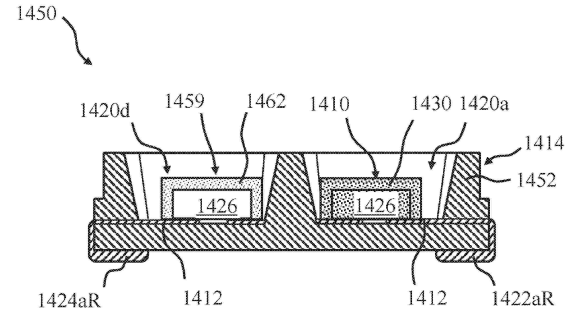


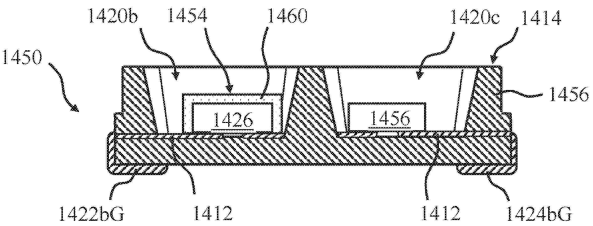
FIG. 14A

【図 1 4 B】



断面B-B
B

【図 1 4 C】



断面C-C
C

10

20

30

40

50

【図 15 A】

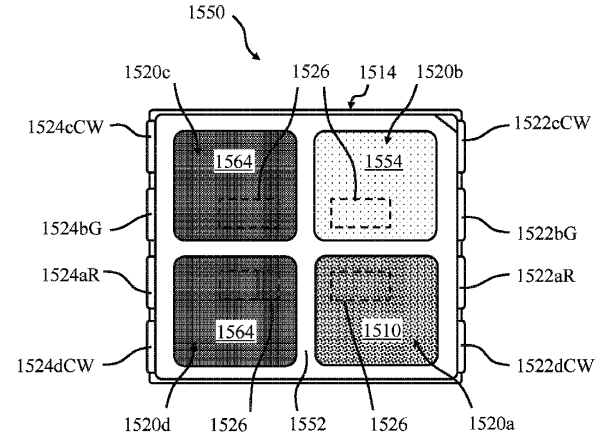
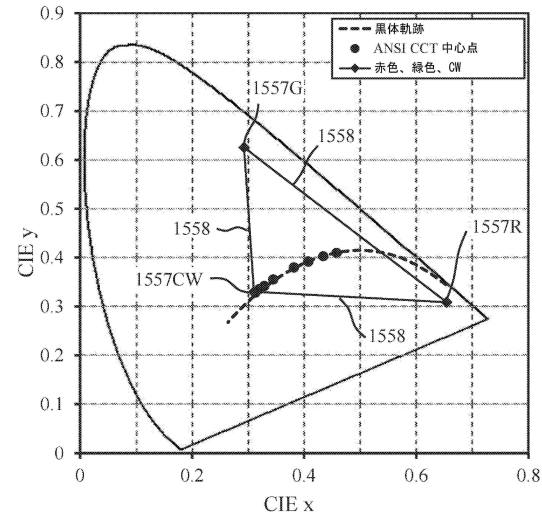


FIG. 15A

【図 15 B】



B

【図 16】

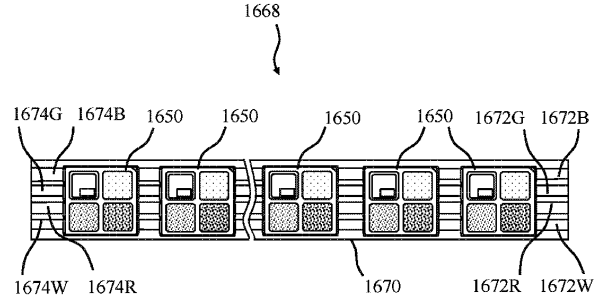
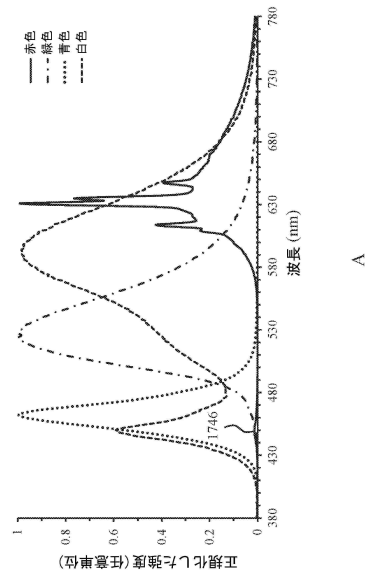


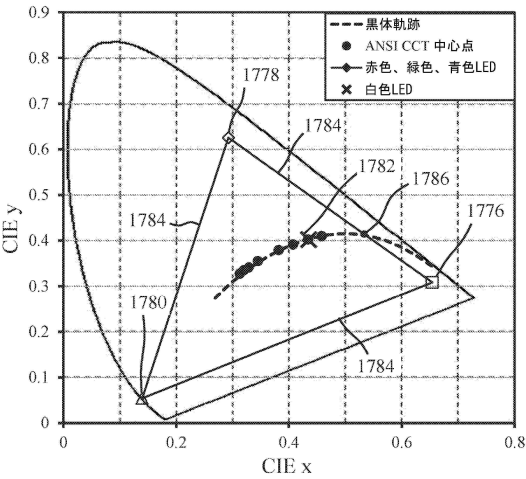
FIG. 16

【図 17 A】



A

【図 17 B】



B

【図 17 C】

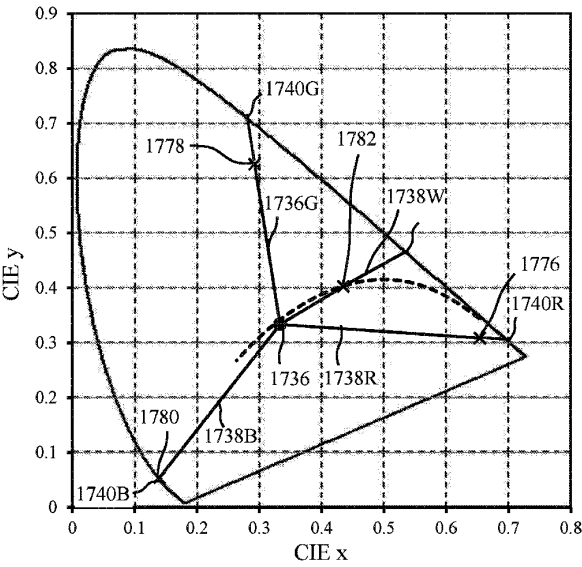
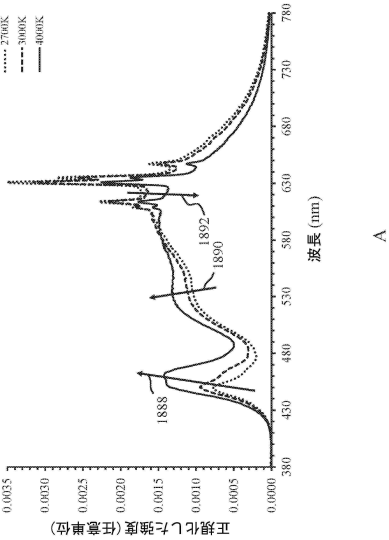


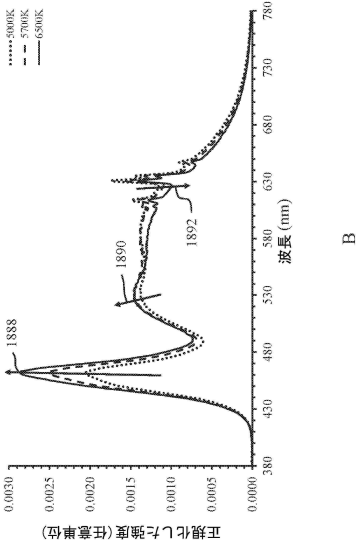
FIG. 17C

【図 18 A】



A

【図 18 B】



B

10

20

30

40

50

【図 18 C】

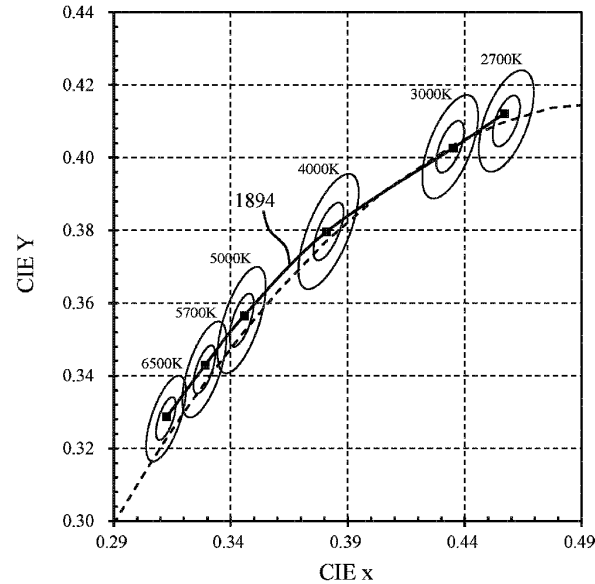


FIG. 18C

【図 19】

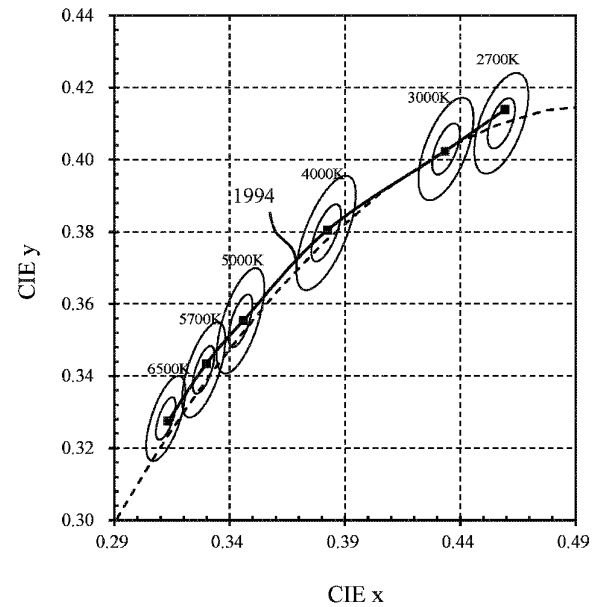


FIG. 19

【図 20 A】

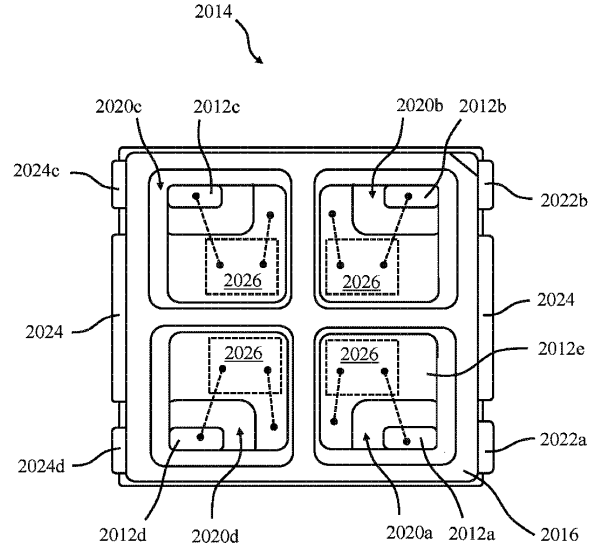


FIG. 20A

【図 20 B】

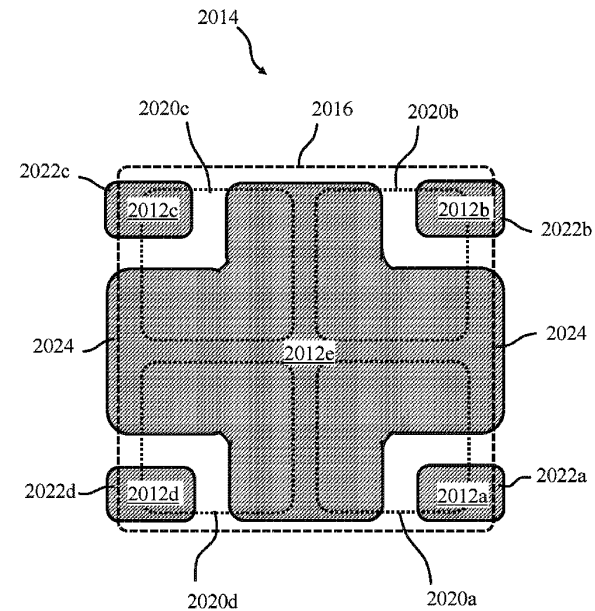


FIG. 20B

10

20

30

40

50

【手続補正書】

【提出日】令和6年8月9日(2024.8.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

蛍光体変換赤色LEDを具えた発光デバイスであって、該蛍光体変換赤色LEDが、青色LEDと、

10

狭帯域赤色フッ化物蛍光体と広帯域赤色蛍光体とを含むフォトルミネセンス材料とを具えている発光デバイス。

【請求項2】

前記狭帯域赤色蛍光体が、 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 、及び $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ から成るグループから選択した少なくとも1つの狭帯域赤色蛍光体である、請求項1に記載の発光デバイス

【請求項3】

前記蛍光体変換赤色LED用の少なくとも1つのキャビティを有するパッケージを具えている、請求項1または2に記載の発光デバイス。

20

【請求項4】

前記青色LEDがフリップチップを具え、前記狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び前記広帯域赤色蛍光体が、前記フリップチップの発光面上にある、請求項1または2に記載の発光デバイス。

【請求項5】

前記狭帯域赤色フッ化物蛍光体及び前記広帯域赤色蛍光体が、1つの層内、任意で単層内にある、請求項1または2に記載の発光デバイス。

【請求項6】

前記狭帯域赤色フッ化物蛍光体が第1層内にあり、前記広帯域赤色蛍光体が第2層内にある、請求項1または2に記載の発光デバイス。

30

【請求項7】

前記広帯域赤色蛍光体が、一般組成 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ の窒化物系蛍光体、一般組成 $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu^{2+}$ の窒化物系蛍光体、一般組成 $(Sr,Ba)_2AlSi_5N_8:Eu^{2+}$ の窒化物系蛍光体、一般組成 $MSe_{1-x}S_x:Eu$ のIIA/IIIB族硫セレン化物系蛍光体、ここにMはMg、Ca、Sr、Ba、及びZnのうちの1つであり、かつ $0 < x < 1.0$ であり、及び一般組成 $(Sr_{1-x}M_x)_yEu_zSiO_5$ のケイ酸塩系蛍光体、ここに $0 < x \leq 0.5$ 、 $2.6 \leq y \leq 3.3$ 、 $0 \leq z \leq 0.5$ 、かつMは、Ba、Mg、Ca、及びZnから成るグループから選択した少なくとも1つの二価金属である、から成るグループから選択した少なくとも1つの広帯域赤色蛍光体である、請求項1または2に記載の発光デバイス。

【請求項8】

前記発光デバイスが、少なくとも90%の色純度、及び30nm未満、20nm未満、または10nm未満のFWHMを有する赤色光を発生する、請求項1または2に記載の発光デバイス。

40

【請求項9】

緑色LED、及び直接発光青色LEDを更に具えている、請求項1または2に記載の発光デバイス。

【請求項10】

前記緑色LEDが直接発光緑色LEDで構成される、請求項9に記載の発光デバイス。

【請求項11】

前記緑色LEDが蛍光体変換緑色LEDで構成され、該蛍光体変換緑色LEDが、青紫

50

色～青色ＬＥＤフリップチップ及び緑色蛍光体を具えている、請求項９に記載の発光デバイス。

【請求項１２】

前記緑色ＬＥＤが、チップスケールパッケージ化蛍光体変換緑色ＬＥＤで構成され、該チップスケールパッケージ化蛍光体変換緑色ＬＥＤは、青紫色～青色ＬＥＤフリップチップ、及び該青紫色～青色ＬＥＤフリップチップの発光面上の緑色蛍光体を具えている、請求項９に記載の発光デバイス。

【請求項１３】

前記緑色ＬＥＤ用の少なくとも１つのキャビティを有するパッケージを具えている、請求項９に記載の発光デバイス。

【請求項１４】

前記緑色ＬＥＤ用の少なくとも１つのキャビティを有するパッケージを具えている、請求項１２に記載の発光デバイス。

【請求項１５】

前記直接発光青色ＬＥＤ用の少なくとも１つのキャビティを有するパッケージを具えている、請求項９に記載の発光デバイス。

【請求項１６】

少なくとも１８００ＫのＣＣＴを有する光を発生する第４ＬＥＤを具えている、請求項１または２に記載の発光デバイス。

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CN2022/120875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L25/075 H01L33/50 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2021/376200 A1 (KIM KYOUNGJUN [KR] ET AL) 2 December 2021 (2021-12-02)	1, 2, 6-19
A	paragraphs [0027], [0040], [0041], [0045] figures 3, 4	3-5
Y	WO 2021/007123 A1 (INTEMATIX CORP [US]) 14 January 2021 (2021-01-14)	1, 2, 6-19
A	abstract paragraphs [0016] - [0030], [0069], [0092], [0099]; figures figure 4	3-5
X	US 2013/141013 A1 (KODAMA HIROYA [JP] ET AL) 6 June 2013 (2013-06-06)	15, 16, 18, 19
A	paragraphs [0241] - [0252] figures 19-21	1, 17
	----- -/--	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 January 2023		Date of mailing of the international search report 23/01/2023
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gijsbertsen, Hans

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CN2022/120875

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019/341531 A1 (ZHANG FAN [US] ET AL) 7 November 2019 (2019-11-07) figure 116 -----	1
A	US 2021/259074 A1 (PETLURI RAGHURAM L V [US] ET AL) 19 August 2021 (2021-08-19) paragraph [0011]; figures -----	1
A	US 2015/034980 A1 (WINDISCH REINER [DE]) 5 February 2015 (2015-02-05) paragraphs [0089] - [0091]; figures 5,6 -----	1

1

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CN2022/120875

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2021376200 A1	02-12-2021	KR 20210148724 A US 2021376200 A1	08-12-2021 02-12-2021
WO 2021007123 A1	14-01-2021	NONE	
US 2013141013 A1	06-06-2013	CN 103069209 A EP 2615364 A1 JP 2012199218 A TW 201233233 A US 2013141013 A1 WO 2012033176 A1	24-04-2013 17-07-2013 18-10-2012 01-08-2012 06-06-2013 15-03-2012
US 2019341531 A1	07-11-2019	CA 3099124 A1 CN 112424962 A EP 3791430 A1 US 2019341531 A1 WO 2019217238 A1	14-11-2019 26-02-2021 17-03-2021 07-11-2019 14-11-2019
US 2021259074 A1	19-08-2021	US 2021259074 A1 WO 2020027783 A1	19-08-2021 06-02-2020
US 2015034980 A1	05-02-2015	DE 102013215382 A1 US 2015034980 A1	05-02-2015 05-02-2015

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ジンチョン チャン

中華人民共和国 3 6 1 0 0 9 フーチェン シャーメン スービン ディストリクト ジャンホー
ロード ナンバー 1 7 シンチン シューマーガン 1 3 0 4

(72)発明者 ジンガン チョウ

中華人民共和国 2 1 5 1 2 9 チャンスー スーチョウ ハイ テック ゾーン タオユエン ロード
ナンバー 2 0 9 ビルディング 6 ナンバー 2 0 2

F ターム (参考) 5F142 AA24 AA25 AA62 AA72 BA02 BA24 CA02 CA11 CB14 CE03
CG05 CG43 DA02 DA03 DA12 DA21 DA35 DA48 DA52 DA73