

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5827895号  
(P5827895)

(45) 発行日 平成27年12月2日(2015.12.2)

(24) 登録日 平成27年10月23日(2015.10.23)

(51) Int.Cl.

H01L 33/50 (2010.01)

F 1

H01L 33/00 410

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-529442 (P2011-529442)  
 (86) (22) 出願日 平成21年8月11日 (2009.8.11)  
 (65) 公表番号 特表2012-505527 (P2012-505527A)  
 (43) 公表日 平成24年3月1日 (2012.3.1)  
 (86) 國際出願番号 PCT/DE2009/001140  
 (87) 國際公開番号 WO2010/040327  
 (87) 國際公開日 平成22年4月15日 (2010.4.15)  
 審査請求日 平成24年4月17日 (2012.4.17)  
 審判番号 不服2014-18210 (P2014-18210/J1)  
 審判請求日 平成26年9月11日 (2014.9.11)  
 (31) 優先権主張番号 102008050643.5  
 (32) 優先日 平成20年10月7日 (2008.10.7)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 599133716  
 オスラム オプト セミコンダクターズ  
 ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ  
 ル ハフツング  
 Osram Opto Semiconduc  
 tors GmbH  
 ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン  
 スブルグ、ライプニッツシュトラーゼ 4  
 Leibnizstrasse 4, D  
 -93055 Regensburg,  
 Germany  
 (74) 代理人 100105050  
 弁理士 驚田 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光手段

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

発光手段(1)であって、

- 動作時に少なくとも1つの第1の波長(L1)と少なくとも1つの第2の波長(L2)で電磁放射を放出する少なくとも1つのオプトエレクトロニクス半導体デバイスであって、前記第1の波長(L1)および前記第2の波長(L2)が、互いに異なっており、前記第1の波長(L1)が430nm付近であり、前記第2の波長(L2)が470nm付近であり、それぞれの許容誤差が10nmである、

前記オプトエレクトロニクス半導体デバイスと、

- 前記第1の波長(L1)を、少なくとも部分的に、異なる周波数を有する放射に変換する少なくとも1つの変換手段(3)であって、この変換が、前記発光手段(1)によって放出される放射スペクトルが、標準色度図において、黒体曲線との間の平均距離が0.05以下である色度座標を有するよう行われる、前記変換手段(3)と、

を備え、

前記第2の波長(L2)は、前記変換手段(3)の主動作範囲よりも短い波長であり、前記変換手段(3)の主動作範囲は、前記変換手段(3)の最も強い発光帯が位置するスペクトル範囲を意味し、前記主動作範囲は、連続的なスペクトル範囲であり、前記主動作範囲の境界は、前記主動作範囲の最大強度の約13.6%に相当する強度を有し、

前記変換手段(3)は、前記第1の波長(L1)を有する光の第1の割合を変換し、前記第1の割合は少なくとも50%であり、前記第2の波長(L2)を有する光の第2の割

10

20

合を変換し、前記第2の割合は最大で90%であり、前記第1の割合は前記第2の割合よりも少なくとも5%は大きく、

前記変換手段(3)は第1の蛍光体Aおよび第2の蛍光体Bを有し、蛍光体Aの吸収の最大値は420nm~480nmの間(両端値を含む)であるのに対して、蛍光体Bの吸収の最大値は短波長方向に単調に増大する吸収率を有し、

前記第1および第2の波長(L1、L2)の放射が前記変換手段(3)に到達する前、前記第1の波長(L1)の放射は前記第2の波長(L2)の放射よりも高い最大強度を有し、

前記第1および第2の波長(L1、L2)の放射が前記変換手段(3)を通った後、前記第1の波長(L1)の放射は前記第2の波長(L2)の放射よりも低い最大強度を有し、前記第2の波長(L2)の放射の最大強度は、前記変換手段(3)により放出される放射の最大強度よりも低く、

前記蛍光体Aは、主波長が550nm~575nmの間(両端値を含む)であり、前記蛍光体Bは、主波長が595nm~610nmの間(両端値を含む)である、

発光手段(1)。

【請求項2】

前記半導体デバイス(2)が、前記第1の波長(L1)で放出する少なくとも1つの半導体チップ(20a)と、前記第2の波長(L2)で放出する少なくとも1つの半導体チップ(20b)とを備えている、

請求項1に記載の発光手段(1)。

20

【請求項3】

前記半導体デバイス(2)が、少なくとも2つの活性領域(21a、21b)を備えている少なくとも1つの半導体チップ(20)、を備えており、前記活性領域(21a、21b)のうちの少なくとも第1の活性領域が、動作時に前記第1の波長(L1)を有する放射を放出するように設計されており、前記活性領域(21a、21b)のうちの少なくとも第2の活性領域が、動作時に前記第2の波長(L2)を有する放射を放出するように設計されている、

請求項1に記載の発光手段(1)。

【請求項4】

前記半導体デバイス(2)が、第1の部分(22)と第2の部分(23)とを有する活性ゾーン(21)、を有する少なくとも1つの半導体チップ(20)、を備えており、動作時、前記第1の部分(22)が前記第1の波長(L1)を有する放射を出し、前記第2の部分(23)が前記第2の波長(L2)を有する放射を放出する、

請求項1に記載の発光手段(1)。

30

【請求項5】

前記半導体デバイス(2)によって放出される前記放射のスペクトル幅(B)が少なくとも50nmである、

請求項1から請求項4のいずれかに記載の発光手段(1)。

【請求項6】

前記蛍光体Aは、一般的な組成式が(Y, Gd, Lu)<sub>3</sub>(Al, Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>である、

40

請求項1から請求項5のいずれかに記載の発光手段(1)。

【請求項7】

前記蛍光体Bは、一般的な組成式が(Ca, Sr, Ba)Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>あるいは(Ca, Sr, Ba)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>である、

請求項1から請求項6のいずれかに記載の発光手段(1)。

【請求項8】

前記発光手段(1)の色温度が、2500°K~6500°K(の間)(両端値を含む)である、

請求項1から請求項7のいずれかに記載の発光手段(1)。

50

**【請求項 9】**

前記第1の割合は前記第2の割合よりも少なくとも10%は大きい、

請求項1から請求項8のいずれかに記載の発光手段(1)。

**【請求項 10】**

前記第2の波長(L2)で放射パワーの少なくとも75%が前記変換手段(3)を透過し、前記第1の波長(L1)で放射パワーの少なくとも95%が前記変換手段(3)によつて変換される、

請求項1から請求項9のいずれかに記載の発光手段(1)。

**【請求項 11】**

前記半導体デバイス(2)が、少なくとも600nmの第3の波長を有する光を動作時に放出する少なくとも1つの半導体チップ(2)、を備えている、

請求項1から請求項10のいずれかに記載の発光手段(1)。

**【請求項 12】**

前記第1の波長(L1)の強度と前記第2の波長(L2)の強度の比率を設定する目的に使用できる制御ユニット(5)、

を備えている、

請求項2に記載の発光手段(1)。

**【請求項 13】**

前記変換手段(3)は前記第1の波長(L1)の放射の少なくとも95%を波長変換し、前記第2の波長(L2)の放射の最大で90%を波長変換する、

請求項1から請求項12のいずれかに記載の発光手段(1)。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

発光手段を提供する。

**【背景技術】****【0002】**

「冷」光源(例えば発光ダイオード、ルミネセンスダイオード、レーザダイオード)は、例えば熱光源または熱発光手段(例えば白熱灯)と比較すると、高い効率、長い寿命、コンパクトな設計を特徴とする。しかしながら、発光手段によって放出される光のスペクトルも、同程度に重要な側面である。熱光源は、可視スペクトル範囲内の幅の広いほぼ連続的な電磁放射スペクトル(黒体スペクトルに似ている)を放出する。例えば、発光ダイオードは、可視スペクトル範囲内の比較的狭いスペクトル範囲内で放出する。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】米国特許出願第2005/0266588号明細書

【特許文献2】国際公開第2007/140738号パンフレット

【特許文献3】独国特許第102004052245号明細書

【特許文献4】独国特許第102004047763号明細書

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明の目的は、高い演色性(color rendering quality)を有する発光手段を提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、少なくとも1つのオプトエレクトロニクス半導体デバイスを備えている。この半導体デバイスは、発光ダイオード

10

20

30

40

50

またはレーザダイオードとして構成することができる。半導体デバイスは、動作時、少なくとも一部が  $340\text{ nm} \sim 780\text{ nm}$  のスペクトル範囲にある電磁放射を放出する。

【0006】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本オプトエレクトロニクス半導体デバイスは、動作時、少なくとも1つの第1の波長で放出する。この場合、波長は、例えば、半導体チップの発光帯(emission band)に対応するスペクトル範囲または波長範囲を意味するものと理解されたい。このような発光帯は、狭帯域であり、 $20\text{ nm}$  のオーダーの大きさのスペクトル幅を有する。「幅」は、半値全幅(略して FWHM)の値である。波長は、発光帯または波長範囲の最大値のスペクトル位置を意味するものと理解されたい。以下では、「波長」は、発光帯または対応する波長範囲のスペクトル範囲を含む。

10

【0007】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第1の波長は、 $500\text{ nm}$  未満、特に  $300\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$  の間、好ましくは  $400\text{ nm} \sim 450\text{ nm}$  の間、特に好ましくは  $410\text{ nm} \sim 440\text{ nm}$  の間である。言い換えれば、第1の波長は、近紫外線または青色のスペクトル範囲にある。

【0008】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、特に  $200\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$  のスペクトル範囲内、好ましくは  $430\text{ nm} \sim 490\text{ nm}$  のスペクトル範囲内の第2の波長の光を放出する。第1の波長は、特に、第2の波長よりも高い周波数を有する。

20

【0009】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、少なくとも1つの第1の波長と少なくとも1つの第2の波長で電磁放射を放出し、第1の波長と第2の波長は互いに異なる。第1の波長の発光帯と第2の波長の発光帯は、一部分が重なっていることができる。

【0010】

第1の波長および第2の波長は、それぞれ、半導体デバイスによって直接放出される放射のスペクトルシグネチャ(spectral signature)に関連する。特に、この放射は、変換手段あるいは吸収体によって影響されない。

【0011】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、変換手段を備えている。変換手段は、少なくとも、第1の波長を有する放射を、少なくとも部分的に、異なる周波数を有する放射に変換するように構成されている。特に、変換された放射の波長は、第1の波長よりも大きい。言い換えれば、変換された放射は、第1の波長のスペクトル範囲の周波数よりも低い周波数を備えている。

30

【0012】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段の動作時に放出される放射スペクトルは、黒体スペクトルに対して条件等色(メタメリズム)である。異なるスペクトルが互いに対して条件等色であるならば、そのことは、それらのスペクトルが同じ色度座標を有することを意味する。すなわち、本発光手段においては、放射スペクトルは、人の目によって知覚されるときの感覚的な印象が黒体スペクトルの印象に一致するような組成またはプロファイルを有する。言い換えれば、本発光手段は、人の目にとって、熱平衡状態にある理想的な黒体の形の放射体を形成している。本発光手段は、動作時に放出される放射が白色光、特に暖白色光(warm-white light)として知覚されるように構成されていることが好ましい。

40

【0013】

黒体スペクトルに対して条件等色であることは、標準色度図において、発光手段によって放出される放射の色度座標と黒体曲線との間の平均距離が  $0.07$  以下である(製造精度および測定精度の範囲内である)ことも意味する。この距離は、 $0.05$  以下、特に、 $0.025$  以下であることが好ましい。この場合、この距離は、 $x$  方向のずれの二乗と  $y$  方向のずれの二乗の合計の平方根として定義される。

50

## 【0014】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、動作時に少なくとも1つの第1の波長の電磁放射と少なくとも1つの第2の波長で電磁放射を放出する少なくとも1つのオプトエレクトロニクス半導体デバイスを備えており、第1の波長および第2の波長は、互いに異なっており、500 nm未満、特に300 nm～500 nmの間にある。さらには、本発光手段は、第1の波長を、少なくとも部分的に、異なる周波数を有する放射に変換する少なくとも1つの変換手段、を備えている。動作時に発光手段によって放出される放射スペクトルは、黒体スペクトルに対して条件等色である。

## 【0015】

このような発光手段では、発光手段の高い演色性と高い効率とを同時に達成できるように、第1の波長および第2の波長を選択することが可能になる。 10

## 【0016】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、半導体デバイスは、動作時に第1の波長で放出する少なくとも1つの半導体チップと、第2の波長で放出する少なくとも1つの半導体チップとを有する。第1の波長における放射パワーと、第2の波長における放射パワーとの間の比率は、例えば、2つの半導体チップの異なる通電(energization)によって、所望の状態に設定することができる。これら少なくとも2つの半導体チップは、互いに独立して動作させる、もしくは駆動する、またはその両方を行うことができる。

## 【0017】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本半導体部品は、第1の波長を有する放射と第2の波長を有する放射の両方を動作時に放出する少なくとも1つの半導体チップ、を備えている。言い換えれば、第1の波長および第2の波長を1つの半導体チップによって発生させることができる。このような半導体チップは、例えば特許文献1に開示されており、半導体チップに関して、およびそのような半導体チップの製造方法に関してこの文書に記載されている開示内容は、参照によって本出願に組み入れられている。このような半導体チップによって、コンパクトな半導体部品、したがって省スペースの発光手段を実現することが可能である。 20

## 【0018】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本半導体デバイスは、少なくとも1つの第1の部分と少なくとも1つの第2の部分とを有する活性ゾーン、を有する少なくとも1つの半導体チップ、を備えている。第1の部分と第2の部分は垂直方向に(すなわち、活性ゾーンの主延在方向に対して垂直に)、好ましくは互いに重ねて配置されている。特に、第1の部分と第2の部分との間には、トンネルコンタクト(tunnel contact)が配置されていない。動作時、活性ゾーンの第1の部分において、第1の波長を有する放射が発生し、活性ゾーンの第2の部分において、第2の波長を有する放射が発生する。一例として、活性ゾーンの2つの部分に、構造の異なる量子井戸が配置されており、動作時、これらの量子井戸が異なる波長の光を放出する。このタイプの半導体チップは、特許文献2に開示されており、半導体チップに関してこの文書に記載されている開示内容は、参照によって本出願に組み入れられている。このような半導体チップを備えている半導体デバイスは、コンパクトな構造である。このような半導体デバイスの結果として、本発光手段は高い効率を有する。 30

## 【0019】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は、第1の波長を有する放射を動作時に放出する活性ゾーンを有する少なくとも1つの半導体チップ、を備えている半導体デバイス、を備えている。主放射方向に見たとき、活性ゾーンの下流にルミネセンス構造(luminescence structure)が配置されており、このルミネセンス構造は、第1の波長の一部を吸収して第2の波長で再放出する。活性ゾーンおよびルミネセンス構造は、特に半導体デバイス全体がベースとしているものと同じ半導体材料をベースとしていることが好ましい。一例として、活性ゾーンおよびルミネセンス構造は、材料系InGaNまたはGaNをベースとしている。このタイプの半導体チップは、特許文献3に開示されてお 40

り、半導体チップに関してこの文書に記載されている開示内容は、参照によって本出願に組み入れられている。このような半導体チップを使用することによって、発光手段のコンパクトかつ効率的な配置構造を達成することができる。

【0020】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、半導体デバイス全体の下流に変換手段が配置されている。すなわち、すべての半導体チップの放射が、少なくとも部分的に、変換手段を通過する。特に、半導体デバイスによって放出される放射の実質的に全体が変換手段を通過する。「実質的に」とは、半導体デバイスによって放出される放射の80%以上、特に95%以上が、変換手段を通過することを意味する。このような発光手段は、単純かつコンパクトな構造を有し、高い変換効率を有する。

10

【0021】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第1の波長および第2の波長は、スペクトル的に少なくとも10nmだけ互いに隔てられている。このスペクトル距離は、少なくとも15nm、特に少なくとも20nmであることが好ましい。第1の波長と第2の波長との間のスペクトル距離が大きいことによって、例えば、媒体による、特に変換手段による一方の波長の吸収を、所望の状態に設定することが可能である。

【0022】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、半導体デバイスによって放出される放射のスペクトル幅は、少なくとも50nmである。このスペクトル幅は、少なくとも65nmであることが好ましい。この場合、スペクトル幅は、連続的なスペクトル範囲であるように定義される。スペクトル幅のこの範囲の境界は、放射強度が、その範囲内の強度の最大値の約13.6%に低下している領域として定義される。

20

【0023】

したがって、境界は、最大強度を  $e^2$  によって除した値に対応する（ $e$  はオイラー数を表しており約2.71である）。「連続的な」とは、スペクトル幅の範囲内の強度が、境界の値を下回らないことを意味する。強度は、例えば、放射のスペクトル強度密度、あるいは放射パワー密度を意味するものと理解されたい。したがって、強度またはパワーは、例えば、1nmまたは2nm間隔において測定される。この間隔は、スペクトル幅の1/20以下であるように選択するべきである。半導体デバイスによって放出される光のスペクトル幅が大きいと、発光手段の演色性を高めることができる。

30

【0024】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、演色評価数  $R_a$  は、少なくとも80、好ましくは少なくとも85、特に、少なくとも90である。演色評価数（略してCRI）は、所定の標準光源によって照らしたときと比較して、評価対象の光源（すなわち発光手段）によって照らしたときの、所定の試験色の平均の色ずれの大きさを指定する。最高の演色評価数は100であり、色ずれが生じない光源に相当する。 $R_a$  は、8つの試験色、特に、最初の8つの試験色を使用してCRIを求めるることを意味する。演色評価数の測定および定義に関するさらなる説明は、特許文献4に記載されており、この文書の開示内容は参考によって本出願に組み入れられている。少なくとも80の演色評価数によって、発光手段の高い演色性が確保される。これに代えて、演色性を別の評価数によって、例えばCQS（color quality scale）によって指定することもできる。異なる評価数の値は、対応するCRI値に変換する必要がある。

40

【0025】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、発光手段の効率は、少なくとも601m/W、好ましくは少なくとも701m/Wである。このことは、第1の波長が、半導体デバイスの効率が最大であるスペクトル範囲内に位置していることによって可能である。このような発光手段は、電気エネルギーから放射エネルギーへの変換の効率が高い。

【0026】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、発光手段の色温度は、2500°K～6500°Kの間（両端値を含む）、好ましくは2700°K～4000°Kの間（両端値

50

を含む)、特に、 $2900^{\circ}\text{K} \sim 3400^{\circ}\text{K}$ (の間)(両端値を含む)にある。色温度とは、評価対象の放射(すなわち本発光手段の放射)の色度座標に最も近い色度座標を有する黒体放射体の温度である。この最も近い色温度は、相關色温度(略してCCT)とも称する。

【0027】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、変換手段は、第1の波長を有する光の少なくとも50%、特に、少なくとも95%を、異なる波長を有する放射に変換し、第2の波長を有する光の最大で90%を、異なる波長を有する放射に変換する。すなわち、変換手段を透過した後、第1の波長のスペクトル範囲内に存在する第1の波長の強度またはパワーは、変換手段を通過する前ににおける第1の波長のスペクトル範囲の強度またはパワーの最大で5%である。第2の波長については、この値は少なくとも10%である。言い換えれば、第1の波長の方が、第2の波長よりも高い割合だけ変換手段によって変換される。

【0028】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、変換手段による第1の波長の変換と第2の波長の変換との差は、少なくとも5%、特に、少なくとも10%であり、第2の波長の方が、変換される割合が小さい。言い換えれば、第1の波長のうち変換手段によって異なる波長に変換される割合がX%であるならば、第2の波長の対応する割合は、最大で(X-5)%、特に、最大で(X-10)%である。

【0029】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第2の波長は、変換手段によって実質的に変換されない、すなわち、第2の波長における放射パワーの少なくとも75%は変換手段を透過する。したがって、主として第1の波長が変換されるように、第1の波長および第2の波長と変換手段の吸収とが調整される。これにより、第2の波長のスペクトル位置によって、発光手段の高い演色性を確保することができる。

【0030】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第1の波長は430nm付近であり、第2の波長は470nm付近である。すなわち、第1の波長のスペクトル範囲が430nmを含んでおり、第2の波長のスペクトル範囲が470nmを含んでいる(それぞれ±10nm)、または、第1の波長および第2の波長が上記のスペクトル範囲内に最大強度を有する。好ましくは、第1の波長と430nmとの間のスペクトル距離は、スペクトル幅(略してFWHM)よりも小さい、特に、スペクトル幅(略してFWHM)の1/3よりも小さい。第2の波長についても、対応する状況が同様にあてはまることが好ましい。このようにして選択される第1の波長および第2の波長によって、発光手段の高い効率および高い演色性を実現することが可能である。

【0031】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、半導体デバイスは、少なくとも600nmの第3の波長を有する光を動作時に放出する少なくとも1つの半導体チップ、を備えている。この半導体チップの放射は、特に、赤色のスペクトル範囲内、特に、600nm~780nmの間、好ましくは600nm~630nmの間にある。第3の波長の定義は、第1の波長および第2の波長の場合の対応する定義と同じである。すなわち、第3の波長は、半導体チップの対応する発光帯に対応するスペクトル範囲を意味する。第3の波長は、この発光帯の最大値を表す。第3の波長のFWHM幅は、好ましくは少なくとも20nmであり、特に、少なくとも30nmである。赤色のスペクトル範囲内で放出する半導体チップを使用することによって、長波長のスペクトル範囲における演色性を向上させることができる。

【0032】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、本発光手段は制御ユニットを備えており、この制御ユニットを使用して、第1の波長の強度と第2の波長の強度の比率を設定することができる。制御ユニットは、例えば、第1の波長で放出する第1の半導体チップと、

10

20

30

40

50

第2の波長で放出する第2の半導体チップの通電を決定する1つまたは複数の電気抵抗器の形として構成することができる。制御ユニットがこのような抵抗器を備えている場合、抵抗器の抵抗値を固定する、または調整可能とすることができます。抵抗器の抵抗値を固定する場合、この設定は発光手段の製造時に行われることが好ましい。抵抗器が(例えばボテンショメータの形で)可変式に設定される、または調整可能である場合、例えば、発光手段の動作中であっても発光手段の色温度を設定することができる。

【0033】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第2の波長は、変換手段の主動作範囲(main operating range)よりも低い波長である。変換手段の主動作範囲とは、変換手段の最も強い発光帯が位置するスペクトル範囲を意味する。主動作範囲は、連続的なスペクトル範囲である。主動作範囲の境界は、主動作範囲の最大強度の約13.6%に相当する強度を有する。主動作範囲内では、強度は境界における強度を下回らない。第2の波長が主動作範囲の外側にある場合、発光手段によって放出される光のスペクトル範囲は実質的に広がる。これによって、発光手段の演色性が向上する。

10

【0034】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、変換手段は、少なくとも1種類の無機セリウムまたはイットリウムを含有する固体を含んでいる。変換手段は、複数の異なる物質の混合物とすることができます。変換手段は、異なる材料組成を有する構造化された複数の層として形成することができます。複数の異なる物質を有する変換手段を使用することによって、スペクトル幅の広い主動作範囲と良好な演色性とを達成することができる。

20

【0035】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、変換手段は、2種類の無機蛍光体、特に、正確に2種類の無機蛍光体を含んでいる。一方の蛍光体(蛍光体A)は、黄色または緑色のスペクトル範囲内で放出する。他方の蛍光体(蛍光体B)は、赤色のスペクトル範囲内で放出する。蛍光体Aの放出の主波長は、好ましくは540nm~580nmの間(両端値を含む)、特に好ましくは550nm~575nmの間(両端値を含む)にある。蛍光体Bの放出の主波長は、好ましくは590nm~615nmの間(両端値を含む)、特に好ましくは595nm~610nmの間(両端値を含む)にある。この場合、主波長とは、特に、蛍光体の放出が最大である波長である。

【0036】

30

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、蛍光体Aの吸収の最大値は、420nm~480nmの間(両端値を含む)にあるのに対して、蛍光体Bは、短波長方向に単調に増大する吸収率を有することが好ましい。蛍光体Bの吸収は、特定の狭い範囲内の最適領域または最大領域を有する必要はない。この場合、再吸収の確率が最小になるように、蛍光体Aの放出と蛍光体Bの吸収を互いに調整することができる。言い換えれば、例えば、蛍光体Aによって放出される放射は、蛍光体Bによって吸収されない、または無視できるわずかな程度吸収されるのみであり、この逆も同様である。さらには、演色のパラメータおよび効率を同時に最適化するうえで特に好ましいスペクトルが発生するように、蛍光体Aの吸収の最大値と、少なくとも1つの半導体チップによって放出される2つの波長とを、互いに調整することができる。

40

【0037】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、蛍光体Aは、蛍光体であるイットリウムアルミニウムガーネット(略してYAG)のセリウムドープ誘導体(cerium-doped derivative)であり、一般的な組成式は、(Y, Gd, Lu)<sub>3</sub>(Al, Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>である。蛍光体Bは、例えば、一般的な組成式が(Ca, Sr, Ba)Al<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>N<sub>3</sub>:Eu<sup>2+</sup>あるいは(Ca, Sr, Ba)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>N<sub>5</sub>:Eu<sup>2+</sup>である、ユウロピウムドープ窒化物(Eu-doped nitride)とすることができます。

【0038】

発光手段が、2つの異なる波長を放出する半導体デバイスを有することによって、より少ない数の異なる蛍光体によって所定の演色性を達成することができる。言い換えれば、

50

使用するべき蛍光体の数を減らすことができる。結果として、その一方で、発光手段の効率を高めることも可能であり、なぜなら、変換された放射の再吸収を減少または回避できるためである。特に、複数の異なる蛍光体を使用するときには、それら異なる蛍光体による再吸収によって、発光手段の効率が低下することがある。

【0039】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第1の波長は430nm付近であり、第2の波長は470nm付近であり、それぞれ許容誤差は10nmである。変換手段は、第1の波長のうちのある割合を、異なる波長を有する放射に変換し、この割合は、第2の波長の対応する割合よりも少なくとも5%大きく、第2の波長は、変換手段の主動作範囲よりも低い波長である。

10

【0040】

本発光手段の少なくとも一実施形態によると、第1の波長を有する放射と、第2の波長を有する放射の両方が、変換手段を通過し、第1の波長の放射の少なくとも50%が、異なる波長を有する放射に変換され、第2の波長を有する放射の最大で90%が波長変換される。

【0041】

本文書に記載した発光手段を使用することのできるいくつかの用途分野としては、例えば、一般的な照明と、ディスプレイおよびインジケータ装置のバックライトである。さらには、本文書に記載した発光手段は、例えば、投影用の照明装置、ヘッドライト、発光器(light emitter)にも使用することができる。

20

【0042】

以下では、ここまでに記載した発光手段について、例示的な実施形態に基づいて図面を参照しながらさらに詳しく説明する。この場合、個々の図面において同じ参照記号は同じ要素を示している。しかしながら、互いの大きさの関係は示していない。むしろ、理解を促進する目的で、個々の要素を誇張した大きさで示してある。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本文書に記載した半導体デバイスの例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

30

【図2】本文書に記載した発光手段の例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。

【図3-1】半導体デバイスによって放出される放射のスペクトル(図3A, 図3D)および色度座標(図3C, 図3F)の概略図と、本文書に記載した(図3D～図3F)発光手段の例示的な実施形態の変換手段を通過した後の放射のスペクトル(図3B, 図3E)を示している。

【図3-2】半導体デバイスによって放出される放射のスペクトル(図3A, 図3D)および色度座標(図3C, 図3F)の概略図と、本文書に記載した(図3D～図3F)発光手段の例示的な実施形態の変換手段を通過した後の放射のスペクトル(図3B, 図3E)を示している。

【図4-1】半導体デバイスによって放出される放射のスペクトル(図4A, 図4D)および色度座標(図4C, 図4F)の概略図と、本文書に記載した(図4D～図4F)発光手段の例示的な実施形態の変換手段を通過した後の放射のスペクトル(図4B, 図4E)を示している。

40

【図4-2】半導体デバイスによって放出される放射のスペクトル(図4A, 図4D)および色度座標(図4C, 図4F)の概略図と、本文書に記載した(図4D～図4F)発光手段の例示的な実施形態の変換手段を通過した後の放射のスペクトル(図4B, 図4E)を示している。

【発明を実施するための形態】

【0044】

図1および図2は、半導体デバイス2および半導体チップ20の例示的な実施形態と、発光手段1の例示的な実施形態を示している。図3および図4は、スペクトルの特性を詳

50

細に示している。

【0045】

図1Aは、発光手段1において使用することのできる半導体デバイス2の例示的な実施形態の概略的な断面図を示している。基体4(例えば射出成形法あるいはダイキャスト法によって形成できる)は、切り欠き部10を有する。切り欠き部10には、2つの半導体チップ20a, 20bが取り付けられている。半導体チップ20aは、第1の波長L1を有する第1の放射を放出し、半導体チップ20bは、第2の波長L2を有する第2の放射を放出する。半導体チップ20a, 20bとは反対の切り欠き部10の側には、板またはディスクの形の変換手段3が取り付けられている。基体4と変換手段3とによって空洞6が形成されている。

10

【0046】

変換手段3は、半導体チップ20a, 20bから隔離されている。変換手段3と半導体チップ20a, 20bとの間の距離によって、半導体チップ20a, 20bによって放出される放射を、変換手段3から出て行くまでに混合することが可能になっている。

【0047】

図1Aにおいては、2つの半導体チップ20a, 20bは活性ゾーン21を有し、動作時、この活性ゾーン21において放射が発生する。したがって、2つの半導体チップ20a, 20bは、活性領域21において、異なる波長を有する放射を放出する。

20

【0048】

例示的な実施形態の説明において本質的ではない半導体デバイス2の構成部分(例えば電気コンタクトの接続部)は、図1Aおよび以降の図に示していない。

【0049】

図1Bは、半導体チップ20を示している。この半導体チップ20は、2つの活性領域21a, 21bを備えている。活性領域21aは、半導体チップ20の動作時に第1の波長L1を有する放射を放出するように構成されている。活性領域21bでは、第2の波長L2を有する放射が発生する。活性ゾーン21aとは反対側の半導体チップ20の面には、変換手段3を有する層が形成されている。したがって、半導体チップ20は、異なる波長L1, L2を放出する2つの活性ゾーン21a, 21bを備えている。結果として、半導体チップ20は、動作時に異なる波長L1, L2で放出する。

【0050】

30

図1Cは、1つの活性ゾーン21を有する半導体チップ20を示している。垂直方向Vにおける活性ゾーン21の範囲に関して、第1の部分22が第2の部分23の上に位置している。第1の部分22は、例えば、部分23とは異なる構造の量子井戸を備えている。第1の部分22および第2の部分23は、例えば、それぞれが3層の量子井戸を有することができ、これらの層は垂直方向Vに実質的に垂直に延在している。第1の部分22および第2の部分23は、トンネル接合によって互いに接続されていない。動作時、第1の波長L1を有する放射が活性ゾーンの第1の部分22において発生し、第2の波長L2を有する放射が第2の部分23において発生する。第1の部分22および第2の部分23は、例えば異なるドーピングを有する。言い換えれば、半導体チップ20は、1つのみの活性ゾーンを備えており、動作時、この活性ゾーンにおいて第1の波長L1および第2の波長L2が発生する。

40

【0051】

半導体チップ20の正面12には、変換手段3が層として形成されている。変換手段3を備えている層は構造化されている。すなわち、活性ゾーン21の主延在方向に平行な方向における変換手段3の厚さは、活性ゾーン21の第1の部分22の上の中央領域13よりも、縁部領域14において薄い。

【0052】

図1Dは、活性ゾーン21およびルミネセンス構造25を有する半導体チップ20を備えている半導体デバイス2を示している。動作時、活性ゾーン21において、第1の波長L1を有する放射が発生する。この放射は、その一部分が、ルミネセンス構造25において

50

て、第2の波長 $L_2$ を有する放射に変換される。半導体チップ20から出る放射は、切り欠き部10に位置している変換手段3を通る。切り欠き部10は、基体4によって形成されている。半導体チップ20も、同様に切り欠き部10の中に位置している。

【0053】

図1に示した半導体デバイス2および半導体チップ20は、例えば、電気コンタクトによって接続するための構造あるいは光の取り出しを向上させるための構造(図示していない)を有することができる。同様に、半導体デバイス2は、反射手段、拡散手段、吸収手段のうちの1つまたは複数を有することができる。これらは、被覆層として、もしくは混合物(admixture)として、またはその両方として具体化することができる。

【0054】

図2は、発光手段1の例示的な実施形態を示している。半導体チップ20(例えば図1Bまたは図1Cによる)と、さらなる半導体チップ24(動作時に赤色スペクトル範囲内の第3の波長の放射を放出する)とが、キャリア7上に取り付けられている。キャリア7は、例えば酸化アルミニウムを有するセラミックによって形成されている。キャリア7と半導体チップ20, 24は、半導体デバイス2を形成している。半導体デバイス2は制御ユニット5の上に貼り付けられている。半導体デバイス2の電力供給は、制御ユニット5によって行われる。チップ20, 24の電力供給と、半導体チップ20, 24によって放出される放射の強度の比率は、制御ユニット5によって設定することができる。同様に、制御ユニット5によって放射を調整式にすることも可能である。

【0055】

基体4は、制御ユニット5および半導体デバイス2を環状または箱状に囲んでいる。基体4と制御ユニット5との間の機械的な結合を向上させる目的で、制御ユニット5はアンダーカット部11を有する。制御ユニット5とは反対側の基体4の面には、変換手段3を備えているプレートが配置されている。半導体デバイス2とは反対側の変換手段3の面には、カバープレート8が設けられている。カバープレート8は、ガラスによって構成することができる。カバープレート8は、発光手段1の機械的な特性を向上させることができる。

【0056】

カバープレート8は、図示したものではなく、光学要素(例えばレンズまたはマイクロレンズ)として同様に形成することもでき、また、例えばフィルタ手段あるいは散乱手段の形の少なくとも1種類の混合物を備えていることができる。

【0057】

図3および図4は、発光手段1のスペクトル特性を示しており、発光手段1は、一例として、図1による少なくとも1つの半導体デバイス2または少なくとも1つの半導体チップ20を有する、あるいは、例えば図2による構造を備えていることができる。

【0058】

図3A～図3Cは、1つのみの放出波長 $L_E$ を有する半導体デバイス2を備えた発光手段1に関連する。図3Aを参照し、放出波長 $L_E$ は約452nmである。この場合、波長 $L$ (単位:ナノメートル)と放射パワーPとがプロットしてある(波長間隔は幅2nm)。

【0059】

図3Bは、変換手段3によって変換された後に得られるスペクトルを示している。変換波長 $L_K$ は約600nmである。変換手段3の主動作範囲H(放射パワーPが波長 $L_K$ におけるパワーPの少なくとも13.6%である範囲)は、500nmから730nmにわたっている。図3B、図3E、図4B、図4Eのそれぞれにおいて、主動作範囲Hは、両方向の矢印によって示してある。変換手段3による変換に起因して、放出波長 $L_E$ におけるパワーPは約1/20に減少している。

【0060】

図3Cは、標準色度図から抜粋した図を示している。x軸は放射の赤色成分を表しており、y軸は緑色成分を表している。図3Bに示したスペクトルシグネチャは、発光手段1

10

20

30

40

50

によって放出される光の色度座標  $R$  (座標  $0.43$  および  $0.41$ ) に対応する。標準色度図において、この色度座標  $R$  は黒体曲線 9 上に位置している。すなわち、色度座標  $R$  は、黒体放射体の放射に対して条件等色である。発光手段 1 の色度座標  $R$  に最も近い色度座標を有する黒体放射体の温度に対応する色温度は、約  $3000^{\circ}\text{K}$  である。すなわち、発光手段 1 によって放出される放射は、色温度  $3000^{\circ}\text{K}$  を有する。発光手段 1 の演色評価数は  $80$  であり、効率は  $69.51\text{m/W}$  である。

#### 【0061】

図 3 D は、動作時に第 1 の波長  $L_1$  および第 2 の波長  $L_2$  の光を放出する半導体デバイス 2 を備えている発光手段 1 の放射パワー  $P$  を、波長  $L$  の関数として示している。第 1 の波長  $L_1$  は  $444\text{nm}$  であり、第 2 の波長  $L_2$  は  $460\text{nm}$  である。第 1 の波長  $L_1$  における放射パワー  $P$  は、第 2 の波長  $L_2$  よりも高い。波長  $L_1, L_2$  は比較的近いため、波長  $L_2$  の発光帯は、波長  $L_1$  の発光帯の肩部として識別できるのみである。動作時に半導体デバイス 2 によって放出される放射のスペクトル幅  $B$  (両方向の矢印によって示してある) は、約  $55\text{nm}$  である。

#### 【0062】

図 3 E は、半導体デバイス 2 によって放出される放射が変換手段 3 を通過した後の発光手段 1 の放出スペクトルを示している。変換波長  $L_K$  は約  $600\text{nm}$  であり、主動作範囲  $H$  は約  $500\text{nm}$  から  $730\text{nm}$  にわたっている。変換手段 3 は、第 1 の波長  $L_1$  を有する放射を主として変換する。これによって、波長  $L_1, L_2$  の放射の互いに対するパワー比が変化する。したがって、図 3 E では、第 2 の波長  $L_2$  の発光帯をはっきり認識できる。第 2 の波長  $L_2$  は主動作範囲  $H$  の外側に位置しており、主動作範囲  $H$  に対してブルーシフトしている。

#### 【0063】

図 3 F は、標準色度図から抜粋した図を示している。色度座標  $R$  は、図 3 A ~ 図 3 C による発光手段 1 の場合とほぼ同じ座標にあり、黒体曲線 9 上に位置している。発光手段 1 は、暖白色光を放出する。演色評価数は同じく  $80$  であり、色温度は  $3000^{\circ}\text{K}$  である。しかしながら、効率は  $74.31\text{m/W}$  であり大幅に高まっている。

#### 【0064】

図 3 D ~ 図 3 F による発光手段 1 では、図 3 A ~ 図 3 C の場合と色度座標  $R$  が同じであり演色評価数が少なくとも同じであるが、効率は上昇している。これは、特に以下の理由が考えられる。

#### 【0065】

半導体デバイス 2 は、例えば材料系  $\text{GaN}$  または  $\text{InGaN}$  をベースとする半導体チップ 20 を備えている。 $\text{GaN}$  または  $\text{InGaN}$  の材料特性に起因して、このような材料をベースとするオプトエレクトロニクス半導体チップの最大効率は、約  $400\text{nm} \sim 440\text{nm}$  のスペクトル範囲において得ることができる。すなわち、高い効率を達成するためには、放出波長  $L_E$  または第 1 の波長  $L_1$  が  $420\text{nm} \sim 440\text{nm}$  のスペクトル範囲にあることが好ましい。青色のスペクトル範囲では、人の目の感度が最も高いのは約  $460\text{nm}$  である。したがって、高い演色評価数を得るために、半導体デバイス 2 または半導体チップ 20 を  $460\text{nm}$  付近の波長で動作させることが望ましい。言い換えれば、効率に関して最適なスペクトル範囲は約  $430\text{nm}$  付近であり、演色性に関して最適なスペクトル範囲は約  $460\text{nm}$  である。

#### 【0066】

半導体チップの発光帯の  $\text{FWHM}$  幅は、 $20\text{nm} \sim 30\text{nm}$  のオーダーの大きさであるため、効率および演色性に関して最適な動作を 1 つの放出波長  $L_E$  によって得ることは難しい。したがって、第 1 の波長  $L_1$  および第 2 の波長  $L_2$  を使用することによって、第一に発光手段 1 の効率を高め、第二に演色性を高めることが可能である。

#### 【0067】

図 4 A は、 $460\text{nm}$  の放出波長  $L_E$  を有する半導体チップの、波長  $L$  に対する放射パワー  $P$  を示している。図 4 B は、変換手段 3 によって得られるスペクトルを示しており、

10

20

30

40

50

主動作範囲Hは500nm～730nm、変換波長LKは600nmである。図4Cは、標準色度図からの対応する抜粋図を示している。色度座標Rは、黒体曲線9上にはない。発光手段1によって放出される放射は、人の目には白色ではなく赤みがかかる見える。演色評価数は88であり、色温度は約3000°Kである。

【0068】

図4Dは、438nmの第1の波長L1と480nmの第2の波長L2を有する半導体デバイス2を示している。スペクトル幅Bは約80nmである。発光手段1によって放出される光の演色評価数(図3Eおよび図3Fを参照)は90であり、効率は60.51m/Wである。色度座標Rは黒体曲線9上に位置している。600nmの変換波長を有する変換手段3の主動作範囲Hは、500nmから730nmにわたっている。第2の波長L2は、主動作範囲Hに対してブルーシフトしている(すなわち、より高い周波数にある)。変換手段3は、主として第1の波長L1を、変換波長LKを有する放射に変換する。図4Dによる、半導体デバイス2によって直接放出される放射と比較して、変換された光では、第2の波長L2の方が第1の波長L1よりも大幅に強い。

10

【0069】

ここまで、本発明について例示的な実施形態に基づいて説明してきたが、本発明はこれらの説明に制限されない。本発明は、任意の新規の特徴および特徴の任意の組合せを含しており、特に、請求項における特徴の任意の組合せも含まれる。これらの特徴または特徴の組合せは、それ自体が請求項あるいは例示的な実施形態に明示的に記載されていない場合であっても、本発明に含まれる。

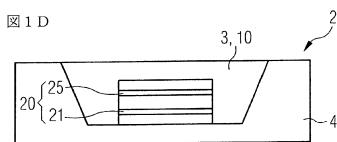
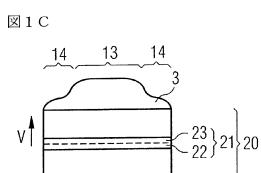
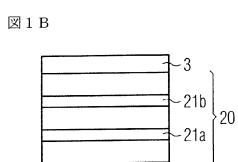
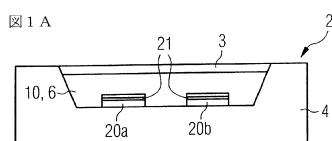
20

【関連出願】

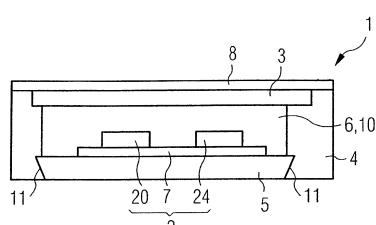
【0070】

本特許出願は、独国特許出願第102008050643.5号の優先権を主張し、この文書の開示内容は参照によって本出願に組み入れられている。

【図1】



【図2】



【図3-1】

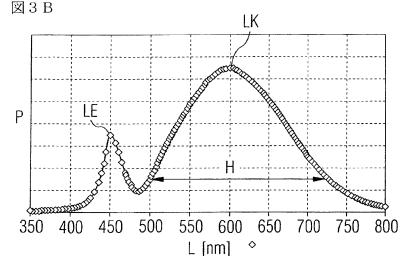
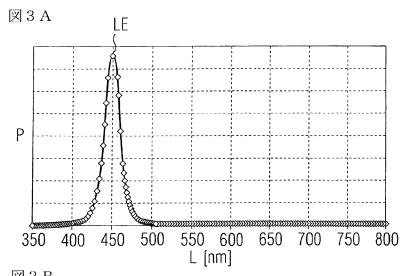
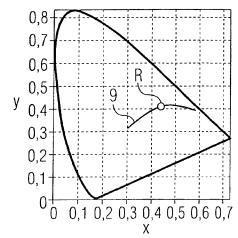


図3 C



【図3-2】

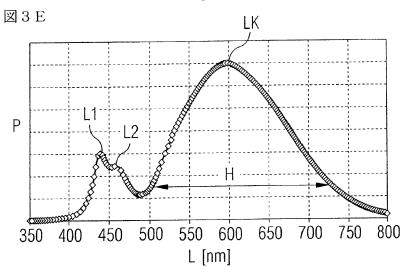
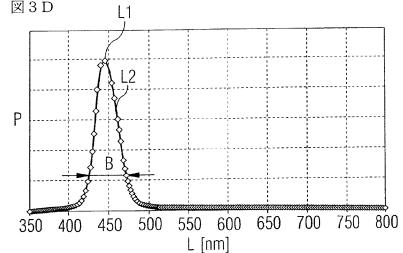
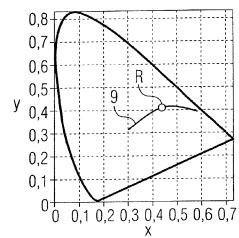


図3 F



【図4-1】

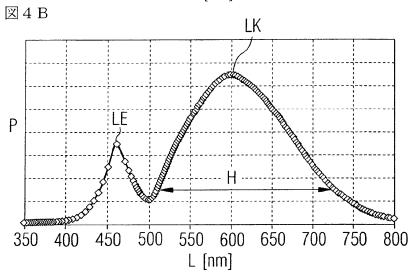
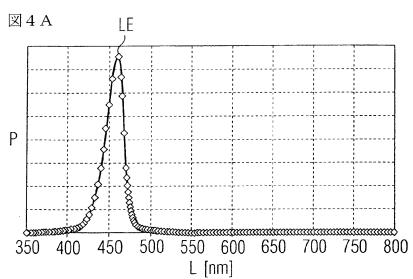
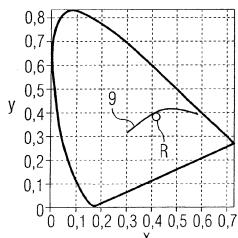


図4 C



【図4-2】

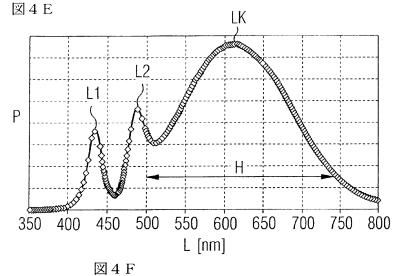
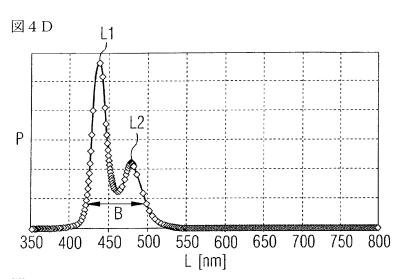
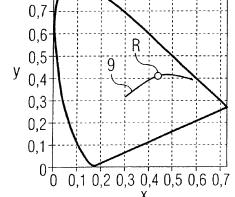


図4 F



---

フロントページの続き

(72)発明者 スタウス ペーター

ドイツ国 93186 ペッテンドルフ リュティガーシュトラーセ 11

(72)発明者 ヴィンディッシュ ライナー

ドイツ国 93186 ペッテンドルフ アルテ シュトラーセ 37

(72)発明者 バウマン フランク

ドイツ国 93055 レーゲンズブルク ノイトラウブリンガー シュトラーセ 17

(72)発明者 ペーター マティアス

ドイツ国 93087 アルテグロフスハイム テルマッシンガー シュトラーセ 18 アー

合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 恩田 春香

審判官 星野 浩一

(56)参考文献 特開2008-34188 (JP, A)

特開2004-356141 (JP, A)

特開2005-217386 (JP, A)

特開2008-111080 (JP, A)

特開2008-75080 (JP, A)

特開2007-242246 (JP, A)

特開2005-167177 (JP, A)

特開2008-163078 (JP, A)

国際公開第2008/060836 (WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L33/00-33/64