

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5553757号  
(P5553757)

(45) 発行日 平成26年7月16日 (2014. 7. 16)

(24) 登録日 平成26年6月6日 (2014. 6. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 33/50 (2010. 01)

H O 1 L 33/00 4 1 O

H O 1 L 33/64 (2010. 01)

H O 1 L 33/00 4 5 O

請求項の数 19 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2010-526156 (P2010-526156)  
 (86) (22) 出願日 平成20年9月11日 (2008. 9. 11)  
 (65) 公表番号 特表2010-541221 (P2010-541221A)  
 (43) 公表日 平成22年12月24日 (2010. 12. 24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2008/001529  
 (87) 国際公開番号 W02009/039827  
 (87) 国際公開日 平成21年4月2日 (2009. 4. 2)  
 審査請求日 平成23年6月30日 (2011. 6. 30)  
 (31) 優先権主張番号 102007046608. 2  
 (32) 優先日 平成19年9月28日 (2007. 9. 28)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 102008012316. 1  
 (32) 優先日 平成20年3月3日 (2008. 3. 3)  
 (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 Semicond  
 uctors 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ッセ 4  
 Leibnizstrasse 4, D  
 -93055 Regensburg,  
 Germany  
 (74) 代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄  
 (74) 代理人 100099483  
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 1次放射源と発光変換エレメントとを備えた半導体光源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1次放射源(1)と発光変換モジュール(2)とを備えた半導体光源において、  
 当該半導体光源の動作中、前記1次放射源(1)は電磁放射である1次放射(5)を放  
 出し、該1次放射(5)の少なくとも一部が前記発光変換モジュール(2)に結合さ  
 れ、

前記発光変換モジュール(2)は、該発光変換モジュール(2)に結合された前記  
 1次放射(5)の少なくとも一部を少なくとも1つの蛍光体によって波長変換して2次放  
 射(15)を生成する発光変換エレメント(6)を含み、

前記発光変換モジュール(2)は、前記1次放射源(1)から離隔されて、冷却体(3  
 )に配置されており、

前記発光変換モジュール(2)は、該発光変換エレメント(6)を透過して該発光変換  
 エレメント(6)に吸収されない前記1次放射(5)を該発光変換エレメント(6)に反  
 射し戻し、かつ/または、前記2次放射(15)を該発光変換モジュール(2)の光出力  
 結合面(601)の方向に反射する反射面(7, 71, 72)を有し、

散乱されない1次放射(5)が、前記反射面(7, 71, 72)の対向領域における多  
 重反射により、前記発光変換エレメント(6)の中間領域を横切って導かれるようにした  
 ことを特徴とする、半導体光源。

【請求項 2】

前記散乱されない1次放射(5)は、前記発光変換エレメント(6)の中間領域を横切

10

20

ってジグザクに導かれる、請求項 1 記載の半導体光源。

【請求項 3】

前記発光変換エレメント ( 6 ) を通過するたびに前記 1 次放射 ( 5 ) の一部が吸収され、2 次放射に波長変換される、請求項 1 または 2 記載の半導体光源。

【請求項 4】

前記 1 次放射源 ( 1 ) は、前記発光変換モジュール ( 2 ) と同じ冷却体 ( 3 ) に設けられている、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

【請求項 5】

前記発光変換エレメント ( 6 ) の形状は、実質的に平坦な層であるかまたはプレートであり、前記層またはプレートの表面は、前記光出力結合面を形成する第 1 の主面 ( 6 0 1 ) と、該第 1 の主面に対向し前記冷却体の方を向いている第 2 の主面 ( 6 0 2 ) と、少なくとも 1 つの側面 ( 6 0 3 ) とを有する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

10

【請求項 6】

前記発光変換モジュール ( 2 ) は少なくとも 1 つの冷却エレメント ( 1 3 ) を有し、  
前記冷却エレメント ( 1 3 ) は前記発光変換エレメント ( 6 ) 内に突出するか、または該発光変換エレメント ( 6 ) を貫通し、前記冷却体 ( 3 ) に熱伝導結合されている、請求項 5 記載の半導体光源。

【請求項 7】

前記反射面 ( 7 , 7 1 , 7 2 ) は前記側面 ( 6 0 3 ) を局所的または完全に被覆する、請求項 5 または 6 記載の半導体光源。

20

【請求項 8】

前記反射面 ( 7 , 7 1 , 7 2 ) は前記第 2 の主面 ( 6 0 2 ) を少なくとも局所的に被覆する、請求項 5 から 7 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

【請求項 9】

前記 1 次放射源 ( 1 ) の 1 次放射 ( 5 ) は前記第 1 の主面 ( 6 0 1 ) または前記側面 ( 6 0 3 ) を通って前記発光変換エレメント ( 6 ) に入力結合される、請求項 5 から 8 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

【請求項 10】

前記 1 次放射源 ( 1 ) の 1 次放射 ( 5 ) は前記側面 ( 6 0 3 ) を通って前記発光変換エレメント ( 6 ) に入力結合され、該 1 次放射 ( 5 ) は該発光変換エレメント ( 6 ) に入力結合される際に、該 1 次放射 ( 5 ) に対して高い透過率を有しかつ前記第 2 の放射 ( 1 5 ) に対して高い反射率を有する波長選択性の入力結合鏡 ( 1 2 ) を透過する、請求項 5 から 8 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

30

【請求項 11】

前記冷却体 ( 3 ) は前記発光変換エレメント ( 6 ) を包囲する、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

【請求項 12】

前記発光変換エレメント ( 6 ) の少なくとも一部は前記冷却体 ( 3 ) の凹入部 ( 3 1 ) 内に配置され、前記凹入部 ( 3 1 ) の表面の少なくとも一部が前記反射面 ( 7 , 7 1 , 7 2 ) を形成するか、または該反射面 ( 7 , 7 1 , 7 2 ) の一部を形成する、請求項 11 記載の半導体光源。

40

【請求項 13】

前記 2 次放射 ( 1 5 ) は、前記 1 次放射 ( 5 ) の少なくとも一部に対して高い反射率を有しかつ該 2 次放射 ( 1 5 ) に対して高い透過率を有する波長選択性の出力結合鏡 ( 8 ) を透過して、前記発光変換モジュール ( 2 ) から出力結合される、請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

【請求項 14】

前記 1 次放射 ( 5 ) は光学的エレメント ( 1 0 ) を使用して前記発光変換モジュール ( 2 ) に入力結合される、請求項 1 から 13 までのいずれか 1 項記載の半導体光源。

50

## 【請求項 15】

前記光学的エレメント(10)は、前記1次放射(5)の少なくとも一部に対して高い反射率を有しかつ前記2次放射(15)に対して高い透過率を有する波長選択性の出力結合鏡(8)を有し、前記2次放射(15)は前記波長選択性の出力結合鏡(8)を通して前記発光変換モジュール(2)から出力結合される、請求項14記載の半導体光源。

## 【請求項 16】

前記1次放射(5)は、前記発光変換エレメント(6)の側面(603)を通して入力結合領域(21)に入力結合される、請求項1から15までのいずれか1項記載の半導体光源。

## 【請求項 17】

前記反射層(7)の部分領域(72)は、前記発光変換エレメント(6)の側面(603)を入力結合領域(21)まで完全に被覆する、請求項1から16までのいずれか1項記載の半導体光源。

## 【請求項 18】

前記入力結合領域(21)は、光出力結合面(601)の上方から見て前記発光変換エレメント(6)の縁部領域に配置されている、請求項16又は17記載の半導体光源。

## 【請求項 19】

前記多重反射は、前記光出力結合面(601)に対して平行な平面において行われる、請求項1から18までのいずれか1項記載の半導体光源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願は、ドイツ連邦共和国特許出願第102007046608.2号および第102008012316.1号の優先権を主張するものであり、その開示内容は引用によって本願の開示内容に含まれるものとする。

## 【0002】

本願は、1次放射源と発光変換エレメントとを備えた半導体光源に関する。

## 【0003】

たとえばUS6066861から、1次放射源と発光変換エレメントとを備えた半導体光源が公知である。このような半導体光源では、発光変換エレメントからの損失熱の放熱が十分でないことが多い。それゆえこのような半導体光源では、発光変換エレメントに1次放射源が高いエネルギー密度で照射されることにより、該発光変換エレメントの温度上昇が通常は比較的大きくなり、該発光変換エレメントの波長変換の効率が阻害されてしまう。

## 【0004】

EP1734302A1に、発光変換エレメントに熱伝導エレメントが設けられた半導体光源が開示されている。

## 【0005】

本発明の課題は、1次放射源と発光変換エレメントとを備えた半導体光源において、とりわけ1次放射源から放出される1次放射のエネルギー密度が高い場合に、発光変換エレメントによって行われる波長変換が特に効率的である半導体光源を提供することである。

## 【0006】

この課題は、請求項1記載の半導体光源によって解決される。従属請求項に、この半導体光源の有利な実施形態が示されている。特許請求の範囲の開示内容は、参照によって本明細書に明確に含まれるものとする。

## 【0007】

半導体光源の動作中に1次電磁放射を放出する1次放射源を備えた半導体光源を提案する。とりわけ前記1次放射源は、1次放射を放出するために構成されたオプトエレクトロニクス半導体チップを有する。1つの実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チッ

10

20

30

40

50

プはオプトエレクトロニクス半導体素子に含まれ、たとえば、半導体素子のケーシング内に配置されている。1つの好適な実施形態では、オプトエレクトロニクス半導体チップまたはオプトエレクトロニクス半導体素子は発光ダイオードまたはレーザダイオードである。1つの実施形態では1次放射源は、動作中に1次放射を青色スペクトル領域および/または紫外線スペクトル領域で放出する発光ダイオードまたはレーザダイオードを有する。たとえば1次放射源はUV発光ダイオードを有する。

【0008】

半導体光源はさらに、1次放射源から放出された1次放射の少なくとも一部が入力結合される発光変換モジュールを有する。有利には、1次放射源から放出された1次放射の大部分が前記発光変換モジュールに入力結合され、とりわけ実質的に該1次放射すべてが該発光変換モジュールに入力結合される。

10

【0009】

前記発光変換モジュールは、少なくとも1つの蛍光体によって1次放射を波長変換して2次電磁放射を生成する発光変換エレメントを含む。前記少なくとも1つの蛍光体は、たとえば無機蛍光体である。とりわけ、前記発光変換エレメントが1次放射を吸収することにより、たとえば蛍光作用または燐光作用によって励起され、2次放射を放出する。

【0010】

たとえば1次放射は第1の波長領域の電磁放射を含み、2次放射は、該第1の波長領域と異なる第2の波長領域の電磁放射を含む。換言すると、第1の波長領域と第2の波長領域とは重ならないか、または部分的にのみ重なる。

20

【0011】

発光変換モジュールは1次放射源から離隔され、冷却体に配置されている。発光変換エレメントと前記冷却体とを熱伝導結合するのが目的に適っている。1つの実施形態では、冷却体は発光変換モジュールを支持するための支持体である。

【0012】

有利には冷却体は、1次放射が2次放射に変換される際に生成される損失熱を放熱するためのヒートシンクを形成する。たとえば冷却体は、発光変換モジュールに固定されたかまたは形成された金属性の冷却体である。たとえば冷却体は金属プレートを有する。

【0013】

有利には発光変換モジュールを1次放射源から間隔をおいて冷却体に配置することにより、1次放射が照射されたときに発光変換エレメントに含まれる蛍光体の温度上昇が特に低くなる。通常は、蛍光体温度が上昇することにより、蛍光体が1次放射を波長変換して2次放射を生成する効率が低減してしまう。それゆえ、前記のような半導体光源は有利には、特に高い効率を有する。

30

【0014】

1つの実施形態では、冷却体に突起部が設けられ、とりわけ発光変換モジュールと反対側に設けられる。別の実施形態では、冷却体はアクティブな冷却装置を有する。たとえば、冷却体はマイクロチャネル冷却体であり、かつ/または、ペルティエ素子を有する。このようにして、発光変換エレメントからの放熱が有利にはさらに改善される。

【0015】

半導体光源の1つの実施形態では、1次放射源に別個の冷却体が設けられている。このようにして、発光変換モジュールの冷却は1次放射源の冷却から独立する。

40

【0016】

別の実施形態では、1次放射源と発光変換モジュールとは同一の冷却体に配置され、とりわけ、さらに該冷却体に機械的に固定され、該冷却体に熱伝導結合される。1次放射源と発光変換モジュールとで共通の冷却体を使用することにより、有利には半導体光源の構成を特にコンパクトにすることができる。

【0017】

1つの有利な実施形態では、発光変換モジュールは反射面を有し、該反射面はたとえば、該発光変換モジュールを透過して該発光変換モジュールに吸収されなかった1次放射を

50

発光変換エレメントへ反射し戻す。このようにして有利には、特に大部分の１次放射が発光変換モジュールにおいて波長変換され、２次放射が生成される。

【００１８】

択一的または付加的に、２次放射を発光変換モジュールの光出力結合面の方向に反射するように前記反射面を形成することができる。このようにして有利には、特に高い発光密度が実現され、発光変換モジュールの効率には特に高くなる。

【００１９】

１つの有利な実施形態では、前記反射面または該反射面の少なくとも１つの第１の部分領域を含む反射層が、前記冷却体に対向する前記発光変換エレメントの面に設けられているか、または、該発光変換エレメントに対向する該冷却体の面に設けられている。前記反射層は有利には、１μm以下の層厚さを有し、有利には５００nm以下の層厚さを有し、特に有利には１００nm以下の層厚さを有する。このような反射層により、有利には、発光変換エレメントと冷却体とが良好に熱伝導結合される。

10

【００２０】

前記反射層はたとえば、少なくとも１つの金属層および／または少なくとも１つの誘電体層を含む。たとえば前記反射層は、このような少なくとも２つの層から成る層列を含む。すなわち、とりわけ金属層と誘電体層とを含む層列を有する。１つの実施形態では前記反射層は、前記発光変換エレメント上に平坦化層として設けられた誘電体層と、該誘電体層上に設けられた鏡面金属層とを有する。

【００２１】

20

前記発光変換エレメントに反射層が設けられた別の実施形態では、該発光変換エレメントははんだ層によって前記冷却体に固定されている。たとえば反射層は冷却体にはんだ付けされている。このようにして、発光変換エレメントからの放熱が特に高効率になる。

【００２２】

半導体光源の１つの実施形態では、前記発光変換モジュールに入力結合された１次放射は前記反射面で複数回反射される。このようにして有利には、発光変換エレメントにおいて吸収される１次放射の割合が特に大きくなる。とりわけこのようにして、１次放射が分布する前記発光変換エレメントの領域が特に大きくなる。このようにして有利には、発光変換モジュールから光出力結合面を通して放出される２次放射の発光密度分布は特に均質になる。

30

【００２３】

発光変換エレメントの蛍光体は、複数の蛍光体の混合物とすることができ、このような蛍光体は１つの実施形態では、蛍光体粒子の粉末体の形態で該発光変換エレメントに含まれる。たとえば、蛍光体は電気泳動により、前記反射面上に堆積される。択一的に、蛍光体を印刷法によって堆積することもでき、たとえばインクジェット印刷法、スクリーン印刷法、またはパッド印刷法によって堆積することができる。このようにして、発光変換エレメントを有利には簡単に形成することができる。１つの実施形態では、蛍光体を粉末の形態で含む発光変換エレメントに固定層が設けられる。この固定層は発光変換エレメントを、有利には機械的な損傷から保護し、該固定層はたとえば酸化シリコン層である。

【００２４】

40

別の実施形態では、発光変換エレメントは単結晶の形態の蛍光体を含むか、または多結晶セラミック材料の形態の蛍光体を含む。セラミック材料を含む発光変換エレメント用の蛍光体はたとえば、該発光変換エレメントの製造時に所望の形態にされ、たとえばプレス成形工程によって所望の形態にされ、その後焼結によってセラミックに変換される。

【００２５】

たとえばシリコン樹脂またはエポキシ樹脂等のマトリクス材料中に拡散された蛍光体を含む発光変換エレメントの熱伝導性はしばしば不十分であることが多いので、本発明の半導体光源に適するには条件が課せられる。発光変換エレメントの熱伝導性は、粉末状の蛍光体、単結晶および／またはセラミック材料の形態の蛍光体によって特に高くなり、このような実施形態により、発光変換エレメントから損失熱が特に高効率で放熱される。

50

## 【 0 0 2 6 】

単結晶またはセラミック材料の形態の蛍光体は、特に高い熱伝導性を有する。

## 【 0 0 2 7 】

1つの実施形態では、発光変換エレメントの形態は実質的に平坦な層であるか、または、有利には面平行であるプレートである。たとえば、層ないしはプレートの表面は、光出力結合面となる第1の主面を有し、とりわけさらに、該第1の主面に対向する第2の主面を有する。この第2の主面は、有利には第1の主面に平行である。さらに前記層またはプレートの表面は、少なくとも1つの側面を有する。この側面はとりわけ第1の主面と第2の主面とを接続する。

## 【 0 0 2 8 】

平坦な層または面平行なプレートとは本願では、該平坦な層または面平行なプレートに存在する可能性のある粗さおよび/またはパターニングは除外して真っ直ぐに延在する層またはプレートを指す。換言すると、平坦な層または面平行なプレートは湾曲部または屈曲部を有さず、とりわけ実質的に、1つの平面に対して平行である。換言すると前記平坦な層または面平行なプレートは、前記第1の主面および/または前記第2の主面に対して実質的に平行な主延在平面を有する。前記層またはプレートの表面が粗面化および/またはパターニングされているのが意図的でない場合でも、該層またはプレートの表面は通常は数学的な意味での平坦または扁平ではなく、むしろ該表面は、たとえば多数の粒子から構成され、第1の主面および第2の主面のプロフィールは存在する可能性のある粗さおよび/またはパターニングは除外して平均的にのみ実質的に平坦または面平行である。

## 【 0 0 2 9 】

1つの実施形態では、反射面または該反射面の第2の部分領域は、前記少なくとも1つの側面を局所的または完全に被覆する。

## 【 0 0 3 0 】

別の実施形態では、第2の主面は冷却体に対向する。前記第2の主面はたとえば局所的に反射面によって被覆されるか、または反射面の第1の部分領域によって被覆される。とりわけ前記反射面または該反射面の第1の部分領域は、発光変換エレメントの第2の主面と冷却体との間に配置される。

## 【 0 0 3 1 】

1つの実施形態では、1次放射源の1次放射は第1の主面を通して発光変換エレメントに入力結合される。この実施形態では、前記発光変換エレメントの光出力結合面は1次放射を入力結合するための光入力結合面としても使用される。

## 【 0 0 3 2 】

この実施形態の発展形態では、第1の主面は粗面部および/またはパターニングを有し、たとえば細溝状、節状および/または角錐状の突起および/または凹入部を有する。たとえばこのようにして、扁平な角度で発光変換エレメントの第1の主面に入射する1次放射の入力結合が改善される。

## 【 0 0 3 3 】

1つの実施形態では半導体光源は、1次放射源から放出された1次放射と発光変換モジュールから放出された2次放射とを含むかまたは該1次放射と該2次放射とから成る混合放射を放出するように構成される。このような実施形態では、粗面化および/またはパターニングされた第1の主面によって、半導体光源から放出された1次放射と2次放射とが良好に混合される。

## 【 0 0 3 4 】

別の実施形態では、1次放射源の1次放射は側面を通して、または複数の側面のうち少なくとも1つを通して、発光変換エレメントに入力結合される。とりわけ1次放射源は、この実施形態では発光変換モジュールの側方に配置される。1つの実施形態では1つまたは複数の側面は、1次放射が発光変換エレメントに入力結合される際に通る入力結合領域まで完全に反射面によって被覆されている。

10

20

30

40

50

## 【0035】

この実施形態では、光出力結合面を通して放出される電磁放射が1次放射源によって遮蔽されるおそれ、および/または、1次放射を発光変換エレメントに入力結合させるために使用される光学的エレメントによって遮蔽されるおそれが特に低くなる。このような実施形態では、反射面において多重反射を特に簡単に実現することができる。

## 【0036】

前記入力結合領域はたとえば、第1の主面を上方から見た場合に発光変換エレメントの縁部領域に含まれ、有利にはとりわけ、発光変換エレメントのコーナ領域に含まれる。発光モジュールに入力結合される1次放射の一部は、有利には反射面において多重反射することにより、前記発光変換エレメントの前記縁部領域に対向する別の縁部領域へ導かれ、

10

たとえば、コーナ領域に対角線上に対向する別のコーナ領域等である別のコーナ領域へ導かれる。このようにして有利には、発光変換エレメントの前記縁部領域、前記別の縁部領域および両縁部領域間に位置する中間領域に1次放射が照射される。

## 【0037】

たとえば発光変換エレメントは、第1の主面を上方から見た場合に方形の形状を有し、入力結合領域において1次放射が伝搬する伝搬方向は、該第1の主面を上方から見た場合、該方形の辺に対して角度  $\theta$  を成す。この角度  $\theta$  は  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  であり、有利には  $1^\circ < \theta < 45^\circ$  であり、たとえば  $5^\circ < \theta < 25^\circ$  である。

## 【0038】

1次放射の線束が平行な線束でない場合、「伝搬方向」という概念はとりわけ、該1次放射が前記発光変換エレメントに入射する前に入力結合領域において伝搬するビーム円錐の中心軸を指す。

20

## 【0039】

前記角度は有利には、発光変換エレメントに入力結合された散乱されない1次放射が反射層において最初に鏡面反射した後に入力結合領域へ反射し戻されないように選択される。

## 【0040】

この実施形態の1つの発展形態では、1次放射は波長選択性入力結合鏡を通して発光変換モジュールに入力結合される。前記波長選択性入力結合鏡は1次放射に対して大きな透過率を有し、とりわけ、第1の波長領域において大きな透過率を有する。さらに入力結合鏡は、2次放射に対して大きな反射率を有し、とりわけ第2の波長領域において大きな反射率を有する。

30

## 【0041】

入力結合鏡はたとえば、反射面を有さない側面の入力結合領域を被覆する。有利には波長選択性入力結合鏡は、側面の入力結合領域の方向に放出された2次放射の成分を偏向し、該2次放射の成分は少なくとも部分的に、光出力結合面を通して放出される。

## 【0042】

半導体光源の別の実施形態では、2次放射は発光変換モジュールから波長選択性出力結合鏡を通して出力結合される。前記波長選択性出力結合鏡は、1次放射に対して大きな反射率を有するか、または1次放射のスペクトル成分に対して大きな反射率を有し、たとえば該波長選択性出力結合鏡は第1の波長領域において大きな反射率を有する。さらに前記波長選択性出力結合鏡は、2次放射に対して大きな透過率を有する。すなわち第2の波長領域において大きな透過率を有する。

40

## 【0043】

好適には前記波長選択性出力結合鏡は、発光変換エレメントの光出力結合面に隣接し、とりわけ前記第2の主面と反対側で隣接する。換言すると前記出力結合鏡は、前記発光変換モジュールの放射方向で見て光出力結合面に後置されている。有利には前記出力結合鏡は、1次放射の変換されなかった成分を前記発光変換エレメント内に反射し戻し、このことによって変換効率は有利には特に高くなる。

## 【0044】

50

1次放射が半導体光源から出力結合されるのが望ましくない場合、たとえば第1の波長領域が紫外放射を含む場合、この1次放射を前記出力結合鏡によって低減するか、または完全に抑圧することができる。1つの実施形態では、波長選択性出力結合鏡は1次放射のうち不所望のスペクトル成分のみを留め、たとえば短波長成分を留め、該1次放射のうち所望のスペクトル成分を透過し、たとえば比較的長波長の成分を透過する。

【0045】

別の実施形態では発光変換モジュールは、発光変換エレメント内に突出するかまたは該発光変換エレメントを貫通する少なくとも1つの冷却エレメントを有し、たとえば冷却フィンを有し、該冷却エレメントは冷却体に熱伝導結合されている。たとえば冷却エレメントは、第1の主面に対して横方向または垂直に延在し、前記発光変換エレメントの少なくとも一部を貫通する。とりわけ冷却エレメントは、第2の主面から第1の主面までの方向に延在する。有利には、冷却エレメントは第2の主面から第1の主面まで延在するか、または第1の主面を超えて延在する。前記少なくとも1つの冷却エレメントによって、発光変換エレメントからの放熱がさらに改善される。

【0046】

たとえば冷却エレメントは、前記発光変換モジュールの冷却体に対向する側で前記反射面に接する。1つの実施形態では、冷却エレメントは択一的または付加的に、発光変換エレメントの1つまたは複数の側面を被覆する反射面の領域に接する。

【0047】

1つの実施形態では、発光変換モジュールは複数の冷却フィンを有し、該複数の冷却フィンとはとりわけ櫛形に配置されている。たとえば冷却フィンは、第1の主面を上方から見た場合、相互に平行に延在する。

【0048】

1つの実施形態では発光変換エレメントは、第1の主面を上方から見た場合、方形の形状を有する。発光変換モジュールはたとえば複数の冷却エレメントを有し、該複数の冷却エレメントは、前記方形の相互に対向する2つの辺に対して平行に延在する。各冷却フィンは、前記方形の他の2つの辺のうち1つに接しており、該他の2つの辺から間隔をおいて終了する。冷却エレメントの配置は有利には、散乱されない1次放射が発光変換エレメント内で通る放射経路に冷却エレメントが存在しないように選択される。

【0049】

前記少なくとも1つの冷却エレメントは択一的に、1次放射および/または2次放射を鏡面反射または拡散反射するように構成することができる。こうするために、冷却エレメントは1つの実施形態では、少なくとも局所的に反射性の表面を有する。

【0050】

別の実施形態では、1次放射は光学的エレメントによって発光変換モジュールに入力結合される。たとえば光学的エレメントはミラーであり、たとえば平面鏡、空洞鏡または凹面鏡であるか、または集光レンズ、分散レンズ、導光ロッドまたはガラスファイバである。1次放射を発光変換エレメントに入力結合させるために、複数のこのような光学的エレメントを含む光学的ユニットを構成することもできる。

【0051】

このような実施形態の1つの変形形態では、1次放射または該1次放射の1つのスペクトル成分に対して大きな反射率を有し2次放射に対して大きな透過率を有する波長選択性出力結合鏡は、同時に前記光学的エレメントにもなる。この実施形態では、波長選択性出力結合鏡はとりわけ湾曲されており、かつ/または、光出力結合面に対して斜めに配置されている。好適には、前記波長選択性出力結合鏡に1次放射源が照射される。

【0052】

1次放射源および発光変換モジュールの幾何学的な配置と、出力結合鏡の湾曲および/または該出力結合鏡と光出力結合面との間の角度はとりわけ、1次放射源から放出された1次放射が波長選択性出力結合鏡によって発光変換エレメント内に導かれ、とりわけ偏向されるように選択される。2次放射の偏向は、有利には実質的に行われず、

10

20

30

40

50



## 【0053】

たとえば、1次放射の伝搬方向と光出力結合面とはほぼ平行である。波長選択性出力結合鏡はたとえば、光出力結合面に対して $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の角度に配置されており、有利には約 $45^{\circ}$ の角度に配置されている。

## 【0054】

別の実施形態では、1次放射源は1次放射を発散線束で放出し、光出力結合鏡は該発散線束を少なくとも近似的に平行化するように湾曲される。この実施形態では、前記波長選択性出力結合鏡はとりわけ、空洞鏡の形態を有する。有利には前記波長選択性出力結合鏡は、平行化された線束が少なくとも近似的に垂直に光出力結合面に当たるように形成される。

10

## 【0055】

同時に前記光学的エレメントにもなる前記波長選択性出力結合鏡には、1つの実施形態では複数の1次放射源が照射される。たとえば前記波長選択性出力結合鏡は、それぞれが少なくとも1つの1次放射源によって照射される複数のセグメントを有する。たとえば前記波長選択性出力結合鏡は、V字形の断面を有する。択一的に、前記波長選択性出力結合鏡は角錐または角錐台の形状を有することができる。「V」字形または角錐形の尖端は、とりわけ光出力結合面に向けられる。このことと関連して、角錐台の場合には「角錐の尖端」は、該角錐台を完全にする角錐の尖端である。「V」字形または角錐形/角錐台形の中心軸は、たとえば光出力結合面に対して垂直であるか、または実質的に垂直である。

## 【0056】

20

半導体光源のさらに別の実施形態では、冷却体は発光変換エレメントを包囲する。たとえば、冷却体の一部分は発光変換エレメントの側面に対向する。たとえば、発光変換エレメントを収容するために、冷却体はL字形、V字形またはU字形の構造でたとえば切欠で形成される。有利には、発光変換エレメントは少なくとも部分的に、冷却体の凹入部に形成されるかまたは配置される。

## 【0057】

たとえば、前記反射面または該反射面の少なくとも一部は、前記冷却体の構造または凹入部の表面によって形成されるか、または該構造または凹入部の表面の部分領域によって形成される。1つの実施形態では1次放射源は、冷却体の別の凹入部に配置されるか、または、冷却体の別のL字形構造、V字形構造またはU字形構造内に配置される。このような構成では、有利には発光変換エレメントからの放熱は特に良好になる。さらに、半導体光源の特にコンパクトな構成が実現される。

30

## 【0058】

本発明の半導体光源のさらなる利点および有利な実施形態を、図1～7に示した実施例に則して以下で説明する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0059】

【図1】第1の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【図2】第2の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【図3A】第3の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

40

【図3B】図3Aの実施例による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。

【図3C】第3の実施例の変形形態による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。

【図4】第4の実施例による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。

【図5】第5の実施例による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。

【図6A】第6の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【図6B】図6Aの実施例による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。

【図7】第7の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【図8】第8の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【図9】第9の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

50

## 【0060】

実施例および図面において同一または同機能の構成要素には、同一の参照符号を付している。図面およびこれらの図面に示した要素の互いの大きさの比率は基本的に、比率通りであると見なすべきではない。たとえば、より見やすくかつ／またはより分かりやすくするために、層等の個々の要素を過度に大きくかつ／または厚く図示している場合がある。

## 【0061】

図1に、第1の実施例の半導体光源の断面を概略的に示す。前記半導体光源は、1次放射源1と発光変換モジュール2とを有する。前記発光変換モジュール2は冷却体3に配置されている。前記1次放射源1は第1の実施例では別の冷却体4に配置されている。

## 【0062】

1次放射源1はたとえばレーザダイオードチップであり、該レーザダイオードチップはたとえば、第1の波長領域にある1次放射5を放出し、たとえば青色スペクトル領域または紫外スペクトル領域内にある1次放射5を放出する。前記レーザダイオードチップから放出される放射出力はたとえば1W以上である。

## 【0063】

前記発光変換モジュール2は、無機蛍光体を含む発光変換エレメント6を有する。蛍光体によって発光変換エレメント6は、1次放射を第1の波長領域から、該第1の波長領域と異なる第2の波長領域内の2次電磁放射に変換する。前記蛍光体は1次放射5によって励起され、とりわけ蛍光および／または燐光を生じる。

## 【0064】

前記蛍光体はたとえば、ガーネット蛍光体と、アルミン酸蛍光体と、オルトシリケート蛍光体と、窒化物系蛍光体と、アルカリ土類硫化物蛍光体と、チオガレート蛍光体とを含む群のうち少なくとも1つの成分から選択される。前記ガーネット蛍光体はたとえば、希土類材料がドーブされたイットリウム アルミニウム ガーネット(YAG)を含み、たとえばYAG; Ceを含み、前記窒化物系蛍光体はたとえばニトリドシリケートおよび酸窒化物等である。

## 【0065】

近紫外放射を含む第1の波長領域には、たとえば酸化物ベースの蛍光体が適しており、たとえばユーロピウムがドーブされたアルミン酸バリウム マグネシウムが適しており、たとえば $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ が適している。また択一的または付加的に、ユーロピウムがドーブされたアルミン酸ストロンチウム マグネシウム、例えば $SrMgAl_{10}O_{17} : Eu^{2+}$ が適しており、また、ストロンチウム、バリウム、またはカルシウムを含有する式 $(Sr, Ba, Ca)_5(PO_4)_3Cl : Eu^{2+}$ のクロロアパタイトも適している。アルミン酸バリウム、例えば $Ba_3Al_2O_4 : Eu^{2+}$ を使用することもできる。前記の化合物はすべて、近紫外線でポンピングされると、青色波長領域の光を放出する。緑色を放出する蛍光体は例えば $SrAl_2O_4 : Eu^{2+}$ である。緑色～黄緑色を放出する蛍光体はたとえば、ユーロピウムまたはマンガンがドーブされたクロロシリケート、一般式 $AGa_2S_4 : Eu^{2+}$ または $AGa_2S_4 : Ce^{2+}$ のチオガレートである。前記クロロシリケートはたとえば、式 $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2 : Eu^{2+}$ または $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2Mn^{2+}$ のクロロシリケートであり、前記チオガレートの一般式においてAはとりわけ、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、錫およびマグネシウムの群から選択される。さらに、赤色を放出する蛍光体および変換材料としてたとえば、一般式 $(A, Sr)S : Eu^{2+}$ のアルカリ土類置換硫酸ストロンチウムを使用することができる。このアルカリ土類置換硫酸ストロンチウムの一般式では、A = アルカリ土類金属イオンである。

## 【0066】

たとえば赤色スペクトル領域を放出する蛍光体としては、窒化物系蛍光体も適している。たとえば窒化物系蛍光体は、たとえばBa, CaまたはSr等のアルカリ土類金属Mを含むたとえば $M_2Si_5N_8 : Eu^{2+}$ 等のニトリドシリケートである。択一的または付加的に、希土類金属がドーブされた窒化アルミニウムシリコン蛍光体を使用することがで

10

20

30

40

50

き、たとえば、

$MAlSiN_3$  : SE を使用することができる。この式では M はとりわけ、たとえば Ba, Sr, Ca 等のアルカリ土類金属を表し、SE は希土類を表す。とりわけ緑色スペクトル領域には、たとえば酸窒化物が適しており、たとえば  $MSi_2O_2N_2$  :  $Eu^{2+}$  が適している。ここで、M はたとえば、Ba, Ca, Sr 等のアルカリ土類金属を表す。

【0067】

この実施例で使用される半導体光源と、半導体光源の別の構成に使用される半導体光源には、オルトシリケート蛍光体が特に適しており、たとえば一般式  $M_2SiO_4$  : SE を有するオルトシリケート蛍光体が特に適している。ここで、M はたとえば、Mg, Ca, Sr, Ba 等のアルカリ土類金属を表し、SE はたとえばユーロピウム ( $Eu^{2+}$ ) 等の希土類を表す。オルトシリケート蛍光体は通常、特に高い効率を有する。確かにオルトシリケート蛍光体の場合には、蛍光体の放出特性が温度変動によって阻害され、とりわけ温度上昇によって阻害される可能性が大きい。本願による半導体光源では、このような可能性は有利には低減されるか、または除去される。オルトシリケート蛍光体はたとえば電磁放射を、緑色および / または黄色および / または黄色 / 橙色のスペクトル領域に変換する。

【0068】

1 つの実施形態では、発光変換エレメント 6 に蛍光体混合物が含まれる。この蛍光体混合物は、たとえばストロンチウム クロロアパタイト、アルミン酸ストロンチウムおよびニトリドシリケートを含み、たとえば、47 質量 % のストロンチウムクロロアパタイト、48 質量 % のアルミン酸ストロンチウムおよび 5 質量 % のニトリドシリケートを含む。このような蛍光体混合物は、好適な実施形態では白色光を放出するように構成され、とりわけ 405 nm の第 1 の波長の 1 次放射 5 によって励起された場合に白色光を放出するように構成されている。この白色光はたとえば、CIE 表色系で  $x = 0.354$  および  $y = 0.386$  の色座標を有する。

【0069】

発光変換エレメント 6 はここでは、セラミック材料に焼結された蛍光体のプレートによって形成される。このプレートは上方から見ると、方形または正方形の形状を有する。択一的に、上方から見た場合のプレートの形状を、多角形、円形面、楕円形の面とするか、または円形面または楕円形面のセグメントとすることもできる。

【0070】

発光変換モジュールはさらに反射層 7 も有し、該反射層 7 はここでは 2 つの部分領域 71, 72 から構成されている。反射層 7 の第 1 の部分領域 71 は発光変換エレメント 6 と冷却体 3 との間に配置され、ここでは発光変換エレメント 6 の第 2 の主面 602 を完全に被覆する。前記反射層 7 の第 2 の部分領域 72 はここでは、発光変換エレメント 6 の側面 603 を完全に被覆する。反射層 7 によって被覆されない発光変換エレメント 6 の第 1 の主面 601 は、該発光変換エレメント 6 の光出力結合面となる。この光出力結合面は第 2 の主面 602 に対向し、該第 2 の主面 602 はここでは冷却体 3 に対向する。少なくとも、反射層の発光変換エレメント 6 に対向する内側面は反射性に形成され、とりわけ鏡面反射性に形成される。

【0071】

ここでは反射層 7 は、誘電体層と金属層とから成る層列である。発光変換エレメント 6 のセラミック材料には、少なくとも側面 603 および第 2 の主面 602 において誘電体層が平坦化層として設けられており、たとえば酸化シリコン層が設けられており、とりわけ二酸化シリコン層が設けられており、前記金属層はこの誘電体の平坦化層上に蒸着されている。反射層の層厚さはここでは 50 nm 以下である。発光変換エレメント 6 と反射層 7 との結合体は、たとえば接着材層によって、または有利にははんだ層によって冷却体 3 に固定されている。

【0072】

択一的に、反射層 7 または少なくとも該反射層 7 の第 1 の部分領域 71 を冷却体 3 に形

10

20

30

40

50

成することもでき、たとえば反射層 7 の第 1 の部分領域 7 1 は、冷却体 3 表面上に蒸着される。このことはとりわけ、発光変換エレメント 6 がたとえば電気泳動またはプリント工程によって第 1 の部分領域 7 1 に堆積されている発光変換モジュール 2 の構成で有利である。

#### 【0073】

別の実施形態では、反射層 7 の第 2 の部分領域は少なくとも 1 つの反射板または少なくとも 1 つの反射ベルトを有し、該反射板または該反射ベルトはとりわけ金属を有し、かつ／または鏡面コーティングされている。反射板および／または反射ベルトはたとえば、少なくとも 1 つの側面 6 0 3 に接着されており、たとえばシリコン樹脂によって接着されている。

10

#### 【0074】

1 次放射源 1 から放出された 1 次放射 5 は、第 1 の主面 6 0 1 に対して角度 で発光変換エレメント 6 に入力結合される。ここで、1 次放射 5 は蛍光体によって少なくとも部分的に吸収され、発光変換エレメント 6 は 2 次放射を放出し、該 2 次放射は第 1 の主面 6 0 1 を通って出力結合される。

#### 【0075】

発光変換エレメントから第 1 の主面 6 0 1 の方向ではなく反射層 7 の方向に放出された 2 次放射は、少なくとも部分的に反射層 7 によって第 1 の主面 6 0 1 の方向に反射される。さらに、反射層 7 はここでは、発光変換エレメント 6 に入力結合されて第 1 の主面 6 0 1 から第 2 の主面 6 0 2 までの間に蛍光体によって吸収されなかった 1 次放射 5 を、該反

20

#### 【0076】

前記第 1 の主面 6 0 1 に波長選択性出力結合鏡 8 が後置されている。1 次放射 6 が発光変換エレメントに入力結合するために第 1 の主面 6 0 1 と波長選択性出力結合鏡 8 との間の領域をビーム伝導されるように、該波長選択性出力結合鏡 8 は該第 1 の主面 6 0 1 から離隔されている。

#### 【0077】

前記光出力結合鏡 8 は、発光変換エレメント 6 から放出された 2 次放射に対して高い透過率を有し、1 次放射 5 に対して高い反射率を有する。このようにしてたとえば、第 1 の主面 6 0 1 で反射された 1 次放射 5 は発光変換エレメント 6 の方向に反射し戻される。さらに、変換されなかった 1 次放射 5 が半導体光源から出射するのが望ましくない場合、たとえば 1 次波長領域が UV 光を含む場合にも、前記のような波長選択性出力結合鏡 8 は有利である。

30

#### 【0078】

図 2 は、第 2 の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。第 1 の実施例と異なる点として、1 次放射源 1 の 1 次放射は第 2 の実施例では、光学的元素 10 によって発光変換エレメント 6 に入力結合される。この光学的元素 10 は、ここではガラスファイバ等の導光体である。ガラスファイバ 10 を使用すれば、1 次放射源 1 の位置を実質的に入力結合角 に依存せずに選択できる。

40

#### 【0079】

第 1 の実施例と異なるもう 1 つの点は、第 1 の主面 6 0 1 は第 2 の実施例では粗面化されていることである。たとえば、粗面化された第 1 の主面 6 0 1 において 1 次放射 5 の一部が発光変換エレメント 6 に入力結合され、該 1 次放射 5 の別の一部が発光変換エレメントから離れていく方向に散乱される。その際には半導体光源が放出する電磁放射には、1 次放射源 1 の変換されなかった 1 次放射と、発光変換モジュール 2 の変換後の 2 次放射とが含まれる。

#### 【0080】

ここでは、1 次放射 5 が出力結合されるのが望ましくない場合、このような混合放射ないしは少なくとも 2 次放射はビーム成形エレメント 9 を通って出力結合される。このビー

50

ム成形エレメント 9 は、たとえば集光レンズ、レンズシステム、鏡面および / または導光体等である。

【 0 0 8 1 】

図 3 A および 3 B に、第 3 の実施例の半導体光源を概略的な断面図 ( 図 3 A ) と概略的な平面図 ( 図 3 B ) とで示す。上記の実施例と異なる点として、この第 3 の実施例では、1 次放射源 1 は別個の冷却体 4 に配置されるのではなく、発光変換モジュール 2 の冷却体と同じ冷却体 3 に配置される。

【 0 0 8 2 】

さらに 1 次放射 5 は、発光変換エレメント 6 に入力結合する際には、該発光変換エレメントの光出力結合面 6 0 1 を通らない。むしろ 1 次放射 5 は、入力結合領域 2 1 において側面 6 0 3 を通って発光変換エレメント 6 に入力結合される。前記反射層 7 の第 2 の部分領域 7 2 は、発光変換エレメント 6 の側面 6 0 3 を入力結合領域 2 1 まで完全に被覆する。光出力結合面 6 0 1 を上方から見ると、入力結合領域 2 1 は発光変換エレメント 6 の縁部領域に配置されている。

【 0 0 8 3 】

発光変換エレメント 6 の第 1 の主面 6 0 1 を上方から見ると、該発光変換エレメント 6 の形状は方形である。第 1 の主面 6 0 1 を上方から見ると、1 次放射の伝搬方向は方形の一辺との間に角度  $\theta$  を成す。ここではとりわけ、以下の関係式が成り立つ：

$$0^{\circ} < \theta < 90^{\circ}、\text{有利には } 1^{\circ} < \theta < 45^{\circ}、\text{たとえば } 5^{\circ} < \theta < 25^{\circ}。$$

【 0 0 8 4 】

1 次放射の線束が平行な線束でない場合、「伝搬方向」という概念はここでは、該 1 次放射 5 が伝搬するビーム円錐の中心軸を指す。1 次放射 5 が発光変換モジュール 2 に入力結合する前に光学的エレメント 1 0 を通る場合、入力結合領域 2 1 における 1 次放射の伝搬方向が決定的に重要である。

【 0 0 8 5 】

角度  $\theta$  は有利には、入力結合領域 2 1 において入力結合した後に発光変換エレメント 6 を通る散乱されない 1 次放射 5 が、反射層 7 の第 2 の部分領域 7 2 において最初に鏡面反射した後に該入力結合領域 2 1 内に反射し戻されないように選択される。

【 0 0 8 6 】

$L$  が、入力結合領域 2 1 に属する辺に対して垂直である方形の辺の長さであり、 $B_E$  が鏡面加工されていない入力結合領域 2 1 の幅であり、 $n_A$  が発光変換エレメント 6 外部の入力結合領域 2 1 における屈折率であり、 $n_I$  が発光変換エレメント 6 内の屈折率であるとする、角度  $\theta$  には有利には、 $\arcsin[(n_I B_E) / (2 n_A L)]$  が適用される。

【 0 0 8 7 】

このようにして、散乱されない 1 次放射 5 は、反射面 7 の第 2 の部分領域 7 2 において多重反射することにより、発光変換エレメント 6 の中間領域を横切って縁部領域に対向する別の縁部領域へジグザグに導かれる。このことは図 3 B 中で矢印によって示されている。発光変換エレメント 6 を通過するたびに 1 次放射 5 の一部が吸収され、2 次放射に波長変換される。

【 0 0 8 8 】

このような多重反射により、蛍光体を特に高効率で活用できるようになる。とりわけ、たとえば、1 次放射が 1 回しか通過しない発光変換エレメントと比較して変換に必要な蛍光体量が低減される。このようにして、半導体光源を特に低コストで製造できるようになる。それと同時に、多重反射によって 2 次放射が特に良好に空間的に均質になる。

【 0 0 8 9 】

第 3 の実施例では、1 次光源 1 はベース 1 1 上に配置されている。このベース 1 1 によって、1 次放射 5 の伝搬方向がたとえば発光変換エレメント 6 の中間平面内にあるように、1 次光源 1 と冷却体 3 との間隔が適合される。前記中間平面はとりわけ、第 1 の主面 6 0 1 と第 2 の主面 6 0 2 とに平行であり、第 1 の主面 6 0 1 との間隔と、第 2 の主面 6 0

10

20

30

40

50

2 との間隔とは等しい。

【0090】

図3Cに示した第3の実施例の変形形態では、入力結合領域21は波長選択性入力結合鏡12を有する。波長選択性入力結合鏡12は、第1の波長領域すなわち1次放射5に対して高い透過率を有し、第2の波長領域すなわち発光変換エレメント6の2次放射に対して高い反射率を有する。前記波長選択性入力結合鏡12により、発光変換エレメント6の輝度が特に均質になる。

【0091】

発光変換エレメント6の第1の主面601を上方から見ると、該発光変換エレメント6の寸法Lは第3の実施例ではたとえば1mm以上であり、たとえば1~50mmの間であり、とりわけ2~30mmの間であるのに対し、図3Cに示した第3の実施例の変形形態の該発光変換エレメント6の横方向の寸法は0.5mm以下であり、有利には100μm以下であり、たとえば10μm以下である。

10

【0092】

半導体光源はこの変形形態では、良好な近似で点光源を成す。このような点光源は、特に簡単に光学的にシミュレートすることができる。反射層7と冷却体3とをこのように組み合わせることにより、損失熱は発光変換エレメント6から特に良好に排出され、発光変換エレメント6は1次放射5を高いエネルギー密度で入力結合させるのに適するようになり、半導体光源の輝度は特に高くなる。

【0093】

20

とりわけ、この実施例による半導体光源または別の構成には、たとえば1次放射5を0.5W以上の放射出力で放出する1次放射源1が特に適している。1つの実施形態では、このような1次放射源1は1W以上の放射出力で1次放射5を放出する。とりわけ、横方向の寸法が小さい発光変換エレメントの場合、たとえば横方向の寸法が100μm以下である発光変換エレメント、とりわけ横方向の寸法が10μm以下である発光変換エレメントの場合、放射出力がより小さい1次放射源1も、半導体光源の輝度を高くするのに特に適しており、たとえば0.2W以上または0.1W以上の放射出力の1次放射源も特に適している。

【0094】

図4に、本発明の半導体光源の第4の実施例が示されている。第4の実施例による半導体光源の発光変換エレメント2は、第3の実施例による半導体光源と異なる点として、たとえば分布ブラッグ反射器(DBR、distributed bragg reflector)等の波長選択性入力結合鏡12を有する。前記波長選択性入力結合鏡12は、図3Cに示した第3の実施例の変形形態と同様に、入力結合領域21に配置される。

30

【0095】

さらに、発光変換モジュール2は複数の冷却フィン13を有する。これらの冷却フィン13は第2の主面602から第1の主面601まで、発光変換エレメント6の厚さ全体にわたって延在し、反射層7の第1の部分領域71に熱伝導結合されている。

【0096】

第1の複数の冷却フィン13は、入力結合領域21を含む側で反射層7の第2の部分領域72に接している。他の冷却フィン13は、前記入力結合領域21を含む側に対向する側で、第2の部分領域72に接している。冷却フィン13はここでは、上方から見た場合に発光変換エレメント6によって形成された方形の他の2つの側に対して平行に延在する。その長さはたとえば、これら2つの側の長さLの半分以下である。

40

【0097】

第1の複数の冷却フィン13と他の冷却フィン13とは相互にずらされ、開放されたファスナーのように相互に対向している。冷却フィン13は、伝搬方向で発光変換エレメント6に入力結合される1次放射が反射層7の側方の部分領域72で鏡面反射した場合に、発光変換エレメント6での散乱および吸収を無視した上で、該1次放射の放射経路に該冷却フィン13が存在しないように配置される。

50

## 【0098】

図5は、第5の実施例による半導体光源を上方から見た概略的な平面図である。この実施例では、発光変換エレメント6の第1の主面601を上方から見た場合に該発光変換エレメント6の形状が楕円セグメントであり、とりわけ、主軸のうち1つに沿って半分に分割された楕円形の面である。

## 【0099】

1次放射源1はここでは複数のレーザダイオード110を有し、たとえばレーザダイオードバーを有する。レーザダイオード110は1次放射5を発散線束で放出し、該発散線束は集光レンズ10によって集束され、発光変換エレメント6の入力結合領域へ方向づけられる。図5中、1次放射の伝搬方向すなわち線束の中心軸を一点鎖線によって示している。

10

## 【0100】

第3の実施例および第4の実施例と異なり、入力結合領域21の幅 $B_E$ はたとえば、1次放射5が発光変換エレメント6に入力結合する際に入射する側面603の長さの半分以上である。比較的大きなこの入力結合領域21は、1次放射源1の複数のレーザダイオード110によって、有利には特に均質に照射される。

## 【0101】

図6Aおよび6Bに概略的に断面図(図6A)および平面図(図6B)で示された第6の実施例の半導体光源では、冷却体3は凹入部31を有し、該凹入部31の内側面が反射面7を形成する。凹入部31の底面が反射面7の第1の部分領域71となり、該凹入部31の側壁が、該反射面7の第2の部分領域72となる。発光変換エレメント6は部分的または完全に凹入部31内に配置され、有利には該凹入部31の縁部を超えて突出することはない。

20

## 【0102】

1次放射源1はここでは、冷却体3の別の凹入部32内に配置されている。このような配置により1次放射源1は、発光変換エレメント66を貫通する平面内で1次放射5を放出する。

## 【0103】

凹入部31, 32は冷却体3の細溝33によって相互に連通されており、該細溝によって1次放射5は1次放射源1から発光変換モジュール2へ導かれる。細溝33にたとえば光学的エレメントを配置することができ、ここでは導光ロッド10を配置することができる。この導光ロッドによって、1次放射5は特に低損失で、発光変換エレメント6へ導かれる。

30

## 【0104】

図7は、第7の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。この第7の実施例では、1次放射源1は発光ダイオード110をケーシング120内に有する。発光ダイオード素子のケーシング120は、発光変換モジュール2と同じ冷却体3に取り付けられる。

## 【0105】

1次放射5は発光変換モジュール2まで、導光ロッド10を使用する第6の実施例と同様に導かれる。しかし第3~6の実施例との相違点として、1次放射5の伝搬方向は発光変換エレメント6を通らない。その代わりにこの実施例では、1次放射5は発光変換モジュール2の導光板10Aに入力結合される。導光板10Aは発光変換エレメント6の第1の主面601と波長選択性出力結合鏡8との間に配置されている。波長選択性出力結合鏡8はたとえばここでは、1次放射の短波長の成分を反射し、たとえば紫外線成分を反射し、可視光スペクトル領域では高い透過率を有する。とりわけ出力結合鏡8は、1次放射5の比較的長波長の成分を透過する。

40

## 【0106】

反射層7の第2の部分領域72はここでは、発光変換エレメント6の側面にのみ延在するのではなく、導光板10Aの側面にも延在する。このことにより、1次放射5は導光板10Aにわたって、または該導光板10Aの少なくとも大きな領域にわたって分布される

50

。

【0107】

1次放射5は導光板10A内に散乱される。たとえば導光板10Aはこうするために拡散粒子を含む。

【0108】

1次放射5の一部は発光変換エレメント6の方向に散乱され、該発光変換エレメント6の第1の主面601を介して該発光変換エレメント6に入力結合され、蛍光体によって第2の波長領域の2次放射に波長変換される。1次放射5の別の一部は出力結合鏡8の方向に散乱される。半導体光源はここでは、1次放射5と2次放射とから成る混合光を放出する。たとえば、光出力結合鏡8を透過した1次放射5の成分と2次放射とが相補的な波長領域にあることにより、半導体光源は白色の色印象を生成する光を放出する。

10

【0109】

図8は、第8の実施例による半導体光源の概略的な断面図である。

【0110】

半導体光源は冷却体3上に、たとえば第1の実施例と同様の構成で、発光変換モジュール2を有する。

【0111】

第1の実施例と異なり、波長選択性出力結合鏡8はここでは、光出力結合面601に対して平行ではない。むしろ波長選択性出力結合鏡8は光出力結合面601に対して斜めに配置されている。このことにより、1次放射源から放出された1次放射5は波長選択性出力結合鏡8によって偏向され、該1次放射5は少なくとも部分的に光出力結合面601に当たり、該光出力結合面601を通して発光変換エレメント6に入力結合される。それゆえ、波長選択性出力結合鏡8は同時に、1次放射5を発光変換モジュール2に入力結合させるための光学的エレメント10にもなる。

20

【0112】

この実施例では、光学的エレメント10は波長選択性の凹面鏡として形成される。凹面鏡10の湾曲および方向は、1次放射源1から放出された発散1次放射束5が該凹面鏡10によって、光出力結合面601にほぼ垂直に入射する平行なビーム束に変換されるように選択される。有利には、発光変換エレメント6から放出された2次放射15は凹面鏡によって反射されない。

30

【0113】

1次放射源1は第8の実施例では、1次放射5を紫外線スペクトル領域で放出する少なくとも1つの発光ダイオードチップを有する。

【0114】

図9に、第9の実施例による半導体光源を概略的な断面図で示す。

【0115】

発光変換エレメント6はこの実施例では、第6の実施例と同様に（図6Aおよび6Bを参照されたい）冷却体3の凹入部31内に配置されている。第6の実施例との相違点として、発光変換エレメントはここでは側方で、凹入部31の側壁72に完全に包囲されている。

40

【0116】

半導体光源はここでは複数の1次放射源1を有し、たとえば2つの1次放射源1を有する。前記複数の1次放射源1は、たとえば第8の実施例と同様に、たとえば紫外線スペクトル領域において放出が最大になるそれぞれ少なくとも1つの発光ダイオードチップ110を有する。ここでは発光ダイオードチップ110はそれぞれ、反射器とビーム成形用のレンズとを含む光学的装置を収容する素子ケーシング内に含まれる。1次放射源1はたとえば、発光変換エレメント6が収容された凹入部31を有する冷却体3の面に固定される。

。

【0117】

それゆえ第7の実施例と同様に、1次放射5の伝搬方向はまずは発光変換エレメント6

50



の方向に向かわず、該発光変換エレメント 6 に対してずれている。しかし、各 1 次放射源 1 にはそれぞれ、波長選択性出力結合鏡 8 のセグメント 8 1 または 8 2 が対応付けられており、該波長選択性出力結合鏡 8 は 前述の実施例と同様に 1 次放射 5 を発光変換エレメント 6 の光出力結合面 6 0 1 へ偏向する光学的エレメント 1 0 にもなる。出力結合鏡 8 のセグメント 8 1 , 8 2 はここでは、少なくとも部分的に透光性である位置決めエレメント 1 0 B に埋め込まれている。この位置決めエレメント 1 0 B は有利には透明である。択一的に、これらのセグメント 8 1 , 8 2 を位置決めエレメント 1 0 B の外側面に形成するか、一体成形するか、または固定することもできる。位置決めエレメント 1 0 B によって、波長選択性出力結合鏡 8 は簡単に発光変換エレメント 6 に向かって方向付けされる。ここでは位置決めエレメント 1 0 B は、光出力結合面 6 0 1 を機械的に保護する機能も有する。

10

**【 0 1 1 8 】**

出力結合鏡 8 の両セグメント 8 1 , 8 2 は共通のエッジで接しており、出力結合鏡 8 は V 字形の断面を有する。「V」字形の尖端ひいてはセグメント 8 1 , 8 2 の共通のエッジは、光出力結合面 6 0 1 に向けられている。光学的エレメント 1 0 のセグメント 8 1 , 8 2 は第 9 の実施例では平坦な面であり、光出力結合面 6 0 1 との間に角度 を成す。この角度はここでは 4 5 ° の値を有する。

**【 0 1 1 9 】**

波長選択性出力結合鏡 8 を有する光学的エレメント 1 0 には、たとえばビーム成形エレメント 9 が取り付けられている。このビーム成形エレメント 9 は、出力結合鏡 8 のセグメント 8 1 , 8 2 を透過した 2 次放射 1 5 を成形するように形成されている。前記ビーム成形エレメントは、1 つの実施形態では前記光学的エレメントと組み合わせて形成することができる。

20

**【 0 1 2 0 】**

この実施形態の 1 つの変形形態では、出力結合鏡 8 は 4 つのセグメント 8 1 , 8 2 を有し、該 4 つのセグメント 8 1 , 8 2 はたとえば、正方形または方形の基面を有する角錐の側面を成す。前記角錐 8 1 , 8 2 の尖端は有利には光出力結合面 6 0 1 に向けられており、該尖端の中心軸は有利には、光出力結合面 6 0 1 上に垂直に立っている。この実施形態では、半導体光源はたとえば 4 つの 1 次放射源 1 を有し、該 4 つの 1 次放射源 1 はそれぞれ前記セグメントのうち各 1 つを照射する。

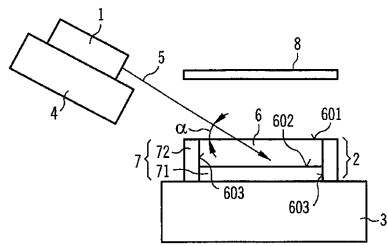
30

**【 0 1 2 1 】**

本発明は、実施例に即した上記説明によって該実施例に限定されるものではない。むしろ本発明は、あらゆる新規の特徴ならびにそれらの特徴のあらゆる組み合わせを含むものであり、これには殊に特許請求の範囲および実施例に記載した特徴の組み合わせ各々が含まれ、このことはそのような特徴またはそのような組み合わせが特許請求の範囲および / または実施例に明示的には記載されていないにしてもあてはまる。

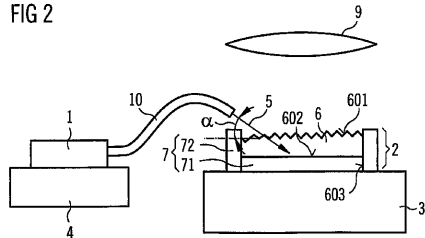
【図 1】

FIG 1



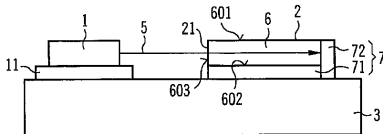
【図 2】

FIG 2



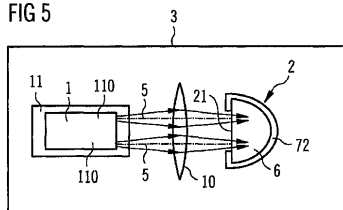
【図 3 A】

FIG 3A



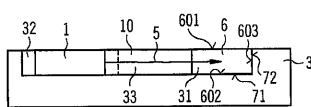
【図 5】

FIG 5



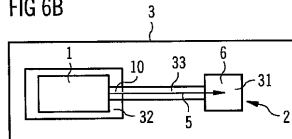
【図 6 A】

FIG 6A



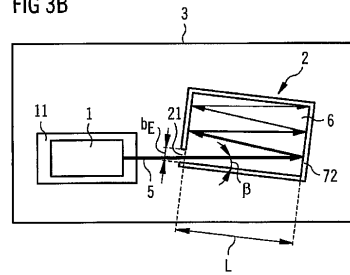
【図 6 B】

FIG 6B



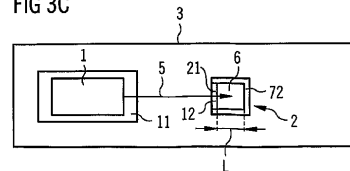
【図 3 B】

FIG 3B



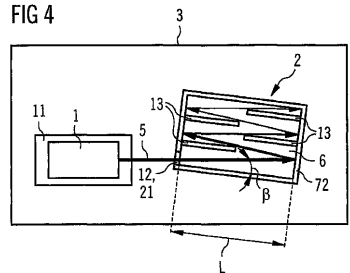
【図 3 C】

FIG 3C



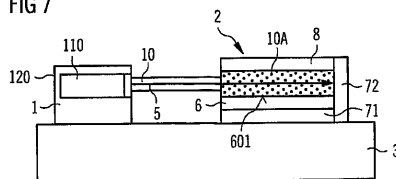
【図 4】

FIG 4



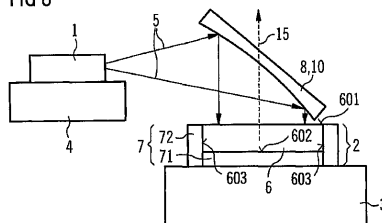
【図 7】

FIG 7



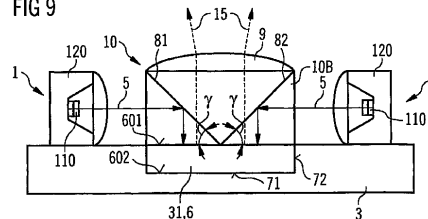
【図 8】

FIG 8



【図 9】

FIG 9



## フロントページの続き

- (74)代理人 100112793  
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679  
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633  
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890  
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 フーベルト オット  
ドイツ連邦共和国 パート アップバッハ アム コーレンシャハト 2 5
- (72)発明者 アルフレート レル  
ドイツ連邦共和国 マックスヒュッテ - ハイトホーフ フィルヒョウシュトラッセ 1 9
- (72)発明者 ゼンケ タウツ  
ドイツ連邦共和国 テーガンハイム フクセンガング 2
- (72)発明者 ウーヴェ シュトラウス  
ドイツ連邦共和国 パート アップバッハ エーリヒ - ケストナー - シュトラッセ 3 2
- (72)発明者 フランク バウマン  
ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク ノイトラウプリンガー シュトラッセ 1 7
- (72)発明者 キルスティン ペーターゼン  
ドイツ連邦共和国 フライブルク シューベルトシュトラッセ 1 5

審査官 佐藤 俊彦

- (56)参考文献 特開2005 - 347263 (JP, A)  
特開平09 - 034371 (JP, A)  
特開2004 - 071357 (JP, A)  
特開2002 - 141559 (JP, A)  
特開2004 - 253592 (JP, A)  
特開2005 - 033211 (JP, A)  
特表2008 - 539576 (JP, A)  
特開2006 - 352085 (JP, A)  
特開平11 - 307873 (JP, A)  
特開2001 - 319984 (JP, A)  
特表2008 - 518434 (JP, A)  
特開2005 - 294185 (JP, A)  
特開2007 - 005522 (JP, A)  
特表2000 - 515689 (JP, A)  
特開2005 - 294288 (JP, A)  
特開2006 - 278567 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64  
H01S 5/00 - 5/50  
H01L 23/00 - 23/473