

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6789675号
(P6789675)

(45) 発行日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)

(24) 登録日 令和2年11月6日 (2020. 11. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 33/16 (2010. 01)

H O 1 L 33/16

H O 1 L 33/10 (2010. 01)

H O 1 L 33/10

H O 1 L 21/301 (2006. 01)

H O 1 L 21/78

B

B 2 3 K 26/53 (2014. 01)

H O 1 L 21/78

V

B 2 3 K 26/53

請求項の数 31 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-111145 (P2016-111145)
 (22) 出願日 平成28年6月2日 (2016. 6. 2)
 (65) 公開番号 特開2017-216423 (P2017-216423A)
 (43) 公開日 平成29年12月7日 (2017. 12. 7)
 審査請求日 令和1年5月21日 (2019. 5. 21)

(73) 特許権者 000116024
 ローム株式会社
 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
 (74) 代理人 110002310
 特許業務法人あい特許事務所
 (72) 発明者 小淵 啓誉
 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム
 株式会社内
 (72) 発明者 堤 一陽
 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム
 株式会社内
 (72) 発明者 安斉 秀晃
 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム
 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方側の第 1 主面、他方側の第 2 主面、ならびに、前記第 1 主面および前記第 2 主面をそれぞれ接続する第 1 側面、第 2 側面、第 3 側面および第 4 側面を有する基板と、

前記基板の前記第 1 主面の上に形成され、光が生成される半導体層と、

前記基板の前記第 2 主面の全域を被覆し、前記半導体層で生成された光を前記半導体層に向けて反射させる光反射層と、

前記基板において、前記第 2 主面、前記第 1 側面、前記第 2 側面、前記第 3 側面および前記第 4 側面からそれぞれ露出し、かつ、前記半導体層を露出させるように前記第 1 主面から前記第 2 主面側に間隔を空けて前記第 1 側面、前記第 2 側面、前記第 3 側面および前記第 4 側面にそれぞれ形成され、前記基板を構成する材料が変質することによって他の領域の結晶強度よりも小さい結晶強度とされた改質層と、を含む、半導体発光素子。

【請求項 2】

前記光反射層は、一様な材質で前記基板の前記第 2 主面を被覆している、請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】

前記改質層は、前記基板の厚さ方向に関して、前記光反射層に対向している、請求項 1 または 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】

前記半導体層は、一様な材質で前記基板の前記第 1 主面の上に形成されている、請求項

1 ~ 3 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】

前記半導体層は、前記基板の前記第 1 主面の全域を被覆している、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 6】

前記半導体層は、前記基板の前記第 1 主面側からこの順に積層された第 1 導電型の第 1 半導体層、発光層および第 2 導電型の第 2 半導体層を含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

前記第 1 半導体層は、外部に露出した第 1 露出部を含み、

10

前記第 2 半導体層は、外部に露出した第 2 露出部を含む、請求項 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】

前記半導体層は、前記第 1 半導体層を露出させるように、前記第 1 半導体層の一部、前記発光層および前記第 2 半導体層を選択的に切り欠いて形成されたメサ構造を含み、

前記第 1 半導体層の前記第 1 露出部は、前記メサ構造外の領域に形成され、

前記第 2 半導体層の前記第 2 露出部は、前記メサ構造に形成されている、請求項 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 9】

前記第 1 半導体層の前記第 1 露出部の上に形成され、前記第 1 半導体層に電氣的に接続された第 1 コンタクト電極をさらに含む、請求項 7 または 8 に記載の半導体発光素子。

20

【請求項 10】

前記第 1 コンタクト電極は、前記第 1 露出部の周縁から前記第 1 露出部の内方に間隔を空けて形成されている、請求項 9 に記載の半導体発光素子。

【請求項 11】

前記第 1 コンタクト電極の上に形成され、前記第 1 コンタクト電極に電氣的に接続された第 1 外部端子をさらに含む、請求項 9 または 10 に記載の半導体発光素子。

【請求項 12】

前記第 1 外部端子は、平面視において前記第 1 コンタクト電極の周縁に取り囲まれた領域内に形成されている、請求項 11 に記載の半導体発光素子。

30

【請求項 13】

前記第 2 半導体層の前記第 2 露出部の上に形成され、前記第 2 半導体層に電氣的に接続された第 2 コンタクト電極をさらに含む、請求項 6 ~ 12 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 14】

前記第 2 コンタクト電極は、平面視において前記第 2 露出部の周縁から前記第 2 露出部の内方に間隔を空けて前記第 2 半導体層の上に形成されている、請求項 13 に記載の半導体発光素子。

【請求項 15】

前記第 2 コンタクト電極の上に形成され、前記第 2 コンタクト電極に電氣的に接続された第 2 外部端子をさらに含む、請求項 13 または 14 に記載の半導体発光素子。

40

【請求項 16】

前記第 2 外部端子は、平面視において前記第 2 コンタクト電極の周縁に取り囲まれた領域内に形成されている、請求項 15 に記載の半導体発光素子。

【請求項 17】

前記改質層は、前記第 1 側面、前記第 2 側面、前記第 3 側面および前記第 4 側面に沿って帯状に形成されている、請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 18】

前記改質層は、前記基板の前記第 1 主面と平行な方向に延びている、請求項 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

50

【請求項 19】

前記改質層は、前記基板の前記第 1 主面側に形成された第 1 改質層、および、前記第 1 改質層から間隔を空けて前記基板の前記第 2 主面側に形成された第 2 改質層を含む、請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 20】

前記改質層は、前記基板の前記第 1 主面側に形成された第 1 改質層、および、前記第 1 改質層に重なるように前記基板の前記第 2 主面側に形成された第 2 改質層を含む、請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 21】

前記改質層は、前記基板の前記第 1 主面側に形成された第 1 改質層、前記第 1 改質層から間隔を空けて前記基板の前記第 2 主面側に形成された第 2 改質層、ならびに、前記第 1 改質層および前記第 2 改質層の間に形成された中間改質層を含む、請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

10

【請求項 22】

前記中間改質層は、前記基板の前記第 1 主面側において前記第 1 改質層と重なり、前記基板の前記第 2 主面側において前記第 2 改質層と重なるように形成されている、請求項 21 に記載の半導体発光素子。

【請求項 23】

前記改質層は、前記光反射層に接している、請求項 1 ~ 22 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

20

【請求項 24】

前記改質層は、前記基板の角部まで延びている、請求項 1 ~ 23 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 25】

前記改質層は、前記基板の前記角部から露出している、請求項 24に記載の半導体発光素子。

【請求項 26】

前記改質層は、前記半導体層の全域を露出させている、請求項 1 ~ 25 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 27】

30

前記光反射層は、金属膜を含む、請求項 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 28】

前記光反射層は、絶縁層を含む、請求項 1 ~ 27 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【請求項 29】

前記絶縁層は、屈折率の異なる複数の絶縁膜が積層された積層構造を有している、請求項 28に記載の半導体発光素子。

【請求項 30】

前記改質層は、前記第 1 主面から前記第 2 主面側に 10 μm 以上の間隔を空けて前記第 1 側面、前記第 2 側面、前記第 3 側面および前記第 4 側面にそれぞれ形成されている、請求項 1 ~ 29 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

40

【請求項 31】

前記第 2 主面は、鏡面である、請求項 1 ~ 30 のいずれか一項に記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子およびその製造方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 には、基板と、基板の表面に形成された半導体層と、基板の裏面の縁部を露出させるように基板の裏面の内方部を被覆する反射膜（光反射層）と、基板の側面に形成された改質層とを含む、発光デバイス（半導体発光素子）が開示されている。この発光デバイスは、次のような工程を経て製造されている。

まず、ウエハの表面に半導体層が形成され、ウエハの裏面に反射膜が形成される。次に、切削ブレードによって、反射膜の不要な部分が除去されて、反射膜にウエハの裏面が露出する溝が形成される。次に、反射膜の溝から露出するウエハの裏面に向けてレーザ光が照射されて当該ウエハ内に改質層が形成される。その後、改質層を起点として基板が分割されて、複数個の発光デバイスが個片化される。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 1 6 5 1 8 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に開示された半導体発光素子では、光反射層を除去するための裏面アライナー（切削ブレード）を備えた装置を準備する必要がある、設備投資の費用が高むだけでなく、半導体発光素子の製造工数が増加する。そのため、半導体発光素子のコストが増加するという課題がある。さらに、基板の裏面の縁部を露出させるように光反射層が形成されるため、製造後の半導体発光素子では、基板の裏面に光反射層が存在しない部分が生じてしまう。そのため、半導体層で生成された光が半導体層側に向けて反射されず、光反射層が存在しない部分を通して外部に放出されるから、光損失によって輝度が低下するという課題がある。

20

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、コストの増大を抑制しつつ、輝度を良好に向上させることができる半導体発光素子の製造方法を提供することを一つの目的とする。また、本発明は、前記半導体発光素子の製造方法により製造された半導体発光素子を提供することを他の目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の半導体発光素子の製造方法は、一方表面および他方表面を有するウエハにおいて、前記ウエハの前記一方表面側に、光が生成される半導体層を形成する半導体層形成工程と、前記ウエハ内における前記一方表面から前記他方表面側に間隔を空けた領域に集光点を合わせて前記ウエハの前記他方表面側からレーザ光を選択的に照射し、前記ウエハを構成する材料を変質させることにより、他の領域とは異なる物理的特性とされた改質層を前記ウエハ内に選択的に形成する改質層形成工程と、前記改質層形成工程の後、前記半導体層で生成される光を前記半導体層側に向けて反射させる光反射層を前記ウエハの前記他方表面側に形成する工程と、前記改質層を起点として前記光反射層と共に前記ウエハを分割することにより、複数個の半導体発光素子の個片を切り出す工程とを含む。

40

【 0 0 0 7 】

本発明の半導体発光素子は、一方表面と、その反対側の他方表面と、それらを接続する側面とを有する基板と、前記基板の前記一方表面側に形成され、光が生成される半導体層と、前記基板の前記他方表面の全域を覆うように前記基板の前記他方表面側に形成され、前記半導体層で生成された光を前記半導体層側に向けて反射させる光反射層とを含み、前記基板の前記側面には、前記一方表面から前記他方表面側に間隔を空けて、前記基板を構成する材料が変質することにより他の領域とは異なる物理的特性とされた改質層が形成されていることを特徴とする。

【 発明の効果 】

50

【 0 0 0 8 】

本発明の半導体発光素子の製造方法では、改質層形成工程の後、ウエハの他方表面側に光反射層を形成しており、改質層を起点として光反射層と共にウエハを分割している。分割されたウエハは、半導体発光素子の一部を構成する基板となる。このように、本発明の製造方法によれば、光反射層を除去することなく、基板の他方表面の全域が光反射層によって被覆された構成を有する半導体発光素子を製造できる。これにより、光反射層を除去する工程を実行する必要がなくなり、当該光反射層を除去するための装置を別途準備する必要もなくなるから、半導体発光素子のコストを削減できる。

【 0 0 0 9 】

たとえば、光反射層を除去することなく当該光反射層を介して基板にレーザ光を照射する方法も考えられる。しかし、この方法の場合には、光反射層によってレーザ光の一部が反射されたり、当該光反射層が障壁となったりするから、ウエハの内部に改質層を良好に形成できない虞がある。これに対して、本発明の半導体発光素子の製造方法によれば、改質層形成工程の後に光反射層を形成しているので、光反射層を介して基板にレーザ光が照射されることがない。これにより、ウエハの内部に改質層を良好に形成できるから、半導体発光素子を良好に個片化できる。

【 0 0 1 0 】

また、改質層形成工程の後に光反射層を形成しているので、光反射層にレーザ光の照射によるダメージが入らない。したがって、光反射層を一樣な材質でウエハの他方表面側に形成できる。これにより、半導体層で生成された光を良好に反射させることができる光反射層を形成できるから、輝度を良好に向上させることができる。

さらに、本発明の半導体発光素子の製造方法によれば、ウエハ内における一方表面から他方表面側に間隔を空けた領域に集光点を合わせてウエハの他方表面側からレーザ光を照射しているから、半導体層を一樣な材質でウエハの一方表面側に形成できる。これにより、半導体層で光を良好に生成させることができるから、このような観点からも、輝度を良好に向上させることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の半導体発光素子は、たとえば前述の半導体発光素子の製造方法を経ることで製造される。したがって、コストの増大を抑制しつつ、輝度を良好に向上させることができる半導体発光素子を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の II-II 線に沿う縦断面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の半導体発光素子が搭載された発光素子パッケージの縦断面図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の半導体発光素子の製造方法の一工程を示す工程図である。

【図 5 A】図 5 A は、図 1 の半導体発光素子の製造工程の一工程を示す縦断面図である。

【図 5 B】図 5 B は、図 5 A の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 C】図 5 C は、図 5 B の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 D】図 5 D は、図 5 C の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 E】図 5 E は、図 5 D の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 F】図 5 F は、図 5 E の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 G】図 5 G は、図 5 F の次の工程を示す縦断面図である。

【図 5 H】図 5 H は、図 5 G の次の工程を示す縦断面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 7】図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 8】図 8 は、本発明の第 4 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 9】図 9 は、本発明の第 5 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 1 0】図 1 0 は、本発明の第 6 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】図 1 1 は、本発明の第 7 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の第 8 実施形態に係る半導体発光素子の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下では、本発明の実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る半導体発光素子 1 の斜視図である。図 2 は、図 1 の II-II 線に沿う縦断面図である。

図 1 および図 2 に示されるように、本実施形態に係る半導体発光素子 1 は、直方体形状の透光性の基板 2 を含む。基板 2 は、サファイア基板であってもよい。基板 2 は、一方表面 3 と、その反対の他方表面 4 と、それらを接続する 4 つの側面 5 とを有している。基板 2 の一方表面 3 上には、本発明の光が生成される半導体層の一例としてのエピタキシャル層 6 が形成されている。

【0014】

エピタキシャル層 6 は、基板 2 の一方表面 3 の全域を覆うように基板 2 の一方表面 3 上に形成されている。エピタキシャル層 6 は、基板 2 の一方表面 3 側からこの順に積層された n 型の第 1 半導体層 7、発光層 8 および p 型の第 2 半導体層 9 を含む。第 1 半導体層 7、発光層 8 および第 2 半導体層 9 は、いずれも III 族窒化物半導体を含む。第 1 半導体層 7、発光層 8 および第 2 半導体層 9 は、窒化ガリウム (GaN) を含んでいてもよい。

【0015】

エピタキシャル層 6 は、第 1 半導体層 7 を露出させるように、第 1 半導体層 7 の一部、発光層 8 および第 2 半導体層 9 を選択的に切り欠いて形成されたメサ構造 10 と、当該メサ構造 10 の外側の領域であり、第 1 半導体層 7 が露出する外方領域 11 とを有している。外方領域 11 は、第 1 半導体層 7 からなる単層構造を有しており、平面視において基板 2 の一方表面 3 における一つの角部に扇形状に形成されている。一方、メサ構造 10 は、平面視において外方領域 11 を取り囲むように L 字形状に形成されている。

【0016】

エピタキシャル層 6 上には、第 1 半導体層 7 に電氣的に接続される第 1 コンタクト電極 12 と、第 2 半導体層 9 に電氣的に接続される第 2 コンタクト電極 13 とが配置されている。第 1 コンタクト電極 12 および第 2 コンタクト電極 13 は、たとえば酸化亜鉛 (ZnO) または酸化インジウムスズ (ITO) を含む透明電極である。

第 1 コンタクト電極 12 は、メサ構造 10 および基板 2 の側面 5 から間隔を空けて、外方領域 11 に接合されている。第 1 コンタクト電極 12 は、本実施形態では、平面視において外方領域 11 と略相似形状とされた扇形状に形成されている。一方、第 2 コンタクト電極 13 は、外方領域 11 および基板 2 の側面 5 から間隔を空けて、メサ構造 10 における第 2 半導体層 9 に接合されている。第 2 コンタクト電極 13 は、本実施形態では、メサ構造 10 と略相似形状とされた平面視 L 字形状に形成されている。なお、第 2 コンタクト電極 13 は、平面視 L 字形状に限定されることなく、平面視四角形状やその他任意の形状に形成されていてもよい。

【0017】

第 1 コンタクト電極 12 上には、第 1 半導体層 7 に電氣的に接続される第 1 外部端子 14 が配置されており、第 2 コンタクト電極 13 上には、第 2 半導体層 9 に電氣的に接続される第 2 外部端子 15 が配置されている。第 1 外部端子 14 および第 2 外部端子 15 は、基板 2 の一つの対角線に沿って互いに間隔を空けて配置されている。第 1 外部端子 14 および第 2 外部端子 15 は、金 (Au) を含んでいてもよい。

【0018】

第 1 外部端子 14 は、本実施形態では、平面視において第 1 コンタクト電極 12 と略相似形状とされた扇型の柱状に形成されている。なお、第 1 外部端子 14 は、扇型の柱状に限定されることなく、四角柱状、円柱状、またはその他任意の形状に形成されていてもよい。第 2 外部端子 15 は、本実施形態では、柱状 (本実施形態では円柱状) に形成され

10

20

30

40

50

ている。なお、第2外部端子15は、円柱状に限定されることはなく、扇型の柱状、四角柱状、またはその他任意の形状に形成されていてもよい。

【0019】

基板2の他方表面4側には、当該基板2の他方表面4の全域を被覆するように、エピタキシャル層6（発光層8）で生成された光をエピタキシャル層6側に向けて反射させるための光反射層16が形成されている。光反射層16は、一つの金属膜からなる単層構造を有していてもよいし、複数の金属膜が積層された積層構造を有していてもよい。光反射層16は、アルミニウム（Al）、金（Au）および銀（Ag）を含む群から選択される1種または2種以上の金属膜によって形成されていてもよい。

【0020】

また、光反射層16は、屈折率の異なる複数の絶縁膜が積層された積層構造を有する絶縁層であってもよい。光反射層16は、屈折率の異なる絶縁膜が1/4波長の光学長で交互に積層された積層構造を有するDBR（Distributed Bragg Reflector：分布ブラッグ反射）層であってもよい。DBR層は、 ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、AlN、SiN、AlONおよびSiONを含む群から選択される2種以上の絶縁膜によって形成されていてもよい。

【0021】

また、光反射層16は、金属膜および絶縁膜（DBR層）の両方を含む積層構造を有していてもよい。この場合、光反射層16は、基板2の他方表面4側から金属膜および絶縁膜（DBR層）を含む積層構造を有していてもよいし、基板2の他方表面4側から絶縁膜（DBR層）および金属膜を含む積層構造を有していてもよい。

図1および図2を参照して、本実施形態に係る半導体発光素子1は、基板2の側面5における一方表面3から他方表面4側に間隔を空けた位置に形成され、基板2を構成する材料が変質することにより他の領域とは異なる物理的特性とされた改質層17を含む。

【0022】

なお、「変質」とは、結晶状態が他の領域とは異なる結晶状態となることを意味する。また、「改質層17」とは、変質によって密度、屈折率、機械的強度（結晶強度）やその他の物理的特性が、他の領域とは異なる状態となった層のことをいう。例えば、改質層17には、溶融した後再度硬化した溶融再硬化層、空孔や亀裂等を含む欠陥層、絶縁破壊によって生じた絶縁破壊層または他の領域とは異なる屈折率を有する屈折率変化層、もしくは、これらの層が混在した層等が含まれる。改質層17は、本実施形態では、レーザ光の照射によって形成された加工痕（レーザ加工痕）でもある。

【0023】

改質層17は、基板2の一方表面3および他方表面4と平行な方向に延びるように基板2の側面5に沿って帯状に形成されており、基板2の内側の領域を取り囲んでいる。改質層17は、本実施形態では、基板2の一方表面3および他方表面4から間隔を空けて形成されている。前述の光反射層16は、基板2の他方表面4の全域を被覆している。したがって、改質層17は、平面視において基板2の周縁全域に亘って光反射層16と対向している。なお、改質層17は、必ずしも基板2の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板2の側面5に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

【0024】

このような構成において、エピタキシャル層6は、一様な材質で基板2の一方表面3側に形成されている。つまり、エピタキシャル層6において、第1半導体層7、発光層8および第2半導体層9は、いずれも、一様な材質で基板2の一方表面3側に形成されている。エピタキシャル層6が一様な材質であるとは、エピタキシャル層6が、改質層17における基板2の材料の変質の影響を全くまたは殆ど受けずに一様な結晶状態で基板2の一方表面3側に形成されていることを意味する。たとえば、改質層17と基板2の一方表面3との間の距離が10 μ m以上に設定されることにより、改質層17における基板2の材料の変質の影響がエピタキシャル層6に及ぶのを効果的に抑制または防止できる。

【0025】

また、光反射層 16 は、一様な材質で基板 2 の他方表面 4 側に形成されている。光反射層 16 が一様な材質であるとは、光反射層 16 が、改質層 17 における基板 2 の材料の変質の影響を全くまたは殆ど受けずに一様な結晶状態で基板 2 の他方表面 4 側に形成されていることを意味する。

半導体発光素子 1 は、図 3 に示されるように、発光素子パッケージ 21 に搭載される。図 3 は、図 1 の半導体発光素子 1 が搭載された発光素子パッケージ 21 の縦断面図である。図 3 に示されるように、発光素子パッケージ 21 は、前述の半導体発光素子 1 と、半導体発光素子 1 を支持する支持基板 22 と、半導体発光素子 1 に電氣的に接続された複数個の端子電極膜 23 と、半導体発光素子 1 を封止する封止樹脂 24 とを含む。

【0026】

10

支持基板 22 は、本実施形態では直方体形状に形成されており、半導体発光素子 1 が配置される上面 25 と、その反対側に位置し実装用電極面とされる下面 26 と、上面 25 および下面 26 を接続する 4 つの側面 27 とを有している。支持基板 22 の上面 25 の中央部には、半導体発光素子 1 が接合されるダイパッド 28 が配置されている。半導体発光素子 1 は、他方表面 4 を支持基板 22 の上面 25 に向けた状態で、光反射層 16 とダイパッド 28 とが接合材 29 を介して接合されることによって、支持基板 22 に支持されている。

【0027】

複数個の端子電極膜 23 には、半導体発光素子 1 の第 1 半導体層 7 に電氣的に接続される第 1 端子電極膜 30 と、半導体発光素子 1 の第 2 半導体層 9 に電氣的に接続される第 2 端子電極膜 31 とが含まれる。第 1 端子電極膜 30 は、支持基板 22 の一つの側面 27 側に配置されており、第 2 端子電極膜 31 は、支持基板 22 における第 1 端子電極膜 30 が形成された側面 27 と対向する側面 27 側に配置されている。

20

【0028】

第 1 端子電極膜 30 および第 2 端子電極膜 31 は、それぞれ支持基板 22 の上面 25 に設けられた上面電極膜 30a, 31a と、支持基板 22 の下面 26 に設けられた下面電極膜 30b, 31b と、上面電極膜 30a, 31a と下面電極膜 30b, 31b とを接続する接続部 30c, 31c とを有している。図 3 では、接続部 30c, 31c が、支持基板 22 の側面 27 に設けられた接続電極膜である例が示されているが、接続部 30c, 31c は、支持基板 22 を貫通して上面電極膜 30a, 31a と下面電極膜 30b, 31b とを電氣的に接続するビア電極であってもよい。

30

【0029】

第 1 端子電極膜 30 は、第 1 外部端子 14 と上面電極膜 30a とが、たとえばボンディングワイヤ等の導線 32 を介して電氣的に接続されることによって、半導体発光素子 1 に電氣的に接続されている。第 2 端子電極膜 31 は、第 2 外部端子 15 と上面電極膜 31a とが、たとえばボンディングワイヤ等の導線 33 を介して電氣的に接続されることによって、半導体発光素子 1 に電氣的に接続されている。

【0030】

支持基板 22 の上面 25 には、半導体発光素子 1 を取り囲む枠部材 34 が設けられている。枠部材 34 は、半導体発光素子 1 から離れる方向に上り傾斜する傾斜部 35 を有している。枠部材 34 は、半導体発光素子 1 の光を反射させる反射板を兼ねていてもよい。枠部材 34 は、支持基板 22 と一体的に設けられていてもよいし、別体として設けられていてもよい。枠部材 34 は、たとえば白色樹脂を含んでいてもよい。

40

【0031】

封止樹脂 24 は、支持基板 22 の上面 25 において、半導体発光素子 1 を封止するように枠部材 34 により取り囲まれた空間内を埋めている。封止樹脂 24 は、透明の樹脂材料からなり、たとえばシリコン、アクリル樹脂またはエポキシ樹脂を含んでいてもよい。

このような発光素子パッケージ 21 は、支持基板 22 に半導体発光素子 1 を実装した後、当該支持基板 22 と枠部材 34 とによって区画される空間内に封止樹脂 24 を供給することによって製造される。なお、発光素子パッケージ 21 は、枠部材 34 を有さずに、半

50

導体発光素子 1 が支持基板 2 2 上において封止樹脂 2 4 により封止された構成を有していてもよい。このような構成は、たとえば金型を用いたモールド成形法によって、半導体発光素子 1 を封止するように支持基板 2 2 上に封止樹脂 2 4 を供給することによって製造できる。

【 0 0 3 2 】

次に、本実施形態に係る半導体発光素子 1 の製造方法の一例について説明する。図 4 は、図 1 の半導体発光素子 1 の製造方法の一工程を示す工程図である。図 5 A ~ 図 5 H は、図 1 の半導体発光素子 1 の製造工程の一工程を示す縦断面図である。図 5 A ~ 図 5 H では、2 つの半導体発光素子 1 が製造される部分の縦断面図を示している。以下では、半導体発光素子 1 が形成される領域を素子形成領域 4 5 という。

10

【 0 0 3 3 】

半導体発光素子 1 を製造するに当たり、まず、図 5 A を参照して、ウエハ 4 2 が準備される (図 4 のステップ S 1)。ウエハ 4 2 は、基板 2 の基となる単結晶サファイアウエハであり、基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 のそれぞれに対応する一方表面 4 3 および他方表面 4 4 を有している。次に、図 5 B を参照して、エピタキシャル成長法によって、ウエハ 4 2 の一方表面 4 3 側に、n 型の第 1 半導体層 7、発光層 8 および p 型の第 2 半導体層 9 が順に形成される (図 4 のステップ S 2)。これにより、ウエハ 4 2 の一方表面 4 3 側に、当該ウエハ 4 2 の一方表面 4 3 の全域を被覆するエピタキシャル層 6 が形成される。

【 0 0 3 4 】

20

次に、図 5 C を参照して、たとえばマスクを介するエッチングにより、第 1 半導体層 7 の一部、発光層 8 および第 2 半導体層 9 の不要な部分が選択的に除去される (図 4 のステップ S 3)。これにより、第 1 半導体層 7 の一部、発光層 8 および第 2 半導体層 9 を選択的に切り欠いたメサ構造 1 0 と、その外側の外方領域 1 1 とを含むエピタキシャル層 6 が各素子形成領域 4 5 に形成される。

【 0 0 3 5 】

次に、図 5 D を参照して、たとえばスパッタ法により、第 1 コンタクト電極 1 2 および第 2 コンタクト電極 1 3 となる透明導電材料が、エピタキシャル層 6 上に堆積されて透明導電材料層が形成される (図 4 のステップ S 4)。次に、たとえばマスクを介するエッチングにより、透明導電材料層が選択的にパターニングされて、第 1 コンタクト電極 1 2 および第 2 コンタクト電極 1 3 が各素子形成領域 4 5 に形成される。

30

【 0 0 3 6 】

次に、たとえばリフトオフ法により、第 1 外部端子 1 4 が第 1 コンタクト電極 1 2 上に形成され、第 2 外部端子 1 5 が第 2 コンタクト電極 1 3 上に形成される (図 4 のステップ S 5)。より具体的には、第 1 外部端子 1 4 および第 2 外部端子 1 5 を形成すべき領域に開口を選択的に有するマスクがエピタキシャル層 6 上に形成される。次に、たとえばスパッタ法等によって、第 1 外部端子 1 4 および第 2 外部端子 1 5 となる導電材料 (たとえば金 (Au)) が開口を埋めるように堆積される。その後、マスクが除去されることによって、第 1 外部端子 1 4 および第 2 外部端子 1 5 が同時に形成される。

【 0 0 3 7 】

40

次に、図 5 E を参照して、ウエハ 4 2 の一方表面 4 3 側から当該ウエハ 4 2 を固定支持する支持部材 4 6 がウエハ 4 2 に貼付される。本実施形態では、支持部材 4 6 は、粘着テープ 4 7 を介してウエハ 4 2 に貼付される。支持部材 4 6 は、粘着テープ 4 7 に代えて、貼付用ワックスを介してウエハ 4 2 に密着するように貼付されてもよい。

なお、支持部材 4 6 は、後の工程で、ウエハ 4 2 から剥離可能な部材であればどのような部材であってもよい。支持部材 4 6 は、シリコン製の基板、ガラス製の基板、または、金属製 (たとえば銅製やステンレス製) の基板であってもよいし、ウエハ 4 2 を支持するのに十分な強度を有するテープ部材であってもよい。

【 0 0 3 8 】

次に、たとえば C M P (Chemical Mechanical Polishing : 化学機械研磨) 法によって

50

、ウエハ４２の厚さが所望の厚さとなるまでウエハ４２の他方表面４４が研削されると同時に、ウエハ４２の他方表面４４が滑面化または鏡面化される（図４のステップＳ６）。

次に、図５Ｆを参照して、レーザ光照射装置４８を用いて、ウエハ４２内にレーザ光が照射される（図４のステップＳ７）。より具体的には、ウエハ４２内における一方表面４３から他方表面４４側に間隔を空けた領域に集光点が含まれて、ウエハ４２の他方表面４４側からレーザ光が照射される。レーザ光は、各素子形成領域４５を区画するようにウエハ４２内に照射される。この時、ウエハ４２の他方表面４４が滑面化または鏡面化されているから、ウエハ４２内にレーザ光を良好に照射させることができる。

【００３９】

このレーザ光の照射工程により、ウエハ４２を構成する材料（サファイア）が変質し、他の領域とは異なる物理的特性とされた改質層１７がウエハ４２内形成される。より具体的には、本実施形態では、改質層１７は、レーザ光の照射によるレーザ加工痕であり、ウエハ４２の一方表面４３から他方表面４４側に間隔を空けた位置に形成される。この改質層１７は、少なくとも他の領域の結晶強度よりも小さい結晶強度を有しており、この改質層１７によってウエハ４２を分割するための分割起点が形成される。

【００４０】

次に、図５Ｇを参照して、たとえばＣＶＤ法、スパッタ法または蒸着法によって導電材料または絶縁材料が選択的にウエハ４２の他方表面４４側に堆積されて、光反射層１６が形成される（図４のステップＳ８）。光反射層１６は、たとえばウエハ４２の他方表面４４の全域または略全域を被覆するようにウエハ４２の他方表面４４側に形成される。

この工程において、一つの金属膜からなる単層構造を有する光反射層１６が形成されてもよいし、複数の金属膜が積層された積層構造を有する光反射層１６が形成されてもよい。また、屈折率の異なる複数の絶縁膜が積層された積層構造を有する光反射層１６が形成されてもよい。光反射層１６として、屈折率の異なる絶縁膜が１／４波長の光学長で交互に積層された積層構造を有するＤＢＲ層が形成されてもよい。また、金属膜および絶縁膜（ＤＢＲ層）の両方を含む積層構造を有する光反射層１６が形成されてもよい。

【００４１】

次に、図５Ｈを参照して、支持部材４６が剥離されて、ウエハ４２の他方表面４４側に、当該ウエハ４２を支持するための柔軟なテープ部材４９が貼付される。次に、たとえば劈開ブレード５０等によって、テープ部材４９越しに、ウエハ４２の他方表面４４側から改質層１７に対して外力が加えられて、改質層１７を分割起点として、エピタキシャル層６および光反射層１６と共にウエハ４２が劈開（分割）される。これにより、複数の半導体発光素子１の個片がウエハ４２から切り出される。

【００４２】

なお、本実施形態では、ウエハ４２の他方表面４４側から改質層１７に外力が加えられる例について説明したが、ウエハ４２の一方表面４３側にテープ部材４９が貼付されて、当該ウエハ４２の一方表面４３側から改質層１７に外力が加えられてもよい。

以上、本実施形態に係る半導体発光素子１の製造方法では、改質層形成工程（図４のステップＳ７）の後、ウエハ４２の他方表面４４側に光反射層１６を形成し（図４のステップＳ８）、当該改質層１７を分割起点として、エピタキシャル層６および光反射層１６と共にウエハ４２を劈開（分割）している（図４のステップＳ９）。この分割されたウエハ４２が半導体発光素子１の一部を構成する基板２となる。したがって、光反射層１６を除去することなく、基板２の他方表面４の全域が光反射層１６によって被覆された構成を有する半導体発光素子１を製造できる。

【００４３】

これにより、光反射層１６を除去する工程を実行する必要がなくなり、当該光反射層１６を除去するための装置を別途準備する必要もなくなるから、半導体発光素子１のコストを削減できる。

たとえば、光反射層１６を除去することなく当該光反射層１６を介して基板２にレーザ光を照射する方法も考えられる。しかし、この場合には、光反射層１６によってレーザ光

10

20

30

40

50

の一部が反射されたり、当該光反射層 16 が障壁となったりするから、ウエハ 42 の内部に改質層 17 を良好に形成できない虞がある。これに対して、本実施形態の製造方法によれば、改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）の後に光反射層 16 を形成しているので、光反射層 16 を介して基板 2 にレーザ光が照射されることがない。これにより、ウエハ 42 の内部に改質層 17 を良好に形成できるから、半導体発光素子 1 を良好に個片化できる。

【0044】

また、改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）の後に光反射層 16 を形成しているので、レーザ光の照射によるダメージが光反射層 16 に入らない。したがって、光反射層 16 を一様な材質でウエハ 42 の他方表面 44 側に形成できる。これにより、エピタキシャル層 6（発光層 8）で生成された光を良好に反射させることが可能な光反射層 16 を形成できるから、輝度を良好に向上させることができる。

10

【0045】

さらに、本実施形態の製造方法によれば、ウエハ 42 内における一方表面 43 から他方表面 44 側に間隔を空けた領域に集光点を合わせてウエハ 42 の他方表面 44 側からレーザ光を照射しているから、エピタキシャル層 6 を一様な材質でウエハ 42 の一方表面 43 側に形成できる。これにより、エピタキシャル層 6 で光を良好に生成させることができるから、このような観点からも、輝度を良好に向上させることができる。

【0046】

また、本実施形態に係る半導体発光素子 1 の製造方法によれば、研磨工程（図 4 のステップ S 6）に先立って、支持部材 46 をウエハ 42 の一方表面 43 側に貼付する工程を含む。研磨工程によってウエハ 42 が薄化されるためウエハ 42 の強度が低下することになるが、本実施形態に係る半導体発光素子 1 の製造方法によれば、支持部材 46 によってウエハ 42 を固定支持できる。これにより、研磨工程（図 4 のステップ S 6）を良好に実行することができる。また、支持部材 46 によってウエハ 42 を固定支持することによって、研磨工程（図 4 のステップ S 6）後の工程、つまり、改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）や光反射層形成工程（図 4 のステップ S 8）も良好に実行できる。

20

【0047】

< 第 2 実施形態 >

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る半導体発光素子 51 の斜視図である。図 6 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

30

図 6 を参照して、本実施形態に係る改質層 17 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 52 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 53 とを含む。第 1 改質層 52 および第 2 改質層 53 は、互いに間隔を空けて形成されている。第 1 改質層 52 および第 2 改質層 53 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。

【0048】

第 1 改質層 52 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 53 は、基板の他方表面 4 から一方表面 3 側に間隔を空けた位置に形成されている。なお、第 1 改質層 52 および第 2 改質層 53 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

40

【0049】

第 1 改質層 52 および第 2 改質層 53 を含む改質層 17 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 42 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 2 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

< 第 3 実施形態 >

50

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る半導体発光素子 5 4 の斜視図である。図 7 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

図 7 を参照して、本実施形態に係る改質層 1 7 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 5 5 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 5 6 とを含む。第 1 改質層 5 5 および第 2 改質層 5 6 は、互いに間隔を空けて形成されている。第 1 改質層 5 5 および第 2 改質層 5 6 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。

10

【 0 0 5 1 】

第 1 改質層 5 5 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 5 6 は、基板 2 の他方表面 4 から露出するように形成されている。前述の光反射層 1 6 は、基板 2 の他方表面 4 側において第 2 改質層 5 6 と接している。なお、第 1 改質層 5 5 および第 2 改質層 5 6 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

【 0 0 5 2 】

第 1 改質層 5 5 および第 2 改質層 5 6 を含む改質層 1 7 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 4 2 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 2 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

20

< 第 4 実施形態 >

図 8 は、本発明の第 4 実施形態に係る半導体発光素子 5 7 の斜視図である。図 8 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 3 】

図 8 を参照して、本実施形態に係る改質層 1 7 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 5 8 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 5 9 とを含む。第 1 改質層 5 8 および第 2 改質層 5 9 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。第 1 改質層 5 8 および第 2 改質層 5 9 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。つまり、本実施形態に係る改質層 1 7 は、第 1 改質層 5 8 および第 2 改質層 5 9 が重なる帯状の重複部を有している。

30

【 0 0 5 4 】

第 1 改質層 5 8 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 5 9 は、基板 2 の他方表面 4 から一方表面 3 側に間隔を空けた位置に形成されている。なお、第 1 改質層 5 8 および第 2 改質層 5 9 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

40

【 0 0 5 5 】

第 1 改質層 5 8 および第 2 改質層 5 9 を含む改質層 1 7 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 4 2 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 2 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

< 第 5 実施形態 >

図 9 は、本発明の第 5 実施形態に係る半導体発光素子 6 0 の斜視図である。図 9 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

50

図 9 を参照して、本実施形態に係る改質層 1 7 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 6 1 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 6 2 とを含む。第 1 改質層 6 1 および第 2 改質層 6 2 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。第 1 改質層 6 1 および第 2 改質層 6 2 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。つまり、本実施形態に係る改質層 1 7 は、第 1 改質層 6 1 および第 2 改質層 6 2 が重なる帯状の重複部を有している。

【 0 0 5 7 】

第 1 改質層 6 1 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 6 2 は、基板 2 の他方表面 4 から露出するように形成されている。なお、第 1 改質層 6 1 および第 2 改質層 6 2 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

【 0 0 5 8 】

第 1 改質層 6 1 および第 2 改質層 6 2 を含む改質層 1 7 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 4 2 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 2 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

< 第 6 実施形態 >

図 1 0 は、本発明の第 6 実施形態に係る半導体発光素子 6 3 の斜視図である。図 1 0 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 を参照して、本実施形態に係る改質層 1 7 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 6 4 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 6 5 と、第 1 改質層 6 4 および第 2 改質層 6 5 の間に形成された中間改質層 6 6 とを含む。第 1 改質層 6 4 および中間改質層 6 6 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。第 2 改質層 6 5 および中間改質層 6 6 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。

【 0 0 6 0 】

第 1 改質層 6 4、第 2 改質層 6 5 および中間改質層 6 6 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。つまり、本実施形態に係る改質層 1 7 は、第 1 改質層 6 4 および中間改質層 6 6 が重なる帯状の第 1 の重複部と、第 2 改質層 6 5 および中間改質層 6 6 が重なる帯状の第 2 の重複部とを有している。

【 0 0 6 1 】

第 1 改質層 6 4 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 6 5 は、基板 2 の他方表面 4 から一方表面 3 側に間隔を空けた位置に形成されている。なお、第 1 改質層 6 4、第 2 改質層 6 5 および中間改質層 6 6 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

【 0 0 6 2 】

第 1 改質層 6 4、第 2 改質層 6 5 および中間改質層 6 6 を含む改質層 1 7 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 4 2 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 3 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 6 3 】

なお、本実施形態では、第 1 改質層 6 4 と第 2 改質層 6 5 との間に、一つの間中改質層 6 6 が形成された例について説明したが、第 1 改質層 6 4 と第 2 改質層 6 5 との間に複数

の中間改質層 6 6 が形成されていてもよい。また、中間改質層 6 6 は、第 1 改質層 6 4 と第 2 改質層 6 5 との間に、第 1 改質層 6 4 から間隔を空けて形成されていてもよいし、第 1 改質層 6 4 と第 2 改質層 6 5 との間に、第 2 改質層 6 5 から間隔を空けて形成されていてもよい。

【 0 0 6 4 】

< 第 7 実施形態 >

図 1 1 は、本発明の第 7 実施形態に係る半導体発光素子 6 7 の斜視図である。図 1 1 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

図 1 1 を参照して、本実施形態に係る改質層 1 7 は、基板 2 の一方表面 3 側に形成された第 1 改質層 6 8 と、基板 2 の他方表面 4 側に形成された第 2 改質層 6 9 と、第 1 改質層 6 8 および第 2 改質層 6 9 の間に形成された中間改質層 7 0 とを含む。第 1 改質層 6 8 および中間改質層 7 0 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。第 2 改質層 6 9 および中間改質層 7 0 は、基板 2 の厚さ方向に互いに重なるように形成されている。

【 0 0 6 5 】

第 1 改質層 6 8、第 2 改質層 6 9 および中間改質層 7 0 は、いずれも基板 2 の一方表面 3 および他方表面 4 と平行な方向に延びるように基板 2 の側面 5 に沿って帯状に形成されており、基板 2 の内側の領域を取り囲んでいる。つまり、本実施形態に係る改質層 1 7 は、第 1 改質層 6 8 および中間改質層 7 0 が重なる帯状の第 1 の重複部と、第 2 改質層 6 9 および中間改質層 7 0 が重なる帯状の第 2 の重複部とを有している。

【 0 0 6 6 】

第 1 改質層 6 8 は、基板 2 の一方表面 3 から他方表面 4 側に間隔を空けた位置に形成されている。第 2 改質層 6 9 は、基板 2 の他方表面 4 から露出するように形成されている。なお、第 1 改質層 6 8、第 2 改質層 6 9 および中間改質層 7 0 は、必ずしも基板 2 の周縁全域に亘って連続的に形成されている必要はなく、基板 2 の側面 5 に沿って断続的（間欠的）に形成されていてもよい。

【 0 0 6 7 】

第 1 改質層 6 8、第 2 改質層 6 9 および中間改質層 7 0 を含む改質層 1 7 は、前述の改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 4 2 の厚さ方向の異なる位置にレーザ光を多段階照射（本実施形態では 3 段階照射）することにより形成できる。このような構成によっても、前述の第 1 実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態では、第 1 改質層 6 8 と第 2 改質層 6 9 との間に、一つの間中間改質層 7 0 が形成された例について説明したが、第 1 改質層 6 8 と第 2 改質層 6 9 との間に複数の中間改質層 7 0 が形成されていてもよい。また、中間改質層 7 0 は、第 1 改質層 6 8 と第 2 改質層 6 9 との間に、第 1 改質層 6 8 から間隔を空けて形成されていてもよいし、第 1 改質層 6 8 と第 2 改質層 6 9 との間に、第 2 改質層 6 9 から間隔を空けて形成されていてもよい。

【 0 0 6 9 】

< 第 8 実施形態 >

図 1 2 は、本発明の第 8 実施形態に係る半導体発光素子 7 1 の斜視図である。図 1 2 において、前述の第 1 実施形態において述べた構成と同様の構成については同一の参照符号を付して説明を省略する。

図 1 2 を参照して、本実施形態に係る基板 2 の一方表面 3 には、その全域に亘って凹凸 7 2 が形成されており、これによって基板 2 が P S S (Patterned Sapphire Substrate) とされている。この凹凸 7 2 には、規則的に配列された複数個の凸部 7 3 が含まれている。複数個の凸部 7 3 は、行列状に配列されていてもよいし、千鳥状に配列されていてもよい。むろん、複数個の凸部 7 3 は、規則性なく離散的に配列されていてもよい。P S S とさ

10

20

30

40

50

れた基板 2 によれば、エピタキシャル層 6（発光層 8）で生成された光を光反射層 16 に加えて凹凸 72 によってエピタキシャル層 6 側に反射させることができるから、輝度を向上させることが可能となる。

【0070】

このような P S S とされた基板 2 は、前述のウエハ 42 準備工程（図 4 のステップ S 1）の後、エピタキシャル層形成工程（図 4 のステップ S 2）に先立って、たとえばマスクを介するエッチングによりウエハ 42 の一方表面 43 の一部を選択的に除去することによって形成できる。

一方表面 43 に凹凸 72 が形成されたウエハ 42 では、一方表面 43 側からレーザ光を照射すると当該レーザ光が凹凸 72 によって反射されるため、ウエハ 42 の内部に改質層 17 を良好に形成するのが困難となるという課題がある。これに対して、本実施形態に係る半導体発光素子 71 の製造方法によれば、改質層形成工程（図 4 のステップ S 7）において、ウエハ 42 の他方表面 44 側からレーザ光を照射しているから、ウエハ 42 の一方表面 43 に形成された凹凸 72 が改質層 17 を形成する上で弊害となることはない。また、ウエハ 42 の一方表面 43 に形成された凹凸 72 がレーザ光によって変質するのも効果的に抑制できる。

【0071】

これにより、基板 2 の他方表面 4 の全域が光反射層 16 によって良好に被覆されていると共に、基板 2 の一方表面 3 に凹凸 72 が良好に形成された構成を得ることができるから、輝度を効果的に向上させることのできる半導体発光素子 71 を製造し、提供できる。

なお、本実施形態では、基板 2 の一方表面 3 に、当該基板 2 を利用して凹凸 72 が形成された例について説明したが、凹凸 72 は、基板 2 と異なる材料によって形成されていてもよい。たとえば、凹凸 72 は、基板 2 の一方表面 3 に絶縁膜を成膜した後、当該絶縁膜を凹凸状に選択的にパターニングすることによって形成されたものであってもよい。凹凸 72 に含まれる凹部は、基板 2 の一方表面 3 を露出させるように形成されていてもよい。凹凸 72 を形成する絶縁膜は、たとえば ZrO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 AlN 、 SiN 、 $AlON$ および $SiON$ を含む群から選択される 1 種以上の絶縁材料種を含んでいてもよい。

【0072】

基板 2 の一方表面 3 に凹凸 72（凸部 73）が形成された構成は、第 1 実施形態の構成に限らず、前述の第 2 実施形態～第 7 実施形態にも適用できる。

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はさらに他の形態で実施することもできる。

たとえば、前述の各実施形態において、各半導体部分の導電型が反転された構成が採用されてもよい。つまり、p 型の部分が n 型とされ、n 型の部分が p 型とされてもよい。したがって、基板 2 の一方表面 3 上にこの順に積層された p 型の第 1 半導体層 7、発光層 8 および n 型の第 2 半導体層 9 を含むエピタキシャル層 6 が形成されてもよい。

【0073】

また、前述の各実施形態では、第 1 外部端子 14 と第 2 外部端子 15 とが基板 2 の一つの対角線に沿って互いに間隔を空けて配置された例について説明した。しかし、第 1 外部端子 14 および第 2 外部端子 15 は、平面視において基板 2 の一つの辺が延びる方向に沿って互いに間隔を空けて配置されていてもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

【0074】

1, 51, 54, 57, 60, 63, 67, 71 ... 半導体発光素子、2 ... 基板、3 ... 基板の一方表面、4 ... 基板の他方表面、5 ... 基板の側面、6 ... エピタキシャル層（半導体層）、7 ... 第 1 半導体層、8 ... 発光層、9 ... 第 2 半導体層、10 ... メサ構造、16 ... 光反射層、17 ... 改質層、42 ... ウエハ、43 ... ウエハの一方表面、44 ... ウエハの他方表面、

10

20

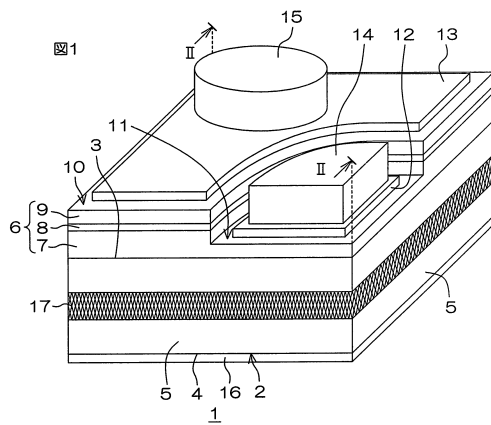
30

40

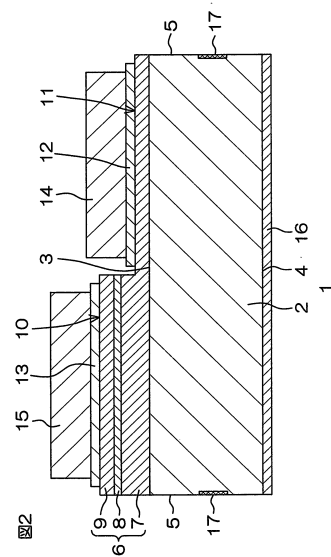
50

4 5 ...素子形成領域、5 2 , 5 5 , 5 8 , 6 1 , 6 4 , 6 8 ...第 1 改質層、5 3 , 5 6 , 5 9 , 6 2 , 6 5 , 6 9 ...第 2 改質層、6 6 , 7 0 ...中間改質層

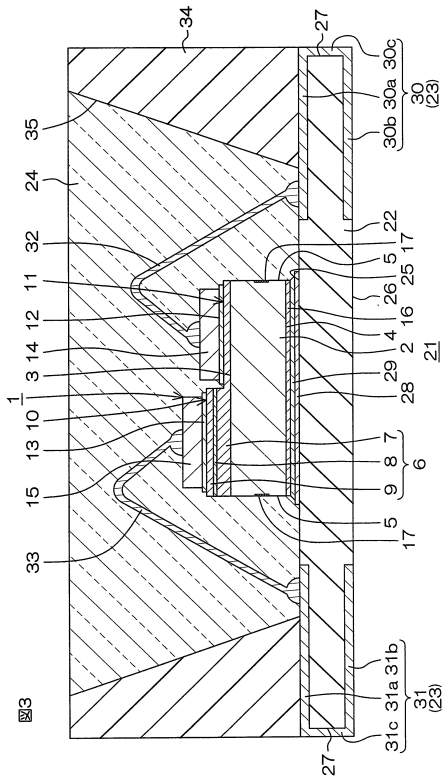
【図 1】



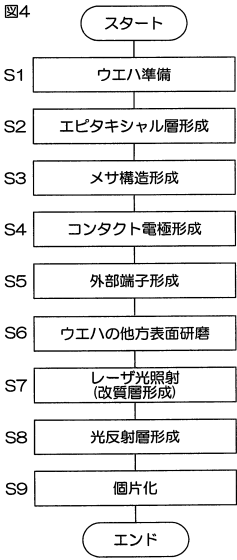
【図 2】



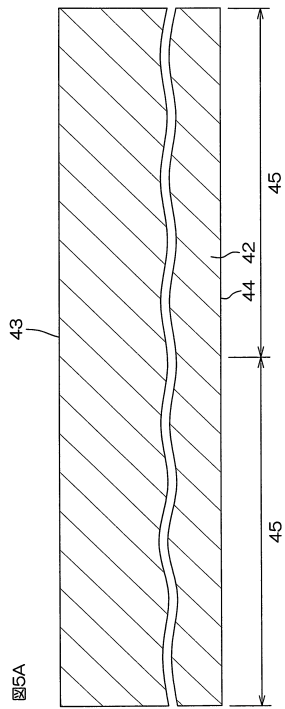
【図 3】



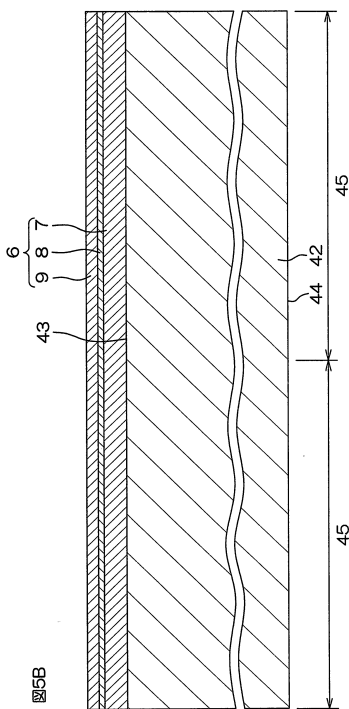
【図 4】



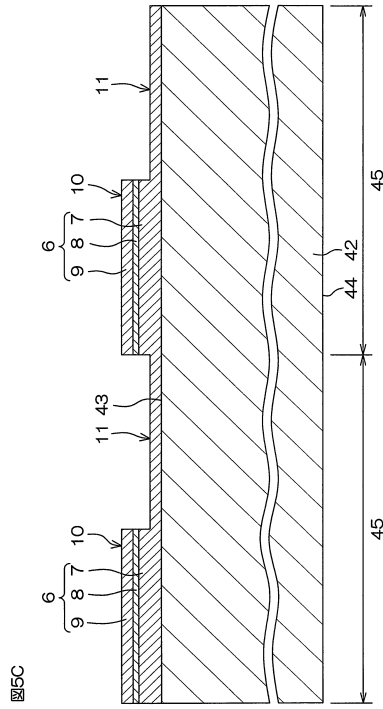
【図 5 A】



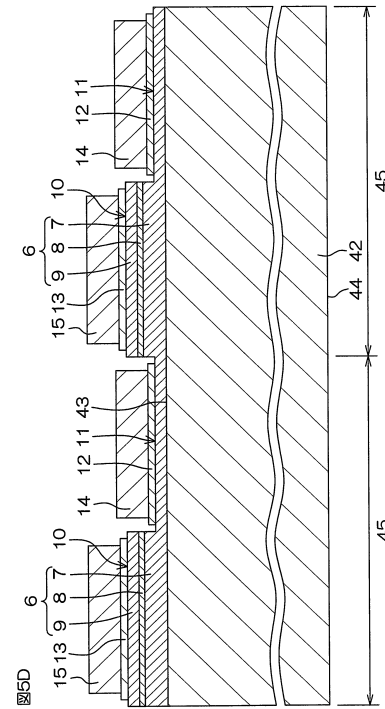
【図 5 B】



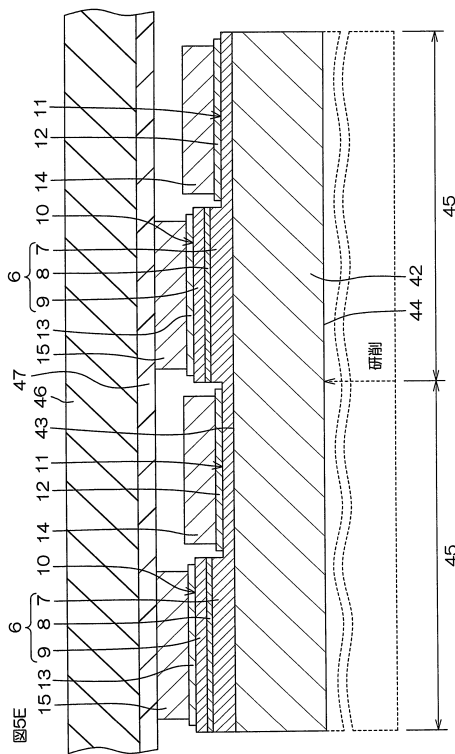
【図 5 C】



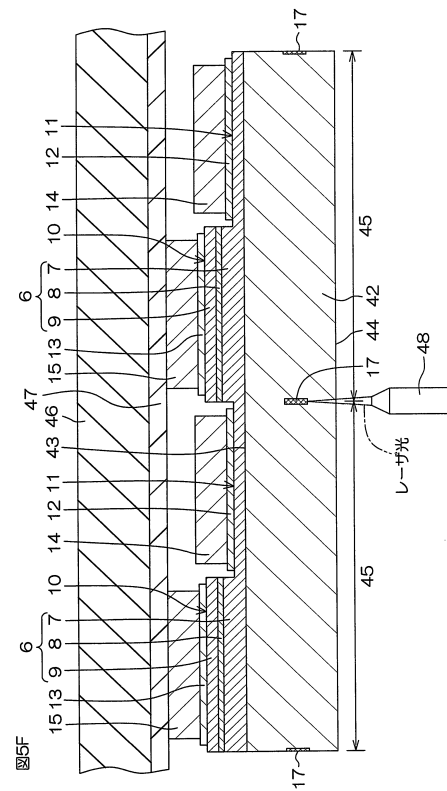
【図 5 D】



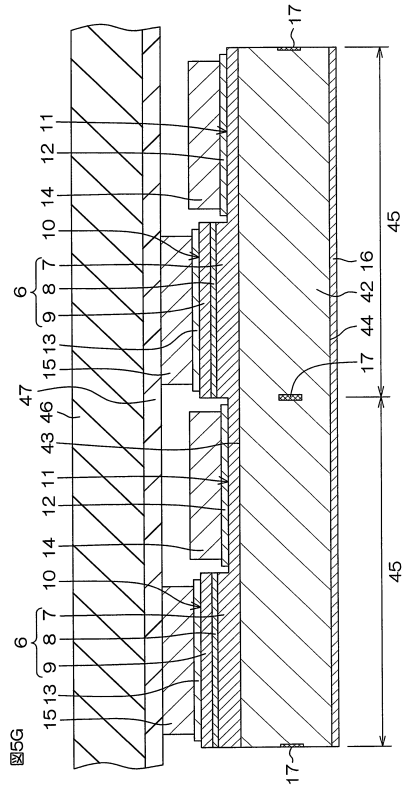
【図 5 E】



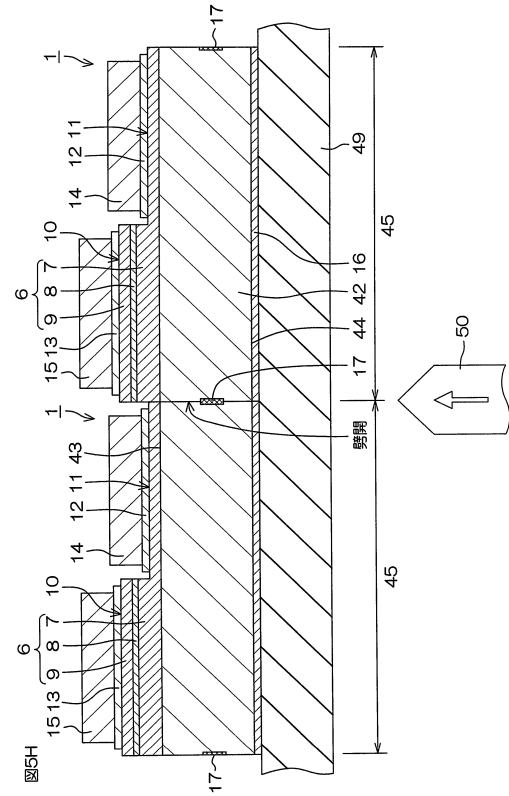
【図 5 F】



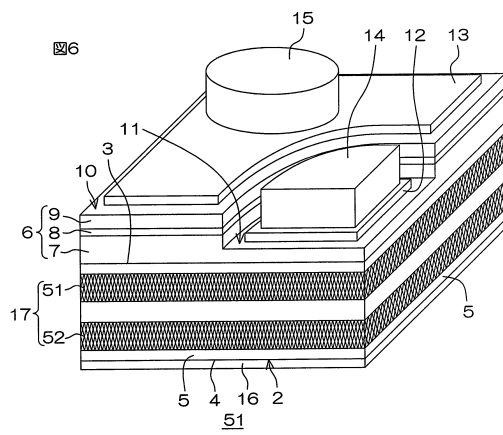
【図 5 G】



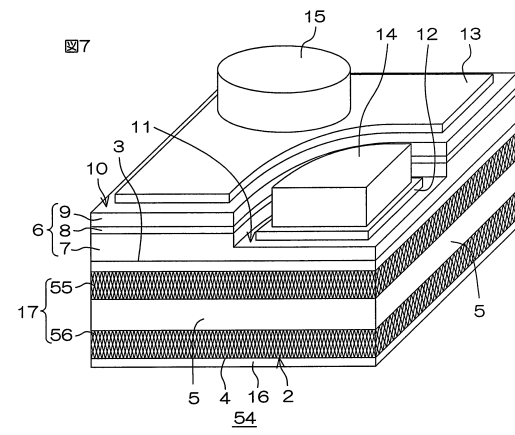
【図 5 H】



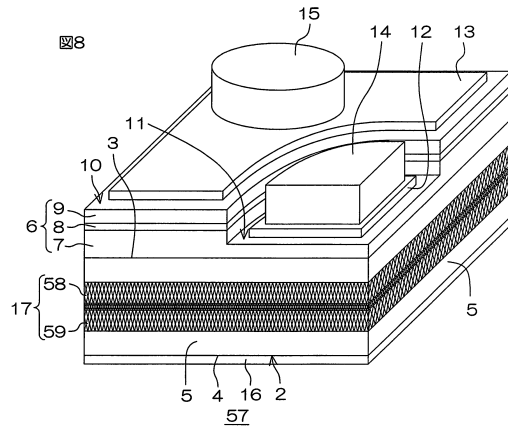
【図 6】



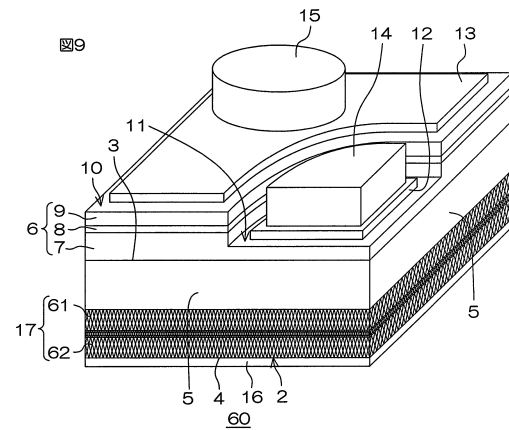
【図 7】



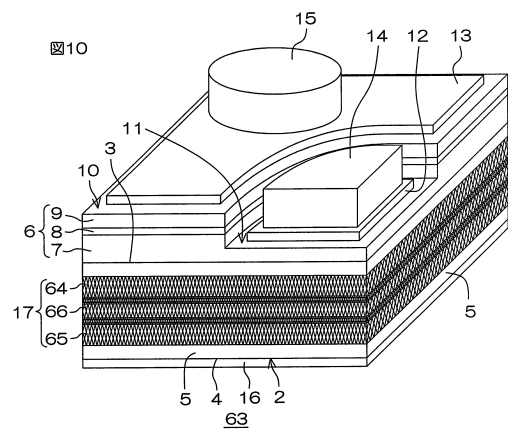
【図 8】



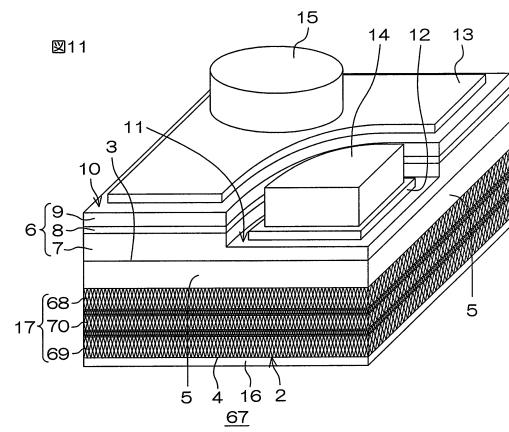
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 藤盛 敬雄
京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 4 3 8 7 5 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 4 2 1 1 9 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 3 0 9 3 0 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 6 - 0 0 0 3 5 6 1 (K R , A)
特開 2 0 1 4 - 0 3 6 0 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 3 0 7 6 8 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 1 7 2 8 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 1 0 3 2 (W O , A 1)
特開 2 0 1 3 - 0 0 4 7 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 0 4 2 9 3 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 3 0 6 9 9 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L	3 3 / 0 0	-	3 3 / 6 4
H 0 1 S	5 / 0 0	-	5 / 5 0
H 0 1 L	2 1 / 7 8	-	2 1 / 8 0
H 0 1 R	4 3 / 0 2 7	-	4 3 / 2 8
B 2 3 K	2 6 / 0 0	-	2 6 / 7 0