

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7147132号
(P7147132)

(45)発行日 令和4年10月5日(2022.10.5)

(24)登録日 令和4年9月27日(2022.9.27)

(51)国際特許分類

H 01 S	5/11 (2021.01)	H 01 S	5/11
G 03 B	21/14 (2006.01)	G 03 B	21/14
H 01 L	23/02 (2006.01)	H 01 L	23/02
H 01 L	33/08 (2010.01)	H 01 L	33/08
H 01 L	33/38 (2010.01)	H 01 L	33/38

請求項の数 14 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-108347(P2017-108347)
 (22)出願日 平成29年5月31日(2017.5.31)
 (65)公開番号 特開2018-206861(P2018-206861)
 A)
 (43)公開日 平成30年12月27日(2018.12.27)
 審査請求日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(73)特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74)代理人 100090387
 弁理士 布施 行夫
 (74)代理人 100090398
 弁理士 大渕 美千栄
 (72)発明者 加瀬 谷 浩康
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
 コーエプソン株式会社内
 審査官 大和田 有軌

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置、プロジェクター、および発光装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

積層体が設けられている第1基体を含む発光素子と、
 前記発光素子が設けられている第2基体と、
 前記第1基体と前記第2基体との間に設けられている第1部材と、
 を含み、
 前記積層体は、複数の柱状部を有し、前記第1基体と反対側において前記第2基体に接続され、

前記複数の柱状部は、前記第1基体と前記第2基体との間に位置し、複数の第1柱状部と、複数の第2柱状部と、を含み、

前記複数の第1柱状部の各々は、

第1半導体層と、

前記第1半導体層とは導電型の異なる第2半導体層と、

前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられ、電流が注入されることで光を発することが可能な発光層と、
 を有し、

前記複数の第2柱状部の各々は、前記第1半導体層のみからなる層構造を有し、

前記複数の第2柱状部の高さは、前記複数の第1柱状部の高さよりも低く、

隣り合う前記柱状部の間には、隣り合う前記柱状部のそれぞれに接続されている接続部材が設けられ、

前記第1部材は、一端が前記第1基体および前記複数の第2柱状部に接続され、他端が前記第2基体に接続され、

前記第1部材と前記第1基体との間に、隣り合う前記第2柱状部の間に設けられた前記接続部材が設けられている、発光装置。

【請求項2】

前記請求項1において、

前記第2基体の熱伝導率は、前記第1基体の熱伝導率より大きい、発光装置。

【請求項3】

前記請求項1または2において、

前記第1基体側から光を出射する、発光装置。

10

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項において、

前記第1部材と前記第1基体との間に、前記複数の第2柱状部が設けられている、発光装置。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか1項において、

前記第1部材は導電性を有し、前記第1半導体層に電気的に接続されている、発光装置。

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれか1項において、

前記第1部材は、前記積層体の周囲を囲って設けられている、発光装置。

20

【請求項7】

請求項6において、

前記積層体は、前記第1部材、前記第1基体、および前記第2基体によって気密に封止されている、発光装置。

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれか1項において、

前記第1基体と前記第2基体との間に設けられている第2部材を含み、

前記第2部材は、一端が前記第1基体に接続され、他端が前記第2基体に接続されている、発光装置。

30

【請求項9】

請求項8において、

前記第2部材は、前記第1部材および前記積層体の周囲を囲って設けられている、発光装置。

【請求項10】

請求項1ないし9のいずれか1項において、

前記第1部材は、接合部材を介して前記第2基体に接続されている、発光装置。

【請求項11】

請求項1ないし10のいずれか1項において、

前記第2基体には、前記第2基体を貫通する貫通電極が設けられている、発光装置。

40

【請求項12】

請求項11において、

前記第2半導体層は、前記貫通電極に電気的に接続されている、発光装置。

【請求項13】

請求項1ないし12のいずれか1項に記載の発光装置を含む、プロジェクター。

【請求項14】

第1基体に複数の柱状部を含む積層体を形成し、隣り合う前記柱状部の間に隣り合う前記柱状部のそれぞれ接続される接続部材を形成する工程と、

前記第1基体に、第1部材を形成する工程と、

前記第1基体に設けられた前記積層体を、第2基体に接続する工程と、
を含み、

50

前記複数の柱状部は、前記第1基体と前記第2基体との間に位置し、複数の第1柱状部と、複数の第2柱状部と、を含み、

前記複数の第1柱状部の各々は、

第1半導体層と、

前記第1半導体層とは導電型の異なる第2半導体層と、

前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられ、電流が注入されることで光を発することが可能な発光層と、

を有し、

前記複数の第2柱状部の各々は、前記第1半導体層のみからなる層構造を有し、

前記複数の第2柱状部の高さは、前記複数の第1柱状部の高さよりも低く、

前記第1部材は、一端が前記第1基体および前記複数の第2柱状部に接続され、他端が前記第2基体に接続され、

前記第1部材と前記第1基体との間に、隣り合う前記第2柱状部の間に設けられた前記接続部材が設けられている、発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置、プロジェクター、および発光装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザーや発光ダイオードなどの発光素子として、ナノ構造体（ナノコラム）を適用した発光素子が注目されている。ナノ構造体を適用した発光素子では、発光素子を構成する半導体層に発生する転位や欠陥を低減することができ、高い品質の結晶を得ることができる。したがって、ナノ構造体を適用した発光素子では、優れた発光特性を有することができる。

【0003】

また、発光素子の実装方法としてジャンクションダウン実装が知られている。発光素子をジャンクションダウン実装することで、発光素子で発生した熱を効率よく放熱できる。

【0004】

例えば特許文献1では、ナノコラム（柱状部）を有する発光素子をセラミックパッケージにフリップチップ実装する手法が開示されている。具体的には、複数のナノコラム上にp型電極層（透明導電膜）を形成し、p型電極層をセラミックパッケージに設けられたp型配線にA uバンプで接合する。このように、特許文献1では、ナノコラムを有する発光素子がセラミックパッケージにジャンクションダウン実装されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2009-9978号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のように、ナノコラム（柱状部）を有する発光素子をジャンクションダウン実装する際には、ナノコラムに圧力が加わる。この結果、ナノコラムに応力や歪みが生じて、発光特性が不安定になったり、ナノコラムが破壊されてしまったりする可能性がある。

【0007】

本発明のいくつかの態様に係る目的の1つは、柱状部の強度を向上できる発光装置を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の1つは、上記発光装置を含むプロジェクターを提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の1つは、柱状部の強度を向上できる発光装置の製造方法を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る発光装置は、
積層体が設けられている第1基体を含む発光素子と、
前記発光素子が設けられている第2基体と、
を含み、
前記積層体は、
第1半導体層と、
前記第1半導体層とは導電型の異なる第2半導体層と、
前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられ、電流が注入されることで光を
発することが可能な発光層と、
を有し、
前記積層体は、複数の柱状部を含み、
隣り合う前記柱状部の間には、隣り合う前記柱状部のそれぞれに接続されている接続部材が設けられ、
前記積層体は、前記第1基体と反対側において、前記第2基体に接続されている。

【0009】

このような発光装置では、隣り合う柱状部の間に接続部材が設けられているため、柱状部の強度を向上できる。そのため、製造工程において積層体を第2基体に接続する際（すなわち積層体を含む発光素子を第2基体に実装する際）に、柱状部に応力や歪みが生じて発光特性が不安定になったり、柱状部が破壊されてしまったりする可能性を低減できる。

10

【0010】

本発明に係る発光装置において、
前記第2基体の熱伝導率は、前記第1基体の熱伝導率より大きくてもよい。

【0011】

このような発光装置では、積層体の放熱性を高めることができる。

【0012】

本発明に係る発光装置において、
前記第1基体側から光を出射してもよい。

【0013】

30

本発明に係る発光装置において、
前記第1基体と前記第2基体との間に設けられている第1部材を含み、
前記第1部材は、一端が前記第1基体に接続され、他端が前記第2基体に接続されていてもよい。

【0014】

このような発光装置では、実装時に加えられる力が積層体と第1部材とに分散されるため、積層体（柱状部）に加わる圧力を低減できる。この結果、柱状部に応力や歪みが生じる可能性を低減できる。

【0015】

本発明に係る発光装置において、
前記第1部材は導電性を有し、前記第1半導体層に電気的に接続されていてもよい。

40

【0016】

このような発光装置では、第1部材を第1半導体層に電流を注入する電極としても機能させることができる。

【0017】

本発明に係る発光装置において、
前記第1部材は、前記積層体の周囲を囲って設けられていてもよい。

【0018】

このような発光装置では、実装時に加えられる力が積層体に集中することを防ぐことができ、実装時に積層体（柱状部）に加わる圧力を低減できる。

50

【0019】

本発明に係る発光装置において、

前記積層体は、前記第1部材、前記第1基体、および前記第2基体によって気密に封止されてもよい。

【0020】

このような発光装置では、例えば発光素子をセラミックパッケージやCANパッケージなどのパッケージによって気密に封止する場合と比べて、装置の小型化、製造工程の簡略化を図ることができる。

【0021】

本発明に係る発光装置において、

前記第1基体と前記第2基体との間に設けられている第2部材を含み、

前記第2部材は、一端が前記第1基体に接続され、他端が前記第2基体に接続されてもよい。

【0022】

このような発光装置では、実装時に加えられる力が、積層体と、第1部材と、第2部材と、に分散されるため、実装時に積層体（柱状部）に加わる圧力をより低減できる。

【0023】

本発明に係る発光装置において、

前記第2部材は、前記第1部材および前記積層体の周囲を囲って設けられてもよい。

【0024】

このような発光装置では、実装時に加えられる力が積層体に集中することを防ぐことができ、実装時に積層体（柱状部）に加わる圧力を低減できる。

【0025】

本発明に係る発光装置において、

前記第1部材は、接合部材を介して前記第2基体に接続されてもよい。

【0026】

このような発光装置では、第1部材を第2基体に確実に接続（接合）することができる。

【0027】

本発明に係る発光装置において、

前記第2基体には、前記第2基体を貫通する貫通電極が設けられていてもよい。

【0028】

このような発光装置では、第1部材、第1基体、および第2基体によって気密に封止された積層体を構成する層と、外部の電源装置と、を電気的に接続することができる。

【0029】

本発明に係る発光装置において、

前記第2半導体層は、前記貫通電極に電気的に接続されてもよい。

【0030】

このような発光装置では、第1部材、第1基体、および第2基体によって気密に封止された積層体に含まれる第2半導体層と、外部の電源装置と、を電気的に接続することができる。

【0031】

本発明に係るプロジェクターは、本発明に係る発光装置を含む。

【0032】

このようなプロジェクターでは、本発明に係る発光装置を含むことができる。

【0033】

本発明に係る発光装置の製造方法は、

第1基体に複数の柱状部を含む積層体を形成し、隣り合う前記柱状部の間に隣り合う前記柱状部のそれぞれに接続される接続部材を形成する工程と、

前記第1基体に設けられた前記積層体を、第2基体に接続する工程と、
を含み、

10

20

30

40

50

前記積層体は、
第1半導体層と、
前記第1半導体層とは導電型の異なる第2半導体層と、
前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に設けられ、電流が注入されることで光を発することが可能な発光層と、
を有している。

【0034】

このような発光装置の製造方法では、隣り合う柱状部の間に接続部材を設けることで、柱状部の強度を向上できる。そのため、第1基体に設けられた積層体を第2基体に接続する工程（実装工程）において、柱状部に加わる圧力によって、柱状部に欠陥や転位が生じて発光特性が不安定になったり、柱状部が破壊されてしまったりする可能性を低減できる。
10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】第1実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図2】第1実施形態に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【図3】第1実施形態に係る発光装置の製造方法の一例を示すフローチャート。

【図4】第1実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す図。

【図5】第1実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す図。

【図6】第1実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す図。

【図7】第1実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す図。

【図8】第1実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す図。

【図9】第2実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図10】第2実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図11】第2実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図12】第2実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図13】第3実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図14】第3実施形態に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【図15】第3実施形態に係る発光装置の製造方法の一例を示すフローチャート。

【図16】第3実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図17】第4実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図18】第5実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図19】第5実施形態に係る発光装置を模式的に示す平面図。

【図20】第6実施形態に係るプロジェクターを模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0037】

1. 第1実施形態

1.1. 発光装置

まず、第1実施形態に係る発光装置について図面を参照しながら説明する。図1は、第1実施形態に係る発光装置100を模式的に示す断面図である。図2は、第1実施形態に係る発光装置100を模式的に示す平面図である。なお、図1は、図2のI-I線断面図である。

【0038】

発光装置100は、図1に示すように、第1基体10、積層体20、第1電極30（第一部材）、および第2電極40を有する発光素子1と、第2基体50と、を含む。

【0039】

発光装置100では、第1基体10、積層体20、第1電極30、および第2電極40

10

20

30

40

50

が発光素子 1 を構成し、発光素子 1 が第 2 基体 5 0 (実装基板) にジャンクションダウン実装されている。

【 0 0 4 0 】

第 1 基体 1 0 は、例えば、板状の形状を有している。第 1 基体 1 0 は、例えば、サファイア基板である。第 1 基体 1 0 は、発光層 2 4 で発生した光 L に対して透明である。そのため、発光層 2 4 で発生した光 L は、第 1 基体 1 0 を透過して外部に出射される。すなわち、発光装置 1 0 0 は、第 1 基体 1 0 側から光 L を出射する。なお、第 1 基体 1 0 は、サファイア基板に限定されず、その他のセラミックス基板やガラス基板などを用いることができる。

【 0 0 4 1 】

積層体 2 0 は、第 1 基体 1 0 に設けられている。積層体 2 0 は、第 1 基体 1 0 の主面 1 1 に設けられている。積層体 2 0 は、第 1 基体 1 0 と第 2 基体 5 0 との間に設けられている。

【 0 0 4 2 】

上述したように、発光装置 1 0 0 では、発光素子 1 は第 2 基体 5 0 にジャンクションダウン実装されている。すなわち、発光装置 1 0 0 では、積層体 2 0 が第 1 基体 1 0 の反対側において第 2 基体 5 0 に接続されている。積層体 2 0 は、第 2 電極 4 0 および接合部材 7 2 を介して、第 2 基体 5 0 (第 2 配線 6 2) に接続されている。

【 0 0 4 3 】

なお、本発明に係る記載では、「接続」という文言を、例えば、「特定のもの（以下、「A」という）が他の特定のもの（以下、「B」という）に接続されている」などと用いる場合に、A が B に、直接、接続されているような（A と B が接しているような）場合と、A が他のものを介して B に接続されているような場合と、が含まれるものとして、「接続」という文言を用いている。また、本発明に係る記載では、「設ける」という文言を、例えば、「特定のもの（以下、「C」という）が他の特定のもの（以下、「D」という）に設けられている」などと用いる場合に、C が D に、直接、設けられているような（C と D が接しているような）場合と、C が他のものを介して D に設けられているような場合と、が含まれるものとして、「設ける」という文言を用いている。

【 0 0 4 4 】

積層体 2 0 は、第 1 基体 1 0 の主面 1 1 に積層された複数の層で構成されている。積層体 2 0 は、バッファー層 2 1 と、複数の柱状部 4 と、を含む。

【 0 0 4 5 】

バッファー層 2 1 は、第 1 基体 1 0 の主面 1 1 に設けられている。バッファー層 2 1 は、第 1 半導体層 2 2 と第 1 基体 1 0 との間に設けられている。バッファー層 2 1 は、例えば、アンドープの GaN 層である。

【 0 0 4 6 】

柱状部 4 は、バッファー層 2 1 に設けられている。柱状部 4 は、バッファー層 2 1 と第 2 電極 4 0 との間に設けられている。柱状部 4 は、複数設けられている。複数の柱状部 4 は、発光部 2 を構成している。柱状部 4 の断面形状（積層体 2 0 の積層方向と直交する方向における断面形状）は、例えば、円、多角形（例えば六角形）などである。柱状部 4 の径（多角形の場合は内接円の径）は、例えば、nm オーダーであり、具体的には 10 nm 以上 500 nm 以下である。柱状部 4 は、例えば、ナノコラム、ナノワイヤー、ナノロッド、ナノピラーとも呼ばれる。柱状部 4 の積層体 2 0 の積層方向（以下、単に「積層方向」ともいう）の大きさは、例えば、0.1 μm 以上 5 μm 以下である。複数の柱状部 4 は、互いに離間している。隣り合う柱状部 4 の間隔は、例えば、1 nm 以上 500 nm 以下である。

【 0 0 4 7 】

複数の柱状部 4 は、平面視において、所定の方向に所定のピッチで配列されている。

【 0 0 4 8 】

柱状部 4 は、第 1 半導体層 2 2 と、発光層 2 4 と、第 2 半導体層 2 6 と、を有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

第1半導体層22は、第1基体10に設けられている。第1半導体層22は、第1基体10と発光層24との間に設けられている。第1半導体層22は、例えば、第1導電型(例えばn型)のGaN層(具体的にはSiがドープされたGaN層)である。

【 0 0 5 0 】

発光層24は、第1半導体層22と第2半導体層26との間に設けられている。発光層24は、電流が注入されることで光を発することが可能な層である。発光層24は、例えば、GaN層とInGaN層とから構成された量子井戸構造を有している。発光層24を構成するGaN層およびInGaN層の数は、特に限定されない。

【 0 0 5 1 】

第2半導体層26は、発光層24と第2電極40との間に設けられている。第2半導体層26は、第1半導体層22と導電型の異なる層である。第2半導体層26は、例えば、第2導電型(例えばp型)のGaN層(具体的にはMgがドープされたGaN層)である。半導体層22, 26は、発光層24に光を閉じ込める(発光層24から光が漏れることを抑制する)機能を有するクラッド層である。

10

【 0 0 5 2 】

発光素子1では、p型の第2半導体層26、不純物がドーピングされていない発光層24、およびn型の第1半導体層22により、pinダイオードが形成される。第1半導体層22および第2半導体層26の各々は、発光層24よりもバンドギャップが大きい層である。発光素子1では、第1電極30と第2電極40との間に、pinダイオードの順バイアス電圧を印加すると(電流を注入すると)、発光層24において電子と正孔との再結合が起こる。この再結合により発光が生じる。発光層24において発生した光は、半導体層22, 26により積層方向と直交する方向に伝搬し、柱状部4において、積層方向と直交する方向に定在波を形成し、発光層24において利得を受けてレーザー発振する。そして、発光素子1は、+1次回折光および-1次回折光を光L(レーザー光)として、積層方向に出射する。光Lは、第1基体10を透過して出射される。このように、発光素子1は、ナノ構造体を適用した半導体レーザーである。

20

【 0 0 5 3 】

隣り合う柱状部4の間には、隣り合う柱状部4のそれぞれに接続されている(隣り合う柱状部4を接続する)接続部材28が設けられている。接続部材28は、隣り合う柱状部4の間で連続している。接続部材28は、隣り合う柱状部4の間に埋め込まれている埋め込み層である。図示の例では、隣り合う柱状部4の間の空間の全部が接続部材28で埋め込まれている。なお、本実施形態において、接続部材28が隣り合う柱状部4を接続する、あるいは、接続部材28が隣り合う柱状部4のそれぞれに接続されている、とは、隣り合う柱状部4の間に接続部材28が埋め込まれている状態を含む表現である。

30

【 0 0 5 4 】

接続部材28は、発光層24で発生した光に対して透明であり、発光層24で発生した光を伝搬することができる。接続部材28の屈折率は、例えば、空気(空隙)の屈折率よりも発光層24の屈折率に近い。すなわち、発光層24の屈折率と接続部材28の屈折率との差は、接続部材28の屈折率と空気の屈折率との差よりも小さい。接続部材28の屈折率は、例えば、半導体層22, 26および発光層24の屈折率よりも低い。

40

【 0 0 5 5 】

接続部材28は、例えば、絶縁性の材料で構成されている。これにより、第1半導体層22と第2半導体層26とが短絡(ショート)することを防止できる。接続部材28の材質は、例えば、GaN、InGaN、TiO₂、SiO₂、SiON、などである。また、接続部材28として、ポリイミドを用いてもよい。なお、図示はしないが、接続部材28を複数の層で構成してもよい。例えば、接続部材28の柱状部4に接する部分を絶縁層とし、柱状部4に接しない部分(絶縁層で柱状部4と絶縁された領域)を導電層、またはp型のGaN等からなる半導体層としてもよい。

【 0 0 5 6 】

50

第1電極30は、第1基体10と第2基体50との間に設けられている。第1電極30は、一端が第1基体10に接続され、他端が第2基体50に接続されている。具体的には、第1電極30と第1基体10とは、第1基体10に設けられた第1半導体層22を除去して、第1基体10に、直接、第1電極30を形成することで接続されている。第1電極30の一端は、さらに、第1半導体層22に接続されている。また、第1電極30と第2基体50とは、接合部材70を介して接合されている。図示の例では、第1電極30と第2基体50とは、第1電極30を第2基体50に設けられた第1配線60に接合部材70で接合することにより、接続されている。

【0057】

第1電極30は、第1半導体層22に電気的に接続されている。また、第1電極30は、第1配線60に電気的に接続されている。第1電極30は、発光層24に電流を注入するための一方の電極である。第1電極30としては、例えば、Au層、Ag層などの金属層や、第1基体10および第1半導体層22側からCr層、Ni層、Au層の順で積層したもの等を用いる。

10

【0058】

第1電極30は、図2に示すように、平面視において（積層方向から見て）、積層体20の周囲を囲っている。第1電極30は、平面視において積層体20の外縁に沿って設けられている。平面視において、第1電極30の一部は、第1半導体層22の外縁部に重なっている。図示の例では、第1電極30は、角筒状である。

【0059】

発光装置100では、積層体20の周囲を囲む第1電極30、第1電極30の一端に接続されている第1基体10、第1電極30の他端に接続されている第2基体50によって、積層体20を気密に収容する空間が形成されている。すなわち、積層体20は、第1電極30、第1基体10、および第2基体50によって気密に封止されている。積層体20が収容される空間は、例えば、不活性ガス雰囲気である。

20

【0060】

第2電極40は、積層体20の第1基体10側とは反対側に設けられている。第2電極40は、積層体20と第2配線62（第2基体50）との間に設けられている。第2電極40は、第2半導体層26に電気的に接続されている。また、第2電極40は、第2配線62に電気的に接続されている。そのため、第2半導体層26は、第2電極40、第2配線62を介して貫通電極64に電気的に接続されている。第2電極40は、発光層24に電流を注入するための他方の電極である。第2電極40としては、例えば、Au層、Ag層などの金属層や、第2半導体層26側からPd層、Pt層、Au層の順で積層したもの等を用いる。第1電極30の材質と第2電極40の材質とは、同じであってもよいし、異なっていてもよい。

30

【0061】

なお、図示はしないが、第2電極40と第2半導体層26との間にコンタクト層が設けられていてもよい。コンタクト層は、第2電極40とオーミックコンタクトしていてもよい。コンタクト層は、例えば、p型のGaN層である。

【0062】

第1電極30の高さH30は、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ（H20 + H40）と等しい。なお、高さとは、積層方向の大きさをいう。すなわち、第1基体10の正面11と第1電極30の第2基体50側の面との間の距離と、第1基体10の正面11と第2電極40の第2基体50側の面との間の距離とは、等しい。これにより、発光素子1を第2基体50に実装する際に、第1電極30と第2基体50（第1配線60）、第2電極40と第2基体50（第2配線62）を、確実に接続することができる。

40

【0063】

なお、図示はしないが、第1電極30の高さH30が、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ（H20 + H40）と異なっていてもよい。

50

【 0 0 6 4 】

第2基体50は、例えば、板状の形状を有している。第2基体50は、発光素子1を実装するための実装基板である。第2基体50の主面51(発光素子1が実装される面)には、第1電極30に電気的に接続される第1配線60、第2電極40に電気的に接続される第2配線62が設けられている。また、第2基体50には、第2基体50を貫通する貫通電極64が設けられている。貫通電極64は、第2配線62を介して第2電極40に電気的に接続されている。

【 0 0 6 5 】

第2基体50としては、例えば、SiC基板などの半導体基板、AlN基板などのセラミックス基板などを用いる。SiCなどの半導体材料、AlNなどのセラミックス材料は、熱伝導率が高く、かつ、電気絶縁性が高い。そのため、第2基体50として、これらの基板を用いることにより、発光部2の放熱性を高めることができるとともに、第1配線60、第2配線62、および貫通電極64の絶縁が容易である。なお、第2基体50として、CuW基板、CuMo基板などの金属基板を用いてもよい。この場合、第1配線60、第2配線62、貫通電極64を形成する際に、第2基体50と、配線60, 62および貫通電極64との間に絶縁層などを設ける必要がある。

10

【 0 0 6 6 】

第2基体50の熱膨張係数は、第1基体10の熱膨張係数に近いことが好ましい。これにより、発光素子1を第2基体50に実装する際の熱や駆動時の発熱によって発生する、第1基体10の反りを低減でき、発光部2に加わる応力を低減できる。また、第2基体50の熱伝導率は、例えば積層体20の熱伝導率よりも高いことが好ましく、第1基体10の熱伝導率よりも高いことがさらに好ましい。また、第2基体50の熱容量は、第1基体10の熱容量よりも大きいことが好ましい。これにより、発光部2(積層体20)の放熱性を高めることができる。

20

【 0 0 6 7 】

第1基体10、積層体20、第2基体50の熱伝導率の測定方法は、特に限定されない。第1基体10、積層体20、第2基体50の熱伝導率は、例えば定常法により得られたものであってもよいし、フラッシュ法などの非定常法により得られる比熱容量、熱拡散率から求めたものであってもよい。また、測定対象物がセラミックス基板などの場合には、JIS R 1611に準拠して熱伝導率を測定してもよい。

30

【 0 0 6 8 】

第1配線60は、第2基体50の主面51に設けられている。第1配線60は、平面視において第1電極30と重なる領域に設けられている。第1配線60は、第1電極30と外部の電源装置(図示せず)とを電気的に接続するための配線である。

【 0 0 6 9 】

第2配線62は、第2基体50の主面51に設けられている。第2配線62は、平面視において第2電極40と重なる領域に設けられている。第2配線62は、貫通電極64に電気的に接続されている。

【 0 0 7 0 】

貫通電極64は、第2基体50を貫通している。貫通電極64は、平面視において第2配線62と重なる領域に設けられている。図示の例では、貫通電極64は、複数設けられている。なお、貫通電極64の数は特に限定されない。第2配線62および貫通電極64は、第2電極40と外部の電源装置とを電気的に接続するための配線である。貫通電極64によって、気密に封止された積層体20(発光部2)に電源を供給することができる。

40

【 0 0 7 1 】

接合部材70は、第1電極30と第1配線60とを、電気的および機械的に接続している。また、接合部材70は、第1電極30と第1配線60とを、積層体20が収容される空間の気密が確保されるように接続している。接合部材72は、第2電極40と第2配線62とを、電気的および機械的に接続している。接合部材70および接合部材72は、例えば、AuSnなどのAu系のハンダである。

50

【 0 0 7 2 】

なお、上記では、発光素子 1 がナノ構造体を用いた半導体レーザーである場合について説明したが、発光素子 1 は、ナノ構造体を用いたスーパールミネッセントダイオードや、ナノ構造体を用いた L E D (l i g h t e m i t t i n g d i o d e) であってもよい。

【 0 0 7 3 】

発光装置 1 0 0 は、例えば、以下の特徴を有する。

【 0 0 7 4 】

発光装置 1 0 0 では、積層体 2 0 は、第 1 基体 1 0 と反対側において、第 2 基体 5 0 に接続されている。すなわち、発光装置 1 0 0 では、発光素子 1 は第 2 基体 5 0 にジャンクションダウン実装されている。これにより、発光部 2 の放熱性を高めることができる。また、第 1 電極 3 0 が第 2 基体 5 0 に接続されることにより、発光素子 1 の放熱性を高めることができる。

10

【 0 0 7 5 】

発光装置 1 0 0 では、隣り合う柱状部 4 の間に接続部材 2 8 を設けられているため、接続部材 2 8 が設けられない場合（隣り合う柱状部 4 の間が空隙である場合）と比べて、柱状部 4 の強度を向上できる。そのため、発光素子 1 を第 2 基体 5 0 に実装する際に、柱状部 4 に加わる圧力によって、柱状部 4 に欠陥や転位が生じて発光特性が不安定になったり、柱状部 4 が破壊されてしまったりする可能性を低減できる。また、実装後でも、環境温度が変化した場合に熱膨張係数の差により柱状部 4 に生じる応力、すなわち、例えば環境温度変化により生じる、第 2 基体 5 0 、第 1 電極 3 0 、第 2 電極 4 0 、あるいは接合部材 7 0 , 7 2 から柱状部 4 に伝わる応力により、柱状部 4 に欠陥や転位が生じて発光特性が不安定になったり、柱状部 4 が破壊されてしまったりする可能性を低減できる。したがって、安定した発光特性を有する信頼性の高い発光装置を実現できる。

20

【 0 0 7 6 】

なお、図示はしないが、接続部材 2 8 に空隙が含まれていてもよい。また、図示の例では、隣り合う柱状部 4 の間の空間の全部に接続部材 2 8 が設けられているが、隣り合う柱状部 4 の間の空間の一部に接続部材 2 8 が設けられていてもよい。すなわち、隣り合う柱状部 4 の空間の一部が接続部材 2 8 で埋め込まれていればよい。このような場合にも、接続部材 2 8 が設けられない場合と比べて、柱状部 4 の強度を向上できる。

30

【 0 0 7 7 】

発光装置 1 0 0 では、第 1 電極 3 0 は、一端が第 1 基体 1 0 に接続され他端が第 2 基体 5 0 に接続されている。そのため、発光装置 1 0 0 では、製造工程において発光素子 1 を第 2 基体 5 0 に実装する際に加えられる力が、積層体 2 0 と第 1 電極 3 0 とに分散される。したがって、発光装置 1 0 0 では、実装時に、積層体 2 0 （柱状部 4 ）に加わる圧力を低減できる。この結果、柱状部 4 に応力や歪みが生じる可能性を低減できる。

40

【 0 0 7 8 】

発光装置 1 0 0 では、第 1 半導体層 2 2 に電気的に接続され、導電性を有する第 1 電極 3 0 が、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減させるための部材（第 1 部材）として機能する。そのため、発光装置 1 0 0 では、部品点数を増やすことなく、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減できる。

【 0 0 7 9 】

発光装置 1 0 0 では、第 1 電極 3 0 は、積層体 2 0 の周囲を囲って設けられている。そのため、発光装置 1 0 0 では、実装時に加えられる力が積層体 2 0 に集中することを防ぐことができ、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減できる。例えば、第 1 電極 3 0 が積層体 2 0 の周囲を囲っていない場合、実装時に加えられる力が、第 1 電極 3 0 よりも積層体 2 0 に集中してしまう可能性がある。これに対して、発光装置 1 0 0 では、第 1 電極 3 0 が積層体 2 0 の周囲を囲っているため、実装時に加えられる力が積層体 2 0 に集中してしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 8 0 】

発光装置 1 0 0 では、第 1 電極 3 0 、第 1 基体 1 0 、および第 2 基体 5 0 によって積層

50

体 20 が気密に封止されている。そのため、発光装置 100 では、装置の小型化、製造工程の簡略化を図ることができ、コストを低減できる。

【 0 0 8 1 】

例えば、発光素子 1 を樹脂などで封止する場合、十分な気密性を確保できない。また、発光素子 1 を、ガラスリッドを用いたセラミックパッケージや、CAN パッケージなどに収容した場合、気密性は確保できるが、装置が大型化してしまう、コストがかからってしまう等の問題がある。これに対して、発光装置 100 では、第 1 電極 30 を積層体 20 の周囲を囲むように設けることで積層体 20 を気密に封止できるため、装置の小型化、製造工程の簡略化を図ることができる。

【 0 0 8 2 】

発光装置 100 では、第 2 基体 50 には、貫通電極 64 が設けられている。また、第 2 半導体層 26 は、貫通電極 64 に電気的に接続されている。そのため、発光装置 100 では、第 1 電極 30 、第 1 基体 10 、および第 2 基体 50 によって気密に封止された第 2 半導体層 26 と、外部の電源装置（図示せず）と、を電気的に接続することができる。

10

【 0 0 8 3 】

発光装置 100 では、第 1 電極 30 は、接合部材 70 を介して第 2 基体 50 に接続されている。そのため、発光装置 100 では、第 1 電極 30 と第 2 基体 50 とを、より確実に接続することができる。

【 0 0 8 4 】

1 . 2 . 発光装置の製造方法

20

次に、第 1 実施形態に係る発光装置 100 の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 3 は、第 1 実施形態に係る発光装置 100 の製造方法の一例を示すフローチャートである。図 4 ~ 図 8 は、第 1 実施形態に係る発光装置 100 の製造工程を模式的に示す図である。なお、図 5 は、図 6 の V - V 線断面図であり、図 7 は、図 8 の V I I - V I I 線断面図である。

【 0 0 8 5 】

(1) 積層体および接続部材の形成 (S 1 0)

第 1 基体 10 の主面 11 に複数の柱状部 4 を含む積層体 20 を形成し、隣り合う柱状部 4 の間に接続部材 28 を形成する。

【 0 0 8 6 】

30

本工程では、まず、図 4 に示すように、第 1 基体 10 の主面 11 に、バッファー層 21 をエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長させる方法としては、例えば、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法などが挙げられる。

【 0 0 8 7 】

次に、バッファー層 21 上にマスク層（図示せず）を形成する。マスク層は、例えば、酸化シリコン層、酸化窒化シリコン層、酸化アルミニウム層、酸化ハフニウム層、チタン層、酸化チタン層、酸化ジルコニア層、窒化シリコン層や、これらの積層膜などである。マスク層は、例えばスパッタや蒸着などによる成膜、ならびにフォトリソグラフィーおよびエッチングによるパターニングによって形成される。

40

【 0 0 8 8 】

次に、マスク層をマスクとして、MOCVD 法や MBE 法などにより、バッファー層 21 上に、第 1 半導体層 22 、発光層 24 、および第 2 半導体層 26 を、この順でエピタキシャル成長させる。これにより、複数の柱状部 4 を形成することができる。

【 0 0 8 9 】

次に、隣り合う柱状部 4 の間に、接続部材 28 を形成する。接続部材 28 は、隣り合う柱状部 4 の間に埋め込まれる。接続部材 28 が SOG (Spin on Glass) やポリイミド等である場合、接続部材 28 はスピンドル法などによって形成され、接続部材 28 が TiO₂ などの酸化物である場合、接続部材 28 は ALD (Atomic Layer Deposition) 法などによって形成される。また、接続部材 28 が GaN

50

やInGaNなどの半導体層等である場合、接続部材28はMOCVD法などによって形成される。隣り合う柱状部4の間に接続部材28を形成することで、柱状部4の強度を向上できる。

【0090】

次に、図5および図6に示すように、柱状部4、バッファー層21、および接続部材28をパターニングする。パターニングは、例えば、フォトリソグラフィーおよびエッチングによって行われる。このとき、第1基体10の主面11には、平面視において積層体20の周囲を囲むように、第1基体10が露出した領域12が形成される。また、第1半導体層22には、平面視において発光層24および第2半導体層26を囲むように、第1半導体層22が露出した領域23が形成される。以上の工程により、積層体20を形成することができる。

10

【0091】

(2) 第1電極および第2電極の形成(S12)

図7および図8に示すように、第1基体10上(領域12)および第1半導体層22上(領域23)に第1電極30を形成し、積層体20上(第2半導体層26上)に第2電極40を形成する。

【0092】

第1電極30および第2電極40は、例えば、真空蒸着法、リフトオフ法などにより形成される。第1電極30は、平面視において積層体20の周囲を囲むように形成される。

20

【0093】

本工程において、第1電極30の高さH30が、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ(H20+H40)と等しくなるように第1電極30および第2電極40が形成される。これにより、後述する実装工程(S14)において、第1電極30と第2基体50(第1配線60)、第2電極40と第2基体50(第2配線62)を確実に接続することができる。以上の工程により、発光素子1を形成することができる。なお、第1電極30および第2電極40の形成順序は特に限定されない。

【0094】

(3) 実装(S14)

図1および図2に示すように、第1基体10に形成された積層体20(第2電極40)および第1電極30を第2基体50に接続して、発光素子1を第2基体50に実装する。

30

【0095】

本工程では、積層体20の第1基体10と反対側が第2基体50に接続されるように実装される(ジャンクションダウン実装)。

【0096】

具体的には、第1電極30と第1配線60とを接合部材70で接続し、第2電極40と第2配線62とを接合部材72で接続する。なお、第2基体50には、あらかじめ第1配線60、第2配線62、および貫通電極64を形成しておく。

【0097】

接合部材70および接合部材72は、ハンダであり、第1電極30と第1配線60、第2電極40と第2配線62とは、それぞれハンダ接合される。例えば、第1配線60上および第2配線62上にそれぞれスパッタ法等により接合部材70および接合部材72を形成した後、第1電極30が接合部材70に接し、第2電極40が接合部材72に接するように発光素子1を第2基体50上に配置した状態で、加熱する。これにより、第1電極30と第1配線60とが接続(接合)され、第2電極40と第2配線62とが接続(接合)される。この接合を不活性ガス雰囲気中で行うことにより、積層体20を収容する空間を不活性ガス雰囲気にすることができる。

40

【0098】

発光素子1を第2基体50に実装する際には、第1基体10に形成された積層体20が第2基体50に押しつけられるため、積層体20(柱状部4)に圧力が加わる。本実施形態では、第1基体10には、積層体20に加えて第1電極30が形成されているため、実

50

装時に加えられる力が積層体 20 と第 1 電極 30 とに分散され、積層体 20（柱状部 4）に加わる圧力を低減できる。

【0099】

本工程により、発光素子 1 が第 2 基体 50 に実装されるとともに、積層体 20 が第 1 電極 30、第 1 基体 10、および第 2 基体 50 によって気密に封止される。

【0100】

以上の工程により、発光装置 100 を製造することができる。

【0101】

本実施形態に係る発光装置 100 の製造方法は、例えば、以下の特徴を有する。

【0102】

本実施形態に係る発光装置 100 の製造方法は、第 1 基体 10 に複数の柱状部 4 を含む積層体 20 を形成し、隣り合う柱状部 4 の間に隣り合う柱状部 4 のそれぞれに接続される接続部材 28 を形成する工程と、第 1 基体 10 に設けられた積層体 20 を第 2 基体 50 に接続する工程と、を含む。隣り合う柱状部 4 の間に接続部材 28 を設けることで、柱状部 4 の強度を向上できる。そのため、第 1 基体 10 に設けられた積層体 20 を第 2 基体 50 に接続する工程（実装工程）において、柱状部 4 に加わる圧力によって、柱状部 4 に欠陥や転位が生じて発光特性が不安定になったり、柱状部 4 が破壊されてしまったりする可能性を低減できる。

10

【0103】

本実施形態に係る発光装置 100 の製造方法は、第 1 基体 10 に第 1 電極 30 を形成する工程を含み、実装工程では、第 1 基体 10 に形成された積層体 20 および第 1 電極 30 を、第 2 基体 50 に接続する。そのため、上述したように、実装工程において、積層体 20（柱状部 4）に加わる圧力を低減できる。したがって、柱状部 4 に応力や歪みが生じる可能性を低減でき、安定した発光特性を有する信頼性の高い発光装置を製造することができる。

20

【0104】

本実施形態に係る発光装置 100 の製造方法では、第 1 電極 30 が、積層体 20 の周囲を囲むように形成される。そのため、実装工程において、積層体 20 を、第 1 電極 30、第 1 基体 10、および第 2 基体 50 によって気密に封止することができる。そのため、セラミックパッケージや CAN パッケージなどを用いて発光素子 1 を気密に封止する場合と比べて、製造工程の簡略化を図ることができる。

30

【0105】

2. 第 2 実施形態

2.1. 発光装置

次に、第 2 実施形態に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図 9 は、第 2 実施形態に係る発光装置 200 を模式的に示す断面図である。なお、第 2 実施形態に係る発光装置 200 の平面形状は、図 2 に示す発光装置 100 の平面形状と同様であり、図示を省略する。

【0106】

以下、第 2 実施形態に係る発光装置 200 において、上述した第 1 実施形態に係る発光装置 100 の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

40

【0107】

上述した発光装置 100 では、図 1 に示す接合部材 70 および接合部材 72 は、ハンダであった。これに対して、発光装置 200 では、図 9 に示すように、接合部材 70 および接合部材 72 は、導電性ペーストである。

【0108】

接合部材 70 および接合部材 72 として用いられる導電性ペーストは、例えば、銀ペーストである。銀ペーストは、ナノサイズの銀粒子が含まれているペーストである。なお、接合部材 70 および接合部材 72 として、銀粒子以外の金属粒子が含まれたペーストを用

50

いてもよい。

【0109】

上述した発光装置100では、図1に示すように、第1電極30の高さH30は、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ(H20+H40)と等しかったが、発光装置200では、第1電極30の高さH30は特に限定されない。図示の例では、第1電極30の高さH30は、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ(H20+H40)よりも小さい。

【0110】

発光装置200では、上述した発光装置100と同様の作用効果を奏することができる。

【0111】

2.2. 発光装置の製造方法

次に、本実施形態に係る発光装置200の製造方法について説明する。図10～図12は、第2実施形態に係る発光装置200の製造工程を模式的に示す断面図である。

【0112】

発光装置200の製造方法は、図3に示す発光装置100の製造方法と同様に、積層体20および接続部材28を形成する工程(S10)と、第1電極30および第2電極40を形成する工程(S12)と、実装工程(S14)と、を含む。

【0113】

(1) 積層体および接続部材の形成(S10)

まず、第1基体10の正面11に複数の柱状部4を含む積層体20を形成し、隣り合う柱状部4の間に接続部材28を形成する。本工程は、上述した発光装置100の製造方法における積層体20および接続部材28を形成する工程(S10)と同様に行われる。

【0114】

(2) 第1電極および第2電極の形成(S12)

次に、図10に示すように、第1基体10上(領域12)および第1半導体層22上(領域23)に第1電極30を形成し、積層体20上(第2半導体層26上)に第2電極40を形成する。

【0115】

本工程では、第1電極30の高さH30が、積層体20の高さH20に第2電極40の高さH40を足した高さ(H20+H40)よりも小さく形成される点を除いて、上述した発光装置100の製造方法における第1電極30および第2電極40を形成する工程(S12)と同様に行われる。以上の工程により、発光素子1を形成することができる。

【0116】

(3) 実装(S14)

次に、第1基体10に形成された積層体20(第2電極40)および第1電極30を第2基体50に接続して、発光素子1を第2基体50に実装する。

【0117】

本工程では、積層体20の第1基体10と反対側が第2基体50に接続されるように実装される(ジャンクションダウン)。

【0118】

具体的には、まず、図11に示すように、第1電極30上および第2電極40上に導電性ペーストをスクリーン印刷した後、焼成して、バンプ70aおよびバンプ72aを形成する。次に、バンプ70aおよびバンプ72aを研削やバイトにより削り出して、表面を平坦化し、バンプ70aの高さと、積層体20の高さに第2電極40およびバンプ72aの高さを足した高さと、を等しくする。これにより、第1電極30と第2基体50(第1配線60)、第2電極40と第2基体50(第2配線62)を確実に接続(接合)することができる。

【0119】

次に、図12に示すように、第2基体50の正面51に、第1配線60、第2配線62、および貫通電極64を形成する。次に、第1配線60上および第2配線62上に、導電

10

20

30

40

50

性ペースト 70 b および導電性ペースト 72 b をスクリーン印刷または塗布する。

【0120】

次に、図 9 に示すように、バンプ 70 a が導電性ペースト 70 b を介して第 1 配線 60 上に位置し、バンプ 72 a が導電性ペースト 72 b を介して第 2 配線 62 上に位置するよう発光素子 1 を第 2 基体 50 上に配置した状態で、導電性ペースト 70 b , 72 b を焼成する。これにより、第 1 電極 30 と第 1 配線 60 とが接合部材 70 で接続（接合）され、第 2 電極 40 と第 2 配線 62 とが接合部材 72 で接続（接合）される。このとき、バンプ 70 a と導電性ペースト 70 b とが接合部材 70 を形成し、バンプ 72 a と導電性ペースト 72 b とが接合部材 72 を形成する。この接合を不活性ガス雰囲気中で行うことにより、積層体 20 を収容する空間を不活性ガス雰囲気にすることができる。

10

【0121】

本工程において、発光素子 1 を第 2 基体 50 に実装する際に加えられる力は、積層体 20 と第 1 電極 30 とに分散されるため、実装時に積層体 20 (柱状部 4) に加わる圧力を低減できる。

【0122】

本工程により、発光素子 1 が第 2 基体 50 に実装されるとともに、積層体 20 が第 1 電極 30 、第 1 基体 10 、および第 2 基体 50 によって気密に封止される。

20

【0123】

以上の工程により、発光装置 200 を製造することができる。

【0124】

本実施形態に係る発光装置 200 の製造方法は、上述した発光装置 100 の製造方法と同様の作用効果を奏することができる。

【0125】

3. 第 3 実施形態

3.1. 発光装置

次に、第 3 実施形態に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図 13 は、第 3 実施形態に係る発光装置 300 を模式的に示す断面図である。図 14 は、第 3 実施形態に係る発光装置 300 を模式的に示す平面図である。なお、図 13 は、図 14 の X I I - X I I I 線断面図である。

30

【0126】

以下、第 3 実施形態に係る発光装置 300 において、上述した第 1 実施形態に係る発光装置 100 , 200 の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0127】

発光装置 300 は、図 13 および図 14 に示すように、第 1 基体 10 と第 2 基体 50 との間に設けられ、第 1 電極 30 および積層体 20 の周囲を囲っている封止部材 80 (第 2 部材) を含んで構成されている点で、上述した発光装置 100 と異なる。

40

【0128】

封止部材 80 は、一端が第 1 基体 10 に接続され、他端が第 2 基体 50 に接続されている。封止部材 80 と第 1 基体 10 とは、第 1 基体 10 に、直接、封止部材 80 が接合されることで接続されている。封止部材 80 と第 2 基体 50 とは、第 2 基体 50 に設けられた第 1 配線 60 に封止部材 80 が接合されることで接続されている。封止部材 80 は、例えば、低融点ガラスである。

【0129】

封止部材 80 は、図 14 に示すように、平面視において、第 1 電極 30 および積層体 20 の周囲を囲っている。発光装置 300 では、第 1 電極 30 の周囲を囲っている封止部材 80 、封止部材 80 の一端に接続されている第 1 基体 10 、および封止部材 80 の他端に接続されている第 2 基体 50 によって、第 1 電極 30 および積層体 20 を気密に収容する空間が形成されている。すなわち、第 1 電極 30 および積層体 20 は、封止部材 80 、第 1 基体 10 、第 2 基体 50 によって気密に封止されている。

50

【 0 1 3 0 】

発光装置 300 では、積層体 20 は、第 1 電極 30 によって周囲を囲まれており、第 1 電極 30 は、封止部材 80 によって周囲を囲まれている。すなわち、積層体 20 は、第 1 電極 30 および封止部材 80 によって二重に囲まれており、二重に封止されている。そのため、発光装置 300 では、積層体 20 が収容される空間の気密性をより高めることができる。

【 0 1 3 1 】

発光装置 300 では、上述した発光装置 100 と同様の作用効果を奏することができる。

【 0 1 3 2 】

さらに、発光装置 300 では、封止部材 80 が第 1 基体 10 と第 2 基体 50 との間に設けられ、封止部材 80 の一端が第 1 基体 10 に接続され、封止部材 80 の他端が第 2 基体 50 に接続されている。そのため、発光装置 300 では、発光素子 1 を第 2 基体 50 に実装する際に加えられる力が、積層体 20 と、第 1 電極 30 と、封止部材 80 と、に分散される。したがって、発光装置 300 では、実装時に、積層体 20 (柱状部 4) に加わる圧力をより低減できる。

10

【 0 1 3 3 】

また、発光装置 300 では、封止部材 80 が、第 1 電極 30 および積層体 20 の周囲を囲って設けられている。そのため、発光装置 300 では、実装時に加えられる力が積層体 20 に集中することを防ぐことができ、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減できる。

20

【 0 1 3 4 】

また、発光装置 300 では、封止部材 80 、第 1 基体 10 、および第 2 基体 50 によって第 1 電極 30 および積層体 20 が気密に封止されている。すなわち、発光装置 300 では、積層体 20 が二重に封止されている。そのため、発光装置 300 では、積層体 20 が収容される空間の気密性をより高めることができる。

【 0 1 3 5 】

発光装置 300 では、第 1 電極 30 および積層体 20 を封止するための封止部材 80 が、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減させるための部材 (第 2 部材) として機能する。そのため、発光装置 300 では、部品点数を増やすことなく、実装時に柱状部 4 に加わる圧力を低減できる。

【 0 1 3 6 】

30

3 . 2 . 発光装置の製造方法

次に、第 3 実施形態に係る発光装置 300 の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 15 は、第 3 実施形態に係る発光装置 300 の製造方法の一例を示すフローチャートである。図 16 は、第 3 実施形態に係る発光装置 300 の製造工程を模式的に示す断面図である。

【 0 1 3 7 】**(1) 積層体および接続部材の形成 (S 2 0)**

まず、第 1 基体 10 の正面 11 に複数の柱状部 4 を含む積層体 20 を形成し、隣り合う柱状部 4 の間に接続部材 28 を形成する。本工程は、上述した発光装置 100 の製造方法における積層体 20 および接続部材 28 を形成する工程 (S 1 0) と同様に行われる。

40

【 0 1 3 8 】**(2) 第 1 電極および第 2 電極の形成 (S 2 2)**

次に、第 1 基体 10 上 (領域 12) および第 1 半導体層 22 上 (領域 23) に第 1 電極 30 を形成し、積層体 20 上 (第 2 半導体層 26 上) に第 2 電極 40 を形成する。本工程は、上述した発光装置 100 の製造方法における第 1 電極 30 および第 2 電極 40 を形成する工程 (S 1 2) と同様に行われる。以上の工程により、発光素子 1 を形成することができる (図 7 参照)。

【 0 1 3 9 】**(3) 封止部材の形成 (S 2 4)**

次に、図 16 に示すように、第 2 基体 50 の正面 51 に封止部材 80 を形成する。具体

50

的には、第2基体50の正面51にガラスフリットを塗布し、当該ガラスフリットを焼成することで、封止部材80を形成する。このように、事前にガラスフリットを焼成することにより、ガラスフリット内の溶媒を飛ばして、封止部材80で封止される空間への溶媒の残留を防ぐことができる。なお、第2基体50には、あらかじめ第1配線60、第2配線62、および貫通電極64を形成しておく。

【0140】

(4) 実装(S26)

次に、図13および図14に示すように、発光素子1を第2基体50に実装する。

【0141】

具体的には、まず、第1電極30と第1配線60とを接合部材70で接続(ハンダ接合)し、第2電極40と第2配線62とを接合部材72で接続(ハンダ接合)する。

10

【0142】

次に、封止部材80にレーザーを照射し、封止部材80の一端を第1基体10に融着させ、封止部材80の他端を第2基体50に融着させる。これにより、封止部材80の一端が第1基体10に接続(接合)され、封止部材80の他端が第2基体50に接続(接合)される。この工程を不活性ガス雰囲気中で行うことにより、第1電極30および積層体20を収容する空間を不活性ガス雰囲気にすることができる。

【0143】

本工程において、発光素子1を第2基体50に実装する際には、第1基体10に形成された積層体20が第2基体50に押しつけられるため、積層体20に圧力が加わる。このとき、第1基体10には、積層体20に加えて第1電極30が形成され、第2基体50には封止部材80が形成されている。そのため、実装時に加えられる力が、積層体20と、第1電極30と、封止部材80と、に分散され、積層体20(柱状部4)に加わる圧力を低減できる。

20

【0144】

本工程により、発光素子1が第2基体50に実装されるとともに、第1電極30および積層体20が封止部材80、第1基体10、および第2基体50によって気密に封止される。

【0145】

なお、第1電極30と第1配線60との接続(接合)、第2電極40と第2配線62との接続(接合)、および封止部材80と基体10, 50との接続(融着)を、同時に行つてもよい。すなわち、接合部材70, 72(例えばAuSnハンダ)と、封止部材80(低融点ガラス)と、を同時に加熱して、それぞれの接続(接合や融着)を同時に行つてもよい。

30

【0146】

以上の工程により、発光装置300を製造することができる。

【0147】

本実施形態に係る発光装置300の製造方法は、上述した発光装置100の製造方法と同様の作用効果を奏することができる。

40

【0148】

さらに、本実施形態に係る発光装置300の製造方法では、実装工程において、第1電極30および封止部材80によって積層体20(柱状部4)に加わる圧力を低減できる。

【0149】

また、本実施形態に係る発光装置300の製造方法では、封止部材80が、第1電極30の周囲を囲むように形成される。そのため、発光素子1を第2基体50にジャンクションダウン実装することにより、積層体20を、封止部材80および第1電極30によって二重に封止することができる。これにより、積層体20が収容される空間の気密性をより高めることができる。

【0150】

4. 第4実施形態

50

4.1. 発光装置

次に、第4実施形態に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図17は、第4実施形態に係る発光装置400を模式的に示す断面図である。なお、第4実施形態に係る発光装置400の平面形状は、図14に示す発光装置300の平面形状と同様であり、図示を省略する。

【0151】

以下、第4実施形態に係る発光装置400において、上述した発光装置100, 200, 300の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0152】

発光装置400は、図17に示すように、第1基体10と第2基体50との間に設けられ、第1電極30および積層体20の周囲を囲っている封止部材80（第2部材）を含んで構成されている点で、上述した発光装置200と異なる。

【0153】

なお、発光装置400の構成は、発光素子1の構成が上述した発光装置200の発光素子1（図9参照）の構成と同様である点を除いて、発光装置300（図13参照）の構成と同様であり、その説明を省略する。

【0154】

発光装置400は、上述した発光装置300と同様の作用効果を奏することができる。

【0155】

4.2. 発光装置の製造方法

次に、第4実施形態に係る発光装置400の製造方法について説明する。第4実施形態に係る発光装置400の製造方法は、上述した第2実施形態に係る発光装置200の製造方法および第3実施形態に係る発光装置300の製造方法を組み合わせることで製造することができる。

【0156】

発光装置400の製造方法は、上述した発光装置200, 300の製造方法と同様の作用効果を奏することができる。

【0157】

5. 第5実施形態

5.1. 発光装置

次に、第5実施形態に係る発光装置について図面を参照しながら説明する。図18は、第5実施形態に係る発光装置500を模式的に示す断面図である。図19は、第5実施形態に係る発光装置500を模式的に示す平面図である。なお、図18は、図19のXVII-XVIII線断面図である。

【0158】

以下、第5実施形態に係る発光装置500において、上述した発光装置100, 200, 300, 400の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0159】

発光装置500では、図18および図19に示すように、第1電極30には、第1電極30の内側の積層体20が収容される空間と、第1電極30と封止部材80との間の空間と、を連通するスリット部32が設けられている点で、発光装置400と異なる。すなわち、発光装置500では、積層体20は、第1電極30によって封止されておらず、封止部材80のみで気密に封止されている。

【0160】

第1電極30にスリット部32が形成されているため、第1電極30は積層体20の周囲を囲っていない。第1電極30は、角筒の側壁の一部を切り欠いた形状を有している。第1電極30にスリット部32を設けることにより、製造工程において接合部材70, 72（導電性ペースト）から発生するガスによる積層体20（発光部2）の汚染を低減でき

10

20

30

40

50

る。

【0161】

また、第1電極30にスリット部32が形成されている場合でも、発光素子1を第2基体50に実装する際に加えられる力は第1電極30によって分散される。そのため、本実施形態においても、実装時に積層体20(柱状部4)に加わる圧力を低減できる。

【0162】

第5実施形態に係る発光装置500では、上述した発光装置400と同様の作用効果を奏すことができる。

【0163】

さらに、第5実施形態に係る発光装置500では、製造工程において接合部材70, 72から発生するガスによる積層体20の汚染を低減できる。

10

【0164】

5.2. 発光装置の製造方法

次に、第5実施形態に係る発光装置500の製造方法について説明する。第5実施形態に係る発光装置500の製造方法は、第1電極30にスリット部32を設ける点、スリット部32を通してガスの排気を行う点が、上述した第4実施形態に係る発光装置400の製造方法と異なる。以下、この相違点について説明する。

【0165】

第5実施形態に係る発光装置500の製造方法では、第1電極30および第2電極40を形成する工程において、第1電極30にスリット部32が形成される。

20

【0166】

また、実装工程において、第1電極30の内側の空間を、スリット部32を通して排気し、不活性ガスに置換する。具体的には、まず、第1電極30と第1配線60とを接合部材70(導電性ペースト)で接合し、第2電極40と第2配線62とを接合部材72(導電性ペースト)で接合する。このとき、導電性ペーストの焼成により接合部材70, 72からガスが発生する。次に、スリット部32を通して、第1電極30の内側の空間からガスを排気し、不活性ガスに置換する。次に、封止部材80にレーザーを照射して、封止部材80の一端を第1基体10に融着させ、封止部材80の他端を第2基体50に融着させる。これにより、積層体20および第1電極30を気密に封止することができる。

【0167】

30

導電性ペーストを焼成する際には、導電性ペーストから溶媒が気化してガスが発生する。このガスにより積層体20(発光部2)が汚染される場合がある。例えば、第1電極30にスリット部32を設けない場合、導電性ペーストの焼成により積層体20が収容される空間が気密に封止されるが、この空間には導電性ペーストから発生したガスが残留してしまう。これに対して、第1電極30にスリット部32を設けることにより、導電性ペーストから発生したガスを除去することができる。この結果、積層体20のガスによる汚染を低減できる。

【0168】

第5実施形態に係る発光装置500の製造方法は、第4実施形態に係る発光装置400の製造方法と同様の作用効果を奏すことができる。

40

【0169】

さらに、第5実施形態に係る発光装置500の製造方法では、上述したように、実装工程においてスリット部32を通して接合部材70, 72(導電性ペースト)から発生したガスを除去できる。そのため、実装時に接合部材70, 72から発生するガスによる積層体20の汚染を低減できる。

【0170】

6. 第6実施形態

次に、第6実施形態に係るプロジェクターについて、図面を参照しながら説明する。図20は、第6実施形態に係るプロジェクター900を模式的に示す図である。

【0171】

50

本発明に係るプロジェクターは、本発明に係る発光装置を含む。以下では、本発明に係る発光装置として発光装置100を含むプロジェクター900について説明する。

【0172】

プロジェクター900は、筐体(図示せず)と、筐体内に備えられている赤色光、緑色光、青色光を出射する赤色光源100R、緑色光源100G、青色光源100Bと、を含む。赤色光源100R、緑色光源100G、および青色光源100Bの各々は、例えば、複数の発光装置100を積層方向と直交する方向にアレイ状に配置させ、複数の発光装置100において第2基体50を共通基板としたものである。光源100R, 100G, 100Bの各々を構成する発光装置100の数は、特に限定されない。なお、便宜上、図20では、プロジェクター900を構成する筐体を省略し、さらに光源100R, 100G, 100Bを簡略化している。10

【0173】

プロジェクター900は、さらに、筐体内に備えられているレンズアレイ902R, 902G, 902B、透過型の液晶ライトバルブ(光変調装置)904R, 904G, 904B、および投射レンズ(投射装置)908を含む。

【0174】

光源100R, 100G, 100Bから出射された光は、各レンズアレイ902R, 902G, 902Bに入射する。光源100R, 100G, 100Bから出射された光は、レンズアレイ902R, 902G, 902Bによって、集光され、例えば重畠(一部重畠)されることができる。これにより、均一性よく液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bを照射することができる。20

【0175】

各レンズアレイ902R, 902G, 902Bによって集光された光は、各液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bに入射する。各液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bは、入射した光をそれぞれ画像情報に応じて変調する。そして、投射レンズ908は、液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bによって形成された像(画像)を拡大してスクリーン(表示面)910に投射する。

【0176】

また、プロジェクター900は、液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bから出射された光を合成して投射レンズ908に導くクロスダイクロイックプリズム(色光合成手段)906を、含むことができる。30

【0177】

各液晶ライトバルブ904R, 904G, 904Bによって変調された3つの色光は、クロスダイクロイックプリズム906に入射する。このプリズムは、4つの直角プリズムを貼り合わせて形成され、その内面に赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが十字状に配置されている。これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成され、カラー画像を表す光が形成される。そして、合成された光は、投射光学系である投射レンズ908によりスクリーン910上に投射され、拡大された画像が表示される。

【0178】

なお、光源100R, 100G, 100Bは、光源100R, 100G, 100Bを構成する発光装置100を映像の画素として画像情報に応じて制御する(変調する)ことでもよい。そして、投射レンズ908は、光源100R, 100G, 100Bによって形成された映像を、拡大してスクリーン910に投射してもよい。40

【0179】

また、上記の例では、光変調装置として透過型の液晶ライトバルブを用いたが、液晶以外のライトバルブを用いてもよいし、反射型のライトバルブを用いてもよい。このようなライトバルブとしては、例えば、反射型の液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス(Digital Micromirror Device)が挙げられる。また、投射光学系の構成は、使用されるライトバルブの種類によって適宜変更される。50

【0180】

また、光源100R, 100G, 100Bを、光源100R, 100G, 100Bからの光をスクリーン上で走査させることにより、表示面に所望の大きさの画像を表示させる画像形成装置である走査手段を有するような走査型の画像表示装置（プロジェクター）の光源装置にも適用することが可能である。

【0181】

7. その他

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0182】

10

例えば、上述した実施形態では、積層体20は、バッファー層21と、第1半導体層22、発光層24、第2半導体層26を有する柱状部4を有していたが（例えば図1参照）、積層体20の構成は、柱状部4を有していればこの例に限定されない。

【0183】

例えば、積層体20は、バッファー層21上に形成された複数の柱状部4（例えばn型のGaNからなる柱状部）と、複数の柱状部4上に形成された第1半導体層22、発光層24、および第2半導体層26と、を有していてもよい。すなわち、積層体20は、柱状部4上に、第1半導体層22、発光層24、第2半導体層26が積層されて構成された発光部2を有していてもよい。このような場合にも、隣り合う柱状部4の間に接続部材28を設けることで、柱状部4の強度を向上できる。

20

【0184】

また、積層体20は、バッファー層21上に形成された複数の柱状部4（例えばn型のGaN、第1半導体層22に相当）と、柱状部4を覆う発光層24および第2半導体層26と、を有していてもよい。すなわち、積層体20は、柱状部4をコアとし、発光層24および第2半導体層26をシェルとする、コアシェル構造の発光部2を有していてもよい。このような場合にも、隣り合う柱状部4の間に接続部材28を設けることで、柱状部4の強度を向上できる。

【0185】

また、例えば、上述した第1実施形態では、図1に示すように、第2電極40を第2基体50（第2配線62）に接合することで発光素子1をジャンクションダウン実装しているが、積層体20に、発光部2で発生した熱を第2基体50に伝達するための部材（金属層等）を設けて、当該部材を第2基体50に接合することで発光素子1をジャンクションダウン実装してもよい。この場合、第2電極40は第2基体50に接合されなくてもよい。この変形例は、上述した第2～第5実施形態にも適用できる。

30

【0186】

また、例えば、上述した第1実施形態では、図1に示すように、第1電極30は第2基体50に接合部材70で接続（接合）されて、積層体20を気密に封止するとともに、実装時に積層体20に加わる圧力を低減していたが、第1電極30とは別部材であって、一端が第1基体10に接続され、他端が第2基体50に接続された部材（第1部材）を設けて、実装時に積層体20に加わる圧力を低減させてもよい。このとき、当該部材は、実装時に積層体20に加わる圧力を低減させることができれば、必ずしも第2基体50に接合（接着）されなくてもよく、第2基体50に接していればよい。また、当該部材は、絶縁性の部材であってもよい。この変形例は、上述した第2～第5実施形態にも適用できる。

40

【0187】

また、上述した実施形態では、積層体20が第1電極30および封止部材80の少なくとも一方で気密に封止されていたが、積層体20が第1電極30以外の部材（例えばセラミックパッケージや、CANパッケージ等）で気密に封止されていてもよい。

【0188】

本発明に係る発光装置の用途は、上述した実施形態に限定されず、プロジェクター以外にも、屋内外の照明、ディスプレイのバックライト、レーザープリンター、スキャナー、

50

車載用ライト、光を用いるセンシング機器、通信機器等の光源としても用いることが可能である。

【0189】

また、上述した実施形態及び変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば各実施形態及び各変形例は、適宜組み合わせることが可能である。

【0190】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

10

【符号の説明】

【0191】

1 ... 発光素子、2 ... 発光部、4 ... 柱状部、10 ... 第1基体、11 ... 主面、12 ... 領域、20 ... 積層体、21 ... バッファー層、22 ... 第1半導体層、23 ... 領域、24 ... 発光層、26 ... 第2半導体層、28 ... 接続部材、30 ... 第1電極、32 ... スリット部、40 ... 第2電極、50 ... 第2基体、51 ... 主面、60 ... 第1配線、62 ... 第2配線、64 ... 貫通電極、70 ... 接合部材、70a ... バンプ、70b ... 導電性ペースト、72 ... 接合部材、72a ... バンプ、72b ... 導電性ペースト、80 ... 封止部材、100 ... 発光装置、100R ... 赤色光源、100G ... 緑色光源、100B ... 青色光源、200 ... 発光装置、300 ... 発光装置、400 ... 発光装置、500 ... 発光装置、900 ... プロジェクター、902R ... レンズアレイ、902G ... レンズアレイ、902B ... レンズアレイ、904R ... 液晶ライトバルブ、904G ... 液晶ライトバルブ、904B ... 液晶ライトバルブ、906 ... クロスダイクロイックプリズム、908 ... 投射レンズ、910 ... スクリーン

20

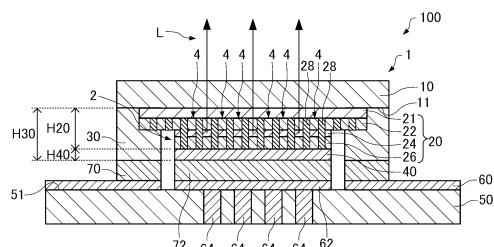
30

40

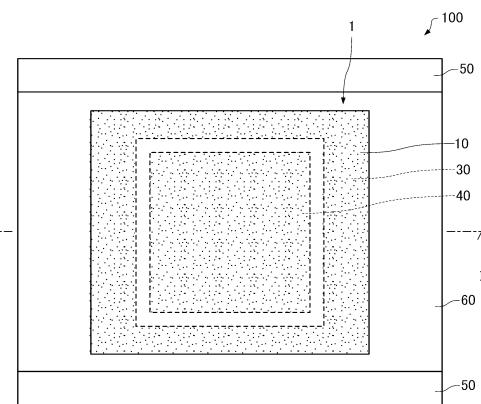
50

【図面】

【図 1】

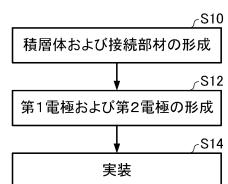


【図 2】

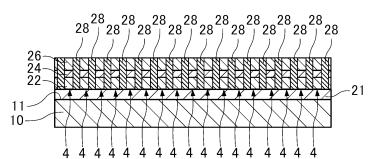


10

【図 3】

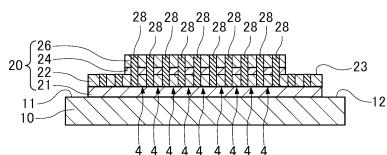


【図 4】

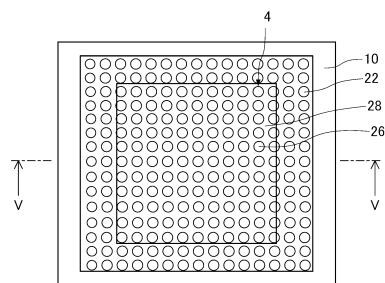


20

【図 5】



【図 6】

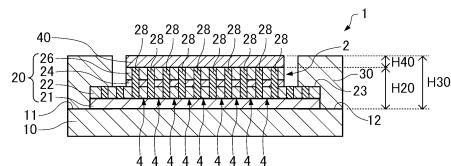


30

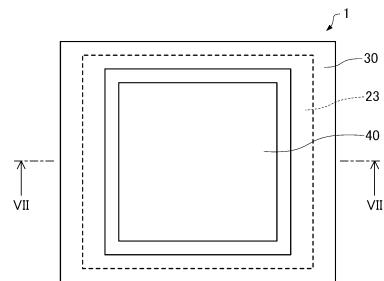
40

50

【図7】

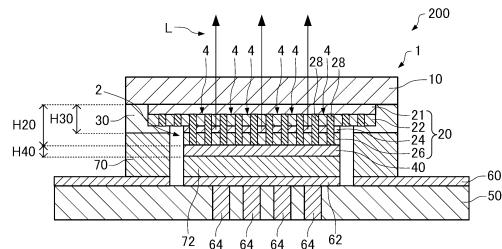


【 四 8 】

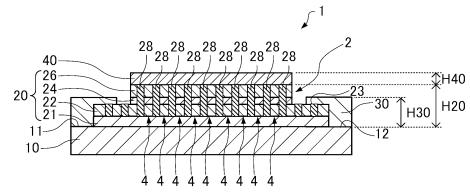


10

【 図 9 】

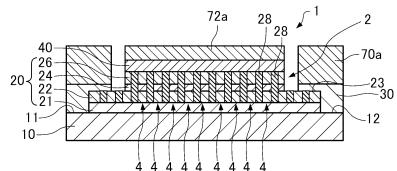


【図 10】

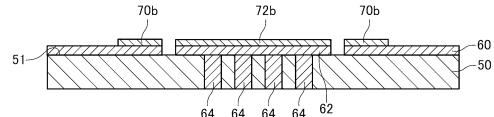


20

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

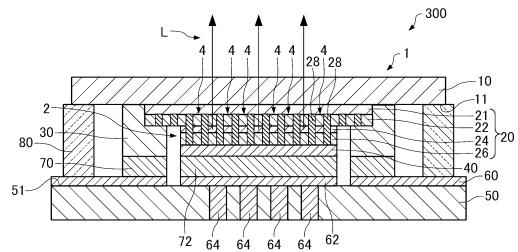


30

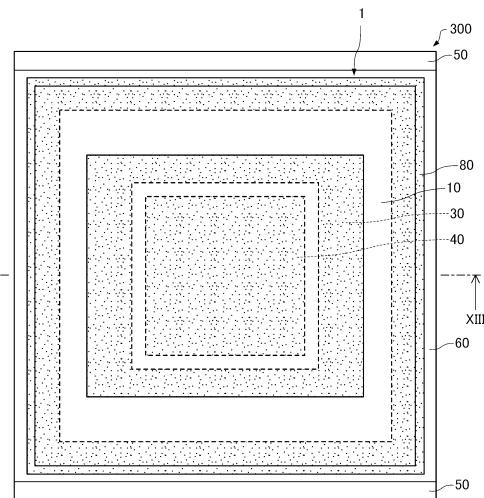
40

50

【図13】

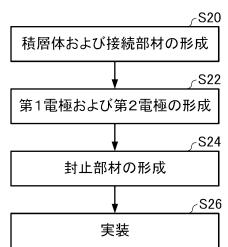


【図14】

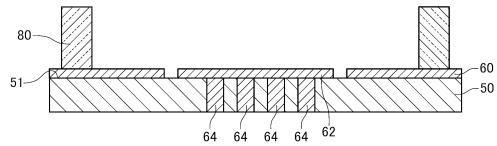


10

【図15】

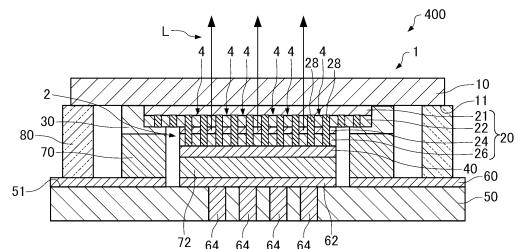


【図16】

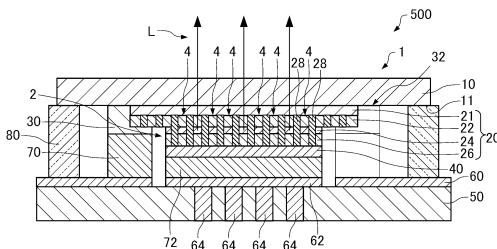


20

【図17】



【図18】

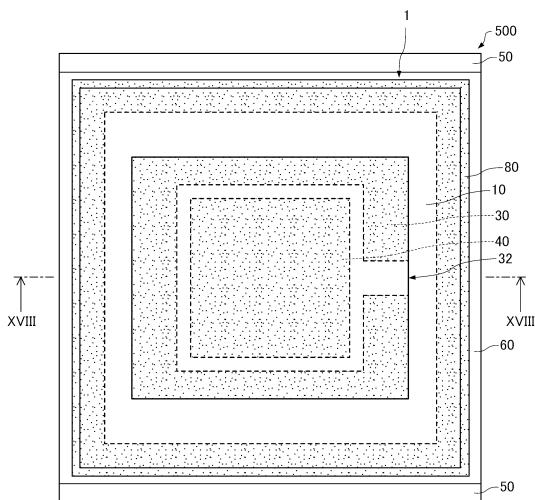


30

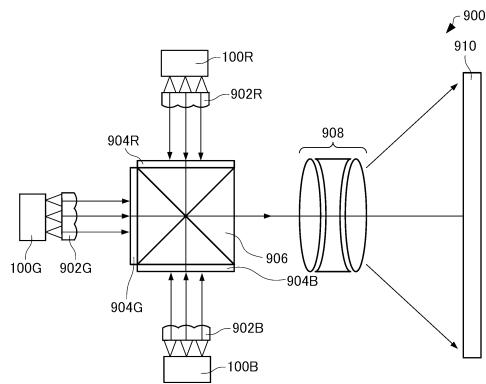
40

50

【図19】



【図20】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

	F I
H 01 L	33/54 (2010.01)
H 01 S	5/02208(2021.01)
H 01 S	5/042(2006.01)
H 01 S	5/18 (2021.01)
H 01 S	5/42 (2006.01)
	H 01 L 33/54
	H 01 S 5/02208
	H 01 S 5/042 612
	H 01 S 5/18
	H 01 S 5/42

(56)参考文献

特表2016-506076 (JP, A)
特開2014-158024 (JP, A)
特表2013-502715 (JP, A)
特開2011-066299 (JP, A)
特表2011-501881 (JP, A)
国際公開第2010/023921 (WO, A1)
特開2009-238848 (JP, A)
特開2009-009978 (JP, A)
特表2008-514008 (JP, A)
特開2007-235122 (JP, A)
特開2005-303301 (JP, A)
特開2005-303300 (JP, A)
特開平08-083940 (JP, A)
国際公開第2017/009394 (WO, A1)
国際公開第2016/022824 (WO, A1)
米国特許出願公開第2010/0051986 (US, A1)
米国特許出願公開第2003/0168964 (US, A1)
特許第6972665 (JP, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 01 S 5 / 00 - 5 / 50
H 01 L 33 / 00 - 33 / 64
H 01 L 23 / 00 - 23 / 473
G 03 B 21 / 00 - 21 / 30
H 04 N 5 / 74