

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7007560号
(P7007560)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 S 5/02208(2021.01) H 0 1 S 5/02208

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号	特願2017-188528(P2017-188528)	(73)特許権者	000226057 日亜化学工業株式会社 徳島県阿南市上中町岡491番地100
(22)出願日	平成29年9月28日(2017.9.28)	(74)代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
(65)公開番号	特開2019-67809(P2019-67809A)	(74)代理人	100138863 弁理士 言上 恵一
(43)公開日	平成31年4月25日(2019.4.25)	(74)代理人	100131808 弁理士 柳橋 泰雄
審査請求日	令和2年9月3日(2020.9.3)	(74)代理人	100145104 弁理士 膝館 祥治
		(72)発明者	宮田 忠明 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
		審査官	右田 昌士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光源装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、
前記基板上に配置された半導体レーザと、
前記半導体レーザを囲むように形成された側壁部と、
前記基板及び前記側壁部で囲まれた空間を覆う透光性を有するリッドと、
を備え、
前記側壁部が、全周にわたって前記基板の上面と接合された下面と、全周にわたって前記リッドの下面と接合された上面と、前記側壁部の下面側から上面側に進むにつれて前記空間が広がるように傾斜し、少なくとも一部が前記半導体レーザから出射された光を前記リッド側に反射する反射面となる内側面と、を有し、
接合層を介して前記基板の上面及び前記側壁部の下面が接する接合部が、上方からの平面視で前記側壁部の上面が位置する領域に概略一致する領域または前記側壁部の上面が位置する領域より小さい領域に設けられており、
前記接合部に隣接して、前記基板の上面または前記側壁部の下面の少なくとも一方に凹部を備え、
前記凹部は、凹部平面と、前記接合部及び前記凹部平面を接続する凹部側面とから形成されていることを特徴とする光源装置。

【請求項2】

基板と、

前記基板上に配置された半導体レーザと、
 前記半導体レーザを囲むように形成された側壁部と、
 前記基板及び前記側壁部で囲まれた空間を覆う透光性を有するリッドと、
 を備え、
 前記側壁部が、全周にわたって前記基板の上面と接合された下面と、全周にわたって前記リッドの下面と接合された上面と、前記側壁部の下面側から上面側に進むにつれて前記空間が広がるように傾斜し、少なくとも一部が前記半導体レーザから出射された光を前記リッド側に反射する反射面となる内側面と、を有し、
 接合層を介して前記基板の上面及び前記側壁部の下面が接する接合部が、上方からの平面視で前記側壁部の上面が位置する領域に隣接した領域の一部を含む領域に設けられており、
 上方からの平面視で、前記接合部の前記内側面側の端部及び前記側壁部の上面が位置する領域の前記内側面側の端部の間の距離を L とし、前記側壁部の高さを $H1$ とすると、
 $L / H1 \geq 0.4$
 の関係を有し、
 前記接合部に隣接して、前記基板の上面または前記側壁部の下面の少なくとも一方に凹部を備え、
 前記凹部は、凹部平面と、前記接合部及び前記凹部平面を接続する凹部側面とから形成されていることを特徴とする光源装置。

10

【請求項3】

前記接合部が、上方からの平面視で前記側壁部の上面が位置する領域に概略一致する領域に設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の光源装置。

20

【請求項4】

前記接合層が金属材料から構成され、前記基板の上面と前記側壁部の下面とが固相拡散接合で接合されていることを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載の光源装置。

【請求項5】

前記側壁部の下面に前記凹部を備えることを特徴とする請求項1から4の何れか1項に記載の光源装置。

【請求項6】

前記凹部の凹み量が $1 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1から5の何れか1項に記載の光源装置。

30

【請求項7】

複数の前記半導体レーザを備えることを特徴とする請求項1から6の何れか1項に記載の光源装置。

【請求項8】

前記側壁部がシリコンから形成されていることを特徴とする請求項1から7の何れか1項に記載の光源装置。

【請求項9】

前記内側面のうち、前記半導体レーザから出射された光が直接入射する面とその他の面で、前記基板の上面に対する傾斜角度が異なることを特徴とする請求項8に記載の光源装置。

【請求項10】

前記基板がセラミック材料から形成されていることを特徴とする請求項1から9の何れか1項に記載の光源装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置に関し、特に半導体レーザを備える光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体レーザや発光ダイオードのような発光素子を備えた光源装置が広く用いられている。その中には、発光素子が載置された基板の上面に対して傾斜し、かつ発光素子を

50

囲むように配置された反射面を有する光源装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2010 - 92973 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の光源装置では、反射面を備えた側壁部（外枠）が接着層を介して基板に接合されている。しかし、発光素子として半導体レーザを用いる場合のように、光源装置が高温になる場合には、構造の安定性の観点から接着剤を用いない接合が好ましい場合もある。接着剤を用いない接合として、金属層間の固相拡散接合を行うことが挙げられるが、その場合、基板の下面側及び側壁部の上面側から大きな圧縮加重を加える必要がある。

10

【0005】

特許文献 1 に記載の光源装置では、側壁部が基板の上面に対して傾斜した反射面を有するので、側壁部の下面が上面よりも大きな領域を有する。よって、基板の下面側及び側壁部の上面側から圧縮加重を加えたとき、側壁部の下面のうち上面側からの支持を受けない領域が存在する。

【0006】

このため、仮に、特許文献 1 に記載の光源装置において固相拡散接合を行う場合を考えると、基板の下面側及び側壁部の上面側から圧縮加重が加えられたとき、上面側からの支持を受けない領域で曲げモーメントが発生し、基板や側壁部に曲げ応力がかかって反りや曲り等が生じる可能性がある。

20

【0007】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、基板と、基板の上面に対して傾斜した内側面を有する側壁部とが互いに接合された光源装置において、基板の下面側及び側壁部の上面側から圧縮加重が加えられた場合であっても、基板や側壁部に反りや曲り等が生じるのを抑制できる光源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る光源装置は、
基板と、

前記基板上に配置された半導体レーザと、

前記半導体レーザを囲むように形成された側壁部と、

前記基板及び前記側壁部で囲まれた空間を覆う透光性を有するリッドと、

を備え、

前記側壁部が、全周にわたって前記基板の上面と接合された下面と、全周にわたって前記リッドの下面と接合された上面と、前記側壁部の下面側から上面側に進むにつれて前記空間が広がるように傾斜し、少なくとも一部が前記半導体レーザから出射された光を前記リッド側に反射する反射面となる内側面と、を有し、

40

接合層を介して前記基板の上面及び前記側壁部の下面が接する接合部が、上方からの平面視で前記側壁部の上面に対応する領域に設けられている。

【発明の効果】

【0009】

上記の光源装置では、基板の下面側及び側壁部の上面側から圧縮加重が加えられた場合であっても、基板や側壁部に反りや曲り等が生じるのを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の 1 つの実施形態に係る光源装置の概要を示す模式的な側面断面図である。

50

【図 2】図 1 の I I - I I 矢視図であって、1つの半導体レーザを備える場合を示す平面図である。

【図 3】図 1 の I I - I I 矢視図であって、複数の半導体レーザを備える場合を示す平面図である。

【図 4 A】本発明に係る側壁部の接合構造において、接合層を介して基板及び側壁部を接合するため、基板の下面側及びリッドを介して側壁部の上面側から圧縮荷重が加えられた状態を模式的に示す側面断面図である。

【図 4 B】従来の側壁部の接合構造において、接合層を介して基板及び側壁部を接合するため、基板の下面側及びリッドを介して側壁部の上面側から圧縮荷重が加えられた状態を模式的に示す側面断面図である。

10

【図 5】図 1 の A で示す領域を拡大して示した側面断面図であって、本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を示す図である。

【図 6】図 1 の A で示す領域を拡大して示した側面断面図であって、本発明の第 2 の実施形態に係る側壁部の接合構造を示す図である。

【図 7 A】本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における 1 つの工程を示す模式図である。

【図 7 B】本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における 1 つの工程を示す模式図である。

【図 7 C】本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における 1 つの工程を示す模式図である。

20

【図 7 D】本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における 1 つの工程を示す模式図である。

【図 7 E】本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における 1 つの工程を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための様々な実施形態を説明する。各図面中、同一の機能を有する対応する部材には、同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせは可能である。第 2 実施形態（その他の実施形態）以降では第 1 実施形態（1 つの実施形態）と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態ごとには逐次言及しないものとする。

30

基板が水平面上に載置され、基板が下側、リッドが上側に配置された前提で下記の記載を行う。特に、水平で図面左から右の方向を X 軸 + 方向、垂直で図面下から上方向を Y 軸 + 方向として示す。

【0012】

（1 つの実施形態に係る光源装置）

はじめに、図 1、図 2 及び図 3 を参照しながら、本発明の 1 つの実施形態に係る光源装置の概要を説明する。図 1 は、本発明の 1 つの実施形態に係る光源装置の概要を示す模式的な側面断面図である。図 2 は、図 1 の I I - I I 矢視図（平面図）であって、1つの半導体レーザ 6 を備える場合を示す平面図である。図 3 は、図 1 の I I - I I 矢視図であって、複数の半導体レーザ 6 R、6 G、6 B を備える場合を示す平面図である。

40

【0013】

本実施形態に係る光源装置 2 は、基板 4 と、基板 4 の上面に配置された半導体レーザ 6（6 R、6 G、6 B）と、半導体レーザ 6（6 R、6 G、6 B）を囲むように形成された側壁部 8 と、基板 4 及び側壁部 8 で囲まれた空間を覆う透光性を有するリッド 10 とを備える。側壁部 8 は、基板 4 との接合面となる下面 8 C、及び基板 4 の上面 4 A に対して傾斜した内側面である傾斜面 8 A を有する。傾斜面 8 A には、半導体レーザ 6 から出射された光をリッド 10 の方向に反射する（図 1 の点線の矢印参照）反射面 2 4 を構成する反射膜

50

が形成されている。なお、リッド10の方向に反射された光とは、リッドへ向かう垂直上向きベクトル成分を含む任意の方向に進む反射光を意味する。

【0014】

側壁部8の上面8Bの全周に渡って、リッド10の下面10Aと気密に接合されている。同様に、側壁部8の下面8Cの全周に渡って、基板4の上面4Aと気密に接合されている。なお、後述するように、側壁部8の下面8C側または基板4の上面4A側に凹部Tが設けられている。図1に示す実施形態では、側壁部8の下面8C側に凹部Tが設けられている。これにより、凹部Tが設けられていない領域において、側壁部8の下面8C及び基板4の上面4Aが接合されている。

このような接合構造により、基板4及び側壁部8から構成されるパッケージに実装された半導体レーザ6(6R、6G、6B)を、リッド10により気密に封止することができる。よって、半導体レーザ6(6R、6G、6B)を気密に封止して耐久性を高めた、リッド10から光を取り出すことが可能な光源装置2を提供できる。なお、気密封止には、従来周知の不活性なガス、もしくは少なくとも酸素を含むガス、または乾燥空気などを用いることができる。特に窒化物系の半導体素子を用いる場合は、乾燥空気もしくは少なくとも酸素を含むガスを用いることで、劣化が防止されるため好ましい。

【0015】

図2に示す半導体レーザ6として、例えば、発振波長が紫外から緑色領域の窒化物半導体レーザを用いることが考えられ、蛍光体を用いた波長変換で、更に長波長の光も作り出して混色することもできる。ただし、これに限られるものではなく、半導体レーザ6として、赤色や赤外の半導体レーザを用いることもできる。

図3に示す半導体レーザ6Rとして、発振波長が赤色または赤外領域のGaAs系半導体レーザが用いられ、半導体レーザ6Gとして、発振波長が緑色領域の窒化物半導体レーザが用いられ、半導体レーザ6Bとして、発振波長が紫外線または青色領域の窒化物半導体レーザが用いられる。これにより、複数の半導体レーザ6R、6G、6Bが気密に封止された様々な用途に適用可能な光源装置2を提供できる。

【0016】

図2及び図3に示すように、パッケージを上方から見た平面視において、パッケージを構成する基板4は略長方形の形状を有し、側壁部8には、基板4とともに、半導体レーザ6(6R、6G、6B)が収納される凹構造を構成する4つの傾斜面8Aが形成されている。側壁部8の傾斜面8A及び上面8Bの境界となる4つの上辺が略長方形の形状を形成する。同様に、側壁部8の傾斜面8A及び基板4の境界である4つの下辺が略長方形の形状を形成する。よって、基板4及び側壁部8の4つの傾斜面8Aにより、上辺よりも下辺が短い下側が狭まった略四角錐台状の凹部が形成されている。

【0017】

本実施形態では、側壁部8が半導体レーザ6(6R、6G、6B)を囲むように形成され、傾斜面8Aに形成された反射面24が半導体レーザ6を囲むように形成されているので、半導体レーザ6から出射された光を効率的に反射して、光の取り出し効率を高めることができる。また、反射面24を有する側壁部8がパッケージの一部としても機能するため、光源装置2を小型化することができる。

【0018】

本実施形態では、平面視が略長方形の基板4及び側壁部8の4つの傾斜面8Aにより略四角錐台状の凹部が形成されているが、これに限られるものではなく、三角錐台、五角錐台以上の任意の多角錐台状の凹部や円錐台状の凹部の場合もあり得る。基板4の平面視形状も、正方形、三角形、五角形以上の多角形や円形であってもよい。また、本実施形態では、基板4の外縁側に側壁部8が形成され、基板4の外形と側壁部8の外形が一致しているが、これに限られるものではない。側壁部8が半導体レーザ6を囲むように形成されれば、基板4が側壁部8の外形の更に外側にまで伸びている場合もあり得る。また、1つの基板4に複数の側壁部8が形成されている場合もあり得る。

【0019】

本実施形態では、基板 4 及び側壁部 8 が個別の部材で形成されているので、それぞれの用途に応じた最適な材料を採用することができる。

本実施形態では、基板 4 が、窒化アルミニウム、アルミナ、アルミナジルコニア、窒化ケイ素等のセラミック材料から形成されている。基板をセラミック材料で形成することにより、コスト、強度、絶縁性に優れた絶縁基板を得ることができる。特に、セラミック材料を用いることにより、気密を取りながら導通ビアを容易に基板に形成することができる。ただし、基板 4 の材料としてセラミック材料に限られるものではなく、シリコン、樹脂材料、その他の単結晶、絶縁層を備えた金属材料等を用いることもできる。

【0020】

本実施形態では、側壁部 8 がシリコンから形成されている。この場合、正確な傾斜角度を有する反射面、例えば、異方性エッチングで単結晶シリコンの $\langle 100 \rangle$ 面をエッチングすると、 54.7° の角度を持った $\langle 111 \rangle$ 面が現れ、これを傾斜面 8A とすることができる。本実施形態では、側壁部 8 がシリコンから形成されるので、高い精度で所望の傾斜角を有する反射面を形成できる。

10

【0021】

更に、4つの傾斜面 8A のうち、半導体レーザから出射された光が直接入射する面 ($\langle 111 \rangle$ 面) が、基板 4 の上面 4A に対して 45° の角度となるように、側壁部 8 の上面 8B、下面 8C が $\langle 100 \rangle$ 面から 9.7° の角度が付くように切り出すことが好ましい。これにより、基板 4 の上面 4A に対して正確に 45° の傾斜角を有する反射面が得られるので、半導体レーザ 6 から出射された光を基板 4 の上面 4A に対して、正確に垂直な方向に反射させることができる。

20

【0022】

この場合、4つの傾斜面 8A のうち、半導体レーザ 6 から出射された光が直接入射する面以外の面は、基板 4 の上面 4A に対して 45° と異なる傾斜角を有する。つまり、側壁部 8A のうち、半導体レーザ 6 から出射された光が直接入射する面とその他の面で、基板 4 の上面 4A に対する傾斜角度が異なっている。

【0023】

ただし、側壁部 8 の材料は、シリコンに限られるものではなく、樹脂材料やその他のセラミック材料、絶縁層を備えた金属、ガラス等を用いることもできる。

【0024】

透光性を有するリッド 10 の材料として、本実施形態では、透光性を有するガラスが用いられているが、これに限られるものではなく、石英やサファイア等を用いることもできる。

30

【0025】

(本発明に係る側壁部の接合構造)

次に、図 4A 及び図 4B を参照しながら、固相拡散接合を用いた本発明に係る側壁部 8 の接合構造について説明する。金属材からなる接合層を用いて、固相拡散接合で基板 4 (104) 及び側壁部 8 (108) を接合するため、基板 4 (104) の下面 4B ($104B$) 側及びリッド 10 (110) を介して側壁部 8 (108) の上面 8B ($108B$) 側から圧縮加重が加えられる。

40

【0026】

ここで、図 4A は、本発明に係る側壁部 8 の接合構造において、接合層を介して基板 4 及び側壁部 8 を接合するため、基板 4 の下面 4B 側及びリッド 10 を介して側壁部 8 の上面 8B 側から圧縮加重が加えられた状態を模式的に示す側面断面図である。図 4B は、従来の側壁部 108 の接合構造において、接合層を介して基板 104 及び側壁部 108 を接合するため、基板 104 の下面 104B 側及びリッド 110 を介して側壁部 108 の上面 108B 側から圧縮加重が加えられた状態を模式的に示す側面断面図である。

【0027】

ここで、固相拡散接合とは、母材を密着させて加圧することにより接合面間に生じる原子の拡散を利用して接合する方法を意味する。図 4A、B では、荷重が加わることを模式的

50

に示す白抜き矢印が、荷重を受ける面の中央位置に示してある。

【0028】

本実施形態では、図4Aに示すように、上方から(Y軸マイナス方向)の平面視で、側壁部8の下面側において、傾斜面8Aに対応するその他の領域R2に、凹部平面8D及び凹部側面8Eで形成される凹部Tが設けられている。よって、側壁部8の下面は、上方から(Y軸マイナス方向)の平面視で、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられた下面8Cと、傾斜面8Aに対応するその他の領域R2に設けられた凹部平面8Dとで構成される。側壁部8の下面8Cと基板4の上面4Aとが接触して接合部Sを形成する。つまり、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に形成されている。

10

後述するように、基板4の上面4A側に凹部Tが設けられる場合もある。何れの場合においても、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、全周において、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられている。

【0029】

本実施形態では、接合部Sが側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられているので、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cを接合するために、基板4の下面4B側及びリッド10を介して側壁部8の上面8B側から圧縮荷重を加えても、基板4や側壁部8には、上下方向の圧縮応力がかかるだけであり、基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じる可能性は少ない。

【0030】

一方、従来の側壁部108の接合構造では、図4Bに示すように、接合部S'が、側壁部108の上面108Bに対応する領域R1'だけでなく、傾斜面である傾斜面108Aに対応するその他の領域R2'にも存在する。

20

【0031】

そのような場合、図4Bに模式的に示すように、領域R1'及びその他の領域R2'の境界から、X軸プラス方向に距離Lだけ離れた地点Q'では、その地点における圧縮荷重による分力をWとすると、 $M = L \times W$ の曲げモーメントがかかる。つまり、傾斜面108Aに対応するその他の領域R2'でも荷重が加わる場合には、基板104や側壁部108に曲げ応力がかかり、基板104や側壁部108に反りや曲り等が生じる可能性がある。

【0032】

更に、その他の領域R2'における側壁部108の高さ寸法H2は、側壁部108の高さ寸法H1に比べて小さいので強度的に弱く、基板104や側壁部108が変形する可能性が高くなる。

30

【0033】

以上のように、本発明の実施形態では、接合層を介して基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、全周において、上方からの平面視で側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられているので、基板4の下面4B側及び側壁部8の上面8B側から圧縮加重が加えられた場合であっても、基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じるのを抑制できる。

【0034】

特に、図4Aに示すような、接合層を介して基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、上方からの平面視で側壁部8の上面8Bが位置する領域にのみ設けられている場合には、基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じる可能性を特に効果的に抑制することができる。また、仮に、側壁部8の上面8Bのリッド10と接する領域が、上面8B全面より小さかったとしても、荷重印加時に大きな曲げ応力が生じる虞はないので、基板4や側壁部8の反りや曲り等の発生を抑制できる。

40

【0035】

更に、リッドと基板との固相拡散接合を行うため、加熱して、リッド10の上面10B及び基板4の下面4Bに圧縮荷重を加える必要があるが、上記のように基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じる可能性は少なく、固相拡散接合により、基板4及び側壁部8の間の

50

気密で堅固な接合を実現できる。

【0036】

上方からの平面視で「側壁部8の上面8Bに対応する領域R1」については、「側壁部8の上面8Bが位置する領域」と概略一致する場合だけでなく、「側壁部8の上面8Bが位置する領域」内の当該領域より小さい領域の場合もあり得る。更に、実質的に上記の作用効果を奏する範囲において、「側壁部8の上面8Bが位置する領域」に隣接した領域を一部含む場合もあり得る。

【0037】

例えば、上方からの平面視で、接合部Sの内側面(傾斜面)8A側の端部S1及び側壁部8の上面8Bが位置する領域の内側面(傾斜面)8A側の端部8B1の間の距離をLとし(図4Aの仮想線(二点鎖線)部分参照)、側壁部8の高さをH1とすると、高さH1に対するLの長さが0.4以下、つまり、H1上部とLの端部の点とを結んだ2辺のなす角度が25度よりも小さい程度であれば、図4Bを参照しながら説明した曲げモーメントも大きな値にはならず、側壁部の高さ寸法H2の減少による強度低下も少ないと考えられる。つまり、 $L/H1 < 0.4$ の関係を有する場合には、基板や側壁部に反りや曲り等が生じるのを十分に抑制できると考えられる。

10

【0038】

なお、図4Aでは、側壁部8の下面側に凹部Tが設けられているが、これに限られるものではなく、図6を用いて後述するように、基板4側に凹部Tが設けられている場合にも同様な作用効果を奏する。更に、側壁部8の下面側及び基板4の上面側の両方に凹部が設けられている場合にも、同様な作用効果を奏する。

20

【0039】

(第1の実施形態に係る側壁部の接合構造)

次に、図5を参照しながら、本発明の第1の実施形態に係る側壁部の接合構造を説明する。図5は、図1のAで示す領域を拡大して示した側面断面図であって、本発明の第1の実施形態に係る側壁部の接合構造を示す図である。

図5では、図1に比べ、更に、

- (1) 基板4及び側壁部8を気密に接合するために用いられる接合層である第1の接合層30(基板側)及び第2の接合層32(側壁部側)と、
- (2) 側壁部8の傾斜面8Aを反射面24として機能させるために形成された、金属膜である第1の反射膜20及び誘電体膜である第2の反射膜22と、
- (3) 側壁部8の上面8A及びリッド10の下面10Aを陽極接合するための接続層12と、

30

が示されている。

【0040】

<基板及び側壁部の接合>

本実施形態では、側壁部8の下面側に凹部平面8D及び凹部側面8Eから形成される凹部Tが設けられている。よって、側壁部8の下面側は、上方から(Y軸マイナス方向)の平面視で、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられた下面8Cと、傾斜面8Aに対応する領域R2に設けられた凹部平面8Eとで構成される。基板4の上面4Aと側壁部8の下面8Cとが接して接合部Sが形成される。つまり、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に形成されている。接合部Sの幅としては0.1mm以上が好ましく、より好ましくは0.35mm以上である。接合部Sの高さ、つまりは、凹部Tの凹み量は0.1~50µmが好ましく、より好ましくは1~20µmである。

40

【0041】

本実施形態では、基板4の上面4Aであって側壁部8の下面8Cに対向する領域に、金属膜である第1の接合層30が形成され、側壁部8の下面8Cには、金属膜である第2の接合層32が形成されている。そして、基板4の下面4B側及びリッド10を介して側壁部8の上面8B側から圧縮荷重を加えることにより、第1の接合層30及び第2の接合層3

50

2を固相拡散接合で接合することができる。固相拡散接合時に、基板4の下面4B側及び側壁部8の上面8B側から圧縮荷重が加えられても、基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じることを抑制できる。

【0042】

基板4の上面4Aの側壁部8の取り付け領域に形成された第1の接合層30として、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)及びクロム(Cr)の何れかを含む膜からなる第1層、及び白金(Pt)を含む膜からなる第2層(第2層がない場合もあり得る)から構成される層と、その上の金(Au)を含む膜からなる第3層(接合層)とで構成された積層膜を例示できる。

【0043】

側壁部8の下面8Cに形成された第2の接合層32として、第1の接合層30と同様に、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)及びクロム(Cr)の何れかを含む膜からなる第1層、及び白金(Pt)を含む膜からなる第2層(第2層がない場合もあり得る)から構成される層と、その上の金(Au)を含む膜からなる第3層(接合層)とで構成された積層膜を例示できる。

なお、これらの接合層30、32の総厚として、0.3~2μm程度を例示することができる。

【0044】

第1の接合層30において、第1層及び第2層により、第3層(接合層)を基板4に適切に接合することができ、第2の接合層32において、第1層及び第2層により、第3層(接合層)を側壁部8に適切に接合することができる。そして、基板4側に形成された第1の接合層30の第3層(接合層)及び側壁部8側に形成された第2の接合層32の第3層(接合層)が、金(Au)及び金(Au)間の固相拡散で接合されるので、基板4及び側壁部8間の堅固な接合が実現できる。

【0045】

本実施形態では、側壁部8の下面側に凹部Tが設けられているので、接合部以外にダスト等が付着した場合であっても接合への影響を抑制することができる。また、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sの位置が、反射面24となる側壁部8の傾斜面8Aの下端部Pから離れているので、接合時に反射面24となる傾斜面8Aが損傷するのを防ぐことができる。

【0046】

一般的に、光源装置2を二次実装する際に使用されることの多い鉛フリー半田の融点は220前後である。第1の接合層30及び第2の接合層32における接合後の融点を、二次実装で用いる半田の融点より高くすることにより二次実装時に熔融することなく、基板4及び側壁部8の長期間安定した強固な接合構造が得られる。

【0047】

<反射膜>

側壁部8の傾斜面8Aには、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)及びクロム(Cr)の何れかを含む膜からなる第1層、及び白金(Pt)を含む膜からなる第2層(第1層、第2層がない場合もあり得る)から構成される層と、その上の銀(Ag)を含む膜からなる第3層(反射層)とで構成された第1の反射膜(金属膜)20が形成されている。第1の反射膜(金属膜)20の厚みとして、0.3~2μm程度を例示することができる。

本実施形態では、第1の反射膜(金属膜)20として銀を含む膜が形成されているので、高い反射率の反射面24が得られる。第3層として、銀(Ag)に限られるものではなく、例えば、アルミニウム(Al)を含む金属膜を用いることもできる。

【0048】

本実施形態では更に、第1の反射膜(金属膜)20の上に、二酸化ケイ素(SiO₂)や二酸化チタン(TiO₂)などからなる誘電体膜である第2の反射膜22が形成されている。第2の反射膜(誘電体膜)22は、単層の場合もあり得るし、屈折率の異なる層を積層させた多層膜の場合もあり得る。第2の反射膜(誘電体膜)22は、積層する材料及

10

20

30

40

50

び膜厚を適切に設定することにより、優れた反射膜として機能させることができる。ここでは、反射膜として機能する第2の反射膜（誘電体膜）22により、反射面24の反射率を効果的に高めることができる。

【0049】

本実施形態では、反射膜が、第1の反射膜（金属膜）20及び第2の反射膜（誘電体膜）22から形成されている。よって、第2の反射膜（誘電体膜）22の外表面が反射面24を構成している。ただし、これに限られるものではなく、誘電体膜が設けられておらず、金属膜の外表面が反射面を構成する場合もあり得るし、金属膜も設けられておらず、側壁部の傾斜面自体が反射面を構成する場合もあり得る。

【0050】

以上のように、側壁部8の傾斜面8Aに、反射膜として、銀（Ag）またはアルミニウム（Al）を含む第1の反射膜（金属膜）20及び誘電体膜である第2の反射膜22が設けられているので、高い反射率の反射面24が得られる。

【0051】

<側壁部及びリッドの接合>

次に、側壁部8の上面8B及びリッド10の下面10Aの接合について説明する。

本実施形態では、側壁部8の上面Bに、アルミニウムまたはアルミニウム合金から構成される接続層12が形成されている。また、リッド10の上面10Bに反射防止膜（誘電体膜）26が形成されている。更に、リッド10の下面10Aの側壁部8の上面8Bと対向する領域を除く領域に反射防止膜（誘電体膜）28が形成されている。

【0052】

そして、接続層12及びリッド10の下面10Aが陽極接合されている。陽極接合は、ガラス及び金属またはガラス及びシリコンを接触させて加熱することでガラス内部に存在するイオンを活性化させた後に、金属またはシリコン側、つまりは側壁部8側を陽極として、両者の間に所定の電圧を加えることでイオンを移動させて接合を行うものである。この陽極接合により、ガラスと金属、ガラスとシリコンという大きく性質の異なる材料どうしを、半田や接着剤のような介在物を用いることなく接合することができる。

以上のように、接続層12及びリッド10が陽極接合で接合されるので、気密性の高い堅固な接続が可能になる。

【0053】

（第2の実施形態に係る側壁部の接合構造の説明）

次に、図6を参照しながら、本発明の第2の実施形態に係る側壁部の接合構造を説明する。図6は、図1のAで示す領域を拡大して示した側面断面図であって、本発明の第2の実施形態に係る側壁部の接合構造を示す図である。

【0054】

第2の実施形態では、側壁部8側に凹部が設けられておらず、側壁部8は一樣な下面8Cを有する。一方、基板4の上面側に、凹部平面4C及び凹部側面4Dから形成される凹部Tが設けられている。

よって、基板4の上面側は、上方から（Y軸マイナス方向）の平面視で、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に設けられた上面4Aと、傾斜面8Aに対応するその他の領域R2を含む領域に設けられた凹部平面4Cとで構成される。この上面4Aと側壁部8の下面8Cとが接して接合部Sが形成される。つまり、基板4の上面4A及び側壁部8の下面8Cが接する接合部Sが、側壁部8の上面8Bに対応する領域R1に形成されている。

【0055】

本実施形態でも、基板4の上面4Aに金属膜である第1の接合層30が形成され、側壁部8の下面8Cであって基板4の上面4Aに対向する領域に、金属膜である第2の接合層32が形成されている。そして、基板4の下面4B側及び側壁部8の上面8B側から圧縮荷重を加えることにより、第1の接合層30及び第2の接合層32を固相拡散接合で接合することができる。固相拡散接合時に、基板4の下面4B側及び側壁部8の上面8B側から圧縮荷重が加えられても、基板4や側壁部8に反りや曲り等が生じることを抑制できる。

10

20

30

40

50

また、本実施形態では、凹部平面 4 C 上に半導体レーザが載置されている。

【 0 0 5 6 】

第 1 の接合層 3 0、第 2 の接合層 3 2、反射面 2 4、側壁部 8 及びリッド 1 0 の接合をはじめとするその他の事項については、上記の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造と同様なので、更なる説明は省略する。

【 0 0 5 7 】

以上のように、接合部 S に隣接して、基板 4 の上面または側壁部 8 の下面の少なくとも一方に凹部 T を備えることにより、仮に凹部 T にダスト等が存在しても、ダスト等による接合阻害を抑制することができるので、堅固な接合が実現できる。

【 0 0 5 8 】

また、側壁部 8 または基板 4 に設けられる凹部 T の凹み量は、 $1 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。凹部の凹み量をこの範囲に設定することにより、凹部 T 上のダストによる接合阻害を抑制することができる。

なお、仮に、側壁部 8 の外面 8 F が傾斜している場合には、側壁部 8 の下面側の傾斜面に対応する領域に凹部を設けるのが好ましい。

【 0 0 5 9 】

(1 つの実施形態に係る光源装置の製造方法)

次に、図 7 A から図 7 E を参照しながら、上記の 1 つの実施形態に係る光源装置の製造方法の一例を示す。図 7 A ~ 図 7 E は、本発明の第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する光源装置の製造方法の一例における各工程を示す模式図である。図 7 A ~ 図 7 E では、図 5 に示す第 1 の実施形態に係る側壁部の接合構造を有する場合を例にとって説明するが、図 6 に示す第 2 の実施形態に係る側壁部の接合構造の場合も同様に製造することができる。

【 0 0 6 0 】

図 7 A に示すように、シリコンからなる基板にパターニング等で配線層が形成された、半導体レーザの正極及び負極と電気的に繋がる配線層を有する基板 4 を準備する。そして、基板 4 の上面 4 A の側壁部 8 の取り付け領域を除く領域にマスクを施して、スパッタリングまたは蒸着で、チタン (T i) 等を含む膜からなる第 1 層を形成し、その上に白金 (P t) を含む膜からなる第 2 層を積層し、その上に金 (A u) を含む膜からなる第 3 層を積層する。これにより、第 1 層及び第 2 層からなる層と、接合層である第 3 層とから構成される第 1 の接合層 3 0 を形成することができる。

【 0 0 6 1 】

ただし、上記のプロセスに限られるものではなく、第 2 層の層を形成せず、スパッタリングまたは蒸着により、金 (A u) を含む膜からなる第 3 層だけを第 1 層上に形成することもできる。また、形成方法も、スパッタリングや蒸着だけではなく、メッキや印刷などの方法も使用することができる。

【 0 0 6 2 】

次に、図 7 B に示すように、シリコンの異方性エッチングにより、傾斜した傾斜面 8 A を有する側壁部 8 を準備する。このとき、4 つの傾斜面 8 A のうち、半導体レーザから出射された光が直接入射する面 ($\langle 111 \rangle$ 面) が、基板 4 の上面に対して 45° の角度となるように、側壁部 8 の上面 8 B、下面 8 C が $\langle 100 \rangle$ 面から 9.7° の角度が付つくように切り出すことが好ましい。これにより、基板 4 の上面 4 A に対して正確に 45° の傾斜角を有する反射面が得られるので、半導体レーザ 6 から出射された光を基板 4 の上面 4 A に対して、正確に垂直な方向に反射させることができる。

【 0 0 6 3 】

なお、傾斜面は異方性エッチング以外の方法によって形成されていてもよい。また、側壁部 8 の下面側に凹部 T が形成されている。そして、側壁部 8 の傾斜面 8 A を除く領域にマスクを施して、スパッタリングまたは蒸着で、チタン (T i) 等を含む膜からなる第 1 層を形成し、その上に白金 (P t) を含む膜からなる第 2 層を積層し、その上に銀 (A g) を含む膜からなる第 3 層を積層する。これにより、第 1 層及び第 2 層からなる層と、反射

10

20

30

40

50

層である第3層とから構成される第1の反射膜（金属膜）20を形成することができる。ただし、上記のプロセスに限られるものではなく、第2層の層を形成せず、スパッタリングまたは蒸着により、銀（Ag）を含む膜からなる第3層だけを第1層上に形成することもできる。

【0064】

更に、スパッタリングまたは蒸着で、第1の反射膜（金属膜）20の上に誘電体膜を形成する。これにより、側壁部8の傾斜面8Aに形成された第1の反射膜（金属膜）20の上に反射率を向上させる第2の反射膜（誘電体膜）22を形成することができる。

【0065】

これに引き続いて、図7Cに示すように、基板4との接合面となる側壁部8の下面8Cを除く領域にマスクを施して、スパッタリングまたは蒸着で、チタン（Ti）等を含む膜からなる第1層を形成し、その上に白金（Pt）を含む膜からなる第2層を積層し、その上に金（Au）を含む膜からなる第3層を積層する。第1層及び第2層からなる層と、接合層である3層とから構成される第2の接合層32を形成することができる。

10

ただし、上記のプロセスに限られるものではなく、第2層の層を形成せず、スパッタリングまたは蒸着により、金（Au）を含む膜からなる第3層だけを第1層上に形成することもできる。

【0066】

更に、側壁部8の上面8Bの接続層12の形成領域を除く領域にマスクを施して、スパッタリングまたは蒸着で、アルミニウムまたはアルミニウム合金から構成される接続層12

20

を形成する。これにより、側壁部8の上面8Bに接続層12を形成することができる。ただし、上記のプロセスに限られるものではなく、接合層30、32の製造プロセスと同様に、第1層を側壁部8の上面8Bに形成した後、その上に接続層12を形成することもできる。

【0067】

更に、図7Cに示すように、ガラスからなるリッド10を準備し、スパッタリングや蒸着により、リッド10の上面10Bに反射防止膜（誘電体膜）26を形成する。更に、側壁部8の上面8Bと対向する領域を除く領域に、スパッタリングや蒸着により、リッド10の下面10Aに反射防止膜（誘電体膜）28を形成する。

【0068】

そして、側壁部8に形成された接続層12の上面12A及びリッド10の下面10Aを接触させた状態で加熱し、接続層12側を陽極として、両者の間に所定の電圧を加えることにより、陽極接合を行う。これにより、接続層12及びリッド10の気密性の高い接合構造が得られる。

30

【0069】

なお、図7A～図7Eでは、1つの光源装置の製造方法を示しているが、基板4や側壁部8が複数連結された状態で製造し、適当なところで分割してもよい。これにより複数の光源装置を効率よく製造することができる。この場合、図7Aに示すように、基板4の上面4Aの端部から一定の範囲で第1の接合層30が形成されていない領域が設けられている。同様に、図7Cに示すように、側壁部8の下面8Cの端部から一定の範囲で第2の接合層32が形成されていない領域が設けられ、側壁部8の上面8Bの端部から一定の範囲で接続層12が形成されていない領域が設けられている。これは、後の個片化の工程で、ダイシング等により金属パターンである第1の接合層30、第2の接合層32、接続層12等が損傷するのを防ぐために設けられている。

40

【0070】

次に、図7Dに示すように、このパッケージの基板4上に半導体レーザ6を実装する。実装方法の一例として、半導体レーザ6の底面側のn電極及び基板4に設けられた配線層をパンプ等の接合部材を介して接合し、半導体レーザ6の上面側のp電極及び基板4に設けられた配線層をワイヤボンディングすることが挙げられる。また、他の一例としては、同一面側にn電極及びp電極を有する半導体レーザ6を用いて、n電極及びp電極の双方と

50

配線層とを接合部材を介して接合してもよい。

また、半導体レーザ 6 は、サブマウントを介して基板 4 上に実装することもできる。サブマウントは、典型的には、電気絶縁性が高く、熱伝導率の高い材質である。例えば、窒化アルミニウムや炭化ケイ素が挙げられる。

【0071】

次に、図 7 E に示すように、基板 4 に形成された第 1 の接合層 3 0 の接合面、及び側壁部 8 の下面に形成された第 2 の接合層 3 2 の接合面の間を接触させた状態で加熱し、基板 4 の下面 4 B 側及びリッド 1 0 を介して側壁部 8 の上面 8 B 側から圧縮荷重を加えることによって、第 1 の接合層の第 3 層（接合層）及び第 2 の接合層 3 2 の第 3 層（接合層）の間を、金（Au）及び金（Au）の固相拡散接合で接合する。固相拡散接合のために加える単位面積当たりの圧縮荷重として、20～40MPa を例示することができる。ただし、これに限られるものではなく、接触部分の大きさや接合金属の種類等に応じて、任意の圧縮荷重を適用することができる。

10

【0072】

以上のような製造プロセスにより、図 1 に示すような、半導体レーザ 6 がパッケージ内に気密に封止された光源装置 2 を製造することができる。

なお、図 7 D に示す工程は、図 7 A に示す工程の後であって、図 7 E に示す工程の前であれば、図 7 B、C の工程とは個別に、任意のタイミングで行うことができる。更に、上記の製造プロセスの各工程の順番は任意に変更することができる。このとき、後の工程により先の工程の材料が溶融しないようにするため、融点の高いものを先につけるように各工程の順番を定めるのが好ましい。

20

【0073】

上記の実施形態では、基板及び側壁部を固相拡散接合により接合する場合を例にとって説明したが、これに限られるものではなく、第 1 の接合層及び第 2 の接合層の間を AuSn のような接合部材を介して接合する場合であっても、基板の下面側及び側壁部の上面側から圧縮（例えば、1.5MPa 以上の圧縮荷重）を加えることがある。よって、固相拡散接合以外の接合方法を用いる光源装置においても、上記の実施形態に掛かる側壁部の接合構造を有効に適用することができる。

【0074】

上記の実施形態では、陽極接合を用いて、接続層 1 2 及びリッド 1 0 を接合しているが、これに限られるものではなく、溶接、半田付け、接着をはじめとするその他の接合手段を用いることもできる。この場合には、接続層 1 2 の材料として、アルミニウムやチタン以外の金属材料や、樹脂材料、セラミック材料等を用いることもできる。

30

また、半導体レーザ 6 が収納される凹部内に、フォトダイオードやツェナーダイオードが収納されていてもよい。

【0075】

本発明の実施の形態、実施の態様を説明したが、開示内容は構成の細部において変化してもよく、実施の形態、実施の態様における要素の組合せや順序の変化等は請求された本発明の範囲および思想を逸脱することなく実現し得るものである。

【符号の説明】

40

【0076】

2	光源装置
4	基板
4 A	基板の上面
4 B	基板の下面
4 C	凹部平面
4 D	凹部側面
6	半導体レーザ
8	側壁部
8 A	傾斜面（内側面）

50

- 8 B 側壁部の上面
- 8 B 1 側壁部の端部
- 8 C 側壁部の下面
- 8 D 凹部平面
- 8 E 凹部側面
- 8 F 外面
- 1 0 リッド
- 1 0 A リッドの下面
- 1 0 B リッドの上面
- 1 2 接続層
- 1 2 A 接続層の上面
- 2 0 第1の反射膜（金属膜）
- 2 2 第2の反射膜（誘電体膜）
- 2 4 反射面
- 3 0 第1の接合層
- 3 2 第2の接合層
- 1 0 2 光源装置
- 1 0 4 基板
- 1 0 4 A 基板の上面
- 1 0 8 側壁部
- 1 0 8 A 傾斜面（内側面）
- 1 0 8 B 側壁部の上面
- 1 0 8 C 側壁部の下面
- 1 1 0 リッド
- 1 1 0 A リッドの下面
- 1 1 0 B リッドの上面
- P 傾斜面の下端部
- Q ' その他の領域内の地点
- R 1、R 1 ' 側壁部の上面に対応する領域
- R 2、R 2 ' その他の領域
- S、S ' 接合部
- S 1 端部
- T 凹部

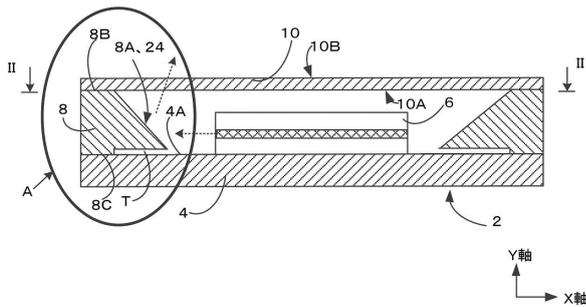
10

20

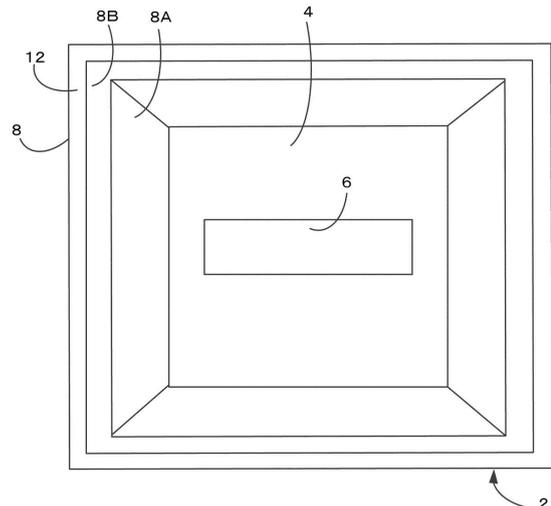
30

【図面】

【図 1】



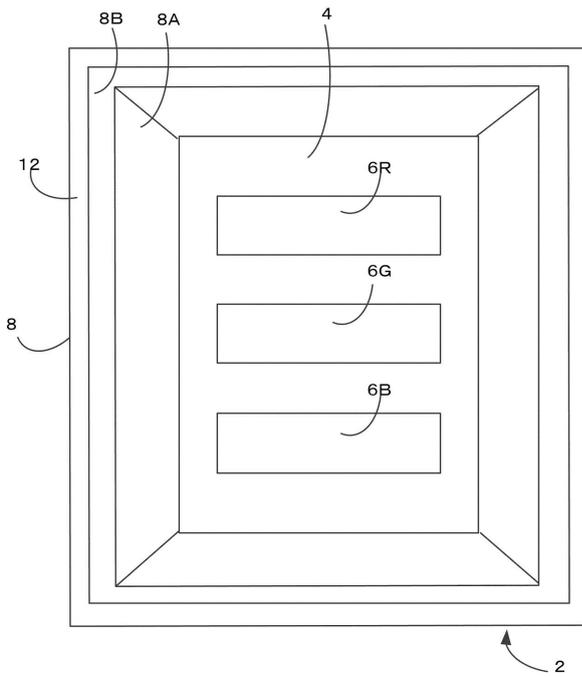
【図 2】



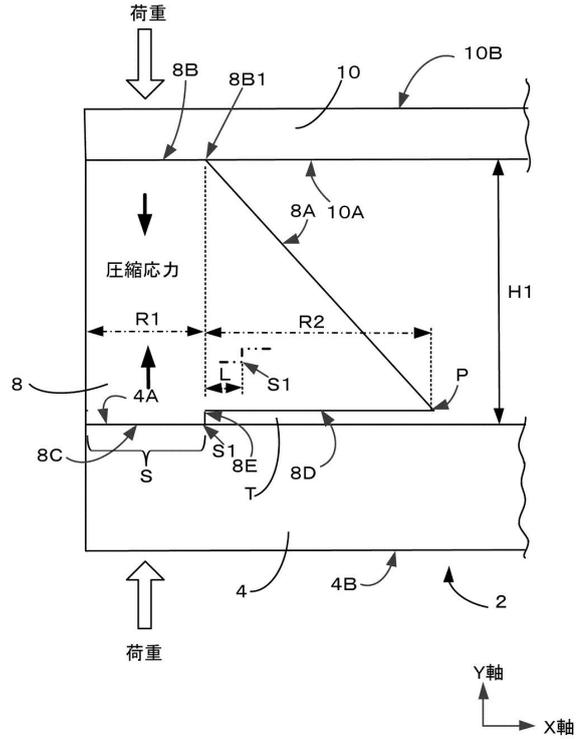
40

50

【図3】



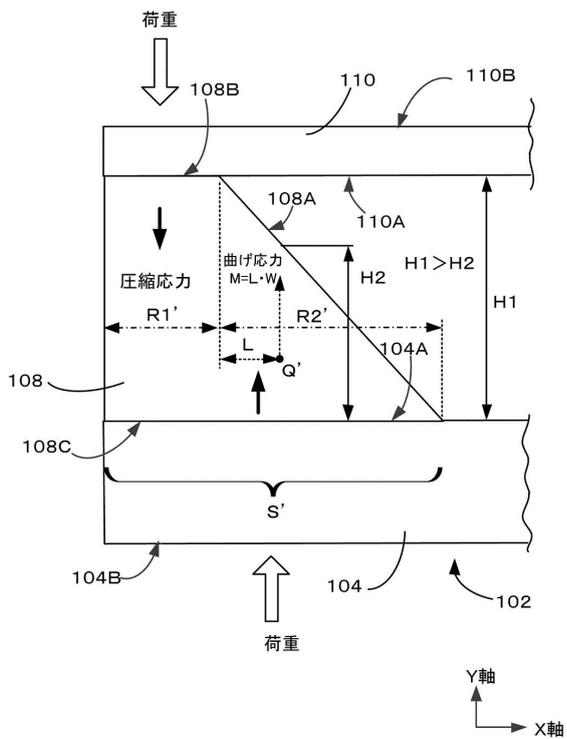
【図4A】



10

20

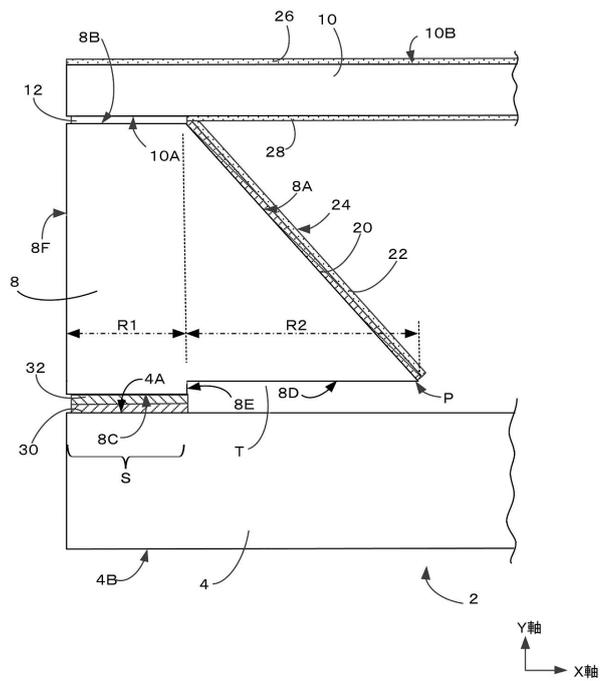
【図4B】



30

40

【図5】



50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-289106(JP,A)
特開2006-324658(JP,A)
特開2005-183558(JP,A)
特開2014-022530(JP,A)
特開2004-031708(JP,A)
特開2011-023421(JP,A)
特開2007-281061(JP,A)
特開2010-110809(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0142829(US,A1)
米国特許第05761350(US,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01S 5/00 - 5/50
H01L 33/00 - 33/64