

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-283064
(P2008-283064A)

(43) 公開日 平成20年11月20日(2008.11.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1S 5/024 (2006.01)	HO1S 5/024	5F136
HO1L 23/373 (2006.01)	HO1L 23/36 M	5F173

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-127063 (P2007-127063)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成19年5月11日 (2007.5.11)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
		(72) 発明者	若林 和弥 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	長沼 香 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

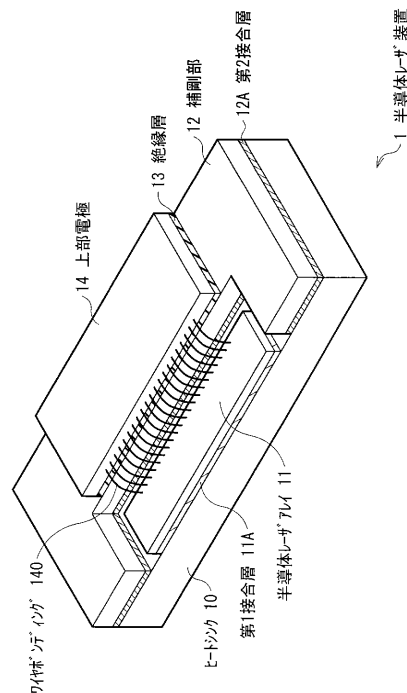
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】歩留りを向上させると共に良好なレーザ特性を維持することが可能な半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】半導体レーザ装置1は、ヒートシンク10上に、半導体レーザアレイ11と、補剛部12と、絶縁層13と、電極部材14とを備える。補剛部12は、ヒートシンク10上の半導体レーザアレイ11とは異なる領域に設けられ、ヒートシンク10よりも線膨張係数の小さい材料で構成されている。半導体レーザアレイ11のヒートシンク10への接合時や高温動作時において、半導体レーザアレイ11からヒートシンク10への熱伝導を妨げられることなく、ヒートシンク10から半導体レーザアレイ11へかかる熱応力が軽減される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放熱部材と、
前記放熱部材の一の領域に設けられた半導体レーザ素子と、
前記放熱部材の他の領域の少なくとも一部に設けられ、前記放熱部材よりも線膨張係数の小さな材料から構成されている補剛部とを備えた
ことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記補剛部は、前記半導体レーザ素子よりも線膨張係数の小さな材料により構成されている

10

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記放熱部材と前記補剛部と前記半導体レーザ素子とからなる結合体の線膨張係数を α_0 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、前記放熱部材を構成する材料の線膨張係数を α_1 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、前記補剛部を構成する材料の線膨張係数を α_2 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、前記放熱部材の体積を V_1 、前記補剛部の体積を V_2 としたとき、

前記線膨張係数 α_0 は以下の式 (1) を満足する

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

$$\alpha_0 = (\alpha_1 \cdot V_1 + \alpha_2 \cdot V_2) / (V_1 + V_2) \quad \dots \dots (1)$$

20

【請求項 4】

前記線膨張係数 α_0 が以下の式 (2) を満足する

ことを特徴とする請求項 3 記載の半導体レーザ装置。

$$\alpha_0 \leq \alpha_2 \quad \dots \dots (2)$$

【請求項 5】

前記放熱部材と前記半導体レーザ素子との間に第 1 の接合層、前記放熱部材と前記補剛部との間に第 2 の接合層とを備え、

前記第 1 の接合層を構成する材料の融点が前記第 2 の接合層を構成する材料の融点よりも低くなっている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】

前記第 1 の接合層が、金 (Au) およびスズ (Sn) を含む材料により構成され、前記第 2 の接合層がスズと銀 (Ag) を含む材料により構成されている

ことを特徴とする請求項 5 記載の半導体レーザ装置。

30

【請求項 7】

前記半導体レーザ素子が複数の発光領域を並列に配置してなる半導体レーザアレイである

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】

前記補剛部は、前記半導体レーザアレイの長手方向において、前記半導体レーザアレイの幅と等しい、もしくは前記半導体レーザアレイの幅よりも大きな幅を有する

ことを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ装置。

40

【請求項 9】

前記補剛部は、前記半導体レーザアレイの長手方向において、前記放熱部材と等しい幅を有する

ことを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 10】

前記半導体レーザ素子と前記補剛部とは、前記放熱部材の同一面内に設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 11】

前記補剛部は、前記半導体レーザアレイが形成されている領域を囲むように設けられて

50

いる

ことを特徴とする請求項 10 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 12】

前記半導体レーザアレイは矩形状であり、

前記補剛部は、前記半導体レーザアレイの発光面を除く 3 つの側面のそれぞれに平行な 3 つの側面を有する

ことを特徴とする請求項 11 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 13】

前記補剛部は、前記 3 つの側面の角部に弯曲部を有する

ことを特徴とする請求項 12 記載の半導体レーザ装置。

10

【請求項 14】

前記放熱部材よりも線膨張係数の大きい材料で構成されている他の補剛部を備え、

前記他の補剛部は、前記放熱部材の前記半導体レーザ素子の設けられた面に垂直な面に隣接して設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【請求項 15】

前記補剛部は、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、ニッケル (Ni)、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、鉄 (Fe)、クロム (Cr)、コバルト (Co) およびビスマス (Bi) のうち少なくとも 1 種を含んで構成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

20

【請求項 16】

前記補剛部は、酸化ケイ素 (SiO₂)、ダイヤモンド (C)、窒化アルミニウム (AlN)、炭化ケイ素 (SiC) あるいは酸化マグネシウム (MgO) を含む材料により構成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートシンクなどの放熱部材上に実装された半導体レーザ素子からなる半導体レーザ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、半導体レーザが使用されている応用機器において、発熱に関する問題が深刻となっており半導体レーザの多方面にわたる利用を制限している。この問題は、半導体レーザの単位面積あたりの大きな発生熱と関連しており、熱循環によって、半導体レーザ内部の温度が上昇することで、発光出力、発光効率および寿命の低下、さらには発振波長の長波長化を招く要因となる。

【0003】

このため、半導体レーザの排熱効率を大きくするために、半導体レーザを熱伝導率の高いヒートシンクに接合する手法が用いられている。ところが、ヒートシンクと半導体レーザとは、その線膨張係数の差が大きいため、実装時や高温動作時に大きな熱応力が発生する。特に、脆弱な GaAs 基板上に形成される半導体レーザアレイなどは、この熱応力に耐えることができずに破壊されてしまうことがある。

40

【特許文献 1】特開平 01 - 135088 号公報

【特許文献 2】特開昭 63 - 141386 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 68765 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そこで、半導体レーザとヒートシンクとの間に応力を緩和させるためのサブマウントを

50

介在させる技術が提案されている（例えば、特許文献 1，2）。また、特許文献 3 には、ヒートシンクと半導体レーザとを、金属粒子を複数混入させたはんだを用いて接合することにより、応力を吸収させる技術が提案されている。

【0005】

しかしながら、上記特許文献の構成では、ヒートシンクに直接半導体レーザを接合した場合に比べて熱伝導性が悪くなる。このため、特にアレイレーザのように大きな熱が発生する場合には排熱が不十分となり、熱応力によってレーザ特性が悪化し、またレーザ自体が破壊されることにより歩留りが低下するという問題があった。

【0006】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、歩留りを向上させると共に良好なレーザ特性を維持することが可能な半導体レーザ装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の半導体レーザ装置は、放熱部材と、放熱部材の一の領域に設けられた半導体レーザ素子と、放熱部材の他の領域の少なくとも一部に設けられ、放熱部材よりも線膨張係数の小さな材料から構成されている補剛部とを備えたものである。

【0008】

本発明の半導体レーザ装置では、放熱部材の半導体レーザ素子と対向しない領域に、放熱部材よりも線膨張係数の小さな補剛部が設けられていることにより、温度変化に起因して生じる放熱部材の膨張や収縮が緩和される。よって、放熱部材から半導体レーザ素子へかかる熱応力が軽減される。また、放熱部材上に半導体レーザ素子が補剛部を介在させることなく設けられていることにより、補剛部によって半導体レーザ素子から放熱部材への熱伝導が妨げられることはない。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明の半導体レーザ装置によれば、放熱部材と、放熱部材の一の領域に設けられた半導体レーザ素子と、放熱部材の他の領域の少なくとも一部に設けられると共に、放熱部材よりも線膨張係数の小さな材料から構成されている補剛部とを備えるようにしたので、半導体レーザ素子から放熱部材への熱伝導を妨げることなく、放熱部材から半導体レーザ素子へかかる熱応力が軽減される。よって、歩留りを向上させると共に良好なレーザ特性を維持することが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0011】

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る半導体レーザ装置 1 の概略構成を表す斜視図である。半導体レーザ装置 1 は、ヒートシンク 10 上に、半導体レーザアレイ 11 と、補剛部 12 と、絶縁層 13 と、電極部材 14 とを備えている。ヒートシンク 10 上において、半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とは、互いに異なる領域に設けられている。

40

【0012】

ヒートシンク 10 は、半導体レーザアレイ 10 の排熱効果を高めるものであり、熱伝導性を有する材料、例えば銅（Cu）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）などの単体材料やこれらの合金などの複合材料、例えば、銅タングステン合金（Cu-W）、銅モリブデン合金（Cu-Mo）、窒化アルミニウム（AlN）、炭化ケイ素（SiC）などにより構成されている。但し、熱伝導性の観点から銅単体および銅を含む合金によって構成されていることが好ましい。また、ヒートシンク 10 の厚みは、例えば 3.0 mm ~ 10.0 mm となっている。なお、ヒートシンク 10 の表面（半導体レーザアレイ 10 が設けられる面）は、半導体レーザアレイ 11 に対する電気伝導性を高めるために、例えば金（Au）などから構成される薄膜（図示せず）によって被覆され

50

ている。

【0013】

半導体レーザアレイ11は、ヒートシンク10上に、第1接合層10Aを介して設けられている。半導体レーザアレイ11は、複数の発光領域がアレイ状に配列してなる半導体レーザ素子であり、電極部材14と電氣的に接続されて構成されている。半導体レーザアレイ11は、その長軸方向の幅が例えば10mm、共振器長が例えば200 μ m~1.5mm、厚みが例えば100 μ mとなっている。以下では、半導体レーザアレイ11の長軸方向を単に長軸方向として説明する。

【0014】

この半導体レーザアレイ11は、例えば、ガリウム砒素(GaAs)よりなる基板上に、活性層を含む半導体層が形成されたものである。半導体層は、例えば下部クラッド層、活性層、上部クラッド層、電流注入層などが積層したものであり、例えばAlGaInP系化合物半導体より構成されている。なお、ここでいうAlGaInP系化合物半導体とは、アルミニウム(Al)およびガリウム(Ga)の少なくとも一方とインジウム(In)およびリン(P)の少なくとも一方とを含む四元系半導体のことであり、例えばAlGaInP混晶、GaInP混晶またはAlInP混晶などが挙げられる。これらは、必要に応じてケイ素(Si)またはセレン(Se)などのn型不純物、または、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)または炭素(C)などのp型不純物を含有している。このような構成により、例えば630 μ m~690 μ mに発振波長を有する赤色光を発光する。なお、半導体レーザアレイ11の一对の端面に垂直な面のうちの面が発光面となっている。また、この半導体レーザアレイ11の表裏にはp側電極あるいはn側電極が形成されている。

10

20

【0015】

補剛部12は、ヒートシンク10上に、第2接合層12Aを介して設けられている。この補剛部12は、ヒートシンク10よりも線膨張係数の小さい材料により構成され、好ましくは、ヒートシンク10および半導体レーザアレイ11のGaAs基板よりも線膨張係数の小さい材料により構成されている。ここで、表1に、ヒートシンク10、補剛部12の材料として想定できる材料の線膨張係数を示す。補剛部12を構成する材料は、ヒートシンク10の構成材料によって決定されるものであるが、例えば、ヒートシンク10として銅を用いる場合には、ダイヤモンド(C)、タンゲステン、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、クロム、白金、酸化マグネシウム、アンチモン、鉄、コバルト、ニッケル、ビスマスなどを用いることができる。

30

【0016】

【表 1】

材料名	線膨張係数($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
無水ケイ酸(SiO_2)	0.5
ダイヤモンド(C)	1.1
パイレックスガラス	3.2
タンゲステン(W)	4.3
窒化アルミニウム(AlN)	4.5
炭化ケイ素(SiC)	6.6
クロム(Cr)	6.8
硬質ガラス	8.5
白金(Pt)	9.0
酸化マグネシウム(MgO)	9.7
アンチモン(Sb)	12
鉄(Fe, ステンレス合金含む)	10~18
コバルト(Co)	12.4
ニッケル(Ni)	12.8
ビスマス(Bi)	13.3
金(Au)	14.3
銅(Cu)	16.8
アルミニウム(Al)	23(25)

10

20

30

【0017】

また、補剛部 12 は、長軸方向の幅が半導体レーザアレイ 11 の長軸方向の幅よりも大きな幅で設けられることが好ましい。より好ましくは、ヒートシンク 10 の長軸方向の幅と等しくなるように設けられる。例えば、半導体レーザアレイ 11 が形成された領域を囲むように形成され、半導体レーザアレイ 11 の発光面を除く 3 側面に平行な側面を有しており、例えばコの字型となっている。この補剛部 12 の厚み（体積）は、後述の系全体の線膨張係数 0 によって最適化される。

40

【0018】

第 1 接合層 11A および第 2 接合層 12A は、例えば、はんだ等の接合用金属により構成されている。また、第 1 接合層 11A の融点が第 2 接合層の融点よりも低くなっていることが好ましい。例えば、第 1 接合層 11A が銀およびスズを含む合金、第 2 接合層 12A が金およびスズを含む合金から構成されている。

【0019】

絶縁層 13 は、例えば補剛部 12 と後述の電極部材 14 との間に設けられ補剛部 12 と電極部材 14 との電気的な絶縁を確保するためのものである。絶縁層 13 は、例えばガラスエポキシ樹脂などの絶縁材料によって構成され、厚みは、例えば 0.5 mm ~ 1.0 mm

50

mである。

【0020】

電極部材14は、例えば、金などが被膜された銅により構成されており、厚みは例えば1.0mm~3.0mmである。この電極部材14は、その一端がワイヤボンディング140を介して半導体レーザアレイ11と電氣的に接続されていると共に、他端が図示しない単一電源に接続されている。

【0021】

このような構成において、ヒートシンク10を構成する材料の線膨張係数を α_1 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、補剛部12を構成する材料の線膨張係数を α_2 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、ヒートシンク10の体積を V_1 、補剛部12の体積を V_2 とし、ヒートシンク10と半導体レーザアレイ11と補剛部12とからなる結合体(以下、単に系という。)の線膨張係数を α_0 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)としたとき、線膨張係数 α_0 は以下の式(1)によって求めることができる。

$$\alpha_0 = (V_1 \cdot \alpha_1 + V_2 \cdot \alpha_2) / (V_1 + V_2) \quad \dots \dots (1)$$

【0022】

また、上記のようにして求められる線膨張係数 α_0 が以下の式(2)を満足することが好ましい。

$$\alpha_0 \leq 9.4 \quad \dots \dots (2)$$

【0023】

上記のような構成を有する半導体レーザ装置1は、例えば次のようにして製造することができる。

【0024】

まず、半導体レーザアレイ11を形成する。例えばGaAsにより構成された基板の上に、化合物半導体層を、例えば、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition; 有機金属化学気相成長)法やMBE(Molecular Beam Epitaxy; 電子ビーム蒸着)法により形成する。この際、上記のようなAlGaInP系化合物半導体の原料としては、例えば、トリメチルアルミニウム(TMA)、トリメチルガリウム(TMGa)、トリメチルインジウム(TMIn)、フォスフィン(PH₃)を用い、ドナー不純物の原料としては、例えば、セレン化水素(H₂Se)を用い、アクセプタ不純物の原料としては、例えば、ジメチルジnk(DMZ)を用いる。続いて、形成した化合物半導体層の表面と、GaAs基板の裏面とに、蒸着法、スパッタ法などによりそれぞれ電極を形成する。こののち、軸方向の一对の端面に反射鏡膜(図示せず)を設けることにより、半導体レーザアレイ11を形成する。

【0025】

次いで、図3(A)に示したように、上述した材料よりなるヒートシンク10を用意し、このヒートシンク10の半導体レーザアレイ11の設置予定領域に、例えば真空蒸着法やめっき法により、例えばスズおよび銀を順に積層することにより、第1接合層11Aを形成する。このとき、第1接合層11Aを形成する領域以外の領域には、これらの層が堆積されないようマスクをしておく。

【0026】

一方、図3(B)に示したように、上述した材料などよりなる補剛部12を用意し、この補剛部12の全面に対して、例えば真空蒸着法やめっき法により、例えば金およびスズを順に積層することにより第2接合層12Aを形成する。

【0027】

続いて、ヒートシンク10上に形成した第1接合層11Aに半導体レーザアレイ11を位置合わせすると共に、補剛部12を第2接合層12Aの形成されている側がヒートシンク12Aに対向するように位置合わせすることにより、ヒートシンク10上にそれぞれ載置する。

【0028】

続いて、図4に示したように、半導体レーザアレイ11と補剛部12とを載置したヒ-

10

20

30

40

50

トシンク 10 に対して加熱処理を施し、第 1 接合層 11 A および第 2 接合層 12 A を溶融させる。こののち、これらを再び冷却して、第 1 接合層 11 A および第 2 接合層 12 A を凝固させることにより、半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とをヒートシンク 10 に接合させる。最後に、補剛部 12 上に絶縁層 13 および電極部材 14 を順に形成することにより、図 1 に示した半導体レーザ装置 1 を完成する。

【0029】

なお、ここでは、補剛部 12 と半導体レーザアレイ 11 を一度の加熱処理により接合する例について説明したが、ヒートシンク 10 上に第 2 接合層 12 A を介して補剛部 12 のみを位置合わせして加熱処理を施した後、半導体レーザアレイ 11 をヒートシンク 10 上に位置合わせして再び加熱処理を施すことにより接合してもよい。また、ヒートシンク 10 上に第 1 接合層 11 A を形成し、補剛部 12 上に第 2 接合層 12 A を形成する場合について説明したが、ヒートシンク 10 上の半導体レーザアレイ 11 の設置予定領域に第 1 接合層 11 A、補剛部 12 の設置予定領域に第 2 接合層 12 A を、それぞれ形成しておき、これらの上から半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とを載置するようにしてもよい。

【0030】

次に、本実施の形態の半導体レーザ装置 1 の作用および効果について説明する。

【0031】

半導体レーザ装置 1 では、ヒートシンク 10 の半導体レーザアレイ 11 が設けられている領域とは異なる領域に、ヒートシンク 10 よりも線膨張係数の小さい補剛部 12 が設けられていることにより、温度変化に起因して生じるヒートシンク 10 の膨張や収縮が緩和される。よって、半導体レーザアレイ 11 の接合時や高温動作時において、ヒートシンク 10 から半導体レーザアレイ 11 へかかる熱応力が軽減される。また、ヒートシンク 10 に対して半導体レーザアレイ 11 が補剛部 12 を介在させることなく設けられていることにより、補剛部 12 が設けられることにより半導体レーザアレイ 11 からヒートシンク 10 への熱伝導が妨げられることはない。また、ヒートシンク 10 上の同一面内に半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とが設けられていることにより、ヒートシンク 10 から半導体レーザアレイ 11 へかかる熱応力が効果的に軽減される。

【0032】

また、ヒートシンク 10 と半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とからなる系において、それぞれを接合した後の線膨張係数、すなわち系全体の線膨張係数 α_0 は、接合前のそれぞれ材料の線膨張係数と体積の比によって換算することができる。但し、一般に半導体レーザアレイ 11 の体積は、ヒートシンク 10 に対して $1/100$ 以下程度であることから、半導体レーザアレイ 11 については、線膨張係数 α_0 の算出に際して系から除外して考えることができる。よって、ヒートシンク 10 の線膨張係数 α_1 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、補剛部 12 の線膨張係数を α_2 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)、ヒートシンク 10 の体積を V_1 、補剛部 12 の体積を V_2 としたとき、系全体の線膨張係数を α_0 ($\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$) は以下の式 (1) によって求めることができる。

$$\alpha_0 = (V_1 \cdot \alpha_1 + V_2 \cdot \alpha_2) / (V_1 + V_2) \quad \dots \dots (1)$$

【0033】

ここで、図 5 に示したように、補剛部 12 を設けずに、ヒートシンク 10 上に半導体レーザアレイ 11 を接合させる場合 (従来と同様の接合) について、シミュレーションを行った。このとき、ヒートシンク 10 としては銅を用い、その長軸方向の幅を 20 mm、奥行き方向の幅を 15 mm、厚みを 5 mm とした。また、半導体レーザアレイ 11 については、長軸方向の幅を 10 mm、奥行き方向の幅を 1 mm、厚みを 0.5 mm とした。第 1 接合層としては、金およびスズを含むはんだを用いた。なお、銅の線膨張係数は $16.8 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ とし、半導体レーザアレイ 11 の線膨張係数としては、GaAs の線膨張係数である $5.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ を用いた。

【0034】

まず、第 1 接合層 11 A のはんだを溶融させるために 250 °C から 280 °C まで加熱する。このとき、ヒートシンク 10 の銅の膨張率は、 $16.8 \times (280 - 250) = 428.4 \times$

10^{-6} mとなる。つまり、レーザが設けられる領域の長軸方向の幅 10 mmの部分は、膨張により 10.04284 mmとなる。同様にして、半導体レーザアレイ 11が膨張する幅を求めると、 $5.9 \times (280 - 25) = 1504.5 \times 10^{-6}$ mとなる。つまり、10.01505 mmとなる。

【0035】

こののち、第1接合層 11Aのはんだを固めるために 280 から降温するとヒートシンク 10と半導体レーザアレイ 11は、第1接合層 11Aによって接合される。25 になったとき、ヒートシンク 10と半導体レーザアレイ 11の結合体が縮む長さは $10.04284 - 10.01505 = 0.02779$ mmと予想される。すなわち、接合後の半導体レーザアレイ 11の長さはおよそ $10.000 - 0.02779 = 9.97221$ m 10
mとなる。実測値としては、9.9632 mm (0.0368 mmの縮み)、9.9688 mm (0.0312 mmの縮み)、9.9674 mm (0.0326 mmの縮み)となった。

【0036】

このように、補剛部 12を設けることなく、ヒートシンク 10上に半導体レーザアレイ 11を接合した場合、ヒートシンク 10と半導体レーザアレイ 11との線膨張係数の差により、半導体レーザアレイ 11に対して応力(特に、加熱後の冷却する際の圧縮応力)がかかり、これによって半導体レーザアレイ 11が収縮し、発振波長が短くなるという現象が生じる。この短波長化は、図6に示したように、半導体レーザアレイ 11の長軸方向の幅の変化率(収縮率)と密接に関連している。例えば、補剛部を設けていない従来の構成 20
では、半導体レーザアレイ 11の長軸幅の変化率が約 0.28%であり、このとき 6.7 nm程度の短波長化が生じることがわかる。なお、図中の波長変化として - (マイナス)の記号を付しているのは、波長が短くなっていることを示している。

【0037】

そして、上記のような短波長化が生じると、発光効率などのレーザ特性が悪化する虞がある。このため、半導体レーザアレイ 11の長軸幅変化率は、例えば短波長化 6 nm以下となる 0.24%以下であることが好ましい。

【0038】

よって、接合時の温度環境、例えば 280 から 25 まで降温した場合、変化率が 0.24%となるような線膨張係数を求めると、約 $9.4 \times 10^{-6} /$ となる。従って、系 30
全体の線膨張係数 α_0 は、以下の式(2)を満足することが好ましい。

$$\alpha_0 = 9.4 \dots \dots (2)$$

【0039】

また、式(1)より、系全体の線膨張係数 α_0 は、ヒートシンク 10と補剛部 12の材料や体積(例えば、厚み)などを調整することによって、所望の値に設定することができる。言い換えると、図7に示したように、線膨張係数 α_0 は、ヒートシンク 10の線膨張係数 α_1 と補剛部 12の線膨張係数 α_2 との差と、それぞれの体積 V_1 、 V_2 の比とで決定される。

【0040】

例えば、補剛部 12として窒化アルミニウム(線膨張係数: $4.5 \times 10^{-6} /$)を用いて、ヒートシンク 10の体積 V_1 を 750 mm^3 (長軸方向の幅: 10 mm、奥行き: 15 mm、厚み: 5 mm)とし、所望の線膨張係数 α_0 を例えば $9.0 \times 10^{-6} /$ とすると、補剛部 12の体積 V_2 は、式(1)より、約 1300 mm^3 と求まる。また、このときの補剛部 12の長軸方向の幅をヒートシンク 10と等しい 10 mmとし、奥行きを 13 mmとする場合、厚みは約 10 mmに設定すればよいことがわかる。

【0041】

同様に、線膨張係数 α_0 を半導体レーザアレイ 11の線膨張係数、例えば GaAsの線膨張係数に合わせることを考えると、式(1)より、補剛部 12の体積 V_2 は、式(1)より、約 5839.3 mm^3 と求まる。従って、この場合には、厚みを 44.9 mmに設定すればよいことがわかる。このように、線膨張係数 α_0 が、半導体レーザアレイ 11の 40
50

線膨張係数に等しいか、あるいはその差が小さくなるようにした場合、半導体レーザアレイ 11 にかかる熱応力がより軽減される。

【0042】

また、補剛部 12 が、半導体レーザアレイ 11、例えば GaAs よりも小さい線膨張係数を有する材料によって構成されている場合には、ヒートシンク 10 に線膨張係数の比較的大きな材料、例えば銅などを用いた場合であっても、式(1)によって補剛部 12 の体積を調整することにより、線膨張係数 0 を半導体レーザアレイ 11 の線膨張係数に近づけることができる。よって、半導体レーザアレイ 11 と系全体との間の線膨張係数の差をより小さくすることができ、半導体レーザアレイ 11 にかかる熱応力がより効果的に軽減される。

10

【0043】

さらに、第 1 接合層 11A の融点が第 2 接合層の融点よりも低くなっていることにより、ヒートシンク 10 上に半導体レーザアレイ 11 および補剛部 12 を載置して熱処理により接合する場合において、加熱後の降温によって、まず第 2 接合層 12A によりヒートシンク 10 と補剛部 12 とが先に接合され、この後に第 1 接合層 11A によりヒートシンク 10 と半導体レーザアレイ 11 とが接合される。通常、降温時にヒートシンクでは熱収縮が生じ、これにより半導体レーザに対して多大な熱応力がかかる。本実施の形態では、半導体レーザアレイ 11 がヒートシンク 10 に接合されるよりも前に、ヒートシンク 10 が補剛部 12 と接合することで、ヒートシンク 10 の熱収縮が阻害される。よって、半導体レーザアレイ 11 にかかる熱応力がより効果的に軽減される。

20

【0044】

また、長手方向において、補剛部 12 の幅が、半導体レーザアレイ 11 の幅と等しいか、またはそれ以上、好ましくはヒートシンク 10 の幅と等しくなっていることにより、半導体レーザアレイ 11 の長手方向の全面において、半導体レーザアレイ 11 の接合時あるいは動作時に生じるヒートシンク 10 の熱収縮あるいは膨張の影響を受けにくくなる。よって、半導体レーザアレイ 11 にかかる熱応力がより効果的に軽減される。

【0045】

以上説明したように、ヒートシンク 10 上の半導体レーザアレイ 11 が設けられた領域とは異なる領域に、ヒートシンク 10 よりも線膨張係数の小さい補剛部 12 が設けられているので、半導体レーザアレイ 11 のヒートシンク 10 への接合時や高温動作時において、ヒートシンク 10 から半導体レーザアレイ 11 へかかる熱応力が軽減される。また、ヒートシンク 10 に対して半導体レーザアレイ 11 が補剛部 12 を介在させることなく設けられているので、補剛部 12 が設けられることによって半導体レーザアレイ 11 からヒートシンク 10 への熱伝導が妨げられることはない。従って、歩留りを向上させると共に良好なレーザ特性を維持することが可能となる。

30

【0046】

次に、本実施の形態の半導体レーザ装置 1 の変形例について説明する。

【0047】

(変形例 1)

図 8 は、変形例 1 に係る半導体レーザ装置 2 の概略構成を表す斜視図である。半導体レーザ装置 2 は、補剛部 22 以外の構成は上記半導体レーザ装置 1 と同様の構成を有している。従って、半導体レーザ装置 1 と同様の構成については同一の符号を付し適宜説明を省略する。

40

【0048】

半導体レーザ装置 2 では、ヒートシンク 10 上の半導体レーザアレイ 11 が設けられている領域とは異なる領域に、補剛部 22 が、第 2 接合層 12A を介して設けられている。この補剛部 22 は、ヒートシンク 10 よりも線膨張係数の小さい絶縁材料によって構成されている。補剛部 22 を構成する材料としては、例えば、ケイ素 (Si)、ホウ素 (B)、炭素 (C) および窒素 (N) のうち少なくとも 1 種を含むものを用いることができる。

【0049】

50

このように、補剛部 1 2 が絶縁材料によって構成されていることにより、ヒートシンク 1 0 と電極部材 1 4 との間に、電氣的な絶縁を確保するための絶縁層を新たに設ける必要がなくなる。一方、半導体レーザアレイ 1 1 は、ヒートシンク 1 0 上に、この補剛部 2 2 を介在させることなく設けられているので、補剛部 2 2 によって半導体レーザアレイ 1 0 とヒートシンク 1 1 とが熱伝導および電気伝導が妨げられることはない。よって、簡易な構成で、歩留りを向上させると共に良好なレーザ特性を維持することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

(変形例 2)

図 9 は、変形例 2 に係る半導体レーザ装置 3 の概略構成を表す斜視図である。図 1 0 は、半導体レーザ装置 3 の補剛部 3 2 の平面図である。半導体レーザ装置 3 は、補剛部 3 2 および第 2 接合層 3 2 A 以外の構成は上記半導体レーザ装置 1 と同様の構成を有している。従って、半導体レーザ装置 1 と同様の構成については同一の符号を付し適宜説明を省略する。

10

【 0 0 5 1 】

半導体レーザ装置 3 は、ヒートシンク 1 0 上の半導体レーザアレイ 1 1 が設けられている領域とは異なる領域に、補剛部 3 2 が、第 2 接合層 3 2 A を介して設けられている。補剛部 3 2 は、半導体レーザアレイ 1 1 を囲うように設けられており、半導体レーザアレイ 1 1 の発光面を除く 3 側面にそれぞれ対向する 3 側面の 2 つの角部は、それぞれ弯曲部 3 2 0 を有している。また、第 2 接合層 3 2 A は、この補剛部 3 2 の底面の形状に沿って形成されている。

20

【 0 0 5 2 】

ここで、図 1 0 に示したように、補剛部 3 2 において、半導体レーザアレイ 1 1 の短軸方向に対向しない第 1 領域 3 2 - 1 と、半導体レーザアレイ 1 1 短軸方向に対向する第 2 領域 3 2 - 2 とでは、長軸方向の幅 3 2 - 1 a , 3 2 - 2 a 同士の差が大きいため、ヒートシンク 1 0 から受ける応力に大きな差が生じる。従って、補剛部 3 2 の半導体レーザアレイ 1 1 に対向する 3 側面の 2 つの角部が弯曲部 3 2 0 を有していることにより、第 1 領域 3 2 - 1 と第 2 領域 3 2 - 2 との境界付近において、ヒートシンク 1 0 から受ける応力が分散され、クラックの発生を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

(変形例 3)

図 1 1 は、変形例 3 に係る半導体レーザ装置 4 の概略構成を表す斜視図である。半導体レーザ装置 4 は、さらに他の補剛部 4 2 が設けられていること以外は上記半導体レーザ装置 1 と同様の構成を有している。従って、半導体レーザ装置 1 と同様の構成については同一の符号を付し適宜説明を省略する。

30

【 0 0 5 4 】

半導体レーザ装置 4 では、ヒートシンク 1 0 の側面に補剛部 4 2 が設けられている。この補剛部 4 2 は、ヒートシンク 1 0 よりも線膨張係数が大きい材料、例えば黄銅（銅と亜鉛の合金）などの銅合金、アルミニウム単体、シリコン単体などの材料によって構成されている。

【 0 0 5 5 】

このように、ヒートシンク 1 0 の側面側に、ヒートシンク 1 0 よりも線膨張係数の大きい材料で構成された補剛部 4 2 が設けられていることにより、温度変化に伴う補剛部 4 2 の膨張あるいは収縮によって、ヒートシンク 1 0 の厚み方向における膨張、収縮が促進される。よって、ヒートシンク 1 0 の面内方向における膨張、収縮が抑制される。従って、ヒートシンク 1 0 から半導体レーザアレイ 1 1 へかかる熱応力がより効果的に軽減される。

40

【 0 0 5 6 】

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記の実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【 0 0 5 7 】

例えば、上記実施の形態等では、ヒートシンク 1 0 上に設ける補剛部の形状として矩形

50

状あるいはアーチ状のものを例に挙げて説明したが、半導体レーザアレイ 11 が設けられている領域以外の領域の少なくとも一部に補剛部が形成されていればよく、その形状は特に限定されない。

【0058】

また、上記実施の形態等では、ヒートシンク 10 上の同一面内に半導体レーザアレイ 11 と補剛部 12 とが設けられている構成について説明したが、これに限定されず、例えば、ヒートシンク 10 の下面（半導体レーザアレイ 11 が形成されている側と反対側の面）に補剛部が設けられている構成であってもよい。

【0059】

また、上記実施の形態等では、AlGaInP系の化合物半導体レーザを例にして本発明を説明したが、他の化合物半導体レーザ、例えばAlInP系、GaInAsP系などの赤色半導体レーザ、GaInN系およびAlGaInN系などの窒化ガリウム系の半導体レーザ、ZnCdMgSSeTeなどのIII-VI族の半導体レーザにも適用可能である。また、AlGaAs系、InGaAs系、InP系、GaInAsNP系などの、発振波長が可視域とは限らないような半導体レーザにも適用可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の一実施の形態に係る半導体レーザ装置の概略構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した半導体レーザ装置の概略構成を表す正面図および平面図である。

【図3】図1に示した半導体レーザ装置の製造方法を工程順に表す図である。

20

【図4】図3に示した工程に続く工程を表す図である。

【図5】系全体の線膨張係数を算出するシミュレーションで用いた半導体レーザ装置の斜視図である。

【図6】半導体レーザアレイの変化率に対する発振波長を表す特性図である。

【図7】ヒートシンクおよび補剛部の線膨張係数、体積の関係を表す図である。

【図8】変形例1に係る半導体レーザ装置の概略構成を表す斜視図である。

【図9】変形例2に係る半導体レーザ装置の概略構成を表す斜視図である。

【図10】図9に示した半導体レーザ装置の概略構成を表す平面図である。

【図11】変形例3に係る半導体レーザ装置の概略構成を表す斜視図である。

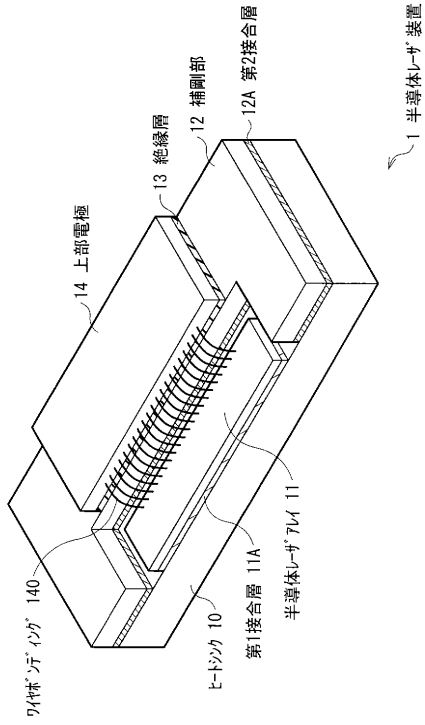
30

【符号の説明】

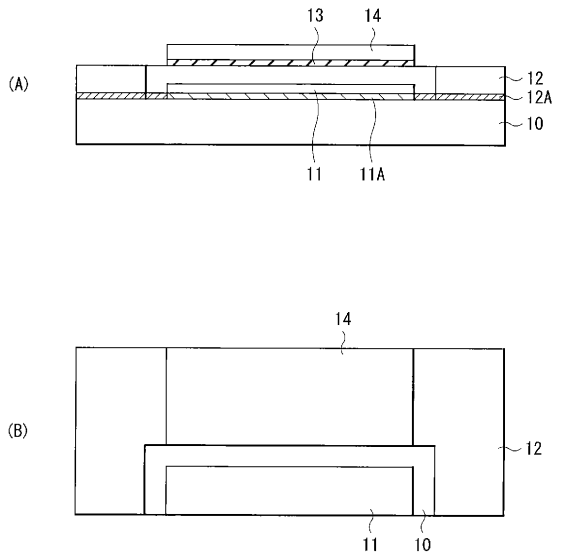
【0061】

1, 2, 3, 4 ... 半導体レーザ装置、10 ... ヒートシンク、11 ... 半導体レーザアレイ、12, 22, 32, 42 ... 補剛部、11A ... 第1接合層、12A 第2接合層、13 ... 絶縁層、14 ... 電極部材。

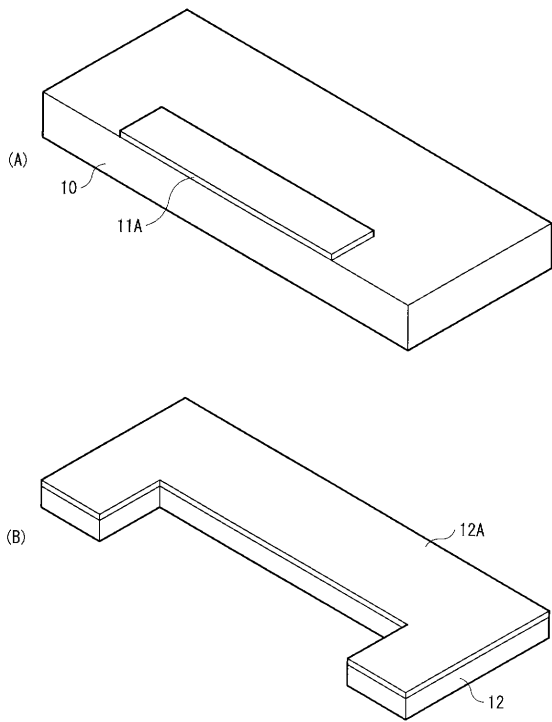
【図1】



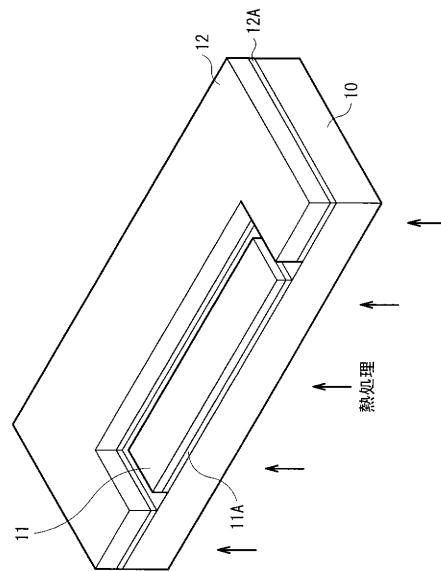
【図2】



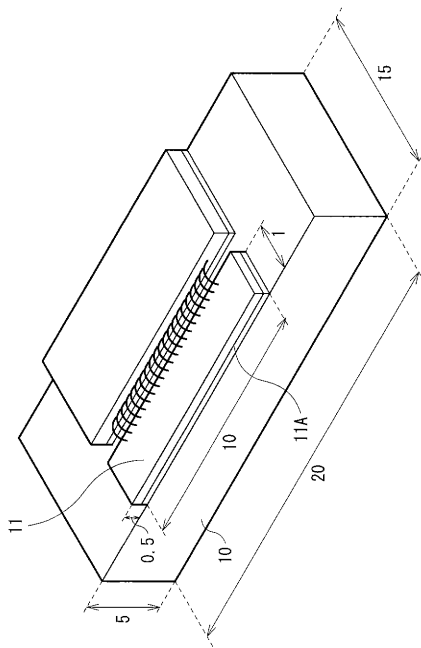
【図3】



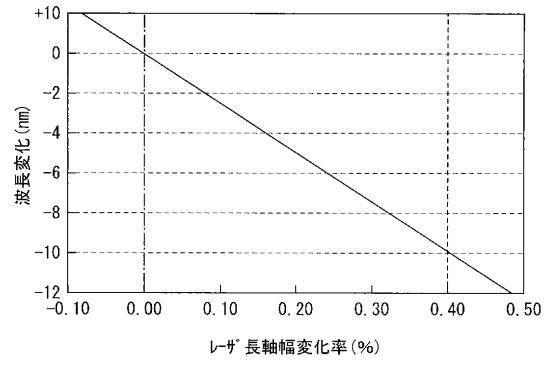
【図4】



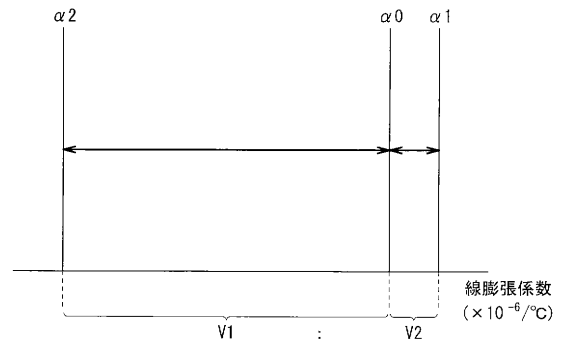
【 図 5 】



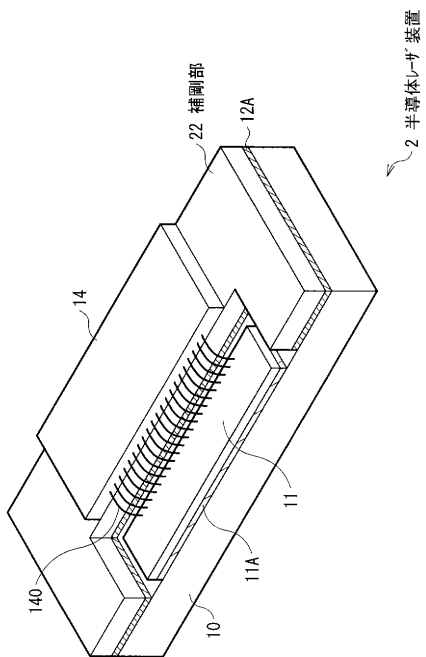
【 図 6 】



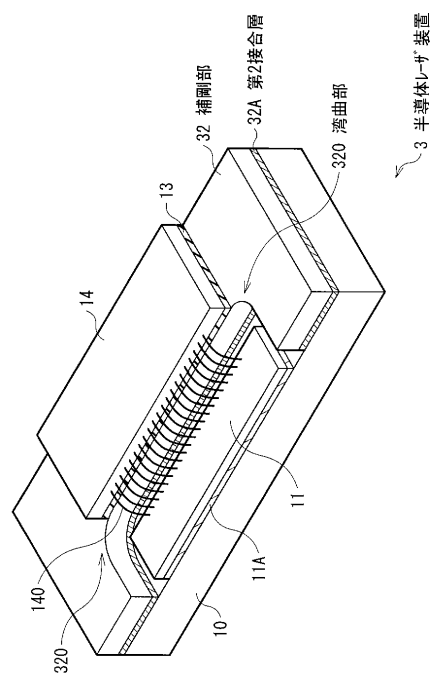
【 図 7 】



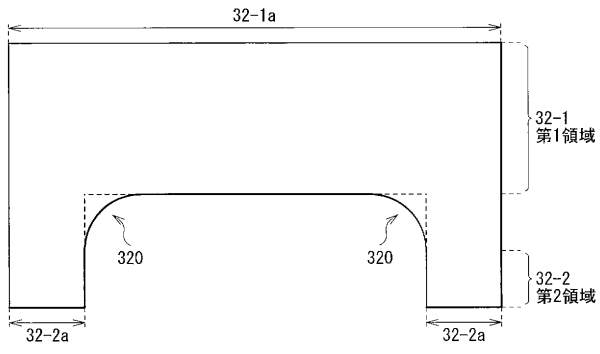
【 図 8 】



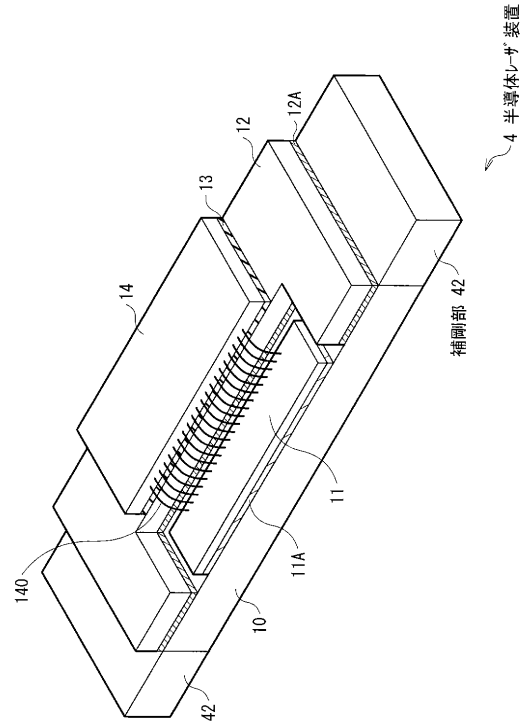
【 図 9 】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 今西 大介

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 滝口 幹夫

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5F136 BB07 DA34 EA13 FA02 FA03 FA04 FA05 FA06 FA16 FA17
FA24 FA75 GA02
5F173 MC12 MC13 MD05 MD09 MD18 MD65 MD84 ME14 ME15 ME83