

(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2005-158945

(P2005-158945A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.⁷

H01S 5/40

F I

H01S 5/40

テーマコード (参考)

5 F O 7 3

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-394084 (P2003-394084)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	平成15年11月25日 (2003.11.25)		ファナック株式会社
			山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地
		(74) 代理人	100082304
			弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351
			弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425
			弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495
			弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	西川 祐司
			山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
			最終頁に続く

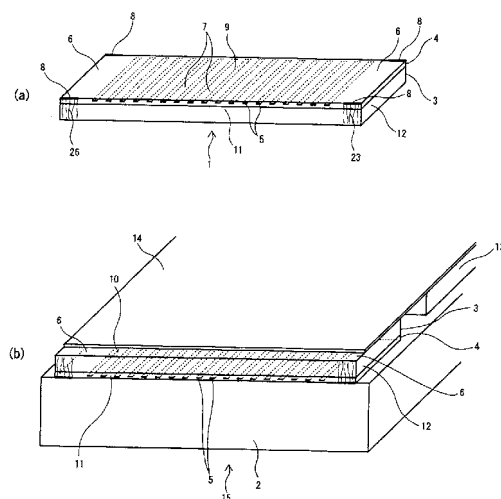
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 リニアアレイ型半導体レーザ装置におけるアレイの幅方向の外側に近い部分で発生するリーク電流増加やpn接合を短絡防止する。

【解決手段】 リニアアレイ (LDアレイ) の幅方向の両外側に、エミッタ5間の第二の非活性領域7より広い第一の非活性領域6を設け、第一の非活性領域にLDアレイの形状に劈開で分割して切り出すための比較的長いスクライブライン8を入れることにより、エミッタがダメージを受けてリーク電流が増加することを防止する。劈開面への光学膜のコーティングに際して、コーティング材料が回りこみ、両外側の側面にもコーティングが施されるようにし、第一の非活性領域を切り離すことなく、LDアレイをヒートシンク等に装着する。これにより、両外側の側面にLDアレイ装着に使用したはんだが這い上がることによるpn接合の短絡が防止され、製作コストも削減される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を出射するエミッタが 1 つの半導体結晶中に複数個直線状に配列されたモノリシックリニアアレイ構造の LD アレイを備える半導体レーザ装置であって、前記エミッタが形成されていない非活性領域の内、LD アレイの幅方向の両外側に設けられている第一の非活性領域の少なくとも一方が、前記エミッタ間に設けられている第二の非活性領域の最も広い非活性領域よりも幅広いことを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記複数個のエミッタがほぼ同じピッチで形成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記 LD アレイ内に設けられた前記第二の非活性領域が、全てほぼ同じ幅で形成されていることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】

前記 LD アレイの幅方向の両外側に設けられた前記第一の非活性領域の両方が、最も広い前記第二の非活性領域より幅広いことを特徴とする、請求項 1 ～請求項 3 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】

少なくとも一方の前記第一の非活性領域に、ウェハを前記 LD アレイ状に劈開するためのスクライプラインが入れられていることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 4 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】

出射側端面あるいは出射側端面の反対側端面の少なくとも一方がコーティングされていることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 5 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】

前記 LD アレイの前記出射側端面の電極面以外の 2 つの側面の少なくとも一方の前記側面の少なくとも一部がコーティングされていることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 6 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 8】

前記第一の非活性領域が、前記 LD アレイから切り離されることなく、ヒートシンクあるいは冷却装置に装着されていることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 7 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 9】

LD アレイが、ヒートシンクあるいは冷却装置に、ダイスペーサを介して装着されていることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 8 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 10】

前記エミッタが、少なくとも幅 10 μm 以上のブロードストライプであることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 9 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 11】

前記エミッタが、少なくとも幅 5 μm 以下のストライプが、少なくとも幅 5 μm 以下の間隔で複数本配列された集合体であることを特徴とする、請求項 1 ～請求項 9 の内、何れか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 12】

前記第一の非活性領域に、前記 LD アレイが前記ウェハのどの部分から作成されたかが認識できる記号あるいは番号を形成したことを特徴とする、請求項 1 ～請求項 11 の内、何れか 1 項に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、高出力が要求される固体レーザ励起用あるいは直接加工用レーザ光源として

10

20

30

40

50

使用されるモノリシックリニアアレイ構造のLDアレイを持つ半導体レーザ装置に関し、特に、同LDアレイ構造に改良を加え、幅方向の両外側及びその近傍における短絡による不良の発生確率を低減した半導体レーザ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

加工用レーザ発振装置の高効率化の要求に伴い、昨今、半導体レーザを利用したいという要望が高まり、徐々に使用頻度が高まっている。例えば、溶接や切断等の高い出力が要求される用途にも、半導体レーザがNd:YAGレーザ等の固体レーザの励起用光源として、あるいは直接加工用光源として使用されるようになってきた。これは、半導体レーザは、電気-光変換効率が50%と他種のどのレーザよりも高いという特徴を有するばかりでなく、波長が可視から近赤外の範囲で比較的自由に選択でき、光ファイバケーブルで伝送できるなど光学系の構成が容易であること、コンパクトで長寿命であること等の特徴を有するためである。

10

【0003】

加工の用途に使用される半導体レーザ(LD)には、高い出力が要求されるために、レーザ光を出射するエミッタをモノリシックに集積化し直線状に配列したリニアLDアレイが用いられることが多い。また、1つのエミッタからの出力を高くするため、エミッタの構造として、電流注入領域の幅が広いブロードストライプ型や、比較的ストライプ幅の狭い複数のエミッタを幅方向に近接して設けた集合体型が採用されていることが多い。

【0004】

20

なお、リニアLDアレイは、レーザ出力が高くなるに従い、ジュール発熱量も増加するので、内部に冷却水が流れるアクティブな冷却装置や、放熱特性に優れたヒートシンクに装着された半導体レーザ装置として使用される。また、このリニアLDアレイを使用した半導体レーザ装置は、更に高いkW級の出力を得るために、一つのレーザ発振装置に多数使用されることが多く、特に信頼性の高いことと、製作コストが低いことが要求される。

【0005】

レーザ光を出射するエミッタを集積化したリニアアレイ構造を得るためには、半導体ウェハから幅の広いLDアレイを劈開で分割して切り出す手法が採用されているが、この手法を適用するためには、予め比較的長いスクライブラインを入れる必要があり、スクライブラインの導入で破壊されたpn接合におけるリーク電流による短絡を防ぐために、スクライブラインを入れた部分を劈開で切り落とす必要がある。

30

【0006】

図6(a)～(c)は、スクライブラインを入れた部分を劈開で切り落とす手法を採用した従来技術について説明する図で、LDアレイの製造工程の一部が模式的に示されている。図6(a)は、LDアレイの形状に劈開で分割して切り出すためのスクライブラインが入ったウェハを示し、(b)は、劈開で分割して切り出されたLDアレイを示している。(c)は、スクライブによるストレスで正常な劈開面が得られていない部分を劈開で切り離した状態を示している。

【0007】

これらの図に示したように、ウェハから幅の広いLDアレイを精度良く劈開で分割して切り出すために、LDアレイの幅方向に予め比較的長いスクライブライン8を入れるが、このスクライブライン8を入れた部分は、エミッタがダメージを受けてエピタキシャル成長等によって基板結晶上に形成されたレーザ構造結晶4中のpn接合が損傷しており、リーク電流の増加あるいは短絡の原因となる。また、このスクライブライン8を入れた部分の劈開面は、結晶にストレスが入るので、基板結晶3、レーザ構造結晶4共に平坦な劈開面が得られず、レーザの共振器構造としても不完全なものとなる。図6(b)、(c)において符号23で示した部分は、このような不完全さを生じている部分を表わしている。

40

【0008】

そこで、LDアレイの幅方向に直角に短いスクライブラインを入れて再び劈開によって

50

不完全な部分を含むブロックを切り離し、L Dアレイから取り除いた後にヒートシンクあるいは冷却装置（図示省略）に装着している。スクライブによるストレスで正常な劈開面が得られていない部分23には、スクライブでダメージを受けたエミッタが含まれており、この部分を劈開で切り離すことで、ダメージを受けていないエミッタ5、第一の非活性領域6及び第二の非活性領域7を持つレーザ構造結晶4と基板結晶3からなるブロックを得ている。なお、図6（b）、（c）において、符号9はレーザ構造結晶側の電極面（正の電極面）を表わしている。また、符号11はレーザ光の出射側端面を表わし、符号12は出射側端面11とほぼ直交する外側の側面を表わしている。

【0009】

ここで、リニアL Dアレイを直接ハンドリングする工程では、L Dアレイのピックアップ等のハンドリングでL Dアレイにストレスを与えたことによって導入された結晶欠陥に起因するエミッタの特性劣化を生じる可能性が高くなるので、上記のスクライブラインを入れた部分の切り離し（図6（b）→図6（c））は、L Dアレイを冷却装置あるいはヒートシンクに装着する直前に近いタイミングで行なうことが望ましい。

【0010】

即ち、L Dアレイには、劈開で形成されたレーザ出射側端面11とその反対側の端面に、表面保護と反射率制御のためにコーティングを行うが、コーティング治具へのL Dアレイの装填時等に、ストレスを与える可能性があるので、切り離す部分をピックアップしてハンドリングし、コーティング後に、スクライブラインを入れた部分を切り離すことが望ましい。

【0011】

L Dアレイの出射側端面11とその反対側端面へのコーティングにおいては、電極面には、コーティング膜が回り込んでコーティングされないようにするが、L Dアレイの幅方向の両外側の面にはコーティング膜が回り込んで薄くコーティングされるようにすることができる。

ところが、コーティング後にスクライブラインを入れた部分を切り離すと損傷したpn接合によるリーク電流の増加は防ぐことができるようになって、全くコーティングされていない面が露出されるため、その露出した劈開面にL Dアレイを冷却装置あるいはヒートシンクに装着する時に使用したはんだが付着して短絡する危険性がある。

また、どの工程の段階でスクライブラインを入れた部分を切り離しても、再度スクライブラインを入れて劈開を行うのに、その分、製作コスト（工数）が増加する。

【0012】

従って、幅の広いL Dアレイの形状に精度良く劈開で分割して切り出すためには、長いスクライブラインを入れる必要があるが、スクライブによってダメージを受けたエミッタのpn接合にリーク電流が流れるのを防ぐために、スクライブラインを入れたL Dアレイの幅方向の外側の部分を、L Dアレイの幅方向に直角な方向に短いスクライブラインを入れて再度劈開して切り離して冷却装置あるいはヒートシンクに装着すると、レーザ光出射側端面とその反対側の端面へのコーティング前に切り離した場合にはL Dアレイのハンドリングによる結晶欠陥の導入でL Dアレイの特性が劣化するという問題が生じる。

【0013】

また、端面コーティング後に切り離した場合には切断面が露出してL Dアレイ装着のためのはんだによって短絡するという問題が完全には回避できず、L Dアレイの信頼性、特性、歩留が低くなるという問題が生じていた。更に、いずれの工程でスクライブラインを入れた幅方向の外側の部分を切り離すにしても、その作業によって工数、製作コストが増加するという問題も生じていた。

公知文献の中には、これらの問題を解決する有力な技術手段の提案は見当たらない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

以上の背景のもとで、本発明は、幅の広いL Dアレイの形状に精度良く劈開で分割して

10

20

30

40

50

切り出すために、長いスクライプラインを入れても、リーク電流の増加や特性劣化が生じず、スクライプラインを入れた部分を切り離す作業も必要で無い、高信頼、高性能、低コストのLDアレイ構造の半導体レーザ装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、レーザ光を出射するエミッタが1つの半導体結晶中に複数個直線状に配列されたモノリシックリニアアレイ構造のLDアレイを備える半導体レーザ装置において、レーザ光を出射するエミッタが形成されていない非活性領域の内、LDアレイの幅方向の両外側に設けられている第一の非活性領域の少なくとも一方を、エミッタ間に設けられている第二の非活性領域の最も広い非活性領域よりも幅広くすることで、上記問題の解決を図るものである。 10

【0016】

この第一の非活性領域には、LDアレイの形状に精度良く劈開で分割して切り出すために必要な長さのスクライプラインを入れ、エミッタがダメージを受けて損傷するのを防ぎ、その第一の非活性領域の部分を真空ピンセット等でピックアップしてLDアレイをハンドリングしてエミッタやその近傍に結晶欠陥が導入されることを防止する。また、その第一の非活性領域の部分を切り離さず、そのまま冷却装置あるいはヒートシンクにはんだ等で装着することにより、リーク電流の増加や短絡の発生を防止することができる。これら防止策は、いずれも高いコストを要求するものでなく、低コストによる課題解決を可能にするものである。 20

【0017】

更に、第一の非活性領域を切り離さずに冷却装置等に装着することによって、スクライプによるダメージに起因するリーク電流の増加や短絡を防止しながら工数が削減できるだけでなく、レーザ光出射側端面やその反対側の面の保護や反射率の制御のために行うコーティング膜をLDアレイの両外側の側面にも回り込むようにすることによって、pn接合が形成されているレーザ構造結晶が完全に露出している面がなくなり、はんだの回りこみによる短絡も防止できるようになる。

【0018】

LDアレイにおいて、LDアレイ内でエミッタからの発熱分布が偏らず、LDアレイ内の温度分布をほぼ均一に保つために、同じ幅のエミッタを同じピッチで形成し、エミッタ間の第二の非活性領域は、ほぼ同じ幅にすることが望ましい。温度分布が不均一になり、一部に温度の高い部分が偏在すると、その部分のエミッタについて光出力等の特性が低下するだけでなく、そのエミッタの劣化が促進され、LDアレイ全体の信頼性や性能が損なわれるからである。 30

【0019】

エミッタのピッチは100～500 μm 程度になっていることが多い。エミッタ幅が狭いほど多数のエミッタを設けるためにエミッタの間にある第二の非活性領域の幅は狭く設計されることが多く、通常50～350 μm 程度である。この第二の非活性領域の部分で、LDアレイの幅に切り出すと、LDアレイの幅方向の両外側にある第一の非活性領域は、第二の非活性領域の幅より狭くなる。通常、第二の非活性領域の中央付近で分割するので、第一の非活性領域の幅は、第二の非活性領域の幅の約1/2になる。 40

【0020】

この第二の非活性領域の幅の約1/2しかない第一の非活性領域の内側にだけスクライプラインを入れて、通常10mm程度の幅があるLDアレイの形状に劈開で分割して切り出そうとすると、劈開がスクライプラインの延長線上よりずれて延びる場合があり、精度良くLDアレイの形状に切り出せない場合が出てくる。その結果、歩留が下がり、コストアップを招く。

【0021】

従って、LDアレイの幅方向の外側に、エミッタ間の非活性領域である第二の非活性領域より広い第一の非活性領域を設けることで、この第一の非活性領域内にLDアレイの形 50

状に精度良くかつ歩留良く劈開で分割して切り出すのに十分な長さのスクライブラインを入れることができ、スクライブラインによってエミッタの p n 接合が損傷してリーク電流が増加するという問題の発生を防ぐことができる訳である。

【0022】

L D アレイの幅方向の両外側に設けられた第一の非活性領域の両方を、第二の非活性領域より幅広くし、両方の第一の非活性領域の同一直線上にスクライブラインを入れても良い。その場合には、L D アレイの形状に切り出すための劈開において、劈開の伸びる方向が更に確実にスクライブラインの延長線、即ち両スクライブラインを結ぶ直線上に制御されるようになる効果がある。

【0023】

上述したように、レーザ光出射側端面や出射側端面の反対側端面に酸化防止などの表面保護と反射率の制御のために、光学膜をコーティングする際に、正負の電極面を挟んで L D アレイを保持し、L D アレイの幅方向の外側両側面は遮蔽しない状態とすることができるが、その場合、外側の両側面にも薄くコーティングさせることによって、両側面が絶縁膜であるコーティング膜によってカバーされ、L D アレイを冷却装置等に装着するときに使用するはんだ等が両側面の p n 接合が形成されたレーザ構造結晶に付着して p n 接合が短絡することが防止できるようになる。

【0024】

また、スクライブラインの入った第一の非活性領域を L D アレイから切り離すことなく、冷却装置等に装着することにより、スクライブラインの入った部分を切り離す工数を削減できる。更に、L D アレイ単体でハンドリングする最後の工程まで広い非活性領域が付いている状態なので、その部分を真空ピンセットで吸着してハンドリングしてエミッタ及びその近傍にストレスに起因する結晶欠陥の導入をより確実に防止できる。

【0025】

L D アレイを、ダイスペーサを介してヒートシンクあるいは冷却装置に装着すると、L D アレイとヒートシンク間の熱膨張率の違いによる L D アレイへの応力が低減できるだけでなく、L D アレイの幅方向の外側の端をダイスペーサはんだ面から、あるいはダイスペーサから少しはみ出すような状態で装着すると、L D アレイの幅方向の外側側面にはんだが付着してレーザ構造結晶に形成されている p n 接合の短絡することが更に確実に防止できる。第一の非活性領域には、エミッタが形成されていないので、ダイスペーサにはんだ付けされなくても、あるいはダイスペーサからはみ出して冷却されにくくなっても問題無い。言い換えれば、L D アレイの幅方向の両外側に広い非活性領域を設けることによって、L D アレイの両外側をダイスペーサはんだ面、あるいはダイスペーサからはみ出させることが可能になり、外側側面へのはんだ付着による短絡が更に確実に防止できるようになる。

【0026】

また、本発明の目的である高信頼、高性能の L D アレイを実現するためには、エミッタは少なくとも幅 $10\ \mu\text{m}$ 以上のブロードストライプであるか、少なくとも幅 $5\ \mu\text{m}$ 以下のストライプが、少なくとも幅 $5\ \mu\text{m}$ 以下の間隔で複数本配列された集合体として、エミッタ 1 個当たりのレーザ出力を高くしても、高い信頼性が確保できる構造とすることが望ましい。本発明では、L D アレイの形状に劈開で分割して切り出すために必要なスクライブラインを入れる第一の非活性領域の幅は、エミッタの幅やピッチに関係なく設計できるので、エミッタの幅やピッチもスクライブによるダメージを考慮するといった制約を受けずに最適設計を行うことができる。

【0027】

通常、エミッタのストライプ幅は広くなると、ストライプの幅方向で光強度分布が不均一になりやすく、1 個のエミッタからのレーザ光出力は、ストライプ幅に比例して増加しなくなる。従って、比較的ストライプ幅の狭いブロードストライプ型エミッタを多数設けるか、幅狭いストライプを近接して配列した集合体のエミッタにすることが望ましいことになる。このようなエミッタあるいはストライプの分散は、いずれも第二の非活性領域の

10

20

30

40

50

幅が狭くなる方向に作用するが、本発明のように、第二の非活性領域の幅に制約されず、第二の非活性領域より幅の広い第一の非活性領域を設ければ、スクライブラインがエミッタにかかって、リーク電流が増加する等の問題を回避できる。

【0028】

また、幅の広い第一の非活性領域に、LDアレイがウェハのどの部分から作成されたかが認識できる記号あるいは番号を形成すると、個々のLDアレイについてトレーサビリティが向上し、より高度な品質管理や特性の解析が可能になる。

【発明の効果】

【0029】

以上説明したように、本発明によれば、LDアレイの幅方向の両外側に、エミッタ間の第二の非活性領域の幅より広い、第一の非活性領域を設け、その第一の非活性領域に劈開で分割してLDアレイの形状に精度良く切り出すために必要な長さのスクライブラインを入れることにより、エミッタがスクライブによるダメージを受けてリーク電流が増加する、特性が大きく劣化するという問題が回避できる効果があり、スクライブラインの入った第一の非活性領域を切り離さずに、ヒートシンクあるいは冷却装置に装着することにより、工程を簡略化でき、LDアレイを使用した半導体レーザ装置の信頼性と性能の向上、製作コストの低減に寄与するところが多い。

【0030】

また、LDアレイの幅方向の両外側の側面に、出射側端面とその反対側端面のコーティング時にコーティング材料を回り込ませる等の方法によって、コーティング膜を形成させることによって、両外側の側面のレーザ構造結晶にLDアレイの装着時に使用するはんだが這い上がって発生するpn接合の短絡も防止できるようになる。また、LDアレイをヒートシンクあるいは冷却装置に装着する前までの工程において、幅の広い第一の非活性領域を真空ピンセット等でLDアレイをハンドリングすることができ、エミッタあるいはエミッタ近傍をハンドリングしてエミッタにストレスを入れて結晶欠陥を発生させエミッタの劣化速度が速くなるという問題も生じ難くなるので、LDアレイの信頼性、品質が向上する。

【0031】

特に、請求項2および3に記載の本発明の特徴によれば、上記のように、高い信頼性と品質を備えたLDアレイ使用の半導体レーザ装置においては、エミッタを同じピッチで形成し、エミッタ間の第二の非活性領域を同じ幅で形成することにより、エミッタから発生するジュール熱によるLDアレイ内の温度分布の不均一が少なく、一部のエミッタの温度が特に高くなり、そのエミッタの劣化速度が速くなるという状態が生じにくくなるので、更に信頼性が向上する。

【0032】

また、請求項9に記載の本発明の特徴によれば、LDアレイを、ダイスペーサを介してヒートシンクあるいは冷却装置に装着する場合に、LDアレイの外側の両側面がダイスペーサはんだ面、あるいはダイスペーサからせり出した状態で装着することにより、LDアレイの装着時に使用したはんだがLDアレイの外側の両側面に這い上がることによるレーザ構造結晶内のpn接合の短絡をより完全に防止できる効果がある。本発明によれば、LDアレイの幅方向の両外側には広い非活性領域が設けられているので、LDアレイの外側の両側面がダイスペーサはんだ面、あるいはダイスペーサからせり出した状態で装着しても冷却特性上問題無い。

【0033】

更に、請求項10および11に記載の本発明の特徴によれば、比較的ストライプ幅の狭いブロードストライプ型エミッタを多数設ける。あるいは、幅狭いストライプを近接して配列した集合体のエミッタにすることにより、幅の広いエミッタで起こり易いストライプ幅方向の光強度不均一が起こり難くなり、光強度分布の不均一に起因して光強度の高い部分が速く劣化するという現象も発生し難くなるので、LDアレイの信頼性を更に向上させることができる。本発明によれば、エミッタ間の第二の非活性領域の幅に制約されず、第

10

20

30

40

50

二の非活性領域より幅の広い第一の非活性領域を設けて、その領域にスクライブラインを入れるので、上記のようなエミッタあるいはストライプ構造を採用して、エミッタ間の第二の非活性領域の幅が狭くなることは問題とならない。

【0034】

そして、請求項12に記載の本発明の特徴によれば、幅の広い第一の非活性領域に、LDアレイがウェハのどの部分から作成されたかが認識できる記号あるいは番号を形成することにより、半導体レーザ装置の完成後も、その半導体レーザ装置に使用した個々のLDアレイが識別できるので、半導体レーザ装置のより綿密な品質管理等が可能になり、高い品質を維持することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0035】

図1(a)、(b)は、本発明に係る第一の実施形態を説明するための図で、図1(a)は、劈開によって切り出された、ヒートシンクあるいは冷却装置に装着前のLDアレイ1の形状を模式的に示した図であり、図1(b)は、このLDアレイ1がヒートシンクあるいは冷却装置2に装着されている状態を模式的に示した図である。先ず図1(a)を参照すると、基板結晶3上に、光とキャリアを閉じ込めるように設計されたpn接合が含まれているレーザ構造結晶4が形成され、電流が注入されてレーザ発光するエミッタ5とそれ以外の非活性領域に分かれている。

【0036】

LDアレイ1の幅方向の両外側に形成されている第一の非活性領域6の幅は、エミッタ5間に形成されている第二の非活性領域7の幅より広がっている。LDアレイ1の形状に分割して切り出すために入れられたスクライブライン8は、第一の非活性領域6内に収まっており、エミッタ5にダメージを与えず、リーク電流の増加や特性劣化が生じない。

20

【0037】

本実施例では、エミッタ5は同じピッチで形成され、エミッタ間の第二の非活性領域7は同じの幅になっており、エミッタ5で発生したジュール熱がLDアレイ1内で偏ることなく各エミッタ5の温度上昇は同程度になるので、他より温度上昇幅が大きく特に劣化の速いエミッタが発生する確率は低く、LDアレイ全体の品質・信頼性が高くなる。

【0038】

図1(a)において、レーザ構造結晶4の表面は、エミッタ5に電流を注入するための電極パターンが形成された正負いずれかの電極面になっており、その反対側の基板結晶側表面は、レーザ構造結晶表面の電極とは逆極性の電極面になっている。例えば、AlGaAs系のレーザ構造結晶の場合は、レーザ構造結晶表面には正の電極面9が形成され、基板結晶側表面に負の電極面10が形成されている。また、レーザ光の出射側端面11である劈開面とその反対側の端面である劈開面には、端面を酸化等から保護し、反射率を制御するために絶縁性の光学膜がコーティングされている。出射側端面11には低反射率膜、その反対側端面には高反射率膜がコーティングされている。

30

【0039】

出射側端面11とその反対側端面にコーティングを行う時に、出射側端面の正負両電極面9、10以外の2つの側面、即ちLDアレイの幅方向の外側の側面12の両側にも、コーティング膜が回り込んで薄くコーティングされるようにすれば、LDアレイをヒートシンク2等に装着する時に使用するはんだが外側の両側面12に付着しても、はんだによるレーザ構造結晶内のpn接合の短絡が起こり難くなる。製作コストが上がるが、外側の両側面12における短絡をより完全に防止するために、外側の両側面12だけへのコーティングを目的とした工程を導入しても良い。

40

【0040】

次に、図1(b)を参照すると、LDアレイ1は、エミッタ5からの発熱を効率よく放熱するために、レーザ構造結晶側をヒートシンクあるいは冷却装置2に装着されている。LDアレイ1の装着は、LDアレイのレーザ構造結晶側の電極面9とヒートシンクあるいは冷却装置2の金属面を、はんだ材料を使用してはんだ付けすることによって行われる。

50

このように、LDアレイ1をはんだで装着した時に、LDアレイ1の外側の両側面12がコーティングされておらず、レーザ構造結晶4が露出していると、はんだが這い上がってレーザ構造結晶内のpn接合が短絡する可能性があるが、本実施例では、外側の両側面12をコーティングすることで短絡を起し難くしている。

【0041】

LDアレイ1の幅方向の両外側にあるスクライブラインが入った第一の非活性領域6を切り離さずに、そのままヒートシンクあるいは冷却装置2に装着し、ヒートシンクあるいは冷却装置2と両面接着絶縁板13等で絶縁された金属薄板14等を基板結晶側の電極面10にはんだ付けして、LDアレイ1に電流を注入できるようにすれば、リーク電流の増加や短絡の無い高信頼、高性能のLDアレイを使用した半導体レーザ装置15が低コストで完成させることができる。金属薄板14には、LDアレイ1との熱膨張率の差によるLDアレイへの応力を低減するため、スリット等を設けても良い。

10

【0042】

図2は、図1に示した第一の実施形態において、LDアレイ1の外側の両側面12にコーティングされている膜を形成する方法の例を説明するための図である。出射側端面11にコーティングを行う時に、図2に示したように、両電極面には絶縁膜であるコーティング膜が形成されないように両電極面をスペーサ16で挟んだ状態で保持し、LDアレイ1の外側の両側面12は露出した状態にしておく、コーティング材料が回り込んで外側の両側面12にも薄くコーティングされる。同様の状態に保って、出射側端面11の反対側の端面にもコーティングすると、その際にも、外側の両側面12にコーティング材料が回り込んでコーティング膜が追加される。外側の両側面12のコーティング膜が厚くなるように、コーティング中にLDアレイ1とスペーサ16を装填した治具を回転するなどして、外側の両側面12がコーティング材料のソース方向に向くようにしても良い。

20

【0043】

図3(a)～(c)は、本発明に係る第二の実施形態を説明するための図であり、LDアレイ1が、ヒートシンクあるいは冷却装置2に、ダイスペーサ17を介して装着されている状態を示しており、LDアレイ1の出射側端面11の側から見た図になっている。図3(a)では、LDアレイ1の幅方向の両外側の第一の非活性領域6の一部が、斜線部として示したダイスペーサはんだ面25よりせり出して装着されている。また、図3(b)では、LDアレイ1の幅方向の両外側の第一の非活性領域6の一部が、ダイスペーサ17より

30

【0044】

このように、LDアレイ1の両外側がダイスペーサはんだ面25、あるいはダイスペーサ17よりせり出した状態で装着すると、外側の両側面12に、LDアレイ1の装着に使用したはんだが這い上がって付着することが発生し難くなるので、レーザ構造結晶内のpn接合が短絡することが更に完全に防止でき、LDアレイの信頼性、歩留が向上する。LDアレイ1の一部が、ダイスペーサはんだ面25、あるいはダイスペーサ17からせり出していると、せり出した部分が冷却されにくくなるが、本発明では、せり出した部分は、エミッタ5の設けられていない非活性領域であるので、元々発熱も殆ど無く、性能上も、信頼性の点でも全く問題にならない。言い換えれば、LDアレイ1の両外側に広い第一の非活性領域6を備えることによって、図3(a)、(b)に示したように、LDアレイ1の外側部分をダイスペーサ17、ダイスペーサはんだ面25からせり出して装着することが可能になり、外側の両側面12におけるpn接合の短絡がより完全に防止できるようになる。

40

【0045】

図3(b)のように、LDアレイ1の一部がダイスペーサ17の外側にせり出していると、外側の両側面12へのはんだの這い上がりは確実に防止できるが、半導体レーザ装置15を取り扱う際に、LDアレイ1に触れてLDアレイが折れる等の問題が懸念される場合には、図3(c)に示したような形状のダイスペーサ17を使用しても良い。図3(c)においては、pn接合の短絡が問題になるLDアレイの外側の両側面12は、ダイス

50

ーサ 17 からせり出しているが、図 3 (a) の場合と同様に、LD アレイ 1 の外側両側面の外側にもダイスペーサ 17 が存在しており、LD アレイ 1 の両外側部分をガードしているので、LD アレイ 1 を破損するリスクが低減できる。

【0046】

図 4 (a)、(b) は、本発明に係る第三の実施形態を説明するための図であり、主に、レーザ構造結晶側から見た LD アレイの平面図の一部分に、電流が注入される領域であるストライプ 18 の部分の形状を示している。図 4 (a) では、エミッタ 5 は、ブロードストライプ型であるが、図 1 (a)、(b) に示した実施形態よりは、幅の狭いストライプになっており、そのかわりストライプの本数、即ちエミッタの個数を増やしている。ブロードストライプは、高出力半導体レーザに適した構造であるが、ストライプ幅を増やしていくと、ストライプの幅方向で、光出力分布が不均一になり、ストライプ幅に比例して光出力が増加しなくなる。

【0047】

また、ストライプ内の光出力分布が偏って、一部分の光強度が高くなるということはその部分の劣化速度が大きくなり、信頼性の低下を招く恐れもある。従って、図 4 (a) に示したように、ストライプ幅を 10 ~ 50 μm 程度と比較的狭くし、その分ストライプ本数を増やすことで、ストライプ幅の合計 (= ストライプ幅 $\times$ ストライプ本数) を減らさずに、高い出力を実現することが望ましい。

【0048】

図 4 (b) は、エミッタ 5 が、図 4 (a) の場合より更に幅の狭い 5 μm 以下のストライプ 18 を 5 μm 以下の間隔で複数本配列した集合体 19 になっている例を示している。エミッタ全体の幅が広い場合でも、エミッタ 5 がこのように狭いストライプが近接して複数本形成された集合体 19 であると、エミッタ 5 の幅方向で光出力分布の不均一は生じ難くなり、高出力、高信頼性を実現できるようになる。

【0049】

エミッタ 5 あるいはストライプ 18 が、図 4 (a)、(b) に示したように、LD アレイ内で分散した状態に形成されると、エミッタ間の非活性領域である第二の非活性領域 7 の幅は当然狭くなる。本発明のように、第二の非活性領域 7 の幅に無関係に、LD アレイ 1 の外側に幅の広い第一の非活性領域 6 を設けると、エミッタ 5 を設けた部分に、LD アレイ 1 を劈開で分割して切り出すためのスクライブライン 8 が入らないようにできるので、図 4 (a)、(b) のように、高出力、高信頼性に適したエミッタ構成を採用することができる。

【0050】

図 5 は、本発明に係る第四の実施形態を説明するための図であり、LD アレイ 1 の幅方向の外側に設けた第一の非活性領域 6 に、LD アレイ 1 がウェハのどの部分から作成されたかが認識できる記号あるいは番号を形成した状態を示している。この認識記号 (番号) 20 の形成は、電極パターン 21 の形成工程で同時に行えるので、製作コストは増加しない。LD アレイ 1 をヒートシンクあるいは冷却装置 2 に装着した後も認識記号 (番号) 20 が読み取れるように、認識記号 (番号) 20 は基板結晶側の電極面 10 に形成するのが望ましい。

【0051】

また、電流を注入する必要がある広い非活性領域に形成しているので、図 1 (b) に示した金属薄板 14 の幅を電流注入の必要な幅に限定しておけば、即ち、金属薄板 14 が第一の非活性領域 6 を覆わないようにすれば、金属薄板 14 で電気配線を行った後にも、認識記号 (番号) 20 を読み取ることができる。認識記号 (番号) 20 のパターンが崩れて判読しにくい場合に備えて、認識記号 (番号) 20 は、LD アレイ 1 の両外側の第一の非活性領域 6 に形成しておいても良い。認識記号 (番号) 20 として、例えば、LD アレイの幅で切り出す各分割ウェハの番号とその分割ウェハ内での順番を示す番号を書き入れることができる。個々の LD アレイ 1 がウェハのどの位置から切り出したものか判別でき、LD アレイが互いに識別できるので、各 LD アレイの作製条件の把握やウェハ内の特性分

10

20

30

40

50

布の確認が可能になり、個々のLDアレイについてより高度な品質管理や特性の解析が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の第一の実施形態を説明するための図で、(a)は劈開によって切り出され、ヒートシンクあるいは冷却装置に装着前のLDアレイの形状を模式的に示し、(b)はLDアレイがヒートシンクあるいは冷却装置に装着されている状態を模式的に示している。

【図2】図1に示した第一の実施形態において、LDアレイの外側の両側面にコーティングされている膜を形成する方法の例を説明するための図で、コーティング時にLDアレイが治具に装填されている状態を模式的に示している。 10

【図3】本発明の第二の実施形態を説明するための図で、LDアレイが、ダイスペーサを介してヒートシンクあるいは冷却装置に装着されて状態を示しており、LDアレイの外側の両側面がダイスペーサはんだ面からせり出しているケース(a)と、LDアレイの外側の両側面がダイスペーサからせり出しているケース(b)と、LDアレイの外側の両側面がダイスペーサには接していないがダイスペーサでガードされているケース(c)が描かれている。

【図4】本発明の第三の実施形態を説明するために、ストライプ部分の形状を示した図で、(a)は、比較的幅の狭いブロードストライプから構成されているエミッタの例を示し、(b)は、幅の狭いストライプを近接して複数本配列した集合体で構成されたエミッタの例を示している。 20

【図5】本発明の第四の実施形態を説明するための図で、LDアレイの第一の非活性領域に、LDアレイが認識記号(番号)が形成されている状態を示している。

【図6】従来の技術を説明するための図で、LDアレイの製造工程の一部を模式的に示している。(a)は、LDアレイの形状に劈開で分割して切り出すためのスクライブラインが入ったウェハを示し、(b)は、劈開で分割して切り出されたLDアレイを示し、(c)は、スクライブによるストレスで正常な劈開面が得られていない部分を劈開で切り離した状態を示している。

【符号の説明】

【0053】

- 1 LDアレイ
- 2 ヒートシンクあるいは冷却装置
- 3 基板結晶
- 4 レーザ構造結晶
- 5 エミッタ
- 6 第一の非活性領域
- 7 第二の非活性領域
- 8 LDアレイの形状に劈開するためのスクライブライン
- 9 正の電極面(レーザ構造結晶側の電極面)
- 10 負の電極面(基板結晶側の電極面)
- 11 出射側端面
- 12 LDアレイの幅方向の外側の側面
- 13 両面接着絶縁板
- 14 金属薄板
- 15 半導体レーザ装置
- 16 スペーサ
- 17 ダイスペーサ
- 18 ストライプ(電流が注入される領域)
- 19 幅の狭いストライプを近接して複数本配列した集合体
- 20 認識記号(番号)

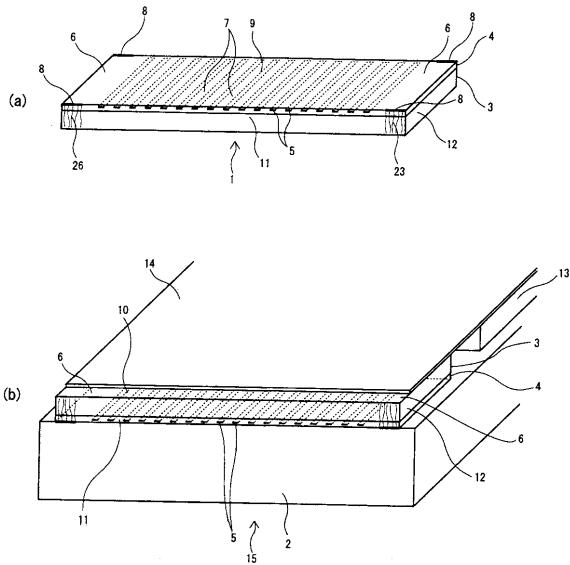
30

40

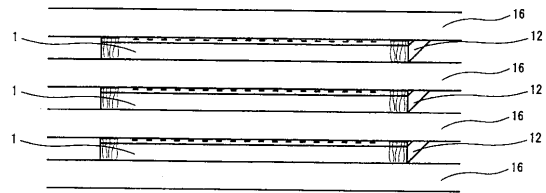
50

- 2 1 電極パターン
- 2 2 (半導体) ウェハ
- 2 3 スクライブによるストレスで正常な劈開面が得られていない部分
- 2 4 スクライブでダメージを受けたエミッタが含まれる部分 (スクライブによるストレスで正常な劈開面が得られていない部分) を劈開で切り離すためのスクライブライン
- 2 5 ダイスペーサはんだ面

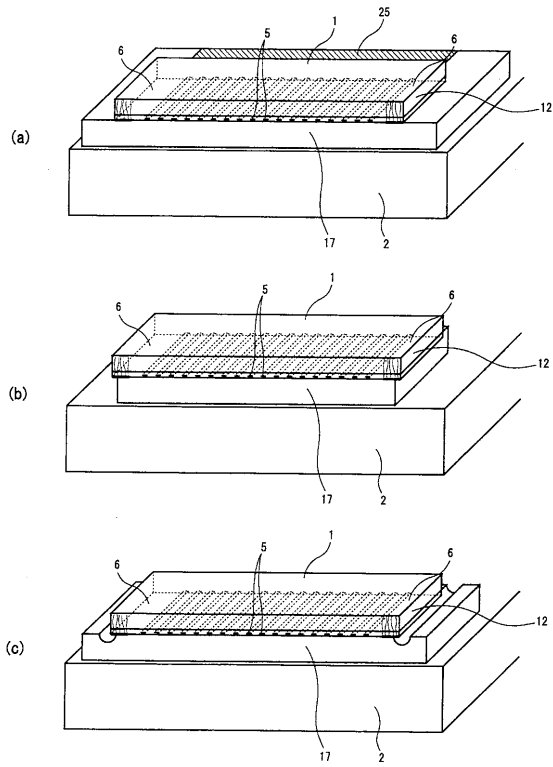
【図 1】



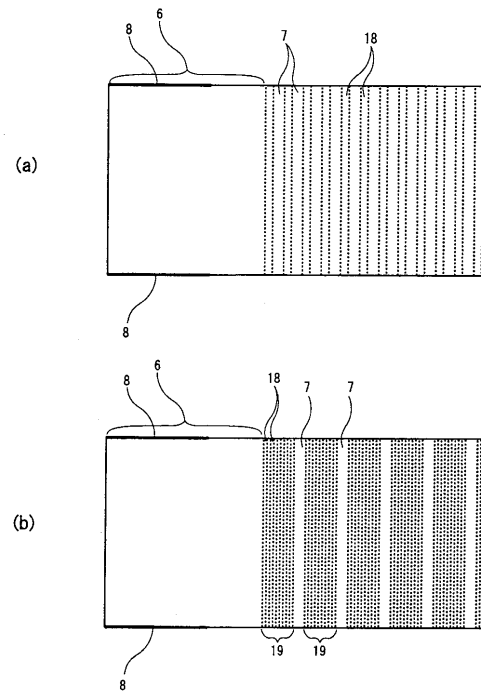
【図 2】



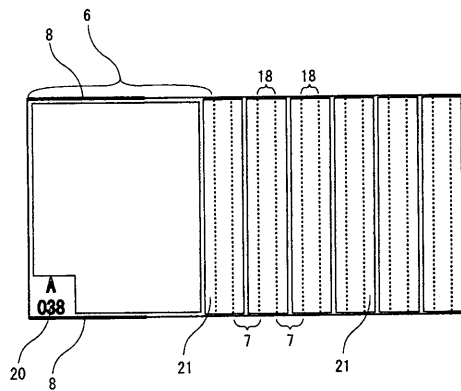
【図 3】



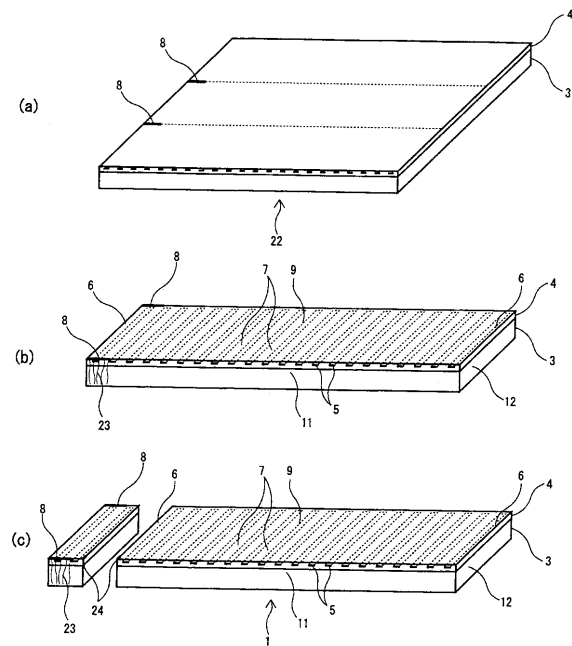
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 瀧川 宏

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 宮田 龍介

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5F073 AA83 AB04 DA32 DA33 DA35 EA24 FA30