

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4608040号
(P4608040)

(45) 発行日 平成23年1月5日(2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日(2010.10.15)

(51) Int.Cl.

H01S 5/187 (2006.01)

F 1

H01S 5/187

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-216916
 (22) 出願日 平成11年7月30日(1999.7.30)
 (65) 公開番号 特開2000-77772(P2000-77772A)
 (43) 公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)
 審査請求日 平成18年7月26日(2006.7.26)
 (31) 優先権主張番号 144,355
 (32) 優先日 平成10年8月31日(1998.8.31)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506098789
 アバゴ・テクノロジーズ・ファイバー・ア
 イピー(シンガポール)プライベート・リ
 ミテッド
 シンガポール国シンガポール768923
 , イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
 1
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 幸彦
 (74) 代理人 100121061
 弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】半導体レーザ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

両側を備えている活性層と、

前記活性層の一方の側に配置されているpタイプの第1の反射構造であって、この第1の反射構造が、第1の屈折率を備え、かつ第1のドーパントを含む第1のIII-V半導体化合物から造られている第1の層と、第2の屈折率を備え、かつ前記第1のドーパントとは異なる第2のドーパントを含む第2のIII-V半導体化合物から造られている第2の層とを含む第1の反射構造と、

前記活性層の一方の側に対向する側に配置されているnタイプの第2の反射構造とを有し、

前記第1のIII-V半導体化合物が、第1のAI組成を有するAlGaAsであり、前記第2のIII-V半導体化合物が、前記第1のAI組成より低い第2のAI組成を有するAlGaAsであり、

前記第1のドーパントが、(a)炭素、(b)炭素及びマグネシウムからなる群より選択され、前記第2のドーパントがマグネシウムである、半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記第1の反射構造が、さらに、(i)前記第1の屈折率を備え、前記第1のドーパントを含む前記第1の半導体化合物から造られている第3の層と、(ii)前記第2の屈折率を備え、前記第2のドーパントを含む前記第2の半導体化合物から造られている第4の層をそれぞれ含む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】

10

20

さらに、前記第1の層及び第2の層の一方に隣接したインターフェイス層を含む、請求項1又は2に記載に半導体レーザ装置。

【請求項4】

前記インターフェイス層が、第1のセクションと第2のセクションとからなり、該第1および第2のセクションの化学的構成が異なる、請求項3に記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】

前記第1および第2の層の一方が、第1のセクションおよび第2のセクションを備えており、該第1および第2のセクションの化学的構成が異なる、請求項1又は2に記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、半導体装置及びその製造に関し、特に、半導体レーザ装置などの発光素子に関するものである。そして、本発明は、とりわけ、垂直空洞面発光レーザ（VCSEL）装置に適用可能なものである。

【0002】

【従来の技術】

VCSEL装置等の半導体レーザ装置は、電流を流すと単色のコヒーレント光を発生する。基本的に、VCSELは、2つの反射層の間に挟まれた発光材料の層から構成される。

【0003】

20

熱放散は、VCSELの設計者が対処しなければならない難題の1つである。発生する熱の量は、VCSELの抵抗、及び、VCSELを流れる電流の量に関連している。抵抗は、電流が直列層を流れるので、一般に、「直列抵抗」と呼ばれる。VCSELは、できるだけ多くの電流を通すことによって、レーザ光の出力強度を最大にできることが望ましいが、加熱により通電量が制限される。

【0004】

従来のアプローチを利用すると、VCSEL構造の熱放散効率が低下した。例えば、図1に関連して後述する、Kish, Jr. 他に対する米国特許第5,724,376号の明細書には、活性層に近接したヒート・シンクを用いる構造の解説がある。

【0005】

30

反射構造を構成する層の抵抗は、ドーピングによって小さくすることが可能であることも分かっている。これによって、所定の量の加熱に関して、より多くの電流を流すことが可能になるので、光出力強度が増大する。例えば、K. L. Lear他による「Low Threshold Voltage Vertical Cavity Surface-Emitting Laser」, Electronics Letters, Vol. 29, No. 7, (April 11, 1993), pp 584-6を参照されたい。

【0006】

また、P. Zhou他による「Low Series Resistance High-Efficiency GaAs/AlGaAs Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers with Continuously Graded Mirrors Grown by MOCVD」, IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 3, No. 7 (July 1991)には、反射層間の傾斜インターフェイスによって直流抵抗を小さくする技法が解説されている。

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、通電能力をいっそう向上させ、同時に、抵抗を制限して、良好な製造性をもたらす新規なVCSEL構造を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

50

本発明によれば、直列抵抗が小さく、製造が容易な半導体レーザ装置が得られる。

【0009】

こうした半導体レーザ装置には、活性層と、活性層の両側に配置された第1と第2の反射構造が含まれている。第1と第2の反射構造は、それぞれ、分布プラグ反射装置（DBR）であり、各DBRには、それぞれ、（i）第1の屈折率を備えた第1の層と、（ii）第2の屈折率を備えた第2の層が含まれている。

【0010】

2つのDBRの一方にはpタイプ、もう一方には、nタイプのドーピングが施される。各DBR毎に、ドーピング・タイプは、一貫しているが、所定のDBRの異なる層には、異なるドーパントが用いられる。

10

【0011】

望ましい実施例の場合、反射構造は、AlGaAsから造られたDBRであるが、層の屈折率を変えるため、Al含有量は変更される。pタイプDBRの2つの層には、それぞれ、低屈折率層及び高屈折率層が得られるようにマグネシウムと炭素によるドーピングを施すのが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明によれば、有機金属気相エピタキシ（OMVPE）によって、半導体VCSEL用のpタイプDBRを作製するために開発された協調ドーピング・プロセスが得られる。この協調ドーピング・プロセスを利用することによって、これらの装置で、低直列抵抗及び低動作電圧を実現し、良好な製造性を得られる。

20

【0013】

図1には、全体が10で表示された従来のVCSELの一例が示されている。図1のVCSELについては、後述するKish, Jr他に対する米国特許第5,724,376号の明細書に詳細な記載がある。

【0014】

VCSEL10などの半導体レーザでは、通電により発光する材料の層11が、活性材料として利用される。当該技術者には、この発光特性を備えた各種材料が知られている。

【0015】

対向する反射表面は、活性層の上方及び下方に製作される。上方反射構造13及び下方反射構造15が示されている。活性層11は、反射構造13、15の間に位置する。反射構造13及び15は、一般に、屈折率の異なる材料の層を順次堆積させることによって得られる。こうした構造は、分布プラグ反射装置（DBR）と呼ばれる。DBR間の隙間（活性層11によって占められる）は、ファブリ・ペロー空洞と呼ばれる。上記構造は、基板17上に形成される。

30

【0016】

VCSEL設計において、2つの反射構造13、15に互いに逆極性のドーピングを施すのが一般的である。すなわち、反射構造の一方には、nタイプのドーピングが施され、もう一方には、pタイプのドーピングが施される。従って、VCSELは、pn接合ダイオードに匹敵する特性を備えることが可能である。VCSELを用いた回路は、VCSELの2つの端子間に順バイアス電圧を印加してVCSELを駆動し、発光させる。

40

【0017】

半導体材料層の屈折率を設定する既知の方法がある。例えば、アルミニウム・ガリウム・砒素（AlGaAs）層を形成する場合、アルミニウム含有量を変えることが可能でアルミニウムの含有量が増すほど、屈折率は低下する。

【0018】

一般的なやり方に従って、nタイプまたはpタイプになるように、層にドーピングを施すことが可能である。例えば、炭素（C）またはマグネシウム（Mg）ドーパントを利用して、AlGaAsをpタイプにすることが可能である。

【0019】

50

上述の半導体構造に電流を供給して、活性層 11 を活性化するため、該構造の両側に電気接点 19、21 が設けられる。上部接点 19 は、レーザ光が V C S E L 装置 10 から出射するための間隙が得られるように構成されている。図 1 に概略が示されている、可能性のある構成の 1 つでは、上部接点 19 には、レーザ光が通過する開口が設けられている。図 1 には、上昇して、上部接点 19 の開口を通るレーザ光が示されている。

【 0 0 2 0 】

V C S E L 10 などの V C S E L 装置は、接点 19 と 21 の間に特性抵抗を備えている。電流が V C S E L 10 を流れると、熱が発生する。熱は、ハンダ・ダイ・アタッチで取り付けられたヒート・シンク 23 によって放散される。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、本発明による V C S E L 装置の一部に関する概略図である。図 2 に示す構造は、図 1 の構造 11、13、及び、15 に対応する。図 1 の残りの部分には、本発明にとってあまり重要ではない構成要素が含まれている。従って、これらの補助的要素は、図 2 から省かれている。

【 0 0 2 2 】

図 1 の活性層 11 と同様の活性層 25 は、2 つの反射構造 27 及び 29 の間に V C S E L 空洞を形成する。反射構造 27 及び 29 は、それぞれ、p タイプ D B R 及び n タイプ D B R として示されている。

【 0 0 2 3 】

D B R 27 及び 29 には、屈折率の異なる 2 つの材料の交互層が含まれている。上述のように、材料が A 1 G a A s の場合、低 A 1 組成の A 1 G a A s 層は、高屈折率材料の働きをし、高 A 1 組成の A 1 G a A s 層は、低屈折率材料の働きをする。場合により、層間に不図示の傾斜インターフェイスを用いることも可能である。

【 0 0 2 4 】

D B R 内の 1 対の層は、単位下部構造とみなすことができる。そして、該下部構造を必要数用いて D B R を構成することが可能である。図 2 において、p タイプ D B R 27 には、低屈折率層 33 及び高屈折率層 35 を含む、単位下部構造 31 が含まれている。

【 0 0 2 5 】

D B R 每に 1 つのこうした単位下部構造は、理論的には最少であるが、実際には、D B R には、2 つ以上の単位下部構造が含まれる。図示のように、単位下部構造を N 1 回繰り返すことによって、p タイプ D B R 27 全体が形成される。同様に、n タイプ D B R 29 には、N 2 回繰り返された単位下部構造 37 が含まれている。N 1 及び N 2 は、単位下部構造の総数を表す整数である。望ましい実施例の場合、N 1 及び N 2 は、約 50 にすることが可能である。

【 0 0 2 6 】

全ての層を順次通過するポンプ電流は、構造の全抵抗に関連した熱を発生する。本発明によれば、全抵抗を小さくするため、層及びインターフェイスに十分なドーピングが施される。それによって、好都合なことには、D B R 27 及び 29 の両端間における電圧降下、及び、電流によって発生する熱が減少する。p タイプ D B R は、n タイプ D B R よりも抵抗が大きくなりがちである。従って、本発明は、とりわけ、p タイプ D B R に適用するのに有利である。

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、「協調ドーピング」において、D B R または D B R 単位下部構造の 2 つの層に異なるドーパントが用いられる。

【 0 0 2 8 】

図 2 の構造には、A 1 含有量を変えることによって屈折率が変更される、望ましい材料 A 1 G a A s から造られた D B R が含まれている。p タイプの A 1 G a A s による D B R において一般に用いられるドーパントのうちの 2 つは、M g と C である。p タイプ D B R 27 の場合、C は、層 33 のような A 1 含有量の多い A 1 G a A s 層のドーパントとして利用され、M g は、層 35 のような A 1 含有量の少ない A 1 G a A s に利用される。

10

20

30

40

50

【0029】

ちなみに、本発明の他の望ましい実施例の場合、Al含有量の多いAlGaAs層（例えば、層33）に、CとMgの組み合わせによるドーピング、並びに、Cだけのドーピングを施すことが可能である点に留意されたい。

【0030】

Mgは、AlGaAs材料のアルミニウム含有量に関係なくドーパントとして利用される。OMVPEによるMgドーピングは、既知のMgドーパント源を用いて実施される。

【0031】

しかし、Al組成の高いAlGaAsとインターフェイス層の場合、Mgには、活性化されるドーパント・イオンの可能性のある最高の濃度（すなわち、実現可能なキャリヤ濃度）が、あいにく、 $10^{18} / \text{cm}^3$ という低い値に制限される欠点がある。結果として、MgをドープしたpタイプDBRを利用して成長したVCSELは、直列抵抗が高くなるので、通常、動作電圧が高くなる。

【0032】

一方、炭素は、極めて高いレベルで、AlGaAs層に取り入れることが可能である。しかし、炭素をドーパントにしたOMVPEガスは、不都合な腐食性を備える傾向がある。周囲炭素ドーパント源ガスからドーピングを行うステップを含む製作プロセスの場合、炭素ドーパント源ガスによって、炭素をドープしたエピタキシャル層が堆積させられるAlGaAs層に対してバック・エッチが生じる。

【0033】

CB₄ドーパント・ガスが、Al含有量の少ないAlGaAsに用いられる場合、バック・エッチは、通常の成長速度の30%を超える速度で生じる。しかし、バック・エッチ速度は、AlAsのとて取るに足りないものである。AlとGaの両方を含む中間調合物の場合、バック・エッチ速度も中間である。さらに、バック・エッチ速度は、温度と、ウェーハを横切る気流パターンの変動に影響されやすい。

【0034】

結果として、CドープしたpタイプのDBRのウェーハ全域にわたる厚さの分布は、均一にならない傾向がある。対照的に、nタイプDBR構造の製作では、バック・エッチを生じる物質は用いられない。従って、nタイプDBRの製作は制御が容易であるが、pタイプDBRの製作には、DBRの厚さの不整合を生じる、均一性の問題がある。

【0035】

nタイプとpタイプのDBRが両方とも必要な従来のVCSELの場合、それらの間における厚さの不整合が、ウェーハ全域にわたる装置の性能の均一性を劣化させることになる。

【0036】

しかし、本発明によれば、アルミニウムの含有量が多く、従って、バック・エッチ及び結果生じる均一性の問題の影響を受けにくい材料の層だけに炭素のドーピングを利用するこ⁴⁰とによって、より優れた均一性が得られる。炭素のドーピングは、Alの含有量が少なく、屈折率の高いAlGaAs層よりもAlの含有量が多く、屈折率の低いAlGaAs層に適している。

【0037】

よりバック・エッチの影響を受けやすい低Al層の場合、Mgドーピングは高Al材料に対する 1cm^3 当たり 1×10^{18} という制限を受けない。こうして、バック・エッチの問題を生じることなく、両方の層において $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ を超える高ドーピング濃度を容易に実現することができる。従って、Al含有量の少ない層のMgドーピングによって、バック・エッチ及び結果生じる不均一性を伴うことなく、構造全体に関して小さいことが望ましい抵抗と、及び、良好な製造性が得られる。

【0038】

本発明の望ましい実施例の1つでは、高Al層のドーピングに炭素だけしか用いないが、Mg及びCの混合物でドープすることも可能である。Alの含有量が多いので、ドーパン

10

20

30

40

50

ト・ガスの炭素含有量によって、不利になるほどの量のバック・エッチが生じることはない。

図2の実施例、及び、技術者が以上の説明から認識するであろう関連実施例は、第1のクラスの実施例とみなすことができる。

【0039】

さらに2つの追加クラスの実施例（「第2」及び「第3」のクラス）が存在する。第2のクラスには、V C S E L空洞と前述の層の間にあるか、前記層に隣接するか、あるいは、前記層の間にある比較的狭いインターフェイス層も含まれる。これらのタイプの層を区別するため、「通常の」層という用語を用いて、上述の層を表すことにする。

【0040】

インターフェイス層によって、A1含有量の多い層からA1含有量の少ない層への組成の鋭い遷移が平滑になる。好都合なことには、これによって、直列抵抗が小さくなる。

【0041】

一般に、直列抵抗を十分に低減するには、インターフェイス層にかなりのドーピングを施すことが必要になる。このインターフェイス層における協調ドーピング設計（C+Mg、または、C単独）によって、好都合なことには、この抵抗の低減が実現する。

【0042】

第3のクラスの実施例の場合、層には、A1組成が連続変化するか、または、離散的なセクションへの分割、及び／または、異なるセクションへの協調ドーピングが施される。これは、通常の層で実施可能である。インターフェイス傾斜層も、セクションに分割し、それに従って協調ドーピングを施すことが可能である。

【0043】

インターフェイス層が設けられる場合、セクション化された協調ドーピングが、とりわけ有効であることが分かった。望ましいセクション化インターフェイスは、通常の層間で連結する役目をするA1G a A sのインターフェイス層が含まれている。1つまたは複数のインターフェイス層が、そのセクションに従ってコ・ドープされる。

【0044】

セクション・協調ドーピングは、多種多様なやり方で実施可能である。例えば、インターフェイス層は、2つのセクションを備えることが可能であり、そのうちの一方だけが協調ドーピングを施される。

【0045】

高A1層と低A1層が、それぞれ、インターフェイス層を備えている場合、協調ドーピングは低A1層の後インターフェイス層には施さず、高A1層の後のインターフェイス層に施すことが可能である。さらに、この層構成の場合、2つの通常の層自体は、協調ドーピングを施しても、施さなくてもかまわない。

【0046】

図3は、半導体レーザ装置の一例のpタイプD B Rを示す断面図である。図3の装置は、第2のクラスの実施例によるインターフェイス層を備えており、このインターフェイス層は、第3のクラスの実施例によるセクション化協調ドーピングの一例を示している。

【0047】

図3には、全体が41で表示されたV C S E L空洞39及びpタイプD B Rが示されている。簡略化のため、2つの単位下部構造43及び45が示されているが、もっと多くの単位下部構造が存在する可能性がある。単位下部構造43及び45には、それぞれ、A1含有量の多い通常の層（それぞれ、47及び49）と、A1含有量の少ない通常の層（それぞれ、51及び53）が含まれている。

【0048】

通常の層の間及び／または通常の層とV C S E L空洞39との間のインターフェイス層が、本発明の第2と第3の実施例を例示している。個々の例については、個別に論じることにする。

【0049】

10

20

30

40

50

第2のクラスの実施例に従って、インターフェイス層55は、VCSEL空洞39とA1含有量の多い通常層49との間に示されている。

【0050】

第3クラスの実施例に従って、セクション57及び59からなるインターフェイス層が、A1含有量の多い通常の層49とA1含有量の少ない通常の層53の間に示されている。以下の説明において、57及び59のような層は、互いに隣接する個別インターフェイス層、または、インターフェイス層全体のセクションと呼ぶことにする。どれがどちらの呼称になるかは、文脈から明らかになるであろう。

【0051】

図示のように、インターフェイス層55、57、及び、59は、通常の層53及び49よりも薄い。上述のように、55、57、及び、59のようなインターフェイス層が相対的に薄いことは、望ましい特徴である。 10

【0052】

また、インターフェイス層には、その相対的A1含有量を反映した説明もついている。A1含有量の説明は、直観的に分かる意味を有している。低A1（すなわち、A1含有量が最も少ない）から、準低A1、及び、準高A1を経て、高A1（すなわち、A1含有量が最も多い）に至るものと理解されたい。

【0053】

インターフェイス層の正確なA1組成は、用途に応じて変動する可能性があるが、本発明の第2と第3のクラスの実施例の望ましい実施例では、そのA1含有量が隣接するインターフェイス層または通常の層のA1含有量との中間値である層を備えている。例えば、順次隣接層が、49（高A1）から59（準高A1）及び57（準低A1）を経て53（低A1）に及んでいる。 20

【0054】

全体として捉えた図3の構造には、インターフェイス層が、pタイプDBR構造全体に組み込まれる望ましいやり方が示されている。すなわち、通常の層のそれぞれが、両側にインターフェイス層を備えている。

【0055】

例えば、下部構造45について詳細に検討することにする。インターフェイス層55及び59が、高A1通常層49の両側において隣接している。インターフェイス層55及び59は、それぞれ、準高A1含有量であるため、A1含有量は、層境界を越える際、比較的緩やかに変化する。また、低A1通常層53は、両側が、インターフェイス層57及びインターフェイス層61と隣接している。インターフェイス層57及び61は、準低A1含有量であり、従って、やはり、これらの層の境界を越えても、A1含有量は急激には変化しない。また、層57から層59への境界によって、A1含有量は準低から準高に変化するだけである。 30

【0056】

インターフェイス層の協調ドーピングは、やはり、本発明に従って行われる。例えば、個々のインターフェイス層のA1絶対含有量に従って、準低A1含有量インターフェイス層57及び61は、Mgをドープすることが可能であり、一方、準高A1含有量インターフェイス層55及び59は、C、または、C+Mgをドープすることが可能である。 40

【0057】

従って、本発明によれば、直列抵抗を最小にするためのドーピングを施されたDBR構造、及び、その製造にあたりバック・エッチの問題が回避される装置という、矛盾する要求が解決される。協調ドーピングを施されたDBRを備えるVCSELは、直列抵抗が小さく、動作電圧が低く、ウェーハ全域にわたって比較的均一性に優れるものと予測される。本発明の広汎な応用に鑑み、以下に本発明の実施態様の一端を例示して参考に供する。

【0058】

（実施態様1）：

両側を備える活性層（25）と、該活性層（25）の一方の側に配置されて、（i）第1

50

の屈折率を備え、第1のドーパントを含む第1の半導体化合物から造られた第1の層(33)、及び、(i i)第2の屈折率を備え、第2のドーパントを含む第2の半導体化合物から造られた第2の層(35)を含む反射構造(27)が含まれている半導体レーザ装置。

【0059】

(実施態様2) :

第1と第2の反射構造(27、29)のそれぞれについて、
第1の層(33)が、第1のIII-V半導体化合物から造られ、
第2の層(35)が、第2のIII-V半導体化合物から造られていることを特徴とする
、実施態様1に記載の半導体レーザ装置。

10

【0060】

(実施態様3) :

第1のIII-V半導体化合物(33)が、第1のAl組成のAlGaAsであり、第2のIII-V半導体化合物(35)が、第1のAl組成より低い第2のAl組成のAlGaAsであることを特徴とする実施態様2に記載の半導体レーザ装置。

【0061】

(実施態様4) :

第1と第2の反射構造(27、29)のそれぞれについて、
第1の層(33)に、(i)炭素と、(i i)炭素及びマグネシウムからなるグループからの選択したドーパントがドープされ、
第2の層(35)に、マグネシウムがドープされていることを特徴とする実施態様2に記載の半導体レーザ装置。

20

【0062】

(実施態様5) :

第1と第2の反射構造(27、29)のそれぞれに、さらに、それぞれ、(i)第1の屈折率を有し、第1のドーパントを含む第1の半導体化合物から造られた第3の層と、(i i)第2の屈折率を有し、第2のドーパントを含む第2の半導体化合物から造られた第4の層が含まれていることを特徴とする、実施態様1に記載の半導体レーザ装置。

【0062】

(実施態様6) :

さらに、第1の層と第2の層の一方に隣接したインターフェイス層(57、59)が含まれていることを特徴とする、実施態様1に記載の半導体レーザ装置。

30

(実施態様7) :

インターフェイス層が、第1のセクション(57)と第2のセクション(59)を備えており、第1と第2のセクションの化学的構成が異なることを特徴とする、実施態様6に記載の半導体レーザ装置。

(実施態様8) :

第1と第2の層(33、35)の一方が、第1と第2のセクションを備えており、第1と第2のセクションの化学的構成が異なることを特徴とする、実施態様1に記載の半導体レーザ装置。

40

【0063】

(実施態様9) :

さらに、活性層の(25)の前記一方の側に対向する側に配置された第2の反射構造(29)が含まれ、第2の反射構造(29)に、(i)第1の屈折率を有し、第1のドーパントを含む第1の半導体化合物から造られた第1の層と、(i i)第2の屈折率を有し、第2のドーパントを含む第2の化合物から造られた第2の層が含まれることを特徴とする、実施態様2に記載の半導体レーザ装置。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の半導体レーザ装置の概略図である。

【図2】本発明の第1のクラスの実施例による半導体レーザ装置の概略図である。

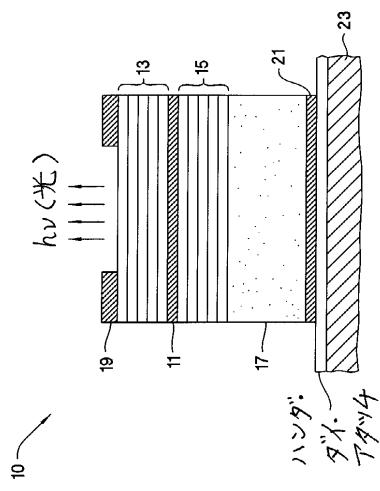
50

【図3】本発明の第2、3のクラスの実施例による半導体レーザ装置の概略図である。

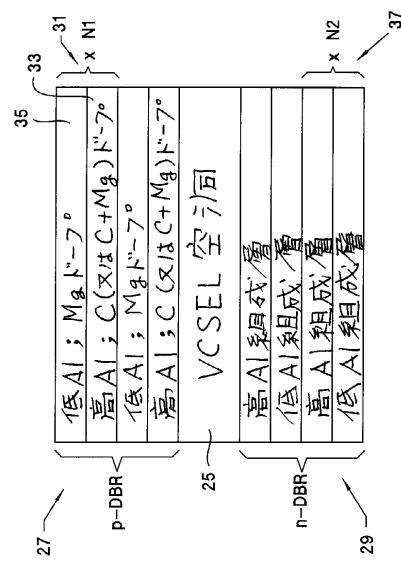
【符号の説明】

- 25 活性層
- 27 第1の反射構造
- 29 第2の反射構造
- 33 第1の層
- 35 第2の層
- 57 インターフェイス層
- 59 インターフェイス層

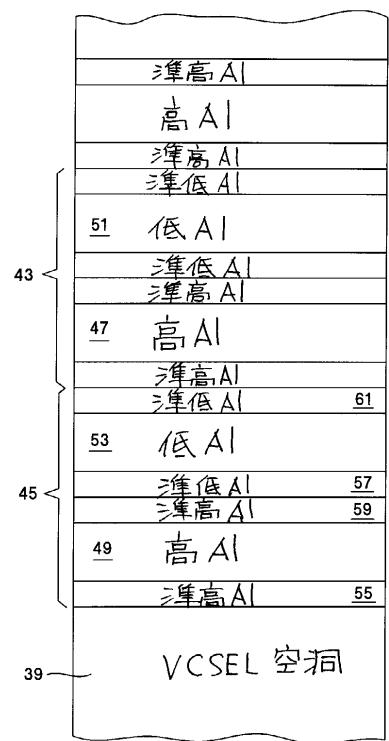
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ホンユ・デン

アメリカ合衆国カリフォルニア州サン・ノゼ ウエスト・リバーサイド・ウェイ 1025

(72)発明者 シャオツォン・ワン

アメリカ合衆国カリフォルニア州サニーベイル アイリス・アベニュー・ナンバー 39 611

(72)発明者 チュン・レイ

アメリカ合衆国カリフォルニア州サニー・ベイル アルカディア・テラス ナンバー202 61

4

審査官 高棕 健司

(56)参考文献 特開平05-206586 (JP, A)

特開平08-032181 (JP, A)

特開平10-308551 (JP, A)

特開平10-261839 (JP, A)

特開平07-249581 (JP, A)

特開平07-074341 (JP, A)

特開平08-222802 (JP, A)

特開平05-206588 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00-5/50