

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5090144号
(P5090144)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl. F I
H O I S 5/227 (2006.01) H O I S 5/227

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-309931 (P2007-309931)	(73) 特許権者	302062931 ルネサスエレクトロニクス株式会社
(22) 出願日	平成19年11月30日(2007.11.30)		神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(65) 公開番号	特開2008-172210 (P2008-172210A)	(74) 代理人	100110928 弁理士 速水 進治
(43) 公開日	平成20年7月24日(2008.7.24)	(72) 発明者	阿江 敬 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NECエレクトロニクス株式会社内
審査請求日	平成22年8月5日(2010.8.5)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-333261 (P2006-333261)	審査官	吉野 三寛
(32) 優先日	平成18年12月11日(2006.12.11)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋込型半導体レーザおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

n型InP基板と、
前記n型InP基板上の活性層と、
前記活性層の両側を挟むように設けられたブロック層と、
前記活性層と前記ブロック層とを覆うように設けられたクラッド層と、
前記クラッド層を覆うように設けられ、圧縮歪みを有するp型InGaAsコンタクト層と、を備え、
前記p型InGaAsコンタクト層は、前記活性層直上から離れた平坦部と、前記活性層直上の傾斜部とを有し、
前記p型InGaAsコンタクト層の前記平坦部は臨界歪み内の圧縮歪みを有し、
前記p型InGaAsコンタクト層の前記傾斜部は臨界歪み内の引っ張り歪みを有する
ことを特徴とする埋込型半導体レーザ。

【請求項2】

請求項1に記載の埋込型半導体レーザであって、p型InGaAsコンタクト層の前記平坦部が、0.3μmの層厚を有し、平坦部の前記圧縮歪みは0.1%以上0.2%以下であることを特徴とする埋込型半導体レーザ。

【請求項3】

請求項2に記載の埋込型半導体レーザであって、前記p型InGaAsコンタクト層が、p型InAs層とp型GaAs層との超格子構造から構成され、前記p型InAs層と

10

20

前記 p 型 GaAs 層は、前記平坦部において、平均で 0.1% 以上 0.2% 以下の圧縮歪みを有することを特徴とする埋込型半導体レーザ。

【請求項 4】

n 型 InP 基板上に、活性層を形成する工程と、
前記活性層の両側にブロック層を形成する工程と、
前記活性層と前記ブロック層とを覆うようにクラッド層を形成する工程と、
前記クラッド層を覆うように、圧縮歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程と、を含み、

p 型 InGaAs コンタクト層を形成する前記工程が、前記活性層直上から離れた平坦部と、前記活性層直上の傾斜部とを有し、前記平坦部は臨界歪み内の圧縮歪みを有し、前記傾斜部は臨界歪み内の引っ張り歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程を含むことを特徴とする埋込型半導体レーザを製造する方法。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の製造方法であって、p 型 InGaAs コンタクト層を形成する前記工程は、前記平坦部が 0.3 μm の膜厚を有し、平坦部の前記圧縮歪みが 0.1% 以上 0.2% 以下である p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程を含むことを特徴とする製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の製造方法であって、p 型 InGaAs コンタクト層を形成する前記工程は、p 型 InAs 層と p 型 GaAs 層との超格子構造から構成され、前記 p 型 InAs 層と前記 p 型 GaAs 層は、前記平坦部において、平均で 0.1% 以上 0.2% 以下の圧縮歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程を含むことを特徴とする製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、埋込型半導体レーザおよびその製造方法に関する。特に、光通信用等に用いられる III-V 族埋込型半導体レーザの p 型 InGaAs コンタクト層の構造およびその製造方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

高容量、高速通信を実現する光伝送装置において、光源として用いられている半導体レーザは、主に、InP 系 III-V 族化合物半導体で構成される。半導体レーザの活性層は、低閾電流かつ高効率性が求められており、歪み量子井戸構造を採用して、特性の向上が図られている。例えば、非特許文献 1 では、ウェル層に 1.53% の圧縮歪みを印加することにより低閾電流を実現している。しかしながら、量子井戸層に臨界歪みを超える歪みを加えると、発光層内に転位等の欠陥が発生するため、レーザ特性は著しく低下する。そこで、特許文献 1 に記載される半導体光素子では、量子井戸層を圧縮歪み層と引っ張り歪み層との積層構造で構成することにより、平均歪みを抑えて臨界歪み以下にして、半導体光素子の性能向上を実現している。

40

【0003】

これらの半導体装置は、活性層にその材料物性の限界まで歪みを印加しており、レーザ素子全体の応力の影響を受けやすい構造になっている。また、一般的に、活性層周辺において、広い温度範囲で半導体レーザの漏れ電流を抑制し、高速作動を実現させるため、活性層の両側に pnp 型埋め込み型または高抵抗埋め込み型の電流狭窄構造を形成した後に、InP クラッド層で全体を埋め込む、埋め込み型構造が用いられる。この埋め込み層において、活性層へ伸びる転位が発生しないように、歪みを抑制する必要がある。

【0004】

特許文献 2 に記載される半導体発光装置では、n-InP 化合物半導体基板上に、バッファ層と、第 1 のクラッド層と、活性層と、第 2 のクラッド層とキャップ層とを有する積

50

層半導体層が形成される。特許文献2に記載の半導体発光装置では、バッファ層およびキャップ層の少なくとも一方が引っ張り歪みを有する構成とすることにより、閾値電流の低減化などの素子特性の改善を図っている。

【0005】

一方、コンタクト層を有する半導体レーザ素子は、特許文献3に記載される。特許文献3に記載される半導体レーザ素子は、第1の活性層の歪み量と第2の活性層の歪み量とが異なるように形成することにより、利得ピーク波長を制御している。特許文献3に記載の半導体レーザ素子は、歪み調整膜を設けることにより活性層の歪みを制御している。

特許文献3に記載のInGaAsコンタクト層は、活性層と一緒に成長されるため、平坦な形状を有する。同文献において、活性層への歪みの付与は、InGaAsコンタクト層上の絶縁膜および電極膜の膜応力を利用しているため、InGaAsコンタクト層は歪みを有さない。

10

【0006】

n型InP基板を用いた、埋込型半導体レーザの構造においては、半導体レーザの低駆動電流化のために、p側金属電極とp型InPクラッド層との間に、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上の高キャリア濃度のp型InGaAsコンタクト層を挿入する必要がある。このn型InP基板を用いた埋込型半導体レーザの構造において、活性層の両側にpnp型埋め込み層または高抵抗埋め込み層を選択成長させ、p型InPクラッド層で全体を埋め込んだ後に、p型InGaAsコンタクト層を成長させるため、このコンタクト層は活性層直上では完全に平坦ではなく、傾斜部が残存する。

20

このn型InP基板を用いた埋込型半導体レーザの構造において、InGaAsコンタクト層を活性層直上のp型InGaAsコンタクト層の傾斜部から $50 \mu\text{m}$ 以上の十分離れた平坦部で、InPに格子整合させた場合、活性層直上の傾斜部におけるp型InGaAsコンタクト層は、InPクラッド層に対して引っ張り歪みが印加される。この活性層直上の傾斜部におけるp型InGaAsコンタクト層の引っ張り歪みは、転位等の欠陥の発生を誘発する可能性があり、半導体装置の信頼性への影響が懸念される。

【0007】

【特許文献1】特開平4-22185号公報

【特許文献2】特開平11-87764号公報

【特許文献3】特開2004-95975号公報

30

【非特許文献1】Electronics Letters, vol. 26, No. 7 (1990), p. 465-467

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明者らの詳細な検討の結果、n型InP基板を用いた埋込型半導体レーザの構造において、活性層直上の傾斜部から $50 \mu\text{m}$ 以上の十分離れた平坦部でのp型InGaAsコンタクト層は、InP基板上に格子整合しているが、活性層直上の傾斜部では最大 $0.3 \sim 0.4\%$ 程度の引っ張り歪みが印加されていることが判明した。この原因は、傾斜部におけるIn原子とGa原子の取り込み効率が、平坦部におけるそれと異なるためと考えられる。取り込み効率は、p型InGaAs層の成長条件に依存して多少変化するものの、傾斜部と平坦部とを同一組成にすることは困難であった。活性層直上の傾斜部におけるp型InGaAsコンタクト層の引っ張り歪みは、転位等の欠陥の発生を誘発し、半導体装置の信頼性に影響を与えることがある。

40

そこで、本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、転位等の欠陥の発生が抑制されて、信頼性の向上した半導体装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決する本発明によれば、埋込型半導体レーザであって、n型InP基板と、n型InP基板上の活性層と、活性層を挟むように設けられたブロック層と、活性層と

50

前記ブロック層とを覆うように設けられたクラッド層と、クラッド層を覆うように設けられ、圧縮歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層と、を備え、p 型 InGaAs コンタクト層は、活性層直上から離れた平坦部と、活性層直上の傾斜部とを有し、p 型 InGaAs コンタクト層の平坦部は臨界歪み内の圧縮歪みを有し、p 型 InGaAs コンタクト層の傾斜部は臨界歪み内の引っ張り歪みを有することを特徴とする埋込型半導体レーザが提供される。

コンタクト層に付与する歪みを調整して、コンタクト層全体の引っ張り歪みを低く抑制することにより、転位の発生が抑制されたコンタクト層を得ることができる。

【0010】

さらに、本発明によれば、埋込型半導体レーザを製造する方法であって、n 型 InP 基板上に、活性層を形成する工程と、上記活性層の両側にブロック層を形成する工程と、上記活性層と上記ブロック層とを覆うようにクラッド層を形成する工程と、上記クラッド層を覆うように、圧縮歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程と、を含み、p 型 InGaAs コンタクト層を形成する上記工程が、活性層直上から離れた平坦部と、活性層直上の傾斜部とを有し、平坦部は臨界歪み内の圧縮歪みを有し、傾斜部は臨界歪み内の引っ張り歪みを有する p 型 InGaAs コンタクト層を形成する工程を含むことを特徴とする製造方法が提供される。

【0011】

本発明による埋込型半導体レーザは、上記 p 型 InGaAs コンタクト層が、上記活性層直上から離れた平坦部と、上記活性層直上の傾斜部とを有し、p 型 InGaAs コンタクト層の上記平坦部は臨界歪み内の圧縮歪みを有し、p 型 InGaAs コンタクト層の上記傾斜部は臨界歪み内の引っ張り歪みを有する。

平坦部の組成を圧縮歪み側へ補正して成長させることにより、傾斜部の引っ張り歪みは低減され、転位等の欠陥の発生を防止することができる。

【0012】

また、本発明による埋込型半導体レーザは、p 型 InGaAs コンタクト層の上記平坦部が、 $0.3 \mu\text{m}$ の層厚を有し、平坦部の上記圧縮歪みは 0.1% 以上 0.2% 以下である構成とすることができる。

電極金属との良好なオーミックコンタクトに必要な、電極金属のアロイ後の拡散長に対して十分な厚さである、 $0.3 \mu\text{m}$ 厚の p 型 InGaAs コンタクト層を用いて、J. W. Matthews and A. E. Blakeslee らのモデル (J. W. Matthews and A. E. Blakeslee, J. Crystal Growth 27 (1974) 118 - 125) に基づいた臨界歪み量の検討を行った結果、平坦部の圧縮歪みを 0.1% 以上 0.2% 以下とすることで、平坦部および傾斜部が共に臨界歪みを超えない p 型 InGaAs コンタクト層を形成することができ、転位等の欠陥の発生を抑制することができる。

p 型 InGaAs コンタクト層厚を $0.3 \mu\text{m}$ 以下にすると、p 型 InGaAs コンタクト層の圧縮歪み組成の許容範囲はさらに広げることができる。

【0013】

また、本発明による埋込型半導体レーザは、上記 p 型 InGaAs コンタクト層が、p 型 InAs 層と p 型 GaAs 層との超格子構造から構成され、上記 p 型 InAs 層と p 型 GaAs 層は、上記平坦部において、平均で 0.1% 以上 0.2% 以下の圧縮歪みを有する構成とすることができる。

p 型 InAs 層および p 型 GaAs 層は、n 型 InP 基板に対して、それぞれ、 $+3.2\%$ および -3.7% の格子不整を有するが、超格子構造の平坦部における圧縮歪みが平均で、 0.1% 以上 0.2% 以下となるように調整することにより、平坦部および傾斜部の両方で、平均歪みが臨界歪みを超えない p 型 InAs / GaAs 超格子構造のコンタクト層が得られる。

【発明の効果】

【0014】

10

20

30

40

50

本発明によれば、コンタクト層の転移が抑制された埋込型半導体レーザが実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図面を参照しつつ、本発明の埋込型半導体レーザおよびその製造方法について以下に詳細に説明する。なお、図面の説明においては、同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

本発明の一実施形態による埋込型半導体レーザは、 n 型 InP 基板と、 n 型 InP 基板上の活性層と、活性層を挟むように設けられたブロック層と、活性層と前記ブロック層とを覆うように設けられたクラッド層と、クラッド層上の p 型 $InGaAs$ コンタクト層とを備える。

10

ここで、 n 型 InP 基板上に p 型 $InGaAs$ 結晶を成長させる場合、 p 型 $InGaAs$ コンタクト層の歪み () は、 Ga 組成 (x) によって決定される。この関係を以下に説明する。

【0017】

光通信素子工学 (工学図書 (株) p. 75) によると、 InP 、 $GaAs$ 、 $InAs$ 、 $InGaAs$ の格子定数をそれぞれ、 $a(InP)$ 、 $a(GaAs)$ 、 $a(InAs)$ 、 $a(In_{1-x}Ga_xAs)$ とすると、

$$a(InP) = 5.8688 \text{ オングストローム、}$$

$$a(GaAs) = 5.6533 \text{ オングストローム、}$$

$$a(InAs) = 6.0584 \text{ オングストローム、}$$

20

であり、

$$a(In_{1-x}Ga_xAs) = x a(GaAs) + (1-x) a(InAs) = 6.0584 - 0.4051x \quad \dots \text{式1}$$

となる。従って、歪み () と Ga 組成 (x) との関係は、以下の式 2 で表される。

$$\begin{aligned} (\%) &= [a(In_{1-x}Ga_xAs) - a(InP)] / a(InP) \\ &= 3.2306 - 6.9026x \quad \dots \text{式2} \end{aligned}$$

上記式 2 に関して、縦軸を歪み (%)、横軸を Ga 組成 x としたグラフを、図 5 に示す。正の歪み は圧縮歪みを表し、負の歪み は引っ張り歪みを表す。例えば、 p 型 $InGaAs$ コンタクト層が歪みを有さない場合 ($= 0$)、即ち、 n 型 InP 基板と格子整合している場合の $InGaAs$ コンタクト層の組成は、式 2 より、 $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ ($x = 0.47$) である。

30

本発明において、 $InGaAs$ コンタクト層の組成は、上記式 2 を用いて決定する。

【0018】

(第1の実施形態)

図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態における埋込型半導体レーザの構造を示す。本実施形態の半導体装置は、 n 型 InP 基板 11、発光部となる活性層 17、 p 型 InP ブロック層 18、 n 型 InP ブロック層 19、および p 型クラッド層 20、ならびに p 型 $InGaAs$ コンタクト層 21 を備える。

ブロック層 18 および 19 は、活性層 17 の両側に設けられる。言い換えると、ブロック層 18 および 19 の間に活性層 17 が存在する。

40

p 型クラッド層 20 は、活性層 17 およびブロック層 18 および 19 を覆うように設けられる。

図 1 (b) は、図 1 (a) の活性層 17 近傍を拡大した図面である。

n 型 InP 基板 11 上に、 n 型 InP クラッド層 12、 n 型 $InGaAs$ P ガイド層 13、活性層 17、 p 側 $InGaAs$ P ガイド層 15、および p 型 InP クラッド層 16 を含むメサ構造を有する。活性層 17 は量子井戸構造を有する。

【0019】

p 型 $InGaAs$ コンタクト層 21 は、この p 型 InP クラッド層 20 を覆うように設けられる。このコンタクト層 21 は、活性層の直上の領域において傾斜部を有し、活性層

50

直上から離れた領域において平坦部を有する。図1において傾斜部は、底面がU字型の断面を有する構成であるが、このような構成に限定されず、例えば、底面が平坦な凹型の断面を有する構成であってもよい。

【0020】

活性層直上のp型InGaAsコンタクト層21(傾斜部)の、p型InPクラッド層に対する歪みは、シンクロトン放射光を光源とする μ -X線により詳細に評価される。 μ -X線評価は、直径 $1\mu\text{m}$ 程度のビーム系で評価する。図2は、p型InGaAsコンタクト層21の、p型InPクラッド層に対する歪みを示すグラフである。横軸は、活性層の中心の直上からの距離(μm)であり、縦軸は、p型InGaAs層の歪み(%)である。図2の点線は、p型InGaAs層を平坦部でInPに格子整合させた場合のものであり、ここで、活性層直上の傾斜部では大きな引っ張り歪みが見られる。一方、実線は、p型InGaAs層を平坦部において0.1%の圧縮歪みを付与するように、InおよびGaの供給量を補正した場合のコンタクト層の歪みを示す。0.1%の圧縮歪みを有するコンタクト層の組成は、 $\text{In}_{0.546}\text{Ga}_{0.454}\text{As}$ である。ここでは、活性層直上の傾斜部および平坦部が共に、J.W. Matthews and A.E. Blakesleeらのモデルによる臨界歪み以下になっていることが確認される。

10

【0021】

次に、図4を参照して、第1の実施形態における埋込型半導体レーザの製造方法を説明する。

本実施形態において、結晶成長は有機金属気相成長法(MOVPE法)で行い、原料としては、トリメチルインジウム(TMIn)、トリエチルガリウム(TEGa)、アルシン(AsH_3)、ホスフィン(PH_3)、ジシラン(Si_2H_6)及びジエチルジンク(DEZn)を用いる。

20

【0022】

始めに、図4(a)に示されるように、n型InP(100)基板($n = 2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$)11上にn型InPクラッド層($n = 1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $0.5\mu\text{m}$)12、n側InGaAsPガイド層(厚さ $0.05\mu\text{m}$)13、PL発光波長 $1.3\mu\text{m}$ の量子井戸活性層14、p側InGaAsPガイド層(厚さ $0.05\mu\text{m}$)15及びp型InPクラッド層($p = 1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $1\mu\text{m}$)16を、この順で順次成長させる。これらの層12~16は、InPに格子整合するのであれば、InGaAlAs等の他の材料系を使用しても構わない。

30

【0023】

次いで、図4(b)に示されるように、p型InPクラッド層16上に SiON_x 膜マスク41を成膜し、その後フォトレジスト42を塗布し、公知のPRプロセスを用いて、 SiON_x 膜マスク41にメサエッチングパターンを形成する。

【0024】

次に、図4(c)に示されるように、 SiON_x 膜41をマスクにしてn型InP基板11まで、ドライエッチングまたはウェットエッチングによりメサエッチングする。メサエッチングにより図4(c)で示した量子井戸活性層14は、発光部となる活性層17とキャリア再結合層43に分けられる。この時キャリア再結合層43となる部分は上記エッチング時に除去した構造を用いてもよい。またn型InP基板11上に SiON_x マスクをパターンニングし、選択成長技術を用いて活性層を形成してもよい。

40

【0025】

次いで、図4(d)に示されるように、再びPRプロセスを用いて、活性層17上の SiON_x 膜マスク41のみをフォトレジスト51で保護してキャリア再結合層43上の SiON_x 膜マスク41を除去する。

【0026】

次に、図4(e)に示されるように、活性層17上の SiON_x 膜41を選択マスクとして、p型InPブロック層($1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $1.0\mu\text{m}$)18とn型InPブロック層($n = 5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, 厚さ $0.5\mu\text{m}$)19のブロック層を成長させる。

50

【0027】

更に、図4(f)に示されるように、活性層17上のSiON_xマスク41を除去した後、p型InPクラッド層(p = 1E18 cm⁻³, 厚さ2.5 μm)20で基板全体を埋め込み、その後、p型InGaAsコンタクト層(p = 1E19 cm⁻³, 厚さ0.3 μm)21を成長させる。この時、p型InGaAsコンタクト層21を、活性層17直上より50 μm以上の十分離れた平坦部で0.1~0.2%の圧縮歪みで成長させる。ここで、コンタクト層の結晶成長は、Ga原料であるトリメチルガリウム(TEGa)とIn原料であるトリメチルインジウム(TMIn)を用いて行われ、これらの流量を調整することにより、コンタクト層に付与される歪みを調整することができる。

0.1~0.2%の圧縮歪みを有するコンタクト層を形成するために、上記式2を用いて、InGaAsの組成を、In_{0.546}Ga_{0.454}As~In_{0.561}Ga_{0.439}Asとなるようにトリメチルガリウムとトリメチルインジウムの流量を調整する。

10

【0028】

成長後、公知の半導体レーザ作製法を用いてp側電極及びn側電極を形成して半導体装置を得る。図4(f)において、クラッド層20およびコンタクト層21の活性層17直上の領域は、底面がU字型の断面を有する構成で形成されているが、このような構成に限定されず、例えば、底面が平坦な凹型の断面を有する構成であってもよい。

【0029】

(第2の実施形態)

20

図3を参照して、図1におけるp型InGaAsコンタクト層21がp型InAs層とp型GaAs層の超格子構造に置き換えられた埋込型半導体レーザの実施形態を説明する。図3において、p型InGaAsコンタクト層31は、p型InAs層32とp型GaAs層33の超格子構造である。本実施形態は、第1の実施形態と同様に、p型InPクラッド層20まで成長させた後、p型InAs層32とp型GaAs層33から構成されるInAs/GaAs超格子構造31を成長させる。この時、活性層直上の傾斜部から50 μm以上の十分離れた平坦部において、p型InAs/GaAs超格子構造31が平均で0.1%以上0.2%以下の圧縮歪みを有するように成長させることにより、平坦部および活性層17直上の傾斜部が共に臨界歪み以下になっていることが確認される。

本実施形態において、活性層17直上のコンタクト層31の領域は、底面がU字型の断面を有する構成であるが、このような構成に限定されず、例えば、底面が平坦な凹型の断面を有する構成であってもよい。

30

【0030】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1(a)は、本発明の第1の実施形態における埋込型半導体レーザの断面図である。図1(b)は、図1(a)の活性層17近傍の拡大図である。

【図2】図1のp型InGaAs層の歪みの分布を示すグラフである。

40

【図3】本発明の第2の実施形態における埋込型半導体レーザの断面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態における埋込型半導体レーザの製造方法を示す図である。

【図5】p型InGaAs層の組成と歪みとの関係を表すグラフである。

【符号の説明】

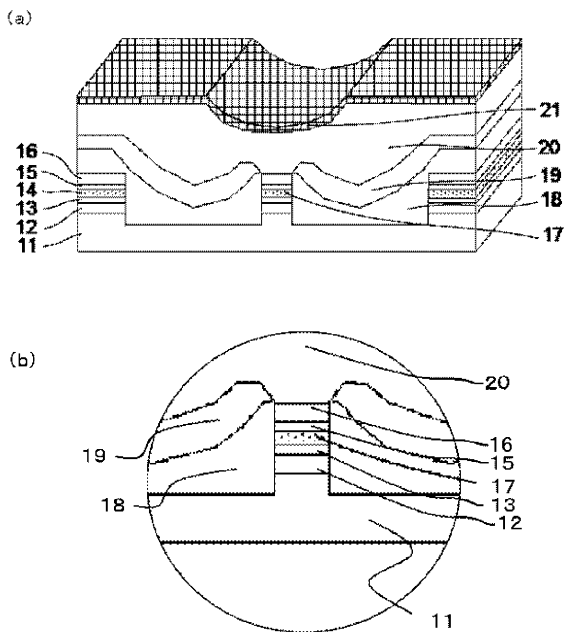
【0032】

- 11 n型InP基板
- 12 n型InPクラッド層
- 13 n側InGaAsPガイド層
- 14 量子井戸活性層

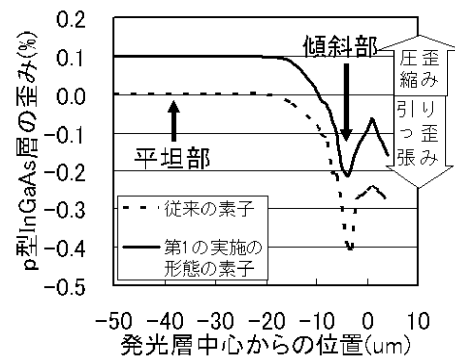
50

- 15 p側InGaAsPガイド層
- 16 p型InPクラッド層
- 17 活性層
- 18 p型InPブロック層
- 19 n型InPブロック層
- 20 p型InPクラッド層
- 21 p型InGaAsコンタクト層
- 31 p型InAs/GaAs超格子構造
- 32 p型InAs層
- 33 p型GaAs層
- 41 SiON_x膜マスク
- 42 フォトレジスト
- 43 キャリア再結合層
- 51 フォトレジスト

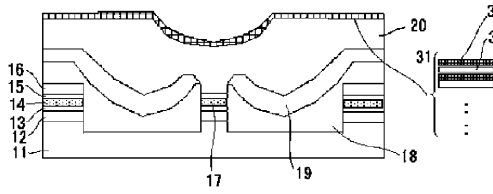
【図1】



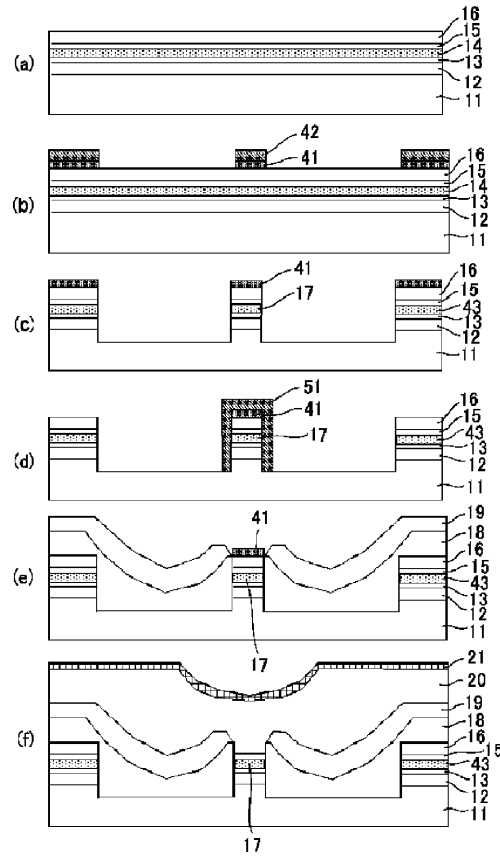
【図2】



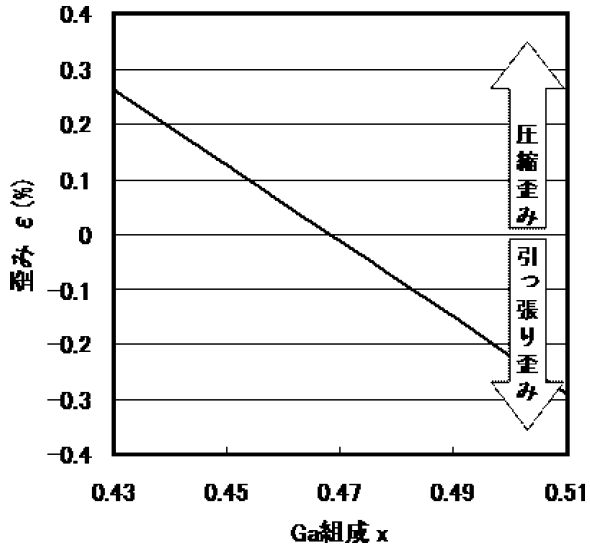
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 275796 (JP, A)
特開2003 - 086886 (JP, A)
特開平06 - 097592 (JP, A)
特開昭58 - 139486 (JP, A)
特開平11 - 087764 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 5/00 - 5/50