

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2757913号

(45)発行日 平成10年(1998) 5月25日

(24)登録日 平成10年(1998) 3月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

請求項の数5(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平8-5521

(22)出願日 平成8年(1996) 1月17日

(65)公開番号 特開平9-199786

(43)公開日 平成9年(1997) 7月31日

審査請求日 平成8年(1996) 1月17日

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 沢野 博之

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 上野 芳康

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

審査官 吉野 三寛

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B名)

H01S 3/18

(54)【発明の名称】 半導体レーザ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の半導体層が積層され、レーザ共振器内部に可飽和吸収体が形成された半導体レーザにおいて、前記半導体層の積層方向における光導波状態のスポットサイズが0.4 μmを越え、かつ光出射端面の反射率が50%を越えることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 請求項1に記載された半導体レーザにおいて、前記半導体層には活性層と活性層の上面に形成されたクラッド層とを含み、前記クラッド層にはメサ構造が形成されており、さらに、前記半導体層には、前記メサ構造の両脇に形成された電流狭窄のためのブロック層を含み、前記メサ構造の両脇の活性層を前記可飽和吸収体としたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項3】 請求項1に記載された半導体レーザにおいて、前記半導体層は、活性層と該活性層の上面及び下

2

面に形成されたクラッド層とを含み、前記クラッド層の少なくとも一方に前記可飽和吸収体が形成されたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項4】 請求項1に記載された半導体レーザにおいて、ストライプ状の電流注入構造を備えており、該電流注入構造の一部が電流非注入領域とされて、前記可飽和吸収体を形成するようにしたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項5】 請求項4に記載された半導体レーザにおいて、前記可飽和吸収体を含む領域にイオン注入をしたことを特徴とする半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザに関して、特に、高温雰囲気まで低雑音動作が可能な半導体レ

10

ーザに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体レーザは、光ディスク装置の光源及び光通信の光源等として情報機器・システムに幅広く使用されており、特に、光ディスク装置の光源に用いられる半導体レーザにおいては、データの読み出しの際戻り光雑音特性の低いことが要求される。そして、セルフパルセーションレーザのレーザ光は干渉性が低く、戻り光による雑音が発生しにくいことが知られており、セルフパルセーションレーザを光ディスク光源に用いると、雑音抑制のための高周波モジュールが不要となるばかりでなく、電磁波放射に対する対策を施す必要が無くなくなる。この結果、光ディスク装置の小型化及び低価格化を容易に図ることができる。

【0003】ところで、セルフパルセーション動作は、レーザ共振器内に、可飽和吸収体を導入し、その可飽和吸収量を制御することによって得ることができる。このようなセルフパルセーションレーザ動作及びそのレーザ構造については、例えば、1986年に刊行されたイクステンデット・アブストラクト・オブ・コンファレンス・オン・ソリッド・ステイト・デバイス・アンド・マテリアル(Extended Abstract of 18th Conference on Solid State Devices and Materials)、153ページ、論文番号D-1-2及び1994年に開催された第11回半導体レーザシンポジウム予稿集21ページに報告されている。

【0004】さらに、1994年に開かれた第41回応用物理学関係連合講演会講演予稿集の989ページから990ページには、セルフパルセーションレーザに関する6報告がまとめられており、セルフパルセーションレーザ構造としてリッジ導波路脇の活性層を可飽和吸収体とするものがよく試作されている。

【0005】以下、従来技術として、代表的なセルフパルセーションレーザ構造であるリッジ導波路構造を有し導波路両脇の活性層を可飽和吸収体とするAlGaInP赤色パルセーションレーザについて説明する。

【0006】図13を参照して、図示のAlGaInP赤色パルセーションレーザは、n-GaAs基板1、n-GaAsバッファ層2、n-AlGaInPクラッド層3、GaInP/AlGaInP多重量子井戸活性層4、p-AlGaInPクラッド層5及び6、p-GaAsキャップ層7及び8、n-GaAs電流ブロック層9、p電極10、及びn電極11を備えている。

【0007】p-AlGaInPクラッド層6はストライプ状のメサ構造を成しており、GaInP/AlGaInP活性層4のメサ脇部分41が可飽和吸収体となる。このメサ幅は底部で4μmであり、p-AlGaInPクラッド層5の厚さは0.4μmである。そして、AlGaInP赤色パルセーションレーザの前後端面に

は、反射率が30%となるアルミナコート(図示せず)が施されている。

【0008】ここで、活性層4の量子井戸構造とクラッド層3及び5のAlGaInP結晶のAl組成を図14に示す。図14において、活性層4の厚さを活性層4の層厚方向の光閉じこめ係数で割った値でスポットサイズを定義すると、この構造におけるスポットサイズは0.29μmである。

【0009】このレーザは、メサストライプ脇の活性層部分41が適当な吸収量の可飽和吸収体として機能してパルセーション動作する。この結果、半導体レーザの低雑音動作が可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述の半導体レーザの雰囲気温度を上昇させると、図15に示すように、雰囲気温度が上昇するにつれてパルセーション動作が停止してしまう。つまり、上述の半導体レーザでは雰囲気温度が上昇すると、半導体レーザの雑音が増加する。

【0011】一方、光ディスク光源の動作環境温度(雰囲気温度)は60程度となることが想定され、この動作環境温度において、上述の半導体レーザを光ディスク用光源として用いた場合、図5から明らかなように、半導体レーザの雑音が増加してしまい、光ディスク用光源として用いることができないという問題点がある。

【0012】本発明の目的は高温においても低雑音動作が可能半導体レーザを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、複数の半導体層が積層され、レーザ共振器内部に可飽和吸収体が形成された半導体レーザにおいて、前記半導体層の積層方向における光導波状態のスポットサイズが0.4μmを越え、かつ光射出端面の反射率が50%を越えることを特徴とする半導体レーザが得られる。

【0014】この半導体レーザは、前記半導体層には活性層と活性層の上面に形成されたクラッド層とを含み、前記クラッド層にはメサ構造が形成されており、さらに、前記半導体層には、前記メサ構造の両脇に形成された電流狭窄のためのブロック層を含み、前記メサ構造の両脇の活性層が前記可飽和吸収体とされる。

【0015】さらに、前記半導体層は、活性層と該活性層の上面及び下面に形成されたクラッド層とを含み、前記クラッド層の少なくとも一方に前記可飽和吸収体を形成するようにしてもよい。

【0016】また、ストライプ状の電流注入構造を備えている場合には、該電流注入構造の一部が電流非注入領域とされて、前記可飽和吸収体を形成するようにしてもよい。この場合、前記可飽和吸収体を含む領域にイオン注入するようにしてもよい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下本発明について図面を参照して説明する。

【0018】まず、本発明による半導体レーザの第1の例を図1を参照して説明する。

【0019】図示の半導体レーザはn-GaAs基板1'、n-GaAsバッファ層2'、n-AlGaInPクラッド層3'、GaInP/AlGaInP多重量子井戸活性層4'、p-AlGaInPクラッド層5'及び6'、p-GaAsキャップ層7'及び8'、n-GaAs電流ブロック層9'、p電極10'、及びn電極11'を備えており、図示のようにその前後端面には光出射前端面多層高反射膜31及び光出射後端面多層高反射膜32が形成されている。さらに、この半導体レーザには後述するように可飽和吸収領域41'が形成される。

【0020】ここで、図2も参照して、図1に示す半導体レーザを作成する際には、まず、MOVPE法によって、n-GaAs基板1'上にn-GaAsバッファ層2'、n-AlGaInPクラッド層3'、GaInP/AlGaInP多重量子井戸活性層4'、p-AlGaInPクラッド層5'、p-GaInPエッチングストップ層、p-AlGaInPクラッド層6'、p-GaInP薄膜層、及びp-GaAsキャップ層7'を順次積層した。

【0021】なお、図2では、図をわかりやすくするため、p-GaInPエッチングストップ層及びp-GaInP薄膜層は省略されている。

【0022】次に、フォトリソグラフィ及びエッチングにより、p-AlGaInPクラッド層5'をメサストライプ化した。メサ幅は底部で4μmである。

【0023】その後、再び、MOVPE法によって、n-GaAsブロック層9'とp-GaAsキャップ層8'を形成した。さらに、p電極10'及びn電極11'を形成後、劈開によりレーザ端面を形成し、図2に示すレーザ構造とした。

【0024】そして、最後に、非晶質シリコン/アルミナ多層膜により60%の反射率を有するレーザ出射前端面(光出射前端面多層高反射膜)31を形成するとともに、非晶質シリコン/アルミナ多層膜によって95%の反射率を有する後端面(光出射後端面多層高反射膜)32を形成した。

【0025】ここで、活性層4'の多重量子井戸構造とクラッド層3'及び5'のAl組成を図3に示す。図3において、この構造のスポットサイズは0.43μmである。このレーザは、メサストライプ脇の活性層部分41'が可飽和吸収体として機能し、パルセーション動作した。さらに、そのパルセーション動作は雰囲気温度60においても維持された。

【0026】次に、上述の半導体レーザの動作について図4を参照して説明する。図4は、レーザの出射端面の

反射率とレーザ共振器長とを変えて測定したセルフパルセーション発生の最高温度である。AlGaInP赤色半導体レーザでは、その材料の性質から活性層をとぎらせることのない導波路構造が採用され、その作製上の要請から、つまり、長期動作信頼性の観点から4μm以上の導波路幅が必要となる。そして、導波路幅は本実施例においてはメサ底幅に対応する。

【0027】4μm以上の導波路幅では、温度60において、セルフパルセーション動作を維持する際には、10cm<sup>-1</sup>以下のミラー損失で実現される。現実的なレーザの共振器長として、700μm(報告がある赤色LDでの最長共振器長)以下を考慮すると、端面反射率50%以上で実現される。

【0028】一般に、端面反射率を高くすると、端面破壊出力レベル(CODレベル)の低下により、高い光出力を得られなくなる。5mWの安定光出力を得るには少なくとも光出力レベルの2~3倍の端面破壊出力レベルが必要となる。上述の半導体レーザにおいては、前述のように、スポットサイズが0.4μm以上であるので、50%以上の高反射端面を形成しても、15mWという高い光出力が得られた。

【0029】端面破壊出力レベルを一定にするべく、スポットサイズを拡大するとともに高反射端面とすると、図5に示すように、発振しきい値電流は増大する。上述のような50%以上の高反射端面と0.4μm以上のスポットサイズとの組み合わせは従来報告が無いが、ミラー損失の低減が、パルセーション動作に直接寄与するため、スポットサイズの増大と高反射端面との組み合わせによって、パルセーション動作を維持する最大温度を高くすることができる。

【0030】次に本発明による半導体レーザの第2の例について説明する。図6及び図7は、を参照して、図6及び図7において、図1及び図2と同一符号の構成要素は同一の構成要素を示す。図示の半導体レーザは、n-AlGaInPクラッド層15及び16、p-AlGaInPクラッド層17及び18、n-GaInP可飽和吸収層22、p-GaInP可飽和吸収層23、可飽和吸収領域42及び43を有しており、図示の半導体レーザは、図1及び図2に示す半導体レーザとほぼ同様にして製造される。

【0031】ただし、図示の半導体レーザでは、n-クラッド層15及び16の間にn-GaInP可飽和吸収層22が積層される。また、p-クラッド層17及び18の間にp-GaInP可飽和吸収層23が積層される。そして、p電極10'とn電極11'を形成後、図7に示すように、非晶質シリコン/アルミナ多層膜により60%の反射率を有するレーザ出射前端面(光出射前端面多層高反射膜)31を形成するとともに、非晶質シリコン/アルミナ多層膜によって95%の反射率を有する後端面(光出射後端面多層高反射膜)32を形成す

る。

【0032】図6及び図7に示す半導体レーザの動作は図1及び図2に示す半導体レーザと同様であり、この半導体レーザでも高温においてパルセーション動作を維持することができ、かつ高い出力を得ることができる。

【0033】さらに、本発明による半導体レーザの第3の例を説明する。

【0034】図8乃至図12を参照して、図8乃至図10において、図1及び図2に示す半導体レーザと同一の構成要素について同一の参照符号を付す。また、図9乃至10において、34はSiO<sub>2</sub>絶縁膜を示す。

【0035】図示の半導体レーザは図1及び図2に示す半導体レーザとほぼ同様に製造されるが、図8に示すように、メサ形成後、メサに直交する一部の領域において、メサ部のp-GaAsキャップ層7'をエッチングによって除去する。

【0036】次に、図9に示すように、エッチングによって形成された溝を覆うようにしてSiO<sub>2</sub>絶縁膜34を形成する。

【0037】さらに、図10に示すように、p-GaAsキャップ層8'を形成した後、p電極10'とn電極11'を形成する。

【0038】そして、最後に、図11に示すように、非晶質シリコン/アルミナ多層膜により60%の反射率を有するレーザ出射前端面(光出射前端面多層高反射膜)31を形成するとともに、非晶質シリコン/アルミナ多層膜によって95%の反射率を有する後端面(光出射後端面多層高反射膜)32を形成する。

【0039】この例においては、図11に示す半導体レーザのメサ部を横方向にみた断面図である図12に示すSiO<sub>2</sub>絶縁膜34直下の活性層が可飽和吸収体44として機能する。

【0040】この半導体レーザの動作は図1及び図2に示す半導体レーザと同様であり、高反射端面と大きなスポットサイズとの組み合わせによって、高温までセルフパルセーション動作を維持できるとともに高い出力を得ることができる。

【0041】さらに、可飽和吸収領域のキャリア寿命を制御するために、可飽和吸収体44へのイオン注入を行うこともできる。

【0042】なお、上述の説明では、活性層とクラッド層とのAl組成について対称な場合で説明してきたが、これを非対称にすることにより、スポットサイズの拡大、及び屈折率差の低減の両立を容易にすることも可能である。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による半導体レーザは、出射前端面と後端面に高い反射率を有し、光ディスク用光源のように高温に晒される場合において、セルフパルセーション動作が維持され、かつ、高反

射率端面でありながら、高い出力を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体レーザの第1の例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す半導体レーザの製造方法を説明するための構造図である。

【図3】本発明による半導体レーザの活性層とクラッド層の組成を示す図である。

10 【図4】本発明による半導体レーザの効果及び作用を説明するための図であり、セルフパルセーション発生最高温度のメサ幅とミラー損失依存性を示す図である。

【図5】本発明による半導体レーザの効果の説明図であり、端面破壊出力レベル一定下における端面反射率と発振しきい値との関係を示す図である。

【図6】本発明による半導体レーザの第2の例を示す図であり、層構造を説明するための斜視図である。

【図7】本発明による半導体レーザの第2の例を示す図であり、反射膜の形成を説明するための斜視図である。

20 【図8】本発明による半導体レーザの第3の例を説明する図であり、メサ部のp-GaAsキャップ層をエッチングによって除去した状態を示す斜視図である。

【図9】本発明による半導体レーザの第3の例を説明する図であり、SiO<sub>2</sub>絶縁膜を形成した状態を示す斜視図である。

【図10】本発明による半導体レーザの第3の例を説明する図であり、p電極とn電極を形成した状態を示す斜視図である。

30 【図11】本発明による半導体レーザの第3の例を説明する図であり、反射膜を形成した状態を示す斜視図である。

【図12】図11に示す半導体レーザのメサ部を横方向にみた断面図である。

【図13】従来の半導体レーザの一例を反射膜がない状態で示す斜視図である。

【図14】従来の半導体レーザにおいて活性層とクラッド層の結晶組成を示す図である。

40 【図15】従来の半導体レーザの課題を説明する図であり、セルフパルセーション動作の温度依存性を示す図である。

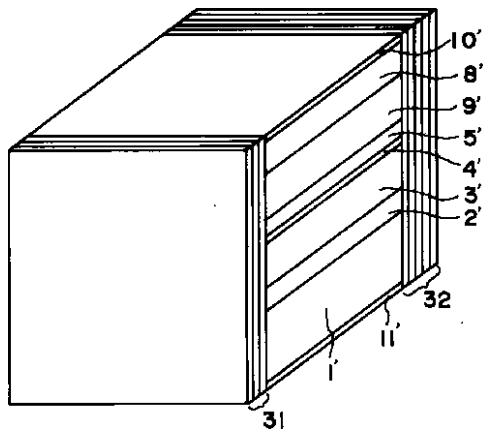
【符号の説明】

- 1, 1' n-GaAs基板
- 2, 2' n-GaAsバッファ層
- 3, 3' n-AlGaInPクラッド層
- 4, 4' GaInP/AlGaInP多重量子井戸活性層
- 5, 5' p-AlGaInPクラッド層
- 6, 6' p-AlGaInPクラッド層
- 7, 7' p-GaAsキャップ層
- 8, 8' p-GaAsキャップ層

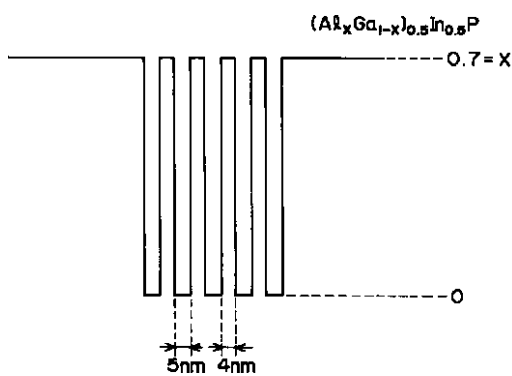
9

- 9, 9' n - GaAs 電流ブロック層
- 10, 10' p 電極
- 11, 11' n 電極
- 15, 16 n - AlGaInP クラッド層
- 17, 18 p - AlGaInP クラッド層

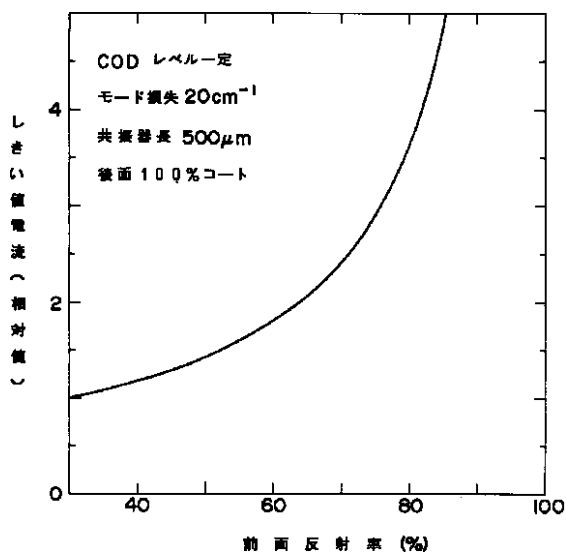
【図1】



【図3】



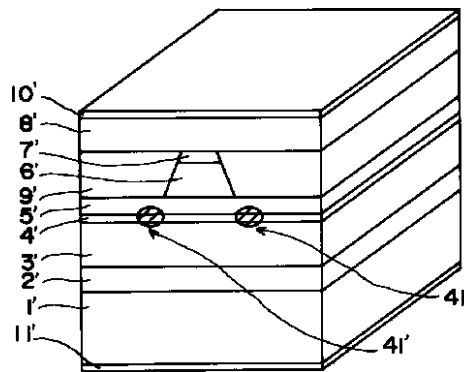
【図5】



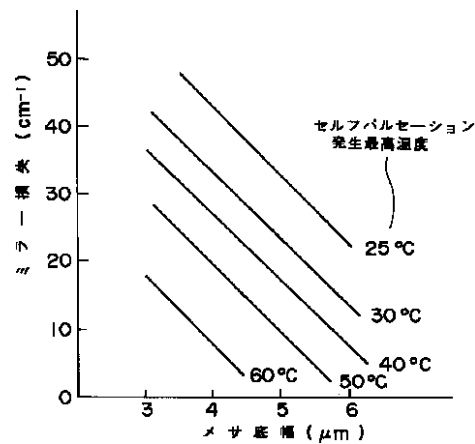
10

- \* 22, 23 n - GaInP 可飽和吸収層
- 31 光出射前端面非晶質シリコン/アルミナ多層膜
- 32 光出射後端面非晶質シリコン/アルミナ多層膜
- 34 SiO<sub>2</sub> 絶縁膜
- \* 41, 42, 43, 44 可飽和吸収領域

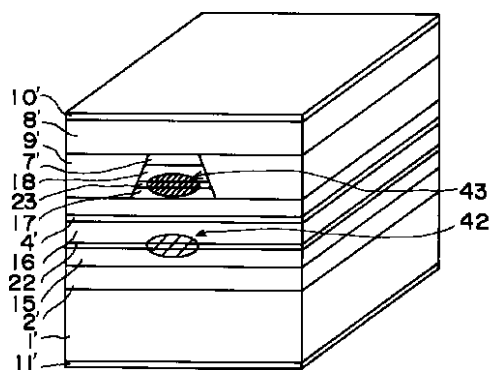
【図2】



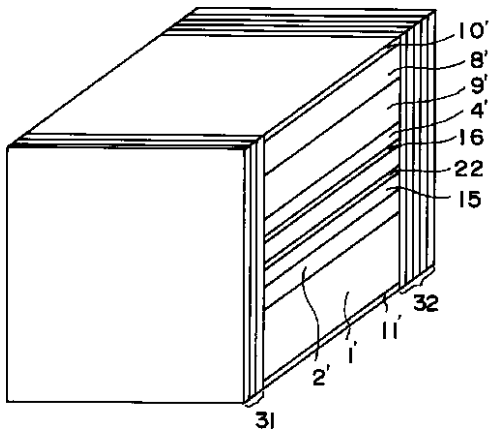
【図4】



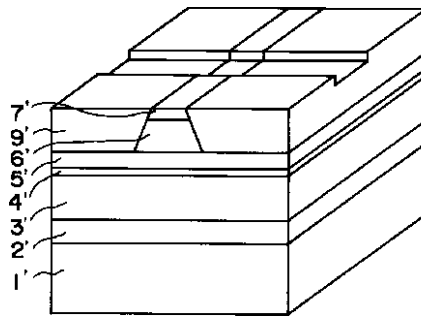
【図6】



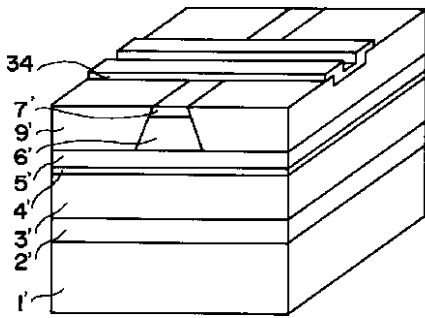
【図7】



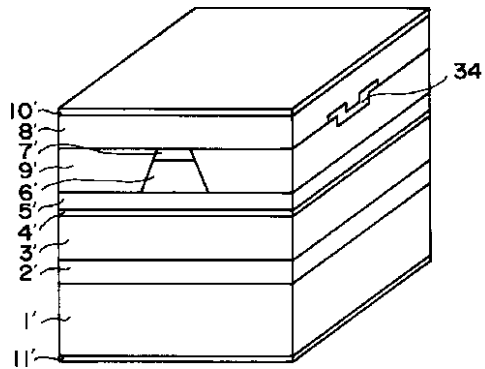
【図8】



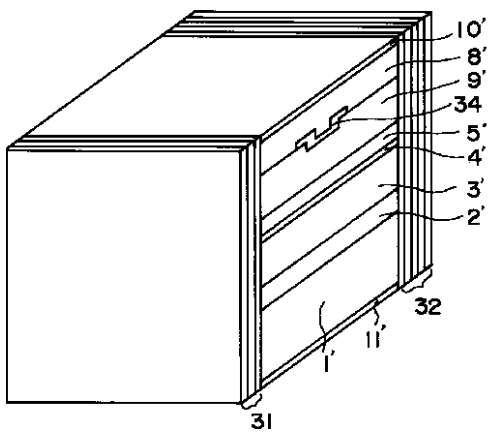
【図9】



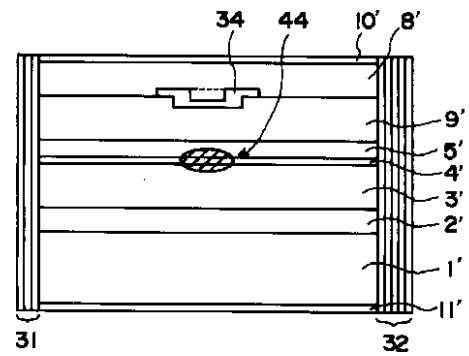
【図10】



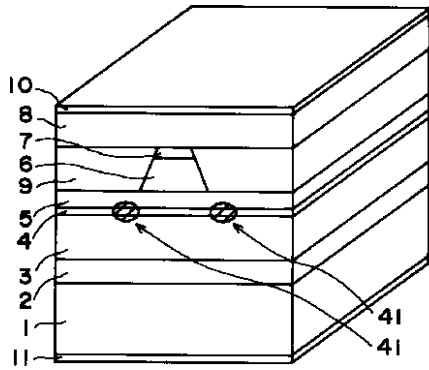
【図11】



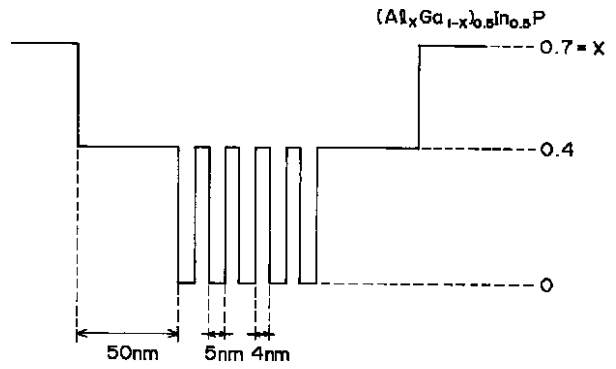
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

