

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3797151号

(P3797151)

(45) 発行日 平成18年7月12日(2006.7.12)

(24) 登録日 平成18年4月28日(2006.4.28)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 S 5/223 (2006.01)	HO 1 S 5/223	
G 1 1 B 7/125 (2006.01)	G 1 1 B 7/125	A
HO 1 S 5/20 (2006.01)	HO 1 S 5/20	6 1 0
HO 1 S 5/343 (2006.01)	HO 1 S 5/343	

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2001-205306 (P2001-205306)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成13年7月5日(2001.7.5)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2003-23214 (P2003-23214A)		東京都品川区北品川6丁目7番35号
(43) 公開日	平成15年1月24日(2003.1.24)	(74) 代理人	100094053
審査請求日	平成15年1月10日(2003.1.10)		弁理士 佐藤 隆久
		(72) 発明者	竹内 寛爾
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	佐原 健志
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		審査官	門田 かつよ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザダイオード、光学ピックアップ装置、光ディスク装置および光通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、
 上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、
 上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第2導電型の第2クラッド層と
 を有するレーザダイオードであって、
 上記第1クラッド層あるいは第2クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上
 記第2クラッド層内に形成されており、
 上記複数の光ガイド層の少なくともいずれかが一つが、導波路内でビームウエストを広げ
 る作用をもたらす光ガイド層として、上記第2クラッド層のリッジ形状部内において、上
 記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の3倍以上である位置
 に形成されている

レーザダイオード。

【請求項2】

上記第2クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層のほかに、さらなる光ガイド
 層が、上記第1クラッド層内に形成されている

請求項1に記載のレーザダイオード。

【請求項3】

上記第2クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層のほかに、さらなる光ガイド
 層として、複数の光ガイド層が上記第1クラッド層内に形成されている

10

20

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

【請求項 4】

上記第 2 クラッド層がリッジ形状部を有し、
上記リッジ形状部の両側部に電流ブロック層が形成されている
請求項 1 に記載のレーザダイオード。

【請求項 5】

上記活性層が、井戸層と障壁層とからなる量子井戸構造と、当該量子井戸構造の上記第 1 クラッド層側および第 2 クラッド層側に形成された S C H (セパレーテッド・コンファインメント・ヘテロ) 光ガイド層とを含む

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

10

【請求項 6】

上記第 1 クラッド層の屈折率 n_0 、上記第 1 クラッド層内に形成されている光ガイド層の屈折率 n_1 および膜厚 d_1 について、下記式 (1) を満たす

請求項 2 に記載のレーザダイオード。

【数 1】

$$(n_1 / n_0) - 1 \geq 1 / d_1 \quad (1)$$

【請求項 7】

上記第 1 クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層として、第 1 番目から第 j 番目までの光ガイド層が上記第 1 クラッド層内に形成されており、

上記第 1 クラッド層の屈折率 n_0 、上記第 1 クラッド層に形成された第 1 番目から第 j 番目までの複数の光ガイド層の内の i 番目の光ガイド層の屈折率 n_i および膜厚 d_i について、下記式 (2) を満たす

20

請求項 3 に記載のレーザダイオード。

【数 2】

$$\sum_{i=1}^j ((n_i / n_0) - 1) \times d_i \geq 1 \quad (2)$$

【請求項 8】

上記第 1 番目から第 j 番目までの光ガイド層を含む第 1 クラッド層中の屈折率が緩やかに分布している

30

請求項 7 に記載のレーザダイオード。

【請求項 9】

上記第 2 クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層として、第 1 番目から第 j 番目までの光ガイド層が上記第 2 クラッド層内に形成されており、

上記第 2 クラッド層の屈折率 n_0 、上記第 2 クラッド層に形成された第 1 番目から第 j 番目までの複数の光ガイド層の内の i 番目の光ガイド層の屈折率 n_i および膜厚 d_i について、下記式 (2) を満たす

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

40

【数 3】

$$\sum_{i=1}^j ((n_i / n_0) - 1) \times d_i \geq 1 \quad (2)$$

【請求項 10】

上記第 1 番目から第 j 番目までの光ガイド層を含む第 2 クラッド層中の屈折率が緩やかに分布している

請求項 10 に記載のレーザダイオード。

【請求項 11】

上記第 1 クラッド層が n 型であり、上記第 2 クラッド層が p 型である

50

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 2】

上記第 1 クラッド層が p 型であり、上記第 2 クラッド層が n 型である

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 3】

上記活性層中の障壁層と、上記 S C H 光ガイド層と、上記導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層の A 1 の組成比が実質的に等しい

請求項 5 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 4】

上記第 2 クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層のいずれかが一つが、上記第 2 クラッド層よりも屈折率が高く、実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらさない光ガイド層である

請求項 1 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 5】

上記活性層から上記電流ブロック層までの距離が、上記活性層から上記実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらさない光ガイド層までの距離よりも小さい

請求項 1 4 に記載のレーザダイオード。

【請求項 1 6】

光学記録媒体の光学記録層に照射する光を出射する発光部として、基板上に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、上記第 1 クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第 2 導電型の第 2 クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第 1 クラッド層あるいは第 2 クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第 2 クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれかが一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記第 2 クラッド層のリッジ形状部内において、上記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の 3 倍以上である位置に形成されているレーザダイオードを備えている光学ピックアップ装置。

【請求項 1 7】

回転駆動された光学記録媒体の光学記録層に照射する光を出射する発光部として、基板上に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、上記第 1 クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第 2 導電型の第 2 クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第 1 クラッド層あるいは第 2 クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第 2 クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれかが一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記第 2 クラッド層のリッジ形状部内において、上記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の 3 倍以上である位置に形成されているレーザダイオードを備えている光ディスク装置。

【請求項 1 8】

少なくとも光を出射する発光部と、当該発光部に光学的に接続する光学伝送系を有する光通信装置であって、

上記発光部として、基板上に形成された第 1 導電型の第 1 クラッド層と、上記第 1 クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第 2 導電型の第 2 クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第 1 クラッド層あるいは第 2 クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第 2 クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれかが一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記第 2 クラッド層のリッジ形状部内において、上記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の 3 倍以上である位置に形成されているレーザダイオードを備えている

光通信装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

本発明は、レーザダイオード、光学ピックアップ装置、光ディスク装置および光通信装置に関し、特にレーザ光の垂直方向の放射角を縮小可能なレーザダイオードと、これを発光部として用いた光学ピックアップ装置、光ディスク装置および光通信装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

一般に、C D (コンパクトディスク) や D V D (デジタル多用途ディスク) などの光ディスク装置あるいはこれに内蔵される光学ピックアップ装置、または光通信装置などに用いられているレーザダイオードは、ストライプ構造を有している。

10

【 0 0 0 3 】

図9は、従来例に係るレーザダイオードの断面図である。

例えばGaAsからなるn型基板10上に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型クラッド層11、井戸層と障壁層とからなる量子井戸構造の上層および下層にSCH(セパレーテッド・コンファインメント・ヘテロ)光ガイド層を積層させた活性層12、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるp型第1クラッド層(13, 15)が積層しており、p型第1クラッド層(13, 15)の境界に例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるp型光ガイド層14が形成されている。

電流注入ストライプ領域において、p型第1クラッド層15およびp型光ガイド層14がリッジ形状に加工されている。

20

電流注入ストライプ領域の両側部において、p型第1クラッド層13の上層に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型電流ブロック層16が積層している。

上記のp型第1クラッド層15およびn型電流ブロック層16の上層に、例えばAl_{0.55}Ga_{0.45}Asからなる埋め込み型のp型第2クラッド層(17, 18)が積層しており、その上層にGaAsからなるp型コンタクト層19が形成されている。

上記のp型コンタクト層19を被覆してオーミック接続するp電極20が形成されており、n型基板10の裏面を被覆してオーミック接続するn電極21が形成されている。

【 0 0 0 4 】

上記の構造において、p型光ガイド層14は、エッチングストッパとしても機能する膜であり、p型光ガイド層14およびp型第1クラッド層15をリッジ形状に加工する工程において、p型光ガイド層14の表面でエッチングを一度停止し、エッチング条件を変更して、あるいはエッチング時間を制御して、p型光ガイド層14まで加工して、リッジ形状を得ているものである。

30

【 0 0 0 5 】

上記の構造のレーザダイオードでは、キングの発生を制限するために横モードを安定化させなければならないという制約があり、一般に、横モードの高次モードを制限することで安定化が図られている。

このためには、電流場の広がりを抑えなければならず、p型光ガイド層14をできる限り活性層12に近づけることが必要となっており、例えばp型光ガイド層14と活性層12との距離は0.2~0.3μm程度に設定されている。

40

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記の構造のレーザダイオードなどにおいては、その構造に起因して、レーザ光の垂直方向の放射角は水平方向の放射角//よりも大きくなってしまいうという問題が生じる。

レーザ光の水平方向の放射角//よりも垂直方向の放射角の方が大きくなる理由は、//と関連する水平方向には、ストライプ幅のディメンジョンである数μm程度の幅で光が閉じ込められているのに対し、と関連する垂直方向には、活性層の厚さのディメンジョンである数100nm程度の極めて薄い領域に光が閉じ込められているために、レーザ光として放射される際に水平方向に比べて垂直方向に強い回折現象が起こるためである

50

。

【0016】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第2クラッド層がリッジ形状部を有し、上記リッジ形状部の両側部に電流ブロック層が形成されている。

また、好適には、上記活性層が、井戸層と障壁層とからなる量子井戸構造と、当該量子井戸構造の上記第1クラッド層側および第2クラッド層側に形成されたSCH(セパレーテッド・コンファインメント・ヘテロ)光ガイド層とを含む。

【0017】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第1または第2クラッド層の屈折率 n_0 、上記光ガイド層の屈折率 n_1 、および膜厚 d_1 について、下記式(1)を満たす。

10

【0018】

【数5】

$$(n_1 / n_0) - 1 \geq 1 / d_1 \quad (1)$$

【0019】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記複数の光ガイド層として、第1番目から第j番目までの光ガイド層が上記第1または第2クラッド層内に形成されており、上記第1または第2クラッド層の屈折率 n_0 、上記第1または第2クラッド層に形成された第1番目から第j番目までの複数の光ガイド層の内のi番目の光ガイド層の屈折率 n_i 、および膜厚 d_i について、下記式(2)を満たす。

さらに好適には、上記第1番目から第j番目までの光ガイド層を含む第1または第2クラッド層中の屈折率が緩やかに分布している。

20

【0020】

【数6】

$$\sum_{i=1}^j ((n_i / n_0) - 1) \times d_i \geq 1 \quad (2)$$

【0021】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第1クラッド層がn型であり、上記第2クラッド層がp型である。

30

あるいは好適には、上記第1クラッド層がp型であり、上記第2クラッド層がn型である。

また、好適には、上記活性層中の障壁層と、上記SCH光ガイド層と、上記導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層のA1の組成比が実質的に等しい。

【0022】

上記の本発明のレーザダイオードは、好適には、上記第2クラッド層内に形成されている複数の光ガイド層のいずれか一つが、上記第2クラッド層よりも屈折率が高く、実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらさない光ガイド層である。

また、好適には、上記活性層から上記電流ブロック層までの距離が、上記活性層から上記実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらさない光ガイド層までの距離よりも小さい。

40

【0023】

上記の本発明のレーザダイオードでは、上記第1クラッド層あるいは第2クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第2クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれか一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記第2クラッド層のリッジ形状部内において、上記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の3倍以上である位置に形成されている。

上記の光ガイド層がもたらす導波路内でビームウエストを広げる作用により、光を閉じ込める領域が広げられ、これにより近視野像が垂直方向に広げられ、そのフーリエ変換で

50

ある遠視野像は垂直方向への広がりが抑制され、垂直方向の放射角 が縮小されている。

【0024】

また、上記の目的を達成するため、本発明の光学ピックアップ装置は、光学記録媒体の光学記録層に照射する光を出射する発光部として、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第2導電型の第2クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第1クラッド層あるいは第2クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第2クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれか一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記

10

【0025】

また、上記の目的を達成するため、本発明の光ディスク装置は、回転駆動された光学記録媒体の光学記録層に照射する光を出射する発光部として、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第2導電型の第2クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第1クラッド層あるいは第2クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第2クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なく

20

【0026】

また、上記の目的を達成するため、本発明の光通信装置は、少なくとも光を出射する発光部と、当該発光部に光学的に接続する光学伝送系を有する光通信装置であって、上記発光部として、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第2導電型の第2クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第1クラッド層あるいは

30

【0027】

上記の本発明の光学ピックアップ装置、光ディスク装置および光通信装置は、発光部として、基板上に形成された第1導電型の第1クラッド層と、上記第1クラッド層の上層に形成された活性層と、上記活性層の上層に形成され、リッジ形状部を有する第2導電型の第2クラッド層とを有するレーザダイオードであって、上記第1クラッド層あるいは第2

40

クラッド層よりも屈折率が高い複数の光ガイド層が上記第2クラッド層内に形成されており、上記複数の光ガイド層の少なくともいずれか一つが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、上記第2クラッド層のリッジ形状部内において、上記活性層までの距離が媒質中での上記レーザダイオードの発振波長の3倍以上である位置に形成されているレーザダイオードを備えている。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のレーザダイオード、光学ピックアップ装置、光ディスク装置および光通信

50

装置の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0029】

第1実施形態

本実施形態に係るレーザダイオードは、例えば発光波長780nmのCD-R/RW用のレーザダイオードである。

図1は上記のレーザダイオードの断面図である。

例えばGaAsからなるn型基板10上に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型クラッド層(11a, 11b)、井戸層と障壁層とからなる量子井戸構造の上層および下層にSCH(セパレーテッド・コンファインメント・ヘテロ)光ガイド層を積層させた活性層12、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるp型第1クラッド層(13, 15a, 15b)が積層しており、p型第1クラッド層(13, 15)の境界に例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるp型第1光ガイド層14が形成されている。

10

さらに、n型クラッド層(11a, 11b)の境界に例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるn型光ガイド層11cが形成されており、また、p型第1クラッド層(15a, 15b)の境界に例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるp型第2光ガイド層15cが形成されている。

【0030】

電流注入ストライプ領域において、p型第1クラッド層(15a, 15b)、p型第2光ガイド層15cおよびp型第1光ガイド層14がリッジ形状に加工されている。

電流注入ストライプ領域の両側部において、p型第1クラッド層13の上層に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型電流ブロック層16が積層している。

20

上記のp型第1クラッド層15bおよびn型電流ブロック層16の上層に、例えば、Al_{0.55}Ga_{0.45}Asからなる埋め込み型のp型第2クラッド層(17, 18)が積層しており、その上層にGaAsからなるp型コンタクト層19が形成されている。

上記のp型コンタクト層19を被覆してオーミック接続するp電極20が形成されており、n型基板10の裏面を被覆してオーミック接続するn電極21が形成されている。

【0031】

上記活性層12は、例えば、Al_{0.1}Ga_{0.9}Asからなる井戸層とAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなる障壁層とからなる量子井戸構造と、当該量子井戸構造のn型クラッド層側およびp型クラッド層側に形成されたAl_{0.3}Ga_{0.7}AsからなるSCH光ガイド層とを含む。

30

活性層12は量子井戸構造ではなく、バルク活性層としてもよい。

【0032】

上記の本実施形態のレーザダイオードにおいて、p電極20およびn電極21に所定の電圧を印加すると、電流ブロック層16により狭窄されながら電流が活性層12へ注入され、活性層12からレーザ光は出射される。

【0033】

上記の構造のレーザダイオードにおいて、レーザ光を発振するストライプ領域とそれ以外の領域とでは、ストライプ領域内の方の屈折率が高く、屈折率の差(n)の値を確保した屈折率導波型のレーザダイオードとなっている。

40

上記の n は、p型第1光ガイド層14などを含むリッジ構造の屈折率、あるいは、電流ブロック層16の屈折率によりもたらされ、具体的には高屈折率であるp型第1光ガイド層14などをストライプ領域のみに形成するか、あるいはストライプ領域の外部に形成される電流ストップ層16を低屈折率部材で形成することにより制御する。

【0034】

上記の構造において、n型クラッド層(11a, 11b)の境界に形成されたn型光ガイド層11cおよびp型第1クラッド層(15a, 15b)の境界に形成されたp型第2光ガイド層15cは、それぞれn型クラッド層あるいはp型クラッド層よりも屈折率が高く、反導波作用、即ち、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす層である。

上記の光ガイド層(11c, 15c)の導波路内でビームウエストを広げる作用により、

50

光を閉じ込める領域が垂直方向に広げられ、これにより近視野像が垂直方向に広げられる。

この結果、近視野像のフーリエ変換である遠視野像は垂直方向への広がりが抑制され、水平方向の放射角 θ に対して相対的に、垂直方向の放射角 θ_z が縮小されている。

【0035】

上記の光ガイド層 (11c, 15c) が導波路内でビームウエストを広げる作用を有して、光を閉じ込める領域を広げ、遠視野像の垂直方向への広がりを抑制するには、光ガイド層 (11c, 15c) の活性層 12 からの距離 (t_{11c} , t_{15c}) を所定の値以上にする必要がある。

例えば、媒質中でのレーザダイオードの発振波長の 3 倍程度以上の距離とすることが好ましい。 10

逆に、十分な効果を得るためには光ガイド層と活性層の距離に限界があり、例えば 1.0 μm 程度である。

【0036】

上記のように、 θ_z を縮小させる、即ち、レーザビームのアスペクト比を下げることで、このレーザダイオードが搭載される光通信装置などにおいて、光ファイバなどの伝送媒体との結合効率や、光学ピックアップ装置などにおける光学系との結合効率を向上することができ、光学結合に寄与しない損失成分を縮小できる。

例えば高速書き込みが必要とされる CD-R/RW などの光ディスク装置において用いられる場合などに好適であり、NA 値の低いレンズを用いて、低消費電力で高速記録あるいは高速遠距離通信が可能となる。 20

また、レーザダイオードの出射端面近傍での光場を広げることで、端面光密度が低減され、COD (Catastrophic Optical Damage) が抑制されるという効果もある。

【0037】

所定の値よりも近い場合には、実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用がもたらされることはなく、むしろ光を閉じ込める領域を狭めてしまうので、近視野像が垂直方向に狭められ、遠視野像は垂直方向へより広げられ、垂直方向の放射角 θ_z が大きくなってしまう。

例えば、p 型第 1 光ガイド層 14 は、活性層 12 から 0.2 ~ 0.3 μm 程度の距離にあり、実質的に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたささない。 30

しかし、p 型第 1 光ガイド層 14 は電流場の広がりを抑えて横モードの高次モードを制限し、キックの発生を制限することが可能となっている。これにより、無効電流が抑制され、低しきい値電流レーザとすることができる。

【0038】

また、活性層 12 から電流ブロック層 16 までの距離 t_{16} と、活性層から p 型第 1 光ガイド層 14 までの距離 t_{14} は、図面上同等となっているが、電流注入ストライプ領域の両側部において、p 型第 1 クラッド層 13 を薄膜化して、活性層 12 から電流ブロック層 16 までの距離 t_{16} が活性層から p 型第 1 光ガイド層 14 までの距離 t_{14} よりも小さくなっていることが好ましい。

【0039】

また、n 型または p 型クラッド層の屈折率 n_0 、n 型光ガイド層または p 型第 2 光ガイド層の屈折率 n_1 および膜厚 d_1 としたときに、下記式 (1) を満たすことが好ましい。 40

さらには、n 型クラッド層と p 型クラッド層の両者において導波路内でビームウエストを広げる作用をもたさず光ガイド層を設けられている場合には、両者のそれぞれについて下記式 (1) を満たすことが好ましい。

これにより、導波路内でビームウエストを広げる作用が十分にもたらされ、垂直方向の放射角 θ_z を効果的に縮小することが可能となる。

【0040】

【数 7】

$$(n_1 / n_0) - 1 \leq 1 / d_1 \quad (1)$$

【 0 0 4 1 】

本実施形態のレーザダイオードにおいては、n型クラッド層とp型クラッド層のそれぞれに1層ずつの導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層が設けられているが、n型クラッド層とp型クラッド層のいずれかにおいて、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を設けてもよく、さらには両者において導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を設けてもよい。

この場合、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらすn型またはp型光ガイド層として、第1番目から第j番目までの光ガイド層がn型またはp型クラッド層内に形成されており、n型またはp型クラッド層の屈折率 n_0 、n型またはp型クラッド層に形成された第1番目から第j番目までの導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層の内のi番目の光ガイド層の屈折率 n_i および膜厚 d_i について、下記式(2)を満たすことが好ましい。

10

さらには、n型クラッド層とp型クラッド層の両者において導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を設けられている場合には、両者のそれぞれについて下記式(2)を満たすことが好ましい。

これにより、導波路内でビームウエストを広げる作用が十分にもたらされ、垂直方向の放射角を効果的に縮小することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

【数8】

$$\sum_{i=1}^j ((n_i/n_0) - 1) \times d_i \geq 1 \quad (2)$$

20

【 0 0 4 3 】

また、上記のようにn型クラッド層とp型クラッド層などにおいて、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を設ける場合には、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を含むクラッド層中の屈折率が緩やかに分布していてもよい。

【 0 0 4 4 】

上記の本実施形のレーザダイオードの形成方法について説明する。

30

まず、例えば有機金属気相エピタキシャル成長法(MOVPE)などのエピタキシャル成長法により、例えばGaAsからなるn型基板10上に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型クラッド層11a、例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるn型光ガイド層11c、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型クラッド層11b、井戸層と障壁層とからなる量子井戸構造の上層および下層にSCH光ガイド層を積層させた活性層12、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるp型第1クラッド層13、例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるp型第1光ガイド層14、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるp型第1クラッド層15a、例えばAl_{0.3}Ga_{0.7}Asからなるp型第2光ガイド層15c、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるp型第1クラッド層15bを順に積層させる。

【 0 0 4 5 】

40

次に、電流注入ストライプとなる領域をマスクで保護しながら、p型光ガイド層14をエッチングストップパとしてもエッチング処理して、p型光ガイド層14の表面でエッチングを一度停止し、エッチング条件を変更して、あるいはエッチング時間を制御して、p型光ガイド層14まで加工して、リッジ形状を得る。

【 0 0 4 6 】

次に、電流注入ストライプ領域の両側部において、p型第1クラッド層13の上層に、例えばAl_{0.5}Ga_{0.5}Asからなるn型電流ブロック層16を形成し、次に、p型第1クラッド層15bおよびn型電流ブロック層16の上層に、例えばAl_{0.55}Ga_{0.45}Asからなる埋め込み型のp型第2クラッド層(17, 18)およびGaAsからなるp型コンタクト層19を積層させる。

50

上記の p 型コンタクト層 19 に p 電極 20 を形成し、n 型基板 10 の裏面に n 電極 21 を形成し、ペレタイズ工程を経て、図 1 に示すレーザダイオードとすることができる。

【0047】

上記の本実施形態のレーザダイオードの製造方法においては、活性層 12 中の障壁層と、SCH 光ガイド層と、光ガイド層 (14、15c) をそれぞれ $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ とし、Al の組成比を等しくすることで製造条件を簡単に設定することが可能となる。また、これらの組成比を等しくせずに製造してもよい。

【0048】

第 2 実施形態

本実施形態に係るレーザダイオードは、例えば発光波長 780 nm の CD-R/RW 用のレーザダイオードである。 10

図 2 は上記のレーザダイオードの参考例の断面図である。

実質的に第 1 実施形態に係るレーザダイオードと同様であるが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層として、n 型クラッド層 (11a, 11b) の境界に n 型光ガイド層 11c が形成されており、p 型クラッド層側には導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらさない光ガイド層 (p 型光ガイド層 14) のみが形成されている。

即ち、上記の光ガイド層 11c の導波路内でビームウエストを広げる作用により、光を閉じ込める領域が垂直方向に広げられ、これにより近視野像が垂直方向に広げられる。

この結果、近視野像のフーリエ変換である遠視野像は垂直方向への広がりが抑制され、垂直方向の放射角が縮小されている。 20

【0049】

上記の光ガイド層 11c が導波路内でビームウエストを広げる作用を有して、光を閉じ込める領域を広げ、遠視野像の垂直方向への広がりを抑制するには、光ガイド層 11c の活性層 12 からの距離 t_{11c} を所定の値以上にする必要がある、例えば、媒質中でのレーザダイオードの発振波長の 3 倍程度以上の距離とすることが好ましい。

【0050】

本実施形態のレーザダイオードにおいては、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす 1 層の光ガイド層が n 型クラッド層内だけに設けられているが、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を n 型クラッド層内に設けてもよい。 30
また、図 3 は本実施形態に係るレーザダイオードの他の構成を示す断面図であって、p 型第 1 クラッド層 (15a, 15b) の境界に p 型光ガイド層 15c が形成されている構成を示している。このように、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす 1 層の光ガイド層を p 型クラッド層内だけに設けてもよい。あるいは、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす複数の光ガイド層を p 型クラッド層内に設けてもよい。

【0051】

(実施例 1)

上記の図 1 に示す構成の n 型クラッド層および p 型第 1 クラッド層のそれぞれに導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層を有するレーザダイオードと、図 2 に示す構成の導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層を n 型クラッド層のみに有するレーザダイオードと、図 10 に示す導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層を有さない従来のレーザダイオードについて、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層の有無以外は一定の条件としたときのそれぞれの屈折率 (n) プロファイルと、それに対応するレーザ出射端面近傍での光強度分布、即ち近視野像をシミュレーションにより求めた。 40

【0052】

結果を図 4 に示す。図 4 (a) は図 1 に示す構成のレーザダイオードに、図 4 (b) は図 2 に示す構成のレーザダイオードに、図 4 (c) は図 10 に示す構成のレーザダイオードにそれぞれ対応する。各図の上段は光強度分布、下段は屈折率プロファイルを示している。また、図 4 (a) ~ (c) 中の数字は図 1, 2 および 9 の各図面上の符号に対応してお 50

り、位置を示している。

【0053】

n型クラッド層とp型クラッド層の両方に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層がない図4(c)の場合に比べて、n型クラッド層とp型クラッド層の両方に導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層を有する図4(a)の場合と、導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層をn型クラッド層のみに有する図4(b)の場合では、それぞれ光ガイド層(11c, 15c)が形成された部分に相当する領域の光強度が強くなっていることから、近視野像はそれぞれ図4(c)よりも幅広になっている。

【0054】

(実施例2)

実施例1の近視野像(NFP)をフーリエ変換して、それぞれに対応するレーザ出射端面遠方での光強度分布、即ち遠視野像をシミュレーションにより求めた。

【0055】

結果を図5に示す。図5(a)は図1に示す構成のレーザダイオードに、図5(b)は図2に示す構成のレーザダイオードに、図5(c)は図10に示す構成のレーザダイオードにそれぞれ対応する。各図は、垂直方向の放射角 θ に対する光強度分布を示している。近視野像において図10のレーザダイオードより幅広の分布を示していた図1および2のレーザダイオードは、遠視野像では図10のレーザダイオードより幅が狭まり、垂直方向の放射角 θ が縮小していることがわかった。

【0056】

(実施例3)

上記の図1および2に示すレーザダイオードにおいて、n型クラッド層およびp型第1クラッド層に設けられた光ガイド層の活性層からの距離 t を変化させたときの垂直方向の放射角 θ をシミュレーションにより求めた。

各光ガイド層の組成は $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$ とし、膜厚は50nmとした。

【0057】

結果を図6に示す。図中、Rは図10に示す構成の導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらす光ガイド層を有さないレーザダイオードの垂直方向の放射角 θ_R (約21度)を示している。

Aは図2に示す構成のレーザダイオードにおいて、n型クラッド層中の光ガイド層の活性層からの距離 t を変化させたときの垂直方向の放射角 θ_A である。

n型クラッド層中の光ガイド層は、活性層から約0.3 μm より遠い範囲に形成すると、垂直方向の放射角 θ_A をRの値より縮小させており、これはn型クラッド層中の光ガイド層が導波路内でビームウエストを広げる作用をもたらしていることを示している。活性層から遠くする程垂直方向の放射角 θ_A は小さくなるが、 t が0.8 μm 程度のときに垂直方向の放射角 θ_A は18度程度となって頭打ちとなる。一方、活性層から約0.3 μm より近い範囲では垂直方向の放射角 θ_A を拡大させてしまう。これは、0.3 μm より近い場合は光ガイド層が光を閉じ込める領域をさらに狭めてしまう導波作用をもたらしていることを示している。

【0058】

Bは図1に示す構成のレーザダイオードにおいて、n型クラッド層中の光ガイド層の活性層からの距離を0.8 μm に固定し、p型第1クラッド層中の光ガイド層の活性層からの距離 t を変化させたときの垂直方向の放射角 θ_B である。

p型第1クラッド層中の光ガイド層においても、活性層から遠ざけることで垂直方向の放射角 θ_B は縮小され、垂直方向の放射角 θ_B は16度程度にまで達する。逆に、近づけることで垂直方向の放射角 θ_B は拡大される。

【0059】

例えば、CD-R/RWのアプリケーション上、要求される垂直方向の放射角 θ を得るため、p型第1クラッド層中の光ガイド層の活性層からの距離 t を、媒質中での発振波長

10

20

30

40

50

の3倍以上とすることが好ましい。

即ち、発振波長780nm、媒質の屈折率 $n = 4$ では、媒質中での発振波長(780nm / 4)の3倍は約0.6 μ mとなり、これ以上にn型クラッド層やp型第1クラッド層中の光ガイド層の活性層からの距離 t を設定することで、必要な垂直方向の放射角を得ることができる。

【0060】

第3実施形態

本実施形態は、光ディスクを記録あるいは再生する光ディスク装置に搭載する光学ピックアップ装置である。

図7は上記の光学ピックアップ装置の模式図である。

例えば、レーザダイオードLD、コリメータC、1/2波長板HWP、ビームスプリッタBS、1/4波長板QWP、電磁アクチュエータACに取り付けられた対物レンズOL、サーボおよびRF用光学レンズSL、第1フォトダイオードPD1、モニタ用レンズML、および、第2フォトダイオードPD2が、スピンドルモータSMにより回転駆動される光ディスク28に対して、それぞれ所定の位置に配置されている。

上記のレーザダイオードLDは、第1あるいは第2実施形態に記載のレーザダイオードであり、垂直方向の放射角が縮小されて、レーザビームのアスペクト比が下げられレーザダイオードである。

【0061】

レーザダイオードLDから出射されたレーザ光Lは、コリメータCにより平行光とされた後、1/2波長板HWPを通過してビームスプリッタBSに入射する。

ビームスプリッタBSにおいて、入射光は一部を除いて通過し、1/4波長板QWPを介し、対物レンズOLにより集光されて、スピンドルモータSMにより回転駆動される光ディスク28の光学記録層29に照射される。

【0062】

光ディスク28の光学記録層29からの戻り光(反射光)Lは、入射経路と逆の経路を辿ってビームスプリッタBSに入射し、分光面で反射して、サーボおよびRF用光学レンズSLにより集光され、第1フォトダイオードPD1に入射し、観測される。

【0063】

一方、レーザダイオードLDから出射されたレーザ光Lの一部はビームスプリッタBSの分光面で反射し、モニタ用レンズMLにより集光され、第2フォトダイオードPD2に入射してレーザ光の強度がモニタされる。

【0064】

上記の光学ピックアップ装置は、を縮小したレーザダイオードを搭載しており、光学系との結合効率を向上することができ、光学結合に寄与しない損失成分を縮小できる。

例えば高速書き込みが必要とされるCD-R/RWなどの光ディスク装置において用いられる場合などに好適であり、低消費電力で高速記録が可能となる。

【0065】

第4実施形態

本実施形態は、光ディスクを記録あるいは再生する光ディスク装置である。

図8は、上記の光ディスク装置の模式図である。

上述の光学ピックアップ装置(ヘッド)30からのレーザ光Lが、スピンドルモータSMにより回転駆動される光ディスク28の光学記録層29上に入射され、その反射光(戻り光)を検出して得た再生信号は、ヘッドアンプ31に入力される。

ヘッドアンプ31は、ヘッド30からの再生信号を後段で処理するために必要な所定のレベルに増幅するためのものである。

【0066】

ヘッドアンプ31で増幅された再生信号は、RFイコライザアンプ32、フォーカスマトリクス回路34およびトラッキングマトリクス回路36などに入力される。

【0067】

10

20

30

40

50

R F イコライザアンプ 3 2 では、入力された再生信号を基にして所定の演算がなされ、得られた R F 信号 (R F) が信号復調回路 3 3 に入力され、光ディスク 2 8 上に記録された情報の再生信号として信号処理がなされる。

【 0 0 6 8 】

フォーカスマトリクス回路 3 4 では、入力された再生信号を基にして所定の演算がなされ、得られたフォーカス誤差信号 (F E) は位相補償回路 3 5 により位相が補償され、アンプ 3 6 で増幅された後、駆動用アクチュエータ 4 1 に入力される。

【 0 0 6 9 】

トラッキングマトリクス回路 3 7 では、入力された再生信号を基にして所定の演算がなされ、得られたトラッキング誤差信号 (T E) は位相補償回路 3 8 により位相が補償され、アンプ 3 9 で増幅された後、駆動用アクチュエータ 4 1 に入力される。

10

【 0 0 7 0 】

駆動用アクチュエータ 4 1 では、入力されたフォーカス誤差信号 (F E) およびトラッキング誤差信号 (T E) に基づいて、ヘッド 3 0 中の対物レンズの位置を調整し、レーザ光 L のフォーカシングおよびトラッキングの調節を行う。

【 0 0 7 1 】

上記のようなフォーカスサーボおよびトラッキングサーボにより、光ディスク 2 8 の光学記録層に光的に照射させることができ、その戻り光を検出することにより、光ディスク 2 8 に記録されたデータを読み取って再生信号として出力することができる。

【 0 0 7 2 】

C P U (中央演算ユニット) 4 0 は、上記のサーボ機構や、その他の機構の制御など、光ディスク装置全体の動作の制御を行う。

20

【 0 0 7 3 】

上記の光学ピックアップ装置 (ヘッド) 3 0 に搭載されるレーザダイオードは、第 1 あるいは第 2 実施形態に記載のレーザダイオードであり、垂直方向の放射角 が縮小されて、レーザビームのアスペクト比が下げられたレーザダイオードである。

従って、レーザダイオードの出射するレーザ光と光学系との結合効率を向上することができ、光学結合に寄与しない損失成分を縮小できる。

例えば高速書き込みが必要とされる C D - R / R W などの光ディスク装置において用いられる場合などに好適であり、低消費電力で高速記録が可能となる。

30

【 0 0 7 4 】

第 5 実施形態

本実施形態は、光通信モジュールであり、図 9 はその模式図である。

光通信モジュール M は、フォトダイオード P D と、レーザダイオード L D とを内蔵する。

例えば、光ファイバ F から光信号がフォトダイオード P D に外部入力され、電気信号に変換されてレーザダイオード L D に伝達される。

電気信号が伝達されたレーザダイオード L D は、レーザ光として光信号を出射し、光ファイバ F に外部出力する。

【 0 0 7 5 】

上記のレーザダイオードは、第 1 あるいは第 2 実施形態に記載のレーザダイオードであり、垂直方向の放射角 が縮小されて、レーザビームのアスペクト比が下げられたレーザダイオードである。

40

従って、レーザダイオードの出射するレーザ光と光学系との結合効率を向上することができ、光学結合に寄与しない損失成分を縮小でき、高速長距離通信が可能となる。

【 0 0 7 6 】

以上、本発明を 5 形態の実施形態により説明したが、本発明はこれらの実施形態に何ら限定されるものではない。

例えば、上記レーザダイオードは A l G a A s 系リッジ埋め込み型のレーザダイオードについて説明したが、例えば、A l G a I n P 系や G a N 系などの光ディスク向けレーザダイオードはもちろん、I n G a A s 系や G a I n N A s 系などの通信用レーザダイオード

50

にも適用可能である。

その他、レーザダイオードを構成する半導体材料や金属材料およびそれらの膜厚などは適宜選択することが可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことが可能である。

【0077】

【発明の効果】

本発明のレーザダイオードによれば、光ガイド層の導波路内でビームウエストを広げる作用により光を閉じ込める領域が広げられ、これにより近視野像が垂直方向に広げられ、そのフーリエ変換である遠視野像は垂直方向への広がり抑制され、垂直方向の放射角が縮小されている。

10

【0078】

上記の本発明のレーザダイオードを搭載することで、出射されるレーザ光の垂直方向の放射角が縮小されているので、光学ピックアップ装置、光ディスク装置、光通信装置などにおいて、光学系との結合効率を向上することができ、光学結合に寄与しない損失成分を縮小できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は第1実施形態に係るレーザダイオードの断面図である。

【図2】 図2は第2実施形態の参考例に係るレーザダイオードの断面図である。

【図3】 図3は第2実施形態に係るレーザダイオードの断面図である。

【図4】 図4は実施例1に係るレーザダイオードの屈折率プロファイルと近視野像である。

20

【図5】 図5は実施例2に係るレーザダイオードの遠視野像である。

【図6】 図6は実施例3に係る、垂直方向の放射角の光ガイド層と活性層と距離依存性である。

【図7】 図7は第3実施形態に係る光学ピックアップ装置の模式図である。

【図8】 図8は第4実施形態に係る光ディスク装置の模式図である。

【図9】 図9は第5実施形態に係る光通信モジュールの模式図である。

【図10】 図10は従来例に係るレーザダイオードの断面図である。

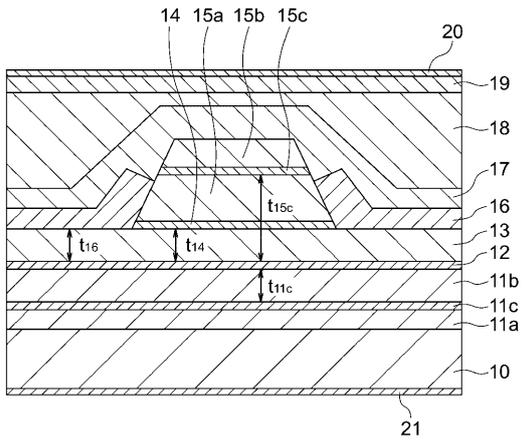
【符号の説明】

10...n型基板、11, 11a, 11b...n型クラッド層、11c...n型光ガイド層、
12...活性層、13, 15, 15a, 15b...p型第1クラッド層、14...p型第1光ガイド層、15c...p型第2光ガイド層、16...電流ブロック層、17, 18...p型第2クラッド層、19...p型コンタクト層、20...p電極、21...n電極、28...光ディスク、
29...光学記録層、30...光学ピックアップ装置(ヘッド)、31...ヘッドアンプ、32...RFイコライザアンプ、33...信号復調回路、34...フォーカスマトリクス回路、35, 38...位相補償回路、36, 39...アンプ、37...トラッキングマトリクス回路、40...CPU(中央演算ユニット)、41...駆動用アクチュエータ、LD...レーザダイオード、C...コリメータ、L...レーザ光、HWP...1/2波長板、BS...ビームスプリッタ、QWP...1/4波長板、OL...対物レンズ、AC...電磁アクチュエータ、SL...サーボおよびRF用光学レンズ、PD1, PD2, PD...フォトダイオード、ML...モニタ用レンズ、SM...スピンドルモータ、M...光通信モジュール、F...光ファイバ。

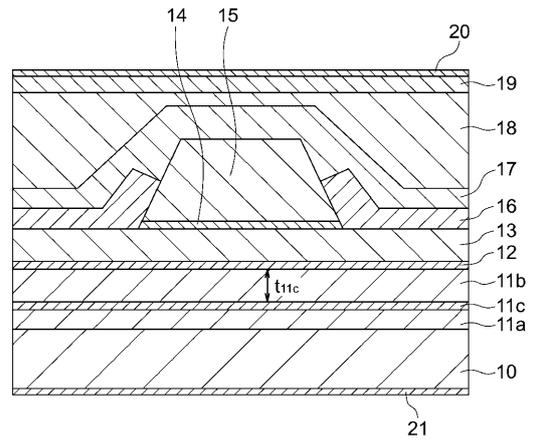
30

40

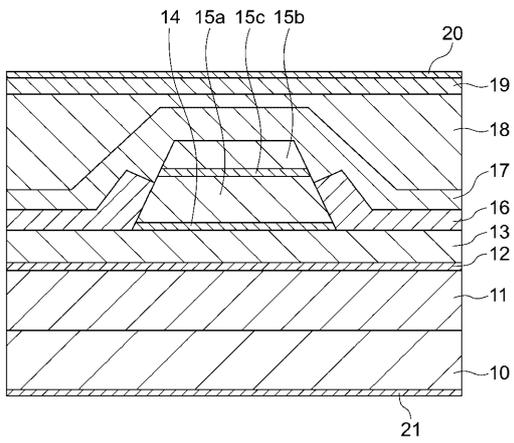
【 図 1 】



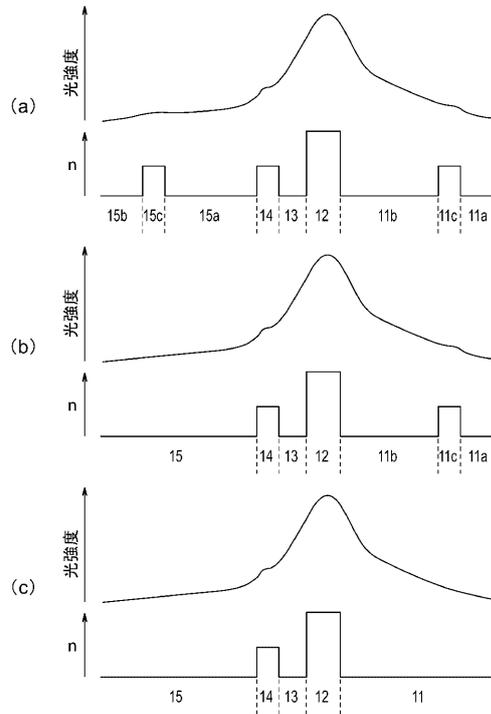
【 図 2 】



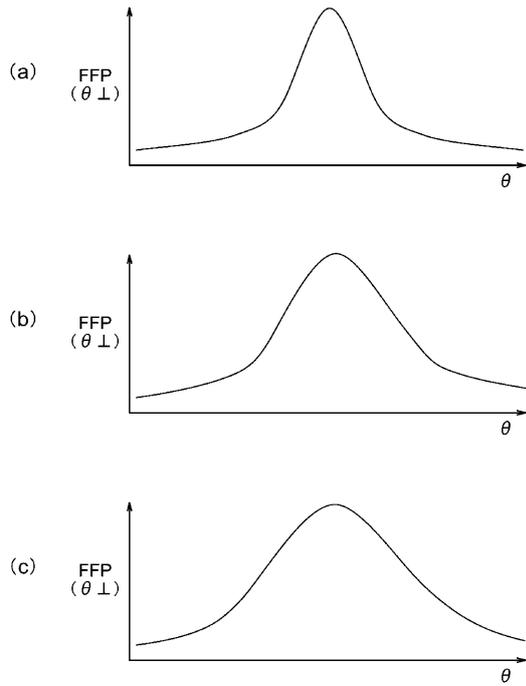
【 図 3 】



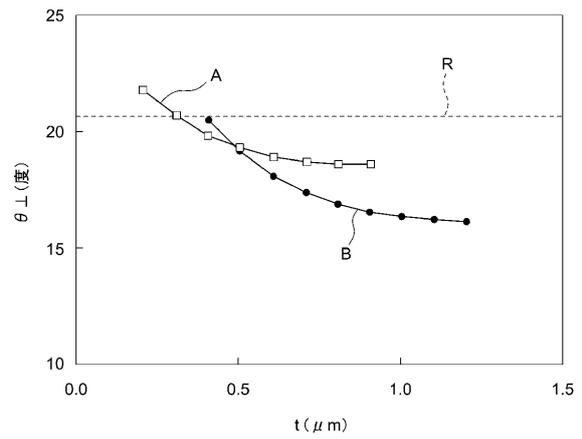
【 図 4 】



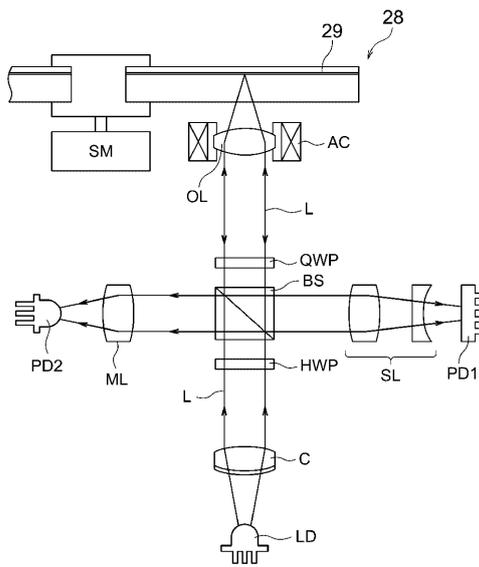
【 図 5 】



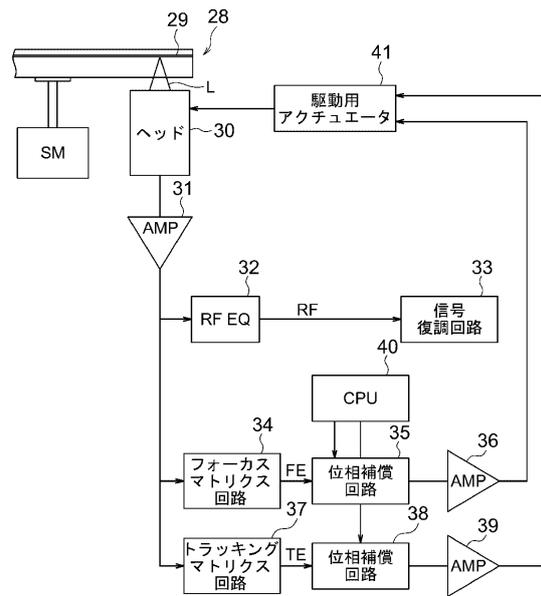
【 図 6 】



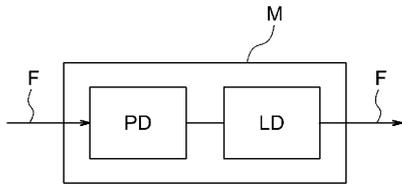
【 図 7 】



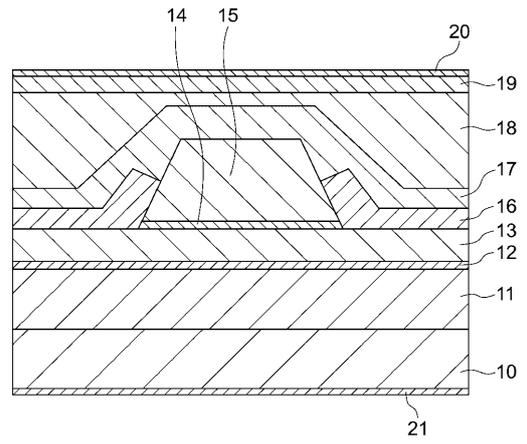
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 290280 (JP, A)
特開平10 - 004238 (JP, A)
特開平02 - 202087 (JP, A)
特開平05 - 275801 (JP, A)
特開平07 - 162085 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
H01S5/00-5/50