

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/172995 A1

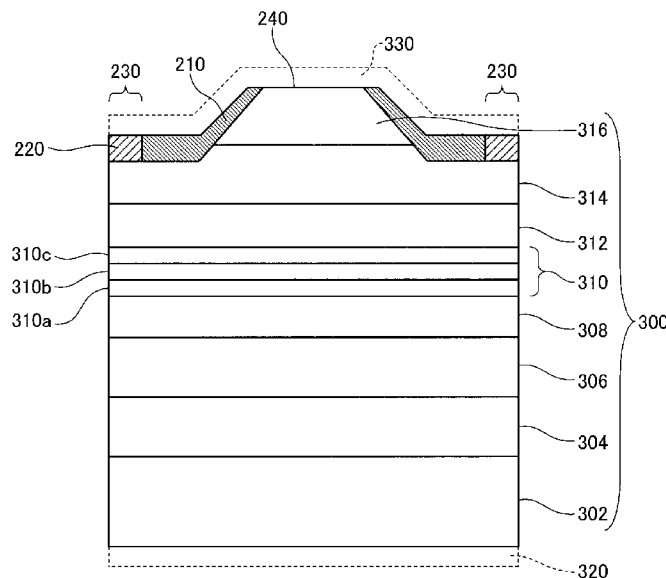
- (51) 国際特許分類:
H01S 5/042 (2006.01) H01S 5/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064169
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-132431 2011 年 6 月 14 日(14.06.2011) JP
特願 2011-132473 2011 年 6 月 14 日(14.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 衣川 耕平(KINUGAWA, Kouhei) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 谷口 英広(TANIGUCHI, Hidehiro) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE, OPTICAL DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND LASER MODULE

(54) 発明の名称: 光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュール

[図4]



(57) Abstract: An optical device comprises: a ridge-shaped semiconductor laser element which is formed upon a substrate; a first insulating film which covers a lateral wall portion of a ridge structure of the semiconductor laser element; and a second insulating film having a lower density than the first insulating film and which covers the ridge structure upon the first insulation film in end part regions of the ridge structure. It would be preferable for the second insulation film to have a smaller refraction than the first insulation film. It would be preferable for the second insulation film to have a higher etching rate than the first insulation film. Insufficient insulation film coverage is thus alleviated.

(57) 要約: 基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子のリッジ構造の側壁部分を覆う第1絶縁膜と、前記リッジ構造の端部領域において、前記第1絶縁膜の上から前記リッジ構造を覆う、前記第1絶縁膜よりも低密度な第2絶縁膜と、を備える光デバイス。好ましくは、前記第2絶縁膜は、屈折率が前記第1絶縁膜より小さい。好ましくは、前記第2絶縁膜は、エッチングレートが前記第1絶縁膜より高い。これによって、絶縁膜の被覆不足が抑制される。

WO 2012/172995 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュールに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、リッジ型半導体レーザの光出力を増加させると、素子端面における光吸収に起因する発熱で、当該素子端面が溶融してレーザ機能が停止する瞬時光学損傷（COD：Catastrophic Optical Damage）が生じることが知られていた。このようなCODを生じさせるリッジ型半導体レーザの光出力限界をより高くするために、レーザ素子の光出力端面に絶縁膜を形成して電流非注入領域にする方法が知られていた（例えば、特許文献1および2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-261380号公報

特許文献2：特開2009-295761号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、レーザ素子の光出力端面に電流非注入領域を絶縁膜によって形成する場合、リッジ側壁には絶縁膜が形成されにくいので、絶縁膜の被覆不足が生じてしまい、電流非注入領域を形成しにくいという問題があった。また、リッジ側壁は他の領域に比べて絶縁膜が薄く形成されるので、半導体レーザ素子の上面を一旦絶縁膜で覆ってから、電流非注入領域以外の領域をエッチングで除去して電流非注入領域を形成する場合、当該リッジ側壁に形成された絶縁膜が他の部分に比べて速くエッチングされ、絶縁膜がオーバ

ーエッチングされて被覆不足が生じてしまうこともあった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、絶縁膜の被覆不足が抑制された光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る光デバイスは、基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子のリッジ構造の側壁部分を覆う第1絶縁膜と、前記リッジ構造の端部領域において、前記第1絶縁膜の上から前記リッジ構造を覆う、前記第1絶縁膜よりも低密度な第2絶縁膜と、を備えることを特徴とする。

[0007] また、本発明に係る光デバイス製造方法は、基板上にリッジ構造を有するリッジ型半導体レーザ素子を形成するレーザ素子形成工程と、前記リッジ型半導体レーザ素子の前記リッジ構造の側壁部分を覆う第1絶縁膜を形成する第1絶縁膜形成工程と、前記リッジ構造の端部領域において、前記第1絶縁膜の上から第2絶縁膜を形成する第2絶縁膜形成工程と、を備えることを特徴とする。

[0008] また、本発明に係るレーザモジュールは、上記発明の光デバイスと、前記光デバイスが出力するレーザ光を伝送する光ファイバと、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、絶縁膜の被覆不足が抑制されるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る光デバイスの斜視図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る光デバイスの上面図である。

[図3]図3は、図2におけるA-A断面図である。

[図4]図4は、図2におけるB-B断面図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る光デバイスを形成するフローの一例を示す図である。

[図6]図6は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上にレジストを形成した段階の断面図である。

[図7]図7は、本実施形態に係る半導体レーザ基板をエッチングしてリッジ構造を形成した段階の断面図である。

[図8]図8は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上に第1絶縁膜を形成した段階の断面図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上のレジストを除去した段階の断面図である。

[図10]図10は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上に第2絶縁膜および電極を形成した段階の断面図である。

[図11]図11は、本実施形態に係る半導体レーザ基板を光デバイスに分離した段階の、電流非注入領域の断面図である。

[図12]図12は、本実施形態に係る半導体レーザ基板を光デバイスに分離した段階の、電流注入領域の断面図である。

[図13]図13は、本実施形態に係るレーザモジュールの構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、図面を参照して本発明に係る光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュールの実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、各図面において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。さらに、図面は模式的なものであり、各層の厚みと幅との関係、各層の比率などは、現実のものとは異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

[0012] 図1は、本発明の実施形態に係る光デバイスの斜視図を示す。なお、図1では電極は記載を省略してある。光デバイス100は、リッジ型半導体レーザ素子の出力端部において、絶縁膜の上に該絶縁膜よりも低密度な絶縁膜を形成した構造を採る。これにより、光デバイス100のリッジ構造の被覆不

足を防止して電流非注入領域を形成することができ、レーザ出力を高出力化させることができる。光デバイス１００は、高反射膜２０と、低反射膜３０と、光出力端面１０４と、リッジ構造１１０と、を備える。

[0013] 高反射膜２０は、レーザ光を反射させる。高反射膜２０は、光デバイス１００の外部の反射部と光共振器を形成して、当該光共振器内でレーザ光を増幅する。高反射膜２０は、ウエハを劈開して形成した端面に、複数の誘電体膜を積層することにより形成される。

[0014] 低反射膜３０は、レーザ光に対する反射率が高反射膜２０より低く、共振器内で共振するレーザ光の一部を出射光１０として外部に出射させる。低反射膜３０は、ウエハを劈開して形成した端面に、複数の誘電体膜を積層することにより形成される。光出力端面１０４は、低反射膜３０が形成され、出射光１０を出射する端面である。

[0015] リッジ構造１１０は、基板から突出した凸部が、光デバイス１００の高反射膜２０側の端面から光出力端面１０４まで延伸する構造を採る。光デバイス１００は、この凸部を通じてレーザ出力のための電流が注入される。リッジ構造１１０は、光デバイス１００に注入する電流を共振器方向に沿ってストライプ状に狭窄する。

[0016] リッジ構造１１０は、２つの側壁部１１２を有する。リッジ構造１１０は、基板の厚さ方向に離れるにつれてリッジ幅が小さくなる順メサ型である。これに代えて、リッジ構造１１０は、基板の厚さ方向に離れるにつれてリッジ幅が大きくなる逆メサ型であってよい。

[0017] 図２は、本実施形態に係る光デバイスの上面図を示す。図２は、光デバイス１００の上部電極が形成される前の段階の上面図である。光デバイス１００は、基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子上に、第１絶縁膜２１０と、第２絶縁膜２２０と、素子分離領域２３０と、開口部２４０と、を備える。

[0018] 第１絶縁膜２１０は、半導体レーザ素子のリッジ構造１１０の側壁部１１２を覆う。第１絶縁膜は、窒化シリコン（SiN）を含む。これに代えて、

第1絶縁膜210は、二酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、または酸化シリコン (SiO_2) を含んでよい。本実施形態において、第1絶縁膜210は、 SiN で形成される例を説明する。 SiN の密度は、低密度に形成した場合はたとえば 2.69 g/cm^3 であり、高密度に形成した場合はたとえば 2.79 g/cm^3 である。この低密度に形成した場合の SiN の屈折率は1.9であり、 BHF (バッファードフッ酸) に対するエッチングレートは 50 nm/min である。一方、この高密度に形成した場合の SiN の屈折率は2.0であり、 BHF に対するエッチングレートは 25 nm/min である。

[0019] 第2絶縁膜220は、リッジ構造110の端部領域において、第1絶縁膜210の上からリッジ構造110を覆う。第2絶縁膜220は、第1絶縁膜210よりも低密度な材質で形成される。また、第2絶縁膜220は、屈折率が第1絶縁膜210より小さい材質で形成されてよい。また、第2絶縁膜220は、エッチングレートが第1絶縁膜210より高い材質で形成されてよい。

[0020] 第2絶縁膜220は、酸化シリコン (SiO_2) を含む。これに代えて、第2絶縁膜220は、二酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、または酸化シリコン (SiO_2) を含んでよい。ここで、第1絶縁膜210および第2絶縁膜220は、同種の物質で、かつ、異なる組成で形成されてよい。本実施形態において、第2絶縁膜220は、 SiO_2 で形成される例を説明する。 SiO_2 の密度は、たとえば 2.20 g/cm^3 である。 SiO_2 の屈折率は1.4である。 BHF に対する SiO_2 のエッチングレートは 300 nm/min である。

[0021] 素子分離領域230は、図中のC-C境界より左側の、共振器とは垂直方向の一方の端部までの領域、およびD-D境界より右側の、共振器とは垂直方向の他方の端部までの領域である。素子分離領域230は、半導体レーザ素子の製造段階において、劈開して個別のデバイス素子に分離するべく、半導体表面上にスクライブラインが形成される。

- [0022] 開口部 240 は、リッジ構造 110 の頭頂部において第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 が形成されない領域である。開口部 240 には、開口部 240 上に形成される電極部から電流が注入される。
- [0023] 本実施形態の光デバイス 100 は、開口部 240 を除く基板上的領域が第 1 絶縁膜 210 により覆われ、第 1 絶縁膜 210 が露出している部分および開口部 240 を除く領域は、更に第 2 絶縁膜 220 により覆われた構造を採る。即ち、第 1 絶縁膜 210 は、側壁部 112 から基板のスクライブラインが形成されて半導体レーザ素子として分離された端部よりも側壁部 112 に近い境界までの範囲で、側壁部 112 および基板を覆う。また、第 2 絶縁膜 220 は、素子分離領域 230 である半導体レーザ素子として分離された端部から境界までの範囲で、基板を覆う。
- [0024] また、第 2 絶縁膜 220 は、半導体レーザ素子のレーザ出射端面である光出力端面 104 側、および光出力端面 104 と対向する高反射膜 20 が形成された反射端面側の端部領域を覆う。ここで、端部領域は、光出力端面 104 側、および反射端面側の端部から、予め定められた長さの範囲である。これによって、光デバイス 100 は、光出力端面 104 側および反射端面側の端部領域において、光デバイス 100 を駆動する電流が注入されない電流非注入領域を形成する。
- [0025] 図 3 は、図 2 における A-A 断面を示す。当該 A-A 断面は、光デバイス 100 の電流非注入領域の断面図である。光デバイス 100 は、当該電流非注入領域において、半導体レーザ素子 300 の上面に第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 で覆われて形成される。また、一例として、下部電極 320 および上部電極 330 は、図中の点線で示したように、光デバイス 100 の下面および上面にそれぞれ形成される。
- [0026] 半導体レーザ素子 300 は、一例として、第 1 導電型の半導体基板 302 と、第 1 導電型のバッファ層 304 と、第 1 導電型の第 1 クラッド層 306 と、第 1 導電型の第 1 ガイド層 308 と、活性層 310 と、第 2 導電型の第 2 ガイド層 312 と、第 2 導電型の第 2 クラッド層 314 と、第 2 クラッド

層 314 の上に堆積されたコンタクト層 316 と、下部電極 320 とを備える。本実施形態では、第 1 導電型を n 型、第 2 導電型を p 型として説明するが、これに限定されず、第 1 導電型が p 型で第 2 導電型が n 型であってもよい。

[0027] 第 1 導電型の半導体基板 302 は、n 型 GaAs 基板であってよい。半導体基板 302 の表面には、n 型のバッファ層 304、n 型の第 1 クラッド層 306、n 型の第 1 ガイド層 308、活性層 310、p 型の第 2 ガイド層 312、p 型の第 2 クラッド層 314、p 型のコンタクト層 316 が積層されて形成される。下部電極 320 は、半導体基板 302 の裏面に形成される。

[0028] 本実施形態において、半導体レーザ素子 300 は、p 型の第 2 クラッド層 314 の上部の層とコンタクト層 316 の幅が、半導体基板 302 から離れるに従って狭くなるメサ形状に加工されたストライプ状のリッジ構造 110 を有する。半導体レーザ素子 300 は、リッジ構造 110 により、活性層 310 に注入される電流を狭窄する。

[0029] n 型のバッファ層 304 は、半導体基板 302 の上に結晶性の良いエピタキシャル層を積層するための緩衝層として機能する。バッファ層 304 は、半導体基板 302 と、第 1 クラッド層 306 との間の格子定数を有してよい。n 型のバッファ層 304 は、n 型 GaAs 層であってよい。

[0030] n 型の第 1 クラッド層 306 および n 型の第 1 ガイド層 308 は、積層方向に光を閉じこめるように、屈折率と厚さが調節される。第 1 クラッド層 306 の屈折率は、第 1 ガイド層 308 の屈折率より小さい。n 型の第 1 クラッド層 306 および n 型の第 1 ガイド層 308 は、n 型 AlGaAs 層を含んでよい。この場合、n 型の第 1 クラッド層 306 の Al 組成を n 型の第 1 ガイド層 308 の Al 組成に比べ大きくすることで n 型の第 1 クラッド層 306 の屈折率を n 型の第 1 ガイド層 308 の屈折率より小さくできる。n 型の第 1 クラッド層 306 の膜厚は約 3 μm であってよく、n 型の第 1 ガイド層 308 の膜厚は約 400 nm であってよい。

[0031] 活性層 310 は、下部バリア層 310a、量子井戸層 310b、および上

部バリア層 310c を有してよい。下部バリア層 310a 及び上部バリア層 310c は、量子井戸層 310b にキャリアを閉じこめる。下部バリア層 310a および上部バリア層 310c は、不純物をドーピングしない AlGaAs 層を含んでよい。量子井戸層 310b は不純物をドーピングしない InGaAs 層を含んでよい。

[0032] 下部バリア層 310a、量子井戸層 310b、および上部バリア層 310c のそれぞれの組成比と膜厚は、量子井戸層 310b に閉じ込められるキャリアの再結合エネルギーを決める要因となる。この要因と、活性層 310 の周囲温度によって、当該再結合エネルギー、即ち、発光波長が、ほぼ決定される。活性層 310 は、このような単一の量子井戸構造 (SQW: Single Quantum Well) に限定されず、複数のバリア層および複数の量子井戸層を有する多重量子井戸構造 (MQW: Multiple Quantum Well) であってよい。

[0033] p 型の第 2 ガイド層 312 および p 型の第 2 クラッド層 314 は、上述した n 型の第 1 ガイド層 308 および n 型の第 1 クラッド層 306 と対となって、積層方向に光を閉じこめるように、屈折率と厚さが調節される。p 型の第 2 ガイド層 312 および p 型の第 2 クラッド層 314 は、p 型 AlGaAs 層を含んでよい。

[0034] 例えば、p 型の第 2 クラッド層 314 の Al 組成を p 型の第 2 ガイド層 312 の Al 組成に比べて大きくすることで、p 型の第 2 クラッド層 314 の屈折率を p 型の第 2 ガイド層 312 の屈折率より小さくする。ここで、p 型の第 2 ガイド層 312 の膜厚は約 400 nm であってよく、p 型の第 2 クラッド層 314 の膜厚は約 1 μ m ~ 2 μ m であってよい。

[0035] 電流非注入領域におけるコンタクト層 316 は、第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 に覆われる。これによって、コンタクト層 316 は、電流非注入領域では活性層 310 へ電流を注入しないので、活性層 310 における発光再結合をほとんど発生させない。

[0036] このような半導体レーザ素子 300 の上部において、第 1 絶縁膜 210 は

、リッジ構造 110 の側壁部 112 と、p 型の第 2 クラッド層 314 の表面上に形成される。また、第 1 絶縁膜 210 は、素子分離領域 230 内の第 2 クラッド層 314 の表面上には形成されない。

[0037] 第 2 絶縁膜 220 は、第 1 絶縁膜 210 および半導体レーザ素子 300 の上面を覆うように形成される。このように、電流非注入領域の光デバイス 100 は、リッジ構造 110 の側壁部 112 と第 2 クラッド層 314 の表面上に第 1 絶縁膜 210 である SiN が形成され、第 1 絶縁膜 210 と第 1 絶縁膜 210 が形成されない半導体レーザ素子 300 の表面上に第 1 絶縁膜 210 よりも低密度の材質として第 2 絶縁膜 220 である SiO₂ が形成される。

[0038] 図 4 は、図 2 における B-B 断面を示す。当該 B-B 断面は、光デバイス 100 の電流注入領域の断面図である。光デバイス 100 は、当該電流注入領域において、半導体レーザ素子 300 の上面に第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 で覆われて形成される。ここで、半導体レーザ素子 300 は、図 3 で説明した構成と略同一であるので説明は省略する。

[0039] 電流注入領域におけるコンタクト層 316 は、上面に形成される上部電極 330 と電氣的に接続されるべく、上部において不純物がドーピングされる。コンタクト層 316 は、p 型 GaAs 層であってよく、ドーピングされる不純物は、亜鉛 (Zn)、マグネシウム (Mg) またはベリリウム (Be) であってよい。コンタクト層 316 の上部は、一例として、上部電極 330 とのオーミック接触を確保するために、Zn が約 1×10^{19} (atoms/cm³) の高濃度でドーピングされてよい。

[0040] 電流注入領域において、第 1 絶縁膜 210 は、電流非注入領域と同様に、リッジ構造 110 の側壁部 112 と、p 型の第 2 クラッド層 314 の表面上に形成される。また、第 1 絶縁膜 210 は、素子分離領域 230 内の第 2 クラッド層 314 の表面上には形成されない。一方、第 2 絶縁膜 220 は、素子分離領域 230 内の第 2 クラッド層 314 の表面上に形成される。

[0041] このような半導体レーザ素子 300 の上部は、第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 のいずれにも覆われない開口部 240 が形成される。コンタ

クト層 316 は、開口部 240 を介して上部電極 330 とオーミック接触する。電流注入領域における光デバイス 100 は、上部電極 330 と下部電極 320 に外部から順バイアスが印加され、電流が供給されることによって、コンタクト層 316 から活性層 310 へと電流が注入され、活性層 310 で発光再結合が生じる。

[0042] 以上の本実施形態の光デバイス 100 によれば、リッジ構造 110 の端部領域において、第 2 絶縁膜 220 が第 1 絶縁膜 210 の上からリッジ構造 110 を覆うので、レーザ素子の光出力端面 104 に電流非注入領域を形成することができる。このように電流非注入領域を第 2 絶縁膜 220 で形成する場合、第 1 絶縁膜 210 を形成した後に、一旦、半導体レーザ素子 300 の上部を第 2 絶縁膜 220 で覆うように形成させる。そして、当該電流非注入領域および素子分離領域 230 を覆う第 2 絶縁膜 220 を残して、これら以外の領域の第 1 絶縁膜 210 および開口部 240 を覆う第 2 絶縁膜 220 をエッチング等によって除去する。

[0043] ここで、第 1 絶縁膜 210 および第 2 絶縁膜 220 の成膜方向は、半導体レーザ素子 300 の積層方向と略同一であり、即ち、図 3 の縦方向である。この絶縁膜の成膜方向に対して、リッジ構造 110 の側壁部 112 は傾斜しているので、側壁部 112 に形成される絶縁膜の膜厚は、側壁部 112 以外に成膜される絶縁膜の膜厚に比べて薄くなる。

[0044] したがって、従来は、第 2 絶縁膜 220 をエッチングする場合、側壁部 112 に形成された第 2 絶縁膜 220 は、側壁部 112 以外に形成された第 2 絶縁膜 220 に比べて速く除去されるので、側壁部 112 の第 1 絶縁膜 210 をオーバーエッチングしていた。このように、側壁部 112 を覆う第 1 絶縁膜 210 がエッチングされると、リッジ構造 110 は、被覆不足となって電流を狭窄する機能を失うので、レーザ出力の低下等が生じることがある。また、このようなリッジ構造 110 は、被覆不足の部分から電流が流れ込み、電流非注入領域へと電流が浸入してしまうこともあった。

[0045] これに対して、本実施形態の光デバイス 100 によれば、第 2 絶縁膜 22

0は、第1絶縁膜210より低密度な材質で形成されるので、第1絶縁膜210に比べてエッチングされやすく、エッチングレートが高くなる。したがって、第2絶縁膜220をエッチングする場合においても、側壁部112の第1絶縁膜210は、第2絶縁膜220よりもエッチングされにくく、リッジ構造110が被覆不足となることを防止できる。

[0046] また、仮に第1絶縁膜210がオーバーエッチングされたとしても、第2絶縁膜220が除去されてエッチングが終了するまでに、リッジ構造110が被覆不足となる厚さに第1絶縁膜210が除去されることを防ぐことができる。したがって、光デバイス100は、リッジ構造110の被覆不足を防止して、電流非注入領域を形成させ、高出力なレーザ出力を得ることができる。

[0047] 以上の本実施形態は、第2絶縁膜220が、第1絶縁膜210より低密度な材質で形成されることを説明したが、これに代えて、第2絶縁膜220は、第1絶縁膜210より屈折率が小さい材質で形成されても同様にリッジ構造110の被覆不足を防止できる。これに代えて、第2絶縁膜220は、第1絶縁膜210と同種の物質で、かつ、異なる組成で形成され、第1絶縁膜210に比べてエッチングレートが高い材質で形成されてもよい。たとえば、第1絶縁膜210および第2絶縁膜220がいずれもSiNで形成され、かつ第2絶縁膜220が第1絶縁膜210より低密度に形成されてもよい。

[0048] また、これに代えて、第1絶縁膜210は、第2絶縁膜220よりも膜厚が大きくてもよい。例えば、第1絶縁膜210は、半導体レーザ素子300上の側壁部112以外の平坦部において、第2絶縁膜220よりも厚く形成される。ここで、当該平坦部における第2絶縁膜220の厚さは、側壁部112に形成される第1絶縁膜210および第2絶縁膜220の厚さの和に比べて、小さく形成される。

[0049] これによって、平坦部の第2絶縁膜220を除去するまでエッチングを進めても、当該平坦部における第1絶縁膜210が除去されて半導体レーザ素子300が露出することを防ぐことができる。また、平坦部の第2絶縁膜2

20を除去するまでエッチングを進めることで、側壁部112における第1絶縁膜210がオーバーエッチングされたとしても、側壁部112における第1絶縁膜210が除去されて半導体レーザ素子300が露出することを防ぐことができる。

[0050] このように、本実施形態の光デバイス100は、リッジ構造110の被覆不足を防止できるので、コンタクト層316と上部電極330との電氣的接続を容易に制御することができ、簡便な製造工程で電流注入領域と電流非注入領域を容易に形成することができる。また、光デバイス100は、側壁部112の第1絶縁膜210を第2絶縁膜220に比べてエッチングされにくい材質で形成するので、被覆不足の防止の目的で第1絶縁膜210の膜厚を厚く形成させなくてもよい。これによって、光デバイス100は、絶縁膜による放熱性の低下を防止することができる。

[0051] また、第1絶縁膜210および第2絶縁膜220は、応力の向きが逆であってよい。例えば、第1絶縁膜210をSiNで形成し、第2絶縁膜220をSiO₂で形成した場合、それぞれの膜に発生する応力の向きが互いに逆となる。したがって、半導体レーザ素子300上面にかかる応力が一方向に集中することを防ぐことができ、光デバイス100は、衝撃等の外力が加わっても破壊されにくく、信頼性を向上させることができる。

[0052] 以上の本実施形態の光デバイス100は、第2絶縁膜220を第1絶縁膜210よりも低密度な材質で形成して、リッジ構造110の被覆不足を防止することを説明した。しかしながら、このような第1絶縁膜210を素子分離領域230に形成した光デバイス100は、半導体レーザ素子の製造段階において形成されるスクライブラインの深さを、劈開して分離できる深さに形成することが困難になる場合があり、素子分離段階で不良が発生することがあった。

[0053] このようなスクライブラインの形成不良を防止する目的で、素子分離領域230の第1絶縁膜210を除去して半導体レーザ素子300の表面を露出させた場合、半導体レーザ素子300は、当該露出面上に上部電極330が

直接形成されることになる。このように、電極と半導体が直接接触した場合、電流リークが発生して、活性層 310 に電流を供給してしまい、光デバイス 100 は、電流を狭窄する機能の低下等によってレーザ特性を悪化させることがあった。

[0054] これに対して、本実施形態の光デバイス 100 は、半導体レーザ素子として分離される端部から側壁部 112 に近い境界までの素子分離領域 230 を、第 1 絶縁膜 210 よりも低密度な材質の第 2 絶縁膜 220 で覆う。これによって、光デバイス 100 は、素子分離領域 230 にスクライブラインの深さを、劈開して分離できる深さに形成することを容易にすることができる。したがって、光デバイス 100 は、半導体レーザ素子 300 への電流リークを低下させつつ、スクライブライン形成不良の発生を防止することができる。

[0055] 図 5 は、本実施形態に係る光デバイスを形成するフローの一例を示す。また、図 6 から図 11 は、本実施形態に係る光デバイスが形成される過程の断面図を示す。

[0056] まず、半導体基板上にバッファ層 304 と、第 1 クラッド層 306 と、第 1 ガイド層 308 と、活性層 310 と、第 2 ガイド層 312 と、第 2 クラッド層 314 と、コンタクト層 316 とを積層させて、半導体レーザ基板 600 を形成する（ステップ S400）。それぞれの層は、有機金属気相成長（MOCVD）法または分子線成長（MBE）法等のエピタキシャル成長法によって順次積層される。半導体レーザ基板 600 は、劈開して素子分離することによって、半導体レーザ素子 300 となる素子領域 605 を複数備え、複数の光デバイス 100 が形成される。

[0057] 次に、半導体レーザ基板 600 上にエッチングマスクとしてのレジスト 610 を形成する（ステップ S410）。ここで、レジスト 610 は、半導体レーザ基板 600 の半導体レーザ素子 300 が形成される素子領域 605 毎に、形成した半導体レーザ素子 300 の表面上に形成される。レジスト 610 は、フォトリソグラフィ法等によって形成されてよい。図 6 は、本実施形

態に係る半導体レーザ基板上にレジストを形成した段階の断面図を示す。

[0058] 次に、半導体レーザ基板600をエッチングしてリッジ構造110を形成する（ステップS420）。ここで、半導体レーザ基板600は、レジスト610を残したままエッチングすることにより、素子領域605毎に形成した半導体レーザ素子300にリッジ構造110を設けられる。以上により、半導体基板302上にメサ型のリッジ構造110を有するリッジ型の半導体レーザ素子300を形成することができる。図7は、本実施形態に係る半導体レーザ基板をエッチングしてリッジ構造を形成した段階の断面図を示す。

[0059] 次に、半導体レーザ基板600上に第1絶縁膜210を形成する（ステップS430）。第1絶縁膜210は、レジスト610を残したままリッジ構造110およびリッジ構造110の側壁部112に形成され、リッジ型の半導体レーザ素子300のリッジ構造110の側壁部112を覆う。第1絶縁膜210は、CVD（Chemical Vapor Deposition）法等によって形成されてよい。図8は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上に第1絶縁膜を形成した段階の断面図を示す。

[0060] 次に、半導体レーザ基板600上のレジスト610を除去する（ステップS440）。半導体レーザ素子300は、レジスト610が除去されることにより、当該レジスト610上に形成された第1絶縁膜210の一部も除去され、開口部240を形成する。レジスト610は、リフトオフ法によって除去されてよい。ここで、半導体レーザ基板600は、半導体レーザ素子300上にスクライブラインが形成される素子分離領域230に形成された第1絶縁膜210が除去される。

[0061] 例えば、半導体レーザ基板600に、複数の素子領域605が隣接して形成される場合、素子分離領域620上に形成された第1絶縁膜210が除去される。素子分離領域620上に形成された第1絶縁膜210は、フォトリソグラフィ法、エッチング、およびリフトオフ法等によって除去されてよい。図9は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上のレジストを除去した段階の断面図を示す。

[0062] 次に、半導体レーザ基板600上に第2絶縁膜220を形成する（ステップS450）。第2絶縁膜220は、第1絶縁膜210の上から形成される。また、第2絶縁膜220は、第1絶縁膜210が除去された素子分離領域620に形成される。また、第2絶縁膜220は、半導体レーザ素子300のレーザ出射端面側、およびレーザ出射端面と対向する反射端面側の端部領域において、第1絶縁膜210の上から形成される。これによって、半導体レーザ素子300のレーザ出射端面側、およびレーザ出射端面と対向する反射端面側の端部領域に電流非注入領域を形成することができる。第2絶縁膜220は、CVD法等によって形成されてよい。

[0063] 次に、半導体レーザ基板600上の第2絶縁膜220の一部を除去する（ステップS460）。即ち、電流非注入領域および素子分離領域620を覆う第2絶縁膜220を残して、これら以外の領域の第1絶縁膜210および開口部240を覆う第2絶縁膜220をエッチング等によって除去する。図2は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上に第2絶縁膜形成した後に、当該第2絶縁膜の一部を除去した段階の上面図を示す。

[0064] 次に、半導体レーザ基板600の上面および下面に、電極を形成する（ステップS470）。半導体レーザ基板600は、下面に下部電極320が、上面に上部電極330が形成される。図10は、本実施形態に係る半導体レーザ基板上に第2絶縁膜および電極を形成した段階の、電流非注入領域の断面図を示す。

[0065] 次に、半導体レーザ基板600をスクライブラインで劈開して光デバイス100に分離する（ステップS480）。一例として、半導体レーザ基板600は、図10における符号Eおよび符号Fで示した部分にスクライブラインが形成される。図11は、本実施形態に係る半導体レーザ基板を光デバイスに分離した段階の、電流非注入領域の断面図を示す。また、図12は、本実施形態に係る半導体レーザ基板を光デバイスに分離した段階の、電流注入領域の断面図を示す。以上のように、本実施形態に係る光デバイス100を形成することができる。

- [0066] 以上の本実施形態に係る光デバイス100を形成するフローは、リッジ構造110を形成するマスク材料として、半導体レーザ基板600上にレジスト610を形成する例を説明した。レジスト610に代えて、例えばSiO₂またはSiNといった、酸化膜または窒化膜等の誘電体膜をマスク材料として用いてよい。
- [0067] また、本実施形態に係る光デバイス100を形成するフローは、レジスト610を残したままリッジ構造110およびリッジ構造110の側壁部112に第1絶縁膜210を形成し、当該レジスト610を除去するリフトオフ法により、開口部240を形成する例を説明した。これに代えて、開口部240は、レジスト610を除去してから第1絶縁膜210が形成され、当該第1絶縁膜210の一部をエッチング等によって除去することで形成されてよい。即ち、本実施形態に係る光デバイス100は、第2絶縁膜220によって電流非注入領域を形成する前に、第1絶縁膜210による開口部240が形成される。
- [0068] これによって、電流非注入領域を形成する場合に、第2絶縁膜220の境界近傍でバリまたは剥がれ等が生じる場合があっても、開口部240の形成に影響を及ぼすことを防止する。したがって、製造フローにおいて、まず、ウエハ上のリッジ構造に均一な開口部240を形成することができ、リッジ構造110の被覆不足等を防止できる。
- [0069] 図13は、本実施形態に係るレーザモジュールの構成例を示す。図13は、半導体レーザモジュール500の筐体502を切り欠いて示した側面図の一例である。レーザモジュール500は、本実施形態に係る光デバイス100を搭載し、光デバイス100の周囲温度を一定に保ちつつ、光デバイス100が出力するレーザ光を光ファイバ530から出力させる。レーザモジュール500は、筐体502と、底板部504と、筒状孔部506と、温度調節部510と、ベース部520と、マウント部522と、ファイバ固定部524と、光ファイバ530と、スリーブ部540と、受光部550とを備える。

- [0070] 筐体502、底板部504、および筒状孔部506は、金属で形成される。筐体502、底板部504、および筒状孔部506は、一例として、アルミニウム（Al）で形成され、内部を密封する。筐体502、底板部504、および筒状孔部506は、バタフライ型のパッケージを形成してよい。
- [0071] 温度調節部510は、底板部504上に載置され、温度調節部510の上面の温度を一定に保つ。温度調節部510は、ペルチエ素子等を用いた電子冷却装置であってよい。ベース部520は、温度調節部510の上面に載置され、ベース部520の上面に温度調節部510が一定に保つ温度を伝達する。ベース部520は、窒化アルミニウム（AlN）、銅タングステン（CuW）、Si、またはダイヤモンドを含む材料から形成されてよい。
- [0072] マウント部522は、ベース部520の上面に載置され、光デバイス100を固定する。マウント部522は、温度調節部510が一定に保つ温度を光デバイス100に伝達して、光デバイス100の周囲温度を一定に保つ。マウント部522は、ベース部520と同じ材料で形成されてよい。
- [0073] ファイバ固定部524は、ベース部520の上面に載置され、光ファイバ530を固定する。ファイバ固定部524は、樹脂、低融点ガラス、または接着剤等を用いて光ファイバ530を固定してよい。
- [0074] 光ファイバ530は、筐体502の外部より筒状孔部506を介して筐体502内に挿入される。光ファイバ530は、図中のLで示した一端が非球面状に加工されて集光レンズを形成したレンズドファイバでよく、当該一端が光デバイス100の光出力端面104の近傍に固定されて光デバイス100の光出力を集光する。これによって、光ファイバ530は、光デバイス100の光出力を、筐体502の外部へと伝送することができる。
- [0075] スリーブ部540は、筐体502と光ファイバ530の間に設けられ、光ファイバ530を筐体502に固定する。スリーブ部540は、樹脂、低融点ガラス、または接着剤等を用いて光ファイバ530を固定してよい。
- [0076] 受光部550は、光デバイス100の光出力を受光して、光デバイス100の光出力をモニタする。受光部550は、光デバイス100の高反射膜2

０側に設けられてよい。受光部５５０は、フォトダイオードでよい。以上の本実施形態に係るレーザモジュール５００によれば、リッジ構造１１０の被覆不足を防止して、電流非注入領域を形成させた光デバイス１００を搭載し、当該光デバイス１００の周囲温度を一定に保って安定かつ高出力なレーザ出力を得ることができる。

[0077] なお、上記実施の形態により本発明が限定されるものではない。上述した各構成要素を適宜組み合わせて構成したものも本発明に含まれる。また、さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。よって、本発明のより広範な態様は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0078] 以上のように、本発明に係る光デバイス、光デバイスの製造方法、およびレーザモジュールは、半導体レーザおよびそのモジュールに適用して好適なものである。

符号の説明

- [0079]
- １０ 出射光
 - ２０ 高反射膜
 - ３０ 低反射膜
 - １００ 光デバイス
 - １０４ 光出力端面
 - １１０ リッジ構造
 - １１２ 側壁部
 - ２１０ 第１絶縁膜
 - ２２０ 第２絶縁膜
 - ２３０ 素子分離領域
 - ２４０ 開口部
 - ３００ 半導体レーザ素子
 - ３０２ 半導体基板

304 バッファ層
306 第1クラッド層
308 第1ガイド層
310 活性層
310a 下部バリア層
310b 量子井戸層
310c 上部バリア層
312 第2ガイド層
314 第2クラッド層
316 コンタクト層
320 下部電極
330 上部電極
500 レーザモジュール
502 筐体
504 底板部
506 筒状孔部
510 温度調節部
520 ベース部
522 マウント部
524 ファイバ固定部
530 光ファイバ
540 スリーブ部
550 受光部
600 半導体レーザ基板
605 素子領域
610 レジスト
620 素子分離領域

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子のリッジ構造の側壁部分を覆う第1絶縁膜と、
、
前記リッジ構造の端部領域において、前記第1絶縁膜の上から前記リッジ構造を覆う、
前記第1絶縁膜よりも低密度な第2絶縁膜と、
を備えることを特徴とする光デバイス。
- [請求項2] 前記第2絶縁膜は、屈折率が前記第1絶縁膜より小さいことを特徴とする請求項1に記載の光デバイス。
- [請求項3] 前記第2絶縁膜は、エッチングレートが前記第1絶縁膜より高いことを特徴とする請求項1または2に記載の光デバイス。
- [請求項4] 前記第1絶縁膜は、前記側壁部分から前記基板のスクライブラインが形成されて前記半導体レーザ素子として分離された端部よりも前記側壁部分に近い境界までの範囲で、前記側壁部分および前記基板を覆うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の光デバイス。
- [請求項5] 前記第2絶縁膜は、前記半導体レーザ素子として分離された前記端部から前記境界までの範囲で、前記基板を覆うことを特徴とする請求項4に記載の光デバイス。
- [請求項6] 前記リッジ構造は、前記基板の厚さ方向に離れるにつれてリッジ幅が小さくなる順メサ型であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の光デバイス。
- [請求項7] 前記リッジ構造は、前記基板の厚さ方向に離れるにつれてリッジ幅が大きくなる逆メサ型であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の光デバイス。
- [請求項8] 前記第2絶縁膜は、前記半導体レーザ素子のレーザ出射端面側、および前記レーザ出射端面と対向する反射端面側の端部領域を覆うこと

を特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項9] 前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、応力の向きが逆であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項10] 前記第 1 絶縁膜は、窒化シリコンを含むことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項11] 前記第 2 絶縁膜は、酸化シリコンを含むことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項12] 前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜は、同種の物質で、かつ、異なる組成で形成されることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項13] 前記第 1 絶縁膜は、前記第 2 絶縁膜よりも膜厚が大きいことを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の光デバイス。

[請求項14] 基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子のリッジ構造の側壁部分を覆う第 1 絶縁膜と、
、
前記リッジ構造の端部領域において、前記第 1 絶縁膜の上から前記リッジ構造を覆う、屈折率が前記第 1 絶縁膜より小さい第 2 絶縁膜と、
、
を備えることを特徴とする光デバイス。

[請求項15] 基板上に形成されたリッジ型半導体レーザ素子と、
前記半導体レーザ素子のリッジ構造の側壁部分を覆う第 1 絶縁膜と、
、
前記リッジ構造の端部領域において、前記第 1 絶縁膜の上から前記リッジ構造を覆う、前記第 1 絶縁膜よりエッチングレートが高い第 2 絶縁膜と、
を備えることを特徴とする光デバイス。

[請求項16] 請求項 1 から 15 のいずれか 1 項に記載の光デバイスと、
前記光デバイスが出力するレーザ光を伝送する光ファイバと、

を備えることを特徴とするレーザモジュール。

[請求項17] 基板上にリッジ構造を有するリッジ型半導体レーザ素子を形成するレーザ素子形成工程と、

前記リッジ型半導体レーザ素子の前記リッジ構造の側壁部分を覆う第1絶縁膜を形成する第1絶縁膜形成工程と、

前記リッジ構造の端部領域において、前記第1絶縁膜の上から第2絶縁膜を形成する第2絶縁膜形成工程と、

を備えることを特徴とする光デバイスの製造方法。

[請求項18] 前記第1絶縁膜形成工程は、前記リッジ構造に形成された前記第1絶縁膜の一部を除去して開口部を形成する開口部形成工程を有することを特徴とする請求項17に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項19] 前記レーザ素子形成工程は、半導体レーザ素子を形成し、形成した前記半導体レーザ素子の表面上にレジストを形成してエッチングすることにより、前記半導体レーザ素子に前記リッジ構造を設け、

前記第1絶縁膜形成工程は、前記レジストを残したまま前記リッジ構造および前記リッジ構造の側壁部分に前記第1絶縁膜を形成させ、前記レジストを除去することにより、当該レジスト上に形成された前記第1絶縁膜の一部を除去することを特徴とする請求項17または18に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項20] 前記第1絶縁膜形成工程は、前記リッジ型半導体レーザ素子上にスクライブラインが形成される素子分離領域に形成された前記第1絶縁膜を除去することを特徴とする請求項17から19のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項21] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜が除去された前記素子分離領域に、前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項20に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項22] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記リッジ型半導体レーザ素子のレーザ出射端面側、および前記レーザ出射端面と対向する反射端面側の端

部領域において、前記第1絶縁膜の上から前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項17から21のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項23] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜に比べて低密度な前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項17から22のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項24] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜に比べて屈折率が小さい前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項17から22のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項25] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜に比べてエッチングレートが高い前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項17から22のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項26] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜と同種の物質で、かつ、異なる組成で前記第2絶縁膜を形成することを特徴とする請求項17から25のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項27] 前記リッジ構造は、前記基板の上方に前記基板から離れるにつれてリッジ幅が狭くなる順メサ型であることを特徴とする請求項17から26のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項28] 前記リッジ構造は、前記基板の上方に前記基板から離れるにつれてリッジ幅が広くなる逆メサ型であることを特徴とする請求項17から26のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項29] 前記第1絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜として窒化シリコン膜を形成することを特徴とする請求項17から28のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

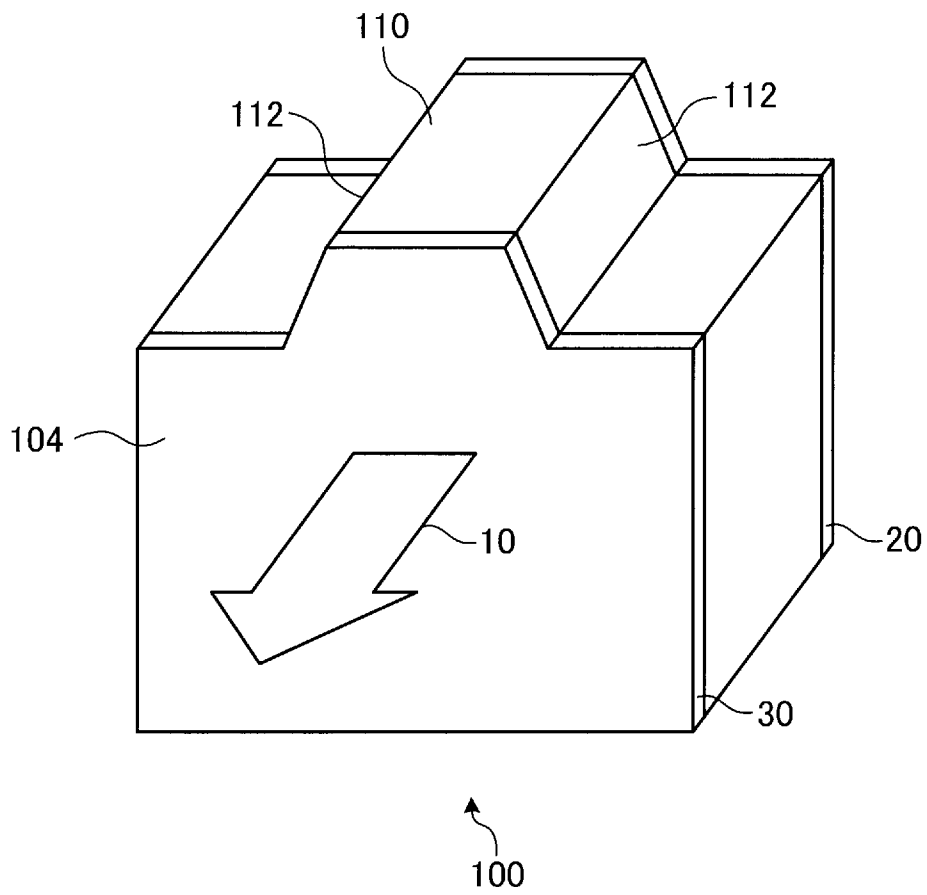
[請求項30] 前記第2絶縁膜形成工程は、前記第2絶縁膜として酸化シリコン膜を形成することを特徴とする請求項17から29のいずれか1項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項31] 前記第1絶縁膜形成工程は、前記第1絶縁膜の膜厚を前記第2絶縁

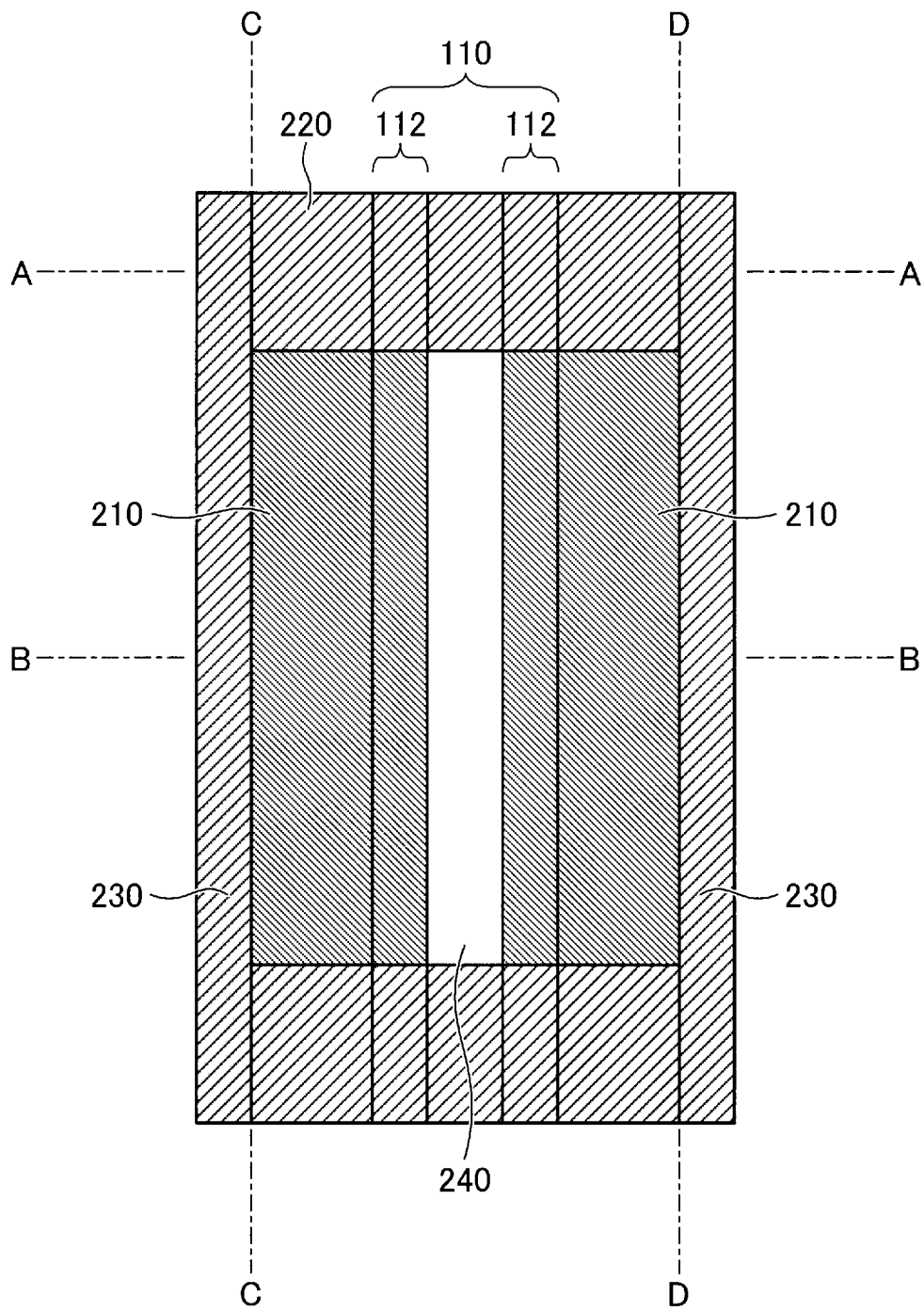
膜の膜厚よりも厚く形成することを特徴とする請求項 17 から 30 のいずれか 1 項に記載の光デバイスの製造方法。

[請求項32] 前記第 1 絶縁膜が形成されて発生する応力の方向と、前記第 2 絶縁膜が形成されて発生する応力の方向とは、互いに逆向きになることを特徴とする請求項 17 から 31 のいずれか 1 項に記載の光デバイスの製造方法。

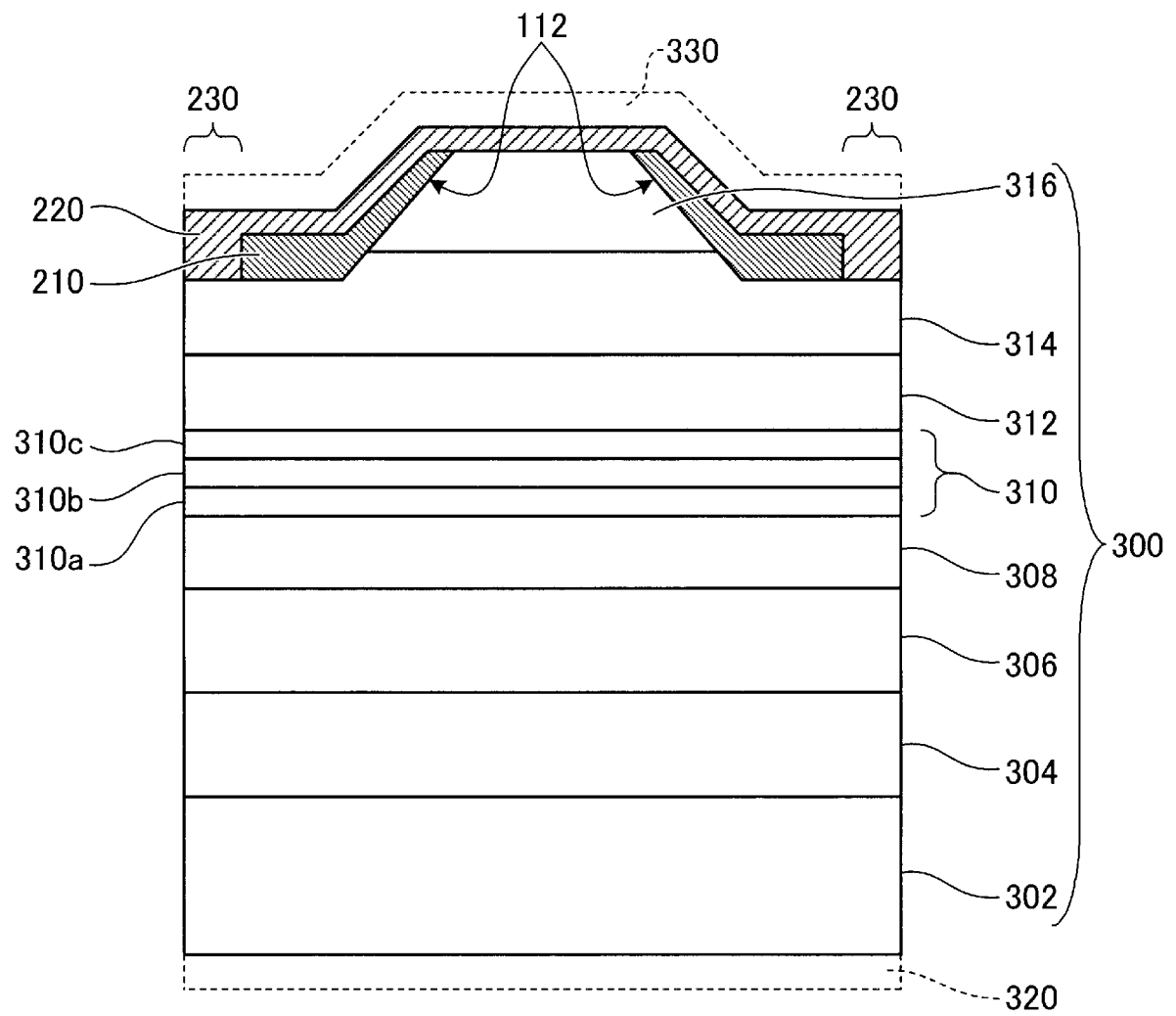
[図1]



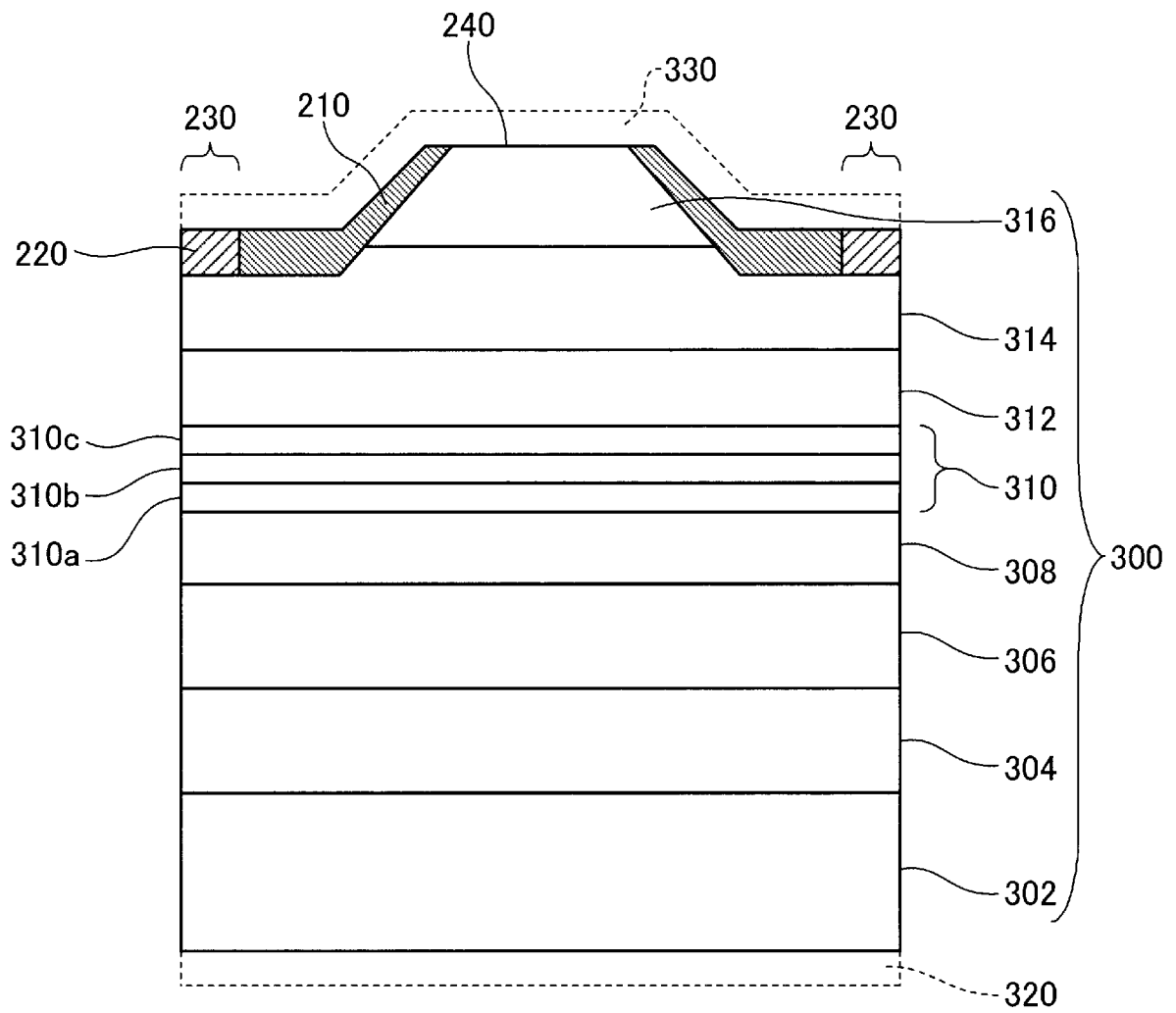
[図2]



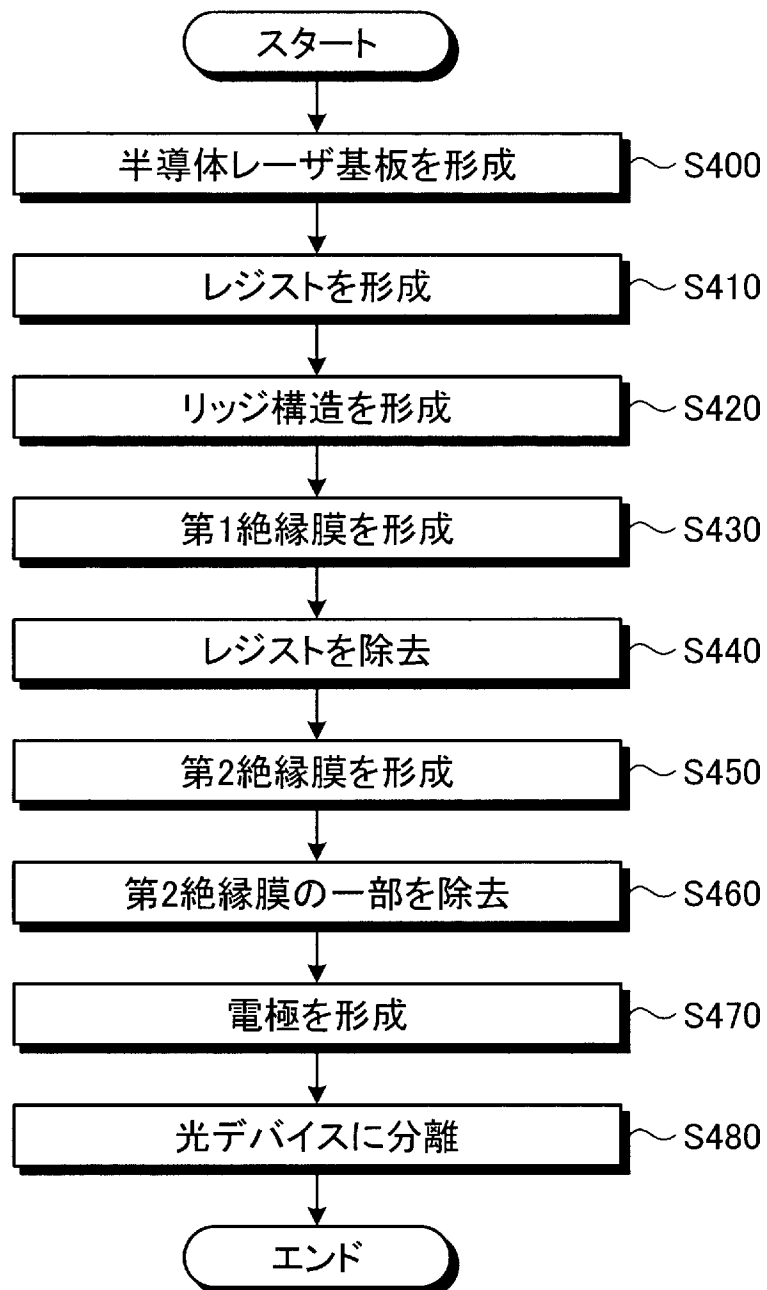
[図3]



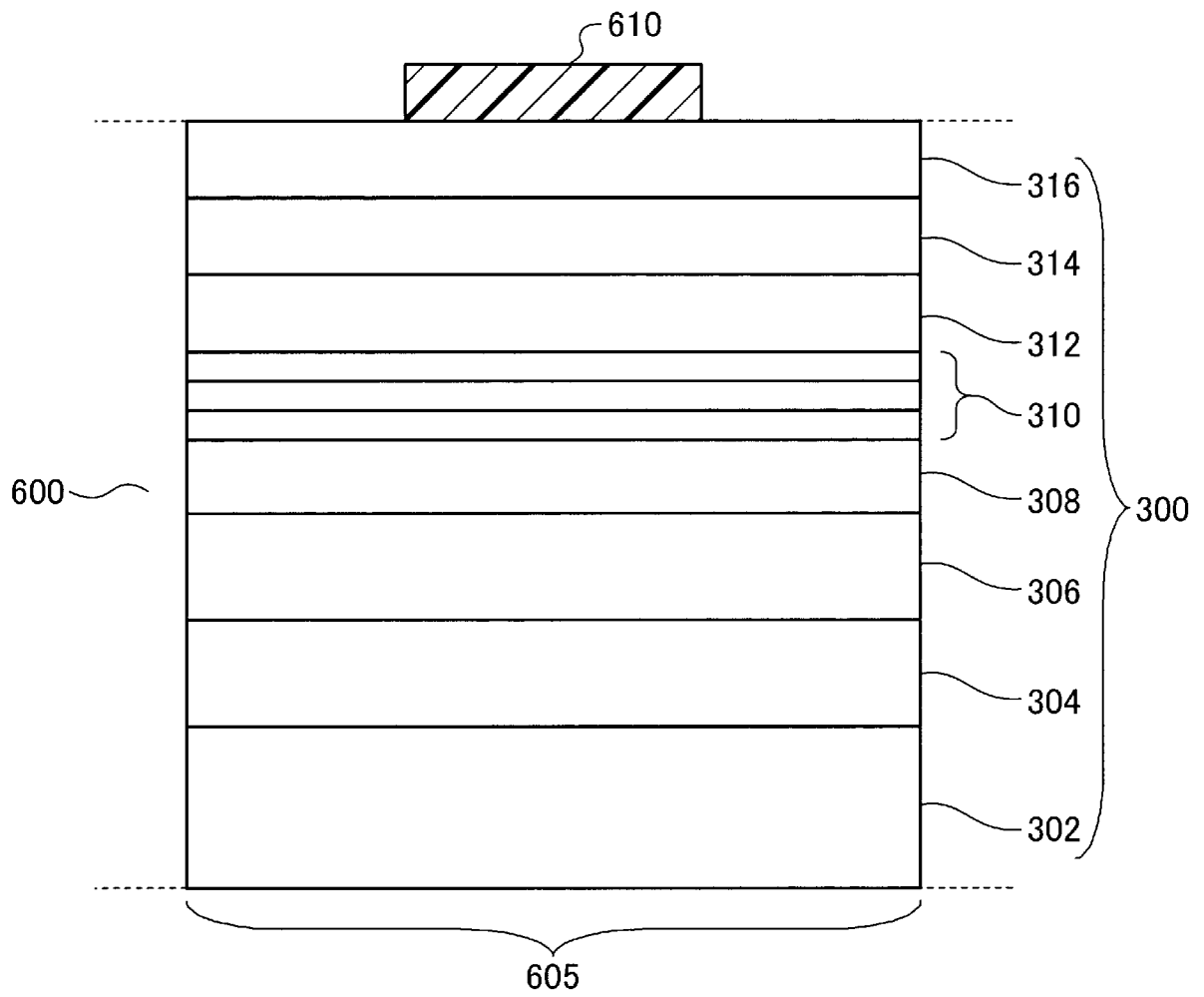
[図4]



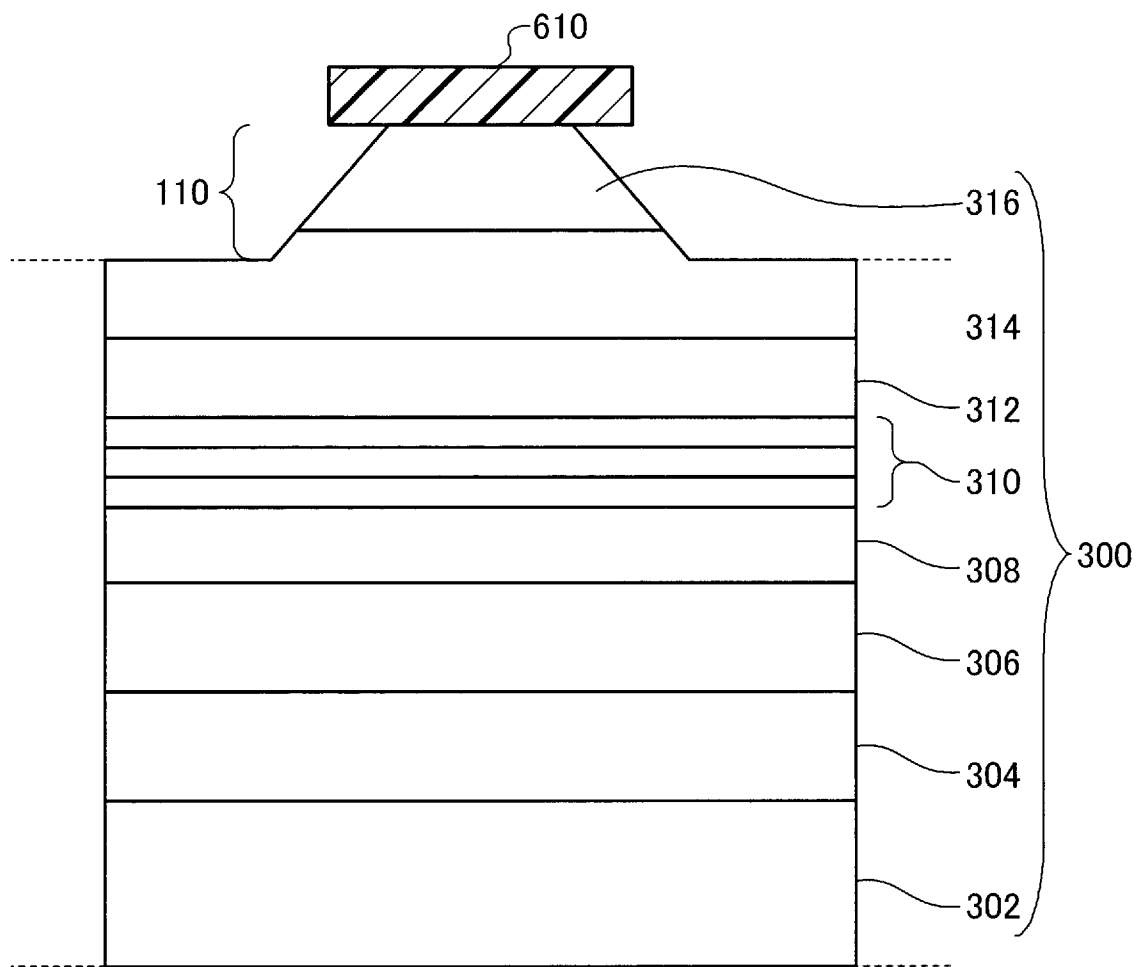
[図5]



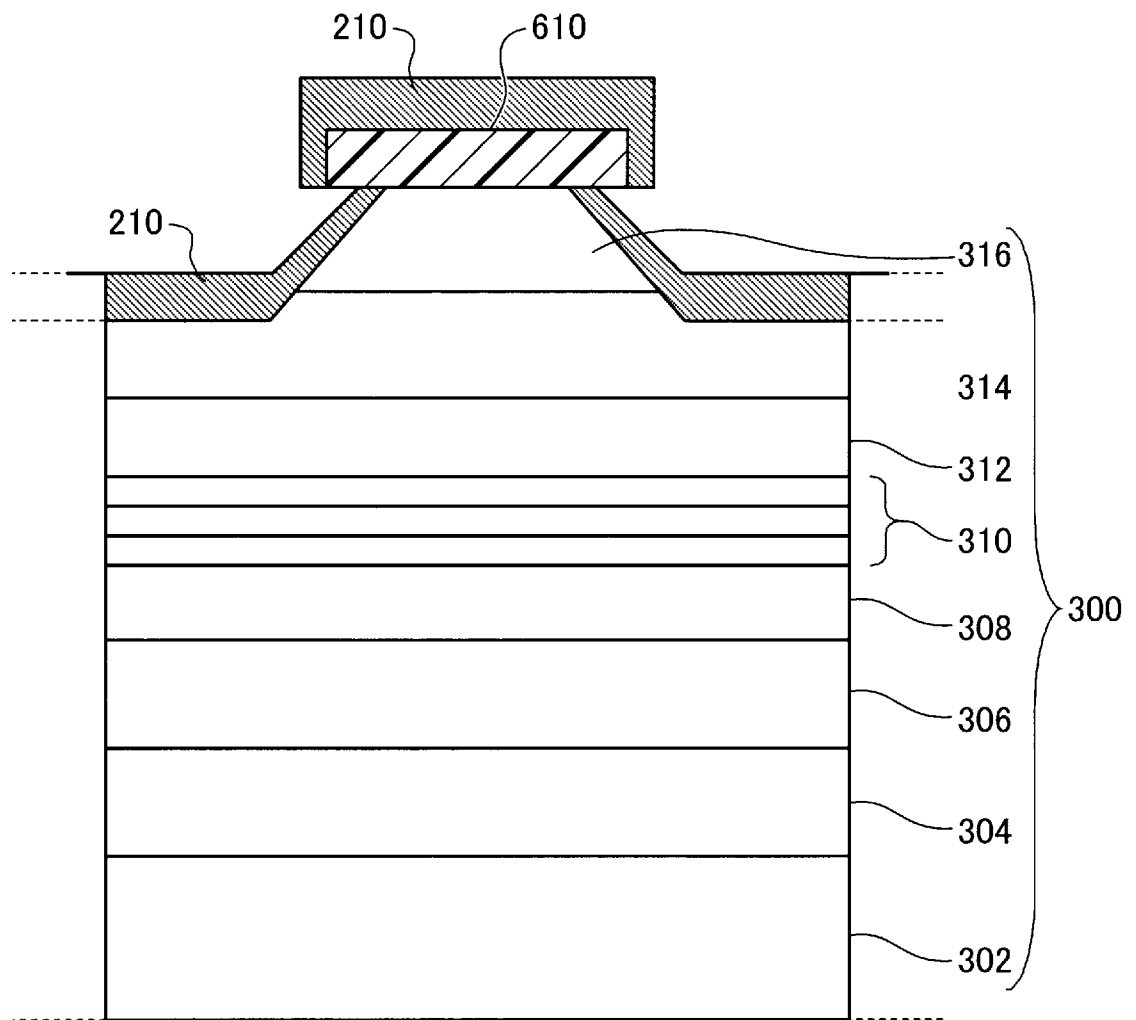
[図6]



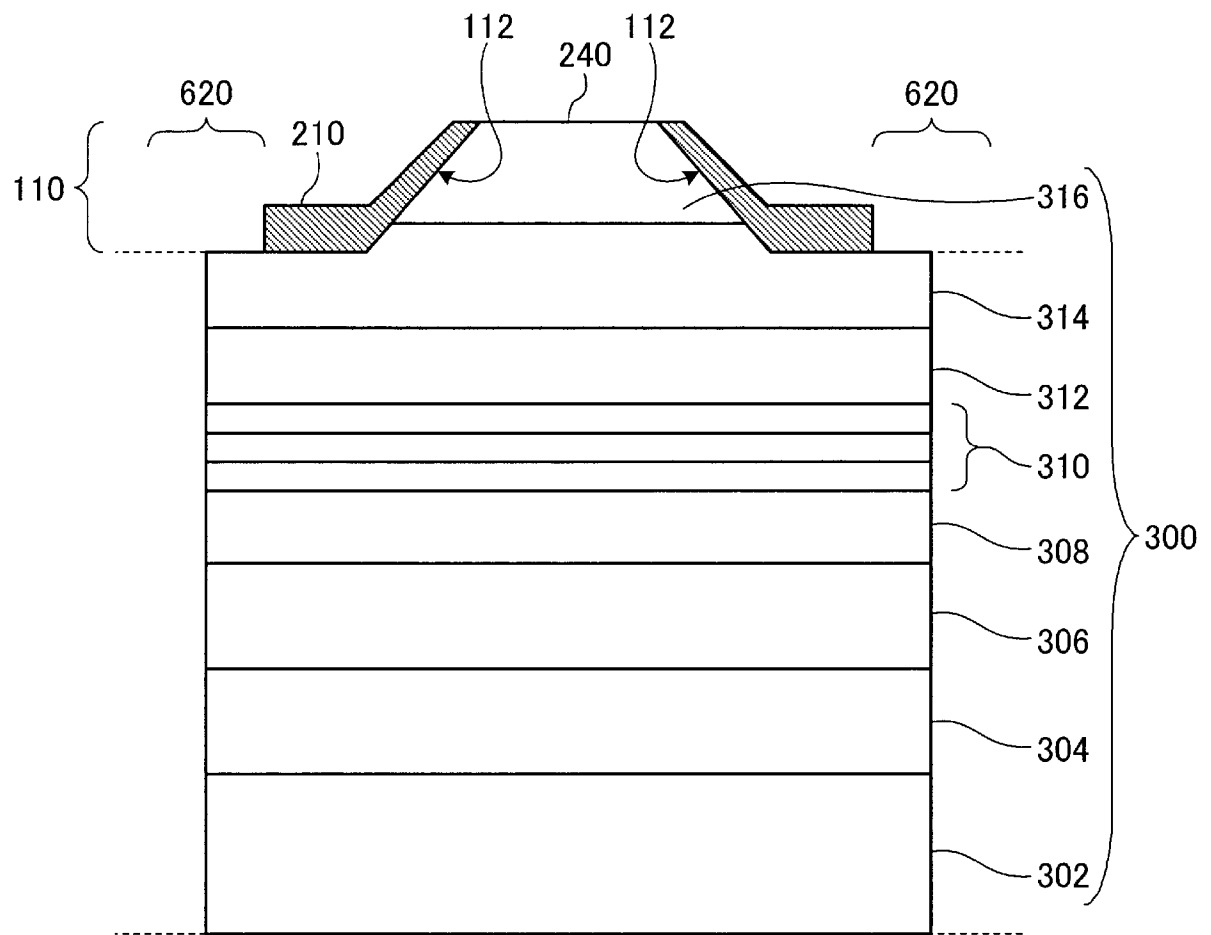
[図7]



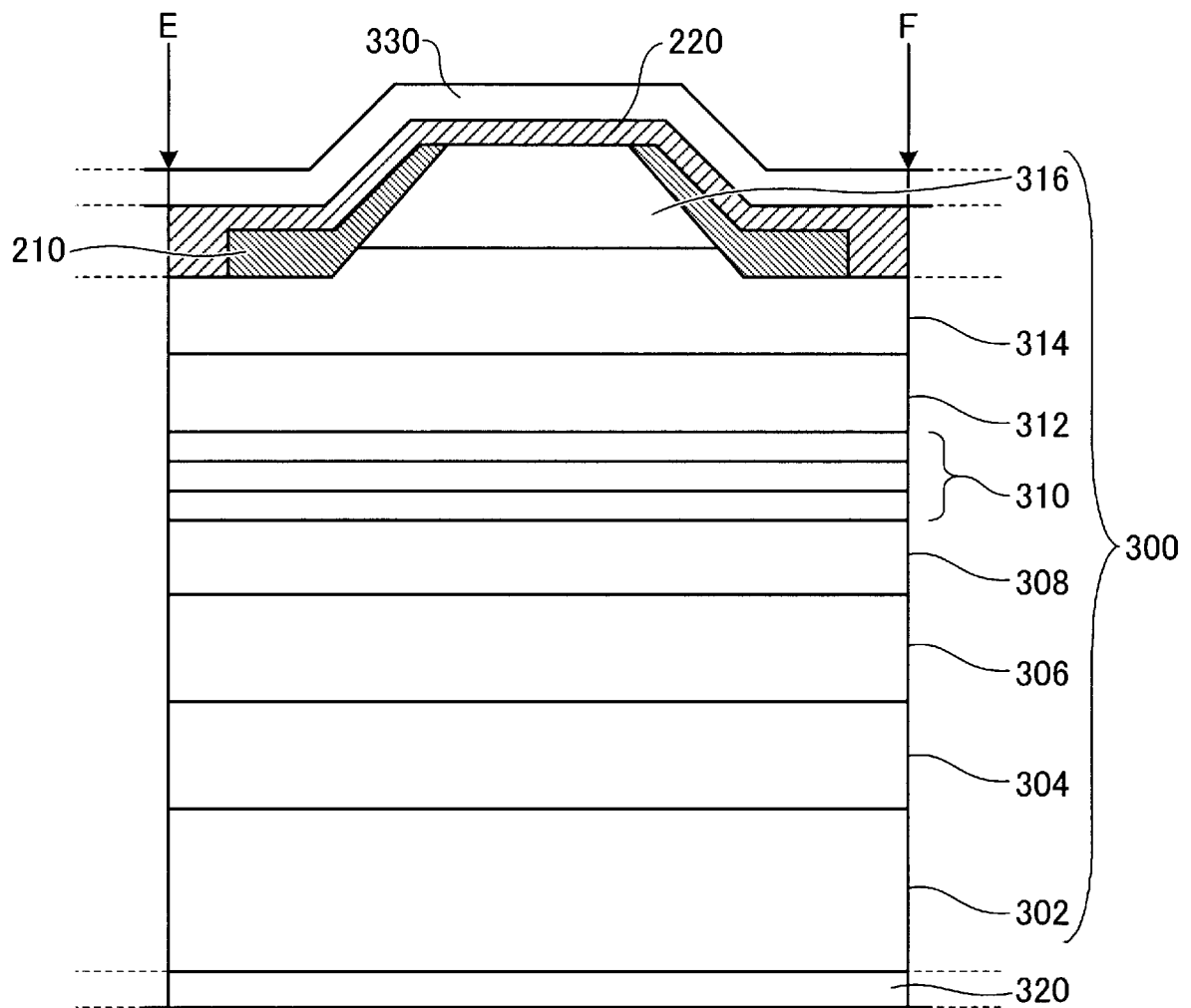
[図8]



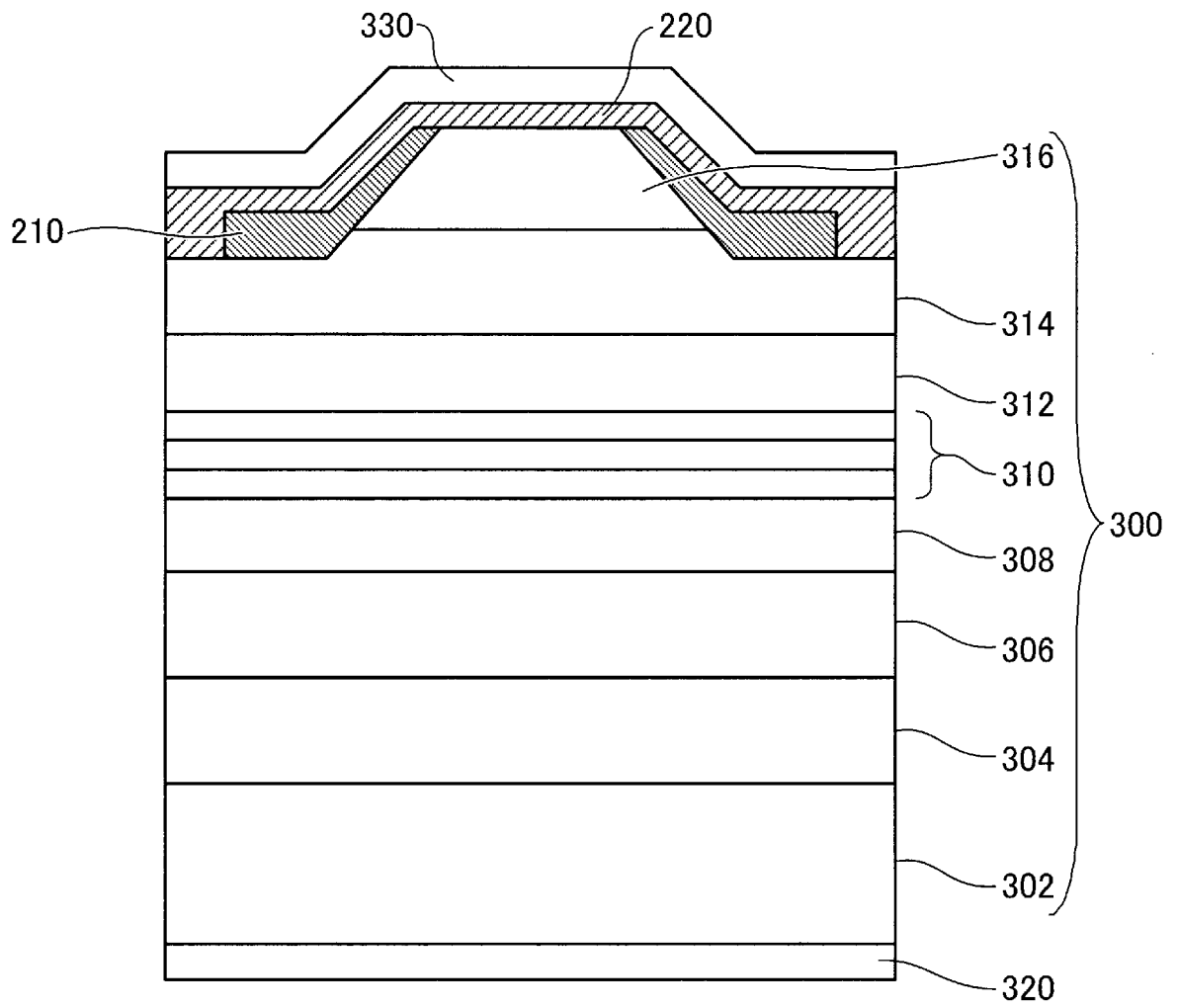
[図9]



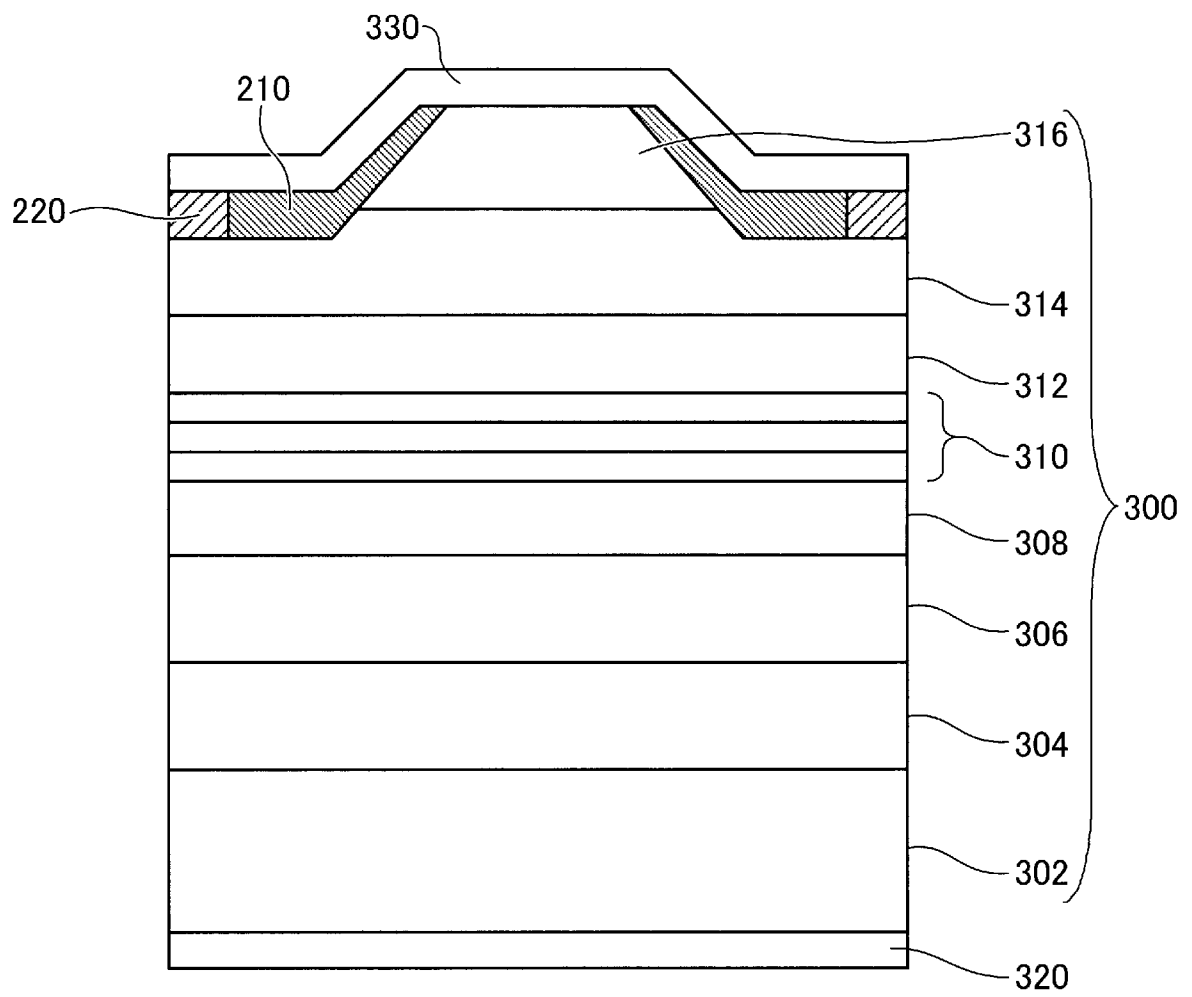
[図10]



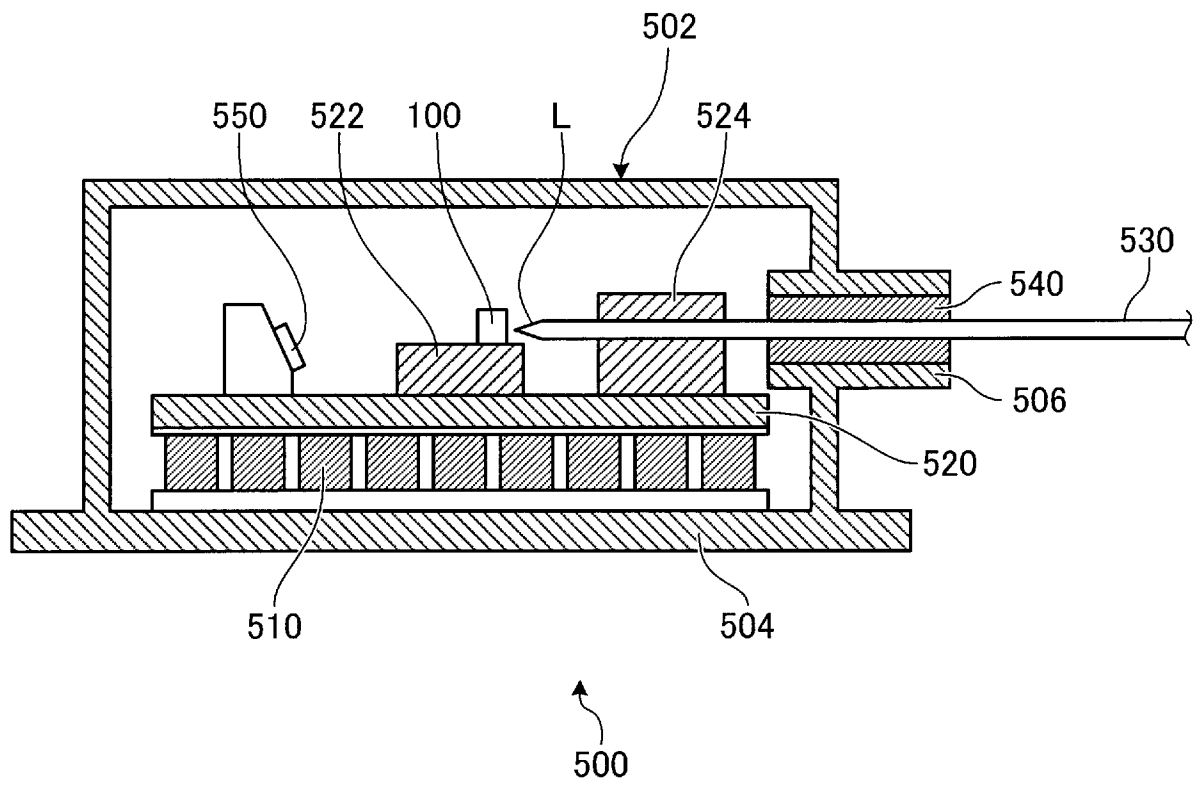
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/042(2006.01) i, H01S5/22(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-270957 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 20 September 2002 (20.09.2002), paragraphs [0020] to [0029]; fig. 2 (Family: none)	1-32
Y	JP 2001-160650 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 June 2001 (12.06.2001), paragraphs [0008] to [0013], [0042] to [0049]; fig. 1 & US 6891871 B1	1-32
Y	JP 2000-340880 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 08 December 2000 (08.12.2000), paragraphs [0025] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 June, 2012 (26.06.12)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01S5/042 (2006.01)i, H01S5/22 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01S5/00-5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-270957 A (富士写真フイルム株式会社) 2002.09.20, 【0020】 - 【0029】、図2 (ファミリーなし)	1-32
Y	JP 2001-160650 A (三洋電機株式会社) 2001.06.12, 【0008】 - 【0013】、【0042】 - 【0049】、図1 & US 6891871 B1	1-32
Y	JP 2000-340880 A (富士写真フイルム株式会社) 2000.12.08, 【0025】 - 【0031】、図1 (ファミリーなし)	19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 沼 隆太

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

2 K

4 6 3 9