(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
2021年2月11日(11.02.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/024288 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/026 (2006.01) *H01S 5/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/030401

(22) 国際出願日： 2019年8月2日(02.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大和屋 武 (**YAMATOYA Takeshi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 柳楽 崇 (**NAGIRA Takashi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

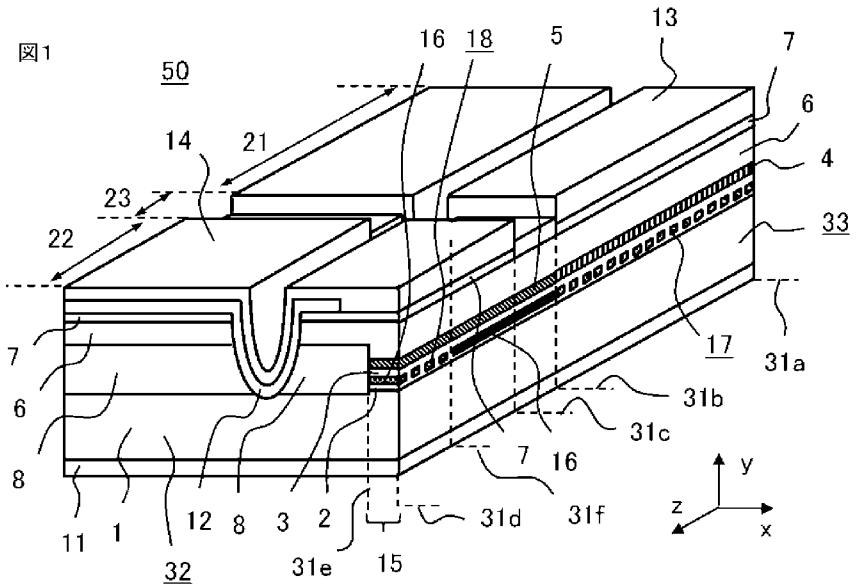
(74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (**OIWA Masuo** et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 Hyogo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 発明の名称： 半導体レーザ装置

図1



(57) **Abstract:** Provided is a semiconductor laser device (50) in which a distributed-feedback laser unit (21) and an electroabsorption modulation unit (22) are formed on the same semiconductor substrate (1), wherein laser light output from the laser unit (21) is output from an output end surface (32) of the modulation unit (22). The laser unit (21) is provided with a first diffraction grating (17) formed extending in the direction of the optical axis of the laser light. The modulation unit (22) includes, at least in a part thereof, a second diffraction grating (18) formed extending in the direction of the optical axis of the laser light. A non-diffraction grating region (25) in which no diffraction grating is formed is interposed between the second diffraction grating (18) of the modulation unit (22) and an output end of the laser unit (21) from which the laser light is output to the modulation unit (22).

WO 2021/024288 A1

[続葉有]

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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:半導体レーザ装置(５０)は、分布帰還型のレーザ部(２１)及び電界吸収型の変調器部(２２)が同一の半導体基板(１)に形成されており、レーザ部(２１)から出射されるレーザ光が変調器部(２２)の出射端面(３２)から出射される半導体レーザ装置である。レーザ部(２１)は、レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第一回折格子(１７)を備え、変調器部(２２)は、少なくとも一部にレーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第二回折格子(１８)を備えている。変調器部(２２)の第二回折格子(１８)とレーザ光が変調器部(２２)に出射されるレーザ部(２１)の出射端との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域(２５)が介在している。

明　細　書

発明の名称 ： 半導体レーザ装置

技術分野

[0001] 本願は、半導体レーザ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 電界吸収型（ＥＡ）変調器と分布帰還型レーザとが集積された半導体レーザ装置において、ＥＡ変調器に回折格子を形成する構造が報告されている（例えば、特許文献１参照）。特許文献１の半導体レーザ装置は、ＥＡ変調器領域の導波路の全体に回折格子が形成されており、更に変調器電極とレーザ電極とが分離されている分離領域、すなわち分布帰還型レーザ領域とＥＡ変調器領域との間の領域にも回折格子が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平４－１９８９１３号公報（図１）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の半導体レーザ装置は、分布帰還型レーザ領域のレーザ光が出射される出射端からＥＡ変調器領域の出射端に至るまで回折格子が形成されている。回折格子では光の反射が起こるので、特許文献１の半導体レーザ装置は、分布帰還型レーザ領域とＥＡ変調器領域との間の領域及びＥＡ変調器領域に形成された回折格子により、出射されるレーザ光の光出力が低下する問題があった。

[0005] 本願明細書に開示される技術は、回折格子が形成されたＥＡ変調器と分布帰還型レーザとが集積された半導体レーザ装置において、レーザ光の光出力を増加させることを目的にする。

課題を解決するための手段

[0006] 本願明細書に開示される一例の半導体レーザ装置は、分布帰還型のレーザ

部及び電界吸収型の変調器部が同一の半導体基板に形成されており、レーザ部から出射されるレーザ光が変調器部の出射端面から出射される半導体レーザ装置であって、レーザ部は、レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第一回折格子を備え、変調器部は、少なくとも一部にレーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第二回折格子を備え、変調器部の第二回折格子とレーザ光が変調器部に出射されるレーザ部の出射端との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域が介在している。

発明の効果

[0007] 本願明細書に開示される一例の半導体レーザ装置は、変調器部の第二回折格子とレーザ光が変調器部に出射されるレーザ部の出射端との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域が介在しているので、レーザ光の光出力を増加させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係る半導体レーザ装置を示す斜視図である。

[図2]図１の半導体レーザ装置における第一例のメサストライプの断面図である。

[図3]図１の変調器部における回折格子を示す図である。

[図4]図１の半導体レーザ装置におけるレーザ部の断面図である。

[図5]図１の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。

[図6]図１の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。

[図7]図１の半導体レーザ装置における分離部の断面図である。

[図8]図１の半導体レーザ装置における第二例のメサストライプの断面図である。

[図9]図１の半導体レーザ装置における第三例のメサストライプの断面図である。

[図10]図１の半導体レーザ装置における第四例のメサストライプの断面図である。

[図11]実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す斜視図である。

[図12]図１１の半導体レーザ装置におけるメサストライプの断面図である。

[図13]図１１の変調器部における回折格子を示す図である。

[図14]図１１の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。

[図15]実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す斜視図である。

[図16]図１５の変調器部における第一例の回折格子を示す図である。

[図17]図１５の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。

[図18]図１５の変調器部における第二例の回折格子を示す図である。

[図19]図１５の変調器部における第三例の回折格子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態１.

実施の形態１の半導体レーザ装置５０について、図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。他の実施の形態においても、同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。図１は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置を示す斜視図である。図２は図１の半導体レーザ装置における第一例のメサストライプの断面図であり、図３は図１の変調器部における回折格子を示す図である。図４は図１の半導体レーザ装置におけるレーザ部の断面図であり、図５、図６はそれぞれ図１の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。図７は、図１の半導体レーザ装置における分離部の断面図である。図８は図１の半導体レーザ装置における第二例のメサストライプの断面図であり、図９は図１の半導体レーザ装置における第三例のメサストライプの断面図であり、図１０は図１の半導体レーザ装置における第四例のメサストライプの断面図である。図１ではレーザ光の出射方向であり光軸方向であるｚ方向に平行な導波路断面３３も示している。図４～図７は、ｚ方向に垂直な断面を示している。

[0010] 実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、レーザ部２１、変調器部２２、分離部２３を備えている。レーザ部２１は分布帰還型レーザが形成されている。変調器部２２はｎ－ＩｎＰの半導体基板１にモノシリックに形成された

電界吸収型（ＥＡ）変調器であり、半導体レーザ装置５０は電界吸収型（ＥＡ）変調器集積半導体レーザである。レーザ部２１は破線３１ａから破線３１ｂの間の領域に形成されており、分離部２３は破線３１ｂから破線３１ｃの間の領域に形成されており、変調器部２２は破線３１ｃから破線３１ｄの間の領域に形成されている。実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、分布帰還型のレーザ部２１及び電界吸収型の変調器部２２が同一の半導体基板１の形成されており、レーザ部２１から出射されるレーザ光が変調器部２２の出射端面３２から出射される半導体レーザ装置である。

[0011] レーザ部２１は、半導体基板１、ｎ－ＩｎＰの第一クラッド層２、回折格子１７が形成された回折格子材料層１６、ｎ－ＩｎＰの第二クラッド層３、活性層４、ｐ－ＩｎＰの第三クラッド層６、ＩｎＰ埋込層８、ｐ－ＩｎＧａＡｓのコンタクト層７、SiO_2の絶縁膜１２、半導体基板１の裏面に形成されたカソード電極１１、半導体基板１の表面側に形成されかつコンタクト層７に接続された第一アノード電極１３を備えている。変調器部２２は、半導体基板１、ｎ－ＩｎＰの第一クラッド層２、回折格子１８が一部に形成された回折格子材料層１６、ｎ－ＩｎＰの第二クラッド層３、吸収層５、ｐ－ＩｎＰの第三クラッド層６、ＩｎＰ埋込層８、ｐ－ＩｎＧａＡｓのコンタクト層７、SiO_2の絶縁膜１２、半導体基板１の裏面に形成されたカソード電極１１、半導体基板１の表面側に形成されかつコンタクト層７に接続された第二アノード電極１４を備えている。分離部２３は、レーザ部２１と変調器部２２とを分離する領域（分離領域、アイソレーション領域）の構造物である。分離部２３は、半導体基板１、ｎ－ＩｎＰの第一クラッド層２、回折格子が形成されていない回折格子材料層１６、ｎ－ＩｎＰの第二クラッド層３、吸収層５、ｐ－ＩｎＰの第三クラッド層６、ＩｎＰ埋込層８、SiO_2の絶縁膜１２、半導体基板１の裏面に形成されたカソード電極１１を備えている。図１において、ｚ方向はレーザ部２１が出射するレーザ光の光軸の方向であり、ｘ方向はｚ方向に垂直で半導体レーザ装置５０が備える各層が延伸している方向であり、ｙ方向はｘ方向及びｘ方向に垂直で半導体レーザ装置５０

が備える各層が積層されている方向である。

[0012] 活性層４は、ＩｎＧａＡｓＰ多重量子井戸から構成されている。吸収層５は、ＩｎＧａＡｓＰ多重量子井戸から構成されている。レーザ部２１では、活性層４の下層すなわち半導体基板１側の第一クラッド層２と第二クラッド層３との間に、ＩｎＧａＡｓＰの回折格子材料層１６に凹部２９が形成された回折格子１７が設けられている。変調器部２２では、レーザ部２１と同じＩｎＧａＡｓＰの回折格子材料層１６が形成されており、回折格子材料層１６の一部に凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄが形成された回折格子１８が設けられている。なお、図１、図２では、レーザ部２１と反対側の出射端面３２の側のみに回折格子１８が設けられている例を示した。分離部２３にも、レーザ部２１と同じＩｎＧａＡｓＰの回折格子材料層１６が形成されているが、凹部２９が形成された回折格子は設けられていない。

[0013] レーザ部２１に、レーザ部２１が出射するレーザ光の光軸の方向（ｚ方向）に延伸したメサであるメサストライプ１５が形成されている。レーザ部２１のメサストライプ１５は、第一クラッド層２、回折格子１７が形成された回折格子材料層１６、第二クラッド層３、活性層４、第三クラッド層６の一部から構成されている。メサストライプ１５を構成する第三クラッド層６の一部は、埋込層８における半導体基板１と反対側の表面位置と活性層４との間の部分である。メサストライプ１５は、レーザ部２１、分離部２３、変調器部２２に連続的に形成されている。メサストライプ１５は連続的に形成されているが、レーザ部２１、分離部２３、変調器部２２におけるメサストライプ１５は、それぞれ第一メサストライプ、第三メサストライプ、第二メサストライプと区別して記載する場合もある。レーザ部２１は、レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第一回折格子である回折格子１７を備えている。

[0014] 変調器部２２のメサストライプ１５は、第一クラッド層２、回折格子１８が形成された部分を含む回折格子材料層１６、第二クラッド層３、吸収層５、第三クラッド層６の一部から構成されている。分離部２３のメサストライ

プ１５は、第一クラッド層２、回折格子が形成されていない回折格子材料層１６、第二クラッド層３、吸収層５、第三クラッド層６の一部から構成されている。メサストライプ１５を構成する第三クラッド層６の一部は、埋込層８における半導体基板１と反対側の表面位置と吸収層５との間の部分である変調器部２２は、レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第二回折格子である回折格子１８を備えている。レーザ部２１、分離部２３、変調器部２２のメサストライプ１５におけるｘ方向の両側に、埋込層８、第三クラッド層６を貫通して半導体基板１に達する溝１９ａ、１９ｂが形成されている。なお、レーザ部２１、変調器部２２において、溝１９ａ、１９ｂはコンタクト層７も貫通している。レーザ部２１、変調器部２２において、絶縁膜１２は、コンタクト層７及び溝１９ａ、１９ｂの表面に形成されている。分離部２３において、絶縁膜１２は、第三クラッド層６及び溝１９ａ、１９ｂの表面に形成されている。レーザ部２１の第一アノード電極１３は、絶縁膜１２に形成された開口３５ａからコンタクト層７に接続されている。変調器部２２の第二アノード電極１４は、絶縁膜１２に形成された開口３５ｂからコンタクト層７に接続されている。

[0015] 実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、第一クラッド層２と第二クラッド層３との間の回折格子材料層１６の膜厚ｔａが、レーザ部２１、分離部２３、変調器部２２において同じである。図３の破線３４ａは回折格子材料層１６の裏面（半導体基板１側の表面）を示す破線であり、破線３４ｂは回折格子材料層１６の表面（半導体基板１と反対側の表面）を示す破線である。図２に示すように、変調器部２２は、メサストライプ１５において、回折格子１８が形成されている回折格子領域２４と、回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５と、を備えている。変調器部２２において、回折格子領域２４は破線３１ｆから破線３１ｄまで領域であり、非回折格子領域２５は破線３１ｃから破線３１ｆまでの領域である。前述したように、回折格子１８は出射端面３２の側に形成されており、変調器部２２におけるレーザ部２１の側に非回折格子領域２５が設けられている。図３に示すように、回

折格子１８は、４つの凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄと、４つの凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄと、を備えている。変調器部２２の凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄは半導体基板１に垂直な方向に延伸しており、変調器部２２の凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄは変調器部２２の凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄの半導体基板１と反対側の面よりも半導体基板１の側に窪んでいる。図２、図３では、凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄの厚さが同一であり、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄの深さが、回折格子材料層１６の膜厚ｔａと同じである例を示した。なお、凸部の符号は総括的に２８を用い、区別する場合に２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄを用いる。凹部の符号は総括的に２９を用い、区別する場合に２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄを用いる。

[0016] 図３において、破線３１ｆと凸部２８ａの出射端面３２側の端との間隔はｚａであり、凸部２８ａの出射端面３２側の端と凸部２８ｂの出射端面３２側の端との間隔はｚｂであり、凸部２８ｂの出射端面３２側の端と凸部２８ｃの出射端面３２側の端との間隔はｚｃであり、凸部２８ｃの出射端面３２側の端と凸部２８ｄの出射端面３２側の端との間隔はｚｄである。なお、凸部２８ｄの出射端面３２側の端と出射端面３２とは一致している。間隔ｚａ、間隔ｚｂ、間隔ｚｃ、間隔ｚｄは、隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔であり、それらは同じである。図３では、凸部２８のｚ方向の幅と凹部２９のｚ方向の幅とが同じ例を示した。実施の形態１の回折格子１８は、凸部２８及び凹部２９の周期が回折格子全体に亘って同じである。すなわち、実施の形態１の回折格子１８は、凸部２８及び凹部２９の周期が均一である。

[0017] レーザ部２１は、メサストライプ１５において、ｚ方向の全体に亘ってすなわち破線３１ａから破線３１ｂの間に、回折格子１７が形成されている。つまり、レーザ部２１は、メサストライプ１５において、回折格子が形成されていない非回折格子領域２５はなく、全て回折格子が形成された回折格子領域２４のみである。また、レーザ部２１の回折格子１７は、複数の凸部２

８と複数の凹部２９を備えている。レーザ部２１の凸部２８は半導体基板１に垂直な方向に延伸しており、レーザ部２１の凹部２９はレーザ部２１の凸部２８の半導体基板１と反対側の面よりも半導体基板１の側に窪んでいる。図２では、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９の深さが、回折格子材料層１６の膜厚ｔａと同じ例を示した。レーザ部２１の回折格子１７における隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔は、変調器部２２の回折格子１８における隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔と同じである。実施の形態１の回折格子１７は、凸部２８及び凹部２９の周期が回折格子全体に亘って同じである。すなわち、実施の形態１の回折格子１７は、凸部２８及び凹部２９の周期が均一である。

[0018] 分離部２３は、ｚ方向の全体に亘ってすなわち破線３１ｂから破線３１ｃの間に、回折格子が形成されていない。つまり、分離部２３は、メサストライプ１５において、回折格子が形成された回折格子領域２４はなく、全て回折格子が形成されていない非回折格子領域２５のみである。図２に示した半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の回折格子１８とレーザ光が変調器部２２に出射されるレーザ部２１の出射端（破線３１ｂで示す端部）との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域２５が介在している、半導体レーザ装置である。

[0019] 半導体レーザ装置５０の製造方法を説明する。半導体基板１の表面に第一クラッド層２、回折格子材料層１６をＭＯＣＶＤ（Ｍｅｔａｌ ｏｒｇａｎｉｃ ｃｈｅｍｉｃａｌ ｖａｐｏｒ ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法で順次結晶成長し、回折格子材料層１６に凹部２９を形成して回折格子１７、１８を形成する。回折格子１７、１８を含む回折格子材料層１６の表面に、第二クラッド層３、活性層４及び吸収層５、第三クラッド層６の一部をＭＯＣＶＤ法で順次結晶成長し、SiO_2のマスクを用いてメサストライプ１５をドライエッチングで形成する。その後、メサストライプ１５の両側の露出した半導体基板１に埋込層８を結晶成長する。

[0020] SiO_2のマスクを除去し、埋込層８及びメサストライプ１５の表面に第三

クラッド層６、コンタクト層７を順次結晶成長し、フォトレジストのマスクを用いたウェットエッチングにて、分離部２３の表面のコンタクト層７を除去する。フォトレジストのマスクの除去後、フォトレジストのマスクを用いたウェットエッチングにて、溝１９ａ、１９ｂを形成する。フォトレジストのマスクを除去し、分離部２３の第三クラッド層６、コンタクト層７及び溝１９ａ、１９ｂの表面に絶縁膜１２を形成する。フォトレジストのマスクを用いて絶縁膜１２の開口３５ａ、３５ｂを形成する。フォトレジストのマスクを除去し、半導体レーザ装置５０の表面及び裏面に金属層を成膜し、カソード電極１１、第一アノード電極１３、第二アノード電極１４を形成する。その後、第一アノード電極１３と第二アノード電極１４の間に絶縁膜１２を厚く形成する。

[0021] ＥＡ変調器と分布帰還型レーザとが集積され、かつＥＡ変調器の領域に回折格子が形成されていない半導体レーザ装置（比較例の半導体レーザ装置）では、レーザ光の出射端面（変調器部側の端面）からの反射光が分布帰還型レーザに入射することで、分布帰還型レーザの発振波長が変動する断熱チャープが発生する。また、この断熱チャープは、光信号が光ファイバ内を伝送した際の伝送特性に影響を与える。比較例の半導体レーザ装置は、ＥＡ変調器の領域に回折格子が形成されていないので、レーザ光の出射端面（変調器部側の端面）にて反射した戻り光である反射光の位相が出射端面の劈開位置により半導体レーザ装置毎に変化する。これに対して、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２に回折格子１８を設けている。このため、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、半導体レーザ装置５０の素子前方すなわち出射端面３２で発生するレーザ光の反射光の位相が変調器部の回折格子１８のレーザ部２１側の開始位置等の構造で決まるため、半導体レーザ装置毎に素子前方からの反射光の位相がばらついている半導体レーザ装置毎の位相ばらつきを大きく抑制可能である。その結果、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、半導体レーザ装置毎の断熱チャープ量のばらつきが抑制でき、伝送歩留の低下を避けることが可能である。

[0022] また、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の前方すなわち出射端面３２の側に、回折格子を備えた導波路を付加する必要がない。このため、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、回折格子を備えた導波路を付加する構造の半導体レーザ装置に比べて、製造プロセスが容易であり、素子サイズも小さいため、コスト低減が可能となる。

[0023] 特許文献１の半導体レーザ装置では、ＥＡ変調器領域の導波路の全体に回折格子が形成されており、更に変調器電極とレーザ電極とが分離されている分離領域にも回折格子が形成されている。回折格子では光の反射が生じるので、回折格子の領域が大きくなると、半導体レーザ装置からのレーザ光の光出力が低下する問題がある。これに対して、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、図２、図３のように変調器部２２のレーザ部２１の側及び分離部２３に回折格子が形成されておらず、すなわち少なくとも分離部２３に回折格子が形成されていないので、特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることが可能である。

[0024] 今まで、変調器部２２の出射端面３２の側に回折格子１８が形成された半導体レーザ装置５０の例を説明したが、回折格子１８の配置例はこれに限定されない。回折格子１８はレーザ部２１のレーザ光が出射される端（出射端）すなわち破線３１ｂで示した端から変調器部２２に形成された回折格子１８までの間に非回折格子領域２５が介在されていればよい。この場合でも、レーザ部２１から出射端面３２までの間に回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５が存在するので、分布帰還型レーザ領域のレーザ光が出射される出射端からＥＡ変調器領域の出射端に至るまで回折格子が形成されている特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることができる。図８に示した第二例のメサストライプ１５を備えた半導体レーザ装置５０は、変調器部２２のメサストライプ１５において、レーザ部２１の側に回折格子１８が形成された例である。図８に示した第二例のメサストライプ１５の変調器部２２及び分離部２３では、破線３１ｃから破線３１ｆの間は回折格子１８が形成された回折格子領域２４であり、破線３１

ｆから破線３１ｄの間及び破線３１ｂから破線３１ｃの間は回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５である。

[0025] 図９に示した第三例のメサストライプ１５を備えた半導体レーザ装置５０は、変調器部２２のメサストライプ１５において、中央部に回折格子１８が形成された例である。図９に示した第三例のメサストライプ１５の変調器部２２及び分離部２３では、破線３１ｆから破線３１ｇの間は回折格子１８が形成された回折格子領域２４であり、破線３１ｂから破線３１ｆの間及び破線３１ｇから破線３１ｄの間は回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５である。図１０に示した第四例のメサストライプ１５を備えた半導体レーザ装置５０は、変調器部２２のメサストライプ１５における全体に回折格子１８が形成された例である。図１０に示した第四例のメサストライプ１５を備えた半導体レーザ装置５０でも、メサストライプ１５において、レーザ部２１の出射端から出射端面３２までの間に回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５が存在するので、分布帰還型レーザ領域のレーザ光が出射される出射端からＥＡ変調器領域の出射端に至るまで回折格子が形成されている特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることができる。

[0026] なお、レーザ部２１と変調器部２２との間に分離部２３が形成されている例で説明した。しかし、分離部２３が形成されていない半導体レーザ装置５０であっても、メサストライプ１５において、レーザ部２１の出射端から出射端面３２までの間に回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５が存在する構造であればよい。この場合でも、メサストライプ１５において、レーザ部２１の出射端から出射端面３２までの間に回折格子１８が形成されていない非回折格子領域２５が存在するので、分布帰還型レーザ領域のレーザ光が出射される出射端からＥＡ変調器領域の出射端に至るまで回折格子が形成されている特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることができる。レーザ部２１と変調器部２２との間に分離部２３が形成されていない半導体レーザ装置５０は、例えば、特許文献１の半

導体レーザ装置と同様にコンタクト層７をレーザ部２１と変調器部２２とで分離しないようにした装置である（分離部なしの第一例）。また、レーザ部２１と変調器部２２との間に分離部２３が形成されていない半導体レーザ装置５０は、レーザ部２１と変調器部２２との間に段差を設けて、レーザ部２１のコンタクト層７及び第一アノード電極１３と変調器部２２のコンタクト層７及び第二アノード電極１４とを分離するようにした装置である（分離部なしの第二例）。なお、分離部なしの第一例、分離部なしの第二例の場合は、図１０に示した第四例のメサストライプ１５の構造は適用できない。

[0027] 以上のように、実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、分布帰還型のレーザ部２１及び電界吸収型の変調器部２２が同一の半導体基板１に形成されており、レーザ部２１から出射されるレーザ光が変調器部２２の出射端面３２から出射される半導体レーザ装置である。実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、レーザ部２１が、レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第一回折格子（回折格子１７）を備え、変調器部２２が、少なくとも一部にレーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第二回折格子（回折格子１８）を備えている。実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の第二回折格子（回折格子１８）とレーザ光が変調器部２２に出射されるレーザ部２１の出射端（破線３１ｂで示す端部）との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域２５が介在している。実施の形態１の半導体レーザ装置５０は、この構成により、変調器部２２の第二回折格子（回折格子１８）とレーザ光が変調器部２２に出射されるレーザ部２１の出射端（破線３１ｂで示す端部）との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域２５が介在しているので、レーザ光の光出力を増加させることができる。

[0028] 実施の形態２．

図１１は実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す斜視図であり、図１２は図１１の半導体レーザ装置におけるメサストライプの断面図である。図１３は図１１の変調器部における回折格子を示す図であり、図１４は図１１の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。実施の形態２の半導

体レーザ装置５０は、変調器部２２の回折格子領域２４に周期が不均一な回折格子２６が形成されている点で、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と異なる。実施の形態１の半導体レーザ装置５０と異なる部分を主に説明する。

[0029] 図１３に示すように、回折格子２６は、４つの凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄと、４つの凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄと、を備えている。図１２、図１３では、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄの深さが、回折格子材料層１６の膜厚ｔａと同じ例を示した。なお、凸部の符号は総括的に２８を用い、区別する場合に２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄを用いる。凹部の符号は総括的に２９を用い、区別する場合に２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄを用いる。

[0030] 図１３において、破線３１ｆと凸部２８ａの出射端面３２側の端との間隔はｚａであり、凸部２８ａの出射端面３２側の端と凸部２８ｂの出射端面３２側の端との間隔はｚｂであり、凸部２８ｂの出射端面３２側の端と凸部２８ｃの出射端面３２側の端との間隔はｚｃであり、凸部２８ｃの出射端面３２側の端と凸部２８ｄの出射端面３２側の端との間隔はｚｄである。なお、凸部２８ｄの出射端面３２側の端と出射端面３２とは一致している。間隔ｚａ、間隔ｚｂ、間隔ｚｃ、間隔ｚｄは、隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔であり、それらは異なっている。図１３では、間隔ｚａ、ｚｂ、ｚｃ、ｚｄは、式（１）の関係になっており、凸部２８のｚ方向の幅と凹部２９のｚ方向の幅とが同じ例を示した。

ｚｄ＞ｚｃ＞ｚｂ＞ｚａ ・・・（１）

[0031] 実施の形態２の回折格子２６は、凸部２８及び凹部２９の間隔がレーザ光の出射方向であるｚ方向に対して不均一である。すなわち、実施の形態２の回折格子２６は、凸部２８及び凹部２９の周期が不均一である。

[0032] 回折格子では、どの波長の光が反射するかは、回折格子の周期に依存する。従って、回折格子の周期を不均一とした実施の形態２の回折格子２６では、変調器部２２の回折格子２６で生じる光反射の波長帯域を、均一周期の回

折格子である場合に比べ、拡大することができる。すなわち、変調器部２２において不均一周期の回折格子２６を備えた実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２において均一周期の回折格子１８を備えた実施の形態１の半導体レーザ装置５０に比べ、回折格子で生じる光反射の波長帯域を拡大することができる。これにより、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、レーザ部２１又は及び変調器部２２の駆動条件が変化した場合、又は製造ばらつきにより半導体レーザ装置５０の素子サイズが変化した場合でも、レーザ部２１から発生する出力光を、変調器部２２の回折格子２６により確実にレーザ部２１側に反射させることが可能となる。すなわち、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、半導体レーザ装置毎の断熱チャープ量のばらつきが抑制でき、伝送歩留の低下を避けることが可能であるという実施の形態１の半導体レーザ装置５０の効果が、実施の形態１の半導体レーザ装置５０よりも駆動条件が変化した場合、製造ばらつきが生じた場合の一方又は両方の場合でも、得られるようになる。つまり、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０よりも駆動条件の変化及び製造ばらつきに対する耐性が強化されている。

[0033] 実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の回折格子の周期以外の構造が実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同じである。このため、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同様に、少なくとも分離部２３に回折格子２６が形成されていない構造又はレーザ部２１の出射端から出射端面３２までの間に回折格子２６が形成されていない非回折格子領域２５が存在する構造を有しているので、特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることが可能である。

[0034] 実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２のメサストライプ１５において不均一周期の回折格子２６を備えているので、半導体レーザ装置５０の素子前方すなわち出射端面３２で発生する反射光が、光反射の波長帯域が広がっている変調器部２２の回折格子２６により吸収層５及び活性層

４から離れた位置へ向かうので、素子前方からの反射光がレーザ部２１の活性層４に伝搬することを抑制でき、半導体レーザ装置毎の断熱チャープ量のばらつきが抑制でき、伝送歩留の低下を避けることが可能である。

[0035] また、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同様に、変調器部２２の前方すなわち出射端面３２の側に、回折格子を備えた導波路を付加する必要がない。このため、実施の形態２の半導体レーザ装置５０は、回折格子を備えた導波路を付加する構造の半導体レーザ装置に比べて、製造プロセスが容易であり、素子サイズも小さいため、コスト低減が可能となる。

[0036] 実施の形態３.

図１５は実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す斜視図であり、図１６は図１５の変調器部における第一例の回折格子を示す図であり、図１７は図１５の半導体レーザ装置における変調器部の断面図である。図１８は図１５の変調器部における第二例の回折格子を示す図であり、図１９は図１５の変調器部における第三例の回折格子を示す図である。実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の回折格子領域２４に凹部２９の深さ又は及び凸部２８の厚さが不均一な回折格子２７が形成されている点で、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と異なる。実施の形態１の半導体レーザ装置５０と異なる部分を主に説明する。

[0037] 図１６に示すように、回折格子２７は、６つの凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄ、２８ｅ、２８ｆと、６つの凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄ、２９ｅ、２９ｆと、を備えている。なお、凸部の符号は総括的に２８を用い、区別する場合に２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄ、２８ｅ、２８ｆを用いる。凹部の符号は総括的に２９を用い、区別する場合に２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄ、２９ｅ、２９ｆを用いる。図１６では、凸部２８が回折格子材料層１６の膜厚ｔａと同じあり、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄ、２９ｅ、２９ｆの深さが、同一でない例を示した。すなわち、図１６に示した変調器部２２における第一

例の回折格子２７は、凸部２８の厚さが均一であり、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９の深さが不均一である例である。

[0038] 図１６において、破線３１ｆと凸部２８ａの出射端面３２側の端との間隔は、凸部２８ｅの出射端面３２側の端と凸部２８ｆの出射端面３２側の端との間隔と同じく、ｚｐである。なお、凸部２８ｆの出射端面３２側の端と出射端面３２とは一致している。また、凸部２８ａの出射端面３２側の端と凸部２８ｂの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｂの出射端面３２側の端と凸部２８ｃの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｃの出射端面３２側の端と凸部２８ｄの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｄの出射端面３２側の端と凸部２８ｅの出射端面３２側の端との間隔は、それぞれｚｐである。間隔ｚｐは、隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔であり、それらは同じである。図１６では、凸部２８のｚ方向の幅と凹部２９のｚ方向の幅とが同じ例を示した。実施の形態３の回折格子２７は、凸部２８及び凹部２９の周期が回折格子全体に亘って同じである。すなわち、実施の形態３の回折格子２７は、凸部２８及び凹部２９の周期が均一である。しかし、実施の形態３の回折格子２７は、前述したように変調器部２２の回折格子領域２４に凹部２９の深さ又は及び凸部２８の厚さが不均一である。

[0039] 回折格子の溝すなわち凹部２９の深さ又は及び、溝未形成部すなわち凸部２８の厚さを変化させると、回折格子の等価屈折率が変化する。等価屈折率がｚ方向に対して不均一な回折格子は、均一の等価屈折率の回折格子に比べ、回折格子の光反射の波長帯域が拡大する。すなわち、変調器部２２において等価屈折率がｚ方向に対して不均一な回折格子２７を備えた実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２において等価屈折率がｚ方向に対して均一な回折格子１８を備えた実施の形態１の半導体レーザ装置５０に比べ、回折格子で生じる光反射の波長帯域を拡大することができる。これにより、実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、レーザ部２１又は及び変調器部２２の駆動条件が変化した場合、又は製造ばらつきにより半導体レーザ装置５０の素子サイズが変化した場合でも、レーザ部２１から発生する出力光

を、変調器部２２の回折格子２７により確実にレーザ部２１側に反射させることが可能となる。すなわち、実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、半導体レーザ装置毎の断熱チャープ量のばらつきが抑制でき、伝送歩留の低下を避けることが可能であるという実施の形態１の半導体レーザ装置５０の効果が、実施の形態１の半導体レーザ装置５０よりも駆動条件が変化した場合、製造ばらつきが生じた場合の一方又は両方の場合でも、得られるようになる。つまり、実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０よりも駆動条件の変化及び製造ばらつきに対する耐性が強化されている。

[0040] 実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２の回折格子以外の構造が実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同じである。このため、実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同様に、少なくとも分離部２３に回折格子２７が形成されていない構造又はレーザ部２１の出射端から出射端面３２までの間に回折格子２７が形成されていない非回折格子領域２５が存在する構造を有しているので、特許文献１の半導体レーザ装置に比べて、レーザ光の光出力を大きくすることが可能である。

[0041] 実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、変調器部２２のメサストライプ１５において等価屈折率がｚ方向に対して不均一な回折格子２７を備えているので、半導体レーザ装置５０の素子前方すなわち出射端面３２で発生する反射光が、光反射の波長帯域が広がっている変調器部２２の回折格子２７により吸収層５及び活性層４から離れた位置へ向かうので、素子前方からの反射光がレーザ部２１の活性層４に伝搬することを抑制でき、半導体レーザ装置毎の断熱チャープ量のばらつきが抑制でき、伝送歩留の低下を避けることが可能である。

[0042] また、実施の形態３の半導体レーザ装置５０は、実施の形態１の半導体レーザ装置５０と同様に、変調器部２２の前方すなわち出射端面３２の側に、回折格子を備えた導波路を付加する必要がない。このため、実施の形態３の

半導体レーザ装置５０は、回折格子を備えた導波路を付加する構造の半導体レーザ装置に比べて、製造プロセスが容易であり、素子サイズも小さいため、コスト低減が可能となる。

[0043] 等価屈折率がｚ方向に対して不均一な回折格子２７は、図１６の構造に限定されない。図１８に示した変調器部２２における第二例の回折格子２７のように、凸部２８の厚さが不均一であり、回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９の深さが均一であってもよい。また、図１９に示した変調器部２２における第三例の回折格子２７のように、凸部２８の厚さが不均一であり、かつ回折格子材料層１６が削られて形成された凹部２９の深さが不均一であってもよい。図１８では、ｚ方向の正方向に向かって、凸部２８の厚さが増加しており、凹部２９の深さが均一である例を示した。図１９では、２つの凸部２８の組の厚さがｚ方向の正側に向かって増加しており、２つの凹部２９の組が深い凹部と浅い凹部を有している例を示した。

[0044] 凸部２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄ、２８ｅ、２８ｆの厚さをそれぞれ、ｈａ、ｈｂ、ｈｃ、ｈｄ、ｈｅ、ｈｆとし、凹部２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄ、２９ｅ、２９ｆの深さをそれぞれ、ｄａ、ｄｂ、ｄｃ、ｄｄ、ｄｅ、ｄｆとする。凸部２８の厚さは、破線３４ａに対するｙ方向の正側（図１８、図１９において上側）の厚さである。凹部２９の深さは、破線３４ｂに対するｙ方向の負側（図１８、図１９において下側）の深さである。図１８に示した変調器部２２における第二例の回折格子２７は、式（２）及び式（３）が成立しており、図１９に示した変調器部２２における第三例の回折格子２７は、式（４）及び式（５）が成立している。

[0045] ｈｆ＞ｈｅ＞ｈｄ＞ｈｃ＞ｈｂ＞ｈａ　　・・・（２）

ｄｆ＝ｄｅ＝ｄｄ＝ｄｃ＝ｄｂ＝ｄａ　　・・・（３）

（ｈｆ＝ｈｅ）＞（ｈｄ＝ｈｃ）＞（ｈｂ＝ｈａ）　　・・・（４）

（ｄｆ＝ｄｄ＝ｄｂ）＜（ｄｅ＝ｄｃ＝ｄａ）　　・・・（５）

なお、式（４）、式（５）において、等しい厚さ又は深さを（）で括り、（）毎の大小関係を明確にした。

[0046] 図１８、図１９において、図１６と同様に、破線３１ｆと凸部２８ａの出射端面３２側の端との間隔は、凸部２８ｅの出射端面３２側の端と凸部２８ｆの出射端面３２側の端との間隔と同じく、ｚｐである。なお、凸部２８ｆの出射端面３２側の端と出射端面３２とは一致している。また、凸部２８ａの出射端面３２側の端と凸部２８ｂの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｂの出射端面３２側の端と凸部２８ｃの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｃの出射端面３２側の端と凸部２８ｄの出射端面３２側の端との間隔、凸部２８ｄの出射端面３２側の端と凸部２８ｅの出射端面３２側の端との間隔は、それぞれｚｐである。間隔ｚｐは、隣接している一組の凸部２８及び凹部２９の間隔であり、それらは同じである。図１８、図１９では、凸部２８のｚ方向の幅と凹部２９のｚ方向の幅とが同じ例を示した。

[0047] なお、本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、１つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも１つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも１つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0048] １…半導体基板、４…活性層、５…吸収層、１１…カソード電極、１３…第一アノード電極、１４…第二アノード電極、１５…メサストライプ、１６…回折格子材料層、１７…回折格子、１８…回折格子、２１…レーザ部、２２…変調器部、２３…分離部、２５…非回折格子領域、２６…回折格子、２７…回折格子、２８、２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２８ｄ、２８ｅ、２８ｆ…凸部、２９、２９ａ、２９ｂ、２９ｃ、２９ｄ、２９ｅ、２９ｆ…凹部、３２…出射端面、５０…半導体レーザ装置、ｚａ、ｚｂ、ｚｃ、ｚｄ…間隔

請求の範囲

[請求項1] 分布帰還型のレーザ部及び電界吸収型の変調器部が同一の半導体基板に形成されており、前記レーザ部から出射されるレーザ光が前記変調器部の出射端面から出射される半導体レーザ装置であって、

前記レーザ部は、前記レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第一回折格子を備え、

前記変調器部は、少なくとも一部に前記レーザ光の光軸の方向に延伸して形成された第二回折格子を備え、

前記変調器部の前記第二回折格子と前記レーザ光が前記変調器部に出射される前記レーザ部の出射端との間に、回折格子が形成されていない非回折格子領域が介在している、半導体レーザ装置。

[請求項2] 前記第一回折格子は、前記半導体基板に垂直な方向に延伸した複数の第一凸部と、前記第一凸部の前記半導体基板と反対側の面よりも前記半導体基板の側に窪んでいる複数の第一凹部と、を備え、

前記第二回折格子は、前記半導体基板に垂直な方向に延伸した複数の第二凸部と、前記第二凸部の前記半導体基板と反対側の面よりも前記半導体基板の側に窪んでいる複数の第二凹部と、を備え、

前記第二回折格子の前記第二凹部は、前記半導体基板に垂直な方向の深さが前記第一回折格子の前記第一凹部と同じである、請求項１記載の半導体レーザ装置。

[請求項3] 前記第二回折格子は、隣接している一組の前記第二凸部及び前記第二凹部における前記レーザ光の光軸の方向の間隔が均一である、請求項２記載の半導体レーザ装置。

[請求項4] 前記第二回折格子は、隣接している一組の前記第二凸部及び前記第二凹部における前記レーザ光の光軸の方向の間隔が不均一である、請求項２記載の半導体レーザ装置。

[請求項5] 前記第二回折格子は、前記第二凸部における前記半導体基板に垂直な方向の厚さが不均一である、請求項２から４のいずれか１項に記載

の半導体レーザ装置。

[請求項6] 前記第一回折格子は、前記半導体基板に垂直な方向に延伸した複数の第一凸部と、前記第一凸部の前記半導体基板と反対側の面よりも前記半導体基板の側に窪んでいる複数の第一凹部と、を備え、
前記第二回折格子は、前記半導体基板に垂直な方向に延伸した複数の第二凸部と、前記第二凸部の前記半導体基板と反対側の面よりも前記半導体基板の側に窪んでいる複数の第二凹部と、を備え、
前記第二回折格子は、前記第二凹部における前記半導体基板に垂直な方向の深さが不均一である、請求項１記載の半導体レーザ装置。

[請求項7] 前記第二回折格子は、隣接している一組の前記第二凸部及び前記第二凹部における前記レーザ光の光軸の方向の間隔が均一である、請求項６記載の半導体レーザ装置。

[請求項8] 前記第二回折格子は、隣接している一組の前記第二凸部及び前記第二凹部における前記レーザ光の光軸の方向の間隔が不均一である、請求項６記載の半導体レーザ装置。

[請求項9] 前記第二回折格子は、前記第二凸部における前記半導体基板に垂直な方向の厚さが不均一である、請求項６から８のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項10] 前記第二回折格子は、前記第一回折格子と同一の回折格子材料層により形成されている請求項１から請求項９のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項11] 前記変調器部における前記レーザ部の側に、前記非回折格子領域が設けられている、請求項１から請求項１０のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項12] 前記半導体基板の裏面に形成されたカソード電極と、前記半導体基板の表面側に形成された前記変調器部のアノード電極及び前記レーザ部のアノード電極と、を備え、
前記変調器部と前記レーザ部の前記出射端との間に、前記変調器部の

アノード電極と前記レーザ部のアノード電極とが分離された分離部が設けられている、請求項１から請求項１１のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項13] 前記レーザ部は、活性層及び前記第一回折格子を含むと共に、前記レーザ光の光軸の方向に延伸して形成されたメサである第一メサストライプを備え、

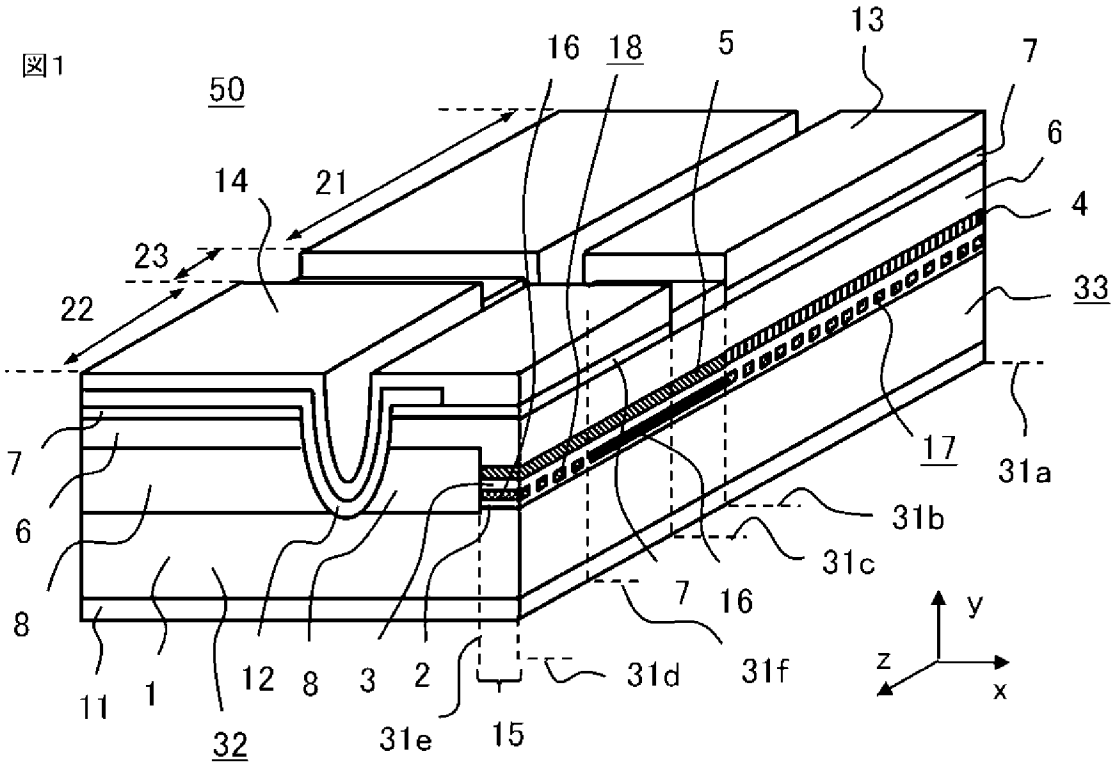
前記変調器部は、吸収層及び前記第二回折格子を含むと共に、前記レーザ光の光軸の方向に延伸して形成されたメサである第二メサストライプを備え、

前記変調器部における前記レーザ部の側の端部と前記レーザ光が前記変調器部に出射される前記レーザ部の出射端との間に設けられた前記非回折格子領域は、前記変調器部の前記吸収層及び前記レーザ部の前記活性層に接続された吸収層を含むと共に、前記レーザ光の光軸の方向に延伸して形成されたメサである第三メサストライプを備え、

前記第一メサストライプ、前記第二メサストライプ、前記第三メサストライプは連続している、請求項１から請求項１２のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

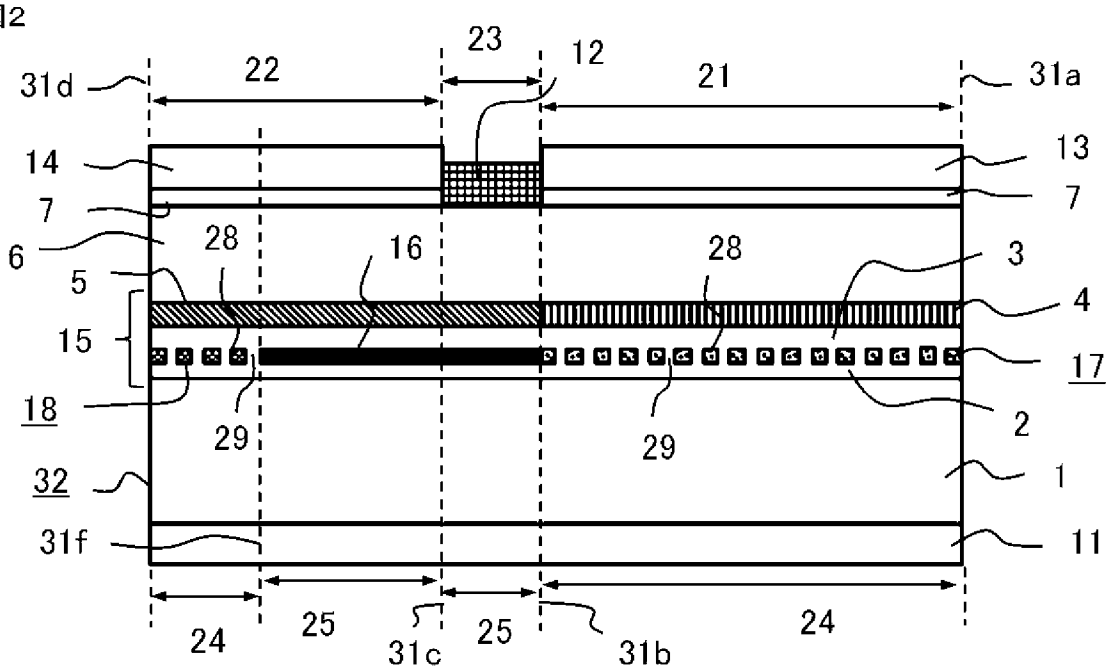
[図1]

図1


50
16
18
5
13
7
6
14
21
4
23
33
22
17
31a
7
6
31b
31c
8
7
16
y
z
x
11
1
12
8
3
2
31d
31f
32
31e
15

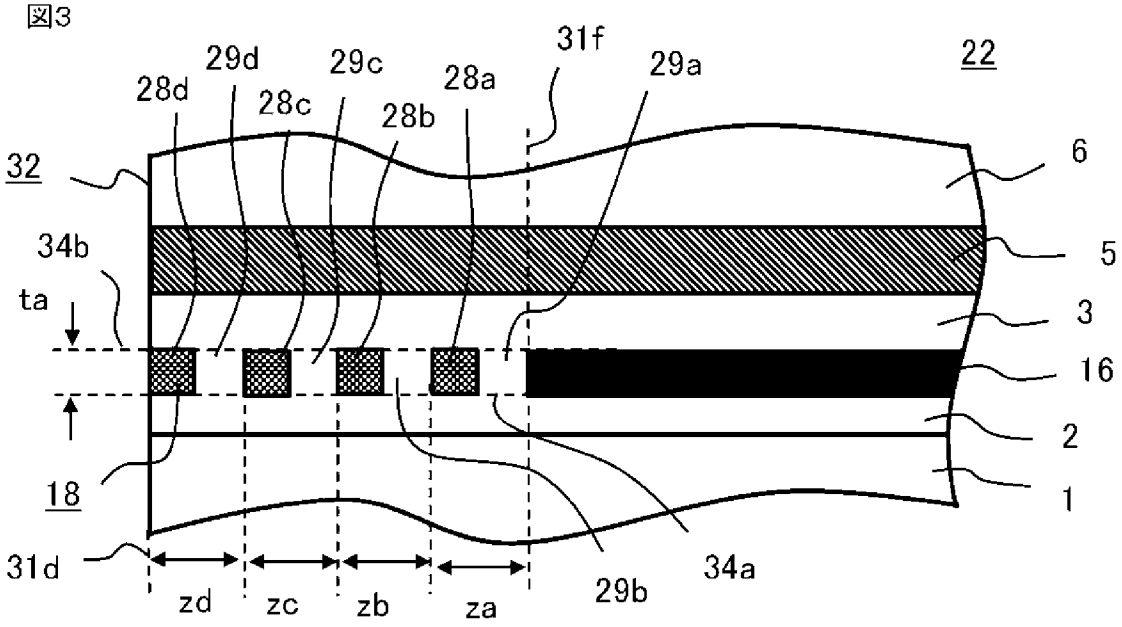
[図2]

図2


23
12
22
21
31d
31a
14
13
7
7
6
28
16
28
3
5
4
15
17
18
29
29
2
32
1
31f
11
24
25
31c
25
31b
24

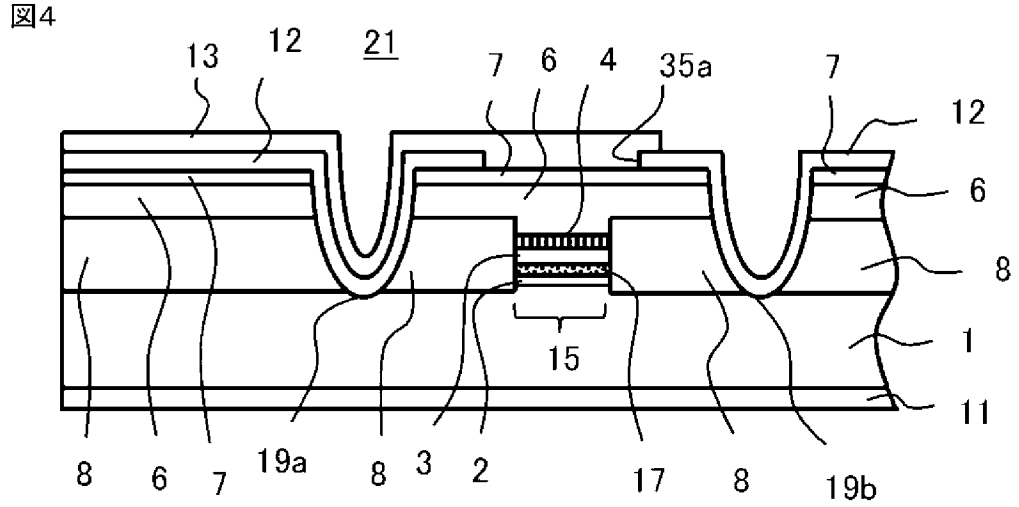
[図3]

図3



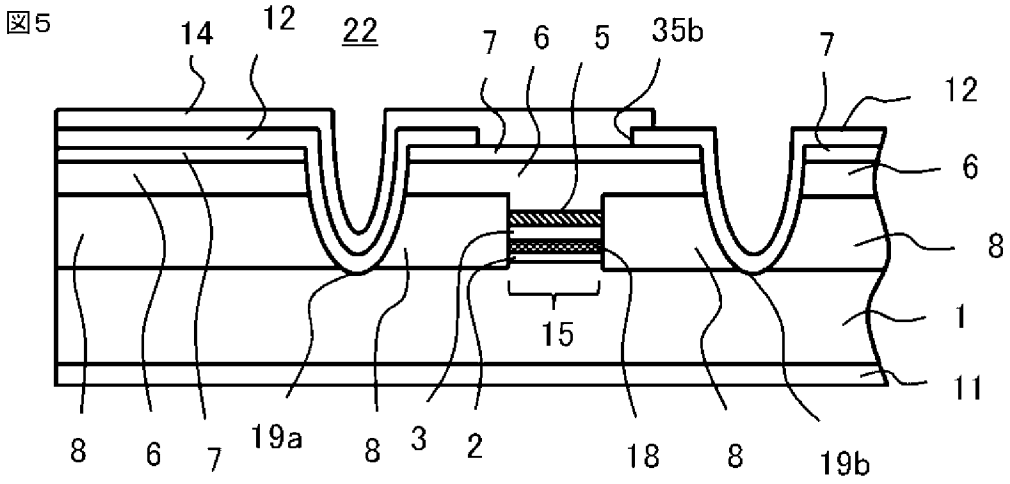
[図4]

図4



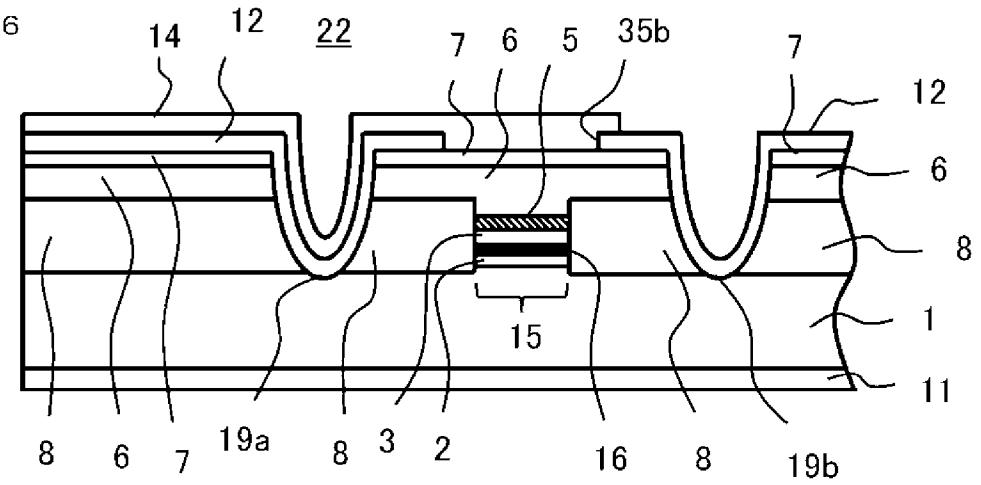
[図5]

図5



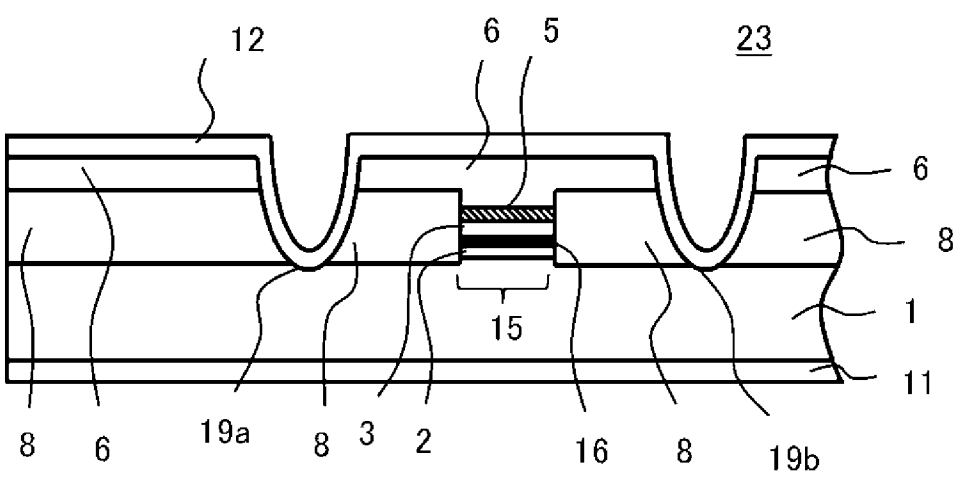
[図6]

図6



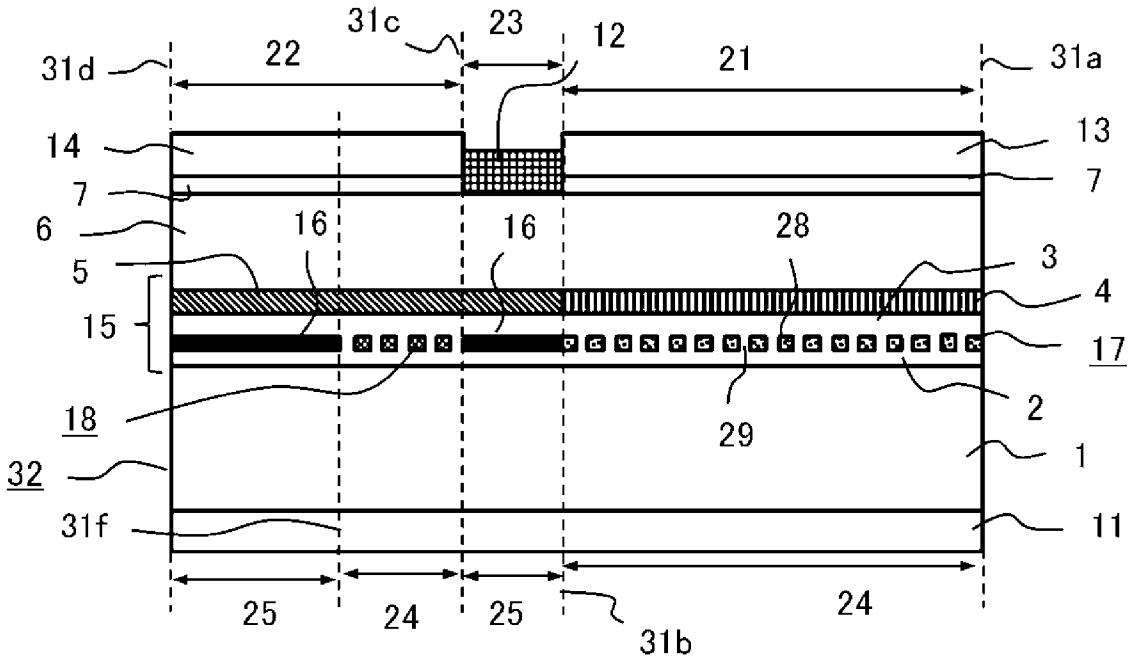
[図7]

図7



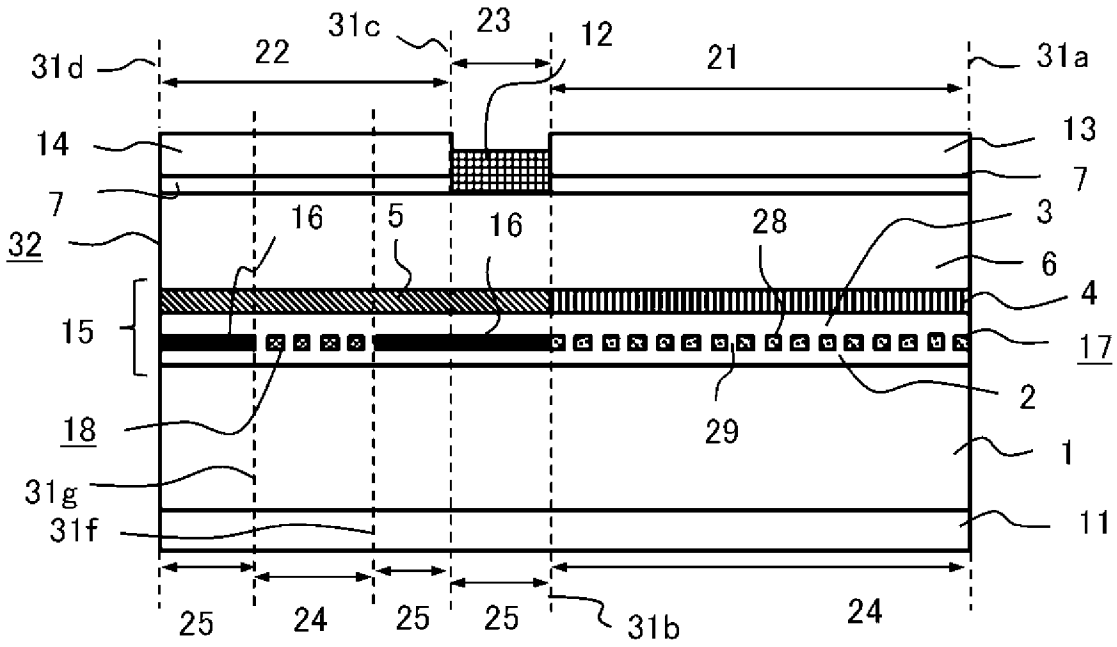
[図8]

図8



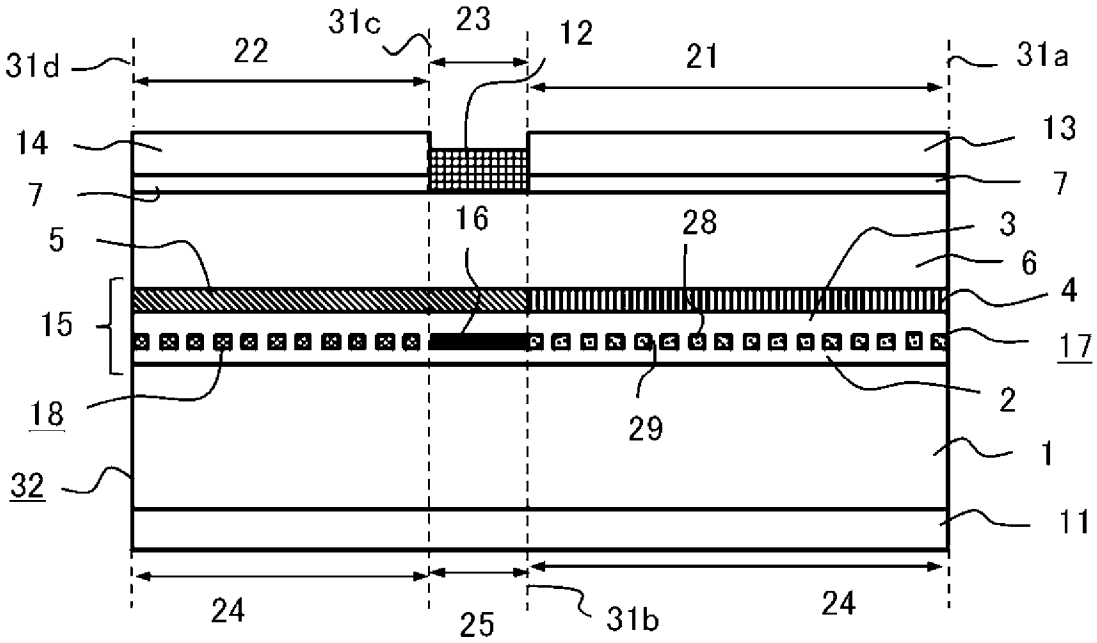
[図9]

図9


31c
23
12
31d
22
21
31a
14
13
7
7
32
16
5
16
28
3
6
4
15
17
2
18
29
1
31g
31f
11
25
24
25
25
31b
24

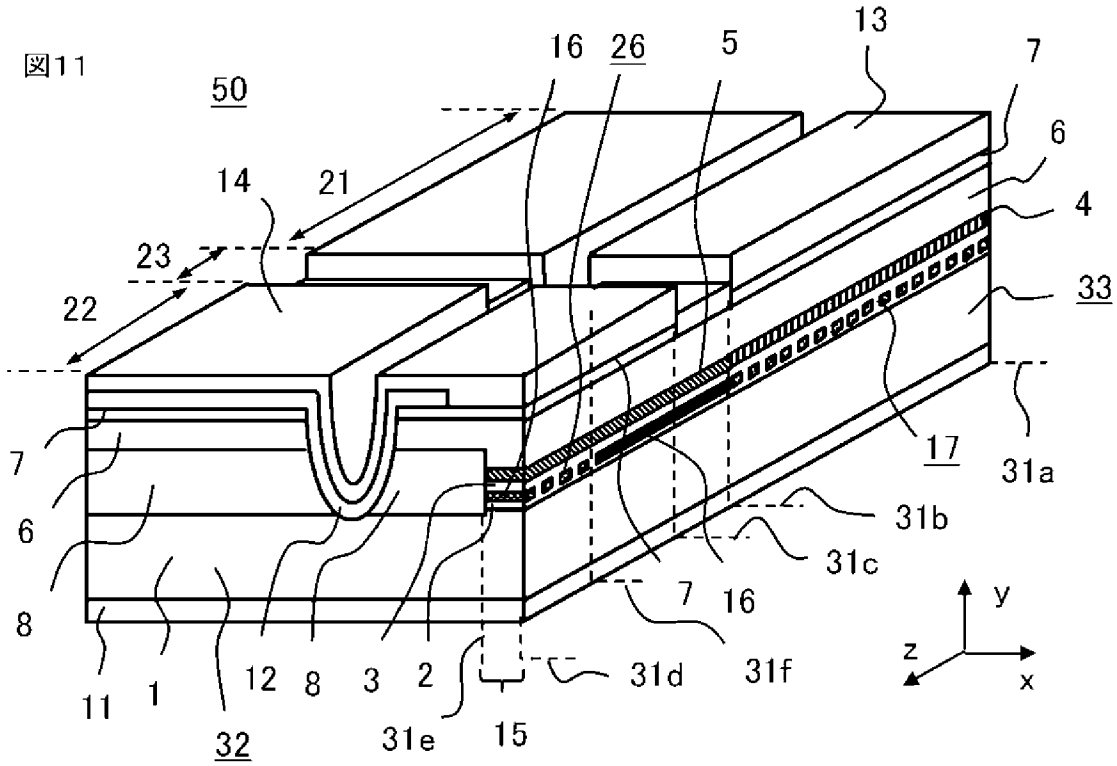
[図10]

図10


31c
23
12
31d
22
21
31a
14
13
7
7
5
16
28
3
6
4
15
17
2
18
29
1
32
11
24
25
31b
24

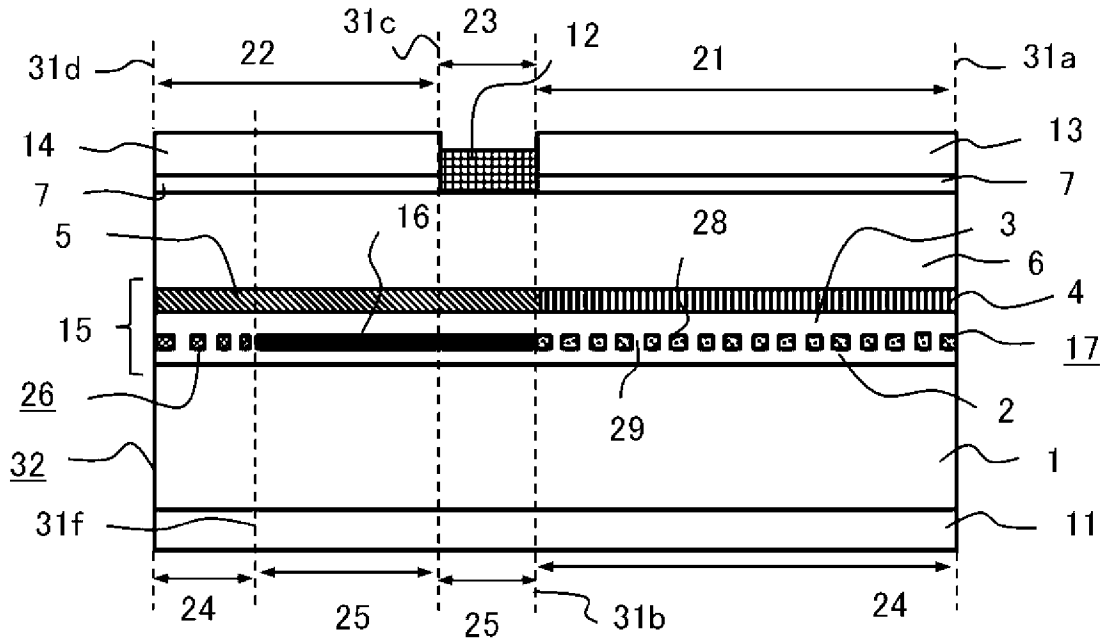
[図11]

図11



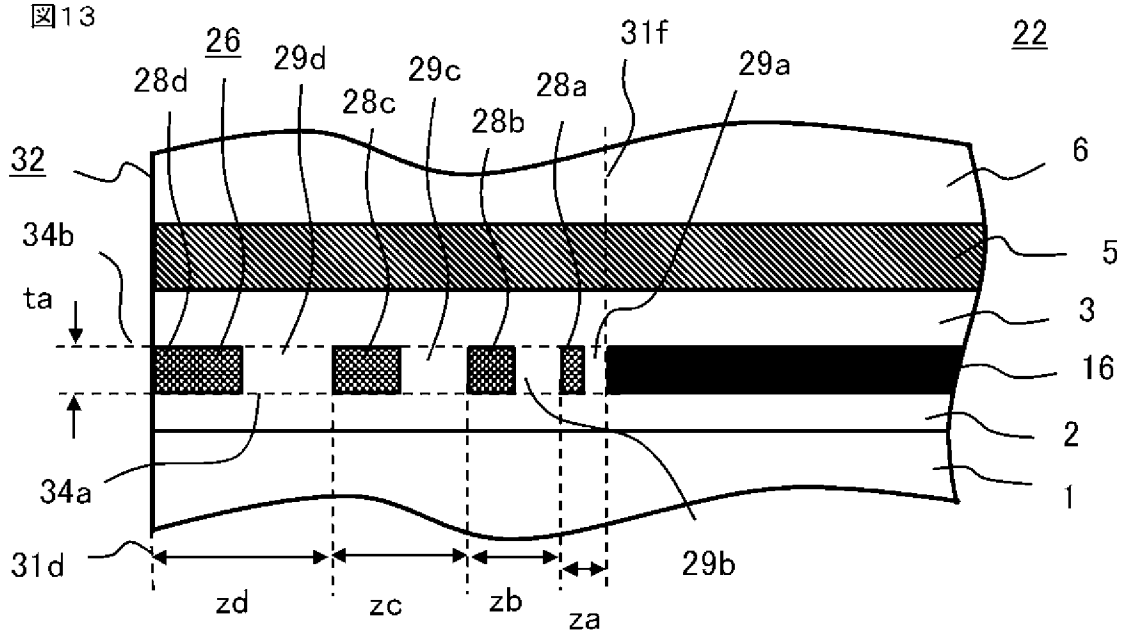
[図12]

図12



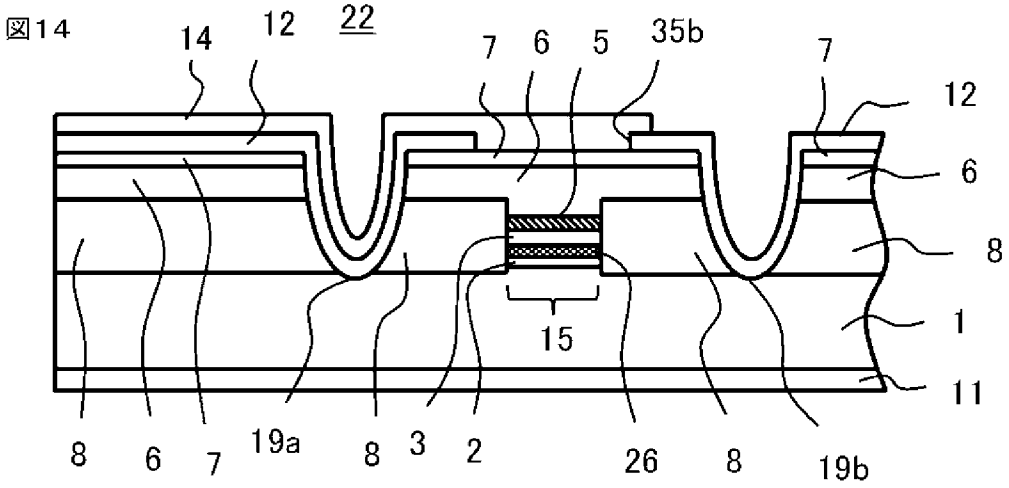
[図13]

図13



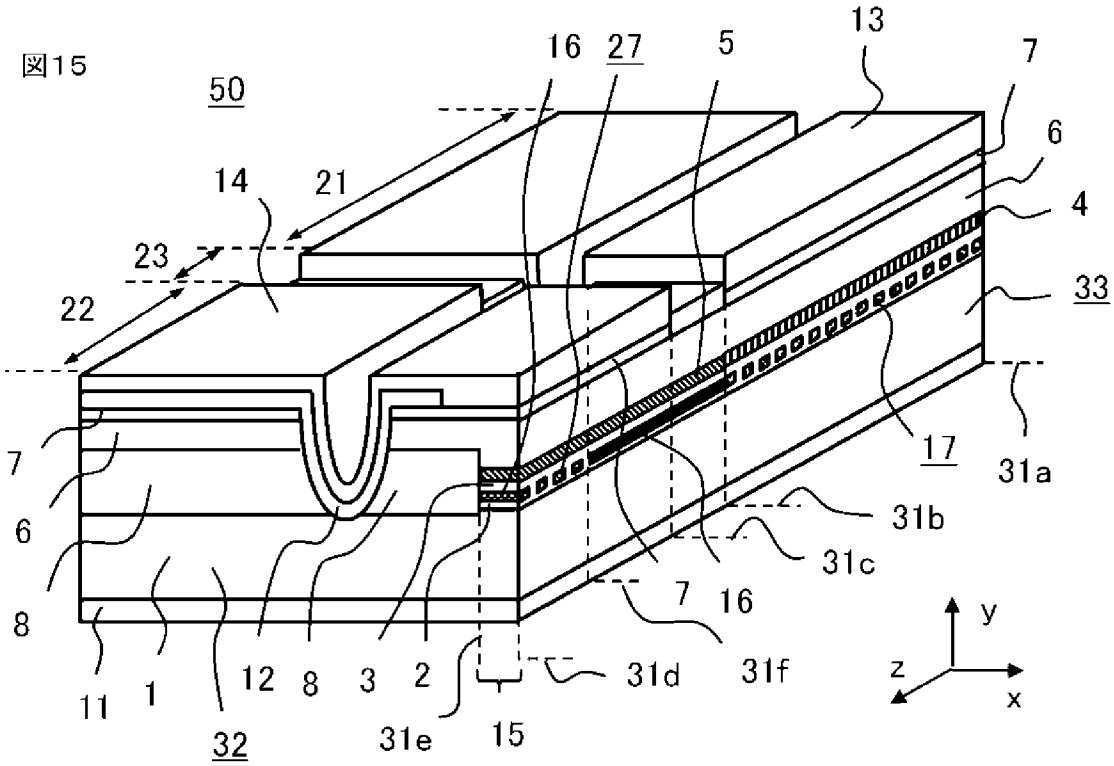
[図14]

図14



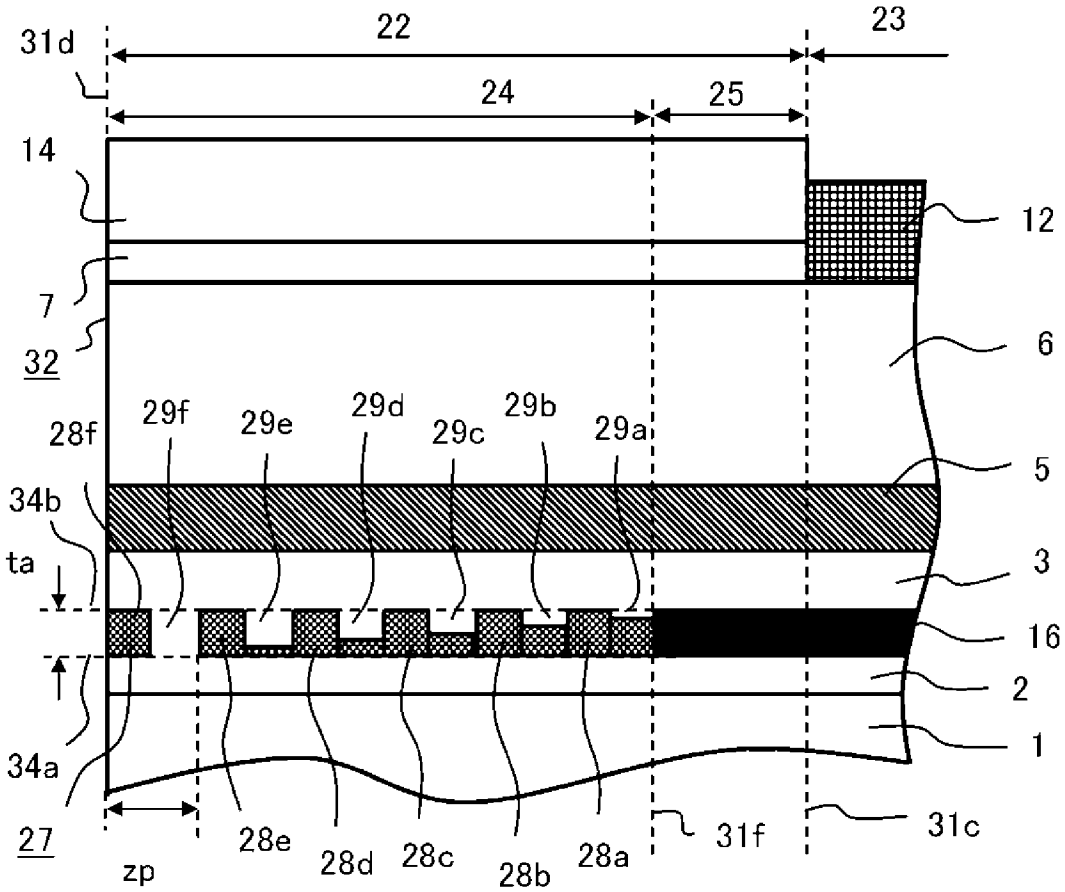
[図15]

図15



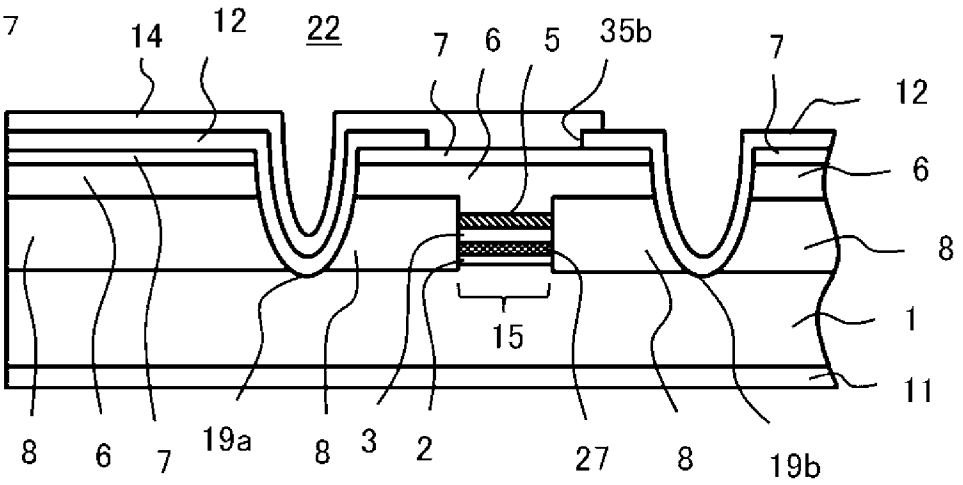
[図16]

図16



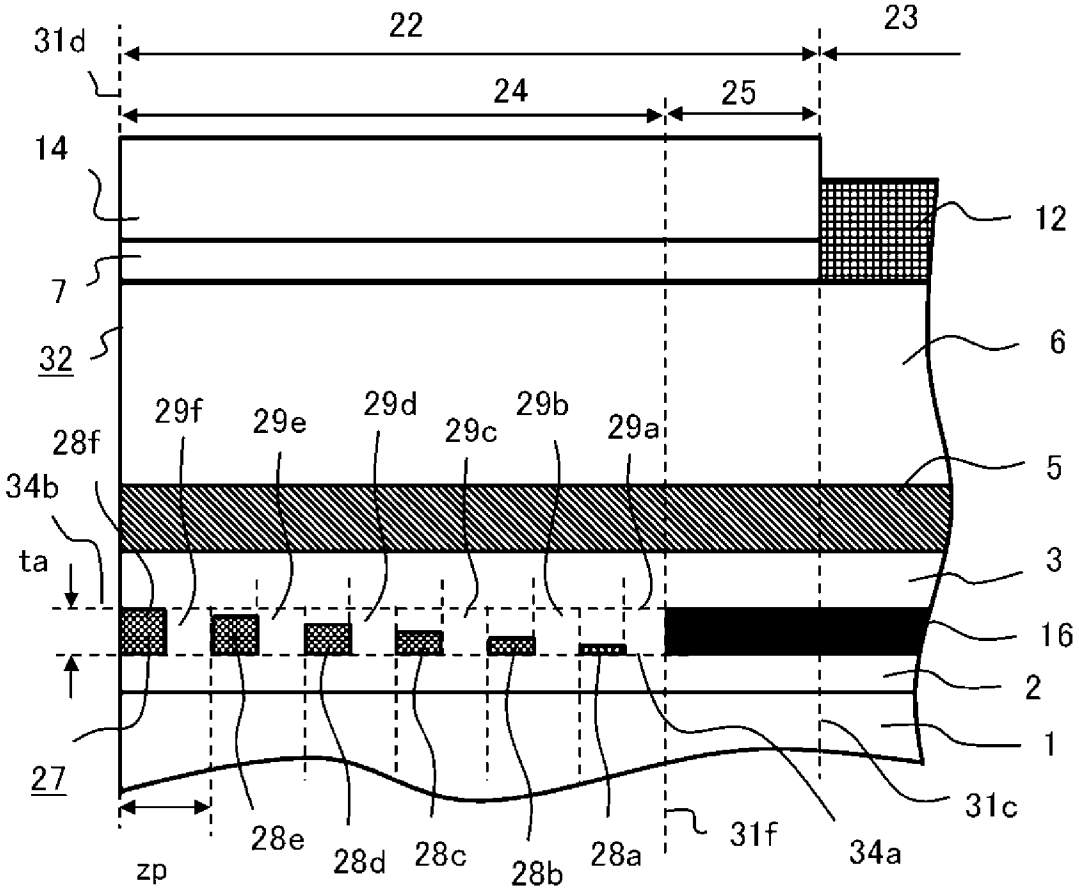
[図17]

図17



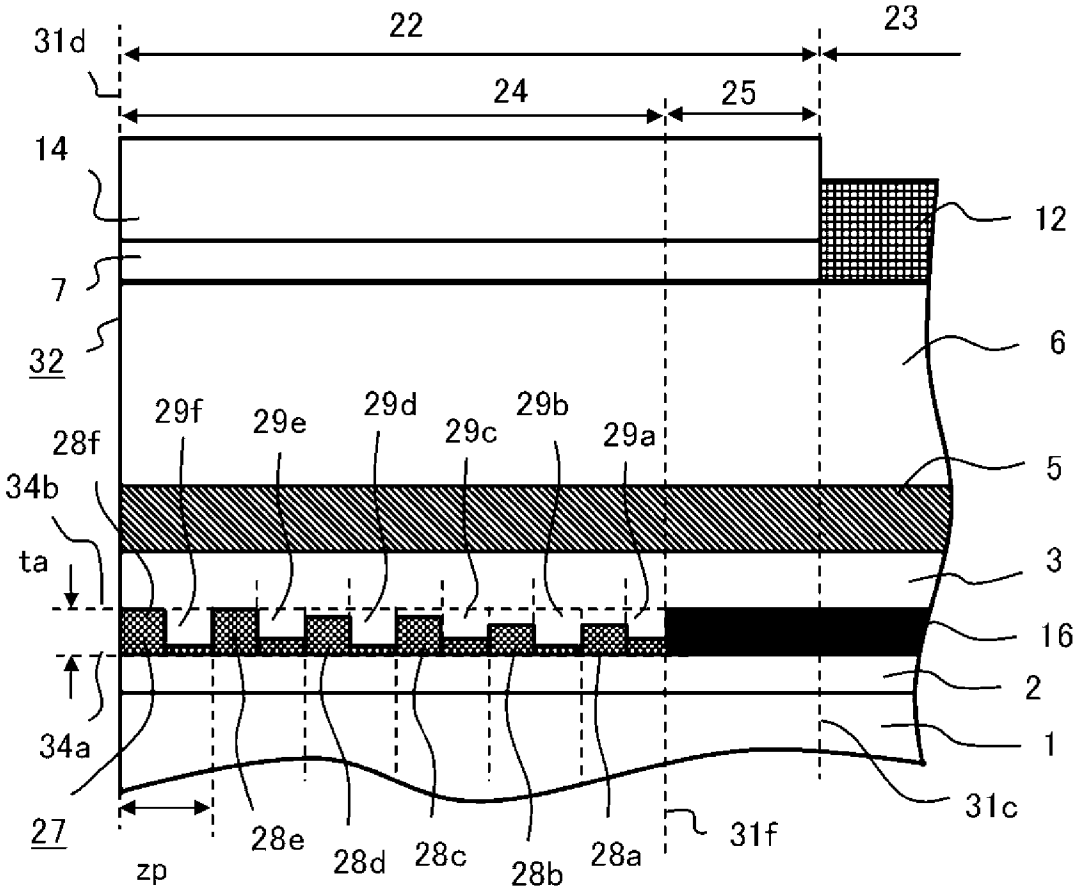
[図18]

図18



[図19]

図19


31d
22
23
24
25
14
12
7
6
32
29f
29e
29d
29c
29b
29a
28f
5
34b
ta
3
16
2
34a
1
31c
27
zp
28e
28d
28c
28b
28a
31f

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030401

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01S5/026(2006.01)i, H01S5/12(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)
Int. Cl. H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 A	JP 2009-260192 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 05 November 2009, paragraphs [0014]-[0023], [0025], [0035], fig. 1 (Family: none)	1-2, 4-7, 9-10, 12 3, 8, 11, 13
Y	JP 4-198913 A (FUJITSU LTD.) 20 July 1992, page 2, lower right column, line 18 to page 3, upper left column, line 4, page 3, lower left column, line 13 to page 5, upper right column, line 14, fig. 1-4 (Family: none)	1-2, 4-7, 9-10, 12
A	JP 2003-69135 A (FUJITSU LTD.) 07 March 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13.09.2019	01.10.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030401

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-67604 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 April 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	WO 02/075880 A1 (CORNING LASERTRON INCORPORATED) 26 September 2002, entire text, all drawings & US 2002/0131466 A1	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３０４０１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01S5/026(2006.01)i, H01S5/12(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（ＩＰＣ））

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2009-260192 A (住友電気工業株式会社) 2009.11.05, 段落 0014-0023, 0025, 0035, 図 1	1-2, 4-7, 9-10, 12
A	(ファミリーなし)	3, 8, 11, 13
Y	JP 4-198913 A (富士通株式会社) 1992.07.20, 第 2 頁右下欄第 18 行-第 3 頁左上欄第 4 行, 第 3 頁左下欄第 13 行-第 5 頁右上欄第 14 行, 第 1 図-第 4 図 (ファミリーなし)	1-2, 4-7, 9-10, 12

☑　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	国際調査報告の発送日
１３．０９．２０１９	０１．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　２Ｋ　３７１５
高椋　健司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

C（続き）．　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
A	JP 2003-69135 A (富士通株式会社) 2003.03.07, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2018-67604 A (三菱電機株式会社) 2018.04.26, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-13
A	WO 02/075880 A1 (CORNING LASERTRON INCORPORATED) 2002.09.26, 全文,全図 & US 2002/0131466 A1	1-13