(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
2010 年 12 月 2 日(02.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/137511 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/323 (2006.01) *H01S 5/22* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/058513

(22) 国際出願日: 2010 年 5 月 20 日(20.05.2010)

(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 2009-125345 2009 年 5 月 25 日(25.05.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 口野　啓史 (KOHNO Keishi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: ▲角▼谷　浩 (KADOYA Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号 三洋電機株式会社内 Osaka (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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

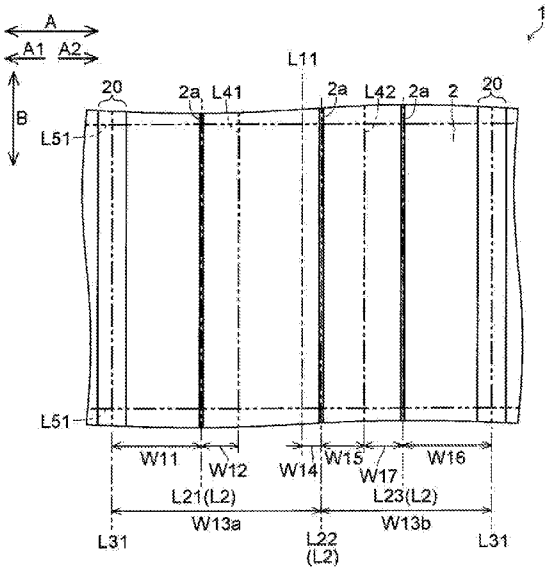
添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2010/137511 A1

(54) **Title**: METHOD FOR FABRICATING NITRIDE-BASED SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

(54) 発明の名称 : 窒化物系半導体レーザ素子の製造方法

[図4]



(57) **Abstract**: Provided is a method for fabricating a nitride-based semiconductor laser element capable of preventing element characteristics from being degraded while improving the productivity. The method for fabricating a semiconductor laser element (10) comprises the steps of: forming three light waveguides (2a) between defect concentrated regions (20) arranged at a pitch (P1) of approximately 400 μm in an A-direction on a substrate (1); and forming the central light waveguide (2a) among the three light waveguides (2a) formed between adjacent defect concentrated regions (20) so that the distance in the A-direction between the center line (L11) between the defect concentrated regions (20) and the center line (L22) of the light waveguide (2a) becomes 5 μm or more and 30 μm or less.

(57) 要約: 【課題】生産性を向上させながら、素子特性が低下するのを抑制することが可能な窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を提供する。【解決手段】この半導体レーザ素子１０の製造方法は、基板１上の、Ａ方向に略４００μｍのピッチＰ１で配置される欠陥集中領域２０同士の間に、３つの光導波路２ａを形成する工程と、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に形成される３つの光導波路２ａのうち、中央の光導波路２ａを、欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１と光導波路２ａの中心線Ｌ２２とのＡ方向の距離が５μｍ以上３０μｍ以下になるように形成する工程とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 窒化物系半導体レーザ素子の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、窒化物系半導体レーザ素子の製造方法に関し、特に、窒化物系半導体からなる基板を用いた窒化物系半導体レーザ素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、窒化物系半導体からなる基板を用いた窒化物系半導体レーザ素子の製造方法が知られている。

[0003] 図７は、従来の一例による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を用いて形成された半導体レーザ素子の概略的な構造を示した斜視図である。図８は、図７に示した従来の一例による半導体レーザ素子の製造に用いる基板の構造を示した平面図である。図９および図１０は、図７に示した従来の一例による半導体レーザ素子の製造途中の構造を示した平面図である。

[0004] 従来の一例による半導体レーザ素子１１０は、図７に示すように、窒化物系半導体からなる基板１０１と、基板１０１上に形成された半導体層１０２と、半導体層１０２上に形成された電流ブロック層１０３と、電流ブロック層１０３上の所定領域に形成された上面電極１０４と、基板１０１の裏面上の全域に形成された裏面電極１０５とを備えている。

[0005] 基板１０１および半導体層１０２のＡ方向の端部には、欠陥集中領域１２０が形成されている。また、半導体層１０２には、Ｂ方向（Ａ方向と直交する方向）に延びる光導波路（リッジ部）１０２ａが形成されている。

[0006] また、図８に示すように、半導体レーザ素子１１０の製造に用いられる基板（ウェハ）１０１には、複数の欠陥集中領域１２０が、Ａ方向に約４００μｍのピッチ（Ｐ１０１）で、Ｂ方向に延びるように形成されている。

[0007] 基板１０１に、複数の欠陥集中領域１２０を設けることによって、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間の領域における結晶欠陥を低減することが可

能である。このため、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間の領域に光導波路１０２ａ（図７参照）を形成することにより、半導体レーザ素子１１０の素子特性が低下するのを抑制することが可能である。

[0008] また、半導体レーザ素子１１０は、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に、２つまたは３つ形成される。

[0009] 具体的には、図９に示すように、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に、２つの半導体レーザ素子１１０を形成する場合、半導体レーザ素子１１０のＡ方向の幅Ｗ１０１を約２００μｍにしている。そして、光導波路１０２ａを、半導体レーザ素子１１０の中心線Ｌ１０１からＷ１０２の距離だけ内側にずらした位置に形成している。なお、図９および後述する図１０の２点鎖線は、素子毎（半導体レーザ素子１１０毎）に分割する際の分割位置を示している。また、図９および後述する図１０では、電流ブロック層１０３は図示していない。

[0010] その一方、図１０に示すように、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に、３つの半導体レーザ素子１１０を形成する場合、両側の半導体レーザ素子１１０（１１０ａ、１１０ｃ）のＡ方向の幅Ｗ１１１を約１５０μｍに形成するとともに、中央の半導体レーザ素子１１０（１１０ｂ）のＡ方向の幅Ｗ１１２を約１００μｍに形成している。そして、両側の半導体レーザ素子１１０（１１０ａ、１１０ｃ）では、光導波路１０２ａを、半導体レーザ素子１１０の中心線Ｌ１１１からＷ１１３の距離だけ内側にずらした位置に形成している。また、中央の半導体レーザ素子１１０（１１０ｂ）では、光導波路１０２ａを、半導体レーザ素子１１０の中心線Ｌ１１２上の位置に形成している。

[0011] 従来の一例による半導体レーザ素子１１０のように、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に、２つまたは３つの半導体レーザ素子１１０を形成することによって、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に１つの半導体レーザ素子１１０を形成する場合に比べて、半導体レーザ素子１１０の取れ数を増加させることができる。これにより、半導体レーザ素子１１０の生産性を向

上させることが可能である。

[0012] なお、隣接する欠陥集中領域同士の間に、２つの半導体レーザ素子を形成する方法は、例えば、特許文献１に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開２００８－６０５５５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] ところで、半導体レーザ素子１１０の製造に用いられるような、欠陥集中領域１２０が形成された基板１０１では、図８に示すように、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に、Ａ方向に数十μｍ～数百μｍの幅を有する高抵抗領域１０１ａ（図８のハッチング領域）が形成されている。そして、この高抵抗領域１０１ａは、隣接する欠陥集中領域１２０同士の中心線Ｌ１２１上に跨るように形成されている。

[0015] 高抵抗領域１０１ａは、不純物濃度が設定値よりも低い領域であり、光導波路１０２ａを高抵抗領域１０１ａに形成した場合、半導体レーザ素子１１０の素子特性が低下しやすくなる。

[0016] このため、隣接する欠陥集中領域１２０同士の間に３つの半導体レーザ素子１１０を形成する場合に、図１０に示したように、光導波路１０２ａを、隣接する欠陥集中領域１２０同士の中心線Ｌ１２１上の位置に形成すると、半導体レーザ素子１１０の素子特性が低下する場合があるという問題点がある。

[0017] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の目的は、生産性を向上させながら、素子特性が低下するのを抑制することが可能な窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0018] この発明の一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法は、第１の方向に略４００μｍのピッチで配置されるとともに第１の方向と直交する第２の方向に延びる複数の欠陥集中領域を有する窒化物系半導体からなる基板を準備する工程と、基板上に、第２の方向に延びる複数の光導波路を有する窒化物系半導体からなる半導体層を形成する工程と、第１の方向に沿って第１の分割を行う工程と、第２の方向に沿って第２の分割を行うことにより、複数の窒化物系半導体レーザ素子を形成する工程とを備え、半導体層を形成する工程は、基板上の、隣接する欠陥集中領域同士の間に、３つの光導波路を形成する工程と、隣接する欠陥集中領域同士の間に形成される３つの光導波路のうち、中央の光導波路を、隣接する欠陥集中領域同士の第１中心線と中央の光導波路の第２中心線との第１の方向の距離が５μｍ以上３０μｍ以下になるように形成する工程とを含み、第２の分割を行う工程は、複数の窒化物系半導体レーザ素子の第１の方向の幅が互いに略同じ大きさになるように、第２の分割を行う工程を含む。

[0019] この一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法では、上記のように、基板上の、隣接する欠陥集中領域同士の間に、３つの光導波路を形成する工程を設けることによって、隣接する欠陥集中領域同士の間に１つまたは２つの光導波路を形成する場合に比べて、窒化物系半導体レーザ素子の取れ数を多くすることができる。これにより、窒化物系半導体レーザ素子の生産性を向上させることができる。

[0020] また、一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法では、上記のように、隣接する欠陥集中領域同士の間に形成される３つの光導波路のうち、中央の光導波路を、隣接する欠陥集中領域同士の第１中心線と中央の光導波路の第２中心線との第１の方向の距離が５μｍ以上３０μｍ以下になるように形成する。これにより、光導波路が基板の高抵抗領域上に形成されるのを抑制することができ、または、光導波路が高抵抗領域上に形成された場合であっても、光導波路が高抵抗領域の中央部上に形成されるのを抑制することができる。その結果、窒化物系半導体レーザ素子の素子特性が低下するの

を抑制することができる。

[0021] また、一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法では、上記のように、複数の窒化物系半導体レーザ素子の第１の方向の幅が互いに略同じ大きさになるように、第２の分割を行うことによって、複数の窒化物系半導体レーザ素子を、略同じ大きさの外形にすることができる。

[0022] 上記一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法において、好ましくは、光導波路を形成する工程は、光導波路を、欠陥集中領域の第３中心線から第１の方向に５０μｍ以上１２０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成する工程を含む。このように、光導波路を、欠陥集中領域の第３中心線から第１の方向に５０μｍ以上の距離を隔てた位置に形成することによって、光導波路を、欠陥集中領域から離れた位置に形成することができる。これにより、光導波路に結晶欠陥が生じるのを抑制することができる。また、光導波路を、欠陥集中領域の第３中心線から第１の方向に１２０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成することによって、光導波路が窒化物系半導体レーザ素子の端部に配置されるのを抑制することができる。その結果、窒化物系半導体レーザ素子の素子特性が低下するのをより抑制することができる。

[0023] 上記一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法において、好ましくは、光導波路を形成する工程は、光導波路を、第２の分割を行う分割位置から第１の方向に５０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成する工程を含む。このように構成すれば、光導波路が窒化物系半導体レーザ素子の中央部に配置されるのを抑制することができる。これにより、光導波路（半導体層）上に形成される電極層と光導波路とを第１の方向にずらした状態で形成することができる。このため、例えば、窒化物系半導体レーザ素子の動作確認を行う場合にプローブ針を電極層に接触させる際や、電極層上にワイヤーボンディングを行う場合にボンディングワイヤー（金属線）を電極層に押圧する際などに、光導波路に負荷がかかるのを抑制することができる。これにより、光導波路が損傷するのを抑制することができる。また、光導波路が窒化物系半導体レーザ素子の中央部に配置されるのを抑制することができるので、

３つの光導波路のうちの中央の光導波路が、隣接する欠陥集中領域同士の第１中心線上に形成されるのを、容易に抑制することができる。

[0024] 上記一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法において、好ましくは、第１の分割を行う工程に先だって、複数の窒化物系半導体レーザ素子にそれぞれ対応するように、半導体層上に、第１の方向に８０μｍ以上の幅を有する複数の第１電極層を形成する工程をさらに備える。このように構成すれば、第１電極層が小さくなるのを抑制することができるので、例えば、窒化物系半導体レーザ素子の動作確認を行う場合のプロービング領域や、第１電極層上にワイヤーボンディングを行う場合のボンディング領域が小さくなるのを抑制することができる。

[0025] 上記一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法において、好ましくは、第１の分割を行う工程は、基板に、第１の方向に略４００μｍのピッチで、第１の方向に延びる複数の分離溝を形成する工程と、複数の分離溝に沿って第１の分割を行う工程とを含み、第１の方向に隣接する分離溝同士の第４中心線は、第１中心線から第１の方向に所定の距離を隔てた位置に配置される。このように構成すれば、複数の分離溝は、欠陥集中領域に対して第１の方向にずれた状態で形成されることになる。分離溝を形成する際に生じるデブリ（加工堆積物）は、分離溝に対して第１の方向に飛散するので、上記のように、分離溝を欠陥集中領域に対してずれた状態で形成することにより、デブリ（加工堆積物）が光導波路上に堆積するのを抑制することができる。デブリが堆積した部分では、分割の際に曲がりを生じる場合があるので、デブリ（加工堆積物）が光導波路上に堆積するのを抑制することにより、分割の際に光導波路の分割面（共振器端面）に曲がりが生じるのを抑制することができる。これにより、窒化物系半導体レーザ素子の素子特性が低下するのをより抑制することができる。

[0026] 上記一の局面による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法において、好ましくは、第１の分割を行う工程に先だって、複数の窒化物系半導体レーザ素子にそれぞれ対応するように、半導体層上に複数の第１電極層を形成する工

程と、基板の裏面上に複数の第２電極層を形成する工程とをさらに備え、第１電極層の各々は、第１の電極パターンまたは第２の電極パターンのいずれか一方の形状に形成され、第２電極層の各々は、第３の電極パターンまたは第４の電極パターンのいずれか一方の形状に形成される。このように構成すれば、第１電極層を２種類の電極パターンに形成することができるとともに、第２電極層も２種類の電極パターンに形成することができるので、第１電極層と第２電極層との電極パターンの組合せは３種類以上（４種類）になる。これにより、３つの光導波路にそれぞれ対応する３つ（３種類）の窒化物系半導体レーザ素子毎に、第１電極層と第２電極層との電極パターンの組合せを変えることができる。その結果、複数の素子（窒化物系半導体レーザ素子）に分割された後においても、第１電極層と第２電極層との電極パターンの組合せから、隣接する欠陥集中領域同士の間のどの部分に形成された素子（窒化物系半導体レーザ素子）であるかを、容易に判別することができる。

発明の効果

[0027] 以上のように、本発明によれば、生産性を向上させながら、素子特性が低下するのを抑制することが可能な窒化物系半導体レーザ素子を容易に得ることができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の一実施形態による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を用いて形成された半導体レーザ素子の概略的な構造を示した斜視図である。

[図2]図１に示した本発明の一実施形態による半導体レーザ素子の概略的な構造を示した正面図である。

[図3]図１に示した本発明の一実施形態による半導体レーザ素子の製造に用いる基板の構造を示した平面図である。

[図4]図１に示した本発明の一実施形態による半導体レーザ素子の製造工程を説明するための平面図である。

[図5]図１に示した本発明の一実施形態による半導体レーザ素子の製造工程を説明するための平面図である。

[図6]図１に示した本発明の一実施形態による半導体レーザ素子の製造工程を説明するための平面図である。

[図7]従来の一例による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を用いて形成された半導体レーザ素子の概略的な構造を示した斜視図である。

[図8]図７に示した従来の一例による半導体レーザ素子の製造に用いる基板の構造を示した平面図である。

[図9]図７に示した従来の一例による半導体レーザ素子の製造工程において、隣接する欠陥集中領域の間に２つの半導体レーザ素子を形成する場合の構造を示した平面図である。

[図10]図７に示した従来の一例による半導体レーザ素子の製造工程において、隣接する欠陥集中領域の間に３つの半導体レーザ素子を形成する場合の構造を示した平面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0030] まず、図１および図２を参照して、本発明の一実施形態による窒化物系半導体レーザ素子の製造方法を用いて形成された半導体レーザ素子１０の構造について説明する。なお、半導体レーザ素子１０は、本発明の「窒化物系半導体レーザ素子」の一例である。

[0031] 本発明の一実施形態による半導体レーザ素子１０は、図１に示すように、窒化物系半導体からなる基板１と、基板１上に形成された半導体層２と、半導体層２上に形成された電流ブロック層３と、電流ブロック層３上に形成された上面電極４と、基板１の裏面上に形成された裏面電極５とを備えている。なお、図１では、簡略化のため上面電極４は長方形状に示している。また、上面電極４は、本発明の「第１電極層」の一例であり、裏面電極５は、本発明の「第２電極層」の一例である。

[0032] また、半導体レーザ素子１０は、図１に示したように基板１および半導体層２の一方側（Ａ１方向側）の端部に欠陥集中領域２０が形成されているもの（後述する半導体レーザ素子１０ａ）と、基板１および半導体層２に欠陥

集中領域２０が形成されていないもの（後述する半導体レーザ素子１０ｂ）と、基板１および半導体層２の他方側（Ａ２方向側）の端部に欠陥集中領域２０が形成されているもの（後述する半導体レーザ素子１０ｃ）とがある。

[0033] 欠陥集中領域２０は、Ａ方向（第１の方向）に約１５μｍの幅を有する。この欠陥集中領域２０は、他の領域に比べて結晶欠陥の多い領域である。そして、結晶欠陥を欠陥集中領域２０に集中させることにより、欠陥集中領域２０以外の領域の結晶欠陥を低減している。

[0034] ここで、本実施形態では、基板１（半導体レーザ素子１０）は、Ａ方向に約１３３μｍ～約１３４μｍの幅を有するように形成されているとともに、Ｂ方向（Ａ方向と直交する方向）（第２の方向）に約３００μｍの長さを有するように形成されている。

[0035] 半導体層２は、Ｂ方向に延びる光導波路（リッジ部）２ａを含んでいる。この光導波路２ａは、Ａ方向に約３μｍの幅を有するように形成されている。

[0036] また、本実施形態では、図２に示すように、光導波路２ａは、半導体レーザ素子１０の中心線Ｌ１と光導波路２ａの中心線Ｌ２とのＡ方向の距離Ｗ１が、例えば約５μｍ以上約３０μｍ以下、好ましくは約１５μｍ以上約３０μｍ以下、より好ましくは約２０μｍ以上約３０μｍ以下になるように形成されている。また、光導波路２ａは、半導体レーザ素子１０のＡ２方向の端面からＡ１方向に、約５０μｍ以下（例えば、約３７．５μｍ～約４４．５μｍ）の距離Ｗ２を隔てた位置に形成されている。

[0037] また、光導波路２ａ上には、図示しない金属層などが形成されていてもよい。

[0038] 電流ブロック層３は、半導体層２上を覆うように配置されている。この電流ブロック層３の光導波路２ａ上の所定領域には、図示しない開口部が形成されており、上面電極４は、電流ブロック層３の開口部（図示せず）を介して、半導体層２に電気的に接続されている。

[0039] また、本実施形態では、上面電極４は、Ａ方向に約８０μｍの幅を有する

ように形成されている。また、上面電極４は、図１に示すように、Ｂ方向に約２６０μｍの長さを有するように形成されているとともに、半導体レーザ素子１０のＢ方向の端面（後述する劈開面１１）から、約２０μｍの距離を隔てて配置されている。

[0040] また、上面電極４は、図２に示すように、上面電極４の中心線Ｌ３と光導波路２ａの中心線Ｌ２とのＡ方向の距離Ｗ３が、約２０μｍになるように配置されている。

[0041] また、上面電極４は、半導体レーザ素子１０の動作確認を行う場合にプローブ針（図示せず）が接触されるプロービング領域として機能する。また、上面電極４は、外部との電気的な接続を行うためのワイヤーボンディング工程において、ボンディングワイヤー（金属線）（図示せず）が接続されるボンディング領域として機能する。

[0042] ここで、上面電極４に、例えば、約２５μｍの直径を有するボンディングワイヤー（図示せず）を用いて、ボール径が約８０μｍになるようにワイヤーボンディングを行う場合、ボンディングワイヤー（ボール）（図示せず）の一部は、光導波路２ａにかかることになる。しかしながら、本実施形態では、上面電極４の中心線Ｌ３と光導波路２ａの中心線Ｌ２とのＡ方向の距離Ｗ３が約２０μｍになるように、上面電極４を配置しているので、ボンディングワイヤー（図示せず）の中心部が光導波路２ａにかかるのを抑制することが可能である。これにより、光導波路２ａに負荷がかかるのを抑制することが可能であるので、光導波路２ａが損傷するのを抑制することが可能である。

[0043] 裏面電極５は、上面電極４と略同じ大きさを有するように形成されている。すなわち、裏面電極５は、Ａ方向に約８０μｍの幅を有するように形成されているとともに、Ｂ方向（図１参照）に約２６０μｍの長さを有するように形成されている。そして、裏面電極５は、上面電極４の実質的に真下の位置に配置されている。

[0044] また、図１に示すように、半導体レーザ素子１０のＢ方向の両端には、劈

開面（共振器端面）１１が形成されている。この劈開面１１は、光導波路２ａと直交するように形成されている。また、劈開面１１上には、図示しない反射膜が形成されている。

[0045] また、図１に示した半導体レーザ素子１０（後述する半導体レーザ素子１０ａ）では、劈開面１１に、後述する劈開（第１の分割）を行うための段差部１１ａが形成されている。この段差部１１ａは、数十μｍの深さを有し、基板１に達するように形成されている。また、段差部１１ａは、Ａ１方向の端部から、例えば約６０μｍのＡ方向の長さを有するように形成されている。

[0046] なお、本実施形態では、段差部１１ａは、後述する半導体レーザ素子１０ｂおよび１０ｃの劈開面１１には形成されていない。

[0047] 次に、図１、図３～図６を参照して、本発明の一実施形態による半導体レーザ素子１０の製造方法について説明する。

[0048] まず、図３に示すように、Ａ方向に約４００μｍのピッチＰ１で配置された複数の欠陥集中領域２０が形成された窒化物系半導体からなる基板（ウェハ）１を準備する。欠陥集中領域２０は、Ａ方向に約３０μｍの幅Ｗ４を有するとともに、Ｂ方向に延びるように形成されている。

[0049] また、基板１には、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に、Ａ方向に数十μｍ～数百μｍの幅を有する高抵抗領域１ａ（図３のハッチング領域）が形成されている。この高抵抗領域１ａは、隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１上に跨るように形成されている。なお、中心線Ｌ１１は、本発明の「第１中心線」の一例である。

[0050] そして、図１および図４に示すように、基板１上に、Ｂ方向に延びる複数の光導波路（リッジ部）２ａを有する窒化物系半導体からなる半導体層２を形成する。なお、図４および後述する図５および図６の２点鎖線は、素子毎（半導体レーザ素子１０毎）に分割する位置を示している。また、図４および後述する図５では、電流ブロック層３は図示していない。

[0051] また、基板１上に半導体層２を形成する際に、半導体層２のうち、基板１

の結晶欠陥の多い欠陥集中領域２０上に形成される領域は、結晶欠陥の多い欠陥集中領域２０となる。

[0052] また、本実施形態では、図４に示すように、基板１上の、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に、３つの光導波路２ａを形成する。

[0053] 具体的には、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの光導波路２ａのうち、Ａ１方向側の光導波路２ａは、この光導波路２ａの中心線Ｌ２１と欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１とのＡ方向の距離Ｗ１１が約９４μｍになるように形成される。すなわち、この光導波路２ａは、欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１からＡ方向に約９２．５μｍ（５０μｍ以上１２０μｍ以下）の距離を隔てた位置に形成される。このため、この光導波路２ａの中心線Ｌ２１は、分離位置Ｌ４１（半導体レーザ素子１０の端面）からＡ方向に約３９μｍ（５０μｍ以下）の距離Ｗ１２を隔てた位置に配置される。

[0054] また、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの光導波路２ａのうち、中央の光導波路２ａは、この光導波路２ａの中心線Ｌ２２と欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１とのＡ方向の距離Ｗ１３ａおよびＷ１３ｂがそれぞれ約２２０μｍおよび約１８０μｍになるように形成される。なお、中心線Ｌ２２は、本発明の「第２中心線」の一例である。

[0055] このため、本実施形態では、この光導波路２ａの中心線Ｌ２２は、隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１からＡ方向に約２０．５μｍ（５μｍ以上３０μｍ以下）の距離Ｗ１４を隔てた位置に配置される。また、この光導波路２ａの中心線Ｌ２２は、分離位置Ｌ４２（半導体レーザ素子１０の端面）からＡ方向に約４６μｍ（５０μｍ以下）の距離Ｗ１５を隔てた位置に配置される。

[0056] また、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの光導波路２ａのうち、Ａ２方向側の光導波路２ａは、この光導波路２ａの中心線Ｌ２３と欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１とのＡ方向の距離Ｗ１６が約９４μｍになるように形成される。すなわち、この光導波路２ａは、欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１からＡ方向に約９２．５μｍ（５０μｍ以上１２０μｍ以下

）の距離を隔てた位置に形成される。このため、この光導波路２ａの中心線Ｌ２３は、分離位置Ｌ４２（半導体レーザ素子１０の端面）からＡ方向に約４０μｍ（５０μｍ以下）の距離Ｗ１７を隔てた位置に配置される。なお、中心線Ｌ３１は、本発明の「第３中心線」の一例である。

[0057] その後、光導波路２ａ上に、金属層（図示せず）などを形成する。

[0058] そして、図１に示すように、半導体層２上を覆うように、電流ブロック層３を形成する。その後、電流ブロック層３の光導波路２ａ上の所定領域に、開口部（図示せず）を形成する。

[0059] そして、電流ブロック層３の開口部（図示せず）を覆うように、電流ブロック層３上の所定領域に複数の上面電極４を形成する。

[0060] 具体的には、図５に示すように、上面電極４を、半導体レーザ素子１０となる領域毎に１つずつ形成する。また、上面電極４を、Ａ方向に約８０μｍの幅を有するように形成する。このとき、上面電極４を、上面電極４の中心線Ｌ３と光導波路２ａの中心線Ｌ２（Ｌ２１、Ｌ２２、Ｌ２３）とのＡ方向の距離Ｗ２１が約２０μｍになるように配置する。また、上面電極４を、劈開位置Ｌ５１（半導体レーザ素子１０の劈開面１１）から約２０μｍの距離を隔てて、Ｂ方向に約２６０μｍの長さを有するように形成する。

[0061] また、このとき、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの上面電極４のうち、Ａ１方向側の上面電極４ａおよび中央の上面電極４ｂは、同じ形状の電極パターンＱ１に形成される。その一方、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの上面電極４のうち、Ａ２方向側の上面電極４ｃは、電極パターンＱ１とは異なる形状の電極パターンＱ２に形成される。すなわち、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの上面電極４は、２種類の電極パターンに形成される。なお、上面電極４の電極パターンの形状は、図５に示した形状に限定されない。また、電極パターンＱ１は、本発明の「第１の電極パターン」および「第３の電極パターン」の一例である。また、電極パターンＱ２は、本発明の「第２の電極パターン」および「第４の電極パターン」の一例である。

[0062] その後、図１および図６に示すように、基板１の裏面上の所定領域に、複数の裏面電極５を形成する。

[0063] 具体的には、裏面電極５を、Ａ方向に約８０μｍの幅を有するように形成するとともに、Ｂ方向に約２６０μｍの長さを有するように形成する。そして、裏面電極５を、上面電極４の実質的に真下の位置に形成する。

[0064] このとき、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの裏面電極５のうち、Ａ１方向側の裏面電極５ａは、電極パターンＱ１に形成される。その一方、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの裏面電極５のうち、中央の裏面電極５ｂおよびＡ２方向側の裏面電極５ｃは、電極パターンＱ１とは異なる形状の電極パターンＱ２に形成される。すなわち、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に配置された３つの裏面電極５は、２種類の電極パターンに形成される。また、裏面電極５の２種類の電極パターンＱ１およびＱ２は、上面電極４の２種類の電極パターンＱ１およびＱ２とそれぞれ略同じ形状である。

[0065] このように、本実施形態では、裏面電極５を基板１の裏面上の全域に形成しないので、裏面電極５を基板１の裏面上の全域に形成する場合と異なり、後述する分割を行う工程の前に、裏面電極５の分割位置上の部分をレーザを用いて除去する必要がない。このため、裏面電極５の分割位置上の部分をレーザを用いて除去する場合と異なり、裏面電極５上にデブリ（加工堆積物）が堆積することがない。これにより、後述する劈開面１１上に反射膜（図示せず）を形成する工程において、裏面電極５上に反射膜が形成されるのを抑制することが可能である。

[0066] 次に、図５に示すように、基板１の上面の劈開位置Ｌ５１（半導体レーザ素子１０の劈開面１１となる位置）に、複数の劈開用溝１１ｂを形成する。なお、劈開用溝１１ｂは、本発明の「分離溝」の一例である。

[0067] 具体的には、複数の劈開用溝１１ｂを、Ａ方向に約４００μｍのピッチで、Ａ方向に延びるように形成する。また、複数の劈開用溝１１ｂを、数十μｍの深さを有するとともに、Ａ方向に約６０μｍの長さを有するように形成

する。

[0068] 本実施形態では、Ａ方向に隣接する劈開用溝１１ｂ同士の中心線Ｌ６１と、隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１とのＡ方向の距離Ｗ２１が約３０μｍになるように、劈開用溝１１ｂを形成する。このため、劈開用溝１１ｂは、欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１からＡ２方向に約６０μｍの長さで形成される。なお、中心線Ｌ６１は、本発明の「第４中心線」の一例である。

[0069] また、本実施形態では、Ａ２方向側からＡ１方向側に向かって、レーザ加工により、劈開用溝１１ｂを形成する。このため、劈開用溝１１ｂを形成する際のデブリ（加工堆積物）は、Ａ１方向に向かって飛散するとともに、劈開位置Ｌ５１上に堆積する。しかしながら、本実施形態では、隣接する劈開用溝１１ｂ同士の中心線Ｌ６１と、隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１とのＡ方向の距離Ｗ２１が約３０μｍになるように劈開用溝１１ｂを形成するので、デブリ（加工堆積物）は、光導波路２ａまでは届かず光導波路２ａ上には堆積しない。

[0070] そして、複数の劈開用溝１１ｂ（劈開位置Ｌ５１）に沿って、基板（ウェハ）１を劈開（第１の分割）する。これにより、劈開用溝１１ｂは段差部１１ａ（図１参照）になるとともに、基板（ウェハ）１はＡ方向に延びるバー状に形成される。

[0071] その後、バー状の基板（ウェハ）１を複数枚重ね合わせ、劈開面１１上に反射膜（図示せず）を形成する。

[0072] そして、基板（ウェハ）１を、Ｂ方向に沿って分割位置Ｌ４１、Ｌ４２およびＬ４３で分離（第２の分割）することにより、複数の半導体レーザ素子１０が形成される。

[0073] 具体的には、分離位置Ｌ４３は、欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１と同じ位置である。また、分離位置Ｌ４１は、分離位置Ｌ４３からＡ２方向に約１３３μｍ隔てた位置である。また、分離位置Ｌ４２は、分離位置Ｌ４１からＡ２方向に約１３３μｍ隔てた位置であるとともに、分離位置Ｌ４３からＡ

１方向に約１３４μｍ隔てた位置である。

[0074] これにより、略同じ大きさの外形を有する半導体レーザ素子１０ａ、１０ｂおよび１０ｃが得られる。

[0075] 次に、上記のようにして得られた半導体レーザ素子１０ａ、１０ｂおよび１０ｃが欠陥集中領域２０同士の間のどの部分に形成された素子（半導体レーザ素子１０）であるかを判別する場合について説明する。

[0076] 半導体レーザ素子１０ａ、１０ｂおよび１０ｃは、略同じ外形に形成されているので、素子毎に分離された状態では、半導体レーザ素子１０（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ）が欠陥集中領域２０同士の間のどの部分に形成された素子（半導体レーザ素子１０）であるかを、外形から判別するのは困難である。そこで、本実施形態では、認識装置（図示せず）を用いて電極パターンを認識することによって、半導体レーザ素子１０（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ）が欠陥集中領域２０同士の間のどの部分に形成された素子（半導体レーザ素子１０）であるかを判別する。

[0077] 例えば、２種類の電極パターン（Ｑ１およびＱ２）しか認識できない認識装置（図示せず）を用いる場合、上面電極４の電極パターンを認識するたけでは、半導体レーザ素子１０ａおよび１０ｂと半導体レーザ素子１０ｃとは判別できる一方、半導体レーザ素子１０ａと半導体レーザ素子１０ｂとを判別するのが困難である。しかしながら、本実施形態では、半導体レーザ素子１０ａの裏面電極５の電極パターン（Ｑ１）と半導体レーザ素子１０ｂの裏面電極５の電極パターン（Ｑ２）とが異なっているので、認識装置が２種類の電極パターン（Ｑ１およびＱ２）しか認識できない場合であっても、上面電極４と裏面電極５との電極パターンを認識することにより、半導体レーザ素子１０ａと半導体レーザ素子１０ｂとを判別することが可能である。

[0078] 本実施形態では、上記のように、基板１上の、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に、３つの光導波路２ａを形成することによって、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に１つまたは２つの光導波路２ａを形成する場合に比べて、半導体レーザ素子１０の取れ数を増加させることができる。これにより

、半導体レーザ素子１０の生産性を向上させることができる。

[0079] また、本実施形態では、上記のように、隣接する欠陥集中領域２０同士の間に形成される３つの光導波路２ａのうち、中央の光導波路２ａを、中央の光導波路２ａの中心線Ｌ２２と隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１とのＡ方向の距離が２０μｍ以上になるように形成する。これにより、中央の光導波路２ａが基板１の高抵抗領域１ａ上に形成されるのを抑制することができ、または、中央の光導波路２ａが高抵抗領域１ａ上に形成された場合であっても、中央の光導波路２ａが高抵抗領域１ａの中央部上に形成されるのを抑制することができる。これにより、半導体レーザ素子１０の素子特性が低下するのを抑制することができる。

[0080] また、本実施形態では、上記のように、光導波路２ａを、欠陥集中領域２０の中心線Ｌ３１からＡ方向に９０μｍ以上の距離を隔てた位置に形成することによって、光導波路２ａを、欠陥集中領域２０から離れた位置に形成することができる。これにより、光導波路２ａに結晶欠陥が生じるのを抑制することができるので、半導体レーザ素子１０の素子特性が低下するのをより抑制することができる。

[0081] また、本実施形態では、上記のように、光導波路２ａを、分割位置（Ｌ４１、Ｌ４２、Ｌ４３）からＡ方向に５０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成することによって、光導波路２ａが半導体レーザ素子１０の中央部に配置されるのを抑制することができる。これにより、光導波路２ａ（半導体層２）上に形成される上面電極４と光導波路２ａとをＡ方向にずらした状態で形成することができる。このため、例えば、半導体レーザ素子１０の動作確認を行う場合にプローブ針を上面電極４に接触させる際や、上面電極４上にワイヤーボンディングを行う場合にボンディングワイヤー（金属線）を上面電極４に押圧する際などに、光導波路２ａに負荷がかかるのを抑制することができる。これにより、光導波路２ａが損傷するのを抑制することができる。また、光導波路２ａが半導体レーザ素子１０の中央部に配置されるのを抑制することができるので、３つの光導波路２ａのうちの中央の光導波路２ａが、

隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１上に形成されるのを、容易に抑制することができる。

[0082] また、本実施形態では、上記のように、複数の上面電極４を、Ａ方向に８０μｍ以上の幅を有するように形成する。これにより、上面電極４が小さくなるのを抑制することができるので、例えば、半導体レーザ素子１０の動作確認を行う場合のプロービング領域や、上面電極４上にワイヤーボンディングを行う場合のボンディング領域が小さくなるのを抑制することができる。

[0083] また、本実施形態では、上記のように、Ａ方向に隣接する劈開用溝１１ｂ同士の中心線Ｌ６１を、隣接する欠陥集中領域２０同士の中心線Ｌ１１からＡ２方向に約３０μｍの距離Ｗ２１を隔てた位置に配置する。これにより、複数の劈開用溝１１ｂは、欠陥集中領域２０に対してＡ２方向にずれた状態で形成されることになる。劈開用溝１１ｂを形成する際に生じるデブリ（加工堆積物）は、劈開用溝１１ｂに対してＡ１方向に飛散するので、上記のように劈開用溝１１ｂを欠陥集中領域２０に対してＡ２方向にずれた状態で形成することにより、デブリ（加工堆積物）が光導波路２ａ上に堆積するのを抑制することができる。デブリが堆積した部分では、劈開の際に曲がりを生じる場合があるので、デブリ（加工堆積物）が光導波路２ａ上に堆積するのを抑制することにより、劈開の際に光導波路２ａの劈開面（共振器端面）１１に曲がりが生じるのを抑制することができる。これにより、半導体レーザ素子１０の素子特性が低下するのをより抑制することができる。

[0084] また、本実施形態では、上記のように、３つの光導波路２ａにそれぞれ対応する３つ（３種類）の半導体レーザ素子１０（１０ａ、１０ｂ、１０ｃ）毎に、上面電極４と裏面電極５との電極パターンの組合せを変える。これにより、その後の工程において認識装置が例えば２種類の電極パターンしか記憶できない場合であっても、分割された後の上面電極４と裏面電極５との電極パターン（Ｑ１およびＱ２）の組合せから、隣接する欠陥集中領域２０同士の間のどの部分に形成された素子（半導体レーザ素子１０）であるかを、容易に判別することができる。

[0085] なお、今回開示された実施形態および実施例は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態および実施例の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれる。

[0086] 例えば、上記実施形態で示した長さ、幅および距離は一例であり、上記実施形態の数値に限定されない。

[0087] また、上記実施形態では、上面電極の２種類の電極パターンと裏面電極の２種類の電極パターンとを同じ形状にした例について説明したが、本発明はこれに限らず、上面電極の２種類の電極パターンと裏面電極の２種類の電極パターンとを異なる形状にしてもよい。

[0088] また、上記実施形態では、上面電極を、２種類の電極パターンに形成するとともに、裏面電極を、２種類の電極パターンに形成した例について示したが、本発明はこれに限らず、上面電極および裏面電極の少なくとも一方を、３種類の電極パターンに形成してもよい。また、上面電極および裏面電極の全てを、１種類の電極パターンに形成してもよい。

符号の説明

[0089] １　基板

１ａ　高抵抗領域

２　半導体層

２ａ　光導波路

４　上面電極（第１電極層）

５　裏面電極（第２電極層）

１０　半導体レーザ素子（窒化物系半導体レーザ素子）

１１ｂ　劈開用溝（分離溝）

２０　欠陥集中領域

Ｌ１１　中心線（第１中心線）

Ｌ２２　中心線（第２中心線）

Ｌ３１　中心線（第３中心線）

Ｌ４１、Ｌ４２、Ｌ４３　分割位置

Ｌ６１　中心線（第４中心線）

Ｑ１　電極パターン（第１の電極パターン、第３の電極パターン）

Ｑ２　電極パターン（第２の電極パターン、第４の電極パターン）

請求の範囲

[請求項1] 第１の方向に略４００μｍのピッチで配置されるとともに前記第１の方向と直交する第２の方向に延びる複数の欠陥集中領域を有する窒化物系半導体からなる基板を準備する工程と、

前記基板上に、前記第２の方向に延びる複数の光導波路を有する窒化物系半導体からなる半導体層を形成する工程と、

前記第１の方向に沿って第１の分割を行う工程と、

前記第２の方向に沿って第２の分割を行うことにより、複数の窒化物系半導体レーザ素子を形成する工程とを備え、

前記半導体層を形成する工程は、

前記基板上の、隣接する前記欠陥集中領域同士の間に、３つの前記光導波路を形成する工程と、

前記隣接する欠陥集中領域同士の間に形成される前記３つの光導波路のうち、中央の光導波路を、前記隣接する欠陥集中領域同士の第１中心線と前記中央の光導波路の第２中心線との前記第１の方向の距離が５μｍ以上３０μｍ以下になるように形成する工程とを含み、

前記第２の分割を行う工程は、前記複数の窒化物系半導体レーザ素子の前記第１の方向の幅が互いに略同じ大きさになるように、前記第２の分割を行う工程を含むことを特徴とする窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

[請求項2] 前記光導波路を形成する工程は、前記光導波路を、前記欠陥集中領域の第３中心線から前記第１の方向に５０μｍ以上１２０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成する工程を含むことを特徴とする請求項１に記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

[請求項3] 前記光導波路を形成する工程は、前記光導波路を、前記第２の分割を行う分割位置から前記第１の方向に５０μｍ以下の距離を隔てた位置に形成する工程を含むことを特徴とする請求項１または２に記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

[請求項4] 前記第１の分割を行う工程に先だって、前記複数の窒化物系半導体レーザ素子にそれぞれ対応するように、前記半導体層上に、前記第１の方向に８０μｍ以上の幅を有する複数の第１電極層を形成する工程をさらに備えることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

[請求項5] 前記第１の分割を行う工程は、

前記基板に、前記第１の方向に略４００μｍのピッチで、前記第１の方向に延びる複数の分離溝を形成する工程と、

前記複数の分離溝に沿って前記第１の分割を行う工程とを含み、

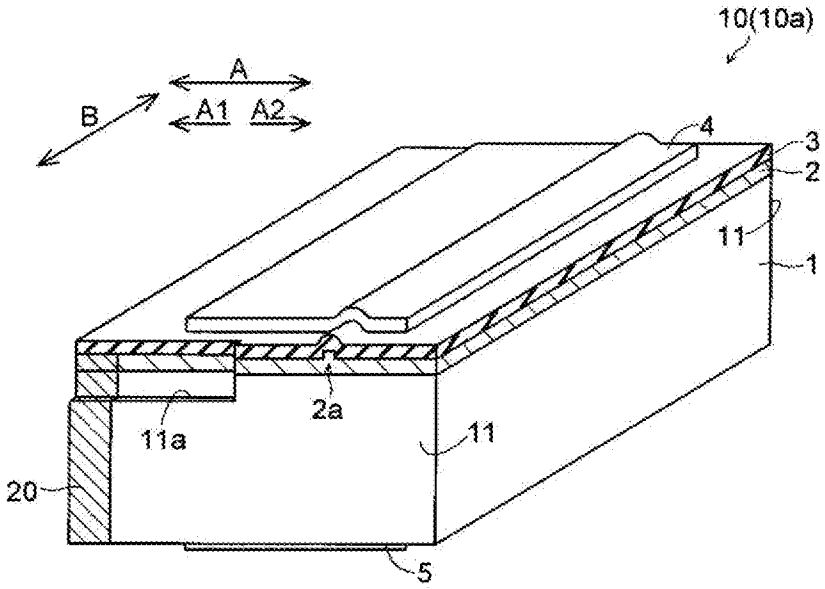
前記第１の方向に隣接する前記分離溝同士の第４中心線は、前記第１中心線から前記第１の方向に所定の距離を隔てた位置に配置されることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

[請求項6] 前記第１の分割を行う工程に先だって、前記複数の窒化物系半導体レーザ素子にそれぞれ対応するように、前記半導体層上に複数の第１電極層を形成する工程と、前記基板の裏面上に複数の第２電極層を形成する工程とをさらに備え、

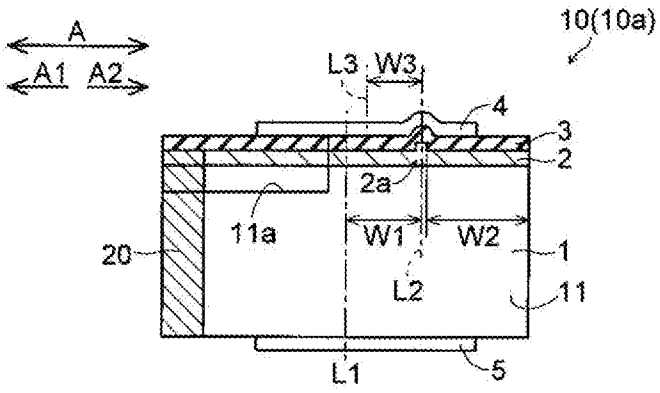
前記第１電極層の各々は、第１の電極パターンまたは第２の電極パターンのいずれか一方の形状に形成され、

前記第２電極層の各々は、第３の電極パターンまたは第４の電極パターンのいずれか一方の形状に形成されることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の窒化物系半導体レーザ素子の製造方法。

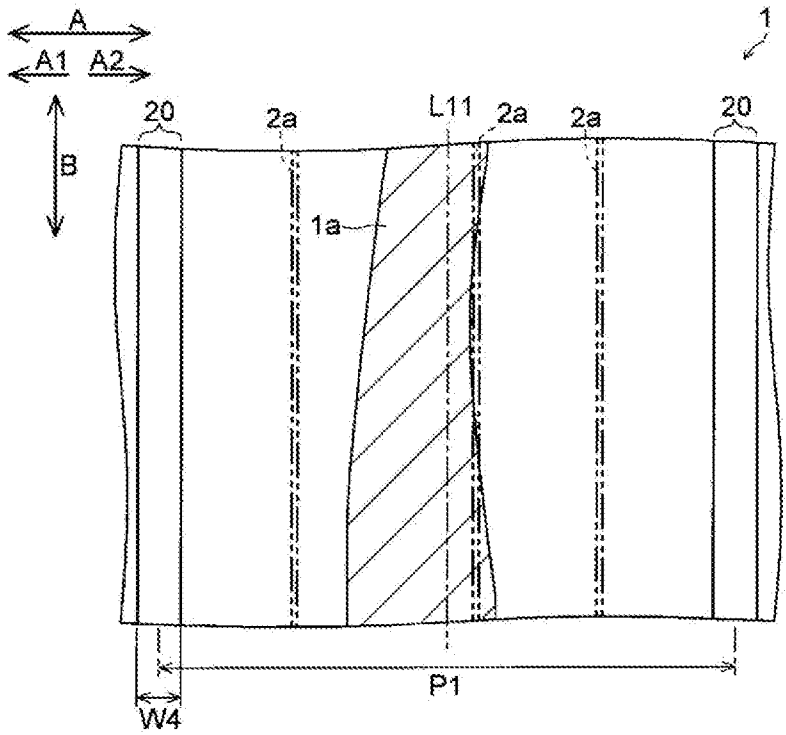
[図1]


10(10a)
A
A1 A2
B
4
3
2
11
1
2a
11a
11
20
5

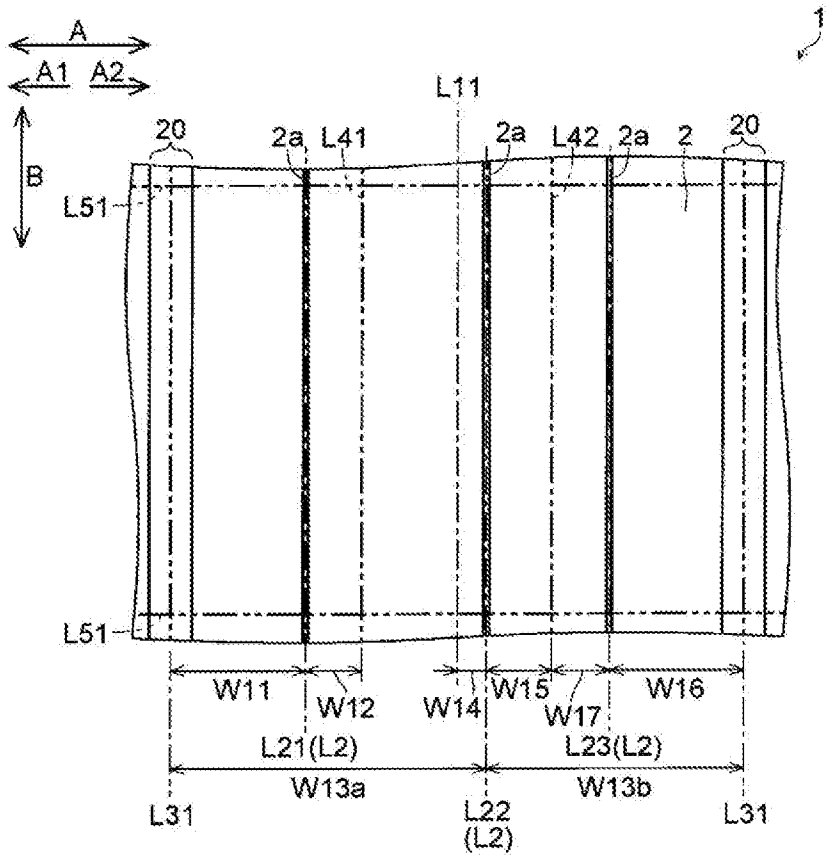
[図2]


10(10a)
A
A1 A2
L3 W3
4
3
2
2a
11a
W1
W2
1
20
L2
11
L1
5

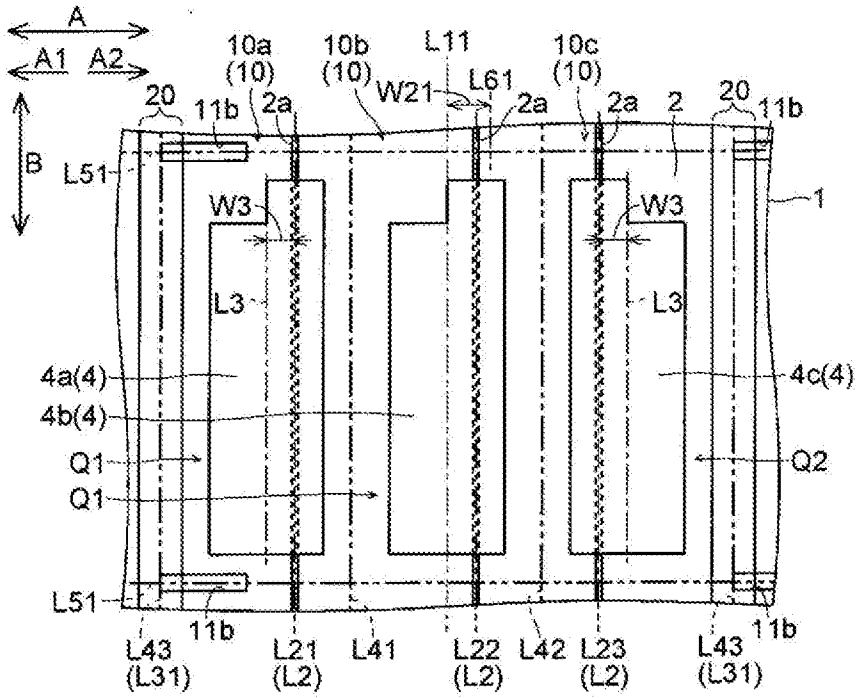
[図3]


A
A1 A2
B
1
20
2a
L11
2a
2a
20
1a
P1
W4

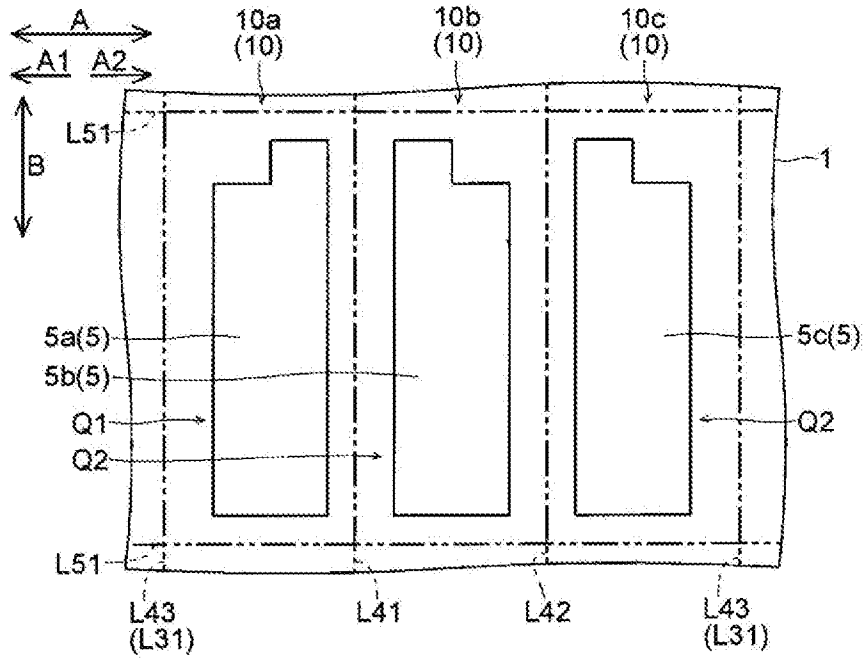
[図4]


A
A1 A2
B
1
L11
20
2a
L41
2a
L42
2a
2
20
L51
L51
W11
W12
W14
W15
W17
W16
L21(L2)
L23(L2)
W13a
W13b
L31
L22
(L2)
L31

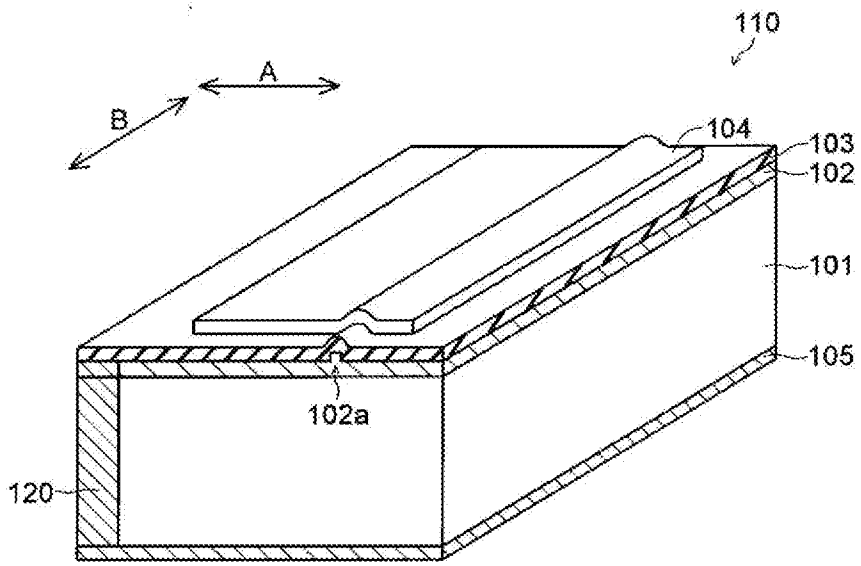
[図5]


A
A1
A2
B
10a
(10)
10b
(10)
L11
10c
(10)
W21
L61
20
11b
2a
2
L51
W3
L3
1
4a(4)
4b(4)
4c(4)
Q1
Q2
L43
(L31)
L21
(L2)
L41
L22
(L2)
L42
L23
(L2)

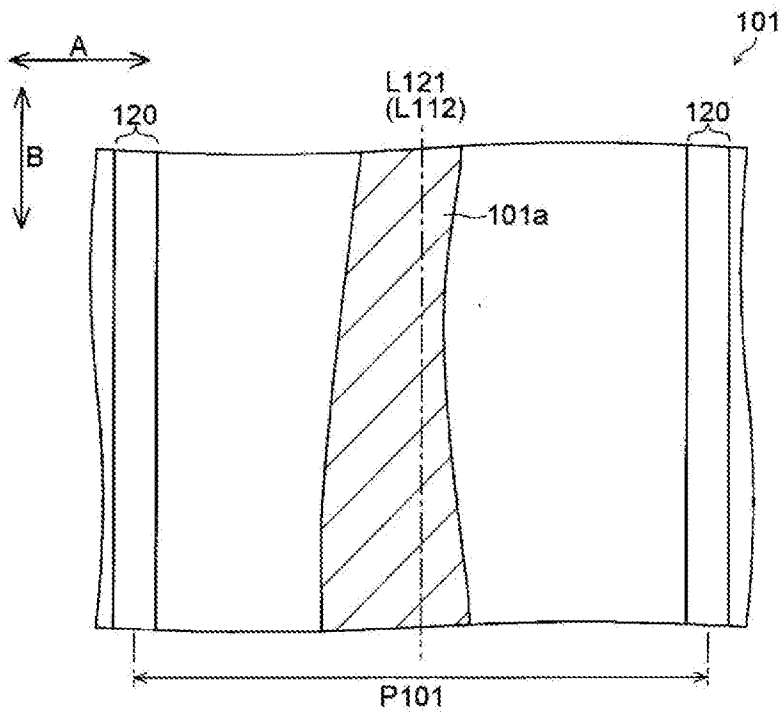
[図6]


A
A1
A2
B
10a
(10)
10b
(10)
10c
(10)
L51
1
5a(5)
5b(5)
5c(5)
Q1
Q2
L43
(L31)
L41
L42

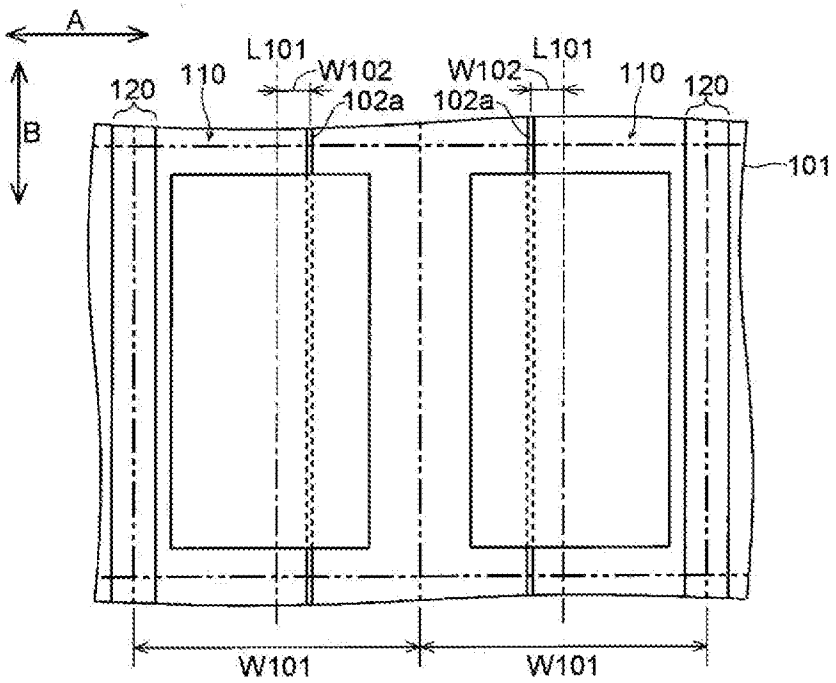
[図7]


110
A
B
104
103
102
101
105
102a
120

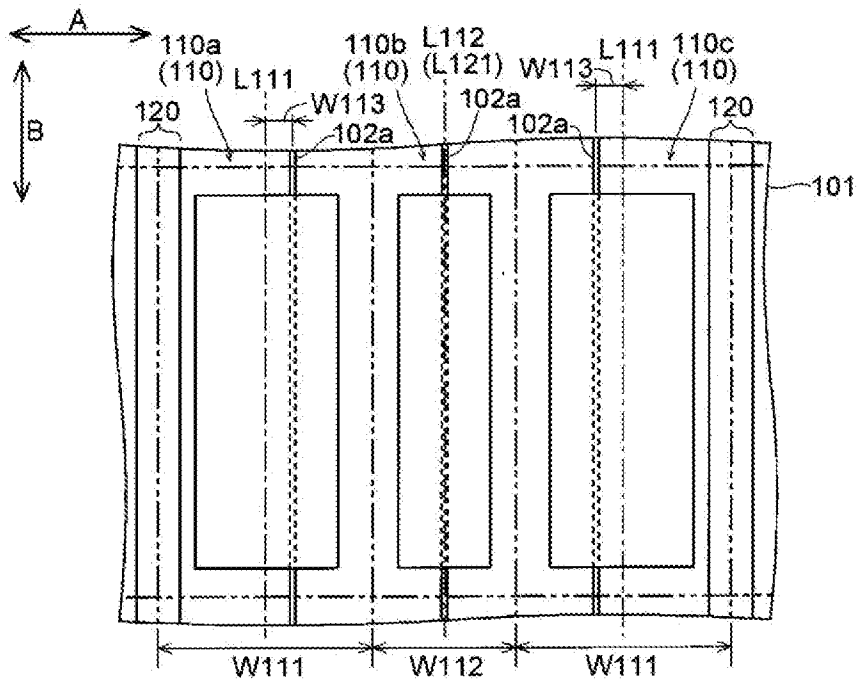
[図8]


101
A
B
L121
(L112)
120
120
101a
P101

[図9]


A
B
L101
W102
102a
110
120
101
W101

[図10]


A
B
110a
(110)
L111
W113
102a
110b
(110)
L112
(L121)
120
101
W111
W112

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/058513

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S5/323(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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X	JP 2008-028144 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraph [0017]; fig. 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2002-217498 A (Sharp Corp.), 02 August 2002 (02.08.2002), entire text; all drawings & US 2004/0113141 A1 & WO 2002/056435 A1	1-6
A	JP 2003-289176 A (Sony Corp.), 10 October 2003 (10.10.2003), entire text; all drawings & US 2005/0023541 A1	1-6

☒ 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
10 August, 2010 (10.08.10)	24 August, 2010 (24.08.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/058513

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 2005-191547 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 July 2005 (14.07.2005), entire text; all drawings & US 2005/0116243 A1	1-6
A	JP 10-027769 A (Toshiba Corp.), 27 January 1998 (27.01.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2001-085736 A (Sharp Corp.), 30 March 2001 (30.03.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
P,X	JP 2009-200341 A (Sharp Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraph [0055]; fig. 3 (Family: none)	1-6
P,X	JP 2009-200478 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0132] to [0135]; fig. 15 & US 2009/0185594 A1 & CN 101499621 A & KR 10-2009-0080486 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５８５１３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01S5/323(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（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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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
X	JP 2008-028144 A (三菱電機株式会社) 2008.02.07, 段落番号【００１７】、図３ (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-217498 A (シャープ株式会社) 2002.08.02, 全文、全図 & US 2004/0113141 A1 & WO 2002/056435 A1	1-6

☑　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
１０．０８．２０１０	２４．０８．２０１０

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　３４９８
松崎　義邦
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 2003-289176 A (ソニー株式会社) 2003.10.10, 全文、全図 & US 2005/0023541 A1	1-6
A	JP 2005-191547 A (松下電器産業株式会社) 2005.07.14, 全文、全図 & US 2005/0116243 A1	1-6
A	JP 10-027769 A (株式会社東芝) 1998.01.27, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2001-085736 A (シャープ株式会社) 2001.03.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
P, X	JP 2009-200341 A (シャープ株式会社) 2009.09.03, 段落番号【００５５】、図３ (ファミリーなし)	1-6
P, X	JP 2009-200478 A (三洋電機株式会社) 2009.09.03, 段落番号【０１３２】－【０１３５】、図１５ & US 2009/0185594 A1 & CN 101499621 A & KR 10-2009-0080486 A	1-6