(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4月29日(29.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/079969 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2021.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/039828

(22) 国際出願日： 2020年10月23日(23.10.2020)

(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 2019-193503 2019年10月24日(24.10.2019) JP

(71) 出願人: ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社 (**NUVOTON TECHNOLOGY CORPORATION JAPAN**) [JP/JP]; 〒6178520 京都府長岡京市神足焼町１番地 Kyoto (JP).

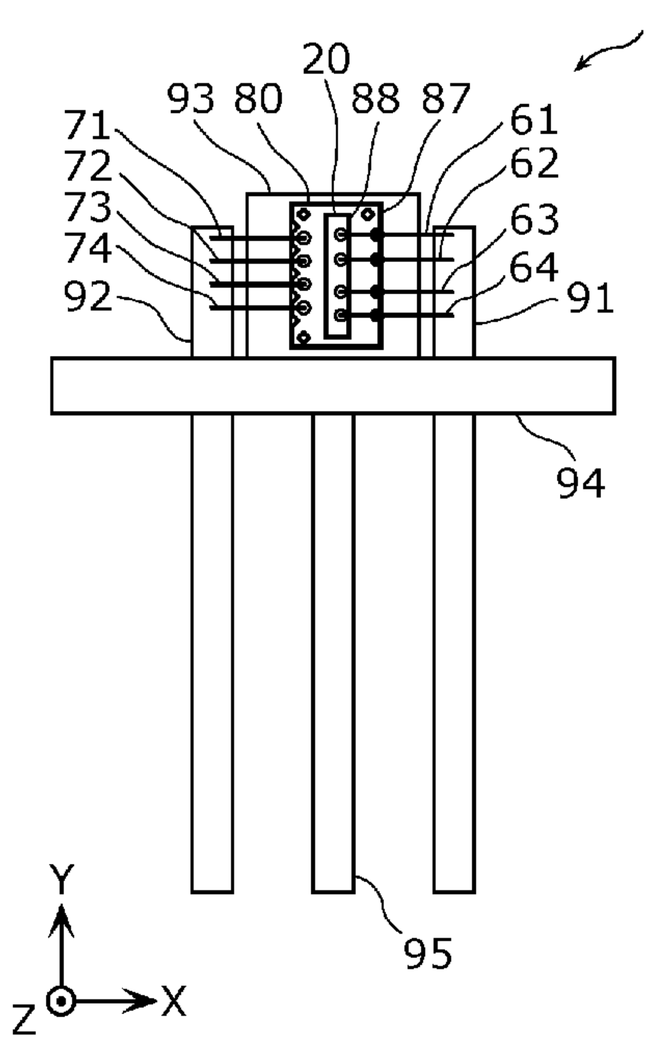
(72) 発明者: 馬場 靖夫 (**BABA, Yasuo**). 西川 透 (**NISHIKAWA, Tohru**).

(74) 代理人: 新居 広守, 外 (**NII, Hiromori** et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５丁目３番１０号タナカ・イトーピア新大阪ビル６階新居国際特許事務所内 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, 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, IT, 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,

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

(54) 発明の名称： 半導体レーザ装置



(57) **Abstract:** A semiconductor laser device (10) is provided with: a base body (80) that has a main surface (80a); a semiconductor laser element (20) that has a resonator extending in a first direction; and a plurality of first wire groups and a plurality of second wire groups arrayed in the first direction, wherein each of the first wire groups has a first wire joined to a first joining region in the top surface of the semiconductor laser element (20) and a first mark formed in the main surface (80a), each of the second wire groups has a second wire joined to a second joining region in the main surface (80a) and a second mark formed in the main surface (80a), and, in a top view of the main surface (80a), the first wire is positioned so as to overlap the first mark and the second wire is positioned so as to overlap the second mark.

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：半導体レーザ装置（１０）は、主面（８０ａ）を有する基体（８０）と、第１方向に沿って延びる共振器を有する半導体レーザ素子（２０）と、第１方向に沿って配列される、複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループとを備え、複数の第１ワイヤグループの各々は、半導体レーザ素子（２０）の天面の第１接合領域に接合される第１ワイヤ、及び、主面（８０ａ）に形成される第１マーク部を有し、複数の第２ワイヤグループの各々は、主面（８０ａ）の第２接合領域に接合される第２ワイヤ、及び、主面（８０ａ）に形成される第２マーク部を有し、主面（８０ａ）の上面視において、第１ワイヤは、第１マーク部と重なる位置に配置され、第２ワイヤは、第２マーク部と重なる位置に配置される。

明　細　書

発明の名称 ： 半導体レーザ装置

技術分野

[0001]　本開示は、半導体レーザ装置に関する。

背景技術

[0002]　従来、半導体レーザ素子は、高出力化が進められており、レーザ加工用の高効率なレーザ光源として注目されている。半導体レーザ素子の高出力化に伴い、半導体レーザ素子への供給電流が増大している。供給電流の増大に伴う発熱を低減するために、電流供給用のワイヤの低抵抗化が求められる。ワイヤの低抵抗化のための一つの手段として、ワイヤの太線化が考えられるが、半導体レーザ素子の電極のサイズは限られているため、ワイヤの太線化には限界がある。

[0003]　そこで、複数のワイヤを用いて電流を供給する技術が提案されている（特許文献１）。特許文献１に記載された発明においては、等間隔で配置された複数のワイヤによって、サブマウントと半導体レーザ素子の電極とを接続している。これにより、１本のワイヤだけを用いる場合より、サブマウントから半導体レーザ素子の電極までの電気抵抗を低減しようとしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００３－１９８０５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、特許文献１に記載された半導体レーザ素子では、複数のワイヤが適切な位置に配置されない場合がある。例えば、複数のワイヤが、半導体レーザ素子の電極上において偏って配置された場合には、半導体レーザ素子の活性層に電流が均一に供給されない。なお、複数のワイヤが偏って配置された場合でも半導体レーザ素子の活性層に均一な電流を供給するために

、例えば、電極において、電流を拡散させることができればよいが、電流を十分に拡散させられる程度には、電極の膜厚は大きくない。

[0006] このように、活性層に電流が均一に供給されない場合、レーザ光の出力が低下するなどの問題が発生し得る。また、複数のワイヤがサブマウント上の一部の領域に偏って配置された場合にも、半導体レーザ素子に電流が均一に供給されない原因となり得る。また、この場合、ワイヤを介して伝導する熱が、サブマウント上の一部の領域に集中するため、サブマウントによる放熱効率が低下する。

[0007] 本開示は、このような課題を解決するものであり、複数のワイヤを用いて半導体レーザ素子に電流を供給する半導体レーザ装置において、複数のワイヤを適切な位置に配置することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様は、金属膜が形成された主面を有する基体と、前記主面に配置され、前記主面の面内方向の第１方向に沿って延びる共振器を有する半導体レーザ素子と、前記第１方向に沿って配列される、複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループとを備え、前記複数の第１ワイヤグループの各々は、前記半導体レーザ素子の天面の第１接合領域に接合される第１ワイヤ、及び、前記主面に形成される第１マーク部を有し、前記複数の第２ワイヤグループの各々は、前記主面の第２接合領域に接合される第２ワイヤ、及び、前記主面に形成される第２マーク部を有し、前記主面の形状は、前記第１方向に沿って延びる第１辺と、前記半導体レーザ素子を挟んで前記第１辺と反対側に配置され前記第１方向に沿って延びる第２辺と、前記第１辺及び前記第２辺に垂直な第３辺とを有する矩形状であり、前記第２接合領域は、前記半導体レーザ素子と前記第２辺との間に配置され、前記主面の上面視において、前記第１ワイヤは、前記第１辺と交差し、前記第２ワイヤは、前記第２辺と交差し、前記第１ワイヤは、前記第１マーク部と重なる位置に配置され、前記第２接合領域及び前記第２ワイヤの少なくとも一方は、前記第２マーク部と重な

る位置に配置される。

[0009] これにより、主面の上面視において、各第１ワイヤの適切な配置位置に、各第１マーク部を配置することで、複数の第１ワイヤを適切な位置に配置できる。また、主面の上面視において、各第１ワイヤが、各第１マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第１ワイヤの位置の良否を判定できる。さらに、主面の上面視において、各第２ワイヤの適切な配置位置に、各第２マーク部を配置することで、複数の第２ワイヤを適切な位置に配置できる。また、主面の上面視において、各第２ワイヤが、各第２マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第２ワイヤの位置の良否を判定できる。また、複数の第１ワイヤ及び複数の第２ワイヤを第１方向に沿って均等に配置することで、半導体レーザ素子に電流を均一に供給することができる。

[0010] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面の上面視において、前記第１マーク部は、前記第１ワイヤの直下に配置される１以上の第１マークを含んでもよい。

[0011] これにより、第１ワイヤと第１マークとが重なっているか否かを検査するだけで、第１ワイヤの位置の良否を容易に判定できる。また、ワイヤボンディングの際、第１マークを認識することで、第１ワイヤを適切な位置に配置することが容易となる。

[0012] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面の上面視において、前記第１マーク部は、１以上の第１マークと、前記１以上の第１マークのうち離間して配置された二つの第１マークを結んだ線分とを含み、前記第１ワイヤは、前記二つの第１マークを結んだ線分と重なってもよい。

[0013] これにより、二つの第１マークで、二つの第１マークの各々より大きい第１マーク部を形成できる。このため、例えば、主面の金属膜を除去することによって第１マークを形成する場合、金属膜が除去される領域を抑制しつつ、第１マーク部のサイズを拡大できる。したがって、金属膜が除去されるこ

とによる電流の不均一化を抑制しつつ、第１マーク部のサイズを拡大できる。

[0014] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記１以上の第１マークは、前記金属膜に形成されてもよい。

[0015] このように、金属膜に第１マークを形成することで、他の部材を追加することなく、第１マークを形成できる。例えば、金属膜の一部を除去することによって、第１マークを形成できる。

[0016] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記１以上の第１マークの少なくとも一つは、前記金属膜の前記第１辺側の外縁に接してもよい。

[0017] これにより、金属膜が除去されることによって、金属膜が除去されることによる電流の不均一化を抑制することができる。

[0018] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面の上面視において、前記第２マーク部は、離間して配置される二つの第２マークと、前記二つの第２マークを結んだ線分とを含み、前記第２ワイヤは、前記二つの第２マークを結んだ線分と重なってもよい。

[0019] これにより、二つの第２マークで、二つの第２マークの各々より大きい第２マーク部を形成できる。このため、例えば、主面の金属膜を除去することによって第２マークを形成する場合、金属膜が除去される領域を抑制しつつ、第２マーク部のサイズを拡大できる。したがって、金属膜が除去されることによる電流の不均一化を抑制しつつ、第２マーク部のサイズを拡大できる。

[0020] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面の上面視において、前記第２マーク部は、離間して配置される二つの第２マークを含み、前記第２接合領域は、前記二つの第２マークを結んだ線分と重なってもよい。

[0021] これにより、二つの第２マークで、二つの第２マークの各々より大きい第２マーク部を形成できる。このため、例えば、主面の金属膜を除去すること

によって第２マークを形成する場合、金属膜が除去される領域を抑制しつつ、第２マーク部のサイズを拡大できる。したがって、金属膜が除去されることによる電流の不均一化を抑制しつつ、第２マーク部のサイズを拡大できる。

[0022] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記二つの第２マークは、前記金属膜に形成されてもよい。

[0023] このように、金属膜に第２マークを形成することで、他の部材を追加することなく、第２マークを形成できる。例えば、金属膜の一部を除去することによって、第２マークを形成できる。

[0024] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記二つの第２マークは、前記金属膜の前記第２辺側の外縁に接してもよい。

[0025] このように、第２マークが、金属膜の外縁に配置されることで、第２マークが第２接合領域と干渉することを抑制できる。また、第２マークが、金属膜の外縁に配置されることで、第２マークを第２接合領域から比較的大きく離間させることができるため、第２マークを形成することによる、金属膜に流れる電流への影響を低減できる。

[0026] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面に形成される第３マークをさらに備え、前記主面の上面視において、前記第３マークは、前記半導体レーザ素子のフロント側端面を通り、かつ、前記フロント側端面に平行な直線と重なってもよい。

[0027] これにより、第３マークに基づいて、半導体レーザ素子のフロント側端面をアライメントできる。

[0028] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記第３マークは、前記第１マーク部及び前記第２マーク部よりも前記第３辺側に配置されてもよい。

[0029] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記主面に形成される第４マークをさらに備え、前記主面の上面視において、前記第４マークは、前記半導体レーザ素子のリア側端面を通り、かつ、前記リア側端面に

平行な直線と重なってもよい。

[0030] これにより、第４マークに基づいて、半導体レーザ素子のリア側端面をアライメントできる。

[0031] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記第２接合領域は、前記第３マークと前記第４マークとを結ぶ直線上に配置されてもよい。

[0032] これにより、第２接合領域の適切な配置位置を通る直線上に、第３マーク及び第４マークを配置することで、第２接合領域を適切な位置に配置できる。また、主面の上面視において、第２接合領域が第３マークと第４マークとを結ぶ直線上に配置されているか否かを検査することで、第２接合領域の位置の良否を判定できる。

[0033] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記半導体レーザ素子は、前記天面に配置される電極を有し、前記電極は、複数の接合部と、１以上の中間部とを含み、前記１以上の中間部の各々は、前記複数の接合部のうち隣り合う二つの接合部の間に配置され、前記複数の接合部の各々の前記第１方向と垂直な第２方向における幅は、前記１以上の中間部の各々の前記第２方向における幅より広くてもよい。

[0034] このように、接合部における第２方向の幅を、中間部における第２方向の幅より広くすることで、接合部へのワイヤのボンディングを容易化できる。また、接合部及び中間部の第２方向の幅を異ならせることで、接合部を容易に識別できるため、ワイヤが接合部に接合されているか否かを容易に判定できる。また、ワイヤボンディングの際、接合部及び中間部の幅の差をパターン認識に利用することにより、ワイヤが接合部からはみ出ることを防止できる。

[0035] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記複数の接合部のうち、前記半導体レーザ素子のフロント側端面に最も近い接合部から前記フロント側端面までの距離は、前記複数の接合部のうち、前記半導体レーザ素子のリア側端面に最も近い接合部から前記リア側端面までの距離より小

さくてもよい。

[0036] これにより、半導体レーザ素子において最も電流の消費量が大きくなり得るフロント側端面に近い位置に接合部を配置できるため、フロント側端面に近い領域に効率よく電流を供給できる。

[0037] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記半導体レーザ素子は、前記電極の前記フロント側端面より、前記リア側端面に近い領域に配置されるチップ識別用マークを有してもよい。

[0038] これにより、半導体レーザ素子の識別が可能となる。また、半導体レーザ素子のリア側端面近傍は、フロント側端面近傍より、電流の消費量が大きくない。このため、リア側端面近傍にチップ識別用マークを配置することによって、フロント側端面近傍にチップ識別用マークを配置する場合より、半導体レーザ素子の出力への影響を低減できる。

[0039] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記複数の第１ワイヤグループの各々の前記第１接合領域は、前記第１方向に沿って千鳥配列されていてもよい。

[0040] このように第１接合領域を配列することで、各第１接合領域（つまり、各第１ワイヤ）が互いに干渉することを抑制しながら、より多くの第１接合領域を半導体レーザ素子の電極上に設けることができる。したがって、半導体レーザ素子から、より多くの第１接合領域及び第１ワイヤを介して放熱することができるため、半導体レーザ装置の放熱効率を高めることができる。

[0041] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記複数の第２ワイヤグループの各々の前記第２接合領域は、前記第１方向に沿って千鳥配列されていてもよい。

[0042] このように第２接合領域を配列することで、各第２接合領域（つまり、各第２ワイヤ）が互いに干渉することを抑制しながら、より多くの第２接合領域を基体の主面上に設けることができる。したがって、基体から、より多くの第２接合領域及び第２ワイヤを介して放熱することができるため、半導体レーザ装置の放熱効率を高めることができる。

[0043] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記複数の第２ワイヤグループの各々は、１以上の第２マークを含み、前記複数の第２ワイヤグループの各々の前記１以上の第２マークは、前記第１方向に沿って千鳥配列されていてもよい。

[0044] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記複数の第２ワイヤグループの個数は、前記複数の第１ワイヤグループの個数より多くてもよい。

[0045] これにより、各第２ワイヤに供給される電流を低減することができる。

[0046] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様は、前記主面と前記半導体レーザ素子とを接合する接合部材をさらに備えてもよい。

[0047] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記第２接合領域から前記接合部材までの距離は、前記第２接合領域から前記第２辺までの距離より小さくてもよい。

[0048] これにより、各第２接合領域を発熱源である半導体レーザ素子に近づけることができるため、各第２ワイヤを介して効率よく放熱できる。また、各第２接合領域を半導体レーザ素子に近づけることで、各第２接合領域と半導体レーザ素子との間の抵抗成分を低減できる。したがって、半導体レーザ装置の電力変換効率を高めることができる。

[0049] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記接合部材から前記第１辺までの距離は、前記接合部材から前記第２辺までの距離より小さくてもよい。

[0050] これにより、半導体レーザ素子から第１辺までの距離を、半導体レーザ素子から第２辺までの距離より小さくすることができる。この場合、半導体レーザ素子から第１辺及び第２辺までの距離が等しい場合より、主面における半導体レーザ素子から第２辺までの領域の面積が大きくなる。したがって、主面における半導体レーザ素子から第２辺までの領域に、より多くの第２ワイヤ（つまり、第２接合領域）を配置することが可能となる。

[0051] また、本開示に係る半導体レーザ装置の一態様において、前記半導体レー

ザ素子から前記第１辺までの距離は、前記半導体レーザ素子から前記第２辺までの距離より小さくてもよい。

[0052] これにより、半導体レーザ素子から第１辺及び第２辺までの距離が等しい場合より、主面における半導体レーザ素子から第２辺までの領域の面積が大きくなる。したがって、主面における半導体レーザ素子から第２辺までの領域に、より多くの第２ワイヤ（つまり、第２接合領域）を配置することが可能となる。

発明の効果

[0053] 本開示によれば、複数のワイヤを用いて半導体レーザ素子に電流を供給する半導体レーザ装置において、複数のワイヤを適切な位置に配置することができる。

図面の簡単な説明

[0054] [図1]図１は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の全体構成を示す模式的な正面図である。

[図2]図２は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の全体構成を示す模式的な上面図である。

[図3]図３は、実施の形態１に係る半導体レーザ素子及び基体の構成を示す模式的な上面図である。

[図4]図４は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの構成を示す模式的な上面図である。

[図5]図５は、実施の形態１に係る第２マーク部が示す領域を説明する模式図である。

[図6]図６は、実施の形態１に係る半導体レーザ素子の基体に接合する前の構成を示す模式的な断面図である。

[図7]図７は、実施の形態１に係る半導体レーザ素子の基体に接合した状態における構成を示す模式的な断面図である。

[図8]図８は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の製造方法の第１工程を示す模式的な正面図である。

[図9]図９は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の製造方法の第２工程を示す模式的な正面図である。

[図10]図１０は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の製造方法の第３工程を示す模式的な正面図である。

[図11]図１１は、実施の形態１に係る半導体レーザ装置の製造方法の第４工程を示す模式的な正面図である。

[図12]図１２は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の全体構成を示す模式的な正面図である。

[図13]図１３は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の全体構成を示す模式的な上面図である。

[図14]図１４は、実施の形態２に係る半導体レーザ素子及び基体の構成を示す模式的な上面図である。

[図15]図１５は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの構成を示す模式的な上面図である。

[図16]図１６は、実施の形態２に係る半導体レーザ素子の電極の構造を示す模式的な上面図である。

[図17]図１７は、実施の形態２に係る半導体レーザ素子の基体に接合する前の構成を示す模式的な断面図である。

[図18]図１８は、実施の形態２に係る半導体レーザ素子の基体に接合した状態における構成を示す模式的な断面図である。

[図19]図１９は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の製造方法の第１工程を示す模式的な正面図である。

[図20]図２０は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の製造方法の第２工程を示す模式的な正面図である。

[図21]図２１は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の製造方法の第３工程を示す模式的な正面図である。

[図22]図２２は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の製造方法の第４工

程を示す模式的な正面図である。

[図23]図２３は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置の製造方法の第５工程を示す模式的な正面図である。

[図24]図２４は、実施の形態３に係る半導体レーザ装置の構成を示す模式的な上面図である。

[図25]図２５は、実施の形態３に係る半導体レーザ装置の複数の第１マーク部及び複数の第２マーク部の構成を示す模式的な上面図である。

[図26]図２６は、実施の形態３に係る複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの構成を示す模式的な上面図である。

[図27]図２７は、実施の形態４に係る半導体レーザ装置の構成を示す模式的な上面図である。

[図28]図２８は、実施の形態４に係る半導体レーザ装置の複数の第１マーク部及び複数の第２マーク部の構成を示す模式的な上面図である。

[図29]図２９は、実施の形態４に係る複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの構成を示す模式的な上面図である。

[図30]図３０は、実施の形態３に係る半導体レーザ装置の複数の第２マーク部の変形例を示す模式的な上面図である。

[図31]図３１は、実施の形態３の変形例に係る半導体レーザ装置の複数の第２マーク部を示す模式的な上面図である。

[図32]図３２は、実施の形態２の変形例に係る半導体レーザ装置の複数の第１マーク部及び複数の第２マーク部を示す模式的な上面図である。

発明を実施するための形態

[0055] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、及び、構成要素の配置位置や接続形態などは、一例であって本開示を限定する主旨ではない。

[0056] また、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。し

たがって、各図において縮尺等は必ずしも一致していない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0057] また、本明細書において、「上方」及び「下方」という用語は、絶対的な空間認識における上方向（鉛直上方）及び下方向（鉛直下方）を指すものではなく、積層構成における積層順を基に相対的な位置関係により規定される用語として用いる。また、「上方」及び「下方」という用語は、２つの構成要素が互いに間隔をあけて配置されて２つの構成要素の間に別の構成要素が存在する場合のみならず、２つの構成要素が互いに接する状態で配置される場合にも適用される。

[0058] （実施の形態１）

実施の形態１に係る半導体レーザ装置について説明する。

[0059] ［１－１．全体構成］

まず、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の全体構成について図１～図３を用いて説明する。図１及び図２は、それぞれ、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０の全体構成を示す模式的な正面図及び上面図である。図３は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子２０及び基体８０の構成を示す模式的な上面図である。なお、図１～図３において、半導体レーザ装置１０のレーザ光の出射方向をＹ軸方向とし、Ｙ軸方向と垂直な方向のうち、基体８０の半導体レーザ素子２０が載置される面に垂直な方向をＺ軸方向とし、Ｙ軸方向及びＺ軸方向と垂直な方向をＸ軸方向としている。また、各図において、Ｘ軸、Ｙ軸、及びＺ軸の正の方向は、右手系座標系となるように描かれている。以下に示す図についても同様である。

[0060] 半導体レーザ装置１０は、レーザ光を出射する装置であり、図１及び図２に示されるように、基体８０と、半導体レーザ素子２０とを備える。半導体レーザ装置１０は、図２に示されるように、第１ワイヤ６１～６４と、第２ワイヤ７１～７４と、リードピン９１、９２及び９５と、ステム９３と、ベース９４とをさらに備える。なお、図１～図３には示されないが、半導体レ

ーザ装置１０は、半導体レーザ素子２０、基体８０及びステム９３の周囲を覆うキャップを備えてもよい。

[0061] ベース９４は、半導体レーザ装置１０の基台である。本実施の形態では、ベース９４は、円板状の形状を有する導電性部材である。

[0062] リードピン９１、９２及び９５は、半導体レーザ素子２０に電流を供給するための端子である。本実施の形態では、リードピン９１には、高電位が印加され、リードピン９２及び９５には、低電位が印加される。リードピン９１、９２及び９５は、円柱状の形状を有する導電体である。リードピン９１及び９２は、ベース９４を貫通する。リードピン９５は、ベース９４のステム９３が配置された面の裏側面に立設される。

[0063] リードピン９１は、ベース９４と電気的に絶縁されている。具体的には、リードピン９１は、絶縁部材（図示せず）を介してベース９４に固定されている。リードピン９２及び９５は、ベース９４と導通した状態でベース９４に固定されている。

[0064] ステム９３は、ベース９４に立設された板状部材である。本実施の形態では、ステム９３は、半導体レーザ素子２０のヒートシンクとしても機能する。

[0065] ベース９４、リードピン９１、９２及び９５、並びにステム９３を形成する導電性材料は特に限定されないが、例えば、アルミニウム合金、Ｃｕなどである。

[0066] 半導体レーザ素子２０は、レーザ光を生成する半導体素子である。半導体レーザ素子２０は、図３に示されるように、基体８０の主面８０ａに配置され、主面８０ａの面内方向の第１方向に沿って延びる共振器を有する。本実施の形態では、半導体レーザ素子２０の共振器は、フロント側端面２０Ｆ及びリア側端面２０Ｒで形成される。フロント側端面２０Ｆは、半導体レーザ素子２０のレーザ光を出射する側の端面であり、リア側端面２０Ｒよりレーザ光に対する反射率が低い。リア側端面２０Ｒは、半導体レーザ素子２０のレーザ光を反射する高反射端面である。第１方向は、レーザ光が共振する方

向、つまり、レーザ光が出射する方向であり、各図のＹ軸方向と平行である。

[0067] 半導体レーザ素子２０の天面（つまり、基体８０と接合される面の裏側の面）には電極２８が形成されている。半導体レーザ素子２０の天面は、第１ワイヤ６１～６４がそれぞれ接合される第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４を有する。本実施の形態に係る半導体レーザ素子２０は、基体８０の主面８０ａ上にジャンクションアップ実装されている。つまり、半導体レーザ素子２０は、その基板側の表面において、主面８０ａに実装されており、半導体レーザ素子２０の天面の直下に光導波路が配置される。この場合、各第１接合領域には、各第１ワイヤがボンディングされるため、各第１ワイヤのボンディング時の衝撃によって、半導体レーザ素子２０の光導波路を形成するリッジ部２３Ｒがダメージを受けるおそれがある。このようなダメージを抑制するために、各第１接合領域は、リッジ部２３Ｒの直上以外の領域に配置される。また、リッジ部２３Ｒの直上以外の領域に各第１接合領域を配置しようとすると、各第１接合領域の幅（つまり、各図のＸ軸方向の長さ）を十分に確保できない場合がある。このため、本実施の形態では、リッジ部２３Ｒは、第１方向と垂直な方向であって、かつ、天面に平行な第２方向（各図のＸ軸方向）に偏位されている。図３に示される例では、リッジ部２３Ｒは、半導体レーザ素子２０の中央より、基体８０の主面８０ａの第２辺８２に近い位置に配置されている。これにより、各第１接合領域の幅を拡大できる。また、以上のように、半導体レーザ素子２０を主面８０ａ上にジャンクションアップ実装する場合には、ジャンクションダウン実装する場合より、各第１接合領域の幅が、制限されるため、各第１ワイヤの直径も制限される。したがって、ジャンクションアップ実装された半導体レーザ素子２０への供給電流を増大させるためには、ジャンクションダウン実装される場合より、第１ワイヤの本数を増大させることによって、複数の第１ワイヤにおける合成抵抗を低減することがより一層必要とされる。

[0068] 本実施の形態では、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４は、第１方向に平行に配

列されている。半導体レーザ素子２０のフロント側端面２０Ｆから第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４の各中心までの距離は、それぞれ、０．１４ｍｍ、０．２９ｍｍ、０．４９ｍｍ、及び０．６４ｍｍである。

[0069] 半導体レーザ素子２０は、接合部材８８によって、基体８０の主面８０ａの金属膜８６に接合される。接合部材８８の構成は特に限定されない。本実施の形態では、接合部材８８は、金属膜８６側から順に、厚さ０．３２μｍのＰｔ膜、及び、厚さ２．５μｍのＡｕＳｎからなる半田膜を有する。接合部材８８の第２方向における長さは、０．２５ｍｍ程度である。

[0070] 半導体レーザ素子２０のサイズ及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、半導体レーザ素子２０の共振器長は、８００μｍであり、第２方向の幅は、１５０μｍであり、厚さ（Ｚ軸方向の長さ）は、８５μｍである。

[0071] なお、半導体レーザ素子２０の積層構造については、後述する。

[0072] 基体８０は、半導体レーザ素子２０が載置されるサブマウントである。基体８０は、半導体レーザ素子２０のヒートシンクとしても機能する。基体８０を形成する材料は、熱伝導率が高い材料であれば特に限定されないが、本実施の形態では、ＳｉＣである。

[0073] 基体８０は、図３に示されるように、金属膜８６が形成された主面８０ａを有する。基体８０のサイズ及び形状は特に限定されないが、本実施の形態では、基体８０は、長さ（つまり、Ｙ軸方向の長さ）が０．９３ｍｍ、幅（つまり、Ｘ軸方向の長さ）が０．５５ｍｍ、厚さ（つまり、Ｚ軸方向の長さ）が０．１９ｍｍの直方体状の形状を有する。

[0074] 主面８０ａの形状は、第１方向に沿って延びる第１辺８１と、半導体レーザ素子２０を挟んで第１辺８１と反対側に配置され第１方向に沿って延びる第２辺８２と、第１辺８１及び第２辺８２に垂直な第３辺８３及び第４辺８４とを有する矩形状である。

[0075] 主面８０ａは、第２ワイヤ７１～７４がそれぞれ接合される第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４を有する。各第２接合領域は、半導体レーザ素子２０と主面８０ａの第２辺８２との間に配置される。本実施の形態では、第２接合領域

Ｂ２１～Ｂ２４は、第１方向に平行に等間隔で配列されている。第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４の間隔は、０．１５ｍｍである。また、主面８０ａの第３辺８３から第２接合領域Ｂ２１の中心までの距離は、０．２３ｍｍであり、第４辺８４から第２接合領域Ｂ２４の中心までの距離は、０．２５ｍｍである。また、主面８０ａの第２辺８２から各第２接合領域までの距離は、０．０７ｍｍである。

[0076] 金属膜８６は、半導体レーザ素子２０の一方の電極と接続される導電性膜である。金属膜８６は、導電性膜であれば特に限定されない。本実施の形態では、金属膜８６は、基体８０の主面８０ａから順に、厚さ０．１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、及び厚さ０．５μｍのＡｕ膜を有する。金属膜８６は、主面８０ａ上の周縁の幅０．０１ｍｍの領域には形成されない。

[0077] 金属膜８６には、第１マーク４１～４４、第２マーク５１～５５、第３マーク３１、３２、及び、第４マーク３３が形成されている。このように、金属膜８６に各マークを形成することで、他の部材を追加することなく、各マークを形成できる。各マークは、主面８０ａ上において視認可能な構成を有する。本実施の形態では、各マークは、金属膜８６の一部の領域をＡｕ膜からＴｉ膜まで除去し、主面８０ａを金属膜８６から露出することによって形成されている。これにより、主面８０ａ上の各マーク部とそれ以外の部分との明暗（つまり、可視光に対する反射率の差）により、各マークを視認できる。なお、各マークの構成は、視認可能であれば特に限定されない。例えば、金属膜８６と反射率が異なる他の膜を金属膜８６上に配置することによって、各マークを形成してもよい。なお、各マークの最小サイズは、各マークを容易に形成でき、かつ、視認できるサイズに設定される。なお、各マークは、肉眼で視認できなくてもよい。例えば、各マークは、顕微鏡などで視認できてもよい。また、各マークの最大サイズは、各ワイヤを接合するための領域などを確保できるように設定される。

[0078] 各第１マークは、半導体レーザ素子２０と、主面８０ａの第１辺８１との

間に配置される。本実施の形態では、各第１マークは、四角形状の形状を有する。各第１マークの第１方向における幅は、２０μｍ以上７０μｍ以下程度である。また、各第１マークの第１方向と垂直な第２方向における長さは、２０μｍ以上１４０μｍ以下程度である。各第１マークは、四角形状の形状を有し、金属膜８６の主面８０ａの第１辺８１側の（言い換えると、第１辺８１に最も近い）外縁に接する。言い換えると、各第１マークは、金属膜８６の第１辺８１側の端部から内側に向かって形成された切り欠き部である。

[0079] 第１マーク４１～４４は、それぞれ、主面８０ａの上面視において、第１ワイヤ６１～６４の直下に配置される。本実施の形態では、主面８０ａの第３辺８３から第１マーク４１～４４の第１方向の中央までの距離は、それぞれ、０．２０５ｍｍ、０．３５５ｍｍ、０．５５５ｍｍ、及び０．７０５ｍｍである。主面８０ａの第４辺８４から第１マーク４４までの距離は、０．２２５ｍｍである。

[0080] 各第２マークは、半導体レーザ素子２０と、主面８０ａの第２辺８２との間に配置される。本実施の形態では、各第２マークは、三角形状の形状を有する。より詳しくは、各第２マークは、直角二等辺三角形状の形状を有し、各第２マークの斜辺が主面８０ａの第２辺８２に平行となる角度で形成されている。各第２マークの等辺の長さは、２５μｍ以上１００μｍ以下程度である。各第２マークは、三角形状の形状を有し、金属膜８６の主面８０ａの第２辺８２側の外縁に接する。言い換えると、各第２マークは、金属膜８６の第２辺８２側の端部から内側に向かって形成された切り欠き部である。このように、各第２マークが、金属膜８６の外縁に配置されることで、各第２マークが各第２接合領域と干渉することを抑制できる。また、各第２マークが、金属膜８６の外縁に配置されることで、各第２マークを各第２接合領域から比較的大きく離間させることができるため、各第２マークを形成することによる、金属膜８６に流れる電流への影響を低減できる。

[0081] 本実施の形態では、主面８０ａの第３辺８３から第２マーク５１～５５の

第１方向の中央までの距離は、それぞれ、０．１５ｍｍ、０．３０ｍｍ、０．４５ｍｍ、０．６０ｍｍ、及び０．７５ｍｍである。このように、第２マーク５１～５５は、等間隔で配置されている。主面８０ａの第４辺８４から第２マーク５５までの距離は、０．１７ｍｍである。

[0082] 各第３マークは、主面８０ａに形成されたマークであり、主面８０ａの上面視において、各第３マークは、半導体レーザ素子２０のフロント側端面２０Ｆを通り、かつ、フロント側端面２０Ｆに平行な直線と重なる。これにより、各第３マークに基づいて、半導体レーザ素子２０のフロント側端面２０Ｆをアライメントできる。本実施の形態では、主面８０ａの第３辺８３から各第３マークの中心までの距離は、０．０６５ｍｍである。また、主面８０ａの第１辺８１から第３マーク３１の中心までの距離、及び、第２辺８２から第３マーク３２の中心までの距離は、ともに０．０７ｍｍである。このように、各第３マークは、各第１マーク及び各第２マークよりも主面８０ａの第３辺８３側に配置される。

[0083] 各第３マークの形状は、特に限定されないが、本実施の形態では、正方形状の形状を有し、正方形の各辺が主面８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。各第３マークの一辺の長さは、３０μｍ以上７０μｍ以下程度である。なお、本実施の形態では、二つの第３マーク３１及び３２が形成されているが、第３マークの個数は一つでもよいし、第３マーク３１及び３２は、形成されなくてもよい。

[0084] 第４マーク３３は、主面８０ａに形成されたマークであり、主面８０ａの上面視において、第４マーク３３は、半導体レーザ素子２０のリア側端面２０Ｒを通り、かつ、リア側端面２０Ｒに平行な直線と重なる。これにより、第４マーク３３に基づいて、半導体レーザ素子２０のリア側端面２０Ｒをアライメントできる。本実施の形態では、主面８０ａの第４辺８４から第４マーク３３の中心までの距離は、０．０６５ｍｍである。また、主面８０ａの第２辺８２から第４マーク３３の中心までの距離は、０．０７ｍｍである。

[0085] 第４マーク３３の形状は、特に限定されないが、本実施の形態では、正方

形状の形状を有し、正方形の各辺が主面８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。第４マーク３３の一辺の長さは、３０μｍ以上７０μｍ以下程度である。

[0086] なお、本実施の形態では、一つの第４マーク３３が形成されているが、第４マークの個数は二つでもよいし、第４マーク３３は、形成されなくてもよい。

[0087] 本実施の形態では、各第２接合領域は、第３マーク３２と第４マーク３３とを結ぶ直線上に配置される。これにより、各第２接合領域の適切な配置位置を通る直線上に、第３マーク３２及び第４マーク３３を配置することで、各第２接合領域を適切な位置に配置できる。また、主面８０ａの上面視において、各第２接合領域が第３マーク３２と第４マーク３３とを結ぶ直線上に配置されているか否かを検査することで、第２接合領域の位置の良否を判定できる。

[0088] 本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０は、図３に示されるように、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４と、複数の第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４とを備える。第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４は、それぞれ、第１マーク４１～４４を含む。つまり、第１マーク部Ｍ１１は、第１マーク４１を含み、第１マーク部Ｍ１２は、第１マーク４２を含み、第１マーク部Ｍ１３は、第１マーク４３を含み、第１マーク部Ｍ１４は、第１マーク４４を含む。第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク５１及び５２を含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク５２及び５３を含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク５３及び５４を含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク５４及び５５を含む。

[0089] 第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４は、互いに異なる。言い換えると、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４の各々が含む１以上の第１マークの少なくとも一部は異なる。また、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４は、互いに異なる。言い換えると、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４の各々が含む１以上の第２マークの少なくとも一部は異なる。

[0090] なお、図示しないが、基体８０の主面８０ａの裏側の主面にも、金属膜が

形成されている。本実施の形態では、基体８０側から順に、厚さ０．１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、厚さ０．５μｍのＡｕ膜が形成されている。

[0091] 基体８０は、接合部材８７によって、ステム９３の一面に接合される。接合部材８７の構成は特に限定されない。本実施の形態では、接合部材８７は、厚さ４．０μｍのＡｕＳｎからなる半田膜を含む。

[0092] 第１ワイヤ６１～６４は、図２に示されるように、リードピン９１と、半導体レーザ素子２０との間を接続する電流供給用の導電性ワイヤである。第１ワイヤ６１～６４は、図３に示されるように、それぞれ、半導体レーザ素子２０の天面の第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４に接合される。第１ワイヤ６１～６４は、それぞれ、半導体レーザ素子２０側の端部に半球状の形状を有する第１ボール部６１Ｂ～６４Ｂを有する。第１ボール部６１Ｂ～６４Ｂは、それぞれ、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４において半導体レーザ素子２０の天面と接合される。主面８０ａの上面視において、各第１ワイヤは、主面８０ａの第１辺８１と交差する。

[0093] 各第１ワイヤの材質及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、各第１ワイヤは、Ａｕからなる直径２０μｍのワイヤである。また、各第１ボール部の直径は、５５±１５μｍ程度である。なお、各第１ワイヤの直径は、１５μｍ以上５０μｍであってもよい。各第１ボール部の直径は、３０μｍ以上１００μｍであってもよい。

[0094] 第２ワイヤ７１～７４は、図２に示されるように、リードピン９２と、基体８０の主面８０ａとの間を接続する電流供給用のワイヤである。第２ワイヤ７１～７４は、図３に示されるように、それぞれ、基体８０の主面８０ａの第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４に接合される。第２ワイヤ７１～７４は、それぞれ、主面８０ａ側の端部に半球状の形状を有する第２ボール部７１Ｂ～７４Ｂを有する。第２ボール部７１Ｂ～７４Ｂは、それぞれ、第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４において主面８０ａと接合される。主面８０ａの上面視において、各第２ワイヤは、主面８０ａの第２辺８２と交差する。

[0095] 各第２ワイヤの材質及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、各第２ワイヤは、Ａｕからなる直径２０μｍのワイヤである。また、各第２ボール部の直径は、５５±１５μｍ程度である。なお、各第２ワイヤの直径は、１５μｍ以上５０μｍであってもよい。各第２ボール部の直径は、３０μｍ以上１００μｍであってもよい。

[0096] ［１－２．第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループの構成］

本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０は、複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループを備える。以下、本実施の形態に係る複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの各構成について、図４を用いて説明する。図４は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０の複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１４及び複数の第２ワイヤグループＧ２１～Ｇ２４の構成を示す模式的な上面図である。

[0097] 図４に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０は、複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１４及び複数の第２ワイヤグループＧ２１～Ｇ２４を備える。

[0098] 第１ワイヤグループＧ１１は、第１ワイヤ６１及び第１マーク部Ｍ１１（つまり、第１マーク４１）を有する。第１ワイヤグループＧ１２は、第１ワイヤ６２及び第１マーク部Ｍ１２（つまり、第１マーク４２）を有する。第１ワイヤグループＧ１３は、第１ワイヤ６３及び第１マーク部Ｍ１３（つまり、第１マーク４３）を有する。第１ワイヤグループＧ１４は、第１ワイヤ６４及び第１マーク部Ｍ１４（つまり、第１マーク４４）を有する。

[0099] 第１ワイヤ６１～６４は、基体８０の主面８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４と重なる位置に配置される。言い換えると、第１ワイヤ６１～６４は、主面８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク４１～４４と重なる。本実施の形態では、第１マーク４１～４４は、主面８０ａの上面視において、それぞれ、第１ワイヤ６１～６４の直下に配置される。

[0100] これにより、主面８０ａの上面視において、各第１ワイヤの適切な配置位

置に、各第１マーク部を配置することで、複数の第１ワイヤを適切な位置に配置できる。また、主面８０ａの上面視において、各第１ワイヤが、各第１マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第１ワイヤ６１～６４の各々の位置の良否を判定できる。

[0101] また、本実施の形態では、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４は、互いに異なる。したがって、複数の第１ワイヤ６１～６４が、互いに異なる複数の第１マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第１マーク部の各々には、１本の第１ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第１ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0102] 第２ワイヤグループＧ２１は、第２ワイヤ７１及び第２マーク部Ｍ２１（つまり、第２マーク５１及び５２）を有する。第２ワイヤグループＧ２２は、第２ワイヤ７２及び第２マーク部Ｍ２２（つまり、第２マーク５２及び５３）を有する。第２ワイヤグループＧ２３は、第２ワイヤ７３及び第２マーク部Ｍ２３（つまり、第２マーク５３及び５４）を有する。第２ワイヤグループＧ２４は、第２ワイヤ７４及び第２マーク部Ｍ２４（つまり、第２マーク５４及び５５）を有する。

[0103] 第２ワイヤ７１～７４は、主面８０ａの上面視において、それぞれ、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４と重なる位置に配置される。ここで、各第２マーク部が二つの第２マークを含む場合の各第２ワイヤと各第２マークとの位置関係について図５を用いて説明する。図５は、本実施の形態に係る第２マーク部Ｍ２１が示す領域を説明する模式図である。図５には、主面８０ａの上面視における第２マーク部Ｍ２１が示されている。

[0104] 図５に示されるように、主面８０ａの上面視において、第２マーク部Ｍ２１は、離間して配置された二つの第２マーク５１及び５２と、二つの第２マーク５１及び５２を結んだ線分とを含む。言い換えると、第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク５１及び５２の各領域と、第２マーク５１及び第２マーク５２を繋ぐ線分の集合である領域ＭＲとを含む。さらに言い換えると、第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク５１と第２マーク５２とを囲む包絡線とその

内部に含まれる領域とを含む。第２マーク部Ｍ２２～Ｍ２４の各々が含む領域についても、第２マーク部Ｍ２１と同様に定義される。本実施の形態では、図４に示されるように、各第２マーク部において、二つの第２マークが、各第２ワイヤを挟んで離間して配置される。

[0105] これにより、主面８０ａの上面視において、各第２ワイヤの適切な配置位置に、各第２マーク部を配置することで、複数の第２ワイヤ７１～７４を適切な位置に配置できる。また、主面８０ａの上面視において、各第２ワイヤが、各第２マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第２ワイヤ７１～７４の各々の位置の良否を判定できる。

[0106] また、本実施の形態では、複数の第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４は、互いに異なる。したがって、複数の第２ワイヤ７１～７４が、互いに異なる複数の第２マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第２マーク部の各々には、１本の第２ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第２ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0107] ［１－３．半導体レーザ素子の積層構造］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ素子２０の積層構造について、図６を用いて説明する。図６は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子２０の基体８０に接合する前の構成を示す模式的な断面図である。図６には、リア側端面２０Ｒ側から見た場合の半導体レーザ素子２０の第１方向（つまり、共振器長方向）に垂直な断面が示されている。したがって、図３に示されるように半導体レーザ素子２０を基体８０に接合した場合、図６において、半導体レーザ素子２０の右側は、基体８０の第１辺８１側に配置され、半導体レーザ素子２０の左側は、基体８０の第２辺８２側に配置される。

[0108] 半導体レーザ素子２０は、例えば、窒化物系半導体レーザ素子であり、基体８０に接合される前には、図６に示されるように、基板２６と、第１半導体層２１と、活性層２２と、第２半導体層２３と、電流ブロック層２４０と、ｐ側オーミック電極２５０と、電極２７及び２８とを備える。

[0109] 基板２６は、例えば、ＧａＮからなるＧａＮ基板である。本実施の形態で

は、基板２６として、六方晶のｎ型ＧａＮ基板を用いている。

[0110] 第１半導体層２１は、例えば、ｎ型のＡｌＧａＮからなるｎ型クラッド層２１１と、ｎ型クラッド層２１１の上に形成されたＧａＮからなるｎ側ガイド層２１２とを有する。

[0111] 活性層２２は、アンドープの量子井戸活性層であり、例えば、ＩｎＧａＮからなる量子井戸層とＩｎＧａＮからなる量子障壁層とが交互に積層された量子井戸構造の活性層である。

[0112] 第２半導体層２３は、例えば、ＩｎＧａＮからなるｐ側ガイド層２３１と、ｐ側ガイド層２３１の上に形成されたｐ型電子障壁層（オーバーフロー抑制層）２３２と、ｐ型電子障壁層２３２の上に形成されたｐ型のＡｌＧａＮからなるｐ型クラッド層２３３と、ｐ型クラッド層２３３の上に形成されたｐ型のＧａＮからなるｐ型コンタクト層２３４とを有する。

[0113] 図６に示されるように、半導体レーザ素子２０は、共振器長方向（つまり、Ｙ軸方向）に延在するリッジ部２３Ｒを有する。リッジ部２３Ｒは、半導体レーザ素子２０における電流注入領域及び光導波路としての機能を有する。図６に示されるように、リッジ部２３Ｒは、第２半導体層２３に形成されている。

[0114] 具体的には、リッジ部２３Ｒは、共振器長方向に延在する２本の開口部２０２を第２半導体層２３に掘り込むことで形成されている。つまり、リッジ部２３Ｒは、第２半導体層２３に形成された２つの開口部２０２によって挟まれている。本実施の形態において、リッジ部２３Ｒは、ｐ型クラッド層２３３とｐ型コンタクト層２３４とを掘り込むことで形成されている。

[0115] また、図６に示されるように、リッジ部２３Ｒ上の一部を除き、第２半導体層２３の上（本実施の形態ではｐ型コンタクト層２３４の上）は、SiO_2からなる電流ブロック層２４０で覆われている。つまり、電流ブロック層２４０は、ｐ型コンタクト層２３４の上に開口部を有するように形成されている。

[0116] 第２半導体層２３の上方には、ｐ側オーミック電極２５０及び電極２８が

形成されている。ｐ側オーミック電極２５０は、電流ブロック層２４０の開口部に形成されている。電極２８は、ｐ側オーミック電極２５０の上に形成される。ｐ側オーミック電極２５０は、例えば、Ｐｄ及びＰｔによって構成され、電極２８は、例えば、Ａｕによって構成される。

[0117] また、基板２６の下方の面（つまり、電極２８側の面とは反対側の面）には、電極２７が形成されている。電極２７は、例えば、Ａｕによって構成される。

[0118] 本実施の形態における半導体レーザ素子２０では、図６に示されるように、リッジ部２３Ｒの中心線は、半導体レーザ素子２０の幅方向の中心から、第２方向（Ｘ軸方向）にずれた位置に存在している。つまり、リッジ部２３Ｒは、第２方向（Ｘ軸方向）にオフセットされた位置に配置されている。

[0119] 本実施の形態において、リッジ部２３Ｒの位置は、Ｘ軸のマイナス方向（基体８０に接合した場合は、基体８０の第２辺８２側（図３参照））にオフセットされている。このため、リッジ部２３Ｒの直上以外の領域に、各第１ワイヤがボンディングされる各第１接合領域を配置する際に、リッジ部２３ＲがＸ軸方向の中央に配置される場合より、各第１接合領域のＸ軸方向における幅を拡大できる。なお、各第１接合領域は、半導体レーザ素子２０のＸ軸方向の中心より、Ｘ軸のプラス方向（基体８０に接合した場合は、基体８０の第１辺８１側（図３参照））にオフセットされている。

[0120] 半導体レーザ素子２０のＸ軸方向端部の側面部分には、溝２６２が形成されている。溝２６２は、半導体レーザ素子２０を個片化する際に用いられる素子分離用の溝である。溝２６２は、半導体積層体側から、基板２６にまで到達する。

[0121] 半導体レーザ素子２０の半導体積層体には、第２半導体層２３から第１半導体層２１まで到達する溝２６３及び２６４が形成されている。溝２６３及び２６４は、溝２６２を形成する際に使用されるガイド溝である。

[0122] 次に、本実施の形態に係る半導体レーザ素子２０の基体８０に接合した状態における構成について、図７を用いて説明する。図７は、本実施の形態に

係る半導体レーザ素子２０の基体８０に接合した状態における構成を示す模式的な断面図である。図７には、半導体レーザ素子２０の第１方向（つまり、共振器長方向）に垂直な断面が示されている。

[0123] 図７に示されるように、基体８０の主面８０ａには、金属膜８６が形成されている。半導体レーザ素子２０は、接合部材８８によって、基体８０の主面８０ａの金属膜８６に接合される。本実施の形態では、接合部材８８は、Ｐｔ膜８８ａ及び半田膜８８ｂを有する。半導体レーザ素子２０を接合部材８８によって主面８０ａに接合する際に、半導体レーザ素子２０のＡｕからなる電極２７と、ＡｕＳｎからなる半田膜とが加熱されることによって溶融する。これらの層が冷却されて凝固する際に一体化されて共晶合金である半田膜８８ｂが生成される。

[0124] ［１－４．半導体レーザ装置の製造方法］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０の製造方法について図８～図１１を用いて説明する。図８～図１１は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０の製造方法の各工程を示す模式的な正面図である。

[0125] まず、図８に示されるように、ステム９３を準備する。なお、図示されないが、ステム９３は、ベース９４に立設されている。また、ベース９４には、リードピン９１、９２及び９５が立設されている。

[0126] 続いて、図９に示されるように、ステム９３の上面に、接合部材８７を用いて基体８０を接合する。ここで、基体８０の主面８０ａには、接合部材８８Ａが配置されている。半導体レーザ素子２０を接合する前の接合部材８８Ａは、主面８０ａ側から順に積層されたＰｔ膜と、ＡｕＳｎからなる半田膜との２層を有する。

[0127] 続いて、図１０に示されるように、基体８０の主面８０ａに、半導体レーザ素子２０を接合する。具体的には、主面８０ａの上面視において、半導体レーザ素子２０のフロント側端面２０Ｆを通り、かつ、フロント側端面２０Ｆに平行な直線が、主面８０ａに形成された第３マーク３１及び３２と重なるように半導体レーザ素子２０を主面８０ａ上に配置する（図３参照）。そ

の後、半導体レーザ素子２０及び基体８０を加熱することにより、半導体レーザ素子２０のＡｕからなる電極２７と、接合部材８８のＡｕＳｎからなる半田膜とを溶融し、続いて冷却することにより、接合部材８８の共晶合金である半田膜８８ｂを生成し（図７参照）、基体８０と半導体レーザ素子２０を接合する。ここで、半導体レーザ素子２０は、ジャンクションアップ実装される。

[0128] 続いて、図１１に示されるように、リードピン９１と、半導体レーザ素子２０とが第１ワイヤ６１によって接続される。なお、図１１には示されないが、リードピン９１と、半導体レーザ素子２０とは、第１ワイヤ６２～６４によっても接続される。より詳しくは、第１ワイヤ６１～６４は、それぞれ、リードピン９１と、半導体レーザ素子２０の第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４とに接続される（図３参照）。また、リードピン９２と、基体８０の主面８０ａとが、第２ワイヤ７１によって接続される。なお、図１１には示されないが、リードピン９２と、主面８０ａとは、第２ワイヤ７２～７４によっても接続される。より詳しくは、第２ワイヤ７１～７４は、それぞれ、リードピン９２と、主面８０ａの第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４とに接続される（図３参照）。ここで、各ワイヤを各接合領域に接続する際に、各マークを基準として各ワイヤの接続位置を調整してもよい。例えば、図３に示されるように、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１４に接続された第１ワイヤ６１～６４は、基体８０の主面８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１４と重なる位置、具体的には第１マーク４１～４４の直上を通ってリードピン９１と接続する。また、第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２４に接続された第２ワイヤ７１～７４は、基体８０の主面８０ａの上面視において、それぞれ、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２４と重なる位置、具体的には離間して配置された第２マーク５１と５２、第２マーク５２と５３、第２マーク５３と５４、第２マーク５４と５５を結んだ領域の直上を通ってリードピン９２と接続する。

[0129] 以上のように、半導体レーザ装置１０が製造される。

[0130] なお、半導体レーザ装置１０には、キャップが設けられてもよい。キャップは、ステム９３、基体８０、半導体レーザ素子２０、並びに、リードピン９１及び９２のステム９３側の部分を覆うカバーである。

[0131] ［１－５．半導体レーザ装置の検査方法］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１０の検査方法について説明する。

[0132] 製造された半導体レーザ装置１０は、主面８０ａの上面視において、半導体レーザ素子２０が、半導体レーザ素子２０のフロント側端面２０Ｆを通り、かつ、フロント側端面２０Ｆに平行な直線と、第３マークとが重なるように配置されているか否かを検査され、重なって配置されているものが良品と判断される。

[0133] 製造された半導体レーザ装置１０は、主面８０ａの上面視において、各第１ワイヤが各第１マーク部に重なって配置されているか否か、各第２ワイヤが各第２マーク部に重なって配置されているか否かを検査され、すべてのワイヤが、各々に対応するマーク部に重なって配置されているものが良品と判断される。

[0134] 加えて各第２接合部が第３マーク３２と第４マーク３３とを結ぶ線分上に配置されるものを良品と判断することもできる。

[0135] （実施の形態２）

次に、実施の形態２に係る半導体レーザ装置について説明する。本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、主に、半導体レーザ素子の構成、及び、半導体レーザ素子の実装構成において、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１０と相違する。以下、本実施の形態に係る半導体レーザ装置について、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１０との相違点を中心に説明する。

[0136] ［２－１．全体構成］

まず、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０の全体構成について、図１２～図１４を用いて説明する。図１２及び図１３は、それぞれ、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０の全体構成を示す模式的な正面図及び

上面図である。図１４は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０及び基体１８０の構成を示す模式的な上面図である。

[0137] 半導体レーザ装置１１０は、レーザ光を出射する装置であり、図１２及び図１３に示されるように、基体１８０と、半導体レーザ素子１２０とを備える。半導体レーザ装置１１０は、図１３に示されるように、第１ワイヤ６１～６５と、第２ワイヤ７１～７５と、リードピン９１、９２及び９５と、ステム９３と、ベース９４とをさらに備える。なお、図１２～図１４には示されないが、半導体レーザ装置１１０は、半導体レーザ素子１２０、基体１８０及びステム９３の周囲を覆うキャップを備えてもよい。

[0138] 半導体レーザ素子１２０は、図１４に示されるように、基体１８０の主面１８０ａに配置され、主面１８０ａの面内方向の第１方向に沿って延びる共振器を有する。本実施の形態では、半導体レーザ素子１２０の共振器は、フロント側端面１２０Ｆ及びリア側端面１２０Ｒで形成される。フロント側端面１２０Ｆは、半導体レーザ素子１２０のレーザ光を出射する側の端面であり、リア側端面１２０Ｒよりレーザ光に対する反射率が低い。リア側端面１２０Ｒは、半導体レーザ素子１２０のレーザ光を反射する高反射端面である。第１方向は、レーザ光が共振する方向、つまり、レーザ光が出射する方向であり、各図のＹ軸方向と平行である。フロント側端面１２０Ｆは、基体１８０を上面視したときに基体１８０の外縁の外側に配置される。

[0139] 半導体レーザ素子１２０の、天面（つまり、基体１８０と接合される面の裏側の面）には電極１２９が形成されている。半導体レーザ素子１２０の天面は、第１ワイヤ６１～６５がそれぞれ接合される第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５を有する。本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０は、基体１８０の主面１８０ａ上にジャンクションダウン実装されている。つまり、半導体レーザ素子１２０の基板側でなく、半導体積層体側において、主面１８０ａに実装されている。この場合、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１０と異なり、各第１接合領域として、電極１２９の幅方向（つまり、Ｘ軸方向）全体を使用し得る。

[0140] 本実施の形態では、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５は、第１方向に平行に配列されている。半導体レーザ素子１２０のフロント側端面１２０Ｆから第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５の各中心までの距離は、それぞれ、０．１２ｍｍ、０．２９ｍｍ、０．４６ｍｍ、０．６３ｍｍ、及び０．８０ｍｍである。このように、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５は、中心間距離０．１７ｍｍで等間隔で配置されている。

[0141] 半導体レーザ素子１２０は、接合部材１８８によって、基体１８０の主面１８０ａの金属膜１８６に接合される。接合部材１８８の構成は特に限定されない。本実施の形態では、接合部材１８８は、金属膜１８６側から順に、厚さ０．３２μｍのＰｔ膜、及び、厚さ２．５μｍのＡｕＳｎからなる半田膜を有する。接合部材１８８の第２方向（つまり、Ｘ軸方向）における長さは、０．５ｍｍ程度である。

[0142] 半導体レーザ素子１２０のサイズ及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、半導体レーザ素子１２０の共振器長は、１２００μｍであり、第２方向の幅は、１５０μｍであり、厚さ（Ｚ軸方向の長さ）は、８５μｍである。

[0143] なお、半導体レーザ素子１２０の積層構造については、後述する。

[0144] 基体１８０は、半導体レーザ素子１２０が載置されるサブマウントである。基体１８０を形成する材料は、熱伝導率が高い材料であれば特に限定されないが、本実施の形態では、ＳｉＣである。

[0145] 基体１８０は、図１４に示されるように、金属膜１８６が形成された主面１８０ａを有する。基体１８０のサイズ及び形状は特に限定されないが、本実施の形態では、基体１８０は、長さ（つまり、Ｙ軸方向の長さ）が１．３ｍｍ、幅（つまり、Ｘ軸方向の長さ）が１．０ｍｍ、厚さ（つまり、Ｚ軸方向の長さ）が０．２０ｍｍの直方体状の形状を有する。

[0146] 主面１８０ａの形状は、第１方向に沿って延びる第１辺１８１と、半導体レーザ素子１２０を挟んで第１辺１８１と反対側に配置され第１方向に沿って延びる第２辺１８２と、第１辺１８１及び第２辺１８２に垂直な第３辺１

８３及び第４辺１８４とを有する矩形状である。

[0147] 主面１８０ａは、第２ワイヤ７１～７５がそれぞれ接合される第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５を有する。各第２接合領域は、半導体レーザ素子１２０と主面１８０ａの第２辺１８２との間に配置される。本実施の形態では、第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５は、第１方向に平行に等間隔で配列されている。第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５の間隔は、０．１５ｍｍである。また、主面１８０ａの第３辺１８３から第２接合領域Ｂ２１の中心までの距離は、０．１３ｍｍであり、第４辺１８４から第２接合領域Ｂ２５の中心までの距離は、０．５７ｍｍである。また、主面１８０ａの第２辺から各第２接合領域までの距離は、０．１０ｍｍである。

[0148] 金属膜１８６は、半導体レーザ素子１２０の一方の電極と接続される導電性膜である。金属膜１８６は、導電性膜であれば特に限定されない。本実施の形態では、金属膜１８６は、基体１８０の主面１８０ａから順に、厚さ０．１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、及び厚さ０．５μｍのＡｕ膜を有する。金属膜１８６は、主面１８０ａ上の周縁の幅０．０２ｍｍの領域には形成されない。

[0149] 金属膜１８６には、第１マーク１４１～１４６、第２マーク１５１～１５６、及び第４マーク１３３及び１３４が形成されている。各マークは、主面１８０ａ上において視認可能な構成を有する。本実施の形態では、各マークは、金属膜１８６の一部の領域をＡｕ膜からＴｉ膜まで除去し、主面１８０ａを金属膜１８６から露出することによって形成されている。なお、各マークの構成は、視認可能であれば特に限定されない。例えば、金属膜１８６と反射率が異なる他の膜を金属膜１８６上に配置することによって、各マークを形成してもよい。

[0150] 各第１マークは、半導体レーザ素子１２０と、主面１８０ａの第１辺１８１との間に配置される。本実施の形態では、各第１マークは、正方形状の形状を有し、正方形の各辺が主面１８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。各第１マークの１辺の長さは、３０μｍ以上１００μｍ以下程度である。

[0151] 本実施の形態では、主面１８０ａの第３辺１８３から第１マーク１４１～１４６の中心までの距離は、それぞれ、０．０５ｍｍ、０．２０ｍｍ、０．３５ｍｍ、０．５０ｍｍ、０．６５ｍｍ、及び０．８０ｍｍである。主面１８０ａの第４辺１８４から第１マーク１４６までの距離は、０．５０ｍｍである。また、主面１８０ａの第１辺１８１から第１マーク１４１、１４３及び１４５の中心までの距離は、０．０５ｍｍであり、第１辺１８１から第１マーク１４２、１４４及び１４６の中心までの距離は、０．２０ｍｍである。つまり、第１マーク１４１～１４６は、第１方向に千鳥配列（つまり、ジグザグに配列）されている。

[0152] 各第２マークは、半導体レーザ素子１２０と、主面１８０ａの第２辺１８２との間に配置される。本実施の形態では、各第２マークは、正方形状の形状を有し、正方形の各辺が主面１８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。各第２マークの１辺の長さは、３０μｍ以上１００μｍ以下程度である。

[0153] 本実施の形態では、主面１８０ａの第３辺１８３から第２マーク１５１～１５６の中心までの距離は、それぞれ、０．０５ｍｍ、０．２０ｍｍ、０．３５ｍｍ、０．５０ｍｍ、０．６５ｍｍ、及び０．８０ｍｍである。主面１８０ａの第４辺１８４から第２マーク１５６までの距離は、０．５０ｍｍである。また、主面１８０ａの第２辺１８２から第２マーク１５１、１５３及び１５５の中心までの距離は、０．０５ｍｍであり、第２辺１８２から第２マーク１５２、１５４及び１５６の中心までの距離は、０．２０ｍｍである。つまり、第２マーク１５１～１５６は、第１方向に千鳥配列されている。

[0154] 各第４マークは、主面１８０ａに形成されたマークであり、主面１８０ａの上面視において、各第４マークは、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒを通り、かつ、リア側端面１２０Ｒに平行な直線と重なる。これにより、各第４マークに基づいて、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒをアライメントできる。本実施の形態では、主面１８０ａの第４辺１８４から各第４マークの中心までの距離は、０．０５ｍｍである。また、主面１８０ａの第１辺１８１から第４マーク１３３の中心までの距離、及び、第

２辺１８２から第４マーク１３４の中心までの距離は、ともに０．０５ｍｍである。このように、各第４マークは、各第１マーク及び各第２マークよりも主面１８０ａの第４辺１８４側に配置される。

[0155] 各第４マークの形状は、特に限定されないが、本実施の形態では、正方形状の形状を有し、正方形の各辺が主面１８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。各第４マークの一辺の長さは、３０μｍ以上７０μｍ以下程度である。なお、本実施の形態では、二つの第４マーク１３３及び１３４が形成されているが、第４マークの個数は一つでもよいし、第４マーク１３３及び１３４は、形成されなくてもよい。

[0156] 本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０は、図１４に示されるように、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５と、複数の第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５とを備える。第１マーク部Ｍ１１は、第１マーク１４１及び１４２を含み、第１マーク部Ｍ１２は、第１マーク１４２及び１４３を含み、第１マーク部Ｍ１３は、第１マーク１４３及び１４４を含み、第１マーク部Ｍ１４は、第１マーク１４４及び１４５を含み、第１マーク部Ｍ１５は、第１マーク１４５及び１４６を含む。

[0157] 第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク１５１及び１５２を含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク１５２及び１５３を含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク１５３及び１５４を含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク１５４及び１５５を含み、第２マーク部Ｍ２５は、第２マーク１５５及び１５６を含む。

[0158] 第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５は、互いに異なる。言い換えると、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５の各々が含む１以上の第１マークの少なくとも一部は異なる。また、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５は、互いに異なる。言い換えると、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５の各々が含む１以上の第２マークの少なくとも一部は異なる。

[0159] なお、図示しないが、基体１８０の主面１８０ａの裏側の主面にも、金属膜が形成されている。本実施の形態では、基体１８０側から順に、厚さ０．

１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、厚さ０．５μｍのＡｕ膜が形成されている。

[0160] 基体１８０は、接合部材１８７によって、ステム９３の一面に接合される。接合部材１８７の構成は特に限定されない。本実施の形態では、接合部材１８７は、厚さ４．０μｍのＡｕＳｎからなる半田膜を含む。

[0161] 第１ワイヤ６１～６５は、図１３に示されるように、リードピン９２と、半導体レーザ素子１２０との間を接続する電流供給用の導電性ワイヤである。第１ワイヤ６１～６５は、図１４に示されるように、それぞれ、半導体レーザ素子１２０の天面の第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５に接合される。第１ワイヤ６１～６５は、それぞれ、半導体レーザ素子１２０側の端部に半球状の形状を有する第１ボール部６１Ｂ～６５Ｂを有する。第１ボール部６１Ｂ～６５Ｂは、それぞれ、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５において半導体レーザ素子１２０の天面と接合される。主面１８０ａの上面視において、各第１ワイヤは、主面１８０ａの第１辺１８１と交差する。

[0162] 各第１ワイヤの材質及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、各第１ワイヤは、Ａｕからなる直径３８μｍのワイヤである。また、各第１ボール部の直径は、８５±１５μｍ程度である。なお、各第１ワイヤの直径は、１５μｍ以上５０μｍであってもよい。各第１ボール部の直径は、３０μｍ以上１００μｍであってもよい。

[0163] 第２ワイヤ７１～７５は、図１３に示されるように、リードピン９１と、基体８０の主面８０ａとの間を接続する電流供給用のワイヤである。第２ワイヤ７１～７５は、図１４に示されるように、それぞれ、基体１８０の主面１８０ａの第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５に接合される。第２ワイヤ７１～７５は、それぞれ、主面１８０ａ側の端部に半球状の形状を有する第２ボール部７１Ｂ～７５Ｂを有する。第２ボール部７１Ｂ～７５Ｂは、それぞれ、第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５において主面１８０ａと接合される。主面１８０ａの上面視において、各第２ワイヤは、主面１８０ａの第２辺１８２と交差する。

[0164] 各第２ワイヤの材質及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、各第２ワイヤは、Ａｕからなる直径３８μｍのワイヤである。また、各第２ボール部の直径は、８５±１５μｍ程度である。なお、各第２ワイヤの直径は、１５μｍ以上５０μｍであってもよい。各第２ボール部の直径は、３０μｍ以上１００μｍであってもよい。

[0165] ［２－２．第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループの構成］

本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０も、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１０と同様に、複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループを備える。以下、本実施の形態に係る複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループの各構成について、図１５を用いて説明する。図１５は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０の複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１５及び複数の第２ワイヤグループＧ２１～Ｇ２５の構成を示す模式的な上面図である。

[0166] 図１５に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０は、複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１５及び複数の第２ワイヤグループＧ２１～Ｇ２５を備える。

[0167] 第１ワイヤグループＧ１１は、第１ワイヤ６１及び第１マーク部Ｍ１１（つまり、第１マーク１４１及び１４２）を有する。第１ワイヤグループＧ１２は、第１ワイヤ６２及び第１マーク部Ｍ１２（つまり、第１マーク１４２及び１４３）を有する。第１ワイヤグループＧ１３は、第１ワイヤ６３及び第１マーク部Ｍ１３（つまり、第１マーク１４３及び１４４）を有する。第１ワイヤグループＧ１４は、第１ワイヤ６４及び第１マーク部Ｍ１４（つまり、第１マーク１４４及び１４５）を有する。第１ワイヤグループＧ１５は、第１ワイヤ６５及び第１マーク部Ｍ１５（つまり、第１マーク１４５及び１４６）を有する。

[0168] 第１ワイヤ６１～６５は、基体１８０の主面１８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５と重なる位置に配置される。本実施の形態においては、各第１マーク部は、主面１８０ａの上面視において、二

つの第１マークと、離間して配置された二つの第１マークを結んだ線分とを含み、各第１ワイヤは、二つの第１マークを結んだ線分と重なる。

[0169] これにより、主面１８０ａの上面視において、各第１ワイヤの適切な配置位置に、各第１マーク部を配置することで、複数の第１ワイヤ６１～６５を適切な位置に配置できる。また、主面１８０ａの上面視において、各第１ワイヤが、各第１マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第１ワイヤ６１～６５の各々の位置の良否を判定できる。

[0170] また、本実施の形態では、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５は、互いに異なる。したがって、複数の第１ワイヤ６１～６５が、互いに異なる複数の第１マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第１マーク部の各々には、１本の第１ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第１ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0171] 第２ワイヤグループＧ２１は、第２ワイヤ７１及び第２マーク部Ｍ２１（つまり、第２マーク１５１及び１５２）を有する。第２ワイヤグループＧ２２は、第２ワイヤ７２及び第２マーク部Ｍ２２（つまり、第２マーク１５２及び１５３）を有する。第２ワイヤグループＧ２３は、第２ワイヤ７３及び第２マーク部Ｍ２３（つまり、第２マーク１５３及び１５４）を有する。第２ワイヤグループＧ２４は、第２ワイヤ７４及び第２マーク部Ｍ２４（つまり、第２マーク１５４及び１５５）を有する。第２ワイヤグループＧ２５は、第２ワイヤ７５及び第２マーク部Ｍ２５（つまり、第２マーク１５５及び１５６）を有する。

[0172] 第２ワイヤ７１～７５は、主面１８０ａの上面視において、それぞれ、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５と重なる位置に配置される。本実施の形態においては、各第２マーク部は、主面１８０ａの上面視において、二つの第２マークと、離間して配置された二つの第２マークを結んだ線分とを含み、各第２ワイヤの第２ボール部は、二つの第２マークを結んだ線分と重なる。言い換えると、主面１８０ａの上面視において、各第２接合領域は、二つの第２マークを結んだ線分と重なる。

[0173] これにより、主面１８０ａの上面視において、各第２ワイヤの適切な配置位置に、各第２マーク部を配置することで、複数の第２ワイヤ７１～７５及び複数の第２ボール部７１Ｂ～７５Ｂを適切な位置に配置できる。また、主面１８０ａの上面視において、各第２ワイヤが、各第２マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第２ワイヤ７１～７５の各々の位置の良否を判定できる。

[0174] また、本実施の形態では、複数の第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５は、互いに異なる。したがって、複数の第２ワイヤ７１～７５が、互いに異なる複数の第２マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第２マーク部の各々には、１本の第２ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第２ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0175] ［２－３．半導体レーザ素子の電極の構造］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の電極１２９の構造について図１６を用いて説明する。図１６は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の電極１２９の構造を示す模式的な上面図である。

[0176] 図１６に示されるように、半導体レーザ素子１２０は、天面に配置される電極１２９を有する。電極１２９は、複数の接合部Ｂｒ１～Ｂｒ５と、１以上の中間部Ｉｒ１～Ｉｒ４とを含む。１以上の中間部Ｉｒ１～Ｉｒ４の各々は、複数の接合部Ｂｒ１～Ｂｒ５のうち隣り合う二つの接合部の間に配置される。具体的には、中間部Ｉｒ１は、隣り合う二つの接合部Ｂｒ１及びＢｒ２の間に配置され、中間部Ｉｒ２は、隣り合う二つの接合部Ｂｒ２及びＢｒ３の間に配置され、中間部Ｉｒ３は、隣り合う二つの接合部Ｂｒ３及びＢｒ４の間に配置され、中間部Ｉｒ４は、隣り合う二つの接合部Ｂｒ４及びＢｒ５の間に配置される。複数の接合部Ｂｒ１～Ｂｒ５の各々の第１方向と垂直な第２方向（つまり、Ｘ軸方向）における幅は、１以上の中間部Ｉｒ１～Ｉｒ４の各々の第２方向における幅より広い。

[0177] このように、各接合部における第２方向の幅を、各中間部における第２方向の幅より広くすることで、各接合部へのワイヤのボンディングを容易化で

きる。また、各接合部及び各中間部の第２方向の幅を異ならせることで、各接合部を容易に識別できるため、ワイヤが各接合部に接合されているか否かを容易に判定できる。

[0178] 本実施の形態では、各接合部及び各中間部の第２方向における幅は、それぞれ、１２０μｍ及び８０μｍである。また、各接合部及び各中間部の第１方向における長さは、それぞれ、９０μｍ及び８０μｍである。

[0179] また、複数の接合部Ｂｒ１～Ｂｒ５のうち、半導体レーザ素子１２０のフロント側端面１２０Ｆに最も近い接合部Ｂｒ１からフロント側端面１２０Ｆまでの距離Ｄｆは、複数の接合部Ｂｒ１～Ｂｒ５のうち、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒに最も近い接合部Ｂｒ５からリア側端面１２０Ｒまでの距離Ｄｒより小さい。

[0180] これにより、半導体レーザ素子１２０において最も電流の消費量が大きくなり得るフロント側端面１２０Ｆに近い位置に接合部Ｂｒ１を配置できるため、フロント側端面１２０Ｆに近い領域に効率よく電流を供給できる。本実施の形態では、距離Ｄｆは、７５μｍ程度であり、距離Ｄｒは、３５５μｍ程度である。

[0181] また、本実施の形態では、半導体レーザ素子１２０の共振器長Ｌｃにわたる天面のうち、フロント側端面１２０Ｆに近い領域（つまり、フロント側端面１２０Ｆから距離Ｌｃ／２までの領域）に配置される接合部の個数は、リア側端面１２０Ｒに近い領域（つまり、リア側端面１２０Ｒから距離Ｌｃ／２までの領域）に配置される接合部の個数より多い。言い換えると、半導体レーザ素子１２０の天面のうち、フロント側端面１２０Ｆに近い領域に配置される接合部の面積は、リア側端面１２０Ｒに近い領域に配置される接合部の面積より大きい。これにより、半導体レーザ素子１２０において最も電流の消費量が大きくなり得るフロント側端面１２０Ｆに近い領域により多くの接合部を配置できるため、フロント側端面１２０Ｆに近い領域に効率よく電流を供給できる。

[0182] 本実施の形態では、図１６に示されるように、電極１２９は、接合部Ｂｒ

１よりフロント側端面１２０Ｆに近い領域に、接合部Ｂｒ１より第２方向における幅が狭い電極部分を有する。一方、電極１２９は、接合部Ｂｒ５よりリア側端面１２０Ｒに近い領域に、接合部Ｂｒ１より第２方向における幅が狭い部分と、第２方向における幅が接合部Ｂｒ５と同等の部分とを有する。

[0183] 本実施の形態では、半導体レーザ素子１２０は、電極１２９のフロント側端面より、リア側端面１２０Ｒに近い領域に配置されるチップ識別用マークＬｂを有する。チップ識別用マークＬｂは、電極１２９の接合部Ｂｒ５よりリア側端面１２０Ｒに近い領域の第２方向における幅が接合部Ｂｒ５と同等の部分に配置される。

[0184] このようなチップ識別用マークＬｂにより、半導体レーザ素子１２０の識別が可能となる。また、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒ近傍は、フロント側端面１２０Ｆ近傍より、電流の消費量が大きくない。このため、リア側端面１２０Ｒ近傍にチップ識別用マークを配置することによって、フロント側端面１２０Ｆ近傍にチップ識別用マークＬｂを配置する場合より、半導体レーザ素子１２０の出力への影響を低減できる。

[0185] チップ識別用マークＬｂには、チップの型番、ロット番号などを示す文字が示されていてもよいし、バーコードなどの模様が示されていてもよい。また、チップ識別用マークＬｂは、電極１２９とは異なる材量で形成されたプレートで形成されてもよいし、電極１２９に刻印するなどの方法によって電極１２９に直接形成されてもよい。

[0186] ［２－４．半導体レーザ素子の積層構造］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の積層構造について、図１７を用いて説明する。図１７は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の基体１８０に接合する前の構成を示す模式的な断面図である。図１７には、半導体レーザ素子１２０の第１方向（つまり、共振器長方向）に垂直な断面が示されている。なお、半導体レーザ素子１２０は、ジャンクションダウン実装されるため、基板２６が上側に、半導体積層体が下側に示されている。

[0187] 半導体レーザ素子１２０は、実施の形態１に係る半導体レーザ素子２０と同様に、基板２６と、第１半導体層２１と、活性層２２と、第２半導体層２３と、電流ブロック層２４０と、ｐ側オーミック電極２５０と、電極１２９及び２８とを備える。

[0188] 本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０は、電極１２９の構成、リッジ部２３Ｒの配置、側面の形状、及び、溝２６３及び２６４が形成されていない点において、実施の形態１に係る半導体レーザ素子２０と相違する。以下、半導体レーザ素子１２０と、実施の形態１に係る半導体レーザ素子２０との相違点のみを説明する。

[0189] 電極１２９の構造は、上述した通りである。また、電極１２９は、例えばＡｕによって構成される。

[0190] また、実施の形態１では、リッジ部２３Ｒは、幅方向（つまり、Ｘ軸方向）の中央から偏位されたが、本実施の形態では、リッジ部２３Ｒは、幅方向の中央に配置される。

[0191] 本実施の形態では、半導体レーザ素子１２０のＸ軸方向端部の側面部分には、溝２６１が形成されている。溝２６１は、半導体レーザ素子１２０を個片化する際に用いられる素子分離用の溝である。溝２６１は、基板２６の半導体積層体が形成されていない主面から基板２６の厚さ方向に形成されている。

[0192] 次に、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の基体１８０に接合した状態における構成について、図１８を用いて説明する。図１８は、本実施の形態に係る半導体レーザ素子１２０の基体１８０に接合した状態における構成を示す模式的な断面図である。図１８には、半導体レーザ素子１２０の第１方向（つまり、共振器長方向）に垂直な断面が示されている。

[0193] 図１８に示されるように、基体１８０の主面１８０ａには、金属膜１８６が形成されている。半導体レーザ素子１２０は、接合部材１８８によって、基体１８０の主面１８０ａの金属膜１８６に接合される。本実施の形態では、接合部材１８８は、Ｐｔ膜１８８ａ及び半田膜１８８ｂを有する。半導体

レーザ素子１２０を接合部材１８８によって主面１８０ａに接合する際に、半導体レーザ素子１２０のＡｕからなる電極２８と、ＡｕＳｎからなる半田膜とが加熱されることによって溶融する。これらの層が冷却されて凝固する際に一体化されて共晶合金である半田膜１８８ｂが生成される。

[0194] ［２－５．半導体レーザ装置の製造方法］

次に、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０の製造方法について図１９～図２３を用いて説明する。図１９～図２３は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置１１０の製造方法の各工程を示す模式的な正面図である。

[0195] まず、図１９に示されるように、主面１８０ａに接合部材１８８Ａが配置された基体１８０を準備する。半導体レーザ素子１２０を接合する前の接合部材１８８Ａは、主面１８０ａ側から順に積層されたＰｔ膜と、ＡｕＳｎからなる半田膜との２層を有する。

[0196] 続いて、図２０に示されるように、接合部材１８８を用いて、基体１８０の主面１８０ａに半導体レーザ素子１２０を接合する。具体的には、主面１８０ａの上面視において、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒを通り、かつ、リア側端面１２０Ｒに平行な直線が第４マーク１３３及び１３４と重なるように、半導体レーザ素子１２０を主面１８０ａ上に配置する（図１４参照）。その後、半導体レーザ素子１２０及び基体１８０を加熱することにより、半導体レーザ素子１２０のＡｕからなる電極２８と、接合部材１８８ＡのＡｕＳｎからなる半田膜とを溶融し、続いて冷却することにより、接合部材１８８の共晶合金である半田膜１８８ｂを生成し（図１８参照）、基体１８０と半導体レーザ素子１２０とを接合する。このように、主面１８０ａには、半導体レーザ素子１２０が接合される。

[0197] 続いて、図２１に示されるように、ステム９３を準備し、ステム９３の上面に接合部材１８７を配置する。なお、図示されないが、ステム９３は、ベース９４に立設されている。また、ベース９４には、リードピン９１、９２及び９５が立設されている。

[0198] 続いて、図２２に示されるように、ステム９３の上面に、接合部材１８７

を用いて基体１８０を接合する。

[0199] 続いて、図２３に示されるように、リードピン９２と、半導体レーザ素子１２０とが第１ワイヤ６１によって接続される。なお、図２３には示されないが、リードピン９２と、半導体レーザ素子１２０とは、第１ワイヤ６２～６５によっても接続される。より詳しくは、第１ワイヤ６１～６５は、それぞれ、リードピン９２と、半導体レーザ素子１２０の第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５とに接続される（図１４参照）。また、リードピン９１と、基体１８０の主面１８０ａとが、第２ワイヤ７１によって接続される。なお、図２３には示されないが、リードピン９１と、主面１８０ａとは、第２ワイヤ７２～７５によっても接続される。より詳しくは、第２ワイヤ７１～７５は、それぞれ、リードピン９１と、主面１８０ａの第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５とに接続される（図１４参照）。ここで、各ワイヤを各接合領域に接続する際に、各マークを基準として各ワイヤの接続位置を調整してもよい。例えば、図１４に示されるように、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５に接続された第１ワイヤ６１～６５は、基体１８０の主面１８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５と重なる位置、具体的には離間して配置された第１マーク１４１と１４２、第１マーク１４２と１４３、第１マーク１４３と１４４、第１マーク１４４と１４５、第１マーク１４５と１４６を結んだ領域の直上を通ってリードピン９２と接続する。また、第２ワイヤ７１～７５は、それぞれ、第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５と重なる位置、具体的には離間して配置された第２マーク１５１と１５２、第２マーク１５２と１５３、第２マーク１５３と１５４、第２マーク１５４と１５５、第２マーク１５５と１５６を結んだ領域に配置された第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５で基体１８０と接続し、第２ワイヤ７１～７５の他方の端部はリードピン９１と接続する。

[0200] 以上のように、半導体レーザ装置１１０が製造される。

[0201] なお、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１０と同様に、半導体レーザ装置１１０に、キャップが設けられてもよい。

[0202] ［２－６．半導体レーザ装置の検査方法］

製造された半導体レーザ装置１１０は、主面１８０ａの上面視において、半導体レーザ素子１２０のリア側端面１２０Ｒを通り、リア側端面１２０Ｒに平行な直線が第４マーク１３３及び１３４と重なるか否かを検査され、重なって配置されているものが良品と判断される。

[0203] 製造された半導体レーザ装置１１０は、主面１８０ａの上面視において、各第１ワイヤが各第１マーク部に重なって配置されているか否かを検査され、すべての第１ワイヤが、各々に対応する第１マーク部に重なって配置されているものが良品と判断される。また、各第２ワイヤが、各第２マーク部に重なって配置された第２接合領域において基体１８０と接合されているか否かを検査され、すべての第２ワイヤが、各々に対応する第２マーク部に重なって配置された第２接合領域で基体１８０と接合しているものが良品と判断される。

[0204] （実施の形態３）

次に、実施の形態３に係る半導体レーザ装置について説明する。本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、主に、第２ワイヤグループの構成、及び、半導体レーザ素子１２０の配置において、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０と相違する。以下、本実施の形態に係る半導体レーザ装置について、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０との相違点を中心に説明する。

[0205] ［３－１．全体構成］

まず、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の全体構成について図２４及び図２５を用いて説明する。図２４は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置３１０の構成を示す模式的な上面図である。図２５は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置３１０の複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５及び複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９の構成を示す模式的な上面図である。

[0206] 図２４及び図２５に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置３１０は、基体３８０と、半導体レーザ素子１２０と、接合部材１８８と

、第１ワイヤ６１～６５と、第２ワイヤ７０～７９とを備える。半導体レーザ装置３１０は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０と同様に、リードピン９１、９２及び９５と、ステム９３と、ベース９４とをさらに備えてもよい。

[0207] 基体３８０は、半導体レーザ素子１２０が載置されるサブマウントである。基体３８０は、図２４に示されるように、金属膜３８６が形成された主面３８０ａを有する。本実施の形態に係る基体３８０は、金属膜３８６の構成において、実施の形態２に係る基体１８０と相違し、その他の構成において一致する。

[0208] 主面３８０ａの形状は、第１方向に沿って延びる第１辺３８１と、半導体レーザ素子１２０を挟んで第１辺３８１と反対側に配置され第１方向に沿って延びる第２辺３８２と、第１辺３８１及び第２辺３８２に垂直な第３辺３８３及び第４辺３８４とを有する矩形状である。主面３８０ａは、第２ワイヤ７０～７９がそれぞれ接合される第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９を有する。各第２接合領域は、半導体レーザ素子１２０と、主面３８０ａの第２辺３８２との間に配置される。より具体的には、各第２接合領域は、接合部材１８８と主面３８０ａの第２辺３８２との間に配置される。接合部材１８８は、基体３８０の主面３８０ａと半導体レーザ素子１２０とを接合する部材である。本実施の形態では、接合部材１８８は、主面３８０ａに形成された金属膜３８６と半導体レーザ素子１２０とを接合する。接合部材１８８は、主面３８０ａの上面視において、第１方向に延びる長方形状の形状を有する。接合部材１８８は、例えば、実施の形態２に係る接合部材１８８と同様の材料で形成される。

[0209] 本実施の形態では、各第２接合領域から接合部材１８８までの距離は、各第２接合領域から第２辺３８２までの距離より小さい。これにより、各第２接合領域を発熱源である半導体レーザ素子１２０に近づけることができるため、各第２ワイヤを介して効率よく放熱できる。また、各第２接合領域を半導体レーザ素子１２０に近づけることで、各第２接合領域と半導体レーザ素

子１２０との間の抵抗成分を低減できる。したがって、半導体レーザ装置３１０の電力変換効率を高めることができる。

[0210] 本実施の形態では、第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９は、第１方向に沿って千鳥配列されている。具体的には、第２接合領域Ｂ２０、Ｂ２２、Ｂ２４、Ｂ２６及びＢ２８は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列されている。また、第２接合領域Ｂ２１、Ｂ２３、Ｂ２５、Ｂ２７及びＢ２９は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列され、かつ、第２接合領域Ｂ２０、Ｂ２２、Ｂ２４、Ｂ２６及びＢ２８と、主面３８０ａの第２辺３８２との間に配置されている。また、第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９の第１方向における位置は互いに異なる。第２接合領域Ｂ２１の第１方向における位置は、第２接合領域Ｂ２０の第１方向における位置と、第２接合領域Ｂ２２の第１方向における位置との間にある。第２接合領域Ｂ２３の第１方向における位置は、第２接合領域Ｂ２２の第１方向における位置と、第２接合領域Ｂ２４の第１方向における位置との間にある。第２接合領域Ｂ２５の第１方向における位置は、第２接合領域Ｂ２４の第１方向における位置と、第２接合領域Ｂ２６の第１方向における位置との間にある。第２接合領域Ｂ２７の第１方向における位置は、第２接合領域Ｂ２６の第１方向における位置と、第２接合領域Ｂ２８の第１方向における位置との間にある。第２接合領域Ｂ２９は、第２接合領域Ｂ２８と主面３８０ａの第４辺３８４との間に配置されている。

[0211] このように第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９を配列することで、各第２接合領域（つまり、各第２ワイヤ）が互いに干渉することを抑制しながら、より多くの第２接合領域を主面３８０ａ上に設けることができる。したがって、基体３８０から、より多くの第２接合領域及び第２ワイヤを介して放熱することができるため、半導体レーザ装置３１０の放熱効率を高めることができる。本実施の形態では、例えば、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０のように、第２接合領域Ｂ２１～Ｂ２５を一列に配列する場合より、第２接合領域の個数及び面積を２倍とすることができる。したがって、半導体レーザ装置３１０の放熱効率を、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０の

放熱効率の２倍程度に高めることができる。

[0212] 第２接合領域Ｂ２０、Ｂ２２、Ｂ２４、Ｂ２６及びＢ２８の間隔は、０．１５ｍｍである。第２接合領域Ｂ２１、Ｂ２３、Ｂ２５、Ｂ２７及びＢ２９の間隔は、０．１５ｍｍである。また、主面３８０ａの第３辺３８３から第２接合領域Ｂ２０及びＢ２１の中心までの距離は、それぞれ０．１３ｍｍ及び０．２０５ｍｍ（＝０．１３＋０．１５／２）であり、第４辺３８４から第２接合領域Ｂ２８及びＢ２９の中心までの距離は、それぞれ０．５７ｍｍ及び０．４９５ｍｍである。また、主面３８０ａの第２辺３８２から第２接合領域Ｂ２０、Ｂ２２、Ｂ２４、Ｂ２６及びＢ２８の各々の中心までの距離は、０．３０ｍｍであり、第２辺３８２から第２接合領域Ｂ２１、Ｂ２３、Ｂ２５、Ｂ２７及びＢ２９の各々の中心までの距離は、０．１８ｍｍである。

[0213] 金属膜３８６は、半導体レーザ素子１２０の一方の電極と接続される導電性膜である。金属膜３８６は、導電性膜であれば特に限定されない。本実施の形態では、金属膜３８６は、基体３８０の主面３８０ａから順に、厚さ０．１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、及び厚さ０．５μｍのＡｕ膜を有する。金属膜３８６は、主面３８０ａ上の周縁の幅０．０２ｍｍの領域には形成されない。

[0214] 金属膜３８６には、第１マーク３４１～３４６、第２マーク３５０～３６１、及び第５マーク３３１、３３３、３３４及び３３５が形成されている。各マークは、主面３８０ａ上において視認可能な構成を有する。

[0215] 各第１マーク３４１～３４６は、半導体レーザ素子１２０と、主面３８０ａの第１辺３８１との間に配置される。より詳しくは、各第１マークは、金属膜３８６の第１辺３８１側の端縁と、接合部材１８８との間に配置される。第１マーク３４１～３４６は、第１方向に平行に等間隔で配列されている。本実施の形態では、第１マーク３４１～３４６の間隔は、０．１７ｍｍである。第１マーク３４１の形状は、十字型であり、第１マーク３４２～３４６の各々の形状は、正方形である。第１マーク３４２～３４６の正方形の各

辺は、主面３８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。

[0216] 各第２マークは、半導体レーザ素子１２０と、主面３８０ａの第２辺３８２との間に配置される。より詳しくは、各第２マークは、金属膜３８６の第２辺３８２側の端縁と、接合部材１８８との間に配置される。第２マーク３５０～３６１は、第１方向に沿って千鳥配列されている。具体的には、第２マーク３５０、３５２、３５４、３５６、３５８及び３６０は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列されている。また、第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列され、かつ、第２マーク３５０、３５２、３５４、３５６、３５８及び３６０と、第２辺３８２との間に配置されている。また、第２マーク３５０～３６１の第１方向における位置は互いに異なる。例えば、第２マーク３５１の第１方向における位置は、第２マーク３５０の第１方向における位置と、第２マーク３５２の第１方向における位置との間にある。第２マーク３５０、３５２、３５４、３５６、３５８及び３６０の間隔は、０．１５ｍｍである。第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１の間隔は、０．１５ｍｍである。また、各第２マークから接合部材１８８までの距離は、各第２マークから第２辺までの距離より小さい。

[0217] 本実施の形態では、第２マーク３５０及び３５２の間に第２接合領域Ｂ２０が配置される。同様に、第２マーク３５１及び３５３の間に第２接合領域Ｂ２１が配置され、第２マーク３５２及び３５４の間に第２接合領域Ｂ２２が配置され、第２マーク３５３及び３５５の間に第２接合領域Ｂ２３が配置され、第２マーク３５４及び３５６の間に第２接合領域Ｂ２４が配置され、第２マーク３５５及び３５７の間に第２接合領域Ｂ２５が配置され、第２マーク３５６及び３５８の間に第２接合領域Ｂ２６が配置され、第２マーク３５７及び３５９の間に第２接合領域Ｂ２７が配置され、第２マーク３５８及び３６０の間に第２接合領域Ｂ２８が配置され、第２マーク３５９及び３６１の間に第２接合領域Ｂ２９が配置される。

[0218] 本実施の形態では、第２マーク３５０～３６１の形状は、正方形である。

第２マーク３５０～３６１の正方形の各辺は、主面３８０ａの各辺に対して平行又は垂直である。

[0219] 第５マーク３３１、３３３及び３３４は、主面３８０ａの各頂点の位置を示すためのマークである。第５マーク３３１、３３３及び３３４は、主面３８０ａの各頂点付近に配置される。第５マーク３３１は、主面３８０ａの第２辺３８２と第３辺３８３との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク３３３は、主面３８０ａの第１辺３８１と第４辺３８４との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク３３４は、主面３８０ａの第２辺３８２と第４辺３８４との交点に対応する頂点付近に配置される。なお、第１マーク３４１を、主面３８０ａの第１辺３８１と第３辺３８３との交点に対応する頂点の位置を示すマークとして利用してもよい。第５マーク３３５は、第２マーク３５１と、主面３８０ａの第３辺３８３との間に配置されるマークであり、第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１の第２方向における位置を示す。第５マーク３３５の第２方向における位置は、第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１の第２方向における位置と等しい。

[0220] 本実施の形態では、第５マーク３３１、３３３及び３３４の形状は十字型であり、第５マーク３３５の形状は正方形である。第５マーク３３５の正方形の各辺は、主面３８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。

[0221] 本実施の形態でも、実施の形態２と同様に、各マークは、金属膜３８６の一部の領域をＡｕ膜からＴｉ膜まで除去し、主面３８０ａを金属膜３８６から露出することによって形成されている。なお、各マークの構成は、視認可能であれば特に限定されない。

[0222] 本実施の形態に係る半導体レーザ装置３１０は、図２５に示されるように、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５と、複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９とを備える。第１マーク部Ｍ１１は、第１マーク３４１及び３４２を含み、第１マーク部Ｍ１２は、第１マーク３４２及び３４３を含み、第１マーク部Ｍ１３は、第１マーク３４３及び３４４を含み、第１マーク部Ｍ１４は、

第１マーク３４４及び３４５を含み、第１マーク部Ｍ１５は、第１マーク３４５及び３４６を含む。

[0223] 第２マーク部Ｍ２０は、第２マーク３５０及び３５２を含み、第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク３５１及び３５３を含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク３５２及び３５４を含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク３５３及び３５５を含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク３５４及び３５６を含み、第２マーク部Ｍ２５は、第２マーク３５５及び３５７を含み、第２マーク部Ｍ２６は、第２マーク３５６及び３５８を含み、第２マーク部Ｍ２７は、第２マーク３５７及び３５９を含み、第２マーク部Ｍ２８は、第２マーク３５８及び３６０を含み、第２マーク部Ｍ２９は、第２マーク３５９及び３６１を含む。

[0224] 第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５は、互いに異なる。言い換えると、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５の各々が含む１以上の第１マークの少なくとも一部は異なる。また、第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９は、互いに異なる。言い換えると、第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９の各々が含む１以上の第２マークの少なくとも一部は異なる。

[0225] 半導体レーザ素子１２０は、実施の形態２と同様に、基体３８０の主面３８０ａに配置される。本実施の形態では、図２４に示されるように、半導体レーザ素子１２０から第１辺３８１までの距離は、半導体レーザ素子１２０から第２辺３８２までの距離より小さい。これにより、半導体レーザ素子１２０から第１辺３８１及び第２辺３８２までの距離が等しい場合より、主面３８０ａにおける半導体レーザ素子１２０から第２辺３８２までの領域の面積が大きくなる。したがって、主面３８０ａにおける半導体レーザ素子１２０から第２辺３８２までの領域に、より多くの第２ワイヤ（つまり、第２接合領域）を配置することが可能となる。なお、半導体レーザ素子１２０の配置と同様に、接合部材１８８から第１辺３８１までの距離は、接合部材１８８から第２辺３８２までの距離より小さい。半導体レーザ素子１２０は、接合部材１８８の第２方向におけるほぼ中央に配置される。実施の形態２と同

様に、半導体レーザ素子１２０の天面には、第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５が配置される。

[0226] 本実施の形態に係る複数の第１ワイヤ６１～６５は、それぞれ、実施の形態２に係る複数の第１ワイヤ６１～６５と同様の構成を有する。複数の第１ワイヤ６１～６５は、図２４に示されるように、それぞれ、半導体レーザ素子１２０の天面の第１接合領域Ｂ１１～Ｂ１５に接合される。

[0227] 第２ワイヤ７０～７９は、基体３８０の主面３８０ａに接続する電流供給用のワイヤである。第２ワイヤ７０～７９は、図２４に示されるように、それぞれ、基体３８０の主面３８０ａの第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９に接合される。第２ワイヤ７０～７９は、それぞれ、主面３８０ａ側の端部に半球状の形状を有する第２ボール部７０Ｂ～７９Ｂを有する。第２ボール部７０Ｂ～７９Ｂは、それぞれ、第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９において主面３８０ａと接合される。主面３８０ａの上面視において、各第２ワイヤは、主面３８０ａの第２辺３８２と交差する。

[0228] 各第２ワイヤの材質及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、各第２ワイヤの材質及び構造は、実施の形態２に係る各第２ワイヤの材質及び構造と同様である。

[0229] 本実施の形態では、実施の形態２より、第２ワイヤの本数を増大することができるため、第２ワイヤ１本当たりに流れる電流を低減できる。これにより、各第２ワイヤにおける発熱量を低減できるため、各第２ワイヤの溶断を抑制でき、かつ、各第２ワイヤで発生した熱の基体３８０への伝導を抑制できる。また、各第２ワイヤの温度上昇を抑制することができるため、基体３８０から各第２ワイヤを介した放熱を促進することができる。

[0230] 例えば、各第２ワイヤの直径が３８μｍで、長さが２ｍｍの場合、溶断電流（つまり、第２ワイヤが溶断される最小電流）は、４．８６Ａ程度である。この場合、各第２ワイヤの定格電流は、例えば、溶断電流の１／２程度である２．４３Ａに設定される。実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０において、５本の第２ワイヤの各々として上記寸法のワイヤを用いる場合、

半導体レーザ素子１２０へ供給される定格電流は、１２．２Ａとなる。一方、本実施の形態では、１２．２Ａの電流を半導体レーザ素子１２０に供給するには、１０本の第２ワイヤの各々に供給される電流を、１．２２Ａに低減できる。したがって、本実施の形態では、各第２ワイヤとして上記寸法のワイヤを用いる場合、各第２ワイヤに溶断電流より十分低い電流（１．２２Ａ以下）が供給されるため、各第２ワイヤにおける発熱を低減でき、かつ、各第２ワイヤの溶断を抑制できる。また、本実施の形態では、各第２ワイヤに定格電流２．４３Ａを供給することで半導体レーザ素子１２０に最大２４．３Ａの電流を供給することも可能となる。

[0231] なお、各第２ワイヤの寸法は、上記寸法に限定されない。各第２ワイヤの寸法は、半導体レーザ装置３１０に適用できる寸法であればよく、例えば、直径２５μｍで、長さが１．７２ｍｍであってもよい。この場合、各第２ワイヤの溶断電流は、２．４３Ａ程度であるため、定格電流は、１．２２Ａ程度となる。

[0232] ［３－２．第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループの構成］

次に、本実施の形態に係る第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループについて図２６を用いて説明する。図２６は、本実施の形態に係る複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１５及び複数の第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９の構成を示す模式的な上面図である。

[0233] 図２６に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置３１０は、複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１５及び複数の第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９を備える。複数の第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９の個数は、複数の第１ワイヤグループＧ１１～Ｇ１５の個数より多い。これにより、各第２ワイヤに供給される電流を低減することができる。

[0234] 各第１ワイヤグループは、１以上の第１マークを含む。本実施の形態では、第１ワイヤグループＧ１１は、第１ワイヤ６１及び第１マーク部Ｍ１１（つまり、第１マーク３４１及び３４２）を有する。第１ワイヤグループＧ１２は、第１ワイヤ６２及び第１マーク部Ｍ１２（つまり、第１マーク３４２

及び３４３）を有する。第１ワイヤグループＧ１３は、第１ワイヤ６３及び第１マーク部Ｍ１３（つまり、第１マーク３４３及び３４４）を有する。第１ワイヤグループＧ１４は、第１ワイヤ６４及び第１マーク部Ｍ１４（つまり、第１マーク３４４及び３４５）を有する。第１ワイヤグループＧ１５は、第１ワイヤ６５及び第１マーク部Ｍ１５（つまり、第１マーク３４５及び３４６）を有する。

[0235] 第１ワイヤ６１～６５は、基体３８０の主面３８０ａの上面視において、それぞれ、第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５と重なる位置に配置される。本実施の形態においては、各第１マーク部は、主面３８０ａの上面視において、二つの第１マークと、離間して配置された二つの第１マークを結んだ線分とを含み、各第１ワイヤは、二つの第１マークを結んだ線分と重なる。

[0236] これにより、主面３８０ａの上面視において、各第１ワイヤの適切な配置位置に、各第１マーク部を配置することで、複数の第１ワイヤ６１～６５を適切な位置に配置できる。また、主面３８０ａの上面視において、各第１ワイヤが、各第１マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第１ワイヤ６１～６５の各々の位置の良否を判定できる。

[0237] また、本実施の形態では、複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５は、互いに異なる。したがって、複数の第１ワイヤ６１～６５が、互いに異なる複数の第１マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第１マーク部の各々には、１本の第１ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第１ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0238] 各第２ワイヤグループは、１以上の第２マークを含む。第２ワイヤグループＧ２０は、第２ワイヤ７０及び第２マーク部Ｍ２０（つまり、第２マーク３５０及び３５２）を有する。第２ワイヤグループＧ２１は、第２ワイヤ７１及び第２マーク部Ｍ２１（つまり、第２マーク３５１及び３５３）を有する。第２ワイヤグループＧ２２は、第２ワイヤ７２及び第２マーク部Ｍ２２（つまり、第２マーク３５２及び３５４）を有する。第２ワイヤグループＧ２３は、第２ワイヤ７３及び第２マーク部Ｍ２３（つまり、第２マーク３５

３及び３５５）を有する。第２ワイヤグループＧ２４は、第２ワイヤ７４及び第２マーク部Ｍ２４（つまり、第２マーク３５４及び３５６）を有する。第２ワイヤグループＧ２５は、第２ワイヤ７５及び第２マーク部Ｍ２５（つまり、第２マーク３５５及び３５７）を有する。第２ワイヤグループＧ２６は、第２ワイヤ７６及び第２マーク部Ｍ２６（つまり、第２マーク３５６及び３５８）を有する。第２ワイヤグループＧ２７は、第２ワイヤ７７及び第２マーク部Ｍ２７（つまり、第２マーク３５７及び３５９）を有する。第２ワイヤグループＧ２８は、第２ワイヤ７８及び第２マーク部Ｍ２８（つまり、第２マーク３５８及び３６０）を有する。第２ワイヤグループＧ２９は、第２ワイヤ７９及び第２マーク部Ｍ２９（つまり、第２マーク３５９及び３６１）を有する。

[0239] 第２ワイヤ７０～７９は、主面３８０ａの上面視において、それぞれ、第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９と重なる位置に配置される。本実施の形態においては、各第２マーク部は、主面３８０ａの上面視において、二つの第２マークと、離間して配置された二つの第２マークを結んだ線分とを含み、各第２ワイヤの第２ボール部は、二つの第２マークを結んだ線分と重なる。言い換えると、主面３８０ａの上面視において、各第２接合領域は、二つの第２マークを結んだ線分と重なる。

[0240] これにより、主面３８０ａの上面視において、各第２ワイヤの適切な配置位置に、各第２マーク部を配置することで、複数の第２ワイヤ７０～７９及び複数の第２ボール部７０Ｂ～７９Ｂを適切な位置に配置できる。また、主面３８０ａの上面視において、各第２ワイヤが、各第２マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第２ワイヤ７０～７９の各々の位置の良否を判定できる。

[0241] また、本実施の形態では、複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９は、互いに異なる。したがって、複数の第２ワイヤ７０～７９が、互いに異なる複数の第２マーク部の位置に合わせて配置される。これにより、複数の第２ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0242] （実施の形態４）

次に、実施の形態４に係る半導体レーザ装置について説明する。本実施の形態に係る半導体レーザ装置は、主に、第１ワイヤグループの構成、及び、半導体レーザ素子の構成において、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０と相違する。以下、本実施の形態に係る半導体レーザ装置について、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０との相違点を中心に説明する。

[0243] ［４－１．全体構成］

まず、本実施の形態に係る半導体レーザ装置の全体構成について図２７及び図２８を用いて説明する。図２７は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置４１０の構成を示す模式的な上面図である。図２８は、本実施の形態に係る半導体レーザ装置４１０の複数の第１マーク部Ｍ１０～Ｍ１９及び複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９の構成を示す模式的な上面図である。

[0244] 図２７及び図２８に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置４１０は、基体４８０と、半導体レーザ素子４２０と、接合部材１８８と、第１ワイヤ６０～６９と、第２ワイヤ７０～７９とを備える。半導体レーザ装置４１０は、実施の形態２に係る半導体レーザ装置１１０と同様に、リードピン９１、９２及び９５と、ステム９３と、ベース９４とをさらに備えてもよい。

[0245] 基体４８０は、半導体レーザ素子４２０が載置されるサブマウントである。基体４８０は、図２７に示されるように、金属膜４８６が形成された主面４８０ａを有する。本実施の形態に係る基体４８０は、金属膜４８６の構成において、実施の形態３に係る基体３８０と相違し、その他の構成において一致する。

[0246] 主面４８０ａの形状は、第１方向に沿って延びる第１辺４８１と、半導体レーザ素子４２０を挟んで第１辺４８１と反対側に配置され第１方向に沿って延びる第２辺４８２と、第１辺４８１及び第２辺４８２に垂直な第３辺４８３及び第４辺４８４とを有する矩形状である。主面４８０ａは、第２ワイヤ７０～７９がそれぞれ接合される第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９を有する。

各第２接合領域は、半導体レーザ素子４２０と、主面４８０ａの第２辺４８２との間に配置される。より具体的には、各第２接合領域は、接合部材１８８と主面４８０ａの第２辺４８２との間に配置される。接合部材１８８は、基体４８０の主面４８０ａと半導体レーザ素子４２０とを接合する部材である。本実施の形態では、接合部材１８８は、主面４８０ａに形成された金属膜４８６と半導体レーザ素子４２０とを接合する。接合部材１８８は、主面４８０ａの上面視において、第１方向に延びる長方形状の形状を有する。接合部材１８８は、例えば、実施の形態２及び実施の形態３に係る接合部材１８８と同様の材料で形成される。

[0247] 本実施の形態に係る第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９は、実施の形態３に係る第２接合領域Ｂ２０～Ｂ２９と同様の構成を有する。

[0248] 金属膜４８６は、半導体レーザ素子４２０の一方の電極と接続される導電性膜である。金属膜４８６は、導電性膜であれば特に限定されない。本実施の形態では、金属膜４８６は、基体４８０の主面４８０ａから順に、厚さ０．１μｍのＴｉ膜、厚さ０．２μｍのＰｔ膜、及び厚さ０．５μｍのＡｕ膜を有する。金属膜３８６は、主面３８０ａ上の周縁の幅０．０２ｍｍの領域には形成されない。

[0249] 金属膜４８６には、第１マーク４４０～４４９、第２マーク３５０～３６１、及び第５マーク４３１、４３２、４３３、４３４及び３３５が形成されている。各マークは、主面４８０ａ上において視認可能な構成を有する。

[0250] 各第１マークは、半導体レーザ素子４２０と、主面４８０ａの第１辺４８１との間に配置される。本実施の形態に係る各第１マークの形状及び寸法は、実施の形態１に係る各第１マークと同様である。第１マークは、四角形状の形状を有し、金属膜４８６の主面４８０ａの第１辺４８１側の外縁に接する。言い換えると、各第１マークは、金属膜４８６の第１辺４８１側の端部から内側に向かって形成された切り欠き部である。

[0251] 第１マーク４４０～４４９は、それぞれ、主面４８０ａの上面視において、第１ワイヤ６０～６９の直下に配置される。本実施の形態では、主面４８

０ａの第３辺４８３から第１マーク４４０の第１方向の中央までの距離は、０．１２ｍｍである。第１マーク４４０～４４９は、中心間距離０．０８５ｍｍで等間隔で配列されている。

[0252] 各第２マークは、半導体レーザ素子４２０と、主面４８０ａの第２辺４８２との間に配置される。より詳しくは、各第２マークは、金属膜４８６の第２辺４８２側の端縁と、接合部材１８８との間に配置される。第２マーク３５０～３６１は、実施の形態３に係る第２マーク３５０～３６１と同様に配置されている。

[0253] 第５マーク４３１～４３４は、主面４８０ａの各頂点の位置を示すためのマークである。第５マーク４３１～４３４は、主面４８０ａの各頂点付近に配置される。第５マーク４３１は、主面４８０ａの第２辺４８２と第３辺４８３との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク４３２は、主面４８０ａの第１辺４８１と第３辺４８３との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク４３３は、主面４８０ａの第１辺４８１と第４辺４８４との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク４３４は、主面４８０ａの第２辺４８２と第４辺３８４との交点に対応する頂点付近に配置される。第５マーク３３５は、第２マーク３５１と、主面４８０ａの第３辺４８３との間に配置されるマークであり、第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１の第２方向における位置を示す。第５マーク３３５の第２方向における位置は、第２マーク３５１、３５３、３５５、３５７、３５９及び３６１の第２方向における位置と等しい。

[0254] 本実施の形態では、第５マーク４３１～４３４の形状は十字型であり、第５マーク３３５の形状は正方形である。第５マーク３３５の正方形の各辺は、主面４８０ａの各辺に対して４５度傾斜している。

[0255] 本実施の形態でも、実施の形態２と同様に、各マークは、金属膜４８６の一部の領域をＡｕ膜からＴｉ膜まで除去し、主面４８０ａを金属膜４８６から露出することによって形成されている。なお、各マークの構成は、視認可能であれば特に限定されない。

[0256] 本実施の形態に係る半導体レーザ装置４１０は、図２８に示されるように、複数の第１マーク部Ｍ１０～Ｍ１９と、複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９とを備える。第１マーク部Ｍ１０～Ｍ１９は、それぞれ、第１マーク４４０～４４９を含む。

[0257] 第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９の構成は、実施の形態３に係る第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９と同様である。

[0258] 各第１マーク部は、互いに異なる。言い換えると、各第１マーク部が含む一つの第１マークは異なる。また、第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９は、互いに異なる。

[0259] 本実施の形態に係る半導体レーザ素子４２０は、図２７及び図２８に示されるように、基体４８０の主面４８０ａに配置され、主面４８０ａの面内方向の第１方向に沿って延びる共振器を有する。本実施の形態では、半導体レーザ素子４２０の共振器は、フロント側端面４２０Ｆ及びリア側端面４２０Ｒで形成される。フロント側端面４２０Ｆは、半導体レーザ素子４２０のレーザ光を出射する側の端面であり、リア側端面４２０Ｒよりレーザ光に対する反射率が低い。リア側端面４２０Ｒは、半導体レーザ素子４２０のレーザ光を反射する高反射端面である。第１方向は、レーザ光が共振する方向、つまり、レーザ光が出射する方向であり、各図のＹ軸方向と平行である。フロント側端面４２０Ｆは、基体４８０を上面視したときに基体４８０の外縁の外側に配置される。

[0260] 半導体レーザ素子４２０の、天面（つまり、基体４８０と接合される面の裏側の面）には電極４２９が形成されている。本実施の形態では、基体４８０の主面４８０ａの上面視において、電極４２９の形状は長方形である。半導体レーザ素子４２０の天面は、第１ワイヤ６０～６９がそれぞれ接合される第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９を有する。本実施の形態に係る半導体レーザ素子４２０は、基体４８０の主面４８０ａ上にジャンクションダウン実装されている。つまり、半導体レーザ素子４２０の基板側でなく、半導体積層体側において、主面４８０ａに実装されている。

[0261] 本実施の形態では、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９は、第１方向に沿って千鳥配列されている。具体的には、第１接合領域Ｂ１０、Ｂ１２、Ｂ１４、Ｂ１６及びＢ１８は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列されている。また、第１接合領域Ｂ１１、Ｂ１３、Ｂ１５、Ｂ１７及びＢ１９は、この順で第１方向に平行に等間隔で配列され、かつ、第１接合領域Ｂ１０、Ｂ１２、Ｂ１４、Ｂ１６及びＢ１８と、主面４８０ａの第２辺４８２との間に配置されている。また、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９の第１方向における位置は互いに異なる。第１接合領域Ｂ１１の第１方向における位置は、第１接合領域Ｂ１０の第１方向における位置と、第１接合領域Ｂ１２の第１方向における位置との間にある。第１接合領域Ｂ１３の第１方向における位置は、第１接合領域Ｂ１２の第１方向における位置と、第１接合領域Ｂ１４の第１方向における位置との間にある。第１接合領域Ｂ１５の第１方向における位置は、第１接合領域Ｂ１４の第１方向における位置と、第１接合領域Ｂ１６の第１方向における位置との間にある。第１接合領域Ｂ１７の第１方向における位置は、第１接合領域Ｂ１６の第１方向における位置と、第１接合領域Ｂ１８の第１方向における位置との間にある。第１接合領域Ｂ１９は、第１接合領域Ｂ１８と主面４８０ａの第４辺４８４との間に配置される。

[0262] 半導体レーザ素子４２０のフロント側端面４２０Ｆから第１接合領域Ｂ１０及びＢ１１の各中心までの距離は、０．１２ｍｍ、及び、０．２０５ｍｍである。第１接合領域Ｂ１０、Ｂ１２、Ｂ１４、Ｂ１６及びＢ１８は、中心間距離０．１７ｍｍで等間隔で配置されており、第１接合領域Ｂ１１、Ｂ１３、Ｂ１５、Ｂ１７及びＢ１９は、中心間距離０．１７ｍｍで等間隔で配置されている。

[0263] このように第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９を配列することで、各第１接合領域（つまり、各第１ワイヤ）が互いに干渉することを抑制しながら、より多くの第１接合領域を半導体レーザ素子４２０の電極４２９上に設けることができる。したがって、半導体レーザ素子４２０から、より多くの第１接合領域及び第１ワイヤを介して放熱することができるため、半導体レーザ装置４

１０の放熱効率を高めることができる。本実施の形態では、例えば、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０のように、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１４を一列に配列する場合より、第１接合領域の個数及び面積を２倍とすることができる。したがって、半導体レーザ装置４１０の放熱効率を、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０の放熱効率の２倍程度に高めることができる。

[0264] また、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９を千鳥配列することで、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９を介して半導体レーザ素子４２０へ、より均一に電流を供給できる。つまり、第１方向の位置に対する半導体レーザ素子１２０に供給される電流量の分布を均一化できる。

[0265] 半導体レーザ素子４２０のサイズ及び構造は特に限定されない。本実施の形態では、半導体レーザ素子４２０の共振器長は、１２００μｍであり、第２方向の幅は、２２５μｍであり、厚さ（Ｚ軸方向の長さ）は、８５μｍである。半導体レーザ素子４２０の積層構造は、実施の形態２に係る半導体レーザ素子１２０の積層構造と同様である。

[0266] 図２７及び図２８に示されるように、本実施の形態においても実施の形態３と同様に、半導体レーザ素子４２０から、基体４８０の主面４８０ａの第１辺４８１までの距離は、半導体レーザ素子４２０から第２辺４８２までの距離より小さい。したがって、主面４８０ａにおける半導体レーザ素子４２０から第２辺４８２までの領域に、より多くの第２ワイヤ（つまり、第２接合領域）を配置することが可能となる。なお、半導体レーザ素子４２０の配置と同様に、接合部材１８８から第１辺４８１までの距離は、接合部材１８８から第２辺４８２までの距離より小さい。半導体レーザ素子４２０は、接合部材１８８の第２方向におけるほぼ中央に配置される。

[0267] 本実施の形態に係る複数の第１ワイヤ６０～６９の各々は、実施の形態２に係る複数の第１ワイヤ６１～６５の各々と同様の構成を有する。複数の第１ワイヤ６０～６９は、図２７に示されるように、それぞれ、半導体レーザ素子４２０の天面の第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９に接合される。第１ワイヤ

６０～６９は、それぞれ、半導体レーザ素子４２０側の端部に半球状の形状を有する第１ボール部６０Ｂ～６９Ｂを有する。第１ボール部６０Ｂ～６９Ｂは、それぞれ、第１接合領域Ｂ１０～Ｂ１９において半導体レーザ素子４２０と接合される。主面３８０ａの上面視において、各第１ワイヤは、主面３８０ａの第１辺４８１と交差する。

[0268] 第２ワイヤ７０～７９は、実施の形態３に係る第２ワイヤ７０～７９と同様の構成を有する。

[0269] 本実施の形態では、実施の形態３より、第１ワイヤの本数を増大することができるため、第１ワイヤ１本当たりに流れる電流を低減できる。これにより、各第１ワイヤにおける発熱量を低減できるため、各第１ワイヤの溶断を抑制でき、かつ、各第１ワイヤで発生した熱の半導体レーザ素子４２０への伝導を抑制できる。また、各第１ワイヤの温度上昇を抑制することができるため、半導体レーザ素子４２０から各第１ワイヤを介した放熱を促進することができる。

[0270] 例えば、各第１ワイヤの直径が３８μｍで、長さが２ｍｍの場合、溶断電流は、４．８６Ａ程度である。この場合、各第１ワイヤの定格電流は、例えば、溶断電流の１／２程度である２．４３Ａに設定される。実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０において、５本の第１ワイヤの各々として上記寸法のワイヤを用いる場合、半導体レーザ素子１２０へ供給される定格電流は、１２．２Ａとなる。一方、本実施の形態では、１２．２Ａの電流を半導体レーザ素子４２０に供給するには、１０本の第１ワイヤの各々に供給される電流を、１．２２Ａに低減できる。したがって、本実施の形態では、各第１ワイヤとして上記寸法のワイヤを用いる場合、各第１ワイヤに溶断電流より十分低い電流（１．２２Ａ以下）が供給されるため、各第１ワイヤにおける発熱を低減でき、かつ、各第１ワイヤの溶断を抑制できる。また、本実施の形態では、各第１ワイヤに定格電流２．４３を供給することで、半導体レーザ素子４２０に最大２４．３Ａの電流を供給することも可能となる。

[0271] なお、各第１ワイヤの寸法は、上記寸法に限定されない。各第１ワイヤの

寸法は、半導体レーザ装置４１０に適用できる寸法であればよく、例えば、直径５０μｍで、長さが３．４６ｍｍであってもよい。

[0272] ［４－２．第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループの構成］

次に、本実施の形態に係る第１ワイヤグループ及び第２ワイヤグループについて図２９を用いて説明する。図２９は、本実施の形態に係る複数の第１ワイヤグループＧ１０～Ｇ１９及び複数の第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９の構成を示す模式的な上面図である。

[0273] 図２９に示されるように、本実施の形態に係る半導体レーザ装置４１０は、複数の第１ワイヤグループＧ１０～Ｇ１９及び複数の第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９を備える。

[0274] 各第１ワイヤグループは、１以上の第１マークを含む。本実施の形態では、第１ワイヤグループＧ１０は、第１ワイヤ６０及び第１マーク部Ｍ１０（つまり、第１マーク４４０）を有する。第１ワイヤグループＧ１１は、第１ワイヤ６１及び第１マーク部Ｍ１１（つまり、第１マーク４４１）を有する。第１ワイヤグループＧ１２は、第１ワイヤ６２及び第１マーク部Ｍ１２（つまり、第１マーク４４２）を有する。第１ワイヤグループＧ１３は、第１ワイヤ６３及び第１マーク部Ｍ１３（つまり、第１マーク４４３）を有する。第１ワイヤグループＧ１４は、第１ワイヤ６４及び第１マーク部Ｍ１４（つまり、第１マーク４４４）を有する。第１ワイヤグループＧ１５は、第１ワイヤ６５及び第１マーク部Ｍ１５（つまり、第１マーク４４５）を有する。第１ワイヤグループＧ１６は、第１ワイヤ６６及び第１マーク部Ｍ１６（つまり、第１マーク４４６）を有する。第１ワイヤグループＧ１７は、第１ワイヤ６７及び第１マーク部Ｍ１７（つまり、第１マーク４４７）を有する。第１ワイヤグループＧ１８は、第１ワイヤ６８及び第１マーク部Ｍ１８（つまり、第１マーク４４８）を有する。第１ワイヤグループＧ１９は、第１ワイヤ６９及び第１マーク部Ｍ１９（つまり、第１マーク４４９）を有する。

[0275] 第１ワイヤ６０～６９は、基体４８０の主面４８０ａの上面視において、

それぞれ、第１マーク部Ｍ１０～Ｍ１９と重なる位置に配置される。これにより、主面４８０ａの上面視において、各第１ワイヤの適切な配置位置に、各第１マーク部を配置することで、複数の第１ワイヤ６０～６９を適切な位置に配置できる。また、主面４８０ａの上面視において、各第１ワイヤが、各第１マーク部と重なっているか否かを検査することで、複数の第１ワイヤ６０～６９の各々の位置の良否を判定できる。

[0276] また、本実施の形態では、複数の第１マーク部Ｍ１０～Ｍ１９は、互いに異なる。したがって、複数の第１ワイヤ６０～６９が、互いに異なる複数の第１マーク部の位置に合わせて配置される。また、複数の第１マーク部の各々には、１本の第１ワイヤだけが重なる。これにより、複数の第１ワイヤが集中して配置されたり、接触したりすることを低減できる。

[0277] 各第２ワイヤグループは、１以上の第２マークを含む。本実施の形態に係る第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９は、それぞれ、実施の形態３に係る第２ワイヤグループＧ２０～Ｇ２９と同様の構成を有する。これにより、本実施の形態に係る各第２ワイヤグループは、実施の形態３に係る各ワイヤグループと同様の効果を奏する。

[0278] （変形例など）

以上、本開示に係る半導体レーザ装置について、各実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、上記各実施の形態に限定されるものではない。

[0279] 例えば、上記各実施の形態においては、各マークの形状として正方形などが採用されたが、各マークの形状は特に限定されない。例えば、各マークの形状は、多角形、円形、楕円形、長円形、星形などであってもよい。

[0280] また、上記各実施の形態において、各マーク部は、一つ又は二つのマークを含んだが、三つ以上のマークを含んでもよい。つまり、第１マーク部は、１以上の第１マークを含めばよく、第２マーク部は、１以上の第２マークを含めばよい。

[0281] また、マーク部が、三つ以上のマークを含む場合、三つ以上のマークのすべてを囲む包絡線及び当該包絡線の内部の領域をマーク部と定義してもよい

。また、三つ以上のマークのうち二つのマークの全組み合わせに対して、図５を用いて説明したように、マーク部を決定し、全組み合わせに対するマーク部を足し合わせたものを、三つ以上のマークを含むマーク部と定義してもよい。

[0282] ここで、各マーク部に含まれるマークが三つ以上である例として、実施の形態３に係る各第２マーク部の変形例について、図３０を用いて説明する。図３０は、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０の複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９の変形例を示す模式的な上面図である。

[0283] 図３０に示されるように、各第２マーク部は、三つの第２マークを含む。つまり、第２マーク部Ｍ２０は、第２マーク３５０～３５２を含み、第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク３５１～３５３を含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク３５２～３５４を含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク３５３～３５５を含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク３５４～３５６を含み、第２マーク部Ｍ２５は、第２マーク３５５～３５７を含み、第２マーク部Ｍ２６は、第２マーク３５６～３５８を含み、第２マーク部Ｍ２７は、第２マーク３５７～３５９を含み、第２マーク部Ｍ２８は、第２マーク３５８～３６０を含み、第２マーク部Ｍ２９は、第２マーク３５９～３６１を含む。

[0284] このように、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０において、各第２マーク部が三つの第２マークを含んでもよい。これにより、例えば、第２ワイヤ７０の第１方向における位置決め、及び、第１方向における配置位置の検査において、第２マーク３５１を用いることができる。つまり、基体３８０の主面３８０ａの上面視において、第２ワイヤ７０が第２マーク３５１と重なるように、第２ワイヤ７０の第１方向における位置を決定することができる。また、第２ワイヤ７０の配置位置を検査する際に、主面３８０ａの上面視において、第２ワイヤ７０が第２マーク３５１と重なっているか否かによって、第２ワイヤ７０の第１方向における配置位置の良否を判定できる。他の第２ワイヤ７１～７９についても同様に、それぞれ第２マーク３５２

～３６０を用いて第１方向における位置決め、及び、配置位置の検査を行うことができる。

[0285] また、各マーク部に含まれるマークが三つ以上である例として、各マーク部に含まれるマークが四つである例について、図３１及び図３２を用いて説明する。図３１は、実施の形態３の変形例に係る半導体レーザ装置３１０ａの複数の第２マーク部Ｍ２０～Ｍ２９を示す模式的な上面図である。図３２は、実施の形態２の変形例に係る半導体レーザ装置１１０ａの複数の第１マーク部Ｍ１１～Ｍ１５及び複数の第２マーク部Ｍ２１～Ｍ２５を示す模式的な上面図である。

[0286] 図３１に示される実施の形態３の変形例に係る半導体レーザ装置３１０ａは、金属膜３８６ａの構成において、実施の形態３に係る半導体レーザ装置３１０と相違する。金属膜３８６ａには、第２マーク３５０～３６１に加えて、第２マーク３５０ａ～３５９ａが形成されている。

[0287] 第２マーク３５０ａ～３５９ａは、半導体レーザ素子１２０と、主面３８０ａの第２辺３８２との間に配置される。本変形例に係る第２マーク３５０ａ～３５９ａの形状及び寸法は、実施の形態１に係る各第１マークと同様である。第２マーク３５０ａ～３５９ａは、四角形状の形状を有し、金属膜３８６ａの主面３８０ａの第２辺３８２側の外縁に接する。言い換えると、第２マーク３５０ａ～３５９ａは、金属膜３８６ａの第２辺３８２側の端部から内側に向かって形成された切り欠き部である。

[0288] 本変形例に係る第２マーク部Ｍ２０～３０の各々は、四つの第２マークを含む。第２マーク部Ｍ２０は、第２マーク３５０～３５２、及び３５０ａを含み、第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク３５１～３５３、及び３５１ａを含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク３５２～３５４、及び３５２ａを含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク３５３～３５５、及び３５３ａを含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク３５４～３５６、及び３５４ａを含み、第２マーク部Ｍ２５は、第２マーク３５５～３５７、及び３５５ａを含み、第２マーク部Ｍ２６は、第２マーク３５６～３５８、及び３５６ａを

含み、第２マーク部Ｍ２７は、第２マーク３５７～３５９、及び３５７ａを含み、第２マーク部Ｍ２８は、第２マーク３５８～３６０、及び３５８ａを含み、第２マーク部Ｍ２９は、第２マーク３５９～３６１、及び３５９ａを含む。

[0289] このように、各第２マーク部が四つの第２マークを含んでもよい。これにより、例えば、第２ワイヤ７０の第１方向における位置決め、及び、第１方向における配置位置の検査において、第２マーク３５０ａを用いることができる。つまり、基体３８０の主面３８０ａの上面視において、第２ワイヤ７０が第２マーク３５０ａと重なるように、第２ワイヤ７０の第１方向における位置を決定することができる。また、第２ワイヤ７０の配置位置を検査する際に、主面３８０ａの上面視において、第２ワイヤ７０が第２マーク３５０ａと重なっているか否かによって、第２ワイヤ７０の第１方向における配置位置の良否を判定できる。他の第２ワイヤ７１～７９についても同様に、それぞれ第２マーク３５１ａ～３５９ａを用いて第１方向における位置決め、及び、配置位置の検査を行うことができる。

[0290] 図３２に示される実施の形態２の変形例に係る半導体レーザ装置１１０ａは、金属膜１８６ａの構成において、実施の形態１に係る半導体レーザ装置１１０と相違する。金属膜１８６ａには、第１マーク１４１～１４６及び第２マーク１５１～１５６に加えて、第１マーク１４１ａ～１４６ａ及び第２マーク１５１ａ～１５６ａが形成されている。

[0291] 第１マーク１４１ａ～１４６ａは、半導体レーザ素子１２０と、主面１８０ａの第１辺１８１との間に配置される。本変形例に係る第１マーク１４１ａ～１４６ａの形状及び寸法は、第１マーク１４１～１４６と同様である。第１マーク１４１ａ～１４６ａは、第１方向に沿って千鳥配列されている。第１マーク１４１ａ～１４６ａの第１方向における位置は、それぞれ、第１マーク１４１～１４６の第１方向における位置と等しい。第１マーク１４１、１４２ａ、１４３、１４４ａ、１４５及び１４６ａは第１方向に等間隔で一列に配列される。また、第１マーク１４１ａ、１４２、１４３ａ、１４４

、１４５ａ及び１４６は第１方向に等間隔で一列に配列される。また、第１マーク１４１、１４２ａ、１４３、１４４ａ、１４５及び１４６ａは、第１マーク１４１ａ、１４２、１４３ａ、１４４、１４５ａ及び１４６と、第１辺１８１との間に配置される。

[0292] 第２マーク１５１ａ～１５６ａは、半導体レーザ素子１２０と、主面１８０ａの第２辺１８２との間に配置される。本変形例に係る第２マーク１５１ａ～１５６ａの形状及び寸法は、第２マーク１５１～１５６と同様である。第２マーク１５１ａ～１５６ａは、第１方向に沿って千鳥配列されている。第２マーク１５１ａ～１５６ａの第１方向における位置は、それぞれ、第２マーク１５１～１５６の第１方向における位置と等しい。第２マーク１５１、１５２ａ、１５３、１５４ａ、１５５及び１５６ａは第１方向に等間隔で一列に配列される。また、第２マーク１５１ａ、１５２、１５３ａ、１５４、１５５ａ及び１５６は第１方向に等間隔で一列に配列される。また、第２マーク１５１、１５２ａ、１５３、１５４ａ、１５５及び１５６ａは、第２マーク１５１ａ、１５２、１５３ａ、１５４、１５５ａ及び１５６と、第２辺１８２との間に配置される。

[0293] 本変形例に係る第１マーク部Ｍ１１～１５の各々は、四つの第１マークを含む。第１マーク部Ｍ１１は、第１マーク１４１、１４１ａ、１４２及び１４２ａを含み、第１マーク部Ｍ１２は、第１マーク１４２、１４２ａ、１４３及び１４３ａを含み、第１マーク部Ｍ１３は、第１マーク１４３、１４３ａ、１４４及び１４４ａを含み、第１マーク部Ｍ１４は、第１マーク１４４、１４４ａ、１４５及び１４５ａを含み、第１マーク部Ｍ１５は、第１マーク１４５、１４５ａ、１４６及び１４６ａを含む。

[0294] 本変形例に係る第２マーク部Ｍ２１～２５の各々は、四つの第２マークを含む。第２マーク部Ｍ２１は、第２マーク１５１、１５１ａ、１５２及び１５２ａを含み、第２マーク部Ｍ２２は、第２マーク１５２、１５２ａ、１５３及び１５３ａを含み、第２マーク部Ｍ２３は、第２マーク１５３、１５３ａ、１５４及び１５４ａを含み、第２マーク部Ｍ２４は、第２マーク１５４

、１５４ａ、１５５及び１５５ａを含み、第２マーク部Ｍ２５は、第２マーク１５５、１５５ａ、１５６及び１５６ａを含む。

[0295] 以上のように、各マーク部は、四つの第２マークを含んでもよい。

[0296] また、上記各実施の形態においては、半導体レーザ素子として、窒化物系半導体材料を用いた半導体レーザ素子を使用したが、半導体レーザ素子の構成はこれに限定されない。半導体レーザ素子は、他の半導体材料を用いたものであってもよい。例えば、半導体レーザ素子として、ＧａＡｓ系半導体レーザ素子を使用してもよい。

[0297] また、上記各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で上記各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

産業上の利用可能性

[0298] 本開示の半導体レーザ装置は、例えば、高出力かつ高効率な光源としてレーザ加工などに適用できる。

符号の説明

[0299] １０、１１０、１１０ａ、３１０、３１０ａ、４１０　半導体レーザ装置

２０、１２０、４２０　半導体レーザ素子

２０Ｆ、１２０Ｆ、４２０Ｆ　フロント側端面

２０Ｒ、１２０Ｒ、４２０Ｒ　リア側端面

２１　第１半導体層

２２　活性層

２３　第２半導体層

２３Ｒ　リッジ部

２６　基板

２７、２８、１２９、４２９　電極

３１、３２　第３マーク

３３、１３３、１３４　第４マーク

４１、４２、４３、４４、１４１、１４１ａ、１４２、１４２ａ、１４３、１４３ａ、１４４、１４４ａ、１４５、１４５ａ、１４６、１４６ａ、３４１、３４２、３４３、３４４、３４５、３４６、４４０、４４１、４４２、４４３、４４４、４４５、４４６、４４７、４４８、４４９　第１マーク

５１、５２、５３、５４、５５、１５１、１５１ａ、１５２、１５２ａ、１５３、１５３ａ、１５４、１５４ａ、１５５、１５５ａ、１５６、１５６ａ、３５０、３５０ａ、３５１、３５１ａ、３５２、３５２ａ、３５３、３５３ａ、３５４、３５４ａ、３５５、３５５ａ、３５６、３５６ａ、３５７、３５７ａ、３５８、３５８ａ、３５９、３５９ａ、３６０、３６１　第２マーク

６０、６１、６２、６３、６４、６５、６６、６７、６８、６９　第１ワイヤ

６０Ｂ、６１Ｂ、６２Ｂ、６３Ｂ、６４Ｂ、６５Ｂ、６６Ｂ、６７Ｂ、６８Ｂ、６９Ｂ　第１ボール部

７０、７１、７２、７３、７４、７５、７６、７７、７８、７９　第２ワイヤ

７０Ｂ、７１Ｂ、７２Ｂ、７３Ｂ、７４Ｂ、７５Ｂ、７６Ｂ、７７Ｂ、７８Ｂ、７９Ｂ　第２ボール部

８０、１８０、３８０、４８０　基体

８０ａ、１８０ａ、３８０ａ、４８０ａ　主面

８１、１８１、３８１、４８１　第１辺

８２、１８２、３８２、４８２　第２辺

８３、１８３、３８３、４８３　第３辺

８４、１８４、３８４、４８４　第４辺

８６、１８６、１８６ａ、３８６、３８６ａ、４８６　金属膜

８７、８８、８８Ａ、１８７、１８８、１８８Ａ　接合部材

８８ａ、１８８ａ　Ｐｔ膜

８８ｂ、１８８ｂ　半田膜

９１、９２、９５　リードピン

９３　ステム

９４　ベース

２６１、２６２、２６３、２６４　溝

３３１、３３３、３３４、３３５、４３１、４３２、４３３、４３４　第５マーク

Ｂ１０、Ｂ１１、Ｂ１２、Ｂ１３、Ｂ１４、Ｂ１５、Ｂ１６、Ｂ１７、Ｂ１８、Ｂ１９　第１接合領域

Ｂ２０、Ｂ２１、Ｂ２２、Ｂ２３、Ｂ２４、Ｂ２５、Ｂ２６、Ｂ２７、Ｂ２８、Ｂ２９　第２接合領域

Ｂｒ１、Ｂｒ２、Ｂｒ３、Ｂｒ４、Ｂｒ５　接合部

Ｇ１０、Ｇ１１、Ｇ１２、Ｇ１３、Ｇ１４、Ｇ１５、Ｇ１６、Ｇ１７、Ｇ１８、Ｇ１９　第１ワイヤグループ

Ｇ２０、Ｇ２１、Ｇ２２、Ｇ２３、Ｇ２４、Ｇ２５、Ｇ２６、Ｇ２７、Ｇ２８、Ｇ２９　第２ワイヤグループ

Ｉｒ１、Ｉｒ２、Ｉｒ３、Ｉｒ４　中間部

Ｌｂ　チップ識別用マーク

Ｍ１０、Ｍ１１、Ｍ１２、Ｍ１３、Ｍ１４、Ｍ１５、Ｍ１６、Ｍ１７、Ｍ１８、Ｍ１９　第１マーク部

Ｍ２０、Ｍ２１、Ｍ２２、Ｍ２３、Ｍ２４、Ｍ２５、Ｍ２６、Ｍ２７、Ｍ２８、Ｍ２９　第２マーク部

請求の範囲

[請求項1] 金属膜が形成された主面を有する基体と、

前記主面に配置され、前記主面の面内方向の第１方向に沿って延びる共振器を有する半導体レーザ素子と、

前記第１方向に沿って配列される、複数の第１ワイヤグループ及び複数の第２ワイヤグループとを備え、

前記複数の第１ワイヤグループの各々は、前記半導体レーザ素子の天面の第１接合領域に接合される第１ワイヤ、及び、前記主面に形成される第１マーク部を有し、

前記複数の第２ワイヤグループの各々は、前記主面の第２接合領域に接合される第２ワイヤ、及び、前記主面に形成される第２マーク部を有し、

前記主面の形状は、前記第１方向に沿って延びる第１辺と、前記半導体レーザ素子を挟んで前記第１辺と反対側に配置され前記第１方向に沿って延びる第２辺と、前記第１辺及び前記第２辺に垂直な第３辺とを有する矩形状であり、

前記第２接合領域は、前記半導体レーザ素子と前記第２辺との間に配置され、

前記主面の上面視において、

前記第１ワイヤは、前記第１辺と交差し、

前記第２ワイヤは、前記第２辺と交差し、

前記第１ワイヤは、前記第１マーク部と重なる位置に配置され、

前記第２接合領域及び前記第２ワイヤの少なくとも一方は、前記第２マーク部と重なる位置に配置される

半導体レーザ装置。

[請求項2] 前記主面の上面視において、前記第１マーク部は、前記第１ワイヤの直下に配置される１以上の第１マークを含む

請求項１に記載の半導体レーザ装置。

[請求項3] 前記主面の上面視において、

前記第１マーク部は、１以上の第１マークと、前記１以上の第１マークのうち離間して配置された二つの第１マークを結んだ線分とを含み、

前記第１ワイヤは、前記二つの第１マークを結んだ線分と重なる

請求項１に記載の半導体レーザ装置。

[請求項4] 前記１以上の第１マークは、前記金属膜に形成される

請求項２又は３に記載の半導体レーザ装置。

[請求項5] 前記１以上の第１マークの少なくとも一つは、前記金属膜の前記第１辺側の外縁に接する

請求項４に記載の半導体レーザ装置。

[請求項6] 前記主面の上面視において、

前記第２マーク部は、離間して配置される二つの第２マークと、前記二つの第２マークを結んだ線分とを含み、

前記第２ワイヤは、前記二つの第２マークを結んだ線分と重なる

請求項１～５のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項7] 前記主面の上面視において、

前記第２マーク部は、離間して配置される二つの第２マークを含み

、

前記第２接合領域は、前記二つの第２マークを結んだ線分と重なる

請求項１～５のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項8] 前記二つの第２マークは、前記金属膜に形成される

請求項６又は７に記載の半導体レーザ装置。

[請求項9] 前記二つの第２マークは、前記金属膜の前記第２辺側の外縁に接する

請求項８に記載の半導体レーザ装置。

[請求項10] 前記主面に形成される第３マークをさらに備え、

前記主面の上面視において、前記第３マークは、前記半導体レーザ

素子のフロント側端面を通り、かつ、前記フロント側端面に平行な直線と重なる

請求項１～９のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項11] 前記第３マークは、前記第１マーク部及び前記第２マーク部よりも前記第３辺側に配置される

請求項１０に記載の半導体レーザ装置。

[請求項12] 前記主面に形成される第４マークをさらに備え、

前記主面の上面視において、前記第４マークは、前記半導体レーザ素子のリア側端面を通り、かつ、前記リア側端面に平行な直線と重なる

請求項１０又は１１に記載の半導体レーザ装置。

[請求項13] 前記第２接合領域は、前記第３マークと前記第４マークとを結ぶ直線上に配置される

請求項１２に記載の半導体レーザ装置。

[請求項14] 前記半導体レーザ素子は、前記天面に配置される電極を有し、

前記電極は、複数の接合部と、１以上の中間部とを含み、

前記１以上の中間部の各々は、前記複数の接合部のうち隣り合う二つの接合部の間に配置され、

前記複数の接合部の各々の前記第１方向と垂直な第２方向における幅は、前記１以上の中間部の各々の前記第２方向における幅より広い

請求項１～１３のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項15] 前記複数の接合部のうち、前記半導体レーザ素子のフロント側端面に最も近い接合部から前記フロント側端面までの距離は、前記複数の接合部のうち、前記半導体レーザ素子のリア側端面に最も近い接合部から前記リア側端面までの距離より小さい

請求項１４に記載の半導体レーザ装置。

[請求項16] 前記半導体レーザ素子は、前記電極の前記フロント側端面より、前記リア側端面に近い領域に配置されるチップ識別用マークを有する

請求項１５に記載の半導体レーザ装置。

[請求項17] 前記複数の第１ワイヤグループの各々の前記第１接合領域は、前記第１方向に沿って千鳥配列されている

請求項１～１６のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項18] 前記複数の第２ワイヤグループの各々の前記第２接合領域は、前記第１方向に沿って千鳥配列されている

請求項１～１７のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項19] 前記複数の第２ワイヤグループの各々は、１以上の第２マークを含み、

前記複数の第２ワイヤグループの各々の前記１以上の第２マークは、前記第１方向に沿って千鳥配列されている

請求項１～５のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項20] 前記複数の第２ワイヤグループの個数は、前記複数の第１ワイヤグループの個数より多い

請求項１～１９のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項21] 前記主面と前記半導体レーザ素子とを接合する接合部材をさらに備える

請求項１～２０のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項22] 前記第２接合領域から前記接合部材までの距離は、前記第２接合領域から前記第２辺までの距離より小さい

請求項２１に記載の半導体レーザ装置。

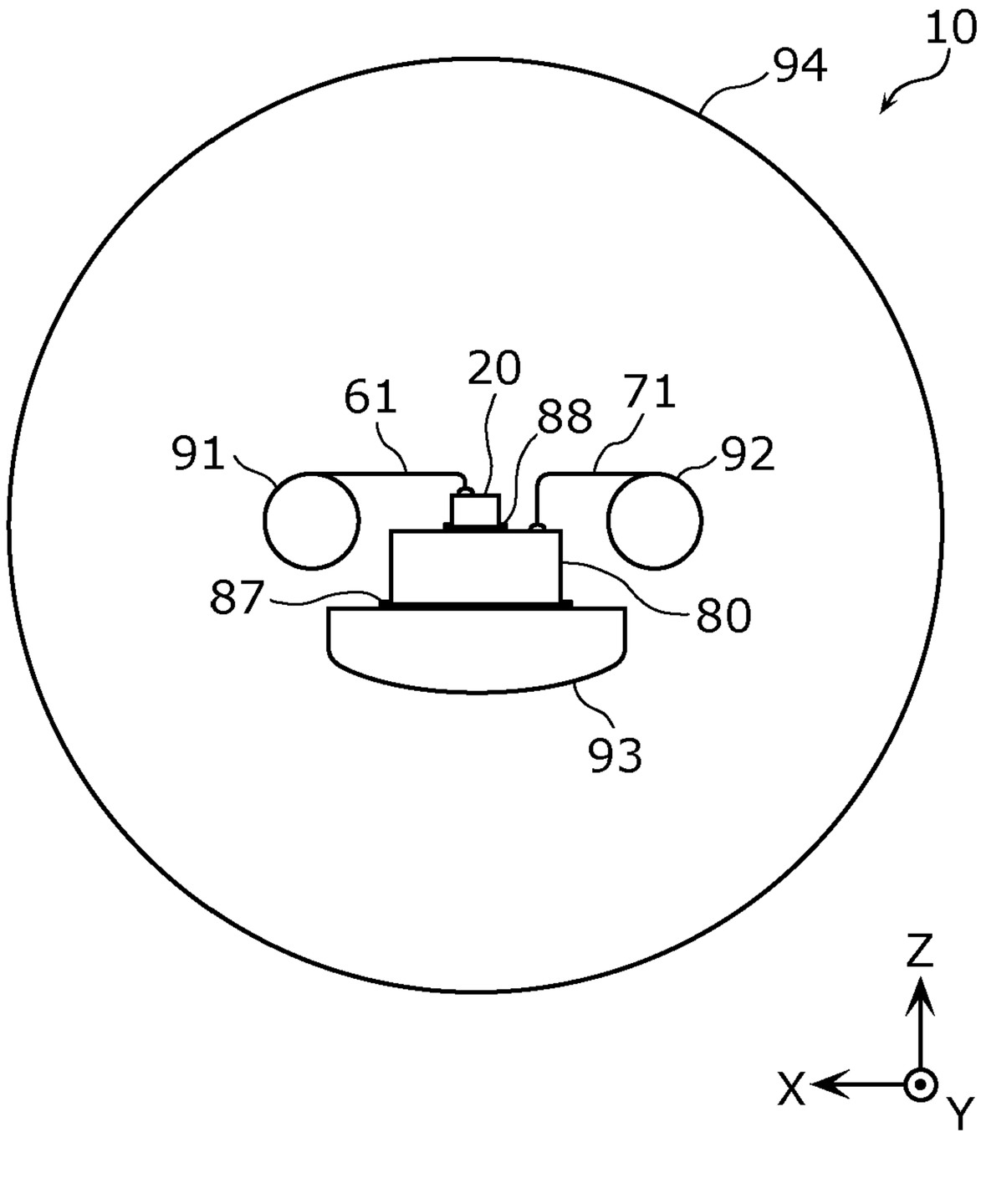
[請求項23] 前記接合部材から前記第１辺までの距離は、前記接合部材から前記第２辺までの距離より小さい

請求項２１又は２２に記載の半導体レーザ装置。

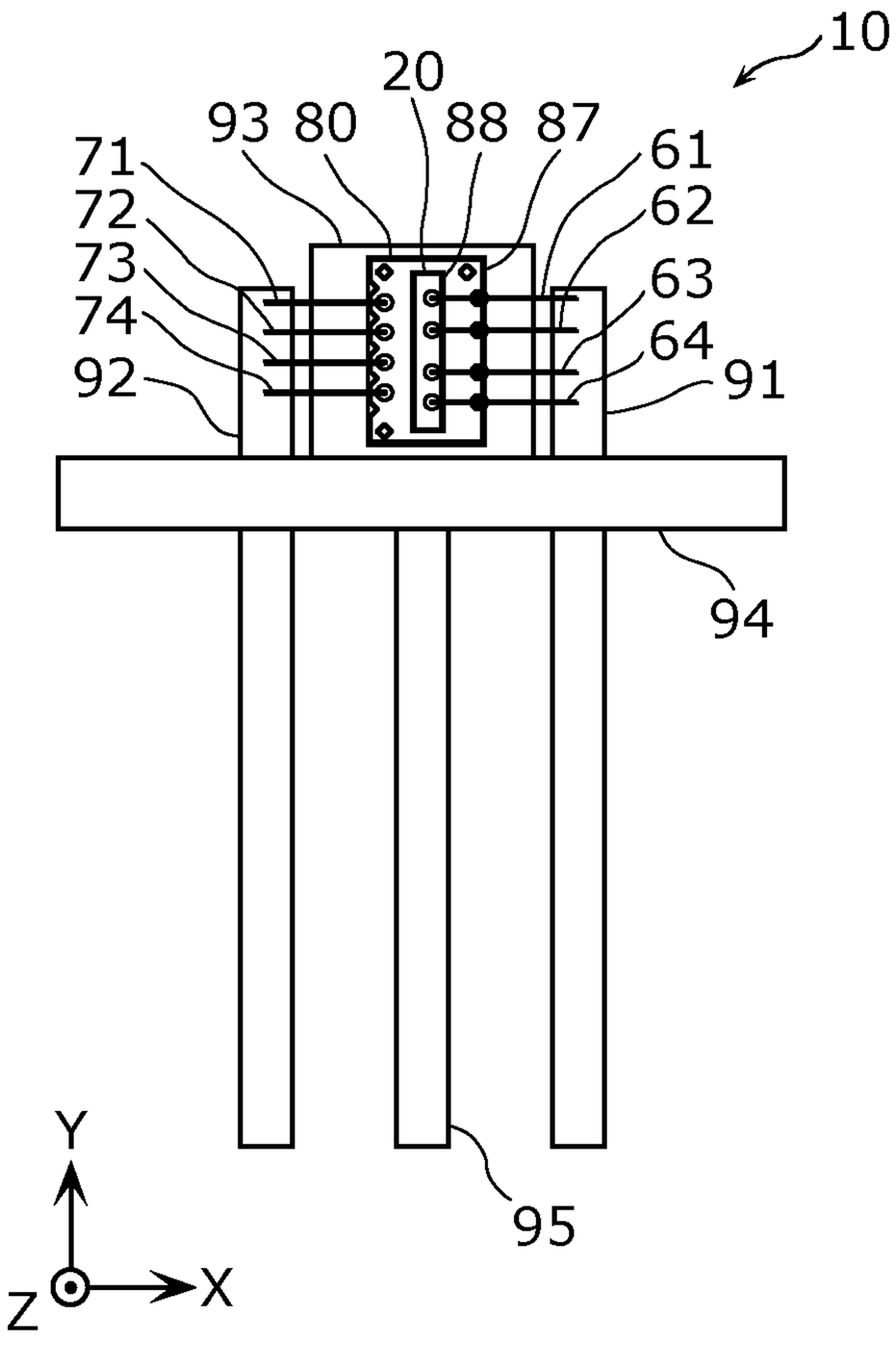
[請求項24] 前記半導体レーザ素子から前記第１辺までの距離は、前記半導体レーザ素子から前記第２辺までの距離より小さい

請求項１～２３のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

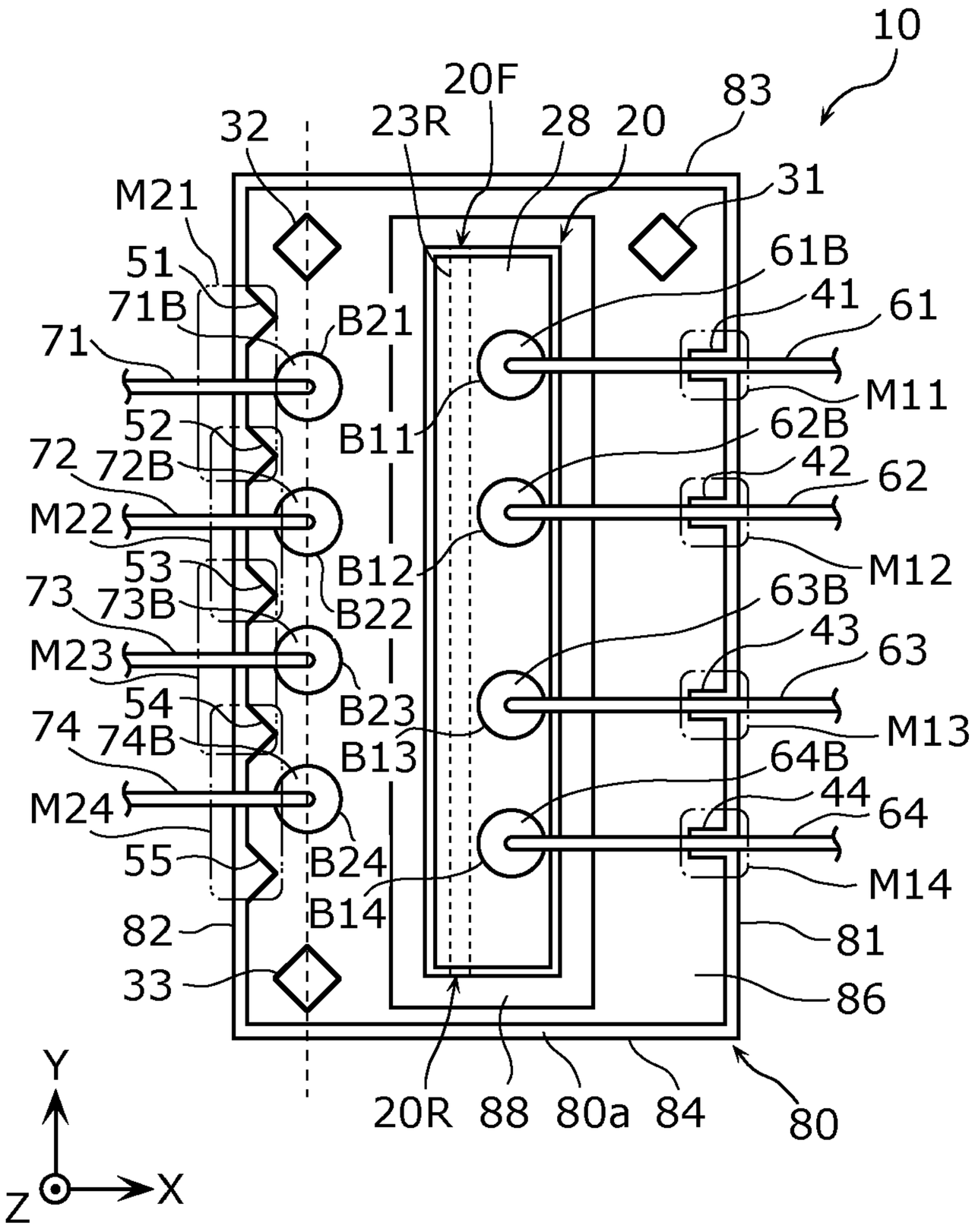
[図1]


10
94
20
61
88
71
91
92
87
80
93
Z
X
Y

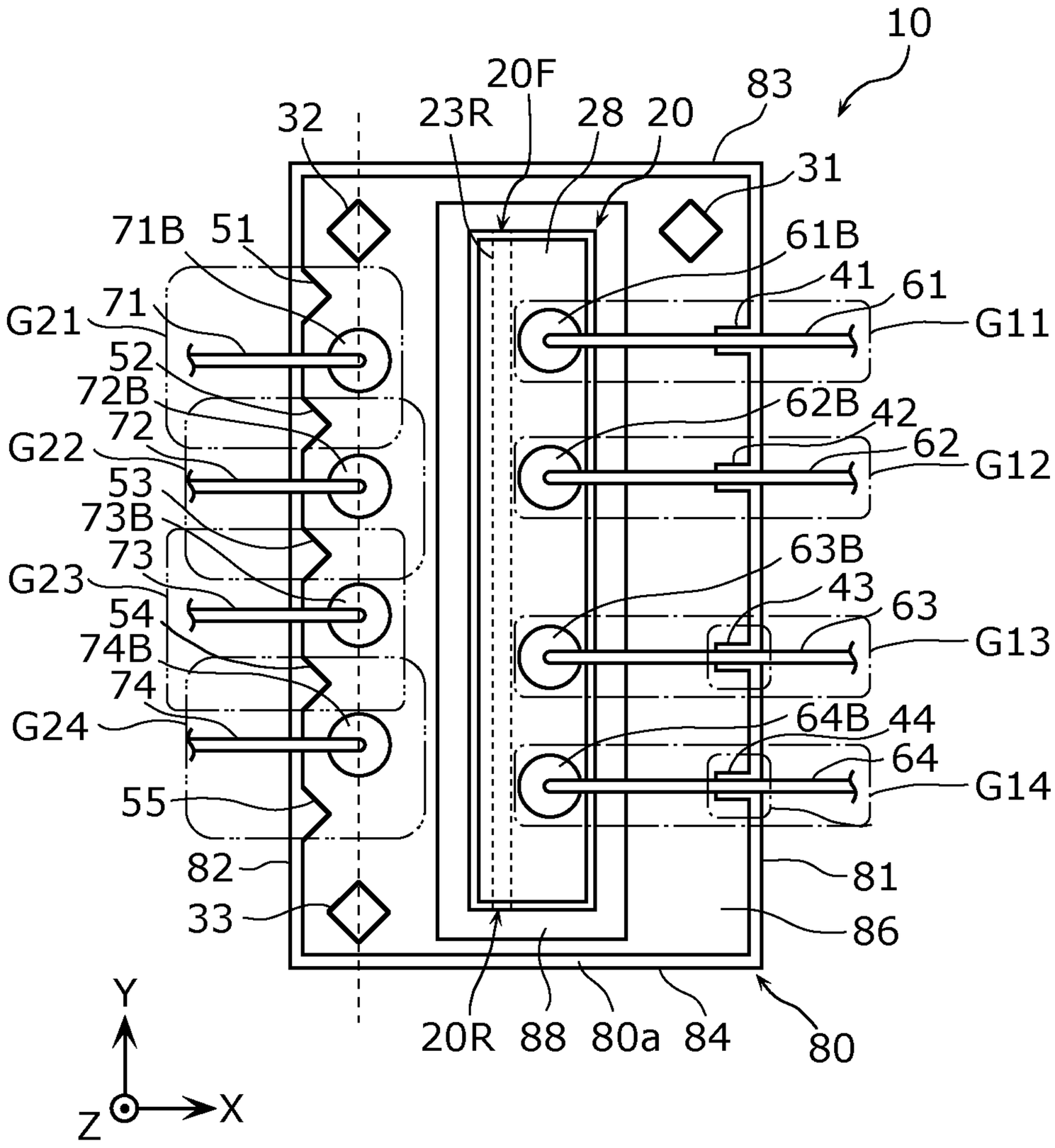
[図2]


10
20
93
80
88
87
71
72
73
74
92
61
62
63
64
91
94
95
Y
Z
X

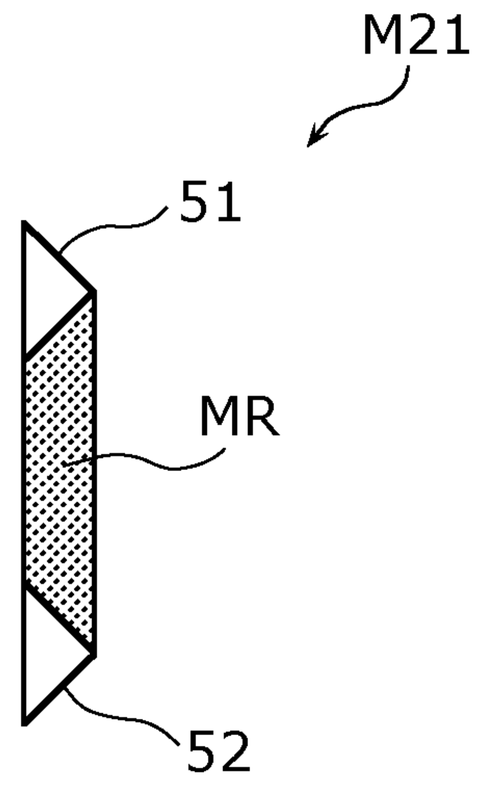
[図3]


10
20F
83
32
23R
28
20
31
M21
61B
51
41
61
71B
B21
71
M11
52
62B
72
72B
42
62
M22
B12
M12
53
B22
73
73B
63B
43
63
M23
B23
M13
54
B13
74
74B
64B
44
64
M24
B24
M14
55
B14
82
81
33
86
Y
20R
88
80a
84
80
Z
X

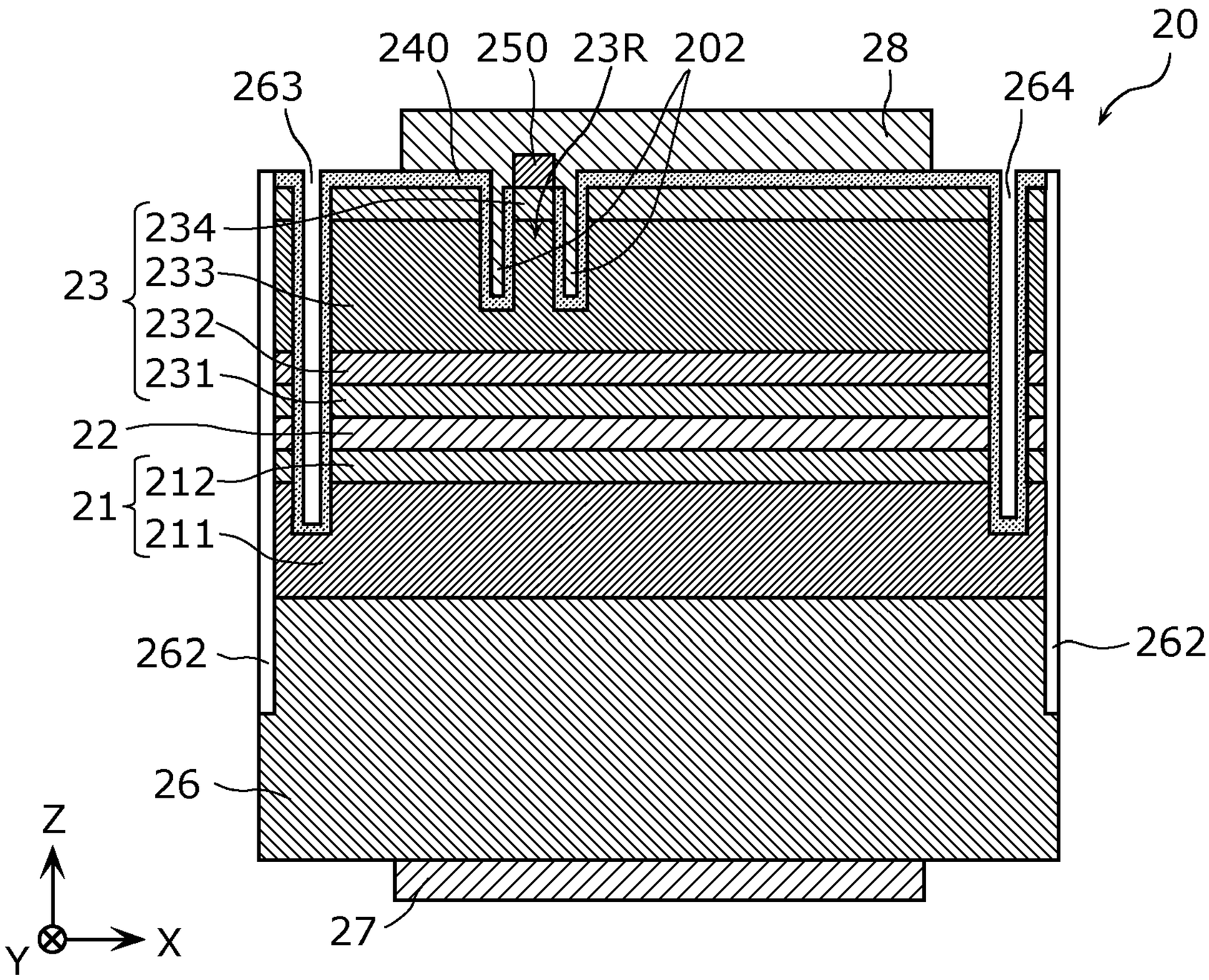
[図4]


10
20F
83
32
23R
28
20
31
71B
51
61B
41
61
G21
71
G11
52
72B
62B
42
72
62
G22
G12
53
73B
63B
73
43
63
G23
G13
54
74B
64B
44
74
64
G24
G14
55
82
81
33
86
Y
20R
88
80a
84
80
Z
X

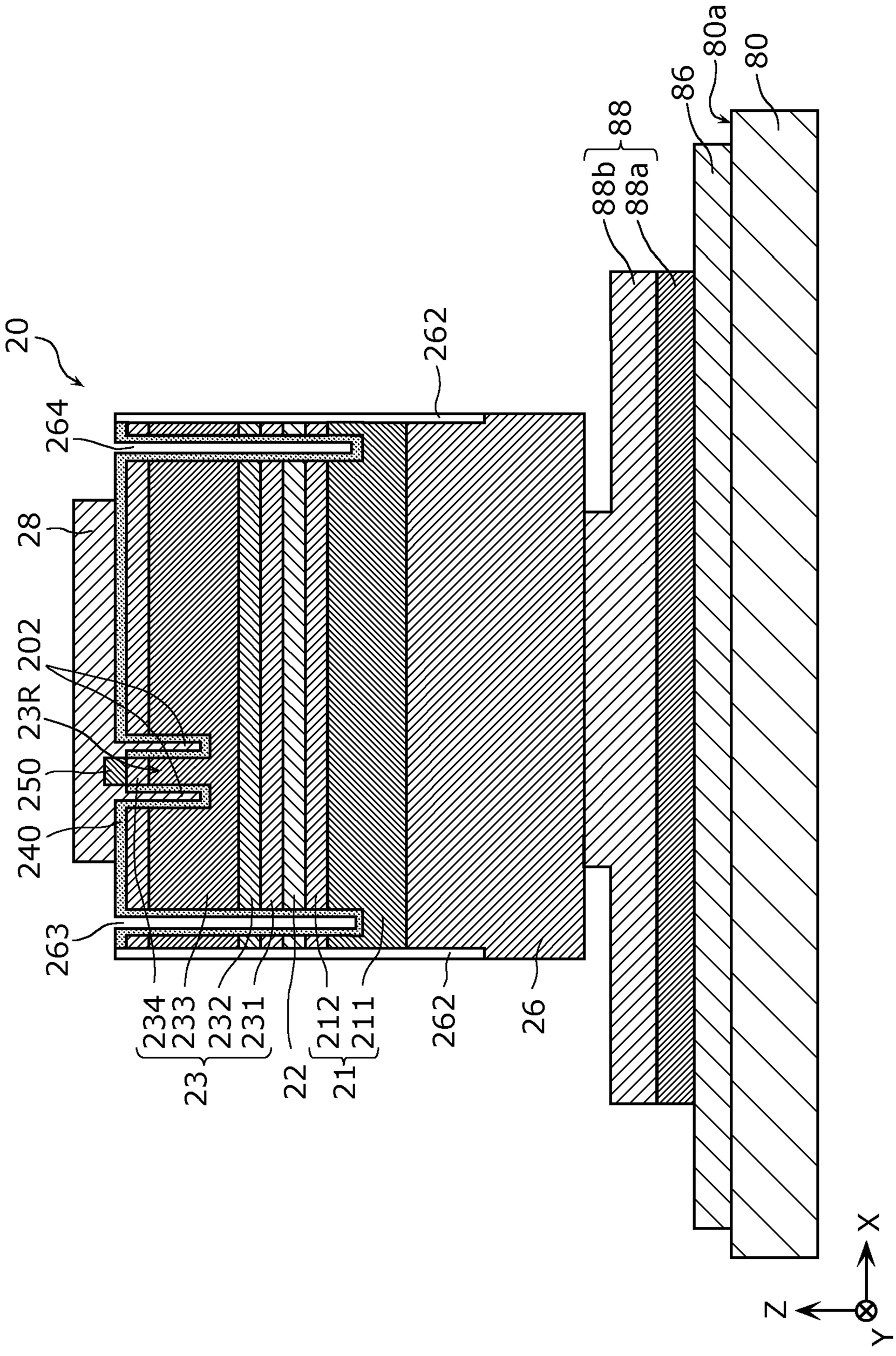
[図5]


M21
51
MR
52

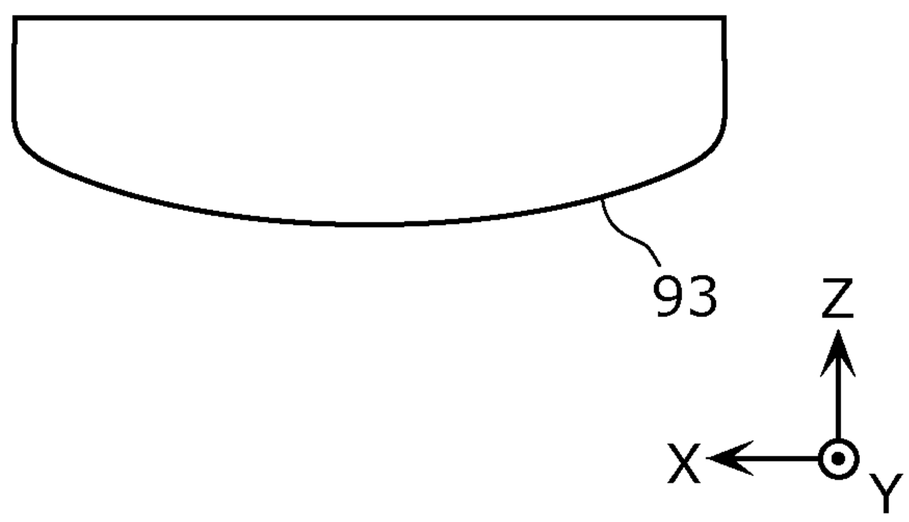
[図6]


20
240
250
23R
202
28
263
264
234
233
23
232
231
22
212
21
211
262
262
26
27
Z
X
Y

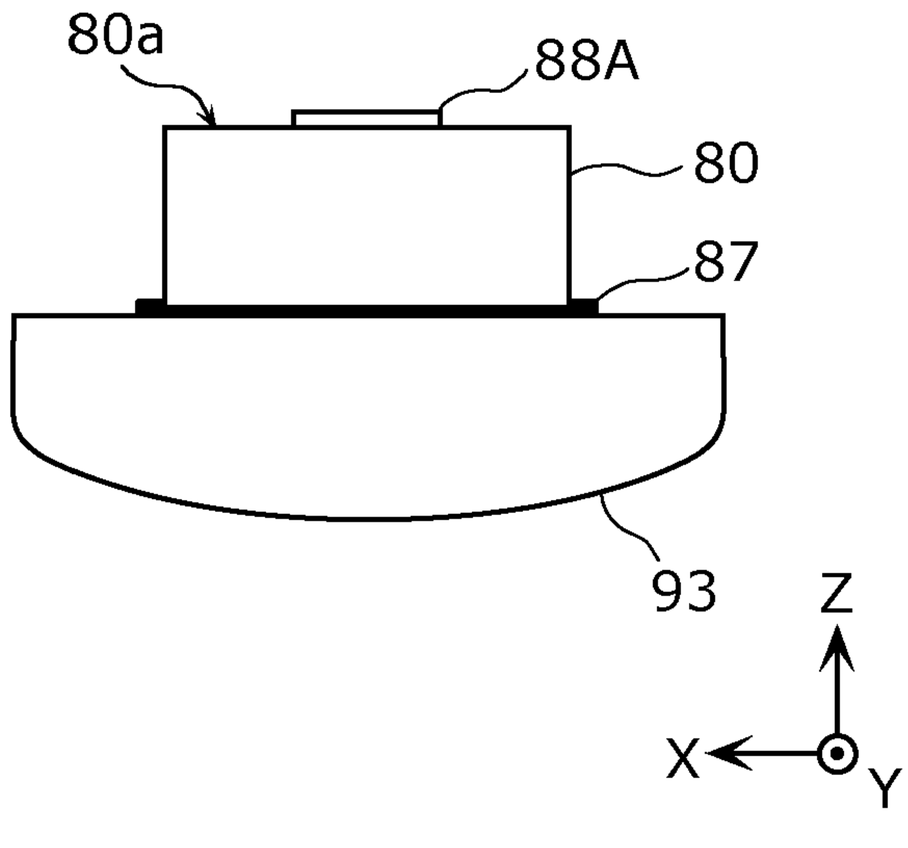
[図7]


20
262
264
28
202
23R
250
240
263
234
233
232
231
23
22
212
211
21
262
26
88b
88a
88
86
80a
80
X
Z

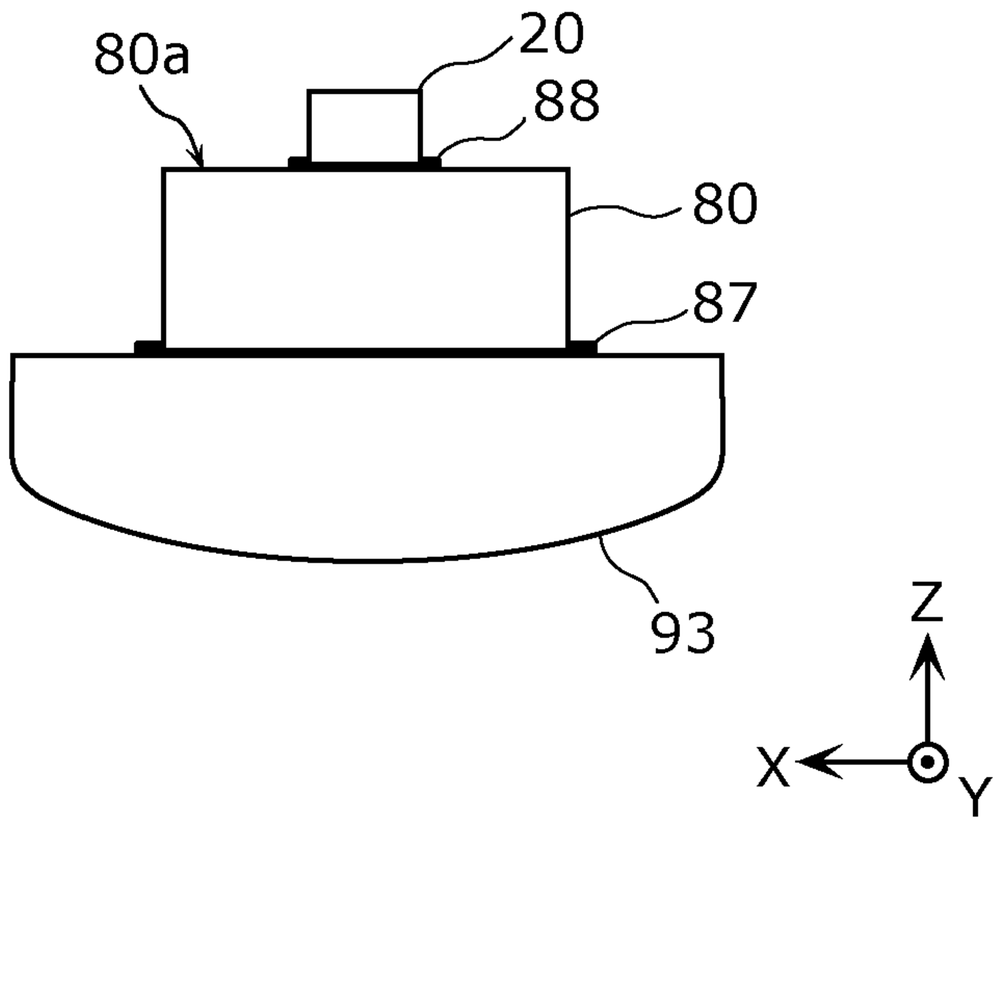
[図8]



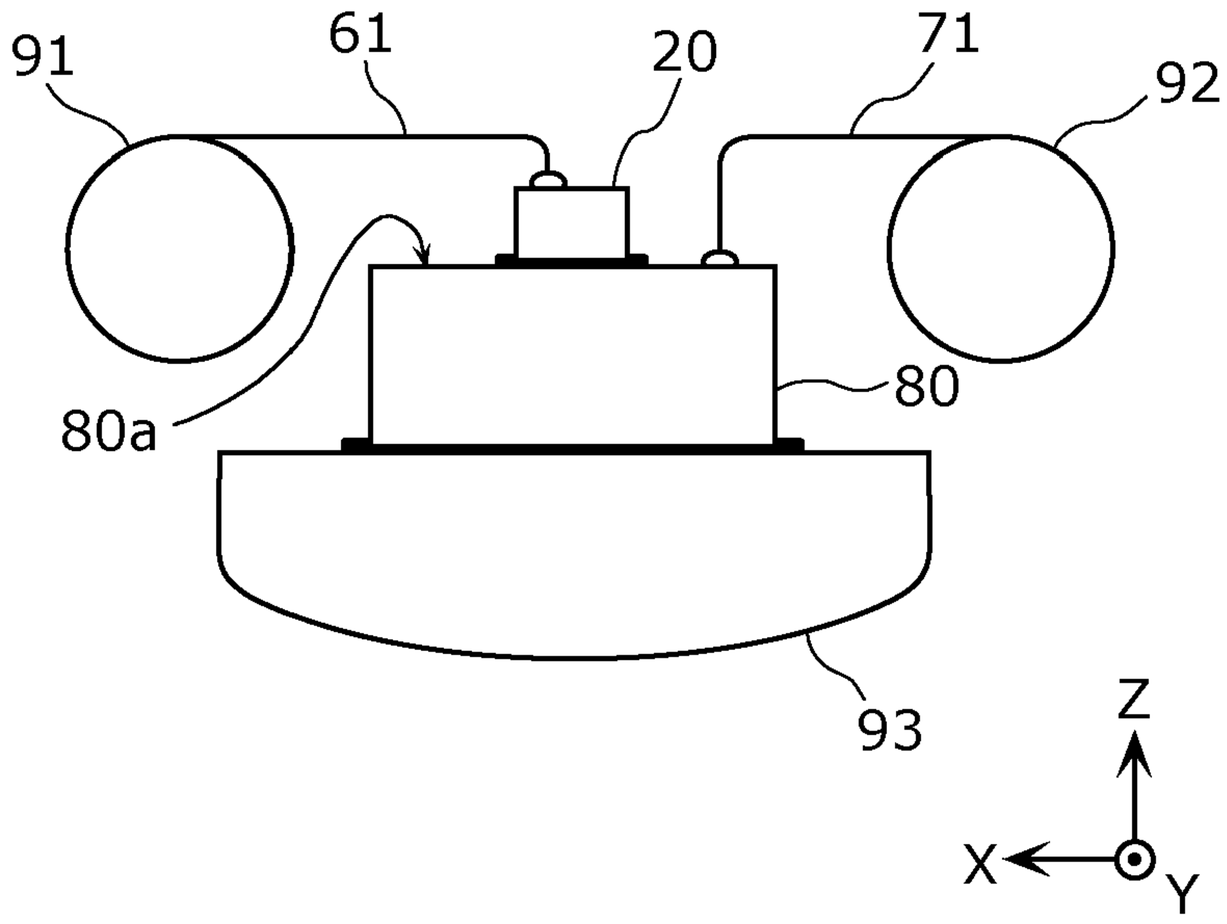
[図9]



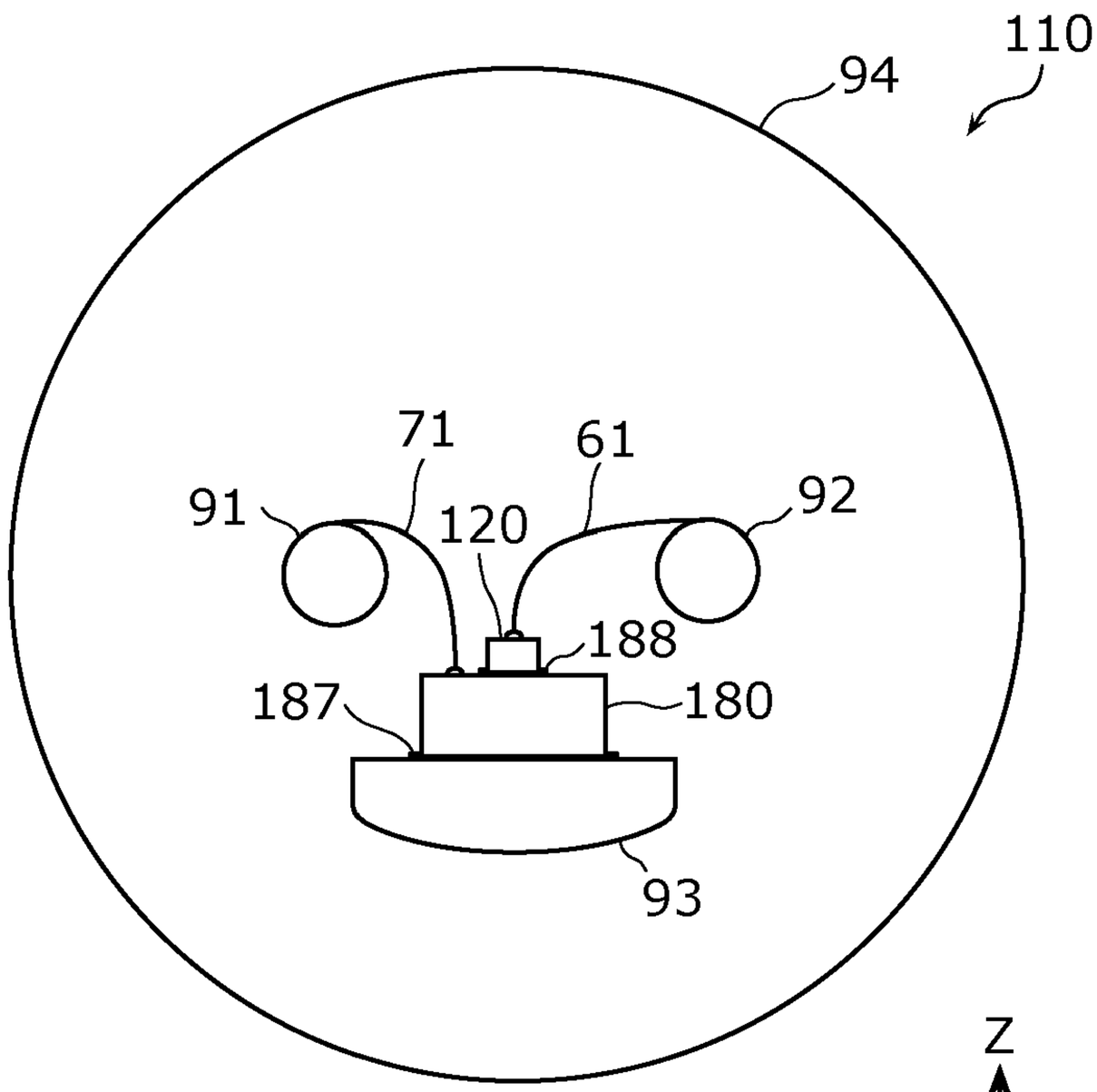
[図10]



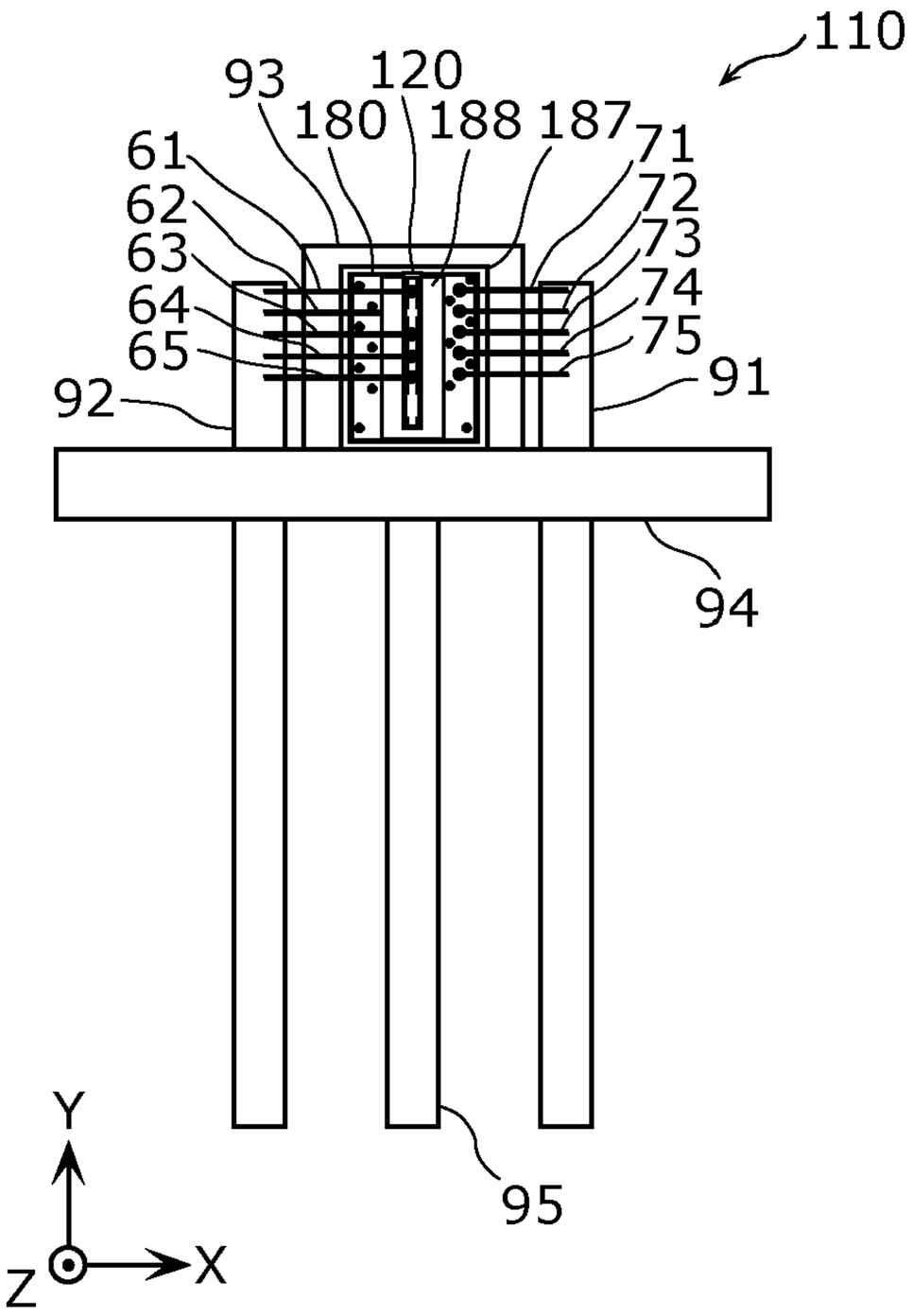
[図11]


91
61
20
71
92
80a
80
93
Z
X
Y

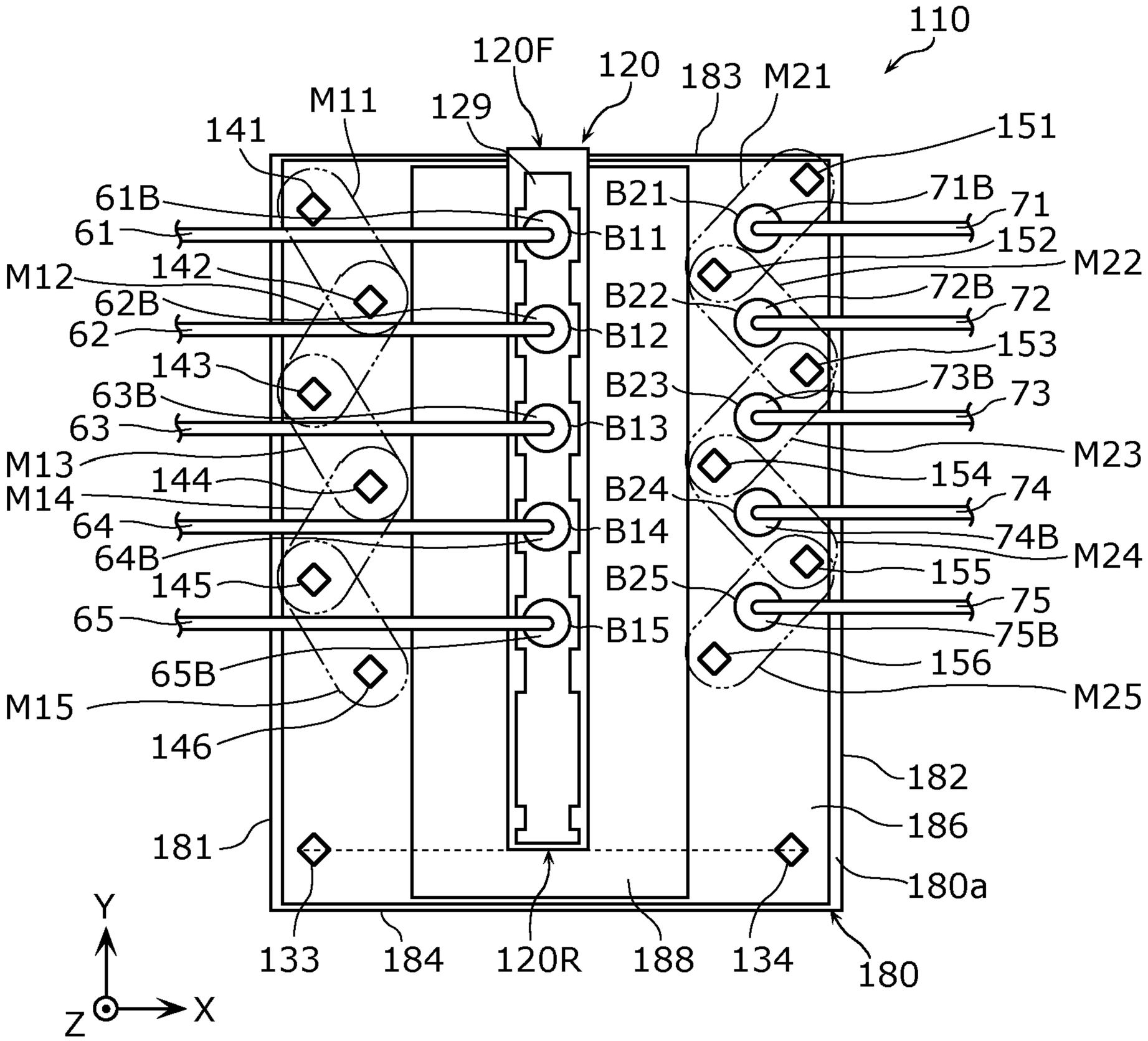
[図12]


110
94
71
61
91
120
92
188
187
180
93
Z
X
Y

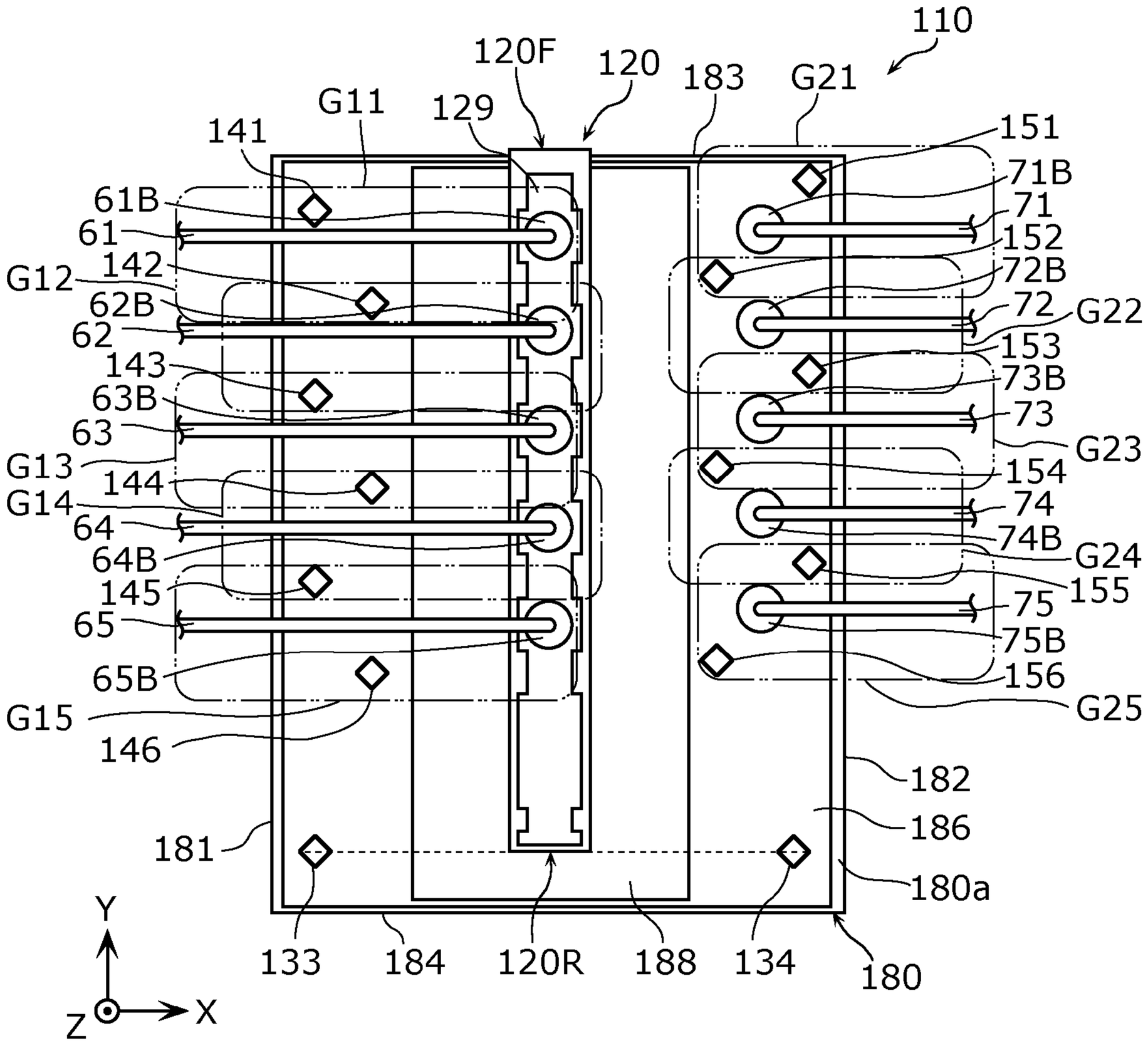
[図13]



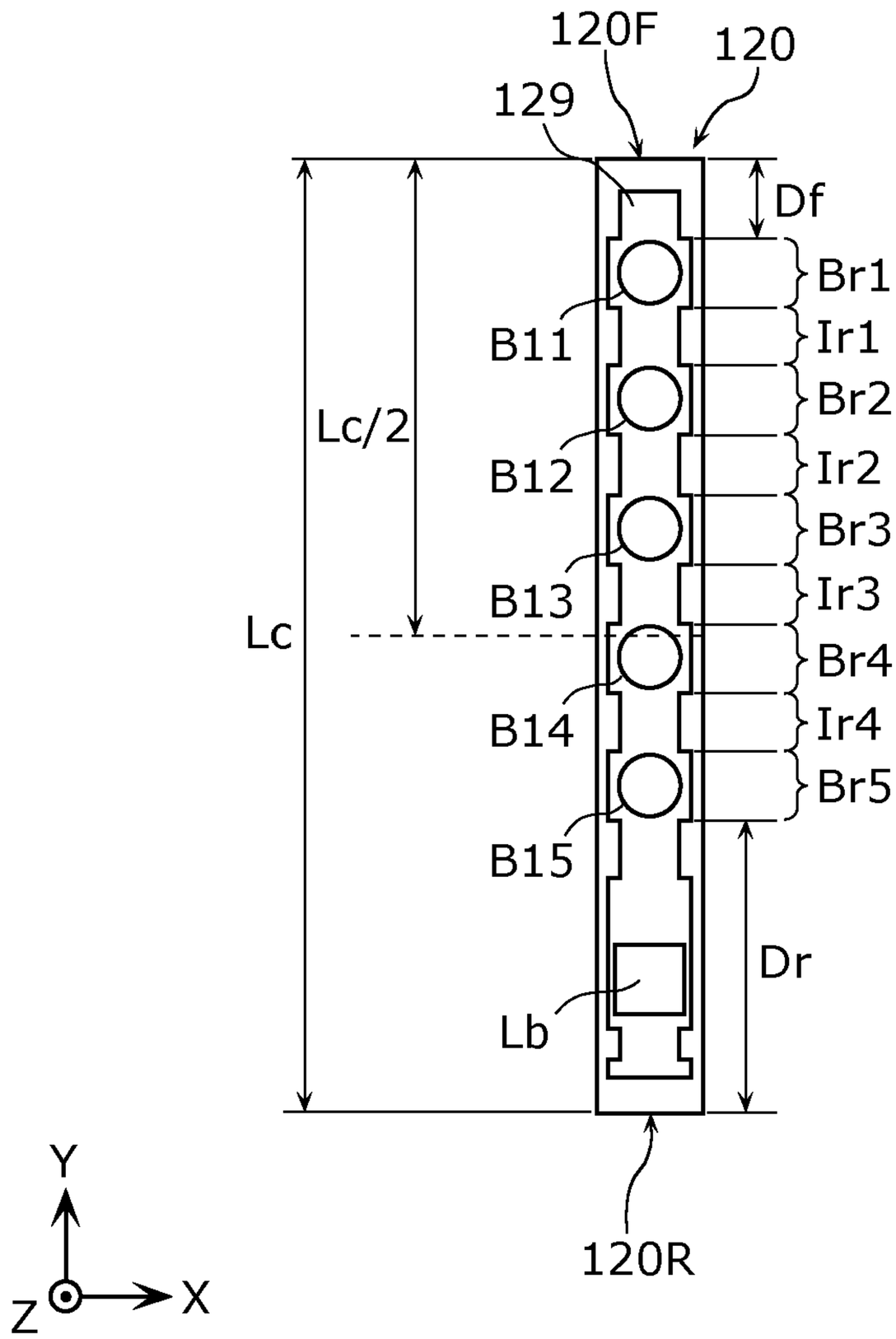
[図14]


110
120F
120
183
M21
M11
129
141
151
61B
B21
71B
71
61
B11
152
M22
M12
142
B22
72B
72
62B
62
B12
153
143
B23
73B
73
63B
63
B13
M23
M13
144
154
B24
74
M14
64
B14
74B
M24
64B
145
155
B25
75
65
B15
75B
65B
156
M15
M25
146
182
186
181
180a
Y
133
184
120R
188
134
180
Z
X

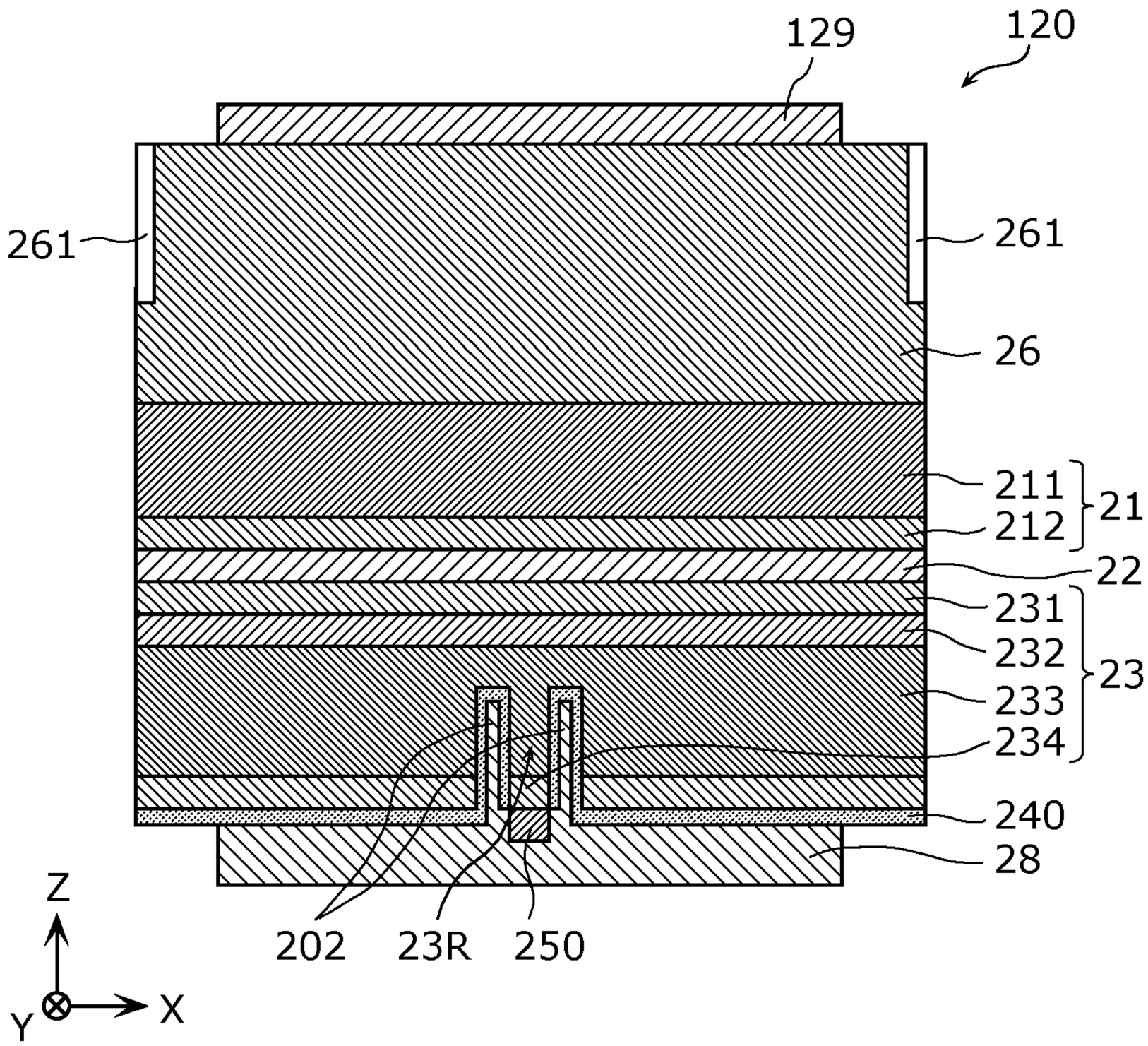
[図15]


110
120F
120
183
G21
129
G11
141
151
71B
61B
71
61
152
142
72B
G12
62B
72
G22
62
153
143
73B
63B
73
63
G23
G13
154
144
74
G14
64
74B
G24
64B
155
145
75
65
75B
65B
156
G15
G25
146
182
186
181
180a
Y
133
184
120R
188
134
180
Z
X

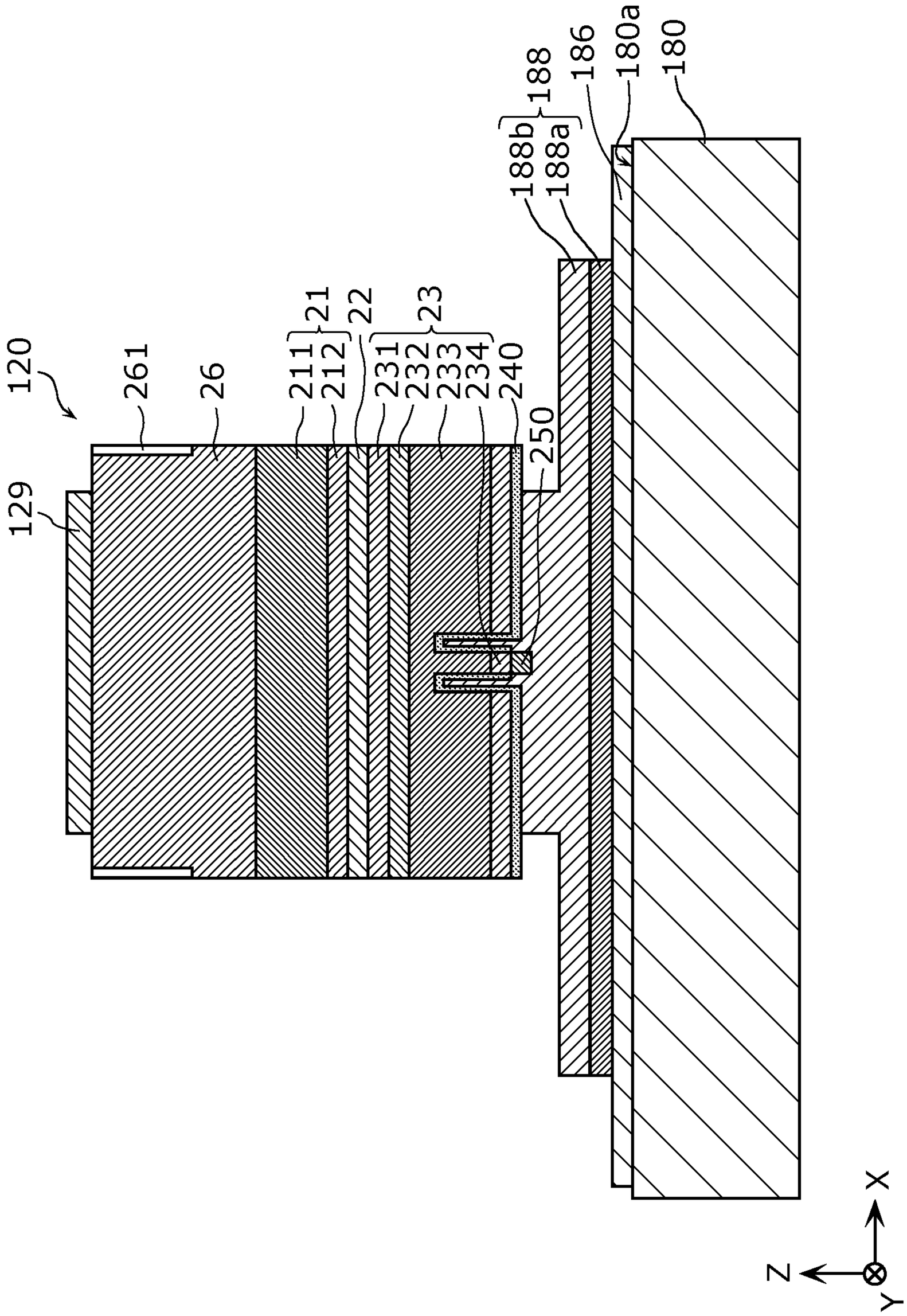
[図16]


120F
120
129
Df
Br1
Ir1
Br2
Ir2
Br3
Ir3
Br4
Ir4
Br5
B11
B12
B13
B14
B15
Lc/2
Lc
Dr
Lb
120R
Y
Z
X

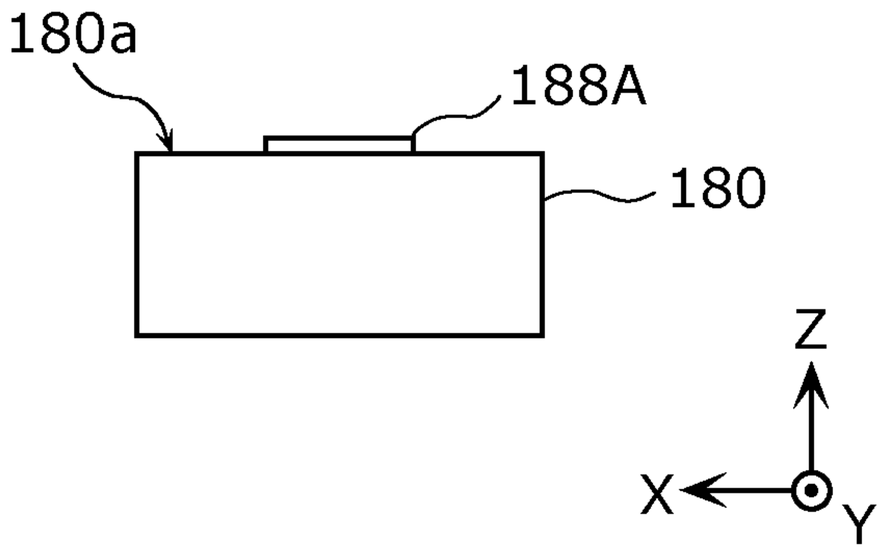
[図17]


129
120
261
261
26
211
212
21
22
231
232
233
234
23
240
28
202
23R
250
Z
X
Y

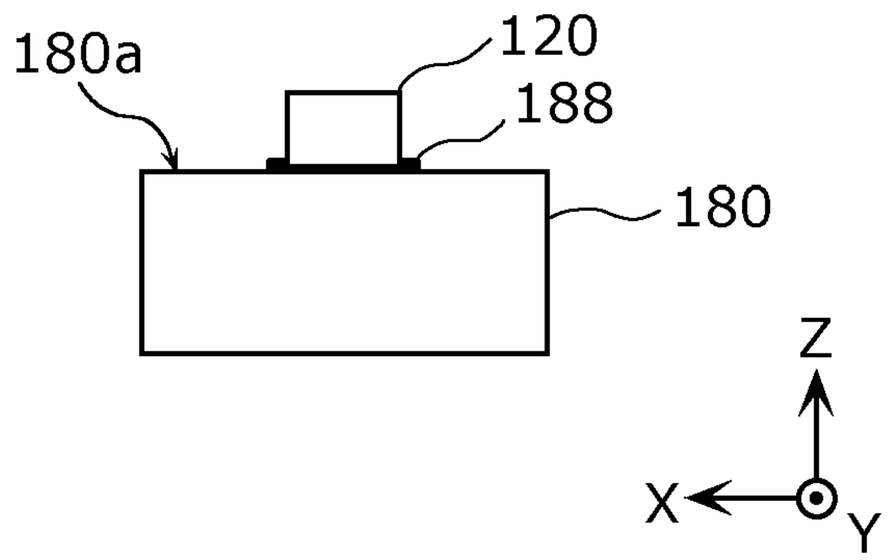
[図18]


120
261
26
211
212
21
22
231
232
233
234
23
240
250
129
188b
188a
188
186
180a
180
X
Z
Y

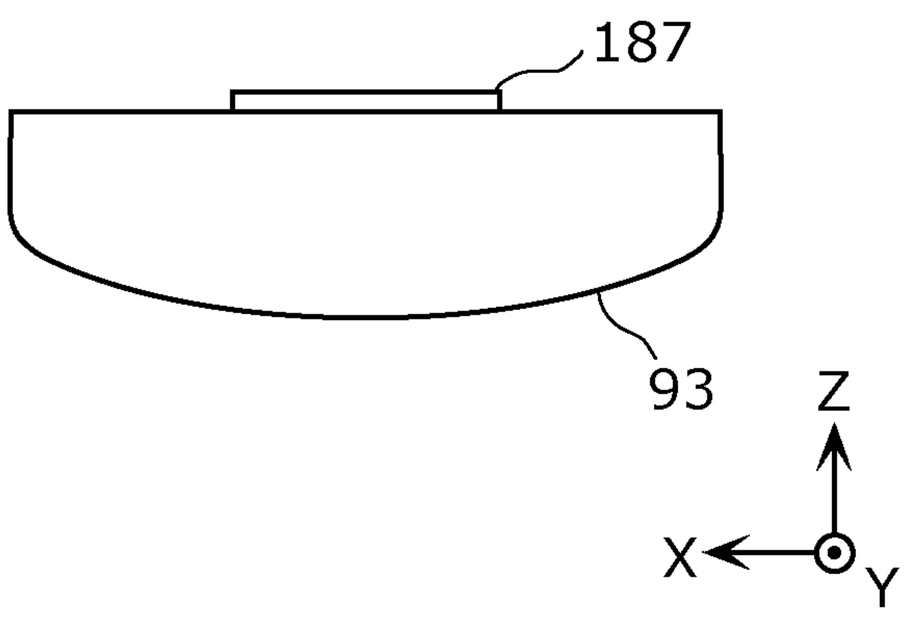
[図19]


180a
188A
180
Z
X
Y

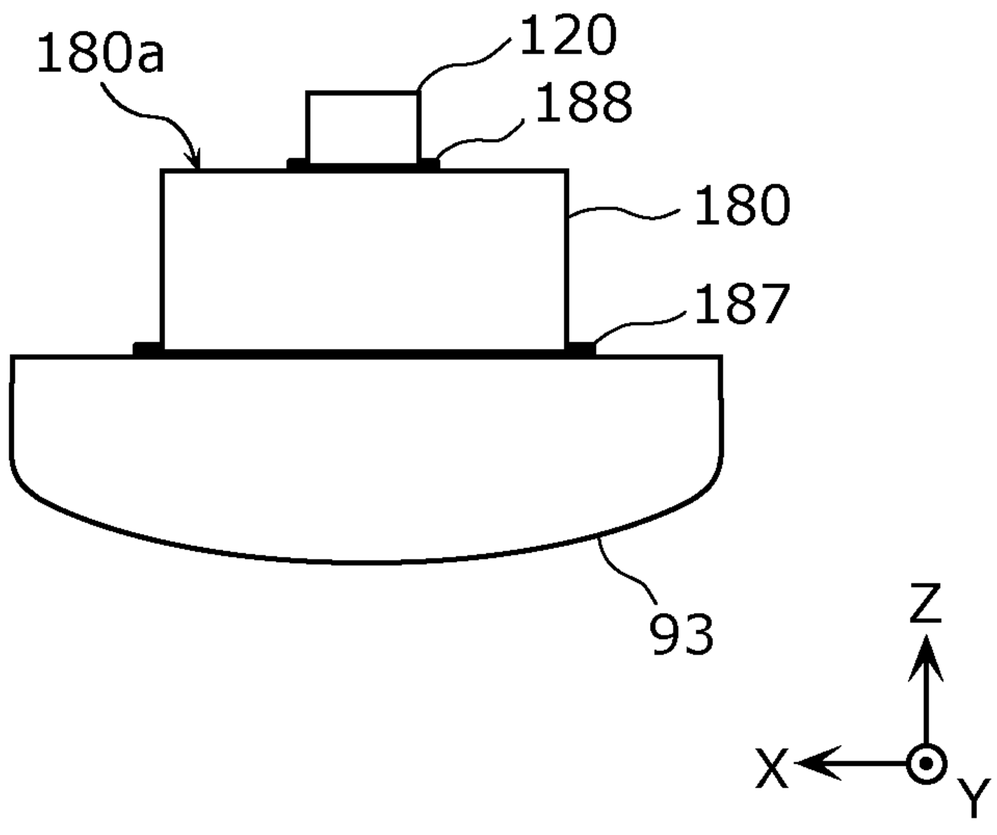
[図20]



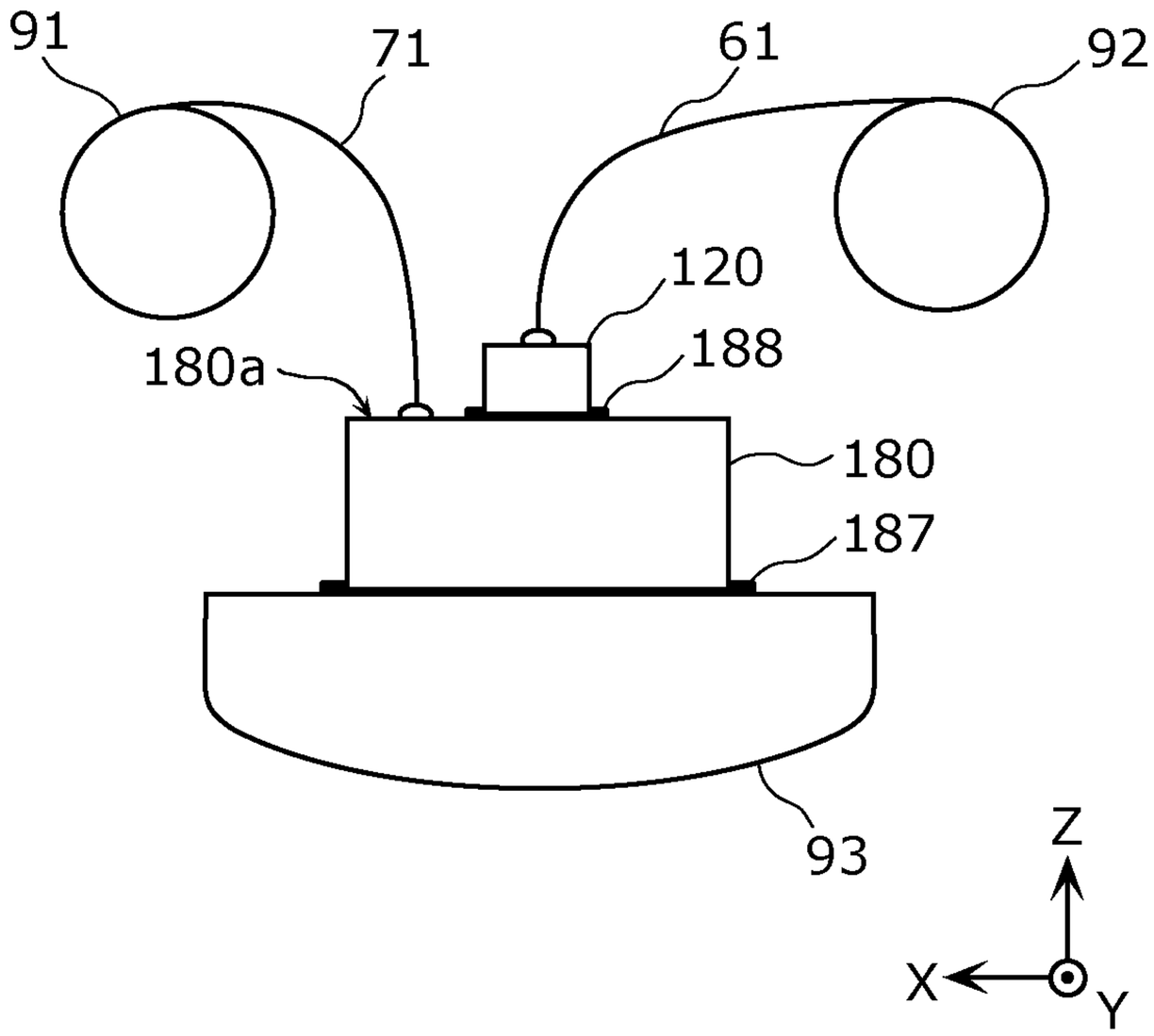
[図21]



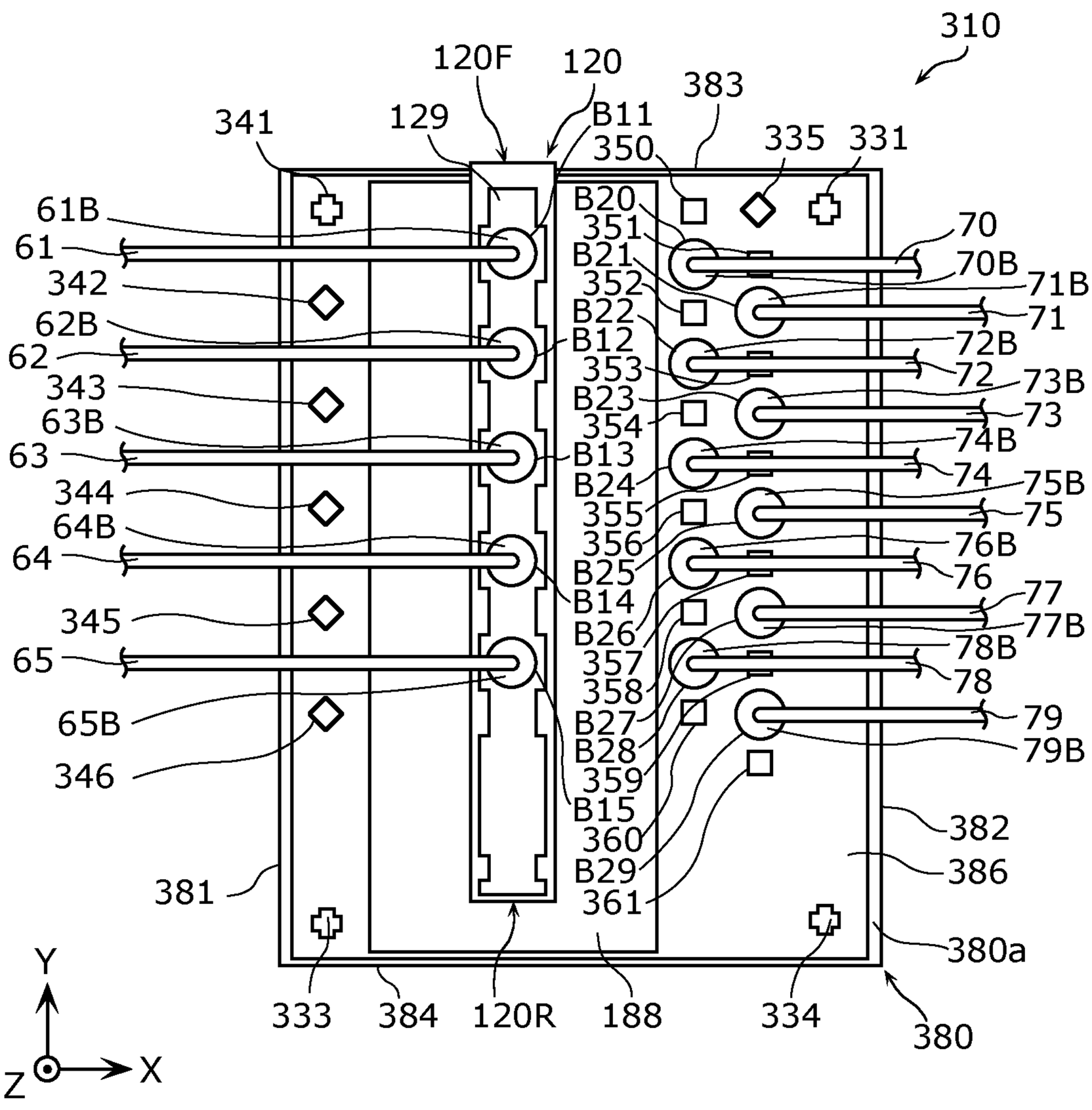
[図22]



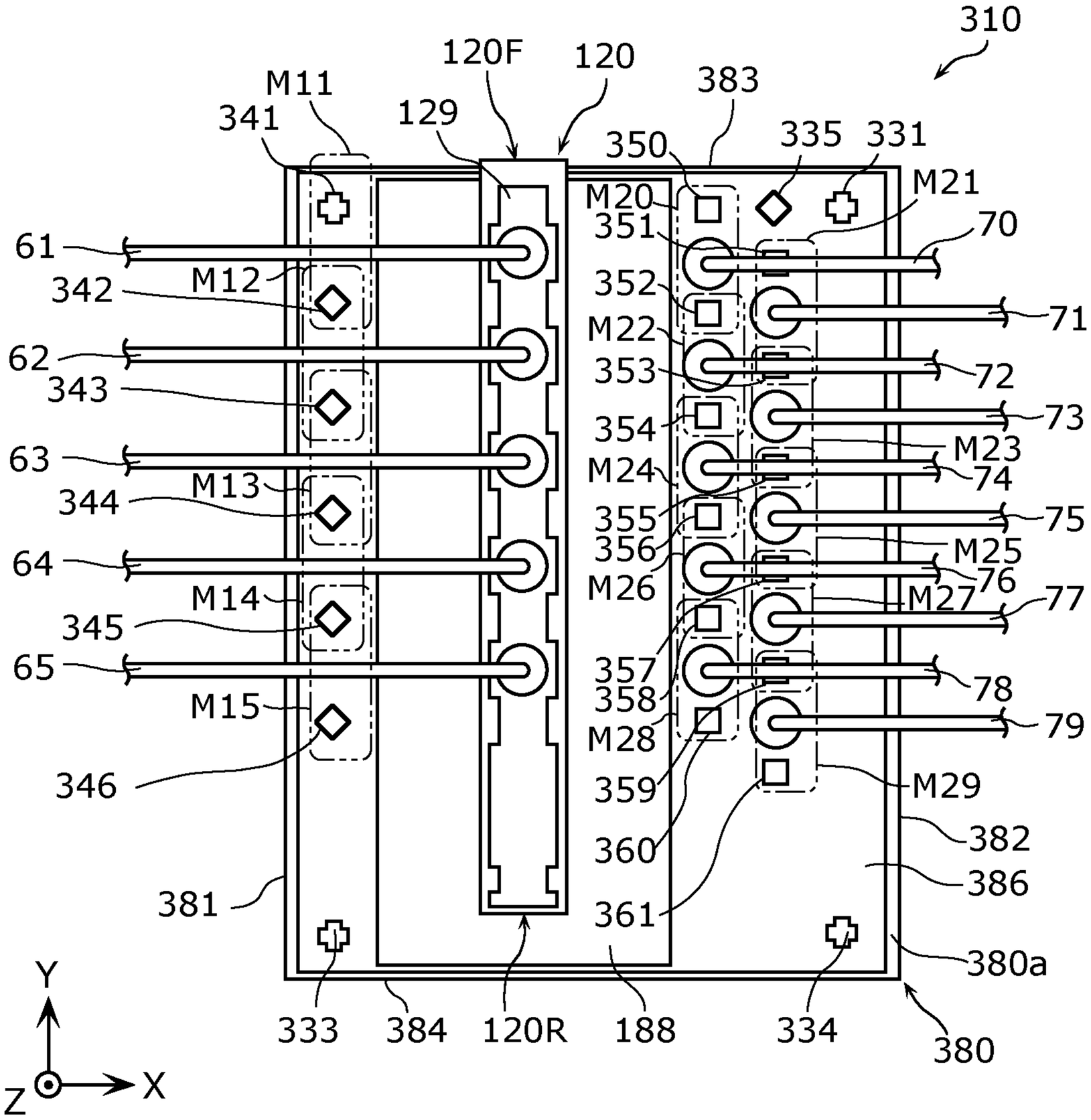
[図23]


91
71
61
92
120
188
180a
180
187
93
Z
X
Y

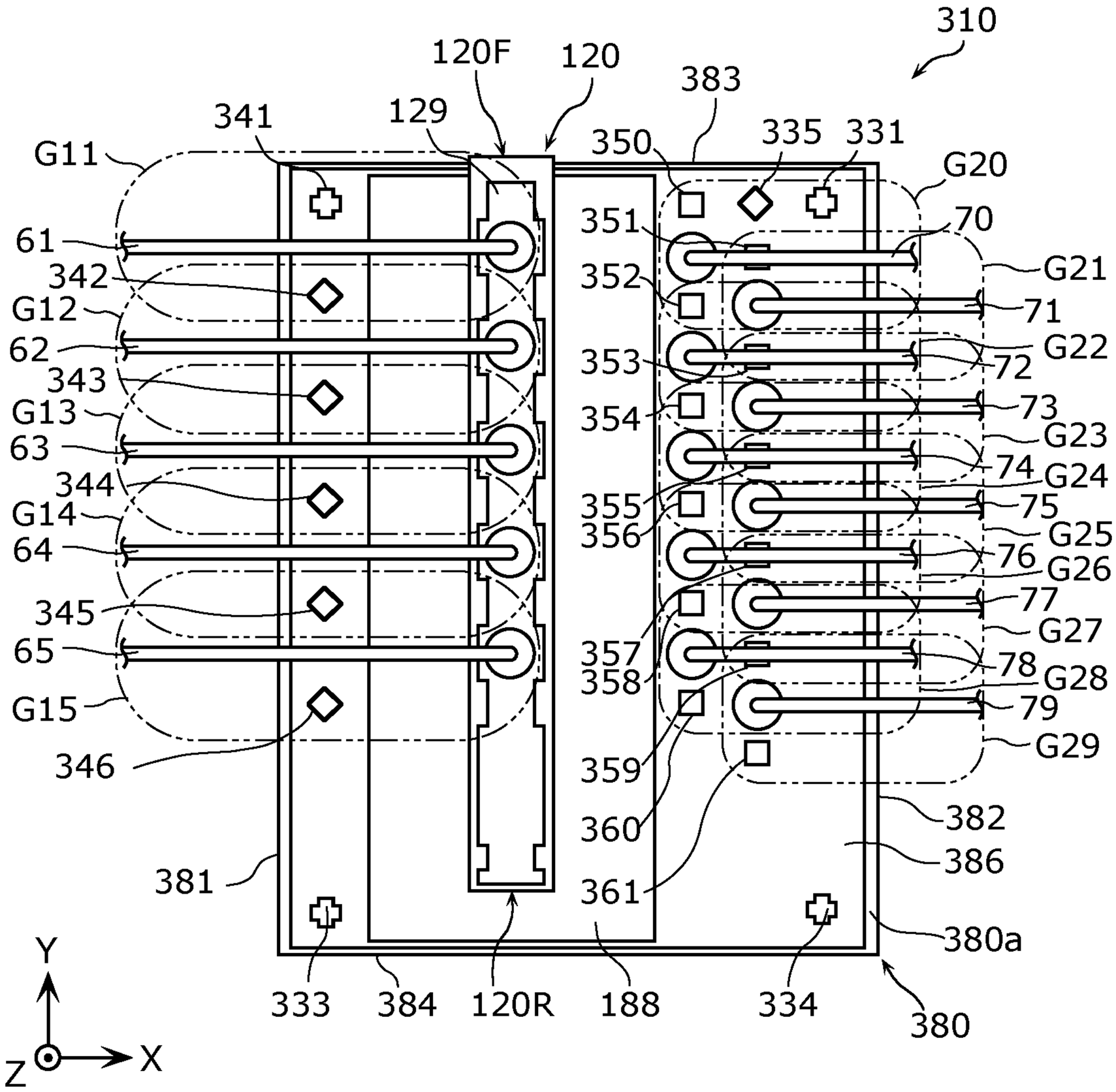
[図24]


310
120F
120
383
341
129
B11
350
335
331
61B
61
342
62B
62
343
63B
63
344
64B
64
345
65
65B
346
B20
351
B21
352
B22
B12
353
B23
354
B13
B24
355
356
B25
B14
B26
357
358
B27
B28
359
B15
360
B29
361
70
70B
71B
71
72B
72
73B
73
74B
74
75B
75
76B
76
77
77B
78B
78
79
79B
382
386
380a
380
381
333
384
120R
188
334
Y
Z
X

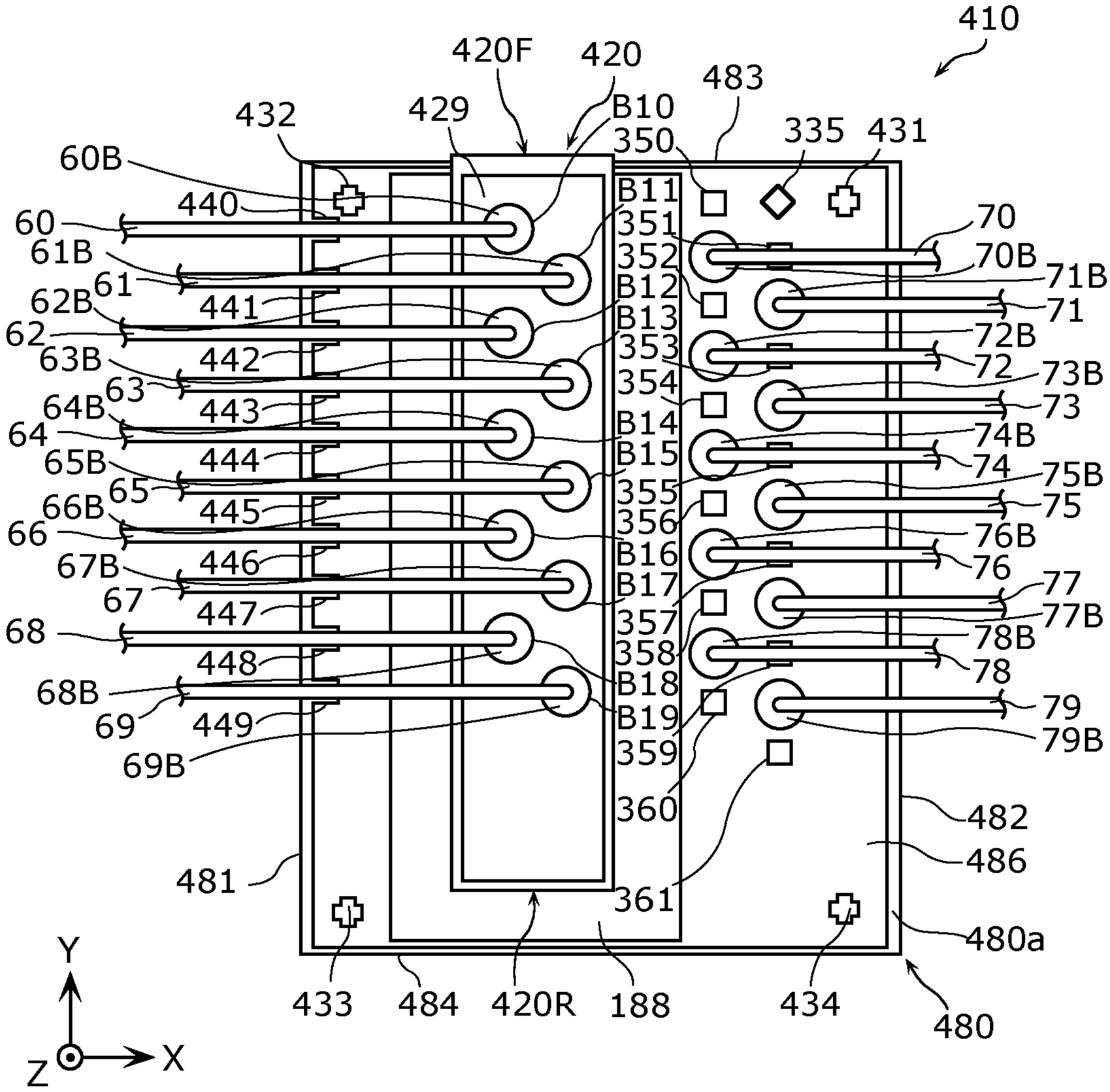
[図25]


310
120F
120
M11
341
129
383
350
335
331
M21
M20
351
70
61
M12
342
352
M22
71
62
353
72
343
354
73
63
M23
M24
74
M13
344
355
75
64
356
M25
M26
76
M14
345
M27
77
357
65
358
78
M15
M28
79
346
359
M29
360
382
381
386
361
380a
Y
333
384
120R
188
334
380
Z
X

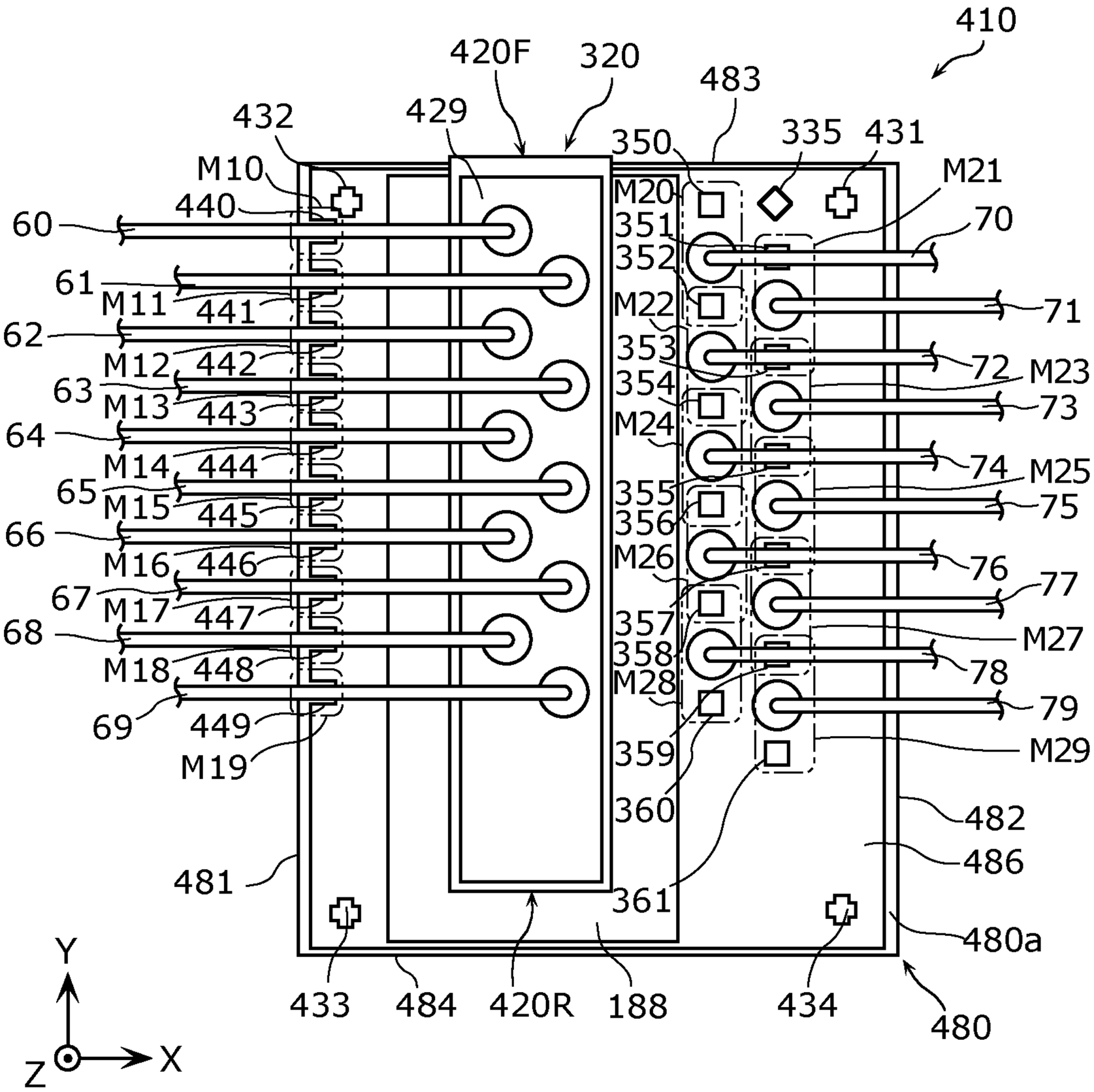
[図26]


310
120F
120
383
341
129
G11
350
335
331
G20
61
351
70
342
352
G21
G12
71
62
353
G22
343
72
G13
354
73
63
G23
344
74
G24
G14
355
75
64
356
G25
76
G26
345
77
65
357
G27
78
G28
G15
358
79
346
359
G29
360
382
386
381
361
380a
Y
333
384
120R
188
334
380
Z
X

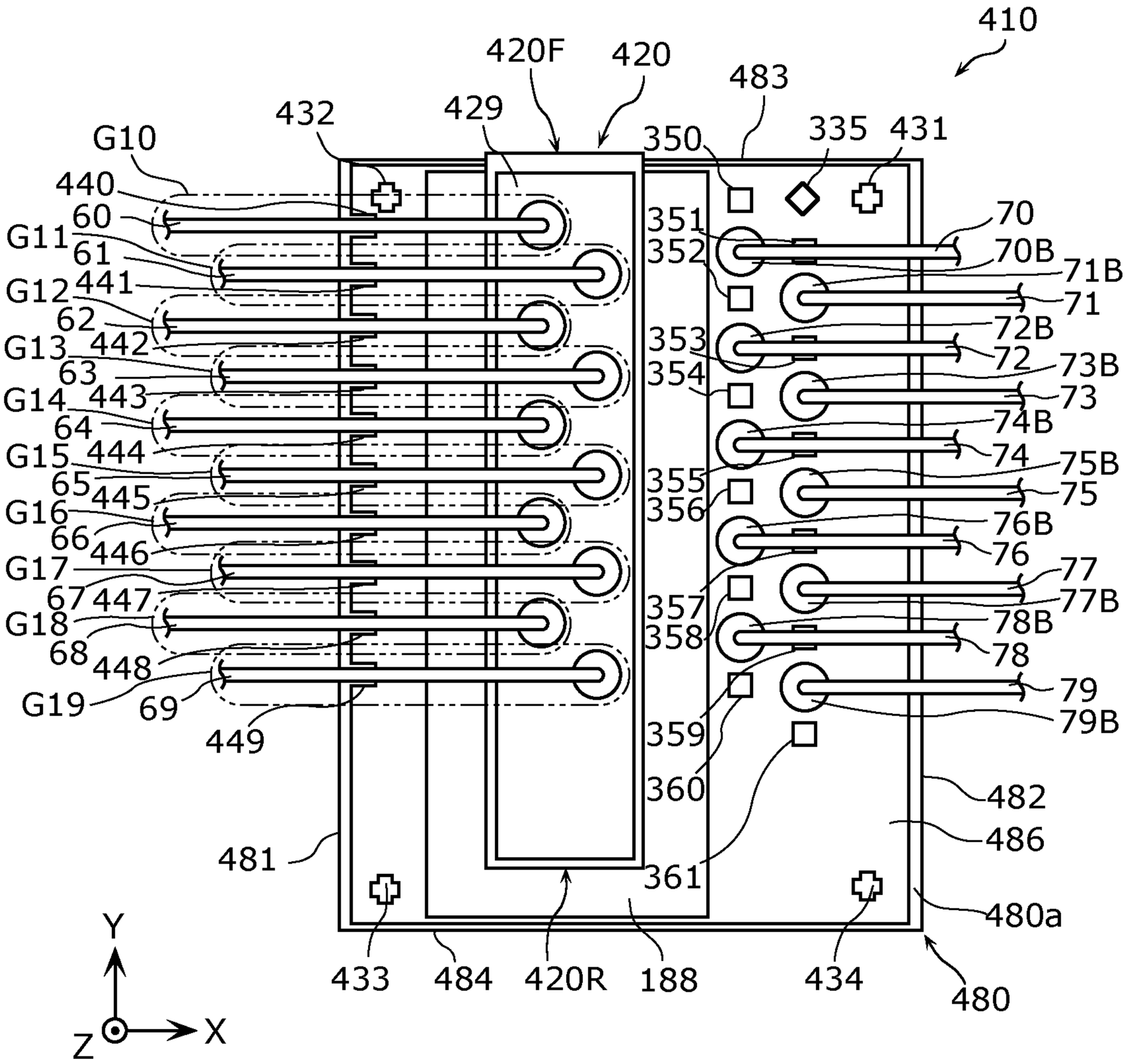
[図27]


410
420F
420
483
432
429
B10
350
335
431
60B
440
B11
351
70
60
61B
352
70B
71B
61
441
B12
71
62B
B13
72B
62
353
72
63B
442
354
73B
63
73
64B
443
B14
74B
64
65B
444
B15
74
75B
355
65
75
66B
445
356
76B
66
B16
76
67B
446
B17
77
67
447
357
77B
68
358
78B
448
78
68B
B18
B19
79
69
449
359
79B
69B
360
482
481
486
361
480a
Y
433
484
420R
188
434
480
Z
X

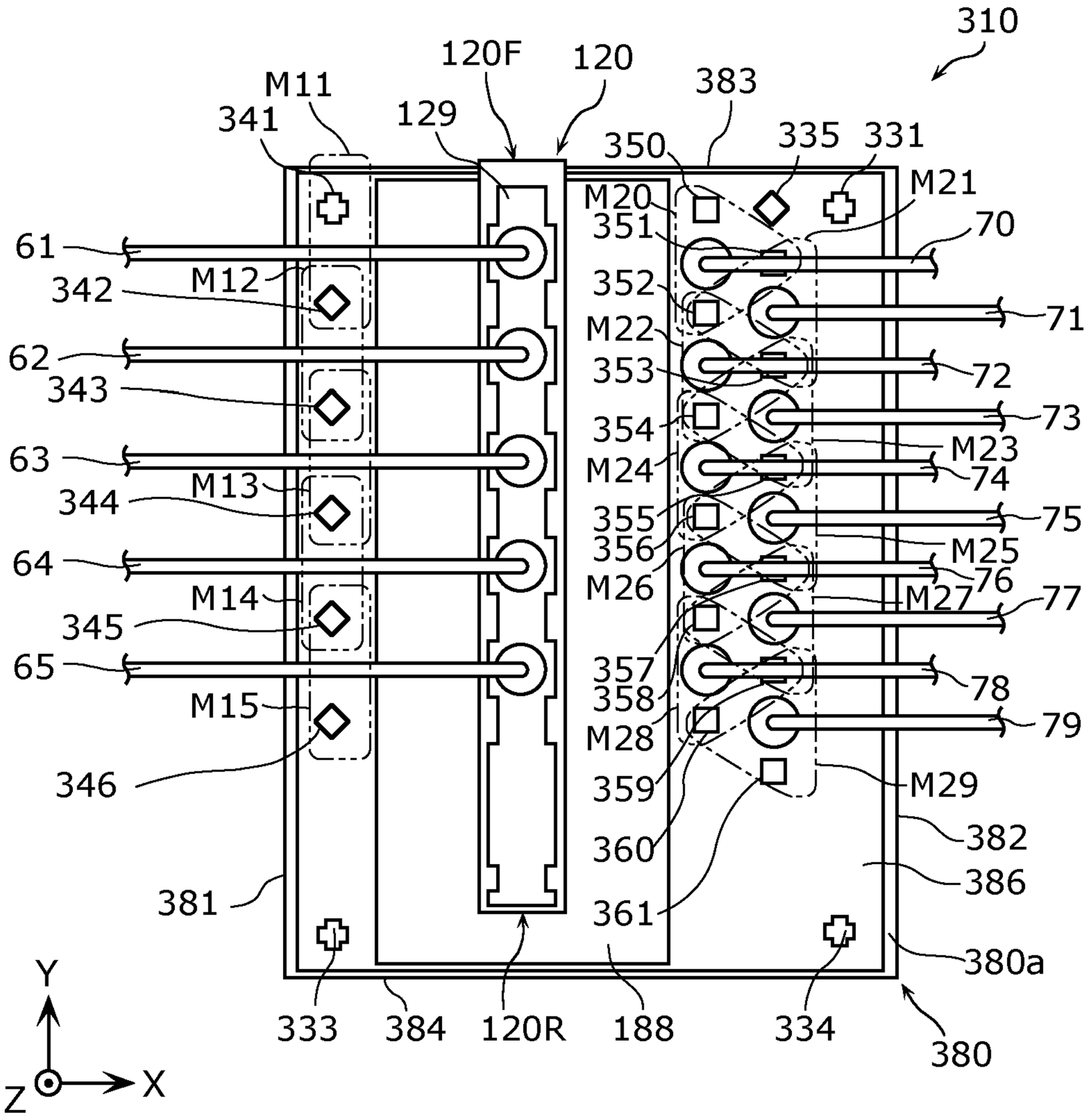
[図28]


410
420F
320
483
432
429
350
335
431
M10
M21
440
M20
60
351
70
352
61
M11
441
M22
71
62
353
M12
442
72
M23
354
63
M13
443
73
M24
64
74
M25
M14
444
355
65
M15
445
75
356
66
M26
M16
446
76
77
67
M17
447
357
M27
68
358
M18
448
78
M28
79
69
449
359
M29
M19
360
482
481
486
361
480a
Y
433
484
420R
188
434
480
Z
X

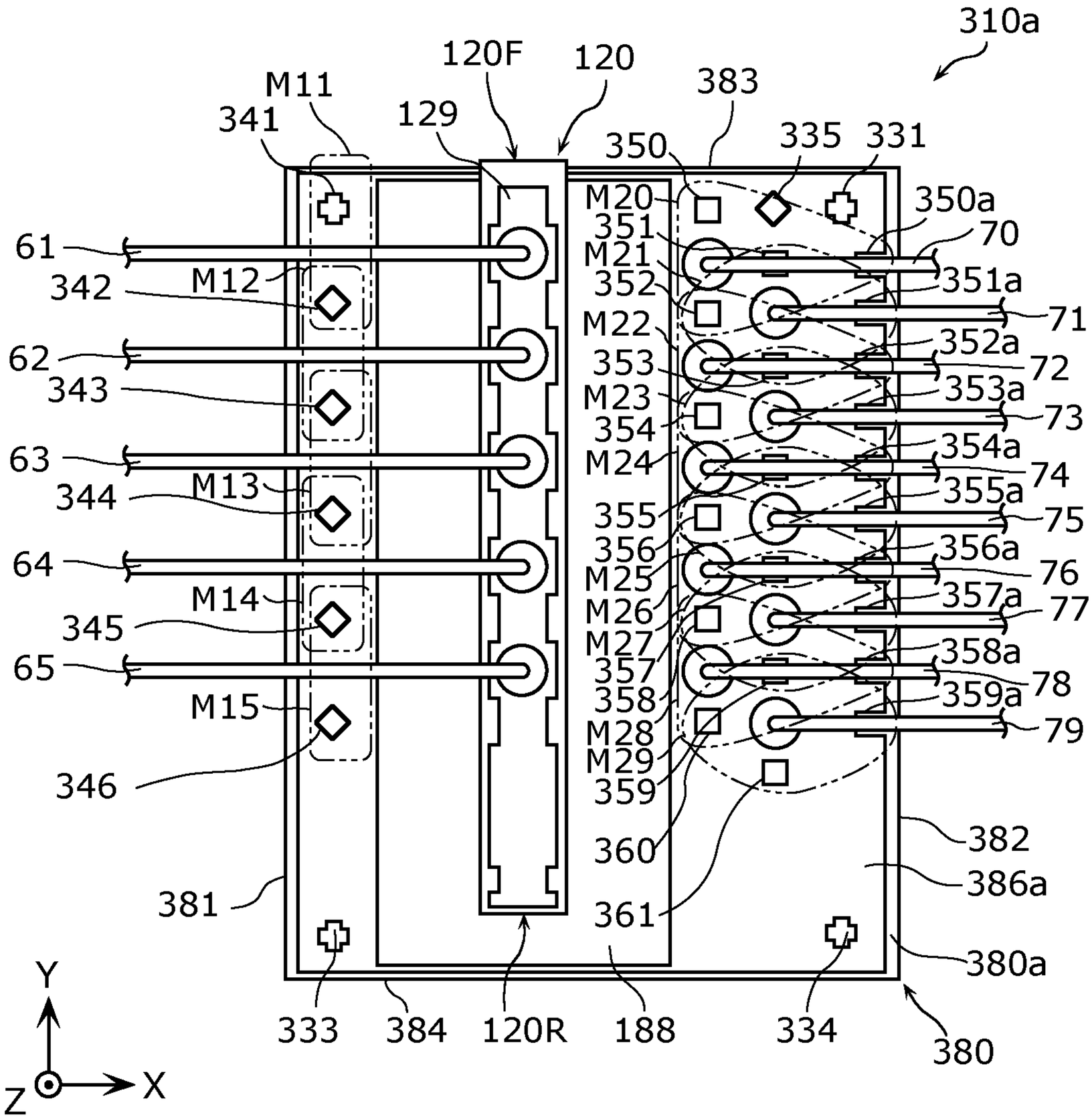
[図29]


410
420F
420
483
432
429
G10
350
335
431
440
60
G11
61
G12
441
62
G13
442
63
G14
443
64
G15
444
65
G16
445
66
G17
446
67
G18
447
68
G19
448
69
449
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
70
70B
71B
71
72B
72
73B
73
74B
74
75B
75
76B
76
77
77B
78B
78
79
79B
482
486
480a
481
433
484
420R
188
434
480
Y
Z
X

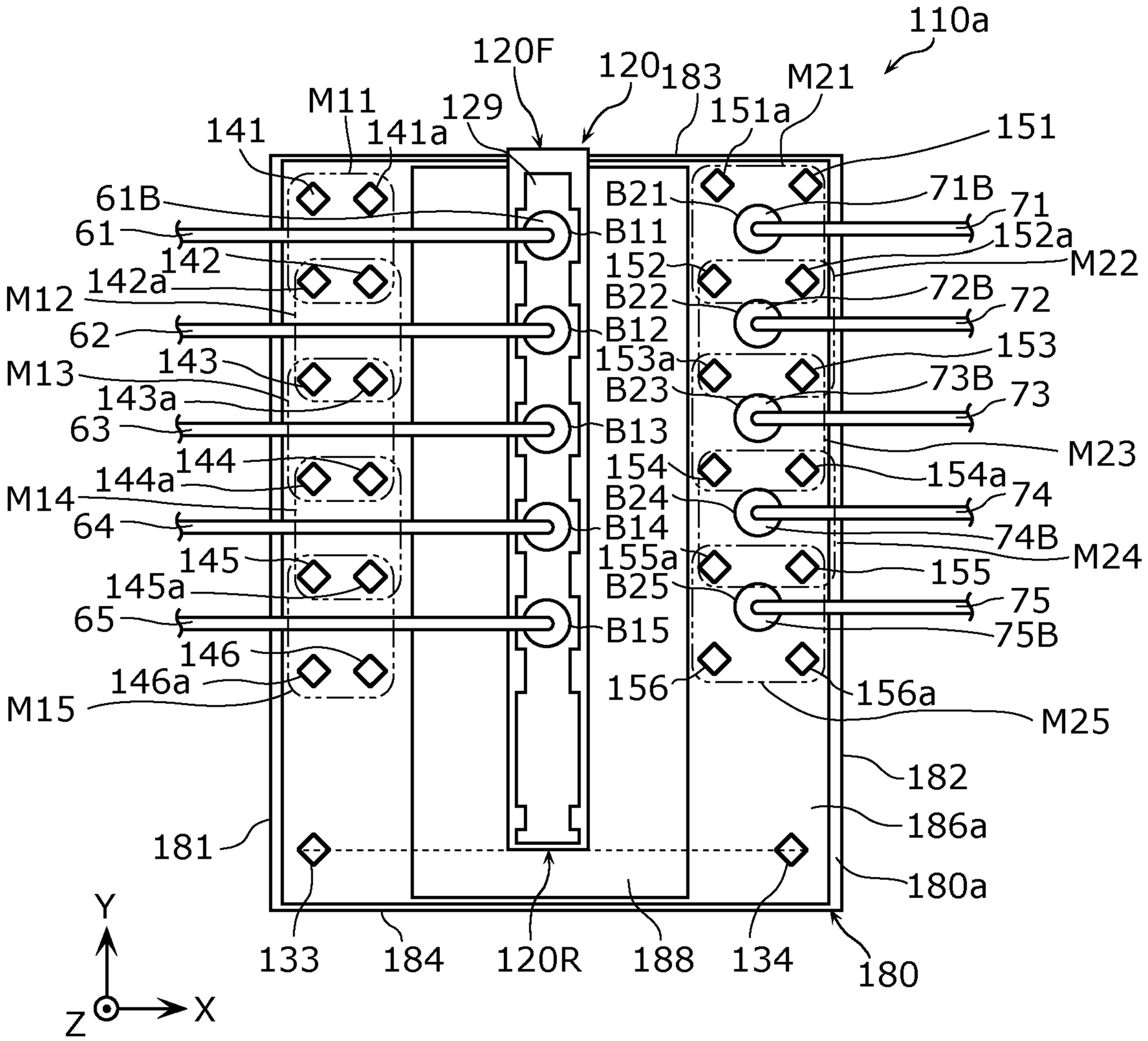
[図30]


310
120F
120
M11
341
129
383
350
335
331
M21
M20
351
70
61
M12
342
352
71
M22
62
353
72
343
354
73
63
M23
M24
74
M13
344
355
75
64
356
M25
M26
76
M14
M27
77
345
357
65
78
358
M15
M28
79
346
359
M29
360
382
381
386
361
380a
Y
333
384
120R
188
334
380
Z
X

[図31]


310a
120F
120
M11
383
341
129
350
335
331
M20
350a
61
351
70
M21
342
M12
352
351a
71
M22
62
352a
353
72
343
M23
353a
354
73
63
354a
M24
74
344
M13
355a
355
75
64
356
356a
M25
76
M14
357a
M26
345
77
M27
65
358a
357
78
M15
358
359a
M28
79
M29
346
359
360
382
381
386a
361
380a
Y
333
384
120R
188
334
380
Z
X

[図32]


110a
120F
120
183
M21
M11
129
151a
141
141a
151
61B
B21
71B
71
61
B11
152a
142
152
M22
142a
M12
B22
72B
72
62
B12
153
143
153a
M13
73B
143a
B23
73
63
B13
M23
144
154
154a
144a
74
M14
B24
64
B14
74B
M24
145
155a
155
145a
B25
75
65
B15
75B
146
156
156a
146a
M15
M25
182
186a
181
180a
Y
133
184
120R
188
134
180
Z
X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/039828

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01S 5/022(2021.01)i
FI: H01S5/022

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	WO 2019/116654 A1 (SONY CORP.) 20 June 2019 (2019-06-20)	1-24
A	JP 2019-47072 A (AMADA HOLDINGS CO., LTD.) 22 March 2019 (2019-03-22)	1-24
A	WO 2019/039291 A1 (SONY CORP.) 28 February 2019 (2019-02-28)	1-24
A	JP2017-162976 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 September 2017 (2017-09-14)	1-24
A	JP 2017-69387 A (USHIO INC.) 06 April 2017 (2017-04-06)	1-24
A	us 9088135 B1 (SORAA, INC.) 21 July 2015 (2015-07-21)	1-24
A	JP 2005-26333 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 27 January 2005 (2005-01-27)	1-24

☐ 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
22 December 2020 (22.12.2020)	12 January 2021 (12.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/039828

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/116654 A1	20 Jun. 2019	US 2020/0313400 A1	
JP 2019-47072 A	22 Mar. 2019	(Family: none)	
WO 2019/039291	28 Feb. 2019	US 2020/0220334 A1	
		CN 111033919 A	
JP 2017-162976 A	14 Sep. 2017	US 2017/0264075 A1	
		DE 102017201875 A1	
		CN 107181164 A	
JP 2017-69387 A	06 Apr. 2017	US 2017/0093123 A1	
US 9088135 B1	21 Jul. 2015	(Family: none)	
JP 2005-26333 A	27 Jan. 2005	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/039828

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01S 5/022(2021.01)i
FI: H01S5/022

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））

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　１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０２０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
A	WO 2019/116654 A1 (ソニー株式会社) 20.06.2019 (2019-06-20)	1-24
A	JP 2019-47072 A (株式会社アマダホールディングス) 22.03.2019 (2019-03-22)	1-24
A	WO 2019/039291 A1 (ソニー株式会社) 28.02.2019 (2019-02-28)	1-24
A	JP 2017-162976 A (三菱電機株式会社) 14.09.2017 (2017-09-14)	1-24
A	JP 2017-69387 A (ウシオ電機株式会社) 06.04.2017 (2017-04-06)	1-24
A	US 9088135 B1 (SORAA, INC.) 21.07.2015 (2015-07-21)	1-24
A	JP 2005-26333 A (三洋電機株式会社) 27.01.2005 (2005-01-27)	1-24

☐ 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抵触するものではなく、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
22.12.2020	12.01.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
大和田　有軌　2K　3004

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/039828

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/116654 A1	20.06.2019	US 2020/0313400 A1	
JP 2019-47072 A	22.03.2019	（ファミリーなし）	
WO 2019/039291 A1	28.02.2019	US 2020/0220334 A1	
		CN 111033919 A	
JP 2017-162976 A	14.09.2017	US 2017/0264075 A1	
		DE 102017201875 A1	
		CN 107181164 A	
JP 2017-69387 A	06.04.2017	US 2017/0093123 A1	
US 9088135 B1	21.07.2015	（ファミリーなし）	
JP 2005-26333 A	27.01.2005	（ファミリーなし）	