(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年2月11日(11.02.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/024371 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/030857

(22) 国際出願日： 2019年8月6日(06.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

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

(72) 発明者: 宮越 亮輔 (**MIYAGOSHI Ryosuke**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中村 直幹(**NAKAMURA Naoki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小坂 尚希(**KOSAKA Naoki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

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

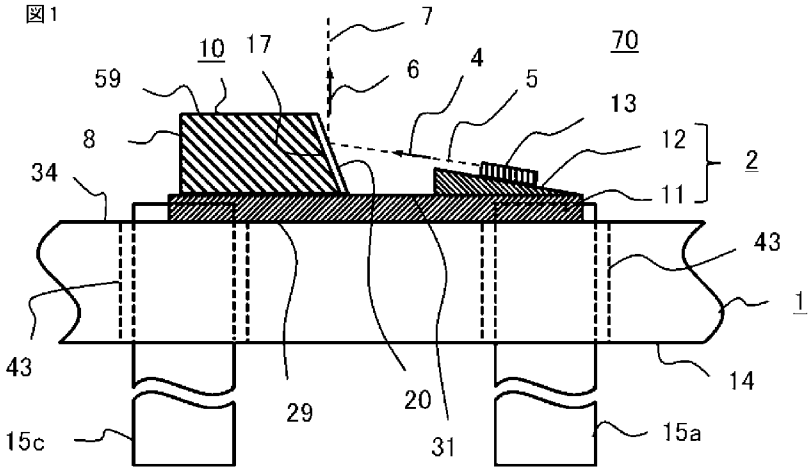
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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,

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

(54) 発明の名称： 半導体レーザ装置

図1



(57) **Abstract:** A semiconductor laser device (70) comprises a semiconductor laser element (13), a photodetector (10) that receives laser light (4) emitted from the semiconductor laser element (13), and a stem (1) on which the semiconductor laser element (13) and the photodetector (10) are mounted. The semiconductor laser element (13) is disposed on a stem surface (34) side between the stem surface (34) and a farthest section (59), of the photodetector (10), most distant from the stem surface (34) of the stem (1) on which the semiconductor laser element (13) and the photodetector (10) are mounted. The photodetector (10) has formed, on a light-receiving surface (17) that receives laser light (4) and is formed on a side facing the semiconductor laser element (13), a reflective film (20) that allows some of the laser light (4) to pass through and reflects the remainder.

WO 2021/024371 A1

［続葉有］

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：半導体レーザ装置（７０）は、半導体レーザ素子（１３）と、半導体レーザ素子（１３）から出射されるレーザ光（４）を受光する光検出器（１０）と、半導体レーザ素子（１３）及び光検出器（１０）を搭載するステム（１）と、を備えている。半導体レーザ素子（１３）は、ステム（１）の半導体レーザ素子（１３）及び光検出器（１０）が搭載されるステム表面（３４）から最も離れた光検出器（１０）の最遠部（５９）とステム表面（３４）との間における、ステム表面（３４）側に配置されている。光検出器（１０）は、半導体レーザ素子（１３）と対向する側に形成されたレーザ光（４）を受光する受光面（１７）に、レーザ光（４）の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜（２０）が形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 半導体レーザ装置

技術分野

[0001] 本願は、半導体レーザ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献１には、同一半導体基板上にモノシリックに集積されたレーザ部とモニタ用ホトダイオード部とからなり、半導体基板に対して垂直なレーザ側端面と半導体基板に対して傾斜したホトダイオード側端面とを有する分離溝を備えたモニタ付表面発光半導体レーザが開示されている。特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部から出射されたレーザ光をホトダイオード側端面に反射させて、半導体基板に対して垂直にレーザ光を出力するようにしていた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平１－８４６８７号公報（図２）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部とモニタ用ホトダイオード部（光検出器部）とがモノシリックに集積されており、レーザ部及びモニタ用ホトダイオード部は共通に形成されている部分が多い。そのため、レーザ部とモニタ用ホトダイオード部との各層の表面（半導体基板と反対側）が同一になっている。半導体レーザであるレーザ部は流入電流量等の使用条件によっては、光検出器部の受光面であるホトダイオード側端面に出射するレーザ光が広がる場合がある。特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部からホトダイオード側端面に出射されたレーザ光が広がっている場合には、表面側に形成された正電極（アノード電極）側に広がったレーザ光は反射することができない問題があった。

[0005] 本願明細書に開示される技術は、半導体レーザから出射されたレーザ光が広がっている場合にも光検出器の受光面でレーザ光の裾まで反射できる半導体レーザ装置を得ることを目的にする。

課題を解決するための手段

[0006] 本願明細書に開示される一例の半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子と、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光検出器と、半導体レーザ素子及び光検出器を搭載するステムと、を備えている。半導体レーザ素子は、ステムの半導体レーザ素子及び光検出器が搭載されるステム表面から最も離れた光検出器の最遠部とステム表面との間における、ステム表面側に配置されている。光検出器は、半導体レーザ素子と対向する側に形成されたレーザ光を受光する受光面に、レーザ光の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜が形成されている。

発明の効果

[0007] 本願明細書に開示される一例の半導体レーザ装置は、ステム表面から最も離れた光検出器の最遠部とステム表面との間におけるステム表面側に半導体レーザ素子が配置されており、半導体レーザ素子と対向する側に形成されたレーザ光を受光する光検出器の受光面に、レーザ光の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜が形成されているので、半導体レーザである半導体レーザ素子から出射されたレーザ光が広がっている場合にも光検出器の受光面でレーザ光の裾まで反射できる。

図面の簡単な説明

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

[図2]実施の形態１に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図3]図２におけるＡ２－Ａ２で示した破線に沿った断面図である。

[図4]図１の第二サブマウントの傾斜角度を説明する図である。

[図5]図１の導波路型受光素子を示す斜視図である。

[図6]比較例の半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図7]比較例の半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図8]実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図9]実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図10]図９におけるＣ２－Ｃ２で示した破線に沿った断面図である。

[図11]図８の第一サブマウントの傾斜角度を説明する図である。

[図12]実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図13]実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図14]図１３におけるＤ２－Ｄ２で示した破線に沿った断面図である。

[図15]図１２のステムの溝部を説明する図である。

[図16]実施の形態４に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図17]実施の形態４に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図18]図１７におけるＥ２－Ｅ２で示した破線に沿った断面図である。

[図19]図１６の面型受光素子の傾斜角度を説明する図である。

[図20]図１６の面型受光素子を示す斜視図である。

[図21]図１６の面型受光素子を示す斜視図である。

[図22]図１６の面型受光素子を示す斜視図である。

[図23]実施の形態４に係る加工面形成前の面型受光素子を示す斜視図である。

[図24]実施の形態４に係る加工面形成前の面型受光素子を示す斜視図である。

[図25]実施の形態４に係る加工面形成前の面型受光素子を示す斜視図である。

[図26]実施の形態５に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図27]実施の形態５に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図28]図２７におけるＦ２－Ｆ２で示した破線に沿った断面図である。

[図29]図２６の導波路型受光素子を示す斜視図である。

[図30]実施の形態６に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図31]実施の形態６に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図32]図３１におけるＧ２－Ｇ２で示した破線に沿った断面図である。

[図33]実施の形態７に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。

[図34]実施の形態７に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。

[図35]図３４におけるＨ２－Ｈ２で示した破線に沿った断面図である。

[図36]図３３の導波路型受光素子及び第一サブマウントの傾斜角度を説明する図である。

[図37]光検出器の受光面のサイズを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態１.

実施の形態１の半導体レーザ装置７０について、図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。他の実施の形態においても、同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。図１は実施の形態１に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図２は実施の形態１に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図３は図２におけるＡ２－Ａ２で示した破線に沿った断面図であり、図４は図１の第二サブマウントの傾斜角度を説明する図である。図５は、図１の導波路型受光素子を示す斜視図である。図６は比較例の半導体レーザ装置を示す断面図であり、図７は比較例の半導体レーザ装置を示す表面図である。図１の断面図は、図２におけるＡ１－Ａ１で示した破線に沿った断面図である。

[0010] 実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、レーザ光４を出射する半導体レーザ素子１３、半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４の大部分をステム１の垂直方向に反射させると共にレーザ光４の一部を受光する光検出器１０、半導体レーザ素子１３及び光検出器１０を搭載するサブマウント２、サブマウント２を搭載するステム１を備えている。サブマウント２は、半導体レーザ素子１３及び光検出器１０とステム１との間に配置されている。ステム１は、サブマウント２が配置され固定されるボディ部１４と、低融点ガラス４４を介してボディ部１４に固定された複数のリード１５ａ、１５ｂ、１５ｃ、１５ｄとを備えている。図１では、サブマウント２は、第一サブ

マウント１１、第二サブマウント１２を有する例を示した。ステム１の表面（ステム表面３４）に第一サブマウント１１が配置され、第一サブマウント１１の表面３１に光検出器１０と第二サブマウント１２を介して半導体レーザ素子１３とが配置されている。

[0011] 光検出器１０は、半導体レーザ素子１３に対向する側にレーザ光４を受光する受光面１７が形成されており、レーザ光４の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜２０が受光面１７に形成されている。反射膜２０は例えばＳｉＮ、SiO_2等の誘電体多層膜であり、反射膜２０の反射率を例えば９０％程度に設定する。反射膜２０の反射率の範囲は、例えば８５％～９５％である。この場合、光検出器１０に入射するレーザ光４の９０％程度（８５％～９５％）がステム１の垂直方向に反射され、レーザ光４の１０％程度（１５％～５％）が光検出器１０に受光される。光検出器１０はレーザ光４を受光して検出電流を出力する。反射膜２０の反射率が８５％の場合は、光検出器１０に入射するレーザ光４の８５％がステム１の垂直方向に反射され、レーザ光４の１５％が光検出器１０に受光される。反射膜２０の反射率が９５％の場合は、光検出器１０に入射するレーザ光４の９５％がステム１の垂直方向に反射され、レーザ光４の５％が光検出器１０に受光される。なお、図１では出力光６の光軸７が、ステム１のステム表面３４に対して垂直になっている例であり、光検出器１０が、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直に反射するように配置されている例を示した。ここで、ステム１のステム表面３４に対して垂直における「垂直」は、誤差を考慮した許容範囲を含んでいる。

[0012] 第一サブマウント１１は例えばセラミック基板であり、第二サブマウント１２は例えばレーザ光４の光軸５に平行でステム１に垂直な断面が三角形である三角柱状のセラミック基板である。第二サブマウント１２は、第一サブマウント１１に接続する底面４５、光検出器１０に対向する対向面５０、半導体レーザ素子１３を配置する傾斜面４６を備えている。傾斜面４６は、ステム１のステム表面３４に対して傾斜したサブマウント２の傾斜部である。

底面４５と傾斜面４６との角度は、傾斜角度θである。半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４の光軸５とステム１の表面であるステム表面３４に平行な破線４７との角度は、傾斜角度θである。第二サブマウント１２の傾斜角度θを調整すれば、任意の角度で半導体レーザ素子１３からレーザ光４を出射することが可能である。半導体レーザ素子１３はサブマウント２の傾斜部である傾斜面４６に配置されており、光検出器１０は傾斜部を除くサブマウント２の表面すなわち第一サブマウント１１の表面３１に配置されている。サブマウント２のステム１側の底面４５に対する傾斜部である傾斜面４６の角度は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４が光検出器１０の受光面１７に受光される角度範囲に調整されている。なお、三角柱状の第二サブマウント１２は、所謂「くさび型」形状の第二サブマウント１２と言うこともできる。

[0013] 実施の形態１の光検出器１０は、受光面１７が底面２８に対して傾斜した傾斜面１８を有する導波路型受光素子８である。導波路型受光素子８は、ｎ型のＩｎＰ基板等の半導体基板２１、半導体基板２１の表面側に形成された第一クラッド層２２、吸収層２３、第二クラッド層２４、アノード電極２６、半導体基板２１の裏面側に形成されたカソード電極２７、受光面１７である傾斜面１８に形成された反射膜２０を備えている。吸収層２３はレーザ光４を吸収すると共に受光面１７側に延伸している。なお、図５では、反射膜２０は省略している。前述した底面２８は、半導体基板２１の裏面又はカソード電極２７の裏面である。ここでは、底面２８は半導体基板２１の裏面とする。底面２８と傾斜面１８との角度は、傾斜角度αである。第二サブマウント１２の傾斜角度θ及び導波路型受光素子８の傾斜角度αを調整することで、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。

[0014] 光検出器１０を動作させる際は、光検出器１０である導波路型受光素子８のアノード電極２６とカソード電極２７との間に逆バイアスが印加される。

光検出器１０に入射した入射光は、吸収層２３にて吸収され電流に変換されて光検出器１０の外部に検出電流として出力される。

[0015] 半導体レーザ素子１３は、ｎ型のＩｎＰ基板等の半導体基板、活性層３５、アノード電極３６、半導体基板の裏面に形成されたカソード電極３７を備えている。半導体レーザ素子１３を動作させる際は、半導体レーザ素子１３のアノード電極３６とカソード電極３７との間に順バイアスが印加される。アノード電極３６から注入された電流が活性層３５にて光に変換され、活性層３５を伝搬して光検出器１０に対向する出射端面からレーザ光４が出射される。レーザ光４の光軸５は、活性層３５が延伸している方向である。実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、ステム１の半導体レーザ素子１３及び光検出器１０が搭載されるステム表面３４から最も離れた光検出器１０の最遠部５９とステム表面３４との間における、ステム表面３４側に配置されている。光検出器１０の最遠部５９は、光検出器１０のステム１から離れている表面である。光検出器１０が導波路型受光素子８の場合は、例えばアノード電極２６が最遠部５９になる。

[0016] ステム１のボディ部１４は例えばＳＰＣＣ（冷間圧延鋼板）の円板であり、ステム１のボディ部１４にはリード１５ａ、１５ｂ、１５ｃ、１５ｄを挿入する貫通孔４３が形成されている。リード１５ａ、１５ｂ、１５ｃ、１５ｄは、貫通孔４３に挿入され、低融点ガラス４４によりボディ部１４に固定されている。リード１５ａ、１５ｂ、１５ｃ、１５ｄは、例えばＮｉ－Ｆｅの合金である。第一サブマウント１１の表面３１には導体３２が形成されており、第二サブマウント１２の表面側である傾斜面４６には導体３３が形成されている。第一サブマウント１１の表面３１は、ステム１と反対側であり、光検出器１０が配置される側すなわち配置側である。第二サブマウント１２の表面側は、ステム１と反対側であり、半導体レーザ素子１３が配置される側すなわち配置側である。第一サブマウント１１は裏面側の底面２９が接着剤等によりステム１の表面であるステム表面３４に固定されており、第二サブマウント１２は裏面側である底面４５が接着剤等により第一サブマウン

ト１１の表面３１に固定されている。

[0017] 光検出器１０は第一サブマウント１１の導体３２に半田等のろう材により固定されており、半導体レーザ素子１３は第二サブマウント１２の導体３３に半田等のろう材により固定されている。リード１５ｄと第一サブマウント１１の導体３２とは金等のワイヤ１６により接続されており、光検出器１０のアノード電極２６とリード１５ｃとは金等のワイヤ１６により接続されている。リード１５ｂと第二サブマウント１２の導体３３とは金等のワイヤ１６により接続されており、半導体レーザ素子１３のアノード電極３６とリード１５ａとは金等のワイヤ１６により接続されている。

[0018] 第二サブマウント１２の傾斜角度θ及び光検出器１０の傾斜角度αの設定例を説明する。光検出器１０の受光面１７は半導体レーザ素子１３に対向している。光検出器１０である導波路型受光素子８の傾斜面１８は、ドライエッチングもしくはウェットエッチングで作製が可能である。ウェットエッチングを用いる場合における傾斜面１８の形成は、アノード電極２６、カソード電極２７の形成前に行う。ドライエッチングを用いる場合における傾斜面１８の形成は、アノード電極２６、カソード電極２７の形成の前、後のいずれでも構わない。ドライエッチングを用いることで、導波路型受光素子８の傾斜角度αは、任意の角度にすることができる。ドライエッチングを用いる場合は、導波路型受光素子８のチップを治具で斜めに固定し、傾斜面１８の傾斜角度αの微調整を行う。

[0019] 一方、ウェットエッチングを用いる場合は、半導体基板２１、エピタキシャル成長させた第一クラッド層２２、吸収層２３、第二クラッド層２４の結晶面方位、及び使用する薬液の関係から、傾斜角度αは決定される。したがって、ウェットエッチングを用いる場合は、傾斜面１８の傾斜角度αの微調整を行うことなく、正確な傾斜角度αを形成できるメリットがある。ここで、傾斜面１８の傾斜角度αを用いると、第二サブマウント１２の傾斜角度θが９０°－２×（９０°－α）であれば、出力光６はステム１のステム表面３４に対して垂直上方向の光軸７に沿って出射される。例えば、ＨＢｒ薬液

でＩｎＰをエッチングすると（１１１）面が露出し、その面角度は５５°程度すなわち平均的に５５°である。半導体基板２１がＩｎＰ基板であり、第一クラッド層２２、吸収層２３、第二クラッド層２４がＩｎＰ系の材料であれば、半導体基板２１、第一クラッド層２２、吸収層２３、第二クラッド層２４からなる傾斜面１８の傾斜角度αは５５°程度にすることができる。したがって、第二サブマウント１２の斜面角度θを２０°にすれば、ステム１のステム表面３４に対して垂直上方向に出力光６を出射することができる。

[0020] なお、ドライエッチングを用いて導波路型受光素子８の傾斜面１８を形成する場合も、第二サブマウント１２の傾斜角度θが９０°－２×（９０°－α）であれば、出力光６はステム１のステム表面３４に対して垂直上方向の光軸７に沿って出射される。

[0021] 実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されており、半導体レーザ素子１３と光検出器１０と配置の自由度が高いので、レーザ部及び光検出器部がモノシリックに集積された特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザと異なり、半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射することができる。

[0022] 特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部と光検出器部との間に一度垂直に分離溝（直方体溝）を作製してから、光検出器部の端面のみ傾斜面を有する傾斜溝を作製する必要がある。特許文献１の光検出器部は、レーザ部に比べて光伝搬方向の長さが小さくなっており、更に傾斜溝における光伝搬方向の最大長は光検出器部の最上部の長さである光検出器部の最小長よりも短くなっており、基板と傾斜面との角度である傾斜角度を一定するのは極めて困難である。すなわち、特許文献１に開示された直方体溝及び傾斜溝からなる分離溝を作製することは非常に困難である。また、レーザ部のレーザ光出射端面はドライエッチングで形成されるので、レーザ光出射端面が劈開面に比べて荒く、レーザ光出射端面での散乱が多くなり、レーザ光が広がってしまう。このため、レーザ部と光検出器部との各層の表面が同一

になっている特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部の使用条件により表面側に形成された正電極側に広がったレーザ光は反射することができない。また、特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、物理的な不良解析を行う場合、レーザ部と光検出器部との間に分離溝があるので、レーザ部のレーザ光出射端面及びこれに対向している光検出器部の受光端面を光学顕微鏡及び電子顕微鏡によって観察することが困難である。

[0023] これに対して、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されているので、独立に最適化できない特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザと異なり、半導体レーザ素子１３のレーザ光を出射するレーザ光出射端面の加工による形成と、光検出器１０の受光面１７の加工による形成とを独立に最適化することができる。また、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されているので、半導体レーザ素子１３のレーザ光を出射するレーザ光出射端面を劈開で形成することができる。したがって、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、ドライエッチングのレーザ光出射端面を有する特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザと異なり、レーザ光出射端面が滑らかであり、レーザ光出射端面での散乱が少なくなり、レーザ光の広がりを抑制することができる。実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されているので、特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザと異なり、半導体レーザ素子１３、光検出器１０を独立して物理的な不良解析を行うことができ、特に半導体レーザ素子１３のレーザ光出射端面及び光検出器１０の受光面１７を容易に光学顕微鏡及び電子顕微鏡を用いて観察することができる。

[0024] 特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザは、レーザ部と光検出器部とがモノシリックに集積されており、製造工程が単独製品よりも長くなるので、製造歩留りが低くなる。また、レーザ部及び光検出器部の一方が製品検査で不良になった場合は、レーザ部及び光検出器部のいずれも廃棄されるので、製造歩留りが低くなり、製品１個当たりのコストが大きくなる。

[0025] これに対して、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されているので、半導体レーザ素子１３の製造工程と光検出器１０の製造工程は独立であり、特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザよりも製造工程を短くでき、製造工程の短縮化に伴って製造歩留りも高くすることができる。また、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とが分離されているので、半導体レーザ素子１３と光検出器１０とを個別に検査でき、特許文献１のモニタ付表面発光半導体レーザよりも半導体レーザ素子１３及び光検出器１０の総合歩留りを高くでき、不良品の廃棄を少なくすることができる。

[0026] 光通信等に用いる半導体レーザ装置は、レーザ光の出射及び非出射を高頻度で制御しており、すなわちレーザ光を変調している。光通信の光速化に対応するためには、レーザ光を高速に変調する半導体レーザ装置が必要である。変調器を用いずにレーザ光を高速に変調する半導体レーザ素子を備えた半導体レーザ装置の例を、図６、図７に示した。図６、図７に示した比較例の半導体レーザ装置９０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、ステム９１の表面に対して垂直上方向にレーザ光を出射する。比較例の半導体レーザ装置９０は、半導体レーザ素子８５、半導体レーザ素子８５を搭載するサブマウント８３、サブマウント８３を搭載する搭載基板８０、半導体レーザ素子８５のレーザ光を検出する光検出器８７、光検出器８７を搭載するサブマウント８６、搭載基板８０を支持するブロック８４、搭載基板８０及びブロック８４及びサブマウント８６を搭載するステム９１を備えている。

[0027] ステム９１は、搭載基板８０及びブロック８４及びサブマウント８６が固定されるボディ部８８と、低融点ガラス４４を介してボディ部８８に固定された複数のリード８９ａ、８９ｂ、８９ｃ、８９ｄとを備えている。サブマウント８３は、導体８２ａ、８２ｂを有するセラミック基板である。搭載基板８０は、導体８１ａ、８１ｂを有するセラミック基板である。サブマウント８６は、導体９２を有するセラミック基板である。半導体レーザ素子８５

の裏面側に形成されたカソード電極はサブマウント８３の導体８２ａに半田等のろう材により固定されており、光検出器８７の裏面側に形成されたカソード電極はサブマウント８６の導体９２に半田等のろう材により固定されている。サブマウント８３は、搭載基板８０に接着剤等により固定されている。サブマウント８６は、ステム９１の表面に接着剤等により固定されている。

[0028] 半導体レーザ素子８５の表面側（裏面側と反対側）に形成されたアノード電極と導体８２ｂとは金等のワイヤ１６により接続されており、導体８２ｂと導体８１ｂとは金等のワイヤ１６により接続されており、半導体レーザ素子８５のカソード電極が接続された導体８２ａと導体８１ａとは金等のワイヤ１６により接続されている。搭載基板８０はブロック８４の側面に接着剤等により固定されている。ブロック８４に固定された搭載基板８０の導体８１ａ、８１ｂは、それぞれリード８９ｂ、８９ａに半田等のろう材により接続されており、ブロック８４の底面（ステム９１と対向する面）はステム９１の表面に接着材等で固定されている。まず、搭載基板８０の導体８１ａ、８１ｂとリード８９ｂ、８９ａとを接触させながらブロック８４の底面とステム９１の表面とを固定する。その後、搭載基板８０の導体８１ａ、８１ｂとリード８９ｂ、８９ａとを半田等のろう材により接続する。光検出器８７の表面側（裏面側と反対側）に形成されたアノード電極とリード８９ｃとは金等のワイヤ１６により接続されており、光検出器８７のカソード電極が接続された導体９２とリード８９ｄとは金等のワイヤ１６により接続されている。

[0029] 比較例の半導体レーザ装置９０はステム９１の表面に対して垂直上方向に光を出射するので、半導体レーザ素子８５がステム９１から離れた位置に配置されており、ステム９１の垂直上方向にレーザ光が出力光として出射される。半導体レーザ素子８５のレーザ光出力をモニタするための光検出器８７は半導体レーザ素子８５よりもステム９１の側に配置されており、半導体レーザ素子８５におけるステム９１に対向する側である後端面側から出射され

るレーザ光を光検出器８７が検出する。このように、比較例の半導体レーザ装置９０は、サブマウント８３を介して半導体レーザ素子８５がステム９１上の搭載基板８０及びブロック８４に固定されており、半導体レーザ素子８５が外部に出力する出力光の出射面はステム９１の垂直上方向を向いているため、半導体レーザ素子８５から外部に出力する出力光はステム９１の表面に対して垂直方向に出射される。比較例の半導体レーザ装置９０ではステム９１の表面から半導体レーザ素子８５までの距離が長いため、リード８９ａ、８９ｂから半導体レーザ素子８５のアノード電極、カソード電極までを接続する接続部材は、長いワイヤ１６、長い導体８１ａ、８１ｂを含んでいる。長いワイヤ１６、長い導体８１ａ、８１ｂ、リード８９ａ、８９ｂには寄生インダクタンスが含まれているので、その影響で比較例の半導体レーザ装置９０は変調特性が劣化する。

[0030] ここで変調特性の劣化について具体的に説明する。半導体レーザ素子８５を動作させる変調信号は、リード８９ａ、搭載基板８０の導体８１ｂ、ワイヤ１６、サブマウント８３の導体８２ｂ、ワイヤ１６を介して半導体レーザ素子８５のアノード電極に入力される。入力される変調信号のオン及びオフに追随して半導体レーザ素子８５から出射されるレーザ光はオン及びオフする、すなわちレーザ光は出射の状態及び非出射の状態に変化する。しかし、変調信号が理想的な矩形波であっても、半導体レーザ素子８５から出射されるレーザ光の出力波形は矩形波ではなく、歪んでいる。なぜなら、長いワイヤ１６、長い導体８１ａ、８１ｂ、リード８９ａ、８９ｂに含まれる寄生インダクタンスの影響でインピーダンス不整合が起こり、半導体レーザ素子８５から出力される出力波形である変調光波形は、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が有限の値を取ってしまうためである。変調光波形の歪みが大きい場合、受信側でのレーザ光のオン及びオフの判別が不可能になる。特に高速変調の場合はインピーダンス不整合の影響は大きくなり、変調光波形は大きく歪んでしまう。

[0031] 変調光波形の歪を改善するためには、ワイヤ１６、導体８１ａ、８１ｂ、

リード８９ａ、８９ｂの長さをできるだけ短くし、寄生インダクタンスを低減すれば良い。しかし、図６、図７に示すような比較例の構造では、ワイヤ１６、導体８１ａ、８１ｂ、リード８９ａ、８９ｂを含む経路を、ステム９１の表面から離れて配置された半導体レーザ素子８５まで伸ばす必要がある。したがって、比較例の半導体レーザ装置９０は、ワイヤ１６、導体８１ａ、８１ｂ、リード８９ａ、８９ｂの長さを短くすることができず、変調光波形の劣化が問題となる。ステム９１の表面から半導体レーザ素子８５までの距離を短くすれば導体８１ａ、８１ｂ、リード８９ａ、８９ｂを短くすることが可能である。しかし、一般的な半導体レーザ装置の組立装置を用いた場合、半導体レーザ素子８５のチップ実装（チップ固定）の際にチップ吸着用コレットとステム９１が干渉してしまうため、ステム９１の表面から半導体レーザ素子８５までの距離を短くすることは困難である。このため、図６、図７に示すような比較例の半導体レーザ装置９０は、変調光波形の劣化を抑制するために、搭載基板８０に高周波基板を用いている。しかし、高周波基板は単価が高く、半導体レーザ装置９０のコストを引き上げているため、コストを考えると高周波基板である搭載基板８０は削除することが望ましい。

[0032] 実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、ステム１のステム表面３４の近くに配置された半導体レーザ素子１３と、半導体レーザ素子１３のレーザ光を出射する出射端面に対向する受光面１７を有する光検出器１０とを備えているので、比較例の半導体レーザ装置９０よりもステム１のステム表面３４から半導体レーザ素子１３の距離が短くできるため、半導体レーザ素子１３のアノード電極２６に接続されるリード１５ａ及びワイヤ１６が短くなり、半導体レーザ素子１３の変調光波形の劣化を抑制できる。すなわち、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は変調特性を改善できる。また、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、比較例の半導体レーザ装置９０と異なり、変調特性劣化抑制用の高周波基板が削除できるため、比較例の半導体レーザ装置９０よりもコストを低減することができる。

[0033] 以上のように、実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素

子１３と、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４を受光する光検出器１０と、半導体レーザ素子１３及び光検出器１０を搭載するステム１と、を備えている。半導体レーザ素子１３は、ステム１の半導体レーザ素子１３及び光検出器１０が搭載されるステム表面３４から最も離れた光検出器１０の最遠部５９とステム表面３４との間における、ステム表面３４側に配置されている。光検出器１０は、半導体レーザ素子１３と対向する側に形成されたレーザ光４を受光する受光面１７に、レーザ光４の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜２０が形成されている。実施の形態１の半導体レーザ装置７０は、この構成により、ステム表面３４から最も離れた光検出器１０の最遠部５９とステム表面３４との間におけるステム表面３４側に配置されており、半導体レーザ素子１３と対向する側に形成されたレーザ光４を受光する光検出器１０の受光面１７に、レーザ光４の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜２０が形成されているので、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。

[0034] 実施の形態２.

図８は実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図９は実施の形態２に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図１０は図９におけるＣ２－Ｃ２で示した破線に沿った断面図であり、図１１は図８の第一サブマウントの傾斜角度を説明する図である。図８の断面図は、図９におけるＣ１－Ｃ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態２の半導体レーザ装置７０は、傾斜面３０を有する１つの第一サブマウント１１からなるサブマウント２を備えている点で実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる。実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に説明する。

[0035] 実施の形態２のサブマウント２を構成する第一サブマウント１１は、ステム１に接続する底面２９、光検出器１０を配置する表面３１、半導体レーザ素子１３を配置する傾斜面３０を備えている。傾斜面３０は、ステム１のス

テム表面３４に対して傾斜したサブマウント２の傾斜部である。底面２９と傾斜面３０との角度は、傾斜角度θである。半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４の光軸５とステム１の表面であるステム表面３４に平行な破線４７との角度は、傾斜角度θである。第一サブマウント１１の傾斜角度θを調整すれば、任意の角度で半導体レーザ素子１３からレーザ光４を出射することが可能である。半導体レーザ素子１３はサブマウント２の傾斜部である傾斜面３０に配置されており、光検出器１０は傾斜部を除くサブマウント２の表面すなわち第一サブマウント１１の表面３１に配置されている。サブマウント２のステム１側の底面２９に対する傾斜部である傾斜面３０の角度は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４が光検出器１０の受光面１７に受光される角度範囲に調整されている。また、第一サブマウント１１の傾斜角度θ及び導波路型受光素子８の傾斜角度αを調整することで、実施の形態２の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。

[0036] 第一サブマウント１１の傾斜角度θ及び光検出器１０の傾斜角度αの設定例は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様にする。光検出器１０の傾斜角度αは５５°程度にし、第一サブマウント１１の斜面角度θを２０°にすれば、ステム１のステム表面３４に対して垂直上方向に出力光６を出射することができる。実施の形態２の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。実施の形態２の半導体レーザ装置７０は、サブマウント２が傾斜面３０を有する１つの第一サブマウント１１で構成されていること以外は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の構成を備えているので、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の効果を奏する。

[0037] 実施の形態３．

図１２は実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図１３は実施の形態３に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図１４は図１３におけるＤ２－Ｄ２で示した破線に沿った断面図であり、図１５は図１２のステムの溝部を説明する図である。図１２の断面図は、図１３におけるＤ１－Ｄ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態３の半導体レーザ装置７０は、ステム１に傾斜面４１及び側面４０を有する溝部３９が形成されており、サブマウント２が光検出器１０を配置する第一サブマウント１１及び半導体レーザ素子１３を配置する第二サブマウント１２で構成されている点で、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる。ステム１は傾斜面４１を有する溝部３９を備えており、半導体レーザ素子１３はサブマウント２を介してステム１の溝部３９の傾斜面４１に配置されている。実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に説明する。

[0038] 実施の形態３のサブマウント２を構成する第一サブマウント１１は、光検出器１０が配置するのに十分な広さを有しており、ステム１に形成された溝部３９まで延伸していない形状を有している。実施の形態３のサブマウント２を構成する第二サブマウント１２は、半導体レーザ素子１３が配置するのに十分な広さを有しており、溝部３９の傾斜面４１に平行な裏面及び表面を有する板状の形状を有している。なお、第一サブマウント１１と第二サブマウント１２とが接続され、一体化されていても構わない。第二サブマウント１２の裏面は傾斜面４１に対向する面であり、第二サブマウント１２の表面は裏面と反対側の面である。溝部３９の傾斜面４１とステム１のステム表面３４に平行な破線４７ａとの角度は、傾斜角度θである。半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４の光軸５とステム１の表面であるステム表面３４に平行な破線４７ｂとの角度は、傾斜角度θである。ステム１に形成される溝部３９の傾斜角度θを調整すれば、任意の角度で半導体レーザ素子１３からレーザ光４を出射することが可能である。サブマウント２のステム表面３４に対する傾斜面４１の角度は、半導体レーザ素子１３から出射される

レーザ光４が光検出器１０の受光面１７に受光される角度範囲に調整されている。また、ステム１に形成される溝部３９の傾斜角度θ及び導波路型受光素子８の傾斜角度αを調整することで、実施の形態３の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。

[0039] ステム１に形成される溝部３９の傾斜角度θ及び光検出器１０の傾斜角度αの設定例は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様にする。光検出器１０の傾斜角度αは５５°程度にし、ステム１に形成される溝部３９の斜面角度θを２０°にすれば、ステム１のステム表面３４に対して垂直上方向に出力光６を出射することができる。実施の形態３の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。実施の形態３の半導体レーザ装置７０は、ステム１に溝部３９が形成されており、サブマウント２が光検出器１０を配置する第一サブマウント１１及び半導体レーザ素子１３を配置する第二サブマウント１２で構成されていること以外は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の構成を備えているので、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の効果を奏する。なお、図１２、図１５では、半導体レーザ素子１３が、ステム表面３４から最も離れた光検出器１０の最遠部５９とステム表面３４との間におけるステム表面３４側に配置されている例を示した。しかし、第二サブマウント１２を介してステム１の溝部３９の傾斜面４１に配置された半導体レーザ素子１３が、ステム表面３４から下側の溝部３９の内部に入るように配置されてもよい、すなわちステム表面３４よりも傾斜面４１側に配置されてもよい。

[0040] 実施の形態４.

図１６は実施の形態４に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図１７は実施の形態４に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図１８は図

１７におけるＥ２－Ｅ２で示した破線に沿った断面図であり、図１９は図１６の面型受光素子の傾斜角度を説明する図である。図２０、図２１、図２２は、それぞれ異なる方向から見た図１６の面型受光素子を示す斜視図である。図２３、図２４、図２５は、それぞれ異なる方向から見た、実施の形態４に係る加工面形成前の面型受光素子を示す斜視図である。図１６の断面図は、図１７におけるＥ１－Ｅ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態４の半導体レーザ装置７０は、光検出器１０が面型受光素子９であり、面型受光素子９の受光面１７がステム１のステム表面３４に対して傾いた状態で第一サブマウント１１に面型受光素子９が配置されている点で、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる。実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に説明する。

[0041] 面型受光素子９は、ｎ型のＩｎＰ基板等の半導体基板２１、半導体基板２１の表面側に形成された吸収層５１、吸収層５１の表面側に形成された窓層５２、窓層５２に形成されたｐ型部５３、ｐ型部５３の表面側に形成された反射膜２０、ｐ型部５３に接続されたアノード電極２６、半導体基板２１の裏面側に形成されたカソード電極２７を備えている。また、面型受光素子９は、半導体基板２１の裏面５５と面型受光素子９の４つの側面の内の１つの側面とが連結された１辺を包含する角部５６が削除された加工面５４を備えている。ここでは、加工面５４の形成前の面型受光素子９が、図２３～図２５に示すように直方体形状である例を示した。加工面５４の形成前の面型受光素子９における裏面５５が長方形になっている。ここでは、加工面５４の形成前の面型受光素子９における裏面５５の長辺側に加工面５４が形成されている例を示した。

[0042] 面型受光素子９の加工面５４の形成方法は、例えばウェットエッチングとドライエッチングとが考えられる。ウェットエッチングで異なる材料を積層した構造をエッチングした場合、エッチングレートが材料によって異なるため、エッチング面の角度の調整は困難である。そのため、面型受光素子９の加工面５４の形成方法はドライエッチングを用い、治具等で加工面５４の形

成前の面型受光素子９を傾けた状態でエッチングを行う。ドライエッチングで加工した面が加工面５４になるため、加工面５４の凸凹が受光面１７とステム１のステム表面３４に平行な破線４７との角度である傾斜角度αに影響する。そのため、傾斜角度αを調整するように、面型受光素子９の加工面５４を形成する。図１９では受光面１７に平行な破線４８とステム１のステム表面３４に平行な破線４７との角度で、傾斜角度αを示した。

[0043] 第二サブマウント１２の傾斜角度θを調整すれば、任意の角度で半導体レーザ素子１３からレーザ光４を出射することが可能である。また、第二サブマウント１２の傾斜角度θ及び面型受光素子９の傾斜角度αを調整することで、実施の形態４の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。例えば、第二サブマウント１２の傾斜角度θ及び光検出器１０の傾斜角度αの設定例は、実施の形態１と同じにすることができる。光検出器１０の傾斜角度αに対して、第二サブマウント１２の傾斜角度θが９０°－２×（９０°－α）であれば、実施の形態４の半導体レーザ装置７０の出力光６はステム１のステム表面３４に対して垂直上方向の光軸７に沿って出射することができる。

[0044] 実施の形態４の半導体レーザ装置７０は、ステム１の半導体レーザ素子１３及び光検出器１０が搭載されるステム表面３４から最も離れた光検出器１０の最遠部５９とステム表面３４との間における、ステム表面３４側に配置されている。光検出器１０の最遠部５９は、光検出器１０のステム１から離れている角部である。光検出器１０が面型受光素子９の場合は、例えば受光面１７が形成された表面と表面に連結された側面との１辺を含む角部５６が最遠部５９になる。実施の形態４の半導体レーザ装置７０は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。実施の形態４の半導体レーザ装置７

０は、光検出器１０である面型受光素子９の受光面１７がステム１のステム表面３４に対して傾いた状態で第一サブマウント１１に面型受光素子９が配置されていること以外は、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の構成を備えているので、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様の効果を奏する。

[0045] 実施の形態５．

図２６は実施の形態５に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図２７は実施の形態５に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図２８は図２７におけるＦ２－Ｆ２で示した破線に沿った断面図であり、図２９は図２６の導波路型受光素子を示す斜視図である。図２６の断面図は、図２７におけるＦ１－Ｆ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態５の半導体レーザ装置７０は、光検出器１０が光検出器１０の内側に窪んだ凹面形状の受光面１７を有する導波路型受光素子３である点で、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる。実施の形態１の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に説明する。

[0046] 導波路型受光素子３は、ｎ型のＩｎＰ基板等の半導体基板２１、半導体基板２１の表面側に形成された第一クラッド層２２、吸収層２３、第二クラッド層２４、アノード電極２６、半導体基板２１の裏面側に形成されたカソード電極２７、受光面１７である凹面１９に形成された反射膜２０を備えている。受光面１７である凹面１９は、この凹面１９を含む大きな球の一部の表面になっている。実施の形態１の傾斜面１８を有する導波路型受光素子８では、半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がりを持っている場合、傾斜面１８で反射した後も広がりを持ったままの出力光６が垂直方向に出射される。これに対して、実施の形態５の凹面１９を有する導波路型受光素子３では、半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がりを持った場合でも凹面１９で集光された出力光６を垂直方向に出射することが可能である。

[0047] 導波路型受光素子３に作製する凹面１９については、ドライエッチングに

より球面収差を調整することで任意の焦点距離を得ることができる。第二サブマウント１２の傾斜角度θについては、導波路型受光素子３の凹面１９の設計に応じて設定される。導波路型受光素子３の凹面１９の形状に応じて第二サブマウント１２の傾斜角度θを調整することで、実施の形態５の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。

[0048] 実施の形態５の半導体レーザ装置７０は、光検出器１０が凹面状の受光面１７を有する導波路型受光素子３を備えており、凹面状の受光面１７が半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４のビーム径に比べて大きな面積を有しているので、実施の形態１の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。

[0049] 実施の形態６.

図３０は、実施の形態６に係る半導体レーザ装置を示す断面図である。図３１は実施の形態６に係る半導体レーザ装置を示す表面図であり、図３２は図３１におけるＧ２－Ｇ２で示した破線に沿った断面図である。図３０の断面図は、図３１におけるＧ１－Ｇ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態６の半導体レーザ装置７０は、傾斜面３０を有する１つの第一サブマウント１１からなるサブマウント２を備えている点で実施の形態５の半導体レーザ装置７０と異なる。なお、実施の形態６の半導体レーザ装置７０は、実施の形態５の導波路型受光素子３が実施の形態２のサブマウント２に配置された例ということもできる。実施の形態５及び実施の形態２の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に説明する。

[0050] 実施の形態６のサブマウント２を構成する第一サブマウント１１は、ステム１に接続する底面２９、光検出器１０を配置する表面３１、半導体レーザ素子１３を配置する傾斜面３０を備えている。底面２９と傾斜面３０との角度は、傾斜角度θである。実施の形態６の半導体レーザ装置７０は、凹面１

９を有する導波路型受光素子３を備えているので、実施の形態５の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がりを持った場合でも凹面１９で集光された出力光６を垂直方向に出射することが可能である。導波路型受光素子３は実施の形態６と同じなので、導波路型受光素子３はドライエッチングにより凹面１９の球面収差を調整することで任意の焦点距離を得ることができる。第一サブマウント１１の傾斜角度θについては、導波路型受光素子３の凹面１９の設計に応じて設定される。導波路型受光素子３の凹面１９の形状に応じて第一サブマウント１１の傾斜角度θを調整することで、実施の形態６の半導体レーザ装置７０は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。

[0051] 実施の形態６の半導体レーザ装置７０は、光検出器１０が凹面状の受光面１７を有する導波路型受光素子３を備えており、凹面状の受光面１７が半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４のビーム径に比べて大きな面積を有しているので、実施の形態２の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。

[0052] 実施の形態７.

図３３は実施の形態７に係る半導体レーザ装置を示す断面図であり、図３４は実施の形態７に係る半導体レーザ装置を示す表面図である。図３５は図３４におけるＨ２－Ｈ２で示した破線に沿った断面図であり、図３６は図３３の導波路型受光素子及び第一サブマウントの傾斜角度を説明する図である。図３３の断面図は、図３４におけるＨ１－Ｈ１で示した破線に沿った断面図である。実施の形態７の半導体レーザ装置７０は、傾斜面３０を有する１つの第一サブマウント１１からなるサブマウント２を備えており、傾斜面３０に光検出器１０が配置され、第一サブマウント１１の表面３１に半導体レーザ素子１３が配置されている点で実施の形態２の半導体レーザ装置７０と異なる。実施の形態２の半導体レーザ装置７０と異なる部分について、主に

説明する。

[0053] 実施の形態７のサブマウント２を構成する第一サブマウント１１は、ステム１に接続する底面２９、半導体レーザ素子１３を配置する表面３１、光検出器１０を配置する傾斜面３０を備えている。傾斜面３０は、ステム１のステム表面３４に対して傾斜したサブマウント２の傾斜部である。光検出器１０は傾斜部である傾斜面３０に配置されており、半導体レーザ素子１３は傾斜部を除くサブマウント２の表面すなわち第一サブマウント１１の表面３１に配置されている。サブマウント２のステム１側の底面２９に対する傾斜部である傾斜面３０の角度は、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４が光検出器１０の受光面１７に受光される角度範囲に調整されている。底面２９と傾斜面３０との角度は、傾斜角度θである。実施の形態７の光検出器１０は、実施の形態２の光検出器１０と同様に、受光面１７が底面２８に対して傾斜した傾斜面１８を有する導波路型受光素子８である。底面２８と傾斜面１８との角度は、傾斜角度αである。実施の形態７の光検出器１０は、傾斜面１８をドライエッチングで形成する。図３６に示したように、第一サブマウント１１の傾斜面３０に平行な破線４９と光軸５との角度は、傾斜角度θになっている。なお、光軸５は第一サブマウント１１の表面３１及びステム１のステム表面３４に平行になっている。図３６では、光軸５と光軸７とが９０°で交わっている、すなわち光軸５と光軸７とが直行している例を示した。

[0054] 第一サブマウント１１の傾斜角度θ及び光検出器１０の傾斜角度αを調整すれば、半導体レーザ素子１３からのレーザ光４を光検出器１０の受光面１７で任意の角度で反射させることができる。したがって、第一サブマウント１１の傾斜角度θ及び導波路型受光素子８の傾斜角度αを調整することで、実施の形態７の半導体レーザ装置７０は、実施の形態２の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザ素子１３から出射されるレーザ光４をステム１のステム表面３４に対して垂直な光軸７に沿った出力光６を出力することができる。第一サブマウント１１の傾斜角度θが大きくなるに従って、レーザ

光４の光軸５と受光面１７とが交わる位置が導波路型受光素子８の表面側すなわちアノード電極２６の側に近づけることができる。レーザ光４が受光面１７における吸収層２３の位置に入射する場合は、導波路型受光素子８の受光感度を上げることができる。

[0055] 実施の形態７の半導体レーザ装置７０は、実施の形態２の半導体レーザ装置７０と同様に、半導体レーザである半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が広がっている場合にも光検出器１０の受光面１７でレーザ光４の裾まで反射できる。実施の形態７の半導体レーザ装置７０は、第一サブマウント１１の傾斜面３０にドライエッチングで形成された受光面１７を有する光検出器１０が配置され、第一サブマウント１１の表面３１に半導体レーザ素子１３が配置されていること以外は、実施の形態２の半導体レーザ装置７０と同様の構成を備えているので、実施の形態２の半導体レーザ装置７０と同様の効果を奏する。

[0056] 実施の形態１～実施の形態７の半導体レーザ装置７０は、光検出器１０の受光面１７及び反射膜２０のサイズが半導体レーザ素子１３の出射端面のサイズより大きくなっている。この理由を説明する。半導体レーザ素子１３から出射されたレーザ光４が光検出器１０に到達するまでに広がってしまう。このため、出力光６の光量を低下させないために広がったレーザ光４も光検出器１０の受光面１７で反射する必要があるので、光検出器１０の受光面１７及び反射膜２０のサイズが半導体レーザ素子１３の出射端面のサイズより大きくなっている。光検出器１０の受光面１７及び反射膜２０のサイズを決定するパラメータは、半導体レーザ素子１３と光検出器１０との距離と、許容するレーザ光４の広がり角度である。

[0057] 光検出器１０の受光面１７及び反射膜２０のサイズの一例を示す。図３７は、光検出器の受光面のサイズを説明する図である。図３７において、受光面１７の長さは受光面長ｌａである。図３６を参照すると、受光面長ｌａはカソード電極２７からアノード電極２６方向の受光面１７の長さである。受光面長ｌａは、受光面１７における許容可能なレーザ光４の下限光６３ｂの

到達位置から受光面１７における許容可能なレーザ光４の上限光６３ａの到達位置までの長さということもできる。図３７において、反射膜２０は省略した。反射膜２０の長さは受光面長Ｉａと同じである。図３７は、実施の形態７の半導体レーザ装置７０の例である。破線６１は、受光面１７に平行な線である。出射点Ｓから出射されたレーザ光４の進行方向と逆向きをｘ方向とし、ｘ方向に垂直で出力光６の進行方向をｙ方向とする。レーザ光４と出力光６とが受光面１７で交わる点を原点Ｏとし、受光面１７の許容可能な上限点を上限点Ｌｕとし、受光面１７の許容可能な下限点を下限点Ｌｂとする。ｘ方向を基準にした許容可能なレーザ光４の広がり角度を、＋β～－βとする。出射点Ｓから原点Ｏまでの距離をｄとする。レーザ光４の広がり角度が＋βであるレーザ光、すなわち上限光６３ａは、受光面１７の上限点Ｌｕにて反射膜２０の反射率に応じた割合で反射して反射光６２ａになる。レーザ光４の広がり角度が－βであるレーザ光、すなわち下限光６３ｂは、受光面１７の下限点Ｌｂにて反射膜２０の反射率に応じた割合で反射して反射光６２ｂになる。

[0058] ここで、具体的な数値例を説明する。半導体レーザ素子１３の出射端面の高さを１００μｍ、レーザ光の光軸方向の長さを３００μｍ、これらに垂直な長さ（図３４の半導体レーザ素子１３のＨ２－Ｈ２で示した破線方向の長さ）は２００μｍである。広がり角度βは２０°、距離ｄを１００μｍとする。この場合、原点Ｏの座標は（０，０）、上限点Ｌｕの座標は（－０．０５７２，０．０５７２）、下限点Ｌｂの座標は（０．０２６７，－０．０２６７）になり、受光面長Ｉａは０．１１８７ｍｍすなわち１１８．７μｍになる。光検出器１０の最遠部５９における受光面１７の端は上限点Ｌｕに相当するので、光検出器１０における受光面１７の上限点Ｌｕは、原点Ｏからのｙ方向の高さが５７．２μｍになっている。したがって、半導体レーザ素子１３の出射点Ｓから光検出器１０における受光面１７の上限点Ｌｕまでのｙ方向の高さが５７．２μｍになっている。つまり、半導体レーザ素子１３と光検出器１０との距離を１００μｍとし、レーザ光４の広がり角度βを＋

２０°～－２０°の範囲で許容した場合には、光検出器１０の受光面１７は半導体レーザ素子１３の出射点Ｓよりも６０μｍ程度以上高い位置になっていればよい。なお、半導体レーザ素子１３の出射点Ｓから光検出器１０における受光面１７の下限点Ｌｂまでのｙ方向の高さが２６．７μｍになっている。半導体レーザ素子１３と光検出器１０との距離を１００μｍとし、レーザ光４の広がり角度βを＋２０°～－２０°の範囲で許容した場合には、光検出器１０の受光面１７は半導体レーザ素子１３の出射点Ｓよりも２７μｍ程度以上低い位置になっていればよい。また、距離ｄが長くなればなるほど、受光面長Ｉａは長くなる。

[0059] なお、本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、１つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも１つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも１つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0060] １…ステム、２…サブマウント、３…導波路型受光素子、４…レーザ光、８…導波路型受光素子、９…面型受光素子、１０…光検出器、１１…第一サブマウント、１２…第二サブマウント、１３…半導体レーザ素子、１７…受光面、１８…傾斜面、１９…凹面、２０…反射膜、２３…吸収層、２９…底面、３０…傾斜面（傾斜部）、３１…表面、３４…ステム表面、３９…溝部、４１…傾斜面、４５…底面、４６…傾斜面（傾斜部）、５４…加工面、５５…裏面、５６…角部、５９…最遠部、７０…半導体レーザ装置、θ…傾斜角度

請求の範囲

[請求項1] 半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光検出器と、前記半導体レーザ素子及び前記光検出器を搭載するステムと、を備えた半導体レーザ装置であって、

前記半導体レーザ素子は、前記ステムの前記半導体レーザ素子及び前記光検出器が搭載されるステム表面から最も離れた前記光検出器の最遠部と前記ステム表面との間における、前記ステム表面側に配置されており、

前記光検出器は、前記半導体レーザ素子と対向する側に形成された前記レーザ光を受光する受光面に、前記レーザ光の一部が透過すると共に残りが反射する反射膜が形成されている、半導体レーザ装置。

[請求項2] 前記半導体レーザ素子及び前記光検出器と前記ステムとの間に配置されたサブマウントを備え、

前記サブマウントは、前記ステムの前記ステム表面に対して傾斜した傾斜部を有し、

前記半導体レーザ素子は前記傾斜部に配置されており、

前記光検出器は前記傾斜部を除く前記サブマウントの表面に配置されており、

前記サブマウントの前記ステム側の底面に対する前記傾斜部の角度は、前記半導体レーザ素子から出射される前記レーザ光が前記光検出器の前記受光面に受光される角度範囲に調整されている、請求項１記載の半導体レーザ装置。

[請求項3] 前記サブマウントは、前記ステムの前記ステム表面に配置された第一サブマウントと、前記第一サブマウントの表面に配置されており、前記ステムの前記ステム表面に対して傾斜した傾斜面を有する第二サブマウントと、を備え、

前記傾斜部は、前記第二サブマウントの前記傾斜面である、請求項２記載の半導体レーザ装置。

[請求項4] 前記サブマウントは、前記ステムの前記ステム表面に対して傾斜した傾斜面を有し、前記ステムの前記ステム表面に配置された第一サブマウントを備え、

前記傾斜部は、前記第一サブマウントの前記傾斜面である、請求項２記載の半導体レーザ装置。

[請求項5] 前記ステムは、傾斜面を有する溝部を備え、

前記半導体レーザ素子はサブマウントを介して前記ステムの前記溝部の前記傾斜面に配置されており、

前記ステムの前記ステム表面に対する前記傾斜面の角度は、前記半導体レーザ素子から出射される前記レーザ光が前記光検出器の前記受光面に受光される角度範囲に調整されている、請求項１記載の半導体レーザ装置。

[請求項6] 前記光検出器は、面型受光素子であり、前記受光面の反対側の裏面と前記裏面に連結された側面との１辺を包含する角部が削除された加工面を備え、

前記光検出器は、前記加工面が前記サブマウントに接続されている、請求項２から５のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項7] 前記光検出器は、レーザ光を吸収すると共に前記受光面側に延伸している吸収層を有する導波路型受光素子である、請求項２から５のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

[請求項8] 前記光検出器の前記受光面は、前記ステムの前記ステム表面に対して傾斜している傾斜面である、請求項７記載の半導体レーザ装置。

[請求項9] 前記光検出器の前記受光面は、前記光検出器の内側に窪んだ凹面である、請求項７記載の半導体レーザ装置。

[請求項10] 前記半導体レーザ素子及び前記光検出器と前記ステムとの間に配置されたサブマウントを備え、

前記サブマウントは、前記ステムの前記ステム表面に対して傾斜した傾斜部を有し、

前記光検出器は前記傾斜部に配置されており、

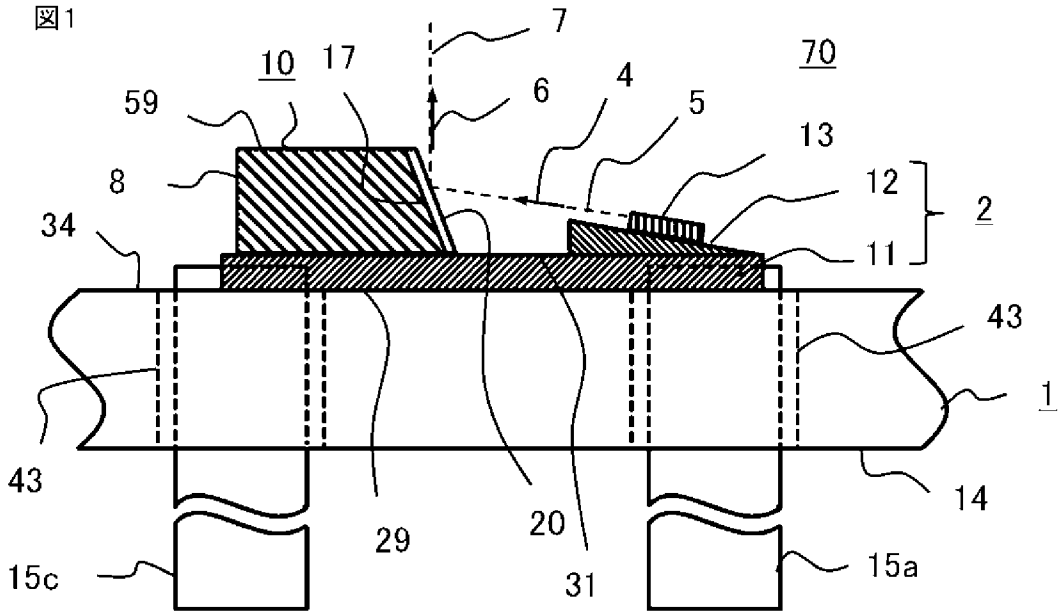
前記半導体レーザ素子は前記傾斜部を除く前記サブマウントの表面に配置されており、

前記サブマウントの前記ステム側の底面に対する前記傾斜部の角度は、前記半導体レーザ素子から出射される前記レーザ光が前記光検出器の前記受光面に受光される角度範囲に調整されている、請求項１記載の半導体レーザ装置。

[請求項11] 前記光検出器は、前記半導体レーザ素子から出射される前記レーザ光を前記ステムの前記ステム表面に対して垂直に反射するように配置されている、請求項１から１０のいずれか１項に記載の半導体レーザ装置。

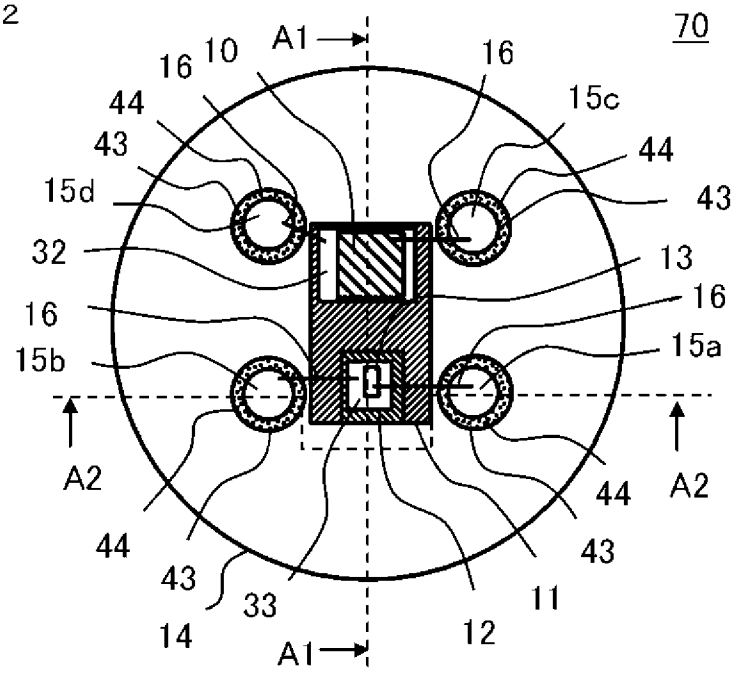
[図1]

図1


7
10
17
70
59
6
4
5
13
8
12
2
34
11
43
1
43
14
29
20
31
15c
15a

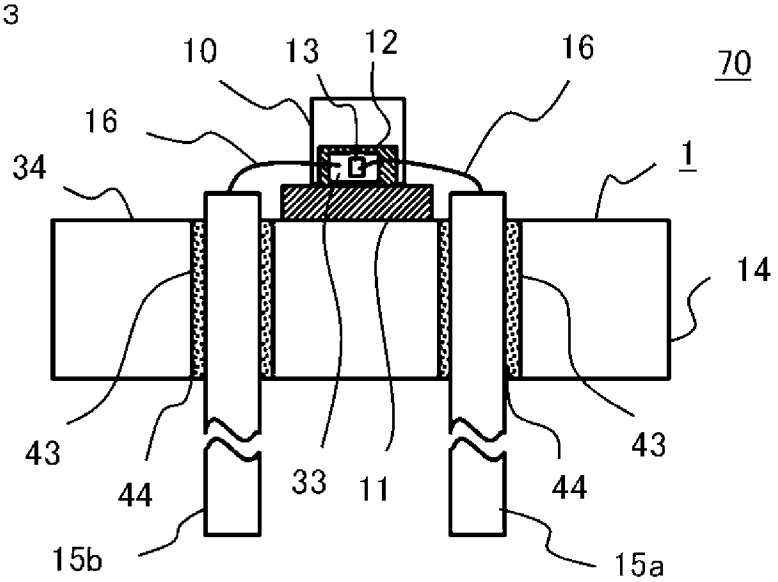
[図2]

図2


A1
70
16
10
16
15c
44
43
44
43
15d
32
13
16
16
15b
15a
A2
A2
44
44
43
43
33
11
14
12
A1

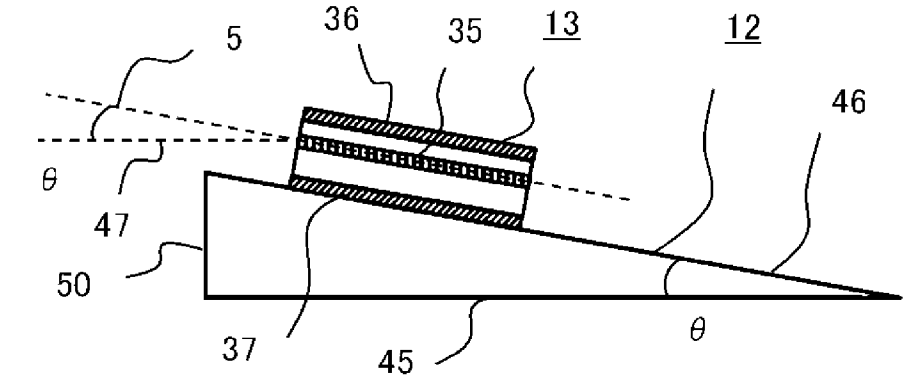
[図3]

図3



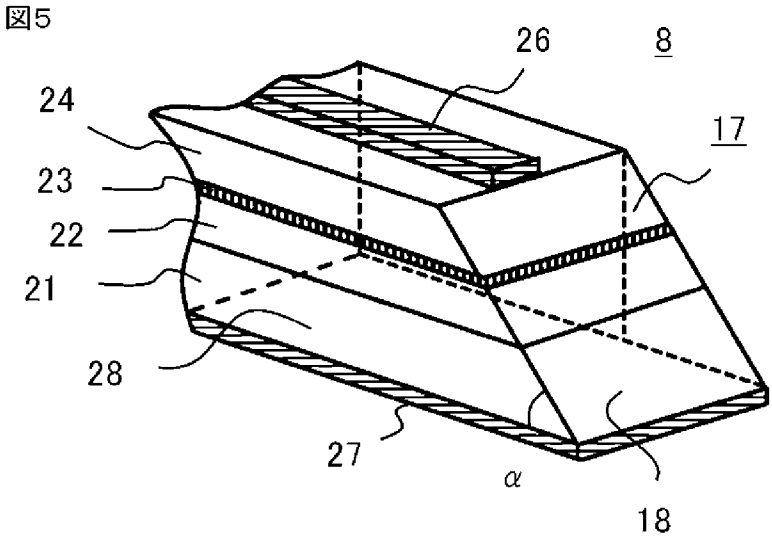
[図4]

図4



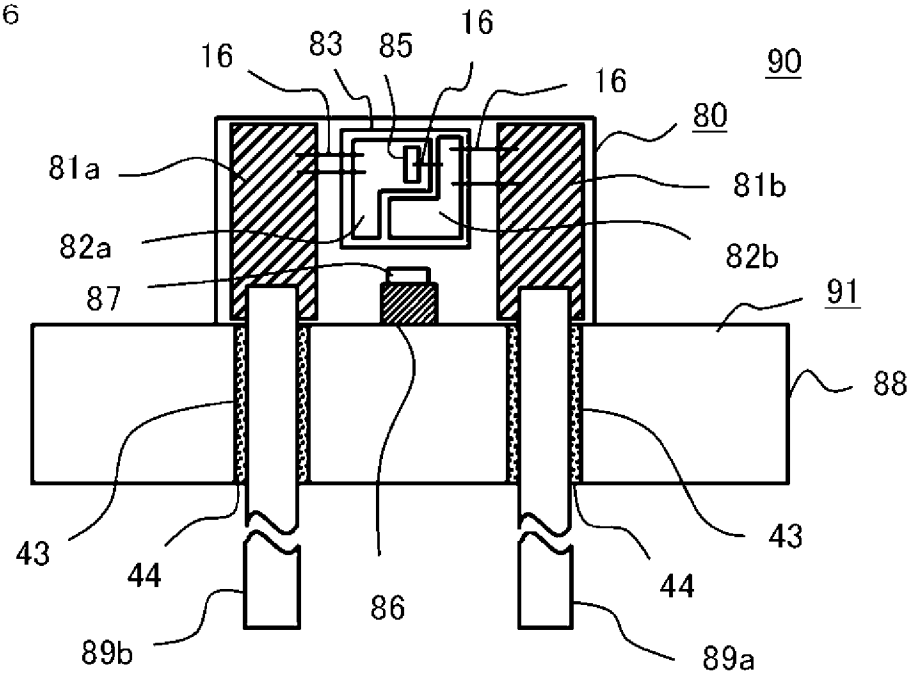
[図5]

図5



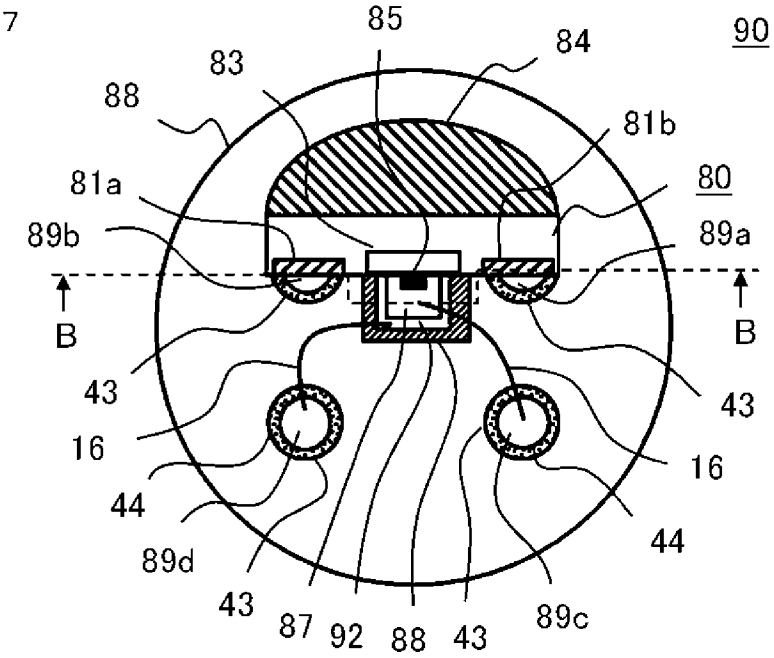
[図6]

図6


16
83
85
16
16
90
80
81a
81b
82a
82b
87
91
88
43
44
86
44
43
89b
89a

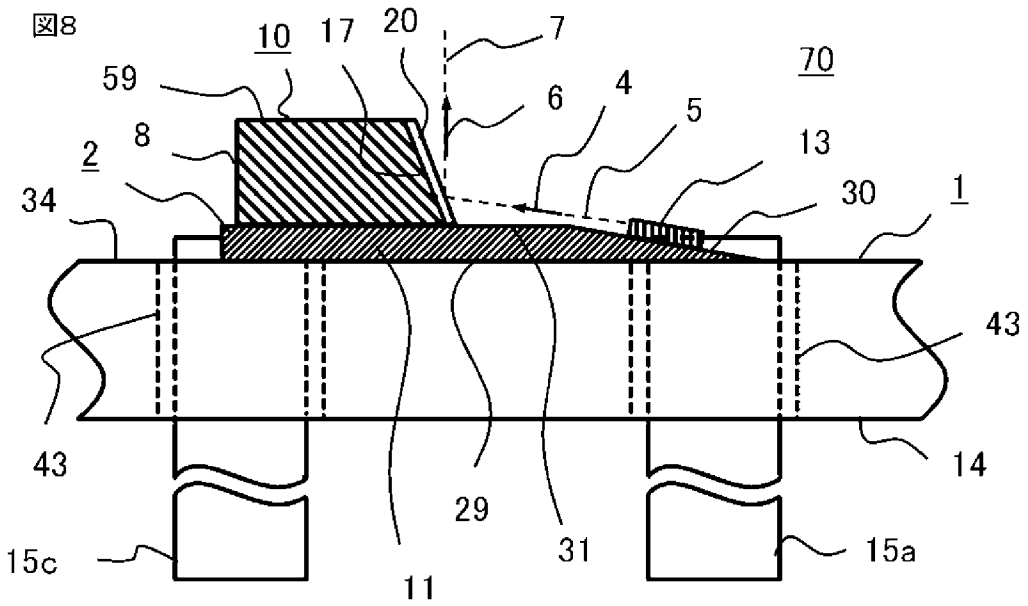
[図7]

図7


85
84
90
83
88
81b
81a
80
89b
89a
B
B
43
43
16
16
44
44
89d
43
87
92
88
43
89c

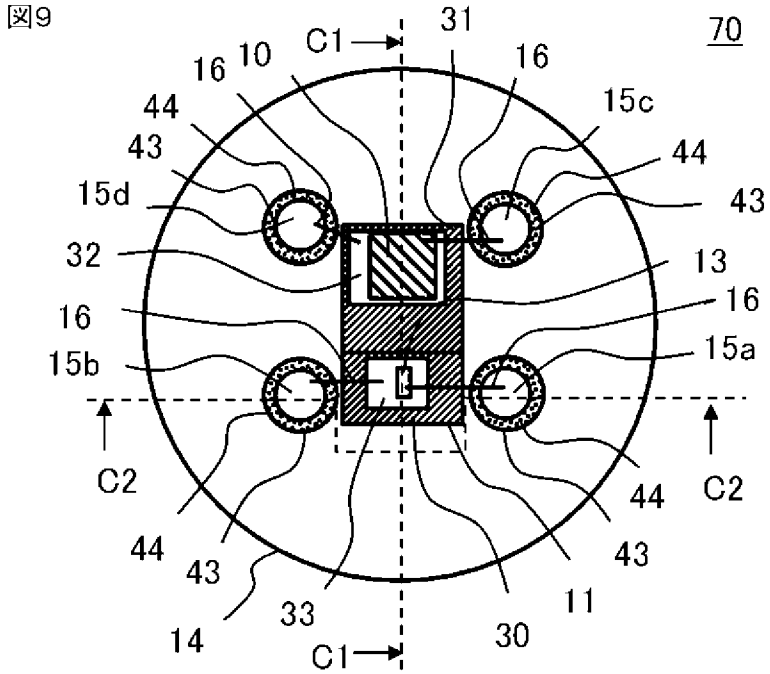
[図8]

図8


10
17
20
7
59
70
6
4
5
8
13
2
30
1
34
43
43
14
29
31
15c
15a
11

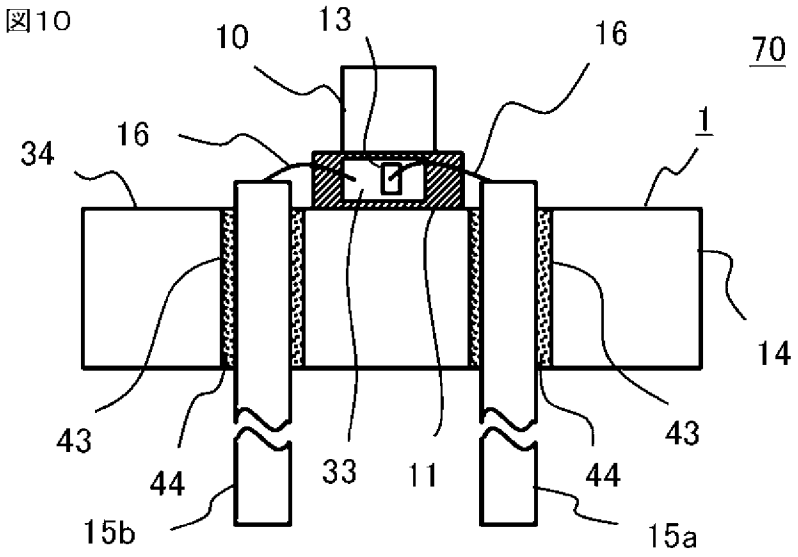
[図9]

図9


C1
31
70
16
10
16
15c
44
43
44
43
15d
32
13
16
16
15b
15a
C2
C2
44
44
43
43
33
11
14
30
C1

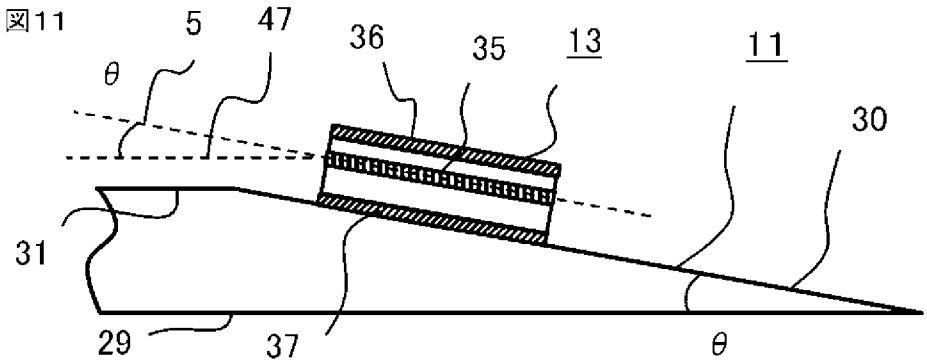
[図10]

図10



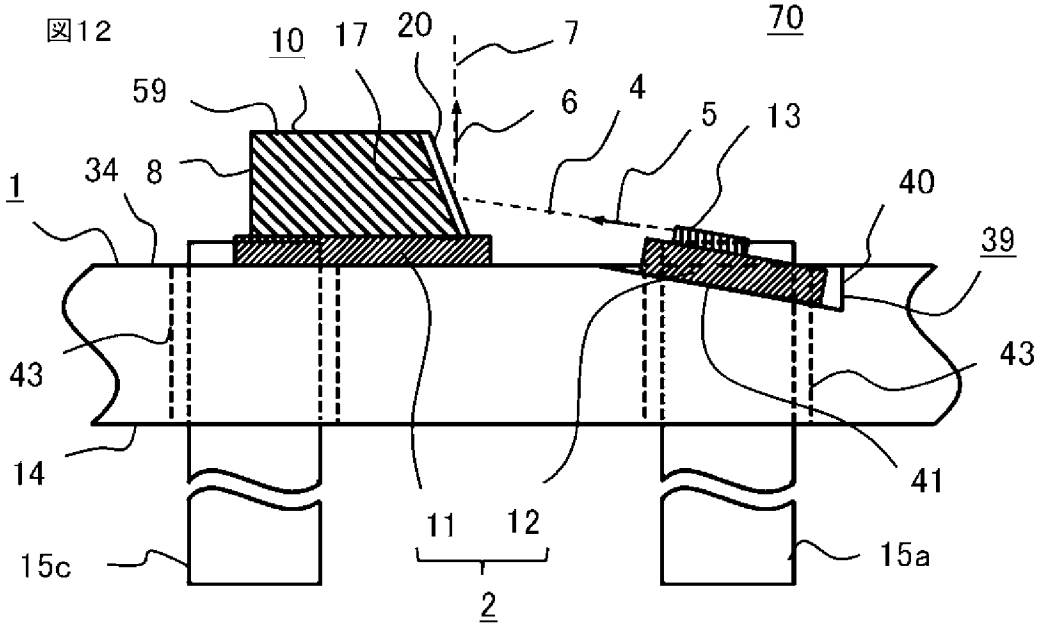
[図11]

図11



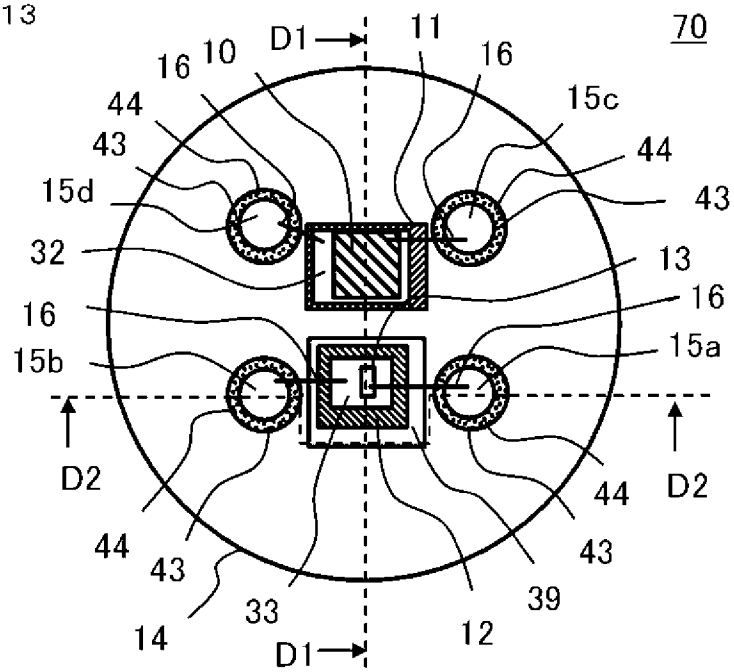
[図12]

図12



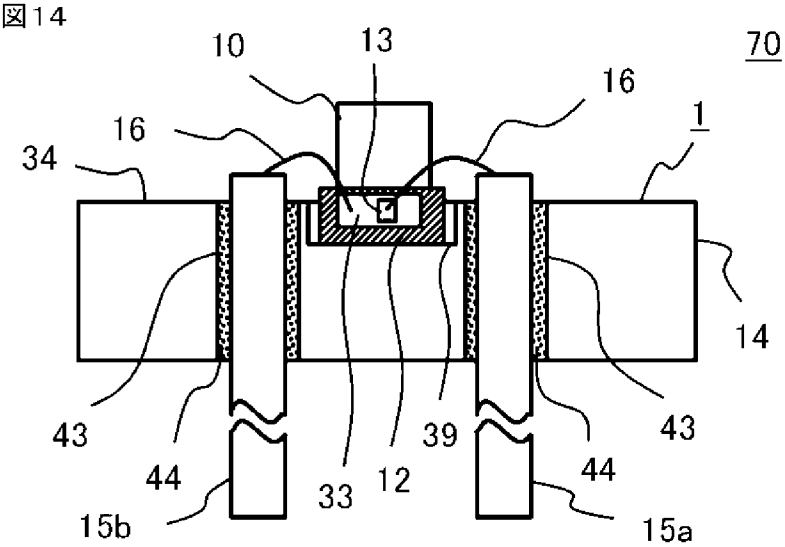
[図13]

図13



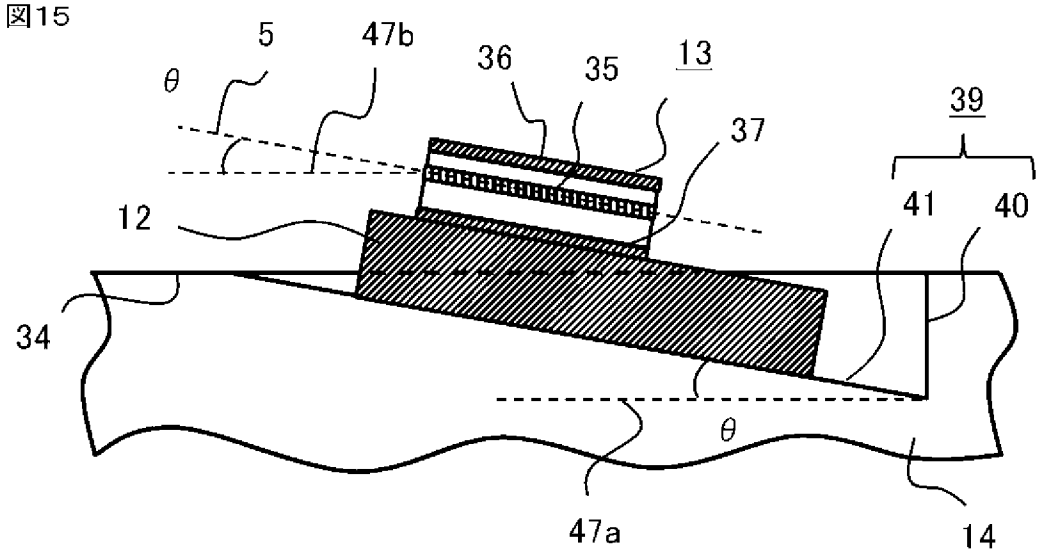
[図14]

図14



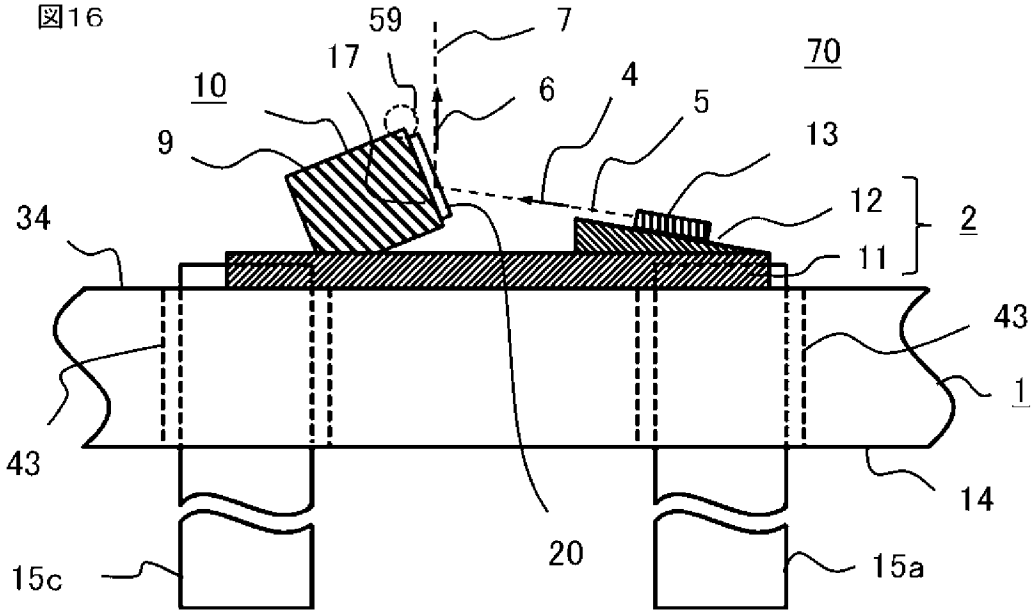
[図15]

図15



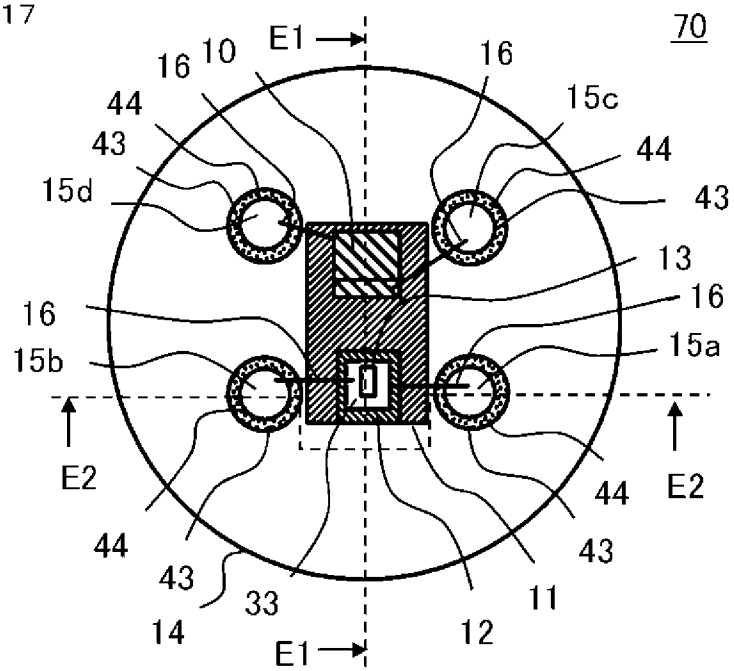
[図16]

図16



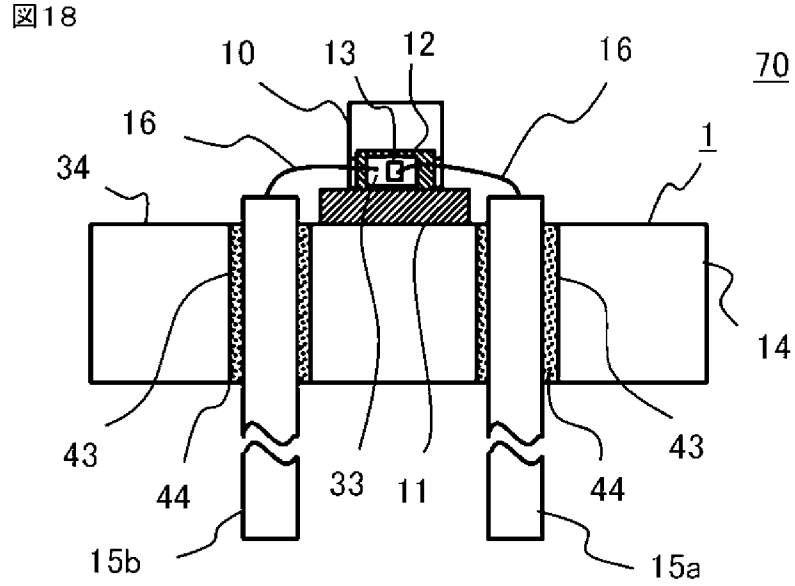
[図17]

図17



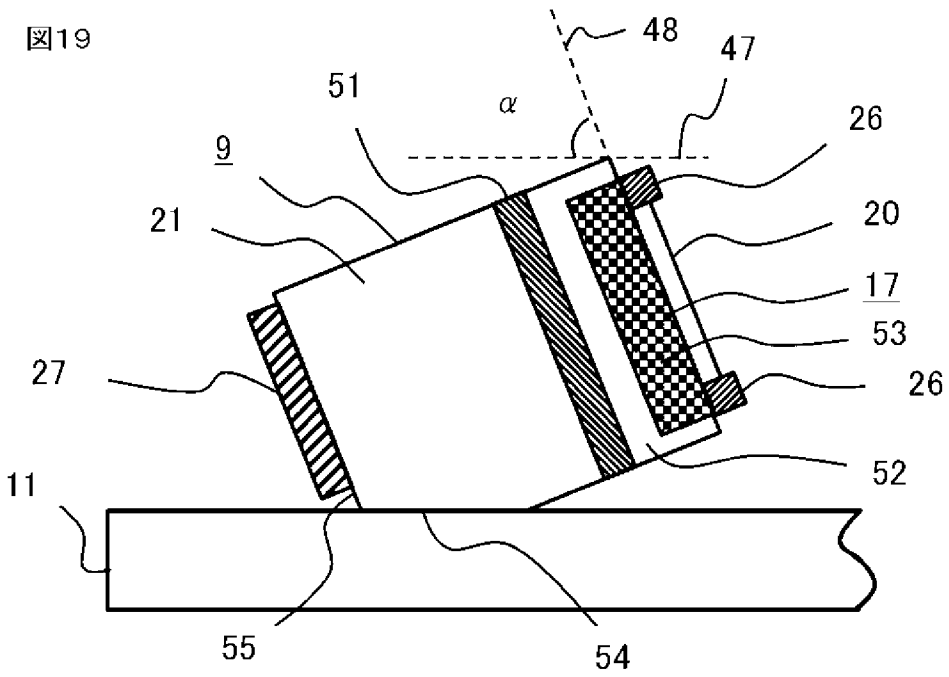
[図18]

図18



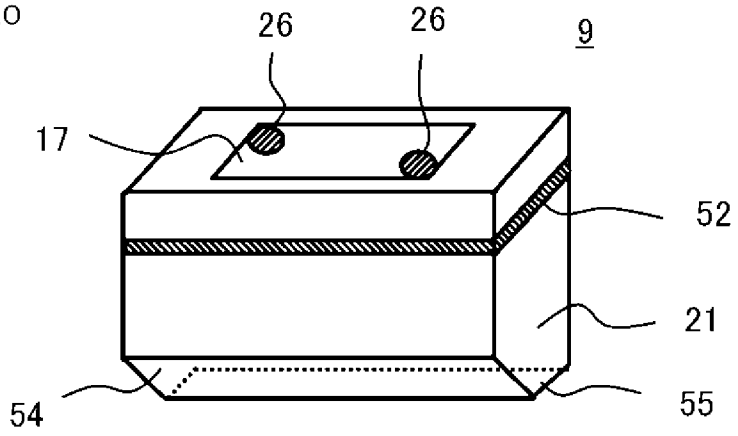
[図19]

図19



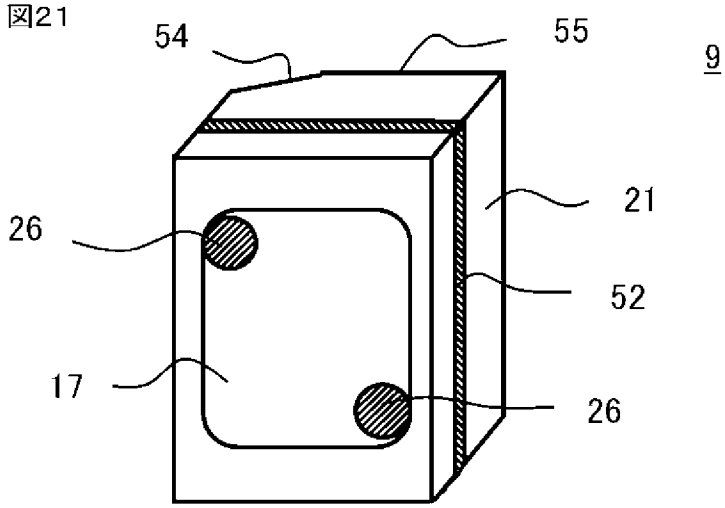
[図20]

図20



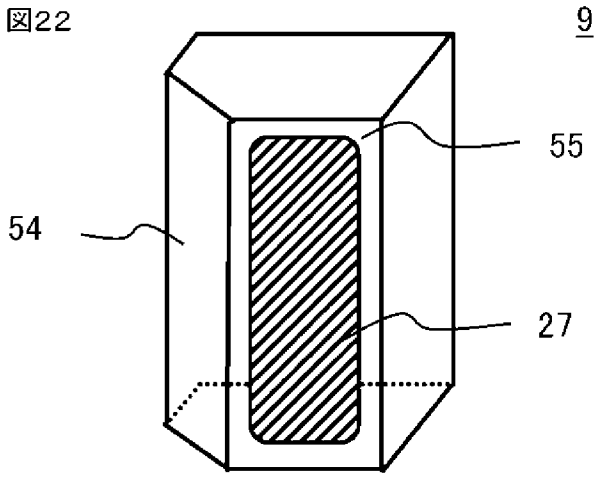
[図21]

図21



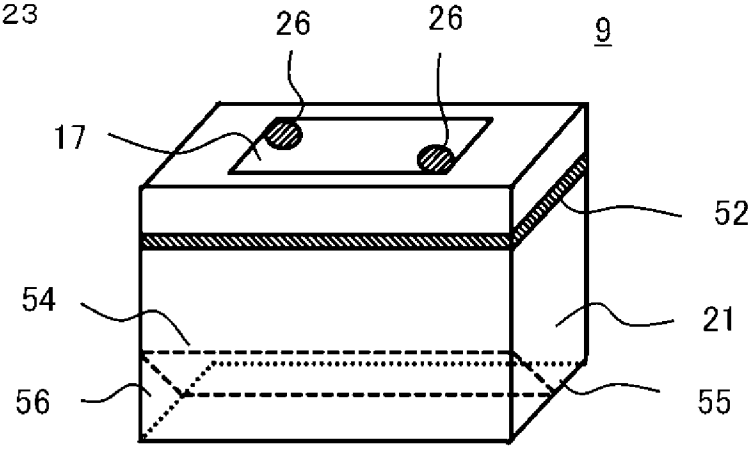
[図22]

図22



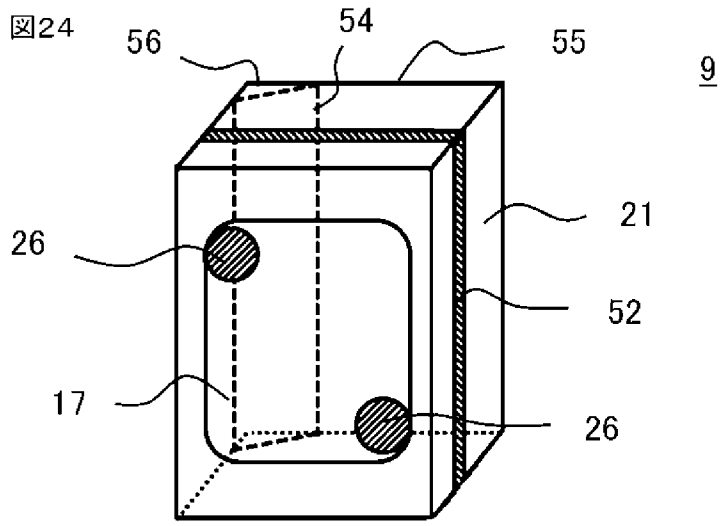
[図23]

図23



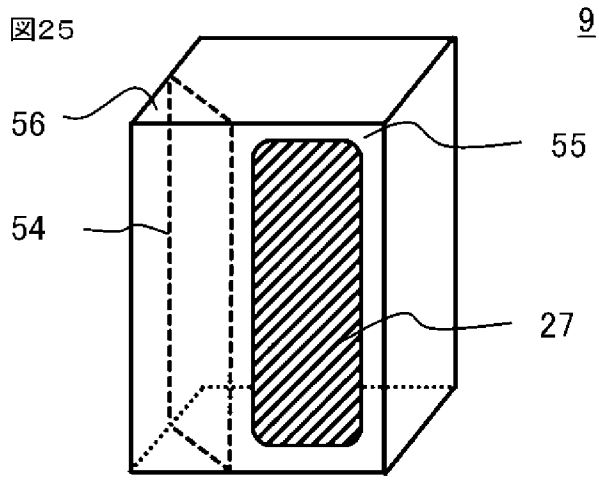
[図24]

図24



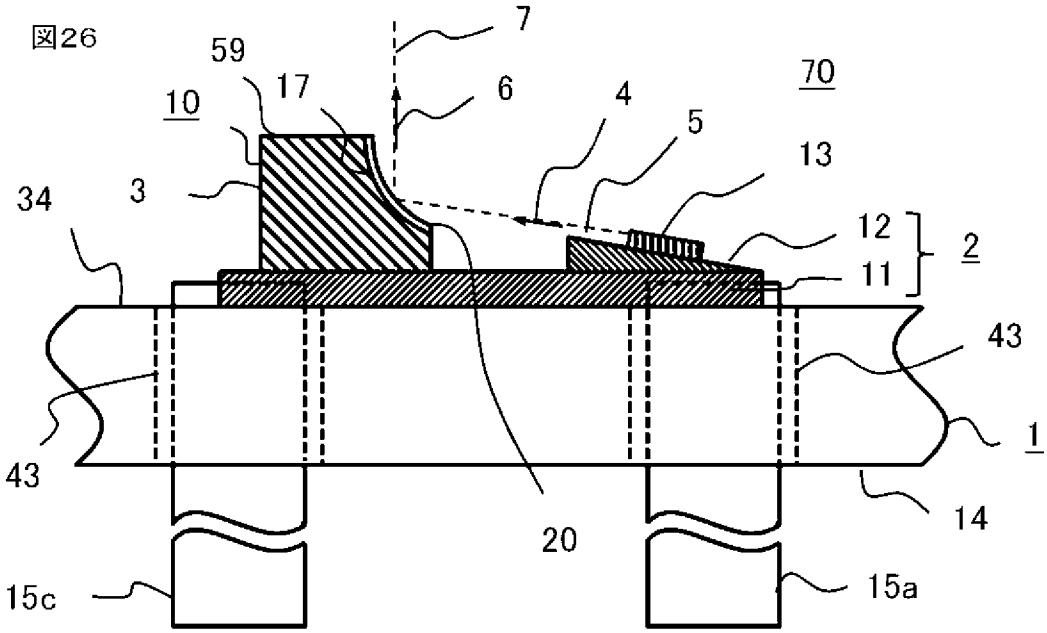
[図25]

図25



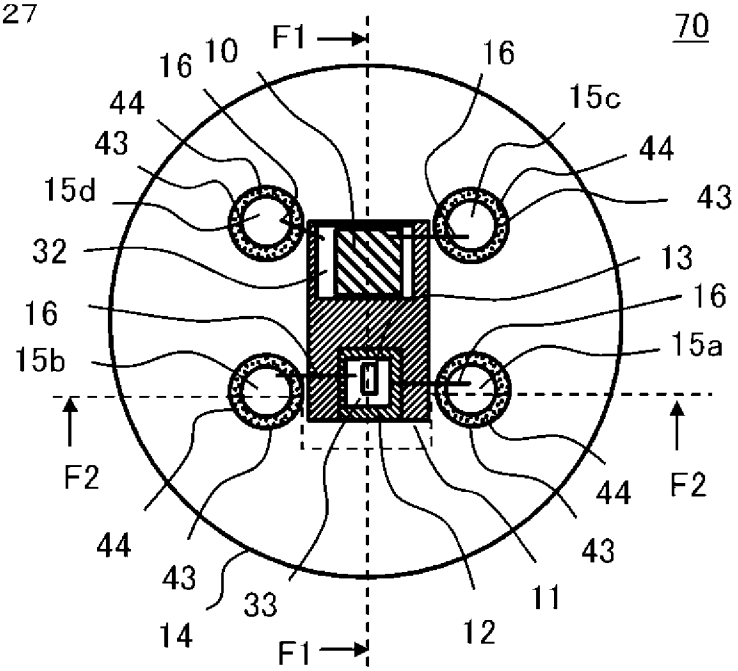
[図26]

図26



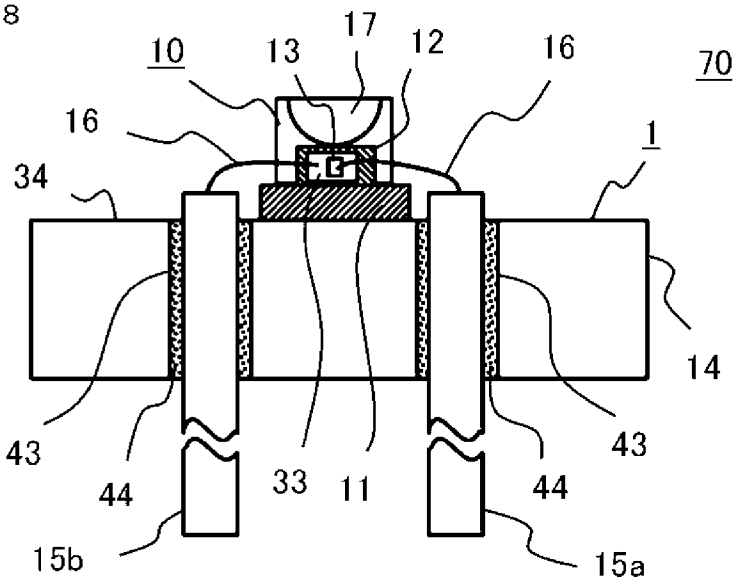
[図27]

図27



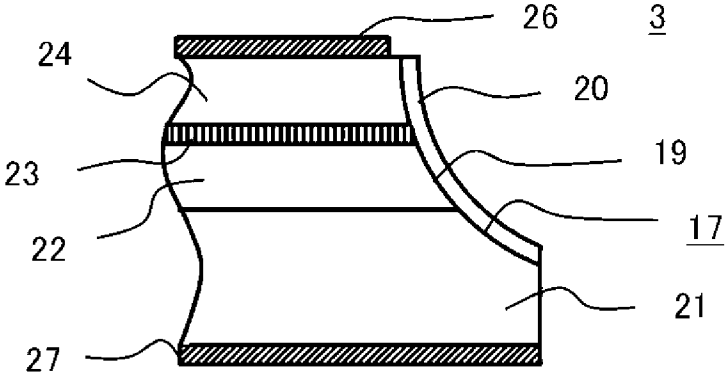
[図28]

図28

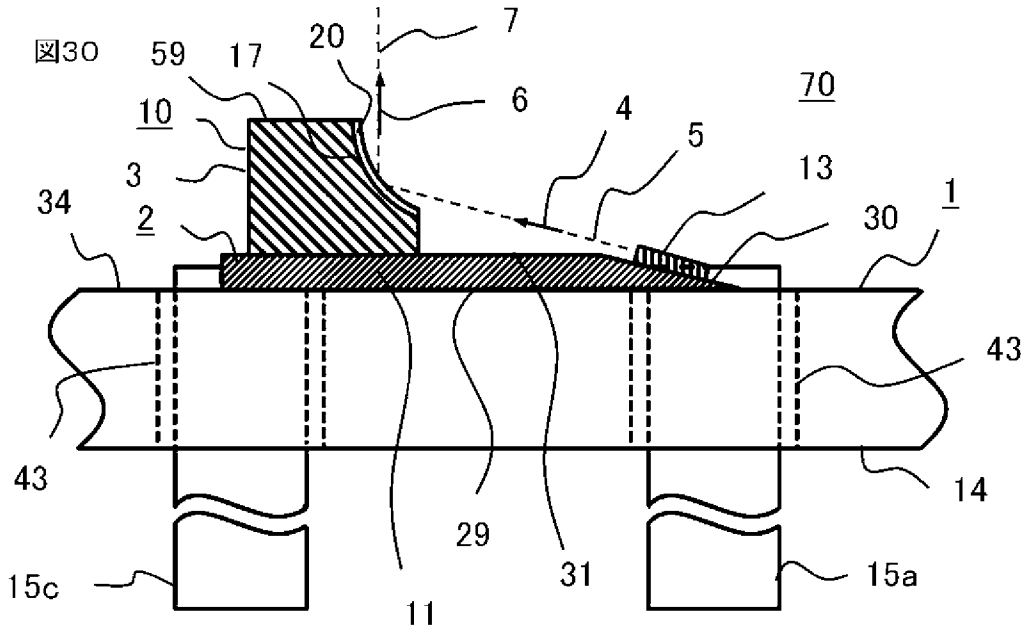


[図29]

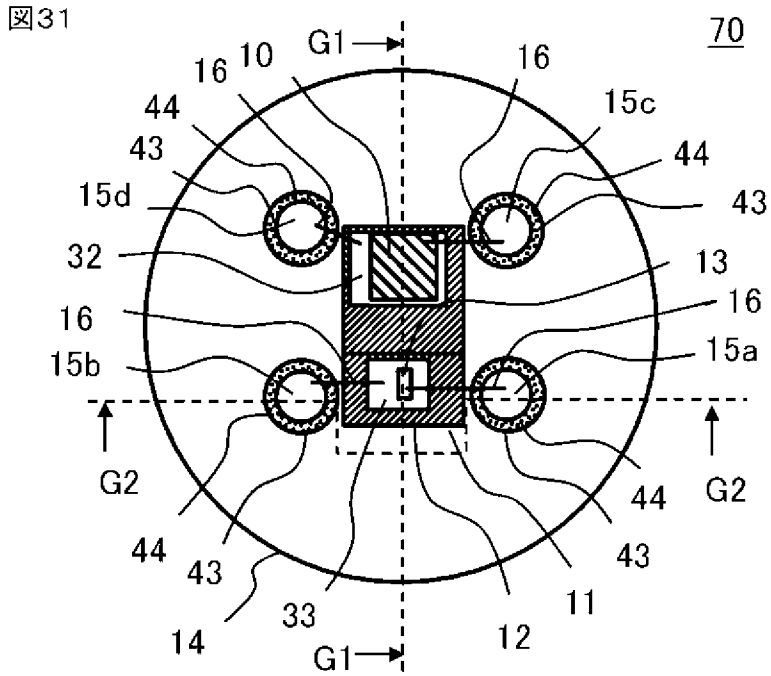
図29



[図30]

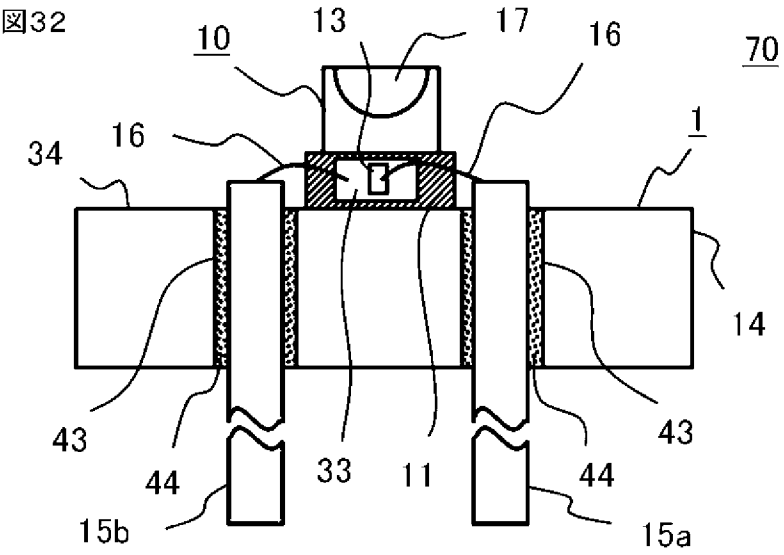

図30
59
17
20
7
10
6
4
70
5
3
13
34
2
30
1
43
43
14
29
31
15c
15a
11

[図31]


図31
70
G1
16
10
16
15c
44
43
44
43
15d
32
13
16
16
15b
15a
G2
G2
44
44
43
43
33
11
14
12
G1

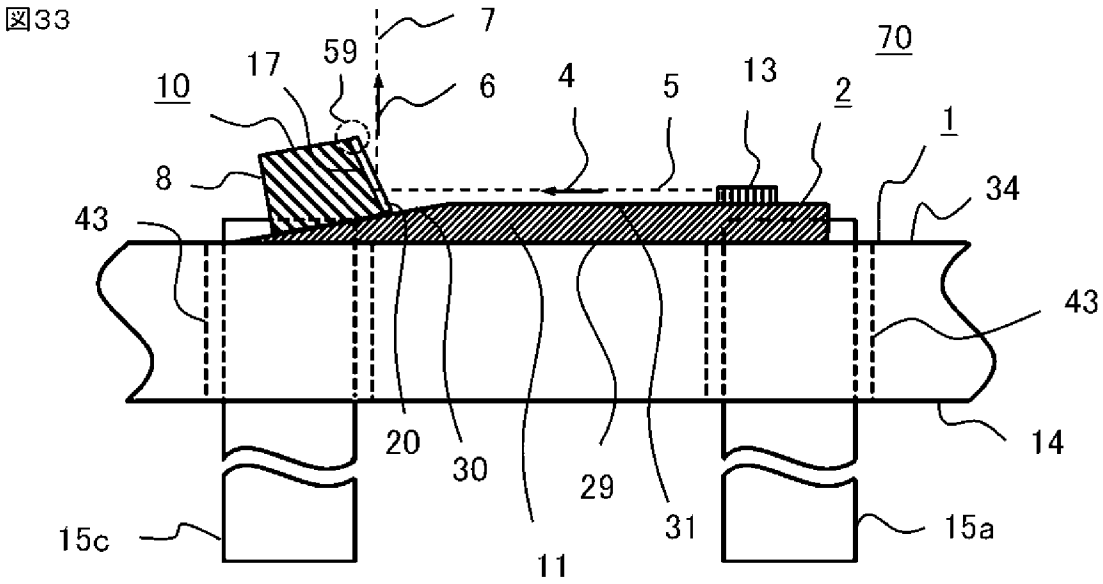
[図32]

図32



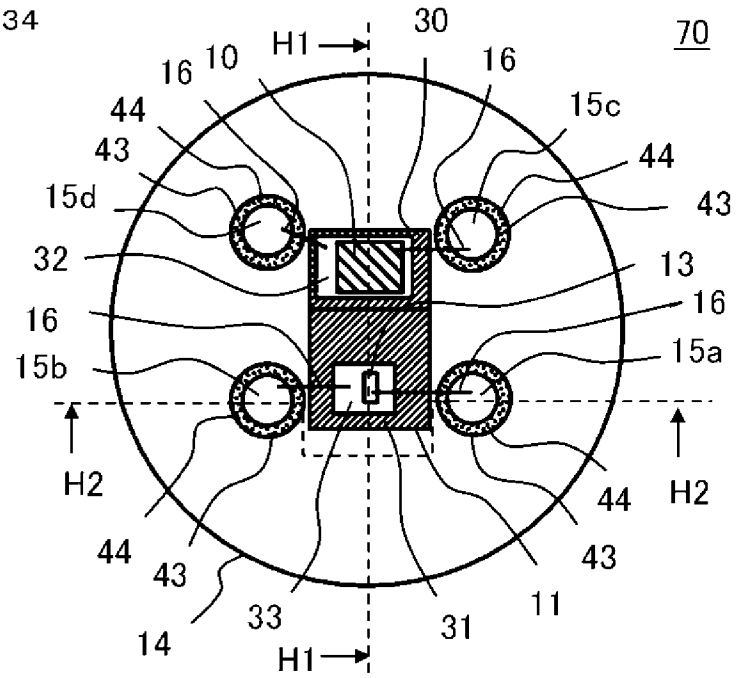
[図33]

図33



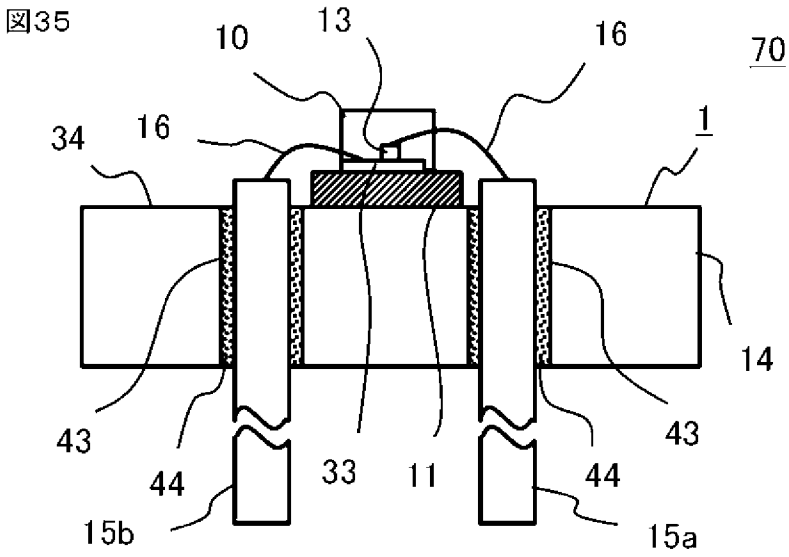
[図34]

図34



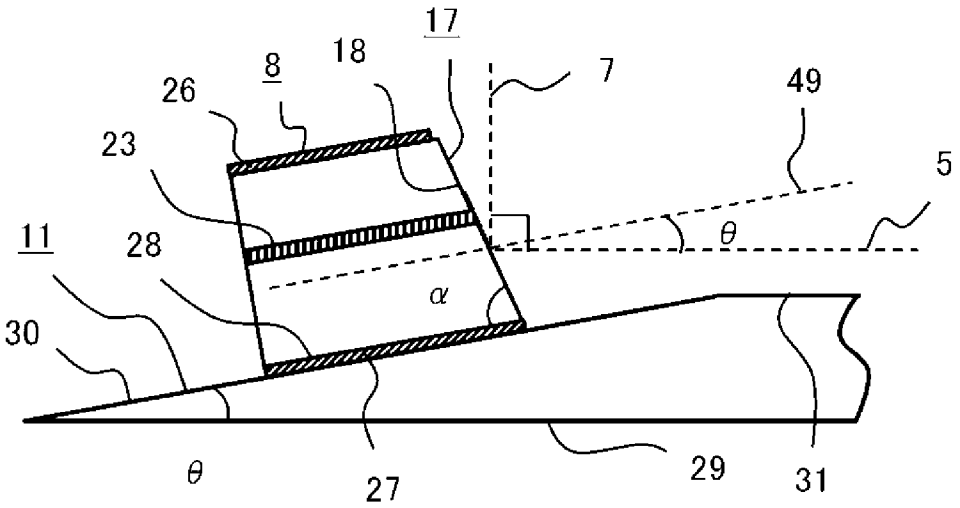
[図35]

図35



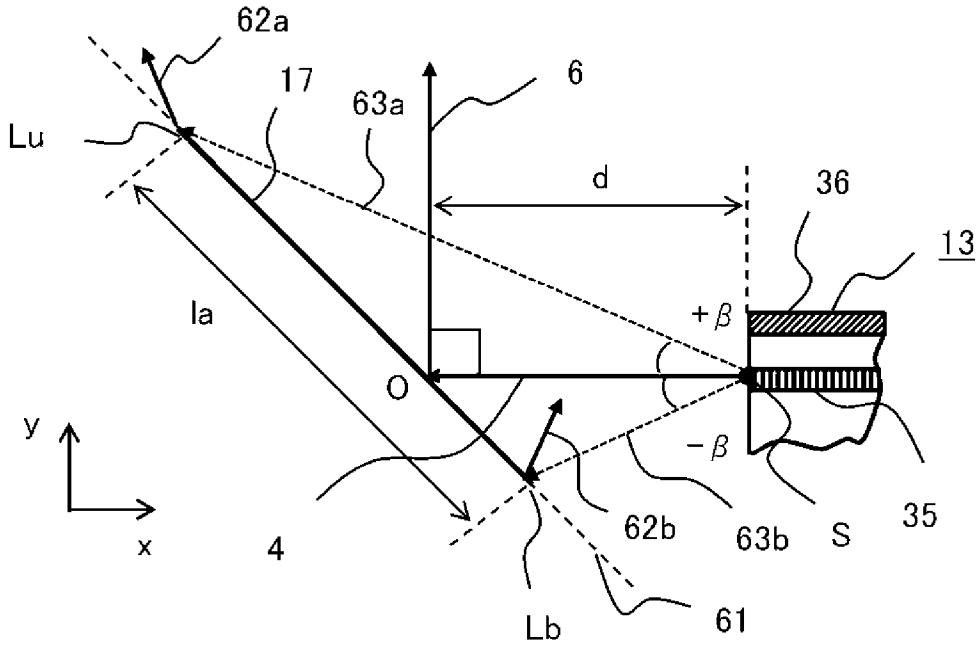
[図36]

図36



[図37]

図37



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01S5/022(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H01S5/00-5/50, H01L31/00-31/02, H01L31/08-31/10, H01L31/18

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2-90585 A (NEC CORP.) 30 March 1990, description, page 2, upper left column, line 3 to upper right column, line 11, fig. 1 (Family: none)	1, 11 2-5, 7-8, 10-11 6, 9
X Y A	JP 4-253380 A (SHARP CORP.) 09 September 1992, paragraphs [0010]-[0017], fig. 1-3 (Family: none)	1, 11 2-5, 7-8, 10-11 6, 9
X Y A	JP 8-116127 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 May 1996, paragraphs [0022]-[0037], fig. 1-6 (Family: none)	1, 11 2-5, 7-8, 10-11 6, 9

☒ 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
23.10.2019	05.11.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/030857

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-200433 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 03 September 2009, paragraph [0026], fig. 1 (Family: none)	2-5, 7-8, 10-11
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 156844/1988 (Laid-open No. 76863/1990) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 13 June 1990, description, page 5, line 11 to page 6, line 3, fig. 1 (Family: none)	2-5, 7-8, 10-11
Y	JP 7-162092 A (SHINKO ELECTRIC INDUSTRIES CO., LTD.) 23 June 1995, paragraphs [0015]-[0042], fig. 1-12 (Family: none)	2-5, 7-8, 10-11
Y	JP 2005-72130 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 March 2005, paragraph [0015], fig. 1 (Family: none)	3, 7-8, 11
Y	JP 2007-13202 A (KOREA ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 18 January 2007, paragraph [0033] & JP 2005-165254 A & KR 10-2005-0051882 A & US 2005/0116311 A1, paragraph [0043]	7-8, 11
Y	JP 2004-349395 A (ANRITSU CORP.) 09 December 2004, paragraphs [0089], [0090] & US 2004/0012063 A1, paragraphs [0251], [0252] & US 2005/0145966 A1 & US 2005/0145967 A1 & EP 1383174 A2 & CA 2435125 A1	7-8, 11
A	KR 10-2014-0090031 A (CHO) 16 July 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３０８５７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01S5/022(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, H01L31/00-31/02, H01L31/08-31/10, H01L31/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2-90585 A (日本電気株式会社)	1,11
Y	1990.03.30, 明細書第２ページ左上欄第３行-右上欄第11行,第１図	2-5,7-8,
	(ファミリーなし)	10-11
A		6,9
X	JP 4-253380 A (シャープ株式会社)	1,11
Y	1992.09.09, 段落[0010]-[0017],図1-3	2-5,7-8,
	(ファミリーなし)	10-11
A		6,9

☑　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
２３．１０．２０１９	０５．１１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　４０８４
百瀬　正之
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
X Y A	JP 8-116127 A (三菱電機株式会社) 1996.05.07, 段落[0022]-[0037], 図 1-6 (ファミリーなし)	1, 11 2-5, 7-8, 10-11 6, 9
Y	JP 2009-200433 A (富士ゼロックス株式会社) 2009.09.03, 段落[0026], 図 1 (ファミリーなし)	2-5, 7-8, 10-11
Y	日本国実用新案登録出願63-156844号(日本国実用新案登録出願公開2-76863号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 1990.06.13, 明細書第5ページ第11行-第6ページ第3行, 第1図 (ファミリーなし)	2-5, 7-8, 10-11
Y	JP 7-162092 A (新光電気工業株式会社) 1995.06.23, 段落[0015]-[0042], 図 1-12 (ファミリーなし)	2-5, 7-8, 10-11
Y	JP 2005-72130 A (三菱電機株式会社) 2005.03.17, 段落[0015], 図 1 (ファミリーなし)	3, 7-8, 11
Y	JP 2007-13202 A (韓國電子通信研究院) 2007.01.18, 段落[0033] & JP 2005-165254 A & KR 10-2005-0051882 A & US 2005/0116311 A1 段落[0043]	7-8, 11
Y	JP 2004-349395 A (アンリツ株式会社) 2004.12.09, 段落[0089]-[0090] & US 2004/0012063 A1 段落[0251]-[0252] & US 2005/0145966 A1 & US 2005/0145967 A1 & EP 1383174 A2 & CA 2435125 A1	7-8, 11
A	KR 10-2014-0090031 A (CHO) 2014.07.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11