

(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
2018年9月20日(20.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/168944 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 26/00 (2006.01) G01N 21/35 (2014.01)
B81B 3/00 (2006.01) G02B 26/06 (2006.01)
G01J 3/45 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010019

(22) 国際出願日: 2018年3月14日(14.03.2018)

(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 2017-048561 2017年3月14日(14.03.2017) JP

(71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP];
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 鈴木 智史 (SUZUKI Tomofumi);
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

Shizuoka (JP). 杉本 達哉(SUGIMOTO Tatsuya);
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 港谷 恭輔(KOTANI Kyosuke); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

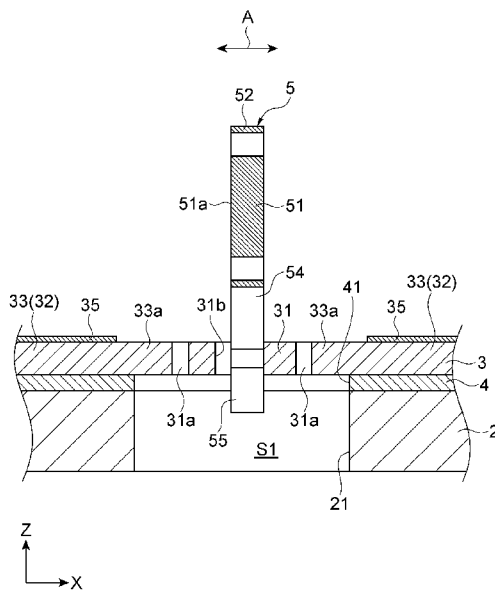
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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,

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール

【図3】



(57) Abstract: This optical module is provided with a support layer (2), a device layer (3) provided on the support layer (2), and a movable mirror (5) mounted in the device layer (3). The device layer (3) has a mounting region (31) through which the movable mirror (5) passes, and a drive region (32) which is connected to the mounting region (31). Between the support layer (2) and the device layer (3), a space (S1) is formed that corresponds to at least the mounting region (31) and the device region (32), and part of the movable mirror (5) is positioned in the space (S1).

(57) 要約: 本発明の光モジュールは、支持層 (2) と、支持層 (2) 上に設けられたデバイス層 (3) と、デバイス層 (3) に実装された可動ミラー (5) と、を備える。デバイス層 (3) は、可動ミラー (5) が貫通する実装領域 (31) と、実装領域 (31) に接続された駆動領域 (32) と、を有する。支持層 (2) とデバイス層 (3) との間には、少なくとも実装領域 (31) 及び駆動領域 (32) に対応する空間 (S1) が形成されており、可動ミラー (5) の一部は、空間 (S1) に位置している。



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, 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))

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本開示は、光モジュールに関する。

背景技術

[0002] MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術によってSOI (Silicon On Insulator) 基板に干渉光学系が形成された光モジュールが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような光モジュールは、高精度な光学配置が実現されたFTIR（フーリエ変換型赤外分光分析器）を提供し得るため、注目されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2012-524295号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、上述したような光モジュールには、例えば可動ミラーのサイズがSOI基板に対する深堀加工の達成度に依存する点で、次のような課題がある。すなわち、SOI基板に対する深堀加工の達成度は最大でも500 μ m程度であるため、可動ミラーのサイズを大きくしてFTIRにおける感度を向上させるのには限界がある。そこで、別体で形成された可動ミラーをデバイス層（例えばSOI基板において駆動領域が形成される層）に実装する技術が考えられる。

[0005] 本開示は、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装が実現された光モジュールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一側面の光モジュールは、支持層と、支持層上に設けられたデバイス層と、デバイス層に実装された可動ミラーと、を備え、デバイス層は、

可動ミラーが貫通する実装領域と、実装領域に接続された駆動領域と、を有し、支持層とデバイス層との間には、少なくとも実装領域及び駆動領域に対応する空間が形成されており、可動ミラーの一部は、空間に位置している。

[0007] この光モジュールでは、可動ミラーがデバイス層の実装領域を貫通しており、可動ミラーの一部が支持層とデバイス層との間に形成された空間に位置している。これにより、デバイス層の実装領域に可動ミラーを安定的に且つ強固に固定することができる。よって、この光モジュールによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装が実現される。

[0008] 本開示の一側面の光モジュールは、支持層とデバイス層との間に設けられた中間層を更に備え、中間層には、第1開口が形成されており、支持層には、凹部又は第2開口が形成されており、空間は、第1開口内の領域及び凹部内の領域、又は、第1開口内の領域及び第2開口内の領域を含み、可動ミラーの一部は、凹部内の領域又は第2開口内の領域に位置していてもよい。これによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0009] 本開示の一側面の光モジュールでは、支持層は、SOI基板の第1シリコン層であり、デバイス層は、SOI基板の第2シリコン層であり、中間層は、SOI基板の絶縁層であってもよい。これによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装のための構成をSOI基板によって好適に実現することができる。

[0010] 本開示の一側面の光モジュールでは、支持層には、凹部又は開口が形成されており、空間は、凹部内の領域又は開口内の領域を含み、可動ミラーの一部は、凹部内の領域又は開口内の領域に位置していてもよい。これによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0011] 本開示の一側面の光モジュールでは、デバイス層には、凹部が形成されており、空間は、凹部内の領域を含み、可動ミラーの一部は、凹部内の領域に位置していてもよい。これによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実

な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0012] 本開示の一側面の光モジュールでは、デバイス層には、第1凹部が形成されており、支持層には、第2凹部又は開口が形成されており、空間は、第1凹部内の領域及び第2凹部内の領域、又は、第1凹部内の領域及び開口内の領域を含み、可動ミラーの一部は、第2凹部内の領域又は開口内の領域に位置していてもよい。これによれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0013] 本開示の一側面の光モジュールでは、可動ミラーのミラー面は、デバイス層に対して支持層とは反対側に位置していてもよい。これによれば、光モジュールの構成を簡易化することができる。

[0014] 本開示の一側面の光モジュールは、支持層、デバイス層、及び支持層とデバイス層との間に設けられた中間層の少なくとも1つに実装された固定ミラーと、支持層、デバイス層、及び中間層の少なくとも1つに実装されたビームスプリッタと、を更に備え、可動ミラー、固定ミラー及びビームスプリッタは、干渉光学系を構成するように配置されていてもよい。これによれば、感度が向上されたFTIRを得ることができる。

[0015] 本開示の一側面の光モジュールは、外部から干渉光学系に測定光を入射させるように配置された光入射部と、干渉光学系から外部に測定光を出射させるように配置された光出射部と、を更に備えてもよい。これによれば、光入射部及び光出射部を備えるFTIRを得ることができる。

発明の効果

[0016] 本開示によれば、デバイス層に対する可動ミラーの確実な実装が実現された光モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、一実施形態の光モジュールの平面図である。

[図2]図2は、図1に示されるII-II線に沿っての断面図である。

[図3]図3は、図1に示されるIII-III線に沿っての断面図である。

[図4]図4は、図1に示されるIV-IV線に沿っての断面図である。

[図5]図5は、図1に示されるV-V線に沿っての断面図である。

[図6]図6は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図7]図7は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図8]図8は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図9]図9は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図10]図10は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図11]図11は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図12]図12は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図13]図13は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図14]図14は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

[図15]図15は、可動ミラーの周辺構造の変形例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する部分を省略する。

[光モジュールの構成]

[0019] 図1に示されるように、光モジュール1は、支持層2と、支持層2上に設けられたデバイス層3と、支持層2とデバイス層3との間に設けられた中間層4と、備えている。支持層2、デバイス層3及び中間層4は、SOI基板によって構成されている。具体的には、支持層2は、SOI基板の第1シリコン層である。デバイス層3は、SOI基板の第2シリコン層である。中間層4は、SOI基板の絶縁層である。支持層2、デバイス層3及び中間層4は、それらの積層方向であるZ軸方向（Z軸に平行な方向）から見た場合に、例えば、一辺が10mm程度の矩形状を呈している。支持層2及びデバイス層3のそれぞれの厚さは、例えば数百 μm 程度である。中間層4の厚さは、例えば数 μm 程度である。なお、図1では、デバイス層3の1つの角部及び中間層4の1つの角部が切り欠かれた状態で、デバイス層3及び中間層4が示されている。

- [0020] デバイス層 3 は、実装領域 3 1 と、実装領域 3 1 に接続された駆動領域 3 2 と、を有している。駆動領域 3 2 は、一对のアクチュエータ領域 3 3 と、一对の弾性支持領域 3 4 と、を含んでいる。実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2（すなわち、実装領域 3 1 並びに一对のアクチュエータ領域 3 3 及び一对の弾性支持領域 3 4）は、MEMS 技術（パターニング及びエッチング）によってデバイス層 3 の一部に一体的に形成されている。
- [0021] 一对のアクチュエータ領域 3 3 は、X 軸方向（Z 軸に直交する X 軸に平行な方向）において実装領域 3 1 の両側に配置されている。つまり、実装領域 3 1 は、X 軸方向において一对のアクチュエータ領域 3 3 に挟まれている。各アクチュエータ領域 3 3 は、中間層 4 を介して支持層 2 に固定されている。各アクチュエータ領域 3 3 における実装領域 3 1 側の側面には、第 1 櫛歯部 3 3 a が設けられている。各第 1 櫛歯部 3 3 a は、その直下の中間層 4 が除去されることで、支持層 2 に対して浮いた状態となっている。各アクチュエータ領域 3 3 には、第 1 電極 3 5 が設けられている。
- [0022] 一对の弾性支持領域 3 4 は、Y 軸方向（Z 軸及び X 軸に直交する Y 軸に平行な方向）において実装領域 3 1 の両側に配置されている。つまり、実装領域 3 1 は、Y 軸方向において一对の弾性支持領域 3 4 に挟まれている。各弾性支持領域 3 4 の両端部 3 4 a は、中間層 4 を介して支持層 2 に固定されている。各弾性支持領域 3 4 の弾性変形部 3 4 b（両端部 3 4 a の間の部分）は、複数の板バネが連結された構造を有している。各弾性支持領域 3 4 の弾性変形部 3 4 b は、その直下の中間層 4 が除去されることで、支持層 2 に対して浮いた状態となっている。各弾性支持領域 3 4 において両端部 3 4 a のそれぞれには、第 2 電極 3 6 が設けられている。
- [0023] 実装領域 3 1 には、各弾性支持領域 3 4 の弾性変形部 3 4 b が接続されている。実装領域 3 1 は、その直下の中間層 4 が除去されることで、支持層 2 に対して浮いた状態となっている。つまり、実装領域 3 1 は、一对の弾性支持領域 3 4 によって支持されている。実装領域 3 1 における各アクチュエータ領域 3 3 側の側面には、第 2 櫛歯部 3 1 a が設けられている。各第 2 櫛歯

部 3 1 a は、その直下の中間層 4 が除去されることで、支持層 2 に対して浮いた状態となっている。互いに対向する第 1 櫛歯部 3 3 a 及び第 2 櫛歯部 3 1 a においては、第 1 櫛歯部 3 3 a の各櫛歯が第 2 櫛歯部 3 1 a の各櫛歯間に位置している。

[0024] 一对の弾性支持領域 3 4 は、X 軸に平行な方向 A から見た場合に両側から実装領域 3 1 を挟んでおり、実装領域 3 1 が方向 A に沿って移動すると、実装領域 3 1 が初期位置に戻るように実装領域 3 1 に弾性力を作用させる。したがって、第 1 電極 3 5 と第 2 電極 3 6 との間に電圧が印加されて、互いに対向する第 1 櫛歯部 3 3 a 及び第 2 櫛歯部 3 1 a 間に静電引力が作用すると、当該静電引力と一对の弾性支持領域 3 4 による弾性力とがつり合う位置まで、方向 A に沿って実装領域 3 1 が移動させられる。このように、駆動領域 3 2 は、静電アクチュエータとして機能する。

[0025] 光モジュール 1 は、可動ミラー 5 と、固定ミラー 6 と、ビームスプリッタ 7 と、光入射部 8 と、光出射部 9 と、を更に備えている。可動ミラー 5、固定ミラー 6 及びビームスプリッタ 7 は、マイケルソン干渉光学系である干渉光学系 1 0 を構成するように、デバイス層 3 上に配置されている。

[0026] 可動ミラー 5 は、X 軸方向におけるビームスプリッタ 7 の一方の側において、デバイス層 3 の実装領域 3 1 に実装されている。可動ミラー 5 が有するミラー部 5 1 のミラー面 5 1 a は、デバイス層 3 に対して支持層 2 とは反対側に位置している。ミラー面 5 1 a は、例えば X 軸方向に垂直な面（すなわち、方向 A に垂直な面）であり、ビームスプリッタ 7 側に向いている。

[0027] 固定ミラー 6 は、Y 軸方向におけるビームスプリッタ 7 の一方の側において、デバイス層 3 の実装領域 3 7 に実装されている。固定ミラー 6 が有するミラー部 6 1 のミラー面 6 1 a は、デバイス層 3 に対して支持層 2 とは反対側に位置している。ミラー面 6 1 a は、例えば Y 軸方向に垂直な面であり、ビームスプリッタ 7 側に向いている。

[0028] 光入射部 8 は、Y 軸方向におけるビームスプリッタ 7 の他方の側において、デバイス層 3 に実装されている。光入射部 8 は、例えば光ファイバ及びコ

リメートルレンズ等によって構成されている。光入射部 8 は、外部から干渉光学系 10 に測定光を入射させるように配置されている。

[0029] 光出射部 9 は、X 軸方向におけるビームスプリッタ 7 の他方の側において、デバイス層 3 に実装されている。光出射部 9 は、例えば光ファイバ及びコリメートルレンズ等によって構成されている。光出射部 9 は、干渉光学系 10 から外部に測定光（干渉光）を出射させるように配置されている。

[0030] ビームスプリッタ 7 は、光学機能面 7 a を有するキューブタイプのビームスプリッタである。光学機能面 7 a は、デバイス層 3 に対して支持層 2 とは反対側に位置している。ビームスプリッタ 7 は、デバイス層 3 に形成された矩形状の開口 3 a の 1 つの隅部にビームスプリッタ 7 の底面側の 1 つの角部が接触させられることで、位置決めされている。ビームスプリッタ 7 は、位置決めされた状態で接着等によって支持層 2 に固定されることで、支持層 2 に実装されている。

[0031] 以上のように構成された光モジュール 1 では、光入射部 8 を介して外部から干渉光学系 10 に測定光 L0 が入射すると、測定光 L0 の一部は、ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a で反射されて可動ミラー 5 に向かって進行し、測定光 L0 の残部は、ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a を透過して固定ミラー 6 に向かって進行する。測定光 L0 の一部は、可動ミラー 5 のミラー面 51 a で反射されて、同一光路上をビームスプリッタ 7 に向かって進行し、ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a を透過する。測定光 L0 の残部は、固定ミラー 6 のミラー面 61 a で反射されて、同一光路上をビームスプリッタ 7 に向かって進行し、ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a で反射される。ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a を透過した測定光 L0 の一部と、ビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a で反射された測定光 L0 の残部とは、干渉光である測定光 L1 となり、測定光 L1 は、光出射部 9 を介して干渉光学系 10 から外部に出射する。光モジュール 1 によれば、方向 A に沿って可動ミラー 5 を高速で往復動させることができるので、小型且つ高精度の FTIR を提供することができる。

[可動ミラー及びその周辺構造]

- [0032] 図2及び図3に示されるように、可動ミラー5は、ミラー部51と、弾性部52と、連結部53と、一对の脚部54と、一对の係止部55と、を有している。以下のように構成される可動ミラー5は、MEMS技術（パターンニング及びエッチング）によって一体的に形成されている。
- [0033] ミラー部51は、ミラー面51aを主面として有する板状（例えば、円板状）に形成されている。弾性部52は、X軸方向（ミラー面51aに垂直な方向）から見た場合にミラー部51から離間しつつミラー部51を囲む環状（例えば、円環状）に形成されている。連結部53は、X軸方向から見た場合にミラー部51の中心に対してY軸方向における一方の側において、ミラー部51と弾性部52とを互いに連結している。
- [0034] 一对の脚部54は、X軸方向から見た場合にミラー部51の中心に対してY軸方向における両側において、弾性部52における外側の表面に連結されている。つまり、ミラー部51及び弾性部52は、Y軸方向において一对の脚部54に挟まれている。各脚部54は、ミラー部51及び弾性部52よりも実装領域31側に延在している。一对の係止部55は、各脚部54における実装領域31側の端部にそれぞれ設けられている。各係止部55は、X軸方向から見た場合に内側（互いに近づく側）に例えばV字状に屈曲するように形成されている。
- [0035] 以上のように構成された可動ミラー5は、実装領域31に形成された開口31bに一对の係止部55が配置されることで、実装領域31に実装されている。開口31bは、Z軸方向において実装領域31の両側に開口している。各係止部55の一部は、実装領域31における中間層4側の表面から突出している。つまり、可動ミラー5は、実装領域31を貫通している。
- [0036] 実装領域31の開口31bに配置された一对の係止部55には、外側（互いに遠ざかる側）に力が作用している。可動ミラー5は、当該力によって実装領域31に固定されている。当該力は、可動ミラー5が実装領域31に実装される際に圧縮された環状の弾性部52が初期状態に復元しようとして生

じているものである。

[0037] なお、図 1 に示されるように、開口 3 1 b は、Z 軸方向から見た場合にビームスプリッタ 7 とは反対側に末広りの台形状に形成されている。このような形状を呈する開口 3 1 b に、内側に屈曲する形状を呈する一对の係止部 5 5 が係合することで、可動ミラー 5 は、X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれにおいて自動的に位置決めされる（セルフアライメントされる）。

[0038] 図 2 及び図 3 に示されるように、中間層 4 には、開口（第 1 開口）4 1 が形成されている。開口 4 1 は、Z 軸方向において中間層 4 の両側に開口している。支持層 2 には、開口（第 2 開口）2 1 が形成されている。開口 2 1 は、Z 軸方向において支持層 2 の両側に開口している。光モジュール 1 では、中間層 4 の開口 4 1 内の領域及び支持層 2 の開口 2 1 内の領域によって、一続きの空間 S 1 が構成されている。つまり、空間 S 1 は、中間層 4 の開口 4 1 内の領域及び支持層 2 の開口 2 1 内の領域を含んでいる。

[0039] 空間 S 1 は、支持層 2 とデバイス層 3 との間に形成されており、少なくとも実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 に対応している。具体的には、中間層 4 の開口 4 1 内の領域及び支持層 2 の開口 2 1 内の領域は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 3 1 が移動する範囲を含んでいる。中間層 4 の開口 4 1 内の領域は、実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 のうち支持層 2 から離間させるべき部分（すなわち、支持層 2 に対して浮いた状態とすべき部分であって、例えば、実装領域 3 1 の全体、各弾性支持領域 3 4 の弾性変形部 3 4 b、第 1 櫛歯部 3 3 a 及び第 2 櫛歯部 3 1 a）を支持層 2 から離間させるための隙間を形成している。つまり、少なくとも実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 に対応する空間 S 1 とは、実装領域 3 1 の全体と、駆動領域 3 2 の少なくとも一部と、が支持層 2 から離間するように、支持層 2 とデバイス層 3 との間に形成された空間を意味する。

[0040] 空間 S 1 には、可動ミラー 5 が有する各係止部 5 5 の一部が位置している。具体的には、各係止部 5 5 の一部は、中間層 4 の開口 4 1 内の領域を介し

て、支持層 2 の開口 2 1 内の領域に位置している。各係止部 5 5 の一部は、デバイス層 3 における中間層 4 側の表面から空間 S 1 内に、例えば 1 0 0 μ m 程度突出している。上述したように、中間層 4 の開口 4 1 内の領域及び支持層 2 の開口 2 1 内の領域は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 3 1 が移動する範囲を含んでいるため、実装領域 3 1 が方向 A に沿って往復動した際に、可動ミラー 5 の各係止部 5 5 うち空間 S 1 に位置する一部が、中間層 4 及び支持層 2 と接触することはない。

[固定ミラー及びその周辺構造]

[0041] 図 4 及び図 5 に示されるように、固定ミラー 6 は、ミラー部 6 1 と、弾性部 6 2 と、連結部 6 3 と、一对の脚部 6 4 と、一对の係止部 6 5 と、を有している。以下のように構成される固定ミラー 6 は、MEMS 技術（パターニング及びエッチング）によって一体的に形成されている。

[0042] ミラー部 6 1 は、ミラー面 6 1 a を主面として有する板状（例えば、円板状）に形成されている。弾性部 6 2 は、Y 軸方向（ミラー面 6 1 a に垂直な方向）から見た場合にミラー部 6 1 から離間しつつミラー部 6 1 を囲む環状（例えば、円環状）に形成されている。連結部 6 3 は、Y 軸方向から見た場合にミラー部 6 1 の中心に対して X 軸方向における一方の側において、ミラー部 6 1 と弾性部 6 2 とを互いに連結している。

[0043] 一对の脚部 6 4 は、Y 軸方向から見た場合にミラー部 6 1 の中心に対して X 軸方向における両側において、弾性部 6 2 における外側の表面に連結されている。つまり、ミラー部 6 1 及び弾性部 6 2 は、X 軸方向において一对の脚部 6 4 に挟まれている。各脚部 6 4 は、ミラー部 6 1 及び弾性部 6 2 よりも実装領域 3 7 側に延在している。一对の係止部 6 5 は、各脚部 6 4 における実装領域 3 7 側の端部にそれぞれ設けられている。各係止部 6 5 は、Y 軸方向から見た場合に内側（互いに近づく側）に例えば V 字状に屈曲するように形成されている。

[0044] 以上のように構成された固定ミラー 6 は、実装領域 3 7 に形成された開口 3 7 a に一对の係止部 6 5 が配置されることで、実装領域 3 7 に実装されて

いる。開口 37 a は、Z 軸方向において実装領域 37 の両側に開口している。各係止部 65 の一部は、実装領域 37 における中間層 4 側の表面から突出している。つまり、固定ミラー 6 は、実装領域 37 を貫通している。

[0045] 実装領域 37 の開口 37 a に配置された一对の係止部 65 には、外側（互いに遠ざかる側）に力が作用している。固定ミラー 6 は、当該力によって実装領域 37 に固定されている。当該力は、固定ミラー 6 が実装領域 37 に実装される際に圧縮された環状の弾性部 62 が初期状態に復元しようとして生じているものである。

[0046] なお、図 1 に示されるように、開口 37 a は、Z 軸方向から見た場合にビームスプリッタ 7 とは反対側に末広がり of 台形状に形成されている。このような形状を呈する開口 37 a に、内側に屈曲する形状を呈する一对の係止部 65 が係合することで、固定ミラー 6 は、X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向のそれぞれにおいて自動的に位置決めされる（セルフアライメントされる）。

[0047] 図 4 及び図 5 に示されるように、中間層 4 には、開口 42 が形成されている。開口 42 は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 37 の開口 37 a を含んでおり、Z 軸方向において中間層 4 の両側に開口している。支持層 2 には、開口 22 が形成されている。開口 22 は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 37 の開口 37 a を含んでおり、Z 軸方向において支持層 2 の両側に開口している。光モジュール 1 では、中間層 4 の開口 42 内の領域及び支持層 2 の開口 22 内の領域によって、一続きの空間 S2 が構成されている。つまり、空間 S2 は、中間層 4 の開口 42 内の領域及び支持層 2 の開口 22 内の領域を含んでいる。

[0048] 空間 S2 には、固定ミラー 6 が有する各係止部 65 の一部が位置している。具体的には、各係止部 65 の一部は、中間層 4 の開口 42 内の領域を介して、支持層 2 の開口 22 内の領域に位置している。各係止部 65 の一部は、デバイス層 3 における中間層 4 側の表面から空間 S2 内に、例えば 100 μ m 程度突出している。

[作用及び効果]

[0049] 光モジュール１では、可動ミラー５がデバイス層３の実装領域３１を貫通しており、可動ミラー５の各係止部５５の一部が支持層２とデバイス層３との間に形成された空間Ｓ１に位置している。これにより、例えば各係止部５５のサイズ等が制限されないため、デバイス層３の実装領域３１に可動ミラー５を安定的に且つ強固に固定することができる。よって、光モジュール１によれば、デバイス層３に対する可動ミラー５の確実な実装が実現される。

[0050] また、光モジュール１では、可動ミラー５の各係止部５５の一部が、中間層４の開口４１内の領域を介して、支持層２の開口２１内の領域に位置している。これにより、デバイス層３に対する可動ミラー５の確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0051] また、光モジュール１では、支持層２がＳＯＩ基板の第１シリコン層であり、デバイス層３がＳＯＩ基板の第２シリコン層であり、中間層４がＳＯＩ基板の絶縁層である。これにより、デバイス層３に対する可動ミラー５の確実な実装のための構成をＳＯＩ基板によって好適に実現することができる。

[0052] また、光モジュール１では、可動ミラー５のミラー面５１ａが、デバイス層３に対して支持層２とは反対側に位置している。これにより、光モジュール１の構成を簡易化することができる。

[0053] また、光モジュール１では、可動ミラー５、固定ミラー６及びビームスプリッタ７が、干渉光学系１０を構成するように配置されている。これにより、感度が向上されたＦＴＩＲを得ることができる。

[0054] また、光モジュール１では、光入射部８が、外部から干渉光学系１０に測定光を入射させるように配置されており、光出射部９が、干渉光学系１０から外部に測定光を出射させるように配置されている。これにより、光入射部８及び光出射部９を備えるＦＴＩＲを得ることができる。

[変形例]

[0055] 以上、本開示の一実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定されない。例えば、各構成の材料及び形状は、上述した材料及び形状

に限らず、様々な材料及び形状を採用することができる。その一例として、ミラー部 5 1 及びミラー面 5 1 a の形状は、円形状に限定されず、矩形状等、その他の形状であってもよい。

[0056] また、空間 S 1 は、支持層 2 とデバイス層 3 との間に形成されており、少なくとも実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 に対応していれば、図 6 及び図 7 に示されるように、様々な態様を採用することができる。

[0057] 図 6 に示される構成では、開口 2 1 の代わりに、デバイス層 3 側に開口する凹部 2 3 が支持層 2 に形成されており、中間層 4 の開口 4 1 内の領域及び支持層 2 の凹部 2 3 内の領域によって空間 S 1 が構成されている。この場合、支持層 2 の凹部 2 3 内の領域は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 3 1 が移動する範囲を含んでいる。可動ミラー 5 の各係止部 5 5 の一部は、中間層 4 の開口 4 1 内の領域を介して、凹部 2 3 内の領域に位置している。この構成によっても、デバイス層 3 に対する可動ミラー 5 の確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0058] 図 7 の (a) に示される構成では、支持層 2 の開口 2 1 内の領域が、Z 軸方向から見た場合に可動ミラー 5 の各係止部 5 5 が移動する範囲を含んでいる。図 7 の (b) に示される構成では、支持層 2 の凹部 2 3 内の領域が、Z 軸方向から見た場合に可動ミラー 5 の各係止部 5 5 が移動する範囲を含んでいる。これらの場合、中間層 4 の開口 4 1 内の領域は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 3 1 が移動する範囲を含んでおり、実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 のうち支持層 2 から離間させるべき部分を支持層 2 から離間させるための隙間を形成している。いずれの構成でも、実装領域 3 1 が方向 A に沿って往復動した際に、可動ミラー 5 の各係止部 5 5 うち空間 S 1 に位置する一部が、中間層 4 及び支持層 2 と接触することはない。

[0059] また、支持層 2 とデバイス層 3 とは、中間層 4 を介さずに互いに接合されていてもよい。この場合、支持層 2 は、例えば、シリコン、ガラス、セラミック等によって形成され、デバイス層 3 は、例えば、シリコン等によって形成される。支持層 2 とデバイス層 3 とは、例えば、直接接合、表面活性化接

合、プラズマ接合、陽極接合、メタル接合、樹脂接合等によって互いに接合される。この場合にも、空間S 1は、支持層2とデバイス層3との間に形成されており、少なくとも実装領域3 1及び駆動領域3 2に対応していれば、図8、図9、図10及び図11に示されるように、様々な態様を採用することができる。いずれの構成によっても、デバイス層3に対する可動ミラー5の確実な実装のための構成を好適に実現することができる。

[0060] 図8の(a)に示される構成では、支持層2の開口2 1内の領域によって空間S 1が構成されている。この場合、支持層2の開口2 1内の領域は、Z軸方向から見た場合に実装領域3 1が移動する範囲を含んでおり、実装領域3 1及び駆動領域3 2のうち支持層2から離間させるべき部分を支持層2から離間させるための隙間を形成している。可動ミラー5の各係止部5 5の一部は、支持層2の開口2 1内の領域に位置している。

[0061] 図8の(b)に示される構成では、支持層2の凹部2 3内の領域によって空間S 1が構成されている。この場合、支持層2の凹部2 3内の領域は、Z軸方向から見た場合に実装領域3 1が移動する範囲を含んでおり、実装領域3 1及び駆動領域3 2のうち支持層2から離間させるべき部分を支持層2から離間させるための隙間を形成している。可動ミラー5の各係止部5 5の一部は、支持層2の凹部2 3内の領域に位置している。

[0062] 図9の(a)に示される構成では、支持層2側に開口する凹部(第1凹部)3 8がデバイス層3に形成されており、デバイス層3の凹部3 8内の領域及び支持層2の開口2 1内の領域によって空間S 1が構成されている。この場合、デバイス層3の凹部3 8内の領域及び支持層2の開口2 1内の領域は、Z軸方向から見た場合に実装領域3 1が移動する範囲を含んでいる。デバイス層3の凹部3 8内の領域は、実装領域3 1及び駆動領域3 2のうち支持層2から離間させるべき部分を支持層2から離間させるための隙間を形成している。可動ミラー5の各係止部5 5の一部は、デバイス層3の凹部3 8内の領域を介して、支持層2の開口2 1内の領域に位置している。

[0063] 図9の(b)に示される構成では、凹部3 8がデバイス層3に形成されて

おり、デバイス層３の凹部３８内の領域及び支持層２の凹部（第２凹部）２３内の領域によって空間Ｓ１が構成されている。この場合、デバイス層３の凹部３８内の領域及び支持層２の凹部２３内の領域は、Ｚ軸方向から見た場合に実装領域３１が移動する範囲を含んでいる。デバイス層３の凹部３８内の領域は、実装領域３１及び駆動領域３２のうち支持層２から離間させるべき部分を支持層２から離間させるための隙間を形成している。可動ミラー５の各係止部５５の一部は、デバイス層３の凹部３８内の領域を介して、支持層２の凹部２３内の領域に位置している。

[0064] 図１０の（ａ）に示される構成では、凹部３８がデバイス層３に形成されており、デバイス層３の凹部３８内の領域及び支持層２の開口２１内の領域によって空間Ｓ１が構成されている。この場合、デバイス層３の凹部３８内の領域は、Ｚ軸方向から見た場合に実装領域３１が移動する範囲を含んでおり、実装領域３１及び駆動領域３２のうち支持層２から離間させるべき部分を支持層２から離間させるための隙間を形成している。支持層２の開口２１内の領域は、Ｚ軸方向から見た場合に可動ミラー５の各係止部５５が移動する範囲を含んでいる。可動ミラー５の各係止部５５の一部は、デバイス層３の凹部３８内の領域を介して、支持層２の開口２１内の領域に位置している。

[0065] 図１０の（ｂ）に示される構成では、凹部３８がデバイス層３に形成されており、デバイス層３の凹部３８内の領域及び支持層２の凹部（第２凹部）２３内の領域によって空間Ｓ１が構成されている。この場合、デバイス層３の凹部３８内の領域は、Ｚ軸方向から見た場合に実装領域３１が移動する範囲を含んでおり、実装領域３１及び駆動領域３２のうち支持層２から離間させるべき部分を支持層２から離間させるための隙間を形成している。支持層２の凹部２３内の領域は、Ｚ軸方向から見た場合に可動ミラー５の各係止部５５が移動する範囲を含んでいる。可動ミラー５の各係止部５５の一部は、デバイス層３の凹部３８内の領域を介して、支持層２の凹部２３内の領域に位置している。

[0066] 図 1 1 に示される構成では、凹部 3 8 がデバイス層 3 に形成されており、デバイス層 3 の凹部 3 8 内の領域によって空間 S 1 が構成されている。この場合、デバイス層 3 の凹部 3 8 内の領域は、Z 軸方向から見た場合に実装領域 3 1 が移動する範囲を含んでおり、実装領域 3 1 及び駆動領域 3 2 のうち支持層 2 から離間させるべき部分を支持層 2 から離間させるための隙間を形成している。可動ミラー 5 の各係止部 5 5 の一部は、デバイス層 3 の凹部 3 8 内の領域に位置している。

[0067] また、図 1 2 の (a) 及び (b) に示されるように、可動ミラー 5 の各脚部 5 4 の一部及び各係止部 5 5 の一部が空間 S 1 に位置しており、可動ミラー 5 のミラー面 5 1 a が、支持層 2 に対してデバイス層 3 とは反対側に位置していてもよい。この場合、固定ミラー 6 のミラー面 6 1 a 及びビームスプリッタ 7 の光学機能面 7 a も、支持層 2 に対してデバイス層 3 とは反対側に位置している。なお、図 1 2 の (b) に示される構成では、支持層 2 とは反対側に突出するスペーサ 3 9 がデバイス層 3 に一体的に設けられている。スペーサ 3 9 は、可動ミラー 5 の各係止部 5 5 のうちデバイス層 3 から支持層 2 とは反対側に突出する部分よりも突出しており、当該部分を保護している。

[0068] また、図 1 3 に示されるように、可動ミラー 5 は、ミラー面 5 1 a が実装領域 3 1 と交差した状態で、実装領域 3 1 を貫通していてもよい。図 1 3 に示される可動ミラー 5 では、一对の脚部 5 4 が設けられておらず、一对の係止部 5 5 が、X 軸方向から見た場合にミラー部 5 1 の中心に対して Y 軸方向における両側において、弾性部 5 2 における外側の表面に連結されている。つまり、ミラー部 5 1 及び弾性部 5 2 は、Y 軸方向において一对の係止部 5 5 に挟まれている。この場合、実装領域 3 1 において開口 3 1 b を画定する部分のうちミラー面 5 1 a に対向する部分は、測定光 L 0 を通過させるために、切り欠かれる。図 1 3 に示される可動ミラー 5 では、ミラー面 5 1 a が実装領域 3 1 と交差している。これにより、可動ミラー 5 の重心位置を実装領域 3 1 に近付けることができるので、可動ミラー 5 が実装された実装領域

31をより安定的に移動させることができる。

[0069] また、図14及び図15に示されるように、連結部53は、ミラー面51aの中心よりも実装領域31側に設けられていてもよい。この構成によれば、例えば、連結部53がミラー面51aの中心よりも実装領域31とは反対側に設けられている場合に比べ、可動ミラー5の重心位置を実装領域31に近付けることができるので、可動ミラー5が実装された実装領域31をより安定的に移動させることができる。また、図14に示されるように、各係止部55は、開口31bとは別に設けられた開口31c内に配置される折返部55aを有していてもよい。この構成によれば、実装領域31に可動ミラー5をより確実に固定することができる。また、図15に示されるように、弾性部52には、一对の係止部55間の距離が変化するように弾性部52を弾性変形させるためのハンドル56が設けられていてもよい。この構成によれば、ハンドル56を操作することで、一对の係止部55間の距離を変化させることができるので、一对の係止部55間の距離を変化させた状態で一对の係止部55を開口31bに挿入し、その後に、ハンドル56の操作を解放することで、各係止部55を開口31bの内面に接触させることができる。これにより、可動ミラー5は、開口31bの内面から各係止部55に付与される反力によって実装領域31に支持される。なお、全ての例において、可動ミラー5は、開口31bの内面から各係止部55に付与される反力によって実装領域31に支持され得るが、実装領域31に可動ミラー5をより確実に固定するために、各係止部55と実装領域31との間に接着剤を配置してもよい。

[0070] また、上記実施形態では、固定ミラー6がデバイス層3に実装されていたが、固定ミラー6は、支持層2、デバイス層3及び中間層4の少なくとも1つに実装されていればよい。また、上記実施形態では、ビームスプリッタ7が支持層2に実装されていたが、ビームスプリッタ7は、支持層2、デバイス層3及び中間層4の少なくとも1つに実装されていればよい。また、ビームスプリッタ7は、キューブタイプのビームスプリッタに限定されず、プレ

ートタイプのビームスプリッタであってもよい。

[0071] また、光モジュール 1 は、光入射部 8 に加え、光入射部 8 に入射させる測定光を発生させる発光素子を備えていてもよい。或いは、光モジュール 1 は、光入射部 8 に代えて、干渉光学系 10 に入射させる測定光を発生させる発光素子を備えていてもよい。また、光モジュール 1 は、光出射部 9 に加え、光出射部 9 から出射された測定光（干渉光）を検出する受光素子を備えていてもよい。或いは、光モジュール 1 は、光出射部 9 に代えて、干渉光学系 10 から出射された測定光（干渉光）を検出する受光素子を備えていてもよい。

[0072] また、各アクチュエータ領域 33 に電氣的に接続された第 1 貫通電極、及び各弾性支持領域 34 の両端部 34a のそれぞれに電氣的に接続された第 2 貫通電極が、支持層 2 及び中間層 4（中間層 4 が存在しない場合には支持層 2 のみ）に設けられており、第 1 貫通電極と第 2 貫通電極との間に電圧が印加されてもよい。また、実装領域 31 を移動させるアクチュエータは、静電アクチュエータに限定されず、例えば、圧電式アクチュエータ、電磁式アクチュエータ等であってもよい。また、光モジュール 1 は、FTIR を構成するものに限定されず、他の光学系を構成するものであってもよい。

符号の説明

[0073] 1…光モジュール、2…支持層、3…デバイス層、4…中間層、5…可動ミラー、6…固定ミラー、7…ビームスプリッタ、8…光入射部、9…光出射部、10…干渉光学系、21…開口（第 2 開口）、23…凹部（第 2 凹部）、31…実装領域、32…駆動領域、38…凹部（第 1 凹部）、41…開口（第 1 開口）、51a…ミラー面、S1…空間。

請求の範囲

- [請求項1] 支持層と、
 前記支持層上に設けられたデバイス層と、
 前記デバイス層に実装された可動ミラーと、を備え、
 前記デバイス層は、
 前記可動ミラーが貫通する実装領域と、
 前記実装領域に接続された駆動領域と、を有し、
 前記支持層と前記デバイス層との間には、少なくとも前記実装領域
 及び前記駆動領域に対応する空間が形成されており、
 前記可動ミラーの一部は、前記空間に位置している、光モジュール
 。
- [請求項2] 前記支持層と前記デバイス層との間に設けられた中間層を更に備え
 、
 前記中間層には、第1開口が形成されており、
 前記支持層には、凹部又は第2開口が形成されており、
 前記空間は、前記第1開口内の領域及び前記凹部内の領域、又は、
 前記第1開口内の領域及び前記第2開口内の領域を含み、
 前記可動ミラーの前記一部は、前記凹部内の領域又は前記第2開口
 内の領域に位置している、請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記支持層は、SOI基板の第1シリコン層であり、
 前記デバイス層は、前記SOI基板の第2シリコン層であり、
 前記中間層は、前記SOI基板の絶縁層である、請求項2に記載の
 光モジュール。
- [請求項4] 前記支持層には、凹部又は開口が形成されており、
 前記空間は、前記凹部内の領域又は前記開口内の領域を含み、
 前記可動ミラーの前記一部は、前記凹部内の領域又は前記開口内の
 領域に位置している、請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項5] 前記デバイス層には、凹部が形成されており、

前記空間は、前記凹部内の領域を含み、

前記可動ミラーの前記一部は、前記凹部内の領域に位置している、
請求項 1 に記載の光モジュール。

[請求項6]

前記デバイス層には、第 1 凹部が形成されており、

前記支持層には、第 2 凹部又は開口が形成されており、

前記空間は、前記第 1 凹部内の領域及び前記第 2 凹部内の領域、又は、前記第 1 凹部内の領域及び前記開口内の領域を含み、

前記可動ミラーの前記一部は、前記第 2 凹部内の領域又は前記開口内の領域に位置している、請求項 1 に記載の光モジュール。

[請求項7]

前記可動ミラーのミラー面は、前記デバイス層に対して前記支持層とは反対側に位置している、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の光モジュール。

[請求項8]

前記支持層、前記デバイス層、及び前記支持層と前記デバイス層との間に設けられた中間層の少なくとも 1 つに実装された固定ミラーと、

前記支持層、前記デバイス層、及び前記中間層の少なくとも 1 つに実装されたビームスプリッタと、を更に備え、

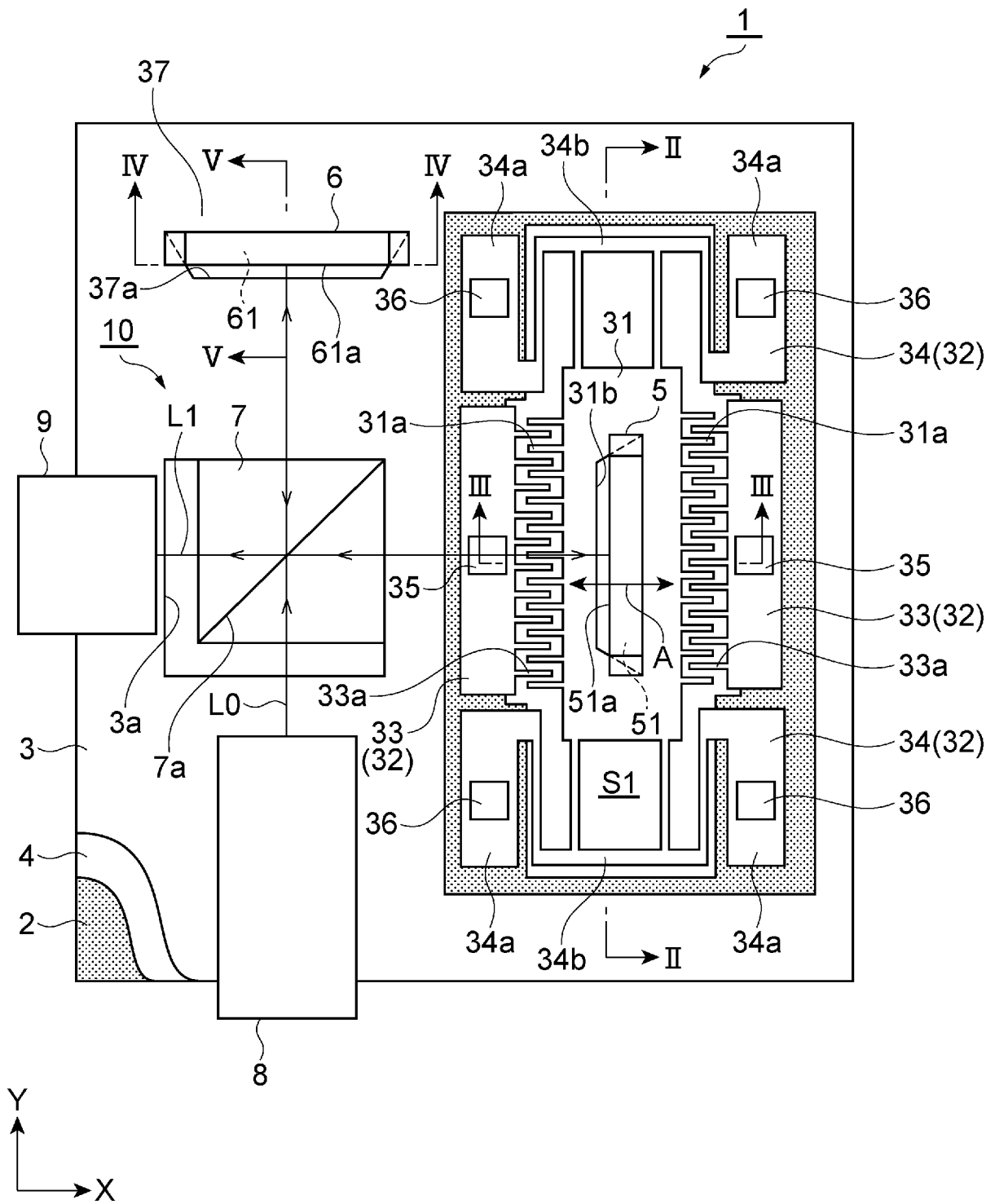
前記可動ミラー、前記固定ミラー及び前記ビームスプリッタは、干渉光学系を構成するように配置されている、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の光モジュール。

[請求項9]

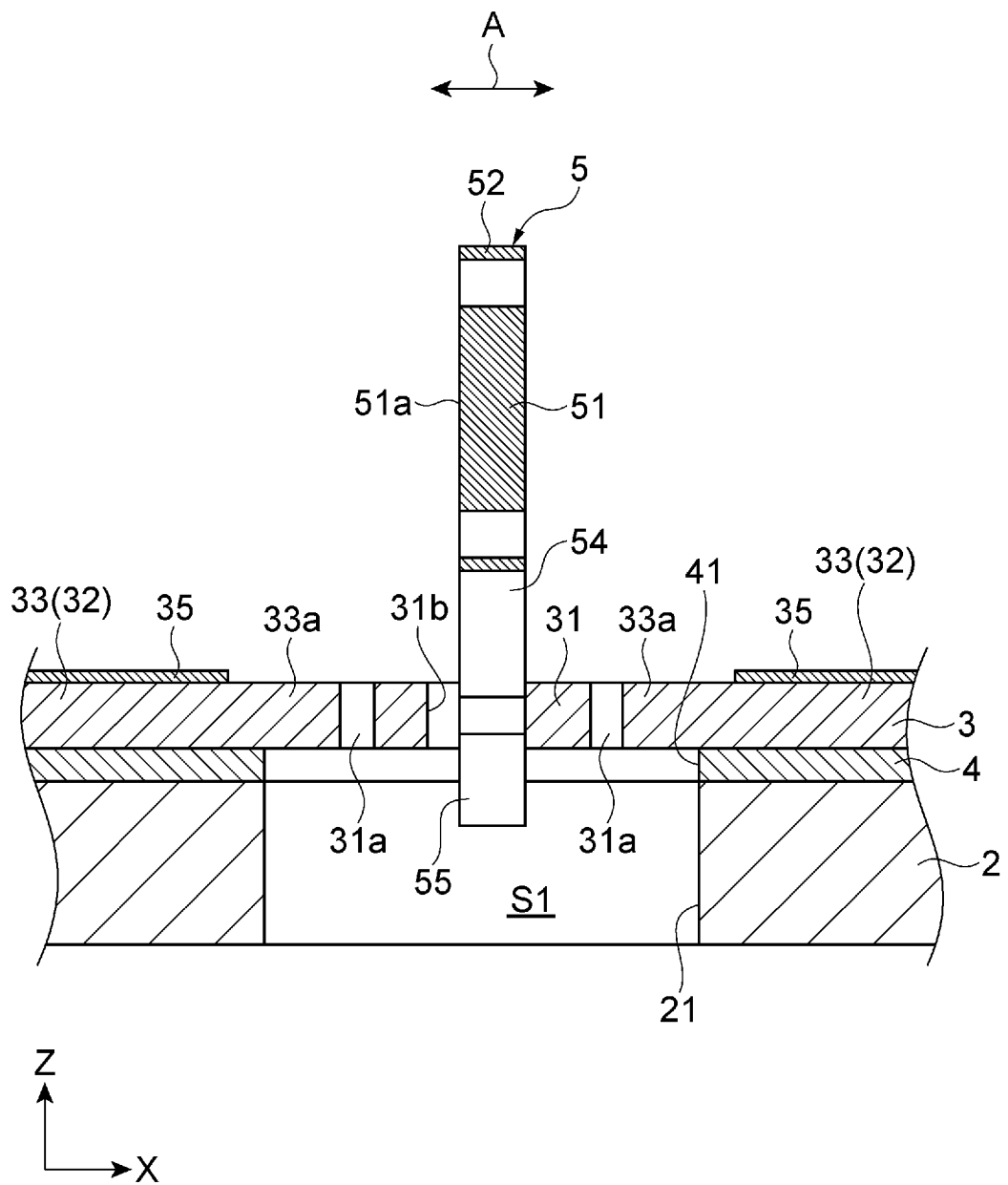
外部から前記干渉光学系に測定光を入射させるように配置された光入射部と、

前記干渉光学系から外部に前記測定光を出射させるように配置された光出射部と、を更に備える、請求項 8 に記載の光モジュール。

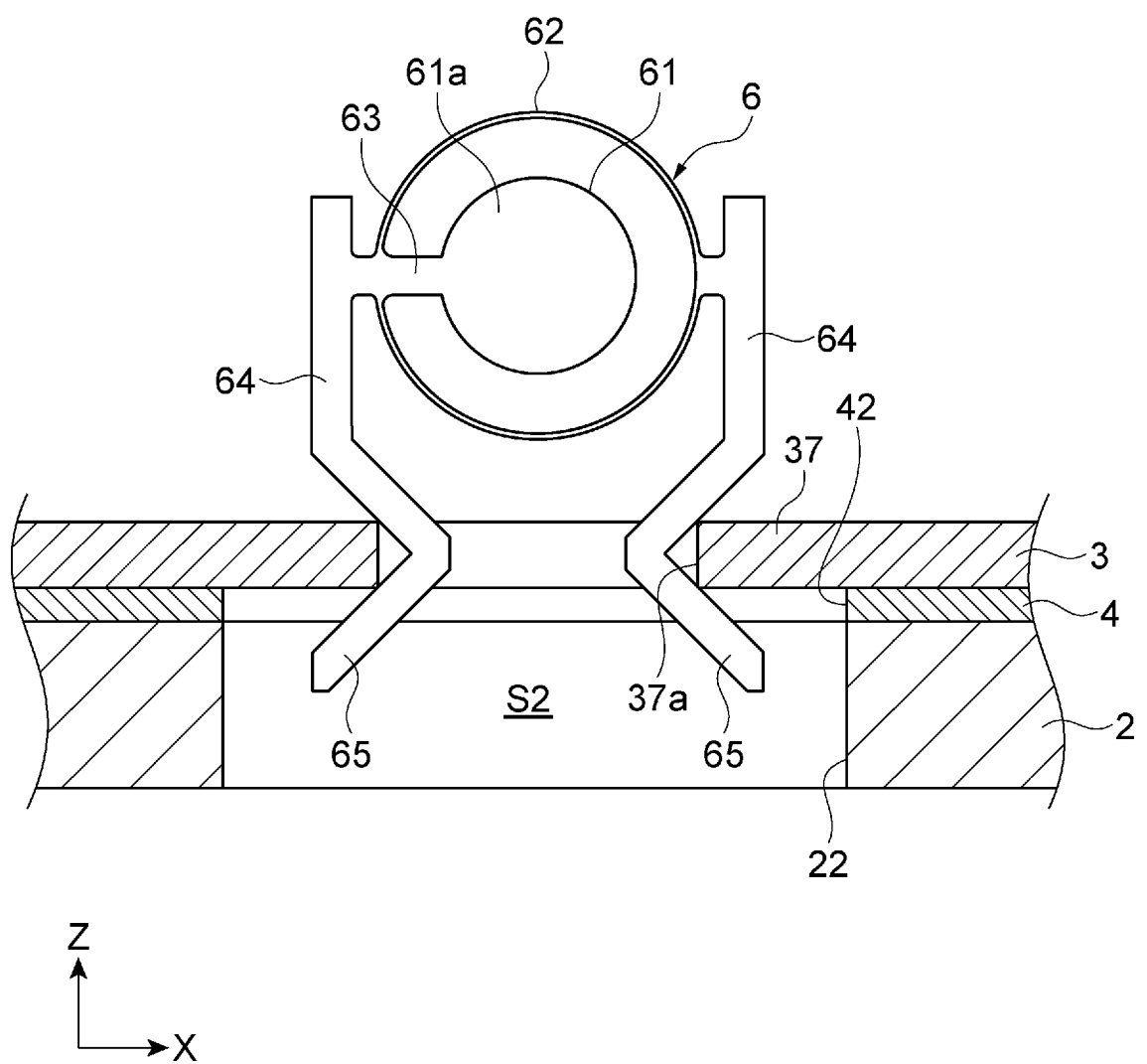
[図1]



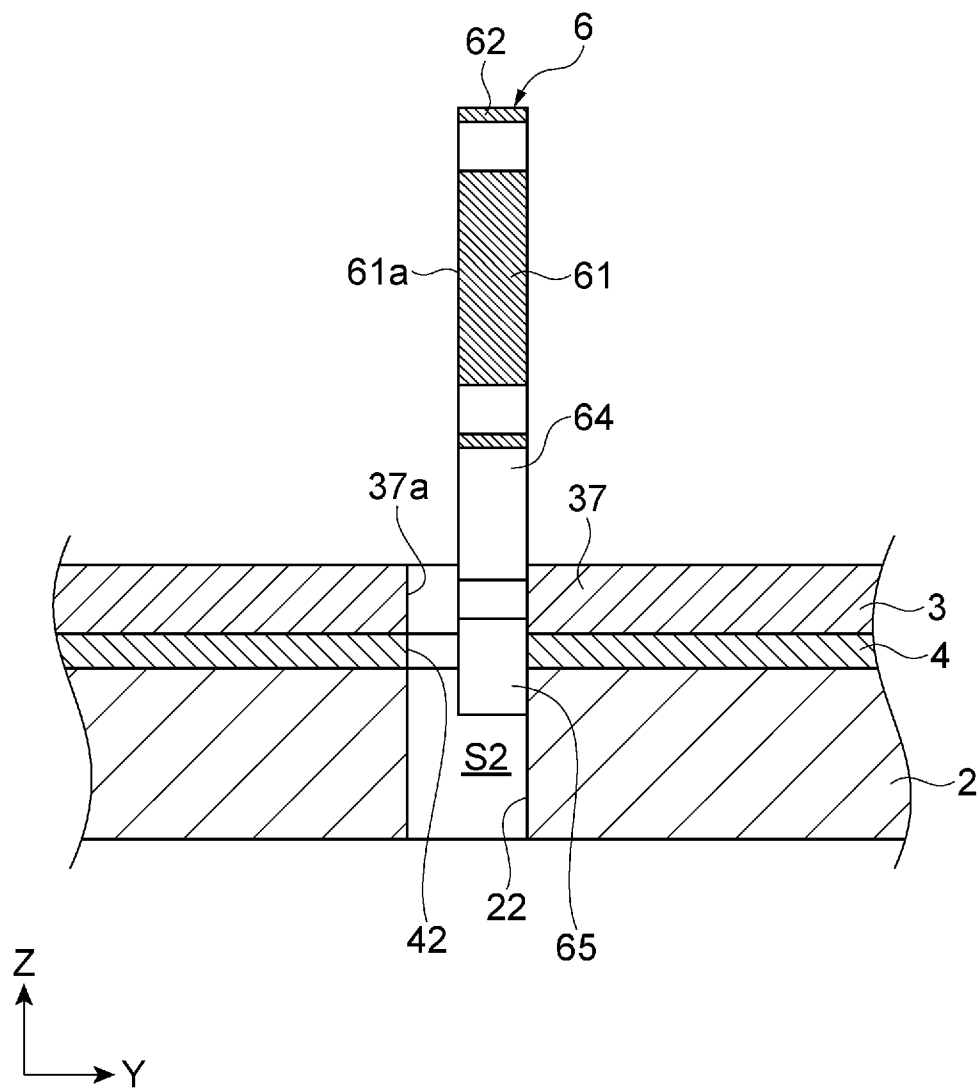
[図3]



[図4]



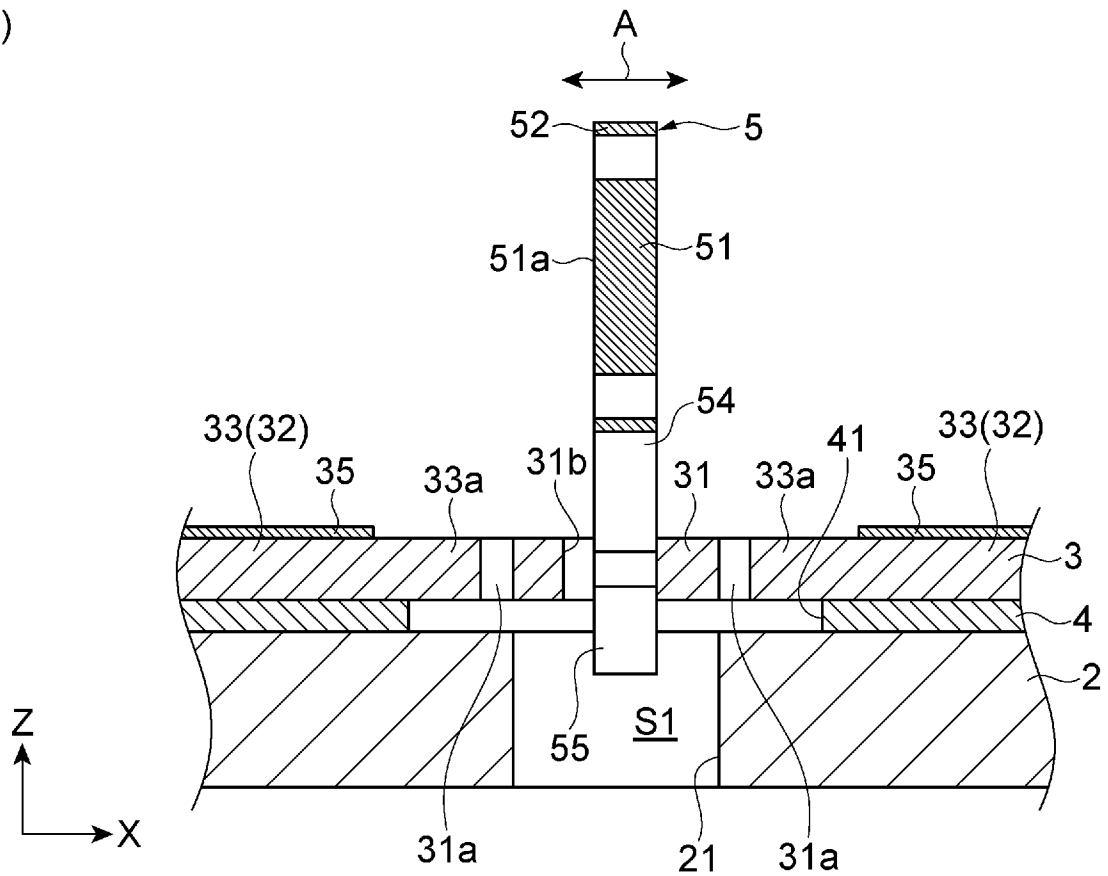
[図5]



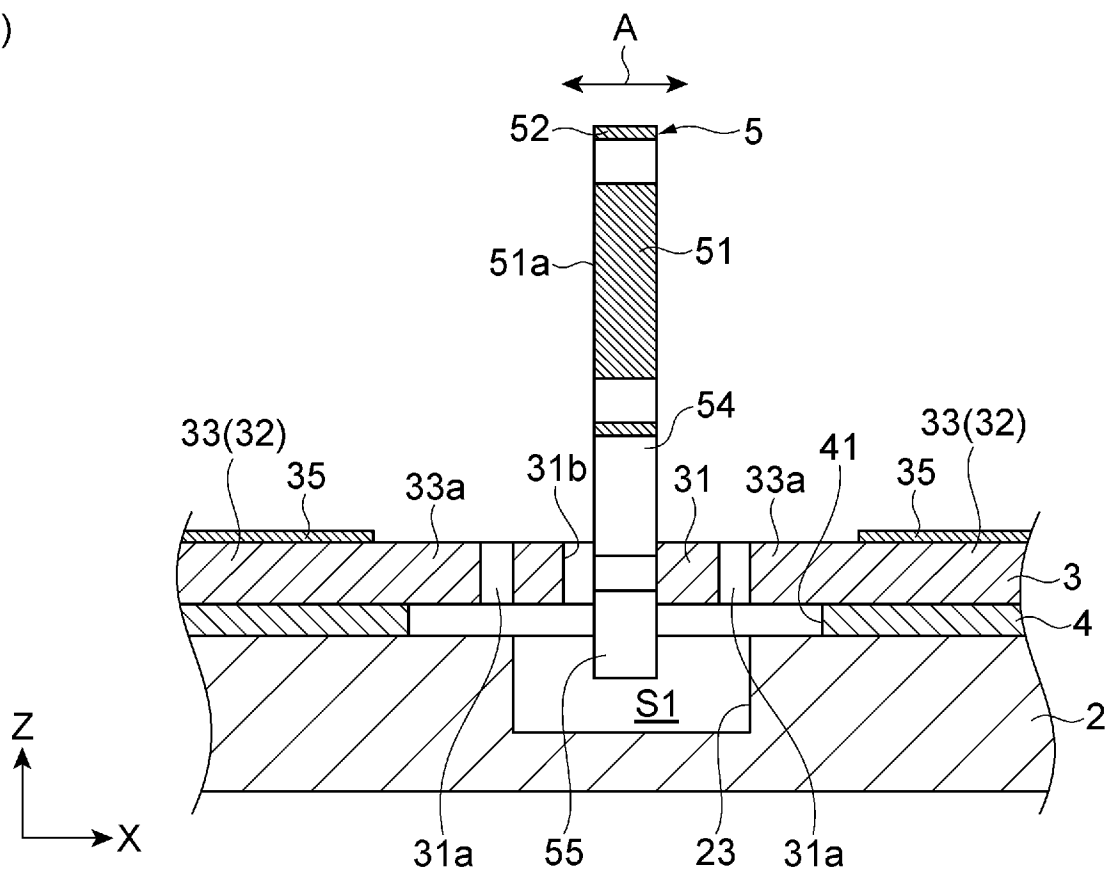
[illegible]

[図7]

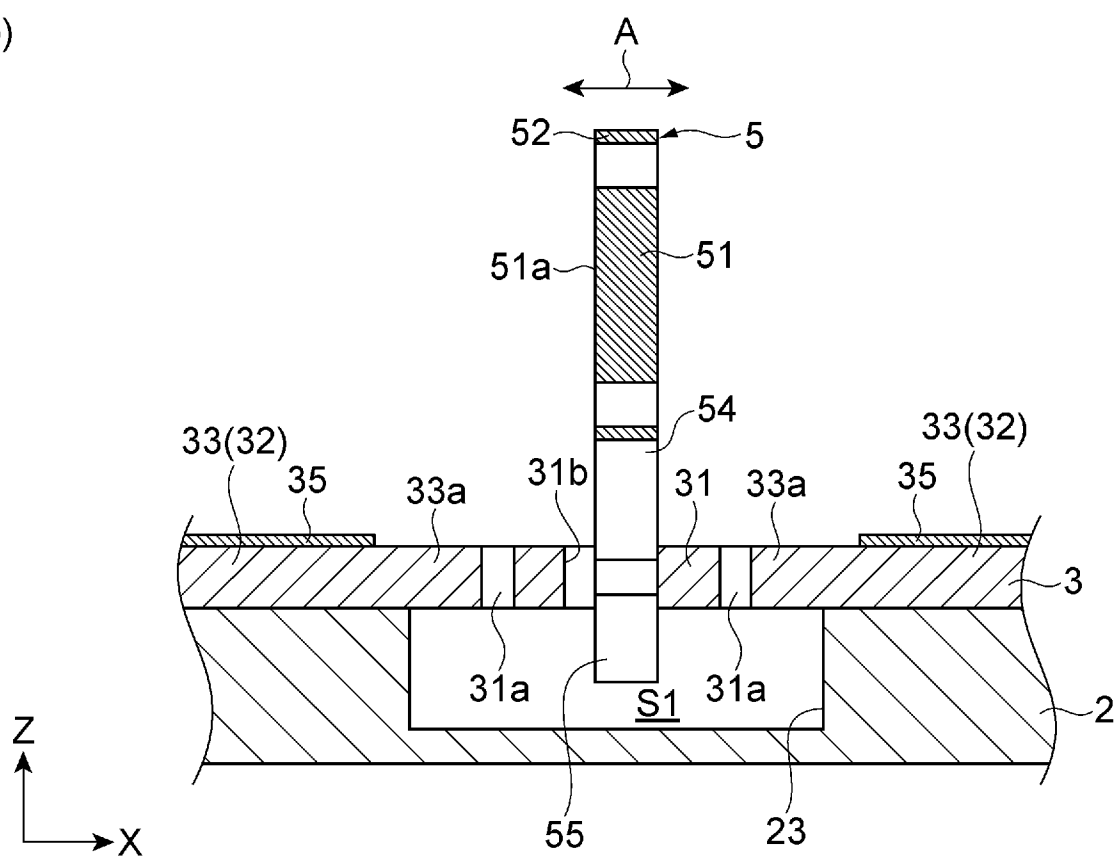
(a)



(b)

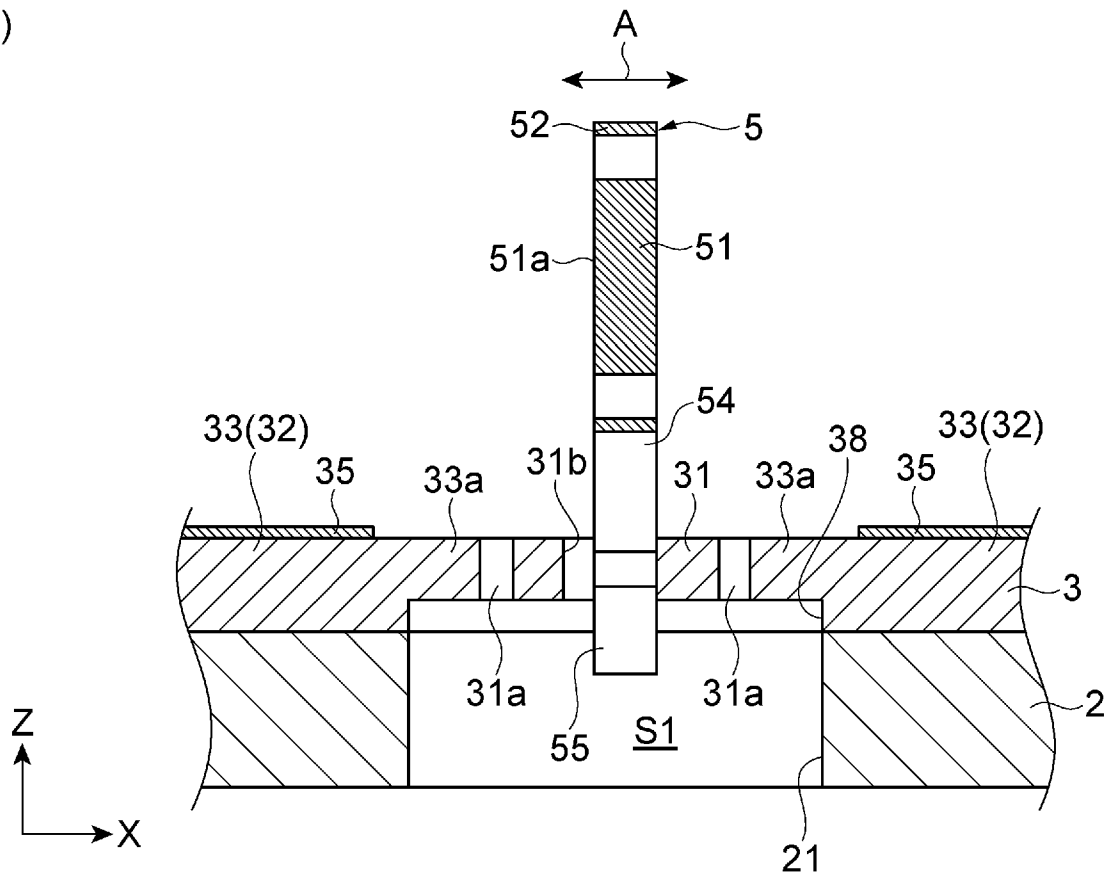


(a)

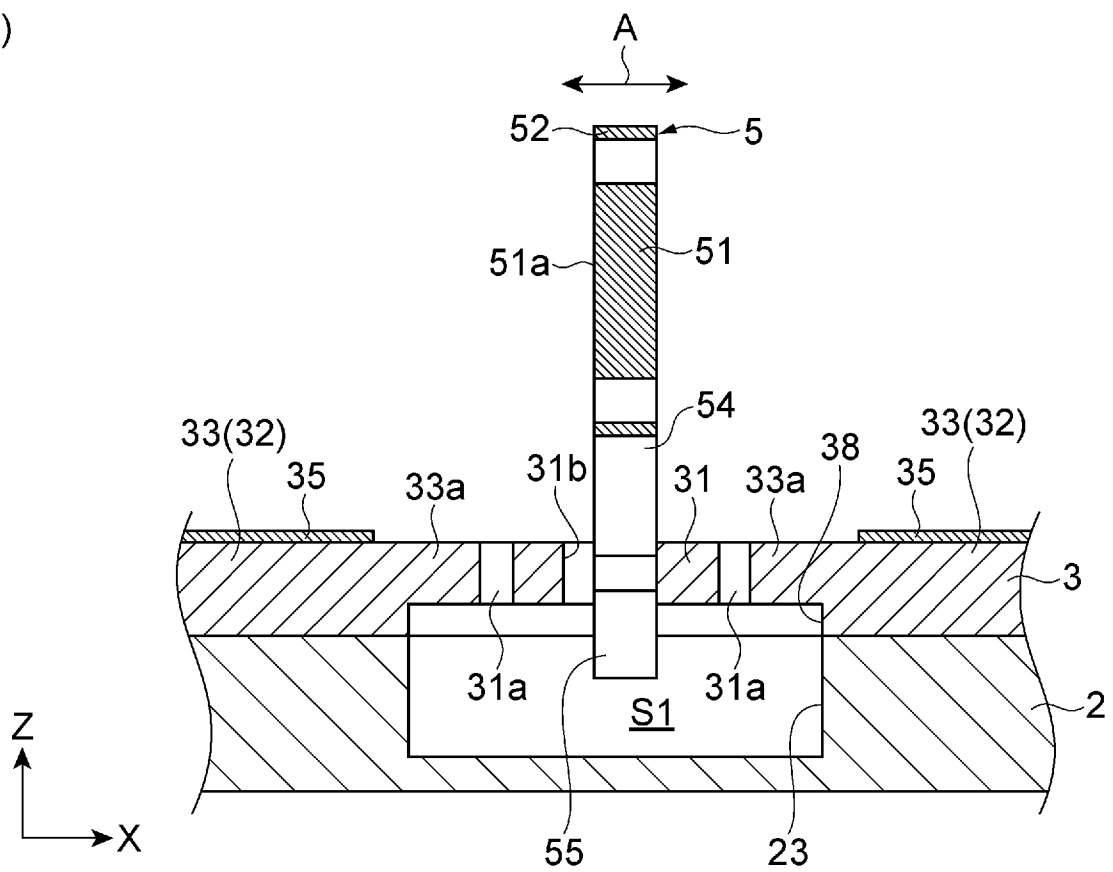


[図9]

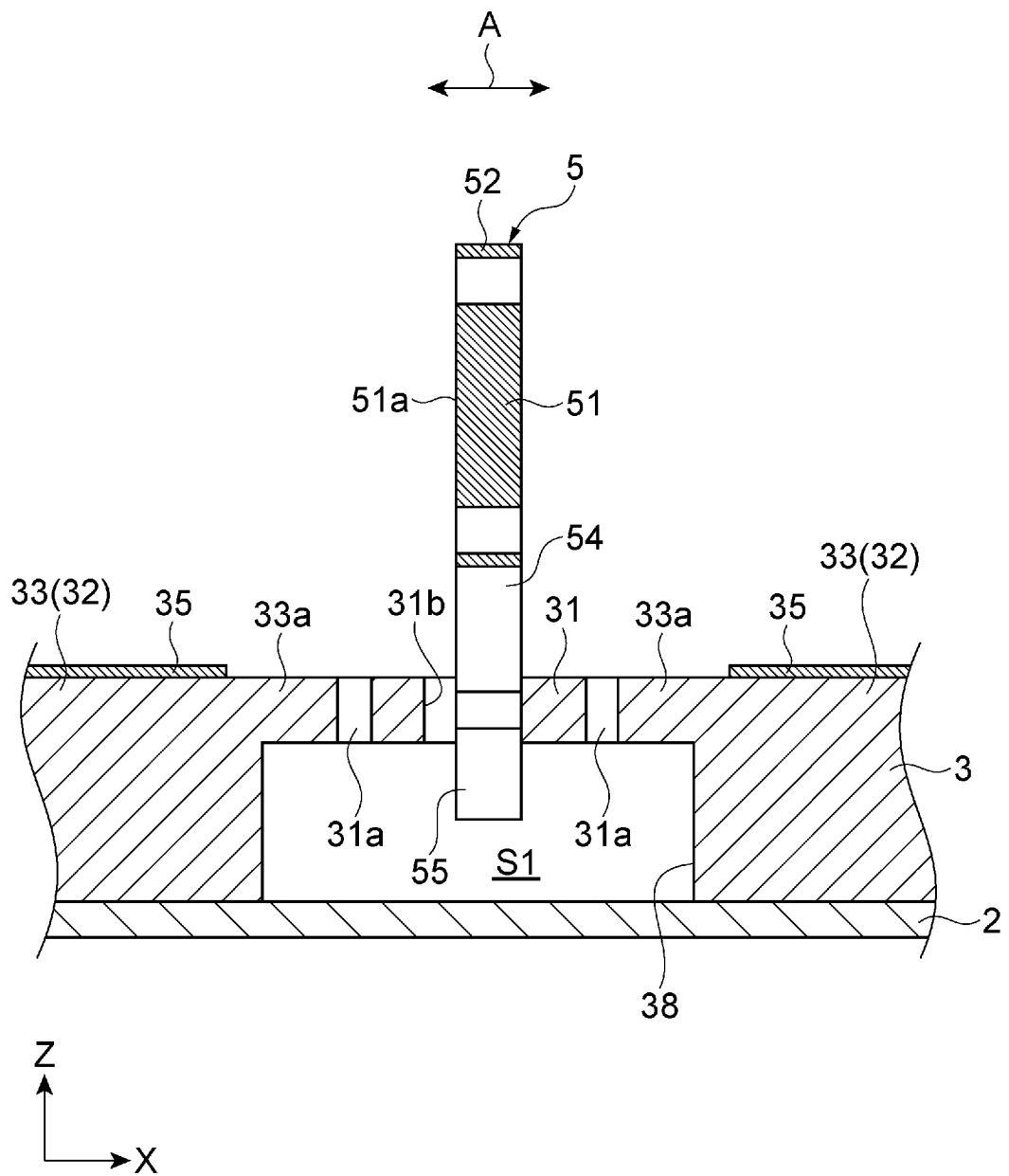
(a)



(b)



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B26/00 (2006.01) i, B81B3/00 (2006.01) i, G01J3/45 (2006.01) i,
G01N21/35 (2014.01) i, G02B26/06 (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. G02B26/00, B81B3/00, G01J3/45, G01N21/35, G02B26/06

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	JP 2006-102934 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 20 April 2006, entire text, all drawings & US 2006/0066964 A1 & KR 10-2006-0051771 A & TW 200624895 A	1-9
A	JP 2010-286609 A (SONY CORP.) 24 December 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2004-82288 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 18 March 2004, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

☒ 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
24 March 2018 (24.05.2018)

Date of mailing of the international search report
05 June 2018 (05.06.2018)

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/JP2018/010019

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-184334 A (FUJITSU LTD.) 26 August 2010, entire text, all drawings & US 2010/0208347 A1	1-9
A	JP 2012-524295 A (SI-WARE SYSTEMS) 11 October 2012, entire text, all drawings & WO 2010/121185 A1 & US 2010/0265512 A1 & EP 2419770 A1	1-9
A	JP 2012-240129 A (HAMAMATSU PHOTONICS K. K.) 10 December 2012, entire text, all drawings & WO 2012/157357 A1 & US 2014/0139924 A1 & KR 10-2014-0026531 A & CN 103547528 A	1-9
A	JP 2012-242450 A (HAMAMATSU PHOTONICS K. K.) 10 December 2012, entire text, all drawings & WO 2012/157358 A1 & US 2014/0104687 A1 & KR 10-2014-0031927 A & CN 103582830 A	1-9
A	US 2014/0192365 A1 (SI-WARE SYSTEMS) 10 July 2014, entire text, all drawings & WO 2014/107174 A1 & EP 2941621 A1 & CN 105051484 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B26/00(2006.01)i, B81B3/00(2006.01)i, G01J3/45(2006.01)i, G01N21/35(2014.01)i, G02B26/06(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. G02B26/00, B81B3/00, G01J3/45, G01N21/35, G02B26/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2006-102934 A (ルーセント テクノロジーズ インコーポレーテッド) 2006.04.20, 全文, 全図 & US 2006/0066964 A1 & KR 10-2006-0051771 A & TW 200624895 A	1-9
A	JP 2010-286609 A (ソニー株式会社) 2010.12.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2004-82288 A (松下電工株式会社) 2004.03.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

☑ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

24.05.2018

国際調査報告の発送日

05.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

鈴木 俊光

2 L

9115

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-184334 A (富士通株式会社) 2010.08.26, 全文, 全図 & US 2010/0208347 A1	1-9
A	JP 2012-524295 A (シーウェア システムズ) 2012.10.11, 全文, 全図 & WO 2010/121185 A1 & US 2010/0265512 A1 & EP 2419770 A1	1-9
A	JP 2012-240129 A (浜松ホトニクス株式会社) 2012.12.10, 全文, 全図 & WO 2012/157357 A1 & US 2014/0139924 A1 & KR 10-2014-0026531 A & CN 103547528 A	1-9
A	JP 2012-242450 A (浜松ホトニクス株式会社) 2012.12.10, 全文, 全図 & WO 2012/157358 A1 & US 2014/0104687 A1 & KR 10-2014-0031927 A & CN 103582830 A	1-9
A	US 2014/0192365 A1 (S I -WARE S Y S T E M S) 2014.07.10, 全文, 全図 & WO 2014/107174 A1 & EP 2941621 A1 & CN 105051484 A	1-9