

(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
2024年8月15日(15.08.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/166232 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/122 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/004102

(22) 国際出願日: 2023年2月8日(08.02.2023)

(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: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高橋 森生 (TAKAHASHI Morio); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 北嶋 啓至, 外 (KITAJIMA Hiroshi et al.); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社 知的財産部門 Tokyo (JP).

HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

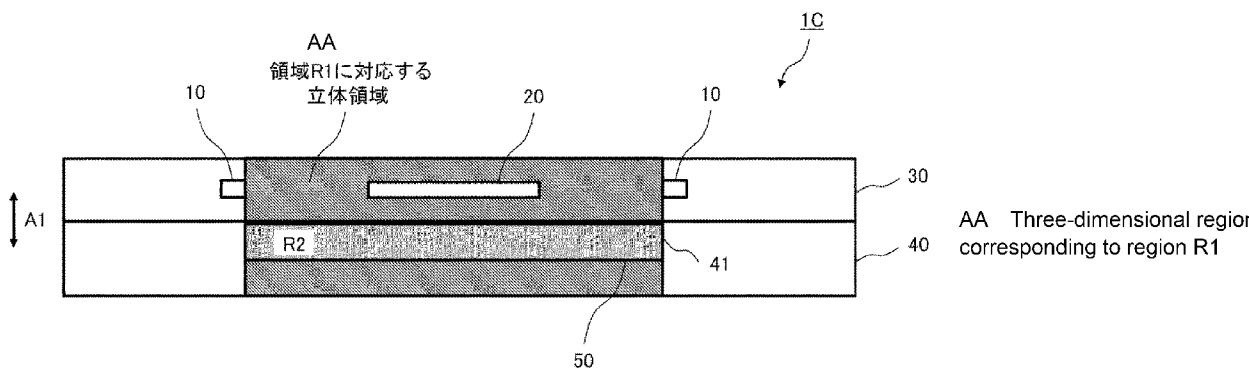
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール



(57) Abstract: In order to make it possible to efficiently transmit heat to a ring resonator, this optical module comprises: a first substrate (30); a second substrate (40) that is stacked on the first substrate (30); a ring resonator (10) that has an annular optical waveguide and is attached to the first substrate (30); a heater (20) that is provided inside a first region (R1) of which the outer periphery is the optical waveguide when viewed through the first substrate (30) from a direction perpendicular to the first substrate (30), the heater (20) being provided inside the first substrate (30) and heating the ring resonator (10); and a gap (50) that is located between the first substrate (30) and the second substrate (40) and is formed so that the first substrate (30) and the second substrate (40) are spaced away from each other within the first region (R1).



(57) 要約：効率よくリング共振器への熱を伝えることを可能にするために、光モジュールは、第1の基板（30）と、前記第1の基板（30）に対して積層される第2の基板（40）と、輪状の光導波路を有し、前記第1の基板（30）に取り付けられたリング共振器（10）と、前記第1の基板（30）の面に対して垂直な方向から前記第1の基板（30）を透過した際に前記光導波路を外周とする第1の領域（R1）内であって、前記第1の基板（30）の内部に設けられ、前記リング共振器（10）を熱するヒータ（20）と、前記第1の基板（30）と前記第2の基板（40）の間に位置し、前記第1の領域（R1）内で前記第1の基板（30）と前記第2の基板（40）が離間するように形成された空隙（50）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、ヒータ及びリング共振器を備える光モジュール等に関する。

背景技術

[0002] 光通信においては、光を処理する光フィルタとして光導波路リング共振器（単に、リング共振器と呼ぶこともある。）が用いられている。光導波路リング共振器は、小型で周期的な透過波長特性が実現できるため、波長可変フィルタや光スイッチ、変調器と幅広く使われている。光導波路リング共振器の透過波長はリング長と導波路屈折率で決まり、波長可変性は光導波路に装荷したマイクロヒータを用いた温度制御で実現することができる。

[0003] 特許文献1には、例えばリング共振器構造の中に設けられたヒータ（マイクロヒータ）が開示されている。また、特許文献2には、波長可変用リング状導波路に沿って設けられる膜状ヒータ（マイクロヒータ）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2022-061930号公報

特許文献2：特開2006-245344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、マイクロヒータを用いる場合、消費電力が大きいという問題点がある。例えば特許文献1においては、リング共振器構造とSOI（Silicon on Insulator）基板とが積層されているため、ヒータからの熱がSOI基板にも伝わりやすい構造になっている。そのため、特許文献1に記載の技術によれば、ヒータからの熱の一部がSOI基板にも伝わってしまい、ヒータから

の熱をリング共振器構造へ効率よく伝えることができなかった。

[0006] 本発明の目的は、上述した課題を鑑み、効率よくリング共振器への熱を伝えることを可能にすることにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、光モジュールであって、
第1の基板と、
前記第1の基板に対して積層される第2の基板と、
輪状の光導波路を有し、前記第1の基板に取り付けられたリング共振器と、
、
前記第1の基板の面に対して垂直な方向から前記第1の基板を透過した際に前記光導波路を外周とする第1の領域内であって、前記第1の基板の内部に設けられ、前記リング共振器を熱するヒータと、
前記第1の基板と前記第2の基板の間に位置し、前記第1の領域内で前記第1の基板と前記第2の基板が離間するように形成された空隙と、
を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、ヒータからの熱を効率よくリング共振器に伝える光モジュールを提供することが可能である。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施形態における光モジュールの構成例を示す上面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための断面図である。

[図3]本発明の第1の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための上面図である。

[図4]本発明の第1の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための断面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための

断面図である。

[図6]本発明の第1の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための断面図である。

[図7]本発明の第1の実施形態における光モジュールの変形例を示す図である。

[図8]本発明の第1の実施形態における光モジュールの変形例を示す図である。

[図9]本発明の第1の実施形態における光モジュールの変形例を示す図である。

[図10]本発明の第2の実施形態における光モジュールの構成例を示す上面図である。

[図11]本発明の第2の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための断面図である。

[図12]本発明の第2の実施形態における光モジュールの詳細を説明するための断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] <第1の実施の形態>

第1の実施形態における光モジュール1について、図1及び図2に基づき説明する。図1は、光モジュール1の構成例を示す透過図である。また、図2は、光モジュール1の断面図である。具体的には図2は、図1に示されるA-A'線で光モジュール1を断った場合の断面図である。

[0011] 図1に示されるように、光モジュール1は、リング共振器10、ヒータ20、第1の基板30及び空隙50を備える。また、図2に示されるように、光モジュール1は、リング共振器10、ヒータ20、第1の基板30、第2の基板40及び空隙50を備える。

[0012] 図1に示されるように、リング共振器10は、少なくとも輪状の光導波路11を有する。リング共振器10に含まれる輪状の光導波路11には光が入射し、入射した光のうち一部の波長の光のみが輪状の光導波路11から出力さ

れる。出力される光の波長は、輪状の光導波路 11 の長さ及び光導波路の屈折率により決まる。なお、図 1 においては図示していないが、リング共振器 10 は、光を輪状の光導波路 11 に入射するように導く導波路と輪状の光導波路 11 から出力された光を他の光学素子に導く導波路を更に備えていてもよい。

[0013] 図 1 に示されるように、ヒータ 20 は、リング共振器 10 に含まれる輪状の光導波路 11 の内側に設けられている。具体的には、ヒータ 20 は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直な方向から第 1 の基板 30 を透過した際に輪状の光導波路 11 を外周とする第 1 の領域内であって、第 1 の基板 30 の内部に設けられる。なお、図 2 に示されるように、ヒータ 20 は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直な方向（第 1 の基板 30 の厚み方向（図 2 の紙面にて上下方向））にて、リング共振器 10 と同じ高さの位置に配置されている。なお、前述の高さは、ヒータ 20 とリング共振器 10 とで互いに異なってもよい。

[0014] 図 3 及び図 4 を用いて、ヒータ 20 の位置について説明する。図 3 は、図 1 に第 1 の領域 R1 を斜線で追記したものである。また、図 4 は、第 1 の基板 30 および第 2 の基板 40 のうちで、第 1 の領域 R1 に対応する立体領域を図 2 に斜線で追記したものである。第 1 の領域 R1 に対応する立体領域は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直方向に第 1 の領域 R1 を延出した図形と、第 1 の基板 30 および第 2 の基板 40 とが、互いに重なり合う領域をいう。図 3 に示されるように、第 1 の領域 R1 は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直な方向から第 1 の基板 30 を透過した際の輪状の光導波路 11 の形状を外周とする。なお図 3 の例においては、輪状の光導波路 11 の内周を第 1 の領域 R1 の外周としているが、輪状の光導波路の外周を第 1 の領域 R1 の外周としてもよい。

[0015] また、図 4 に示されるように、第 1 の領域 R1 に対応する立体領域は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直な方向から第 1 の基板 30 を透過した際の輪状の光導波路 11 の形状を底面とする柱形状を有する。図 4 の例において、

第１の領域Ｒ１に対応する立体領域は、第１の基板３０の一方の底面の一部（図４上の上面）及び第１の基板３０の他方の底面の一部（図４上の下面）により挟まれた領域である。すなわち、図１、図２、図３及び図４で示される例において、第１の領域Ｒ１に対応する立体領域とは、第１の基板３０の二つの底面のうち、輪状の光導波路１１の形状を外周とする部分の各々を底面とする柱形状を有する。

[0016] 図２及び図４において示されるように、第１の基板３０の底面（例えば、図２及び図４上の上面）からヒータ２０までの距離と、第１の基板３０の底面（例えば、図２及び図４上の上面）から輪状の光導波路１１までの距離が同じになるように、設けられている。しかし、これらの距離が異なるように、輪状の光導波路１１及びヒータ２０が設けられていてもよい。

[0017] ヒータ２０は、不図示の駆動回路から入力された電力に応じて発熱する。これにより、ヒータ２０は、輪状の光導波路１１を熱する。具体的には、ヒータ２０は、第１の基板３０及び輪状の光導波路１１を熱する。なお、図１及び図３の例において、第１の基板３０の面に対して垂直な方向から第１の基板３０を透過した際のヒータ２０の面の形状は、長方形だが、長方形以上の多角形、円弧、円又は楕円であってもよい。

[0018] また、好ましくは、ヒータ２０は、光導波路１１を外周とする第１の領域内の中心部を含む位置に配置されている。図３に示されるように、ヒータ２０は、第１の領域Ｒ１を示す斜線領域の中心に配置されている。より具体的には、ヒータ２０は、第１の領域Ｒ１の一方の底面の中心から他方の底面の中心までの直線上であって、第１の基板３０内に配置される。なお、ヒータ２０は、必ずしも、第１の領域内の中心部を含む位置に配置されている必要はない。

[0019] 第１の基板３０は、例えば石英ガラスを少なくとも含んで構成される板状の基板である。第１の基板３０には、リング共振器１０及びヒータ２０が少なくとも取り付けられている。第１の基板３０には、更に、輪状の光導波路１１とは別の光導波路や電子機器が取り付けられていてもよい。第１の基板

30は、第2の基板40に対して第1の方向に積層するように設けられている。この説明において第1の方向とは、図2及び図4中の矢印A1で示される上下方向を指す。

[0020] 第2の基板40は、例えばシリコンを少なくとも含んで構成される板状の基板である。第2の基板40は、第1の基板30に対して、第1の方向で積層される。また、第2の基板40は、穴41を有する。穴41は、第2の基板40を構成する面のうち、第1の基板30と接する面に形成される。図2及び図4に示されるように、第2の基板40は、第2の基板40のうちで第1の基板30と向かい合う面のうちで穴41が設けられた領域以外の領域を介して第1の基板30と接着される。

[0021] 空隙50は、第2の基板40のうちで第1の基板30と向かい合う面に設けられた穴の内側の空間である。空隙50は、第1の領域R1のうち、第1の基板30と第2の基板40の間に位置する領域（後述の第2の領域R2）を少なくとも含むように形成される。空隙50には例えばアルゴンが充填されている。図5及び図6を用いて、空隙50の詳細について説明する。

[0022] 図5は、図4に示した第1の領域R1に対応する立体領域の一部を、第2の領域R2として示したものである。第2の領域R2は、第1の領域R1に対応する立体領域のうち、第1の基板30と第2の基板40の間に位置する立体領域である。図6は、第2の基板40の上面図である。図6に示されるように、第2の基板40は穴41を有する。また、空隙50は、穴41の内側に位置する空間である。この際、穴41は、空隙50が第2の領域R2を少なくとも含むように形成される。

[0023] 第2の領域R2は、第1の領域R1に対応する立体領域と同様に輪状の光導波路11の形状を外周とする底面を有する。そのため、第2の領域R2とは、第1の領域R1に対応する立体領域と同様に、輪状の光導波路11の形状と同じ形状を底面とする柱形状を有する。なお、第2の領域R2における二つの底面間の距離は、任意に設定できる。

[0024] 上記のように、光モジュール1は、リング共振器10、ヒータ20、第1

の基板 30、第2の基板 40 及び空隙 50 を備える。リング共振器 10 は、輪状の光導波路 11 を有し、第1の基板 30 に取り付けられる。また、ヒータ 20 は、第1の基板 30 の面に対して垂直な方向から第1の基板 30 を透過した際に光導波路 11 を外周とする第1の領域 R1 内であって、第1の基板 30 の内部に設けられ、リング共振器 10 を熱する。第2の基板 40 は、第1の基板 30 に対して積層される。空隙 50 は、第1の基板 30 と第2の基板 40 の間に位置し、第1の領域 R1 内で第1の基板 30 と第2の基板 40 が離間するように形成される。

[0025] 例えば、空隙 50 が形成されず、第1の基板 30 及び第2の基板 40 が離間していない場合、ヒータ 20 からの熱は輪状の光導波路 11 に伝わるまでに、第2の基板 40 に伝わる。そのため、ヒータ 20 からの熱を効率よく輪状の光導波路 11（リング共振器構造）へ伝えることができなかった。

[0026] 一方で、光モジュール 1 は、以上のように、第1の基板 30 の面に対して垂直な方向から第1の基板 30 を透過した際における第1の領域 R1 内で第1の基板 30 と第2の基板 40 が離間するように形成された空隙を有する。第1の基板 30 の面に対して垂直な方向から第1の基板 30 を透過した際に第1の領域 R1 は光導波路 11 の形状を外周とするため、空隙 50 は、第1の基板 30 のうち第1の領域 R1 が位置する領域内に形成される。そのため、ヒータ 20 からの熱は、輪状の光導波路 11 に伝わるまでに、第2の基板 40 に伝わらない。この結果、ヒータ 20 からの熱を効率よく輪状の光導波路（リング共振器構造）へ伝えることができる。これにより、光モジュール 1 は、ヒータ 20 における電力消費を抑制することもできる。

[0027] また、光モジュール 1 においては、ヒータ 20 は、光導波路 11 を外周とする第1の領域 R1 内の中心部を含む位置に配置される。光導波路を熱する一般的なヒータは、光導波路を効率よく熱するために光導波路の近くに設けられる場合がある。しかし、光モジュール 1 においては空隙 50 が形成されていることにより、ヒータ 20 は、既に効率よく光導波路を熱することが可能なため、光導波路 11 を外周とする第1の領域 R1 内の中心を含む位置に

配置されてもよい。これにより、光導波路の近くにヒータ 20 を設ける必要がないため、ヒータ 20 の形状や位置の自由度が向上する。これにより、光モジュール 1 においては、その他の光学部品や電子部品の配置場所も、より自由に決めることができる。

[0028] 次に、光モジュール 1 A について説明する。光モジュール 1 A は、光モジュール 1 の第 1 の変形例である。図 7 は、光モジュール 1 A を説明するための図である。図 7 に示されるように、光モジュール 1 A は、光モジュール 1 と同様に、リング共振器 10、ヒータ 20、第 1 の基板 30、第 2 の基板 40 及び空隙 50 を備える。一方で、光モジュール 1 A において、第 2 の基板 40 は穴 41 を有さずに、第 1 の基板 30 が穴 31 を有する。この場合、空隙 50 は、第 1 の基板 30 の穴 31 の内側に形成された空間である。光モジュール 1 A において、第 1 の基板 30 は、第 1 の基板 30 のうちで第 2 の基板 40 と向かい合う面のうちで穴 31 が設けられた領域以外の領域を介して第 2 の基板 40 と接着する。

[0029] 次に、光モジュール 1 B について説明する。光モジュール 1 B は、光モジュール 1 の第 2 の変形例である。図 8 は、光モジュール 1 B を説明するための図である。図 8 に示されるように、光モジュール 1 B は、光モジュール 1 と同様に、リング共振器 10、ヒータ 20、第 1 の基板 30、第 2 の基板 40 及び空隙 50 を備える。光モジュール 1 B は、更に、第 3 の基板 60 を備える。第 3 の基板 60 は、第 1 の基板 30 及び第 2 の基板 40 に対して、第 1 の方向に積層するように設けられている。この説明において第 1 の方向とは、図 8 中の矢印 A1 で示される上下方向を指す。一方で、光モジュール 1 B において、第 2 の基板 40 は穴 41 を有さずに、第 3 の基板 60 が穴 61 を有する。そのため、空隙 50 は、第 3 の基板 60 の穴 61 の内側に形成された空間である。

[0030] 次に、光モジュール 1 C について説明する。光モジュール 1 C は、光モジュール 1 の第 3 の変形例である。図 9 は、光モジュール 1 C を説明するための図である。図 9 に示されるように、光モジュール 1 C は、光モジュール 1 と同

様に、リング共振器 10、ヒータ 20、第 1 の基板 30、第 2 の基板 40 及び空隙 50 を備える。また、図 9 においては、図 5 と同様に第 1 の領域 R 1 及び第 2 の領域 R 2 が示されている。光モジュール 1 の説明においては、図 2 及び図 5 に示されるように、空隙 50 は第 2 の領域 R 2 よりも大きく示した。しかし、光モジュール 1 C において、図 9 に示されるように空隙 50 は第 2 の領域 R 2 と同じ大きさであって良い。

<第 2 の実施形態>

第 2 の実施形態に係る光モジュール 2 について、図 10 を用いて説明する。図 10 は、光モジュール 2 の構成例を示すブロック図である。また、図 11 は、光モジュール 2 の断面図である。具体的には図 11 は、図 10 に示される B-B' 線で光モジュール 2 を断った場合の断面図である。また、図 12 は、図 11 に第 1 の領域 R 1 に対応する立体領域を追記したものである。

[0031] 図 10 に示されるように、光モジュール 2 は、リング共振器 10、ヒータ 20、第 1 の基板 30 及び空隙 50 を備える。また、図 11 に示されるように、光モジュール 1 は、リング共振器 10、ヒータ 20、第 1 の基板 30、第 2 の基板 40 及び空隙 50 を備える。

[0032] リング共振器 10 は、輪状の光導波路 11 を有し、第 1 の基板 30 に取り付けられる。また、図 10 に示されるように、ヒータ 20 は、第 1 の基板 30 の面に対して垂直な方向から第 1 の基板 30 を透過した際に光導波路 11 を外周とする第 1 の領域 R 1 内であって、第 1 の基板 30 のうちに設けられ、リング共振器 10 を熱する。第 2 の基板 40 は、第 1 の基板 30 に対して積層される。空隙 50 は、第 1 の基板 30 と第 2 の基板 40 の間に位置し、第 1 の領域 R 1 に対応する立体領域内で第 1 の基板 30 と第 2 の基板 40 が離間するように形成される。

[0033] 例えば、空隙 50 が形成されず、第 1 の基板 30 及び第 2 の基板 40 が離間していない場合、ヒータ 20 からの熱は輪状の光導波路 11 に伝わるまでに、第 2 の基板 40 に伝わる。そのため、ヒータ 20 からの熱を効率よく輪状の光導波路 11（リング共振器構造）へ伝えることができなかった。

[0034] 一方で、光モジュール2は、以上のように、第1の基板30の面に対して垂直な方向から第1の基板30を透過した際における第1の領域R1内で第1の基板30と第2の基板40が離間するように形成された空隙を有する。第1の基板30の面に対して垂直な方向から第1の基板30を透過した際に第1の領域R1は光導波路11の形状を外周とするため、空隙50は、第1の基板30のうち第1の領域R1が位置する領域内に形成される。そのため、ヒータ20からの熱は、輪状の光導波路11に伝わるまでに、第2の基板40に伝わらない。この結果、ヒータ20からの熱を効率よく輪状の光導波路（リング共振器構造）へ伝えることができる。これにより、光モジュール2は、ヒータ20における電力消費を抑制することもできる。上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

（付記1）

第1の基板と、

前記第1の基板に対して積層される第2の基板と、

輪状の光導波路を有し、前記第1の基板に取り付けられたリング共振器と

、

前記第1の基板の面に対して垂直な方向から前記第1の基板を透過した際に前記光導波路を外周とする第1の領域内であって、前記第1の基板の内部に設けられ、前記リング共振器を熱するヒータと、

前記第1の基板と前記第2の基板の間に位置し、前記第1の領域内で前記第1の基板と前記第2の基板が離間するように形成された空隙と、

を備える、

光モジュール。

（付記2）

前記空隙は、前記第2の基板のうちで前記第1の基板と向かい合う面に設けられた穴の内側の空間であり、

前記第2の基板は、前記第2の基板のうちで前記第1の基板と向かい合う

面のうちで前記穴が設けられた領域以外の領域を介して前記第 1 の基板と接着する、付記 1 に記載の光モジュール。

(付記 3)

前記ヒータは、前記第 1 の領域内の中心部に配置される、付記 1 又は 2 の光モジュール。

(付記 4)

前記空隙にはアルゴンが充填されている、付記 1 から 3 の何れか 1 項に記載の光モジュール。

(付記 5)

前記第 1 の基板は石英ガラスを少なくとも含んで構成される、付記 1 から 4 の何れか 1 項に記載の光モジュール。

(付記 6)

前記第 2 の基板はシリコンを少なくとも含んで構成される、付記 1 から 5 の何れか 1 項に記載の光モジュール。

[0035] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

符号の説明

[0036] 1、1 A、1 B、1 C、2 光モジュール

1 0 リング共振器

1 1 光導波路

2 0 ヒータ

3 0 第 1 の基板

3 1 穴

4 0 第 2 の基板

4 1 穴

5 0 空隙

6 0 第 3 の基板

6 1 穴

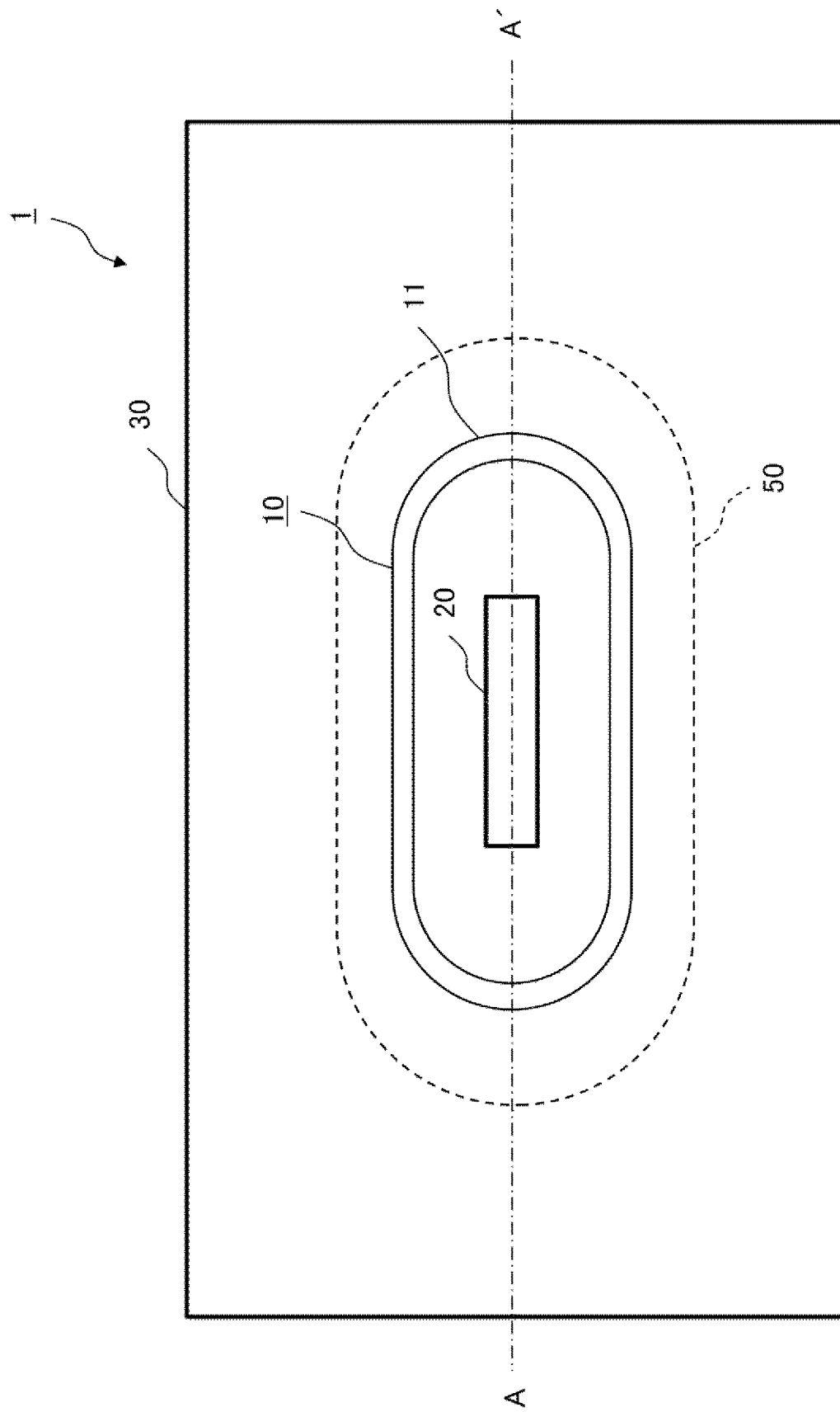
R 1 第 1 の領域

R 2 第 2 の領域

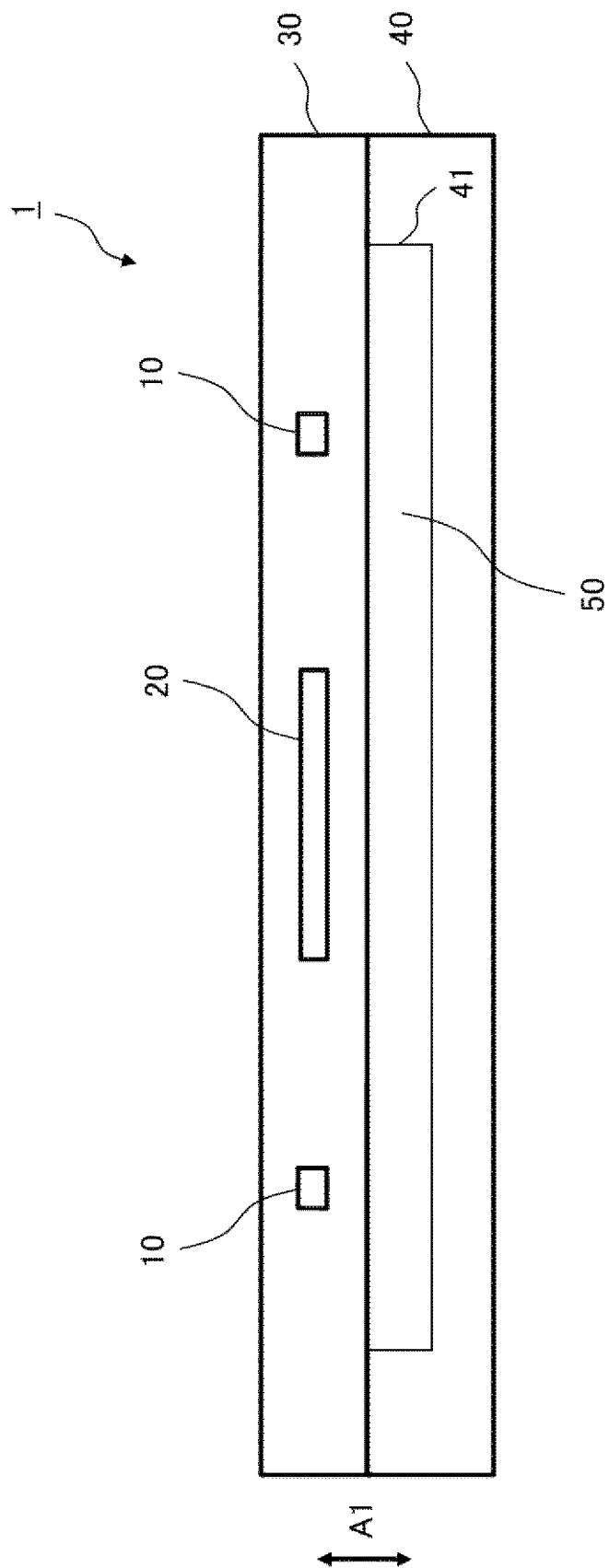
請求の範囲

- [請求項1] 第1の基板と、
 前記第1の基板に対して積層される第2の基板と、
 輪状の光導波路を有し、前記第1の基板に取り付けられたリング共振器と、
 前記第1の基板の面に対して垂直な方向から前記第1の基板を透過した際に前記光導波路を外周とする第1の領域内であって、前記第1の基板の内部に設けられ、前記リング共振器を熱するヒータと、
 前記第1の基板と前記第2の基板の間に位置し、前記第1の領域内で前記第1の基板と前記第2の基板が離間するように形成された空隙と、
 を備える、
 光モジュール。
- [請求項2] 前記空隙は、前記第2の基板のうちで前記第1の基板と向かい合う面に設けられた穴の内側の空間であり、
 前記第2の基板は、前記第2の基板のうちで前記第1の基板と向かい合う面のうちで前記穴が設けられた領域以外の領域を介して前記第1の基板と接着する、請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記ヒータは、前記第1の領域内の中心部に配置される、請求項1又は2に記載の光モジュール。
- [請求項4] 前記空隙にはアルゴンが充填されている、請求項1から3の何れか1項に記載の光モジュール。
- [請求項5] 前記第1の基板は石英ガラスを少なくとも含んで構成される、請求項1から4の何れか1項に記載の光モジュール。
- [請求項6] 前記第2の基板はシリコンを少なくとも含んで構成される、請求項1から5の何れか1項に記載の光モジュール。

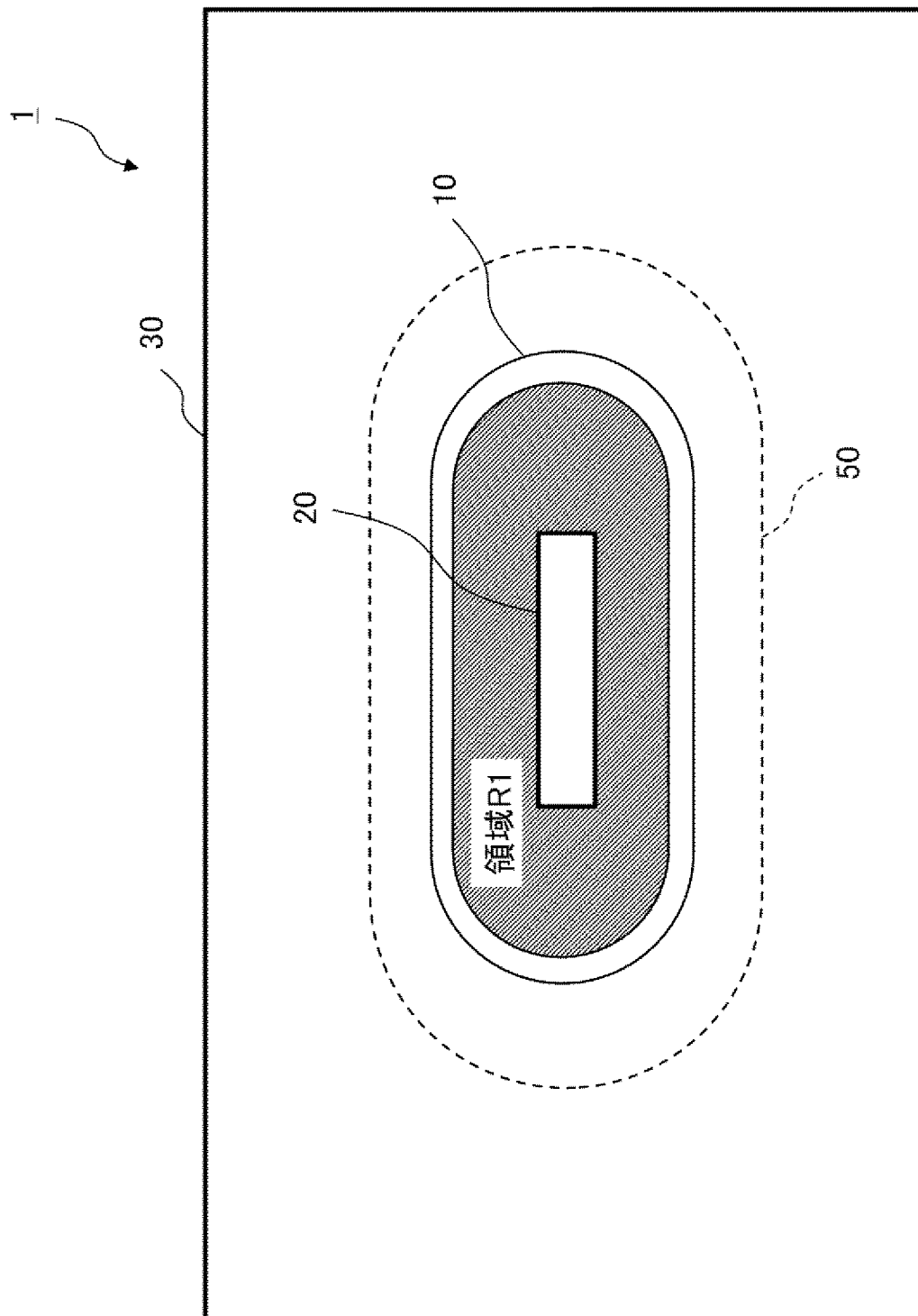
[図1]



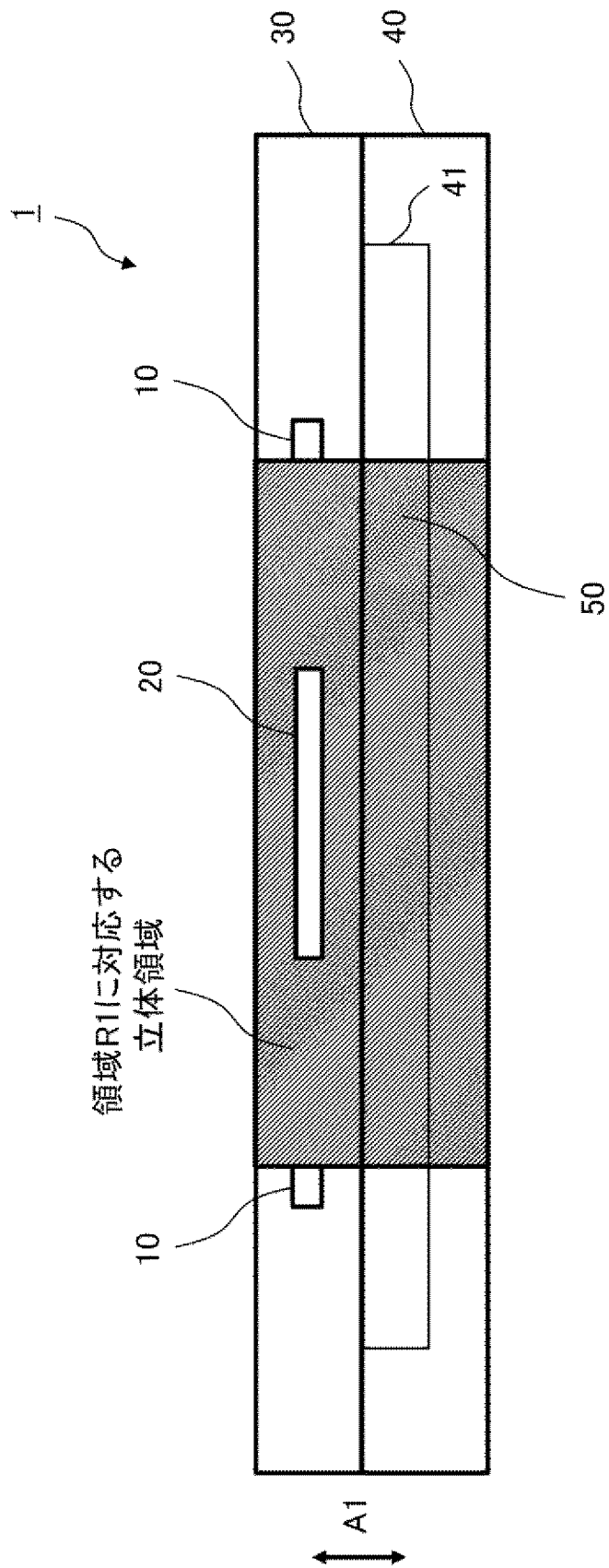
[図2]



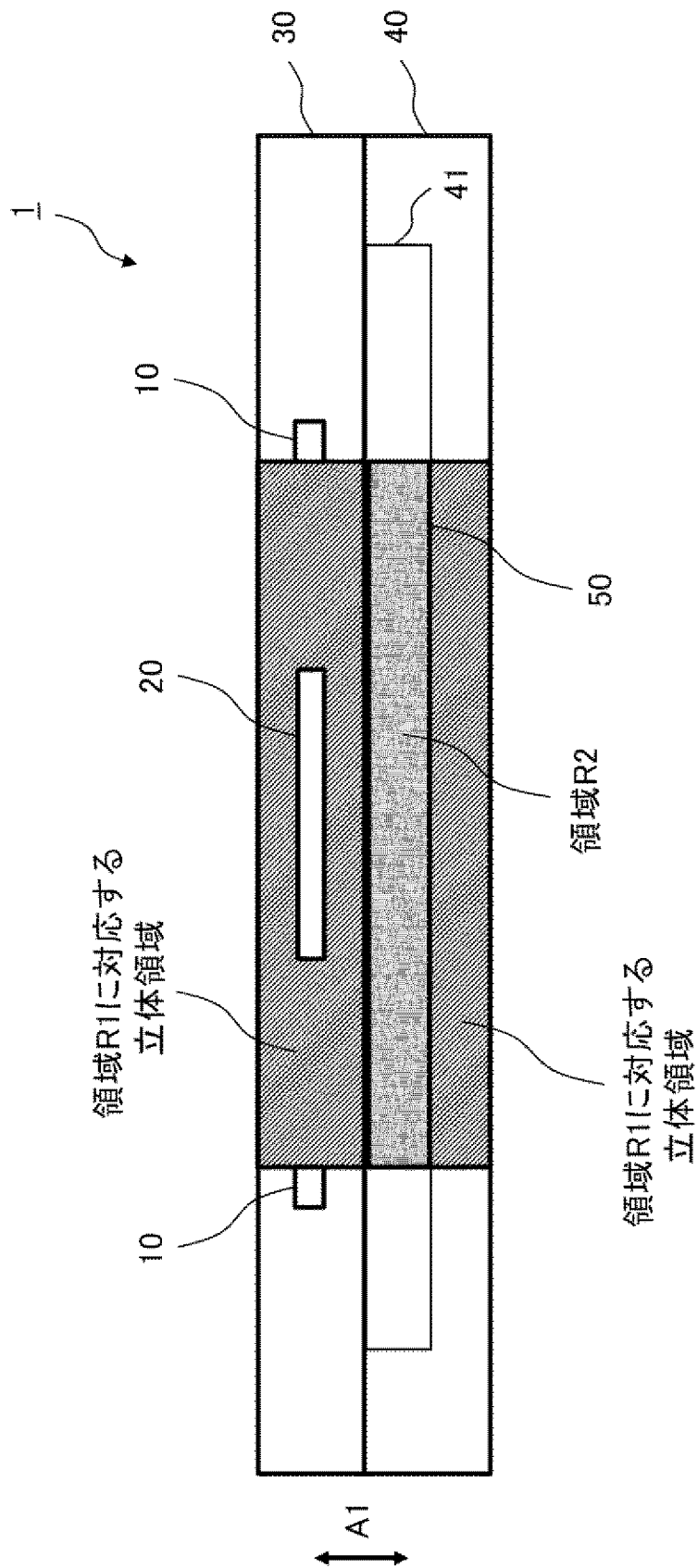
[図3]



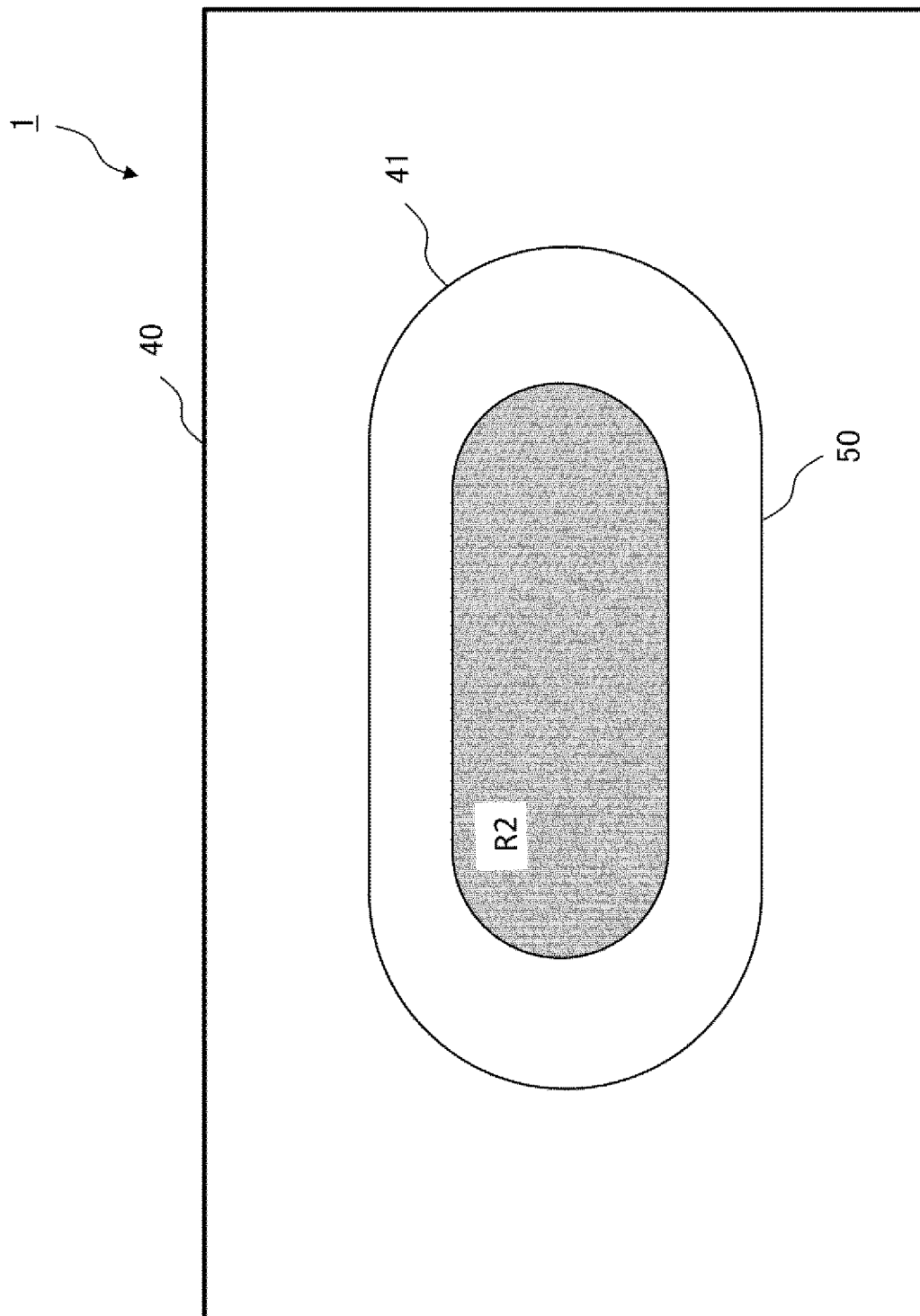
[図4]



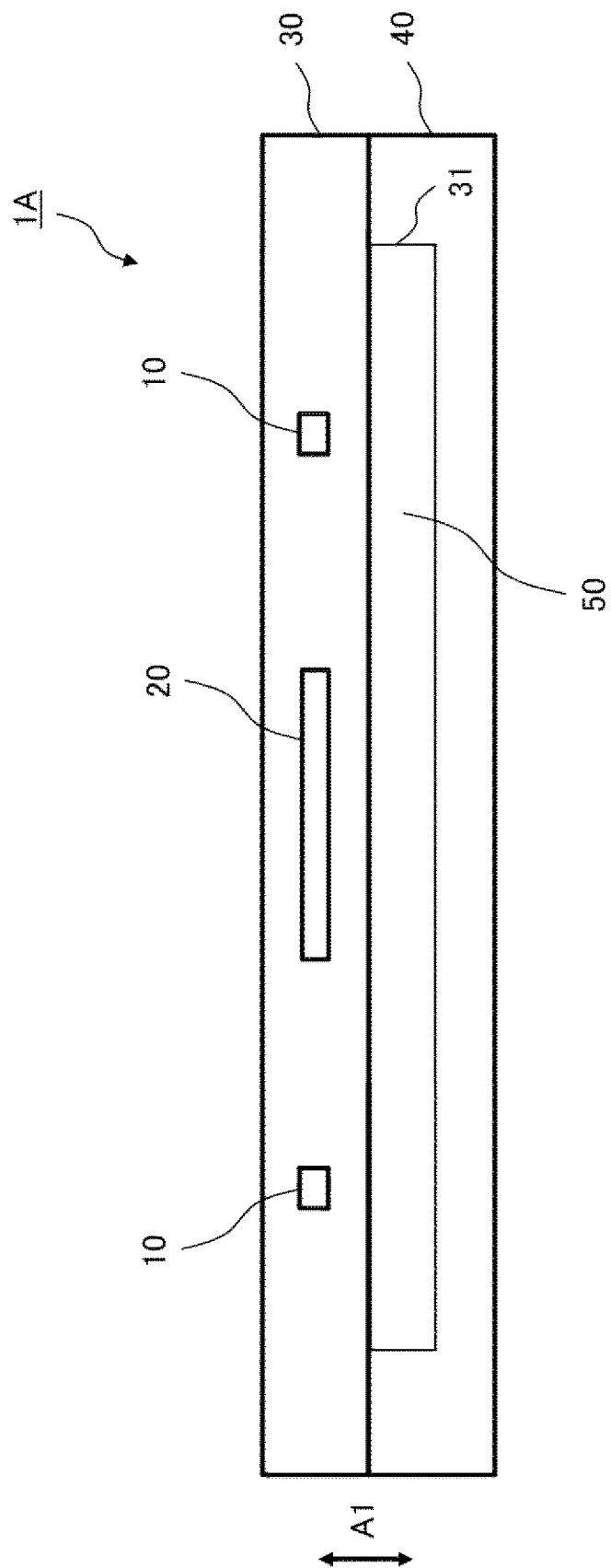
[図5]



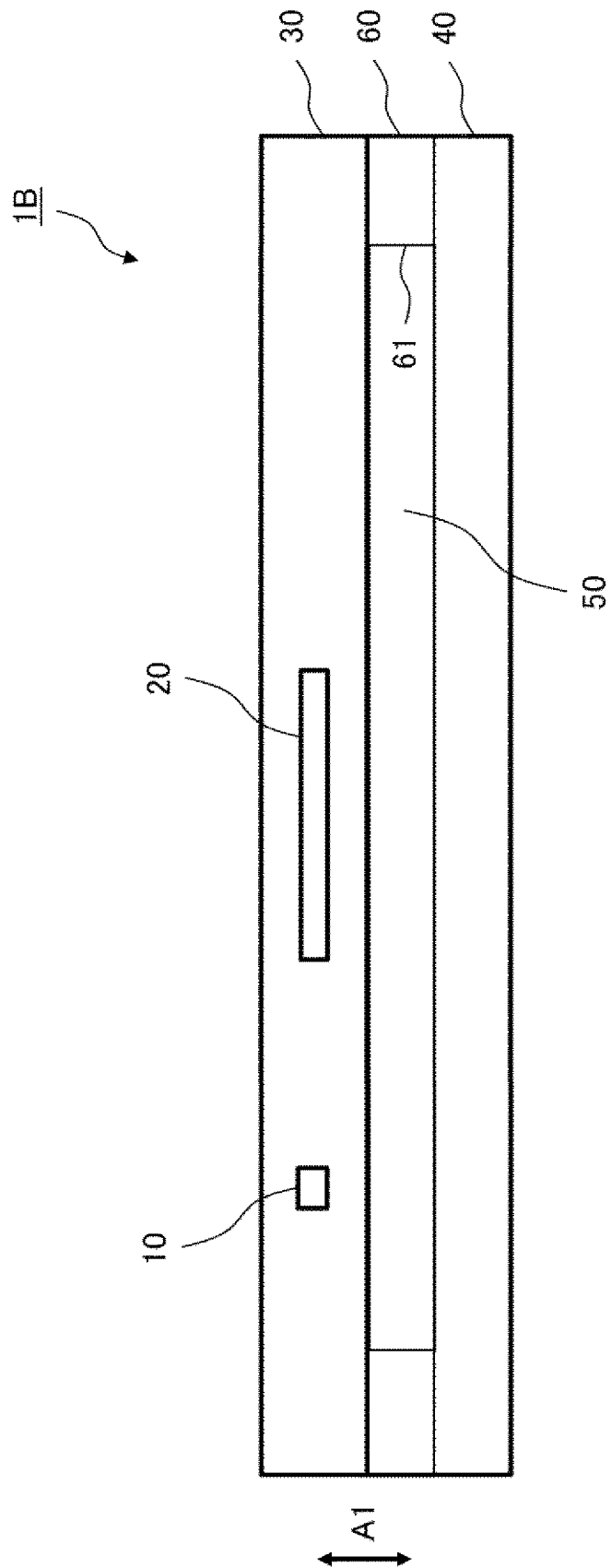
[図6]



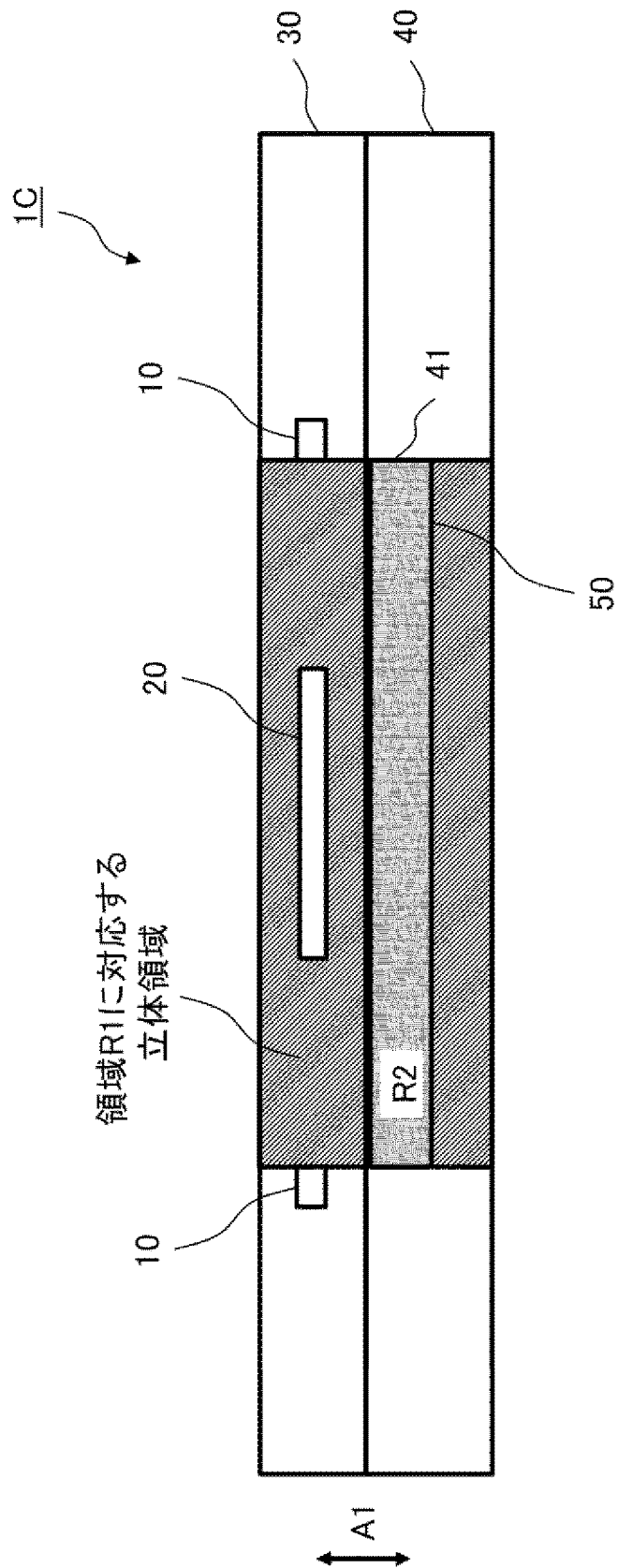
[図7]



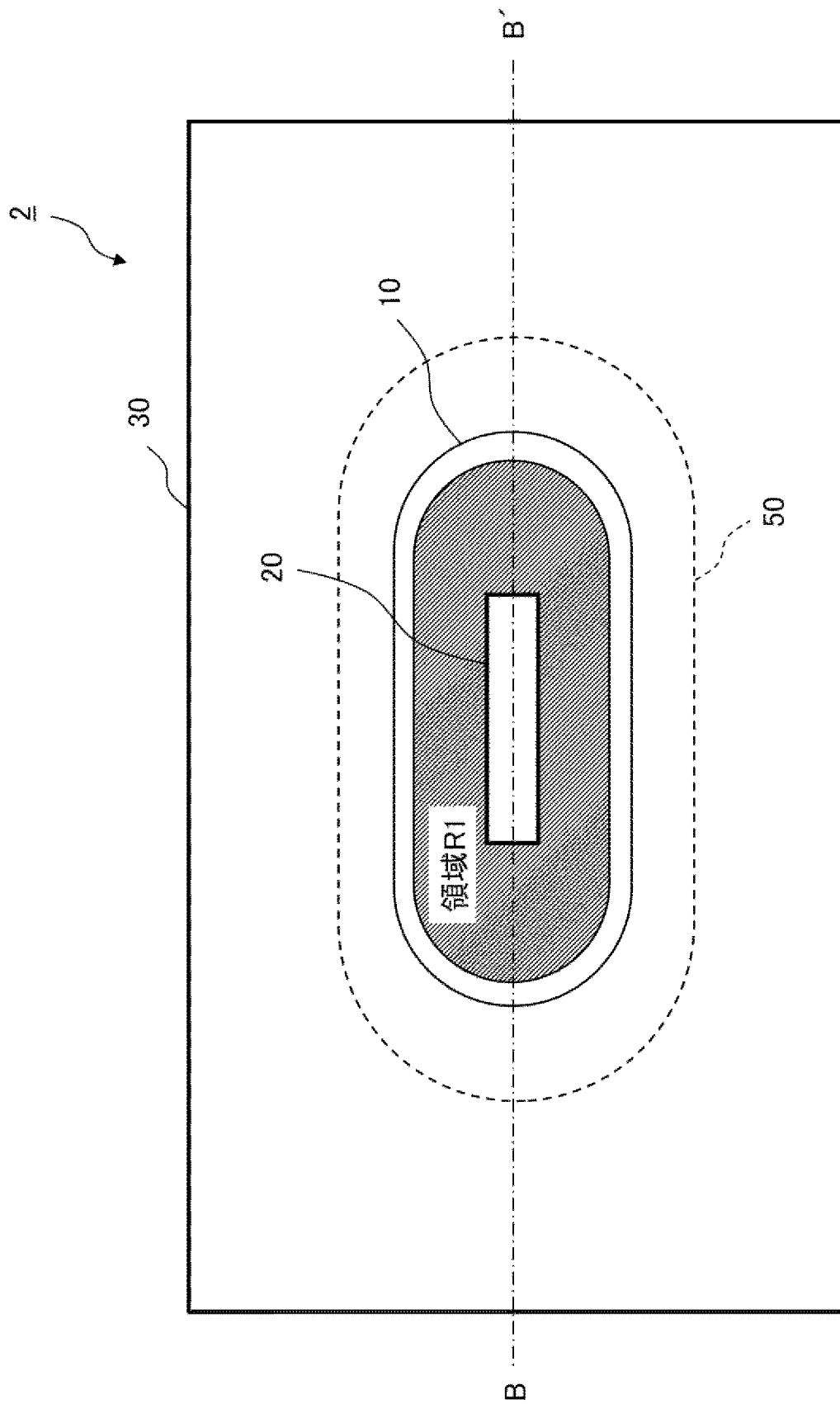
[図8]



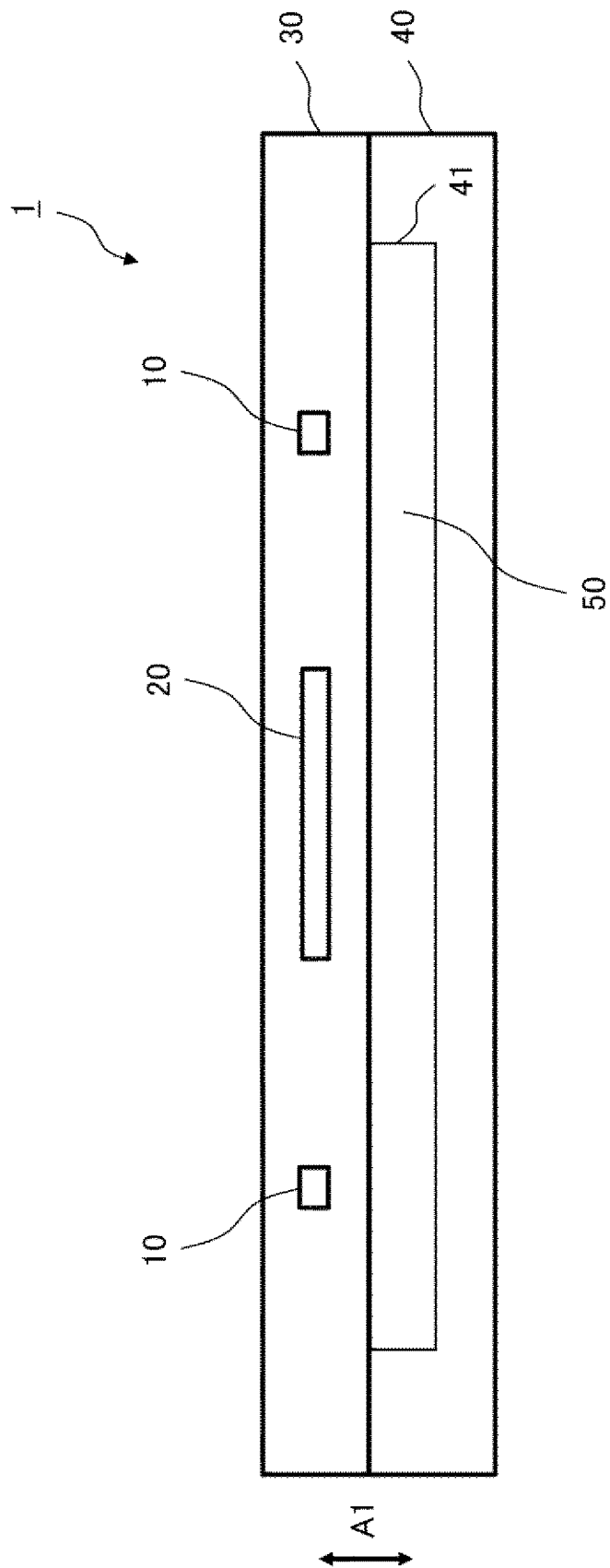
[図9]



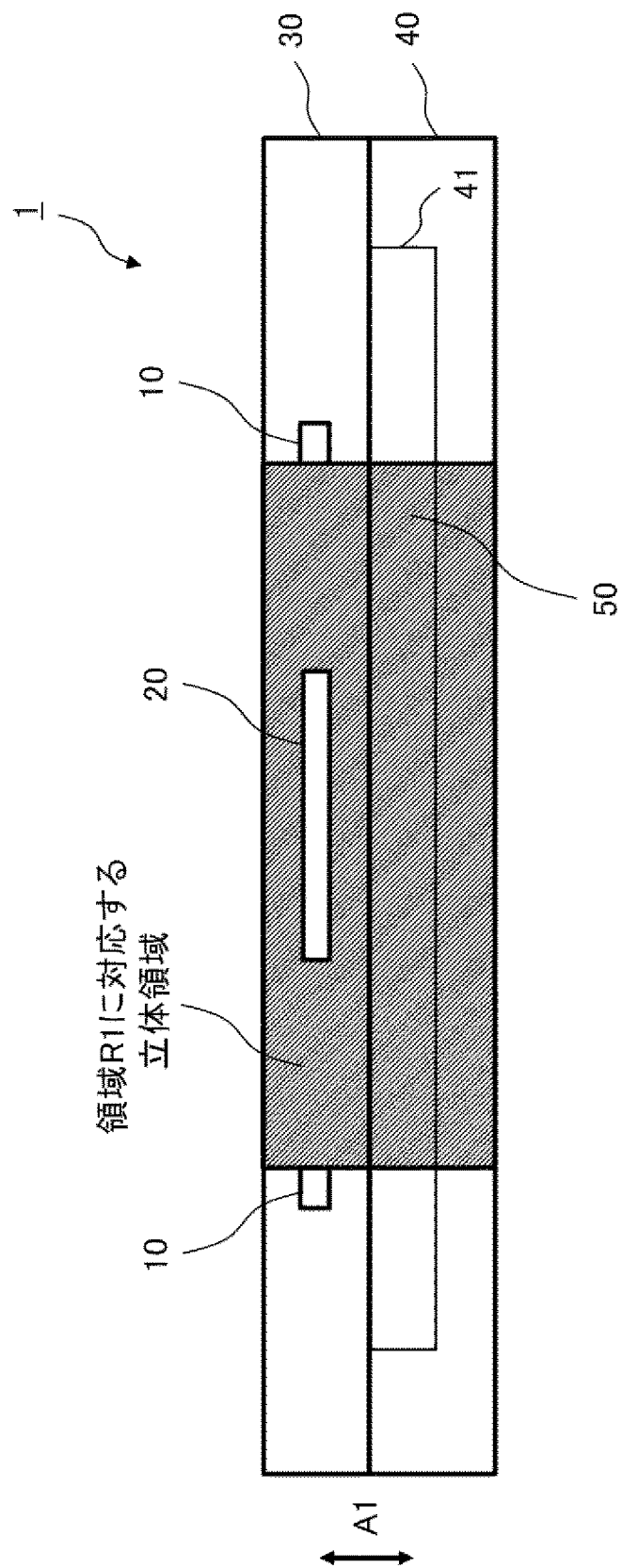
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/004102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/122**(2006.01)i

FI: G02B6/122

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)

G02B6/12-6/14; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00; 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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/0247021 A1 (SUN MICROSYSTEMS, INC.) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0038]-[0053], fig. 1-3	1-6
Y	US 2021/0109382 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 15 April 2021 (2021-04-15) paragraphs [0016]-[0033], fig. 1-4	1-6
Y	US 2009/0245296 A1 (SANTORI, C. et al.) 01 October 2009 (2009-10-01) paragraphs [0044]-[0047], fig. 2	1-6
A	US 2011/0235962 A1 (ORACLE INTERNATIONAL CORP.) 29 September 2011 (2011-09-29) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2020-95129 A (RENESAS ELECTRONICS CORPORATION) 18 June 2020 (2020-06-18) entire text, all drawings	1-6
A	US 2010/0054653 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 04 March 2010 (2010-03-04) entire text, all drawings	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2023

Date of mailing of the international search report

11 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/004102**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2022-61930 A (JUNIPER NETWORKS, INC.) 19 April 2022 (2022-04-19) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2003-84252 A (HITACHI CABLE LTD.) 19 March 2003 (2003-03-19) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2015-519618 A (MICRON TECHNOLOGY, INC.) 09 July 2015 (2015-07-09) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2011/065384 A1 (CITIZEN HOLDINGS CO., LTD.) 03 June 2011 (2011-06-03) entire text, all drawings	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/004102

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010/0247021	A1	30 September 2010	WO	2010/117701	A2	
				EP	2414888	A2	
				CN	102414600	A	
US	2021/0109382	A1	15 April 2021	US	2021/0263350	A1	
US	2009/0245296	A1	01 October 2009	US	8179935	B2	
US	2011/0235962	A1	29 September 2011	US	8971674	B2	
JP	2020-95129	A	18 June 2020	US	2020/0192039	A1	
US	2010/0054653	A1	04 March 2010	WO	2010/025260	A1	
				EP	2324494	A1	
JP	2022-61930	A	19 April 2022	US	2022/0107542	A1	
				EP	3982192	A1	
				CN	114296260	A	
				KR	10-2022-0046403	A	
				TW	202232201	A	
JP	2003-84252	A	19 March 2003	(Family: none)			
JP	2015-519618	A	09 July 2015	US	2013/0336613	A1	
				WO	2013/188542	A1	
				EP	2862014	A1	
				TW	201407727	A	
				KR	10-2015-0018848	A	
				CN	104395797	A	
WO	2011/065384	A1	03 June 2011	US	2012/243825	A1	
				CN	102667578	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/122(2006.01)i FI: G02B6/122										
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）） G02B6/12-6/14; G02F1/00-1/125; G02F1/21-7/00; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	US 2010/0247021 A1 (SUN MICROSYSTEMS, INC.) 30.09.2010 (2010-09-30) 段落 [0038] - [0053], 第1-3図	1-6								
Y	US 2021/0109382 A1 (CISCO TECHNOLOGY, INC.) 15.04.2021 (2021-04-15) 段落 [0016] - [0033], 第1-4図	1-6								
Y	US 2009/0245296 A1 (SANTORI, C. et al.) 01.10.2009 (2009-10-01) 段落 [0044] - [0047], 第2図	1-6								
A	US 2011/0235962 A1 (ORACLE INTERNATIONAL CORPORATION) 29.09.2011 (2011-09-29) 全文, 全図	1-6								
A	JP 2020-95129 A (ルネサスエレクトロニクス株式会社) 18.06.2020 (2020-06-18) 全文, 全図	1-6								
A	US 2010/0054653 A1 (BAE SYSTEMS INFORMATION AND ELECTRONIC SYSTEMS INTEGRATION INC.) 04.03.2010 (2010-03-04) 全文, 全図	1-6								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 23.03.2023		国際調査報告の発送日 11.04.2023								
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） 山本 元彦 2L 3914 電話番号 03-3581-1101 内線 3295								

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 2022-61930 A (ジュニパー ネットワークス, インコーポレーテッド) 19.04.2022 (2022 - 04 - 19) 全文, 全図	1-6
A	JP 2003-84252 A (日立電線株式会社) 19.03.2003 (2003 - 03 - 19) 全文, 全図	1-6
A	JP 2015-519618 A (マイクロン テクノロジー, インク.) 09.07.2015 (2015 - 07 - 09) 全文, 全図	1-6
A	W0 2011/065384 A1 (シチズンホールディングス株式会社) 03.06.2011 (2011 - 06 - 03) 全文, 全図	1-6

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/JP2023/004102

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2010/0247021	A1	30.09.2010	WO	2010/117701	A2	
				EP	2414888	A2	
				CN	102414600	A	
US	2021/0109382	A1	15.04.2021	US	2021/0263350	A1	
US	2009/0245296	A1	01.10.2009	US	8179935	B2	
US	2011/0235962	A1	29.09.2011	US	8971674	B2	
JP	2020-95129	A	18.06.2020	US	2020/0192039	A1	
US	2010/0054653	A1	04.03.2010	WO	2010/025260	A1	
				EP	2324494	A1	
JP	2022-61930	A	19.04.2022	US	2022/0107542	A1	
				EP	3982192	A1	
				CN	114296260	A	
				KR	10-2022-0046403	A	
				TW	202232201	A	
JP	2003-84252	A	19.03.2003	(ファミリーなし)			
JP	2015-519618	A	09.07.2015	US	2013/0336613	A1	
				WO	2013/188542	A1	
				EP	2862014	A1	
				TW	201407727	A	
				KR	10-2015-0018848	A	
				CN	104395797	A	
WO	2011/065384	A1	03.06.2011	US	2012/243825	A1	
				CN	102667578	A	