

(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
2019年3月7日(07.03.2019)



(10) 国際公開番号

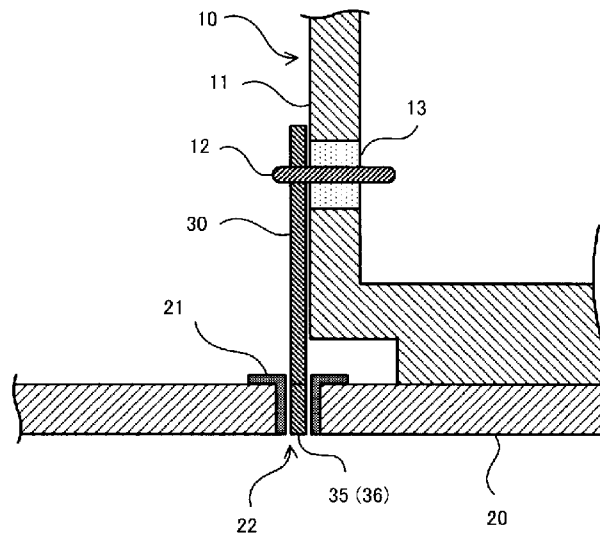
WO 2019/044675 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/01 (2006.01) *H05K 1/14* (2006.01)
H05K 1/11 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/031271
- (22) 国際出願日: 2018年8月24日(24.08.2018)
- (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 2017-166380 2017年8月31日(31.08.2017) JP
- (71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社
(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO.,LTD.) [JP/
JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6
番地 2 8 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮崎 徳一 (MIYAZAKI Norikazu);
〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地
- 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo
(JP). 加藤 圭 (KATOU Kei); 〒1028465 東京
都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セ
メント株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田村 爾, 外 (TAMURA Chikashi et al.);
〒1070052 東京都港区赤坂 1 丁目 3 番 1 9
号 芳明ビル 4 階 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, 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,

(54) Title: OPTICAL CONTROL MODULE

(54) 発明の名称: 光制御モジュール

[図3A]



(57) **Abstract:** Provided is a structure for connecting a flexible substrate attached to a housing-side surface of an optical control module to an external substrate, wherein the connection structure has high mechanical reliability while achieving space savings and enhanced high-frequency characteristics. An insertion part (136) inserted in a slit (122) provided in an external substrate is formed in the vicinity of an external substrate (120) side of a flexible substrate (130). The insertion part has ground terminals (135B, 135C) and a signal terminal (135A) to which a high-frequency signal is inputted, and is a structure for integrally supporting the signal terminal (135A) and the ground terminals (135B, 135C).



WO 2019/044675 A1

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))

(57) 要約: 光制御モジュールの筐体側面に取り付けたフレキシブル基板を外部基板に接続する構造において、省スペース化及び高周波特性の向上を図りつつ、機械的信頼性の高い接続構造を提供する。フレキシブル基板(130)の外部基板(120)側の辺に、外部基板に設けられたスリット(122)に挿入される挿入部(136)が形成される。この挿入部は、高周波信号が入力される信号端子(135A)と接地端子(135B, 135C)とを有し、かつ、信号端子(135A)及び接地端子(135B, 135C)を一体的に支持する構造である。

明 細 書

発明の名称：光制御モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子を筐体内に収容した光制御モジュールに関する。

背景技術

[0002] 光通信分野において、高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子と、該光制御素子を収容する筐体とを備えた光制御モジュールが利用されている。光制御モジュールの一例として、光波を変調する光変調素子を筐体内に収容した光変調器が挙げられる。光変調器は、例えば、送受信機モジュール（トランスポンダ）内に搭載される。

特許文献１には、外部基板（例えば、送受信機モジュール内のプリント基板）上に配置される光変調器において、光変調器の筐体内に収容された光変調素子を、フレキシブル基板を介して外部基板と電氣的に接続する構成が開示されている。

[0003] 光変調器の筐体に対するフレキシブル基板の取り付け位置としては、筐体底面（すなわち、筐体と外部基板の間）と、筐体側面（外部基板に垂直な面）とが挙げられる。

図１は、筐体底面にフレキシブル基板を配置する例を示す断面図である。光変調器１０は、光変調素子（不図示）を金属製の筐体１１内に収容した構造であり、外部基板２０上に配置される。図１では、光変調素子と電氣的に接続されるリードピン１２が、筐体底面の貫通孔に配置され、ガラス等の封止材１３を貫通孔に充填して固定される。光変調素子とリードピンの電氣的接続は、中継基板を介して行われる場合もある。また、リードピンは、別体の金属部品にリードピンをガラス封着した後に筐体に固定される場合もある。筐体底面には、外部基板２０との間に介在するようにフレキシブル基板３０が取り付けられる。フレキシブル基板３０には、中継伝送線路が形成され

ており、その一部はリードピン 12 と接続されると共に、他の一部は外部基板 20 に設けられた電極 21 と接続される。光変調器 10 の筐体 11 内に收容された光変調素子は、外部基板 20 からフレキシブル基板 30 及びリードピン 12 を介して供給される高周波信号を用いて、光波の変調を行う。

- [0004] 図 2 は、筐体側面にフレキシブル基板を配置する例を示す断面図である。図 2 では、光変調素子と電氣的に接続されるリードピン 12 が、筐体側面の貫通孔に配置され、封止材 13 を貫通孔に充填して固定される。フレキシブル基板 30 は、筐体 11 の側壁に沿って縦方向に取り付けられ、外部基板 20 に向かう途中で横方向になるように湾曲される。すなわち、フレキシブル基板 30 は、筐体 11 の側壁と外部基板 20 の上面に沿って、略 L 字状の断面形状を描くように湾曲される。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献 1：特開 2017-67981 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 従来、筐体側面にフレキシブル基板を配置する場合には、図 2 に示すように、フレキシブル基板を L 字状に湾曲させていた。しかしながら、フレキシブル基板の湾曲には或る程度の距離を必要とするため、比較的大きな実装面積が必要であった。また、フレキシブル基板上の中継伝送線路が長くなり、高周波特性が劣化という問題があった。また、フレキシブル基板とリードピンとの接続部、及びフレキシブル基板と外部基板との接続部には、フレキシブル基板の湾曲に伴う応力が加わるため、接続強度の低下が懸念されていた。

上記問題の解決策として、フレキシブル基板の外部基板側の辺から突出させた挿入部に端子部を形成すると共に外部基板に貫通孔を形成し、フレキシブル基板の端子部を外部基板の貫通孔に挿入する構造が検討されている。

[0007] 図3A、図3Bは、筐体側面にフレキシブル基板を湾曲させずに配置する例を示す断面図、及び外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。また、図4A、図4Bは、図3の配置で利用できるフレキシブル基板の表面の例及び裏面の例を示している。

フレキシブル基板30は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極33と、基板裏面の略全面に形成された接地電極34とを有し、信号電極33及び接地電極34によってマイクロストリップ構造の伝送線路部32が形成されている。また、フレキシブル基板30は、外部基板20と接続される端子部として、高周波信号が入力される信号端子35Aと、その近傍に配置される接地端子35B、35Cとを有する。これら端子部35A～35Cは、フレキシブル基板30の外部基板20側の辺から突出させた挿入部36に形成される。挿入部36は、端子部35A～35Cを独立に支持するように形成されている。すなわち、3つの独立した挿入部36に、端子部35A～35Cがそれぞれ形成されている。信号端子35Aは、信号電極33を介して、筐体10のリードピン12に対する接続部31Aと接続される。接地端子35B、35Cは、接地電極34を介して、筐体10に設けられた接地ピン（不図示）に対する接続部31B、31Cと接続される。

[0008] 外部基板20は、端子部35A～35Cの配置に対応する貫通孔22A～22Cを有する。貫通孔22A～22Cには、その表面を覆うように電極21A～21Cが形成されており、フレキシブル基板30の端子部35A～35Cがそれぞれ挿通されて、半田（不図示）によって固定される。

このような縦差しの配置構造によれば、省スペース化（フレキシブル基板の実装面積の抑制）及び高周波特性の向上を図ることができる。

[0009] しかしながら、図3、図4に示したような構造だと、フレキシブル基板に設ける挿入部（36）が細長くなるため、フレキシブル基板の型抜き加工が難しく、実装時の強度にも問題がある。すなわち、挿入部の変形（例えば折れ曲がり）及びそれによる各端子部（35A～35C）の割れが発生しやすい。また、挿入部の付け根の角部分（37）に応力が集中して、この部分が

ら基板切れを起こして破損しやすい。また、各々の挿入部を、加工や強度に問題がない大きさとする、高密度実装が難しくなり、更に高周波特性も劣化してしまう。

[0010] 本発明が解決しようとする課題は、上述したような問題を解決し、光制御モジュールの筐体側面に取り付けたフレキシブル基板を外部基板に接続する構造において、省スペース化及び高周波特性の向上を図りつつ、機械的信頼性の高い接続構造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

[0011] 上記課題を解決するため、本発明の光変調器は、以下のような技術的特徴を有する。

(1) 高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子と、該光制御素子を収容する筐体とを備えた光制御モジュールにおいて、該光制御モジュールが搭載される外部基板から供給される該高周波信号を該光制御モジュールに伝送するためのフレキシブル基板を有し、該フレキシブル基板は、該筐体の側壁に面するように配置され、該フレキシブル基板の該外部基板側の辺に、該外部基板に設けられたスリットに挿入される挿入部が形成され、該挿入部は、該高周波信号が入力される信号端子と接地端子とを有し、かつ、該信号端子及び該接地端子を一体的に支持していることを特徴とする。

[0012] (2) 上記(1)に記載の光制御モジュールにおいて、該挿入部が該スリットに挿入される方向における該信号端子の長さは、該方向における該接地端子の長さよりも短いことを特徴とする。

[0013] (3) 上記(1)又は(2)に記載の光制御モジュールにおいて、該接地端子は、該挿入部の先端側において該信号端子を囲むように形成されることを特徴とする。

[0014] (4) 上記(1)乃至請求項(3)のいずれかに記載の光制御モジュールにおいて、該フレキシブル基板は、複数の高周波信号が入力されると共に、それぞれの高周波信号に対して該挿入部を有することを特徴とする。

[0015] (5) 上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の光制御モジュールにおい

て、該挿入部は、角を丸めた平面形状を有することを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、信号端子及び接地端子を一体的に支持する構造の挿入部をフレキシブル基板に設けたので、省スペース化及び高周波特性の向上を図りつつ、機械的信頼性の高い接続構造を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]筐体底面にフレキシブル基板を配置する例を示す断面図である。

[図2]筐体側面にフレキシブル基板を湾曲させて配置する例を示す断面図である。

[図3A]筐体側面にフレキシブル基板を湾曲させずに配置する例を示す断面図である。

[図3B]図3Aの配置における外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。

[図4A]図3Aの配置で使用するフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図4B]図4Aのフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図5A]第1実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図5B]第1実施例に係るフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図6A]第1実施例に係る外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。

[図6B]図6AにおけるA-A'線に沿った断面図である。

[図6C]図6AにおけるB-B'線に沿った断面図である。

[図7A]第2実施例に係る外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。

[図7B]第3実施例に係る外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。

[図7C]第4実施例に係る外部基板とフレキシブル基板の接続構造の例を示す平面図である。

[図8A]第5実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図8B]第5実施例に係るフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図9A]第6実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図9B]第6実施例に係るフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図10A]第7実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図10B]第7実施例に係るフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図11A]第8実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図11B]第8実施例に係るフレキシブル基板の裏面の例を示す図である。

[図12]第9実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

[図13]第10実施例に係るフレキシブル基板の表面の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明に係る光制御モジュールについて説明する。なお、以下の実施形態で示す例によって本発明が限定されるものではない。

光制御モジュールは、高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子と、該光制御素子を収容する筐体とを備える。光制御モジュールの筐体側面には、光制御モジュールが搭載される外部基板から供給される高周波信号を光制御モジュールに伝送するためのフレキシブル基板が取り付けられる。すなわち、光制御モジュールの筐体側壁に面するように、フレキシブル基板が配置される。なお、光制御モジュールの筐体側面にフレキシブル基板を取り付ける構造は、図3Aを用いて説明した従来例と同様であるため、説明を省略する。

[0019] 本発明に係る光制御モジュールでは、例えば図5、図6に示すように、フレキシブル基板(130)の外部基板(120)側の辺に、外部基板に設けられたスリット(122)に挿入される挿入部(136)が形成される。この挿入部は、高周波信号が入力される信号端子(135A)と接地端子(135B, 135C)とを有し、かつ、信号端子(135A)及び接地端子(135B, 135C)を一体的に支持する構造となっている。

フレキシブル基板は、例えば、ポリイミド又は液晶ポリマー等の素材をベ

ース基材（基板）に使用し、ベース基材上に貼り合わせた銅箔等がパターン化されて電極が形成されている。電極の厚みは、例えば、 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ である。また一般には、端子部には必要に応じて金などの金属メッキが施され、配線パターン上はカバー材で覆われる。

[0020] 光制御モジュールとしては、一例として、光波を変調する光変調素子を筐体内に收容した光変調器が挙げられる。光変調器は、例えば、送受信機モジュール（トランスポンダ）内に搭載される。この場合、送受信機モジュール内のプリント基板が、上記の外部基板に対応する。なお、光制御モジュールは、このような光変調器に限定されず、高周波信号を用いて光波を制御する種々の光制御素子を筐体内に收容したモジュールであり得る。

[0021] 以下、本発明に係る光制御モジュールにおけるフレキシブル基板の具体的な構成及び外部基板との接続構造について、実施例を挙げて説明する。

[第1実施例]

図5A、図5Bは、第1実施例に係るフレキシブル基板130の表面の例及び裏面の例を示す図である。図6Aは、第1実施例に係る外部基板120とフレキシブル基板130の接続構造の例を示す平面図である。図6Bは、図6AにおけるA-A'線に沿った断面図であり、図6Cは、図6AにおけるB-B'線に沿った断面図である。

[0022] フレキシブル基板130は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極133と、基板裏面の略全面に形成された接地電極134とを有し、信号電極133及び接地電極134によってマイクロストリップ構造の伝送線路部132が形成されている。また、フレキシブル基板130は、外部基板20と接続される端子部として、高周波信号が入力される信号端子135Aと、接地端子135B、135Cとを有する。これら端子部135A～135Cは、フレキシブル基板130の外部基板120側の辺から突出させた挿入部136に形成される。挿入部136は、端子部135A～135Cを一体的に支持するように形成されている。すなわち、単一の挿入部136に、端子部135A～135Cが形成されている。信号端子135Aは、信号電極

133を介して、光制御モジュールの筐体側壁に設けられたリードピンに対する接続部131Aと接続される。接地端子135B、135Cは、接地電極134を介して、筐体側壁に設けられた接地ピンに対する接続部131B、131Cと接続される。

[0023] 信号端子135Aは、基板表面と基板裏面の両方に形成されており、ビア及びキャストレーションにより基板表面と基板裏面で導通されている。接地端子135B、135Cも信号端子135Aと同様に、基板表面と基板裏面で導通されている。なお、本例では、マイクロストリップ構造の伝送線をフレキシブル基板に形成した例を示したが、コプレーナ構造などの他の平面高周波線路構造としてもよい。また、接地層に挟まれた多層構造のフレキシブル基板を用いて、高周波信号の伝送線を形成してもよい。外部基板も同様に、種々の線路構造とすることができ、また、多層基板を用いることもできる。

[0024] 外部基板120は、信号端子135A及び接地端子135B、135Cが形成された挿入部136が挿入されるスリット122を有する。スリット122の周囲には、フレキシブル基板130における信号端子135A及び接地端子135B、135Cの配置に対応させて、信号端子121A及び接地端子121B、121Cが形成されている。信号端子121Aは、外部基板120の上面に形成された信号電極123と接続されており、接地端子121B、121Cは、外部基板120の下面もしくは内層または信号電極の周囲に形成された接地電極124と直接に、またはビア等を介して間接的に接続されている。

[0025] フレキシブル基板130は、光制御モジュールの筐体側壁に面するように取り付けられ、筐体側壁に設けられたリードピン及び接地ピンと各接続部131A～Cとを半田により電氣的に接続して固定される。また、フレキシブル基板130は、外部基板120に対して垂直に配置され、挿入部136がスリット122に挿入される。フレキシブル基板130の信号端子135Aと外部基板120の信号端子121A、及び、フレキシブル基板130の接

地端子 135 B, 135 C と外部基板 120 の接地端子 121 B, 121 C は、それぞれ半田 140 により電氣的に接続して固定される。図 6 A では、フレキシブル基板 130 の表面及び裏面の両方で、信号端子間（121 A と 135 A の間）及び接地端子間（121 B, 121 C と 135 B, 135 C の間）を個別に半田接続している。なお、信号端子間は表面側のみで半田接続し、接地端子間は裏面側のみで半田接続するなど、他の態様の半田接続を施してもよい。また、外部基板の端子についても、上面及び下面の両方または片方に端子を設け、フレキシブル基板と半田接続してもよい。

[0026] 以上のように、第 1 実施例に係るフレキシブル基板は、外部基板側の辺に設けた挿入部が、信号端子と接地端子とを有し、かつ、信号端子及び接地端子を一体的に支持している。したがって、外部基板に対する挿入部を、信号端子及び接地端子のそれぞれに対して個別に設ける構成（図 4 参照）と比較して、大きいサイズとすることができる。これにより、フレキシブル基板の型抜き加工が容易になる。また、実装時の強度も向上させることができ、光制御モジュールを外部基板に搭載する際の取り扱いが容易となり、実装時のフレキシブル基板の破損を低減させることができる。このため、縦差しの配置構造により省スペース化及び高周波特性の向上を実現できるだけでなく、信号端子及び接地端子の一体的支持により機械的信頼性の高い接続構造を提供することができる。

[0027] ここで、第 1 実施例では、マイクロストリップ構造の伝送線路をフレキシブル基板に形成した例を示したが、コプレーナ構造などの他の平面高周波線路構造としてもよい。また、接地層に挟まれた多層構造のフレキシブル基板を用いて、高周波信号の伝送線路を形成してもよい。外部基板も同様に、種々の線路構造とすることができ、また、多層基板を用いることもできる。

[0028] また、フレキシブル基板の挿入部に設ける各端子は、表面及び裏面のそれぞれに信号電極及び接地電極を配置する構造に限定されず、マイクロストリップ構造、コプレーナ構造などの種々の高周波線路構造とすることもできる。この場合には、伝送線路部と端子部を同種の線路構造とすることで、伝送

線路部と端子部の間での構造変換を無くす（或いは小さくする）ことが可能となり、高周波特性の劣化を抑制できる。

[0029] [第2実施例]

図7Aは、第2実施例に係る外部基板220とフレキシブル基板230の接続構造の例を示す平面図である。第2実施例では、フレキシブル基板230の端子部をマイクロストリップ構造にしてある。すなわち、フレキシブル基板230は、外部基板220と接続される端子部として、基板表面の中央部分に延びる信号端子235Aと、基板裏面の略全面に形成された接地端子235Bとを有する。フレキシブル基板230の挿入部236は、これら信号端子235A及び接地端子235Bを有し、かつ、一体的に支持する。外部基板220にも、スリット222の周囲に、フレキシブル基板230の信号端子235A及び接地端子235Bの配置に対応させて、信号端子221A及び接地端子221Bが形成されている。フレキシブル基板230の信号端子235Aと外部基板220の信号端子221A、及び、フレキシブル基板230の接地端子235Bと外部基板220の接地端子221Bは、それぞれ半田140により電氣的に接続して固定される。

[0030] [第3実施例]

図7Bは、第3実施例に係る外部基板320とフレキシブル基板330の接続構造の例を示す平面図である。第3実施例では、フレキシブル基板330の端子部を信号面接地端子付きのマイクロストリップ構造にしてある。すなわち、フレキシブル基板330は、外部基板320と接続される端子部として、基板表面の中央部分に延びる信号端子335Aと、基板裏面の略全面に形成された接地端子335Bとを有する。また、接地端子335Bは、基板表面にも信号端子335Aを挟み込むように形成されており、基板裏面とビア及びキャストレーションにより導通されている。フレキシブル基板230の外部基板320側の辺に形成された挿入部336は、これら信号端子335A及び接地端子335Bを有し、かつ、一体的に支持する。外部基板320にも、スリット322の周囲に、フレキシブル基板330の挿入部33

6の信号端子335A及び接地端子335Bの配置に対応させて、信号端子321A及び接地端子321Bが形成されている。フレキシブル基板330の信号端子335Aと外部基板320の信号端子321A、及び、フレキシブル基板330の接地端子335Bと外部基板320の接地端子321Bは、それぞれ半田140により電氣的に接続して固定される。

[0031] [第4実施例]

図7Cは、第4実施例に係る外部基板420とフレキシブル基板430の接続構造の例を示す平面図である。第4実施例では、フレキシブル基板430の端子部を背面接地導体付きのコプレーナ構造にしてある。すなわち、フレキシブル基板430は、外部基板420と接続される端子部として、基板表面の中央部分に延びる信号端子435Aと、基板表面の信号端子435Aの近傍を除く部分に形成された接地端子435Bとを有する。また、接地端子435Bは、基板裏面にも略全面を覆うように形成されており、基板表面とビア及びキャストレーションにより導通されている。フレキシブル基板430の外部基板420側の辺に形成された挿入部436は、これら信号端子435A及び接地端子435Bを有し、かつ、一体的に支持する。外部基板420にも、スリット422の周囲に、フレキシブル基板430の挿入部436の信号端子435A及び接地端子435Bの配置に対応させて、信号端子421A及び接地端子421Bが形成されている。フレキシブル基板430の信号端子435Aと外部基板420の信号端子421A、及び、フレキシブル基板430の接地端子435Bと外部基板420の接地端子421Bは、それぞれ半田140により電氣的に接続して固定される。

[0032] 第2実施例～第4実施例によれば、フレキシブル基板側の構造と外部基板側の構造を、フレキシブル基板と外部基板の接続部で同様な構造となるようにしたので、接続部での構造変換が小さくすむ。これにより、フレキシブル基板と外部基板の接続部における高周波特性の劣化を抑制することができる。

[0033] [第5実施例]

図 8 A、図 8 B は、第 5 実施例に係るフレキシブル基板 5 3 0 の表面の例及び裏面の例を示す図である。フレキシブル基板 5 3 0 は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極 5 3 3 と、基板裏面の略全面に形成された接地電極 5 3 4 とを有する。また、フレキシブル基板 5 3 0 の外部基板側の辺に形成された挿入部 5 3 6 に、信号電極 5 3 3 に接続された信号端子 5 3 5 A と、接地電極 5 3 4 に接続された接地端子 5 3 5 B とを有する。信号端子 5 3 5 A は、挿入部 5 3 6 が外部基板のスリットに挿入される方向（以下、「基板挿入方向」という）における長さを、接地端子 5 3 5 B の長さよりも短くしてある。また、接地端子 5 3 5 B は、挿入部 5 3 6 の先端側において信号端子 5 3 5 A を囲むように形成されている。信号端子 5 3 5 A は、挿入部 5 3 6 の基板表面と基板裏面の両方に形成されており、ビアにより基板表面と基板裏面で導通されている。接地端子 5 3 5 B は、挿入部 5 3 6 の基板表面と基板裏面の両方に信号端子 5 3 5 A を囲むように形成されており、ビア及びキャストレーションにより基板表面と基板裏面で導通されている。

[0034] [第 6 実施例]

図 9 A、図 9 B は、第 6 実施例に係るフレキシブル基板 6 3 0 の表面の例及び裏面の例を示す図である。フレキシブル基板 6 3 0 は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極 6 3 3 と、基板裏面の略全面に形成された接地電極 6 3 4 とを有する。また、フレキシブル基板 6 3 0 の外部基板側の辺に形成された挿入部 6 3 6 に、信号電極 6 3 3 に接続された信号端子 6 3 5 A と、接地電極 6 3 4 に接続された接地端子 6 3 5 B とを有する。信号端子 6 3 5 A は、基板挿入方向における長さを、接地端子 6 3 5 B の長さよりも短くしてある。また、接地端子 6 3 5 B は、挿入部 6 3 6 の先端側において信号端子 6 3 5 A を囲むように形成されている。信号端子 6 3 5 A は、挿入部 6 3 6 の基板表面のみに形成されている。接地端子 6 3 5 B は、挿入部 6 3 6 の基板表面に信号端子 6 3 5 A を囲むように形成されると共に、挿入部 6 3 6 の基板裏面の略全面に形成されており、ビア及びキャストレーションにより基板表面と基板裏面で導通されている。

[0035] [第7実施例]

図10A、図10Bは、第7実施例に係るフレキシブル基板730の表面の例及び裏面の例を示す図である。フレキシブル基板730は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極733と、基板表面の中央部分に信号電極733を挟み込むように形成されると共に基板裏面の中央部分に形成された接地電極734とを有する。また、フレキシブル基板730の外部基板側の辺に形成された挿入部736に、信号電極733に接続された信号端子735Aと、接地電極734に接続された接地端子735Bとを有する。信号端子735Aは、基板挿入方向における長さを、接地端子735Bの長さよりも短くしてある。また、接地端子735Bは、挿入部736の先端側において信号端子735Aを囲むように形成されている。信号端子735Aは、挿入部736の基板表面のみに形成されている。接地端子735Bは、挿入部736の基板表面に信号端子735Aを囲むように形成されると共に、挿入部736の基板裏面の略全面に形成されており、ビア及びキャストレーションにより基板表面と基板裏面で導通されている。

[0036] [第8実施例]

図11A、図11Bは、第8実施例に係るフレキシブル基板830の表面の例及び裏面の例を示す図である。フレキシブル基板830は、基板表面の中央部分に上下方向に延びる信号電極833と、基板裏面の略全面に形成された接地電極834とを有する。また、フレキシブル基板730の外部基板側の辺に形成された挿入部836に、信号電極833に接続された信号端子835Aと、接地電極834に接続された接地端子835Bとを有する。信号端子835Aは、基板挿入方向における長さを、接地端子835Bの長さよりも短くしてある。信号端子835Aは、挿入部836の基板表面と基板裏面の両方に形成されており、ビアにより基板表面と基板裏面で導通されている。接地端子835Bは、挿入部836の基板表面と基板裏面の両方に形成されており、ビア及びキャストレーションにより基板表面と基板裏面で導通されている。

[0037] 第5実施例～第8実施例によれば、基板挿入方向における信号端子の長さを接地端子の長さよりも短くしたので、信号端子の先端がオープンプラグとして振る舞う影響を抑制できるので、高周波特性の劣化を抑制することができる。また、第5実施例～第7実施例では、接地端子を、挿入部の先端側において信号端子を囲むように形成したので、信号端子から放射される高周波信号が周囲に漏洩することを抑制することができる。これにより、信号品質の劣化、他の高周波線路に対する信号クロストーク、又はその他電子回路に対するノイズ源となることを抑制することができる。

[0038] [第9実施例]

図12は、第9実施例に係るフレキシブル基板930の表面の例を示す図である。フレキシブル基板930は、外部基板側の辺に4つの挿入部936A～936Dを有している。挿入部936A～936Dの各々は、信号端子及び接地端子を有し、かつ、一体的に支持する。すなわち、フレキシブル基板930は、複数の高周波信号が入力されると共に、それぞれの高周波信号に対応する挿入部936A～936Dを有している。

このような構造のフレキシブル基板は、複数の高周波信号を用いて光波を制御する光制御モジュール（例えば、100Gbps又はそれ以上のネスト型コヒーレント通信用の光変調器）に使用することができる。実施例ではネスト型コヒーレント変調器を想定して説明したが、用途によって挿入部の数は4つに限られず、必要に応じて複数設けることができる。

[0039] なお、外部基板は、各挿入部に対して個別にスリットを設けておく構成とすることで、外部基板の開口領域を必要最小限に抑えることができるので、基板の強度が低下することを防ぐことができる。また、各端子の接続部（すなわち、挿入部）は、高周波信号の放射及び結合が起きやすいが、高周波信号毎に接続部を分離できるので、信号クロストークを抑制することができる。

[0040] [第10実施例]

図13は、第10実施例に係るフレキシブル基板1030の表面の例を示

す図である。フレキシブル基板 1030 は、角を丸めた平面形状となっている。これにより、フレキシブル基板の角に応力が集中することを防いで、基板の破損を抑制することができる。特に、挿入部 1036 の付け根の角部分 1037 を丸めることで、この部分から基板切れが起きることを抑制することができる。更に、型抜き加工時の破損も防止することができる。また、信号端子及び接地端子を一体的に挿入部に設ける構造なので、挿入部の角を丸めても、信号端子と接地端子の間の距離が広がらずに済む。これに対し、信号端子及び接地端子で個別に挿入部を設ける構造では、挿入部の角を丸めるには、信号端子と接地端子の間の距離を広げざるを得ず、高周波特性の劣化を招くことになりかねない。

[0041] 以上、実施例に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した内容に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜設計変更することが可能である。また、各実施例を適宜組み合わせることで、効果が更に高まることは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0042] 本発明によれば、省スペース化及び高周波特性の向上を図りつつ、機械的信頼性の高い接続構造を有する光制御モジュールを提供することができる。

符号の説明

[0043] 10 光変調器
11 筐体
12 リードピン
13 封止材
20, 120, . . . , 420 外部基板
21 電極
22A～22C 貫通孔
23 信号電極
121A, . . . , 421A 信号端子
121B, . . . , 421B, 121C 接地端子

1 2 2, . . . , 4 2 2 スリット

1 2 3 信号電極

1 2 4 接地電極

3 0, 1 3 0, . . . , 1 0 3 0 フレキシブル基板

3 1 A ~ 3 1 C, 1 3 1 A ~ 1 3 1 C 接続部

3 2, 1 3 2 伝送線路部

3 3, 1 3 3, 5 3 3, . . . , 8 3 3 信号電極

3 4, 1 3 4, 5 3 4, . . . , 8 3 4 接地電極

3 5 A, 1 3 5 A, . . . , 8 3 5 A 信号端子

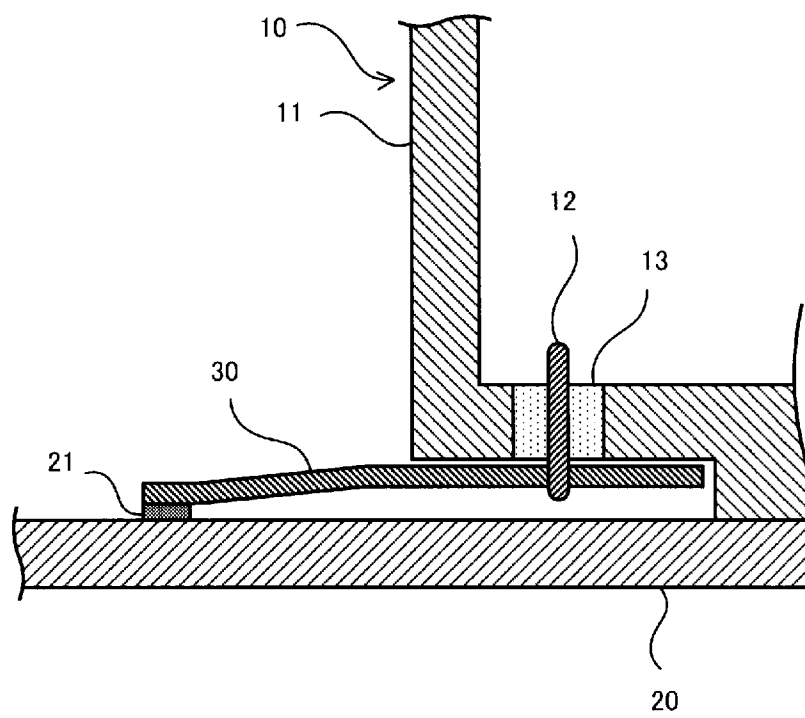
3 5 B, 1 3 5 B, . . . , 8 3 5 B, 3 5 C, 1 3 5 C, 8 3 5 C 接
地端子

3 6, 1 3 6, . . . , 1 0 3 6 挿入部

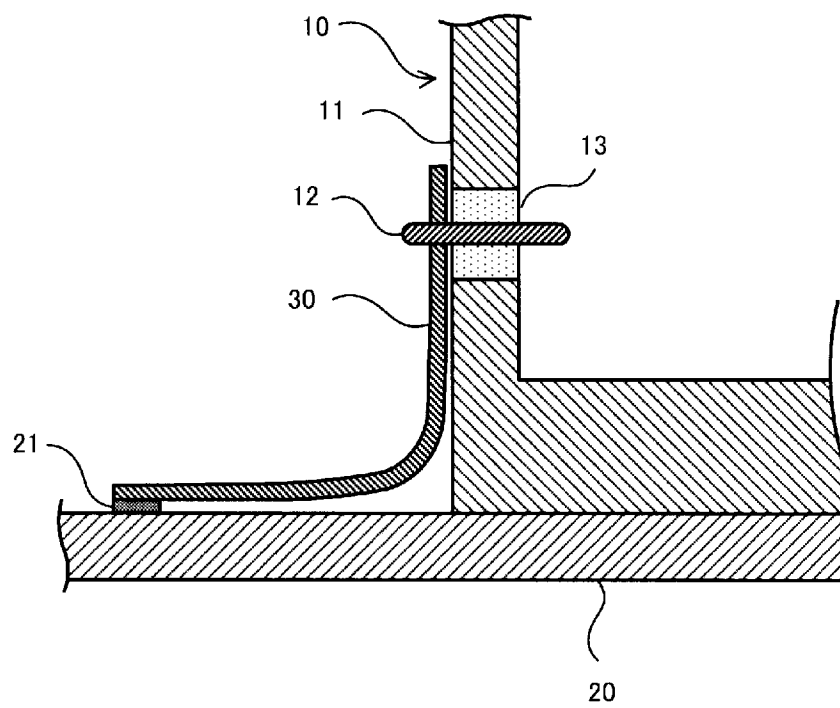
請求の範囲

- [請求項1] 高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子と、該光制御素子を収容する筐体とを備えた光制御モジュールにおいて、
- 該光制御モジュールが搭載される外部基板から供給される該高周波信号を該光制御モジュールに伝送するためのフレキシブル基板を有し、
- 該フレキシブル基板は、該筐体の側壁に面するように配置され、
- 該フレキシブル基板の該外部基板側の辺に、該外部基板に設けられたスリットに挿入される挿入部が形成され、
- 該挿入部は、該高周波信号が入力される信号端子と接地端子とを有し、かつ、該信号端子及び該接地端子を一体的に支持していることを特徴とする光制御モジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載の光制御モジュールにおいて、
- 該挿入部が該スリットに挿入される方向における該信号端子の長さは、該方向における該接地端子の長さよりも短いことを特徴とする光制御モジュール。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の光制御モジュールにおいて、
- 該接地端子は、該挿入部の先端側において該信号端子を囲むように形成されることを特徴とする光制御モジュール。
- [請求項4] 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光制御モジュールにおいて、
- 該フレキシブル基板は、複数の高周波信号が入力されると共に、それぞれの高周波信号に対して該挿入部を有することを特徴とする光制御モジュール。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の光制御モジュールにおいて、
- 該挿入部は、角を丸めた平面形状を有することを特徴とする光制御モジュール。

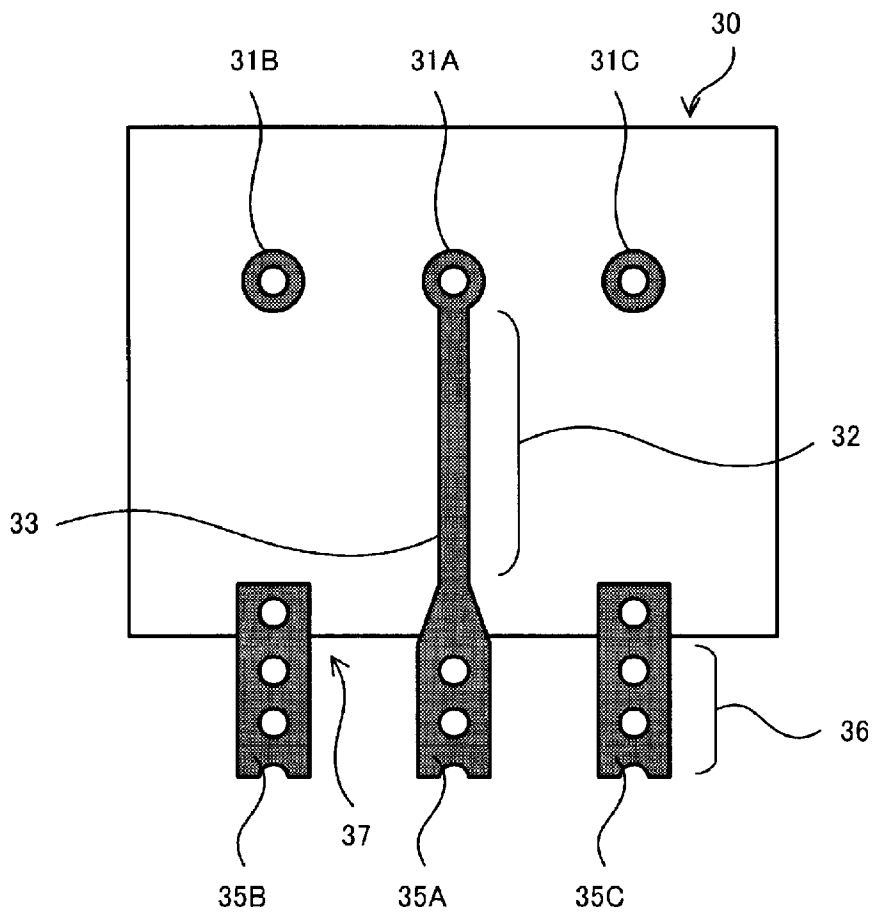
[図1]



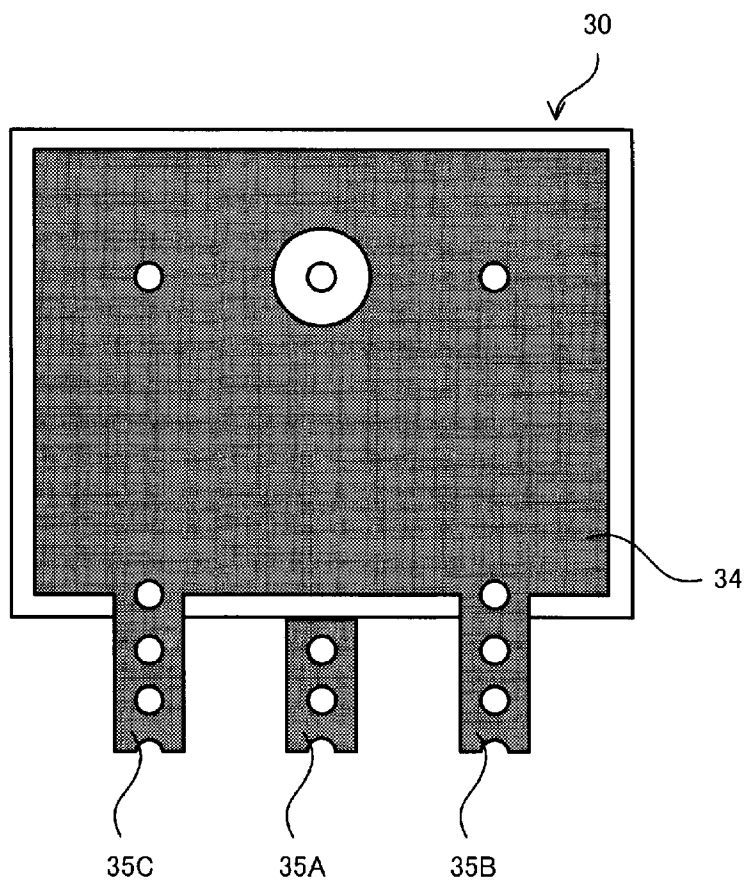
[図2]



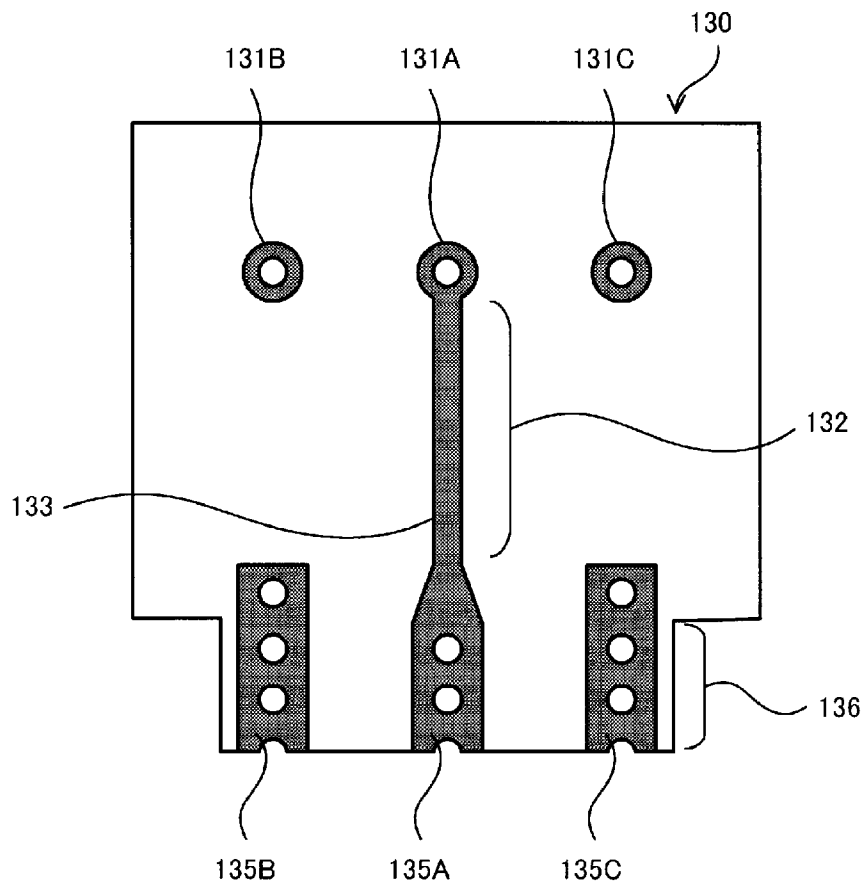
[図4A]



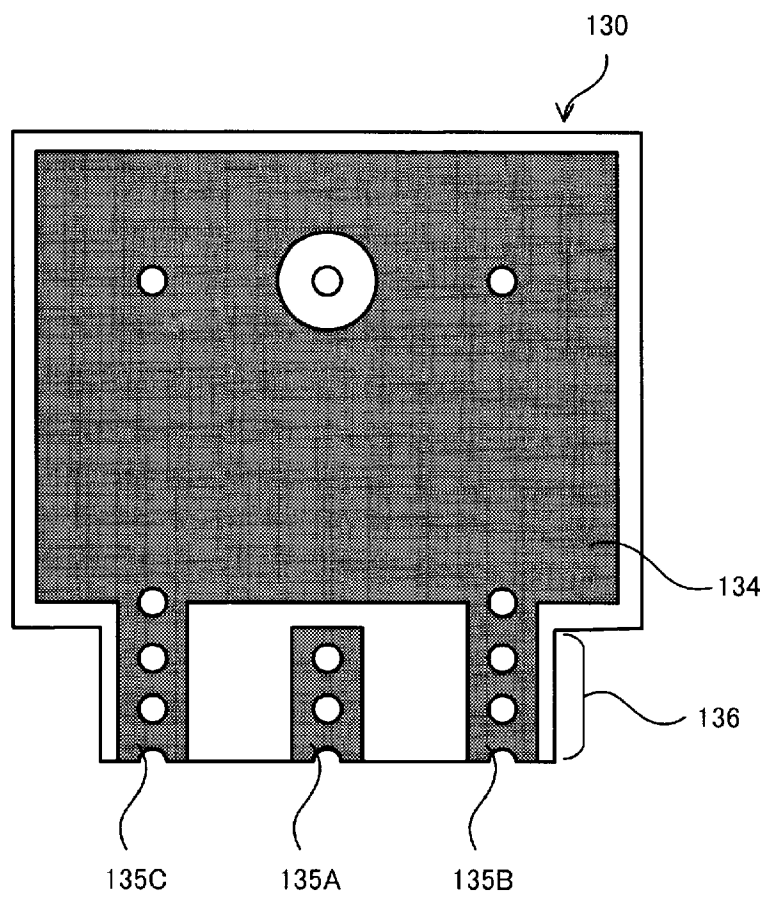
[図4B]



[図5A]

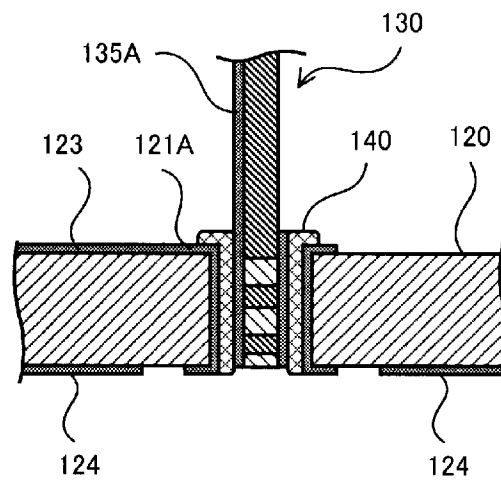


[図5B]

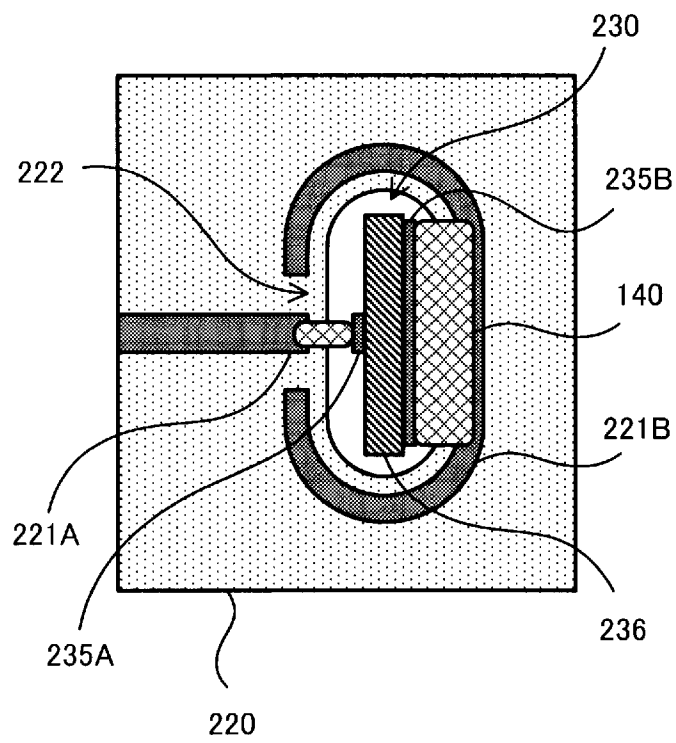


[illegible]

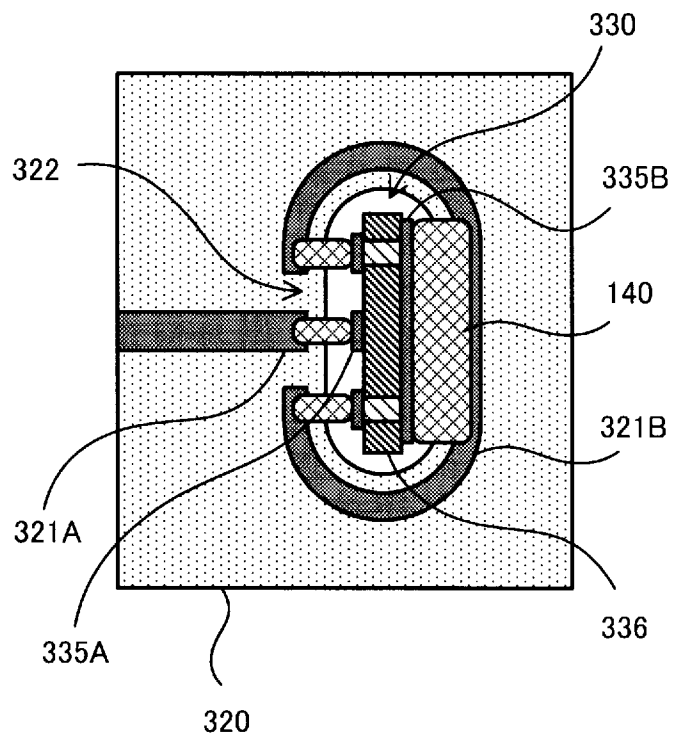
[図6C]



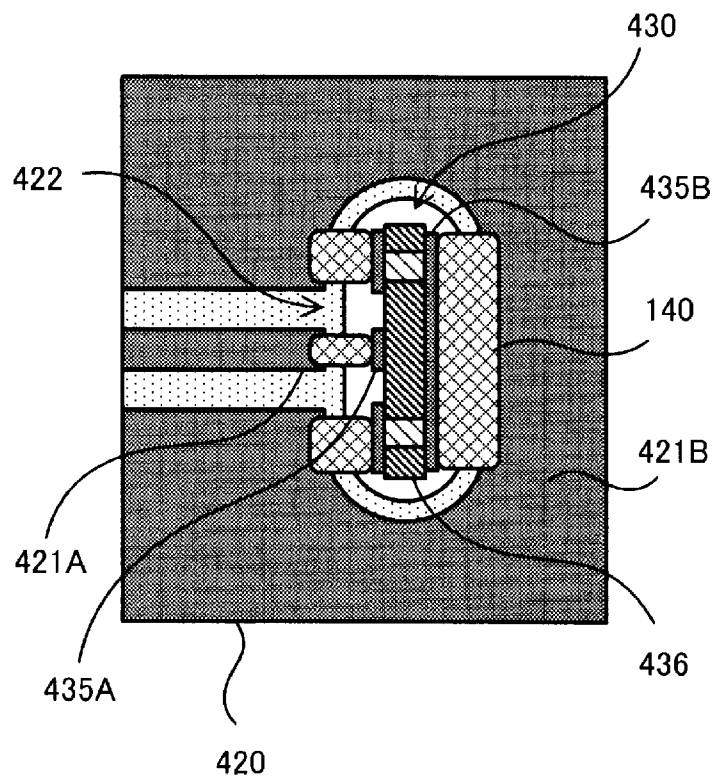
[図7A]



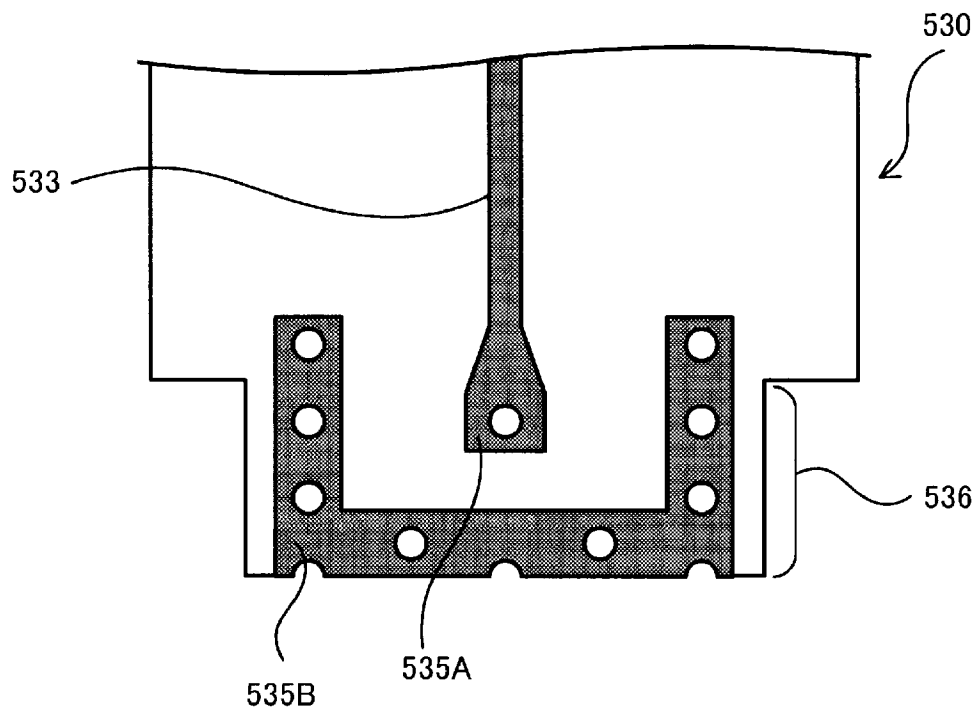
[図7B]



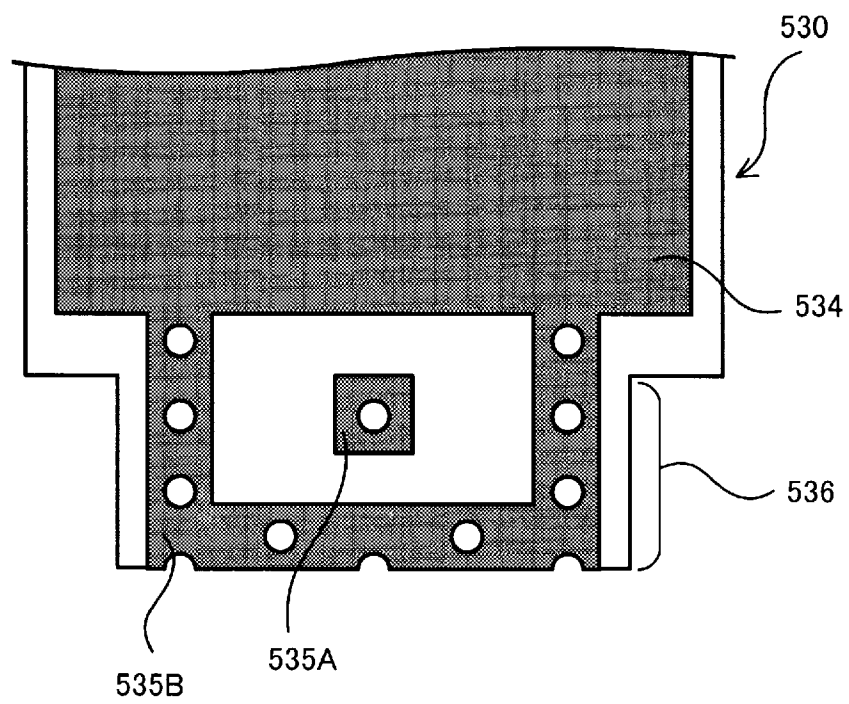
[図7C]



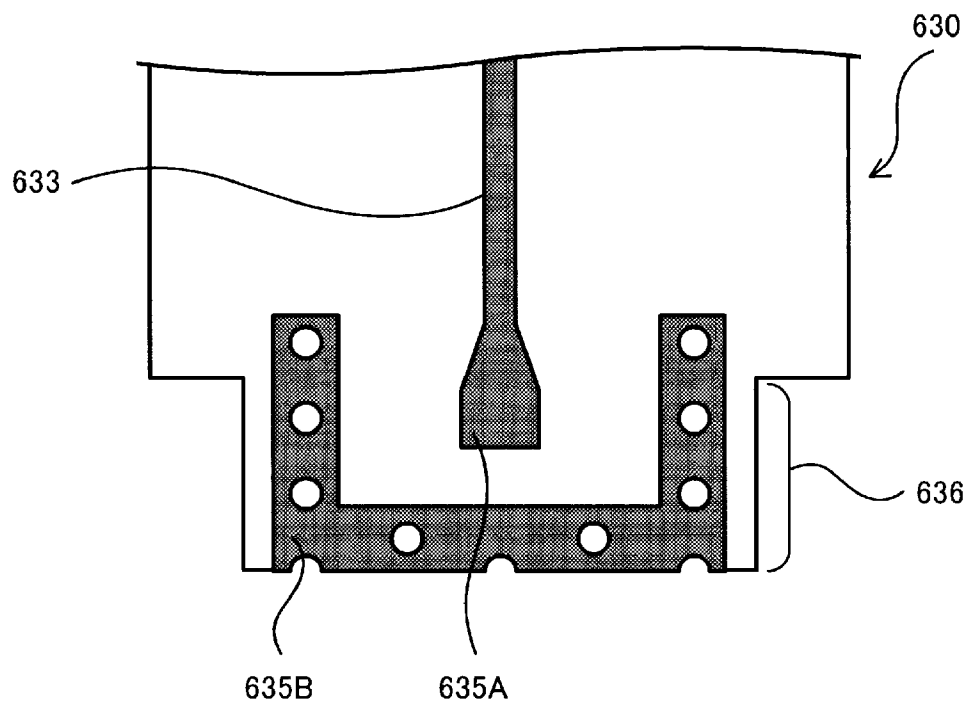
[図8A]



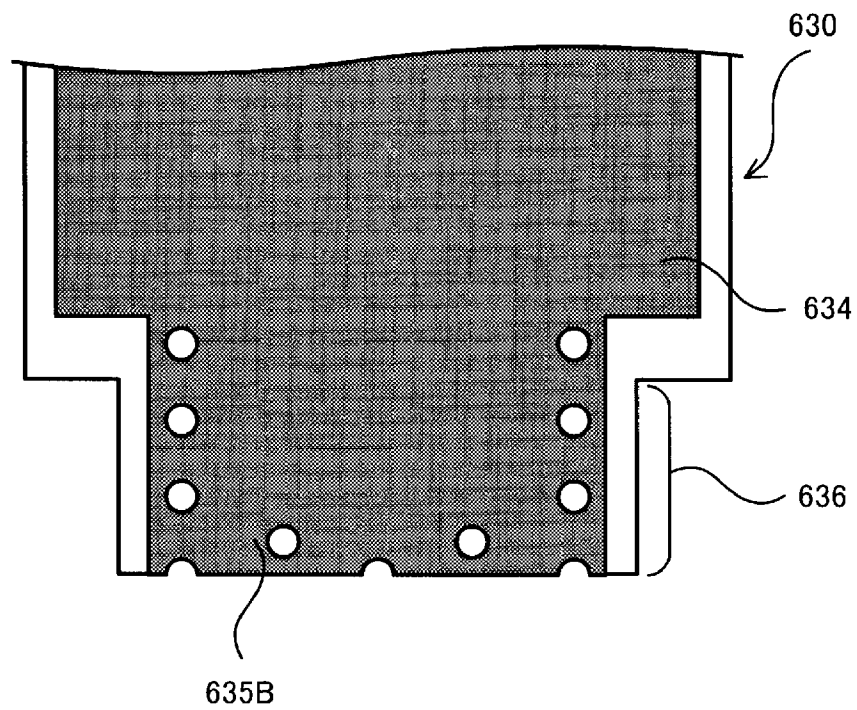
[図8B]



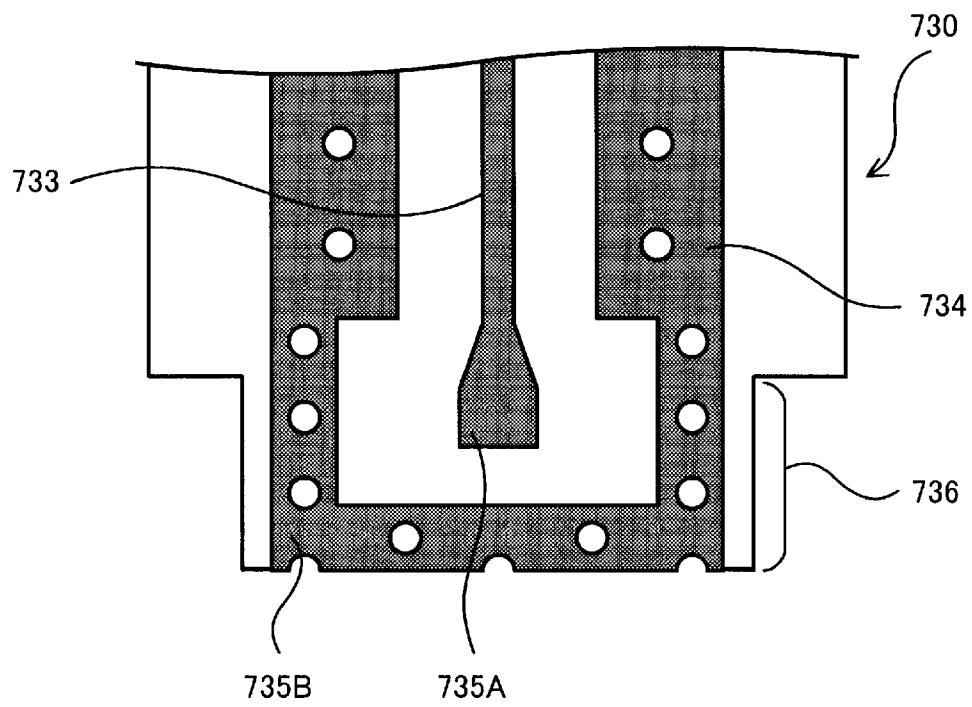
[図9A]



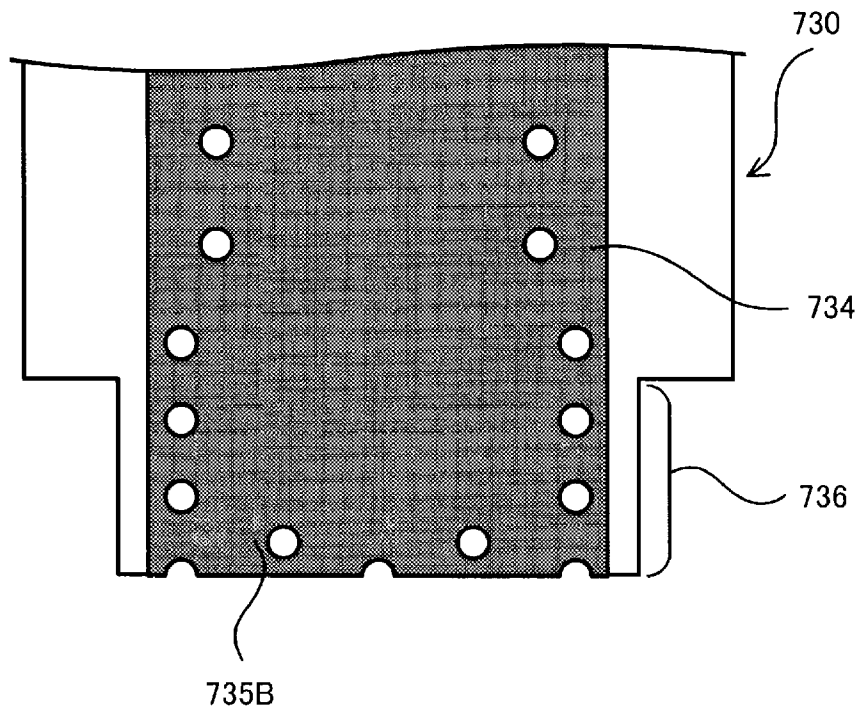
[図9B]



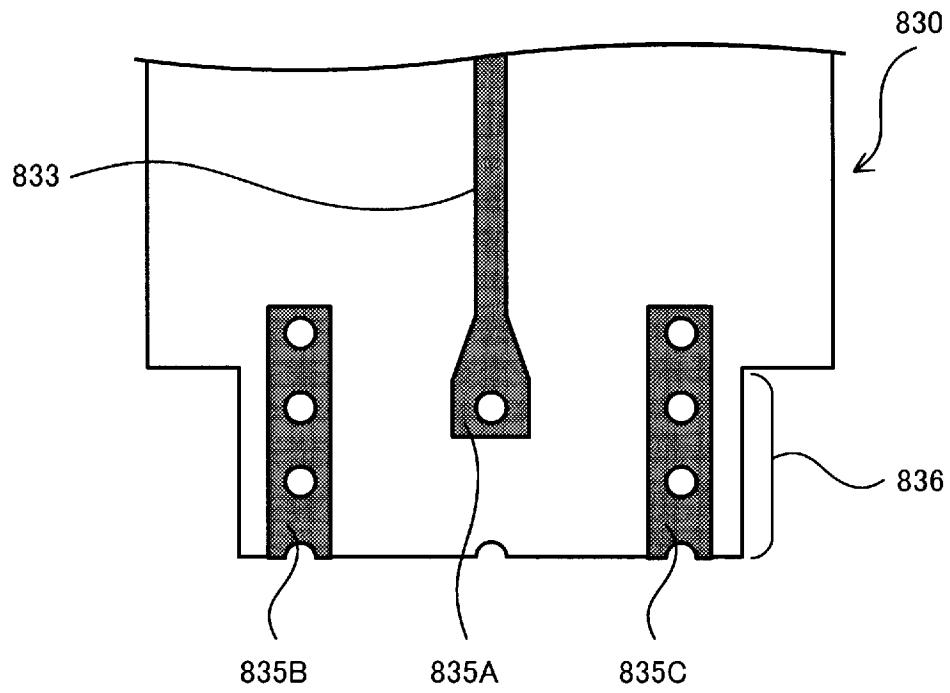
[図10A]



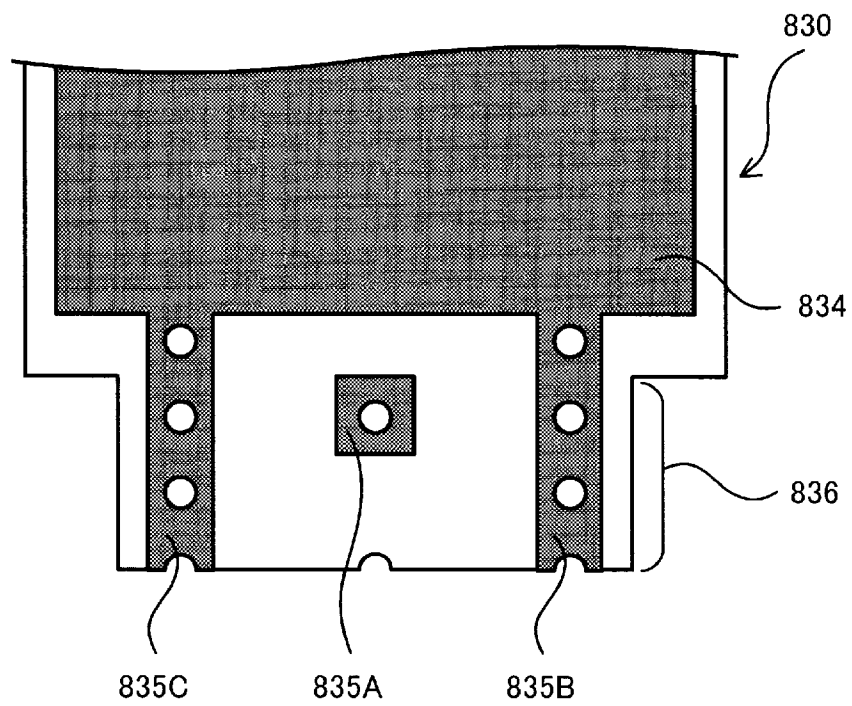
[図10B]



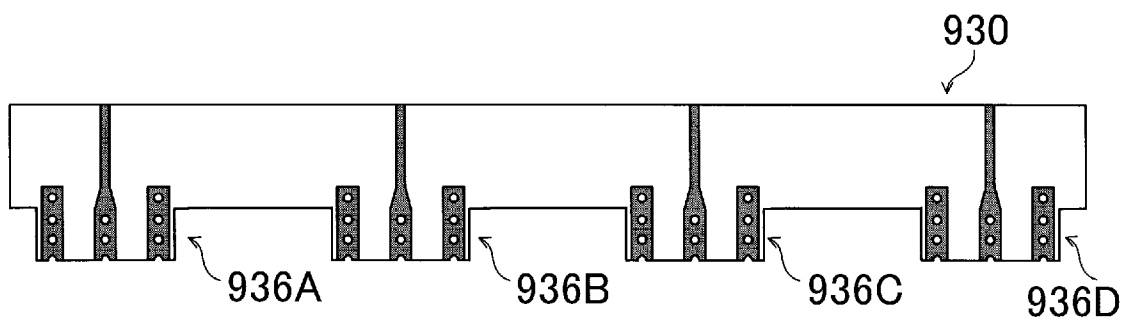
[図11A]



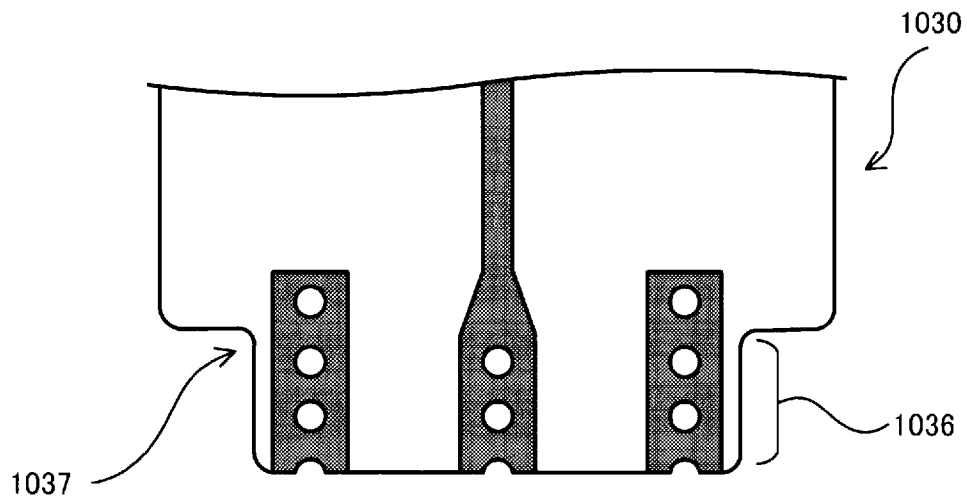
[図11B]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/031271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02F1/01 (2006.01) i, H05K1/11 (2006.01) i, H05K1/14 (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. G02F1/00-1/125, G02F1/21-7/00, H05K1/11-1/14, H05K3/36, H05K3/40-3/42

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.
Y	JP 2017-22573 A (FUJITSU OPTICAL COMPONENTS LTD.) 26 January 2017, paragraphs [0011]-[0053], [0075]-[0083], [0101], fig. 2-10, 15-16 & JP 6237719 B2 & US 2017/0012710 A1, paragraphs [0030]-[0091], [0119]-[0129], [0157], fig. 2-10, 15-16	1-5
Y	JP 2017-58542 A (FUJITSU OPTICAL COMPONENTS LTD.) 23 March 2017, paragraphs [0010]-[0073], [0109], fig. 2-15 & JP 6237738 B2 & US 2017/0082906 A1, paragraphs [0032]-[0114], [0155], fig. 2-15 & US 10001693 B2	1-5
Y	JP 2010-98082 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 30 April 2010, paragraphs [0007]-[0016], fig. 1-4 (Family: none)	1-5



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

"I" 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
05 November 2018 (05.11.2018)

Date of mailing of the international search report
13 November 2018 (13.11.2018)

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/JP2018/031271

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 2015-2200 A (DENSO CORP.) 05 January 2015, paragraphs [0024]-[0029], fig. 1-2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2010-258190 A (NIKON CORP.) 11 November 2010, paragraphs [0013]-[0027], all drawings (Family: none)	1-5
Y	JP 2016-72514 A (OCLARO, INC.) 09 May 2016, paragraphs [0057]-[0062], fig. 11A, 11B & US 2016/0095211 A1, paragraphs [0086]-[0091], fig. 11A, 11B & US 9544059 B2	3
Y	JP 2014-89400 A (FUJITSU OPTICAL COMPONENTS LTD.) 15 May 2014, fig. 4-5 & JP 5929709 B2 & US 2014/0119745 A1, fig. 4-5 & US 9285650 B2	5
A	JP 60-70794 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 22 April 1985, page 1, lower right column, line 6 to page 2, upper left column, line 11, fig. 1-4 (Family: none)	1-5
A	US 3843951 A (MAHEUX, Peter F.) 22 October 1974, column 2, lines 20-49, fig. 1-2 (Family: none)	1-5
A	JP 59-92595 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 28 May 1984, page 1, lower right column, line 1 to page 2, upper left column, line 5, fig. 1-3 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02F1/01(2006.01)i, H05K1/11(2006.01)i, H05K1/14(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. G02F1/00-1/125, G02F1/21-7/00, H05K1/11-1/14, H05K3/36, H05K3/40-3/42

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
Y	JP 2017-22573 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社） 2017.01.26, 段落[0011]-[0053], [0075]-[0083], [0101], 図 2-10, 15-16 & JP 6237719 B2 & US 2017/0012710 A1, 段落 [0030]-[0091], [0119]-[0129], [0157], 図 2-10, 15-16	1-5
Y	JP 2017-58542 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社） 2017.03.23, 段落[0010]-[0073], [0109], 図 2-15 & JP 6237738 B2 & US 2017/0082906 A1, 段落[0032]-[0114], [0155], 図 2-15 & US 10001693 B2	1-5

☒ 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

05.11.2018

国際調査報告の発送日

13.11.2018

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）

野口 晃一

2 L

5708

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
Y	JP 2010-98082 A (株式会社安川電機) 2010. 04. 30, 段落 [0007]-[0016], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2015-2200 A (株式会社デンソー) 2015. 01. 05, 段落 [0024]-[0029], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2010-258190 A (株式会社ニコン) 2010. 11. 11, 段落 [0013]-[0027], 全図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2016-72514 A (日本オクラロ株式会社) 2016. 05. 09, 段落 [0057]-[0062], 図 11A, 11B & US 2016/0095211 A1, 段落 [0086]-[0091], 図 11A, 11B & US 9544059 B2	3
Y	JP 2014-89400 A (富士通オペティカルコンポーネンツ株式会社) 2014. 05. 15, 図 4-5 & JP 5929709 B2 & US 2014/0119745 A1, 図 4-5 & US 9285650 B2	5
A	JP 60-70794 A (松下電器産業株式会社) 1985. 04. 22, 第 1 頁右下欄 第 6 行-第 2 頁左上欄第 11 行, 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 3843951 A (MAHEUX, Peter F.) 1974. 10. 22, 第 2 欄第 20-49 行, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 59-92595 A (松下電器産業株式会社) 1984. 05. 28, 第 1 頁右下欄 第 1 行-第 2 頁左上欄第 5 行, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-5