

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6958396号  
(P6958396)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月11日(2021.10.11)

|               |             |                  |      |      |   |
|---------------|-------------|------------------|------|------|---|
| (51) Int. Cl. |             | F I              |      |      |   |
| <b>H05K</b>   | <b>1/02</b> | <b>(2006.01)</b> | H05K | 1/02 | P |
| <b>H05K</b>   | <b>1/11</b> | <b>(2006.01)</b> | H05K | 1/11 | D |
| <b>G02F</b>   | <b>1/01</b> | <b>(2006.01)</b> | G02F | 1/01 | F |

請求項の数 6 (全 12 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2018-15778 (P2018-15778)    | (73) 特許権者 | 000183266           |
| (22) 出願日  | 平成30年1月31日 (2018.1.31)        |           | 住友大阪セメント株式会社        |
| (65) 公開番号 | 特開2019-134092 (P2019-134092A) |           | 東京都千代田区六番町6番地28     |
| (43) 公開日  | 令和1年8月8日 (2019.8.8)           | (74) 代理人  | 100116687           |
| 審査請求日     | 令和2年8月5日 (2020.8.5)           |           | 弁理士 田村 爾            |
|           |                               | (74) 代理人  | 100098383           |
|           |                               |           | 弁理士 杉村 純子           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100155860           |
|           |                               |           | 弁理士 藤松 正雄           |
|           |                               | (72) 発明者  | 宮崎 徳一               |
|           |                               |           | 東京都千代田区六番町6番地28 住友大 |
|           |                               |           | 阪セメント株式会社内          |
|           |                               | (72) 発明者  | 加藤 圭                |
|           |                               |           | 東京都千代田区六番町6番地28 住友大 |
|           |                               |           | 阪セメント株式会社内          |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フレキシブル基板及び光デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【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、外部電気回路に対する接続インタフェースとなるフレキシブル基板とを備え、該外部電気回路から該フレキシブル基板を介して該光制御素子に高周波信号が供給される光デバイスにおいて、

該フレキシブル基板は、高周波信号の伝送線路と、該伝送線路を該外部電気回路と電気的に接続するための接続端子とを有し、

該伝送線路は、該フレキシブル基板の一方の面に形成された信号電極と、該フレキシブル基板の他方の面に形成された接地電極とを有し、

該接続端子は、該フレキシブル基板の両面に形成され且つビアを介して互いに電気的に接続された信号端子と、該フレキシブル基板の両面に形成され且つビアを介して互いに電気的に接続された接地端子とを有し、

該接地電極が形成された面の信号端子は、少なくとも伝送線路側の端部における幅が、該信号電極が形成された面の信号端子のうちの該フレキシブル基板を平面視した際に同じ位置となる部分の幅よりも狭くなるように形成され、

該信号電極が形成された面の接地端子は、同じ面の信号端子との間隔が伝送線路側に向かって広がるように形成されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項2】

請求項1に記載の光デバイスにおいて、

該接地電極が形成された面の接地端子は、該フレキシブル基板を平面視した際の該信号

電極が形成された面の信号端子との間隔が伝送線路側に向かって狭くなるように形成されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の光デバイスにおいて、

該フレキシブル基板の各面の接地端子は、同じ面の信号端子を挟み込むように形成されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光デバイスにおいて、

該接地電極が形成された面の信号端子は、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって幅が次第に狭くなるように形成されていることを特徴とする光デバイス。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光デバイスにおいて、

該接地電極が形成された面の信号端子は、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって幅が直線的に狭くなるように形成されていることを特徴とする光デバイス。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光デバイスにおいて、

該接地電極が形成された面の信号端子は、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって幅が曲線的に狭くなるように形成されていることを特徴とする光デバイス。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外部電気回路に対する接続インターフェースとして使用可能なフレキシブル基板及び該フレキシブル基板を備えた光デバイスに関する。

【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を備えた光デバイスが利用されている。光デバイスの一例として、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ある。光変調器は、例えば、送受信機モジュール（トランスポンダ）に搭載される。近年、光伝送システムの小型化要求により、トランスポンダ内基板に対する光変調器の接続インターフェース部についても表面実装化する傾向にある。

30

【0003】

接続インターフェース部の具体例としては、リードピンや、フレキシブル基板（FPC；Flexible Printed Circuits）、フィールドスルー構造などが、面実装用のインターフェース部として用いられている。これらのインターフェース部は、トランスポンダ内基板の回路へ直接接続可能である。このため、プッシュオンタイプの同軸コネクタ等で用いられる同軸ケーブルが不要となり、省スペース化や部品数削減による低コスト化を図れる利点がある。

【0004】

40

図 1 は、外部基板 1（例えば、トランスポンダ内のプリント基板）上に光変調器 2 を配置した様子を示している。図 1 では、接続インターフェース部の表面実装化を実現する手段として、フレキシブル基板 3 が用いられている。

図 2 は、図 1 の一点鎖線 A - A' における光変調器の断面を示す図である。光変調器 2 は、光変調素子 6 を金属製の筐体 4 内に収容し、蓋体 5 で閉じて気密封止されている。筐体 4 内の光変調素子 6 は、筐体 4 内に光変調素子 6 に隣接して配置された中継基板 9 と、筐体 4 の貫通孔に配置されたリードピン 7 と、筐体 4 の底面に配置されたフレキシブル基板 3 とを介して、外部基板 1 上の電気回路と電氣的に接続されている。図 2 では、中継基板 9 とリードピン 7、および、フレキシブル基板 3 とリードピン 7 とは半田や AuSn などのろう材等で直接接続されており、中継基板 9 と光変調素子 6 とは金線等のワイヤー 8

50

でボンディング接続されている。

【0005】

図3, 4には、従来例に係るフレキシブル基板を示してある。図3はフレキシブル基板の裏面を示し、図4はフレキシブル基板の表面を示してある。本明細書における「裏面」とは、外部基板に対向する側の面であり、「表面」とはその反対側の面である。すなわち、フレキシブル基板3は、裏面を下にして外部基板1上に配置される。

【0006】

フレキシブル基板3の一方の面(裏面)には、信号電極31と、信号電極31に接続された信号端子33と、信号端子33を挟み込むように配置された2つの接地端子35とを形成してある。また、フレキシブル基板の他方の面(表面)には、接地電極32と、信号端子34と、接地電極32に接続され且つ信号端子34を挟み込むように配置された2つの接地端子36とを形成してある。

10

【0007】

表面の信号端子34と裏面の信号端子33は、フレキシブル基板3に設けられたビア38(貫通孔)を介して電氣的に接続される。表面の接地端子36と裏面の接地端子35も同様に、フレキシブル基板3に設けられたビア38を介して電氣的に接続される。このように基板両面の端子同士をビアで接続した端子構造は、半田付けの作業性や端子部分の電極剥がれの防止などのために用いられる。信号電極31および接地電極32は、マイクロストリップ線路構造の伝送線路21を構成し、信号端子33, 34および接地端子35, 36は、伝送線路21を外部基板1の回路と電氣的に接続するための接続端子22を構成する。

20

【0008】

接続端子22はコプレーナ線路に近い端子構造であることから、伝送線路21で用いられているマイクロストリップ線路構造とは異なった構成となっている。このため、伝送線路21との接続部(線路構造の変換部)で、伝送線路の変換に起因する高周波特性の劣化が発生してしまう。特に、略全面が接地電極となるフレキシブル基板の表面に形成された信号端子の影響を無視できない。

【0009】

図5は、図3の一点鎖線B-B'におけるフレキシブル基板3の断面を示している。また、図6は、図3の一点鎖線B-B'におけるフレキシブル基板3の断面を示している。伝送線路21の部分では、図5に示すように、フレキシブル基板3の裏面の信号電極31から表面の接地電極32に向かう電気力線が分布する。これに対し、接続端子22の部分では、図6に示すように、フレキシブル基板3の表面および裏面のそれぞれで、信号端子33, 34から同じ面の接地端子35, 36に向かう電気力線が分布する。

30

【0010】

このように、接続端子部分と伝送線路部分では電界分布が大きく異なるので、接続端子と伝送線路の接続部(線路構造の変換部)で高周波特性が劣化してしまう。特に、接地電極がある表面の信号電極から発生する電気力線により、信号電極がある裏面の信号端子から反対側(表面)の接地電極へ電気力線が向かうことが妨害されてしまう。

【0011】

40

なお、特許文献1には、信号端子の幅を基板両面で同じにした端子構造が開示されている(例えば、図4参照)。また、特許文献2にも、信号端子の幅を基板両面で同じにした構造が開示されている(例えば、図4参照)。また、特許文献3には、信号端子の幅を信号電極側の面(裏面)の方が接地電極側の面(表面)よりも狭くした構造が開示されている(例えば、図9参照)。特許文献1~3では、高周波特性の劣化に対する対策が十分とは言えず、更なる改善が期待されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2007-123183号公報

50

【特許文献2】特開2015-172683号公報

【特許文献3】特開2007-123744号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

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、外部電気回路に対する接続インタフェースとして使用可能なフレキシブル基板における接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するため、本発明の光デバイスは、以下のような技術的特徴を備える。

【0015】

(1) 高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子と、外部電気回路に対する接続インタフェースとなるフレキシブル基板とを備え、該外部電気回路から該フレキシブル基板を介して該光制御素子に高周波信号が供給される光デバイスにおいて、該フレキシブル基板は、高周波信号の伝送線路と、該伝送線路を該外部電気回路と電気的に接続するための接続端子とを有し、該伝送線路は、該フレキシブル基板の一方の面に形成された信号電極と、該フレキシブル基板の他方の面に形成された接地電極とを有し、該接続端子は、該フレキシブル基板の両面に形成され且つビアを介して互いに電気的に接続された信号端子と、該フレキシブル基板の両面に形成され且つビアを介して互いに電気的に接続された接地端子とを有し、該接地電極が形成された面の信号端子は、少なくとも伝送線路側の端部における幅が、該信号電極が形成された面の信号端子のうちの該フレキシブル基板を平面視した際に同じ位置となる部分の幅よりも狭くなるように形成され、該信号電極が形成された面の接地端子は、同じ面の信号端子との間隔が伝送線路側に向かって広がるように形成されていることを特徴とする。

【0016】

(2) 上記(1)に記載の光デバイスにおいて、該接地電極が形成された面の接地端子は、該フレキシブル基板を平面視した際の該信号電極が形成された面の信号端子との間隔が伝送線路側に向かって狭くなるように形成されていることを特徴とする。

【0017】

(3) 上記(1)又は(2)に記載の光デバイスにおいて、該フレキシブル基板の各面の接地端子は、同じ面の信号端子を挟み込むように形成されていることを特徴とする。

【0018】

(4) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光デバイスにおいて、該接地電極が形成された面の信号端子は、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって幅が次第に狭くなるように形成されていることを特徴とする。

(5) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光デバイスにおいて、該接地電極が形成された面の信号端子は、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって幅が直線的に狭くなるように形成されていることを特徴とする。

(6) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光デバイスにおいて、該接地電極が形成された面の信号端子は、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって幅が曲線的に狭くなるように形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、外部電気回路に対する接続インタフェースとして使用可能なフレキシブル基板における接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】外部基板上に光変調器を配置した様子を示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図2】図1の一点鎖線A - A'における光変調器の断面を示す図である。
- 【図3】従来例に係るフレキシブル基板の裏面を示す図である。
- 【図4】従来例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図5】図3の一点鎖線B - B'におけるフレキシブル基板の断面を示す図である。
- 【図6】図3の一点鎖線C - C'におけるフレキシブル基板の断面を示す図である。
- 【図7】本発明の第1実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図8】図7の一点鎖線D - D'におけるフレキシブル基板の断面を示す図である。
- 【図9】本発明の第2実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図10】本発明の第3実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図11】本発明の第4実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図12】図11の一点鎖線E - E'におけるフレキシブル基板の断面を示す図である。
- 【図13】本発明の第5実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図14】本発明の第6実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図15】本発明の第7実施例に係るフレキシブル基板の裏面を示す図である。
- 【図16】本発明の第7実施例に係るフレキシブル基板の表面を示す図である。
- 【図17】図15の一点鎖線F - F'におけるフレキシブル基板の断面を示す図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明に係るフレキシブル基板及び光デバイスについて説明する。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。

本発明に係る光デバイスは、高周波信号を用いて光波を制御する光制御素子(6)と、外部電気回路(1)に対する接続インタフェースとなるフレキシブル基板(100)とを備え、外部電気回路からフレキシブル基板を介して光制御素子に高周波信号が供給される。フレキシブル基板は、高周波信号の伝送線路と、伝送線路を外部電気回路と電気的に接続するための接続端子とを有する。例えば図7, 8に示すように、伝送線路は、フレキシブル基板の一方の面に形成された信号電極と、フレキシブル基板の他方の面に形成された接地電極(102)とを有する。また、接続端子は、フレキシブル基板の両面に形成され且つビア(108)を介して互いに電気的に接続された信号端子(103, 104)と、フレキシブル基板の両面に形成され且つビアを介して互いに電気的に接続された接地端子(105, 106)とを有する。そして、接地電極が形成された面の信号端子(104)は、少なくとも伝送線路側の端部における幅が、信号電極が形成された面の信号端子(103)のうちのフレキシブル基板を平面視した際に同じ位置となる部分の幅よりも狭くなるように形成されていることを特徴とする。

【0022】

このように、接地電極がある表面の信号端子を、伝送線路側の端部において、信号電極がある裏面の信号端子よりも幅を狭くすることで、裏面の信号端子から表面の接地端子へ向かう電気力線を発生させることができる。これにより、接続端子部分の電界分布を、伝送線路部分の電界分布に近づけることができるので、接続端子と伝送線路の接続部(線路構造の変換部)での高周波特性の劣化を抑制することができる。なお、表面の信号端子と裏面の信号端子とで幅を比べる部分は、フレキシブル基板を平面視した際に同じ位置となる部分である。

【0023】

ここで、光デバイスとしては、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。この場合、トランスポンダ内のプリント基板上の電気回路が、上記の外部電気回路に対応する。なお、光デバイスは、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備えたデバイスであり得る。

【0024】

また、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)に使用して作製される。フレキシブル基板上の電極パターンは、一般に銅箔で

10

20

30

40

50

形成され、端子部分は、半田付けや酸化防止のために金メッキや半田メッキが施される。なお、端子部分以外の箇所は、電極パターンの保護や剥がれ防止、短絡防止などのために、カバー材で被覆される。

以下、本発明に係る光デバイスにおけるフレキシブル基板の具体的な構成について、実施例を挙げて説明する。

#### 【0025】

##### [第1実施例]

図7は、第1実施例に係るフレキシブル基板100の表面を示す図である。図8は、図7の一点鎖線D-D'におけるフレキシブル基板100の断面を示す図である。

フレキシブル基板3の一方の面(裏面)には、信号電極(不図示)と、信号電極に接続された信号端子103と、信号端子103を挟み込むように配置された2つの接地端子105とを形成してある。また、フレキシブル基板の他方の面(表面)には、接地電極102と、信号端子104と、接地電極102に接続され且つ信号端子104を挟み込むように配置された2つの接地端子36とを形成してある。

#### 【0026】

表面の信号端子104と裏面の信号端子103は、フレキシブル基板100に設けられたビア108(貫通孔)を介して電氣的に接続される。表面の接地端子106と裏面の接地端子105も同様に、フレキシブル基板100に設けられたビア108を介して電氣的に接続される。このように基板両面の端子同士をビアで接続した端子構造は、半田付けの作業性や端子部分の電極剥がれの防止などのために用いられる。信号電極(不図示)および接地電極102は、マイクロストリップ線路構造の伝送線路を構成し、信号端子103, 104および接地端子105, 106は、伝送線路を外部電気回路と電氣的に接続するための接続端子を構成する。

#### 【0027】

接地電極102がある表面の信号端子104は、長さ方向(伝送線路に向かう方向)の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成してある。その結果、表面の信号端子104から発生する電気力線が、伝送線路側に近づくほど減少することになる。これにより、図8に示すように、伝送線路側の端部付近において、裏面の信号端子103から表面の接地端子106へ向かう電気力線を発生させることができる。このように、表面の信号端子104を、伝送線路側の端部付近の幅が狭くなるように形成することで、接続端子と伝送線路の接続部における信号端子104の影響を抑えることができ、伝送線路の変換に起因する高周波特性の劣化を抑制する効果が得られる。

また、表面の信号端子104は、伝送線路側に近づくほど裏面の信号端子105よりも幅を狭くなっている。このため、表面の信号端子104から発生する電気力線を減少させつつ、裏面の信号端子103から表面の接地端子106へ向かう電気力線を発生させる作用が高められる。その結果、伝送線路の変換に起因する高周波特性の劣化をより効果的に抑制することができる。

#### 【0028】

また、接地電極102がある表面の信号端子104は、伝送線路側の端部における幅が、同じ面の伝送線路とは反対側の端部よりも狭くなっている。換言すれば、信号端子104は、伝送線路とは反対側の端部における幅が、同じ面の伝送線路側の端部よりも広がっている。これにより、少なくとも伝送線路とは反対側の端部において広めの端子幅を確保できるので、端子部分の電極剥がれが生じ難くなる。

#### 【0029】

##### [第2実施例]

図9は、第2実施例に係るフレキシブル基板110の表面を示す図である。ここでは、説明の簡略化のために、第1実施例との主な相違部分について説明する。

第1実施例では、接地電極102がある表面の信号端子104を、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。これに対し、第2実施例では、接地電極112がある表面の信号端子114を、伝送線路側の端部付近

10

20

30

40

50

において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。すなわち、信号端子114は、伝送線路側の端部付近で、信号電極が形成された裏面の信号端子よりも幅が狭くなる。このような形状によっても、接続端子と伝送線路の接続部に至る前に、裏面の信号端子から表面の接地端子へ向かう電気力線を発生させることができるので、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化が抑制される。また、表面の信号端子114の幅を第1実施例(図7)よりも広くできるので、表面の信号端子114と裏面の信号端子(不図示)を繋ぐビア118を大きくすることができる。これにより、端子部分の電極剥がれがより生じ難くなる。しかも、表裏の端子間の電気接続が強固になるので、表裏の端子間の電位差発生による高周波特性の劣化が生じ難くなる。

【0030】

10

[第3実施例]

図10は、第3実施例に係るフレキシブル基板120の表面を示す図である。ここでは、説明の簡略化のために、第2実施例との主な相違部分について説明する。

第2実施例では、接地電極112がある表面の信号端子114を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって直線的に幅が狭くなるように形成した。これに対し、第3実施例では、接地電極122がある表面の信号端子124を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって曲線的に幅が狭くなるように形成した。このような形状によっても、接続端子と伝送線路の接続部に至る前に、裏面の信号端子から表面の接地端子へ向かう電気力線を発生させることができるので、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化が抑制される。また、表面の信号端子124の伝送線路側の端部を円弧状に形成することで、伝送線路の近くのビア128も大きくすることができる。これにより、表裏の端子間の電気接続がより強固になり、表裏の端子間の電位差発生による高周波特性の劣化を更に抑制することができる。

20

【0031】

[第4実施例]

図11は、第4実施例に係るフレキシブル基板130の表面を示す図である。図12は、図11の一点鎖線E-E'におけるフレキシブル基板130の断面を示す図である。ここでは、説明の簡略化のために、第1実施例との主な相違部分について説明する。

第1実施例では、接地電極102がある表面の信号端子104を、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。一方、同じ面(表面)の2つの接地端子106については、互いの間隔が一定になるように形成した。これに対し、第4実施例では、接地電極132がある表面の信号端子134を、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。また、同じ面(表面)の2つの接地端子136も、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に間隔が狭くなるように形成した。さらに、信号端子134の幅の狭まり方よりも、接地端子136の間隔の狭まり方が大きくなるようにした。すなわち、接地端子136と信号端子134の間隔が、伝送線路側に向かって徐々に狭くなるようにした。また、信号電極がある裏面の信号端子133の幅は一定にしてあるので、フレキシブル基板130を平面視した際の裏面の信号端子133と表面の接地端子136の間隔も、伝送線路側に向かって徐々に狭まることになる。しかも、裏面の信号端子133と表面の接地端子136の間隔の狭まり方が、表面の信号端子134と表面の接地端子136の間隔の狭まり方よりも大きくなる。したがって、図12に示すように、裏面の信号端子133から表面の接地端子136へ向かう電気力線をより増加させることができる。これにより、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化を更に抑制することができる。

30

40

【0032】

[第5実施例]

図13は、第5実施例に係るフレキシブル基板140の表面を示す図である。ここでは、説明の簡略化のために、第2実施例との主な相違部分について説明する。

第2実施例では、接地電極112がある表面の信号端子114を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。一方、同

50

じ面（表面）の2つの接地端子116については、互いの間隔が一定になるように形成した。これに対し、第5実施例では、接地電極142がある表面の信号端子144を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。また、同じ面（表面）の2つの接地端子146も、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。さらに、信号端子144の幅の狭まり方よりも接地端子146の間隔の狭まり方が大きくなるようにした。このような形状によっても、信号電極がある裏面の信号端子と表面の接地端子146の間隔も、伝送線路側に向かって徐々に狭まることになる。したがって、裏面の信号端子から表面の接地端子へ向かう電気力線をより増加させることができるので、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化が抑制される。

10

## 【0033】

## [第6実施例]

図14は、第6実施例に係るフレキシブル基板150の表面を示す図である。ここでは、説明の簡略化のために、第5実施例との主な相違部分について説明する。

第5実施例では、接地電極142がある表面の信号端子144を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。また、同じ面（表面）の2つの接地端子146を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。これに対し、第6実施例では、接地電極152がある表面の信号端子154を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。一方、同じ面（表面）の2つの接地端子156は、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に間隔が狭くなるように形成した。このような形状によっても、信号電極がある裏面の信号端子と表面の接地端子156の間隔も、伝送線路側に向かって徐々に狭まることになる。したがって、裏面の信号端子から表面の接地端子へ向かう電気力線をより増加させることができるので、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化が抑制される。

20

## 【0034】

## [第7実施例]

図15は、第7実施例に係るフレキシブル基板160の裏面を示す図である。図16は、第7実施例に係るフレキシブル基板160の表面を示す図である。図17は、図15の一点鎖線F-F'におけるフレキシブル基板160の断面を示す図である。

30

第7実施例では、接地電極162がある表面の信号端子164を、伝送線路側の端部付近において、伝送線路側の端部に向かって次第に幅が狭くなるように形成した。一方、同じ面（表面）の2つの接地端子166については、長さ方向の全体にわたって、伝送線路側の端部に向かって次第に間隔が狭くなるように形成した。更に、信号電極161がある裏面の接地端子165については、伝送線路側の端部付近において、信号端子163との間隔が徐々に広がるように形成した。したがって、図17に示すように、裏面の信号端子163から表面の接地端子166へ向かう電気力線を更に増加させることができる。これにより、接続端子と伝送線路の接続部での高周波特性の劣化を更に抑制することができる。

## 【0035】

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

40

## 【0036】

例えば、上記の各実施例では、フレキシブル基板上の伝送線路をマイクロストリップ線路構造としたが、これに限定されず、裏面にも接地電極を持つコプレーナ線路構造などの他の線路構造であってもよい。

また、上記の各実施例では、信号端子を挟み込むように両側に接地端子を設けたが、信号端子の片側にだけ接地端子を設けた端子構造としてもよい。

## 【産業上の利用可能性】

50

【0037】

本発明は、外部電気回路に対する接続インタフェースとして使用可能なフレキシブル基板及び該フレキシブル基板を備えた光デバイスに利用することができる。

【符号の説明】

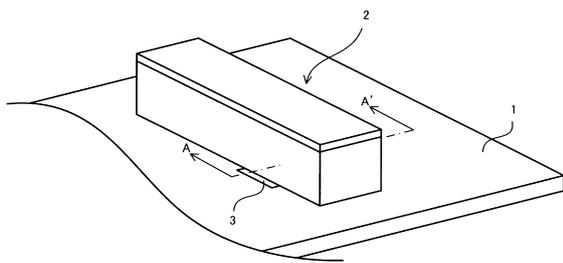
【0038】

- 1 外部基板
- 2 光変調器
- 3, 100, . . . , 160 フレキシブル基板
- 4 筐体
- 5 蓋体
- 6 光変調素子
- 7 リードピン
- 8 ワイヤボンディング
- 9 中継基板
- 21 伝送線路
- 22 接続端子
- 31, 161 信号電極
- 32, 102, . . . , 162 接地電極
- 33, 34, 103, . . . , 163, 104, . . . , 164 信号端子
- 35, 36, 105, . . . , 165, 106, . . . , 166 接地端子
- 38, 108, . . . , 108 ピア

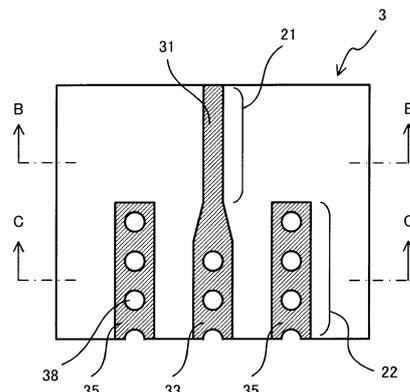
10

20

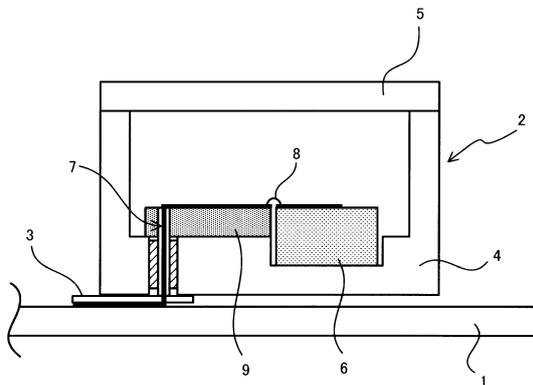
【図1】



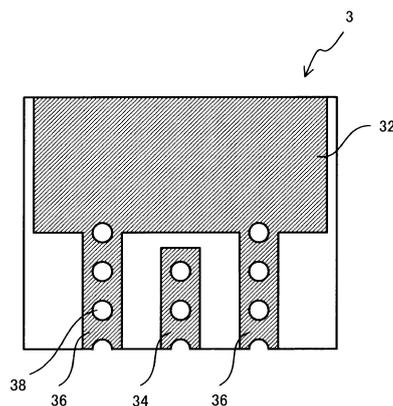
【図3】



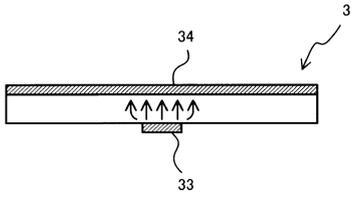
【図2】



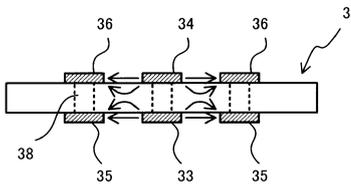
【図4】



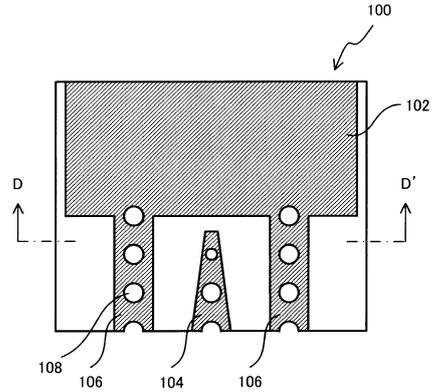
【 図 5 】



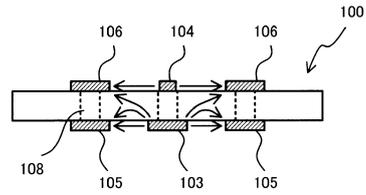
【 図 6 】



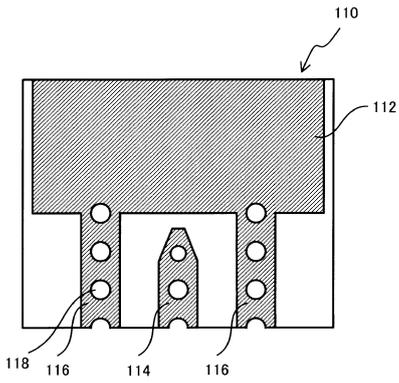
【 図 7 】



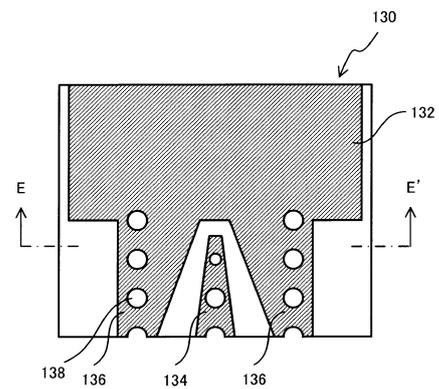
【 図 8 】



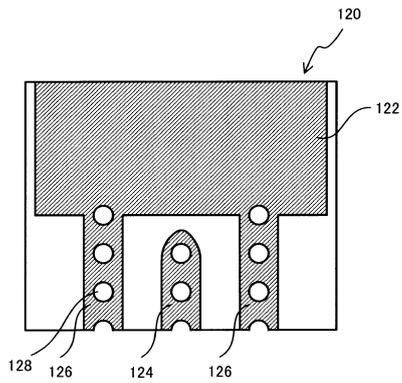
【 図 9 】



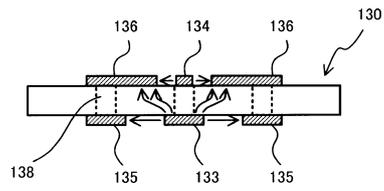
【 図 11 】



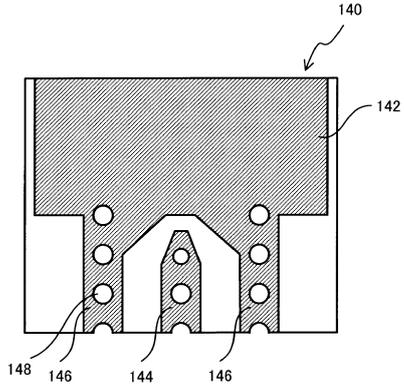
【 図 10 】



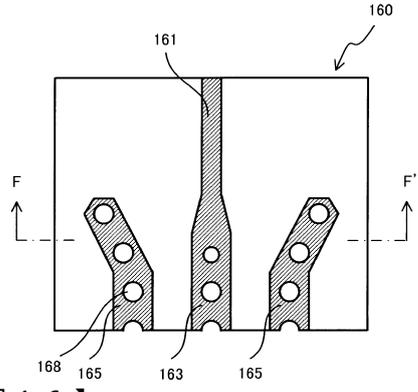
【 図 12 】



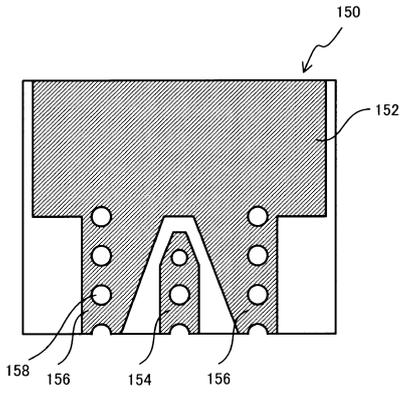
【図 13】



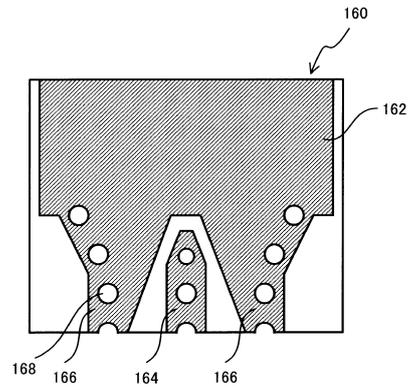
【図 15】



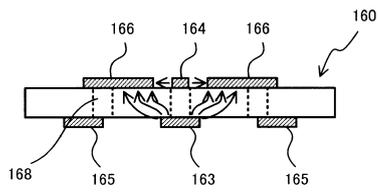
【図 14】



【図 16】



【図 17】



---

フロントページの続き

(72)発明者 片岡 利夫  
東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内

審査官 黒田 久美子

(56)参考文献 特開2015-172683(JP,A)  
特開2014-082455(JP,A)  
特開2016-200652(JP,A)  
特開2013-172128(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05K 1/02  
H05K 1/11  
G02F 1/01