

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7368932号
(P7368932)

(45)発行日 令和5年10月25日(2023.10.25)

(24)登録日 令和5年10月17日(2023.10.17)

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 K	1/02 (2006.01)	H 0 5 K	1/02	J
H 0 1 L	31/02 (2006.01)	H 0 1 L	31/02	B
H 0 1 L	31/0232(2014.01)	H 0 1 L	31/02	C
H 0 1 P	5/02 (2006.01)	H 0 1 P	5/02	6 0 3 A
H 0 1 S	5/022(2021.01)	H 0 1 P	5/02	6 0 3 G

請求項の数 10 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-254032(P2017-254032)
(22)出願日 平成29年12月28日(2017.12.28)
(65)公開番号 特開2019-121644(P2019-121644
A)
(43)公開日 令和1年7月22日(2019.7.22)
審査請求日 令和2年11月25日(2020.11.25)
審判番号 不服2022-10338(P2022-10338/J
1)
審判請求日 令和4年7月4日(2022.7.4)
特許法第30条第2項適用 1. 公開の事実一覧

(73)特許権者 301005371
日本ルメンタム株式会社
神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番
55号
(74)代理人 110000154
弁理士法人はるか国際特許事務所
(72)発明者 村上 大介
神奈川県相模原市中央区小山四丁目1番
55号 日本オクラロ株式会社内
合議体
審判長 山田 正文
審判官 岩田 淳
審判官 畑中 博幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光モジュール及び光伝送装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

1又は複数の光素子を備える、光サブアセンブリと、
前記1又は複数の光素子を制御する制御回路を備える、プリント回路基板と、
前記光サブアセンブリと前記プリント回路基板とを接続する、接続基板と、を備える、
光モジュールであって、

前記接続基板は、

第1の面と第2の面とを有し、

前記第1の面又は前記第2の面のいずれか一方に配置される第1信号線導体ストリップ
と、前記第1の面又は前記第2の面のいずれか他方に配置されるとともに前記第1信号線
導体ストリップと重畳しさらに両側に広がって形成される接地導体層と、前記プリント回
路基板又は前記光サブアセンブリのいずれか一方と前記第2の面にて接続する第1接続部
と、を備え、

前記第1接続部は、

前記第1の面に配置される第1信号線パッド部と、

前記第1の面に前記第1信号線パッド部と隣接して配置される第1接地パッド部と、

前記第2の面に配置されるとともに前記第1信号線パッド部と重畳して電氣的に接続さ
れる第2信号線パッド部と、

前記第2の面に前記第2信号線パッド部と隣接して配置されるとともに前記第1接地パ
ッド部と電氣的に接続される第2接地パッド部と、を備え、

10

20

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記一方において、前記第 1 信号線導体ストリップは、前記第 1 信号線パッド部及び前記第 2 信号線パッド部のうち前記一方に配置される信号線パッド部と物理的に接し、

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方において、前記接地導体層は、前記第 1 接地パッド部及び前記第 2 接地パッド部のうち前記他方に配置される接地パッド部と物理的に接し、

前記接続基板は、前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方に、前記第 1 信号線パッド部及び前記第 2 信号線パッド部のうち前記他方に配置される信号線パッド部と、前記接地導体層と、の間を電氣的に遮断し、前記第 1 信号線導体ストリップと重畳する間隙部を有し、

前記第 1 信号線パッド部と前記第 1 接地パッド部との間隔は、第 1 領域において、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第 1 領域よりさらに遠い第 2 領域より、狭く、前記第 1 信号線パッド部において、前記第 1 領域に隣接する部分の第 1 の幅は、前記第 2 領域に隣接する部分の第 2 の幅よりも広い、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光モジュールであって、

前記第 1 領域において、平面視して、前記第 1 信号線パッド部の縁は前記第 2 信号線パッド部の縁よりも外側にある、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光モジュールであって、

前記第 2 領域において、平面視して、前記第 1 信号線パッド部の縁は前記第 2 信号線パッド部の縁よりも内側にある、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光モジュールであって、

前記第 1 領域において、平面視して、前記第 1 接地パッド部の縁は前記第 2 接地パッド部の縁よりも外側にある、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光モジュールであって、

前記第 2 領域において、平面視して、前記第 1 接地パッド部の縁は前記第 2 接地パッド部の縁よりも内側にある、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光モジュールであって、

前記プリント回路基板又は前記光サブアセンブリの前記一方は、

前記接続基板の前記第 1 の面と対向する第 3 の面を有し、

前記第 3 の面に配置され、前記第 2 信号線パッド部と接して接続される第 3 信号線パッド部と、

前記第 3 の面に配置され、前記第 2 接地パッド部と接して接続される第 3 接地パッド部と、を備え、

前記第 2 信号線パッド部の形状は、前記第 3 信号線パッド部の形状に対応しており、前記第 2 信号線パッド部は前記第 3 信号線パッド部と重畳するよう接続され、

前記第 2 接地パッド部の形状は、前記第 3 接地パッド部の形状に対応しており、前記第 2 接地パッド部は前記第 3 接地パッド部と重畳するよう接続される、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光モジュールであって、

10

20

30

40

50

前記第 2 信号線パッド部及び前記第 2 接地パッド部はともに矩形状を有する、
ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光モジュールであって、
前記接続基板は、前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記一方に配置される複数の前記第
1 信号線導体ストリップと、をさらに備え、

前記第 1 接続部は、

前記第 1 の面に配置される複数の前記第 1 信号線パッド部と、

前記第 1 の面に配置される複数の前記第 1 接地パッド部と、

前記第 2 の面に配置される複数の前記第 2 信号線パッド部と、

前記第 2 の面に配置される複数の前記第 2 接地パッド部と、

をさらに備え、

前記第 1 の面に、前記第 1 信号線パッド部と、前記第 1 接地パッド部とが、順に並んで
複数繰り返し配置され、

前記第 2 の面に、前記第 2 信号線パッド部と、前記第 2 接地パッド部とが、順に並んで
複数繰り返し配置され、

複数の前記第 1 信号線パッド部それぞれは、対応する前記第 2 信号線パッド部と電氣的
に接続され、

複数の前記第 1 接地パッド部それぞれは、対応する前記第 2 接地パッド部と電氣的に接
続され、

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記一方において、複数の前記第 1 信号線導体ストリ
ップは、複数の前記第 1 信号線パッド部及び複数の前記第 2 信号線パッド部のうち前記一
方に配置される対応する信号線パッド部とそれぞれ物理的に接し、

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方において、前記接地導体層は、複数の前記第
1 接地パッド部及び複数の前記第 2 接地パッド部のうち前記他方に配置される複数の接地
パッド部と物理的に接し、

前記接続基板は、前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方に、複数の前記第 1 信号線
パッド部及び複数の前記第 2 信号線パッド部のうち前記他方に配置される複数の信号線パ
ッド部それぞれと、前記接地導体層と、の間を電氣的に遮断する複数の間隙部を有し、

隣接する前記第 1 信号線パッド部と前記第 1 接地パッド部との間隔は、第 1 領域におい
て、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第 1 領域よりさらに遠い第 2 領域より、
狭い、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光モジュールであって、

前記接続基板は、前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記一方に配置される複数の前記第
1 信号線導体ストリップと、をさらに備え、

前記第 1 接続部は、

前記第 1 の面に配置される複数の前記第 1 信号線パッド部と、

前記第 1 の面に配置される 2 個の前記第 1 接地パッド部と、

前記第 2 の面に配置される複数の前記第 2 信号線パッド部と、

前記第 2 の面に配置される 2 個の前記第 2 接地パッド部と、

をさらに備え、

前記第 1 の面に、前記 2 個のうち一方の前記第 1 接地パッド部と、複数の第 1 信号線パ
ッド部と、前記 2 個のうち他方の前記第 1 接地パッド部とが、順に並んで配置され、

前記第 2 の面に、前記 2 個のうち一方の前記第 2 接地パッド部と、複数の第 2 信号線パ
ッド部と、前記 2 個のうち他方の前記第 2 接地パッド部とが、順に並んで配置され、

複数の前記第 1 信号線パッド部それぞれは、対応する前記第 2 信号線パッド部と電氣的
に接続され、

前記 2 個の前記第 1 接地パッド部それぞれは、対応する前記第 2 接地パッド部と電氣的

10

20

30

40

50

に接続され、

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記一方において、複数の前記第 1 信号線導体ストリップは、複数の前記第 1 信号線パッド部及び複数の前記第 2 信号線パッド部のうち前記一方に配置される対応する信号線パッド部とそれぞれ物理的に接し、

前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方において、前記接地導体層は、前記 2 個の前記第 1 接地パッド部及び前記 2 個の前記第 2 接地パッド部のうち前記他方に配置される複数の接地パッド部と物理的に接し、

前記接続基板は、前記第 1 の面又は前記第 2 の面の前記他方に、複数の前記第 1 信号線パッド部及び複数の前記第 2 信号線パッド部のうち前記他方に配置される複数の信号線パッド部それぞれと、前記接地導体層と、の間を電氣的に遮断する複数の間隙部を有し、

隣接する前記第 1 信号線パッド部と前記第 1 接地パッド部との間隔それぞれは、第 1 領域において、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第 1 領域よりさらに遠い第 2 領域より、狭い、

ことを特徴とする、光モジュール。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の光モジュールが搭載される、光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光モジュール及び光伝送装置に関し、特に、特性インピーダンスの不整合を抑制する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

光モジュールに、光サブアセンブリ (OSA: Optical SubAssembly) とプリント回路基板 (PCB: Printed Circuit Board) とを接続する接続基板が用いられている。ここで、接続基板は、例えばフレキシブル基板 (FPC: Flexible Printed Circuits) である。接続基板には高周波伝送線路が配置されており、高周波伝送線路に高周波電気信号が伝送される。接続基板の高周波伝送線路を構成する信号線や接地導体層は所望の特性インピーダンス (例えば 50) となるように、信号線の幅や信号線と接地導体層との距離が設定されている。

【0003】

光サブアセンブリと接続基板との接続部分、及びプリント回路基板と接続基板との接続部分においては、半田付けなどにより互いに接続されるが、接続部分の強度を確保するために、接続部分の端子の幅は接続基板の信号線の線路幅よりも広く設定される場合がある。この場合、接続部分においてインピーダンス不整合が発生し、光モジュールの光波形品質を劣化させうる。特許文献 1 及び 2 に、接続部におけるインピーダンス不整合を軽減させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017-92319 号公報

特開 2014-143543 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 及び 2 に開示される技術などでは、フレキシブル基板の接地導体層の形状を変化させたり、フレキシブル基板の信号線の配線パターンを変化させるなどの手段が採用されている。しかしながら、これら手段では、インピーダンス不整合の低減が十分に得られなかったり、それらを実現するために、信号線の配線パターンの領域を確保するなど、フレキシブル基板の小型化を困難とさせるものであった。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、インピーダンス不整合の抑制と小型化とが両立される、光モジュール、及び光伝送装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

(1) 上記課題を解決するために、本発明に係る光モジュールは、1又は複数の光素子を備える、光サブアセンブリと、前記1又は複数の光素子を制御する制御回路を備える、プリント回路基板と、前記光サブアセンブリと前記プリント回路基板とを接続する、接続基板と、を備える、光モジュールであって、前記接続基板は、第1の面と第2の面とを有し、前記第1の面又は前記第2の面のいずれか一方に配置される第1信号線導体ストリップと、前記第1の面又は前記第2の面のいずれか他方に配置されるとともに前記第1信号線導体ストリップと重畳しさらに両側に広がって形成される第1接地導体層と、前記プリント回路基板又は前記光サブアセンブリのいずれか一方と前記第2の面にて接続する第1接続部と、を備え、前記第1接続部は、前記第1の面に配置される第1信号線パッド部と、前記第1の面に前記第1信号線パッド部と隣接して配置される第1接地パッド部と、前記第2の面に配置されるとともに前記第1信号線パッドと電気的に接続される第2信号線パッド部と、前記第2の面に前記第2信号線パッド部と隣接して配置されるとともに前記第1接地パッド部と電気的に接続される第2接地パッド部と、を備え、前記第1の面又は前記第2の面の前記一方において、前記第1信号線導体ストリップは、前記第1信号線パッド部及び前記第2信号線パッド部のうち前記一方に配置される信号線パッド部と物理的に接し、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方において、前記接地導体層は、前記第1接地パッド部及び前記第2接地パッド部のうち前記他方に配置される接地パッド部と物理的に接し、前記接続基板は、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方に、前記第1信号線パッド部及び前記第2信号線パッド部のうち前記他方に配置される信号線パッド部と、前記接地導体層と、の間を電気的に遮断する間隙部を有し、前記第1信号線パッド部と前記第1接地パッド部との間隔は、第1領域において、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第1領域よりさらに遠い第2領域より、狭い、ことを特徴とする。

10

20

【 0 0 0 8 】

(2) 上記(1)に記載の光モジュールであって、前記第1領域において、平面視して、前記第1信号線パッド部の縁は前記第2信号線パッド部の縁よりも外側にあってもよい。

30

【 0 0 0 9 】

(3) 上記(1)又は(2)に記載の光モジュールであって、前記第2領域において、平面視して、前記第1信号線パッド部の縁は前記第2信号線パッド部の縁よりも内側にあってもよい。

【 0 0 1 0 】

(4) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光モジュールであって、前記第1領域において、平面視して、前記第1接地パッド部の縁は前記第2接地パッド部の縁よりも外側にあってもよい。

【 0 0 1 1 】

(5) 上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の光モジュールであって、前記第2領域において、平面視して、前記第1接地パッド部の縁は前記第2接地パッド部の縁よりも内側にあってもよい。

40

【 0 0 1 2 】

(6) 上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の光モジュールであって、前記プリント回路基板又は前記光サブアセンブリの前記一方は、前記接続基板の前記第1の面と対向する第3の面を有し、前記第3の面に配置され、前記第2信号パッド部と接して接続される第3信号線パッド部と、前記第3の面に配置され、前記第2接地パッド部と接して接続される第3接地パッド部と、を備え、前記第2信号線パッド部の形状は、前記第3信号パッド部の形状に対応しており、前記第2信号線パッド部は前記第3信号パッド部と重畳するよう接続され、前記第2接地パッド部の形状は、前記第3接地パッド部の形状に対応して

50

おり、前記第2接地パッド部は前記第3接地パッド部と重畳するよう接続されてもよい。

【0013】

(7) 上記(6)に記載の光モジュールであって、前記第2信号線パッド部及び前記第2接地パッド部はともに矩形状を有してもよい。

【0014】

(8) 上記(1)乃至(7)のいずれかに記載の光モジュールであって、前記接続基板は、前記第1の面又は前記第2の面の前記一方に配置される複数の前記第1信号線導体ストリップと、をさらに備え、前記第1接続部は、前記第1の面に配置される複数の前記第1信号線パッド部と、前記第1の面に配置される複数の前記第1接地パッド部と、前記第2の面に配置される複数の前記第2信号線パッド部と、前記第2の面に配置される複数の前記第2接地パッド部と、をさらに備え、前記第1の面に、前記第1信号線パッド部と、前記第1接地パッド部とが、順に並んで複数繰り返し配置され、前記第2の面に、前記第2信号線パッド部と、前記第2接地パッド部とが、順に並んで複数繰り返し配置され、複数の前記第1信号線パッド部それぞれは、対応する前記第2信号線パッド部と電氣的に接続され、複数の前記第1接地パッド部それぞれは、対応する前記第2接地パッド部と電氣的に接続され、前記第1の面又は前記第2の面の前記一方において、複数の前記第1信号線導体ストリップは、複数の前記第1信号線パッド部及び複数の前記第2信号線パッド部のうち前記一方に配置される対応する信号線パッド部とそれぞれ物理的に接し、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方において、前記接地導体層は、複数の前記第1接地パッド部及び複数の前記第2接地パッド部のうち前記他方に配置される複数の接地パッド部と物理的に接し、前記接続基板は、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方に、複数の前記第1信号線パッド部及び複数の前記第2信号線パッド部のうち前記他方に配置される複数の信号線パッド部それぞれと、前記接地導体層と、の間を電氣的に遮断する複数の間隙部を有し、隣接する前記第1信号線パッド部と前記第1接地パッド部との間隔は、第1領域において、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第1領域よりさらに遠い第2領域より、狭くてもよい。

【0015】

(9) 上記(1)乃至(7)のいずれかに記載の光モジュールであって、前記接続基板は、前記第1の面又は前記第2の面の前記一方に配置される複数の前記第1信号線導体ストリップと、をさらに備え、前記第1接続部は、前記第1の面に配置される複数の前記第1信号線パッド部と、前記第1の面に配置される2個の前記第1接地パッド部と、前記第2の面に配置される複数の前記第2信号線パッド部と、前記第2の面に配置される2個の前記第2接地パッド部と、をさらに備え、前記第1の面に、前記2個のうち一方の前記第1接地パッド部と、複数の第1信号線パッド部と、前記2個のうち他方の前記第1接地パッド部とが、順に並んで配置され、前記第2の面に、前記2個のうち一方の前記第2接地パッド部と、複数の第2信号線パッド部と、前記2個のうち他方の前記第2接地パッド部とが、順に並んで配置され、複数の前記第1信号線パッド部それぞれは、対応する前記第2信号線パッド部と電氣的に接続され、前記2個の前記第1接地パッド部それぞれは、対応する前記第2接地パッド部と電氣的に接続され、前記第1の面又は前記第2の面の前記一方において、複数の前記第1信号線導体ストリップは、複数の前記第1信号線パッド部及び複数の前記第2信号線パッド部のうち前記一方に配置される対応する信号線パッド部とそれぞれ物理的に接し、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方において、前記接地導体層は、前記2個の前記第1接地パッド部及び前記2個の前記第2接地パッド部のうち前記他方に配置される複数の接地パッド部と物理的に接し、前記接続基板は、前記第1の面又は前記第2の面の前記他方に、複数の前記第1信号線パッド部及び複数の前記第2信号線パッド部のうち前記他方に配置される複数の信号線パッド部それぞれと、前記接地導体層と、の間を電氣的に遮断する複数の間隙部を有し、隣接する前記第1信号線パッド部と前記第1接地パッド部との間隔それぞれは、第1領域において、平面視して前記間隙部側の内側端部から前記第1領域よりさらに遠い第2領域より、狭くてもよい。

【0016】

10

20

30

40

50

(1 0) 本発明に係る光伝送装置は、上記(1)乃至(9)のいずれかに記載の光モジュールが搭載される、光伝送装置であってもよい。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明により、インピーダンス不整合の抑制と小型化とが両立される、光モジュール、及び光伝送装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送装置及び光モジュールの構成を示す模式図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る光モジュール主要部の構造を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る光サブアセンブリの構造を示す概略図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の構造を示す概略図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に係るプリント回路基板の構造を示す概略図である。

【図 6 A】本発明の第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の一部分の平面図である。

【図 6 B】本発明の第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の一部分の底面図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板のインピーダンス特性を示す図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 0】本発明の第 2 の実施形態に係るプリント回路基板の構造を示す概略図である。

【図 1 1】本発明の第 3 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 2】本発明の第 4 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 3】本発明の第 5 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 4】本発明の第 6 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 5】本発明の第 7 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 6】本発明の第 8 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 7】本発明の第 9 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 8】本発明の第 9 の実施形態に係るフレキシブル基板の第 1 接続部の構造を示す概略図である。

【図 1 9】本発明の第 1 0 の実施形態に係るフレキシブル基板の構造を示す概略図である。

【図 2 0】本発明の第 1 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の構造を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

以下に、図面に基づき、本発明の実施形態を具体的かつ詳細に説明する。なお、実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、以下に示す図は、あくまで、実施形態の実施例を説明するものであって、図の大きさと本実施例記載の縮尺は必ずしも一致するものではない。

【 0 0 2 0 】

[第 1 の実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送装置 1 及び光モジュール 2 の構成を示す

10

20

30

40

50

模式図である。光伝送装置 1 は、プリント回路基板 1 1 と IC 1 2 を備えている。光伝送装置 1 は、例えば、大容量のルータやスイッチである。光伝送装置 1 は、例えば交換機の機能を有しており、基地局などに配置される。光伝送装置 1 に、複数の光モジュール 2 が搭載されており、光モジュール 2 より受信用のデータ（受信用の電気信号）を取得し、IC 1 2 などを用いて、どこへ何のデータを送信するかを判断し、送信用のデータ（送信用の電気信号）を生成し、プリント回路基板 1 1 を介して、該当する光モジュール 2 へそのデータを伝達する。

【0021】

光モジュール 2 は、送信機能及び受信機能を有するトランシーバである。光モジュール 2 は、プリント回路基板 2 1 と、光ファイバ 3 A を介して受信する光信号を電気信号に変換する光受信モジュール 2 3 A と、電気信号を光信号に変換して光ファイバ 3 B へ送信する光送信モジュール 2 3 B と、を含んでいる。プリント回路基板 2 1 と、光受信モジュール 2 3 A 及び光送信モジュール 2 3 B とは、それぞれフレキシブル基板 2 2 A, 2 2 B (FPC) を介して接続されている。光受信モジュール 2 3 A より電気信号がフレキシブル基板 2 2 A を介してプリント回路基板 2 1 へ伝送され、プリント回路基板 2 1 より電気信号がフレキシブル基板 2 2 B を介して光送信モジュール 2 3 B へ伝送される。光モジュール 2 と光伝送装置 1 とは電気コネクタ 5 を介して接続される。光受信モジュール 2 3 A や光送信モジュール 2 3 B は、プリント回路基板 2 1 に電氣的に接続され、光信号/電気信号を電気信号/光信号にそれぞれ変換する。プリント回路基板 2 1 は、光受信モジュール 2 3 A より伝送される電気信号を制御する制御回路（例えば IC）や、光送信モジュール 2 3 B へ伝送する電気信号を制御する制御回路（例えば IC）を備えている。

【0022】

当該実施形態に係る伝送システムは、2 個以上の光伝送装置 1 と 2 個以上の光モジュール 2 と、1 個以上の光ファイバ 3（図示せず：例えば光ファイバ 3 A, 3 B）を含む。各光伝送装置 1 に、1 個以上の光モジュール 2 が接続される。2 個の光伝送装置 1 にそれぞれ接続される光モジュール 2 の間を、光ファイバ 3 が接続している。一方の光伝送装置 1 が生成した送信用のデータが接続される光モジュール 2 によって光信号に変換され、かかる光信号を光ファイバ 3 へ送信される。光ファイバ 3 上を伝送する光信号は、他方の光伝送装置 1 に接続される光モジュール 2 によって受信され、光モジュール 2 が光信号を電気信号へ変換し、受信用のデータとして当該他方の光伝送装置 1 へ伝送する。

【0023】

光モジュール 2 に備えられる光受信モジュール 2 3 A は、1 又は複数の光サブアセンブリを備えている。ここで、1 又は複数の光サブアセンブリそれぞれは、1 又は複数の受光素子を備える ROSA (Receiver Optical SubAssembly) である。光受信モジュール 2 3 A が複数の ROSA を備える場合、フレキシブル基板 2 2 A は複数のサブフレキシブル基板を備える。また、光送信モジュール 2 3 B は、1 又は複数の光サブアセンブリを備えている。ここで、1 又は複数の光サブアセンブリそれぞれは、1 又は複数の発光素子を備える TOSA (Transmitter Optical SubAssembly) である。光送信モジュール 2 3 B が複数の TOSA を備える場合、フレキシブル基板 2 2 B は複数のサブフレキシブル基板を備える。なお、当該実施形態に係る光送信モジュール 2 3 B は、100 Gbit/s 級の光信号の伝送を行う TOSA を 1 つ備えており、TOSA は、4 個の発光素子を備えるボックス型 TOSA である。

【0024】

本発明に係る光モジュールは、1 又は複数の光素子を備える光サブアセンブリと、1 又は複数の光素子を制御する制御回路を備えるプリント回路基板と、光サブアセンブリとプリント回路基板とを接続する接続基板と、を備える。ここで、当該実施形態に係る光サブアセンブリは、光送信モジュール 2 3 B に備えられる TOSA であり、プリント回路基板に備えられる制御回路（例えば IC）は、TOSA に備えられる 1 又は複数の発光素子を制御する。当該実施形態に係る接続基板はフレキシブル基板である。

【0025】

10

20

30

40

50

図2は、当該実施形態に係る光モジュール2主要部の構造を示す図である。図に示すモジュール2は、光サブアセンブリ31と、フレキシブル基板32と、プリント回路基板33を備えており、光サブアセンブリ31は、光送信モジュール23Bに備えられるボックス型TOSAであり、フレキシブル基板32は、図1に示すフレキシブル基板22Bであり、プリント回路基板33は、図1に示すプリント回路基板21である。

【0026】

フレキシブル基板32は、第1の面S1と第2の面S2とを有する。フレキシブル基板32の第2の面S2は、プリント回路基板33の表面(第3の面S3)と対向し物理的に接して接続している。同様に、フレキシブル基板32の第2の面S2は、光サブアセンブリ31の(接続部の)表面(第3の面S3)と対向し物理的に接して接続している。

10

【0027】

図3は、当該実施形態に係る光サブアセンブリ31の構造を示す概略図である。前述の通り、光サブアセンブリ31は4個(4ch)の発光素子を備えるボックス型のTOSAである。図3は光サブアセンブリ31の平面図であるが、内部の構造を説明するために筐体の蓋部分を省略している。なお、説明を容易にするために、x軸及びy軸が図3に示されている。光サブアセンブリ31は、4個の発光素子34(LD:Laser Diode)と、4個の発光素子34が搭載されるサブマウント35と、フィードスルー36と、光学部品37と、スリーブ38と、を備える。サブマウント35の表面には、金属パターンが形成されており、4個の発光素子34と電気的に接続されている。サブマウント35とフィードスルー36とは、接続ワイヤ39で接続されている。光学部品37は、4個の発光素子34が出射する光信号を、平行化し、合波して、スリーブ38へ入射させる。発光素子34は、直接変調型DFB(分布帰還型:Distributed FeedBack)レーザであってもよいし、EA(Electro-Absorption)変調器集積DFBレーザであってもよく、また他のレーザ素子などであってもよい。なお、フィードスルー36は、後述する複数のパッド部(端子)を備えている。

20

【0028】

図4は、当該実施形態に係るフレキシブル基板32の構造を示す概略図である。前述の通り、フレキシブル基板32に、4個(4ch)のコプレーナ線路(Coplanar Line)が形成されている。フレキシブル基板32は柔軟性を有する誘電体層40をベースとしている。なお、説明を容易にするために、図3に示すx軸及びy軸に対応して、x軸及びy軸が図4に示されている。図4に示す通り、当該実施形態に係るフレキシブル基板32(の誘電体層40)の表面に、+x軸方向(第1の方向)に沿って順に、接地導体膜41A、信号線導体ストリップ42A、接地導体膜41B、信号線導体ストリップ42B、接地導体膜41C、信号線導体ストリップ42C、接地導体膜41D、信号線導体ストリップ42D、接地導体膜41Eが配置される。ここで、フレキシブル基板32の表面が第1の面S1である。また、当該実施形態に係るフレキシブル基板32(の誘電体層40)の裏面に、接地導体層43(図示せず)が配置される。ここで、フレキシブル基板32の裏面が第2の面S2である。4個(4ch)のコプレーナ線路を、+x軸方向に順に並ぶ、第1コプレーナ線路、第2コプレーナ線路、第3コプレーナ線路、及び第4コプレーナ線路とする。第1コプレーナ線路は、信号線導体ストリップ42Aと、信号線導体ストリップ42Aの両側に配置される接地導体膜41A、41Bと、接地導体層43(図示せず)と、誘電体層40とを含んで構成される。接地導体層43は、信号線導体ストリップ42A(及び42B、42C、42D)と重畳しさらに両側に広がって形成されている。すなわち、かかるコプレーナ線路はいわゆるグランド(接地導体層)付コプレーナ線路となっている。第2コプレーナ線路は、信号線導体ストリップ42Bと、接地導体膜41B、41Cと、接地導体層43と、誘電体層40とを含んで構成される。第3コプレーナ線路及び第4コプレーナ線路についても同様である。

30

40

【0029】

図4に示す通り、当該実施形態に係るフレキシブル基板32は、プリント回路基板33と第2の面S2にて接続する第1接続部51と、光サブアセンブリ31と第2の面S2に

50

て接続する第2接続部61と、を備える。第1接続部51は、表面に配置される表面信号線パッド部55A, 55B, 55C, 55Dと、表面に配置される表面接地パッド部56A, 56B, 56C, 56D, 56Eと、裏面に配置される裏面信号線パッド部57A, 57B, 57C, 57D(図示せず)と、裏面に配置される裏面接地パッド部58A, 58B, 58C, 58D, 58E(図示せず)と、を備える。表面信号線パッド部55A, 55B, 55C, 55Dは、裏面信号線パッド部57A, 57B, 57C, 57Dとそれぞれ、複数のスルーホール59を介して半田付けされることにより電氣的に接続されている。同様に、表面接地パッド部56A, 56B, 56C, 56D, 56Eは、裏面接地パッド部58A, 58B, 58C, 58D, 58Eとそれぞれ、複数のスルーホール59を介して半田付けされることにより電氣的に接続されている。なお、複数のスルーホール59は、穴の中に導電体が配置され、半田がなくとも表面側と裏面側の各パッド部が導通される構造であっても構わない。表面側のパッド部と裏面側のパッド部とが導通される構造であればよい。

10

【0030】

当該実施形態に係るフレキシブル基板32(の誘電体層40)の表面に、表面信号線パッド部と表面接地パッド部とが、順に並んで複数繰り返し配置される。すなわち、フレキシブル基板32の表面に、+x軸方向(第1の方向)に沿って順に、表面接地パッド部56A、表面信号線パッド部55A、表面接地パッド部56B、表面信号線パッド部55B、表面接地パッド部56C、表面信号線パッド部55C、表面接地パッド部56D、表面信号線パッド部55D、表面接地パッド部56Eが配置される。すなわち、GSGSGSGSGSG配列である。表面信号線パッド部55A, 55B, 55C, 55Dは、信号線導体ストリップ42A, 42B, 42C, 42Dと、それぞれ物理的に接している。信号線導体ストリップ42A, 42B, 42C, 42Dの線幅は、コプレーナ線路の特性インピーダンス(50)に応じて決定されるが、裏面信号線パッド部57A, 57B, 57C, 57Dの線幅と比べて小さい(細い)。それゆえ、信号線導体ストリップ42A, 42B, 42C, 42Dは第2の方向(+y軸方向)に沿って延伸するが、表面信号線パッド部55A, 55B, 55C, 55Dとの接続箇所において、線幅を徐々に大きく(広く)して、表面信号線パッド部55A, 55B, 55C, 55Dに至る。

20

【0031】

表面接地パッド部56A, 56B, 56C, 56D, 56Eは、接地導体膜41A, 41B, 41C, 41D, 41Eと、それぞれ物理的に接している。接地導体膜41A, 41B, 41C, 41D, 41Eは、隣接する信号線導体ストリップ42A, 42B, 42C, 42Dと一定距離を維持しており、接地導体膜41A, 41B, 41C, 41D, 41Eそれぞれの形状は、隣接する信号線導体ストリップ42A, 42B, 42C, 42Dにより決定される。当該実施形態に係るフレキシブル基板32(の誘電体層40)の裏面に、裏面信号線パッド部と裏面接地パッド部とが、順に並んで複数繰り返し配置される。すなわち、フレキシブル基板32の裏面に、+x軸方向(第1の方向)に沿って順に、裏面接地パッド部58A、裏面信号線パッド部57A、裏面接地パッド部58B、裏面信号線パッド部57B、裏面接地パッド部58C、裏面信号線パッド部57C、裏面接地パッド部58D、裏面信号線パッド部57D、裏面接地パッド部58Eが配置される。接地導体層43は、裏面接地パッド部58A, 58B, 58C, 58D, 58Eそれぞれと、物理的に接している。フレキシブル基板32は、接地導体層43と、裏面信号線パッド部57A, 57B, 57C, 57Dそれぞれと、の間に、間隙部Gを有する(後述する図6B参照)。間隙部Gにより、裏面信号線パッド部57A, 57B, 57C, 57Dそれぞれは、接地導体層43と物理的に遮断されている。

30

40

【0032】

プリント回路基板33と接続する第1接続部51の幅(フレキシブル基板32のプリント回路基板33側の端部の幅)は、光サブアセンブリ31と接続する第2接続部61の幅(フレキシブル基板32の光サブアセンブリ31側の端部の幅)と比べて、狭くなっている。それゆえ、フレキシブル基板32の表面に並ぶ4個の信号線導体ストリップ42A,

50

4 2 B , 4 2 C , 4 2 D は、第 2 接続部 6 1 より + y 軸方向に延伸するが、途中で内側に屈曲し、延伸し、さらに + y 軸方向へ屈曲し、+ y 軸方向に延伸して、第 1 接続部 5 1 に至る。なお、フレキシブル基板 3 2 の表面に、第 1 接続部 5 1 及び第 2 接続部 6 1 を除いて、カバーレイが配置されるが、図 4 には図示を省略している。同様に、フレキシブル基板 3 2 の裏面にも、第 1 接続部 5 1 及び第 2 接続部 6 1 を除いて、カバーレイが配置される。カバーレイは外部環境との電氣的遮断をするために配置される。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、当該実施形態に係るプリント回路基板 3 3 の構造を示す概略図である。なお、説明を容易にするために、図 4 に示す x 軸及び y 軸に対応して、x 軸及び y 軸が図 5 に示されている。プリント回路基板 3 3 の表面（第 3 の面 S 3 ）に、+ x 軸方向（第 1 の方向）に沿って順に、PCB 接地パッド部 7 1 A（第 3 接地パッド部）、PCB 信号線パッド部 7 2 A（第 3 信号線パッド部）、PCB 接地パッド部 7 1 B、PCB 信号線パッド部 7 2 B、PCB 接地パッド部 7 1 C、PCB 信号線パッド部 7 2 C、PCB 接地パッド部 7 1 D、PCB 信号線パッド部 7 2 D、PCB 接地パッド部 7 1 E が配置される。プリント回路基板 3 3 は、それぞれ誘電体層を介して複数の導体層が形成される多層構造のプリント配線基板である。複数の導体層のうち、プリント回路基板 3 3 の表面に形成される導体層を第 1 金属層とし、積層方向に沿って、順に、第 2 金属層、第 3 金属層、・・・とする。プリント回路基板 3 3 の第 1 金属層に、4 個の PCB 信号線導体ストリップ 7 3 A , 7 3 B , 7 3 C , 7 3 D が配置される。PCB 信号線導体ストリップ 7 3 A , 7 3 B , 7 3 C , 7 3 D は、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D と、それぞれ物理的に接している。第 2 金属層に PCB 接地導体層（図示せず）が配置され、PCB 接地パッド部 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C , 7 1 D , 7 1 E は、ビアホール 7 5 を介して PCB 接地導体層と電氣的に接続される。プリント回路基板 3 3 に 4 個（4 c h）のマイクロストリップ線路が構成される。例えば、PCB 信号線導体ストリップ 7 3 A と、PCB 接地導体層と、誘電体層とを含んで 1 個のマイクロストリップ線路が構成される。PCB 信号線導体ストリップ 7 3 B , 7 3 C , 7 3 D についても同様である。

【 0 0 3 4 】

PCB 信号線導体ストリップ 7 3 A , 7 3 B , 7 3 C , 7 3 D の線幅は、マイクロストリップ線路の特性インピーダンス（50 Ω）に応じて決定されるが、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D の線幅と比べて小さい（細い）。PCB 信号線導体ストリップ 7 3 A , 7 3 B , 7 3 C , 7 3 D は、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D より第 2 の方向（+ y 軸方向）に沿って延伸しているが、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D との接続箇所において、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D の線幅より徐々に小さく（狭く）なっている。PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D それぞれ、及び PCB 接地パッド部 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C , 7 1 D , 7 1 E それぞれは、プリント回路基板 3 3 の端から、第 2 の方向（+ y 軸方向）に延伸する矩形状を有している。

【 0 0 3 5 】

図 6 A は、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の一部分の平面図であり、図 6 B は、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の一部分の底面図である。すなわち、図 6 A はフレキシブル基板 3 2 の表面（第 1 の面 S 1 ）を、図 6 B はフレキシブル基板 3 2 の裏面（第 2 の面 S 2 ）をそれぞれ示している。図 6 A 及び図 6 B はともに、図 4 に示す領域 A を拡大させたものであり、図 4 に示す x 軸及び y 軸に対応して、x 軸及び y 軸が図 6 A 及び図 6 B に示されている。

【 0 0 3 6 】

本発明の主な特徴は、フレキシブル基板 3 2 の、光サブアセンブリ 3 1 及び / 又はプリント回路基板 3 3 との接続部の構造にある。当該実施形態においては、第 1 の方向（+ x 軸方向）に沿って、表面信号線パッド部 5 5 A , 5 5 B , 5 5 C , 5 5 D と、両側にそれぞれ隣接して配置される表面接地パッド部 5 6 A , 5 6 B , 5 6 C , 5 6 D , 5 6 E との間隔が、裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D と、両側それぞれに隣接し

10

20

30

40

50

て配置される裏面接地パッド部 5 8 A , 5 8 B , 5 8 C , 5 8 D , 5 8 E との間隔と、それぞれ異なっている（部分がある）ことにある。

【 0 0 3 7 】

以下、プリント回路基板 3 3 と接続する第 1 接続部 5 1 について説明する。第 1 接続部 5 1 の裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D それぞれの形状は、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D それぞれの形状に対応しており、第 1 接続部 5 1 の裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D は、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D それぞれと対向するとともに（実質的に一致して）重畳するよう接して接続される。第 1 接続部 5 1 の裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D と PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D とがそれぞれ（実質的に一致して）重畳するよう接している状態で、表面信号線パッド部 5 5 A , 5 5 B , 5 5 C , 5 5 D のスルーホール 5 9 に半田が注入され半田付けされることで、第 1 接続部 5 1 の裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D と PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D とは物理的に固定されるとともに電気的にも接続される。裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の形状は、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D の形状と実質的には一致しており、矩形状である。製造誤差を考慮して、PCB 信号線パッド部 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D の形状が裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の形状より、製造誤差と同程度大きくすることもあり得る。

10

【 0 0 3 8 】

同様に、第 1 接続部 5 1 の裏面信号線パッド部 5 8 A , 5 8 B , 5 8 C , 5 8 D , 5 8 E は、PCB 接地パッド部 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C , 7 1 D , 7 1 E それぞれと対向するとともに重畳するよう接して接続される。裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D と同様に、裏面接地パッド部 5 8 A , 5 8 B , 5 8 C , 5 8 D , 5 8 E の形状は、PCB 接地パッド部 7 1 A , 7 1 B , 7 1 C , 7 1 D , 7 1 E の形状と実質的には一致しており、矩形状である。

20

【 0 0 3 9 】

ここで、図 6 A 及び図 6 B に示す通り、裏面接地パッド部 5 8 A は、裏面信号線パッド部 5 7 A と隣接して配置されており、平面視してそれぞれと重畳するように、表面接地パッド部 5 6 A は、表面信号線パッド部 5 5 A と隣接して配置されている。表面接地パッド部 5 6 A の形状は、第 2 の方向（+ y 軸方向）に延伸する矩形状であり、裏面接地パッド部 5 8 A の形状と実質的に一致している。すなわち、平面視して、表面接地パッド部 5 6 A は、裏面接地パッド部 5 8 A と（実質的に一致して）重畳するよう配置されている。これに対して、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A は、裏面信号線パッド部 5 7 A と重畳するよう配置されているが、表面信号線パッド部 5 5 A の形状は裏面信号線パッド部 5 7 A の形状と異なっている。

30

【 0 0 4 0 】

表面信号線パッド部 5 5 A , 5 5 B , 5 5 C , 5 5 D は、信号線導体ストリップ 4 2 A , 4 2 B , 4 2 C , 4 2 D とそれぞれ物理的に接しているが、表面信号線パッド部 5 5 A , 5 5 B , 5 5 C , 5 5 D の間隙部 G 側の内側端部は、裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の内側端部（間隙部 G との境界）の y 軸方向に沿う位置（座標）によって定義することとする。すなわち、裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の内側端部を貫く x 軸方向の直線によって定義される。同様に、表面接地パッド部 5 6 A , 5 6 B , 5 6 C , 5 6 D , 5 6 E は、接地導体膜 4 1 A , 4 1 B , 4 1 C , 4 1 D , 4 1 E と、それぞれ物理的に接しているが、表面接地パッド部 5 6 A , 5 6 B , 5 6 C , 5 6 D , 5 6 E の内側端部は、裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の内側端部（間隙部 G との境界）の y 軸方向に沿う位置（座標）によって定義することとする。裏面接地パッド部 5 8 A , 5 8 B , 5 8 C , 5 8 D , 5 8 E は、接地導体層 4 3 と、それぞれ物理的に接しているが、裏面接地パッド部 5 8 A , 5 8 B , 5 8 C , 5 8 D , 5 8 E の内側端部は、裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D の内側端部（間隙

40

50

部 G との境界) の y 軸方向に沿う位置 (座標) によって定義することとする。

【 0 0 4 1 】

互いに隣接して配置される表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間の領域を考える。かかる領域のうち、間隙部 G 側の内側端部に近い領域を第 1 領域 R 1 とし、間隙部 G 側の内側端部よりさらに遠い領域を第 2 領域 R 2 とする。第 1 領域 R 1 において、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁は、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁よりも外側 (表地接地パッド部 5 6 A 側) にある。これに対して、第 2 領域 R 2 において、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁は、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁よりも内側 (表面接地パッド部 5 6 A 側とは反対側) にある。すなわち、表面信号線パッド部 5 5 A のうち、第 1 領域 R 1 に隣接する部分の幅は、平面視して裏面信号線パッド部 5 7 A の対応する部分の幅より広がっている。表面信号線パッド部 5 5 A のうち、第 2 領域 R 2 に隣接する部分の幅は、平面視して、裏面信号線パッド部 5 7 A の対応する部分の幅より狭くなっている。なお、ここでいうパッド部の幅とは、一方側の縁から他方側の縁までの x 軸方向の長さをいう。表面接地パッド部 5 6 A の表面信号線パッド部 5 5 A 側の縁は、第 2 の方向 (+ y 軸方向) に沿って直線である。よって、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔は、第 1 領域 R 1 において、第 2 領域 R 2 より狭くなっている。なお、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔とは、表面接地パッド部 5 6 A の表面信号線パッド部 5 5 A 側の縁から表面信号線パッド部 5 5 A 側の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁までの x 軸方向の長さをいう。

10

20

【 0 0 4 2 】

図 7 は、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 とプリント回路基板 3 3 を接続させた状態のインピーダンス特性を示す図である。図 7 に、フレキシブル基板 3 2 の第 1 接続部 5 1 付近のインピーダンス特性が実線で、従来技術にかかるフレキシブル基板の接続部のインピーダンス特性が破線で、それぞれ示されている。図 7 の横軸は、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の中心線を含んで延伸する y 軸方向に沿う位置 (座標: mm) であり、図 7 の縦軸は特性インピーダンス () である。ここで、従来技術に係るフレキシブル基板は、当該実施形態に係る表面信号線パッド部 5 5 A 及び表面接地パッド部 5 6 A の代わりに、平面視して、裏面信号線パッド部 5 7 A 及び裏面接地パッド部 5 8 A の形状それぞれと一致する、表面信号線パッド部及び表面接地パッド部を備えている。すなわち、表面信号線パッド部と表面接地パッド部との間隔は第 2 の方向 (+ y 軸方向) に沿って一定である。

30

【 0 0 4 3 】

従来技術に係るフレキシブル基板では、表面信号線パッド部の間隙部側の内側端部付近において、接地導体層と裏面信号線パッド部との間に位置する間隙部に起因して、特性インピーダンスが上昇している。また、表面信号線パッド部の外側端部 (間隙部側とは反対側の端部) 付近において、表面信号線パッド部と裏面信号線パッド部との重畳する面積が大きいことに起因して、特性インピーダンスが減少している。

【 0 0 4 4 】

これに対して、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 では、第 1 領域 R 1 において、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔が小さくなっていることにより、容量成分を増大させ、従来技術と比べて、特性インピーダンスを減少させて 5 0 に近づけることが出来ている。また、第 2 領域 R 2 において、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔が大きくなっていることにより、容量成分を減少させ、従来技術と比べて、特性インピーダンスを増大させて 5 0 に近づけることが出来ている。

40

【 0 0 4 5 】

従来技術と比較して、表面信号線パッド部 5 5 A の内側端部側において、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔が第 2 領域 R 2 における間隔より小さくなっている第 1 領域 R 1 が存在していれば、内側端部側におけるインピーダンス増大を抑

50

制することが出来る。特に、内側端部側の少なくとも一部分（第1領域R1）において、表面信号線パッド部55Aと表面接地パッド部56Aとの間隔が裏面信号線パッド部57Aと裏面接地パッド部58Aとの間隔より小さくなっているのが望ましい。従来技術と比較して、表面信号線パッド部55Aの外側端部側において、表面信号線パッド部55Aと表面接地パッド部56Aとの間隔が大きくなっている第2領域R2が存在していれば、外側端部側におけるインピーダンス減少を抑制することが出来る。特に、外側端面側の少なくとも一部分（第2領域R2）において、表面信号線パッド部55Aと表面接地パッド部56Aとの間隔が裏面信号線パッド部57Aと裏面接地パッド部58Aとの間隔より大きくなっているのが望ましい。

【0046】

インピーダンス整合の観点では、内側端部側におけるインピーダンス増大を抑制するよう、内側端部側の一部の領域において表面信号線パッド部55Aと表面接地パッド部56Aとの間隔が小さくなっていれば、従来技術と比較してインピーダンス整合の効果を奏する。また、外側端部側におけるインピーダンス減少を抑制するよう、外側端部側の一部の領域において表面信号線パッド部55Aと表面接地パッド部56Aとの間隔が大きくなっていれば、従来技術と比較してインピーダンス整合の効果を奏する。インピーダンス整合の効果を高めるためには、内側端部から外側端部に至る領域が第1領域R1と第2領域R2のみによって構成されているのがさらに望ましい。すなわち、第1領域R1は間隙部G側の内側端部まで及んでいるのが望ましい。第2領域R2は外側端部まで及んでいるのが望ましい。そして、第1領域R1と第2領域R2とは接しているのが望ましい。

【0047】

前述の通り、表面信号線パッド部55Aは裏面信号線パッド部57Aと、1又は複数のスルーホール59を介して電氣的に接続されている。表面信号線パッド部55Aの外側端部側の部分は、幅が狭くなるよう形成されるが、かかる部分にもスルーホール59が形成されている。スルーホール59を形成することとスルーホールの製造誤差とを考慮して、かかる部分のうち、スルーホール59が形成される領域では幅が広がっている。当該実施形態においては、スルーホール59が形成される領域であっても、表面信号線パッド部55Aの幅は裏面信号線パッド部57Aの幅より狭くなっており、第2領域R2に含めている。しかしながら、スルーホールの製造誤差などの事情によりかかる領域において、表面信号線パッド部55Aの幅は裏面信号線パッド部57Aの幅より広がってもよい。すなわち、かかる領域を第2領域R2に含めていなければよい。

【0048】

また、当該実施形態では、第1接続部51に備えられる表面信号線パッド部55A、55B、55C、55Dの形状を変形させることにより、インピーダンス不整合を抑制することが出来ている。すなわち、従来技術と比較して、インピーダンス不整合を抑制する性能を実現するために新たな部品や空間を必要とせず、インピーダンス整合をするためにフレキシブル基板32のサイズ増大の必要はなく、光モジュール2の小型化や高密度実装が併せて実現されている。そして、プリント回路基板33と接続する側の裏面信号線パッド部57A、57B、57C、57D及び裏面接地パッド部58A、58B、58C、58D、58Eを十分な接合強度が得られる大きさの確保とインピーダンス特性の向上を併せて実現させている。

【0049】

[第2の実施形態]

図8及び図9は、本発明の第2の実施形態に係るフレキシブル基板32の第1接続部51の構造を示す概略図である。図10は、当該実施形態に係るプリント回路基板33の構造を示す概略図である。図8は、フレキシブル基板32の表面を示す図（平面図）であり、図9はフレキシブル基板32の裏面を示す図（底面図）である。当該実施形態に係るフレキシブル基板32には、第1の実施形態と異なり、1個（1ch）のコプレーナ線路が構成されている。なお、本発明を容易に理解するために、図6A及び図6Bに示す第1接続部51と異なり、図8及び図9は、模式的に示している。図10についても同様である

10

20

30

40

50

。図 8 乃至図 10 には、x 軸及び y 軸が示されている。以下の図についても同様である。

【 0 0 5 0 】

当該実施形態に係るフレキシブル基板 32 では、第 1 の実施形態と同様に、第 1 領域 R1 において、平面視して、表面信号線パッド部 55A の表面接地パッド部 56A 側の縁（表面接地パッド部 56B の縁）は、裏面信号線パッド部 57A の裏面接地パッド部 58A 側の縁（裏面接地パッド部 58B 側の縁）よりも外側（表地接地パッド部 56A / 56B 側）にある。これに対して、第 2 領域 R2 において、平面視して、表面信号線パッド部 55A の表面接地パッド部 56A 側の縁（表面接地パッド部 56B の縁）は、裏面信号線パッド部 57A の裏面接地パッド部 58A 側の縁（裏面接地パッド部 58B 側の縁）よりも内側（表面接地パッド部 56A / 56B 側とは反対側）にある。

10

【 0 0 5 1 】

当該実施形態において、フレキシブル基板 32 に 1 個のコプレーナ線路が形成されるが、第 1 の実施形態と同様に、プリント回路基板 33 との接続箇所においてインピーダンス不整合を抑制することが出来ている。

【 0 0 5 2 】

[第 3 の実施形態]

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に係るフレキシブル基板 32 の第 1 接続部 51 の構造を示す概略図である。図 11 は、フレキシブル基板 32 の表面を示す図（平面図）であり、フレキシブル基板 32 の裏面及びプリント回路基板 33 の表面は、図 9 及び 10 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 51 は、表面信号線パッド部 55A と、表面接地パッド部 56A の両側に配置される表面接地パッド部 56A、56B の構造が第 2 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

20

【 0 0 5 3 】

表面信号線パッド部 55A と表面接地パッド部 56A（表面接地パッド部 56B）との間隔は、第 1 領域 R1 において、第 2 領域 R2 より狭くなっている。しかしながら、第 2 の実施形態と異なり、表面信号線パッド部 55A の形状は、第 2 の方向（+y 軸方向）に延伸する矩形状であり、裏面信号線パッド部 57A の形状と実質的に一致している。これに対して、第 1 の領域 R1 において、平面視して、表面接地パッド部 56A（表面接地パッド部 56B）の表面信号線パッド部 55A 側の縁は、裏面接地パッド部 58A（表面接地パッド部 58B）の裏面信号線パッド部 57A 側の縁よりも外側（表面信号線パッド部 55A 側）にある。第 2 の領域 R2 において、平面視して、表面接地パッド部 56A（表面接地パッド部 56B）の表面信号線パッド部 55A 側の縁は、裏面接地パッド部 58A（表面接地パッド部 58B）の裏面信号線パッド部 57A 側の縁よりも内側（表面信号線パッド部 55A とは反対側）にある。当該実施形態においても、第 2 の実施形態と同様に、プリント回路基板 33 との接続箇所においてインピーダンス不整合を抑制することが出来ている。

30

【 0 0 5 4 】

[第 4 の実施形態]

図 12 は、本発明の第 4 の実施形態に係るフレキシブル基板 32 の第 1 接続部 51 の構造を示す概略図である。図 12 は、フレキシブル基板 32 の表面を示す図（平面図）であり、フレキシブル基板 32 の裏面及びプリント回路基板 33 の表面は、図 9 及び 10 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 51 は、表面信号線パッド部 55A と、表面接地パッド部 56A の両側に配置される表面接地パッド部 56A、56B の構造が第 2 及び第 3 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

40

【 0 0 5 5 】

当該実施形態に係る第 1 接続部 1 では、第 1 領域 R1 において、平面視して、表面信号線パッド部 55A の表面接地パッド部 56A 側の縁（表面接地パッド部 56B 側の縁）は、裏面信号線パッド部 57A の裏面接地パッド部 58A 側の縁（裏面接地パッド部 58B 側の縁）よりも外側にあり、表面接地パッド部 56A（表面接地パッド部 56B）の表面信号線パッド部 55A 側の縁は、裏面接地パッド部 58A（裏面接地パッド部 58B）の

50

裏面信号線 5 7 側の縁よりも外側にある。第 2 領域 R 2 において、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁（表面接地パッド部 5 6 B 側の縁）は、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁（裏面接地パッド部 5 8 B 側の縁）よりも内側にあり、表面接地パッド部 5 6 A（表面接地パッド部 5 6 B）の表面信号線パッド部 5 5 A 側の縁は、裏面接地パッド部 5 8 A（裏面接地パッド部 5 8 B）の裏面信号線 5 7 側の縁よりも内側にある。当該実施形態においても、第 2 及び第 3 の実施形態と同様に、プリント回路基板 3 3 との接続箇所においてインピーダンス不整合を抑制することが出来ている。

【 0 0 5 6 】

[第 5 の実施形態]

図 1 3 は、本発明の第 5 の実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の第 1 接続部 5 1 の構造を示す概略図である。図 1 3 は、フレキシブル基板 3 2 の表面を示す図（平面図）であり、フレキシブル基板 3 2 の裏面及びプリント回路基板 3 3 の表面は、図 9 及び 1 0 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 5 1 は、表面信号線パッド部 5 5 A の構造が第 2 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

【 0 0 5 7 】

第 1 の領域 R 1 において、第 2 の実施形態と異なり、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁（表面接地パッド部 5 6 B の縁）は、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁（裏面接地パッド部 5 8 B 側の縁）と一致している。これに対して、第 2 領域 R 2 において、第 2 の実施形態と同様に、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁（表面接地パッド部 5 6 B の縁）は、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁（裏面接地パッド部 5 8 B 側の縁）よりも内側にある。当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 は、外側端部付近におけるインピーダンス減少を抑制することが出来ている。

【 0 0 5 8 】

[第 6 の実施形態]

図 1 4 は、本発明の第 6 の実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の第 1 接続部 5 1 の構造を示す概略図である。図 1 4 は、フレキシブル基板 3 2 の表面を示す図（平面図）であり、フレキシブル基板 3 2 の裏面及びプリント回路基板 3 3 の表面は、図 9 及び 1 0 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 5 1 は、表面接地パッド部 5 6 A の両側に配置される表面接地パッド部 5 6 A , 5 6 B の構造が第 3 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

【 0 0 5 9 】

第 1 の領域 R 1 において、第 3 の実施形態と異なり、平面視して、表面接地パッド部 5 6 A（表面接地パッド部 5 6 B）の表面信号線パッド部 5 5 A 側の縁は、裏面接地パッド部 5 8 A（裏面接地パッド部 5 8 B）の裏面信号線パッド部 5 7 A 側の縁と一致している。これに対して、第 2 領域 R 2 において、第 3 の実施形態と同様に、平面視して、表面接地パッド部 5 6 A（表面接地パッド部 5 6 B）の表面信号線パッド部 5 5 A 側の縁は、裏面接地パッド部 5 8 A（裏面接地パッド部 5 8 B）の裏面信号線パッド部 5 7 A 側の縁よりも内側にある。当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 は、第 5 の実施形態と同様に、外側端部付近におけるインピーダンス減少を抑制することが出来ている。

【 0 0 6 0 】

[第 7 の実施形態]

図 1 5 は、本発明の第 7 の実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の第 1 接続部 5 1 の構造を示す概略図である。図 1 5 は、フレキシブル基板 3 2 の表面を示す図（平面図）であり、フレキシブル基板 3 2 の裏面及びプリント回路基板 3 3 の表面は、図 9 及び 1 0 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 5 1 は、表面信号線パッド部 5 5 A の構造が第 2 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

【 0 0 6 1 】

第 1 の領域 R 1 において、第 2 の実施形態と同様に、平面視して、表面信号線パッド部

10

20

30

40

50

55Aの表面接地パッド部56A側の縁(表面接地パッド部56Bの縁)は、裏面信号線パッド部57Aの裏面接地パッド部58A側の縁(裏面接地パッド部58B側の縁)より外側にある。これに対して、第2領域R2において、第2の実施形態と異なり、平面視して、表面信号線パッド部55Aの表面接地パッド部56A側の縁(表面接地パッド部56Bの縁)は、裏面信号線パッド部57Aの裏面接地パッド部58A側の縁(裏面接地パッド部58B側の縁)と一致している。当該実施形態に係るフレキシブル基板32は、内側端部付近におけるインピーダンス増大を抑制することが出来ている。

【0062】

[第8の実施形態]

図16は、本発明の第8の実施形態に係るフレキシブル基板32の第1接続部51の構造を示す概略図である。図16は、フレキシブル基板32の表面を示す図(平面図)であり、フレキシブル基板32の裏面及びプリント回路基板33の表面は、図9及び10に示される。当該実施形態に係る第1接続部51は、表面接地パッド部56Aの両側に配置される表面接地パッド部56A、56Bの構造が第3の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。

10

【0063】

第1の領域R1において、第3の実施形態と同様に、平面視して、表面接地パッド部56A(表面接地パッド部56B)の表面信号線パッド部55A側の縁は、裏面接地パッド部58A(裏面接地パッド部58B)の裏面信号線パッド部57A側の縁より外側にある。これに対して、第2領域R2において、第3の実施形態と同様に、平面視して、表面接地パッド部56A(表面接地パッド部56B)の表面信号線パッド部55A側の縁は、裏面接地パッド部58A(裏面接地パッド部58B)の裏面信号線パッド部57A側の縁と一致している。当該実施形態に係るフレキシブル基板32は、第7の実施形態と同様に、内側端部付近におけるインピーダンス増大を抑制することが出来ている。

20

【0064】

[第9の実施形態]

以上、第1乃至第8の実施形態では、フレキシブル基板32の表面を第1の面S1とし、裏面を第2の面S2とし、第1接続部51において、第2の面S2に配置される裏面信号線パッド部57A(など)と裏面接地パッド部58A、58B(など)が、プリント回路基板33の表面(第3の面S3)と接して接続されるとしたが、これに限定されることはない。フレキシブル基板32の裏面を第1の面S1とし、表面を第2の面S2とし、第1接続部51において、第2の面S2に配置される表面信号線パッド部55A(など)と表面接地パッド部56A、56B(など)が、プリント回路基板33の表面と接して接続されてもよい。

30

【0065】

第1乃至第8の実施形態において、第1の面S1又は第2の面S2のいずれか一方に配置される第1信号線導体ストリップは、表面である第1の面S1に配置される信号線導体ストリップ42A、42B、42C、42Dであり、第1の面S1又は第2の面S2のいずれか他方に配置される第1接地導体層は、裏面である第2の面S2に配置される接地導体層43である。すなわち、ここで、一方とは第1の面S1(表面)であり、他方とは第2の面S2(裏面)である。第1接続部51のうち、第1の面S1に配置される第1信号線パッド部は、表面信号線パッド部55A、55B、55C、55Dであり、第1の面S1に配置される第1接地パッド部は、表面接地パッド部56A、56B、56C、56D、56Eである。また、第2の面S2に配置される第2信号線パッド部は、裏面信号線パッド部57A、57B、57C、57Dであり、第2の面S2に配置される第2接地パッド部は、裏面接地パッド部58A、58B、58C、58D、58Eである。この場合、第1信号線導体ストリップ(信号線導体ストリップ42A、42B、42C、42D)が物理的に接する信号線パッド部は第1信号線パッド部であり、接地導体層43との間で間隙部Gが配置される信号パッド部は第2信号線パッド部である。そして、第1乃至第8の実施形態において、第1の面S1に配置される第1信号線パッド部と前記第1接地パッド

40

50

部との間隔は、第 1 領域において第 2 領域より狭くなっている。

【 0 0 6 6 】

これに対して、本発明の第 9 の実施形態において、フレキシブル基板 3 2 の表面がプリント回路基板 3 3 の表面（第 3 の面 S 3）と接して接続されており、フレキシブル基板 3 2 の表面が第 2 の面 S 2 であり、裏面が第 1 の面 S 1 である。よって、第 1 の面 S 1 又は第 2 の面 S 2 のいずれか一方に配置される第 1 信号線導体ストリップは、表面である第 2 の面 S 2 に配置される信号線導体ストリップ 4 2 A, 4 2 B, 4 2 C, 4 2 D であり、第 1 の面 S 1 又は第 2 の面 S 2 のいずれか他方に配置される第 1 接地導体層は、表面である第 1 の面 S 1 に配置される接地導体層 4 3 である。すなわち、ここで、一方とは第 2 の面 S 2（表面）であり、他方とは第 1 の面 S 1（裏面）である。第 1 接続部 5 1 のうち、第 1 の面 S 1 に配置される第 1 信号線パッド部は、裏面信号線パッド部 5 7 A, 5 7 B, 5 7 C, 5 7 D であり、第 1 の面 S 1 に配置される第 1 接地パッド部は、裏面接地パッド部 5 8 A, 5 8 B, 5 8 C, 5 8 D, 5 8 E である。また、第 2 の面 S 2 に配置される第 2 信号線パッド部は、表面信号線パッド部 5 5 A, 5 5 B, 5 5 C, 5 5 D であり、第 2 の面 S 2 に配置される第 2 接地パッド部は、表面接地パッド部 5 6 A, 5 6 B, 5 6 C, 5 6 D, 5 6 E である。この場合、第 1 信号線導体ストリップ（信号線導体ストリップ 4 2 A, 4 2 B, 4 2 C, 4 2 D）が物理的に接する信号線パッド部は第 2 信号線パッド部であり、接地導体層 4 3 との間で間隙部 G が配置される信号パッド部は第 1 信号線パッド部である。そして、当該実施形態において、第 1 の面 S 1 に配置される第 1 信号線パッド部と前記第 1 接地パッド部との間隔は、第 1 領域において第 2 領域より狭くなっている。

10

20

【 0 0 6 7 】

図 1 7 及び図 1 8 は、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 の第 1 接続部 5 1 の構造を示す概略図である。図 1 7 は、フレキシブル基板 3 2 の表面を示す図（平面図）であり、図 1 8 はフレキシブル基板 3 2 の裏面を示す図（底面図）である。プリント回路基板 3 3 の表面は図 1 0 に示される。当該実施形態に係る第 1 接続部 5 1 が、第 2 の実施形態と異なっているが、それ以外の構成は同じである。フレキシブル基板 3 2 の表面が第 2 の面 S 2 であり、フレキシブル基板 3 2 の表面がプリント回路基板 3 3 の表面（第 3 の面 S 3）と接して接続される。

【 0 0 6 8 】

図 1 7 に示す通り、表面信号線パッド部 5 5 A 及び表面接地パッド部 5 6 A, 5 6 B は、P C B 信号線パッド部 7 2 A 及び P C B 接地パッド部 7 1 A, 7 1 B と、それぞれ重畳するよう接して接続される。表面信号線パッド部 5 5 A の形状及び表面接地パッド部 5 6 A, 5 6 B の形状は、P C B 信号線パッド部 7 2 A の形状及び P C B 接地パッド部 7 1 A, 7 1 B の形状と、それぞれ実質的に一致している。

30

【 0 0 6 9 】

図 1 8 に示す通り、当該実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 では、第 1 領域 R 1 において、平面視して、裏面信号線パッド部 5 7 A の表面接地パッド部 5 8 A 側の縁（表面接地パッド部 5 8 B の縁）は、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁（表面接地パッド部 5 6 B 側の縁）よりも外側（裏面接地パッド部 5 8 A / 5 8 B 側）にある。これに対して、第 2 領域 R 2 において、平面視して、裏面信号線パッド部 5 7 A の裏面接地パッド部 5 8 A 側の縁（裏面接地パッド部 5 8 B の縁）は、表面信号線パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A 側の縁（表面接地パッド部 5 6 B 側の縁）よりも内側（裏面接地パッド部 5 8 A / 5 8 B 側とは反対側）にある。すなわち、裏面信号線パッド部 5 7 A において、第 1 領域 R 1 に隣接する部分の幅は、平面視して表面信号線パッド部 5 5 A の対応する部分の幅より広がっている。第 2 領域 R 2 に隣接する部分の幅は、平面視して、表面信号線パッド部 5 5 A の対応する部分の幅より狭くなっている。裏面接地パッド部 5 8 A（裏面接地パッド部 5 8 B）の裏面信号線パッド部 5 7 A 側の縁は、第 2 の方向（+ y 軸方向）に沿って直線である。よって、裏面信号線パッド部 5 7 A と裏面接地パッド部 5 8 A との間隔は、第 1 領域 R 1 において、第 2 領域 R 2 より狭くなっている。

40

【 0 0 7 0 】

50

第1領域R1において、平面視して、裏面信号線パッド部57Aの表面接地パッド部58A側の縁（表面接地パッド部58Bの縁）は、表面信号線パッド部55Aの表面接地パッド部56A側の縁（表面接地パッド部56B側の縁）よりも外側にあってもよいし、裏面接地パッド部58A（裏面接地パッド部58B）の表面信号線パッド部57A側の縁は、表面接地パッド部56A（表面接地パッド部56B）の表面信号線パッド部55A側の縁よりも外側にあってもよいし、その両方であってもよい。また、第2領域R2において、平面視して、裏面信号線パッド部57Aの表面接地パッド部58A側の縁（表面接地パッド部58Bの縁）は、表面信号線パッド部55Aの表面接地パッド部56A側の縁（表面接地パッド部56B側の縁）よりも内側にあってもよいし、裏面接地パッド部58A（裏面接地パッド部58B）の表面信号線パッド部57A側の縁は、表面接地パッド部56A（表面接地パッド部56B）の表面信号線パッド部55A側の縁よりも内側にあってもよいし、その両方であってもよい。第1領域R1又は第2領域R2のいずれかのみが上記条件であってもよい。

10

【0071】

当該実施形態に係るフレキシブル基板32のように、フレキシブル基板32の表面がプリント回路基板の表面（第3の面S3）と接して接続する場合であっても、第1乃至第8に係る実施形態と同様に、インピーダンス不整合を抑制する効果を奏する。

【0072】

[第10の実施形態]

以上、第1乃至第9の実施形態では、フレキシブル基板32に形成される伝送線路をコプレーナ線路としているが、これに限定されることはなく、マイクロストリップ線路であってもよい。図19は、本発明の第10の実施形態に係るフレキシブル基板32の構造を示す概略図である。フレキシブル基板32に、4個（4ch）のマイクロストリップ線路（MicroStrip Line）が形成されている。図4に示すフレキシブル基板32との違いは、フレキシブル基板32の表面に、接地導体膜41A、41B、41C、41D、41Eが配置されていないことであり、それ以外については図4に示すフレキシブル基板32と同じである。例えば、信号線導体ストリップ42Aと、接地導体層43と、誘電体層40とを含んで、1個のマイクロストリップ線路が構成される。当該実施形態に係る表面接地パッド部56A、56B、56C、56D、56Eは、第2の実施形態と同様に、裏面接地パッド部58A、58B、58C、58D、58Eとそれぞれ、複数のスルーホール59を介して半田付けされることにより電氣的に接続されている。

20

30

【0073】

当該実施形態に係るフレキシブル基板32の主な特徴は、第1乃至第9の実施形態と同様に、第1の面に配置される第1信号線パッド部（ここでは、表面信号線パッド部55A、55B、55C、55D）と第1接地パッド部（ここでは、表面接地パッド部56A、56B、56C、56D、56E）の構造にあり、インピーダンス不整合を低減させる効果を奏する。

【0074】

[第11の実施形態]

図20は、本発明の第11の実施形態に係るフレキシブル基板32の構造を示す概略図である。当該実施形態に係るフレキシブル基板32には、第10の実施形態と同様に、4個（4ch）のマイクロストリップ線路（MicroStrip Line）が形成されているが、第1接続部51に配置される接地パッド部の構造が、第10の実施形態と異なっている。隣り合う信号線パッド部の間には接地パッド部が配置されておらず、接地パッド部は、順に並ぶ4個の表面信号線パッド部55A、55B、55C、55D全体の両側に配置される表面接地パッド部56A、56Eと、裏面信号線パッド部55A、55B、55C、55D全体の両側に配置される裏面接地パッド部58A、58Eのみである。フレキシブル基板32の表面に、2個のうち一方の表面接地パッド部56Aと、4個の表面信号線パッド部55A、55B、55C、55Dと、2個のうち他方の表面接地パッド部56Eとが、順に並んで配置される。フレキシブル基板32の裏面に、2個のうち一方の裏面接地パッド

40

50

部 5 8 A と、4 個の裏面信号線パッド部 5 7 A , 5 7 B , 5 7 C , 5 7 D と、2 個のうち他方の表面接地パッド部 5 8 E とが、順に並んで配置される。すなわち、G S S S S G 配列である。

【 0 0 7 5 】

かかる場合であっても、表面信号線パッド部 5 5 A と表面接地パッド部 5 6 A との間隔、及び表面信号線パッド部 5 5 D と表面接地パッド部 5 6 E との間隔に対して、第 2 乃至第 8 の実施形態を適用することが出来る。ここで、表面パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 6 A とは反対側の縁（表面接地パッド部 5 6 B 側の縁）は、平面視して、裏面パッド部 5 5 A の表面接地パッド部 5 8 A とは反対側の縁（表面接地パッド部 5 8 B 側の縁）と実質的に一致している。表面パッド部 5 5 D の表面接地パッド部 5 6 E とは反対側の縁（表面接地パッド部 5 6 D 側の縁）についても同様である。表面パッド部 5 5 B , 5 5 C は、平面視して、裏面パッド部 5 7 B , 5 7 C とそれぞれ実質的に一致している。また、第 9 の実施形態と同様に、フレキシブル基板 3 2 の表面（第 2 の面 S 2 ）がプリント回路基板 3 3 の表面（第 3 の面 S 3 ）と接して接続される場合についても同様である。第 1 乃至第 9 の実施形態と同様に、インピーダンス不整合を抑制する効果を奏する。

10

【 0 0 7 6 】

[第 1 1 の実施形態]

以上、第 1 乃至第 1 0 の実施形態に係るフレキシブル基板 3 2 は、プリント回路基板 3 3 と接続される第 1 接続部 5 1 の構造に特徴がある。しかしながら、第 1 接続部 5 1 の構造に限定されることはなく、光サブアセンブリ 3 1 と接続される第 2 接続部 6 1 の構造を有していてもよい。

20

【 0 0 7 7 】

図 3 に示す通り、光サブアセンブリ 3 1 のフィールドスルー 3 6 の表面（第 3 の面 S 3 ）に、+ x 軸方向（第 1 の方向）に沿って順に、O S A 接地パッド部 8 1 A、O S A 信号線パッド部 8 2 A、O S A 接地パッド部 8 1 B、O S A 信号線パッド部 8 2 B、O S A 接地パッド部 8 1 C、O S A 信号線パッド部 8 2 C、O S A 接地パッド部 8 1 D、O S A 信号線パッド部 8 2 D、O S A 接地パッド部 8 2 E が配置される。O S A 接地パッド部 8 1 A , 8 1 B , 8 1 C , 8 1 D , 8 1 E は、O S A 接地導体膜 8 3 A , 8 3 B , 8 3 C , 8 3 D , 8 3 E と、それぞれ物理的に接している。O S A 信号線パッド部 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C , 8 2 D は、O S A 信号線導体ストリップ 8 4 A , 8 4 B , 8 4 C , 8 4 D と、それぞれ物理的に接している。フィールドスルー 3 6 には 4 個（4 c h）のコプレーナ線路が形成されている。例えば、O S A 信号線導体ストリップ 8 2 A と、O S A 接地導体膜 8 1 A , 8 2 A とを含んで 1 個のコプレーナ線路が構成される。O S A 信号線パッド部 8 2 A , 8 2 B , 8 2 C , 8 2 D それぞれ、及び O S A 接地パッド部 8 1 A , 8 1 B , 8 1 C , 8 1 D , 8 1 E それぞれは、フィールドスルー 3 6 の端から、- y 軸方向に延伸する矩形形状を有している。なお、フィールドスルー 3 6 がプリント回路基板 3 3 と同様に、多層構造を有し、第 2 金属層に接地導体層（O S A 接地導体層）が配置されていてもよい。

30

【 0 0 7 8 】

第 2 接続部 6 1 に、第 1 乃至第 1 0 の実施形態に係る第 1 接続部 5 1 と同様の構造を適用することができる。第 2 接続部 6 1 とフィールドスルー 3 6 との関係も、第 1 接続部 5 1 とプリント回路基板 3 3 との関係と同様である。第 1 乃至第 1 0 の実施形態と同様に、インピーダンス不整合を抑制する効果を奏する。

40

【 0 0 7 9 】

以上、本発明の実施形態に係る光モジュール、光伝送装置、及び光伝送システムについて説明した。本発明は上記実施形態に限定されることなく、種々の変形が可能であり、本発明を広く適用することができる。上記実施形態で説明した構成を、実質的に同一の構成、同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。上記実施形態では、光サブアセンブリ 3 1 は、光送信モジュール 2 3 B が T O S A であり、光サブアセンブリ 3 1 に備えられる光素子は発光素子であるとしたが、これに限定することはなく、光受信モジュール 2 3 A が備える R O S A であってもよく、

50

この場合、光サブアセンブリ 3 1 に備えられる光素子はフォトダイオードなどの受光素子である。また、光サブアセンブリ 3 1 が、BOSA (Bidirectional Optical Subassembly) であってもよい。上記実施形態では、第 2 信号線パッド部及び第 2 接地パッド部の形状を矩形状としたが、これに限定されることはなく、+y 軸方向に延伸する形状であれば他の形状であってもよい。

【0080】

また、上記実施形態では、フレキシブル基板にコプレーナ線路又はマイクロストリップ線路が形成されるとしたが、これに限定されることなく、信号線パッド部と接地パッド部とが隣接してフレキシブル基板の両面にそれぞれ配置されるのであれば、他の伝送線路についても適用される。また、接続基板の例として、フレキシブル基板を用いて説明したが、これに限定されることなく、他の接続基板であってもよい。

10

【符号の説明】

【0081】

1 光伝送装置、2 光モジュール、3, 3A, 3B 光ファイバ、11, 21, 103 プリント回路基板、12 IC, 22A, 22B フレキシブル基板、23A 光受信モジュール、23B, 光送信モジュール、31 光サブアセンブリ、32 フレキシブル基板、33 プリント回路基板、34 発光素子、35 サブマウント、36 フィードスルー 36、37 光学部品、38 スリーブ、39 接続ワイヤ、40 誘電体層、41A, 41B, 41C, 41D, 41E 接地導体膜、42A, 42B, 42C, 42D 信号線導体ストリップ、43 接地導体層、51 第 1 接続部、55A, 55B, 55C, 55D 表面信号線パッド部、56A, 56B, 56C, 56D, 56E 表面接地パッド部、57A, 57B, 57C, 57D 裏面信号線パッド部、58A, 58B, 58C, 58D, 58E 裏面接地パッド部、59 スルーホール、61 第 2 接続部、71A, 71B, 71C, 71D, 71E PCB 接地パッド部、72A, 72B, 72C, 72D PCB 信号線パッド部、73A, 73B, 73C, 73D PCB 信号線導体ストリップ、75 ヴィアホール、81A, 81B, 81C, 81D, 81E OSA 接地パッド部、82A, 82B, 82C, 82D OSA 信号線パッド部、83A, 83B, 83C, 83D, 83E OSA 接地導体膜、84A, 84B, 84C, 84D OSA 信号線導体ストリップ。

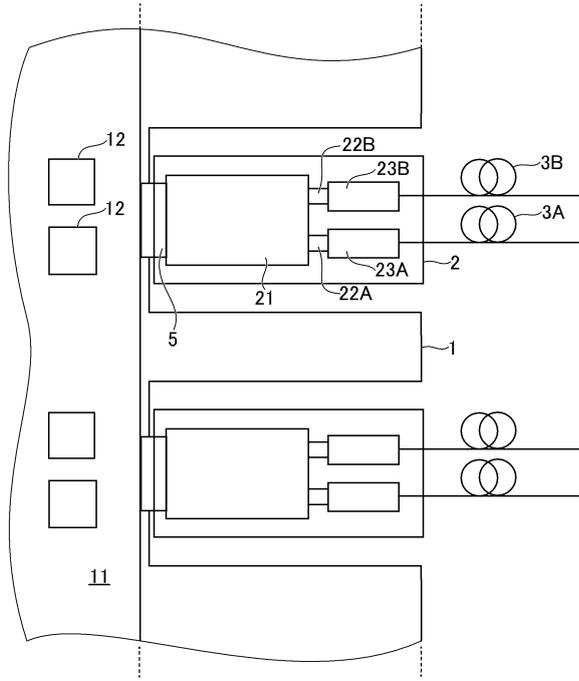
20

30

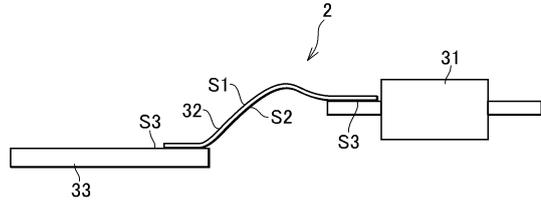
40

50

【図面】
【図 1】



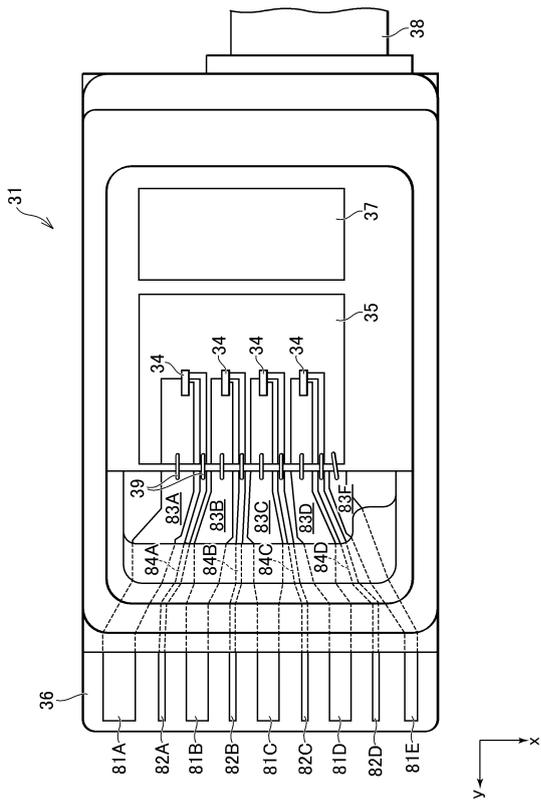
【図 2】



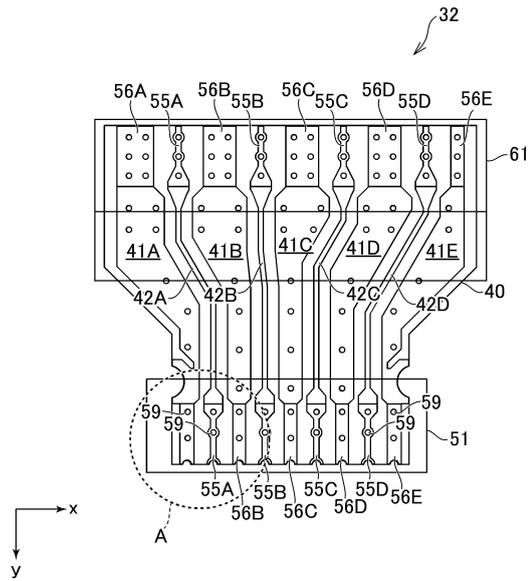
10

20

【図 3】



【図 4】

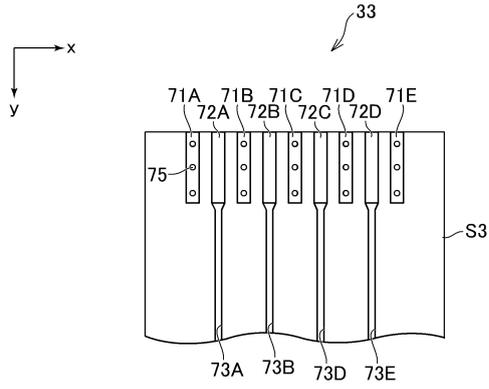


30

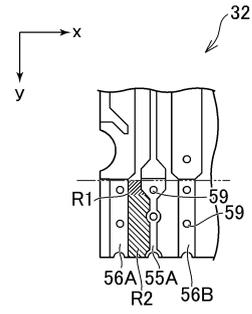
40

50

【図5】

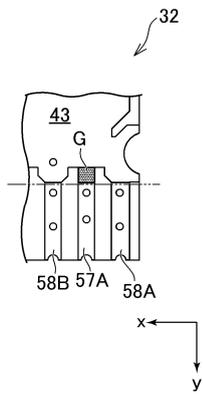


【図6A】

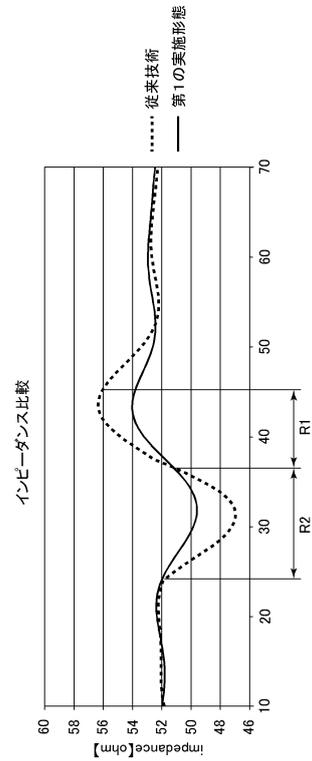


10

【図6B】



【図7】

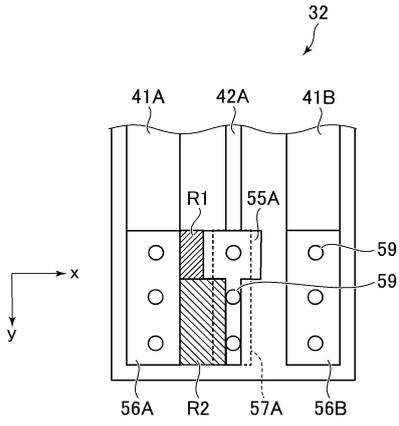


20

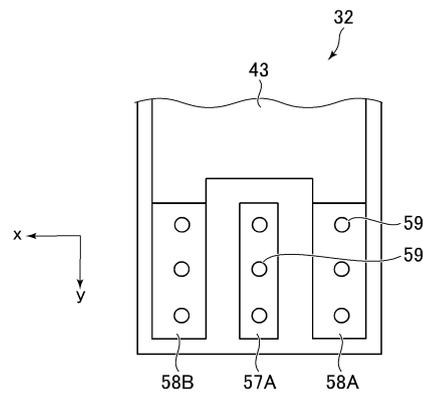
30

40

【 図 8 】

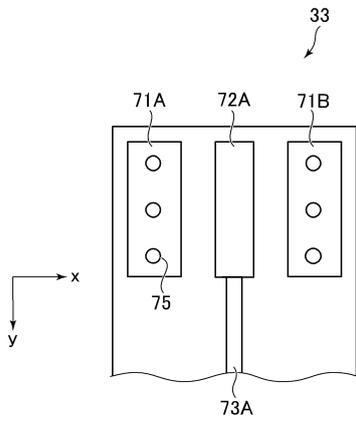


【 図 9 】

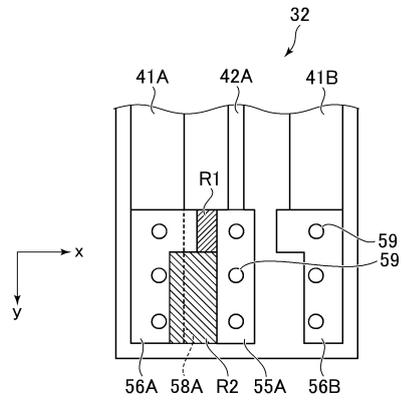


10

【 図 10 】



【 図 11 】



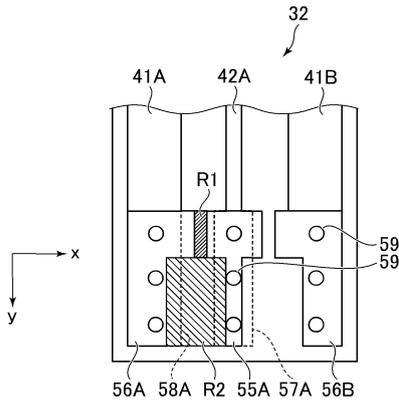
20

30

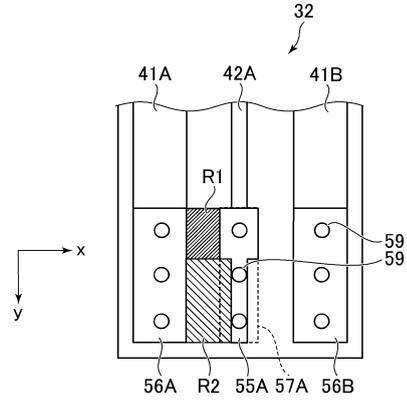
40

50

【 図 1 2 】

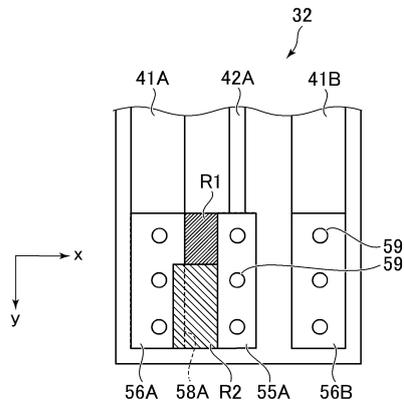


【 図 1 3 】

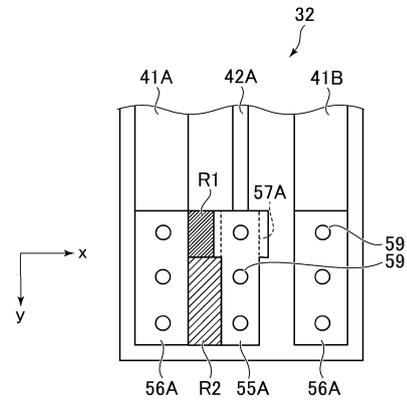


10

【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



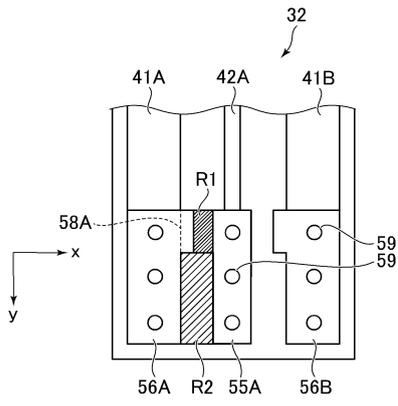
20

30

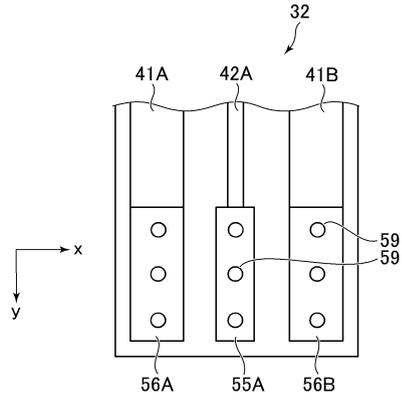
40

50

【 図 1 6 】

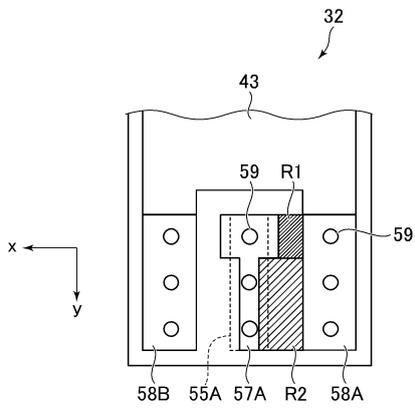


【 図 1 7 】

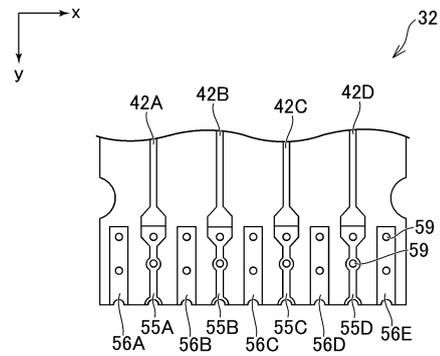


10

【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



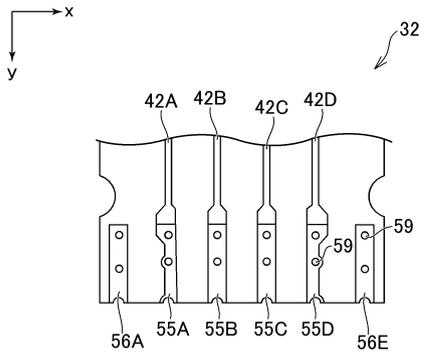
20

30

40

50

【 図 20 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
<i>H 0 1 S</i>	<i>5/40 (2006.01)</i>	H 0 1 S	5/022	
<i>H 0 5 K</i>	<i>1/14 (2006.01)</i>	H 0 1 S	5/40	
		H 0 5 K	1/14	C
(56)参考文献	特開 2 0 1 5 - 1 7 2 6 8 3 (J P , A)			
	特開 2 0 1 0 - 1 9 1 3 4 6 (J P , A)			
	特開 2 0 1 6 - 7 2 5 1 4 (J P , A)			
	中国特許出願公開第 1 0 7 0 7 2 0 3 2 (C N , A)			
	米国特許第 7 4 3 9 4 4 9 (U S , B 1)			
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)				
	H05K1/02			
	H05K1/14			
	H01L31/02			
	H01P5/02			
	H01P5/022			
	H01S5/40			