

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7682183号
(P7682183)

(45)発行日 令和7年5月23日(2025.5.23)

(24)登録日 令和7年5月15日(2025.5.15)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 6/12 (2006.01) G 0 2 B 6/12 3 0 1
G 0 2 B 6/42 (2006.01) G 0 2 B 6/42

請求項の数 2 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-540151(P2022-540151)	(73)特許権者	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(86)(22)出願日	令和3年7月14日(2021.7.14)	(74)代理人	100079382 弁理士 西藤 征彦
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/026405	(74)代理人	100123928 弁理士 井 崎 愛佳
(87)国際公開番号	WO2022/024756	(74)代理人	100136308 弁理士 西藤 優子
(87)国際公開日	令和4年2月3日(2022.2.3)	(72)発明者	大川 忠男 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
審査請求日	令和6年5月21日(2024.5.21)	(72)発明者	小田 高司 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2020-128012(P2020-128012)		
(32)優先日	令和2年7月29日(2020.7.29)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電気混載基板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光通信モジュールに用いられる光電気混載基板であって、
絶縁層と、上記絶縁層の第1の面側に設けられ、光素子実装用のパッドと光素子駆動デバイス用のパッドとそれらのパッドを繋ぐ配線部分Aを含む電気配線Yとを有する電気回路部と、上記絶縁層の第2の面側に設けられた金属補強層と、同じく上記絶縁層の第2の面側に、その一部が上記金属補強層と重なる配置で設けられた光導波路とを備え、
上記金属補強層の、上記絶縁層を挟んで反対側に設けられる上記配線部分Aと対峙する部分が除去されて、開口部が形成されており、
上記配線部分Aの、長手方向の寸法を1とすると、上記金属補強層の開口部の、上記配線部分Aの長手方向に沿う開口寸法が、0.8~1に設定されている光電気混載基板。

10

【請求項2】

上記光素子が、フォトダイオードである請求項1記載の光電気混載基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信モジュールに用いられる光電気混載基板に関し、とりわけ高周波の信号に対して優れた信頼性を備えた光電気混載基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

20

最近の電子機器では、伝送情報量の増加に伴い、電気配線に加えて光配線が採用されており、電気配線と光配線をコンパクトに配置した光電気混載基板が賞用されている。また、上記光電気混載基板を、各種電子機器への信号伝送機能を備えた配線基板等にさらに接続して高速信号伝送を行う光通信モジュール等への使用も広がっている。

【0003】

このような光通信モジュールの一例を、図10に模式的に示す。この光通信モジュールは、配線基板1に光電気混載基板2を一体的に接続したもので、より詳しく説明すると、まず、上記配線基板1の表面には、差動信号伝送用の2本一対の配線を複数並べた電気配線Xが設けられている。

【0004】

また、上記光電気混載基板2は、幅の広い部分と狭い部分とを備えた絶縁層3（図において粗い斜線で示す）を備え、上記絶縁層3の幅の広い部分の裏側の面、すなわち上記配線基板1の表面に重なる面に、差動信号伝送用の2本一対の配線を複数並べた電気配線Yや光素子（VCSEL、フォトダイオード等）4、光素子駆動デバイス（IC等）5を有する電気回路部6が設けられている。そして、上記電気回路部6は、絶縁の必要な部分がカバーレイ（図示せず）によって被覆されている。

【0005】

一方、上記絶縁層3の、電気回路部6が設けられた面とは反対側の面に、上記電気回路部6を補強するための金属補強層7が設けられており、この金属補強層7と部分的に重なる形で、帯状の光導波路8が設けられている。

【0006】

上記光電気混載基板2の電気回路部6を、この部分を拡大して模式的に示す図11を用いて、より詳しく説明する（カバーレイの図示を省略）。すなわち、絶縁層3の片面に設けられる電気回路部6には、光素子4（VCSEL、フォトダイオード等、一点鎖線で示す）を実装するためのパッド10と、この光素子4を駆動するための駆動デバイス5（IC等、一点鎖線で示す）を実装するためのパッド11とが形成されており、上記パッド10、11を接続する配線部分Aを含む電気配線Yが、光導波路8が延びる側と反対側の端縁まで伸びている。

【0007】

上記電気配線Yは、光素子4と光素子4を駆動するための駆動デバイス5とを繋ぐ電気配線部と、差動電気信号により、上記駆動デバイス5と配線基板1（図10参照）の電気配線Xを繋ぐ電気配線部とからなる。そして、上記電気配線Yの先端には、上記電気配線Xとの接続点となる端子13が設けられている。

【0008】

また、上記電気回路部6が設けられた絶縁層3の反対側の面には、電気回路部6を補強するために金属補強層7が設けられており、この金属補強層7が設けられた絶縁層3の面に、上記金属補強層7と一部が重なる形で、光導波路8が設けられている。

【0009】

そして、上記光導波路8の、絶縁層3を挟んで光素子4と対峙する部分に、光の行路を変更するための反射面が形成されており（図示せず）、その反射面から反射する光が光素子4と光結合されるようになっている。なお、上記金属補強層7の、光導波路8の反射面と光素子4の受発光部に挟まれる部分には貫通孔14が形成されており、上記金属補強層7が、光の行路を妨げないようにしている。

【0010】

このような光通信モジュールにおいて、画像情報や音声情報を含む、膨大な情報をより高速で精度よく伝送する要望が高まっており、そのために、電気配線、光配線のさらなる緻密化と、電気信号、光信号のより安定化した伝送技術が求められている。

【0011】

例えば、回路付サスペンション基板と配線回路基板とを接続する構造において、配線回路基板に設けられた金属補強層のうち、基板同士の接続点となる端子部と重なる部分を、

10

20

30

40

50

予め部分的に開口することにより、この部分が接続点の電気特性に悪影響を及ぼさないようにする技術が提案されている（特許文献1を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【文献】特開2004-363205号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

このように、基板同士の接続点における電気特性が、金属補強層によって影響を受けることから、上記接続点以外においても金属補強層が光電気混載基板の電気特性に影響を及ぼすことがないか、及ぼすとすればどのような改善が可能か、といった検討がなされている。

10

【0014】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、金属補強層による電気特性への影響が抑制されており、より高周波数の電気信号を伝送することができる光電気混載基板を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0015】

すなわち、本発明は、以下の[1]～[3]を提供する。

20

[1] 光通信モジュールに用いられる光電気混載基板であって、

絶縁層と、上記絶縁層の第1の面側に設けられ、光素子実装用のパッドと光素子駆動デバイス用のパッドとそれらのパッドを繋ぐ配線部分Aを含む電気配線Yとを有する電気回路部と、上記絶縁層の第2の面側に設けられた金属補強層と、同じく上記絶縁層の第2の面側に、その一部が上記金属補強層と重なる配置で設けられた光導波路とを備え、

上記金属補強層の、上記絶縁層を挟んで反対側に設けられる上記配線部分Aと対峙する部分が除去されて、開口部が形成されている光電気混載基板。

[2] 上記光素子が、フォトダイオード(PD)である上記[1]記載の光電気混載基板。

[3] 上記配線部分Aの、長手方向の寸法を1とすると、上記金属補強層の開口部の、上記配線部分Aの長手方向に沿う開口寸法が、0.8～1に設定されている上記[1]または[2]記載の光電気混載基板。

30

【0016】

本発明者らは、金属補強層が光電気混載基板の電気特性に及ぼす影響について鋭意検討を重ねた結果、光電気混載基板に実装された光素子の実効的な静電容量が、光素子自体がもつ静電容量に加えて、金属補強層と配線部分Aの間で発生する静電容量が付加されることにより、実装前に比べて大きくなることを突き止めた。

【0017】

そして、光電気混載基板に実装された光素子の実効的な静電容量が大きくなればなる程、周波数帯域が、その光素子が実装前に示していた高周波数帯域よりも低周波数側に遷移することから、光電気混載基板に実装された光素子の実効的な静電容量値に対する、上記金属補強層の影響を解消すれば、実装前の光素子の周波数帯域を維持することができ、より高周波数の信号を伝送することができる、との着想を得た。そして、さらに研究を重ねた結果、光素子実装用のパッドと光素子駆動デバイス用のパッドとを繋ぐ配線部分Aにおいて、絶縁層を挟んでこの部分と対峙する金属補強層の部分を除去すると、配線部分Aと金属補強層の間の静電容量が除去され、その光素子の実効的な静電容量が、光素子自身もつ本来の特性である低い静電容量に戻ることを見いだした。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明の光電気混載基板によれば、金属補強層のうち、光素子実装用のパッドと光素子駆動デバイス用のパッドとを繋ぐ配線部分Aと対峙する部分が除去されて、開口部になっ

50

ているため、実装される光素子近傍の、電気が流れる配線部分 A と、絶縁層を挟んで反対側にある金属補強層の間の静電容量が除去される。そのため、従来、上記配線部分 A と金属補強層との間の静電容量の分だけ、光電気混載基板に実装された光素子の実効的な静電容量が増加していたところ、そのような影響を受けることがなく、光素子の実効的な静電容量は実装によって増加することがない。したがって、光電気混載基板実装後の光素子の周波数帯域は、光素子実装前に示していた周波数帯域を維持することができ、伝送できる信号情報量を、速度を落とすことなく増大させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施の形態である光電気混載基板の要部の縦断面を模式的に示す説明図である。 10

【図2】(a)は上記光電気混載基板に形成された電気回路部を、その電気回路部が形成された側から見た模式的な説明図、(b)は上記光電気混載基板に形成された金属補強層を、その金属補強層が形成された側から見た模式的な説明図である。

【図3】上記光電気混載基板の製造工程の説明図である。

【図4】上記光電気混載基板の製造工程の説明図である。

【図5】上記光電気混載基板の製造工程の説明図である。

【図6】上記光電気混載基板を用いた光通信モジュールの製造工程の説明図である。

【図7】上記光電気混載基板における金属補強層の開口部の変形例を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例、比較例の電気的特性を評価する方法の説明図である。 20

【図9】上記評価方法によって得られる、実施例サンプル、比較例サンプルにおける S パラメータの挿入損失を示す特性曲線図である。

【図10】一般的な光通信モジュールの一例を示す模式的かつ部分的な説明図である。

【図11】上記光通信モジュールに用いられる光電気混載基板における電気回路部を説明する模式的な説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

つぎに、本発明の実施の形態を、図面にもとづいて詳しく説明する。ただし、本発明は以下の形態に限定されるものではない。

【0021】 30

図1は、本発明の一実施の形態である光電気混載基板の要部を、光導波路の延びる方向に沿って切断して模式的に示す説明図である。

【0022】

この光電気混載基板30は、光通信モジュールに用いられるもので、基本的な構成は、一般的な光電気混載基板と同じである。すなわち、一枚の略帯状の絶縁層31を基板として、その片面(第1の面)に、差動信号を伝送するための2本一対の電気配線を複数並べた電気配線Yと、光素子(PD、VCSEL等)32を実装するためのパッド34aや、その駆動デバイス(IC等)33を実装するためのパッド34b等を備えた電気回路部Eが設けられている[図2(a)を参照]。そして、上記電気回路部Eの、絶縁保護の必要な部分がカバーレイ36で被覆されている。なお、光素子32、駆動デバイス33は、基板の段階では取り付けないことがあり、一点鎖線で示している。 40

【0023】

一方、上記絶縁層31の他面(第2の面)、すなわち電気回路部Eが設けられている側と反対側の面には、上記絶縁層31の強度を補強するための金属補強層37が、補強を必要とする領域に、部分的に設けられている。また、同じく上記絶縁層31の他面に、上記金属補強層37と部分的に重なる配置で、アンダークラッド層40、コア41、オーバークラッド層42がこの順で積層されており、これら3層によって光導波路Wが形成されている[図2(b)を参照]。なお、上記光導波路Wの一部が傾斜面にカットされており、その傾斜面が、コア41を経由して伝送される光信号の進行方向を90度変更するための光反射部43になっている。 50

【 0 0 2 4 】

上記光電気混載基板 30 の電気回路部 E について、より詳しく説明する。すなわち、上記電気回路部 E には、上記光電気混載基板 30 をこの電気回路部 E が形成された側から見た図 2 (a) に示すとおり、右下がりの斜線で示す光素子 32 を実装するためのパッド 34 a と、同じく右下がりの斜線で示す駆動デバイス 33 を実装するためのパッド 34 b とが設けられている (カバーレイ 36 は図示を省略) 。また、上記電気回路部 E の端部には、この光電気混載基板 30 を、各種電子機器への信号伝送機能を備えた配線基板に接続するための接続用端子 35 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

そして、上記電気回路部 E の電気配線 Y は、光素子 32 用のパッド 34 a と駆動デバイス用のパッド 34 b とを接続する配線部分 A と、上記パッド 34 b と他の配線基板用の接続用端子 35 とを接続する配線部分 B とを備えている。もちろん、必要に応じて他の配線も形成されるが、その図示を省略している。

10

【 0 0 2 6 】

また、図 2 (a) において、上記絶縁層 31 の、電気回路部 E が設けられた面とは反対側の面に設けられた金属補強層 37 の形成領域を、右上がりの斜線で示す。そして、上記金属補強層 37 を、この金属補強層 37 が形成された側から見たところを図 2 (b) に示す。なお、この図では、上記金属補強層 37 と部分的に重なる光導波路 W を、一点鎖線で示している。

【 0 0 2 7 】

これらの図からわかるように、上記金属補強層 37 には、従来と同様、光結合用の貫通孔 50 が形成されているが、さらに、上記絶縁層 31 を挟んで反対側に設けられる、光素子 32 用のパッド 34 a と駆動デバイス用のパッド 34 b とを接続する配線部分 A に対峙する部分が、略長形状に除去されて、開口部 60 が形成されている。これが、本発明の最大の特徴である。なお、上記金属補強層 37 には、他にも必要に応じて適宜の開口が設けられているが、それらについては図示を省略している。

20

【 0 0 2 8 】

< 光電気混載基板の形成工程 >

つぎに、上記光電気混載基板 30 を得る工程の一例を、具体的な材料を例示しつつ簡単に説明する。

30

(1) 電気回路部 E の形成

まず、図 3 に示すように、金属補強層 37 となる金属板 100 を用意し、その表面に、ポリイミド等の感光性絶縁樹脂を塗布して、絶縁層 31 となる絶縁樹脂層 101 を形成する。

【 0 0 2 9 】

上記金属板 100 の材料としては、ステンレス、銅、銀、アルミニウム、ニッケル、クロム、チタン、白金、金等があげられるが、強度性、屈曲性等の観点から、ステンレスが好ましい。また、上記金属補強層 37 の厚みは、例えば、10 ~ 70 μm (より好ましくは 10 ~ 30 μm) の範囲内に設定することが好適である。

【 0 0 3 0 】

そして、上記絶縁樹脂層 101 に対し、フォトリソグラフィ法 (露光、プリベイク、現像、キュア) を施して、所定のパターン形状を有する絶縁層 31 を形成する。上記絶縁層 31 の厚みは、例えば、3 ~ 50 μm (より好ましくは 3 ~ 25 μm) の範囲内に設定することが好適である (この工程は図示せず) 。

40

【 0 0 3 1 】

つぎに、上記絶縁層 31 の上に、スパッタもしくは無電解メッキ等により銅等の導電材料からなる導電層を形成した後、ドライフィルムレジストラミネート、露光、現像等の必要な処理を経由して、配線部分 A、B を含む電気配線 Y や各種パッド 34 a、34 b、接続用端子 35 等の導電パターンを形成する。そして、図 4 に示すように、この導電パターンの上に、ポリイミド等の感光性絶縁樹脂を塗布し、前記絶縁層 31 の形成と同様にして

50

、絶縁保護が必要な部分にカバーレイ 36 を形成する。

【0032】

なお、上記導電パターンを形成する導電材料としては、銅の他、クロム、アルミニウム、金、タンタル等、導電性および展性に優れた金属材料が好適に用いられる。また、これらの金属の少なくとも一種を用いた合金も好適に用いられる。そして、上記電気配線 Y 等の導電パターンの厚みは、3 ~ 30 μm (より好ましくは 3 ~ 18 μm) の範囲に設定することが好適である。また、その上に形成されるカバーレイ 36 の厚みは、電気配線 Y 等の絶縁・保護、さらには補強を考慮して、例えば、1 ~ 50 μm (より好ましくは 1 ~ 25 μm) の範囲に設定することが好適である。

【0033】

そして、上記カバーレイ 36 から露出する、各種パッド 34 a、34 b や接続用端子 35 となる部分に、ニッケル、金等の電解めっき層を形成することにより、電気回路部 E を得ることができる (図 4 を参照)。

【0034】

(2) 金属補強層 37 のパターン形成

つぎに、上記絶縁層 31 を挟んで電気回路部 E とは反対側の金属補強層 37 に、エッチング処理 (ドライフィルムレジストラミネート、露光、現像、エッチング、ドライフィルムレジスト剥離等) を施して、不要な部分を除去して、所定のパターン形状にする。これにより、図 5 に示すように、光素子 32 (図 1 を参照) との光結合用の貫通孔 50 や、配線部分 A に対峙する部分における開口部 60 等が形成される。

【0035】

(3) 光導波路 W の形成

つぎに、上記電気回路部 E と金属補強層 37 を備えた絶縁層 31 を上下逆にして、金属補強層 37 を上に向ける。そして、上記絶縁層 31 の、金属補強層 37 が形成された側の面に、公知の方法によってアンダークラッド層 40 とコア 41 とオーバークラッド層 42 とを、必要に応じて各層を所定パターンにパターンニングした状態で積層形成することにより、光導波路 W を得ることができる (図 1 を参照)。

【0036】

そして、上記絶縁層 31 の、電気回路部 E 側に設けられる光素子 32 との光結合を想定して、上記光導波路 W の所定部分を、ダイシング、レーザ加工、切削加工等により、コア 41 の長手方向に対して 45° 傾斜した傾斜面に形成して光反射面 43 とする。このようにして、図 1 に示す光電気混載基板 30 を得ることができる。なお、光導波路 W の長手方向において、電気回路部 E と対峙する側と反対側の、図示されていない先端側は、他の光配線部材と接続するための光コネクタを取り付けた構成であってもよいし、光導波路 W を挟んで先端側にも同様の電気回路部 E' が形成された構成であってもよい。

【0037】

なお、このようにして得られた光電気混載基板 30 は、例えば図 6 に示すように、各種電気・電子機器に用いられる配線基板 20 と接続されて、光通信モジュール基板となり、この基板に、必要なデバイスが実装されて、光通信モジュールが得られる。上記配線基板 20 は、絶縁基板 21 と電気配線 X と接続用端子 22 とカバーレイ 23 を備えている。そして、上記配線基板 20 と光電気混載基板 30 の接続は、通常、互いの接続用端子 35、22 を上下に重なるように対峙させ、その対峙した接続用端子 35、22 を、ハンダバンパ等によって電氣的に接続することによって行われる。

【0038】

上記光電気混載基板 30 によれば、絶縁層 31 の片面に設けられた金属補強層 37 において、光素子実装用のパッド 34 a とその駆動デバイス用のパッド 34 b とを繋ぐ配線部分 A に対峙する部分が除去されて、開口部 60 になっているため、実装される光素子 32 の近傍の、電気が流れる配線部分 A と金属補強層 37 との間に生じる静電容量を除去できる。このため、光素子 32 の実効的な静電容量が、この光電気混載基板 30 に実装した後も増加することがなく、光素子 32 の周波数帯域は、実装前の周波数帯域を維持すること

10

20

30

40

50

ができる。すなわち、伝送できる信号情報量を、速度を落とすことなく増大させることができる。

【 0 0 3 9 】

さらに、上記光電気混載基板 3 0 において、配線部分 A を被覆するカバーレイ 3 6 に開口部を設けて光素子 3 2 とその駆動デバイス 3 3 とを繋ぐ配線部分 A を露出させると、開口部を設けない場合に比べて、光素子 3 2 の実効的な静電容量をより小さくすることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、光素子 3 2 が本来持っている静電容量は、V C S E L よりも P D の方が小さいため、配線部分 A と金属補強層 3 7 との間の付加的な静電容量の影響は、P D においてより

10

顕著に表れる。したがって、光素子 3 2 として P D を用いる場合に本発明を適用することが、とりわけ効果的である。

【 0 0 4 1 】

そして、上記の例において、金属補強層 3 7 の開口部 6 0 は、絶縁層 3 1 を挟んで反対側に設けられた配線部分 A の、長手方向（配線が延びる方向）の寸法 [図 2 (a) において H で示す] を 1 とすると、上記金属補強層 3 7 の開口部 6 0 の、上記配線部分 A の長手方向に沿う開口寸法 [図 2 (b) において J で示す] が、0 . 8 ~ 1 となるように設定することが好適である。すなわち、上記開口部 6 0 の、配線部分 A の長手方向に沿う開口寸法 J が、配線部分 A の長手方向の寸法 H よりも長くなると、パッド 3 4 a、3 4 b に重なる部分の金属補強層 3 7 が部分的に除去されることになり、光素子 3 2 や光素子駆動デバイス 3 3 を実装する際に補強板としての機能が低下する。このため、実装部において十分な接続強度が得られず、その後の取り扱い時において、この部分の接続強度の信頼性が低下して、好ましくない。また、配線部分 A と金属補強層 3 7 との間の静電容量は配線部分 A と金属補強層 3 7 とが対峙している部分の面積に比例するため、上記開口寸法 J が、上記の範囲よりも小さすぎると、この部分において無視できない静電容量が生じる。このため、光素子 3 2 の実効的な静電容量が増加して、周波数帯域が低周波側に遷移してしまう傾向があり、好ましくない。

20

【 0 0 4 2 】

さらに、上記の例では、金属補強層 3 7 の開口部 6 0 を、並列して配置される複数のチャンネルに対応した、2 本 1 組の 4 組の配線からなる配線部分 A [図 2 (a) を参照、この例では、4 個のチャンネルに対応] に対し、この部分に一括して対峙する、一つの細長い開口として形成したが、上記開口部 6 0 は、例えば図 7 に示すように、チャンネルごとに個別に開口する、複数の個別開口部 6 0 a (この例では 4 つ) であってもよい。この構成によれば、各チャンネル間に、金属補強層 3 7 の部分が仕切りとして残るため、静電容量の除去効果の点では、上記の例に劣るものの、開口部 6 0 近傍に光素子 3 2 や光素子駆動デバイス 3 3 を実装する際の補強効果は、上記の例に比べて改善されるという利点を有する。

30

【 0 0 4 3 】

また、上記の例では、電気的特性向上のための金属補強層 3 7 の除去部として、電気回路部 E の配線部分 A に対峙する部分に開口部 6 0 を設けたが、上記金属補強層 3 7 には、その補強機能を損なわない範囲で、上記開口部 6 0 とは別に、適宜、除去部を設けることができる。例えば、接続用端子 3 5 側に向かって延びる配線部分 B [図 2 (a) を参照] に対峙する部分において、その配線に沿って、上記金属補強層 3 7 を帯状に除去することができる。この構成によれば、差動電気配線である配線部分 B の周波数帯域を、より高周波にすることができる。

40

【 0 0 4 4 】

なお、上記の例において、配線部分 A、配線部分 B に流れる信号の種類は、特に限定するものではなく、接続する光素子 3 2 や各種デバイスの種類等に応じて、適宜のものが選択される。信号の種類としては、シングルエンド信号、差動信号、コプレナ信号等があげられる。

50

【 0 0 4 5 】

つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。ただし、本発明は、以下の実施例に限定されるわけではない。

【実施例】

【 0 0 4 6 】

光電気混載基板における金属補強層の、電気回路部側の配線部分 A [図 2 (a) を参照] と対峙する部分に開口部を形成した場合と、開口部を形成しない場合とで、光電気混載基板に実装された光素子の静電容量にどのような差異が生じるかを検証する試験を行った。

【 0 0 4 7 】

< 光素子の静電容量についての検証 >

10

[実施例サンプル 1 の測定]

すなわち、まず、上記実施の形態で説明した手順に従い、図 1、図 2 (a)、(b) に示す光電気混載基板 3 0 と同様の、図 8 に示す光電気混載基板を作製した。図において、同一部分に同一符号を付して、その説明を省略する。そして、上記光電気混載基板 3 0 の電気回路部 E において、光素子実装用のパッド 3 4 a に光素子 3 2 として、2 5 G b p s 用フォトダイオード (品番 A P A 1 2 0 1 0 4 0 0 0 0、II - VI L a s e r E n t e r p r i s e 社製) を実装した。

【 0 0 4 8 】

そして、上記光素子 3 2 から延びる配線部分 A の末端に並ぶパッド 3 4 b より、インピーダンスアナライザ (型番 4 2 9 4 A、キーサイトテクノロジー社) を利用して、上記光素子 3 2 に逆バイアス電圧 2 V を印加しながら、光素子 3 2 の 1 M H z における静電容量を測定した。その結果は、0 . 0 9 p F であった。

20

【 0 0 4 9 】

[比較例サンプル 1 の測定]

図 8 において、金属補強層 3 7 に開口部 6 0 を設けないもの (従来品) を用意し、上記と同様の手順にしたがって、上記光素子 3 2 (実施例サンプル 1 と同じフォトダイオード) の 1 M H z における静電容量を測定した。その結果は、0 . 1 4 p F であった。

【 0 0 5 0 】

上記の結果から、実施例サンプル 1 は、比較例サンプル 1 に比べて、静電容量が小さくなっていることがわかる。

30

【 0 0 5 1 】

つぎに、光電気混載基板における金属補強層の、電気回路部側の配線部分 A [図 2 (a) を参照] と対峙する部分に開口部を形成した場合と、開口部を形成しない場合とで、光電気混載基板に実装された光素子の周波数帯域にどのような差異が生じるかを検証する試験を行った。

【 0 0 5 2 】

< 光素子の周波数帯域についての検証 >

[S パラメータの測定]

S パラメータが既知の高周波光源より出力された高周波光信号を、前述の実施例サンプル 1 あるいは比較例サンプル 1 に入力し、2 ポート構成のベクトルネットワークアナライザ (N 5 2 2 7 A、キーサイトテクノロジー社) を用いて、S パラメータを求めた。得られた S パラメータは、光源と実施例サンプル 1 あるいは比較例サンプル 1 の特性が複合したものであることから、この複合した S パラメータの値と、既知である光源の S パラメータの値から、実施例サンプル 1 あるいは比較例サンプル 1 の S パラメータを求めた。

40

【 0 0 5 3 】

なお、上記高周波用光源として、まず、図 1、図 2 (a)、(b) に示す光電気混載基板 3 0 と同様の構成の光電気混載基板を準備し、光源用の光素子として 2 5 G b p s 用 V C S E L (品番 : A P A 4 5 0 1 0 4 0 0 0 1、II - VI L a s e r E n t e r p r i s e 社製) を実装した。そして、上記光電気混載基板から延びる光導波路 W の他端に光伝送用のコネクタ部を形成するとともに、V C S E L (光源用) から延びる配線部分 A の末端

50

に並ぶパッド 3 4 b より、直流電流 6 m A に高周波電気信号を重畳して入力して、この電気信号を、上記 V C S E L (光源用) で光信号に変換し、これを光源とした。

【 0 0 5 4 】

[実施例サンプル 1 の評価]

実施例サンプル 1 の光導波路 W の他端に光伝送用のコネクタ部を形成し、上記コネクタ部と、上記光源とした光電気混載基板のコネクタ部とを接続し、光源から光導波路 W を通して入力された光信号を、実施例サンプル 1 のフォトダイオード (光素子 3 2) にて電気信号に変換できるようにした。

【 0 0 5 5 】

そして、上記実施例サンプル 1 のフォトダイオード (光素子 3 2) から延びる配線部分 A の末端に並ぶパッド 3 4 b より、直流逆バイアス電圧 2 V を印加しながら、ネットワークアナライザにて S パラメータを求めた。

10

【 0 0 5 6 】

得られた S パラメータの挿入損失と、既知である光源の S パラメータの挿入損失を利用して、実施例サンプル 1 の S パラメータの挿入損失を求めた。そして、実施例サンプル 1 の正規化した S パラメータの挿入損失 [応答 (d B)] を図 9 に示す。

【 0 0 5 7 】

[比較例サンプル 1 の評価]

上記と同様の手順で、比較例サンプル 1 の S パラメータの挿入損失を求めた。そして、比較例サンプル 1 の正規化した S パラメータの挿入損失を、図 9 に併せて示す。

20

【 0 0 5 8 】

図 9 において、S パラメータの挿入損失が 3 d B 低下するまでの周波数帯域を比較すると、実施例サンプル 1 は、比較例サンプル 1 よりも 5 G H z を超える高周波帯域を示している。

【 0 0 5 9 】

したがって、上記実施例サンプル 1 の構造の光電気混載基板を、実際の光通信モジュールに用いた場合、通信情報の増加、高速化に対応する、優れた特性を備えたものとなることわかる。

【 0 0 6 0 】

なお、上記実施例においては、本発明における具体的な形態について示したが、上記実施例は単なる例示にすぎず、限定的に解釈されるものではない。当業者に明らかな様々な変形は、全て本発明の範囲内であることが企図されている。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 1 】

本発明の光電気混載基板は、基板に実装される光素子が、裏面側の金属補強層の存在によって影響を受けることがなく、その光素子が本来備えた低い静電容量を維持することができる。このため、従来に比べて、伝送信号をより高周波数化することができるのであり、高速信号伝送技術に広く利用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

3 0 光電気混載基板

3 1 絶縁層

3 2 光素子

3 3 駆動デバイス

3 4 a、3 4 b パッド

3 7 金属補強層

6 0 開口部

A 配線部分

E 電気回路部

W 光導波路

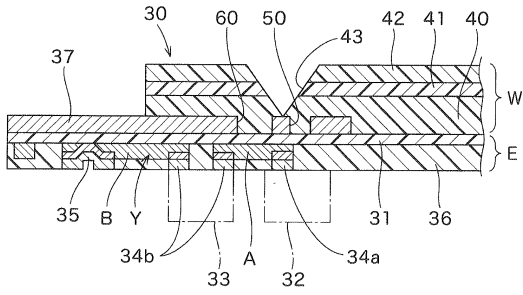
40

50

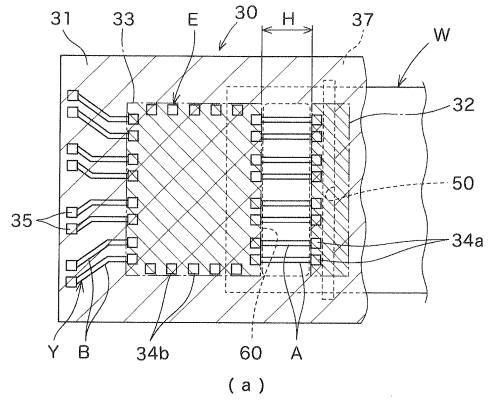
Y 電気配線

【図面】

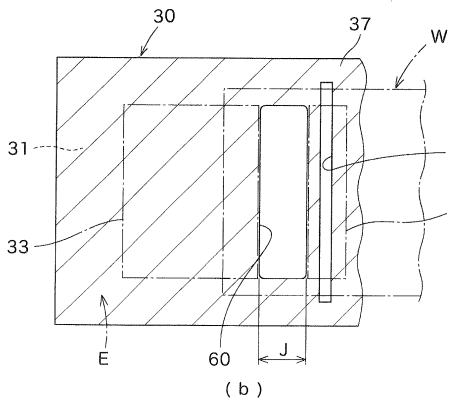
【図 1】



【図 2】

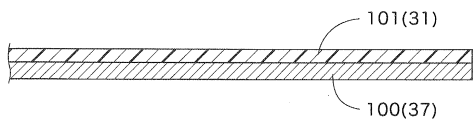


10

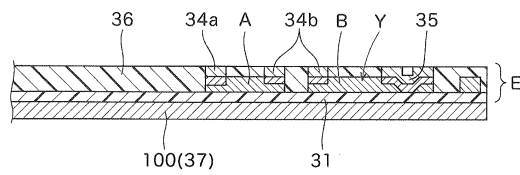


20

【図 3】



【図 4】

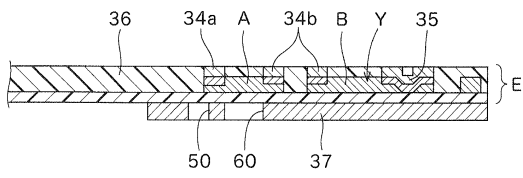


30

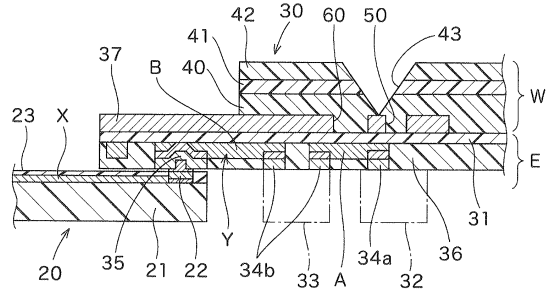
40

50

【図 5】

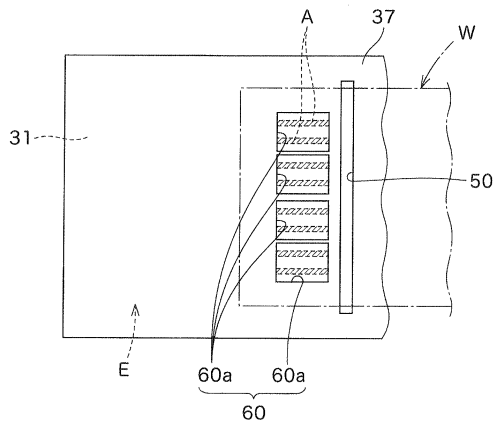


【図 6】

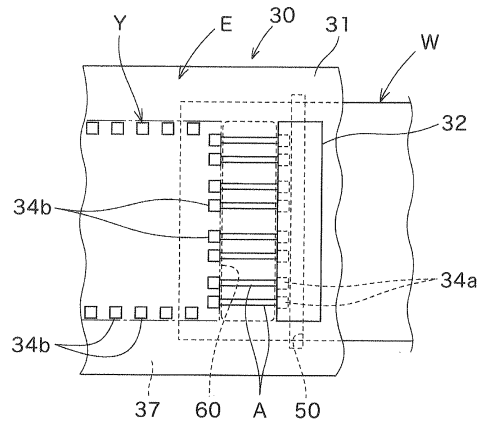


10

【図 7】

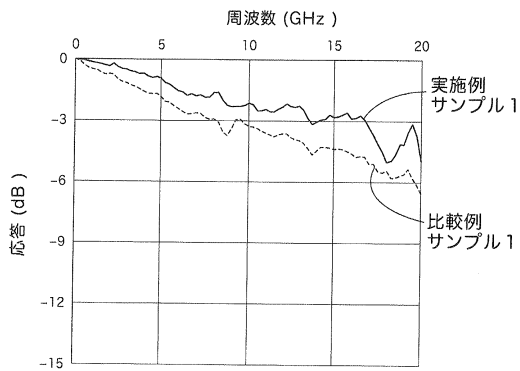


【図 8】

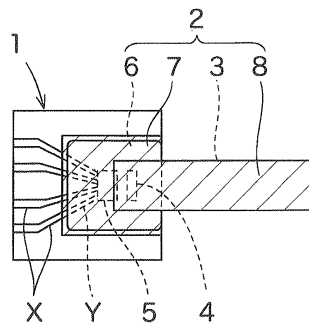


20

【図 9】



【図 10】

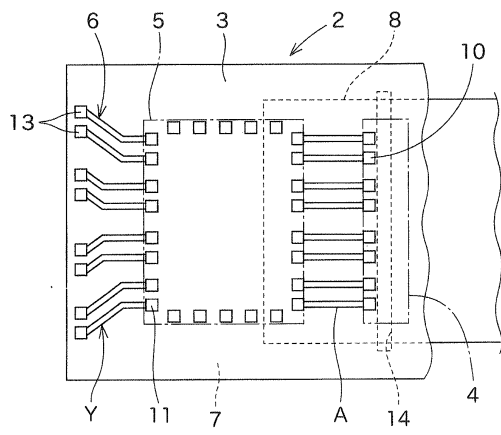


30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 山路 正高
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内

(72)発明者 市川 和志
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内

審査官 堀部 修平

(56)参考文献 特開2016-105160(JP,A)
国際公開第2020/090200(WO,A1)
特開2018-146710(JP,A)
特開2010-266598(JP,A)
特開2011-076645(JP,A)
米国特許第05712749(US,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 6/12 - 6/14
G02B 6/42 - 6/43
H05K 1/00 - 1/02