

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7404696号
(P7404696)

(45)発行日 令和5年12月26日(2023.12.26)

(24)登録日 令和5年12月18日(2023.12.18)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 F 1/065(2006.01) G 0 2 F 1/065

請求項の数 10 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-139838(P2019-139838)	(73)特許権者	309015134 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
(22)出願日	令和1年7月30日(2019.7.30)		
(65)公開番号	特開2021-21896(P2021-21896A)		
(43)公開日	令和3年2月18日(2021.2.18)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
審査請求日	令和4年3月30日(2022.3.30)	(72)発明者	杉山 昌樹 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社内
		審査官	野口 晃一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板に設けられ、光信号を伝送する導波路と、

前記基板に前記導波路に沿って配置され、端部に外部装置とワイヤにより電気接続されるボンディング部を有する信号配線およびグランド配線と、

前記グランド配線の下層に形成され、ビアを介して前記グランド配線の端部に接続された第1のスタブ配線と

を備え、

前記基板の面に交差する方向から見た場合に、前記信号配線と前記第1のスタブ配線とは離間しており、前記基板の面に交差する方向から見た場合の前記信号配線と前記グランド配線とが隣り合う方向における前記信号配線と前記第1のスタブ配線との間の距離は、前記基板の面に交差する方向から見た場合の前記信号配線と前記グランド配線とが隣り合う方向における前記信号配線と前記グランド配線との間の距離よりも短いことを特徴とする光デバイス。

10

【請求項2】

前記基板には、複数の前記グランド配線が設けられており、

前記第1のスタブ配線は、ビアを介して複数の前記グランド配線に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の光デバイス。

【請求項3】

20

前記信号配線の端部に接続された第2のスタブ配線をさらに備え、

前記基板の面に交差する方向から見た場合に、前記信号配線と前記グランド配線とが隣り合う方向における前記第1のスタブ配線と前記第2のスタブ配線との間の距離は、前記信号配線と前記グランド配線とが隣り合う方向における前記信号配線と前記グランド配線との間の距離よりも短いことを特徴とする請求項1に記載の光デバイス。

【請求項4】

前記信号配線および前記グランド配線に接続され、前記信号配線を介して供給される電気信号に応じて前記導波路を伝送される前記光信号を変調する光変調器を備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の光デバイス。

【請求項5】

前記光変調器は、EO (Electro Optic) ポリマーを用いた光変調器であり、前記ボンディング部が形成された前記信号配線の端部と前記基板の端部との間、および、前記ボンディング部が形成された前記グランド配線の端部と前記基板の端部との間には、前記EOポリマーが配置されることを特徴とする請求項4に記載の光デバイス。

【請求項6】

前記第1のスタブ配線は、シリコンにn型の不純物が添加されたシリコン配線であることを特徴とする請求項4または5に記載の光デバイス。

【請求項7】

前記光変調器には、前記導波路に沿ってn型の不純物が添加されたシリコンである半導体層が設けられていることを特徴とする請求項6に記載の光デバイス。

【請求項8】

前記第1のスタブ配線は、シリコンにp型の不純物が添加されたシリコン配線であることを特徴とする請求項4または5に記載の光デバイス。

【請求項9】

前記光変調器には、前記導波路に沿ってp型の不純物が添加されたシリコンである半導体層が設けられていることを特徴とする請求項8に記載の光デバイス。

【請求項10】

前記基板の面に交差する方向から見た場合に、前記グランド配線の延在方向における前記第1のスタブ配線と前記基板の端部との間の距離は、前記グランド配線の延在方向における前記グランド配線の端部と前記基板の端部との間の距離よりも短いことを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

光変調器等の光デバイスの小型化が進んでいる。シリコン導波路は光の閉じ込め効果が強く、導波路の曲げ半径を小さくできるので、従来のLN変調器や化合物半導体変調器に比べて光変調器のサイズを小さくすることができる。シリコン導波路を用いた光変調器では、シリコン導波路にPN接合部を設け、メタル配線を介してPN接合部に電圧を印加することにより、PN接合部に電界を発生させ、シリコン導波路の屈折率を変化させる。シリコン導波路の屈折率が変化すると、シリコン導波路を伝搬する光信号の速度が変化し、シリコン導波路から出力される光信号の位相が変化する。シリコン導波路を用いた光変調器では、この性質を利用して光信号を変調することができる。

【0003】

光変調器等の光デバイスには、電気信号を入力するためドライバ回路等の他の外部装置が、例えば金属ワイヤ等によって接続される。金属ワイヤは、光変調器等の光デバイスの信号配線やグランド配線に設けられたパッドと、ドライバ回路等の外部装置の信号配線やグランド配線に設けられたパッドとを接続する。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2001-209017号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、光デバイスの小型化が進むと、複数の光デバイスをシリコン等の基板上に複数形成することが可能になる。基板上に形成された複数の光デバイスは、ダイシングにより個々のデバイスに分離される。近年、デバイスへのダメージが低いこと、ダイシングにより発生するダストが少ないこと等の利点から、レーザ光を用いたダイシング技術が用いられている。レーザ光を用いたダイシングでは、レーザ光が透過しない金属をダイシングすることが難しいため、金属配線等は、ダイシングラインから所定距離以上離れた領域に配置される。例えば、金属ワイヤがボンディングされるパッドは、光デバイスの端部から所定距離以上離れた位置に配置されることになる。

10

【0006】

パッドと光デバイスの端部との距離が離れていると、ドライバ回路等の外部装置のパッドとの距離が長くなり、パッドどうしを接続する金属ワイヤも長くなる。金属ワイヤが長くなると、配線の特性インピーダンスが大きくなり、インピーダンスの不整合による電気信号の反射が生じる。電気信号の反射が生じると、信号帯域の中で、反射波に応じた一部の周波数の信号の強度が変動し、信号の品質が劣化する。

20

【0007】

本願に開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、信号の品質劣化を抑えることができる光デバイス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】

【0008】

1つの側面では、光デバイスは、基板と、導波路と、信号配線と、グランド配線と、第1のスタブ配線とを備える。導波路は、基板に設けられ、光信号を伝送する。信号配線およびグランド配線は、導波路に沿って基板に配置され、端部に外部装置とワイヤにより電気接続されるボンディング部を有する。第1のスタブ配線は、グランド配線の端部に接続される。信号配線と第1のスタブ配線との間の距離は、信号配線とグランド配線との間の距離よりも短い。

30

【発明の効果】

【0009】

1実施形態によれば、信号の品質劣化を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、光送受信装置の一例を示す図である。

【図2】図2は、光送信デバイスの一例を示す図である。

【図3】図3は、変調器の構造の一例を示す図である。

40

【図4】図4は、変調器の構造の一例を示すX-X断面図である。

【図5】図5は、領域Aの一例を示す拡大図である。

【図6】図6は、領域Aの一例を示すY-Y断面図である。

【図7】図7は、領域Bの一例を示す拡大図である。

【図8】図8は、領域Bの一例を示すZ-Z断面図である。

【図9】図9は、伝送線路の特性インピーダンスの変化の一例を示す図である。

【図10】図10は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図11】図11は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図12】図12は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図13】図13は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

50

【図 1 4】図 1 4 は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図 1 6】図 1 6 は、光送信デバイスの製造過程の一例を示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。

【図 1 8】図 1 8 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。

【図 1 9】図 1 9 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。

【図 2 0】図 2 0 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。

【図 2 1】図 2 1 は、領域 A の他の例を示す Y - Y 断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本願が開示する光デバイスの実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に示す実施例は、開示の技術を限定するものではない。

【実施例】

【0012】

[光送受信装置 10 の構成]

図 1 は、光送受信装置 10 の一例を示す図である。本実施例における光送受信装置 10 は、光送受信部 11、LD (Laser Diode) 12、および DSP (Digital Signal Processor) 13 を備える。光送受信部 11 は、光送信デバイス 20 および光受信デバイス 30 を有する。光送信デバイス 20 および光受信デバイス 30 は、光デバイスの一例である。

【0013】

光送信デバイス 20 は、LD 12 から供給された光を、DSP 13 から出力された送信信号に基づいて変調する。そして、光送信デバイス 20 は、送信信号に応じて変調された光信号 (Tx__out) を出力する。光受信デバイス 30 は、光信号 (Rx__in) を受光する。受光された光信号は、偏波分離され、LD 12 から供給された光を用いて復調され、電気信号に変換されて DSP 13 へ出力される。

【0014】

[光送信デバイス 20 の構成]

図 2 は、光送信デバイス 20 の一例を示す図である。光送信デバイス 20 は、デバイス本体 200 を備える。デバイス本体 200 には、ワイヤ 223 を介して外部基板 40 および終端基板 41 が接続される。外部基板 40 には、デバイス本体 200 に送信信号に基づく電気信号を供給するドライバ回路等が実装されている。終端基板 41 には、デバイス本体 200 に設けられた配線に接続される終端抵抗が実装されている。

【0015】

デバイス本体 200 は、XI 変調器 21 - 1、XQ 変調器 21 - 2、YI 変調器 21 - 3、および YQ 変調器 21 - 4 を有する。また、光送信デバイス 20 は、VOA 24 - 1、VOA 24 - 2、PR 25、EO (Electro Optic) ポリマー 26、mPD 28 - 1、mPD 28 - 2、および PBC 29 を有する。VOA は Variable Optical Attenuator の略であり、PR は Polarization Rotator の略であり、mPD は monitor PhotoDiode の略であり、PBC は Polarization Beam Combiner の略である。

【0016】

なお、以下では、XI 変調器 21 - 1、XQ 変調器 21 - 2、YI 変調器 21 - 3、および YQ 変調器 21 - 4 のそれぞれを区別することなく総称する場合に変調器 21 と記載する。また、以下では、VOA 24 - 1 および VOA 24 - 2 のそれぞれを区別することなく総称する場合に VOA 24 と記載し、mPD 28 - 1 および mPD 28 - 2 のそれぞれを区別することなく総称する場合に mPD 28 と記載する。また、図 2 では、図面の見やすさの観点から、EO ポリマー 26 にハンチングが施されている。

【0017】

デバイス本体 200 上には、光信号を伝搬する導波路 23 が形成されている。LD 12 から出力された光は、導波路 23 の入力端 230 から入力され、導波路 23 を介してそれぞれの変調器 21 に入力される。それぞれの変調器 21 には、電気信号である送信信号を

10

20

30

40

50

伝送する信号配線 220 と、グランドに接続されるグランド配線 221 と、信号配線 220 およびグランド配線 221 の間に配置された E O ポリマー 26 とが、導波路 23 に沿って配置されている。それぞれの変調器 21 では、信号配線 220 とグランド配線 221 との間に印加される電圧に応じて信号配線 220 とグランド配線 221 の間に配置された E O ポリマー 26 の屈折率が変化する。これにより、E O ポリマー 26 に沿って配置された導波路 23 内を伝搬する光の位相が変化する。信号配線 220 に印加される電圧を送信信号に応じて変化させることにより、送信信号に応じて光を変調することができる。それぞれの変調器 21 において、送信信号は、光信号の入力端側の信号配線 220 に供給される。

【0018】

それぞれの変調器 21 によって変調された光信号は、VOA 24 によって強度が調整される。VOA 24 から出力された光信号は、mPD 28 によって受光される。VOA 24 は、mPD 28 の受光電流に応じて、光信号の強度を調整する。

【0019】

PR 25 は、VOA 24 - 2 によって強度が調整された光信号の偏光面を回転させる。VOA 24 - 1 によって強度が調整された光信号は、PBC 29 によって偏光面が回転された光信号と合成され、光信号 (Tx_out) として導波路 23 の出力端 231 から出力される。

【0020】

信号配線 220 およびグランド配線 221 の両端には、ワイヤ 223 がボンディングされるパッド 222 が設けられている。パッド 222 は、ボンディング部の一例である。それぞれのパッド 222 には、シリコン配線 27 が接続されている。パッド 222 は、デバイス本体 200 の表面に配置されており、シリコン配線 27 は、デバイス本体 200 の内部に配置されている。パッド 222 とシリコン配線 27 とは、それぞれビアを介して接続されている。また、パッド 222 が形成された信号配線 220 の端部とデバイス本体 200 の端部との間、および、パッド 222 が形成されたグランド配線 221 の端部とデバイス本体 200 の端部との間には、E O ポリマー 26 が配置されている。

【0021】

本実施例において、シリコン配線 27 は、例えばリン等の n 型の不純物が高濃度に添加されたシリコンである。なお、シリコン配線 27 は、例えばボロン等の p 型の不純物が高濃度に添加されたシリコンであってもよい。グランド配線 221 のパッド 222 に接続されたシリコン配線 27 は、第 1 のスタブ配線の一例であり、信号配線 220 のパッド 222 に接続されたシリコン配線 27 は、第 2 のスタブ配線の一例である。

【0022】

外部基板 40 には、送信信号が伝送される信号配線 400 と、グランドに接続されるグランド配線 401 とが設けられている。信号配線 400 およびグランド配線 401 の端部には、ワイヤ 223 がボンディングされるパッド 402 が設けられている。終端基板 41 には、ワイヤ 223 がボンディングされるパッド 410 が設けられている。ワイヤ 223 を介して信号配線 220 に接続されるパッド 410 と、ワイヤ 223 を介してグランド配線 221 に接続されるパッド 410 との間には、終端抵抗 411 (例えば 50) が接続されている。

【0023】

[変調器 21 の構造]

図 3 は、変調器 21 の構造の一例を示す図である。図 4 は、変調器 21 の構造の一例を示す X - X 断面図である。図 3 の X - X 断面が図 4 に対応する。変調器 21 は、信号配線 220、グランド配線 221、E O ポリマー 26、半導体層 210、およびシリコン層 211 を備える。信号配線 220、グランド配線 221、E O ポリマー 26、半導体層 210、およびシリコン層 211 は、導波路 23 に沿って配置されている。本実施例における変調器 21 は、E O ポリマー 26 を用いた光変調器である。なお、図 3 では、図面の見やすさの観点から、E O ポリマー 26 にハンチングが施されている。

【0024】

10

20

30

40

50

例えば図4に示されるように、半導体層210およびシリコン層211は、単結晶シリコン等の基板W上に積層されたBOX (Buried OXide) 層51上に形成されている。半導体層210およびシリコン層211の上には、酸化シリコン等の絶縁層53が積層されており、信号配線220およびグランド配線221は、絶縁層53上に形成されている。

【0025】

本実施例において、半導体層210は、例えばリン等のn型の不純物が高濃度に添加されたシリコンである。なお、半導体層210は、例えばボロン等のp型の不純物が低濃度に添加されたシリコンであってもよい。シリコン層211は、例えばシリコンで形成されており、導波路23として機能する。

【0026】

導波路23に沿ってシリコン層211の両脇に配置された一方の半導体層210には、金属を含む材料で構成されたコンタクト225を介して信号配線220が接続されている。また、他方の半導体層210には、金属を含む材料で構成されたコンタクト226を介してグランド配線221が接続されている。絶縁層53とシリコン層211とで囲まれた凹部には、EOポリマー26が配置されている。

【0027】

[パッド222付近の構造]

図2の領域Aを拡大すると、例えば図5のようになる。図5は、領域Aの一例を示す拡大図である。図6は、領域Aの一例を示すY-Y断面図である。図5のY-Y断面が図6に対応する。信号配線220の両脇には、2つのグランド配線221が配置されており、信号配線220と一方のグランド配線221との間には、EOポリマー26が配置されている。なお、図5では、図面の見やすさの観点から、EOポリマー26にハンチングが施されている。

【0028】

ここで、信号配線220、グランド配線221、およびEOポリマー26は、製造の容易性等の観点からデバイス本体200の表面に配置されることが多い。信号配線220、グランド配線221、およびEOポリマー26がデバイス本体200の表面に配置される場合、信号配線220およびグランド配線221と、EOポリマー26とが交差しないように配置することになる。そのため、例えば図2および図5に示されるように、信号配線220およびグランド配線221と、デバイス本体200の端部との間にEOポリマー26が配置され、パッド222とデバイス本体200の端部との距離が長くなる。これにより、デバイス本体200のパッド222と外部基板40のパッド402とを接続するワイヤが長くなってしまふ。ワイヤが長くなると、伝送線路の誘導成分が増加し、伝送線路の特性インピーダンスが増加する。伝送線路の特性インピーダンスが増加すると、特性インピーダンスの不整合による電気信号の反射が生じる。電気信号の反射が生じると、信号帯域の中で、反射波に応じた一部の周波数の信号の強度が変動し、信号の品質が劣化する。

【0029】

そこで、本実施例では、信号配線220およびグランド配線221のそれぞれに、パッド222に接続されたシリコン配線27が設けられる。シリコン配線27は、例えば図6に示されるように、金属を含む材料で構成されたビア227を介してパッド222に接続されている。

【0030】

また、本実施例では、グランド配線221のパッド222に接続されたシリコン配線27と信号配線220との間の距離L2は、例えば図5および図6に示されるように、信号配線220とグランド配線221との間の距離L1よりも短い。これにより、パッド222付近の伝送線路において、信号配線220とグランド配線221との間の容量成分が増加し、パッド222付近の伝送線路の特性インピーダンスを減少させることができる。これにより、パッド222付近の伝送線路の特性インピーダンスの増加を抑制することができ、特性インピーダンスの不整合を抑制することができる。これにより、電気信号の反射を低減することができ、電気信号の品質劣化を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

なお、図 5 および図 6 の例では、信号配線 2 2 0 のパッド 2 2 2 に接続されたシリコン配線 2 7 とグラウンド配線 2 2 1 のパッド 2 2 2 に接続されたシリコン配線 2 7 との間の距離 L_3 は、信号配線 2 2 0 とグラウンド配線 2 2 1 との間の距離 L_1 よりもさらに短い。これにより、パッド 2 2 2 付近の伝送線路の特性インピーダンスの増加をさらに抑制することができ、電気信号の反射をさらに低減することができる。

【 0 0 3 2 】

また、図 2 の領域 B を拡大すると、例えば図 7 のようになる。図 7 は、領域 B の一例を示す拡大図である。図 8 は、領域 B の一例を示す Z - Z 断面図である。図 7 の Z - Z 断面が図 8 に対応する。なお、図 7 では、図面の見やすさの観点から、E O ポリマー 2 6 にハンチングが施されている。

10

【 0 0 3 3 】

終端基板 4 1 と接続されるパッド 2 2 2 においても、例えば図 7 および図 8 に示されるように、シリコン配線 2 7 が設けられている。図 7 および図 8 においても、グラウンド配線 2 2 1 のパッド 2 2 2 に接続されたシリコン配線 2 7 と信号配線 2 2 0 との間の距離 L_2 は、信号配線 2 2 0 とグラウンド配線 2 2 1 との間の距離 L_1 よりも短くなっている。さらに、図 7 および図 8 においても、信号配線 2 2 0 のパッド 2 2 2 に接続されたシリコン配線 2 7 とグラウンド配線 2 2 1 のパッド 2 2 2 に接続されたシリコン配線 2 7 との間の距離 L_3 は、距離 L_1 よりもさらに短くなっている。これにより、終端基板 4 1 と接続されるパッド 2 2 2 においても、電気信号の反射を低減することができ、電気信号の品質劣化を抑制することができる。

20

【 0 0 3 4 】

[シミュレーション結果]

次に、ステップ状の電気信号を供給した場合の伝送線路の特性インピーダンス Z_0 の変化をシミュレーションにより求めた。図 9 は、伝送線路の特性インピーダンス Z_0 の変化の一例を示す図である。図 9 には、パッド 2 2 2 にシリコン配線 2 7 が設けられていない場合の伝送線路の特性インピーダンス Z_0 の変化が比較例として示されている。

【 0 0 3 5 】

図 9 から明らかなように、パッド 2 2 2 にシリコン配線 2 7 が設けられている本実施例の構成では、パッド 2 2 2 にシリコン配線 2 7 が設けられていない比較例の構成に比べて、伝送線路の特性インピーダンス Z_0 増加が抑えられている。従って、本実施例は、比較例に比べて、伝送線路の特性インピーダンス Z_0 の不整合を抑制でき、電気信号の品質劣化を抑制することができる。

30

【 0 0 3 6 】

[光送信デバイス 2 0 の製造手順]

次に、光送信デバイス 2 0 の製造手順について図 1 0 ~ 図 1 6 を参照しながら説明する。図 1 0 ~ 図 1 6 は、光送信デバイス 2 0 の製造過程の一例を示す図である。図 1 0 ~ 図 1 6 では、光送信デバイス 2 0 の中の変調器 2 1 の製造過程について例示されている。

【 0 0 3 7 】

まず、例えば図 1 0 に示されるように、基板 W 上に B O X 層 5 1 が積層され、B O X 層 5 1 上にシリコン層 2 1 1 が積層される。そして、シリコン層 2 1 1 上にレジスト 5 5 が積層され、半導体層 2 1 0 が配置される領域が露出するように、レジスト 5 5 がパターンニングされる。そして、例えば図 1 1 に示されるように、レジスト 5 5 で覆われていないシリコン層 2 1 1 の領域に、例えばリン等の n 型の不純物のイオンが注入される。これにより、n 型の不純物が高濃度に添加された半導体層 2 1 0 が形成される。そして、レジスト 5 5 が除去される。

40

【 0 0 3 8 】

なお、図 1 1 に例示された工程では、シリコン配線 2 7 が形成される領域も露出するように、レジスト 5 5 がパターンニングされる。これにより、シリコン配線 2 7 が形成されるシリコン層 2 1 1 の領域にも n 型の不純物のイオンが注入され、n 型の不純物が高濃度に

50

添加されたシリコン配線 27 が形成される。

【0039】

次に、再びシリコン層 211 上にレジスト 55 が積層され、導波路 23 となるシリコン層 211 の部分の両脇の領域が露出するように、レジスト 55 がパターニングされる。そして、例えば図 12 に示されるように、レジスト 55 で覆われていない半導体層 210 およびシリコン層 211 の領域がエッチングされる。これにより、例えば図 12 に示されるように、導波路 23 となるシリコン層 211 の部分に沿って凹部 60 が形成される。そして、レジスト 55 が除去される。

【0040】

次に、例えば図 13 に示されるように、半導体層 210 およびシリコン層 211 を覆うように絶縁層 53 が積層される。そして、絶縁層 53 上にレジスト 55 が積層され、コンタクト 225 およびコンタクト 226 が形成される領域が露出するように、レジスト 55 がパターニングされる。そして、レジスト 55 で覆われていない領域がエッチングされることにより、例えば図 14 に示されるように、絶縁層 53 に凹部 61 が形成される。そして、レジスト 55 が除去される。

10

【0041】

この時、パッド 222 のビア 227 が形成される領域も露出するように、レジスト 55 がパターニングされ、レジスト 55 で覆われていない領域がエッチングされる。これにより、ビア 227 が形成される位置の絶縁層 53 にも凹部 61 が形成される。

【0042】

次に、凹部 61 内に金属を含む配線材料が埋め込まれ、配線材料がパターニングされる。これにより、例えば図 15 に示されるように、信号配線 220、グランド配線 221、コンタクト 225、およびコンタクト 226 が形成される。

20

【0043】

この時、ビア 227 の位置に形成された凹部 61 内にも金属を含む配線材料が埋め込まれ、配線材料がパターニングされる。これにより、例えば図 6 および図 8 に示されたように、パッド 222 およびビア 227 が形成される。

【0044】

次に、再びレジスト 55 が積層され、EOポリマー 26 が配置される領域が露出するようにレジスト 55 がパターニングされる。そして、レジスト 55 で覆われていない領域がエッチングされることにより、例えば図 16 に示されるように、EOポリマー 26 が配置される領域に対応する凹部 62 が形成される。そして、レジスト 55 が除去され、凹部 62 内にEOポリマー 26 が配置される。これにより、例えば図 4 に示した変調器 21 が形成される。

30

【0045】

[実施例の効果]

上記説明から明らかなように、本実施例の光送信デバイス 20 は、基板 W と、導波路 23 と、信号配線 220 と、グランド配線 221 と、シリコン配線 27 とを備える。導波路 23 は、基板 W に設けられ、光信号を伝送する。信号配線 220 およびグランド配線 221 は、導波路 23 に沿って基板 W に配置され、端部に外部基板 40 とワイヤ 223 により電気接続されるパッド 222 を有する。シリコン配線 27 は、グランド配線 221 の端部に接続される。信号配線 220 とシリコン配線 27 との間の距離 L_2 は、信号配線 220 とグランド配線 221 との間の距離 L_1 よりも短い。これにより、信号の品質劣化を抑えることができる。

40

【0046】

また、上記した実施例の光送信デバイス 20 は、信号配線 220 の端部に接続されたシリコン配線 27 をさらに備える。グランド配線 221 に接続されたシリコン配線 27 と信号配線 220 に接続されたシリコン配線 27 との間の距離 L_3 は、信号配線 220 とグランド配線 221 との間の距離 L_1 よりも短い。これにより、信号の品質劣化をさらに抑えることができる。

50

【0047】

また、上記した実施例の光送信デバイス20は、変調器21を備える。変調器21は、信号配線220およびグランド配線221に接続され、信号配線220を介して供給される電気信号に応じて導波路23を伝送される光信号を変調する。これにより、変調器21において、信号の品質劣化を抑えることができる。

【0048】

また、上記した実施例における変調器21は、EOポリマー26を用いた光変調器である。パッド222が形成された信号配線220の端部と基板Wの端部との間、および、パッド222が形成されたグランド配線221の端部と基板Wの端部との間には、EOポリマー26が配置されている。これにより、EOポリマー26を用いた変調器21において、

10

【0049】

また、上記した実施例において、シリコン配線27には、n型の不純物が添加されている。これにより、シリコン配線27の抵抗値を小さくすることができる。なお、上記した実施例において、シリコン配線27には、n型の不純物に代えてp型の不純物が添加されていてもよい。

【0050】

また、上記した実施例において、変調器21には、導波路23に沿ってn型の不純物が添加されたシリコンである半導体層210が設けられている。これにより、変調器21を製造するプロセスの中で、併せてシリコン配線27を形成することができるため、基板W上にシリコン配線27を効率よく形成することができる。なお、変調器21の半導体層210は、p型の不純物が添加されたシリコンであってもよい。

20

【0051】

<その他>

なお、開示の技術は、上記した各実施例に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

【0052】

例えば、上記した実施例では、信号配線220およびグランド配線221の端部と、信号配線220およびグランド配線221の端部に設けられたシリコン配線27とは、基板Wの端部から所定距離以上離れた位置に配置されている。しかし、シリコン配線27が配置される位置は、これに限られない。シリコン配線27と基板Wの端部との間の距離は、信号配線220およびグランド配線221の端部と基板Wの端部との間の距離よりも短くてもよい。例えば図17に示されるように、シリコン配線27は、基板Wの端部まで延在していてもよい。図17は、領域Aの他の例を示す拡大図である。なお、領域Bも同様の構成とされてもよい。

30

【0053】

これにより、パッド222付近の容量成分をより増加させることができるため、パッド222付近の伝送線路の特性インピーダンスの増加をより抑制することができる。これにより、特性インピーダンスの不整合をより抑制することができ、電気信号の反射をより低減することができる。

40

【0054】

なお、デバイス本体200は、基板W上に複数形成され、例えばレーザー光を用いたダイシングにより個々のデバイス本体200に分離される。そのため、レーザー光が透過しない金属配線とダイシングラインとが交差すると、レーザー光を用いて基板Wをダイシングすることが難しい。そのため、信号配線220およびグランド配線221は、ダイシングラインから所定距離以上離れた位置に配置される。一方、シリコン配線27は、レーザー光を透過するシリコンにより形成される。そのため、シリコン配線27とダイシングラインとが交差しても、レーザー光によってダイシングすることができる。そのため、シリコン配線27と基板Wの端部との間の距離を、信号配線220およびグランド配線221と基板Wの端部との間の距離よりも短くすることができる。

50

【 0 0 5 5 】

また、図 1 7 に例示された構成において、信号配線 2 2 0 の端部に接続されたシリコン配線 2 7 によって信号の反射が生じる場合には、例えば図 1 8 に示されるように、信号配線 2 2 0 にはシリコン配線 2 7 が設けられなくてもよい。図 1 8 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。なお、領域 B も同様の構成とされてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、例えば図 1 9 に示されるように、1つのシリコン配線 2 7 によって複数のグランド配線 2 2 1 のパッド 2 2 2 が接続されてもよい。図 1 9 は、領域 A の他の例を示す拡大図である。なお、領域 B も同様の構成とされてもよい。これにより、パッド 2 2 2 付近の容量成分をより増加させることができるため、電気信号の反射をより低減することができる。

10

【 0 0 5 7 】

また、複数のグランド配線 2 2 1 のパッド 2 2 2 に接続されるシリコン配線 2 7 は、例えば図 2 0 および図 2 1 に示されるように、信号配線 2 2 0 の下層に配置されてもよい。図 2 0 は、領域 A の他の例を示す拡大図であり、図 2 1 は、領域 A の他の例を示す Y - Y 断面図である。なお、領域 B も同様の構成とされてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、上記した実施例では、E O ポリマーを用いた変調器 2 1 を備える光送信デバイス 2 0 を例に説明したが、開示の技術はこれに限られない。例えばシリコン導波路に設けられた P N 接合部に電圧を印加することにより、シリコン導波路を伝送される光信号の位相を変える光変調器を備える光送信デバイス 2 0 においても、開示の技術を適用することができる。

20

【 0 0 5 9 】

また、上記した実施例では、光デバイスとして光送信デバイス 2 0 を例に説明したが、開示の技術はこれに限られない。例えば光受信デバイス 3 0 においても、上記した実施例に開示された技術を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

W 基板

- 1 0 光送受信装置
- 1 1 光送受信部
- 1 2 L D
- 1 3 D S P
- 2 0 光送信デバイス
- 2 0 0 デバイス本体
- 2 1 変調器
- 2 1 0 半導体層
- 2 1 1 シリコン層
- 2 2 0 信号配線
- 2 2 1 グランド配線
- 2 2 2 パッド
- 2 2 3 ワイヤ
- 2 2 5 コンタクト
- 2 2 6 コンタクト
- 2 2 7 ピア
- 2 3 導波路
- 2 3 0 入力端
- 2 3 1 出力端
- 2 4 V O A
- 2 5 P R

30

40

50

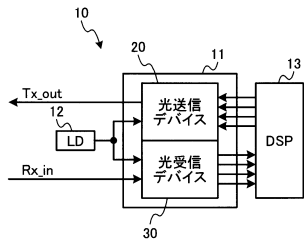
- 26 EOポリマー
- 27 シリコン配線
- 28 mPD
- 29 PBC
- 30 光受信デバイス
- 40 外部基板
- 400 信号配線
- 401 グランド配線
- 402 パッド
- 41 終端基板
- 410 パッド
- 411 終端抵抗
- 51 BOX層
- 53 絶縁層
- 55 レジスト
- 60 凹部
- 61 凹部
- 62 凹部

10

【図面】

【図1】

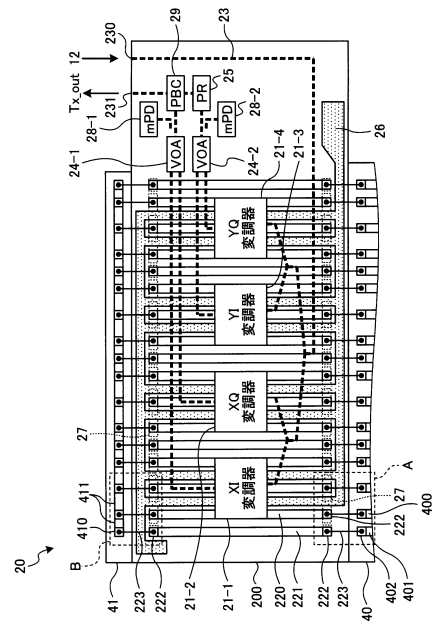
光送受信装置の一例を示す図



【図2】

20

光送信デバイスの一例を示す図

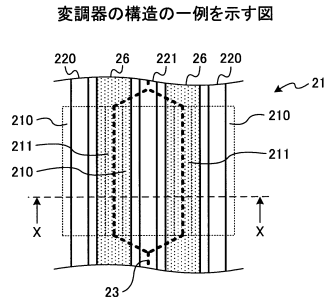


30

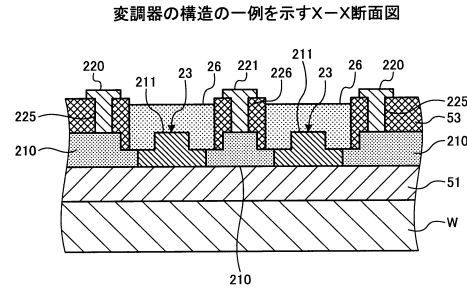
40

50

【 図 3 】

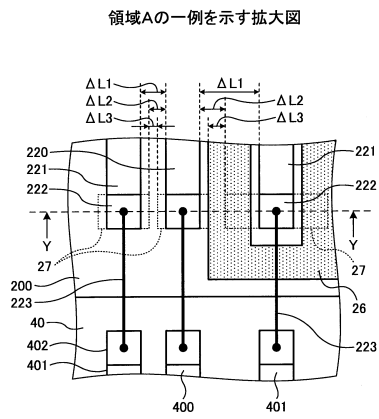


【 図 4 】

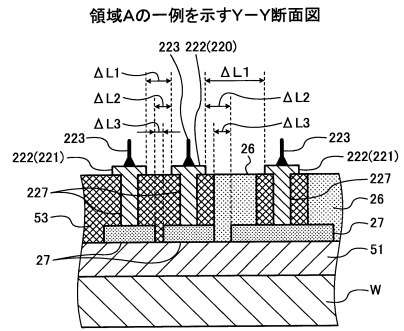


10

【 図 5 】



【 図 6 】



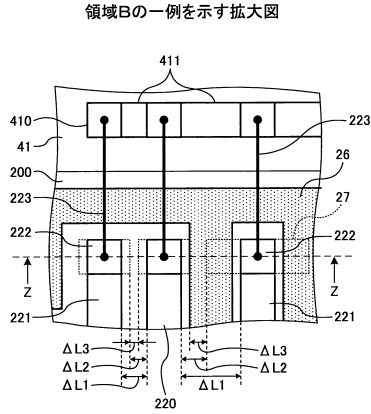
20

30

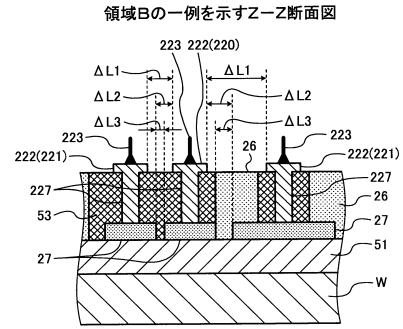
40

50

【 図 7 】



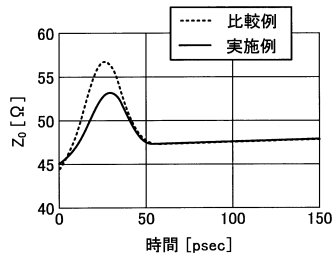
【 図 8 】



10

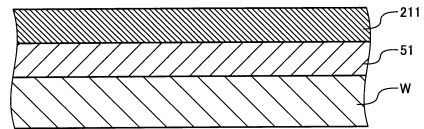
【 図 9 】

伝送線路の特性インピーダンスの変化の一例を示す図



【 図 10 】

光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



20

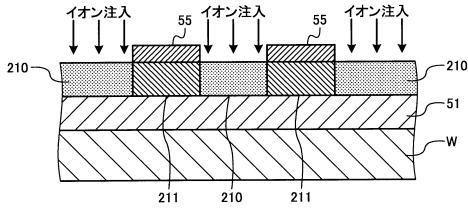
30

40

50

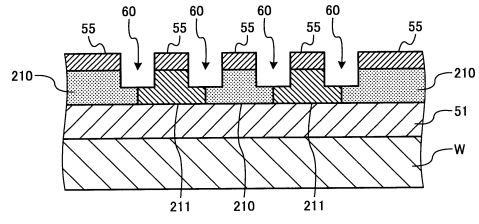
【図 1 1】

光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



【図 1 2】

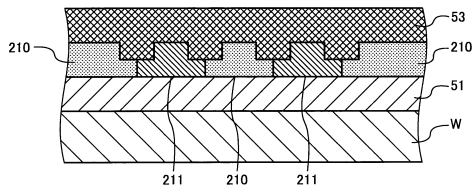
光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



10

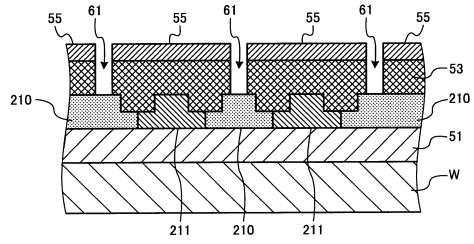
【図 1 3】

光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



【図 1 4】

光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



20

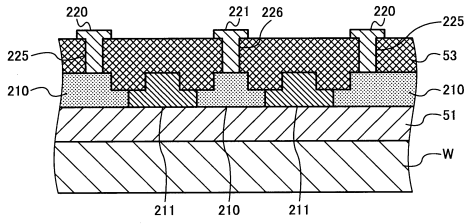
30

40

50

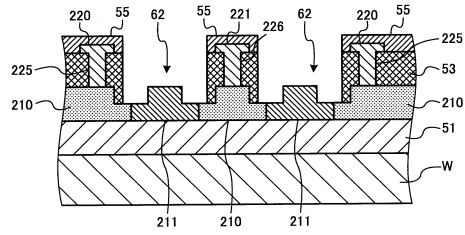
【図15】

光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



【図16】

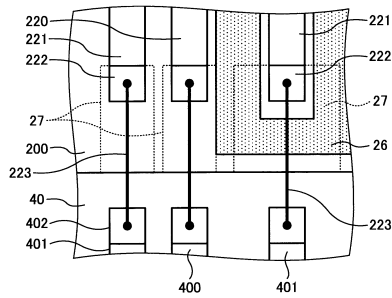
光送信デバイスの製造過程の一例を示す図



10

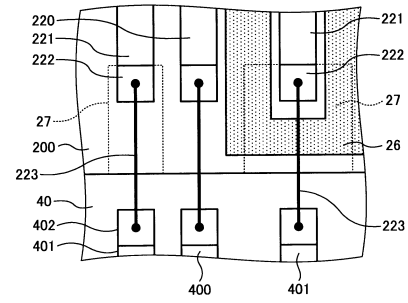
【図17】

領域Aの他の例を示す拡大図



【図18】

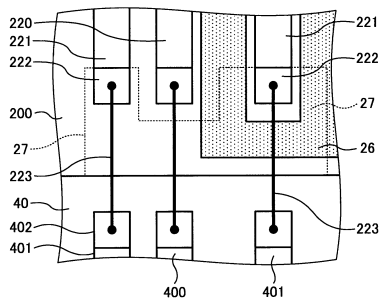
領域Aの他の例を示す拡大図



20

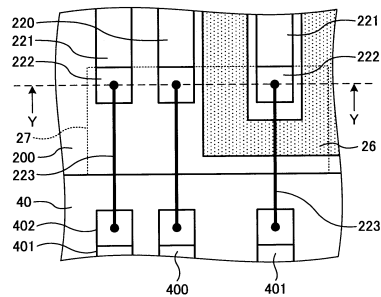
【図19】

領域Aの他の例を示す拡大図



【図20】

領域Aの他の例を示す拡大図



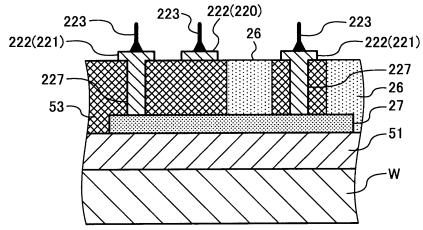
30

40

50

【図 2 1】

領域Aの他の例を示すY-Y断面図



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 0 7 1 2 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 5 1 7 1 8 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 7 8 7 5 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 1 5 1 9 7 (U S , A 1)
特開 2 0 1 6 - 0 1 4 6 9 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 2 0 8 5 2 6 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 6 6 5 4 9 (U S , A 1)
R . Palmer et al . , High-Speed, Low Drive-Voltage Silicon-Organic Hybrid Modulator Based
on a Binary-Chromophore Electro-Optic Material , Journal of Lightwave Technology , IEEE
 , 2014年08月15日 , Vol. 32, No. 16 , pp. 2726-2734 , DOI: 10.1109/JLT.2014.2321498
F . Qiu et al . , Ultra-thin silicon/electro-optic polymer hybrid waveguide modulators , Appl
ied Physics Letters , AIP Publishing , 2015年09月21日 , Vol. 107, No. 12 , pp. 123302-1
~ 123302-5 , DOI:10.1063/1.4931490
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 0 0 - 1 / 1 2 5
1 / 2 1 - 7 / 0 0