

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6060979号
(P6060979)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.	F 1
GO 2 B 6/12 (2006. 01)	GO 2 B 6/12 3 0 1
GO 2 B 6/126 (2006. 01)	GO 2 B 6/126
GO 2 B 6/122 (2006. 01)	GO 2 B 6/122

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-557245 (P2014-557245)	(73) 特許権者	000005223
(86) (22) 出願日	平成25年1月17日 (2013. 1. 17)		富士通株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/050817		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02014/112077	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成26年7月24日 (2014. 7. 24)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成27年7月3日 (2015. 7. 3)	(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100192636
			弁理士 加藤 隆夫
		(72) 発明者	菅間 明夫
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	野口 晃一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光配線チップとその検査方法、および光受信器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光送信部と、
 前記光送信部に第1の光導波路を介して接続される第1のスポットサイズ変換器と、
 光受信部と、
 前記光受信部に第2の光導波路を介して接続される第2のスポットサイズ変換器と、
 前記第2のスポットサイズ変換器と前記光受信部の間に配置され、前記第2の光導波路を伝搬する光の偏光方向を45°回転するローテータと、
 前記ローテータの後段に配置され、前記第2の光導波路を伝搬する光を偏波の方向に応じて分離するスプリッタと、
 を有し、前記第1のスポットサイズ変換器と前記第2のスポットサイズ変換器がウエハ上で直結されていることを特徴とする光配線チップ。

【請求項 2】

前記光送信部と前記光受信部は、前記ウエハ上の隣接するチップ領域に配置され、
 前記第1のスポットサイズ変換器と前記第2のスポットサイズ変換器は、前記隣接するチップ領域の境界で連結していることを特徴とする請求項1に記載の光配線チップ。

【請求項 3】

前記光送信部が配置される第1チップ領域内に配置される第2の光受信部と、
 前記第2の光受信部に接続される第3のスポットサイズ変換器と、
 前記光受信部が配置される第2チップ領域内に配置される第2の光送信部と、

10

20

前記第 2 の光送信部に接続される第 4 のスポットサイズ変換器と、
をさらに有し、

前記第 3 のスポットサイズ変換器と前記第 4 のスポットサイズ変換器が、前記第 1 チップ領域と前記第 2 チップ領域の境界で直結されていることを特徴とする請求項 2 に記載の光配線チップ。

【請求項 4】

前記光送信部と前記光受信部は、前記ウエハ上の同じチップ領域内に配置され、

前記第 1 のスポットサイズ変換器と前記第 2 のスポットサイズ変換器は、前記チップ領域の外で連結していることを特徴とする請求項 1 に記載の光配線チップ。

【請求項 5】

1 つ以上の前記光送信部と、
前記光送信部のそれぞれに接続される 1 以上の前記第 1 のスポットサイズ変換器と、
1 つ以上の前記光受信部と、
前記光受信部のそれぞれに接続される 1 以上の前記第 2 のスポットサイズ変換器と、
前記第 1 のスポットサイズ変換器と前記第 2 のスポットサイズ変換器に接続される光分配器と、

をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載の光配線チップ。

【請求項 6】

光受信回路と、

前記光受信回路に光導波路を介して接続されるスポットサイズ変換器と、

前記スポットサイズ変換器と前記光受信回路の間に配置され、前記光導波路を伝搬する光の偏波方向を 45° 回転させるローテータと、

前記ローテータの後段に配置され、前記光受信回路に入力される光を偏波の方向に応じて分離するスプリッタと、

を有する光受信器。

【請求項 7】

ウエハ上に、光送信回路と、前記光送信回路から延びる第 1 の光導波路と、光受信回路と、前記光受信回路から延びる第 2 の光導波路と、前記第 1 の光導波路と前記第 2 の光導波路を接続するスポットサイズ変換器と、前記第 2 の光導波路上に位置して前記第 2 の光導波路を伝搬する光の偏波方向を 45° 回転させるローテータとを形成し、

前記ウエハ上で、前記光送信回路から前記スポットサイズ変換器を介して前記光受信回路に光信号を送信し、

前記光信号の送受信状態を検出して前記ウエハ上の光配線チップの性能を検査する、ことを特徴とする光配線チップの検査方法。

【請求項 8】

前記第 1 の光導波路から分岐する位置に第 1 のモニタ用光検出器を配置し、

前記第 2 の光導波路から分岐する位置に第 2 のモニタ用光検出器を配置し、

前記第 1 及び第 2 のモニタ用光検出器の検出結果を用いて前記光配線チップの性能を判定する、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の光配線チップの検査方法。

【請求項 9】

前記ウエハ上に、1 以上の前記光送信回路と、前記光送信回路の各々に接続される 1 以上の第 1 のスポットサイズ変換器と、1 以上の光受信回路と、前記光受信回路の各々に接続される 1 以上の第 2 のスポットサイズ変換器と、前記 1 以上の第 1 のスポットサイズ変換器と前記 1 以上の第 2 のスポットサイズ変換器に接続される光分配器と、を形成し、

前記光送信回路の 1 つから、前記光分配器を介して前記 1 以上の光受信器に光信号を送信し、

前記光信号の送受信状態に基づいて前記光配線チップの性能を判定する、ことを特徴とする請求項 7 に記載の光配線チップの検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光配線チップとその検査方法、および光受信器に関する。

【背景技術】

【0002】

高速、大容量のデータ伝送のため、長距離の基幹通信システムでは光通信が実用化されている。コンピュータなどの情報処理装置でも、装置間の光通信はすでに実用化され、装置内、ボード内への光信号の導入が視野に入ってきている。

【0003】

シリコンを用いて微細な光回路を形成するシリコンフォトニクス技術が注目を集めている。シリコンは赤外線に対して透明であり、大きな屈折率（約3.5）を持ち、半導体製造技術を用いて微細加工品を量産できるという特徴がある。シリコンの大きな屈折率を利用して、光導波路である微細なシリコン細線に光を閉じ込め、数ミリ角のチップに光送受信器や波長合分波器を形成して、波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）トランシーバなどが作られる。

10

【0004】

シリコンフォトニクスは、半導体プロセスのように1枚のウエハ上に多数のチップを一括形成することができる。量産する場合は、チップの良品検査が必要である。半導体プロセスでは、ウエハ形状のままチップの検査を行い、良品と判定されたチップだけを使用する。シリコンフォトニクスでも同様の検査ができると効率的である。

20

【0005】

半導体プロセスでは、チップの端子に電気プローブを当てて動作を検査しているが、シリコンフォトニクスでは、ウエハ上のチップに光の入出力を行わなければならない。ウエハに形成されたシリコン細線を伝搬する光を光ファイバに取り出す方法として、スポットサイズ変換器（SSC：Spot Size Converter）を用いる方法（たとえば、非特許文献1参照）と、グレーティングカプラ（GC）を用いる方法（たとえば、特許文献1参照）がある。

【0006】

SSCは、シリコン細線を先細り（テーパ）形状とし、これを大きなコアで覆うことで伝搬する光のサイズ（MFD：Mode Field Diameter）を拡大している。しかし、SSCはチップ端面で光の入出力が行われるため、チップ状に切り出してからの検査となり、ウエハ状態での検査をすることができない。

30

【0007】

グレーティングカプラを用いる場合は、テーパで光を広げた後、回折格子で光を上方に反射させるので、ウエハ状態での検査が可能である。しかし、光の放射角は波長と回折格子のピッチで決まり、動作波長帯域が狭い。このため、波長幅の広いWDMには向いていない。また、グレーティングカプラに対してシングルモード光ファイバ（SMF）をμm精度で位置合わせしなければならない、ウエハ状に形成された大量のチップの検査は困難である。さらに、偏波依存性が大きいという問題もある。

【0008】

なお、光導波路中の偏波の方向を回転させる構成が提案されている（たとえば、特許文献2参照）。

40

【0009】

通信で用いられている光導波路は、一般的に、極力TE（Transverse Electric）モードとTM（transverse Magnetic）モードの違いが出ないように作られている。しかし、シリコンフォトニクスでは、光をきわめて小さいコアに閉じ込めるため、TEモードとTMモードの違いが大きくなってしまう。そのため、一方の偏波状態、通常はTEモードだけが動作するように設計されている。

【0010】

シリコンフォトニクスのチップ内で光回線が完結していれば問題はないが、光ファイバ

50

の入出力を伴うと、偏波の問題が発生する。一般的なシングルモード光ファイバ（SMF）では、伝搬中の偏波状態が保持されないため、SMFからシリコンフォトニクスチップに入ってくる偏波状態はTEとTMが混在している。このため、偏波ダイバーシティとよばれる手法を採用してTE成分とTM成分を分離して別々に処理し、双方の偏波状態に対処している。

【0011】

偏波保持ファイバ（PMF：Polarization Maintaining Fiber）を用いると伝播光のTE/TM比が保持されるため、シリコンフォトニクスチップ同士をPMFで接続してTEモードだけを受信側で受けとることができる。しかし、これを実現するには、PMFの軸の向きをそろえる必要がある。具体的には、PMFの端面の顕微鏡画像を確認しながら回転方向を調整する。これは煩雑かつ高コストであり、現実的ではない。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】T, Watanabe, et al, "Si wire waveguide device", Proceedings of SPIE, Vol. 6775, 67750K (September 2007)

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2011-107384号公報

【特許文献2】特開2010-88110号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

複雑な構成を用いずに、ウエハ状態で光ファイバ入力の前波状態を考慮しながら光配線チップの検査を行うことのできる構成と手法を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0015】

ひとつの状態では、光配線チップは、

光送信部と、

前記光送信部に第1の光導波路を介して接続される第1のスポットサイズ変換器と、

30

光受信部と、前記光受信部に第2の光導波路を介して接続される第2のスポットサイズ変換器と、

前記第2のスポットサイズ変換器と前記光受信部の間に配置され、前記第2の導波路を伝搬する光の偏光方向を45°回転するローテータと、

前記ローテータの後段に配置され、前記第2の導波路を伝搬する光を偏波の方向に応じて分離するスプリッタと、

を有し、前記第1のスポットサイズ変換器と前記第2のスポットサイズ変換器はウエハ上で直結されている。

【発明の効果】

【0016】

40

ウエハ状態で、光ファイバ入力の前波状態を考慮しながら光配線チップの検査を簡単に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態の光配線チップの構成例を示す図である。

【図2】ウエハ上のチップ配列の例を示す図である。

【図3】ウエハ上に形成される光配線チップの具体的な構成を示す図である。

【図4】ウエハ上のチップ配列の例を示す図である。

【図5】ウエハ上のチップ配列の例を示す図である。

【図6】ウエハ上のチップ配列の例を示す図である。

50

【図7】図3の光配線チップの変形例を示す図である。

【図8】光配線チップのさらに別の例を示す図である。

【図9】図8の光配線チップの良否の判定例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下で、図面を参照して実施形態を説明する。実施形態では、多数の光配線チップをウエハ上に形成する場合に、検査対象となるチップの送信部のスポットサイズ変換器（Spot Size Converter；以下「SCC」と略称する）と受信部のSSCを直結して配置し、受信側のSSCの直後に、偏波方向を45°回転させる偏波ローテータを配置する。

【0019】

検査対象となるチップが隣接する2チップである場合は、1つのチップの送信部のSCCと、隣接するチップの受信部のSCCを直結する。検査対象となるチップが1チップの場合は、そのチップ内に形成された送信部のSCCと受信部のSCCを直結する。

【0020】

図1は、実施形態の光配線チップ1の構成例を示す図、図2は、ウエハ100上のチップ配列を示す図である。図2に示すように、ウエハ100上に、チップ境界105で区画される複数のチップ領域が形成されている。図1及び図2の例では、送信チップ10と受信チップ20は所定の方法に隣接して配置され、隣接する送信チップ10と受信チップ20で、光配線チップ1を形成する。

【0021】

図1に示すように、送信チップ10は、SSC11と光導波路12と光回路（光送信部）16を有する。光導波路12はたとえば幅400～500nm、高さ200～300nm程度のシリコン細線であり、光回路16と反対側の先端部はテーパ形状となってSSC11に接続されている。

【0022】

受信チップ20は、SCC21と、SCC21の直後に配置される45°偏波ローテータ23と、偏波スプリッタ24と、90°偏波ローテータ25と光回路26a、26bを含み、これらの要素は光導波路22で接続されている。受信チップ20は、この例では偏波ダイバーシティを行う光受信器である。光導波路22の光回路（光受信部）16a、16bと反対側の端部はテーパ形状となってSCC21に接続されている。

【0023】

送信チップ10のSSC11と受信チップ20のSSC21は、直接接続されている。この構成では、間に光ファイバが存在しないため、送信チップ10のSSC11から単一モード（たとえばTEモード）の光しか出力されない。送信チップ10からの光をそのまま受信チップ20に入力しても、偏波ダイバーシティの片方の光回路（16aまたは16b）の検査しかできない。

【0024】

そこで、受信器（この例では受信チップ20）のSSC21の直後に、45°回転の偏波ローテータ23を配置することで、伝搬光をTE成分とTM成分がほぼ等量含まれた状態にする。この明細書および特許請求の範囲で、「45°回転」あるいは「45°偏波ローテータ」という場合は、偏波面を厳密に45°回転させるものではなく、許容誤差の範囲を含む。受信側SSC21の直後に45°偏波ローテータ23を配置することで、偏波ダイバーシティ機能を含めた検査が可能になる。これについては、後述する。

【0025】

検査後に、ウエハ100は図2のチップ境界105に沿って個別の送信チップ10、受信チップ20に切断される。このとき、45°偏波ローテータ13は製品としての受信チップ20中に残るが、偏波状態が不定のSMF入力光を45°回転しても、偏波ダイバーシティが正常の機能している限り、問題はない。

【0026】

図3は、具体例として光配線チップ1Aの構成を示す。光配線チップ1Aは、図1の構

10

20

30

40

50

成を4波長のWDMトランシーバに適用したものである。光配線チップ1Aは、ウェハ100上で互いに隣接する送信チップ10Aと受信チップ20Aを含む。

【0027】

送信チップ10Aは、4つの光源41と、4つの変調器42と、合波器43と、SSC11と、これらの要素を接続する光導波路12を有する。光源41はたとえばレーザダイオード(LD)であり、それぞれ異なる波長の光を発振する。変調器42は、対応する波長のレーザ光を変調して光信号を生成する。合波器43は、たとえばアレイ導波路回折格子(AWG: Arrayed Waveguide Grating)やマッハツェンダ干渉計(MZI: Mach Zehnder Interferometer)であり、光変調信号をひとつにまとめる。合波器43の出力は、光導波路12によりSSC11に接続される。

10

【0028】

送信チップ10Aで光導波路12を伝搬する光の偏波の向き(電場の方向)は、図中の双方向矢印で示すように、ウェハ100の表面と水平な方向であり(TEモード)、かつ、光の伝搬方向と直交する方向である。

【0029】

受信チップ20Aは、SSC21、SSC21の直後に配置される45°偏波ローテータ23、偏波スプリッタ24、90°偏波ローテータ25、および光回路30を有する。光回路30は、分波器(たとえばAWG)31a、31b、90°偏波ローテータ32、偏波スプリッタ33、受光器34を含む。

【0030】

20

送信チップ10Aから受信チップ20Aに入力された光は、SSC21と光導波路22を介して45°偏波ローテータ23に入射する。偏波ローテータ23で、入力光の偏波面が45°回転され、TE成分とTM成分が生成される。偏波スプリッタ24は、TE成分とTM成分を分離する。TE成分は分波器31aに入力され、各波長の光が分離される。TM成分は、90°偏波ローテータ25でTE成分に変換された上で合波器31bに入力され、各波長に分離される。

【0031】

分波器31aの出力は、90°偏波ローテータ32でTM成分に変換される。偏波スプリッタ33は、90°偏波ローテータ32から出力されるTM成分(もともとのTE成分)と、分波器31bから出力されるTE成分を混合する。混合された光が受光器34を受光される。受光器34は、フォトダイオード等の受光素子と、電流を電圧に変換・増幅するトランスインピーダンスアンプ(不図示)を含み、受信した光信号を電圧信号に変換する。

30

【0032】

45°偏波ローテータ23は、たとえば特許文献2に記載されるように、ウェハ面に対して45°の傾斜面を有するコアとして形成される。45°傾斜面の長さを調節することにより、任意の角度に偏波を回転できる。もともと、この例に限定されず、当業者にとって公知の偏波ローテータ構成を採用することができる。受信側SSC21の直後に45°偏波ローテータ23を配置することによって、シングルモード光ファイバを伝搬してきた光を受信することを想定した、TE成分とTM成分を両方含まれる状態が作出される。

40

【0033】

このように、図1、3に示す構成では複雑な構成を採用することなく、ウェハ状態で、光ファイバ入力の偏波状態を考慮しながらチップ機能を検査することができる。

【0034】

検査では、LDなどの光源41に駆動電流を印加して連続波(CW)で発光させる。変調器42にDCもしくは変調信号を供給し、受光器34でこれを受信できるかどうかを判断する。この構成では、ウェハの状態、電気プローブを用いて光配線チップ1Aの性能検査を、偏波ダイバーシティ機能も含めて検査することができる。図2の例では偏波ダイバーシティ機能を有するチップを検査したが、これに限定されず、製品に求められている機能、性能に合わせて、検査項目を適宜追加することができる。

50

【0035】

電気プローブを、送信チップ10Aと受信チップ20Aの所定の箇所（たとえば、LD41や変調器42と受光器34）に押し当てるだけで検査が可能である。電気プローブの位置精度はグレーティングカプラに対する光ファイバの位置精度と比較して、緩めることができる。

【0036】

図4～図6は、ウエハ100上のチップ配置例を示す。図4の例では、1つのチップ領域の送信器Txと受信器Rxを有するトランシーバチップ50a、50bを対向させて光配線チップ2を形成する。

【0037】

図4（B）に示すように、隣接するトランシーバチップ50a、50bは、それぞれ送信器Txと受信器Rxを有する。トランシーバチップ50aの送信器Txおよび受信器Rxと、トランシーバチップ50bの送信器Txおよび受信器Rxは、互い違いに配置されている。トランシーバチップ50aの送信器Txは、直結されたSSC11aとSSC21bによってトランシーバチップ50bの受信器Rxに接続されている。トランシーバチップ50aの受信器Rxは、直結されたSSC21aとSSC11bによってトランシーバチップ50bの送信器Txに接続されている。

【0038】

検査時は、SSCによって接続される送信器Txと受信器Rxの所定の箇所に電気プローブを押し当て、光信号が適切に送受信されているかどうかを判定する。良品とされたチップは、チップ境界105に沿って個別のチップ50a、50bに切り出される。切り出し後も、各チップ50a、50bの受信側SCC21a、SCC21bの直後には45°偏波ローテータ23（図1，3参照）が残っているが、上述したように、偏波ダイバーシティが正常に機能していれば問題はない。

【0039】

図5は、光配線チップ3の配置例を示す。図5では、1つのチップ領域51a内に送信器Txと受信器Rxが搭載され、これらはひとつの馬蹄型SSC61で接続されている。SSC61は、送信器Txに接続される直線部61aと、受信器Rxに接続される直線部61cと、直線部61aと直線部61cをチップ外の領域51bで接続するアーチ状の連結部61bを有する。図示はしないが、SSC61の受信側の直線部61cの直後に、45°偏波ローテータ23（図1，2参照）が配置されている。

【0040】

検査時には、送信器Txと受信器Rxの所定の箇所に電気プローブを当てて検査する。検査後に、チップ境界105に沿って個別のチップ51aに切断する。切断により、SSC61の連結部61bは切り落とされる。実際の使用時には、SSC61のTx側直線部61aとRx側直線部61cに、それぞれ光ファイバが接続される。

【0041】

チップ外の領域51bは最終的には不要部分であるが、この領域を利用して送信器Txと受信器Rxを直接連結するSSC61を形成して、ウエハ状態でのチップ検査を行うことができる。

【0042】

図6は、光配線チップ4の配置例を示す。図6では、1つのチップ領域52a内に送信器Txと受信器Rxが搭載され、これらはひとつのU字型SSC62で接続されている。SSC62は、送信器Txに接続される直線部62aと、受信器Rxに接続される直線部62cと、直線部62aと直線部62cをチップ外領域52bで接続する連結部62bを有する。図示はしないが、SSC62の受信側の直線部62cの直後に、45°偏波ローテータ23（図1，3参照）が配置されている。

【0043】

検査時には、送信器Txと受信器Rxの所定の箇所に電気プローブを当てて検査する。検査後に、チップ境界105に沿って個別のチップ52aに切断する。切断により、SC

10

20

30

40

50

C 6 2 の連結部 6 2 b は切り落とされる。実際の使用時には S S C 6 2 の T x 側直線部 6 2 a と R x 側直線部 6 2 c に、それぞれ光ファイバが接続される。

【0044】

図7は、図3の光配線チップ1Aの変形例である光配線チップ1Bの概略図である。光配線チップ1Bは、送信チップ10Bと受信チップ20Bを含む。送信チップ10Bは、合波器43と送信側SSC11の間の導波路12の一部を分岐して、モニタフォトダイオード(PD)13を搭載する。受信チップ20Bは、受信側SSC21と45°偏波ローテータ23の間の光導波路22の一部を分岐させ、モニタフォトダイオード(PD)27を搭載する。

【0045】

10

図3の構成では、検査結果から不良と判定された場合に、送信チップ10Aと受信チップ20Aのどちらに問題があるのか不明となることがある。そこで、図7のように、送信チップ10Bと受信チップ20Bの必要な箇所にモニタPD13、27を搭載する。この場合、送信チップ10BのモニタPD13から得られる検査結果が良好で、受信チップ20BのモニタPD27から得られる検査結果が不良である場合に、受信チップ20Bが不良であると判断される。

【0046】

この構成は、図4～6のチップ配列にも適用できる。ただし、送信チップ10Bに欠陥がある場合に、受信チップ20Bが良品か不良品かの判断をすることができない。

【0047】

20

図8は、さらに別のチップ構成を示す。光配線チップ5は、送信チップ70A、70Bと、受信チップ80A、80Bと、分配器91を有する。送信チップ70Aは送信側SSC11Aと有し、送信チップ70Bは送信側SSC11Bを有する。受信チップ80Aは受信側SSC21Aと、その直後に配置される45°偏波ローテータ23Aを有する。受信チップ80Bは受信側SSC21Bと、その直後に配置される45°偏波ローテータ23Bを有する。図示はしないが、図7と同様に、送信チップ70A、70Bと受信チップ80A、80Bの適切な箇所にモニタPD13、27を配置してもよい。

【0048】

複数の送信側SSC11A、11Bは、分配器91により複数の送信側SSC21A、21Bに分配する。SSCの分配はほぼ均等であるのが望ましく、分配器91は、4つのチップ70A、70B、80A、80Bの中央近傍に配置されている。

30

【0049】

分配器91として、分岐構造や多モード干渉計(MMI: Multi-Mode Interferometer)などを用いることができる。分配しただけ受信チップ80A、80Bで受光するパワーは低減するため、分配数は2～3が望ましい。実際の通信では送信チップと受信チップの間に光ファイバや光コネクタなどによる損失が入るため、分岐やMMIによる受信パワー減はさほど影響しない。

【0050】

送信チップ70Aから送信された光信号は、送信側SSC11Aから分配器91により受信チップ80A、80Bに分配される。受信チップ80Aに分配された光信号は、受信側SSC21Aを介して45°偏波ローテータ23Aに伝搬し、TEモード成分とTMモード成分が混在する信号となる。同様に、受信チップ80Bに分配された光信号は、受信側SSC21Bを介して45°偏波ローテータ23Bに伝搬し、TEモード成分とTMモード成分が混在する信号となる。電気プローブを用いて各受信チップ80A、80Bでの受信状態を検査することで、チップの良否を判断できる。

40

【0051】

同様に、送信チップ70Bから送信された光信号は、送信側SSC11Bから分配器91により受信チップ80A、80Bに分配される。受信チップ80Aに分配された光信号は、受信側SSC21Aを介して45°偏波ローテータ23Aに伝搬し、TEモード成分とTMモード成分が混在する信号となる。同様に、受信チップ80Bに分配された光信号

50

は、受信側 S S C 2 1 B を介して 4 5 ° 偏波ローテータ 2 3 B に伝搬し、T E モード成分と T M モード成分が混在する信号となる。電気プローブを用いて各受信チップ 8 0 A、8 0 B での受信状態を検査することで、チップの良否を判断できる。

【0052】

図 9 は、図 8 の光配線チップ 5 のチップ判定方法を示す図である。図 8 の構成では、送信チップ 7 0 A から受信チップ 8 0 A、送信チップ 7 0 A から受信チップ 8 0 B、送信チップ 7 0 B から受信チップ 8 0 A、送信チップ 7 0 B から受信チップ 8 0 B の 4 通りの経路がある。4 つの経路すべてで適切に受信できた場合は、4 つのチップ 7 0 A、7 0 B、8 0 A、8 0 B のすべてが良品であると判定される。

【0053】

送信チップ 7 0 A からの信号も送信チップ 7 0 B からの信号も受信チップ 8 0 B で適切に受信されているのに、受信チップ 8 0 A で受信できない場合は、受信チップ 8 0 A が不良品であると判定される。逆に、送信チップ 7 0 A からの信号も送信チップ 7 0 B からの信号も受信チップ 8 0 A で適切に受信されているのに、受信チップ 8 0 B で受信できない場合は、受信チップ 8 0 B が不良品であると判定される。

【0054】

他方、送信チップ 7 0 B からの信号が受信チップ 8 0 A、8 0 B の双方で適切に受信されているのに、送信チップ 7 0 A からの信号が受信チップ 8 0 A、8 0 B で受信できない場合は、送信チップ 7 0 A が不良品であると判定される。送信チップ 7 0 A からの信号が受信チップ 8 0 A、8 0 B の双方で適切に受信されているのに、送信チップ 7 0 B からの信号が受信チップ 8 0 A、8 0 B で受信できない場合は、送信チップ 7 0 B が不良品であると判定される。

【0055】

いずれの経路でも信号が適切に受信できない場合（右端のカラム）は、不良がどこで生じているか判定できない。しかし、複数のチップの同じ部分に故障がある確率は低いためこのような結果になるケースは少ない。

【0056】

上述した構成と手法によると、電気のプローブだけで偏波ダイバーシティ機能を含めた検査を行うことができる。検査のスループットを改善することができ、ウエハ上の多数のチップ検査に有効である。また、S S C を用いているので、波長多重方式の伝送にも適している。また、検査に必要な送受信機能がウエハ状態のチップ上に搭載されているため、特別の検査デバイスを準備しなくてもよい。

【符号の説明】

【0057】

1、1 A、1 B、2、3、4、5 光配線チップ
 1 0、1 0 A、1 0 B、7 0 A、7 0 B 送信チップ
 1 1、1 1 a、1 1 b、1 1 A、1 1 B、6 1 a、6 2 a 送信側 S S C
 1 3、2 7 モニタフォトダイオード
 2 0、2 0 A、2 0 B、8 0 A、8 0 B 受信チップ（光受信器）
 2 1、2 1 a、2 1 b、2 1 A、2 1 B、6 1 c、6 2 c 受信側 S S C
 2 3、2 3 A、2 3 B 4 5 ° 偏波ローテータ
 6 1、6 2 S C C

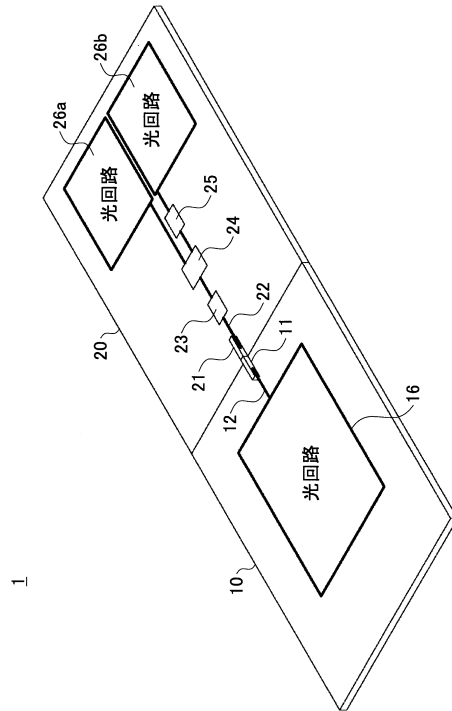
10

20

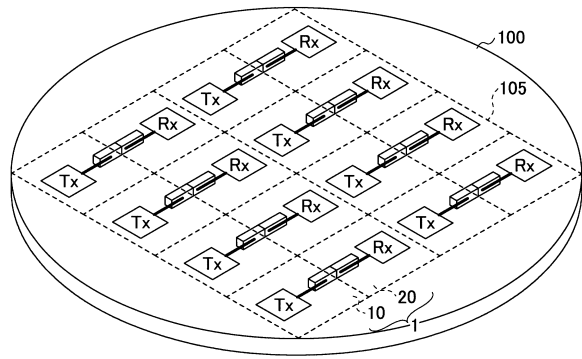
30

40

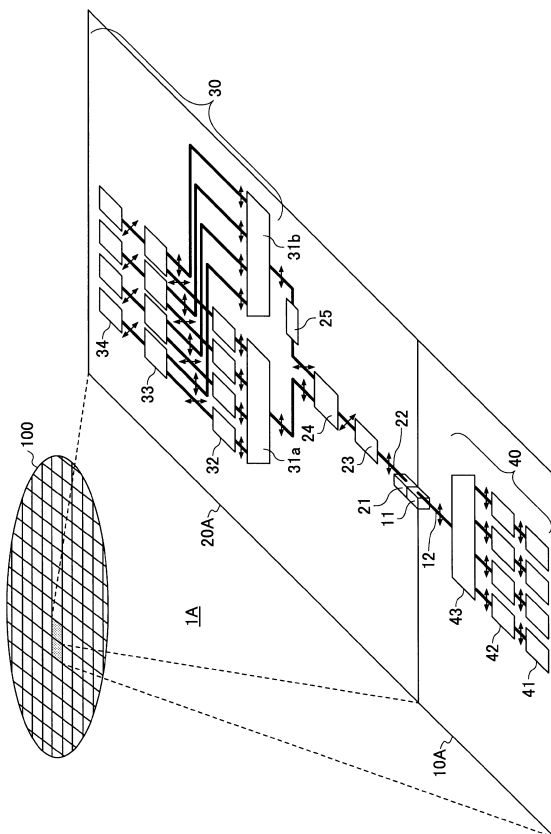
【図 1】



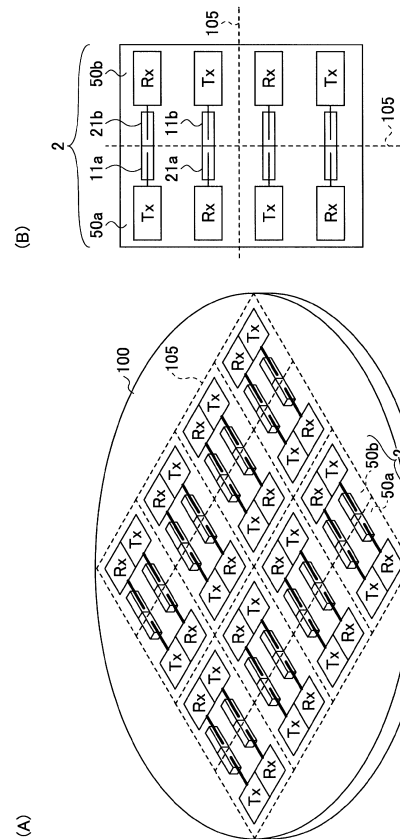
【図 2】



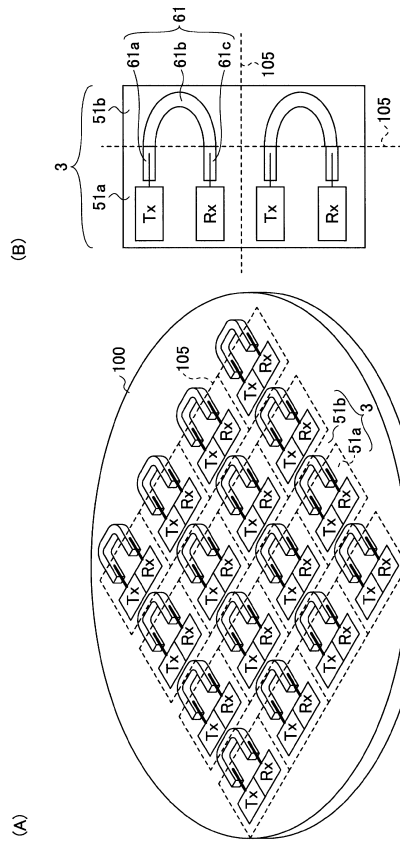
【図 3】



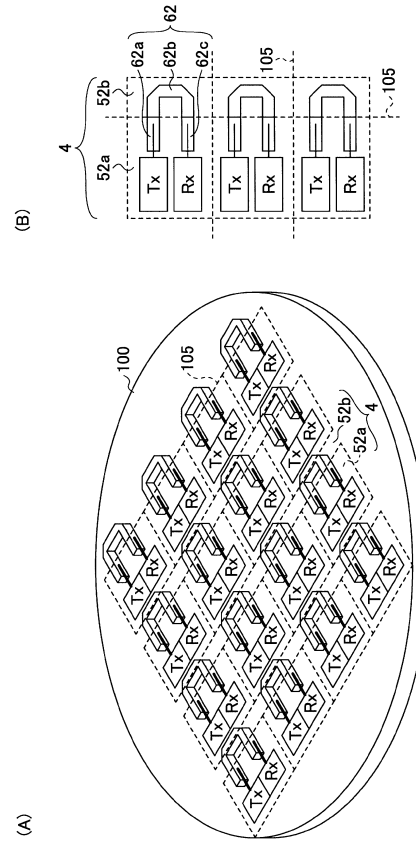
【図 4】



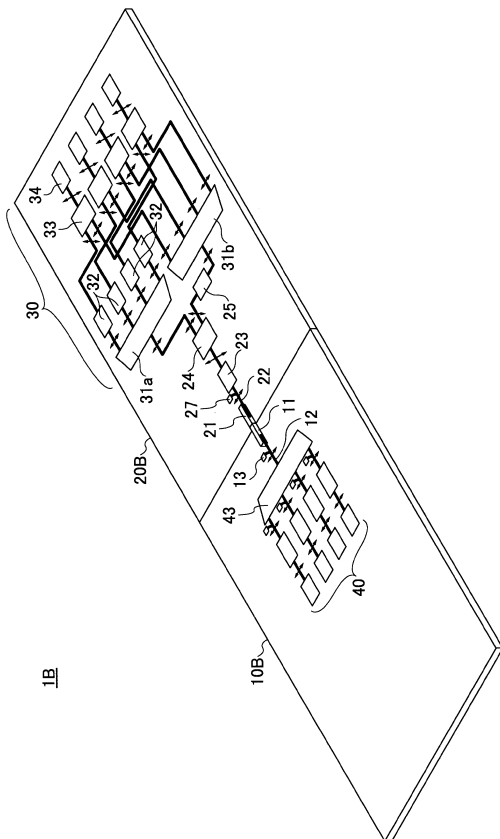
【図 5】



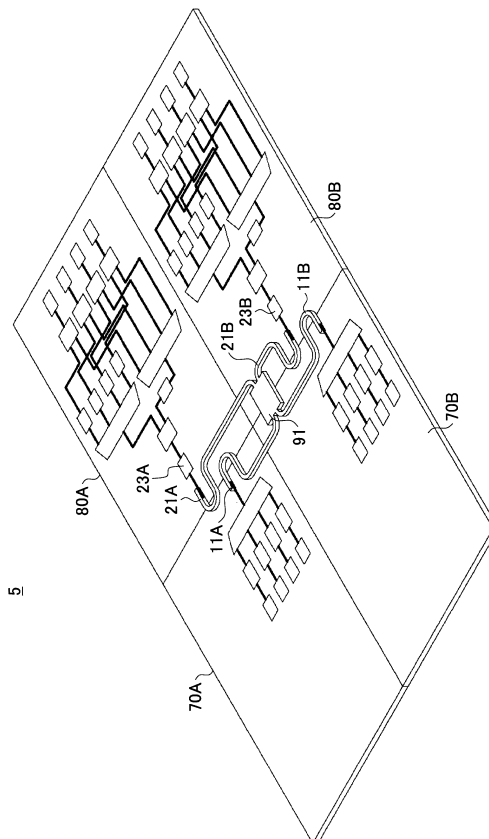
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

送信70A→受信80A	○	×	○	×	○	×
送信70A→受信80B	○	○	×	×	○	×
送信70B→受信80A	○	×	○	○	×	×
送信70B→受信80B	○	○	×	×	○	×
判定	全て良品	受信80A 不良	受信80B 不良	送信70A 不良	送信70B 不良	不明

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-323210 (JP, A)
特開2007-293211 (JP, A)
山田浩治他, 極微小シリコン光回線の偏波無依存化技術, NTT技術ジャーナル, 2009年,
pages 16-19, [online], [検索日 2013.02.07], インターネット<URL: <http://163.137.191.238/journal/0912/files/jn2>
J.Z.Huang et al., Realization of a Compact and Single-Mode Optical Passive Polarization Converter, PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, 2000年 3月, Vol.12, No.3, pages 317-319

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12-6/14
6/26
6/30-6/34
6/42
G01N 21/00-21/01
21/17-21/61
IEEE Explore
Cinii
Google