(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-107705
(P2011-107705A)
(43)公開日　平成23年6月2日(2011.6.2)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G02B	5/18	(2006.01)	G02B	5/18		2H137
G02B	6/42	(2006.01)	G02B	6/42		2H249
G02B	6/293	(2006.01)	G02B	6/28	D	

審査請求 未請求　請求項の数 27　ＯＬ　外国語出願　（全 47 頁）

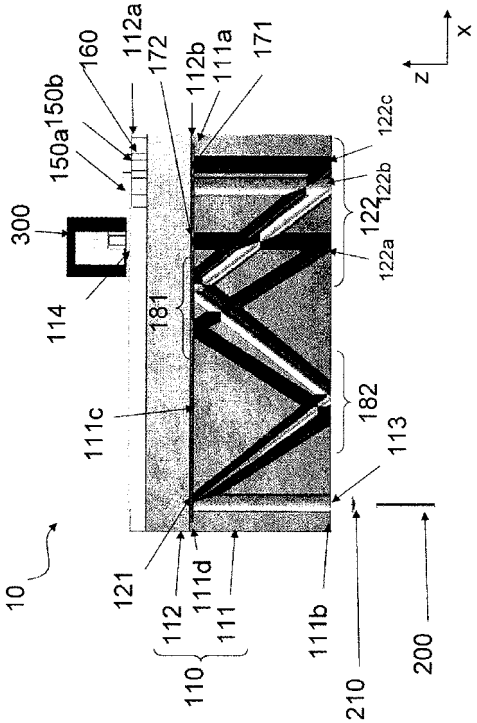
(21)出願番号　特願2010-255960 (P2010-255960)
(22)出願日　平成22年11月16日 (2010.11.16)
(31)優先権主張番号　61/272,891
(32)優先日　平成21年11月16日 (2009.11.16)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　508021772
テッセラ・ノース・アメリカ・インコーポレイテッド
ＴＥＳＳＥＲＡ　ＮＯＲＴＨ　ＡＭＥＲＩＣＡ，　ＩＮＣ．
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番
(74)代理人　100101454
弁理士　山田　卓二
(74)代理人　100081422
弁理士　田中　光雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光ファイバ用トリプレクサ、これを含むパッケージ、および関連方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】より安価なトリプレクサおよび通信パッケージを提供することを目的とする。
【解決手段】第１の波長を有する第１の光ビームおよび第２の波長を有する第２の光ビームを受光するように構成された第１のポート１１３、ならびに第３の波長を有する第３の光ビームを受光する第２のポート１１４を有する光学ブロックを有する。またトリプレクサ１０は、光学ブロックのそれぞれの表面に隣接した対向する反射部品により形成されたバウンス共振器を有する。さらにトリプレクサは、３つすべての光ビームを受光して、第１および第２の光ビームをバウンス共振器に案内するとともに第３の光ビームを第１のポートに案内する、第１のポートに対向する第１の回折格子１２１と、空間的に離間した部分において第１および第２の光ビームを受光し、第２のポートに隣接して案内する、第２のポートに対向する第２の回折格子１２２とを有する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の波長を有する第１の光ビームおよび第２の波長を有する第２の光ビームを受光するように構成された第１のポート、ならびに第３の波長を有する第３の光ビームを受光するように構成された第２のポートを有する光学ブロックと、
光学ブロックのそれぞれの表面に隣接した対向する反射部品により形成された、第１および第２のポートの間にあるバウンス共振器と、
３つすべての光ビームを受光して、第１および第２の光ビームをバウンス共振器に案内するとともに第３の光ビームを第１のポートに案内する、第１のポートに対向する第１の回折格子と、
空間的に離間した部分において第１および第２の光ビームを受光し、第２のポートに隣接して案内する、第２のポートに対向する第２の回折格子とを備えたことを特徴とするトリプレクサ。
【請求項２】
平行な第１および第２の表面を含む別の光学ブロックと、
第１および第２の光ビームを受光するために別の光学ブロックに取り付けられた第１および第２の検出器と、
第１および第２の検出器のために別の光学ブロックに直接的に取り付けられたボンディングパッドとを有することを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項３】
別の光学ブロックの第１の表面は、第１および第２の部分を含み、
第１の部分は、第２の表面に対して実質的に平行であり、
第２の部分は、第１の部分に対して鋭角で傾斜していることを特徴とする請求項２に記載のトリプレクサ。
【請求項４】
第１および第２の検出器は、第１の表面の第１の部分の上にあり、
ボンディングパッドは、第１の表面の第１および第２の部分の上に延びていることを特徴とする請求項３に記載のトリプレクサ。
【請求項５】
光学ブロックは、第１および第２の光学ブロックを有し、
第１および第２の光学ブロックは、互いに積層されていることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項６】
第１および第２の検出器は、第２の光学ブロックの第１の表面の直上にあり、
第２の光学ブロックの第１の表面は、第１の光学ブロックとは反対方向に面していることを特徴とする請求項５に記載のトリプレクサ。
【請求項７】
第１の回折格子は、第１および第２の光学ブロックの間にあり、
第２の回折格子は、第２の光学ブロックとは反対方向に面している第１の光学ブロックの第１の表面の上にあり、
トリプレクサは、第１の光学ブロックに面した第２の光学ブロック上であって、第２の回折格子と、第１および第２の検出器との間に第１および第２のレンズを有することを特徴とする請求項６に記載のトリプレクサ。
【請求項８】
第２の回折格子は、第１の表面に平行である、第１の光学ブロックの第２の表面上にあることを特徴とする請求項６に記載のトリプレクサ。
【請求項９】
第２の光学ブロックの第１の表面の直上に第１および第２のボンディングパッドを有し、
第１および第２のボンディングパッドは、第１および第２の検出器に隣接していること

を特徴とする請求項６に記載のトリプレクサ。
【請求項１０】
第２の光学ブロックの第１の表面は、第１の部分と第２の部分とを有し、
第１の部分は、第２の光学ブロックの第２の表面に対して実質的に平行であり、
第２の部分は、第１の部分に対して鋭角で傾斜していることを特徴とする請求項９に記載のトリプレクサ。
【請求項１１】
第１および第２の検出器は、第１の光学ブロックの第１の表面の第１の部分の上にあり、
ボンディングパッドは、第２の光学ブロックの第１の表面の第１および第２の部分の上に延びていることを特徴とする請求項１０に記載のトリプレクサ。
【請求項１２】
第２の光学ブロックはシリコン製の光学ブロックであり、
第１の光学ブロックは酸化シリコン製の光学ブロックであることを特徴とする請求項６に記載のトリプレクサ。
【請求項１３】
第２の回折格子は、第２の光学ブロックから反対方向に面した第１の光学ブロックの第１の表面上にあり、
第２の回折格子は、空間的に分離された部分に対応した第１、第２および第３の領域を有し、
第１、第２および第３の領域のそれぞれは、異なるエッチング深さを有することを特徴とする請求項６に記載のトリプレクサ。
【請求項１４】
第２の回折格子は、第１および第２の光ビームから空間的に分離された部分において第３の光ビームを受光し、
第２の回折格子は、空間的に分離された部分に対応した第１、第２および第３の領域を有し、
第１、第２および第３の領域のそれぞれは、異なるエッチング深さを有することを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項１５】
第１および第２の回折格子の少なくとも一方の上に高反射率のコーティングを有することを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項１６】
光学ブロックは、平行で対向する第１および第２の表面を有し、
第１のポート、第１の鏡、第２の回折格子が第１の表面上にあり、
第１の回折格子、第２の鏡、第２のポートが第２の表面上にあることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項１７】
第１および第２の表面のうち少なくとも一方の上に複製材料を有し、
複製材料を含む表面上の回折格子は、複製材料の中にあることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項１８】
第３の光ビームをコリメートするコリメートレンズを有することを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項１９】
第１のポートに隣接したレンズを有し、
レンズは、トリプレクサの外部からの第３の光ビームを集光し、第１および第２の光ビームをコリメートすることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項２０】
第２のポートに隣接した半波長板を有することを特徴とする請求項１に記載のトリプレ

クサ。
【請求項２１】
対向する反射部品の一方は、第３の波長を有する光を透過させ、第１および第２の波長を有する光を反射する選択的に反射する部品であることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項２２】
選択的に反射する部品は、第２のポートに隣接していることを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項２３】
第２のポートに隣接する第３の回折格子を有し、
第３の回折格子は、第３の光ビームをバウンス共振器に案内することを特徴とする請求項１に記載のトリプレクサ。
【請求項２４】
光ファイバと、
光ファイバに接続されたトリプレクサとを備え、
トリプレクサは、
第１の波長を有する第１の光ビームおよび第２の波長を有する第２の光ビームを出力する光ファイバと光学的に通信するように構成された第１のポート、ならびに第３の波長を有する第３の光ビームを受光するように構成された第２のポートを有する光学ブロックと、
光学ブロックのそれぞれの表面に隣接した対向する反射部品により形成された、第１および第２のポートの間にあるバウンス共振器と、
第１および第２の波長を有する光ビームをそれぞれ検出するように構成された、第２のポートに隣接した第１および第２の検出器と、
３つすべての光ビームを実質的に同一の位置で受光して、第１および第２の光ビームをバウンス共振器に案内するとともに第３の光ビームを光ファイバに案内する、第１のポートに対向する第１の回折格子と、
空間的に離間した部分において第１および第２の光ビームを受光し、第２のポートに対向する第２の回折格子とを有することを特徴とする通信パッケージ。
【請求項２５】
光学ブロックは、互いに積層された第１および第２の光学ブロックを有し、
第１および第２の検出器は、第２の光学ブロックの直上にあることを特徴とする請求項２４に記載の通信パッケージ。
【請求項２６】
光源は、光学ブロックの上に取り付けられていることを特徴とする請求項２４に記載の通信パッケージ。
【請求項２７】
光源の出力平面は、第２のポートに対して直交する方向に取り付けられていることを特徴とする請求項２４に記載の通信パッケージ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
例示的な実施形態はトリプレクサに関する。とりわけ例示的な実施形態は、ファイバー・トゥ・ザ・ホーム（ＦＴＴＨ）システムのためのトリプレクサおよびこれを含むパッケージに関する。
【背景技術】
【０００２】
入力信号を受信し、出力信号を発信する双方向送受信機などのデバイスは、たとえばＦＴＴＨシステム等のパッシブ光ネットワーク（ＰＯＮ）の不可欠な構成部品である。送受信機は、エンドユーザと光ネットワークとの間のインターフェイスを構成するものである

。たとえばＦＴＴＨシステムにおいて、送受信機は、情報をたとえば１４９０ｎｍおよび１５５０ｎｍの２つの波長で受信し、たとえば１３１０ｎｍの単一の波長で送信する。すなわち各エンドユーザは、これらの３つの波長を分離するトリプレクサを必要とする。従来型のトリプレクサにおいて、３つの波長を処理する薄膜フィルタを有するものがある。しかし従来型の薄膜フィルタの製造コストが高いため、従来型のトリプレクサの製造コストが高い。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

例示的な実施形態は、関連技術が有する制約や短所に起因する１つまたはそれ以上の問題点を実質的に解消できるトリプレクサおよびこれを含むパッケージを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

したがって１つの実施形態は、製造コストを削減するため、トリプレクサに複数の回折格子を設けることを特徴とする。

【０００５】

したがって別の実施形態は、製造コストを削減するため、複数の回折格子を有するトリプレクサを提供することを特徴とする。

【０００６】

以下のトリプレクサを提供することにより、上述のおよび他の少なくとも１つの特徴ならびに利点を実現することができる。すなわち、このトリプレクサは、第１の波長を有する第１の光ビームおよび第２の波長を有する第２の光ビームを受光するように構成された第１のポート、ならびに第３の波長を有する第３の光ビームを受光するように構成された第２のポートを有する光学ブロックと、光学ブロックのそれぞれの表面に隣接した対向する反射部品により形成された、第１および第２のポートの間にあるバウンス共振器と、３つすべての光ビームを受光して、第１および第２の光ビームをバウンス共振器に案内するとともに第３の光ビームを第１のポートに案内する、第１のポートに対向する第１の回折格子と、空間的に離間した部分において第１および第２の光ビームを受光し、第２のポートに隣接して案内する、第２のポートに対向する第２の回折格子とを備える。

【０００７】

トリプレクサは、平行な第１および第２の表面を含む別の光学ブロックと、第１および第２の光ビームを受光するために別の光学ブロックに取り付けられた第１および第２の検出器と、第１および第２の検出器のために別の光学ブロックに直接的に取り付けられたボンディングパッドとを有する。

【０００８】

別の光学ブロックの第１の表面は、第１および第２の部分を含み、第１の部分は、第２の表面に対して実質的に平行であり、第２の部分は、第１の部分に対して鋭角で傾斜している。

【０００９】

第１および第２の検出器は、第１の表面の第１の部分の上にあり、ボンディングパッドは、第１の表面の第１および第２の部分の上に延びている。

【００１０】

光学ブロックは、第１および第２の光学ブロックを有し、第１および第２の光学ブロックは、互いに積層されている。

【００１１】

第１および第２の検出器は、第２の光学ブロックの第１の表面の直上にあり、第２の光学ブロックの第１の表面は、第１の光学ブロックとは反対方向に面している。

【００１２】

第１の回折格子は、第１および第２の光学ブロックの間にあり、第２の回折格子は、第

２の光学ブロックとは反対方向に面している第１の光学ブロックの第１の表面の上にある。トリプレクサは、第１の光学ブロックに面した第２の光学ブロック上であって、第２の回折格子と、第１および第２の検出器との間に第１および第２のレンズを有する。

【００１３】

第２の回折格子は、第１の表面に平行である、第１の光学ブロックの第２の表面上にある。

【００１４】

トリプレクサは、第２の光学ブロックの第１の表面の直上に第１および第２のボンディングパッドを有し、第１および第２のボンディングパッドは、第１および第２の検出器に隣接している。

【００１５】

第２の光学ブロックの第１の表面は、第１の部分と第２の部分とを有し、第１の部分は、第２の光学ブロックの第２の表面に対して実質的に平行であり、第２の部分は、第１の部分に対して鋭角で傾斜している。

【００１６】

第１および第２の検出器は、第１の光学ブロックの第１の表面の第１の部分の上にある。ボンディングパッドは、第２の光学ブロックの第１の表面の第１および第２の部分の上に延びている。第２の光学ブロックはシリコン製の光学ブロックである。第１の光学ブロックは酸化シリコン製の光学ブロックである。第２の回折格子は、第２の光学ブロックから反対方向に面した第１の光学ブロックの第１の表面上にある。第２の回折格子は、空間的に分離された部分に対応した第１、第２および第３の領域を有する。第１、第２および第３の領域のそれぞれは、異なるエッチング深さを有する。

【００１７】

第２の回折格子は、第１および第２の光ビームから空間的に分離された部分において第３の光ビームを受光する。第２の回折格子は、空間的に分離された部分に対応した第１、第２および第３の領域を有する。第１、第２および第３の領域のそれぞれは、異なるエッチング深さを有する。

【００１８】

トリプレクサは、第１および第２の回折格子の少なくとも一方の上に高反射率のコーティングを有する。

【００１９】

光学ブロックは、平行で対向する第１および第２の表面を有し、第１のポート、第１の鏡、第２の回折格子が第１の表面上にあり、第１の回折格子、第２の鏡、第２のポートが第２の表面上にある。

【００２０】

トリプレクサは、第１および第２の表面のうち少なくとも一方の上に複製材料を有し、複製材料を含む表面上の回折格子は、複製材料の中にある。

【００２１】

トリプレクサは、第３の光ビームをコリメートするコリメートレンズを有する。

【００２２】

トリプレクサは、第１のポートに隣接したレンズを有し、レンズは、トリプレクサの外部からの第３の光ビームを集光し、第１および第２の光ビームをコリメートする。

【００２３】

トリプレクサは、第２のポートに隣接した半波長板を有する。

【００２４】

対向する反射部品の一方は、第３の波長を有する光を透過させ、第１および第２の波長を有する光を反射する選択的に反射する部品である。

【００２５】

選択的に反射する部品は、第２のポートに隣接している。

【００２６】

トリプレクサは、第２のポートに隣接する第３の回折格子を有し、第３の回折格子は、第３の光ビームをバウンス共振器に案内する。

【００２７】

光ファイバと、光ファイバに接続された上述の任意のトリプレクサとを備えた通信パッケージを提供することにより、上述のおよび他の少なくとも１つの特徴ならびに利点を実現することができる。

【００２８】

光学ブロックは、互いに積層された第１および第２の光学ブロックを有する。第１および第２の検出器は、第２の光学ブロックの直上にある。

【００２９】

光源は、光学ブロックの上に取り付けられている。

【００３０】

光源の出力平面は、第２のポートに対して直交する方向に取り付けられている。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】本発明の実施形態に係るトリプレクサの断面図である。

【図２】図１のトリプレクサの斜視図である。

【図３】本発明の実施形態に係るパッケージ内にある図１のトリプレクサの平面図である。

【図４Ａ】図３のパッケージ内にあるトリプレクサの斜視図である。

【図４Ｂ】図３のパッケージ内にあるトリプレクサの別の斜視図である。

【図５】図１のトリプレクサの特定の具体的な回折格子パラメータを示す表である。

【図６】レーザ光源からの光が図１のトリプレクサ内を伝播する光路を示す。

【図７】光ファイバからの光が図１のトリプレクサ内を伝播する光路を示す。

【図８】１つの実施形態に係るトリプレクサの断面図である。

【図９】１つの実施形態に係るトリプレクサの斜視図である。

【図１０】異なる回折格子の効率に対する異なる偏光効果を示す。

【図１１】異なる回折格子の効率に対する異なる偏光効果を示す。

【図１２】異なる回折格子の効率に対する異なる偏光効果を示す。

【図１３】異なる回折格子の効率に対する異なる偏光効果を示す。

【図１４】異なる回折格子の効率に対する異なる偏光効果を示す。

【発明を実施するための形態】

【００３２】

当業者が添付図面を参照しながら詳細な説明を読めば、上記特徴および利点をより十分に理解することができる。

添付図面を参照して本発明に係る例示的な実施形態についてより詳細に説明するが、異なる態様で実現することができ、以下説明するものに限定されない。むしろこれらの実施形態は、その開示内容が十分であって完結したものであり、当業者が本発明の権利範囲を十分に理解できるようにしたものである。

【００３３】

添付図面において、分かりやすく図示するため、複数の構成部品および領域を誇張して示すことがある。１つの構成部品が別の構成部品の「上に」あると表現したとき、前者が後者の直ぐ上にあるか、あるいはこれらの間に介在する構成部品が存在することもある。さらに、１つの構成部品が別の２つの構成部品の「間に」あると表現したとき、２つの構成部品の間には、ただ１つの構成部品が存在することもあるが、１つまたはそれ以上の構成部品が存在することもある。さらに１つの構成部品が別の構成部品に光学的に結合（光結合）すると表現したとき、別の構成部品からの光路上に配置されるものが、単一の構成部品であることもあるが、１つまたはそれ以上の構成部品が存在することもある。本明細書で用いる用語「ウエハ」とは、複数の構成部品が平坦な表面上に形成された任意の基板であって、最終的に使用される前に平坦な表面を貫通するように分断される基板を意味す

るものである。同様の参照符号は同様の構成部品を示す。

【００３４】

図１で示すように、本発明の実施形態に係るトリプレクサ１０は、少なくとも１つの光学ブロック１１０と、分散部品１２１，１２２と、バウンス共振器（バウンスキャビティ）を構成する鏡１８１，１８２と、第１および第２の光検出器１５０ａ，１５０ｂとを有する。第１および第２の光検出器１５０ａ，１５０ｂは光学ブロック１１０の上に直接的に配設してもよい。分散部品１２１は、光学ブロック１１０を構成する第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の間に設けた複数の回折部品であってもよい。したがって、たとえば複数の波長を有する光信号を同時に受信し、発信する場合、トリプレクサ１０の製造および処理を実質的に改善することができる。

【００３５】

特に、マイクロ光学（微小光学）を用いると、真に微小なビーム径を実現することができる。さらにトリプレクサで用いられる光波長は、通常たとえば数十ナノメータほど異なり、相当にかけ離れている。したがって、たとえば鏡間のバウンス共振器の光路長は十分に大きいため、回折部品により、異なる波長光を異なる角度で回折させ、異なる波長光のビームを確実に分離し、トリプレクサをあまりにも大型化させることなく、光波長フィルタとして機能させることができる。光学ブロック１１０すなわち第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の寸法は、たとえばおよそ６．７×３．３×１．０mm^3である。

【００３６】

第１の光学ブロック１１１は、たとえば二酸化シリコン（SiO_2）ウエハである。第２の光学ブロック１１２は、たとえばシリコンウエハである。第１および第２の光学ブロック１１１，１１２は、その上の任意の位置に受動的な光学部品（たとえば鏡、レンズ、回折格子など）が配置されるように、接着ステップを用いて互いに対して積層される。必要ならば、別の光学ブロックを光学ブロック１１０に接着させてもよい。ここで用いられる接着ステップは、接着材料または表面張力の利用を含むもの、または当該光学ブロックに直接的に形成するなど、任意の形式による接着であってもよい。第１および第２の光学ブロック１１１，１１２は、透明材料などの任意の材料からなり、光学部品が光学ブロック１１０内に形成される場合には、光学部品の光学的な形成に適した材料であってもよい。

【００３７】

図１に示すように、第１の光学ブロック１１１は、互いに対向する第１および第２の表面１１１ａ，１１１ｂを有する。たとえば第１の光学ブロック１１１の第２の表面１１１ｂは、第２の光学ブロック１１２の底面１１２ａに平行である。第２の光学ブロック１１２の第２の表面１１２ｂはレンズ１７１，１７２を有し、レンズ１７１，１７２は、積層された第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の間に配置されている。レンズ１７１，１７２は、リソグラフィ技術を用いて直接的に形成してもよいし、複製してもよい。複製する場合、レンズ１７１，１７２を第２の光学ブロック１１２に転写してもよいし、あるいは複写材料のままにしておいてもよい。

【００３８】

第１の光学ブロック１１１は、レンズ１７１，１７２を収容するための凹部１１１ｃを有する。第２の光学ブロック１１２の第２の表面１１２ｂは、第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の間にあり、凹部１１１ｃの外側において第１の光学ブロック１１１の一部１１１ｄにおいて直接的に当接している。

【００３９】

第２の光学ブロック１１２の第１の表面１１２ａは、第１および第２の光学ブロック１１１，１１２が積層されたとき、第１の光学ブロック１１１とは反対の方向に面する。図２に示すように、第１の表面１１２ａの周辺部が第２の光学ブロック１１２の底面１１２ｂに対して傾斜するように処理され、除去される。すなわち第１の表面１１２ａは、第１の部分１１２ａａと第２の部分１１２ａｂとを有し、第１の部分１１２ａａはｘ軸に沿って延び、ｘ軸に沿って延びる２つの第２の部分１１２ａｂの間の中央に配置されている。

第１の表面１１２ａの第１の部分１１２ａａは、第２の光学ブロック１１２の第２の表面１１２ｂに対して実質的に平行である。第１の表面１１２ａの第２の部分１１２ａｂは、第１の部分１１２ａａから傾斜して延びている。第１の部分１１２ａａと第２の部分１１２ａｂの間の角度αは、第２の光学ブロック１１２内で測定したとき、たとえば約６０度である。第１の表面１１２ａの両方の端部が傾斜するように図示されているが、第１および第２の検出器１５０ａ，１５０ｂをワイヤーボンドする端部のみが傾斜していてもよい。

【００４０】

図１に示すように、トリプレクサ１０の分散部品１２１，１２２は第２の光学ブロック１１２上にあってもよい。分散部品は、光ファイバ２００から出力される光を分離し、分離した光束、すなわち複数の異なる波長光を、レンズや鏡などの複数の光学部品を介して検出器１５０ａ，１５０ｂに伝播させるための第１および第２の回折部品１２１，１２２であってもよい。第１および第２の回折部品１２１，１２２は、光源３００から出力された異なる波長の入射光を案内するものであってもよい。第１および第２の回折部品１２１，１２２は、第２の光学ブロック１１２の頂面および底面に伝播するビームを分離するものである。回折格子などの第１の回折部品１２１は、第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の間にあって、第１の光学ブロック１１１の第２の表面１１１ｂに面するものであり、回折格子などの第２の回折部品１２２は、第２の光学ブロック１１２の底面１１２ａにあって、第１の光学ブロック１１１の第２の表面１１１ｂとは反対方向に面するものである。

【００４１】

たとえば第１および第２の回折部品１２１，１２２は、トリプレクサ１０の長手方向、すなわちＸ軸方向において互いに離間し、トリプレクサ１０の対向する端部に隣接して配置されている。第１および第２の回折部品１２１，１２２は、異なる波長により光を分散するので、異なる波長光の分離精度が極めて高い。２つの回折格子を用いることにより、角度変化に起因する波長変化を補償することができる。さらに第１および第２の回折部品１２１，１２２は、従来の薄膜フィルタに比してより簡便にかつより安価に製造することができるので、トリプレクサ１０の全体的な製造コストを実質的に低減することができる。

【００４２】

たとえば第１の回折部品１２１は、第１および第２の光学ブロック１１１，１１２の間であって、光ファイバ２００とトリプレクサ１０との間の接続ポイントである第１のポート１１３に対向するように配置される。換言すると、第１の回折部品１２１は、第１のポート１１３に重畳するので、光ファイバ２００からの光である光信号は、第１の回折部品１２１に入射する。光ファイバ２００からの光は、光をコリメートするレンズ２１０を通過する。第２の回折部品１２２は、第１の光学ブロック１１１の底面１１１ｂであって、第１および第２の検出器１５０ａ，１５０ｂ、ならびに光源３００とトリプレクサ１０との間の接続ポイントである第２のポート１１４に対向するように配置される。第２の回折部品１２２は、検出器１５０ａ，１５０ｂに重畳するので、第２の回折部品１２２において第１の光学ブロック１１１の方へ反射する光は、通常、検出器１５０ａ，１５０ｂに入射する。同様に、第２の回折部品１２２は、光源３００の第２のポート１１４にも重畳するので、光源からの光は第２の回折部品１２２に垂直に入る。

【００４３】

第２の回折部品１２２は、１３１０ｎｍ，１４９０ｎｍ，１５５０ｎｍの３つの波長を有する光に対してそれぞれ３つの格子部分１２２ａ，１２２ｂ，１２２ｃを有する。この実施形態によれば、第１および第２の回折部品１２１，１２２は、同一の格子周期とエッチング深さを有する。第１および第２の回折部品１２１，１２２の特定の具体的なデザインを図５に示す。一般的には、この回折格子は、受光した波長光（すなわち１４９０ｎｍおよび１５５０ｎｍの波長光）に対して最適化される。図示された特定の具体例では、格子周期が１．７μｍで、最小加工寸法（Minimum Feature Size: MSF）が０．４２５μｍ

で、エッチング深さが０．５６μｍである４－位相格子である。
【００４４】
光検出器などの第１および第２の検出器１５０ａ，１５０ｂは、たとえば視覚により位置合わせしてボンディングすることにより、第１の表面１１２ａの上に直接的に配置される。たとえば第１および第２の検出器１５０ａ，１５０ｂは、１４９０ｎｍおよび１５５０ｎｍの波長光をそれぞれ検出し、トリプレクサ１０の一方の端部において互いに隣接するように、第１の表面１１２ａ上に直接的に配置される。
【００４５】
レンズ１７１は、各検出器１５０ａ，１５０ｂに位置合わせされ、第２の回折部品１２２から反射された所定の波長光が第１のレンズ１７１により集光され、それぞれの検出器１５０ａ，１５０ｂに入射するように構成されている。検出器１５０ａ，１５０ｂは、第２の光学ブロック１１２の上に直接的に、すなわち第１の表面１１２ａの上に直接的にあるので、コストおよび時間の点において、トリプレクサ１０の製造が実質的に簡便なものとなる。さらに図３、図４Ａおよび図４Ｂを参照しながらより詳細に後述するように、本発明に係るトリプレクサ１０の構造を最小化して、トリプレクサを含む光学的パッケージを簡素化し、小型化する。
【００４６】
トリプレクサ１０は、少なくとも１つのボンディングパッド１６０を有する。ボンディングパッド１６０は、第２の光学ブロック１１２の第１の表面１１２ａの上に直接的に配置される。たとえば、ボンディングパッド１６０は、傾斜した第１の表面１１２ａの上まで延びるように折り曲げられる。換言すると、ボンディングパッド１６０は、第２の光学ブロック１１２の第１の表面１１２ａの第１の部分１１２ａａおよび少なくとも一方の第２の部分１１２ａｂの上に配置される。たとえば、図２に示すように、検出器１５０ａ，１５０ｂが第１の表面１１２ａの第１の部分１１２ａａの上にのみあるのに対して、複数のボンディングパッド１６０は、第１および第２の部分１１２ａａ，１１２ａｂの両方の上に延びるように、検出器１５０ａ，１５０ｂに隣接して配置されている。ボンディングパッド１６０は、電気的な内部配線を折り曲げることにより、第２の光学ブロック１１２の上に形成される。ボンディングパッド１６０の第１の表面１１２ａへの形成方法の詳細については、米国特許第7,224,856号および第6,777,767号に記載され、これらの開示内容の全体は参考としてここに一体のものとして統合される。
【００４７】
トリプレクサ１０は、光ファイバ２００およびレーザなどの光源３００に接続され、ビデオ信号、音声信号、および／またはデータ信号などの複数の波長の光学的信号を送受信する。たとえば、トリプレクサ１０は、ＦＴＴＨ光ネットワークと受信契約者の家庭との間のゲートウェイとして機能する場合、光ファイバ２００を介し、ビデオ入力信号を１５５０ｎｍの波長光として、データ入力信号を１４９０ｎｍの波長光として受信するとともに、受光した複数の波長光を検出器１５０ａ，１５０ｂに案内する。トリプレクサ１０は、これと同時に、光ファイバ２００を介し、データ出力信号を１３１０ｎｍの波長光として送信することができる。
【００４８】
上記説明したように、光ファイバ２００は、第２の光学ブロック１１２の底面１１２ａ、すなわち第１のポート１１３においてトリプレクサ１０に接続される。したがって、第１および第２の回折部品１２１，１２２、および第１および第２の鏡１８１，１８２は、光ファイバ２００から検出器１５０ａ，１５０ｂへの光の伝播を支援するようにトリプレクサ１０内に配置されている。ファイバレンズ２１０は、光ファイバ２００とトリプレクサ１０との間に配置され、光ファイバ２００から出力された光をコリメートし、そして／または光源からの光を光ファイバ２００に集光させるものであり、あるいは第１の光学ブロック１１１の上に配置してもよい。換言すると、ファイバレンズ２１０は、光ファイバ２００と第１の回折部品１２１との間に配置してもよい。
【００４９】

光源３００は、１３１０ｎｍの波長光を出力し、第１の光学ブロック１１１、すなわち第１の光学ブロック１１１の第１の表面１１１ａに面するように配置されている。光源３００から出力された光は、第２のポート１１４を介して第１の光学ブロック１１１に入射し、第１の光学ブロック１１１を透過し、第２の光学ブロック１１２に入射し、第１および第２の回折格子１２１，１２２ならびに第１および第２の鏡１８１，１８２を介して、第２の光学ブロック１１２の内部を伝播し、光ファイバ２００に案内される。たとえば、光源３００は、レンズの第２のレンズ１７２に位置合わせされ、コリメートされた光を第２の回折格子１２２に仕向ける。

【００５０】

要約すると、光学ブロックは、第１の波長を有する第１の光ビームおよび第２の波長を有する第２の光ビームを出力する光ファイバと光学的に通信するように構成された第１のポートと、第３の波長を有する第３の光ビームを光源から受光するように構成された第２のポートとを有する。第１のポートと第２のポートとの間にあるバウンス共振器は、光学ブロックのそれぞれの表面に隣接した対向する鏡により構成される。第１および第２の波長を有する光を検出するように構成された第１および第２の検出器は、第２のポートに隣接している。第１のポートに対向する第１の回折格子は、実質的に同一の位置で３つすべての光ビームを受光する。第２のポートに対向する第２の回折格子は、実質的に離間した位置で３つの光ビームを受光する。したがって、第１および第２の回折格子は、トリプレクサ１０の波長フィルタとして機能する。

【００５１】

トリプレクサ１０を光源３００および光ファイバ２００とともに通信パッケージ内に配置する。たとえば図３、図４Ａおよび図４Ｂに示すように、トリプレクサ１０および光源３００をケース４００内に配設し、光ファイバ２００をケース４００内でトリプレクサ１０に接続する。とりわけ、ケース４００の側壁に別のレンズ（図示せず）を設け、光源３００をケース４００内に配置する。次に、第１の表面１１２ａが光源３００に面するように、トリプレクサ１０を位置合わせする。コリメートされたレーザビームは、たとえば約４００μｍの直径を有するので、光源３００とトリプレクサ１０との位置合わせは受動的なものである。そして、ファイバレンズを照明して、４０～５０μｍのビーム径を有するコリメートされたビームを第１の回折格子１２２に案内するように、光ファイバ２００をケース４００から延びるように取り付ける。

【００５２】

トリプレクサ１０のボンディングパッド１６０は、ケース４００内の電気配線に接続される。第１および第２の検出器１５０ａ，１５０ｂ、ならびに少なくとも１つのボンディングパッド１６０は、第１の光学ブロック１１１の上に直接的に設けられているため、トリプレクサ１０をパッケージ内に形成することは、実質的により安価で簡便である。たとえばボンディングパッド１６０は、傾斜した表面、すなわち第１および第２の部分１１１ａａ，１１１ａｂの上に設けられているため、トリプレクサ１０をケース４００内に配置した後、すなわちトリプレクサ１０を９０度回転させてトリプレクサ１０をケース４００内に配置した後、ボンディングパッド１６０に対して電気配線を接続しやすい。

【００５３】

図６は、光源からの１３１０ｎｍの波長光の光路を図示し、図７は、光ファイバ２００からの１５５０ｎｍの波長光の光路を図示するものである。図６および図７から明らかなように、光が鏡１８１，１８２により形成されるバウンス共振器を伝播し、光が第２の基板１１２を透過して、波長によりフィルタ処理されるとき、各波長光に固有の１次オーダの回折角度が十分である。たとえば、受光されたビームは、鏡に入射したときには明確に分離されていないが、第２の回折格子１２２に達するときには分離されている。第２の回折格子１２２は、入射する特定の波長光のそれぞれに対して効率を最適化するさまざまなエッチング深さを有するように説明された３つの固有の領域を有する。

【００５４】

別の実施形態に係るトリプレクサ７０を図８に示す。図１の構成部品と同様ものについ

ては、同様の参照符号を付し、詳細な説明は繰り返さない。さらに、トリプレクサ７０の光路および機能はトリプレクサ１０のものと類似し、詳細な説明は繰り返さない。ここで、第１の回折格子１２１は、図１のものと同様であるが、第２の回折格子１２２’は、受光ビームを、図１の第２の回折格子１２２と同様に偏向させるものではなく、光は検出器１５ａ，１５０ｂに対して垂直方向に入射しない。偏向の度合いを小さくしたことにより、第２の回折格子１２２’の効率を改善することができる。

【００５５】

詳細には、第２の回折格子１２２’は、１３１０ｎｍ，１４９０ｎｍ，１５５０ｎｍの３つの異なる波長光に対してそれぞれ３つの格子部分１２２ａ’，１２２ｂ’，１２２ｃ’を有する。この実施形態によれば、第１の回折部品１２１および第２の回折部分１２２ａ’は同一の格子周期（たとえば１．７μｍ）を有し、第２の回折部分１２２ｂ’，１２２ｃ’は同一の格子周期（たとえば５μｍ）を有する。図１３および図１４を参照しながら、特定の回折格子に関する詳細な具体例について、さらに詳細に説明する。

【００５６】

トリプレクサ７０において、複製材料１１４が基板１１２の上側表面および下側表面に設けられている。複製材料は任意の適当な材料であってもよい。たとえば、複製材料は変形可能であるが、硬化可能な材料、熱硬化性または光（紫外線）硬化性であってもよい。硬化プロセスは、たとえば紫外線照射プロセス、嫌気性プロセス、化学的プロセス、または熱的プロセスを含む異なるプロセスにより実現される。複製材料の具体例として、紫外線硬化性ポリマ、紫外線硬化性モノマ、熱可塑性プラスチック、熱硬化性樹脂、およびゾルゲルまたはFROM 128などの合成材料が含まれる。適当な複製技術として、紫外線エンボス技術、高温エンボス技術、ナノ・インプリント技術などが含まれる。第１および第２の回折格子１２１，１２２ａは複製材料１１４で形成されている。そしてアルミニウムなどの反射率の高い材料を、第１および第２の回折格子１２１，１２２ａのそれぞれの上に積層してコーティング１２５，１２６を形成することにより、トリプレクサ７０の効率を改善する。当然に、第１および第２の回折格子１２１，１２２’の一方にのみ、複製材料１１４および／またはコーティング１２５，１２６を用いてもよい。

【００５７】

別の実施形態に係るトリプレクサ９０を図９に示す。図１および図８の構成部品と同様ものについては、同様の参照符号を付し、詳細な説明は繰り返さない。さらに、トリプレクサ７０の光路および機能はトリプレクサ１０のものと類似し、詳細な説明は繰り返さない。トリプレクサ９０において、図１および図８に示す光源３００の位置に比して、光源を９０度回転させることにより、光源から出力される光の偏向を回転させる。実施に際して、検出器とレーザ３００との間のギャップは、図１のものより図８のものの方がより大きくなる。

【００５８】

回折格子の効率に対する偏光効果を図１０～図１３に示す。特に、図１０～図１２はそれぞれ、同一のエッチング深さを有する回折格子、回折格子１２１のエッチング深さと回折格子１２２の異なるエッチング深さである２倍のエッチング深さを有する回折格子、および回折格子１２１のエッチング深さと回折格子１２２の対応する３つの部分における３つの異なるエッチング深さである４倍のエッチング深さを有する回折格子を用いて、異なる波長光に対するトリプレクサの効率に対する偏光効果を示す。これらの図から明らかなように、異なる格子／領域のエッチング深さを調整することにより、すべての波長光に対する効率を改善し、２つの直交偏光の効率の差異を低減することができる。レーザから出力された光は、単偏光を有するように制御されるが、検出器に入射する光は、両方の偏光成分を有する。したがって、回折格子は、全体の効率だけでなく、１４９０ｎｍおよび１５５０ｎｍに対する効率の間の差異についても最適化する必要がある。

【００５９】

図１３に示すように、光源３００の偏光は、たとえば図９に示すようにレーザを物理的に回転させることにより、回転させたとき、１３１０ｎｍの光の効率は劇的に向上する。

このとき回折格子１２１は、格子周期が１．７μｍでエッチング深さが０．５８μｍである８位相格子である。

【００６０】

第２の回折格子１２２の効率に対する偏光効果を図１４に示し、第２の回折格子１２２’の異なる領域１２２ａ’，１２２ｂ’，１２２ｃ’は、５μｍの格子周期を有する８位相格子であるが、異なるエッチング深さを有する。たとえば１３１０ｎｍの波長光が入射する第２の回折格子１２２ａ’は、１．７μｍの格子周期において０．３５μｍのエッチング深さを有し、この格子周期は図１３を参照して説明した回折格子１２１と同じものである。１４９０ｎｍの波長光が入射する第２の回折格子１２２ｂ’は、０．４４μｍのエッチング深さを有し、１５５０ｎｍの波長光が入射する第２の回折格子１２２ｃ’は、０．４６５μｍのエッチング深さを有する。図８に示す特定の構成、すなわち１４９０ｎｍおよび１５５０ｎｍの光が回折格子から所定の角度で傾斜して出力され、１４９０ｎｍの光が回折格子１２２’に対して垂直に入射するような構成において、このように設計された回折格子１２２を用いることができる。たとえば図１に示すように、すべてのビームが回折格子１２２に対して同じ角度を有する場合、すべての領域は、３つの異なる全体的な格子深さに対して、同一の周期（たとえば１．７μｍ）を有する。

【００６１】

本発明に係る例示的な実施形態によるトリプレクサを含む光学的パッケージは、検出器と、光学ブロックの上に直接的に設けられたボンディングパッドと、従来の薄膜フィルタの代わりに光学ブロック上の２つの回折格子とを有する。検出器およびボンディングパッドを構成することにより、コストを低減し、配線を容易にする。薄膜フィルタの代わりに回折格子を用いることにより、波長による光の分離精度を高く維持しつつ、実質的にコストを低減することができる。回折格子には多少の挿入損失が生じるが、こうした損失は上述のように補償される。

【００６２】

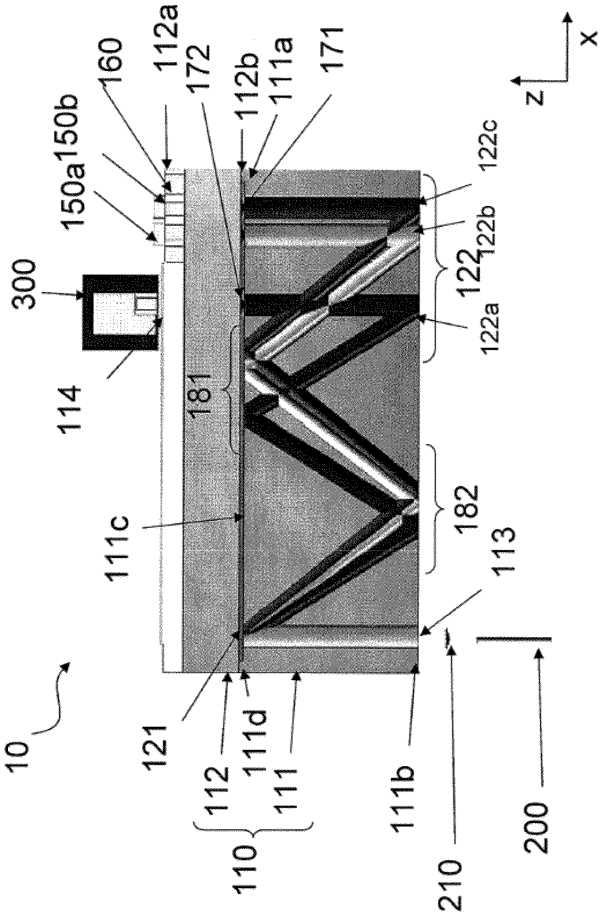
以上のように、本発明の例示的な実施形態について、特定の用語を用いて説明したが、これらの用語は一般的で記述的な意味を有するものとして解釈されるべきであり、限定する意図はない。したがって、以下のクレームで定義される本発明の精神と範疇から逸脱することなく、当業者ならばさまざまな変形例および詳細例が理解されるであろう。

【符号の説明】

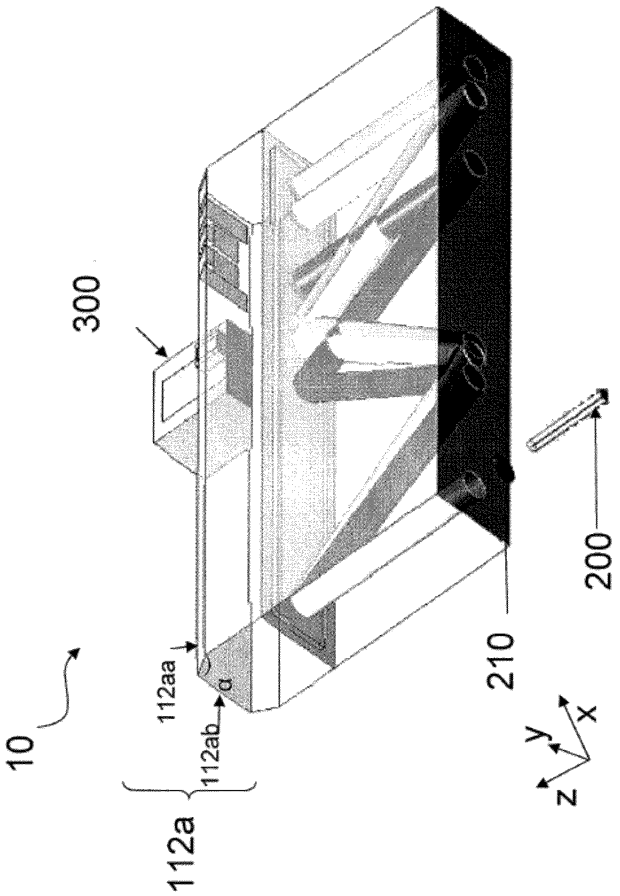
【００６３】

１０…トリプレクサ、１１０…光学ブロック、１１１…第１の光学ブロック、１１１ａ…第１の表面、１１１ｂ…第２の表面、１１２ａａ…第１の表面の第１の部分、１１２ａｂ…第１の表面の第２の部分、１１２…第２の光学ブロック、１１２ａ…第１の表面、１１２ｂ…第２の表面、１１４…第２のポート、１２１…第１の回折格子、１２２…第２の回折格子、１２２ａ，１２２ｂ，１２２ｃ…格子部分、１５０…光検出器、１６０…ボンディングパッド、１７１，１７２…レンズ、１８１，１８２…鏡、２００…光ファイバ、２１０…コリメートレンズ、３００…光源。

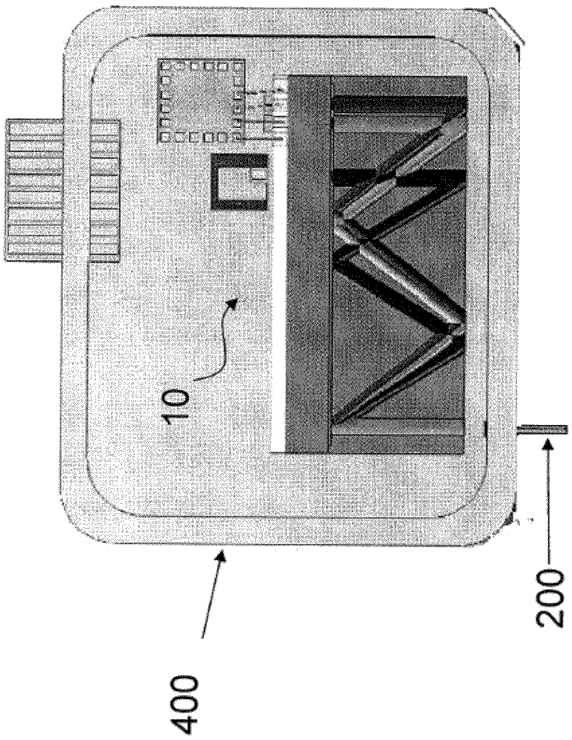
【図１】


10
114
300
150a
150b
160
112a
172
112b
111a
171
x
z
122c
122b
122
122a
181
111c
182
113
121
112
111d
111
110
111b
210
200

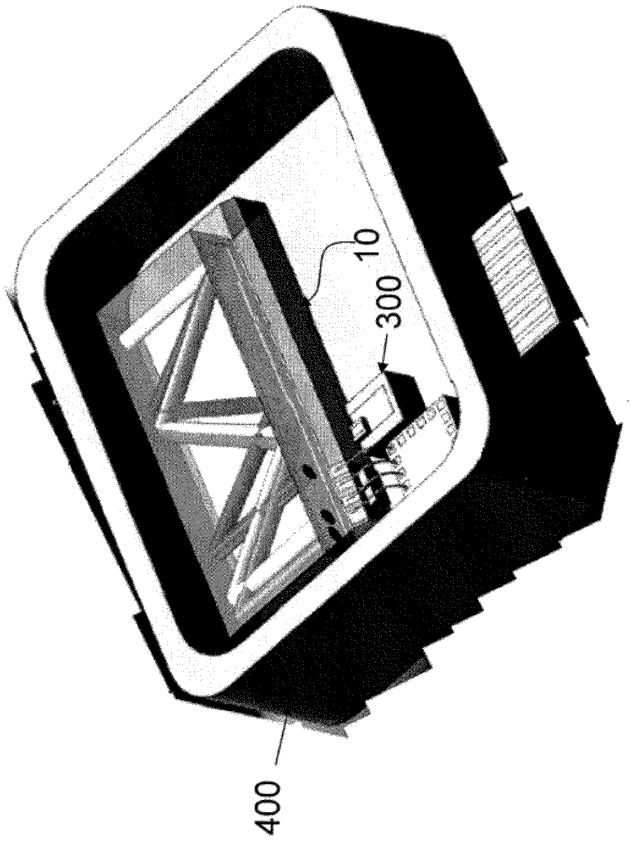
【図２】


10
300
112aa
α
112ab
112a
210
200
y
x
z

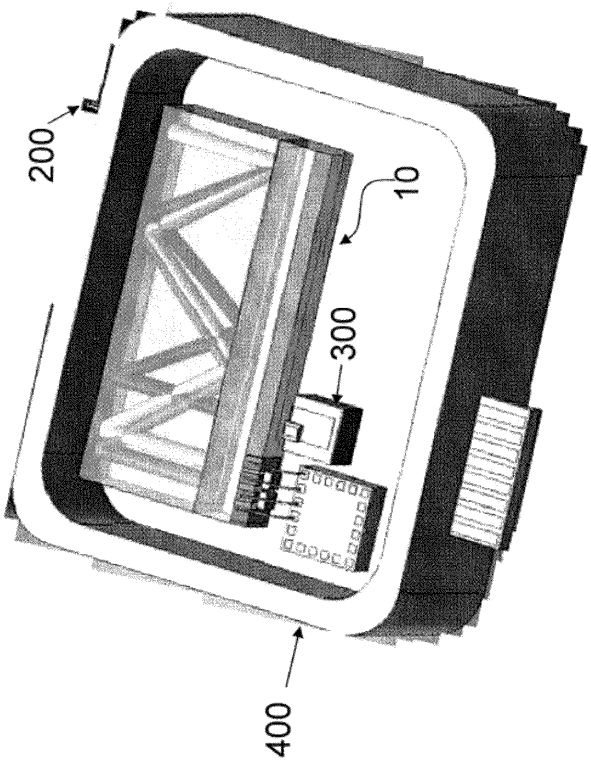
【図３】


10
400
200

【図４Ａ】


10
300
400

【図４Ｂ】

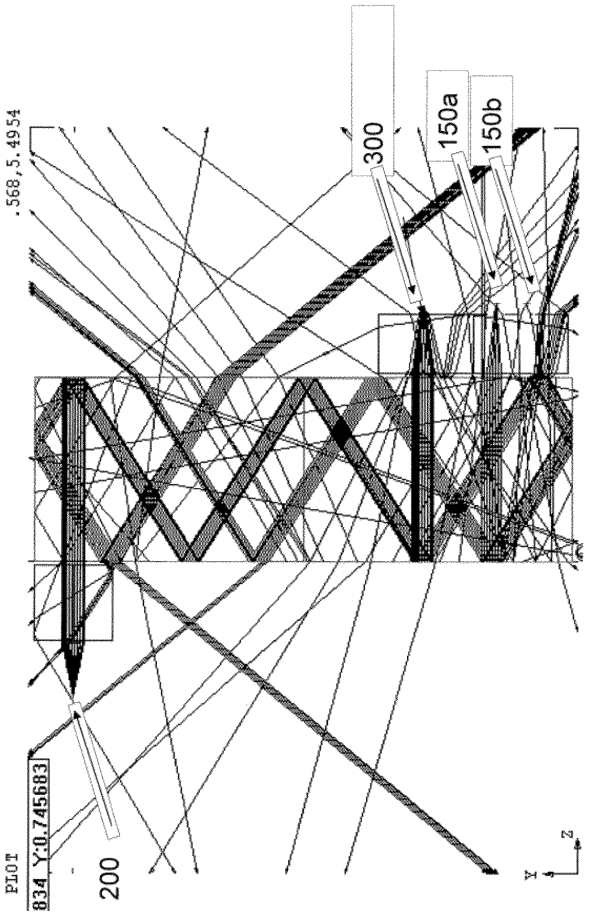


【図５】

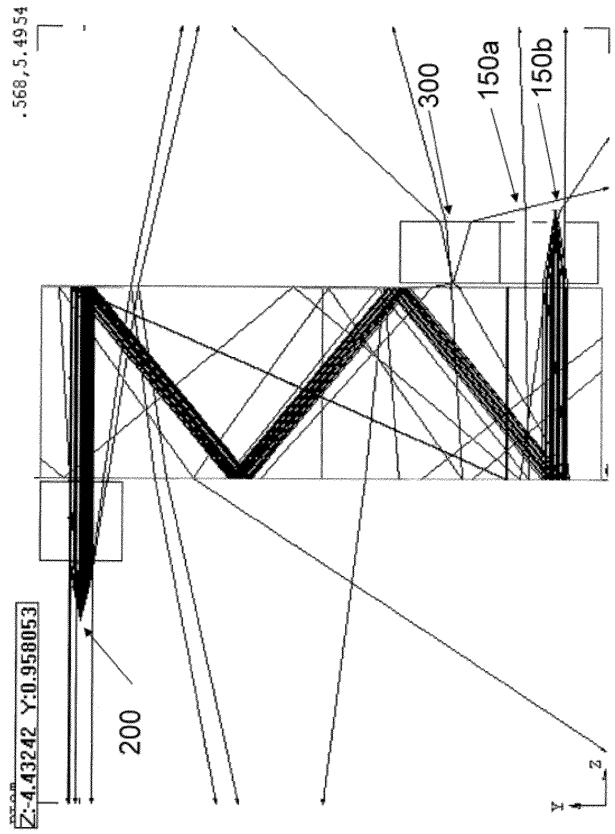
- 4 位相格子
- Tp = 1.7μm – mfs 0.425μm
- Al コーティング

4位相											
波長	入射角	周期	1次オーダ	深さ	屈折率	角度	−2次	−1次	0次		
1.55	0	1.7	71.60%	0.56	1.44396	39.15596	NA	18.7%	4.9%		
1.49	0	1.7	74.10%	0.56	1.4446	37.35286	NA	14.5%	6.6%		
1.31	0	1.7	72.80%	0.56	1.44673	32.1841	NA	1.6%	19.6%		
1.55	55.66	1.7	71.60%	0.56	1.44396	39.15596	18.4%	NA	6.3%		
1.49	52.5	1.7	74.40%	0.56	1.4446	37.35286	13.4%	NA	8.2%		
1.31	44.15	1.7	72.90%	0.56	1.44673	32.1841	18.0%	NA	4.1%		
	レーザ	53.07%	-2.75								
	1490 det	55.13%	-2.59								
	1550 det	51.27%	-2.90								

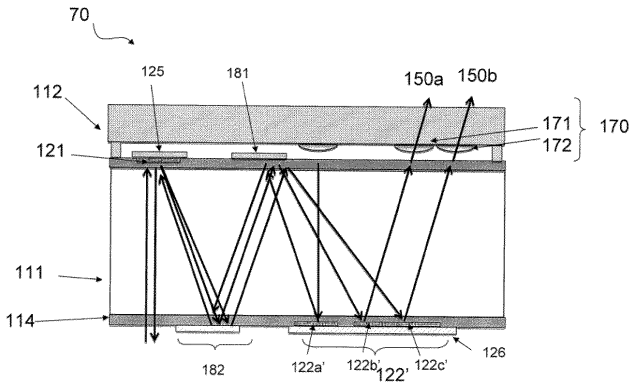
【図６】



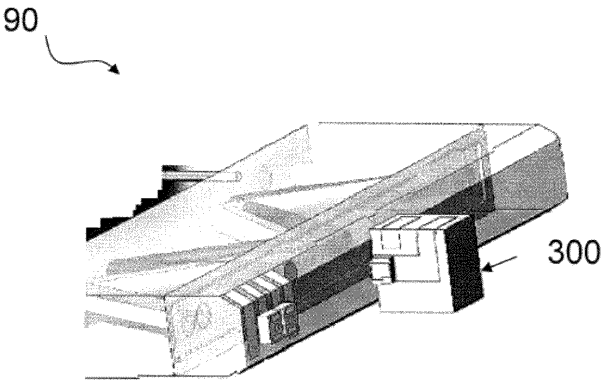
【図７】



【図８】

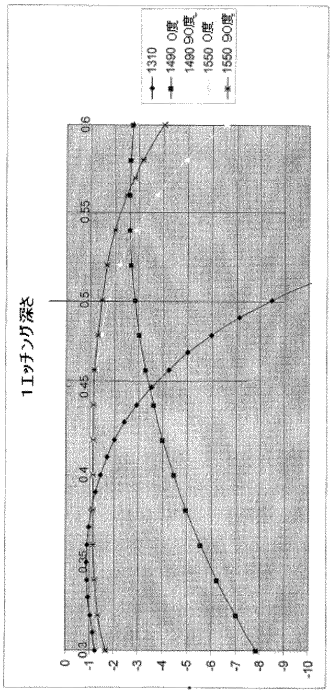


【図９】



【図１０】

回折格子効率(偏光効果)



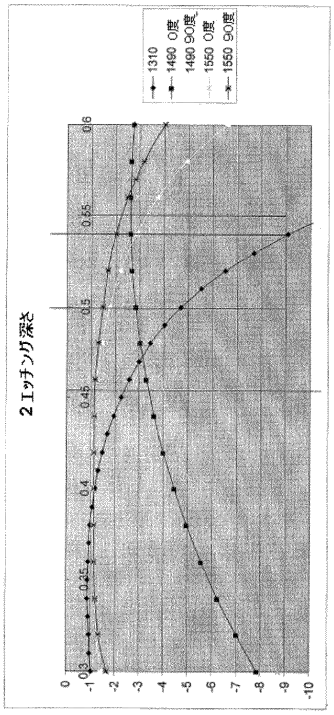
深さ(μm)	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-3.8	-8.47	-17	-20.1
1490 - 0	-3.4	-2.85	-2.65	-2.6
1490 - 90	-1.2	-1.75	-2.9	-3.3
差異	-2.2	-1.1	0.25	0.7
1550 - 0	-4	-3.3	-3	-2.95
1550 - 90	-1.2	-1.5	-2	-2.25
差異	-2.8	-1.8	-1	-0.7

挿入損失(dB) - 単一深さ

・レーザダイオード
　・速軸：(縦軸)
　・遅軸：(横軸)
　　遅軸における偏光(横軸)
・すべての回折格子に対して
　同一エッチング深さ

【図１１】

回折格子効率(偏光効果)



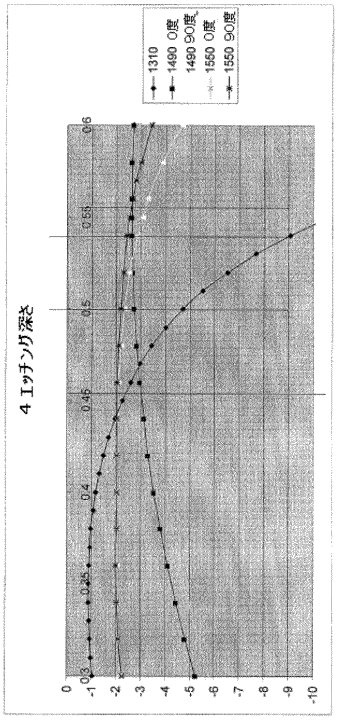
深さ(μm)	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-2.4	-4.7	-9	-10.6
1490 - 0	-3.4	-2.85	-2.65	-2.6
1490 - 90	-1.2	-1.75	-2.9	-3.3
差異	-2.2	-1.1	0.25	0.7
1550 - 0	-4	-3.3	-3	-2.95
1550 - 90	-1.2	-1.5	-2	-2.25
差異	-2.8	-1.8	-1	-0.7

挿入損失(dB) - 2深さ

・2回折格子深さ
　・格子領域122aに対して
　　1折格子深さに調整
　・格子領域122b，122c
　　に対して1折格子深さに調整

【図１２】

回折格子効率(偏光効果)



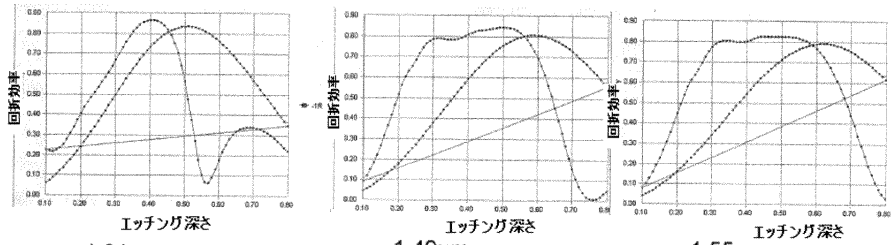
深さ(μm)	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-2.4	-4.7	-9	-10.6
1490 - 0	-3	-2.8	-2.6	-2.62
1490 - 90	-2.1	-2.3	-2.85	-3.06
差異	-0.9	-0.5	0.25	0.44
1550 - 0	-3.5	-3.1	-2.95	-2.9
1550 - 90	-2	-2.2	-2.5	-2.54
差異	-1.5	-0.9	-0.45	-0.36

挿入損失(dB) - 4深さ

・4回折格子深さ
　・121　－3つの波長光すべて
　・122a－1310－0.35μm
　・122b－1490－0.54μm
　・122c－1550－0.55μm

【図１３】

Tp=1.7μm 8位相



1.31μm　1.49μm　1.55μm

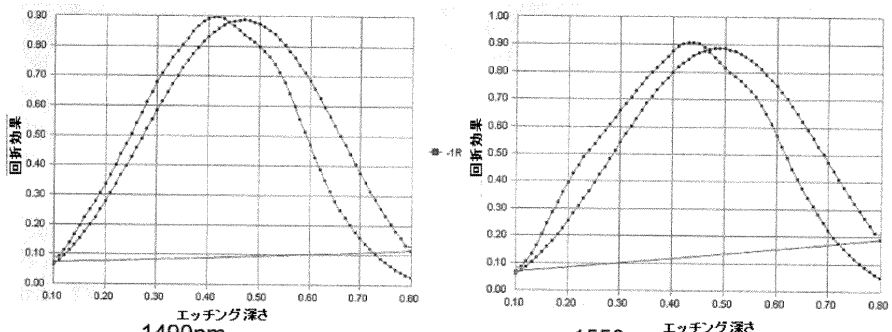
共通の回折格子121は、すべての波長光、傾斜した検出器に対して作動する必要がある。
最良の場合－側面にてレーザを回転させ、0度偏光で用いる。1310nmに対する効率

	1540	1550	1560	1480	1490	1500	1298	1310	1321
深さ	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
0度	78.8%	78.4%	77.9%	81.0%	80.7%	80.4%	78.5%	79.1%	79.6%
90度	79.3%	79.5%	79.6%	74.3%	75.9%	77.1%	23.1%	9.1%	6.6%

レーザダイオードは短軸に平行に偏光される（ビーム広がり）

【図１４】

Tp=5μm，8位相



第2の回折格子1490nm　1550nm

回折効果－両偏光が等しい場合
1490nm – 88% @ 0.44μm depth (1480 (88.2%,87.8%) – 1500 (87.8%,88.8%)) -122b'
1550nm – 88% @ 0.465μm depth (1540 (88.3%, 87.5%) – 1560 (87.9%, 89.2%) – 122c'
系がPDLを有する場合、PDLをずらすために、異なる深さを選択できる

	1550	1555	1560	1480	1490	1500	1298	1310	1321
深さ	0.48	0.48	0.48	0.43	0.43	0.43			
0度	88.7%	88.6%	88.6%	87.5%	87.2%	86.9%			
90度	85.5%	86.0%	86.4%	89.0%	89.4%	89.7%			

フロントページの続き

(72)発明者　ジェイムズ・イー・モリス
アメリカ合衆国２８２６２ノースカロライナ州シャーロット、デイビッド・テイラー・ドライブ９８１５番

Ｆターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC01 BA15 BB02 BB31 BC02 BC29 BC32
BC44 BC51 CA33 CA74 CC01 DA07 EA04 FA00 FA06
2H249 AA07 AA13 AA40 AA53 AA59 AA64 AA66

【外国語明細書】

TRIPLEXER FOR AN OPTICAL FIBER, PACKAGE INCLUDING THE SAME, AND ASSOCIATED METHODS

BACKGROUND

1. Field

[0001] Example embodiments relate to a triplexer. In particular, example embodiments relate to a triplexer for fiber to the home (FTTH) system and a package including the same.

2. Description of the Related Art

[0002] Bidirectional transceivers, i.e., devices that simultaneously receive incoming signals and transmit outgoing signals, are an essential component of any passive optical network (PON), e.g., FTTH system. The transceivers provide the interface between the end user and the optical network. For example, in FTTH systems, the transceivers receive information at two wavelengths, e.g., 1490 nm and 1550 nm, and transmit at a single wavelength, e.g., 1310 nm. Thus, every end user requires a triplexer to separate these three wavelengths. A conventional triplexer may include thin film filters to process three wavelengths. However, manufacturing of conventional thin film filters is expensive and, therefore, overall manufacturing costs of the conventional triplexer may be high.

SUMMARY

[0003] Embodiments are therefore directed to a triplexer and a package including the same, which substantially overcome one or more of the problems due to the limitations and disadvantages of the related art.

[0004] It is therefore a feature of an embodiment to provide a triplexer with a plurality of gratings to reduce manufacturing costs.

[0005] It is therefore another feature of an embodiment to provide a package with a triplexer having a plurality of gratings to reduce manufacturing costs.

[0006] At least one of the above and other features and advantages may be realized by providing a triplexer including an optics block including a first port configured to receive a first light beam at a first wavelength and a second light beam at a second wavelength, and a second port configured to receive a third light beam at a third wavelength, a bounce cavity between the first and second ports, the bounce cavity being formed by opposing reflective elements adjacent respective surfaces of the optics block, a first grating opposite the first port, the first grating receiving all three light beams at substantially a same location thereon, the first grating configured to provide the first and second light beams to the bounce cavity and the third light beam to the first port, and a second grating opposite the second port, the second grating receiving the first and second light beams at spatially separated portions thereon, the second grating configured to provide the first and second light beams adjacent the second port.

[0007] The triplexer may further include another optics block, another optics block including parallel first and second surfaces, first and second detectors mounted on the another optics block, the first and second detectors mounted to receive the first and second light beams, respectively, and bonding pads directly on the another optics block for the first and second detectors.

[0008] The first surface of the another optics block may include a first portion and a second portion, the first portion being substantially parallel to the second surface, and the second portion being angled at an acute angle with respect to the first portion.

[0009] The first and second detectors may be on the first portion of the first surface, and the bonding pad may extend on the first and second portions of the first surface.

[0010] The optics block may include a first optics block and a second optics block, the first and second optics blocks being stacked on each other.

[0011] The first and second detectors may be directly on a first surface of the second optics block, the first surface of the second optics block facing away from the first optics block.

[0012] The first grating may be between the first and second optics blocks, the second grating is on a first surface of the first optics block facing away from the second optics block. The triplexer may further include first and second lenses on the second optics block facing the first optics block between the second grating and the first and second detectors.

[0013] The second grating may be on a second surface, parallel to the first surface, of the first optics block.

[0014] The triplexer may include first and second bonding pads directly on the first surface of the second optics block, the first and second bonding pads being adjacent to the first and second detectors.

[0015] The first surface of the second optics block may include a first portion and a second portion, the first portion being substantially parallel to the second surface of the second optics block. The second portion may be angled at an acute angle with respect to the first portion.

[0016] The first and second detectors may be on the first portion of the first surface of the first optics block, and the first and second bonding pads may extend on the first and second portions of the first surface of the second optics block.

[0017] The second optics block may be a silicon optics block. The first optics block may be a silicon oxide optics block. The second grating may be on a first surface of the first optics block facing away from the second optics block. The second grating

may include first through third sections corresponding to the spatially separated portions. Each of the first through third section may have different etch depths.

[0018] The second grating may also receive the third light beam at a spatially separated portion from the first and second light beams. The second grating may include first through third sections corresponding to the spatially separated portions. Each of the first through third section may have different etch depths.

[0019] The triplexer may include a highly reflective coating on at least one of the first and second gratings.

[0020] The optics block may include opposing parallel first and second surfaces, the first port, the first mirror, and the second grating being on the first surface, and the first grating, second mirror, and the second port being on the second surface.

[0021] The triplexer may include a replication material on at least one of the first and second surfaces, wherein a grating on a surface containing replication material is in the replication material.

[0022] The triplexer may include a collimating lens collimating the third light beam.

[0023] The triplexer may include a lens adjacent the first port, the lens focusing the third light beam outside the triplexer and collimating the first and second light beams.

[0024] The may include a half-wave plate adjacent the second port.

[0025] One of the opposing reflective elements may be a selectively reflective element that transmits light at the third wavelength and reflects light at the first and second wavelengths.

[0026] The selectively reflective element may be adjacent the second port.

[0027] The triplexer may include a third grating, adjacent the second port, the third grating configured to provide the third light beam to the bounce cavity.

[0028] At least one of the above and other features and advantages may be realized by providing a communication package including an optical fiber and a triplexer connected to the optical fiber according to any one of the configurations described above.

[0029] The optics block may include first and second optics blocks stacked on each other. The first and second detectors may be directly on the second optics block.

[0030] The light source may be mounted on the optics block.

[0031] An output face of the light source may be mounted orthogonal to the second port.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0032] The above and other features and advantages will become more apparent to those of ordinary skill in the art by describing in detail embodiments with reference to the attached drawings, in which:

[0033] FIG. 1 illustrates a cross-sectional view of a triplexer according to an embodiment;

[0034] FIG. 2 illustrates a perspective view of a triplexer of FIG. 1;

[0035] FIG. 3 illustrates a top view of a triplexer of FIG. 1 in a package according to an embodiment;

[0036] FIGS. 4A and 4B illustrate different perspective views of a triplexer in a package of FIG. 3;

[0037] FIG. 5 illustrates a table of grating parameters according to a specific example for the triplexer of FIG. 1;

[0038] FIG. 6 illustrates a full ray trace for light from a laser through a triplexer of FIG. 1;

[0039] FIG. 7 illustrates a full ray trace for light from a fiber through a triplexer of FIG. 1;

[0040] FIG. 7 illustrates a cross-sectional view of a triplexer according to an embodiment;

[0041] FIG. 8

[0042] FIG. 9 illustrates a perspective view of a triplexer according to an embodiment; and

[0043] FIGS. 10-14 illustrate the effect different polarizations have on the efficiencies of the different gratings.

DETAILED DESCRIPTION

[0044] Example embodiments will now be described more fully hereinafter with reference to the accompanying drawings; however, they may be embodied in different forms and should not be construed as limited to the embodiments set forth herein. Rather, these embodiments are provided so that this disclosure will be thorough and complete, and will fully convey the scope of the invention to those skilled in the art.

[0045] In the drawing figures, the dimensions of elements and regions may be exaggerated for clarity of illustration. It will also be understood that when an element is referred to as being "on" another element, it can be directly on the other element, or intervening elements may also be present. Further, it will be understood that when an element is referred to as being "between" two elements, it can be the only element between the two elements, or one or more intervening elements may also be present. In addition, it will also be understood that when an element is referred to as being "optically connected to" an element, it can be an

only element in a direct optical path from the element, or one or more intervening elements may also be present. As used herein, the term "wafer" is to mean any substrate on which a plurality of components are formed on a planar surface which are to be separated through the planar surface prior to final use. Like reference numerals refer to like elements throughout.

[0046] As illustrated in FIG. 1, a triplexer 10 according to embodiments may include at least one optics block 110, dispersive elements 121, 122, mirrors 181, 182 forming a bounce cavity, and first and second optical detectors 150a and 150b. The first and second optical detectors 150a, 150b may be directly on the optics block 110. The dispersive elements 121 may be diffractive elements between first and second optics blocks 111, 112 forming in the optics block 110. Therefore, manufacturing and operation of the triplexer 10, e.g., when detecting simultaneously received/transmitted optical signals via multiple wavelengths, may be substantially improved.

[0047] In particular, the use of micro-optics allows really small beam diameters to be realized. Further, the wavelengths used in a triplexer are typically relatively far apart, e.g., different by at least tens of nanometers. Therefore, path lengths of a bounce cavity, e.g., between mirrors, may be sufficient to allow a diffractive element diffracting different wavelengths at different angles to provide beams of different wavelengths separated enough to serve as a wavelength filter without unduly increasing the triplexer size. For example, dimensions of the optics block 110, i.e., stacked first and second optics blocks 111 and 112, may be about $6.7 \times 3.3 \times 1.0$ mm^3.

[0048] The first optics block 111 may be, e.g., a silicon oxide (SiO_2) wafer. The second optics block 112 may be, e.g., a silicon wafer. The first and second optics blocks 111 and 112 may be stacked on top of each other, e.g., via bonding, so passive optical elements, e.g., mirrors, lenses, diffractive gratings, etc., may be

positioned on any of the surfaces of the first and second optics blocks 111 and 112. If required, additional optics blocks may be bonded to the optics block 110. As used herein, bonding may include any type of attachment, including the use of bonding materials, surface tension or directly forming on the same optics block. The first and second optics block 111, 112 may be of any material, e.g., a transparent material, and, if optical elements are to be created in the optics block 110, the material may also suitable for optical creation of optical elements therein.

[0049] As illustrated in FIG. 1, the first optics block 111 may include first and second surfaces 111a and 111b opposite each other. For example, the second surface 111b of the first optics block 111 may be substantially flat, and may be parallel to a bottom surface 112a of the second optics block 112. The second surface 112b of the second optics block 112 may be have lenses 171, 172 therein, so that the lenses 171, 172 may be between the stacked first and second optics blocks 111 and 112. The lenses 171, 172 may be created directly by lithography or may be replicated. If replicated, the lenses 171, 172 may be transferred into the second optics block 112 or may remain in the replication material.

[0050] The first optics block 111 may include a recessed portion 111c to accommodate the lenses 171, 172. The second surface 112b of the second optics block 112 may be between the first and second optics blocks 111 and 112, and may contact, e.g., directly contact, a portion 111d of the first optics block 111 outside the recessed portion 111c.

[0051] The first surface 112a of the second optics block 112 may face away from the first optics block 111 when the first and second optics blocks 111 and 112 are stacked. As illustrated in FIG. 2, edges of the first surface 112a may be processed, e.g., removed, so peripheral portions of the first surface 112a may be angled with respect to

the bottom surface 112b of the second optics block 112. That is, the first surface 112a may include a first portion 112aa and a second portion 112ab, e.g., the first portion 112aa may extend along the x-axis and may be centered between two second portions 112ab that extend along the x-axis. The first portion 112aa of the first surface 112a may be substantially parallel to the second surface 112b of the second optics block 112. The second portions 112ab of the first surface 112a may extend from the first portion 112aa and may be angled with respect to the first portion 112aa. For example, an angle α between the first and second portions 112aa and 112ab may be about 60°, i.e., when measured within the second optics block 112. While both of edges of the first surface 112a are illustrated as being angled, only the edge on which the first and second detectors 150a, 150b are to be wire bonded may be angled.

[0052] As illustrated in FIG. 1, the dispersive elements 121, 122 of the triplexer 10 may be on the second optics block 112. The dispersive elements may include first and second diffractive elements 121 and 122 for splitting light output by an optical fiber 200 and delivering the split light, i.e., a plurality of separate wavelengths, to the detectors 150a, 150b via a plurality of optical elements, e.g., lenses, mirrors, etc. The first and second diffractive elements 121 and 122 may also direct light incident thereon at yet another wavelength output by a light source 300. The first and second diffractive elements 121 and 122 may provide separation to beams delivered to top and bottom surfaces of the second optics block 112, respectively. For example, the first diffractive element 121, e.g., a grating, may be between the first and second optics blocks 111 and 112, i.e., facing the second surface 111b of the first optics block 111, and the second diffractive element 122, e.g., a grating, may be on the bottom surface 112a of the second optics block 112, i.e., facing away from the second surface 111b of the first optics block 111.

[0053] For example, the first and second gratings 121 and 122 may be spaced apart from each other along a longitudinal direction of the triplexer 10, i.e., along the x-axis, so the first and second gratings 121 and 122 may be adjacent to opposite edges of the triplexer 10. The first and second gratings 121 and 122 may disperse light at different wavelengths, so isolation between the different wavelengths may be very high. Use of two gratings may compensate for wavelength variation induced angle change. Further, since manufacturing of the first and second gratings 121 and 122 is simpler and cheaper, e.g., as compared to conventional thin film filters, overall manufacturing costs of the triplexer 10 may be substantially reduced.

[0054] For example, the first grating 121 may be positioned between the first and second optics blocks 111 and 112 opposite a first port 113, i.e., a connection point between the optical fiber 200 and the triplexer 10. In other words, the first grating 121 may overlap the first port 113, so optical signals, i.e., light, from the optical fiber 200 may be incident on the first grating 121. The light from the optical fiber 200 may first traverse a lens 210 that collimates the light. The second grating 122 may be positioned on the bottom surface 111b of the first optics block 111 opposite the first and second detectors 150a, 150b on the second optics block 111 and a second port 114, i.e., a connection point between the light source 300 and the triplexer 10. The second grating 122 may overlap the detectors 150a, 150b, so separate wavelengths reflected from the second grating 122 toward the first optics block 111 may be normally incident on the detectors 150a, 150b. The second grating 122 may also overlap the second port 114 for the light source 300, so light received from the light source may be normal on the second grating 122.

[0055] The second grating 122 may include three grating sections 122a, 122b, and 122c, for the three different wavelengths, e.g., 1310 nm, 1490 nm, and 1550 nm,

respectively. In accordance with the present embodiment, the first and second gratings 121, 122 may have the same grating period and the same etch depth. A particular example design for the first and second gratings 121, 122 is illustrated in FIG. 5. Typically, this grating will be optimized for the received wavelengths, e.g., the 1490 nm and 1550 nm wavelengths. In the specific example illustrated, the first and second gratings 121, 122 is a 4 phase grating with a grating period of 1.7 μm having a minimum feature size (MSF) of 0.425 μm and an etch depth of 0.56 μm.

[0056] The first and second detectors 150a, 150b, e.g., a photo detector, may be positioned directly on the first surface 112a, e.g., via bonding using vision based alignment. For example, the first and second detectors 150a, 150b may respectively detect the 1490 nm and 1550 nm wavelengths and may be directly on the first surface 112a, e.g., adjacent to each other at one edge of the triplexer 10.

[0057] The lens 171 may be aligned with each detector 150a, 150b such that a predetermined wavelength reflected from the second grating 122 may be focused through the first lens 171 to be incident on the corresponding detector 150a, 150b. Since the detector 150a, 150b is directly on the second optics block 111, i.e., directly on the first surface 112a, manufacturing of the triplexer 10, e.g., in terms of costs and time, may be substantially simplified. Further, the structure of the inventive triplexer 10 may be minimized to simplify and reduce size of an optical package including the same, as will be discussed in more detail below with reference to FIGS. 3 and 4A-4B.

[0058] The triplexer 10 may further include at least one bonding pad 160. The bonding pad 160 may be on, e.g., directly on, the first surface 112a of the second optics block 112. For example, the bonding pad 160 may be bent to extend on the angled first surface 112a. In other words, the bonding pad 160 may be positioned on the first portion 112aa and at least on one second portion 112ab of the first surface

112a of the second optics block 112. For example, as illustrated in FIG. 2, a plurality of bonding pads 160 may be positioned adjacent to the detectors 150a, 150b, so the bonding pads 160 may extend on both first and second portions 112aa and 112ab, while the detectors 150a, 150b may be only on the first portion 112aa of the first surface 112a. The bonding pad 160 may be formed on the second optics block 112 by bending electrical interconnections. Exemplary formation details of the bonding pads 160 on the first surface 111a are set forth in U.S. Patent Nos. 7,224,856 and 6,777,767, both of which are hereby incorporated by reference in their entirety.

[0059] The triplexer 10 may be connected to the optical fiber 200 and the light source 300, e.g., a laser, and may receive/transmit wavelength optical signals, e.g., video, voice and/or data signals, therefrom. For example, when serving as a gateway between a FTTH optical network and subscribers' homes, the triplexer 10 may receive through the optical fiber 200 incoming video signals using a 1550 nm wavelength or incoming data signals using a 1490 nm wavelength, and may direct the received wavelengths toward the detectors 150a, 150b. The triplexer 10 may simultaneously transmit an outgoing data signal via the optical fiber 200 using a 1310 nm wavelength.

[0060] As discussed previously, the optical fiber 200 may be connected to the triplexer 10 at the bottom surface 112a of the second optics block 112, i.e., at the first port 113. Therefore, the first and second gratings 121 and 122, as well as the first and second mirrors 181 and 182, may be arranged in the triplexer 10 to facilitate propagation of light transmitted from the optical fiber 200 toward the detectors 150a, 150b. A fiber lens 210 may be provided between the optical fiber 200 and the triplexer 10 to collimate the light output by the fiber 200 and/or focus light from the

light source into the fiber 200, or may be on first optics block 111. In other words, the fiber lens 210 may be between the fiber 200 and the first grating 121.

[0061] The light source 300 may operate at a 1310 nm wavelength, and may be positioned to face the first optics block 111, e.g., to face the first surface 111a of the first optics block 111. Light emitted from the light source 300 may be incident on the first optics block 111 through the second port 114, so the light may pass through the first optics block 111 to be incident on the second optics block 112 and to propagate therethrough, i.e., via the first and second gratings 121 and 122, as well as the first and second mirrors 181 and 182, toward the optical fiber 200. For example, the light source 300 may be aligned with a second lens 172 of the lens 170, e.g., to provide collimated light on the second grating 122.

[0062] In summary, an optics block may include a first port configured to optically communicate with an optical fiber outputting first light beam at a first wavelength and a second light beam at a second wavelength, and a second port configured to receive a third light beam at a third wavelength from a light source. A bounce cavity between the first and second ports may be formed by opposing mirrors adjacent respective surfaces of the optics block. First and second detectors configured to detect light at the first and second wavelengths, respectively, may be adjacent the second port. A first grating opposite the first port may receive all three light beams at substantially a same location thereon. A second grating opposite the second port may receive the three light beams at spatially separated portions thereon. Therefore, the first and second gratings may serve as a wavelength filter in the triplexer 10.

[0063] The triplexer 10 may be arranged with the light source 300 and the optical fiber 200 in a communication package. For example, as illustrated in FIGS. 3 and

4A-4B, the triplexer 10 and the light source 300 may be placed in a case 400, while the optical fiber 200 may be connected to the triplexer 10 in the case 400. In particular, an additional lens (not shown) may be positioned in a sidewall of the case 400, and the light source 300 may be placed in the case 400. Next, the triplexer 10 may be positioned in the case 400, so the first surface 112a may face the light source 300. The alignment of the light source 300 and the triplexer 10 may be passive, since the collimated laser beam may have a diameter, e.g., about 400 μm. Then, the optical fiber 200 may be arranged to extend through the case 400 to illuminate the fiber lens 210 to provide a collimated beam, e.g., having a beam diameter of 40-50 μm, to the first grating 122.

[0064] The bonding pads 160 of the triplexer 10 may be connected to electrical wiring in the case 400. Since the first and second detectors. 150a, 150b and the at least one bonding pad 160 are directly on the first optics block 111, packaging of the triplexer 10 in the package may be substantially cheaper and easier. For example, since the bonding pads 160 are on an angled surface, i.e., first and second portions 111aa and 111ab, connection of electrical wires to the bonding pads 160 may be facilitated after placement of the triplexer 10 in the case 400, i.e., rotation of the triplexer 10 by 90° to position the triplexer 10 in the case 400.

[0065] FIG. 6 illustrates the beam path for 1310 nm light from the light source 300 and FIG. 7 illustrates the beam path for 1550 nm light from the fiber 200. As can be seen from FIGS. 6 and 7 therein, the unique first order diffraction angles for each wavelength may be sufficient as the light travels through the bounce cavity defined by the mirrors 181 and 182 as the light traverses the second substrate 112 to provide wavelength filtering. For example, while the received beams are not separated distinctly when incident on the first mirror 181, when they reach the second

diffraction grating 122, they are separated. The second diffraction grating 122 may include three unique sections, each designed for the specific wavelength incident thereon, i.e., having different etch depths to optimize efficiency for each wavelength.

[0066] Another embodiment of a triplexer 70 is illustrated in FIG. 8. Elements that are the same as those of FIG. 1 will have the same reference numerals, and a detailed description thereof may not be repeated. Additionally, the beam paths and functioning of the triplexer 70 are analogous to those of the triplexer 10, and a detailed description thereof may not be repeated. Here, the first diffractive grating 121 may be the same as that in FIG. 1, but a second diffractive grating 122' may not deflect the received beams as much as the second diffractive grating 122 of FIG. 1, i.e., light will not be normally incident on the detectors 150a, 150b. The smaller deflection increases the efficiency of the second diffractive grating 122'.

[0067] In detail, the second diffractive grating 122' may include three grating sections 122a', 122b', and 122c', for the three different wavelengths, e.g., 1310 nm, 1490 nm, and 1550 nm, respectively. In accordance with the present embodiment, the first grating 121 and the second grating section 122a' may have the same grating period, e.g., 1.7 μm, while the second grating sections 122b' and 122c' may have the same etch depth, e.g., 5 μm. Detailed examples of particular gratings are discussed in further detail with respect to FIG. 13 and 14 below.

[0068] In the triplexer 70, a layer of replication material 114 may be provided on the upper and lower surfaces of the substrate 112. The replication material may be any appropriate material. For example, a replication material may be a deformable but curable material, e.g., heat curable or light, e.g., ultraviolet (UV), curable. The curing process may be achieved in different manners, including for example through UV exposure, or anaerobic, chemical, or heat processes. Examples of replication

materials include UV curable polymers, UV curable monomers, thermoplastics, thermosets and composite materials, e.g., sol-gel or FROM 128. Suitable replication techniques include UV embossing, hot embossing, nano-imprinting, etc. The first and second diffractive gratings 121 and 122a may be formed in the replication material 114. Then, a highly reflective material, e.g., aluminum, may be provided on each of the diffractive gratings 121, 122a, to provide coatings 125, 126 to further increase the efficiency of the triplexer 70. Of course, replication material 114 and/or the coatings 125, 126 may only be used for one of the first and second diffractive gratings 121, 122'.

[0069] Another embodiment of a triplexer 90 is illustrated in FIG. 9. Elements that are the same as those of FIGS. 1 and 8 will have the same reference numerals, and a detailed description thereof may not be repeated. Additionally, the beam paths and functioning of the triplexer 70 are analogous to those of the triplexer 10, and a detailed description thereof may not be repeated. In the triplexer 90, the light source 300 is rotated by 90° as compared with its position in FIGS. 1 and 8 to thereby rotate the polarization of the light output therefrom. For implementation, the gap between the detectors and the laser 300 will be larger for the triplexer of FIG. 8 than for that of FIG. 1.

[0070] The effect of polarization on the efficiencies of the gratings is illustrated in FIGS. 10 to 13. In particular, FIGS. 10 to 12 illustrate the effect of polarization on the efficiencies of the triplexer on the different wavelengths using the same etch depth across all gratings, two etch depths, i.e., one etch depth for the grating 121 and a different etch depth for the grating 122. and four etch depths, i.e., one etch depth for the grating 121 and three different etch depths in the three corresponding sections for the grating 122, respectively. As can be seen therein, tailoring the etch depths for the

different gratings/sections increases the efficiency for all wavelengths and reduces the delta between efficiencies for the two orthogonal polarizations. While light output from the laser may be controlled to have a single polarization, light incident on the detectors will have both polarization components. Therefore, the gratings should be optimized for both total efficiency and delta between efficiencies for the 1490 and 1550 nm.

[0071] As shown in FIG. 13, when the polarization of the light source 300 is rotated, e.g., by physically rotating the laser as illustrated in FIG. 9, the efficiency of the 1310 nm light may be dramatically improved. Here, the grating 121 is an eight phase grating having a grating period of 1.7 and etch depth of 0.58 microns.

[0072] The effect of polarization on the efficiencies of the second grating 122 is illustrated in FIG. 14, in which different sections 122a', 122b', and 122c' of the second grating 122', which here is an eight phase grating having a grating period of 5 microns, have different etch depths. For example, the second grating section 122a' on which the 1310 light is incident may have an etch depth of 0.35 microns at a grating period of 1.7, i.e., may be the same as that for the grating 121 discussed with respect to FIG. 13. The second grating section 122b' on which the 1490 light is incident may have an etch depth of 0.44 microns, while the second grating 122c' on which the 1550 light is incident may have an etch depth of 0.465 microns. This design for the grating 122 may be used for the particular configuration illustrated in FIG. 8, in which the 1490 and 1550 nm light is output from the grating at an angle, while the 1310 light is incident normal to the grating 122'. If all beams have the same angle relative to the grating 122, as illustrated, e.g., in FIG. 1, all sections may have the same period, e.g., 1.7, for all three different total grating depths.

[0073] An optical package with a triplexer according to an example embodiment may include detectors and bonding pads directly on an optics block and two gratings on the optics block instead of conventional thin film filters. The structure of the detectors and bonding pads may reduce costs thereof and facilitate wiring. The use of gratings instead of thin film filters may substantially reduce costs while maintaining high isolation between wavelengths. While gratings may cause some insertion loss, these losses may be compensated as discussed above.

[0074] Exemplary embodiments have been disclosed herein, and although specific terms are employed, they are used and are to be interpreted in a generic and descriptive sense only and not for purpose of limitation. Accordingly, it will be understood by those of ordinary skill in the art that various changes in form and details may be made without departing from the spirit and scope of the present invention as set forth in the following claims.

What is claimed is:

1. A triplexer, comprising:

an optics block including a first port configured to receive a first light beam at a first wavelength and a second light beam at a second wavelength, and a second port configured to receive a third light beam at a third wavelength;

a bounce cavity between the first and second ports, the bounce cavity being formed by opposing reflective elements adjacent respective surfaces of the optics block;

a first grating opposite the first port, the first grating receiving all three light beams at substantially a same location thereon, the first grating configured to provide the first and second light beams to the bounce cavity and the third light beam to the first port; and

a second grating opposite the second port, the second grating receiving the first and second light beams at spatially separated portions thereon, the second grating configured to provide the first and second light beams adjacent the second port.

2. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising:

another optics block, another optics block including parallel first and second surfaces;

first and second detectors mounted on the another optics block, the first and second detectors mounted to receive the first and second light beams, respectively; and

bonding pads directly on the another optics block for the first and second detectors.

3. The triplexer as claimed in claim 2, wherein the first surface of the another optics block includes a first portion and a second portion, the first portion being substantially parallel to the second surface, and the second portion being angled at an acute angle with respect to the first portion.

4. The triplexer as claimed in claim 3, wherein the first and second detectors are on the first portion of the first surface, and the bonding pad extends on the first and second portions of the first surface.

5. The triplexer as claimed in claim 1, wherein the optics block includes a first optics block and a second optics block, the first and second optics blocks being stacked on each other.

6. The triplexer as claimed in claim 5, wherein the first and second detectors are directly on a first surface of the second optics block, the first surface of the second optics block facing away from the first optics block.

7. The triplexer as claimed in claim 6, wherein the first grating is between the first and second optics blocks, the second grating is on a first surface of the first optics block facing away from the second optics block, and the triplexer further comprising first and second lenses on the second optics block facing the first optics block between the second grating and the first and second detectors.

8. The triplexer as claimed in claim 6, wherein the second grating is on a second surface, parallel to the first surface, of the first optics block .

9. The triplexer as claimed in claim 6, further comprising first and second bonding pads directly on the first surface of the second optics block, the first and second bonding pads being adjacent to the first and second detectors.

10. The triplexer as claimed in claim 9, wherein the first surface of the second optics block includes a first portion and a second portion, the first portion being substantially parallel to the second surface of the second optics block, and the second portion being angled at an acute angle with respect to the first portion.

11. The triplexer as claimed in claim 10, wherein the first and second detectors are on the first portion of the first surface of the first optics block, and the first and second bonding pads extend on the first and second portions of the first surface of the second optics block.

12. The triplexer as claimed in claim 6, wherein the second optics block is a silicon optics block, and the first optics block is a silicon oxide optics block.

13. The triplexer as claimed in claim 6, wherein the second grating is on a first surface of the first optics block facing away from the second optics block, the second grating including first through third sections corresponding to the spatially separated portions, each of the first through third section having a different etch depths.

14. The triplexer as claimed in claim 1, wherein the second grating further receives the third light beam at a spatially separated portion from the first and second light beams, the second grating including first through third sections corresponding to the spatially separated portions, each of the first through third section having different etch depths.

15. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a highly reflective coating on at least one of the first and second gratings.

16. The triplexer as claimed in claim 1, wherein the optics block includes opposing parallel first and second surfaces, the first port, the first mirror, and the second grating being on the first surface, and the first grating, second mirror, and the second port being on the second surface.

17. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a replication material on at least one of the first and second surfaces, wherein a grating on a surface containing replication material is in the replication material.

18. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a collimating lens collimating the third light beam.

19. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a lens adjacent the first port, the lens focusing the third light beam outside the triplexer and collimating the first and second light beams.

20. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a half-wave plate adjacent the second port.

21. The triplexer as claimed in claim 1, wherein one of the opposing reflective elements is a selectively reflective element that transmits light at the third wavelength and reflects light at the first and second wavelengths.

22. The triplexer as claimed in claim 21, wherein the selectively reflective element is adjacent the second port.

23. The triplexer as claimed in claim 1, further comprising a third grating, adjacent the second port, the third grating configured to provide the third light beam to the bounce cavity.

24. A communication package, comprising:

an optical fiber; and

a triplexer connected to the optical fiber, the triplexer including:

an optics block having a first port configured to optically communicate with the optical fiber outputting first light beam at a first wavelength and a second light beam at a second wavelength, and a second port configured to receive a third light beam at a third wavelength from a light source;

a bounce cavity between the first and second ports, the bounce cavity being formed by opposing reflective elements adjacent the optics block;

first and second detectors configured to detect light at the first and second wavelengths, respectively, the first and second detectors being adjacent the second port;

a first grating opposite the first port, the first grating receiving all three light beams at substantially a same location thereon, the first grating configured to provide the first and second light beams to the bounce cavity and the third light beam to the optical fiber; and

a second grating opposite the second port, the second grating receiving the first and second light beams at spatially separated portions thereon.

25. The communication package as claimed in claim 24, wherein the optics block includes first and second optics blocks stacked on each other, the first and second detectors being directly on the second optics block.

26. The communication package as claimed in claim 24, wherein the light source is mounted on the optics block.

27. The communication package as claimed in claim 24, wherein an output face of the light source is mounted orthogonal to the second port.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A triplexer including an optics block including a first port configured to receive a first light beam at a first wavelength and a second light beam at a second wavelength, and a second port configured to receive a third light beam at a third wavelength, a bounce cavity between the first and second ports, the bounce cavity being formed by opposing reflective elements adjacent respective surfaces of the optics block, a first grating opposite the first port, the first grating receiving all three light beams at substantially a same location thereon, the first grating configured to provide the first and second light beams to the bounce cavity and the third light beam to the first port, and a second grating opposite the second port, the second grating receiving the first and second light beams at spatially separated portions thereon.

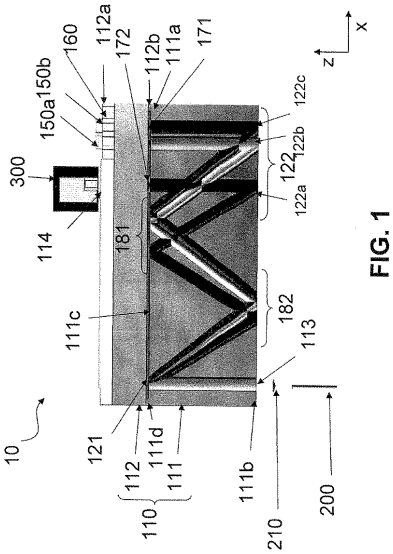


FIG. 1

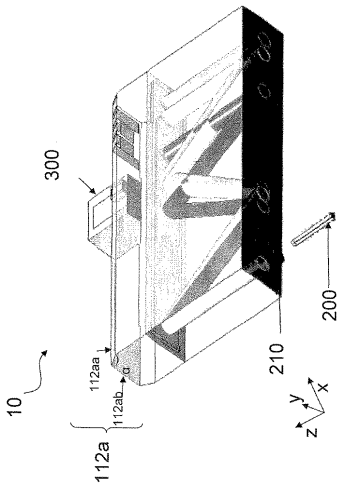


FIG. 2

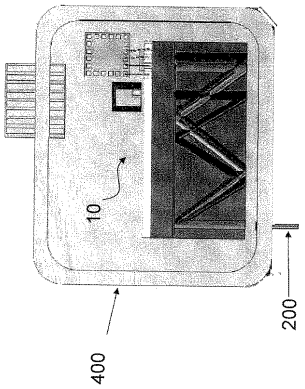


FIG. 3

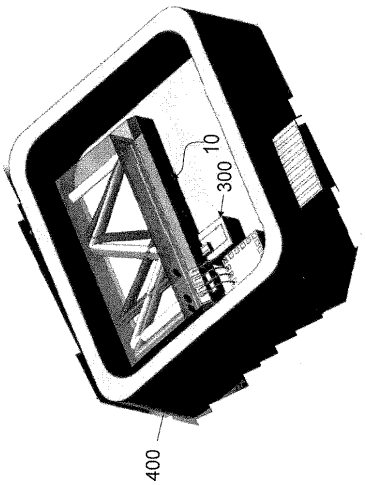


FIG. 4A

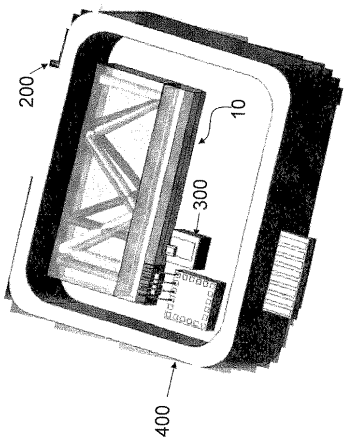


FIG. 4B

- 4 phase grating
- Tp = 1.7um – mfs 0.425um
- Al coating

4phase wavelength	inc angle	period	1st order	depth	index	ang	-2 order	-1 order	0 order
1.55	0	1.7	71.60%	0.56	1.44396	39.15596	NA	18.7%	4.9%
1.49	0	1.7	74.10%	0.56	1.4446	37.35286	NA	14.5%	6.6%
1.31	0	1.7	72.80%	0.56	1.44673	32.1841	NA	1.6%	19.6%
1.55	55.66	1.7	71.60%	0.56	1.44396	39.15596	18.4%	NA	6.3%
1.49	52.5	1.7	74.40%	0.56	1.4446	37.35286	13.4%	NA	8.2%
1.31	44.15	1.7	72.90%	0.56	1.44673	32.1841	18.0%	NA	4.1%
laser		53.07%	-2.75						
1490 det		55.13%	-2.59						
1550 det		51.27%	-2.90						

FIG. 5

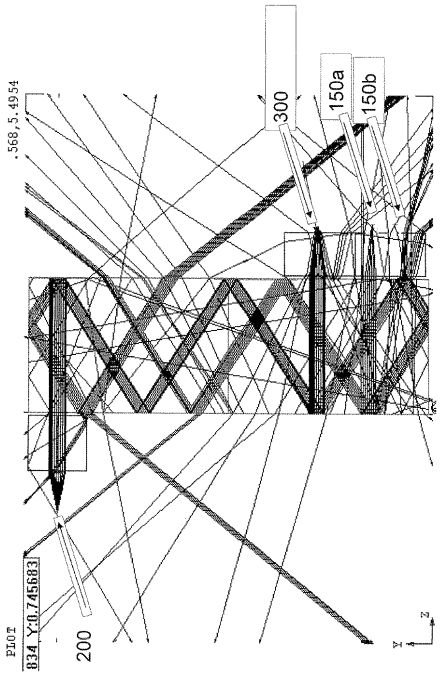


FIG. 6

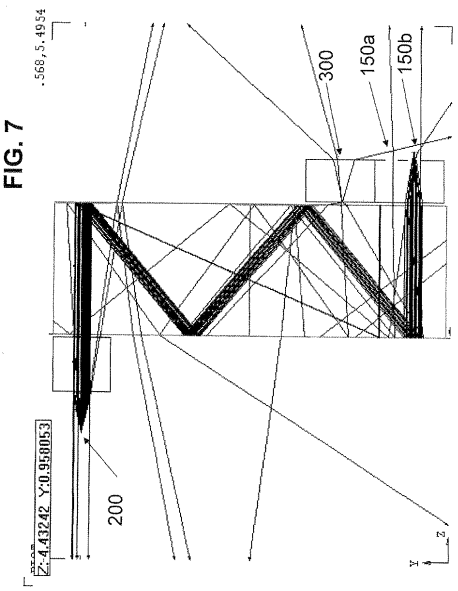
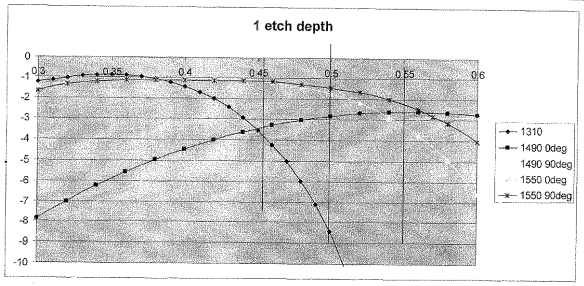


FIG. 7

Grating Eff. (Polarization effects)



- Laser diode
  - Fast axis : vertical
  - Slow axis : horizontal
    - Polarized in slow axis (horizontal)
- Same etch depth for all gratings

Insertion Loss (dB)- Single Depth

Depth (um)	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-3.8	-8.47	-17	-20.1
1490 - 0	-3.4	-2.85	-2.65	-2.6
1490 - 90	-1.2	-1.75	-2.9	-3.3
Delta	-2.2	-1.1	0.25	0.7
1550 - 0	-4	-3.3	-3	-2.95
1550 - 90	-1.2	-1.5	-2	-2.25
Delta	-2.8	-1.8	-1	-0.7

FIG. 10

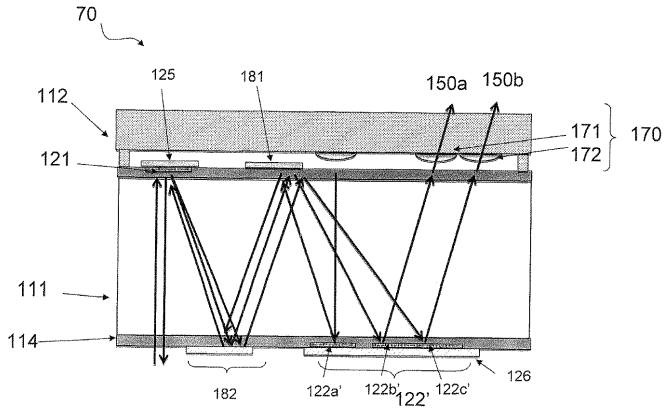
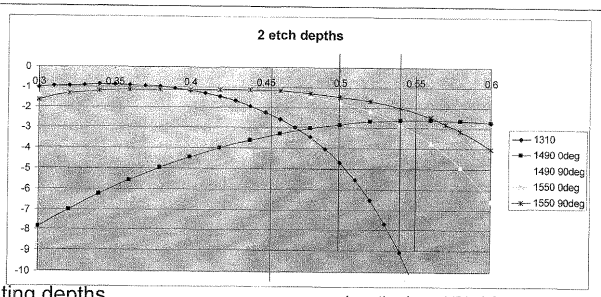


FIG. 8

Grating Eff. (Polarization effects)



- 2 grating depths
  - One grating depth tailored for grating section122a
  - Other grating depth tailored for grating sections 122b, 122c

Insertion Loss (dB)- 2 Depths

Depth (um	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-2.4	-4.7	-9	-10.6
1490 - 0	-3.4	-2.85	-2.65	-2.6
1490 - 90	-1.2	-1.75	-2.9	-3.3
Delta	-2.2	-1.1	0.25	0.7
1550 - 0	-4	-3.3	-3	-2.95
1550 - 90	-1.2	-1.5	-2	-2.25
Delta	-2.8	-1.8	-1	-0.7

FIG. 11

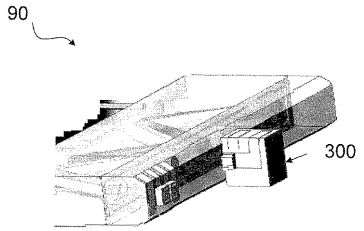
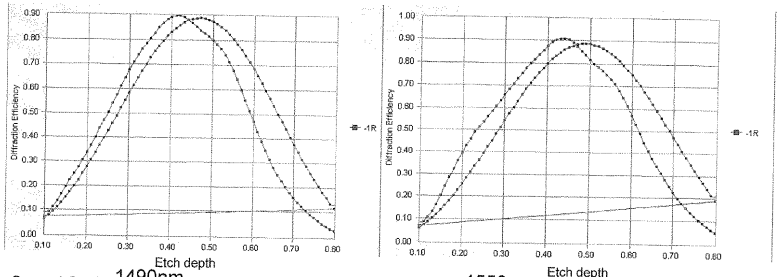


FIG. 9

Tp=5μm , 8phase

FIG. 14



Second Grating

Diffraction Eff – where both Polarizations are equal

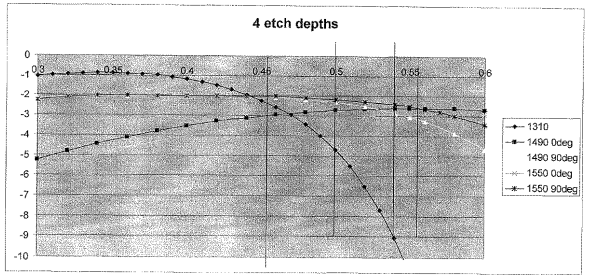
1490nm – 88% @ 0.44μm depth (1480 (88.2%,87.8%) – 1500 (87.8%,88.8%)) -122b'

1550nm – 88% @ 0.465μm depth (1540 (88.3%, 87.5%) – 1560 (87.9%, 89.2%) – 122c'

Note if system has PDL then can pick different depth to offset PDL

	1550	1555	1560	1480	1490	1500	1298	1310	1321
depth	0.48	0.48	0.48	0.43	0.43	0.43			
0deg	88.7%	88.6%	88.6%	87.5%	87.2%	86.9%			
90deg	85.5%	86.0%	86.4%	89.0%	89.4%	89.7%			

Grating Eff. (Polarization effects)



- 4 grating depths
  - 121 – all 3 wavelengths (in plot)
  - 122a – 1310 – 0.35um
  - 122b – 1490 – 0.54um
  - 122c -1550 -0.55 um

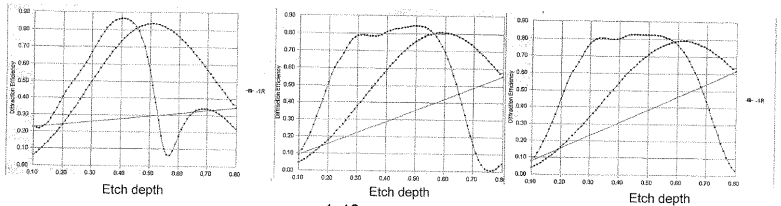
FIG. 12

Insertion Loss (dB)- 4 Depths

Depth (um	0.455	0.5	0.54	0.55
1310 - 90	-2.4	-4.7	-9	-10.6
1490 - 0	-3	-2.8	-2.6	-2.62
1490 - 90	-2.1	-2.3	-2.85	-3.06
Delta	-0.9	-0.5	0.25	0.44
1550 - 0	-3.5	-3.1	-2.95	-2.9
1550 - 90	-2	-2.2	-2.5	-2.54
Delta	-1.5	-0.9	-0.45	-0.36

Tp=1.7μm 8phase

FIG. 13



Common Grating 121 – must work for all wavelengths, skewed to detectors

Best case – rotate laser on side, then can use 0deg pol. Eff. for 1310

	1540	1550	1560	1480	1490	1500	1298	1310	1321
depth	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
0deg	78.8%	78.4%	77.9%	81.0%	80.7%	80.4%	78.5%	79.1%	79.6%
90deg	79.3%	79.5%	79.6%	74.3%	75.9%	77.1%	23.1%	9.1%	6.6%

Laser diodes polarized parallel to short axis (beam divergence)

(47) JP 2011-107705 A 2011.6.2