

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5343222号  
(P5343222)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月23日(2013.8.23)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>G02B 27/28</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 27/28		A
<b>G02B 6/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 6/00	3 1 6	
<b>G02F 1/09</b>	<b>(2006.01)</b>	G02F 1/09	5 0 5	

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-218768 (P2009-218768)	(73) 特許権者	508377532 株式会社エス・エム・エムプレシジョン 秋田県能代市扇田字扇淵4番地4
(22) 出願日	平成21年9月24日(2009.9.24)	(74) 代理人	100095223 弁理士 上田 章三
(65) 公開番号	特開2011-69875 (P2011-69875A)	(72) 発明者	飯田 潤二 東京都青梅市末広町1丁目6番1号 株式 会社エス・エム・エムプレシジョン内
(43) 公開日	平成23年4月7日(2011.4.7)	審査官	佐藤 宙子
審査請求日	平成23年11月24日(2011.11.24)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光依存型インライン光アイソレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ファラデー回転子を中央にしてその順方向入射側に偏光子が配置され、順方向出射側に検光子が配置されると共に、上記偏光子の順方向入射側に、偏光保持光ファイバーとコリメートレンズを組み合わせて成る第一光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズを偏光子側に向けて配置され、かつ、上記検光子の順方向出射側に、偏光保持光ファイバーとコリメートレンズを組み合わせて成る第二光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズを検光子側に向けて配置された構造を備える偏光依存型インライン光アイソレータにおいて、

上記偏光子を回折格子型偏光子で構成し、かつ、この回折格子型偏光子と上記第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズ間に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバーからの入射光が上記コリメートレンズを介して通過する孔を有する遮蔽板が配置されていると共に、透明なガラス基板とこの基板の片面に設けられた回折型偏光子とで上記回折格子型偏光子が構成され、この回折型偏光子をファラデー回転子側に向けて上記回折格子型偏光子が配置されており、更に、上記ファラデー回転子が、ガーネット膜と、ガーネット膜両面に接着剤を介しそれぞれ貼り合わされた一対のサファイア板から成る構造体により構成されていることを特徴とする偏光依存型インライン光アイソレータ。

【請求項2】

上記第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズが筒形状を有するコリメートレンズホルダに取り付けられ、かつ、このコリメートレンズホルダにおける回折格子型偏光子

10

20

側の開放端に上記遮蔽板が取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光依存型インライン光アイソレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信や加工用に使用される高出力レーザーの戻り光対策用に利用される偏光依存型インライン光アイソレータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

加工等に使用されているファイバーレーザー（希土類添加ファイバーを増幅媒体とするレーザー）等では、レーザー共振器外部の光学面や加工面で反射された光がファイバーレーザー等のレーザー素子に戻ってくるとレーザー発振が不安定になり、最悪、レーザー素子が破壊されてしまう場合がある。このような反射戻り光がファイバーレーザー等のレーザー素子に戻らないようにするため光アイソレータが使用される。

【0003】

特に近年、偏光保持光ファイバーを使用したファイバーレーザーが開発され、この場合には光アイソレータとして偏光依存型インライン光アイソレータが用いられる。

【0004】

この偏光依存型インライン光アイソレータは、図 1 に示すように、ファラデー回転子 a を中央にしてその順方向入射側に偏光子 b が配置され、順方向出射側に検光子 c が配置されると共に、上記偏光子 b の順方向入射側に、偏光保持光ファイバー d とコリメートレンズ e を組み合わせて成る第一光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズ e を偏光子 b 側に向けて配置され、かつ、上記検光子 c の順方向出射側に、偏光保持光ファイバー f とコリメートレンズ g を組み合わせて成る第二光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズ g を検光子 c 側に向けて配置される構造を有するものであった。

【0005】

ところで、上記偏光依存型インライン光アイソレータに用いられる偏光子として、従来、電界吸収型偏光子、あるいは、グラントムソンプリズムやグランテラープリズムに代表される反射型偏光子が用いられてきた。

【0006】

しかし、電界吸収型偏光子を用いた場合、戻り光のパワーが大きいと上記偏光子により吸収された光が熱に変換され、偏光子自身が破壊されてしまう問題があった。他方、上記反射型偏光子を用いた場合、プリズム自体が大きく、光アイソレータをコンパクトにできないという問題、コストが高い問題等が存在した。

【0007】

これ等の問題点を改善する方法としては、特開平 2 - 176621 号公報や特開平 5 - 181088 号公報に記載されている「回折格子型偏光子」を用いる偏光依存型インライン光アイソレータが考えられる。

【0008】

尚、偏光子に楔形複屈折結晶板を用いた偏光無依存型光アイソレータ（特開 2007 - 256616 号公報参照）を適用する方法も考えられるが、楔形複屈折結晶板によりビームがシフトすること、偏波モード分散（PMD）が生じないように楔形複屈折結晶板の結晶軸と入射光の偏光を合わせる必要があることから調整が難しいという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開平 2 - 176621 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 181088 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 256616 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

ところで、上記「回折格子型偏光子」を用いる偏光依存型インライン光アイソレータに変更した場合、上述した電界吸収型偏光子や反射型偏光子等を用いた偏光依存型インライン光アイソレータの問題については解消される反面、上記「回折格子型偏光子」により回折された戻り光は、そのまま順方向入射側のコリメートレンズ e に入ってしまうため、コリメートレンズ e により集光された光は、上記偏光保持光ファイバー d のコアに戻らないものの偏光保持光ファイバー d の周辺に戻るようになる。

## 【0011】

そして、この戻り光が 0.5 W を超えるような出力の場合、上記偏光保持光ファイバー d を破損させてしまう等の新たな問題を生ずることが考えられる。

10

## 【0012】

本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、上記「回折格子型偏光子」を用いる偏光依存型インライン光アイソレータを前提とし、0.5 W を超えるような強い戻り光が存在しても、順方向入射側のコリメートレンズに入射されることのない小型で安価な偏光依存型インライン光アイソレータを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

すなわち、請求項 1 に係る発明は、

ファラデー回転子を中央にしてその順方向入射側に偏光子が配置され、順方向出射側に検光子が配置されると共に、上記偏光子の順方向入射側に、偏光保持光ファイバーとコリメートレンズを組み合わせて成る第一光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズを偏光子側に向けて配置され、かつ、上記検光子の順方向出射側に、偏光保持光ファイバーとコリメートレンズを組み合わせて成る第二光ファイバーコリメータが、そのコリメートレンズを検光子側に向けて配置された構造を備える偏光依存型インライン光アイソレータにおいて、

20

上記偏光子を回折格子型偏光子で構成し、かつ、この回折格子型偏光子と上記第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズ間に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバーからの入射光が上記コリメートレンズを介して通過する孔を有する遮蔽板が配置されていると共に、透明なガラス基板とこの基板の片面に設けられた回折型偏光子とで上記回折格子型偏光子が構成され、この回折型偏光子をファラデー回転子側に向けて上記回折格子型偏光子が配置されており、更に、上記ファラデー回転子が、ガーネット膜と、ガーネット膜両面に接着剤を介しそれぞれ貼り合わされた一对のサファイア板から成る構造体により構成されていることを特徴とするものである。

30

## 【0014】

また、請求項 2 に係る発明は、

請求項 1 に記載の発明に係る偏光依存型インライン光アイソレータにおいて、

上記第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズが筒形状を有するコリメートレンズホルダに取り付けられ、かつ、このコリメートレンズホルダにおける回折格子型偏光子側の開放端に上記遮蔽板が取り付けられていることを特徴とするものである。

40

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明に係る偏光依存型インライン光アイソレータによれば、透明なガラス基板とこの基板の片面に設けられた回折型偏光子とで構成されかつこの回折型偏光子をファラデー回転子側に向けて配置された回折格子型偏光子と第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズ間に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバーからの入射光がコリメートレンズを介して通過する孔を有する遮蔽板が配置されていることから、上記回折格子型偏光子により回折される戻り光が存在しても、この戻り光は、上記遮蔽板により遮蔽されてコリメートレンズに入射されることはない。

## 【0016】

50

従って、例えば 0.5 W を超える戻り光が存在する場合においても、順方向入射側の偏光保持光ファイバー等を破壊させることのない偏光依存型インライン光アイソレータを提供することができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】従来の偏光依存型インライン光アイソレータの構成説明図。

【図2】本発明に係る偏光依存型インライン光アイソレータの構成説明図。

【図3】本発明の実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータの構成説明図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図2を用いて詳細に説明する。

【0019】

ファラデー回転子11を中央にして上述した回折格子型偏光子8と検光子10を具備するインライン光アイソレータの両端には、図2に示すように偏光保持光ファイバー1および2が使用され、各偏光保持光ファイバー1、2は、非球面レンズ等のコリメートレンズ3および4と組み合わせられて各偏光保持光ファイバー1、2から出射された光を平行光にしている。尚、偏光保持光ファイバーとコリメートレンズを組み合わせた光デバイスを光ファイバーコリメータと称している。

【0020】

また、本明細書では、インライン光アイソレータの順方向入射側に位置する光ファイバーコリメータ、すなわち、偏光保持光ファイバー1とコリメートレンズ3を組み合わせた光デバイスを第一光ファイバーコリメータと定義し、インライン光アイソレータの順方向出射側に位置する光ファイバーコリメータ、すなわち、偏光保持光ファイバー2とコリメートレンズ4を組み合わせた光デバイスを第二光ファイバーコリメータと定義している。

【0021】

更に、このインライン光アイソレータにおいては、上記回折格子型偏光子8と第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズ3間に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1から出射される光(すなわち入射光)が上記コリメートレンズ3を介して通過する孔100を有する遮蔽板7が配置されている。

【0022】

まず、この実施の形態に係る「偏光依存型インライン光アイソレータ」における順方向の光について説明をする。

【0023】

図2に示すように、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1から出射された光は偏光が定まった光であり、この光はコリメートレンズ3を通り平行光になり、平行光が通り抜けられるように設けられた孔100を有する遮蔽板7を通過して上記回折格子型偏光子8に入射される。尚、上記遮蔽板7としては、金属板やセラミックス板等に代表される不透光性のもの、および、透光性であっても光拡散性を有するガラス板等が使用可能である。そして、回折格子型偏光子8に入射された上記偏光は、この回折格子型偏光子8の透過偏光軸方向と平行になるように調整されており、上記偏光は、損失を受けることなく透過する。

【0024】

そして、上記回折格子型偏光子8を透過した光は、ファラデー回転子11により偏光方向が45°回転され、かつ、45°回転した上記偏光は、偏光透過軸がこの45°回転した偏光と平行になるように調整された検光子10を通過すると共に、上記コリメートレンズ3と対向して配置された第二光ファイバーコリメータのコリメートレンズ4に入射し、かつ、第二光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー2に結合されて光は伝わっていく。尚、検光子10については、偏光子8として適用されている上述の回折格子型偏光子を使用することができる。

【0025】

10

20

30

40

50

次に、実施の形態に係る「偏光依存型インライン光アイソレータ」における逆方向の光（戻り光）について説明する。

【0026】

まず、第二光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー2から出射された光（戻り光）は、上述した光路と逆をたどり、第二光ファイバーコリメータのコリメートレンズ4、検光子10を通過し、ファラデー回転子11を通る。ここで、偏光は順方向と同じ方向に45°回転し、回折格子型偏光子8に入射するが、この際、偏光は、回折格子型偏光子8の偏光透過軸と90°異なるため透過せず、回折されることになる。

【0027】

そして、回折格子型偏光子8により回折された光は、上述した遮蔽板7が金属板やセラミックス板のような不透光性材料で構成される場合、遮蔽板7に設けられた孔100を通過することができずに遮蔽板7で反射され、光アイソレータ全体に熱として広がる結果、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1およびその周辺に集中的に戻ることは無い。また、上述した遮蔽板7が拡散性ガラスで構成される場合、回折格子型偏光子8により回折された光は、遮蔽板7に設けられた孔100を通過することができず、遮蔽板7で拡散されて第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1周辺に戻ってくるが、遮蔽板7の拡散作用によりそのエネルギー密度は大幅に減じられる結果、偏光保持光ファイバー1周辺全体に熱となって広がることから有効である。尚、上記拡散性ガラスとしては、ガラス内に乳白色の光拡散物質を分散させたオパール型拡散板や、表面を磨りガラス状にしたフロスト型拡散板等が利用できる。

【0028】

ところで、回折格子型偏光子8で回折される偏光は、回折されない偏光に対して5°以上の分離を実現することは容易であるが、少しでも分離角を大きくするため、上記回折格子型偏光子8の偏光子面をファラデー回転子11側へ向かせて配置することを要する。例えば、図2に示すように透明なガラス基板9とこの基板9の片面に設けられた回折型偏光子80とで上記回折格子型偏光子8が構成される場合、回折型偏光子80で回折された光は基板ガラス9を通るが、基板ガラス9から空気面に出て行く際にスネルの法則により屈折されて分離角が大きくなるからである。

【0029】

また、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1側に戻り光を少しでも戻させないために回折格子型偏光子8と遮蔽板7の距離を広げることも重要である。

【0030】

そして、回折格子型偏光子8と遮蔽板7の距離を広げる方法としては、コリメートレンズ3を保持する金属製で筒形状のコリメートレンズホルダ5の開放端に上記遮蔽板7を取り付ける構造を採ることが望ましい。この理由は以下の通りである。

【0031】

すなわち、本発明の偏光依存型インライン光アイソレータを製造する場合、入力損失を最適にするために二つのファイバーコリメータ（すなわち、第一光ファイバーコリメータと第二光ファイバーコリメータ）の位置を調整する必要があるが、コリメートレンズ3を保持する金属製で筒形状のコリメートレンズホルダ5の開放端に遮蔽板7を取り付ける上述の構造を採用することで、二つのファイバーコリメータの位置調整を行っても、遮蔽板7と、第一ファイバーコリメータ（偏光保持光ファイバー1、コリメートレンズ3、コリメートレンズホルダ5で構成される第一光ファイバーコリメータ）との位置関係は常に変わらないため、第一ファイバーコリメータから出射した光が上記遮蔽板7により遮られる心配がないからである。

【0032】

ここで、図2中、符号6は第二光ファイバーコリメータのコリメートレンズホルダ、符号12は円筒磁石をそれぞれ示している。

【0033】

そして、上記遮蔽板を組み込む構造を採ることにより、例えば0.5Wを超えるような強

10

20

30

40

50

い戻り光が存在する場合でも、順方向入射側の偏光保持光ファイバー等が破損されることの無い安定した偏光依存型インライン光アイソレータを実現することができる。

【0034】

以下、本発明の実施例について具体的に説明する。

【実施例】

【0035】

まず、実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータを図3に示す。

【0036】

尚、図2に示した偏光依存型インライン光アイソレータと同一の構成部品については、図2と同一の符号を用いて示している。

【0037】

すなわち、この実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータは、ファラデー回転子11を中央にしてその順方向入射側に回折格子型偏光子8が配置され、順方向出射側に検光子10が配置されると共に、上記回折格子型偏光子8の順方向入射側に、偏光保持光ファイバー1とコリメートレンズ3を組み合わせて成る第一光ファイバーコリメータがそのコリメートレンズ3を回折格子型偏光子8側に向けて配置され、かつ、上記検光子10の順方向出射側に、偏光保持光ファイバー2とコリメートレンズ4を組み合わせて成る第二光ファイバーコリメータがそのコリメートレンズ4を検光子10側に向けて配置された構造を備え、かつ、上記回折格子型偏光子8と第一光ファイバーコリメータのコリメートレンズ3間に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1からの入射光が上記コリメートレンズ3を介して通過する孔100を有する遮蔽板7が配置されている。

【0038】

そして、実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータは、以下のようにして製造されている。

【0039】

まず、対接着剤用の無反射コートを両面に施した1064nmで45°偏光面が回転するBi置換型ガーネット膜13を用い、かつ、一方が対接着剤用として機能し、他方が対空気用として機能する無反射コートを施したサファイア板14、14を、上記ガーネット膜13とサファイア板14、14の対接着剤用の無反射コート同士が接着面に向くようにエポキシ接着剤で貼り合わせた「サファイア板14/ガーネット膜13/サファイア板14」の構造体を上記ファラデー回転子11として適用し、このファラデー回転子11の両側に上記回折格子型偏光子8と検光子10を上述した位置関係で配列し、図3に示す放熱用銅ホルダ15に上記回折格子型偏光子8とファラデー回転子11と検光子10を固定することなくまず配置した。尚、上記回折格子型偏光子8と検光子10は、透明なガラス基板9とこの基板9の片面に設けられた回折型偏光子80とでそれぞれ構成されており（回折型偏光子は回折型検光子としても機能する）、例えば、特開2002-182029号公報や特開2003-29034号公報に記載された回折型偏光子を使用することができる。

【0040】

次に、第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー1とコリメートレンズ3は筒形状のコリメートレンズホルダ5にそれぞれ取り付け、コリメートレンズホルダ5における回折格子型偏光子8側の開放端に、上述した孔100を有する不透光性アルミ製の遮蔽板7を、第一光ファイバーコリメータから出力される順方向の光が上記孔100を通過できるように配置し、かつ、YAGレーザーで溶接、固定した。

【0041】

次に、放熱用銅ホルダ15に固定することなく配置された回折格子型偏光子8とファラデー回転子11と検光子（ガラス基板9と回折型偏光子80とで構成されている）10について、入力損失が最小でかつアイソレーションが最大になるようにそれぞれの位置関係を調整した後、上記放熱用銅ホルダ15に接着剤を用いて貼り合わせた。

【0042】

10

20

30

40

50

次に、上記放熱用銅ホルダ 15 に取り付けられたステンレスパイプ 16 に、第一光ファイバーコリメータを、第一光ファイバーコリメータの偏光保持ファイバー 1 の偏光軸と回折型偏光子 8 が合致するように接着させ、かつ、第一光ファイバーコリメータが対向する第二光ファイバーコリメータに結合し、第二光ファイバーコリメータからの出射光の偏光消光比が最大になるように調整した後、ステンレスパイプ 16 を介して第二光ファイバーコリメータを放熱用銅ホルダ 15 に固定して実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータを製造した。

【0043】

このようにして製造された実施例に係る偏光依存型インライン光アイソレータの逆方向に、1Wの1064nmの光を1時間連続して入れて第一光ファイバーコリメータの偏光保持光ファイバー 1 周辺に異常が起こるかを観察したところ、アイソレーション値にも劣化は確認されず、かつ、その後において偏光依存型インライン光アイソレータを分解して偏光保持光ファイバー 1 周辺を観察したが異常は見られなかった。

10

【産業上の利用可能性】

【0044】

本発明に係る偏光依存型インライン光アイソレータによれば、例えば0.5Wを超える戻り光が存在する場合においても順方向入射側の偏光保持光ファイバー等が破壊されないため、高出力レーザー用の偏光依存型インライン光アイソレータとして用いられる産業上の利用可能性を有している。

【符号の説明】

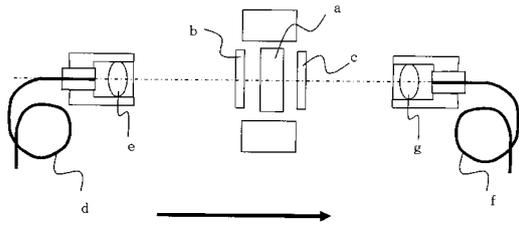
20

【0045】

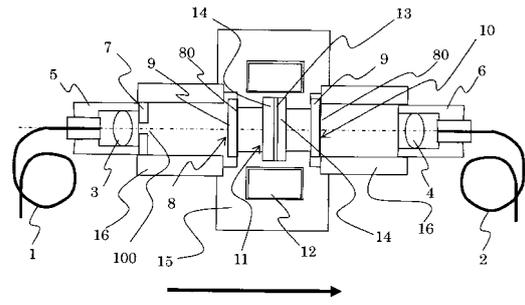
- 1 偏光保持光ファイバー
- 2 偏光保持光ファイバー
- 3 コリメートレンズ
- 4 コリメートレンズ
- 5 コリメートレンズホルダ
- 6 コリメートレンズホルダ
- 7 遮蔽板
- 8 回折格子型偏光子
- 9 ガラス基板
- 10 検光子
- 11 ファラデー回転子
- 12 円筒磁石
- 13 Bi置換型ガーネット膜
- 14 サファイア板
- 15 銅ホルダ
- 16 ステンレスパイプ
- 80 回折型偏光子
- 100 孔

30

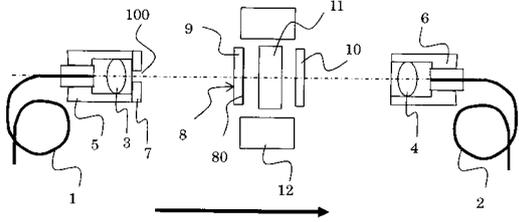
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-357785(JP,A)  
特開2007-058147(JP,A)  
実開昭63-080525(JP,U)  
特開平09-145929(JP,A)  
特開2007-214154(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/28  
G02B 6/00  
G02F 1/09