

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4330445号  
(P4330445)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int.Cl.

G01C 19/72 (2006.01)

F 1

G01C 19/72

M

G01C 19/72

F

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-544418 (P2003-544418)  
 (86) (22) 出願日 平成14年11月12日 (2002.11.12)  
 (65) 公表番号 特表2005-509849 (P2005-509849A)  
 (43) 公表日 平成17年4月14日 (2005.4.14)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/036166  
 (87) 國際公開番号 WO2003/042633  
 (87) 國際公開日 平成15年5月22日 (2003.5.22)  
 審査請求日 平成17年10月31日 (2005.10.31)  
 (31) 優先権主張番号 09/993,995  
 (32) 優先日 平成13年11月14日 (2001.11.14)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500575824  
 ハネウェル・インターナショナル・インコ  
 ーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ニュージャージー州O 7 9  
 6 2 - 2 2 4 5, モーリスタウン, コロン  
 ピア・ロード 1 0 1, ピー・オー・ボッ  
 クス 2 2 4 5  
 (74) 代理人 100089705  
 弁理士 社本 一夫  
 (74) 代理人 100076691  
 弁理士 増井 忠式  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100080137  
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】干渉式光ファイバジャイロスコープスコープ (I F O G) 用放射不感応ファイバ光源

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

## 光発生器と、

前記光発生器から光を受けそして前記光を再発光し、パワーの少なくとも 8 5 % が 1 5 1 5 n m から 1 5 4 5 n m までの平均波長範囲にあり、且つ光出力が前記 1 5 1 5 n m から 1 5 4 5 n m までの平均波長範囲のある平均波長に実質的に集中するように成形された前記光出力を発生する、ある長さの光ファイバ材料と、  
 を含む、光ファイバジャイロスコープ。

## 【請求項 2】

前記ある長さの光ファイバ材料は、少なくとも 9 9 % のパワーが約 1 5 3 2 n m の平均波長に実質的に集中するように構成されている、請求項 1 に記載の光ファイバジャイロスコープ。

10

## 【請求項 3】

干渉式光ジャイロスコープが設けられ、前記ある長さの光ファイバ材料の光出力は上記干渉式光ジャイロスコープに導かれる、請求項 1 に記載の光ファイバジャイロスコープ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は兵器レベル放射に対して実質的に感応しない光を発生するように構成され、特に、干渉式光ファイバジャイロスコープ (I F O G) 用の光源として有効なファイバ光源

20

に関する。

【背景技術】

【0002】

干渉式光ファイバジャイロスコープ(IFOG)は光源を利用して干渉式光ファイバジャイロスコープが設置された移動体の回転状態を表す信号を発生するジャイロスコープである。

【0003】

本発明より以前では、干渉式光ファイバジャイロスコープの光源は極力スペクトル幅が広いパワー出力を発生するものがよいとするのが従来の技術的常識であった。このため、干渉式光ファイバジャイロスコープ用光源では約1540nmから1570nmの範囲にある平均波長のあたりにパワー出力が集まるだけでなく、それより短い波長のあたりにもかなりの大きさのパワー出力が集まる傾向をもつ。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、本出願人が見出したところによれば、干渉式光ファイバジャイロスコープ(IFOG)において、1540nmから1570nmの範囲にある平均波長のあたりにパワー出力が集まる光源を用いると、ガンマ線やニュートロン等の放射線の脅威に曝された際にパワー出力が著しく減衰する虞がある。このような減衰はジャイロスコープの平均の動作波長や検出光のレベルに大きな影響を及ぼす。したがって、干渉式光ファイバジャイロスコープが爆発または他の事件の発生により兵器レベルのガンマまたはニュートロン放射に曝されると、ジャイロスコープのスケール因子やランダム雑音性能に重要な影響を及ぼす可能性がある。

20

【0005】

本発明によれば、干渉式光ファイバジャイロスコープに関する従来の技術的常識を翻し、本出願人自身の知見に従って、干渉式光ファイバジャイロスコープが所望の機能を達成できる平均波長には範囲があり、かつ好ましい平均波長があり、これにより光源がガンマやニュートロン放射による兵器レベル放射線の脅威に対して実質的に影響を受けないようにすることができる。「実質的に影響を受けない」という意味は、光源のパワー出力の実質的量が平均波長のあたりに集中し、兵器レベル放射線に曝されたときに所定量以上のドリフトを発生しないことである。平均波長のあたりに集まるパワー出力量や、兵器レベルの放射線に対して許容でき、「実質的に影響を受けない」といえるドリフト量は光源が設置されるクラフト(移動体)に依存してある程度異なる。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、兵器レベル放射線の脅威に曝されたときにが実質的に影響を受けない平均波長をもつ光を発生するように構成した、新規で有用なファイバ光源を提供する。

【0007】

本発明の好ましい実施形態によれば、ファイバ光源は、約1520nmから1540nmの範囲にある平均波長、好ましくは実質的に約1532nmの平均波長のあたりに集まる光出力を発生する。

40

【0008】

さらに、本発明に基づいて、光源は2つの基準のいずれかで測定したときに、兵器レベルの放射線に対して実質的に感應しないように構成される。一方の基準により、光源は、50%より多い、好ましくは少なくとも85%、最適にはパワーの少なくとも99%が1515nmから1545nmまでの平均波長範囲内にあり、この平均波長範囲内の平均波長(好ましくは1532nm)のあたりに実質的に集中するように成形された光出力を生成するように構成される。別の基準により、兵器レベルの放射線に曝されたときに発生する光源出力の平均波長ドリフトが500ppm(parts per million)より少ない、好ましくは150ppmより少ない、最適には15ppmより少なくなるよう、光源は構成さ

50

れる。

#### 【0009】

本発明に従うファイバ光源は、光発生器（例えばポンプレーザ）と、この光発生器からの光を受光し、所望の平均波長範囲の光を再発生する材料（好ましくは或る長さの光ファイバ材料）を有する。光ファイバ材料の長さはファイバ材の特性に依存するが、好ましいファイバ材料（すなわち、エルビウムトーフファイバ（EDF）の場合、ファイバ長は所定の平均波長範囲の光を再発生するよう設計される。

#### 【0010】

好ましい実施形態によれば、干渉式光ファイバジャイロスコープは、980 nmポンプレーザと、ポンプレーザからの光を受光し、兵器レベルの放射線の脅威に対して実質的に感應しない平均波長をもつ光を再発生する或る長さのエルビウムトーフファイバ（EDF）を有する。EDFはポンプレーザからの980 nmの光を受光し、干渉式光ファイバジャイロスコープに有効な、長い平均波長の光を再発光する。すなわち、或る長さのEDFにより再発光の光の平均波長は最適化され、そのパワー出力は1515 nmから1545 nmまでの範囲になり、この範囲内にある平均波長のあたりに大部分のパワーが集中する。好ましくは、パワー出力は約1532 nmの平均波長のあたりに集中する。980 nmポンプレーザを使用する好ましい実施形態によれば、EDFの長さは、上記平均波長範囲の光を再発生するのに、約5メートルから15メートルになる。EDFの長さは使用するEDFの特性に基づいて決められる。さらに、兵器レベルの放射線に曝されたときには、事実上、減衰のない（すなわち、少なくとも99%の出力パワーが約1532 nmの平均波長のあたりに集中し、平均波長のドリフトが15 ppmより少ない）再発光の光を得るのに、再発光の光を（例えば、バンドフィルタグレーティング（BFG）により）フィルタリングすることが好ましい。

#### 【0011】

本発明の他の特徴は以下の詳細な説明と添付図面から明らかになる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

上述したように、本発明は兵器レベルの放射線の脅威に曝される虞のある干渉式光ファイバジャイロスコープ（IFOG）にとって特に有効である。以下、本発明の原理を干渉式光ファイバジャイロスコープに関連して説明するが、当業者には明らかのように、本発明の原理は、兵器レベルの放射線の脅威に曝されたときに実質的に影響を受けない光源を提供するのに広く適用できる。

#### 【0013】

先ず、光ファイバジャイロスコープ、特に干渉式光ファイバジャイロスコープについて背景を簡単に説明する。光ファイバジャイロスコープはジャイロスコープが設置される対象（例えば、ビーグル）の回転を検出するのに有効である。この種のジャイロスコープは小型化でき、機械的衝撃や温度変化、その他の環境の極限に耐え得るように構成できる。光ファイバジャイロスコープは、可動部品がないことから保守は実質的に不要である。本発明は、光ファイバジャイロスコープをさらに強化する機能として、兵器レベルの放射線の脅威に対して実質的に影響を受けないファイバ光源を提供する。

#### 【0014】

光ファイバジャイロスコープは、回転が検出されるべき軸であり且つコアに巻いた光ファイバコイルを用いる。代表的に長さが100メートルから5000メートル程度ある光ファイバコイルは閉光路の一部となり、この閉光路内に電磁波または光波が導かれ、一対の波に分けられて光ファイバコイルのところを反対方向に進み、最終的に光検出器に衝突する。この種の光学装置はサニヤック型干渉計と呼ばれる。コアまたは光ファイバコイルの検出軸が回転すると、この種の光波の1つについて、その有効光路長が第1の回転方向では長くなり、反対の回転方向では短くなる。他方向の回転に対し逆の結果になる。光波間に生じる光路長の差からいすれかの回転方向について光波間に位相シフト、すなわち、よく知られたサニヤック効果が発生する。この種のジャイロスコープは干渉式光ファイバ

10

20

30

40

50

ジャイロスコープ（IFOG）と呼ばれる。光ファイバコイルの使用が好ましい理由を述べると、回転に起因する位相差のシフト量、したがって出力信号は光ファイバコイルのところを反対方向に進む両電磁波によって横切られるコイルを通る全光路長に依存することから、大きな位相差は長い光ファイバにより得られるが、光ファイバがコイルとして巻かれているので比較的小さな体積でも良い。

#### 【0015】

この種のシステムの光学部分の具体例を図1に示す。光ファイバコイル101は回転を検知すべき軸のあたりにシングルモード光ファイバを巻いたもので、コアまたはスプールのあたりにコイル100として形成される。シングルモード光ファイバを使用することで電磁波または光波の経路が一意に定まるとともに、導波の位相面が一意に定まる。これにより、相反性を保持するのが容易になる。

10

#### 【0016】

さらに、光ファイバ101としてファイバに重要な複屈折率をもたせた、所謂偏光保持ファイバ（PMファイバ）を使用することで、反対方向に伝搬する両光波間の位相差のシフトが不可避的な機械歪み等または他のソースから導かれる偏光変動を小さく抑えることができる。したがって、システムの他の光学部品に合わせて、高屈折率軸である低伝播速度軸、あるいは低屈折率軸を選んで、電磁波を伝播させてよい。

#### 【0017】

コイル100を通り反対方向に伝搬する電磁波は図1のファイバ光源102から供給される。ファイバ光源102は、本発明の原理に基づいて構成され、近赤外域のスペクトルをもつ電磁波を発生し、その詳細について以下説明する。ファイバ光源102が発生する光は、レイリー散乱及びフレネル散乱により、コイル100の散乱サイトで光波間の位相シフト差の誤差を低減するのに、発光のために低コヒーレンス長であることが必要である。また、コイル100の非線形カーブ効果により、2つの反対方向に伝搬する電磁波の強度の違いから両波間で異なる位相シフトを生じる。この状況は、適切な統計的特性を有する光を発する光源102のために短コヒーレンス長の光源を使用することにより克服される。

20

#### 【0018】

図1において、ファイバ光源102と光ファイバコイル100間に、光路構成は、コイル100を構成する光ファイバ101の両端からの延長部であり、各光学的結合素子により全光路を複数の光路部分に分ける。光ファイバ104は、ファイバ光源102の最適な光発生位置から出力される光を第1の光方向性結合器106に伝送する。

30

#### 【0019】

光方向性結合器106には、図1において結合器の各端に示され、各端に2つの、4ポート間に拡張する光透過媒体が設けられる。ポートの1つは、それに位置付けられた光源102から拡張する光ファイバ104を有する。光方向性結合器106の検出端の他のポートには、そこに位置付けられた別の光ファイバ108が結合し、この光ファイバ108が、光検出装置112に電気的に接続されたフォトダイオード110に対して位置付けられて延長する。

#### 【0020】

40

フォトダイオード110は、そこに対向して位置付けられた光ファイバ108の部分から衝突する電磁波または光波を検知し、信号成分選択手段114に応答して光電流を与える。この光電流は、上述したように、コヒーレントに近い2つの光波が衝突する場合、コサイン関数に従い、対の実質的にコヒーレントな光波間の位相差のコサインに依存する光電流出力を与える。この光起電力デバイスは非常に低インピーダンスで動作し、衝突する放射の線形関数である光電流を与える、そして代表的にはPIN型フォトダイオードで良い。

#### 【0021】

光方向性結合器106は、その他端にある1つのポートに別の光ファイバ116を有する。光ファイバは光集積チップ（IOC）122へ延びる。結合器106の同一側の他方

50

のポートには、別の光ファイバ 121 に関係する無反射終端配列 120 がある。

【0022】

光方向性結合器 106 は、ファイバ光源 102 から光が任意の 1 つのポートで受光されると、その光のほぼ半分が入力ポートを有する端部と反対側にある端部の結合器 106 の各 2 ポートに見られるような光を伝送する。一方、入射する光ポートである結合器 106 の同じ端部にあるポートに対し光源 102 からは伝送されない。

【0023】

光集積チップ 122 は、任意の適当な材料で形成され、代表的には偏光子 118、Y ジャンクション 123 及び IOC122 を通る光を変調する 1 以上の位相変調器 128 を含む。Y ジャンクション 123 は、第 1 の方向に進む光を 2 つの別の光路に分波し、反対方向に進む光を單一路に再合成する。

10

【0024】

偏光子 118 を使用する理由は、シングル空間モードファイバであっても光がファイバを通って 2 つの偏光モードで伝播できるからである。したがって、1 つの偏光で伝播する光を通す目的で偏光子 118 を設け、同一偏光をもつ時計回り (CW) 波と反時計回り (CCW) 波を検出ループに導き、CW と CCW 用の同一偏光に係る検出ループからの光のみを検出部で干渉させる。しかしながら、偏光子 118 は阻止しようとする 1 つの偏光状態にある光を完全には阻止しない。このため、反対方向に伝搬する 2 つの電磁波間に小さな非相反性を生じ、両波間に小さい非相反性位相シフト差が発生し、これが偏光子の設置環境条件により変化する。この点について、再び使用される光ファイバにおける高複屈折性は、上述したように、この生じた位相差を減少する助けるとなる。

20

【0025】

IOC122 の他端にあるポートを考慮すると、1 つはコイル 100 の光ファイバ 101 の一端から延びる光路部分における別の光学部品に結合される。IOC122 の他のポートは光ファイバ 101 の残りの端に結合される。コイル 100 と偏光子 118 間に光位相変調器 128 を設けてよい。図 1 には 1 つの位相変調器 128 のみを示してあるが、偏光子 118 とコイル 100 間に追加の位相変調器が挿入されてもよい。光変調器 128 は電気信号を受けて伝播媒体の屈折率を変化させることにより、そこを通り伝播する電磁波に位相差を生じ、これにより光路長を変更する。変調器 128 に電気信号を供給するバイアス変調信号発生器 130 は変調周波数  $f_g$  の正弦波電圧出力信号を発生し、この正弦波電圧信号は典型的には、変調周波数  $f_g$  と等価な角周波数を  $\omega_g$  で表すと、 $C_1 \sin(\omega_g t)$  と等価であるように意図される。代わりに、他の適当な周期波形を使用してもよく、種々の異なるバイアス変調方式が実現される。

30

【0026】

以上説明したように、光源 102 から発光された電磁波または光波が通る光路に沿って形成される図 1 のシステムにおける光学部分の記述を終える。このような電磁波は光ファイバ部分 104 を通り光源から光方向性結合器 106 へ結合される。光源 102 から結合器 106 に入力された光波の一部は、光方向性結合器 106 の反対端にあるポートに結合された無反射終端配列 120 において失われるが、光波の残りは偏光子 118 を通って Y ジャンクション 123 に伝送される。

40

【0027】

光位相変調器 128 は、コサイン関数で与えられる光検出装置 112 の出力信号をサイン関数に従う信号に変換する、復調装置の一部としての位相検波器 131 と結合して使用される種類のものである。このサイン関数信号に従い、コイル 100 の軸まわりの回転レートと回転方向に関する出力信号情報が得られる。

【0028】

フォトダイオード 110 を含む光検出装置 112 からの出力信号は電圧に変換され、増幅器 132 を通って増幅され、フィルタ 134 を経て位相検波器 131 に与えられる。光検出装置 112、増幅器 132、フィルタ 134 及び位相検波器 131 により信号成分選択手段が構成される。位相復調装置の一部である位相検波器 131 は周知のデバイスであ

50

る。この種の位相検波器は、フィルタリングしたフォトダイオードのシステム出力信号の第1高調波、すなわち変調信号発生器130の基本周波数の振幅を抽出してフォトダイオード110に衝突する電磁波の相対的位相の与える。この情報はサイン関数に従う出力信号において位相検波器131により与えられ、すなわち、出力信号はフォトダイオード110に衝突した2つの電磁波間の位相差のサインに従う。

【0029】

光集積回路(IOC)122としてプロトン交換型導波路を使用できる。この種のプロトン交換型IOCは1つの偏光モードのみを導波し、他方の偏光モードは全く導波しないことから、偏光子である。したがって、光集積回路チップ(IOC)122をプロトン交換型導波路で代替した場合、偏光子118は不要になる。

10

【0030】

また、干渉式光ファイバジャイロスコープにおいて、偏光保持型でないシングルモード光ファイバコイルを使用する場合、IOCピグテールとコイル入力間の検出ループの各端に1つ、2つの減偏光子を含んでもよい。この種の減偏光子(所定のファイバ長をもつ2つのPMファイバ間を45°スプライスする)により検出用コイルを伝播する2つの偏光モード間に等しいパワー分配を確実にする。したがって、2つの偏光モード間のクロス結合により発生する誤差は対を成し、互いに相殺されるので良好なバイアス安定性が得られる。

【0031】

図2aは、本発明に従い光源102の構成要素を概略的に例示し、図1に示すシステムに有効であり、兵器レベル放射線の脅威に対する保護が図られている。詳細に述べると、図2aの光源は1515nmから1545nmの平均波長範囲内に出力パワーの少なくとも85%が占められ、1532nmの平均波長のあたりに実質的に集中するように形成された光を発生するように構成される。この種の出力を図2bにグラフで例示する。

20

【0032】

図2aの光源の構成部品は980nmポンプレーザ200、980/1550nm波長分割多重化(WDM)結合器204、EDFファイバの反射を除去または少なくとも低減する無反射成端208付きの、或る長さのエルビウムドーパンファイバ(EDF)206、及び光アイソレータ210を有する。ポンプレーザ200からの光を受けて光を再発光するEDF206の再発光の光は、平均波長が兵器レベルの放射線の脅威に曝されたときに実質的に影響を受けない。このような新しい平均波長で再発光の光は、WDM結合器204及び光アイソレータ210を介して、図1に示す光学システムの光ファイバ104に導かれる。光アイソレータ210は、光学システムとファイバ光源との絶縁を確保しつつ、再発光の光を図1の光学システムに供給する。

30

【0033】

図2のファイバ光源において、980nmポンプレーザ200から出た光は980/1550nmWDM結合器204を介してEDF206に導かれる。EDF206は980nmのポンプ光を吸収し、それにより、EDF206ファイバコア内でエルビウムイオンが励起され(光学的にポンピングされ)、エルビウムイオンから例えば、平均波長が1532nmと1560nmのより長い波長で再発光する。EDFの長さを最適化することにより、パワーの少なくとも85%が1515nmから1545nmまでの平均波長範囲にあり、好ましくは1532nmの平均波長のあたりに集中するようにパワー出力が発生される。好ましいタイプのEDFは、5メートルから15メートルの長さ範囲、好ましくは6メートルから12メートルの長さ範囲をもフルーセントテクノロジー(Lucent Technologies)社のタイプHG-980が、上記特性の再光の光を生じるために最適化される。

40

図2bにそのような光源のパワーを例示する。特に、光源は、パワー出力の少なくとも85%が1515nmから1545nmまで平均波長範囲内にあり、且つ1532nmの単一ピークのあたりに実質的に集中するように再発光の光を生成する。さらに、図2bに概略的に示すように、兵器レベルの放射線に曝される場合に、平均波長は150ppm以下のドリフトを有し、実質的に1532nmに集中されるに留まる。

50

## 【0034】

本発明の方法に従うと、干渉式光ファイバジャイロスコープ（IFOG）に有効な波長に光が発生され、これは、ポンプレーザ200から所定の波長範囲の光を発生させ、エルビウムトーフ<sup>°</sup>ファイバ206によって受光して再発光し、兵器レベルの放射線により実質的に影響を受けない波長範囲に干渉式光ファイバジャイロスコープに供給される光を生成することにより達成される。エルビウムトーフ<sup>°</sup>ファイバ206の長さは、ポンプレーザからの発生光を再発光し、そのパワー出力は1515nmから1545nmの平均波長範囲内にあり且つ実質的に1532nmの平均波長のあたりに集中するように形成された光出力を生じる。

## 【0035】

当業者には明らかなように、本発明に基づいてパワー出力が最適になる光ファイバ材料206の長さはファイバ材料の特性に依存するが、好ましい材料であるエルビウムトーフ<sup>°</sup>ファイバを使用した場合、ファイバの長さは約5メートルから15メートルの範囲、好ましくは約6メートルから12メートルの範囲になる。図2bに従う光出力を発生するエルビウムトーフ<sup>°</sup>ファイバの特定の長さは使用するファイバの特性（例えば、トーフ<sup>°</sup>量等）に依存する。さらに、当業者、特に干渉式光ファイバジャイロスコープ（IFOG）の当業者には明らかなように、図2aの構成を有し、図2bに従う特性の光を発生する光源は多くのIFOG応用で望ましいが、IFOGの用途によってはより低レベルの減衰抵抗が許容できる。例えば、一部のIFOG用途では、50%より上のパワーが1515nmから1545nmまでの平均波長範囲内にあり且つその範囲において平均波長のあたりに集中、ここで500ppmより下のドリフトが達成されるような光出力を生じる光源が、このような用途に適用できる。

## 【0036】

また、一方、当業者には明らかなように、IFOGの用途によっては、兵器レベルの放射線に曝されるときの高レベルの減衰抵抗が要求される。図3aに示すシステムは、図3bのグラフに示すような高レベルの減衰抵抗を与えるように構成される。特に、図3aのシステムは図2aのシステム構成部品を全て具備し、フィルタ、好ましくは光アイソレータの下流に配置されたバンドフィルタグレーティング（BFG）300の付加的特徴を有する。バンドフィルタグレーティング300は、1545nm平均波長レベル外の光出力を除去し、図3bのグラフに示すように、1532nmの平均波長のあたりに全出力を仮想的に集中する。このため、図3aの構成により、光源は最適化され、パワーの少なくとも99%が1515nmから1545nmまでの平均波長範囲内に配置され且つ平均波長の15ppmより下の平均波長ドリフトをもつ光出力を生じる。このような光源はIFOGアプリケーションの非常に過酷な条件下でも機能できる。

## 【0037】

以上の説明から明らかなように、例えば、干渉式光ファイバジャイロスコープで使用される本発明の光源は兵器レベルの放射線の脅威に対する保護機能を備えたものである。また、当業者には明らかなように、本発明の原理は兵器レベルの放射線の脅威に対する保護機能が必要な他の用途の光源にも適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0038】

【図1】本発明の原理に基づいて構成した光源を適用可能な干渉式光ファイバジャイロスコープの光学部を概略的に示す図である。

【図2a】図1に示す干渉式光ファイバジャイロスコープのような干渉式光ファイバジャイロスコープに有効な、本発明に基づいたファイバ光源の概略図である。

【図2b】図2aのファイバ光源の光出力を示すグラフである。

【図3a】図1に示す干渉式光ファイバジャイロスコープのような干渉式光ファイバジャイロスコープに有効な、本発明に基づいたファイバ光源において、兵器レベルの放射線に曝されたときの光出力の減衰を最小化する構成の概略図である

【図3b】図3aのファイバ光源の光出力を示すグラフである。

10

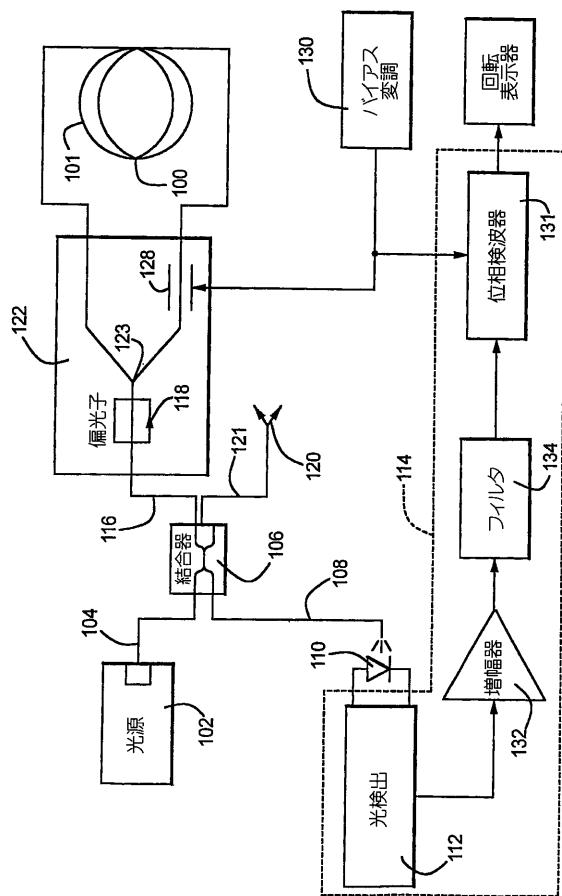
20

30

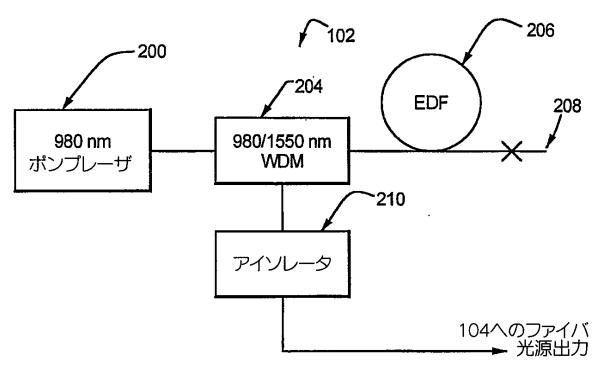
40

50

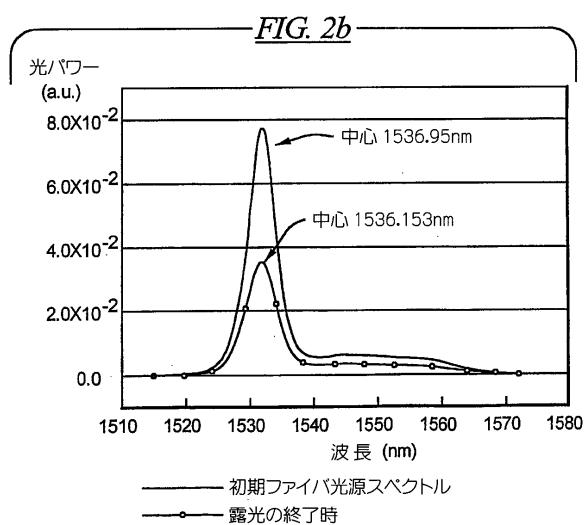
【図1】



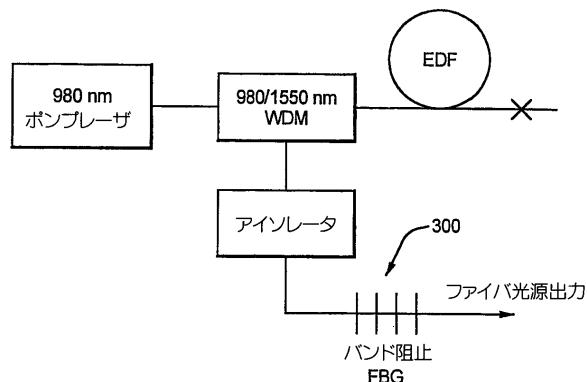
【図2 a】



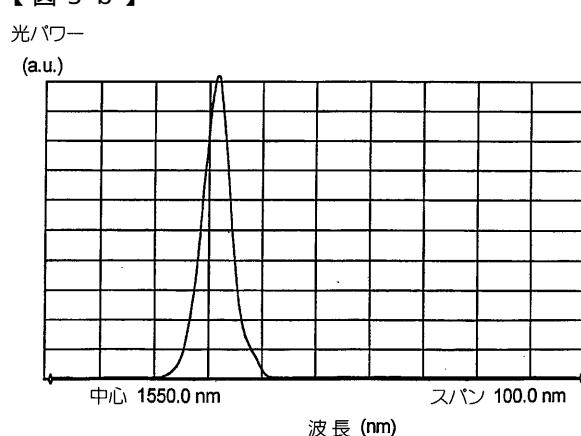
【図2 b】



【図3 a】



【図3 b】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100107696

弁理士 西山 文俊

(72)発明者 アング, ディック

アメリカ合衆国アリゾナ州85303, グレンデール, ウエスト・デル・ラゴ・サークル 588

9

(72)発明者 リュー, レン-ヤング

アメリカ合衆国アリゾナ州85202, メサ, ウエスト・マデロ・アヴェニュー 2549

(72)発明者 スパイサー, ティモシー・エル

アメリカ合衆国アリゾナ州85022, フェニックス, イースト・サンダーバード・ロード 17

20

審査官 谷口 智利

(56)参考文献 特開平10-032547 (JP, A)

特開平04-098117 (JP, A)

特開平05-136493 (JP, A)

国際公開第87/001246 (WO, A1)

米国特許第04955025 (US, A)

米国特許第05185749 (US, A)

欧州特許出願公開第00476800 (EP, A1)

特開平10-032361 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/72