

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6600728号
(P6600728)

(45) 発行日 令和1年10月30日(2019.10.30)

(24) 登録日 令和1年10月11日(2019.10.11)

(51) Int. Cl.	F I		
GO 1 C 19/72 (2006.01)	GO 1 C	19/72	P
GO 2 B 6/46 (2006.01)	GO 1 C	19/72	C
	GO 2 B	6/46	

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-189058 (P2018-189058)	(73) 特許権者	503178185
(22) 出願日	平成30年10月4日 (2018.10.4)		ノースロップ グラマン システムズ コーポレーション
(65) 公開番号	特開2019-74517 (P2019-74517A)		NORTHROP GRUMMAN SYSTEMS CORPORATION
(43) 公開日	令和1年5月16日 (2019.5.16)		アメリカ合衆国 22042-4511
審査請求日	平成30年10月4日 (2018.10.4)		バージニア州 フォールズ チャーチ フェアビュー パーク ドライブ 2980
(31) 優先権主張番号	15/783, 299	(74) 代理人	100105957
(32) 優先日	平成29年10月13日 (2017.10.13)		弁理士 恩田 誠
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100142907
			弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバジャイロスコープ (FOG) のためのフランジに接合されたループバック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバジャイロスコープ (F O G) アセンブリであって、
フランジを含むスプールと、

第 1 の向き及び前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きに相互に逆向きに巻回された光ファイバコイル部分を含む光ファイバと
を備え、前記光ファイバコイル部分は、前記フランジに結合され、前記光ファイバは、前記フランジに固定された前記第 1 の向きに対するループバック部分をさらに含む、 F O G アセンブリ。

【請求項 2】

前記光ファイバコイル部分は、前記フランジの第 1 の面に結合されており、前記フランジは、前記第 1 の面とは反対の第 2 の面をさらに含み、前記ループバック部分は、前記フランジの前記第 2 の面に結合されている、請求項 1 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 3】

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの前記第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含み、前記ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジの前記第 2 の面に固定され、かつ、前記フランジ上において相互にほぼ対称的に配置されるように構成されている、請求項 2 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 4】

前記フランジは、

前記フランジの周辺部に配置され、かつ、前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 1 の移行部分を受承するように構成された第 1 のノッチと、

前記フランジの前記周辺部に配置され、かつ、前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 2 の移行部分を受承するように構成された第 2 のノッチとをさらに含む、請求項 3 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 5】

前記ループバック部分は、前記第 1 の移行部分の少なくとも一部と、前記長手方向連結部分とを含む、請求項 3 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 6】

前記フランジは、溝プリフォームを含み、前記溝プリフォームは、少なくとも前記ループバック部分に関して、前記溝プリフォームの長さに沿って前記光ファイバを受承し、かつ固定するように構成されている、請求項 1 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 7】

前記 F O G アセンブリは、前記フランジに堆積されたバッファ材層をさらに備え、前記溝プリフォームは、前記光ファイバを受承して前記ループバック部分を含む前記光ファイバを前記フランジに固定するように、前記バッファ材層に形成されている、請求項 6 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 8】

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含む、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジ上において相互に対称的に配置されている、請求項 1 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 9】

前記 F O G アセンブリは、前記光ファイバの各端部に供給される光信号を生成するように構成された光トランシーバをさらに備え、前記光ファイバの各端部から、前記光ファイバの前記スプールの巻線の向きが逆転する前記光ファイバの部分までの前記光信号の信号経路は、ほぼ等しい、請求項 1 に記載の F O G アセンブリ。

【請求項 10】

光ファイバジャイロスコープ (F O G) アセンブリを製造する方法であって、
フランジを含むスプールを形成すること、

光ファイバに、第 1 の向きの光ファイバ及び前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きの光ファイバを備える光ファイバコイル部分を形成することであって、前記光ファイバは、前記光ファイバコイル部分から延出し、かつ、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記光ファイバコイル部分から延出し、かつ、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分とを含む、前記光ファイバコイル部分を形成すること、

前記光ファイバコイル部分を前記スプールに結合すること、

前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及びループバック部分を前記フランジに固定すること

を含む、方法。

【請求項 11】

前記スプールを形成することは、前記スプール及び前記フランジの各々に関連する製造材料に関して一体となるように前記スプール及び前記フランジを形成することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記光ファイバコイル部分を前記スプールに結合することは、前記光ファイバコイル部分を前記フランジの第 1 の面に結合することを含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及びループバック部分を前記フランジに固定することは、前記

10

20

30

40

50

第1の移行部分、前記第2の移行部分、及び前記ループバック部分を前記フランジの前記第1の面とは反対の前記フランジの第2の面に固定することを含み、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

前記フランジの周辺部に第1のノッチを形成すること、

前記フランジの周辺部に第2のノッチを形成すること

をさらに含み、前記第1の移行部分を前記フランジの前記第2の面に固定することが、前記第1のノッチを介して、前記フランジの第1の面に接する前記光ファイバコイル部分から前記フランジの第2の面まで前記第1の移行部分を延出させることを含み、前記第2の移行部分を前記フランジの前記第2の面に固定することが、前記第2のノッチを介して、

10

【請求項14】

前記光ファイバの前記第1の移行部分、前記第2の移行部分、及びループバック部分を前記フランジに固定することは、前記光ファイバの前記第1の移行部分及び前記第2の移行部分が、前記光ファイバコイル部分と、前記光ファイバの長手方向連結部分との間で、前記フランジ上において相互にほぼ対称的に配置されるように前記第1の移行部分及び前記第2の移行部分を固定することを含み、請求項10に記載の方法。

【請求項15】

前記フランジ上にバッファ材を堆積すること、

前記バッファ材に溝プリフォームを形成すること

をさらに含み、前記光ファイバの前記第1の移行部分、前記第2の移行部分、及び前記ループバック部分を固定することは、前記光ファイバの前記第1の移行部分、前記第2の移行部分、及び前記ループバック部分を前記溝プリフォームにおいて前記フランジに固定することを含み、請求項10に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概してセンサシステムに関し、具体的には、光ファイバジャイロスコープ（FOG：fiber-optic gyroscope）のためのフランジに接合されたループバックに関する

30

【背景技術】

【0002】

受感軸（sensitive axis）（例えば、入力軸）周りの角回転速度を測定するように構成された様々な異なるタイプのジャイロスコープシステムがある。あるジャイロスコープは、光信号を用いて受感軸周りの角回転速度を決定する。一例として、光信号ジャイロスコープは、光信号の位相の変化を監視して受感軸周りの回転を決定する。例えば、光ファイバジャイロスコープ（FOG）は、（例えば、1キロメートル以上の）光ファイバのコイルを通過した光の干渉に基づいて、サニャック効果を用いて向きの変化を感知する。一例として、FOGは、同じファイバへ反対方向に注入された、光源からの2つのビームを用いて実装され、回転と逆行するビームが、他方のビームよりもわずかに短い経路の遅延を受ける。その結果、干渉法により差分位相シフトが測定され、角速度を、光学的に測定された干渉パターンのシフトに変換する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第4699451号明細書

【特許文献2】米国特許第4793708号明細書

【特許文献3】米国特許第8663731号明細書

【特許文献4】中国特許第102607548号明細書

50

【発明の概要】

【0004】

本発明の一実施例は、光ファイバジャイロスコープ（FOG）アセンブリを含む。FOGアセンブリは、フランジを備えるスプールを含む。FOGアセンブリは、さらに、第1の向き及び第1の向きとは反対の第2の向きに相互に逆向きに巻回された（counter-wound）光ファイバコイル部分を備える光ファイバを含む。光ファイバコイル部分は、フランジに結合することができる。光ファイバは、フランジに固定された第1の向きに対するループバック部分をさらに含む。

【0005】

本発明の他の実施例は、FOGアセンブリを製造する方法を含む。方法は、フランジを含むスプールを形成することを含む。方法は、第1の向きの光ファイバ及び第1の向きとは反対の第2の向きの光ファイバを備える光ファイバコイル部分を光ファイバに形成することをさらに含む。光ファイバは、光ファイバコイル部分から延出し、かつ、第1の向きに関連する第1の移行部分（transition portion）と、光ファイバコイル部分から延出し、かつ、第2の向きに関連する第2の移行部分とを含む。方法は、さらに、光ファイバコイル部分をスプールに結合すること、光ファイバの第1の移行部分、第2の移行部分、及びループバック部分をフランジに固定することを含む。

【0006】

本発明の他の実施例は、FOGアセンブリを含む。FOGアセンブリは、フランジ及びフランジに結合されたバッファ材（buffer material）を備えるスプールを含む。バッファ材は、バッファ材内にパターン形成された溝プリフォーム（groove preform）を含むことができる。FOGアセンブリは、さらに、第1の向き及び第1の向きとは反対の第2の向きに相互に逆向きに巻回された光ファイバコイル部分を備える光ファイバを含む。光ファイバコイル部分は、フランジに結合することができる。光ファイバは、さらに、溝プリフォームを介してフランジに固定された第1の向きに対するループバック部分を含む。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】 FOGシステムの一実施例を示す図である。

【図2】 FOGスプールの一実施例を示すダイアグラムである。

【図3】 FOGスプールの一実施例を示す図である。

【図4】 FOGスプールの他の実施例を示す図である。

【図5】 FOGの製造方法の一実施例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本開示は、センサシステムに関し、より具体的には、光ファイバジャイロスコープ（FOG）のためのフランジに結合されたループバックに関するものである。FOGは、端部の一つに結合されたフランジを含むスプールを備えることができる。本明細書で説明されるように、FOGは一つまたは二つのフランジを含み得るが、フランジに結合されたループバックのために、一つのフランジのみが本明細書において論じられる。FOGは、さらに、第1の向き及び第1の向きとは反対の第2の向きに相互に逆向きに巻回された光ファイバコイル部分を含む光ファイバを備える。光ファイバは、さらに、光ファイバコイル部分の第1の向きに関連する第1の移行部分と、光ファイバコイル部分の第2の向きに関連する第2の移行部分とを含む。第1の移行部分及び第2の移行部分は、光ファイバの相対する端部に近接して配置されて、その光ファイバの端部が、各々、（例えば、光ファイバの端部の各々において、光ビームの相対位相差に基づいて）受感軸周りのFOGの角回転速度を決定するように実装された光ビームを受光する。フランジは、光ファイバ巻線部分が結合される第1の面を含み、第1の面・スプールとは反対の、光ファイバのループバック部分が結合される第2の面をも含む。

【0009】

光ファイバは、ループバック部分も含み、ループバック部分は、第1の移行部分及び第

10

20

30

40

50

2の移行部分に結合され、かつ、フランジに固定されている。一実施例では、ループバック部分は、光ファイバコイル部分が結合される第1の面とは反対の、フランジの第2の面に固定される。その結果、ループバック部分は、ループバック部分が光ファイバコイル部分に結合されている従来のFOGシステムの場合にあるような、光ファイバの光ファイバコイル部分の（例えば、光ファイバコイル部分の周辺側部における）熱膨張から生じる熱誘起応力の影響を受けない。加えて、例えば、第1の移行部分及び第2の移行部分は、光ファイバコイル部分及びループバック部分の間で相互に対称に配置されることができる。従って、光ファイバコイルは、ループバック部分において、各向きに対し対称に配置されることができる。よって、第1の移行部分及び第2の移行部分の両方に供給される光信号のための光ファイバを通じた光信号経路は、対称かつ同等であり、受感軸周りのFOGの角回転速度の決定において、実質的に誤差を軽減する。

10

【0010】

図1は、FOGシステム10の一実施例を説明する図である。一実施例では、FOGシステム10は、デバイスまたは乗物の正確な回転を必要とする種々のアプリケーションのいずれかにおいて実装されることができる。例えば、FOGシステム10は、ナビゲーション（例えば、船舶または航空宇宙）及びポジショニング（例えば、衛星または兵器）のうちの少なくとも一方に使用され得る。

【0011】

FOGシステム10は、スプール14及び光ファイバ16を含むFOGアセンブリ12を備える。スプール14は、光ファイバ16が結合される剛体に相当する。一実施例では、スプール14は、FOGアセンブリ12を、例えば車体（図示せず）に固定し、受感軸周りのFOGアセンブリ12の回転を決定するための一または複数の固定部品を含むことができる。図1の実施例においては、光ファイバ16は、スプール14に結合された光ファイバコイル部分20を含む。光ファイバコイル部分20は、中心軸（例えば、受感軸）周りの第1の向き及び第1の向きとは反対の第2の向き（例えば、受感軸）に相互に逆向きに巻回された光ファイバ16を含む。一実施例では、光ファイバコイル部分20は、凝固した液体材料（例えば、光ファイバコイル部分20のリング形状の配置に光ファイバ16を保持するエポキシまたは他のタイプの材料、以後「ポッティング材」という）に固定されることができる。図1の実施例においては、スプール14はフランジ18を含む。例えば、フランジ18は、光ファイバコイル部分20の外径とほぼ等しい（例えば、わずかに大きい）外径を有することができる。従って、フランジ18は、光ファイバコイル部分20が結合される第1の面と、第1の面とは反対の第2の面とを有することができる。一実施例では、フランジ18は、スプール14と一体として形成されるか、またはスプール14の他の部分に固定される別個の部品として形成されることができる。

20

30

【0012】

光ファイバ16は、さらに、第1の移行部分22及び第2の移行部分24を有するものとして示されている。本明細書で説明されるように、光ファイバ16の第1の移行部分22及び第2の移行部分24に関する用語「移行部分」とは、（例えば、ポッティング材から延出しているような）光ファイバコイル部分20と、長手方向連結部分（longitudinal coupling portion）28との間の光ファイバ16のそれぞれの部分を表す。長手方向連結部分28は、光ファイバ16に関連するそれぞれの端部の各々に供給される光信号OPTを生成するように構成された光トランシーバ30に結合されている。本明細書で説明されるように、光ファイバ16に関する用語「長手方向結合」とは、第1の移行部分22及び第2の移行部分24と、光トランシーバ30とに結合され、それらの間に延在する光ファイバ16の部分を指し、光ファイバ16の別々の2本は、長手方向連結部分28に沿って共に結合されて双方向光ファイバケーブルを形成する。一実施例では、長手方向連結部分28の一部は、フランジ18に固定することができる。

40

【0013】

加えて、本明細書においてさらに詳細に説明されるように、光ファイバ16は、ループバック部分32を含む。本明細書で説明されるように、用語「ループバック部分」とは、

50

光ファイバ16の第1の移行部分22と、第1の移行部分22及び第2の移行部分24に結合された長手方向連結部分28とのうちの少なくとも一方の部分的なループを表しており、ループバック部分32は、光ファイバコイル部分20の第1の向きの方向に対して光ファイバ16の方向の向きを実質的に反転させる。ループバック部分32は、フランジ18の第1の面及び第2の面のうちの一つ（例えば、第2の面）において、第1の移行部分22及び第2の移行部分24と共に、フランジ18に結合される。従って、フランジ18に固定されたループバック部分32により、光ファイバ16が、光ファイバ16に沿った各方向の光信号OPTのための対称な信号経路を提供するように実装されることを可能とする。加えて、ループバック部分32を、（例えば、従来のFOGシステムにおいて配置されるように）光ファイバコイル部分20の外周（例えば、ポッティング材の外周面）に固定するのではなく、フランジ18の第2の面に固定することにより、光ファイバ16に影響を与え、従って、光信号OPTに影響を与えて測定誤差をもたらし得る熱応力を実質的に軽減することができる。

10

【0014】

図2は、FOGアセンブリの一実施例を示すダイアグラム50である。FOGアセンブリは、ダイアグラム50において、デカルト座標系56に基づいて直交する第1のビュー（view）52及び第2のビュー54において説明されている。FOGアセンブリは、図1の実施例におけるFOGアセンブリ12に相当するものとして示されることができる。従って、図2の実施例の以下の説明においては、図1の実施例が参照される。

【0015】

FOGアセンブリは、スプール（例えば、図1の実施例におけるスプール14）の一部として構成されることができるフランジ58を含む。FOGアセンブリは、図2の実施例の第1のビュー52において、光ファイバコイル部分62と、第1の移行部分64及び第2の移行部分66の各々とを接続するものとして示されている光ファイバ60も含む。第1の移行部分64及び第2の移行部分66は、光ファイバコイル部分62に関して光ファイバ60の逆の向きに対応する。図2の実施例において、第1の移行部分64及び第2の移行部分66は、それぞれの光ファイバコイル部分62と長手方向連結部分68との間で相互に対称に（例えば、鏡像として）示されている。

20

【0016】

図2の実施例において、第1の移行部分64は、フランジ58の、対応する第1のノッチ70を通り抜ける（threaded through）ものとして示されており、第2の移行部分66は、フランジ58の、対応する第2のノッチ72を通り抜けるものとして示されている。従って、第1のノッチ70は、第1の向きの光ファイバコイル部分62への移行部あたりにおいて、光ファイバ60の第1の移行部分64を受承する（receive）ように構成されており、一方、光ファイバ60は、フランジ58の反対の側において、第1の向きに光ファイバコイル部分62に入るの破線74として示されている。同様に、第2のノッチ72は、第2の向きの第2の光ファイバコイル部分62への移行部あたりにおいて、光ファイバ60の第2の移行部分66を受承するように構成されている。これにより、ノッチ70及び72は、光ファイバ60の、フランジ58の第2の面への固定を容易にすることができる。

30

40

【0017】

図2の実施例において、長手方向連結部分68は、フランジ58の第2の面に固定されたループバック部分76を含む。一実施例では、フランジ58は、ループバック部分76だけでなく、第1の移行部分64、第2の移行部分66、及び長手方向連結部分68のうちの少なくとも一つを受承するように構成された溝プリフォームを含むように構成することができる。結果として、溝プリフォームは、第1の移行部分64、第2の移行部分66、及び長手方向連結部分68のうちの少なくとも一つの取り付けをさらに確実にすることができる。このように、溝プリフォームは、フランジ58の第2の面に沿った光ファイバ60の横方向の動きを低減するように構成することができ、ループバック部分76における光ファイバ60の損傷を実質的に低減することができる。さらに、溝プリフォームは、

50

複数の F O G アセンブリの大量製造において、ある F O G アセンブリから次の F O G アセンブリに至るまで、ループバック部分 7 6 の反復可能な（再現性のある）位置決めを容易にして、製造された複数の F O G アセンブリ間で実質的に同様の性能を保証することができる。

【 0 0 1 8 】

上述のように、フランジ 5 8 に固定されているループバック部分 7 6 は、光ファイバ 6 0 が、光ファイバ 6 0 に沿った各方向における光信号 O P T の対称な信号経路を提供するように実装されることを可能とする。特に、図 2 の実施例において、光ファイバコイル部分 6 2 及び長手方向連結部分 6 8 の間における第 1 の移行部分 6 4 及び第 2 の移行部分 6 6 の対称配置に基づいて、そして、長手方向連結部分 6 8 における第 1 の移行部分 6 4 及び第 2 の移行部分 6 6 の結合部が、フランジ 5 8 の中心と実質的に軸方向に位置合わせされている（axially aligned）ことにより、光信号 O P T の信号経路は、光ファイバ 6 0 の（例えば光トランシーバ 3 0 における）異なる端部の各々から光ファイバコイル部分 6 2 まで実質的に等しい。別の言い方をすると、第 1 の移行部分 6 4 及び第 1 の向きの光ファイバコイル部分 6 2 を合わせた長さは、第 2 の移行部分 6 6 及び第 2 の向きの光ファイバコイル部分 6 2 を合わせた長さとはほぼ等しい。このように、ダイアグラム 5 0 の F O G アセンブリを含む F O G システムは、対称的に動作して、光ファイバ 6 0 の各端部において光信号 O P T の位相差を読み取ることに関連する誤差を実質的に低減することができる。

10

【 0 0 1 9 】

加えて、従来の F O G システムにおいて配置されるような光ファイバの外径とは異なり、フランジ 5 8 にループバック部分 7 6 を固定することにより、光ファイバ 6 0 に影響を与える熱応力を実質的に低減することができる。結果として、ループバック部分に応力をもたらす光ファイバコイル部分 6 2 の熱膨張の影響を受けやすい従来の F O G システムとは対照的に、ダイアグラム 5 0 のループバック部分 7 6 は、光ファイバコイル部分 6 2 の熱膨張に起因する応力から実質的に保護される。さらに、フランジ 5 8 は、第 1 のビュー 5 2 において参照符号 8 0 で示されているバッファ材を含むことができ、これはフランジ 5 8 の第 2 の面に配置されている。一実施例では、バッファ材 8 0 は、光ファイバ 6 0 の熱膨張係数（C T E : coefficient of thermal expansion）と、フランジ 5 8 の C T E との間で C T E を有することができる。例えば、バッファ材 8 0 は、上述のように、溝ブリフォームを含むように形成されることができる。従って、バッファ材 8 0 は、ループバック部分 7 6 に影響する熱応力をさらに低減することができる。

20

30

【 0 0 2 0 】

ダイアグラム 5 0 の F O G アセンブリは、このように、従来の F O G システムよりも数多くの性能上の利点を発揮することができる。特に、ループバック部分 7 6 をフランジ 5 8 に固定することに基づいて、ダイアグラム 5 0 の F O G アセンブリは、（例えば、溝ブリフォームに基づく）オペレータのループバック製造のばらつきを実質的に除去して、実質的に製造コスト及び一定性を改善することができる。加えて、ループバック部分 7 6 をフランジ 5 8 に固定することにより、熱に対するシュッペ効果の感度（thermal Shupe sensitivity）を実質的に低減することもでき、F O G システムの角回転速度の測定における「Tdotdot」感度を実質的に低減することもできる。このように、ダイアグラム 5 0 の F O G アセンブリは、受感軸周りの F O G システムの回転速度の測定において、著しい改善をもたらすことができる。

40

【 0 0 2 1 】

図 2 の実施例において説明されたように、ダイアグラム 5 0 は、光ファイバコイル部分 6 2 が結合されているフランジ 5 8 の第 1 の面とは反対の第 2 の面に、ループバック部分 7 6 が結合されていることを示している。しかしながら、光ファイバ 6 0 のループバック部分 7 6 を固定する他の向き及び他の方法を提供することができ、ループバック部分 7 6 をフランジ 5 8 に固定することは、図 2 の実施例において説明されたものに限定されないことが理解されるべきである。一実施例では、フランジ 5 8 は、光ファイバコイル部分 6

50

2よりも十分大きい直径を有するので、フランジ58の第1の面、ひいては、光ファイバコイル部分62が結合される面と同じ面へのループバック部分76の固定を容易にすることができる。他の実施例では、フランジ58は、フランジ58の平面の直径に関して直角に延び、従ってデカルト座標系56に関してY軸または-Y軸に沿って延びる少なくとも一つの部分を含み得る。このように、本明細書で説明されるように、第1の移行部分64、第2の移行部分66、及びループバック部分76を固定することは、図2の実施例において説明されたものに限定されない。

【0022】

図3は、FOGアセンブリ100の一実施例を示す図である。FOGアセンブリ100は図1の実施例におけるFOGアセンブリ12に相当するか、または、図2の実施例のダイアグラム50に示されたFOGアセンブリを表すことができる。従って、図3の実施例の以下の記載において、図1及び図2の実施例が参照される。

【0023】

FOGアセンブリ100は、スプール(例えば、図1の実施例のスプール14)に結合されるか、またはスプールの一部であるか、またはその両方であるフランジ104を含む。FOGアセンブリ100は、それぞれ反対の向き(opposite orientations)に巻回された(例えば、ポッティング材に覆われた/固定された)光ファイバコイル部分108を含む光ファイバ106をさらに含む。光ファイバコイル部分108は、フランジ104(例えば、第1の面)に結合されている。図3の実施例においては、FOGアセンブリ100は、フランジ104と光ファイバコイル部分108とを相互接続するバッファ材110を含む。一実施例では、バッファ材110は、光ファイバコイル部分108の(例えば、ポッティング材の)CTEとフランジ104のCTEとの間のCTEを有することができる。他の実施例では、バッファ材110は、光ファイバコイル部分108と同じ材料から形成してもよく、従って、光ファイバコイル部分108と同じCTEを有することができる。例えば、光ファイバコイル部分108とバッファ材110との間のCTEの不整合に起因するバッファ材110に誘起される熱機械応力は、軸方向においてフランジ104から離れるにつれて減少し得る。その結果、光信号OPTが伝搬する光ファイバを含む光ファイバコイル部分108のアクティブ部分において、このアセンブリのフランジ104への結合部におけるCTE不整合に起因する応力は、最小限に抑えられる。従って、バッファ材110は、光ファイバ106に影響を与える熱応力を軽減することができる。光ファイバ106は、それぞれ第1のノッチ116及び第2のノッチ118を介して光ファイバコイル部分108と結合している第1の移行部分112及び第2の移行部分114をさらに含むことができる。光ファイバ106は、第1の移行部分112及び第2の移行部分114と結合したループバック部分120をさらに含むことができる。

【0024】

加えて、FOGアセンブリ100は、フランジ104の第2の面に接したバッファ材122に形成された溝プリフォームを含む。溝プリフォームは、第1の移行部分112、第2の移行部分114、及びループバック部分120をフランジ104の第2の面に固定するように構成されている。例えば、溝プリフォームは、光ファイバ106のCTEとフランジ104のCTEとの間のCTEを有するバッファ材から形成され得る。溝プリフォームは、従って、(例えば、第1の移行部分112、第2の移行部分114、及びループバック部分120を含む)光ファイバ106をフランジ104に固定することに関して、FOGアセンブリ100の繰り返し可能な(再現性のある)製造を提供することができる。その結果、FOGアセンブリ100は、容易に製造することが可能であり、複数のFOGアセンブリ100の大量製造において、あるFOGアセンブリから次のFOGアセンブリに至るまで、(例えば、性能に関して)一定に製造することができる。

【0025】

図4は、FOGアセンブリ150の断面図の例を示す図である。FOGアセンブリ150は、図2の実施例におけるダイアグラム50のFOGアセンブリの概ね直径部分の断面図を示している。従って、図4の実施例についての以下の記載においては、図1及び図2

10

20

30

40

50

の実施例が参照される。

【0026】

F O Gアセンブリ150は、固定部品154（例えば、スクリューまたはボルト）及びフランジ156を含むスプール152を備える。F O Gアセンブリ150は、さらに、バッファ材160を介してフランジ156に（フランジ156の第1の面において）結合された光ファイバコイル部分158を含む。図4の実施例においては、光ファイバコイル部分158及びバッファ材160は、磁気遮蔽材162に包囲されることにより、関連するF O Gシステムの性能に悪影響を与え得る外部の電磁干渉を実質的に低減する。F O Gアセンブリ150は、さらに、フランジ156の少なくとも一部（例えば、フランジ156の第2の面）に堆積させることができるバッファ材164を含む。例えば、バッファ材164は、溝プリフォームを形成して、光ファイバの第1の移行部分、第2の移行部分、及びループバック部分のうちの少なくとも一つのような、光ファイバ（図4の実施例では図示されず）を受容するように実装されて、あるF O Gアセンブリ150から次のF O Gアセンブリに至るまで、光ファイバの第1の移行部分、第2の移行部分、及びループバック部分のうちの少なくとも一つの実質的に同一の配置の反復可能な（再現性のある）製造を提供することができる。加えて、F O Gアセンブリ150は、被覆材166に実質的に包囲されることにより、被覆材166内の構成要素を実質的に保護することができる。

10

【0027】

上述の構造的及び機能的特徴を考慮して、本発明の種々の態様による方法が、図5を参照してより良く理解されるだろう。説明を簡略化するために、図5の方法は、順次実行されるものとして示され、説明されるが、本発明によるある態様は、本明細書に示され説明されているのとは別の順番で、あるいは他の態様と同時に生じ得るものであり、本発明は、図示された順番により限定されるものではないことが理解され認識されるべきである。さらに、図示されている特徴の全てが本発明の一態様による方法を実施するために必要とされるわけではない。

20

【0028】

図5は、F O Gアセンブリ（例えば、F O Gアセンブリ12）を製造する方法200の実施例を示す図である。202において、フランジ（例えば、フランジ18）を含むスプール（例えば、スプール14）が形成される。204において、光ファイバ（例えば、光ファイバ16）が、第1の向きの光ファイバ及び第1の向きとは反対の第2の向きの光ファイバを備える光ファイバコイル部分（例えば、光ファイバコイル部分20）に形成される。光ファイバは、さらに、光ファイバコイル部分から延出し、かつ、第1の向きに関連する第1の移行部分（例えば、第1の移行部分22）と、光ファイバコイル部分から延出し、かつ、第2の向きに関連する第2の移行部分（例えば、第2の移行部分24）とを含む。206において、光ファイバコイル部分は、スプールに結合される。208において、光ファイバの第1の移行部分、第2の移行部分、及びループバック部分（例えば、ループバック部分32）が、フランジに固定される。

30

【0029】

上記は本発明の例示である。もちろん、本発明を説明する目的で構成要素または方法のあらゆる考え得る組み合わせを説明することは不可能であるが、当業者であれば、本発明の多くのさらなる組み合わせ及び置換が可能であることを認識するであろう。従って、本発明は、添付の特許請求の範囲の技術思想及び範囲内に入るそのような変更、修正および変形をすべて包含することを意図している。さらに、本開示または請求項が「一つの」、「第1の」または「他の」要素、またはそれらの等価物を記載する場合、そのような要素の1つまたは複数を含むと解釈されるべきであり、2つ以上のそのような要素を必要とするものでも、除外するものでもない。本明細書で使用される場合、「含む」という用語は、これに限定するものではないが、含むことを意味し、「に基づく」という用語は、少なくとも部分的に基づいていることを意味する。

40

以下に、上記実施形態から把握できる技術思想を付記として記載する。

[付記1]

50

光ファイバジャイロスコープ（F O G）アセンブリであって、
フランジを含むスプールと、
第 1 の向き及び前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きに相互に逆向きに巻回された光ファイバコイル部分を含む光ファイバと
を備え、前記光ファイバコイル部分は、前記フランジに結合され、前記光ファイバは、前記フランジに固定された前記第 1 の向きに対するループバック部分をさらに含む、F O G アセンブリ。

[付記 2]

前記光ファイバコイル部分は、前記フランジの第 1 の面に結合されており、前記フランジは、前記第 1 の面とは反対の第 2 の面をさらに含み、前記ループバック部分は、前記フランジの前記第 2 の面に結合されている、付記 1 に記載の F O G アセンブリ。

10

[付記 3]

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの前記第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含み、前記ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジの前記第 2 の面に固定され、かつ、前記フランジ上において相互にほぼ対称的に配置されるように構成されている、付記 2 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 4]

前記フランジは、
前記フランジの周辺部に配置され、かつ、前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 1 の移行部分を受承するように構成された第 1 のノッチと、
前記フランジの前記周辺部に配置され、かつ、前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 2 の移行部分を受承するように構成された第 2 のノッチと
をさらに含む、付記 3 に記載の F O G アセンブリ。

20

[付記 5]

前記ループバック部分は、前記第 1 の移行部分の少なくとも一部と、前記長手方向連結部分とを含む、付記 3 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 6]

前記フランジは、溝プリフォームを含み、前記溝プリフォームは、少なくとも前記ループバック部分に関して、前記溝プリフォームの長さに沿って前記光ファイバを受承し、かつ固定するように構成されている、付記 1 に記載の F O G アセンブリ。

30

[付記 7]

前記 F O G アセンブリは、前記フランジに堆積されたバッファ材層をさらに備え、前記溝プリフォームは、前記光ファイバを受承して前記ループバック部分を含む前記光ファイバを前記フランジに固定するように、前記バッファ材層に形成されている、付記 6 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 8]

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジ上において相互に対称的に配置されている、付記 1 に記載の F O G アセンブリ。

40

[付記 9]

前記 F O G アセンブリは、前記光ファイバの各端部に供給される光信号を生成するように構成された光トランシーバをさらに備え、前記光ファイバの各端部から、前記光ファイバの前記スプールの巻線の向きが逆転する前記光ファイバの部分までの前記光信号の信号経路は、ほぼ等しい、付記 1 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 10]

光ファイバジャイロスコープ（F O G）アセンブリを製造する方法であって、

50

フランジを含むスプールを形成すること、
光ファイバに、第 1 の向きの光ファイバ及び前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きの光
ファイバを備える光ファイバコイル部分を形成することであって、前記光ファイバは、前
記光ファイバコイル部分から延出し、かつ、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と
、前記光ファイバコイル部分から延出し、かつ、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部
分とを含む、前記光ファイバコイル部分を形成すること、
前記光ファイバコイル部分を前記スプールに結合すること、
前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及びループバック部分を
前記フランジに固定すること
を含む、方法。

10

[付記 1 1]

前記スプールを形成することは、前記スプール及び前記フランジの各々に関連する製造
材料に関して一体となるように前記スプール及び前記フランジを形成することを含む、付
記 1 0 に記載の方法。

[付記 1 2]

前記光ファイバコイル部分を前記スプールに結合することは、前記光ファイバコイル部
分を前記フランジの第 1 の面に結合することを含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部
分、前記第 2 の移行部分、及びループバック部分を前記フランジに固定することは、前記
第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及び前記ループバック部分を前記フランジの前記
第 1 の面とは反対の前記フランジの第 2 の面に固定することを含む、付記 1 0 に記載の方
法。

20

[付記 1 3]

前記フランジの周辺部に第 1 のノッチを形成すること、
前記フランジの周辺部に第 2 のノッチを形成すること
をさらに含み、前記第 1 の移行部分を前記フランジの前記第 2 の面に固定することが、前
記第 1 のノッチを介して、前記フランジの第 1 の面に接する前記光ファイバコイル部分か
ら前記フランジの第 2 の面まで前記第 1 の移行部分を延出させることを含み、前記第 2 の
移行部分を前記フランジの前記第 2 の面に固定することが、前記第 2 のノッチを介して、
前記フランジの第 1 の面に接する前記光ファイバコイル部分から前記フランジの第 2 の面
まで前記第 2 の移行部分を延出させることを含む、付記 1 2 に記載の方法。

30

[付記 1 4]

前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及びループバック部分を
前記フランジに固定することは、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移
行部分が、前記光ファイバコイル部分と、前記光ファイバの長手方向連結部分との間で、
前記フランジ上において相互にほぼ対称的に配置されるように前記第 1 の移行部分及び前
記第 2 の移行部分を固定することを含む、付記 1 0 に記載の方法。

[付記 1 5]

前記フランジ上にバッファ材を堆積すること、
前記バッファ材に溝プリフォームを形成すること
をさらに含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の移行部分、及び前記
ループバック部分を固定することは、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分、前記第 2 の
移行部分、及び前記ループバック部分を前記溝プリフォームにおいて前記フランジに固定
することを含む、付記 1 0 に記載の方法。

40

[付記 1 6]

光ファイバジャイロスコープ (F O G) アセンブリであって、
フランジを含むスプールと、
前記フランジに結合されたバッファ材であって、前記バッファ材にパターン形成された
溝プリフォームを含む、前記バッファ材と、
第 1 の向き及び前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きに相互に逆向きに巻回された光フ
ァイバコイル部分を含む光ファイバと

50

を備え、前記光ファイバコイル部分は、前記フランジに結合されており、前記光ファイバは、前記溝プリフォームを介して前記フランジに固定されている前記第 1 の向きに対するループバック部分をさらに含む、F O G アセンブリ。

[付記 1 7]

前記光ファイバコイル部分は、前記フランジの第 1 の面に結合されており、前記フランジは、前記第 1 の面とは逆の第 2 の面をさらに含み、前記ループバック部分は、前記フランジの前記第 2 の面に結合されている、付記 1 6 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 1 8]

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの前記第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジの前記第 2 の面に固定されており、前記フランジ上において相互にほぼ対称に配置されている、付記 1 7 に記載の F O G アセンブリ。

10

[付記 1 9]

前記フランジは、

前記フランジの周辺部に配置され、かつ前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 1 の移行部分を受承するように構成された第 1 のノッチと、

前記フランジの前記周辺部に配置され、かつ前記フランジの前記第 1 の面から前記フランジの前記第 2 の面までにおいて、前記光ファイバコイル部分から延出した前記光ファイバの前記第 2 の移行部分を受承するように構成された第 2 のノッチと

20

をさらに含む、付記 1 8 に記載の F O G アセンブリ。

[付記 2 0]

前記光ファイバは、前記第 1 の向きに関連する第 1 の移行部分と、前記第 2 の向きに関連する第 2 の移行部分と、前記フランジの第 2 の面に固定された長手方向連結部分とをさらに含み、前記光ファイバの前記第 1 の移行部分及び前記第 2 の移行部分は、前記フランジ上において相互に対称的に配置されるように構成されている、付記 1 6 に記載の F O G アセンブリ。

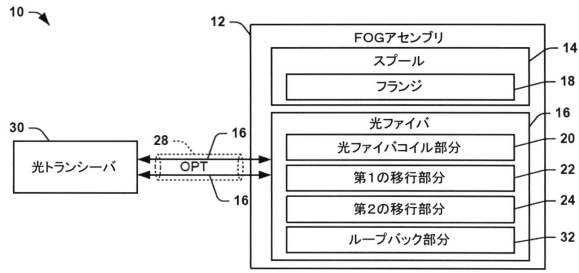
【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

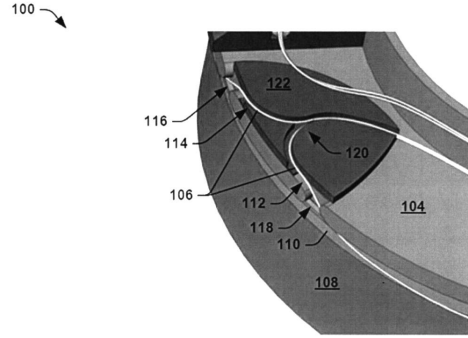
30

1 0 ... F O G システム、1 2 ... F O G アセンブリ、1 4 ... スプール、1 6 ... 光ファイバ、1 8 ... フランジ、2 0 ... 光ファイバコイル部分、2 2 ... 第 1 の移行部分、2 4 ... 第 2 の移行部分、2 8 ... 長手方向連結部分、3 0 ... 光トランシーバ、3 2 ... ループバック部分、O P T ... 光信号。

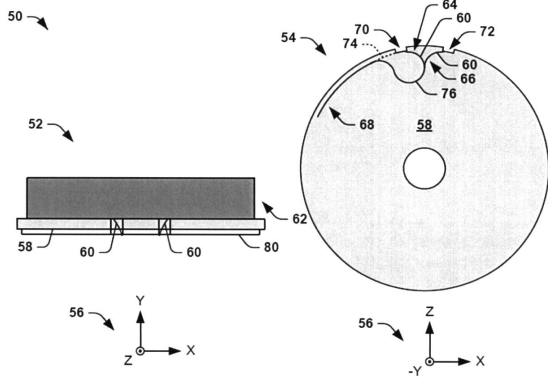
【図1】



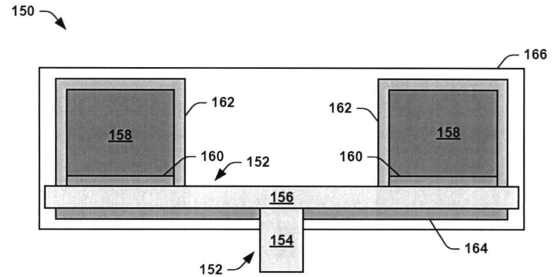
【図3】



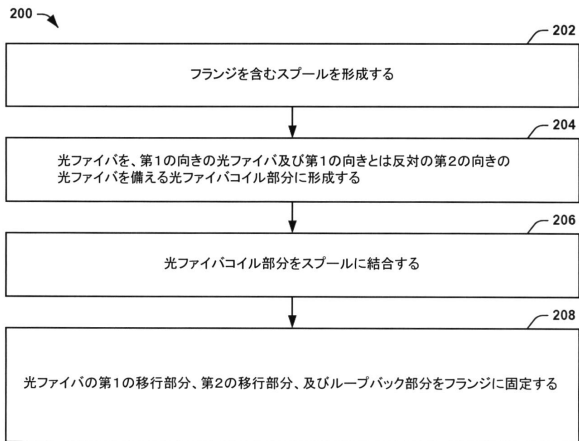
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 スティーブン エム・キム
アメリカ合衆国 91351 カリフォルニア州 サンタ クラリタ メイ ウェイ 19721
- (72)発明者 ステファン ピー・ロフステット
アメリカ合衆国 93010 カリフォルニア州 カマリロ ピーブルズ アベニュー 258
- (72)発明者 グレゴリー エイ・ジーマー
アメリカ合衆国 84092 ユタ州 サンディ キャンドル ツリー レーン 9615
- (72)発明者 ウェズリー エイ・スノー
アメリカ合衆国 91360 カリフォルニア州 サウザンド オークス アベニダ アメルガード 4336
- (72)発明者 ラジーニ サクセナ
アメリカ合衆国 93065 カリフォルニア州 シミ バレー ハイ メドー ストリート 112
- (72)発明者 リカルド エイ・ロゼテ
アメリカ合衆国 84075 ユタ州 シラキュース ダブリュ 2425 エス 1671

審査官 仲野 一秀

- (56)参考文献 特開平10-206675(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0167673(US,A1)
特開平2-216010(JP,A)
特開平7-103771(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 19/00-19/72
G02B 6/46