

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4370329号
(P4370329)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月4日(2009.9.4)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 B 10/12 (2006.01)	HO 4 B 9/00 Q
HO 4 B 10/13 (2006.01)	HO 4 B 9/00 R
HO 4 B 10/135 (2006.01)	
HO 4 B 10/14 (2006.01)	
HO 4 B 10/10 (2006.01)	

請求項の数 44 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-528074 (P2006-528074)	(73) 特許権者	501188177
(86) (22) 出願日	平成16年9月16日(2004.9.16)		ムーグ インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2007-507168 (P2007-507168A)		アメリカ合衆国ニューヨーク州 1405
(43) 公表日	平成19年3月22日(2007.3.22)		2 イースト オーロラ ジャミソン ロード (番地なし)
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/030513	(74) 代理人	100066692
(87) 国際公開番号	W02005/031393		弁理士 浅村 皓
(87) 国際公開日	平成17年4月7日(2005.4.7)	(74) 代理人	100072040
審査請求日	平成18年5月25日(2006.5.25)		弁理士 浅村 肇
(31) 優先権主張番号	10/672,427	(74) 代理人	100123180
(32) 優先日	平成15年9月26日(2003.9.26)		弁理士 白江 克則
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087217
前置審査			弁理士 吉田 裕
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ・ロータリ・ジョイント及び関連する反射体組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内側環の回転体と外側環の固定体との間の光通信を提供するための光ファイバ・ロータリ・ジョイントにおいて、

光信号を送信するための、前記回転体及び前記固定体のうち的一方によって支持される光源であって、該光源が1.25 Gビット／秒以上の速度でデータを送信できる光源と、

前記光信号を反射するための、前記回転体及び前記固定体のうち他方に取り付けられた楕円反射体であって、楕円形の一部として構成された反射面を含み、楕円形状の反射面は、第1及び第2の焦点を有し、前記第1の焦点が前記回転体の中心軸線上に存在するように位置づけられる楕円反射体と、

前記楕円反射体から受信した信号を反射するための双曲線反射体であって、該双曲線反射体は、双曲線の一部を形成するように形作られた反射面を含み、双曲線形状の反射面は、後方焦点及び共役焦点を有する、双曲線反射体と、

反射光信号を受信するように配置された受信器とを含む光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 2】

前記楕円反射体の前記第2の焦点と前記双曲線反射体の前記後方焦点とが一致する、請求項1に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 3】

前記受信器が、前記双曲線反射体の前記共役焦点に配置されている、請求項1に記載さ

れた光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 4】

回転体と共に回転するように適合されたスリップ・リングをさらに含み、該スリップ・リングの内側の空間が基準面を規定し、前記楕円反射体は、前記第 1 の焦点が前記基準面内の前記スリップ・リングの中心にあり、前記第 2 の焦点が前記基準面の外にあるように位置づけられている、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 5】

前記楕円反射体が、複数の異なる入射角を有する光信号を受信し、前記楕円反射体は、前記光源から前記受信器までの経路の長さが、前記入射角に関わらず、前記楕円反射体によって反射されるすべての光信号について同じになるように位置づけられている、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

10

【請求項 6】

前記回転体によって支持される複数の円周状に配置された光源をさらに含み、各光源が 1. 25 Gビット／秒以上の速度で光信号を送信でき、前記楕円反射体が、前記複数の光源から光信号を受信するために、前記固定体に取り付けられている、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 7】

波長がそれぞれ異なる光信号を送信するための複数の光源をさらに含む、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 8】

20

波長がそれぞれ異なる光信号を合成するための光結合器をさらに含む、請求項 7 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 9】

前記受信器が、それぞれの波長を有する光信号を受信するための複数の検出器を含む、請求項 7 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 10】

前記受信器が、前記検出器による受信の前に波長がそれぞれ異なる光信号を分離するための分割器をさらに含む、請求項 9 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 11】

前記光源が、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）の配列を含む、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

30

【請求項 12】

前記回転体及び前記固定体のうちの前記他方に取り付けられ、その周囲に間隔をあけて配置された、入射する光信号を反射するための複数の楕円反射体をさらに含む、請求項 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 13】

前記受信器による受信の前に前記複数の楕円反射体によって反射された光信号を合成するための結合器をさらに含む、請求項 12 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 14】

40

前記複数の楕円反射体が、それぞれ異なる光信号を受信するための 4 個の円周状に配置された楕円反射体を含む、請求項 12 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 15】

内側環の回転体と外側環の固定体との間の光通信を提供するための光ファイバ・ロータリ・ジョイントにおいて、

光信号を送信するための、前記回転体及び前記固定体のうち的一方によって支持される光源であって、該光源が 1. 25 Gビット／秒以上の速度でデータを送信できる光源と、

前記光信号を反射するための、前記回転体及び前記固定体のうちの他方に取り付けられた双曲線反射体であって、双曲線の一部として構成された反射面を含み、双曲線形状の反射面は、後方焦点及び共役焦点を有する双曲線反射体と、

50

前記光源から光信号を受信し、前記光信号を前記双曲線反射体に反射するための楕円反射体であって、該楕円反射体は、楕円形の一部として構成された反射面を含み、楕円形状の反射面は、第1及び第2の焦点を有し、前記第1の焦点が前記回転体の中心軸線上に存在するように位置づけられている、楕円反射体と、

前記双曲線反射体からの反射光信号を受信するように配置された受信器とを含む光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項16】

前記双曲線反射体の前記後方焦点が、前記回転体の中心軸線上に存在する、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項17】

前記光源が、前記固定体によって支持され、前記双曲線反射体が、前記回転体に取り付けられている、請求項16に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項18】

前記楕円反射体の前記第2の焦点と前記双曲線反射体の前記後方焦点とが一致する、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項19】

前記受信器が、前記双曲線反射体の前記共役焦点に配置されている、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項20】

前記双曲線反射体が、複数の異なる入射角を有する光信号を受信し、前記双曲線反射体は、前記光源から前記受信器までの経路の長さが、前記入射角に関わらず、前記双曲線反射体によって反射されるすべての光信号について同じになるように位置づけられている、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項21】

波長がそれぞれ異なる光信号を送信するための複数の光源をさらに含む、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項22】

波長がそれぞれ異なる光信号を合成するための光結合器をさらに含む、請求項21に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項23】

前記受信器が、それぞれの波長を有する光信号を受信するための複数の検出器を含む、請求項21に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項24】

前記受信器が、前記検出器による受信の前に、波長がそれぞれ異なる光信号を分離するための分割器をさらに含む、請求項23に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項25】

前記光源が、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）の配列を含む、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項26】

入射する光信号を反射するための、前記回転体及び前記固定体のうちの前記他方に取り付けられ、その周囲に間隔をあけて配置された複数の双曲線反射体をさらに含む、請求項15に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項27】

前記受信器による受信の前に、前記複数の双曲線反射体によって反射された光信号を合成するための結合器をさらに含む、請求項26に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項28】

前記複数の双曲線反射体が、それぞれ異なる光信号を受信するための4個の円周状に配置された双曲線反射体を含む、請求項26に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

10

20

30

40

50

ト。

【請求項 2 9】

内側環の回転体と外側環の固定体との間の光通信を提供するための光ファイバ・ロータリ・ジョイントにおいて、

光信号を送信するための、前記回転体及び前記固定体のうち的一方によって支持される光源であって、該光源が 1.25 Gビット/秒 以上の速度でデータを送信できる光源と、

楕円形の一部として構成された反射面を有する楕円反射体を含み、楕円形状の反射面は、第 1 及び第 2 の焦点を有し、前記第 1 の焦点が前記回転体の中心軸線上に存在するように位置づけられており、前記楕円反射体は、複数の異なる入射角を有する光信号を受信し、前記光信号を反射するための、前記回転体及び前記固定体のうち他方に取り付けられ、前記回転体の外部に放射状に配置されている、楕円反射体と、

10

前記楕円反射体から受信した信号を反射するための双曲線反射体であって、前記双曲線反射体は、双曲線の一部として構成された反射面を含み、双曲線形状の反射面は、後方焦点及び共役焦点を有し、前記楕円反射体の前記第 2 の焦点と前記双曲線反射体の前記後方焦点とが一致する、双曲線反射体と、

反射光信号を受信するように配置された受信器とを含み、

前記楕円反射体および双曲線反射体が、前記光源から前記受信器までの経路の長さが、前記入射角に関わらず、前記楕円反射体および双曲線反射体によって反射されるすべての光信号について同じになるように形作られ、位置づけられた反射面を含む、光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

20

【請求項 3 0】

前記受信器が、前記双曲線反射体の前記共役焦点に配置されている、請求項 2 9 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 3 1】

前記光源が、前記固定体によって支持され、前記反射体が、前記回転体に取り付けられ、双曲線の一部として構成された反射面を有する双曲線反射体を含み、双曲線形状の反射面は、後方焦点及び共役焦点を有し、前記後方焦点が前記回転体の中心軸線上に存在するように位置づけられている、請求項 2 9 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

。

【請求項 3 2】

30

前記固定体の周囲に配置された複数の光源と、前記回転体の周囲に配置された複数の双曲線反射体とをさらに含み、前記光源の 1 つによって発信された光信号が常に前記双曲線反射体の 1 つに入射するようになっている、請求項 3 1 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 3 3】

波長がそれぞれ異なる光信号を送信するための複数の光源をさらに含む、請求項 2 9 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 3 4】

波長がそれぞれ異なる光信号を合成するための光結合器をさらに含む、請求項 3 3 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

40

【請求項 3 5】

前記受信器が、それぞれの波長を有する光信号を受信するための複数の検出器を含む、請求項 3 3 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 3 6】

前記受信器が、前記検出器による受信の前に、波長がそれぞれ異なる光信号を分離するための分割器をさらに含む、請求項 3 5 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

。

【請求項 3 7】

前記光源が、垂直共振器面発光レーザ (VCSEL) の配列を含む、請求項 2 9 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

50

【請求項 38】

入射する光信号を反射するための、前記回転体及び前記固定体のうちの前記他方に取り付けられ、その周囲に間隔をあけて配置された複数の双曲線反射体をさらに含む、請求項 29 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 39】

前記受信器による受信の前に、前記複数の双曲線反射体によって反射された光信号を合成するための結合器をさらに含む、請求項 38 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

【請求項 40】

前記複数の双曲線反射体が、それぞれ異なる光信号を受信するための 4 個の円周状に配置された反射体を含む、請求項 38 に記載された光ファイバ・ロータリ・ジョイント。

10

【請求項 41】

内側環の回転体と外側環の固定体との間の光通信を提供するための光ファイバ・ロータリ・ジョイントに使用するための反射体組立体であって、該光ファイバ・ロータリ・ジョイントが、前記回転体及び前記固定体のうち的一方によって支持された、前記回転体及び前記固定体のうちの他方に光信号を送信するための光源を含み、該光源が 1.25 Gビット／秒以上の速度でデータを送信できる、反射体組立体において、前記反射体組立体が、

楕円形の一部として構成された反射面を含み、楕円形状の反射面が第 1 及び第 2 の焦点を有する楕円反射体と、

双曲線の一部として構成された反射面を含み、双曲線形状の反射面が後方焦点及び共役焦点を有する双曲線反射体とを含み、

20

前記楕円反射体の前記第 2 の焦点と前記双曲線反射体の前記後方焦点とが一致する反射体組立体。

【請求項 42】

前記双曲線反射体の前記共役焦点に少なくとも 1 つの集光部材をさらに含む、請求項 41 に記載された反射体組立体。

【請求項 43】

前記楕円反射体及び前記双曲線反射体が、反射被覆が部分的に施されたプラスチックから構成されている、請求項 41 に記載された反射体組立体。

【請求項 44】

30

前記楕円反射体及び前記双曲線反射体が一体である、請求項 41 に記載された反射体組立体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に、回転体と固定体との間の光通信を提供するための光ファイバ・ロータリ・ジョイント、及びそのような光通信を容易にするための関連する反射体組立体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

回転体などの回転部材と固定体などの静止部材との間のインタフェースのようなロータリ・インタフェースを介してデータ及び／又は電力を送信することがしばしば必要になる。例えば、コンピュータ断層撮影（CT）スキャナ及びその他の適用例は、ロータリ・インタフェースを介したデータ送信を必要とする。ロータリ・インタフェースを介したデータ送信を容易にするため、回転体と一緒に回転する回転部材と固定体に固定された静止部材とを有するスリップ・リング（slip ring）が一般に利用される。

【0003】

最初、回転体と固定体との間の電気通信を支えるためにスリップ・リングが開発された。しかし、データ速度が高まるにつれて、データの電氣的送信は非実用的になった。そのため、次に、回転体と固定体との間などのロータリ・インタフェースを介した光通信に対

50

応するためのスリップ・リングが開発された。光通信は、従来の電気通信技術よりもはるかに大きい速度でデータを送信できる。

【0004】

光ファイバ・ロータリ・ジョイントは一般に、通信用の光ファイバが回転軸線に沿って延びている軸上 (on-axis) ロータリ・ジョイント、又は通常は回転軸線に接近不可能という理由で光ファイバが回転軸線に沿って延びていない軸外 (off-axis) ロータリ・ジョイントのどちらかに分類される。例えば、CTスキャナの回転体と固定体との間の光通信を支える光ファイバ・ロータリ・ジョイントに関して言えば、回転軸線は、患者が入られる穴部又は円筒部の中心を通して延びている。したがって、回転体と固定体との間の光通信を支える光ファイバ及びその他の光学部材を実際に回転軸線に沿って配置するためには、患者が横たわるすでに限定された空間をより窮屈にせざるをえないという不都合が存在する。

10

【0005】

軸外ロータリ・ジョイントは一般に、光信号を導くチャネル導波路を含む。このことに関連して、軸外ロータリ・ジョイントは一般に、1つ又は複数のレーザによって駆動される複数の光源、およびそれぞれのチャネル導波路と通信を行う複数の受信器とを含む。複数の光源は、回転体及び固定体のうちの一方の周囲に配置されることができ、受信器は、回転体及び固定体のうちの他方の周囲に配置される。例えば、複数の光源は回転体の周囲に配置することができ、一方、複数の受信器は固定体の周囲に配置され、それによって回転体から固定体への光通信に対応する。

20

【0006】

動作中は、各光源は同一の光信号を送信する。これらの光信号は、固定体に対する回転体の角度位置に応じて、1つ又は複数の受信器によって受信される。一般には回転体と固定体との間の光通信を可能にするのに有効ではあるが、チャネル導波路を利用する従来の軸外ロータリ・ジョイントは、とりわけデータ速度が相対的に大きい場合には、複数の短所が存在する。

【0007】

従来の軸外ロータリ・ジョイントの構成の結果として、光信号は一般に、それぞれの光源とそれぞれの受信器との間の、長さの異なる経路に沿って伝播し、それによって光信号の伝播に様々な時間遅延を生じさせる。例えば、従来の軸外ロータリ・ジョイントの受信器は普通、2つの隣り合った光源の各々から同じデータを受信する。しかし、2つの光源から発信された光信号は、異なる距離を伝わって受信器に到達し、そのため、いくらか異なる時間に受信される。したがって、光信号のパルス幅が事実上広げられる。従来の軸外ロータリ・ジョイントは、希望の高データ速度での通信を支えるために、光源と受信器との間の間隔をより小さくするように再設計を行う必要があり、より大きいデータ速度に対応するために、さらに再設計を行うことは事実上できないかもしれない。

30

【0008】

例えば、従来の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの1つは、直径1.168m (46インチ) のスリップ・リングの周囲に均等な間隔で配置された16個の光源を有する。したがって、隣り合った光源間の間隔 ΔL は、 $\Delta L = \pi \times d / 16 = 0.229\text{m}$ (9インチ) である。したがって、隣り合った光源の離間距離によって導入される時間遅延は、 $\Delta t = \Delta L / c = 0.76\text{ナノ秒}$ である。1.25 Gビット/秒で送信されるデータを支えるために設計された光ファイバ・ロータリ・ジョイントの場合、データの各ビットのパルス幅は、 $\Delta w = 1 / 1.25\text{GHz} = 0.8\text{ナノ秒}$ である。そのため、隣り合った2つの光源から同一の光信号を受信する受信器の場合、隣り合った光源間の間隔によって導入される時間遅延は、実質的にパルス幅を0.8ナノ秒から1.56ナノ秒、すなわち0.8ナノ秒+0.76ナノ秒に引き伸ばす。そのため、この例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントが、1.25 Gビット/秒のエラーのないデータ送信に対応することは難しく、希望されるはるかにデータ速度の大きい通信への対応はなおさら難しい。

40

【0009】

50

より大きなデータ速度に対応するため、従来の光ファイバ・ロータリ・ジョイントを再設計して、隣り合った光源間の間隔を例えば10.1cm(4インチ)以内まで実質的に短縮することができる。この間隔では、隣り合った光源によって送信される光信号の間に0.34ナノ秒の時間遅延が導入される。光ファイバ・ロータリ・ジョイントの再設計、検出電子回路の最適化、及びチャネル導波路の慎重な位置合わせを行ったとしても、従来の光ファイバ・ロータリ・ジョイントが1.25Gビット/秒より大きなデータ速度に対応することは難しい。

【0010】

従来の軸外光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、更なる短所を有する。このことに関連して、従来の軸外ロータリ・ジョイントは、相対的に大きな損失を有する。そのため、従来の軸外ロータリ・ジョイントは、より大きなパワーを有する光信号を生成するためにより高い電力レベルで動作する光源を必要とし、それによって熱の発生及び処分に関する問題を生じさせ、より複雑な電子駆動回路を必要とする。さらに、複数のチャネル導波路を有する従来の軸外ロータリ・ジョイントは一般に、チャネル導波路から光ダイオードに光信号を導くための複数の光ファイバも有する。複数の光ファイバは一緒に束ねられ、レンズ組立体を介して光ダイオードに結合される。しかし、データ速度が高まるにつれて、作用面積のより小さい光ダイオードが必要とされる。ファイバ直径の光ダイオード面積に対する比が大きくなると、相対的に狭い作用面積上に複数の光信号の焦点を合わせることはより難しくなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

従来の軸外ロータリ・ジョイントは回転体と固定体との間の光通信を支える(サポートする)が、改良された軸外ロータリ・ジョイントを提供できれば望ましいであろう。特に、1.25Gビット/秒以上などの相対的に大きいデータ速度での回転体と固定体との間の光通信に対応できる軸外ロータリ・ジョイントを提供できれば有利であろう。

【課題を解決するための手段】

【0012】

したがって、改良された光ファイバ・ロータリ・ジョイント及び関連する反射体組立体が、回転体と固定体との間の光通信を支えるために提供される。受信器に入射する光信号の経路長が等しくなるように、少なくともいくつかの具体例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントを設計することによって、光信号のパルス幅は、従来の軸外ロータリ・ジョイントのようには大きくならない。したがって、本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、超高速のデータ送信速度での回転体と固定体との間の光通信に対応することができる。したがって、本発明の少なくともいくつかの具体例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、データ送信速度及び送信光波長の両方から独立しており、光ファイバ及び光電子部品が動作できる最大データ速度によってのみ制限されるデータ送信に対応する。

【0013】

本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、光信号を送信するための、回転体又は固定体の一方によって支持される光源、より一般には複数の光源を含む。光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、光信号を反射するための、回転体及び固定体のうちの他方に取り付けられた反射体も含む。さらに、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、反射後の光信号を受信するための受信器を含む。有利には、反射体は、固定体に対する回転体の相対回転位置に関わらず、光信号が光源から受信器までそれに沿って伝播する経路の長さが等しくなるように形作られ、位置づけられ、それによって、従来の軸外ロータリ・ジョイントが容認していたようなパルス幅の望ましくない延長又は引伸ばしを回避する。

【0014】

一具体例では、反射体は、反射面が楕円形の一部を形成するように形作られた楕円反射体である。一般に、楕円反射体は、回転体から固定体への光通信に対応するため、回転体によって支持された光源から光信号を受信するように固定体に取り付けられる。しかし、

本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの他の具体例は、反対方向、すなわち固定体から回転体への通信に対応する。

【0015】

楕円形状の反射面は、第1及び第2の焦点を有する。有利には、楕円反射体は、第1の焦点が回転体の中心軸線に沿うように位置づけられる。光ファイバ・ロータリ・ジョイントは一般に、回転体と共に回転するように適合された基準面を規定するスリップ・リングも含む。したがって、楕円反射体は、第1の焦点が回転体の中心軸線に沿うように位置づけられることができるばかりでなく、有利には、第1の焦点がスリップ・リングによって規定される基準面内のスリップ・リングの中心に存在するように位置づけられることもできる。受信器は、楕円反射体で反射された光信号を受信するように、楕円反射体の第2の焦点に配置されることができる。代替として、反射体は、光信号を受信器に適切に導くため、楕円反射体に加えて、追加の反射部材を含むことができる。

10

【0016】

本発明の別の観点によれば、反射体は、反射面が双曲線の一部を形成するように形作られた双曲線反射体を含む。双曲線形状の反射面は、後方焦点及び共役焦点を定める。そのため、受信器は、双曲線反射体で反射された光信号を受信するように、双曲線反射体の共役焦点に配置されることができる。

【0017】

一具体例では、反射体は、楕円反射体及び双曲線反射体の両方を含む反射体組立体を含む。この具体例では、楕円反射体及び双曲線反射体は、楕円反射体の第2の焦点と双曲線反射体の後方焦点とが一致するように互いに対して位置づけられる。これにより、光源から受信された光信号は、楕円反射体によって双曲線反射体へと反射され、さらに双曲線反射体の共役焦点へと反射される。そのため、受信器は、反射光信号を受信するため、双曲線反射体の共役焦点に配置されることができる。このことに関連して、反射体組立体は、反射光信号を受信するために双曲線反射体の共役焦点に配置される少なくとも1つの集光部材を含むことができる。この具体例の反射体組立体は様々な方法で形成されることができるが、楕円反射体及び双曲線反射体は、その一部に反射被覆が施されたプラスチックから一体形成されることができる。

20

【0018】

楕円反射体及び双曲線反射体の両方を含む反射体組立体は、回転体によって支持された光源によって送信された光信号を適切に反射するため、固定体に取り付けられることができるが、別の具体例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、固定体に取り付けられた光源によって送信された光信号を適切に反射するため、回転体によって支持された双曲線反射体を含む。このことに関連して、双曲線反射体は、双曲線反射体の後方焦点が回転体の中心軸線に沿うように、回転体によって支持される。双曲線反射体の共役焦点に受信器を位置づけることによって、反射光信号を集めることができる。

30

【0019】

反射体のタイプに関わらず、反射体は、複数の異なる入射角を有する光信号を受信するように適合される。さらに、各光源から受信器までの経路の長さが入射角とは無関係に反射体によって受信されるすべての光信号について同じになるように、反射体の反射面が形作られ、位置づけられる。したがって、従来の軸外ロータリ・ジョイントで不都合にも生じたように、光源から受信器に送信される光信号のパルス幅が延長され、又は引き伸ばされることはない。代わりに、2以上の光源によって送信される同じ光信号は、光信号が反射体によって受信される入射角とは無関係に、受信器によって同じ時間に受信される。したがって、本発明の様々な具体例による光ファイバ・ロータリ・ジョイント及び関連する反射体組立体は、1.25 Gビット/秒以上の超高速のデータ速度による、回転体から固定体又は固定体から回転体などの、ロータリ・インタフェースを介したいずれかの方向の光通信に対応することができる。本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、異なる波長を有する光信号がロータリ・インタフェースを介して同時に送信されることを可能にすることによって波長多重化に対応することもでき、それによってロータリ・インタフェ

40

50

ースを介してデータを送信することのできる速度を潜在的にさらに高めることができる。

【0020】

一具体例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、入射する光信号を反射するために、他の回転体又は固定体の1つに取り付けられ、その周囲に間隔を空けて配置される複数の楕円反射体を含む。回転体と固定体との間で通信を確立し続け得ることを保証しながら、必要とされる光源の数を減らすため、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、複数の楕円反射体によって反射された光信号を、前記受信器による受信前に合成するための結合器（カプラ）も含むことができる。別の具体例では、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、それぞれ異なる光信号を受信するための円周状に配置された4個の楕円反射体を含むことができ、その後、光信号は再合成され、それによってさらに高速度の光ファイバ・ロータリ・ジョイントを介したデータ送信を容易にすることができる。

10

【実施例】

【0021】

ここまでは一般的な観点から本発明を説明してきたが、ここからは必ずしも原寸に比例していない添付の図面を参照する。

【0022】

これ以後、すべてではないが本発明のいくつかの実施例が示された添付の図面を参照しながら、本発明をより十分に説明する。実際、これらの発明は、多くの異なる形態で実施することができ、本明細書で説明する実施例に限定されると解釈するべきではない。これらの実施例はむしろ、この開示が適当な法的要件を満たすように提供されている。図面全体で同じ符号は同じ部材を指示する。

20

【0023】

ここで図1を参照すると、本発明の一実施例による光ファイバ・ロータリ・ジョイント10が示されている。光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、回転体などの回転要素と固定体などの静止要素との間の光通信に対応できる。以下の説明のとおり、光通信は、適用例に応じて、回転体から固定体に、又は固定体から回転体に送信されることができる。そのため、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、例えば、CTスキャナに関連する利用を含む様々な適用例に利用できる。図1に示されるように、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは一般に、当業者に知られるように、回転体によって支持され、回転体と共に回転するように適合された環状スリップ・リング12を含む。スリップ・リングは、適用例に応じて様々なサイズを有するが、一実施例では、直径1.168m（46インチ）である。回転体及び固定体は図示されていないが、スリップ・リングは、図のようにスリップ・リングに取り付けられ、回転体と共に回転するように適合された光ファイバ・ロータリ・ジョイントの部品、及び図のようにスリップ・リングの外側に放射状に存在する、固定体に取り付けられた光ファイバ・ロータリ・ジョイントの部品と共に示されている。

30

【0024】

光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、少なくとも1つの光源14を、より一般的には、例示的な実施例における16個の光源などの複数の光源14を含む。図1の実施例に示されるように、複数の光源は、回転体によって、具体的にはスリップ・リング12によって支持されることができる。光源は、スリップ・リングの周囲に配置され、スリップ・リングから外側方向に放射状に光信号を送信するように向けられる。複数の光源を含む実施例では、光源は一般に、図1に示されるようにスリップ・リングの周囲に均等な間隔で配置されるが、光源は必要に応じて、別の方式で位置づけられることもできる。図1の実施例ではスリップ・リングによって支持された光源が示されているが、光源は代わりに、図5の実施例に関連して説明されるように、固定体に取り付けられ、内側の方向に放射状に伝播する光信号を発信するように、回転体の周囲に位置づけられることもできる。

40

【0025】

光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、様々なタイプの光源14を含むことができる。図1に示された一実施例では、光源は、外側方向に放射状に信号を発信するための、スリップ・リング12の周囲に配置されるレーザ又はその他の光信号源を含む。しかし、

50

別の実施例では、光源は、光信号がそこから発信される1つ又は複数の光ファイバ13を含み、光信号がそこから発信される光ファイバの遠心端も一般に、図1に示された方式でスリップ・リングなどの周囲に配置される。この実施例の光源も、レーザ又はその他の光信号源15を含むことができる。レーザ又はその他の光源は、レーザ又はその他の光源によって供給される光信号が光ファイバを通して伝播し、そこから発信されるように、光ファイバを用いて光通信を行う。このことに関連して、光信号がそこから発信される光ファイバの遠心端も一般に、図1に示されたものと同様の方式で、光信号が外側の方向に放射状に発信されるように、スリップ・リングなどの周囲に配置される。レーザ又はその他の光源から、光信号が発信される点まで、光信号を送信する光ファイバを利用することによって、レーザ又はその他の光源は、離れた場所に配置されることができ、それによってレーザ又はその他の源を、ロータリ・インタフェースに存在することのある電磁干渉（EMI）などの干渉から、少なくとも部分的に隔離又はその他の方法で保護することができる。

10

【0026】

一実施例では、普通のレーザ又はその他の光源15は、各光ファイバが同じ光信号を発信するように、複数の光ファイバ13の各々に同じ光信号を供給する。別の実施例では、少なくともいくつかの光ファイバは、異なるレーザなどの異なる源によって駆動されることができる。したがって、異なる光ファイバは、異なる信号を発信することができる。これらの実施例の更なる説明は、図6及び図7に関連して以下で提供される。

【0027】

20

光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、光源14から光信号を受信し、光信号を受信器18に反射するための反射体16も含む。受信器は一般に、光ダイオード19を含むが、必要に応じて、その他のタイプの検出器を含むこともできる。光ダイオードを反射体から離れた場所に配置することができ、それによって光ダイオード又はその他の検出器を、ロータリ・インタフェースの近くで発生することのある干渉から、少なくとも部分的に保護できるように、受信器は通常、反射信号を受信し、光信号を光ダイオードに送信するための光ファイバ21も含む。さらに、受信器は、最初に反射光信号を受信し、光信号を光ダイオードへの送信用の光ファイバに集めるための集光レンズを含むことができる。しかし、受信器は、必要に応じて、その他の方式で構成されることもできる。

【0028】

30

光源14は、回転体及び固定体のうちの一方によって支持されるが、反射体16は、他方の回転体又は固定体に取り付けられる。図1に示された実施例では、光源が回転体によって、具体的にはスリップ・リング12によって支持され、反射体は、固定体に取り付けられる。反射体は、複数の異なる入射角で到着する光信号を受信するように設計される。さらに、反射体は、入射角に関わらず、各光源から受信器18までの経路の長さがすべての反射光信号について同じになるように形作られ、位置づけられた反射面を有することが有利である。そのため、光源から発信される光信号は、受信器によって一斉に受信され、それによってジッタを除去し、従来の軸外ロータリ・ジョイントで不都合にも生じたような、パルス幅の延長又は引き伸ばしが無いことを保証する。したがって、本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、1.25 Gビット/秒を超えるデータ速度などの、より高いデータ速度での光通信に対応できる。その唯一の制限によれば、データ速度は一般に、光ファイバ、並びに光源及び光ダイオードを含む光電子部品が動作できる最大データ速度である。

40

【0029】

図1に示され、図2により詳細に示される実施例の反射体16は、楕円形の一部を形成するように形作られた反射面を有する楕円反射体20を含む反射体組立体によって実現される。楕円形状の反射面は、第1及び第2の焦点 F_1 及び F_2 を有する。さらに、楕円反射体は、第1の焦点が回転体の中心軸線に沿って存在するように位置づけられる。より詳細には、光源14がスリップ・リング12に支持される実施例では、楕円形状の反射面は、第1の焦点がスリップ・リングによって規定される基準面内にあり、スリップ・リング

50

の中心と一致するように位置づけられる。楕円形状の反射面を、第1の焦点が回転体の中心軸線に沿って、特にスリップ・リングの中心にあるように位置づけることによって、光源によって外側方向に放射状に発信された光信号は、楕円形状の反射面によって反射され、第2の焦点の方に方向を変えられる。

【0030】

当業者に知られているように、光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、面内振れ（run out）及び／又は面外振れを有することがあるが、その両方は、本質的に本発明の反射体16によって修正される。この点に関して、面内振れは一般に、回転時のスリップ・リング12の膨張、及び完全な円形にスリップ・リングを製造できないことに起因する。面外振れは通常、ボール・ベアリング、取り付けブラケット、及びスリップ・リングを含む部品のすべてに関する公差によって引き起こされる。これらの公差の累積の結果として、光ファイバ・ロータリ・ジョイントの物理的軸は、その回転軸線からわずかに斜めになることがある。しかし、本発明の反射体組立体の設計の結果として、両方のタイプの振れが修正される。

【0031】

図1及び図2に示された実施例の反射体組立体は、楕円反射体20から受信した信号を受信器18に反射する双曲線反射体22も含む。双曲線反射体は、双曲線の一部を形成するように形作られた反射面を含む。双曲線形状の反射面は、後方焦点B及び共役焦点Cを有する。この実施例では、反射体組立体は、楕円反射体の第2の焦点 F_2 と双曲線反射体の後方焦点とが一致するように設計される。したがって、楕円反射体によって第2の焦点へと反射された光信号は、光信号が共役焦点に焦点を結ぶ助けをする双曲線反射体によって遮断される。例えば、双曲線反射体が存在しない場合に第2の焦点に向う反射光信号の経路を示す図2の破線を見られたい。受信器を双曲線反射体の共役焦点に配置することによって、最初に楕円反射体によって受信されたすべての光信号は、入射角に関わらず、受信器上に焦点が結ばれる。このことに関連して、受信器の集光レンズは、光信号を受信し、光信号に光ダイオード又はその他の検出器に光信号を送る光ファイバ上に焦点を結ばせるため、双曲線反射体の共役焦点に配置されることができる。

【0032】

この実施例の反射体組立体の楕円反射体20及び双曲線反射体22は、互いに対して、並びに光源14及び受信器18に対して適切に位置づけられた別個の反射体とすることができる。しかし、一実施例では、楕円反射体と双曲線反射体とは一体をなし、それによって、従来の技術によって必要とされるような、複数の反射体を光学的に位置調整すること、及び複数の光信号に単一の光ダイオード上に焦点を結ばせることに関する複雑さを軽減し、したがって、製造コストを低減する。例えば、楕円反射体と双曲線反射体とが一体をなす反射体組立体は、楕円形状の反射面及び双曲線形状の反射面を定める所望の形状を得るために、射出成形プラスチックなどによって、プラスチックから形成されることができる。光学級ABS又はその他の光学級成形用プラスチックを利用することもできる。好ましくは、楕円形状の反射面及び双曲線形状の反射面を定める金型の表面は磨かれる。その結果得られる楕円形状の反射面及び双曲線形状の反射面は、その後直ちに、さらに磨きをかけることなく、金、アルミニウム、又はその他の反射金属により被覆を施すことができる。しかし、プラスチック部品は、射出成形の後、必要ならば、反射被覆で被覆する前に、磨かれることもできる。

【0033】

反射体組立体は、楕円形状の反射面及び双曲線形状の反射面が互いに対して適切に配置されるように、すなわち、(i)楕円形状の反射面の第1の焦点 F_1 が回転体の回転軸線に沿って存在し、(ii)楕円形状の反射面の第2の焦点 F_2 と双曲線形状の反射面の後方焦点とが一致し、(iii)双曲線形状の反射面の共役焦点が受信器18と一致するように形成される。受信器の適切な位置づけを保証するため、反射体組立体は、少なくとも1つの集光レンズなどの集光部材が双曲線形状の反射面の共役焦点と一致する位置に配置される鏡筒24を設けることができる。例えば、図3を見られたい。

【0034】

楕円反射体20及び双曲線反射体22を含む反射体組立体全体は、回転体の外側に放射状に存在することが有利である。例えば、図1及び図2に示されるように、楕円反射体は、回転体又は回転体によって支持されるスリップ・リング12の外周から外側に放射状に配置されることができ、一方、双曲線反射体は、スリップ・リングの上に重なるが、回転体又は回転体によって支持されるスリップ・リングの内側には突き出ない。そのため、回転体によって規定される穴部全体は、空いたまま残り、反射体組立体が障害となることはない。図1及び図2では双曲線反射体はスリップ・リングの上に重なるように示されているが、いくつかの実施例では、反射体組立体は、双曲線反射体も回転体又は回転体によって支持されるスリップ・リング12の外側に放射状に存在するようなサイズをとることができる。

10

【0035】

図2及び図3により詳しく示された反射体組立体の実施例では、反射体組立体は、双曲線反射体22を支持するための、楕円反射体20から内側に放射状に延びた棚部(shelf)26を含む。この棚部はスリップ・リング12の外側部分の上に張り出しており、楕円反射体に対して双曲線反射体を適切に位置づけることができる。棚部によって開口28を定めることができ、光信号の伝播をチェックすることができる。光源によって発信された光信号が(図3に示された向きに双曲線反射体の上方を通過することなどによって)双曲線反射体のそばを通過して楕円形状の反射面に入射し、次に双曲線反射体へと、さらには鏡筒へと反射されるように、スリップ・リングと詳細にはスリップ・リングに支持された光源14とが配置されるように、反射体組立体は固定体に取り付けられることができる。

20

【0036】

上記で説明され、図2及び図3に示された反射体などの反射体16は、楕円反射体20及び双曲線反射体22の両方を含む必要はない。例えば、図5の実施例に示されるように、反射体は、楕円反射体だけを含むことができる。双曲線反射体は、有利な点として、光信号の焦点を光ファイバ・ロータリ・ジョイント10の固定体側に動かし、焦点での光信号の入射角の広がり小さくするが、不利な点として、伝播経路長を長くし、設計を複雑にする。そのため、双曲線反射体を含むか、含まないかの設計上の選択は、兼ね合いが必要である。双曲線反射体を含まない実施例でも、楕円反射体はやはり、回転体によって、詳細には回転体に取り付けられたスリップ・リング12によって支持された1つ又は複数の光源14から外側に放射状に送信される光信号を受信するために固定体に取り付けられる。これらの実施例の楕円反射体もやはり、楕円形状の反射面の第1の焦点 F_1 が回転体の中心軸線に沿って存在し、詳細にはスリップ・リングの中心と一致し、スリップ・リングによって規定される基準面内に存在するように位置づけられる。上記で説明された楕円反射体とは対照的に、これらの実施例の楕円反射体は、第2の焦点 F_2 が回転体の外側に放射状に存在するように位置づけられる。そのため、光信号はやはり、回転体から外側に放射状に配置された受信器18によって検出されるために、双曲線反射体によって反射される必要はない。代わりに、楕円形状の反射面の第2の焦点に一致させて、回転体の外側の放射状の位置に、受信器を配置することができる。例示された実施例では、受信器は、反射光信号を受信し、光信号を光ダイオード又はその他の検出器19まで送信するための光ファイバ21を含む。図示されていないが、受信器は、光信号が光ファイバ内に焦点を結ぶように楕円反射体の第2の焦点に配置された、1つ又は複数の集光レンズなどの集光光学部材も含むことができる。

30

40

【0037】

反射体16は、どの楕円反射体とも独立に、双曲線反射体22を含むこともできる。さらに、反射体は、固定体から回転体に送信される光通信に対応するため、回転体によって、詳しくは回転体によって支持されたスリップ・リング12によって支持されることができる。この実施例では、1つ又は複数の双曲線反射体が、スリップ・リングに取り付けられることができる。図5に示されるように、これらの双曲線反射体は、固定体に取り付け

50

られた1つ又は複数の光源14によって発信され、回転体の中心に向う内側の方向に放射状に伝播する光信号を受信するように適合される。したがって、各双曲線反射体の双曲線形状の反射面は、後方焦点Bが回転体の中心軸線に沿って存在し、詳しくは、スリップ・リングの中心と一致し、スリップ・リングによって規定される基準面内に存在するように形作られ、位置づけられる。そのため、双曲線反射体に入射する光信号は、双曲線反射体の共役焦点Cに焦点を結ぶ。有利には、各双曲線反射体の双曲線形状の反射面はまた、共役焦点が回転体上に、詳しくはスリップ・リング上に位置づけられるように形作られ、位置づけられる。そのため、受信器18は、反射光信号を受信するため、双曲線反射体の共役焦点に配置されることができる。

【0038】

図5に示されるように、光ファイバ21は、それぞれの反射体22から光信号を受信し、光信号を光ダイオード又はその他の検出器19に送信するため、共役焦点Cに配置されることができる。加えて、1つ又は複数の集光レンズなどの集光要素は、反射光信号を受信し、光信号に光ファイバ内に焦点を結ばせるため、共役焦点に配置されることができる。固定体に対する回転体の角度位置が多少異なっているとしても、同じ光信号を受信するように適合された2以上の反射体を有する例示された実施例では、それぞれの光ファイバは、各反射体から光信号を受信し、その後、各光ファイバによって送られる光信号は、光ダイオード又はその他の検出器によって検出される前に、光合成器又は光結合器25などによって合成される。上記で説明されたように、双曲線反射体22は、回転体の固定体に対する相対回転関係に応じて、様々な入射角を有する光信号を受信する。しかし、双曲線反射体によって反射される光源から受信器への各光信号の経路長は同じであり、それによって、パルス幅が不都合にも広げられ、又は引き伸ばされることがないことを保証する。

【0039】

回転体の固定体に対する相対角位置に関わらず、回転体と固定体との間で光通信を継続的に実行できることを保証することが望ましい。光通信の継続性を保証するため、光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、図1に示されたように、16個の光源などの、かなりの数の光源14と、単一の反射体組立体を含むことができる。光源の数を減らすため、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、2個以上の反射体組立体を含むことができる。例えば、図5に示される実施例では、2個の双曲線反射体22が、スリップ・リング12に取り付けられている。しかし、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、必要ならば、スリップ・リング12の周囲に配置された3個以上の反射体16を含むことができる。同様に、図1に示された光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、追加の反射体組立体が固定体に取り付けられ、回転体の周囲に円周状に配置された場合、又は反射体組立体がより大きな反射体、すなわち円周の長さがより長い反射体を含む場合、より少数の光源を含むことができる。光源及び反射体は好ましくは、1つの光源によって発信された光信号が1つの反射体から出て行く時に、別の光源によって発信された光信号が第2の反射体によって反射され始め、それによって回転体と固定体との間の光通信の継続性が保証されるように位置づけられる。

【0040】

光源14及び反射体16の数は一般に、視準要件も決定する。このことに関連して、より少数の光源及び反射体を有する光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は一般に、より多数の光源及び反射体を有する光ファイバ・ロータリ・ジョイントと比較して、それらの間に、より長い自由空間伝播距離を有する。自由空間伝播距離が長くなるにつれて、視準要件は、光信号が、より長い距離を伝わる間の光信号の発散を最小化するために、よりきつく又はより厳格になる。したがって、少なくともそのような相対的に少数の光源及び反射体を有する光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、ロータリ・インタフェースを介した送信の前に、光源によって供給される光信号の視準合わせを行うため、視準レンズなどの視準光学部材を必要とすることがある。

【0041】

しかし、すべての経路長が同じになることを保証することによって、光信号のパルス幅

10

20

30

40

50

は、通信する個々の光源 1 4 及び受信器 1 8 に関わりなく、また回転体の固定体に対する相対回転位置に関わりなく、一定に保たれる。したがって、本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイント 1 0 は、データ送信速度とは独立した方式で、ロータリ・インタフェースを介した光通信に対応することができ、それによって 1. 2 5 Gビット／秒以上のデータ速度でのデータ送信を可能にする。

【0042】

普通のレーザ又はその他の光源 1 5 は、上記で説明されたように、各光ファイバが同じ光信号を発信するように各光ファイバ 1 3 に同じ光信号を供給することができるが、少なくともいくつかの光ファイバは、異なる信号を発信するように異なる光源によって駆動されることもできる。各光ファイバは異なる光信号を発信するように構成されることができ
10
るが、一実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイント 1 0 は、固定体上の反射体位置によって定められる四分円に光ファイバを配分する。各四分円内では、光ファイバは同じ光信号を発信する。しかし、1つの四分円の光ファイバによって発信される光信号は、他の四分円の光ファイバによって発信される光信号とは異なっている。これに対応して、この実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、反射体 1 6 と受信器 1 8 の組を 4 組含むことができ、各組は、それぞれの四分円の光ファイバによって発信された光信号を受信するように適合される。

【0043】

例えば、図 6 に示されるように、光ファイバ・ロータリ・ジョイント 1 0 は、回転体の周囲に円周状に均等な間隔で配置された 1 6 個の光源 1 5 (TX 0 ~ TX 1 5 で表される)
20
)を含む。例示された実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、入射した光信号がそれぞれの光ファイバ内に焦点を結ぶようにする、4 個の楕円反射体 2 0 などの 4 個の反射体 1 6 も含み、その後、それぞれの光ファイバがそれぞれの検出器 1 9 に光信号を送る。したがって、この実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、各々が各反射体に関連づけられた 4 個の検出器も含む。反射体は、固定体の周囲に円周状に配置される。図示されたように、反射体はまた、光ファイバ・ロータリ・ジョイントのそれぞれの四分円内に配置された光源によって発信される光信号を 1 つの反射体が受信するよう適合されるように、互いに離れて配置される。図 6 で示されるように、4 つの四分円は、四分円 0、四分円 1、四分円 2、及び四分円 3 で表される。

【0044】

図示されるように、反射体 1 6 は、2 個又は 3 個の光源 1 5 から光信号を同時に受信するようにサイズが定められ、位置づけられる。同じ反射体に入射する光信号を発信する 2 個又は 3 個の光源が、同じ光信号を発信するように駆動されることが有利である。しかし、光ファイバ・ロータリ・ジョイント 1 0 を介して送信されるデータの量を増やすため、1 個の反射体に入射する光信号は一般に、他の反射体に入射する光信号とは異なっている。言い換えると、RX 0 に入射する光信号を発信する光源は一般に、RX 1、RX 2、及び RX 3 に入射する光源によって発信される光信号とは異なる光信号を発信するように駆動される。図 6 にも示されるように、回転体が回転するにつれて、光源は一般に、光源がある四分円に入る前の短い間に、その四分円内の他の光源によって発信される光信号と同じ光信号を発信するように切り替えられる。光源を切り替えることのできる例示的な位置
40
は、図 6 ではハッシュ（袖章）マーク 3 0 で示されている。

【0045】

ここで図 7 を参照して、データ送信速度を高めるために、図 6 に示されたタイプの光ファイバ・ロータリ・ジョイント 1 0 を利用できる方法を説明する。光ファイバ・ロータリ・スイッチの上流で、従来のデジタル電子工学を利用して、5 Gbps の信号が、4 つの 1. 2 5 Gbps の信号流に分割される。チャネル選択器 3 2 を介して、4 つの 1. 2 5 Gbps の信号流は、ロータリ・ジョイントを介してそれぞれの受信器 1 8 に送信されるために、それぞれ異なる光源 1 5 のグループに転送される。例えば、図 6 に示された実施例に関して、第 1 の信号流は、RX 0 に送信されるために、TX 0 ~ TX 3 に転送されることができ、第 2 の信号流は、RX 1 に送信されるために、TX 4 ~ TX 7 に転送される
50

ことができ、以下も同様である。その後、4つの1.25 Gbpsの信号流は、元の5 Gbpsの信号を形成するために再構成されることができる。この実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、チャンネル選択器が1.25 Gbpsの信号流をそれぞれの光源のグループに適切に切り替えることができるように、スリップ・リング12の位置を追跡するための角度位置エンコーダ34を含むことができる。例えば、TX3、TX7、TX11、及びTX15が図7のハッシュマーク30を通過するように回転体が回転する際に、これらの光源は回転して異なる四分円に入るので、チャンネル選択器は、TX4～TX6と同じ光信号を出力するようにTX3を切り替えることができ、TX8～TX10と同じ光信号を出力するようにTX7を切り替えることができ、以下も同様である。したがって、本発明の光ファイバ・ロータリ・スイッチは、きわめて高いデータ速度で容易に光信号を送信することができる。

10

【0046】

本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は、波長の異なる光信号の通信にも対応する。図8に示されたこの実施例では、光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、波長がそれぞれ異なる光信号を供給するための2個以上のレーザ又はその他の源15を含む。この実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、波長の異なる光信号をそれぞれ各レーザ又はその他の源からロータリ・インタフェースに送信するための別々の光ファイバ13も含むことができる。代替として、光源14は、合成光信号を共通の光ファイバによってロータリ・インタフェースに送信できるように、波長の異なる光信号を合成するための図8に示されたようなファイバ結合器（カプラ）17を含むことができる。

20

【0047】

波長の異なる光信号が合成されるこの実施例では、受信器18は、波長の異なる光信号を分離するための2色（ダイクロイック）フィルタなどの分割器（スプリッタ）23と、それぞれの波長をもつ光信号を受信するための複数の光ダイオード又はその他の検出器19とを含むように構成されることができる。受信器がロータリ・インタフェースから離れた場所にある実施例では、波長の異なる光信号は通常、共通の光ファイバ21に沿って伝播した後、視準レンズ25などによって視準が合わされ、次に光信号の波長に基づいて分離される。

【0048】

波長多重化を利用することによって、光源15の変調速度を高めることなく、帯域を増加させることができる。光源の変調速度を高めることに関連するコストは、1 Gビット／秒を超えるデータ速度などのより高いデータ速度では相当なものになり得るので、波長の異なる光信号を供給する2以上のレーザ又はその他の源を含む方が、時にはより経済的になることもある。本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイント10は一般に、ロータリ・インタフェースを介した光信号の送信に関して、相対的に高い効率を有する。そのため、より電力の小さい光信号を発信するが、有利なことに、従来の光ファイバ・ロータリ・ジョイントによって利用されたデータ速度よりも高いデータ速度で動作することのできる光源14を選択することができる。例えば、本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの光源は、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）又は分布帰還型（DFB）レーザにすることができる。代替として、本発明の光ファイバ・ロータリ・ジョイントは、波長が660 nmで、電力レベルが50 mWを超える光信号を発信する、従来の光ファイバ・ロータリ・ジョイントによって利用されたようなレーザ・ダイオードを利用することができる。これらのレーザ・ダイオードは、変調帯域がより限定されており、より多くのコストがかかり、より大きな注入電流を必要とし、一般に低電力光源よりも変調が難しい。

30

40

【0049】

一実施例では、回転体によって支持される光源14は、複数の個別VCSELに含まれる光源又はその他の個別レーザ源に関して、全体サイズ、部品数、及び組み立てコストを減らすため、2×12のVCSEL配列などのVCSEL配列を有する。ファイバ管理を改善するため、ファイバ・リボンを利用して、それぞれのVCSELによって発信された光信号を受信し、通常はシリコン・マイクロマシン・ブレイクアウト・アダプタによって

50

光学的にファイバ・リボンに結合される個々の光ファイバまで光信号を伝播することができる。その後、図8の実施例に関連して上記で説明されたように、光信号を、ロータリ・インタフェースを介して送信するため、光ファイバは、回転体外縁の周囲の異なる、一般に等間隔の場所まで延ばされる。等しい経路長を提供するため、各光ファイバの長さは同じであることが好ましい。

【0050】

本明細書で説明された本発明の多くの修正及びその他の実施例は、上記の説明及び関連する図面で提示された教示から利益を得る、本発明が関係する分野の当業者であれば想到するであろう。したがって、本発明は開示された具体的な実施例に限定されるべきものではなく、修正及びその他の実施例も添付の特許請求の範囲の範囲内に含まれるものとされることを理解されたい。本明細書では具体的な用語が利用されたが、それらは一般的かつ説明的な意味でのみ使用され、限定の目的では使用されていない。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】楕円反射体及び双曲線反射体の両方を有する反射体組立体を含む、本発明の一実施例による光ファイバ・ロータリ・ジョイントの概略図。

【図2】図1の2-2線に沿った光ファイバ・ロータリ・ジョイントの横断面図。

【図3】図1及び図2に示された実施例の反射体組立体の斜視図。

【図4】楕円反射体を含む、本発明の別の実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの概略図。

【図5】スリップ・リングによって支持された双曲線反射体を含む、本発明のさらに別の実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの図。

【図6】光源の異なるグループが異なる光信号をそれぞれの受信器に送信する、別の実施例の光ファイバ・ロータリ・ジョイントの概略図。

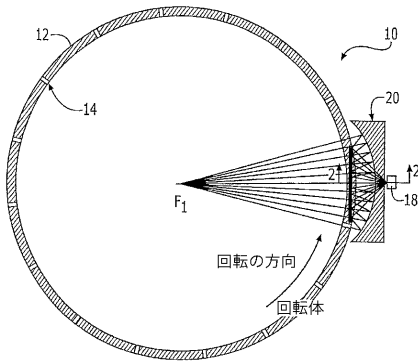
【図7】図6の光ファイバ・ロータリ・ジョイントを含む通信システムの概略図。

【図8】波長多重化に対応する、本発明の別の実施例による光ファイバ・ロータリ・ジョイントの概略図。

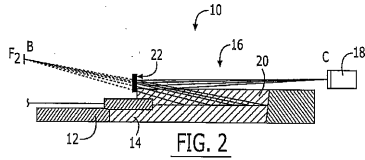
10

20

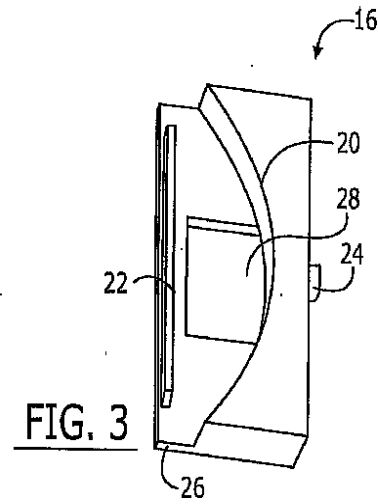
【図 1】



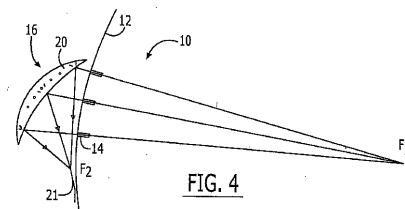
【図 2】



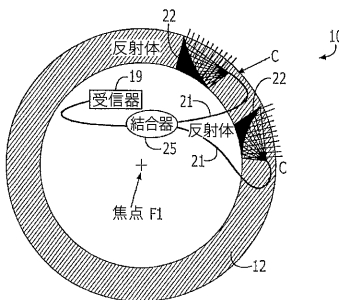
【図 3】



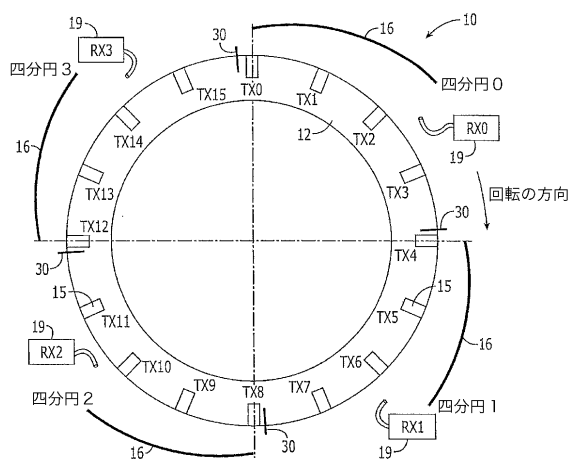
【図 4】



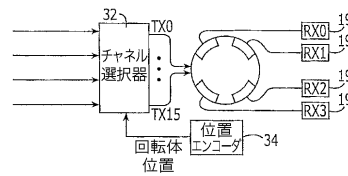
【図 5】



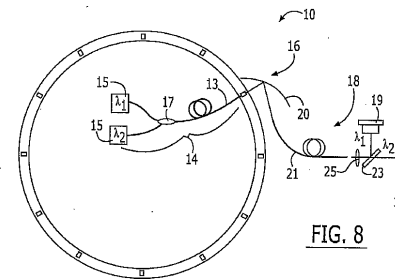
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H04B 10/105 (2006.01)

H04B 10/22 (2006.01)

(72)発明者 ロー、ピーター、ケイ、

アメリカ合衆国、ヴァージニア、ブラックスバーグ、 エヌ. メイン ストリート 1213

(72)発明者 ルイス、ノリス、イー、

アメリカ合衆国、ヴァージニア、クリスティアンバーグ、 タワー ロード 805、エス. イー

.

審査官 東 昌秋

- (56)参考文献 特開平01-108511 (JP, A)
特開昭57-099608 (JP, A)
特開2002-090575 (JP, A)
特開2001-051162 (JP, A)
特開2002-028156 (JP, A)
特表2001-519541 (JP, A)
特開昭57-138231 (JP, A)
特開昭59-178420 (JP, A)
米国特許第05319726 (US, A)
特開昭58-066196 (JP, A)
特開平09-308625 (JP, A)
特開2002-064245 (JP, A)
特開平08-265272 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 10/00-10/28

H04J 14/00-14/08