

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-504828
(P2017-504828A)

(43) 公表日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 6/32 (2006.01)	G02B 6/32	2H036
G02B 6/42 (2006.01)	G02B 6/42	2H137
G02B 6/36 (2006.01)	G02B 6/36	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2016-541158 (P2016-541158)	(71) 出願人	505005049 スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
(86) (22) 出願日	平成26年12月9日 (2014.12.9)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(85) 翻訳文提出日	平成28年8月17日 (2016.8.17)	(74) 代理人	100107456 弁理士 池田 成人
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/069282	(74) 代理人	100128381 弁理士 清水 義憲
(87) 国際公開番号	W02015/094811	(74) 代理人	100162352 弁理士 酒巻 順一郎
(87) 国際公開日	平成27年6月25日 (2015.6.25)		
(31) 優先権主張番号	61/918, 157		
(32) 優先日	平成25年12月19日 (2013.12.19)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

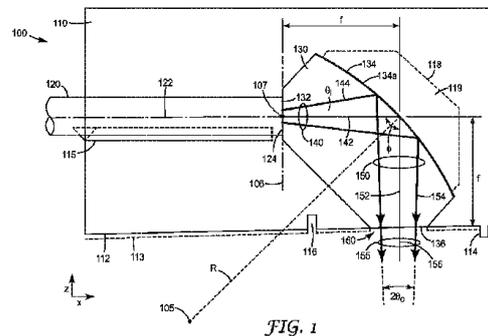
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチモード光学コネクタ

(57) 【要約】

本開示は概して個別の光導波管、光ファイバーリボンなどの、光導波管のセット、及び個別の光導波管、又は、例えば、光ファイバーリボンケーブル内の多数の光ファイバーを接続するために有用なファイバー光学コネクタに関する。特に、本開示は、マルチモード導波管と共に使用するにあたり、低い挿入損失を呈する、効率的で、小型で、かつ信頼性の高い光ファイバーを提示する。光学コネクタは、光学ビームの方向転換、及び成形に加え、光ファイバーの位置合わせの特徴を組み合わせた、一体型光結合ユニットを組み込む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、
光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、
光方向転換部材と、を備え、
前記光方向転換部材は、

前記導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

前記入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、前記受けた光を反射するトロイダル表面であって、前記反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、前記反射した光の第 2 の発散は、2 つの相互に垂直な発散方向に沿った前記入射光の第 1 の発散よりも小さい、トロイダル表面、及び

前記トロイダル表面から光を受け、前記受けた光を、前記光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、

前記トロイダル表面と、前記入射軸及び方向転換軸により形成される第 1 平面との湾曲した交差部は、曲率半径を有し、前記トロイダル表面は、前記入射面において、前記第 1 平面内に配置された回転軸を有し、前記回転軸から前記トロイダル表面まで、前記入射軸に沿って焦点距離が測定され、前記焦点距離は前記曲率半径よりも小さい、一体型光結合ユニット。

【請求項 2】

前記回転軸は前記方向転換軸と実質的に平行である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 3】

前記光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、前記係合方向は、前記入射軸と平行ではない、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 4】

前記光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、前記係合方向は、前記入射軸と平行である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 5】

前記光学コネクタが前記入射面とは異なる入射平面を含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 6】

前記光学コネクタが前記出射面とは異なる出射平面を含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 7】

前記光学コネクタが雌雄一対型である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 8】

前記導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 9】

前記溝方向が前記入射軸と平行かつ位置合わせされている、請求項 8 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 10】

前記光導波管が光ファイバーを含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 11】

前記導波管位置合わせ部材が、前記光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、請求項 10 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 12】

前記光導波管が、600～2000ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

- 【請求項 1 3】
前記光導波管が円形の断面形状を有する、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 1 4】
前記光導波管が多角形の断面形状を有する、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 1 5】
前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる前記光導波管を出る中央光線が、前記光導波管と前記入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、前記中心軸は、前記入射軸と平行かつ位置合わせされている、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 1 6】
前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、前記光導波管を前記入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。 10
- 【請求項 1 7】
前記入射面は平坦である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 1 8】
前記入射面が前記入射軸に対して実質的に垂直である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 1 9】
前記入射面が前記出射面に対して実質的に垂直である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。 20
- 【請求項 2 0】
前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、前記入射面から前記出射面へと光学経路に沿って伝搬し、前記光学経路全体に沿った一体型光結合ユニットの屈折率は 1 よりも大きい、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 1】
前記光方向転換部材が、1 を超える屈折率を有する中実媒体である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 2】
前記入射軸と前記方向転換軸との間の角度が 90° 未満である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。 30
- 【請求項 2 3】
前記入射軸と前記方向転換軸との間の角度が 90° 超である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 4】
前記入射軸と前記方向転換軸との間の角度が 111° である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 5】
前記反射光の前記第 2 の発散が、前記 2 つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、前記入射光の前記第 1 の発散よりも、少なくとも 1° 小さい、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。 40
- 【請求項 2 6】
前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、前記トロイダル表面によって反射される、光導波管を出る光が、前記トロイダル表面から前記出射面へと伝搬し、前記反射光は、実質的に前記出射面において最小ビームサイズを有する、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 7】
前記トロイダル表面が、前記受けた光を全内反射により反射する、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。
- 【請求項 2 8】
前記トロイダル表面はブラッグ反射器を含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット 50

。

【請求項 29】

前記トロイダル表面は金属反射器を含む、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 30】

前記出射軸が前記第 1 面内にある、実請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 31】

前記出射面は実質的に平坦である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 32】

前記入射面が前記出射軸に対して実質的に垂直である、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

10

【請求項 33】

前記導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、前記入射面における第 1 ビームサイズ、及び前記出射面における第 2 ビームサイズを有し、前記第 2 ビームサイズは前記第 1 ビームサイズよりも大きい、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 34】

前記第 2 ビームサイズが前記第 1 ビームサイズの約 2 倍よりも大きい、請求項 33 に記載の一体型光結合ユニット。

【請求項 35】

前記光方向転換部材内において、前記入射光は発散し、前記反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、請求項 1 に記載の一体型光結合ユニット。

20

【請求項 36】

請求項 1 に記載の第 2 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 2 光導波管を有する、該第 2 一体型光結合ユニットと係合する請求項 1 に記載の第 1 一体型光結合ユニットであって、該第 1 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 1 光導波管を有する第 1 一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、

前記第 1 一体型光結合ユニットの前記出射面が、前記第 2 一体型光結合ユニットの前記出射面に近接かつ面し、前記コネクタアセンブリは、前記第 1 光導波管を出る光が、前記第 1 及び第 2 一体型光結合ユニットの前記光方向転換部材を通じて伝搬した後に、前記第 2 光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

30

【請求項 37】

光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、

光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、

中実光方向転換部材と、を備え、

前記中実光方向転換部材は、

前記導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

前記入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、前記受けた光を反射する反射面であって、前記反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、前記反射した光の第 2 の発散は、2 つの相互に垂直な発散方向に沿った前記入射光の第 1 の発散よりも小さい、反射面、及び

40

前記反射面からの光を受け、前記受けた光を、前記光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、

前記反射面は反射コーティングを含み、前記反射コーティングがないと、前記入射面から前記反射面が受ける光の少なくとも一部が、前記反射面において全内反射を受けない、一体型光結合ユニット。

【請求項 38】

請求項 37 に記載の第 2 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 2 光導波管を有する、該第 2 一体型光結合ユニットと係合する

50

請求項 37 に記載の第 1 一体型光結合ユニットであって、該第 1 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 1 光導波管を有する第 1 一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、

前記第 1 一体型光結合ユニットの前記出射面が、前記第 2 一体型光結合ユニットの前記出射面に近接かつ面し、前記コネクタアセンブリは、前記第 1 光導波管を出る光が、前記第 1 及び第 2 一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、前記第 2 光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【請求項 39】

光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、

光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、

光方向転換部材と、を備え、

前記光方向転換部材は、

前記導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

前記入射面から入射軸に沿って伝搬する入射光として光を受け、前記入射光を、異なる方向転換軸に沿って伝搬する反射光として反射する反射面であって、前記反射した光の第 2 の発散は、2 つの相互に垂直な発散方向に沿った前記入射光の第 1 の発散よりも小さい、反射面、及び

前記反射光を受け、前記受けた光を、前記方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達する、出射面であって、前記入射光と前記反射光との間の角度は 90° 未満である、出射面、を含む、一体型光結合ユニット。

【請求項 40】

請求項 39 に記載の第 2 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 2 光導波管を有する、該第 2 一体型光結合ユニットと係合する請求項 39 に記載の第 1 一体型光結合ユニットであって、該第 1 一体型光結合ユニットの前記導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 1 光導波管を有する第 1 一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、

前記第 1 一体型光結合ユニットの前記出射面が、前記第 2 一体型光結合ユニットの前記出射面に近接かつ面し、前記コネクタアセンブリは、前記第 1 光導波管を出る光が、前記第 1 及び第 2 一体型光結合ユニットの前記光方向転換部材を通じて伝搬した後に、前記第 2 光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【請求項 41】

係合する第 1 及び第 2 光学コネクタを含む、コネクタアセンブリであって、各光学コネクタは、

出口面を有するマルチモード光導波管と、

一体型光方向転換部材と、を備え、

前記一体型光方向転換部材は、

前記マルチモード光導波管の前記出口面に、これと面するように配置された第 1 表面、他方の光学コネクタの前記一体型光方向転換部材の第 2 表面に、これと面するように配置された第 2 表面、及び

前記第 1 及び第 2 表面の一方から光を受け、前記受けた光を前記第 1 及び第 2 表面の他方に向けて反射するための反射面、を含み、

$600 \sim 2000$ ナノメートルの範囲の波長における、前記コネクタアセンブリの光学挿入損失は 0.5 dB 未満である、コネクタアセンブリ。

【請求項 42】

$600 \sim 2000$ nm の範囲の波長のマルチモードであり、出口面を有し、第 1 光学軸に沿って光を受けるか又は発するように構成された光ファイバーと、

トロイダル表面と、

異なる第 2 光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光送受信器と、を含む光学アセンブリであって、

10

20

30

40

50

前記光学アセンブリは、前記光ファイバー及び送受信器の一方から、前記光ファイバー及び送受信の他方へと伝搬する光が、前記トロイダル表面において反射し、前記トロイダル表面、並びに前記第1及び第2光学軸により形成される第1平面の湾曲した交差部が、曲率半径を有し、前記トロイダル表面は、前記出口面において前記第1平面内に配置される回転軸を有し、焦点距離は、前記光学軸に沿って前記回転軸から前記トロイダル表面まで測定され、前記焦点距離は前記曲率半径よりも小さいように構成される、光学アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

10

光ファイバーコネクタは、電気通信網、ローカルエリアネットワーク、データセンターリンク、高性能コンピュータの内部リンクなど様々な用途で光ファイバーの接続に使用され得る。これらのコネクタは、単ファイバー設計と多ファイバー設計とに分類でき、また接触タイプによっても分類できる。一般的な接触方法は、係合するファイバーの先端部が研磨されて平滑に仕上げられており、一緒に押し当てられている、物理的接触と、ファイバーのコアに適合された屈折率を有する柔軟な材料が、係合するファイバーの先端部間の小さな空隙を満たす、屈折率適合と、光が2つのファイバーの先端間の小さな空隙を通過する、空隙コネクタと、を含む。これらの接続方法のそれぞれを使用する場合、嵌合したファイバーの先端に付着した少量の塵埃が光損失を著しく増加させ得る。

【0002】

20

別のタイプの光学コネクタは、拡大ビームコネクタと呼ばれる。このタイプのコネクタにより、光源コネクタ内の光ビームがファイバーコアを出射し、光がコリメートされてコアよりも実質的に大きい直径を有するビームを形成する前に、コネクタ内で短距離だけ分岐する。続いて、受光コネクタにおいて、ビームは、受光ファイバーの端部で元の直径に焦点が戻される。この種類のコネクタは、ビームがより大きな直径へと拡大する区域に存在し得る、塵及び他の形態の汚染物質の影響を受けにくい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

30

データ伝送のライン速度は、次の数年で現在の10Gb/秒/ラインから25Gb/秒/ラインに推移していき、近い将来に、背面光学コネクタは、高性能コンピュータ、データセンター、及びテレコムスイッチングシステムの重要な構成要素となるだろう。10Gb/秒の配線において現在使用されている、既存の光学及び銅接続への、より低費用で高性能の代替物である、拡大ビームコネクタを提示することが有利である。

【課題を解決するための手段】

【0004】

40

本開示は概して個別の光導波管、光ファイバーリボンなどの、光導波管のセット、及び個別の光導波管、又は、例えば、光ファイバーリボンケーブル内の多数の光ファイバーを接続するために有用なファイバー光学コネクタに関する。特に、本開示は、マルチモード導波管と共に使用するにあたり、低い挿入損失を呈する、効率的で、小型で、かつ信頼性の高い光ファイバーを提示する。光学コネクタは、光学ビームの方向転換、及び成形に加え、光ファイバーの位置合わせの特徴を組み合わせた、一体型光結合ユニットを組み込む。

【0005】

一態様において、本開示は、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材とを含む、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットを提示する。光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、及び入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射するトロイダル表面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に

50

沿った入射光の第1の発散よりも小さい、トロイダル表面を含む。光方向転換部材は、トロイダル表面から光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面を更に含み、トロイダル表面と、入射軸及び方向転換軸により形成される第1平面との湾曲した交差部は、曲率半径を有し、トロイダル表面は、入射面において、第1平面内に配置された回転軸を有し、回転軸からトロイダル表面まで、入射軸に沿って焦点距離が測定され、焦点距離は曲率半径よりも小さい。別の態様において本開示は、このような第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合するこのような第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリを提示する。

10

20

30

40

50

【0006】

更に別の態様において、本開示は、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、中実光方向転換部材とを含む、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットを提示する。中実光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、及び入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射する反射面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面を含む。中実光方向転換部材は、反射面からの光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面を更に含み、反射面は反射コーティングを含み、反射コーティングがないと、入射面から反射面が受ける光の少なくとも一部が、反射面において全内反射を受けない。更に別の態様において本開示は、このような第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合するこのような第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリを提示する。

【0007】

更に別の態様において、本開示は、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材とを含む、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットを提示する。光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、及び入射面から入射軸に沿って伝搬する入射光として光を受け、入射光を、異なる方向転換軸に沿って伝搬する反射光として反射する反射面であって、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面を含む。光方向転換部材は更に、反射光を受け、受けた光を、方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達する、出射面であって、入射光と反射光との間の角度は90°未満である、出射面を含む。別の態様において本開示は、このような第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合するこのような第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する、第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは

、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリを提示する。

【0008】

更に別の態様において、本開示は、係合する第1及び第2光学コネクタを有するコネクタアセンブリを提示し、各光学コネクタは、出口面を有するマルチモード光導波管と、一体型光方向転換部材と、を含む。一体型光方向転換部材は、マルチモード光導波管の出口面に、これと面するように配置された第1表面、他方の光学コネクタの一体型光方向転換部材の第2表面に、これと面するように配置された第2表面、及び、第1及び第2表面の一方から光を受け、受けた光を第1及び第2表面の他方に向けて反射するための反射面、

10

【0009】

更に別の態様において、本開示は、600～2000nmの範囲の波長のマルチモードであり、出口面を有し、第1光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光ファイバーと、トロイダル表面と、異なる第2光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光送受信器と、を含む光学アセンブリであって、この光学アセンブリは、光ファイバー及び送受信器の一方から、光ファイバー及び送受信の他方へと伝搬する光が、トロイダル表面において反射し、トロイダル表面、並びに第1及び第2光学軸により形成される第1平面の湾曲した交差部が、曲率半径を有し、トロイダル表面は、出口面

20

【0010】

例示の実施形態の列挙

代表的な実施形態が以下に記載される。実施形態1～35、36～39、40～71、72～108、109～116、及び117～122のいずれかを組み合わせることができることが理解される。

【0011】

実施形態1 光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材と、を備え、この光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

30

入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射するトロイダル表面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、トロイダル表面、及び

トロイダル表面から光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、トロイダル表面と、入射軸及び方向転換軸により形成される第1平面との湾曲した交差部は、曲率半径を有し、トロイダル表面は、出射面において、第1平面内に配置された回転軸を有し、回転軸からトロイダル表面まで、入射軸に沿って焦点距離が測定され、焦点距離は曲率半径よりも小さい、一体型光結合ユニット。

40

【0012】

実施形態2 回転軸は方向転換軸と実質的に平行である、実施形態1に記載の一体型光結合ユニット。

【0013】

実施形態3 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、出射軸と平行ではない、実施形態1又は2に記載の一体型光結合ユ

50

ニット。

【0014】

実施形態4 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、実施形態1～3のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0015】

実施形態5 光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、実施形態1～4のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0016】

実施形態6 光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、実施形態1～5のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

10

【0017】

実施形態7 光学コネクタが雌雄一対型である、実施形態1～6のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0018】

実施形態8 導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、実施形態1～7のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0019】

実施形態9 溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態8に記載の一体型光結合ユニット。

20

【0020】

実施形態10 光導波管が光ファイバーを含む、実施形態1～9のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0021】

実施形態11 導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、実施形態10に記載の一体型光結合ユニット。

【0022】

実施形態12 光導波管が、600～2000ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、実施形態1～11のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

30

【0023】

実施形態13 光導波管が円形の断面形状を有する、実施形態1～12のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0024】

実施形態14 光導波管が多角形の断面形状を有する、実施形態1～13のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0025】

実施形態15 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、中心軸は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態1～14のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

40

【0026】

実施形態16 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、実施形態1～15のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0027】

実施形態17 入射面は平坦である、実施形態1～16のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0028】

実施形態18 入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、実施形態1～17のいずれ

50

れか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0029】

実施形態19 入射面が出射面に対して実質的に垂直である、実施形態1～18のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0030】

実施形態20 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、入射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、光学経路全体に沿った一体型光結合ユニットの屈折率は1よりも大きい、実施形態1～19のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0031】

実施形態21 光方向転換部材が、1を超える屈折率を有する中実媒体である、実施形態1～20のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0032】

実施形態22 入射軸と方向転換軸との間の角度が90°未満である、実施形態1～21のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0033】

実施形態23 入射軸と方向転換軸との間の角度が90°超である、実施形態1～22のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0034】

実施形態24 入射軸と方向転換軸との間の角度が111°である、実施形態1～23のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0035】

実施形態25 反射光の第2の発散が、2つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第1の発散よりも、少なくとも1°小さい、実施形態1～24のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0036】

実施形態26 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、トロイダル表面によって反射される、光導波管を出る光が、トロイダル表面から出射面へと伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、実施形態1～25のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0037】

実施形態27 トロイダル表面が、受けた光を全内反射により反射する、実施形態1～26のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0038】

実施形態28 トロイダル表面はブラッグ反射器を含む、実施形態1～27のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0039】

実施形態29 トロイダル表面は金属反射器を含む、実施形態1～28のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0040】

実施形態30 出射軸が第1面内にある、実施形態1～29のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0041】

実施形態31 出射面は実質的に平坦である、実施形態1～30のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0042】

実施形態32 出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、実施形態1～31のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0043】

実施形態33 導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる光導波管を出

10

20

30

40

50

る光が、入射面における第1ビームサイズ、及び出射面における第2ビームサイズを有し、第2ビームサイズは第1ビームサイズよりも大きい、実施形態1～32のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0044】

実施形態34 第2ビームサイズが第1ビームサイズの約2倍よりも大きい、実施形態33に記載の一体型光結合ユニット。

【0045】

実施形態35 光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、実施形態1～34のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0046】

実施形態36 実施形態1～35のいずれか1つに記載の第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合する実施形態1～35のいずれか1つに記載の第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【0047】

実施形態37 第1光導波管を出る光が、第1一体型光結合ユニットの入射面と、第2一体型光結合ユニットの入射面との間の第1伝搬距離を伝搬し、伝搬距離は、第1一体型光結合ユニットの焦点距離と、第2一体型光結合ユニットの焦点距離との合計の2倍と実質的に等しい、実施形態36に記載のコネクタアセンブリ。

【0048】

実施形態38 第1一体型光結合ユニットの焦点距離が、第2一体型光結合ユニットの焦点距離と実質的に等しい、実施形態36又は37に記載のコネクタアセンブリ。

【0049】

実施形態39 第1光導波管は、第1マルチモード光ファイバーを含み、第2光導波管は第2マルチモード光ファイバーを含み、600～2000ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリの光学挿入損失は、0.5dB未満である、実施形態36～38のいずれか1つに記載のコネクタアセンブリ。

【0050】

実施形態40 光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、中実光方向転換部材と、を備え、この中実光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射する反射面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面、及び

反射面からの光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、反射面は反射コーティングを含み、反射コーティングがないと、入射面から反射面が受ける光の少なくとも一部が、反射面において全内反射を受けない、一体型光結合ユニット。

【0051】

実施形態41 反射コーティングが金属を含む、実施形態40に記載の一体型光結合ユニット。

【0052】

10

20

30

40

50

実施形態 4 2 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行ではない、実施形態 4 0 又は 4 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【0053】

実施形態 4 3 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、実施形態 4 0 ~ 4 2 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0054】

実施形態 4 4 光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、実施形態 4 0 ~ 4 3 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

10

【0055】

実施形態 4 5 光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、実施形態 4 0 ~ 4 4 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0056】

実施形態 4 6 光学コネクタが雌雄一対型である、実施形態 4 0 ~ 4 5 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0057】

実施形態 4 7 導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、実施形態 4 0 ~ 4 6 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

20

【0058】

実施形態 4 8 溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態 4 7 に記載の一体型光結合ユニット。

【0059】

実施形態 4 9 光導波管が光ファイバーを含む、実施形態 4 0 ~ 4 8 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0060】

実施形態 5 0 導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、実施形態 4 9 に記載の一体型光結合ユニット。

【0061】

実施形態 5 1 光導波管が、600 ~ 2000 ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、実施形態 4 0 ~ 5 0 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

30

【0062】

実施形態 5 2 光導波管が円形の断面形状を有する、実施形態 4 0 ~ 5 1 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0063】

実施形態 5 3 光導波管が多角形の断面形状を有する、実施形態 4 0 ~ 5 2 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0064】

実施形態 5 4 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、中心軸は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態 4 0 ~ 5 3 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

40

【0065】

実施形態 5 5 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、実施形態 4 0 ~ 5 4 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0066】

実施形態 5 6 入射面が平坦である、実施形態 4 0 ~ 5 5 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

50

- 【0067】
実施形態57 入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、実施形態40～56のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0068】
実施形態58 入射面が出射面に対して実質的に垂直である、実施形態40～57のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0069】
実施形態59 入射軸と方向転換軸との間の角度が90°未満である、実施形態40～58のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0070】
実施形態60 反射光の第2の発散が、2つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第1の発散よりも、少なくとも1°小さい、実施形態40～59のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。 10
- 【0071】
実施形態61 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、反射面によって反射される、光導波管を出る光が、反射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、実施形態40～60のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0072】
実施形態62 反射コーティングがブラッグ反射器を含む、実施形態40～61のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。 20
- 【0073】
実施形態63 反射面が、トロイダル表面、放物面、球面、双曲線表面、又は楕円表面を含む、実施形態40～62のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0074】
実施形態64 出射軸が、入射軸及び方向変換軸によって形成される第1平面にある、実施形態40～63のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0075】
実施形態65 出射面が実質的に平坦である、実施形態40～64のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。 30
- 【0076】
実施形態66 出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、実施形態40～65のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0077】
実施形態67 導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる、光導波管を出る光が、入射面における第1ビームサイズ、及び出射面における第2ビームサイズを有し、第2ビームサイズは第1ビームサイズよりも大きい、実施形態40～66のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0078】
実施形態68 第2ビームサイズが第1ビームサイズの約2倍よりも大きい、実施形態67に記載の一体型光結合ユニット。 40
- 【0079】
実施形態69 光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、実施形態40～68のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。
- 【0080】
実施形態70 実施形態40～69のいずれか1つに記載の第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合する実施形態40～69のいずれか1つに記載の第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及 50

び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【0081】

実施形態71 第1光導波管は、第1マルチモード光ファイバーを含み、第2光導波管は第2マルチモード光ファイバーを含み、600～2000ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリ300の光学挿入損失は、0.5dB未満である、実施形態70に記載のコネクタアセンブリ。

10

【0082】

実施形態72 光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材と、を備え、

この光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、

入射面から入射軸に沿って伝搬する入射光として光を受け、入射光を、異なる方向転換軸に沿って伝搬する反射光として反射する反射面であって、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面、及び

反射光を受け、受けた光を、方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面であって、出射光と反射光との間の角度は90°未満である、出射面を含む、一体型光結合ユニット。

20

【0083】

実施形態73 入射光と反射光との間の角度が、約60°以下である、実施形態72の一体型光結合ユニット。

【0084】

実施形態74 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行ではない、実施形態72又は73に記載の一体型光結合ユニット。

【0085】

実施形態75 光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、実施形態72～74のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

30

【0086】

実施形態76 光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、実施形態72～75のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0087】

実施形態77 光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、実施形態72～76のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0088】

実施形態78 光学コネクタが雌雄一対型である、実施形態72～77のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

40

【0089】

実施形態79 導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、実施形態72～78のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0090】

実施形態80 溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態79に記載の一体型光結合ユニット。

【0091】

50

実施形態 8 1 光導波管が光ファイバーを含む、実施形態 7 2 ~ 8 0 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0092】

実施形態 8 2 導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、実施形態 8 1 に記載の一体型光結合ユニット。

【0093】

実施形態 8 3 光導波管が、600 ~ 2000 ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、実施形態 7 2 ~ 8 2 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0094】

実施形態 8 4 光導波管が円形の断面形状を有する、実施形態 7 2 ~ 8 3 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

10

【0095】

実施形態 8 5 光導波管が多角形の断面形状を有する、実施形態 7 2 ~ 8 4 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0096】

実施形態 8 6 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、入射経路は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、実施形態 7 2 ~ 8 5 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0097】

実施形態 8 7 中央光線は反射面によって反射され、反射経路に沿って出射面まで更に伝搬し、反射経路及び入射経路は、90°未満の角度を形成する、実施形態 8 6 に記載の一体型光結合ユニット。

20

【0098】

実施形態 8 8 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、実施形態 7 2 ~ 8 7 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0099】

実施形態 8 9 入射面が平坦である、実施形態 7 2 ~ 8 8 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

30

【0100】

実施形態 9 0 入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、実施形態 7 2 ~ 8 9 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0101】

実施形態 9 1 入射面が出射面に対して実質的に垂直である、実施形態 7 2 ~ 9 0 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0102】

実施形態 9 2 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、入射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、光学経路全体に沿った一体型光結合ユニットの屈折率は 1 よりも大きい、実施形態 7 2 ~ 9 1 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

40

【0103】

実施形態 9 3 光方向転換部材が、1 を超える屈折率を有する中実媒体である、実施形態 7 2 ~ 9 2 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0104】

実施形態 9 4 入射軸と方向転換軸との間の角度が 90°未満である、実施形態 7 2 ~ 9 3 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【0105】

実施形態 9 5 反射光の第 2 の発散が、2 つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第 1 の発散よりも、少なくとも 1°小さい、実施形態 7 2 ~ 9 4 のいずれか 1

50

つに記載の一体型光結合ユニット。

【0106】

実施形態96 導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、反射面によって反射される、光導波管を出る光が、反射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、実施形態72～95のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0107】

実施形態97 反射面が、トロイダル表面、放物面、球面、双曲線表面、又は楕円表面を含む、実施形態72～96のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0108】

実施形態98 反射面が、受けた光を全内反射により反射する、実施形態72～97のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0109】

実施形態99 反射面がブラッグ反射器を含む、実施形態72～98のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0110】

実施形態100 反射面が金属反射器を含む、実施形態72～99のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0111】

実施形態101 出射軸が、入射軸及び方向変換軸によって形成される第1平面にある、実施形態72～100のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0112】

実施形態102 出射面が実質的に平坦である、実施形態72～101のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0113】

実施形態103 出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、実施形態72～102のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0114】

実施形態104 導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる、光導波管を出る光が、入射面における第1ビームサイズ、及び出射面における第2ビームサイズを有し、第2ビームサイズは第1ビームサイズよりも大きい、実施形態72～103のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0115】

実施形態105 第2ビームサイズが第1ビームサイズの約2倍よりも大きい、実施形態104に記載の一体型光結合ユニット。

【0116】

実施形態106 光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、実施形態72～105のいずれか1つに記載の一体型光結合ユニット。

【0117】

実施形態107 実施形態72～106のいずれか1つに記載の第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合する実施形態72～106のいずれか1つに記載の第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【0118】

10

20

30

40

50

実施形態 108 第 1 光導波管は、第 1 マルチモード光ファイバーを含み、第 2 光導波管は第 2 マルチモード光ファイバーを含み、600～2000 ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリ光学挿入損失は、0.5 dB 未満である、実施形態 107 に記載のコネクタアセンブリ。

【0119】

実施形態 109 係合する第 1 及び第 2 光学コネクタを含む、コネクタアセンブリであって、各光学コネクタは、

出口面を有するマルチモード光導波管と、

一体型光方向転換部材と、を備え、

この一体型光方向転換部材は、マルチモード光導波管の出口面に、これと面するように配置された第 1 表面、

他方の光学コネクタの一体型光方向転換部材の第 2 表面に、これと面するように配置された第 2 表面、及び

第 1 及び第 2 表面の一方から光を受け、受けた光を第 1 及び第 2 表面の他方に向けて反射するための反射面、を含み、600～2000 ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリの光学挿入損失は 0.5 dB 未満である、コネクタアセンブリ。

【0120】

実施形態 110 第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、トロイダル表面である、実施形態 109 に記載のコネクタアセンブリ。

【0121】

実施形態 111 第 1 及び第 2 光学コネクタそれぞれの、マルチモード光導波管は、マルチモード光ファイバーである、実施形態 109 又は 110 に記載のコネクタアセンブリ。

【0122】

実施形態 112 少なくとも 1 つの光学コネクタのマルチモード光導波管は円形の断面形状を有する、実施形態 109～111 のいずれか 1 つに記載のコネクタアセンブリ。

【0123】

実施形態 113 少なくとも 1 つの光学コネクタのマルチモード光導波管は多角形の断面形状を有する、実施形態 109～112 のいずれか 1 つに記載のコネクタアセンブリ。

【0124】

実施形態 114 第 1 及び第 2 の光学コネクタの少なくとも 1 つの反射面が、受けた光を全内反射によって反射する、実施形態 109～113 に記載のコネクタアセンブリ。

【0125】

実施形態 115 第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、ブラッグ反射器である、実施形態 109～114 のいずれか 1 つに記載のコネクタアセンブリ。

【0126】

実施形態 116 第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、金属反射器を含む、実施形態 109～115 のいずれか 1 つに記載のコネクタアセンブリ。

【0127】

実施形態 117 600～2000 nm の範囲の波長のマルチモードであり、出口面を有し、第 1 光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光ファイバーと、トロイダル表面と、

異なる第 2 光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光送受信器と、を含む光学アセンブリであって、この光学アセンブリは、光ファイバー及び送受信器の一方から、光ファイバー及び送受信の他方へと伝搬する光が、トロイダル表面において反射し、トロイダル表面、並びに第 1 及び第 2 光学軸により形成される第 1 平面の湾曲した交差部が、曲率半径を有し、トロイダル表面は、出口面において第 1 平面内に配置される回転軸を有し、焦点距離は、光学軸に沿って回転軸からトロイダル表面まで測定され、焦点距離は曲率半径よりも小さいように構成される、光学アセンブリ。

【0128】

10

20

30

40

50

実施形態 1 1 8 光送受信器は光学検出器を含む、実施形態 1 1 7 に記載の光学アセンブリ。

【 0 1 2 9 】

実施形態 1 1 9 光送受信器は垂直空洞表面発射レーザー（VCSEL）を含む、実施形態 1 1 7 又は 1 1 8 に記載の光学アセンブリ。

【 0 1 3 0 】

実施形態 1 2 0 トロイダル表面が、受けた光を全内反射により反射する、実施形態 1 1 7 ~ 1 1 9 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【 0 1 3 1 】

実施形態 1 2 1 トロイダル表面はブラッグ反射器を含む、実施形態 1 1 7 ~ 1 2 0 のいずれか 1 つに記載の一体型光結合ユニット。

【 0 1 3 2 】

実施形態 1 2 2 トロイダル表面は金属反射器を含む、実施形態 1 1 7 ~ 1 2 1 のいずれか 1 つに記載の光学アセンブリ。

【 0 1 3 3 】

上の概要は、本開示の各々の開示される実施形態又は全ての実現形態を説明することを意図しない。以下の図面及び詳細な説明により、実例となる実施形態をより具体的に例示する。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 4 】

本明細書の全体を通じて添付の図面を参照しており、図中、同様の参照番号は、同様の要素を示す。

【図 1】一体型光結合ユニットの概略断面図である。

【図 2】一体型光結合ユニットの概略断面図である。

【図 3 A】コネクタアセンブリの概略断面図を示す。

【図 3 B】コネクタアセンブリを通じた光経路の概略斜視図を示す。

【図 4】光学アセンブリの概略断面図を示す。

【図 5 A】一体的光結合ユニットの概略的斜視図を示す。

【図 5 B】コネクタアセンブリの概略斜視図を示す。

【 0 1 3 5 】

図面は、必ずしも一定の縮尺ではない。図中に用いられる同様の数字は、同様の構成要素を示す。しかしながら、特定の図中のある構成要素を示す数字の使用は、同じ数字によって示される別の図中のその構成要素を限定しようとするものではないことは理解されるであろう。

【発明を実施するための形態】

【 0 1 3 6 】

本開示は概して個別の光導波管、光ファイバーリボンなどの、光導波管のセット、及び個別の光導波管、又は、例えば、光ファイバーリボンケーブル内の多数の光ファイバーを接続するために有用なファイバー光学コネクタに関する。特に、本開示は、マルチモード導波管と共に使用するにあたり、低い挿入損失を呈する、効率的で、小型で、かつ信頼性の高い光ファイバーコネクタを提示する。光学コネクタは、光学ビームの方向転換、及び成形に加え、光ファイバーの位置合わせの特徴を組み合わせた、一体型光結合ユニットを組み込む。

【 0 1 3 7 】

以下の説明では、本明細書の一部を成し、例示を目的として示される添付図面を参照する。本開示の範囲又は趣旨から逸脱することなく、他の実施形態が想到され、実施され得る点を理解されたい。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で理解されるべきではない。

【 0 1 3 8 】

別途記載のない限り、本明細書及び「特許請求の範囲」で使用される特徴部の寸法、量

10

20

30

40

50

、及び物理的特性を表わす全ての数字は、いずれの場合においても「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでないことが示されない限り、上記の明細書及び添付の特許請求の範囲に記載される数値パラメータは、当業者が本明細書に開示される教示内容を用いて得ようとするところの所望の特性に応じて変化し得る近似的な値である。

【0139】

本明細書及び添付の「特許請求の範囲」において使用するとき、単数形「a」、「an」、「及びthe」には、その内容について別段の明確な指示がない限り、複数の指示対象物を有する実施形態が含まれる。本明細書及び添付の「特許請求の範囲」で用いられる場合、用語「又は」は、その内容によって別段の明確な指示がなされていない限りは、一般に「及び/又は」を含む意味で用いられる。

10

【0140】

「下部」、「上部」、「～の下」、「下側」、「上側」、及び「～の上」などが挙げられるが、それらに限定されない、空間に関連する用語は、本明細書で使用される場合、ある要素（複数可）の別の要素に対する空間的関係を述べる説明を容易にするために利用される。そのような空間に関連する用語は、図面に示され、本明細書で説明される特定の配向に加えて、使用中又は動作中のデバイスの異なる配向を包含する。例えば、図面に示される物体が反転又は裏返された場合、その前に他の要素の下側又はその下にあるように説明されていた部分は、これらの他の要素の上側になるであろう。

【0141】

本明細書で使用されるとき、ある要素、部材若しくは層が、例えば、別の要素、部材若しくは層と「一致する境界面」を形成する、これらの「上にある」、これらと「接続される」、「結合される」、又は「接触する」として述べられる場合、その要素、部材若しくは層は、例えば、特定の要素、部材若しくは層の直接上にあるか、これらと直接接続されるか、直接結合されるか、直接接触してもよく、又は介在する要素、部材若しくは層が特定の要素、部材若しくは層の上にあるか、これらと接続されるか、結合されるか、若しくは接触し得る。例えばある要素、部材、若しくは層が、別の要素の「直接上にある」か、別の要素に「直接接続される」、「直接結合する」、又は「直接接触する」ものとして表される場合、例えば介在する要素、部材、若しくは層は存在しない。

20

【0142】

マルチモードファイバー光学コネクタの前の設計は、ファイバーから発する光の向きを変え、およそコリメートするために、放物面ミラーを使用することが多かった。本発明者らは、収差、特にコマのより良好な管理により、適切に設計されたトロイダルミラーの使用による、遥かに低い挿入損失という、驚くべき意外な結果を発見した。トロイダルミラーを備える、コネクタフェルールの製造は、ダイヤモンド機械加工、又は当該技術分野において既知の他の技術によって製造された成形インサートによる射出成形によって達成することができ、大きく改善された光導波管接続を生じ得る。

30

【0143】

1つの特定の実施形態において、本開示の利益の1つは、収差、特にコマのより良好な管理による、遥かに少ない挿入損失である。以前のコネクタ設計は、例えば、ミラー及びレンズを転回させ、コリメートすることを含む。いくつかの場合において、入射された光ビームを拡大するために、平面ミラーが、コリメートレンズと組み合わせられた。いくつかの場合において、ミラーの転回及びコリメートを特徴とするコネクタ設計は典型的には放物面ミラーを使用し、これは、非ゼロの大きさのファイバーコア（典型的には50 μm直径）に関連するコマによる、損失を呈した。本開示は、「4f」設計（すなわち、他所に記載されるようにコネクタを通じた経路長さが、トロイダルミラーの焦点距離の4倍である）におけるトロイダルミラーの使用が、コマ及び非収差点による損失を大幅に減少させることを実証する。

40

【0144】

一態様において、トロイダルミラーの形状は、他所に記載されるように、円弧の回転面

50

として記載されてもよい。回転軸は焦点を通過し、コリメートされた反射ビームと平行である。円弧の中心は、ファイバーの軸に沿った、光源からの光線、及びこの光線のミラーからの反射によって形成される角度を二分する線上に位置する。

【0145】

点光源を有する光導波管内の光源を所与とすると、放物面ミラーは、ゼロ損失コネクタ（原理上）をもたらすように使用され得る。しかしながら、典型的な光学コネクタにおける比較的大きなマルチモードコア（典型的には直径50マイクロメートル）を所与とすると、角度のある反射は非収差点、及びコマを生じ得る。発明者らは、本明細書において記載されるトロイダル設計が、放物面ミラーを使用するコネクタから期待されるものよりも遥かに低い挿入損失をもたらすことを発見した。1つの特定の実施形態において、放物面ミラーを使用する挿入損失は0.53 dB（11.6%）である一方で、トロイダルミラーを使用した挿入損失は0.36 dB（8.0%）である。

10

【0146】

1つの特定の実施形態では、反射性表面は、光方向転換部材における特徴部を成形又はキャストすることによって、製造されてもよく、光導波管の光学軸に対してある角度で位置合わせされ得る表面を有してもよい。場合によっては、反射性表面は、更なる集束光学素子が不要であり得るように、トロイダルミラー、放物面ミラー、球面ミラー、双曲線ミラー、楕円ミラーなど曲面反射素子であってよい。場合によっては、トロイダル反射性表面が好ましいことがある。場合によっては、反射性表面は、光を方向転換するために、金属若しくは合金など反射材でコーティングされるか、又はブラッグ反射器などの、多層干渉反射器であり得る。場合によっては、反射性表面は、代わりに全内反射（TIR）により容易に光を方向転換できるようにしてもよい。

20

【0147】

方向転換要素は、光ケーブルを支持し、コネクタ素子の連結構成要素を確実に揃えて環境から保護できる、コネクタハウジングに入れられてよい。このようなコネクタハウジングは当該技術分野において周知であり、例えば、位置合わせ孔、位置合わせ整合ピン、凸部及び溝などを含み得る。様々な接続構造において、同一の接続素子が使用されてよい。これはまた、基板（board）に装着された位置合わせリングを使用した、光ファイバーのVCSL及び光検出器などの光学装置へのインターフェースに使用されてよい。本明細書に示される開示は、ファイバー及びコネクタを通して一方向に進む光について説明するが、当業者は、光が、コネクタを通して反対方向に、又は双方向に進み得ることも理解すべきである。

30

【0148】

1つの特定の実施形態において、本明細書で定義されている独特のインターフェースは、高性能コンピュータ、サーバー、又はルーター内の内部リンクを設けるために使用できる。光バックプレーンと嵌合する際の更なる用途もまた、想定され得る。接続要素の顕著な特徴の一部として、ほぼ平坦な係合面、及び係合面内の凹んだ領域（ポケット）を有する、成形した（又はキャスト、若しくは機械加工した）構成要素と、光ファイバーを位置合わせするのに有用な光ファイバー位置合わせ機構と、各ファイバーからの光学ビームを、これが係合表面と垂直になるように、方向転換するための反射面と、が挙げられる。機械的位置合わせ機構は、係合表面が接触しておりその光学経路が揃えられるように、2つの接続素子の位置合わせを容易にする。

40

【0149】

いくつかの場合において、光方向転換機構はファイバーからの光ビームをコリメートしてよい。光ビームは概してコリメート時に拡大し、したがって、塵埃など異物による汚染の影響が少ない接続になるため、コリメートされた光は概して、ファイバー間接続に有用であり得る。1つの特定の実施形態において、光方向転換機構は、代わりに、係合表面の平面付近に最小のビームサイズを作り出すようにビームを集束させてよい。概して、集束ビームは、回路基板に配設された検出器、エミッタ、又は他のアクティブな装置などの、ファイバー-回路間の接続に有用であり得るが、これは、光ビームをより狭い領域に集中

50

させて、装置の発光又は受光領域に適合させることができるためである。コリメートされた光ビームは、塵埃及び他の汚染物に対してより強く、また、より広い位置合わせ許容範囲をもたらすため、場合によっては、特に光ファイバー間接続について、光ビームのコリメートが好ましい場合がある。

【0150】

1つの特定の実施形態では、光ファイバーは、一体型光結合ユニット内の成形されたV字溝機構内など、(V字溝は係合表面と平行)導波管位置合わせ機構を使用して位置合わせされてもよい。しかしながら、V字溝は、全ての位置合わせの場合において必須ではない。本明細書に記載されるように、任意の平行V字溝が含まれているが、光ファイバーの位置合わせ及び固定に使用される他の技法もまた容認されることを理解すべきである。更に、例えば、光導波管がポリマー光導波管である場合など、V字溝付き位置合わせは場合によって好適ではなく、他の技法が好ましいこともあり得る。場合によっては、光導波管及び/又は光ファイバーの整列は、その代わりに、当業者に周知の、任意の好適な導波管位置合わせ機構を使用する光ファイバーの整列法のいずれかを使用して達成され得る。

10

【0151】

様々な一連の機械的機構を使用して、一对の接続素子を揃えることができる。ある機構セットは、MTフェルールに使用される整列法と同様に、位置合わせピンが配置される、一对の正確に位置付けられた孔を備える。1つの特定の実施形態では、孔の直径及び位置がMTコネクタの直径及び位置に類似していれば、本明細書に記載の接続素子の1つは、(適切な一組の方向転換要素を使用して)MTフェルールと嵌合できる。

20

【0152】

図1は、本開示の一態様による、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニット100の概略断面図を示す。図1に示される断面図は、XYZデカルト座標系のXZ平面上にあり、XZ平面は、一体型光結合ユニット100のコネクタハウジング110内の導波管位置合わせ機構115によって受容及び位置合わせされる、光導波管120の中心軸122を通過している。光導波管120は、導波管位置合わせ機構115内で受容及び位置合わせされ、このとき光導波管の出口面124は、コネクタハウジング110内に配置された光方向転換部材130の入射面132に面している。いくつかの場合において、光方向転換部材130は、光導波管からの入射光の波長に対して透明であり、かつ1よりも大きな屈折率を有する、固形媒体を含み得る。いくつかの場合において、光学波長出口面124は、光方向転換部材130の入射面132に直接隣接し得る。しかしながら、いくつかの場合において、屈折率適合材料がこれらの間に配置され、光導波管120を入射面132と光学的に結合してもよい。いくつかの場合において、光方向転換部材130は、コネクタハウジング110内に形成される中空の空洞であり得る。

30

【0153】

光学コネクタは、係合方向に沿った係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、中心軸122と平行ではない。この係合を容易に達成するため、コネクタハウジング110は、係合表面112、及び位置合わせ機構114、116を更に含む。位置合わせ機構114、116は、光学コネクタ内の光方向変換部材130の出射面136を、第2光学コネクタ(図示されない)内の第2一体型光結合ユニット100'、又は光学検出器若しくはエミッタ(例えば、垂直空洞表面発射レーザー(VCSSEL))などの送受信機のいずれかと位置合わせする。1つの特定の実施形態において、光学凹状係合表面113は、ポケット160が出射面136付近に形成され得、出射面136と隣接する第2光学コネクタ又は送受信機との間に空隙が形成され得る。1つの特定の実施形態において、一体型光結合ユニット100は、雌雄一对型継手ユニットであってもよく、他所に記載されるように、第1一体型光結合ユニット100、及び第2一体型光結合ユニット100'は同一であり、互いに取り付けることができる。1つの特定の実施形態において、入射面132、及び出射面136の少なくとも一方が、反射防止コーティングを含んでもよく、及び/又は屈折率適合流体に近接してもよい。

40

【0154】

50

導波管位置合わせ部材 115 は、例えば、同時係属 PCT 公開番号 WO 2013/048730 号、表題「OPTICAL CONNECTOR HAVING A PLURALITY OF OPTICAL FIBRES WITH STAGGERED CLEAVED ENDS COUPLED TO ASSOCIATED MICROLENSES」、同 WO 2013/048743 号、表題「OPTICAL SUBSTRATE HAVING A PLURALITY OF STAGGERED LIGHT REDIRECTING FEATURES ON A MAJOR SURFACE THEREOF」、及び、米国特許出願番号第 61/652,478 号、表題「OPTICAL INTERCONNECT」(代理人整理番号 67850US002、2013 年 5 月 14 日出願)、及び同第 61/710,083 号、表題「OPTICAL CONNECTOR」(代理人整理番号第 70227US002 号、2013 年 9 月 27 日出願)に記載されるように、光導波管 120 を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って延在する溝を含み得る。いくつかの場合において、溝の方向は、中心軸 122 と平行かつ位置合わせされ得る。いくつかの場合において、導波管位置合わせ部材は、代わりに、光ファイバーであり得る光導波管 120 を受容及び位置合わせすることができる円筒形の孔(図示されない)を含んでもよい。

10

【0155】

光導波管 120 は、例えば、光ファイバーを含む、任意の好適な導波管であり得る。いくつかの場合において、光導波管 120 は、約 600 ナノメートル~約 2000 ナノメートルの範囲の波長に好適なマルチモード光導波管である。1つの特定の実施形態において、光導波管 120 は、円形の断面形状を有し得る。しかしながら、いくつかの場合において、光導波管は代わりに多角形の断面形状を有し得る。

20

【0156】

光方向変換部材 130 は、光導波管 120 から入射軸 142 に沿って入射光 140 を受容するために入射面 132 と、異なる方向変換軸 152 に沿って伝搬する方向転換した光 150 として、受容した入射光 140 を反射するための反射性表面 134 と、方向転換した光 150 を受容し、出射軸 156 に沿って伝搬する出射光 155 として、方向転換した光 150 を伝達するための出射面 136 とを含む。入射面 132、及び出射面 136 の少なくとも一方が、入射軸 142、及び方向転換軸 152 とそれぞれ実質的に垂直な、平面であり得る。方向転換軸 152 はまた、XYZ デカルト座標系の第 1 平面(すなわち、XZ 平面)内にあるものとして示され、入射軸 142、及び方向転換された軸 152 が、これらの間に方向転換角度を形成する。方向転換角度は、この用途に好適な任意の所望の角度であり得、例えば、90°超、又は約 90°、又は約 80°、又は約 70°、又は約 60°、又は約 50°、又は約 40°、又は約 30°、又は更に約 30°未満であり得る。図 1 の 1 つの特定の実施形態において、方向転換角度は、約 90°である。いくつかの場合において、光導波管 120 の中心軸 122 は、図に示される入射軸と一致してもよいが、いくつかの場合において光ファイバーは、入射軸 142 及び中心軸 122 が、その間に角度を形成するように、入射軸 132 に対して位置合わせされてもよい(図示されない)。

30

【0157】

各入射光及び反射光はそれぞれ、2つの互いに垂直な方向で発散又は収束する。入射光 140 は、入射軸 142 と、入射境界光 144 との間に、第 1 発散半角 θ_1 を有し、ここで第 1 発散半角 θ_1 は、約 3°~10°、又は約 5°~約 8°、又は約 7°である。方向転換された光 150 は、方向転換軸 152 と、方向転換境界光 154 との間に、第 2 発散半角 θ_2 を有し、これはいくつかの場合において、収束半角 θ_2 であり得、第 2 の発散は、第 1 の発散よりも小さい。いくつかのケースでは、第 2 発散半角 θ_2 は、約 5°未満、又は約 4°未満、又は約 3°未満、又は約 2°未満、又は約 1°未満である。いくつかの場合において、導波管位置合わせ機構 115 によって受容及び位置合わせされる、光導波管 120 を出る光は、入射面 132 から出射面 136 へと光学経路に沿って伝搬し、方向変換した光 150 は、実質的に出射面 136 において、最小ビームサイズ(例えば、断面

40

50

積)を有する。1つの特定の実施形態において、入射光140は、発散する光ビームであり、方向変換された光150は、収束する光ビーム、又は実質的にコリメートされた光ビームである。

【0158】

反射性表面134は、第1の発散を有する入射光140を、第1の発散よりも小さい第2の発散を有する方向変換された光150へと方向変換することができる、任意の好適な形状の反射器であり得、トロイダル表面、放物面、球面、双曲線表面、又は楕円面であり得るが、トロイダル表面が好ましいことがあり、本明細書において記載される。トロイダル表面134とXZ平面との湾曲した交差部が、半径の中心105から測定される曲率半径「R」を有する、弧134aにより記載され得る。半径の中心105は、入射軸142と、方向転換軸152との間の方向転換角度を二分する線上にある。トロイダル表面134は更に、XZ平面上に配置され、焦点107において中心軸122と交差する、回転軸106によって特徴付けられる。1つの特定の実施形態において、回転軸106は、例えば、図1に示されるように、方向転換軸152と平行である。トロイダル表面134は、弧134aを、回転軸106を中心に(すなわち、XZ面外)、焦点107から、中心軸122、及び弧134aの交点まで測定される焦点距離「f」が、曲率半径「R」より短くなるようにして回転させることによって生じ、式：

$$R = (2f / \tan\{\theta / 2\}) (\tan^2\{\theta / 2\} + 1)^{1/2}$$

により特徴付けられ、式中、所与の方向転換角度 $\theta = 90^\circ$ (すなわち、 $\theta / 2$)であり、曲率半径「R」は、 $2f$ 又は $2.828f$ とされる。1つの特定の実施形態において、光方向変換部材130は、入射光、及び反射光の経路が、入射面132から出射面136までの、組み合わせた距離 $2f$ だけ伸びるように設計され得る。

【0159】

反射性表面134は、例えば、プラグ反射器、又は金属若しくは合金反射器などの多層干渉反射器など、反射性コーティング(他所に記載されるように、双方とも、中実材料又は中空の空洞である光方向変換部材130と共に使用するのに好適であり得る)を含めることによって反射性とされてもよい。いくつかの場合において、中実材料である光方向変換部材130において、入射光を反射するために、反射性表面134は代わりに全内反射(TIR)を使用してもよい。TIRが有効であるために、一体型光結合ユニット100のコネクタハウジング110は、少なくとも部分的に空洞118を囲む内部周辺部119を更に含んでもよく、これは、光方向変換部材130の反射面134が、当業者に既知であるように、反射面134においてTIRを阻害し得る、干渉から保護され得るようにして、位置付けられる。

【0160】

光方向変換部材130は、例えば、ポリイミドなどの高分子を含む、任意の好適な透過性及び寸法安定性を備える材料で製造されてよい。1つの特定の実施形態において、光方向変換部材130は、例えば、SABIC Innovative Plastics, Pittsfield MAから入手可能な、Ultem 1010ポリエーテルイミドなどの、寸法安定な透明ポリイミド材料から作製されてもよい。いくつかの場合において、光導波管120は、導波管位置合わせ機構115に接着剤で固定されてもよい。1つの特定の実施形態では、屈折率適合ゲル又は接着剤が光方向変換部材130と、光導波管120との間に挿入され得る。この領域における全ての空隙を除去することにより、フレネル損失は著しく低減され得る。

【0161】

図2は、本開示の一態様による、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニット200の概略断面図を示す。図2に示される要素200~260のそれぞれは、上記に述べた図1に示される同様の番号が付された要素100~160に対応している。例えば、図2の光導波管220は図1の光導波管120に対応する、などである。図2において、入射軸242、及び方向転換軸252は、 90° 未満である方向転換角度 θ を形成する。トロイダル表面234とXZ平面との湾曲した交差部が、半径の中心205から

測定される曲率半径「 R' 」を有する、弧 234 a により説明され得る。半径の中心 205 は、入射軸 242 と、方向転換軸 252 との間の方向転換角度 θ を二分する線上にある。トロイダル表面 234 は更に、XZ 平面上に配置され、焦点 207 において中心軸 222 と交差する、回転軸 206 によって特徴付けられる。1つの特定の実施形態において、回転軸 206 は、例えば、図 2 に示されるように、方向転換軸 252 と平行である。トロイダル表面 234 は、弧 234 a を、回転軸 206 を中心に（すなわち、XZ 面外）、焦点 207 から、中心軸 222、及び弧 134 a の交点まで測定される焦点距離「 f 」が、曲率半径「 R 」より短くなるようにして回転させることによって生じ、焦点距離 f' と、方向転換角度 θ と、曲率半径 R' との関係は、他所に提示される式によって計算され得る。図 2 において、方向転換された角度 θ は例えば、 60° であってもよく、入射面 232、及び出射面 236 はそれぞれ、対応する入射軸 242、及び反射軸 252 と垂直である。しかしながら、入射面 232、及び出射面 236 は、互いに垂直に位置合わせされない。

10

【0162】

光学コネクタは、係合方向に沿った係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、中心軸 222 と平行ではない。この係合を容易に達成するため、コネクタハウジング 210 は、係合表面 212、及び位置合わせ機構 214、216 を含む。位置合わせ機構 214、216 は、光学コネクタ内の光方向変換部材 230 の出射面 236 を、第 2 光学コネクタ（図示されない）内の第 2 一体型光結合ユニット 200'、又は光学検出器若しくはエミッタ（例えば、垂直空洞表面発射レーザー（VCSEL））などの送受信機のいずれかと位置合わせする。1つの特定の実施形態において、ポケット 260 が出射面 236 付近に形成され得、出射面 236 と隣接する第 2 光学コネクタ又は送受信機との間に空隙が形成されてもよい。1つの特定の実施形態において、一体型光結合ユニット 200 は、雌雄一対型継手ユニットであってもよく、他所に記載されるように、第 1 一体型光結合ユニット 200、及び第 2 一体型光結合ユニット 200' は同一であり、互いに取り付けることができる。1つの特定の実施形態において、入射面 232、及び出射面 236 の少なくとも一方が、反射防止コーティングを含んでもよく、及び/又は屈折率適合流体に近接してもよい。

20

【0163】

図 3 A は、本開示の一態様によるコネクタアセンブリ 300 の概略断面図を示す。図 3 に示される要素 100 ~ 160 のそれぞれは、上記に述べた図 1 に示される同様の番号が付された要素 100 ~ 160 に対応している。例えば、図 3 の光導波管 120 は図 1 の光導波管 120 に対応する、などである。図 3 A において、コネクタアセンブリ 300 は、係合表面 112、112' が互いに隣接するように、一緒に連結された、第 1 一体型光結合ユニット 100、及び第 2 一体型光結合ユニット 100' を含み、位置合わせ機構 114、及び 116 は、位置合わせ機構 116'、及び 114' とそれぞれ位置合わせされ、第 1 一体型光結合ユニット 100 の出射面 136 は、第 2 一体型光結合ユニット 100' の出射面 136' に近接かつ面する。図 3 において、第 1 一体型光結合ユニット 100、及び第 2 一体型光結合ユニット 100' のそれぞれが、互いに取り付けられ得る雌雄一対型継手ユニットである。コネクタアセンブリ 300 は、第 1 光導波管 120 を出る光が、第 1 一体型光結合ユニット 100 の反射性表面 134、及び第 2 一体型光結合ユニット 100' の反射性表面 134' を伝搬した後に、第 2 光導波管 120' に入るように構成される。

30

40

【0164】

第 1 光導波管を出る光が、第 1 光方向変換部材 130 の入射面 132 と、第 2 光方向変換部材 130' の入射面 132' との間の、第 1 伝搬距離 ($f + f + f' + f'$)、を伝搬し、伝搬距離 ($f + f + f' + f'$) は実質的に、第 1 一体型光結合ユニットの焦点距離 f 、及び第 2 一体型光結合ユニットの焦点距離 f' の合計の 2 倍と等しい。いくつかの場合において、第 1 一体型光結合ユニット 100 の焦点距離「 f 」は、第 2 一体型光結合ユニット 100' の焦点距離「 f' 」と実質的に等しい。いくつかの場合において、第 1

50

光導波管 120 は第 1 マルチモード光ファイバーを含み、第 2 光導波管 120' は第 2 マルチモード光ファイバーを含み、600 ~ 2000 ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリ 300 の光学挿入損失は、0.5 dB 未満である。

【0165】

図 3 B は、本開示の一態様による図 3 A のコネクタアセンブリ 300 を通じた光経路の概略斜視図を示す。図 3 B に示される、1 つの特定の実施形態において、第 1 反射性表面 134、及び第 2 反射性表面 134' はそれぞれ、トロイダル反射器 134、134' である。図 3 B において、第 1 光導波管 120 は、第 1 方向転換光ビーム 150 として、第 1 トロイダル反射器 134 から反射される第 1 入射光 140 を入れる。第 1 方向転換光ビーム 150 は第 1 光方向転換部材 130 の第 1 出射面 136 を通過し、第 2 出射面 136' を通じて第 2 光方向転換部材 130' に、第 2 方向転換光ビーム 150' として入る。第 2 方向転換光ビーム 150' は、第 2 トロイダル反射器 134' から、第 2 光導波管 120' に入る第 2 入射光 140' として反射する。

10

【0166】

図 4 は、本開示の一態様による光学アセンブリ 400 の概略断面図を示す。図 4 に示される要素 100 ~ 160 のそれぞれは、上記に述べた図 1 に示される同様の番号が付された要素 100 ~ 160 に対応している。例えば、図 4 の光導波管 120 は図 1 の光導波管 120 に対応する、などである。光学アセンブリ 400 は、一体型光結合ユニット 100 を含み、例えば、図 1 の一体型光結合ユニット 100 は、一体型光結合ユニット 100 の出射面 136 から光を受けるか、又は発するように構成された、光送受信機 170 と連絡している。

20

【0167】

1 つの特定の実施形態において、光学アセンブリ 400 は、600 ~ 2000 nm の範囲の波長のマルチモードであり、光導波管出口面 124 を有し、入射軸 142 に沿って光を受けるか、又は発するように構成された、光導波管 120 を含む。光学アセンブリは更に、トロイダル表面反射器 134、及び異なる方向転換軸 152 に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光送受信機 170 を含み、光学アセンブリ 400 は、光導波管 120 及び光送受信機 170 の一方から、光導波管 120 及び光送受信機 170 の他方へと伝搬する光（例えば、入射光 140、又は方向変換光 150 のいずれか）が、トロイダル表面反射器 134 において反射され、トロイダル表面反射器 134、並びに入射軸 142 及び方向変換軸 152 により形成される第 1 平面（すなわち、XZ 平面）との湾曲した交差部（すなわち、弧）134a が曲率半径 R を有し、トロイダル表面反射器 134 は、光導波管出口面 124 において第 1 平面（すなわち、XZ 平面）内に配置される回転軸 106 を有し、焦点距離 f は、入射軸 142 に沿って回転軸 106 からトロイダル表面反射器 134 まで測定され、焦点距離 f は曲率半径 R よりも小さい。

30

【0168】

光送受信機 170 は、一体型光結合ユニット 100 の位置合わせ機構 116、114 と位置合わせし得る送受信機位置合わせ機構 174、176 と、任意の光送受信機空洞 175 内に任意により窪み得る送受信機要素 172 を少なくとも部分的に収容する送受信機ハウジング 173 とを含む。導管 177 は、送受信機要素 172 の、電気構成要素又は光学的構成要素のいずれかとの連絡をもたらす。いくつかの場合によって、光学送受信機は、光学検出器であり得る。いくつかの場合によって、光学送受信機は、垂直共振器面発光レーザー（VCSEL）などの光学的エミッタであり得る。

40

【0169】

図 5 A は、本開示の一態様による、一体型光結合ユニット 500 の概略斜視図を示す。図 5 A に示される要素 500 ~ 530 のそれぞれは、前述されている図 1 に示される同様に番号付けされた要素 100 ~ 130 に対応する。例えば、図 5 の光導波管 520 は図 1 の光導波管 120 に対応する、などである。図 5 A において、光導波管からの光を、コネクタハウジング 510 内の光方向変換部材 530 へと向けるために、複数の光導波管 520 が、導波管位置合わせ部材 515 によって受容され位置合わせされる。コネクタハウジ

50

ング510は、位置合わせ機構514、516を含む。

【0170】

図5Bは、本開示の一態様によるコネクタアセンブリ503の概略斜視図を示す。コネクタアセンブリ503は、例えば、同時係属米国特許出願公開第61/652,478号、表題「OPTICAL INTERCONNECT」(代理人整理番号第67850US002号、2013年5月14日出願)に示される、マルチファイバーコネクタアセンブリと同様であり得、これは小型の信頼性の高い光学配線をもたらす。しかしながら、本開示の光方向変換部材530は、以前には認識されていなかった、マルチファイバーコネクタアセンブリにおける利益をもたらす。コネクタアセンブリ503は、本開示の一態様による、第1一体型光結合ユニット500を有する第1光学コネクタ501と、第2一体型光結合ユニット500'を有する第2光学コネクタ501'とを含む。他所に記載されるように、第1一体型光結合ユニット500、及び第2一体型光結合ユニット500'のそれぞれは、雌雄一対型コネクタであり得る。第1光学コネクタ501、及び第2光学コネクタ501'は、第1コネクタフレーム502、及び第2コネクタフレーム502'により保護及び支持されてもよく、これらは、一体型光結合ユニット500、500'それぞれの、各第1位置合わせ機構514、516、及び第2位置合わせ機構514'、516'のより確実な適合を可能にし得る。

10

【0171】

マルチファイバーコネクタアセンブリそれぞれは、同時係属PCT公開番号WO2013/048730号、表題「OPTICAL CONNECTOR HAVING A PLURALITY OF OPTICAL FIBRES WITH STAGGERED CLEAVED ENDS COUPLED TO ASSOCIATED MICROLENSSES」、同WO2013/048743号、表題「OPTICAL SUBSTRATE HAVING A PLURALITY OF STAGGERED LIGHT REDIRECTING FEATURES ON A MAJOR SURFACE THEREOF」、及び、米国特許出願公開第61/652,478号、表題「OPTICAL INTERCONNECT」(代理人整理番号67850US002、2013年5月14日出願)、及び同第61/710,083号、表題「OPTICAL CONNECTOR」(代理人整理番号第70227US002号、2013年9月27日出願)に更に記載される、当該技術分野において既知の、様々な接続スキームを使用して、相互接続されるように適合され得る。

20

30

【0172】

以下は、本開示の実施形態のリストである。

【0173】

項目1は、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材と、を備え、この光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射するトロイダル表面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、トロイダル表面、及びトロイダル表面から光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、トロイダル表面と、入射軸及び方向転換軸により形成される第1平面との湾曲した交差部は、曲率半径を有し、トロイダル表面は、入射面において、第1平面内に配置された回転軸を有し、回転軸からトロイダル表面まで、入射軸に沿って焦点距離が測定され、焦点距離は曲率半径よりも小さい、一体型光結合ユニット。

40

【0174】

項目2は、回転軸は方向転換軸と実質的に平行である、項目1に記載の一体型光結合ユニット。

【0175】

50

項目3は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行ではない、項目1又は2に記載の一体型光結合ユニット。

【0176】

項目4は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、項目1～3に記載の一体型光結合ユニット。

【0177】

項目5は、光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、項目1又は4に記載の一体型光結合ユニット。

【0178】

項目6は、光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、項目1～5に記載の一体型光結合ユニット。

【0179】

項目7は、光学コネクタが雌雄一対型である、項目1～6に記載の一体型光結合ユニット。

【0180】

項目8は、導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、項目1～7に記載の一体型光結合ユニット。

【0181】

項目9は、溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目8に記載の一体型光結合ユニット。

【0182】

項目10は、光導波管が光ファイバーを含む、項目1～9に記載の一体型光結合ユニット。

【0183】

項目11は、導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、項目10に記載の一体型光結合ユニット。

【0184】

項目12は、光導波管が、600～2000ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、項目1～11に記載の一体型光結合ユニット。

【0185】

項目13は、光導波管が円形の断面形状を有する、項目1～12に記載の一体型光結合ユニット。

【0186】

項目14は、光導波管が多角形の断面形状を有する、項目1～13に記載の一体型光結合ユニット。

【0187】

項目15は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、中心軸は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目1～14に記載の一体型光結合ユニット。

【0188】

項目16は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、項目1～15に記載の一体型光結合ユニット。

【0189】

項目17は、入射面が平坦である、項目1～16に記載の一体型光結合ユニット。

【0190】

項目18は、入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、項目1～17に記載の一体型光結合ユニット。

【0191】

10

20

30

40

50

項目 19 は、入射面が出射面に対して実質的に垂直である、項目 1 ~ 18 に記載の一体型光結合ユニット。

【0192】

項目 20 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、入射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、光学経路全体に沿った一体型光結合ユニットの屈折率は 1 よりも大きい、項目 1 ~ 19 に記載の一体型光結合ユニット。

【0193】

項目 21 は、光方向転換部材が、1 を超える屈折率を有する中実媒体である、項目 1 ~ 20 に記載の一体型光結合ユニット。

【0194】

項目 22 は、入射軸と方向転換軸との間の角度が 90° 未満である、項目 1 ~ 21 に記載の一体型光結合ユニット。

【0195】

項目 23 は、入射軸と方向転換軸との間の角度が 90° 超である、項目 1 ~ 22 に記載の一体型光結合ユニット。

【0196】

項目 24 は、入射軸と方向転換軸との間の角度が 111° である、項目 1 ~ 23 に記載の一体型光結合ユニット。

【0197】

項目 25 は、反射光の第 2 の発散が、2 つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第 1 の発散よりも、少なくとも 1° 小さい、項目 1 ~ 24 に記載の一体型光結合ユニット。

【0198】

項目 26 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、トロイダル表面によって反射される、光導波管を出る光が、トロイダル表面から出射面へと伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、項目 1 ~ 25 に記載の一体型光結合ユニット。

【0199】

項目 27 は、トロイダル表面が、受けた光を全内反射により反射する、項目 1 ~ 26 に記載の一体型光結合ユニット。

【0200】

項目 28 は、トロイダル表面がブラッグ反射器を含む、項目 1 ~ 27 に記載の一体型光結合ユニット。

【0201】

項目 29 は、トロイダル表面が金属反射器を含む、項目 1 ~ 28 に記載の一体型光結合ユニット。

【0202】

項目 30 は、出射軸が第 1 平面内にある、項目 1 ~ 29 に記載の一体型光結合ユニット。

【0203】

項目 31 は、出射面が実質的に平坦である、項目 1 ~ 30 に記載の一体型光結合ユニット。

【0204】

項目 32 は、出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、項目 1 ~ 31 に記載の一体型光結合ユニット。

【0205】

項目 33 は、導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、入射面における第 1 ビームサイズ、及び出射面における第 2 ビームサイズを有し、第 2 ビームサイズは第 1 ビームサイズよりも大きい、項目 1 ~ 32 に記載の一体型光結合ユニット。

10

20

30

40

50

【0206】

項目34は、第2ビームサイズが第1ビームサイズの約2倍よりも大きい、項目33に記載の一体型光結合ユニット。

【0207】

項目35は、光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、項目1～34に記載の一体型光結合ユニット。

【0208】

項目36は、項目1～35に記載の第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合する項目1～35に記載の第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

10

【0209】

項目37は、第1光導波管を出る光が、第1一体型光結合ユニットの入射面と、第2一体型光結合ユニットの入射面との間の第1伝搬距離を伝搬し、伝搬距離は、第1一体型光結合ユニットの焦点距離と、第2一体型光結合ユニットの焦点距離との合計の2倍と実質的に等しい、項目36に記載のコネクタアセンブリ。

20

【0210】

項目38は、第1一体型光結合ユニットの焦点距離が、第2一体型光結合ユニットの焦点距離と実質的に等しい、項目36又は37に記載のコネクタアセンブリ。

【0211】

項目39は、第1光導波管が第1マルチモード光ファイバーを含み、第2光導波管が第2マルチモード光ファイバーを含み、600～2000ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリ300の光学挿入損失が、0.5dB未満である、項目36～38に記載のコネクタアセンブリ。

【0212】

項目40は、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光導波管を受容及び位置合わせするための、導波管位置合わせ部材と、中実光方向転換部材と、を備え、この中実光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、入射面から入射軸に沿って伝搬する光を受け、受けた光を反射する反射面であって、反射した光は異なる方向変換軸に沿って伝搬し、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面、及び反射面からの光を受け、受けた光を、光方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面、を含み、反射面は反射コーティングを含み、反射コーティングがないと、入射面から反射面が受ける光の少なくとも一部が、反射面において全内反射を受けない、一体型光結合ユニット。

30

【0213】

項目41は、反射コーティングが金属を含む、項目40に記載の一体型光結合ユニット。

40

【0214】

項目42は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行ではない、項目40又は41に記載の一体型光結合ユニット。

【0215】

項目43は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、項目40～42に記載の一体型光結合ユニット。

50

- 【0216】
項目44は、光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、項目40～43に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0217】
項目45は、光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、項目40～44に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0218】
項目46は、光学コネクタが雌雄一対型である、項目40～45に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0219】
項目47は、導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、項目40～46に記載の一体型光結合ユニット。 10
- 【0220】
項目48は、溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目47に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0221】
項目49は、光導波管が光ファイバーを含む、項目40～48に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0222】
項目50は、導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、項目41～49に記載の一体型光結合ユニット。 20
- 【0223】
項目51は、光導波管が、600～2000ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、項目40～50に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0224】
項目52は、光導波管が円形の断面形状を有する、項目40～51に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0225】
項目53は、光導波管が多角形の断面形状を有する、項目40～52に記載の一体型光結合ユニット。 30
- 【0226】
項目54は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、中心軸は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目40～53に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0227】
項目55は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、項目40～54に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0228】
項目56は、入射面が平坦である、項目33～55に記載の一体型光結合ユニット。 40
- 【0229】
項目57は、入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、項目40～56に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0230】
項目58は、入射面が出射面に対して実質的に垂直である、項目40～57に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0231】
項目59は、入射軸と方向転換軸との間の角度が90°未満である、項目40～58に記載の一体型光結合ユニット。
- 【0232】
項目60は、入射面が導波管の側面を含む、項目40～59に記載の一体型光結合ユニット。 50

項目 6 0 は、反射光の第 2 の発散が、2 つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第 1 の発散よりも、少なくとも 1 ° 小さい、項目 4 0 ~ 5 9 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 3 3 】

項目 6 1 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、反射面によって反射される、光導波管を出る光が、反射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、項目 4 0 ~ 6 0 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 3 4 】

項目 6 2 は、反射コーティングがブラッグ反射器を含む、項目 4 0 ~ 6 1 に記載の一体型光結合ユニット。 10

【 0 2 3 5 】

項目 6 3 は、反射性表面が、トロイダル表面、放物面、球面、双曲線表面、又は楕円表面を含む、項目 4 0 ~ 6 2 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 3 6 】

項目 6 4 は、出射軸が、入射軸及び方向変換軸によって形成される第 1 平面にある、項目 4 0 ~ 6 3 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 3 7 】

項目 6 5 は、出射面が実質的に平坦である、項目 4 0 ~ 6 4 に記載の一体型光結合ユニット。 20

【 0 2 3 8 】

項目 6 6 は、出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、項目 4 0 ~ 6 5 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 3 9 】

項目 6 7 は、導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる、光導波管を出る光が、入射面における第 1 ビームサイズ、及び出射面における第 2 ビームサイズを有し、第 2 ビームサイズは第 1 ビームサイズよりも大きい、項目 4 0 ~ 6 6 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 4 0 】

項目 6 8 は、第 2 ビームサイズが第 1 ビームサイズの約 2 倍よりも大きい、項目 6 7 に記載の一体型光結合ユニット。 30

【 0 2 4 1 】

項目 6 9 は、光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、項目 4 0 ~ 6 8 に記載の一体型光結合ユニット。

【 0 2 4 2 】

項目 7 0 は、項目 4 0 ~ 6 9 に記載の第 2 一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 2 光導波管を有する、第 2 一体型光結合ユニットと係合する項目 4 0 ~ 6 9 に記載の第 1 一体型光結合ユニットであって、第 1 一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第 1 光導波管を有する第 1 一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第 1 一体型光結合ユニットの出射面が、第 2 一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第 1 光導波管を出る光が、第 1 及び第 2 一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第 2 光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。 40

【 0 2 4 3 】

項目 7 1 は、第 1 光導波管 1 2 0 が第 1 マルチモード光ファイバーを含み、第 2 光導波管 1 2 0 ' が第 2 マルチモード光ファイバーを含み、6 0 0 ~ 2 0 0 0 ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリの光学挿入損失が、0 . 5 d B 未満である、項目 7 0 に記載のコネクタアセンブリ。

【 0 2 4 4 】

項目 7 2 は、光学コネクタにおいて使用するための一体型光結合ユニットであって、光 50

導波管を受容及び位置合わせするための導波管位置合わせ部材と、光方向転換部材と、を備え、この光方向転換部材は、導波管位置合わせ部材において配置及び位置合わせされる、光導波管からの入射光を受けるための入射面、入射面から入射軸に沿って伝搬する入射光として光を受け、入射光を、異なる方向転換軸に沿って伝搬する反射光として反射する反射面であって、反射した光の第2の発散は、2つの相互に垂直な発散方向に沿った入射光の第1の発散よりも小さい、反射面、及び反射光を受け、受けた光を、方向転換部材を出て出射軸に沿って伝搬する出射光として伝達するための出射面であって、出射光と反射光との間の角度は90°未満である、出射面を含む、一体型光結合ユニット。

【0245】

項目73は、入射光と反射光との間の角度が、約60°以下である、項目72の一体型光結合ユニット。

10

【0246】

項目74は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行ではない、項目72又は73に記載の一体型光結合ユニット。

【0247】

項目75は、光学コネクタが、係合方向に沿って係合光学コネクタと係合するように構成され、係合方向は、入射軸と平行である、項目72～74に記載の一体型光結合ユニット。

【0248】

項目76は、光学コネクタが入射面とは異なる入射平面を含む、項目72～75に記載の一体型光結合ユニット。

20

【0249】

項目77は、光学コネクタが出射面とは異なる出射平面を含む、項目72～76に記載の一体型光結合ユニット。

【0250】

項目78は、光学コネクタが雌雄一対型である、項目72～77に記載の一体型光結合ユニット。

【0251】

項目79は、導波管位置合わせ部材が、光導波管を受容及び位置合わせするために、溝方向に沿って伸びる溝を含む、項目72～78に記載の一体型光結合ユニット。

30

【0252】

項目80は、溝方向が入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目79に記載の一体型光結合ユニット。

【0253】

項目81は、光導波管が光ファイバーを含む、項目72～80に記載の一体型光結合ユニット。

【0254】

項目82は、導波管位置合わせ部材が、光ファイバーを受容することができる円筒形の孔を含む、項目81に記載の一体型光結合ユニット。

40

【0255】

項目83は、光導波管が、600～2000ナノメートルの範囲の波長のための、マルチモードである、項目72～82に記載の一体型光結合ユニット。

【0256】

項目84は、光導波管が円形の断面形状を有する、項目72～83に記載の一体型光結合ユニット。

【0257】

項目85は、光導波管が多角形の断面形状を有する、項目72～84に記載の一体型光結合ユニット。

【0258】

50

項目 86 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る中央光線が、光導波管と入射面との間の中心軸に沿って伝搬し、入射経路は、入射軸と平行かつ位置合わせされている、項目 72 ~ 85 に記載の一体型光結合ユニット。

【0259】

項目 87 は、中央光線が反射面によって反射され、反射経路に沿って出射面まで更に伝搬し、反射経路及び入射経路は、 90° 未満の角度を形成する、項目 86 に記載の一体型光結合ユニット。

【0260】

項目 88 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管と、光導波管を入射面と光学的に結合する屈折率適合材料とを更に含む、項目 72 ~ 87 に記載の一体型光結合ユニット。

10

【0261】

項目 89 は、入射面が平坦である、項目 72 ~ 88 に記載の一体型光結合ユニット。

【0262】

項目 90 は、入射面が入射軸に対して実質的に垂直である、項目 72 ~ 89 に記載の一体型光結合ユニット。

【0263】

項目 91 は、入射面が出射面に対して実質的に垂直である、項目 72 ~ 90 に記載の一体型光結合ユニット。

【0264】

項目 92 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる光導波管を出る光が、入射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、光学経路全体に沿った一体型光結合ユニットの屈折率は 1 よりも大きい、項目 72 ~ 91 に記載の一体型光結合ユニット。

20

【0265】

項目 93 は、光方向転換部材が、1 を超える屈折率を有する中実媒体である、項目 72 ~ 92 に記載の一体型光結合ユニット。

【0266】

項目 94 は、入射軸と方向転換軸との間の角度が 90° 未満である、項目 72 ~ 93 に記載の一体型光結合ユニット。

【0267】

項目 95 は、反射光の第 2 の発散が、2 つの互いに垂直な発散方向それぞれに沿った、入射光の第 1 の発散よりも、少なくとも 1° 小さい、項目 72 ~ 94 に記載の一体型光結合ユニット。

30

【0268】

項目 96 は、導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされ、反射面によって反射される、光導波管を出る光が、反射面から出射面へと光学経路に沿って伝搬し、反射光は、実質的に出射面において最小ビームサイズを有する、項目 72 ~ 95 に記載の一体型光結合ユニット。

【0269】

項目 97 は、反射面が、トロイダル表面、放物面、球面、双曲線表面、又は楕円表面を含む、項目 72 ~ 96 に記載の一体型光結合ユニット。

40

【0270】

項目 98 は、反射面が、受けた光を全内反射により反射する、項目 72 ~ 97 に記載の一体型光結合ユニット。

【0271】

項目 99 は、反射面がブラッグ反射器を含む、項目 72 ~ 98 に記載の一体型光結合ユニット。

【0272】

項目 100 は、反射面が金属反射器を含む、項目 72 ~ 99 に記載の一体型光結合ユニット。

50

【0273】

項目101は、出射軸が、入射軸及び方向変換軸によって形成される第1平面にある、項目72～100に記載の一体型光結合ユニット。

【0274】

項目102は、出射面が実質的に平坦である、項目72～101に記載の一体型光結合ユニット。

【0275】

項目103は、出射面が出射軸に対して実質的に垂直である、項目72～102に記載の一体型光結合ユニット。

【0276】

項目104は、導波管位置合わせ部材によって受容及び位置合わせされる、光導波管を出る光が、入射面における第1ビームサイズ、及び出射面における第2ビームサイズを有し、第2ビームサイズは第1ビームサイズよりも大きい、項目72～103に記載の一体型光結合ユニット。

【0277】

項目105は、第2ビームサイズが第1ビームサイズの約2倍よりも大きい、項目104に記載の一体型光結合ユニット。

【0278】

項目106は、光方向転換部材内において、入射光は発散し、反射光は収束するか、又は実質的にコリメートされる、項目72～105に記載の一体型光結合ユニット。

【0279】

項目107は、項目72～106に記載の第2一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第2光導波管を有する、第2一体型光結合ユニットと係合する項目72～106に記載の第1一体型光結合ユニットであって、第1一体型光結合ユニットの導波管位置合わせ部材により受容及び位置合わせされる第1光導波管を有する第1一体型光結合ユニットを含むコネクタアセンブリであって、第1一体型光結合ユニットの出射面が、第2一体型光結合ユニットの出射面に近接かつ面し、コネクタアセンブリは、第1光導波管を出る光が、第1及び第2一体型光結合ユニットの光方向転換部材を通じて伝搬した後に、第2光導波管に入るように構成される、コネクタアセンブリ。

【0280】

項目108は、第1光導波管が、第1マルチモード光ファイバーを含み、第2光導波管は第2マルチモード光ファイバーを含み、600～2000ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリの光学挿入損失は、0.5dB未満である、項目107に記載のコネクタアセンブリ。

【0281】

項目109は、係合する第1及び第2光学コネクタを含むコネクタアセンブリであって、各光学コネクタは、出口面を有するマルチモード光導波管と、一体型光方向転換部材とを備え、この一体型光方向転換部材は、マルチモード光導波管の出口面に、これと面するように配置された第1表面、他方の光学コネクタの一体型光方向転換部材の第2表面に、これと面するように配置された第2表面、及び、第1及び第2表面の一方から光を受け、受けた光を第1及び第2表面の他方に向けて反射するための反射面、を含み、600～2000ナノメートルの範囲の波長における、コネクタアセンブリの光学挿入損失は0.5dB未満である、コネクタアセンブリ。

【0282】

項目110は、第1及び第2光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、トロイダル表面である、項目109に記載のコネクタアセンブリ。

【0283】

項目111は、第1及び第2光学コネクタそれぞれの、マルチモード光導波管は、マルチモード光ファイバーである、項目109又は110に記載のコネクタアセンブリ。

【0284】

10

20

30

40

50

項目 1 1 2 は、少なくとも 1 つの光学コネクタのマルチモード光導波管は円形の断面形状を有する、項目 1 0 9 ~ 1 1 1 に記載のコネクタアセンブリ。

【 0 2 8 5 】

項目 1 1 3 は、少なくとも 1 つの光学コネクタのマルチモード光導波管は多角形の断面形状を有する、項目 1 0 9 ~ 1 1 2 に記載のコネクタアセンブリ。

【 0 2 8 6 】

項目 1 1 4 は、第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも 1 つの反射面が、受けた光を全内反射によって反射する、項目 1 0 9 ~ 1 1 3 に記載のコネクタアセンブリ。

【 0 2 8 7 】

項目 1 1 5 は、第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、ブラッグ反射器を含む、項目 1 0 9 に記載のコネクタアセンブリ。

10

【 0 2 8 8 】

項目 1 1 6 は、第 1 及び第 2 光学コネクタの少なくとも一方の反射面が、金属反射器を含む、項目 1 0 9 ~ 1 1 5 に記載のコネクタアセンブリ。

【 0 2 8 9 】

項目 1 1 7 は、600 ~ 2000 nm の範囲の波長のマルチモードであり、出口面を有し、第 1 光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光ファイバーと、トロイダル表面と、異なる第 2 光学軸に沿って光を受けるか、又は発するように構成された光送受信器と、を含む光学アセンブリであって、この光学アセンブリは、光ファイバー及び送受信器の一方から、光ファイバー及び送受信の他方へと伝搬する光が、トロイダル表面において反射し、トロイダル表面、並びに第 1 及び第 2 光学軸により形成される第 1 平面の湾曲した交差部が、曲率半径を有し、トロイダル表面は、出口面において第 1 平面内に配置される回転軸を有し、焦点距離は、光学軸に沿って回転軸からトロイダル表面まで測定され、焦点距離は曲率半径よりも小さいように構成される、光学アセンブリ。

20

【 0 2 9 0 】

項目 1 1 8 は、光送受信器が光学検出器を含む、項目 1 1 7 に記載の光学アセンブリ。

【 0 2 9 1 】

項目 1 1 9 は、光送受信器が垂直空洞表面発射レーザー (VCSEL) を含む、項目 1 1 7 又は 1 1 8 に記載の光学アセンブリ。

【 0 2 9 2 】

項目 1 2 0 は、トロイダル表面が、受けた光を全内反射により反射する、項目 1 1 7 ~ 1 1 9 に記載の光学アセンブリ。

30

【 0 2 9 3 】

項目 1 2 1 は、トロイダル表面がブラッグ反射器を含む、項目 1 1 7 ~ 1 2 0 に記載の光学アセンブリ。

【 0 2 9 4 】

項目 1 2 2 は、トロイダル表面が金属反射器を含む、項目 1 1 7 ~ 1 2 1 に記載の光学アセンブリ。

【 0 2 9 5 】

特に断らない限り、本明細書及び特許請求の範囲で使用される、特徴のサイズ、量、及び物理的特性を表す全ての数字は、「約」なる語によって修飾されているものとして理解されるべきである。したがって、そうでないことが示されない限り、上記の明細書及び添付の特許請求の範囲に記載される数値パラメータは、当業者が本明細書に開示される教示内容を用いて得ようとするところの所望の特性に応じて変化し得る近似的な値である。

40

【 0 2 9 6 】

本明細書に引用される全ての参照文献及び刊行物は、それらが本開示と直接矛盾し得る場合を除き、それらの全容を参照によって本開示に明確に援用するものである。以上、本明細書において具体的な実施形態を図示、説明したが、様々な代替的かつ/又は等価的な実現形態を、本開示の範囲を逸脱することなく、図示及び説明された具体的な実施形態に置き換えることができる点は、当業者であれば認識されるところであろう。本出願は、本

50

明細書において検討される具体的な実施形態のいかなる適合例又は変形例をも網羅しようとするものである。したがって、本開示は、「特許請求の範囲」及びその等価物によってのみ限定されるものとする。

【 図 1 】

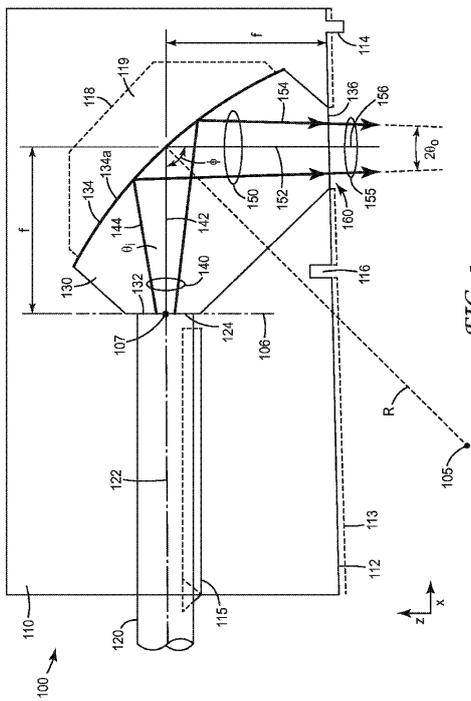


FIG. 1

【 図 2 】

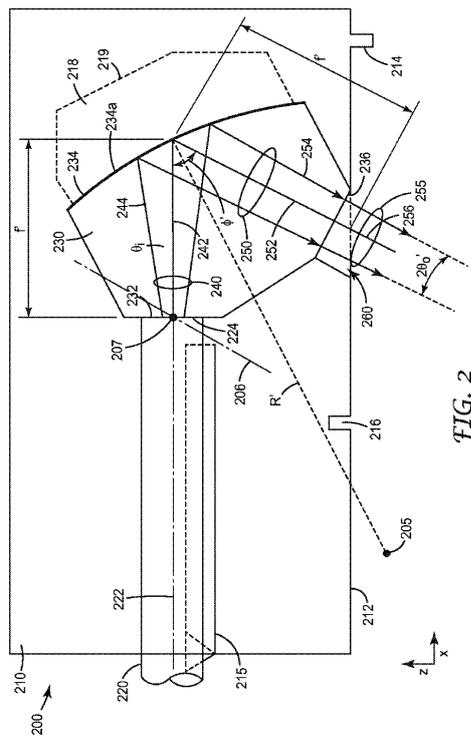


FIG. 2

【 図 3 A 】

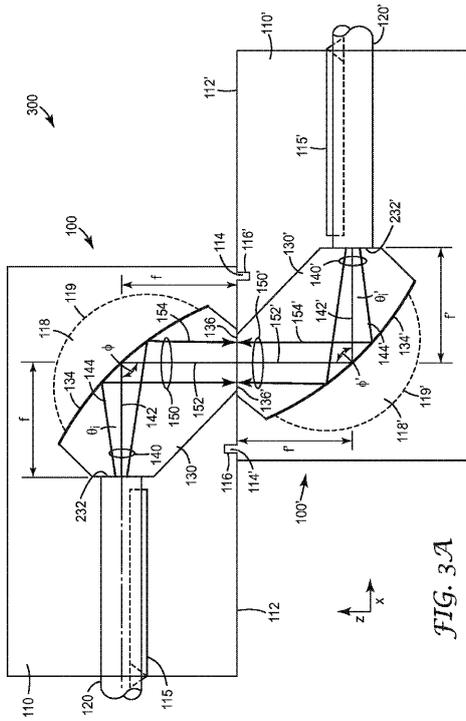


FIG. 3A

【 図 3 B 】

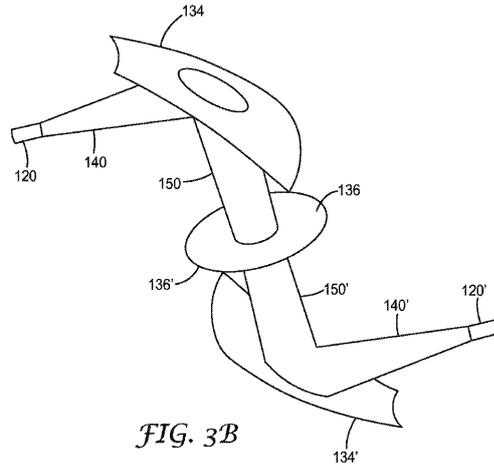


FIG. 3B

【 図 4 】

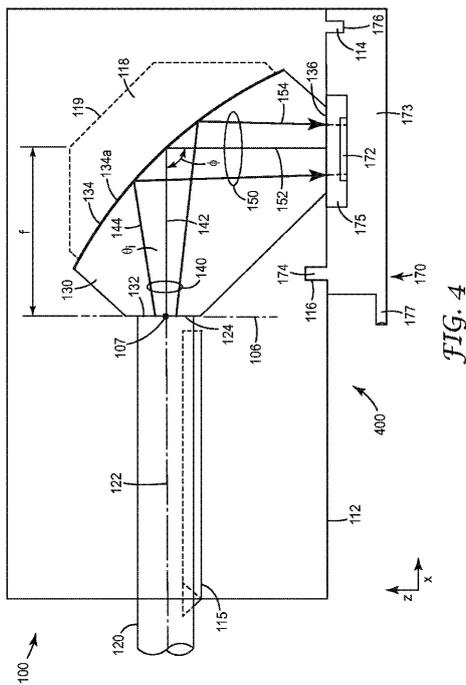


FIG. 4

【 図 5 A 】

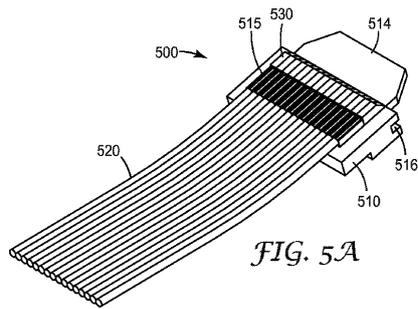


FIG. 5A

【 図 5 B 】

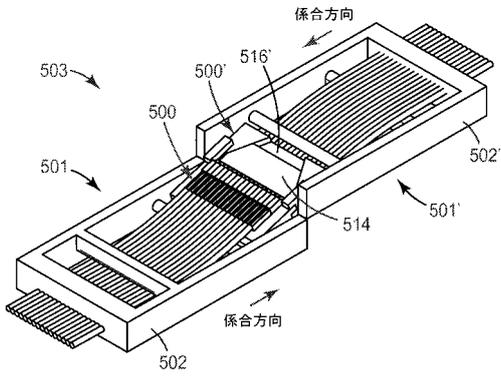


FIG. 5B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/069282
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B 6/24(2006.01)i, G02B 6/38(2006.01)j		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B 6/24; G02B 6/32; G02B 6/26; G02B 6/42; G02B 6/00; G02B 6/38		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: coupling, light redirect, toroidal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013-048743 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 04 April 2013 See abstract, pages 8-14 and figures 2A-4B.	41
Y		37-40
A		1-36, 42
Y	US 2004-0175072 A1 (LAM et al.) 09 September 2004 See abstract, paragraphs [0024]-[0033], claim 3 and figure 2A.	37-40
A	US 2006-0263035 A1 (MICHAEL E. FEIN) 23 November 2006 See abstract, paragraph [0053] and figure 1D.	1-42
A	US 2013-0156373 A1 (I-THUN LIN) 20 June 2013 See abstract, paragraphs [0014]-[0021] and figures 1-4.	1-42
A	US 2007-0237459 A1 (WATTE et al.) 11 October 2007 See abstract and figures 1a-3.	1-42
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 March 2015 (30.03.2015)		Date of mailing of the international search report 30 March 2015 (30.03.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. ++82 42 472 7140		Authorized officer CHOI, Sang Won  Telephone No. +82-42-481-8291

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/069282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013-048743 A1	04/04/2013	CN 103827712 A EP 2761345 A1 JP 2014-526720 A KR 10-2014-0069230 A US 2014-0193116 A1 US 2014-0193124 A1 WO 2013-048730 A1	28/05/2014 06/08/2014 06/10/2014 09/06/2014 10/07/2014 10/07/2014 04/04/2013
US 2004-0175072 A1	09/09/2004	CN 100562771 C CN 1771448 A JP 2006-517675 A US 7254296 B2 WO 2004-063784 A1	25/11/2009 10/05/2006 27/07/2006 07/08/2007 29/07/2004
US 2006-0263035 A1	23/11/2006	US 2005-0084212 A1 US 6819687 B1 US 7127141 B2 US 7369742 B2	21/04/2005 16/11/2004 24/10/2006 06/05/2008
US 2013-0156373 A1	20/06/2013	TW 201326938 A	01/07/2013
US 2007-0237459 A1	11/10/2007	US 2006-210222 A1	21/09/2006

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100154656

弁理士 鈴木 英彦

(72)発明者 ハーセ, マイケル エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7
スリーエム センター

(72)発明者 ハオ, ピン

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7
スリーエム センター

(72)発明者 スミス, テリー エル.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7
スリーエム センター

F ターム(参考) 2H036 JA02 QA03 QA49 QA51 QA56

2H137 AB01 AB05 AB06 AC04 AC12 BA04 BA15 BA17 BB03 BB12

BC23 BC52 BC55 CA15A CA35 CA49 CA51 CD33 CD45 DB08

FA00 FA05