

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6392367号  
(P6392367)

(45) 発行日 平成30年9月19日(2018.9.19)

(24) 登録日 平成30年8月31日(2018.8.31)

(51) Int. Cl. F I  
**GO2F 1/31 (2006.01)** GO2F 1/31  
**GO2B 26/08 (2006.01)** GO2B 26/08 E

請求項の数 24 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-556160 (P2016-556160)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成26年10月31日(2014.10.31)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/079076		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02016/067455	(74) 代理人	100139103
(87) 国際公開日	平成28年5月6日(2016.5.6)		弁理士 小山 卓志
審査請求日	平成29年8月22日(2017.8.22)	(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(72) 発明者	高橋 浩一
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
		審査官	岸 智史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

射出端から信号光を射出する信号光射出部と、  
 前記射出端からの信号光を集光し第1結合部を形成する第1結合光学系と、  
 正の屈折力を持ち前記第1結合部からの信号光を平行光に変換する第1コリメータ光学系と、  
 前記第1コリメータ光学系から射出される平行光を少なくとも反射する光変調光学素子を有し光信号を操作する光信号操作部と、  
 正の屈折力を持ち前記光変調光学素子で反射した平行光を集光して第2結合部を形成する第2コリメータ光学系と、  
 前記第2結合部からの信号光を集光し第3結合部を形成する第2結合光学系と、  
 前記第2結合光学系により形成された前記第3結合部の位置に受光面を持ち前記受光面から入射する前記信号光を受光する信号光受光部と、  
 を備え、  
 前記第1コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第1偏心光学系であり、  
 前記第2コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第2偏心光学系である  
 ことを特徴とする光通信光学系。

【請求項2】

前記第 1 偏心光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有し、

前記第 2 偏心光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信光学系。

【請求項 3】

前記第 1 偏心光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する第 1 偏心プリズムを有し、

前記第 2 偏心光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する第 2 偏心プリズムを有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信光学系。

10

【請求項 4】

前記第 1 偏心プリズムと前記第 2 偏心プリズムは、一辺を 2 mm とする立方体の範囲内に収まる大きさである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光通信光学系。

【請求項 5】

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第 1 光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第 2 光ファイバである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光通信光学系。

20

【請求項 6】

前記光変調光学素子は透過率と反射率を変更可能な光学特性可変光学素子である

ことを特徴とする請求項 5 に記載の光通信光学系。

【請求項 7】

射出端から信号光を射出する信号光射出部と、

前記射出端からの信号光を集光し第 1 結合部を形成する第 1 結合光学系と、

正の屈折力を持ち前記第 1 結合部からの信号光を平行光に変換する第 1 コリメータ光学系と、

前記第 1 コリメータ光学系から射出される平行光を少なくとも反射する光変調光学素子を有し光信号を操作する光信号操作部と、

正の屈折力を持ち前記光変調光学素子で反射した平行光を集光して第 2 結合部を形成する第 2 コリメータ光学系と、

前記第 2 結合部からの信号光を集光し第 3 結合部を形成する第 2 結合光学系と、

前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に受光面を持ち前記受光面から入射する前記信号光を受光する信号光受光部と、

を備え、

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第 1 光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第 2 光ファイバであり、

前記光変調光学素子は透過率と反射率を変更可能な光学特性可変光学素子である

ことを特徴とする光通信光学系。

40

【請求項 8】

前記光学特性可変光学素子の透過側に、

前記光学特性可変光学素子を透過した前記第 1 コリメータ光学系からの信号光を受光する光信号受光部を有する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の光通信光学系。

【請求項 9】

前記光信号受光部が光ファイバである

50

ことを特徴とする請求項 8 に記載の光通信光学系。

【請求項 10】

前記光学特性可変光学素子の透過側に、

前記第 2 コリメータ光学系に向けて信号光を発光する光信号発光部を有することを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか 1 つに記載の光通信光学系。

【請求項 11】

前記光信号発光部が光ファイバである

ことを特徴とする請求項 10 に記載の光通信光学系。

【請求項 12】

前記光学特性可変光学素子が、LCO S である

ことを特徴とする請求項 7 乃至請求項 11 のいずれか 1 つに記載の光通信光学系。

10

【請求項 13】

前記第 1 光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記光学特性可変光学素子は、前記第 1 光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光の入射位置ごとに透過率と反射率を変更可能である

ことを特徴とする請求項 7 に記載の光通信光学系。

【請求項 14】

前記光学特性可変光学素子の透過側に、前記信号光の入射位置に対応して、前記光学特性可変光学素子を透過した前記第 1 コリメータ光学系からの信号光を受光する複数の光信号受光部を有する

ことを特徴とする請求項 13 に記載の光通信光学系。

20

【請求項 15】

前記複数の光信号受光部がそれぞれ光ファイバである

ことを特徴とする請求項 14 に記載の光通信光学系。

【請求項 16】

前記光学特性可変光学素子の透過側に、前記信号光の入射位置に対応して、前記第 2 コリメータ光学系に向けて信号光を発光する複数の光信号発光部を有する

ことを特徴とする請求項 13 乃至請求項 15 のいずれか 1 つに記載の光通信光学系。

【請求項 17】

前記複数の光信号発光部はそれぞれ光ファイバである

ことを特徴とする請求項 16 に記載の光通信光学系。

30

【請求項 18】

前記第 2 光ファイバは、前記第 1 光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光の結合位置に対応して入射端面を持つように各々設けられた複数のシングルコアファイバを有してなる

ことを特徴とする請求項 13 乃至請求項 17 のいずれか 1 つに記載の光通信光学系。

【請求項 19】

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第 1 光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第 2 光ファイバであり、

前記光変調光学素子が、反射角を切り替える MEMS ミラーであり、

前記第 2 コリメータ光学系が、前記第 2 偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記 MEMS ミラーの反射角の切り替えにより、信号光が入射する偏心プリズムが振り分けられる位置に配列され、

前記第 2 の光ファイバは、信号光が入射する各々の偏心プリズムに対応して、各々設けられたシングルコアファイバを複数有してなる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光通信光学系。

40

50

## 【請求項 2 0】

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第 1 光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第 2 光ファイバであり、

前記第 1 光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記第 1 コリメータ光学系が、前記第 1 偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記第 1 光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々個別に配置され、且つ、前記光変調光学素子に向けて平行光を射出し、

前記光変調光学素子が反射角を切り替える MEMS ミラーを有し、

前記 MEMS ミラーは、反射角の切り替えにより、前記第 2 光ファイバに導かれる信号光を選択的に切り替えることを特徴とする請求項 3 に記載の光通信光学系。

10

## 【請求項 2 1】

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第 1 光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第 2 結合光学系により形成された前記第 3 結合部の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第 2 光ファイバであり、

前記第 1 光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記第 1 コリメータ光学系が、前記第 1 偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記第 1 光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々個別に配置され、且つ、前記光変調光学素子に向けて平行光を射出し、

前記光変調光学素子が反射角を切り替える MEMS ミラーを有し、

前記第 2 コリメータ光学系が、前記第 2 偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記 MEMS ミラーの反射角の切り替えにより、信号光が入射する偏心プリズムが振り分けられる位置に配列され、

前記第 2 光ファイバは、信号光が入射する各々の偏心プリズムに対応して、各々設けられたシングルコアファイバを複数有してなる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の光通信光学系。

20

30

## 【請求項 2 2】

前記光変調光学素子は、反射角を切り替える MEMS ミラーを複数配列した MEMS ミラーアレイであり、前記 MEMS ミラーアレイ中の複数の MEMS ミラーは、前記第 1 光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々配置され、

前記 MEMS ミラーの各々の反射角の独立した切り替えにより、前記第 1 の光ファイバの各々のコアからの各々の光信号を、前記第 2 光ファイバの各々のシングルコアファイバのコアに選択的に切り替えて導く

ことを特徴とする請求項 2 1 の光通信光学系。

40

## 【請求項 2 3】

前記第 1 コリメータ光学系中の複数の偏心プリズムは、信号光の入射光軸に対する射出光軸の角度が異なる複数の偏心プリズムを有し、複数の平行光が前記光変調光学素子に向けて寄せ集められる

ことを特徴とする請求項 2 0 乃至請求項 2 2 のいずれか 1 つに記載の光通信光学系。

## 【請求項 2 4】

50

前記第2コリメータ光学系中の複数の偏心プリズムは、信号光の入射光軸に対する射出光軸の角度が異なる複数の偏心プリズムを有する

ことを特徴とする請求項20乃至請求項23のいずれか1つに記載の光通信光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空間多重光通信に適用可能な光通信光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、マルチコアファイバと複数のシングルコアファイバを結合する光学装置が提案されている。 10

【0003】

例えば、特許文献1には、マルチコアファイバから出射される複数のビームの光軸上に位置し、各ビームの光軸を、互いに平行と異ならせることにより、互いに離間した状態とする第1の光学系S1と、第1の光学系S1側において互いに平行と異なる状態である複数のビームの光軸を互いに略平行な状態とする第2の光学系S2とを備える光学装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開2013-20227号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1では、第1光学系と第2光学系によって、両側テレセントリック光学系とすることのみ開示され、具体的な光学系の構成、特に光信号の操作を行う構成については開示されていない。

【0006】

本発明にかかる一実施形態は、小型軽量であり、信号光射出部と信号光受光部を結合し、光信号の操作が可能な光通信光学系を提供する。 30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、  
 射出端から信号光を射出する信号光射出部と、  
 前記射出端からの信号光を集光し第1結合部を形成する第1結合光学系と、  
 正の屈折力を持ち前記第1結合部からの信号光を平行光に変換する第1コリメータ光学系と、

前記第1コリメータ光学系から射出される平行光を少なくとも反射する光変調光学素子を有し光信号を操作する光信号操作部と、

正の屈折力を持ち前記光変調光学素子で反射した平行光を集光して第2結合部を形成する第2コリメータ光学系と、 40

前記第2結合部からの信号光を集光し第3結合部を形成する第2結合光学系と、

前記第2結合光学系により形成された前記第3結合部の位置に受光面を持ち前記受光面から入射する前記信号光を受光する信号光受光部と、  
 を備える

ことを特徴とする。

【0008】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第1偏心光学系であり、

50

前記第2コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第2偏心光学系であることを特徴とする。

【0009】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する第1偏心光学系であり、

前記第2コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き内面反射を行う凹面反射面を有する第2偏心光学系であることを特徴とする。

10

【0010】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する第1偏心プリズムを有し、

前記第2コリメータ光学系は、入射する信号光の光軸に対して傾き内面反射を行う凹面反射面を有する第2偏心プリズムを有することを特徴とする。

【0011】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1偏心プリズムと前記第2偏心プリズムは、一辺を2mmとする立方体の範囲内に収まる大きさであることを特徴とする。

20

【0012】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記信号光射出部は、信号光を伝送し射出端から前記信号光を射出する第1光ファイバであり、

前記信号光受光部は、前記第2結合光学系により形成された前記第3結合の位置に入射端面を持ち、前記入射端面から入射する前記信号光を伝送する第2の光ファイバであることを特徴とする。

【0013】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記光変調光学素子は透過率と反射率を変更可能な光学特性可変光学素子であることを特徴とする。

30

【0014】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記光学特性可変光学素子の透過側に、

前記光学特性可変光学素子を透過した前記第1コリメータ光学系からの信号光を受光する光信号受光部を有することを特徴とする。

【0015】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記光信号受光部が光ファイバであることを特徴とする。

40

【0016】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記光学特性可変光学素子の透過側に、

前記第2コリメータ光学系に向けて信号光を発光する光信号発光部を有することを特徴とする。

【0017】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

50

前記光信号発光部が光ファイバであることを特徴とする。

【0018】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記光学特性可変光学素子が、LCO Sであることを特徴とする。

【0019】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記第1光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記光学特性可変光学素子は、前記第1光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光の入射位置ごとに透過率と反射率を変更可能であることを特徴とする。

【0020】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記光学特性可変光学素子の透過側に、前記信号光の入射位置に対応して、前記光学特性可変光学素子を透過した前記第1コリメータ光学系からの信号光を受光する複数の光信号受光部を有することを特徴とする。

【0021】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記複数の光信号受光部がそれぞれ光ファイバであることを特徴とする。

【0022】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記光学特性可変光学素子の透過側に、前記信号光の入射位置に対応して、前記第2コリメータ光学系に向けて信号光を発光する複数の光信号発光部を有することを特徴とする。

【0023】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記複数の光信号発光部はそれぞれ光ファイバであることを特徴とする。

【0024】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記第2の光ファイバは、前記第1の光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光の結合位置に対応して入射端面を持つように各々設けられた複数のシングルコアファイバを有してなることを特徴とする。

【0025】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、前記光変調光学素子が、反射角を切り替えるMEMSミラーであり、前記第2コリメータ光学系が、前記第2偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記MEMSミラーの反射角の切り替えにより、信号光が入射する偏心プリズムが振り分けられる位置に配列され、

前記第2の光ファイバは、信号光が入射する各々の偏心プリズムに対応して、各々設けられたシングルコアファイバを複数有してなることを特徴とする。

【0026】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

10

20

30

40

50

前記第1光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記第1コリメータ光学系が、前記第1偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記第1光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々個別に配置され、且つ、前記光変調光学素子に向けて平行光を射出し、

前記光変調光学素子が反射角を切り替えるMEMSミラーを有し、

前記MEMSミラーは、反射角の切り替えにより、前記第2光ファイバに導かれる信号光を選択的に切り替えることを特徴とする。

10

#### 【0027】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1光ファイバは、複数のシングルコアファイバまたは、複数のコアをもつマルチコアファイバであり、

前記第1コリメータ光学系が、前記第1偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記第1光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々個別に配置され、且つ、前記光変調光学素子に向けて平行光を射出し、

20

前記光変調光学素子が反射角を切り替えるMEMSミラーを有し、

前記第2コリメータ光学系が、前記第2偏心プリズムを複数配列した偏心プリズムアレイであり、

前記偏心プリズムアレイ中の複数の偏心プリズムは、前記MEMSミラーの反射角の切り替えにより、信号光が入射する偏心プリズムが振り分けられる位置に配列され、

前記第2光ファイバは、信号光が入射する各々の偏心プリズムに対応して、各々設けられたシングルコアファイバを複数有してなる

ことを特徴とする。

#### 【0028】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記光変調光学素子は、反射角を切り替えるMEMSミラーを複数配列したMEMSミラーアレイであり、前記MEMSミラーアレイ中の複数のMEMSミラーは、前記第1光ファイバの各コアの射出端から射出する信号光に対応して各々配置され、

30

前記MEMSミラーの各々の反射角の独立した切り替えにより、前記第1の光ファイバの各々のコアからの各々の光信号を、前記第2光ファイバの各々のシングルコアファイバのコアに選択的に切り替えて導く

ことを特徴とする。

#### 【0029】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第1コリメータ光学系中の複数の偏心プリズムは、信号光の入射光軸に対する射出光軸の角度が異なる複数の偏心プリズムを有し、複数の平行光が前記光変調光学素子に向けて寄せ集められる

40

ことを特徴とする。

#### 【0030】

本発明にかかる一実施形態の光通信光学系は、

前記第2コリメータ光学系中の複数の偏心プリズムは、信号光の入射光軸に対する射出光軸の角度が異なる複数の偏心プリズムを有する

ことを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0031】

50

本発明の一実施形態である光通信光学系によれば、小型軽量であり、信号光射出部と信号光受光部を結合し、光信号の操作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の一実施形態に係る光通信光学系の断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る光通信光学系の信号光射出部を示す。

【図3】本発明の一実施形態に係る光通信光学系の信号光受光部を示す。

【図4】第1実施形態の伝達部の断面図である。

【図5】第1実施形態の光変調光学素子を示す。

【図6】第2実施形態の伝達部4の断面図である。

【図7】第2実施形態の光変調光学素子を示す。

【発明を実施するための形態】

【0033】

本発明の実施形態に係る偏心光学系、及び偏心光学系を用いた画像投影装置について図面を参照して以下に説明する。

【0034】

図1は、本発明の一実施形態に係る光通信光学系の断面図である。図2は、本発明の一実施形態に係る光通信光学系の信号光射出部を示す。図3は、本発明の一実施形態に係る光通信光学系の信号光受光部を示す。

【0035】

本実施形態の光通信光学系1は、射出端2aから信号光を射出する信号光射出部2と、射出端2aからの信号光を集光し第1結合部を形成する第1結合光学系3と、第1結合部からの信号光を第2結合部へ伝える伝達部4と、第2結合部からの信号光を集光し第3結合部を形成する第2結合光学系5と、第3結合部の位置に受光面6aを持ち、受光面6aから入射する信号光を受光する信号光受光部6と、を備える。

【0036】

信号光射出部2は、信号光を伝送し射出端2aから信号光を射出する第1光ファイバ2である。本実施形態の第1光ファイバ2は、複数のコア22をもつマルチコアファイバ2である。本実施形態のマルチコアファイバ2は、図2に示すように、クラッド21の内部に9本のコア22が存在しており、それぞれのコア22には、独立した信号光が伝搬される。各コア22の間隔は、50μm程度である。

【0037】

第1結合光学系3は、射出端2aからの信号光を集光し第1結合部を形成する。本実施形態の第1結合光学系3は、互いに偏心した入射面31、第1反射面32、第2反射面33、射出面34を有するプリズムからなる。第1反射面32及び第2反射面33は、自由曲面からなることが好ましい。プリズムの内部は、光学プラスチックで満たされている。

【0038】

伝達部4は、第1結合部からの信号光を第2結合部へ伝える。伝達部4の詳細な構造は、後述する。

【0039】

第2結合光学系5は、第2結合部からの信号光を集光し第3結合部を形成する。本実施形態の第2結合光学系5は、互いに偏心した入射面51、第1反射面52、第2反射面53、射出面54を有するプリズムからなる。第1反射面52及び第2反射面53は、自由曲面からなることが好ましい。プリズムの内部は、光学プラスチックで満たされている。

【0040】

信号光受光部6は、第2結合光学系5により形成された第3結合部の位置に受光面6aを持ち、受光面6aから入射する信号光を受光する第2光ファイバ6である。第2光ファイバ6は、第1光ファイバ2の各コア22の射出端2aから射出する信号光の結合位置に対応して入射端面6aを持つように各々設けられた複数のシングルコアファイバ60を有する。

10

20

30

40

50

## 【0041】

本実施形態の第2光ファイバ6は、9本のシングルコアファイバ60である。本実施形態のシングルコアファイバ6は、図3に示すように、内部にそれぞれ1本ずつのコア62が存在する1本のクラッド61を9本の束にカップリングして形成されており、それぞれのコア62には、独立した信号光が伝搬される。各コア62の間隔は、125 $\mu$ m程度である。

## 【0042】

次に、伝達部4について説明する。

## 【0043】

図4は、第1実施形態の伝達部4の断面図である。

10

## 【0044】

第1実施形態の伝達部4は、正の屈折力を持ち第1結合部からの信号光を平行光に変換する第1コリメータ光学系41と、第1コリメータ光学系41から射出される平行光を少なくとも反射する光変調光学素子42aを有し光信号を操作する光信号操作部42と、正の屈折力を持ち光変調光学素子42aで反射した平行光を集光して第2結合を形成する第2コリメータ光学系43と、を有する。

## 【0045】

第1コリメータ光学系41は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第1偏心光学系41であり、第2コリメータ光学系43は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ反射を行う反射面を有する第2偏心光学系43である。各反射面は、内面反射を行う凹面反射面であることが好ましい。

20

## 【0046】

第1実施形態の伝達部4では、第1コリメータ光学系41は、入射する信号光の光軸に対して傾き且つ内面反射を行う凹面反射面を有する第1偏心プリズム41を有し、第2コリメータ光学系43は、入射する信号光の光軸に対して傾き内面反射を行う凹面反射面を有する第2偏心プリズム43を有する。

## 【0047】

第1偏心プリズム41と第2偏心プリズム43は、それぞれ互いに偏心した3面の自由曲面で構成され、その内部をプラスチックで満たされている。第1偏心プリズム41と第2偏心プリズム43は、一辺を2mmとする立方体の範囲内に収まる大きさである。

30

## 【0048】

図5は、第1実施形態の光変調光学素子42aを示す。図5(a)は第1実施形態の光変調光学素子42aの平面図、図5(b)は第1実施形態の光変調光学素子42aの断面図を示す。

## 【0049】

光信号操作部42は、光変調光学素子42aと、光信号受光部42bと、光信号発光部42cと、制御部42dと、を有する。光変調光学素子42aは、制御部42dに接続されている。

## 【0050】

光変調光学素子42aは、透過率と反射率を変更可能な光学特性可変光学素子42aである。光学特性可変光学素子42aは、液晶素子、エレクトリッククロミック素子等、印加する電気信号によって反射又は透過の制御が可能な素子である。第1実施形態の光学特性可変光学素子42aは、LCOS(Liquid crystal on silicon)である。

40

## 【0051】

光学特性可変光学素子42aは、第1光ファイバ2の各コアの射出端2aから射出する信号光の入射位置ごとに透過率と反射率を変更可能である。例えば、第1実施形態の光学特性可変光学素子42aは、図5(a)に示すように、9分割されていて、各セグメントの反射角度は図5(b)の断面図に示すように、任意に設定することが可能である。図5(b)の光学特性可変光学素子42aの下側が、図4の第1コリメータ光学系41及び第2コリメータ光学系43の配置される側となっている。ただし、一度設定した角度は変化

50

せず、透過と反射の切り替わりのみが、制御部 4 2 d によって信号光の入射位置ごとに制御可能である。

【 0 0 5 2 】

光信号操作部 4 2 は、光学特性可変光学素子 4 2 a の透過側に、光学特性可変光学素子 4 2 a を透過した第 1 コリメータ光学系 4 1 からの信号光を受光する光信号受光部 4 2 b を有する。光信号受光部 4 2 b は、光ファイバである。

【 0 0 5 3 】

また、光信号操作部 4 2 は、光学特性可変光学素子 4 2 a の透過側に、第 2 コリメータ光学系 4 3 に向けて信号光を発光する光信号発光部 4 2 c を有する。光信号発光部 4 2 c は、光ファイバである。

10

【 0 0 5 4 】

このような構造の光信号操作部 4 2 は、光学特性可変光学素子 4 2 a を透過モードにすると、光信号受光部 4 2 b で光信号を受光することが可能となり、光信号発光部 4 2 c で光信号を発光することが可能となる。すなわち、光信号受光部 4 2 b 及び信号発光部 4 2 c で光信号をアド/ドロップすることが可能となる。

【 0 0 5 5 】

伝達部 4 に入射した光は、まず、第 1 コリメータ光学系 4 1 を形成する第 1 偏心プリズム 4 1 に第 1 透過面 4 1 a から入射し、第 1 反射面 4 1 b で反射し、第 2 反射面 4 1 a で反射し、第 2 透過面 4 1 c から射出する。S 1 は仮想瞳位置である。第 1 コリメータ光学系 4 1 から射出した光は、光信号操作部 4 2 に入射する。

20

【 0 0 5 6 】

光信号操作部 4 2 に入射した光は、光学特性可変光学素子 4 2 a が反射モードの場合、光学特性可変光学素子 4 2 a で反射され、光信号操作部 4 2 から射出する。

【 0 0 5 7 】

光信号操作部 4 2 から射出した光は、第 2 コリメータ光学系 4 3 を形成する第 2 偏心プリズム 4 3 に第 1 透過面 4 3 a から入射し、第 1 反射面 4 3 b で反射し、第 2 反射面 4 3 c で反射し、第 2 透過面 4 3 b から射出する。第 2 コリメータ光学系 4 3 から射出した光は、伝達部 4 から射出する。S 2 は仮想瞳位置である。

【 0 0 5 8 】

光学特性可変光学素子 4 2 a が透過モードの場合、光信号操作部 4 2 に入射した光は、光学特性可変光学素子 4 2 a を透過し、光信号受光部 4 2 b で光信号を受光する。また、光信号発光部 4 2 c で発光した光は、光学特性可変光学素子 4 2 a を透過し、第 2 コリメータ光学系 4 3 に入射する。

30

【 0 0 5 9 】

図 6 は、第 2 実施形態の伝達部 4 の断面図である。

【 0 0 6 0 】

第 2 実施形態の伝達部 4 は、正の屈折力を持ち第 1 結合部からの信号光を平行光に変換する第 1 コリメータ光学系 4 1 と、第 1 コリメータ光学系 4 1 から射出される平行光を少なくとも反射する光変調光学素子 4 2 a を有し光信号を操作する光信号操作部 4 2 と、正の屈折力を持ち光変調光学素子 4 2 a で反射した平行光を集光して第 2 結合を形成する第 2 コリメータ光学系 4 3 と、を有する。

40

【 0 0 6 1 】

第 1 コリメータ光学系 4 1 は、第 1 偏心プリズム 1 4 1 を複数配列した第 1 偏心プリズムアレイ 4 1 である。第 1 偏心プリズムアレイ 4 1 中の複数の第 1 偏心プリズム 1 4 1 は、図 2 に示した第 1 光ファイバ 2 の各コア 2 2 の射出端 2 a から射出する信号光に対応して各々個別に配置され、且つ、光変調光学素子 4 2 に向けて平行光を射出する。

【 0 0 6 2 】

すなわち、第 1 コリメータ光学系 4 1 中の複数の第 1 偏心プリズム 1 4 1 は、信号光の入射光軸に対する射出光軸の角度が異なる複数の第 1 偏心プリズム 1 4 1 を有し、複数の平行光が光変調光学素子 4 2 に向けて寄せ集められる。

50

## 【 0 0 6 3 】

第2実施形態の第1コリメータ光学系41は、縦に3つ、横に3つ並んだ9つの第1偏心プリズム141からなり、上下に異なる仕様、水平方向に同じ仕様の3パターンある。各第1偏心プリズム141は、約60 $\mu$ mずつ離れていることが好ましい。

## 【 0 0 6 4 】

第2コリメータ光学系43は、第2偏心プリズム143を複数配列した第2偏心プリズムアレイ43であり、第2偏心プリズムアレイ43中の複数の第2偏心プリズム143は、光変調光学素子42aの反射角の切り替えにより、信号光が入射する第2偏心プリズム143が振り分けられる位置に配列される。

## 【 0 0 6 5 】

第2実施形態の第2コリメータ光学系43は、縦に3つ、横に3つ並んだ9つの第2偏心プリズム143からなり、上下に異なる仕様、水平方向に同じ仕様の3パターンある。各第2偏心プリズム143は、約60 $\mu$ mずつ離れていることが好ましい。

## 【 0 0 6 6 】

第1コリメータ光学系41を形成する第1偏心プリズムアレイ41は、上下及び水平方向に異なる仕様の9パターンの第1偏心プリズム141としてもよい。第2コリメータ光学系43を形成する第2偏心プリズムアレイ43は、上下及び水平方向に異なる仕様の9パターンの第2偏心プリズム143としてもよい。さらに、各プリズムアレイ41, 43は、縦に4つ、横に4つ並んだ16個の偏心プリズムから形成されてもよい。

## 【 0 0 6 7 】

図7は、第2実施形態の光変調光学素子42aを示す。

## 【 0 0 6 8 】

光変調光学素子42aは、反射角を切り替えるMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)ミラー142aである。MEMSミラー142aは、反射角の切り替えにより、第2光ファイバ6に導かれる信号光を選択的に切り替える。

## 【 0 0 6 9 】

第2実施形態の光変調光学素子42aは、反射角を切り替えるMEMSミラー142aを複数配列したMEMSミラーアレイ42aであり、MEMSミラーアレイ42a中の複数のMEMSミラー142aは、図2に示した第1光ファイバ2の各コア22の射出端2aから射出する信号光に対応して各々配置される。MEMSミラー142aの各々の反射角の独立した切り替えにより、第1光ファイバ2の各々のコア22からの各々の光信号を、図3に示した第2光ファイバ6の各々のシングルコアファイバ60のコア62に選択的に切り替えて導くことが可能となる。

## 【 0 0 7 0 】

したがって、第1コリメータ光学系41のどの第1偏心プリズム141から入射した光であっても、所望の第2コリメータ光学系43の第2偏心プリズム143へ射出することが可能となる。

## 【 0 0 7 1 】

なお、本実施形態では、マルチコアファイバ2を形成する第1光ファイバ2からシングルコアファイバ60の束の第2光ファイバ6への光信号の伝達について説明したが、逆であってもよい。すなわち、シングルコアファイバ60の束の第2光ファイバ6からマルチコアファイバ2を形成する第1光ファイバ2への光信号の伝達でもよい。また、マルチコアファイバ2及びシングルコアファイバ60の束の代わりに、レーザ、LED等の光源、並びに、フォトダイオード等の受光素子を用いてもよい。

## 【 0 0 7 2 】

このように、本実施形態の光通信光学系1によれば、小型軽量であり、信号光射出部と信号光受光部を結合し、光信号の操作が可能となる。

## 【 0 0 7 3 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態のみに限られるものではなく、それぞれの実施形態の構成を適宜組み合わせる構成した実施形態

10

20

30

40

50

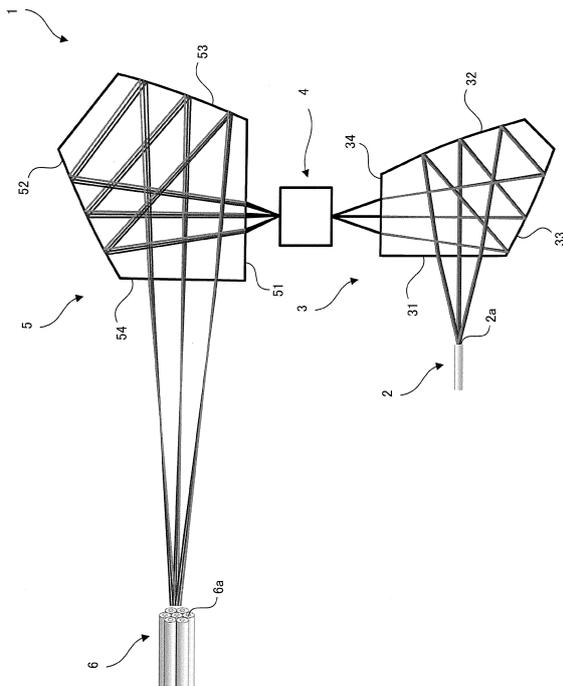
も本発明の範疇となるものである。

【符号の説明】

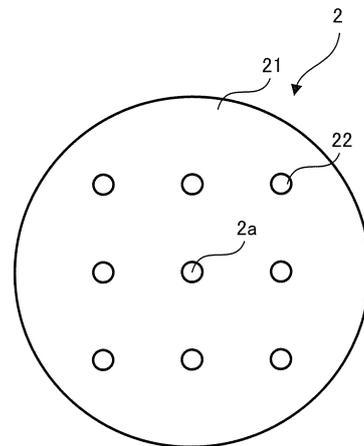
【 0 0 7 4 】

- 1 ... 光通信光学系
- 2 ... 第 1 光ファイバ ( 信号光射出部 )
- 3 ... 第 1 結合光学系
- 4 ... 伝達部
- 4 1 ... 第 1 コリメータ光学系、第 1 偏心光学系、第 1 偏心プリズム
- 1 4 1 ... 第 1 偏心プリズム
- 4 2 ... 光信号操作部
- 4 2 a ... 光変調光学素子 ( 光学特性可変光学素子、MEMSミラー、LCOS )
- 4 3 ... 第 2 コリメータ光学系、第 2 偏心光学系、第 2 偏心プリズム
- 1 4 3 ... 第 2 偏心プリズム
- 5 ... 第 2 結合光学系
- 6 ... 第 2 光ファイバ ( 信号光受光部 )

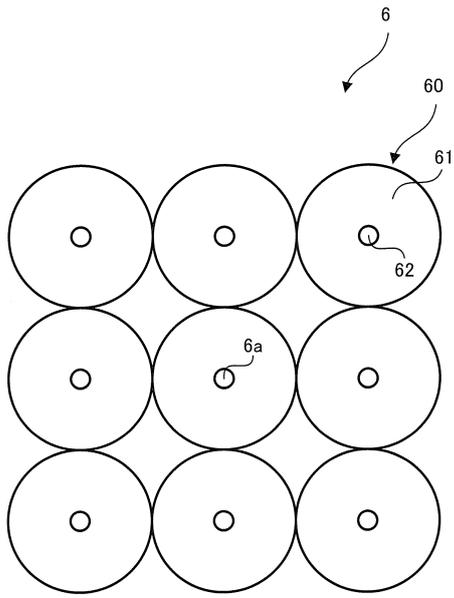
【 図 1 】



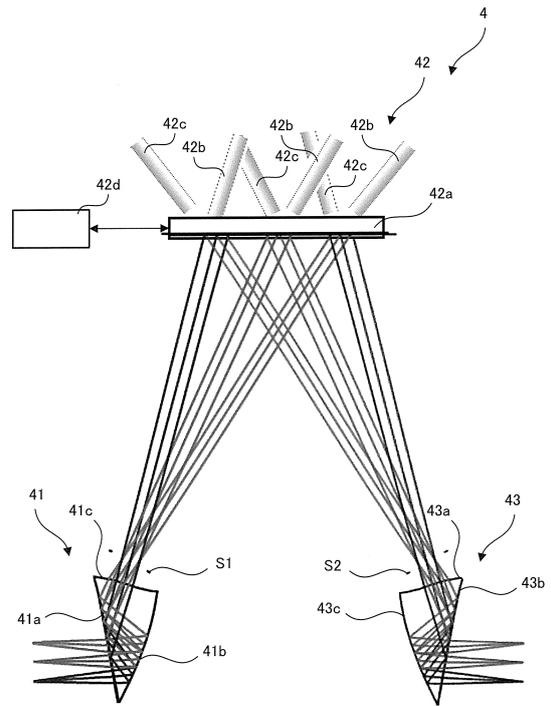
【 図 2 】



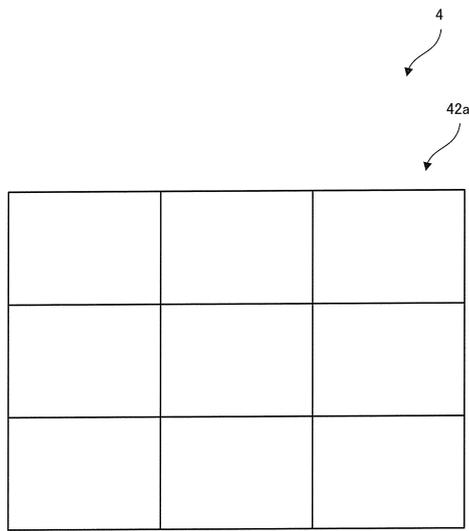
【図3】



【図4】



【図5】

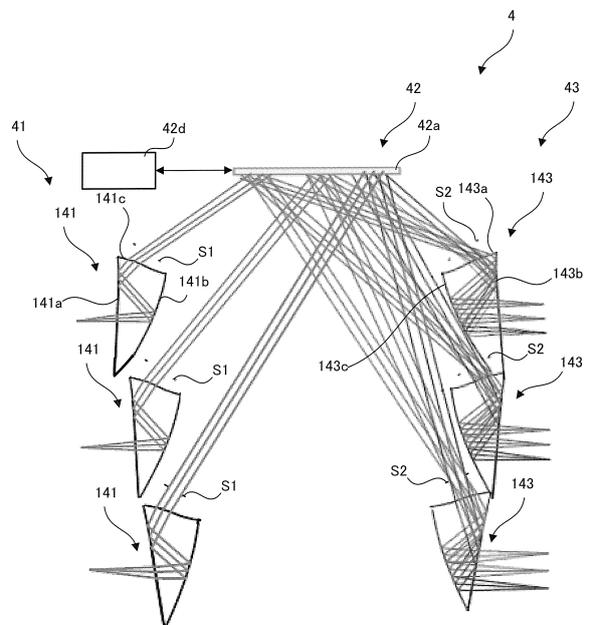


(a)

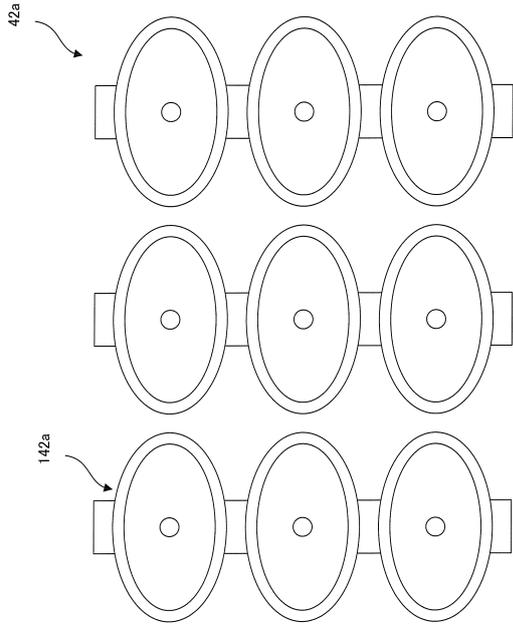


(b)

【図6】



【 7 】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-310244(JP,A)  
国際公開第2013/088586(WO,A1)  
国際公開第2014/136287(WO,A1)  
特開2013-020227(JP,A)  
特開2003-202507(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0008187(US,A1)  
米国特許出願公開第2014/0313469(US,A1)  
高橋浩一,自由曲面光学を用いたマルチコアファイバ光結合方式の提案,電子情報通信学会技術  
研究報告,2013年 8月 1日,Vol.113, No.175, p.35-40

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00 - 1/141,  
G02F 1/29 - 1/335,  
G02B 26/00 - 26/08,  
G02B 6/26 - 6/27,  
G02B 6/30 - 6/35,  
G02B 6/42 - 6/43