

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4152948号
(P4152948)

(45) 発行日 平成20年9月17日(2008.9.17)

(24) 登録日 平成20年7月11日(2008.7.11)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 6/02 (2006.01)

G O 2 B 6/10

D

G O 2 B 6/04 (2006.01)

G O 2 B 6/04

B

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-523911 (P2004-523911)
 (86) (22) 出願日 平成15年7月15日(2003.7.15)
 (65) 公表番号 特表2005-534957 (P2005-534957A)
 (43) 公表日 平成17年11月17日(2005.11.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2003/003081
 (87) 国際公開番号 W02004/011977
 (87) 国際公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)
 審査請求日 平成17年2月22日(2005.2.22)
 (31) 優先権主張番号 0217538.8
 (32) 優先日 平成14年7月30日(2002.7.30)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 503036346
 エムビーデイエイ ユーケイ リミテッド
 イギリス国 ハートフオードシャー エス
 ジイ 1 2 デイエイ ステーパーンエイヂ
 . シツクス ヒルズ ウエイ (番地なし)
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 先細にされた端部に反射コーティングを有する先細光ファイバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光ファイバーのアレイであって、前記アレイの各ファイバーは電磁放射線を受け取るための露出した端部を有し、前記アレイの各ファイバーは電磁放射線検出機器に光学的に結合されている他端部をさらに有しており、前記アレイの各ファイバーは、第1の長手部分が前記露出した端部で終結するコアを有し、前記第1の長手部分のコアは、内部反射によって電磁放射線が前記コアの前記第1の長手部分に沿って伝わるように、内部方向に面した反射コーティングによって被覆されており、さらに、前記コアの前記第2の長手部分に沿って前記電磁放射線を案内するのに適した屈折率を有している通常の光ファイバークラッド材料により被覆されている第2の長手部分を含んでおり、

前記コアとその関連したコーティングとの前記第1の長手部分の断面積は、前記コアとその関連するクラッド材料との前記第2の長手部分の断面積よりも小さく、

前記クラッド材料の端部は先細にされており、前記先細部の最も細い部分は前記コアの前記第1の部分に向けられており、

前記アレイ中の前記複数のファイバーの各々の前記第1の長手部分は、前記アレイを形成するために互いに近接して束ねられて配置されている、

複数の光ファイバーのアレイ。

【請求項 2】

前記アレイの各ファイバーの前記クラッド材料の前記先細部の少なくとも一部は内向きの反射コーティングによって被覆されている、請求項1に記載の複数の光ファイバーのア

10

20

レイ。

【請求項 3】

前記アレイの各ファイバーの前記クラッド材料の前記先細部の端部の外面は、内向きの反射コーティングを有している、請求項 1 又は 2 に記載の複数の光ファイバーのアレイ。

【請求項 4】

前記反射コーティングは、前記先細部の最も細い部分で最も厚いものである、請求項 3 に記載の複数の光ファイバーのアレイ。

【請求項 5】

前記コアと前記第 1 の長手部分の前記反射コーティングとの間にクラッド材料の層が配置されており、このクラッド材料の層は、前記コアの前記第 2 の部分のクラッドよりも実質的に薄く、かつ、電磁放射線が内部反射によって前記コアの前記第 1 の部分に沿って伝わることができる程度に十分に薄いものである、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の複数の光ファイバーのアレイ。

10

【請求項 6】

前記アレイの各ファイバーのために、前記コアの前記第 1 の部分は、前記コアの前記第 2 の部分とは異なる断面積を有している、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の複数の光ファイバーのアレイ。

【請求項 7】

前記アレイの前記複数のファイバーの各々の前記コアの前記第 1 の長手部分及び第 2 の長手部分は、異なる材料から形成されている、請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の複数の光ファイバーのアレイ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバに関するものであり、さらに詳しくは、限定されないが、電磁放射線を検出するための光ファイバ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電磁放射線検出器には光ファイバケーブル列(arrays)がしばしば使用される。それぞれのファイバには一方の露出端部があり、その露出ファイバ端部の指し示す方向から伝わる電磁放射線がファイバの中へ入り、その後、その長さに沿って伝わるようにされている。ファイバの他方端部は、所望の用途、例えば赤外線検出器、可視光検出器などに左右されるが、例えば電磁放射線の特定帯域の波長あるいは強度を検出することのできるセンサである。このような検出器は、それぞれのファイバがファイバの指し示す概略方向から到達する放射線だけを検出することができる、という点で指向性のものである。

30

【0003】

したがって、並べて配置されたきわめて多数のファイバを有し、それによって、いっそう多くの方向を 1 つの検出器でカバーすることができるようにすることは、好ましくまた普通である。

【0004】

40

従来の光ファイバには、クラディングによって包囲された中心ファイバ芯線(core)が備わっている。従来の光ファイバ列(arrays)には多数の被覆(clad)ファイバが備わっている。これらのファイバは、その列を作り出すために縦横形態(matrix form)に構成されており、それぞれのファイバは、隣接するファイバに物理的にできるだけ近くなるように配置されている。これによって、その列において放射線をファイバの中へ案内することができない空間である「デッドスペース」の大きさを最小限にすることができる。

【発明の開示】

【0005】

公知の光ファイバ列の欠点は、クラディングのためにファイバ芯線(cores)どうしが比較的離れて配置されている、ということである。このため、列のかなりの部分が「デ

50

ッドスペース」である。

【 0 0 0 6 】

このことは、比較的弱い電磁放射線を検出する必要があるところでは特に問題である。例えば、ミサイルは、目標を照射するために、少し軽量であり、したがって、比較的弱いレーザをミサイルに搭載していることがある。ミサイルはまた、目標から反射した電磁放射線を受信するための列を備えている電磁放射線検出器を有していることもある。目標を照射するために用いられるレーザは比較的弱いことから、反射された信号はきわめて弱く、したがって、できるだけ多量の復帰(returned)放射線を列のファイバによって捕捉することができるのが望ましい。

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、電磁放射線が反射によって光ファイバの第1の部分に沿って伝わるようにその長さの第1の部分に沿って反射コーティングを有し、その長さの第2の部分に沿ってクラディングをさらに有し、クラディングは、電磁放射線が光ファイバの第2の部分に沿って伝わることを可能にするのに適した屈折率を有している光ファイバ芯線が提供される。

【 0 0 0 8 】

反射コーティングは金属コーティングであるのが好ましい。あるいは、反射性ポリマ材料あるいは半導体材料を代わりに用いてもよい。反射コーティングはおよそ100nmのきわめて薄い層であることだけが必要であるので、コーティングされたファイバは、先に説明された従来の光ファイバよりも著しく細い。したがって、コーティングされたファイバは、従来の光ファイバよりも高密度に充填することができ、光ファイバ列における「デッドスペース」が著しく減少する。

【 0 0 0 9 】

製造の間、例えばファイバ引き出しの間のようないくつかの環境では、ファイバ芯線にクラディングの薄い層が残ることがある。このような環境では、電磁放射線が反射によって光ファイバの第1の部分に沿ってなお伝わることを保証するために、クラディングの外面に反射コーティングを設けることが必要であるかもしれない。

【 0 0 1 0 】

クラディングの外面の少なくとも一部は反射コーティングでコーティングされているのが好ましい。反射コーティングはファイバの前記第1の部分に近い領域に存在しているのが有利である。これによって、ファイバの第1のコーティング部分とファイバの第2の被覆部分とが接する領域における電磁放射線の損失を防止するのに役立つ。

【 0 0 1 1 】

クラディングはその長さの一部に沿って先細であってもよく、先細部の細い部分はファイバの第1のコーティング部分に隣接している。

【 0 0 1 2 】

クラディングの先細部分にはクラディングの外面に反射コーティングがあるのが有利である。反射コーティングは先細部の細い部分で最も厚いものでよい。

【 0 0 1 3 】

光ファイバの第1の部分には光ファイバの第2の部分とは異なる断面積の芯線があってもよい。芯線は光ファイバの第2の部分ではより大きい断面積へ先細にされているのが有利である。光ファイバの第1の部分には、さらにあるいは代わりに、光ファイバの第2の部分とは異なる断面形状の芯線があってもよい。光ファイバの第1の部分には、さらにあるいは代わりに、光ファイバの第2の部分とは異なる材料の芯線があってもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の別の態様によれば、ライトパイプ(light pipe)を被覆光ファイバへ連結するための光ファイバ連結構成(arrangement)であって、連結構成は、反射コーティングを有する光ファイバ芯線と、芯線を包囲するクラディングを有する光ファイバ芯線を有する被覆光ファイバとを備えているライトパイプを含み、ライトパイプの光ファイバ芯線は、電磁放射線がライトパイプから被覆光ファイバへ伝わるように被覆光ファイバ

10

20

30

40

50

の光ファイバ芯線へ光学的に接続されており、ライトパイプが被覆光ファイバへ光学的に接続されている領域に先細のクラディングが設けられている、光ファイバ連結構成が提供される。

【 0 0 1 5 】

先細部の長さおよび形状は、電磁放射線が所望のモードで伝搬するのを促進するように設計することができる。

【 0 0 1 6 】

先細のクラディングは、少なくとも一部が反射コーティングでコーティングされているのが有利である。放射線の損失を防止するために、先細クラディングの最も細い領域を反射コーティングでコーティングすることが特に有利である。

10

【 0 0 1 7 】

本発明の別の態様によれば、光ファイバ列であって、それぞれの光ファイバは、電磁放射線が反射によって光ファイバの第 1 の部分に沿って伝わるようにその長さの第 1 の部分に沿って反射コーティングを有し、かつ、その長さの第 2 の部分に沿ってクラディングをさらに有している光ファイバ芯線を備え、クラディングは、電磁放射線が光ファイバの第 2 の部分に沿って伝わることを可能にするのに適した屈折率を有している光ファイバ列が提供される。

【 0 0 1 8 】

それぞれの光ファイバの被覆部は、例えば電磁放射線検出装置の中で終わっていてもよい。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 9 】

本発明は、例示としてのみ、添付図面を参照して、以下に説明される。

【 0 0 2 0 】

図 1 は光ファイバ構成(arrangement) 1 を示しており、これには光ファイバ芯線(core) 3 が備わり、その芯線は被覆(cladding)材料 5 で被覆されている。被覆材料 5 は、ファイバ芯線 3 の露出端部(exposed end)に入射する放射線が 1 つ以上の案内モードによってファイバ 1 に沿って伝わるように、適切な反射率を有する。ファイバ芯線 3 に隣接してクラディング 7 に入射するいくつかの放射線は、案内モードの中へ連結することができる。クラディングの外側部分 9 に当たる放射線は、案内モードになることがなく、また、ファイバ 1 に沿って伝搬することがない。

30

【 0 0 2 1 】

図 2 は、図 1 を参照して説明されたような光ファイバ 1 をいくつか備えてなる光ファイバ列 1 1 を示している。これらの光ファイバ 1 はできるだけきつく互いにまとめられている。この列に当たる任意の電磁放射線は、ファイバ 1 に沿って伝わることができ、したがって検出することができるように、ファイバ芯線 3 の端部かまたはクラディング 7 の内側部分かのいずれかに当たらなければならない。放射線を検出するために用いることのできない列の大きい領域、すなわち、光ファイバ 1 どうしの間の領域 1 3、および光ファイバ 1 におけるクラディングの外側部分 9 の領域が存在することがわかる。「デッドスペース」(非検出)の領域は 9 および 1 3 である。

40

【 0 0 2 2 】

図 3 は光ファイバ列 1 5 を示しており、この光ファイバ列にはいくつかの光ファイバ 1 7 が備わっている。それぞれの光ファイバ 1 7 は、ファイバ芯線 2 1 の周りに反射コーティング 1 9 を有している。反射コーティング 1 9 は、クラディングよりも(典型的には 2 から 3 桁(orders of magnitude))きわめて薄く、また、電磁放射線が反射コーティングからの反射によってファイバ芯線 2 1 に沿って伝わることを可能にする。

【 0 0 2 3 】

反射コーティングはクラディングよりも著しく薄いので、図 1 および図 2 の光ファイバ 1 と同じ寸法の領域に、より多くの光ファイバ 1 7 を入れることができる。

【 0 0 2 4 】

50

このことは、非検出領域 19（反射コーティング）および非検出領域 23（光ファイバ 17 どちらの間の領域）の検出領域 21 に対する比が、従来の列 11 におけるものよりかなり小さい、ということを意味している。この列に当たる放射線は従来の列 11 におけるものよりも多く光ファイバ 17 によって受信されるので、より多くの放射線が検出器のセンサ部へ到達する。したがって、弱い放射線源に対して、より多くの検出の機会が存在している。

【0025】

図 4 は光ファイバ 17 を示している。ファイバ 21 の露出端部から検出器（図示せず）のセンサ部へ伝わる放射線の進路 25 が示されている。放射線は反射コーティング 19 によって反射される。

10

【0026】

図 5 はファイバ芯線 29 を備える光ファイバ 27 を示しており、この芯線は露出端部 31 を有する。露出端部 31 に隣接するファイバ芯線 29 の部分は反射材料 33 でコーティングされている。ファイバ芯線 29 の残り部分は、適切な反射率を有する被覆材料 35 で被覆されている。光ファイバのこの設計によれば、複数の光ファイバ 27 の露出端部 31 を、図 3 に関して説明されたのと同じように、列の中へ互いにきつく充填することができ、また、光ファイバの残り部分を従来のファイバ導波管にすることができる。このことは、そのような導波管が、希少金属からなるライトパイプに比べて、容易に入手することができるとともに比較的安価である点で、有利である。

【0027】

20

図 6 はファイバ芯線 39 を備える光ファイバ 37 を示しており、この芯線は露出端部 41 を有する。露出端部 41 に隣接するファイバ芯線 39 の部分は反射材料 33 でコーティングされている。ファイバ芯線 39 の残り部分は被覆材料 35 で被覆されている。被覆材料 35 は、光ファイバの反射コーティング部へ隣接して先細にされており (tapered)、また、クラディング 35 の先細 (tapered) 外面 47 は、反射材料 33 と同じであってよい反射材料 49 でコーティングされている。反射コーティング 49 によって、先細部 47 で比較的薄いクラディングを通して放射線が失われるのが防止される。クラディングの外面 47 に到達するどんな放射線も、クラディング 35 の中へ向かって反射する。反射コーティング 49 は、先細部 47 の長さに沿って一定の厚さであってもよく、あるいは、代わりに、図 6 に示されたようにクラディング 35 の厚さが先細部 47 に沿って増大するにつれて、厚さが減少するものであってもよい。先細部 47 によって、放射線が所望のモードで伝搬するのが促進される。この例では、ファイバ芯線 39 は先細部 47 の領域で断面積が増大するように示されているが、ファイバ芯線 39 は、所望であれば、先細領域を通して同じ断面積を保持しているものであってもよい。

30

【0028】

図 7 はファイバ芯線 53 を備える光ファイバ 51 を示しており、この芯線は露出端部 55 を有する。露出端部 55 に隣接するファイバ芯線 53 の部分は反射材料 33 でコーティングされている。ファイバ芯線 53 の残り部分は被覆材料 35 で被覆されている。被覆材料は、ここでは、光ファイバの反射コーティング部に隣接して先細にされていないが、クラディング 57 の端面は、反射材料 33 と同じであってよい反射材料 59 でコーティングされている。

40

【0029】

図 8 はファイバ芯線 63 を備える光ファイバ 65 を示しており、この芯線は露出端部 61 を有する。このファイバはその長さに沿って被覆されており、クラディング 35 は、光ファイバ 65 の露出端部 61 の近傍で著しく薄く、かつ先細 69 にされている。このファイバの露出端部 61 および先細部 69 の外面には、反射材料 67 のコーティングが施されている。これによって、放射線は、クラディングが十分に薄いときに反射によってファイバの露出端部 61 の領域でファイバに沿って伝搬することができる。

【0030】

図 9 はファイバ芯線 75、77 を備える光ファイバ 73 を示しており、この芯線は露出

50

端部 71 を有する。露出端部 71 に隣接するファイバ芯線 75 の部分は反射材料 79 でコーティングされている。ファイバ芯線 77 の残り部分は被覆材料 35 で被覆されている。被覆材料 35 は、光ファイバの反射コーティング部へ隣接して先細にされており、また、クラディング 35 の先細外面 81 は、反射材料 79 でコーティングされている。反射コーティング 79 によって、先細部 81 で比較的薄いクラディングを通して放射線が失われるのが防止される。クラディング 35 の先細外面 81 に到達するどの放射線も、クラディング 35 の中へ向かって反射する。反射コーティング 79 は、図 9 に示されたように先細部 81 の長さに沿って一定の厚さであってもよく、あるいは、代わりに、(図 6 に示されるように)クラディング 35 の厚さが先細部 81 に沿って増大するにつれて、厚さが減少するものであってもよい。先細部 81 によって、放射線が所望のモードで伝搬するのが促進される。この例では、ファイバ芯線 75、77 は先細部 81 の領域でつながる相異なる 2 つの材料から形成されており、また、ファイバ芯線 75、77 は、放射線が先細部 81 の領域で著しく損失することなくその長さに沿って伝搬することができるように、設計されている。これによって、1 つの材料をライトパイプとして用いることができ、また、異なる伝搬モードが必要である場合に、異なる材料を被覆ファイバにおけるファイバ芯線として用いることができる。この例では、ファイバ芯線 75、77 は、先細部 81 の領域を通して同じ断面積を保持するように示されている。

10

【0031】

図 10 は、図 9 の光ファイバ 73 に類似した特徴を有している光ファイバ 83 を示しており、類似した形状構成には図 9 におけるのと同じ参照符号が付されている。しかしながら、この例では、ファイバ芯線 75、77 は、先細部 81 の領域において断面積が増加するように示されている。先細部の形状および寸法は、所望のモードにおいてファイバ芯線 77 に沿った放射線の伝搬を促進するように選択される。

20

【0032】

当業者にとって、本発明の相異なる実施形態が可能であり、それらのいくつかは本明細書で説明されている、ということは明らかであろう。本発明の範囲は、本明細書で説明されたものと同じ原理を利用する実施形態をカバーしている。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】従来の被覆光ファイバの端部における正面図である。

30

【図 2】従来の光ファイバ列の正面図である。

【図 3】本発明に係る光ファイバ列の正面図である。

【図 4】図 3 の光ファイバ列の一部における縦断面図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

【図 6】第 2 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

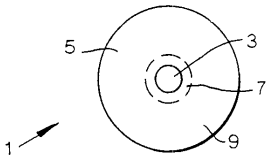
【図 7】第 3 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

【図 8】第 4 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

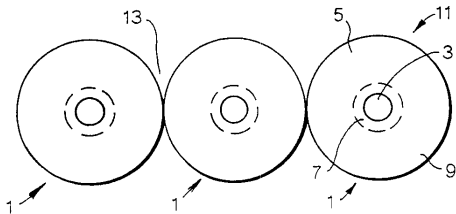
【図 9】第 5 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

【図 10】第 6 実施形態に係る光ファイバの縦断面図である。

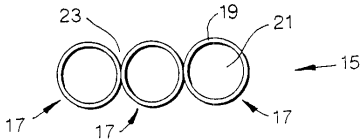
【図 1】



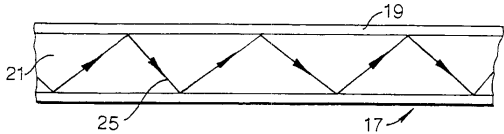
【図 2】



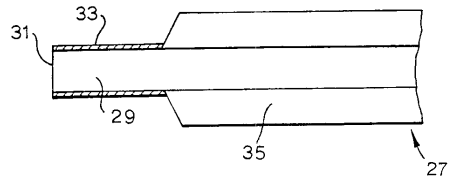
【図 3】



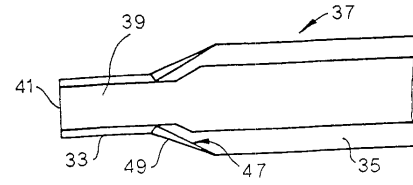
【図 4】



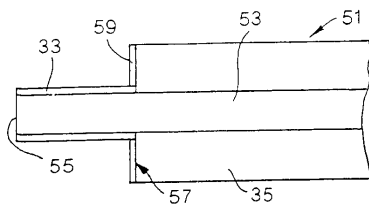
【図 5】



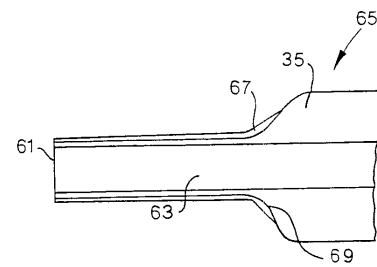
【図 6】



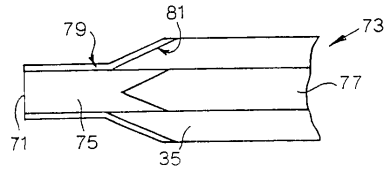
【図 7】



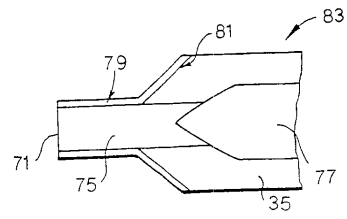
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 ミラー、リー・ダグラス

イギリス国、ピーエス34・7キューダブリュ、ブリストル、フィルトン、ピー・オー・ボックス
5、エムビーディーエイ ユーケー リミテッド内

(72)発明者 リチャーズ、トーマス・ジョン

イギリス国、ピーエス34・7キューダブリュ、ブリストル、フィルトン、ピー・オー・ボックス
5、エムビーディーエイ ユーケー リミテッド内

(72)発明者 ミュレイ、ジェームズ・スティーブン

イギリス国、ピーエス34・7キューダブリュ、ブリストル、フィルトン、ピー・オー・ボックス
5、エムビーディーエイ ユーケー リミテッド内

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開平07-209308(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0081072(US,A1)

特開平07-311323(JP,A)

米国特許第04445751(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/02

G02B 6/04