

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-219523

(P2014-219523A)

(43) 公開日 平成26年11月20日(2014.11.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/02 (2006.01)	GO2B 6/10	D 2H150
HO1S 3/067 (2006.01)	HO1S 3/06	B 5F172
HO1S 3/08 (2006.01)	HO1S 3/08	
	GO2B 6/16	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2013-98036 (P2013-98036)
 (22) 出願日 平成25年5月8日 (2013.5.8)

(71) 出願人 592032636
 学校法人トヨタ学園
 愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地
 1

最終頁に続く

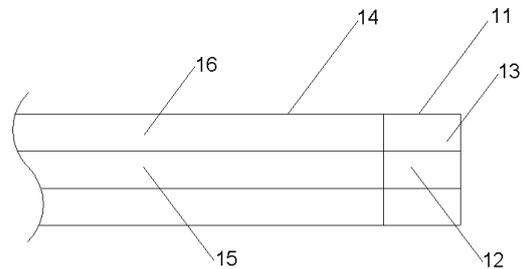
(54) 【発明の名称】 光学部品及びファイバレーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 波長選択性を必要とすることなく、強い紫外線を照射されてもその機能を失わない、光反射機能を有する光学部品を提供することにある。

【解決手段】 光ファイバの端面に、光ファイバと同様のコア/クラッド構造を有し、そのコアの屈折率とクラッドの屈折率がそれぞれ、光ファイバのコアの屈折率とクラッドの屈折率より大きい光学部品を取り付ける。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバの端面に接続されて使用される、光ファイバと同様のコア/クラッド構造を有する光学部品であって、該光学部品のコア径とクラッド径は該光ファイバのコア径、最も外周に存在するクラッド径と略等しく、該光学部品のコアの屈折率とクラッドの屈折率がそれぞれ、該光ファイバのコアの屈折率と最も外周に存在するクラッドの屈折率より大きいことを特徴とする、光学部品。

【請求項 2】

該光学部品のコアの屈折率とクラッドの屈折率の差が、該光ファイバのコアの屈折率とクラッドの屈折率の差に略等しいことを特徴とする、請求項 1 に記載の光学部品。

10

【請求項 3】

屈折率調整領域を介して導光部材に光学接続されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の光学部品。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光学部品を使用したファイバレーザ装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、主にファイバレーザ装置において、光ファイバの端面に取り付けられることによって、光ファイバを伝搬する光を反射させる機能を有する、光学部品に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

レーザ加工や医療用途などへの適用を目的として、ファイバレーザは、高効率でしかも高ビーム品質のレーザ光を簡単に取り出せるという理由で注目を集めている。

一般的なファイバレーザ装置は、図 1 に示すような構成をしている。

すなわち、信号光源 1 から発生した信号光 2 と、励起光源 3 から発生する励起光 4 を、光結合器 5 を介して希土類元素を添加したコアを有する増幅用光ファイバ 7 へ入力し、励起光 4 がコアに添加された希土類元素に作用することで、増幅用光ファイバ 7 のコアを伝搬する信号光 2 を増幅し、高エネルギーを有するレーザ光 10 を得る。

30

【0003】

増幅用光ファイバ 7 の出射端には F B G 8、あるいは反射膜、ミラーなどが設けられ、出射端に到達した光の数%を反射するよう構成されていることが多い。これは励起光 4、及び増幅が不十分な信号光 2 を反射させて増幅用光ファイバ 7 内へ戻し、再度増幅させるためである。なお、増幅用光ファイバ 7 内に戻った光は増幅用光ファイバの入射端に設けられた F G B 6 などによって反射され、再び増幅用光ファイバ 7 の出射端側へと向かう。

【0004】

ところで、増幅用光ファイバの出射端に設けられる F B G は特許文献 1 に記載されたように、感光剤が添加された材料に紫外線を照射し、グレーティング構造を形成することによって作られるものが多い。紫外線に反応する材料で構成されているため、誤って強い紫外線を照射された際にグレーティング構造が破壊され、F B G としての機能が失われてしまうという欠点がある。

40

【0005】

また、反射膜、ミラーなどは特許文献 2、3 に記載のように、特定の波長を透過し、特定の波長を反射させるなど、波長選択性を有するものが多い。このため、ファイバレーザ装置の使用波長に合わせた設計が都度必要であり、設計の手間・コストが掛かると共に、他の装置に転用しにくいといった問題がある。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

50

【特許文献1】特開平11-326669

【特許文献2】特開2007-250951

【特許文献3】特開2005-109150

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、強い紫外線を照射されてもその機能を失わず、波長選択性も必要としない、光反射機能を有する光学部品を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者は、光ファイバの端面に、光ファイバと同様のコア/クラッド構造を有し、そのコアの屈折率とクラッドの屈折率がそれぞれ、光ファイバのコアの屈折率とクラッドの屈折率より大きい光学部品を取り付けることで、従来の問題を解消できることを究明した。

【0009】

本発明によって提供される光学部品は、光ファイバに接続されて使用され、光ファイバと同様のコア/クラッド構造を有し、この光学部品のコア径とクラッド径は接続される光ファイバのコア径、クラッド径と略等しく、さらに光学部品のコアの屈折率とクラッドの屈折率はそれぞれ、該光ファイバのコアの屈折率とクラッドの屈折率より大きいことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の光学部品にあつては、以下に記載した優れた効果が期待できる。

(1) 反射機能が周期的構造によるものではないため、強い紫外線を照射されても反射機能が失われない。

(2) 屈折率の差を利用して光を反射させるため、使用波長に依存しない反射機能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】一般的なファイバレーザ装置の一例である。

【図2】本発明の光学部品を、光ファイバに取り付けた図である。

【図3】屈折率調整領域を介して、本発明の光学部品を導光部材と接続した図である。

【図4】屈折率調整領域を介して、本発明の光学部品を導光部材と接続した際の、各部材の屈折率の変化の様子を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の基本的構成を、添付図面を参照しながら説明する。

図2において、11は光学部品、12は光学部品のコア、13は光学部品のクラッド、14は光ファイバ、15は光ファイバのコア、16は光ファイバのクラッドである。

本発明で特徴的なことは、光学部品11のコア12、クラッド13の屈折率がそれぞれ、光ファイバ14のコア15、クラッド16の屈折率より大きいことである。

【0013】

異なった屈折率を有する媒質が接触する境界面に光が入射する際、その境界面で一部の光が反射する、フレネル反射が発生する。フレネル反射率は、接触した物質の屈折率の差と入射角によって決まる。

屈折率 n の媒質から n' の媒質に向かって、その境界面に垂直に光が入射するときのフレネル反射率 $R(\%)$ は、以下の(1)式で表される。

10

20

30

40

50

【数 1】

$$R = 100 \times \left(\frac{n - n'}{n + n'} \right)^2 \quad (1)$$

本発明はこのフレネル反射を利用して、光ファイバを伝搬してきた光の一部を反射させるものである。

【0014】

光学部品 11 のコア 12 及びクラッド 13 の材料の屈折率を、光ファイバ 14 のコア 15 及びクラッド 16 の材料の屈折率より高いものとする。また屈折率の低い材料から高い材料に光が入射する際は全反射が起きないため、一部の光を反射させるのに好ましい。

10

【0015】

加えて、光学部品 11 のコア 12 の屈折率とクラッド 13 の屈折率の差と、光ファイバ 14 のコア 15 の屈折率とクラッド 16 の屈折率の差を、略等しくすると好ましい。略等しいというのは、完全に等しい場合だけでなく、製造ばらつきによる誤差以下の差が存在する場合も含む。

【0016】

屈折率差を略等しくすることで光学部品 11 と光ファイバ 14 の開口数が同程度となり、光ファイバ 14 のコア 15 から光学部品 11 のコア 12 への光の伝搬がスムーズに行われる。開口数の差が大きい場合、光が光学部品 11 から漏れたり、多モードになってしまったりするなどの不都合が発生する。

20

【0017】

本発明の光学部品 11 に使用される材料としては、レーザ光を通すという用途が想定されるため、耐熱性・耐久性・光学特性に優れた石英ガラスを使用するのが好ましい。石英ガラスはゲルマニウムなどの添加剤を加えることによって屈折率を上げることができ、使用条件に適した屈折率を得ることができる。

【0018】

フレネル反射率は接触した媒質の屈折率の差と接触面への入射角によって決まるため、使用波長に依存することなく一定の反射率を有する。このため所望する反射率が同じであれば、使用波長が異なる光学系にも使用できるという利点があり、反射膜やミラーのように使用波長ごとに設計を変更する必要が無い。

30

【0019】

加えて、反射機能を材料固有の値である屈折率を基に得ているため、FBGのように強い紫外線によって反射機能が失われることも無い。

【0020】

本発明の光学部品 11 は、実際の使用環境において、その出射側にレーザ出射用光ファイバ、光学窓と言った、別の導光部材 17 が接続されることがある。この場合、光学部品 11 と導光部材 17 との境界面でもフレネル反射が発生すると共に、光学部品 11 を構成する材料の屈折率よりも導光部材 17 を構成する材料の屈折率が小さい場合が殆どであるため、全反射も発生しやすい条件である。この光学部品 11 と導光部材 17 との境界面における反射は、必要な光を導光部材 17 へと伝搬させる観点から、少ない方が好ましい。

40

【0021】

そのため、光学部品 11 と導光部材 17 とを接続する際は、その境界面における反射を減らすために、光学部品 11 と導光部材 17 との間に屈折率調整領域 20 を設けるのが好ましい。この屈折率調整領域 20 の光学部品 11 と接する側は、光学部品 11 と略等しい屈折率を有し、導光部材 17 側に進むにつれてその屈折率は変化し、導光部材 17 と接する側は導光部材 17 と略等しい屈折率を有する。

【0022】

50

すなわち、屈折率調整領域 20 と、光学部品 11、もしくは導光部材 17 との境界面における屈折率の差を実質 0 とし、フレネル反射を低減し、全反射が発生しないようにする。このような屈折率調整領域 20 を設けることにより、光学部品 11 と導光部材 17 との境界面での反射が低減され、光学部品 11 から導光部材 17 への光の伝搬が十分に行われる。

【0023】

この屈折率減少領域 20 を設ける方法としては、長さ方向に屈折率が変化する光ファイバを接続する、各層毎に屈折率を変えてガラス層を堆積させるといった方法が挙げられるが、光学部品 11 がコア/クラッド構造を有していることから、光学部品側のコア 21、クラッド 22 の屈折率が、光学部品 11 のコア 12、クラッド 13 の屈折率に略等しい、長さ方向に屈折率が変化する光ファイバを使用するのが好ましい。

10

【0024】

また、図 3 に示したように屈折率調整領域 20、導光部材 17 とともに光ファイバである場合は、屈折率調整領域 20 として使用される光ファイバの導光部材 17 に接する側のコア 21、クラッド 22 の屈折率を、導光部材 17 として使用される光ファイバのコア 18、クラッド 19 の屈折率に略等しくする。すなわち、光ファイバ 14 から導光部材 17 に至るまでの、各部材における屈折率は、図 4 に示したように変化する。

【実施例】

【0025】

光ファイバ 14 として、コア径 20 μm 、クラッド径 400 μm 、 $NA = 0.06$ の光ファイバを用意した。この光ファイバ 14 のコア 15 の屈折率は 1.4515、クラッド 16 の屈折率は 1.45 である。この光ファイバ 14 はコア 15 に Yb が添加されており、ファイバレーザ装置の増幅用光ファイバとして使用できるものである。

20

【0026】

この光ファイバ 14 に取り付ける光学部品 11 として、コア径 20 μm 、クラッド径 400 μm 、長さ 10 mm、コア 12 の屈折率 1.9、クラッド 13 の屈折率 1.8985 のものを使用した。

この光学部品 11 は $NA = 0.07$ であり、 $NA = 0.06$ の光ファイバ 14 に接続されても光の伝搬がスムーズに行われる範囲である。

【0027】

以上の光ファイバ 14 と光学部品 11 を光学接続し、さらに光ファイバを使用した屈折率調整領域 20 を介して光学部品 11 とレーザ出射用ファイバ 9 を光学接続して、図 1 と同様のファイバレーザ装置に組み込んだ。すなわち、図 1 において、FBG 8 の代わりに光学部品 11 と屈折率調整領域 17 を使用した状態となる。

30

光ファイバ 14 と光学部品 11 の接続面におけるフレネル反射率は、接続面に対して垂直に入光する光で 1.8% となる。

【0028】

本発明を使用したファイバレーザ装置のレーザ照射試験を行ったところ、安定したレーザ光が得られ、本発明の光学部品は、反射膜、ミラー、FBG といった従来の反射手段と比較して遜色無い反射機能を有し、ファイバレーザ装置に使用される部品として十分な性能が確保できていることが確認できた。

40

【0029】

以上の例は、本発明の一例に過ぎず、本発明の思想の範囲内であれば、種々の変更および応用が可能であることは言うまでもない。例えば、本発明の光学部品は、使用されるファイバレーザ装置などに応じて、長さを増減したり、使用材料を変更したりするなど、種々変形されて供されることは言うまでもない。

【符号の説明】

【0030】

- 1 信号光源
- 2 信号光

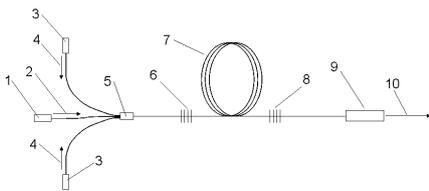
50

- 3 励起光源
- 4 励起光
- 5 光結合器
- 6 F B G
- 7 増幅用光ファイバ
- 8 F B G
- 9 レーザ出射用光ファイバ
- 10 レーザ光
- 11 光学部品
- 12 光学部品のコア
- 13 光学部品のクラッド
- 14 光ファイバ
- 15 光ファイバのコア
- 16 光ファイバのクラッド
- 17 導光部材（光ファイバ）
- 18 導光部材のコア
- 19 導光部材のクラッド
- 20 屈折率調整領域
- 21 屈折率調整領域のコア
- 22 屈折率調整領域のクラッド

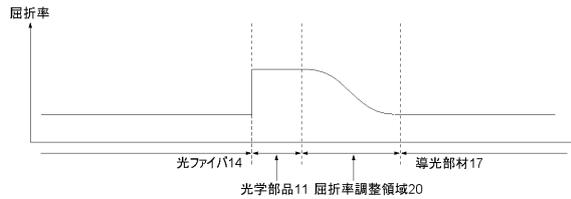
10

20

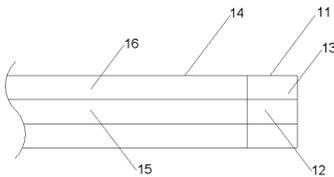
【 図 1 】



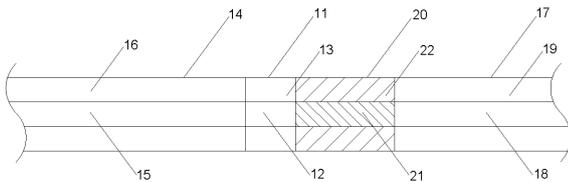
【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 和也

愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地1 学校法人トヨタ学園内

Fターム(参考) 2H150 AB05 AC17 AC37 AH02 AH11 AH33 AH50

5F172 AM06 AM08 NQ33 NQ35