

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4149641号
(P4149641)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int.Cl.		F I			
GO2F	1/35	(2006.01)	GO2F	1/35	501
HO1S	3/06	(2006.01)	HO1S	3/06	B
HO1S	3/0933	(2006.01)	HO1S	3/091	S
HO1S	3/30	(2006.01)	HO1S	3/30	Z

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-230391 (P2000-230391)	(73) 特許権者	596092698
(22) 出願日	平成12年7月31日(2000.7.31)		ルーセント テクノロジーズ インコーポ
(65) 公開番号	特開2001-66650 (P2001-66650A)		レーテッド
(43) 公開日	平成13年3月16日(2001.3.16)		アメリカ合衆国、07974-0636
審査請求日	平成14年6月6日(2002.6.6)		ニュージャージー、マレイ ヒル、マウン
審判番号	不服2006-16488 (P2006-16488/J1)		テン アヴェニュー 600
審判請求日	平成18年7月31日(2006.7.31)	(74) 代理人	100064447
(31) 優先権主張番号	09/369393		弁理士 岡部 正夫
(32) 優先日	平成11年8月6日(1999.8.6)	(74) 代理人	100085176
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 加藤 伸晃
		(74) 代理人	100094112
			弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ファイバラマンデバイスを有する物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) 光ファイバ内の光のラマンシフトのための1つ以上の光キャビティを提供するように配置された少なくとも第1および第2の光ファイバブラッググレーティングを有する、ある長さのシリカ系光ファイバと、

b) 波長 λ_0 のラマンデバイス出力光を生成するために、第1波長 λ_1 のポンプ光 ($\lambda_1 < \lambda_0$) を前記第1の光ファイバブラッググレーティングが配置された前記光ファイバの一端に結合する第1ポンプ光源とを含むファイバラマンデバイスを有する物品において、前記ファイバラマンデバイスはさらに、

c) 波長 λ_0 のラマンデバイス出力光を生成するために、第2波長 λ_2 のポンプ光 ($\lambda_2 < \lambda_0$ 及び $\lambda_2 > \lambda_1$) を前記第2の光ファイバブラッググレーティングが配置された前記光ファイバの他端に結合する第2ポンプ光源を含み、

前記第1の光ファイバブラッググレーティングは前記第1波長 λ_1 に関してオフレゾナンスであり、前記第2の光ファイバブラッググレーティングは前記第2波長 λ_2 に関してオフレゾナンスであることを特徴とする、ファイバラマンデバイスを有する物品。

【請求項2】

a) WDMカプラを有する、光のラマンシフトを生成するある長さのシリカ系光ファイバを含み、前記WDMカプラは、前記シリカ系光ファイバの一端と他端とを結合して円形トポロジを形成しており、さらに、

b) 波長 λ_0 のラマンデバイス出力光を生成するために、第1波長 λ_1 のポンプ光 (

10

20

$\lambda_1 < \lambda_0$) を前記 WDM カブラに結合する第 1 ポンプ光源を含むファイバラマンデバイス
を有する物品において、前記ファイバラマンデバイスはさらに、

c) 波長 λ_0 のラマンデバイス出力光を生成するために、第 2 波長 λ_2 のポンプ光 ($\lambda_2 < \lambda_0$ 及び $\lambda_2 > \lambda_1$) を前記シリカ系光ファイバに結合する第 2 ポンプ光源を含み、
前記 WDM カブラは、前記第 1 波長 λ_1 に関してオンレゾナンスであって前記第 1 波長 λ_1 のポンプ光を前記シリカ系光ファイバに結合し、そして、前記 WDM カブラは、前記第 2 波長 λ_2 に関してオフレゾナンスであって前記第 2 波長 λ_2 のポンプ光を前記シリカ系光ファイバに結合することを特徴とする、ファイバラマンデバイスを有する物品。

【請求項 3】

前記ファイバラマンデバイスは、ファイバラマンレーザであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の物品。 10

【請求項 4】

前記ファイバラマンデバイスは、ファイバラマン増幅器であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の物品。

【請求項 5】

前記第 1 波長 λ_1 は 1117 nm であり、前記第 2 波長 λ_2 は 1115 nm であり、そして前記波長 λ_0 は 1480 nm であることを特徴とする請求項 1 に記載の物品。

【請求項 6】

前記第 1 波長 λ_1 は 1060 nm であり、前記第 2 波長 λ_2 は 1050 nm であり、そして前記波長 λ_0 は 1240 nm であることを特徴とする請求項 2 に記載の物品。 20

【請求項 7】

$|\lambda_1 - \lambda_2|$ は 0.2 nm より大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の物品。

【請求項 8】

$|\lambda_1 - \lambda_2|$ は 3 nm より大きいことを特徴とする請求項 2 に記載の物品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバラマンデバイスを含む物品（例えば、光ファイバ通信システム、または、このようなシステムのための光源もしくは増幅器）に関する。

【0002】 30

【従来の技術】

光ファイバラマンレーザおよび増幅器（まとめて「ファイバラマンデバイス」という）は公知である。例えば、米国特許第 5,323,404 号には、波長選択素子として作用するファイバグレーティングを有する、第 1 のタイプの（線形トポロジーの）ファイバラマンデバイスの具体例が記載されている。

【0003】

第 2 のタイプの（円形トポロジーの）ファイバラマンレーザについては、例えば、S. V. Chernikov et al., *Electronics Letters*, Vol.34(7), April 1998, pp.680-681、に記載されている。この具体例は、波長選択素子として溶融ファイバカブラを用いてリングキャビティを形成している。 40

【0004】

光ファイバラマンデバイスは、Er ドープファイバ増幅器 (EDFA) にポンプ光（例えば、波長 1480 nm の）を供給するために使用可能であり、また、信号光（例えば、1310 nm）を増幅するために使用可能である。

【0005】

図 1 は、EDFA のポンピングに適した、線形トポロジーのタイプの従来のファイバラマンレーザ 10 の概略図である。CPFL (cladding pumped fiber laser) 11 は、所定波長（例えば、1117 nm）のポンプ光をラマンレーザに供給する。ラマンファイバ 12 は、通常、Ge ドープコアを有するシリカ系ファイバであり、通常、数百メートルの長さである。符号 13 および 14 はそれぞれ、上流（アップストリーム）および下流（ダウ 50

ンストリーム)のグレーティングセットを指す。理解されるように、この概略図のグレーティングセットでは、それぞれの交差する線が個々のグレーティングを示す。上流セット13は、通常、高反射率(HR: high reflectivity)グレーティング(例えば、中心波長が1175、1240、1315、1395、および1480nm)のみを有し、下流セット14は、HRグレーティングに加えて、出力結合を提供するために、比較的low反射率のグレーティングも有する。例として、下流グレーティングは、中心波長が1117、1175、1240、1315、1395および1480nmであり、1117nmグレーティングが、ポンプ反射器として作用する。出力カプラは、所望の出力波長(例えば、1480nm)に対応する中心波長を有する。

【0006】

CPFLは公知であり、市販されている(例えば、米国特許出願第08/897,195号(出願日:1997年7月21日、発明者:DiGiovanni et al.)および第08/999,429号(出願日:1997年12月29日、発明者:DiGiovanni et al.)を参照)。略言すれば、CPFLは、いくつかの高出力発光ダイオード(例えば、InGaAlAsダイオード)を有する。各LEDの出力は、マルチモードファイバ(例えば、N.A.0.22、コア径105μm、外径125μmのシリカ系ファイバ)に結合される。ファイバは、例えば米国特許出願第09/315,631号(出願日:1999年5月20日、発明者:DiGiovanni et al.)に記載されているようにして、束(バンドル)にして溶解されテープ状にされる。

【0007】

現在のところ、7本より多くのマルチモードファイバのテープ状バンドルを形成することは容易でない。これは、ポンプ光源の数を7個に制限し、対応して、利用手段(例えば、EDFA)に提供可能なパワーを制限している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

明らかに、7個より多くのLEDからファイバラマンデバイスにポンプ光を提供することができれば好ましい。本発明は、7個より多くのポンプLED(例えば、14個のポンプLED)からの光でポンピングされるファイバラマンデバイスを実現する。

【0009】

[用語の定義および説明]

「光」および「放射」という用語は、ここでは、関連する電磁放射(通常、赤外光)について、区別なく使用される。

【0010】

光ファイバグレーティングおよび溶解ファイバカプラは、ここではまとめて「波長選択素子」という。溶解ファイバカプラは「WDM」ともいうことが多い。

【0011】

光ファイバの「ラマンスペクトル」は、入射光からの波長差の関数としての散乱強度である。長波長へのシフトは一般にストークスシフトという。通常、ストークスシフトはセンチメートルの逆数(cm^{-1})で表されるが、波長の単位で表すことも可能である。

【0012】

ゲルマノシリケートガラスのラマンスペクトルは、ポンプ光の波長に比べて、比較的広く、約 440cm^{-1} のストークスシフトに顕著な最大を有する。図2に、1427nmのポンプ光に対するラマンスペクトルを示す。

【0013】

与えられたポンプ光に応答するラマンデバイス内の波長選択素子を、ここでは(ポンプ光に関して)「オンレゾナンス」(共鳴する)といい、与えられたポンプ光に非応答しない素子を、ここでは(ポンプ光に関して)「オフレゾナンス」(共鳴しない)という。

【0014】

波長選択素子が与えられたポンプ光に「応答する」のは、素子と光の相互作用が最大またはその付近の場合、例えば、グレーティングの反射率がグレーティングの最大反射率の5

10

20

30

40

50

0%以上であるか、または、ファイバカプラ(WDM)の結合強度がカプラの最大結合強度の50%以上であるような波長範囲内にポンプ光が入る場合である。

【0015】

【課題を解決するための手段】

一般に、本発明は、光ポンプパワーを利用するのに適した光ファイバラマンデバイスを含む光ファイバ通信システムなどの物品で実現される。

【0016】

ラマンデバイスは、

光ファイバ内の光のラマンシフトのための1つ以上の光キャビティを提供するように配置された少なくとも第1および第2の波長選択素子を含む、ある長さのシリカ系光ファイバを有し、

さらに、第1ポンプ光源からの第1波長 λ_1 のポンプ光を前記光ファイバに結合する第1カプラを有し、

さらに、 λ_1 より高い波長 λ_0 のラマンシフトされたラマンデバイス出力光を出力光利用手段に提供する手段を有する。重要な点であるが、ファイバラマンデバイスは、さらに、第2ポンプ光源からの第2波長 λ_2 のポンプ光を前記光ファイバに結合する第2カプラを有する。ここで、 λ_2 は λ_1 とは異なり、 $\lambda_0 > \lambda_2$ であり、前記波長選択素子のうちの少なくとも1つは、 λ_1 および λ_2 の少なくとも一方に関してオフレゾナンスである。

【0017】

ファイバラマンデバイスが線形トポロジーのラマンレーザである場合、第1および第2の波長選択素子は通常ファイバグレーティングであり、出力光を出力光利用手段に提供する手段は、例えば、比較的低反射率の出力カプラである。デバイスが円形トポロジーのラマンレーザである場合、波長選択素子は通常ファイバカプラ(WDM)であり、出力光を出力光利用手段に提供する手段もまた通常WDMを有する。

【0018】

ファイバラマンデバイスが線形トポロジーのラマンレーザである場合、波長選択素子は通常ファイバグレーティングであり、出力光を出力光利用手段に提供する手段は、信号光から1ストークスシフトの光のための高反射率光キャビティを有する。デバイスが円形トポロジーのラマン増幅器である場合、波長選択素子は通常WDMであり、出力光を出力光利用手段に提供する手段もまた通常WDMを有する。

【0019】

ラマンデバイスが線形トポロジーのラマンデバイスである場合、 $|\lambda_1 - \lambda_2|$ は通常0.2nmより大きく、ラマンデバイスが円形トポロジーのラマンデバイスである場合、 $|\lambda_1 - \lambda_2|$ は通常約3nmより大きい。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下の記載の大部分では、2つの実施例について説明する。一方は、(線形トポロジーの)シリカ系ラマンレーザであり、(オンレゾナンスの)第1ポンプ光は1117nmであり、(オフレゾナンスの)第2ポンプ光は約1115nmであり、ラマンレーザ出力は1480nmである。他方は、(円形トポロジーの)ラマンレーザであり、波長選択素子として溶融ファイバカプラを有し、(オンレゾナンスの)第1ポンプ光は1060nmであり、(オフレゾナンスの)第2ポンプ光は約1110nmである。しかし、理解されるように、本発明は、特定のポンプ波長のセットや、ファイバグレーティングなどの波長選択素子のセットに限定されるものではなく、適当なポンプ波長(少なくとも1つはオフレゾナンス)および波長選択素子を有するすべてのファイバラマンデバイスが考えられる。

【0021】

図2に、ゲルマノシリケートコアを有し、1427nmポンプ光でポンピングされる通常のシリカ系ファイバのラマンスペクトルを示す。図2からわかるように、最大散乱強度は約1521nmにあるが、高い強度は、およそ1460~1550nmの範囲にわたる。この比較的広いラマンスペクトルを考慮すると、ファイバラマンレーザ内の波長選択素子

10

20

30

40

50

は、正確な最大ラマン散乱を生じるように選択される必要はなく、その値から多少ずれても、散乱強度の低下は比較的小さい。理解されるように、図2のスペクトルは、使用されるポンプ波長ごとに固有である。

【0022】

(線形トポロジーの)従来のファイバラマンレーザでは、通常、ポンプ光源11の波長で反射率がほぼ100%となるポンプ反射器ファイバグレーティングを設ける。ポンプ反射器ファイバグレーティングに加えて、従来のファイバラマンレーザは、1つ以上の光キャビティを形成する波長選択素子をも有する。各キャビティは、ほぼ同じ波長に高い反射率を有する、間隔をあけて配置された2個のファイバグレーティングを有する。これは、図1では、ポンプ光が1117nm、出力光が1480nmの例示的な従来のラマンレーザについて模式的に示されている。セット13および14のそれぞれの交差する線はファイバ(ブラッグ)グレーティングを示す。例えば、グレーティングセット13のグレーティングはそれぞれ、1480、1395、1315、1240および1175nmで透過率が最小になる。同様に、セット14のグレーティングはそれぞれ、1117、1175、1240、1315、1385および1480nmで透過率が最小となり、1480nmのグレーティングは出力カプラとして作用する。

10

【0023】

本発明の目的のためには、グレーティングが並ぶ順序は一般に重要ではない。波長1117nmポンプ光がラマンファイバに結合され、下流方向に1117nmポンプ反射器グレーティングまで進み、そこで、残っている1117nm光のほぼ全部が反射される。1117nm光はラマン散乱を受け、1175nmの光キャビティ内に1175nmの光を生じる。続いて、1175nm光のラマン散乱により、1240nmの光キャビティ内に1240nmの光を生じ、以下同様にして、1480nmの光がラマンレーザから出力される。

20

【0024】

図1のファイバブラッググレーティングは、1個を除いて全部、高反射率(HR:通常、ピーク反射率の95%以上であり、好ましくは、99%以上)である。グレーティング15(1480nm)は出力カプラとして作用し、1480nmの光キャビティから1480nmの出力光を放出させる。例えば、グレーティング15の反射率は、1480nmにおいて、4~15%の範囲にある。

30

【0025】

通常、ファイバブラッググレーティングは両方向対称性を有する。すなわち、このデバイスでは、ファイバの一方向に進む光に対する応答スペクトルと、逆方向に進む光に対する応答スペクトルは同一である。従って、図1に関していえば、ポンプ反射器16が、下流へ伝搬する1117nmの光に対して高反射率を有する場合、上流へ伝搬する1117nmの光に対しても高反射率を有し、両側から1117nm光でこの構造をポンピングすることは有効でない。

【0026】

しかし、ファイバブラッググレーティングは、第1波長(例えば、1117nm)で高反射率を有し、近くの第2波長(例えば、1115nm)で低反射率(例えば、約98%以上の透過率)を有するように製造することが可能である。図4に、本発明を実施するのに使用可能な例示的なファイバブラッググレーティングのスペクトルを示す。図4のグレーティングは、中心波長 $\lambda_c = 1116.62\text{nm}$ 、反射率ピークの幅 $\Delta\lambda = 0.33\text{nm}$ であり、最大反射率は99%より高い。

40

【0027】

また、図4には、反射率ピークの低波長側のスペクトル領域に高透過率(従って低反射率)を有するグレーティングも示している。

【0028】

理解されるように、図4に示したタイプの透過スペクトルは、従来の手段によって容易に達成可能であり、特殊な製造法を必要としない。

50

【0029】

図3は、本発明による例示的なレーザの概略図である。図3のレーザは、図1の従来のレーザに類似しているが、重大な相違点がある。具体的には、図3のレーザは、追加のCPFL111を有し、このCPFL111の出力は、WDM21によりラマンファイバ12に結合している。CPFL111の出力(波長1117nm)は、ポンプ反射器(1117nm)とオンレゾナンスであるが、CPFL111の出力(波長1115nm)は、この反射器に関してオフレゾナンスである。オフレゾナンスのポンプ光は、ラマンファイバ12に結合し、グレーティング141および13とほとんど相互作用せずに上流方向に伝搬する。1115nmポンプ光がラマンファイバ12を通過してグレーティングセット13まで伝搬することにより、1115nmポンプ光のストークスシフトが生じ、ストークスシフトした光は下流方向に伝搬する。

10

【0030】

シリカのラマンスペクトルは比較的広い(図2を参照)ため、1175nmキャビティによって生成される1175nm光が1115nmポンプ光のストークスシフトを誘導する効果は、1117nmポンプ光のストークスシフトとほとんど同程度である。これは、本発明による装置の重要な特徴であると考えられる。

【0031】

図3のグレーティングセット13は、オプションとして、シフトしていない1115nmポンプ光を反射する、中心波長1115nmのポンプ反射器グレーティング(図示せず)を有する。

20

【0032】

別の従来技術のラマンレーザ(円形トポロジーの)が、前掲のS. V. Chernikov et al.の文献に記載されている。これに記載されているレーザの例は、1.06 μm のポンプ入力および1.24 μm の出力を有し、1次ストークスシフトが1.12 μm で、2次ストークスシフトが1.18 μm である。図5は、この文献のFIG. 1に対応する。図5において、Ybドープファイバレーザ51は、ラマンレーザに1.06 μm 入力を供給する。ラマンレーザのリングキャビティは、ポート1~4を有するWDMカプラと、Geドープシングルモードシリカファイバ(1.2km)52と、高反射器55と、入出力WDMカプラ54とを有する。

【0033】

ポンプ光は、中心波長が1.06および1.24 μm のWDMカプラ54を通じてラマンレーザに結合される。ファイバ内のラマン周波数シフトは約440 cm^{-1} であるため、1.06 μm から1.24 μm への変換は、1.12および1.18 μm を中心とする2つの中間ストークス次数を介して3次までのカスケードラマン散乱を通じて行われる。従って、このレーザキャビティにより、ポンプパワーが活性ラマンファイバに結合することが可能となり、1次および2次のストークス次数での共鳴により、高いキャビティ間強度が得られ、損失が最小になる。溶融テーパ状カプラ53は、1.06 μm におけるループ内のポンプ光の約80%をポート1から3へ透過するように設計される。残りの20%は、ループから現れる未変換のポンプパワーとともに、ミラー55によって反射され、部分的に、ラマンファイバ内に逆伝搬方向に結合する。キャビティに入るポンプエネルギーの大部分は1次のラマンストークス次数に変換される。カプラ53は、1.12および1.18 μm における光に対してポート4からポート3へループ内で最大透過率を有するため、これらの波長における光の85%および95%がそれぞれループ内に残ることになる。

30

40

【0034】

高次のストークス次数(約1.3 μm)でのレーザ発振を抑圧するため、ファイババンドタイプのフィルタ(図示せず)をキャビティ内に形成する。ラマンレーザ出力は、最終的に、WDM54を通じてキャビティの外部に結合される。

【0035】

図6は、上記の(円形トポロジーの)図5の従来技術のレーザに類似した、本発明による例示的なラマンレーザの概略図である。図5の従来技術のラマンレーザの特徴に加えて、

50

本発明によるレーザは、光源 5 1 とは異なる波長（例えば、1 0 5 0 n m）の出力を有するもう一つのポンプ光源 6 6 を有し、溶融ファイバカプラ 6 7 は、1 0 5 0 n m（カプラ 5 3 に関してオフレゾナンスであるため、8 5 ~ 9 5 % がポート 3 からポート 4 に結合する）のポンプ光をラマンファイバに結合することができるように選択される。

【 0 0 3 6 】

前掲論文において、本発明によれば、溶融ファイバカプラは、波長選択素子である。

【 0 0 3 7 】

（線形トポロジーの）ラマン増幅器は、（線形トポロジーの）ラマンレーザに類似しており、ポンプ光が 1 個以上の段を通じてラマンシフトされることにより、その結果得られるポンプ光が、所定の信号光より 1 ストークスシフトだけ低い波長を有するようにされる。ラマン増幅器の動作中、ポンプ光は、信号光を運ぶシリカ系光ファイバに結合され、信号光が、ポンプ光から信号光へのエネルギー輸送を誘導する。

10

【 0 0 3 8 】

本発明による（円形トポロジーの）ラマン増幅器は、図 6 に示したのとほぼ同様に構成され、増幅器の動作中、出力光は、信号光を運ぶ光ファイバに結合される。

【 0 0 3 9 】

図 7 は、本発明による例示的な光ファイバ通信システム 7 0 の概略図であり、符号 7 1 ~ 7 6 はそれぞれ、送信機、光伝送ファイバ、受信機、E D F A、本発明によるラマンレーザ、および、ラマンレーザ出力光（例えば、1 4 8 0 n m 光）を指す。

【 0 0 4 0 】

図 8 は、例示的なラマン増幅器と、関連するコンポーネントを示す概略図である。ファイバレーザ 8 1 0（通常、Y b³⁺クラディングポンプファイバレーザ（C P F L））は、ラマンレーザ 8 2 に 1 1 1 7 n m ポンプ光を供給し、ファイバレーザ 8 1 1 は、1 1 1 5 n m ポンプ光を供給する。ラマンレーザは、波長 1 4 5 3 n m の出力光を有するように選択される。1 4 5 3 n m ポンプ光は、通常の W D M 8 3 により信号伝送路に結合され、ある長さ（例えば、約 2 0 k m）のゲルマノシリケートファイバを通過して上流に伝搬する。また、このファイバを通過して、1 つ以上の信号（波長約 1 . 5 5 μ m）が下流方向に伝搬する。信号は、誘導ラマン散乱により通常のように増幅される。増幅された信号は、通常の光アイソレータ 8 5、通常の E D F A 8 6、および通常のバンドパスフィルタ 8 7 を通過して通常の受信機 8 8 へと伝搬する。

20

30

【 0 0 4 1 】

【発明の効果】

以上述べたごとく、本発明によれば、7 個より多くのポンプ L E D（例えば、1 4 個のポンプ L E D）からの光でポンピングされるファイバラマンデバイスを実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の線形トポロジーのラマンレーザの概略図である。

【図 2】ゲルマノシリケートのラマンスペクトルの図である。

【図 3】本発明による例示的な線形トポロジーのラマンレーザの概略図である。

【図 4】波長の関数として例示的なファイバグレーティングの透過率を示す図である。

40

【図 5】従来の円形トポロジーのラマンレーザの概略図である。

【図 6】本発明による円形トポロジーのラマンレーザの概略図である。

【図 7】本発明による例示的な光ファイバ通信システムの概略図である。

【図 8】例示的なラマン増幅器と、関連するコンポーネントを示す概略図である。

【符号の説明】

1 0 ファイバラマンレーザ

1 1 C P F L

1 1 1 C P F L

1 2 ラマンファイバ

1 3 上流グレーティングセット

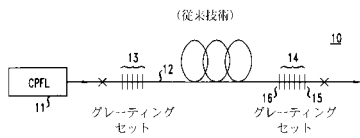
50

- 1 4 下流グレーティングセット
- 1 5 グレーティング
- 2 1 WDM
- 5 1 Ybドープファイバレーザ
- 5 2 Geドープシングルモードシリカファイバ
- 5 3 溶融テーパ状カプラ
- 5 4 入出力WDMカプラ
- 5 5 高反射器
- 6 6 ポンプ光源
- 6 7 溶融ファイバカプラ
- 7 0 光ファイバ通信システム
- 7 1 送信機
- 7 2 光伝送ファイバ
- 7 3 受信機
- 7 4 EDFA
- 7 5 ラマンレーザ
- 7 6 ラマンレーザ出力光
- 8 1 0 ファイバレーザ
- 8 1 1 ファイバレーザ
- 8 2 ラマンレーザ
- 8 3 WDM
- 8 5 光アイソレータ
- 8 6 EDFA
- 8 7 バンドパスフィルタ
- 8 8 受信機

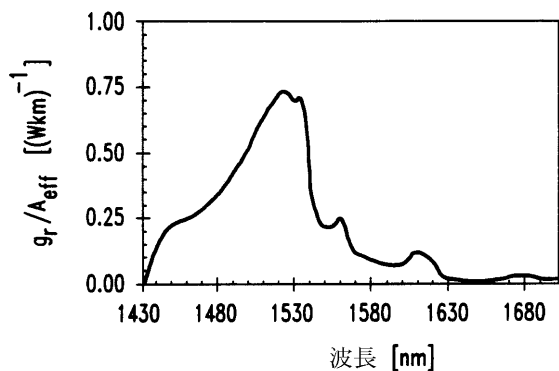
10

20

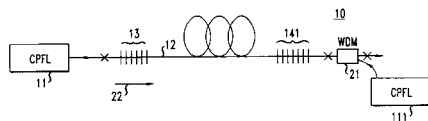
【図1】



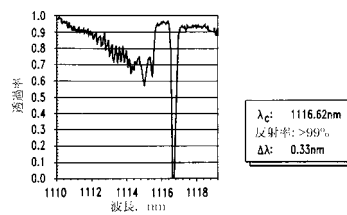
【図2】



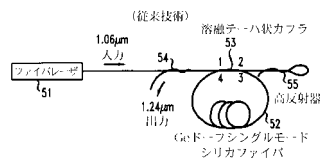
【図3】



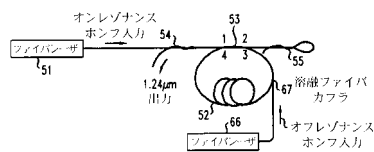
【図4】



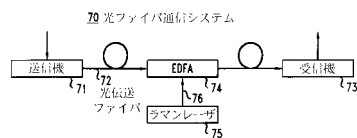
【図5】



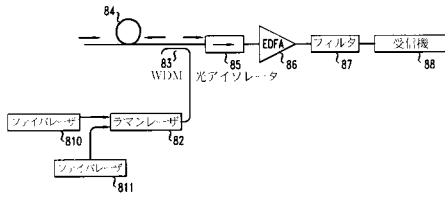
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (72)発明者 ダリル イニス
アメリカ合衆国、30022 ジョージア、アルファレッタ、フォールズ リッジ ドライブ 4
040
- (72)発明者 デビッド ジョン ディジョバンニ
アメリカ合衆国、07042 ニュージャージー、モントクレアー、モントクレアー アベニュー
126
- (72)発明者 ラルフ ステファン ジェームソン
アメリカ合衆国、18104 ペンシルバニア、アレントアウン、ターナー ストリート 1830
- (72)発明者 サンドラ グリーンバーグ コシンスキー
アメリカ合衆国、07974 ニュージャージー、ムレイ ヒル、プライストン ドライブ 79

合議体

- 審判長 稲積 義登
審判官 山村 浩
審判官 吉野 公夫

- (56)参考文献 特開平11-54853(JP,A)
特開平10-73852(JP,A)
特開平7-181529(JP,A)
特開平9-222623(JP,A)
Electronics Letters Vol.34, No.7(1998), p.680
- p.681

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G02F 1/35
H01S 3/30
H04B 10/00
JICSTファイル(JOIS)