

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3993166号

(P3993166)

(45) 発行日 平成19年10月17日(2007.10.17)

(24) 登録日 平成19年8月3日(2007.8.3)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 S 3/10 (2006.01)	HO 1 S 3/10 Z
GO 2 F 1/35 (2006.01)	GO 2 F 1/35 5 O 1
HO 1 S 3/06 (2006.01)	HO 1 S 3/06 B
HO 4 B 10/16 (2006.01)	HO 4 B 9/00 J
HO 4 B 10/17 (2006.01)	

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-514721 (P2003-514721)	(73) 特許権者	502101180
(86) (22) 出願日	平成13年11月16日(2001.11.16)		タイコ テレコミュニケーションズ (ユ ーエス) インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2005-526372 (P2005-526372A)		アメリカ合衆国 07960 ニュージャ ーシー, モリスタウン, コロンビア ロー ド 60
(43) 公表日	平成17年9月2日(2005.9.2)	(74) 代理人	100064447
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/043519		弁理士 岡部 正夫
(87) 国際公開番号	W02003/009498	(74) 代理人	100085176
(87) 国際公開日	平成15年1月30日(2003.1.30)		弁理士 加藤 伸晃
審査請求日	平成16年11月15日(2004.11.15)	(74) 代理人	100106703
(31) 優先権主張番号	60/249,346		弁理士 産形 和央
(32) 優先日	平成12年11月16日(2000.11.16)	(74) 代理人	100096943
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラマン援用EDFAシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を送信するための送信器と、
前記光信号を検出するための受信器と、
前記送信器と前記受信器の間に配置された光ファイバ通信リンクとを備え、前記光ファイバ通信リンクが、

前記送信器と前記受信器との間に接続された様々なスパン長さ及びスパン損失を有する複数の光ファイバ・スパンと、

複数のラマン援用EDFA混成増幅器であって、各々が、前記複数の光ファイバ・スパンのうち異なる1つと関連付けられるとともに、ラマン増幅器可変利得部分、EDFA利得部分及び前記EDFA利得部分の出力と結合させた光学減衰器を有し、各EDFA利得部分が他のEDFA利得部分の各々と実質的に同一の利得を提供するように構成されている、複数のラマン援用EDFA混成増幅器と、

前記ラマン増幅器可変利得部分の各々が前記ラマン増幅器可変利得部分の他の各々と比較して異なる利得を提供するように構成されることにより、前記様々なスパン長さ及びスパン損失にかかわらず、前記光ファイバ通信リンク全体にわたって、前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の各EDFA利得部分が、前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の他の各EDFA利得部分と実質的に同じ全入力パワーを有する光通信システム。

【請求項2】

少なくとも1つの前記ラマン増幅器可変利得部分と少なくとも1つの前記EDFA利得

部分の間に配置した少なくとも1つの分散補償ファイバをさらに備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

少なくとも1つの前記ラマン増幅器可変利得部分の範囲内に配置した少なくとも1つの分散補償ファイバをさらに備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

少なくとも1つの前記EDFA利得部分が多段式EDFAを備えている、請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

前記多段式EDFAの段間に配置した少なくとも1つの分散補償ファイバをさらに備える、請求項4に記載のシステム。 10

【請求項6】

前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の各々の前記光学減衰器が、前記EDFA利得部分の出力パワーを減少させるように構成される、請求項1に記載のシステム。

【請求項7】

前記光学減衰器は、前記EDFA利得部分の出力パワーを1dB刻みで減少させるように構成される、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の各々の前記光学減衰器が、次の隣接するラマン援用EDFA混成増幅器に発射すべき最適なパワーを提供するために、前記EDFA利得部分の出力パワーを低下させるように構成されている請求項1に記載のシステム。 20

【請求項9】

前記光ファイバ・スパンの長さが約30～約110kmの範囲にある、請求項1に記載のシステム。

【請求項10】

様々なスパン長さ及びスパン損失を有する複数の光ファイバ・スパンを含む光ファイバ通信リンク上の光信号を増幅する方法であって、

各々が、前記光ファイバ・スパンのうちの異なる1つと関連付けられるとともに、ラマン増幅器可変利得部分、EDFA利得部分、および前記EDFA利得部分の出力と結合させた光学減衰器を有し、各EDFA利得部分が他のEDFA利得部分の各々と実質的に同一の利得を提供するように構成されている、複数のラマン援用EDFA混成増幅器を設けるステップ、 30

前記様々なスパン長さ及びスパン損失にかかわらず、前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の各EDFA利得部分が、前記複数のラマン援用EDFA混成増幅器の他の各EDFA利得部分と実質的に同じ全入力パワーを有するように、前記ラマン増幅器可変利得部分を、前記ラマン増幅器可変利得部分の他の各々と比較して異なる利得を提供するように構成するステップ、

前記光ファイバ通信リンク上の前記光信号を前記ラマン援用EDFA混成増幅器の各々を経由して送信するステップ、

前記ラマン増幅器可変利得部分の各々を介して前記光信号を増幅するステップ、 40

前記EDFA利得部分の各々を介して前記光信号を増幅するステップ、及び

前記EDFA利得部分の出力パワーを減衰させるステップを含む方法。

【請求項11】

EDFA利得部分の出力パワーを減衰させる前記ステップは、前記EDFA利得部分の各々の出力に対して所定の損失を付加することにより、次のラマン援用EDFA混成増幅器への発射パワーを最適化するステップからなる、請求項10に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(関連出願との関係)

本出願は、「Amplifier Design for Raman Assisted 50

d EDFA Systems」という名称の米国仮出願第60/249,346号(2000年11月16日提出)の特典を主張しており、その教示を参照によって本出願に組み込み、さらに、本明細書において本出願は、同じ2000年11月16日に提出された本願譲受人に譲渡された「Terrestrial System Design」という名称の米国仮出願第60/249,347号、並びに本特許出願と同時に提出しているその関連する米国特許出願第X,XXX,XXX号の各教示を参照によって本出願に組み込むものとする。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、光学遠隔通信システムに関する。さらに詳細には、本発明は、長距離および超長距離の光学遠隔通信システムのラマン援用EDFA増幅に関する。

10

【0003】

(発明の背景)

受信器による検出が不可能となる点まで劣化するまでに光ファイバを介して光信号を伝播させることができる最大距離は、とりわけ、分散、散乱、吸収および屈曲に起因するパワー損失または減衰により制限を受ける。特に、長距離システム(すなわち、約200~600km)や、超長距離(ultra-long haul:ULH)システム(すなわち、約2,000km以上)においては、パワー損失を低下または最小にするために光学増幅器が利用される。

【0004】

20

伝送システムは、送信器と受信器の間のファイバ・ルートに沿って周期的に間隔をおいて配置された一連の光学増幅器を含むことがある。これらの増幅器により必要な光信号パワーが提供される。

【0005】

光信号パワーが比較的高い部分では、光ファイバは、光信号の位相シフトなどの非線形性を示す。具体的には、変調された光信号は様々な波長を含むため、これらの様々な部分がファイバ媒体に固有の分散特性のために伝送ファイバに沿って様々な速度で伝播する。所与の距離にわたって伝播した後、より短い波長が追いついてより長い波長に重なり合い、振幅歪みを生じさせることがある。この現象はクロマチック分散として知られている。

【0006】

30

これらの要因やその他の要因は、距離が比較的長いとノイズおよびパルス歪みを受けやすくなるようなULH遠隔通信システムにおいては特に重要である。したがって、その光学増幅器は、受信器による光信号の検出が可能ではあるがパワーが大きすぎて容認できない非線形性を生成してしまわないようなレベルまでそのSNRを上昇させるように十分に増幅させなければならない。

【0007】

ULH光ファイバ遠隔通信システムでは、エルビウムをドープしたファイバ増幅器(EDFA)など希土類ドープの集中型光ファイバ増幅器が使用される。個別仕様のシステムでは、EDFA利得をファイバ・スパン損失に整合させ、伝送経路全体に沿って低ノイズの増幅光信号を生成させている。さらに、増幅器間のスパンは概ね同じ長さ(約40~50km)で事前設定されており、これにより1スパンあたりの損失はシステム全体にわたって実質的に一定となる。

40

【0008】

これと比べて、ULH地上式伝送システムを増幅させ、かつ適当な利得および低ノイズを維持することは若干困難となる。たとえば、ULH地上式システムは、スパン損失の大きなバラツキや、温度の日周および季節的変動による影響を受けている。さらに、個別仕様で構築した海底式システムと異なり、地上式システムでは、未整合であったりファイバ特性が未知であるような地中にある既存のファイバを用いて設計しなければならないことが多い。この埋め込まれているファイバ・ベースは、典型的には、約2~4ps/nm/kmの分散を有する非ゼロ分散シフト・ファイバ(NZ-DSF)である。したがって、長

50

い伝送距離にわたると、かなりの分散が蓄積されることがある。

【0009】

さらに、地上式システムは、典型的には、約30～110kmの広く異なる増幅器間隔で設計される。これに対応するスパン損失は極めて大きくかつ一貫性がない。ULHシステムでは、一般に、スパンが長いほどノイズの蓄積が増加する。同様に、その非線形性により次のNZ-DCFスパン内に発射させることができるパワーの量が制限される。これによりEDFA設計が複雑になると共に、性能を劣化させる可能性がある。すなわち、コストを最小限にしようとする際に、地上式システムでは、典型的には、スパンごとに損失や非線形性のバラツキがあるにもかかわらずシステム全体にわたって単一の包括的なEDFA設計を用いようと試みられる。

10

【0010】

したがって、ULH地上式システム内のこれらのバラツキに対処すると共に最適な発射パワーおよびノイズ性能を提供できるようなシステムおよび方法が必要とされている。さらに、たとえば、各EDFAに対する入力パワーが直前のEDFA段からの出力や各スパンのタイプおよび長さによらずそのシステムの全体にわたって一貫しているような、個別仕様で構築したULH海底式システムと同様な挙動を示す地上式システムが必要とされている。

【0011】

(発明の概要)

したがって、本発明は一般に、長くかつ一貫性がない地上式スパンに関連したノイズ累積の増加を低下させ、一方各増幅器からの適当な利得を維持しているような、散乱ラマン援用EDFAを含むシステムを提供する。

20

【0012】

一態様では、ラマン援用EDFA混成増幅器を提供する。この増幅器は、ラマン増幅器可変利得部分と、EDFA利得部分と、EDFA利得部分の出力と結合させた光学減衰器と、を含んでいる。

【0013】

好ましい実施の一形態では、その増幅器は、ラマン増幅器可変利得部分とEDFA利得部分の間に配置させた少なくとも1つの分散補償用ファイバを含む。別法として、その分散補償用ファイバは、ラマン増幅器可変利得部分それ自体の内部に配置させることがある。EDFA利得部分が多段式EDFAである場合には、この分散補償用ファイバは多段式EDFAの段間に配置させることがある。

30

【0014】

別の好ましい実施形態では、そのラマン部分は、そのEDFA利得部分が実質的に一定の入力パワーを有するように可変利得を提供できるように構成させている。ラマン増幅器可変利得は約1～16dBの範囲にあることが好ましい。最大ラマン利得は約14dBであることが最も好ましい。さらに別の好ましい実施形態では、その光学減衰器によりEDFA利得部分の出力からのパワーを低下させている。この減衰器はパワーを1dB刻みで低下させていることが最も好ましい。

【0015】

したがって、本発明のこの態様によれば、ノイズ累積および多重経路干渉(多重レイリー分散に起因する)の全体的影響を最小限にするように増幅器を最適化させるための可変のラマン利得ソースを含んだ混成増幅器を設けている。

40

【0016】

最も好ましい実施形態では、増幅器間がたとえば約30～約110kmの範囲にあるような様々なスパン長さを用いて、EDFAなどの集中型増幅器が使用されている。これらのEDFAとの組合せでは、最大ラマン利得を選択しこれによりノイズ性能および多重経路干渉を最適化させるために、そのスパンに応じた最適なラマン利得を提供できるような可変ラマン利得増幅器を設けている。ある意味では、そのラマン増幅器は、EDFA利得部分に対する前置増幅器のように構成させている。

50

【0017】

本発明の別の態様では、光ファイバ通信リンク上の光信号を増幅する方法を提供する。この態様の実施の一形態は、ラマン増幅器可変利得部分と、EDFA利得部分と、EDFA利得部分の出力と結合させた光学減衰器と、を有する第1のラマン援用EDFA混成増幅器を設けること、光ファイバ通信リンク上の光信号をラマン援用EDFA混成増幅器を経由して送信すること、ラマン増幅器可変利得部分を通る光信号を増幅すること、EDFA利得部分を通る光信号を増幅すること、EDFA利得部分の出力パワーを減衰させることを含む。

【0018】

重要な利点のいくつかが上述の要約から理解されよう。たとえば、EDFAは、前方ポンピング(forward pumping)から恩恵を得ており、ラマン支援を十分に利用することができる。すなわち、可変ラマン利得との組合せにおいて、より長くより損失の大きいスパンに最適発射パワーが注入され、ノイズ性能を改善させかつ非線形効果が最小限となるようにしてスパンのすべてを動作させている。

10

【0019】

別の利点として、本発明では、30 km ~ 110 kmの範囲のスパンを有するシステムにおいて、ラマン可変利得と組み合わせて単一EDFA設計を使用することができる。これにより、様々なスパンを有する地上式ULHシステムに対する包括的な構成単位として一種類の増幅器を使用することが可能となる。

【0020】

本発明の追加的な特徴および利点について以下で説明に示すことにする。これまでの一般的な説明と以下の詳細な説明の両者は、例示的なものであること、並びに特許請求に従った本発明の追加的な説明を提供するように意図したものであること、を理解されたい。

20

【0021】

図面において、同じ参照記号は図面の全体を通じて同じ要素を意味している。本図面の様々な要素は縮尺通りに描画されていないことがあること、並びに本発明を図示する目的から意図的に変形させている場合があることを理解されたい。

【0022】

(好ましい実施形態の詳細な説明)

ここで、添付の図面にその一例を表している本発明の目下のところ好ましい実施形態を参照することにする。

30

【0023】

本発明の例示的な実施の一形態を図1Aに表しており、全体を参照番号10で示している。本明細書で実施するように、図1を参照すると、光通信システム10の一部分は少なくとも1つのラマン援用EDFA混成増幅器12を含んでいる。この混成増幅器は伝送ファイバ14と、ラマン利得ソース16と、EDFA利得ソース18と、光学減衰器20と、を含んでいる。ラマン利得ソース16は、1つまたは複数のラマン波長を有するラマン励起モジュール(Raman pump module)22を含んでいる。この各々は、別々の減衰器を介したり、バイアス調整を介して独立に調節可能とすることができる。この好ましい実施形態では、そのラマン利得ソース16はカブラ24により伝送ファイバ14に結合させている。このカブラはWDMモジュールや3dBデバイスなど周知の任意のタイプとすることができる。ラマン利得は伝送ファイバ14内に対向伝播方向(counter propagating direction)で導入する。

40

【0024】

EDFA利得ソース18は、980 nm励起EDFAや1480 nm励起EDFAなど周知の任意のEDFAモジュールによって提供される。このEDFA利得ソース18はさらに、二重段式EDFAや図1Bに示すような多段式EDFAにより構成することができる。第1のEDFA18'は第2のEDFA18''と結合させている。図1Bの多段式EDFAモジュール18内には、分散補償ファイバ(dispersion-compensation fiber:DCF)を配置させている。

50

【 0 0 2 5 】

図 1 A のラマン利得ソース 1 6 と E D F A 利得ソース 1 8 の間には D C F 2 6 を配置させている。この D C F 2 6 は、別法として、破線で表したようなカプラ 2 4 の前で伝送ファイバ 1 4 と結合するような配置で示すラマン利得ソース 1 6 内に配置させることがある。この D C F 2 6 は、この具体的な実施形態では伝送ファイバ 1 4 内に結合させている。その理由は、この構成では、伝送ファイバ 1 4 が、すでに地中にありその中で D C F を結合させることを要するような地上式システムの一部であることを前提としているためである。D C F 結合は従来の種類と同様のものである。

【 0 0 2 6 】

当業者であれば、このシステム・セグメント 1 0 が、説明を容易にするため極めて簡略化された表現になっていることを理解するであろう。本発明は、本発明の精神および趣旨を逸脱することなく、広範な光学ネットワーク、システムおよび光学増幅器に組み込むことができることを理解されたい。

10

【 0 0 2 7 】

散乱ラマン利得は、最大 1 1 0 k m までに及ぶスパン長さをもつ地上式システムで長距離または U L H を達成する際の重要な要因の 1 つである。可変ラマン利得ソース 1 6 は E D F A に対する 1 つの前置増幅器の役割をする。ラマン利得が増加するとシステム信号対雑音比 (S N R) が改善される。しかしながら、ラマン利得の増加に伴って干渉ノイズ (多重レイリー分散に起因する) も増加する。したがって、ラマン利得は干渉ノイズの増加により S N R の改善が相殺されてしまう点までしか増加させることはできない。この最適ラマン利得はスパン長さに応じて異なり、さらに具体的なファイバの種類に応じて異なることがある。

20

【 0 0 2 8 】

この点において、図 2 は、例示的な 1 0 0 k m スパンに関して、その等価ノイズ値 (d B) を内部ラマン利得 (d B) に対して表したものである。この例では、等価 (集中型) 単一増幅器のノイズ値は、同じスパン損失、同じ等価ノイズ値、および同じ経路平均強度をもつ光学増幅器の等価チェーンが混成 (散乱ラマン、E D F A) チェーンと同じ出力 S N R を有するようにして計算される。等価ノイズ値が 3 ~ 4 d B であるとは、その混成チェーンが従来の E D F A チェーンと同様にして (すなわち、正味の改善がない状態で) 動作していることを意味している。図 2 の等価ノイズ値 3 0 の最小値は、約 1 4 d B のラマン利得に対して達成される概ね 0 . 7 d B である。したがって、各スパンに対して約 1 4 d B の最大ラマン利得とすると、そのノイズ性能はラマン利得が全くない場合と比べて約 3 . 4 d B だけ (1 0 0 k m スパンの場合) 大幅に改善される。ラマン利得の性能改善は、より短いスパンに対しては低下する。最大の改善は、極めて長いスパンに対して達成される。

30

【 0 0 2 9 】

上述のように、U L H システムだけでなくすべての長距離システムでは、非線形性の制約がある。チャンネル発射パワーは、基本的には、ノイズ累積 (受信 S N R) とファイバの非線形性によるパルス歪みとの間のトレードオフとして選択される。エンドツーエンドの非線形影響の量が同じであれば、短いスパン内へと比べて長いスパン内への方がより多くのパワーを発射することができる。システム性能を最適化させるような (非線形性とノイズ累積の間でのトレードオフとなるような) 発射パワーはスパン長さの関数であるが、通常は、その最適経路平均強度はそのスパン長さによらず同じである。

40

【 0 0 3 0 】

動作時には、本発明による U L H システム設計は後続のスパンに基づいて発射パワーを選択し、その中に最適なパワーが発射されるようにしている。この調整は、ラマン援用 E D F A 混成増幅器の直前の E D F A の出力に対して損失を (たとえば、1 d B 刻みで) 付加することにより実行している。このラマン利得は、手動によるかフィードバックを介するかのいずれかにより調整し、すべての E D F A が同じ入力パワーを有するようにする。

【 0 0 3 1 】

50

すべてのEDFAに対して入力と出力のパワーが同じであれば、地上式システムにおいて、そのスパン損失分布によらず（実用的範囲内、たとえば、30～110kmの範囲で）好ましくは単一段媒体利得EDFAをもつ単一の体系を使用することができるという点で、従来技術に対する大きな利点の1つが認められる。EDFAの利得および出力パワー、ラマン利得の上限および下限、並びに上側および下側の損失限界は、システム伝送経路内の各増幅器を個別仕様で設計することなく同じ世代または同じクラスのシステムに対して選択することができる。この設計の別の利点は、この設計により利得等化プランが大幅に簡略化できることである。

【0032】

ここで、発射パワー（同じ経路平均強度を得るため）、EDFA出力損失、およびラマン利得（一定した入力パワーを得るため）を選択するための例示的な一方法を図示している図3を見ると、この図から、5～25dBのスパン損失が6.5～12dBmの様々な発射パワー32（0～5.5dB損失を使用する）、および1～16dBの様々なラマン利得34により操作できることが分かる。これらのすべては、利用可能な構成要素を備えた実用的なシステムにおいて実現することができる。

10

【0033】

ここで、そのシステム・ノイズ値をスパン長さ（dB）に対して図示している図4を見ると、この図から、受信SNRがシステム・ノイズ値に直接スケール変換されることが分かる。データポイント36で示すように、45kmスパンによりこの設計を用いて最適な性能が得られる。45kmスパンと110kmスパンの実効ノイズ値の差は4dB未満であり、また、45kmスパンと85kmスパン（地上ルートの場合の典型的な平均スパン長さ）の間の差は2dB未満である。したがって、この設計により（海底式システムと同様に）45kmのスパンから構成されたシステムと比べて2dB未満のSNR劣化で広範囲に分布したスパン長さ（平均85km）をもつULH地上式システムを経由した伝送が可能となることが分かった。

20

【0034】

したがって、本発明の利点の1つは、この好ましいシステム設計により地上式リンクを従来の長距離またはULH海底リンクに似た同様の挙動とさせられることである。（単一段）EDFAの単一体系を様々な出力損失と共に使用して、長さによらずに各スパンに対して最適パワーを発射することができる。ラマン利得は各EDFAが実質的に同じ入力パワーを有するように調整している。この考え方により、広いスパン損失分布によるシステムの劣化が最小限となると共に、包括的な中継器を製造してすべてのシステムが同じ世代（能力）となるようにして使用することが可能となる。

30

【0035】

当業者であれば、本発明のラマン援用EDFAモジュールに関して、本発明の精神および趣旨を逸脱することなく、様々な修正形態や変形形態が可能であることは明らかであろう。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲およびその等価内容の域内にあるような本発明の修正形態および変形形態を包含するように意図したものである。

【図面の簡単な説明】

【図1A】 本発明の実施の一形態に従った例示的な光通信システムのブロック図である

40

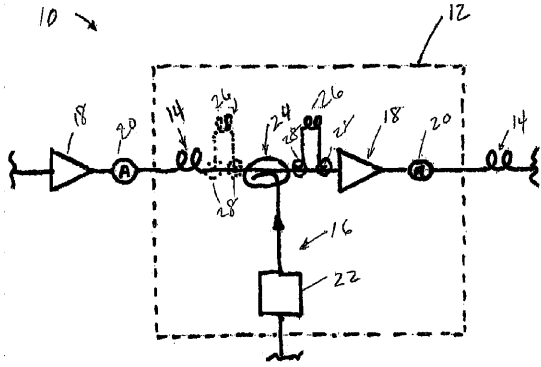
【図1B】 本発明の実施の一形態に従った多段式EDFAのブロック図である。

【図2】 具体的に100kmスパンに関して、等価ノイズ値を内部ラマン利得に対して表しているグラフである。

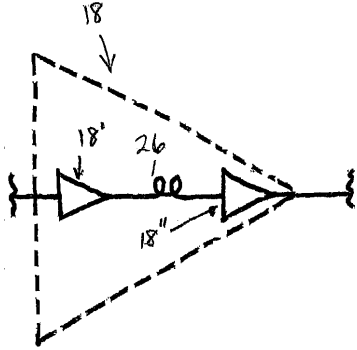
【図3】 発射パワー、EDFA出力損失およびラマン利得を選択する例示的な一方法の図である。

【図4】 7500kmのシステムに関して、システムのノイズ値をスパン長さの関数として表しているグラフである。

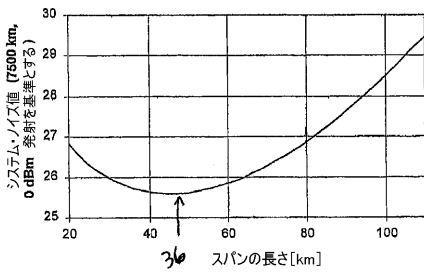
【 図 1 A 】



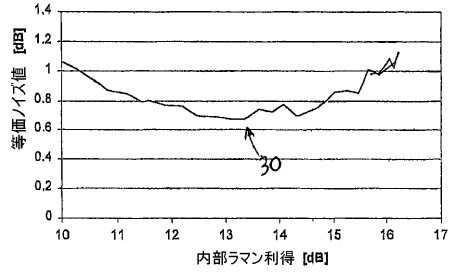
【 図 1 B 】



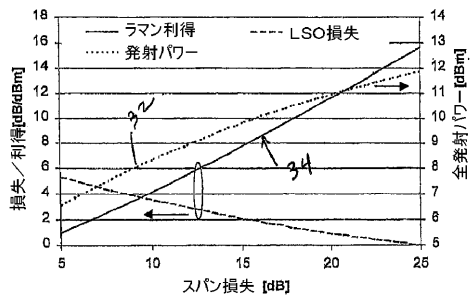
【 図 4 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
- (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 100102808
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
- (72)発明者 ニッソヴ, モートン
アメリカ合衆国 07712 ニュージャーシィ, オーシャン, マーク プレイス 6
- (72)発明者 ビリベツキー, アレクセイ, エヌ.
アメリカ合衆国 07722 ニュージャーシィ, コルツ ネット, ラレイ パス 16
- (72)発明者 ゴロヴチェンコ, エカテリーナ
アメリカ合衆国 07722 ニュージャーシィ, コルツ ネット, ラレイ パス 16
- (72)発明者 ナジェル, ジョナサン
アメリカ合衆国 11231 ニューヨーク, ブルックリン, クリントン ストリート 416
- (72)発明者 サージェイ, テン
アメリカ合衆国 14845 ニューヨーク, ホースヘッド, バリングトン ロード 34

審査官 前川 慎喜

- (56)参考文献 特開2000-098433(JP, A)
特開2000-214503(JP, A)
特開平07-154338(JP, A)
特開平11-084440(JP, A)
特開2000-151507(JP, A)
特開2000-091683(JP, A)
特開平05-066353(JP, A)
特開平09-197452(JP, A)
特開平09-230399(JP, A)
特開2000-314902(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/35
H04B 10/16
H04B 10/17
H01S 3/00 - 3/02, 3/04 - 3/0959, 3/098 - 3/102, 3/105 - 3/131, 3/136 - 3/213, 3/23 -
3/30, 4/00