

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4191274号
(P4191274)

(45) 発行日 平成20年12月3日 (2008. 12. 3)

(24) 登録日 平成20年9月26日 (2008. 9. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 S 3/10 (2006. 01)

H O 1 S 3/10 Z

H O 4 J 14/00 (2006. 01)

H O 4 B 9/00 E

H O 4 J 14/02 (2006. 01)

H O 4 B 9/00 M

H O 4 B 10/02 (2006. 01)

H O 4 B 10/18 (2006. 01)

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-306538
 (22) 出願日 平成9年10月21日 (1997. 10. 21)
 (65) 公開番号 特開平10-215019
 (43) 公開日 平成10年8月11日 (1998. 8. 11)
 審査請求日 平成16年9月2日 (2004. 9. 2)
 (31) 優先権主張番号 08/735759
 (32) 優先日 平成8年10月23日 (1996. 10. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390023157
 ノーテル・ネットワークス・リミテッド
 カナダ国 オンタリオ州、エル6ティー
 5ピー6、ブランプトン ジーエムエス
 036/エヌオー/151、ディクシー・
 ロード 8200、スイート100
 (74) 代理人 100097216
 弁理士 泉 和人
 (72) 発明者 キム・バイロン・ロバーツ
 イギリス国、エイエル8、7エルディー、
 ハーツ、ウェルウィン ガーデン シティ
 ー、シェラーズ パーク ロード 41

審査官 檀本 英吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送システムの動作方法および光伝送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの光信号を、その光信号の光パワーの変化に反応する光素子に送信するステップと、

前記光パワーの変化を測定し、かつ、その測定に基づいて推論を行うことによって、前記光パワーが変化するであろうことを判定するステップと、

前記光パワーの変化が通常の応答速度よりも低速な変化となるように、前記判定に応じて、前記光素子の前段で前記光素子に入力される信号パワーの変化を緩慢にさせるステップとを備えることを特徴とする光伝送システムの動作方法。

【請求項 2】

複数の波長帯域にある複数の信号が送信され、前記変化を緩慢にさせるステップは、1あるいはそれ以上の波長帯域毎に個々に信号パワーの変化を緩慢するステップを含むものであって、

さらに、1つの波長帯域でのパワー変化が判定され、また、前記変化を緩慢にさせるステップは、変化を前記複数の波長帯域の少なくとも他の1つのパワーレベルを徐々に変化させることによって全パワーの変化を緩慢にさせるステップを備えることを特徴とする請求項1記載の光伝送システムの動作方法。

【請求項 3】

前記変化を緩慢にさせるステップは、さらに、パワーレベルの変化量に応じて所望の変化率を判定し、その変化が終了したか否かを判定し、変化が終了していないときには再度

変化率を判定するようにループバックするステップとを備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光伝送システムの動作方法。

【請求項 4】

光伝送システムにおける光パワーの減衰素子の制御方法において、
前記光パワーの減衰素子の入力側で、パワーレベルの変更命令を受信することによって、光パワーの変化がいつ生じるかを判定するステップと、
その変化が通常の応答速度よりも低速の変化となるように、前記光パワーの減衰素子の出力を緩慢にさせるステップとを備えることを特徴とする光伝送システムにおける光パワー減衰素子の制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送システムおよび多重光伝送システムに関し、より詳しくは、光伝送システムの動作方法、光伝送システムの送信機の制御方法、光伝送システムの光パワー減衰素子の制御方法、光伝送システム、光伝送システム用の送信機、光伝送システム用の減衰システム、そして、多重光伝送システムの動作方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光伝送システムにおける光信号のパワーレベルによって、再生装置あるいは増幅器間の距離が制限され、また、このパワーレベルは、検出ビット中におけるエラーを回避するために、慎重に制御する必要がある。

20

【0003】

光パワーが高すぎる信号は、ファイバ中において、その信号を劣化させる自己位相変調のような非線形性の影響を被りやすい。これにより、信号中にビットエラーかフレーム喪失が生じる。このような非線形性の影響は、特に 10 Gb/s、あるいはそれ以上のビット伝送速度において過酷なものとなる。非線形劣化は非常に急激に現れることがあり、パワーレベルが、たった 1 dB あるいは 2 dB 増加するだけで、信号を最適な状態から機能しない状態に追いやる。また、光パワーが低すぎる信号は、光リンクによる減衰の後、ノイズ劣化を被りやすい。

【0004】

30

エルビウム注入ファイバ増幅器は、一度にいくつかの波長を増幅しているときには、振幅過渡状態を引き起こす。2つの波長という単純な例について考えると、仮にポンプ電力が一定に保たれているときに、その内の1つ波長が除去されると、もう一方の波長における出力パワーは、3 dB 増加する。この過渡状態の速度は、ポンプ電力、および、エルビウム注入されたファイバの応答によって決まり、速度はマイクロ秒である。

【0005】

第2の波長を加えることで、第1の波長が示す出力パワーに、同様な 3 dB の低下が起こる。

【0006】

波長分割多重システムでは、一般的に、稼働中のシステムに新たな波長を加える必要がある。これは、グレードアップによって必要になったり、あるいは、装置を交換することによって起因して必要となるものである。波長はまた、装置を交換するとき、あるいは、システムを再構築するときに、除去する必要がある。

40

【0007】

1つの波長において、光信号のパワーが急激に変わると、もう一つの信号が、その最適なパワーレベルから、高過ぎたり、あるいは低過ぎるパワーへと動かされる。光システムの設計においては、パワーマージンをとらなければならない、そうすることで、他の最悪条件と組み合わせられたとき、最悪の過渡状態の間においても、データはエラーなしの状態が維持される。このマージンを許すことは、そのシステムで利用できる機能を低下させることになり、例えば、最大許容増幅器間隔が減る。

50

【 0 0 0 8 】

受信機を含む様々な光学素子は、パワー変化に反応することができる。たとえ適切な静止電力範囲にあっても、急速なパワー過渡状態は、依然としてビットエラーを引き起こす。例えば、受信機において、過渡状態が自動利得制御 (A G C)の応答速度より速ければ、受信機の電子装置は、直ちに過負荷となりうる。これら歪んだ状態が、エラーを引き起こすことになる。

【 0 0 0 9 】

過渡状態の間、電気信号は、判定コンパレータにおいて、予想以上に大きいか、あるいは小さい状態にある。論理レベル間のアイパターンのアイが動き、それにより、アイ中において誤った位置に判定閾値が設定され、それがビットエラーを引き起こす。

10

【 0 0 1 0 】

さらに、振幅過渡状態が、クロック回復回路において、許容ジッタ範囲を上回る位相過渡状態を引き起こし、それがさらには、ビットエラーを引き起こす程のものとなる。付加されるか、あるいは削除される信号以外の、波長によって搬送される信号は、エラーなしのままである、ということが重要である。

【 0 0 1 1 】

米国特許第 5 , 0 8 8 , 0 9 5 号 (A T & T) から分かることは、光増幅器における帯域外レーザ発振による利得クランプが、さらにその増幅器におけるパワー過渡状態に対する応答を改善することになる、ということである。しかし、これは、通常の増幅器よりも、さらに多くのポンプ電力を必要とし、それを供給することは高価なものとなる。

20

【 0 0 1 2 】

また、この米国特許第 5 , 0 8 8 , 0 9 5 号 (A T & T) で確認できるのは、増幅器入力におけるパワー変化を検出することによって、増幅器出力を安定にし、また、ポンプ電力制御回路において、逆の補償変化を誘発することが知られていた、ということである。

【 0 0 1 3 】

液体窒素中で光増幅器を冷却することは、光波技術ジャーナル (第 1 3 巻、No . 5、1 9 9 5 年 5 月) の 7 8 2 ~ 7 9 0 頁に、ゴールドスタイン (G o l d s t e i n) らによる「トランスペアレントな多波長光波ネットワーク用の不均一広帯域化ファイバ増幅器カスケード」に示されており、ここでは、異なる波長を個別に飽和させ、波長間でのパワー過渡状態のクロストークを抑止している。しかしながら、これは、現場で使う装置用としては実際的でない。

30

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記 3 つの方法は、一旦、その過渡状態が感度の高い素子に達した場合、利得制御を改善することによって、光増幅システムにおいて一つのチャンネルがもう一つのチャンネルに及ぼす過渡的な影響を除去するか、あるいは最小にするよう試みる方法である。従って、これらの方法では、光素子や光増幅器に対して擾乱を与える光信号のパワーレベルの変化を有効に抑止できない、という問題がある。

【 0 0 1 5 】

本発明の目的とするところは、上記の方法を改善することである。

40

【 0 0 1 6 】

【 課題を解決するための手段 】

上記の課題を解決するため、本発明は以下の構成を備える。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1の態様によれば、少なくとも 1 つの光信号を、その光信号の光パワーの変化に反応する光素子に送信するステップと、光パワーを測定し、かつ、その測定より推論を行うことにおいて、上記光パワーが変化するのであることを判定するステップと、上記光パワーの変化が通常の応答速度よりも低速な変化となるように、上記判定に応じて、上記光素子の前段で上記光素子に入力される信号パワーの変化を緩慢にさせるステップとを備える光伝送システムの動作方法が提供される。

50

【 0 0 1 9 】

好ましくは、1つの波長帯域でのパワー変化が判定され、また、変化を緩慢にさせるステップは、複数の波長帯域の少なくとも他の1つのパワーレベルにまで徐々に減少させることによって全パワーの変化を緩慢にさせることによって、全パワーの変化を緩慢にさせる。

【 0 0 2 1 】

好ましくは、本発明はさらに、変化量に応じて、変化を緩慢にする所望の割合を判定し、また、その変化を完了するまでの所望の時間を判定するステップを備える。

【 0 0 2 4 】

本発明の他の態様によれば、光パワー減衰素子の入力側で、光パワーの変化がいつ生じるかを判定するステップと、その変化が通常の応答速度よりも低速な変化となるように、上記光パワー減衰素子の出力を緩慢にさせるステップとを備える光伝送システムにおける光パワー減衰素子の制御方法が提供される。

10

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

図1は、光源1、2、波長分割多重回路3、光増幅器4を含む光伝送システムを示す。通常、この光増幅器4は、光経路を構成する光ファイバによって起こる減衰をなくすために、リンクの下流側、数十あるいは数百キロメートルの距離において必要となる。この伝送システムによってカバーされる距離に応じて、光源1、2と受信機（不図示）の間には、多数の増幅器が組み込まれる。原理的には、本発明は、一つの波長帯を用いるシステム、または、偏波多重あるいは時分割多重のような他の種類の多重化方法を使用するシステムに適用できる。

20

【 0 0 2 9 】

図1はまた、各々の光源（通常は、レーザ）に配された電力設定値制御手段5を示している。図示されたフェードイン/フェードアウト制御手段6は、電力設定値制御手段5に対して供給を行う。このフェードイン/フェードアウト制御手段6は、電力レベル変化判定手段7に応答して動作できる。

【 0 0 3 0 】

実際は、電力設定値制御手段5、フェードイン/フェードアウト制御手段6、電力レベル変化判定手段7の機能は、従来のマイクロ・コントローラ内で実行される。フェードイン/フェードアウト制御手段6は、外部の刺激に応じて、一つの光源の出力パワーに対して設定値を徐々に変えるよう動作する。

30

【 0 0 3 1 】

この外部刺激は、例えば、メンテナンスや再構成をするために、光源の一つのスイッチを切るという命令形式をとる。この場合、突然、スイッチを切ることによって、全光パワーが十分に変化することになり、また、それが光増幅器に擾乱を与え、ビットエラーを引き起こす。そこで、光源の一方あるいは両方を制御しているマイクロ・コントローラが、適切な光源の出力パワーを徐々に減少させる。

【 0 0 3 2 】

この刺激はまた、特定の光源がある故障の危険に瀕していることを示す警告信号のように、時おり、他のソースから来ることもある。この刺激は、検出器から来ることもあり、それは、メンテナンス要員が、メンテナンスあるいは交換のために、光源を具備するカードを抜き始めていることを示している。

40

【 0 0 3 3 】

後述する2つの場合、設定値の変化の割合が比較的速く（例えば、1秒か2秒）、光源が故障するか、あるいは切り離される前にフェードアウトが確実に終わるようにできることが適切となる。

【 0 0 3 4 】

そうでなければ、フェードアウトを約60秒の期間に延ばし、例えば、AGC回路によって光増幅器のポンプ電力を調節するようにして、ビットエラーが起こる可能性を最小に

50

することができる。

【0035】

出力パワーの設定値のフェードインについても、対応する方法で開始することができる。例えば、光源が再接続されたことが検出されたとき、あるいは、警告のスイッチが切断されたとき、あるいは、波長を付加する命令が与えられたときである。

【0036】

図2は、他の実施の形態を示す。送信機21, 22は、パワー制御機能を含んでいる。この送信機からの光出力は、波長分割多重機能部25へ送られる前に、減衰器23, 24に送られる。全電力制御部27へは、光タップ26により供給が行われる。全光パワーを安定レベルに維持するため、全電力制御部27は、減衰器23, 24、および/または、送信機21, 22用の個々の出力電力制御部を制御する。この全パワー制御、および個々の送信機パワー制御は、従来のマイクロ・コントローラを用いて実行される。これらの減衰器23, 24は、減衰素子として動作し、出力パワー中のいかなる変化をも減衰する。

【0037】

従って、送信機のスイッチを入れる前に減衰器を制御して、実質的には何も通過させないようにもできる。送信機のスイッチを入れた後、減衰器を徐々に制御することで、信号出力パワーを徐々に増加させる。同様に、送信機のスイッチが切られることになっている場合、そのスイッチ切断の前に減衰器23を制御して、出力信号パワーを徐々に減衰することができる。

【0038】

さらに、そのパワーレベルが変化した送信機21の補償については、異なる波長と関連する、減衰器24を制御することによって行うことができる。例えば、送信機21のスイッチが入れられる際、減衰器24を制御して、他の送信機(送信機22)より発生した信号の出力パワーを減衰させることができる。これは、パワー変化が起こるであろうことを必ずしも判定することなく、また、その変化を必ずしも減衰することなく、本発明の2番目の態様がどのように実行できるかを示している。上記の補償は、安定化信号として、1あるいはそれ以上の波長帯を使用することで実行される。この安定化信号のパワーを制御するのに減衰器を用いることは、必須のことではない。例えば、レーザの出力パワーは、以下に述べるように制御できる。

【0039】

図2には2つの送信機のみが示されており、図1には、2つの光源だけが示されているが、言うまでもなく、それ以上であってもよいし、また、同様な動作原理を適用できる。

【0040】

図3は、レーザ出力パワーの制御に関与する主要なハードウェア素子の概略を示す。レーザ31は、外部変調器32に対して供給を行い、その出力は、光タップ33を介して供給される。光信号の一部分は、光電変換器34(通常は、PINダイオード)を介してフィードバックされる。通常、マイクロ・コントローラ36への供給を行うA/D(アナログ/ディジタル)変換器35の前段で、増幅が行われる。

【0041】

これによって、マイクロ・コントローラ36へは、レーザの出力パワーに対応した値が供給される。このパワー値は、数十kHzから数百kHzの速さで更新される。数MHzあるいは数十MHzのクロック速度で動作しているマイクロ・コントローラ36は、制御アルゴリズムを実行し、レーザのバイアス電流を制御することによって、その出力パワーを調節できる。ディジタル/アナログ(D/A)変換器37は、増幅器38による増幅のため、マイクロ・コントローラ36の出力をアナログ形式に変換する。

【0042】

マイクロ・コントローラ36は、他の入力として、例えば、異なる波長で動作する複数のレーザを制御し、WDM(波長分割多重)システムにおける多重化装置に供給を行う、もう一つの全体制御部からの命令を受信する。さらに、このマイクロ・コントローラ36は、機械式センサから、送信機が接続を断たれているか、あるいは取り外されている

かを示す入力を受信する。さらに、マイクロ・コントローラ 36 は、同一のカード上で発生した警報信号や、図 3 に示す他のハードウェア素子からの入力、あるいは、離れた場所にある光伝送システムのその他の部分からの入力を受信する。

【0043】

図 4 は、図 3 に示すマイクロ・コントローラ 36、あるいは、図 2 に示す減衰器のような減衰素子用の対応コントローラによって実行される制御ステップのいくつかを示すフローチャートである。

【0044】

第 1 のステップ (S 41) では、出力 パワー レベルが変化するかどうかを判定する。既に述べたように、これには、マイクロ・コントローラに対する様々な入力をチェックすることを含ませることができる。次に、ステップ S 42 で、レベルの全変化量を判定する。変化率は異なるが、出力が単に入力に追従している場合には、このステップは不要である。

10

【0045】

それでも、次のステップ (S 43) では、変化の割合を判定するのに、所望の変化量が有用となる。これには、緊急警告があるかどうかを判断するための、マイクロ・コントローラへの入力をチェックすることが含まれ、それは、通常のスイッチ・オン、スイッチ・オフという状態よりも、変化の割合が高いものに相当する。この変化率から、現在の周期に対する変化量を判定することができる。ループゲイン K を設定して、所望の変化率を達成する。

20

【0046】

次のステップ (S 44) は、まず、設定レベルを所望の割合で変えることによって、送信機により出力される パワー レベルを変化させるステップである。そうすることで、制御ループは、新たに設定されたレベルを達成しようとする (ステップ S 45)。この制御ループのタイミングは、このループが、パワー 設定レベルを制御しているループよりも、少くとも 10 倍高速に動作すべく設定される。それによって、1 つのループにおける位相変化が、他のループに影響を及ぼさないことになる。

【0047】

与えられた時間、あるいは与えられた回数の繰返しの後、あるいは、図 4 のステップ S 46 に示すように、変化が終了したことを確かめて、設定レベルを再度、変更するための戻りループに抜ける。

30

【0048】

図 5 は、マイクロ・コントローラが、スイッチ・オフ 命令 にどのように応答するかという特別な例について、その概略を示す。すなわち、ステップ S 51 で、そのような 命令 を検出した後、ステップ S 52 で、送信機の設定値が、図 4 に示すように次第に減少するように制御する。最後に、送信機内の光源がスイッチ・オフされる (ステップ S 53)。

【0049】

図 6 は、送信機 11、減衰器 12、受信機 13 を含む光伝送システムを示す。この減衰器 12 は、制御手段 14 によって制御される。この制御手段 14 は、フェードイン/フェードアウト制御手段 15 に応じて動作可能である。フェードイン/フェードアウト制御手段 15 自身は、減衰器 12 への入力、すなわち、送信機 11 の出力側で検出した光信号 パワー レベルに応じて動作できる。この減衰器 12、あるいは、それと等価な減衰素子は、受信機 13、あるいは光増幅器のような、パワー 変化に反応する光素子の前段において、光リンク中、どこに位置することもできる。これには、ファラデー回転を用いた電氣的に制御可能な減衰器が適しており、それについて、最近では富士通が製品発表している。

40

【0050】

制御手段 14、フェードイン/フェードアウト制御手段 15 は、従来のマイクロ・コントローラ、および、上述した関連回路によって実施することができる。

【0051】

図示はしないが、この減衰器はさらに、送信機に対する遮断された 命令 に基づいて制御

50

を行い、パワーレベルを変更できる。さらに、フェードイン/フェードアウト制御手段 15 は、減衰器の出力側で測定した信号パワー、すなわち、減衰器の入力側で測定されたパワーの代わりとなるパワーに応じた動作が可能である、と考えることができる。

【0052】

制御手段 14 とフェードイン/フェードアウト制御手段 15 の応答時間には限りがある。従って減衰器は、パワーレベルが極端に速く遷移するものについては、それを完全に減衰することはできない。それでも減衰器は、下流側に位置する光反応素子に別な方法で擾乱を与えるパワーレベルの遷移形式の範囲に対しては、有益な影響を与える。

【0053】

図 7 は、本発明に係る機能のいくつかを概略的に示している。減衰手段 73 が光経路中に与えられており、光信号のパワー変化に反応する光素子 71 に至っている。この減衰手段は、代わりのものとして送信機に取り込まれたり、あるいは光経路中にあるもので、制御手段 74 によって制御される。この制御手段 74 は、光パワーの変化を判定する手段 72 に対して応答する。この変化は、光パワーの測定値より推論して判定したり、パワーレベルを変更する命令、あるいは、パワーレベルの変化につながる状態を示す警告の検出により確認することができる。

10

【0054】

上述した実施の形態において、光素子は光増幅器であり、この光増幅器のポンプ電力は、光信号中の波長帯域の一部の中で測定されたパワーに応じて制御される。この一部が、上側パワー閾値、および/または、下側パワー閾値に最も近い帯域となるように選択された場合、全パワーは、パワーマージンが減少した状態で制御できる。これについては、その詳細が、本発明と同じ発明者による、「光素子用電力制御」と題するもう一つの米国特許出願に記載されている。

20

【0055】

なお、上記の有用な機能は互いに組み合わせることができ、また、本発明のいかなる態様とも組み合わせることができる、ということは、当業者に明らかである。また、請求の範囲内において行う、その他の変更も、当業者には明らかである。

【0056】

【発明の効果】

本発明によれば、光パワーが変化するのであることを判定し、その電力の変化を減衰させることで、パワー変化が反応素子に到達する前に、それらが抑制されるので、システム性能が改善され、また、パワーマージンを減少できる。

30

【0058】

本発明によれば、変化の判定を、光パワーの測定、およびその測定よりの推論を行って実行することで、予期しない変化を、それらが擾乱を起こす前に減衰することができる。

【0060】

本発明によれば、パワーレベルに適用される、緩やかな変化となるように変化を減少させる補正変化は、複数の波長に分配することができ、あるいは、仮の波長帯域を安定した全パワーの維持のために純粹に使用することができる。

40

【0063】

本発明によれば、変化量に応じて所望の変化の割合を判定し、その変化を完了する所望の時間を判定することで、変化を緩慢にさせる割合を状況に合致させて制御できる。

【0065】

また、本発明によれば、光伝送システムにおける光パワー減衰素子の制御方法において、光パワー減衰素子の入力側における光パワーの変化が、いつあるかを判定するステップと、上記光パワー減衰素子の出力が低速で、対応する変化をなすように、上記光パワーの変化を減衰させるステップとを備えることで、既に送信した電力の高速な変化を減衰することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態を概略的に示す図である。

50

【図 2】 本発明の他の実施の形態を概略的に示す図である。

【図 3】 図 2 の送信機をより詳細に示す図である。

【図 4】 本発明に係る電力制御方法のフローチャートである。

【図 5】 本発明に係る電力制御方法の他の例についてのフローチャートである。

【図 6】 本発明の特徴を表す他の光伝送システムを示す図である。

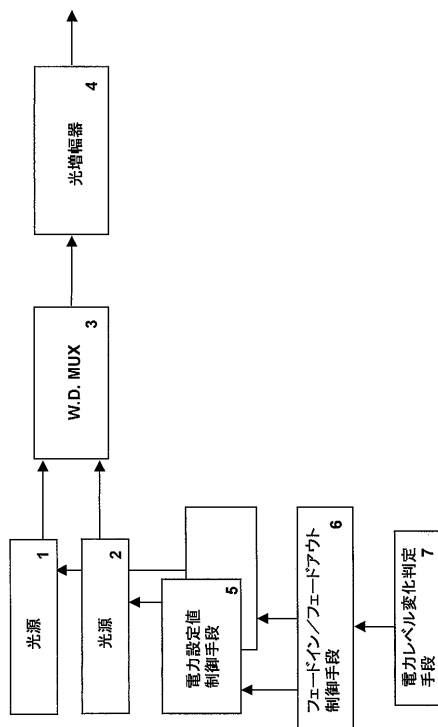
【図 7】 本発明に係る他の例を概略的に示す図である。

【符号の説明】

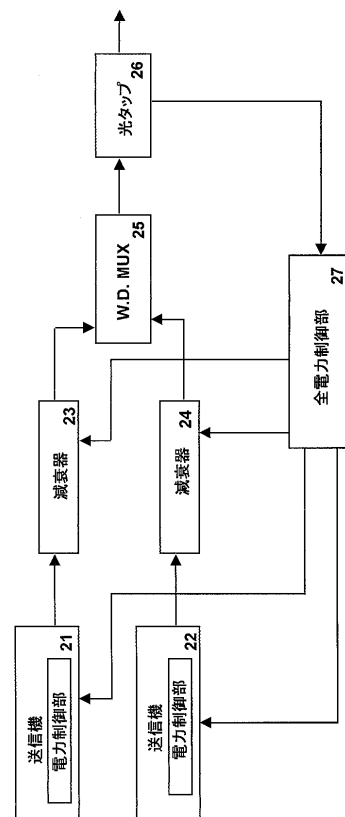
1, 2 ... 光源、3 ... 波長分割多重回路、4 ... 光増幅器、5 ... 電力設定値制御手段、6 ... フェードイン/フェードアウト制御手段、7 ... 電力レベル変化判定手段、21, 22 ... 送信機、23, 24 ... 減衰器、25 ... 波長分割多重機能部、26 ... 光タップ、27 ... 全電力制御部、31 ... レーザ、32 ... 外部変調器、33 ... 光タップ、34 ... 光電変換器、35 ... A/D (アナログ/デジタル) 変換器、36 ... マイクロ・コントローラ、37 ... デジタル/アナログ (D/A) 変換器、38 ... 増幅器

10

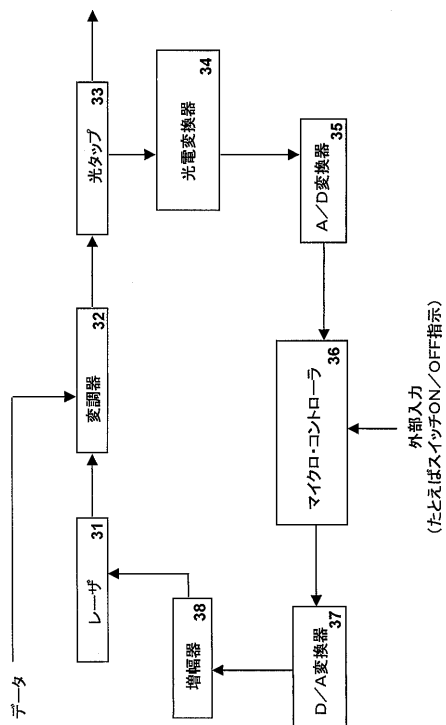
【図 1】



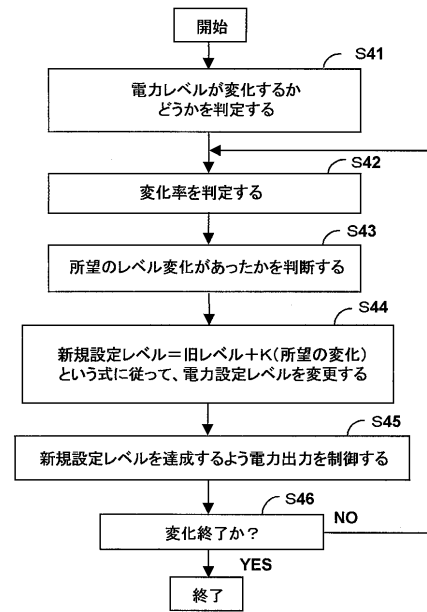
【図 2】



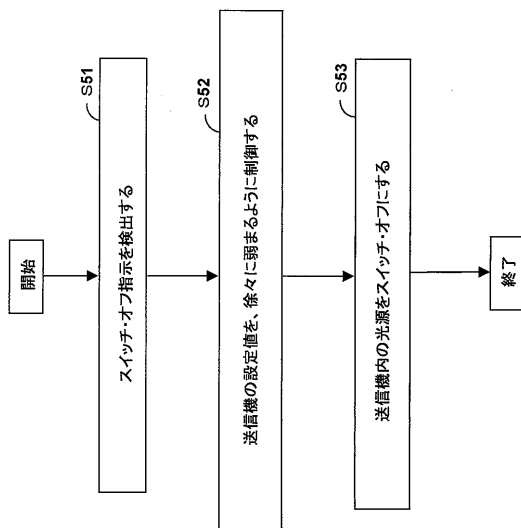
【図 3】



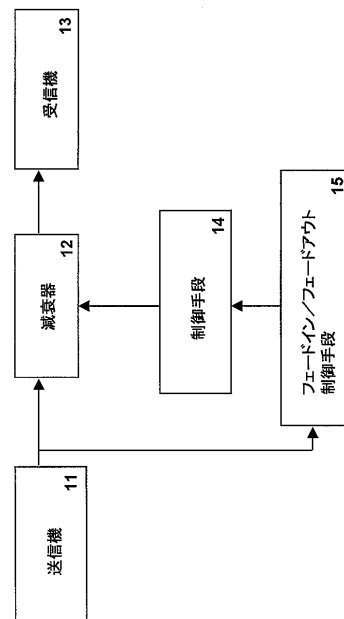
【図 4】



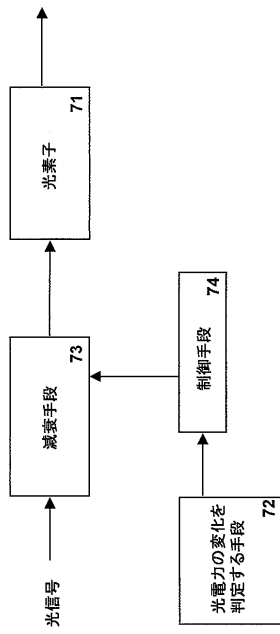
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 7 - 2 4 0 5 5 1 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 6 4 8 7 1 (J P , A)
欧州特許出願公開第 0 0 7 0 0 1 7 8 (E P , A 1)
特開平 0 6 - 1 3 2 8 9 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01S 3/00- 5/50、
H04B 10/00-10/28、
H04J 14/00-14/08
JICSTファイル(JDreamII)