(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3647113号
(P3647113)
(45)発行日　平成17年5月11日(2005.5.11)　(24)登録日　平成17年2月18日(2005.2.18)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | |
|---|---|---|---|
| G01M 11/00 | G01M | 11/00 | Z |
| H04B 10/00 | H04B | 9/00 | Z |

請求項の数 9　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平7-336144
(22)出願日　平成7年11月30日(1995.11.30)
(65)公開番号　特開平8-237197
(43)公開日　平成8年9月13日(1996.9.13)
審査請求日　平成14年9月10日(2002.9.10)
(31)優先権主張番号　94119012.6
(32)優先日　平成6年12月2日(1994.12.2)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ページ・ミル・ロード　３９５
３９５ Page Mill Road
Palo Alto, California U. S. A.
(74)代理人　100105913
弁理士　加藤　公久
(72)発明者　エドガー・リッケル
ドイツ連邦共和国ジェッティンゲン　７１１３１　ブルネンストラッセ　４３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光信号発生設備、測定設備及び測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

光装置を動作させるために異なる波長の複数の光信号を発生する設備であって、
異なる波長の複数の光信号を発生する単一の光源と、
前記光源の前記複数の光信号を順次、光装置に印加する切換え手段とを備え、
前記複数の光信号が、前記光装置に信号が印加されたときの雑音レベルから該信号がなくなったときの雑音レベルまでの前記光装置の回復時間内で、順次前記光装置に印加されることを特徴とする光信号発生設備。

【請求項２】

前記光源が、前記複数の光信号を順次発生するチューナブルレーザであることを特徴とする、請求項１に記載の光信号発生設備。

【請求項３】

前記切換え手段が、前記複数の光信号を順次発生するように前記チューナブルレーザをトリガするパターン・ジェネレータであることを特徴とする、請求項２に記載の光信号発生設備。

【請求項４】

前記光源が、異なる波長の複数の信号を同時に発生し、前記切換え手段が、異なる波長で透過的であり、前記光源の出力と前記光部品の間に配設された回転する１組のフィルタを備えることを特徴とする、請求項１または２に記載の光信号発生設備。

【請求項５】

前記光装置が、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）またはプラセオジウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＰＤＦＡ）であることを特徴とする、請求項１に記載の光信号発生設備。
【請求項６】
異なる波長の複数の信号を同時に増幅する光装置の雑音をを測定するための設備であって、　請求項１～５のいずれかに記載の前記光信号発生設備と、試験すべき前記光装置の応答信号を解析する解析手段とを備えることを特徴とする測定設備。
【請求項７】
異なる波長の複数の信号を同時に増幅する光装置の雑音を測定するための方法であって、
第１のステップで、第１の波長の第１の光信号が前記光装置に印加され、
第２のステップで、前記第１の光信号がオフにされ、
第３のステップで、第２の波長の第２の光信号が前記光装置に印加され、
前記第１ないし第３のステップが、信号が前記装置に印加されたときの雑音レベルから信号がなくなったときの雑音レベルまでの前記光装置の回復時間内に実行されることを特徴とする測定方法。
【請求項８】
前記第１および第２の光信号が、チューナブルレーザによって発生され、
前記第１ないし第３のステップが、前記チューナブルレーザをトリガするパターン・ジェネレータの助けで実行されることを特徴とする、請求項７に記載の測定方法。
【請求項９】
前記光装置が、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）またはプラセオジウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＰＤＦＡ）であることを特徴とする、請求項７に記載の測定方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、光通信網の分野の操作機器または試験機器、あるいはその両方に関し、詳細には、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）などの光装置を動作させ試験するための設備と方法とに関する。
【０００２】
【従来の技術】
光通信システムでは一般に、増幅器などの、能動光装置および受動光装置の動作試験用の設備と試験方法が使用される。実際、波長依存装置または波長依存部品を波長依存性に関して試験する必要がある。この場合、単一波長でいくつかの装置パラメータを試験し、かつ複数の波長で試験する必要がある。単一波長での試験は、レーザ光源で容易に実施される。ある波長範囲にわたる試験では一般に、チューナブルレーザまたはその他の光源が使用される。実際には、複数の波長を同時に印加して装置を試験する必要がある。そのような装置にはたとえば、波長分割多重（ＷＤＭ）応用で使用されるＥＤＦＡがある。このような応用ではすでに、いくつかの単一波長レーザ光源または１組のチューナブルレーザ光源を使用するものが知られている。前述の応用例でこのような試験を実施するにはいくつかのレーザ光源が必要なので、試験機器は非常に高価であり、取扱いが難しい。
【０００３】
したがって、被試験装置に複数の波長を同時に印加して光装置を試験する設備および方法が必要である。
【０００４】
【課題を解決するための手段】
本発明は、光装置を動作させ試験するために異なる波長の複数の信号を発生する設備および方法に関する。
【０００５】
基本的に、本発明による設備は、

試験すべき前記光装置に順次印加される複数の光信号を発生する光源と、
前記光源の複数の光信号を順次、前記光装置に印加する切換え手段と、
前記試験すべき光装置の応答信号を解析する解析手段とを備える。

【０００６】

本発明は、回復時間を有する被試験部品、装置、またはシステムが、多数の単一レーザ光源が同時に使用されたときと同様に反応するように、複数の波長を発生する多重化レーザ光源を使用することを提案するものである。したがって、本発明の重要な特徴は、チューナブルレーザまたはその他の光源によって発生された複数の波長を時間多重化し、回復時間を有する被試験部品、装置、またはシステムが、異なる波長が順次印加されていると認識できない高速で時間多重化を実行することにある。レーザ技術分野の光装置とは、前記の回復時間を有する装置で、光通信網中の光装置、生物学的物質および化学的物質、具体的には細胞およびＤＮＡ構造体、レーザ・プリンタ中の光感応ドラムなどを意味することが理解されよう。

【０００７】

本発明の一実施例によれば、被試験装置は、光増幅器、具体的にはエルビウム・ドープ増幅器（ＥＤＦＡ）またはプラセオジム・ドープ・ファイバ増幅器（ＰＤＦＡ）である。測定すべき重要なパラメータは、この増幅器の利得および雑音指数である。将来の波長分割多重システムではこの増幅器を使用すべきである。現状では、このようなシステムは、４つの異なるチャネル（波長）を使用して光信号を送信する。したがって、増幅器の完全な動作試験では、異なる波長の４つの光信号を、動作させ被試験増幅器に印加する必要がある。ＥＤＦＡの物理特性のために、増幅器に信号が印加されたときの雑音レベルから信号がなくなったときの雑音レベルまでの回復時間は長い（＝１０ｍｓ）。本発明によれば、単一チューナブルレーザによって発生された４つの異なる波長が、回復時間内に順次、被試験装置に印加されるので、その結果、被試験装置は、一時に存在する波長信号が１つだけであることを認識できない。

【０００８】

本発明の主要な利点は、いくつかのチャネルを有する装置を動作させ、あるいは、それぞれ単一の波長の信号を発生する１組のレーザ光源を用いると同じ測定を実行するのに、１つの単一高速多重化チューナブルレーザ光源で十分であることである。本発明による設備を用いれば、複数の波長での動作または前述の試験を安価に、かつ１組のレーザによるよりもずっと容易に実施することができる。

【０００９】

本発明の第１の実施例によれば、チューナブルレーザは、複数の光信号を発生するために使用される。チューナブルレーザによって、異なる波長の光信号を順次、発生することができる。

【００１０】

本発明の第２の実施例によれば、チューナブルレーザの制御入力は、パターン・ジェネレータの出力に接続される。パターン・ジェネレータは、チューナブルレーザの異なる波長の複数の信号を多重化する。パターン・ジェネレータによって、チューナブルレーザが発生する信号のある波長から他の波長への切換時間間隔を広い範囲で容易に調整することができる。被試験装置の回復時間内で、チューナブルレーザをある波長から他の波長に切り換える他の装置で、パターン・ジェネレータを代替できることは理解されよう。

【００１１】

本発明の第３の実施例によれば、レーザとは別の光源が使用される。そのような光源は、いくつかの波長を同時に発生する。本発明によれば、装置が動作する様々な波長に関して透過的な回転する１組のフィルタを備え、それらのフィルタを、白色光源の出力と、試験すべき光部品、光装置、または光学系の入力との間に配設することが提案される。１組のフィルタの回転は、光源によって発生された光の様々な波長が、被試験装置の回復時間内に順次、試験中または動作中の装置に印加されるように行われる。

【００１２】

第４の実施例では、試験または動作すべき光装置は、増幅器、具体的には、波長分割多重応用で使用することができ、複数の波長の下で同時に動作することができる、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）である。

【００１３】

本発明が、単独であるか、それとも他の任意の組合せであるかにかかわらず、上記で開示された特徴の有用で新規な組合せ総てに関するものであることが理解されよう。さらに、引用したすべての利点は、本発明の全体によって解決される目標とみなすことができる。

【００１４】

【実施例】

図１は、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）２の様々なパラメータを試験する既知の設備を示す。チューナブルレーザ１の出力は、光ファイバ４を介してＥＤＦＡ２の入力に接続される。ＥＤＦＡの出力は、光ファイバ５を介して光信号アナライザ（ＯＳＡ）３の入力に接続される。様々な波長でのＥＤＦＡの特性を解析するために、チューナブルレーザ１を第１の測定に関する第１の波長に切り換える。光信号アナライザ３は、ＥＤＦＡの様々なパラメータ、具体的には利得および雑音を解析してオペレータに表示する。オペレータは、第２の波長を有する信号の下でのＥＤＦＡの特性を解析するために、チューナブルレーザ光源１を第２の波長に切り換える。以下同様である。

【００１５】

図２は、本発明によって光装置を試験する設備のブロック図である。チューナブルレーザ１の出力は、光ファイバ４を介してＥＤＦＡ２の入力に接続される。ＥＤＦＡ２の出力は、光ファイバ５を介して光信号アナライザ（ＯＳＡ）３の入力に接続される。また、前述の従来技術に対して、本発明の設備は、パターン・ジェネレエータ６を備える。パターン・ジェネレータ６の出力は、電気ケーブル７を介してチューナブルレーザ１の制御入力に接続される。パターン・ジェネレータ６の出力信号については後で図３を参照してさらに詳しく説明するが、この出力信号は、異なる波長λ１、λ２、λ３、λ４を有する複数の光信号を発生するチューナブルレーザ１を制御する。レーザ光源１によって発生され、光ファイバ４に印加されるこれらの複数の信号を図表８に示す。図表８は、レーザ光源１によって発生される複数の波長λ１ないしλ４の出現を時間ｔの関数として示す。パターン・ジェネレータ６の助けで、レーザ光源１は、時間ｔ１で、波長λ１の信号を発生する。次いで、チューナブルレーザ１は、波長λ１の信号をオフにして、時間ｔ２で波長λ２の信号をオンにする。次のステップで、レーザ光源１は波長λ２の信号をオフにして、時間ｔ３で波長λ３の信号をオンにする。次いでレーザ光源１は波長λ３の信号をオフにして、時間ｔ４で波長λ４の信号をオンにする。パターン・ジェネレータの代わりに、前述と同様にチューナブルレーザを制御する他の装置を使用できることが理解されよう。さらに、被試験装置が動作する波長に応じて、異なる波長を有するこれよりも多くの信号、あるいはこれよりも少ない信号を１つまたは複数のチューナブルレーザによって発生できることを理解されたい。波長λ１ないしλ４を有する異なる信号間の時間間隔は、相互に異なる間隔となるように修正することができる。さらに、第１の信号がオンになる時間間隔は、他の時間間隔より長くてよい。それぞれの異なる信号のパワーも異なる大きさに調整することもできる。それぞれの異なる信号の異なる特性とそれらの時間相関を広範囲に変動させ、信号が実際に現れる様々な条件の下で被試験装置を動作させることができる。パターン・ジェネレータには多数の異なる試験パターンを記憶することができる。

【００１６】

異なる波長λ１ないしλ４を有するすべての信号は、ｔ１ないしｔ４の時間間隔、すなわち、増幅器２の（信号がオフにされたとき信号レベルから雑音レベルまでの）回復時間の時間間隔内の時間間隔に現れる。特定の被試験装置の回復時間内に異なる波長を有する様々な信号を発生することが本発明に含まれることが理解されよう。

【００１７】

増幅器の物理特性のために、増幅器は、増幅器の回復時間内での１組の試験信号の下で、異なる波長を有する複数の信号が一度に存在する実際の条件の下での動作と同じ動作を示

す。エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器２（ＥＤＦＡ）の回復時間は１０ｍｓの範囲内にある。

【００１８】

図３は、図２のパターン・ジェネレータ６によって発生される制御信号を時間の関数として示す。レーザ光源１に印加される制御信号２０は、異なる信号レベルの４つのステップ２１ないし２４を備える。時間ｔ５で、パターン・ジェネレータ６は、制御信号の発生を開始する。信号レベルがある値に達すると、制御されたレーザ光源１は、図２に示したように短期間波長λ１の信号を発生する。次いで、制御信号は、第１のステップ２１で示されたように、エッジ９からエッジ１０まで一定に維持される。エッジ１０で示された時間ｔ６で制御信号が低下すると、チューナブルレーザ１は、短期間波長λ２の信号を発生する。次いで、制御信号は、第２のステップ２２で示される時間間隔ｔ６から時間間隔ｔ７まで一定に維持される。制御信号２０がエッジ１１で再び低下すると、レーザ光源１は、短期間波長λ３の信号を発生する。制御信号は時間ｔ７から時間ｔ８まで、第３のステップ２３で示されるように再び一定に維持される。エッジ１２で、制御信号２０が再び低下し、チューナブルレーザ１が、切り替わり、短期間波長λ４の信号を発生する。ｔ８からｔ９まで、第４のステップ２４で示されたように、制御信号２０が一定に維持され、時間ｔ９で、エッジ１３で示されたように、パターン・ジェネレータが、前述の制御信号の反復を開始する。

【００１９】

前述のものとは異なる制御信号を有するチューナブルレーザを使用する場合、図の制御信号２０を容易に修正できることが理解されよう。

【００２０】

時間間隔ｔ５ないしｔ９は、回復時間＝１０ｍｓのエルビウム・ドープ・ファイバ増幅器２を試験するために１０ｍｓよりもずっと短い。したがって、ステップ２１ないし２４のシーケンスの周波数は、回復時間の短い光装置を動作させるときは１００Ｈｚよりもずっと高い。

【００２１】

図４は、別個に調整することができ、図３に関連するもうひとつのレーザ４０を備え、光装置２を試験する第２の設備のブロック図である。図４は、図２に追加して、レーザ４０と、光ファイバ４１と、光ファイバ４および光ファイバ４１を被試験装置すなわち光増幅器２の入力に結合する光結合手段４２とを備える。図表４８に示したように、チューナブルレーザ１は、波長λ１、λ２、λ３の光信号を発生する。波長λ４の光信号は、別個にチューナブルレーザ４０によって発生される。図４によるこの設備によって、実現すべき試験条件に妥当な波長λ４の信号に修正できる波長λ４の光信号を個別に発生することができる。したがって、光装置の試験におけるさらなる自由度が達成される。他のレーザを使用して、時間多重化チューナブルレーザ１によって発生される光信号を代替させ、試験条件を調整する自由度を増大させることができることを理解されたい。

【００２２】

さらに、エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器など光装置が、光学的に伝送される信号信号によってトリガされる時間多重化チューナブルレーザ光源（図示せず）を介して動作させうることを理解されたい。本発明の他の実施例では、チューナブルレーザは、パターン・ジェネレータによってトリガされるが、他のレーザは、光学的に伝送される信号によってトリガされる。

【図面の簡単な説明】

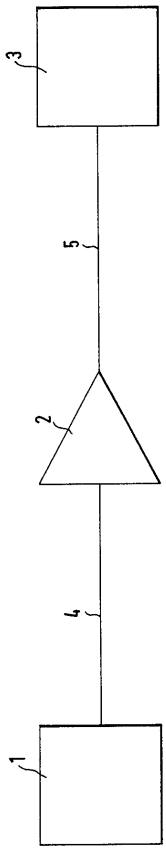
【図１】エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器（ＥＤＦＡ）を試験するために複数の入力信号を発生する従来技術による設備のブロック図である。

【図２】チューナブルレーザによって発生される様々な信号間の時間間隔を制御するパターン・ジェネレータを備える、本発明によって光装置を試験する第１の実施例の設備のブロック図である。

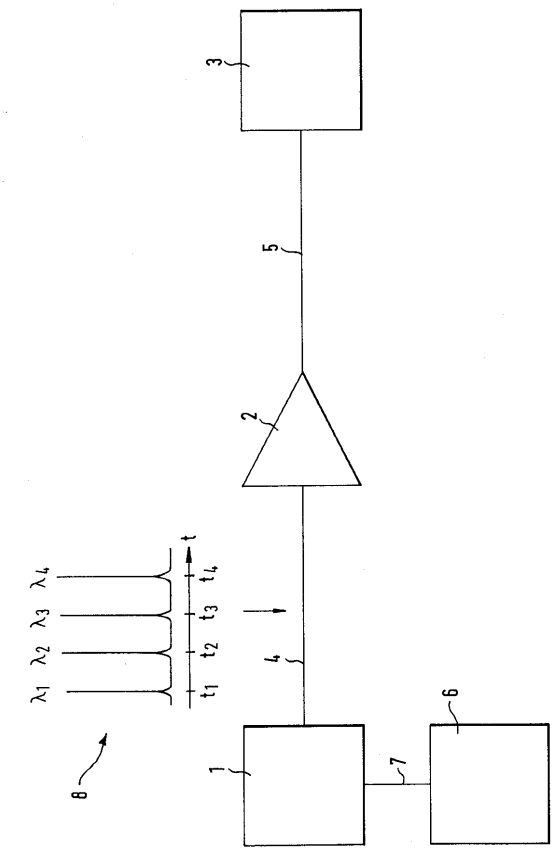
【図３】図２のパターン・ジェネレータによって発生される制御信号を時間の関数として

示す図である。
【図４】別個に調整することができる、図３に関するもうひとつのレーザを備える、光装置を試験または動作させるための第２の実施例の設備のブロック図である。
【符号の説明】
１、４０　光源、チューナブルレーザ
２　光装置、増幅器
３　解析手段
４、５、７、１１、４１　光ファイバ
４２　光結合手段

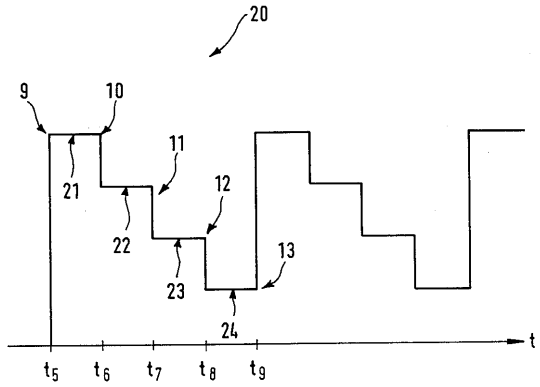
【図１】



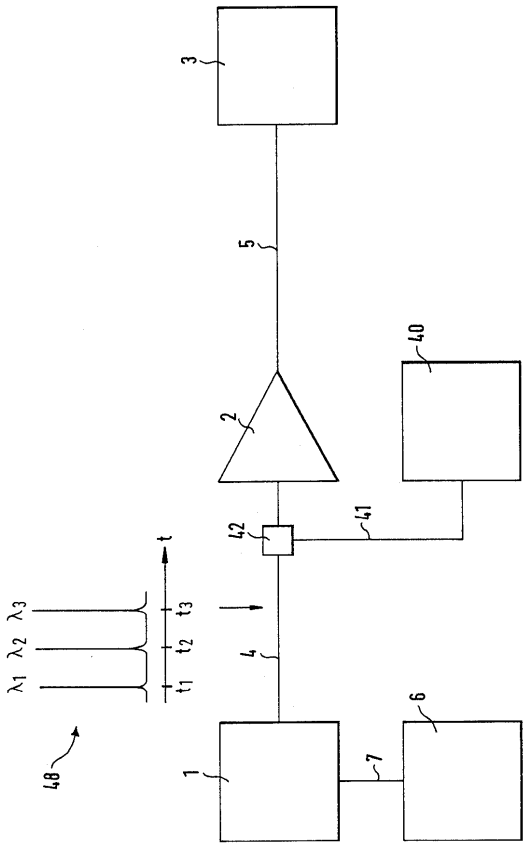

【図２】



【図３】


20
9
10
11
12
13
21
22
23
24
t
$t_5$
$t_6$
$t_7$
$t_8$
$t_9$

【図４】


3
5
40
2
41
42
t
$\lambda_3$
$\lambda_2$
$\lambda_1$
$t_3$
$t_2$
$t_1$
4
6
7
1
48

フロントページの続き

(72)発明者　エメリッチ・ミューラー
ドイツ連邦共和国アイドリンゲン　７１１３４　フィンケンウエッグ　７

審査官　工藤　一光

(56)参考文献　特開平０６－２２４４９２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２３２４８０（ＪＰ，Ａ）
特開平６－５０８４６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01M11/00-11/02
H04B10/00-10/28
H04J14/00-14/08