

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4066120号
(P4066120)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int.Cl. F I
H O I S 3/108 (2006.01) H O I S 3/108

請求項の数 3 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-23974 (P2000-23974) (22) 出願日 平成12年2月1日(2000.2.1) (65) 公開番号 特開2001-217494 (P2001-217494A) (43) 公開日 平成13年8月10日(2001.8.10) 審査請求日 平成15年7月10日(2003.7.10) 審判番号 不服2005-6815 (P2005-6815/J1) 審判請求日 平成17年4月15日(2005.4.15)</p> <p>特許法第30条第1項適用 1999年9月1日~9月4日 社団法人応用物理学会主催の「1999年(平成11年)秋季第60回応用物理学会学術講演会」において文書をもって発表</p>	<p>(73) 特許権者 503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号 (74) 代理人 100089635 弁理士 清水 守 (72) 発明者 後藤 俊夫 愛知県日進市五色園3-2110 (72) 発明者 西澤 典彦 愛知県名古屋市熱田区大宝2-4-43 白鳥住宅5-34</p> <p>合議体 審判長 稲積 義登 審判官 山村 浩 審判官 岩本 勉</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広帯域波長可変超短パルス光発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (a) 超短パルス光源と、
- (b) 該超短パルス光源からの光の強度を調整する光強度調整器と、
- (c) 該光強度調整器からの入射パルスが入射される、波長分散を前記超短パルス光源の波長においてほぼ零に近くなるように調整した光ファイバとを備え、
- (d) 前記光強度調整器による励起光強度の増加に伴って、長波長側に連続的に波長シフトするストークスパルスとともに、短波長側に連続的に波長シフトするアンチストークスパルスを生成することを特徴とする広帯域波長可変超短パルス光発生装置。

【請求項2】

請求項1記載の広帯域波長可変超短パルス光発生装置において、前記超短パルス光源は、フェムト秒ファイバレーザであることを特徴とする広帯域波長可変超短パルス光発生装置。

【請求項3】

請求項2記載の広帯域波長可変超短パルス光発生装置において、前記フェムト秒ファイバレーザを構成するファイバは、Er添加ファイバレーザであることを特徴とする広帯域波長可変超短パルス光発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広帯域波長可変超短パルス光発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、超短パルス光は色素レーザーや固体レーザーを用いて生成されてきたが、光学系が大掛かり、且つ、複雑で、波長の可変範囲も数十nmと狭いものであった。

【0003】

また、本願発明者らによって提案された、入射光(励起光)強度に対し波長が線形にシフトする波長可変ソリトンパルス発生装置(特願平10-275604号)においては、ストークスパルスとアンチストークスパルスの生成を提案した。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した本願発明者らによる波長可変ソリトンパルス発生装置では、通常の光ファイバを用いており、励起光源の波長と光ファイバの特性とが合わないとアンチストークスパルスを効率よく生成することができなかった。

【0005】

したがって、安定的に広い波長領域をカバーする測定が行えなかった。

【0006】

本発明は、上記問題点を除去し、励起光源の波長と光ファイバの特性を適合させてアンチストークスパルスを効率よく生成させ、安定的に広い波長領域をカバーする測定を行うことができる広帯域波長可変超短パルス光発生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

(1) 広帯域波長可変超短パルス光発生装置において、超短パルス光源と、この超短パルス光源からの光の強度を調整する光強度調整器と、この光強度調整器からの入射パルスが入射される、波長分散を前記超短パルス光源の波長においてほぼ零に近くなるように調整した光ファイバとを備え、前記光強度調整器による励起光強度の増加に伴って、長波長側に連続的に波長シフトするストークスパルスとともに、短波長側に連続的に波長シフトするアンチストークスパルスを生成することを特徴とする。

【0008】

(2) 上記(1)記載の広帯域波長可変超短パルス光発生装置において、前記超短パルス光源は、フェムト秒ファイバレーザーであることを特徴とする。

【0009】

(3) 上記(2)記載の広帯域波長可変超短パルス光発生装置において、前記フェムト秒ファイバレーザーを構成するファイバは、Er添加ファイバレーザーであることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0011】

図1は本発明の実施例を示す広帯域波長可変超短パルス光発生装置の構成図である。

【0012】

この図において、1は超短パルス光源としてのフェムト秒ファイバレーザー(250フェムト秒Er添加ファイバレーザー)、2はフェムト秒ファイバレーザー1から出力される超短パルス光の光強度調整器、3は1次ポンプパルス、4は波長分散を調整した定偏波光ファイバ、5はアンチストークスパルス、6は2次ポンプパルス、7はストークスパルス(ソリトンパルス)、8は光スペクトル分析器(Optical spectrum analyzer)、9はオートコリレータ(Autocollimator)、10はモノクロメータ(Monochromator)、11は高速ピンフォトダイオード(Fast pin photodiode)であり、モノクロメータ10に接続されている

10

20

30

40

50

。12はその高速ピンフォトダイオード11に接続されるサンプリングオシロスコープである。

【0013】

図1に示すように、フェムト秒ファイバレーザー1から出射される超短パルス光は、光強度調整器2において強度が調整され、波長分散を調整した定偏波光ファイバ4に入射される。この定偏波光ファイバ4の波長分散がゼロに近いとき、光ファイバ中の非線形光学効果によって、長波長側にシフトするストークスパルス7とともに短波長側にシフトするアンチストークスパルス5が生成される。

【0014】

定偏波光ファイバ4の出力は、光スペクトル分析器8、オートコリレータ9、モノクロメータ10によって観測される。

【0015】

以下、本発明の特徴について説明する。

【0016】

まず、図2は波長分散を制御していない光ファイバを用いた時の光ファイバ出力のスペクトルの測定結果を示している。

【0017】

図2において、1556nmのパルス光を長さ220mの分散を制御していない定偏波光ファイバに入射したときの光ファイバ出力のスペクトルの測定結果を表している。

【0018】

1675nmの波長に長波長側にシフトしたストークスパルスのスペクトルが現れているが、波長分散を調整していないため、短波長側にはアンチストークスパルスが全く見られない。

【0019】

図3は本発明の実施例を示す波長分散が調整された光ファイバの出力のスペクトルの測定結果を示している。

【0020】

ここでは、1556nmのパルス光を長さ200mの分散シフト定偏波光ファイバに入射したときのファイバ出力のスペクトルの測定結果を表している。

【0021】

1730nm付近に長波長側にシフトしたストークスパルスのスペクトルが、また、1350nmに短波長側にシフトしたアンチストークスパルスのスペクトルがそれぞれ現れている。

【0022】

これらのスペクトルは、光ファイバへの入射光(励起光)強度を変化させることによって単調に、且つ、連続にシフトさせることができる。

【0023】

図4は本発明の実施例を示す入射光強度に対するストークスパルスとアンチストークスパルスの波長シフトの測定結果を示している。

【0024】

図4から明らかのように、光ファイバの入射光強度を変化させることによって、ストークスパルスとアンチストークスパルスのスペクトルが単調に且つ連続にシフトしていくことがわかる。

【0025】

図4においては、波長1330~1740nmの帯域において波長可変なスペクトルが生成された。

【0026】

図5は本発明の実施例を示すストークスパルスとアンチストークスパルスの自己相関波形を示している。

【0027】

10

20

30

40

50

図5(a)では長波長側にシフトするストークスパルスは理想的な sech^2 型になっており、自己相関波形の時間幅も 590fs と短い。実際の時間幅は 380fs と見積もられる。

【0028】

図5(b)では短波長側にシフトするアンチストークスパルスの自己相関波形を表している。いくつかのピークが現れており、全体の半値幅は 2ps であるが、最も細い中央部分の半値幅は 550fs で、ストークスパルスと同等の半値幅が得られている。

【0029】

図6は本発明の実施例を示すストークスパルスとアンチストークスパルスの時間差の測定結果を示しており、ここでは、波長をシフトさせたときのストークスパルスとアンチストークスパルスの時間差の測定結果を表している。

10

【0030】

ある光ファイバ入力において、ストークスパルスとアンチストークスパルスはほぼ同時に光ファイバを伝搬する。そのため、アンチストークスパルスの波長における波長分散はストークスパルスの波長における波長分散の大きさと異符号で絶対値が等しいものになっている。

【0031】

この実施例においては、超短パルス光を、パルス光の波長において分散がほぼゼロに近く調整されている光ファイバに入射する。このとき、光ファイバ中の非線形光学効果によって、長波長側にシフトするストークスパルスとともに、短波長側にシフトするアンチストークスパルスが生成される。

20

【0032】

このように、励起光源の波長と光ファイバの特性を合わせるために、以下の手段が挙げられる。

【0033】

(1) 光ファイバの波長分散の大きさを制御する。

【0034】

光ファイバの波長分散の大きさは、光ファイバの材質や内部構造によって変化する。そのような波長分散を制御した光ファイバも市販されているが、光ファイバを設計・製作し、特注によって適切なファイバを入手することもできる。

30

【0035】

(2) 適切な波長の光源を用意する。

【0036】

入手できる光ファイバが限られている場合、光ファイバの波長分散がゼロに近い波長のパルス光を用意する。この場合、光源に波長可変光源を用いて波長を調整したり、特定の波長で発振するレーザーを用意する。

【0037】

(3) 超短パルス光源と、この超短パルス光源からの出力光の波長を光ファイバの零分散波長の近傍に調整した超短パルスを得る光特性調整器を用意する。すなわち、入手できる光ファイバと、光源が限られている場合、光特性調整器を用いて光源の波長を、光ファイバの波長分散がゼロに近い波長に調整する。この場合、光ファイバや非線形結晶等の非線形性を有する光学素子を用いて波長を変換させる。

40

【0038】

上記したことから明らかなように、本発明によれば、

(1) 励起光強度に対し長波長側と短波長側に波長シフトする二つの超短パルス光を生成することができる。

【0039】

(2) 装置の大きさを非常に小さく構成することができ、持ち運びができ、メンテナンスフリーである。

【0040】

50

(3) 1.55 μm のファイバレーザーを用いることによって、光通信に用いられる波長帯を全てカバーすることができる。

【0041】

本発明の広帯域波長可変超短パルス光発生装置は、

(1) 光通信に用いられる光デバイスの評価用光源

(2) 高速分光・光計測

(3) 高速光エレクトロニクス・非線形光学の分野への利用が期待できる。

【0042】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

10

【0043】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0044】

(A) 励起光強度に対し長波長側と短波長側に波長シフトする二つの超短パルス光を生成することができるため、安定的に広い波長領域をカバーする測定を行うことができる。

【0045】

(B) 装置の大きさが非常に小さく、持ち運びができ、メンテナンスフリーである。

【0046】

(C) 1.55 μm のファイバレーザーを用いることによって、光通信に用いられる波長帯を全てカバーすることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例を示す広帯域波長可変超短パルス光発生装置の構成図である。

【図2】 波長分散を制御していない光ファイバを用いた時の光ファイバ出力のスペクトルの測定結果を示す図である。

【図3】 本発明の実施例を示す波長分散が調整された光ファイバの出力のスペクトルの測定結果を示す図である。

【図4】 本発明の実施例を示す入射光強度に対するストークスパルスとアンチストークスパルスの波長シフトの測定結果を示す図である。

30

【図5】 本発明の実施例を示すストークスパルスとアンチストークスパルスの自己相関波形を示す図である。

【図6】 本発明の実施例を示すストークスパルスとアンチストークスパルスの時間差の測定結果を示す図である。

【符号の説明】

1 超短パルス光源（フェムト秒ファイバレーザー）

2 光強度調整器

3 1次ポンプパルス

4 波長分散を調整した定偏波光ファイバ

5 アンチストークスパルス

6 2次ポンプパルス

7 ストークスパルス（ソリトンパルス）

8 光スペクトル分析器

9 オートコリレータ

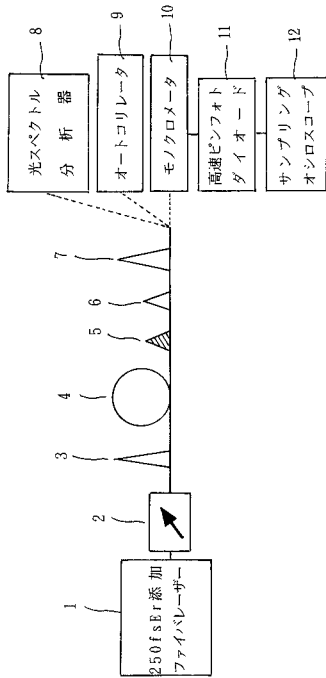
10 モノクロメータ

11 高速ピンフォトダイオード

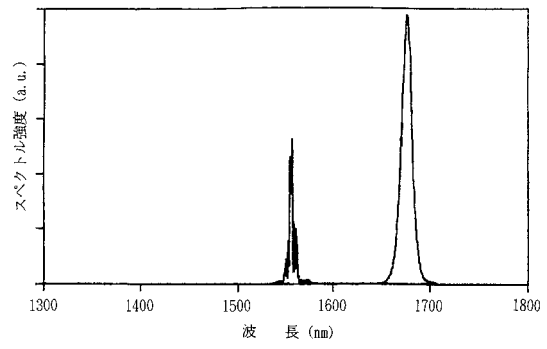
12 サンプリングオシロスコープ

40

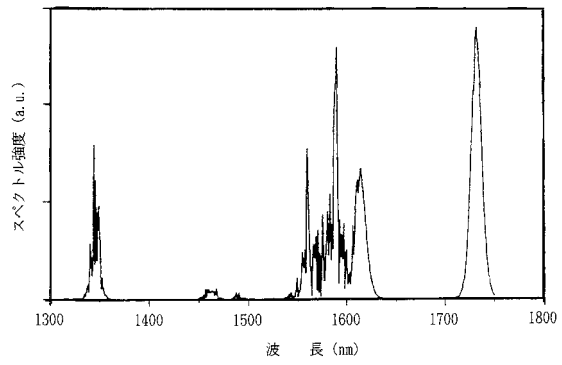
【図1】



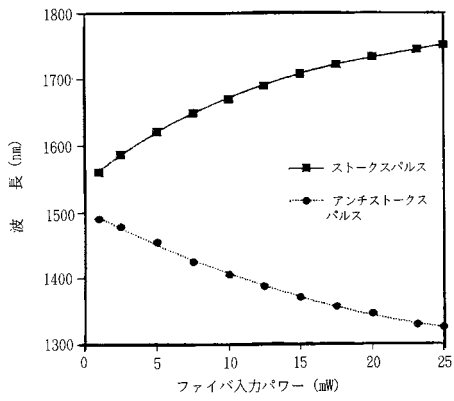
【図2】



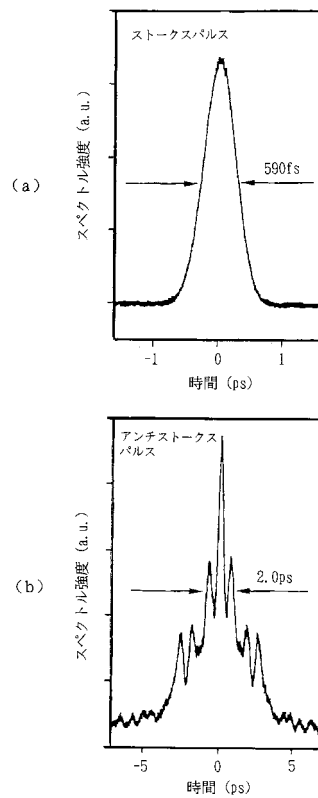
【図3】



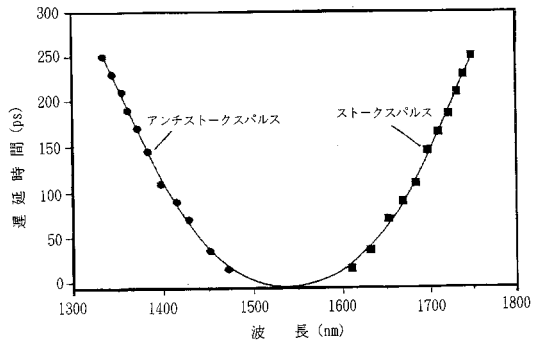
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02-044319(JP,A)
特開平02-031489(JP,A)
IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS Vol.11 No.
.3(1999) p.325-327
応用物理Vol.56, No.10(1987年)17頁-40頁
アグラワール著「非線形ファイバー光学」吉岡書店, 473頁-478頁, 396頁-417頁
IEEE Journal of Quantum Electronics Vo.23 No.
.11(1987)p.1938-1946

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S 3/00-4/00