

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-217494
(P2001-217494A)

(43) 公開日 平成13年 8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 S 3/108

識別記号

F I
H 0 1 S 3/108

テ-マコト^{*}(参考)
5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(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)

特許法第30条第1項適用申請有り 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

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団
埼玉県川口市本町 4丁目 1番 8号

(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

愛知県名古屋市中区熱田区大宝 2-4-43 白鳥住宅 5-34

(74) 代理人 100089635

弁理士 清水 守

Fターム(参考) 5F072 AB09 AK06 HH05 HH07 KK30
QQ05 SS08

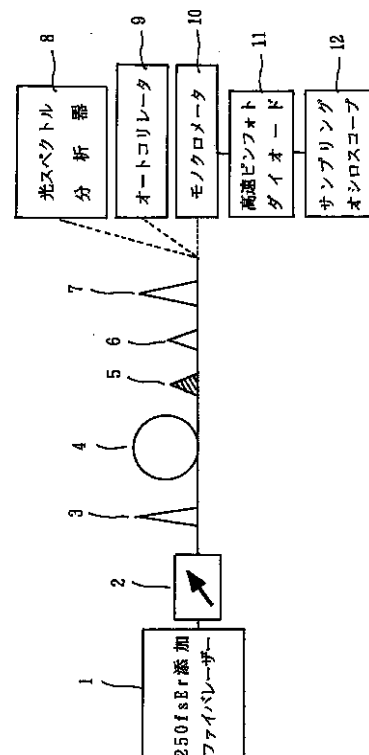
(54) 【発明の名称】 広帯域波長可変超短パルス光発生装置

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 フェムト秒ファイバレーザー 1 から出射される短パルス光は、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。

10



【特許請求の範囲】

【請求項1】(a)短パルス光源と、(b)該短パルス光源からの光の特性を調整する光特性調整器と、(c)該光特性調整器からの入射パルスが入射される、波長分散を調整した光ファイバとを備え、(d)長波長側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短パルス光発生装置において、前記波長分散の調整を零分散波長の近傍に調整することを特徴とする広帯域波長可変短パルス光発生装置。

【請求項3】(a)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短パルス光源と、(b)該短パルス光源からの光の特性を調整する光特性調整器と、(c)該光特性調整器からの入射パルスが入射される光ファイバとを備え、(d)長波長側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短パルス光発生装置。

【請求項4】(a)短パルス光源と、(b)該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短パルスを得る光特性調整器と、(c)該光特性調整器からの入射パルスが入射される光ファイバとを備え、(d)長波長側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短パルス光発生装置。

【請求項5】請求項1、3又は4記載の広帯域波長可変短パルス光発生装置において、前記短パルス光源は、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短パルス光発生装置。

【請求項6】請求項5記載の広帯域波長可変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や固体レーザ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、波長の変換範囲も数十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、通常的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。

10 【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〕広帯域波長可変短パルス光発生装置において、短パルス光源と、この短パルス光源からの光の特性を調整する光特性調整器と、この光特性調整器からの入射パルスが入射される、波長分散を調整した光ファイバとを備え、長波長側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。

20 【0008】〔2〕上記〔1〕記載の広帯域波長可変短パルス光発生装置において、前記波長分散の調整を零分散波長の近傍に調整することを特徴とする。

30 【0009】〔3〕広帯域波長可変短パルス光発生装置において、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短パルス光源と、この短パルス光源からの光の特性を調整する光特性調整器と、この光特性調整器からの入射パルスが入射される光ファイバとを備え、長波長側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。

40 【0010】〔4〕広帯域波長可変短パルス光発生装置において、短パルス光源と、この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短パルスを得る光特性調整器と、この光特性調整器からの入射パルスが入射される光ファイバとを備え、長波長側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。

50 【0011】〔5〕上記〔1〕、〔3〕又は〔4〕記載の広帯域波長可変短パルス光発生装置において、前記短パルス光源は、フェムト秒ファイバレーザであることを特徴とする。

【0012】〔6〕上記〔5〕記載の広帯域波長可変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

ーであることを特徴とする。

【0013】

【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。

【0014】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。

【0015】この図において、1は短パルス光源としてのフェムト秒ファイバレーザ(250フェムト秒Er添加ファイバレーザ)、2はフェムト秒ファイバレーザ1から出力される短パルス光の光強度調整器、3は1次ポンパルス、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。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。

【0016】図1に示すように、フェムト秒ファイバレーザ1から出射される短パルス光は、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。

【0017】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。

【0018】以下、本発明の特徴について説明する。

【0019】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。

【0020】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。

【0021】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。

【0022】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。

【0023】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。

【0024】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。

【0025】これらのスペクトルは、光ファイバへの入射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。

【0026】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。

【0027】図4から明らかなように、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。

【0028】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。

【0029】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。

【0030】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sech²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。

【0031】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。

【0032】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。

【0033】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。

【0034】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。

【0035】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。

【0036】(1)光ファイバの波長分散の大きさを制御する。

【0037】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。

【0038】(2)適切な波長の光源を用意する。

【0039】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。

【0040】(3)短パルス光源と、この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。

【0041】上記したことから明らかなように、本発明によれば、

(1)入射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。

【0042】(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。

【0043】(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。

【0044】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。

【0045】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。

【0046】

【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。

【0047】(A)入射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。

【0048】(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。

【0049】(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。

【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。

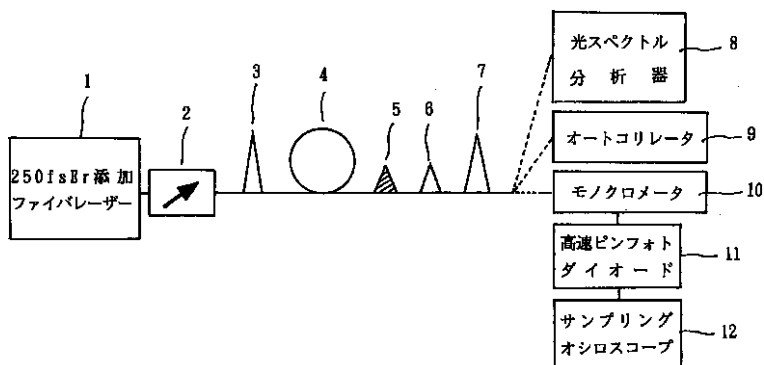
【図5】本発明の実施例を示すストークスパルスとアンチストークスパルスの自己相関波形を示す図である。

【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。

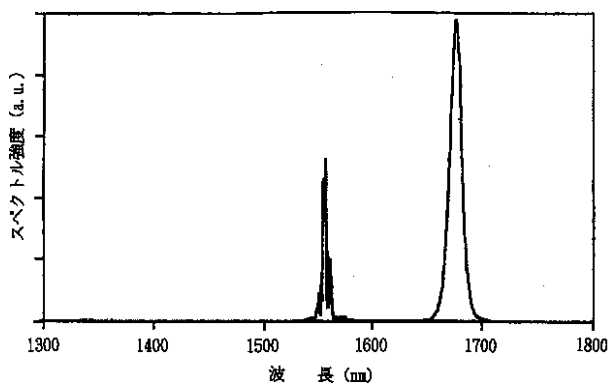
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | 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 |

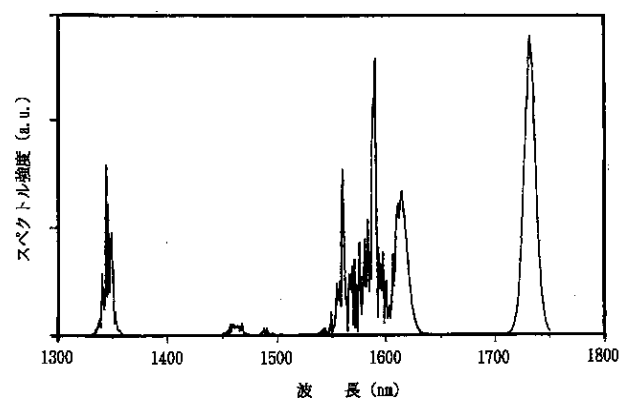
【図1】



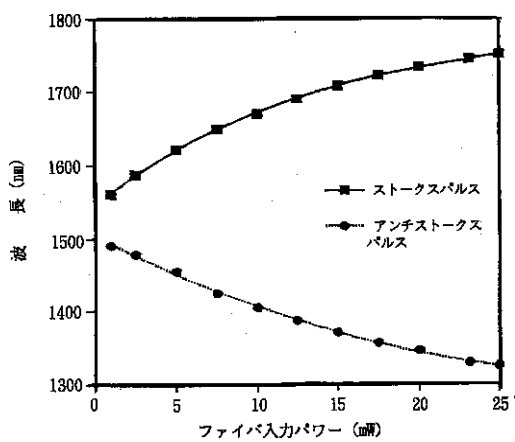
【図2】



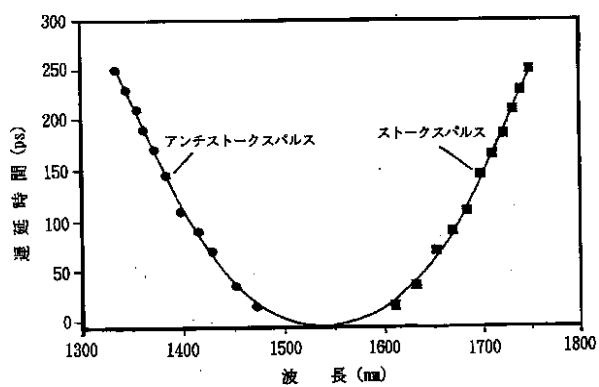
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

