

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3875127号**  
**(P3875127)**

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007. 1. 31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

<b>GO 1 N</b>	<b>21/27</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>GO 1 N</b>	<b>21/27</b>	<b>Z</b>
<b>GO 1 J</b>	<b>3/18</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>GO 1 J</b>	<b>3/18</b>	
<b>GO 1 J</b>	<b>3/45</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>GO 1 J</b>	<b>3/45</b>	
<b>GO 1 M</b>	<b>11/02</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>GO 1 M</b>	<b>11/02</b>	<b>J</b>
			<b>GO 1 M</b>	<b>11/02</b>	<b>K</b>

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-81393 (P2002-81393)  
 (22) 出願日 平成14年3月22日(2002. 3. 22)  
 (65) 公開番号 特開2003-279480 (P2003-279480A)  
 (43) 公開日 平成15年10月2日(2003. 10. 2)  
 審査請求日 平成16年7月20日(2004. 7. 20)

(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

(73) 特許権者 000000011  
 アイシン精機株式会社  
 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(74) 代理人 100093230  
 弁理士 西澤 利夫

(72) 発明者 小西 毅  
 大阪府吹田市山田丘2-1

(72) 発明者 一岡 芳樹  
 奈良県大和郡山市矢田町2-2

(72) 発明者 後藤 俊夫  
 愛知県日進市五色園3-2110

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法およびシングルショット過渡吸収計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物質における広い波長帯域にわたる超高速現象の過渡的な吸収変化をシングルショットで計測する方法であって、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを参照光とプローブ光に分岐してプローブ光を計測物質に照射・入力し、その計測物質の超高速状態変化により波長ごとに異なる過渡的な吸収の変化を受けた出力光を信号光パルスとして分散素子に入射し、次いでこの分散素子によって分散された信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行うことで周波数分布に時空間変換し、この周波数分布に対して時間-周波数変換フィルタによって空間周波数フィルタリングを行い、さらに得られた光波に対して再度一次元空間的にフーリエ変換を行うことにより二次元光波分布に逆時空間変換し、この二次元光波分布とはじめに分岐しておいた参照光からの光波との干渉分布を、信号光パルスの周波数分布の時間的变化を表す光スペクトログラムとして得ることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法。

【請求項2】

広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスが、ファイバーレーザーと光分岐器と複数の光ファイバーとを備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置によって発生されることを特徴とする請求項1に記載の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法。

【請求項3】

計測物質が光ファイバーであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法。

【請求項 4】

分散素子が回折格子であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法。

【請求項 5】

フーリエ変換が円筒レンズによって行われることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかの広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を行うシングルショット過渡吸収計測システムであって、

- 1) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置、
- 2) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを参照光とプローブ光に分岐する光分岐器、
- 3) プローブ光を信号光パルスとして入射し、分散させる分散素子、
- 4) 分散素子からの信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行い周波数分布に時空間変換する光学素子、
- 5) その周波数分布に対し、空間周波数フィルタリングを行う時間 - 周波数フィルタ、
- 6) さらに得られた光波に対して一次元空間的にフーリエ変換を行い二次元光波分布に逆時空間変換する光学素子、
- 7) その二次元光波分布とはじめに分岐しておいた参照光からの光波を干渉させる干渉装置、

を備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この出願の発明は、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法およびシングルショット過渡吸収計測システムに関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、これまで計測できなかった物質における広い波長帯域での超高速現象の同時計測を可能とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法およびシングルショット過渡吸収計測システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】

超高速現象の研究は、超高速デバイス開発、科学現象の発見・解明、光通信技術の発展など様々な分野で非常に重要な産業的意味を持つ。たとえば、光通信の分野においては、時間多重や波長多重などの方法による伝送容量の大容量化が進められており、信号の超高速化と光源の広帯域化が精力的に進められている。特に信号の超高速化に伴う光ファイバー伝播時に発生する非線形効果や、広帯域化に伴う分散の影響を広い帯域にわたって検討することが重要になってきており、とりわけ伝送信号光パルスの波長ごとの過渡的な変化は、伝送容量を決定する伝送信号の品質に関わる重要な問題となっており、この過渡的な変化を計測する方法が強く求められている。

【0003】

上記のような状況の中で、発明者等は、極短光パルスの持つ波長成分の過渡的な変化を表す光スペクトログラムのシングルショット計測を実現する方法として、特許公開 2000-88657 号の「極短光パルスの波形計測方法」を提案した。この極短光パルスの波形計測方法は、極短光パルスを回折格子などの分散素子に照射し、その出力光をフーリエ変

10

20

30

40

50

換することによって一次元周波数光分布に変換し、その一次元周波数光分布を時間 - 周波数変換フィルタを用いてフィルタリングし、さらに逆フーリエ変換して形成される時間周波数展開された超高速走査二次元分布の強度分布と、極短パルスレーザ光をコリメートして得られる参照波面とを空間的に干渉させて得られる干渉縞の強度分布から、極短光パルスの周波数分布の時間変化およびその振幅と位相を再生するというものである。この方法によって、従来の高調波発生法のように特殊で高価な非線形結晶を用いずに、信号の振幅情報のみならず位相情報を得ることが可能となった。

#### 【 0 0 0 4 】

また、極短光パルスを実現する方法としては様々な方法が提案されてはいたが、それら従来の方法では安定的に広い波長領域をカバーすることは極めて困難であった。しかしながら、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを発生する方法として、特許公開 2 0 0 0 - 2 5 8 8 0 9 号の「多波長パルス光生成システム」が提案され、この方法により、広範囲の波長領域をカバーする極短光パルスを発生させることが可能となった。また、この広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス光源は、励起光源の波長と光ファイバー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することが可能である。

#### 【 0 0 0 5 】

しかしながら一方で、近年の通信帯域のブロード化に伴い、非常に広い帯域と時間幅の狭い極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法が求められているにもかかわらず、これまで有効な方法が得られていないのが現状である。

#### 【 0 0 0 6 】

そこでこの出願の発明は、以上のとおりの事情に鑑みてなされたものであり、従来技術の問題点を解消し、これまで計測できなかった物質における広い波長帯域での超高速現象の同時計測を可能とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法およびシングルショット過渡吸収計測システムを提供することを課題としている。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【課題を解決するための手段】

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、まず第 1 には、物質における広い波長帯域にわたる超高速現象の過渡的な吸収変化をシングルショットで計測する方法であって、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを参照光とプローブ光に分岐してプローブ光を計測物質に照射・入力し、その計測物質の超高速状態変化により波長ごとに異なる過渡的な吸収の変化を受けた出力光を信号光パルスとして分散素子に入射し、次いでこの分散素子によって分散された信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行うことで周波数分布に時空間変換し、この周波数分布に対して時間 - 周波数変換フィルタによって空間周波数フィルタリングを行い、さらに得られた光波に対して再度一次元空間的にフーリエ変換を行うことにより二次元光波分布に逆時空間変換し、この二次元光波分布とはじめに分岐しておいた参照光からの光波との干渉分布を、信号光パルスの周波数分布の時間的变化を表す光スペクトログラムとして得ることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を提供する。

#### 【 0 0 0 8 】

第 2 には、この出願の発明は、第 1 の発明において、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスが、ファイバーレーザーと光分岐器と複数の光ファイバーとを備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置によって発生されることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を提供する。

#### 【 0 0 0 9 】

さらに、第 3 には、第 1 または 2 の発明において、計測物質が光ファイバーであることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を提供する。

#### 【 0 0 1 0 】

また、第4には、第1ないし3のいずれかの発明において、分散素子が回折格子であることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を提供する。

【0011】

第5には、第1ないし4のいずれかの発明において、フーリエ変換が円筒レンズによって行われることを特徴とする広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を提供する。

【0012】

第6には、請求項1ないし5のいずれかの広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を行うシングルショット過渡吸収計測システムであって、

- 1) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置、
- 2) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを参照光とプローブ光に分岐する光分岐器、
- 3) プローブ光を信号光パルスとして入射し、分散させる分散素子、
- 4) 分散素子からの信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行い周波数分布に時空間変換する光学素子、
- 5) その周波数分布に対し、空間周波数フィルタリングを行う時間-周波数フィルタ、
- 6) さらに得られた光波に対して一次元空間的にフーリエ変換を行い二次元光波分布に逆時空間変換する光学素子、
- 7) その二次元光波分布とはじめに分岐しておいた参照光からの光波を干渉させる干渉装置、

を備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測システムを提供する。

【0013】

【発明の実施の形態】

この出願の発明の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法は、物質における広い波長帯域にわたる超高速現象の過渡的な吸収変化をシングルショットで計測する方法である。具体的には、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを、ビームスプリッターなどの光分岐器を用いて参照光とプローブ光に分岐し、プローブ光を計測物質に照射・入力する。次いでその計測物質の超高速状態変化により波長ごとに異なる過渡的な吸収の変化を受けた出力光に空間的に適当な幅と適当な角度を持たせて信号光パルスとして分散素子に入射し、この分散素子上の入射位置の違いによって時間的な差異が生じて信号光パルスが分散される。その信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行うことで周波数分布に時空間変換し、この周波数分布に対して、鉛直方向に異なる波長が切り出されるような空間分布を持った時間-周波数変換フィルタにより空間周波数フィルタリングを行い、さらに得られた光波に対して再度一次元空間的にフーリエ変換を行うことにより鉛直方向に波長分布と水平方向に時間的な差異を持つ二次元光波分布に逆時空間変換する。この二次元光波分布とはじめに分岐した参照光からの光波との干渉分布を、信号光パルスの周波数分布の時間的な変化を表す光スペクトログラムとして得ることを特徴とするものである。

【0014】

この出願の発明の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法においては、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いるため、従来の方法のように広い帯域の計測を行うために複数の光源を用意する必要がなく、これまで困難であった広い帯域で同時に発生する超高速現象のシングルショット計測を実現することが可能となる。

【0015】

また、この出願の発明の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法は、上記のような時空間変換技術を用いて得られる空間並列性

10

20

30

40

50

を利用することによって、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスのプローブ光にも対応することができるのである。

【0016】

ここで上記広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスは、ファイバーレーザーと光分岐器と複数の光ファイバーとを備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置によって好適に発生させることができる。

【0017】

また計測物質としては、たとえば、光ファイバーが用いられ、光ファイバー以外には、現在研究が活発に行われている、多重量子井戸素子や有機非線形材料などの超高速光スイッチングデバイス、材料全般等が用いられる。また、分散素子としてたとえば回折格子を好適に用いることができ、またフーリエ変換は円筒レンズによって好適に行うことができる。もちろん、分散素子として回折格子以外の他の分散素子を用いることも可能であり、またフーリエ変換を行うものとして円筒レンズ以外の光学素子等を用いることもできる。また時間-周波数変換フィルタとしては、たとえば透過型フィルタが好適に用いられるが、位相型フィルタを用いることももちろん可能である。

10

【0018】

また、上記の広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法は、1) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置、2) 広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを参照光とプローブ光に分岐する光分岐器、3) プローブ光を信号光パルスとして入射し、分散させる分散素子、4) 分散素子からの信号光パルスに対して一次元空間的にフーリエ変換を行い周波数分布に時空間変換する光学素子、5) その周波数分布に対し、空間周波数フィルタリングを行う時間-周波数フィルタ、6) さらに得られた光波に対して一次元空間的にフーリエ変換を行い二次元光波分布に逆時空間変換する光学素子、7) その二次元光波分布とはじめに分岐しておいた参照光からの光波を干渉させる干渉装置を備えてなる広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測システムを用いて実施することができる。

20

【0019】

以下、添付した図面に沿って実施例を示し、この出願の発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。もちろん、この発明は以下の例に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能であることは言うまでもない。

30

【0020】

【実施例】

<実施例1>

図1は本発明による広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法を実施するためのシステムの構成を示すものである。この広帯域スーパーコンティニューム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測システム(1)では、広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス発生装置(2)からの広帯域スーパーコンティニューム極短光パルス(3)をビームスプリッター(4)により2つに分岐し、一方を参照光(5)とし、もう一方をプローブ光(6)としている。

【0021】

このプローブ光(6)を計測物質である光ファイバー(7)に照射・入力し、光ファイバー(7)の超高速状態変化により波長ごとに異なる過渡的な吸収の変化を受けて出力された信号光パルス(8)を極短光パルス波形計測システム(9)に入力する。

40

【0022】

極短光パルス波形計測システム(9)では、分散素子である回折格子(10)に信号光パルス(8)を入射し、回折格子(10)上の入射位置の違いによって時間的な差異が生じて分散された信号光パルス(8)に対して、円筒レンズ(11)によって一次元空間的にフーリエ変換を行うことにより、周波数分布(12)に時空間変換する。

【0023】

次に、この時空間変換された周波数分布(12)に対して、鉛直方向に異なる波長が切り

50

出されるような空間分布を持った透過型フィルタである時間 - 周波数変換フィルタ ( 1 3 ) によって空間周波数フィルタリングを行い、さらに再度、円筒レンズ ( 1 4 ) によって一次元空間的にフーリエ変換を行うことにより逆時空間変換して鉛直方向に波長分布と水平方向に時間的な差異を持つ二次元光波分布 ( 1 5 ) が得られる。

【 0 0 2 4 】

この二次元光波分布 ( 1 5 ) とはじめに分岐しておいた参照光 ( 5 ) からの光波とを干渉装置によって干渉させ、その干渉分布を信号光の周波数分布の時間的変化を表す光スペクトログラム ( 1 6 ) として得ることで、光ファイバーにおける広い波長帯域での超高速現象の過渡的な吸収変化を計測することができる。

【 0 0 2 5 】

【 発明の効果 】

以上詳しく説明したとおり、この出願の発明によって、従来の方法のように、広い帯域の極短光パルスの計測を行うために複数の光源を用意する必要がなく、これまで計測が困難であった広い帯域での超高速現象の同時計測を可能とする広帯域スーパーコンティニウム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法およびシングルショット過渡吸収計測システムが提供され、光通信分野において、信号の超高速化と、光源の広帯域化に貢献し、光通信分野の発展に大きく寄与することが期待される。

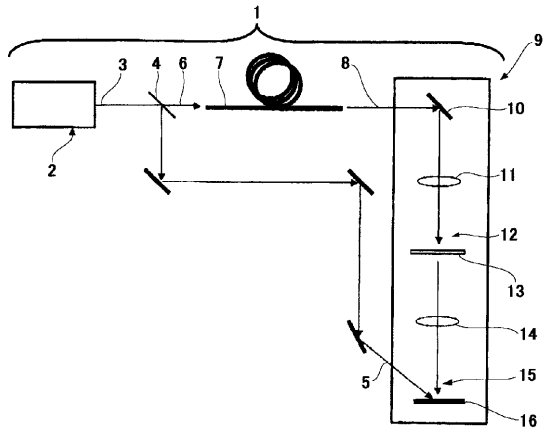
【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明の広帯域スーパーコンティニウム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測方法で使用する計測システムの一例の構成を例示した概念図である。

【 符号の説明 】

- 1 広帯域スーパーコンティニウム極短光パルスを用いたシングルショット過渡吸収計測システム
- 2 広帯域スーパーコンティニウム極短光パルス発生装置
- 3 広帯域スーパーコンティニウム極短光パルス
- 4 ビームスプリッタ -
- 5 参照光
- 6 プローブ光
- 7 光ファイバー
- 8 信号光パルス
- 9 極短光パルス波形計測システム
- 1 0 回折格子
- 1 1 円筒レンズ
- 1 2 周波数分布
- 1 3 時間 - 周波数変換フィルタ
- 1 4 円筒レンズ
- 1 5 二次元光波分布
- 1 6 光スペクトログラム

【 図 1 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 西澤 典彦  
愛知県名古屋市熱田区大宝2 - 4 - 43
- (72)発明者 廣住 知也  
愛知県刈谷市朝日町2 - 1

白鳥住宅5 - 34

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開2000 - 088657 (JP, A)  
特開平06 - 174592 (JP, A)  
特開平07 - 325015 (JP, A)  
特開2000 - 258809 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N21/11-21/61  
G01J11/00  
G01M11/02  
G02F1/35