

Title	変位型サニヤック干渉計を用いた超短パルスレーザーのパルス時間測定器
Sub Title	Pulse width measurement of ultrashort pulse lasers with a displaced Sagnac interferometer
Author	長谷川, 太郎(Hasegawa, Taro)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2020
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>超短パルスレーザーは、非線形光学現象の研究に使われるほか、分子の化学反応などの超高速現象を観測することにも使用されており、世界中で広く利用されている。その重要なパラメーターは、光エネルギーが集中している時間である「パルス幅」である。これが短いほど、非線形光学現象がよく起き、また、時間分解能が高くなる。パルス幅を測定する方法として、「自己相関法」がよく用いられる。自己相関測定では、測定する光を2つに分け、それをわずかな光路差をつけて再び2つの光を合わせる(干渉計)。光路差を変化させたときに、2つの光の間の干渉が変化する様子からパルス時間を測定できる。従来よく用いられている干渉計はマイケルソン干渉計である。マイケルソン干渉計では2つの光路の距離が揺らぎ、きれいな干渉を長時間にわたって観測することが難しい。そのため、参照用のレーザーを別途用意する必要がある。本研究では、変位型サニヤック干渉計を用いることを試みた。変位型サニヤック干渉計は2つの光路を構成しているミラーなどが共通であり、光路差の変化がほとんどない特徴がある。このため、干渉がよい精度で観測される。一方で、光路差を大きくとることが難しい、という難点がある。本研究では、2枚のガラスプレートをわずかに回転させることで光路差を変化させる。この結果、測定された自己相関では、参照用レーザーがなくても、光の位相構造をきわめて明確に、かつ長時間にわたって安定に観測することができた。現在のセットアップでは光路差を1.5 mm程度まで取れるが、数cm程度にまで長くできれば、今後はフーリエ変換赤外分光法への応用も可能になると期待される。</p> <p>Ultrashort pulse lasers are used for studying nonlinear optical phenomena and also for observing ultrafast phenomena such as chemical reactions of molecules, and are widely used worldwide. One of the most important parameters is the "pulse width", which is the time during which light energy is concentrated. For shorter pulse width, nonlinear optical phenomena become remarkable, and higher time resolution is possible. To estimate a pulse width, "autocorrelation" measurement is used. In the autocorrelation measurement, light to be measured is divided into two, and the two lights are combined again after a slight optical path difference is given (interferometer). When the optical path difference is swept, the pulse time can be measured from the interference fringes between the two light beams. Conventionally, Michelson interferometers are used for autocorrelation measurement. With the Michelson interferometer, the distance between two optical paths fluctuates, making it difficult to observe clear interference over a long period of time. Therefore, it is necessary to prepare a reference laser for path difference reference. In this study, we tried to use a displaced Sagnac interferometer. The displaced Sagnac interferometer consists of common mirrors for the two optical paths, and hence the optical path difference is robust against environmental fluctuations. Therefore, interference is observed clearly. On the other hand, it is difficult to make the optical path difference large. In this study, the optical path difference is changed by slightly rotating two glass plates. As a result, the phase structure of light is observed very clearly and is stable for a long time without the use of the reference laser. In the current setup, the optical path difference is up to about 1.5 mm, but if it can be extended to about a few cm, application to Fourier transform infrared spectroscopy will be possible in the future.</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2019000007-20190113

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	専任講師	補助額	200 (B) 千円
	氏名	長谷川 太郎	氏名（英語）	Taro Hasegawa		

研究課題（日本語）

変位型サニヤック干渉計を用いた超短パルスレーザーのパルス時間測定器

研究課題（英訳）

Pulse width measurement of ultrashort pulse lasers with a displaced Sagnac interferometer

1. 研究成果実績の概要

超短パルスレーザーは、非線形光学現象の研究に使われるほか、分子の化学反応などの超高速現象を観測することにも使用されており、世界中で広く利用されている。その重要なパラメーターは、光エネルギーが集中している時間である「パルス幅」である。これが短いほど、非線形光学現象がよく起き、また、時間分解能が高くなる。パルス幅を測定する方法として、「自己相関法」がよく用いられる。自己相関測定では、測定する光を2つに分け、それをわずかな光路差をつけて再び2つの光を合わせる（干渉計）。光路差を変化させたときに、2つの光の間の干渉が変化する様子からパルス時間を測定できる。従来よく用いられている干渉計はマイケルソン干渉計である。マイケルソン干渉計では2つの光路の距離が揺らぎ、きれいな干渉を長時間にわたって観測することが難しい。そのため、参照用のレーザーを別途用意する必要がある。本研究では、変位型サニヤック干渉計を用いることを試みた。変位型サニヤック干渉計は2つの光路を構成しているミラーなどが共通であり、光路差の変化がほとんどない特徴がある。このため、干渉がよい精度で観測される。一方で、光路差を大きくとることが難しい、という難点がある。本研究では、2枚のガラスプレートをわずかに回転させることで光路差を変化させる。この結果、測定された自己相関では、参照用レーザーがなくても、光の位相構造をきわめて明確に、かつ長時間にわたって安定に観測することができた。現在のセットアップでは光路差を1.5 mm程度まで取れるが、数cm程度にまで長くできれば、今後はフーリエ変換赤外分光法への応用も可能になると期待される。

2. 研究成果実績の概要（英訳）

Ultrashort pulse lasers are used for studying nonlinear optical phenomena and also for observing ultrafast phenomena such as chemical reactions of molecules, and are widely used worldwide. One of the most important parameters is the "pulse width", which is the time during which light energy is concentrated. For shorter pulse width, nonlinear optical phenomena become remarkable, and higher time resolution is possible. To estimate a pulse width, "autocorrelation" measurement is used. In the autocorrelation measurement, light to be measured is divided into two, and the two lights are combined again after a slight optical path difference is given (interferometer). When the optical path difference is swept, the pulse time can be measured from the interference fringes between the two light beams. Conventionally, Michelson interferometers are used for autocorrelation measurement. With the Michelson interferometer, the distance between two optical paths fluctuates, making it difficult to observe clear interference over a long period of time. Therefore, it is necessary to prepare a reference laser for path difference reference. In this study, we tried to use a displaced Sagnac interferometer. The displaced Sagnac interferometer consists of common mirrors for the two optical paths, and hence the optical path difference is robust against environmental fluctuations. Therefore, interference is observed clearly. On the other hand, it is difficult to make the optical path difference large. In this study, the optical path difference is changed by slightly rotating two glass plates. As a result, the phase structure of light is observed very clearly and is stable for a long time without the use of the reference laser. In the current setup, the optical path difference is up to about 1.5 mm, but if it can be extended to about a few cm, application to Fourier transform infrared spectroscopy will be possible in the future.

3. 本研究課題に関する発表

発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)