

【基盤研究(S)】

大区分C



研究課題名 オムニポテントファイバレーザをコアとするデジタルフロンティア光計測の研究

東京大学・先端科学技術研究センター・教授

やました しんじ
山下 真司

研究課題番号：18H05238 研究者番号：40239968

キーワード：センシングデバイス、信号情報処理

【研究の背景・目的】

サイバー空間とフィジカル空間が様々な形で相互に影響し合い、そこから新たな産業やサービスが生まれる社会は超スマート社会あるいは Society 5.0 と呼ばれている。そこでサイバー空間とフィジカル空間を繋ぐものとしてセンシング技術が重要である。

本研究では、デジタル的な特徴と高い機能をもつ万能レーザを意味するオムニポテントレーザをファイバレーザで実現し、これとデジタルコヒーレント信号処理技術とを融合させることで、サイバー空間とフィジカル空間とをつなぐ革新的なデジタルフロンティア光計測の実現を目指す(図1)。

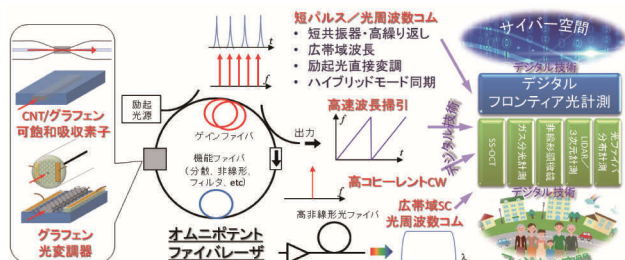


図1 オムニポテントファイバレーザをコアとしたデジタルフロンティア光計測

【研究の方法】

本研究は、研究代表者が進めてきた2つのオリジナル技術を基盤とする。その第一はカーボンナノチューブ(CNT)およびグラフェンを用いた受動モード同期ファイバレーザである。CNT・グラフェンは超高速・超小型で低コストな受動モード同期素子で、光ファイバ・導波路との相性が良いためファイバレーザに適しており、また広い波長帯域で使用できるという特長がある。オリジナル技術の第二は分散チューニング能動モード同期ファイバレーザで、これは能動モード同期と波長分散を利用して波長の掃引を可能にするものである。光フィルタが不要でその速度・帯域に制限されず、ゲインと分散さえあればどんな波長でも実現が可能という特長をもつ。

この2つのオリジナル技術をベースとして研究を進めてきたのが図1に示すオムニポテントファイバレーザで、受動/能動モード同期技術を利用し、高強度な短パルスのみならず、分散や非線形などの機能ファイバの活用により、高繰り返し・広波長帯域・高速波長掃引など、デジタル的な特徴と高い機能をもつファイバレーザを意味する。同様の機能を実現

できる類似技術は存在するが、我々の提案するオムニポテントファイバレーザはレーザのもつ多彩な機能をモード同期という単一の技術により引き出せるという特長を持っており、コスト・安定性・動作速度などの多くの面で優位にあると考えている。

オムニポテントファイバレーザを用いた光計測として本研究で提案しているのがデジタルフロンティア光計測である。従来のアナログ光計測ではレーザ光で空間光学系による干渉などを利用して被測定物の計測を行い、受光後は振幅情報のみをアナログ信号処理により取り出していた。これに対してデジタルフロンティア光計測では、オムニポテントレーザ光を空間光学系だけでなく光ファイバや光導波路などを介してフィジカル空間の計測を行い、デジタルコヒーレント受信により振幅と位相情報の両方をデジタル化して信号処理する。得られた信号は圧縮センシングや深層学習などのさらに高度な信号処理を施し、サイバー空間とフィジカル空間との橋渡しを行う。このようにデジタルフロンティア光計測はオムニポテントファイバレーザとデジタル信号処理技術をフルに利活用した革新的な光計測技術である。

【期待される成果と意義】

このデジタルフロンティア光計測技術を図1にあげてあるような様々なセンシング技術、光コヒーレントモグラフィ(OCT)、ガス分光計測、非線形顕微鏡、LIDAR/3次元計測、光ファイバ分布計測などに応用することで、安全・安心な超スマート社会の実現に資することが期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Yamashita, A. Martinez, and B. Xu, "Short pulse fiber lasers mode-locked by carbon nanotube and graphene (Invited)," *Optical Fiber Technology*, vol.20, no.6, pp.702-713, Dec. 2014.
- S. Yamashita, "Dispersion-tuned swept lasers for optical coherence tomography (Invited)," *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, vol.24, no.3, 6800109, May 2018.

【研究期間と研究経費】

平成30年度～34年度
144,800千円

【ホームページ等】

<http://www.cntp.t.u-tokyo.ac.jp>