

2つのレーザを1つに:「陰陽」中赤外レーザは2つの同期チャンネルを持つ

ファイバレーザは、高集積設計により、結果的にコンパクトなサイズ、低コスト、環境暴露に対する優れた堅牢性が実現されているために、他のレーザタイプに対し次第に優位性が高くなっている。2 μm および他の中赤外 (mid-IR) 波長でファイバレーザのパルス動作は、様々なアプリケーションにとって魅力的である。アプリケーションとしては、ライダ、分子研究、光通信、環境監視、医療診断、手術応用がある。

英アストン大と中国・上海大の研究者たちは、先頃、アイソレータなしの「陰陽」構成で改良型リングファイバレーザを実証した⁽¹⁾。

陰陽

中赤外領域で動作する光アイソレータのような光コンポーネントは高価であり、製造が複雑である。しかし、陰陽構成と単層カーボンナノチューブ (SWCNT) 可飽和吸収体を使った代替設計は、従来のファイバレーザの基本的限界を克服し、高出力とパルスエネルギーのさらなる拡張を可能にしている。

そのレーザは、利得媒体としてトリウム添加ファイバを使用する (図1)。2つの標準的な溶融カプラが、融着接合されると、ハイブリッド非線形ループミラーが形成される。カーボンナノチューブ (CNT) ポリマ複合体を可飽和吸収体として組込むと、レーザはQスイッチ型の動作が可能になり、最大出力197mW、パルスエネルギー1.7 μJ でサブマイクロ秒のパルスを生成する。研究者たちは、CNTポリマ (ファイバフェルル間に挟み込まれている) を組み込んだトリウム添加

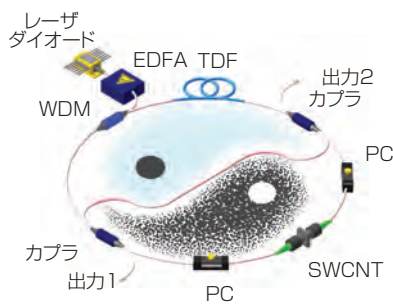


図1 陰陽キャビティ構成に組み込まれたファイバレーザは、高濃度トリウム添加ファイバ (TDF)、偏波コントローラ (PC)、1550/2000nm 波長分割多重器 (WDM)、2つの光コネクタに挟まれた単層カーボンナノチューブ (SWCNT) 可飽和吸収体、可変結合比の2つの出力カプラ、それにエルビウムドープファイバ増幅器 (EDFA) で増幅して最高励起パワー1.2Wとなる1550nm ファブリペロレーザダイオードが含まれる (画像提供:アストン大)。

ファイバレーザQスイッチでは、これが今までの最高パワーであると語っている。

ポリマ組込みCNT可飽和吸収体のアプリケーションは、当初ファイバレーザデザインに害を及ぼすと考えられていた。光フィールドの最強中央部と相互作用する時に、その熱損傷閾値が低いためである。しかし、レーザセットアップは、非線形ループミラーが非線形光学カー効果に基づく追加の可飽和吸収体として機能するように構成されているため、ハイパワーでのパルス動作が安定になった。

陰陽キャビティは、2つの結合された非線形ファイバーループミラーで構成されており、そこでは一方のファイバーループが第2のファイバーループに対してフィードバック機構として働く。実験では、研究者は非線形ミラーを構成する一連のファイバカプラを使用した。結合比を変えてキャビティ内のトータルパ

ワー分布を直接変え、利得とパルスの動的挙動を修正する。結果として、そのデザインにより動作方向をあらかじめ定義しておくことができるようになっている。適切な結合比に調整することで、自己保持レーザ伝搬が単一方向に起こる。これは、中赤外領域の高コスト光アイソレータデバイスの必要性を効果的に排除する。さらに、その陰陽構成は、光アイソレータが複雑で高価な他の波長にも容易に拡張される。

調整可能結合比の別の価値は、その設計で2つの同期出力が得られることである。基本的に2方向間で切替えることにより、1個のレーザが同時に2つの異なるフェムト秒レーザとして動作する。研究者は、標準ファイバカプラを可変カプラに置き換えることで、2つの出力からの出力比を連続的にチューニングできると予測している。

「われわれの技術はイメージングやセンシングアプリケーションに適用可能である。それにより2つの異なる計測を同時に行えると、計測システム全体のコストが大幅に下がる」とアストン大のマリー S. キュリーフェロー、マリア・チェルニシュヴァ氏 (Maria Chernysheva) は言う。「要するに、提案した陰陽新レーザはコスト効果の優れたデザインであるだけでなく、もっと重要な点は、優れた可変性、光ビーム品質の向上、パワー拡張性が容易になった強化版多機能レーザ機能を実現していることである」。

(Gail Overton)

参考文献

- (1) M. Chernysheva et al., Sci. Rep., 6, 24220 (Apr. 11, 2016).