

# ガラス製マイクロ層による 全ファイバ周波数ダブラーが開発中

カナダのカールトン大 (Carleton University) 電子工学科のジャック・アルベール教授 (Jacques Albert) は、カナダ自然科学工学研究会議 (NSERC) の戦略的計画助成金として46万2000ドルを獲得した。光ファイバをベースにした、光の周波数変換、非線形光学演算の新技术を開発するためである。

目的は、交互構造ゲルマニウム (Ge) ドープ層のような周期的に分極する放射状構造をもつ、シリカベースのファイバを作り出すことである。これにより、ファイバは第二次高周波発生 (SHG) を高効率で起こすことができる。このようなデバイスがファイバレーザと組み合わせると、全ファイバ可視レーザ源として利用できるとされている。バルク光学に基づいたSHGシステムは巨大なサイズや複雑さをもつが、それも解消されるとみられている。

アルベール教授と彼の共同研究者は、周期的に分極するシリカのマイクロ構造、あるいはナノ構造を開発するための実験を、すでに多く行っている。過去4年間、平坦基板に交互ドーパント配列層からなる分極処理したシリカ構造をデザイン、製作し、そのパフォーマンスを測定してきた。事例の一つ挙げると、Geドープしたものとドープしないものとを交互に配置し、75nm層のシリカを重ねて3 $\mu$ mの厚さにしたものは、層状にしなかったサンプルの200倍の強さのSHGを発生させた。広く使われているニオブ酸リチウムと同等の光学非線形性をもつ構造である。

カールトン大のグループは、この技術を活用し、平坦フィルムを作るとい

うよりも、周期的に分極するシリカファイバとなる、放射状層のフィルムを生み出すことを目指している。そのようなファイバがあれば、容易にファイバレーザと組み合わせることができる。これにより、アルベール教授の言う「近代のファイバレーザの進化における、次の論理的なステップ」が導かれるという。

## インタフェースにおける分極

このプロジェクトには、カナダのラヴァル大 (Université Laval) のレーザ光学・フォトニクスセンター (COPL) とカールトン大のメンバーが参加している。特殊ファイバを製造する、カナダのコアクティブ社 (CorActive) もグループに参加する予定であり、ファイバレーザに組み込まれるダブラーファイバの試作品を作る。典型的なファイバレーザのモード品質の確立が目的だ。

「分極の分野は、1990年代後半にガラスベースのダブラーと電気光学のモジュレーターに期待できるとして一時的に盛り上がって以来、10年ほど目立った動きはなかった」とアルベール教授は述べる。「分極処理したガラスの非線形性効率は、ほとんどのアプリケーションで活用するには小さすぎると多くのグループが証明し、失敗に終わった」

しかし、アルベール教授が議長を務めた2003年の米国光学会 (OSA) のブラッグ・グレーティング、感光性、分極における会議で、米ニューメキシコ大 (University of New Mexico) のステ

ーブ・ブルック氏 (Steve Brueck) が、ある発表を行った。その発表のなかで、基板におけるひとつの堆積フィルムにおける分極層の厚さを測定する方法は、測定解像度の向上と分極層の薄膜化という意味では常に「未解決である」とブルック氏は述べた。そして、大量のフィルムではなく、インタフェースで起きる作用について指摘した。

アルベール教授はこれに感銘を受け、ガラス製の人工結晶を作るために層の積み重ねについて考えるようになった。「実現には数年を費やしたが、驚くほどうまくいった」と彼は話す。「現在は、ファイバ型を作り、使える (過度なロスがない非線形性をもたせる) ことを目標にしている」と彼は付け加える。「純粋なシリカと弱いゲルマニウム分極を使うことができれば、望みはある」。

プロジェクトには4つのステップがある。最初に、多層の周期的な分極をテストする工程の見直し、最適化であり、まずはニオブ酸リチウムのサンプルでキャリブレーションする。次に、プラズマ化学気相堆積法 (PECVD) と低圧化学気相堆積法 (LPCVD) の両方を使った多層構造の開発、最適化を行う。さらに、多層のコアファイバのデザイン、開発、製造、試験と続く。最後に、周波数ダブラーの試作品を作り、1.06 $\mu$ mの放射ファイバレーザとつなぎ合わせる。そこでは、熱やファイバレーザの光などに対する耐久性をテストする。最終目標は、全ファイバ方式で緑色の光を放射させることだ。

(John Wallace) LFWJ