

液体充填分散フラットフォトニック結晶ファイバーの設計

Design of liquid-filled photonic crystal fibers with flat dispersion

光システム学科 唐澤 直樹 (Naoki KARASAWA)

A photonic crystal fiber (PCF) is an optical fiber that has air holes in its cross section. The diameter and the pitch of air holes can be selected to control the group velocity dispersion (GVD) and it is advantageous to have nearly zero and flat GVD at 800 nm to generate supercontinuum using a Ti:sapphire laser. In this study, water is used to fill air holes selectively in a PCF and it is shown that by filling two or three air holes surrounding a core, it is possible to obtain PCFs with flatter GVDs than a PCF without water.

フォトニック結晶ファイバー (PCF) は断面に空孔が規則的に配列された光ファイバーであり、超短光パルスを入射することにより超広帯域光波を発生させることが可能である。PCF においてコアに対応する部分は意図的に空孔が形成されておらず、光波はこの石英ガラスの領域に閉じ込められて伝搬する。その周りの領域では空孔が存在するため実効的屈折率が低下しており、これがクラッドに対応している。PCF の空孔の直径 (d) と間隔 (Λ) は設計によって様々な値をとることができ、群速度分散 (GVD) を制御することが可能である。これにより従来の光ファイバーでは不可能であった可視光領域での異常分散の実現や分散特性のフラット化が行われている。特にチタンサファイアレーザーの中心波長である 800 nm で分散をほぼ零にし、その特性をなるべくフラットにすることが超広帯域光波の発生に有利である。

従来分散フラットな PCF は空孔直径や間隔を最適化することにより設計されていた。本研究ではクラッドに対応する領域の空孔に選択的に液体を充填することにより分散がフラットになる波長領域をさらに広帯域化することを試みた。このとき分散特性の計算は様々な構造で実効屈折率を正確に計算できるマルチポール法を用いた。液体としては取扱いの容易な水を考慮し、充填する空孔の位置も様々な場合を考慮し、分散が波長 800 nm でほぼ零になり、なるべくフラットになるように構造を最適化した。Fig 1 (a) に本研究で得られた最適構造を示す。このとき液体を充填する空孔としてはコアに隣接した 2 つあるいは 3 つの空孔を選択した場合に良い結果が得られることがわかった。Fig 1 (b) にこれらの構造における群速度分散を示す。ここで 2 つの空孔に水を充填した場合の水平偏光の場合、及び 3 つの空孔に水を充填した場合に、従来の液体を充填しない場合の最適化構造よりも広帯域の分散フラット化が得られていることがわかる。

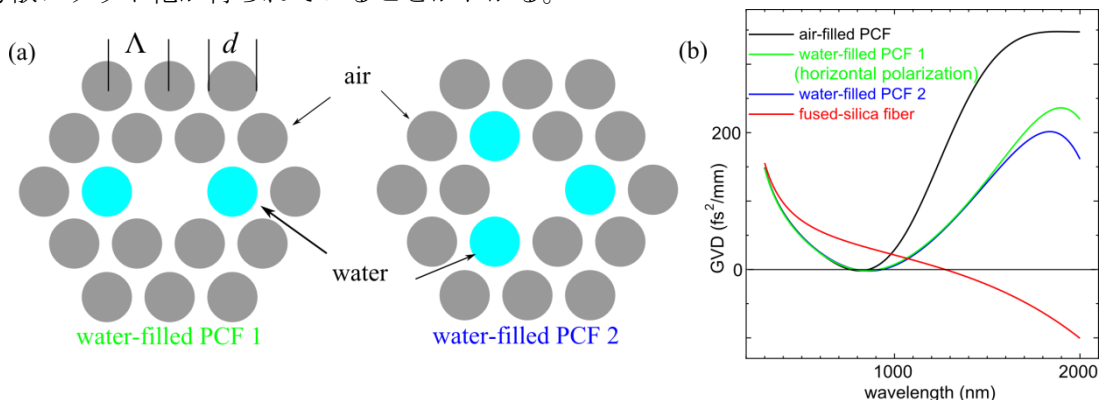


Fig 1 (a) Cross sections of water-filled PCFs with flat GVDs. (b) GVD versus wavelength for structures shown in (a) compared with air-filled PCF ($d=0.9 \mu\text{m}$, $\Lambda=0.54 \mu\text{m}$) and a fused silica fiber.