

## テラヘルツ波ガス分光分析のための ポリマー膜装荷中空光ファイバガスセル

### Hollow-optical fiber gas cell loaded with polymer film for THz gas spectroscopy

東北大工<sup>1</sup>, 東北大医工<sup>2</sup> ○(M2)鈴木 貴敬<sup>1</sup>, 片桐 崇史<sup>1</sup>, 松浦 祐司<sup>2</sup>

Tohoku Univ., Graduate School of Engineering<sup>1</sup>, Graduate School of Biomedical Engineering<sup>2</sup>

○Takahiro Suzuki<sup>1</sup>, Takashi Katagiri<sup>1</sup>, Yuji Matsuura<sup>2</sup>

E-mail: takahiro.suzuki.q7@dc.tohoku.ac.jp

#### 1. はじめに

THz 帯は、気体分子の吸収スペクトルが多く存在する周波数領域であり、近年、THz 波によるガス分析が注目されている。THz 波は、可視光や赤外光と比較して空気中の物質による散乱が少ないため、より高感度な分析が可能となる。さらに、中空光ファイバをガスセルとして用いれば、長光路かつ微量容量ガスセルを実現することができ、更なる高感度化が期待される。しかしこれまで、中空光ファイバ内面には銀薄膜のみが形成されていた<sup>[1]</sup>ため、サンプルガスとの反応による酸化や劣化のおそれがあった。そこで、その表面に適切な膜厚を有するポリマー層を付加することで銀膜の保護を行うと同時に、光の干渉効果を用いて特定の波長域における低損失化が可能である。本報告では、ポリマー膜を内装した中空光ファイバを製作し、それを用いてガス分光分析を行った結果を報告する。

#### 2. ポリマー内装中空光ファイバの製作

図 1 にポリマー内装中空光ファイバの製作法を示す。まず、ポリエチレンプリフォームを加熱軟化させ、延伸することで薄膜チューブを製作する。今回は、1.2 THz 付近で低損失な特性が得られるよう、ポリマーの膜厚を 33  $\mu\text{m}$  とした。次に、薄膜チューブの表面にスパッタリング法を用いて銀薄膜を生成した。製作したファイバは、内径 2 mm、長さ 30 cm となった。図 2 に、製作したポリマー装荷中空光ファイバの伝送損失スペクトルを示す。製作したファイバは、目的周波数である 1.2 THz 付近において低損失な特性が得られ、ポリマー層における光の干渉効果を確認することができた。また、その伝送損失は、図に併せて示した反射膜が銀の中空光ファイバと同程度となった。

#### 3. 中空光ファイバガスセルを用いた THz-TDS ガス分析

製作した中空光ファイバを用いて、THz 時間領域分光法 (TDS) により、ガス分析を行った。測定系を図 3 に示す。エミッタとなる光伝導アンテナから発生した THz パルスは焦点距離 10 cm の樹脂レンズで集光され、ファイバを伝搬後、検出器に入射する。ガスセルとして用いた中空光ファイバの入射端に、図中に示すような入射端をポリエチレンフィルムで封止したスリーブを装着し、そこに設けたノズルからサンプルガスを導入した。図 4 は、濃度 85% および 8.5% のアンモニアの吸収スペクトルである。なお、スペクトル測定時のバックグラウンドとしては、 $\text{N}_2$  ガスを満たした状態で測定したスペクトルを用いた。1.2 THz 付近に回転準位スペクトルを伴うアンモニアの吸収ピークが確認でき、その位置は文献と一致した。また、濃度 8.5% でも充分な SN 比が得られ、さらに低濃度のもも検出可能と思われる。今後は長尺なファイバを用いた低濃度ガスの定量分析を試みる予定である。

#### 参考文献

[1] K. Ito, et al., J. Opt. Soc. Am. B **34**, 60 (2017).

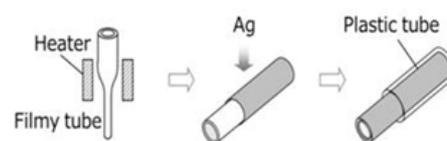


Fig. 1 Fabrication method of fibers

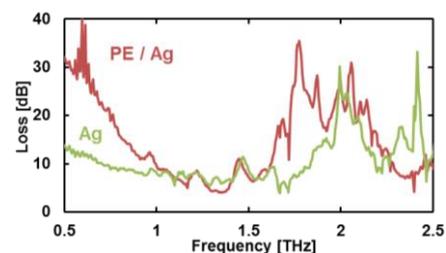


Fig. 2 Measured loss spectra of hollow optical fibers

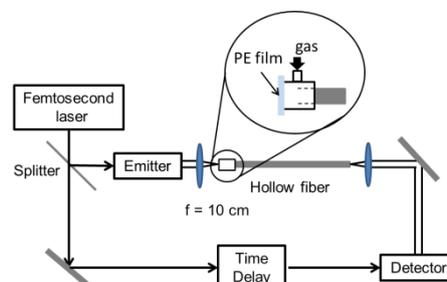


Fig. 3 Schematic of THz-TDS gas-spectroscopy system

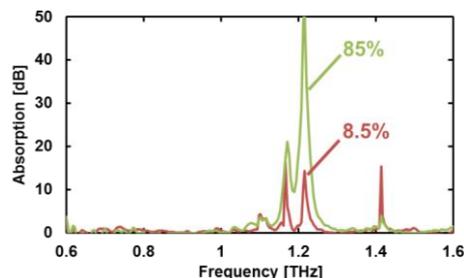


Fig. 4 Absorption spectra of  $\text{NH}_3$  gas