

CVD法による赤外リモートセンシング用中空ファイバの製作

東北大学大学院工学研究科
松浦 祐司

1. はじめに

中赤外に発振波長を持つ高出力レーザー光は、金属加工分野や医療分野において様々な応用が期待されている。そのレーザー光を低損失かつフレキシブルに伝送する媒体の一つとして、図1に示すような、金属チューブ内に誘電体を内装した、誘電体内装金属中空ファイバが提案されている。

本研究では高出力レーザー光を伝送する際の耐パワー性を高めるため、MOCVD法を用いて、ガラスキャピラリの内面に金属酸化物薄膜を生成することにより、低損失中空ファイバを製作することについて検討した。

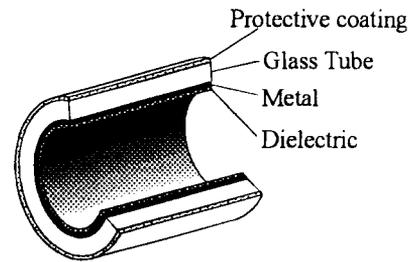


図1. 誘電体内装金属中空ファイバの

2. 製作方法

図2に中空ファイバ製作装置の概要を示す。金属酸化物を生成するための有機金属材料としては、毒性がないこと、また反応系が比較的低温であるアセチルアセトナート系金属化合物を用いた。また、酸化物としては中赤外域で吸収が少ないこと、前駆体であるアセチルアセトナート系金属化合物が比較的手に入りやすいことの2つを考慮に入れ、酸化クロム、酸化ジルコニウム、酸化銅の3種を選択した。

まず金属チューブとしてガラスキャピラリチューブ内面に銀鏡反応により銀を成膜した銀チューブを用意し、その内面に誘電体成膜を行う。まず、ヒータ1を130-140°C程度に加熱し、前駆体であるアセチルアセトナート系金属化合物を気化させる。その蒸気とArキャリアガスと水蒸気とともに銀チューブ内へ吹き込みながら、ヒータ2を用いて210-240°C程度に加熱することによりファイバ内面に金属酸化物を生成する。

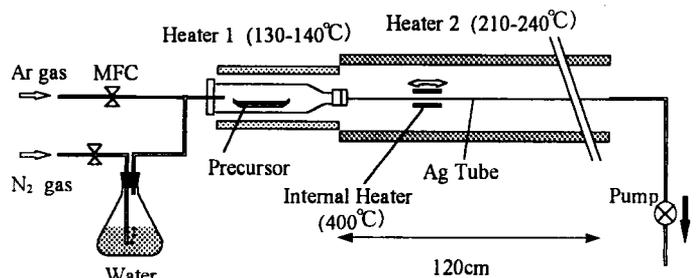


図2. 中空ファイバ製作用MOCVD装置

3. 金属酸化物内装銀中空ファイバの伝送特性

金属酸化物として酸化クロム、酸化銅、酸化ジルコニウムの3種類を選択して、中空ファイバの試作を行った結果、波長10.6 μm のCO₂レーザーを伝送するための中空ファイバとしては、酸化銅を内装したファイバが最も優れた特性を示すことが明らかになった。図3にはCu₂O/Agファイバの損失波長特性を、銀チューブと比較して示す。波長15.5 μm におけるピークはCu₂Oの分子共鳴吸収によるものであり、Cu₂O膜が成膜されていることを示している。また、波長7 μm 以下に見られる損失の増大は、熱分解の際にCu₂Oの他にCuOが生成し、それが堆積しているためと考えられる。しかし、波長7-14 μm において低損失となっている。

出力10 W (CW)のCO₂レーザーを長さ75cmのCu₂O中空ファイバに入射して伝送実験を行った結果、Cu₂O/Agファイバの伝送損失は2.3dB/mとなり、銀チューブの損失(5dB/m)の半分以下という低い値が得られ、CO₂レーザー光の低損失な伝送が可能であることを確認した。

6. まとめ

MOCVD法を採用し、金属酸化物を銀チューブ内面に成膜することにより、中空ファイバの製作を行った。その結果、Cu₂O/AgファイバがCO₂レーザーの伝送に応用が可能であることを確認した。最近では、ここで開発したMOCVD法によるファイバ製作手法をアルミニウム薄膜の形成に応用し、エキシマレーザーなどの紫外光の伝送が可能な中空ファイバの開発にも成功している。

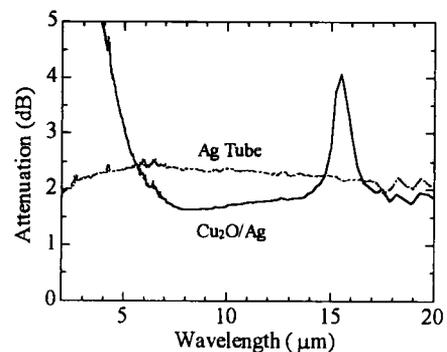


図3. Cu₂O/Agファイバの損失波長特性(内径700 $\mu\text{m}\phi$ 、長さ15cm)