

赤外線透過用カルコゲナイド ガラスファイバー

非酸化物ガラス研究開発(株) 山岸 隆司

Chalcogenide glass fiber for infrared transmission

Takashi Yamagishi

Non-Oxide Glass Research &
Development Co., Ltd.

1. はじめに

昭和61年にカルコゲナイドガラスを利用した赤外線透過用ファイバーおよび書替え可能型光メモリーの研究を目的とする研究会社(非酸化物ガラス研究開発(株)一略称NOG)が政府(基盤技術研究促進センター), HOYA(株), 日本板硝子(株)の共同出資により設立された。現在, 小田原市郊外にある同社の共同研究施設に両親会社から派遣された専任研究員8名が常駐し, 研究活動に従事している。NOGのファイバー研究では, 炭酸ガスレーザー光(波長 $10.6\mu\text{m}$)を低損失に透過するファイバーの開発を目標としている。本稿では, NOGにおけるガラス材料, 原料精製, ファイバー製作技術等に関する研究の概況を報告する。

2. ファイバー用ガラス材料

カルコゲナイドガラスとは, 周期律表6B族元素S, Se, Te(カルコゲン元素)を主成分とするガラスの総称であり, 古くから優れた赤外線透過性材料として知られている。このガラス材料の透過域を長波長側に広げるには, 構成元素として質量の大きい元素を用いればよいことは, 理論的に予測される。従って, カルコゲン元素としてTeを主体とするガラスを選ぶ必要がある。ところが, Teを増すとガラスの熱安定性(結晶化耐性)が低下する。赤外透過性と熱安定性を両立させるには, Teを50at%程度含むGeAsSeTe系¹⁾やGeSeTe系²⁾が適することを見いだした。ところ

で, 波長 $10\mu\text{m}$ 付近の透過性能に影響する不純物は酸素である。市販の高純度原料(6N-7N)でも数ppmの酸素を含む。この酸素を除去するため種々の精製手法を検討し, ガラス中の酸素不純物量を 0.1ppm 以下に抑えられるところまできた。この程度の酸素不純物の存在は $10.6\mu\text{m}$ での透過性能に実質的な影響を与えないことを確認している。前記のTeを約50at%含む組成のファイバーで $10.6\mu\text{m}$ での損失値として 1.5dB/m が得られた^{1,2)}。この損失値は材料固有の損失レベルに近いと判断している。

さらに低損失なガラス材料が望まれるので, Seを含まないガラス系やハロゲンを含むカルコハライドガラス系等についての研究を進めている。

3. コアクラッド構造ファイバーの製作

カルコゲナイドガラスは通常酸化物ガラスより強度が低いので, ファイバーの樹脂被覆は不可欠である。ところが樹脂でクラディングするとFig.1(c)に示すように樹脂の吸収の影響が現れる。従ってガラスクラディングを施した上に樹脂被覆する必要があると考え, コアクラッド構造ファイバーの製法について研究を重ねた。同図(a)はrod-in-tube法で製作したGeAsSeTe系のコアクラッド構造ファイバーに樹脂被覆したものの透過特性を示すが, コアクラッド化による損失増加や樹脂の吸収の影響は見られず, アンクラッドファイバー(同図(b))と同等の透過性能が

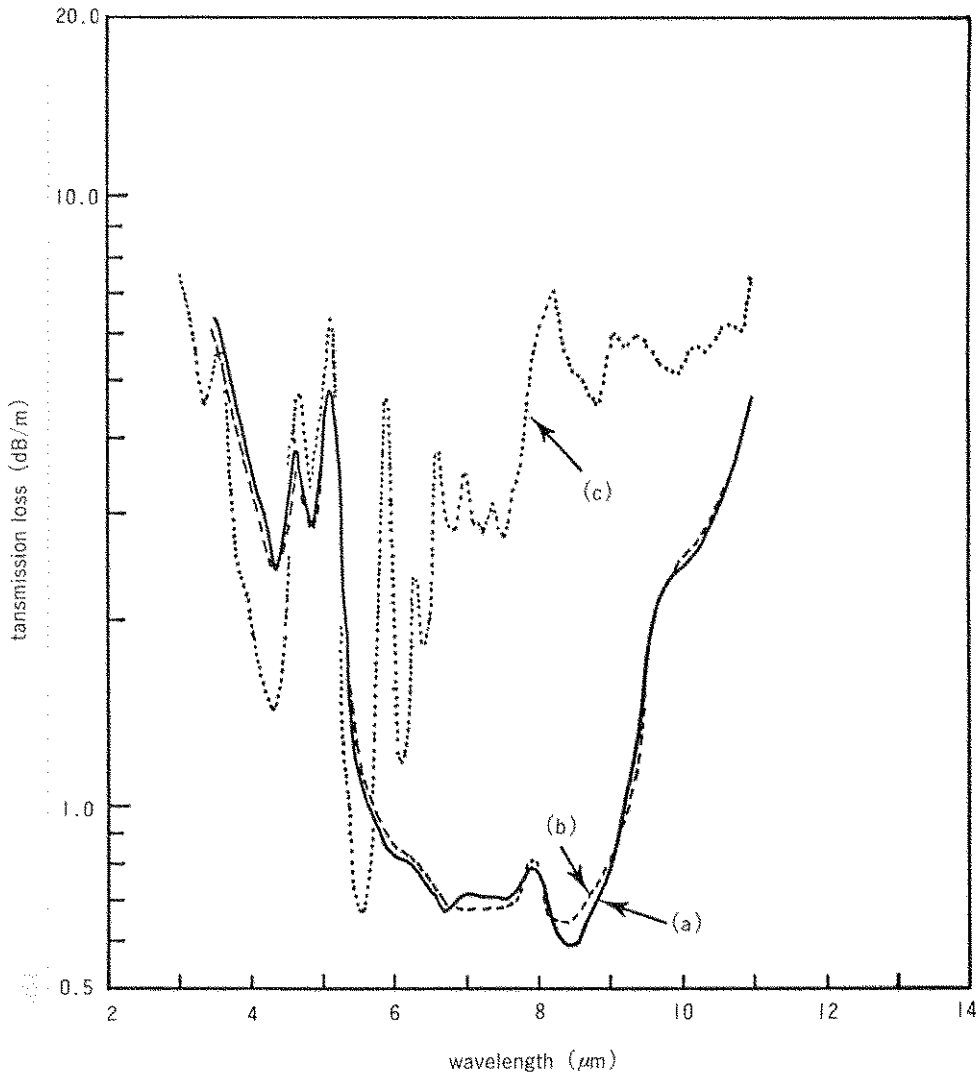


Fig. 1 Transmission loss spectra of GeAsSeTe glass fibers. (a) GeAsSeTe core/GeAsSeTe clad fiber coated with UV curable polymer, (b) unclad GeAsSeTe fiber, (c) UV curable polymer clad GeAsSeTe fiber.

えられた³⁾。このファイバーのコア径は $300 \mu\text{m}$ 、クラッド径は $420 \mu\text{m}$ であり、曲率半径 20 mm 程度まで曲げることができる。

4. 炭酸ガスレーザーのエネルギー伝送テスト

エネルギー伝送用ファイバーには耐熱性のあるものが望まれる。Te 量が $50 \text{ at } \%$ 前後の組成と比較すると、GeSeTe 系が GeAsSeTe 系より高いガラス転移温度 (T_g) を持つ。そこで、コアガラス

として GeSeTe 系を選び、結晶化耐性の高い GeAsSeTe 系ガラスでクラッディングしたファイバーを製作し、エネルギー伝送実験を行った。このファイバー (コア径 $340 \mu\text{m}$ 、クラッド径 $440 \mu\text{m}$ 、 $NA=0.64$) に ZnSe レンズ ($f=30 \text{ mm}$) で直径 $260 \mu\text{m}$ のスポットに絞った炭酸ガスレーザー光を入射した。ファイバー長は 1.5 m であり、 $10.6 \mu\text{m}$ での損失は 1.7 dB/m であった。ファイバー冷却がない場合には 2 W 程度の出力が得ら

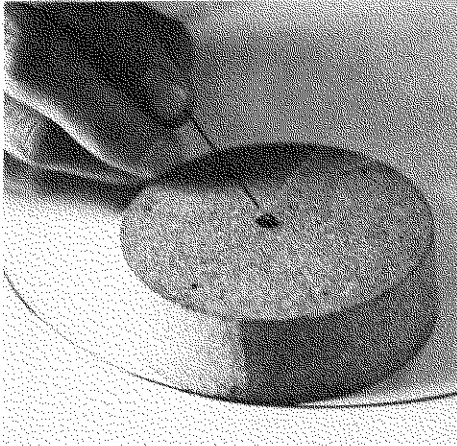


Fig. 2 A demonstration of CO₂ laser power transmission through the GeSeTe core/GeAs-SeTe clad fiber coated with UV curable polymer.

れ、冷却を行うと数 W の出力が得られた。Fig. 2 はファイバーから出射したレーザー光を木材に照射した様子を示すもので、照射部の温度は 800°C 以上に達した。入射エネルギー量を増していくと、ファイバー端面あるいは伝送路途中で熱損傷が発生する。伝送路途中の熱変形部分を調べたところ、コアクラッド界面に 1-2 μm 程度の泡(空乏部)が存在することが確認された。このような欠陥の存在は、低エネルギーの多色光源を用いた透過損失測定では気づけなかったものであり、現在、その発生原因を調べているところである。

5. おわりに

伝送可能なエネルギー量を増すには、コアクラッド界面の構造不整の低減などファイバー製作面での改善とともに、反射防止膜による反射ロスの低減、冷却機能を備えたケーブル構造の検討等が必要であると考えられる。また、赤外ファイバーの用途には、エネルギー伝送以外に温度計測や赤外吸収を利用するガス分析等がある。これらの用途への適用も今後の課題と考えられる。

参考文献

- 1) I. Inagawa, R. Iizuka, T. Yamagishi and R. Yokota, J. Non-Cryst. Solids, 95 & 96 (1987) 801

- 2) J. Nishii, S. Morimoto, R. Yokota and T. Yamagishi, J. Non-Cryst. Solids, 95 & 96 (1987) 641
- 3) J. Nishii, T. Yamashita and T. Yamagishi, Appl. Phys. Lett., 53 (1988)

〔筆者紹介〕



山岸 隆司 (やまぎし たかし)
 昭和 45 年 京都大学大学院修士
 課程修了 (工業化学)
 同年 日本板硝子株式会社
 入社
 現在 同社 中央研究所 主
 席研究員
 非酸化物ガラス研究開
 発(株)研究開発部長を
 兼務。

Abstract

Non Oxide Glass R & D Company, a research company established by joint governmental and private sector (Nippon Sheet Glass Co., Ltd. and HOYA Corp.) investment, has developed a chalcogenide glass fiber that is capable of efficiently transmitting infrared ray of the 10.6 μm wavelength generated by carbon dioxide laser system. The fiber having the core-cladding structure (core: GeSeTe glass, cladding: GeAsSeTe glass) was prepared using a rod-in-tube method. The diameter of the core and clad were 340 and 440 μm, respectively. The transmission loss at 10.6 μm of the fiber was 1.7 dB/m. The carbon dioxide laser power transmission was examined through the fiber of 1.5 m in length and the output power of several watts was obtained under a forced cooling condition.