

非酸化物ガラス研究開発株式会社 西井 準治・山下 俊晴

1. はじめに

第7回ハライドガラス国際シンポジウムが、1991年3月17~21日の5日間、オーストラリア、ビクトリア州ローンにある Erskine House という研修センターで開催された。参加者は、オーストラリア23名、アメリカ7名、フランス5名、イギリス3名、ソ連4名、など約65名で、日本からは、安井先生(東大生研)、松下先生(長岡技大)、高橋先生(NTT)をはじめ、計9名が参加した。過去6回のシンポジウムの話題の中心は、超低損失(≤ 0.01 dB/km)光ファイバーの素材として期待されているフッ化物ガラスであったが、今回のシンポジウムでは、カルコゲナイドガラスも発表範囲に加える試みがなされた。

2. ハライドガラスに関する発表

口頭発表が48件、ポスターが21件で、口頭発表は、(1)ガラス組成とその特性-20件、(2)ファイバーの作製と損失-11件、(3)ファイバーレーザーと光増幅-9件、(4)ガラスの構造-8件、の4つに大別される。

主な発表を以下に紹介する。

(1) 結晶化

安井先生から、 ZrF_4 系ガラスでは、酸化物が結晶核になりやすいといわれているが、 AlF_3 系ガラスは酸化物の添加によって結晶化しにくくなることが紹介された。また、Dr. Tick (Corning)は、融液相からの微結晶の成長過程を高温顕微鏡を使って追跡した結果をビデオを使いながら発表した。この方法によって、大きさ数 μm の結晶粒が成長していく様子が鮮明に観察できているが、結晶核の生成機構に関するコメントはなかった。

(2) プリフォームの作製方法

British Telecom R. L. (BTRL), Naval R. L. (NRL)などが試みているローテーションキャストとNTTのビルドインキャストに代表されるいわゆるモールド法と、HOYAが開発した押し出し法の2つに大別される。モールド法では、円筒状のモールドの底にシャッターを設けて、クラッドガラスをキャストした後に、その中心部分を下から流し出し、再びコアガラスをキャストする方法が主流のようだった。Telecom Australia R. L. (TARL)は、この方法を利用してZBLANのシングルモードファイバー用プリフォームを作製していた (Fig. 1)。

また、HOYAが開発した押し出し法 (Fig. 2)は、コアガラスとクラッドガラスの2枚の板を重ねておいて、高温高压下で押し出すというユニークな方法であり、コアクラッド界面での失透や泡の発生を抑制できるという点で注目された。一方

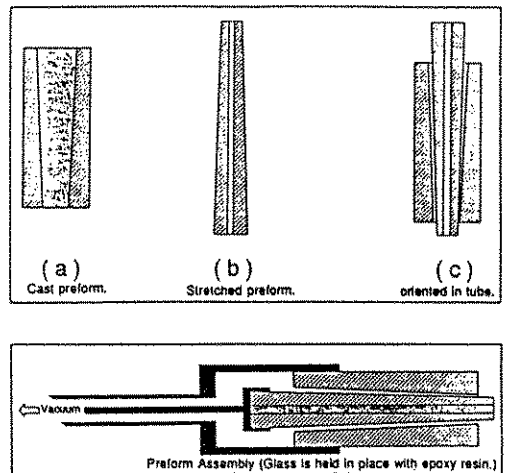


Fig. 1 Preparation of preform for single mode fiber (TARL).

でNRLが、厚さ数インチ、直径数十インチの円盤状ガラスの作製に成功していることから、今後、この押し出し法を使った大型プリフォームの作製ができるのではないかと期待される。

(3) 散乱損失

TARLは、ZBLANの結晶核生成速度と結晶成長速度から、紡糸中の熱履歴が損失に与える影響を検討した。その結果、現状のプリフォームの作製方法(モールド法)と紡糸方法では、 $2.55\mu\text{m}$ で10 dB/kmの散乱が生じると見積られた。彼らは、『散乱要因となる結晶は数百個/cm³であり、真の損失は長尺のファイバーで測定すべきだ』とコメントしていた。

(4) ファイバーレーザーと光増幅

フランスのCNETでは、Er³⁺またはNd³⁺をドープしたZBLANファイバーを用いて $1.5\mu\text{m}$ 及び $1.3\mu\text{m}$ の光増幅を検討している。ZBLAN-Nd³⁺ファイバーでは、ESA(Excited State Absorption)が存在するため、100 mW励起で6 dB程度の増幅効率しか得られていない。また、彼らは $2.7\mu\text{m}$ 帯ファイバーレーザーを検討しており、ZBLAN-Er³⁺(1100 ppm)のシングルモードファイバー4mを使って、 $2.716\mu\text{m}$ で35 db($0.624\mu\text{m}$, 250 mW励起)の利得を確認している。発表の終わりには、利得を上げるために構造不整のない長尺ファイバーがほしいと述べていた。

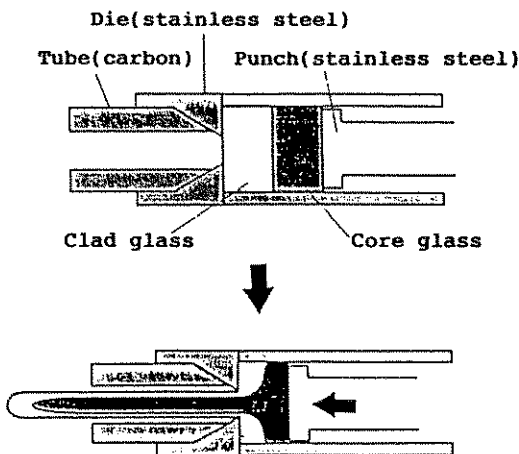


Fig. 2 Extrusion method(HOYA).

一方、Philips R.L.がZBLAN-Tm³⁺(0.1 mol%)ファイバーの青色(450 nm)アップコンバージョンを、Sydney大学がZBLAN-Ho³⁺(120 ppm)ファイバーのアップコンバージョン(540-553 nm)の理論的解析を報告していた。

Rennes大学では、ESAの影響を抑えるためにEr³⁺ドープ用ガラスとしてBaF₂-InF₃-CaF₂-ZnF₂ガラスを検討している。最も安定な組成域のガラスをファイバー化したところ、 $2.7\mu\text{m}$ で損失0.7 dB/mが達成されたと述べているが、レーザーの発振特性はまだ検討されていない。

(5) ガラス組成

現在のところ、実用可能なガラスはZBLANとAlF₃系(HOYA)の2種類であり、新たなガラス組成に関する発表はなかった。Rennes大学では、Ba-Zn-In-Ga-Yb-Th-Mn-F系でファイバー化可能な組成域があることを報告した。このガラスのマルチフォノン吸収の裾は、ZBLANよりも $1\mu\text{m}$ 長波長側にあるので、COレーザー(発振波長 $5.4\mu\text{m}$)のパワー伝送用導波路として期待される。

(6) ファイバーの応用

アメリカのGalileo Electro Opticsが、ZBLANファイバーを用いた樹脂フィルムの厚み測定装置を紹介していた。Fig. 3に示すように、この装置はFTIRとファイバーとからなり、フィルムの赤外線透過率の変化から厚みを求めるというもので、すでに市販されている。

(7) フォーラム

通信用フッ化物ガラスファイバーの研究のリーダーシップを担っているDr. Aggarwal

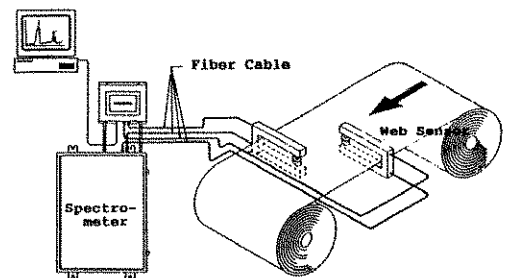


Fig. 3 Web sensor system using ZBLAN fiber (Galileo Electro Optics).

(NRL), 高橋先生(NTT)及び Dr. Cater(BTRL)の3者が壇上で、今後の低損失化に対する見通しと期待について討論された。内容は以下の通り。

(7-1) Dr. Aggarwal: 現在のZBLANファイバーの損失は1 dB/km前後で、その内遷移金属不純物による吸収は0.28 dBである。また、RAP法でガラスを作れば、散乱損失は0.03 dBまで下がる。ただし、長尺のファイバーが作れない。現在はコアインジェクション法(Fig.4)という新たな方法でプリフォームの作製を試みている。

(7-2) 高橋先生: マルチモードファイバーでは1.2 dB/km(ファイバー長150 m)、シングルモードファイバーでは10.3 dB/km(214 m)が達成されている。ただ、測定するファイバー長が2倍になると損失も約2倍に増加する。今後は、プリフォームの作製技術の向上と共にガラス合成プロセスの改善に努める。

(7-3) Dr. Cater: BTRLのチャンピオンデータは、マルチモードファイバーで0.65 dB/km(ファイバー長110 m)であり(Fig.5)、その内訳は、遷移金属吸収が0.33 dB, 外的散乱が0.3 dBである。NTTと同様、長尺ファイバーになるほど損失が増加するので、今後は吸収損失の低減化と共に、散乱の小さい長尺ファイバーの作製に取り組む。

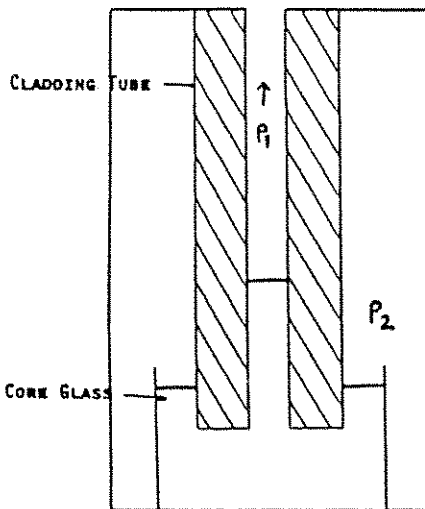


Fig. 4 Core injection technique. (NRL).

3. カルコゲナイトガラスに関する発表

非酸化物ガラス研究開発(株)を含めて5件の発表があった。今回は招待講演が主体で、新しい結果はほとんどない。発表者とその内容は以下の通り。

(1) Dr. Churubonov, Academy of Sciences (ソ連): AsS, AsSe アンクラッドファイバーの作製と、その損失要因について。

(2) Fuxi Gan 教授, Shanghai Institute (中国): $\text{BiCl}_3\text{-KCl-As}_2\text{S}_3$ などのいわゆるカルコハライドガラスのガラス化範囲と構造、物性について。

(3) J. Lucas 教授, Lennes 大(仏): Te-Se-Br ガラスの組成の改良とファイバー化について。

(4) C. T. Moynihan 教授, RPI (米): Te-Se-I ガラスの室温付近での構造緩和について。

(5) 西井ら, 非酸化物ガラス研究開発: 各種カルコゲナイトガラスの作製方法、損失、強度とファイバーの応用について。

応用例として、セラミックスの切削表面温度計測、赤外イメージバンドルの開発、ガス分析、ガスレーザーのパワー伝送について紹介した。

4. まとめ

1980年前後から始まったフッ化物ガラスファイバーの研究は、原料の高純度化、散乱源の低減化、プリフォームの大型化(ファイバーの長尺化)の3つの問題が大きな障壁となっているため、現在は期待されるほど進展していない。特に最後の

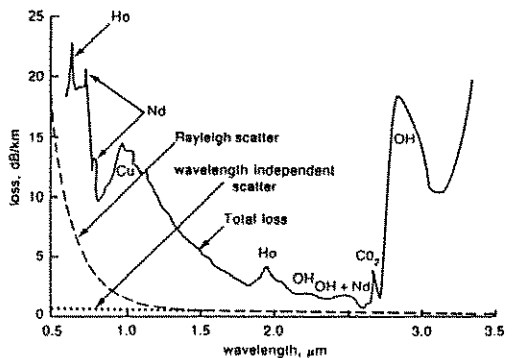


Fig. 5 Transmission loss spectrum of ZBLAN fiber (BTRL).

問題は産官の研究者の最大のブレイクスルーポイントであり、新しいプリフォーム作製方法の提案が待たれる。次回のシンポジウムは、CNETのDr. Auzelらが幹事になって1992年秋にフランスで開催されることになった。そして、カルコゲナイドガラスに関する研究も発表できるようにシンポジウムの名前が変更される予定である。フッ化物ガラスやカルコゲナイドガラスといったいわゆる非酸化物ガラスは、SiO₂などの酸化物ガラスに比べて研究の歴史がまだ浅い。今後も多くの研究者が参加され、一層活動あるシンポジウムになることを期待したい。

〔筆者紹介〕



西井 準治 (にしい じゅんじ)
昭和57年3月 東京都立大学、工学部、工業化学科、修士課程終了
同年4月 日本板硝子(株)入社、昭和61年4月より非酸化物ガラス研究開発(株)出向、現在に至る。

〔連絡先〕

〒664 伊丹市鴻池字街道下1
日本板硝子株式会社中央研究所
TEL 0727-81-0081



山下 俊晴 (やました としはる)
昭和39年3月 東京都立大学、理学部、物理学科卒業、
同年4月 HOYA株式会社入社、
現在 HOYA株式会社材料研究所第5グループリーダーと非酸化物ガラス研究開発(株)研究開発副部長を兼務。

〔連絡先〕

〒196 東京都昭島市武蔵野3-3-1
HOYA株式会社材料研究所
第5グループ
TEL 0425-46-2704