

The 13th Meeting on Glass for Photonics 参加報告

榎オハラ

渡邊 渚

Report on the 13th Meeting on Glass for Photonics

Nagisa Watanabe

OHARA Inc.

平成 15 年 1 月 31 日，東京工業大学・百年記念館において『The 13th Meeting on Glass for Photonics～フォトニクスに用いられるガラス，ナノガラス，その基礎もしくは応用に関する研究発表並びに研究レビュー～』が開催された。この講演会は日本セラミックス協会ガラス部会フォトニクス分科会の主催で行われ，ニューガラスフォーラムも共催していた。当日朝，会場前で受付を済ませると，すでに二十数名来場されており，正確に数えたわけではないが最終的には四，五十名程度の参加があったようである。官学の研究機関ばかりでなく，企業からの参加も多く，フォトニクスガラスへの関心の高さがうかがえた。今回の講演会では全部で十八の講演が行われ，光ファイバーなどの光導波路や導波路用ガラス，発光材料，ナノ精度加工などの講演があった。以下，各講演について簡単に示す。

1. In_2O_3 をドーブしたポロシリケートガラスの分光特性および結晶化 (NGF, 鄭他)

In_2O_3 , Al_2O_3 , Sb_2O_3 を含むソーダポロシリケートガラスは 650°C 熱処理で In_2O_3 を析出し

透光性を失った。ガラスは 410 nm に発光を示すが， 600°C 以上で熱処理した試料は発光を示さなかった。 Sb_2O_3 非含有ガラスは発光せず，この発光は酸素欠陥によるものと考えられる。

2. コバルト酸化物系薄膜の加熱及びレーザー照射による可逆的屈折率変化 (NGF, 山本他)

Co_3O_4 薄膜へ 650 nm レーザーを照射すると屈折率・消衰係数が低下し， 405 nm レーザーでは屈折率は上昇した。また，加熱で屈折率低下，消衰係数上昇が見られたが，冷却で元に戻った。更に Co^{3+} のバンドギャップがレッドシフトした。一方， CoO 薄膜では屈折率，消衰係数に変化は見られなかった。

3. $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系ガラスの結晶化における高圧の影響 (NGF, 永金他)

結晶化の核生成，結晶成長の各過程で高圧を印加すると， β -石英固溶体の結晶化度，密度，ガラス相の密度が増加し，特に結晶成長時に印加した場合の影響が大きかった。より高温高圧で結晶化すると dS/dT (温度による光路長変化) を減少することができた。

4. 高機能回折格子を用いた波長分離素子の開発 (NGF, 中澤他)

シリカに電子線リソグラフィと ICP-RIE で作製した回折格子は，高アスペクト比で垂直

〒229-1186 神奈川県相模原市小山 1-15-30

榎オハラ 研究部研究課

TEL 042-772-2293

FAX 042-772-7622

E-mail: n_watanabe@ohara-inc.co.jp

度が高い反面、壁面上部に Ni マスクのバリに起因する表面荒れがあった。一方、W-Si マスク上にレジストをコンタクト露光後、ICP-RIE 加工で作製した凹面ミラーでは上記回折格子と比較して垂直度は悪化したが、表面荒さは向上した。

5. 色素含有光共振用微小球の光安定性 (東工大, 柴田他)

色素含有有機オリゴマーを超音波で噴霧し作製した微小球の発光では色素濃度が高いと、共振閾値が低下し、色素寿命が短かった。光閉じこめ効果で閾値が低下、色素寿命が延びたと考えられる。また、励起強度が大きいと寿命は短かった。

6. コンビナトリアル並行熱処理-蛍光寿命測定システムによる Er-F 共ドープテルライトガラスの発光特性評価 (物質研, 轟他)

温度勾配下で熱処理した Er-F 共ドープテルライトガラスの Er^{3+} 蛍光寿命測定の結果、 470°C と 550°C で二段階熱処理した箇所では上昇することが確認された。結晶化により Er^{3+} が F リッチ相に移動したためと考えられる。

7. シリカガラス中の Eu^{3+} 添加 SnO_2 半導体量子ドットの発光 (名工大, 早川他)

Eu^{3+} , Sn^{2+} 含有シリカゲルから作製したガラスの発光スペクトルは励起 10 ms 後に急激に減衰し、発光ピーク強度比も変化した。 SnO_2 結晶のバンドギャップ相当波長に吸収があり、励起エネルギー移動により強い発光を示すことがわかった。

8. Tm^{3+} 添加 ZBLAN ガラスの光学的性質におけるエネルギー移動の効果 (東大, 井上他)

Tm^{3+} 添加 ZBLAN ガラスの全遷移速度は Tm^{3+} 濃度とともに増加し、Kushida による方法を用いた計算値と比較すると $^1\text{D}_2$ は速く、 $^3\text{H}_4$ 準位は高濃度で速かったがほぼ定量的に見積もることができた。また、コア径 $4\mu\text{m}$ ファイバーの利得では、5 m が 1470 nm に対して最大であり、7 m で $1470\text{--}1510\text{ nm}$ で平坦とな

ると考えられる。

9. シランカップリング剤を用いた CdTe 超微粒子分散蛍光ガラスの作製 (産総研, 李他)

粒径により色が異なる CdTe 微粒子が分散したガラスを作製した。界面活性剤と同じ官能基を持つマトリックスでは、CdTe は均質に分散した。一方、同じ官能基がないマトリックスは、CdTe と反応し網目構造に取り込むことで、紫外線で強く発光した。また、ゲル化速度が大きい作製条件でより高い発光強度を示した。

10. 高密度シリカガラスのレーザー照射による表面隆起の形成 (産総研, 北村他)

高温高压を印加し、通常より 10% 以上密度上昇させたシリカガラスにレーザーを照射すると、熱構造緩和が生じ、表面に規則的な隆起が形成した。この隆起部分は屈折率が変化し、レンズとしても使用可能である。構造が疎なガラスに適用可能である。

11. 石英系ガラスにおける光誘起欠陥生成/緩和メカニズムの研究 (豊田工大, 山口他)

Ge 添加シリカガラスに ArF パルスレーザーを照射し、 $77\text{--}280\text{ K}$ で熱処理すると、熱処理温度上昇とともに自己束縛正孔が緩和し、Ge (2) が生成した。一方、シリカガラスの無秩序性が増加すると自己束縛正孔生成量も増加するとわかった。

12. ハロゲン添加シリカガラスの光散乱 (豊田工大, 垣内田他)

仮想温度が異なる F あるいは Cl を含むシリカガラスの Rayleigh 散乱から、Rayleigh 比 R_{90} と仮想温度は、純シリカガラスでは比例関係であった。F を添加すると比例関係を維持しながら F 濃度とともに R_{90} が増加するが、Cl は添加しても変化しないとわかった。

13. F 添加シリカガラスの x 線小角散乱 (豊田工大, 渡辺他)

F 添加シリカガラスの小角 X 線散乱強度は F 濃度とともに増加した。また、F 添加及び無添加シリカガラスともに仮想温度及び散乱角度

の上昇にしたがい散乱強度が増加し、低角での散乱強度の増加は見られなかった。F 添加により仮想温度が低下し、ゆらぎが減少した。

14. 超低損失ファイバの開発（豊田工大，斎藤他）

ラマン散乱法で求めたシリカ系ファイバの仮想温度は紡糸速度が遅いと、構造緩和され低くなった。また、F 添加により仮想温度が低下した。ファイバではバルクより構造緩和が速く、コアの構造緩和はクラッドの構造緩和の影響を受けることがわかった。

15. フォトニクスガラスを目指したガラス基板への種々のナノ配列構造体の作製及び特性（物質研，Chu 他）

Al 蒸着ガラス基板をアノード酸化し、規則的細孔を持つアルミナ多孔体を作製後、細孔に酸化物や酸化物/金属混合物を導入し複合ナノ構造体を作製した。更にアルミナを選択溶解し、ナノファイバーあるいはナノチューブを作製した。チタニアを用いた複合体及びナノチューブは高比表面積で高い光触媒性を示した。また、可視光は 60-70% 透過した。

16. 有機・無機ハイブリッド材料からなる光導波路の作製（東工大，高橋他）

シリカガラス基板に作製した有機・無機ハイブリッド膜を紫外線露光後、リーチングすると、微小な TiO_2 による散乱及び OH 基吸収に起因する損失があるが、良好な光導波路が作製できた。この導波路に色素含有微小球を接触させると、もれ光を励起光とする蛍光が確認できた。

17. ガラス導波路用高 Δ ・低損失ガラス膜の検討（NGF，井本他）

シリカ基板に成膜した $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ ガラスの伝搬損失は付着パーティクル数に依存するとわかった。 GeO_2 濃度を変えることで比屈折率差 (Δ) が 0.8-3.2% のガラス膜が得られたが、 Δ の増加により伝搬損失が増加するとわかった。伝搬損失は成膜中の酸素濃度を増加させることで低減でき、成膜速度を遅くすると損

失は減少した。

18. 【招待講演】Energitic beams を用いたフォトリソ材料のナノ精度加工とメカニズム（産総研，粟津）

ICP-RIE に代わる材料選択性のないナノ加工技術として、高速重イオンビームが提案された。ビーム照射後にエッチングすることによりきわめて平滑に加工できる。一般的に加工エネルギーには閾値が存在するが、この方法は Cu, Ca, Si などのイオンを用いると、表面を加工することなく、内部のみをエッチングすることができるのが特色である。この現象を利用すると様々な加工が可能と考えられる。X 線マスクを用い、シンクロトロン放射光で露光、現像し作製したパターンは垂直度、アスペクト比が高かった。

すべての講演が終わると階下の会議室に会場を移し、懇親会が行われた。懇親会は一時間少々だったと思うが、ほとんどの参加者が出席し、なかなか盛況であった。ガラス業界の企業・大学関係者と話をすることができ、ガラス業界一年目の私にとって非常に有意義な時間を過ごすことができた。

現在、ナノテクノロジーに対する関心がますます高まり、様々な分野でナノ関連の研究が拡充されている。今回の講演会はサブタイトルにもあるように講演というより研究発表であり、官学の研究機関を主体として行われた基礎研究の発表が多かった。しかしながら、冒頭でも述べたように企業からの参加者も多く、21 世紀を担う技術として注目されていると感じた。『ナノテクノロジー』という流行に乗った研究で終わることなく、これらの研究が更に発展し、今後、実用化されていくものと期待している。多くの技術分野でナノ関連の研究が進められているが、ガラス業界も科学技術革新に取り残されぬよう、切磋琢磨していきたいと考えている。