

応用物理学会シンポジウム報告

HOYA 株式会社
近江 成明

Symposium at the 45th Spring Meeting, The Japan Society of Applied Physics

Shigeaki Omi
HOYA CO. R & D Center

平成10年3月28日、第45回応用物理学関係連合会講演会(東京工科大学)において、「ガラスの部分規則化による新機能の創製—コンジュゲートマテリアル—」シンポジウムが開催された。参加者は150名を越え、会場が満杯になる程の盛況でした。「イントロダクトリー」で世話役である細野先生が触れられた様に、ガラス材料の革新は文明進歩に大きなインパクトを与えてきた。18世紀の光学ガラスの革新により、顕微鏡や望遠鏡の性能が飛躍的に向上して細菌学や天文学の著しい進歩のトリガーとなった。さらに、1970年代に誕生した光ファイバーは、情報化社会の到来を決定付けた。次のブレークスルーは何か? その一つとして、微視的オーダーで部分的規則性を意図的に作り込むことによりガラスに新しい機能を付与する技術(コンジュゲート技術)が期待される。この様な観点から、ガラス材料のブレークスルーを目指す研究が7件紹介されました。以下、これらの講演内容の概要を紹介致します。(講師の敬称は略しました。)

1. ガラスの構造変化と2次光非線形性

(藤原 巧ほか(豊田工大))

紫外線照射と電場印加を同時に行う紫外線ポーリングにより $\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$ 系ガラスに大きな2次光非線形性が誘起される。この起源となるガラス構造の変化およびその制御について紹介された。紫外線ポーリングにより誘起される2次光非線形性や光吸収変化の緩和挙動およびその温度変化を検討した結果、2次光非線形性の主要な起源はガラス中の $\text{Ge E}'$ 欠陥生成と考えられる。また、真空中での熱処理(1,200°C, 5時間など)により、酸素欠乏型欠陥が増え、2次光非線形性が増大した。この様に、2次光非線形性の起源となる構造制御を実現し、さらなる機能向上の可能性を明らかにした。

2. ガラス薄膜へのブラッググレーティング形成

(西井 準治(大工研))

$\text{SiO}_2\text{-GeO}_2$ 系ガラスに強力な紫外線を照射すると、 $10^{-4}\sim 10^{-5}$ 程度屈折率が上昇する。この原因は、着色中心の生成および密度上昇と考えられる。今回は、スパッター法による $\text{SiO}_2\text{-}$

GeO₂系ガラス薄膜の紫外線誘起現象が概説された。紫外線照射による屈折率や膜厚の変化はGeO₂濃度に依存し、0 < GeO₂ < 25 mol%では、屈折率が増加し、膜厚が減少する。一方、GeO₂ > 25 mol%では、全く逆の変化となった。GeO₂高濃度組成では、分相が発生し、また、その結果生じたGeO₂リッチ相から局所加熱によりGeが蒸発する。この分相とGe蒸発の両方が、屈折率の低下および膜厚の増大の主因と考えられる。これらの挙動を理解して、ArFレーザー光(40 mJ/cm², 波長193 nm)の1,200ショット照射により、SiO₂-GeO₂系ガラス表面に回折格子を形成した。照射光パワー100 mJ/cm²では、1ショットで形成が可能と考えられる。

3. フェムト秒レーザーによるガラス微細構造の3次元規則化

(近藤 裕己ほか(科学技術振興事業団 平尾誘起構造プロ, 京大院工))

フェムト秒レーザー光では、集光により10⁸~10⁹ V/cm(パワー密度~100 TW/cm²)の超強電場が得られる。この超強電場を利用したガラス内部の3次元微細加工について紹介された。NaF, Ag₂O, CeO₂を含有するガラスに、そのガラスの透明域波長(630 nm)のフェムト秒レーザー光を対物レンズ(20 X)で集光して照射することにより、ガラス中に10 μmサイズのNaF結晶が析出した。また、金赤ガラスに、そのガラスの吸収ピーク近傍波長のフェムト秒レーザー光を照射すると、金コロイドが消失して、脱色した。NaF結晶析出の機構は不明であるが、金コロイド消失の機構は熱に起因すると考えられる。

4. 無機/有機ハイブリッドゲル膜の光感応性

(峠 登(近畿大理工))

β-ジケトンで化学修飾した金属アルコキシドを利用したゾルーゲル法により、光感応性を有する無機/有機ハイブリッドゲル膜が形成される。このゲル膜中に残存するキレート環のπ-π遷移に帰属される紫外域吸収バンドを光励起すると、キレート環が分解する。分解はHgランプパワーで十分である。この光分解により、リーチング性能が変化するので、微細パターンへの直接描画が可能になる。講演では、位相マスクを通したエキシマレーザー光照射による回折格子の形成が紹介された。

5. ガラスの機械的信頼性向上へのアプローチ

(伊藤 節郎氏(旭硝子))

材料としてのガラスをさらに発展させるためには、ガラスの「脆さ」を克服しガラスの破壊を防止する技術が求められる。ガラスの破壊は、クラックの発生とその成長によるので、これらの抑止が重要である。これらの「脆さ」を、H/K_C(H; 硬度, K_C; 破壊靱性)を用いて整理し、脆くないガラス開発へのアプローチが紹介された。従来ガラスの「脆さ」は、密度が小さく塑性変形が起りやすいガラスほど小さいことが知られている。しかし、この方向は「化学耐久性」とトレードオフの関係となる。例えば、B₂O₃ガラスの「脆さ」は小さいが、化学的耐久性は極めて悪い。この関係のブレークスルーに、コンジュゲート技術が有望と考えられる。

6. 新しい機能ガラスへの期待

(大森 保治(NTT光エレ研))

光通信システムで必要とされるガラス、特

に、光集積回路実現に向けて必要なガラス材料研究が紹介された。光通信システムの最終ゴールは全光システムであるが、光の特徴を発揮できる部分から段階的に光を導入するハイブリッド構成が現実的である。現在、Fiber To The Home (FTTH) の実現に向け、石英系プレーナー光波回路に半導体能動素子を組み合わせたハイブリッド素子の開発が進められている。しかし、生産性やコストの面から、能動機能を有するガラス材料を用いたモノリシック素子が期待される。能動機能として、変調、発光、増幅が求められる。これらの能動ガラス材料は非石英系となるであろうが、石英系プレーナーと同様の加工性および透明性（低 Loss）が求められる。

7. 色素レーザー用コンジュゲートマテリアル

(山根 正之ほか (東工大))

複数物質の相が分子オーダーで融合し、新規

機能を発現するコンジュゲートマテリアルの一例として、無機マトリックス中に有機系色素分子を分散担持したレーザ色素材料が紹介された。この材料の課題は長寿命化である。レーザー発振にともない色素分子が2量体化し、機能が失活することの抑止が求められる。即ち、いかに色素分子を分子状態のまま担持するかがポイントとなる。ゾル-ゲル法において、GPTMS や DPhDM を添加することにより、SiO₂ マトリックスと色素分子との結合を強化して寿命増大を実現できた。

「異種技術（応用物理学会におけるガラス技術）との出会いが刺激になることを期待する。」との、閉会の辞（細野先生）のとおり、応用物理学会において2~3年ごとにガラス材料関係のシンポジウムが開催されることを期待して、報告を終わらせて頂く。