

The 11th Meeting on Glasses for Photonics

神戸大学 大学院自然科学研究科

森脇 和幸

A report on “The 11th Meeting on Glasses for Photonics”

Kazuyuki Moriwaki

Graduate School of Science and Technology, Kobe University

表記講演会は平成12年1月21日に、東大物性研に於いて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た。ここではその参加報告を行う。まずお断りしておく事として、筆者はガラス材料の専門家ではなく、ガラスの光デバイス応用に関心があって本講演会に参加した。従って本報告もその観点からの内容となっていることをご容赦願いたい。以下プログラム順に11件の講演について述べる。

まず1件目は豊田工業大学のジャブリらによる「紫外光ポーリングによるGe添加SiO₂薄膜の2次光非線形性の最適化」であった。これはガラス材料への2次非線形性付与の試みで、光導波路応用等への期待が大きい。ポイントとしては非線形性が十分大きく、かつ経時変化しない事であろうか。この点はd定数 $12.5 \pm 0.6 \text{ pm/V}$ と大きな非線形性を得た上で、水素導入等により約七年の寿命を得たとしている。寿命に関してはさらなる長寿命化が示唆されているので、実用には今後の進展が期待される。

2件目はHOYA丸山らによる「金属微粒子

分散材料の3次非線形光学特性」であった。微粒子分散ガラスについては、個人的にはブームの後で少し規模が小さくなったかなという印象を持っていた。従ってその原因を知りたかったが、非線形性の効率向上がやはり課題であろう。これまで材料の進展は十分でないとの認識を示した上で、物理面も含めて材料の検討が報告された。具体的にはTiO₂単結晶基板上にTiO₂膜とAu又はPtを交互スパッタし、金属微粒子分散TiO₂薄膜を作製している。Au微粒子の場合は波長が600~700 nmくらいしか使えないが、Ptの場合は通信波長である1.5 μm でも使えそうとの事である。またこの金属スパッタ後にレーザー照射を行い、2桁近い非線形感受率向上を見出している。その際高速性も2 psと損なわれていない。レーザー照射効果の物理的解釈はまだこれからのようだが、プロセス上の工夫次第で桁違いの性能向上を実証している点が今後への期待をいだかせる。

3件目は東京理科大学の井上らによる「近赤外フェムト秒レーザー照射による銀微粒子含有ガラス中の光強度に依存したフォトリージング現象」であった。ここでは特にガラス中への3次元構造作製に有利な、非線形吸収誘起の光化学変化に注目している。すなわち材料中のレーザー光路全体に渡って屈折率変調ができれば、

レーザー照射のみでガラス中にフォトニック結晶等の3次元屈折率変調構造が容易に作製できる事になる。ここでの講演は特にレーザーの波長をガラスの非共鳴波長にして上記効果をねらい、レーザー光路全体でのフォトブリーチングを確認している。フォトニック結晶への応用では屈折率変化がかなり大きい事が必要であり、この点は検討が必要である。ただ微細加工をベースにした作製方法では可視波長近辺のフォトニック結晶作製が困難な事もあって、進展が期待される方法である。

4件目はNTTフォトニクス研究所の日比野による招待講演で、「石英系ガラス導波路型光通信用デバイスの最近の進展」であった。最近の波長多重通信の流れもあって、石英系平面光波回路(PLC)は、波長合分波器を中心としてシステム導入も進んでいる。石英系材料はいろいろな面で素性のいい材料で、実用の期待も高かったのだがようやく花開いてきたといったところだろう。講演では現状のPLC素子が整理して述べられた。今後実際に使用されるための信頼性を上げる研究と共に、紫外線照射効果等新しい機能性の付与といった方向の研究もなされていくと思われる。

5件目は豊田工業大学の斎藤による「シリカガラスの紫外基礎吸収端」であった。このような吸収端に関する研究は、基礎的で非常に大事なのにあまり正面から取り組む研究が少ないと思うは筆者の勉強不足だろうか。応用的な背景としては、LSI製造のための光露光用マスク材として石英基板が使用される事がある。このため基礎吸収端付近の物性とその制御が重要になってくる。ここでは4~1850 Kという非常に広い温度範囲で吸収端の測定を行っている。反射や熱振動の影響を分離し、無秩序構造の凍結効果を議論している。物理的にはアモルファスと結晶の境界付近の性質が興味深い。

6件目は旭硝子の杉本、郡山旭硝子の清水、京都大学の田部らによる「Erドープ酸化ビスマス系ガラスの1.55 μm 帯発光及び光増幅特

性」で、7件目は京都大学の林らによる「LaF₃析出透明結晶化ガラスにおける希土類イオンの蛍光特性変化」であった。これら2件は希土類ドープ材料の発光関連である。6件目では波長多重通信の広帯域光アンプとして、ビスマス系ガラスが特にErの濃度消光の起こりにくいホストガラスとして提案されている。実際に15 cm長さのファイバを製作し、1.6 μm 波長でのアンプゲインが0.5 dB/mW以上であった。Er濃度が2 mol%まで濃度消光が起こらないことも確認されている。耐水性もTeO₂系よりいいこともわかったとのことで、進展が期待される。7件目は少し物理的な内容であった。全体としては酸化物SiO₂·Al₂O₃をホストとしておいて、その中にフッ化物LaF₃微結晶を析出させ、そのフッ化物中にErをドープしている。これで発光のためのフッ化物の利点と、耐候性の酸化物の利点をうまく組み合わせられる。

8件目は関西大学の幸塚らによる「スピニングによって作製されるシリカ薄膜のストライエーション」であった。ユニークな観点からの研究で、スピニングコートで作製されるゾルゲル膜に残る筋状の凹凸を定量的に明らかにしている。この凹凸を減らして光導波路等への応用時に、光散乱損失を減らそうというねらいである。

9件目は日本板硝子の関口、RWCPの仲間らによる「レーザー加工による光通信用素子の開発」であった。光部品の経済化のために、レーザーによる簡便なガラスの加工例を示している。銀イオン交換してレーザー加工性を高めたガラスを用い、YAGレーザーの3倍波等で加工する。グレーティングや光インターコネクション用のマイクロホール加工等の例が示された。耐候性等のデータもあり、適用例をうまく選べば非常に有用であろう。

10件目は旭硝子の近藤、昭和電線電纜の野内、平尾プロジェクトの三露、京都大学の平尾らによる「フェムト秒レーザーによる長周期ファ

イバグレーティングの作製」であった。通常の紫外線照射と異なり、ここでは波長 800 nm とガラスの吸収のない波長域で、フェムト秒レーザーで屈折率変化（上昇）を起こしている。この屈折率変化のための照射レーザーパワーにはしきい値が存在する。この屈折率変化は誘起メカニズムが UV 照射の場合と異なる（密度上昇か？）と推測され、500°C以下の熱処理でも安定であるなどの特徴がある。高圧水素処理等も不要で、作製上の利点もある。

最後の 11 件目は東北大学の羽根による招待講演で、「マイクロマシンとフォトリソ」であった。光部品にはサブミクロンの位置合わせ

が不可避な事が多く、光部品とマイクロマシンは当然の組み合わせかもしれない。いろいろな例があったが、ファイバ断面への微細加工等のユニークなアイデアが今後もいろいろ期待できる。やはり微小な可動部分等があると信頼性が不安なので、その方面の研究もこれから多くなると思われる。

以上各講演を紹介したが、いくら応用といってもやはり今回の講演のような基礎的な材料物理の地道な研究の上に花が咲くものである。そのために講演会等もうまく使って、材料研究者と部品研究者等との効率的な連携が重要ではないだろうか。