

Optics & Photonics Japan 2017に参加して

山田 莞太

Kanta YAMADA

電子情報学科 2017 年度卒業

1. はじめに

私は、2017年10月30日～11月2日に筑波大学東京キャンパス文京校舎で開催された「Optics & Photonics Japan 2017」に参加し、10月30日に「Rewritable Droplet Array for Creating Digital 3D Display」というテーマで発表を行った。

2. 研究背景

高温の液体状態では透明、低温の固体状態では白濁するポリエチレングリコール (PEG) は光学材料として有用である。従来は外部からヒータ加熱していたので、応答速度も効率も悪かった。そこで、絶縁性の PEG にイオンを添加して導電性を持たせると、電流を流すことによって PEG 自体が発熱するのではないかと考え実験を行った。

3. イオンの溶解度と導電率

溶質として 10 種類のアリカリハライド塩 (LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, NaBr, KBr, NaI, KI, CsI) を選び、PEG 中での飽和濃度を調べた。常温では固体である分子量 1000 の PEG を 60℃ に加熱融解して、これらの塩を少しずつ加え、目視で粒子が無いことを確認した後、26℃ で放置して凝固させ、もう一度加熱 (60℃)、融解させて粒子が析出しないことを溶解の基準とした。

図 1 に●で示すように、分子量が小さい塩化物は 2 mM 以上溶解せず、分子量が大きい化合物ほど溶解度が高かった。▲は、導電率計を用いて、60℃ の飽和溶液の導電率を測定した結果である。溶解度に比例して導電率が上昇している。

4. サンプルセルの作製と電圧印加実験

電流を流すことで、PEG の融解が可能であるか否かを確認するため、図 2 (a), (b) に示すようなサンプルを作製した。導電率が最も大きい CsI の PEG 溶液 (250 mM) を用いたが、それでも 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度の導電率しかないので、印加電圧を低くするため、非常に薄くする必要があった。そこで導電性膜をコートした 2 枚のガラス板 (25 mm 角、厚さ 2 mm) を厚さ 35 μm の粘性シリコンゴムで貼り合わせて、その中心にあけた直径 6 mm の孔の中に PEG 溶液を封入した。図 2 (c) に作製したサンプルセルの写真を示す。

このサンプルセルに 10～1000 Hz の交流電圧をかけ、10 分ごとにピーク電圧を 10 V ずつ上げ、オシロスコープで電流を測定した。周波数 10 Hz での結果を図 3 に示す。電圧と共に電流値が上昇していき、70 V (40 分) の時に電流が急激に変化した。これはサンプルセル内の PEG 溶液が融解したことにより、電気抵抗が急激に減少したためである。図

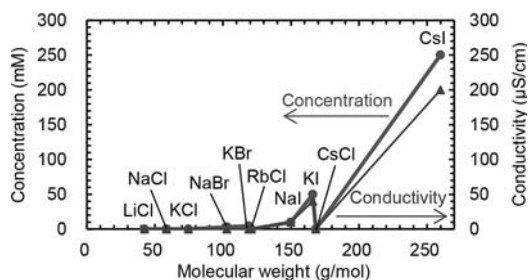


図 1 PEG 中のアリカリハライド塩の飽和濃度 (●, 左軸) と、その導電率 (▲, 右軸)。横軸は分子量を表す。

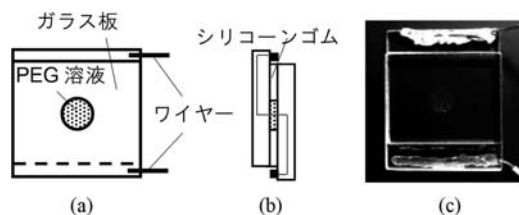


図 2 サンプルセルの構造。(a) 正面図, (b) 断面図 (赤線は電流経路), および (c) 写真。

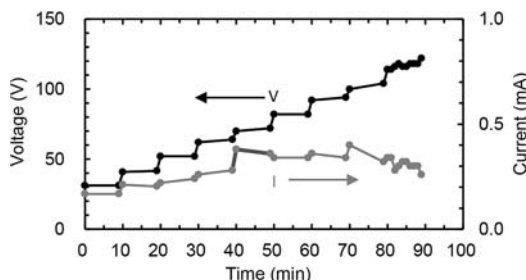


図3 サンプルセルに印加した電圧（10 Hz, 左軸）と電流（右軸）の時間変化.

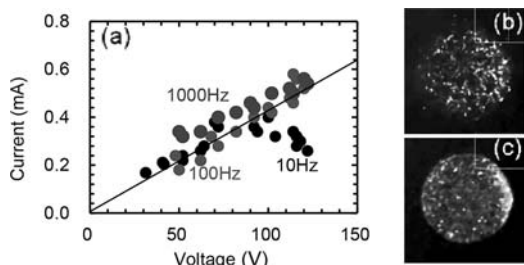


図4 (a) 周波数毎の電圧と電流の関係. (b) 電圧印加前と (c) 印加中の PEG の写真

4 (a) に示すように、どの周波数でもほぼ同様の結果となり、電圧と電流には比例関係が見られた。図 4 (b) は電圧印加前、(c) は印加中のサンプルセル内の PEG の写真であり、PEG の融解で様子に変化していることがわかる。

5. まとめ

絶縁性の油脂である PEG 溶液に導電性を持たせることができ、電流による発熱で融解することを確認した。この PEG 溶液は透過状態を電氣的に制御することができるので、将来はフレキシブルディスプレイなどに利用できると期待される。

6. おわりに

今回初めて学会に参加したが、参加者の方々とディスカッションすることができ、また多くの質問や意見をいただき、非常に良い経験ができた。

今回の発表を行うにあたって、懇切なご指導をいただいた齊藤光徳教授をはじめ、齊藤研究室の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。