

高発光強度 LEC 型感圧塗料の開発

[研究代表者] 江上泰広 (工学部機械学科)

[共同研究者] 森 竜雄 (工学部電気学科), 松田 佑 (早稲田大学)
米川文広, 坂上 知, 多根静香 (日本化学工業)

研究成果の概要

近年、高速度カメラを用いて感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint: PSP)の非定常現象の計測を行う研究が盛んになされてきている。画像取得レートの高速化に伴い、露光時間が非常に短時間になり、データ画像の S/N が低下してしまうという問題がクローズアップされてきている。より高い S/N の画像を取得するためには PSP の高輝度化が必要であるが、励起光を照射することによる光励起では、発光強度の増加は精々数倍が限界である。そのため、本研究は発光電気化学セル(LEC)の原理を利用した電気励起によって、PSP の発光強度を大幅に増大することを目標とした研究を昨年度に引き続き行った。陽極電極に Al と CuPc-Ag 電極を用いた LEC-PSP を作製し、特性の比較を行ったところ、Al 電極で 9.6 倍、CuPc-Ag 電極で 6.8 倍発光強度を増大させることに成功した。また、Al 電極と比較しても、4 V 以上では Al 電極で作製した LEC よりも高い電流が流れていることから、CuPc 層の形成によって、より発光層に電流が流れやすくなったことがわかった。

研究分野：機械工学，流体工学，航空工学

キーワード：感圧塗料 (PSP)，発光電気化学セル(LEC)，高輝度，高速度撮影，イオン液体

1. 研究開始当初の背景

感圧塗料(PSP)¹⁾は模型上の圧力分布を CMOS カメラなどを用いて光学的に非侵襲に計測することのできる圧力計測法である。航空機や自動車などの表面の圧力分布を高い空間分解能で計測することができるため、広く用いられ始めている。の励起は通常励起光を照射する光励起が多い。非定常計測のために高速度カメラの画像取得レートの高速化し、データ画像の S/N が低下してしまうという問題がクローズアップされてきている。そのため PSP からの発光強度を大幅に増加させる必要があるが、光励起では数倍程度しか増やすことができないという限界があった。

2. 研究の目的

本研究では光励起に代わり、発光電気化学セル(LEC)の原理²⁾を利用した電気励起式の PSP の開発することで発光強度の大幅な増加を試みた。高輝度かつ高い圧力感度を有するの LEC-PSP を作成するために、材料の選定や構造、作成条件の最適化を行った。

3. 研究の方法

感圧色素に PtTFPP を用い、これを発光ポリマとイオン液体(日本化学工業)³⁾を混合したものを発光層とし、ITO ガラス基板上にスピコートで製膜した。さらにその上にアルミを真空蒸着することで LEC-PSP を作成した。作成したサンプルは直流電源で約 10V の電圧をかけることで発光させた。また、アルミの蒸着量を減らして島状構造を形成することで LEC-PSP に酸素透過性をもたせた。さらに、酸素の影響を軽減し劣化を抑制するために、Al に代わり不活性金属で酸化しにくいとされる Ag と、有機 EL の分野において正孔輸送層(P 層)として利用される CuPc を発光層と Ag 電極の間に真空蒸着で成膜した LEC-PSP も作成して比較した。電圧—電流特性はソースメータを用いて行った。また圧力感度は校正試験装置で計測した。

4. 研究成果

図 1 に Al と CuPc-Ag を陽極電極として蒸着した LEC-PSP の昇電圧—昇電流特性を示す。Al と比較して CuPc-

Agを用いたものはより小さい電圧でも高い電流密度が得られていることが分かる。誘透過性を持たせるためにAgの蒸着量を減らしたものでもAlを厚く蒸着したものよりも同じ電圧で高い電流密度が得られた。

図2は 圧力校正試験の結果である。CuPc-Agを厚く蒸着したものは酸素を透過させないため圧力感度がほぼ0であるが、蒸着量を少なくして空気が入り出す隙間を作ったものは0.5%/kPa程度の圧力感度が得られた。これは通常のスプレー塗装型PSPの0.6-0.7%/kPaと比較するとやや低いが、圧力計測を行うには十分な圧力感度である。さらに発光強度を比較したところ、大気圧付近でAl電極で9.6倍、CuPc-Ag電極で6.8倍発光強度を増大させることに成功した。またCuPc-Ag電極を用いることで、Al電極を用いたLEC-PSPよりも安定的な発光強度を得ることに成功した。

参考文献

1. Lin, T and Sullivan, J. P., "Pressure and Temperature Sensitive Paints", Springer Berlin (2005)
2. Edman, L., "Spraying Light: Ambient-Air Fabrication of Large-Area Emissive Devices on Complex-Shaped Surfaces", Advanced Materials, Vol.26(29), (2014), pp.4975-4980
3. 米川文広, 「電気化学発光セル及び電気化学発光セル

の発光層形成用組成物」特許出願番号 WO2016056529A1, (2016)

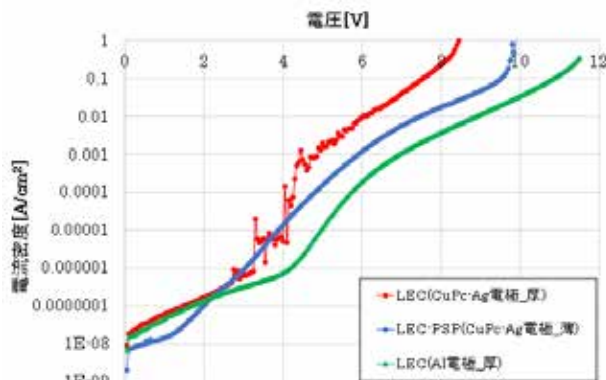


図1 LEC-PSPの昇電圧—昇電流特性

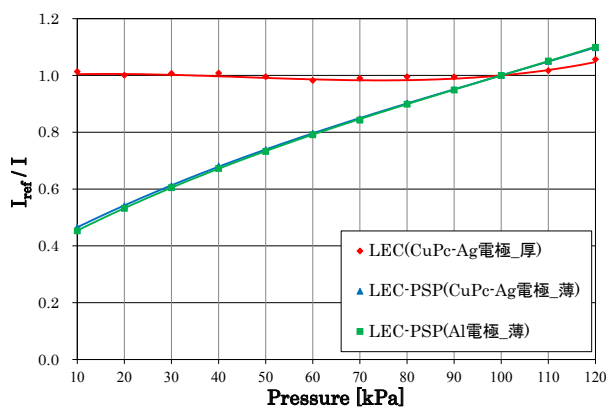


図2 LEC-PSPの圧力感度特性