## 電流効率 12 cd/A を超える高効率電気化学発光セルの実現 Light Emitting Electrochemical Cells with current efficiency over 12 cd/A by using ionic liquid with silicon-containing anion 北陸先端大 先端科学技術 <sup>0</sup>鈴木 貴斗、酒井 平祐、村田 英幸 JAIST, <sup>o</sup>Takato Suzuki, Heisuke Sakai, Hideyuki Murata E-mail: Murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】 電気化学発光セル (Light Emitting Electrochemical Cell:LEC) は、有機発光材料と電 解質の混合膜からなる発光層を電極で挟んだ簡単な素子構造で構成される。LEC では、電圧印加 により発光層中の電解質が電極界面に再配列し電気二重層を形成され、電極界面での局所的な高 電界により電荷注入が促進される。同時に、電荷注入後に形成する発光材料の酸化種や還元種が 電解質のカチオンとアニオンによって安定化されることで、p-i-n 接合が形成され動作すると考え られている<sup>1)</sup>。LEC の発光層は溶液プロセスで作製可能であり、積層型有機 EL と比較して製造 コストの面で有利であることから注目されている。しかし、積層型有機 EL と比較して発光効率 が低いという課題がある。最近我々は、ケイ素含有アニオンを有するイオン液体を電解質として 用いることで高い発光効率の LEC が得られることを報告した<sup>2)</sup>。本研究では、上記のイオン液体 の添加量を最適化することによって電荷バランスの制御が可能であることを見出し、12 cd/A を超 える高い電流効率を実現したので報告する。

【実験方法】 素子構造は ITO (100 nm)/PEDOT:PSS (60 nm)/Super yellow (SY):イオン液体 (約 100 nm)/Al (60 nm)とした (Fig. 1)。ここで PEDOT:PSS 層は ITO 基板上にスピンコート法により成膜し た後、大気中で 150 ℃ 10 分間、さらに窒素中で 150 ℃ 10 分間加熱して乾燥させた。発光層は SY 1 g に対してイオン液体を 0.146、0.195、0.293、0.586 mmol 添加した混合溶液をスピンコート法により成膜し、窒素雰囲気下で 70℃ 30 分間加熱して乾燥させた。ここでイオン液体は Tributyldodecylphosphonium-2,2-dimethyl-2-silapentane-5-sulfate (BDDP-TMSC3SO4) を用いた (Fig. 2)。 Al 電極は真空蒸着法により成膜した。作製した LEC は、電流密度-電圧-輝度特性 (J-V-L) と PL スペクトルにより評価した。

【結果と考察】 SY に対してイオン液体の添加濃度を変えた LEC の電流効率を Fig. 3 に示す。イオン液体の添加濃度によって電流効率が大きく変化することが分かった。特に添加濃度が 0.293 mmol/g の時の LEC では 12.7 cd/A が得られた。この電流効率は、SY を発光材料に用いて、リン系アニオンを有するイオン液体を添加した LEC において報告された電流効率 (12 cd/A) と同等の効率であった<sup>3)</sup>。さらに添加濃度を高くすると効率は低下した。LEC の発光効率を支配している要因を明らかにするために駆動直後の LEC の PL スペクトルを測定した (Fig. 4)。駆動前の全ての LEC の PL 強度はイオン液体を添加していない SY と同程度であった。一方、駆動直後では PL の

発光強度に差が観られるものの最も 高効率な LEC (イオン液体添加量 0.293 mmol/g) とその半分以下の効率 を示した LEC (同0.195 mmol/g) のPL 強度の差は 30%程度であり、発光効 率の差を説明する違いではなかった。 以上の結果から、イオン液体添加濃 度の最適化による電荷バランスの向 上が、高い発光効率をもたらしたと 考察した。

【参考文献】 1) S. B. Meier *et al.*, Materials Today, **17**, 217-223 (2014). 2) M. Takagi *et al.*, The 64th JSAP Spring Meeting, 14p-302-4. 3) T. Sakanoue *et al*, Chem. Mater., 29(**14**), 6122-6129 (2017).



liquid concentration.