山雄 健史 教授

お問合せ先
corc@kit.ac.jp
産学公連携推進センター

発光トランジスターの高輝度発光駆動法

交流ゲート駆動発光法

■キーワード
発光トランジスター　交流電圧　高輝度発光

■研究の概要

有機半導体を用いた発光デバイスに有機発光ダイオード（一般的には有機EL）があります。有機ELは2端子の素子ですが、近年、有機発光電界効果トランジスター（OLEFET）と呼ばれる図1に示すような、有機半導体発光層にソース電極とドレイン電極が接し、またゲート絶縁膜を介してゲート電極をもつ3端子素子が注目を集めています。通常、OLEFETでは3つの電極に直流電圧を印加して（接地も含む）、ソース電極とドレイン電極から電子および正孔を注入して素子を発光させます（図1参照）。我々のグループでは、図2の回路に示すように、ソース電極とドレイン電極に負と正の直流電圧を印加し、ゲート電極に交流電圧を印加することで、直流電圧だけを用いた場合に比べ、はるかに強い発光輝度を得ることに成功しました。

■研究・技術のプロセス／研究事例

図3は、厚さ300nmのシリコン酸化膜のついたシリコン基板上に、櫛歯状の金電極を形成し、その上に有機半導体薄膜を蒸着して作製したOLEFETを、明るいところで撮影した写真と、暗いところで光らせた写真です。写真中央部が青く光っています（2mm×2mmの面積）。

図4は、ドレイン、ソース電極に加える直流電圧を一定（±30V）とし、ゲート電極に印加する正弦波の交流電圧の振幅を一定（40V）に保った条件で、交流電圧の周波数を2Hzから20kHzまで変えながら、素子からの発光スペクトルを測った結果です。ゲート電極に、交流電圧の振幅と同じ大きさの直流電圧を印加した場合（±40V）、およびゲート電極を接地した場合のデータも合わせて示しています。周波数2Hzにおいて、すでに直流電圧を印加した場合よりも素子が明るく光っていること、周波数を高くするに従いその明るさが増していることがわかります。ゲート電極に加える交流電圧の波形を、正弦波から矩形波に変えることで、さらに発光の強さが増します。

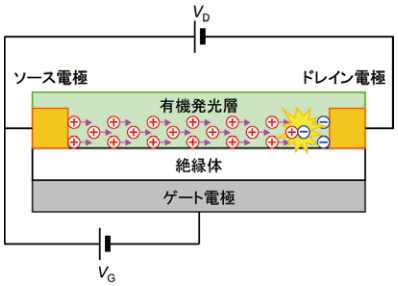

図１　有機発光電界効果トランジスターの模式的な構造と、直流電圧を用いた発光方法

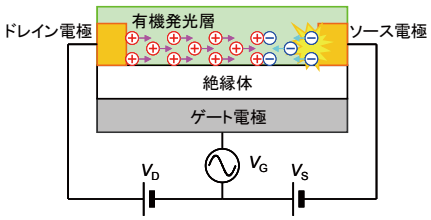

図２　有機発光電界効果トランジスターのゲート電極に交流電圧を印加させて高輝度発光させる方法

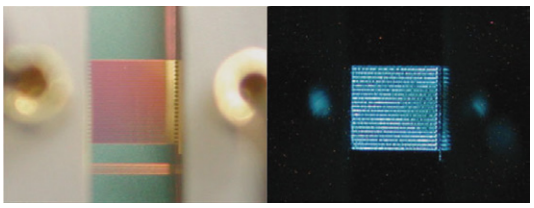

図３　有機半導体薄膜を蒸着して作製した発光電界効果トランジスターの写真（左）と、素子を暗いところで光らせた写真（右）

T. Yamao, Y. Shimizu, K. Terasaki, and S. Hotta, Organic Light-Emitting Field-Effect Transistors Operated by Alternating-Current Gate Voltages, *Adv. Mater.*, 2008, **20**(21), 4109–4112, DOI: 10.1002/adma.200800942. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Reproduced with permission.

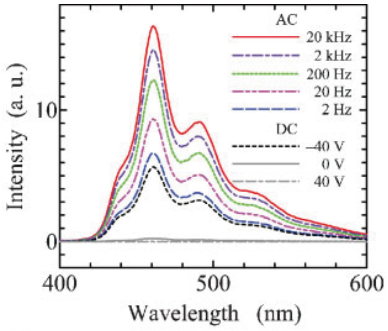

図４　有機発光電界効果トランジスターのゲート電極に2 Hz から 20 kHz の交流電圧を印加したときの発光スペクトル

T. Yamao, Y. Shimizu, K. Terasaki, and S. Hotta, Organic Light-Emitting Field-Effect Transistors Operated by Alternating-Current Gate Voltages, *Adv. Mater.*, 2008, **20**(21), 4109–4112, DOI: 10.1002/adma.200800942. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Reproduced with permission.

■セールスポイント

OLEFETのゲート電極に交流電圧を印加すると、構造を何ら変えること無く、素子からの発光強度を上げることができます。さらに周波数を高くすることで、発光強度は上昇します。