EFISHG 顕微法による有機素子(IZO/polyimide/C_{60}/Al)の絶縁破壊前駆現象の観察

Visualizing pre-electrical breakdown of IZO/polyimide/C_{60}/Al double-layer diode by EFISHG microscope

○田口大、間中孝彰、岩本光正（東工大院理工）

○Dai Taguchi, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto (Dept. of Phys. Elec., Tokyo Tech)

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに　有機デバイスの研究開発が活発となり、材料やプロセスに関する新しい技術が次々に導入されている。しかし、デバイスの寿命や破壊に関する評価手法の開発は不十分である。絶縁破壊はデバイスの寿命を制限する要因であり、事前にこれを察知する技術や評価手法の開発は、デバイスの使用や材料プロセスの改善に繋がると考えられる。そこで、我々は、有機層の電界を直接測定できる顕微 EFISHG 測定系を構築し、デバイス動作開始から絶縁破壊に至るまでの有機層の電界分布を追跡した[1-3]。本研究では Al/C_{60}/polyimide/ITO 素子に DC 電圧を印加し、絶縁破壊に至るまでの電界分布の経過を評価した。

実験　Fig. 1 に測定に用いた Al/C_{60}/polyimide/ITO 素子構造およびその IV 特性と、EFISHG 測定系を示す。本素子に Al 電極を基準として ITO 電極に DC 電圧を印加すると、V>+50 V で局所的に突発的な絶縁破壊が生じる。EFISHG 測定では、レーザー光の波長を 1000 nm として V=+50V（一定）を印加し、絶縁破壊が生じるまでの C_{60} 層の電界分布を選択的に顕微観察した。

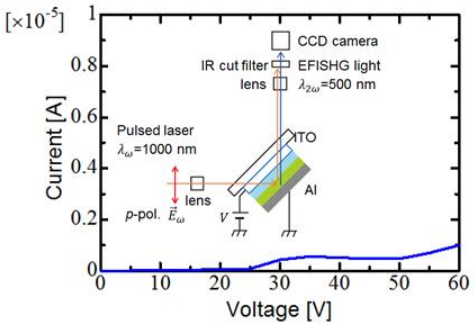

Fig. 1 I-V characteristics of ITO/polyimide/C_{60}/Al structure device. The inset shows device structure and measurement circuit.

結果及び検討　Fig. 2(a)に DC 電圧印加直後の EFISHG 顕微測定結果を示す。電圧印加直後は絶縁破壊が生じず、C_{60} 層内の電界は電極面でほぼ均一である。Fig. 2(b)は DC 電圧印加後、3 時間 40 分経過したときの電界分布である。C_{60} 層内の電界は不均一で、EFISHG 光強度の小さい領域（region A）は C_{60}/polyimide 界面に電子が蓄積して C_{60} 層の電界はほとんど打ち消され、電界は polyimide 絶縁層に集中している。Region A のような領域は局所的な絶縁破壊にともなう放電の発光位置と重なり、電子が C_{60}/polyimide 界面に蓄積し、polyimide に電界が集中した後に絶縁破壊に至ることを示している。

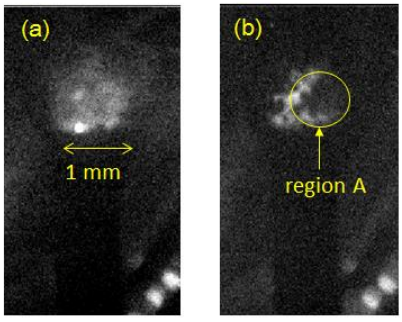

Fig. 2 EFISHG image under voltage V_b= +50V application. (a) t=1 min (b) t=3h40min prior to electrical breakdown in the region A.

結論　有機デバイスの絶縁破壊の前駆現象を明らかにするため、EFISHG 顕微測定系を構築し、DC 電圧印加直後から絶縁破壊に至るまでの電界分布を観察した。Al/C_{60}/polyimide/ITO 素子では、絶縁破壊の前駆現象として C_{60}/polyimide 界面の電子蓄積が進み、polyimide 層に電界が集中した後、絶縁破壊が発生することを示した。なお、構築した EFISHG 測定系は直径 1 mm の領域の電界分布の変化(0.1 MV/cm)を、10 s 毎に記録することができる。

[1] (Invited Review) M. Iwamoto, T. Manaka, D. Taguchi, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 100101 (2014).

[2] D. Taguchi, T. Manaka, M. Iwamoto, T. Karasuda, M. Kyomasu, Jpn. J. Appl. Phys. 52, 04CK04 (2013).

[3] D. Taguchi, R. Nakamoto, T. Manaka, M. Iwamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 04EK02 (2014).

© 2015年 応用物理学会