# 酸素プラズマ処理が与える有機半導体/絶縁膜界面準位への影響

## Influence of Oxygen Plasma Treatment on the Interface States between Organic Semiconductor and Insulator

神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 ○木村 由斉, 服部 吉晃, 北村 雅季
Department of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering, Kobe University
○Yoshinari Kimura, Yoshiaki Hattori, and Masatoshi Kitamura
E-mail:kimura@eedept.kobe-u.ac.jp

有機トランジスタの有機半導体/ゲート絶縁膜界面のエネルギー準位はデバイス特性に大きな影響を与える．酸素プラズマ処理による絶縁膜表面の改質は，絶縁膜表面の親水化だけでなく，有機トランジスタ特性の制御にも利用できる．実際，我々は，酸素プラズマ処理により有機トランジスタの閾値電圧が制御できることを報告した[1, 2]．しかし，酸素プラズマ処理が半導体/絶縁膜界面準位に与える影響は明らかにされていない．本研究では，酸素プラズマ処理した MOS キャパシタのキャパシタンス特性を用いて，有機半導体/絶縁膜界面のエネルギー準位を評価した．

図 1 に作製したペンタセン MOS キャパシタの断面図を示す．ガラス基板上に Cr 電極，$SiO_2$ 絶縁膜をそれぞれ真空蒸着，スパッタリングにより製膜した．基板洗浄の後，$SiO_2$ 絶縁膜表面に酸素プラズマ処理を $t_p$ = 0 – 30 s 施し，続けて HMDS 単分子膜を製膜した．その後，ペンタセンと Au 電極をそれぞれ真空蒸着した．キャパシタンス特性は，Au 電極に対して Cr 電極に，DC 電圧 ($V_G$) に AC 電圧(100 Hz, 100 mVrms)を重畳した電圧を印加して測定した．

図 2 はペンタセン MOS キャパシタの最小値を基準に正規化したキャパシタンスである．キャパシタンスは $V_G$ を増加すると，ある $V_G$ で急激に減少しゼロに近づき，P 型 MOS キャパシタの特性を示した．酸素プラズマ処理時間の増加により，キャパシタンス特性の正方向へのシフト，ヒステリシスの増加，傾きの減少が見られた．フラットバンド電圧のヒステリシス $\Delta V_{FB}$ を利用することで，界面トラップ密度 $N_{it}$ を，$N_{it} = C_{OX} \times \Delta V_{FB} / q$ から評価できる[3]．$C_{OX}$ は単位面積当たりの $SiO_2$ のキャパシタンス，$q$ は電気素量である．$N_{it}$ は，$t_p$ = 0, 10, 20, 30 s についてそれぞれ $5.1 \times 10^{10}$, $1.6 \times 10^{11}$, $2.3 \times 10^{11}$, $4.8 \times 10^{11}$ /cm$^2$ と得られ，$t_p$ に対してほぼ線形に増加した．フラットバンド電圧が酸素プラズマ処理により正方向に変化していることから，$N_{it}$ は電子トラップと考えられる．より詳細な議論から界面トラップのエネルギー準位分布も見積もることができる．詳細は当日発表する．

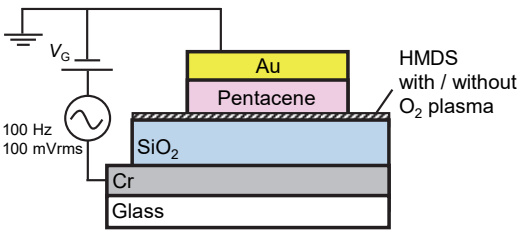


Fig. 1 Cross view of a pentacene MOS capacitor.

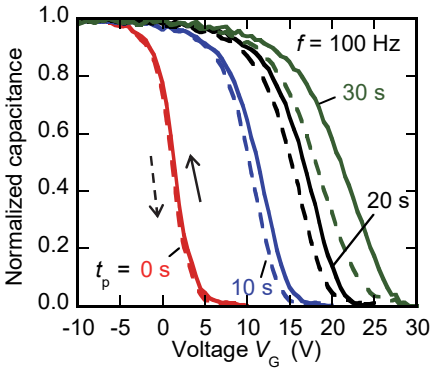


Fig. 2 Normalized capacitance–voltage characteristics at $f$ = 100 Hz.

【謝辞】本研究は，JSPS 科研費，基盤研究(B)(19H02171)，若手研究(19K15048)，挑戦的研究(開拓)(17H06229)の助成を受けて遂行された．

【参考文献】[1] Y. Kimura, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55** 02BB14 (2016). [2] H. Takahashi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57** 03EH03 (2018). [3] Y. Liu, *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **27** 055015 (2012).

© 2020年 応用物理学会