

ペンタセン有機薄膜トランジスタの正弦波ドレイン電圧入力による電流—電圧ヒステリシスの周波数依存性評価に基づく安定動作解析

A stability test based on the measurement of frequency-dependent hysteresis in current - voltage characteristics of Pentacene Organic Thin Film Transistors (OTFTs)

慶大理工 ^{○(M1)}坂口 勇磨, 日向 良, 梶井 清、野田 啓, 栗野 祐二

Keio Univ. Yuma Sakaguchi, Ryo Hinata, Kiyoshi Kajii, Kei Noda and Yuji Awano
E-mail: awano@elec.keio.ac.jp

【はじめに】 有機薄膜トランジスタ(OTFT)は、プリンテッドエレクトロニクスによる大面積化、省エネ・省資源化、フレキシブルエレクトロニクスによる軽量化、柔軟化を実現するための重要なキーデバイスと位置づけられる。一方、有機半導体はSiやGaAsなど無機半導体比べて多くの欠陥や不純物を含むため、特性の経年劣化や環境依存性が大きく、安定動作に関する特性評価が極めて重要と言える。これら特性劣化の原因となりうる不完全性や周波数依存性を持つと考えられ、DC測定だけから見出すことが困難である。我々は、OTFTの周波数依存性評価に、異なる周波数の正弦波をドレイン電圧入力とし、高分解オシロスコープで電流—電圧特性に現れるヒステリシス特性から、そうした劣化原因を探る方法を提案した[1]。しかしながら、バックゲート構造であったため元々のゲート容量が大きく、その結果、評価できる周波数帯が限られていた。そこで本研究では、埋め込みゲート電極構造を作成しゲート容量を減らすことで、より高周波まで評価領域を伸ばし、さらに詳細な周波数依存性を詳細に調べることで、OTFTの交流安定動作に関する検討を行ったので報告する。

【実験】 図1はOTFTの断面模式図と測定系の概略を示す。ドレイン電圧は、ファンクションジェネレータによって発生させた正弦波電圧を用い、周波数を変化させることで掃引時間を制御している。有機半導体チャネルには真空蒸着法によるペンタセンを用いた。膜厚は約80 nmである、ゲート絶縁膜にはTEOS-CVD成膜したSiO₂を用いた。測定は真空プローブ室中(室温)で行っているが、素子作成中は大気暴露している。

【結果と考察】 図2は、ヒステリシス特性例(挿入図)とそこから求めた換算容量の周波数依存性を示す。今回のOTFTでは、100Hz以下の低周波領域はこの成分が大きく存在し、10KHz以上ではゲート容量に起因するヒステリシスループが現れた。こうした低周波側での特性は、この周波数帯に時定数を持つ複数のトラップ等の影響によるものと解釈され、実際の回路応用では問題となると予想される(無機半導体では通常このような成分は検出されない)。今後さらにゲート微細化や容量の低減を図ることで、本評価法の適用帯域を高周波側に伸ばせると考えられる。

【まとめ】 OTFTの安定動作試験法として、正弦波をドレイン電圧の入力とし、電流—電圧特性に現れるヒステリシスの周波数依存性に基づく評価を行った。その結果、トラップ等に起因すると思われる特性劣化が見られ、本評価法の有効性が示された。

【参考文献】 [1] 渡辺, 他: 第61回応用物理学会春季学術講演会 17p-E3-7, K. Watanabe, et al., PCSI 2016, Palm Springs, USA, 2016

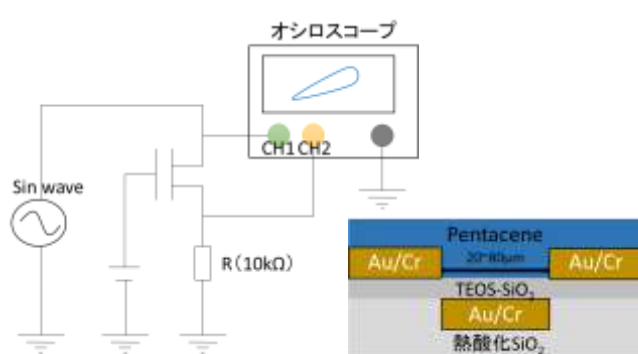


Fig. 1 Schematic of AC characteristic measurement setup for OTFTs

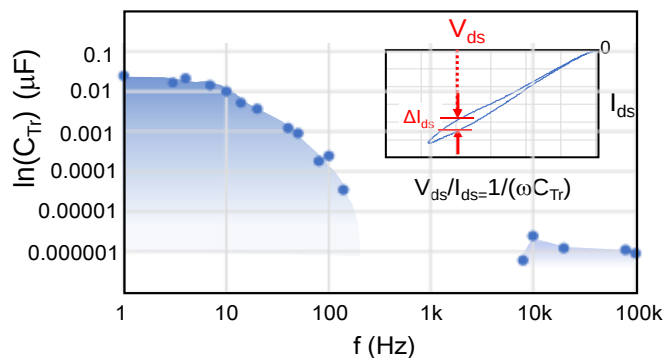


Fig. 2 Frequency-dependent hysteresis-based capacitance of a Pentacene OTFT