有機半導体薄膜中の自己加熱によって生じる負性微分抵抗現象

Nonlinear differential resistance phenomenon caused by self-heating in organic semiconductor thin films

慶應大・理工　○金澤 俊、高山 和輝、野田 啓

Keio Univ.　°Shun Kanazawa, Kazuki Takayama, Kei Noda

E-Mail : shun.kanazawa.6@keio.jp

【背景と目的】従来の半導体には無い独創的な特性を持つ有機半導体は次世代電子デバイスを実現し得る材料として注目されているが、電気的・光学的特性に焦点を当てた研究が多く、熱輸送特性に関する報告は少ない。そのためデバイスのサーマルマネジメントは不十分であり、有機半導体の多様な分野での応用を制限してしまうと予想される。そこで我々はジュール熱によって生じる負性微分抵抗（NDR）に注目し、有機半導体として広く知られるペンタセン及び銅フタロシアニンの薄膜内で NDR が発生することを確認した。この研究は発熱下での有機デバイスの安定動作に向けて重要な知見を提供し得ると考えられる。

【実験】下部電極の ITO（膜厚 50 nm）上に、真空蒸着によってペンタセンまたは銅フタロシアニン（膜厚約 300 nm）を堆積した後、上部電極 Au（膜厚 50 nm）を蒸着したクロスバー構造のダイオードを作製した。真空低温プローバーを用いた電流駆動の 4 端子測定を行うことで配線抵抗の影響を除去し、デバイス内部の電気特性変化を精度よく検出することに成功した。またサーモカメラを用いてデバイス中の発熱の様子を観察した。

【結果】真空低温下で測定を行った結果、ペンタセン薄膜では電流値が 3 mA (2.9 A/cm^2) 付近において自己加熱に伴う抵抗値の減少が生じ、S 字のカーブが観測された。また銅フタロシアニン薄膜においても相転移の影響を含むものの NDR が観測された。これより NDR が有機半導体薄膜で広く起こる現象であり、高電流密度下での有機半導体デバイス動作を安定化させる上で NDR の制御が必要であることが示唆される。

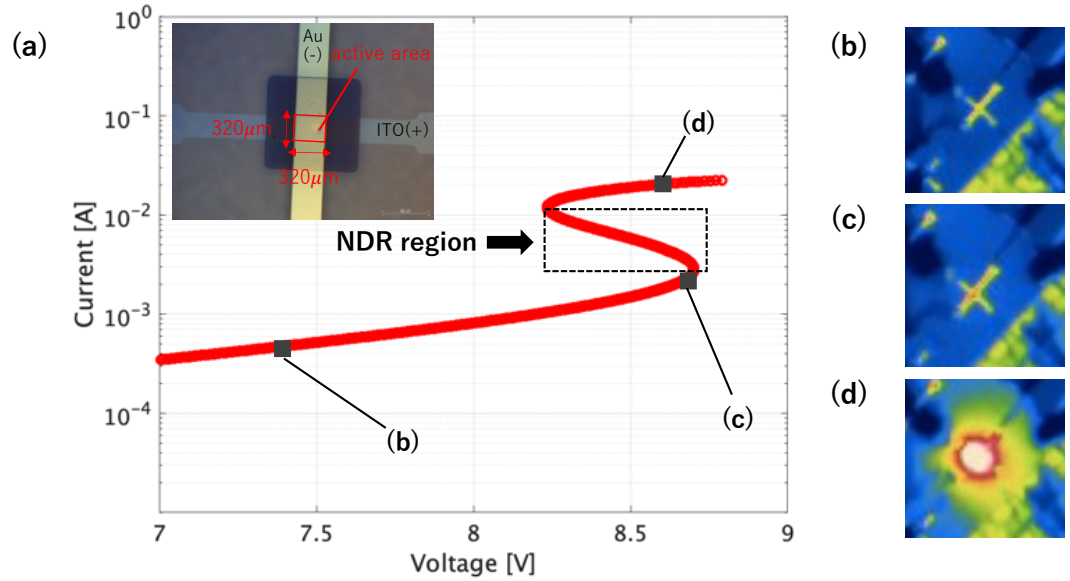

Fig. 1. Current-voltage characteristic and thermal image under NDR phenomenon: (a) NDR in pentacene. The inset shows the device structure. (b)(c)(d) Thermal images at each point shown in(a).

© 2023年 応用物理学会