19a-A26-2

Si-nc:P における赤外励起オージェ電子放出と熱励起放出の相補性

Complementarity of IR-excited Auger electron emission to thermal excited emission in Si-nc:P

物材機構[1], Univ. Manchester[2], McMaster Univ.[3], Univ. Surrey[4] ○石井 真史[1], Iain Crowe[2], Matthew Halsall[2], Andrew Knights[3], Russell Gwilliam[4], Bruce Hamilton[2]

NIMS[1], Univ. Manchester[2], McMaster Univ.[3], Univ. Surrey[4] ○M. Ishii[1], I. Crowe[2], M. Halsall[2], A. Knights[3], R. Gwilliam[4], B. Hamilton[2]

E-mail: ISHII.Masashi@nims.go.jp

【序】シリコンナノ結晶 Si-nc はサイズによってバンドギャップを制御でき、かつ閉込電荷を効率よく再結合できるため、光電子デバイスへの応用が期待される。一方で、デバイス作製に必要な電気伝導度の確保のために燐 P を添加すると、発光強度が急激に減少することが知られている。我々はこの要因と考えられている赤外励起オージェ電子放出を電気的に直接観測し、Fig. 1 に示す「連鎖放出 Linkage emission」モデルを提案した。本モデルでは、内殻励起の場合と異なり、オージェ電子は Si-nc 間の伝搬を繰り返して放出される。前回、その局所伝搬時間を実験的に求めた[1]。今回は、Fig. 1 と似た熱的な「ホッピング伝導」との違い及び相補性を見出したので報告する。

【実験】試料は熱酸化 SiO_2 膜に Si および P をイオン注入し（Si: 8×10^{16} at/cm^2, P: 5×10^{15} at/cm^2）、1050° C、100 s のアニールによってナノ結晶を凝集形成および P を活性化した[2]。赤外励起オージェ電子による Si-nc 間の伝導度 $G_{nc\text{-}nc}$ は、交流電場に対する電流応答特性から見積もられるが、その測定にはベクトルインピーダンスアナライザ（Wayne Kerr, 6440B）を用いた。

【結果】Fig. 2 に $G_{nc\text{-}nc}$ の温度の逆数 1/T 依存性を示す。赤外光励起時（Ex）の $G_{nc\text{-}nc}$ は、温度上昇と共に減少するのに対し、非照射時（Rx）には逆に増大することが分かる。Rx の $G_{nc\text{-}nc}$ は、熱励起された電荷が Si-nc 間をホッピング伝導する過程と考えられるが、Fig. 2 はこの過程が、赤外励起オージェ電子放出を減少させる事を示している。更によく観ると、Rx では $G_{nc\text{-}nc}$ が 50 K から増加するのに対して、Ex では 100 K から減少する。このことは、50-100K の温度域では比較的結合エネルギーの小さな捕獲電荷が熱励起されるが、オージェ電子放出はその過程に不感であり、閉じ込め電荷が熱放出される 100 K から相補性を示すと考えられる。従って、オージェ電子の源は捕獲電荷ではなく閉じ込め電荷のみであろう。

本研究は科研費（26420287）の補助頂いた。

[1]石井真史他，第 61 回応用物理学会 19a-E11-1.
[2] I. Crowe *et al.*, J. Appl. Phys. **113**, 024304 (2013).

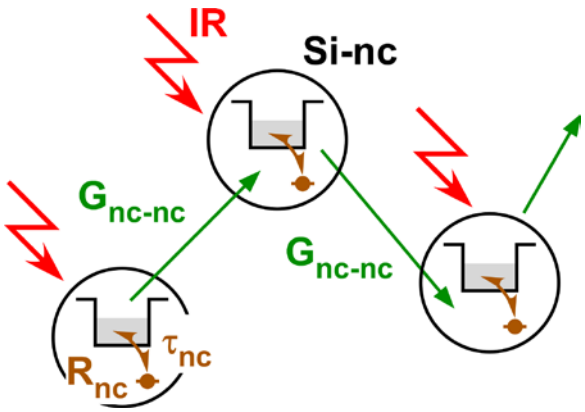

Fig. 1 赤外励起オージェ電子の「連鎖放出 Linkage emission」モデル

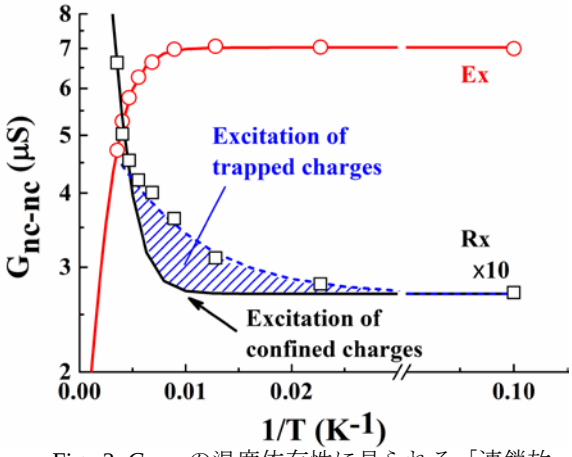

Fig. 2 $G_{nc\text{-}nc}$ の温度依存性に見られる「連鎖放出」（Ex）と「ホッピング伝導」（Rx）の違い

© 2014 年　応用物理学会