

電界増強による CNT 薄膜電極から半導体薄膜への低電圧キャリア注入

Low-voltage carrier injection into semiconductor thin film from CNT thin film by field enhancement

名大工¹ 山田 竜也¹, 岸本 茂¹, 大野 雄高¹Dept. of Quantum Eng., Nagoya Univ.¹°Tatsuya Yamada¹, Shigeru Kishimoto¹, and Yutaka Ohno¹

E-mail: yohno@nuee.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】 CNT 薄膜は柔軟でレアメタルフリーの透明電極として、OLED などの各種半導体デバイスの電極への応用が期待されている。本研究では、シミュレーションを用いて、CNT 薄膜から半導体薄膜へのキャリアの注入について考察した。その結果、CNT への電界集中効果を利用することで、低電圧においてキャリア注入が可能であることを見出したので報告する。

【実験・結果】 シミュレーションに用いたモデルを Fig. 1 に示す。p 型半導体薄膜($E_g = 1.1$ eV, $N_A = 10^{17}$ cm⁻³)に対し、上面に CNT を模した直径 1 nm の細線電極 (アノード) を、下面には平面電極 (カソード) を設置した構造である。細線電極と半導体との界面はショットキ障壁を仮定し、正孔に対する障壁の高さ(ϕ_{bp})は 0.56 eV とした。カソード側はオーミック接合とした。

Fig. 2 に、細線電極から半導体薄膜へ注入される正孔電流を細線電極の間隔(Δ)の関数として示す。ここで、 $\Delta = 0$ は平面電極に対応する。正孔電流は Δ とともに増加し、 $\Delta = 125$ nm 付近で極大となった。Fig. 3 に平板電極の場合と細線電極($\Delta = 125$ nm)の場合について、それぞれ、エネルギーバンド図を示す。細線電極の場合、ショットキ障壁が急峻に曲げられている。したがって、 $\Delta < 125$ nm における電流増加は、細線電極に電界が集中することで、ショットキ障壁が薄くなり、正孔のトンネル確率が増加したためと考えられる。細線電極を用いた場合、低電圧域で最大でおよそ 4 桁電流が増加した。なお、 $\Delta > 125$ nm では実効的な電極面積の減少により電流が減少した。今回見出した電界集中効果

を利用することで、OLED などの駆動電圧の低減が期待できる。

【謝辞】 この研究の一部は、JST/ALCA、JST/SICORP、科学研究費補助金若手研究(A)の助成を受けて行われた。

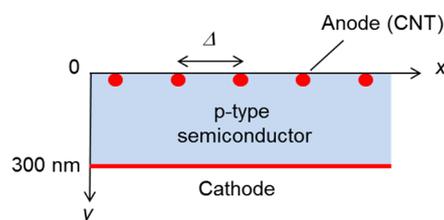
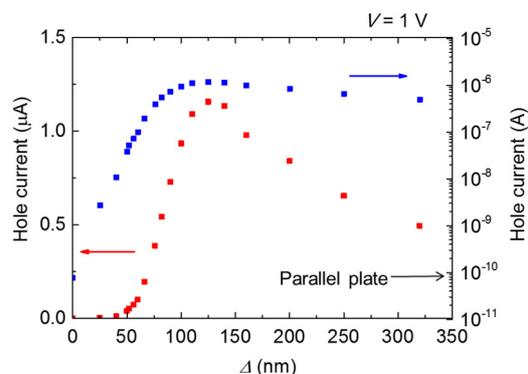
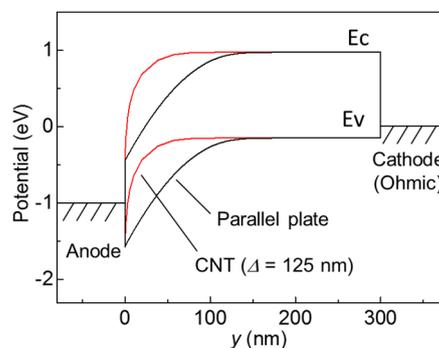


Fig. 1 Device structure used in simulation.

Fig. 2 Calculated hole current versus Δ at 1 V.Fig. 3 Calculated energy band structures at 1V, (a) parallel plate electrode, (b) CNT electrode ($\Delta = 125$ nm).