単層カーボンナノチューブからの電界電子放出電流挙動の解明

Clarification of Field Emission Current Behavior from Single Walled Carbon Nanotube

○入田 賢[1]，本間 芳和[1] (1.東理大理)

○ Masaru Irita[1], Yoshikazu Homma[1] (1. Tokyo Univ. of Science)

E-mail: 1213701@ed.tus.ac.jp

我々はこれまでに，孤立した単一単層カーボンナノチューブ(SWNT)の計測への応用を目指し，SWNT の作製と観測技術の開発を行ってきた[1]．先行研究において，我々は，走査型電子顕微法(SEM)，電界電子放出型顕微法(FEM)と透過型電子顕微法の一連多角的評価により，長さ 800 nm，平均直径 1.73 nm の SWNT から印可電圧 272 V で電界電子放出(FE)電流 0.39 × 10^{-6} A を観測した[2]．しかし，SWNT からの FE 電流は 15 s の間に 56%減少することを観測した．この様な FE 電流の減少は電子放出源として大きな問題である．本研究では，W 探針と SWNT 探針について FEM 観察を行い比較評価した(Fig. 1 参照)．

(110)の表面を出した太い W 探針では，印可電圧約 1600 V で FE を観測することができた．次に，細い W 探針では，印可電圧約 800 V で FE を観測した．また，印可電圧 V と FE 電流 I の曲線にヒステリシスを確認した．液体窒素冷却により一定の探針温度に制御した実験と比較することにより，Joule 加熱による W の抵抗率増加に伴い FE 電流が減少することを明らかにした．SWNT 探針では，印可電圧約 200 V で FE 観察することができ，同様にヒステリシスや FE 電流の過渡変化を観測した．これらは，SWNT からの FE 電流によって，SWNT を固定する為に用いた土台 W 探針が Joule 加熱によって抵抗変化したことが原因である．この場合，SWNT に流れる FE 電流が減少するため，その FE 電流を用いると精確な I-V 特性を得ることができない．したがって，土台探針の選択は SWNT の電子源としての性能を引出す為に重要であり，余計な Joule 加熱が起きないものが好ましい．我々は，孤立した単一 SWNT からの FE 電流挙動を明らかにした．

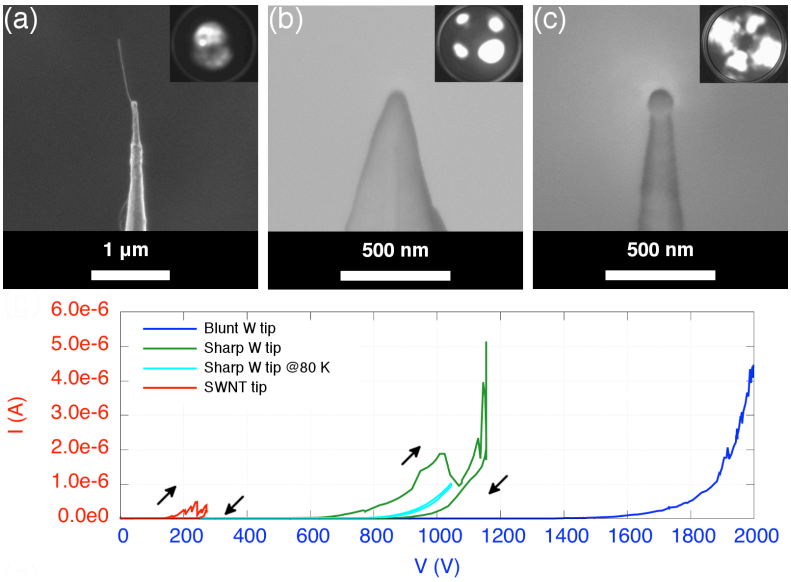

Fig. 1 FEM observation results of W and SWNT tips. SEM images of (a) SWNT (L = 800 nm, D ~ 1.73 nm) tip, (b) sharp W tip and (c) blunt W tip after FEM observation. The insets show FEM images from the corresponding tips. (d) I-V curves. The arrows in (d) show the time change direction.

[1] M. Irita et al., e-Journal Surf. Sci. Nanotechnol. 11, 105 (2013). [2] M. Irita et al., Surf. Interface Anal. 46, 1282 (2014).

© 2016年 応用物理学会