

ヘリウムイオン顕微鏡技術による評価と加工

Helium Ion Microscopy Technology for Characterization and Fabrication

○小川 真一 (産総研 ナノエレ研究部門)

°Shinichi Ogawa (NeRI, AIST)

E-mail: ogawa.shinichi@aist.go.jp

ヘリウムイオン顕微鏡 (HIM) が 2006 年に米国で実用化され⁽¹⁾、現在は HIM を用いた評価 (含、観察) および加工技術など HIM の応用研究開発が世界各所で行われている。タングステンチップ先端に減圧低温環境 (73K) で吸着させたヘリウム (He) 原子を電界蒸発させ、先端三原子 (トライマー) から放射されるビームの一つをプロービングビームとして選択し試料に走査照射して発生する二次電子を用いて微細表面構造観察などを行う⁽²⁾。筆者は 2010 年 1 月に HIM を国内で初めて導入し、HIM を用いた観察、評価、加工手法の研究開発を行っている。HIM 技術は産まれてまだ数年の技術であり、HIM で何ができるか、走査二次電子顕微鏡 (SEM) や透過電子顕微鏡 (TEM) ではできない新たな応用を探索することが今、最も重要である。得られるビームは点光源に近く、エッジコントラスト法による分解能は 0.21nm を得ている。本報告では HIM の概略を述べ、SEM に対する HIM の利点として、① 単位体積当たりへの照射エネルギー密度が際めて小さいという利点を活かした ULSI 多層 Cu/low-k 配線製造プロセスでの low-k 膜、レジストパターンの変形の少ない観察、② エネルギーの低い (約 1eV)⁽³⁾ 二次電子の性質を活かした絶縁膜中に埋め込まれた Cu 配線の観察、が可能であることを示し、何故そのような観察が HIM で可能なのかを説明する⁽⁴⁾。その他の応用研究開発例として W(CO)₆ ガス雰囲気中で He イオンビームを照射して形成した微細なタングステン構造堆積⁽⁵⁾、およびそれらをマーカーとして用いた nm オーダーの観察が可能な TEM 三次元観察技術⁽⁶⁾、He イオンビーム照射によるグラフェン膜のエッチング・パターンニング、格子欠陥導入⁽⁷⁾ による伝導特性制御 (導体→半導体→絶縁体)^(8~11)、生体細胞観察、などに関して概略を報告する。

(1) J. Morgan, et al, Microsc. Today 14, 24-31 (2006)

(2) R. Ramachandra, et al, Ultra Microscopy 109, 748-757 (2009)

(3) K. Ohya, et al, Nucl. Instr. and Meth. B267, 584-589 (2009)

(4) S. Ogawa, et al, Jpn. J. Appl. Phys. 49, 04DB12 1-4 (2010)

(5) K. Kohama, S. Ogawa et al, J. Vac. Sci. Technol. B vol. 31, no. 3, 031802 1-8 (2013).

(6) M. Hayashida, S. Ogawa et al, Micron 50, 29-34 (2013)

(7) D C Bell, et al, Nanotechnology 20, 455301 (2009).

(8) S. Nakaharai, S. Ogawa et al, Extended Abstracts of 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials, 676-677 (2012)

(9) S. Nakaharai, S. Ogawa et al, Appl. Phys. Express 5, 015101 1-4 (2012)

(10) S. Nakaharai, S. Ogawa et al, ACS Nano 7, 5694-5700 (2013)

(11) Y. Naito and S. Ogawa, to be published in Appl. Phys. Lett.

産総研 HIM の利用は公開しております。利用希望の方は小川までメールでご連絡ください。