17p-A14-7

溶液との界面化学に基づく次世代半導体表面の原子レベル構造制御

Atomic-scale Control of Semiconductor Surfaces by Wet-chemical Preparations for Future Electronics

阪大院工　精密科学・応用物理学専攻，○有馬 健太

Department of Precision Science and Technology, Osaka University，○Kenta Arima

E-mail: arima@prec.eng.osaka-u.jp

半導体表面の溶液処理（洗浄、不動態化、研磨）は半導体プロセスの基本である。半導体デバイスの超微細化が進む今日、ゲート絶縁膜形成前の半導体表面の構造を溶液処理により原子レベルで制御することが求められている。一方で、次世代半導体デバイスにおいては、シリコン（Si）よりも優れた電気的性質を持つ半導体の導入が不可欠であると考えられているが、それらの半導体表面における溶液処理は未だ発展途上であり、界面化学に基づくウェットプロセスの開発が急務である。本講演では、次世代半導体表面でのウェットケミストリーの最前線について、以下の順に説明する。

〔１〕溶液処理による H 終端化 Si(100)及び Si(110)ウエハ表面の原子構造の理解

Si ウエハをフッ化水素酸（HF）溶液に浸漬し、水素（H）終端化表面を得る手法は、広く用いられている。本講演では、著者が走査型トンネル顕微鏡を用いて行ってきた、(i) H 終端化 Si(100)表面における、Si-H 結合方向を含めた原子構造の解析[1, 2]、(ii) HF 浸漬後の純水洗浄による Si(100)表面の選択エッチングの解明[1]、(iii) H 終端化 Si(110)表面の原子構造を最適化するためのウェットプロセスの開発[3, 4] について、紹介したい。

〔２〕触媒を援用した液相中での SiC(0001)表面の原子レベル平坦化とグラフェン形成への展開

シリコンカーバイド（SiC）は、パワーデバイス用のワイドギャップ半導体として知られている。一方で、ダイヤモンドに次いで高い硬度を持ち、物理的に“磨く”ことが極めて困難である。山内ら[5]と著者は、HF 溶液中で Pt 平板を SiC 表面に接触・回転させることにより、原子レベルで平坦な 4H-SiC(0001)1×1 表面が創成できることを見出した[6, 7]。これは、Pt の触媒効果により、SiC 表面の凸部が選択的に溶解したためであると考えられる。また、得られた超平坦 SiC 表面上に、ピットの無いグラフェンを形成することを目指す最近の実験[8]についても紹介したい。

〔３〕水／Ge(100)における特異な界面化学現象に関する最近のトピック

ゲルマニウム（Ge）は、次世代の超高速半導体デバイスのチャネル材料として期待されている。しかし、Ge の酸化物（GeO_2）は、SiO_2 とは異なり、水溶性という特異な性質を持つため、これに配慮したデバイスプロセスが必要である。著者は、Ge 表面上に金属微粒子が存在する場合、純水中で容易にピラミッド状のピット痕が形成されることを見出し、このメカニズムを界面化学の観点から明らかにした[9]。また近年、酸化物表面の吸着水（分子層レベルの薄い水の層）の構造や表面電位を調べる研究を行っており[10, 11]、その一環として、熱酸化 GeO_2 膜上に形成される吸着水をＸ線光電子分光法（XPS）により“その場”観測した例[12]について紹介する。

参考文献

[1] K. Arima et al., *Appl. Phys. Lett*. **76**, 463 (2000), [2] K. Arima et al., *Surf. Sci*. **600**, L185 (2006), [3] K. Arima et al., *Appl. Phys. Lett*. **85**, 6254 (2004), [4] K. Arima et al., *J. Appl. Phys*. **98**, 103525 (2005), [5] H. Hara, K. Arima, K. Yamauchi et al., *J. Electron. Mat*. **35**, L11 (2006), [6] K. Arima et al., *Appl. Phys. Lett.* **90**, 202106 (2007), [7] K. Arima et al., *J. Phys.: Condens. Matt*. **23**, 394202 (2011), [8] K. Arima et al., *MRS Spring Meeting*, 292 (2014), [9] T. Kawase, K. Arima et al., *J. Appl. Phys*. **111**, 126102 (2012), [10] K. Arima et al., *J. Phys. Chem. A* **113**, 9715 (2009), [11] K. Arima et al., *J. Phys. Chem. C* **114**, 14900 (2010), [12] A. Mura, K. Arima et al., *J. Phys. Chem. C* **117**, 165 (2013).

© 2014 年　応用物理学会