低温下における Ge/Si コアシェルナノワイヤの電気特性評価

Electric property of Ge/Si core-shell nanowire at low temperature

東工大，未来研，工学院電気電子系
○(M1)高木寛之、野口智弘、Marolop Simanullang、 宇佐美浩一、小寺哲夫、小田俊理
QNERC and Dept. of EE., Tokyo tech.
°H. Takagi, T. Noguchi, M. Simanullang, K. Usami, T. Kodera, and S. Oda
E-mail: takagi.h.af@m.titech.ac.jp

近年、Ge Nanowire を Si でコーティングすることにより、水溶性や酸化性のある Ge NW を安定化させた Ge/Si コアシェルナノワイヤ(以下、Ge/Si NW) の作製及び評価が盛んに進められている[1]。Ge/Si NW は一次元の量子閉じ込め効果により、状態密度が離散的になるため高いゼーベック係数が期待できる。さらに、Ge/Si NW は Ge のホール移動度の高さから高い電気伝導率を持つ[2]。以上の 2 点から、Ge/Si NW は高効率熱電変換素子として期待されている。我々は Ge/Si NW を使った熱電素子開発に向けて、Ge/Si NW の低温における電気特性の評価を行った。

本研究室ではすでに Vapor-Liquid-Solid 成長法により Ge/Si NW の成長に成功している(Figure.1 (a))。また、この Ge/Si NW では約 20K 以下で熱起電力の向上を観測している(Figure.1 (b))。これは 20K 以下で量子閉じ込め効果によりゼーベック係数が大きくなったためと考えられる。本研究では電子線露光装置による位置合わせ露光と Lift-off プロセスにより、Ge/Si NW を用いてチャネル長 400 nm のΩゲートトランジスタを作製した。本デバイスを用いて 7.0K の低温下において、Ω型トップゲート(*Vg*)に電圧を印加し異なるソース・ドレインバイアスの *Ids-Vg* 特性を測定することにより、クーロンピークの観測に成功した(Figure1(c))。これは 20K 以下の低温下で量子閉じ込め効果が表れたことを示しており、この現象から本デバイスで用いた Ge/Si NW が低温下で熱起電力が向上することを説明することができた。

本研究は，科研費（26249048, 26709023），TEM 観測は東京工業大学大岡山分析支援センターの協力の下に行われた。

[1] L. J. Lauhon, M. S. Gudiksen, D. Wang and C. M. Lieber, Nature 420, 57 (2002)
[2] Jaeyun Moon, Ji-Hun Kim,et al , Nano Lett, 13, 1196−1202 (2013)

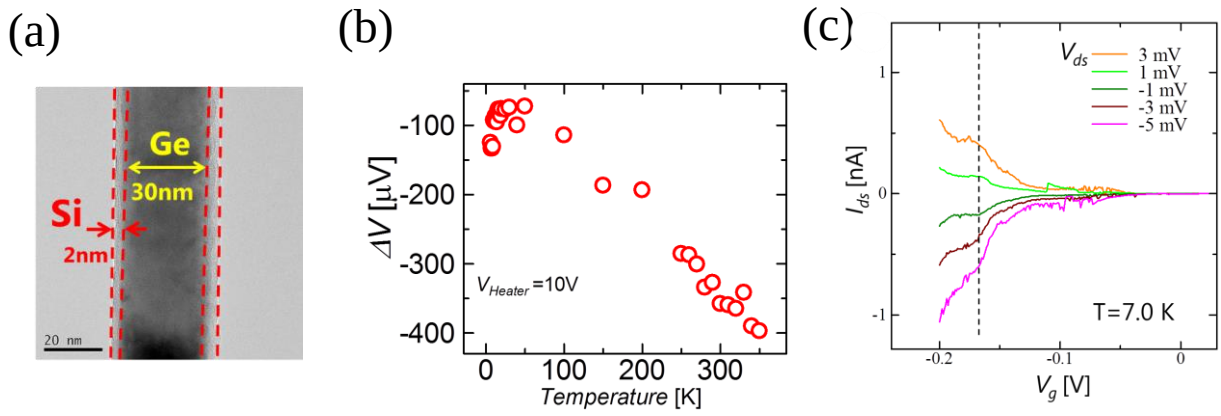


Figure 1 (a) Transmission electron microscope image of Ge/Si NW (b)The Seebeck coefficient of ⊿V[μV] vs *Temperature*[K] (c) *Ids–Vg* characteristics with the different source drain bias (*Vds*). The dash line indicates the peak of coulomb oscillation.

© 2016年 応用物理学会