

Ge/Si コアシェル ナノワイヤの電気伝導率における径依存性

Conductivities of Ge/Si core/shell nanowires dependence on the core diameter

°野口 智弘, Marolop Simanullang, 宇佐美 浩一, 小寺 哲夫, 小田 俊理

(東工大 未来研, 工学院電気電子系)

°Tomohiro Noguchi, Marolop Simanullang, Koichi Usami, Tetsuo Kodera, Shunri Oda

(QNERC and Dept. of EE, Tokyo Tech.)

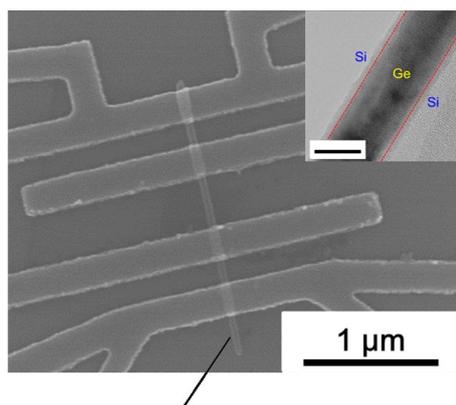
E-mail: noguchi.t.ab@m.titech.ac.jp

[はじめに] 近年、Ge/Si コアシェルナノワイヤ(以下、Ge/Si NW) の作製及び評価が進められている[1]。Ge/Si NWはGe ナノワイヤ(以下、Ge NW) をSi でコーティングした同心円状の構造であり、耐酸化性に問題があるGe NWの表面はSi膜により保護される。また、他の研究機関では、低温領域であるがバリスティックな輸送ができており[2]、様々な領域での活躍が期待される材料である。本研究室ではGe/Si NWのコア径に対する電気伝導率の依存性を評価した。

[実験] 金を触媒に気相-液相-固相成長法でNW成長を行った。金触媒ナノ粒子は電子ビーム蒸着機を利用して形成した。基板上に280°CでGeH₄を用いてGe NWを成長させ、その後Si₂H₆を用いて450°CでSi殻を堆積し、Ge/Si NWを作製した(Fig.1 Inset)。Si シェル膜厚は2.5 nmである[3]。Ge/Si NWに電極を電子ビームリソグラフィでパターンニングすることで、4端子法で測定可能なナノワイヤデバイスを作製し(Fig.1)、Ge/Si NWのGe径に対する電気伝導率を測定した。また、同時に移動度を求め、キャリア密度も算出した。TCAD Atlasを用い、Ge/Si NWのモデルを立て、シミュレーションによるキャリア密度の比較も行った。

[結果] 電気伝導率(σ)はGeの径が小さくなるほど、向上することがわかった(Fig.2)。特に直径(d)に対して、 $f(\sigma) \propto 1/d$ の関係がある。また、移動度の径に対する依存性はほとんど見られず、この電気伝導率は、キャリア密度に大きく起因している。シミュレーション結果も同様、径に依存したキャリア密度の向上を確認でき、 $f(\sigma) \propto 1/d$ の関数であることが確認できた。この影響は、量子的な効果、及び、ナノワイヤ内部の不純物の影響であると考えられる。

[謝辞] 本研究は科研費(26249048, 26709023)、ナノテクノロジープラットフォーム 東工大 (EBL)、革新的イノベーション創出プログラムの助成の基に遂行された。TEM 観測は東京工業大学大岡山分析部門の協力の下に行われた。



Ge/Si core/shell nanowire

Fig1. SEM image of Ge/Si NW device. [Inset] TEM image of Ge/Si NW. The scale bar shows 20nm.

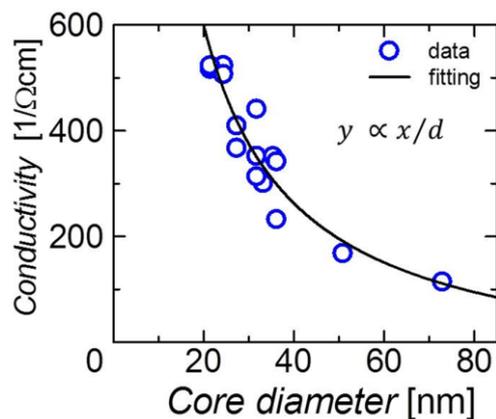


Fig2. Conductivities of the diameters of Ge/Si core/shell nanowire characteristics.

[1] L. J. Lauhon, M. S. Gudiksen, D. Wang and C. M. Lieber, *Nature* **420**, 57 (2002)

[2] W. Lu, J. Xiang, B. P. Timko, Y. Wu, and C. M. Lieber, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **102**, 10046-10051 (2005)

[3] T. Noguchi, M. D. K. Simanullang, Z. Xu, K. Usami, Y. Kawano, T. Kodera, and S. Oda, *Physica status solidi (a)*, **212**, 1578 (2015).