

Ge の 1 次元配列を有する MOS トランジスタの室温伝導特性

I-V characteristic of MOS transistor with 1D array of Ge at room temperature

早大理工¹, CNR-IFN², 東北大CIES³○千葉悠貴^{1*}, Enrico Prati², 矢野真麻¹, アブデルガファア愛満¹, 品田高宏³, 谷井孝至¹
Waseda Univ¹, CNR-IFN², CIES, Tohoku Univ³○Yuki Chiba^{1*}, Enrico Prati², Maasa Yano¹, Ayman Abdelghafar, Takahiro Shinada³ and Takashi Tani¹,

*E-mail:chiba@tanii.nano.waseda.ac.jp

【背景・目的】量子情報処理における基礎デバイスとして期待されているシングルドープトデバイス[1,2]は、チャネル中の少数個のドープト原子を介した電子輸送を基本としており、チャネル不純物準位を介した電子輸送の物理機構を解明する上でも有用である。これまでに私たちは、位置と個数を制御しながら少数個のドープトイオンをチャネル中に注入する技術(シングルイオン注入法)[3]を開発しており、それを用いて、As や P をドーピングし、その不純物準位を介した低温伝導特性を明らかにしてきた[4]。As や P は Si 中に浅い不純物準位を形成するため、極低温下でのみ伝導特性を観測できたが、今回、Si 中に深い不純物準位を形成する Ge をドープトとし、その室温伝導特性を測定したので、その解析結果を報告する。

【実験】Silicon-on-Insulator (SOI)基板上にトランジスタ(チャネル長:100 nm、チャネル幅:100 nm、SOI層厚さ:90 nm)を作製した。その後、シングルイオン注入(SII)法を用いて、一直線上に等間隔(10 nm)で1スポットあたり2個ずつ、合計20個(10スポット分)のGeイオン(2価, 60 keV)を注入した(図1)。550°C、1 minの活性化アニールの後、室温下(300 K)で V_g - I_d 特性を取得した。

【結果・考察】図2は、サブスレッショルド領域における V_g - I_d 特性である。本測定では、Geの準位に起因するブロードな電流ピークが観測され、一直線上に注入した個々の不純物の波動関数が重なりあってできた不純物バンドを介して電子輸送がなされたことを示している[5]。これは、GeがSi中で深い不純物準位(伝導帯から~500 meV)を形成するため[6]、室温であっても電子が伝導帯へ熱励起されないことに起因すると考えられる。この結果は、バンドギャップ中に深い準位を形成するドープトを近接して配列注入すれば、不純物バンドを介した特異な電気伝導特性を発現させられうることを示している。

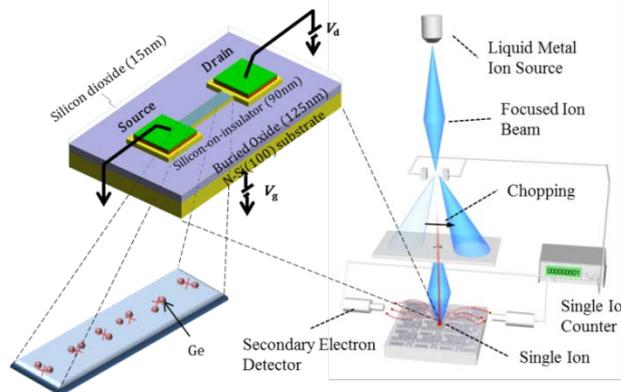


図1. トランジスタ構造及びSII法概略図

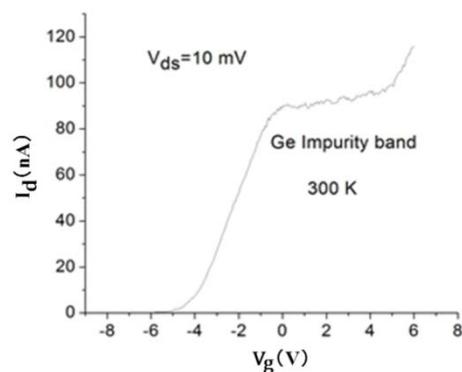


図2. 室温伝導特性

[1]ITRS 2013 Edition. [2]H. Sellier et al., PRL 97, 206805 (2006). [3]T. Shinada et al., Nature 437, 1128-1131 (2005). [4]E. Prati, et al., Nature Nano. 7, 443 (2012). [5]P. Norton et al., PRL 37, 164 (1976). [6]M. Schulz et al., APL. Phys. 4, 225-236 (1974).

本研究は、文科省科研費基盤研究S (23226009)、基盤研究B (25289109) の助成を受けて実施された。