

絶縁膜を挿入した Ge 上 Schottky Diode の抵抗の支配要因

Dominant factor of Ge Schottky Diode Resistivity on Insulator Thickness

¹ 東大工, ²JST-CREST ○ 中村 俊允¹, 西村 知紀^{1,2}, 長汐 晃輔^{1,2}, 鳥海 明^{1,2},¹The Univ. of Tokyo, ²JST-CREST ○Toshimitsu Nakamura¹, Tomonori Nishimura^{1,2},Kosuke Nagashio^{1,2}, and Akira Toriumi^{1,2}

E-mail: nakamura@adam.t.u-tokyo.ac.jp

[本研究の背景と目的] 金属/n 型 Ge 接合では valence band 上端付近に強いピンニングが起こり [1]、接触抵抗がどの金属でも高くなる。しかし、絶縁膜を挿入することによってピンニングが抑制され [2-5]、接触抵抗が低下することが知られている。本稿では、2 種類の絶縁膜の膜厚を連続的に変えて、Ge Schottky Diode の抵抗値の変化がどのような因子に支配されているのかを調査した。

[実験方法] メタノール洗浄、HCl 洗浄、NH₃ + H₂O₂ 洗浄、HF 洗浄を行った Ge 基板の上に TiO₂ と GeO₂ をスパッタリング法で成膜した。絶縁膜は、同一基板上に膜厚傾斜をつけて成膜された。最後に 8×10^{-4} (cm²) の面積の Al 電極を表面に、裏面にバックコンタクトとして Al を蒸着した。抵抗値は逆バイアス電圧 0.05V とその時の電流値から決定した。

[結果と考察] 抵抗値と絶縁膜膜厚の関係をプロットしたグラフを Fig.1 に示す。GeO₂ の結果に着目すると、初期は膜厚の増加によって抵抗値が低下し、ある膜厚を境にして抵抗値が増加していく様子が見える。この抵抗値の変化は 2 つの因子によって説明することができる。1 つは絶縁膜挿入によって Schottky Barrier Height (SBH) が低下する効果である。SBH の低下は抵抗値の低下をもたらす、これは GeO₂ の初期の挙動に影響を与える。2 つ目は絶縁膜によるトンネル抵抗の増加である。Fig.1 で TiO₂ と GeO₂ の抵抗値を比較すると、トンネル抵抗は絶縁膜の障壁が高いほど大きくなることから、障壁のほとんどない TiO₂ よりも GeO₂ で影響が大きくなっていることがわかる。抵抗値はこの二つの因子のうち、抵抗の大きい方の因子に影響されることから、抵抗値 R は

$$R = R_{\text{SBH}}(\phi_b) + R_{\text{Tunnel}}(T_{\text{ox}})$$

のように、SBH による抵抗 R_{SBH} と絶縁膜をトンネルする際の抵抗 R_{Tunnel} の直列の式として表すことができる。この二つはそれぞれ SBH の大きさ ϕ_b と、絶縁膜厚 T_{ox} に依存する。

抵抗の極小値や極小値をとる絶縁膜の膜厚、グラフの急峻性は絶縁膜の種類や膜質、界面状態に依存するが、共通して上式のような形で抵抗値をあらわすことができる。このように、絶縁膜を挿入した Schottky diode を考える際に、上述した 2 種類の因子で抵抗値が変わるとみることで、絶縁膜の種類を変えたときの抵抗値の変化がどちらの因子によって引き起こされているのかを考察することができる。実際、TiO₂ の場合には膜厚がかなり厚くなっても減少することがわかり、絶縁膜の選択とその製法が重要になる。

[結論] 絶縁膜を挿入した場合の Schottky diode の抵抗の変化の仕方は、その絶縁膜の種類によって大きく変わり、その要因は Schottky barrier height と絶縁膜のトンネル抵抗の二つで整理される。

[参考文献] [1]A. Dimoulas, et al., *Appl. Phys. Lett.* (2006). [2]T. Nishimura, et al., *Appl. Phys. Express.* (2008). [3]Y. Zhou, et al., *Appl. Phys. Lett.* (2008). [4]M. Roy, et al., *IEEE* (2012). [5]J. Lin, et al., *Appl. Phys. Lett.* (2011).

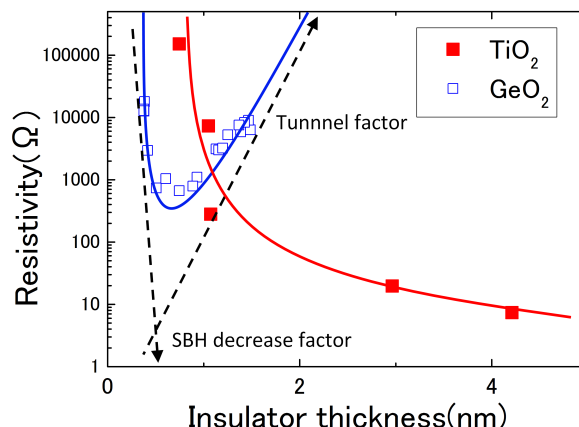


Fig. 1 Resistivity of Ge Schottky diode inserting insulator as a function of insulator thickness.