## タングステン内包 Si クラスター薄膜を用いた Ge との金属接合技術の開発

Low-contact resistance and Fermi-level depinning in metal/n-Ge junction by inserting
W-encapsulating Si clusters

筑波大院 電子・物理エ<sup>1</sup>, 産総研ナノエレ部門<sup>2</sup>, 産総研<sup>3</sup>, <sup>○</sup>岡田 直也<sup>1, 2</sup>, 内田 紀行<sup>2</sup>, 金山 敏彦<sup>1, 3</sup>

Inst. of Appl. Phys. Univ. of Tsukuba <sup>1</sup>, AIST-Nanoelectronics Research Institute <sup>2</sup>, AIST <sup>3</sup>, 

°Naoya Okada <sup>1,2</sup>, Noriyuki Uchida <sup>2</sup>, Toshihiko Kanayama <sup>1,3</sup>

E-mail: okada-naoya@aist.go.jp

【背景】Ge-MOSFET の高性能化のためには、ソース/ドレイン接合部における接触抵抗の低減が必要である。特に、n-Ge に対する金属接合では、高いショットキー障壁が形成され、高い接触抵抗を持つ。これは、金属と Ge との間で極めて強いフェルミレベルピンニングが生じるためである。これまでに、ピンニングの解除を目的として、金属と Ge の間に絶縁体を挿入する技術が提唱されているが、挿入層( $GeO^{[1]}$ 、 $GeN^{[2]}$ 、 $SiN^{[3]}$ など)が絶縁体であるために接触抵抗低減に限界がある。我々は、挿入層の寄生抵抗が挿入層のトンネル抵抗に支配されていることに着目し、Ge とのバンドオフセットが小さく、かつ化学的に安定な W 内包 Si クラスター  $WSi_n$ )を単位構造とした Si 系アモルファス半導体膜を挿入層とすることで、接触抵抗の低減を試みた。

【実験及び結果】レーザーアブレーションで生成した W 原子と SiH<sub>4</sub> ガス (50 Pa) との反応により WSi<sub>n</sub>H<sub>x</sub>クラスターを合成し  $^{[4]}$ 、Ge(111)基板上(室温)に WSi<sub>n</sub>膜を形成した(厚さ~5 nm)。 X 線光電子分光から見積もった Si 組成比は、n~14 であった。その後、WSi<sub>n</sub>膜上に、仕事関数の異なる三種の W、AI、Ti(厚さ~100 nm)の電極をスパッタ法(室温)で作製し、容量-電圧 (CV) 特性から、ショットキー障壁高さを算出した。

図1に電極/WSi<sub>n</sub>膜/n-Ge のショットキー障壁高さと電極の仕事 関数の関係を示す。この関係の傾き S は、ピンニングの度合いを 示す。WSi<sub>n</sub>膜を挿入しない電極/n-Ge では、S の値は 0.02 と小さ く、強いピンニングを示す $^{[1]}$ 。一方、WSi<sub>n</sub> 膜を挿入することで

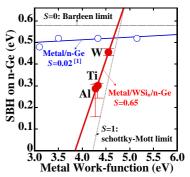


図1 電極/WSi, 膜/n-Geのショットキー 障壁高さと電極の仕事関数の関係

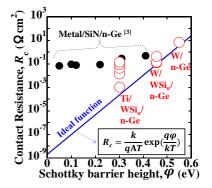


図2 接触抵抗とショットキー障壁高さの関係

S=0.65 を示し、ピンニングが解除された。図 2 に、接触抵抗のショットキー障壁高さ依存性を示す。 $WSi_n$ 膜を挿入した接合では、理想的な指数関数関係に一致した。一方で、上述の絶縁体挿入技術 $^{[3]}$ では、挿入層のトンネル抵抗が接触抵抗の低減を制限するため、理想関数から乖離する。理想関数との一致は、 $WSi_n$  膜が低いトンネル抵抗を持つことを示し、Ge との間で低いバンドオフセットを形成していると考えられる。

## 【まレめ】

WSi<sub>n</sub>膜をGeと金属電極の接触界面に挿入することで、フェルミレベルピンニングを解除でき、ショットキー障壁高さの低減に応じた接触抵抗の低減が可能である。

## 【参考文献】

[1] T. Nishimura, K. Kita, and A. Toriumi, Appl. Phys. Lett. **91**, 123123 (2007). [2] R. R. Lieten, S. Degroote, M. Kuijk, and G. Borghs, Appl. Phys. Lett. **92**, 022106 (2008). [3] M. Kobayashi, A. Kinoshita, K. Saraswat, H. –S. P. Wong, and Y. Nishi, Appl. Phys. Lett. **105**, 023702 (2009). [4] N. Uchida, H, Kintou, Y. Matsushita, T. Tada, and T. Kanayama, Appl. Phys. Express **1**, 121502 (2008).