

NbNi シリサイド S/D 3C-SiC nMOSFETs と高ガンマ線照射特性

Research on 3C-SiC nMOSFETs with NbNi silicide and its radiation hardness

°永野 耕平¹, 目黒 達也¹, 武山 昭憲², 牧野 高紘², 大島 武², 田中 保宣³, 黒木 伸一郎¹広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所¹, 量子科学技術研究開発機構², 産業技術総合研究所³°Kohei Nagano¹, Tatsuya Meguro¹, Akinori Takeyama², Takahiro Makino², Takeshi Ohshima², Yasunori Tanaka³, Shin-Ichiro Kuroki¹Research Inst. of Nanodevice and Bio Systems, Hiroshima Univ.¹,National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)²,National Institute of Advanced Industrial Science and Technology³

E-mail: {nagano-kohei, skuroki}@hiroshima-u.ac.jp

【はじめに】 SiC 半導体は広いバンドギャップを持ち、高温・高放射線などの極限環境下でも駆動可能なデバイスを実現可能な材料であると期待されている。本研究グループでは 4H-SiC を用いた nMOSFET を作製し、高温および高線量ガンマ線照射後での動作を示した[1,2]。また SiC による集積回路化を目指し、論理回路の研究を進めている[3]。本研究では NbNi シリサイド[4]を S/D へのオーミック接触に用いた 3C-SiC nMOSFET を作製し、動作評価およびガンマ線照射実験を行ったので報告する。

【デバイス作製方法】 Si 基板上に 3C-SiC (100)を p 型エピタキシャル成長(エピ厚: 5 μm)させた基板を本デバイス作製に使用した。不純物は Al であり、ターゲットドーパ濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下とした。しかし、エピ成長後の 3C-SiC 基板の極性が n 型であることを確認したため、 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度の Al を 600°C 加熱下にて基板全面に注入した後、1350°C で 60min のキャップアニール[5]を実施することで基板の p 型化を図った。全面注入後の基板に SiO₂ のダミーゲートを形成した後、500°C 加熱下で $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の濃度の P を注入し(Rp = 70nm)、1250°C で 60min のキャップアニールを行い S/D 領域を形成した。基板全面に SiO₂ 層を堆積させ、ゲート部の SiO₂ 層を除去した後 1000°C での水素燃焼酸化によりゲート絶縁膜(20nm)を形成した。その後、S/D 部に Nb/Ni の積層構造を堆積させ、900°C で 5min のアニールによりシリサイド化することでオーミックコンタクトを形成し、その上から Al ゲート電極を成膜した。

【測定結果】 図 1 に(a)ドレインソース間電圧 Vds が 0.1 V のときの Id-Vg 特性、(b)ゲート長 L=10 μm , ゲート幅 W=20 μm のサンプルにおける Id-Vds 特性、(c)光学顕微鏡写真、(d)ガンマ線照射による Id-Vg 特性の変化を示す。nMOSFET としての動作が確認され、オンオフ比はおよそ 10^6 程度であった。また、閾値電圧は 5.8 V 程度であり、移動度はおよそ $44.6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ となった。ガンマ線照射実験においては 2MGy 以上でのガンマ線耐性を確認した。

[1] H. Nagatsuma, S.-I. Kuroki, M. De Silva, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, T. Kikkawa, M. Östling, and C.-M. Zetterling, Mat. Sci. Forum, 858, pp573-576 (2016).

[2] S.-I. Kuroki, H. Nagatsuma, M. De Silva, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, T. Kikkawa, T. Makino, T. Ohshima, M. Östling, and C.-M. Zetterling, Mat. Sci. Forum, 858, pp864-867 (2016).

[3] S.-I. Kuroki, H. Nagatsuma, T. Kurose, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, T. Kikkawa, T. Makino, T. Ohshima, M. Östling, and C.-M. Zetterling, ECSCRM2016, WeP-27, pp537-538 (2016).

[4] M. D. Silva, S. Ishikawa, T. Miyazaki, T. Kikkawa, and S.-I. Kuroki, Appl. Phys. Lett. 109, 012101-1 - 012101-5 (2016).

[5] F. Li, Y.K. Sharma, M.R. Jennings, A. Pérez-Tomás, V. Shah, H. Rong, S.A.O. Russell, D.M. Martin, and P.A. Mawby, Mat. Sci. Forum, 858, pp667-670 (2016).

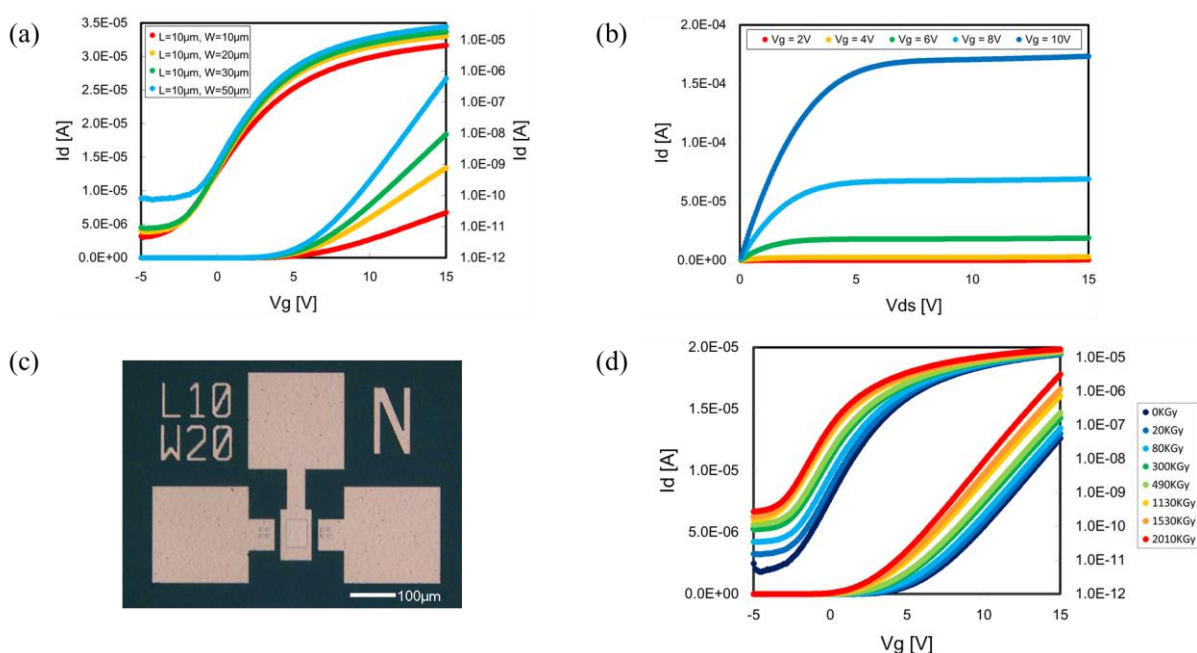


Figure 1. 3C-SiC nMOSFET (a) Id-Vg characteristics, (b) Id-Vds characteristics, (c) microphotograph, and (d) characteristics after gamma-ray radiation up to 2 MGy.