

4H-SiC ショットキーpn ダイオードの高耐圧化

Fabrication and evaluation of 4H-SiC Schottky-pn-diode with high blocking voltage

筑波大学¹, 産総研² ○(B)北村 雄大¹, (M2) 亀和田 亮¹, 児島 一聡², 岩室 憲幸¹, 矢野 裕司¹

Univ. of Tsukuba¹, ADPERC AIST²

○Yudai Kitamura¹, Ryo Kamewada¹, Kazutoshi Kojima², Noriyuki Iwamuro¹, Hiroshi Yano¹

E-mail: s1710987@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】: ショットキー接合とその反対側の pn 接合に挟まれた低濃度 p 層が双方の空乏層により完全空乏化した構造を有するショットキーpn ダイオード (SPND) は、電流導通時に完全空乏化した p 層を n 基板から注入された電子が電界によって加速されながら導通するため、低オン抵抗特性が期待されている[1]。また、pn 接合を有しているにもかかわらず正孔の導通が起らず、ユニポーラ動作に基づく高速スイッチング特性も併せ持つと考えられている。しかしながら 4H-SiC で報告されている SPND の耐圧は 300V と低い[2]。そこで本研究では、耐圧 600V に向けた SPND を設計・作製し、実測結果をシミュレーション結果と比較した。

【結果と考察】: SPND において、逆方向電圧印加時には pn 接合による空乏層が p 層すべてに広がり、耐圧を保持する。300V 耐圧の素子ではこの耐圧保持用の p 層の膜厚は 1 μm であり、その濃度は $5.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ となっている[1]。ここから、600V に向けた SPND の設計値として、p 層の膜厚をおよそ 2 倍の 2.14 μm とした。また、この p 層を完全空乏化するための Al アクセプタ濃度は、耐圧 300V の素子の半分である $2.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ とした。図 1 に作製した SPND の断面構造を示す。n⁺基板上に CVD 法により p 層を成長させ、表面にショットキー電極として Pt (直径 150~1000 μm) を、裏面にオーミック電極として Al を全面に成膜した。図 2 に作製した SPND の逆方向特性の実測結果および TCAD によるシミュレーション結果を示す。シミュレーションでは耐圧 600V が得られているが、実測では 500V と設計値から予想される値より低い結果となった。この原因として、逆方向電圧印加時の空乏層幅、すなわち p 層の膜厚が設計値である 2.14 μm より薄くなっている可能性を考えた。その検証として C-V 特性の測定を行い、空乏層幅 W を算出した。その結果、実際の p 層の膜厚は 2.01 μm であることがわかった。この値から絶縁破壊電界強度を計算すると、約 2.5 MV/cm と 4H-SiC の絶縁破壊電界強度に近い値が得られた。したがって、p 層の膜厚が設計値より薄かったために、予想よりも低耐圧となったと考えられる。このように、p 層の膜厚と濃度を制御することで SPND の高耐圧化が可能であることを示した。

[1] T. Makino, S. Tanimoto, Y. Hayashi, H. Kato, N. Tokuda et al, Appl. Phys. Lett. 94, 262101 (2009)

[2] K. Kojima and H. Okumura, Appl. Phys. Lett. 116, 012103 (2020)

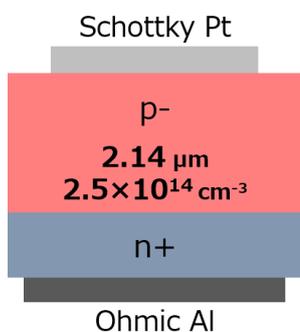


Fig.1 Designed structure of 4H-SiC SPND.

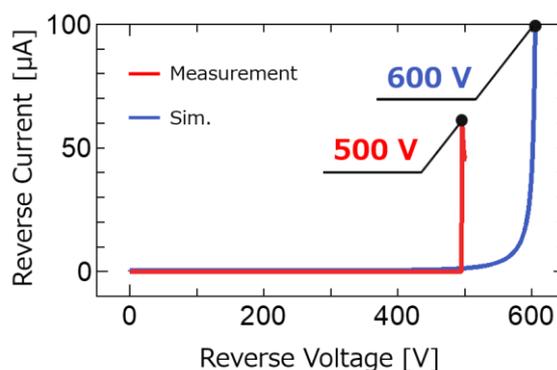


Fig.2 Reverse characteristics.