高耐圧 4H-SiC ショットキー*pn* ダイオードの開発
Development of high blocking voltage 4H-SiC Schottky-*pn* diode

産総研　先進パワエレ[1]，　○児島一聡，奥村元
ADPERC AIST[1], ○Kazutoshi Kojima[1], Hajime Okumura[2]
E-mail: kazu-kojima@aist.go.jp

概要：ショットキー接合と片側 pn 接合に挟まれた低濃度領域が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）は導通時に空乏化した領域を電子または正孔の一方だけが移動するため、従来構造のダイオードに比べて低オン抵抗になること、pn 接合を有するにも関わらず少数キャリアの注入が起こらないために高速で動作することがダイヤモンドや 4H-SiC で実証がされている[1,2]。しかしながら耐圧は数 10V と高くは無い。本研究では 4H-SiC を用いた SPIND の高耐圧化を実施、従来にない低抵抗化と高耐圧化の両立を図った。

実験及び結果：図 1 に作製した SiC-SPND の構造を示す。市販 n^+型基板上（比抵抗：18mΩcm）に CVD 法により 5E14cm^{-3} の p^-層を 1.2μm 成長させ、その表面に Pt ショットキー電極を形成した。図 2 に今回作成した SiC-SPND のバンド構造を示す。順バイアス時は pn 接合の障壁が低下することにより n^+基板側から電子が完全空乏化した p-層へ注入、空乏層の電界で加速されながらショットキー接合まで到達する。一方、逆バイアス時は PN 接合側からの空乏層で耐圧が維持される。図 3 に作製した SiC-SPND の *I-V* 特性を示す。逆方向の耐圧は約 300V であった。この時の絶縁破壊電界は p-層の膜厚から 2.5MeV/cm と計算され、4H-SiC の絶縁破壊電界でほぼ決まっていることがわかる。一方、順方向は 2.2V 前後で電流が立ち上がり 2.4V 前後で 1200A/cm^2 の電流密度になった。これから微分オン抵抗を計算すると 0.3mΩcm^2 となった。この値は用いた基板の比抵抗から予測される値とほぼ同じで、p-層は抵抗に寄与せず基板抵抗のみが見えていることがわかった。図 4 に順方向 I-V 特性の 200℃までの温度依存性を示す。温度の上昇により pn 接合の障壁が低下したため立ち上がりの電圧は低電圧側にシフトするが *I-V* カーブの傾きは温度によらずほぼ一定である。基板抵抗はこの温度域ではほとんど変化しないため、基板抵抗の温度依存性のみが観測されていると考えられる。このことから SPND 構造が正しく形成されているものと考えられ、4H-SiC を用いた SPND による低抵抗と高耐圧化の両立を図ることができたと考えている。

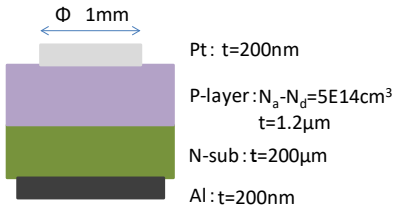


Fig.1 Structure of 4H-SiC SPND

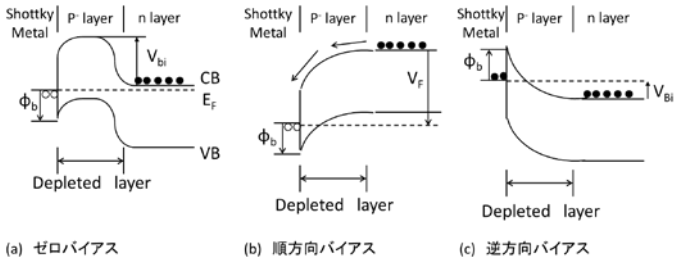


Fig.2 Band diagram of 4H-SiC SPND

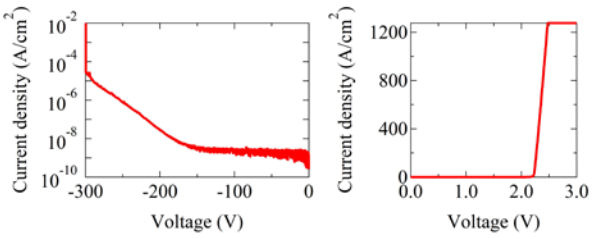


Fig.3 *I-V* curve of 4H-SiC SPND.

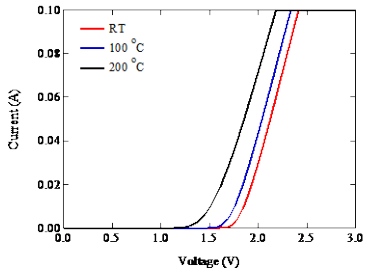


Fig. 4 Temperature dependence of forward *I-V* curve.

参考文献

[1]：T. Makino et al., Phys. Status Solid A **206**, 2086 (2009).
[2]：Tnaimoto et al., Mater. Sci. Forum 858, 769 (2016).

© 2019年 応用物理学会