

4H-SiC ショットキー PN ダイオードのスイッチング特性解析

Analysis of Switching Characteristics of 4H-SiC Schottky PN Diodes

筑波大学¹, 産総研² °亀和田亮¹, 児島一聡², 岩室憲幸¹, 矢野裕司¹

University of Tsukuba¹, AIST²,

°RyoKamewada¹, Kazutoshi Kojima², Noriyuki Iwamuro¹, and Hiroshi Yano¹

E-mail: s1920312@s.tsukuba.ac.jp

1. はじめに

ショットキー-PN ダイオード(Schottky-pn diode:以下 SPND と示す)は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熱平衡状態で完全空乏化した構造を有しており、従来構造のダイオードに比べて低オン抵抗という特徴を有している[1,2]。導通時には、空乏化した領域を電子または正孔の一方のみが移動する。そのため 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ず、高速なスイッチング特性を有していることがダイヤモンドにおいて実証されている[1]。今回、4H-SiC を用いた SPND を試作し、そのスイッチング特性について解析を行った。

2. 実験

図 1 に実験に用いた SiC SPND の構造を示す。n⁺型 4H-SiC 基板上に CVD 法より $5.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ の p 層を $1.1 \mu\text{m}$ 成長させ、その表面に直径 1.44 mm のショットキー電極 (Pt) を形成し、さらに厚膜 Al を形成した。また、メサエッチングを行い、その後 SiO₂ を堆積させて素子耐圧の確保を図った。スイッチング特性については、図 2 に示す回路でダブルパルス試験を行うことで評価した。また、逆回復特性の温度依存性を評価するため、室温、50°C、100°C の 3 条件で実験を行った。

3. 結果および考察

図 3 に SiC SPND における逆回復電流波形の温度依存性を示す。逆回復電流の最大値は約 0.5 A と小さく、高速なスイッチング特性が得られた。また逆回復電流波形は測定温度によらず、一定になっていることがわかる。PN 接合を有する PiN ダイオードのようなバイポーラデバイスでは、少数キャリアが蓄積することにより逆回復電流は大きくなり、スイッチング時間は長くなる。加えて、逆回復電流は高温になるにつれ大きくなる特性を示す。一方で、SBD のようなユニポーラデバイスでは、少数キャリアの蓄積が起こらないためスイッチング特性は高速になる。また、逆回復電流は温度に依存せず一定になる特性を示す。以上のことから、SiC SPND は PN 接合を有しているにも関わらず、少数キャリアの蓄積が起こらないため、高速なスイッチング特性が得られることを示している。

4. 結論

4H-SiC を用いた SPND のスイッチング特性を評価した。測定温度に依存しない高速なスイッチング特性を示したことから、SiC SPND はユニポーラ動作に基づく高速スイッチング特性を有しているといえる。

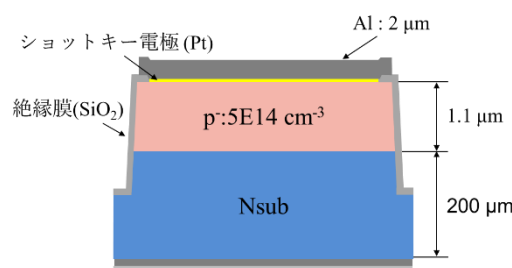


Fig.1 Structure of SiC SPND used in experiment

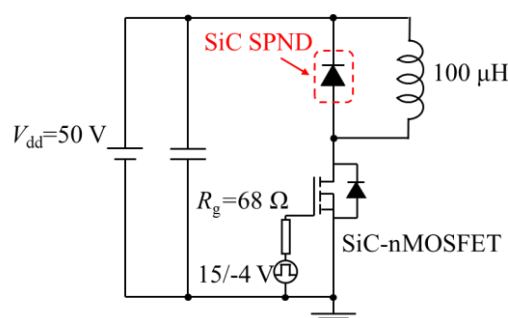


Fig.2 Equivalent circuit for switching characteristics

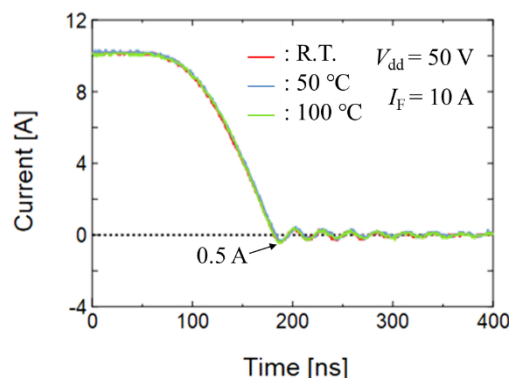


Fig.3 Switching characteristics of 4H-SiC SPND

文 献

- [1] T. Makino et al., Phys. Status Solid A 206, 2086 (2009)
[2] K. Kojima, H. Okumura, Appl. Phys. Lett. 116, 012103 (2020)