チャージインバランスを考慮した SiC Superjunction MOSFET のオン抵抗-素子耐圧向上の検討

Investigation of SiC Superjunction MOSFETs RonA-Vbr characteristics taking the charge imbalance of p and n layers into account

筑波大学 ○(M2) 田邉三紀子，岩室憲幸

Univ. of Tsukuba, ○Mikiko Tanabe, Noriyuki Iwamuro

E-mail: s1520348@u.tsukuba.ac.jp

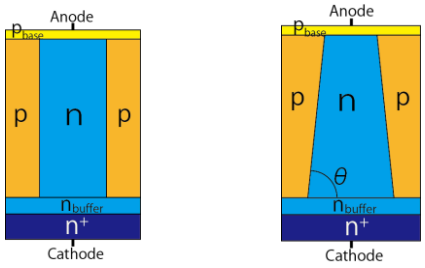
【背景】

パワー半導体は電力変換回路などで、スイッチの役割を果たす重要な半導体である。現在の高耐圧分野で用いられているパワー半導体の主流は Si-IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)であるが、Si の特性限界に近づきつつあると言われている。SiC-MOSFET は次世代パワー半導体として注目されており、特に SiC Superjunction(SJ)-MOSFET は高耐圧を保ちながら低オン抵抗化することができる構造として将来を期待されている[1]。しかしながら、SJ 構造の n 層と p 層の濃度バランスがとれていれば高耐圧特性を示すが、わずかな Charge Imbalance (CIB)によって大幅に耐圧低下するという欠点がある。

そこで、本研究では低オン抵抗を示しつつも CIB による耐圧低下の少ない構造の実現について検討した。

【シミュレーション結果】

図 1 に従来および提案 SJ 構造を示す。提案構造の特徴は、n 層に角度をつけたことである。Si の SJ-MOSFET では、n 層に角度をつけることによって CIB による耐圧低下が抑えられるという報告があり[2][3]、本研究ではまず SiC について同様の検討を行った。目標耐圧は 7200V と設定し、また CIB のばらつきは±10%発生すると仮定し、素子耐圧特性をシミュレーションした。図 2 に n 層の角度を$\theta = 90^\circ$~85°と振った時の CIB と耐圧の関係を示す。$\theta = 89^\circ, 88^\circ$は理想構造($\theta = 90^\circ$)よりも CIB が±10%の点で約 300V も高耐圧特性が得ることができ、かつ目標耐圧も確保することができた。そこで、$\theta = 89^\circ, 88^\circ$での 300V 耐圧上昇分を p,n 濃度を上昇させることによって、目標耐圧 7200V 以上を保ったままどこまでオン抵抗が低減できるかを計算した。図 3 に計算結果を示す。$\theta = 89^\circ, 88^\circ$の範囲では、提案構造のほうが理想構造($\theta = 90^\circ$) よりも、目標耐圧を補償しながら低オン抵抗化を実現することができた。今後は、動特性でのデバイス特性をシミュレーションしていく。



(a) Conventional structure (b) Proposal structure

Fig.1 Cross section of Conventional and Proposal structure

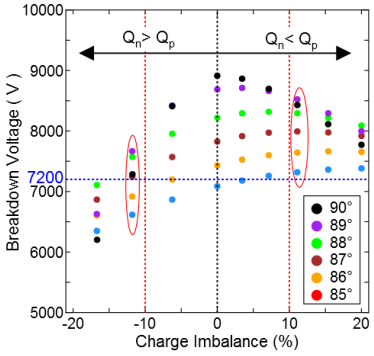


Fig.2 Calculated results of Vbr dependence on CIB ($\theta = 90^\circ$~85°)

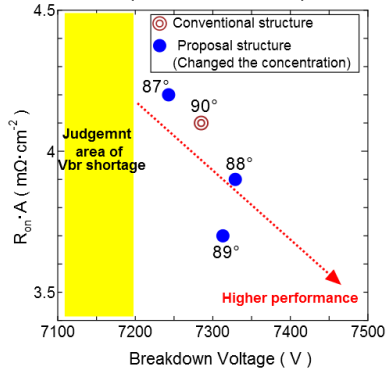


Fig.3 Relationship of Ron and Vbr

【謝辞】

本研究（の一部）は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代パワーエレクトロニクス」（管理法人：NEDO）によって実施されました。

【参考文献】

[1] Jun Sakakibara et al., Proc.ISPSD, 299-302(2008)
[2] T.Tamaki et al., Proc.ISPSD, 308-311(2011)
[3] Wataru Saito, Proc.ISPSD, 125-128(2015)

© 2016年 応用物理学会