

SiC パワーMOSFET における重イオン誘起電荷収集のデバイス構造依存性

Influence of Device Structure on Charge Induced in SiC-MOSFETs

by Heavy Ion Irradiation

○(M2) 高野 修平^{1,2}、牧野 高紘²、原田 信介³、土方 泰斗¹、大島 武²

(1. 埼大院理工、2. 量研、3. 産総研)

○S. Takano^{1,2}, T. Makino², S. Harada³, Y. Hijikara¹, T. Ohshima²

(1. Saitama Univ., 2. QST, 3. AIST)

E-mail: takano@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】

炭化ケイ素(SiC)は、その優れた物性から高効率パワーデバイスとしての応用が期待されており、実用化が進んでいる。これら SiC の特性を生かしたデバイスの発展には、デバイスの信頼性確保が重要である。そのような中、放射線の入射がパワーデバイスの信頼性を低下させる要因となることが懸念されている。それは、シングルスイベント効果(SEE)と呼ばれるもので、高エネルギーの重イオンがデバイス内を通過する際に、その電離作用によって発生した多量の電子正孔対がデバイス内部を流れることで故障や誤作動を引き起こす現象である。この電荷におけるデバイス内部での輸送過程には未だ不明な点が多く、その解明が急務となっている。我々は SiC 半導体を用いた金属-酸化膜-半導体 電界効果トランジスタ(MOSFET)を対象とし、加速器からの重イオンをデバイスに照射することで、MOSFET への印加電圧が半導体デバイス内部に誘起される電荷収集に及ぼす影響を調べてきた[1]。本研究では、ゲート構造の異なる SiC-MOSFET に重イオンを照射し、デバイス内部に誘起される収集電荷のデバイス構造依存性を調べることによって、デバイス内での電荷輸送メカニズム解明を試みた。

【実験及び結果】

試料は産総研製、耐圧 1.2kV 級 SiC IE-MOSFET(プレーナゲート型)と SiC IE-UMOSFET(トレンチゲート型)の2種を用いた。ゲートとソースを接地し、ドレイン電圧を 200V 印加した状態で、サイクロトロンからの Xe 350MeV を照射した。デバイス内で発生した電荷は、電荷敏感型アンプにより増幅させたのち、電圧波形に変換し、それを波高分析器(PHA)で解析することで電子正孔対の挙動を観察した。Fig. 1 に各デバイス内で発生した誘起電荷収集量のヒストグラムを示す。プレーナゲート型では約 1.7 pC と約 3.3 pC の位置に収集電荷量のピークが観察され、トレンチゲート型では約 1.7 pC に位置に1つのピークが観察された。このピークは、プレーナゲート型において観測されたピークと同等の収集量を示しており、両方のデバイスにおける同じ電荷収集過程によるものと推察される。プレーナゲート型で観測された約 3.3 pC の位置のピークは、理論的にイオンがデバイス内に生成しうる電荷量を超えた収集量であり、輸送過程での増幅が考えられる。一方、トレンチゲート型においては増幅成分が検出されていない。講演では、これらのバイアス依存性を示した上で、電荷輸送メカニズムの考察を行う。加えて、デバイスシミュレーションを用いて電荷輸送メカニズムの解明を目指す。

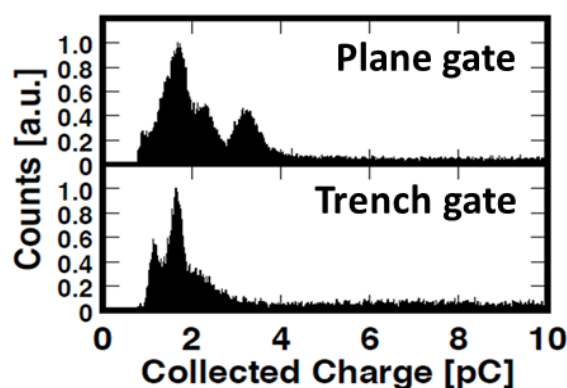


Fig. 1 : Histograms of collected charge in SiC-MOSFET at $V_d=200V$.

【参考文献】[1] 高野修平 他, 先進パワー半導体分科会 第3回講演会, P-112, 2016年11月

【謝辞】本研究の一部は、共同研究体「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション(TPEC)」の事業として行われた。また、基盤研究(C) 17K05111 の助成を受けたものである。