重イオン照射による SiC-MOSFET 中の誘起収集電荷の発生過程

Development Processes of the Heavy Ion Induced Charge Collection in SiC-MOSFETs

○(M1)高野修平[1,2]、牧野 高紘[2]、原田 信介[3]、児島 一聡[3]、土方 泰斗[1]、大島 武[2]
(1. 埼大理工、2. 量研機構、3. 産総研)
°S. Takano[1,2], T. Makino[2], S. Harada[3], K. Kojima[3], Y. Hijikara[1], T. Ohshima[2]
(1.Saitama Univ., 2.QST, 3.AIST)
E-mail: takano@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】

宇宙空間をはじめとした、高放射線場では半導体デバイスへの放射線の入射が、電子機器の信頼性を低下させる大きな要因となる。その代表例としては、宇宙に存在している高エネルギー重イオンがデバイス内に入射することで半導体を電離し、発生した多量の電子-正孔対の流れがデバイスの故障を誘起する、いわゆるシングルイベント効果(SEE)が挙げられる。SEE のメカニズムは未だ不明な点が多く、今後の宇宙科学発展のためにも、その解明と半導体デバイスの耐放射線性向上が急務となっている。先行研究では、その物性値から耐放射線性デバイスとして期待されている炭化ケイ素(SiC)を用いた、SiC-Schottky Barrier Diode(SBD)において重イオン照射を行い、SEE につながる、SBD 内でのイオン誘起電荷の収集過程の一端を示した[1]。本研究では、SiC-MOSFET を対象とし、重イオンを照射することでデバイス内部に誘起される電荷の収集過程の探索を試みた。

【実験及び結果】

試料は CREE 製 SiC-MOSFET (CPMF-1200-S080B)を用い、ゲートとソースを接地し、ドレイン電圧を 50～200V 印加した状態で、重イオンを照射した。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。イオンは、サイクロトロンからの Ar 150MeV を用いた。

Fig.1 にデバイス内で発生した誘起電荷の収集量と印加電圧の関係を表すヒストグラムを示す。試料の耐圧から SiC の空乏層の厚さを 10μm と想定し、そこに Ar 150MeV が入射した際に生成する電荷量(1.15pC)を参考として、図中の点線で示す。2 つのピーク(1st peak、2nd peak)が観測され、印加電圧の上昇に伴いピークの位置が収集電荷増加の方向にシフトしていき、幅が広がっていく様子が観察された。これは、バイアスを上昇させることで空乏層が拡大し誘起される電荷が増加することと、一部の電荷がアバランシェ増幅をしながら収集されることが原因として考えられる。しかし、1st peak に関しては、バイアス上昇と共に 2 つに分裂する様子が観測された。この現象は、SBD などのデバイスでは確認されていない現象である。MOSFET の平面構造を反映している現象だと推察できる。講演では、イオンエネルギー依存性や、印加バイアスの範囲を拡大した測定結果を用い、メカニズムの説明を行う。

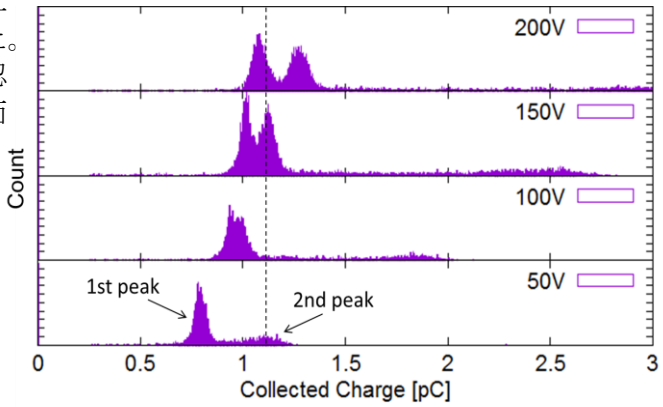

Fig1:Histograms of collected charge in SiC-MOSFETs.

[1] T.makino *et al*, Trans. Nucl. Sci. Vol.60, No. 4, pp. 2647-2650, (2013)

© 2016年 応用物理学会