

平成 30 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

SiC 半導体素子を用いた加速器用電源の研究

【整理番号】

TK18-061

【代表機関】

KEK

【調査研究代表者(氏名)】

内藤 富士雄

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

産総研：坂本 邦博

【TIA 外連携機関】 (ある場合には記載)

【報告書作成者】

岡村 勝也

【報告書作成年月日】

H 31 年 3 月 27 日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

粒子加速器は電子、イオン等の荷電粒子を電界で加速し物質の究極構造を究明する手段として発達してきた。さらに最近ではガン治療、物質創生など医学的、工学的分野にもその応用分野が広がっている。加速器では電磁力を用いて荷電粒子を加速あるいは軌道制御を行うが、そのドライバーとしては定常的な直流電源だけでなく種々のパルス電源を用いる必要がある。

パルス電源として代表的なものは粒子ビームを円形加速器に入射、出射する際に用いるキッカー用のパルス電源である。キッカーパルス電源は立ち上がり時間 $1\mu\text{s}$ 以下で数 10 kV の電圧を発生させる必要があり、従来は電子管方式のスイッチが用いられていたが、信頼性向上の必要から半導体化が切望されており、各種半導体による置き換えの研究が精力的に進められている。しかし、従来の Si 半導体デバイスでは電圧定格に限界があり、電子管を置き換えるには多数の素子を直列に接続する必要があった。

本研究では電圧定格が 13 kV という高耐圧の SiC-MOSFET を用いることにより、直列数を格段に低減したパルス電源の開発を目指している。今回 SiC-MOSFET を 2 直列 1 2 並列に接続した高電圧スイッチを試作し、その性能を評価した。その結果、 15 kV - 350A の通電を実証することができた。

さらに今回は 13 kV 高耐圧の SiC-MOSFET の今年度版(改良型)を用いてクライストロンのアノードスイッチの一部の試作予定で合ったが、素子の開発に予定より時間がかかり、時期的に遅くなったため実施できなかった。その分の予算は前述の高電圧スイッチ開発に振り替えて使用した。新しい素子は後述の「今後の活動予定」にあるようにパルス電源の開発に今後使用する。

【今後の活動予定】

この研究の成果について International Particle Accelerator Conference 2019 において Contributed Oral Paper として発表する。

今回試作したパルス電源を実際の加速器（KEK-DA）に設置し、静電入射キッカーでの実証を行う予定である。また産総研では今回使用した SiC-MOSFET を改良した約2倍の面積の素子の開発が進んでおり、新素子の評価研究、さらには新素子を用いたパルス電源の開発研究を実施する。

以上