

粒子加速器用 10kV 級 SiC 光伝導スイッチの応答速度評価

Rise Time Measurement of 10kV Class SiC Photoconductive Switch for Particle Accelerator

東芝エネルギーシステムズ¹, 高エネ研², 理研³, 分子研⁴, 東芝⁵ ○川崎 泰介¹, 安田浩昌¹,
吉田光宏^{2,3,4}, Vincent Yahia^{4,3}, 平等拓範^{3,4}, 木村重哉⁵, 太田千春⁵, 宮崎久生⁵
Toshiba Energy Systems & Solutions Co.¹, KEK², RIKEN³, Institute for Molecular Science⁴, Toshiba
Co.⁵ °Taisuke Kawasaki¹, Hiromasa Yasuda¹, Mitsuhiro Yoshida^{2,3}, Vincent Yahia^{4,3}, Takunori
Taira^{3,4}, Shigeya Kimura⁵, Chiharu Ota⁵, Hisao Miyazaki⁵
E-mail: taisuke.kawasaki@toshiba.co.jp

光伝導スイッチは励起レーザの応答速度で高速に大電圧を制御でき、高速なパルスパワー電源やその応用利用が期待できる。粒子加速器分野では光伝導スイッチで発生した大電圧の短パルスを粒子の加速電場に適用すれば、放電が抑制でき、加速電場の向上、加速器の小型化につながる¹⁾。そこで加速器への応用を視野に、半絶縁性半導体 4H-SiC を使用した光伝導スイッチを試作し、11.4kV の大電圧パルス発生を確認した²⁾。今回、光伝導スイッチの高速応答性に着目し、応答速度を評価したので報告する。

光伝導スイッチは 4H-SiC 基板 (12mm×12mm×0.5mm) の裏表面に Φ5mm の Ni=50nm、Ti=30nm、Au=200nm の電極を成膜したもので、Ni シリサイド生成を目的としアニール処理を行ってある。また、レーザでより多くキャリアを生成するため、レーザの吸収効率より基板内部への浸透性を重視し、2 光子吸収方式とした。4H-SiC のバンドギャップ 3.23eV³⁾から励起光波長には 768nm 以下が必要で、モード同期 Yb ファイバーレーザを第二高調波 (515nm) に変換して使用した。レーザパルス幅は 20ps である。光伝導スイッチ評価体系を Fig.1 に示す。体系は、印加可能電圧よりも応答速度を優先し、スイッチへの印加電圧は 0.39V と低圧に設定

した。サブ ns の高速応答を得るため、スイッチを固定するホルダ自体も特性インピーダンス 50Ω の同軸構造としてある。

得られた信号を Fig.2 に示す。20%-80%のライズタイムは 168ps であり、従来の電気制御のスイッチング素子より 2 桁高速な信号が確認できた。一方、レーザパルス幅に比しては低速であった。ホルダ及びオシロスコープまでの経路の周波数特性で信号が伸長している可能性があり、今後より詳細な検証を進める。

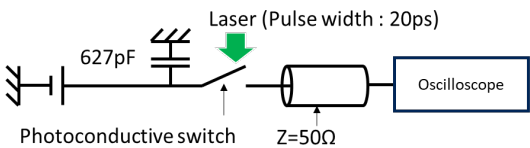


Fig.1 Measurement setup

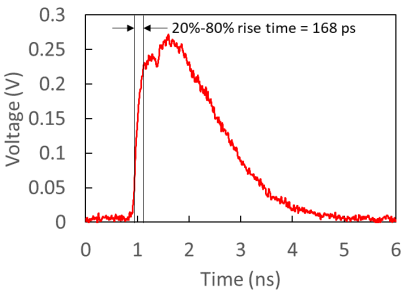


Fig.2 Switching rise time

1) G. J. Caporaso, et. al., Rev. of Acc. Science and Technology, LLNL-JRNL-416544 (2009)

2) 川崎他, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-A303-3 (2023)

3) M. E. Levinshtein et al., Properties of Advanced Semiconductor Materials: GaN, AlN, InN, BN, SiC, SiGe