

粒子加速器用 10kV 級 SiC 光伝導スイッチ

10kV Class SiC Photoconductive Switch for Particle Accelerator

東芝エネルギーシステムズ¹, 理研², 分子研³, 高エネ研⁴, 東芝⁵ ○川崎 泰介¹, 安田浩昌¹, Vincent Yahia^{3,2}, 吉田光宏^{4,3}, 平等拓範^{2,3}, 吉田学史⁵, 木村重哉⁵, 太田千春⁵, 宮崎久生⁵
Toshiba Energy Systems & Solutions Co.¹, RIKEN², Institute for Molecular Science³, KEK⁴, Toshiba Co.⁵ ○Taisuke Kawasaki¹, Hiromasa Yasuda¹, Vincent Yahia^{3,2}, Mitsuhiro Yoshida^{4,2}, Takunori Taira^{2,3}, Hisashi Yoshida⁵, 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出来、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で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⁾。そこで加速器への適用を目指し、10kV、サブ ns 級の高速大電圧光伝導スイッチを開発している。今回、半絶縁性 4H-SiC を使用した光伝導スイッチを立ち上がり速度、最大パルス電圧の観点で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、Ni シリサイド生成を目的としアニール処理を行った。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、2光子吸収方式とした。4H-SiC のバンドギャップ 3.23eV²⁾から励起光には 768nm 以下が必要で、分子科学研究所/理化学研究所開発のマイクロチップレーザを増幅³⁾、第二高調波で 532nm に変換して使用した。レーザパルスの典型的な立ち上がり時間は 350ps である。光伝導スイッチ評価体系を Fig.1 に示す。立ち上がり時間評価(Fig.1 a))ではサブ ns の高速応答の評価のため、スイッチを 1GHz の帯域

を持つ導波路構造中に組み込んだ。出力は微分形であり、積分値で立ち上がり時間を評価する。最大パルス電圧の測定(Fig.1 b))では大電圧化のため回路は単線で配線し、矩形パルス電圧を印可、1kΩ 負荷抵抗前後の電圧を計測した。

Fig. 1 a)で得られた信号の積分値を Fig.2 に示す。10%-90%ライズタイムで 400ps と、励起レーザと同等の応答速度が得られた。また、最大パルス電圧としては Fig.1 b)の体系で 11.4kV が得られ、サブ ns で応答する 10kV 級高速大電圧光伝導スイッチが実現できた。

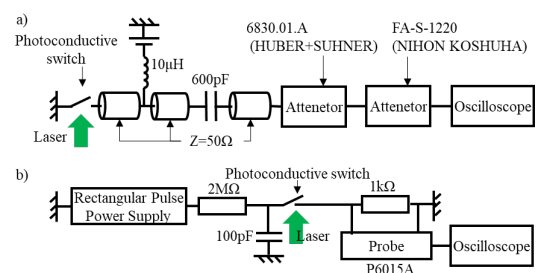


Fig.1 Measurement setup. a) Rise time measurement. b) Maximum pulse voltage measurement.

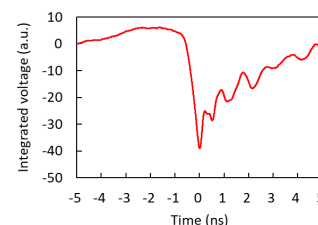


Fig.2 Switching rise time
Vertical axis is integrated voltage from circuit in Fig. 1.

- 1) G. J. Caporaso, et. al., Rev. of Acc. Science and Technology, LLNL-JRNL-416544 (2009)
- 2) M. E. Levinshtein et al., Properties of Advanced Semiconductor Materials: GaN, AlN, InN, BN, SiC, SiGe
- 3) T. Kawasaki, et. al., Opt. Express 27, 19555-19561(2019)