

光通信を用いた高圧ゲート駆動回路向け信号絶縁手法の基礎検討

学生員 大内 洋佑* 正員 日下 佳祐

正員 レホアイナム 上級会員 伊東 淳一(長岡技術科学大学)

Fundamental Verification of Signal Isolation using Optical Communication

Yosuke Ouchi, Keisuke Kusaka, Hoai Nam Le, Jun-ichi Itoh

キーワード：ゲート駆動回路，マルチレベル回路，光通信

Keywords : Gate drive circuit, Multi-level circuit, Optical communication

1. はじめに

セル構成をもつ高電圧生成回路のゲート駆動回路では、対地電圧に応じて IEC が定める絶縁距離を確保する必要があり、10kV 出力を想定すると 50 mm の沿面距離が必要となる(汚染度 2, 絶縁材料グループ I)⁽¹⁾。これまでこれらの用途では、ゲート信号の絶縁のため光ファイバが用いられてきたが、システムの低コスト化の妨げとなっていた。そこで本研究では、LED と PD(フォトダイオード)を用いた光通信による信号絶縁を提案し、実機検証を行ったので報告する。

2. LED と PD を用いた光通信法

図 1 に光通信を用いたゲート信号絶縁手法を示す。本システムは筐体内部に格納され、異なる波長をもつ 2 種類の LED と PD を用いて 2 種類のゲート信号を伝達する。類似の動作をするフォトカプラと異なり、1 つの LED から多数のゲート回路に対して、同時に信号を送ることができ、また光強度によっては 50 mm の絶縁距離を容易に確保することが可能である。

3 外乱光の影響とスイッチング実験結果

図 2(a)に外乱光の影響を評価するための予備実験回路を示す。本実験では、PD から 5 mm に外乱光源を設置し、PD の出力電圧を観測した。また伝送距離 50 mm に信号発信源となる LED(波長 940 nm)を設置し、PD の出力電圧を観測した。図 2(b)に PD 出力電圧を示す。(1)は白色 LED, (2)は赤色 LED, (3)は 150 W 照明の外乱光を距離 5 mm から照射した場合、(4)が信号発信源を距離 50 mm から発光させた場合の PD 電圧である。本実験より、外乱光を近距離(5 mm)から照射したとしても、信号発信源となる LED(50 mm)からの光により PD に生じる電圧が十分大きく、外乱光と信号の分離が可能であることが分かった。

図 3 に提案するゲート信号絶縁方式を用いたゲート回路によるスイッチング実験の結果を示す。本実験は SiC-MOSFET を用いた降圧チョッパ回路を対象とし、入力電圧 250 V, 絶縁距離 50 mm として試験を行った。各波形は上側 MOSFET の V_{GS} , V_{DS} , I_D である。スイッチング実験の結果、2 種類の波長(波長 940 nm, 562 nm)を用いることで、2 つの異なるゲート信号の伝達が可能であることを確認した。なお、スイッチング波形に発生しているリンギングは回路の寄生

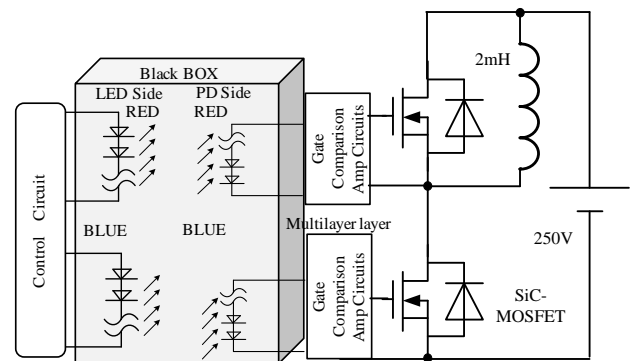
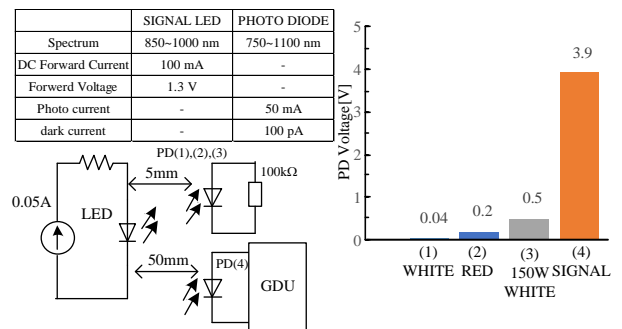
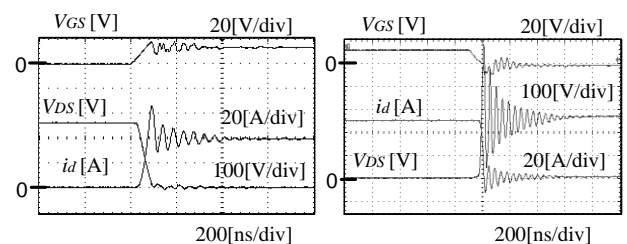


Fig. 1 Gate signal transmission system using optical connection.



(a) Experimental circuit (b) Experiment results

Fig.2 PD voltage output due to difference in wavelength.



(a) Turn-on waveforms (b) Turn-off waveforms

Fig. 3 Results of switching experiments.

インダクタンスが原因であり、今後は主回路実装を見直す。また、複数の受信回路において発生する遅延時間の影響に関する評価と、遅延時間の低減手法について検討を行う。

文献

- (1) 日下佳祐, 伊東淳一, Drazen Dujic : 「複数台非接触給電を応用した定電圧特性を有する高圧インバータ向け補助電源の開発」, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会, 1- 100 (2016)