

# 光通信を用いた車載用マルクス回路向けゲート信号伝達法の検討

◎大内 洋佑, 日下 佳祐, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

近年, ディーゼル車の排ガス処理用の高圧パワー電源として, マルクス回路が研究されている<sup>(1)</sup>。マルクス回路のゲート回路のゲート信号線に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る<sup>(2)</sup>。これらの用途では, 光ファイバが用いられてきたが, マルクス回路では信号線が多く, システムの低コスト化の妨げとなっている。

著者らは可視外光を用いた高電圧向けの信号絶縁手法を提案している<sup>(3)</sup>。本論文では, 11 段のマルクス回路による実験により, 約 6 kV の出力を確認し, 高電圧下における提案手法の有用性を確認したので報告する。

## 2. 光通信による信号絶縁手法

図 1 に  $n$  段のマルクス回路と光通信を用いたゲート信号絶縁手法を示す。ゲート信号は, 低圧側制御回路の LED から出力され, GDU 側のフォトダイオードで受光する。GDU では, フォトダイオードからの信号をオペアンプで増幅した後, ゲートドライバによりゲートを駆動する。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信することができ, また, 光強度によっては 50 mm の絶縁距離を容易に確保できる<sup>(3)</sup>。

図 2 に提案する光信号を搭載した 11 段のマルクス回路実機の写真を示す。図 2 の左側が主回路(マルクス回路)であり, 右側が光出力を行う信号部である。実機ではマルクス回路と信号部との距離を IEC が定める 10 kV 出力を想定した絶縁距離である 50 mm とした(汚染度 2, 絶縁材料グループ I)<sup>(3)</sup>。このような回路構成とすることで, 信号部と主回路を完全に独立させることができる。

## 3. 実機検証

表 1 に実験条件を示す。LED とフォトダイオードは, OSRAM Opto Semiconductors 社製の波長が 950 nm である SFH4542 と SFH2505 を用いた。また, 外乱光の影響を受けにくくするため, スペクトルが急峻なデバイスを選定した。

マルクス回路への出力電圧は(1)式となる。

$$V_{out} = nV_{in} \dots\dots\dots(1)$$

ここで,  $V_{out}$  はマルクス回路の出力電圧,  $n$  はマルクス回路の段数である。ここでは入力電圧  $V_{in}$  を 620 V としたため, 11 段のマルクス回路では出力電圧が約 6 kV となる。なお, 負荷として 500 pF の高耐圧キャパシタを用いて実験を行った。

図 3 にマルクス回路での実験結果を示す。図 3(a)は制御回路からの信号とマルクス回路のパワー素子のゲートソース間電圧を示す。実験によって光通信を用いることによって任意のゲート信号出力を確認した。図 3(b)にマルクス回路の出力電圧を示す。実験によって 11 段のマルクス回路で, 最大値が 6 kV のパルス出力を確認し, 提案する光通信法がマルクス回路のゲート信号伝達に適用できることを示した。

## 4. まとめ

本研究では, 車載用マルクス回路を対象として, 安価な LED とフォトダイオードを用いたゲート信号伝達手法を提案した。本手法を用いた 11 段のマルクス回路による実機検証を行い, 6 kV の出力を確認した。これより, IEC 定める 50 mm の絶縁距離の規定を提案した安価な通信手法で, 満足することが可能である。

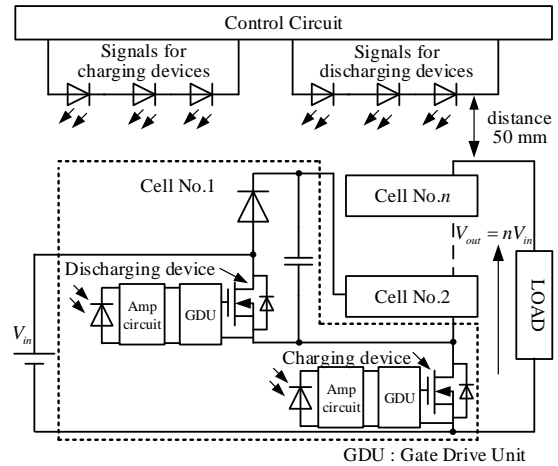


Fig.1. Marx circuit and gate signal insulation method.

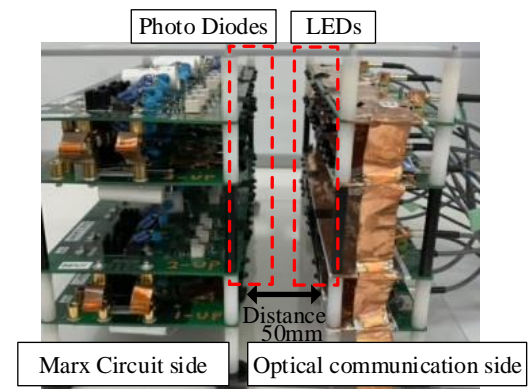
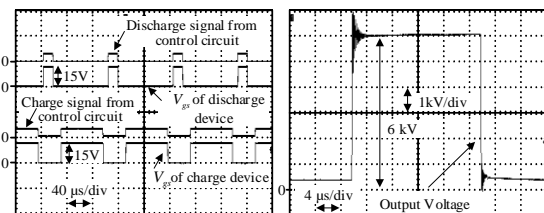


Fig.2. Experimental circuit.

Table.1 Experimental conditions.

| Variables  | parameters       | Value  |
|------------|------------------|--------|
| $V_{in}$   | Input voltage    | 620 V  |
| stage      | Number of stages | 11     |
| load       | Capacitive load  | 500 pF |
| LED        | SFH4542          | 950 nm |
| Phot Diode | SFH2505          | 950 nm |



(a)Control and gate signals (b) Output voltage

Fig.3. Experimental waveforms.

## 参考文献

1. J. Perez, et al:IEEE Trans, vol. 46, no. 6, pp.2114 - 2119 (2018)
2. 日下, 伊東, Drazen :, JIASC, 1-100 (2016)
3. 大内, 日下, Le, 伊東: JIASC, Y-50(2019)