

# プッシュプル LC 発振器を用いたゲート駆動回路における高周波化

石橋 尚之, 江下 和輝, 広川 正彦\*, 甲木 昭彦  
(長崎大, \*TDK)

High frequency operation of gate driver using push-pull LC oscillator

N. Ishibashi, K. Eshita, M. Hirokawa\*, A. Katsuki  
(Nagasaki University, \*TDK Corporation)

## はじめに

スイッチング電源を高周波化する場合、共振型コンバータが有用である。その出力は基本的に周波数制御されるため、プッシュプル自励型 LC 発振回路によるゲート駆動回路<sup>1)</sup>等が提案されている。本稿では、入手が容易な個別部品では最小の  $1\ \mu\text{H}$  インダクタと内部キャパシタンスが小さい MOSFET を使って約  $15\ \text{MHz}$  駆動回路を製作し、その発振周波数を解析したので報告する。

## LC 発振回路の発振周波数

駆動回路を Fig. 1 に示す。静電容量  $C_2$  がコンバータ主スイッチ  $S_{\text{main}}$  の入力容量  $C_{\text{gs}}$  より十分大きく、かつ  $C_1 = C_{\text{gs}}$  ならば、左右対称回路とみなせる。Fig. 2 は、 $C_1$  をパラメータとして抵抗  $R_1$  と発振周波数  $f_{\text{osc}}$  の関係を表した測定結果である。文献 1) では  $f_{\text{osc}}$  がインダクタンス  $L$ 、MOSFET  $Q_1$ 、 $Q_2$  の入力容量  $C_{\text{iss}}$ 、及び  $C_1$ 、 $C_3$  によって決まると述べているが、Fig. 2 を見ると  $R_1$  の影響を受けることが分かる。

そこで、ドレイン・ソース間に接続されている  $R_1 C_1$  直列回路を並列回路に等価変換して  $R_1$  の影響を  $C_1$  に反映させて  $C_{\text{ex}}$  とし、逆伝達容量  $C_{\text{rss}}$  によるミラー効果を考慮して  $C_{\text{iss}}$  を補正して  $C_{\text{MOS}}$  とし、更にインダクタに用いた直流電源用チョークコイルが Fig. 3 のように大振幅動作する影響を考慮して  $L$  を補正し  $L'$  とする。このとき、次式

$$f_{\text{osc}} = 1/2\pi\sqrt{L'(C_{\text{ex}} + C_{\text{MOS}} + C_3)}, \quad C_{\text{ex}} = C_1/(1 + 4\pi^2 f_{\text{osc}}^2 C_1^2 R_1^2)$$

を連立させて求めた  $f_{\text{osc}}$  のグラフを Fig. 4 に示す。ここで、 $C_{\text{MOS}} = C_{\text{ON}} + C_{\text{OFF}}$  である。 $C_{\text{ON}}$  は ON 状態の MOSFET のゲート・ソース間容量  $C_{\text{gs}}$  とゲート・ドレイン間容量  $C_{\text{gd}}$  の和  $C_{\text{iss}}$  であり、 $C_{\text{OFF}}$  は OFF 状態の MOSFET のドレイン・ソース間容量  $C_{\text{ds}}$  とゲート・ドレイン間容量  $C_{\text{gd}}$  の和  $C_{\text{oss}}$  である。

約  $4\ \text{MHz}$  での動作を報告した前稿<sup>2)</sup>と同様の方法で解析でき、解析結果は実験結果とよく一致することが分かった。

## 参考文献

- 1) P. Shamsi, et al., *IEEE Trans. Power Electron.*, Vol. 27, No. 8, pp. 3725-3733 (2012)
- 2) 石橋他, 第 39 回日本磁気学会学術講演概要集, 10pC-12 (2015)

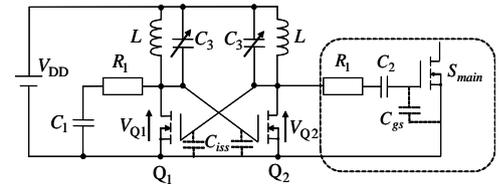


Fig. 1. High frequency gate driver using push-pull LC oscillator.

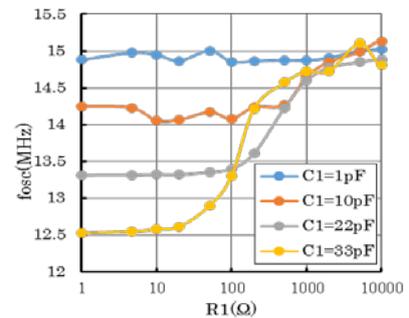


Fig. 2. Measured data on oscillation frequency.

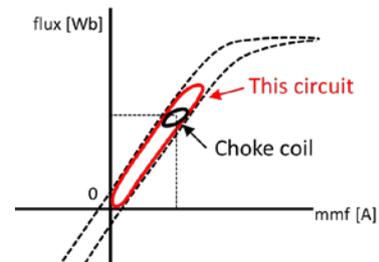


Fig. 3. Magnetizing curve of the inductor L.

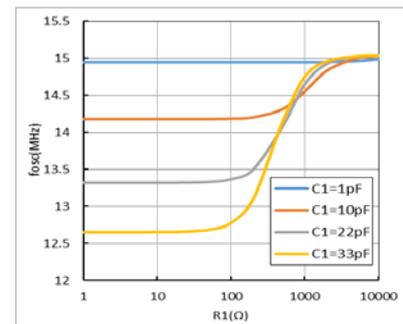


Fig. 4. Analyzed oscillation frequency.