

低ノイズ&高効率パワー回路の実験

14 500 W/13.56 MHz の高周波パワー・アンプの製作

稲葉 保
Tamotsu Inaba

連載第13回(2005年2月号)では、シングル・スイッチ方式の13.56 MHz、150 Wの高周波電源を製作しました。今回は、プッシュ・プル方式を採用してパワー・アップし、500 Wを狙います。

製作するEクラス・アンプの主なスペックを下記に示します。

- 出力周波数 13.56 MHz
- 出力電力 500 W
- 負荷抵抗 50 Ω
- 電源電圧 120 V_{max}

プッシュ・プル方式は、シングル・スイッチ方式と比較してLC共振回路の負荷Qを小さくでき、共振コイルの損失も少なくなります。

図14-1に示すのは、製作するEクラス・アンプ部の回路です。写真14-1にプリント基板の外観を示します。

入力回路の設計

図14-2に示すのは、プッシュ・プル化した入力回路です。設計するときの基本的な考え方は、前回説明したとおりです。つまり、使用する電源電圧の範囲内で最小の反射となるように、定数を決定します。

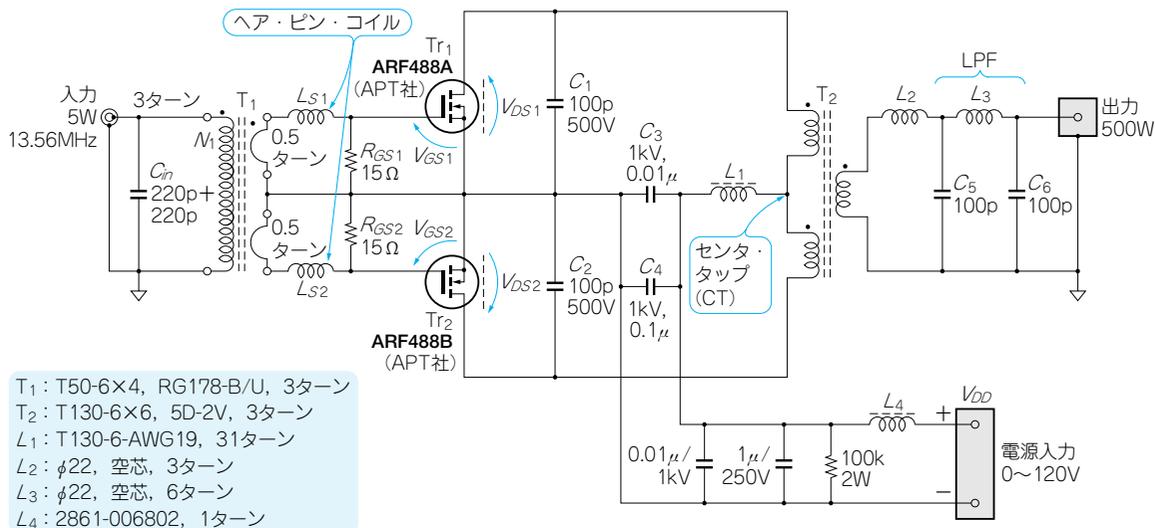
● 入力トランスの1次側の巻き数

入力トランスT₁の2次側からパワーMOSFETを見たときのインピーダンスの抵抗ぶんR_{in}を求め、1次側の巻き数を計算します。

仮にR_{in} = 2.4 Ωとします。プッシュ・プル入力回路なのでR_{in} = 4.8 Ωとして計算します。

$N_1 = \sqrt{50/4.8} \approx 3.22$ 回(14-1)
が得られるので、切り下げて3回巻きとします。

2次側は、1回巻き(パイプで0.5ターン×2)なので、巻き数比を細かく設定できません。



- T₁: T50-6×4, RG178-B/U, 3ターン
- T₂: T130-6×6, 5D-2V, 3ターン
- L₁: T130-6-AWG19, 31ターン
- L₂: φ22, 空芯, 3ターン
- L₃: φ22, 空芯, 6ターン
- L₄: 2861-006802, 1ターン

図14-1 製作した13.56 MHz/500 Wのプッシュ・プル高周波パワー・アンプの回路

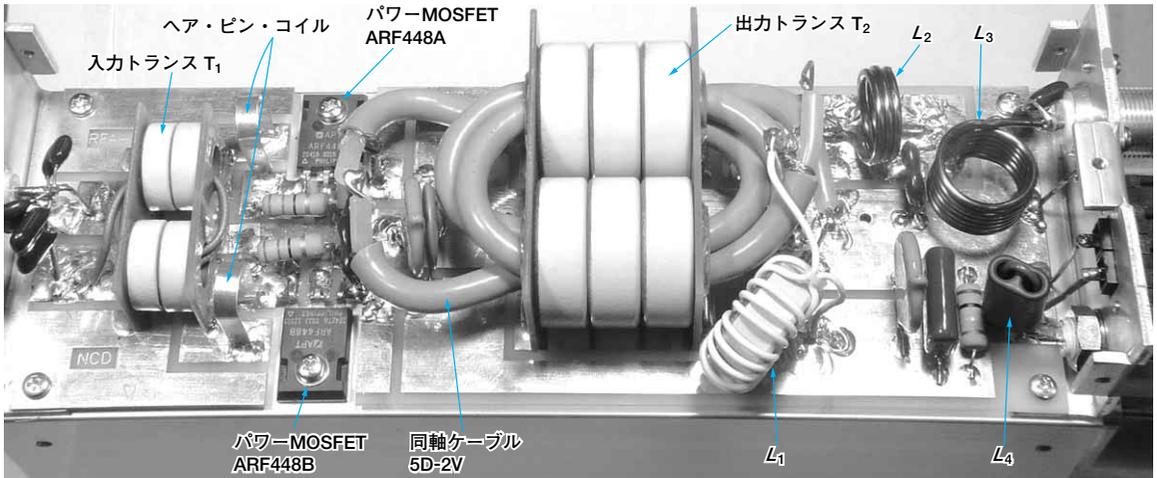


写真 14-1 製作した 13.56 MHz, 500 W の高周波アンプの基板

● コンデンサを追加して入力トランスのリーケージ・インダクタンスをキャンセル

T_1 の 1 次巻き線と 2 次巻き線を別々に巻くと、結合度が悪くなります。

リーケージ・インダクタンスも大きく、高周波では無視できなくなるため、入力端子と並列にコンデンサ C_{in} を接続して、このインダクタンスぶんをキャンセルします。

C_{in} の値は、回路を製作してから入力の反射が最小となる定数とします。およその値は、周波数 13.56 MHz にて 400 p ~ 500 pF 程度です。

● 入力端子から見たインピーダンス周波数特性

パワー MOSFET の入力インピーダンスは、ドレイン-ソース間に加わる電圧、つまり電源電圧に依存します。

図 14-3 に示すのは、 $V_{DD} = 25 V$ のときの入力端子から見たインピーダンスの周波数特性です。パワー MOSFET はスイッチング動作していません。

図 14-4 に示すのは、電源電圧を 0 ~ 50 V まで変化させたときの入力部の反射電力です。入力端子間に SWR パワー計を挿入して、5 W の電力を加えて測定しました。

電源電圧が高く出力電力が大きくなるほど、入力反

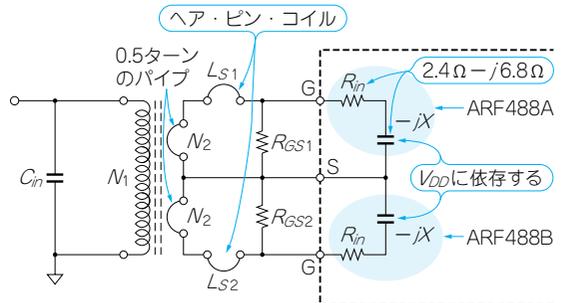


図 14-2 ゲート駆動回路とパワー MOSFET の入力等価回路

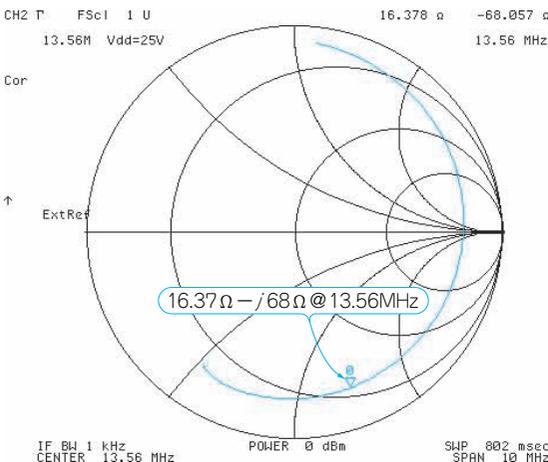


図 14-3 電源電圧 25 V のときの入力回路のインピーダンス周波数特性

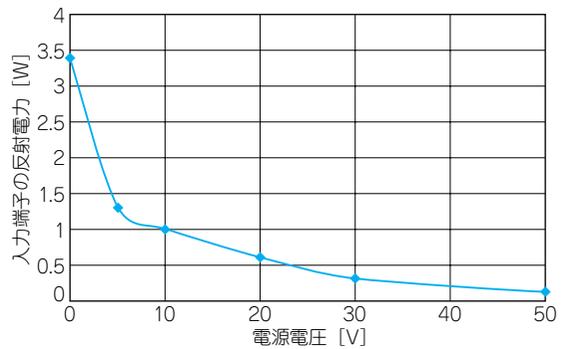


図 14-4 電源電圧を変化させたときの入力端子の反射電力(入力電力は 5 W)