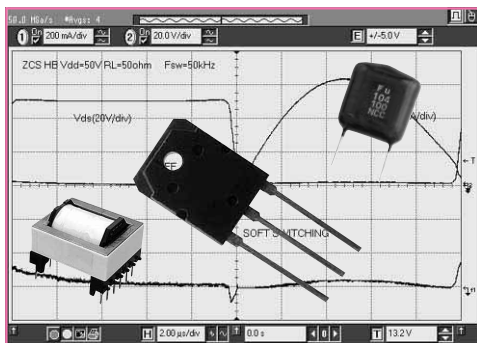


## 低ノイズ&高効率パワー回路の実験

### 8 1 MHz/5 W 出力 Eクラス・パワー・アンプの製作

稲葉 保  
Tamotsu Inaba



今回は、EクラスZVS回路の特徴を活かした応用として、超音波振動子 PZT(写真8-1)を駆動する出力5 Wのパワー・アンプを製作します。

写真8-2は、試作したパワー・アンプでPZTを接着した振動板を駆動し、水をたらしたときのようすです。約1 MHzで振動する振動板によって水が霧状に変化し、上に向かって勢い良く飛び出しています。これは、超音波美容機器(噴霧器)などに利用できます。

試作したEクラス・アンプの主な仕様は次のとおりです。

- スイッチング周波数  $f_{SW}$  : 1 MHz
- 出力電力  $P_{out}$  : 5 W
- 電源電圧  $V_{DD}$  : +12 V
- 負荷抵抗  $R_L$  : 10 ~ 25  $\Omega$  (負荷はPZT, テスト時は50  $\Omega$ の純抵抗)

写真8-3に試作した基板の外観を、図8-1に試作した回路を示します。

## 基本設計

### インピーダンス変換回路の必要性

#### ● 使用したPZTの電気的特性

図8-2にPZTの等価回路を示します。水晶振動子と類似な電気的特性をもっています。直列共振周波数



写真8-1 PZTを取り付けた振動板の外観

では、コイル  $L_1$  とコンデンサ  $C_1$  がいないのと同じ状態になり、この等価回路は、抵抗  $R_1$  と並列コンデンサ  $C_0$  の並列回路で表せます。

図8-3(a)に、無負荷(振動板+振動子単独)状態でのインピーダンス周波数特性を、図8-3(b)に、負荷時(水に浸したとき)のインピーダンス特性を示します。参考のため、図中に等価回路の定数を示しました。

使用したPZTは、水に浸すと、直列共振周波数での抵抗  $R_1$  が約25  $\Omega$  に増加します。  $R_1$  は負荷状態によって変動しますが、ここではこの25  $\Omega$  を負荷時のPZTの抵抗値と考えて製作します。

#### ● インピーダンス変換回路が必要

上記のとおり出力電力  $P_{out}$  と電源電圧  $V_{DD}$  が決まっているため、負荷抵抗  $R_L$  は次のように自動的に決まります。

$$R_L = 0.5678 V_{DD}^2 \div P_{out} \approx 16.35 \Omega$$

負荷抵抗  $R_L$  は、測定した  $R_1$  が約25  $\Omega$  なので、インピーダンス変換回路を付加して、先に計算した負荷抵抗と整合させる必要があります。

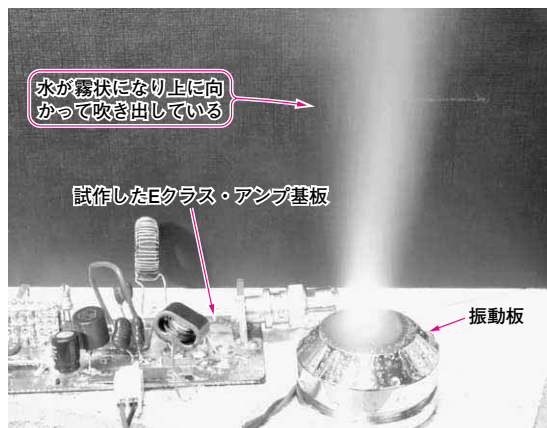


写真8-2 PZTを接着した振動板(写真8-1)を試作パワー・アンプで駆動し水をたらしたときのようす  
霧状になった水が上に向かって勢い良く飛び出している

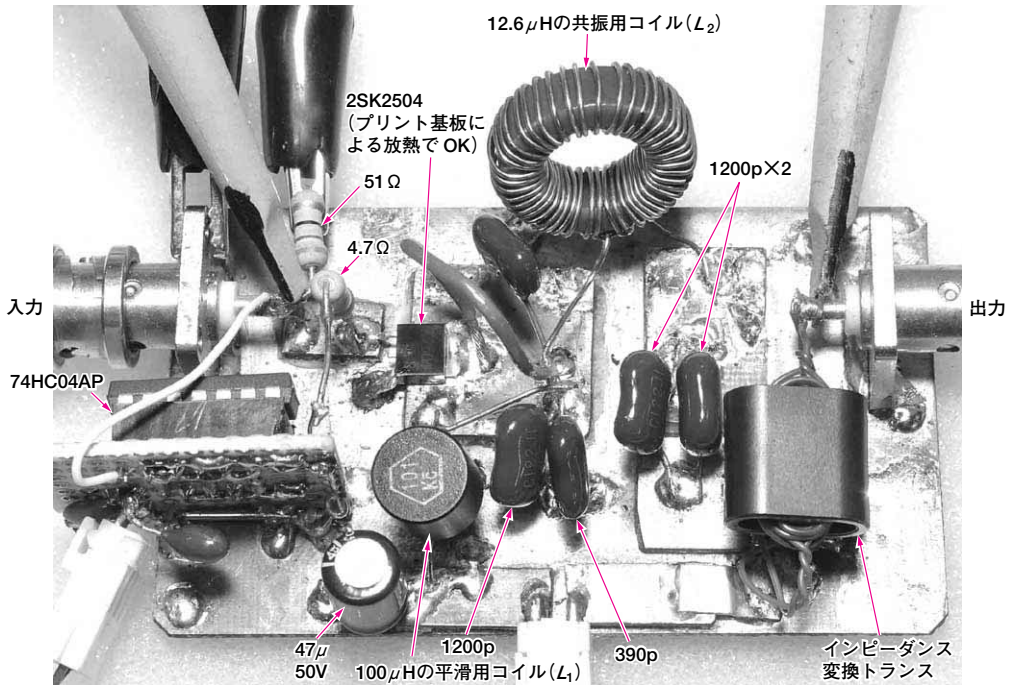


写真8-3 試作したEクラス・パワー・アンプ基板(出力5W, スイッチング周波数1MHz, 効率92%)

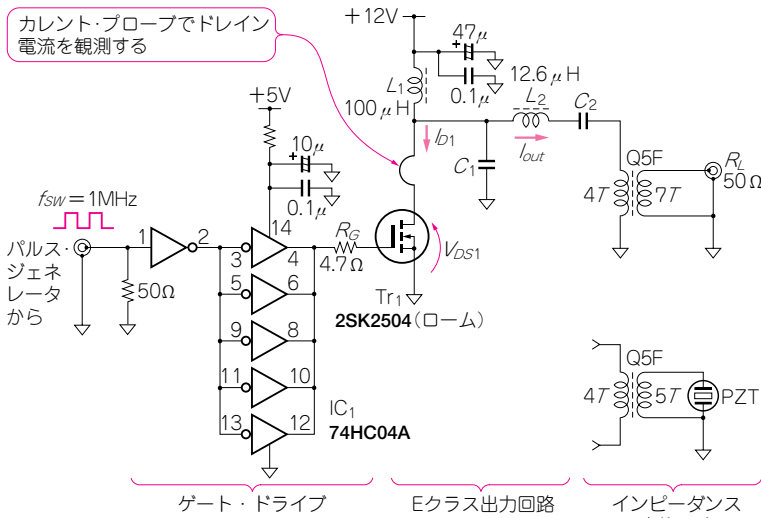


図8-1 試作したPZT駆動用Eクラス・パワー・アンプ(出力5W, スイッチング周波数1MHz, 効率92%)

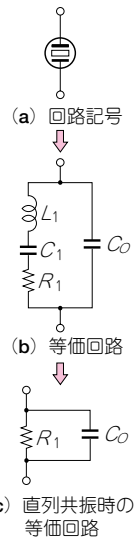


図8-2 PZTの等価回路

Eクラス・アンプは、実際の負荷抵抗が、設計時に想定した負荷抵抗と異なると正しくZVS動作しません。インピーダンス変換回路が必要です。

### ■ パワー MOSFET の選択

直流電源電流  $I_{DC}$  は次式から 0.42 A です。

$$I_{DC} = \frac{0.5678 V_{DD}}{R_L} \approx 0.42 \text{ A}$$

最大ドレイン-ソース間電圧  $V_{DSmax}$  は次式から 42.8 V です。

$$V_{DSmax} = 3.562 V_{DD} \approx 42.8 \text{ V}_{peak}$$

最大ドレイン電流  $I_{Dmax}$  は次式から 1.193 A です。

$$I_{Dmax} = 2.862 I_{DC} = 1.193 \text{ A}_{peak}$$

