

第6章 出力電圧の精度と電源容量の 決め方がポイント!

ディジタル・アンプ用 電源回路の設計

本田 潤
Jun Honda

ディジタル・アンプの電源回路は、アンプ部と同じくらい重要です。次のような理由から従来の多くのアナログ・アンプ用の電源回路よりも、考慮しなければならないポイントがたくさんあります。

①D級出力段の電圧ゲインが電源電圧に比例する

②アンプから電源に電力が戻る

③アンプの出力対効率のカーブが異なる

特に③に関しては、ディジタル・アンプは実使用時の効率が高く、実使用時と最大出力時の電源回路の出力差がとても大きいので、電源の容量を決める際に一考を要します。組み合わせる電源回路は大別して、次の2種類があります。

●スイッチング電源による安定化電源

●商用周波数トランジスタによる非安定化電源

図1に、D級出力段がもつ独特な特性がもたらす電源の問題点をまとめます。本章では、これらの基本的な要素を考察して、ディジタル・アンプ用電源部の設計方法を解説します。

電源回路の性能はなぜそんなに 重要なのか?

● ディジタル・アンプの出力電圧は電源電圧とデューティの積

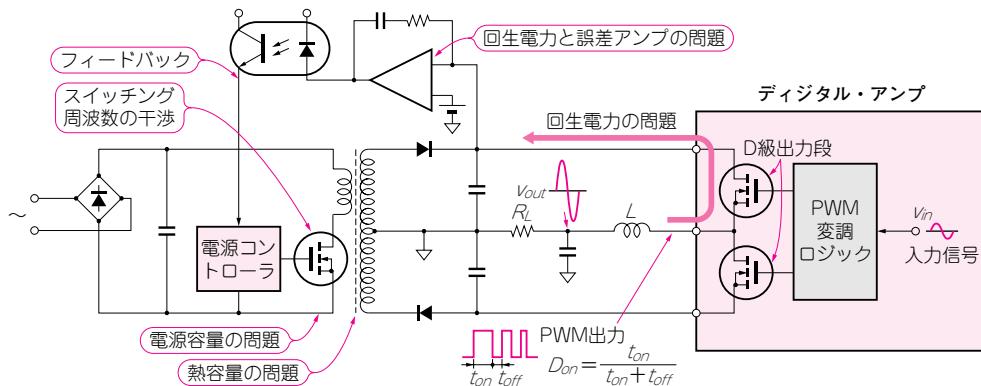
D級出力段は、スイッチング出力のオン・デューティを制御することによって、出力電圧を調整できる可変型定電圧電源のようなものです。ただし、その出力電圧はオン・デューティだけではなく、電源電圧との積で決まります。

つまり、出力LPFでPWM波形を復調して得た出力電圧を V_{out} 、電源電圧を V_{DD} 、ハイ・サイド・スイッチのオン・デューティを D_{on} とすると次のように表されます。

$$V_{out} = V_{DD}D_{on} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式(1)は、図2に示すようにD級出力段の電圧ゲインはオン・デューティと電源電圧に比例することを意味しています。これは、増幅動作中に電源電圧が変動すると、ゲインが変動して入力信号に忠実な増幅がで

図1 D級出力段と電源を組み合わせたときの問題点



Keywords

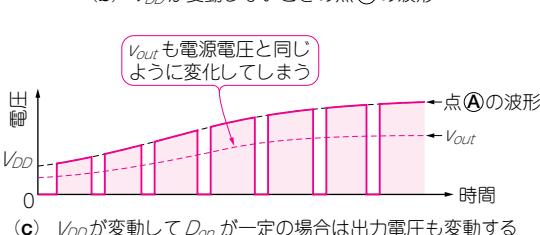
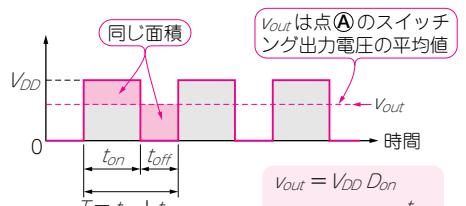
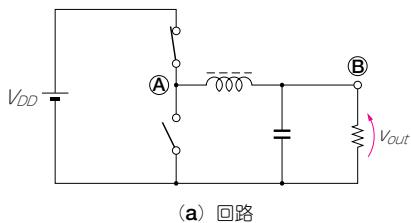
スイッチング電源、チャネル・セパレーション、ビート・ノイズ、負帰還、回生電流シャント・レギュレータ、定格出力、ピーク・パワー、安全規格、熱時定数、漏れインダクタンス、2石フォワード、カップルド・インダクタ。

きなくなるということです。ゲインの変動はひずみの悪化につながります。

- 電源の内部インピーダンスは広帯域にわたって低くなければならない

図3に示すように、電源の内部インピーダンスは、ひずみ率を増やすだけでなく、チャネル・セパレーションやビート・ノイズも悪化させます。チャネル・セパレーションとは、LチャネルとRチャネル間の信号の干渉のことです。

〈図2〉 D級出力段のゲインは電源電圧に比例する



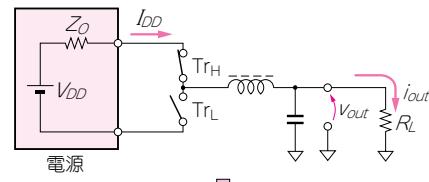
デジタル・アンプのD級出力段は単なるスイッチなので、電源電圧の変動を除去する力はありません。電源の内部インピーダンスは可能な限り低くあるべきで、しかも電源電圧は負荷電流によらず一定に保たれている必要があります。電源インピーダンスの目安は、負荷抵抗の1/40程度です。4Ω負荷なら0.1Ω程度です。

多くの電源回路は、負帰還によって電源インピーダンスを下げていますが、その作用は数kHz程度までは有効ではありませんから、平滑コンデンサでこれより高い周波数の電源インピーダンスも下げるようになります。

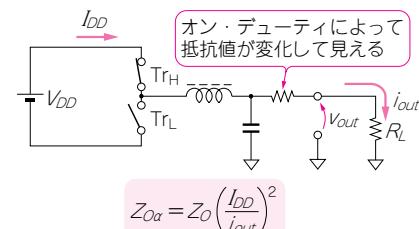
非安定化電源の内部インピーダンスは、ほぼ平滑コンデンサのインピーダンスと同じと考えられます。ただし、整流ダイオードが導通している期間は、トランジストの出力インピーダンスが並列に接続されるので、時間とともにインピーダンスが変化します。

ひずみ率の要求が厳しいほど、電源の内部インピーダンスは小さくする必要があります。もし、4700μF

〈図4〉 電源内部インピーダンスは負荷からどのように見えるか



等価



〈図3〉 電源内部インピーダンスがオーディオ性能に与える悪影響

