

最新アナログICの要! CMOSトランジスタ技術入門

4 スイッチング用トランジスタで リニア・パワー・アンプ製作

コスト重視で壊れやすいMOSFETばかり…、
消えゆくリニア増幅用…

馬場 清太郎 Seitaro Baba

パワー・アンプは、スイッチング回路で作ることが一般的になってきています。しかし、ノイズや周波数特性などの問題で、リニア・パワー・アンプが必要なこともあります。

リニア・パワー・アンプのパワー・デバイスとしては、昔からバイポーラ・トランジスタが使われてきましたが、廃品種が増えています。代わりに、定格の大きなMOSFETが使いそうに思えます。ところが定格が大きくても、スイッチング用MOSFETではリニア・パワー・アンプに使えないことがあります。選び方にポイントがあります。

具体的に何が問題で、どういうところに気を付けて素子を選び、リニア・アンプに仕上げていけばよいのか、具体例を示しながら解説します。〈編集部〉

リニア・パワー・アンプに 使えるMOSFETとは？

● パワーMOSFETはほとんどがスイッチング用、新製品ほどその傾向が強い

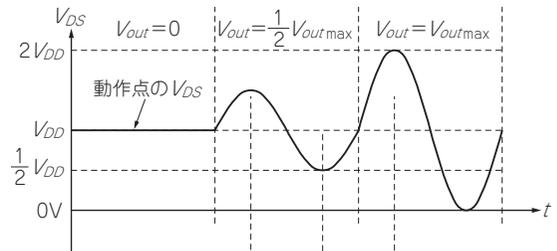
現在、中小出力(数百W以下)のパワー半導体素子の中で最も使われているのはパワーMOSFETです。そのほとんどはスイッチング用途で使われ、リニア・アンプに使用されることは少なくなっています。

パワーMOSFETの開発の動向も「スイッチング素子としての優れた特性を安価に実現する」ことを目指しています。その結果、最近のパワーMOSFETは、リニア・パワー・アンプには特性的に使用しにくくなっています。

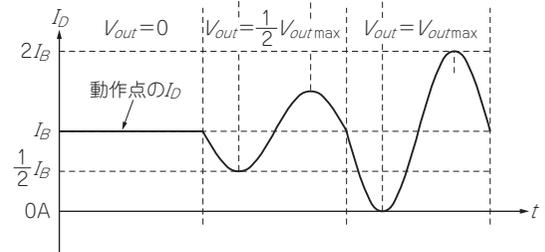
パワーMOSFETをリニア・パワー・アンプに使用する場合の選び方と注意点について、オーディオ・アンプを例に考えてみます。

● 例題としてパワー素子1個のシングル・アンプを製作

現在でも製作されているパワーMOSFETを使用したオーディオ用パワー・アンプは、出力トランスレス



(a) ドレイン-ソース間電圧 V_{DS}



(b) ドレイン電流 I_D

V_{DD} : 電源電圧, V_{out} : 出力電圧, $V_{out\ max}$: 最大出力電圧
 I_B : 直流バイアス電流 (I_D の平均値)

図1 A級動作時の電圧と電流

トランス負荷の場合、最大電力を取り出すには、動作点の電圧は電源電圧 V_{DD} 、動作点の電流は最大振幅の片側ピークになる

B級動作のSEPP (Single Ended Push-Pull) やBTL (Balanced output Transformer Less)アンプがほとんどです。しかしここではシンプルさを重視して、100年以上の歴史がある、出力トランスを使用したA級シングル・アンプをMOSFET 1個で作ります。

シングル・アンプは、能動素子が高価であった時代に良く使用されていましたが、現在では消費電力が大きいわりに出力電力を取り出せないで、パワー回路にはほとんど使用されません。

リニア動作のシングル・アンプでは、図1に示すように、能動素子(パワーMOSFET)が常に能動状態にあるA級動作が必須です。A級アンプはトランスを使用したときの理論効率が50%です。抵抗を使用すると25%になります。抵抗を使用したシングル・アン