

PDM アンプ・キットの製作

オーディオマニアン・ドラドラセカール

$\Delta\Sigma$ 変調のICとして、Tripath社の製品が秋葉原でも売られています。これを使って自分で組んでもよいのですが、ピン配置が特殊なため、ユニバーサル基板というわけにいかないのが、たぶん一般のアマチュアは持て余しそうです。

幸いにして、カマデン社からキットが売られているので、これを使うことにしました。実際問題として、IC周りの回路はICのアプリケーション・マニュアルに沿っており、ほとんど検討の余地はありません。結局、自分で設計しても同じ回路になるので、キットで簡単に作ることにします。

といっても、これはそれなりに経験のある人をターゲットにしたキットです。部品の付け間違いがなければ動作するとは思いますが、間違えて付ければまったく動作しないことだってあり得ますし、共立社のキットほど懇切でいねいな説明はありません。

8.1 回路構成の解説

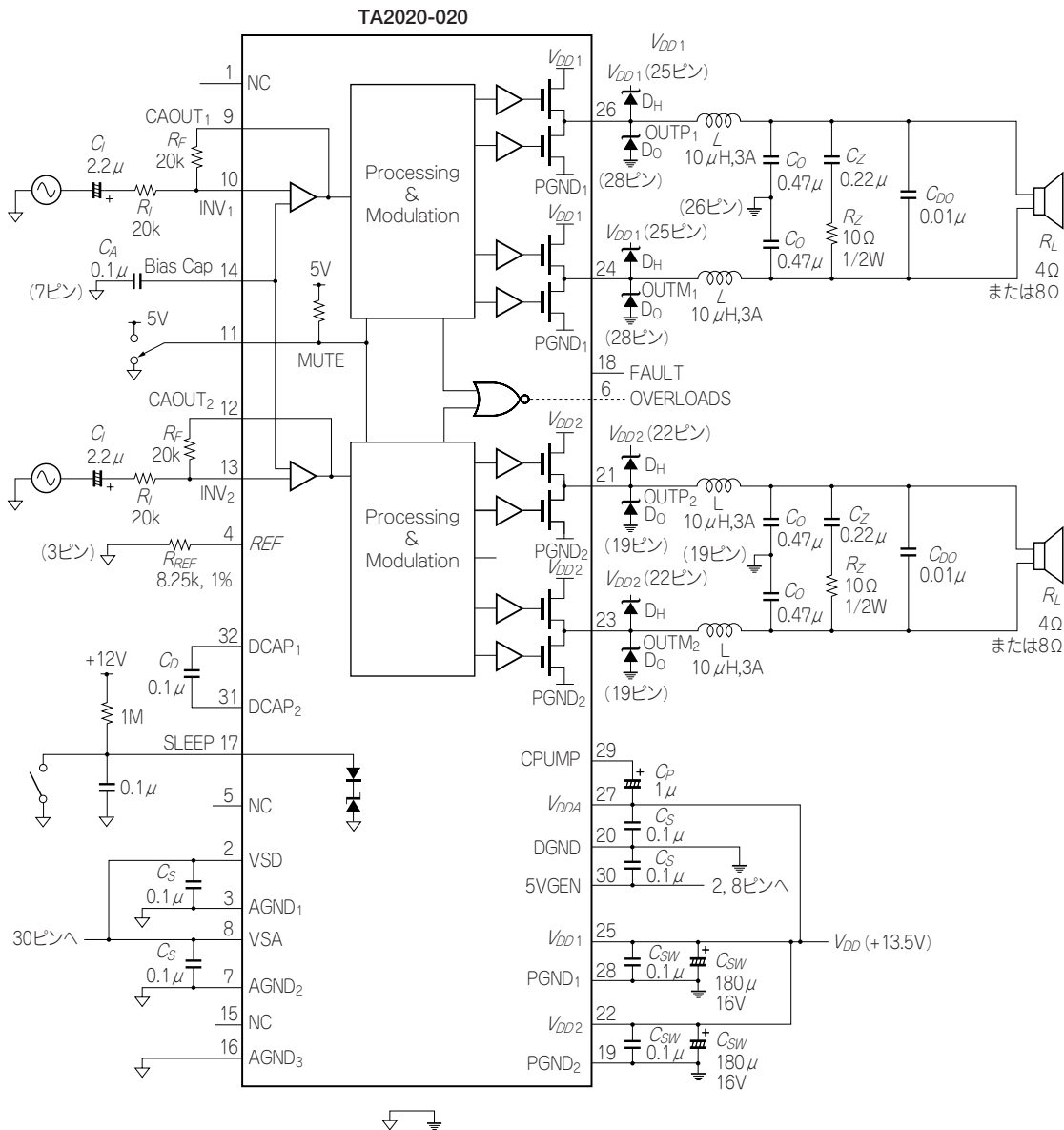
このICは基本的にすべての機能を1チップで実現しています。外付けはわずかのLCRだけですので、回路といっても主にICの中身の話になりますが、こちらは完成品ではないので、少し詳しく説明します(図8.1)。

● 出力段

電源は単電源で、すでに説明した Nch MOS FETのフル・ブリッジ出力になっています。つまり通常時、入力がないときにも両方の端子が中点電位になるようにスイッチングしています。0Vではありません。スピーカにつながる両方の端子とも同じ電圧($V_{cc}/2$)なので、スピーカには直流電圧がかからないということです。

PWMのキットでも書きましたが、出力に付いているダイオードは出力段のトランジスタの保護用です。キットには、ローサイドの D_O は付いていますが、回路図にあるハイサイド・デバイス保護用のダイオード D_H は付いていません。これはカマデンの設計ミスというわけではなさそうで、参考に見せてもらったTripath社の純正(?)評価基板にも付いていませんでしたし、類似の製品で、同社のTA2024というICのアプリケーション・ノートにもありませんから、なくても大きな問題はないということなのでしょう。

もし、気になるなら図に書かれているように、ICのトランジスタに直結する電源端子から直接配線



注：アナログとデジタル/電源グラウンドはすべて接続すること。
 ↓ アナログ・グラウンド
 ↓ デジタル/電源グラウンド
 ダイオード (D_H, D_O) はモトローラのMBRS130T3 (D_HはV_{DD} > 13.5V)
 (*) 8Ωのとき C_O=0.22μF

図8.1 Tripath TA2020 の応用例

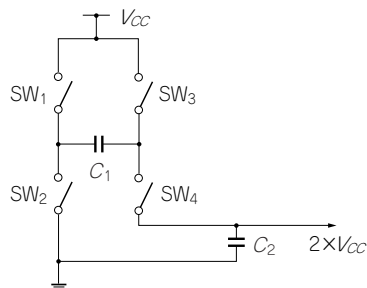


図8.2 チャージ・ポンプ回路

を引き出して付けてください。電流の流れを考えると、なぜこういうことをする必要があるのかわかります。

なお、ダイオード記号がひん曲がっているのは意味があつて、これはショットキー接合であることを示しています。ショットキー接合のダイオードは高速で、ON電圧も低くなります。

● 入力段

入力はずなぜか反転増幅になっています。このOPアンプはなくてもよさそうですが、おそらく入力の直流動作点を決めているのと、ミュート回路との関係でしょう。反転アンプなので入力抵抗分がやや低くなります。

反転増幅で単電源なので、入力OPアンプの+端子には、ある電位が必要です。このためのバイパスが14ピンのコンデンサ(Bias Cap)です。当然、-端子(10, 13ピン)は電位をもちますから、入力にはDC阻止(カップリング・コンデンサ)が必要です。図の2.2 μ Fがそれです。

● チャージ・ポンプ

CPUMP端子(29ピン)は上側の出力トランジスタ(実際にはMOS FETで、図6.9でいうTr₁とTr₃)を駆動するための特殊な電源(チャージ・ポンプ出力)で、電源電圧よりも+10V高い電圧が出ています。DCAP₂、DCAP₁(31, 32ピン)がそのための方形波出力で、ブートのためのコンデンサがつながっています。

ちょっと簡単に説明しますと、そもそも、MOS FETをONさせるためには、ゲート-ソース間に5Vとかの電圧を与える必要があります。だから、上側のMOS FETをONさせるためには、電源電圧よりも高い電圧が必要になります。なぜなら、ONしたときには、ソースの電位は電源電圧にはほぼ等しいわけですから、ONさせるにはそれよりも高い電圧でゲートを駆動する必要があるからです。

FETのゲートにはほとんど電流は流れませんから、電圧だけ高くすればよいので、ここで用いられるのがチャージ・ポンプ回路です(スイッチング電源などで上側1個だけの場合にはブートストラップも使われるが、本質的な概念は同じ)。

チャージ・ポンプ回路は、図8.2のような回路で、インダクタを使用しない電圧コンバータです。

SW₁とSW₄、SW₂とSW₃がそれぞれ同時にON/OFFします。SW₁とSW₂は交互にON/OFFします。ちょうど図6.6のフル・ブリッジと同じで、もちろんこれも実際には半導体スイッチです。コンデ