

1. 2GHzパワーアンプの製作

7L1WQG 荒井義浩

以前は三菱電機から多くの高周波パワーモジュールが販売されていました。その多くは、内部にバイポーラトランジスタを使用した多段アンプ構成となっていました。最近では内部にMos-FETを使用したパワーモジュールが販売されるようになり、入手も比較的楽に出来ることから、三菱電機のMos-FETパワーモジュールを使用して、1.2GHz帯のパワーアンプを製作してみました。

今回使用したのは「RA18H1213G」という1.2GHz帯のパワーモジュールです。このモジュールはICOMのトランシーバーに使用されているもので、M57762の新型ともいえる物です。

RA18H1213G

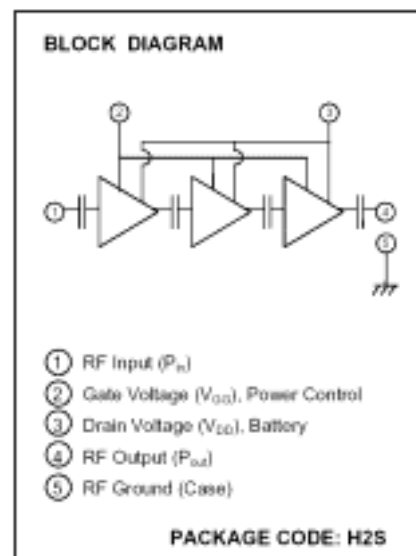
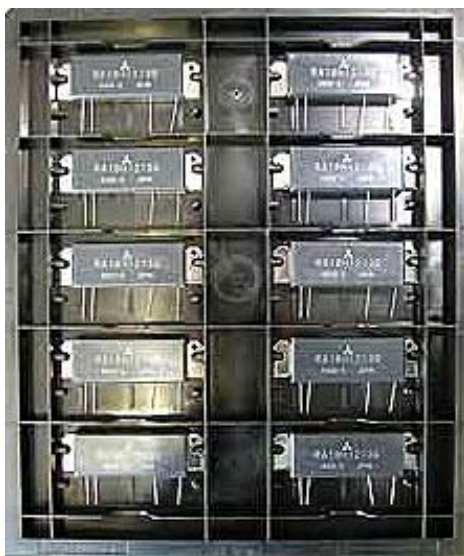
- ・周波数：1.24～1.3GHz
- ・VDD：12.5V(TYP) 17V(MAX)
- ・VGG：5V (1mA) 6V(MAX)
- ・Pin：200mW
- ・POWER：18W(min) 30W(MAX)

このパワーモジュールは3段アンプ構成になっており、すべてMos-FETデバイスが使用されています。

ゲート電圧でパワーコントロールができるようになっており、5V 1mAと非常に少ない電圧でコントロールが可能です。

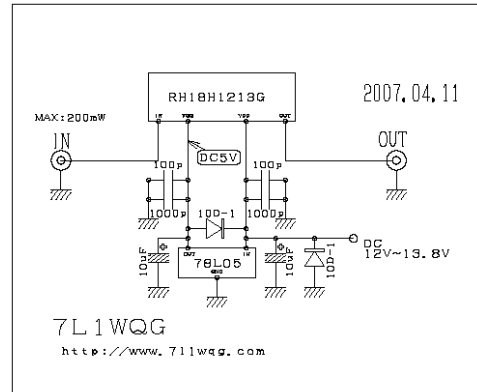
ゲインは23dB以上もあり、低入力でハイパワーが得られます。

また、アイドル電流はVDD12V、VGG5Vの時に2A以上ありますので、使用には注意が必要です。



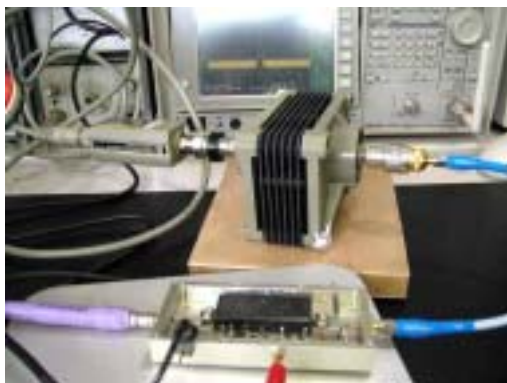
RA18H1213Gデータシートより抜粋

まず簡易ですが、基礎実験をしました。実験に当たっては、アルミミリングケースに回路を組み込み、内部に3端子レギュレーター78L05でVGG電圧5Vを得ています。入出力コネクタには、SMAJ端子を使用しています。



入力には、無線機：TS-790GのCWモードで行い、入力側に10dBのアッテネーターを挿入して、入力電力を調整しています。

パワー計はHP437B+HP8481Bで測定を行いました。



- ・周波数：1295MHz
- ・入力：150mW (ATT挿入後)
- ・電圧：13.8V
- ・VGG：5V
- ・出力：33W (ピーク)
- (無調整)

無調整で、なんと33Wのパワーが出ました。200mWまで入力電力を上げてみましたが出力は殆ど変わりませんでした、つまり150mWでも出力が飽和しているようです。

また、電流値が10A近く流れるので、かなりの発熱があります。

メーカーのデータシートによると、効率20%(min)と記載されており、80%近くが熱として放出されているものと思われます。

このモジュールはMos-FETなので温まってくると当然パワーは下がってきます。

それでも放熱をしっかりとすると、28W以上の出力は出ているようです。

データシートによると、放熱は0.42/Wと記載されていますので、かなりの大型の放熱器が必要となるでしょう。

パワーを調整するには、ゲート電圧をコントロールするだけで、簡単に出来そうです。

ゲート電流は1mAですので、簡単にVRでコントロールできるでしょう。

また、ドレイン電圧は12V位の方が、発熱が少なくてよさそうです。

(実験では出力は25W程度になりました)

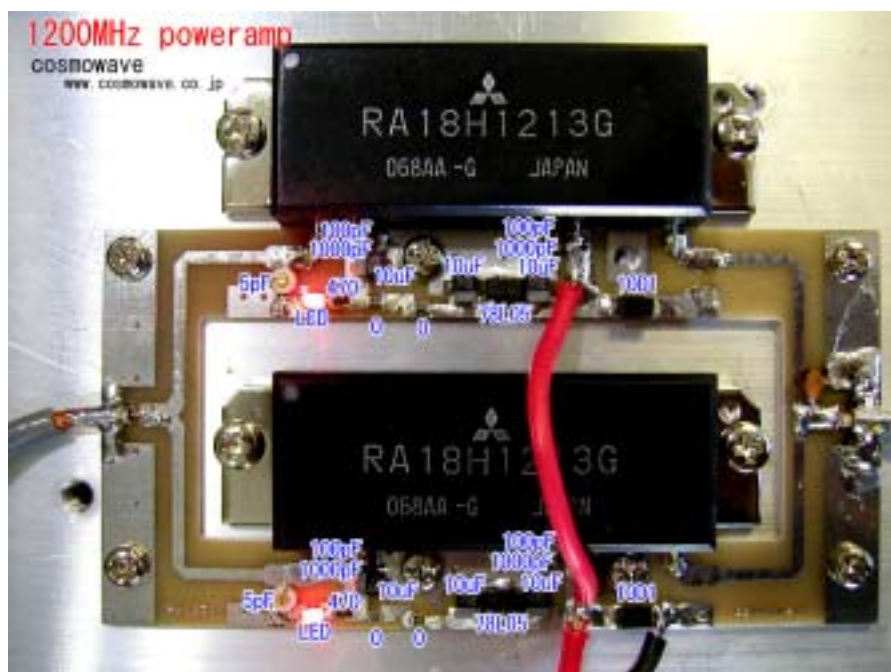
計算しますと、効率は20%程度ですが、データシートの記載と同じようです。
このパワーモジュールは周波数が低いほど出力が大きくなるようで、1280MHzではピークでは40Wの出力も得られました。
このモジュールも入力電力が少なくて済むので、直下型アンプとか、自作の機器にと用途は多彩であり、放熱をしっかりとすれば多段合成でEMEアンプとして使用できると思われます。

2合成アンプの実験

シングルアンプでの実験が良好でしたので、2合成アンプの実験を試みる事にしました。2合成にはウィルキンソン型の分配合成を基板上にマイクロストリップラインで製作しています。



基板は1.6mmのFR4基板を使用しています。



実装した2合成パワーアンプ

4 合成アンプの実験

2 合成アンプの実験も全体的には結果は良好でしたので、今度は 4 合成アンプの実験を試みました。4 合成アンプが成功すれば、このパワーモジュールで EME アンプの可能性も出てきます。

前回までの実験で 2 合成アンプでも非常に発熱する事が解っていたので、今回は更に大型のヒートシンクを使用しています。

ヒートシンク（放熱器）のサイズは 200×300×30mm です。

100W 以上のアンプとしては、少し小さめですが、クーリングファンで冷却をする事とします。

このパワーアンプの合成分配ですが、2 合成アンプ基板を 2 枚使用し、更にウイルクソンタイプで 2 分配、合成を行っています。

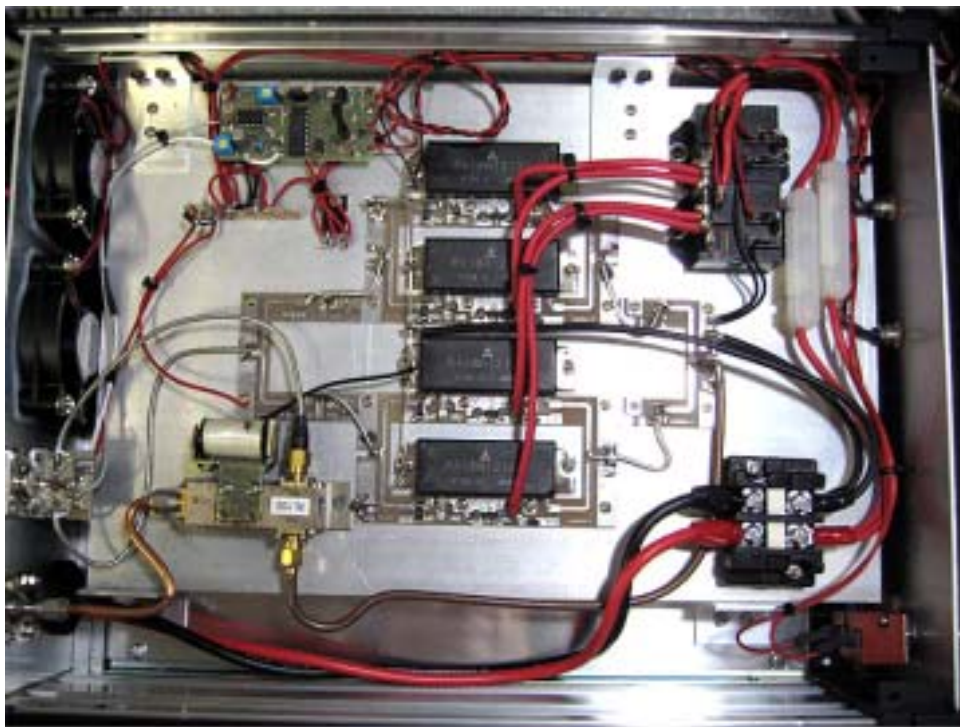
入出力の同軸リレーですが、アンプ入力は 1 W までと設計しましたので、入力側はオムロンの G 6 Y 同軸リレーを使用しました。

出力側のリレーですが、ここは 100W 以上のパワーが通過しますので、業務アンプに使用されていた同軸リレーを使用しました。電源 OFF でスルーになるようにしていますが、G 6 Y 同軸リレーを使用しているため最大通過電力は 10W までとなります。

パワーアンプ基板への入力ラインには 1.5D 程度のセミフレキケーブル（085）を、出力側には 3 D 程度のセミリジッドケーブル（141）を使用しています。

クーリングファンはケースのサイズから、60 角のファンを 2 個使用しています。

・実装の様子



4合成パワーアンプの実験の結果ですが、入力1Wで120Wのパワーを得る事が出来ました。(1290MHz CWモード)

周波数：1290MHz

入力：1W

電圧：13.8V

VGG：5V

出力：120W(ピーク)

電流：40A



4合成アンプでは電流が40Aも流れるので、やはり電圧がドロップしてしまいます。電源線には5.5SQを使用しておりますが、それでもまだ細いかも知れません。また、内部の配線材、電源用リレー、ヒューズなどが抵抗分となり電圧降下させているものと思われます。この辺は改良の余地がありそうです。結果的には120Wもの出力が得られて満足ですが、EMEアンプとするには120Wでは少ないので、さらに8合成、10合成アンプと考えなければなりません。もし、8合成アンプですと電流値は80Aにもなると思われますので、電源対策は十分考えなければなりません。僅かな抵抗分でも電圧は大きくドロップしてしまいます。また、多合成アンプの欠点ですが、1個でもパワーモジュールが壊れると、アンプ合成のバランスが崩れて、すべてのパワーモジュールを破損する事になりかねません。その為の対策も必要になりますが、1.2GHz用のアイソレーターは大型で高価ですので、アマチュア的には使用が難しいと思います。安全に使用するにはもう少し工夫が必要かと思います。また、スプリアスについても考えなければなりませんので、実用するにはまだまだ問題は多数有りそうです。

・完成した4合成パワーアンプ



