

導波管切り替え器に組み込んだ 24GHz プリアンプ付きパワーブースターの製作

JA1EPK 大日方 悟朗

アマチュアのマイクロウエーブの周波数も 24GHz となるとコンディション（特に空気中の湿度の多少）に左右される事が大きく、通達距離を伸ばすには途中で雲や霧などの無い日や時間を選ぶ事も重要ですがコンタクトぎりぎりの所では少しでもパワーが欲しいものです、しかし 24GHz でパワーの出せるデバイスの種類は少なく、HEMT を規格無視で使ってもシングルでは 70 ~ 80mW が限界の様で、高価な富士通の FLR026 のパラでも 200mW 以上を出す事は非常に難しく製作された方々から苦労した話を聞いています

パワーアップについてはイギリスのアマチュアも関心が大きい様で G8ACE は NE32584 を使って 2 パラで 125mW、4 パラで 250mW、8 パラで 500mW の実験結果を Technical Collection 1998 で発表していますが、ゲインは 125mW の物で 7dB 位で、他については分かりませんが何れにしても 500mW 出すには 2 ~ 3 段重ねなければならない様です

ところが今年の半ば頃ドイツの Kuhne Electronics（DB6NT）から 24GHz の MMIC アンプが発売されました、入力対出力が 50mW / 300mW、150mW / 500mW、20mW / 1W の 3 種類です、価格はそれぞれ 604DM、995DM、2195DM となっていますが、これには 16% の税金込みですから日本からの注文にはこの分だけ安くなります、但し送料として 40DM 程が加算されますこの内 1W 出力の物は魅力ですがお値段が日本円にして 11 万 6 千円（送料込み 1 DM = ¥60 として）で一寸手が出ません、500mW は現用のトランスバーターでは出力 30 ~ 40mW と少ないのでドライブしきれず、結局コストパフォーマンスを考えて 300mW の物をテスト購入して見ました、第 1 図にホームページからダウンロードしたカタログの一部を掲載しました

ついてきたテストシートには入力 10mW で出力 165mW、50mW で 400mW、となっていました、これから見るとゲインはリニアな所で 12.5dB、飽和で 8dB ですから 30 ~ 40mW 出力のトランスバーターでドライブすれば 300mW 出力は堅い所でしょう、なお電源は 12V、410mW と約 5W 食いますので放熱器が必要です

このアンプを眺めながら使い方を考えていました、外形は 30mm x 35mm x 15mm と小型なので現用のトランスバーターに組み込もうと思いましたが放熱器迄は入りません、アンテナ直下で使うのが最適ですがアンプだけでも送受切り替え回路にリレーが必要で、この場合送信時のリレーによるパワーロスは無視したとしても、受信時のリレーのロスやトランスバーター迄のケーブルロスが S/N を悪くするので問題です、結局考え付いたのは第 2 図の組立図に示した導波管型切り替え器 + プリアンプと組み合わせたアンテナ直下型ブースターでした

導波管型切り替え器はマイクロウエーブ・チャレンジ 98 に 24GHzMK3 トランスバーターとして発表した物からアンプ部分を切り離れた物です、導波管底板兼アンプケースの代わりに 3mm 厚のアンクルを使い、そこにパワーアンプ、プリアンプを取り付ける構造にしました

パワーアンプは出力が SMA のオス型コネクタで出ていますから、メスコネクタをアングルに取り付け、センターピンが切り替え器の導波管内にプローブとして結合しています、プリアンプの入力も同じようにコネクタ方式にすれば脱着に便利かと思いましたが、折角ロスの少ない切り替え器を使うのですからコネクタを使わない構造とし、プリアンプから出たセミリジットの芯線が直接導波管内に入る様にしました

このブースターのトランスバーター側はパワーアンプ、プリアンプ共 SMA コネクタになっていますので接続を同軸ケーブル 1 本で済ます為に、ロスとコストが増えるのを承知で同軸リレーを使いましたが、トランスバーターの改造を厭わなければ送受共別々の同軸を使ってトランスバーターやブースターの同軸リレーを省略した方がベターです

プリアンプは DB6NT の基板を使った 3 段アンプです、FET は最新の富士通の FHX76LG を OM から QSY して頂きましたので使って見ました、スペックから見るとこの FET の NF は 18GHz で 0.72 となっていて NEC の NE32984 の 0.81 より良くなっています、それに引き換え IDSS は 32984 の 60mA より少なく半分の 30mA ですから出力段には不適當で、NF の問題になる初段から 2 段目に使うのが良い様です、回路は前述の MK3 の時と同じですが違う所はドレイン抵抗を大きく取りました、スタブは原形のままですがバイアスの調整のみでゲインは 20dB 以上取れています、S/N の測定はしていませんが DB6NT は同じ基板を使った同軸型プリアンプの S/N は 2.5 dB 以下と言っていますので (NE32584 使用 NF0.85 / 18GHz) 切り替え器のロスを考慮に入れても全体で 2.5 dB には納まっていると思います、第 3 図にプリアンプの回路図を示しました

導波管切り替え器の構造は MK3 と同じですが、前回使用したモーターはギヤーボックス内のプラスチックギヤーが弱く破損続出でしたので、モーターとドライブ回路を変更しました、新しいモーターは動作電流が多いので送受切り替え用に 2 回路 2 接点のリレーを使いました、旧回路ではマイクロスイッチが働いた時にモーター電流を切っていましたが、これをモーター回路に直列に抵抗を挿入して常時モーターに弱い電流を流す様にしました、これで切り替った時モーターがフリーになってローターの位置が不安定になるのを押える事が出来ました

またこのマイクロスイッチはプリアンプとパワーアンプへの電源切り替え回路をコントロールしているので、切り替え器が定位置になった所でそれぞれの電源が入る為、切り替え時間のタイムラグが自動的に付きます、第 4 図に切り替え回路を示しました

このブースターは直下型として使う為に防水ケースに入れる様に考えています、ケースには導波管フランジの穴が明くだけです薄いテフロンシートを内部に貼って、接続される導波管やフィードホーンを通じて雨滴が入って来る事を防ぐ必要が有りそうです

テスト結果

24GHz40mW でドライブして出力は 300mW でしたから初期の目的を達したと思います、この時プリアンプを働かせると出力コネクタに 1mW 出てきます、プリアンプのゲインを 20dB とすると導波管切り替え器のアイソレーションは 45dB となります、この値は素人の手作り

としてはまあまあの出来ではないかと考えています、なお同軸リレーでのロスは0.5dB程
でした

以上

参考資料、参考文献

24GHzMMIC パワーアンプ	DB6NT	Kuhne Electoronic カタログ
Medium Power Amplifiers for 24GHz	John Hazell	Technical Collection 1998
24GHz トランスバーターの製作 第3段	大日方 悟朗	マイクロエレクトロニクス 98
FHX76LG データシート		富士通