

Installation of a solid state RF Power Amplifier
for the main Accelerator at the JAERI FEL

* K.Nagatsuka , * K.Sato , * H.Matsumoto , * A.Kashiwagi
* H.Baba , * K.Shinohara
M.Sawamura , M.Ohkubo , Y.Suzuki

* NIHON KOSHUHA Co.,LTD.

1119 , Nakayama-cho , Midori-ku , Yokohama , 226 , Japan
Department of Physics , JAERI

ABSTRACT

We have been developed a solid state High Power Amplifier for the main Accelerator at the JAERI FEL .

The output power of the amplifier is 50kw with a pulse width of 2mS and repetition rate of 10 ppS .

Its characteristics are described in this report .

加速器用全固体化 UHF帯50kW電力発生装置

1. はじめに

前年度、製作した前段加速器用電源(4kWpeak)をベースに、今回主加速器用としてより大きな出力の増幅器(～50kWpeak)を開発した。

ソリッドステート方式では、RF電力素子のハンドリングパワーは、せいぜい～150Wレベルのため、大電力化が困難な領域であった。

このためマルチポート合成器の開発及び装置の改良により、クライストロンに代わる大電力装置が開発され、ダミーロードを用いて性能を確認したので報告する。

2. 設計の方針

加速器用のRF増幅器としては、従来より電子管やクライストロンを用いたものが使用されてきたが、これを固体化する上で次の点に留意し設計を行った。

1. 基本増幅ユニットの製作が容易で経済的なこと
2. 基本増幅ユニット間の位相調整が合わせやすいこと。
3. 合成ロスが少ないマルチポート合成器を開発すること。
4. 負荷キャパティよりの反射に対して、十分な耐電力のあること。
5. ソリッドステート方式のメリットが十分生かされていること。
(信頼性等)

3. 装置の構成

装置は振幅位相制御回路及び高周波電力増幅器より構成されている。これらのブロック図を（図1）に、高周波電力増幅器の外観を（写真1）に示す。

(1) 振幅位相制御回路

高周波電力増幅器の出力の振幅及び位相を常に設定値になる様にフィードバック制御する回路であり、設定値はマニュアル及びリモートによる設定が可能である。

またGP-IBによる設定入力をもち将来の計算機制御による運転も可能にしている。

RFパルス内でのフィードバック制御を行うため、移相器及び減衰器は電子式とし、応答速度の早いものを採用した。

振幅及び位相の安定度は、それぞれ $\pm 1\%$ $\pm 1^\circ$ 以内を目標とした。

(2) 高周波電力増幅器

高周波入力を50kWpeakまで増幅するもので、シーケンス制御回路、分配器、増幅ユニット、合成器及び電源部より構成される。

(a) 基本増幅ユニット

50kWpeakの大出力を得るための基本増幅ユニットは32台使用しているが、これらの基本増幅ユニットは振幅や位相などの特性が、きわめてそろったものが要求される。

そこで基本モジュール（出力200WPeak）の段階から十分な検討を行い試作をした。そして、バラツキによる影響を受けにくい様なマッチング回路とした。トランジスタは帯域の広いバランスドトランジスタ（出力110Wpeak）を採用し、このアンプを2個サーキュレータ合成して基本モジュールとしている。

この基本モジュールを12合成したものが基本増幅ユニットであり、この出力は1.8kWpeak以上である。

表1 装置の特性

周波数	499.8 MHz
入力電力	100mW Peak
出力電力	50kW Peak
パルス幅	2~4 mS
パルス繰返し	10ppS

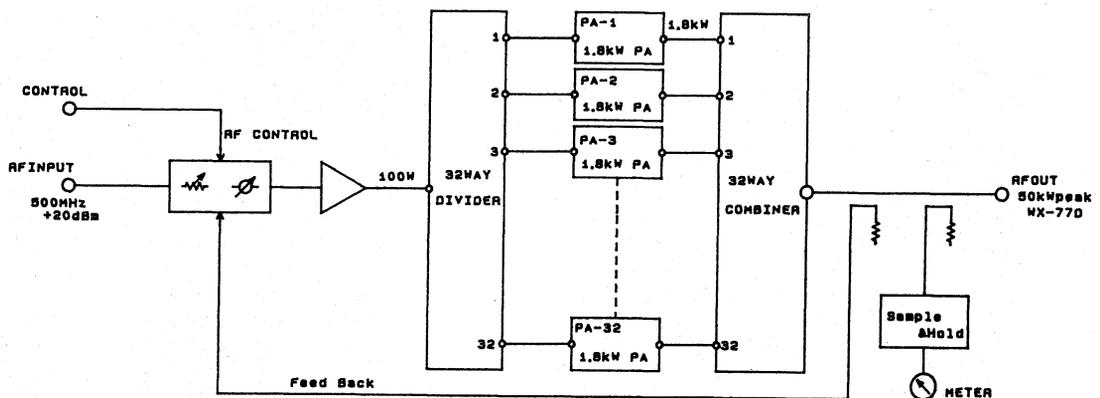


図1 ブロック図

(b) マルチポート合成器

基本ユニットを32台合成するためのもので、特に合成損失を減らす事が重要である。必要な性能を得るために、十分な理論的検討及び実験を行いマルチコンバイナを開発した。このマルチコンバイナは変形 N-WAY Wilkinsonでありインピーダンス変換にはサスペンデットマイクロストリップラインを用い、これを同軸ラインに変換している。

アイソレーション用抵抗は、十分な耐電力のあるものを採用した。

製作した合成器の性能を表2に、また特性を図2,図3に示す。

表2 32合成器の性能

INS.Loss	0.2dB ma
Isolation	17dB min
VSWR	18dB min
phase balance	± 2deg

4. 試験結果

最大出力は合成損失を減らし基本増幅ユニットのバラツキを押えたことにより仕様の50kWを上まわり55kWpeakを達成した。(出力波形 図4)

フィードバックによる制御についても応答速度は100μS以内となっている。

また総合効率については直流電源の効率を上げた事もあり、30%近い値となっている。

5. まとめ

ソリッドステート方式の大出力増幅器は合成器の性能による影響が大きいですが、今回マルチコンバイナの開発により、この方式の増幅器は従来のクライストロン方式に匹敵する出力を得ることができた。

今後、負荷キャビティへの入射により最終評価を行う予定である。最後に御指導下さった関係各位に深く感謝致します。

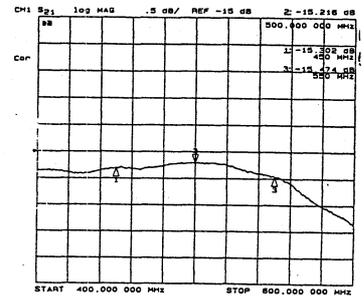


図2 32合成器 INS.Loss

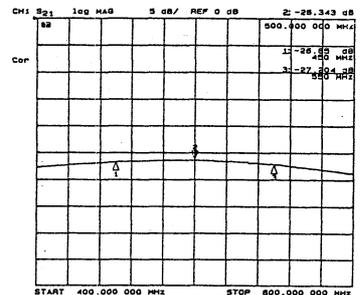


図3 32合成器 Isolation

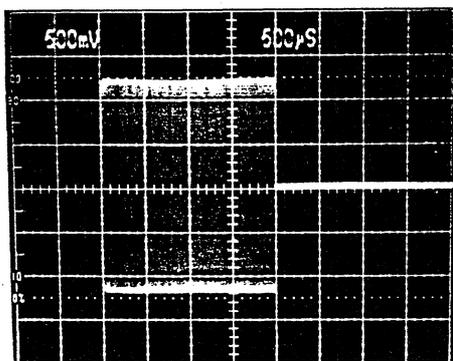


図4 出力波形

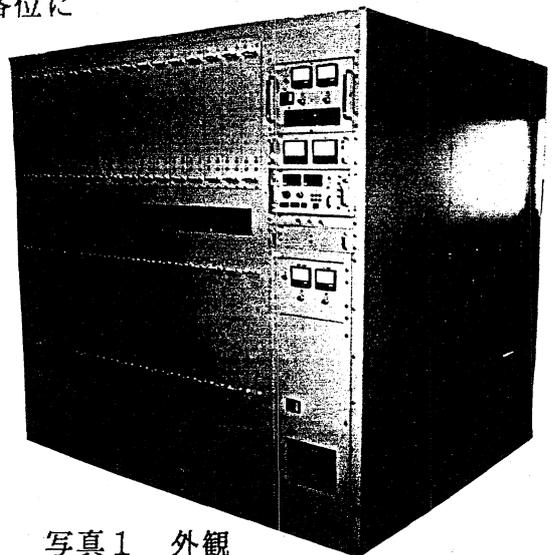


写真1 外観