

THE SOLID-STATE RF POWER AMPLIFIER FOR ACCELERATOR

Kazuyuki SATOH, Kenji NAGATSUKA,
Hirofumi MATSUMOTO, Atsushi KASHIWAGI,
Hitoshi BABA and Kibatsu SHINOHARA

NIHON KOSHUHA Co., LTD.

1119 Nakayama-cho, Midori-ku,
Yokohama-shi, Kanagawa-ken, 226, Japan

ABSTRACT

An 10kW high power solid-state amplifier has been developed by combining the modules of rf power level~100W. The used 16-way multi combiner was the most important point to make the above system such as simple, compact and low cost. In this report, we describe the process of production and the performance about it.

加速器用全固体化高周波増幅器

[1] はじめに

大電力固体化増幅器では、RF電力素子のハンドリングパワーが100Wレベルであり、システムの簡素化、コンパクト化及びコストダウン等は電力合成方式が重要課題であった。今回、16ポートの低いインサージョンロスとアイソレーション特性のよいマルチ合成器により10kWレベルを得ることが出来たので報告する。

[2] 主要性能

1. 周波数 432MHz±4MHz
(-1dB帯域)

2. 出力電力	10kW(ピーク)
3. パルス幅	60~600 μ S
4. パルス繰り返し	1~50pps
5. 冷却	ファンによる空冷方式
6. マルチ合成器	
(1) 合成数	16 (同相入力)ポート
(2) 挿入損失	0.5dB以下
(3) アイソレーション	15dB以上
(4) VSWR	1.3以下
(5) 位相偏差	±5° 以内
(6) 入力接栓	N-J
(7) 出力接栓	WX-39D

[3]構成

装置はLOW LEVEL CONTROL, 分配部, 電力増幅部, 合成部, 出力伝送系, 電源部等より構成されている。これらのブロック図を図1に外観を写真1に示す。

(1)LOW LEVEL CONTROL

この回路は、負荷の加速空洞に供給する高周波信号の位相及び振幅を常に設定した値となる様にフィードバック制御する装置で、負荷側よりのピックアップ信号とそれぞれの基準入力とを比較し、安定化するシステムが形成されている。

(2)電力増幅部

10kW(ピーク)の大出力を得るための基本増幅ユニットは16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は帯域の広いバランスドトランジスタを採用しこれをサーキュレータ合成器などにより8合成したものが基本増幅ユニットで出力は800W(ピーク)以上である

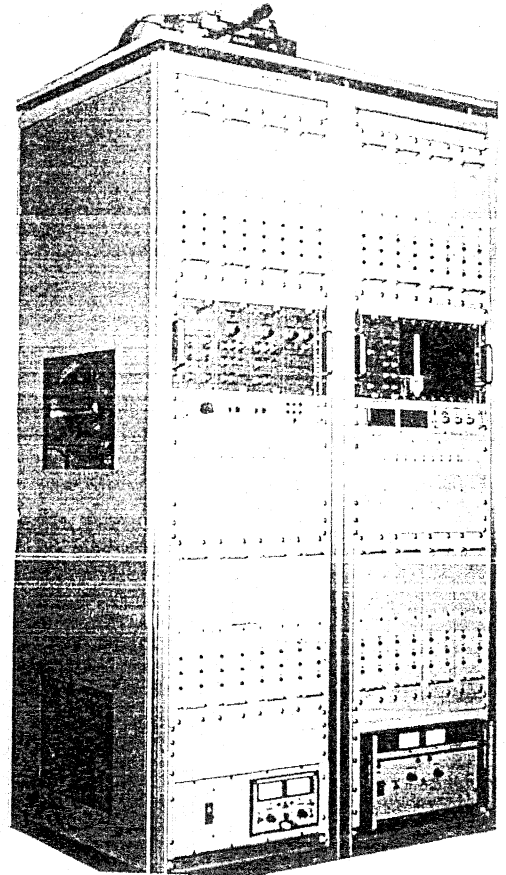


写真1 バンチャー用高周波増幅器

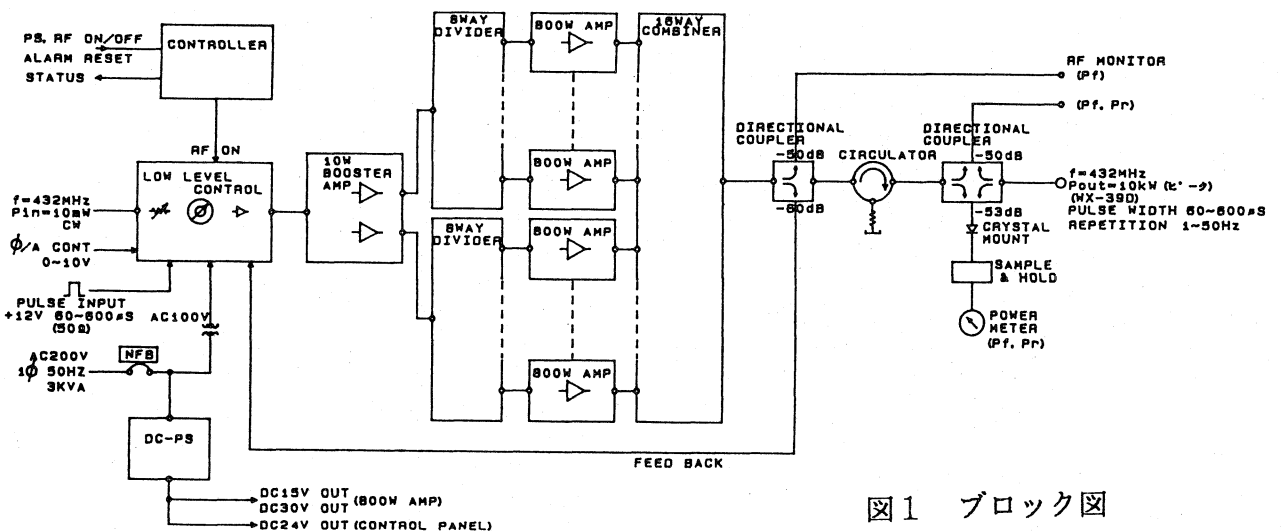


図1 ブロック図

(3) マルチ合成器

基本増幅ユニットを16台合成するための
もので、特に合成損失、位相偏差を減
らすこと、及び更に高いアイソレーショ
ン特性が重要である。この合成器は変形
同相16WAY であり、インピーダンス変換
には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。

外観を写真2に示す。

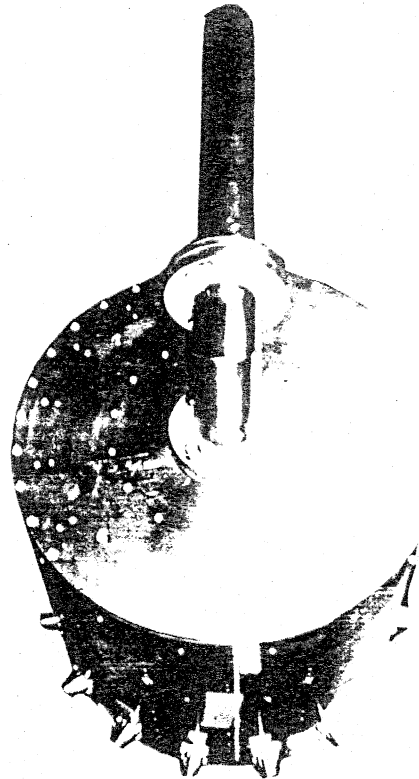


写真2 マルチ合成器

[4] 試験結果

ダミーロードによる特性は以下の通りであ
る。

1. マルチ合成器

- (1) 入力 VSWR 1.3
- (2) 挿入損失 0.2~0.4dB max
- (3) アイソレーション 16dB~20dB

422~442MHz帯での特性を図2~5に示す

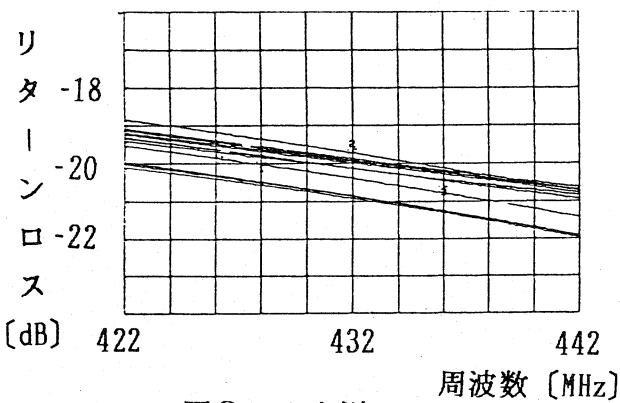


図2 入力側 VSWR

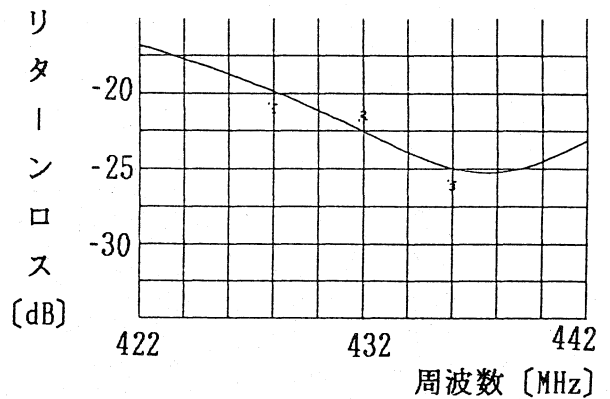


図3 出力側 VSWR

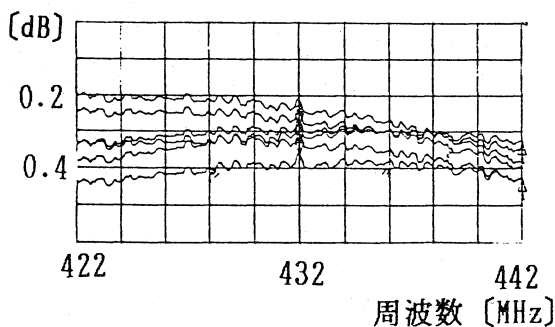


図4 挿入損失

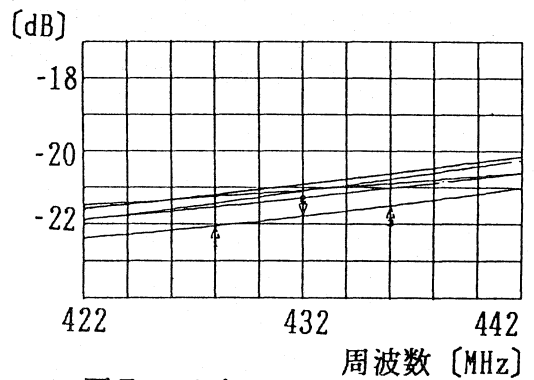


図5 アイソレーション

図2~5 マルチ合成器の特性

2. 総合動作データ

(1) RF出力電力 11kW(ピーク)(図6)

(2) RFパルス内安定度

- ①振幅 2%以下
- ②位相 1° 以内(図8)

[5]まとめ

今回開発した、高周波増幅器は当初の仕様をほぼ満たすことが出来た。我々は引き続き droop, 立上りなどの波形特性及び、RF位相特性について改善を図り、さらに高性能な装置を開発中である。

最後に御指導下さった KEK穴見様、加藤様、五十嵐様、及び日本高周波の関係各位に深く感謝いたします。

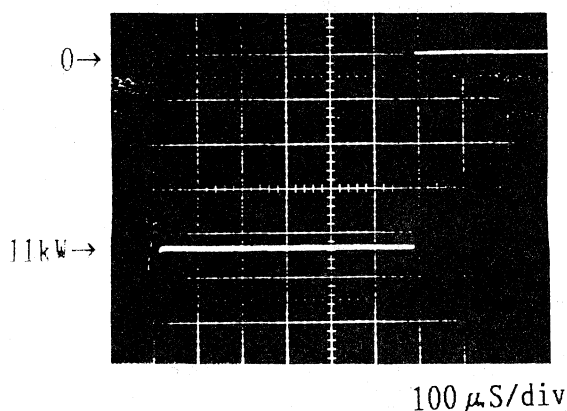


図6 RF出力検波波形 (NF ON)

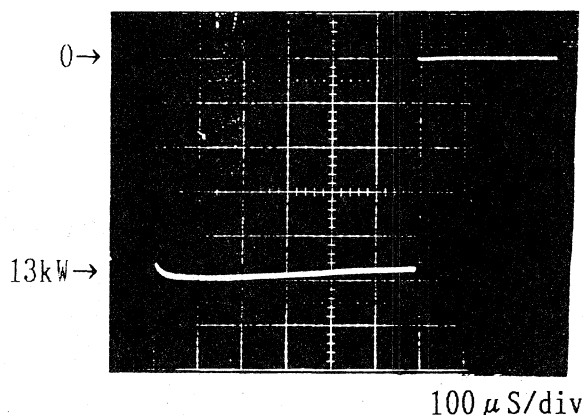


図7 RF出力検波波形 (NF OFF)

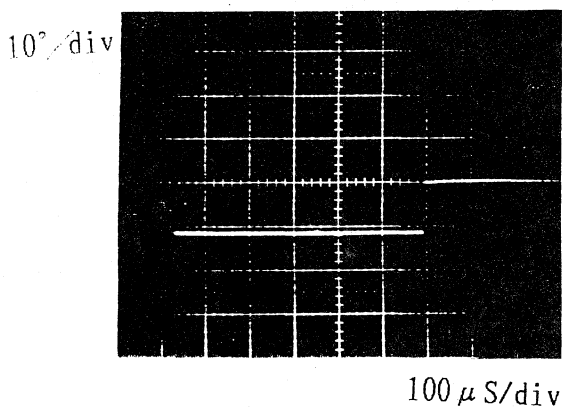


図8 RFパルス内の位相の変化 (NF ON)

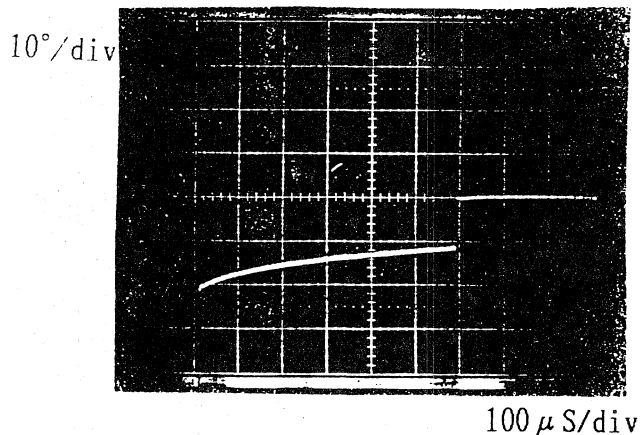


図9 RFパルス内の位相の変化 (NF OFF)