

## L - BAND AMPLIFIER

A NEW SOLID STATE L-BAND AMPLIFIER FOR THE EXCITER OF OSAKA UNIVERSITY LINAC

Kibatsu SHINOHARA

° Hirofumi MATSUMOTO

\* Kunihiko TSUMORI

\* Seishi TAKEDA

NIHON KOSHUHA CO., LTD.

\* OSAKA UNIVERSITY

### ABSTRACT

The exciter of L-Band LINAC for Osaka University is now solidstated from the previous style of using a planar power tube. The exciter has been remarkably improved as stable performance, higher reliability, compact size, silent operation and perfect cooling according to an integrated systems and simplified operations without use of a cavity resonator and high voltage power sources.

### (I) はじめに

阪大Lバンドライナックの増幅器(励振器)は、固体化方式に更新された。

安定動作, 信頼性, 小形化, メンテナンスフリー等所定の成果を得たのでここに報告する。

### (II) 主な性能

- RF周波数 1300 MHz
- RF出力 1KW (Peak)
- パルス条件
  - パルス幅 3 ~ 8  $\mu$ s
  - パルス繰返し 360 ~ 720 PPS
  - パルス立ち上り 0.5  $\mu$ s
  - パルス平坦度 1%
- ソリッドステート化によるコンパクト化

### (III) 全体システム

入力されたRF信号(1W CW)は、PINダイオードによりパルス変調された後 Amp-1で15W, Amp-2で300W, Amp-3で1200Wにそれぞれ増幅され、サーキュレータを全て出力される。出力信号の一部を検出シサンプル・ホールド処理を加えてAGCループを形成シ、長時間の出力安定化を計った。

(図-1)に示す各パーツは、ブロック化したユニットケース<sup>JE</sup>納め、50 $\Omega$ 系セミリジッドケーブル(3.6 $\phi$ mm)で結合した。

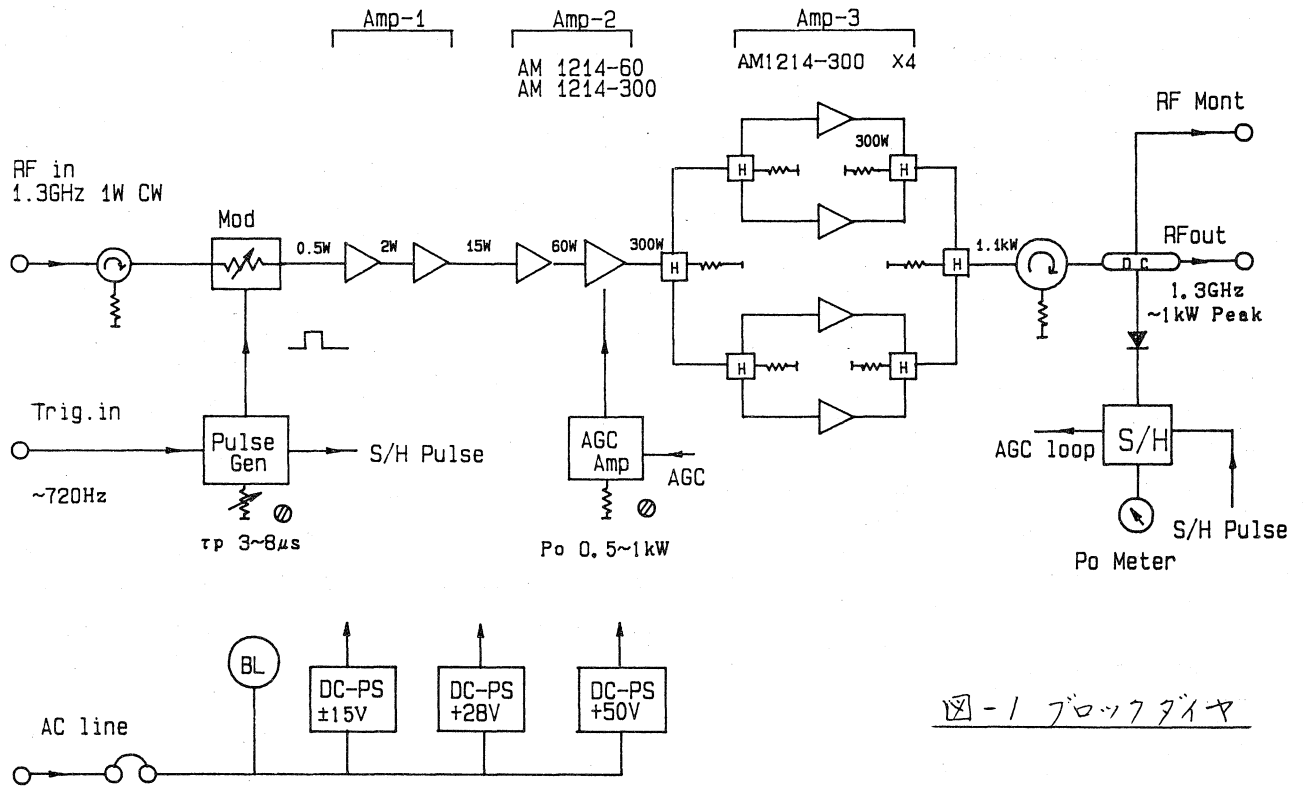


図-1 ブロックダイヤ

#### (IV) 終段アンプ (Amp-3) の設計

次にRFアンプ系に終段アンプについて述べる。

本器出力目標の1kWを得るには、出力回路系損失を見込んでAmp-3の出力は、1.2kWを要する。Lバンドでは、1素子でこの出力をまかなえるものは、未だ発表されてなく、今回は300Wクラスのバイポーラトランジスタ 4個で構成した。

#### 300Wアンプの設計

トランジスタの特性

・ 周波数	1300MHz ± 65MHz	・ 過負荷耐力	VSWR < 30
・ 出力	300W 270W (min)	・ 接地方式	ベース接地 (7ランジ)
・ 入力	60W 63W (max)	・ $Z_{in}$	1.25Ω + j 2.25Ω (1.3GHz)
・ 効率	40%	・ $Z_{out}$	2.25Ω - j 2.4Ω ( " )
・ $V_c$	50V		
・ パルス幅	50μs (max)		
・ 熱抵抗	0.12°C/W (θ <sub>f-c</sub> )		

300Wアンプは、プリント板上に形成したストリップラインにより、トランジスタの入出力マッチング回路を作った。

$\epsilon : 10.3$  (L~Xバンド)  
 $\tan\delta : 0.002$  (L~Xバンド)  
 厚み :  $0.64\text{mm}$   
 $35\mu\text{m}$  (銅箔)

(図-2) プリント基板の特性

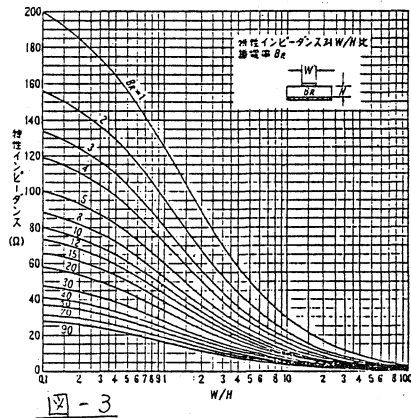
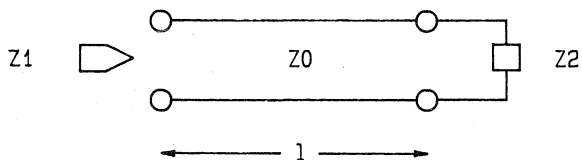


図-3



$$Z_1 = Z_0 \frac{Z_2 + Z_0 j \tan \beta l}{Z_0 + Z_2 j \tan \beta l}$$

$Z_1$ : 入力インピーダンス  
 $Z_2$ : 負荷インピーダンス  
 $Z_0$ : 線路インピーダンス  
 $l$ : 線路長  
 $\beta$ : 位相定数  $2\pi/\lambda$

(図-4) 分布定数回路によるマッチング回路

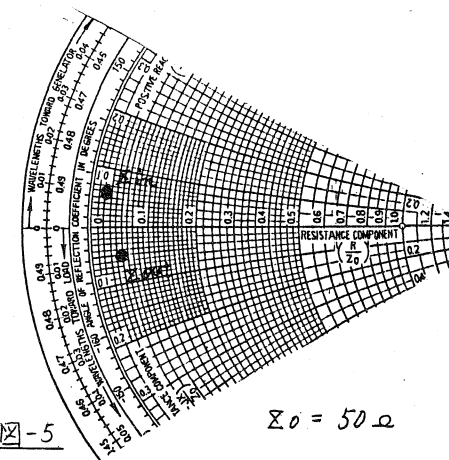


図-5

$Z_0 = 50 \Omega$

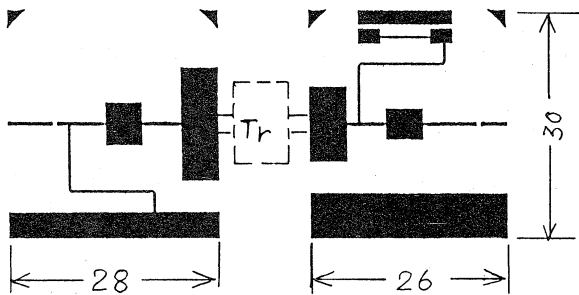


図-6

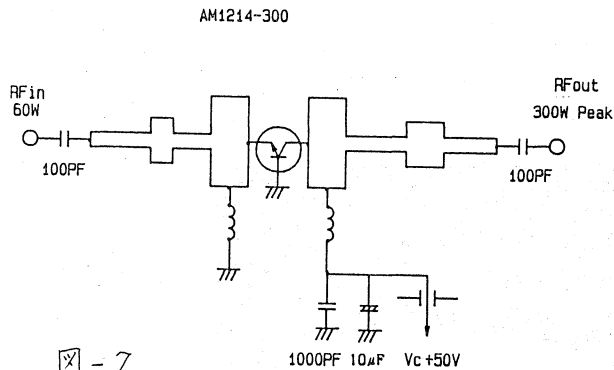


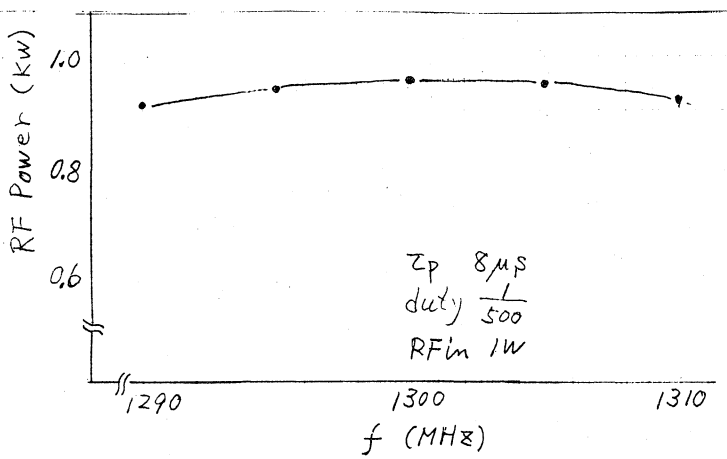
図-7

使用したプリント基板の特性を(図-2),ストリップラインの特性を(図-3),分布定数回路におけるマッチング方式の原理図(図-4)およびトランジスタの入出力インピーダンスを(図-5)に示す。実装したマッチング回路(図-4)を基本として数段の変換ステップを設けた。この回路の $Z_0$ は $50\Omega$ とした。ストリップラインのパターンを(図-6),300Wユニットの回路を(図-7)に表わす。

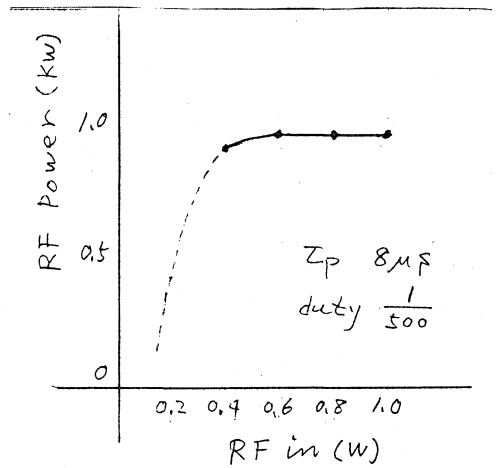
Amp-1 および Amp-2 についても,上記方式としそれぞれトランジスタ2段で構成した。

(V) 試験結果

- RF出力電力 950 W (Peak) 1.3GHz  
600 ~ 950 W 可変
- 出力安定度 1% (AGC付)  
AC入力変動 ±10% および長時間特性
- RFパルス パルス幅 8 および 3μs  
並上り 0.5μs (10 ~ 90%)
- RF ON-OFF比 -50 dB (パルス OFF 時の RF リーク)
- スプリアスレベル -60 dB
- 帯域特性 (図-8), 入出力特性 (図-9)

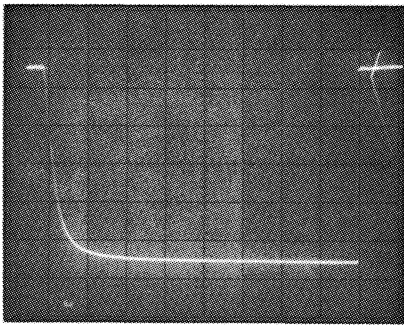


(図-8) 帯域特性



(図-9) 入出力特性

パルス波形を次に示す。



RFパルス出力

950 W

360 PPS 8μs

1μs/div

終段アンプ (Amp-3) 用トランジスタのバラッキ (出力レベル, 電力利得, 入出力 V.S.W.R) や, 4合成器, サークレター等の損失のため, 出力電力は目標値を下まわったが, フライストロンへの励振は十分なものであった。

RF位相ジッターを極力排除するため, 電源, 熱振動等を考慮して製作した。位相変動量は未確認であるが, 加速性能に不都合は生じてない。

従来の板極管方式での, 電子管の交換や, 共振空洞の手入れも不用となり, 高電圧部分, 騒音, 排熱もなく取扱いが簡単で, 小形化 メインテナンスフリーとなった。

終りに本増幅器の開発にあたり, 御指導 いただいた関係者の方々に感謝いたします。