

# DEVELOPMENT OF X-BAND HIGH POWER PULSED KLYSTRON

J.Odagiri, H.Mizuno, T.Higo, H.Yonezawa\*, N.Yamaguchi\*

National Laboratory for High Energy Physics, KEK

Oho 1-1, Tukuba-shi, Ibaraki-ken, 305 JAPAN

\*TOSHIBA Corporation, Electron Tube Division

Shimoishigami 1385, Ohtawara-shi, Tochigi-ken, 329-26 JAPAN

## ABSTRACT

A 30MW X-band(11.424GHz) pulsed klystron(XB50K) with a pillbox-type output window has been tested up to the rf peak power output of 14MW at the beam voltage of 400kV. The rf pulse width was 100ns and its repetition rate was 2pps. Up to this achieved power level, no discharge was observed at the window ceramics and no serious breakdown occurred in the gun structure.

## X-バンドクライストロンの開発

### 1.はじめに

高エネルギー物理学研究所において、加速器将来計画の一つとして500GeV級の電子-陽電子衝突型の線形加速器(JLC)の研究開発が進められている。JLCでは、主ライナックにおいて100MV/mの加速勾配を実現するために、rf周波数としてXバンド(11.424GHz)が採用がされ、そのための高周波源としてピーク出力100MW以上のXバンドパルスクライストロンの開発が必要となった<sup>1)</sup>。その開発の第一段階として、現在、ピーク出力30MW級のクライストロン(XB50K)の開発を進めているので、本稿ではその開発の現状を報告する。

### 2.開発目標と設計

XB50Kクライストロンの開発の主な目的は、100MW級クライストロン開発の指針と手段(各種コンポーネントの大電力試験のための高周波源)を得ることである。従って、それ自身に要求されるスペックは必ずしも固定的なものではないが、設計にあたって掲げた目標を以下にまとめる。

1) 出力電力 本機は当面のXバンド加速管の高電界試験の高周波源としても使用される。このためには、少なくとも10ないし20MW程度のピーク出力、及び10pps、100ns程度の繰り返しとパルス巾が必要である。また100MW級クライストロン、高周波パルス圧縮システム等の開発のための大電力試験では、より高い平均電力が必要である。従って、出力電力の目標値はピーク出力30MW、繰り返し50pps、パルス巾500nsを目安とした。

2) ビーム電圧 100MW級クライストロンを実現するためにはビーム電圧の上限を追求する必要がある。開発当初において、ガンセラミックにSLAC-5045クライストロン用のものを使用することを決め、その実績からビーム電圧を450kVに設定した。

3) 効率 既存の大電力パルスクライストロンの実績を考慮し、40%以上を目標とした。

4) パービアンス 以上より、必要とされるビーム電流は150A程度であり、電子銃のマイクロパービアンスの設計値は約0.6となった。

5) ゲイン ピーク出力1kWのTWTでドライブできるように53dB以上とした。

### 3.開発の現状と試験結果

クライストロンの試作に先立ち、電子銃部にコレクターを直結した構造を持つ試験ダイオードを試作し、電子銃部の耐電圧評価を主眼としたダイオード試験を行なった<sup>2,3)</sup>。その結果から耐電圧に関しては、420kV付近までのカソード電圧において、本機の使用目的から必要と考えられる程度の安定性が期待できると判断された。また概ね設計値通りのパービアンスが確認された。

クライストロンの試作1号機の動作試験は昨年夏に行なわれたが、70ns、2ppsのrfパルスで、350kVのビーム電圧、

約11MWのピーク出力に至るエージングの過程において出力窓が放電による損傷を受けてエアリークを生じた<sup>9)</sup>。試作1号機の出力窓は、WRJ-10導波管と同一の断面寸法で半波長の厚みを持つアルミナセラミックのブロックを導波管内面にろう付けして使用した。試験が中断されるまでに得られた入出力特性を、FCIコード<sup>9)</sup>によるシミュレーションの結果とともに図-1に示す。

その後、新たに同機に搭載するためのビルボックス窓の設計、試作を行なった。図-2にその概略寸法およびVSWR測定の結果を示す。この出力窓を搭載した同機の改修機の動作試験をこの夏から行なっており、現在なおプロセッシングの途上にある。これまでに到達した最高の飽和出力および効率、ともにビーム電圧約400kVにおいてそれぞれ約14MW、26.7%である。このときのビームの電圧、電流波形を図-3に、入力、出力rf波形を図-4に示す。また、ビーム電圧に対する飽和出力および効率の変化を、昨年夏に取得したデータとともに図-5に示す。なお、目視による観察では、この出力レベルまで出力窓のセラミックには放電による発光は認められていない。繰り返しが低いいため、出力の測定は方向性結合器によりピックアップした信号を校正された検波器で検波して測定した。

#### 4.おわりに

今後は本機単独の動作試験を引き続き行なうとともに、本機をXバンド加速管の高電界試験に使用しながらデータの取得を行なう予定である。また、400ないし500ns程度のパルス中での運転に問題がなければ、XバンドSLEDの大電力試験、およびそれを用いたXバンド高周波窓の大電力試験にも使用する予定である<sup>9)</sup>。

また、本機の試験に並行して100MW級のクライストロン (XB72K) の設計、試作が進められている。表-1にその設計パラメータの概要を示す。XB72Kクライストロンの試作1号機は本年度秋に完成する予定である。

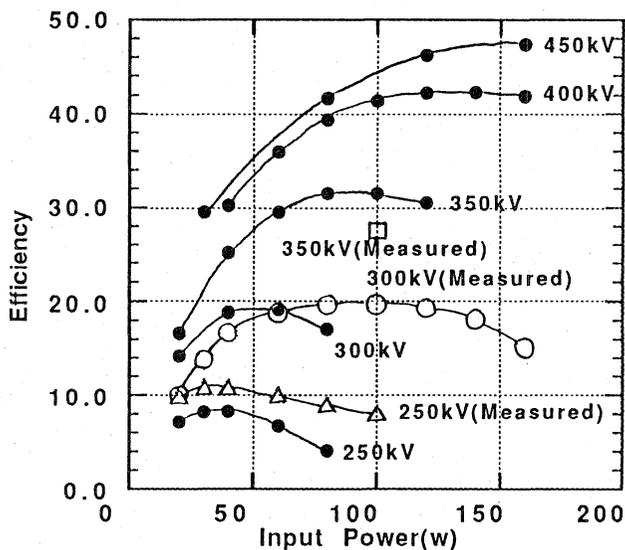


図-1

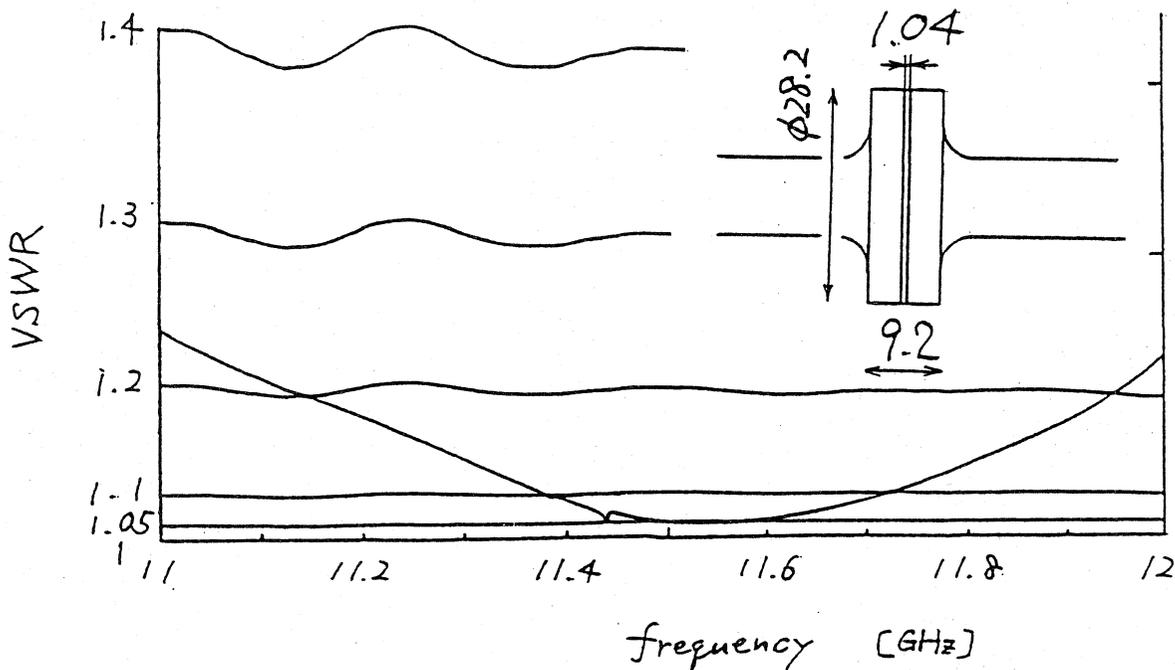


図-2

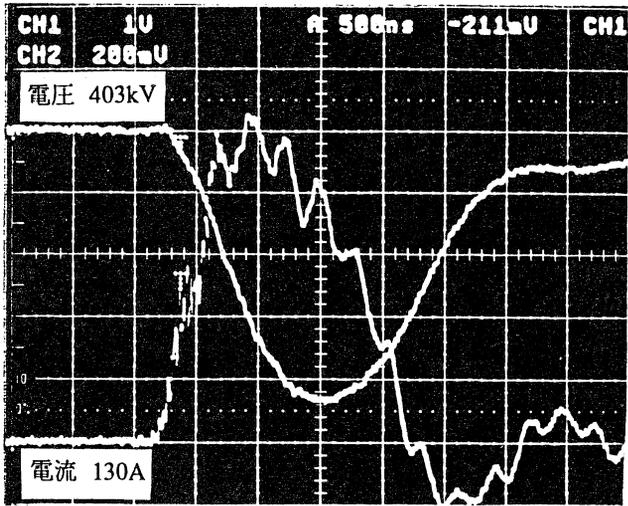


図-3

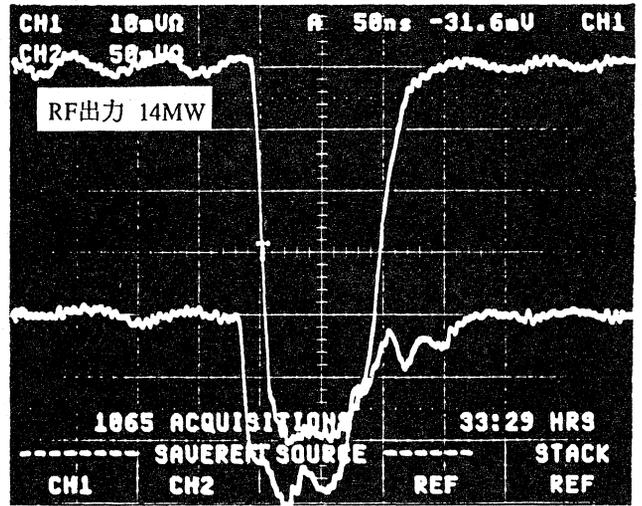


図-4

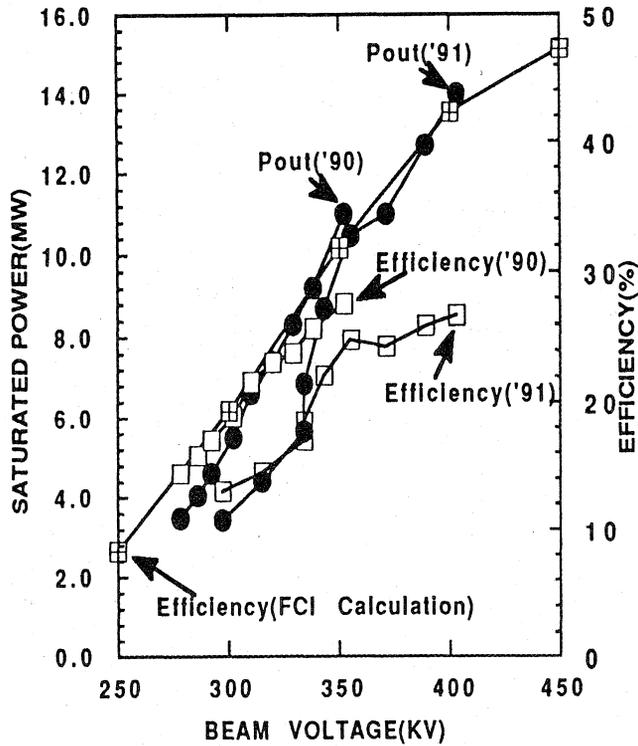


図-5

Design Parameter of XB72K Klystron

Operating Frequency	11.424 GHz
Peak Power Output	124 MW
Pulse Width	400-500 ns
Pulse Repetition Rate	200 pps
Efficiency	46 %
Beam Voltage	550 kV
Micro Perveance	1.2
Gain	53-56dB
Max.Cathode Loading	Approx. 18A/cm <sup>2</sup>
Beam Areal Compression Ratio	Approx. 120:1
Max. Gradient in Gun	Approx. 270kV/cm
Max. Gradient in Gap	Approx. 720kV/cm

表-1

References

- 1) K.Takata,"THE JAPAN LINEAR COLLIDER",1990 Linear Accelerator Conference,September 1990.
- 2) H.Mizuno,et al., "X-Band Klystron Diode Test for Japan Linear Collider(JLC)",14th International Conference on High Energy Accelerators, August 1989.
- 3) J.Odagiri,et al.,Proc. 15th Linear Accelerator Meeting,September 1990,p.248.
- 4) H.Mizuno,et al., "X-Band Klystron for Japan Linear Collider",1990 Linear Accelerator Conference,September 1990.
- 5) T.Shintake,KEK Report 90-3,May 1990 A/D.
- 6) S.Tokumoto,et al., "X-Band(11.424GHz) SLED", this Meeting.