

X-バンド クライストロンの開発

J. Odagiri & Linear Collider R&D Group

Abstract

A test diode for 20MW class X-band klystron has been fabricated. High voltage test has been started using modified S-band klystron modulator at KEK. Cathode voltage has reached up to 240 kV, roughly 1 μ sec. pulse duration, at 2 pps operation without serious breakdown.

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重心系エネルギー 500 GeV の電子・陽電子衝突型線形加速器 (JLC) の R&D が進められている。JLC では、現在主に使用されている周波数領域の S-バンドよりもさらに高い X-バンドの採用が必要となり、そのための高周波源として、ピーク出力 100 MW 以上の X-バンド・パルス・クライストロンの開発が要求されている。その開発の第一段階として、現在、20 MW 級のクライストロンを想定した試験電子銃 (XB50-D 試験ダイオード) を製作し、高電圧試験を行なっているので、その概要を報告する。

2. 開発目標

最終的には、パルス巾 1 μ sec.、繰返し 100 pps で RF ピーク出力 100 MW 以上を目標とするが、その中間段階として、また当面の X-バンド加速管試験用 RF 源として 20 MW 以上のクライストロンの開発を目標とする。その設計パラメーターを表 1 に示す。

3. XB-50D 試験ダイオード

製作したダイオードは上記 20 MW 級クライストロンに対応し、そのパラメーターは、表 1 中の点線内に示されている。今回のダイオード試験では、電子銃の耐電圧試験、カソードのエミッション・テストを主な目的としているため、本ダイオードはドリフト管、収束磁石を省いて電子銃にコレクターを直結した構造とした (図 1、2 参照)。また、本ダイオードの製造工程はクライストロンの標準的なものに準じている。カソードは直径 50 mm で、イリジウム・コートを施した含浸型を採用した。カソード及び収束電極は、計算機シミュレーションにより、ビームの最小半径が約 2.2 mm となる形状とした。¹⁾ 高電圧用セラミックは SLAC-5045 クライストロンと同型のものを使用している。水冷式のコレクターは全長 300 mm、内径 60 mm で、最大消費電力 8 kW は熱的には問題にならないので、形状の最適化は必要ないと判断した。イオン・ポンプの排気速度は 8 リットル/秒で、アノードの直後に排気ポートがある。ダイオード本体からモニターするのは、コレクター温度のみで、コレクター部上端、中間部、下端の 3 箇所を熱電対が埋め込まれている。

4. ダイオード・テストの概況

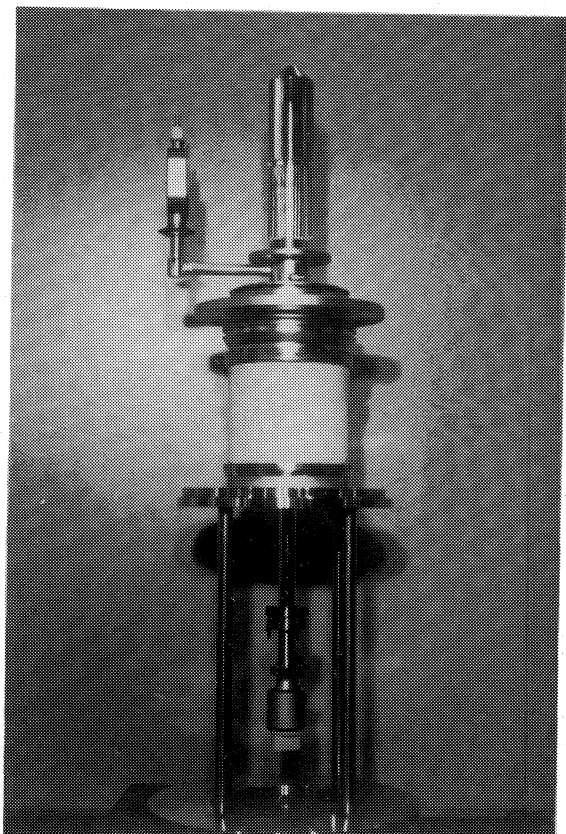
ヒーターの活性化試験、最大2.5 kVまでの直流による低電圧でのエミッション・テストはすでに終了しており、その結果を図3に示す。パービアンスは設計値0.57 μ Pに対し、実測値約0.6 μ Pを得ている。現在、当所日光実験室地下4階において高電圧試験を行なっている。パルス・トランスとタンクは5045クライストロン用のものを使用し、クライストロン・モジュレーターは、当所で5045クライストロン用に開発されたものをPFNを3段にして使用している。²⁾PFN出力波形を図4に示す。予備的な高圧印加を行なった後カソード・ヒーターに通電し、エミッションを取りながらエージングを開始した。現在、2 ppsの繰返しで管内での小放電を潰しながら、異状なく高圧エージングが進んでおり、カソード電圧240 kV、ビーム電流およそ70 Aまで正常なダイオード動作が確認された。今後は繰返しをこれまでと同程度に押えて、耐電圧の評価を行なう予定である。

5. おわりに

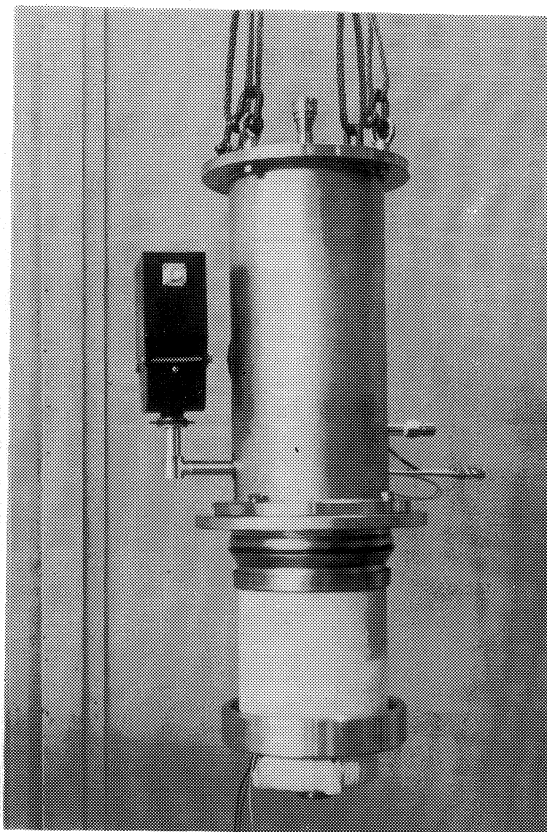
ダイオード試験と並行して、収束電磁石、空洞領域の設計、X-バンド・大電力用の道波管用フランジ、高周波窓の開発を進めている。本年度末のRF取りだしを目標としている。

| | |
|---|---------------------|
| Operating Frequency | 11.424 GHz |
| RF Peak Power Output | 20 MW (30 MW) |
| Efficiency | ~ 40 % |
| Pulse Width | 1 μ sec. |
| Repetition Rate | 100 pps |
| <hr/> | |
| Beam Power | 50 MW (80 MW) |
| Beam Voltage | 380 kV (450 kV) |
| Beam Current | 130 A (170 A) |
| Gun Parameters | |
| Perveance | 0.57 μ P |
| Cathode Diameter | 50 mm |
| Cathode Curvature Radius | 60 mm |
| Maximum Surface Field (on Focusing Electrode) | 310kV/cm (365kV/cm) |
| <hr/> | |
| Drift Tube Diameter | 8 mm |
| Beam Diameter | ~ 6 mm |
| Focusing Magnetic Field | Max. 5.6 kG on Axis |
| Number of Cavities | 5 |

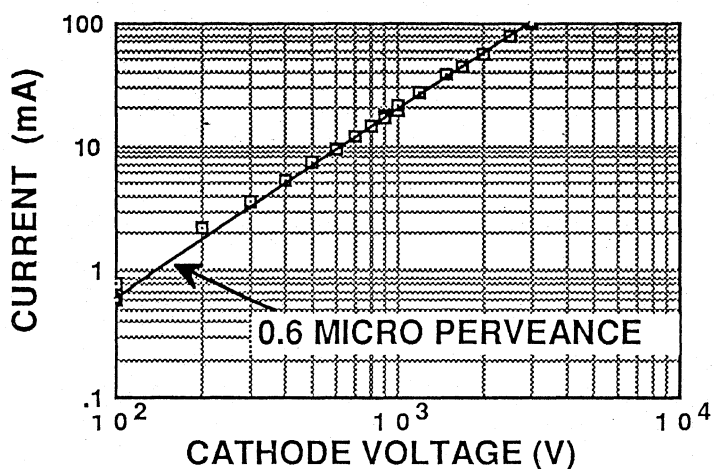
(表1)



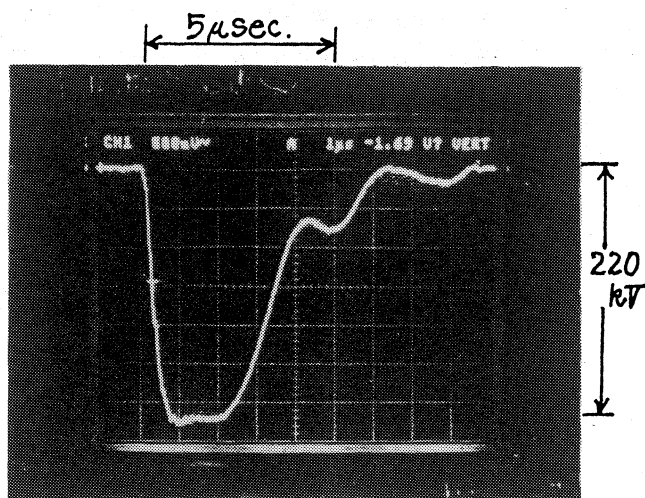
(図1) XB-50D 1号機
排気直前を示す。



(図2) 同機 完成後 (Tip-off 後)
t50mm鉛シールド付。



(図3)



(図4)

参考文献

- 1) J.Odagiri and Linear Collider Study Group, Proc. 13th Linear Accelerator Meeting, September 1988, p.55.
- 2) M.Akemoto, T.Shidara, S.Takeda and Linear Collider Study Group, Proc. 13th Linear Accelerator Meeting, September 1988, p.49.