

Development of High Power L-band Klystron

Isamu Sato, *Shin'ichi Toyama, *Koichiro Hirano
**Satoshi Itoh, **Yoshio Kawakami, **Keiji Ohya

National Laboratory for High Energy Physics

Oho 1-1Tsukuba-shi Ibaraki-ken 305, Japan

* Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

Oarai Engineering Center

Narita-cho 4002 Oarai-machi Higashiibaraki-gun Ibaraki-ken 311-13, Japan

** Toshiba Corporation

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

Abstract

High power L-band CW klystron is developed for RF source of a high intensity CW electron linac. The high power test of prototype klystron is carried out with CW and long pulse condition. At present, RF out put power and efficiency for 50ms long pulse are 780kW and 46% with finitial condition.

大電力LバンドCWクライストロンの開発

1. はじめに

我々は、大強度CW電子線形加速器の設計を行なっている。¹⁾⁻³⁾ その一環として、大電力LバンドCWクライストロンの開発を行なっている。このクライストロンは使用マイクロ波数が1249MHz, 目標出力はCWで1.2MW, 目標効率は65%を基本定格とし、付加性能としてビーム電圧を調節することにより約4MWのパルス出力が可能な設計になっている。現在まで2本の試作クライストロンによる試験を行なってきたおり、今回CW試作管による第1段階試験を行なったので報告する。

2. 設計の概要

現在開発している大電力CWクライストロンの基本性能を表1. に示す。本クライストロンはパルス運転で高出力を得るため電子銃耐電圧は147kVに設計されている。全長、重量はソケット、集束コイル別でそれぞれ約3.4m、1tである。高周波相互作用部は6連空洞で設計はディスクモデルシミュレーションを用いている。コレクタ冷却方式は蒸発冷却である。出力窓はピルボックス型を採用し、窒化チタンコーティングしたベリリアを装着している。

3. 試験

3.1 試験方法

評価試験は、東芝那須電子管工場の試験セットを用いてCWないしはロングパルス試

験については今年度第1回目が行なわれた。なお、それに先立ち高周波構造試験のためのショートパルス試作管については平成2年に実施されている。今回の試験はクライストロン出力をLバンド導波管を介し方向性結合器、ダミーロードに接続して行なった。今回の試験ではRF出力をダミーロード冷却水の温度上昇により求めている。ただし、ロングパルス時の出力は方向性結合器からの80dB減衰信号をクリスタル検波したものから得ている。両者がよく一致していることはCW出力で確かめられている。また、出力窓付近にはアークセンサと赤外線温度計によるセラミック窓温度測定用のサファイヤ窓がある。出力窓とLバンド導波管はフレキシブル導波管で接続されている。

3.2 試験結果

図1. にマイクロ波出力飽和特性測定結果を示す。この試験ではRF窓セラミックの測定温度がCW出力で330kWで90度を越えたためクライストロンは50msのロングパルス運転された。現在のところ、出力は励振電力10Wのときほぼ飽和し780kWであり増幅利得は49dBである。この出力は増幅利得が設計値より1dB低いため予定の出力より低い値である。図2. は、効率のビーム電圧変化を測定したものである。現時点での最大効率はビーム電圧85kV、クライストロンパービアンズ0.8 μ のとき46%である。ビーム電圧80kVでクライストロンパービアンズを変化させると、0.7 μ から大きくなるに従い効率がよくなった。設計値は0.9 μ である。現状では、効率が良くないため、コレクタ負荷の上限が試験を限定している。

今回のRF試験では上に述べた様にセラミック測定温度が、CW100kWで予想の約2倍、CW200kWではそれ以上の上昇を示した。ただし、出力窓部にはフレキシブル導波管が接続されておりその発熱が著しく管内の真空度も余り良くないので、この原因がベリリアの特性によるものかは検討中である。

今回の試験はエージングが十分でないためや、直流高圧電源をパルスで用いるなどの原因でクライストロン設計値での試験をするには至らなかった。また、集束コイルやバックリングコイルの調整余地を残している。同じ高周波構造を持つショートパルス試作管では諸調整の後ビーム電圧90kVで、出力1.2MW、効率64%を達成している。

4. 今後の課題

今回は基本的にロングパルス運転での試験に留まったので本試作クライストロンを十分エージングした後今年度に最終的なCW出力試験を予定している。また、今回の試験では出力窓の温度上昇が問題になったので測定系を含めた再検討を予定している。

参考文献

- 1) S. Toyama et al. ; Proceedings of 14th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1989
- 2) Y. L. Wang et al. ; Proceedings of 14th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1989
- 3) S. Toyama et al. ; Proceedings of the 7th Symposium on Accelerator Science and Technology, 1989

表1. 試作クライストロンの基本性能

項目	CW	パルス
ビーム電圧(kV)	最大90	最大147
ビーム電流(A)	最大25	最大56.5
周波数(GHz)	1.249	1.249
目標出力(MW)	1.2	-
目標効率(%)	65	-
パルス幅(ms)	CW	最長0.8
繰り返し(pps)	-	最大250
デューティ(%)	-	最大20

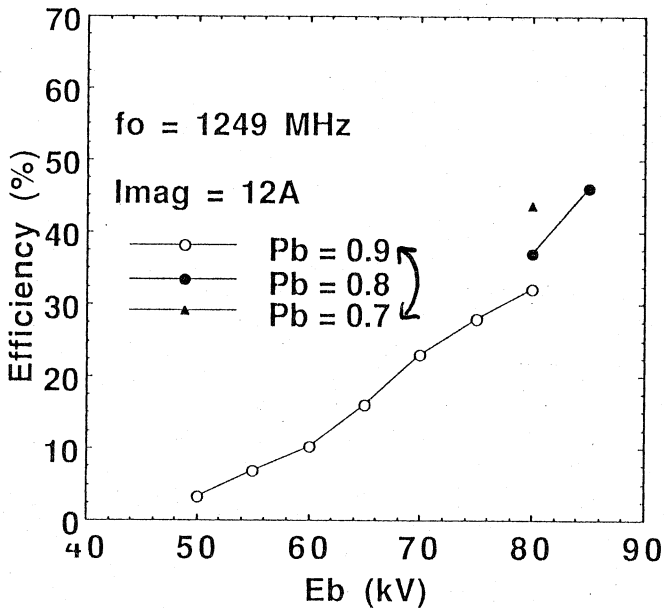


図2. 効率のビーム電圧変化

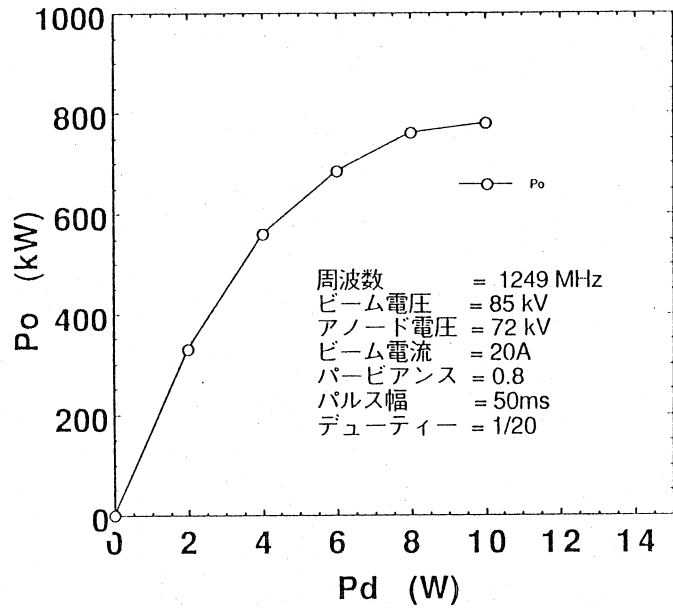


図1. 出力飽和特性