

5 0 4 5 K l y s t r o n M o d u l a t o r

Mitsuo AKEMOTO, Tetsuo SHIDARA, Seishi TAKEDA
and

Linear Collider Study Group

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

Two klystron modulators have been constructed to drive 5045 klystrons supplied by SLAC. The modulator is of a line-type with a 10 or 18 section pulse forming network(PFN) and has two operation modes: one is to drive at 67 MW peak and a pulse duration of 6.5 μ s (flat top is 4.0 μ s), the other is to drive at 100 MW peak and a pulse duration of 3.5 μ s (1.0 μ s).

5 0 4 5 クライストロン用モジュレータ

1. 序

高エネルギー物理学研究所 (KEK) では、1987年から一貫したリニアコライダの R & D を開始している。TeV 領域のリニアコライダー計画を実現するためには多くの技術的問題があるが、その1つとして、100 MV/m 以上の高い加速電界を実現するための RF 源の開発がある。現在、当研究所の日光実験室で S バンドの高電界加速技術を中心としたリニアコライダーの R & D を行なう試験加速器 (TAF)¹⁾ 及び高電界発生試験用レゾナントリングの建設が進められている。これらのマイクロ波源として、SLAC 製の S バンド 5045 クライストロン²⁾ が使用される。昭和62年度に、5045 クライストロン用モジュレータを2台製作した。5045 クライストロンと接続してのハイパワーテスト³⁾ は、今年9月に行なう。そこで、本稿は、製作したモジュレータ及び今年度製作中の8台並列運転のための新規モジュレータの概要について報告する。

2. モジュレータの設計

5045 クライストロンは、ビーム電圧 350 KV, パルス幅 3.7 μ s, 出力電力 67 MW の球であるが、パルス幅を 1.0 μ s と短くして、ビーム電圧を 480 KV に上げることによって、出力電力 100 MW が期待できるため、100 MW 運転まで出来る様にパルス幅を 4.0 μ s (67 MW 運転時) と 1.0 μ s (100 MW 運転時) に切替える事の出来るモジュレータの設計を行なった。モジュレータの性能を表1に示す。基本設計は、KEK-PFリニアックのラインタイプのモジュレータを参考にして行なわれた。

3. モジュレータの構成

モジュレータの回路図を図1に示す。モジュレータは、直流電源部、充電回路部、放電回路部及び制御回路部より構成している。直流電源部は、誘導電圧調整器 (IVR)、高圧トランス、チョークコイル及び平滑コンデンサーより成っており、その回路方式は三相全波整流チョークインプット型である。直流出力電圧は IVR によって 0V ~ 35KV 連続可変で、出力電流は約 1A である。充電回路部は、充電チョークトランス、ホールドオフダイオード及びデキューイング回路から成っている。チョークトランスの巻線比

は25:1で、1次インダクタンスは30Hである。放電回路部は、ディスプレイカー、パルス成形回路網(PFN)、サイラトロン(ITT社F-187)及びシャント回路から成っている。パルス幅の切換えは、PFNを16段(67MW運転時)及び10段(100MW運転時)にして行なう。配線によるインダクタンスを出来るだけ小さく押えるために、PFNのコイルとコンデンサーを一直線上に並べた。これによって出力パルスの特性に相当効果があった。図2に疑似負荷によるPFN16段及び10段でのモジュレータの出力パルス電流の波形を示す。モジュレータの出力電圧は、パルストランスで15倍に昇圧して5045クライストロンに印加される。制御回路部は、NIMモジュール、CAMACタイプのモジュール、リレー回路及び端子盤から成っている。制御回路部に使用してるモジュールは、KEK-PFリニアックのものと同じである。筐体の構造は、PFNで発生するノイズを外に出さないように独立の筐体の組合せからなり、しかもPFNの調整、保守及び段数切換えが容易であること並びに床面積を小さくおさえることを考慮して、PFNを筐体の上部に配置する2階立てとなっている。全体のサイズは、約幅6m、奥行2m、高さ3.4mとなっている。

表1 モジュレータの性能

運転モード	100MW運転時	67MW運転時
尖頭出力電力	最大250MW	最大145MW
平均出力電力	最大25KW	最大28KW
出力電圧	最大32.2KV	最大23.3KV
出力電流	最大8,120A	最大5,676A
出力インピーダンス	3.8Ω	4.5Ω
負荷インピーダンス	3.8Ω	4.5Ω
パルス幅		
半値幅	3.5μsec	6.5μsec
平坦部(目標値)	1.0μsec	4.0μsec
パルス立上がり時間 (目標値)	0.8μsec以下	0.8μsec以下
繰返し	最大30pps	最大30pps
パルス平坦度 (目標値)	±1%(±0.5%)以下	±0.5%(±0.3%)以下
パルス電圧安定度		
短時間(目標値)	0.5%(0.2%)以下	0.5%(0.2%)以下
長時間(目標値)	1.0%(0.5%)以下	1.0%(0.5%)以下

4. モジュレータの集約化

TAFでは、総計25本(バンチャーセクションの1本含む)の5045タイプのクライストロンを使用して、電子ビームを1.5GeVのエネルギーまで加速する。このとき、25台のモジュレータが必要となることから、特に、製造コストの低減とモジュレータの小型化が要求される。今年度製作中のモジュレータは、この点を踏まえて、8台分の直流電源部を1つにした大容量の直流電源1台で、8台の充放電部(充電回路部と放電回

路部)に直流電圧を供給するシステムを考えている。このシステムの大きな問題点は、共通な電源を持つことによって、負荷の短絡等による負荷変動が、直流電源及び他の充放電部に影響を与える事である。その対策については、現在検討中である。

参考文献

- 1) 竹田誠之；本研究会
- 2) T. Lee et al. ; SLAC PUB 3214(1983)
- 3) 松本 浩；本研究会

図1 モジュレータの回路図

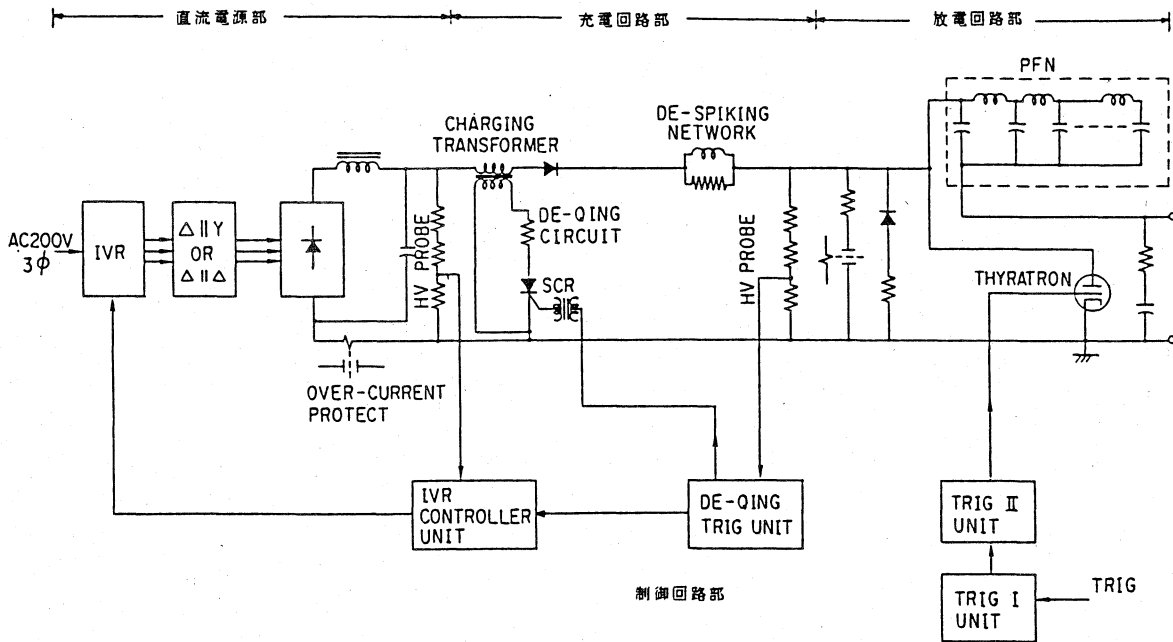
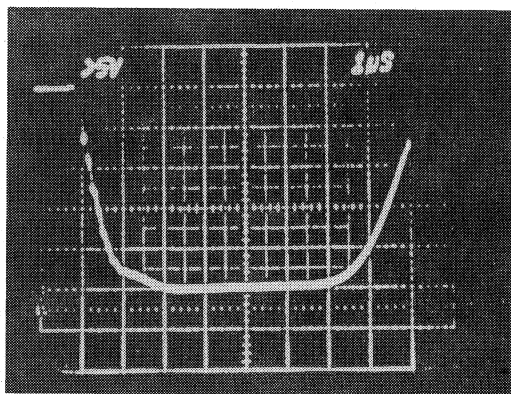
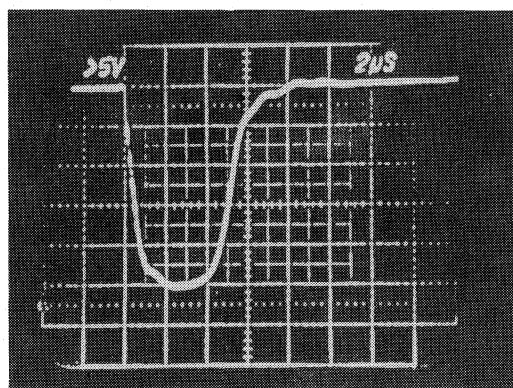


図2 出力パルス電流の波形



1 μ sec/div
 PFN 18段
 出力電圧 25 KV
 出力電流 5560 A



2 μ sec/div
 PFN 10段
 出力電圧 23.5 KV
 出力電流 5372 A