

Klystron Modulators of the Test Accelerator Facility for a Linear Collider

Mitsuo AKEMOTO and Linear Collider Study Group

National Laboratory for High Energy Physics

Abstract

The klystron modulators of the Test Accelerator Facility for a linear collider have been designed and constructed. The system consists of two modulators and a 45 KV DC voltage supply capable to driving eight modulators. The pulse forming network(PFN) is a line-type with a 10 or 18 section. The modulators are operated for SLAC-5045 klystrons at the following two modes; 1) 67 MW in a pulse duration of 7.0 μ s with a flat top of 4.5 μ s and 2) 100 MW in a pulse duration of 3.5 μ s with a flat top of 1.0 μ s.

リニアコライダー用試験加速器のクライストロン電源

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ーの 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クライストロン電源の開発がある。現在、当研究所で 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) の建設が進められている。フェーズ I I の TAF では、マイクロ波源として、総計 25 本 (バンチャーセクションの 1 本含む) の SLAC 製の 5045 型クライストロン、又は現在東芝で開発中の E3712 クライストロンを使用して、電子ビームを 1.54 GeV のエネルギーまで加速する。このとき、25 台の電源が要求されるが、実際のリニアコライダーでは、約 220 台と言う数が要求されことから、特に、電源の製造コストの低減と小型化を積極的に推し進めなければならない。この点を考慮して、今年度製作したクライストロン電源は、昨年度製作した 5045 型クライストロン用電源²⁾ をベースにして、1 台の直流高圧電源で、8 台のパルス変調器に直流電圧を供給する電源の集約化を行なった。

2. 電源の概要

電源 1 セットは、直流電源部 1 台、充放電部 8 台及び制御部 1 台より構成されるが、今年度は、基本的な試験を行なうということで、直流電源部 1 台、充放電部 2 台及び制御部 1 台を製作した。電源のブロック図を図 1 に、充放電部の性能を表 1 に示す。

2-1. 直流電源部

入力電源は、3相 AC6.6KV で、整流は、12相全波整流方式である。出力電圧は、高圧

トランスのタップ切換えによって、16, 19, 22, 25, 29, 34, 39 及び45KVから1つ選択され、さらに微細な電圧調整は、±10%の誘導電圧調整器（I V R）によって行なわれる。実際の運転においては充放電部の負荷が変化しても出力電圧を±1%の変動におさえるように I V R を自動運転する。充放電部へは最大45KVで25Aまで供給可能である。

2-2. 充放電部

充放電部は、充電回路部及び放電回路部から構成される。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ィ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11Hで、充電時間はパルスの繰返し周期の半分となる約10msecである。入力グラウンド側には、過電流保護回路とリレー付電流メータが入っており、充放電部を保護している。放電回路部は、ディスプレイカー、パルス成形回路網（P F N）、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。クライストロンの100MW及び67MW運転では、パルス幅の切換えが必要で、それぞれ、P F N を10段及び18段に行なう。筐体の構造は、P F N 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P F N 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、P F N のみを筐体と切り離すことが出来るように上段部に配置する2階立てとなっている。

表1 充放電部の性能

運転モード	100MW運転時	67MW運転時
尖頭出力電力	最大 2 5 0 M W	最大 1 4 5 M W
平均出力電力	最大 4 2 K W	最大 5 4 K W
出力電圧	最大 3 2 . 2 K V	最大 2 3 . 3 K V
出力電流	最大 8 , 1 2 0 A	最大 6 , 1 7 7 A
出力インピーダンス	3 . 7 Ω	4 . 0 Ω
負荷インピーダンス	3 . 7 Ω	4 . 0 Ω
パルス幅		
半値幅	3 . 5 μ sec	7 . 0 μ sec
平坦部（目標値）	1 . 0 μ sec	4 . 5 μ sec
パルス立上がり時間 （目標値）	0 . 8 μ sec以下	0 . 8 μ sec以下
繰返し	最大 5 0 pps	最大 5 0 pps
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

2-3. 制御部

制御部は直流電源部及び8台の充放電部を全部まとめて制御するもので、広い範囲に

散在する装置のセットとしてのローカル運転を可能にし、保守、点検を容易にする。制御部のシーケンスコントローラは、直流電源部及び充放電部のそれぞれの制御部のシーケンスコントローラと光ファイバーによる計算機リンクを構成して制御しているが、さらにCAMACと接続していて、中央から制御できるようにもなっている。

3. 問題点

このシステムの大きな問題は、共通な電源を持つために生じる直流電源及び他の充放電部との干渉である。特に、ある充放電部でサイラトロン連続放電などによって短絡した場合、高電圧を維持できず、過電流保護のために直流電源の1次入力電源を遮断して他の充放電部の運転を止めることになる。そのため自分自身の保護だけでなく他の充放電部に影響を与えないようにするためには、各充放電部の入力電源を高速 (μ sec 程度) に遮断できる高速高電圧遮断装置の開発が必要である。それについては、現在検討中である。

参考文献

- 1) 明本光生 ; 昨年度、本研究会

図1 電源のブロック図 (直流電源部、充放電部)

