

2 2 a - 2

A NEW RF POWER DISTRIBUTION SYSTEM FOR X-BAND LINAC EQUIVALENT TO AN RF PULSE COMPRESSION SCHEME OF FACTOR 2

H.Mizuno and Y Otake,
National Laboratory for High Energy Physics(KEK)
1-1 Oho,Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305 JAPAN

ABSTRACT

As an RF power source system for a future X-band linear colliders, some RF pulse compression system is necessary. A new simple scheme which can provide the better efficiency than the present scheme such as SLED or SLED-2, is proposed. This scheme consist of 2-Klystrons, a 3-dB coupler and a TE01 mode delay line one half of the necessary delay time. The output RF pulse of 2-klystrons are combined through 3-dB coupler and the first half of the pulse is transported to the upstream of a linac through the TE01 mode wave guide. Then, by reversing the phase of the one of 2-klystrons, the last half of the RF pulse is directly fed to the linac structure located close to the klystrons. The RF power loss in this system is determined by the loss in the transporting waveguide. In the case of 400nsec pulse. ie 200nsec pulses at the input of 2-different accelerating structures, the estimated efficiency is more than 95%.

X-BAND LINACのための高周波電力分配システム (FACTOR 2 RF PULSE COMPRESSION EQUIVALENT)

INTRODUCTION

リニアークライダー、特にXバンド以上の短波長電子線形加速器を使用するリニアークライダーの高周波電力源として、現在高エネルギー物理学研究所を始めとして米国SLAC、ロシアのVLEPPなどにおいて100MW級のXバンドクライストロンの開発が進められている(REF-1,2,3,4)。この開発において重要な問題のひとつは、良好な電力効率をもってクライストロンを駆動できるパルス幅すなはち500nsもしくはそれ以上に対して、リニアックの動作時間が約200nsと従来の電子線形加速器に比較すると極めて短く、クライストロン出力をなんらかの方法で短縮するいはゆるRF PULSE COMPRESSION 装置が必要となる(REF-5,6,7,8)。現在、SLAC, KEK等でこの目的のためにSLED SYSTEMがS-バンドにおいて実用されており、またその改良版であるSLED-2もSLACにおいてX-バンドでの開発が進められている。これらはすべて低損失空洞に高周波エネルギーを所定の時間蓄積しリニアック運転に要する時間にとりだしてリニアックに投入する形式のもの

で4-8分の一にパルス幅を短縮する能力を持ちそのエネルギー効率はほぼ75%と見積られている。ここに報告するシステムは二分の一にパルス幅を圧縮する事と同等の高周波電力分配システムであってエネルギー損失の極めて少ない(95-99%)点に特長を持つ。

動作原理)

FIG-1)にこの高周波電力分配システムの原理図をしめす。高周波電力源であるクライストロン出力はハイブリッドを通してその出力を合成され、ハイブリッド出力側はその場所の加速管および上流の加速管に低損失の導波管を通じて供給される。各々のクライストロンは独立してその出力の位相を反転できるものとする。クライストロン出力はそのパルス動作の前半をハイブリッドを通じて上流の加速管に供給され、その後半はクライストロンの内一本の位相を反転させることによってハイブリッドの他の出力端に送られクライストロン近辺の加速管に供給されることになる。加速管の距離をあらかじめ設定することにより加速され

るビームの加速管を通過するタイミングを調節する。FIG-2)に鉄道ダイヤ形式で表示した加速のタイミングチャートを示す。縦軸はリニアックの加速方向の座標、横軸は時間軸である。縦軸(A)および(B)点はFIG-1)に示した加速管位置に対応する。クライストロンの動作時間前半は上記のハイブリッドを通して上流約30mに設置された加速管に送られる。このクライストロンの動作時間後半の出力は位相反転によってクライストロンの近辺の加速管に送られる。加速される電子ビームは、図に示されたタイミングで加速管を通過するものとする。図中の傾はそれぞれ電子ビームの速度および高周波電力の群速度に対応する。したがってFIG-1)に示された2群の加速管のあいだの距離を調節することによって電子ビームと高周波電力パルスのタイミングを合わせることができる。この高周波電力の伝送にはTE11モードを利用することによって十分な低損失を実現できる。

DISCUSSIONS)

TABLE-1)にTE11導波管の損失を示す。クライストロン動作時間400ns、加速管への高周波パルスは蓄積時間およびパンチ持続時間を含めて200nsとした場合の計算値である。極めて損失の小さいことがわかるであろう。またパルス後半部はこの意味では無損失で或るのでこのシステム全体の損失はこの表の数値の半分となる。従来のSLED-2ないし同系統の高周波パルス圧縮システムに比較してその効率の高いことがわかる。400ns程度のパルス幅で効率良くクライストロンを駆動できればこの方法は極めて有望と言える。クライストロンの駆動パルス電源としてはBLUMLEIN型のPFNが当研究所で開発中である。

このシステムの特徴を従来のSLED-2に代表されるRFパルス圧縮方式に比較すると以下のようになる。

(1) 従来方式(SLED-2, etc)に比較するとはるかに高い効率(98% or more)である。

(2) 狭帯域の素子を使用しないので通常のリニアックと同等のフレキシビリティを持つ。

(3) クライストロンはより多数必要となるがパルス幅は狭くてよい。クライストロン駆動電源の容量に変化はない。

(4) 400 ns程度のクライストロンパルス電源

は現在の技術で可能であろう。

(5) 30 m程度離れた加速管の間での高周波制御がひつようとなる。

従って、リニアックの動作パルス長が200 nsもしくはそれ以上のX-バンドリニアックにおいてこの方法はきわめて有用なものと期待される。

TABLE-1)

Diameter	Loss(dB/m)	Vg/C	Loss(200ns Delay)
51mm	0.013	0.8733	8.02%
69mm	0.0045	0.8860	2.82%
118.1mm	0.00083	0.9625	0.56%

REFERENCES)

(1) Proceedings of the International Workshop on Next-Generation Linear Colliders. Nov-Dec 1988, SLAC Report-335 December 1988.

(2) JLC-1; KEK Report 92-16. December 1992 A/H/M

(3) V.E. Balakin; 15-th International Conference on High Energy Accelerators July 20-24, 1992 Hamburg Germany. P-783

(4) H. Mizuno, J. Odagiri, T. Higo and M. Akemoto; 15-th International Conference on High Energy Accelerators July 20-24, 1992 Hamburg Germany. P-921

(5) Z.D. Farkas et al., (th Int. Conf. on High-Energy Accelerators (Stanford University, 1974), P. 576; also SLAC-Pub-1453(1974)

(6) S. Tokumoto, H. Mizuno and O. Azuma; Submitted to the 1993 Particle Accelerator Conference, Washington, D.C., U.S.A., May 17-20, 1993. (also KEK Preprint 93-29 May 1993 A)

(7) P.B. Wilson et al.; 15-th International Conference on High Energy Accelerators July 20-24, 1992 Hamburg Germany. P-824

(8) V.E. Balakin and I.V. Syrachev; Proc. of the third European Particle Accelerator Conference, March 24-28, 1992, Berlin, Germany, P. 1173.

(9) H. Mizuno, T. Majima, S. Sakamoto and Y. Kobayashi; Submitted to the 1993 Particle Accelerator Conference, Washington, D.C., U.S.A., May 17-20, 1993. (KEK Preprint 93-52 June 1993 A)

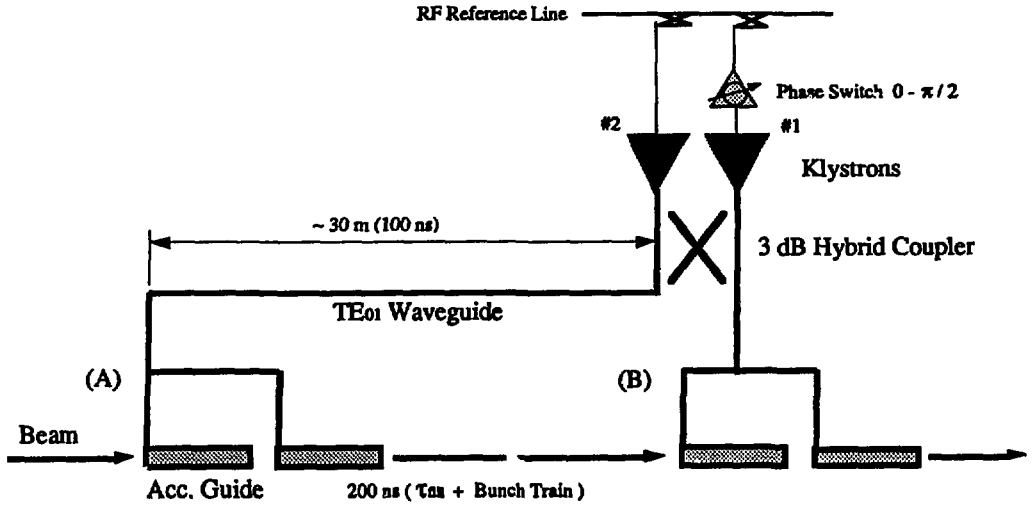


FIG-1 A Schematic Diagram of an RF Power Distribution System

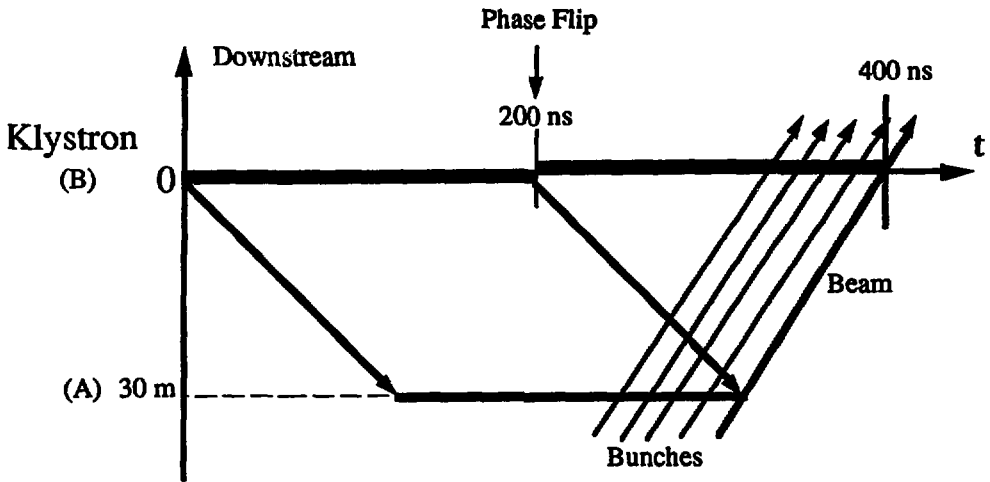


FIG-2 A Railroad Diagram of RF Distribution