

A Picosecond Electron Beam Accelerator

* K. IMAZAKI, Y. YASOJIMA, T. SUZUKI, M. KIMURA and S. NISHIHARA

* Institute for Laser Technology
Mitsubishi Electric Corporation

ABSTRACT

A high current low emittance electron beam is necessary to produce the coherent photon or to drive a free electron laser. An RF electron gun is one of the most adequate method to produce such an electron beam in conjunction with an α -magnet to contract the pulse beam.

A picosecond electron beam accelerator with the energy of 6 MeV has been designed for the development of high power electron accelerators and high power laser components.

The accelerator consists of an RF electron gun having a thermionic cathode, an α -magnet and a side coupled standing wave accelerating structure.

The accelerator has been installed in Institute for Laser Technology and subsequently will be tested and adjusted.

短パルス電子線加速器

1 はじめに

コヒーレント光や自由電子レーザ用の要素開発のため、レーザ技術総合研究所と共同でRF電子銃と α 電磁石を用いたhigh current low emittance電子ビーム加速器を設計製作した。RF電子銃は α 電磁石で電子ビームのパルス圧縮を行うためリエントランス型の単空洞とし、マイクロ波電力2MWで最大加速エネルギー1-MeVが得られるように設定した。 α 電磁石は中心ビームエネルギー0.89 MeVを81.40度偏向出来るような四極電磁石とし、RF電子銃から出た位相幅40°の範囲を3 psecに圧縮するような配置と磁場勾配をもたせることにした。 α 電磁石の後には定在波加速管を配し α 電磁石で圧縮された電子ビームをさらに加速し、最終的に3 psecに圧縮されたエネルギー6 MeVの電子ビームが得られるようにした。現在この加速器は、レーザ技術総合研究所に設置され総合試験を行っている。

2 システムの概要

2.1 システムの構成

このシステムの主要構成は、RF電子銃、 α 電磁石、主加速管、立体回路、クライストロンマウント、パルス変調器、冷却装置および制御装置である。これらの機器の構成を図1に示した。最終的にはクライストロンパルス変調器、冷却装置および制御装置は地上、それ以外は地下室に設置される予定である。ビームラインの機器配置図を図2に示した。

ビームラインの全体の長さは2.7m、幅は1.5mでビームラインの高さは1.0mである。加速管の後にはテストコンポーネントが取り付けられるようにゲートバルブを入れた。ビームモニターはコア型の電流モニター、スクリーンモニタ、ワイヤー型の位置モニタが用意されビームの計測を行うことができる。特に α 電磁石の出入口及び中心部には概略ビーム位置が常時モニタ出来るよう井型のワイヤーモニタを設けた。

これらのビームモニタはピコ秒ビームの計測には適さないので別にファラデーカップと光計測によるピコ秒パルスビーム計測装置（ストリークカメラ）などを設ける。

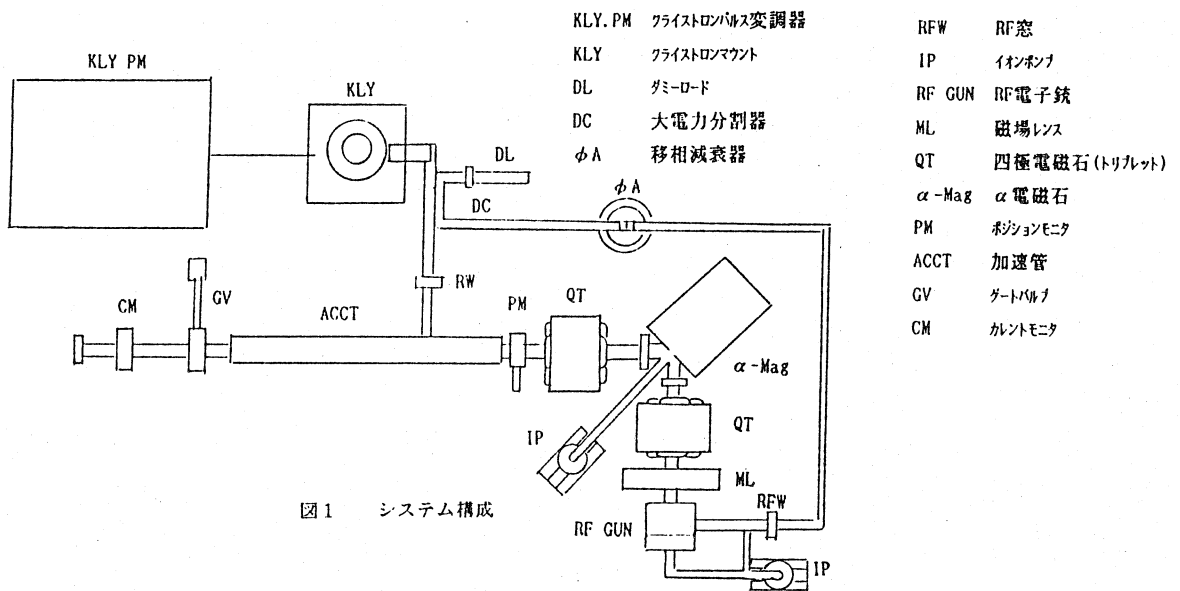


図1 システム構成

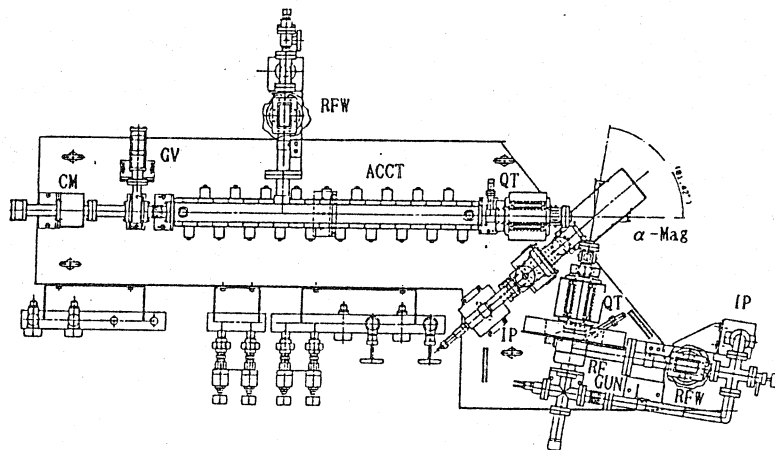


図2 ビームラインの機器配置

2.2 システムの仕様及び性能

この電子ライナックは、マイクロビーム電流値をパルス圧縮によって高めかつ低エミッタンスを実現するため、電子銃より取り出される電子ビームのエネルギーを高くすることがねらいであり、電子銃に高電界が得られるRF電子銃を採用しパルス圧縮を α 電磁石で行った。システムの仕様性能及び各サブシステムの仕様を表1に示した。

RF電子銃で得られる電子線のエネルギースペクトルをシミュレーションした結果を図3に示した。RF電子銃に投入されるパワを1MWとしたときは、引き出される電子線の位相は $0\sim 85^\circ$ までであるが、加速管に導ひかれるものは $0\sim 40^\circ$ エネルギーにして $0.8\text{MeV}\sim 1\text{MeV}$ の範囲に限定するようにした。RF電子銃から出た電子線

表1 システム仕様及び性能

項目	性能	
ビームエネルギー(100 mA)	6 MeV	
(0 mA)	10 MeV	
ビーム電流(マクロパルス)	200 mA	
(マイクロパルス)	24 A	
エミッタンス	$1\pi\text{ mm mrad}$	
パルス幅(マクロパルス)	$3\ \mu\text{sec}$	RFのパルス幅としては $15\ \mu\text{sec}$ とれるように した。
(マイクロパルス)	3 psec	
パルスくり返し(マクロパルス)	10 pps	
(マイクロパルス)	2856 MHz	

はドリフトスペース- α 電磁石-ドリフトスペースの組合せで加速管まで輸送される。このビーム輸送系で輸送される電子線のエネルギーの広がりに対する位相の広がりを図4に示した。このビーム輸送系は α -電磁石の磁場勾配及びビームスリットの位置を変えることにより α 電磁石中の軌道約8.6cm変えることが出来加速管での位相圧縮比率を調整することが出来る。

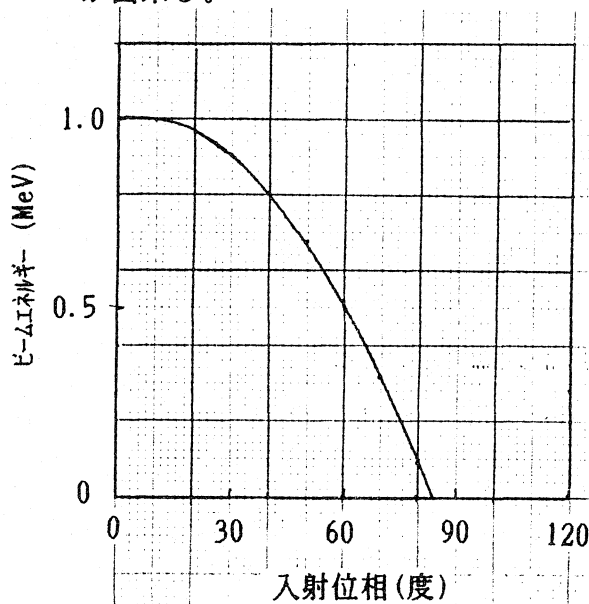


図3 入射位相とビームエネルギー

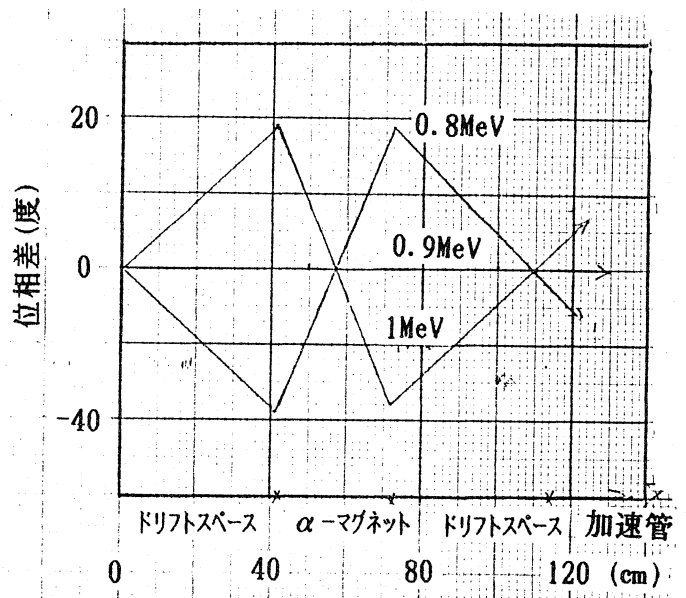


図4 ビーム輸送系の位相差