

## PRESENT STATUS OF THE ETL LINAC "TELL"

Takio TOMIMASU, Tsutomu NOGUCHI, Suguru SUGIYAMA, Tetsuo YAMAZAKI,

Tomohisa MIKADO, Mitsukuni CHIWAKI and Shigeo OKABE\*

Electrotechnical Laboratory

\* Okabe Keisoku Kogyosho

### Abstract

The ETL linac has been operated for three and a half years since Dec. 1980. The linac beam was used for injection into the 600-MeV electron storage ring "TERAS", high energy spectro-dosimetric experiments and short-lived RI productions. Machine troubles on klystron pulsers and so on are reported with the development and performance of a high-operation-efficiency klystron with tunable resonant cavities.

### 1. はじめに

電総研リニアックの初ビーム加速は1980年12月22日で、その後約3年半、主として電子蓄積リングへの入射、高エネルギー放射線標準の仕事や短寿命RI照射に使われてきた。この間の使用時間、主な故障、クライストロンの諸特性、等について現状を報告する。

### 2. 使用時間と故障

1984年6月末までの全使用時間は3465時間である。夜中の運転は初めの調整期間だけで、その後は平均して年1000時間、1日5時間、週4日、年200日運転でやってきた。主な故障は次の通りである。

#### 1). クライストロン・パルサー

最も大きな故障はクライストロン・パルサーのパルストランスで、二次巻線固定用絶縁棒に不良品が見つかったため、1981年の約1年をかけて1台ずつ絶縁棒を交換していった。1981年10月7日電子蓄積リングに初めて電子ビームが蓄積できた日は、クライストロンステーション No. 2 と No. 3 が故障で修理中で5本のクライストロンで電子を加速して蓄積リングに入射していた。入射エネルギーは230 MeV程度であった。クライストロン・パルサーやクライストロンの故障も2台までなら、何んとか電子を加速できたので、蓄積リングへの入射をはじめビーム輸送系のテストにも使用できた。

#### 2). 電子銃パルストランス

次いで1983年3月に電子銃パルストランスの高圧ブッシングが絶縁不良をおこした。この時だけは約2週間完全にビームが止った。

#### 3).バンチャー部のソレノイド

同じ頃間接冷却方式3層1組のソレノイドの1層が絶縁不良をおこして使えなくな  
った。このため加速電流のピーク値は240 mA から220 mAまで下がった。

#### 4). フライストロン励振用RF源

1980~81年にかけてはすべて田無から移転してきたRF源を使用していたが、476MHz  
RF源の出力(これを6倍して使用する)が低下し、使用できなくなったので、HP  
8671Aシンセサイザーにおきかえた。また、3W20の出力も低下してきたので、これも  
日本高周波製のRF源(2856MHz, 3W)におきかえた。現在田無リニアックのRF源で  
使用できるのはSAS61とその電源部である。SAS61は一時TH2436におきかえた  
が、半年位で出力低下をおこしたので現在は約20年前のSAS61からの4KW(ピーク)  
のマイクロ波を7本のフライストロンに分配している。

#### 3). フライストロンの諸特性

フライストロンの高効率化研究を始めたいのは第一次オイルショック後の1974年頃からで、  
省エネ対策と筑波リニアックで使用する大電力高効率フライストロンの開発が主目的であ  
った。図1は東莞の協力を得て現在まで開発したフライストロンの共振空洞の配列図と  
性能を示す。M4628は田無リニアックで使用していたものである。手始めにパービヤンス  
もカソードとアノード間隔も変えずに共振空洞を一つ増して5空洞とし、空洞配列は当時  
東莞で製造していた高効率CWフライストロンの空洞配列に似せたものである。改造は非  
常にうまくいったことは第4回の研究会で述べた。E3776Lは筑波リニアック用1号とし  
て試作したもので、全長173cmある。これは利得56dB、効率54%と優れたものであったが  
長くて取扱いにくいということと約20%短いE3776を本番用として量産した。性能の方  
は初めの7本は効率も45~50%のものが揃っていたが、色々と事情があって後になる程悪  
くなった。1982年度は平均4%に下がった。効率を50%に引き上げる努力は今後も続けられ  
るが、その一つがフライストロンをパルサーにマウントしたまま第3と第4空洞の離調特  
性を変えられるようにしたことである。それぞれの空洞がtunableな構造で、ダイヤ構造で  
遠隔操作できる。図2にE3776の離調特性を示す。フライストロンのマイクロ波出力は集  
束コイルの電流値によっても大きく変るし、マイクロ波波形も変化する。図3にE3776の  
出力と集束コイルの電流依存性を示す。フライストロンによって電流依存性が大きく変る  
のは次の理由によると考えている。

- 1). フライストロンの空洞配列が少し違っている。
- 2). 集束コイルの作り出す磁場分布は出力空洞近くで急激に減少するように設計されて

いるが、コイルによってこの磁場分布に多少差がある。

写真1は調子のよくないフライストロンのマイクロ波出力波形を調べた時のもので、出力窓が2つあるので離調や集束を変えることによって出力空洞を通る電子ビームの径や位置が時間的に変化することを示している。

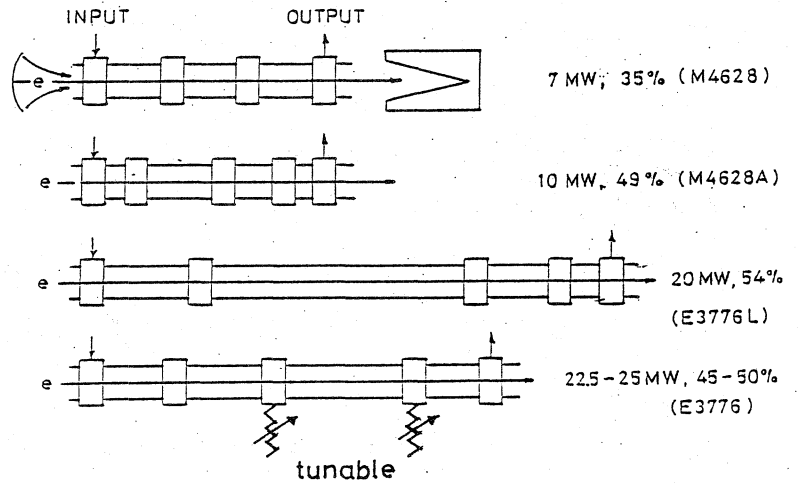


図1.

開発したフライストロンの空洞配列とその性能

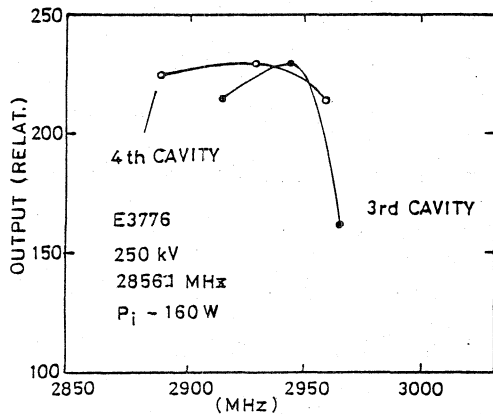


図2. フライストロンの離調特性

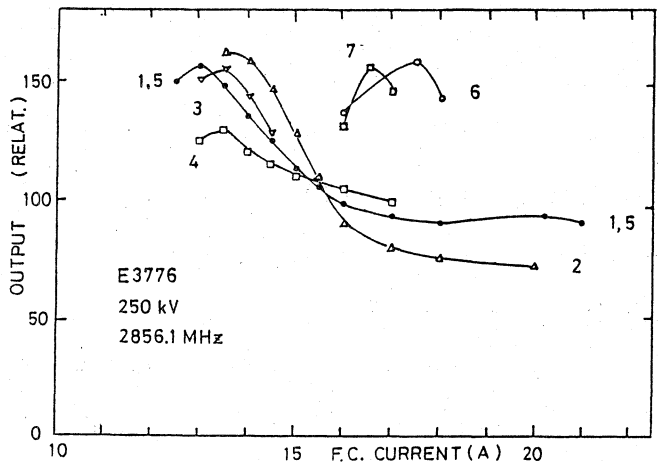


図3. 出力の集束電流依存性

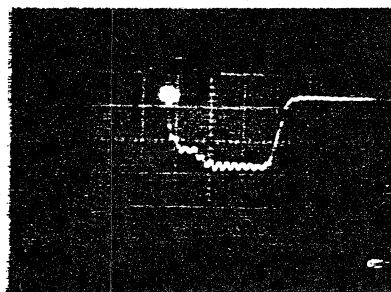
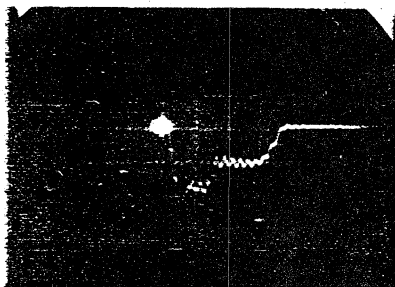


写真1.

離調特性と集束条件の良くない時のマイクロ波出力波形

WINDOW A

WINDOW B

E 3776

250 kV

3rd CAV. +60 MHz

4th CAV. +54 MHz