

ELECTRON GUN OF KEK e^+ LINAC

Y. OGAWA, S. FUKUDA, Y. SAITO, N. KANEKO,* Y. OTAKE
K. TAKEDA, N. MATSUDA and A. ASAMI

National Laboratory for High Energy Physics

* Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd

Abstract

A triode electron gun (oxide cathode) has been mounted on the injection part of the KEK e^+ linac which is required to emit a high electron beam current. Using a couple of 60 l/s ionization pumps for a direct pumping of the gun and applying a technique of a differential pumping against a rather higher pressure of a following accelerating tube, we have achieved a very good vacuum of 4×10^{-9} Torr after 2~3 days' baking and found a maximum emission current for a long pulse operation ($2 \mu s$) of about 3.0 A.

§ 1 序

e^+ リニアックにおいては、 e^+ 発生用ターゲットでの $e^- \rightarrow e^+$ 変換効率が極めて小さい ($\sim 0.15\%$) ので、入射 e^- の電流値 (peak current) をできる限り大きくする必要がある。 e^+ 電流値として、10 mA を得るためには、電子銃からのエミッション電流は、10~15A でなければならない。

従来、KEK-PF 2.5Gev Linac で用いて来た電子銃用グリッド-カソードアセンブリ (東芝E3078) は、最大定格として、カソード尖頭電流が 20Aとされているが、これは、板極管の場合であり、リニアックの電子銃としては今日まで、その値は得られていない。その原因は、これまでのベンチテストの経験からは、エミッション電流が、電子銃のカソード付近の真空度及び真空の質、活性化プロセス等の影響をうけるためであると考えられる。そこで、今回、 e^+ リニアック建設にあたって、特に電子銃付近の真空システムを強力化するとともに、運転時のために、真空度の低い加速管側との結合に差動排気方式を採用し、ベーキングも十分行ない、真空の質も向上できるよう配慮した。また、電子銃カソード面の活性化プロセスにおいては、質量分析器で、発生するガスの各成分をモニターした。

§ 2 電子銃アセンブリ

東芝 E3078は酸化物被膜カソードのグリッド付きカソードで、グリッド-カソード間に印加する電圧によって、エミッション電流を調節できる。グリッド-アノード間に高電圧パルス (100KV) を加え、同時に適当なタイミングで、グリッド-カソード間に所望のエミッション電流のパルス幅をもつパルス電圧を印加する。グリッド-アノード間には、暗電流を防ぐため逆バイ

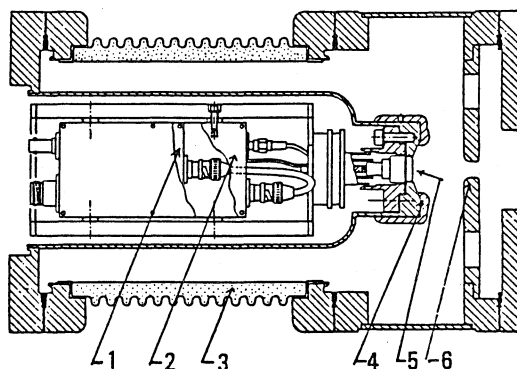


図1 電子銃アセンブリ 1)O/E モジュール 2)グリッドパルサー 3)碍子 4)ウェネルト 5)カソード、グリッドアセンブリ 6)アノード

アス (DC50V)をかけている。尚、ヒーターは通常6.3Vである。図1に、電子銃アセンブリの断面図を示す。

§ 3 真空システム

図2に、電子銃付近の真空システムのブロックダイアグラムを、次ページにその写真を示す。

電子銃部分は、 10^{-9} Torr台の定常状態に至るまで、ターボ分子ポンプ (300 l/s) と、2台の60 l/sのイオンポンプで排気され、補強用として、700 l/sのクライオポンプも備えている。運転時は、60 l/sイオンポンプ2台のみで排気している。特に、加速管側の真空度は、通常電子銃側よりも悪いため、ゲートバルブを開いたとき、電子銃側の真空度に与える影響を極力抑えることが重要で、このため、両者をつなぐ真空ダクトのコンダクタンスを低くするとともに、2台の10 l/sイオンポンプを、ゲートバルブの付近に設置する差動排気の方法をとった。そして、十分なベーキング (平均 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 、3日間連続) の後、通常 4×10^{-9} Torrの真空度を達成した。図3に、ベーキング前後での質量分析器による残留ガス成分比を示す。 H_2O が際だって減少していることに注意する。

§ 4 電子銃カソード面活性化

ベーキング途中に、東芝の規格表にしたがって活性化を行なったが、同時に、代表的な残留ガス成分を、質量分析器でモニターし、各プロセスでの時間を調節した。

§ 5 長パルスエミッションテスト

電子銃アノードの直後に磁気レンズ、集束コイルを設置し、集束コイルの途中にCT (Current Transformer) をおき、電流値を測定した。電子銃のグリッド-カソード間には、約 $2\mu\text{s}$ の長パルスをかけた。図4に、CTで測定したビーム電流の波形を、図5にグリッド-カソード間のパルス電圧 (DCバイアスをひいた値) とエミッション電流値の関係を示す。これまでのところ、長パルスでは最大 3.0 Aの電流値を得ている。

§ 6 結果及び考察

KEK e^+ リニアックは、トリスタン計画の一環であり短パルス (1.5ns) の e^+ 電流を2.5Gevまで加速し、トリスタンリングに供給するものである。短パルスエミッションテストについては、本研究会で別に

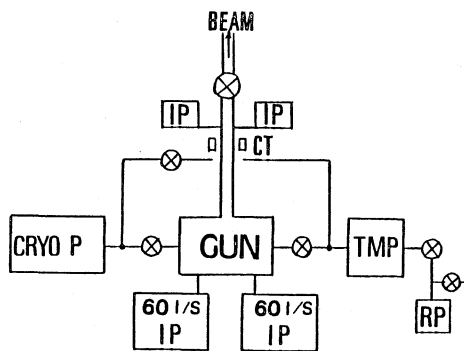


図2 電子銃真空システム

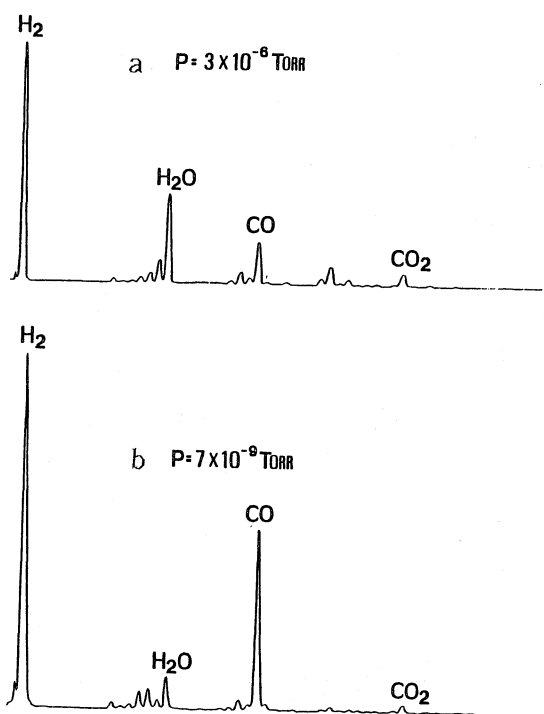


図3 残留ガス成分 ベーキング前a、後b

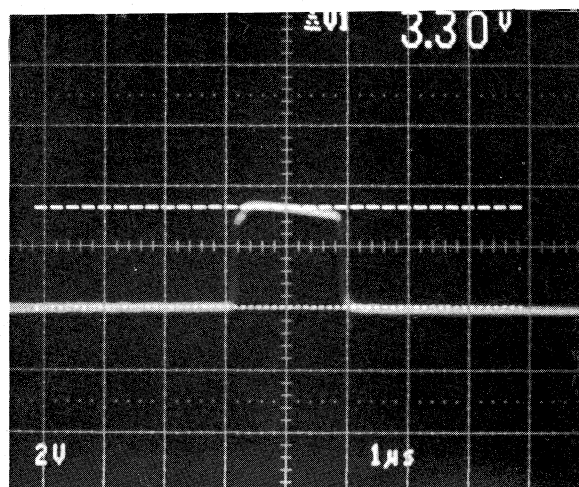


図4 ビーム電流の波形

述べられるが、10nsのパルス幅で 4~5A が得られている。

ここでは、長パルスエミッションテストを行なって、電子銃そのものの試験をした。そして、電子銃付近の真空度、真空の質を改善した結果、エミッション電流値として最大 3.0A を得ることができた。また、実際の運転時（ゲートバルブ開）においても、加速管側との差動排気によって電子銃側の真空度は変化せず、良好な真空状態で同様のエミッション電流を得た。その過程で認められた一二の問題点について考察する。

*エミッション電流の日変化

エミッション電流をとらずに一日以上放置すると、エミッション電流が大幅に減ることがわかった。同様のことは、ベンチテストでもみられたが（真空度 $10^{-8} \sim 10^{-7}$ Torr）、ここでは、ヒーターを一時あげて、エミッション電流を強制的に大きくするという回復法によって、エミッション電流回復を確実にこなうことに成功した。ベンチテストとの大きな違いは、ベンチでは、エミッション電流が回復できなかったことであるが、その原因は恐らく、真空の質、すなわち、 H_2O 成分の量ではないかと考えられる。

*エミッション電流の時間変化

前項で述べたエミッション電流が減少する時間スケールは、一日のオーダーだが、エミッション電流回復法においては、20~30 分の時間スケールであった。原因は、いまのところ不明だが、エミッション電流が減少したあとの回復法においては、ウォーミングアップタイムとして考慮すべき、現実的なパラメータとなっている。

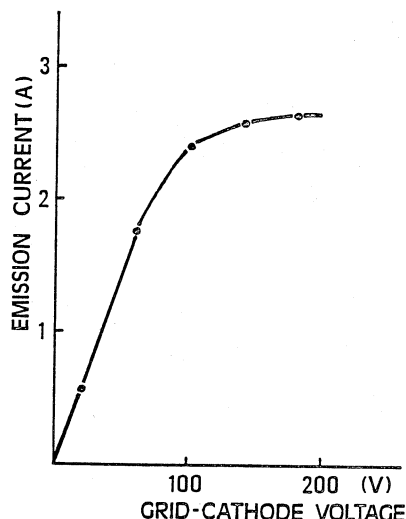
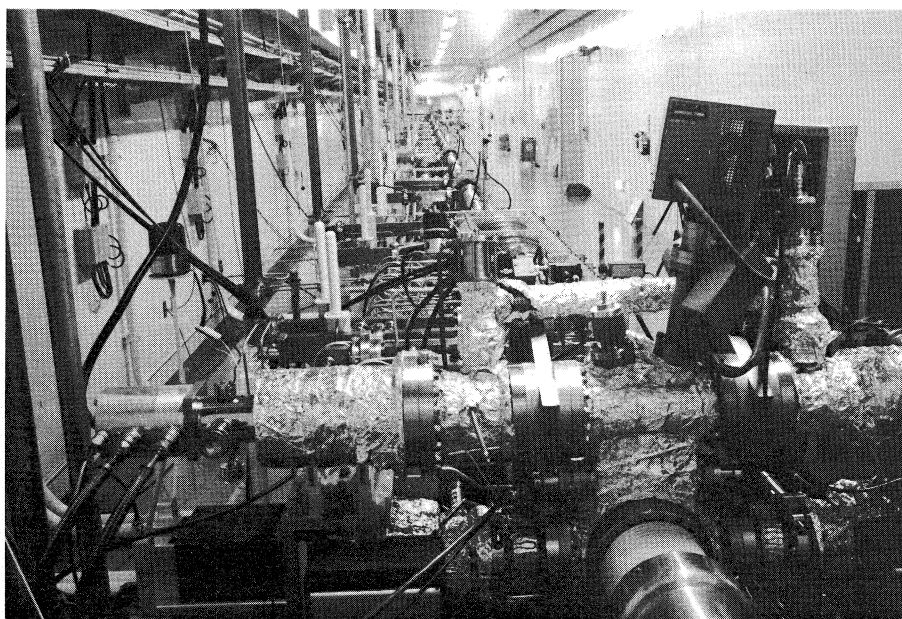


図5 エミッション電流特性



電子銃真空システムからKEK e⁺リニアックをのぞむ