

ALTERATIONS IN THE SYSTEM OF THE ELECTRON GUN FOR KEK e^- LINAC

S.Ohsawa, O.Azuma*, Y.Saito, A.Enomoto, Y.Ogawa, M.Yokota and A.Asami

National Laboratory for High Energy Physics

*Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd

ABSTRACT

Overall alterations in the vacuum system of the electron gun for the PF linac have been made to decrease the pressure of residual gases in the gun chamber and to lengthen a lifetime of the cathode which is sensitive to residual gases. Focusing coils, magnetic lenses and beam current monitors are also renewed. After the alterations, pressure in the chamber is kept in the range of 10^{-9} Torr with a beam on. Emission currents have become stable in the long range of time and, as a result, have increased obviously and the lifetime has become longer.

PFリニアック電子銃部の改造

1. 序

PFリニアックの電子銃では、従来からオキサイドカソードを使用している。これは、板極管のカソードグリッド部を改造したもので、カソードグリッド間の距離が $180\mu\text{m}$ と短いために、必要なグリッドパルス電圧が低くてすむ上に、周波数特性が良いという特徴がある。このカソードは、電子銃から取り出すビームが、マイクロ秒の長パルスの場合の他に、トリスタンの入射蓄積リング (AR) に入射するビーム (パルス幅 2ns) のように、短パルスの場合にも極めて有用であるが、エミッション電流が残留ガスの圧力の影響を受け易い嫌いがある。

例を上げれば、改造前には、活性化の後のエミッション電流が、プレバンチャと電子銃の間にあるゲートバルブを開けるまでは安定であったが、バルブを開けるとプレバンチャ側の真空の方が悪いために、エミッション電流がかなり減ってしまうという現象があった。これを防止するためには、ゲートバルブを開けてもカソード周辺の真空が悪化しないように、真空系を改造する必要がある。幸い、陽電子発生装置の電子銃では、差動排気方式で上の条件を実現している¹⁾ので、PFの電子銃でも真空系を同じ方式に改造した。

改造した内容と改造後の結果について報告する。

2. 改造後の構成

今回は、真空系の改造が主目的であるが、差動排気にする必要上、真空パイプの径が小さくなる上に、電子銃とプレバンチャ間の距離も長くする必要があり、集束系や電流モニターもすべて新しいものに改造した。改造後の全体の構成は、図1のようになっている。

真空系の改造について詳しくは別に発表するので²⁾、ここではごく簡単に述べる。電子銃の真

空槽は両サイドに配置した2台のイオンポンプ（60l/s）で排気し、プレバンチャーと接続するビームパイプは、内径（30mmφ）を小さくしてコンダクタンスを低くすると共に、4台の小型イオンポンプ（10l/s）を途中で配置して排気する、差動排気の方式をとった。粗排気系には、300l/sのターボポンプとロータリーポンプを使用しており、数カ所あるニューマチックバルブはコントローラを介して開閉を遠隔操作している。真空槽の真空は、B-Aゲージとコールドカソードゲージでモニターしている。

集束系は、2個のマグネチックレンズと7個のヘルムホルツコイル、及び1個のステアリングコイルで構成されている。これまでは集束磁場の弱いところが一部分あったが、ヘルムホルツコイルを配置することで改善された。カソード付近の漏洩磁場をなくすために、ヘルムホルツコイルの架台の側板は、電子銃側を鉄にして磁気シールドした。又、集束コイルに入るビームの径と角度を自由に選択できるようにするために、マグネチックレンズを2個にした。

電子銃とプレバンチャーの間には、電流モニターを3箇所にした。ゲートバルブの電子銃側に2個（長短パルス用各1個）を設置して、ゲートバルブを閉めた状態でもエミッション電流の測定が出来るようにした。電流モニターは、長パルス用がコアモニターで、短パルス用が壁に流れる映像電流を抵抗に流して測定する壁電流モニターである。プレバンチャーの入口にあるモニターも同じく壁電流を測定するモニターであるが、こちらは周波数特性の良いカレントトランスフォーマーで電流を測定している。

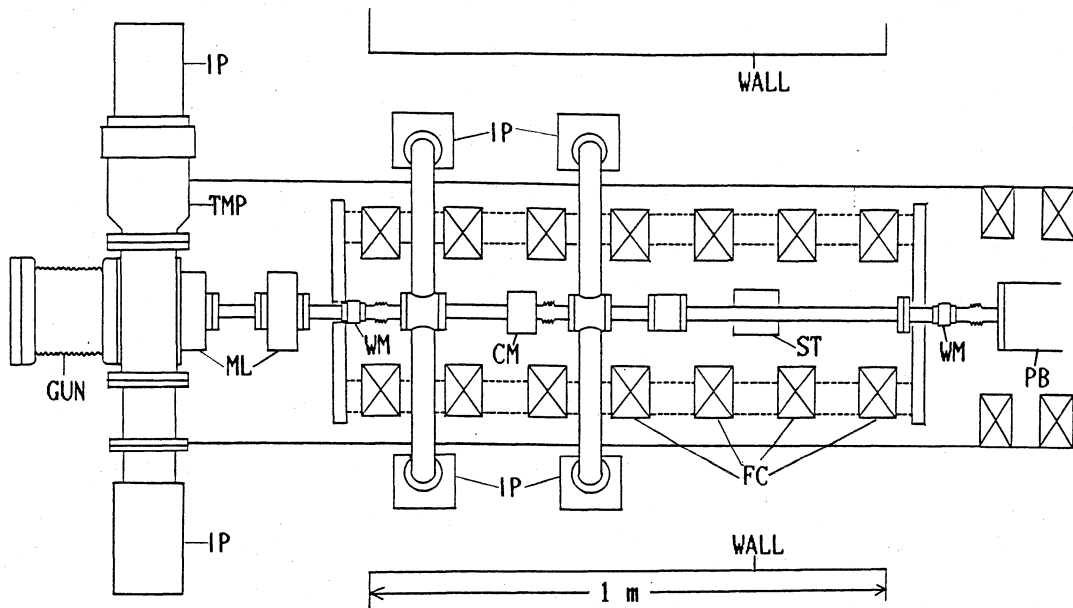


図1 電子銃部の改造後の配置

GUN：電子銃、IP：イオンポンプ、TMP：分子ポンプ、ML：磁気レンズ、WM：壁電流モニター、CM：コアモニター、ST：ステアリングコイル、FC：集束コイル、PB：プレバンチャー、WALL：壁

3. 真空度とエミッション電流

改造後のカソード周辺の真空であるが、十分なベーキング（平均80～130°C）の後、ビームを加速している運転時で、残留ガスの圧力が 2.5×10^{-9} Torr まで改善された。プレバ

ンチャ部の真空は 10^{-7} Torrであり、差動排気方式により期待された二桁程度の良い真空を保っている。ゲートバルブを閉じると、圧力は 1.2×10^{-9} Torr まで低下するが、この様になるのは、現在プレバンチャーにスローリークがあるためで、これが無くなれば運転時の真空は更に良くなるものと期待される。図2は、B-Aゲージで測定した真空槽の残留ガスの圧力をプロッターで記録したものである。圧力は 2.5×10^{-9} Torrであるが、かなり規則的に発生しているリークが見られる。これは絶対量が少ない上に、圧力の増加している時間がわずかに数秒と短いために、通常のリーク試験では発見しにくい種類のものである。リークの原因や規則的になる理由は不明であるが、現在プレバンチャーを新たに製作中で、今期の夏期シャットダウン中に新品と交換する予定である。

改造によってエミッション電流が改善された様子を図3に示す。運転日数（休止期間を含む）を横軸にして、短パルスのビーム電流をプロットしたものである。ビーム電流は第1セクターの中間で測定した値である。電子銃の真空系を改善する前の運転（1月21日から3月14日）では、使用開始後の電流の減少が顕著であったが、改造後の運転（5月7日から7月20日）では、僅かな減少に留まっている。明かにカソードの寿命が延びてエミッション電流が安定になった。真空を良くすることで、当初の目的は達せられたと考えている。尚、電流が途中で増加しているのは、電子銃のヒータ電圧を定格の6.3 Vから少し上げたためである。

トリスタンのARに蓄積するビーム電流は通常15mAから20mAであるが、これに要する時間は25PPSの場合、5秒から10秒である。これは他に要する時間と比較すると短時間であるから、電子ビームの場合は電流値も充分であろう。

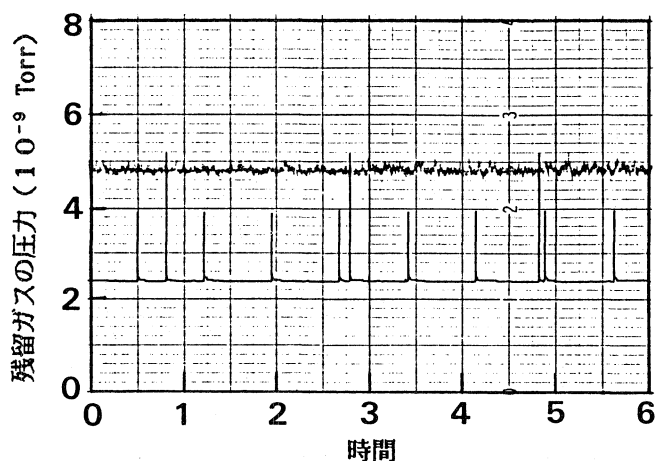


図2 電子銃の真空槽における残留ガスの圧力
2種類の規則的なリークが見られる

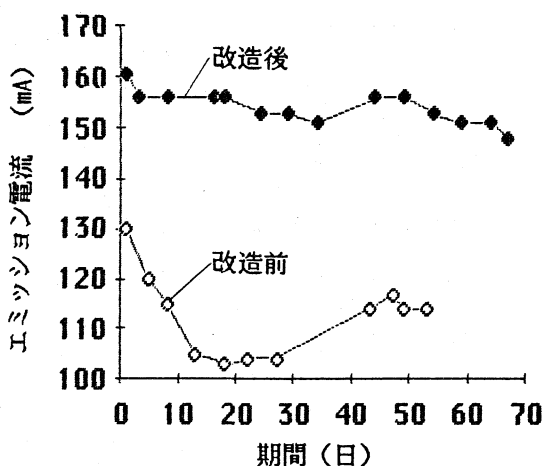


図3 エミッション電流の長時間変化
第1セクターの中間で測定

参考文献

- 1) S.Fukuda et al., "Electron Gun for the Positron Generator", in Proc. of 1986 Linear Accelerator Conf., SLAC, 1986, pp.487-489
- 2) O.Azuma et al., "Improvement of the Vacuum System for the PF Linac Electron Gun", presented at this Linac Meeting