

低速陽電子実験用リニアックの電子銃

池田光男¹、大沢哲、杉村高志、白川明広、大越隆夫、柿原和久、
古川和朗、諏訪田剛、小川雄二郎、栗原俊一、設楽哲夫、榎本收志
高エネルギー加速器研究機構
〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

概要

KEK電子陽電子入射器では、低速陽電子利用実験施設の入射器トンネル内から実験フロアへの移設作業^[1]を進めてきたが、本年4月に施設検査に合格し、共同利用実験の開始に向けた準備が進められている。既にビーム調整などのための試験運転が行われており、電子銃直後の電流モニターではショートパルス(15ns)で3.5Aの電流が取り出せた。このビームをターゲットに当てることにより発生した低速陽電子ビームの輸送調整も進められており、利用実験開始に向け環境が整ってきた。

1. はじめに

2001年度より始まった低速陽電子利用実験のためのリニアックを入射器トンネル内から実験フロアへの移設作業が本年完了した。本施設は、1995年に電子陽電子入射器第3スイッチヤードに設置されていた時、既に1次電子ビームの電力量2kWの時に10⁸個/秒の陽電子ビーム強度を得ていた。^[2]その後KEKB計画の進展にともない電子陽電子入射器トンネル南端に移設されたが、^[3]入射用電子銃電源には設置場所の制限などの理由により高圧部に直流電源が使用されていた。今回の移設により電子銃には高圧パルス電源の採用が決まり入射用電子銃の構成が新たに検討された。電子銃用高圧パルス電源はKEKB入射用やPF/AR入射用と同型の機種が利用できた。そのため運転、保守などを考慮して2カ所の入射用電子銃と共通の構成にした。ここでは電子銃とその付随装置についての運用状況等を報告する。

2. 電子銃特性の比較

低速陽電子実験用電子銃は、KEKB入射用、PF/AR入射用電子銃と基本的には同等の構成であるがビーム要求の違いもあり完全互換ではない。

表1：電子銃の特性比較

	KEKB	PF/AR	低速陽電子
加速パルス電圧	200kV	150kV	130kV
加速パルス時間	5 μ s	5 μ s	5 μ s
使用カソード	Y-796	Y-796	Y-796
グリッドパルス幅	1ns	2ns	15ns/100ns
グリッドパルス電圧	-350V~-700V	-300V~-650V	-300V/-100V
電荷量	12nC/パルス	1nC/パルス	55nC/パルス

3. 電子銃の構成

3.1 電子銃

電子銃カソードは電子銃ステム等の共通化のため米国EIMAC社製のY-796を使用した。電子銃に関してはデザインレポートに詳細が述べられている。^[6]これは熱陰極型カソードでグリッド・カソード間の距離は180 μ mである。ヒーター電流は5.3Aで使用している。KEKBの運転では10nCの大電流を安定に取り出ししており長期運転の実績があるものである。

3.2 電子銃の配置

本施設は限られた場所を有効利用した施設であり放射線対策等も考慮して電子銃などを図1のような配置にした。加速器全体をシールドブロックで覆いできるだけ密閉されるような構造にしたため、電子銃と高圧ステーションの間にもブロックが設置されている。そのため電子銃本体と高圧ステーション間の配線は、電子銃の上に置かれたブロックに放電防止のため直径500mmの大きな穴を開けて、その中心に直径40mmの丸パイプを垂直に通した後、その中に必要な本数のケーブルを通すというやり方をした。また直径40mmの丸パイプと高圧ステーションの間には、矩形パイプをほぼ水平に置き、その中をケーブル配線した。電子銃本体に接続される配線は、グリッドパルス信号線、ヒーター電流線、カソード冷却用チューブの3系統である。

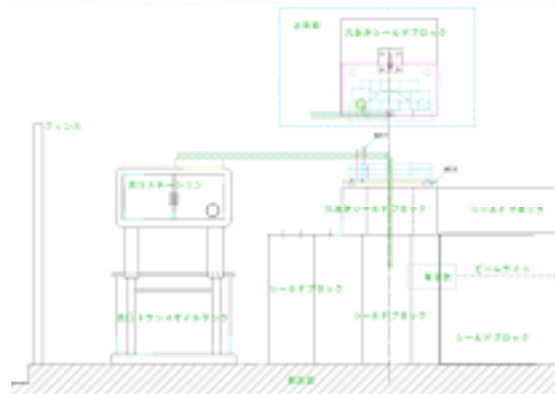


図1：シールド内の電子銃と高圧部の配置図

¹ E-mail: mitsuo.ikeda@kek.jp

なお、電子銃の上に置かれたブロックの直径500mmの穴は、放射線シールドのために隙間部分にパラフィンを充填して密閉している。特に穴あきブロック部分の配線用丸パイプとブロックとの距離が約200mmと接近しているため、放電が発生しないようにパイプとの接近箇所に予防処置を施した。

3.3 電子銃高圧パルス電源

電子銃高圧パルス電源は、1次側最大出力電圧17kVで、パルス幅 $5\mu\text{s}$ 、最大繰り返し50ppsである。現在PFNへの充電電圧を、25kVで運転している。

この電源はギャラリーにあり、電子銃と昇圧トランス等の他の装置は地下トンネル内にある。したがってトランスの一次側高圧ケーブルを、床の貫通穴を通して高圧トランスタンクに送っている。



図2：電子銃高圧パルス電源

3.4 高圧ステーション

高圧ステーションは高圧トランスオイルタンク上に4本の碍子を介して設置されている。電子銃本体に供給するためのグリッドパルス信号発生器、ヒーター電源、バイアス電源などの電源と、ローカルコントロールモジュールなど制御関係機器などが収納されている。ショートパルス(15ns)用グリッドパルス発生器は、HV：1.2kV、バイアス電圧：80Vで使用している。ロングパルス(100ns)用グリッドパルス発生器は、現状ではHP215Bを、HV：100V、バイアス電圧：40Vで使用している。ヒーター電源は、電流：5.3A、で使用している。

また、電子銃のインターロックとしては、カソード冷却用エア停止時に電子銃高圧パルス電源のLVをOFFする。ヒーター電流オーバー時、バイアス電源オフ時、オイルクーラーユニットのオイル流量低下時、及び冷却水流量低下時に、電子銃高圧パルス電源のHVをOFFして電子銃やパルストランスを保護している。またフェンスドアが開放された時には、

電子銃高圧パルス電源のHVをOFFして人の安全を

確保するようになっている。

電子銃用ビームトリガ信号は、光ファイバケーブルにて受信して電気信号に変換してグリッドパルサーのトリガ入力信号として使用している。



図3：高圧ステーション

3.5 高圧トランスオイルタンク

パルス電源出力電圧は、最大17kVである。高圧トランスの巻き線比は、1：12なので最大約200kVに昇圧できるが、現状は放電予防等を考慮して余裕をとり130kVで運転している。



図4：高圧トランスオイルタンク

3.6 オイルクーラーユニット

高圧トランスオイルタンク内に入っている高圧絶縁油の油温が負荷抵抗の発熱により上昇する。そのため既存の電子銃電源ではオイルプレートクーラーユニットを用いて油温の安定化をはかっている。今回移設された電子銃高圧パルス電源には、オイルプレートクーラーユニットが用意されていなかったため新規に製作した。これは、電子銃電源を最大出力で運転した場合でも油温上昇を40℃程度に冷却する能力がある。現在連続運転の試験中であるが、これまで半年間にわたって順調に稼働している。図5に全景を示す。



図5：オイルプレートクーラーユニット

4. 電子銃ビーム波形

ビームモニター系は、電子銃直後に第1コアモニター（CM1）、ターゲット直前に第2コアモニター（CM2）が設置されている。各コアモニターは、電子銃電源内に設置されたオシロスコープでモニターされる。100nsのロングパルスビーム波形を図6に示す。このときの電子銃のビーム電流は、CM1の出力約5Vに校正係数0.73（A/V）を掛けて3.65Aと見積もられる。また、15ns幅のショートパルス波形を図7に示す。

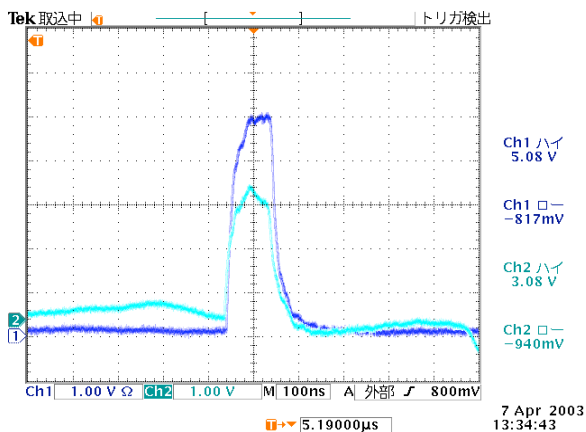


図6：ロングパルス(100ns)ビーム波形
(CH1:CM1、CH2:CM2)

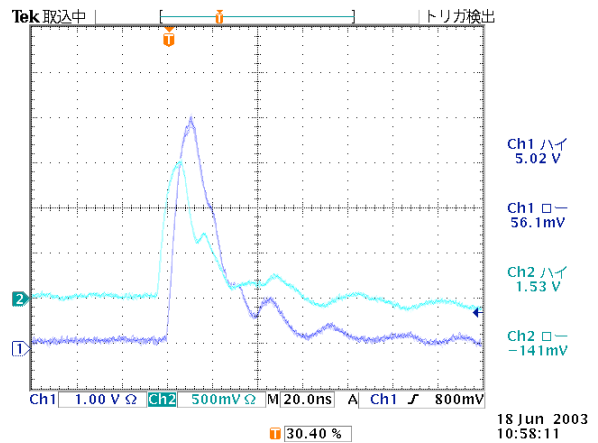


図7：ショートパルス(15ns)ビーム波形
(CH1:CM1、CH2:CM2)

5. まとめ

低速陽電子実験用リニアックの電子銃は、ほぼ完成して利用実験に使用できる段階となった。

高圧パルス電源による電子ビーム発生は、新規に準備した装置を含め総合動作試験も順調に行われて電子銃直後の電流モニターで3.65A/V（ショートパルス）の電流が取り出せた。

6. 今後の予定

ショートパルスモードとロングパルスモードの両方ともに電子銃ビームの取り出しに成功したが、現在は各パラメータをローカルで設定している状況である。今後は遠隔制御が実現できるように改善を行う予定である。

参考文献

- [1] 大越隆夫, et al., Å 低速陽電子用リニアックの移設 Å Proceedings of the 26th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, Aug. 1-3, 2001
- [2] 栗原俊一, et al., Å 専用リニアックからのビームを用いた陽電子利用実験 Å Proceedings of the 26th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, Aug. 1-3, 2001
- [3] T.Shidara, et al., Å The KEK-PF Slow-Positron Facility at a New Site Å Proceedings of the LINAC'98, Chicago, USA., August 23 - 28, 1998
- [4] 大沢哲, et al., Å 放射光入射器増強計画---KEKBに向けて--- Å KEK Report 95-18 March 1996, P.273