

Polarized Electron Source using AlGaAs-GaAs Superlattice

K.Itoga, Y.Kurihara^A, T.Omori^A, Y.Takeuchi^A, M.Yoshioka^A, H.Aoyagi^B,

T.Kosugo^B, S.Nakamura^B, T.Nakanishi^B, T.Tawada^B, M.Tsubata^B, H.Baba^C, M.Mizuta^C,

The Graduate Univ. for Advanced Studies, Oho 1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan

^A*KEK, National Lab. for High Energy Physics, Oho 1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan*

^B*Department of Physics, Nagoya Univ., Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464, Japan*

^C*Fundamental Research Lab., NEC Corp., 34 Miyukigaoka, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan*

Abstract

A polarized electron source system for JLC is being developed. It consists of four components, optical source, electron gun, polarization measurement system and beam transport line. We will report the design of electron beam optics and its performance

AlGaAs-GaAs 超格子を用いた偏極電子源

はじめに

前回までの発表では高偏極度を得るための photocathode の開発を中心に報告してきた¹⁾。AlGaAs-GaAs 超格子では厚さ及び不純物ドーピング密度をパラメーターにして偏極度と量子効率を測定している²⁾³⁾。今回の発表でJLC(Japan Linear Collider)に用いることを想定した電子源装置について報告する。今までの装置と違う点は電子銃の加速電圧が100kVであり測定系がアース電位になっていることである。そして電子のエネルギーが高くなることにより静電的な軌道制御から磁場による制御となったことである。

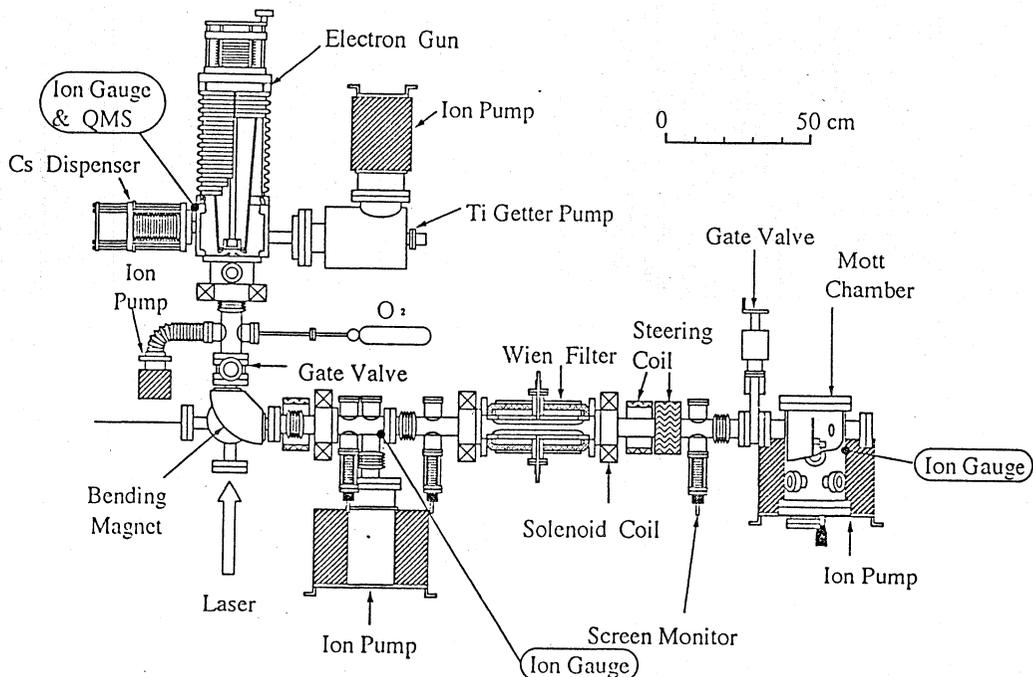


図1.装置の構成

装置の構成

装置は光源部、電子銃部、ビームトランスポートライン、偏極度測定部の4つの要素で構成されている(図1参照)。光源にはAr⁺励起型のTi:Sapphireレーザーを用いポッケルスセルで円偏光させる。レーザーは下から入射され、電子のスピンは光軸に沿った形で取り出される。電子はベンディングマグネットで90度曲られると同時に直交磁場でそのスピンの90度回転させられる。そのためウーンフィルターで電子の軌道を変えずに再度スピンを90度回転する。最後に電子を金のターゲットに当て、左右に散乱される非対称性を測定し偏極度を求める。

電子銃部

電子銃の計算結果を図2に示す。現時点ではレーザーはD.C.運転であり電流も空間電荷制限状態に達する程大きくないと考えている。カソード直径が5mmであるのはレーザーのスポットサイズである。そのためパービアンスも $0.037\mu\text{perv}$ と小さくなっている。将来のパルス化運転ではより大きなパービアンスが要求され、それに備えた電子銃も設計中である。電子銃部の断面図を図3に示す。カソードにはAlGaAs-GaAs超格子を用い仕事関数を下げるために、表面にセシウムと酸素の薄い層を付ける。この時カソードロッドは引き上げセシウムを蒸着する。電子を引き出す時にはカソードロッドを定位置まで引き下ろす。問題となるのはこの時のカソードとウエネルトの位置精度で、エミッタンスやパービアン스에影響を及ぼす4)。

またカソード周辺は高真空度が要求され、現在では $2.8 \times 10^{-10}\text{torr}$ まで到達している。

ビームトランスポート及び偏極度測定部

偏極度測定にはMott散乱を用いる。ターゲットは金の薄膜で200,400,600,800,1000Åの5種類の厚さのものを回転式のホルダーに取付け各ターゲットで散乱される電子の左右の非対称度から厚さ0の非対称度を外挿し偏極度を求める。またウーンフィルターは横方向に磁場縦方向に電場をかけ、端部は磁場形状に

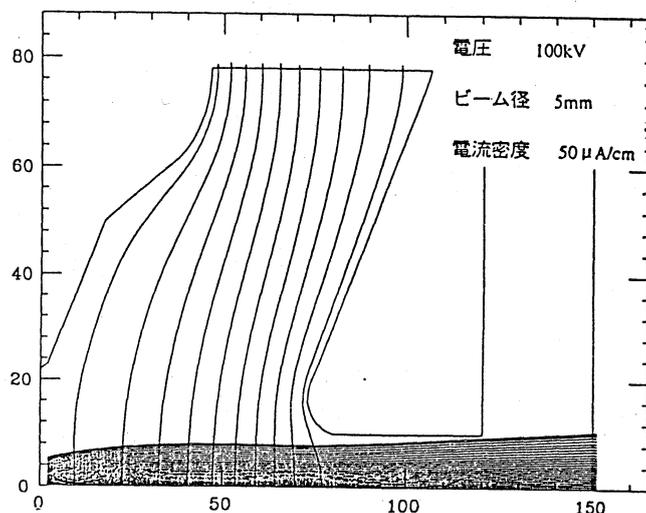


図2.電子銃の計算

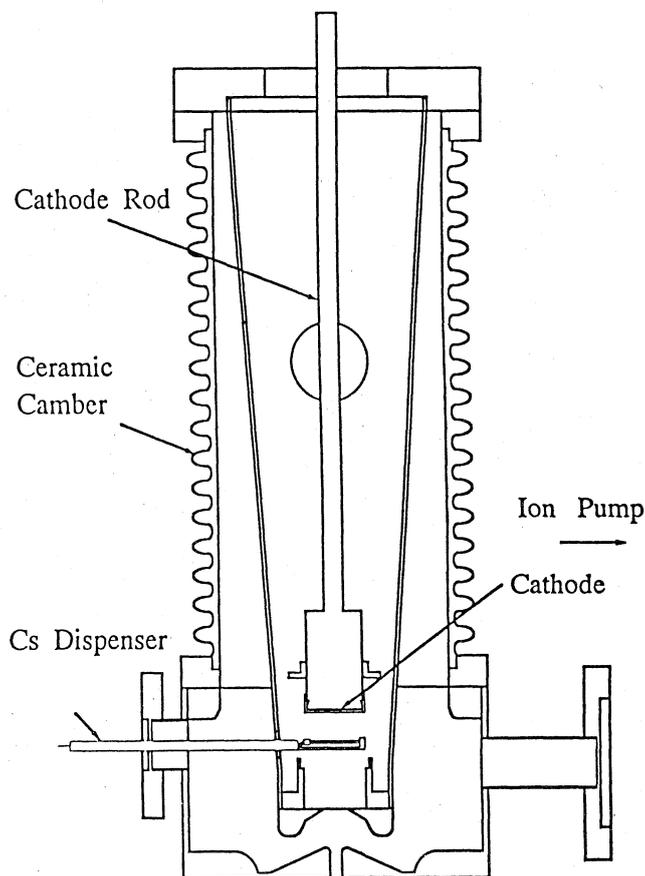


図3.電子銃部の断面

合わせるように電極形状を設計した。2次元計算による最適化した電磁場分布を図4に示す。端部で磁場のオーバーシュートのため僅かに電場とのずれが見られる位である。磁場分布に関しては測定が容易であり、実測値と計算値がほぼ一致していることが確認された。電子銃本体からMott camberの間にはソレノイドコイルを置き電子を収束させるようにしている。また軌道修正のためのステアリングコイルも取付けている。

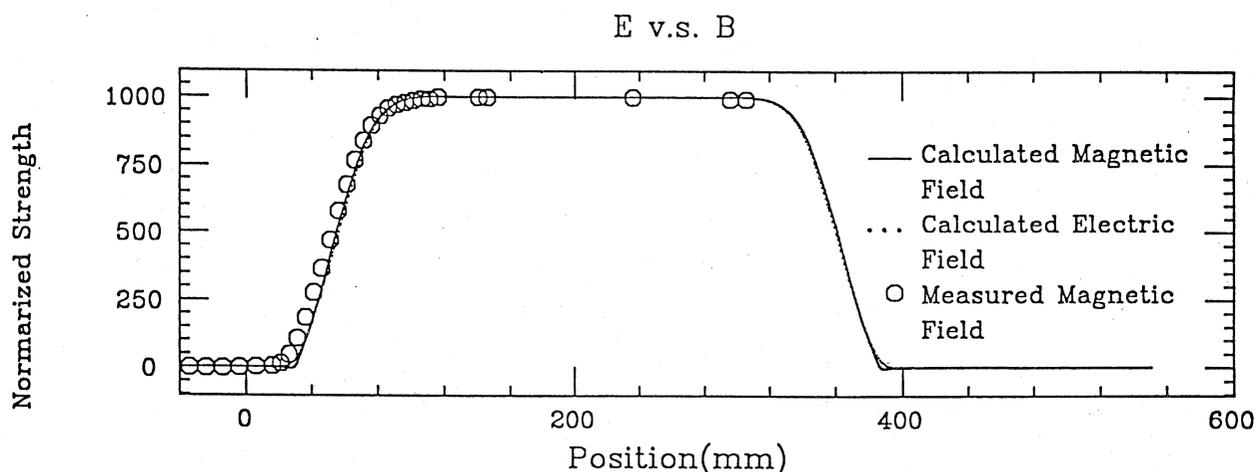


図4.ウイーンフィルターの電磁場計算

まとめ

加速器としての偏極電子源がほぼ完成した。カソードが可動式であることによる、電子ビームのエミッタンスの増大やトランスポートラインでのビーム軌道等について測定する予定である。

参考文献

- 1)K.Itoga et al.,Proceedings of the 16th Linear Accelerator Meeting in Japan, 236(1991)
- 2)T.Omori et al., "Large Enhancement of Polarization Observed by Extracted Electrons from the AlGaAs-GaAs Superlattice", Phys. Rev. Lett., Vol.67, No.23, 3294(1991)
- 2)T.Omori et al., "Development of Polarized Electron Source for Future Linear Colliders using AlGaAs-GaAs Superlattice", 15th International Conference on High Energy Accelerators (1992)
- 3)M.C.Lampel et al., "Sensitivity of Perveance to Cathode Placement in a Low Perveance Electron Gun", IEEE Trans. Nucl.Sci., Vol.NS-32, No.5, Oct(1985)