

BEAM CHARACTERISTICS OF THE ELECTRON GUN OF THE OSAKA UNIVERSITY 145-MeV LINAC

Shuichi OKUDA, Kunihiko TSUMORI, *Shouji SUEMINE, Juzo OHKUMA, Tomikazu SAWAI,
Norio KIMURA, Tamotsu YAMAMOTO, Toshihiko HORI, and Setsuo TAKAMUKU

Radiation Laboratory, The Institute of Scientific and Industrial Research,
Osaka University

* Unicon System Co. Ltd.

ABSTRACT

Beam characteristics of the electron gun of the Osaka university 145-MeV linac being constructed has been investigated. Electrons accelerated in the thermionic gridded gun system to energies from 40 to 100 keV have been focused with magnetic lenses and cross sectional profiles of the beams have been observed with a beam profile monitor. This monitor has also been used to measure the emittance of the beams. According to the present results, the contribution of the components of the gun system to the beam emittance is discussed.

阪大産研145MeVライナックの電子銃の特性

1. はじめに

阪大産研では現在、145MeV-Sバンド電子ライナックを建設中である。¹⁾この加速器を用いて、既存のLバンド電子ライナックを併用した多重照射実験、放射光実験、陽電子利用実験などが計画されている。これらの実験の多くは質の高い電子ビームを必要とする。ビームの質は電子銃システムの特性によるところが大きい。本研究では電子銃からのビームの断面形状とエミッタンスを直接モニターできる装置を製作した。加速器建設中の許された期間ではあるが、ビーム特性を調べた結果について報告する。

2. 電子銃システムおよびビームプロファイルモニター

電子銃システムを図1に示す。電子銃、グリッドパルサー、直流高圧電源および電磁レンズ、偏向コイル、ビームカレントモニターで構成されている。電

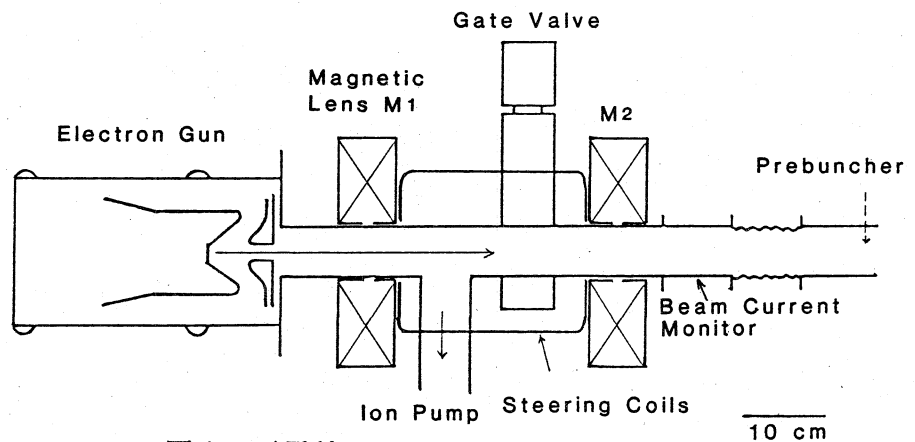


図1. 電子銃システム

子銃は、Stanfordのもの²⁾を参考にし、Ba含浸形カソードグリッドアセンブリーとしてY-796 (EIMAC社製)を用いた。グリッドに対するカソードの電位を+60Vに保ち、ビーム引出しのためにカソードに500nsecのパルス電圧を加えた。エミッタンス測定装置を図2に示す。ビームプロファイルモニターには炭素蒸着した0.1mmのセラミック板(デマルケスト)を

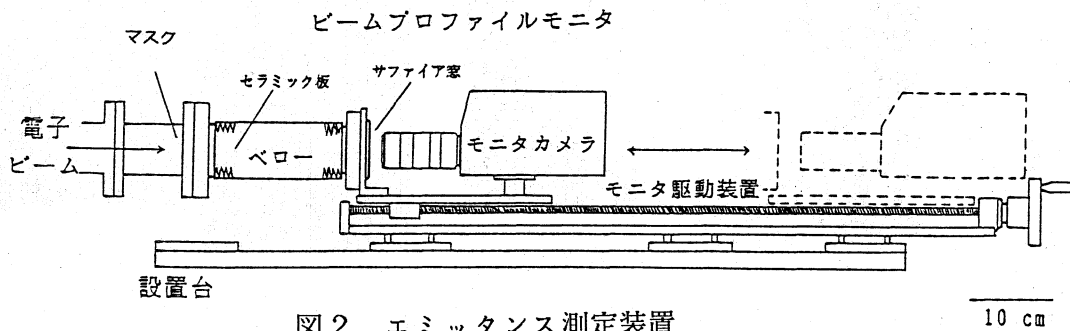


図2. エミッタンス測定装置

用い、ビームを入射した反対側から発光像を石英窓を通してカメラで観察する。このモニターはビーム軸方向に可動である。0.2mmのステンレス板に0.5mmφの穴を2mm間隔であけたものをマスクとして設置し、透過ビームの像よりエミッタンスを求めた。

3. 測定結果および考察

電子銃からの電子ビームの引出し特性を調べた結果を図3に示す。ビーム電流はカレントモニターで測定された。パービアンスの平均値は $0.15 \mu\text{PV}$ であったが、ヒーター電圧を上げることによって約2倍になると予想される。

エミッタンスはビームの集束特性を決める重要な指標である。電子銃システムからのビームのエミッタンス ε (normalized, $\pi\beta\gamma r r'$)の成分はカソードの温度によるもの ε_c 、グリッドの引出し特性によるもの ε_g 、銃の加速過程におけるもの ε_a 、加速後集束時の空間電荷によるもの ε_s 、レンズの収差によるもの ε_l が考えられる。このうち計算により $\varepsilon_c=4\pi \text{ mm.mrad}$, $\varepsilon_a=30\pi \text{ mm.mrad}$ が得られた。

電磁レンズによって弱く集束されたビームの断面プロファイルを図3に示す。この模様はグリッドの形状を反映したものであるが半径方向に像が歪んでおり、ビーム径が大きい時にレンズの収差が顕著に現れたことによるものと考えられる。このためレンズには比較的小さな径で入射することが望ましい。但しこれは空間電荷効果との競合で決まる。従って、M1, M2間には、両者の関係から得られる

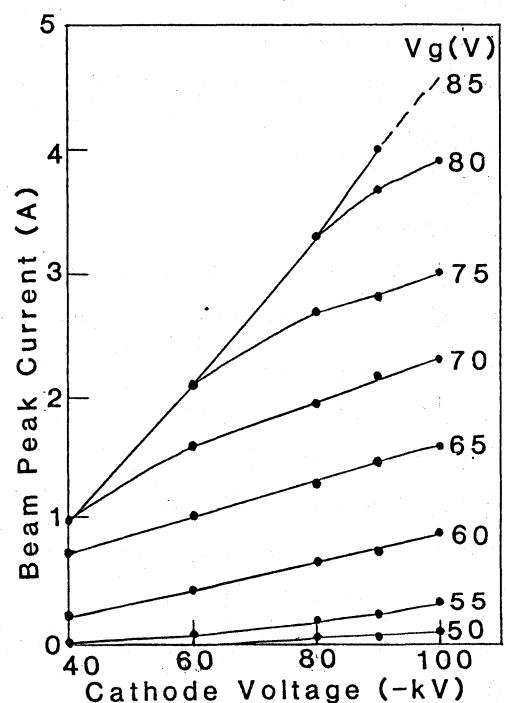


図3. 電子銃からのビーム引出し特性 (グリッド-カソードを60Vに保ち、逆電圧 V_g のパルスを加える)

集束の最適条件がある。

エミッタンスの測定のために得られたプロファイルの一例をを図4に示す。マスクの穴数が少ないため測定精度は悪く改善の余地がある。空間電荷効果について

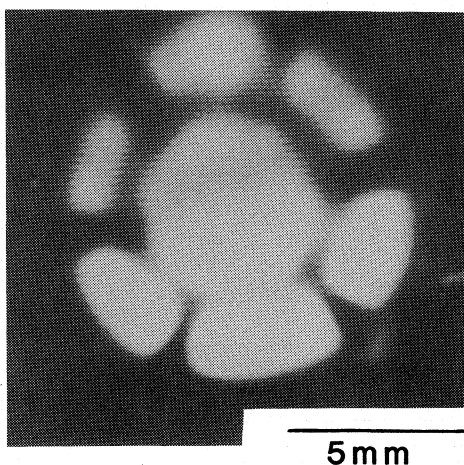


図4. ビームの断面プロファイル

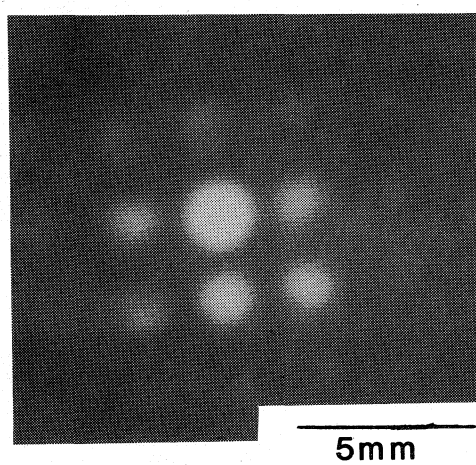


図5. ビームエミッタンス測定用マスク通過後のビームプロファイル

知るために ε とビームのピーク電流との関係を調べた結果を図5に示す。この場合レンズの焦点は、マスクより先にある。 ε とビーム径(0.1Aで約7mm ϕ)は、ビーム電流の増加と共に大きくなる。縦軸切片の値は電子銃に対する ε_a の計算値と一致する。現在、電子銃内部での電子の軌道についてより詳細な計算を行っている。

4. まとめ

本電子銃システムに対して得られたビームエミッタンスの最低値はFEL用に開発されたBoeing社のLinacのもの³⁾に比べて約2倍大きい。本研究の結果から、エミッタンス改善のポイントが電子銃の設計と、銃より放出されたビームの空間電荷効果に対する配慮にあることがわかった。今後、Linacを利用した実験のニーズに合わせて、本実験で得られた知見をもとに改良を加える予定である。

参考文献

- 1) K. Tsumori et al., 本研究会のProceedings.
- 2) R. Koontz et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-28 (1981) 2213.
- 3) J. L. Adamski et al., IEEE Trans Nucl. Sci. NS-32 (1985) 2994.

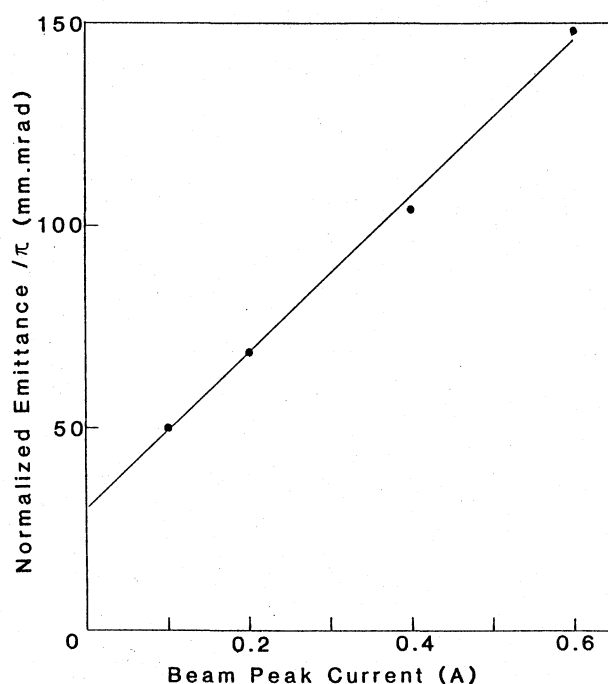


図6. ビームピーク電流とビームエミッタンスの関係 (ビームエネルギー100keV)