

**PRESENT STATUS OF SLOW POSITRON FACILITY BASED ON THE S-BAND ELECTRON LINAC IN ISIR, OSAKA UNIV.**

Y. HONDA, M. MAEKAWA, M. TASHIRO, T. YAMAGUCHI,  
N. KIMURA, T. KOZAWA, G. ISOYAMA and S. TAGAWA

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University  
8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567, Japan

Abstract

The slow positrons have been produced using electron linac and transported along magnetic field. To obtain intense positron beam, the big moderator is equipped. The reflection type remoderator is equipped in the magnetic transport system to get narrow energy spread beam. This remoderation system can be easily installed at an appropriate position. Using this system, about 40% of the incident positrons on the remoderator are reemitted and about two third of the reemitted positrons are thermalized ones. The energy spread of the thermalized part of positrons reemitted from the remoderator is about 4 eV.

阪大産研Sバンド電子ライナックを用いた低速陽電子源の現状

1.はじめに

阪大産研Sバンド電子ライナック(最大エネルギー:145MeV、ピーク電流:400mA、繰り返し:30pps)を用いて低速陽電子ビームの発生、輸送を行っている。本装置では高強度陽電子ビームを得るためにモデレーターを多段化し、電位勾配を与えてある。これまでの研究で、陽電子のモデレーターからの引き出し電圧は0.5~1kV、各段の電位差は25V以上が良いことが判っている。モデレーターから引き出した陽電子のビーム径を絞るために、磁力線を絞り込んでいるため、モデレーターからの引き出し電圧が高いと磁場と垂直

方向の運動エネルギー( $E_{\perp}$ )は必然的に大きくなり、上記の電位勾配とあわせ、輸送される陽電子ビームのエネルギーの拡がりが増大する。これまでの磁場からの引き出し、及び静電場での透過型輝度増強実験の結果から、 $E_{\perp}$ が大きいと多くの陽電子を磁場輸送系から引き出すときに失い、更に静電場で集束させる際にエミッタンスの悪化により、収差で多くの陽電子を失うことになった。このため、少なくとも磁場から陽電子を効率よく引き出すためには、 $E_{\perp}$ を磁場中での輸送過程で小さくする必要がある。このため磁場中にリモデレーターを設置し、陽電子ビームのエネルギースペク

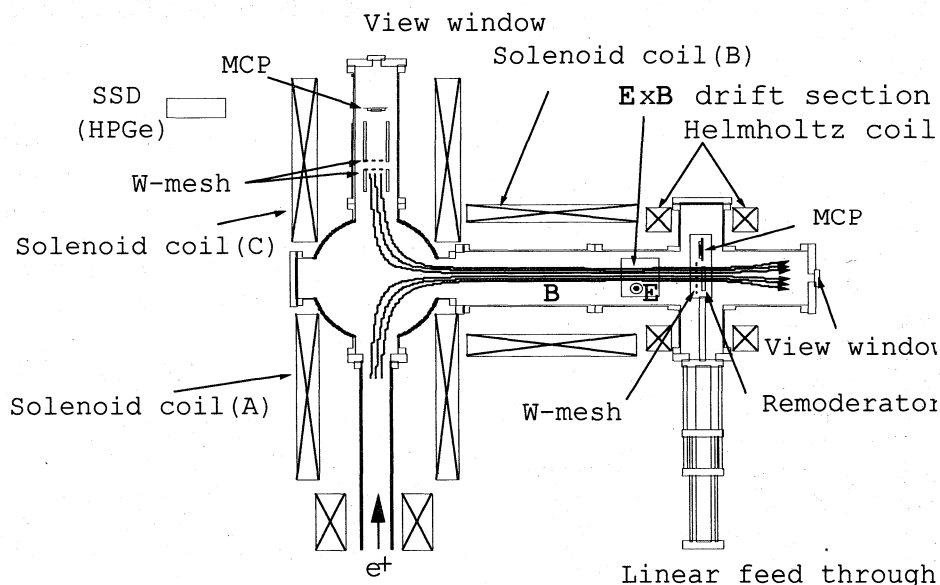


図1. 反射型リモデレーター部

トルの改善を試みた。リモデレーターには透過型と反射型があるが、反射型のリモデレーターは再放出効率が透過型に比べ高く、特に入射エネルギーが低い場合には入射陽電子に対し損失が少ないため、反射型リモデレーターを輸送磁場中に設置することにした。

## 2. 実験配置

リモデレーター部を図1に示す。磁場輸送系の途中でソレノイドコイル(C)の電流を反転させカスプ磁場を作り、ビームラインと垂直にソレノイドコイル(B)を設置することで磁力線をこのコイル内に導き、リモデレーターの直前に、 $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ ドリフト用電極を設置した。 $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ 部でのドリフト方向は入射陽電子、再放出陽電子、共に同じ方向であるため、再放出した陽電子は元のビームラインに戻ることなく下流側に進むことができる。この方式では既存の陽電子ビームラインを大きく変更することなく、反射型リモデレーターを設置することができ、装置としての複雑さも軽減できている。このような構造にすることで、陽電子ビーム位置は曲率ドリフトや磁場勾配ドリフトの影響を受けることになるが、これらはソレノイドコイル(A)出口付近とソレノイドコイル(C)入り口付近に補正コイルを設置することでビーム位置の補正を行った。数値計算による磁力線の形状から、リモデレーター部での陽電子像は縦長になり、この偏平率は場所により異なることが分かったため、リモデレーターにはリモデレーターで使用したタングステン箔(2 cm x 10cm x 25  $\mu$ m)と同じものを用いた。また、コイル電流を変えることで陽電子ビームの位置も変化するため、このリモデレーターと隣接してMCPを設置し、これらを直線導入機で駆動できるようにした。リモデレーターから下流側にあるソレノイドコイル内には陽電子ビームのエネルギー分布測定用の電極とMCPが設置しており、陽電子の像を確認するとともに、MCPからの消滅 $\gamma$ 線をSSDで計測し陽電子量を算出した。

## 3. 実験結果

リモデレーター上で観測された陽電子ビーム像を図2に示す。この図で左側の明るい部分が陽電子であり、右上の明るいスポットは電子である。ビームラインの途中にアパチャーを設置してできるだけ陽電子だけを通過するようにしているが、それでも多くの電子が下流側に輸送されてきている。陽電子ビーム像の形状は、磁力線の計算で予想されたように縦長の像となっている。ソレノイドコイル(C)内のMCPで観測された、リモデレーターから再放出された陽電子ビーム像を図3に示す。この図から陽電子ビーム像が左下から右上にかけて偏平になっているのがわかる。これは、陽電子が $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ ドリフト用電極内を通過するとき、ポテンシャルエネルギーの違いにより運動エネルギーが異なることになり、このため上下でドリフト量に差が生ずるためである。また像の上側には下側と比べ輝点が多く存在しているが、これ

を除くと上下方向のビームの拡がりは1.5cm程度であるが、この横方向の拡がりは3cm程度である。

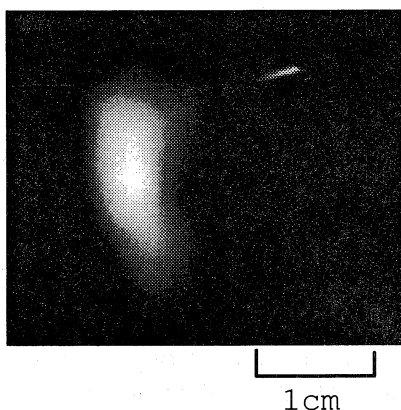


図2 リモデレーター部でのビーム像

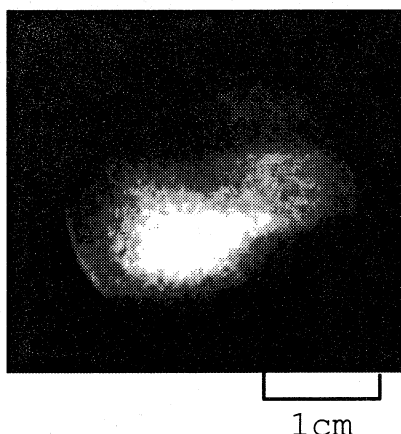


図3 再放出陽電子ビーム像

リモデレーターから再放出された陽電子ビームのエネルギースペクトルを図4に示す。縦軸は消滅 $\gamma$ 線の量であり、横軸は追い返し電圧である。リモデレーターへの入射陽電子のエネルギーは $845 \pm 220$  eVであり、リモデレーターへの印加電圧は30Vである。30Vより低い電圧ではほぼ一定の値であるのに対し30Vより高い電圧では、入射エネルギーに対応する電圧まで、徐々に $\gamma$ 線の量は減っていく。これは再放出陽電子には2種類あり、リモデレーター内で熱化された後放出されたものと、熱化されずに放出されたものが存在していることを示している。図3の像で上側に輝点が見えるが、これが磁場勾配ドリフトのために分離された、十分熱化されないで再放出された陽電子に対応しているものと考えられる。リモデレーター内で熱化された後再放出されたものの割合は、再放出された陽電子の約2/3であり、リモデレーターか

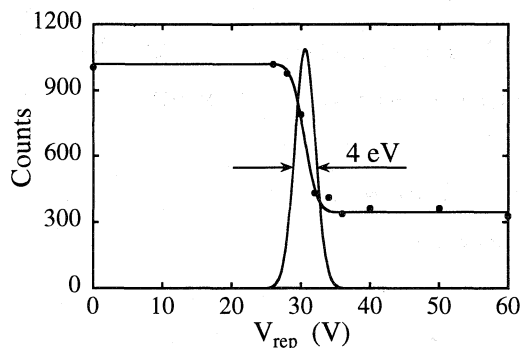


図4 再放出陽電子のエネルギースペクトル

ら再放出される陽電子量は、入射陽電子の約40%であることから、リモデレーター内で熱化された後再放出されたものの入射陽電子に対する割合は、約27%であることが判った。またこの熱化された後、再放出された陽電子のエネルギースペクトルの半値幅は約4eVであった。これはリモデレーターでの陽電子の引き出し電圧を30Vにした場合の値であり、リモデレーターからの磁力線が曲がっているためにこのような大きい値となっていると考えられる。

#### 4.まとめ

輸送される陽電子ビームのエネルギー拡がりを小さくする目的で、反射型リモデレーター

を磁場中に設置し、実験を行った結果、入射陽電子量に対し約40%が再放出され、このうちの2/3がリモデレーター内で熱化された後再放出された陽電子であることが判った。従って、リモデレーター内で熱化された後再放出された陽電子の入射陽電子に対する割合は約27%であった。リモデレーター内で熱化されずに再放出された陽電子と熱化された後再放出された陽電子とは、磁場勾配ドリフトにより分離されるため、ある程度弁別できると考えられる。本実験ではリモデレーターを別の真空容器で1800℃でアニールした後、セッティングしたため、この程度の再放出効率になっているものと考えられる。今後同一容器内でスパッタリング等でリモデレーター表面をきれいにするすることで、この効率は向上するものと考えられる。本装置を使いリモデレーターからの陽電子の引き出し電圧を30Vにした時の陽電子量は、引き出し電圧を1kVにした時の1/100以下となっているため、磁場中で再放出させる方法は有効な方法であることが判った。また、本方式はリモデレーターからの陽電子の引き出し電圧や、リモデレーター内の電位分布にあまり影響されず、リモデレーターでのパラメーターの最適化を独立に行うことができるため、より多くの低エネルギー陽電子ビームを得ることが可能であることがわかった。リモデレーターでの再放出陽電子の引き出しエネルギーを30Vにした時の、再放出陽電子のエネルギー拡がりは約4eVであった。この値はタングステン陽電子に対する仕事関数の約2倍の値となっており、このエネルギー拡がりは再放出陽電子が再び磁場中を輸送される際に生ずるものと考えられる。