

千葉大工^A, 物材機構^B, 産総研^C, 帝京科学大理工^D, 筑波大数物^E 藤浪真紀^A, 福住正文^A,
赤羽隆史^B, 大島永康^C, 大平俊行^C, 鈴木良一^C, 小林慶規^C, 堂山昌男^D, 上殿明良^E

緒言 KEKの低速陽電子ビームラインにおいてマイクロビームを形成し,その応用例として透過型陽電子顕微鏡を実現することが目標である。本発表では,その概略とマイクロビーム形成の予備実験結果を報告する。同施設では 35 kV で 3×10^7 e⁺/s, 半値幅 10 mm のパルス陽電子が 60 G の静磁場で輸送されている。その陽電子ビームをいったん 4.3 m の高さまで輸送し,上方から陽電子マイクロビーム形成部を通して高さ 2.1 m の電子顕微鏡に入射させる計画である。

マイクロビーム化実験 マイクロビーム形成には静磁場からの切離しと輝度増強といった技術課題を解決することが必要である。ここでは RI を用いた予備実験結果について報告する。

静磁場からの切離しには,逆方向に適当な大きさの磁場を発生させ,その後磁気レンズで集束する方法と,高透磁率材料で磁場を完全に遮蔽し,その後磁気レンズで集束する方法を比較検討した。前者では,逆磁場を発生させる引出しコイルの位置や磁場強度を最適化することにより,後者では最終のソレノイドコイルの磁場強度を最適化することにより,両者とも効率 80%以上,縮小率 1/10 で陽電子ビームを集束できることがわかった。

ところで陽電子は電子に比較して輝度が非常に小さく,集束による発散角の広がり(輝度保存)による強度低下はマイクロビーム化には致命傷となる。その解決には,陽電子がある物質に対して負の仕事関数をもつという特異な性質が利用される。固体中に入射した陽電子は熱化後その一部は表面に拡散し,仕事関数の絶対値のエネルギー(広がり熱エネルギー程度)で法線方向に再放出される。先述の方法によって一次集束された陽電子をある物質(減速材)に照射する。その後再放出された陽電子の径は不変であるが,集束による発散角の広がりキャンセルされ輝度が増強する。光学系が簡素化できるため透過型の減速材を使用することとした。単結晶薄膜 Ni(100)150 nm 厚を用いて,適切な熱処理および表面処理により 20%以上の効率を得ることに成功した。また,大気にいったん暴露しても表面処理を施すことで効率は復活することもわかった。

以上の予備実験の結果に基づいて設計したマイクロビーム形成ラインを KEK の低速陽電子ビームラインに接続することになる。その概略図を図 1 に示す。Ni から再放出された陽電子は静電レンズと集束レンズで 1/10 程度に縮小され,試料を透過した陽電子を結像する電子顕微鏡に入射される。平成 19 年度はそれらをすべて結合し,透過陽電子像の取得に取り組む。

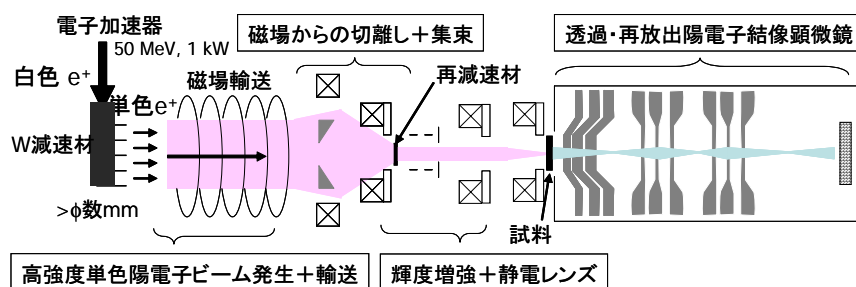


図1 透過型陽電子顕微鏡の概略図