

中性子デバイスの開発および性能評価

R&D of Neutron Devices

猪野 隆¹⁾、宇野 彰二¹⁾、関本 美知子¹⁾、村上 武¹⁾、武藤 豪¹⁾、
中野 英一²⁾、中川 真介²⁾、奥 隆之³⁾、篠原 武尚³⁾、鈴木 淳市³⁾、目時 直人³⁾

Takashi Ino, Shoji Uno, Michiko Sekimoto, Takeshi Murakami, Suguru Muto,
Eiichi Nakano, Shinsuke Nakagawa, Takayuki Oku, Takenao Shinohara, Jun-ichi Suzuki, Naoto Metoki

¹⁾高工研 ²⁾大阪市大 ³⁾原子力機構

GEM を用いた中性子 2 次元検出器の性能試験及び中性子偏極兼輸送用四重極磁気レンズの性能試験を行った。

キーワード : 中性子光学、磁気レンズ、GEM

1. 目的 新たに製作したGEMを用いた中性子 2 次元検出器の性能試験を行う。GEM (Gas Electron Multiplier) とは、厚さ 50~100 μm 程度のポリイミドの両面に 5 μm 程度の銅膜を付着させ、75 μm 程度の穴を 140 μm 程度の間隔で全面にわたり貫通させたシート状で、ポリイミド両面の銅箔に高電圧をかけ穴付近に生じる大きな電場勾配で起こる電子雪崩増幅を利用した放射線検出器である。中性子用のGEMは、このシートにボロンを蒸着させ、それを中性子コンバータとしている。今回、位置分解能と中性子の検出効率を上げたGEMを新たに製作したので、それを用いた 2 次元検出器の性能試験が目的である。これに加え、大型四重極磁気レンズの特性試験を行う。これは、長さ 1 m、開口径 28 mm の永久磁石を用いた四重極磁気回路で、130 T/m の磁場勾配を発生する。四重極磁気レンズの中心軸付近では磁束密度が小さくなり、かつ磁場の方向が変化するため、そこを通過する中性子のスピンの磁場の変化に対して追従しなくなる可能性があるため、その影響を測定することが実験の目的である。

2. 方法 新たに製作したGEMを用いた中性子 2 次元検出器の試作器をMUSASIビームラインにセットして、直接中性子ビームを入射して、基本性能を調べた。その後、結晶サンプルを置き、試作器を回転させながら、散乱試験を行った。データは、検出器背後にコンパクトにセットされた電子回路からイーサネットケーブル 1 本でPCに転送した。今回のテストでは、GEMそのものの性能評価に加え、新しく製作したコンパクトなフロントエンド・エレクトロニクスによる性能評価も行った。一方、大型四重極磁気レンズの性能評価では、JRR3-NOPにおいて、四重極磁気レンズの中心軸に偏極中性子を入射し、その特性評価を行った。中性子ビームの入射位置や入射角度を変えることにより、四重極磁気レンズを通過した後の中性子イメージの変化から磁気レンズの特性を測定するとともに、磁気レンズのアライメント方法についても検討を行った。

3. 研究成果

GEM 検出器の性能評価試験では、熱中性子 (2.24 \AA) の検出効率及び位置分解能を測定した結果、今回の試作器では検出効率が 30% で、位置分解能 1 mm (FWHM) を達成した。また、コンパクトな新しいフロントエンド・エレクトロニクスによるデータ収集にも成功した。

一方、大型四重極磁気レンズの性能評価実験では、磁気レンズの中心に入射された中性子のスピンは磁場の変化に追従し、磁気レンズ内でスピン反転は生じていない事が確認された。

4. 結論・考察 GEM検出器の開発に於いて、J-PARCに使える最終形態の検出器システムが完成した。さらに、検出効率の向上、GEMの絶縁体での散乱の低減等を行う必要があることが分かった。大型四重極磁気レンズの性能評価実験では、磁気レンズの中心、すなわち磁束密度が小さくなる場所でも中性子のスピンは保たれ偏極の崩れないことが確認された。また、磁気レンズの位置や向きの調整の方法や精度に於ける知見が得られた。

5. 引用(参照)文献等 該当無し