

課題名 (タイトル) :

Ansys による GEM 電場シミュレーション

利用者氏名 : ○青木 和也, 川間 大介

所属 : 和光研究所 仁科加速器研究センター 素粒子物性研究部門 延與放射線研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

我々が準備を進めている J-PARC E16 実験では、1GeV/c 程度の運動量において電子・陽電子を π 中間子から弁別する必要があり、そのために新型チェレンコフ検出器である Hadron Blind Detector(HBD)を用いる。HBD は CF₄ ガスを輻射体としたチェレンコフ光による光電子を Gas Electron Multiplier (GEM) で増幅するものである。開発に際しては GEM の電場計算とガス中での電子の運動をシミュレーションすることが、HBD 性能の理解、及び性能向上に大変有用である。本課題においては特に GEM 電場中での電子の輸送効率計算を目的としている。

2. 具体的な利用内容、計算方法

まず本課題における最重要項目である GEM の 3次元電場計算を RICC 上の ANSYS を用いて行った。この電場をガス中での電子の運動をシミュレートするソフトである Garfield 上で用いて電子の輸送効率を計算した。

3. 結果

はじめに ANSYS 上で図のようなモデルを作成した。HBD 中では初段の GEM の上側に蒸着した CsI 光電面で発生した光電子を GEM 穴に輸送・増幅した後さらに 2 段の GEM で電子を増幅するが、今回は初段の GEM における電子の輸送効率のみに注目した。これは光電子が 1 段目さえ通過してしまえば十分に増幅 (増幅率 30 倍程度) されるので、2 段目以降は電子のロスはないという仮定による。また、図中の矢印は電場の向きを表している。このモデルで計算した 3次元電場を Garfield に適用して実際に輸送効率を計算した。

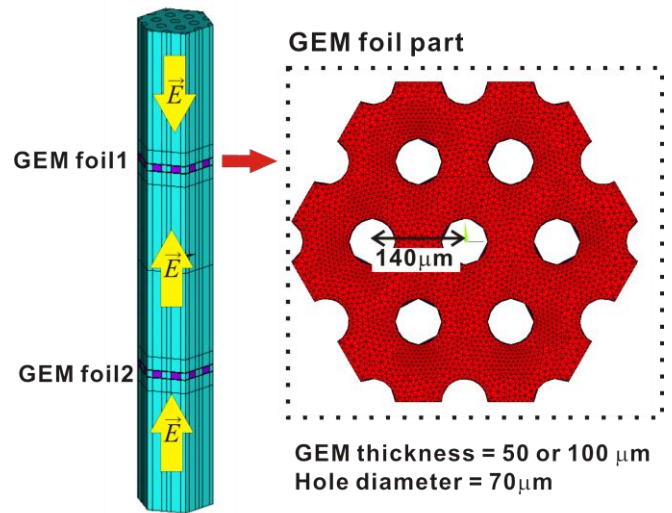


図 : ANSYS で作成した 3次元 GEM モデル

光電子が増幅されない原因は主に 1) 電子とガスの弾性散乱が原因で穴まで輸送されない、2) 電子の CF₄ ガスへの吸着の 2つである。今回の計算では 1) の確率はほぼ 0%であり、2) の確率はおよそ 38.5%であった。したがって電子の輸送効率は 61.5%であるが実測値は 50%程度の値を示している。この原因は Garfield で光電子の初期エネルギーを設定できなかったため、弾性散乱の断面積を正しく評価できておらず、1) の確率が正しく計算できていないことが考えられている。初期エネルギーを設定できる後継ソフト、Garfield++を導入することで解決できると考えられる。

4. まとめ

ANSYS による電場計算と Garfield による電子の輸送計算を行った。現在のモデルでは光電子の輸送効率は 61.5%程度であり、その原因は主に CF₄ ガスへの吸着であることが判明した。

5. 今後の計画・展望

Garfield の後継ソフトである Garfield++を利用して、最新の断面積の値を用いて電子の輸送効率を

平成 24 年度 RICC 利用報告書

計算し、実データとの比較を行う。また電子の増幅率や細かい GEM の形状に対応した計算を行うことで、GEM の最適形状を決定する。