

課題名 (タイトル) :

GEM の電場形成シミュレーション

利用者氏名 : 吉川 瑛文

理研での所属研究室名 :

和光研究所 仁科加速器研究センター RIBF 研究部門 玉川高エネルギー宇宙物理研究室

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

玉川高エネルギー宇宙物理研究室では、天体からの X 線偏光観測を目指し、X 線偏光計の開発を進めている。この X 線の偏光観測を実現させるために、マイクロパターンガス検出器(MPGD)の一種である Gas Electron Multiplier (GEM) を応用して開発を進めている。GEM は銅電極を利用した平行平板コンデンサに無数の穴を開けたような構造をしており、ガス中で両電極間に電圧をかけることで、穴の中に電子雪崩を発生させて電子増幅させる。電子増幅過程は穴の中に形成させる電場によって変化するため、GEM の構造によって電子増幅の様子が変化する。この GEM の電場の形成の様子をシミュレーションするとともに、実験事実と比較することで、電子増幅過程をより詳細に調査することが非常に重要である。

GEM は両電極間に発生する放電によって導通破壊される問題がある。この放電の対策として、高抵抗素材を電極に利用することで、放電した際の流れる電流を制限し導通を防ぐことを考えた。高抵抗な電極として、導電性プラスチックを利用して GEM の新規開発をおこなったが、製作した GEM の穴への電荷集積効率が悪いことが、実験事実から示された。この問題を電極の構造にあると考え、穴の周りの等電位ポテンシャルをシミュレーションして調査した。

2. 具体的な利用内容、計算方法

RICC 内にあるシミュレータ ANSYS を利用して、GEM の電極の厚みによって、GEM の穴の周りにできる等電位ポテンシャル面をシミュレーションした。

GEM の穴の電場構造を調査するために、絶縁体の厚みが 100 μm の無限に広がる平行平板コンデンサに、直径 70 μm の穴を 140 μm ピッチで開け

たような構造を考えた。この平行平板コンデンサの電極の厚みを、普通の GEM の電極の厚みである 9 μm である場合と、製作した導電性プラスチックを電極に応用した GEM の電極の厚みである 25 μm の場合とをシミュレーションした。2つのシミュレーション結果を比較することで、電極の厚みによる、GEM 穴への電荷収集効率の違いを調査した。

3. 結果

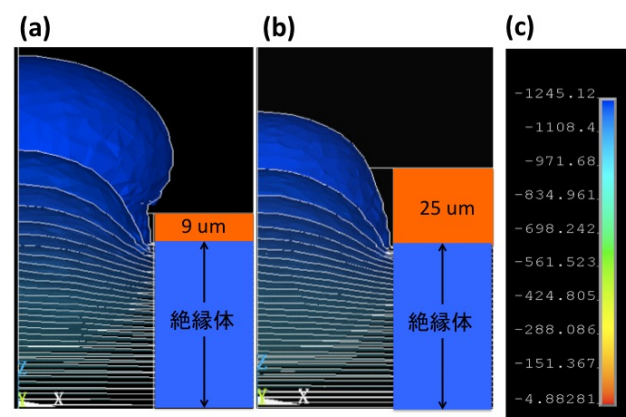


図 1. GEM の穴周りの等電位ポテンシャル面のシミュレーション結果。(a) 電極の厚みが 9 μm の場合。(b) 電極の厚みが 25 μm の場合。(c) 等電位ポテンシャル面の各色の電位。GEM の両電極間の電圧は 600 V に設定し、電荷が穴に入る領域の電場を 0.5 kV/cm に設定した。

図 1 から、電極の厚みが 9 μm の場合では、等電位ポテンシャル面が穴の外側にまで飛び出し、穴の外で広がっている様子が見て分かる。一方 25 μm の場合では、等電位ポテンシャル面は外側に出ているものの、9 μm の場合と比較すると膨らんでいないことが分かる。以上の結果を東京理科大学理学研究科物理学専攻の 2011 年度修士論文の一部に取り込んだ。

4. まとめ

電極の厚みが 25 μm の GEM の場合では、穴の周りの等電位ポテンシャル面の様子から、穴への電荷収集効率が 9 μm と比較すると低いことが、予

想できることが分かった。

5. 今後の計画・展望

今回のシミュレーション結果から、導電性プラスチックを電極に応用して製作した GEM の電極の厚みを薄くすることが、1つの改良案になると、考えている。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況（どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか）や、継続して利用する際に行う具体的な内容

電極の厚みによる等電位ポテンシャル面の違いについて調査した。導電性プラスチックを電極に応用した GEM と普通の GEM は、穴の構造に違いがある。この穴の構造の違いによって、等電位ポテンシャル面がどのように変化するかを調査する。以上の結果を学会等で発表する予定である。

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【その他】

東京理科大学 理学研究科物理学専攻 2011 年度修士論文

学籍番号 1210634 氏名 吉川 瑛文

導電性プラスチックを電極に応用したガス電子増幅フォイルの製作と性能調査