

GEM(Gas Electron Multiplier)を用いた高エネルギー帯の X 線検出

○小川大樹、金子健太、川島成輝、幸村孝由（工学院大学）、本田彰浩（東京大学）

1. 概要

GEM(Gas Electron Multiplier)とは、'97年に欧州原子核研究機構 CERN の F.サウリにより重力を媒介するヒッグス粒子の検出を目的に開発された検出機器である。GEM の検出原理は、ガスを充填したチャンバー内に入射した電磁波や素粒子などがガス分子を電離し、発生した電子を GEM により検出可能な大きさまで増幅する。我々は、数 10keV 以上の高エネルギー帯域の X 線を検出する GEM をもちいた実験を行っていく予定である。GEM を用いた実験を始めるにあたり、プリアンプなどの周辺回路を自主制作している。これまでの研究では GEM によって 0~60 倍程度増幅されることを確認した。本発表では実験システムと研究の現状について詳細を報告する。

2. GEM

GEM はガスを使用し、電磁波や素粒子を検出する MPGD (Micro Pattern Gas Detector) の 1 種である。我々が使用している GEM の構造は、厚さ 100 μm のポリイミドシートの両面に厚さ 8 μm の銅薄膜を貼り付けたもので、大きさ 10cm \times 10cm である。この GEM の表面には 140 μm の間隔で直径 70 μm の穴があいている。(Fig1.)

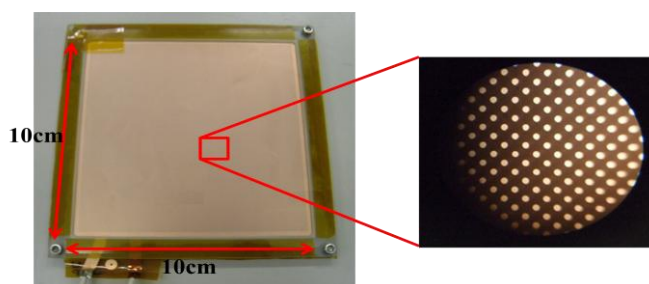


Fig1.GEM

3. 検出原理

ガスを充填させたチャンバー内に入射した電磁波や素粒子などが、チャンバー内に充填したガス分子と衝突することでガス分子を電離する。このとき発生した電子は電圧をかけた天板 (Drift cathode) と読み出しパッド(Read out PCB)の間に発生する電場に沿って移動する。また、両面に高電圧をかけた GEM 表面の微細穴にできた電場により加速され、さらにガス分子と衝突しガス分子を電離する。この現象が連続して起こることにより電子は増幅される。このことを電子雪崩と言い、これにより電子を検出可能な大きさまで増幅し、

信号として読み出す。(Fig2.)

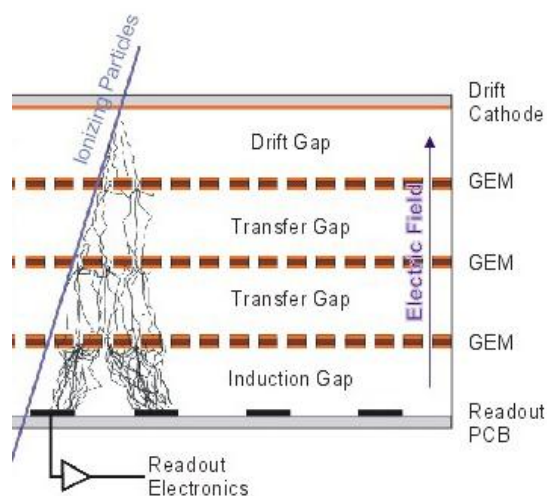


Fig2.チャンバー内の天板、GEM、読み出しパッドの相関図と侵入した電磁波の増幅の様子

4. 検出実験

上記 GEM を使用して⁵⁵Fe線源から発生する特性 X 線を検出する実験を行った。実験装置、実験条件は以下のとおり。(Fig.3)

- GEM 10cm×10cm 2枚
- ガス P10 ガス (Ar:CH₄ = 9:1)
- 読み出しパッド 4×4 (ch)
- Vgem ~500V

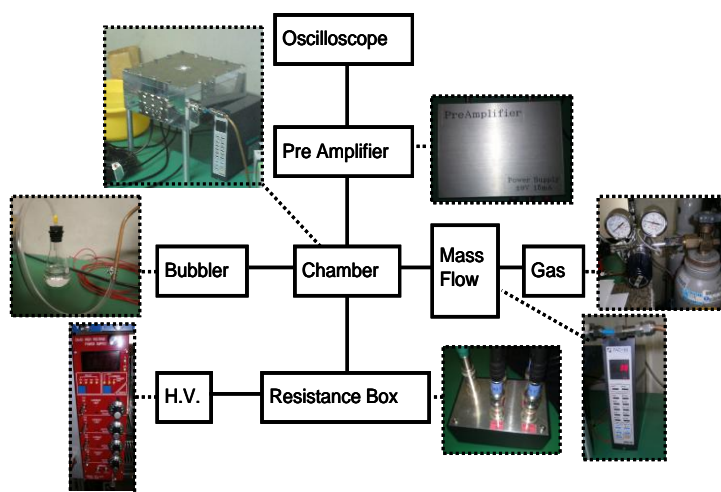


Fig3.装置全体像

5. 実験結果

実験の結果、GEM にかける電圧 (V_{gem}) と GEM の電子増幅率は本実験条件下では以下のような関係にあることが分かった。(Table1.) また、 V_{gem} : 380V 時点で得られた信号を以下に示す。(Fig4.)

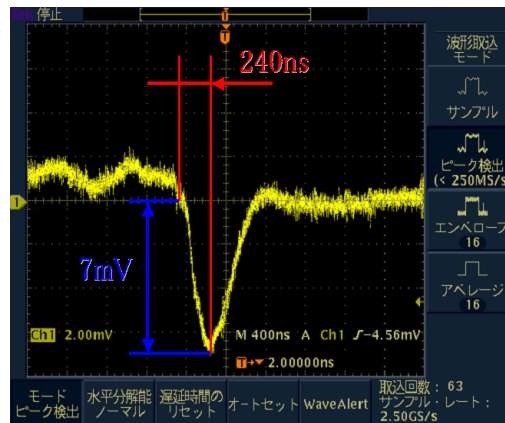


Fig4. オシロスコープで確認した信号の様子

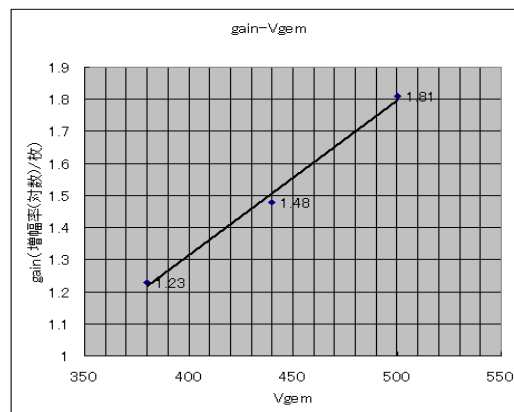


Table1. (V_{gem}) と GEM の電子増幅率の関係

6. 現在の実験状況

今回の実験で使用したプリアンプの動作がしばしば不安定になり、安定した働きを得られなかったため、プリアンプの製作を行いました。読み出しパッドから送られてくる信号を疑似的に作りプリアンプの動作確認テストを行った。以下に製作したプリアンプの回路図と写真を載せる。(Fig5.)(Fig6.)

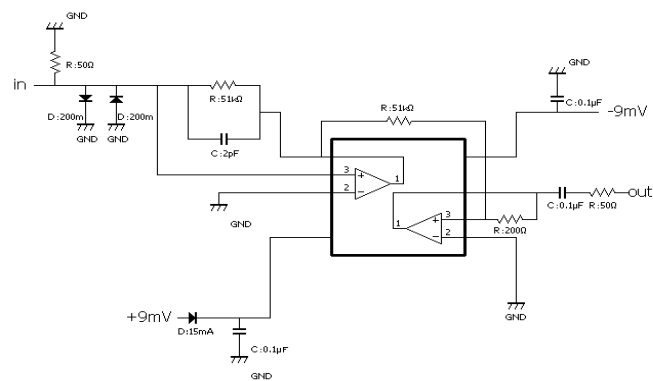


Fig5.プリアンプ回路図

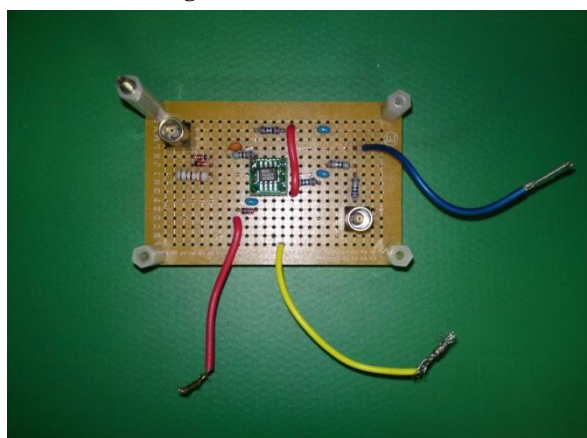


Fig6.製作したプリアンプ

7. 今後の予定

上記プリアンプの動作確認が取れたので、実験で使用し、同様の動作が得られるか確認する。その後、現在行ってきた ^{55}Fe からの特性 X 線 5.9keV 以上の高エネルギー帯 X 線検出に実験を移行していく予定である。