

高い信頼性を有するガス電子増幅器の開発とその特性評価

○小宮 一毅^{*1)}、藤原 康平^{*1)}、小林 丈士^{*1)}

1. はじめに

ガス電子増幅器 (Gas Electron Multiplier : GEM) は、Micro Pattern Gas Detector (MPGD) の一種であり、X線や荷電粒子を2次元読み出しで補足するための検出器である (図1)。そのことから、素粒子・原子核実験だけでなく、放射線医療分野や非破壊検査などへの応用が期待されている。現在、GEMの研究開発が世界中でなされているが、使用中の増幅率低下や、GEMフォイルと呼ばれる電極シートが異常放電により電極間で短絡する問題があり、信頼性の向上が急務となっている。本研究では、GEMの信頼性向上ため、GEMフォイルに用いられる基材の選定と貫通孔の形成方法について検討した。

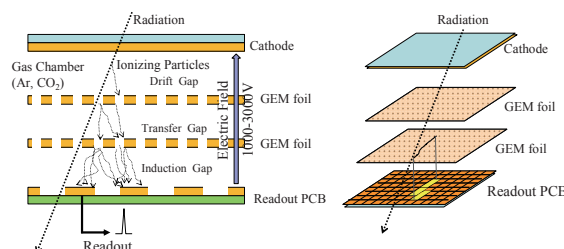


図1. ガス電子増幅器 外観図

2. 実験方法

市販のGEMフォイルに用いられている基材は、ポリイミド (PI) もしくは液晶ポリマ (LCP) である。この理由は、フレキシブル基板用の材料として銅箔が表裏に熱圧着された状態で入手が容易なためであり、GEMフォイルとしてどのような基材が最適か、十分な検討がなされていない。本研究では、基材の選定にあたり、耐アーク性に着目しポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を基材として選定した。これに、マグネトロンスパッタ成膜装置 (SX-200、(株)アルバック製) を用い、基材に熱影響が生じない条件で銅1 μm を両面に成膜した。その後、フェムト秒レーザ (中心波長780nm、平均出力800mW、発振周波数1kHz) を用い200 μm ピッチ、孔径80 μm で千鳥配列の貫通孔電極を試作した。

3. 結果・考察

LCP製GEMは、数十回程度の放電が起こると電極間で短絡してしまうが、試作をしたGEMは10,000回以上の放電でも短絡を起こすことはなかった (図2)。測定中延べ40,000回に及ぶ放電を起こしているが、外観上の変化はほとんど見られなかった。また、PI、LCP製GEMでは放電した部分に放電痕が残るが、PTFE製GEMでは放電痕が観察できなかった。これは、PTFEフィルムでは、アーク放電時に炭化導電路が成形されないためであると考えられる。

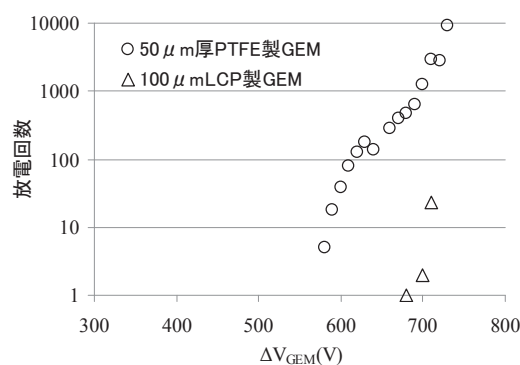


図2. 放電回数と電極間電圧 ΔV_{GEM}

4. まとめ

GEMの信頼性向上のため、絶縁層にPTFEを用いたGEMフォイルの作製プロセスの検討とその特性評価を行った。電極作製実験では、マグネトロンスパッタ装置による銅の最適な成膜条件を明らかにするとともに、GEMフォイルに使用可能な電極部を得た。貫通孔形成実験では、両面成膜したPTFE基材に対してフェムト秒レーザによる加工を行い絶縁層にPTFEを用いたGEMフォイルを得た。また、その評価を行い耐放電特性と増幅率に優れていることを明らかにした。

*1)電子半導体技術グループ