

# ガス電子増幅器用電極の開発

○若林 正毅\*<sup>1)</sup>、小宮 一毅\*<sup>1)</sup>、藤原 康平\*<sup>1)</sup>、小林 丈士\*<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

ガス電子増幅器 (Gas Electron Multiplier: GEM) は、荷電粒子を捕らえるためのセンサの一種であり、X線などの検出が可能である。GEMは、従来のシンチレータや半導体検出器と比較して、大面積化や低コスト化が容易で、高位置分解能という優れた特徴を有しており、放射線医療や非破壊検査などへの応用が期待されている。しかし、GEMフォイルと呼ばれる電極部の故障率が高いことや、増幅率の低下、異常放電が報告されており、これらの解決が技術課題となっている。本研究では、GEMフォイルの信頼性を向上させるため、新しいガス電子増幅器用電極の作製方法について、材料選定と加工の両面から検討した。

## 2. 基材の選定

従来のGEMフォイルの絶縁部分には、フレキシブル基板用のポリイミド (PI) や液晶ポリマ (LCP) が用いられている。これらは、絶縁破壊電圧が22kV/mm以上と高い点や、両面に銅箔が貼られた状態で入手が可能という点で優れている。一方、両面の銅電極間において異常放電が生じた場合には、炭化が生じやすく、絶縁破壊に至る可能性があると考えられる。そこで、PIやLCPよりも耐アーク性が1.6倍以上高いPTFEでGEMフォイルを作製することにした。実験では、厚さ50 $\mu$ mのPTFEを用いた。

## 3. 電極フォイルの作製実験

### (1) 導電膜の成膜

PTFEは密着性が悪く、予め銅箔が貼られた市販品が存在しない。そこで、導電膜をマグネトロンスパッタ装置 (アルバック社製、SX-200) によって成膜することにした。主な成膜条件は、DC出力1kW、T/S距離 (ターゲットと試料の距離) 120mm、基板回転数10rpm、プロセス圧力0.67 Pa、成膜時間30s、120s、300s、660sである。120s以上の成膜実験では、熱影響でPTFEにソリが生じてしまった。成膜時間30sのとき、ソリが生じることなく成膜可能で、このとき成膜した銅の膜厚は約40nmであった。

### (2) 密着性の評価

テープ剥離試験 (JIS K 5400、付着性-基盤目試験) を行い、成膜した銅の密着性を評価した。この結果、銅の剥離は見られず、高い密着性を有することが確認できた。

### (3) 貫通孔加工実験

PIやLCP製の市販GEMフォイルは、ケミカルエッチングとCO<sub>2</sub>レーザを組み合わせた方法などで貫通孔が形成されている。しかし、PTFEは耐薬性が高くケミカルエッチングが難しいため、フェムト秒レーザを用いて貫通孔加工を行うことにした。

加工結果を図1に示す。表裏に銅を約40nm成膜したPTFEに対して、フェムト秒レーザを0.1 mm/sで $\phi$ 50 $\mu$ mの円形に走査したところ、貫通孔が形成可能であった。

## 4. まとめ

PTFEへの銅の成膜と貫通孔加工方法について検討した結果、従来品より耐アーク性が高いPTFE製GEMフォイルが実現できる可能性を見出した。今後は、評価用ガスチェンバと、40mm角GEMフォイルを作製し、放射線検出器としての動作確認を行う予定である。

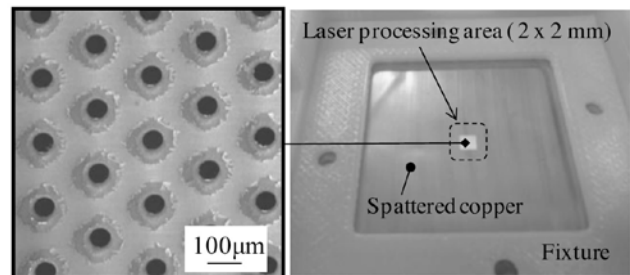


図1. 試作したGEMフォイルのSEM像と外観

\*1) 電子半導体技術グループ