

審査の結果の要旨

氏名 三津谷 有貴

本論文は、広い領域にわたって入射する放射線の位置分布を高精度かつ低コストに実現する二次元位置敏感型放射線検出器の実現を目指したものである。気体放射線検出器は原子力の基盤技術であるが、本研究では、微細加工技術を用いて電極を形成させるマイクロパターンガス検出器の開発現状を整理し、高いガス増幅度と封じ切り動作を実現することが求められている点に着目し、感光性ガラス基板 PEG3 を用いて、フォトリソグラフィにより、有感領域全体にわたり、数百 μm ピッチで多数の穴を形成した Glass GEM (Gas Electron Multiplier) を開発した結果を示している。申請者の博士論文は、全部で九章からなる。第一章は序論であり、研究の背景と本研究の目的について述べている。第二章は気体放射線検出器の全般に関して概観した後、微細加工技術を応用した気体検出器について紹介し、GEM の構造と諸特性を示している。第三章は、感光性ガラス基板を用いた GEM である、Glass GEM の設計と試作について述べている。電場計算をもとに Glass GEM の設計を行い、高電圧を印加した際に穴の内部に生じる高い電場により、十分大きな電子雪崩増幅が生じることを計算により示している。また、試作した Glass GEM の穴の構造について評価を行い、均質な構造が有感領域にわたり得られたと述べている。第四章は、PEG3 を用いて製作した Glass GEM を実際に計数ガス中で動作させ、大きな電子雪崩が生じることを実証している。これにより得られたガス増幅度は、 10^4 を超える高い値であり、単一電子の計測をも実現しうる性能であることを示している。また、X 線を用いて計測した波高分布も良好なものが得られ、フォトリソグラフィ技術により検出器の有感領域全体にわたり、高い均一性が得られるとともに放射光光源などを用いて計数率特性にも優れた素子であることを示している。

第五章は PEG3 を結晶化させた PEG3C を用いた検出器の特性を詳細に評価しており、長時間動作における検出器特性の変化について 20% 程度の増幅度低下に収まることを示し、実用上十分な値を得ている。第六章では、画像測定結果について示しており、実際に小動物を用いた X 線透過画像の計測結果においては、 $100\ \mu\text{m}$ 程度の高い位置分解能による高精細な画像が得られることを示している。また、第七章においては、PEG3 を用いた大面積化にも取り組み、280mm

×280mm の大面積の検出器の動作に成功しており、5.9keV の X 線を用いた波高分布を観測して 7000 以上のガス増幅度を実測したほか、均一性を評価して±10%の範囲に収まっていることを示した。第八章では、粒子線計測や中性子計測への応用について述べている。第九章は結論であり、ガラス基板を用いて、高い性能をもつ新規放射線検出器を実現したことをまとめている。

以上のように本研究は、放射線計測分野に大きなインパクトを与えるものである。

審査においては、穴の形状と増幅度、エネルギー分解能の要因、一様性の要因、空間分解能の制限要因、粒子線測定における有用性、等に関する試問を通して、論文の新規性・有用性・学術的価値・達成度に関する確認がなされた。

以上のように、本研究は新規二次元位置敏感型放射線検出器の開発に取り組み、新たな気体放射線検出器の設計試作からはじめて、その有用性を示したものであり、原子力工学の発展に寄与するところが小さくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。