

審査の結果の要旨

氏名 二河久子

本論文は8章から構成される。

第1章は序論であり、ガス比例計数管の特性を述べた後、多線式比例計数管(MWPC)の問題点の指摘とこれを置き換える性能を有するマイクロストリップガス比例計数管(MSGC)に代表されるマイクロパターンガス検出器(MPGD)の現状を紹介している。その後、東京大学において開発されたマルチグリッド型MSGC(M-MSGC)の特徴を生かすことを本研究の目的として掲げ、長尺の1次元検出器、ファインピッチMSGC、ITOを用いたMSGC、の3つのアプローチにより異なる応用分野へ向けて目的を達成しようとする本研究の概要が示されている。

第2章は、M-MSGCの研究の基礎となる気体放射線検出器の原理について述べられており、電子雪崩増倍の原理やX線計測・中性子計測のそれぞれに適した気体の選択などが述べられている。

第3章は、MSGCの紹介からはじめ、代表的なMPGDの特性をレビューし、これらの性能比較を試みている。

第4章は、本研究の主題であるM-MSGCの電極構造を従来のMSGCと比較し、信号読み出し法、実現可能な電極ピッチ等の詳細について議論を行い、ナノストリップという高分解能MSGCの新しい可能性を提示している。

第5章では、M-MSGCのJ-PARCへの利用を目標として開発した、一次元の長尺型M-MSGCの動作原理と新しい電極構造を用いたグローバル・ローカル信号読み出し法について解説し、X線を用いた試験結果と中性子線を用いた試験結果を示している。特に、中性子線を用いた特性試験において、グローバル信号とローカル信号の間に見られる相関を見出し、信号読み出しにおいて、グローバル信号とローカル信号の和が一定になる線を基準としてデータ処理を行うことの必要性について詳しく解析し、測定結果の位置分解能が2.26mm(FWHM)まで改善され、実際に従来の比例計数管よりも高い値が得られることを示している。

第6章は、ナノストリップガスカウンタ(NSGC)の開発についてまとめた章であり、高分解能のガスカウンタの新たな可能性について低電圧動作や高計数率特性の観点から議論をしている。まず 80 μm ピッチの M-MSGC で十分なガス増幅度とエネルギー分解能が得られることを示した後、アノード幅 0.8 μm 、アノードピッチ 50 μm という世界最小ピッチの NSGC の試作とその特性評価について示し、本検出器を積分モードで動作させ、大型放射光施設 SPring-8 における特性試験の結果について示し、 $10^{10}\text{cps}/\text{mm}^2$ までの高計数率で動作が期待されることを示している。

第7章は、M-MSGC の電極材料に新たに透明電極である ITO を利用することを新たに考案し、試作した ITO M-MSGC の基本特性とその有効性について議論をしている。ITO の電気特性などを紹介した後、試作したプレートのガス増幅特性、電荷ゲインなどの基礎データを計測した結果を示している。更に、 CF_4 ガス中で本プレートを動作させ、光電子増倍管で CF_4 の発光を測定することにより、十分高いエネルギー分解能で Fe-55 により放出される 5.9keV の X 線のエネルギー測定が可能なことまでを示している。

第8章は結論であり、本研究により得られた新しい電極構造を有する M-MSGC の今後の可能性を展望している。

以上のように、本研究では、最新のマイクロパターン型放射線検出器である、M-MSGC の新たな可能性を求めて、新しい電極構造を有する M-MSGC の試作と性能評価を実施し、その結果、一次元長尺の中性子検出器では 2.26mm の位置分解能が達成され、ナノストリップガスカウンタでは世界最小の 50 μm ピッチ NSGC を開発し、最後に ITO 透明電極を用いて光読み出しの可能な新しい M-MSGC の電極構造を示している。

以上により本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。