

審査の結果の要旨

氏名 シリティップラッサミー ブラシット

21 世紀に入って、特にライフサイエンス分野の蛋白質構造同定分野が極めて大きな展開を見せており、放射光や、本命と言える中性子ビームを用いた回折散乱法の伸びが著しい。この分野は構造生物学と呼ばれており、物質の構造を解明することにより、その機能が明らかになるという原理に基づくものであり、構造の理解という学術上の知識を越えて例えば薬学分野という実用的な研究に結びつき始めているところであり、今後の展開は計り知れないものがあると言われている。

一方、放射線ラジオロジーとしてマクロな構造学や、見えないものを見る分野も X 線写真学、中性子ラジオグラフィ学として展開しているが、問題はそれらの検出器の開発であった。シンクロトロン放射光やスポレーション中性子により、線源は大変強力な強いものが開発されているが、それらの線源の強さを活かすような適切な放射線検出器がない事が、この分野では最大の問題であった。それに対する解答の 1 つが今回の MSGC (マイクロストリップガス検出器) の開発であり、本論文ではその研究について 7 章構成で詳述されている。

第 1 章は序論であり、本研究のモチベーションが物質の構造学であり古くは望遠鏡による星の観測から始まっており、顕微鏡の時代を過ぎて現代は X 線学から中性子による構造決定学の時代になっており、日本でも J-PARC というスポレーション中性子源が 1 ~ 2 年以内に完成予定であるとされている。このような放射線源に対応した各検出器の性能がレビューされており、イメージング用検出器としては従来の写真乾板を置き換えるべく、10 年前程から実用化されたイメージングプレート (IP) などの積算型測定器のほか、パルス信号計数型としてマルチワイヤ比例計数管 (MWPC) や本論文のマイクロストリップガス検出器 (MSGC)、その他としてはスモール又はマイクロギャップカウンタ (SGC, MGC)、ガス型電子増倍管 (GEM) やマイクロ型ピクセルチャンバー (μ -PIC) などがリストアップされそれぞれの性能がコストを含めて検討されている。

第 2 章は上述した J-PARC という日本における強力中性子源の解説であり、装置の概要、性能のほか、使用目的に応じて設置される 10 本の各ビームポートの紹介を逐一行っており、各ビームポートに要求される中性子測定器の性能を細かく検討している。そして、各検討項目中に可能な検出器の項目例があり、上述の MWPC、MSGC、比例計数管などが記載されており、その検討は極めて詳細であると言えよう。

第 3 章は、本論文で最も有望な検出器として選んだ MSGC についてであり、まずその概要の説明をした後、電極間で放電し易いので電極間にいくつかのグリッド電極を入れた方式 (マルチグリッド型、M-MSGC とも言う) を開発し、その特性について実験的に求めて検討している。M-MSGC のフォトリソグラフィ技術による製法から始

めて計数率、空間分解能、方向依存性、ガス増幅率、検出効率とエネルギー分解能など基本的な性能を実測している。また³He ガスを入れて中性子に感度を持たせ、原研の3号炉 (JRR-3) での検出器特性も取得、検討している。

第4章は、この検出器を用いて中性子の入射位置を知るための方法について記述している。この入射放射線の位置決定の際には、電極面の裏面からも信号を取り出すことが必要になるが、その裏面電極への誘導電荷が少ないので、これを大きくするために表面に電源に無接続の電極 (Pad という) を置いて誘導電荷信号を大きくする工夫をしている。又、表面電荷の入射位置決めには、MWPC で既に実用化されている電荷分割方式を採用した。これにより入射放射線の位置決めが2次元で可能となりこの信号読み出し部分を実現した。また、このとき信号の位置決め分解能は0.61mmであった。

第5章は、2次元 MSGC の放射線入射位置の読み取り法について、G-LG 法という方法を新しく導入した例について示している。G-LG 法とは信号電荷を2つに分割し、Global な位置情報と Local な位置情報を組み合わせて読み取るという計算尺と同じ方法であり、これを各 Pad に対応させて読み取る方法である、そしてこの方法を実際に検出器として作成し位置分解能 600 μm が得られるなど所定の結果を得ている。

第6章は MS (マイクロストリップ) 管の開発として電極形状を2次元 MSGC から1次元 MSGC として使ったもので、ここにも Pad や G-LG などの原理が使用されている。又、第2章でまとめた多くのビーム孔の仕様にこの検出器が性能的に満足している。

第7章は、以上の成果をまとめたもので、M-MSGC がすべての要求仕様を満たすことを説明するとともに今後の課題として改良策をまとめている。

このように、M-MSGC を用いて J-PARC で必要とされる仕様をすべて満たした位置敏感型中性子検出器を作成し、実現の可能性を示したことは放射線計測上、特に量子ビームの応用上極めて意義深いと言える。

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。