

審査の結果の要旨

氏名 志岐 成友

質量分析技術は、理工学において基礎的な分析技術であるが、近年、生体分子構造研究や微量物質定量などにおいて特に需要の高まっている重要な技術である。通常、質量分析装置では、測定対象をイオン化した後、静電場で加速し、飛行時間の差や電磁場中での経路差を用いて測定対象の分離・同定を行っている。しかし、質量電荷比が同一となる測定対象においては、その分離は容易ではなかった。本論文は新たな質量分析技術の確立をめざし、測定対象の運動エネルギーを精度よく検出できる超伝導トンネル接合検出器を用いて、質量電荷比が同一となるような複数のイオンを分離計測できる新しい計測技術を確立したものである。

第一章は序論であり、質量分析装置の現状を概観した後、エネルギー分散型検出器を質量分析装置に導入することでイオンの価数の分離が可能となることを示し、そのような新しい質量分析技術を確立することを本研究の目標に定めている。また、この目標を達成するためには、高計数率と高エネルギー分解能を同時に実現できる超伝導トンネル接合検出器が最適な検出器であることを示している。

第二章は、質量分析の原理と超伝導トンネル接合検出器の研究の現状をまとめた後、本研究で構築すべき質量分析装置の概念設計を行っている。

第三章は、超伝導トンネル接合検出器を質量分析器に適用するための予備実験について記述しており、赤外線の影響によるエネルギー分解能の劣化を抑えるために、金属メッシュを用いた赤外線反射フィルターが必要となることを示している。

第四章は、第三章で示した赤外線反射フィルターを微細加工技術により製作し、その性能評価を行っている。具体的には、赤外線反射フィルターに対する赤外線・イオンの各透過率の評価を行い、製作した赤外線反射フィルターが十分な性能を有することを示している。

第五章は、超伝導トンネル接合検出器においてきわめて重要である超伝導薄膜製作に必要な条件を求め、製作した検出器の性能を X 線および可視光の照射により評価した結果を示している。その後、製作した超伝導トンネル接合検出器と赤外線反射フィルターを二重収束型質量分析装置に組み込み、粒子検出実験を行った結果について示している。この結

果、赤外線反射フィルターを用いることで超伝導トンネル接合検出器が優れた時間分解能と価数分解能を有することが実証された。

第六章は、超伝導トンネル接合検出器を組み込んだ二重収束型質量分析装置を実際に構成し、等核二原子分子二価イオンの生成断面積の測定に応用することで従来型の質量分析装置では測定不可能であった生成断面積を、原子一価イオンからの妨害を取り除いて測定することに成功した。

第七章は本研究の総括であり、超伝導トンネル接合検出器や赤外線フィルタなどの要素技術を開発し、価数分解能を有する新しい質量分析装置の構築に成功し、その有用性を示したと結論している。

以上のように、本研究は、価数と質量電荷比を同時に分析することの可能な新しい質量分析法を世界に先駆けて確立したものであり、工学の進展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の請求論文として合格であると認められる。