

平成 15 年度

特 別 研 究 報 告 書

題目

RBS/PIXE 分析による希薄磁性半導体の結晶評価

Characterization of Diluted Magnetic Semiconductor crystals by RBS/PIXE analyses

指導教員

成 沢 忠 教 授

報告者

1065020 番 海 堀 裕 二

提出日

平成 16 年 2 月 23 日

高知工科大学大学院 電子・光システム工学コース

内容梗概

本論文は、本学のイオンビーム分析装置を改良して PIXE 分析をできるようにし、生体試料中の微量元素分析および希薄磁性半導体の結晶評価に関する研究の成果をまとめたものである。

一般に RBS 分析は軽い不純物元素や原子番号の近い元素を分析することが不得意であるが、PIXE 分析はその問題を解決することができる。そこで、本研究は本学のイオンビーム分析装置を改良して PIXE 分析をできるようにする。その PIXE 分析で生体試料中の微量元素分析が可能か検討し、室温で強磁性の可能性のある GaN 系の最適な結晶条件などを RBS/PIXE 分析に AFM も併用して調べることを目的とした。

本論文の構成及び各章の概要について示す。

第 1 章 序論

荷電粒子励起 X 線分析とラザフォード後方散乱分析の特徴を述べる。そして、これらの方法による希薄磁性半導体と生体試料分析について検討し、本研究の目的を述べている。

第 2 章 X 線、イオン、分析装置と希薄磁性半導体

X 線やイオンについて、本研究で使用した蛍光 X 線分析、原子間力顕微鏡、ラザフォード後方散乱分析、荷電粒子励起 X 線分析、測定に使用した半導体検出器、希薄磁性半導体について説明している。

第 3 章 試料・実験装置

実験で用いた生体試料、希薄磁性半導体、分析装置の性能、イオンビーム装置の改良について詳述している。

第 4 章 XRF/PIXE 分析による生体試料中の微量元素分析

毛髪中の微量元素は Ca までの軽元素は PIXE 分析のほうがはっきり検出され、重元素は XRF 分析のほうがはっきり検出された。本研究で用いた実験条件の範囲内では生体試料中の軽元素を調べるには PIXE 分析が有利であり、重元素をしらべるには、大気中で測定できるため XRF 分析が有利であると考えられる。

第 5 章 希薄磁性半導体の結晶評価

GaCrN などの結晶表面の平坦性を AFM を用いて評価した。また、RBS 分析では GaN 中に Mn が 3%入っていても検出できないが、PIXE 分析を行うことによりはっきり検

出できることを確認した。

第 6 章 結論

本研究により得られた実験結果をまとめ、検討した。本学のイオンビーム装置を改良することによって、今まで分析できなかったことが可能になった。RBS/PIXE 分析が生体試料中の微量元素分析、希薄磁性半導体の結晶評価をする上で優れた方法であることが明らかになった。

Abstract

This paper summarizes improvements of the ion beam analysis equipment of the university to enable the PIXE analysis. Generally RBS analysis is poor at analyzing of light elements in a heavy matrix, or differentiation of near elements in the periodic table. In contrast, PIXE can resolve these drawbacks. To confirm the effects of equipment modification, I carried out analysis of trace elements in an anatomy sample and analysis of crystalline quality of GaN systems, which are regarded as the most promising candidate of diluted magnetic semiconductor at room temperature. The composition of this paper and the outline of each chapter are as follows.

1. Introduction

The features of particle induced x-ray emission(PIXE) and Rutherford backscattering spectrometry(RBS) are described. The diluted magnetic semiconductor and anatomy sample analyses are surveyed. The purpose of this study is described.

2. X-ray, ion, analysis equipments and diluted magnetic semiconductors

The x-ray fluorescence(XRF), Atomic Force Microscopy, Rutherford backscattering spectrometry, particle induced x-ray emission, semiconductor detectors and diluted magnetic semiconductors used in this study are introduced.

3. Samples and experimental equipments

The anatomy sample, diluted magnetic semiconductor, the performance of improved ion beam equipment are explained in full detail.

4. Trace element analysis in anatomy sample by XRF/PIXE

Various elements are detected from the human hair, and the followings are confirmed. Within the limits of the experimental conditions in this study, as for light elements up to calcium, the PIXE analysis is superior than XRF analysis. As for heavy elements, the XRF analysis is superior than PIXE analysis.

5. Characterization of diluted magnetic semiconductor crystals

AFM shows GaCrN crystals have flat surfaces compared with other samples. In RBS analysis, even if 3% of Mn exists in GaN, it is undetectable. Mn can be detected clearly by PIXE analysis. The effects of growth temperature on the crystalline quality are examined, and the Cr and Mn sites in the GaN lattice are discussed.

6. Conclusion

The experimental results obtained in this study are summarized. By improving the ion beam equipment, it becomes possible to analyze what could not be analyzed. The present study has shown clearly that RBS/PIXE is excellent to analyze trace elements in anatomy samples and to characterize diluted magnetic semiconductor crystals.