The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	材料の表面下の構造解析のための中エネルギー同軸型直衝突イオン散乱分光法の開発
Author(s)	小林, 峰
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43130
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【71】

氏　　名	小林　峰（こばやし　たかね）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　16606　号
学位授与年月日	平成14年1月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**材料の表面下の構造解析のための中エネルギー同軸型直衝突イオン散乱分光法の開発**
論文審査委員	（主査） 教　授　青野　正和 （副査） 教　授　梅野　正隆　　教　授　遠藤　勝義　　教　授　片岡　俊彦 教　授　広瀬喜久治　　教　授　森　　勇藏　　教　授　森田　瑞穂 教　授　芳井　熊安

論文内容の要旨

半導体や磁性金属などのヘテロ接合材料に見られるように、表面下に現れる特異な機能を活用する材料の重要性が増してきている（ここで「表面下」とは表面から数10ナノメートル程度の領域を意味する）。それにともなって、材料の表面下の構造を正しく解析する必要性が増大しつつあるが、そのための方法は意外に限られている。そこで、「中エネルギー同軸型直衝突イオン散乱分光法（ME-CAICISS）」と名付けた新しい方法を開発した。本論文では、このME-CAICISSの設計と製作について述べた。また、それを用いて行った材料の表面下の構造解析の結果を議論した。

ME-CAICISSでは、中エネルギー（100keV）に加速したイオン（主にHe^+）のパルスビームを試料に入射し、試料から散乱されてくるイオン（中性化された粒子も含む）のエネルギースペクトルを散乱角180°の方向で飛行時間分析型（TOF）分析器によって測定する。入射イオンのパルスビームは、連続ビームを間欠的に偏向して前方にあるアパチャで切り取られる。切り取られたパルスビームをポッシェンリーダー型静電偏向器によって時間的に収束させることによって、幅1.3nsの超短パルスが得られた。散乱角180°の測定は、検出器（マイクロチャンネルプレート）の中心に穴を開けて、そこを入射イオンビームを通過させることによって実現した。ME-CAICISSは、中エネルギーのしかも超短パルスのイオンビームを用いることから、材料の表面より100nm程度の深さまで数原子層の深さ分解能でそれぞれの深さにおける組成分析を行うことができ、散乱角180°の測定であるためにそれぞれの深さでの構造解析を行うことが容易である。

ME-CAICISSを応用した研究の一例として、単原子層のSbをSi中に固相エピタキシによってδドープしたSi試料に関してSb原子の深さ分布と格子中での存在位置を解析した。試料は、Si（001）表面に単原子層のSbを蒸着した後、その上に非晶質Siのキャップ層を載せ、全体を焼鈍して固相エピタキシによる結晶化を行わしめたものである。解析の結果、Sb原子の深さ分布は最初にSbをδドープした位置から外側に顕著にシフトした位置にピークをもってその内外に尾を引くこと、そして興味深いことに、そのピークより内側のかなりのSb原子はSi格子の格子間位置に存在するのに対して、外側のSb原子の大多数がSi格子の置換位置に存在することがわかった。これらの結果から、Sb原子の拡散に関する知見が得られた。

論文審査の結果の要旨

半導体や磁性金属などのヘテロ接合材料に見られるように、表面下に現れる特異な機能を活用する材料の重要性が増してきている。それにともなって、材料の表面下の構造を正しく解析する必要性が増大しつつあるが、そのための方法は意外に限られている。シンクロトロン放射光を用いたX線回折法は表面下の構造を解析しうる有力な方法であるが、それは逆格子空間法であり、かつ深さ分解能がない。ラザフォード後方散乱分光法（RBS）は深さ分解能をもつが、ナノメートル程度の深さ分解能には達していない。これらの方法の欠点を克服するために、本研究では「中エネルギー同軸型直衝突イオン散乱分光法（ME-CAICISS）」と名付けた新しい方法を開発している。

分子線エピタキシで作成した三周期 Si/SiGe 試料の分析及び固相エピタキシ（SPE）で作成した Si/Sb/Si (001) 構造におけるアンチモン（Sb）原子の深度分布と格子位置の解析結果は、ME-CAICISS によって材料の表面下の構造解析を実空間的にかつ十分な（ナノメートル以下の）深さ分解能で行うことが可能であることを示している。

以上のように、本論文は ME-CAICISS が材料の表面下の構造解析を行うことのできる世界に類例のない新手法であることを示している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。