

Title	高速イオン散乱法による超伝導薄膜および半導体表面の構造に関する研究
Author(s)	綿森, 道夫
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36995
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	わた 綿	もり 森	みち 道	お 夫
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9 1 7 7	号	
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 24 日			
学位授与の要件	工学研究科電子工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当			
学位論文題目	高速イオン散乱法による超伝導薄膜および半導体表面の構造 に関する研究			
学位論文題目	(主査) 教授 浜口 智尋			
	教授 裏 克己	教授 吉野 勝美	教授 西原 浩	
	教授 寺田 浩詔	教授 児玉 慎三	教授 白川 功	

論文内容の要旨

本論文は、高速イオン散乱法である、RBS法とチャネリング法の高精度化と、それによる高温超伝導薄膜及び金属-半導体超構造の表面及び界面の構造決定に関する研究をまとめたものであり、7章より構成されている。

第1章は緒論で、表面及び界面構造研究の意義と現状を述べ、高速イオン散乱法がこれらの研究に対して優れた特性を持つことを明らかにしている。さらに、第2章以下で得られた新しい結果についての概要を述べ、表面及び界面構造研究に対する各章間の関連を示している。

第2章では、本研究の主な測定手法であるRBS法及びチャネリング法の原理、特長を取り上げ、それらに検討を加えることによって、より高精度にそして多角的に構造解析を行なうための新しい工夫を引き出している。

第3章では、本研究で使用された実験装置と実験手法について述べている。

第4章では、RBS法のもつ定量性と深さ分析能力を用いて高温超伝導薄膜 ($YBa_2Cu_3O_x$) の各元素の組成比、特に酸素の含有量を求め、その深さプロファイルに関する知見を得ている。その際第2章で言及したいくつかの工夫を適用することによって、Y, Ba, Cuの金属元素の組成比を±2%以内の精度で、酸素元素の組成比を±5%以内の精度で決定し、高精度測定を実現している。

第5章では、チャネリング法を用いて高温超伝導薄膜の結晶性の評価を行っている。結晶性の評価は各元素毎に行い、薄膜の表面から界面にかけてのそれぞれの深さにおける変位した原子の割合を、横方向・縦方向に分けて求めている。そしてこの結果をもとに、超伝導薄膜に及ぼす影響について言及している。第4章及び第5章において研究対象として高温超伝導薄膜を選ぶことによって、高速イオン散乱法を内部

から界面の構造解析に用いる際の適用法の改良を行なっている。

第6章では、チャネリング法を金属-半導体表面超構造の構造解析に適用し、Si表面上の金属の反応性について調べている。そして、 $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}(R30^\circ)\text{-Ag}$ 構造に関しては下地であるSi原子の変位を示し、その絶対量を求めている。ここでは高速イオン散乱法を表面構造の解析に適用した結果について示している。

第7章では、本研究により得られた結果を総括し、その上で高速イオン散乱法の表面及び界面構造研究に対する優れた特性をまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文は表面・界面研究手段として知られている高速イオン散乱法を高温超伝導薄膜と金属-半導体表面構造にいくつかの工夫を施して適用し、それぞれに対してその構造について新たなる知見を得ると共に、RBS法・チャネリング法の表面・界面研究に対する限界及び適用範囲を上げたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) RBS法を高温超伝導薄膜の組成分析に適用した際、入射イオンのエネルギーと散乱角を変化させ、最適な条件を選ぶことによって酸素成分の分離に成功している。更に明確な統計処理を行なうことによって、超伝導薄膜の様々な深さにおける組成比の分布を酸素成分で $\pm 5\%$ 、他の金属成分で $\pm 2\%$ 以内という従来にない高精度測定を実現している。
- (2) チャネリング法を高温超伝導薄膜の結晶性の評価に適用した際、表面から界面まで完全に単独抽出できる元素が存在する条件を選びだし、その元素をもとに精密な結晶性の評価を行なっている。その際、それぞれの深さによって変化する最小収量に物理的な意味を割り当て、高温超伝導薄膜の解析に対して初めて多量散乱近似を適用し、結晶を構成する原子の乱れている割合を求めている。更に従来全く顧みられていなかった斜め軸入射条件での測定に着目し、原子の乱れている割合を横方向・縦方向に分離することに成功している。これによって高温超伝導薄膜の結晶状態が界面から内部・表面と変化する様子が視覚的に捕えられ、格子定数の異なった2つの基板の超伝導薄膜の結晶性に対する影響が明確に調べられている。
- (3) チャネリング法を金属-半導体表面構造の解析に適用した際、表面領域の状態を表わす表面ピークの変化を精密に調べあげ、金属蒸着に伴っておこるSi半導体の表面構造の変化を分類している。そして多くの議論の対象となっている $\text{Ag/Si}(100)2\times 1$ 系、 $\text{Ag/Si}(111)7\times 7$ 系に対して、最も必然性のあるモデルを示している。更には従来ほとんど測定例のない、斜め軸入射条件における表面ピークの変化を追い、これらの結果にモンテカルロシミュレーションを適用し、 $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}(R30^\circ)\text{-Ag}$ 構造に対する下地Si原子の横方向及び縦方向の変位の絶対量を求めている。

以上のように、本論文は表面・界面構造研究の分野において最近特に関心を持たれているいくつかの研究対象について、高速イオン散乱法を適用することによって種々の新知見を得たもので、電子工学に貢献する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。