

課題番号 : F-14-BA-44  
利用形態 : 技術相談  
利用課題名(日本語) : Si(100)上に蒸着した金属薄膜の RBS における膜厚とチャネリングの関係  
Program Title (English) : Relationship between channeling and film thickness in RBS on metal/Si(100)  
利用者名(日本語) : 野口恵莉<sup>1)</sup>, 関場大一郎<sup>2)</sup>  
Username (English) : E. Noguchi<sup>1)</sup>, D. Sekiba<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 筑波大学理工学群応用理工学類, 2) 筑波大学数理物質系物質工学域  
Affiliation (English) : 1) Oyoriko Univ. of Tsukuba, 2) Institute of Applied Physics, Univ. of Tsukuba

## 1. 概要(Summary)

近年、化学蒸着法 (CVD: Chemical Vapor Deposition) によるナノメートル厚のカーボン系薄膜、金属薄膜の形成が精力的に多分野で応用されている。金属薄膜を形成する場合、種ガスは目的とする金属を含む有機金属化合物となる。そのため目的金属と共に炭素 (C)、窒素 (N)、酸素 (O) などが金属薄膜に混入することが一般である。応用の目的により金属薄膜中に含まれるこれらの軽元素の定量は重要となる場合がある。

薄膜の組成を実験的に決定する方法として代表的なものは以下のように挙げられる。二次イオン質量分析法 (SIMS: Secondary Ion Mass Spectroscopy)、X 線光電子分光法 (XPS: X-ray Photoemission Spectroscopy) の他、静電加速器を用いたイオンビーム分析法としてラザフォード後方散乱法 (RBS: Rutherford Backscattering Spectroscopy) とその応用である弾性反跳原子検出法 (ERDA: Elastic Recoil Detection Analysis) がある。C、N、O、F といった複数の軽元素が金属薄膜中に含まれる場合、重イオンを用いた RBS-ERDA 同時測定が有効である [1,2]。しかし薄膜の厚さが 10 nm をより薄く、かつ膜内での元素の深さ分布も知りたい場合には高分解能 RBS [3] とチャネリングを組み合わせたことが有効である。

高分解能 RBS は散乱粒子のエネルギーを 90° 分析電磁石と MCP (Micro Channel Plate) を組み合わせることで 0.5 keV 程度の精度で決定する方法である。我々のグループで使う典型的な入射粒子エネルギーは 400 keV ~ 1 MeV なので、分解能  $E/\Delta E$  は 1000 程度を達成している。本研究では Si(100) 上に CVD 蒸着した金属薄膜中の軽元素分布の決定を目的としている。通常、RBS では下地 Si のバルクからの散乱粒子 (本研究では He<sup>+</sup> イオン) と薄膜中の軽元素からの散乱粒子のエネルギーが重なってしまい、統計精度を著しく低下させる。そこで下地

Si のチャネリング軸にビーム (粒子) 入射方向を一致させることでバルクからの散乱を抑制する方法がとられる。

これまでの予備実験で、5 nm 厚と 10 nm 厚の金属薄膜に対してチャネリング RBS 実験を起こった。5 nm ではチャネリングが効果的だった一方、10 nm ではチャネリングが不十分となり、軽元素の定量が困難であった。実験条件としては 400 keV の He<sup>+</sup> イオンを入射ビームとして用い、散乱角度はビーム入射方向から 65° である。我々はこの変化がアモルファス金属膜を粒子が通過する際の横方向ストラグリングによるものと考えている。言い換えると、横方向ストラグリングによりビームのエミッタンスが低下し、下地シリコンのチャネリング臨界角からはずれる粒子が膜厚の増大と共に増える [4]。これを検証するためにスパッタリング装置 CFS-4EP-LL を利用して、Si(100) 基板の上に質のよい Pd 薄膜を 1~20 nm 厚の範囲で複数用意し、膜厚とチャネリングの関係を明らかにしたいと考えている。

## 2. 実験(Experimental)

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

## 4. その他・特記事項(Others)

[1] S. Okazaki, Y. Hirose, S. Nakao, C. Yang, I. Harayama, D. Sekiba, T. Hasegawa, *Thin Solid Films* 559 (2014) 96.

[2] H. Oikawa, R. Akiyama, K. Kanazawa, S. Kuroda, I. Harayama, K. Nagashima, D. Sekiba, Y. Ashizawa, A. Tsukamoto, K. Nakagawa, N. Ota, *Thin Solid Films* 574 (2015) 110.

[3] K. Kimura, M. Mannami, *Nuclear Instruments and Method in Physics Research B* 113 (1996) 270.

[4] 野口恵莉, 卒業論文 (筑波大学理工学群応用理工学類) (2015 年 3 月).

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

## 6. 関連特許(Patent) なし