



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 視斜角入射X線回折法の多結晶薄膜への応用                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Author(s)    | 高山, 透                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Citation     | 大阪大学, 1995, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/39520">https://hdl.handle.net/11094/39520</a>                                                                                                                                                                                  |
| 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">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>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

|               |                                                    |
|---------------|----------------------------------------------------|
| 氏 名           | たか 高 山 とおる 透                                       |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 ( 工 学 )                                        |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 1 9 8 0 号                                      |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 7 年 5 月 1 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     | 視斜角入射X線回折法の高結晶薄膜への応用                               |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 佐分利敏雄<br>教 授 山本 雅彦 教 授 馬越 佑吉 教 授 志水 隆一 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、物質表面にX線をすれすれに入射することにより、表面近傍層の構造などに関する情報を感度よく検出できる視斜角入射X線回折法(GIXD)を、表面機能を有する材料の評価に応用することを目的に行った研究の結果をまとめたものである。

第1章では GIXD について概説し、本研究の目的および構成について述べている。

第2章では本研究で用いる GIXD の理論に関する説明を行い、必要な理論式を導いている。すなわち物質表面が光学的に平滑で入射X線の表面、界面での反射および屈折現象が生じる場合と、物質表面が荒れておりこれらの現象が無視できる場合に分け、X線入射角に依存するX線侵入深さ、回折X線ピークのシフト、回折X線ピークの強度に関する理論式を単一物質だけでなく、多層膜試料についても導いている。

第3章ではAuとCuから成る二層蒸着薄膜に応用した結果について述べている。すなわち反射および屈折現象の影響する場合に前章で導いた理論式が適用可能であること、この理論式の適用により、多層膜試料の深さ方向の構造変化の解析が可能であることを明らかにしている。また、反射および屈折現象が生じる場合は、回折X線ピークのシフトが著しく、理論的な補正なしに格子定数を求めることが困難となることを示している。

第4章では窒化した鋼板試料の表面層の解析への応用について述べている。すなわち反射および屈折現象が無視できる場合には、第2章で導いた理論式が適用可能であること、GIXD は0.2  $\mu\text{m}$  程度の表面近傍層に対する感度が優れており、多層膜試料の深さ方向の構造変化の解析が可能となることを明らかにしている。

第5章ではAl-Mn 電析皮膜中のf.c.c 結晶相と非晶質相の分布状態の解析に応用した結果について述べている。すなわち2つの相が同一深さでは均一に分布していること、Mn全含有量の増加に伴ってf.c.c 相中ではMn濃度が減少し、非晶質相中にMnが濃縮することを明らかにしている。

第6章では微量粉末試料への応用を目的として、粉末標準物質であるSiを用いて基礎的検討を行った結果について述べている。すなわち粉末を保持する基板表面が光学的に平滑であれば、基板表面での反射X線によっても回折X線ピークが生じるため、基板の全反射臨界角よりもわずかに大きいところに最適入射角の存在することを明らかにしている。

第7章では GIXD を微量粉末試料の解析に応用する試みの一つとして、極低炭素鋼中の硫化物の分析を行った結果について述べている。

第8章では本研究の総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

材料の高機能化に伴い、材料表面、材料内界面の物理的ならびに化学的特性の評価が重要になっている。本研究は視斜角入射X線回折法を、表面機能を有する材料の評価と微量試料の解析に応用することを目的に行ったものであり、得られた主要な成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 物質表面が光学的に平滑で入射X線の表面、界面での反射および屈折現象が生じる場合と、物質表面が荒れておりこれらの現象が無視できる場合に分け、入射角に依存するX線侵入深さ、回折X線ピークのシフト、回折X線ピークの強度に関する理論式を表面単層膜ならびに多層膜試料について導いている。
- (2) AuとCuから成る二層蒸着薄膜の解析に応用し、反射および屈折現象の影響がある場合に、本研究で導いた理論式が適用可能であることを明らかにしている。またこの理論式の適用により、多層膜試料の深さ方向の構造変化の解析が可能であることを明らかにしている。
- (3) 窒化した鋼板試料の表面層の解析に応用し、反射および屈折現象が無視できる場合は、導いた理論式が適用可能であることを検証し、特に0.2  $\mu\text{m}$  程度の表面近傍層に対する感度が優れており、多層膜試料の深さ方向の構造変化の解析が可能であることを明らかにしている。
- (4) Al-Mn 電析皮膜中のf.c.c 結晶相と非晶質相の分布状態の解析に応用し、2つの相が同一深さでは均一に分布していること、Mn全含有量の増加に伴ってf.c.c 相中ではMn濃度が減少し、非晶質相中にMnが濃縮することを明らかにしている。
- (5) 微量粉末試料評価への応用を目的として、粉末標準物質であるSiを用いて基礎的検討を行ない、粉末を保持する基板表面が光学的に平滑であれば、基板表面での反射X線によっても回折X線ピークが生じるため、基板の全反射臨界角よりもわずかに大きいところに最適入射角の存在することを明らかにしている。また微量粉末試料解析の試みの一つとして、極低炭素鋼中の硫化物の分析を行い、成功している。

以上のように本論文は、材料表面の評価ならびに微量試料の構造解析に視斜角入射X線回折法を応用するための基礎を確立しており、材料物工学に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。