OUKA
Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | レーザープラズマ軟X線の材料解析への応用 |
| Author(s) | 東, 博純 |
| Citation | 大阪大学, 1994, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/39394 |
| 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

【 23 】

| | |
|---|---|
| 氏名 | 東（あずま） 博純（ひろずみ） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士（工学） |
| 学位記番号 | 第 11438 号 |
| 学位授与年月日 | 平成6年4月26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 | レーザープラズマ軟X線の材料解析への応用 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 加藤 義章<br>教授 青木 亮三　教授 白藤 純嗣　教授 平木 昭夫<br>教授 佐々木孝友　教授 山中 龍彦 |

## 論文内容の要旨

本論文は，レーザー光で生成した高温高密度プラズマから発生する軟X線の，固体材料の構造解析への応用に関する研究の結果をまとめたものであり，6章から構成されている。

第1章諸論は，材料開発の全体的視野に立脚し，レーザープラズマ軟X線による材料解析が新しい材料開発にいかに重要であるかを述べている。また，レーザープラズマ軟X線の一般的な特徴やレーザープラズマ軟X線を用いた材料解析研究の現状について述べている。

第2章では，レーザープラズマ軟X線の発生方法及び発生した軟X線の特徴について述べている。ここではレーザープラズマ軟X線の一つの例としてX線レーザーを扱い，再結合方式によるX線レーザー発生の高効率化について述べている。さらに，軟X線計測に使用した光学系や軟X線乾板についても詳細に記している。

第3章では，軟X線分光回折法による複合材料の構造解析について述べている。ナイロンと粘土鉱物の複合材料であるNylon－Clay－Hybrid（NCH）の構造解析，および熱履歴による人工多層膜軟X線反射鏡の構造変化を示し，分光回折法がナノオーダの構造解析にいかに有効であるかを明確にしている。

第4章では，レーザープラズマ軟X線を用いた分光透過特性測定による複合材料膜の組成分析方法について述べている。ここでは種々の元素の軟X線吸収特性を利用することにより，非破壊で簡単に組成分析ができることを示している。

第5章では，レーザープラズマ軟X線を用いた密着型軟X線顕微鏡による高分子材料の組織観察について述べている。鉄ターゲットとアルミニウムフィルタを組み合わせることにより波長域17nm～25nmの狭帯化した軟X線を生成し，これを用いて高分子複合材料の組織観察を行い，軟X線顕微鏡が生物観察以外にも有望であることを示している。

第6章は結論であり，以上の研究において得られた結果をまとめ，本論文の総括をしている。

# 論文審査の結果の要旨

周期がnmから数十nmの構造を有する高分子複合材料の構造解析や組織観察には，軟X線光源が適していると予測される。レーザー生成プラズマは高輝度の軟X線光源であり，高分子複合材料の構造解析等に応用しうると考えられるが，まだ十分な研究は行われていない。

本論文は小型固体レーザーを用いて生成される高密度プラズマを軟X線光源とし，人工多層膜，高分子複合材料などの構造解析に応用した成果をまとめたもので，主な成果を要約すると次の通りである。

(1) 強度$10^{11}$～$10^{12}$ W／cm$^2$のレーザー光で照射した各種のターゲットから発生する軟X線のスペクトルを計測し，ターゲット材の原子番号の違いによる発光スペクトルの変化を示し，発光に関与するイオンの価数を明らかにしている。

(2) レーザープラズマ軟X線を用いた分光回折法に関する新しい測定配置を考案し，これにより Mo／Si 人工多層膜軟X線反射鏡の反射率を測定している。軟X線分光回折法を用いて熱履歴による人工多層膜反射特性の変化を測定し，この方法により多層膜の周期構造の微細な変化を測定できることを示している。

(3) 軟X線分光回折法により，ナイロンと粘土鉱物の複合材料の構造解析を行い，比較的反射率が低く周期のばらつきの大きい材料の構造解析にも，分光回折法が有効であることを示している。

(4) レーザープラズマ軟X線光源を用い，ZnTe／$SiO_2$ 薄膜の分光透過率を測定し，元素の原子散乱因子から計算される分光透過特性との比較を行い，元素の組成比及び膜厚を決定できることを示している。またこの薄膜は厚さが面内の一方に周期変化する構造を有しているが，この周期長の整数比の波長において分光透過率が変化することを見出し，この結果をもとに，ナノ構造解析の新しい方法の可能性を提案している。

(5) レーザープラズマ軟X線源を用いて密着型軟X線顕微鏡撮影を行い，染色した高分子膜および生物の組織観察，高分子材の表面粗さ測定等を高分解能で且つ非破壊で実施できることを示している。

以上のように本論文はレーザー生成プラズマ軟X線源の材料解析への応用に関し，多くの知見を与えており，電気工学，レーザー工学及びX線光学の発展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。