

集束イオンビーム装置を用いた ToF-RBS と ERDA の同時計測法の開発 Development of ToF-RBS and -ERDA simultaneous measurements with FIB

大阪大学大学院基礎工学研究科 ○阿保 智、藤元 拓哉、若家 富士男

Osaka Univ. ○Satoshi Abo, Takuya Fujimoto, Fujio Wakaya

E-mail: s-abo@stec.es.osaka-u.ac.jp

【背景・目的】

これまでに、我々の研究グループでは、150 keV のベリリウムイオンにより飛行時間型 (time-of-flight: ToF) ラザフォード後方散乱法 (Rutherford backscattering spectrometry: RBS) を用いた非破壊三次元元素分析技術の開発を行ってきた [1-3]。金や白金などの比較的重い元素の分析で、面内分解能 42 nm、深さ分解能 10 nm を実現した [1,2]。RBS は、集束イオンビーム (focused ion beam: FIB) と組み合わせて用いることで三次元非破壊元素分析が可能である一方、重い元素の場合と比較し軽い元素の検出では散乱断面積が著しく小さくなるため短時間計測が困難であり、プローブイオンより軽い元素の検出は原理的に不可能である。以上から、RBS 単独では全元素の非破壊分析は実現できない。そこで、本研究では、RBS に弾性反跳粒子検出法 (elastic recoil detection analysis: ERDA) を組み合わせて全元素の三次元非破壊分析の実現を目的に同時計測技術の開発を行った。

【装置開発の課題】

ToF-RBS による非破壊三次元元素分析技術の開発を行ってきた FIB をベースに計測技術の開発を行った。弾性反跳粒子のエネルギー検出には、これまでと同様に高いエネルギー分解能が期待できる飛行時間を用いた。ToF-RBS と ERDA の同時計測において、以下に列挙する点が課題として考えられる。

- ERDA では試料を大きく傾ける必要があるため、試料の傾斜機構が真空チャンバー内の検出器などに干渉する。
- 短時間計測のため、RBS や ERDA それぞれに複数の検出器を用いる場合、試料傾斜により、個々の検出器までの試料中での経路長に違いが生じ、深さ分解能が悪化する。
- 大口径の検出器を用いた場合、検出位置によって散乱角が異なるため、散乱因子に違いが生じ、深さ分解能が悪化する。

これらの課題を踏まえて、5 軸ゴニオステージ、検出器の配置、検出器の角度可変機構について検討を行い、設計作製を行った。

【装置開発状況】

5 軸のゴニオステージは、真空チャンバー内での干渉を防ぐため、試料を傾斜させた場合でも上部に一切の構造が露出しない形状を考案し、作製した。試料をビーム軸に対して垂直にした場合には、これまでの ToF-RBS 単独計測、45° まで傾けることで ToF-RBS と ERDA の同時計測を可能にした。ToF-RBS 単独計測では、ビーム軸を回転の中心に 90° ずつずらして、4 つのマイクロチャンネルプレート (micro channel plate: MCP) を散乱角 135° に配置した。ToF-RBS と ERDA の同時計測では、ToF-RBS 計測には上記の 4 つの MCP のうち 2 つのみを用い、散乱角 60° の位置に ToF-ERDA 計測用に 2 つの MCP を配置した。ToF-RBS と ERDA に用いる MCP は、試料に垂直な面に対して対称な位置に配置することで、試料中での経路長の違いをなくした。発表では、実際の装置の設計作製と計測結果について議論する。

本研究は JSPS 科研費 JP18H03471 の助成を受けたものです。

[1] S. Abo, *et al.*, NIMB **269** (2011) 2233.

[2] S. Abo, *et al.*, NIMB **273** (2012) 266.

[3] A. Seidl, *et al.*, NIMB (in press).