



Title	集束イオンビームを用いたイオンマイクロプローブ表面分析装置の開発研究
Author(s)	三村, 良
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44347
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	三 村 良 ^{リョウ}
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 9 0 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	集束イオンビームを用いたイオンマイクロプローブ表面分析装置の開発研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高 井 幹 夫 (副査) 教 授 蒲 生 健 次 教 授 奥 山 雅 則

論 文 内 容 の 要 旨

加工用低エネルギーFIB装置の技術をもとにして、RBS（ラザフォード後方散乱）分析に適した軽イオンを使用した高加速エネルギーFIB（集束イオンビーム）カラムを設計製作した。AuSiBe 共晶合金をイオン源として選択し、ExB フィルター、収差の小さな静電光学系、エネルギー分析用検出器を有する超高真空チャンバー等からなる 200 kV FIB 非破壊 RBS 3 次元分析装置を設計製作し、その評価を行った。200 kV の加速電圧に対応した低収差ツインレンズ型 5 枚電極対物レンズの開発を行い、安定な高電圧を供給できる多段加速管およびエネルギー幅の増大を最小限にした ExB フィルターを有するイオン光学系を使用することにより、20 pA 電流時にビーム径約 20 nm の Be^{2+} イオンマイクロプローブが得られることを確認した。

本研究で開発した分析装置の有効性を実証するため、Si 基板に行った FIB による局所ガスアシストエッチングおよびガスアシストデポジションを行い、この領域の RBS 分析と EDX 分析結果との比較を行った。ヨウ素ガスを用いた FIB によるガスアシストエッチングされた領域において、EDX 分析では検出されなかったヨウ素の残留成分が本装置を使った RBS 分析により検出されることを確認した。また、FIB によるガスアシストデポジションを行った Pt 領域ではカーボンの汚染領域の検出が RBS 分析のみに観察され、EDX に比べて検出感度が高いことを検証した。

また、厚さ約 10 nm の Pt からなる 0.5 μm 幅、2 μm ピッチのグレーティングを Si 基板上に作成した後、その上に厚さ約 25 nm の SiO_2 膜を堆積させ、さらにその上に 90° 方向の異なる同様の Pt グレーティングを作成し、300 keV の Be^{2+} FIB マイクロプローブにて RBS 分析を行った。得られた結果より、横方向分解能約 20 nm、深さ方向分解能 10 nm 以下の高精度にて作成した微小構造物の 3 次元非破壊分析像が得られた。

本研究にて開発した装置を用いる事により、横方向ならびに深さ方向ともに、nm 領域の非破壊 3 次元 RBS 分析を行えることを明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

超微細化の進む半導体集積回路素子やナノメートル加工層を非破壊で組成および構造分析する技術の開発が急務

とされている。本論文は、この課題を解決するための分析装置技術の開発と、本技術のナノメートル加工層への適用に関する研究の成果をまとめたものである。

まず加工用低エネルギーFIB装置の技術を基礎として、RBS（ラザフォード後方散乱）分析に適した軽イオンを使用した高加速エネルギーFIB（集束イオンビーム）カラムを設計製作している。イオン源として AuSiBe 共晶合金を選択し、ExB フィルター、収差の小さな静電光学系、エネルギー分析用検出器を有する超高真空チャンバー等からなる 200 kV FIB 分析装置を設計製作し、その評価を行っている。特に、200 kV の高加速電圧に対応した低収差ツインレンズ型 5 枚電極対物レンズの開発を行い、安定な高電圧を供給できる多段加速管およびエネルギー幅の増大を最小限にした ExB フィルターを有するイオン光学系を設計製作することにより、20 pA 電流時にビーム径約 20 nm の Be^{2+} イオンマイクロプローブを実現している。

次に、本研究で開発した分析装置の有効性を実証するため、Si 基板上に FIB による局所加工を行い、この領域のマイクロプローブ RBS 分析と EDX 分析結果との比較を行っている。ヨウ素ガスを用いた FIB によるガスアシストエッチングされた領域で、EDX 分析では検出されなかったヨウ素の残留成分がマイクロプローブ RBS 分析により検出されることを確認している。また、FIB によるガスアシスト堆積を行った領域ではカーボンの汚染領域の検出がマイクロプローブ RBS 分析のみに観察され、EDX に比べて検出感度が高いことを示している。

さらに、開発したイオンマイクロプローブ表面分析装置により、厚さ 25 nm シリコン酸化膜により分離された厚さ 10 nm の Pt 層からなる 2 層ストライプ構造の分析を行い、非破壊で 3 次元分析像が得られることを実証している。

以上のように、本論文は集束イオンビームを用いたナノメートル域の非破壊 3 次元分析装置の設計開発から、これを用いた 3 次元分析の実証までの研究成果をまとめたものであり、次々世代半導体集積回路素子の開発研究やナノメートル素子加工のための強力な分析手段を提供するものであり、実用面においても大きな意義を持ち、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。