

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、 〈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

氏名	三村 良
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17903 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200kV FIB非破壊RBS3次元分析装置を設計製作し、その評価を行った。200kV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、20pA電流時にビーム径約20nmのBe²⁺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10nmのPtからなる0.5μm幅、2μm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25nmのSiO₂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、300keVのBe²⁺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20nm、深さ方向分解能10nm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 Be²⁺ 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。