



レーザー共鳴イオン化による 超高感度質量イメージング (基礎編)

坂本 哲夫 工学院大学 先進工学部 応用物理学科 教授

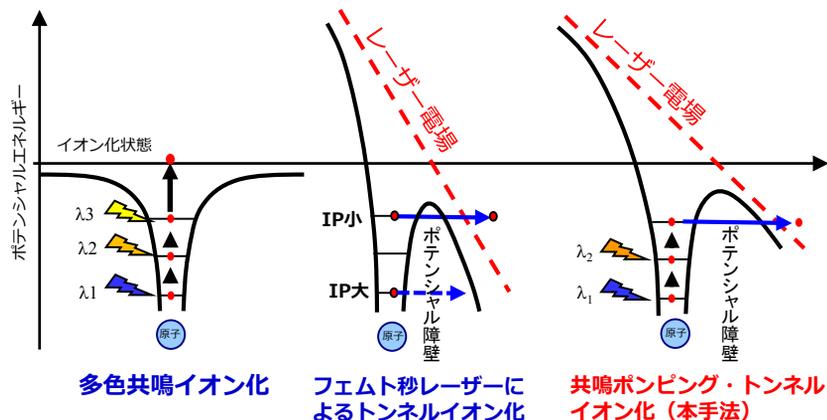
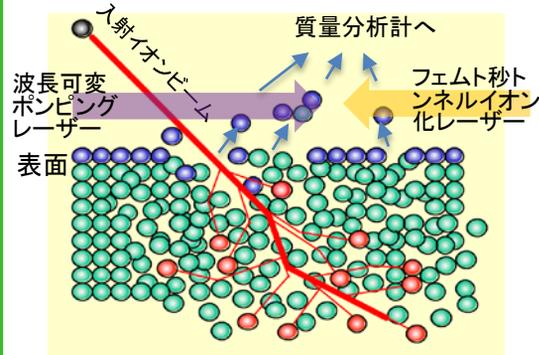
キーワード: 微量分析、不純物分析、半導体、質量分析、SIMS、レーザーイオン化、イメージング

概要

- 鉄鋼中や半導体メモリの不純物は、現状、SIMSにより分析
- 分析対象の体積の縮小化に伴い、感度不足が課題
- 波長可変チタン・サファイア(Ti:Sa)レーザーを開発
- レーザー共鳴イオン化により、元素選択性の高いイオン化・質量イメージング法を実現
- ★ Ti:Saレーザーで試料原子の励起準位に共鳴ポンピングさせ、次いで、高強度電場をもちたらずフェムト秒レーザーを照射することで、当該原子を共鳴イオン化よりも更に高い効率でイオン化・分析する技術

アピール ポイント

- フェムト秒レーザーによるトンネルイオン化を超える高感度分析
- 視野幅1 μm 、面分解能40 nmでの成分イメージング
- 実デバイスの微小領域高感度元素イメージングに利用可能



固体表面にイオンビームを照射するとスパッタリングにより、原子が真空中に飛び出す。その原子に対し、波長可変レーザーで電子励起状態とし、フェムト秒レーザーの強電場により、電子をトンネリング放出させ、プラスにイオン化させて質量分析器に掛ける。

レーザーを用いた光イオン化には多色共鳴イオン化、フェムト秒レーザーによるトンネルイオン化がある。トンネルイオン化ではイオン化ポテンシャルの大きい元素に対する感度が不足しており、本手法(共鳴ポンピング・トンネルイオン化法)では、ポンピングにより高い準位に励起させたうえで強電場を掛けるため、イオン化率が飛躍的に向上する。

利用・用途 応用分野

- 半導体素子中の不純物の微小領域イメージング
- 鉄鋼中の粒界偏析成分のイメージング
- その他、マイクロメートル視野内の微量元素イメージング

関連情報



- 知的財産権 = 質量分析装置および質量分析方法(特願2017-054691)、レーザー装置およびその制御方法、質量分析装置(特願2017-034189)、質量分析装置及び質量分析法(特願2017-094046)
- 関連論文 = T. Sakamoto et al, Isotope-selective Microscale Imaging of Radioactive Cs without Isobaric Interferences using Sputtered Neutral Mass Spectrometry with Two-step Resonant Ionization using newly-developed Ti:Sapphire Lasers, Analytical Sciences, 31(11), pp. 1265-1270 (2018).
- 関連 URL = 研究室HP <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwc1045/>

工学院大学 研究推進室

〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2
TEL:03-3340-3440 FAX:03-3342-5304
〒192-0015 東京都八王子市中野町2665-1
TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726
E-Mail: sangaku@sc.kogakuin.ac.jp
URL: <https://www.kogakuin.ac.jp>



本研究はJST・先端計測の
開発成果に基づくものです。
国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency





レーザー共鳴イオン化による 超高感度質量イメージング (応用編)

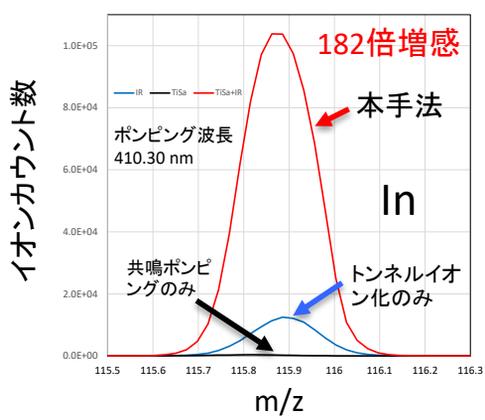
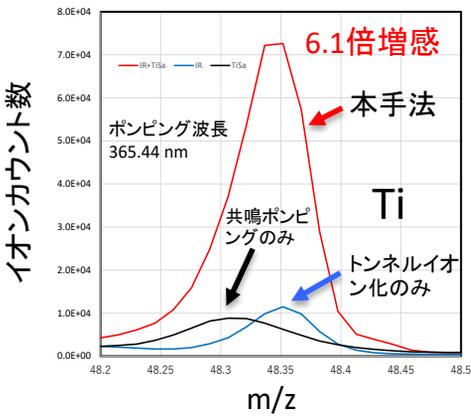
坂本 哲夫 工学院大学 先進工学部 応用物理学科 教授

キーワード：微量分析、不純物分析、半導体、質量分析、SIMS、レーザーイオン化、イメージング

実験方法

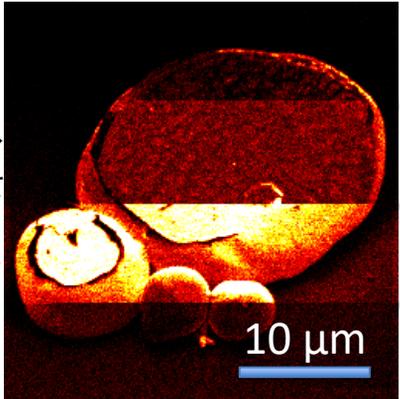
- 試料：質量スペクトル測定時 チタン板、インジウム板
イメージング分析時 インジウム粒子
- 装置：TOF-SIMS/SNMS装置(自作) + チタン・サファイヤレーザー(自作) + フェムト秒レーザー
- 測定方法：スペクトル測定、イメージング分析ともに、チタン・サファイヤレーザーのみ、フェムト秒レーザーのみ、及びチタン・サファイヤレーザー+フェムト秒レーザー(本手法)を比較

結果



- 何れの試料においても、共鳴ポンピング・トンネルイオン化において最大感度が得られた。
- Ti試料では、チタン・サファイヤレーザー単独よりも、6.1倍、In試料は182倍の増感が得られた。

- ◆ インジウム粒子のイメージング結果を右に示す。
- ◆ 感度が高いといわれるSIMS、その改良型のトンネルイオン化法を遥かに超える信号強度(明るさ)が得られている。
- ◆ 感度が上がった分だけ、一次イオンビーム電流を減らすことができ、面分解能の向上に繋がる。



SIMS

従来型トンネルイオン化

本手法
(共鳴ポンピング・トンネルイオン化)

ポンピングレーザーのみ

将来構想

- ◆ トンネルイオン化にて感度の低いV族元素(As, Pなど)について共鳴励起準位を探し、III-V族化合物半導体等において、III族とV族を一度に微小領域でイメージングする技術を開発する予定。

関連情報



- 知的財産権 = 質量分析装置および質量分析方法(特願2017-054691)、レーザー装置およびその制御方法、質量分析装置(特願2017-034189)、質量分析装置及び質量分析法(特願2017-094046)
- 関連論文 = T. Sakamoto et al, Isotope-selective Microscale Imaging of Radioactive Cs without Isobaric Interferences using Sputtered Neutral Mass Spectrometry with Two-step Resonant Ionization using newly-developed Ti:Sapphire Lasers, Analytical Sciences, 31(11), pp. 1265-1270 (2018).
- 関連 URL = 研究室HP <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwc1045/>

工学院大学 研究推進室

〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2
TEL:03-3340-3440 FAX:03-3342-5304
〒192-0015 東京都八王子市中野町2665-1
TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726
E-Mail: sangaku@sc.kogakuin.ac.jp
URL: <https://www.kogakuin.ac.jp>



本研究はJST・先端計測の開発成果に基づくものです。
国立研究開発法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

