

[H30-4]

パルス化 0.36 MeV C₆₀ マイクロビームによる微小領域質量分析試験Preliminary results of micro mass analysis using focused and pulsed 0.36 MeV C₆₀ ion beams平田浩一 ^{#A)}, 山田圭介 ^{B)}, 千葉敦也 ^{B)}, 平野貴美 ^{B)}, 鳴海一雅 ^{B)}, 斎藤勇一 ^{B)}K. Hirata ^{#A)}, K. Yamada ^{B)}, A. Chiba ^{B)}, Y. Hirano ^{B)}, K. Narumi ^{B)}, Y. Saitoh ^{B)}^{A)} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology^{B)} National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology

Abstract

Micro mass analysis of a 400-mesh grid target was performed using a time-of-flight mass spectrometer combined with pulsed and focused 0.36 MeV C₆₀ ion beams, which were produced using electrostatic quadrupole triplet focusing and subsequent XY deflection systems.

Keyword: cluster, secondary ions

1. はじめに

Sub-MeV～数 MeV 領域の入射エネルギーを持つ高速クラスターイオンの物質への照射における特徴の一つに、入射イオン当たりに放出される2次イオンの強度が非常に高いことが挙げられる[1]。高い2次イオン強度は、それを用いた2次イオン分析に有利であるため、我々は、高速クラスターを1次イオンとして用いた2次イオン質量分析法（高速クラスター2次イオン質量分析法）を開発した[2, 3]。また、各種1次イオンの中でも、クラスター数が比較的大きく安定であるC₆₀をsub-MeV～数MeV領域まで加速した1次イオンを用いた、高速C₆₀2次イオン質量分析装置を開発し[4, 5]、その優位性等を報告してきた。

上記、2次イオン質量分析法を、微小領域分析、イメージング分析等へ展開するためには、マイクロビーム化やそのパルス化を含む高速C₆₀照射技術の高度化が必要になる。今回は、パルス化した高速C₆₀マイクロビームを用いて、微小領域の2次イオン質量分析を行ったので、結果の一部を報告する。

2. 実験

TIARAの400 kVイオン注入器のビームラインに、ビーム集束用の静電型3連四重極レンズ系、及び、その下流に、集束したイオンビームを電場により偏向させることで任意の位置に照射させるための特定位置照射システム系を設置した。これらの集束レンズ・照射システム系により、集束したイオンビームを、試料上の特定位置に照射することができる。

イオン照射により試料から放出した2次イオンは、試料に正対する形で設置された飛行時間型質量分析器の末端に設置したマイクロチャンネルプレートにより検出され、特定位置照射システム系の制御信号と2次イオン検出信号を関連付けすることで2次イオン像を得ることができる。さらに、入射ビームをパルス化することで、2次イオン質量分析を行うことも可能である。

3. 結果と考察

図1に、集束した0.36 MeV C₆₀⁺ビームを走査させることで得られた、400メッシュ試料の正2次イオン

k.hirata@aist.go.jp

ン検出像を示す。メッシュ試料の構造が確認できる。また、2次イオン像中の印を付けた部分の正2次イオン質量分析スペクトルも示す。スペクトルには、メッシュ試料の成分であるCu⁺ ($m/z = 63, 65$)の他、Na⁺ ($m/z = 23$)、K⁺ ($m/z = 39$)、SiC₃H₉⁺ ($m/z = 73$)、Si₂C₅H₁₅O⁺ ($m/z = 147$)等のメッシュ表面の付着物由来の2次イオンも観測された。このように、0.36 MeV C₆₀⁺ビームを用いて微小領域の2次イオン質量分析を行うことができた。

4. 謝辞

本研究の一部は、科研費「高感度顕微分析を実現する高速クラスター2次イオン質量分析における照射技術の高度化」[基盤研究(B)(一般)](17H02819)によって行われた。

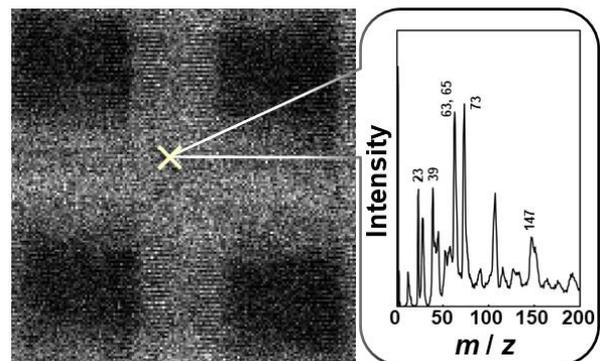


Figure 1 Positive secondary ion (P-SI) image of a 400-mesh grid for 0.36-MeV C₆₀⁺ and P-SI TOF mass spectrum at the marked point in the image.

参考文献

- [1] K. Hirata *et al.*, Appl. Phys. Lett., 81 (2002) 3669.
- [2] K. Hirata *et al.*, Appl. Phys. Lett., 83 (2003) 4872.
- [3] K. Hirata *et al.*, Appl. Phys. Lett., 86 (2005) 044105.
- [4] K. Hirata *et al.*, Nucl. Instr. and Meth. B 266 (2008) 2450.
- [5] K. Hirata *et al.*, Rev. Sci. Instrum., 85 (2014) 033107.