

XPS の不活性ガス導入環境の改善とオプション機能の再確認について

久保 臣悟

鹿児島大学 先端科学研究推進センター 技術部

1. はじめに

X 線光電子分光装置（XPS）は超高真空雰囲気中で固体試料表面の数 nm と非常に浅い領域の元素や化学結合に関する情報を得られる装置である。鹿児島大学の XPS（島津製作所 Kratos Axis Ultra-DLD）は 2010 年度に利用が開始され、学内外の研究者や企業による多くの研究活動に活用されてきた。本装置はイオン銃や紫外光源等を備えた構成であるが、これまでイオンポンプの排気能力低下防止や高額部品の交換サイクル延長のために積極的な不活性ガスの導入を控え、消耗部品の劣化を抑えることで真空環境の悪化を最小限にする運用を行ってきた。本装置を導入して以来、経年劣化などによる故障や不具合に対応し、必要箇所の改造を経て正常稼働を維持しているが、昨年度、不活性ガス導入環境の最適化のため排気系の主要部品であるイオンポンプをターボ分子ポンプへ換装した。

2. 分析室のターボ分子ポンプ化による改善

本装置の導入時の仕様では分析室の真空排気ポンプはイオンポンプが選択された。イオンポンプは機械的な駆動部やオイル等の作動流体を用いないため、振動や炭化水素汚染のリスクが低く、表面分析に適した清浄な超高真空環境を実現できる。一方、アルゴンなどの不活性ガスはイオンポンプ内部に堆積したスパッタ膜中にたたき込まれるが、排気中に埋め込まれた気体が再スパッタリングされ、再放出された不活性ガスによる排気速度の低下や到達真空度が悪化する問題がある。本装置でも分析室へアルゴンガスを導入した際、開始時には約 1.0×10^{-7} Torr 程で安定していた真空度が測定途中で急激に悪化し、測定が停止するトラブルが発生していた。

このような不活性ガスの排気の問題についてはアルゴンガスの導入が必要なイオン銃等の使用制限により対応してきたが、ターボ分子ポンプへの換装により不活性ガスの排気能力が向上し、従来の排気系の制限なくイオン銃を使用する事が可能となった（図 1）。

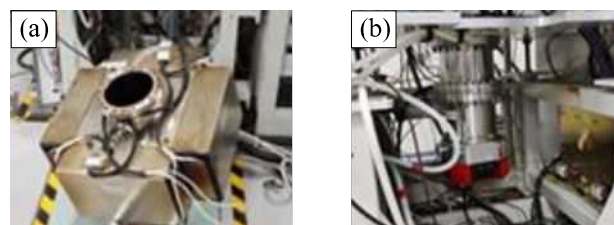


図 1. 真空ポンプの換装前後（イオンポンプ（換装前）(a)，ターボ分子ポンプ（換装後）(b)）

3. イオン銃の機能の再確認

近年はアルゴンガスクラスターイオン銃（GCIB：Gas Cluster Ion Beam）の登場により 1 原子当たり 2 eV といった非常に低いエネルギーでのエッチングが可能となっている。本装置に付属するイオン銃（Mini Beam III）は旧型のタイプであるが、5 keV の様な標準の加速電圧によるエッチングに加え、フローティングモードによる 1000 eV 以下の低加速電圧によるアルゴンイオンエッチング機能も備えている。しかし、通常の低加速電圧の条件での深さ方向の分析はエッチングレートが非常に低く、分析の際に長時間アルゴンガスを試料室へ導入する必要があったため、特に使用を制限していた。

今回は、旧式ではあるがこれまで積極的な活用が出来なかったオプションであるイオン銃の機能について改めて動作を確認し、その結果について報告する。

4. 参考文献

- 1) 日本真空学会編，真空科学ハンドブック，コロナ社，2018.