

BL43IR 赤外物性

BL43IR 赤外物性ビームラインでは、赤外放射光を利用した分光研究を行っている。赤外分光光源として最もよく利用されるのはグローランプなどの熱輻射光源だが、これと比較すると赤外放射光は2桁以上高い輝度と低波数への拡張性が特徴である。BL43IRの利用実験は、これらの特徴を活かした顕微分光を主として行っている。2014年度は、これまでスペクトルに影響を及ぼしていた上流ミラーの汚れ対策、上流光学系の振動対策、赤外近接場分光装置の開発試験などを行ったので報告する。

1. 上流光学系のミラー交換

BL43IR 赤外物性ビームラインの光学系下流に位置するフーリエ変換分光光度計（ブルカー製IFS120HR）は真空対応であるが、建設時の導入当初に、Oリングパッキングに真空をよくするための真空グリースが塗布されていた。経年的な効果で、微量なグリース成分が上流光学系に付着し、赤外スペクトルに1060 cm^{-1} 付近の吸収ピークとして現れている。これは波数からシリコン酸化物の吸収と考えられる。ミラー表面に付着したシリコン酸化物は、放射光の照射が続くことによって固着した状態となり、図1のように変色域を形成している。

今回、上流光学系のM4とM5ミラーを交換して、当該吸収ピークの減少程度を確かめた。まず交換前の状態で下流の赤外顕微分光装置を用い、参照スペクトルを測定した。次にM4とM5ミラーを交換した。交換後、事前と同じ条件でスペクトルを測定した。図2に示すように、1040–1060 cm^{-1} のシリコン酸化物、及び2800–3000 cm^{-1} のCH伸縮振動の吸収が減少した。ミラー表面に付着し



図1 ミラーに固着したグリース成分による変色域

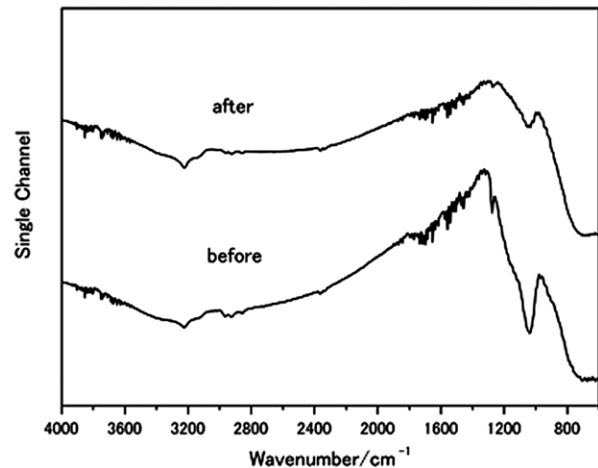


図2 ミラー交換前と交換後の光強度スペクトル

たシリコン酸化物による吸収が、ミラー交換によって減少したと考えられる。またこの交換によって、干渉スペクトル強度が1割程度増強した。シリコン酸化物の吸収以外に、ミラーの固着成分による光の散乱が解消されたことも、強度増強の要因と考えられる。

2. 振動対策

2013年度に行った振動対策は、2012年夏頃から発生していた振幅の大きいビーム振動対策で、これは振幅がビームサイズの約1/3、主な周波数は29 Hzのビーム振動であった。対策としては、上流に配管してあるイオンポンプの固定等で低減することができた。しかし、主に100 Hz以下の種々の振動数を持つビーム振動は継続しており、スペクトルのノイズ原因になっている。上流ミラーチャンバーの振動対策を行うとともに、振動をキャンセルするためのアクティブフィードバックシステムの開発を行っている。

3. 近接場分光

赤外顕微分光の空間分解能は回折により制限される。BL43IRの顕微ステーションの空間分解能は波長に依存し、中赤外領域で5 μm 程度である。ナノメートルオーダーの空間分解能で赤外分光を行う技術に対する需要は高く、我々は赤外近接場分光装置の開発を行っている。これまでの開発で、シリコン基板上に成膜した金薄膜のエッジを利用した評価によって、波長7～11 μm の領域で空間分解能200 nmを達成した。その後、スペクトル

強度を増し、ノイズを低減させるために、プローブ選定や信号処理の改善、測定環境のパージなど様々な対策を施した結果、スペクトル領域が4～11 μm程度まで拡張し、SiCやSiOなど、この波数領域に特徴的なピーク構造を持つ物質の近接場スペクトルの測定を行えるようになった。今後さらに開発を進め、対象試料を拡張していく予定である。

利用研究促進部門
分光物性IIグループ
池本 夕佳、森脇 太郎、中村 哲也