

高速・高精細な ラマン直接イメージング装置の開発

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

顕微ラマンイメージング分析は微小領域の分子情報をイメージとして可視化できるため、生体試料や機能性材料の分析手法として注目されている。その一般的な分析装置である共焦点顕微ラマン分光装置では、試料または励起レーザーを走査して1点1点スペクトルを取得してイメージを構築するため、高精細なラマンイメージを取得するためには膨大な時間を要する課題がある。その課題を克服するため、試料全体に励起レーザーを照射し、検出光学系に波長可変フィルターを挿入し、ラマンイメージを直接カメラで撮影する直接ラマンイメージング装置を開発した。波長可変フィルターには、入射角度を制御することで透過波長域を制御できるチューナブルバンドパスフィルターを2枚利用し、ラマン分光で要求される狭帯域フィルターを実現した。これにより、試料の高精細なラマンイメージを高速に取得することを可能とした。

■ 活動内容

1. チューナブルバンドパスフィルターを利用したラマン直接イメージング装置の開発

開発した装置の概略図を図1に示す。顕微鏡視野全体に励起光を照射するため、拡散板とレンズを入射光学系に設置した。顕微鏡視野全体に励起光を照射すると単位面積あたりの励起光強度が弱くなるため、通常の共焦点ラマン顕微鏡より高出力のレーザーを使用した。検出光学系には、2枚のチューナブルバンドパスフィルターを組み込み、この2枚のフィルターの角度を自動回転ステージで制御することで、任意の波数のラマンイメージを透過させることができる。フィルターの透過特性は、マルチチャンネル分光器で校正した。ラマンイメージは、イメージインテンシファイアユニットで増幅し、CCDカメラで撮影した。フィルターの回転角制御、カメラ制御にはLabVIEWを用いた。

2. ラマン直接イメージング装置を活用した化学分析

ニオブ製の超電導加速空洞の製造において電解研磨処理は重要な表面処理の工程であるが、処理直後の表面には硫黄や酸化ニオブなどの異物が残ることが知られている。その異物分析を本装置で簡便に行うことができることを実証するため、金属ニオブ表面にイオウと酸化ニオブ微粉末を分散させた試料を本装置で測定した。フィルターは 200cm^{-1} から 2000cm^{-1} まで 5cm^{-1} 間隔で走査し、各波数のラ

マンイメージは露光時間2秒のCCDカメラで撮影した。取得したラマンイメージはImageJ Fijiで解析し、イオウのラマンピーク 475cm^{-1} と酸化ニオブのラマンピーク 640cm^{-1} のピーク面積強度のイメージを導出した。その2つのラマンイメージを重ね合わせたものが図2である。2種類の微粉末を高精細に識別できていることが確認できた。

■ 関連情報等

- ・ 文珠四郎 秀昭, 科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究, 25620120, 2013-2014.

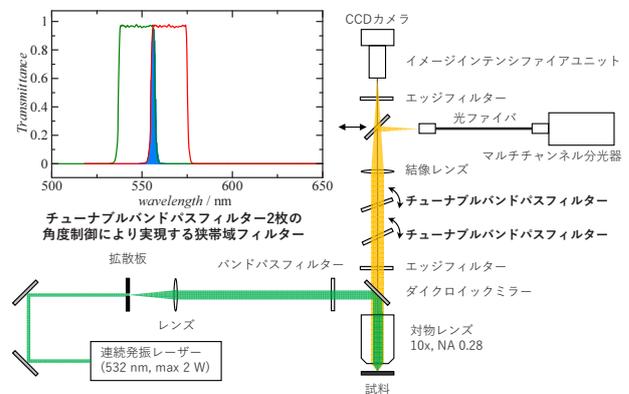


図1:ラマン直接イメージング装置の概略図

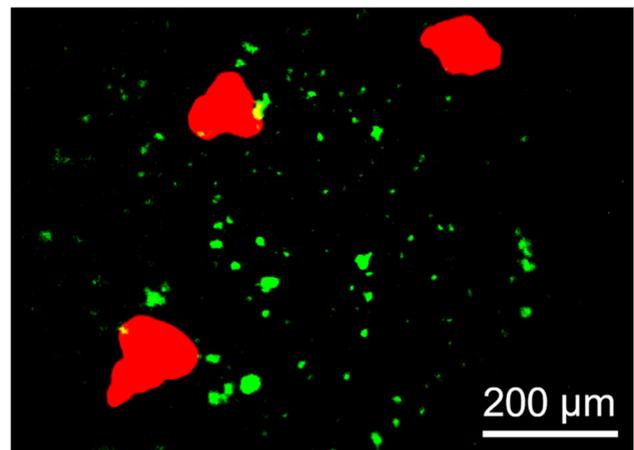


図2:ニオブ表面の硫黄と酸化ニオブのラマンイメージ
赤: 475cm^{-1} (硫黄)、緑: 640cm^{-1} (酸化ニオブ)

代表発表者 **武智 英明(たけち ひであき)**
 所属 **高エネルギー加速器研究機構
 共通基盤研究施設 放射線科学センター**
 問合せ先 **〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
 TEL: 029-864-5497
 takechi@post.kek.jp**

■キーワード: (1) イメージング分析
 (2) 化学分析
 (3) ラマン分光
 ■共同研究者: 文珠四郎 秀昭