紫外・深紫外光を用いた高分解能・高速ラマンイメージング

High-resolution and high-speed Raman imaging via ultraviolet/deep-ultraviolet light

ナノフォトン株式会社　°齋藤　広大，足立　真理子，小林　実，河田　聡

Nanophoton Corporation, °Kohta Saitoh, Mariko Adachi, Minoru Kobayashi, Satoshi Kawata

E-mail: kohta.saitoh@nanophoton.jp

ラマン散乱分光法は、結晶格子や分子の振動による光の非弾性散乱を測定することで、物質の同定、および固体の結晶性や応力を分析する極めて有用な手法の 1 つである。近年では、試料上で励起光であるレーザー光を走査しながらラマンスペクトルを測定することで、物質組成の空間分布などを可視化するラマン顕微鏡が発展しており、半導体材料においては応力や欠陥の空間分布の評価に利用されている。我々はこれまで、可視光を励起光とした空間分解能 350 nm に達する高分解能かつ高速なラマン顕微鏡を開発してきたが[1]、近年このラマン顕微鏡を波長 λ=200-400nm の紫外・深紫外光領域に展開している。

紫外光は物質に対する侵入長が浅くなることが知られている。例えば Si において、λ=532 nm の可視光は表層から 400 nm 程度侵入するが、λ=355 nm の紫外光の侵入長は僅か 5 nm 程度である。すなわち紫外光を用いることで、基板の表層のみを選択的にラマン分析することが可能となる。また紫外光は光子のエネルギーが 3-5 eV と大きいため、ワイドキャップ半導体に対する発光・共鳴ラマン測定といった可視光とは異なる測定アプローチを可能にする。しかし、従来のラマン顕微鏡は、光学系に使用されるレンズの屈折率が紫外域において急峻に変化するため、色収差によりラマン測定が困難であった。今回我々は、色収差を生じさせない独自のレーザー走査光学系[2]と対物レンズ[3]を開発し、紫外・深紫外光を用いて高分解能かつ高速なラマンイメージングを実現した。図 1 に、SiC 基板表面の研磨痕周辺の応力分布を、可視光(λ=532 nm), 紫外光(λ=325 nm), 深紫外光(λ=257 nm)を用いてイメージングした結果を示す。励起光の波長が短くなるに従い、観測される応力差 Δσ（ラマンピーク位置のシフト量）が大きくなっていることがわかる。これは励起光が短波長になるに伴い、観測されるラマン散乱光において表層に由来する成分が相対的に増加していることを意味しており、紫外・深紫外光が表面のラマン分析に有用であることを示している。講演では、開発したレーザー走査光学系・対物レンズの原理と、紫外・深紫外ラマンイメージングの例を発表する。

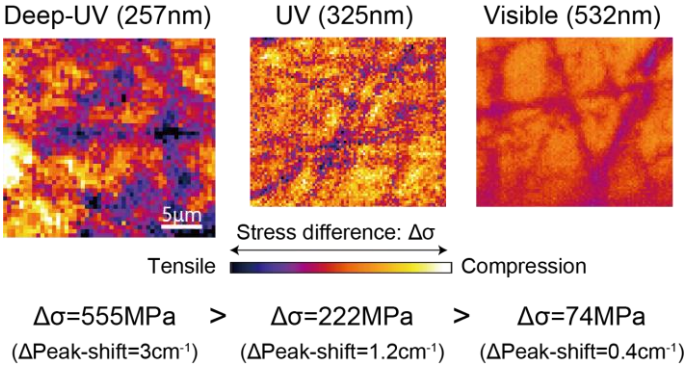

Fig.1: Raman images of stresses on a SiC substrate by using excitation lights of visible, UV and Deep-UV. As λ becomes short, Δσ increases, indicating that UV/deep-UV lights are useful for analyzing surfaces.

[1] https://www.nanophoton.jp/

[2] 特願 2017-157778

[3] PCT 出願番号 PCT/JP2017/031447