



2025年2月27日

## アプリケーションノート (顕微レーザーラマン分光編)

府中キャンパスに設置されている顕微ラマン分光装置（堀場製作所製 LabRAM HR Evolution）は、単純なスペクトル測定以外にもいろいろと高度な機能を備えています。以前のニュースレター（Vol. 23）でもマッピング測定の例はご紹介しましたが、今回はピークシフト量から求めたシリコンウェハにおける応力分布の解析例をご紹介します。

### シリコンウェハにおける応力分布の可視化

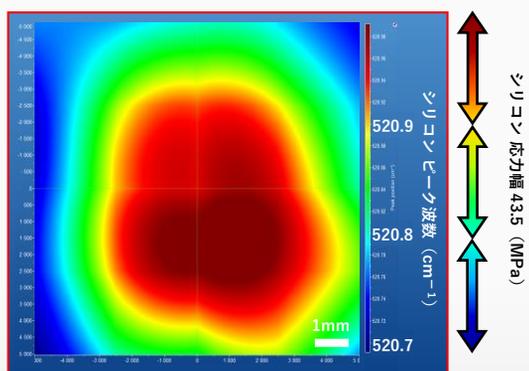


図1 ラマンマッピング例Ⅰ  
(シリコンチップでの残留応力分布の可視化)

上図1は1 cm四方に細断されたシリコンチップをマッピングし、データ処理（ピーク分離やフィッティング）を行った上でシリコンピークのシフト量を座標情報に基づき可視化したものですが、チップ四隅には中央部に比較して数十MPa相当の引張り応力の残留が認められます。一方、右図2は同チップ上に認められた微細な擦過痕周辺を高倍率で同様にマッピングした例ですが、傷の周囲には数GPa相当もの非常に大きな応力分布が見られました。

先端半導体の分野では素子基板の残留応力や加工歪み（結晶構造の乱れ）が製品の歩留まりに影響すると言われており、これらを確認するにはX線トポグラフィーや透過電子顕微鏡を利用するのが一般的です。一方、ラマン分光ではピークの出現する波数は振動子バネ定数に対応したパラメータであることから、応力定数（応力当たりのシフト量）が有意な値をとるならば、波数シフトを測定することで応力を求める事が可能です。結晶性シリコンにおける応力定数は435 MPa/cm<sup>-1</sup>であり、波数分解能に優れる本学装置では左図1や下図2に示す通り数MPa相当の応力分布でも可視化する事が出来ます。

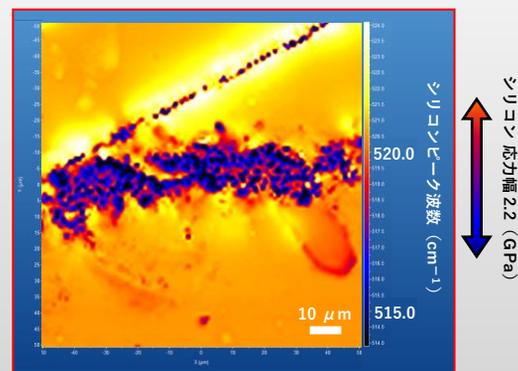


図2 ラマンマッピング例Ⅱ  
(シリコン上 擦過痕での応力集中の可視化)

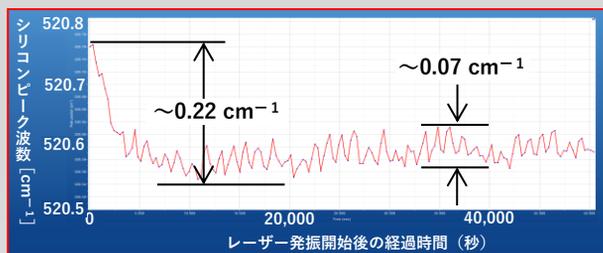


図3 長時間にわたる波数安定性

この様に精密なデータ取得が可能な理由は、本装置の優れた波数分解能ばかりではなく、数時間から一晩に及ぶマッピング中に測定波数が安定しているからです。左図3はレーザー発振開始直後からの時間変動を実測した例ですが、初期でも0.2 cm<sup>-1</sup>程度、安定すれば0.07 cm<sup>-1</sup>程度の極めて優れた波数安定性を有している事が分かります。

これらの機器をご利用希望の方は窓口担当scoop-groups@go.tuat.ac.jpまでお問合せ下さい。