

ラマン信号を見落としていませんか - 405nm は蛍光の影響を最小限に抑えてラマン信号を観察することができます。

Mr T. Inoue & Dr E. Illy

近年、ラマン分光法は、材料やライフサイエンスのアプリケーションからポイント・オブ・ケア分析、産業用スクリーニング、純粋な研究開発に至るまで、幅広い市場に適用できる分析手法として世界的に注目を集めています。小型レーザー光源、高感度カメラ、超軽量小型分光器のおかげで、近年のラマンシステムはさらに小型化され、感度が向上し、多機能化が進んでいます。このアプリケーションノートでは、従来使用されていたより長い波長のレーザーと比較して、405nm レーザーを使用することでどのような性能向上が達成できるかを示します。

不在ではない、ただ埋もれているだけ

ラマン分光法における一般的な課題は、本質的に弱いラマン信号が蛍光の影響によって隠蔽されることが多いことです。蛍光の影響を最小限に抑えるために、NIR(785nm~1064nm)のレーザーがよく使用されます。ただし、ラマン散乱強度はレーザー波長の 4 乗に反比例するため、近赤外波長が長くなるとラマン散乱強度が低下するというデメリットがあります。また、800nm を超える波長領域ではシリコンセンサーの感度が低下するため、これらの波長では高価な InGaAs 系センサーが必要となり、装置構成が複雑になる可能性があります。

蛍光の影響を回避するためのもう 1 つの方法は、より短い波長を使用することです。この理由から、532 nm を採用する機器の人气が近年ますます高まっています。ただし、532nm では、レーザー光の吸収による蛍光が弱いラマン信号を覆ってしまう物質がまだ多くあります。

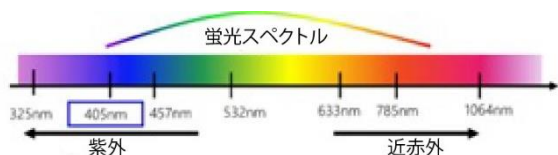


図 1: 典型的な材料の蛍光スペクトル。

たとえば、ポリイミドなどの材料の場合、さらに短い波長にすることがより良い解決策になる可能性があります。レーザー波長がさらに 405nm にシフトすると、ラマン信号が強化され ($1/\lambda^4$ 依存性)、蛍光の影響を受けにくくなります。したがって、ラマン信号が強化され、蛍光の影響が軽減され、最終的には可視範囲用のシリコンセンサーが使用できるようになります。さらに、405nm レーザーを使用することで、ラマンピークとフォトルミネッセンスの複合分析が可能になります。

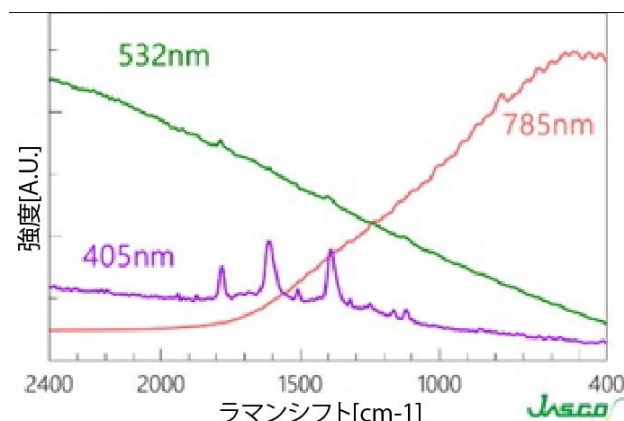


図 2: 405nm 励起を使用すると容易に分解されるポリイミドのラマンスペクトル。ラマン信号は、532nm および 785nm レーザー励起の蛍光に埋め込まれます。

ラマン分光法用レーザー

ラマン分光法に使用される最も一般的な波長は 785nm です。これは、多くの場合、ラマン散乱効率、蛍光の回避、レーザー光の吸収、したがって加熱効果と検出器の感度の制限の間で最適なバランスが得られるためです。ただし、用途や調査対象の材料によっては、ラマン分光法ではまだ一般的ではない波長を採用する利点を考慮することも重要です。

現在市場にある 405nm の半導体ダイオード レーザーは、通常、広い線幅 (>1nm) を持っています。しかし、ラマン信号を取得し、個々のラマンバンドを分解するには、狭い線幅特性と優れた波長安定性、および低ノイズが不可欠です。狭い線幅 405nm の半導体ダイオード レーザーは、ボリュームブラッググレーティング (VBG) テクノロジーを使用して実現できますが、安定した性能を達成するには、VBG 素子の慎重な位置合わせと高感度の温度制御が必要です。Cobolt08-NLD 405nm レーザーは、405nm ダイオードの VBG 安定化に基づいています。高精度のアライメントと優れた熱機械的安定性を組み合わせたコボルト独自の HTCure™ 製造技術のおかげで、波長の安定したロックが達成され、1 回の出力で広い温度範囲に亘って 30mW の出力で <20pm (<1.2cm-1) の線幅が得られます。

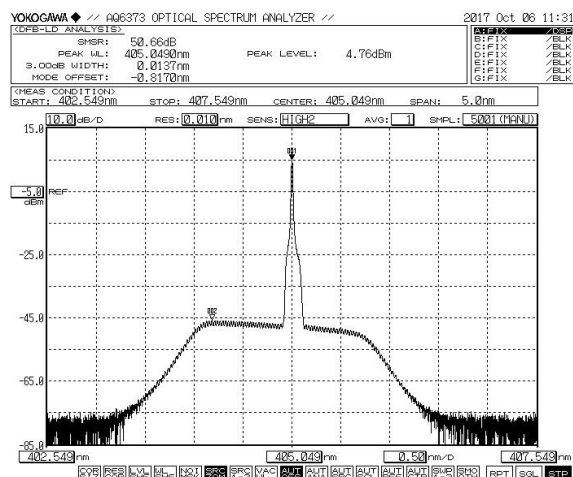


図3: Cobolt 08-NLD レーザーの典型的なスペクトル (FWHM < 20 pm, 出力 30 mW)



図5: Cobolt 08-NLD レーザー。

結論

ラマン分光法に安定した狭線幅 405 nm レーザーを使用することで、特定のサンプル固有の蛍光の影響を低減してより強力なラマン信号を得ることができるだけでなく、ラマンシステムで標準的なことが多い従来のシリコン検出器も使用することができます。これによりセットアップが簡素化され、よりコスト競争力のあるシステムが可能になります。さらに、信号対雑音比が向上し、感度が向上する可能性があるため、取得時間が短縮されることが期待されます。

著者について

井上氏、日本分光株式会社、ラマン SPM グループ副マネージャー
エリザベス・イリー博士、Cobolt 社、ストックホルム、スウェーデン

JASCO について

JASCO は、世界中の学術、製薬、法医学、バイオテクノロジー、産業市場において 50 年以上の経験を持つ分析機器を専門としています。詳細は www.jascoinc.com をご覧ください。

Cobolt 社について

HÜBNER Photonics 社の一部である Cobolt 社は、スタンドアロン使用または蛍光分析、ラマン分光法、干渉計測、微細加工、環境モニタリング用の機器への OEM 統合向けに、高性能 CW および Q スイッチ レーザーを供給しています。独自の HTCure™ 製造技術を使用したレーザーは、厳しい環境条件に対する優れた耐性と保証された寿命を示します。Cobolt 社はスウェーデンのストックホルムに拠点を置いています。詳細については、www.coboltlasers.com をご覧ください。

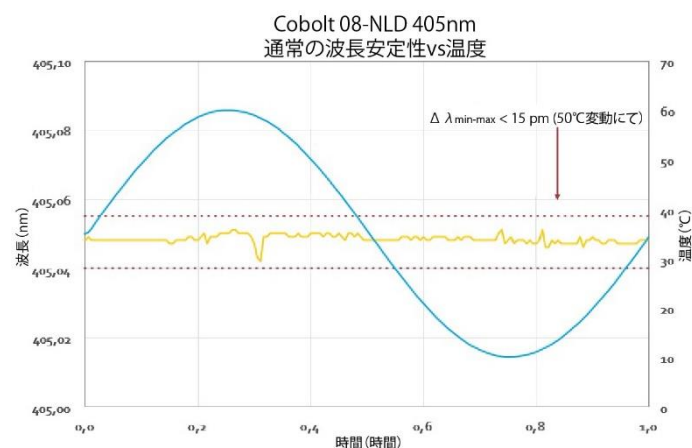


図4: 50°Cでの Cobolt 08-NLD 405nm の波長安定性 (<15pm ピークツーピーク)

さらに、内部光アイソレータにより、サンプルからの反射光がシステムを通して戻り、それによってレーザーが損傷するリスクが軽減され、フィルターにより、ピークから 2nm を超える波長に対して 75dB を超えるサイドモード抑制が保証されます。Cobolt 08-NLD 405nm レーザーは、HTCure™ 製造技術により信頼性を確保しながら、コンパクトな設置面積でこれらすべての重要な性能機能に対応します。