

顕微レーザーラマン分光装置 LabRamシリーズ

Ingo Reese, Hans-Jurgen Reich

要旨

ジョバンイボン社 (JY) で最も成功しているラマン分光装置は 顕微レーザーラマン分光装置 LabRam シリーズである。JY は、1993 年にアメリカ最大の科学機器展 ピッツバーグ・コンファレンス (Pittsburgh Conference for Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy) において初めて本システムを出展して以来、解析ツールの改良や最適化を重ねて研究現場や産業界からの要望に応えてきた。現在、豊富なアプリケーション、高分解能、倒立顕微鏡、マルチウェル・プレート対応、紫外及び近赤外、自動化、FTIR との一体化など、さまざまな分野へ対応可能な計測システムとして LabRam シリーズをラインナップしている。

1 はじめに

顕微レーザーラマン分光装置 LabRam は、紫外から近赤外の励起波長で測定できる顕微鏡と一体化した分散型ラマン分光装置である。ラマン分光装置は、約 15 年前までは特別にトレーニングを受けた科学者や技術者だけにしか取り扱うことができなかった。LabRam シリーズは、従来の装置に比べてはるかに使いやすく、非常にコンパクトにまとめられた卓上型である。以前、ラマンスペクトル測定には長い時間が必要であったが、ここ 10 年間の技術革新により、測定時間は著しく短縮された。

LabRam シリーズは、初めからモジュラー組み立て方式のコンセプトを導入したため、用途に応じて基本システムは変えずに計測を最適化することができる。最大の長所は、用途に合わせて光学的・機械的インターフェイスを交換したり、特定のソフトウェアの修正、高分解能の分散系への取り替え、検出部の最適化など、フレキシブルに対応できる点である。しかも、保守が容易で、オプション機器も迅速に装着でき、生産現場や研究現場のコストの削減にも大きく貢献できる。また、我々機器開発担当者やソフトウェア開発チームにとっても、計測システムを全面的に設計し直すこともなく、お客様に迅速にソリューションを提供することができる。

2 LabRam と LabRam HR

LabRam と LabRam HR の差は、基本的には分散系の配置が異なる点である。それぞれの計測システムは、機器構成を一部変更することにより他の機種に変えることができる。

標準タイプの LabRam は、グレーティングと CCD 検出器の焦点距離が 300 mm、スペクトル分解能 $2 \sim 4 \text{ cm}^{-1}$ 、レーザー励起波長 400 ~ 800 nm と、一般的な用途に適した仕様となっている。

一方、LabRam HR (HR は高分解能の意味) は、焦点距離が 800 mm と長く、LabRam と比べてスペクトル分解能は約 3 倍になり、紫外線領域の測定、半導体材料の歪み測定、分子の多形性の決定など、バンドシフトの小さな測定に有効である。

更に、LabRam HR に第 2 の検出器 (InGaAs) を取り付けると検出範囲を近赤外 ($\sim 1700 \text{ nm}$) まで拡張できる。これによる重要なアプリケーションの例としては、ラマン法とフォトルミネッセンス法との組み合わせで、電子の遷移に基づく吸収 / 発光過程とラマンスペクトルを比較できる。

3 LabRam INV 倒立顕微ラマン分光装置

生物学や生命科学の分野では、従来の正立光学顕微鏡だけでは限界がある。例えば細胞の構造や特性を解析するためには、サンプルを特定の環境条件に置いて倒立顕微鏡で観察・測定する必要がある。LabRamシリーズでは標準型顕微鏡を倒立型に置き換えることによってこれを達成できる。

図1に、倒立型電動顕微鏡を組み込んだ倒立顕微ラマン分光装置LabRam INVを示す。本装置では、サンプルを双眼鏡とTVカメラで観察することができる。蛍光観察において反射法で可視化するのと同じように、明視透過像または位相差像の観察が可能である。ラマン分光のバイオ分野における典型的な応用としては、病理検査、ヘム中心分析、薬物動態学、拡散効率、相決定組織研究、ガン研究などがある。

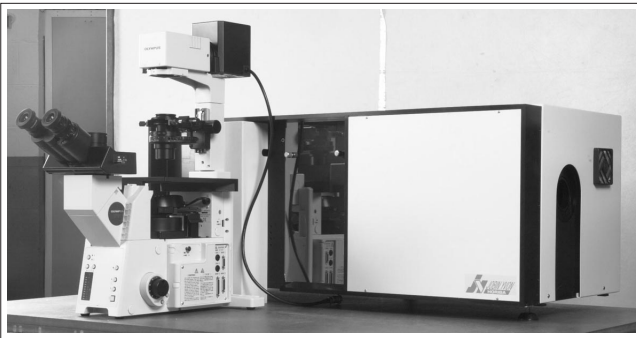


図1 倒立顕微ラマン分光装置LabRam INV

4 マルチウェルLabRam ハイ・スループット・スクリーニング (HTS)

マルチウェルLabRamは、製薬業界やバイオ(コンビナトリアル・ケミストリー)など分析業務の高い生産性が求められている分野に向けて開発された。分子構造や結晶性に関する詳細な情報が得られるレーザーラマン顕微鏡には高い生産性が求められており、マイクロアレイ検出器やマルチウェル・プレートを使って自動化にも積極的に対応している。微小化学分析システム(Lab-on-a-Chip)、固相合成化学、ゲノム科学、プロテオミクス、タンパク質相互作用などの分野において幅広い応用が見込まれている。サンプルの位置が自動的に決定され、取得したデータの処理プロトコルは将来の再使用に備えて保存される。大型サンプル・アレイは3段階のアクセス法と組み合わせられて自動化されており、高速スクリーニングが可能である。最初のマルチウェル・プレート読み込み装置はドイツの大手化学会社BASF A.G.社と共同開発したものである。

図2に、電動XYステージの上に標準的なマルチウェル・プレートを搭載した試料台を示す。対物レンズに対してサンプルが常に正しい位置にセットされるように、ウェルの充填がばらついていることを見越して、自動焦点機能を使って対物レンズの位置をZ軸方向に制御する。この機能は、製薬分野と同様にコンビナトリアル・ケミストリー用ビーズの試験でもよく採用されている。

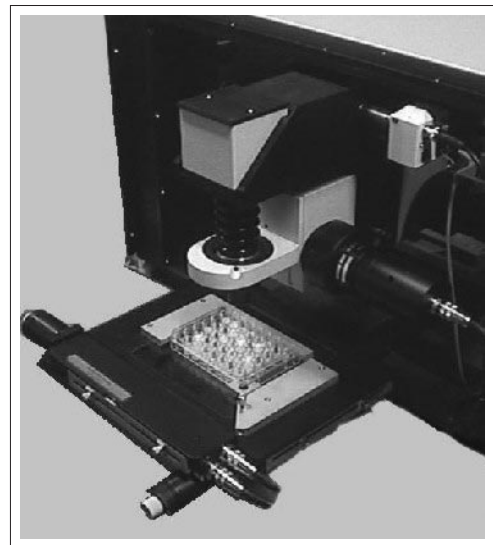


図2 マルチウェル・プレートを搭載した電動XYステージ

5 Slider LabRam/DiskRam ハードディスクDLC検査

Slider-LabRamとDiskRamは、ハードディスク上のDLCコーティング(Diamond Like Carbon Film)の検査など、生産現場における品質保証や品質管理(QA/QC)を目的としたコンパクトな計測器である。近年、コンピュータ用ハードディスクは、磁性体膜の保護用に硬くて丈夫な薄膜をコーティングしている。この保護膜は、ドライブが起動したり停止する際に、ディスク表面がヘッドスライダによって繰り返し引っ張られたり、叩かれたりして磨耗するのを防ぐために施されている。通常、この皮膜には下層の磁性体膜の腐食を防止するために若干の水素や窒素を添加している。これによって、薄膜が硬くなり耐摩擦性が改善される。

Slider-LabRamとDiskRamは、この水素/窒素の含有量と膜厚を分析することができる。この装置は、硬いカーボン薄膜を傷つけないで、膜のラマン・スペクトルを迅速、かつ容易に得られるように設計されている。また、測定データを処理し、物理的特性の評価も自動化している。この他、ディスクの位置決め用自動ロボットがオプションとして用意されている。

6 LabRam IR FTIR一体型の分光装置

LabRam IRは、ラマン分光とFTIR(フーリエ変換赤外分光)とを一体化させた分光装置で、2002年度のピッツバーグ・コンファレンスでベスト新製品(Pittcon Editors' Awards)の金賞に輝いた。ラマンと赤外、この2つの相補的な分子振動を測定することにより、一方だけでは得られない新たな情報が得られる。本装置は、JY固有のSameSpot技術により、サンプルの同じ領域のラマン・スペクトルとFTIRスペクトルを、サンプルを移動したり転送しなくても測定できる。本装置に関する詳細は、2002年の本誌Readout No.25に記載しているので参照されたい。

図3に、LabRamシリーズの製品構成を示す。



図3 LabRamファミリー

7 おわりに

紫外から近赤外の幅広い励起波長を用いて、分子構造や結晶性に関する有用な情報が迅速に得られる顕微レーザーラマン分光装置には、半導体から化学、医薬、バイオまでの広い分野の生産現場や研究機関から、さまざまな要望が寄せられている。これからも世界に先駆けて要望に応えることにより LabRamシリーズが更に広い分野に貢献できることを願っている。



Ingo Reese, PhD.

Jobin Yvon GmbH
Raman Division
Sales, Marketing and Application Specialist



Hans-Jurgen Reich

Jobin Yvon S.A.S
Raman Division
Director