

Mini PL/ラマン分光装置を用いたZnO, GaN, AlGaNの解析

Photon Systems 社提供の Mini PL/ ラマン分光装置によりスペクトルを検出した。

下記がその詳細である。システム構成は

回折格子 2 枚

刻線数 1200 本 /mm (分解能 <1nm にて)

3600 本 /mm (分解能 34 cm^{-1} にて)

レーザー 波長 248.6nm 及び 224nm

スリット 幅 125 μm 又は 300 μm

カスタム対応ソフトウェア

スペクトル解析モジュール含む

内蔵のエネルギー測定器

フォトルミ信号又はラマン信号を規格化するために使用)

仕様の詳細については、(www.Photonsystems.com) 掲載のデータシートを参照してほしい。

ラマンスペクトルの表示

最初の 2 つの図は典型的なラマンスペクトル。

3 つ目の図は解析した材料のラマンスペクトル。

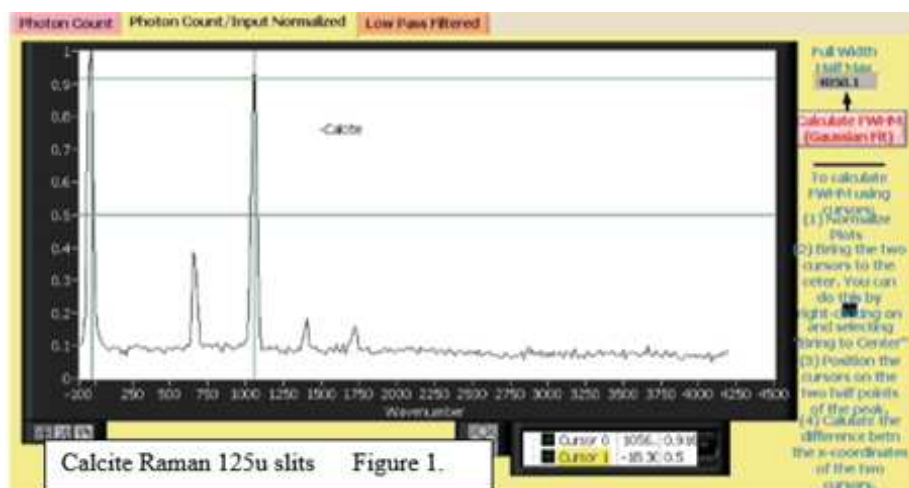
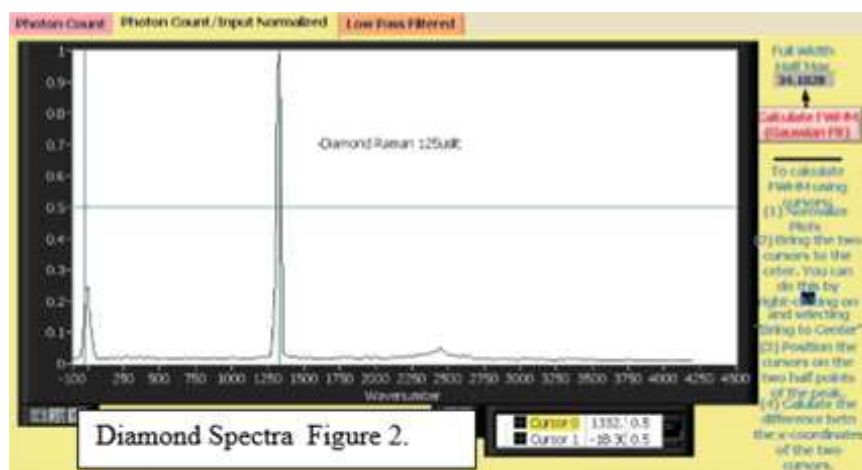


図 1 に、スリット幅125 μm 、刻線数 3600本/mmの回折格子を用いて観測されたカルサイト（方解石）のラマンスペクトルを示した。ここで、本来はレイリー線が0 cm^{-1} （試料を上下に通過するレーザー光の光束が厳密に一致）であることが望ましいが、実際は約18 cm^{-1} だけシフトしている（波長校正誤差による影響）ことに注目。4本の主要なカルサイト（方解石）のピークが規格化されているのがわかり、最も高いピークが1である。ラマンスペクトルは、eV（エネルギー分解能）や cm^{-1} （波数）と同様に波長（nm又はÅ）で表示することもできる。また、システムにはソフトウェアが内蔵されており、検出したスペクトルの再校正ができる。



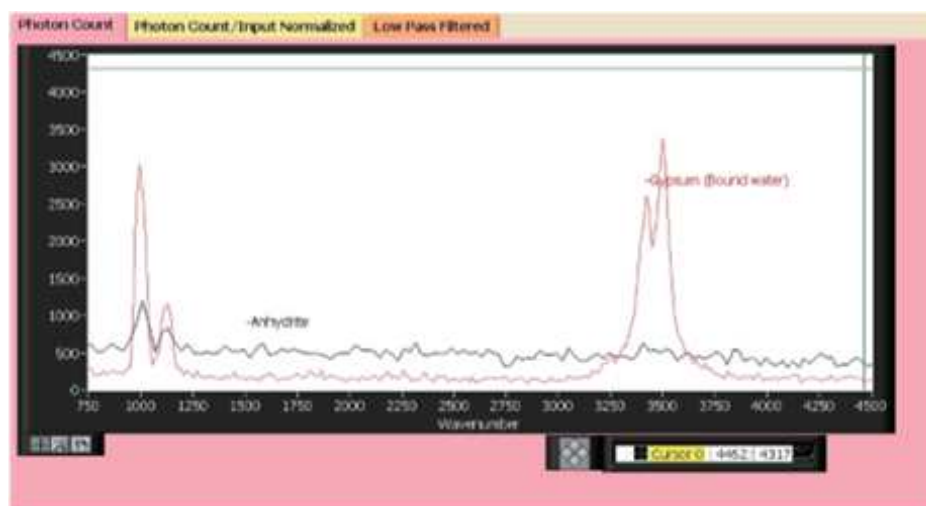
1512 Industrial Park St. Covina, CA 91722-3417 U.S.A.

図2に、上記と同じ測定条件で観測されたダイヤモンドのラマンスペクトルを示した。



ここでもやはり、ダイヤモンドのピークが観測されており、特に1250cm⁻¹付近の非常にシャープなピークに注目してほしい。これはダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜と呼ばれ、これらのピークの比率をダイヤモンド薄膜やダイヤモンドコーティング工具の硬度で表すことができる。

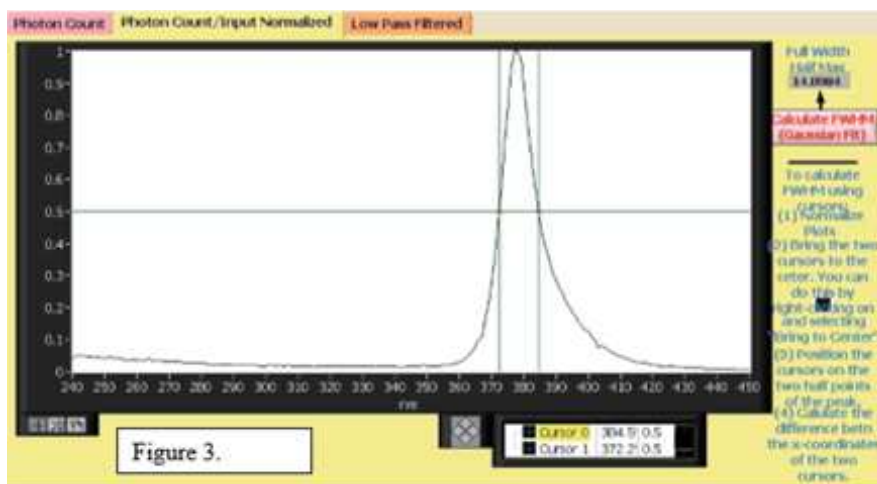
また、本装置は材料中における結合水及び遊離水(自由水)のラマンスペクトルの測定も可能である。詳細は、下記のプロット図を参照してほしい。



重要な点として、薄膜上の水分子や結合材料(結合水を含んだ材料)中の水分子を識別検出したい場合、ラマン分光法は最適な技術だということだ。

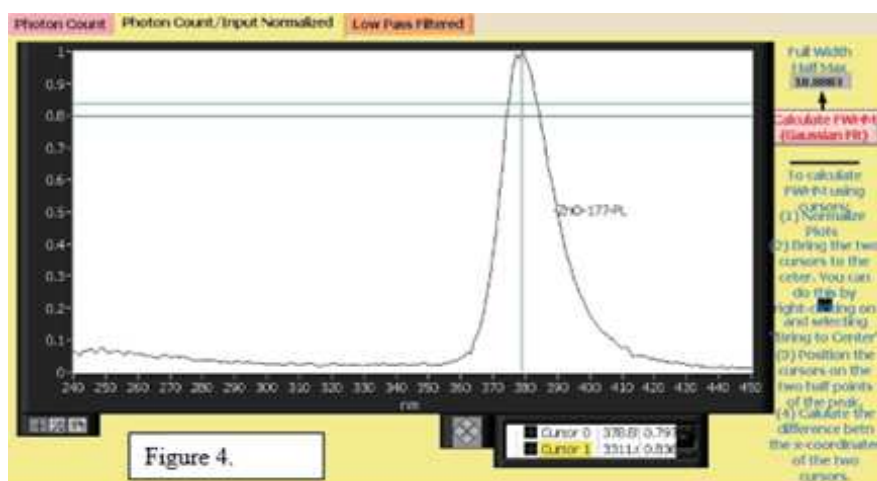
フォトルミネッセンス (PL) 法により得られたデータ

下記のデータは、スリット幅 $300\mu\text{m}$ 、刻線数 3600 本 /mm の回折格子を用いて観測された PL スペクトルである。



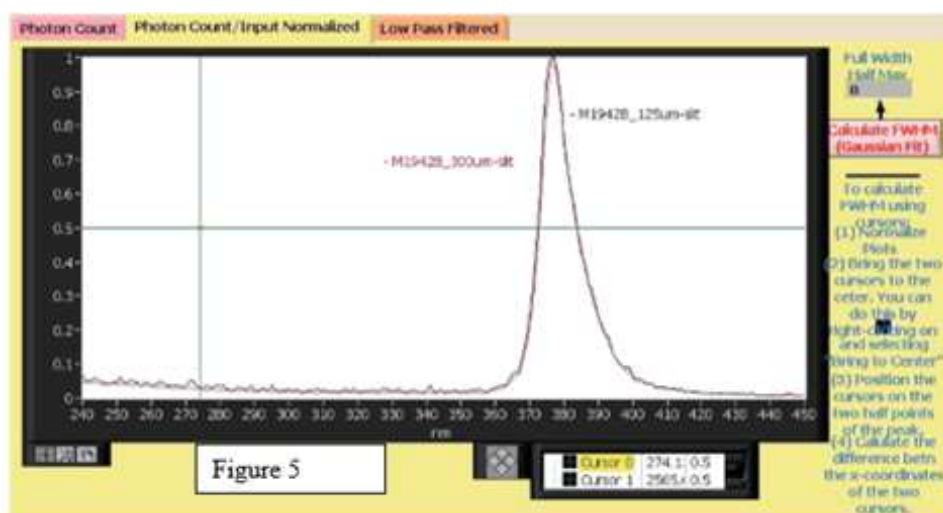
上記の図 3 に、ZnO（酸化亜鉛）173 におけるフォトルミネッセンス (PL) 測定によるスペクトル分布曲線を示す。得られた PL スペクトルの半値全幅が $>14\text{nm}$ 、ピーク波長が約 280nm であることに注目してほしい。ここでもやはり、ガウス分布で表される曲線である半値全幅を求めるために出力を規格化している。

下記の図 4 は、ZnO（酸化亜鉛）177 の PL スペクトルである。

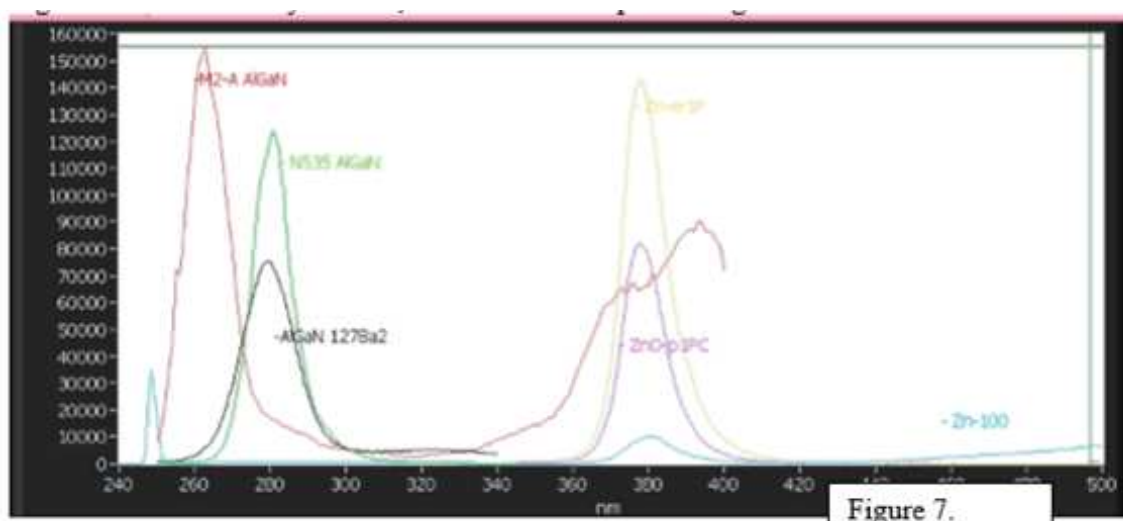


PL スペクトルの半値全幅は 18.8nm 、ピーク波長は約 378nm である。赤線で記したピーク形状に注目してほしい。

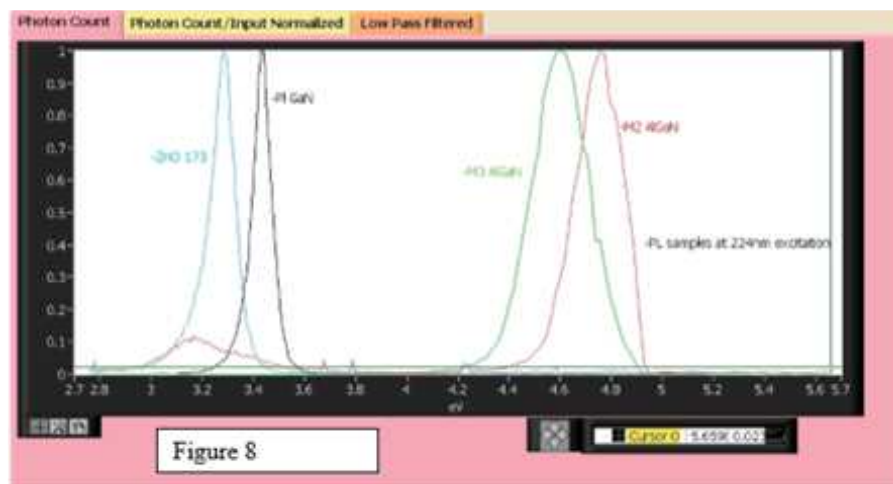
図5は、M19428材料のPLスペクトルである。スリット幅 $300\mu\text{m}$ (赤線) $125\mu\text{m}$ (黒線) の回折格子を用いて観測されたPLスペクトルを規格化し、MiniPLシステムに標準付属する解析ソフトウェアを用いて、この2種のスリット幅をもつ回折格子で観測したPLスペクトルをそれぞれ曲線で表した。2つのスペクトルの曲線が重なっているのがわかる。



下記の図7は、248nm レーザーで観測した GaN (窒化ガリウム)、ZnO (酸化亜鉛)、AlGaIn (窒化アルミニウムガリウム) の各種材料の PL スペクトルである。



下記の図8は、224nm レーザーで測定した各種試料の PL スペクトルである。



スペクトルが励起状態近傍のバンドギャップエネルギー以外は、励起波長に依存していないことに注目してほしい。ここでは、AlGaIn（窒化アルミニウムガリウム）、ZnO（酸化亜鉛）、GaIn（窒化ガリウム）のすべての試料におけるピーク強度の最大値によって規格化を行っている。

本稿は、深紫外レーザーを励起光源とした検出システムを使用しての実験について簡単に考察したものである。この検出システムには、12.5cm サイズのモノクロメーター（主として回折格子）が搭載されており、高品質のフォトルミネッセンス（PL）測定装置を実現している。必要に応じて、違う種類のモノクロメーター搭載で装置を単独に使用して上記のようなデータを得ることができる。



1512 Industrial Park St. Covina, CA 91722-3417 U.S.A.