

フォトルミネッセンス励起スペクトル測定システムの構築

Development of photoluminescence excitation measurement system

花岡優哉¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

本研究では、測定時及びデータ比較時における研究効率の上昇を目指して、PLE測定の半自動化、データの3Dグラフ化を目的としたPLE測定用の光学系の構築を行った。マクロによる励起光波長変更の半自動化や、PLデータを統合するソフトの開発より効率良くPLEデータを取得し、取得したPLEデータを3Dグラフとして描画することにも成功した。今後は製作した光学系で実際に試料を測定及び分析することで、本装置の有用性を明確にする。

キーワード：分光器、光学系、python、Photo luminescence excitation

1. はじめに

励起光波長を変化させながら PL(Photo luminescence)スペクトルを測定する方法を PLE(Photo luminescence excitation)測定と呼ぶ。試料から放出されたPLは励起波長と発光波長の2つの関数から求められることになり、吸光された励起光のエネルギーに対応したPLスペクトルのデータを得ることが出来る。これにより、PL測定ではスペクトルが同じ形状をした試料であっても、PLEスペクトルが異なった場合に、試料の違いが区別できるようになる。このように PLE測定を行うと試料に関する情報量は飛躍的に増加する^[1, 2]。幅広い励起光波長範囲での PLE測定を行いたい場合、毎回手動で分光器を操作し励起光波長を変化させることは非常に作業効率が悪い。また、測定された膨大な量のデータを各励起光波長ごとにグラフ化して比較することに関しても、直感的な可読性を向上させるための余地がある。本研究では、PLE測定用の光学系の製作を行うと共に、測定時及びデータ比較時における研究効率の向上を目指して、PLE測定の半自動化及びデータの3Dグラフ化を目的とする。

2. 方法

製作したPLE測定系は、

- ① 励起光波長を変える

② PLデータを測定

- ③ ①②を繰り返して得た大量のPLデータをソフトで統合し、PLEデータを作成する
- ④ PLEデータを3Dグラフ化する

という流れで PLEデータを取得する。従って本研究は「PLE光学系の構築」と「統合ソフト及び3D可視化ソフトの開発」の2つに分類される。

2-1. PLE光学系の構築

検討した光学系のイメージを図1に示す。ランプには、可視光範囲において自然日光に近いスペクトルを示すキセノンランプを採用した。ランプ設置の際は、ランプハウスから排出される熱が暗室内にこもらないよう、ランプハウス部分を暗室外に設置した。また、ランプの高さを分光器と一致させるために、分光器を乗せるための土台を製作した。酸化皮膜で覆われている黒皮鉄板を下板として採用することで、鋳びにくく、かつレンズ等の光学部品をマグネットベースで固定することが可能となった。

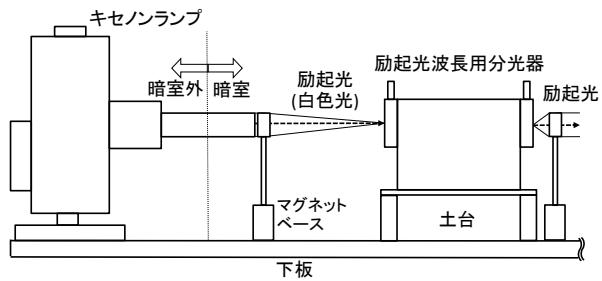


図1. 検討した光学系のイメージ図

表1にPL光学系に使用した機器とソフトの一覧を示す。

表 1. 光学系内の機器とソフトの仕様

機器	型名	メーカー
PL測定ソフト	SpectraWiz	StellarNet Inc
分光器	MC-20L	リツー応用工学
波長駆動装置	DU-2S	リツー応用工学
キセノンランプ	UXL-500D-0	ウシオ電機

PLE測定用の光学系を構築するにあたり、手作業による励起光波長変更を改善するために、マクロを用いての半自動化を行った。フリーソフト「HiMacroEX」を使用し、露光時間、積算回数、初期波長等の初期条件を設定すると、それに合わせて自動的に励起光波長を変更することが出来る。

2-2. データ統合及び可視化ソフトウェアの開発

開発したソフトウェアは、測定した大量のPLデータを統合する為の「データ統合ソフト」と、PLEデータを3Dグラフとして描画する為の「3D可視化ソフト」の2つである。プログラミング言語には、専門的なライブラリが充実しており、かつ3Dグラフ等の描画が容易なpythonを採用した。

3. 結果

現状ではPLE測定データは得られていない。従って、適当に選出したPLデータに模したデータ群に対して制作したソフトを適用し、データの統合及び3Dグラフ化を行った。ソフトにより統合される前のPLデータを図2に、統合された後のPLEデータを図3に示す。また、統合したデータを3Dグラフ化したもの図4に示す。

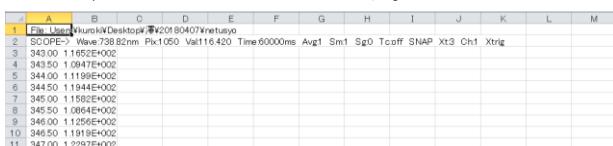


図 2. 測定した PL データの一つ



図 3. 統合された PL データ群(PLE データ)

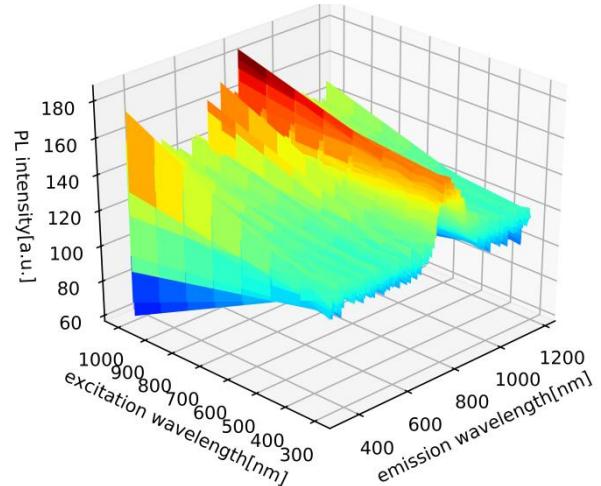


図 4. 3D グラフ化した PLE データ

PL統合ソフトは、各PLデータを一つのファイルに統合することができる。また、3D可視化ソフトに関しては、発光強度ごとにグラデーションで色を変化させ、ピークの視認性を工夫した。

4. まとめ

本稿では、半自動化PLE測定用光学系の検討と、PLEデータの3Dグラフ化ソフトの制作を行った。マクロの導入や制作したソフトによって、PLEデータを効率よく取得できる。またPLEデータを3Dグラフとして描画することでデータの可読性を向上させることにも成功した。

5. 今後の展望

今後は未完成である光学系の製作を行い、実際に試料の測定及び分析を行うことで、本装置の有用性を明確にする。

参考文献

- [1]田島道夫, 清水良祐”高効率赤外領域フォトoluminescence励起スペクトル測定装置の開発”, 応用物理学会, 56(9), 1183-1189(1987)
- [2]Damon N. Hebert, Julio A. N. T. Soares, Angus A. Rockett”Photoluminescence and Photoluminescence Excitation Spectroscopy of Cu(In,Ga)Se₂ Thin Films”, Materials Research Society, 1165-M03-05(2009)