

LUMO・電子親和力測定装置の開発

-大気・真空バンドダイアグラム測定装置-



SATテクノロジー・ショーケース2015

■ はじめに

高機能、省電力、省スペースのセンサー、メモリー、CPUなどのデバイスの開発によって、IoT (Internet of Things) が現実のものとなった。更なる小形デバイス開発によりIoE (Internet of Everything) へと進化していくと考えられている。デバイス機能は半導体によって実現され、その特性の一つである、バンドダイアグラムを一つの装置で測定できる装置を開発した(図1)。バンドダイアグラムとは、半導体の価電子帯、伝導帯のエネルギー位置を示したものである(図2)。この位置関係が、省エネルギー特性、機能特性などに影響を与える。

■ 活動内容

1. 開発装置

開発装置は、一度のサンプル設置でバンドダイアグラムを測定できるように、別々に存在した光電子収量測定装置(PYS)と反射型分光光度測定(PS)を合わせてひとつにした。真空から大気まで環境で測定することができ、実際に使われる環境での測定が可能である。また、粉状、基板に蒸着した薄膜、バルク材料など様々なサンプル形状に対しても測定が可能である。装置が一つになることにより、装置のメンテナンス性、設置場所、統一データファイルフォーマット・解析などのコスト削減のメリットがあるほか、データを俯瞰的に捉えることができる。

2. 装置特徴・仕様

・エネルギー範囲

市販されているPYS及びPSのエネルギー範囲は、ほぼ同じことから共通化した。光源は、重水素+ハロゲンランプまたは、キセノンランプを使用し、測定できるエネルギー範囲は、1000-200nm(1.24-6.2eV)である。

・照射・反射バンドルファイバー

照射光学系の取り回しの自由度を高めるために、励起光の照射および反射光の計測は、バンドルファイバーを用いた。

・反射スペクトル解析

バンドギャップ測定では、透過スペクトルを計測することが一般的である。しかし一方で、透過スペクトル用のサンプルを用意することは容易ではない。そこで、透過と相補的な関係になる反射スペクトルからバンドギャップを測定する方式を用いた。反射スペクトルからバンドギャップを求めるには、解析計算が必要なため、解析計算ソフトウェア

も開発した。

・LUMO・電子親和力の推定

この装置では、PYS測定より価電子帯上端位置を求め、反射分光光度測定からバンドギャップを求める。LUMOおよび伝導帯下端位置は上記の2つの値から求めることができる。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

NIMS プレス発表 2012.08.27

日刊工業新聞 2012.08.28 21面 他3社

S. Yagyū, M. Yoshitake, T. Chikyow: Journal of the Vacuum Society of Japan 56, 125-128, (2013).

特許出願2012-170994:「バンドラインナップ装置及びその測定方法」柳生進二郎、後藤真宏、吉武道子、知京豊裕 JASIS2013、2014 理研計器ブースにて参考展示

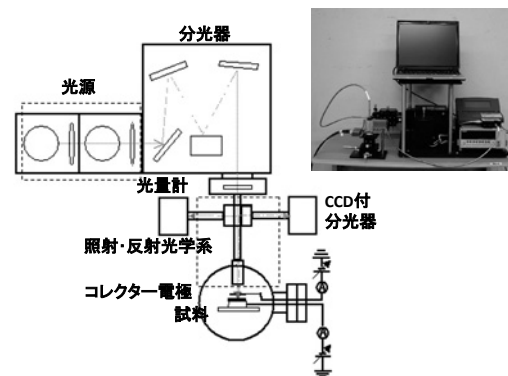


図1 装置概略と装置写真

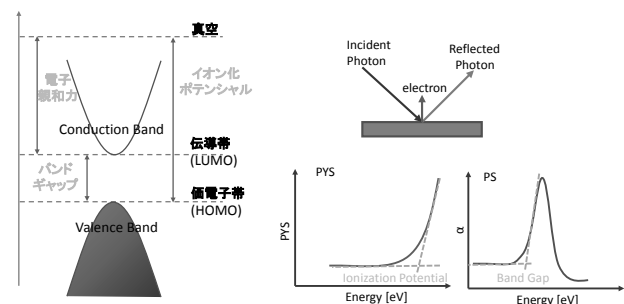


図2 バンドダイアグラムと測定方法

2014年12月理研計器より装置販売開始

代表発表者 柳生 進二郎 (やぎゆう しんじろう)
 所属 (独)物質・材料研究機構
 問合せ先 〒305-0003 物質・材料研究機構
 TEL:029-863-5517 FAX:029-863-5571
 YAGYU.Shinjiro@nims.go.jp

■キーワード: (1)バンドギャップ
 (2)半導体材料
 (3)バンドダイアグラム