

ODPL測定装置

C15993-01



HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

GaN単結晶や、ペロブスカイト結晶などの評価に必要なIQE(内部量子効率)を簡単、瞬時に測定

ODPL測定装置は、積分球を用いて全方位のフォトルミネッセンスのスペクトルを測定し、試料の発光効率を求める装置です。非破壊、非接触で、パワーデバイス材料として注目されているGaN単結晶や太陽光発電、LEDの高効率化が期待されるペロブスカイト結晶の品質評価に必要なIQE(Internal Quantum Efficiency：内部量子効率)を瞬時に算出できます。

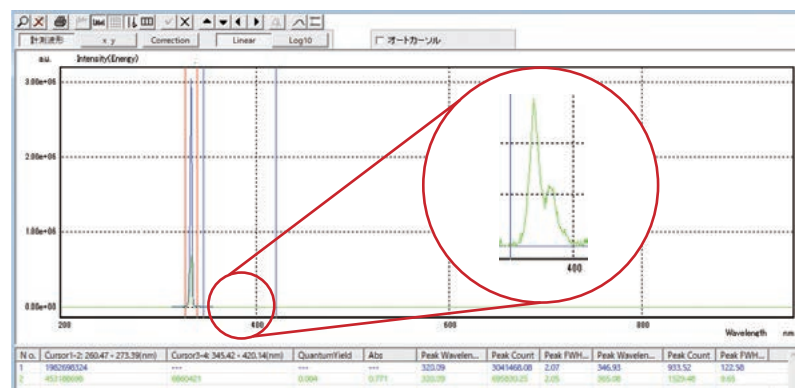
※ODPL(Omnidirectional photoluminescence：全方位フォトルミネッセンス)

測定・解析項目

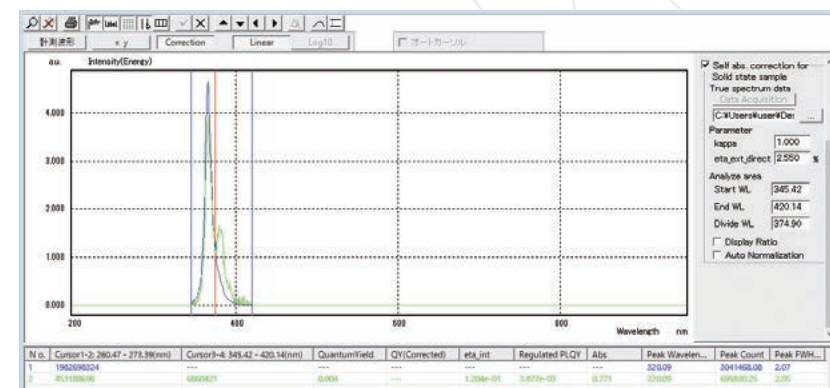
- EQEの測定
- IQEの計算
- 吸収率測定
- 発光スペクトル測定



EQEの測定例（励起光と発光の同時測定）



IQEの計算例（EQEからIQEを計算）



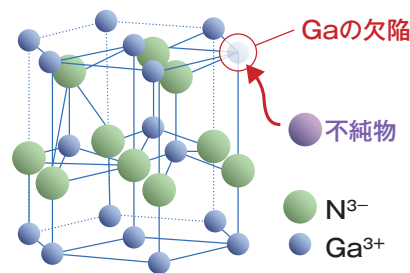
「IQE」は、品質評価のパラメータ

半導体結晶には、外部から励起光を受けると発光する性質（フォトルミネッセンス）があります。IQEは、この発光の効率を表すパラメータとなり、その値は転位や欠陥、不純物により敏感に変化します。そのため、半導体材料の品質の指標として利用できると期待されています。

$$IQE = \frac{\text{発光量}}{(\text{発光量} + \text{非発光量})}$$

転位、欠陥、不純物を反映

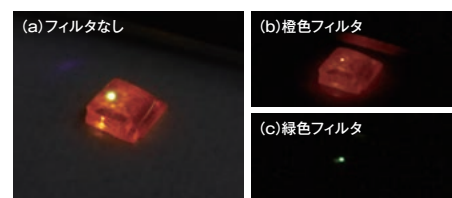
GaNの結晶格子



ペロブスカイト材料の測定例

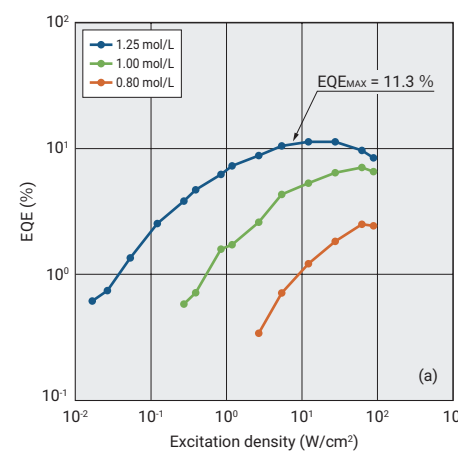
ペロブスカイトの結晶においても半導体結晶のように、緑色の発光が結晶の上方にのみ放射される性質を利用して、ODPL測定からIQEの算出に成功しました。その結果、IQEは少なくとも62.5 %に達し、メチルアンモニウムイオンの過不足によって、IQEが大きく変動することが見出されました。

点状に励起された結晶が発光する様子を撮影した図

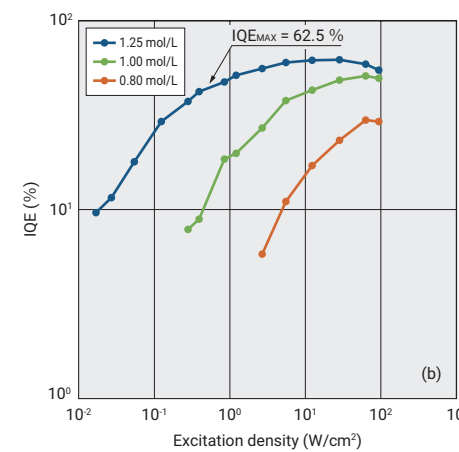


(a)色を選別するフィルタを用いない場合
(b)橙色(結晶を透過できる波長)の光だけを通すフィルタを用いた場合
(c)緑色(結晶に吸収される波長)の光だけを通すフィルタを用いた場合

光励起密度 対 EQE



光励起密度 対 IQE



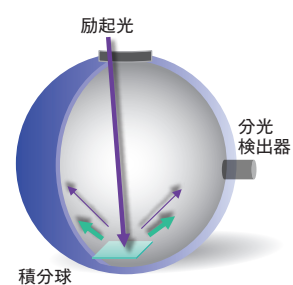
異なるMABr3濃度で調整した3種のバルクMAPbBr3結晶の測定結果 (MA: CH3NH2)

ODPL測定法とは

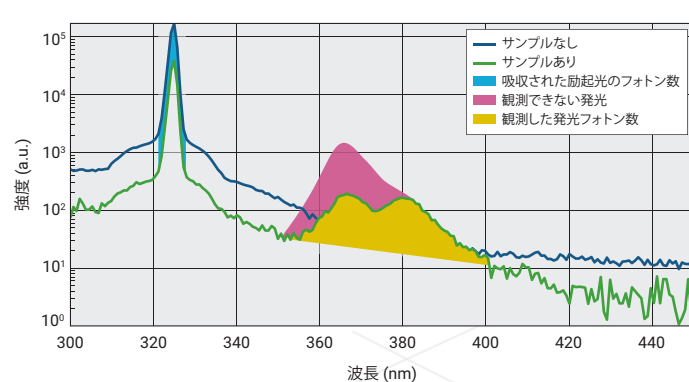
ODPL測定法は、積分球を用いたPL測定で試料から発光した光子数と試料に吸収された励起光の光子数の割合を求める手法です。また半導体結晶には、吸収と発光が重なる波長領域があります。その領域では「光取り出し効率」や「Photon Recycling」により、一部の発光は観測できず、発光した光のうち観測できるのはEQE(発光外部量子効率)となります。※IQEが100 %の場合を除く。

ODPL測定装置では、測定したEQEと観測できない光を考慮した解析の組み合わせにより、IQEを瞬時に算出することができます。

積分球の構造



ODPL 測定法



EQEの算出

$$EQE = \frac{\text{観測した発光光子数}}{\text{吸収された励起光の光子数}}$$

IQEの算出

IQEは、EQEから以下を解析し、算出。

- 光取り出し効率
サンプルに吸収される発光量を計算
- Photon Recycling
GaN単結晶内で発光が吸収され、再び発光する過程を考慮する

【例】EQE 0.65 % → **IQE 15 %**

データ提供

東北大学多元物質科学研究所 小島 一信 准教授、秋田 重英 教授、千葉大学大学院融合理工学府 松森 航平 氏
千葉大学大学院理学研究院 山田 泰裕 准教授、京都大学化学研究所 金光 義彦 教授
K. Kojima, K. Ikemura, K. Matsumori, Y. Yamada, Y. Kanemitsu, and S. F. Chichibu, *APL Materials*, 7, 071116 (2019);
licensed under a Creative Commons Attribution (CC BY) license.

型名		C15993-01
PL計測波長範囲		300 nm ~ 950 nm
マルチチャンネル分光器	光検出器	裏面入射型CCDリニアイメージセンサ
	測定波長範囲	200 nm ~ 950 nm
	波長分解能	≦ 2 nm
	受光素子チャンネル数	1024 ch
	素子冷却温度	−15 ℃
	AD分解能	16 bit
	分光器分光配置	ツェルニターナ型
積分球	材質	スペクトラロン
	サイズ	3.3型(インチ)
サンプルホルダ	サイズ	基板(6 mm × 6 mm × 1 mm ~ 17 mm × 17 mm × 1 mm)
		内径約15 mmシャーレ設置可能
落射照明部	照明用光源	白色LED
	観察用カメラ	カラーCMOSカメラ
	視野サイズ	直径約6 mm
ソフトウェア	測定・解析項目	EQE測定
		IQE計算
		吸収率測定
		発光スペクトル測定
外形寸法/質量		725 mm(W) × 417 mm(H) × 380 mm(D) / 39.5 kg

※ C15993-01 本体には励起レーザが含まれておりません。詳細については弊社までお問合せください。

オプション

■ サンプル台

- **サンプル台 (3個) A10095-10**
計測時に必ず必要になるオプションです。本体 (C15993-01) には付属していません。

■ サンプル容器

- **シャーレ フタ付 (5個) A10095-03**
- **シャーレ フタ無 (5個) A10095-01**
1セット5個入りで量子効率計測の際に固体サンプル (薄膜・粉末) を入れるために使用します。粉末の計測時は積分球の汚染を避けるため必ずフタ付きをご利用ください。本体 (C15993-01) には付属していません。
- **ピンセット A10095-03用 A13712**
シャーレをつかむためのピンセットです。

■ 励起レーザ接続光学系

- **ファイバ入力光学系 A16773-01**
本体 (C15993-01) にファイバ型励起レーザを接続するための光学系です (FC、SMA型に対応)。励起レーザは含まれません。
- **レーザマウント UVレーザ用 A16656-01**
CNI社製のUV-FN-320(励起レーザ)とTC-02-FS(ヒートシンク)に対応したレーザマウントです。励起レーザおよびヒートシンクは含まれません。

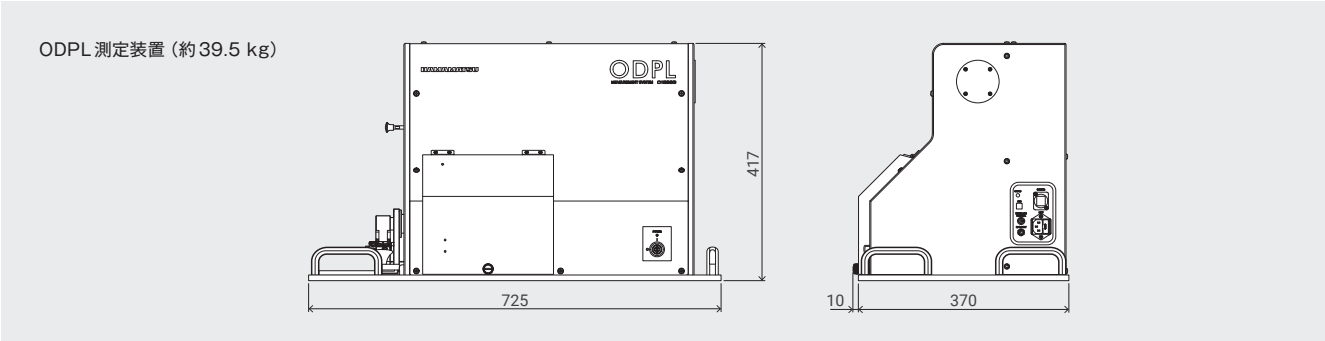
■ 計測フィルタ

- **計測フィルタ 減光用 A16454-01**
励起光または発光強度が高い条件でEQE測定を行なう際に、本体内蔵のフィルタユニットに入れる減光フィルタ(10 %、2 %、1 %)です。
本装置用の感度校正データを含みます。

■ データ解析装置

- **データ解析装置 ノート型 C15163-01**
装置を制御するための専用ノートパソコンおよびソフトウェアです。
OSはWindows® 10 64 bitです。

外形寸法図 (単位: mm)



- Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。
- その他の記載商品名、ソフトウェア名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
- カタログに記載の測定データにおけるご提供者の氏名・所属等は、現在と異なる場合があります。
- カタログに記載の測定例は代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログの記載内容は2023年9月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社 www.hamamatsu.com

- 仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1 (青葉通プラザ11階)
- 筑波営業所 〒305-0817 つくば市研究学園5-12-10 (研究学園スクウェアビル7階)
- 東京営業所 〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-4 (常盤橋タワー11階)
- 中部営業所 〒430-8587 浜松市中区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル)
- 大阪営業所 〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階)
- 西日本営業所 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6 (いちご博多イーストビル5階)

- TEL (022)267-0121 FAX (022)267-0135
- TEL (029)848-5080 FAX (029)855-1135
- TEL (03)6757-4994 FAX (03)6757-4997
- TEL (053)459-1112 FAX (053)459-1114
- TEL (06)6271-0441 FAX (06)6271-0450
- TEL (092)482-0390 FAX (092)482-0550

- システム営業推進部 〒431-3196 浜松市東区常光町812 TEL (053)431-0150 FAX (053)433-8031