

## 有機ELのデバイス物理・材料化学・デバイス応用(普及版)

Device Physics,Material Chemistry,and Device Application of Organic Light Emitting Diodes

監修：安達千波矢

・体裁／B5判・296頁 ・発行／2012年10月 ・定価／5,280円(4,800円+税) ・送料／550円

- ★超薄型有機ELテレビの登場で、有機ELの研究開発はいよいよ本格的な実用化のステージに突入！
- ★実用化の鍵を握る有機ELの基礎物理、材料化学、デバイス作成・応用の最先端技術をこの一冊に集約！
- ★ディスプレイおよび有機エレクトロニクス関係者必携の書！

## 刊行にあたって

20年前の有機ELの研究者人口は世界中でも10人以下であったと思います。それが今では世界中に研究の輪が広がり、研究者人口は数千人規模に拡大しています。無限の分子構造の可能性がある有機半導体は有機合成化学者の心を捕らえ、そして、有機物が電気を流すメカニズムの特異性に固体物性研究者や電子工学の専門家が心を躍らせて来ました。そして、企業研究者は、厳しいLCD、PDPとの競争と正面からぶつかり、有機ELディスプレイや新しい面状光源の商品化に取り組んでいます。有機ELが生み出す新しい現象は、今なお新しい進歩があり、研究者の心を捕らえて離さない状況です。有機ELは広がりのある無限の可能性を秘めた次世代の光エレクトロニクスと捕らえることもできます。本書では、過去20年間で、有機ELがどこまで進んだのか、どこまで理解できたのかの一端を見ることができます。本書を一つの基点として、次世代の有機ELデバイスの開発、さらには、有機ELを超えた新しい有機光デバイスへの展開に繋がれば幸いです。

〔はじめに〕より抜粋

## 執筆者一覧(敬称略)

安達 千波矢	九州大学 未来化学創造センター 教授	飯田 隆文	ナガセテムテックス(株)電子構造材料本部課長
徳丸 克己	筑波大学 名誉教授	江澤 道広	SABICイノベティブプラスチック グローバルマーケティング プロジェクトマネージャー
石井 久夫	千葉大学 先進科学研究教育センター 教授	松本 栄一	トッキ(株) R&Dセンター 課長
内藤 裕義	大阪府立大学大学院 工学研究科 電子・数物系専攻 教授	青島 正一	(株)エイエルエステクノロジー 代表取締役
河村 祐一郎	出光興産(株) 電子材料部 電子材料開発センター	八尋 正幸	九州大学 未来化学創造センター 光機能材料部門 安達研究室 助教
梶 弘典	京都大学 化学研究所分子材料化学研究領域 准教授	Stefano Tominetti	Saes Getters S.p.A.,Lainate(MI),Italy Business Area Manager
村田 英幸	北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科准 教授	Antonio Bonucci	Saes Getters S.p.A.,Lainate(MI),Italy
宮口 敏	パイオニア(株) 技術開発本部 総合研究所 デバイス研究センター 表示デバイス研究部 第二研究室 主任研究員	安野 聡	(株)コペルコ科研 エレクトロニクス事業部 物理解析部 表面・構造解析室
大畑 浩	パイオニア(株) 技術開発本部 総合研究所 デバイス研究センター 表示デバイス研究部 第一研究室 主事	藤川 和久	(株)コペルコ科研 エレクトロニクス事業部 物理解析部 表面・構造解析室
平沢 明	パイオニア(株) 技術開発本部 総合研究所 デバイス研究センター 表示デバイス研究部 第一研究室 副主事	宮崎 浩	新日鐵化学(株) 有機デバイス材料研究所 統括マネージャー
宮本 隆志	(株)東レリサーチセンター 表面科学研究部 イオンビーム解析研究室	鈴木 健吾	浜松ホトニクス(株) システム事業部 第4設計部 第8部門
横山 紀昌	保土谷化学工業(株) 研究開発部 有機EL研究開発 担当	武井 周一	セイコーエプソン(株) OLED開発センター 主任
富永 剛	東レ(株) 電子情報材料研究所 主任研究員	服部 励治	九州大学大学院 システム情報科学研究院 電子デバイス工学部門 准教授
富橋 正和	出光興産(株) 電子材料部 電子材料開発センター シニアリサーチャー	下地 規之	ローム(株) 研究開発本部 デ스플레이研究開発センター センター長
秋山 誠治	(株)三菱化学科学技術研究センター 機能商品研究所	菰田 卓哉	松下電工(株) 先行技術開発研究所 技監
坂本 正典	東京理科大学大学院 総合科学技術経営研究科 教授	皆川 正寛	日本精機(株) ディスプレイ事業部 第2技術部 アシスタントマネージャー
熊木 大介	東京工業大学 物質電子化学専攻	Soojin Park	Samsung SDI 中央研究所 責任研究員
時任 静士	NHK放送技術研究所 材料・デバイス グループリーダー(主任研究員)	松枝 洋二郎	Samsung SDI 中央研究所 主席研究員
松本 直樹	東ソー(株) 南陽研究所 ファインケミカルグループ	Dongwon Han	Samsung SDI 中央研究所 責任研究員
西山 正一	東ソー(株) 南陽研究所 ファインケミカルグループ 主任研究員	野本 和正	ソニー(株) マテリアル研究所 統括課長
坂上 恵	パナソニックコミュニケーションズ(株) R&D統括グループ 材料プロセス研究所		

## 書籍注文書

御社名	フリガナ	御名前	所属部署
E-Mail	TEL		
御住所 〒	FAX		
書籍名：有機ELのデバイス物理・材料化学・デバイス応用(普及版) / 定価5,280円(税込)			
お支払い方法：納品後振込み・代引き (ご希望のお支払い方法に○をつけてください)			
※お振込み手数料は貴社にてご負担ください。また、代引きの際は手数料が別途かかります。			

お申し込みの際は、本用紙に記入し、そのままFAXしてください。

FAX 0263(51)1735

ご注文受付後、折り返し確認のご連絡を申し上げます。

■お申し込み先■

株式会社 マイクロジェット  
書籍販売グループ

〒399-0732

長野県塩尻市大門5-79-2  
TEL:0263(51)1734

# 構成および内容

## 【基礎物理編】

### 第1章 有機半導体への期待 徳丸克己

- はじめに
- 有機半導体の概念の誕生
- 有機EL研究のブレークスルー
- 有機ELと有機固体太陽電池
- 発光性金属錯体の基礎としてのルテニウム錯体
- 色素増感太陽電池研究のブレークスルーと有機ELとの接点
- EL発光と有機レーザー
- 有機レーザーと二光子吸収
- 各種の有機光機能材料で用いる物質の横断的俯瞰
- 励起状態の特徴
- おわりに

### 第2章 電荷注入機構と界面電子構造 石井久夫

- はじめに
- 有機半導体のバルクと界面の電子構造
- 電荷注入機構
  - 3.1 Thermoionic Emission
  - 3.2 トンネル注入
- 実際の注入特性とオーミックコンタクト
- まとめ

### 第3章 電荷輸送機構 内藤裕義

- はじめに
- 電荷移動度測定法
- 2.1 空間電荷制限電流法
- 2.2 暗注入法
- 2.3 三角波による暗注入法
- 2.4 インピーダンス分光法
- 電荷輸送モデル
  - 3.1 マルチプラトランピングモデル
  - 3.2 Gaussian Disorder Model(GDM)
- 局在準位分布測定法
  - 4.1 SCLC
  - 4.2 過渡電流法
- おわりに

### 第4章 有機発光材料の光物理過程 河村祐一郎

- はじめに
- 有機分子の発光機構
- 2.1 分子軌道と電子遷移
- 2.2 蛍光
- 2.3 燐光
- 2.4 分子間エネルギー移動
- 2.5 光励起と電気励起
- 2.6 まとめ

### 第5章 劣化機構

- クライオプローブを用いたNMR測定による有機EL素子中の有機材料の検出および劣化解析 梶弘典, 村田英幸
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 クライオプローブによるNMR測定
  - 1.3 実験
  - 1.4 結果
  - 1.5 考察
  - 1.6 まとめと展望
- 有機EL素子の高温保存劣化分析 宮口敏, 大畑浩, 平沢明, 宮本隆志
  - 2.1 まえがき
  - 2.2 SIMS(二次イオン質量分析)
  - 2.3 実験・結果・考察
    - 2.3.1 正孔輸送材料とAlq3の混合
    - 2.3.2 電子注入材料の有機層への拡散
  - 2.4 まとめ

## 【材料化学編】

### 第6章 正孔輸送材料 横山紀昌

- はじめに
- 低分子系正孔輸送材料
- おわりに

### 第7章 電子輸送材料 富永剛

- はじめに
- 電子輸送材料開発
- 開発例ーホスフィンオキサイド系電子輸送材料
- 実用化に向けて
- 電子注入・輸送特性の定量的把握
- おわりに

### 第8章 蛍光発光材料 舟橋正和

- はじめに
- 有機ELの開発経緯
- 低分子型有機EL素子の構成
- 青色発光材料
  - 4.1 スチルル系青色材料
  - 4.2 正孔材料の改良
  - 4.3 青色ホスト材料の改良

- 4.4 フルカラー用純青色材料
- 4.5 新規青色発光材料の開発
5. 緑色発光材料の開発
6. 赤色発光材料の開発
7. 蛍光型3波長白色素子の開発
8. おわりに

### 第9章 りん光発光材料 秋山誠治

- はじめに
- 青色りん光材料の構造と光学特性
- 2.1 レニウムRe(I)錯体
- 2.2 オスミウムOs(II)錯体
- 2.3 イリジウムIr(III)錯体
- 2.4 白金Pt(II)錯体
- 2.5 銅Cu(I)錯体
- 2.6 銀Ag(I)錯体
- 2.7 金Au(I), Au(III)錯体
- 2.8 亜鉛Zn(II)金属錯体
- 2.9 ツリウムTm(III)金属錯体
3. まとめ

### 第10章 高分子材料ーデバイスプロセス技術と関連してー 坂本正典

- はじめに
- 共役系発光材料
- 2.1 PPV系材料
- 2.2 PF系材料
- 2.3 Poly-Spiro系材料
- 2.4 フルカラー用材料
3. 非共役高分子有機EL材料
4. 高分子有機EL素子の課題
- 4.1 カラー
- 4.2 発光効率
- 4.3 寿命(ライフ)
5. 高分子有機ELのインクジェット技術
- 5.1 インクジェット方式の利点
- 5.2 インクジェット法の課題
- 5.3 インクフォーミュレーション技術
- 5.4 インクジェットヘッド技術
6. 新材料の開発動向
- 6.1 高効率化
- 6.2 蛍光材料の改善
- 6.3 りん光材料の導入
7. おわりに

### 第11章 光硬化型正孔輸送材料を利用した高分子有機EL素子の高効率化 熊木大介, 時任静士

- はじめに
- 光硬化型正孔輸送材料
- 薄膜のキャリア輸送性
- 3.1 TOF法による正孔移動度の評価
- 3.2 反応開始剤のドーピング効果
4. 高分子有機EL素子の試作・評価
- 4.1 正孔注入層としての性能
- 4.2 積層構造による高効率化
5. まとめ

### 第12章 有機/有機界面の相互作用 松本直樹, 西山正一, 安達千波矢

- はじめに
- 2.1 Alq3と正孔輸送材料のExciplex形成
- 2.2 Alq3:HTM共蒸着膜のPL特性
- 2.3 Alq3:HTM共蒸着膜の電界下でのPL特性
3. HTM/Alq3素子の特性
4. おわりに

### 第13章 電極/有機界面制御 坂上恵

- 電極/有機界面の重要性
- 陽極における界面制御
- 2.1 ITOの表面処理
- 2.2 ホール注入層
3. 陰極との界面制御
4. おわりに

### 第14章 デバイス封止材料 飯田隆文

- はじめに
- 有機ELディスプレイの構造
3. 現行の封止材料の概要
- 3.1 実用化されている封止材料
- 3.2 封止材料に求められる重要特性
- 3.3 標準的な環境試験条件
- 3.4 現行の封止構造の問題点
4. 新規封止構造とその工法の基本概念
- 4.1 封止材料の検討課題
- 4.2 封止材料の周辺技術の検討課題
5. おわりに

### 第15章 有機EL向けパリアフィルム 江澤道広

- パリアフィルム開発の目的
- 1.1 市場ニーズ

- 1.2 開発のターゲット
2. パリアフィルムの構造・技術
  - 2.1 UHB(Ultra High Barrier)技術
  - 2.2 高耐熱プラスチックフィルム
3. 次世代に向けて

## 【デバイス製・応用技術編】

### 第16章 生産用真空成膜装置 松本栄一

- はじめに
2. 有機ELデバイスの構造
3. 有機EL生産装置
- 3.1 製造工程
- 3.2 装置構成
- 3.3 基板サイズの推移
- 3.4 量産装置の課題
- 3.5 量産装置の方向性
4. 有機ELの量産製造技術
- 4.1 真空成膜装置
- 4.2 有機材料用蒸発源
  - 4.2.1 有機材料の蒸発特性
  - 4.2.2 有機材料用蒸発源
  - 4.2.3 レート安定化
  - 4.2.4 膜厚均一化
  - 4.2.5 量産用蒸発源
- 4.3 金属材料用蒸発源
- 4.3.1 アルミニウムの蒸発特性
- 4.3.2 量産用蒸発源
- 4.3.3 アルカリ金属用の量産蒸発源
- 4.3.4 バターニング技術
- 4.4.1 アライメント機構
- 4.4.2 マスク蒸着
5. おわりに

### 第17章 研究用真空製膜装置 青島正一, 八尋正幸

- はじめに
2. 製膜に必要な真空度
3. 研究用真空製膜装置の基本的構成
4. 研究用真空製膜装置の内部構成
5. Cylindrical型スパッタターゲット
6. 昇華精製装置
7. おわりに

### 第18章 Alkali Dispenser Technology S.Tominetti, A.Bonucci

- Abstract
1. Introduction
  2. Reference Alkali Metal dispenser technology and materials
  3. SAES'AlkaMax(R) material and technology concept
  4. Critical factors of Alkali Metal Evaporation detection and control
  5. Improving OLED performances using AlkaMax®
    - 5.1 EIL layer
    - 5.2 Doping
    - 5.3 Cathode alloy
  6. Optimization of device architecture and deposition condition
  7. Summary

### 第19章 有機ELデバイス分析技術 安野聡, 藤川和久

- はじめに
2. 各種表面分析手法
3. 深さ方向分析
4. 高分解能RBSによる有機ELの分析
5. おわりに

### 第20章 有機EL材料の精製と分析技術 宮崎浩

- はじめに
2. 有機EL材料の精製
3. 不純物制御と純度分析
4. X線回折(X-ray diffraction:XRD)分析の応用
5. おわりに

### 第21章 分光計測装置を用いた発光材料の光物理過程の解明 鈴木健吾

- はじめに
2. 分子の励起状態緩和過程と光物理的パラメータ
3. 光物理的パラメータの測定法
- 3.1 発光量子収率
- 3.2 発光寿命
- 3.3 S1→T1項間交差量子収率
- 3.4 過渡吸収
4. 積分球法を用いた絶対発光量子収率測定装置
5. 標準蛍光溶液の評価
6. 有機LED用りん光材料の発光効率と

励起状態緩和過程

### 第22章 インクジェット成膜技術 武井周一

1. まえがき
2. インクジェット成膜技術について
  - 2.1 インクジェット成膜技術のメリット
  - 2.2 インクジェット成膜技術のポイント
3. インクジェットの要素技術
  - 3.1 インクジェットヘッド
  - 3.2 インクジェットヘッドでの吐出制御
  - 3.3 EL材料のインク化
4. インクジェット技術のフルカラーパネルへの適用
  - 4.1 基板プロセス
  - 4.2 インクジェット装置
  - 4.3 溶媒の乾燥による固体膜の形成
  - 5. むすび

### 第23章 パッシブマトリックス駆動有機ELディスプレイにおける低消費電力化技術 服部励治

1. はじめに
2. パッシブマトリックス駆動
3. 消費電力
  - 3.1 DC消費電力
  - 3.2 AC消費電力
  - 3.3 全消費電力
4. 低消費電力化技術
  - 4.1 リセット電圧
  - 4.2 ハイブリッド駆動
  - 5. マルチライン選択駆動
  - 5.1 マルチライン選択駆動の原理
  - 5.2 行列分解の手法
  - 5.3 特異値分解
  - 5.4 非負行列分解
  - 5.5 マルチライン選択法の問題点
6. まとめ

### 第24章 有機ELマイクロディスプレイ 下地規之

1. はじめに
2. エレクトロニックビューファインダーにおける有機マイクロディスプレイ
3. 有機ELマイクロディスプレイ構造
4. 有機ELマイクロディスプレイの製造工程
5. 有機EL素子の特性
6. マイクロディスプレイ回路技術
7. おわりに

### 第25章 照明応用としての有機EL 菰田卓哉

1. はじめに
2. 白色化
3. 高効率化・高輝度化・長寿命化
4. 大面積化
5. 高演色性化
6. 照明用有機ELの開発動向
7. 今後の動向

### 第26章 車載製品に向けた高信頼有機EL素子の開発 皆川正真

1. はじめに
2. 有機ELの車載ディスプレイとしての優位性
3. 車載向け有機ELディスプレイに求められる性能
4. 車載向け有機EL素子の長寿命化
5. 車載純正向け白色有機EL素子の開発
6. 車載製品向け有機ELの課題

### 第27章 SAMSUNG SDIIにおけるAMOLED技術開発の歴史と現況 Soojin Park, 松枝洋二郎, Dongwon Han

1. はじめに
2. Active Matrix OLEDの利点と課題
3. Samsung SDIディスプレイ開発現況
4. OLED/バターニング技術
5. 駆動技術
6. 薄型化技術現況と今後の動向

### 第28章 有機TFT駆動フレキシブル有機ELディスプレイ 野本和正

1. 序
2. 有機TFTの高性能化技術
  - 2.1 有機ゲート絶縁膜を用いたゲート絶縁膜/有機半導体界面制御
  - 2.2 電極/半導体界面制御技術
3. 有機TFTの集積化技術
  - 3.1 有機半導体の微細パターンニング技術
  - 3.2 トップエミッション構造
  - 4. 有機TFT駆動フレキシブル・フルカラー有機ELディスプレイ
5. まとめ・今後の展望