

「ニーズファースト型」産学連携

フレキシブルエレクトロニクス部門 (佐野教授・杉本産学連携准教授)

フレキシブル有機エレクトロニクス技術を中心に、企業ニーズを最優先した「ニーズファースト型」産学連携研究を推進しています。

この取り組みは、企業が必要とする技術開発にこだわった**新しい産学連携**のスタイルであり、大学の技術主導の従来型「シーズファースト型」産学連携とは大きく異なる取り組みです。

フレキシブル有機エレクトロニクス分野で実用技術開発を推進しておられる企業の皆様からのお問い合わせをお待ちしております。

教授 佐野健志

(有機エレクトロニクスイノベーションセンターセンター長)

産学連携准教授 杉本 美穂

e-mail: m-sugimoto@yz.yamagata-u.ac.jp

URL: <https://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/yz-flec/ms-home/>

電話: 0238-29-0579



佐野教授



杉本産学連携准教授



ホームページ

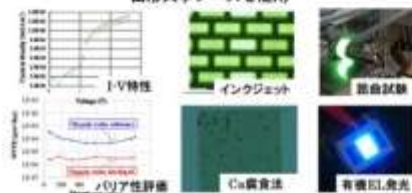
(取り組み主要技術)

- 有機EL (OLED) : デバイス作製技術、評価・解析技術
- 有機太陽電池 (OPV等) : デバイス作製技術、評価・解析技術
- 成膜技術: 真空成膜 (蒸着、スパッタ、ALD等)、ウェット成膜 (インクジェット、スプレー等)
- ガスバリア性評価: Ca腐食法等
- ガスバリア層形成技術: スパッタ/ALD/スパッタ交互積層膜、スパッタ/樹脂/スパッタ交互積層膜
- フレキシブル封止技術: ダムフィル封止、TFE (Thin Film Encapsulation)、ラミネート封止

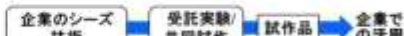
受託評価・開発支援



山形大学シーズを活用



受託実験・共同試作・ラボサンプル



山形大学シーズを活用



産学連携コンソーシアム

● 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC)

・各企業毎との「1対1」の産学連携を基本とする産学連携コンソーシアム (装置、実験器具などのみ共用し、企業間での情報のやりとりなし)

- ・代表: 杉本美穂 産学連携准教授
- ・顧問: 向殿充浩 客員教授



向殿充浩 客員教授

保有技術

有機EL&有機薄膜太陽電池作製技術

OLED & OPV Fabrications

さまざまなタイプの有機ELデバイス (OLED)、有機薄膜太陽電池デバイス (OPV) を作製できます。作製したデバイスの評価により技術ポテンシャル確認、課題抽出などが可能となります。作製したデバイスは、デモ用サンプルとしても活用できます。

有機EL (OLED)

- 材料系
 - ・低分子系 & 高分子系
 - ・蛍光、燐光、TADF材料
 - ・量子ドット (QD) 材料
- デバイス構造
 - ・ボトムエミッション
 - ・トップエミッション
 - ・透過型 (表面発光)
 - ・マルチフォトン構造 (タンデム構造)
 - ・白色有機EL



有機薄膜形成プロセス

蒸着型と塗布型に対応したプロセスが可能です。



有機EL用蒸着

インクジェット

スピコート

有機薄膜太陽電池 (OPV)

- 材料系
 - ・蒸着型 & 塗布型
 - ・量子ドット (QD) 材料
- デバイス構造
 - ・順構造
 - ・逆構造



スプレー

洗浄 (ブラシ & 二流体)

プラズマ処理

バリア膜形成

さまざまなバリア膜形成技術が適用可能です。

- ・無機バリア膜: CVD装置、スパッタ装置、ALD装置
- ・無機/有機交互積層バリア膜: インクジェット装置



ALD装置

(Atomic Layer Deposition)



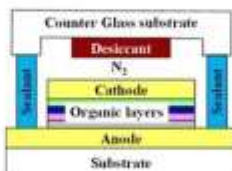
インクジェット装置



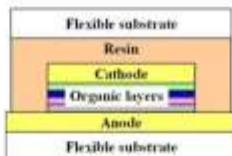
スパッタ装置

封止/ラミネート

デシカントを用いた従来型封止技術に加え、フレキシブル有機ELデバイス用の薄型全固体封止が可能です。



真空貼り合せ装置



フレキシブル有機EL

フレキシブル有機ELデバイスの作製が可能です。



保有技術

有機EL&有機薄膜太陽電池評価

Evaluations of OLED & OPV

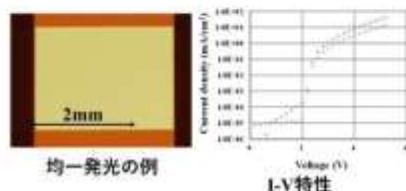
各連携企業の技術(材料、部材、デバイス構成、プロセス、装置など)を用いて作製した有機EL(OLED)、有機薄膜太陽電池(OPV)を実用視点から技術評価します。

評価結果はすべてフィードバックし、その後の研究開発、ユーザーへの技術プレゼンなどに活用いただけます。

企業にて有機EL、ディスプレイ、照明などの実用開発を行ってきた教員の豊富な経験を活かし、適切な評価実験を組むと共に、適確な考察、課題抽出、課題解決提案などを行います。

有機EL(OLED)評価

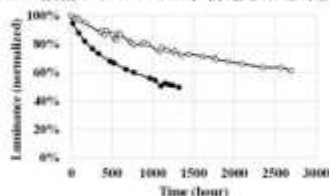
有機ELデバイス(OLED)の発光状態、電圧-電流-輝度(V-I-L)特性、発光スペクトルなどを評価します。この評価により、有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題などを確認します。



寿命評価1(駆動寿命)

有機ELデバイスに一定電流を流し続けたときの輝度劣化を測定します。

この評価によって有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題などを確認します。



輝度寿命評価

屈曲試験

フレキシブルデバイスに屈曲試験によるメカニカルストレスを与えて、その影響を評価します。

この評価によって、フレキシブルデバイスとしての実用的ポテンシャル、課題などを確認します。



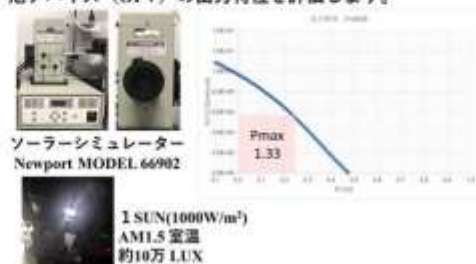
U折り返し

V折り曲げ

両方向屈曲

有機薄膜太陽電池(OPV)評価

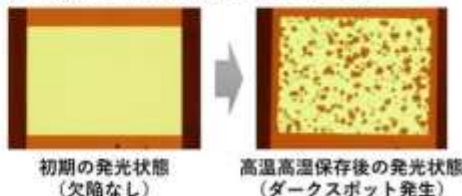
ソーラーシミュレーターを用いて、有機薄膜太陽電池デバイス(OPV)の出力特性を評価します。



寿命評価2(保存寿命)

有機ELデバイスは水分に弱いため、高温高湿条件で保存した後に発光状態を観察することで、保存寿命を評価します。

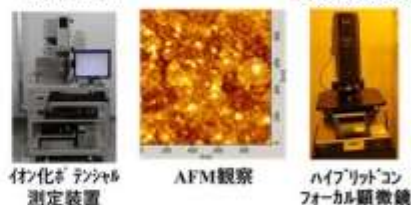
この評価によって有機ELに用いる材料、部材などの技術ポテンシャル、課題などを確認します。



その他

各企業からの要望に応じて、さまざまな評価が可能です。(例)

- ・イオン化ポテンシャル測定
- ・SEM, AFM
- ・欠陥解析
- ・3次元形状測定



保有技術

ガスバリア性評価 / 国際標準化

Evaluation of Gas Barrier / International Standardization

ガスバリア性評価技術は、フレキシブル有機エレクトロニクスにおいて非常に重要です。「Ca腐食法」と「MA法」(株式会社MORESCOとの連携)の2種類のガスバリア性評価技術を保有しています。また、ガスバリアフィルムのSEMI[*]の国際標準化に貢献しています。

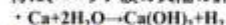
[*] SEMI規格は、半導体やFPD産業の国際工業規格の統一を目的に定めた規格です。

本ページで紹介する規格はFlat Panel Display (FPD) - Materials & Components委員会で制定されました。

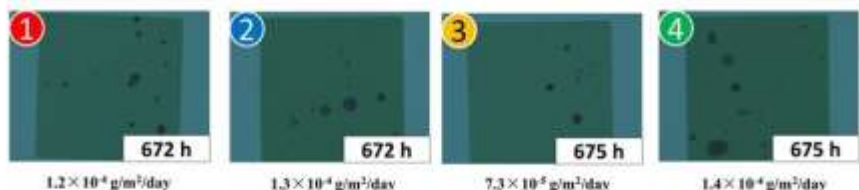
Ca腐食法

✓ Ca腐食法は、基板上に形成したCa薄膜が水分によって変化する様子を光学的に観察し、ガスバリア性の指標であるWVTR (Water Vapor Transmission Rate) 値を算出します。

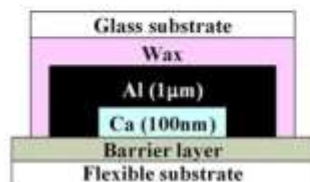
特に、バリア膜の欠陥の評価などに有効です。



✓ SEMI D78 - Test Method of Water Vapor Barrier Property for Plastic Films with High Barrier for Electronic Devices (面積比と欠陥数の経時変化によるガスバリア特性評価方法)



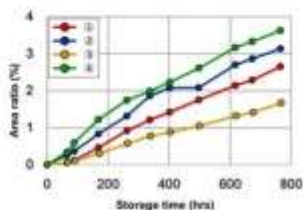
Ca腐食の顕微鏡観察例



Ca腐食測定装置



Ca腐食法評価デバイス構成



IDW'18, FLXp1-10L (2019).

フィルム基板の評価法

✓ SEMI D74 - Guide for Measuring Dimensions of Plastic Films/Substrates (プラスチックフィルム/基板の寸法やそりを測定するための測定手順を規定)

共同研究

帝人株式会社、株式会社MORESCO

関連プログラム

- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) ～「山形大学・有機材料の極限機能創出と社会システム化をする基盤技術の構築及びソフトマターロボティクスへの展開」(JPMOP1614) [2016年度～2021年度]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学・オープンイノベーション機構」[2018年度～2022年度]

技術成果

YU-FLEC

メタルメッシュ埋め込み型ITO代替透明電極技術

Non-ITO Transparent Electrode with Implanted Metal-mesh Structure

液晶や有機ELデバイスで用いる代表的な透明導電膜であるITO (Indium Tin Oxide)はコスト、生産性などの点で課題を有しています。

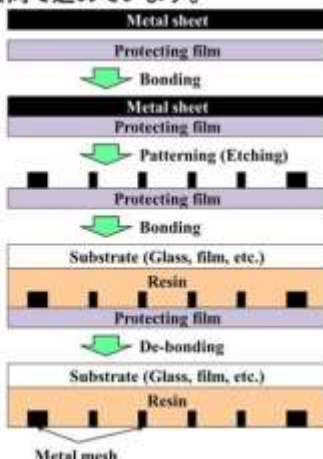
ITOに替わる新規な透明導電技術として東洋アルミニウム株式会社製メタルメッシュ埋め込み型電極を用いた有機ELデバイスの研究開発を共同で進めています。

技術の特長

- 東洋アルミニウム株式会社の開発したメタルメッシュ埋め込み電極

- ・ AI又はCuメッシュを用いた高い導電性
- ・ 埋め込み構造による凹凸のない表面平坦性
- ・ 有機EL、有機太陽電池などに応用可能
- ・ フレキシブルデバイス化可能

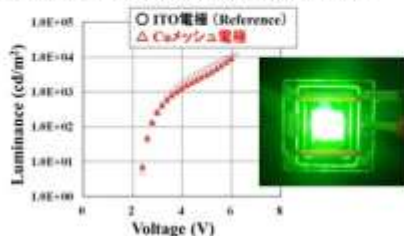
| | Sheet resistance |
|---------------------------|------------------|
| ITO (on glass) | ~10Ω/□ |
| ITO (on film) | ~40Ω/□ |
| Al mesh (thickness: 15μm) | 0.036Ω/□ |
| Cu mesh (thickness: 15μm) | 0.023Ω/□ |



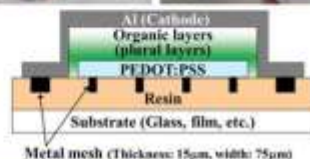
メタルメッシュ基板の作製法

主な技術成果

- メタルメッシュ埋め込み型電極を用いて有機ELデバイスを作製し、通常のITO電極を用いた場合と同等のI-V-L特性、高輝度化を実現



- メタルメッシュ埋め込み型電極を用いた有機EL試作品



共同研究

東洋アルミニウム株式会社, 佐野健志教授(山形大学INOEL)

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- JST: 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム (OPERA) オープンイノベーション機構連携型「山形大学/マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」(JPMJJP1844) [2018年度~2022年度]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 向殿充浩, 川村憲史, 結城敏尚, 仲田仁, 和栗一, 田健吾, 中尾凌, 南山博明, 有機EL討論会第31回例会, S7-2 (2020), 「銅メッシュ埋め込み型ITO代替透明電極を用いた有機EL」
- 和栗一, 田健吾, 中尾凌, 南山博明, 第30回マイクロエレクトロニクスシンポジウム(MES2020)秋季大会, 1B1-2 (2020), 「金属箔エッチング記録を使用した平滑フィルム回路基板」
- 山形大学: 「JFlex2020展」 「TCTJAPAN」展 (2020.1/東京ビッグサイト), 「JFlex2019展」 (2019.1/東京ビッグサイト);
- 東洋アルミニウム株式会社: 化学工業日報 (2020.1.20), 鉄鋼新聞 (2020.3.19),
- 和栗一 (東洋アルミニウム株式会社), 東洋アルミ技報, 「メッシュ電極」 (2019),
- 東洋アルミニウム: 「ネブコンジャパン 電子部品・材料EXPO」 (2020.1, 2019.1/東京ビッグサイト),

技術成果

有機EL用TFE封止技術

TFE (Thin Film Encapsulation) Technologies for OLEDs

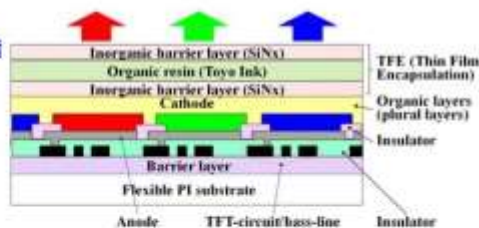
有機ELデバイス用薄膜封止(TFE: Thin Film Encapsulation)において無機バリア層間に形成する樹脂膜の開発及び有機ELデバイスへの適用検討をトーヨーケム株式会社(東洋インキSCホールディングス株式会社グループ)と連携して推進しました。

10⁻⁶g/m²/day台の高いバリア性を実現し、有機ELデバイス試作品に適用しました。

技術の特長

■ トーヨーケム株式会社製「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」の特長

- ・インクジェット印刷用のUV硬化型透明絶縁コート材料
- ・SiN基材への密着が良好。バリア層を保護
- ・波長395nmのUV光で硬化が可能
- ・溶剤を一切含まない

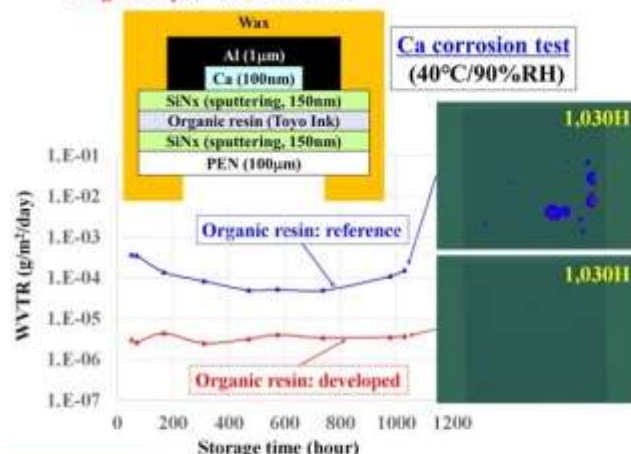


デバイス応用イメージ

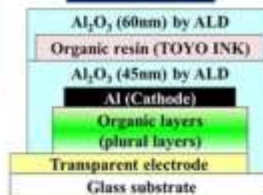
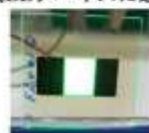
主な技術成果

■ 高いバリアを示すTFE構成

- ・トーヨーケム株式会社製「UV-IJ樹脂インキ」を無機バリア層間に用いたTFE構成
- ・バリア性：
 - * 40°C/90%RH保存試験で1,000時間をクリア
 - * WVTR (Water Vapor Transmission Rate): 10⁻⁶g/m²/day台 (40°C/90%RH)



■ 有機ELデバイスに適用



共同研究

トーヨーケム株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 文部科学省：オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学・オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表・研究成果

- 山形大学：「JFlex2020展」(2020.1/東京ビッグサイト)；「JFlex2019展」(2019.1/東京ビッグサイト)。
- 本研究で扱った「UV-IJ樹脂インキ」技術は、トーヨーケム株式会社のリオレジスト® NSP 800 (UV硬化型、インクジェット印刷用)として商品化されています。

技術成果

YU-FLEC

オンデマンド有機ELパターンニング

OnDemand Patterning of OLEDs by Ink-jet Printed Insulators

透明電極上にインクジェットで絶縁膜を形成することにより、簡便なプロセスで多種多様なデザインを有する有機ELの少量多品種製造技術を開発しました。この技術により、**オンリーワンデザインの有機EL**を作製可能となり、新たな用途展開に繋がります。

技術の特長

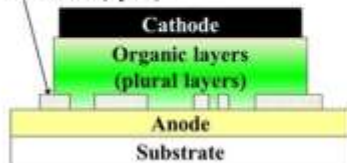
- 絶縁膜をインクジェット形成
 - ・ 簡便で安価なプロセス
 - ・ オンデマンド・デザイン (多品種対応可能)
 - 「世界でただ一つの有機EL」が可能
 - ・ パターニングのためのフォトマスク不要
 - ・ 環境に優しい (廃液が少ない)
 - ・ 塗布しないエリアに材料・マスクが非接触
- トーヨーケム株式会社^[1]製リオレジスト[®] NSP800系「UV硬化型コート材料」(開発品)を使用
 - ・ UV硬化タイプ (無溶剤)
 - ・ インクジェット印刷適性
 - ・ 耐熱性の低いフィルム基板にも適用可能

[1] トーヨーケム株式会社は東洋インキSCホールディングス株式会社の100%子会社です。

主な技術成果

- 「UV-IJ樹脂」インキをインクジェット形成した基板を用いて有機ELデバイスを作製
 - ・ 「UV-IJ樹脂」のエッジ部分も含め、良好な均一発光
 - ・ 「UV-IJ樹脂」のない有機ELデバイスと同等の特性、寿命
 - ・ 精細度: L/S=61/62 μ m (400dpi相当)

Insulator (by IJ)



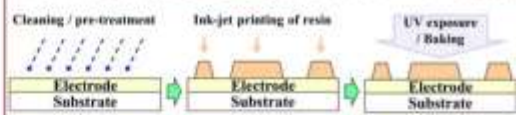
絶縁膜の導入による発光不良発生なし



絶縁膜あり

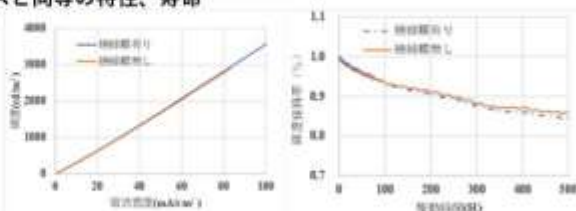
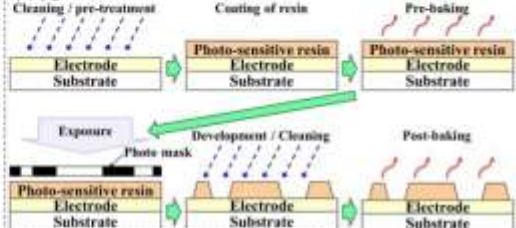
絶縁膜なし

<インクジェットによる絶縁膜のオンデマンドパターン形成>



<感光性フォトリソを用いる従来法>

- ・ 高精細化が可能だが、プロセスが煩雑 (高コスト)
- ・ フォトマスク使用のため、オンデマンド化 (多品種生産) に不向き



基板サイズ: 50mm × 50mm



基板サイズ: 60mm × 100mm

共同研究

トーヨーケム株式会社

関連プログラム

- ・ 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- ・ 文部科学省: オープンイノベーション機構「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- ・ N. Sugimoto, Y. Fukuchi, H. Tsuruta, M. Kodan, H. Nakada, T. Yuki, A-COE 2021, PA-17 (2021), "OLEDs with on-demand patterns drawn by ink-jet printing"
- ・ 杉本 美穂, 福地 良寿, 鶴田 洋明, 向殿 充浩, 仲田 仁, 結城 敏尚, 有機EL討論会第32回例会, S5-1 (2021), 「インクジェット印刷した絶縁膜による オンデマンドパターンOLEDの高精細化」
- ・ 杉本 美穂, 福地 良寿, 鶴田 洋明, 向殿 充浩, 仲田 仁, 結城 敏尚, 有機EL討論会第31回例会, S7-3 (2020), 「インクジェット印刷した絶縁膜による オンデマンドパターンOLED」

技術成果

ALD (Atomic Layer Deposition) バリア膜 Barrier layer by ALD (Atomic Layer Deposition)

ALD (Atomic Layer Deposition) は被覆性良くバリア層を形成できる技術であり、フレキシブル有機エレクトロニクスデバイスへの適用が期待されています。
ALDを用いて高いバリア性を有するバリア技術を開発しました。
フレキシブル有機エレクトロニクスの研究開発に活用できます。

技術の特長

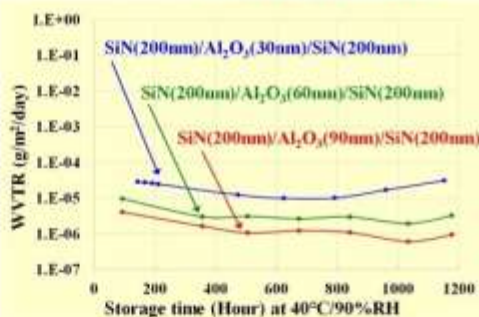
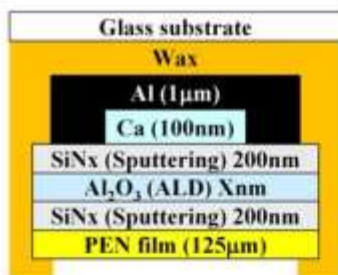
- ALD法による高い被覆性を有するバリア層形成
- SiNxバリア膜との積層による高いバリア性：
WVTR： 10^{-6} g/m²/day台
(WVTR: Water Vapor Transmission Rate)
- 装置：株式会社菅製作所製ALD装置
(基板サイズ：10cm角)



ALD装置 (株式会社菅製作所製)

主な技術成果

- Al₂O₃膜 (ALD法) とSiNx膜 (スパッタ法) との積層バリア膜： 10^{-6} g/m²/day台のWVTR



Ca腐食法によるWVTR (Water Vapor Transmission Rate)測定

- Al₂O₃膜 (ALD法) を用いた有機EL試作品

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | | |
| <p>Flexible substrate</p> <p>Barrier layer</p> <p>PSA barrier resin (MORDESCO)</p> <p>Al₂O₃ (60nm) by ALD</p> <p>Cathode</p> <p>Organic layers (spiral layers)</p> <p>ITO</p> <p>Barrier layer</p> <p>Flexible substrate</p> | <p>EXPEEK film (KURARCO)</p> <p>Si₃N₄ (100nm) by sputtering</p> <p>Al₂O₃ (90nm) by ALD</p> <p>Si₃N₄ (100nm) by sputtering</p> <p>Barrier resin</p> <p>Al (100nm)</p> <p>Organic layers (spiral layers)</p> <p>ITO (120nm)</p> <p>Si₃N₄ (100nm) by sputtering</p> <p>Al₂O₃ (90nm) by ALD</p> <p>Si₃N₄ (100nm) by sputtering</p> <p>EXPEEK film (KURARCO)</p> | <p>SiN (200nm) by CVD (i²-opera)</p> <p>Al₂O₃ by ALD</p> <p>SiN (200nm) by CVD (i²-opera)</p> <p>Cathode</p> <p>Organic layers (spiral layers)</p> <p>Transparent electrode</p> <p>SiN (200nm) by CVD (i²-opera)</p> <p>Flexible substrate (PEN)</p> | <p>Al₂O₃ (60nm) by ALD</p> <p>Organic resin (FOYO INK)</p> <p>Al₂O₃ (45nm) by ALD</p> <p>Al (Cathode)</p> <p>Organic layers (spiral layers)</p> <p>Transparent electrode</p> <p>Glass substrate</p> |

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 文部科学省：オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学/オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

技術成果

YU-FLEC

フレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルム

High Temperature Tolerant Barrier Films for Flexible OLEDs

有機EL製造工程においては200°C以上の熱処理が望まれる工程があり、その観点からフレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルムの開発が求められます。

倉敷紡績株式会社が開発した200°C以上の耐熱性を有するフィルムEXPEEK®(エキスピーク)を用いたフレキシブル有機EL用バリアフィルムを開発しました。

技術の特長

■ 倉敷紡績製耐熱フィルムEXPEEK

- ・二軸同時延伸PEEK(ポリアーテルエーテルケトン)樹脂フィルム
- ・ポリイミドと同等の耐熱性 ($T_g \sim 320^\circ\text{C}$)
- ・良好な耐薬品性
- ・着色・濁りを抑えた良好な透明性
- ・低熱収縮
- ・良好な表面平滑性(凝集力が高く滑り性が良いため、易滑処理不要)

■ 耐熱フィルムEXPEEK上にバリア層を形成し、フレキシブル有機ELデバイスに適用



PEEK基本骨格



EXPEEK

(倉敷紡績株式会社ホームページより)

主な技術成果

■ 高いガスバリア性: $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{g/m}^2/\text{day}$ 台の WVTR

Ca腐食法によるWVTR(Water Vapor Transmission Rate)測定

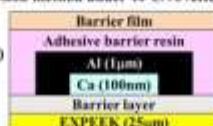
| Structure of barrier film | Highest process Temperature | Typical WVTR |
|--|-----------------------------|--------------------|
| EXPEEK/SiNx(100nm) | <100°C | 2×10^{-3} |
| EXPEEK/Al ₂ O ₃ (90nm) | 100°C | 2×10^{-2} |
| EXPEEK/Al ₂ O ₃ (10nm) | 300°C | 2×10^{-4} |
| EXPEEK/SiNx(100nm)/Al ₂ O ₃ (90nm)/SiNx(100nm) | 100°C | 2×10^{-5} |
| EXPEEK/Resin/SiNx(100nm) | 100°C | 4×10^{-4} |
| EXPEEK/SiNx(100nm)/Resin/SiNx(100nm) | 100°C | 3×10^{-6} |

WVTR (Water Vapor Transmission Rate): Evaluated by Ca corrosion method under 40°C/90%RH

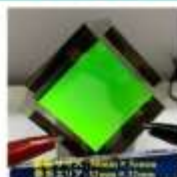
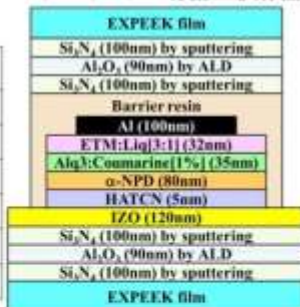
SiNx: Deposited by sputtering

Al₂O₃: Deposited by ALD (Atomic Layer Deposition)

Resin: NSPHH (Toyo Ink) coated by ink-jet (thickness: 10~15μm)



■ フレキシブル有機EL試作品

「JFlex2020展」
(2020.1/東京ビッグサイト)

共同研究

倉敷紡績株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス産学連携コンソーシアム (YU-FLEC) [2018/1~2023/3]
- 文部科学省: オープンイノベーション機構の整備事業「山形大学オープンイノベーション機構」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- T. Yuki, T. Nishikawa, M. Sugimoto, H. Nakada, M. Koden, ITE Trans. on MTA Vol. 9, No. 4, pp. 216-221 (2021).
"High Temperature Tolerant Barrier Films with Stacking Barrier Layers by Sputtering and ALD"
- T. Yuki, T. Nishikawa, M. Sugimoto, H. Nakada, M. Koden, IDW'20, FLX2-3 (2020).
"High Temperature Tolerant Barrier Film with Stacking Barrier Layers by Sputtering and ALD"
- 山形大学: 「JFlex2020展」(2020.1/東京ビッグサイト), 「JFlex2019展」(2019.1/東京ビッグサイト).
- 倉敷紡績: 「第7回高機能プラスチック展」(2018.12/幕張メッセ), 「SEMICON Japan 2018」(2018.12/東京ビッグサイト).

EXPEEK®は倉敷紡績株式会社の登録商標です。

技術成果

スプレー塗布技術

Spray Coating

有機エレクトロニクスデバイスにおける有機材料塗布技術としてスプレー塗布技術を開発しました。

有機ELデバイスに適用し、良好な均一発光、良好な特性が得られました。

技術の特長

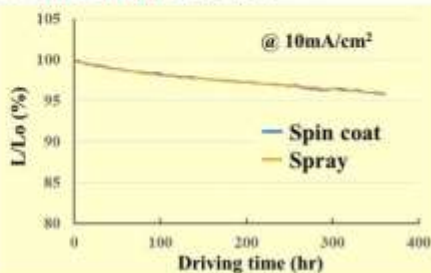
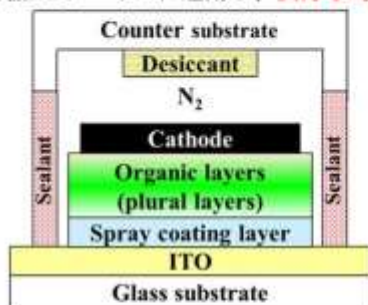
- スプレー塗布によって有機材料を均一塗布。
 - ・ 簡便に大面積基板に塗布可能

主な技術成果

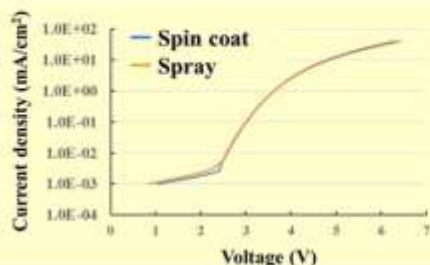
- 有機ELデバイスに適用し、良好な均一発光、良好な特性が得られた



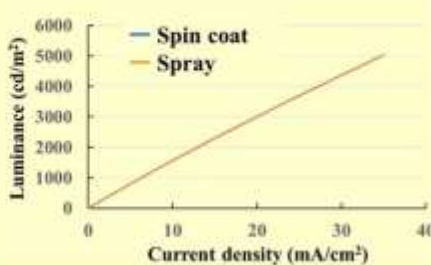
スプレー塗布装置



輝度寿命試験評価



I-V特性



L-I特性



スプレー塗布を用いた有機ELデバイス試作品

技術成果 解析技術 (欠陥解析・不良解析・構造解析など)

Analysis of defects, failures, structures, etc.

さまざまな解析技術を用いて、実用的なデバイス技術開発に貢献します。
作製されたデバイスの欠陥部分の解析、不良の原因究明、デバイス構造解析などを行います。

使用装置・技術

- 光学顕微鏡
- デジタルマイクロスコープ
- AFM (Atomic Force Microscope)

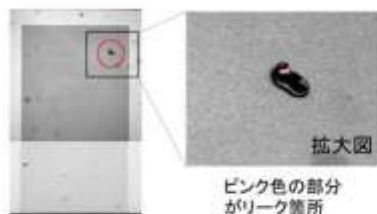
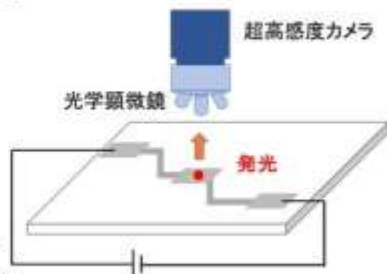
- 膜厚測定装置 (段差測定器)
- エミッション顕微鏡
- イオン化ポテンシャル測定装置 など

解析事例1

- **エミッション顕微鏡による欠陥部位の特定**
 - ・ 欠陥部位を特定
 - ・ 光学顕微鏡やFE-SEMでの観察と併せ検討し、不具合要因を解明

【測定原理】

- ・ 光学顕微鏡と超高感度カメラで構成(右図)
- ・ 電圧印加したデバイス内部でのホットキャリアなどにより、発生する発光現象を超高感度カメラを用いて検出(発光像)
- ・ 発光像と反射光学像を重ね合わせることで、発光位置を特定



a) エミッション顕微鏡観察による欠陥部位の特定



b) コンフォーカル顕微鏡観察におけるリーク部観察

解析事例2

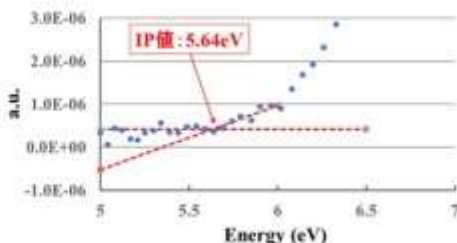
- **デジタルマイクロスコープによる観察**
 - ・ ミクロンレベルの画像をミリオーダーで繋ぎ合せ
 - ・ 42~5600倍の倍率で観察
 - ・ 多彩な観察方法 (BF、偏射、DF、BF+DF、偏光、微分干渉)



インクジェット塗布した絶縁膜の広範囲観察例

解析事例3

- **イオン化ポテンシャル (IP) 測定**
 - ・ 光電子収量分光法 (PYS: Photoelectron Yield Spectroscopy) を用いて測定
 - ・ 新材料も含め、さまざまな材料のイオン化ポテンシャルを測定可能



新材料のイオン化ポテンシャル測定例

メンバー Members



教授 佐野 健志 Ph.D.

Dr. Takeshi Sano

連絡先: takeshi.sano@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機エレクトロニクス材料およびデバイス (有機薄膜太陽電池、ペロブスカイト太陽電池、有機EL、導電性高分子応用)

(経歴)

1991年 東京大学工学部化学工学科卒業

1991年～2011年 三洋電機株式会社

2002年 ケンブリッジ大学博士課程修了(Ph.D.)

2011年 奈良先端科学技術大学院大学客員教授

2011年～ 山形大学 准教授

2016年～ 山形大学 教授

2020年～ 山形大学 イノベーションセンター長

(主な研究発表)

• A novel pi-D-1-A-D-2 type low bandgap squaraine dye for efficient small molecular organic solar cells. *DYES AND PIGMENTS*, 163 564-572, 2019年04月
Yang Daobin, Sano Takeshi, Saabe Hisahiro, Kido Junji

• Achieving 20% Efficiency for Low-Temperature-Processed Inverted Perovskite Solar Cells. *ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS*, 29(12), 2019年03月
Yang Daobin, Sano Takeshi, Yaguchi Yuma, Sun He, Saabe Hisahiro, Kido Junji



客員教授 向殿 充浩 工学博士

Dr. Mitsuhiro Kodon

連絡先: koden@songdec.com

(専門) 液晶、ディスプレイ、有機EL、化学

(経歴)

1983年 大阪大学大学院工学研究科博士課程修了(工学博士)

1983～2012年 シャープ株式会社(液晶、有機EL等)

1998～2011年 奈良先端科学技術大学院大学客員教授

2012年～ 山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター(現職)

(主な表彰)

・内閣府第18回産業官選優秀者表彰「科学技術創薬用出大受賞」(2017)

・日本液晶学会 著作賞(2005)

(主な著書)

・ M. Kodon, "OLED Displays and Lighting" (Wiley, IEEE Press) (2017)

・ K. Takahashi, M. Hasegawa, M. Kodon, N. Itoh, R. Hasegawa, M. Sakamoto,

"Alignment Technologies and Applications of Liquid Crystal Devices"

Taylor & Francis (2005)

・ 仲倉智博, 佐野健二, 向殿充浩, 藤田博, 阪井貴夫, 「夢」化学「21」『テレビが変わる—化学の役割』(日本化学会監修, 丸善) (1999)



産学連携准教授 杉本 美穂

Miho Sugimoto

連絡先: mi-sugimoto@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機EL、有機太陽電池、プロセス技術、封止技術、電極技術、装置技術、評価解析技術など

(経歴)

1999年 慶應義塾大学大学院理工学専攻 修士課程修了

1999年～2004年 (株) 村田製作所

2005年～2019年 東北バイオニア(株)

2019年～ 山形大学 プロジェクト研究員

2023年～ 山形大学 産学連携准教授

(主な研究発表)

• M. Sugimoto et al., ACOE 2021, PA-17 (2021)



発行 2023年12月(「SEMICON JAPAN」展にて配布)

発行元 山形大学 有機エレクトロニクスイノベーションセンター
フレキシブルエレクトロニクスグループ

所在地 〒992-0119 山形県米沢市アルカディア1丁目808-48

連絡先 TEL: 0238-29-0579 FAX: 0238-29-0569
E-mail: m-sugimoto@yz.yamagata-u.ac.jp
URL: <http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/home.html>



フレキシブル有機エレクトロニクス分野で実用技術開発を推進していただける企業の皆様からのお問い合わせをお待ちしております。