

「ニーズファースト型」産学連携

フレキシブル基盤技術研究グループ Research Group for Flexible Technologies (仲田/古川/結城/向殿 研究グループ)



産学連携教授
仲田 仁



准教授
古川 忠宏



准教授
結城 敏尚



産学連携教授
向殿 充浩

当グループの取り組み	p.2~3
産学連携コンソーシアム	p.4~5
主要技術	p.6~9
開発成果	p.10~18
成果発表	p.19
メンバー	p.20



内閣府
第15回産学官連携功労者表彰
「科学技術政策担当大臣賞」
(2017)



活動紹介

研究活動のご紹介

Mission and Activity

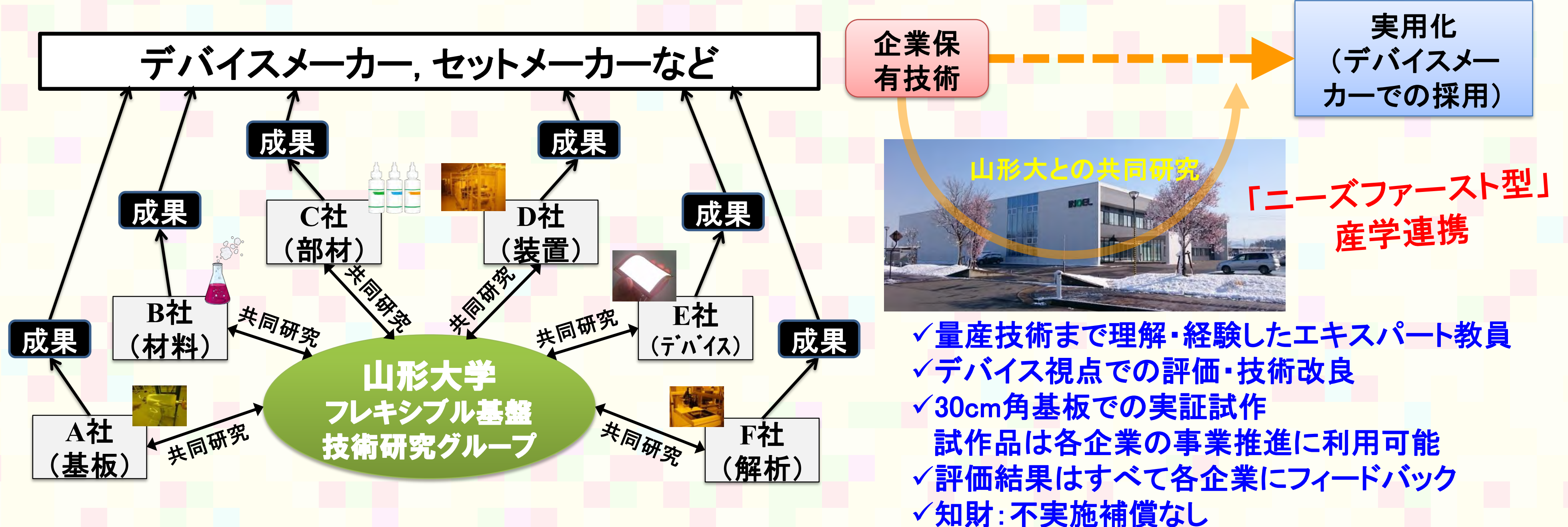
当研究グループでは、フレキシブル有機エレクトロニクス技術を中心に、企業ニーズを最優先した「**ニーズファースト型産学連携**」を推進しております。
 この取り組みは、大学の独自技術を核とした従来型の「シーズファースト型産学連携」とは異なり、企業が必要とする技術開発にこだわった新しい産学連携のスタイルです。
 2017年度には、この取り組みを評価いただき、内閣府「第15回産学官連携功労者表彰」にて、「**科学技術政策担当大臣賞**」を受賞致しました。

第15回産学官連携功労者表彰
 「科学技術政策担当大臣賞」
 (2017)



(取り組み主要技術)

- 有機ELデバイス・プロセス技術
- フレキシブル有機エレクトロニクス用材料・部材の評価、開発支援
- フレキシブル基板技術(超薄板ガラス、高機能ステンレス箔、バリアフィルム)
- 水蒸気バリア技術の開発及び評価
- フレキシブル封止技術の開発及び評価
- フレキシブル有機エレクトロニクス用ロールtoロール技術及び印刷技術の開発



- ✓量産技術まで理解・経験したエキスパート教員
- ✓デバイス視点での評価・技術改良
- ✓30cm角基板での実証試作
- 試作品は各企業の事業推進に利用可能
- ✓評価結果はすべて各企業にフィードバック
- ✓知財: 不実施補償なし

活動の特徴

- ・「**事業貢献第一主義 (ニーズファースト!)**」
 *企業ニーズへの徹底したこだわり
 ・実用技術開発サポート
- ・**不実施補償なし**
- ・**独立採算運営**
 *民間企業との連携が基軸
 *従来の大学にない運営モデル

支援サービス内容

- ・新製品開発サポート
- ・デバイス実証データ取得
- ・開発技術の課題抽出/課題解決
- ・デバイス適用/デモサンプル作製
- ・共同研究/受託研究/学術指導

主な保有スキル

- ・フレキシブル基板技術
- ・有機ELデバイス・プロセス技術
- ・バリア膜技術・封止技術
- ・バリア性評価・解析技術
- ・印刷技術・R2R技術・装置技術

活動形態

- 産学連携コンソーシアム(p.3~p.5参照)
 自主自立運営による産学連携コンソーシアムを推進。
 1) 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3]
 2) 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3] (p.4)
 3) 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](p.5)
- プロジェクト参画(p.3参照)
 文部科学省、経済産業省などの各種プロジェクトに参画。
- 共同研究/学術指導
 各企業様の幅広いご要望にお答えすべく、個別に契約を締結して各企業様のニーズに沿った実用化技術開発を推進。
- 受託評価(p.8参照)
 「ガス・水蒸気透過率測定(WVTR測定)」の受託評価。

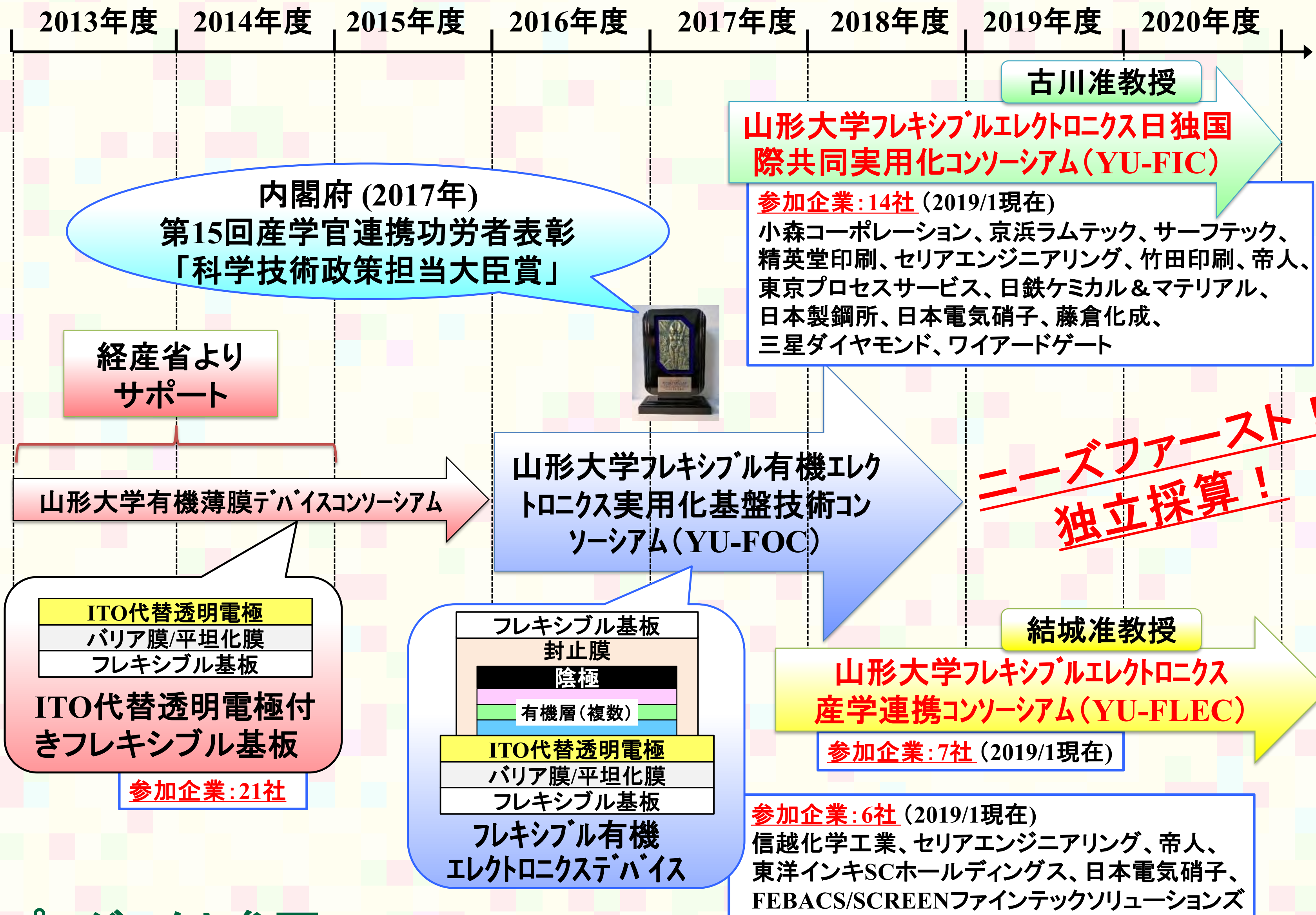
活動紹介

ニーズファースト型産学連携

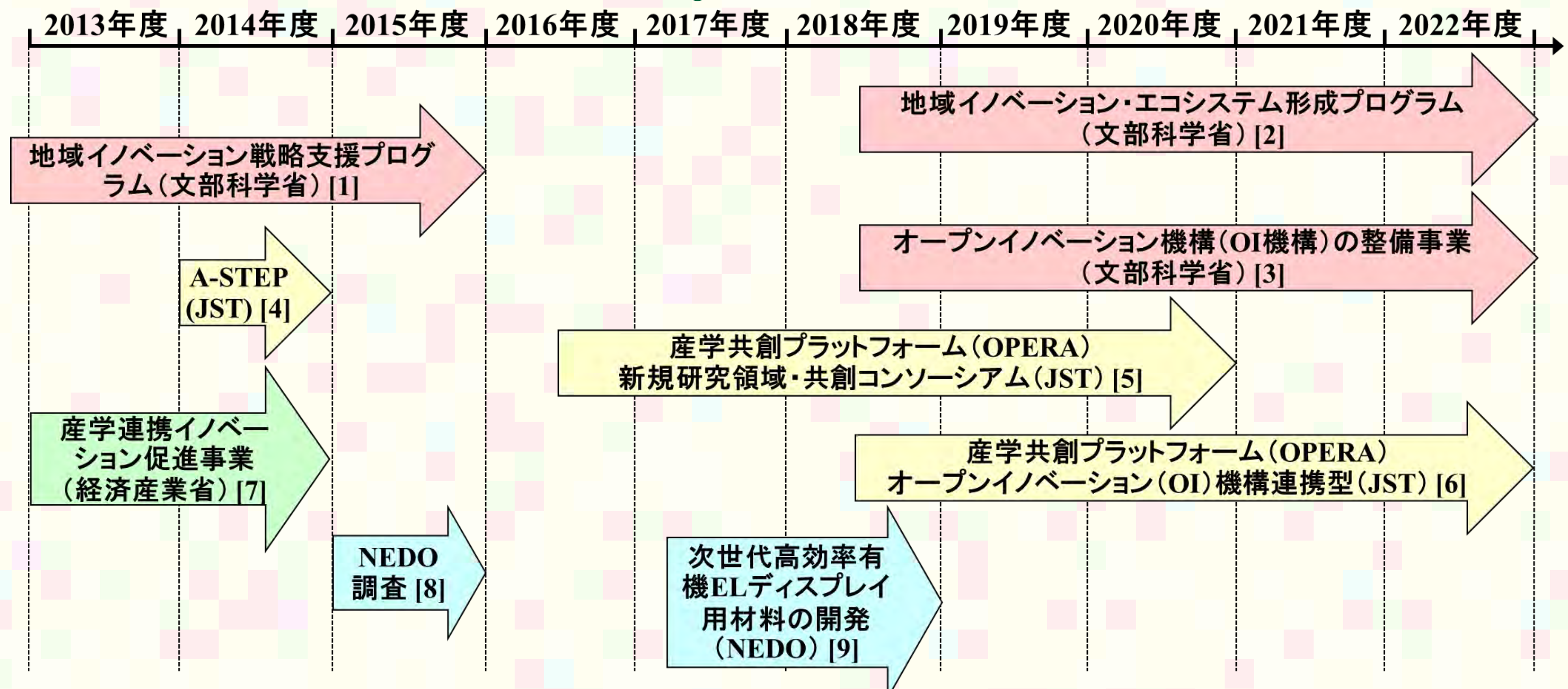
Academia-Industry Collaboration “Needs First!”

「ニーズファースト型産学連携」というコンセプトに沿って、産学連携コンソーシアムを自立運営すると共に、様々なプロジェクトに参画しております。

産学連携コンソーシアム Academia-Industry Collaboration Consortium



プロジェクト参画 National Projects



- [1] 文部科学省:「山形有機エレクトロニクスイノベーション戦略推進地域」
- [2] 文部科学省:「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」
- [3] 文部科学省:「山形大学/オープンイノベーション機構」
- [4] JST:「印刷で作る新規介護おむつ用濡れセンサー」
- [5] JST:「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」
- [6] JST:「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」
- [7] 経済産業省:「山形大学・有機デバイス産学コンソーシアム形成事業」
- [8] NEDO:「有機EL方式電子写真式プリンターヘッドの実用化に係る検討調査」
- [9] NEDO:「次世代高効率有機ELディスプレイ用材料の開発」(CEREBと共同研究)

コンソーシアム活動

山形大学フレキシブルエレクトロニクス 日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)

Yamagata University Flexible Electronics Japan-Germany International Collaborative Practical Utilization Consortium

山形大学では、山形県・米沢市など地元地域と協力して、ザクセン・ドレスデンを中心としたドイツ側企業・研究機関との有機エレクトロニクス分野での連携を推進して参りました。「山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(略称: YU-FIC)」はこの連携をさらに拡大発展させ、新たなフレキシブルエレクトロニクス製品を創出するべく、日本企業とドイツ企業との共同研究を進めて参ります。

プロジェクト期間

2017年10月1日～2021年3月31日

開発テーマ

- 超薄板ガラスを用いたRoll to Roll法大面積有機EL照明製造の革新的トータル技術開発
- 有機エレクトロニクス技術を用いた広告用製品開発
- 3DPCBの製造プロセスおよび用途開発

運営メンバー

- YU-FIC代表: 古川 忠宏(准教授)
- YU-FIC運営統括: 高橋 辰宏(教授)
- YU-FIC幹事: 向殿 充浩(産学連携教授)

ドイツとの連携

本コンソーシアム「YU-FIC」は、ドイツ・ドレスデンを本拠地とした「Organic Electronics Saxony (OES)」を核としたドイツ側研究所及び企業との連携により、有機エレクトロニクス技術の開発及び製品化を目指して取り組んでおります。

ドイツ側では、Fraunhofer研究所をはじめとして、24の研究機関・企業が参画しており、年2回の相互訪問をはじめとして緊密な連携体制で実用化開発を推進しております。

参画企業

(2019年1月現在: 14社)

- 株式会社 小森コーポレーション
- 京浜ラムテック株式会社
- 株式会社 サーフテックトランスナショナル
- 精英堂印刷株式会社
- 株式会社 セリアエンジニアリング
- 竹田印刷株式会社
- 帝人株式会社
- 東京プロセスサービス株式会社
- 日鉄ケミカル & マテリアル株式会社
- 株式会社 日本製鋼所
- 日本電気硝子株式会社
- 藤倉化成株式会社
- 三星ダイヤモンド工業株式会社
- 株式会社 ワイアードゲート

主な活動状況



ドイツ訪問(2017.11)



日独連携会議(2018.2)



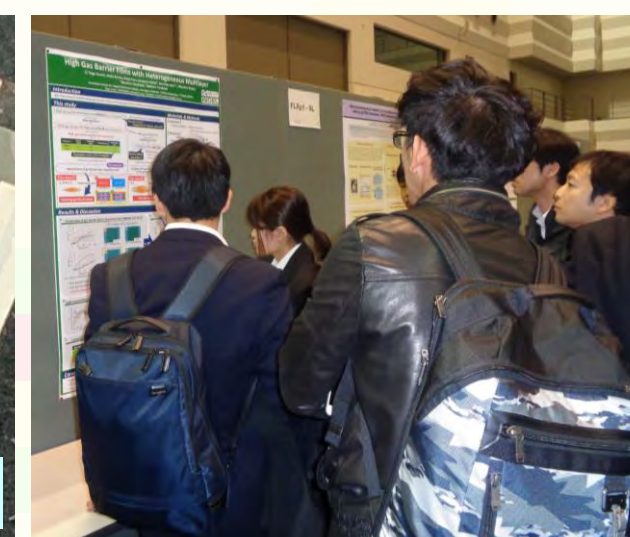
LOPEC/ドイツ(2018.3)



ドイツ訪問(2018.9)



ファインテック2018展(2018.12)



IDW'18国際会議(2018.12)

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)～新規研究領域・共創コンソーシアム「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」[2016年度～2020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]
- 文部科学省: 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」[2018年度～2022年度]

コンソーシアム活動

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)

Yamagata University Flexible Electronics Consortium for Academia-Industry Cooperation

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)は、各企業様との一対一の連携を軸に、「ニーズファースト型」産学連携を推進するコンソーシアムです。各企業様のニーズに即した実用技術開発を推進致しますので、是非参加をご検討下さい。

設立目的

フレキシブルエレクトロニクス分野における事業化のための実用化技術を開発

- ・フレキシブル封止技術
- ・フレキシブル基材技術
- ・ガスバリア技術 など

プロジェクト期間

2018年1月1日～2023年3月31日(延長可)

運営メンバー

- YU-FLEC代表: 結城 敏尚(准教授)
- YU-FLEC運営統括: 仲田 仁(産学連携教授)
- YU-FLEC幹事: 向殿 充浩(産学連携教授)

取り組み例

- フレキシブル有機EL用高機能ステンレス箔技術(p.11参照)
(連携企業: 新日鐵住金株式会社)
✓ ガスバリア性、耐熱性、耐薬品性、寸法安定性などに優れた高機能ステンレス箔をフレキシブル有機ELに適用する研究開発を推進
- フレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルム技術(p.13参照)
(連携企業: 倉敷紡績株式会社)
✓ 200°C以上の耐熱性を有するバリアフィルムをフレキシブル有機ELに適用する研究開発を推進
- 有機ELフレキシブル封止技術(p.18参照)
(連携企業: 味の素株式会社/味の素ファインテクノ株式会社)
✓ フレキシブル有機ELの簡便な封止技術としてラミネート型封止技術の研究開発を推進
- 次世代有機発光デバイス用新規塗布型材料技術
✓ 次世代有機発光デバイス用新規塗布型材料技術の評価、これらの材料を用いた発光デバイス作製など
- 有機EL用装置技術
✓ 有機EL製造装置に用いる新規技術の研究開発を推進

特色・優位性

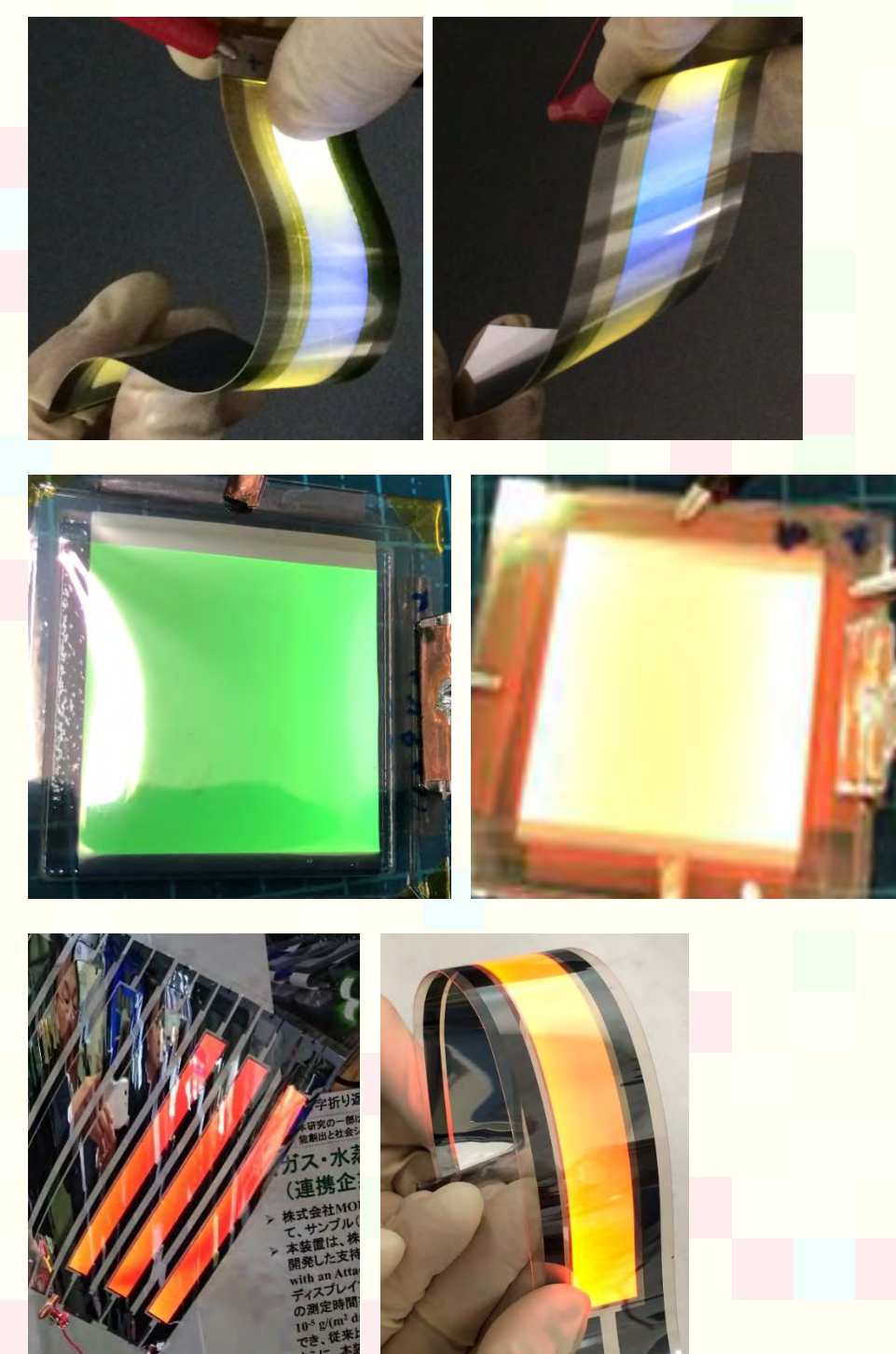
- ・本分野における民間企業での研究開発や事業経験豊富な教員による産学連携研究開発推進
- ・大学メンバーの社外ネットワークを活用した参画企業の顧客開拓
- ・製品試作が可能な大型試作装置を保有
- ・4兆8千億円(2022年)という大きな市場規模が予測される競争領域での事業競争力の創出

代表的なアプリケーション

- ・中小型フレキシブル有機ELディスプレイ(フォルダブルスマートフォン等)
- ・大型有機ELディスプレイ(テレビ等)
- ・フレキシブル有機EL照明 など

参画企業

2019年1月現在: 7社



関連プログラム

●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]

保有技術

有機EL用デバイス作製技術 OLED Device Fabrication

各企業様のご要望に応じたさまざまなタイプの有機ELデバイスを作製できます。
作製した有機ELデバイスの評価によって各企業様の技術のポテンシャル確認、課題抽出などが可能となります。
作製した有機ELデバイスは、デモ用サンプルとしても使いただけます。

材料系

さまざまなタイプの有機EL材料を用いることができます。

- ・低分子系有機EL材料
- ・高分子系有機EL材料
- ・蛍光材料、燐光材料、TADF材料
- ・量子ドット(QD)材料

デバイス構成

さまざまなタイプの有機ELデバイス構成が可能です。

- ・ボトムエミッション型
- ・トップエミッション型
- ・透過型(両面発光型)

バリア膜形成

さまざまなバリア膜形成技術が可能です。

- ・無機バリア膜:CVD法装置、スパッタ装置 (ALD装置導入予定)
- ・無機/有機交互積層バリア膜



ロールtoロール型
パッタ&CVD装置



スパッタ装置



インクジェット装置

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。

- ・蒸着プロセス:真空成膜
- ・塗布プロセス:スピコート、インクジェット等



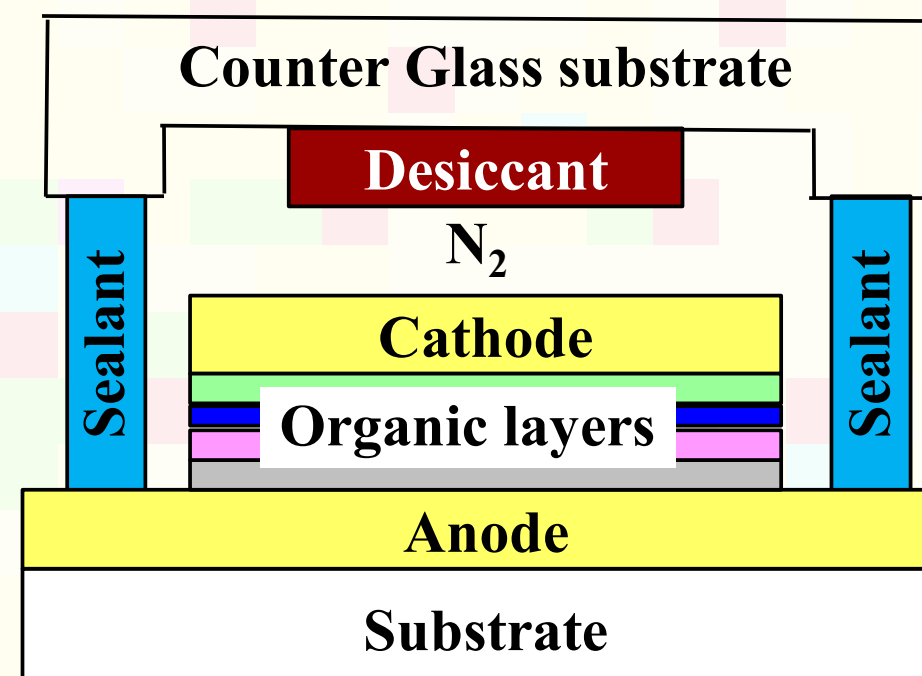
有機EL用蒸着装置



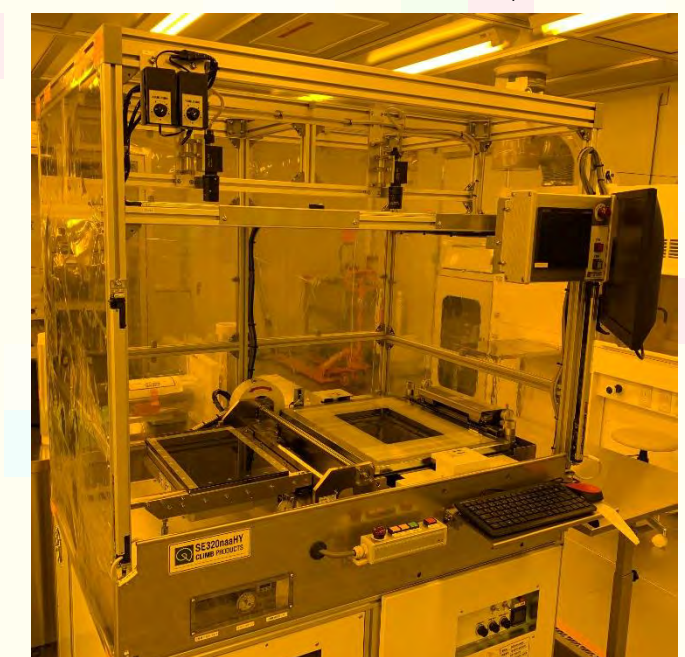
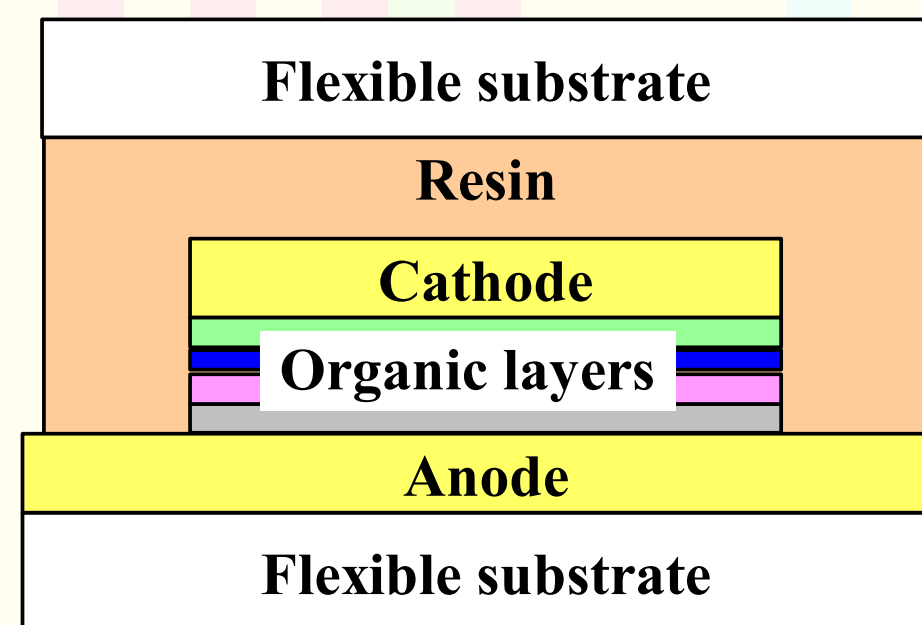
インクジェット装置

封止技術/ラミネート技術

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



ロール式貼り合せ装置

大面積有機EL

30cm角基板を用いた有機ELデバイスの試作が可能です。

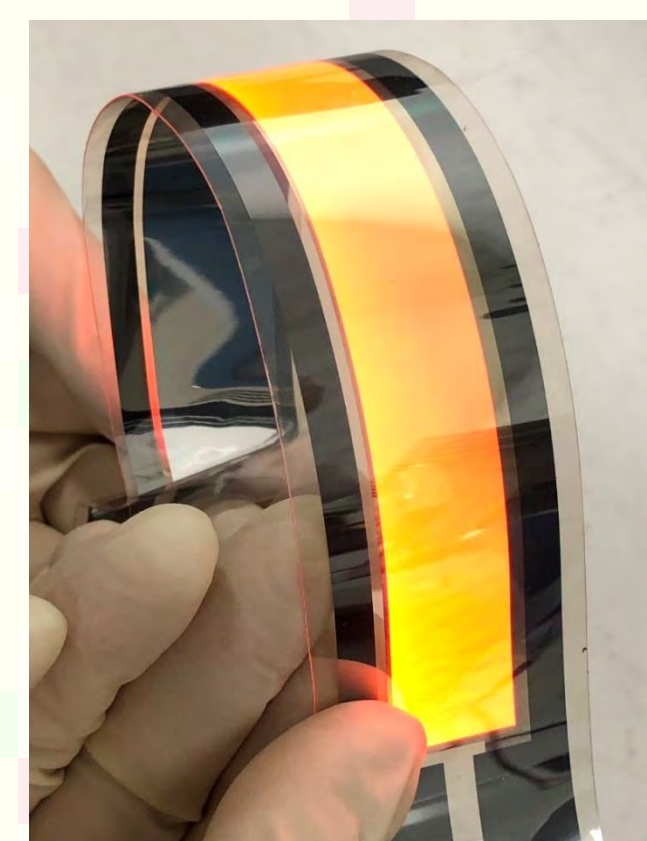
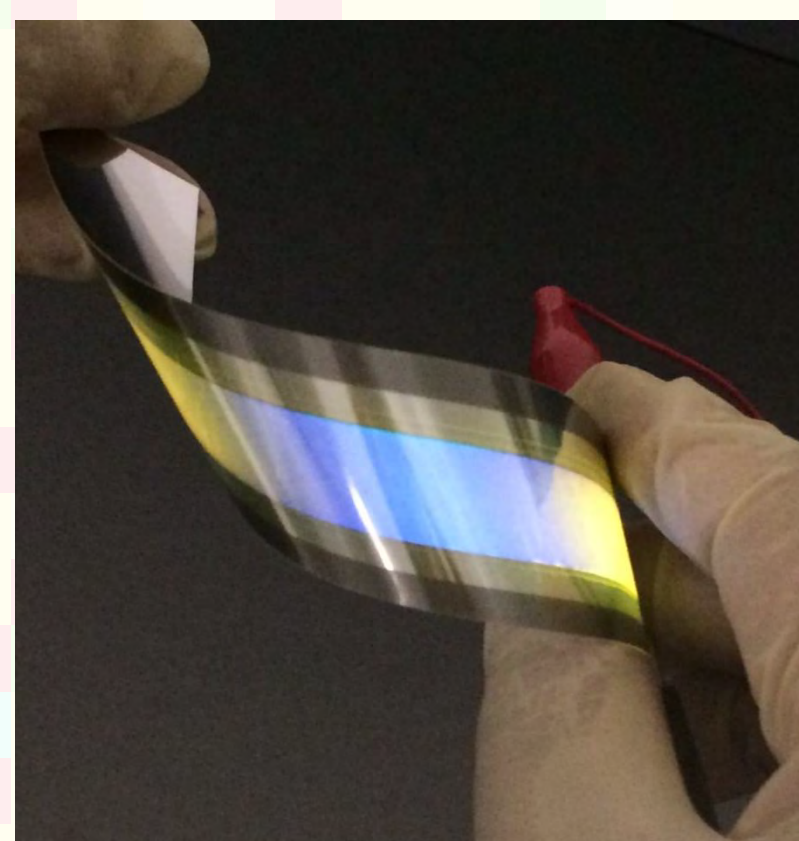


30cm角基板対応有機EL蒸着装置
(トッキ製ELVSS)



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材料デバイス評価

Evaluation of OLED Materials and Devices

各企業様の技術(材料、部材、デバイス構成など)を用いて作製した有機ELデバイスの評価を行うことにより、実用的視点からの技術評価を行います。

評価結果はすべて企業様にお返しし、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併に、適確な考察、課題抽出、課題解決提案などを行います。

A170728A1-1

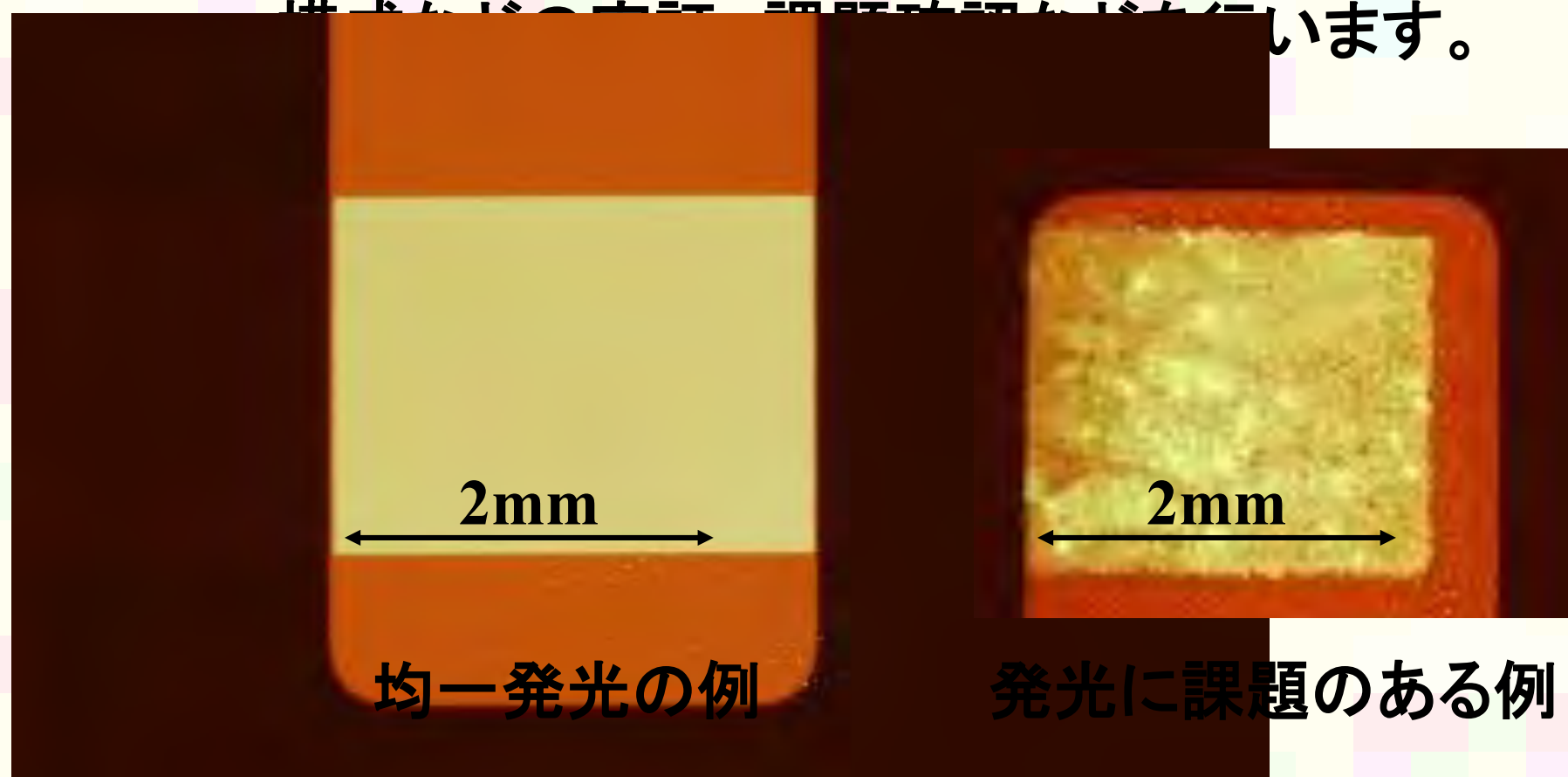
A170728A2-1

A170728A3-1

発光状態

有機ELデバイスの発光状態を観察し、発光均一性、欠陥などについて評価します。

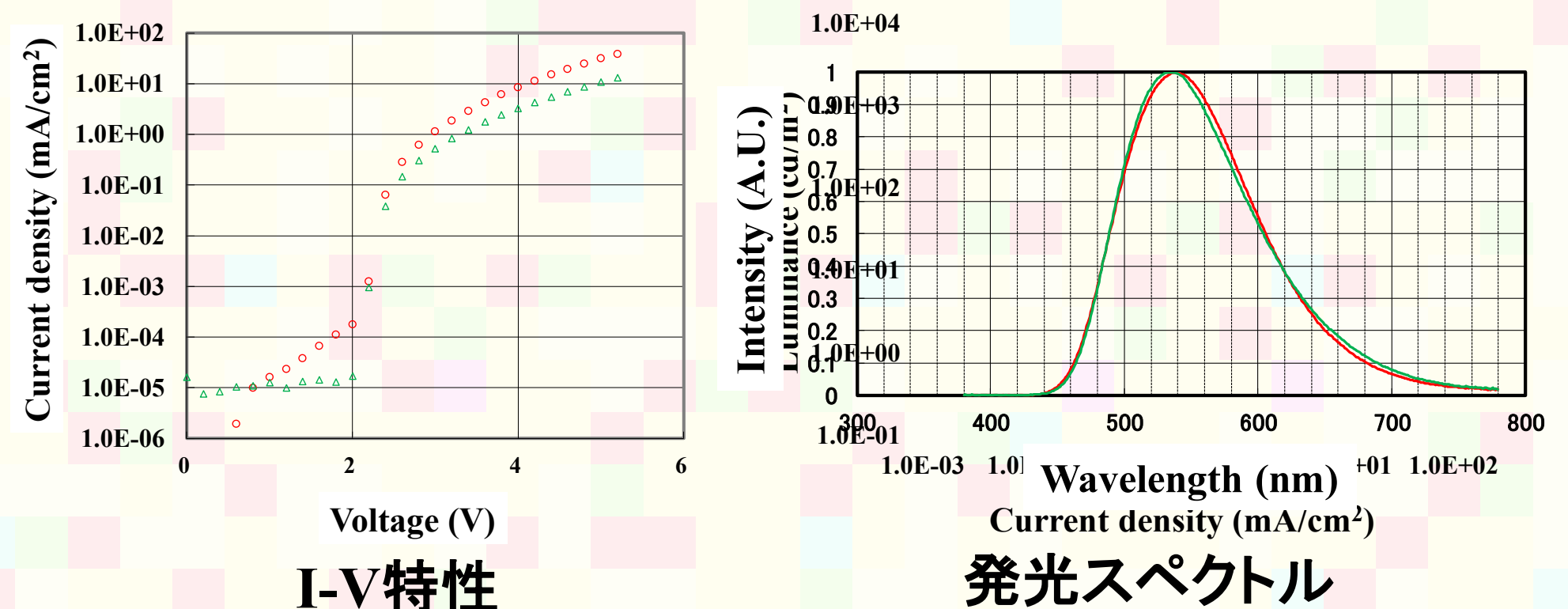
この評価によって有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題を確認します。



デバイス特性

有機ELデバイスの電圧-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、課題を確認します。



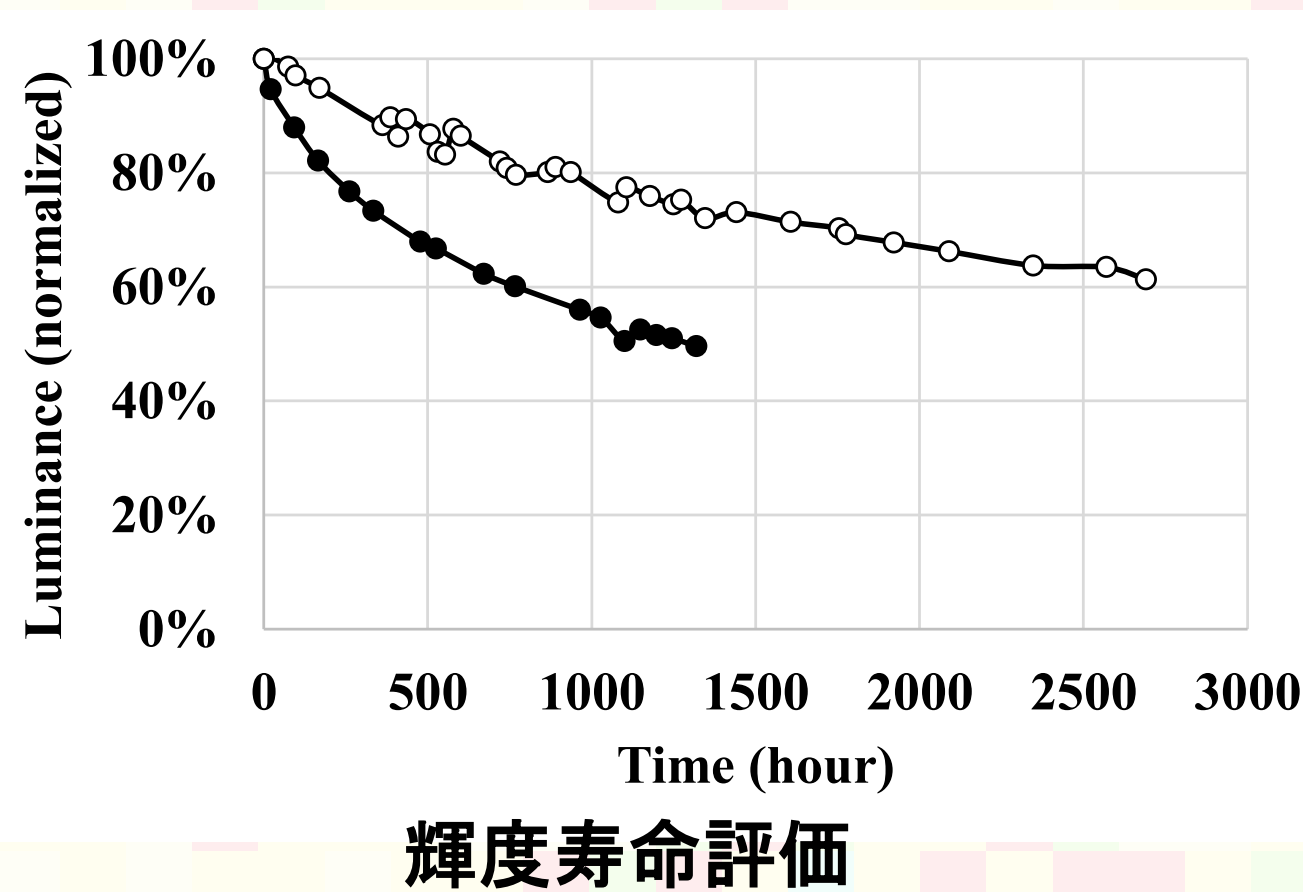
SCP

無

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。

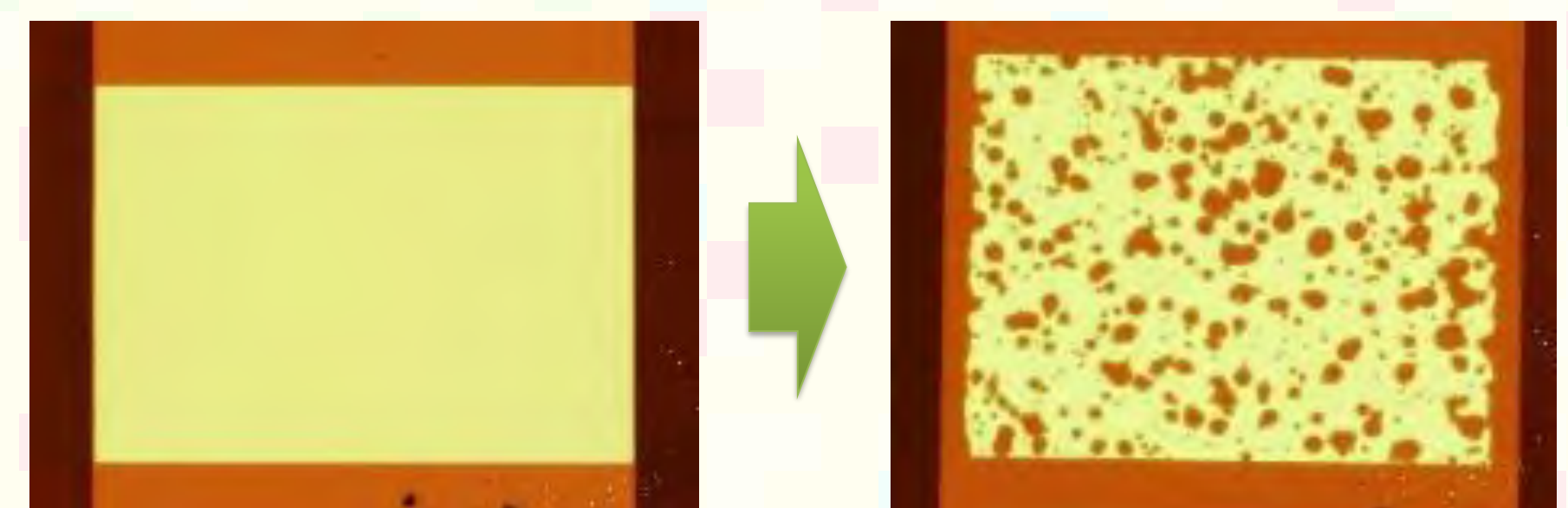
この評価によって有機ELに用いる材料、デバイス構成などの技術ポテンシャル、課題を確認します。



寿命評価2(保存寿命)

有機ELデバイスは水分に弱いため、高温高湿条件下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。

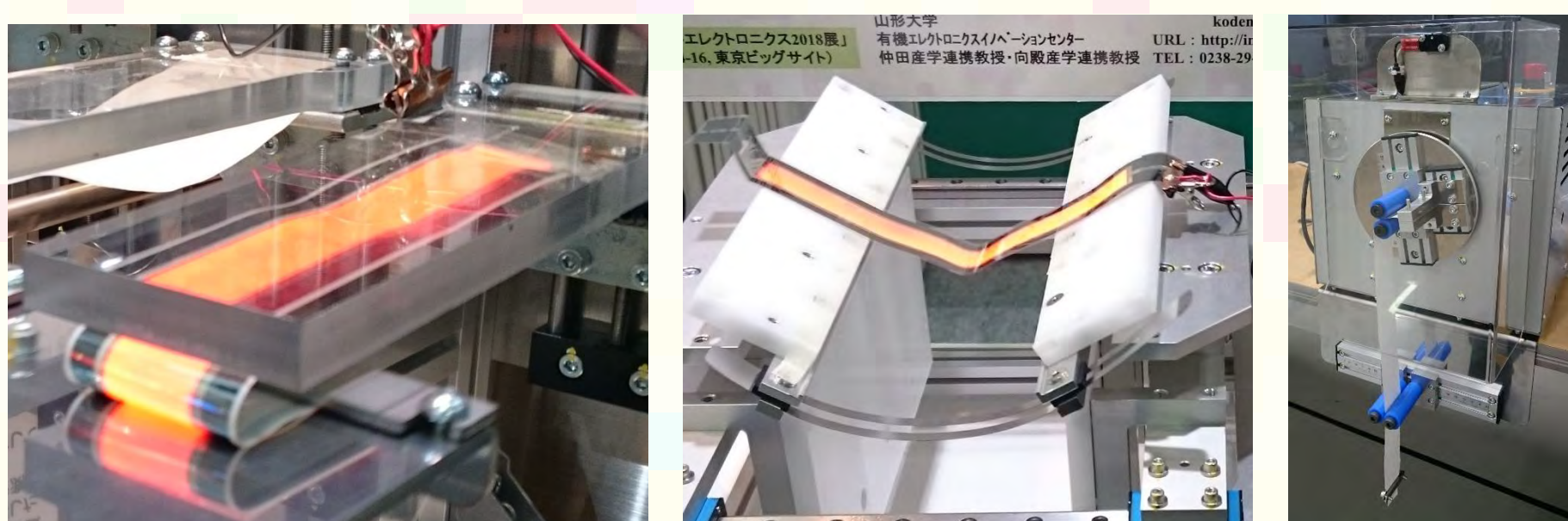
この評価によって有機ELに用いる材料、部材などの技術ポテンシャル、課題を確認します。



屈曲試験

フレキシブルデバイスにおいては、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、課題を確認します。



U字折り返し 37.2 μm

U字伸縮

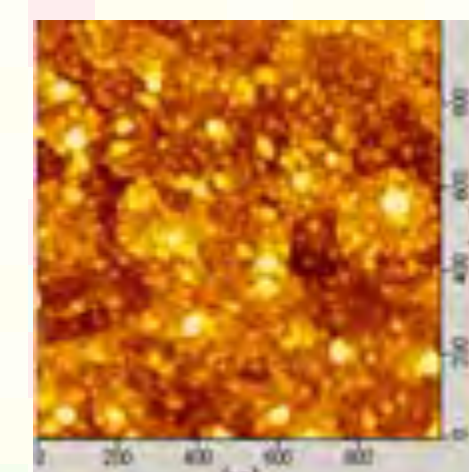
両方向屈曲

その他

各企業様が要望される内容に応じて、さまざまな評価が可能です。また、技術内容に応じて、評価方法そのものから検討致します。

(例)

- ・欠陥解析
- ・SEM, AFM
- ・3次元形状測定



AFM測定



ハイブリッドコンフォーカル顕微鏡

43.4 μm

38.4

保有技術

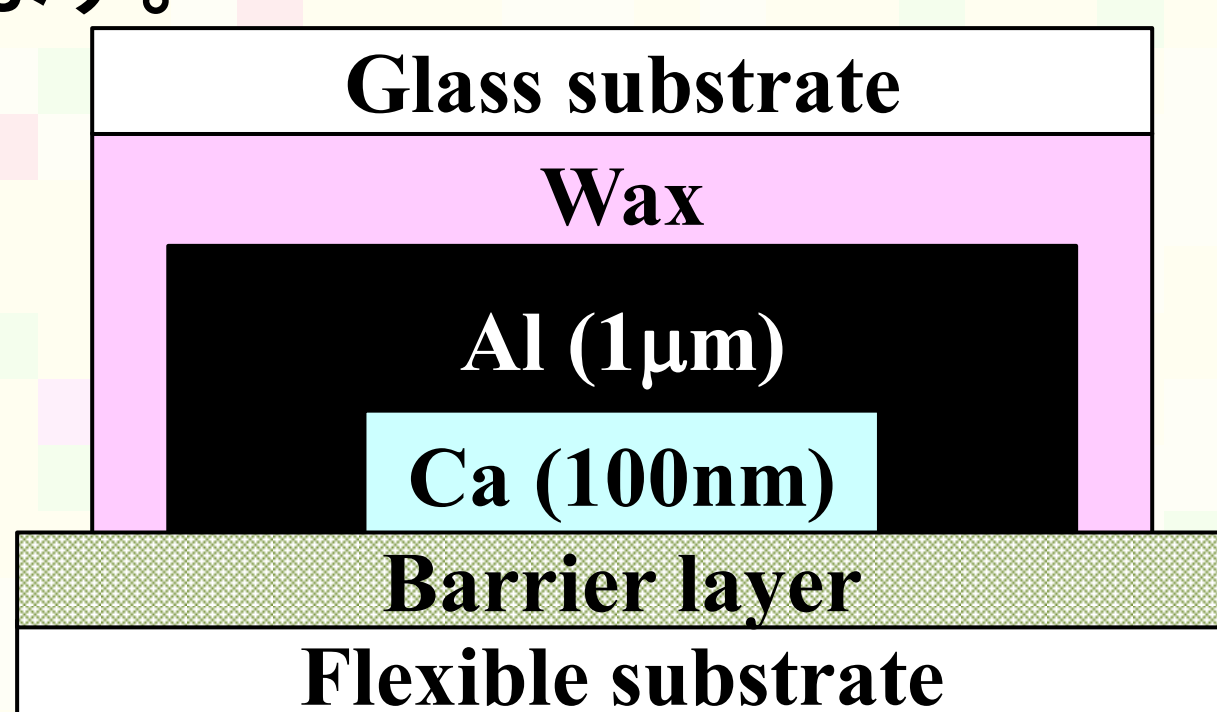
バリア性評価

Evaluation of Barrier Properties

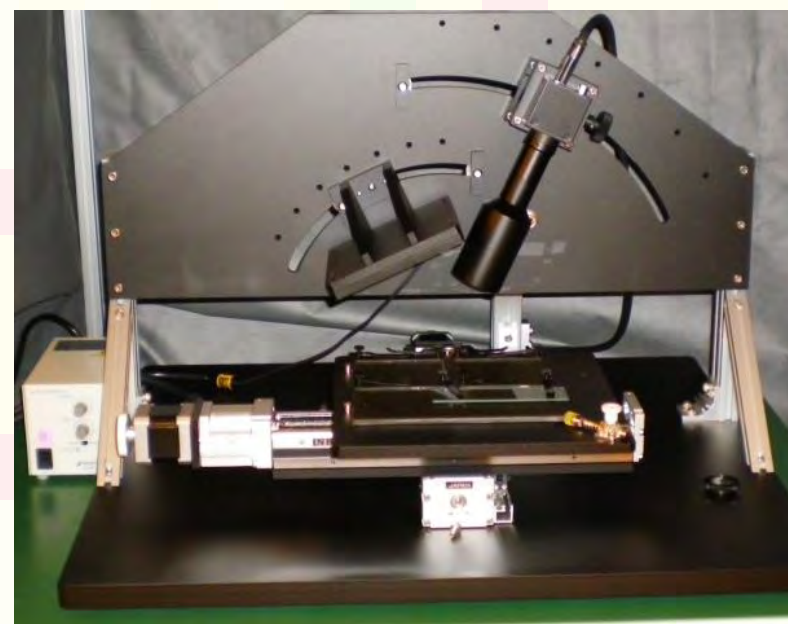
バリア性評価技術は、フレキシブル有機エレクトロニクスにおいて非常に重要です。私どもの研究グループでは、「Ca腐食法」と「MA法」の2種類の方法でバリア性を評価することができ、目的に応じて使い分けることが可能です。

Ca腐食法

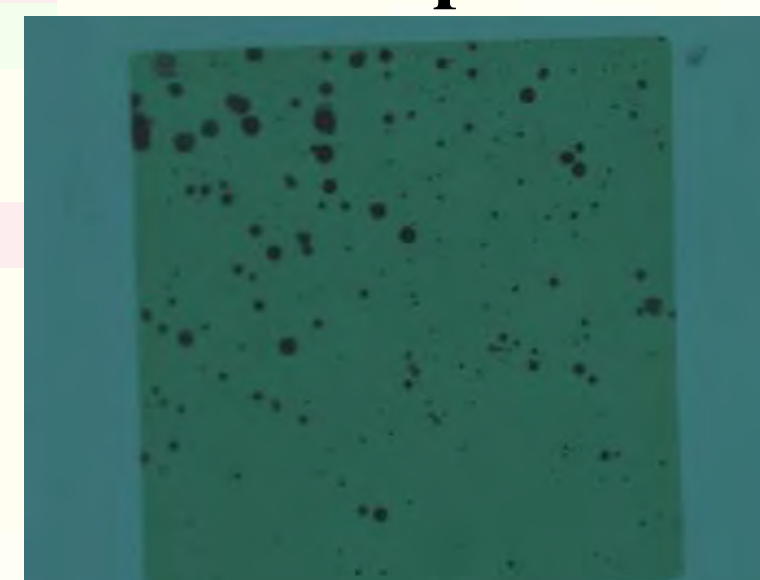
- ✓ Ca腐食法は、基板上に形成したCa薄膜が水分によって変化する様子を観察する評価法です。特に、バリア膜の欠陥の評価などに有効です。
- ✓ Ca腐食法での結果に基づき、バリア性の指標であるWVTR (Water Vapor Transmission Rate) 値を算出します。



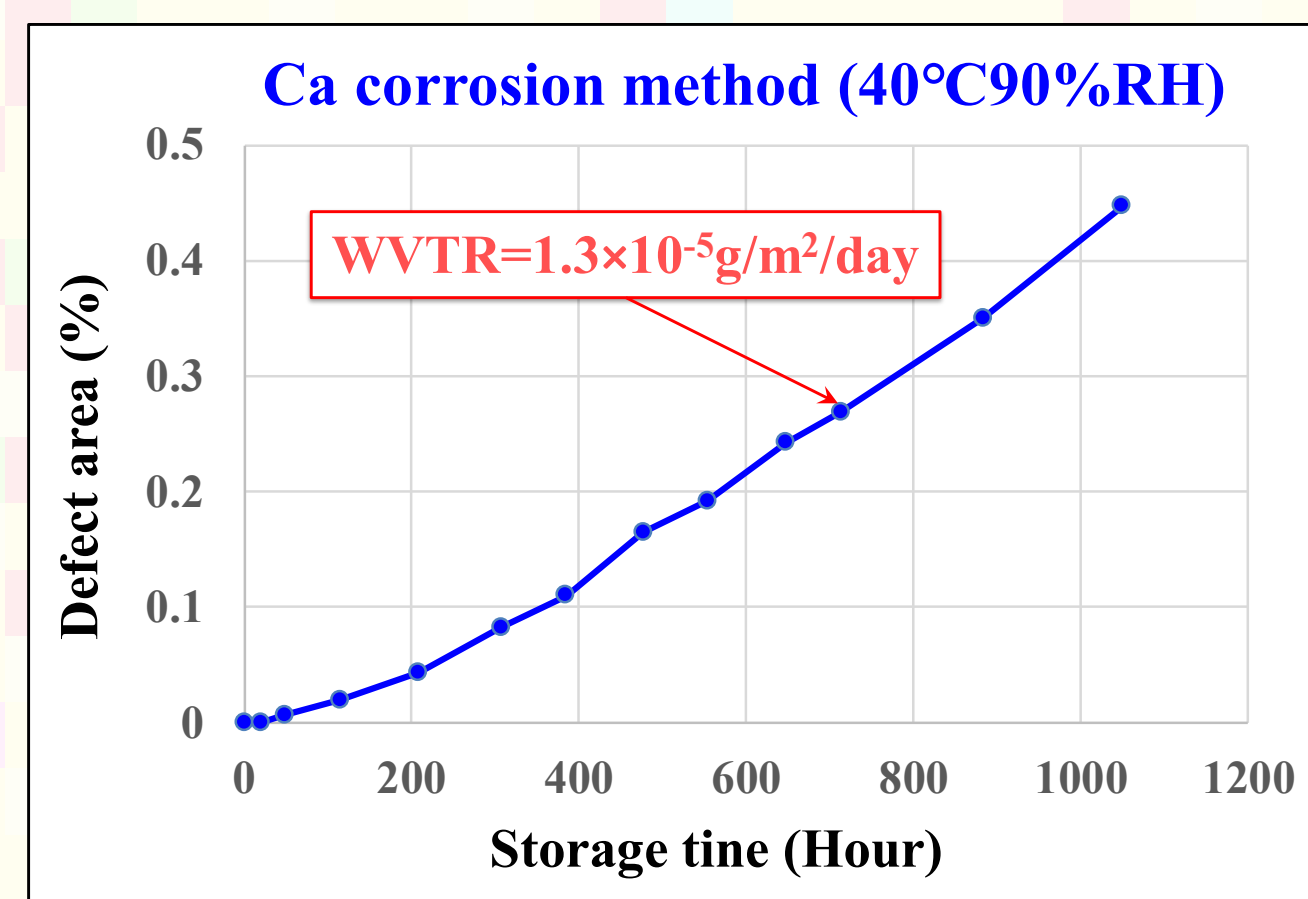
Ca腐食法評価デバイス構成



Ca腐食測定装置



Ca腐食の顕微鏡観察例

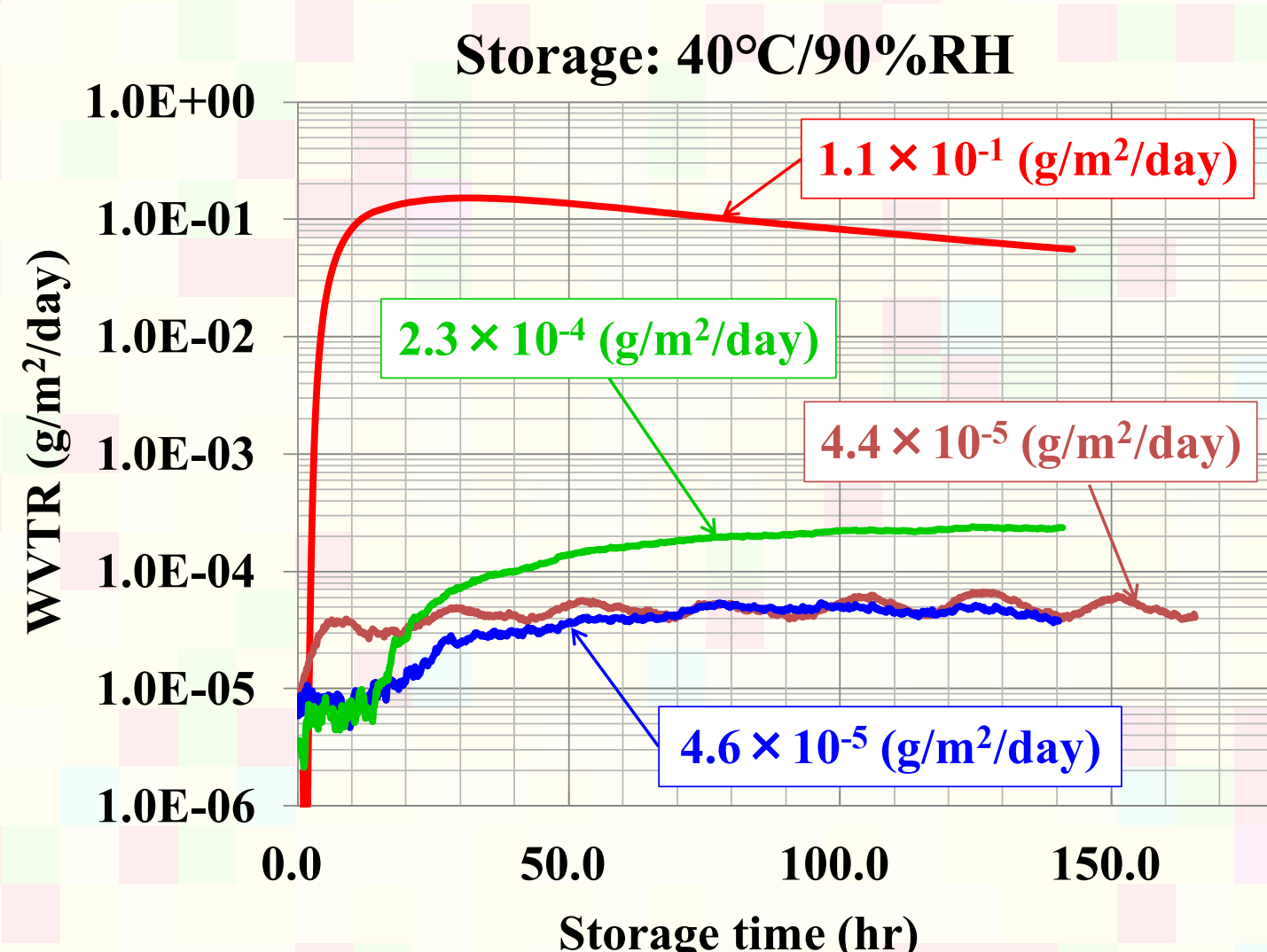


WVTR算出例

MA法

ガス・水蒸気透過率(WVTR: Water Vapor Transmission Rate) 受託評価 (連携企業: 株式会社MORESCO)

- ✓ MA法 (Modified differential pressure method with an Attached support) は、株式会社MORESCOと国立研究開発法人 産業技術総合研究所にて共同開発した支持体層を用いた測定法です。
- ✓ 当グループでは、MA法を用いた株式会社MORESCO社製のガス・水蒸気透過率測定装置 (スーパーディテクト) を用いて、サンプル (フィルム) のガス・水蒸気透過率測定の受託分析を行っております。
- ✓ MA法は、フレキシブルな太陽電池やディスプレイで必要となる 10^{-4} g/(m² day) より優れた水蒸気透過率を持つバリアフィルムの測定時間を短縮することができます。例えば、従来法で測定時間に100時間を要した 10^{-5} g/(m² day) 相当のバリアフィルムの水蒸気透過率を、本装置では約20時間で測定でき、従来比で約1/5に測定時間を短縮できます。
- ✓ さらに、本装置は 10^{+1} ~ 10^{-7} g/(m² day) レベルの水蒸気透過率も測定する能力を有しています。
- ✓ 本装置には、産業技術総合研究所が開発した校正器が搭載されており、得られる透過率の測定値を保証することができます。
- ✓ 水蒸気のみならず、各種ガスの透過率を測定することも可能です。



WVTR測定装置 (MA法)



保有技術

印刷技術・ロールtoロール(R2R)技術 Printing and Roll-to-roll (R2R) Technologies

蒸着技術・フォトリソグラフィ技術を軸とした従来のプロセス技術を革新する新規高生産性技術として、印刷技術、ロールtoロール(R2R)技術の開発に取り組んでおります。

印刷技術・塗布技術

スクリーン印刷、グラビアオフセット印刷、フレキシ印刷、インクジェット印刷、スリットコーティングなどの技術及び装置を保有しております。

これらの装置を活用して、様々な印刷実験、デバイス作製などが可能です。



スクリーン印刷装置



フレキシ/グラビアオフセット印刷装置



インクジェット装置



スピコート装置

ロールtoロール(R2R)技術

4台の独自ロールtoロール(R2R)装置を保有しており、印刷実験、電極形成、バリア膜形成、有機層形成などに活用できます。

- ・ロール幅: 30cm
- ・適応基板: 超薄板ガラス、ステンレス箔、フレキシブルフィルム



R2Rスパッタ & CVD (神戸製鋼所)



R2Rスクリーン印刷 & スリットコーター (セリア)



R2Rグラビアオフセット & フレキシ印刷 (小森マシナリー/太陽機械)



R2Rウェット洗浄 (FEBACS)

評価技術

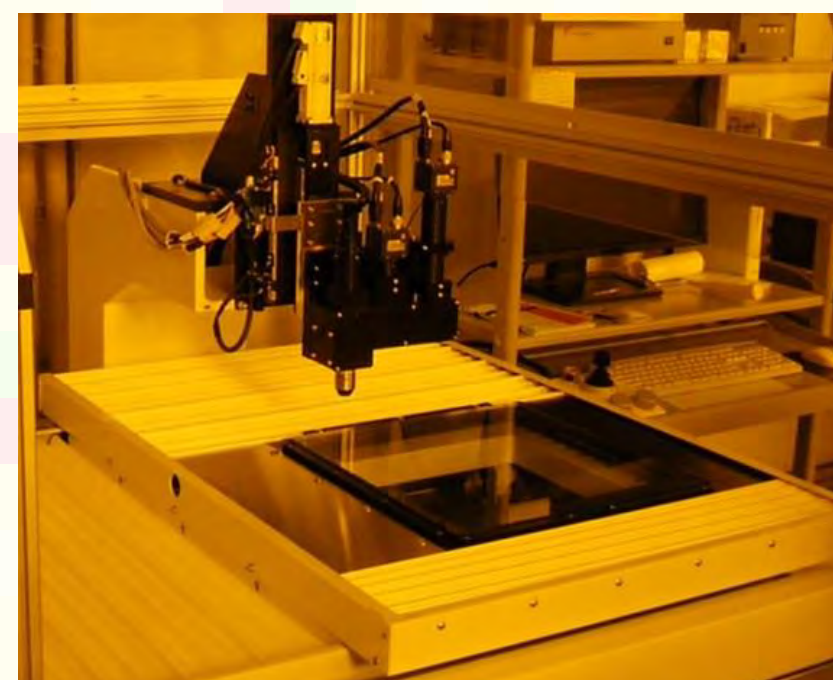
印刷技術、ロールtoロール技術の研究開発に必要な評価技術を取り揃えております。



粘弾性測定



ハイリットコンフォーカル顕微鏡



精密座標測定



接触角測定

関連プログラム

- 経済産業省:産学連携イノベーション促進事業「山形大学・有機デバイス産学コンソーシアム形成事業」 [2013年度~2014年度]
- 文部科学省:地域イノベーション戦略支援プログラム「山形有機エレクトロニクスイノベーション戦略推進地域」 [2011年度~2015年度]

技術成果

超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機EL Flexible OLEDs on Ultra-Thin Glass

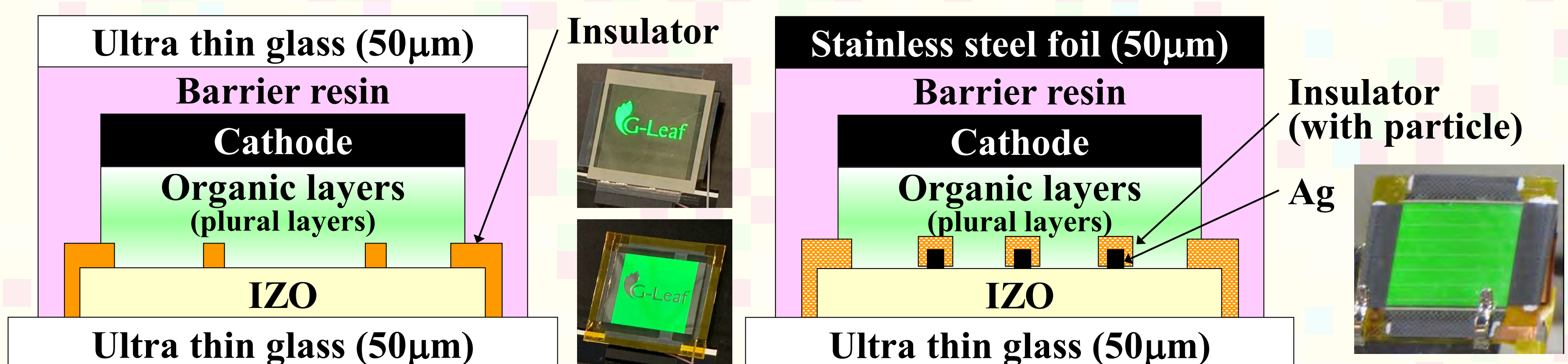
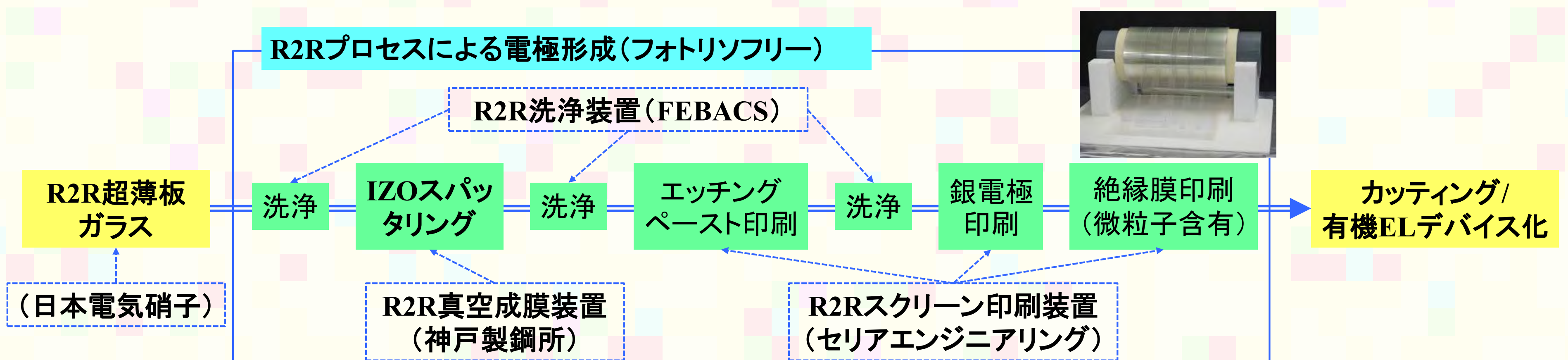
厚さ50 μm の超薄板ガラス(日本電気硝子製G-Leaf[®])をフレキシブル有機ELパネルに適用する研究開発を進めています。

技術の特長

- 日本電気硝子製超薄板ガラス(G-Leaf[®])の特長
 - ・ガラスを超薄型化(厚さ50 μm 等)することでフレキシブル性が発現。ロール形状。
 - ・ガラス本来の特長であるガスバリア性、表面平坦性、耐熱性、耐薬品性、寸法安定性など
- 超薄板ガラスをフレキシブル有機ELに適用
 - ・割れやすいという課題がある超薄板ガラスのハンドリング技術(ノーハウ)を習得、蓄積

主な技術成果

- 厚さ50 μm の超薄板ガラスを用いたフレキシブル有機EL
 - ・ロールtoロール(R2R)方式で超薄板ガラス上に透明電極をフォトリソグラフィーなしで形成
 - ・バリア樹脂付き超薄板ガラスの新規カッティング技術
 - ・優れたガスバリア性を有する超薄板ガラスを有機EL基板、封止基板の両方に使用



共同研究

日本電気硝子株式会社、株式会社セリアエンジニアリング、株式会社FEBACS、三星ダイヤモンド工業株式会社、日鉄ケミカル & マテリアル株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3]
- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3]
- 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

- 日本電気硝子; 「LED JAPAN 2018」展 (2018.10 / 幕張メッセ), 「ファインテックジャパン2018」展 (2018.12 / 幕張メッセ).
- 三星ダイヤモンド工業; 「ファインテックジャパン2018」展 (2018.12 / 幕張メッセ).
- T. Furukawa, N. Kawamura, T. Noda, Y. Hasegawa, D. Kobayashi, M. Kodon, *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
“Novel Roll-to-Roll Fabrication Processes of Transparent Electrodes on Ultra-Thin Glass”
- T. Furukawa, M. Kodon, *IEICE Trans. Electron*, E100-C, 949-954 (2017).
“Novel roll-to-roll deposition and patterning of ITO on ultra-thin glass for flexible OLEDs”

技術成果

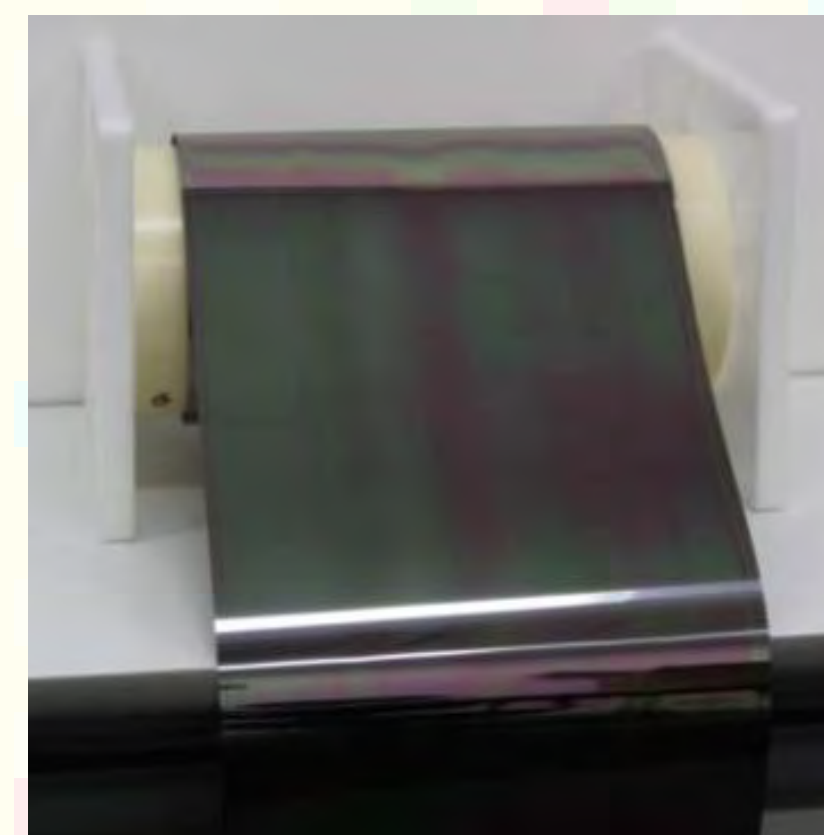
高機能ステンレス箔を用いたフレキシブル有機EL Flexible OLEDs on Stainless Steel Foil

厚さ50 μ mの高機能ステンレス箔(新日鉄住金グループ製)をフレキシブル有機ELパネルに適用する研究開発を進めています。

技術の特長

■ 新日鉄住金グループ製高機能ステンレス箔の特長

- ・厚さ50 μ m
- ・優れた表面平坦性(Ra \sim 0.6nm)
- ・優れた耐熱性、プロセス耐性
- ・高いガスバリア性

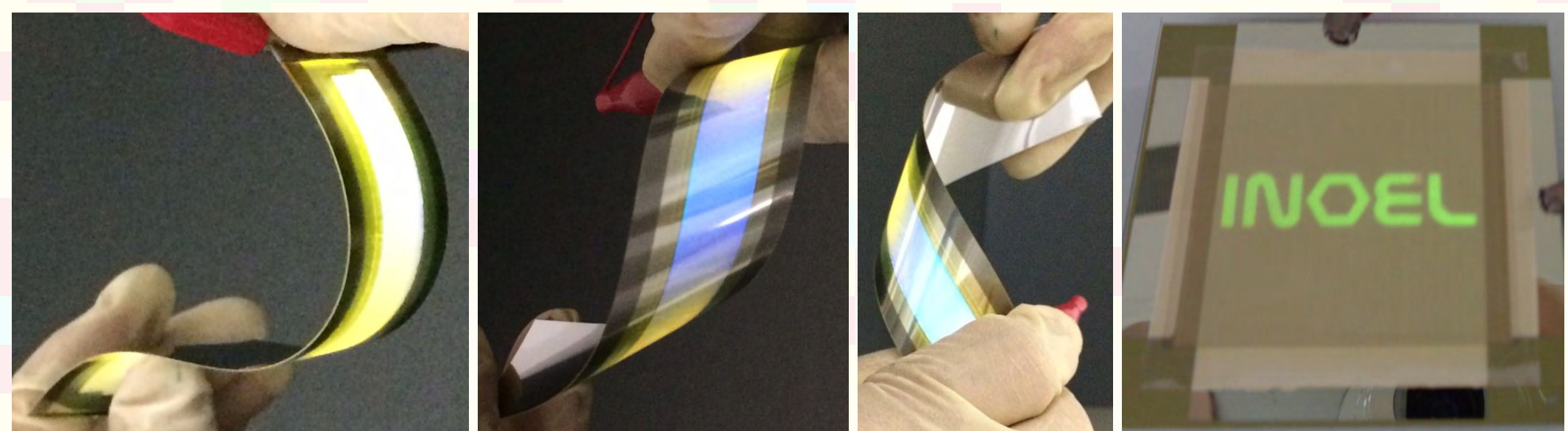
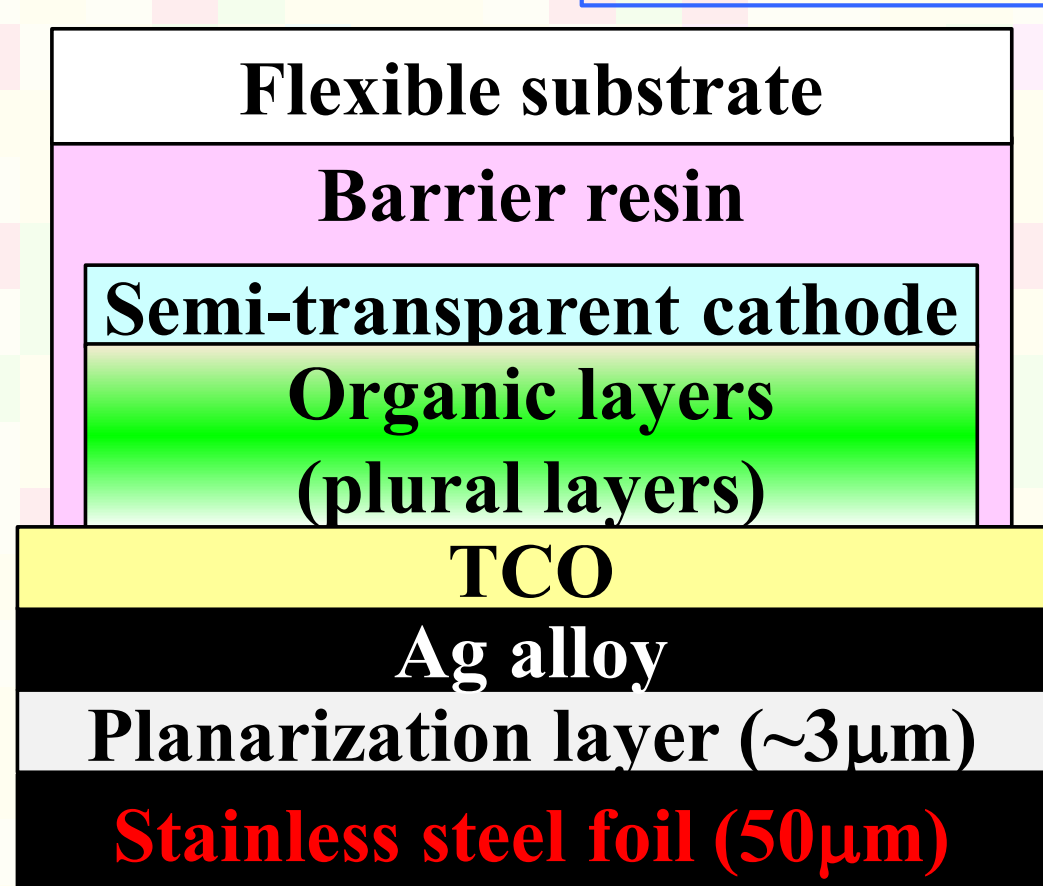
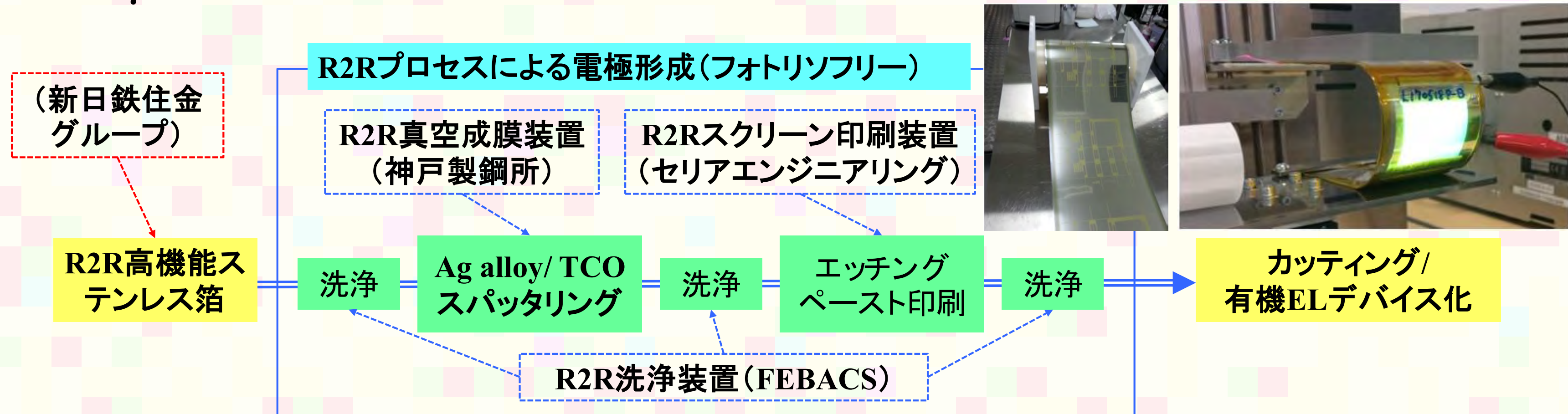


高機能ステンレス箔

主な技術成果

■ 高機能ステンレス箔用いたフレキシブル有機EL

- ・ロールtoロール(R2R)方式で高機能ステンレス箔上に電極をフォトリソグラフィーなしで形成
- ・厚さ50 μ mの高機能ステンレス箔をフレキシブル有機ELに適用



新日鉄住金グループ
(TCO: Transparent conducting oxide)

高機能ステンレス箔を用いた
フレキシブル有機EL

共同研究

新日鉄住金株式会社、日鉄ケミカル & マテリアル株式会社

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]
- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3]
- 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

- Y. Hagiwara, T. Furukawa, T. Yuki, S. Yamaguchi, N. Yamada, J. Nakatsuka, M. Koden, H. Nakada, *IDW'17, FLXp1-9L*(2017). "Roll-to-Roll Patterning of Reflective Electrode on Planarized Stainless Steel Foil"
- M. Koden, T. Furukawa, T. Yuki, H. Kobayashi, H. Nakada, *IDW/AD'16, FLX3-1* (2016). "Substrates and Non-ITO Electrodes for Flexible OLEDs"
- Y. Hagiwara, H. Itoh, T. Furukawa, H. Kobayashi, S. Yamaguchi, N. Yamada, J. Nakatsuka, M. Koden, H. Nakada, *IDW/AD'16, FLXp1-5* (2016). "Roll-to-Roll Processing of Silver/ITO Continuous Deposition on Planarized Stainless Steel Foil"

技術成果

フレキシブル有機EL用バリアフィルム Barrier Films for Flexible OLEDs

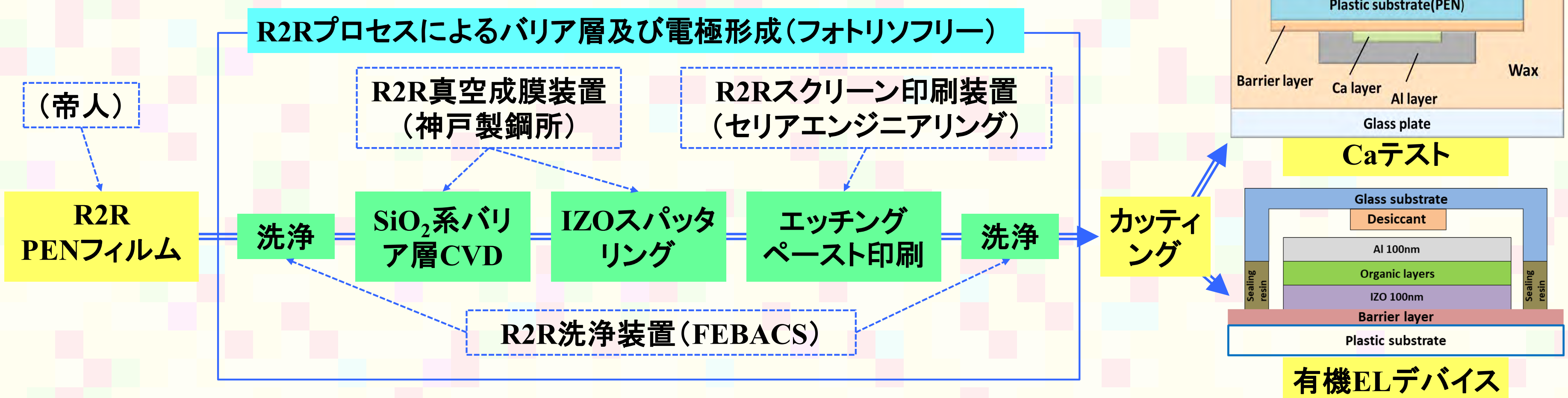
PENフィルム(帝人製)上にロールtoロール(R2R)PECVD成膜装置でバリア層を形成する技術を開発しています。真空成膜一環でバリアフィルムを作製する高生産性技術として期待できます。

技術の特長

- ロールtoロール(R2R)CVD方式でフィルム上に単層バリア層を形成
- 単層膜で高いバリア性: $10^{-6} \text{g/m}^2/\text{day}$ 台の水蒸気透過率
- 高いバリア性を有する透明電極付きガスバリアフィルムを開発

主な技術成果

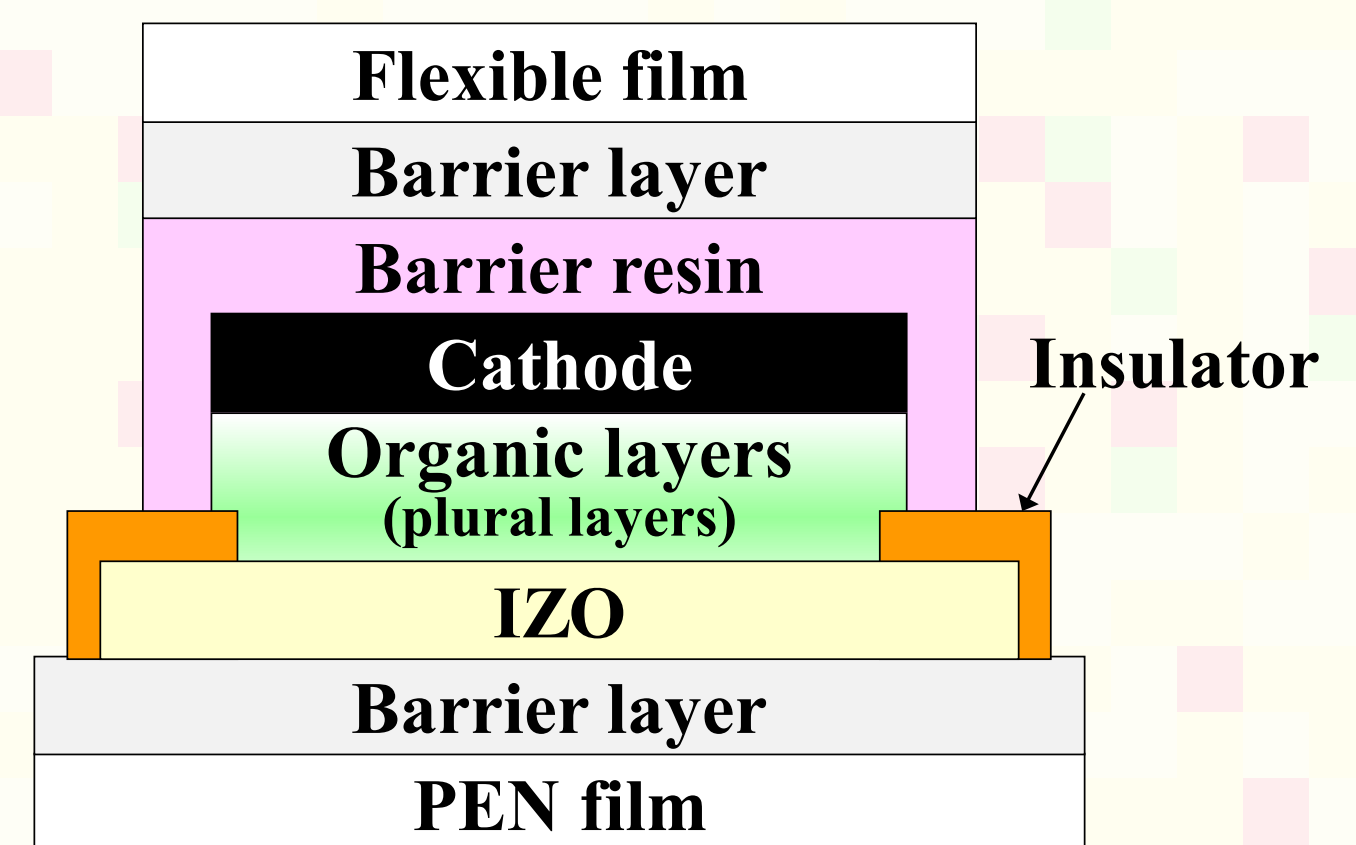
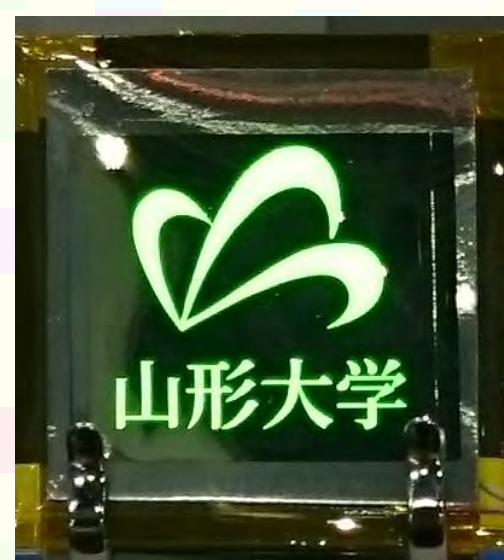
- ロールtoロール(R2R)方式でフィルム上に単層バリア層と透明電極層を形成(フォトリソフリー)



- $6.3 \times 10^{-6} \text{g/m}^2/\text{day}$ の水蒸気透過率(WVTR) ■ フレキシブル有機ELデバイス作製



40°C/90%RHで616時間保存後のCaテストデバイス
(バリア層膜厚さ: 720nm)



共同研究

帝人株式会社、東ソー株式会社、株式会社FEBACS

関連プログラム

- 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3]
- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3]
- 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)~新規研究領域・共創コンソーシアム「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」 [2016年度~2020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

- K. Taira, Taiga Suzuki, W. Konno, H Chiba, H. Itoh, M. Koden, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLX2-4L (2018). "Development of High Gas Barrier Film Using Novel Precursor by Roll to Roll PECVD"
- T. Suzuki, W. Konno, K. Taira, H Chiba, H. Itoh, M. Koden, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLXp1-10L (2018). "High Gas Barrier Films with Heterogeneous Multilayer"
- K. Taira, T. Furukawa, N. Kawamura, M. Koden, T. Takahashi, *IDW'17*, FLXp1-8L (2017). "High gas barrier film for OLED"

技術成果

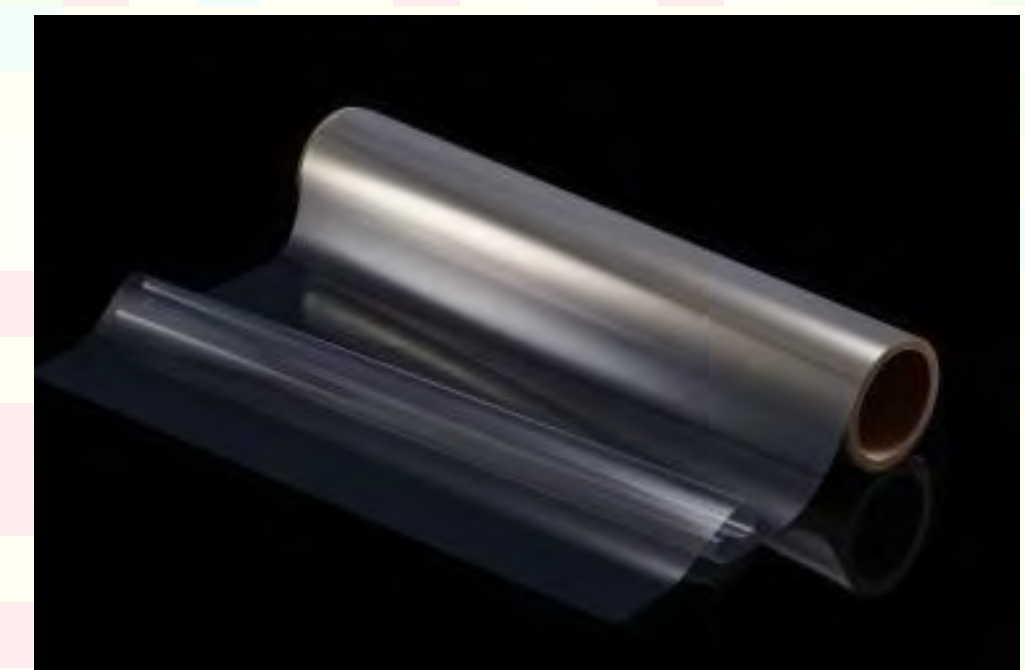
フレキシブル有機EL用耐熱バリアフィルム

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。本研究では、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®(エクスピーク)フィルムを用いたフレキシブル有機EL用バリアフィルムの研究開発を進めています。

技術の特長

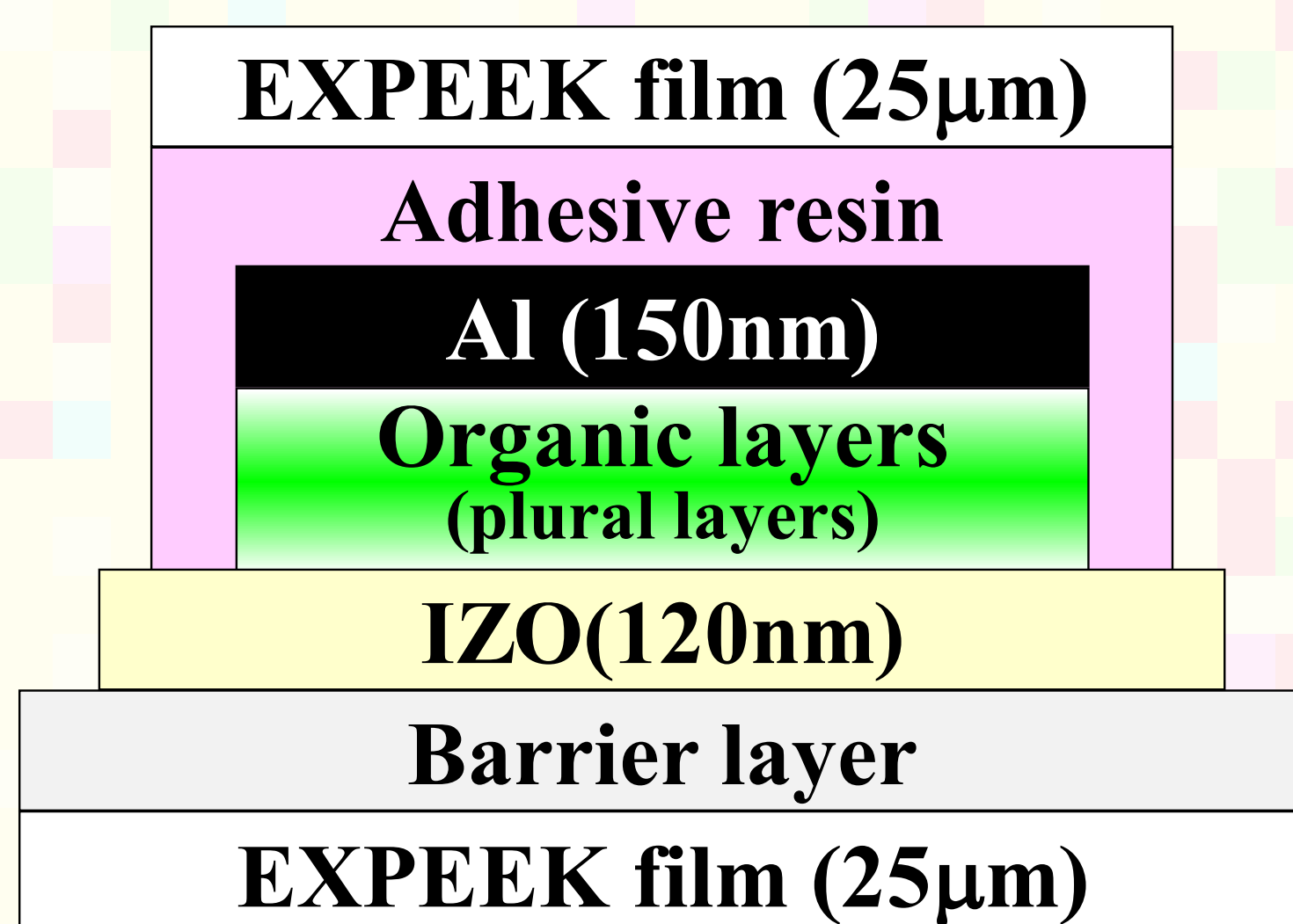
- 倉敷紡績製耐熱フィルムEXPEEKの特長
 - ・二軸延伸PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)樹脂フィルム
 - ・ポリイミドと同等の耐熱性(Tg:320°C)
 - ・耐薬品性
 - ・着色・濁りを抑えた良好な視認性(透明性の高さ)
 - ・低熱収縮
- 耐熱フィルムEXPEEK上にバリア層を形成し、フレキシブル有機ELデバイスに適用
 - ・有機EL製造工程における低温化プロセス技術が不要(従来の有機EL製造プロセスが適用可能)



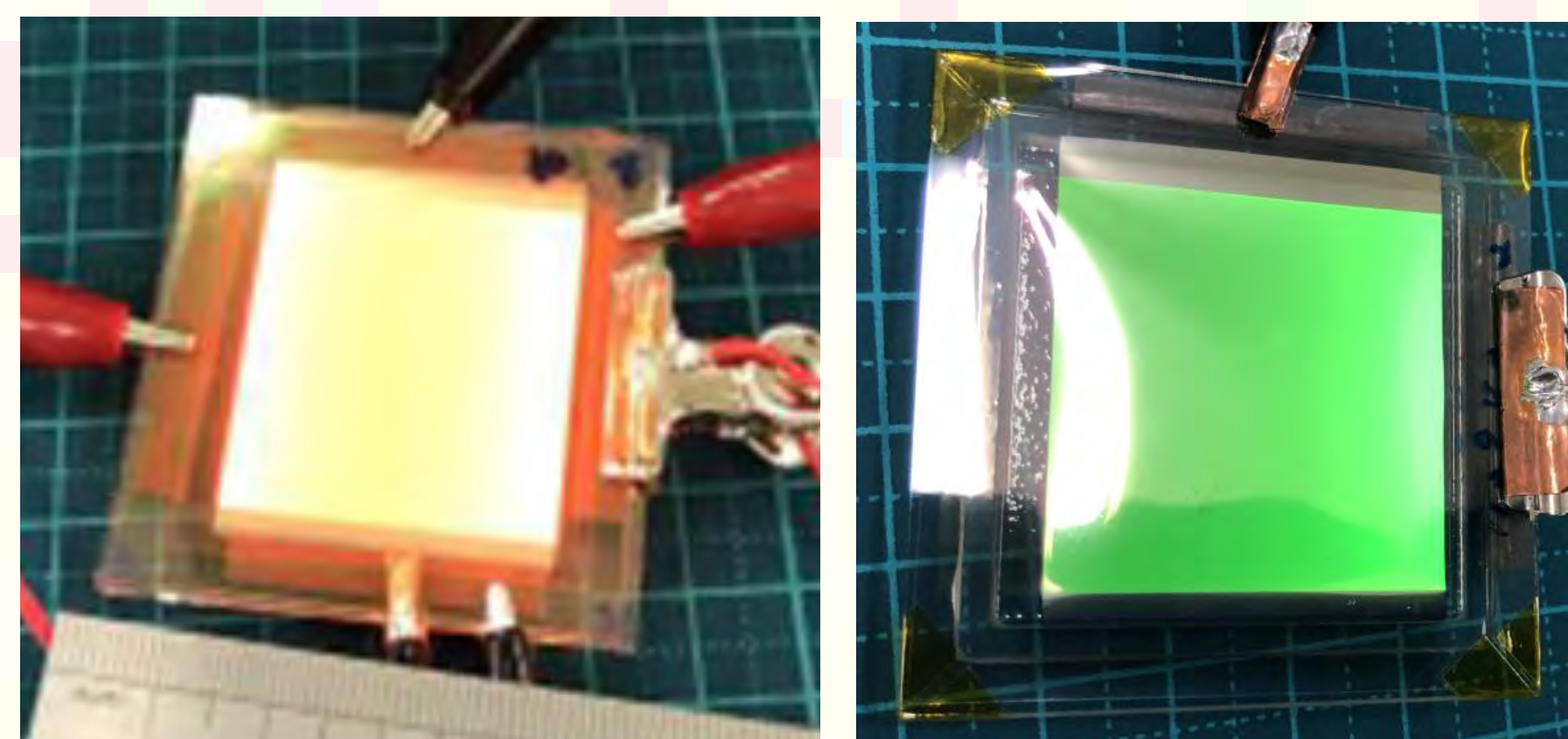
耐熱フィルムEXPEEK
(倉敷紡績株式会社ホームページより)

主な技術成果

- バリア層付き耐熱フィルムEXPEEKを用いたフレキシブル有機ELデバイス
 - ・バリア層付き耐熱フィルムEXPEEKのバリア性評価
 - ・バリア層付き耐熱フィルムEXPEEKのフレキシブル有機ELデバイスへの適用技術開発
 - ・フレキシブル有機ELデバイス作製



フレキシブル有機ELデバイス構造例



フレキシブル有機ELデバイス試作例

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

- 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)の登録商標です。

技術成果

有機EL用無機バリア層形成技術

Fabrication Technologies of Inorganic Barrier Layers for OLEDs

有機ELデバイスは、信頼性確保のため、水分に対する高いバリア性が求められます。有機ELデバイス用無機バリア層形成技術の研究開発を進めています。

技術の特長

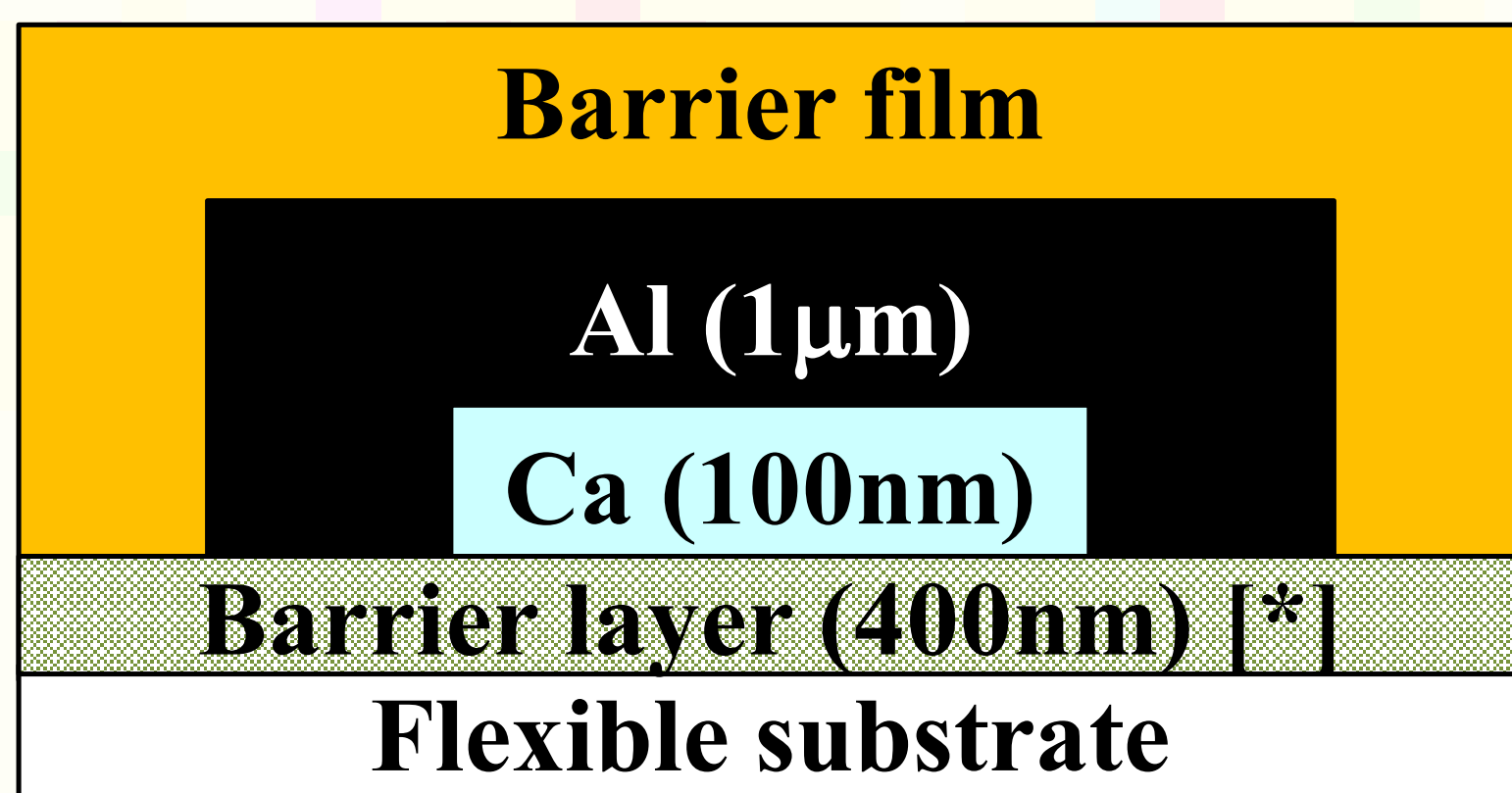
- 低インダクタンスアンテナ(LIA)プラズマ技術を用いたCVD装置(株式会社 SCREENファインテックソリューションズ製)により作製した無機バリア膜
 <LIA-CVDの特長>
 - ・高い成膜レート: SiNx 3.0nm/sec. 以上
 - ・高い面内均一性: ±3%以内
 (有効エリア1,200mm×1,000mmの場合)
 - ・デポアップ方式



LIA (Low Inductance Antenna)
 プラズマCVD/スパッタ装置
 対応基板サイズ(例)
 W 1,400mm × L 1,100mm

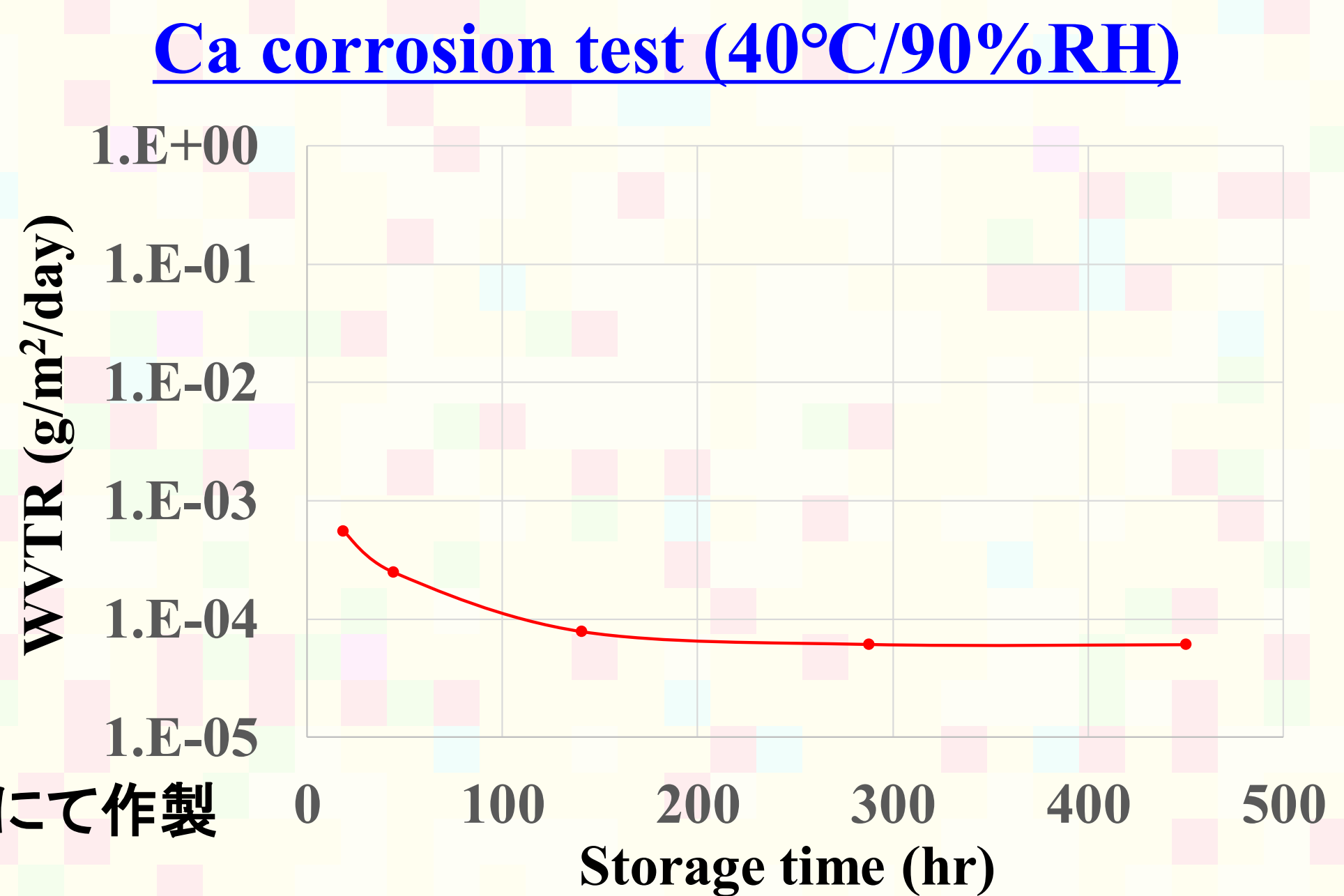
主な技術成果

- LIA-CVD法で作製した無機バリア膜技術
 - ・PEN基板上に膜厚400nmのバリア膜を形成
 - ・バリア性: 10^{-5} g/m²/day台のWVTR (Water Vapor Transmission Rate)
 (Ca腐食法, 40°C/90%RH)

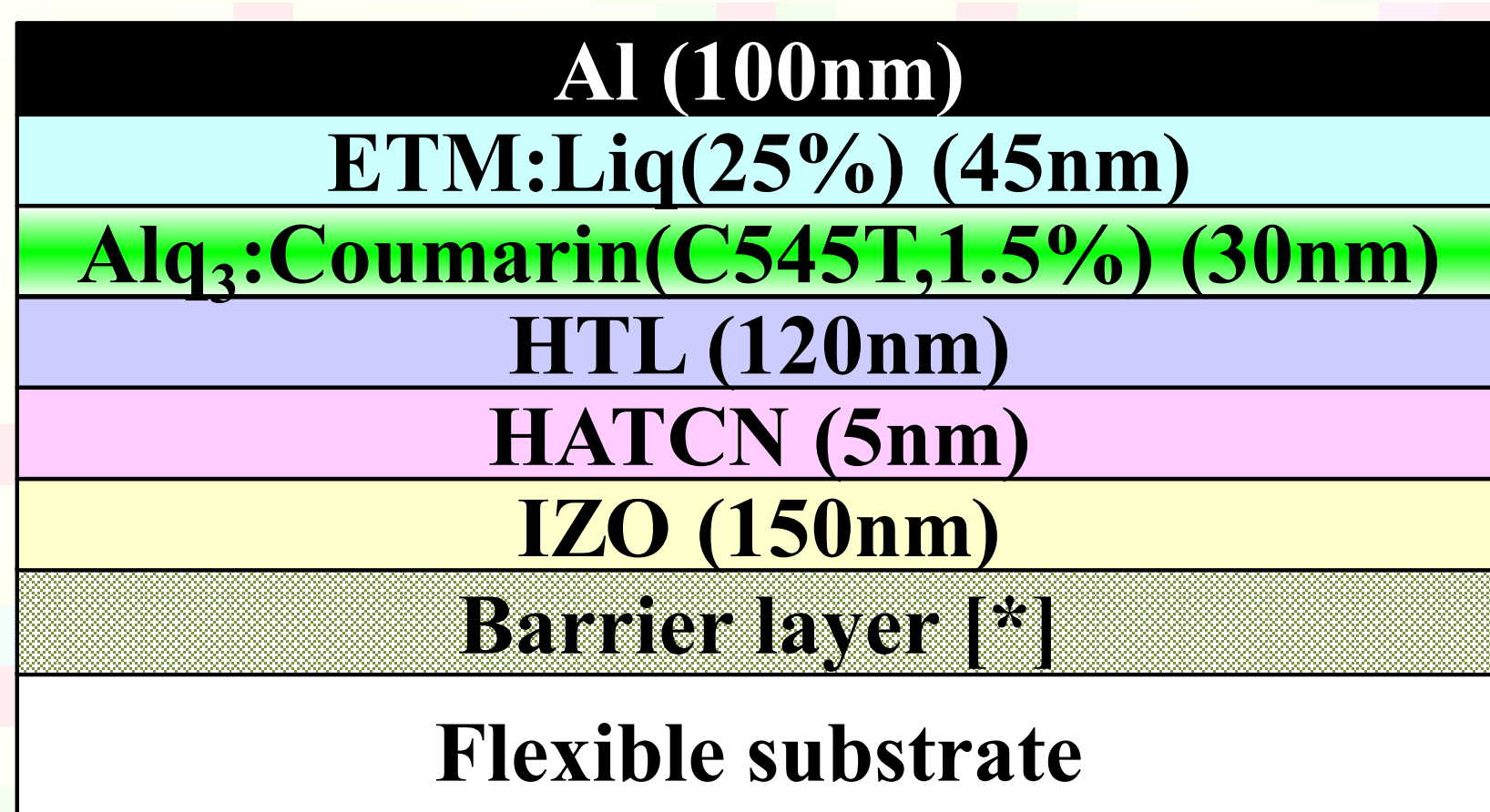


Ca腐食法デバイス

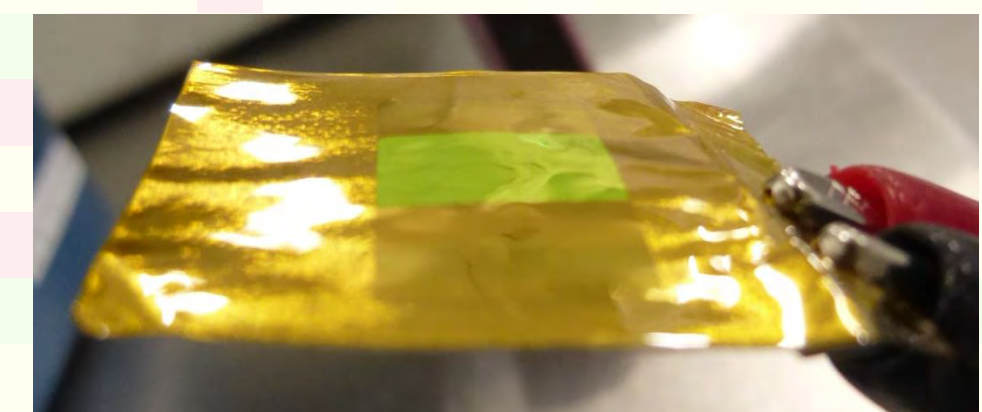
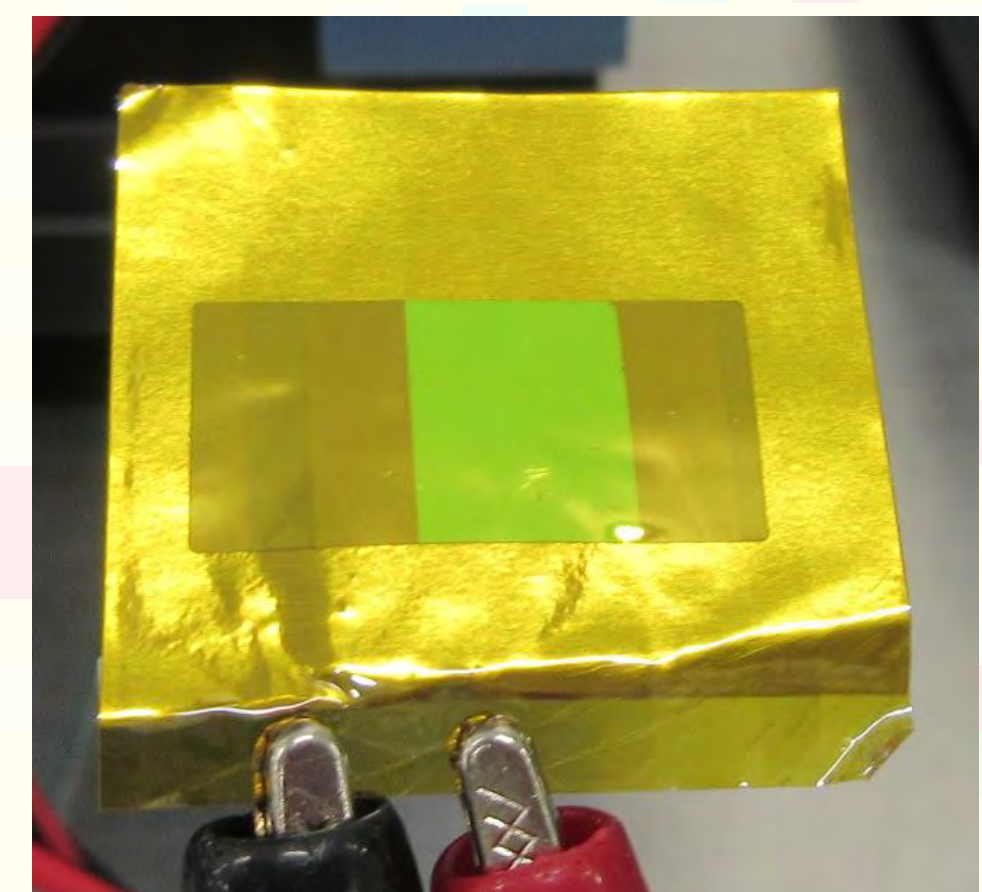
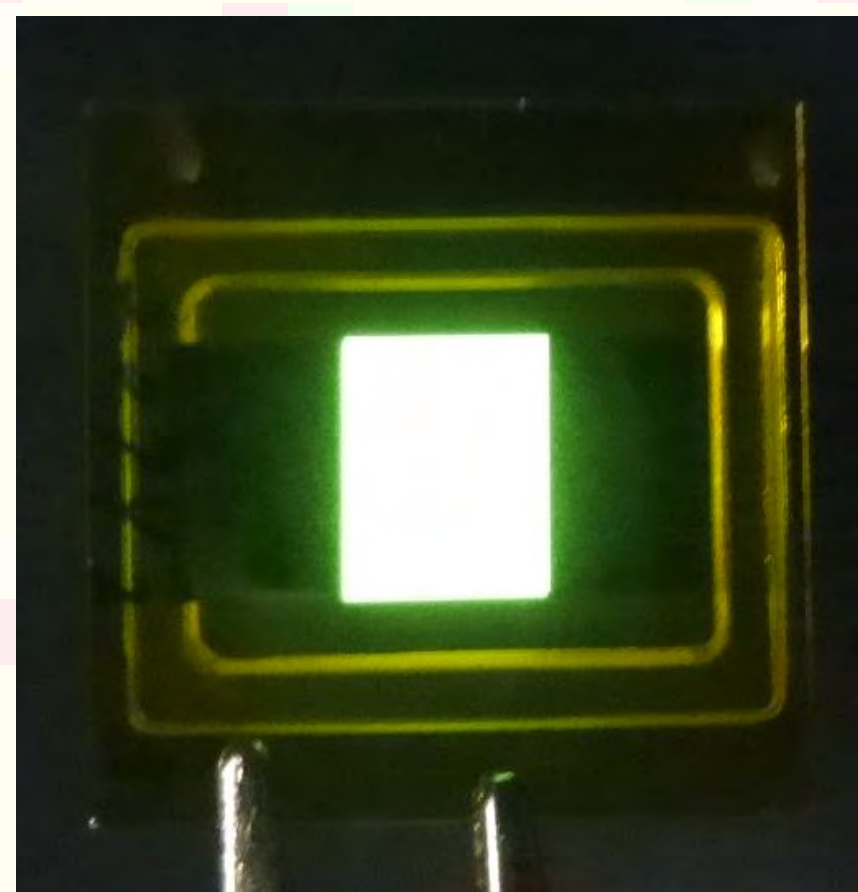
[*] SCREENファインテックソリューションズにて作製



- LIA-CVD法で作製した無機バリア膜を用いて有機ELパネルを試作



[*] SCREENファインテックソリューションズにて作製



共同研究

株式会社 SCREENファインテックソリューションズ

関連プログラム

- 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3]

技術成果

アルミメッシュ埋め込み型ITO代替透明電極技術

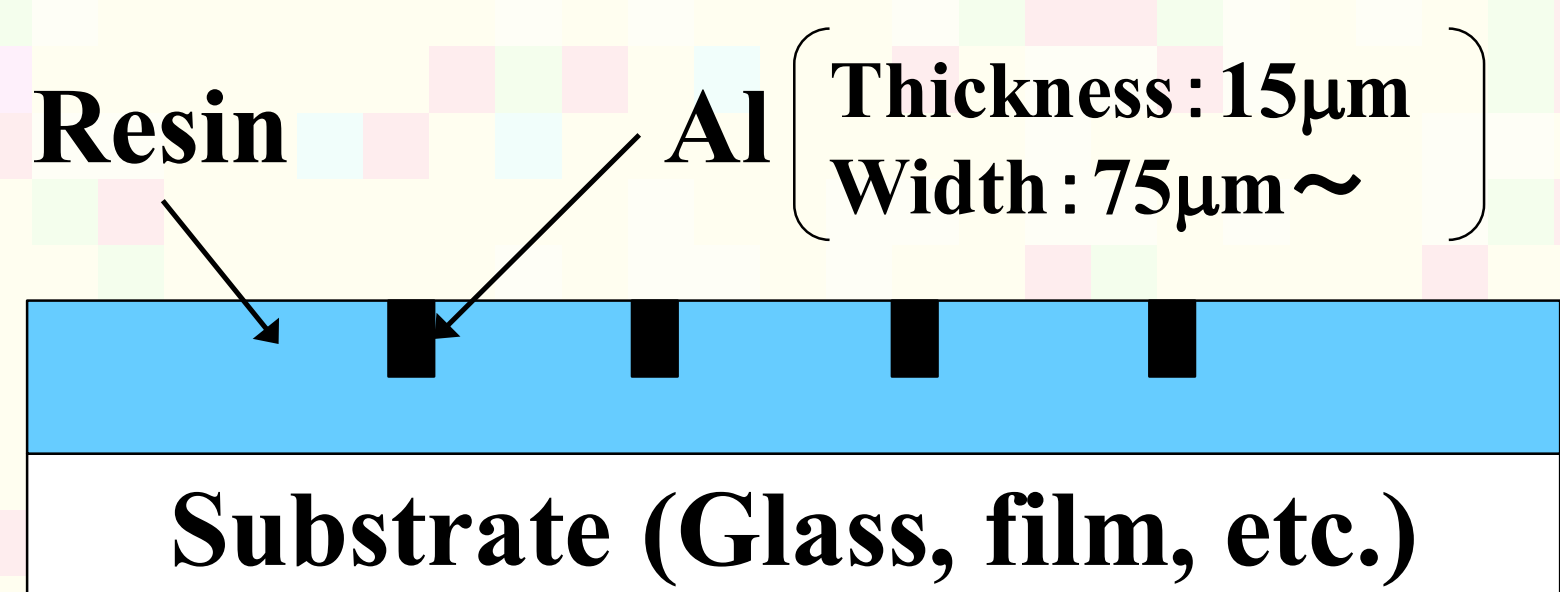
Non-ITO Transparent Electrode with Implanted Al-mesh Structure

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。

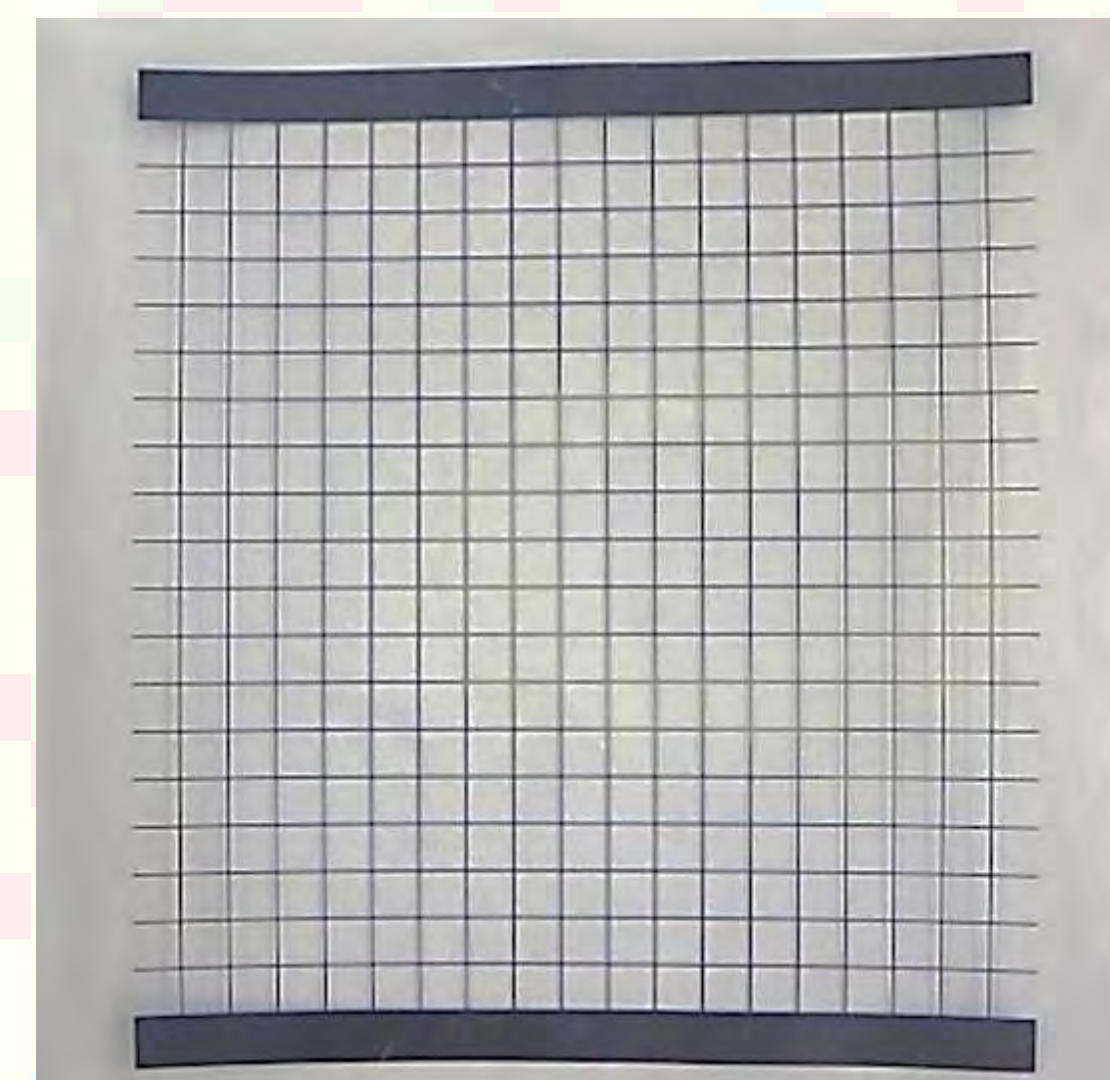
ITOに替わる新規な透明導電技術として東洋アルミニウム株式会社製メタルメッシュ埋め込み型電極を用いた有機ELデバイスの研究開発を進めています。

技術の特長

- 東洋アルミニウム株式会社の開発したアルミメッシュ埋め込み電極
 - ・Al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



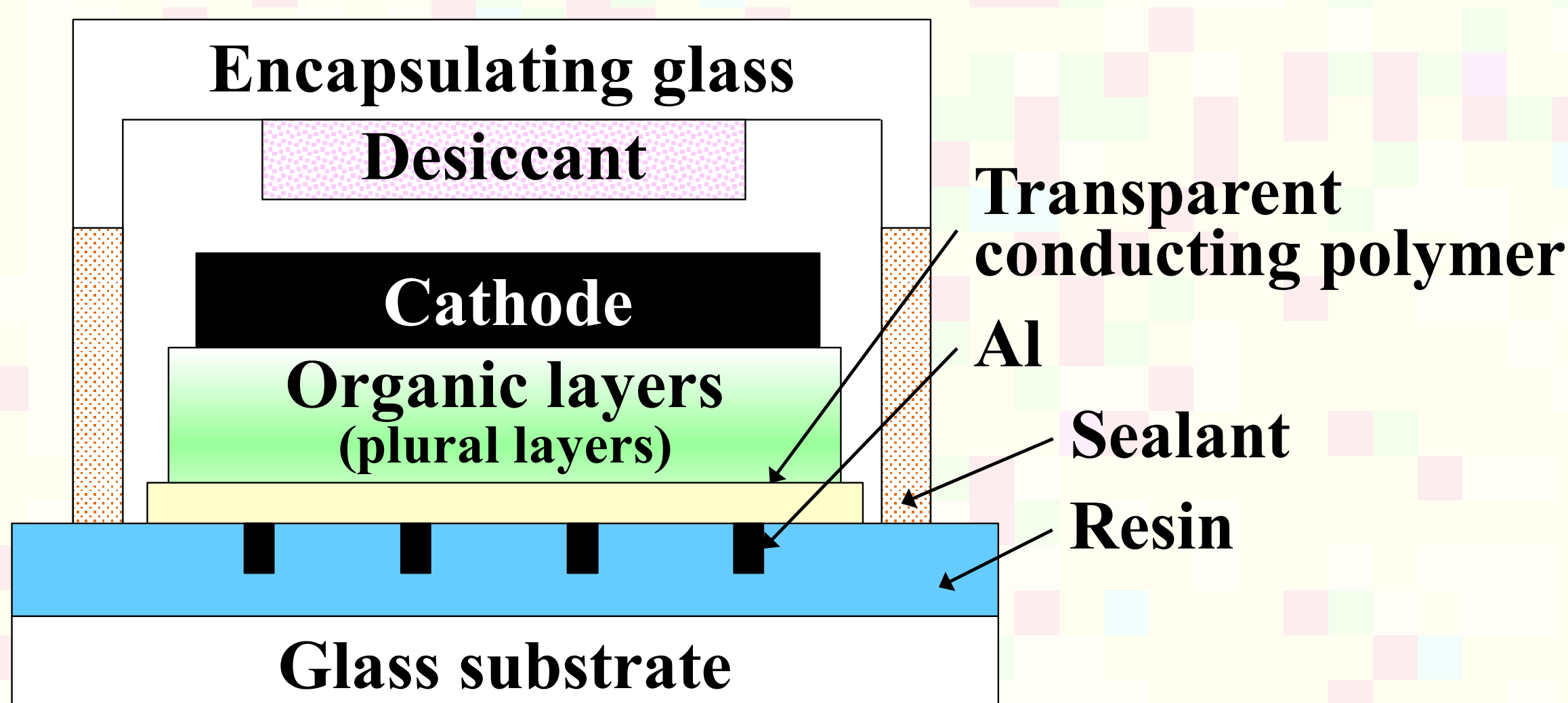
	表面抵抗
ITO(ガラス基板)	~10Ω/□
ITO(フィルム基板)	~40Ω/□
東洋アルミニウム製 アルミメッシュ	0.05~1Ω/□



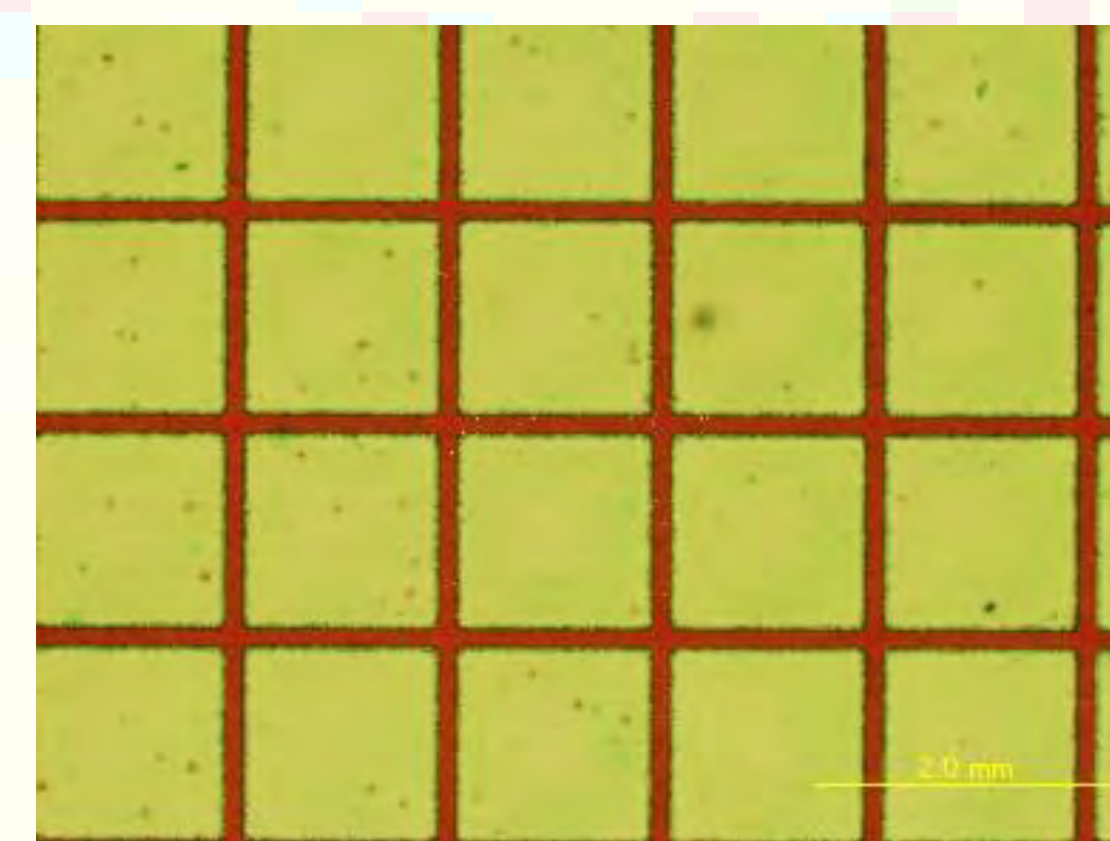
アルミメッシュ基板

主な技術成果

- 東洋アルミニウム株式会社製アルミメッシュ埋め込み型電極を用いた有機ELデバイス



有機ELデバイス



有機ELデバイス発光例

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

- 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」[2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 東洋アルミニウム;「第48回インターネフコンジャパン展」(2019.1 / 東京ビッグサイト).

技術成果

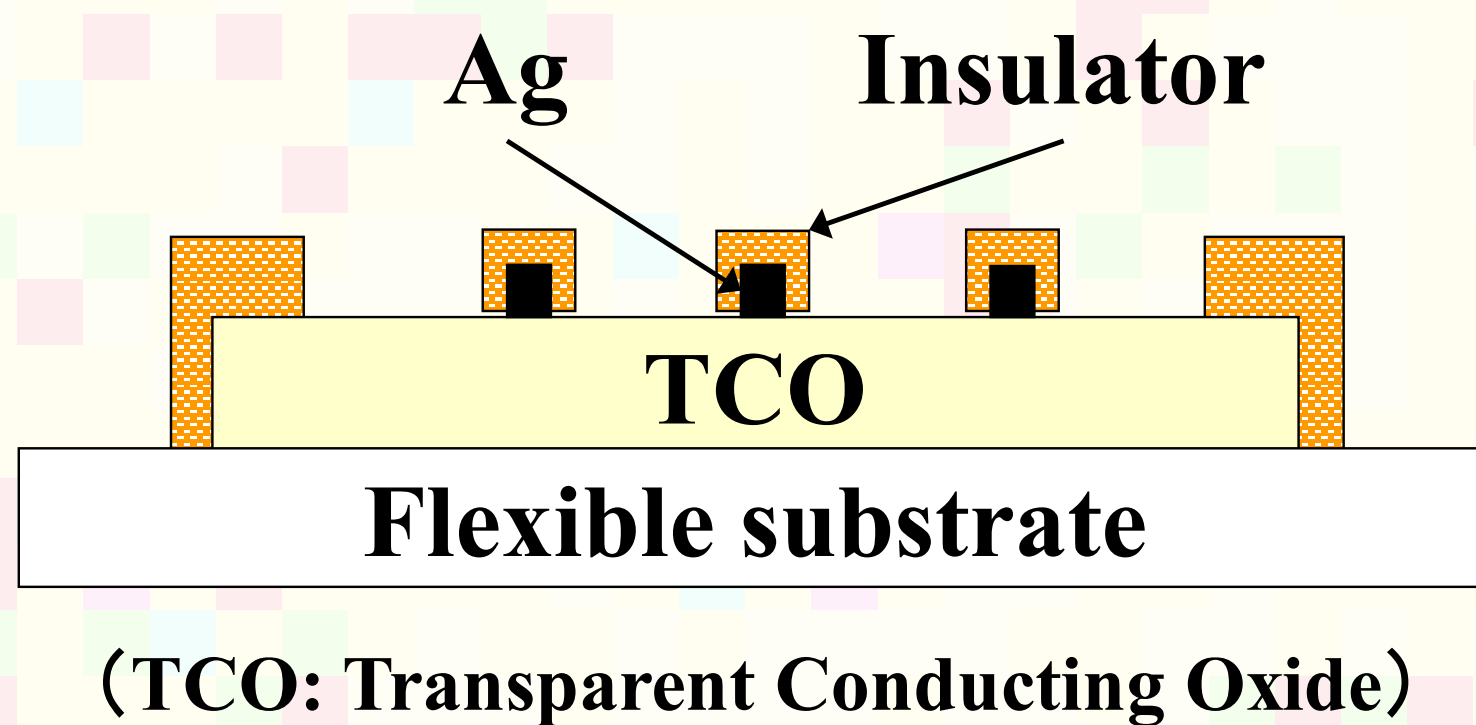
ロールtoロール(R2R)法による電極付きフレキシブル基板作製 Roll-to-roll (R2R) Fabrication of Flexible Substrates with Electrode

大面積有機EL照明への適用を目指し、ロールtoロール(R2R)法によって電極付きフレキシブル基板を作製する技術の研究開発を進めています。

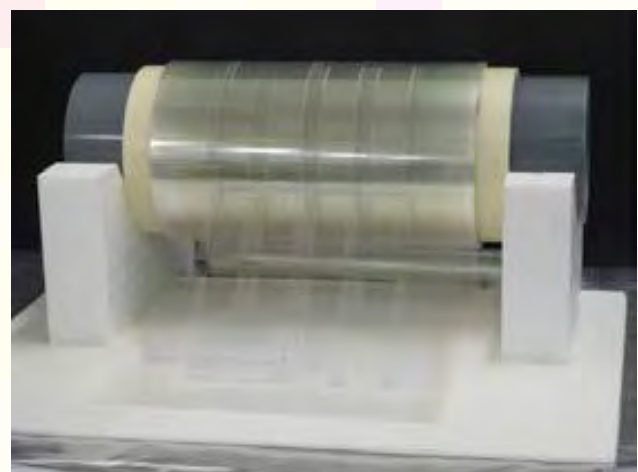
※山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC)による日独連携により開発

技術の特長

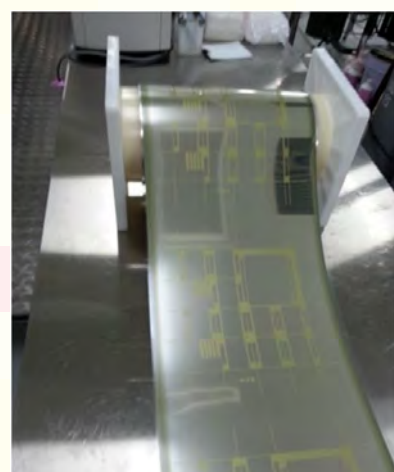
- ロールtoロール(R2R)法によるフォトリソグラフィーフリープロセスにより電極付きフレキシブル基板を作製(高生産性、低コスト)



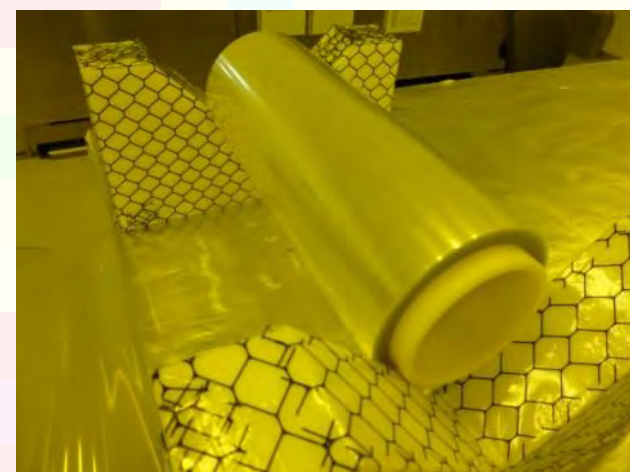
主要要素技術



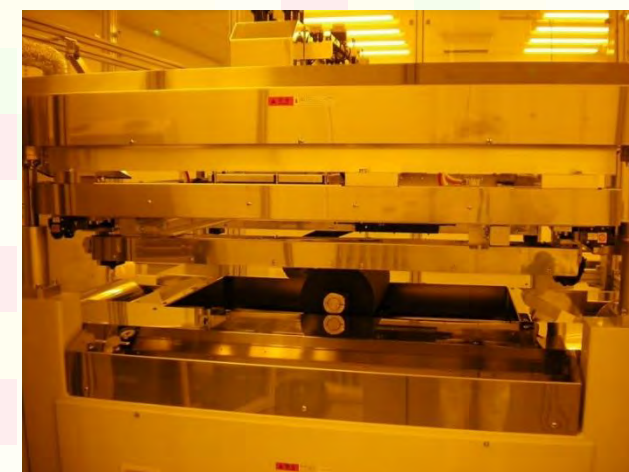
超薄板ガラス基板
(日本電気硝子株式会社)



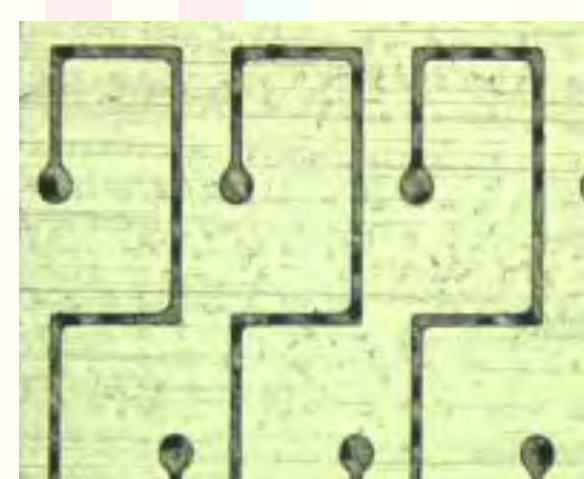
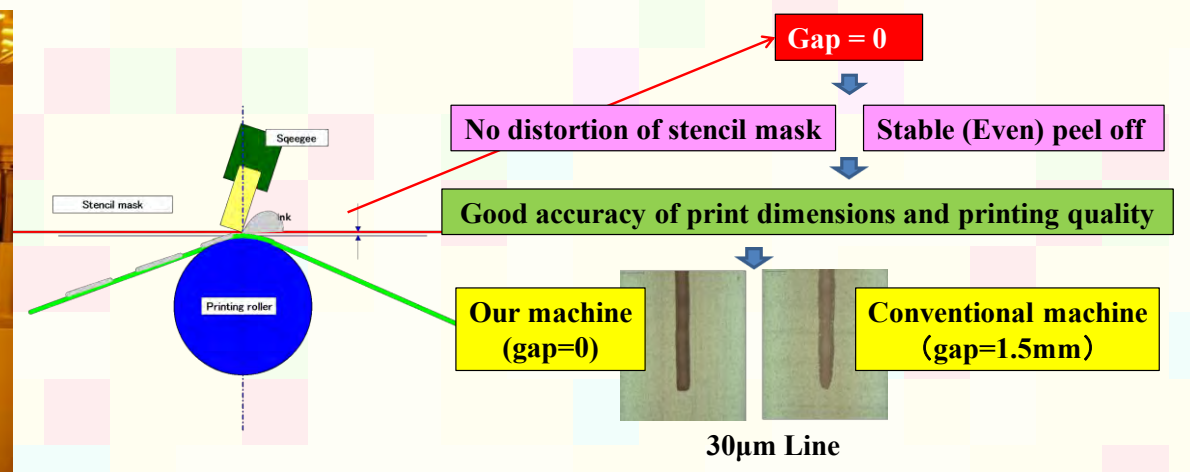
高機能ステンレス箔
(日鉄ケミカル & マテリアル株式会社)



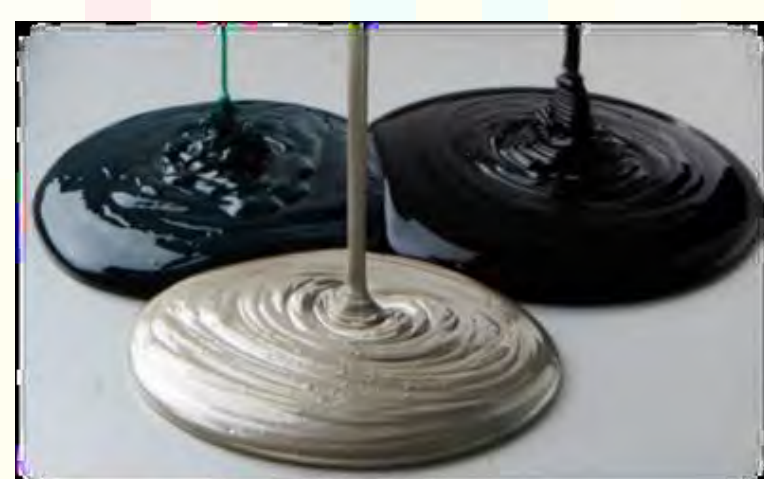
フィルム基板
(帝人株式会社)



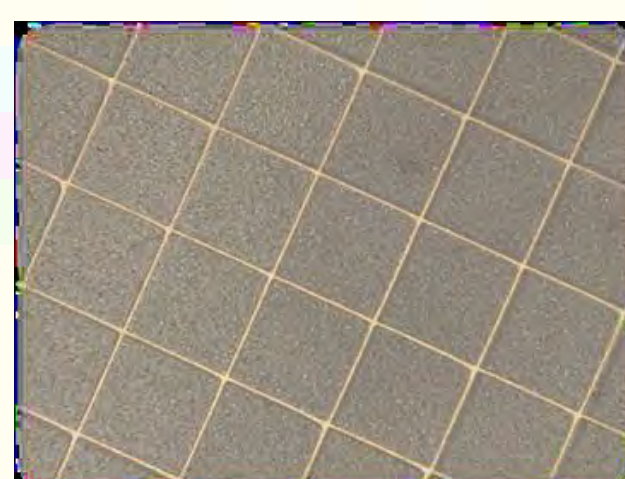
ギャップレススクリーン印刷装置
(セリアエンジニアリング)



スクリーン版
(東京プロセスサービス株式会社)



導電インク
(藤倉化成株式会社)



樹脂付き基板カッティング
(三星ダイヤモンド工業株式会社)



フレキシブル有機ELデバイス
(山形大学)
バリアレジスト: tesa

共同研究

日本電気硝子株式会社、日鉄ケミカル & マテリアル株式会社、帝人株式会社、セリアエンジニアリング、東京プロセスサービス株式会社、藤倉化成株式会社、三星ダイヤモンド工業株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3]
- 山形大学フレキシブルエレクトロニクス日独国際共同実用化コンソーシアム(YU-FIC) [2017/10~2021/3]
- 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)~新規研究領域・共創コンソーシアム「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」 [2016年度~2020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]
- 文部科学省: 地域イノベーション・エコシステム形成プログラム「山形大学/山形県 有機材料システムの「山形」が展開するフレキシブル印刷デバイス事業創成」 [2018年度~2022年度]

主な研究発表

- 日本電気硝子; 「LED JAPAN 2018」展 (2018.10 / 幕張メッセ), 「ファインテックジャパン2018」展 (2018.12 / 幕張メッセ).
- 三星ダイヤモンド工業; 「ファインテックジャパン2018」展 (2018.12 / 幕張メッセ).
- T. Furukawa, N. Kawamura, T. Noda, Y. Hasegawa, D. Kobayashi, M. Kodon, *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
“Novel Roll-to-Roll Fabrication Processes of Transparent Electrodes on Ultra-Thin Glass”
- T. Furukawa, M. Kodon, *IEICE Trans. Electron*, E100-C, 949-954 (2017).
“Novel roll-to-roll deposition and patterning of ITO on ultra-thin glass for flexible OLEDs”

技術成果

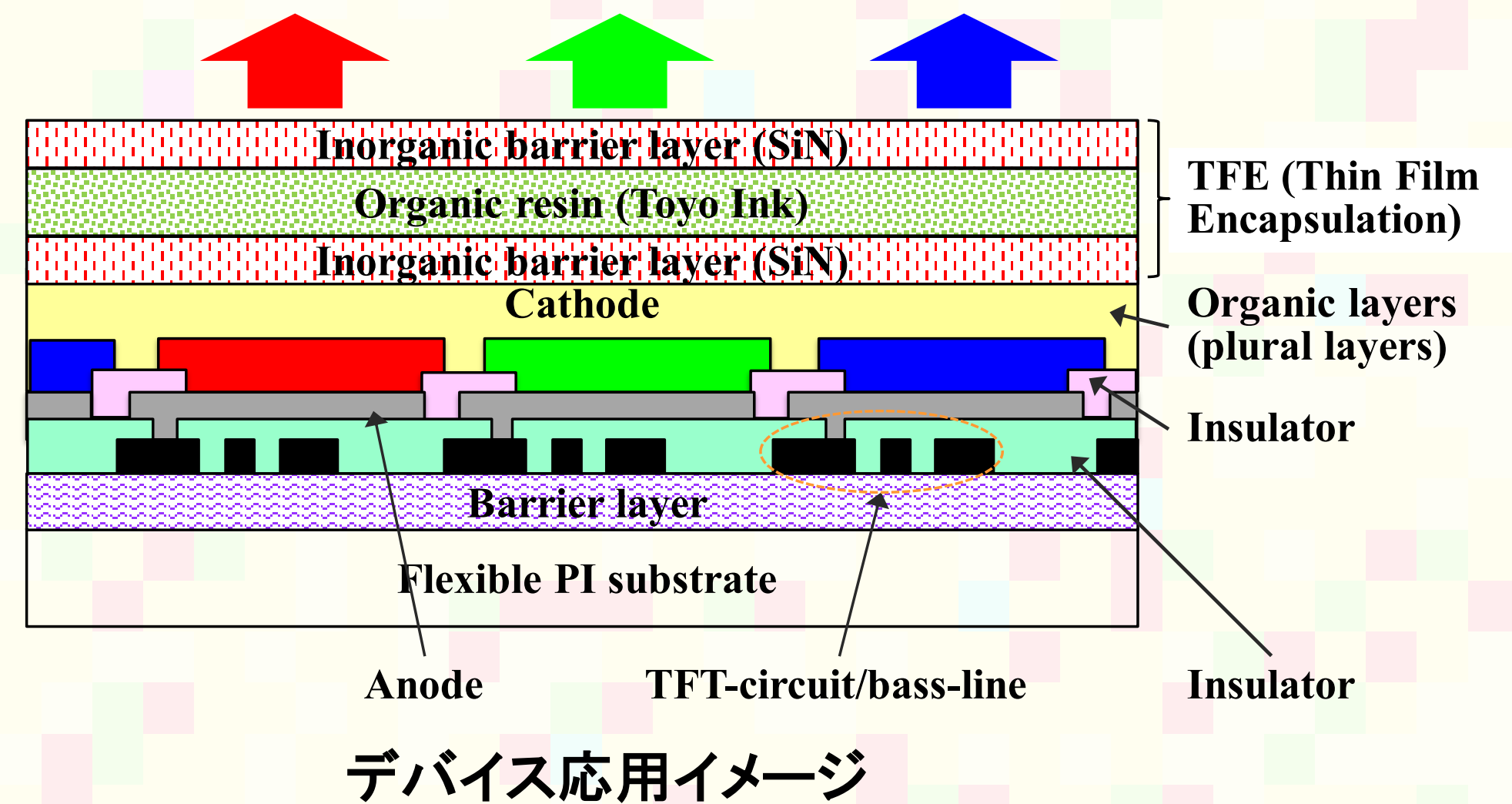
有機EL用TFE封止技術

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膜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東洋インキSCホールディングス株式会社と連携して進めております。

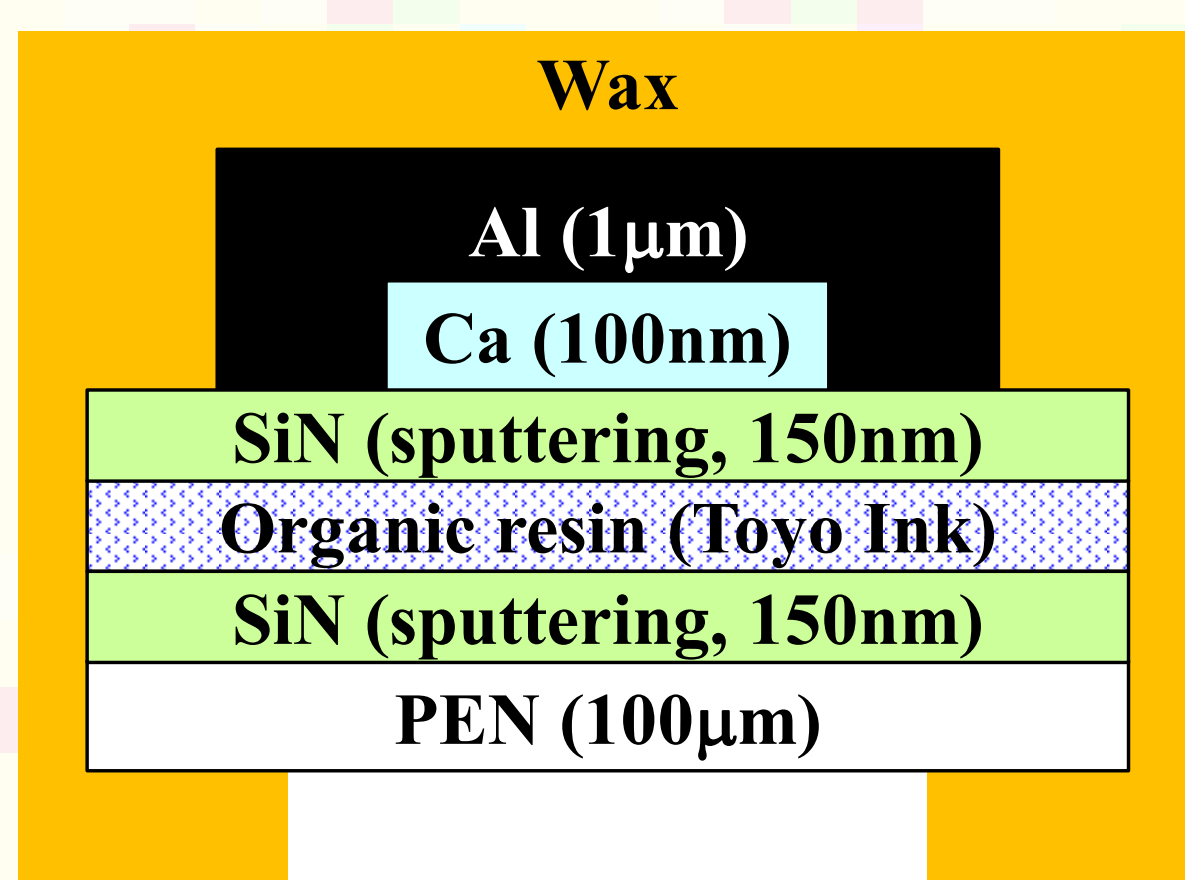
技術の特長

- 東洋インキSCホールディングス株式会社製「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」をTFE封止用層間樹脂として使用
- ＜東洋インキSCホールディングス株式会社製「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」の特長＞
 - ・SiN無機膜のバリア性を保護
 - ・UV硬化タイプ(無溶剤)
 - ・インクジェット印刷適性

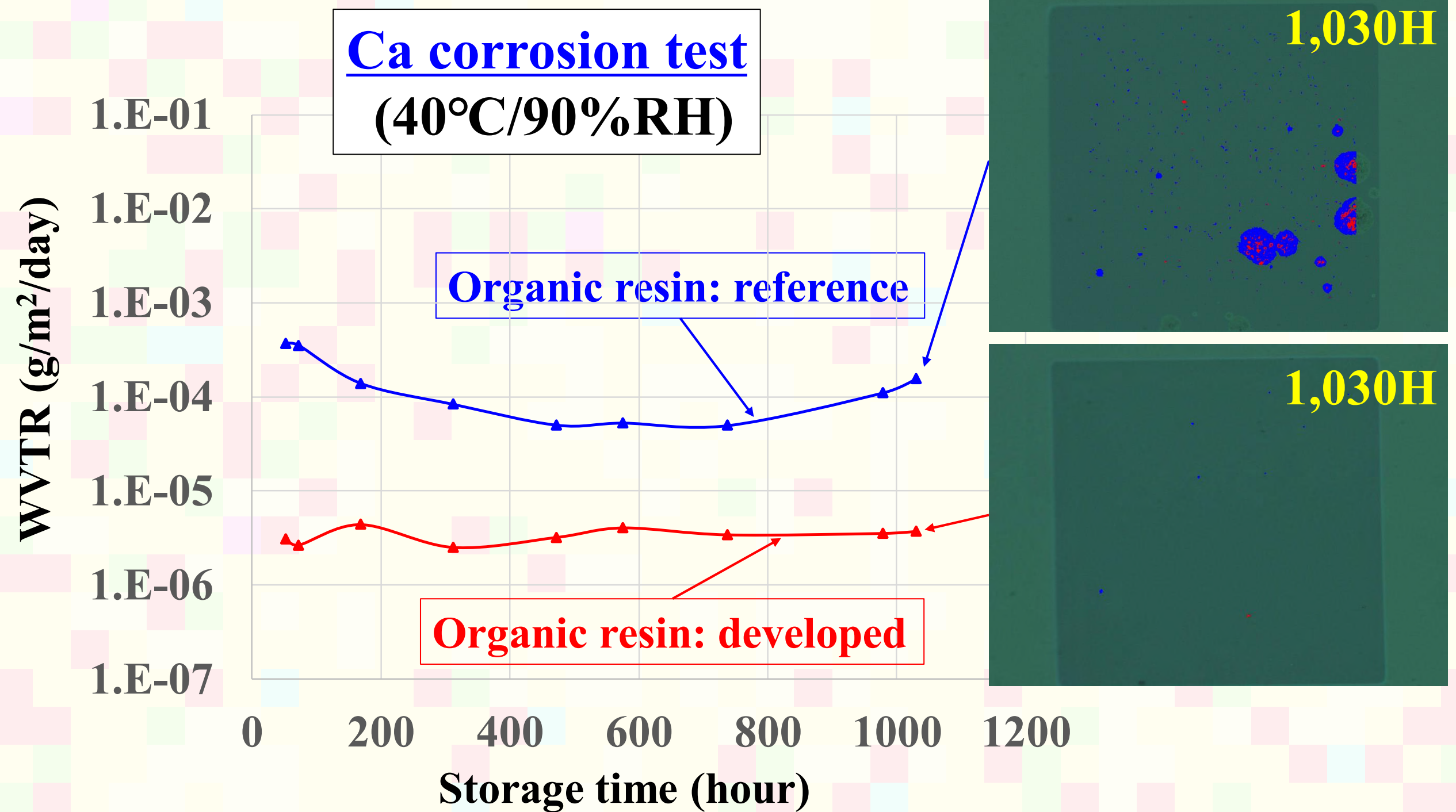


主な技術成果

- 高いバリアを示すTFE構成
 - ・東洋インキSCホールディングス株式会社製「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」を層間を用いたTFE構造
 - ・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^{-6} g/m²/day台 (40°C/90%RH)



Device structure of Ca corrosion test



共同研究

東洋インキSCホールディングス株式会社

関連プログラム

- 山形大学フレキシブル有機エレクトロニクス実用化基盤技術コンソーシアム(YU-FOC) [2016/4~2019/3].
- NEDO: 戦略的省エネルギー技術革新プログラム「次世代高効率有機ELディスプレイ用材料の開発」(CEREB Aとの共同研究) [2017年度~2018年度]

主な研究発表

- 東洋インキSCホールディングス株式会社ニュースリリース「プリンタブルエレクトロニクス2018に出展」(2018年2月13日). <http://schd.toyoinkgroup.com/ja/release/2018/18021301.html>

技術成果

有機EL用ラミネート封止技術 Laminating Encapsulation for OLEDs

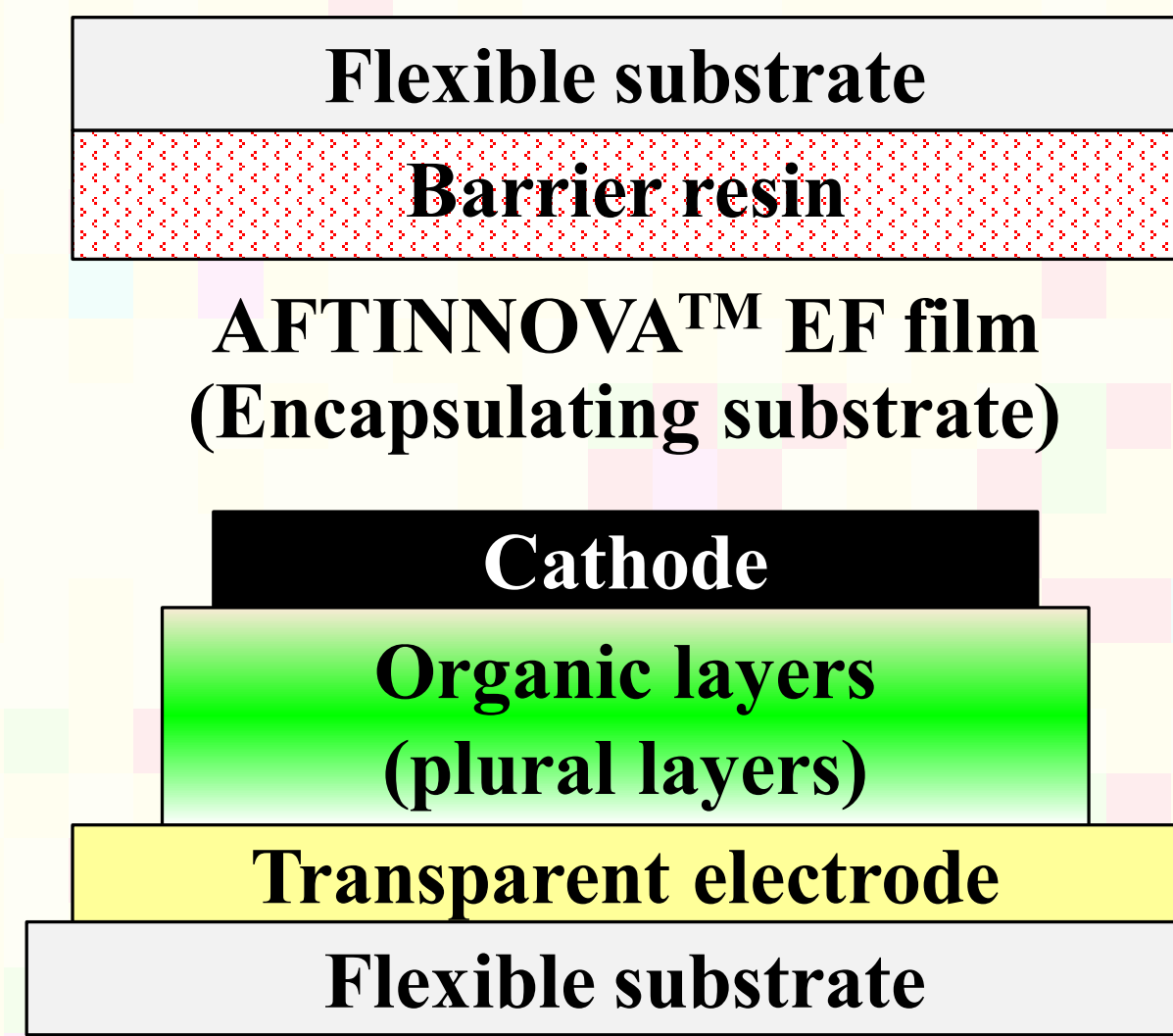
新しい簡便な有機ELデバイス用封止技術として、ラミネート型封止技術の開発を味の素株式会社/味の素ファインテクノ株式会社と連携して推進しております。

技術の特長

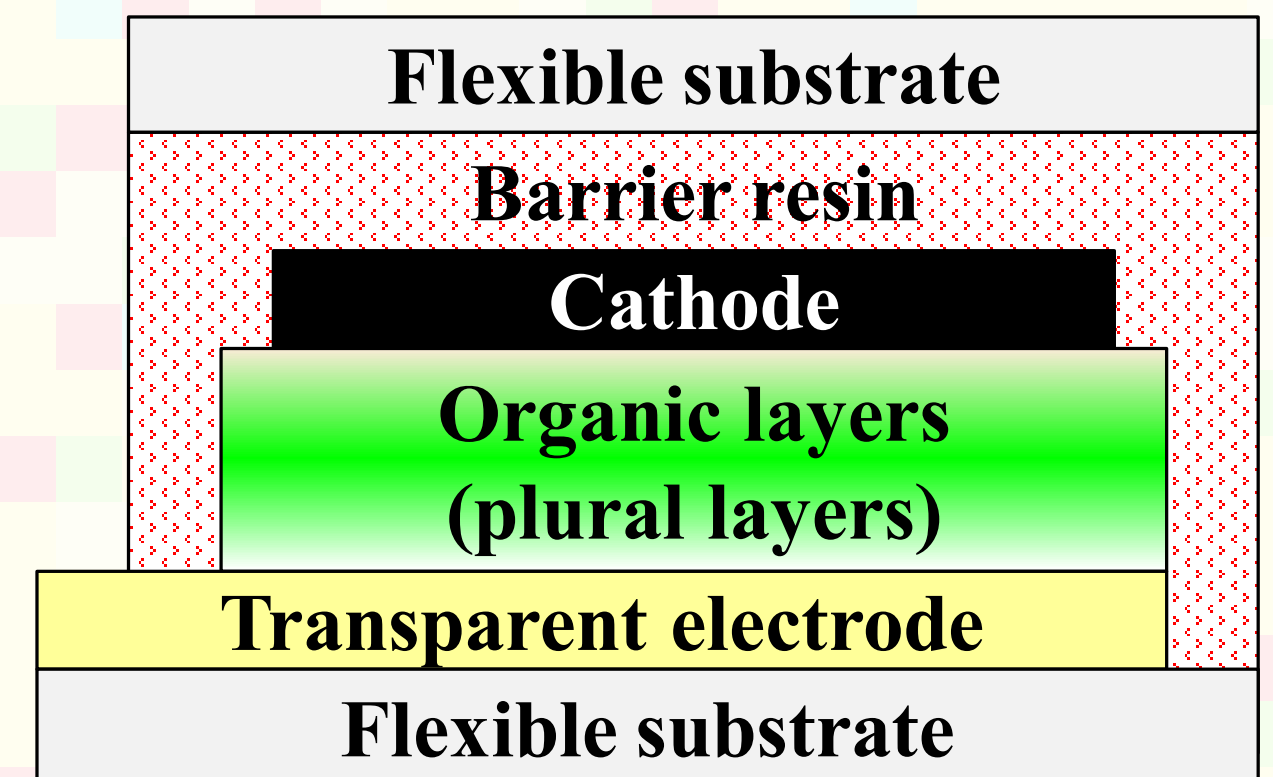
- デバイス側面からの水分侵入(サイドリーク)を阻止する樹脂技術を用いた封止基板 AFTINNOVA™ EF (味の素株式会社/味の素ファインテクノ株式会社)
- シンプルなデバイス構成、簡便なプロセス
- AFTINNOVA™ EFによる応力緩和効果によりフレキシブル有機EL屈曲時の欠陥発生を抑止



AFTINNOVA™ EF
(味の素株式会社/味の素ファインテクノ株式会社)

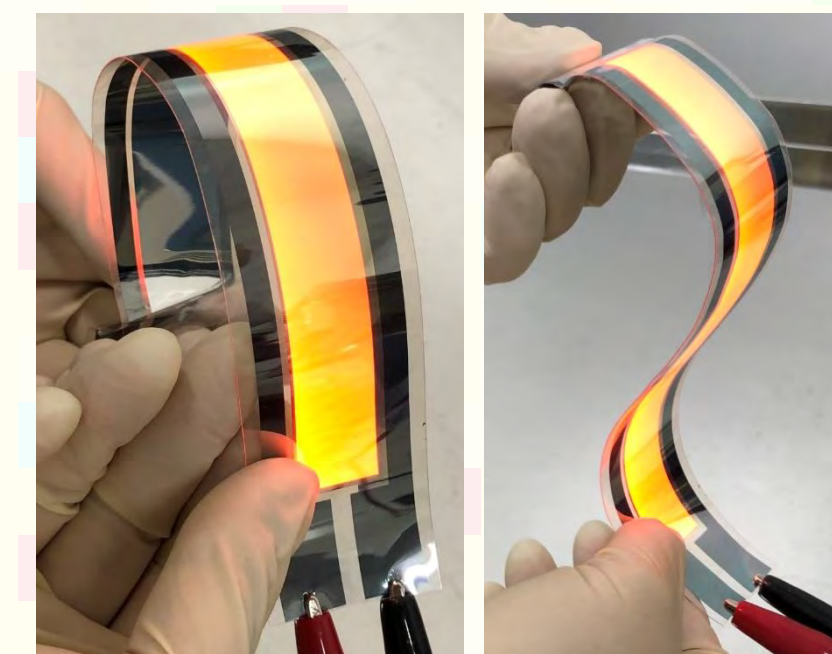
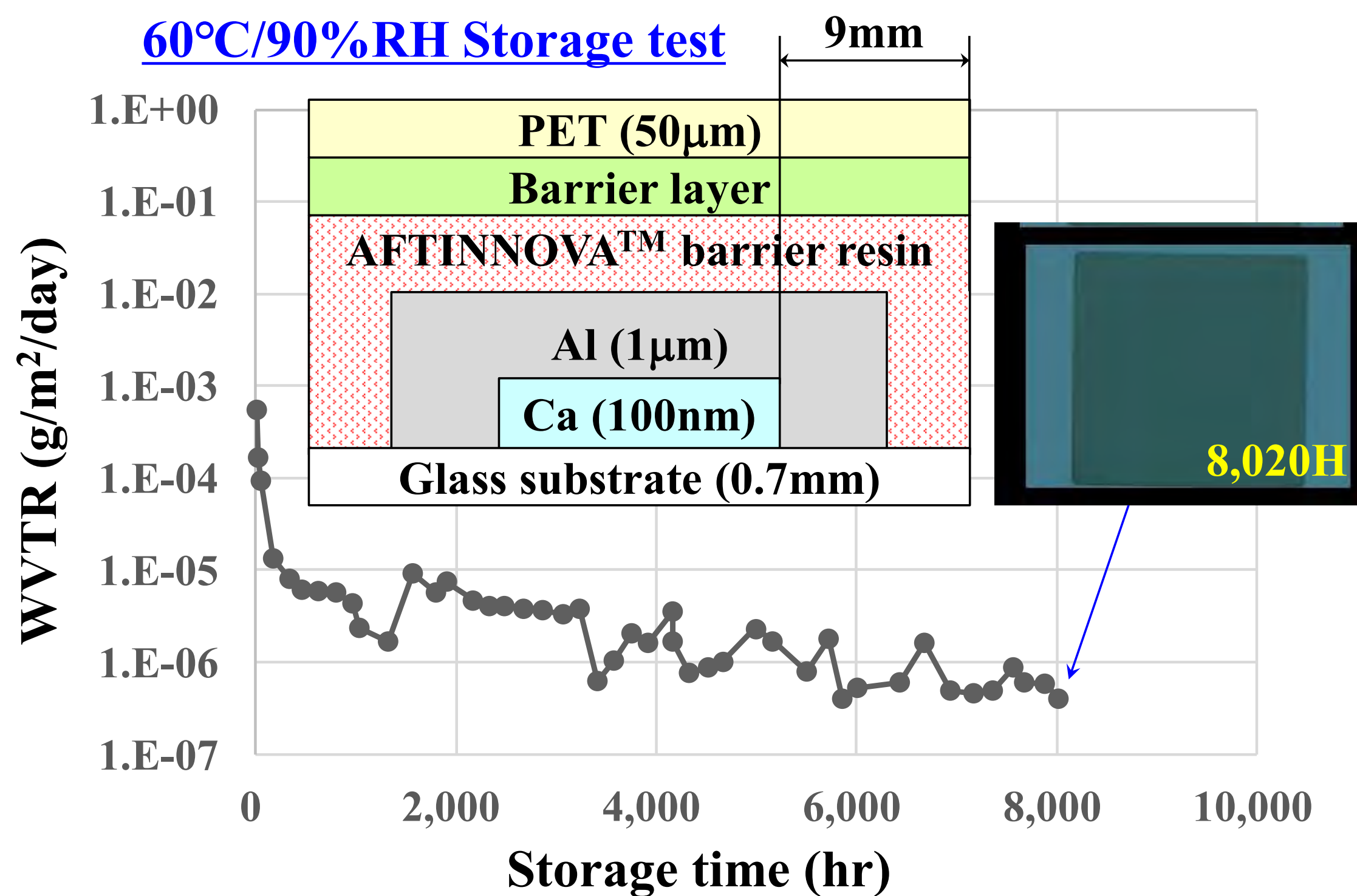


OLED device



主な技術成果

- Ca 腐食法にて、60°C/90%RH保存条件で8,000時間の封止性を実証
WVTR (Water Vapor Transmission Rate) : 10^{-6} g/m²/day台 (60°C/90%RH)
- フレキシブル有機EL試作品に適用



AFTINNOVA™ EFを用いた
フレキシブル有機ELデバイス

共同研究

味の素株式会社/味の素ファインテクノ株式会社

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]
- NEDO: 戦略的省エネルギー技術革新プログラム「次世代高効率有機ELディスプレイ用材料の開発」(CEREB Aとの共同研究) [2017年度~2018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]

成果リスト

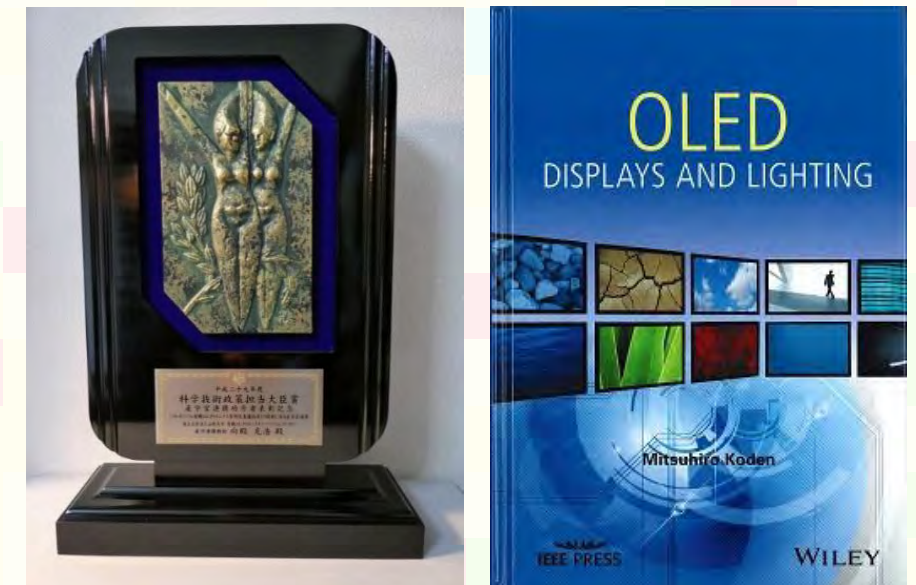
Topics / Publications

表彰 Award

- 仲田仁, 向殿充浩, 内閣府第15回産学官連携功労者表彰—「科学技術政策担当大臣賞」(2017).

著書 Book

- M. Kodon, “*OLED Displays and Lighting*” (Wiley, IEEE Press) (2017).



最近の主な論文・刊行物 Paper

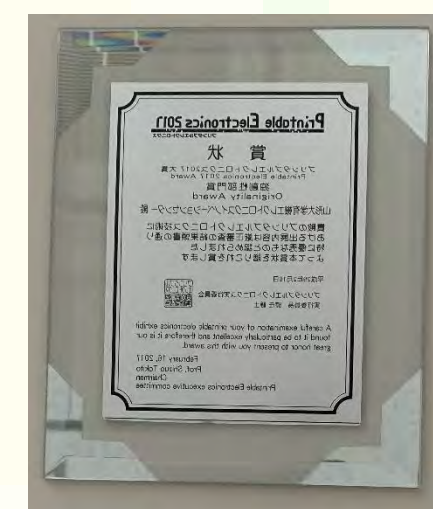
- T. Furukawa, M. Kodon, *IEICE Trans. Electron*, E100-C, 949-954 (2017).
“Novel roll-to-roll deposition and patterning of ITO on ultra-thin glass for flexible OLEDs”

最近の主な国際会議発表 International Conference

- K. Taira, Taiga Suzuki, W. Konno, H Chiba, H. Itoh, M. Kodon, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLX2-4L (2018). “Development of High Gas Barrier Film Using Novel Precursor by Roll to Roll PECVD”
- T. Suzuki, W. Konno, K. Taira, H Chiba, H. Itoh, M. Kodon, T. Takahashi, T. Furukawa, *IDW'18*, FLXp1-10L (2018). “High Gas Barrier Films with Heterogeneous Multilayer”
- T. Furukawa, *Advanced Materials-2018 (WCAM2018)* (2018). [招待講演]
“Substrates for Organic Electronics - Ultra-thin Glass, Stainless Steel Foil and High Gas Barrier Plastic Film”
- M. Kodon, T. Furukawa, T. Yuki, H. Nakada, *LS16* (2018). [招待講演]
“Roll-to-roll and printing technologies for electrodes of flexible OLED lighting”
- T. Furukawa, N. Kawamura, T. Noda, Y. Hasegawa, D. Kobayashi, M. Kodon, *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
“Novel Roll-to-Roll Fabrication Processes of Transparent Electrodes on Ultra-Thin Glass”
- K. Taira, T. Furukawa, N. Kawamura, M. Kodon, T. Takahashi, *IDW'17*, FLXp1-8L (2017).
“High gas barrier film for OLED”
- T. Furukawa, N. Kawamura, M. Kodon, H. Itoh, H. Kuroiwa, K. Nagai, *LOPEC* (2017).
“Gas barrier film for OLED devices”
- M. Kodon, T. Furukawa, T. Yuki, H. Kobayashi, H. Nakada, *IDW/AD'16*, FLX3-1 (2016). [招待講演]
“Substrates and Non-ITO Electrodes for Flexible OLEDs”
- T. Furukawa, *IWFPE2016* (2016). [招待講演]
“Flexible Substrates and Printed Transparent Electrode for OLED Lighting”

最近の主な展示会 Exhibition

- 「JFlex2019」展 (2019年1月30日～2月1日, 東京ビッグサイト).
- 「LOPEC」展示会 (2018年3月14～15日, ドイツ).
- 「プリンタブルエレクトロニクス2018」展(2018年2月14日～16日, 東京ビッグサイト).
- 「LED & OLED EXPO 2017」(2017年6月27日～29日, 韓国).
- 「プリンタブルエレクトロニクス2017」展(2017年2月15日～17日, 東京ビッグサイト).
- 「G7茨城・つくば科学技術大臣会合特別展」(2016年5月15日～21日, つくば)
- 「プリンタブルエレクトロニクス2016」展(2016年1月27日～29日, 東京ビッグサイト).
- 「International Photonics Exhibition 2015 (2015国際光産業展示会)」(2015年10月, 光州/韓国).
- 国立科学博物館「発見！体験！先端研究@上野の山シリーズ～山形から未来を照らすサイエンス」(2015年5月2日～6日, 上野)



プリンタブルエレクトロニクス大賞(2017)
「独創性部門賞」(INOEL受賞)



「プリンタブルエレクトロニクス2016展」
(2016年1月)



「プリンタブルエレクトロニクス2017展」
(2017年2月)



「プリンタブルエレクトロニクス2018展」
(2018年2月)

メンバー Members



産学連携教授 仲田 仁
センター長代理
Hitoshi Nakada
連絡先: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機エレクトロニクスデバイス

(経歴)
1981年 東北大学工学部応用化学科卒業
1981～2013年 パイオニア株式会社、東北パイオニア株式会社
1988年～ 有機ELディスプレイ・照明の研究開発、事業に従事
2013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
センター長代理(現職)

(主な表彰)
・内閣府第15回産学官連携功労者表彰「科学技術政策担当大臣賞」(2017).
・一般財団法人光産業技術振興協会 第19回(2003年度)櫻井健二郎氏記念賞
・公益財団法人大河内記念会 第47回(2000年度)大河内賞生産賞(団体受賞)

(主な成果)
・世界初の有機EL商品化「パッシブ型有機ELディスプレイ」(1997).
・世界初のりん光型有機ELデバイス商品化(2003).
・パッシブ駆動フルカラーフレキシブル有機ELディスプレイの開発(2003).

(主な著書)
・「先端 有機半導体デバイス—基礎からデバイス物性まで—」, 日本学術振興会
情報科学用有機材料第142委員会C部会編, オーム社(2015).(共著)
・「有機EL照明」, 日刊工業新聞(2015).(共著)



産学連携教授 向殿 充浩
工学博士
Dr. Mitsuhiro Koden
連絡先: koden@yz.yamagata-u.ac.jp
http://www.asahi-net.or.jp/~ar3t-kudn/technology.html

(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修了(工学博士)
1983～2012年 シャープ株式会社
(液晶材料、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイの研究開発、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15回産学官連携功労者表彰「科学技術政策担当大臣賞」(2017).
・日本液晶学会, 著作賞(2005).

(主な成果)
・17型動画フルカラー強誘電性液晶ディスプレイの開発(1999).
・世界最高精細の高分子型フルカラー有機ELディスプレイの開発(2006).

(主な著書)
・M. Koden, “OLED Displays and Lighting” (Wiley; IEEE Press) (2017).
・K. Takatoh, M. Hasegawa, M. Koden, N. Itoh, R. Hasegawa, M. Sakamoto,
“Alignment Technologies and Applications of Liquid Crystal Devices” Taylor &
Francis (2005).
・仲森智博, 佐野健二, 向殿充浩, 篠田傳, 筒井哲夫, 「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).



准教授 古川 忠宏
Tadahiro Furukawa
連絡先: ta-furukawa@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 微細パターン加工技術、印刷技術、
ロールtoロール技術

(経歴)
1984年 埼玉大学院工業技術研究科修士課程修了
1984～2011年 共同印刷株式会社
カラーフィルター(CF)の開発・生産
フレキシブルCF、およびLCDの開発
2011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)

(主な国際会議発表)
・T. Furukawa, *WCAM2018* (2018). [中国, 招待講演]
・T. Furukawa, et al., *IDW'17*, FLX6-2 (2017).
・T. Furukawa, *LED & OLED EXPO 2017* (2017). [韓国]
・T. Furukawa, et al., *LOPEC* (2017). [ドイツ]
・T. Furukawa, et al., *IDW/AD'16*, FLX3-3 (2016).
・T. Furukawa, *IWFPE2016* (2016). [韓国, 招待講演]
・T. Furukawa, et al., *ICFPE 2016*, O15-6 (2016).



准教授 結城 敏尚
工学博士
Dr. Toshinao Yuki
連絡先: t-yuki@yz.yamagata-u.ac.jp

(専門) 有機EL(ディスプレイ、照明、デバイス)、
高分子材料工学

(経歴)
1993年 山形大学大学院 工学研究科 高分子材料工学 修士課程修了
1993～1996年 帝人株式会社
1996～1999年 山形大学大学院 工学研究科 博士課程修了(工学博士)
1999～2015年 東北パイオニア株式会社
(OLED事業部技術開発センター所属 / PMOLED、AMOLED、
タイリングデバイス、有機EL照明等の開発)
2015年4月～ 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)
・有機EL討論会第4回業績賞受賞「大型有機EL表示システムの開発と実用化」
(2011). (団体受賞)

(主な成果)
・世界初のりん光型有機ELデバイス商品化(2003).
・世界初、世界最大のタイリング型大型有機ELディスプレイの製品化(2010).
・世界初の調色型有機照明パネルの製品化(2013).

発行 2019年1月(「JFlex2019」展にて配布) / 2019年2月改訂

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
フレキシブル基盤技術研究グループ
(仲田/古川/結城/向殿 研究グループ)

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: 0238-29-0575 FAX: 0238-29-0569

E-mail: nakada@yz.yamagata-u.ac.jp

E-mail: koden@yz.yamagata-u.ac.jp

URL: http://inoel.yz.yamagata-u.ac.jp/F-consortium/home.html

