

CEATEC 2021 (2021年10月)

インクジェット印刷

インクジェット技術のプリンテッドエレクトロニクス分野へ応用が着々と進展しています。

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デバイス(**有機EL等**)の作製に利用する技術の産学連携研究を推進しています。

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(INOEL)

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)

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

(連絡先) 仲田 仁(産学連携教授) nakada@yz.yamagata-u.ac.jp
向殿 充浩(産学連携教授) koden@yz.yamagata-u.ac.jp

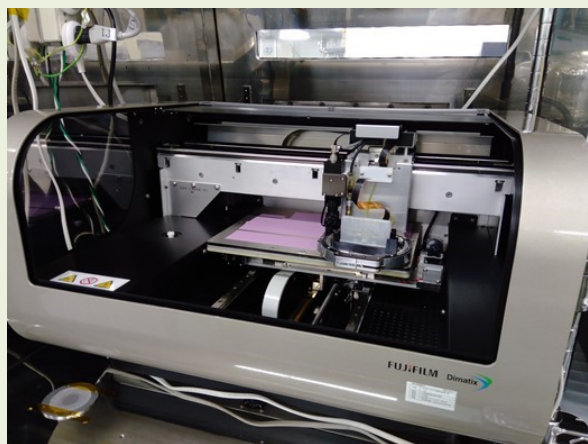
保有技術・装置

当研究グループが保有するインクジェット技術に関連する装置について紹介します。

当研究グループ保有のインクジェットプリンター・システム

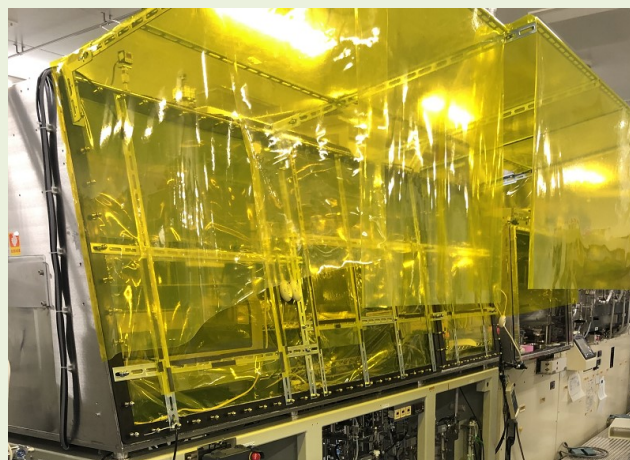
クリーンルーム環境

FUJIFILM製
マテリアルプリンターDMP-2850



インクジェットマテリアルプリンターとグローブボックスを組み合わせることで、様々な環境下(大気～ドライエアー～ドライN₂)でのIJ実験が可能

UVカットグローブボックス
(ドライN₂ 又は ドライエアー環境)



グローブボックス内には、照射面積300×300mmサイズに対応した、LED・UV照射装置(365nm、395nm)およびホットプレート(～300℃)を常設している

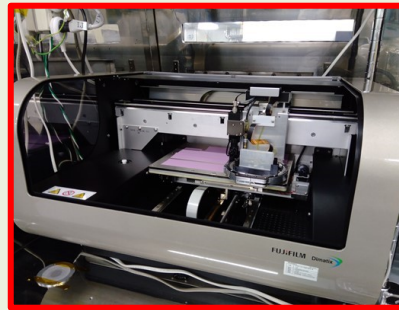
IJプリンター・システムと各種成膜・処理装置との連携

クリーンルーム環境

真空蒸着装置
(クラスター型、
□300mm)



IJマテリアルプリンター



スパッタ成膜装置
(SiNx, SiOxNy, IZO等)



基板(フィルム)洗浄装置
(ベルクリンブラシ &
二流体純水US洗浄)



プラズマ表面処理装置
(O₂, N₂, Ar, CF₄)



ALD成膜装置
(Al₂O₃, TiO₂等)



TFE (Thin Film Encapsulation) へのインクジェット適用

インクジェット技術を用いて、有機ELの代表的な封止技術の一つであるTFE (Thin Film Encapsulation)技術を開発しています。

共同研究

東洋インキSCホールディングス株式会社

主な研究発表

- 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).

薄膜封止 TFE (Thin Film Encapsulation)

東洋インキ製薄膜封止TFE用「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」

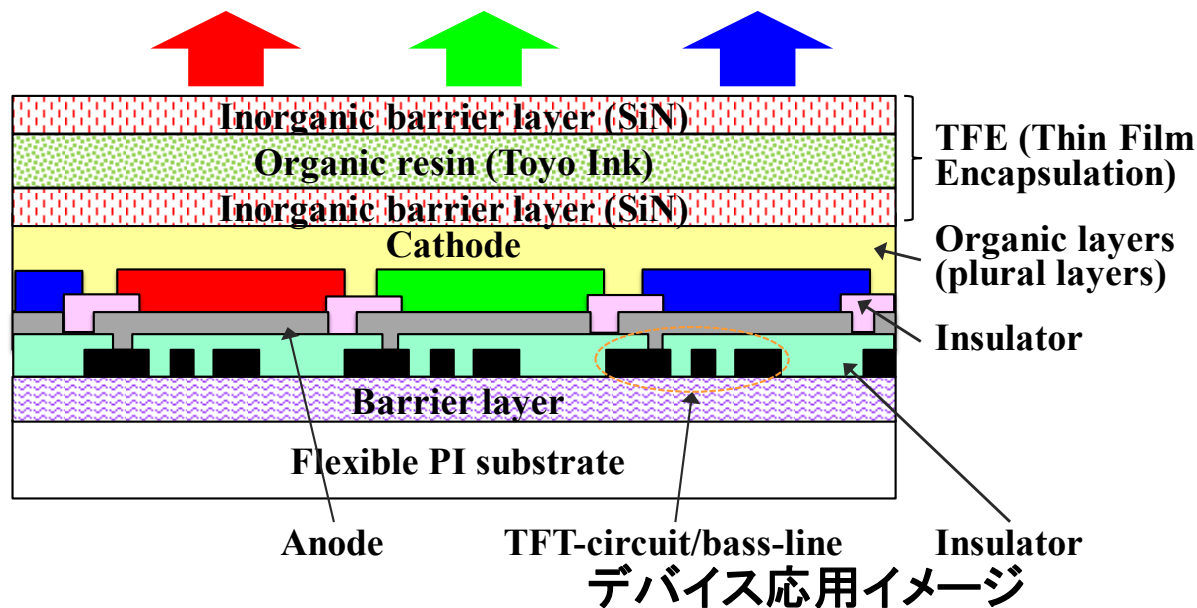
(参考: 東洋インキSCホールディングス株式会社ニュースリリース 2018.2.13)

- 薄膜封止TFE (Thin Film Encapsulation)における無機バリア膜間に形成する東洋インキ製樹脂膜の評価、フレキシブル有機ELデバイス化
 - ・封止性能評価 (Ca腐食法、有機ELデバイス)
 - ・屈曲試験評価
 - ・フレキシブル有機ELデバイス試作

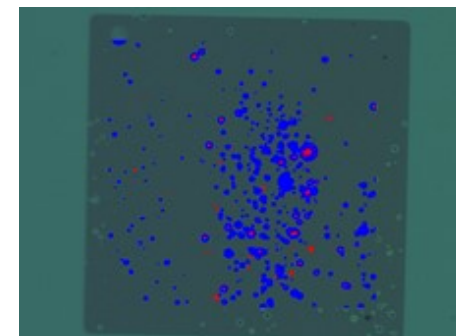
バリア性評価例 (Ca腐食法)
40°C90%RH 1,000時間後

＜本技術の特長＞

- ・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



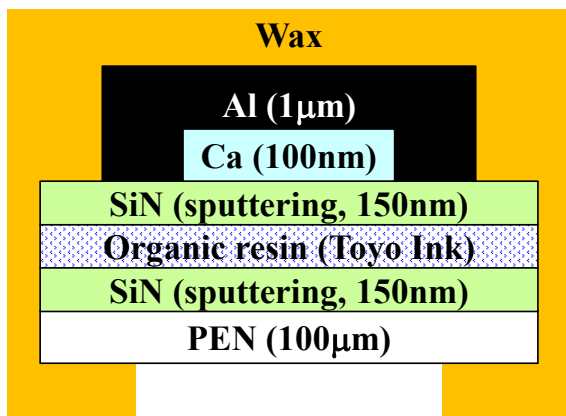
新規開発した封止樹脂を用いたTFEバリア性



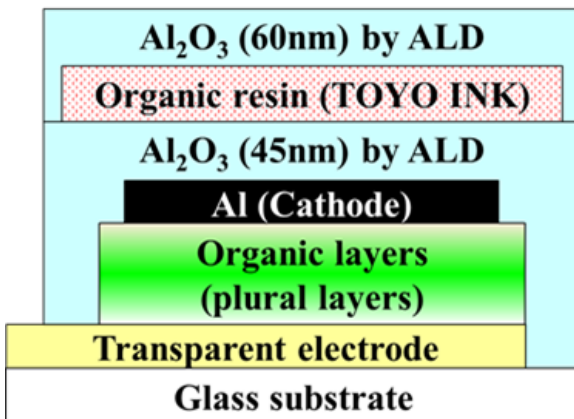
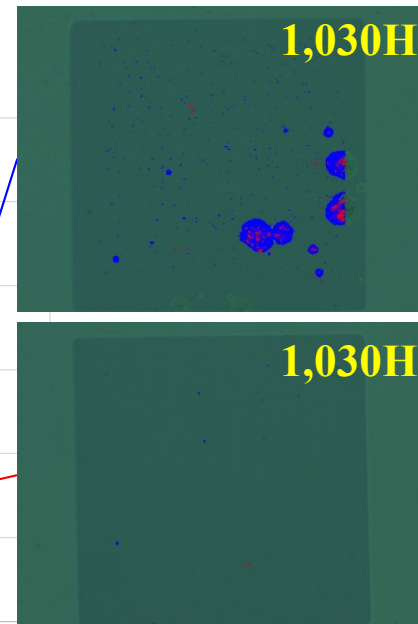
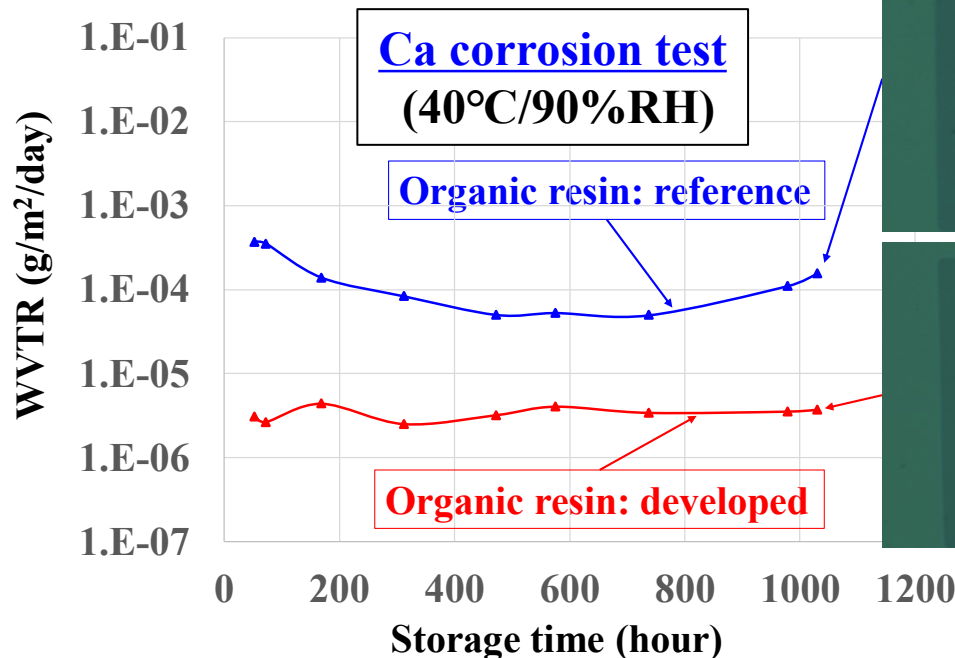
比較用封止樹脂を用いたTFEバリア性

薄膜封止 TFE (Thin Film Encapsulation)

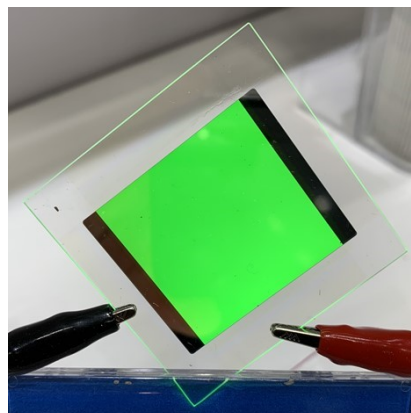
東洋インキ製薄膜封止TFE用「無溶剤型UV-IJ樹脂インキ」



Device structure of Ca corrosion test



山形大学:「JFlex2020展」(2020.1 / 東京ビッグサイト)



共同研究

東洋インキSCホールディングス株式会社

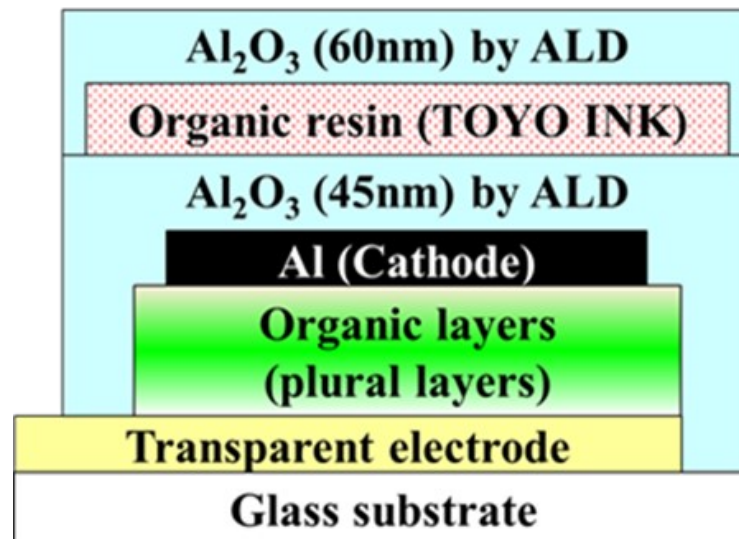
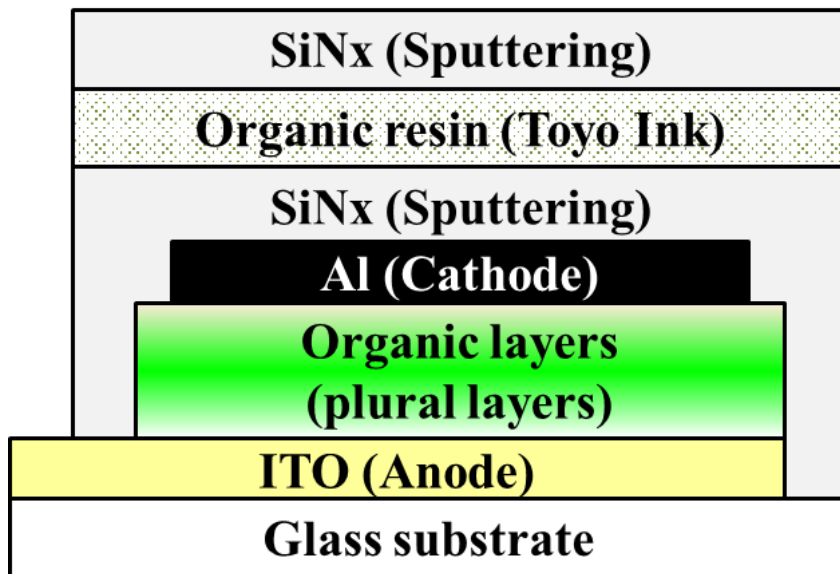
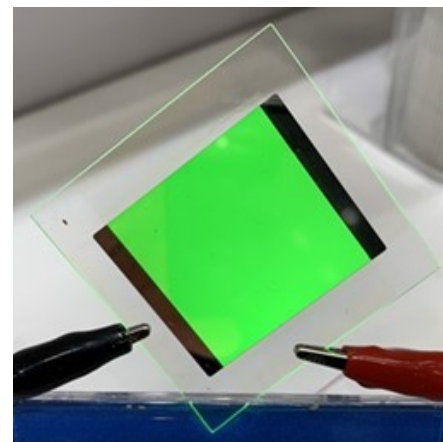
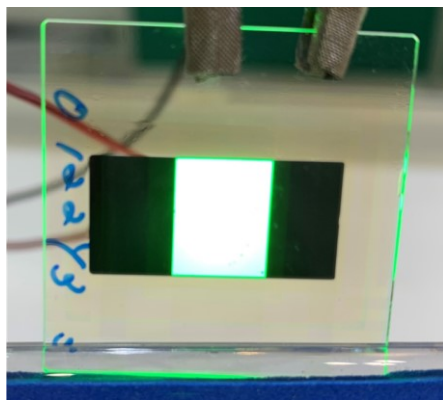
関連プログラム

- 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]

成果発表

- 山形大学:「JFlex2020展」,「JFlex2019展」

TFE用いたフレキシブル有機EL



共同研究

東洋インキSCホールディングス株式会社

主な研究発表

- 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).

インクジェットを用いた オンデマンド有機ELパターンニング

インクジェットによって有機ELデバイスにおける陽極絶縁膜を形成することにより、少量多品種または世界にただ一つという用途に向けたオンデマンドパターン有機ELが作製できます。

この技術により、広告、しおり、グリーティングカード、名札、表札、発光プレート等、有機ELの新たな用途展開が可能になります。

共同研究

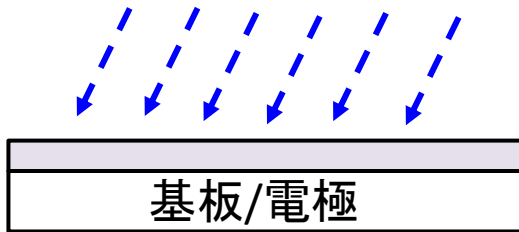
東洋インキSCホールディングス株式会社

主な研究発表

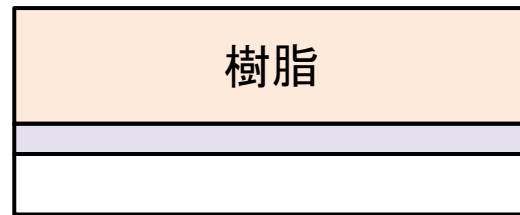
- M. Sugimoto, Y. Fukuchi, H. Tsuruta, M. Kodan, H. Nakada, T. Yuki, A-COE 2021, PA-17 (2021).
- 杉本 美穂, 福地 良寿, 鶴田 洋明, 向殿 充浩, 仲田 仁, 結城 敏尚, 有機EL討論会第32回例会(オンライン), S5-1 (2021).
- 杉本 美穂, 福地 良寿, 鶴田 洋明, 向殿 充浩, 仲田 仁, 結城 敏尚, 有機EL討論会第31回例会(オンライン), S7-3 (2020).

絶縁膜プロセス(フォトレジスト)によるパターン形成

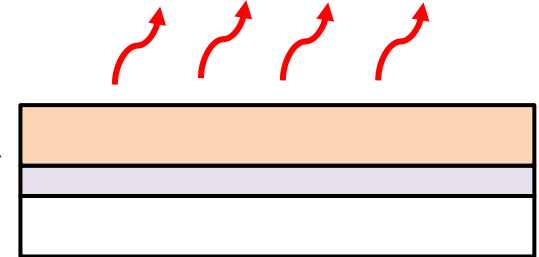
洗浄・前処理



樹脂塗布
(ダイコート、スピンコート)

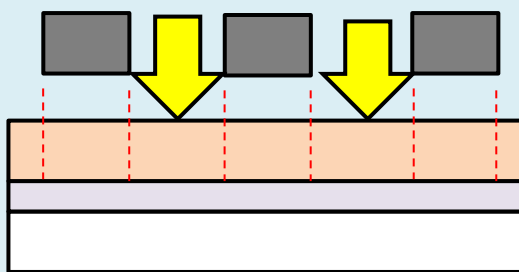


プリベーク
(溶剤除去)

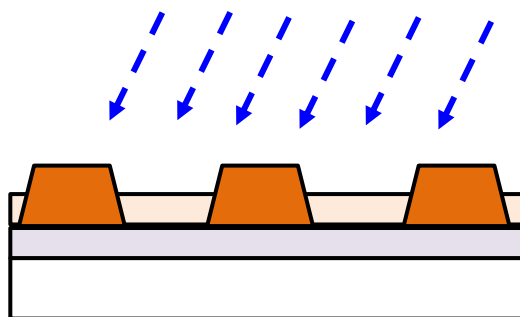


露光

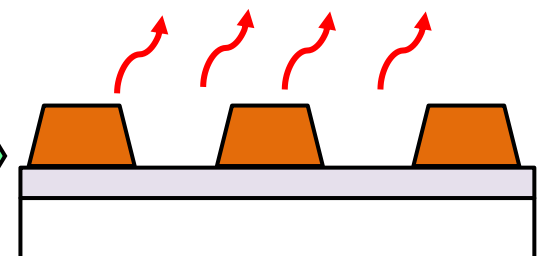
遮光マスク



現像・洗浄

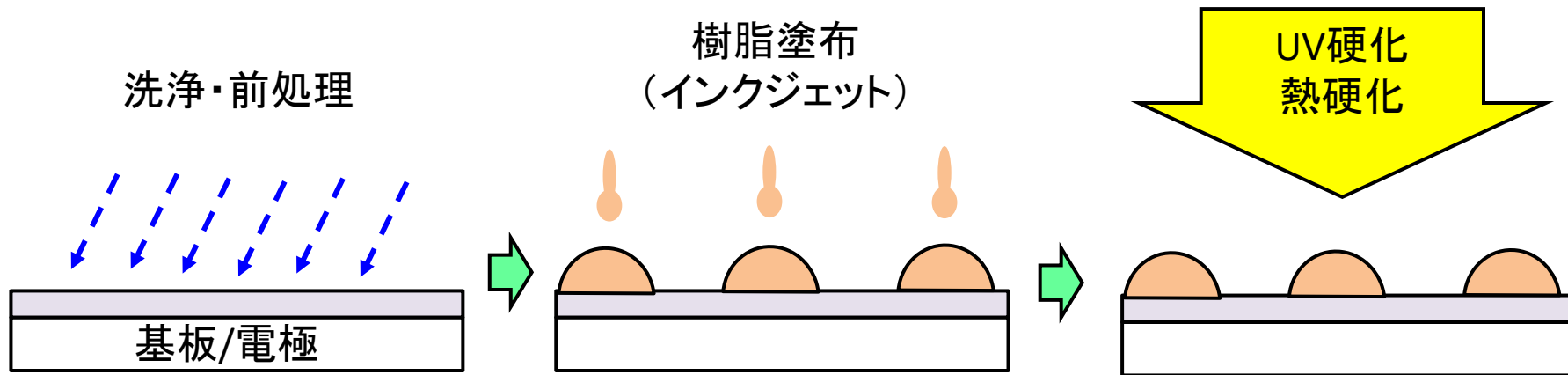


ポストベーク
(水分除去、架橋促進)



● 高精細化が可能だが、プロセスが簡便とはいえない

インクジェットを用いたオンデマンドパターン形成



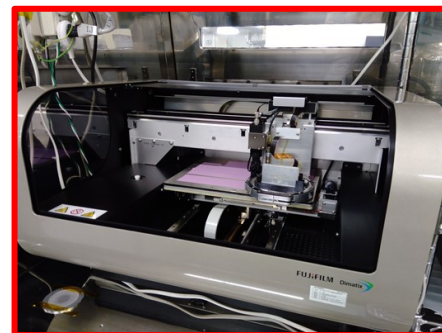
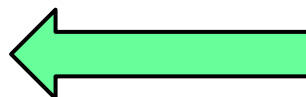
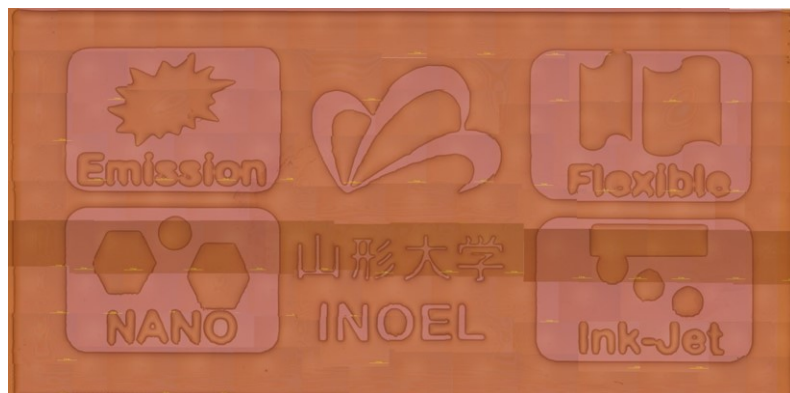
IJプリントの主な特徴(利点)

- プロセスが簡便
- 多品種対応が簡便(遮光マスクがいらない)
- 環境にやさしい(廃液が少ない)
- 塗布していない領域に材料・マスク等が非接触(汚れにくい)

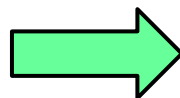
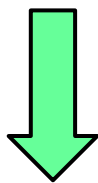
IJ塗布バンクを用いた有機ELデバイス作製

東洋インキSCホールディングス株式会社、トーヨーケム株式会社との共同研究

ITO付きガラス基板にIJにて塗布
(非発光部に絶縁膜として成膜)



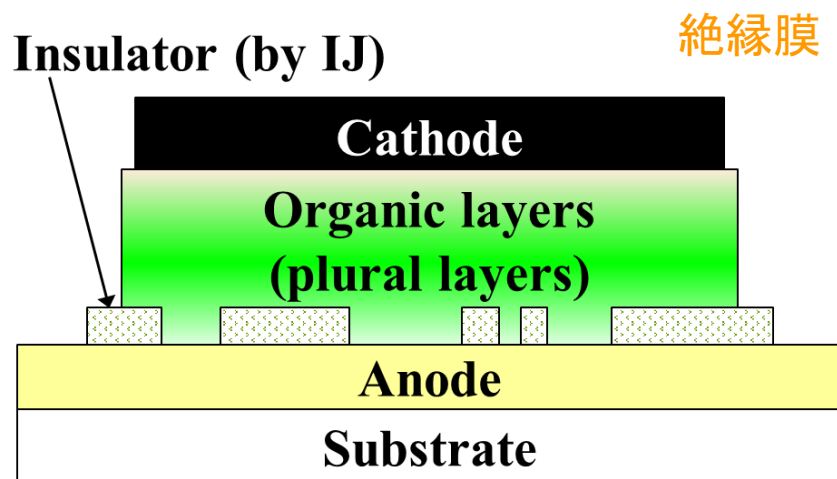
真空蒸着 & 封止
(有機ELデバイス化)



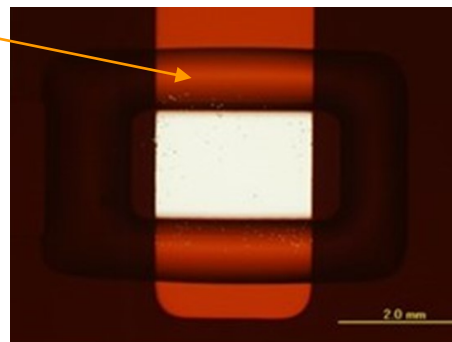
有機ELディスプレイの試作品
外形: 100mm × 60mm
(山形大学 YU-FLEC)

IJ塗布バンクを用いた有機ELの特性

東洋インキSCホールディングス株式会社、トーヨーケム株式会社との共同研究



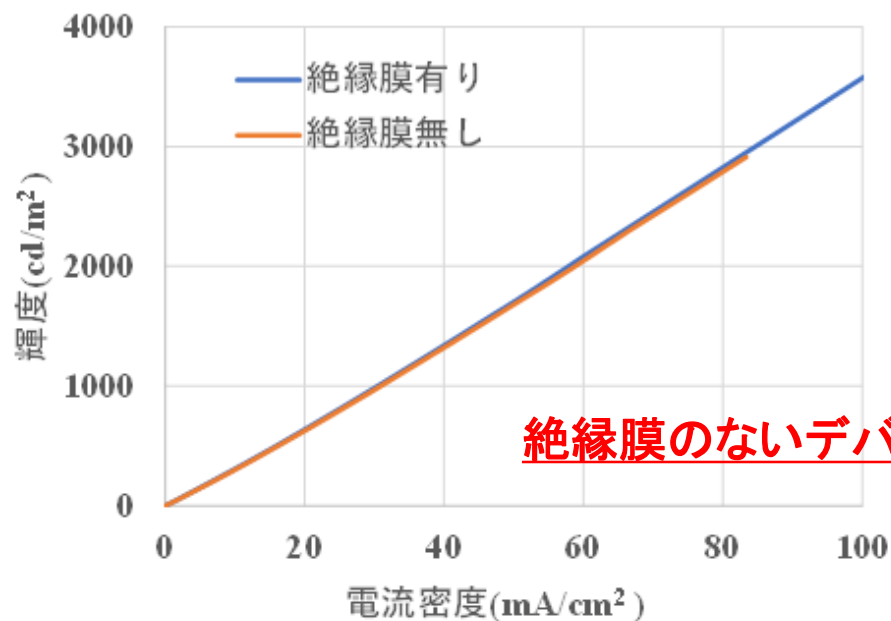
絶縁膜



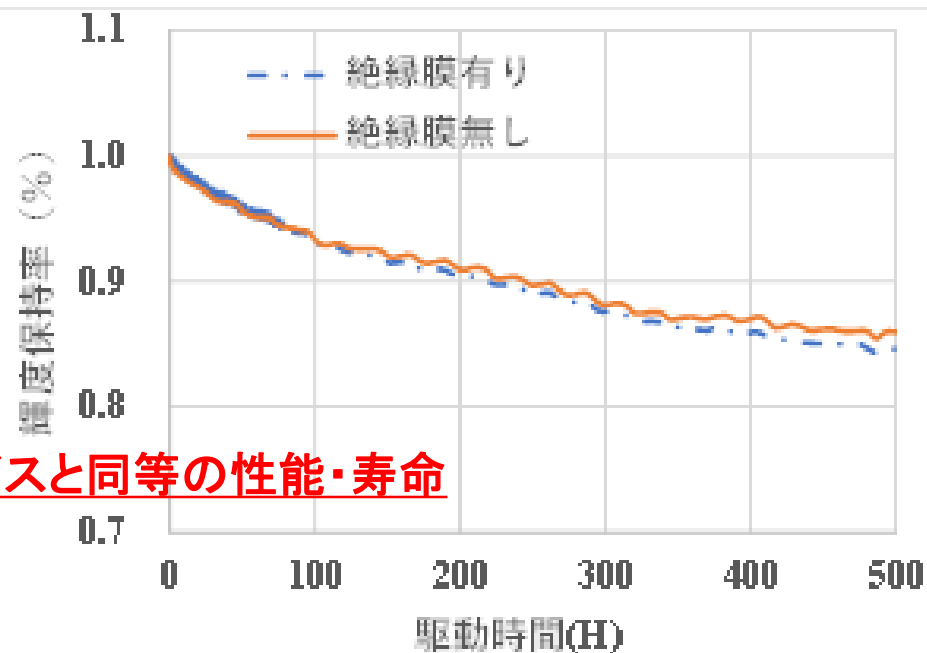
絶縁膜あり
(良好な均一発光)



絶縁膜なし



絶縁膜のないデバイスと同等の性能・寿命



IJ塗布バンクを用いた有機ELデバイス試作

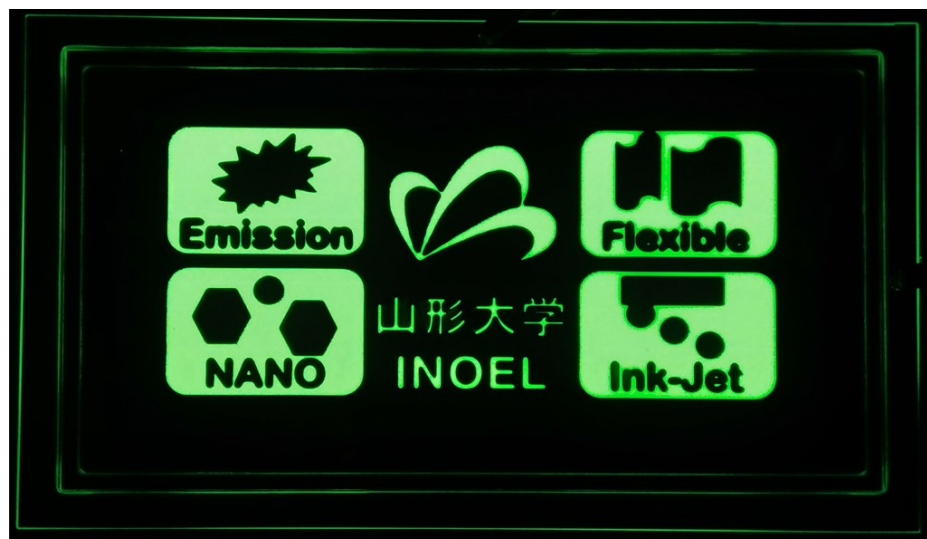
東洋インキSCホールディングス株式会社、トーヨーケム株式会社との共同研究

本技術の活用: オンデマンドパターンの有機EL (少量多品種生産)

- ・ 広告、しおり、グリーティングカード、名札、表札、発光プレート等
- 「世界でただ一つの有機EL」が可能



基板サイズ: 50mm × 50mm



基板サイズ: 60mm × 100mm

おわりに

当研究グループでは、インクジェット技術をフレキシブル有機エレクトロニクスデバイス(OLED, OPV)に適用する研究開発を進めています。

お気軽にお問い合わせください。

(連絡先)

仲田 仁(産学連携教授) nakada@yz.yamagata-u.ac.jp
向殿 充浩(産学連携教授) koden@yz.yamagata-u.ac.jp



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(INOEL)

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)

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