

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 有機 LED 光の高効率取出し用電磁構造の開発
プロジェクトリーダー	: (株)フォトリテック
所属機関	: (株)フォトリテック
研究責任者	: 川上彰二郎 (公益財団法人仙台応用情報学研究振興財団)

1. 研究開発の目的

有機 LED (有機 EL、OLED) は今後もディスプレイ用、照明用に一層重要になる。一方、内部で発生した光を外に取出す効率は 20%程度と低い状況にある。取出し得る光をすべて利用するための、デバイスの活性部を囲む電磁構造の設計を考案し、実証を進める。ポイントは以下の三つである。

- ・単一モード導波路の波を多モード空間に解放する。
- ・高屈折率媒質中の放射波を空気中に取出すため、周期構造の回折を利用する。
- ・表面を理想的に平坦化できる回折素子と製法

目的は、各種の有機 LED 素子を上記に形成できる汎用有機 LED 基板の技術の確立とそのビジネス化である。本課題では基板技術に集中し、取出し効率 70%を目標として以下の項目を実行する。

- ・主要な素過程をシミュレートして導波路設計、回折設計のパラメータを定める。
- ・われわれの基板上に有機 LED 素子を作成し実験・実証を行い、定量的にメリットを立証する。

2. 研究開発の概要

①成果

本プロジェクトでは有機 LED の内部発光を効率よく取り出す構造について、東北大学の電磁界シミュレーション技術、(株)フォトリテックの微細加工技術を駆使して、応用財団の新しいコンセプトを実現・実証をすることを目的とした。結果として当初取出し効率 9.9%であったものを 29%まで向上した。またその研究開発過程において、電極材料の損失が取出し効率に与える影響について数値的に見通しができるモデルの実現や、取出し構造を作りこむためのサブミクロン周期での表面形状形成技術を確立した。

研究開発目標	達成度
①有機 LED デバイスの試作を行い、取出し効率 70%を実現する。	①新コンセプトに基づく有機 LED デバイスの試作を行い、取出し効率 29%を実現した。またさらに取出し効率を上げる方策として電極材料の吸収が支配的であることを明らかとした。
②ななめ入射における効果を解析的に見積もることのできる近似式を導出する。	②垂直入射において、回折されながら吸収のある媒質内を往復する光の取出し効率を見積もることのできる近似式を導出した。ななめ入射については横方向の波数を考慮することで今後導出が可能である。
③発光部分、電極構造、高屈折率層の厚さ、2 次元凹凸構造の寸法を具体的な数値を入れて取出	③市販ソフトに含むバグを明らかにしたうえで、発光部分から出た光が電極においてどの程度吸収さ

<p>し効率を計算できるシミュレーション環境を構築し、シミュレーションを行う。</p> <p>④サンプルの回折効率を自動測定できるシステムを構築する。</p> <p>⑤基板表面を光の波長程度の周期をもつ正弦波形状に成形する。</p> <p>⑥高屈折率層の表面平坦度を 10nm 以下とする。</p>	<p>れるかについて、シミュレーション環境の整備及び実施を行い、表面プラズモンの影響について新しい指針をえた。</p> <p>④周期的な凹凸によって生じる回折光を測定するため、全方向における回折光の分布を評価できる測定系を実現し、取出し構造の光学特性の評価を実現した。</p> <p>⑤基板表面を光の波長程度(500nm 程度)の周期をもつ正弦波状に形成できる技術を確認した。またその凹凸の深さも制御できることを確認した。</p> <p>⑥高屈折率層の表面平坦度 4nm を実現した。また平坦ではなく、敢えてなめらかな凹凸を残すプロセスも実証し、有機 LED としての発光も確認した。</p>
---	--

②今後の展開

本プロジェクトにより、技術シーズのコンセプトは実証された。具体的な市場展開についてはライセンスも視野に入れつつ、当社の他事業の動向、市場動向を鑑み、今後の進み方を見極めていく。

3. 総合所見

一定の成果が得られているが、イノベーション創出の可能性を見出すためには、さらなる研究開発が必要である。

当初目標は達成できていないが、取り出し効率改善に向けて、着実な考察と試作を繰り返し、多くの知見を得て、今後の指針を得ている。ただし、今の効率の 2 倍以上高い目標に対して、まだ大きなブレークスルーが必要である。