【別添資料3】プレゼン資料様式



交流駆動可能な 有機発光ダイオードの開発

富山大学 学術研究部工学系 助教 森本 勝大 教授 中 茂樹 2021年9月16日



従来技術とその問題点

有機EL(OLED)や発光ダイオード(LED)原理

- ・正極からホール、負極から電子を有機半導体層へ注入する。
- ・注入されたキャリア(ホール・電子)が再結合することで発光する。
- ・キャリア注入層を配置することで注入効率を向上させる。
- ・<u>正極、負極に用いるキャリア注入層は個別に議論されてきた。</u>





従来技術とその問題点

有機EL(OLED)や発光ダイオード(LED)原理

- ・正極からホール、負極から電子を有機半導体層へ注入する。
- ・注入されたキャリア(ホール・電子)が再結合することで発光する。
- ・キャリア注入層を配置することで注入効率を向上させる。
- ・正極、負極に用いるキャリア注入層は個別に議論されてきた。

問題点

注入層の材料・メカニズムは各電極で異なる。 従来はホールと電子で個別に選定される。





従来技術とその問題点

過去から注入のメカニズムは各種報告例がある。 その中で、電気双極子が電極界面に存在することで キャリア注入が促進されることが知られている。



H. Ishii, et.al., Adv. Mater. 11 605 (1999).



新技術の特徴・従来技術との比較

界面





注入層に分極制御した強誘電体を利用。 分極方向により、両方のキャリア注入可能。

新技術の特徴 ホールと電子に対して同じ注入材料を使用 →正負の入替えが可能



交流駆動に伴う両バイアス発光に期待

実施例 正極側









<u>成膜方法</u> •AI、LiF、Alq3、α-NPD 真空蒸着 •P(VDF/TrFE)スピンコート

<u>分極作成</u> ・コロナ処理 実施例 正極側





実施例 負極側





normal

w/ poled P(VDF/TrFE)

w/ P(VDF/TrFE)





P(VDF/TrFE)膜の残留分極と抗電界





プロセスとデバイス構造(コロナポーリング)



コロナポーリングのデバイス特性評価



12



コロナポーリングによる弊害

unmoved corona の発光写真

プロセスとデバイス構造(コンタクトポーリング)

- 正孔注入層成膜 (スピンコート法)
 - ・P(VDF/TrFE) (1 wt% MEK) MEK リンス処理2回
- アニール
 - ・130°C2h (真空中)
- 分極処理
 - ・コンタクトポーリング
 三角波電源, 10 Hz, 10 s
 +2 MV/m, -2 MV/m
 +30 MV/m, -30 MV/m
 +60 MV/m, -60 MV/m

コンタクトポーリングの概要

リンス処理により膜厚数nmとなる P(VDF/TrFE)層の存在を確認

52.7° MEK

プロセスとデバイス構造(コンタクトポーリング)

- 正孔注入層成膜 (スピンコート法)
 - ・P(VDF/TrFE) (1 wt% MEK) MEK リンス処理2回
- アニール
 - ・130°C2h (真空中)
- 分極処理
 - ・コンタクトポーリング
 三角波電源, 10 Hz, 10 s
 +2 MV/m, -2 MV/m
 +30 MV/m, -30 MV/m
 +60 MV/m, -60 MV/m

コンタクトポーリングの概要

コンタクトポーリング(負電界)のデバイス測定評価

発光写真と発光スペクトル

正孔注入層の変更,特徴

- ・Poly(methyl methacrylate-co-methacrylic acid) (PMMA) (1 wt% Chloroform) 一般的な高分子材料 ε_r: 3.0, ダイポールモーメント: 1.4 D
- ・Poly(N-vinylcarbazole) (PVCz) (1 wt% Chloroform) 一般的な半導体材料 ϵ_r : 2.2, ダイポールモーメント: 0.8 D
- ・Polyethylenimine ethoxylated (PEIE) (1 wt% Ethanol) 電子注入層としてよく用いられる ϵ_r : 3.6

様々なポリマーによる正孔注入評価(-30 MV/m)

10 mA/cm²時の発光写真

想定される用途

- ・ 従来AD変換機が必要だが交流OLEDは変換
 機不要なため、省エネ・省スペースが可能
- 交流駆動により劣化要因となるキャリアトラップ 排出が期待でき、寿命性能向上が期待
- ・ディスプレイだけでなく、照明等へ応用に利点

実用化に向けた課題

- 現在、正負それぞれの電極に強誘電体層を 成膜したデバイスの評価が完了しているが、 両電極同時の評価は未達である。
- 両電極への成膜を実施し、両バイアス発光を 確認する予定。
- 実用化に向けて、正負の注入向上効果が異なるため、交流駆動用に最適化が必要。

- 塗布型OLEDの技術をもつ企業との、共同研究を希望。塗布型はバイポーラー半導体の利用が一般的であるため、応用展開が容易。
- 省エネOLED、LEDを開発中の企業へのライ センス提供が可能。
- 特に照明光源は交流駆動の利点が活かしや すい。長期安定性向上も期待できるため、本 技術導入による利点が大きい。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称:電流駆動デバイス
- 出願番号
- 出願人
- 発明者

- :特願2019-035232
- : 富山大学
- :森本勝大、中茂樹

産学連携の経歴

神戸大所属時

- 2013年-2017年 民間企業から共同研究(特許化2件)
- 2016年-2017年 SIP「革新的設計生産技術」の実務担当 (特許化1件)
- 2016年-2017年 CREST「微小エネ環境発電」の参加研究者
- 2016年-2017年 民間企業2社と共同研究、実務担当 富山大現職
- 2019年-2021年 民間企業1社から材料提供
- 2020年-現在 民間企業1社へ学術指導および共同研究

お問い合わせ先(必須)

国立大学法人 富山大学 学術研究・産学連携本部 高橋修

TEL 076-445 - 6936 FAX 076-445 - 6397 e-mail t-sangyo@adm.u-toyama.ac.jp

補足、方法論

補足、原理説明

補足、原理説明

