

## 論文内容の要旨

### 博士論文題目

High-productivity thin-film transistor backplane  
for large-scale organic light-emitting diode display manufacturing  
有機 EL ディスプレイの大量生産に向けた  
高生産性薄膜トランジスタバックプレーン

氏 名 林 宏

### (論文内容の要旨)

有機 EL (electro-luminescence)ディスプレイは、画面サイズの大型化の要求に加え、生産における低コスト化のため、大型基板における製造が求められている。しかしながら、映像表示を制御する TFT バックプレーンの大型化技術は発展途上にあり、中・大型の有機 EL ディスプレイは広く普及するに至っていない。

そこで本研究では、有機 EL ディスプレイ駆動用の TFT に要求される高い移動度・信頼性・均一性を持ち、大型基板で作製可能な高生産性のバックプレーンを実現することを目的に、スケーラブルな LTPS (low-temperature polysilicon) TFT および高信頼性を持つ InGaZnO (IGZO) TFT の研究を行った。

スケーラブルな LTPS TFT として、大型基板に作製可能な a-Si (amorphous silicon) TFT プロセスと互換性を持つ、ボトムゲート型 LTPS TFT を提案した。a-Si の結晶化工程にはグリーンレーザーを用い、走査照射により基板サイズの制約がない製造を可能とした。また、多結晶 Si 膜をボトムゲート上に均一に形成できることを示した。さらに、多結晶 Si 膜を下地として結晶成長を促すことで、多結晶 Si 膜上に厚膜な微結晶 Si 膜を形成し、大型基板上に作製可能なチャンネルエッチング構造を実現した。

また、高信頼性を持つ IGZO TFT として、信頼性を劣化させる不純物の侵入を防ぐ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 保護膜を備えた自己整合型トップゲート IGZO TFT を提案した。大型基板における作製を可能とするため、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を Al ターゲットの反応性スパッタリングを用いて成膜した。また、その膜質を低密度なアモルファス構造とすることで、量産に適合する加工性と、不純物に対するバリア性を同時に実現した。この Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜をソース・ドレイン領域となる酸素欠乏した IGZO に被覆することで、低抵抗 IGZO 領域を形成し、自己整合型トップゲート構造を実現した。

提案した LTPS および IGZO TFT は、第 8 世代 (2,200 mm × 2,500 mm) 以上の大型基板に適用可能である。また、それぞれ 3–60 cm<sup>2</sup>/Vs、および 10 cm<sup>2</sup>/Vs の高移動度と、10 年以上の寿命を持つ高信頼性を実現し、有機 EL ディスプレイの駆動に適する性能を実証した。

氏名	林 宏
----	-----

(論文審査結果の要旨)

本論文提出者は、有機 EL (electro-luminescence) ディスプレイを駆動する薄膜トランジスタ (TFT: thin-film transistor) の高性能化と高生産性化に関する研究を行った。有機 EL ディスプレイは、画面サイズの大型化の要求に加え、生産における低コスト化のため、大型基板におけるパネル製造が求められている。しかしながら、映像表示を制御する TFT バックプレーンの大型化技術は発展途上にあり、中・大型の有機 EL ディスプレイは広く普及するに至っていない。

そこで本研究では、有機 EL ディスプレイ駆動用の TFT に要求される高い移動度・信頼性・均一性を持ち、大型基板で作製可能な高生産性のバックプレーンを実現することを目的に、スケーラブルな LTPS (low-temperature polysilicon) TFT および高信頼性を持つ InGaZnO (IGZO) TFT の研究を行った。

本論文は、上記の背景と目的を述べた第 1 章から、総括を述べた第 4 章までの全 4 章から構成されている。

第 2 章では、スケーラブルな LTPS TFT として、大型基板に作製可能な a-Si (amorphous silicon) TFT プロセスと互換性を持つ、ボトムゲート型 LTPS TFT を提案した。a-Si の結晶化工程にはグリーンレーザーを用い、走査照射により基板サイズの制約がない製造を可能とした。また、多結晶 Si 膜をボトムゲート上に均一に形成できることを示した。さらに、多結晶 Si 膜を下地として結晶成長を促すことで、多結晶 Si 膜上に厚膜な微結晶 Si 膜を形成し、大型基板上に作製可能なチャンネルエッチング構造を実現した。

第 3 章では、高信頼性を持つ IGZO TFT として、信頼性を劣化させる不純物の侵入を防ぐ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 保護膜を備えた自己整合型トップゲート IGZO TFT を提案した。大型基板における作製を可能とするため、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を Al ターゲットの反応性スパッタリングを用いて成膜した。また、その膜質を低密度なアモルファス構造とすることで、量産に適合する加工性と、不純物に対するバリア性を同時に実現した。この Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜をソース・ドレイン領域となる酸素欠乏した IGZO に被覆することで、低抵抗 IGZO 領域を形成し、自己整合型トップゲート構造を実現した。

提案した LTPS および IGZO TFT は、第 8 世代 (2,200 mm × 2,500 mm) 以上の大型基板に適用可能である。また、それぞれ 3–60 cm<sup>2</sup>/Vs、および 10 cm<sup>2</sup>/Vs の高移動度と、10 年以上の寿命を持つ高信頼性を実現し、有機 EL ディスプレイの駆動に適する性能を実証した。

以上のように、本論文は有機 EL ディスプレイを駆動する TFT バックプレーンの高性能化と高生産性化のために新たな TFT 製造プロセスを考案し、その有効性を実証した点で工学的に高い価値を有すると考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認めた。