

研究成果（小テーマにつき2ページ以内でまとめてください）

サブテーマ名：1 ZnO-TFT 技術の開発 小テーマ名：1-2 ZnO-TFT 技術の開発
サブテマリーダー（所属、役職、氏名） 高知工科大学 総合研究所 教授 平尾 孝 研究従事者（所属、役職、氏名） カシオ計算機（株） デバイス事業部 室長 掛川 正幸 カシオ計算機（株） デバイス事業部 開発部 石井 裕満 カシオ計算機（株） デバイス事業部 研究部 保苅 一志 カシオ計算機（株） デバイス事業部 研究部 山口 郁博 カシオ計算機（株） デバイス事業部 研究部 吉田 基彦 カシオ計算機（株） デバイス事業部 研究部 安藤 伸也 カシオ計算機（株） デバイス事業部 研究部 吉野 正雄
研究の概要、新規性及び目標 研究の概要 コア研究室が開発する ZnO 薄膜技術と、カシオ計算機（株）の持つアモルファス Si-TFT 技術を融合し、高性能な ZnO-TFT を開発する。投資額を最小に抑えつつ、次世代高機能ディスプレイを実現する。 研究の独自性・新規性 デバイスメーカーとしてのノウハウを投入し、既存アモルファス Si-TFT 技術と親和性の高いプロセスを開発する。 ディスプレイメーカーとしての視点から、ZnO-TFT と液晶デバイスの適合性を判断する。 デバイス量産の実績を持つ経験を活かし、ZnO-TFT 技術の実用性を判断する。 研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に） フェーズ ・ ZnO-TFT プロセス原型開発 ... 移動度 $\mu > 30\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, Ion/Ioff > 6 桁以上(Vg=10V) ・ ZnO-TFT-LCD 開発 ... 液晶のアクティブ駆動を原理実証 フェーズ ・ 高移動度化 ... 移動度 $\mu > 100\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ・ 量産技術開発 CMOS 化技術開発 フェーズ ・ ドライバ集積型高移動度 ZnO-TFT ディスプレイ ・ベンチャー創出
研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して） フェーズ （平成 15 年度） コア研究室の ZnO 薄膜開発とリンクしつつ、カシオ計算機（株）において ZnO-TFT のフォトリソ加工プロセスを開発。加えて、ZnO-TFT 向きの特有な素子構造を提案し、ZnO-TFT の作製と動作に成功した。なお、このプロセスと素子構造は、結果的に最終年度においてもこれらを採用することになったほど ZnO-TFT プロセスの本質に関わることである。これら無しには実現は困難と言える有用な知的財産である。 （平成 16 年度） 7 セグメントモノクロ液晶ディスプレイの表示実証に成功した。この結果は平成 16 年 9 月 16 日の第 1 回研究成果発表会にて展示発表を行なっている。ZnO-TFT を用いた液晶のアクティブ駆動例は世界初である。 フェーズ （平成 17 年度） 高移動度化を目指すにはトップゲート型が有利とのコア研究室の提案を受け、開発の重点をシフト。カシオ計算機（株）では高精細対応フォトリソ加工技術・トップゲート型 ZnO-TFT プロセスの開発を行なった。6 万画素カラー液晶ディスプレイの表示実証に成功。この結果は平成 17 年 10 月 14 日の第 2 回研究成果発表会にて展示発表を行なっている。 （平成 18 年度） トップゲート型 ZnO-TFT の製造再現性向上に注力。カシオ計算機（株）は、特殊な装置等を用いず、全て量産対応準拠の材料/装置でプロセス構築に取り組んだ。TFT 動作は得られたものの、特性の不均一など問題の解消が難航。平行して進めていたボトムゲート型の性能向上の糸口が掴めたことが

ら、素子構造の再度変更も含め、プロセスの見直しを開始。

(平成 19 年度)

液晶のアクティブ駆動用途としては、高性能だがプロセス制御が難しいトップゲート型よりも、安定度に優れるボトムゲート型が適するとの観点から、将来技術にはトップゲート型を見据えつつ、ZnO 液晶ディスプレイプロセスはボトムゲート型にシフト。

ボトムゲート型 ZnO-TFT 6 万画素カラー液晶ディスプレイを作製し、平成 17 年度のそれに対し大幅に表示品位を改善、製品並みの表示ができることを実証。この結果は平成 19 年 10 月 25 日最終年度研究成果報告会にて展示発表を行なっている。

主な成果

平成 15 年 7 月：基本素子構造・プロセス原型を開発。フォトリソ加工 ZnO-TFT の動作に成功した。

平成 16 年 9 月：ボトムゲート型 ZnO-TFT を採用した 7 セグメントモノクロ LCD 表示を実現。ZnO-TFT による液晶のアクティブ駆動を原理実証した。

平成 17 年 10 月：トップゲート型 ZnO-TFT を採用し、6 万画素カラー LCD 表示を実現。ZnO-LCD プロセスの原型を構築した。

平成 18 年 6 月：SID 2006 Distinguished Paper Award 受賞。

平成 19 年 10 月：ボトムゲート型 ZnO-TFT を採用、6 万画素カラー LCD で製品並みの高品位表示を実現。ZnO-LCD プロセスの実用性を証明した。

特許件数：43 件（コア研との共同発明含む） 査読論文数：5 件（コア研との共著）

口頭発表件数：0 件

研究成果に関する評価

1. 国内外における水準との対比

ZnO-TFT のスイッチング素子への応用（液晶のアクティブ駆動）を実証してみせたのは、本研究が世界初である。

トップゲート型 ZnO-TFT の性能（50.3cm²/V・s）は、酸化物半導体素子としては世界でもトップクラスの値である。

事業期間を通じ取り組んできた ZnO-LCD は、最終年には製品並みの完成度を示すに到り、本研究が単なる学術研究とは一線を画す、実用的な開発成果を上げたことをアピールできた。同時に、産学官のリソースが効果的に持ち寄られ、共同研究の仕組みが有効に働いた結果であると考えられる。

2. 実用化に向けた波及効果

ZnO-TFT 技術の実用性をディスプレイという目に見える形で報告したことで、ZnO-TFT 製品実現の可能性を感じさせることができた。

更に、ZnO-LCD の開発を通じ、10,000 個/cm² 程度の集積度の TFT アレイを作製可能な技術基盤はできた。しかし、現状では液晶のスイッチング能力を確認できたにすぎない。

ZnO-TFT が今以上の能力を持つ根拠を示すことができれば、液晶のみならず他方式のフラットパネルディスプレイや各種センサアレイ等への技術波及が予想される。

残された課題と対応方針について

・CMOS 化技術開発 ... ニーズを再検討する。p 型 ZnO の開発動向については注目していく。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	
人件費	0	0	0	0	0	0	0	5,500	34,184	36,482	35,882	23,687	17,696	153,431	153,431
設備費	0	0	0	0	0	0	0	0	720	4,171	1,625	0	0	6,516	6,516
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	0	0	0	0	0	0	4,919	15,375	13,418	19,837	23,971	19,847	97,367	97,367
旅費	0	0	0	0	0	0	0	110	1,745	1,834	1,276	455	336	5,756	5,756
その他	0	0	0	0	0	0	0	1	1,091	5,120	5,120	5,120	3,840	20,292	20,292
小 計	0	0	0	0	0	0	0	10,530	53,115	61,025	63,740	53,233	41,719	283,362	283,362

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T 負担による設備：

地域負担による設備：

複数の研究課題に共通した経費については按分する。