

1-4 ZnO-TFT 技術の開発（株式会社土佐電子）

テーマ概要

酸化亜鉛（ZnO）はバンドギャップ $E_g \sim 3.3\text{eV}$ の直接遷移型半導体であり、波長 375nm 以下の紫外線を検知するセンサーとして応用可能である。また、資源が豊富であるため、低コスト化が容易である。スパッタリングにて形成することにより大面積化が可能であり、点センサーのみならず、多数のセンサーをアレイ化して線・面センサーを実現することが可能である。そこで、本研究では、ZnO-TFT の基本構造を利用した紫外センサーの理論設計・生産プロセスの確立および実用化レベルでのアプリケーション作成を目的とし、ZnO-TFT の拡張機能としての面構造、線構造の紫外センサー開発を行ない、商品化（紙幣読取機、デジタルカメラへの応用）への目処（プロトタイプ作成）を目標として研究を行なった。

フェーズ

当初は、ZnO-LCD パネルの組み立て時における静電気などの問題点の抽出と量産化技術開発を目標に参画していたが、ZnO-LCD パネルの試作待ちの状態が続き、特段の成果は挙げられなかった。地場企業としての積極的な共同研究推進を考え、19 年度からメンバーの変更を行ない、紫外センサー等の開発に取り組むこととした。

フェーズ

ZnO は直接遷移型半導体であるため、バンドギャップ $E_g \sim 3.3\text{eV}$ 以上のエネルギーをもつ光（波長 375nm 以下の紫外光）を照射することにより、電子が価電子帯から伝導帯へ励起され、電流が流れる。紫外線を検知するセンサーとして用いる場合、この光起電力効果を利用している。図 1 に紫外センサーの構造を示す。

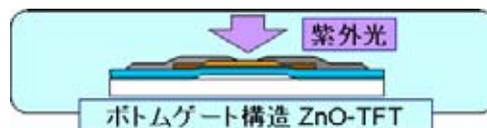


図 1. 紫外センサーの構造

ガラス基板上に形成した ZnO-TFT 紫外センサー素子の上部からキセノン光源（朝日分光）により紫外光（365nm）を照射した際の応答特性を図 2 に示す。これより、紫外光が照射されている間のみ電流が流れていることがわかる。また、紫外光に対する応答速度も速く、紫外センサーとして優れた特性を有している。図 3. は照射紫外光の放射照度（光強度）と出力電流値の関係を示したものである。これより、出力電流値は紫外光の放射照度に対して線形性をもつことがわかる。以上より、紫外線センサーの基本特性として、紫外線の高感度検出、低暗電流、および紫外光に対する高応答性などを確認できた。

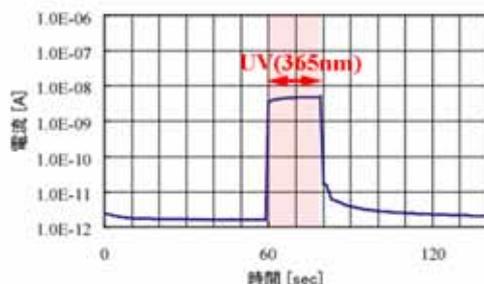


図 2. 紫外光（365nm）に対する応答特性

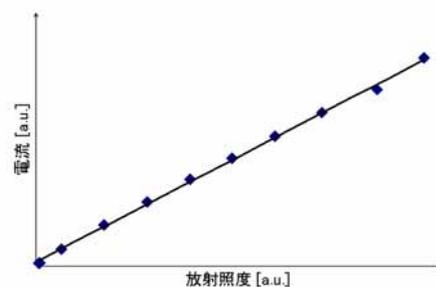


図 3. 紫外光の放射照度に対する出力線形性

ZnO-TFT 紫外センサー素子 25 個をアレイ化し、線センサーを作成し、試作実証を行なった。試作した線センサーの構造を図 4 に示す。この線センサーを用いて、幅および長さの異なるスリットを通して UV を照射し、動作実証を行なった（図 5 参照）。動作実証の出力結果を図 6 に示す。これより、スリットの幅および長さを検知できていることがわかった。スリットの幅が照射時間、長さが照射面積に対応しており、試作した線センサーで二次元のセンシングが可能であることがわかった。

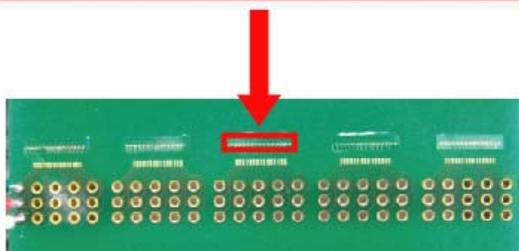
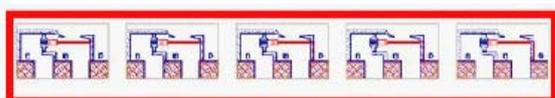


図 4．試作した線センサーの構造

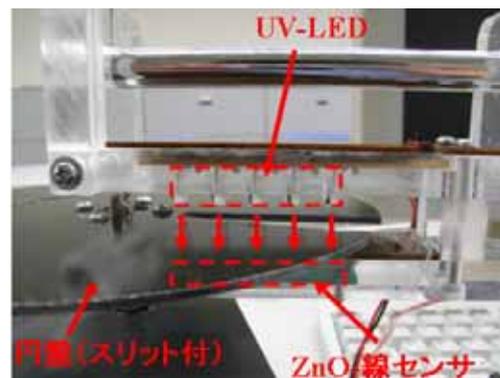


図 5．線センサーの動作実証

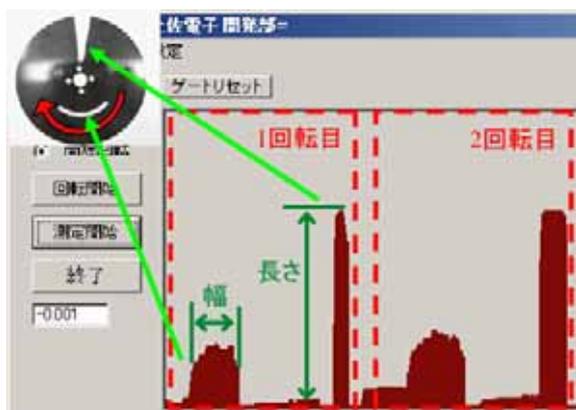


図 6．線センサー動作実証の出力結果

今後の展開

試作した線センサーは、ガラス基板上に形成した紫外センサー素子のスクライプ、プリント基板への接着、およびボンディングを企業に委託して実施している。また、センサー全体のパッケージングは未実施である。事業化に向けて、これらボンディング技術などの開発を行なう。また、使用用途に応じた信頼性および耐環境性の確保が不可欠である。今後、信頼性・耐環境試験を実施し、スペックに応じた性能・信頼性を有するセンサー開発を行なう。

現在、紙幣鑑別機への応用を検討している。紙幣鑑別機への応用が実用化されれば、紫外線チェッカーや二次元イメージセンサーなどの民生用途への展開が期待できる。民生用途への展開に際しては、より低コストでの生産が不可欠であり、低コストプロセスの技術開発を行なう。