

課題番号: GR035
助成額: 164百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

高速省電力フレキシブル情報端末を実現する酸化物半導体の低温成長と構造制御法の確立

神谷 利夫 東京工業大学応用セラミックス研究所 教授
Toshio Kamiya



専門分野
材料科学

キーワード

電気・電子材料/新機能材料/電子デバイス・集積回路/
薄膜/作成・評価技術/アモルファス酸化物半導体/水素

WEBページ

<http://www.msl.titech.ac.jp/~hosono/>

研究背景

現在の携帯情報端末には薄型小型高精細ディスプレイが使われているが、将来的にはフレキシブルディスプレイ・電子ペーパーが主流になると期待されている。これらに使う新しい半導体材料として、アモルファス酸化物半導体が期待されている。一方で、a-IGZOの移動度が $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 程度であること、n型半導体しかないこと、 300°C 以上の熱処理が必要なことなどが課題である。

研究目的的特色

本提案研究では、酸化物半導体の薄膜成長過程と構造・欠陥の解析を通して以上の課題を解決し、高移動度半導体デバイスの低温形成技術を確認するとともに、新しい酸化物半導体材料の探索を行う。

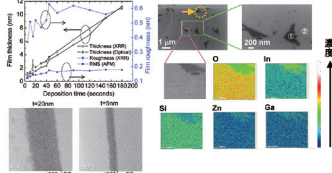
実績

代表論文: Appl. Phys. Lett. 103, 2012114-1-3, (2013)
特許出願: 特願2011-200040「薄膜トランジスタ、及びそれを用いた最大印加電圧検出センサ及び照射光履歴センサ」(2011年9月13日)
受賞: アモルファス・多結晶半導体の電子構造・欠陥構造の解明と応用、第68回(平成25年度)日本セラミックス協会業績賞; Present status of amorphous In-Ga-Zn-O thin-film transistors, Best Paper Prize, Science and Technology of Advanced Materials (2012)

研究成果

アモルファス酸化物半導体の構造・電子構造・欠陥構造の評価法の確立

分光エリプソメトリー、AFM、AESなどを用いて、150nm以下の極薄アモルファス膜の初期成長過程や熱処理中の構造・物性変化を調べる方法を確立した。また、 H_2 、 O_2 、 H_2O の熱脱離スペクトルが、欠陥および弱結合状態に対して客観的・定量的な評価法を与えてくれることも明らかにした。



a-IGZO 薄膜の極初期の成長過程。1nm以下では島状成長が見られるが、既に1nm以上では連続膜となっている。

アモルファス酸化物中の不純物水素の役割と制御

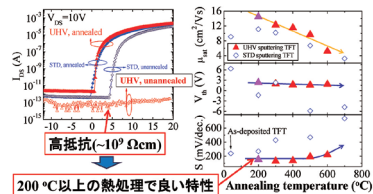
アモルファス酸化物薄膜中には不純物水素が-OH基として多く含まれていることを明らかにした。この一部は欠陥を不活性化してTFT特性を改善するが、過剰な水素は不安定性の原因であることを見出した。

2030年の 応用展開

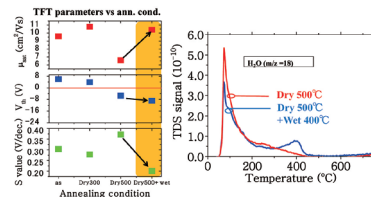
フレキシブルディスプレイだけでなく、フレキシブル基板にコンピュータ、メモリ、センサーを集積した電子製品が開発されていると期待している。

アモルファス酸化物トランジスタの低温形成

深い欠陥の多いアモルファス酸化物薄膜を用いると、 200°C 以下の低温熱処理でTFTが大きな負の閾値シフトをすることを明らかにし、モデルを提案した。非熱処理膜の欠陥、弱結合酸素、水素を低減することでこの問題を解決できることを明らかにした。



水素を減らして作製したa-IGZO TFTの熱処理依存性。不純物水素を減らすことで 200°C 熱処理で良い特性を得た。



水素を枯らしたa-IGZO TFTへの水素ドーピングとパッシベーション効果。アモルファス酸化物中でも水素が欠陥の不活性化をしていること、初めての実験的根拠を得た。