

令和4年3月1日

報道機関 各位

世界最高性能の酸化物薄膜トランジスタを実現
～次世代ディスプレイや半導体メモリーの高性能・低電力化に期待～

◆本件のポイント！

- ・電子部品の素材として実用化され、主流となっている多結晶シリコンを凌ぐ、次世代半導体材料の合成に成功！
- ・今後、シリコンに代わる素材となれば、次世代ディスプレイや半導体メモリーの高性能・低電力化など幅広い分野への応用が期待！
- ・本研究の成果は、2022年2月28日に世界的権威のある国際学術誌 Nature Communications (Nature Research 社) に掲載。

◆本件の概要

島根大学 総合理工学部の曲助教・葉准教授は、高知工科大学 古田教授と共同で、低温（～300℃）で固相結晶化（図1, 2）した水素化多結晶酸化インジウム（ $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ ）薄膜の半導体への転移に成功し、酸化物半導体薄膜トランジスタ^(用語1)（TFT）にて世界最高の電界効果移動度^(用語2) $139.2 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ を実証した（図3）。

代表的な酸化物半導体である非晶質 InGaZnO （IGZO）^(用語3) は、非晶質シリコンに比較して、高い電界効果移動度（～ $10 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ）、極めて低いリーク電流、優れた大面積均一性等により、次世代ディスプレイや集積回路用途で活発な研究がなされ、実用化が始まりつつある。しかしながら、多結晶シリコン^(用語4)（～ $100 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ）との比較や酸化物半導体の用途拡大のためには更なる高性能（高移動度）化が強く求められている。一方で、高移動度（～ $130 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ）な多結晶酸化インジウムは太陽電池用の窓層（透明導電膜）として研究が活発であるが、金属的伝導を示し半導体としての用途は限定されていた。

今回の研究では、水素濃度を制御した多結晶 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 膜において、格子像^(用語5)が確認できる優れた結晶性（図2）を低温（～300℃）で実現しつつ、金属的伝導から半導体伝導にキャリア濃度を制御する手法を見だし、高移動度酸化物半導体デバイス応用の可能性を拓いた。また、 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ は透明かつ低温合成可能であり、次世代ディスプレイや半導体メモリーの高性能・低電力化に加え、透明フレキシブルデバイス^(用語6, 7)などへの発展が期待できる。

本研究成果は、英国科学誌「Nature Communications (Nature Research 社)」に2022年2月28日付けで公開された。

用語説明

（用語1）薄膜トランジスタ：携帯電話やパソコン・テレビ等、全ての情報表示ディスプレイの画像表示において、電気の流れを制御するキーデバイスであり、金属/絶縁体/半導体を積層した電界効果トランジスタの一種である。

（用語2）電界効果移動度：電界効果トランジスタにおける電子の移動速度を表す重要な性能指標であり、高移動度化の研究が活発に行われている。

（用語3）非晶質 InGaZnO ：インジウム(In)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)、酸素(O)から構成され、原子配列に長距離秩序がない酸化物半導体材料。

(用語 4) 多結晶シリコン：微小な単結晶シリコンの結晶粒が多数集合したもの。現在、電子部品の素材として実用化され、主流となっている。

(用語 5) 格子像：原子レベルでの結晶の周期性を表す回折像。

(用語 6) デバイス：パソコン・スマートフォンやそれらと接続して使う装置の総称。

(用語 7) フレキシブルデバイス：薄くて軽く曲げたり巻いたりできるデバイス。

◆本件に関する写真

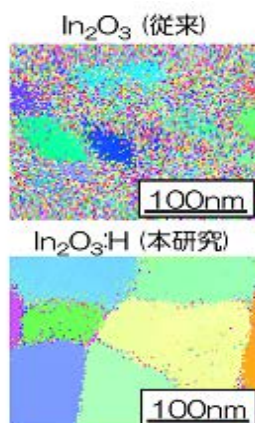


図1 In_2O_3 , $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$ 薄膜の結晶性評価

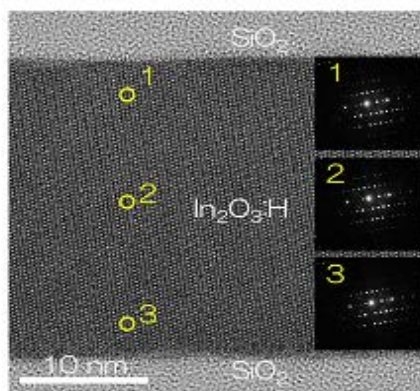


図2 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$ TFT 半導体領域の断面TEM像

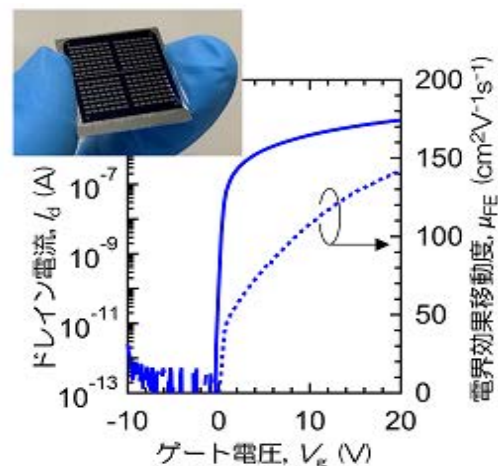


図3 $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$ 薄膜トランジスタの写真と伝達特性

◆本件の連絡先

島根大学 総合理工学部 助教 曲 勇作

TEL : 0852-32-6400

E-mail : magari.yusaku[at]riko.shimane-u.ac.jp ※[at]は@に置き換えてください

◇その他

掲載紙：Nature Communications (Nature Research 社)

論文名：High-Mobility Hydrogenated Polycrystalline In_2O_3 ($\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$) Thin-Film Transistors

共著者：Yusaku Magari^{1*}, Taiki Kataoka², Wenchang Yeh¹, and Mamoru Furuta²

所属：¹Graduate School of Natural Science and Technology, Shimane University, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

²School of Environmental Science and Engineering, Kochi University of Technology, Kami, Kochi 782-8502, Japan

DOI : 10.1038/s41467-022-28480-9

【添付資料： あり (枚) なし】