

大気開放系ミスト化学気相成長(CVD)法を用いて作製した ワイドバンドギャップ酸化物薄膜トランジスタ(TFT)

Wide Band Gap Oxide TFT Fabricated by Open-Air Atmospheric Pressure Mist CVD

高知工大 ナノ研¹, 高知工大 環境理工²

○川原村 敏幸¹, 介田 忠宏², 王 大鵬², 古田 守^{2,1}

Inst. for Nanotechnology, Kochi Univ. of Tech.¹, Dept. of Env. Sci., Kochi Univ. of Tech.²

○Toshiyuki Kawaharamura¹, Tadahiro Kaida², Dapeng Wang², and Mamoru Furuta^{2,1}

E-mail: kawaharamura.toshiyuki@kochi-tech.ac.jp

ー 概要 ー

世の中は電子デバイスで構成された電子機器であふれている。近年、微細化を目的に機能薄膜が利用されるようになってきた。これらの作製は必ずしも環境に優しくはない。毒性元素を含む、成膜過程で毒物・危険物を用いる、大量のエネルギーを消費する等、目的とする機能を発現させる為にせざるを得ないのが現状であった。しかし持続可能な社会の発展を考えると、環境に優しい材料を用いた、環境に優しい技術の開発が必須である(グリーン・サステナブルケミストリー)。

その為、化学的に安定な金属酸化物半導体に関する研究が、活発化している。金属酸化物半導体は、従来の半導体(Si, Ge 等)や同族元素の窒化物に比べても広いバンドギャップを有し、半導体デバイスの絶縁破壊電界強度の増加やリーク電流の低減が期待できる[1]。

現在、金属酸化物薄膜作製には主に真空プロセスが適応されている。真空プロセスでは、真空を保つ為に多くのエネルギーを消費しており、ある半導体工場の電力割合を調べた報告によれば、22%ものエネルギーが真空を保つために使用されている[2]。そこで、大気開放系プロセスによりこれらの金属酸化物薄膜を作製出来ないかと考えた。

勿論、大気開放系プロセスには大きな欠点がある。原料の挙動や雰囲気温度の制御が真空プロセスに比べ、圧倒的に難しい。それ故、大気開放系プロセスで作製した機能薄膜は、均一かつ、品質が高く、信頼性に優れた薄膜の作製が出来ないのではないかと懸念されるのが現状である。そこで著者らは、空中に浮遊し、小さなエネルギーでガス化するという特徴を有するミストに着目し、上記問題点を解決出来る機能薄膜作製技術「ミスト化学気相成長(CVD)法」の開発を行い、金属酸化物薄膜作製、デバイス応用に取り組んできた[3]。

2011年、絶縁膜(AI₂O₃)及び活性層(IGZO)を大気圧にて成膜した IGZO TFT を形成しその駆動に成功した[4]。現在、膜質の改善や膜組成の制御により最適化を試み、電界効果移動度: $\mu_{lin} \approx 12 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 、サブスレッショルド係数: $S < 0.5 \text{ V/dec.}$ と、真空プロセスで作製した IGZO TFT とほぼ同等の特性を得るに至っている[5]。この結果は、今後の金属酸化物半導体の作製プロセスを大気圧プロセスへ転換するにあたって重要な道標になると言える。

[1] 藤田静雄, 応用物理, 82 836 (2013), [2] T. Huang, Solid State Technology, 51 [10] 30 (2008), [3] 川原村敏幸, 京都大学大学院工学研究科 博士論文, (2008) <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/handle/2433/57270>, [4] M. Furuta, T. Kawaharamura, and et al., IEEE Electron Device Lett., 33 851 (2012), [4] T. Kawaharamura, et al., Physica Status Solidi (c), 10 1565 (2013)

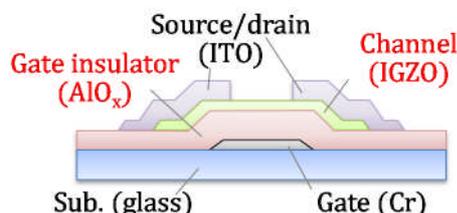
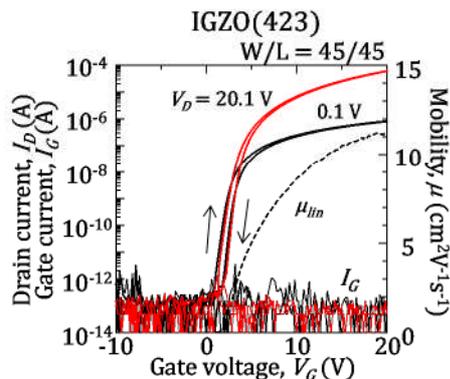


図1 ミストCVD法で作製した酸化物トランジスタ(TFT)の構造



Mobility, μ ($\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)	Linear	Saturate
	: 11.5	: 11.5
S (V/dec.) @ 10-100 pA	: 0.44	
Hysteresis, ΔV_H (V)	: 0.7	
I_{on}/I_{off} at $V_{GS}=30/-10$ V	: $>10^8$	
Gate leakage current @ $V_G=20$ V	: $<10^{-12}$	

図2 酸化物トランジスタ(TFT)の伝達特性