

様式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和2年度）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	助教		
	氏名	藤井 茉美		

1. 研究種目名 若手研究 2. 課題番号 18K13804

3. 研究課題名 水素含有酸化アルミニウム薄膜による水素終端ダイヤモンドMOSFETの高耐圧化

4. 補助事業期間 平成30年度～令和3年度

## 5. 研究実績の概要

ダイヤモンド表面の水素終端層をチャンネルとした素子作製において、界面制御を行うことで欠陥抑制と素子高性能化を目的としている。ダイヤモンドは水素終端面がp型の伝導を示すことが知られているが、素子作成においてはこの終端面を絶縁膜で保護することで素子構造を形成し、終端状態を維持できると考えられる。原子層堆積法（ALD）を用いて成膜した酸化アルミニウム（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）は、優れた電氣的絶縁性を持ち、耐熱性にも優れ、ダイヤモンドを用いた電界効果トランジスタなど電子素子のゲート絶縁膜として有望である。この時のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の原料ガスとしてTMA(trimethylaluminum, (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Al)が広く使用されているが、本研究ではTMAに代わりメチル基の1つが水素と置き換わったDMAH(dimethylaluminum hydride, Al(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>H)を用いた。これにより、不純物炭素の減少によるリーク電流低下と膜中水素による水素終端面安定化を狙っている。これまでに、DMAHを用いて成膜したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>では、膜中炭素の現象および水素の増加がみられ、界面欠陥の低減および固定電荷の減少が示唆された。これに伴い、キャパシタのリーク電流が抑制できたことが解った。本来、膜中の炭素と水素量はトレードオフであると考えられ、炭素増加とともに水素も増加し、制御は困難であると思われた。しかし、DMAHを用いたAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の成膜条件をみなおし、炭素量・水素量を制御し、従来と同等の炭素量に対して高水素量の薄膜を作成することに成功した。このAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜を使うことで絶縁膜中の水素量が素子特性に与える影響が評価可能となったため、今後は素子作製プロセスの開発と電気特性比較を行う。

## 6. キーワード

ダイヤモンド キャパシタ 酸化アルミニウム 水素終端

## 7. 現在までの進捗状況

区分 (3) やや遅れている。

理由  
現在、研究計画の5段階のうち、4段階目を終了し5段階目の途中に当たる。今年度は酸化アルミニウム薄膜の詳細な条件検討と、素子作製プロセス確立を行った。次年度は素子作製・評価による電気特性高性能化の実証を行う。主として素子作製プロセスの確立段階で遅延が生じている。ダイヤモンド基板が小さいためリソグラフィが困難であり、予想以上の条件検討が必要になったためである。一方で、歩留まりは悪いものの、素子作製に成功する事例も出始めており、引き続きプロセス検討を行うことで、正確に比較可能な素子作製を目指す。

2 版

## 8. 今後の研究の推進方策

2種類の酸化アルミニウム絶縁膜を用いて作製したキャパシタ・トランジスタの電気特性比較を急ぐ。これには再現性の良い素子作製プロセスの確立が急務であり、研究代表者と担当学生が協力して最優先で行う。特にリソグラフィの条件やリフトオフ条件を正確に検討・再現することを目指す。また、産業技術総合研究所に研究協力を依頼し、素子作製の技術相談を行い、場合によっては素子作製を依頼して目標達成を目指す。

## 9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

主として、国際学会がオンライン開催または延期になったことによる旅費が不要になったことと、実験に遅れが生じたことで発表論文の準備が遅れ、投稿費用が未支出であることが理由である。次年度に延期された学会に参加するための参加費と、遅れている実験実施のためのダイヤモンド基板購入、および結果をまとめた論文の投稿費用に充当する。

## 10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Corsino Dianne C, Bermundo Juan Paolo S, Fujii Mami N, Takahashi Kiyoshi, Ishikawa Yasuaki, Uraoka Yukiharu	4. 巻 53
2. 論文標題 Bias stress and humidity exposure of amorphous InGaZnO thin-film transistors with atomic layer deposited Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> passivation using dimethylaluminum hydride at 200 °C	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 165103 ~ 165103
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1361-6463/ab6e97	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Daichi Yoshii, Mami N. Fujii, Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Crystal Orientation Dependence of Local Electrical Characteristics on CVD-Grown Poly-Crystalline Diamond: Combined SPM and EBSD study
3. 学会等名 2020 VIRTUAL MATERIALS RESEARCH SOCIETY SPRING/FALL MEETING & EXHIBIT（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西部愛里紗, 蜂谷涼太, 藤井茉美, 沓掛健太郎, 宇治原徹, 浦岡行治
2. 発表標題 ダイヤモンド半導体電界効果トランジスタの特性予測モデルの構築
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukiharu Uraoka, Takanori Takahashi, Kahori Kise, Juan Paolo Bermundo, Mami Fujii, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa
2. 発表標題 Hot Carrier Degradation in High Mobility Metal Oxide Thin Film Transistors
3. 学会等名 The 20th International Meeting on Information Display, Virtual (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件 (うち出願0件 / うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-