

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）（令和元年度）

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2年度

5. 研究実績の概要

水素終端ダイヤモンドを用いた電界効果トランジスタの表面保護による、素子高性能化を目的としている。ダイヤモンドは、表面を水素终端化するとp型伝導性を示すことが知られているが、大気中において酸素終端表面よりも不安定であり、長期間大気にさらされるとp型表面伝導層の伝導性は劣化してしまう。そのため、デバイス応用の場合は絶縁膜など保護膜を形成し、水素終端表面を保護する。Al2O3は優れた電気的絶縁性を持ち、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と報告されている。成膜手法は原子層堆積法(ALD)が用いられる。この時のAl2O3の原料ガスとしてはTMA(trimethylaluminum, (CH₃)₃Al)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(CH₃)₂H)を用いた。これにより、不純物炭素の現象と膜中水素による水素終端面の安定化を期待した。

これまでに、DMAHを用いて成膜したAl2O3では、膜中炭素の現象および水素の増加がみられた。また、キャパシタの容量 電圧特性および電流 電圧特性より、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、キャパシタのリーキ電流が抑制できたことが解った。

本年度はDMAHを用いて製膜したAl2O3の条件をみなし、さらに性能の向上と原理の理解を進めた。結果として、成膜温度を上昇させると膜中不純物の炭素が減少するものの、水素量が不安定に変化することが解り、トレードオフの関係と言える。一方で、前駆体現象DMAHのガス供給時間を変えると、炭素量は低く抑制されたまま、水素量を制御できることが解った。この条件を用いて、より炭素不純物が少なく、水素量の多い条件で素子作製と評価を進めている。

6. キーワード

ダイヤモンド 電界効果トランジスタ 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

現在は予定していた5段階のステップのうち、段階4に当たる。新規原料を用いたAl2O3薄膜の有用性についてはある程度示すことができたものの、その原理の解明や分析が不十分である。理由は、予定してい分析装置が使用できなかったことや、測定・分析を予定していた学生の就職活動に混乱が生じたことなどにより、研究従事時間が減少したためである。

8. 今後の研究の推進方策

研究期間1年延長により、遅れていた分析を進めていく。
従事する学生を1名増加させ、学生および技術補佐員による分析・測定を進める。絶縁膜内の不純物分析と表面結合状態分析、キャパシタ・トランジスタの測定を複数回行う必要がある。
研究代表者はこれまでと同様に、担当学生の実験サポートを行い、上記分析とデータ解析、考察を行う。
薄膜中の不純物分析はこれまで研究代表者または学生が直接実施していたが、技術職員や外部分析会社に依頼して測定し、時間短縮を図る。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

発表予定の学会が中止や延期となった。次年度以降の学会発表に対する参加費や旅費に充当する。(50万円程度)
急速使用不可となった分析装置があった。今後、分析等の効率化のため外注分析費用として使用する。(30万円程度)
実験自体に遅れが生じてあり、必要な実験材料の購入が後ろ倒しになっている。測定の効率化を図るため、測定スキームの自動化を行いたく、そのための測定器・プログラミング費用に充当する。(60万円程度)

10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

[雑誌論文] 計0件

[学会発表] 計4件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名

吉井大陸, 藤井茉美, 唐木裕馬, 石河泰明, 浦岡行治

2. 発表標題

多結晶ダイヤモンド表面の粒内および粒界の局所電気状態評価

3. 学会等名

第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

藤井 茉美

2. 発表標題

ダイヤモンドの水素終端 2 DHG表面の欠陥評価

3. 学会等名

半導体材料プロセス・デバイス研究会(招待講演)

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

吉井大陸, 藤井茉美, 唐木裕馬, 作場宥斗, 石河泰明, 浦岡行治

2. 発表標題

C-AFMとEBSDによる水素終端多結晶ダイヤモンド表面の局所電気的分析

3. 学会等名

第67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

作場 宥斗, 藤井茉美, 唐木裕馬, 上沼睦典, 高橋清, 石河泰明, 浦岡行治

2. 発表標題

ダイヤモンドデバイス応用に向けたALD-Al2O3の膜質改善

3. 学会等名

第67回応用物理学会春季学術講演会

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