T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	TFT応用に向けたRFマグネトロンスパッタリング法によるMoS2膜の形成
Title(English)	MoS2 Film Formation by RF Magnetron Sputtering for Thin Film Transistors
著者(和文)	大橋匠
Author(English)	Takumi Ohashi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10864号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:若林 整,宗片 比呂夫,筒井 一生,梶川 浩太郎,角嶋 邦之,小椋 厚志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10864号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	大橋　匠	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	若林　整	教授	小椋　厚志	明治大学 教授
	審査員	梶川　浩太郎	教授	角嶋　邦之	准教授
		宗片　比呂夫	教授		
		筒井　一生	教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、二硫化モリブデン（MoS_2: molybdenum disulfide）膜のスパッタリング法による成膜方法とその電気特性向上について纏めたものであり、”MoS_2 Film Formation by RF Magnetron Sputtering for Thin Film Transistors”（邦題：「TFT 応用に向けた RF マグネトロンスパッタリング法による MoS_2 膜の形成」）と題し、全文 8 つの Chapters からなる。

まず Chapter 1 Introduction では、本論文の概要と構成について述べている。

次に Chapter 2 Research Background and Motivation では、まず、Internet of Things（IoT）時代における Human interface device の重要性、特に、透明フレキシブルディスプレイの重要性について述べ、それを実現するための TFT 材料として、MoS_2 膜を選択する理由について述べている。また、MoS_2 成膜方法について先行研究レビューを行い、本論文で用いている RF マグネトロンスパッタリング法による成膜の重要性について論じている。その上で、研究の目的を、スパッタリング法による MoS_2 成膜の実現とデバイス応用に向けた物理的・電気的特性向上としている。

Chapter 3 Milestones Determination for MoS_2-TFT by Device Simulation and Benchmarking では、TCAD シミュレーションを用い、報告例の MoS_2 MOSFET のリバースモデリングを行い、ノーマリーオフ動作に必要と推測されるキャリア濃度の目標値を設定している。また、従来のディスプレイ向け材料（例：poly-Si, 酸化物半導体）の移動度ベンチマークにより、移動度の目標値を設定している。以上を通し、本論文全体で目標とする電気特性を設定している。

Chapter 4 Application of Sputtering Method for MoS_2 Film Formation では、スパッタリング法により、アモルファス絶縁膜基板上において、MoS_2 成膜に成功したと述べている。また、膜厚 10 nm 付近において、成長モードが基板に対して水平から垂直方向へ変化すると論じている。さらに、抵抗率の温度特性測定結果のアレニウスプロットから、実験的・定量的にバンドギャップ中の準位推定を行い、伝導帯端付近に硫黄空孔による準位が存在する可能性があると述べている。このことから、デバイスの安定動作に向けて、硫黄空孔を抑えるプロセスが重要であると論じている。

Chapter 5 MoS_2 Film and Substrate Surface Roughness では、下地表面ラフネスが MoS_2 成膜に与える影響を定量的に議論しており、sub-nm オーダーのラフネスが、MoS_2 膜の物理的・電気的特性に影響を与えると論じている。実際に、下地表面の sub-nm オーダーのラフネスを平坦化させることにより、物理的・電気的特性の向上を図っている。

Chapter 6 MoS_2 Film and Chemical Conditions of Substrate Surface では、下地表面の化学的状態が MoS_2 成膜に与える影響を、表面自由エネルギーを指標として用いて定量的に議論しており、下地表面自由エネルギーを増加させることで、界面ラフネスを低減させ、電気特性の向上を図っている。

Chapter 7 Sputtering Conditions for MoS_2 Film on SiO_2 Substrate では、スパッタリング条件に着目し、スパッタ粒子の輸送過程・表面拡散過程において、スパッタ粒子に対して与える migration energy について論じている。実際に RF-power やターゲット-基板間距離、基板温度を変化させ、物理的・電気的特性評価を行うことにより、各パラメータの最適化を図っている。

Chapter 8 Conclusions and Future Direction では、本論文で得られた成果を総括し、かつ Chapter 3 で設定した目標値を概ね達成したことを述べている。また、硫黄雰囲気中のアニール等の後処理により、MoS_2 膜の更なる物理的・電気的特性の向上が可能であると論じている。

以上を要するに、本論文は、次世代の Human interface device の実現に資すると考えられる MoS_2 成膜方法とその電気特性向上の指針を系統的な実験から示したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文を博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。