

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		電気化学成長酸化物半導体における非化学量論性欠陥の抑制と導電特性制御			
研究テーマ (欧文) AZ		Control of off-stoichiometric defects and the electrical properties of oxide semiconductors grown by the electrochemical method			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	アシダ	アツシ	研究期間 B	2012 ~ 2014年
	漢字 CB	芦田	淳	報告年度 YR	2014年
	ローマ字 CZ	Ashida	Atsushi	研究機関名	大阪府立大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		大阪府立大学 大学院工学研究科 ・ 准教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本課題では、電気化学的に作製した酸化物半導体薄膜のキャリアの起源となる非化学量論性欠陥量を変化させることによって電気伝導特性を制御することを目的とした。酸化物半導体が電気化学的に成長する場合、その源量となる金属イオンならびに水酸基等の酸素源は成長表面直近での電気化学反応によって固相となるため、電極への電子の供給が続く限り成長表面近傍の液相内では電解液バルク部分に比べて常にイオンが不足した状態になる。この成長表面近傍と電解液バルク部分の間のイオン濃度の差によって生じる拡散が、成長表面へのイオン供給の駆動力となる。本研究では p 型酸化物半導体の一つであり太陽電池の吸収層に応用することが期待されている Cu_2O を電気化学成長させる際に、電解液中の Cu^{2+} ならびに OH^- 濃度を変化させた。Cu_2O のネイティブキャリアの起源は銅欠損であるため、これら濃度を変化させることでイオン供給比を変化させ、銅の欠損量を制御できると考えた。まず電解液の pH を 12.5 に固定して Cu^{2+} 濃度を変化させた場合、C-V 測定より見積もったイオン化アクセプター濃度 N_A は Cu^{2+} 濃度には依存しない結果となった。これは OH^- に対して Cu^{2+} が常に過剰に供給されている状態、すなわち Cu_2O の成長が酸素源供給律速の状態にあるためと考えた。そこで酸素源である OH^- の濃度を pH =12.5 に相当する $3.2 \times 10^{-2} \text{mol/L}$ から減少させた。その結果、pH=10.5 (OH^- 濃度 $3.2 \times 10^{-4} \text{mol/L}$) までの間で N_A がおよそ $7 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ から $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ まで、2 桁近く減少した。これは酸素源の供給量が減少することで銅欠損の生成が抑制されたためと考えられる。以上より、これまで欠陥制御に関する知見が極めて少なかった電気化学成長酸化物半導体においても欠陥制御が可能であることと、それを応用した電気伝導特性が可能であることを実証した。本課題の成果は、今後酸化物半導体による太陽電池作製などへの電気化学成長法応用の可能性を拓けるものである。</p>					
キーワード FA		酸化物半導体	電気化学成長	欠陥	電気伝導

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Control of electrical properties of Cu ₂ O thin films grown by the electrochemical method.							
	著者名 ^{GA}	A. Ashida, S. Sato, et al.	雑誌名 ^{GC}	Physica Status Solidi (a)					
	ページ ^{GF}	submitted	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

The objective of this study is controlling the electrical properties of oxide semiconductor thin films prepared by the electrochemical method. In case of the electrochemical deposition, the raw ions are reacted and changed to be solid at the growth surface. Consequently, the concentrations of the ions in the vicinity of the surface are lower than that in the bulk of electrolyte. Thus, the driving force of the supply of raw ions is diffusion caused by the differences of ion concentrations. In this study, Cu₂O, which is p-type oxide semiconductor and a candidate for an absorption layer in a solar cell, was grown by the electrochemical method. The origin of p-type conduction of Cu₂O is copper vacancy. Therefore, the concentration ratio of Cu²⁺ and OH⁻, that is the source of oxygen in Cu₂O, were altered to change the supplying ratio between the ions. At first, concentration of Cu²⁺ was changed, under the condition of 3.2×10⁻² mol/L. As an outcome, contrary to our expectation, the ionized acceptor density, N_A⁺, did not depend on the concentration of Cu²⁺. This is expected that the Cu²⁺ is excess than OH⁻, that is, the growth of Cu₂O is limited by OH⁻ supply. Then, the concentration of OH⁻ that relates to pH of the electrolyte was reduced to be a Cu sufficient condition. Then, the N_A⁺ changed from 7×10¹⁶ cm⁻³ to 1×10¹⁵ cm⁻³ by reducing the concentration of OH⁻ from 3.2×10⁻² mol/L (pH=12.5) to 3.2×10⁻⁴ mol/L (pH=10.5). This result is expected that the copper vacancy reduces by reducing the Cu²⁺ relative to OH⁻. This achievement enhances the probability of applicability of electrochemical processes to deposition of oxide semiconductor thin films and fabrication of solar cells.