

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	逆層交換型アルミニウム誘起シリコン結晶化プロセスにおける不純物効果の研究
Title(English)	Study on Impurity Effect in Inverted Aluminum-Induced Layer Exchange Process for Polycrystalline Silicon Thin Films
著者(和文)	竹内正芳
Author(English)	Masayoshi Takeuchi
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9490号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:近藤 道雄,小田原 修,吉本 護,半那 純一,和田 裕之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9490号, Conferred date:2014/3/26, 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

(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	竹内 正芳	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	近藤 道雄	教授	和田 裕之	准教授
	審査員	小田原 修	教授		
		吉本 護	教授		
	半那 純一	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on Impurity Effect in Inverted Aluminum-Induced Layer Exchange Process for Polycrystalline Silicon Thin Films (逆層交換型アルミニウム誘起シリコン結晶化プロセスにおける不純物効果の研究)」と題して英文で書かれ、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、シリコン薄膜太陽電池の現状とその問題点について示されており、本研究の背景と目的を述べている。

第2章「Experimental details」では、本研究で用いた Inverted-ALILE 法の製膜手法、製膜条件、製膜装置について詳細に記載している。最後に、本研究で使用した分析装置および評価手法についても示している。

第3章「Influence of oxygen on the orientation control in Inverted-ALILE」では、PECVD 法を用いて成膜した a-Si:H 膜と蒸着法で成膜した Al 膜を試料とし、層交換結晶化後のシリコン結晶方位に膜厚が関係することを見出しており、Si(111)の結晶成長機構を議論している。これらの結果から、結晶方位が結晶成長する酸化アルミ界面の状態が支配的であることを明らかにしている。

第4章「Impurity driven enhancement of homogeneity of inverted aluminum-induced layer exchange of silicon」では、第3章で作製した試料を基に、ガラス基板と層交換後の多結晶 Si 層の間に形成される金属層を詳細に分析・評価した結果について記している。まず作製したサンプルの透過率を測定し、シリコンの製膜条件によって透過率が 20~0% で変化することを見出している。PECVD で製膜された a-Si:H には不純物である水素が含まれることから、水素によるバブリングで金属膜に貫通孔が形成されることを見出している。スパッタ装置によって水素不純物の少ない a-Si 膜を製作し層交換後の金属層の反射率向上を調べ、水素量の低減に伴う反射率の向上と、不純物を意図的に添加することで更に反射率が向上することを初めて見出している。これに対し、層交換中の金属の拡散速度が a-Si 膜中の不純物によって影響を受けるメカニズムについて述べている。詳細な断面 TEM 分析により、高反射率の金属層を有するサンプルでは従来では1層である金属層が三層に分離していることが明らかにされている。EDX 分析より得られた Al と Si の分布では面内方向均一な Al 層、Si 層、Al 層が形成されていることが明らかにされている。SIMS 分析により、深さ方向の元素プロファイル分析を行ない、得られた膜中の深さ方向に酸素、水素が濃度勾配を持って分布していることが明らかにされている。これらのことから、a-Si 中の酸素の不純物が濃度勾配を持って添加されていることにより層交換後に面内均一な Al の反射膜が形成されるメカニズムを提案し議論している。

第5章「Application of inverted-ALILE to thin-film silicon solar cells」では、従来の ALILE プロセスによる太陽電池と Inverted-ALILE による太陽電池の性能を比較し、裏面反射膜の改善による太陽電池性能の向上を明らかにしている。

第6章「Conclusions」では、本研究の成果についてその総括を述べている。

以上を要するに本論文は、現在主流であるシリコンウェハを用いた太陽電池に代わる、安価な基板を用いた超高効率薄膜太陽電池の実現に向けて、裏面反射層を有した薄膜多結晶シリコンを低温で形成する Inverted-ALILE 法を開発し、アニール後のシリコン結晶方位および、アルミニウム層の光学反射特性への酸素不純物の影響を調べ、その結果、a-Si に大気中の酸素による不純物によって裏面反射層の光学特性の著しい向上とその形成メカニズムを初めて明らかにしたことによって、薄膜シリコン太陽電池の高効率・低コスト化の可能性を開いたものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。