

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Synthesis and analysis of silicon clathrate, amorphous silicon and nanocrystalline silicon from Zintl phase NaSi
著者(和文)	JiangGuangzhong
Author(English)	Guangzhong Jiang
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10596号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:川路 均,松下 伸広,北村 房男,平山 雅章,林 智広
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10596号, Conferred date:2017/6/30, 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

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	Guangzhong Jiang	
		氏名	職名		
論文審査 審査員	主査	川路 均	教授	審査員	林 智広
	審査員	松下 伸広	准教授		
		北村 房男	准教授		
		平山 雅章	准教授		
					職名

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Synthesis and analysis of silicon clathrate, amorphous silicon and nanocrystalline silicon from Zintl phase NaSi」(ジントル相 NaSi を出発物質とするシリコンクラスレート, アモルファスシリコンおよびナノ結晶シリコンの合成と分析)と題し, 英文で書かれ, 6章より構成されている.

第1章「General introduction」では, シリコンの同素体のうち, シリコンクラスレート, アモルファスシリコンおよびナノ結晶シリコンの構造, 物性, 応用について説明し, これらの同素体の応用上の重要性について指摘し, 本研究の目的と意義について論じている.

第2章「Experimental」では, 本研究で用いた試料の合成方法と実験装置および手法について詳細に論じている.

第3章「Synthesis of pure type-II silicon clathrate」では, NaSi を真空中で熱処理して Type-II と呼ばれているシリコンクラスレート化合物の合成手法の最適化と高純度試料を得るための手法について系統的に調べている. NaSi を熱処理してシリコンクラスレートを合成する手法自体はこれまでも報告されているが, 今回の研究では加熱温度などの合成条件を細かく調べ, 低温では Type-I シリコンクラスレートが増加し, 高温ではダイヤモンド構造のシリコンが増加することを確認し, Type-II シリコンクラスレート合成の最適な条件を導いている. この結果, 熱処理のみによって純度96%程度の試料が合成できることを見出している. さらに, 不純物である Type-I シリコンクラスレートを水酸化ナトリウム水溶液との反応速度の違いを用いて取り除く方法を提案し, 実際に非常に純度の高い Type-II シリコンクラスレートの合成に成功している.

第4章「Electrochemical, heat treatment, and ion exchange method for $\text{Li}_x\text{Si}_{136}$ 」では, 第3章で得られた試料を用いてリチウム含有シリコンクラスレートの合成を試みている. この結果, 電気化学的方法によるリチウム挿入については, 従来の報告を確認するとともに, 新規にリチウム脱離が可逆的に起こることを見出している. 一方, 金属リチウムとの反応によるリチウム挿入および溶液を用いたイオン交換法によるリチウム挿入は困難であることを指摘している.

第5章「Synthesis and characterization of Na-containing amorphous silicon」では, ジントル相からのアモルファスシリコンおよびナノ結晶シリコンの合成およびその物性評価について述べている. NaSi と AlCl_3 との低温での反応により, アモルファスシリコンが合成できることを見出し, その合成条件について詳細に調べている. さらに, このアモルファスシリコン中には約 2at% のナトリウムが含まれていることを固体 MAS NMR によって確認し, このような高濃度のナトリウムを含有したアモルファスシリコンの合成に初めて成功したと述べている. また, このナトリウムは結晶化によって物質外に取り除かれることも見出している.

第6章「Summery」では, 本研究で得られた結果を総括している.

以上を要するに本研究は, 新規のシリコンクラスレート, アモルファスシリコンおよびナノ結晶シリコンの合成およびその物性について記述している. そこで得られた知見は新規物質の開発研究への指針を提供するものであり, 工学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.