

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高周波熱プラズマによる金属ホウ化物ナノ粒子の合成
Title(English)	Synthesis of metal boride nanoparticles by RF thermal plasmas
著者(和文)	ChengYing Ying
Author(English)	Yingying Cheng
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9596号, 授与年月日:2014年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡邉 隆行,馬場 俊秀,山元 公寿,山口 猛央,石谷 暖郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9596号, Conferred date:2014/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	化学環境学	専攻	申請学位 (専攻分野)：	博士 (工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of
学生氏名：	Cheng YingYing		指導教員 (主)：	馬場 俊秀
Student's Name			Academic Advisor(main)	
			指導教員 (副)：	渡辺 隆行
			Academic Advisor(sub)	

要旨 (和文 2000 字程度)
Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「**Synthesis of Metal Boride Nanoparticles by RF Thermal Plasmas** (高周波熱プラズマによる金属ホウ化物ナノ粒子の合成)」と題し、英文で書かれ、全 7 章で構成されている。

第 1 章「**General Introduction**」では、熱プラズマによる材料合成に関する既往の研究を概観し、従来の合成法による機能性ナノ粒子の研究動向とその問題点、さらにそれらの問題を解決する手法として考えられる熱プラズマ処理法をまとめ、本研究の構成と目的について述べている。

第 2 章「**Synthesis of Titanium Boride Nanoparticle by RF Thermal Plasma**」では、高周波熱プラズマによるホウ化チタンナノ粒子の合成について検討している。原料粉体中のホウ素含有量の増加によってナノ粒子の粒径が減少し、ナノ粒子中に占めるホウ化チタンの割合も減少することを示している。プラズマガスにヘリウムを加えることによりナノ粒子中の二ホウ化チタンの割合が増加していることを示し、この理由としてヘリウム添加によりプラズマから原料粉体への熱伝達が促進し、ナノ粒子生成領域における気相の組成が変化したためであると述べている。さらに、数値解析によってナノ粒子の生成機構を解明し、これらの実験結果を考察している。

第 3 章「**Synthesis of Iron Group Metals Boride Nanoparticle by RF Thermal Plasma**」では、高周波熱プラズマによる鉄族金属のホウ化物ナノ粒子の合成について検討している。粉体供給量の増加によってナノ粒子の粒径は増加し、原料粉体中のホウ素含有量の増加によって粒径が小さくなり、ナノ粒子中の金属ホウ化物の割合が増加することを示している。これらの実験結果より、鉄族金属のホウ化物ナノ粒子合成における粒径および組成の制御方法を検討している。

第 4 章「**Synthesis of Refractory Metals Boride Nanoparticle by RF Thermal Plasma**」では、高周波熱プラズマによる高融点金属のホウ化物ナノ粒子の合成について検討している。粉体供給量の増加によってナノ粒子中の高融点金属のホウ化物ナノ粒子の割合は減少し、原料粉体中のホウ素含有量の増加によって増加することを示している。粉体供給量の増加によってナノ粒子の粒径が増加する結果も得ている。さらに、数値解析をによって高融点金属ホウ化物ナノ粒子の生成機構を解明し、ホウ化チタンナノ粒子や鉄族金属のホウ化物ナノ粒子と異なる生成機構を提案している。

第 5 章「**Synthesis of Boron Rich Boride Nanoparticle by RF Thermal Plasma**」では、高周波熱プラズマによるアルミニウムあるいはイットリウムの多ホウ化物ナノ粒子の合成について検討している。原料粉体中の金属とホウ素の組成比、粉体供給量、プラズマガス、プラズマ出力、および原料粒径を変えた合成実験を行い、それぞれの条件で合成された多ホウ化物ナノ粒子について、熱力学的考察および核生成温度の観点から考察し、多ホウ化物ナノ粒子の生成機構を提案している。

第 6 章「**Formation Mechanism of Metal Boride Nanoparticles by RF Thermal Plasma**」では、これまでの章で得られた結果を総括し、高周波熱プラズマによる金属ホウ化物ナノ粒子の生成機構について考察している。ホウ化物を構成する成分の核生成温度によって二種類のナノ粒子生成機構に大別できることを見出し、生成物の組成制御には核生成温度が最も重要な要素であると述べている。

第 7 章「**Conclusions**」では、本研究の成果を総括し、今後の展望について述べている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	化学環境学	専攻
Department of		
学生氏名：	Cheng YingYing	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	馬場 俊秀	
Academic Advisor(main)		
指導教員 (副)：	渡辺 隆行	
Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

RF thermal plasma is considered to be a powerful tool to produce functional metals boride nanoparticles with high purity. The advantages are high purity due to electrodeless, large high temperature area and long residence time. In this dissertation, parametric research was carried out to investigate the formation mechanism of metal boride nanoparticle in RF thermal plasma experimentally and numerically. The phase composition and size of particles can be well controlled by operation conditions.

Titanium and iron group metals borides with excellent properties are easy to produce. Nucleation temperature plays an important role in the generating boride nanoparticles. The mass fraction of boride decreases with increasing powder feed rate. The most important parameter for control the composition is boron content in precursors. Experimental and numerical results show good agreement that crystalline diameter of particles increases with powder feed rate and titanium content in feeding powders.

Synthesis of refractory metals boride is investigated and difficult due to relatively narrow temperature gap between nucleation and melting temperatures of metal. High mass fraction of refractory metal boride is collected from collecting filter. The most important parameter for control the composition is quenching gas. Based on numerical simulation, metal-rich nuclei are generated at the early stage, and boron vapor condenses on the surface of metal-rich nuclei.

Boron-rich boride nanoparticles were synthesized. The productivity is increased with high input power, boron content in precursors and helium as inner gas. Because boron clusters are required, the content of boride nanoparticles in final products is increased with increasing the boron content in feeding powders and the synthesis of boron rich boride is difficult.

The formation mechanism of metal boride nanoparticle by RF thermal plasma is concluded. Gibbs free energy, surface tension and nucleation temperature have considerable effect on the composition and diameter of metal boride nanoparticle in RF thermal plasma.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).