



Title	Preparation of Iron-Nitride/Silver Nanocomposites by Ammonia Flow Method
Author(s)	西牧, 克洋
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42112
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	にし 西 まき 牧 かつ 克 ひる 洋
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 4 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成12年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科原子力工学専攻
学 位 論 文 名	Preparation of Iron-Nitride/Silver Nanocomposites by Ammonia Flow Method (アンモニア窒化法による鉄窒化物／銀ナノコンポジットの作成)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 桂 正弘 (副査) 教 授 山中 伸介 助教授 山本 孝夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、アンモニアの分解を抑制することで得られる高い窒化能力を利用したアンモニア窒化法による、強磁性鉄窒化物ナノサイズ粒子を非磁性銀マトリックス中に分散した複合材料（鉄窒化物／銀ナノコンポジット）の作成を目的としたものである。また、アンモニア気流の持つ窒化能力を窒素活量を用いて評価し、窒化物生成反応の指標としての適用を検証している。本論文は以下の六章から構成されている。

第一章では、序論として本研究の背景と目標について述べている。鉄窒化物／銀ナノコンポジットが、近年注目を集めている磁気冷凍作業物質として応用可能であることを述べ、劣化ウランのナノコンポジットへの利用可能性を指摘している。

第二章、第三章では、鉄窒化物／銀ナノコンポジットの作成のために必要な条件を見出すために行った、アンモニア窒化法による鉄窒化物の作成に関する研究について述べている。この窒化法は一般的な方法であるが、アンモニア気流が固相に及ぼす窒化能力の定量的な評価はなされていなかった。そこで、窒化能力の定量的評価を熱力学的手法により確立する事を目指し、鉄窒化物を選択的に作成する条件を得ている。

第二章では、アンモニア気流の流れ方向に関して、アンモニアの分解が連続的に進むことで気相の窒素活量が減少し、それに応じて生成鉄窒化物の窒素含有量が減少することを明らかにしている。このことにより、アンモニア窒化法では、アンモニアの解離度が極めて重要な因子であることを実験的に示している。

第三章では、アンモニアの流量、アンモニアへの水素ガスの混合量、鉄粉末粒子の粒径を変化させることにより、窒素活量を変化させ、鉄窒化物の様々な相を選択的に作成するための条件を求めている。生成鉄窒化物は、窒素活量にのみ依存し、窒素活量を変化させる方法には依らないことを明らかにしている。

第四章では、前章で得られた作成条件に基づいた窒素活量の制御による、鉄窒化物／銀ナノコンポジットを出発物質とした鉄窒化物／銀ナノコンポジットの作成について述べている。SQUID 磁力計を用いて磁化測定を行い、作成したコンポジットが超常磁性挙動を持つことを示し、磁気冷凍作業物質として応用の可能性があることを明らかにしている。

第五章では、X線回折法では相同定が困難なナノコンポジット中の鉄窒化物相のX線吸収微細構造解析による相同定について述べている。この方法により、コンポジット中の鉄窒化物微粒子の相同定に成功し、アンモニア窒化法において窒化能力を制御する事により、コンポジット中の鉄窒化物相を選択しつつ作成できることを示している。

第六章は、結論であり、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文では、数ナノ～数十ナノメートルサイズの強磁性鉄窒化物粒子を、非磁性の銀マトリックス中に巧みに分散した、超常磁性ナノコンポジットの作成を目的としているが、このようなナノコンポジットは、永久磁石の磁場や液体窒素温度領域でも磁気冷凍システムを作動させる可能性があり、非常に注目を集めている。しかしながら、ナノサイズ微粒子からなる材料に固有の問題のため、その作成法、評価法は十分に発達しているとは言えないのが現状である。

本論文は、アンモニア窒化法を用いた鉄窒化物／銀ナノコンポジットの作成に関する研究成果をまとめたもので、主な成果は以下のように要約できる。

- (1) アンモニア窒化法による鉄窒化物生成、気相の窒素活量と生成した窒化物の窒素含有量が、アンモニアの流れ方向に関する関数関係を有することを見出している。アンモニア窒化法では、アンモニアの解離度が重要な因子であることを明らかにしている。
- (2) 窒素活量を変化させて、鉄窒化物のさまざまな相を選択的に作成するための条件を見出している。生成する鉄窒化物は、窒素活量のみ依存して、その活量を変化させる方法には依らないことを明らかにしている。
- (3) 鉄窒化物の選択的作成条件に基づき作成した鉄窒化物／銀ナノコンポジットの SQUID 磁力計を用いた磁化測定を行い、その超常磁性挙動を明らかにしている。また、このナノコンポジットが磁気冷凍作業物質として応用可能であることを示している。
- (4) 鉄窒化物／銀ナノコンポジット中の鉄元素の K 吸収端 X 線吸収微細構造の測定を行い、コンポジット中の鉄窒化物微粒子の相同定に成功している。アンモニア窒化法で窒素活量を制御することにより、コンポジット中の鉄窒化物相を選択的に作成できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、鉄窒化物／銀ナノコンポジットの作成法と、材料評価法に関して重要な知見を与えている。加えて、アンモニア窒化法による窒化物生成に関しても、数多くの基礎的知見を提供している。これらの知見は、機能性材料工学、複合材料工学、原子力工学の発展に寄与するところが多い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。