



Title	配向性気孔を有するポーラスニッケルの構造制御および磁気的特性
Author(s)	大西, 洋史
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48628
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	おおにしひろふみ 大西 洋 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 22027 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 20 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学 位 論 文 名	配向性気孔を有するポーラスニッケルの構造制御および磁気的特性
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中嶋 英雄 (副査) 教 授 掛下 知行 教 授 弘津 禎彦 産業科学研究所特任准教授 上野 俊吉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、強磁性体金属であるロータスニッケルおよびコバルトについて、気孔径の微細化メカニズムを解明すると共に、異方性気孔に起因した磁気特性の異方性について結果をまとめたものである。各章に記載した内容を以下に簡潔に示した。

第 1 章では、序論として研究背景を述べると共に、本論文の目的を示した。ロータス金属と他のポーラス金属の構造を比較し、ロータス金属の作製原理、これまでの研究およびこれからの展望を概説した。

第 2 章では、離型剤に含まれる水分の解離反応を利用したロータスニッケルの作製手法を確立し、凝固時における気孔形成のメカニズムを説明した。凝固時に水分の解離が起こりニッケル溶湯中へ水素原子が溶解し、固液間の水素溶解度差により気孔が形成される。また、作製雰囲気へ水素ガスを混入した場合には、水分の解離反応が起こりやすくなる現象を見出した。さらに、水分を利用して作製されるロータスニッケルの気孔径は、従来の高圧水素ガス溶解度差のみを利用する作製方法と比較して気孔の核生成サイトが増加するため気孔の数が増加し、気孔径が小さくなることを見出した。水分の解離反応により発生する酸素原子とニッケル溶湯が反応して生成される酸化物粒子が気孔の核生成サイトとなるため、気孔の核生成サイトが増加すると結論づけた。

第 3 章では、水分を利用したロータス金属の製法をシリコン、コバルトへ応用した。解離する水分の割合は、金属酸化物の生成自由エネルギー変化により求められる平衡定数 P_{H_2}/P_{H_2O} の値で決定される。水分の解離反応により生成した水素原子は金属溶湯中に溶解し、金属溶湯へ溶解する水素原子の量が融点における水素の固溶限よりも多い場合、凝固の過程で固液相間の水素溶解度差に相当する水素が固液界面で放出され、気孔が形成されることを明らかにした。

第 4 章では、ロータス金属の特徴である方向性気孔の気孔長を測定する手法を提案した。測定方法として、(1)光の透過率を利用する方法と(2)空気の透過流量を測定する方法の 2 つを提案した。また、後者の方法では測定誤差が小さくなることを示した。

第 5 章では、水分の解離反応を利用してロータス金属を作製した場合に、酸素原子と溶湯が反応して生成する酸化物が気孔の核生成サイトになっていることを検証することを目的として、酸化物粉末を添加して水素雰囲気中でロータスニッケルの作製を行った。酸化物粉末を添加して作製した試料では、従来の水素溶解度差のみで作製する場合と

比較して、生成する気孔の数が増加することを見出した。気孔率が一定となる条件下では、気孔数の増加に伴い気孔径が微細化した。従来法で作製されるロータス金属よりも低い圧力下で微細な径を有するロータスニッケルの新たな作製手法が確立された。

第6章では、ロータスニッケルおよびコバルトの磁気特性を調べ、磁気特性にも方向性気孔に起因した特性の異方性が存在することを明らかにした。

第7章では、本論文を総括し、本研究成果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、円筒状の気孔が一方方向に配列した形状を有するロータス型ポーラス金属に注目し、気孔形態の制御および気孔形態に起因する特性の異方性に対して材料工学的手法を用いて解析を行っている。作製条件と生成する気孔形態の関係を検討すると共に、気孔長さの測定方法を提案し、さらに、ロータス金属の基礎物性として異方性気孔に起因した磁気特性の異方性について調べた結果をまとめたものである。

本研究で得られた結果を要約すると次の通りである。

- (1) 離型剤に含まれる水分の解離反応を利用したロータス金属の作製手法を確立し、凝固時における気孔形成のメカニズムを説明している。水分を利用して作製されるロータス金属は、高圧水素ガス下で作製した試料と比較して気孔径が小さくなることを明らかにしている。水分の解離反応により発生する酸素原子とニッケル溶湯が反応して生成される酸化粒子が気孔の核生成サイトとなるため、気孔の核生成サイトが増加することを示唆している。
- (2) 酸化粉末を添加して水素雰囲気中で作製したロータスニッケル試料では、従来の水素溶解度差のみで作製する場合と比較して、生成する気孔の数が増加することを見出している。気孔率が一定となる条件下では、気孔数の増加に伴い気孔径が微細化することを実証している。低い圧力下で微細な径を有するロータスニッケルの新たな作製手法を確立している。
- (3) ロータス金属の特徴である方向性気孔の気孔長を測定する手法として、光の透過率を利用する方法と空気の透過流量を測定する方法の2つを提案している。また、後者の方法では測定誤差が小さくなることを示している。
- (4) ロータスニッケルおよびコバルトの磁気特性を調べ、方向性気孔に起因した磁気特性の異方性が存在することを示している。また、その異方性の大きさが、ロータス金属の電気伝導度における異方性の大きさと類似していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は気孔数の増加に伴う気孔の微細化という新たな観点からロータス金属の気孔径を微細化する方法を開発すると共に、気孔長さの測定法を確立し、また、ロータス金属の磁気特性に関しても異方性の存在を明らかにするなど実用的にも有益な多くの知見を含んでおり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。