

Title	種々の手法によるFeSi <sub>2</sub> 系熱電材料の作製と特性評価に関する研究
Author(s)	木太, 拓志
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42296">https://hdl.handle.net/11094/42296</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	木 太 拓 志
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16276 号
学位授与年月日	平成13年3月23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応用工学専攻
学位論文名	種々の手法による FeSi <sub>2</sub> 系熱電材料の作製と特性評価に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 野城 清  (副査) 教授 永井 宏 教授 三宅 正司 教授 宮本 欽生

#### 論文内容の要旨

本論文は安価で毒性のない熱電材料として実用化が期待されている FeSi<sub>2</sub>の作製法と特性評価に関する研究であり、焼却炉の廃熱利用を想定した発電モジュールの作製を目的としている。

第1章は結論であり、本論文の必要性に対する背景および研究目的について述べている。

第2章では熱電材料に関する研究の歴史と現状を把握したうえで FeSi<sub>2</sub>系熱電材料の概略と問題点を述べている。

第3章では通電加圧焼結法による p 型 β-FeSi<sub>2</sub>の作製条件を明らかにし、通常の加圧焼結法で作製した試料との性能の比較を行っている。

第4章では通電加圧焼結法と常圧焼結法における最適な焼鈍温度が異なる原因について解明している。包析反応と共析反応系の活発な温度域が異なる原因についても明らかにしている。

第5章では銅粉末を添加した試料粉末を用いて通電加圧焼結法によって p 型 β-FeSi<sub>2</sub>を作製し、焼結・焼鈍過程における銅の役割と特性におよぼす影響について明らかにしている。

第6章では常圧焼結法での作製条件を検討し、焼結、焼鈍条件および銅の添加量について調べている。また、スリップキャスト法による β-FeSi<sub>2</sub>系熱電材料の作製条件を明らかにし、加圧法で成形した試料との比較も行っている。

第7章では通電加圧焼結法とスリップキャスト法の生産性を比較している。

第8章では安定した電極を作製するための手法を開発し、オーミック特性について評価を行っている。

第9章では FeSi<sub>2</sub>系熱電素子を用いて焼却炉の廃熱利用を想定した熱電モジュールを開発し、性能評価を行っている。

第10章では本研究で得られた結果を総括している。

#### 論文審査の結果の要旨

熱電材料はエネルギー問題の克服がさらなる課題となる21世紀において、解決策の1つとしてさらに研究されるべき材料である。現在、熱電現象の原理が民生機器に実用化されているのはペルチェ冷却素子だけであるが、安価で高

効率的な発電素子の開発が望まれている。

本論文は安価で毒性のない熱電材料として実用化が期待されている  $\text{FeSi}_2$  の作製法と特性評価に関する研究であり、焼却炉の廃熱利用を想定した発電モジュールの作製が行われている。従来の  $\text{FeSi}_2$  系熱電材料に関する研究は特性向上を目的としたものがほとんどであったが、本研究のように作製プロセスの短縮化、簡略化そしてモジュール作製における問題点に的を絞ったものはなかった。

本論文の成果を要約すると次のようになる。

- (1) 通電加圧焼結法による p 型  $\beta\text{-FeSi}_2$  の作製条件を明らかにし、加圧焼結法で作製した試料と同等の性能を持つ試料を約 3 分の 1 の作製時間で得ることに成功している。
- (2) 通電加圧焼結法における  $\beta$  化のための焼鈍温度は常圧焼結で作製した場合の報告値よりも低くなることを見だし、その原因を試料中の  $\epsilon$  相の粒径の違いと  $\beta$  化のための反応速度の違いであることを明らかにしている。また、 $\beta$  相を生成する 2 種類の反応系である包析反応と共析反応系が活発となる温度域が異なる原因については過冷度と反応速度の違いから説明できることを明らかにしている。
- (3) 銅粉末を添加した試料粉末を用いて通電加圧焼結法によって p 型  $\beta\text{-FeSi}_2$  を作製している。銅が緻密化と  $\beta$  化を促進し、これらに液相が関与する可能性が高いことを明らかにしている。銅を添加した場合には作製時間を常圧焼結の場合の 4 % 以下に短縮できるが、過剰な添加量と過剰な焼鈍は性能を低下させるという事実は、これまでの報告例にない重要な指摘である。
- (4) 常圧焼結法での作製条件を検討し、焼結、焼鈍条件および銅の最適な添加量について調べている。銅が焼鈍を短縮させるものの性能を大幅に向上させるものではないという結果は特に有益である。
- (5) スリップキャスト法による  $\beta\text{-FeSi}_2$  系熱電材料の作製条件を明らかにし、加圧法で成形した試料との比較を行うことでスリップキャスト法が量産性のある手法であることを示している。
- (6) 通電加圧焼結法とスリップキャスト法の生産性を比較し、性能改善がなされれば通電加圧焼結法でも量産性があることを述べた上で、現時点ではスリップキャスト法の方が優れた手法であることを示している。
- (7) 安定した電極を作製するための手法を開発し、オーミック特性について評価を行っており、これらはこれまで報告例のない新しい観点であるとともに、実用化にあたってきわめて重要な問題を解明している。
- (8) 作製した  $\text{FeSi}_2$  系熱電素子を用いて焼却炉の廃熱利用を想定した熱電モジュールを開発し、性能評価を行っている。

以上のように本論文は、 $\text{FeSi}_2$  系熱電材料を実用化する際の作製プロセスを基礎的観点から詳細に研究しており、熱電材料および材料学の発展に大きく貢献している。よって本論文は博士論文として価値あるものとして認める。