

Title	粉末冶金アルミニウム合金の製造に関する研究
Author(s)	武田, 義信
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42880">https://hdl.handle.net/11094/42880</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 武 田 義 信

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 5 8 7 8 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 13 年 2 月 14 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 粉 末 冶 金 アル ミ ニ ウ ム 合 金 の 製 造 に 関 す る 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 永 井 宏

(副査)  
教 授 齋 藤 好 弘 教 授 馬 越 佑 吉

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、粉末冶金的製造法によって複雑形状を有する高性能なアルミニウム合金構造部品を経済的に製造するという観点から、粉末固化焼結プロセスと合金の開発に関する研究を行ったもので、全6章より構成されている。

第1章では、本研究の着手に至った技術的背景と動機及び目的と本論文の構成について述べている。

第2章では、機械的および物理的特性に優れた過共晶 Al-Si 合金の経済的な製造方法を確立することを目的として、アルミニウム粉末の押出法による製造について検討している。その結果、プリスターや押出表層欠陥のない材料を得るための製造条件を明らかにし、得られた合金が T6 熱処理においても健全な組織と特性を有し、カーエアコンのロータリー式コンプレッサー部品などとして実用化し得ることを実証している。

第3章では、押出法よりも複雑三次元形状の製品が得やすい粉末鍛造法について検討している。アルミニウム合金粉末は、表面にアルミナ膜が存在するため、押出法におけるような強塑性加工を伴わない場合には固化が困難であり、粉末鍛造は不可能とされていた。本研究では、不活性ガス中の加熱によるコイニング方式の粉末鍛造によって、急冷凝固材料としての優れた特性を有する Al-Si 系および Al-Fe 系合金固化体を得ることに成功している。また、その要因が固化時における粉末の塑性変形、熱膨張による酸化膜の破壊、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  の不活性乾燥雰囲気ガス加熱による分解除去などにより、良好な粒子間結合が実現するためであることを明らかにしている。

第4章では、粉末鍛造をより効果的にするために、閉塞鍛造法による複雑形状粉末鍛造法について検討している。

粉末鍛造法では、予備成形体に十分な強度や延性がない状態で鍛造を行うため、開放空間へのバルジ変形を伴う鍛造法案では緻密化が困難であり、表層欠陥などが発生して良品が得られない。この問題を克服するため、背圧付加の差圧塑性変形が可能な鍛造プレス粉末鍛造に初めて適用し、複雑形状部品の直接粉末鍛造の実現に成功している。

第5章では、NEAR NET SHAPE 性と耐摩耗耐焼き付き性に優れた Al-AlN 複合合金部品の反応焼結法による製造法について検討している。Mg の合金化によって Al の融点以下で直接窒化が可能であることを見出し、高感度表面分析法 (SR-XPS) によって AlN の生成機構を明らかにしている。また、本法によって得られた Al-AlN 系反応焼結複合合金が極めて低い油中低摩擦特性を有することを明らかにし、自動車用自動変速機バルブとしての実用性を実証している。

第6章では、本研究で得られた主たる成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

アルミニウム合金は軽量であるため、自動車や家電製品などを初めとする様々な産業分野で、省エネルギーに大きく寄与することが期待され、応用範囲の拡大が進められている。一方、急冷凝固粉末を用いた粉末冶金法では、溶解鑄造では製造できない非平衡相合金などが得られる方法として注目され、研究が盛んに行われてきた。しかしながら、優れた特性を有する材料を安価に製造することが容易でなく、製造プロセスの開発が大きな課題であった。本論文は、製造プロセスの開発とそれを生かした合金開発の観点からこの課題に取り組み、押出法、粉末鍛造法、反応焼結法のプロセスを確立して、民生用部品として実用化に成功した成果について述べたものである。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 粉末押出法によって、プリスターや押出表層欠陥のない優れた機械的特性を有する過共晶 Al-Si 合金部品を経済的に製造するプロセスの開発に成功し、カーエアコンのロータリー式コンプレッサー部品などとして実用化し得ることを実証している。
- 2) 押出法よりも複雑三次元形状の製品を製造しやすい粉末鍛造法について検討し、不活性ガス中の加熱による粉末鍛造によって、急冷凝固材料としての優れた特性を有する Al-Si 系および Al-Fe 系合金固化体を得ることに成功している。本法によって得られた Al-25%Si 合金はこれまでに例を見ない優れた疲労強度特性を有し、スクロール部品および自動車用自動変速機オイルポンプ部品として実用化している。
- 3) 複雑三次元形状の製品を効率的に製造するため、閉塞鍛造法による背圧付加の差圧塑性変形が可能な鍛造プレス粉末鍛造に初めて適用し、複雑形状部品の直接粉末鍛造法を確立して、一貫生産ラインの構築に成功している。
- 4) NEAR NET SHAPE 性と耐摩耗耐焼き付き性に優れた Al-AlN 複合金部品が、Mg の合金化と窒素雰囲気中での反応焼結法によって製造できることを実証している。また、高感度表面分析法 (SR-XPS) によって AlN の生成機構に及ぼす Mg の効果を明らかにしている。得られた Al-AlN 反応焼結合金が極めて低い油中摩擦特性を有することを明らかにし、自動車用自動変速機バルブとしての実用性を実証している。

以上のように、本論文では、従来実現されていなかった、急冷凝固アルミニウム合金の粉末押出法、粉末鍛造法、反応焼結法などの新しい製造プロセスの確立およびそれらの製造法に適した合金を開発したものであって、金属材料工学および粉末冶金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。