



Title	Fabrication of porous aluminum alloys with directional pores and improvement of strength through ECAE process
Author(s)	金, 泰範
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58392
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	金 泰 範
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 4 5 7 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 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	Fabrication of porous aluminum alloys with directional pores and improvement of strength through ECAE process (一方向性気孔を有するポーラスアルミニウム合金の作製とECAE加工による強化)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中 嶋 英 雄 (副査) 教 授 藤 本 慎 司 教 授 宇 都 宮 裕 准教授 多 根 正 和

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では高強度軽量材料の開発を目指して、一方向性気孔を有するロータス型ポーラスアルミニウム合金を作製し、ECAE加工によって強化されたロータスアルミニウムおよび銅の機械的性質を調べた。本論文は以下に示す全6章より構成されている。

第1章では、ロータス金属の作製原理およびこれまでのロータスアルミニウム合金とECAE加工をロータス金属に適用した研究を概観し、それに基づき本研究の目的を述べている。

第2章では包晶系合金であるAl-5 mass% Ti合金を用い水素雰囲気下での連続鋳造によってポーラスアルミニウム合金を作製し、凝固反応、引出速度の変化が気孔率、気孔形態に及ぼす影響を調べ、凝固反応と気孔形態との相関関係を明らかにした。その結果、Al-Ti包晶系合金では引出速度の変化に伴うAl₃Ti相の形態変化により、気孔形態が変化することを示した。

第3章ではガス化合物の熱分解反応を利用した鋳型鋳造によりポーラスアルミニウム合金を作製し、合金成分の変化が気孔形態に与える影響を調べると共に冷却条件が気孔形態に与える影響を調べることを目的とした。その結果、Al-Mg-Si合金では鋳型内のCa(OH)₂粉末の熱分解によって生成した水素により気孔が成長することが明らかになった。また、Al-Mg-Si合金において、柱状晶組織となる場合、方向性を持つ気孔が成長するが、等軸晶組織となる場合、等方的な気孔が成長する。方向性気孔を持つポーラスアルミニウム合金を作製するためには柱状晶が成長するように凝固速度と温度勾配を制御する必要があることを明らかにした。

第4章では 冷却条件の制御が可能である連続鋳造に熱分解反応を適用し、一方向に伸びた気孔を有するポーラスアルミニウム合金の作製方法を確立することを目的として、ガス化合物の添加方法、ガス化合物の添加量、引出速度の変化が気孔率、気孔形態に与える影響を調べた。その結果、Ca(OH)₂ペレットを用いてロータスAl-Si合金の作製が可能であることを明らかにした。

第5章ではポーラス金属を強化するため、一方向性気孔を有するポーラス銅およびアルミニウムを用いてECAE加工を行い、気孔方向およびパス回数が機械的性質および気孔形態の変化に与える影響を明らかにすることを目的とした。ロータス銅およびアルミニウムを押出方向に対して気孔方向が平行および垂直な方向にECAE加工行つた結果、ロータス金属のポーラス構造を維持しながらロータス金属を強化するためには初期気孔率が高くて、気孔方向を押出方向に対して平行にする必要があることを明らかにした。

第6章では、本研究の総括を行い、本研究の成果をまとめている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では高強度軽量材料の開発を目指して、一方向性気孔を有するロータス型ポーラスアルミニウム合金を作製し、ECAE 加工によって強化されたロータスアルミニウムおよび銅の機械的性質を調べている。本論文は以下に示す全6章より構成されている。

第1章では、ロータス金属の作製原理およびこれまでのロータスアルミニウム合金とECAE加工をロータス金属に適用した研究を概観し、それに基づき本研究の目的を述べている。

第2章は包晶系合金である Al-5 mass% Ti 合金を用い水素雰囲気下での連続鋳造によってポーラスアルミニウム合金を作製し、凝固反応、引出速度の変化が気孔率、気孔形態に及ぼす影響を調べ、凝固反応と気孔形態との相関関係を明らかにしている。その結果、Al-Ti 包晶系合金では引出速度の変化に伴う Al₃Ti 相の形態変化により、気孔形態が変化することを示している。

第3章ではガス化合物の熱分解反応を利用した鋳型鋳造によりポーラスアルミニウム合金を作製し、合金成分の変化が気孔形態に与える影響を調べると共に冷却条件が気孔形態に与える影響を調べることを目的としている。その結果、Al-Mg-Si 合金では鋳型内の Ca(OH)₂ 粉末の熱分解によって生成した水素により気孔が成長することを明らかにしている。また、Al-Mg-Si 合金において、柱状晶組織となる場合、方向性を持つ気孔が成長するが、等軸晶組織となる場合、等方的な気孔が成長する。方向性気孔を持つポーラスアルミニウム合金を作製するためには柱状晶が成長するように凝固速度と温度勾配を制御する必要があることを明らかにしている。

第4章では 冷却条件の制御が可能である連続鋳造に熱分解反応を適用し、一方向に伸びた気孔を有するポーラスアルミニウム合金の作製方法を確立することを目的として、ガス化合物の添加方法、ガス化合物の添加量、引出速度の変化が気孔率、気孔形態に与える影響を調べている。その結果、Ca(OH)₂ペレットを用いてロータス Al-Si 合金の作製が可能であることを明らかにしている。

第5章はポーラス金属を強化するため、一方向性気孔を有するポーラス銅およびアルミニウムを用いて ECAE 加工を行い、気孔方向およびパス回数が機械的性質および気孔形態の変化に与える影響を明らかにすることを目的としている。ロータス銅およびアルミニウムを押出方向に対して気孔方向が平行および垂直な方向に ECAE 加工を行った結果、ロータス金属のポーラス構造を維持しながらロータス金属を強化するためには初期気孔率が高くて、気孔方向を押出方向に対して平行にする必要があることを明らかにしている。

第6章では、本研究の総括を行い、本研究の成果をまとめている。

以上のように、本論文はロータス型ポーラスアルミニウム合金における気孔の形態制御法を明らかにし、ポーラス構造を維持した金属の強化法を確立したものであり、学術的、実用的にも重要な知見を多数含んでおり、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。