

Title	Microstructure and Mechanical Property of Commercial Purity Aluminum Alloys Manufactured by Accumulative Roll Bonding (ARB) Process
Author(s)	金, 亨郁
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46964
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 亨 郁
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 9 7 7 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 9 月 21 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	Microstructure and Mechanical Property of Commercial Purity Aluminum Alloys Manufactured by Accumulative Roll Bonding (ARB) Process (繰り返し重ね接合圧延 (ARB) 法により作製された超微細粒工業用純アルミニウムの組織と機械的性質)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 南 埜 宜 俊 (副査) 助教授 辻 伸泰 教 授 中谷 彰宏 教 授 白井 泰治 教 授 浅田 稔 教 授 石黒 浩 教 授 黄地 尚義 教 授 安田 秀幸 教 授 菅沼 克昭

論文内容の要旨

Ultrafine grained (UFG) Al alloys, which have submicron grain structures, are expected to show outstanding high strength at ambient temperature and excellent superplastic deformation at elevated temperatures and high strain rate. In order to get the UFG microstructure, various kinds of severe plastic deformation (SPD) processes have been developed. Among these processes, accumulative roll bonding (ARB) process is a promising process to make bulky Al sheets with ultrafine grained structure continuously. Although many researches on the microstructural evolution in commercial purity Al alloys (especially in AA1100 Al sheets) during the ARB process have been performed, the deformation behaviors, texture properties, annealing behaviors and effect of alloying elements of the UFG materials manufactured by the ARB process have not been investigated in detail. The purpose of the present study is to clarify the grain refinement mechanism during the ARB process and to investigate the correlation between the ultrafine grained structure and the mechanical properties.

Most UFG aluminum alloys previously manufactured by SPD processes had showed high strength and low tensile ductility due to the lack of strain hardening at ambient temperature. Exceptionally, the author found in the present study that the UFG AA8011 alloy (Al-0.72 wt%Fe-0.63 wt%Si) manufactured by the ARB had fairly large tensile elongation, keeping the high strength. In order to clarify the reason for the increase of elongation in the UFG AA8011 alloy, detailed microstructural and crystallographic analysis was performed by TEM/Kikuchi-line and SEM/EBSP method. The unique tensile properties of the UFG AA8011 alloy could be explained by enhanced dynamic recovery at ambient temperature, owing to the large number of high angle boundaries and the Al matrix with high purity. The dynamic recovery of the UFG AA8011 alloy was evaluated by the strain rate sensitivity (m), which gave a great effect on post-uniform elongation. On the basis of the detailed study on the microstructure and tensile deformation behaviors in the UFG AA8011 alloy, the effect of alloying elements on the formation of UFG structure and tensile properties was discussed to establish the optimized alloy design in commercial purity Al alloys.

論文審査の結果の要旨

金属材料に通常の塑性加工では与えることのできない極めて大きな強ひずみ加工を加えると、平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒組織が得られることが近年明らかとなり、強ひずみ加工と超微細粒材料に関する研究が盛んに行なわれている。本論文では、汎用性が高く工業的に重要な Al-Fe-Si を基本組成とする工業用純アルミニウム合金に対して、繰返し重ね接合圧延 (Accumulative Roll Bonding: ARB) 法による強ひずみ加工を加え、それに伴う超微細粒組織の発達過程と機械的性質の変化を明らかにすることを目的として実験・検討を行い、以下のような結果を得ている。

- (1) 200°C あるいは室温で AA8011、AA1100 合金に ARB を施し、十分良好な外観性状のバルク板材が得られることを明らかにしている。ARB の適用により、両合金とも平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒組織が生じている。
- (2) AA1100 合金の場合、ARB によるひずみの増加とともに強度が単調に増加するが、1 サイクルの ARB によって全伸びが大きく低下し、その後はほぼ一定値を示す。一方、AA8011 合金の場合、強度は 3 サイクルまで増加した後一定値を示すようになるが、全伸びは 1 サイクルで一旦低下した後、ひずみの増加とともに再度大きく回復する。これは、強ひずみ加工材では従来報告のない特異な現象である。
- (3) 両合金の強ひずみ加工に伴う超微細粒組織の発達過程を明らかにしている。超微細粒の発達過程は、いわゆる Grain Subdivision により説明できる。AA8011 合金においては、AlFeSi 系金属間化合物と Si という 2 種の粒子が多数存在するが、これらがマトリクスの組織発達に重要な役割を果たす。また Si は、強ひずみ加工によってマトリクス中に一旦強制固溶し、多サイクル ARB によって再析出することを見出している。
- (4) 両合金の強ひずみ加工に伴う集合組織の発達過程を明らかにしている。AA8011 合金の場合には、第二相粒子の存在による集合組織の分散が認められる。
- (5) AA8011 合金における延性の回復は、多数の大角粒界の導入と、Fe と Si の複合添加に伴う析出物の存在によってマトリクスが純化することにより、動的回復が顕著に生じ、ひずみ速度感受性が増加することによるものであることを明らかにしている。

以上のように、本論文は Al-Fe-Si を基本組成とする工業用純アルミニウムを ARB プロセスにより強ひずみ加工した場合の超微細粒組織の発達と、その機械的特性を詳細に明らかにしている。特に、強度は大きく増加するが、延性が低下することが従来問題であった超微細粒金属材料において、材料組成によっては強ひずみ加工するほど延性が大きく増加することを見出し、その理由を明らかにした点は極めて意義が大きく、強ひずみ加工と超微細粒材料に関する今後の学術研究及び実用展開に対して有意義な成果である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。