

氏 名 (本 籍 地)	Tilak Bhattacharjee (インド)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 7100 号
学位授与年月日	平成26年 7月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審 査 研 究 科	数理物質科学研究科
学 位 論 文 題 目	The effect of microalloying elements on Mg-Zn alloys (Mg-Zn 系合金に及ぼす微量元素添加の影響)

主	査	筑波大学教授 Ph.D. 宝野和博
副	査	筑波大学教授 Ph.D. 土谷浩一
副	査	筑波大学准教授 工学博士 谷本久典
副	査	長岡技術科学大学教授 工学博士 鎌土重晴

論 文 の 要 旨

The demand of lightweight structural materials for weight reduction of transportation vehicles has attracted significant interest in the development of high strength wrought magnesium alloys. Presently magnesium alloys are mainly used in their cast form. However there is huge potential for them to be used in their wrought form and thus expand the magnesium industry. Therefore alloys with high strength, good ductility, and good formability need to be developed. Although rare-earth containing magnesium alloys show high strength after aging, their high materials cost prohibits wide usage as structural material. This work focused on the development of heat-treatable high strength Mg-Zn based wrought alloys. Age-hardening responses have been known to be substantially enhanced by microalloying Ag and Ca in Mg-Zn alloy. In this work, the author clarified the role of these microalloying elements on the precipitation hardening of the Mg-Zn system, and then attempted to develop a low-cost high-strength formable magnesium alloys.

The thesis is comprised of 6 chapters. Chapter 1 gives a general introduction and literature review of the microalloying effect of Mg-Zn based alloys. In Chapter 2, the author clarified the roles of Ag and Ca additions on the enhancement of age hardening responses through detailed microstructure characterizations using transmission electron microscopy and three-dimensional atom probe. Chapter 3 presents the effect of Zr on the precipitation of cast Mg-Zn alloy. The author compares the microstructures of solution treated and aged Mg-Zn and Mg-Zn-Zr alloys and found that Zr stabilizes the β_1' precipitate even at 400°C. Although Zr has been understood as a grain size refiner for cast Mg-Zn alloys, this work has shown that these Mg(Zn,Zr) precipitates play a critical role in refining the β_1' precipitates in the peak aged condition. Chapter 4 presents the effect of Ca, Ag and Zr on the microstructure and mechanical properties of an

extruded Mg-Zn alloy. The addition of Zr to Mg-6.2Zn alloy was found to refine recrystallized microstructure, thereby attaining tensile yield strength of 250 MPa in the extruded condition. On peak aging Mg-6Zn-0.1Zn (ZK60) alloy at 160°C for 72 h, the tensile yield strength was enhanced to 275 MPa. Chapter 5 presents the effect of Zr, Ca and Ag on the mechanical properties and microstructure of twin roll cast and hot-rolled (TRC-HR) Mg-Zn alloys. The addition of Zr to the TRC-HR Mg-6Zn (Z6) alloy stabilizes the fine Mg(Zn,Zr) particles, which play a critical role in the recrystallization behavior. This is similar to that seen in the extruded Mg-6Zn-0.1Zr (ZK60) alloy. The addition of Ca to the ZK60 alloy is sufficient for weakening the basal texture and increasing the formability even without the addition of expensive Ag. Thus this work showed that the low-cost Mg-6Zn-0.1Ca (ZKX600) TRC-HR alloy is industrially promising as it showed equivalent mechanical properties to that of the Ag-containing ZKQX6000 TRC-HR alloy. Chapter 6 summarizes this thesis.

審 査 の 要 旨

〔批評〕

高強度・高延性を軽量マグネシウム展伸合金の開発を目指し、Mg-Zn 合金への Ca, Ag, Zr の微量添加が時効組織に及ぼす影響を調べ、その結果から高価な元素を使わずに高強度マグネシウム展伸合金を開発した結果を報告している。電子顕微鏡ならびに 3 次元アトムプローブを用いた詳細な微細構造の解析により、従来鑄造合金の結晶粒微細化元素として Mg-6Zn 合金に微量添加されていた Zr が、実は Mg-Zn 合金の時効硬化に重要な合金元素として貢献していることを明らかにした。つまり、Zr は β_1' 析出物を安定化させ、その結果、熱間加工中の再結晶組織を微細化し、さらに時効析出組織も微細化することにより高強度が発現することを明らかにした。従来、Mg-6Zn-0.1Ca-0.1Ag-0.1Zr で最適化されていた熱処理型展伸合金で、Ag を添加せずともほぼ同等の強度・延性を達成できることを示し、新たな時効熱処理型軽量合金として注目される結果を得た。これらは工学的に重要な結果にとどまらず、各元素の役割を解明したことから、学術的にも価値の高い結果と評価される。

〔最終試験結果〕

平成 26 年 6 月 27 日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

〔結論〕

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。