

Gießerei-Institut: Forschung, Entwicklung, Ergebnisse

Band 61

Andreas Schiffel

**Untersuchungen zur Kornfeinung von
Mg-Al-Legierungen mit SiC-Partikeln**

Shaker Verlag
Aachen 2010

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2009)

Copyright Shaker Verlag 2010

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8938-6

ISSN 1435-6198

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

1 Kurzfassung

1.1 Kurzfassung

Magnesium und seine Legierungen sind wegen ihres geringen spezifischen Gewichts geeignete Materialien für den Leichtbau. Eine Möglichkeit, gute mechanische Eigenschaften zu erzielen, ist die Kornfeinung. In der vorliegenden Arbeit wird die Kornfeinung mittels heterogener Keime bewertet. Dabei wurden keramische SiC-Partikel als Kornfeiner für aluminiumhaltige Magnesiumlegierungen gewählt. SiC-Partikel erfüllen die Voraussetzungen, als heterogene Keime wirken zu können: die Gitterfehlpassung zwischen dem SiC- und dem Magnesium-Gitter ist gering. Zudem sind die SiC-Partikel in der benötigten Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung kommerziell erhältlich.

In dieser Arbeit wird gezeigt, dass Kornfeinung von aluminiumhaltigen Magnesiumlegierungen mit SiC-Partikeln erzielt werden kann, wenn die Partikel vor dem Einbringen in die Schmelze zwangsbenetzt werden. Dies erfolgt durch Vermahlen oder durch Druckinfiltration von SiC mit den Matrix-Materialien Magnesium oder Aluminium. Bei guter Zwangsbenetzung kann kein Unterschied in der Kornfeinungswirkung zwischen den beiden Vorlegierungen (Vermahlen, Druckinfiltration) erkannt werden. Die beste Kornfeinungsperformance wird mit SiC-Partikeln mit einem mittleren Durchmesser von ca. 1 μm erzielt.

Da alle mit SiC korngefeinten Proben einen erhöhten Si-Gehalt aufweisen und da in den Metallografieproben ein Anstieg an Mg_2Si -Phase erkannt wurde, kann geschlossen werden, dass die verwendeten SiC-Partikel nicht über einen längeren Zeitraum stabil sind und sich zersetzen. Der durch die Zersetzung der SiC-Partikel frei werdende Kohlenstoff kann mit dem Aluminium in der Schmelze reagieren. Bis jetzt wurde angenommen, dass der freie Kohlenstoff in-situ ein binäres Al_4C_3 -Karbid bildet. In der vorliegenden Arbeit konnte mit Hilfe der Röntgenbeugung kein binäres Karbid gefunden werden, stattdessen konnte ein ternäres Karbid (Al_2MgC_2) identifiziert werden. Die Untersuchungen zeigen, dass sich das ternäre Karbid entweder frei in der Schmelze bilden kann oder, dass es SiC-Partikel als Substrat zum Ankeimen verwendet. Die Al_2MgC_2 -Karbide besitzen eine geringe Gitterfehlpassung zum Magnesium-Gitter und stehen somit der Schmelze ebenfalls als aktive Keime zur Feinkornbildung zur Verfügung. Die Kornfeinungsexperimente zeigen, dass auch nach langen Reaktionszeiten der SiC-Partikel zu Al_2MgC_2 -Partikel eine gute kornfeinende Wirkung vorhanden ist.

1.2 Abstract

Magnesium and its alloys are suitable for lightweight construction due to their low specific gravity. One of the ways that mechanical properties can be improved is by grain refinement. In the present work grain refinement by heterogeneous nucleation is investigated. Ceramic SiC particles were chosen as grain refining inoculants for Al-containing Mg alloys. SiC particles have been found to fulfil the requirements to act as heterogeneous nuclei in Mg alloys; including that the lattice misfit between the SiC and the Mg lattice is small. In addition, SiC particles are commercially available in particle sizes and particle size distribution appropriate for inoculating melts.

This thesis demonstrates that grain refinement of Al-containing Mg alloys by SiC particles can be achieved if the SiC particles are wetted prior to their insertion into the melt. This has been termed 'assisted-wetting'. Assisted-wetting is generated either by milling of the particles with the matrix materials (magnesium or aluminium) or by pressure infiltration of the SiC particles with the matrix. When good wetting is achieved no difference in grain-refining performance of the different master-alloys (milling, pressure infiltration) is noticed. The best results (smallest grains) were achieved with SiC particles of approximately 1 μm in average diameter.

As in all samples, which were grain-refined by SiC, an increased Si content was measured as the contact time increased and an increase in the Mg_2Si phase was noticed. It can be assumed therefore, that the used SiC particles are not stable over a time period and that they decay. When the SiC particles transform carbon is released and this can react with the aluminium present in the melt. Previously, it was assumed that the free carbon forms an in-situ binary Al_4C_3 carbide. However, in the present work no binary carbide was measured by X-ray diffraction. In contrast, a ternary carbide (Al_2MgC_2) was identified. The analyses show that this ternary carbide can either form freely in the melt or nucleates on the SiC particles. The Al_2MgC_2 carbides exhibit a small lattice misfit with the Mg lattice and can also act in the melt as active nucleation sites leading to a fine microstructure. The grain refinement experiments indicate that even after long reaction times when the SiC particles have transformed into Al_2MgC_2 particles good grain refinement is still achievable.