

METTRANS - ISS SPACE

METastable Solidification of Novel Peritectic Structures – Studies with TRANSPARENT Model Alloys: ISS SPACE

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2018	Projektende	30.04.2022
Zeitraum	2018 - 2022	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	layered peritectic structures, peritectic solidification, microstructure, transparent organic substances, thermo-solutal convection		

Projektbeschreibung

Seit 2017 steht ein ESA konstruierter Mikro-Bridgman-Ofen als Bodenmodell (GM) beim „Spanish User Support and Operations Center“ (USOC) und als Flugmodell (FM) in die „Microgravity Science Glovebox“ (MSG) an Bord der Internationalen Raumstation (ISS) zur Verfügung. Diese Geräte wurden speziell konzipiert für die μ g-Experimente der Montanuniversität Leoben (MUL) im Rahmen des ESA Projekt METCOMP. Der entsprechende Forschungsbereich von MUL, als Teil dieses ESA Projektes, ist die direkte Beobachtung der Ausbildung von geschichteten peritektischen Mikrostrukturen mit Hilfe von transparenten organischen Substanzen und die dazugehörige Dynamik der Erstarrungsgrenzfläche.

Die geplante Umsetzung der μ g-Experimente an Bord der ISS erforderte jahrelange wissenschaftliche Voruntersuchungen seitens der MUL und eine entsprechende Entwicklungsphasen der ESA, bis zur endgültigen Fertigstellung der Geräte. Nach dem Abschluss dieser Vorarbeiten sind die wissenschaftlichen Experimente unter μ g-Bedingungen an Bord der ISS für Ende 2019 geplant. Die entsprechenden Vorbereitungsarbeiten seitens der ESA sind mit Herbst 2018 fixiert. Die Herausforderungen im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung der μ g-Experimente sind (i) eine ausreichende Qualität der Legierung aus organischen Substanzen sicherzustellen, (ii) die Befüllung der Proben unter Berücksichtigung der thermischen Sensibilität der organischen Substanzen durchzuführen und (iii) eine optimale Auswahl der Prozessparameter für die μ g-Experimente unter Benützung des GM zu treffen.

Die Durchführung der μ g-Versuche erlaubt erstmalig die in-situ Beobachtung von geschichteten, peritektischen Wachstum unter Ausschluss des Einflusses der Schwerkraft. Die besondere Innovation dabei ist die Verwendung einer organischen Modellschmelze, die es erlaubt, die Dynamik der fest/flüssig (s/l) Grenzfläche während der Ausbildung von gekoppelten, peritektischen Mustern zu untersuchen.

Die wissenschaftliche Analyse der Experimente unter 1g- und μ g-Bedingungen ermöglicht den Einfluss der thermo-solutalen Konvektion auf das Erstarrungsgefüge zu untersuchen. Aus diesen Ergebnissen wird ein tieferes Verständnis des Erstarrungsverhaltens von peritektischen Systemen und den entsprechenden Mikrostrukturen erwartet. Dies ist wichtig für die weitere Entwicklung von Legierungen, welche auf peritektischen Erstarrungsstrukturen basieren.

Abstract

A micro-Bridgman-furnace, customized by the ESA, has been made available since 2017 as a ground model (GM) at the “Spanish User Support and Operations Center” (E-USOC) and as a flight model (FM) in the “Microgravity Science Glovebox” (MSG) aboard the International Space Station (ISS). These devices were specially designed for μg -experiments of the Montanuniversität Leoben (MUL) within the framework of the ESA project METCOMP. The corresponding research area of MUL as part of this ESA project is the direct observation (in-situ) of the formation of layered peritectic microstructures and the associated dynamics of the solidification interface by using transparent organic substances.

The projected implementation of the μg -experiments aboard the ISS required years of scientific preliminary research at MUL and a corresponding time frame by ESA to develop the required devices. Once the preliminary work has been completed, the scientific experiments under μg -conditions aboard the ISS are planned for the end of 2019. The start of the corresponding preparatory work by ESA is arranged for Autumn 2018. The challenges in preparing and performing the μg -experiments are (i) to ensure sufficient quality of the alloy consisting of organic substances, (ii) to carry out the filling of the samples by taking into account the thermal sensitivity of the organic substances and (iii) to define optimal process parameters to performing μg -experiments by using the GM.

For the first time, conducting the μg -experiments allows the in-situ observation of layered peritectic structures without the influence of gravity. A special innovation is the use of an organic model substance to study the dynamics of the solid-liquid (s/l) interface during the formation of layered peritectic patterns.

The scientific analysis of the experiments under 1g- and μg -conditions enables us to investigate the influence of thermo-solutal convection on the solidification microstructure. From these results, we expect a deeper understanding of the solidification behavior of peritectic systems and the corresponding microstructures. This is important for the further development of alloys based on peritectic solidification structures.

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Modellierung und Simulation metallurgischer Prozesse