

Abstract

Project Code : MRG5580181

(รหัสโครงการ)

Project Title : Development of Bulk Ultrafine-grained Alloys by Severe Plastic

Deformation

(ชื่อโครงการ) การพัฒนาโลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากจากการขึ้นรูปด้วยการเปลี่ยนรูอย่าง
ถาวรรุนแรง

Investigator : Dr. Chaiyasit Banjongprasert

(ชื่อนักวิจัย) อ.ดร.ชัยสิทธิ์ บรรจงประเสริฐ

E-mail Address : chaiyasit.b@cmu.ac.th

Project Period : 2 years

(ระยะเวลาโครงการ) 2 ปี

High-strength and lightweight alloys have always been the goal for metallurgists and materials scientists. In recent years, ultrafine-grained (UFG) alloys have been of interest as they provide step-change in properties and performances, e.g. high strength without deterioration in ductility. However, the applications of ultrafine-grained alloys are limited due to the difficulty of producing the alloys on a large scale. To date, many researchers have proposed a variety of processing techniques for manufacturing ultrafine-grained alloys in bulk, e.g. rapid solidification, powder atomization and compaction by warm extrusion, and spray forming, etc. Among these techniques, severe plastic deformation (SPD) is a strongly competitive method, in which the process concerns imposing a large amount of strain on a specimen. The accumulated strain produces high angle (grain) boundaries and leads to a very fine-grained structure. This research demonstrates the manufacturing of bulk ultrafine-grained alloys using a severe plastic deformation process: the equal-channel angular pressing (ECAP). Two different aluminum alloys, Al-Mg-Si (6061) and Al-Zn-In were subjected to ECAP. Various material characterization techniques, e.g. electron backscattered diffraction (EBSD) was applied to the processed alloys to realize the microstructure evolution. The processed alloys will be subjected to mechanical testing, micro-hardness testing, and tensile testing.

บทคัดย่อ

โลหะผสมความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบาเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาสำหรับนักวัสดุศาสตร์ เมื่อไม่นานนี้ โลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากสามารถทำให้เกิดการยกระดับสมรรถนะของวัสดุ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ของโลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากยังถูกจำกัดเนื่องจากความยุ่งยากในกระบวนการผลิตโลหะผสมเหล่านี้ให้ได้ในขนาดใหญ่ ในปัจจุบัน นักวิจัยส่วนมากได้นำเสนอกระบวนการผลิตโลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากในหลากหลายเทคนิค อาทิ การเย็นตัวอย่างรวดเร็ว (rapid solidification) การพ่นผงละออง (powder atomization) แล้วอัดรีดอุ่น และ กระบวนการสเปรย์ฟอร์มมิง (spray forming) ในระหว่างกระบวนการต่าง ๆ นั้น การเปลี่ยนรูปถาวรรุนแรงเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีศักยภาพสูง โดยที่กระบวนการเกี่ยวข้องกับการให้ความเครียดปริมาณมากต่อชิ้นงาน ความเครียดปริมาณมากเหล่านี้จะถูกสะสมและนำไปสู่การเกิดเกรนขนาดเล็ก งานวิจัยนี้นำเสนอการผลิตโลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากด้วยกระบวนการกดมุมช่องเท่ากัน (Equal Channel Angular Pressing, ECAP) โลหะผสมอะลูมิเนียม 2 ชนิด คือ Al-Si-Mg (6061) และ Al-Zn-In จากนั้นได้ทำการหาลักษณะเฉพาะและโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานที่ผ่านการเปลี่ยนรูปถาวรรุนแรงด้วยเทคนิคต่างๆ อาทิ Electron Back scattered Diffraction (EBSD) เพื่อสำรวจวิวัฒนาการของโครงสร้างจุลภาค โลหะผสมที่ถูกขึ้นรูปจะถูกทดสอบสมบัติทางกลด้วยการทดสอบความแข็งแรง และการทดสอบความแข็งแรงดึง

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีในทางวัสดุศาสตร์ว่าสมบัติของวัสดุเชิงผลึก (Crystalline materials) ขึ้นอยู่กับโครงสร้างจุลภาคของวัสดุนั้น โดยที่โครงสร้างในรูปแบบของเกรนหรือขนาดเกรนเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง สำหรับวัสดุโลหะในช่วงที่ผ่านมา โลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากได้รับความนิยมอย่างมากโดย มีรูปแบบการผลิตที่หลากหลาย อาทิ กระบวนการ rapid solidification, mechanical alloying, กระบวนการเหล่านี้มีศักยภาพสูงในการผลิตโลหะผสมที่มีขนาดเกรนเล็กมาก โดยสามารถผลิตโลหะผสมที่มีขนาดเกรนเฉลี่ยอยู่ในเรณอนาโนเมตร หรือสามารถผลิตโลหะผสมที่มีโครงสร้างอสัณฐาน (Amorphous structure) อย่างไรก็ตามกระบวนการเหล่านี้มีข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้เชิงพาณิชย์ เนื่องจากสามารถผลิตได้ในปริมาณน้อยในแต่ละครั้งและมีปัญหาในการเกิดออกไซด์ระหว่างการผลิต เนื่องจากกระบวนการผลิตเริ่มต้นจากการหลอมเหลวชิ้นงานก่อนการทำให้เกิดการเย็นตัว จึงมีการพัฒนากระบวนการเปลี่ยนรูปถาวรรุนแรงที่เป็นกระบวนการผลิตในสถานะของแข็ง (Solid state fabrication) ทำให้สามารถป้องกันการเกิดออกไซด์และผลิตโลหะผสมขนาดเกรนเล็กมากได้ในปริมาณมาก (Bulk) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนรูปอย่างถาวรรุนแรงนั้นนับว่าเป็นรูปแบบการผลิตที่ใหม่และยังมีขีดจำกัดของการผลิต งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนรูปถาวรรุนแรงที่มีผลต่อโครงสร้างระดับนาโนเมตรและไมโครเมตรซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมบัติทางกลและเคมีของโลหะผสมโดยเน้นการศึกษาที่โลหะผสมอะลูมิเนียม 2 ชนิด ได้แก่ โลหะผสมอะลูมิเนียม-แมกนีเซียม-ซิลิกอน (Al-Mg-Si) และ โลหะผสมอะลูมิเนียม-สังกะสี-อินเดียม (Al-Zn-In)