

Abstract

Project Code : MRG5680060

Project Title : Development of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ Ceramic Composites Sintering in Air:
A Challenge to Structural Ceramic Processing

Investigator : Apichart Limpichaipanit, Department of Physics and Materials Science,
Faculty of Science, Chiang Mai University

E-mail Address : apichart.l@cmu.ac.th

Project Period : 2 years

There has been an interest to fabricate ceramic composites containing non-oxide phase(s) by powder processing and subsequent atmospheric sintering (sintering in air). In this work, the powder mixtures of alumina (Al_2O_3) and silicon carbide (SiC) were used to fabricate ceramic composites. The sintering temperatures were between 1400 and 1550°C and the dwell time was kept constant at 30 mins. Physical properties (density and grain size) and mechanical properties (hardness and fracture toughness) were investigated. The results showed that Al_2O_3 /mullite composites with the grain size of 0.6-6.0 μm could be obtained. It was due to the complete oxidation reaction of SiC to form silica (SiO_2), which further reacted with Al_2O_3 to form mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). X-ray diffraction (XRD) patterns revealed that there was no SiC particles in the composite structure. Fracture surfaces of the composites exhibited transgranular fracture in the greater degree compared to almost intergranular fracture in pure alumina. The hardness of the composites was higher than alumina but the fracture toughness was not significantly different. Although the fabrication of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ composites has not been successful in this work, the resulting Al_2O_3 /mullite composites show promising mechanical properties which could be enhanced by sintering at the optimal condition. The Al_2O_3 /mullite composite sintered at 1550°C had the highest density and fracture toughness with reasonably high hardness.

Keywords : Ceramics; Composite; Fracture; Mechanical properties

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5680060

ชื่อโครงการ : การพัฒนาเซรามิกคอมโพสิตอลูมินา/ซิลิกอนคาร์ไบด์ที่เผาผนึกในอากาศ: ความท้าทายในกระบวนการผลิตเซรามิกโครงสร้าง

ชื่อนักวิจัย : อภิชาติ ลิ้มปิชัยพานิช ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

E-mail Address : apichart.l@cmu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่สนใจในการประดิษฐ์เซรามิกคอมโพสิตที่ประกอบด้วยเฟสที่ไม่ใช่ออกไซด์โดยกระบวนการผลิตผงและตามด้วยการเผาผนึกในสภาวะบรรยากาศ (การเผาผนึกในอากาศ) ในงานวิจัยชิ้นนี้ ส่วนผสมของผงอลูมินาและซิลิกอนคาร์ไบด์ถูกนำมาใช้เพื่อประดิษฐ์เซรามิกคอมโพสิต อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาผนึกอยู่ระหว่าง 1400-1550 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการเผาผนึกอยู่ที่ 30 นาที โดยมีการศึกษาสมบัติทางกายภาพ (ความหนาแน่นและขนาดเกรน) และสมบัติเชิงกล (ความแข็งแรงและความทนทานต่อการแตกหัก) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเผาผนึกด้วยวิธีดังกล่าวทำให้ได้คอมโพสิตอลูมินา/มัลไลต์ที่มีขนาดเกรนอยู่ในช่วง 0.6-6.0 ไมโครเมตร ซึ่งมีผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่สมบูรณ์ของซิลิกอนคาร์ไบด์ทำให้เกิดซิลิกาและซิลิกาน้ำทำปฏิกิริยาต่อกับอลูมินาเป็นมัลไลต์ รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์แสดงให้เห็นว่าไม่มีอนุภาคของซิลิกอนคาร์ไบด์ในโครงสร้างคอมโพสิต พื้นผิวรอยแตกของคอมโพสิตมีลักษณะแตกผาเกรนเมื่อเปรียบเทียบกับอลูมินาบริสุทธิ์ที่มีลักษณะแตกตามเกรน ความแข็งแรงของคอมโพสิตสูงกว่าอลูมินาแต่ความทนทานต่อการแตกหักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้ว่าการผลิตคอมโพสิตอลูมินา/ซิลิกอนคาร์ไบด์จะไม่ประสบความสำเร็จในงานวิจัยชิ้นนี้ แต่คอมโพสิตอลูมินา/มัลไลต์ที่ผลิตได้แสดงสมบัติเชิงกลที่น่าสนใจโดยสามารถทำให้พัฒนาได้โดยการเลือกเงื่อนไขในการเผาผนึกที่เหมาะสม คอมโพสิตอลูมินา/มัลไลต์ที่เผาผนึกที่อุณหภูมิ 1550 องศาเซลเซียสมีความหนาแน่นและความทนทานต่อการแตกหักสูงสุดโดยมีความแข็งแรงที่สูงพอสมควร

คำหลัก : เซรามิกส์; คอมโพสิต; การแตกหัก; สมบัติเชิงกล