

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG 4580076

ชื่อโครงการ : ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการลดอุณหภูมิการสังเคราะห์สารซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC)

ชื่อนักวิจัย : นางสาว ศิริพร ลากเกียรติถาวร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

E-mail Address : siriporn@tistr.or.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 กรกฎาคม 2545 – 30 กันยายน 2547 (2 ปี 3 เดือน)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารซิลิกอนคาร์ไบด์ และควบคุมตัวแปรเพื่อสามารถสังเคราะห์สารซิลิกอนคาร์ไบด์ที่มีอนุภาคขนาดละเอียดที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้ผงซิลิกอนและคาร์บอนแบล็คเป็นวัตถุดิบตั้งต้น บดผสมและทำการเผาเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างซิลิกอนและคาร์บอน ตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่ ขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ ชนิดของสารละลาย การเกาะตัวของอนุภาคและภาวะการเผา ซึ่งรวมถึงอุณหภูมิ เวลา อัตราการเพิ่มความร้อนและบรรยากาศในการเผา ผงซิลิกอนคาร์ไบด์ที่ได้จากการสังเคราะห์ถูกนำมาวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกอนและคาร์บอนอิสระ โครงสร้างจุลภาคและพื้นที่ผิว เป็นต้น จากผลการทดลอง พบว่าการใช้คาร์บอนแบล็คที่มีพื้นที่ผิวของอนุภาคสูงขึ้น จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้สมบูรณ์มากขึ้น และลักษณะการเกาะตัวของอนุภาคจะมีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาที่แตกต่างกันในบรรยากาศที่ต่างกัน เช่น เมื่ออนุภาคเกาะตัวกันแน่นเป็นเม็ด (pellet) ซิลิกอนและคาร์บอนแบล็คเกิดปฏิกิริยาได้ดีในสุญญากาศ ในทางตรงกันข้าม ถ้าอนุภาคเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ (loose powder) ปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีในบรรยากาศแก๊สอาร์กอน เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิ เวลาและอัตราการเพิ่มความร้อนมีค่าคงที่ ทั้งนี้เนื่องจากกลไกของปฏิกิริยาเป็นการเกิดปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างซิลิกอนและคาร์บอนในภาวะของแข็ง-ของแข็ง กับซิลิกอนมอนอกไซด์และคาร์บอนในภาวะแก๊ส-ของแข็ง จากการตรวจวัดปริมาณซิลิกอนและคาร์บอนอิสระในผงซิลิกอนคาร์ไบด์ที่สังเคราะห์ได้ พบว่า ผงที่สังเคราะห์แบบ loose powder สามารถเกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์และให้อนุภาคขนาดเล็กที่อุณหภูมิต่ำสุด คือ ที่อุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการเผา 1 ชั่วโมง อัตราการเพิ่มความร้อน 50 องศาเซลเซียสต่อนาที ซึ่งพบว่าปริมาณซิลิกอนและคาร์บอนอิสระที่เหลืออยู่ เท่ากับ 0.017 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขนาดอนุภาคที่สังเคราะห์ได้มีขนาดเล็กในช่วง 10-100 นาโนเมตร อนุภาคมีการกระจายตัวของขนาดอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสมบัติส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับซิลิกอนคาร์ไบด์ของผลิตภัณฑ์ห้องตลาด แต่ความบริสุทธิ์ยังต่ำกว่าของห้องตลาด ดังนั้นควรดำเนินการวิจัยต่อ โดยนำสารที่สังเคราะห์ได้ไปผ่านกระบวนการล้างทางเคมี หรือใช้สารตั้งต้นที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้น จะได้ซิลิกอนคาร์ไบด์ที่มีความบริสุทธิ์ และขนาดละเอียดที่ใกล้เคียงกับห้องตลาดมากขึ้น

คำหลัก : ซิลิกอนคาร์ไบด์, การสังเคราะห์, ซิลิกอน, คาร์บอน, บรรยากาศ

Abstract

Project Code : TRG 4580076

Project Title : Study on the Optimal Condition to Reduce the Synthesis Temperature of Silicon Carbide (SiC) Powder.

Investigator : Miss Siriporn Larпкиattaworn

Thailand Institute of Scientific and Technological Research

E-mail Address : siriporn@tistr.or.th

Project Period : 1 July 2002 - 30 September 2004 (2 years and 3 months)

The objective of this research is to study the parameters of silicon carbide (SiC) synthesis reaction and control the reaction parameters to produce fine SiC powder at low temperature. Silicon (Si) and Carbon (C) were used as starting powder. They were mixed and fired to generate the reaction. The parameters of particle size, solvent type, particle packing, firing temperature, time, heating rate and atmosphere were studied. After firing reaction the synthesized SiC powders were measured free Si and C content, surface area and investigated the microstructure. Experimental results showed that higher surface area of carbon black powder gave better reaction. In addition, particle packing showed the effect on Si-C reaction relating to the atmosphere. Closed packing particle gave better reaction in vacuum but loose powder gave better reaction in argon at the same reaction temperature, time and heating rate. This is because Si-C reaction performed two reactions simultaneously. One was solid-solid reaction of Si and C and another one was gas-solid reaction of SiO and C. The complete reaction was observed by measuring the free Si and C content in the synthesized SiC powder. At reaction temperature 1150 °C for 1 hour and 50°C/min heating rate in argon was the lowest temperature to give complete reaction from loose powder system and produce very fine SiC powder of 10-100 nm. This synthesized powder had particle size and free Si and C content closed to the commercial grade powder but still had high other impurities such as Sn, Al, Fe and S. These impurities can be removed by chemical treatment or using higher purity of starting powder to get high quality synthesized powder.

Keywords : Silicon Carbide, Synthesis, Silicon, Carbon, Atmosphere