

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลจากการเติมแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेट ในเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งเตรียมโดยวิธีแบบสารละลายของแข็ง ซึ่งในขั้นตอนแรกได้ทำการสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกไข่นำมาผสมกับแอมโมเนียมไดไฮโดรฟอสเฟตทำให้ได้ผงเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่บริสุทธิ์ออกมา แล้วจึงนำผงที่ได้มาวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์(XRD) ต่อมานำผงเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟตผสมกับแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेटในปริมาตรร้อยละ 20, 40, 60 ของแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेट จากนั้นทำการขึ้นรูปและเผาผนึกที่อุณหภูมิระหว่าง 1150-1250 °C ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- 5.1.1 จากการแคลไซน์แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกไข่ที่ผสมกับแอมโมเนียมไดไฮโดรฟอสเฟตที่อุณหภูมิ 1000°C พบว่าได้เบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่บริสุทธิ์ซึ่งมีเฟสตรงกับไฟล์มาตรฐาน JCPDS หมายเลข 00-009-0169 ซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบรอมโบฮีดรอลและมีลักษณะของผงที่เป็นสีขาวละเอียด
- 5.1.2 จากการศึกษาตรวจสอบค่าความหนาแน่นของเซรามิกของเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่เติมแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेटเมื่อผ่านการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 1150-1250 °C พบว่าค่าความหนาแน่นที่อุณหภูมิการเผาผนึก 1250°C มีค่าความหนาแน่นที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 1150 °C และ 1200 °C และยังพบว่าค่าความหนาแน่นยังมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेटมากขึ้น
- 5.1.3 จากผลการทดสอบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์จากเม็ดเซรามิกเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่เติมแบเรียมเซอร์โคเนียมไททานेटซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1250 °C พบว่ามีเฟสตรงกับไฟล์มาตรฐานหมายเลข 00-009-0169 และเมื่อเติมแบเรียมเซอร์โคเนียมไททา

เนตในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะเกิดการทำให้ฟอสเฟตของเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตเปลี่ยนแปลงไป และจะเริ่มปรากฏฟอสของ BZT ที่ปริมาณร้อยละ 40 โดยปริมาตรที่ตำแหน่ง 20 ประมาณ 31.49 เมื่อมีปริมาณของ BZT ที่ร้อยละ 60 โดยปริมาตร จะปรากฏฟอสของ BZT มากขึ้นที่ 20 ประมาณ 31.49, 38.89, 45.37 และ 51.08 เมื่อทำการเติมในปริมาณ 80 Vol% พบว่าเฟสเกิดเป็น BZT ที่ชัดเจนมากขึ้น

5.1.4 ผลการวิเคราะห์ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของเซรามิกเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่เติม BZT ด้วยเทคนิค SEM พบว่าโครงสร้างทางจุลภาคของเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีจำนวนรูพรุนที่เล็กลงเมื่อมี BZT มากขึ้น และเมื่อทำการ EDX พบว่าอัตราส่วน Ca:P ลดลงเมื่อปริมาณของ BZT เพิ่มขึ้น

5.1.5 จากการทดสอบความแข็งแรงแบบวิกเกอร์และความแข็งแรงแบบนูนพบว่าเมื่อทำการเติม BZT ลงไปจะมีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ BZT ซึ่งสูงสุดที่ร้อยละ 80 โดยปริมาตร นอกจากนี้ได้ทำการวัดค่า fracture toughness พบว่ามีค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของ BZT ที่มากขึ้นเช่นเดียวกันซึ่งมีความสอดคล้องกับโครงสร้างจุลภาคที่มีรูพรุนลดลง

5.1.6 จากผลการวิเคราะห์ค่าทางไฟฟ้าของเซรามิกเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่เติมด้วยแบเรียมเซอร์โคเนียมไทแทนต พบว่าค่าไดอิเล็กทริกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีความเสถียรกับอุณหภูมิและความถี่เมื่อมีปริมาณของ BZT ที่ร้อยละ 40, 60 และ 80 โดยปริมาตร ส่วนค่าทางเฟอร์โรอิเล็กทริกพบว่าเมื่อมีปริมาณของ BZT มากขึ้นจะแสดงความเป็นเฟอร์โรอิเล็กทริกมากขึ้น

5.1.7 จากผลการทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวภาพด้วยการแช่ในสารละลาย (SBF) โดยการตรวจสอบด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าในทุกๆปริมาณการเติม BZT จะมีการเกิดของอะพาไทต์ในลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการจับของไอออน Ca และ P ซึ่งอะพาไทต์เกิดมากในเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่บริสุทธิ์และมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีปริมาณ BZT เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อทำการวัดค่าความแข็งแรงหลังแช่ SBF พบว่าค่าความแข็งแรงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานก่อนทำการแช่ SBF

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ควรมีการศึกษาอัตราส่วนของ Ca : P ของผงเบตาไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่สังเคราะห์ได้จากเปลือกไข่
- 5.2.2 ควรทำการทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางกล เป็นต้น ของเซรามิกแบบเรียมเซอร์โคเนียมไททานตที่เผาซินเตอร์อุณหภูมิ 1250 องศา
- 5.2.3 ความทำการแข่งขันงานในสารละลาย SBF ที่ระยะเวลาานานกว่านี้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน รวมทั้งวัดค่าความแข็งหลังแช่ด้วย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved