

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การหาลักษณะเฉพาะและการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของเซรามิกไฮดรอกซีอะพาไทต์เพื่อใช้ทดแทนกระดูกมนุษย์

ผู้เขียน นายอนิรุทธิ์ คำใจ

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. ศักดิ์พล เทียนเสมอ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลัก 2 ประการ คือ (1). ทำการเตรียมผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) จากกระดูกวัว (2). ทำการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของเซรามิกไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้ โดยที่ผงไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้จากกระดูกวัว ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ และทำการหาส่วนประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคการวัดการกระจายของรังสีเอกซ์ พบว่าแบบอย่างการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์สอดคล้องเป็นอย่างดีกับแบบอย่างการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์จากแฟ้มข้อมูลหมายเลข 9-432 ของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่บริสุทธิ์ และมีอัตราส่วนต่อโมลของ Ca/P เท่ากับ 1.65

การปรับปรุงสมบัติเชิงกลของเซรามิกไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมได้จากกระดูกวัว จะทำโดยการเติม P_2O_5 -CaO-Na₂O-bases sintering additives ที่แตกต่างกัน ในปริมาณ 2.5 wt% และ 5 wt% แล้วทำการเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1200°C 1250°C 1300°C และ 1350°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ชิ้นงานตัวอย่างที่ได้ทั้งส่วนประกอบที่ไม่ได้ Sintering additives และส่วนประกอบที่เติม Sintering additives จะทำการวัดความหนาแน่น ความพรุน ความแข็ง ความทนทานต่อการกดอัด และศึกษาลักษณะเฉพาะของโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ เพื่อหาเงื่อนไขของการเผาซินเตอร์ที่ดีที่สุด สุดท้ายจะได้เซรามิกไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีสมบัติเชิงกลที่ดีที่สุดจากส่วนประกอบที่ทำการเติม Sintering additive ที่มีประกอบด้วย 30 wt% P_2O_5 + 30 wt% CaO + 40 wt% Na₂O ในปริมาณ 5 wt% และเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300°C โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย $2.97 \pm 0.0045 \text{ g/cm}^3$ ความพรุนเฉลี่ย $0.29 \pm 0.12\%$ ความแข็งเฉลี่ย $628 \pm 1.59 \text{ HV}$ และความทนทานต่อการกดอัดเฉลี่ย $77.28 \pm 1.03 \text{ MPa}$ นั่นคือมีความแข็งเพิ่มขึ้น 36% และความทนทานต่อการกดอัดเพิ่มขึ้น 60% จากค่าที่วัดได้จากเซรามิกไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ไม่ได้เติม Sintering additive ภายใต้อุณหภูมิในการเผาซินเตอร์เดียวกัน

Thesis Title Characterization and Improvement of Mechanical Properties of Hydroxyapatite Ceramics for Human Bone Replacement

Author Mr. Anirut Kumjai

Degree Master of Science (Materials Science)

Thesis Advisor Dr.Sukdipown Thiansem

Abstract

This study has two main purposes, (1). preparation of hydroxyapatite powder from bovine bone and (2). improvement of the mechanical properties of hydroxyapatite ceramics. Characterization of hydroxyapatite powder was carried out by X-ray diffraction (XRD). Chemical analysis was done using an Energy dispersive X-ray spectrophotometry (EDX). The XRD patterns of hydroxyapatite powder correspond to that of pure hydroxyapatite phase (JCPDS File No.9432). The result of the chemical analysis determined the Ca/P molar ratio; it was 1.65.

Improvements of the mechanical properties of hydroxyapatite ceramics were achieved by adding 2.5 and 5 wt% of different P_2O_5 -CaO- Na_2O -bases and then sintering at 1200°C 1250°C 1300°C and 1350°C for 3 hours. The microhardness measurements, density, porosity and flexural bending strength tests were performed and microstructure characterizations were carried out by scanning electron microscopy and X-ray diffraction analysis in order to determine the optimum sintering conditions. Finally, the best of mechanical properties of hydroxyapatite ceramics were : average density $2.97 \pm 0.0045 \text{ g/cm}^3$, average porosity $0.29 \pm 0.12\%$, average microhardness $628 \pm 1.59 \text{ HV}$ and average flexural bending strength $77.28 \pm 1.03 \text{ MPa}$ for a materials composed of hydroxyapatite with the addition of 5 wt% oxide mixture consisting of 30 wt% P_2O_5 + 30 wt% CaO + 40 wt% Na_2O and all sintered at 1300°C. This increased the hardness 36% and the flexural bending strength 60% compared to hydroxyapatite ceramics made under the same conditions but without the added sintering additive.