



การพัฒนาโครงสร้างสองชั้นระหว่างคอมโพสิตไฮดรอกซีอะพาไทต์-อลูมินา
และเซอร์โคเนียเพื่อประยุกต์ใช้ทางการแพทย์

Development of hydroxyapatite-alumina composite/3 mol% yttria tetragonal
zirconia bilayer structure for biomedical application

นาย ปิยะพงษ์ ปานแก้ว

นางสาว วิไลวรรณ ลีนะกุล

นางสาว ภัทริณี คลุ่มดวง

นาย อนุวัฒน์ หัสดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๘

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อไทย

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์คือการพัฒนาโครงสร้าง 2 ชั้นโดยมีชั้นผิวเป็น HAp-Al₂O₃ และชั้นฐานเป็น TZ-3Y โดยใช้เทคนิคการขึ้นรูปอย่างง่ายรวมกับการขึ้นเทอริงแบบปราศจากแรงดัน ในการวิจัยครั้งนี้จะตรวจสอบความหนาของชั้น อุณหภูมิร่วมขึ้นเทอริง และการเติม Al₂O₃ เพื่อให้ได้ลักษณะของโครงสร้าง 2 ชั้นตามที่ต้องการ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า โครงสร้าง 2 ชั้นของ HAp-10A/TZ-3Y สามารถขึ้นรูปได้สำเร็จจากการอัดผงในแบบพิมพ์โลหะด้วยการอัดแบบแกนเดี่ยวความดัน 60 MPa ตามด้วยการนำชิ้นงานไปอัดขึ้นรูปแบบทุกทิศทางด้วยความดัน 300 MPa ก่อนที่จะนำชิ้นงานโครงสร้าง 2 ชั้น ไปขึ้นเทอริงที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง การเติม Al₂O₃ ที่สัดส่วน 10 vol % ในชั้นผิว HAp เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่ช่วยลดความแตกต่างของสมบัติการขึ้นเทอริงและค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อนระหว่างชั้นผิวและชั้นฐาน ระหว่างการขึ้นเทอริง 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชิ้นงานโครงสร้าง 2 ชั้นที่เตรียมขึ้น จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 21.0 มิลลิเมตร มีความหนาของชั้นผิว HAp-10A เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร และความหนาของชั้นฐาน TZ-3Y เท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร

รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์จากผงของชั้นผิว HAp-10A ไม่แสดงการเปลี่ยนโครงสร้างผลึกเป็นเฟสอื่นๆ บ่งชี้ว่าไม่มีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง HAp and Al₂O₃ ในขณะการขึ้นเทอริง 1200 องศาเซลเซียส สัณฐานวิทยาของภาคตัดขวางของโครงสร้าง 2 ชั้นของ HAp-10A และ TZ-3Y มีโครงสร้างแบบรูพรุนและมีการกระจายและเชื่อมโยงกันระหว่างรูพรุนที่ดี จึงเพิ่มพื้นผิวสัมผัสในการยึดเกาะของเซลล์ให้สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตที่ดีของเซลล์ โดยชั้นผิว HAp-10A มีขนาดเกรนอยู่ระหว่าง 1-3 ไมโครเมตร ในขณะที่ TZ-3Y มีขนาดเกรนอยู่ระหว่าง 100- 500 นาโนเมตร ความแข็งของชั้นผิว HAp และ ชั้นฐาน TZ-3Y ของโครงสร้าง 2 ชั้น มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระยะต่างๆจากแนวรอยต่อของโครงสร้าง 2 ชั้น จากผลการวิจัย สรุปได้ว่า โครงสร้าง 2 ชั้นของ HAp-Al₂O₃ และ TZ-3Y ที่ขึ้นรูปด้วยเทคนิคที่ง่ายนี้ มีชั้นผิว HAp-Al₂O₃ ที่หนาตามต้องการ และมีรอยต่อระหว่างชั้นที่แข็งแรง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ตามต้องการได้

Abstract

In this work the objective is to develop the bilayer structure consisting of hydroxyapatite-alumina (HAp- Al_2O_3) layer and 3 mol% yttria tetragonal zirconia (TZ-3Y) layer using conventional technique consisting of the simple pressing together with pressureless sintering. In order to obtain the desired characteristics of bilayer structure, layer thickness, cosintering temperature and Al_2O_3 addition on successful fabrication of HAp- Al_2O_3 /TZ-3Y bilayer structure are investigated.

The results indicated that the HAp-10A/TZ-3Y bilayer structure was successfully fabricated by single-end die pressing the powders in hollow cylindrical graphite die under 60 MPa pressure and further wet-bag isostatically pressing in oil to 300 MPa pressure before sintering at 1200 °C for 1 h. It is found that an addition of 10 vol% Al_2O_3 into the HAp outerlayer is the essential condition to effectively suppress the differences in densification and coefficient of thermal expansion of the two layers during cosintering at 1200 °C for 1 h. The obtained HAp-10A/TZ-3Y bilayered disc has diameter of 21.0 mm, HAp-10A outerlayer of 4.5 mm thick, and TZ-3Y underlayer of 2.5 mm thick.

The XRD pattern of the powders crushed from its HAp-10A outerlayer revealed no transformation into other new phases, demonstrating that there is no reaction between HAp and Al_2O_3 during sintering at 1200°C. The cross-section morphology of HAp-10A/TZ-3Y bilayered composite obtained from the SEM result revealed the porous structure with good interconnectivity. The high porous structure of the bilayered composite provided high surface area for cell attachment, indicative of good cell growth and differentiation. The primary grain sizes of HAp-10A outerlayer and TZ-3Y underlayer were in the range of 1-3 μm and 100-500 nm, respectively. The hardness of HAp-10A layer and /TZ-3Y layer in bilayer structure varied with different layer thicknesses.

Accordingly, the results presented in this work demonstrated that the HAp-10A/TZ-3Y bilayered composite fabricated by simple technique has thick HAp- Al_2O_3 outerlayer and strong interfacial bonding between interface layers, which can be tailored for specific applications.