

ณัฐพล พินิตรรดิบดี : พฤติกรรมการกัดกร่อนและความเข้ากันได้ทางชีวภาพของชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรบนเหล็กกล้าไร้สนิม 316L สำหรับวัสดุข้อเข่าเทียม (CORROSION BEHAVIOR AND BIOCOMPATIBILITY OF DIAMOND-LIKE CARBON COATING ON 316L STAINLESS STEEL FOR PROSTHETIC KNEE MATERIALS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. พรวิสา วงศ์ปัญญา, 114 หน้า

คำสำคัญ : คาร์บอนคล้ายเพชรเจือไทเทเนียม ชั้นรองพื้นไทเทเนียม การกัดกร่อน ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ NEXAFS XPS EIS FTIR

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาพื้นผิวข้อเข่าเทียมของวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิคเกรด 316L ด้วยชั้นเคลือบคล้ายเพชร (Diamond-like carbon, DLC) ด้วยเทคนิคการเคลือบฟิลเตอร์คาร์โรติกอาร์ก (Filtered cathodic vacuum arc, FCVA) ให้มีความต้านทานการกัดกร่อนและความเข้ากันได้ทางชีวภาพ ชั้นเคลือบ 4 แบบ ได้แก่ 1.DLC (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร) 2.DLC/Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรและรองพื้นไทเทเนียม) 3.DLC-Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรเจือไทเทเนียม) และ 4.DLC-Ti/Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรเจือไทเทเนียมและรองพื้นไทเทเนียม) จากนั้นศึกษาองค์ประกอบพื้นผิวของแต่ละชั้นเคลือบด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์โฟโตอิมิชชันอิเล็กตรอนไมโครสโกปี (X-ray photoemission electron microscopy, XPEEM) และเอ็กซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโตรสโกปี (X-ray photoelectron spectroscopy, XPS) ก่อนและหลังการทดสอบการกัดกร่อน (Linear polarization, LNP) ในสารละลายจำลองของเหลวในข้อเข่าสภาวะของคนเป็นโรคข้อเข่าเสื่อม รวมถึงทดสอบอิเล็กโทรเคมีคอลอิมพีแดนซ์สเปกโตรสโกปี (Electrochemical impedance spectroscopy, EIS) เพื่อเปรียบเทียบผลกับ LNP นอกจากนี้ยังทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวภาพในสารละลายจำลองของเหลวในร่างกายมนุษย์เพื่อดูการเกิดไฮดรอกซีอะพาไทต์ (HAp) เป็นเวลา 28 วัน และวิเคราะห์พื้นผิวด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (Infrared spectroscopy, FTIR) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron Microscope, SEM) จากการทดสอบ พบว่า ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรเจือไทเทเนียม (DLC-Ti และ DLC-Ti/Ti) มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงกว่าชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร (DLC และ DLC/Ti) สำหรับตัวอย่างที่มีชั้นรองพื้นไทเทเนียม (DLC/Ti และ DLCL-Ti/Ti) สามารถเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนแบบรูเข็ม ในส่วนผลทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวภาพพบว่าการเจือไทเทเนียมในชั้นเคลือบทำให้มุมสัมผัสระหว่างของเหลวและของแข็งลดลงส่งผลให้มีปริมาณ HAp เพิ่มขึ้น จากผล

ทั้งหมดนั้นแสดงให้เห็นว่า ชิ้นงาน DLC-Ti/Ti เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เพื่อปรับปรุงพื้นผิวข้อเข่าเทียม



สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา ณัฐกร นิมิตธนาธิ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา NS

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม น.ศ. น.ศ. ๐๕๕๖๗

NATTAPOL PINTITRARATIBODEE : CORROSION BEHAVIOR AND BIOCOMPATIBILITY OF DIAMOND-LIKE CARBON COATING ON 316L STAINLESS STEEL FOR PROSTHETIC KNEE MATERIALS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNWASA WONGPANYA, Dr.-Ing., 114 PP.

Keyword : TITANIUM-DOPED DIAMOND-LIKE CARBON/ TITANIUM INTERLAYER/ CORROSION/ BIOCOMPATIBILITY/ NEXAFS/ XPS/ EIS/ FTIR

Objective of this research was surface development of austenitic stainless steel 316L (316L) for knee implant. Using filtered cathodic vacuum arc technique (FCVA) coated diamond-like carbon (DLC) to improve corrosion resistance and biocompatibility of 316L. This research synthesized four films with Ti doping and Ti interlayer, there were 1.DLC, 2.DLC/Ti, 3.DLC-Ti, and 4.DLC-Ti/Ti. The surface of each film was characterized by x-ray photoemission electron microscopy (X-PEEM) and x-ray photoemission spectroscopy (XPS) to compare the chemical structure of films before and after corrosion testing (Linear polarization, LNP) in simulated synovial fluid like synovial fluid of osteoarthritis patient. Moreover, this research also tested electrochemical impedance spectroscopy (EIS) to compare with LNP, and bioactive testing. For bioactive testing, samples were evaluated hydroxyapatite (HAp) formation by infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscope (SEM) after soaking in simulated body fluid (SBF) for 28 days. The results showed DLC-Ti and DLC-Ti/Ti was higher general corrosion resistance than DLC and DLC/Ti as compared to polarization resistance (R_p) of LNP, For Ti interlayer (DLC/Ti and DLC-Ti/Ti), it could more improve pitting corrosion resistance than DLC and DLC-Ti by considering pitting corrosion potential (E_p). Additionally, bioactive testing showed that Ti-doped in DLC could enhance HAp formation because water contact angle was decreased by Ti doping.

Based on the research results, DLC-Ti/Ti was suitable more than the other films for applied surface improvement of knee implant.



School of Metallurgical Engineering

Academic Year 2021

Student's Signature Nattapol Pinitkarnitbodee

Advisor's Signature Pornnasa Wongpanya

Co-Advisor's Signature Kanjana Thumanu