

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเคลือบฟิล์มบางของไททาเนียมไดออกไซด์บนผิวของสแตนเลส สตีลเกรด 316L ด้วยเครื่องอเนกประสงค์แมกนีตรอนสปีดเตอร์ โดยใช้เป้าสารเคลือบเป็นไททาเนียมบริสุทธิ์ร้อยละ 99.999 ระยะระหว่างเป้าสารเคลือบกับชิ้นงานสแตนเลสเท่ากับ 6.5 เซนติเมตร ควบคุมความดันรวมในระบบเท่ากับ 5.0×10^{-3} มิลลิบาร์ และเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนต่อออกซิเจนเป็น 1.0/2.0, 1.0/3.0, 1.0/4.0 และ 0.5/4.0 sccm โดยเวลาที่ใช้ในการเคลือบแต่ละครั้งคือ 90 นาที ฟิล์มที่เคลือบแล้วจะถูกนำไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน (thermal treatment) ในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการให้ความร้อน 5 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือนำไปปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10 M (alkali treatment) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวและปรับปรุงคุณสมบัติจุ่มลงในสารละลาย SBF โดยควบคุมอุณหภูมิคงที่ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อศึกษาการเกิดสารประกอบไฮดรอกซีอะพาไทต์ โดยชิ้นงานทั้งหมดจะถูกวิเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีด้วย SEM, EDX, AFM และ XRD จากผลการทดลองพบว่าฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ในทุกค่าอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนต่อออกซิเจนเป็นฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ที่มีเฟสเป็นรูไทล์ (Rutile) มีความหนาในช่วง 90-140 nm เมื่อนำฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่สังเคราะห์ได้ไปผ่านกระบวนการ thermal treatment จะพบว่าฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์จะมีโครงสร้างที่เป็นผลึกเพิ่มขึ้น และไม่เกิดการแตกบนผิวฟิล์ม แต่เมื่อนำฟิล์มไปผ่านกระบวนการ alkali treatment จะพบว่าฟิล์มมีโครงสร้างเป็นแบบอสัณฐาน (amorphous) และเกิดการแตกบนผิวของฟิล์ม ในทุกอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนต่อออกซิเจนที่ใช้สังเคราะห์ฟิล์ม นอกจากนี้ เมื่อแช่ชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบผิวและปรับปรุงคุณสมบัติลงในสารละลาย SBF พบว่า ชิ้นงานที่ไม่ถูกปรับปรุงผิว (non-treatment) จะมีการเกิดสารประกอบไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้หนาแน่นมากที่สุด และชิ้นงานผ่านกระบวนการ thermal treatment จะเกิดสารประกอบไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้เบาบางที่สุด ส่วนชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการ alkali treatment จะเกิดสารประกอบไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่มีความหนาแน่นได้คล้ายคลึงกับชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการ treatment แต่ฟิล์มที่ผ่านกระบวนการ alkali treatment บางส่วนจะถูกละลาย ดังนั้นฟิล์มที่ไม่ผ่านกระบวนการ treatment จึงมีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการนำไปใช้ในร่างกาย

TiO₂ thin films deposited on stainless steel 316L substrates were prepared by a DC unbalance magnetron sputtering from a metallic titanium target (purity 99.99%). The target-to-substrate distance was adjusted to 6.5 cm. and a total pressure of 5.0×10^{-3} mbar was controlled. Working gases were Argon and Oxygen whose flow rates were varied from 0.5 to 1.0 sccm and from 2.0 to 4.0 sccm, respectively. The deposition time was 90 min. After deposition, The TiO₂ thin films were treated by the ether thermal or alkali treatment. Upon the thermal treatment, coated samples were heated to 600°C with a heating rate of 5°C/min in an electric furnace. For the alkali treatment, coated samples were treated with a 10M NaOH at 60°C for 24 h. All treated samples were soaked in 30 ml of a simulated body fluid (SBF) at 37°C for 7 days for demonstration of the bone-like apatite on the TiO₂ films. The hydroxyapatite formation as well as the structure and morphology of the TiO₂ films were investigated by a scanning electron microscopy (SEM), an energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) and an X-ray diffraction (XRD) to compare the formation of apatite on the pre-treated TiO₂ films. For all deposition conditions, TiO₂ thin films of rutile phase were deposited on the 316L stainless steel by a DC unbalance magnetron sputtering. All films were smooth without crack with the thickness of about 90-140 nm. After thermal treatment, higher crystalline films could be obtained, as compared with the non-treated films. In contrast, Alkali treated films decreased their crystallinity, probably due to the formation of amorphous sodium titanate and crack. All of samples could induce the formation of hydroxyapatite on their surface after soaking in SBF for 7 days. However more uniform hydroxyapatite films could be observed only on the non-treated films for all coating condition.