

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนานี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องเคลือบฟิล์มบางไททาเนียมไนไตรด์ด้วยวิธี สปีดเทอริง ตลอดจนศึกษากระบวนการเคลือบและสมบัติของฟิล์มบางที่เคลือบได้ ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

ต้นแบบเครื่องเคลือบที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบสำคัญ 7 ส่วน คือ (1) ภาชนะสุญญากาศ (2) ระบบเครื่องสูบลำแสงสุญญากาศ (3) คาโทด/เป้าสารเคลือบ (4) ระบบน้ำหล่อเย็น (5) ระบบจ่ายไฟฟ้า (6) ระบบป้อนแก๊ส และ (7) ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเคลือบ โดยภาชนะสุญญากาศ ทำจากเหล็กกล้าสเตนเลส ทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30.0 cm สูง 31.0 cm (ปริมาตร 22.0 ลิตร) ระบบเครื่องสูบลำแสงสุญญากาศประกอบด้วยเครื่องแบบแพร้อและเครื่องสูบลูกโรตารี คาโทดของเครื่องเคลือบติดตั้งได้ 2 ชุด เป็นแบบอานบาลานซ์ แมกนีตรอน มีพื้นที่เป้าสารเคลือบแบบแผ่นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.6 cm ติดตั้งแม่เหล็กชนิด NdFeB ไว้ด้านหลังเป้าสารเคลือบ มีความเข้มสนามแม่เหล็กบริเวณผิวเป้าสารเคลือบที่ขอบและกลางคาโทดประมาณ 1,000 gauss และ 490 gauss ตามลำดับ ระบบน้ำหล่อเย็นใช้สำหรับหล่อเย็นคาโทด เป้าสารเคลือบและเพ็ดควาล์วของเครื่องสูบลำแสงสุญญากาศ ระบบจ่ายไฟฟ้าเป็นระบบแปลงไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูง แบบฟูลเวฟ ขนาดอินพุต 220 V เอาท์พุทไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 1-3 A มีความต่างศักย์ในช่วง 0-1,000 V มีชุดควบคุมการไหลแก๊สอย่างละเอียดสำหรับป้อนแก๊ส ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเป็นระบบนิวเมติกส์ทั้งหมด เครื่องเคลือบต้นแบบ ที่สร้างขึ้นสามารถลดความดันภายในภาชนะสุญญากาศได้ต่ำสุด 8.0×10^{-6} mbar ในเวลา 60 นาที และสามารถเคลือบฟิล์มบางโลหะชนิดต่างๆ ได้ตามวัตถุประสงค์

การเคลือบฟิล์มบางไททาเนียมไนไตรด์ในโครงการนี้ใช้วิธี รีแอคทีฟ สปีดเทอริง โดยใช้ไททาเนียมเป็นเป้าสารเคลือบ มีแก๊สอาร์กอนเป็นสปีดเตอร์แก๊สและแก๊สไนโตรเจนเป็นรีแอคทีฟแก๊ส เครื่องเคลือบต้นแบบที่สร้างขึ้นในโครงการสามารถเคลือบฟิล์มไททาเนียมไนไตรด์ที่มีสีทองสวยงามบนวัสดุรองรับชนิดต่างๆ ได้วัตถุประสงค์ ทั้งนี้พบเฟสของฟิล์มบางไททาเนียมไนไตรด์ 2 เฟส คือ TiN (111) ที่มุม $2\theta \approx 36.71^\circ$ และ TiN(200) ที่มุม $2\theta \approx 42.65^\circ$ และมีความแข็งประมาณ 3.23-5.27 GPa โดยในส่วนของการศึกษาการยึดติดของฟิล์มบางไททาเนียมไนไตรด์บนวัสดุรองรับชนิดต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของวัสดุรองรับก่อนเคลือบ เมื่ออุณหภูมิของวัสดุรองรับสูงขึ้น การยึดติดของฟิล์มบางที่เคลือบได้จะมีการยึดติดดีขึ้น

ABSTRACT

The main objective of this research is the prototype of the industrial scale coating system that can deposit titanium-nitride thin film by reactive sputtering technique and study in know-how and properties of the film that we obtain from this coating system. The results of this research are the prototype of the industrial scale coating system and the know-how of this method and the properties of titanium-nitride film that can summarize below.

The prototype is made from material in Thailand that has 7 main parts are (1) vacuum vessel (2) vacuum pumping system (3) cathode and target system (4) water cooling system (5) DC power regulator system (6) gas flow controller system and (7) main controller coating system. The vacuum vessel is made from cylindrical stainless steel that has 30.0 cm in diameter and 31.0 cm in height (volume approximate 22.0 litres). The vacuum pumping system is an accessory to oil diffusion pump and rotary pump. In this system we can install 2 unbalanced magnetron sputtering cathode that has 7.6 cm diameter target. We enter NdFeB permanent magnets within the backing plate of the cathode. The magnetic field intensity is measured about 1000 gauss at the center of the target and 490 gauss at the edge of the target. The cooling system is cooled the cathode and vapor trap between plate valve and diffusion pump. The DC regulator is full-wave system that transforms 220 voltage input into 1-3 A 0-1000 volts output. The gas flow controller system can adjust the rate of flow of gas precisely. The main controller controls the process automatically by pneumatic system. The prototype can reduce the pressure within the vacuum vessel from atmosphere to 8.0×10^{-6} mibar in 60 minutes and can deposit all kinds of metal films.

In this research we deposit the titanium-nitride thin film by reactive magnetron sputtering method. We use pure solid titanium as a target, argon gas as sputter gas and nitrogen gas as reactive gas. From our system with suitable conditions we obtain gold color film onto various kinds of substrates. From X-ray diffractometer we find 2 phase of TiN that TiN(111) at diffraction angle 36.71° and TiN(200) at diffraction angle 42.65° . From nano-indenter we find the film nano-hardness at 3.23-5.27 GPa. And from the scratched proof experiments we find that the adhesion of the film to substrate depend on the substrate temperature as deposition. If we deposit at high substrate temperature the film is better adhesive than at low substrate temperature.