บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาอย่างหนึ่งของการใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม คือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีอายุการใช้งานจำกัด ทำให้ต้องหยุดการทำงานเพื่อเปลี่ยนชิ้นส่วนที่มีปัญหา ส่งผลให้เสียเวลาการทำงานซึ่งอาจทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ทั้งนี้แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวคือ การปรับปรุงผิวชิ้นงานด้วยการเคลือบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลือบแข็ง (Hard coating) ด้วยชั้นเคลือบหรือสารเคลือบที่เหมาะสม เพื่อยืดอายุการใช้งานชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร ทั้งนี้ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์เป็นชั้นเคลือบแข็งหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากมีสมบัติเชิงกล และไตรโบโลยีที่ดี

ชั้นเคลือบของโลหะทรานซิชันไนไตรด์ได้รับความสนใจมาก เนื่องจากเป็นชั้นเคลือบที่มีค่าความแข็งสูง (ประมาณ 20-25 GPa) ยึดเกาะผิวโลหะและทนต่อการขัดสีดี (Forniés, Galindo, Sánchez, & Albella, 2006) ทั้งนี้โครเมียมไนไตรด์ซึ่งเป็นโลหะทรานซิชันประเภทหนึ่งที่ได้รับความสนใจ เพราะมีค่าความแข็งสูง (Bertrand, Savall, & Meunier, 1997) ทนการขัดสี การกัดกร่อน (Sue & Chang, 1995) สามารถทนอุณหภูมิสูง ต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง อีกทั้งยังมีค่าสัมประสิทธิ์การเสียดทานต่ำ (Zenghu et al., 2003) นอกจากนี้ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ยังเป็นฟิล์มเซรามิก (Ceramic-liked film) ซึ่งใกล้เคียงกับสารเฉื่อย ทำให้มีค่าต้านทานการกัดกร่อนสูงในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี (Urgen & Cakir, 1997) และยังมีสมบัติเป็นวัสดุที่เข้ากันได้กับสิ่งมีชีวิต (Biocompatible material) ทำให้เริ่มมีการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์อีกด้วย (Fisher et al., 2002) จากสมบัติดังกล่าวจึงทำให้มีการวิจัยและพัฒนาฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์อย่างต่อเนื่องและกว้างขวางในงานด้านต่าง ๆ เช่น การป้องกันการกัดกร่อนและการขัดสีในวัสดุรองรับที่บอบบาง เช่น พลาสติก (Bienk, Reitz, & Mikkelsen, 1995) แม่พิมพ์โลหะ (Navinsek & Panjan, 1995) ชิ้นส่วนยานยนต์และ เครื่องประดับ (Rebholz, Ziegele, Leyland, & Matthew, 1999) เป็นต้น

ฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์อาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ CrN (Face-centred cubic; fcc) และ Cr_2N (Hexagonal closest packing; hcp) โดย Cr_2N มีความแข็งมากเนื่องจากฟิล์มมีโครงสร้างที่แน่นกว่า CrN ที่มีโครงสร้างแบบคอลัมนาร์ (Columnar) (Broszeit, Friedrich, & Berg, 1999) ฟิล์มที่มีโครงสร้าง CrN จะมีความต้านทานการสึกหรอสูงกว่า Cr_2N แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เสียดทานต่ำกว่า Cr_2N (Kyung, Nam, Jung, & Han, 2000) นอกจากนี้ฟิล์ม CrN จะมีการยึดเกาะกับวัสดุรองรับได้ดีกว่าฟิล์ม Cr_2N (Cunhaa, Andritschkya, Pischowb, & Wangb, 1999)

สำหรับการเตรียมฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ด้วยวิธีการทางฟิสิกส์ (PVD, Physical Vapor Deposition) มีด้วยกันหลายวิธีเช่น การเคลือบด้วยวิธีระเหยสาร (Evaporation) วิธีแคโทดิกอาร์ก (Cathodic Arc) และ วิธีการใช้ลำอิเล็กตรอน (Electron beam) (Liu, Leyland, Lyon, & Matthew, 1995) แต่วิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมคือการเคลือบด้วยวิธี ดีซี รีแอคตีฟ แมกนีตรอน สปัตเตอริง (Zhang et al., 2008) อย่างไรก็ดีการเคลือบฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ด้วยวิธีดังกล่าวขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อัตราไหลแก๊สไนโตรเจน อัตราส่วนความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนต่อความดันรวม อัตราไหลของแก๊สอาร์กอนต่อแก๊สไนโตรเจน อัตราการสูบ กำลังไฟฟ้า การไบแอสและการให้ความร้อนขณะเคลือบ เป็นต้น

โดยทั่วไปโครงสร้างและสมบัติของฟิล์มที่เคลือบได้ขึ้นกับเทคนิคกระบวนการเคลือบและเงื่อนไขการเคลือบ สำหรับฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์มีนักวิจัยหลายกลุ่มศึกษาเงื่อนไขการเคลือบที่มีต่อโครงสร้างและสมบัติของฟิล์ม เช่น Zenghu, Jiawan, Qianxi, Xiaojiang, and Geyang (2003) ศึกษาผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจนที่มีต่อองค์ประกอบ เฟส โครงสร้างจุลภาค โดยเคลือบฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ (CrN_x) ด้วยวิธี รีแอคตีฟ แมกนีตรอน สปัตเตอริง ผลการศึกษาพบว่า การเกิดเฟสของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ (CrN_x) เปลี่ยนจาก $Cr+Cr_2N$ เป็น single-phase Cr_2N แล้วเปลี่ยนเป็น Cr_2N+CrN จนเกือบเป็น single-phase CrN เมื่อเพิ่มความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ส่วน Kyung, Min, Jeon, and Han (2000) ศึกษากระบวนการเคลือบด้วยเงื่อนไข อัตราไหลแก๊สไนโตรเจน ไบแอสวัสดุรองรับด้วยแรงดันไฟฟ้า duty cycle และ ควบคุมความถี่โดยใช้ pluse dc power suppy พบว่าเมื่ออัตราไหลแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้น โครงสร้างระดับจุลภาคของฟิล์มโครเมียมไนไตรด์เปลี่ยนจาก $Cr+Cr_2N$ เป็น CrN ดังนั้น การเปลี่ยนเฟส (Phase transformation) เกิดขึ้นระหว่าง Cr_2N+ CrN (multi-phase) และ CrN (mono-phase)

จากรายละเอียดข้างต้นผู้วิจัยสนใจศึกษาเทคนิคการเตรียมฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง เพื่อศึกษาถึงผลของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสมบัติของฟิล์มและศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มที่เคลือบได้ โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ความหนาและกำลังไฟฟ้าในกระบวนการเคลือบที่มีต่อโครงสร้างผลึกและลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเตรียมฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง
2. เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ที่เคลือบได้
3. เพื่อศึกษาผลของความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ความหนาและกำลังไฟฟ้าต่อโครงสร้างของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ทราบขั้นตอนการเตรียมฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี สปัตเตอริง และทราบลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่ได้จากเทคนิค XRD AFM และ EDX เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ของเงื่อนไขลักษณะของฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะศึกษาถึงเทคนิคขั้นตอนกระบวนการเตรียมฟิล์มบางโครเมียมไนไตรด์ ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี สปัตเตอริง โดยตัวแปรที่จะใช้ในการศึกษาคือ ความดันย่อยแก๊สไนโตรเจน ความหนาและกำลังไฟฟ้าของฟิล์มโครเมียมไนไตรด์ ในส่วนการวิเคราะห์เพื่อหาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่ได้นั้นจะใช้เทคนิค XRD เพื่อศึกษาเฟส โครงสร้างผลึก ใช้เทคนิค AFM เพื่อศึกษาลักษณะพื้นผิว ความหนาและเทคนิค EDX เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุทางเคมี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University