บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเคลือบฟิล์มบางเพื่อปรับปรุงผิวของวัสดุเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในหลายวงการ ซึ่งทำได้หลายวิธีทั้งจากกระบวนการทางเคมีและกระบวนการทางฟิสิกส์ แต่การเคลือบด้วยกระบวนการทางเคมีนั้นมีการใช้สารละลายเคมีเป็นส่วนประกอบ ซึ่งหลังการเคลือบมักมีสารละลายเคมีเหลือใช้จำนวนมากที่ยากต่อการกำจัดทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่การเคลือบฟิล์มบางด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์เกิดขึ้นภายใต้ภาวะสุญญากาศนั้น ทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังให้ฟิล์มบางที่มีคุณภาพสูงกว่ากระบวนการทางเคมีอีกด้วย

การเคลือบฟิล์มบางด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์มีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดี-ข้อเสียต่างกันออกไป แต่มีวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพคือ การเคลือบด้วยวิธีสปัตเตอริง (Sputtering) กระบวนการนี้เกิดขึ้นภายใต้ความดันต่ำประมาณ 10^{-3}-10^{-1} mbar และอาศัยการดิสชาร์จไฟฟ้าทำให้แก๊สแตกตัวเป็นไอออน จากนั้นไอออนจะถูกเร่งให้วิ่งเข้าชนแผ่นเป้าสารเคลือบ (Target) ซึ่งต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแรงสูง ทั้งนี้อนุภาคของเป้าสารเคลือบที่ถูกชนด้วยไอออนของแก๊สจะหลุดออกมาและวิ่งด้วยความเร็วสูงเข้าชนและพอกพูน (Deposition) เป็นชั้นของฟิล์มบางเคลือบบนวัสดุรองรับ (Substrate) ในทุกทิศทาง

ฟิล์มบางที่ใช้ในการเคลือบแข็งนั้นมีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดก็มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว เช่น อะลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminum Oxide; Al_2O_3) เป็นฟิล์มบางที่มีความเสถียรทางเคมีสูง ทนอุณหภูมิสูง ทนขีดข่วน มีความแข็งสูง ประมาณ 20-24 GPa มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวสัมผัสต่ำ ไม่นำไฟฟ้าที่สำคัญเป็นฟิล์มใส แต่การเตรียมฟิล์มต้องใช้อุณหภูมิที่สูงมาก ประมาณ 1000 °C (Taschner, Ljungberg, Endler, & Leonhardt, 1999) หรือ อะลูมิเนียมไนไตรด์ (Aluminum Nitride; AlN) ซึ่งเป็นฟิล์มใสที่มีความแข็งสูงและสามารถเตรียมได้ที่อุณหภูมิห้อง มีสมบัติไม่นำไฟฟ้า (Howlader, Kinoshita, Shiiyama, & Kutsuwada, 2000) หรือฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ (Titanium nitride; TiN) เป็นเซรามิคที่มีความเสถียรทางเคมีสูง ทนอุณหภูมิสูง มีความแข็งสูงตั้งแต่ 27 GPa ถึง 450 GPa (Peng, Miao, Qi, Yang, & Liu, 2003) มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานผิวสัมผัสต่ำจึงสามารถทนต่อการขัดสีได้ดี สามารถนำไฟฟ้าได้ดี

ฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์เป็นฟิล์มที่มีความแข็งสูง ทนการขัดสี และ การกัดกร่อนดี สามารถนำไฟฟ้าได้ดี และมีสีทอง ทำให้มีการศึกษา ค้นคว้า วิจัยและพัฒนาทั้งในด้านพื้นฐานและประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น นำมาเคลือบผิวดอกสว่านและมีดกลึง หรืออุปกรณ์ประเภทขึ้นรูปโลหะ เช่น แม่พิมพ์และลูกรีดโลหะเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและยืดอายุการใช้งาน (Hilton, Vandentop, Salmeron, & Somorjai, 1987; Sundgren, 1985) ขณะที่สมบัติในการนำไฟฟ้าได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเป็นชั้นป้องกันการแพร่ (Diffusion Barriers) ในอุตสาหกรรมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Kwak, Shin, Kang, & Kim, 1999) รวมถึงโซลาร์เซลล์ (Smith, Ben-David, & Swift, 2001) นอกจากนี้ยังมีสมบัติเด่นคือ มีสีทอง จึงนิยมนำฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์มาเคลือบผิวชิ้นงานเพื่อเน้นความสวยงาม (Vaz et al., 2004) เป็นต้น

การเตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธี ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง (Valvoda, 1995) วิธี อาร์เอฟ รีแอคตีฟ แมกนีตรอน สปัตเตอริง (Jones, McColl, & Grant, 2000) การเคลือบแบบ ไอออน บีม (Ion Beam-Assisted Deposition) (Lal et al., 2001) วิธี รีแอคตีฟ พัลส์ เลเซอร์ (Craciun et al., 1999) วิธีซีวีดี (Chemical Vapor Deposition, CVD) (Fouilland et al., 1998) หรือ Cathodic arc vaporation (Niyomsoan, Grant, Olson, & Misha, 2002) เป็นต้น อย่างไรก็ดีการเตรียมฟิล์มด้วยวิธีการต่าง ๆ มีข้อดี-ข้อเสียต่างกันออกไป แต่มีวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพคือ การเคลือบด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริงเนื่องจากสามารถเคลือบฟิล์มได้ที่อุณหภูมิห้อง ค่าใช้จ่ายไม่สูง ที่สำคัญสามารถควบคุมอัตราเคลือบและสมบัติฟิล์มได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถประยุกต์สู่การเคลือบระดับอุตสาหกรรมได้อีกด้วย (Miyamoto et al., 1995)

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติของฟิล์มที่เคลือบได้มีหลายประการ เช่น วิธีการเคลือบ หรือเงื่อนไขการเคลือบ หรือ การจัดวางอุปกรณ์ภายในห้องเคลือบ โดยผลของเงื่อนไขการเคลือบต่อสมบัติของฟิล์มนั้นมีผู้วิจัยหลายกลุ่ม เช่น Valvoda (1995) พบว่า อัตราไหลแก๊สไนโตรเจนมีผลต่อโครงสร้างผลึกของฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์ ขณะที่ Roquiny, Bodart, and Terwagne (1999) พบว่า อัตราไหลแก๊สไนโตรเจนมีผลต่อสีของฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์ ส่วน Barhai et al. (2010) พบว่า กำลังไฟฟ้ามีผลต่อโครงสร้างผลึกของฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์ นอกจากนี้ Jeyachandran, Narayandass, Mangalaraj, Areva, and Mielczarski (2007) พบว่าเวลาเคลือบมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์อีกด้วย ดังนั้นการศึกษาผลของเงื่อนไขการเคลือบต่อสมบัติของฟิล์มที่เคลือบยังจึงยังคงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาวิจัยพื้นฐานต่อไป งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง เพื่อศึกษาผลของเงื่อนไขการเคลือบได้แก่ อัตราไหลแก๊สไนโตรเจน กำลังไฟฟ้า และเวลาเคลือบ ที่มีผลต่อลักษณะเฉพาะของฟิล์มที่เคลือบได้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคการเคลือบฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ด้วยวิธี ดีซี รีแอคตีฟ แมกนีตรอน สปัตเตอริง

2. เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ที่เคลือบได้

3. เพื่อศึกษาผลของอัตราไหลแก๊สไนโตรเจน กำลังไฟฟ้า และเวลาเคลือบที่มีต่อโครงสร้างและลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่เคลือบได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบขั้นตอนการเตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง และทราบลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่เคลือบได้จากเทคนิค XRD, AFM เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ใช้เตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ต่อโครงสร้างและลักษณะเฉพาะของฟิล์ม

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเทคนิคขั้นตอนกระบวนการเตรียมฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์ ด้วยวิธี รีแอคตีฟ ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือ อัตราไหลแก๊สไนโตรเจน กำลังไฟฟ้า และเวลาเคลือบ สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่เคลือบได้ใช้เทคนิค XRD เพื่อศึกษาโครงสร้างผลึก เทคนิค AFM เพื่อศึกษาลักษณะพื้นผิว ความหนาและความหยาบผิวของฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University