บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปรับปรุงสมบัติเชิงผิวของวัสดุให้มีสมบัติต่าง ๆ ตามต้องการสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้วิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและได้รับความสนใจจากกลุ่มวิจัยทั่วโลก คือ การเคลือบผิวหน้าของวัสดุด้วยสารเคลือบในลักษณะฟิล์มบาง (Thin Film) ซึ่งมีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายกว้างขวาง เช่น การเคลือบแข็ง การเคลือบเพื่อสวยงาม การเคลือบป้องกันการกัดกร่อน ฯลฯ ทั้งนี้การเคลือบผิวกระจกแผ่นเรียบก็เป็นการปรับปรุงสมบัติเชิงผิวของวัสดุ อีกกลุ่มหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากเคลือบฟิล์มบางบนกระจกแผ่นเรียบนั้น เป็นการพัฒนากระจกให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และหากชนิดของสารที่นำมาเคลือบให้เหมาะสมมีสมบัติเฉพาะด้านก็ทำให้ได้กระจกพิเศษเฉพาะ (Functional Glass) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมกระจกแผ่นเรียบ ซึ่งจัดว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกระจกแผ่นเรียบอีกแนวทางหนึ่ง

ปัจจุบันมีการนำกระจกแผ่นเรียบมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้กระจกในอุตสาหกรรมรถยนต์ และการใช้กระจกตกแต่งอาคาร โดยทั่วไปแล้วกระจกเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมปกติมักจะมีฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ติดที่ผิวหน้า ซึ่งมักจะทำความสะอาดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของกระจกแผ่นเรียบที่ติดตามอาคารสูง หรือกระจกรถยนต์ ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับปรุงและแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสกปรกของกระจกดังกล่าว จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงผิวของกระจกโดยการเคลือบชั้นเคลือบของสารที่มีสมบัติเฉพาะในลักษณะของฟิล์มบาง ซึ่งจะทำให้กระจกแผ่นที่ผ่านการเคลือบฟิล์มบางนั้นมีลักษณะพิเศษในด้านการทำความสะอาด กล่าวคือเป็นกระจกที่ทำความสะอาดได้ง่าย จนอาจเรียกว่ากระจกพิเศษนั้นสามารถจะทำความสะอาดตัวเองได้ หรือที่เรียกว่า "กระจกทำความสะอาดด้วยตัวเอง (Self-Cleaning Glass)" (GlassonWeb, 2006) ปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตกระจกหลายแห่งได้ผลิตกระจกชนิดนี้ออกจำหน่ายแล้ว เช่น PPG, Pilkington, Saint Gobain เป็นต้น สำหรับหลักการทำงานของกระจกชนิดนี้ ได้อธิบายไว้ดังนี้ เมื่อกระจกไร้คราบสกปรกสัมผัสแสงอาทิตย์ รังสีอัลตราไวโอเลตของแสงอาทิตย์จะกระตุ้นให้ โมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบ ๆ เกิดปฏิกิริยากลายเป็นหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl, OH-) ซึ่งมีสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์สารอินทรีย์ที่ดี ทำให้โมเลกุลของสิ่งสกปรกที่เกาะบนผิวกระจกแตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กและระเหยหลุดจากผิวกระจกในที่สุด (Photocatalytic) ขณะเดียวกันก็จะปรับสมบัติเชิงผิวของกระจกให้มีสมบัติไฮโดรฟิลิก

(Hydrophilic) ดังนั้นเมื่อใช้น้ำฉีดหรือราดไปบนกระจกน้ำจะไม่จับตัวเป็นหยดและเกิดชั้นบาง ๆ ของน้ำชำระสิ่งสกปรกให้ไหลหลุดออกมาด้วยแรงโน้มถ่วงโลก (SAINT-GOBAIN GLASS, 2006) ทั้งนี้โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่ากระจกไร้คราบสกปรกจะต้องมีสมบัติสำคัญสองประการคือ (1) ต้องมีสมบัติในการเป็นโฟโตคะตะไลติก ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนผิวหน้ากระจก และ (2) ต้องมีสมบัติไฮโดรฟิลิก กล่าวคือน้ำไม่จับตัวเป็นหยดหรือเม็ดบนผิวหน้ากระจกแต่จะกระจายตัวออกเต็มพื้นที่ของกระจกที่น้ำสัมผัส

ปกติแล้วกระจกแผ่นเรียบที่ยังไม่ได้มีการเคลือบอาจจะมีสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่นละออง คราบไขมันจับบนผิวหน้าของกระจก ซึ่งเมื่อฉีดหรือราดน้ำไปบนกระจกน้ำจะจับตัวเป็นหยดน้ำ แสดงว่ากระจกมีสมบัติไฮโดรฟิลิกที่ไม่ดี แต่ถ้านำกระจกแผ่นเรียบมาเคลือบด้วยสารเคลือบที่เหมาะสมก็จะทำให้กระจกแผ่นเรียบนั้นมีสมบัติไฮโดรฟิลิกที่ดีขึ้น โดยสารเคลือบที่เหมาะสมสำหรับนำมาเคลือบเพื่อให้กระจกแผ่นเรียบมีสมบัติไฮโดรฟิลิกที่ดีคือ ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide: TiO_2) (Sirghi, Aoki, & Hatanaka. 2002) ทั้งนี้ถ้าฉีดหรือราดน้ำไปบนกระจกแผ่นเรียบที่เคลือบด้วยฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ น้ำจะไม่จับตัวเป็นหยดแต่จะกระจายออกเป็นชั้นบาง ๆ ของน้ำปกคลุมผิวหน้ากระจก ที่เรียกว่าเกิดสมบัติไฮโดรฟิลิกขึ้น ซึ่งเป็นสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของกระจกไร้คราบสกปรก สมบัติไฮโดรฟิลิกของกระจกที่ผ่านการเคลือบแล้วจะเกิดขึ้นเมื่อกระจกนั้นสัมผัสแสงอาทิตย์รังสีอัลตราไวโอเลตของแสงอาทิตย์จะกระตุ้นฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์แล้วทำให้เกิดหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) ขึ้นที่ผิวหน้าของฟิล์มบางที่เคลือบบนกระจก ทำให้กระจกนั้นสามารถดูดซับน้ำได้ดีขึ้นอีกทั้งยังช่วยป้องกันน้ำจับตัวเป็นหยดบนผิวหน้ากระจก (Watanabe et al., 1999) ทั้งนี้ประสิทธิภาพของสมบัติไฮโดรฟิลิกสามารถบอกได้ด้วยค่ามุมสัมผัส (Contact Angle) ของหยดน้ำกับวัสดุรองรับ โดยถ้ามุมสัมผัสมีค่าน้อยแสดงว่ากระจกนั้นมีสมบัติไฮโดรฟิลิก (Yamagishi, Kuriki, Song, & Shigesato, 2003) จากลักษณะเด่นของสภาพชอบน้ำของกระจกที่เคลือบฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์นี้ทำให้มีการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นการใช้งานกลางแจ้ง เช่น หน้าต่างอาคารบ้านเรือน กระจกหน้าของยานพาหนะ ศัญญาณไฟจราจร หรือการใช้งานในร่มที่ต้องการความสวยงามและสะอาด เช่น ตู้แสดงสินค้า จอคอมพิวเตอร์ รวมถึงกล้องถ่ายรูป และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ อีกด้วยตัวอย่างของการนำมาประยุกต์ใช้งานตัวอย่างหนึ่งคือ การเคลือบกระจกรถยนต์ โดยทั่วไปเมื่อฝนตกกระจกมองข้างรถยนต์ที่ไม่มีการเคลือบผิวนั้นน้ำฝนที่ตกมากระทบกระจกจะไหลออกจากผิวหน้ากระจกได้ยากทำให้เกิดเป็นหยดน้ำเกาะทั่วผิวหน้ากระจกทำให้การมองเห็นของกระจกนั้นไม่ดี

ไททาเนียมไดออกไซด์เป็นสารประกอบออกไซด์ชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากกลุ่มวิจัยทั่วโลกในการศึกษาวิจัยและพัฒนา เนื่องจากเป็นสารประกอบออกไซด์ที่มีสมบัติที่น่าสนใจหลายประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งสมบัติทางแสงอาทิ สมบัติการส่งผ่านแสงมีมีค่าดัชนีหักเหสูงประมาณ 2.7 (Leprince-Wang & Yu-Zhang, 2001) มีช่องว่างแถบพลังงานประมาณ 3.02 – 3.2 eV (Zhao et al., 2005) โดยทั่วไปไททาเนียมไดออกไซด์มี 3 เฟส ได้แก่ เฟสรูไทล์ (Rutile) เฟสอนาเทส (Anatase) และ เฟสบรูไกท์ (Brookite) (Diebold, 2003) โดยเฟสอนาเทสและเฟสรูไทล์มีโครงสร้างผลึก แบบแตตระโกนอล (Tetragonal) ส่วนเฟสบรูไกท์มีโครงสร้างผลึกแบบออร์โทรอมบิก (Orthorhombic) (Zeman & Takabayashi, 2002) ปกติสมบัติและโครงสร้างของฟิล์มบางที่เคลือบได้มักจะเปลี่ยนไปตามวิธีการเคลือบ และ เงื่อนไขที่ใช้ใน การเคลือบ เช่น ความดันขณะเคลือบ กำลังไฟฟ้าที่ใช้เคลือบ การไบแอส การให้ความร้อน ระยะห่างระหว่างเป้าสารเคลือบกับวัสดุรองรับ เป็นต้น

การเคลือบฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเคลือบด้วยกระบวนการทางเคมี (Chemical Vapour Deposition; CVD) เช่น เทคนิค Sol-Gel (Zheng, Wang, Xiang, & Wang, 2001) และการเคลือบด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ (Physical Vapour Deposition: PVD) เช่น เทคนิคสปัตเตอริง การระเหยสารโดยใช้ลำไอออน (Ion Cluster Beam Deposition) (Barnes, Kumar, Green, Hwang, & Gerson, 2005) ปกติแล้วสมบัติและโครงสร้างของฟิล์มบางที่เคลือบได้มักจะเปลี่ยนไปตามวิธีการเคลือบ และ เงื่อนไขที่ใช้ในการเคลือบ เช่น ความดันขณะเคลือบ กำลังไฟฟ้าที่ใช้เคลือบ การไบแอส การให้ความร้อน ระยะห่างระหว่างเป้าสารเคลือบกับวัสดุรองรับ เป็นต้น

จากรายละเอียดต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเทคนิคและกระบวนการเตรียมฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์จากกระบวนการโซลเจล เพื่อศึกษาสมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มที่เตรียมได้ โดยงานวิจัยนี้ศึกษาผลของจำนวนชั้นของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบได้ต่อสมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยและประยุกต์ใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการเตรียมฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ด้วยวิธีโซลเจล
2. เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ทราบขั้นตอนการเตรียมฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ ด้วยวิธีโซลเจล และลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่ได้ด้วยเทคนิค XRD, AFM และ Contact Angle Goinometer เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ของเงื่อนไขการเคลือบที่มีผลต่อสมบัติไฮโดรฟิลิก ของฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ที่เคลือบด้วยวิธีโซลเจล เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาถึงเทคนิค ขั้นตอน กระบวนการ และเงื่อนไขในการเตรียมฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธี โซลเจล รวมทั้งศึกษาการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางที่ได้ด้วยเทคนิค XRD และ AFM และวัดสมบัติไฮโดรฟิลิกของฟิล์มบางด้วยเครื่อง Contact Angle Goniometer

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University