บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลาสมา คือ สสารในสถานะที่ 4 ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออะตอมของแก๊สเกิดการแตกตัว (Ionization) เนื่องจากถูกชนโดยอิเล็กตรอนหรือโฟตอน (Photon) ที่มีพลังงานสูง ดังนั้นในพลาสมาจึงประกอบไปด้วยอะตอมของแก๊ส ไอออนบวก ไอออนลบ อนุมูลไว (Radical) และโฟตอน ในพลาสมาอนุภาคที่มีประจุบวกและประจุลบมีจำนวนเท่ากัน พลาสมาจึงมีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า (Quasi-Neutrality) ผลเนื่องจากแรงทางไฟฟ้าระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคซึ่งสามารถถ่ายพลังงานให้กับโมเลกุล หรืออะตอมของสสารที่สัมผัสอยู่กับพลาสมา ทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสสารเหล่านี้หลุดออกจากตำแหน่งเดิมไปหรือทำให้พันธะระหว่างอะตอมในสสารถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลหรือการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือโมเลกุลใหม่เป็นโครงสร้างใหม่ สมบัติของวัสดุหรือสสารเหล่านี้จึงถูกปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากคุณสมบัติเฉพาะของพลาสมาดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น กำหนดคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) หรือไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ของพื้นผิววัสดุได้ ทำให้การติดสี การเกาะโปรตีนบนวัสดุชีวภาพดีกว่าเดิม หรือเพิ่มความสามารถในการยึดติดของวัสดุต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และยังประยุกต์เทคโนโลยีพลาสมาในการแพทย์อีกด้วย

พลาสมาสามารถเกิดขึ้นได้โดยอาศัยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC) พลังงานจากคลื่นไมโครเวฟหรือคลื่นความถี่วิทยุ (RF) เป็นต้น ซึ่งพบว่าพลาสมาที่เกิดขึ้นจะให้ความร้อนสูงประมาณ 10^4 °C หรือเรียกว่า "Hot Plasma" (ศุภรัตน์ นาคสิทธิพันธุ์ และสุลาวัลย์ ขาวผ่อง, 2555) ซึ่งส่วนใหญ่นิยมทำการทดลองในสภาวะความดันบรรยากาศที่ต่ำมากอยู่ในช่วง 10^{-3} torr ถึง 1 torr (Mane, Joo, Min, Lokhande, & Han, 2006) ทำให้เทคโนโลยีนี้มีต้นทุนสูงเนื่องจากต้องใช้เครื่องลดความดันบรรยากาศทำให้เกิดความยุ่งยากในการดูแลรักษาเป็นอย่างมาก อีกทั้งขนาดของวัสดุที่ใช้ปรับปรุงจะถูกจำกัดโดยขนาดของภาชนะสุญญากาศ แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถผลิตพลาสมาภายใต้ความดันบรรยากาศปกติได้โดยการทำให้แก๊สแตกตัวเป็นพลาสมาจากการให้ความต่างศักย์ค่อนข้างสูงระหว่างขั้วแคโทด และแอโนดในบรรยากาศปกติซึ่งเรียกเทคนิคนี้ว่า "Cold Plasma" เป็นเทคนิคที่ลดต้นทุนในการทำให้เกิดพลาสมาในสภาพความดันต่ำโดยการทำให้เกิดพลาสมาภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ เนื่องจากเป็นพลาสมาที่อุณหภูมิต่ำจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของผิววัสดุ นอกจากนั้นขนาดและรูปร่างของวัสดุที่ใช้

ในการปรับปรุงยังไม่จำกัดขึ้นอยู่กับขนาดอิเล็กโทรดและทิศทางของแก๊ส (Bardos & Barankova, 2000) ในกลุ่มของระบบพลาสมาความดันบรรยากาศพบว่า ระบบพลาสมาเจ็ท (APPJ) มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบอื่นอย่างเด่นชัด เนื่องจากพลาสมาที่เกิดขึ้นมีอุณหภูมิต่ำ อนุภาคประจุและความหนาแน่นของปฏิกิริยาที่ว่องไวมีค่าสูงในพลาสมา (Kim et al., 2003)

การใช้พลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศในการปรับสภาพพื้นผิววัสดุมีการเลือกใช้เงื่อนไขของการปรับสภาพที่แตกต่างกัน เช่น ชนิดของแก๊สพลาสมา อัตราส่วนของแก๊สพลาสมา อัตราเร็วของหัวฉีดเจ็ท เวลาที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิว และระยะห่างระหว่างวัสดุรองรับกับหัวฉีดเจ็ท จากงานวิจัยของ Cheng, Liye and Zhan (2006) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของพลาสมาเจ็ทกับอัตราการไหลของแก๊สพบว่า เมื่ออัตราการไหลของแก๊สเพิ่มขึ้นความยาวของลำพลาสมาเจ็ทก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามลำพลาสมาเจ็ทยังมีความยาวอยู่ในหน่วยมิลลิเมตร ต่อมา Zhiqiang (2011) ได้ศึกษาอิทธิพลของระยะห่างระหว่างวัสดุรองรับกับหัวฉีดระบบพลาสมาเจ็ทที่ความดันบรรยากาศที่มีผลต่อพื้นผิว PA 6 โดยใช้อัตราส่วนแก๊สไฮโดรเจนต่อออกซิเจนเป็นแก๊สพลาสมาพบว่า เมื่อระยะห่างระหว่างวัสดุรองรับถึงหัวฉีดเท่ากับ 1 mm และ 6 mm พื้นผิวของฟิล์มจะมีความหยาบอย่างชัดเจน และมีสมบัติการยึดเกาะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะห่างระหว่างวัสดุรองรับถึงหัวฉีดเท่ากับ 2 mm และ 3 mm พื้นผิวของฟิล์มมีความหยาบอย่างชัดเจนมากที่สุด และมีสมบัติการยึดเกาะมากที่สุด และงานวิจัยของ Kim et al. (2003) ซึ่งได้มีการทดลองปรับสภาพพื้นผิวของสแตนเลสสตีล (stainless steel) เพื่อให้เกิดคุณสมบัติชอบน้ำด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ โดยใช้แก๊สไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นแก๊สพลาสมาอัตราส่วน 4 : 1 ภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุด ที่ระยะห่างระหว่างวัสดุถึงหัวฉีดเท่ากับ 10 mm และความเร็วของหัวฉีดเจ็ทเท่ากับ 5 mm/s พบว่ามุมสัมผัสของหยดน้ำบนพื้นผิวสแตนเลสหลังปรับสภาพมีค่าน้อยลงอย่างมากเมื่อเทียบกับก่อนปรับสภาพ ทำให้สแตนเลสมีคุณสมบัติชอบน้ำเพิ่มมากขึ้น และในปีเดียวกัน Kim et al. (2003) ทำการปรับสภาพพื้นผิวของโลหะสามชนิด คือ ทองแดง (Cu) สแตนเลส (SUS) และ อะลูมิเนียม (Al) แล้วศึกษาลักษณะพิเศษของพื้นผิวที่เกิดขึ้น พบว่าเมื่อใช้ความเร็วของหัวฉีดเจ็ท 5 mm และระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับพื้นผิวโลหะที่ปรับสภาพพื้นผิว 10 - 20 mm มีผลทำให้มุมสัมผัสของหยดน้ำบนโลหะลดลงอยู่ในช่วง 12° - 18° มุมสัมผัสของหยดน้ำบนโลหะจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากปรับสภาพพื้นผิวโลหะด้วยพลาสมาประมาณ 15 ชั่วโมง และผลการวิเคราะห์จากเครื่องเทคนิค SE-SEM และ AFM พบพื้นผิวที่ถูกทำความสะอาด และการรวมกันของอนุภาคซึ่งเป็นผลมาจากการกัดกร่อน การออกซิเดชัน ของอะตอมหรือโมเลกุลของแก๊สพลาสมา

จากข้อมูลการวิจัยข้างต้นพบว่า ถ้ามีการใช้เงื่อนไขของการปรับภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่เหมาะสม จะทำให้พื้นผิวของวัสดุที่นำมาปรับสภาพมีคุณสมบัติพื้นผิว สมบัติการยึดเกาะ หรือแม้แต่คุณสมบัติการชอบน้ำ และไม่ชอบน้ำของวัสดุมีค่าต่าง ๆ ซึ่งคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุดังกล่าวจะมีประโยชน์ในการนำไปพัฒนาชิ้นงานให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานตามความต้องการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จากรายละเอียดต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการใช้พลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศในการปรับสภาพพื้นผิวของกระจกสไลด์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเงื่อนไขการปรับสภาพพื้นผิว การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของกระจกสไลด์ที่ปรับสภาพพื้นผิวและระยะเวลาหลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการทำวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาผลของเงื่อนไขการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีต่อมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยา (Surface morphology) หลังจากการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศของกระจกสไลด์

3. ศึกษาผลของระยะเวลาต่าง ๆ (Aging Time) หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลของเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีต่อมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

2. ทราบเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีต่อมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

3. ทราบการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาหลังจากการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศของกระจกสไลด์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ทราบผลของระยะเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

ขอบเขตของการวิจัย

1. เครื่องกำเนิดพลาสมาที่ใช้ในการทดลองคือ เครื่อง Atmospheric Cold Plasma Jet ผลิตโดยศูนย์วิจัยฟิสิกส์ของลำอนุภาคและพลาสมา (Research Center in Particle Beam and Plasma Physics หรือ PBPP) ของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (ศูนย์ThEP)

2. เงื่อนไขที่ใช้สำหรับการศึกษาพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศเพื่อการปรับสภาพพื้นผิวของกระจกสไลด์ คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิว และระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับกระจกสไลด์ที่มีผลต่อมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ ทำการศึกษาผลของเงื่อนไขต่าง ๆ โดยการวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัส (Contact Angle Meter)

3. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของกระจกสไลด์หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศด้วย AFM

4. ศึกษาผลของระยะเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University