

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้กล่าวถึงอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงขั้นตอน และวิธีการทดลอง ตั้งแต่การศึกษาผลของเงื่อนไขในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ ที่มีต่อคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของกระจกสไลด์ที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ และศึกษาผลของระยะเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขที่ดีที่สุด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ (1) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพพื้นผิวของกระจกสไลด์ด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ (2) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ และ (3) ส่วนของการศึกษาสัณฐานวิทยาของกระจกสไลด์หลังการปรับสภาพพื้นผิว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนการปรับสภาพพื้นผิวของกระจกสไลด์ด้วยพลาสมาเจ็ท

1.1 ชุดทดลองพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ

1.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1.2.1 วัสดุที่ใช้ปรับสภาพพื้นผิว คือ กระจกสไลด์

1.2.2 สารทำความสะอาดกระจกได้แก่ อะซิโตน (Acetone) ไอโซโพรพานอล

(Isopropanol) สารละลายกรดไนตริกซ์ (Nitric Acid Solution)

1.2.3 แก๊สอาร์กอนความบริสุทธิ์ 99.99% สำหรับเป็นแก๊สพลาสมา

2. ส่วนการวัดคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

2.1 เครื่องวัดมุมสัมผัส

2.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

2.2.1 กระจกสไลด์ ที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ท

2.2.2 น้ำปราศจากไอออน (De-Ionized Water)

3. ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยา ของกระจกสไลด์หลังจากการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ท โดยใช้เครื่อง AFM

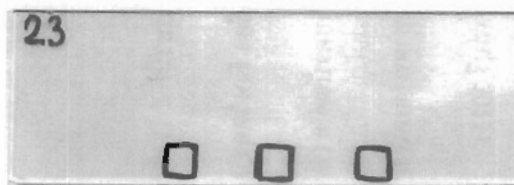
ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างกระจกสไลด์ก่อนการปรับสภาพพื้นผิว

ผู้วิจัยทำการเตรียมกระจกสไลด์สำหรับการใช้การศึกษาโดยการทำความสะอาดสิ่งสกปรกได้แก่ คราบฝุ่น ไขมัน สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกาะติดบนกระจกสไลด์เพื่อให้ได้ผิวของกระจกสไลด์ที่สะอาด ทำให้พลาสมาเกิดอันตรกิริยาได้ดีกับพื้นผิวกระจกสไลด์ เริ่มจากล้างกระจกสไลด์ด้วยอะซิโตน (Acetone) 15 นาที และนำไปล้างต่อด้วยไอโซโพรพานอล (Isopropanol) อีก 5 นาที หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดไนตริก (Nitric acid) ที่ 1 คีน นำกระจกสไลด์ขึ้นโดยใช้คีบ แล้วใช้ลมร้อนเป่าให้แห้ง แสดงดังแผนภาพ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำความสะอาดตัวอย่างกระจกสไลด์

เมื่อทำความสะอาดกระจกสไลด์แล้วกำหนดตำแหน่งบนกระจกสไลด์ 3 ตำแหน่ง ขนาด 5 x 5 mm ดังภาพที่ 3-2 โดยใช้ปากกาสำหรับเขียนแผ่นซีดีรอม เพื่อให้ทราบตำแหน่ง ที่ต้องการปรับสภาพพื้นผิว

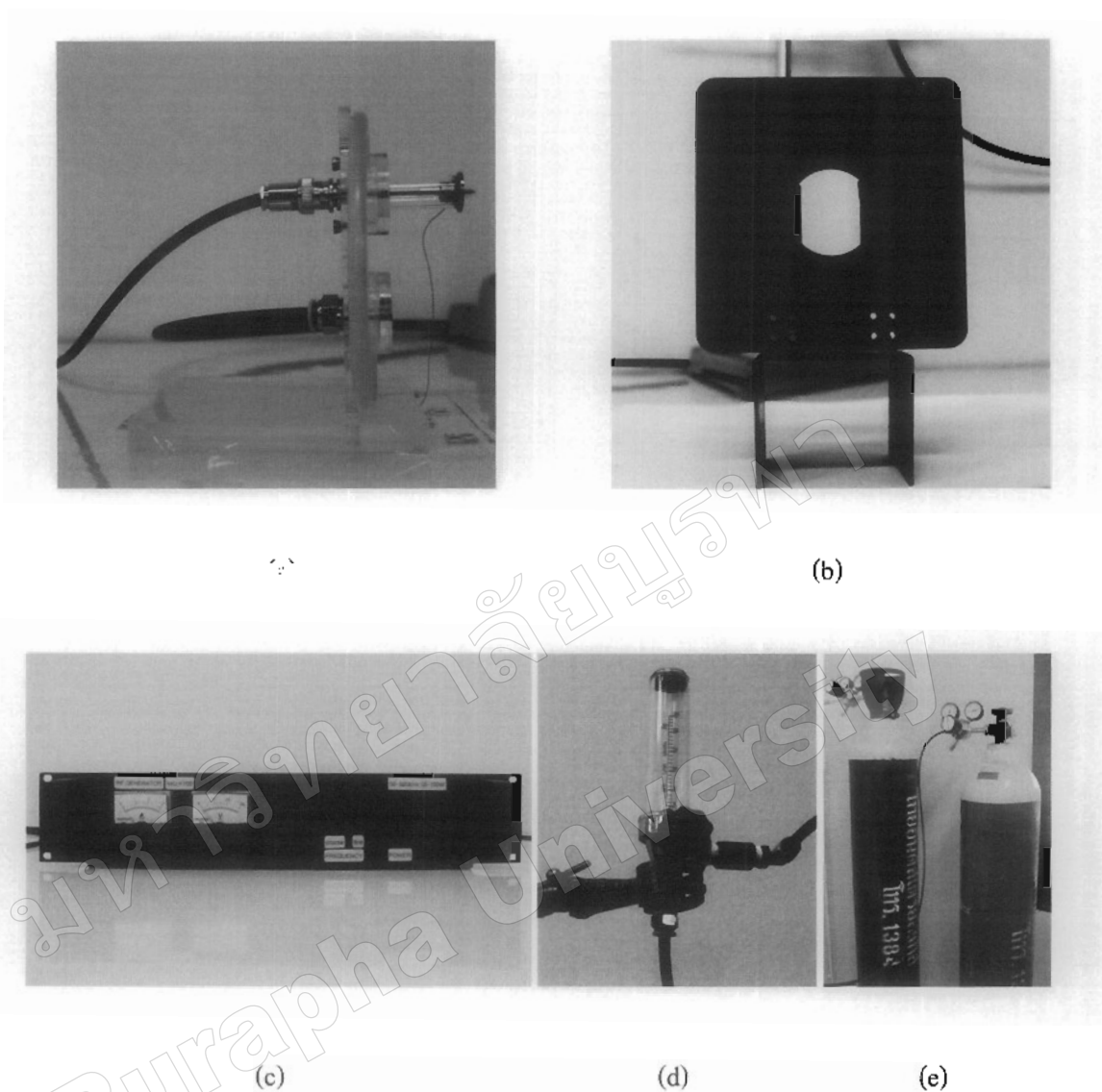


ภาพที่ 3-2 การกำหนดตำแหน่งบนตัวอย่างกระจกสไลด์เพื่อปรับสภาพพื้นผิว

ขั้นตอนการสร้างพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ

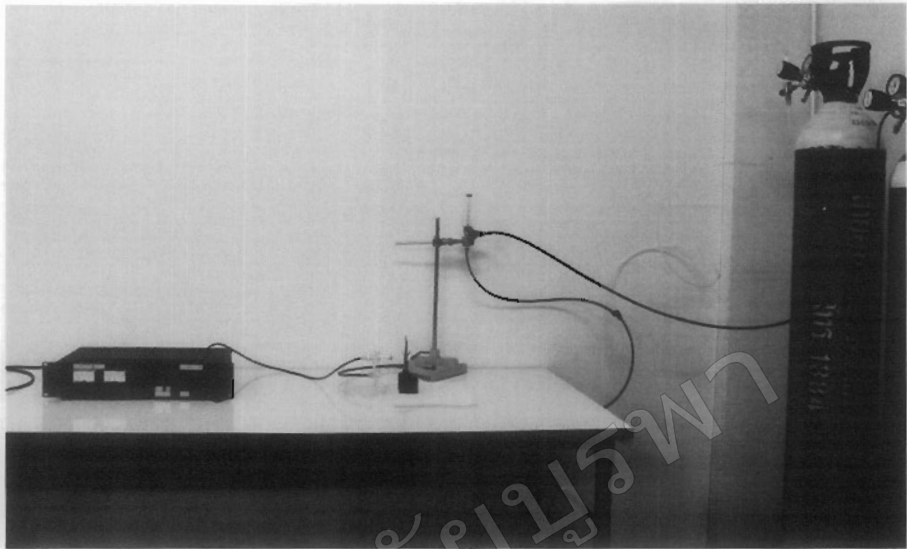
เครื่องกำเนิดพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่ใช้ในการทดลอง คือ เครื่อง Atmospheric Cold Plasma Jet ผลิตโดยศูนย์วิจัยฟิสิกส์ของลำอนุภาคและพลาสมา (Research Center in Particle Beam and Plasma Physics หรือ PBPP) ของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (ศูนย์ ThEP) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือ และอุปกรณ์แสดงดังภาพที่ 3-3 โดยขั้นตอนการสร้างพลาสมาเจ็ท ระบบความดันบรรยากาศมีดังนี้

1. จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับผลิตพลาสมาเจ็ทให้พร้อมดังภาพ 3-4 แล้วเปิดวาล์วแก๊สอาร์กอนให้ไหลเข้าสู่ห้องกำเนิดพลาสมาก่อน
2. ทำการปรับค่าอัตราการไหลของแก๊สอาร์กอนเป็น 5 L/min
3. ทำการเปิดเครื่องจ่ายไฟฟ้า RF และปรับค่าความต่างศักย์ 8 kV กระแสไฟฟ้า 500 mA เพื่อให้เกิดพลาสมาเจ็ทระบบบรรยากาศ ลักษณะของพลาสมาเจ็ทที่เกิดขึ้น แสดงดังภาพ 3-5
4. ถ้าหลังการปรับอัตราการไหลและความต่างศักย์แล้วไม่พบพลาสมาเจ็ทพุ่งออกมาจาก หัวฉีดเจ็ท เราอาจจะใช้ตัวนำไปล่อให้พลาสมาเจ็ทพุ่งออกมาจากหัวฉีดเจ็ท



ภาพที่ 3-3 เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับผลิตพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศ

- (a) เครื่อง Atmospheric Cold Plasma Jet
- (b) ฐานตั้งชิ้นงาน (Stand)
- (c) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)
- (d) ตัวควบคุมอัตราการไหล (Flow Rate Meter)
- (e) แก๊สอาร์กอน (Argon Gas)



ภาพที่ 3-4 การจัดชุดอุปกรณ์ และเครื่องมือผลิตพลาสมาเจ็ท



ภาพที่ 3-5 พลาสมาเจ็ทจากเครื่องกำเนิดพลาสมาที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการทดลอง

การทดลองในวิทยานิพนธ์นี้ ออกแบบการทดลองเป็น 3 ตอน โดยแต่ละตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาเวลาในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

การทดลองนี้เป็นการหาผลที่เกิดขึ้นของเวลาที่ใช้ในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีผลต่อคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ โดยให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ ทำการทดลองโดยการใช้เวลาในการปรับสภาพพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทำการวัดและบันทึกผลคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ตำแหน่งที่ไม่ปรับ และปรับสภาพตามเงื่อนไขในตารางที่ 3-1 จากนั้นนำกระจกสไลด์ที่ปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาที่เงื่อนไขต่าง ๆ แล้วไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานะพื้นผิวด้วยเครื่อง AFM

ตารางที่ 3-1 เงื่อนไขของการศึกษาเวลาในการปรับสภาพพื้นผิวกระจกสไลด์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

เงื่อนไข	รายละเอียด
อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (L/min)	5
กระแสไฟฟ้า (mA)	500
ความต่างศักย์ไฟฟ้า (kV)	8
ระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับวัสดุ (mm)	5
เวลาในการปรับสภาพผิว (s)	30 , 60 , 90 , 120 , 150

ตอนที่ 2 การศึกษาระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับกระจกสไลด์ในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

การทดลองนี้เป็นการหาระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับกระจกสไลด์ในการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทที่มีผลคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ โดยให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ ทดลองโดยการปรับระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับกระจกสไลด์ที่แตกต่างกัน ทำการวัดและบันทึกผลคุณสมบัติของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ตำแหน่งที่ไม่ปรับสภาพ และปรับสภาพ

ตามเงื่อนไขในตารางที่ 3-2 จากนั้นนำตัวอย่างกระจกใสที่ปรับสภาพพื้นผิวที่เงื่อนไขต่าง ๆ แล้วไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงฐานฐานวิทยาด้วยเครื่อง AFM

ตารางที่ 3-2 เงื่อนไขของการศึกษาระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับกระจกใสในการปรับสภาพพื้นผิวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกใส

เงื่อนไข	รายละเอียด
อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (L/min)	5
กระแสไฟฟ้า (mA)	500
ความต่างศักย์ไฟฟ้า (kV)	8
เวลาในการปรับสภาพผิว (s)	ค่าที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1
ระยะห่างระหว่างหัวฉีดเจ็ทกับวัสดุ (mm)	5 , 10 , 15

ตอนที่ 3 การศึกษาระยะเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกใส

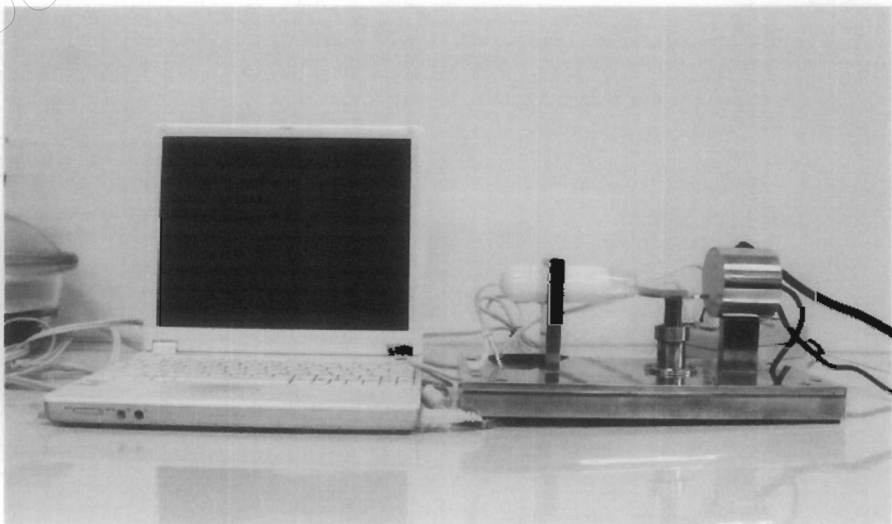
การทดลองนี้เป็นการหาผลของเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพพื้นผิวด้วยพลาสมาเจ็ทระบบความดันบรรยากาศภายใต้เงื่อนไขที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1 และ 2 ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกใส โดยให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ ทำการทดลองโดยการวัด และบันทึกผลค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกใสหลังการปรับสภาพพื้นผิวที่ระยะเวลาต่าง ๆ ตามเงื่อนไขในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เงื่อนไขการศึกษาผลของระยะเวลาต่าง ๆ หลังการปรับสภาพผิวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์

เงื่อนไข	รายละเอียด
อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน (L/min)	5
กระแสไฟฟ้า (mA)	500
กำลังไฟฟ้า (kV)	8
เวลาในการปรับสภาพผิว (s)	ค่าที่ดีที่สุดจากตอนที่ 1
ระยะห่างระหว่างหัวฉีดแก๊สกับวัสดุ (mm)	ค่าที่ดีที่สุดจากตอนที่ 2
เวลาหลังการปรับสภาพผิว (hr)	3 , 6 , 9 , 12 , 24 , 36 , 48 , 60

การวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำบนพื้นผิวกระจกสไลด์

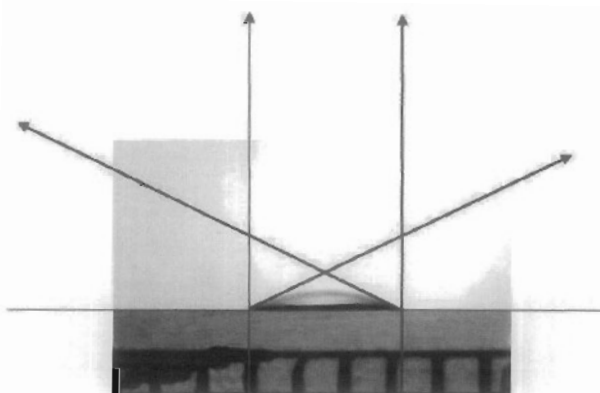
เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระจกสไลด์ คือ เครื่องวัดมุมสัมผัส แสดงดังภาพ 3-6 ซึ่งมีหลักการพื้นฐานคือ ใช้ ไมโครปิเปต (Micropipette) หยดของเหลวลงบนวัสดุรองรับซึ่งติดตั้งอยู่กับแท่นวางที่สามารถปรับตำแหน่ง และระยะ โฟกัสได้ จากนั้นทำการปรับโฟกัสของภาพให้ชัดเจน และบันทึกภาพด้วยกล้อง CCD โดยมีหลอด LED ทำหน้าที่ในการให้แสงสว่างกับบริเวณที่ทำการศึกษา ส่วนภาพที่บันทึกได้จะนำไปประมวลผลเพื่อหาค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดของเหลวกับวัสดุรองรับผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3-6 เครื่องวัดมุมสัมผัส (Contact Angle Meter) ที่ใช้ในการทดลอง

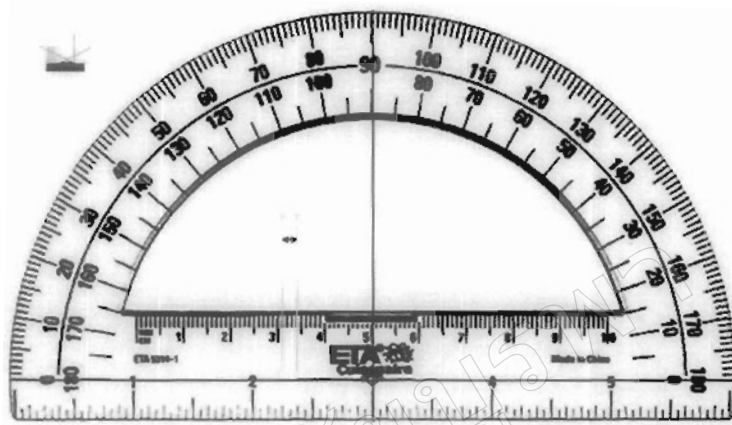
ในการทดลองผู้วิจัยได้ทำการวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำบนพื้นผิวกระจกสไลด์ตามขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดสอบซึ่งได้แก่
 - กระจกสไลด์ที่ปรับสภาพผิวที่เงื่อนไขต่าง ๆ
 - ขวดน้ำปราศจากไอออน
 - ไมโครปิเปตที่สามารถปรับปริมาตรของหยดน้ำได้
 - เครื่องวัดมุมสัมผัส
2. ใช้ไมโครปิเปตหยดน้ำที่มีขนาดตามที่ต้องการลงบนพื้นผิวของกระจกสไลด์ ซึ่งติดตั้งอยู่กับแท่นวางที่สามารถปรับตำแหน่ง และระยะโฟกัสได้ จากนั้นทำการปรับโฟกัสของภาพให้ชัดเจน และบันทึกภาพด้วยกล้อง CCD โดยมีหลอด LED ทำหน้าที่ในการให้แสงสว่างกับบริเวณที่ทำการศึกษา ส่วนภาพที่บันทึกได้จะนำไปการวัดมุมสัมผัสโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด (Microsoft Word)
3. ทำการทดลองซ้ำข้อ 2 โดยเปลี่ยนตำแหน่งของหยดน้ำตำแหน่งถัดไปตามลำดับจนครบทั้ง 3 ตำแหน่ง และทำการทดลองตำแหน่งที่ไม่ปรับสภาพอีก 3 ตำแหน่ง บันทึกภาพหยดน้ำที่ได้ทั้งสองกรณี
4. เปลี่ยนกระจกสไลด์แผ่นใหม่ แล้วทำการทดลองซ้ำข้อ 2 และ 3 จนเสร็จ นำภาพหยดน้ำที่ได้ทั้งหมดมาวัดมุมสัมผัสโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด ผลที่ได้ไปใช้อ้างอิงเป็นค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำบนพื้นผิวของกระจกสไลด์ ที่เงื่อนไขที่ศึกษาต่อไป ขั้นตอนการวัดมุมสัมผัสโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ดมีดังนี้
 - 4.1 กำหนดเส้นขอบและลากเส้นสัมผัสผิวของหยดน้ำ แสดงดังรูปที่ 3-7



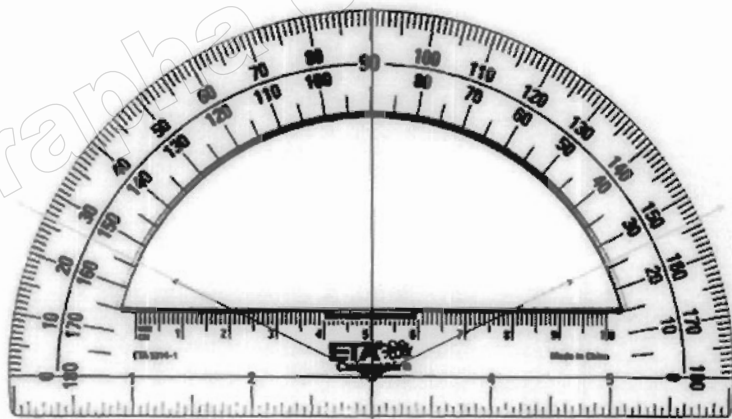
ภาพที่ 3-7 กำหนดเส้นขอบและลากเส้นสัมผัสผิวของหยดน้ำ

4.2 เปรียบเทียบสเกลไม้บรรทัดในภาพของหยดน้ำกับในภาพไม้โปรแทรกเตอร์ (Protractor) ให้มีขนาดสเกลภาพเท่ากัน แสดงดังรูปที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 เปรียบเทียบสเกลไม้บรรทัดในภาพของหยดน้ำกับในภาพไม้โปรแทรกเตอร์

4.3. นำเส้นสัมผัสของหยดน้ำที่ได้มาวัดมุมในภาพไม้โปรแทรกเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 นำเส้นสัมผัสของหยดน้ำที่ได้มาวัดมุมในภาพไม้โปรแทรกเตอร์