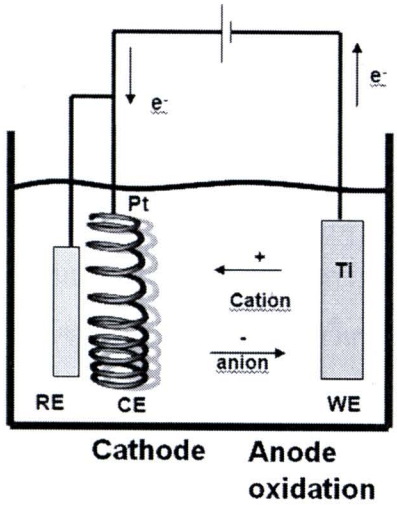
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา

3.1.1 การทดลองเบื้องต้นในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา

ทำการเพิ่มพื้นที่ของไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนโดยใช้กระบวนการแอโนไดเซชันกับแผ่นไทเทเนียมโดยใช้การจุ่มในสารละลายนำไฟฟ้าในลักษณะเดียวกันกับการเคลือบผิวโลหะ ดังในรูปที่ 3.1 ทำการทดลองโดยใช้แผ่นไทเทเนียมขนาดที่ต่างกัน เช่น 1 4 9 16 และ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นต้น โดยให้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 โวลต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อทำการสังเคราะห์ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนได้แล้ว จึงนำมาวิเคราะห์ความสำเร็จของการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะความสม่ำเสมอของผิวออกไซด์โดยใช้เทคนิค Scanning Electron Microscopic (SEM)



รูปที่ 3.1 ลักษณะของกระบวนการแอโนไดเซชัน

จากนั้นทำการทดลองเพื่อศึกษาหาสารละลายนำไฟฟ้าที่เหมาะสมที่จะทำให้ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ได้เป็นลักษณะรูปท่อนาโน โดยกำหนดพื้นผิวของไทเทเนียมที่จะทำการทดลองโดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่มีผิวออกไซด์ที่มีความสม่ำเสมอและขนาดแผ่นไทเทเนียมที่

ใหญ่ที่สุด จากการทดลองที่แล้วโดยมีสภาวะการทดลองดังตารางที่ 3.1 เพื่อให้ได้สารละลายนำไฟฟ้าที่จะใช้ตลอดการทดลอง

ตารางที่ 3.1 สภาวะการทดลองเพื่อหาสารละลายที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา

ลำดับที่	สารละลายนำไฟฟ้า	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
1	0.15 M NH_4F,PEG400:H_2O (90:10)	20	3
2	0.15 M NH_4F,PEG400:H_2O (60:40)	20	3
3	0.15 M NH_4F,Glycerol:H_2O (90:10)	20	3
4	0.15 M NH_4F,Glycerol:H_2O (60:40)	20	3
5	0.30 M NH_4F,PEG400:H_2O (90:10)	20	3
6	0.30 M NH_4F,PEG400:H_2O (60:40)	20	3
7	0.30 M NH_4F,Glycerol:H_2O (90:10)	20	3
8	0.30 M NH_4F,Glycerol:H_2O (60:40)	20	3

3.1.2 การทดลองสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน

3.1.2.1 การศึกษาผลของขนาดแผ่นไทเทเนียมที่มีต่อลักษณะพื้นผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน

การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยกระบวนการแอโนไดเซชัน โดยกำหนดค่าความต่างศักย์ที่ 20 โวลต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาให้มีขนาดต่างกัน เช่น 1 4 9 16 และ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นต้น นำมาวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนได้ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM เพื่อหาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่มีผิวออกไซด์ที่มีความสม่ำเสมอและขนาดแผ่นไทเทเนียมที่ใหญ่ที่สุด

3.1.2.2 การศึกษาผลของจุดเชื่อมต่อด้านหลังของแผ่นไทเทเนียมที่มีต่อลักษณะพื้นผิวของ ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน

ออกแบบจุดเชื่อมต่อด้านหลังแผ่นไทเทเนียม 1 จุด และ 2 จุด ทำการแอโนไดเซชัน โดยใช้ความต่างศักย์ 20 โวลต์ ระยะเวลา 3 ชั่วโมง โดยใช้แผ่นไทเทเนียมที่มีขนาดต่างกัน เช่น 1 4 9 16 และ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นต้น และทำการวิเคราะห์พื้นผิวของออกไซด์ที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิค SEM

3.1.2.3 การศึกษาผลของเวลาที่ใช้ในการสังเคราะห์แผ่นไทเทเนียมที่มีต่อลักษณะพื้นผิวของ ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโน

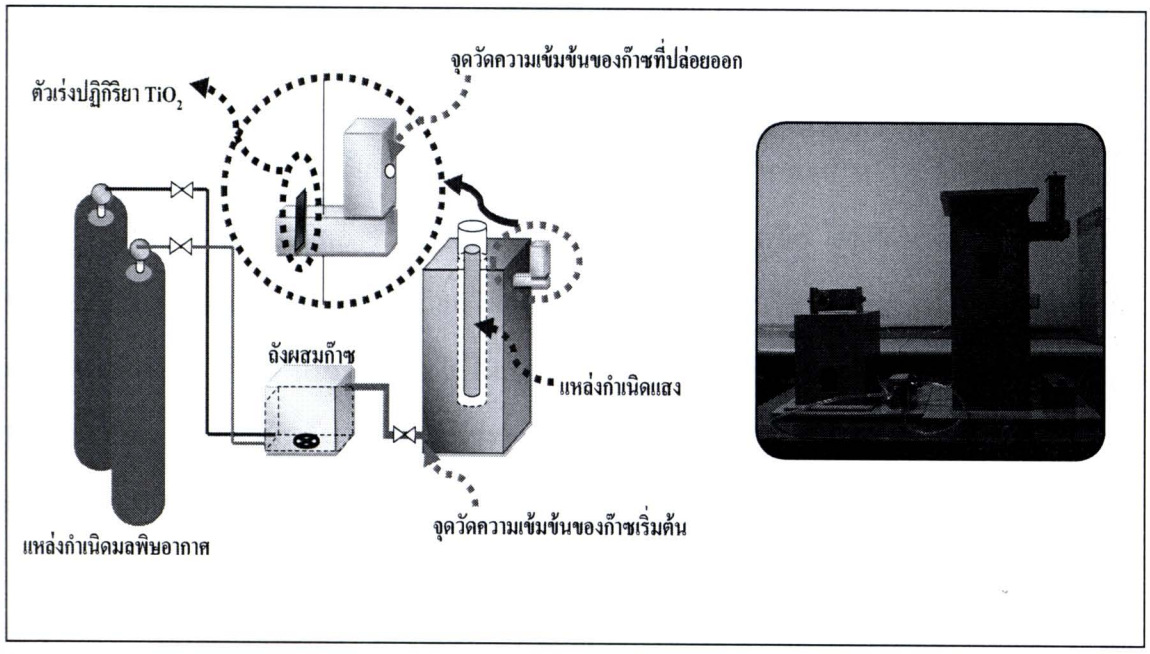
ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา โดยทำการทดลองที่เวลาต่างกัน เช่น 1 3 และ 5 ชั่วโมง เป็นต้น ที่ความต่างศักย์ 20 โวลต์ โดยใช้แผ่นไทเทเนียมที่ได้จากผลการทดลองหัวข้อที่ 3.1.2.1 และใช้จุดเชื่อมต่อในการแอโนไดเซชันจากหัวข้อที่ 3.1.2.2 มาทำการทดลอง โดยวิเคราะห์พื้นผิวด้วยเทคนิค SEM และวิเคราะห์ Photocurrent density เพื่อวัดอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในรูปของกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการฉายแสงผ่านตัวเร่งปฏิกิริยา

3.2 การศึกษากระบวนการบำบัดก๊าซมลพิษด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

3.2.1 การทดลองเบื้องต้นในการบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนให้มีพื้นที่ใช้งานขนาดใหญ่แล้วก็ทำการสังเคราะห์ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนให้มีขนาดเท่าๆ กันให้มีจำนวนหลายๆ ชุด เพื่อนำมาใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป ซึ่งก๊าซมลพิษที่ใช้ในการทดลองจะเป็นก๊าซมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น และในการทดลองนี้จะใช้แหล่งกำเนิดพลังงานแสง คือ หลอดอัลตราไวโอเลต (UV) ซึ่งการทดลองขั้นแรกต้องออกแบบถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสที่มีความเหมาะสมที่จะใช้งานไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่ผลิตขึ้น และต้องออกแบบให้สามารถตรวจวัดก๊าซมลพิษด้วยเครื่องอัตโนมัติได้ อาจแสดงให้เห็นเป็นตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งในการทดลองจริงอาจมีลักษณะที่เปลี่ยนไปได้ ชุดการทดลองประกอบด้วย ถังก๊าซมลพิษ และถังอากาศ โดยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และอากาศเข้าไปผสมกันที่ถังผสมก๊าซ (Mixing Chamber) เป็นถังพลาสติกทึบแสงขนาด 15.625 ลิตร โดยมีพัดลมเป็นตัวผสมก๊าซให้ได้ค่าความเข้มข้นที่ต้องการ เมื่อได้ก๊าซความเข้มข้นที่ต้องการแล้วจะปล่อยก๊าซไปยังถังปฏิกิริยา โดยใช้วาล์วปรับอัตราการไหลในการควบคุมปริมาณก๊าซที่ไหลเข้าให้ได้ตามที่ต้องการ โดยถังที่ใช้ในการทดลองทำจากพลาสติกที่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีลักษณะทึบแสงขนาด 20 ลิตร ด้านบนของถังจะมีช่องสำหรับใส่หลอดไฟซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสง ตัวถังประกอบด้วยส่วนรับก๊าซเข้าอยู่ด้านล่างถัง และส่วนปล่อยก๊าซออกจะอยู่ด้านบนของถัง โดยส่วนปล่อยก๊าซออกจะมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมเล็กๆ ติดอยู่กับถังปฏิกรณ์ มีขนาด 0.75 ลิตร มีตัวเร่งปฏิกิริยาอยู่ถัดออกมา 1 เซนติเมตร จากผนังถัง เพื่อให้ได้มีการรับแสงได้เต็มที่ โดยมีช่องสำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ส่วนปล่อยก๊าซออก

ในการทดลองจะทำการติดตั้งแผ่นไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนลงในถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ทำการปล่อยก๊าซมลพิษที่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้น เช่น 200 พีพีเอ็ม เข้าสู่ถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส จากนั้นทำการเปิดแสงอัลตราไวโอเลต (UV) เพื่อกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยาในการบำบัดก๊าซมลพิษ มีการวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดการทดลอง โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analyzer, Testo 950) และจะออกแบบช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดลอง เช่น ที่เวลาเริ่มต้น (0) 1 2 3 4 5 7 10 13 16 20 25 30 45 60 นาที หรือ 1.5 2.0 2.5 3.0 ชั่วโมง เป็นต้น



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสสำหรับบำบัดก๊าซมลพิษ

3.2.2 การทดลองบำบัดคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดก๊าซมลพิษ โดยก๊าซมลพิษที่ใช้ในการทดลองจะเป็นก๊าซมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น โดยที่ศึกษาปัจจัย คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่สังเคราะห์ที่เวลาต่างกันคือ 1 3 และ 5 ชั่วโมง โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนให้มีพื้นที่ใช้งานขนาดใหญ่ โดยในการทดลองจะทำการติดตั้งแผ่นไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนลงในถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ทำการปล่อยก๊าซมลพิษ

ที่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้น เช่น 200 พีพีเอ็ม เข้าสู่ถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส จากนั้นทำการเปิดแสงอัลตราไวโอเลต (UV) เพื่อกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยาในการบำบัดก๊าซมลพิษมีการวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ตลอดการทดลอง โดยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Gas Analyzer, Testo 950) และจะออกแบบช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทดลอง เช่น ที่เวลาเริ่มต้น (0) 1 2 3 4 5 7 10 13 16 20 25 30 45 60 นาที หรือ 1.5 2.0 2.5 3.0 ชั่วโมง เป็นต้น

3.3 การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์ในการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยกระบวนการโฟโตคะตะไลซิส

ทำการผลิตแผ่นไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนที่มีพื้นที่ใช้งานขนาดใหญ่ตามวิธีที่ได้ศึกษามาจากการทดลองในขั้นต้นด้วยวิธีแอโนไดเซชัน ในจำนวนมากพอสำหรับทำการทดลองศึกษาจลนพลศาสตร์ของการบำบัดก๊าซมลพิษด้วยปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส โดยศึกษาค่าจลนพลศาสตร์ของการบำบัดก๊าซมลพิษด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนในปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิสที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ซึ่งก๊าซมลพิษที่ใช้ในการทดลองจะเป็นก๊าซมลพิษชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น ขั้นตอนการทดลองสามารถอธิบาย โดยใช้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นตัวทดสอบได้ดังนี้

ศึกษาการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่ความเข้มข้นต่างกัน เช่น 50 100 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม เป็นต้น โดยทำการติดตั้งแผ่นไทเทเนียมไดออกไซด์แบบท่อนาโนลงในถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส ทำการปล่อยก๊าซมลพิษที่ทราบความเข้มข้นเริ่มต้น เช่น 50 พีพีเอ็ม เข้าสู่ถังปฏิกิริยาโฟโตคะตะไลซิส จากนั้นทำการเปิดแสงอัลตราไวโอเลต (UV) เพื่อกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยาในการบำบัดก๊าซมลพิษทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไปวิเคราะห์ที่เวลาต่างๆ กัน เช่น ที่เวลาเริ่มต้น (0) 1 2 3 4 5 7 10 13 16 20 25 30 45 60 นาที หรือ 1.5 2 2.5 3 ชั่วโมง เป็นต้น

สำหรับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความเข้มข้น 100 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม ก็ทดลองในลักษณะเดียวกัน และคำนวณหาค่าจลนพลศาสตร์ของการบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้