หัวข้อโครงงาน กระจกปรับความเข้มแสงอัจฉริยะ

โดย นายธัชเทพ นาคพลั้ง
นางสาวสิริมล กลัดงาม
นายอนุพงศ์ ชูชาติ

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา คูณขาว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและ
(ดร.ภรชัย จูอนุวัฒนกุล) อิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์

…….....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. สัญญา คูณขาว)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2558

รหัสโครงงาน 57EE103

กระจกปรับความเข้มแสงอัจฉริยะ

Electrochromic Smart Glass

บทคัดย่อ(Abstract)

กระจกปรับความเข้มแสงอัจฉริยะ เป็นเทคโนโลยีอิเล็กโทรโครมิค โดยเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เพื่อให้มีการเปลี่ยนสีเมื่อมีการจ่ายแรงดันไบอัส และการคงสภาพของสีเมื่อปราศจากแรงดันไบอัส โดยในโครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบสร้างการเคลือบฟิล์มของของทังสเตนออกไซด์ ที่สร้างอยู่บนชั้นของฟิล์มบางโลหะโปร่งแสง โดยศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางไฟฟ้า และการเปลี่ยนสถานะของสี ที่ความถี่ต่างๆ และที่ระดับความเข้มของสารละลายอิเล็กโทรไลท์ อีกทั้งความสามารถในการปรับความเข้มแสงของฟิล์มบางทังสเตนออกไซด์ขณะเกิดปฏิกริยาเพื่อลดความเข้มของแสงที่ผ่านฟิล์มบางนี้ จากการทดสอบพบว่ากระจกปรับแสงฟิล์มบางทังสเตนออกไซด์นี้สามารถตอบสนองต่อแรงดันกระแสตรงในขณะได้รับไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับเพื่อให้ความเข้มแสงเพิ่มและลดได้ และความสามารถในการคงสภาพของสีเป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้จะสำเร็จและสมบูรณ์แบบได้ โดยได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านโดยมี อาจารย์สัญญา คูณขาวเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานซึ่งท่านได้ช่วยให้คำแนะนำคำปรึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และช่วยตรวจสอบรายละเอียดต่างๆอย่างครบถ้วน จนทำให้โครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ผู้ปกครองทางคณะผู้จัดทำ เจ้าหน้าที่ทุกๆท่านจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมาก ณ ที่นี้ด้วยสิ่งใดที่โครงงานนี้มีข้อผิดพลาด คณะผู้จัดทำขอรับแต่เพียงผู้เดียวส่วนความดีความชอบทั้งหลายคณะผู้จัดทำขอมอบให้กับผู้สนับสนุนทุกๆท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก
กิตติกรรมประกาศ ข
สารบัญ ค
สารบัญตาราง จ
สารบัญภาพ ฉ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.4 ประโยชน์ของโครงงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 ทังสเตน 4
2.2 ทังสเตนไตรออกไซด์ 4
2.3 กระจกอิเล็กโทรโครมิค 5
2.4 บรรยากาศแบบสุญญากาศ 6
2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ 8
2.6 หม้อแปลงปรับค่าได้และหม้อแปลงลดแรงดัน 9

บทที่ 3 การออกแบบและกระบวนการสร้างฟิล์มบาง
3.1 ส่วนประกอบของถังสุญญากาศ 12
3.2 การเคลือบฟิล์มบางทังสเตนออกไซด์ 16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การไบอัสแรงดันกระแสตรงและไบอัสย้อนกลับ ด้วยขั้วโลหะ 25

4.2 การทดลองที่ 2 การไบอัสแรงดันกระแสตรง ด้วยขั้วโลหะในสารละลาย และการสลับขั้วแหล่งจ่ายขั้นตอนการสร้างหม้อแปลงแบบลดแรงดัน 28

4.3 การทดลองที่ 3การไบอัสแรงดันกระแสตรงและไบอัสย้อนกลับ ด้วยขั้วโลหะ ในสารละลาย HCl ในโมล่าที่ต่างกัน และสลับขั้วแรงดันไบอัส 32

4.4 การทดลองที่ 4 การตอบสนองของสัญญาณกระแสสลับ 39

4.5 การทดลองที่ 5 การลดทอนปริมาณของแสงที่ลอดผ่านกระจก 50

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ 54

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก 56

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงผลการทดสอบชุดแหล่งจ่ายด้วยแผ่นทังสเตน 10
ตารางที่ 2.2 แสดงประสิทธิภาพของชุดแหล่งจ่ายเมื่อจ่ายโหลดทังสเตน 10
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองที่ 1 27
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองที่ 2 30
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 3 สารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 โมล 33
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองที่ 3 สารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.01 โมล 35
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ 3 สารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.001 โมล 37
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองที่ 5 53

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของชั้นสารเคมีที่เคลือบลงบนกระจกในเทคโนโลยีอิเล็กโทรโครมิค	2
ภาพที่ 2.1 แสดงผงทังสเตนไตรออกไซด์ทั้ง 2 ชนิด	4
ภาพที่ 2.2 แสดงผงทังสเตนไตรออกไซด์	5
ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของกระจกแบบ Electrochromic	5
ภาพที่ 2.4 แสดงกระจกอิโทรโครมิค ยอมให้บางสีของแสงผ่านเข้ามาหรือสะท้อนออกไป	6
ภาพที่ 2.5 แสดงการทำงานของปั๊มกลโรตารีแบบลูกสูบ	7
ภาพที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ	9
ภาพที่ 2.7 แสดงภาพวงจรของหม้อแปลง	10
ภาพที่ 3.1 แสดงด้านหน้าของชิ้นงาน	12
ภาพที่ 3.2 แสดงฝาปิดด้านบน	13
ภาพที่ 3.3 แสดงโครงสร้างภายในของตัวถัง	13
ภาพที่ 3.4 แสดงการวางชิ้นงานภายในถัง	14
ภาพที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์วัดแรงดันภายในเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ	14
ภาพที่ 3.6 แสดงเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ และ ปั๊มสุญญากาศ	15
ภาพที่ 3.7 แสดงวาล์วควบคุมความดันใช้กั้นอากาศหลังจากดูดอากาศออก	15
ภาพที่ 3.8 แสดงอุปกรณ์ และการตัดกระจก ITO	16
ภาพที่ 3.9 แสดงการใช้สารละลาย Isopropyl Alcohol	17
ภาพที่ 3.10 แสดงกระจกที่ตัดเพื่อเตรียมเคลือบสารทังสเตนออกไซด์	17
ภาพที่ 3.11 แสดงการวางจัดวางแผ่นปิดกัน Shutter	18
ภาพที่ 3.12 แสดงการจัดวางกระจก ITO บนตะแกรงโลหะเหนือไส้ความร้อนที่ใส่ผง ทังสเตนออกไซด์	19
ภาพที่ 3.13 แสดงส่วนประกอบของเครื่องสุญญากาศ	20
ภาพที่ 3.14 แสดงการให้ความร้อนกับผงทังเสตนออกไซด์เพื่อให้เกิดเป็นไอจับที่กระจก ITO	21
ภาพที่ 3.15 แสดงกระจก ITO ที่เคลือบทังสเตนออกไซด์	22
ภาพที่ 3.16 แสดงการนำกระจกที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์ เข้าเตาอบ	23
ภาพที่ 3.17 แสดงมาตรวัดปริมาตรภายในถังไนโตรเจน	23

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.18 แสดงการอบกระจกโดยใช้ขดลวดเฉพาะด้านที่เคลือบทังสเตน 24
ภาพที่ 4.1 แสดงวงจรการทดลองที่ 1 26
ภาพที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนสีที่เพิ่มขึ้นของกระจก EC เมื่อเพิ่มแรงดันจาก 0 - 1.5 V 26
ภาพที่ 4.3 แสดงกระจกอิเล็กโทรโครมิคก่อนและหลัง จ่ายแรงดันไบอัส 26
ภาพที่ 4.4 แสดงกราฟกระแสที่วัดค่าได้จากการทดลองที่ 1 28
ภาพที่ 4.5 แสดงการต่อวงจรไบอัสกระแสตรงแบบไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับ 29
ภาพที่ 4.6 แสดงชุดการต่อวงจรการทดลองวัดกระแส-แรงดัน 29
ภาพที่ 4.7 แสดงการให้ไบอัสตรงและย้อนกลับจากตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 31
ภาพที่ 4.8 แสดงการให้ไบอัสตรงในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 โมล 34
ภาพที่ 4.9 แสดงการให้ไบอัสย้อนกลับในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 โมล 34
ภาพที่ 4.10 แสดงการให้ไบอัสตรงในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.01 โมล 36
ภาพที่ 4.11 แสดงการให้ไบอัสย้อนกลับในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.01 โมล 36
ภาพที่ 4.12 แสดงการให้ไบอัสตรงในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.001 โมล 38
ภาพที่ 4.13 แสดงการให้ไบอัสย้อนกลับในสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.001 โมล 38
ภาพที่ 4.14 แสดงวงจรการทดลองการตอบสนองของสัญญาณกระแสสลับ 39
ภาพที่ 4.15 แสดงการทดลองการตอบสนองของสัญญาณกระแสสลับ ระหว่าง EC กัน ขั้วโลหะ 40
ภาพที่ 4.16 แสดงการทดลองการตอบสนองของสัญญาณกระแสสลับระหว่าง EC กับ EC 40
ภาพที่ 4.17 แสดงผลการให้ความถี่ 10 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 0.25 โมล 41
ภาพที่ 4.18 แสดงผลการให้ความถี่ 100 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 0.25 โมล 41
ภาพที่ 4.19 แสดงผลการให้ความถี่ 200 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 0.25 โมล 42
ภาพที่ 4.20 แสดงผลการให้ความถี่ 10 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะใน HCl 0.25 โมล 43
ภาพที่ 4.21 แสดงผลการให้ความถี่ 100 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะใน HCl 0.25 โมล 43
ภาพที่ 4.22 แสดงผลการให้ความถี่ 200 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 0.25 โมล 44
ภาพที่ 4.23 แสดงผลการให้ความถี่ 10 Hz ระหว่าง EC กับ EC ใน HCl 1 โมล 45
ภาพที่ 4.24 แสดงผลการให้ความถี่ 100 Hz ระหว่าง EC กับ EC ใน HCl 1 โมล 45
ภาพที่ 4.25 แสดงผลการให้ความถี่ 200 Hz ระหว่าง EC กับ ECใน HCl 1 โมล 46

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.26 แสดงผลการให้ความถี่ 10 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 1 โมล 47
ภาพที่ 4.27 แสดงผลการให้ความถี่ 100 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 1 โมล 47
ภาพที่ 4.28 แสดงผลการให้ความถี่ 200 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน HCl 1 โมล 48
ภาพที่ 4.29 แสดงผลการให้ความถี่ 10 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน H_2SO_4 49
ภาพที่ 4.30 แสดงผลการให้ความถี่ 100 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะ ใน H_2SO_4 49
ภาพที่ 4.31 แสดงผลการให้ความถี่ 200 Hz ระหว่าง EC กับ ขั้วโลหะใน H_2SO_4 50
ภาพที่ 4.32 แสดงการต่อวงจรการทดลองการลดแสงของ อิเล็กโทรโครมิค 51
ภาพที่ 4.33 แสดงการออกแบบการทดลองที่ 5 51
ภาพที่ 4.34 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่ 5 52
ภาพที่ 4.35 แสดงการทดลองที่ 5 52
ภาพที่ 4.36 แสดงผลการการทดลองที่ 5 53