สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 หลักการทำงานของกระจกหน้าต่างแบบโฟโตโครมิค(Photochromic Window) ประกอบด้วยชั้นสารที่ซ้อนทับกัน โดยที่ฐานรองนั้นได้ถูกเคลือบด้วยชั้นโลหะเพลตตินั่มและชั้นต่อไปเป็นชั้นของนาโนพอรัสของสารประกอบทังเสเตนออกไซด์ และ ไททาเนียมไดออกไซด์ โดยที่ไททาเนียมไดออกไซด์ ที่ผิวหน้านั้นจะมีการเปลี่ยนสี ซึ่งสารประกอบอิเล็คโตรไลท์ที่เป็นธาตุ ลิเทียมไอออน ไอโอดีนอิออน และ ไตรไอโอดีนอิออนที่ถูกเรียงตัวอยู่ในส่วนต่างๆของโมเลกุลไททาเนียม 3

2 โครงสร้างของชั้นโฟโตโครมิคแบบเดี่ยวโดยมีสารตัวเร่งคะตาไลท์ ที่กระจายอยู่ทั่วโดยมีการจับตัวกับนาโนพอรัสที่ผิวด้านหน้าของชั้นออกไซด์ โดยในหลักการแล้วการย้อม หรือการเกิดสีขึ้นมานั้นเกิดจากการตกตะกอนโดยตรงกับสารประกอบทังสเตนออกไซด์ 4

3 ส่วนประกอบของกระจกหน้าต่างแบบโฟโตโครมิคที่สถานะก่อน และหลังการเปลี่ยนสีเมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ 4

4 การให้แสงผ่านได้หมดและการแสงผ่านได้บางส่วนเมื่ออุณหภูมิภายนอกเปลี่ยนแปลงต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิสูงขึ้นเกินกว่า 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ 5

5 แสดงกระจกหน้าต่างที่ใช้เทคโนโลยีเทอร์โมโครมิก (thermo- chromic) จะมีการเปลี่ยนควาเข้มสีเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิภายนอก 5

6 การให้แรงดันไบอัสเพื่อเป็นการจัดเรียงอนุภาคให้แสงผ่านได้ 6

7 การจ่ายแรงดันไฟฟ้าในสถานะเปิด (ON) ผลึกเนื้อสารจะเกิดการเรียงตัวขนานกันและแสงสามารถผ่านไปได้ แต่เมื่อกระแสไฟฟ้าไม่ได้จ่ายในสถานะปิด (OFF) ผลึกจะเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ แสงจะไม่สามารถผ่านออกจากกระจกหน้าต่าง 7

8 โครงสร้างของชั้นสารเคมีที่เคลือบลงบนกระจกในเทคโนโลยีอิเล็กโทรโครมิก โดยที่โครงสร้างนี้จะเป็นการเรียงตัวซ้อนทับกันตามแนวตั้ง จากเงื่อนไขในกรณีนี้แสดงให้เห็นถึงการเกิดสีเมื่อมีการแลกเปลี่ยนประจุในวัสดุธาตุที่มีประจุบวกคือทังสเตนออกไซด์ 9

9 แสดงโครงสร้างการทำงานในการสะท้อนแสงของสิ่งประดิษฐ์ที่เปลี่ยนสีจากปฏิกริยาเคมีไฟฟ้า 11

ภาพประกอบ **หน้า**

10 แสดงโครงสร้างการทำงานในการให้แสงผ่านเข้าสู่ภายในชั้นสารและขั้วโลหะโปร่งแสงที่เคลือบอยู่บนกระจกจากปฏิกริยาเคมีไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนการให้แรงดันย้อนกลับ 11

11 โครงสร้างภาคตัดขวางของกระจกอิเล็กโทรโครมิคที่เรียงกันเป็นชั้นในแนวตั้ง 13

12 แสดงตัวอย่างอาคารสำนักงานที่มีการใช้กระจกกรองแสงเพื่อลดแสงสว่าง และป้องกันพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ 15

13 ความเข้มของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ทีความยาวคลื่นต่างๆ 16

14 แผนภาพแสดงย่านความยาวคลื่นแสงของดวงอาทิตย์ 17

15 แผนภาพโครงสร้างกระจกที่เคลือบโพลิเมอร์ผลึกเหลว ในขณะที่ไม่ได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคผลึกเหลวจะแพร่กระจายไม่เป็นระเบียบอยู่ในสถานะปิดวงจรจะแสดงการเกิดสีและเมื่อได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคผลึกเหลวจะจัดตัวเป็นระเบียบอยู่ในสถานะเปิดวงจรจะแสดงการไม่เกิดสี 17

16 แสดงการความสัมพันธ์ระหว่างสเปคตรัมการส่งผ่านในการมองเห็นกับความยาวคลื่นของกระจกที่เคลือบโพลิเมอร์ผลึกเหลว เมื่อได้รับการจ่ายแรงดัน และไม่ได้รับกระแสสลับ (100Va.c.) 18

17 (ก)โครงสร้างกระจกที่เคลือบโพลิเมอร์ผลึกเหลวในขณะที่ไม่ได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคผลึกเหลวแพร่กระจายไม่เป็นระเบียบแสงไม่สามารถผ่านเข้าสู่กระจกได้จะเกิดการกระเจิงของแสงออกไปและ(ข)เมื่อได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคผลึกเหลวเป็นจะจัดตัวเป็นระเบียบแสงสามารถผ่านทะลุระหว่างช่องว่างของผลึกได้ 19

18 โครงสร้างกระจกที่เคลือบสาร Suspended Particle Devices ที่เป็นสารออร์การ์นิค (organic)ของอนุภาคสารแขวนลอย 19

19 ภาพกระจกที่เคลือบสาร Suspended Particle Devices (ก) ในขณะที่ไม่ได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคจะแพร่กระจายไม่เป็นระเบียบอยู่ในสถานะปิดวงจรจะแสดงการเกิดสี off condition (highly absorbing) และ (ข) ได้รับการจ่ายแรงดันอนุภาคเป็นจะจัดตัวเป็นระเบียบอยู่ในสถานะเปิดวงจรจะแสดงการไม่เกิดสี Fully on condition (less absorbing) 20

ภาพประกอบ **หน้า**

20 แสดงการทำงานในการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนของลิเทียมอิออนไปยังชั้นของอิเล็กโทรโครมิคไหลผ่านเข้าสู่แหล่งจ่ายแรงดันวงจรภายนอก 21

21 แสดงโครงสร้างของกระบวนการสร้างกระจกอิเล็กโทรโครมิคโดยแยกการเคลือบสารวัสดุ้วยกระบวนการสร้างออกเป็นชั้นต่างๆ 22

22 แสดงวงจรเสมือนของกระจกไฟฟ้าอิเล็กโทรโครมิค 22

23 โครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์สิ่งประดิษฐ์อิเล็กโทรโครมิก 24

24 แสดงการลดลงของการถ่ายเทความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ของกระจกแบบอิเล็กโทรโครมิค และกระจกหน้าต่างชนิดอื่นๆ 27

25 (ก) แผนภาพการทำงานของการดูดกลืนและการส่งผ่านของแสงจากสิ่งประดิษฐ์ที่เปลี่ยนสีจากจากการให้แรงดันไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับ (ข)แสดงเปอร์เซ็นต์ขนาดของการดูดกลืนกับการส่งผ่านของแสงจากตัวสิ่งประดิษฐ์ 28

26 แสดงการทดสอบกระจกหน้าต่างอิเล็กโทรโครมิคที่มีการปรับความเข้มสีเท่ากันหมด 28

27 แสดงระดับความเข้มสีที่แตกต่างกันจากทางด้านขวามาทางซ้ายของหน้าต่างอิเล็กโทรโครมิค 29

28 โครงสร้างของเครื่องเคลือบฟิลม์สูญญากาศ 32

29 แสดงการทำงานของปั๊มกลโรตารีแบบลูกสูบ 33

30 แสดงด้านข้างของชิ้นงาน 34

31 แสดงฝาปิดด้านบน 34

32 โครงสร้างภายในของตัวถัง 35

33 แสดงการวางชิ้นงานภายในถัง 36

34 แสดงการต่อเครื่องดูดอากาศ 36

35 แสดงบ๊อบปิ้นขนาด 2×3 ตารางนิ้ว 39

36 แสดงการใส่แกนของบ๊อบปิ้นพร้อมพันลวด 39

37 แสดงการพันขดปฐมภูมิ 40

38 แสดงการพันด้านทุติยภูมิด้วยแผ่นทองแดง 40

39 แสดงการยึดน๊อตแกนเหล็กของหม้อแปลง 41

40 แสดงหม้อแปลงที่พร้อมใช้งาน 41

ภาพประกอบ **หน้า**

41	การทดสอบโหลดน้ำเกลือ	42
42	แสดงวงจรการทดสอบโหลดน้ำเกลือ	43
43	แสดงวงจรการทดสอบหม้อแปลงแบบเปิดวงจร	44
44	แสดงวงจรการทดสอบหม้อแปลงแบบลัดวงจร	44
45	แสดงวงจรการทดสอบหม้อแปลงด้วยทังสเตน	45
46	แสดงวงจรทดสอบหม้อแปลงแบบเปิดวงจร	46
47	แสดงวงจรทดสอบหม้อแปลงแบบลัดวงจร	47
48	แสดงค่าพารามิเตอร์ของหม้อแปลง	48
49	แสดงวงจรสมมูลของหม้อแปลง	49
50	แสดงวงจรทดสอบหาค่าโหลดทังสเตน	49
51	แสดงวงจรสมมูลของหม้อแปลงร่วมกับโหลดทังสเตน	51
52	แสดงอุปกรณ์ และการตัดกระจก ITO	52
53	แสดงการทดสอบกระจกด้านที่เป็นกระจกและเคลือบสาร ITO	54
54	แสดงกระจกที่ตัดเพื่อเตรียมเคลือบสารทังสเตนออกไซด์	55
55	แสดงการจัดวางกระจก ITO บนตะแกรงโลหะเหนือใส้ความร้อนที่ใส่ผงทังสเตนออกไซด์	56
56	แสดงชุดอุปกรณ์การควบคุมกระแสและระบบสูญญากาศ	57
57	แสดงการให้ความร้อนกับผงทังสเตนออกไซด์เพื่อให้เกิดเป็นไอจับที่กระจก ITO	58
58	แสดงกระจก ITO ที่เคลือบทังสเตนออกไซด์ที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น และ จากประเทศเยรมัน	59
59	แสดงการนำกระจกที่เคลือบสาร ทังสเตนออกไซด์แล้วนำเข้าเตาอบโดยเพิ่มอุณหภูมิทีละ 50 องศา	60
60	แสดงการนำกระจกที่เคลือบสาร ทังสเตนออกไซด์ที่ผ่านการอบด้วยความร้อนออกจากเตาอบ	61
61	แสดงโครงสร้างการทำงานของฟิล์มอิเล็กโทรโครมิกอยู่บนกระจกโปร่งแสงในสถานะที่ไม่ได้รับการไบอัส แสงสว่างจะสามารถผ่านเข้าสู่กระจกได้ และในสถานะได้รับการไบอัสฟิล์มอิเล็กโทรโครมิกจะปรับความเข้มสีซึ่งแสงจะไม่สามารถผ่านออกไปได้	64
62	แสดงการเสียหายของแผ่นกระจก ITO ที่เกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล	67

ภาพประกอบ **หน้า**

63 แสดงแผ่นกระจก ITO ที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์เมื่อได้รับการไบอัสจะมีการเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้า 68

64 แสดงแผ่นกระจก ITO ที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์เมื่อหยุดให้การไบอัสจะยังคงสภาพเป็นน้ำเงิน 68

65 แสดง(ก)กระจก ITO ที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์ ก่อนไบอัสย้อนกลับ (ข) ภายหลังการได้รับไบอัสย้อนกลับที่มีการสลับด้านการเปลี่ยนสี 69

66 แสดงสภาพก่อนการให้ไบอัสแรงดันกับกระจก ITO ที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์ 70

67 (ก)ภายหลังการได้รับไบอัส 0-3V ที่มีการเปลี่ยนสีเป็นสีฟ้าเข้มขึ้น (ข)การคงสภาพของสีน้ำเงินบนแผ่นกระจก ITO ที่เคลือบสารทังสเตนออกไซด์เมื่อไม่ได้รับการไบอัส 71

68 (ก)การให้แรงดันไบอัสนย้อนกลับกับกระจก ITO ที่เคลือบสาร ทังสเตนออกไซด์ที่มีการเปลี่ยนสีลดลง (ข) การเปลี่ยนสีบนแผ่นกระจก ITO ที่เคลือบทังสเตนออกไซด์ที่สภาพการเปลี่ยนสีลดลง 72

69 ลักษณะการจัดโครงสร้างของกระจกอิเล็กโทรโครมิคที่เรียงกันเป็นชั้น 74

70 แสดงต้นแบบที่เตรียมสำหรับการทดสอบทางไฟฟ้า 74

71 แสดงการเพิ่มขึ้นของกระแสและสีที่แข้มขึ้นเมื่อแรงดันไบอัสตรงที่เพิ่มขึ้น 75

72 แสดงการลดลงของกระแสและสีที่จางลงเมื่อแรงดันไบอัสกลับที่ขั้วแคโทดลดลง 76

73 (ก) แสดงกระแสกับแรงดันไบอัสตรงกับขั้วคาโทดของแผ่นกระจก $ITO + WO_3$ (ข) แสดงกระแสกับแรงดันไบอัสย้อนกลับกับขั้วคาโทดของแผ่นกระจก $ITO + WO_3$ 78

74 แสดงการเปลี่ยนสีของแผ่นกระจก $ITO + WO_3$ ที่ได้รับการไบอัสกระแสสลับ 79

75 สัญญาณกระแสสลับอินพุท และสัญญาณเอาท์พุทจากสิ่งประดิษฐ์ อิเล็กโทรโครมิค 80