

กระจกอัจฉริยะเทอร์โมโครมิก

กรองกัญญ์ เต็มเกาะ

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

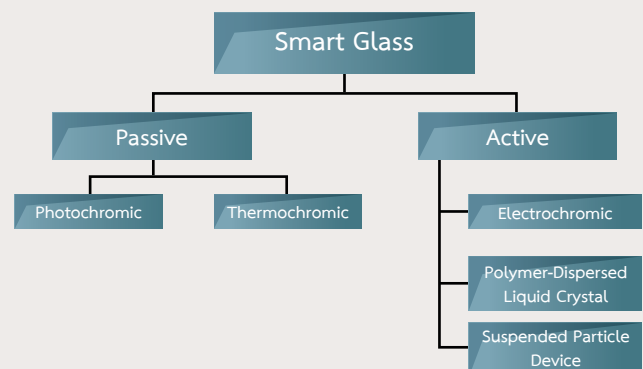
กองวัสดุวิศวกรรม

กระจกเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้างอาคาร ทั้งที่ใช้เป็นผนังภายนอกของอาคาร หน้าต่าง ประตู ทั้งนี้รวมถึงอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากกระจกมีสมบัติโปร่งใส ช่วยเพิ่มแสงสว่างภายในอาคาร นอกจากนี้ยังช่วยในการมองเห็นทัศนียภาพภายนอกอาคารได้ แต่ข้อเสียของกระจกคือนอกจากแสงผ่านเข้ามาในอาคารแล้วยังนำความร้อนเข้ามาในตัวอาคารด้วย จำเป็นต้องติดตั้งม่านหรือมู่ลี่เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอก ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศมากขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน และเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตเมืองร้อนที่มีอากาศร้อนเกือบตลอดทั้งปี การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ทำการเก็บสถิติการใช้ไฟฟ้าในปี 2561 และค่าประมาณการปี 2562 ตามรูปที่ 1 แสดงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ข้อมูล ณ วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2562 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2562 มีค่าสูงขึ้นสูงกว่าค่าที่ประมาณการไว้ และยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจากปี 2561



กระจกอัจฉริยะ (Smart glass) เป็นกระจกที่ช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีความพิเศษกว่ากระจกทั่ว ๆ ไป คือ สามารถเปลี่ยนความใสของกระจกเป็นทึบแสง หรือเปลี่ยนสีตามสารเจือที่เติมลงไปอย่างอัตโนมัติ เมื่อมีปัจจัยภายนอกมากระตุ้น แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ แบบ Passive และ Active ดังแสดงตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 ประเภทของกระจกอัจฉริยะ

ที่มา <https://www.slideshare.net/glassapps/electrochromic-glass>

1. กระจกอัจฉริยะ แบบ Passive กระจกประเภทนี้เรา จะไม่สามารถควบคุมการทำงานของกระจกได้ แต่กระจกจะตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น กระจกอัจฉริยะโฟโตโครมิก (Photochromic smart glass) จะตอบสนองเมื่อมีแสงเหนือม่วง (Ultraviolet light) ผ่านเข้ามา กระจกชนิดนี้นิยมใช้ในการทำเลนส์กระจกล้อตาเปลี่ยนสีได้ และกระจกอัจฉริยะเทอร์โมโครมิก (Thermochromic smart glass) จะเปลี่ยนกระจกใสเป็นทึบแสงโดยอัตโนมัติเมื่อกระจกได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิจุดหนึ่ง

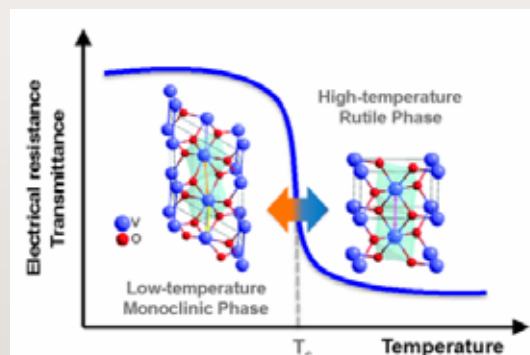
2. กระจกอัจฉริยะแบบ Active กระจกประเภทนี้เราสามารถควบคุมการทำงานของกระจกให้เปลี่ยนเป็นกระจกใส

หรือที่ตามที่ต้องการ โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า เช่น กระจกอัจฉริยะอิเล็กโตรโครมิก (Electrochromic smart glass) และกระจกอัจฉริยะลิควิดคริสตัล (Liquid crystals smart glass) ซึ่งกระบวนการการผลิตกระจกประเภทนี้ค่อนข้างซับซ้อน และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการควบคุมการทำงาน

กระจกแต่ละประเภทมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการใช้งานและความเหมาะสม กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการวิจัย พัฒนาที่ยั่งยืน จึงดำเนินการวิจัยพัฒนากระจกอัจฉริยะประเภท เทอร์โมโครมิก เนื่องจากสมบัติของกระจกมีความเหมาะสม กับประเทศไทย เพราะสามารถเปลี่ยนสมบัติตามอุณหภูมิโดย เมื่ออุณหภูมิถึงจุด ๆ หนึ่งสมบัติทางด้านแสงและไฟฟ้าจะ เปลี่ยนโดยอัตโนมัติทำให้ความร้อนจากภายนอกถูกลดทอนลง หรือกั้นไม่ให้พลังงานความร้อนแผ่รังสีเข้ามาได้ภายในตัวอาคาร ผลที่ได้ตามมาก็คือไม่ต้องติดมู่ลี่หรือผ้าม่านลดการใช้ เครื่องปรับอากาศทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างยั่งยืน

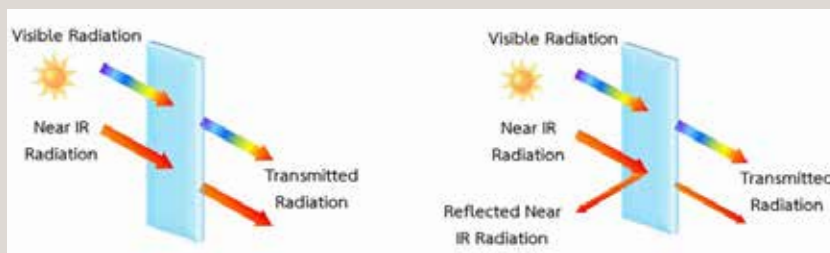
งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้สารวานาเดียมไดออกไซด์ (VO_2) ซึ่งมีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) มี

โครงสร้างเฟสโมโนคลินิก (Monoclinic) ที่อุณหภูมิห้อง และ เปลี่ยนสถานะเป็นโลหะ (Metallic) ที่อุณหภูมิทรานซิชัน (Transition temperature, T_c) ที่อุณหภูมิประมาณ 68°C โครงสร้างเปลี่ยนเป็นเฟสรูไทล์ (Rutile) ดังแสดงรูปที่ 3 ทำให้ สมบัติทางไฟฟ้าและสมบัติทางแสงเปลี่ยนไป แต่ที่อุณหภูมิ ที่ 68°C ก็ยังมีค่าที่สูงกว่าอุณหภูมิห้องอยู่มาก จึงได้หาวิธีที่ ทำให้ T_c ลดลง โดยการเจือสาร (dope) สารทั้งสแตนเพื่อให้ T_c มีค่าใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง



รูปที่ 3 การเปลี่ยนสมบัติทางไฟฟ้า และแสง ที่ขึ้นกับอุณหภูมิ ที่มา A. Concalves et al./Solar Energy Materials & Solar Cells 150 (2016) 1-9

รูปที่ 4 แสดงการทำงานของกระจกอัจฉริยะเทอร์โมโครมิก เมื่อด้านหนึ่งของกระจกถูกเคลือบด้วยวัสดุเทอร์โมโครมิก VO_2 รูป ทางด้านซ้ายเมื่อแสดงเมื่ออุณหภูมิ (T) ต่ำกว่า T_c ทั้งแสงที่มองเห็นได้ (Visible) ที่มีความยาวคลื่น $380\text{--}780\text{ nm}$ และแสงช่วง NIR ที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 780 nm สามารถผ่านกระจกไปอีกด้านหนึ่งได้ แต่ในทางกลับกันเมื่ออุณหภูมิของกระจกมีค่ามากกว่า T_c รังสี NIR บางส่วนจะสะท้อนกลับ



รูปที่ 4 การทำงานของกระจก (ซ้าย) $T > T_c$ และ (ขวา) $T < T_c$

กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ มุ่งเน้นงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมวัสดุที่ยั่งยืน ผู้ประกอบการหรือผู้ที่สนใจงานวิจัยนี้ สามารถติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ กลุ่มงานวัสดุอัจฉริยะและเทคโนโลยีเคลือบผิว กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร 0 2201 1776

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. กราฟและสถิติ: ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด [ออนไลน์]. [เข้าถึงวันที่ 20 มีนาคม 2562].

เข้าถึงจาก: http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=348&Itemid=116

GONCALVES, A., J. RESENDE, A. C. MARQUES, J. V. PINTO, D. NUNES, A. MARIE, R. GONCALVES, L. PEREIRA, R. MARTINS and E.

FORTUNATO. Smart optically active VO_2 nanostructured layers applied in roof-type ceramic tiles for energy efficiency.

Solar Energy Materials & Solar Cells. 2016, 150, 1–9. Type of Smart Glass [Online]. 2013 [เข้าถึงวันที่ 20 มีนาคม 2562].

เข้าถึงจาก: <https://www.slideshare.net/glassapps/electrochromic-glass>