

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเทอร์โมอิเล็กทริกขนาดเล็ก ร่วมกับการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงาน และศึกษาการนำ พลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อน ซึ่งมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric)

2.1.1 การค้นพบเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก

2.1.2 หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก

2.1.3 วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก

2.1.4 โครงสร้างของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

2.2 การทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์

2.3.1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

2.3.2 อุปกรณ์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานเทอร์โมอิเล็กทริกในการทำความเย็น

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็นแบบระเหย

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

2.1 เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric)

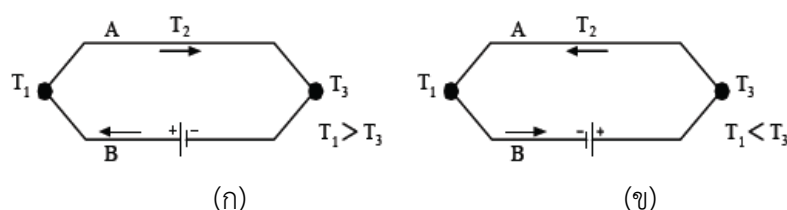
2.1.1 การค้นพบเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก

ในปี ค.ศ. 1821 โทมัส โจแฮนน์ ซีเบค (Thomas Johann Seebeck) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน พบว่า เมื่อนำโลหะ 2 เส้นต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าปลายจุดต่อทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทั้งสองซึ่งเรียกว่า ปรากฏการณ์ซีเบค (Seebeck effect) ดังภาพประกอบ 2.1 (ก) การไหลของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง และถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออกจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ปลายด้านเปิด ดังภาพประกอบ 2.1 (ข)



ภาพประกอบ 2.1 ปรากฏการณ์ซีเบค

ต่อมาเมื่อปี ค.ศ. 1834 ฌอง ชาร์เลส อะธานาส เพลเทียร์ (Jean Charles Athanase Peltier) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส พบว่า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรลักษณะเดียวกับที่ซีเบคสร้างขึ้น โดยใช้โลหะต่างชนิดกันทำให้เกิดอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อแตกต่างกัน โดยปลายด้านหนึ่งจะร้อนและปลายอีกด้านหนึ่งจะเย็นซึ่งเรียกว่า ปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier effect) ดังภาพประกอบ 2.2 (ก) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกไหลผ่านเข้าไปในวงจร จะทำให้จุดต่อ T_1 มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดต่อ T_3 และภาพประกอบ 2.2 (ข) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกไหลผ่านเข้าไปในวงจร จะทำให้จุดต่อ T_3 มีอุณหภูมิสูงกว่า T_1

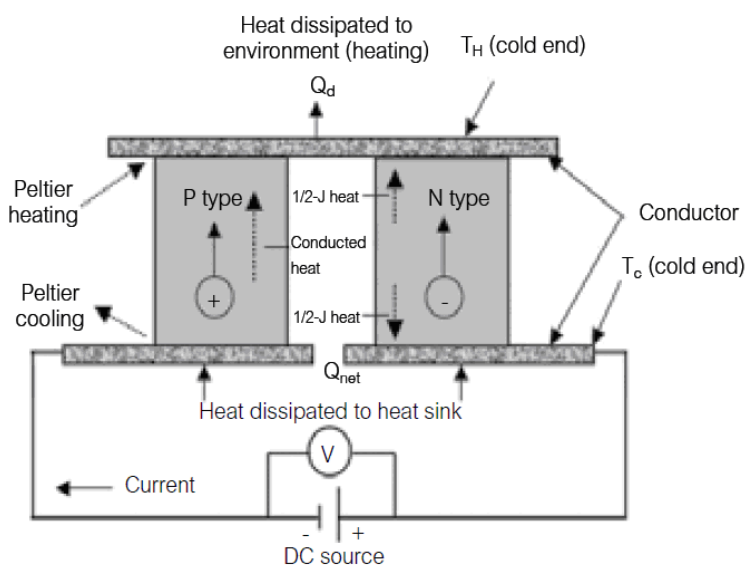


ภาพประกอบ 2.2 ปรากฏการณ์เพลเทียร์

จากการค้นพบปรากฏการณ์ทั้งสอง ได้ถูกนำมาพัฒนาจนกระทั่งได้ขึ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วย ตัวนำสองชนิดที่ต่อกันแบบอนุกรมทางไฟฟ้า และขนานกันทางความร้อน ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ถูกเรียกต่อมาว่า เฮอร์โมอิเล็กทริก ต่อมาได้มีการค้นพบว่า เมื่อนำสารกึ่งตัวนำมาใช้แทนสารตัวนำในการสร้างเฮอร์โมอิเล็กทริก จะให้ค่าประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น จากนั้นมีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เฮอร์โมอิเล็กทริกกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเทคโนโลยีเฮอร์โมอิเล็กทริก เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำความเย็น และปั๊มความร้อนได้โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เพราะไม่มีการใช้สารทำความเย็นในกระบวนการ อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นไฟฟ้าได้อีกด้วย ข้อดีของอุปกรณ์ชนิดนี้ คือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และทำงานเงียบ เพราะไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว

2.1.2 หลักการทำงานของเฮอร์โมอิเล็กทริก [21]

เฮอร์โมอิเล็กทริก เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานที่ทำจากสารกึ่งตัวนำที่สามารถสร้างความเย็นและปั๊ม ความร้อนได้ จากปรากฏการณ์เพลเทียร์ ที่ได้กล่าวว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำสองชนิดที่ต่อกัน จะมีความร้อนเกิดขึ้นที่รอยต่อของตัวนำสองชนิด ความร้อนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า หลักการทำงานของอุปกรณ์มีดังนี้ เมื่อให้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC current)

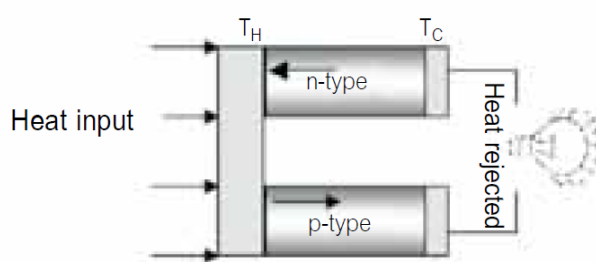


(ข) ขณะทำความร้อน

ที่มา: [21]

ภาพประกอบ 2.3 เซอร์โมอิเล็กทริก (ก) ขณะทำความเย็น (ข) ขณะทำความร้อน

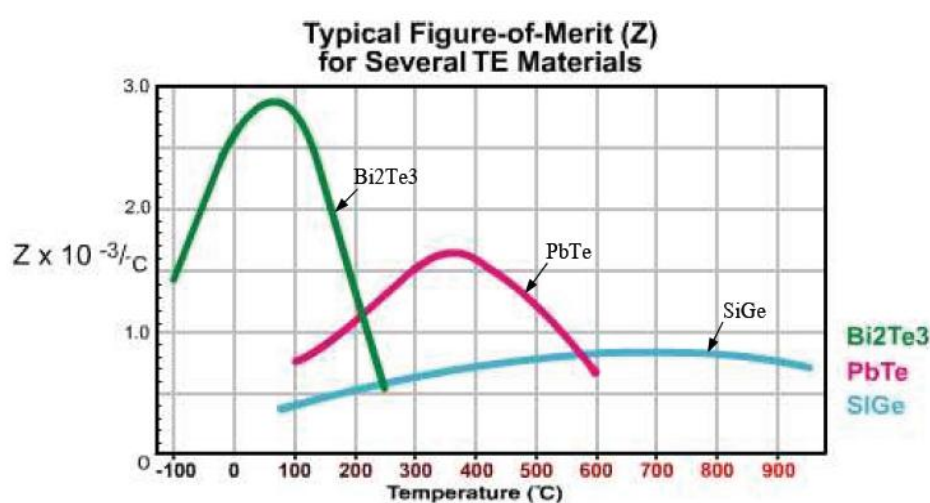
อุปกรณ์เซอร์โมอิเล็กทริกนั้น ยังสามารถผันความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย จากปรากฏการณ์ซีเบคที่กล่าวไปแล้ว หลักการทำงานของอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนความร้อนเป็นไฟฟ้ามีดังนี้ เมื่อให้แหล่งความร้อนที่ด้านร้อนของเซอร์โมอิเล็กทริก ดังภาพประกอบ 2.4 ความร้อนที่เซอร์โมอิเล็กทริกได้รับจะไปกระตุ้นการไหลของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ จึงทำให้เกิดกระแสไหลภายในวงจร เมื่อต่อเข้ากับหลอดไฟฟ้าจะทำให้เกิดแสงสว่างขึ้น



ภาพประกอบ 2.4 เซอร์โมอิเล็กทริก ขณะผลิตกระแสไฟฟ้า

2.1.3 วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก

เทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน คือ วัสดุสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น n และชนิด p ของ Bismuth Telluride (Bi_2Te_3) นิยมนำมาผลิตเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ เพราะเป็นสารที่มีสภาพนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี นอกจากนี้ยังมีวัสดุสารกึ่งตัวนำอื่นๆ ที่ใช้ผลิตเทอร์โมอิเล็กทริก ได้แก่ Lead Telluride (PbTe) และ Silicon Germanium (SiGe) ซึ่งมีความเหมาะสมในงานที่แตกต่างกันออกไป Bi_2Te_3 เหมาะสมกับงาน refrigeration applications หรือ Low-power generation applications ในย่านอุณหภูมิ -93 ถึง 177 °C ส่วน PbTe และ SiGe เหมาะสมกับงานที่อุณหภูมิที่สูงกว่า เช่น การผลิตไฟฟ้าในยานอวกาศในย่านอุณหภูมิที่ใช้งานคือ 227 ถึง 627 °C และ 527 ถึง 1027 °C ตามลำดับ

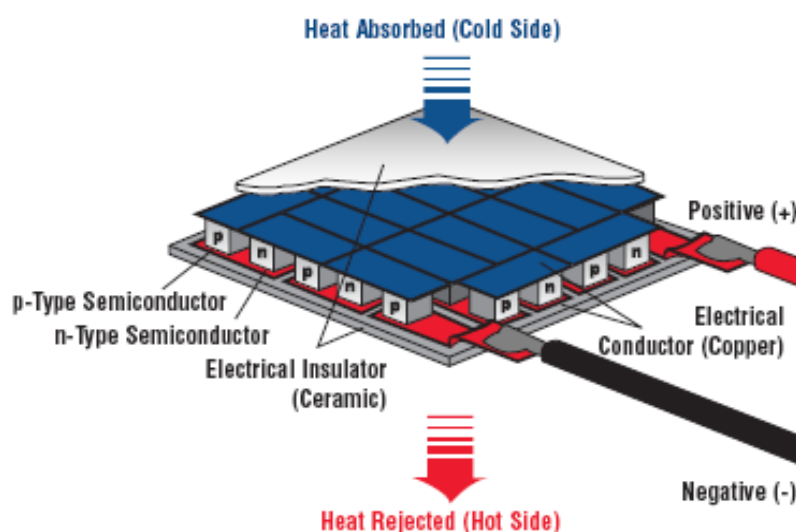


ที่มา: [64]

ภาพประกอบ 2.5 สมรรถนะของวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกในช่วงอุณหภูมิต่างๆ

2.1.4 โครงสร้างของเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล

เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด n และ p ต่ออนุกรมทางไฟฟ้าและขนานทางความร้อน ดังภาพประกอบ 2.6 โดยทั่วไปข้อมูลจำเพาะจะบอกเป็นค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันที่จ่ายออก ชิ้นส่วนประกอบของเทอร์โมอิเล็กทริกถูกฝังในวัสดุที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้าเพื่อรักษาระยะห่างให้คงที่และคลุมด้วยวัสดุ เช่น เซรามิก เพื่อป้องกันชิ้นส่วนประกอบขณะนำไปใช้งาน ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ของวัสดุจะต้องถูกพิจารณาในการออกแบบ ค่าแรงกดหรือความร้อนระหว่างประกอบจะมีผลทำให้มันเสียหายได้ ข้อดีของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกและการทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก คือมีความเชื่อมั่นในการทำงานสูง ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่จึงไม่ต้องบำรุงรักษา ไม่มีเสียงในขณะทำงาน ควบคุมการทำงานได้ง่าย ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบาและยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน



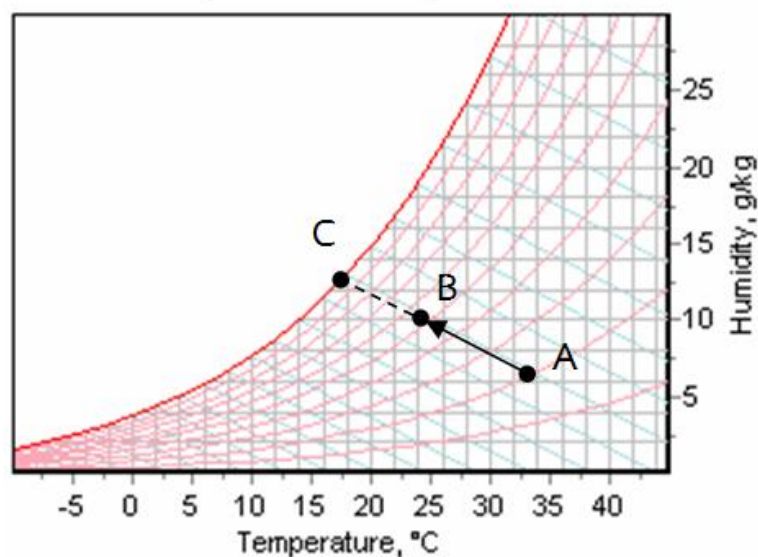
ที่มา: [65]

ภาพประกอบ 2.6 โครงสร้างส่วนประกอบของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

2.2 การทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง (Direct evaporative cooling)

การทำความเย็นแบบระเหยมีหลักการทั่วไปคือ ขณะที่น้ำเกิดการระเหย ความร้อนแฝงในการระเหยของน้ำจะได้รับความน้ำด้วยตัวเองและอากาศที่อยู่รอบ ๆ ผลที่ตามมาคือทั้งน้ำและอากาศจะเย็นตัวลงระหว่างกระบวนการนี้ [22]

ในวันที่มีอากาศร้อนและแห้งเราจะรู้สึกเย็นกว่าได้ถ้ามีการพ่นน้ำในสนามหญ้า ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าน้ำมีการดูดซับความร้อนจากอากาศที่อยู่รอบๆ และเกิดการระเหยขึ้น การทำงานของระบบทำความเย็นแบบการระเหยมีหลักการทำงานดังนี้ ภาพของการทำความเย็นแบบระเหยและกระบวนการบนแผนภาพไซโครเมตริก ได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 2.7 กล่าวคือ อากาศที่ร้อนและแห้งที่สถานะที่ A ไหลเข้าสู่เครื่องทำความเย็นแบบระเหย ซึ่งมีการฉีดพ่นหรือปล่อยน้ำที่อยู่ในสถานะของเหลว น้ำส่วนหนึ่งจะเกิดการระเหยในระหว่างกระบวนการนี้ โดยการดูดซับความร้อนจากกระแสน้ำของอากาศ ผลที่ตามมาคืออุณหภูมิของกระแสน้ำอากาศจะลดลงและมีความชื้นเพิ่มขึ้น (สถานะ B) ข้อจำกัดของกระบวนการนี้คืออากาศจะไหลออกได้เต็มที่ที่สถานะอิมิตที่สถานะ C ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถทำได้ในกระบวนการนี้

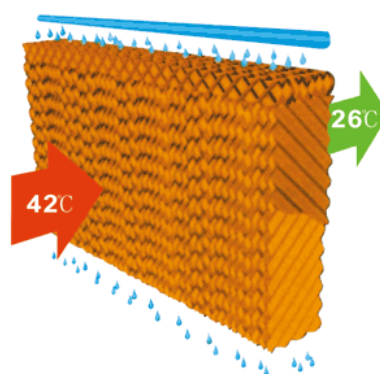


ภาพประกอบ 2.7 การทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling)

กระบวนการทำความเย็นแบบระเหยนี้จะเหมือนกับกระบวนการอิมพัลส์เดียวเบติก (Adiabatic) เนื่องจากการถ่ายโอนความร้อนระหว่างอากาศและสิ่งแวดล้อมมีไม่มากนัก ดังนั้นกระบวนการทำความเย็นแบบระเหยจะดำเนินตามแนวเส้นอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่คงที่บนแผนภาพไซโครเมตริก เนื่องจากเส้นของอุณหภูมิกระเปาะเปียกคงที่เกือบจะเป็นเส้นเดียวกับเส้นของเอนทัลปีคงที่ ดังนั้นค่าเอนทัลปีของกระแสน้ำอากาศจึงถูกสมมุติให้คงที่ กระบวนการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงสามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทพ่นฝอย (Spray type) และประเภทผิวน้ำเปียก (Wet pad evaporative)



(A)



(B)

ที่มา: [66]

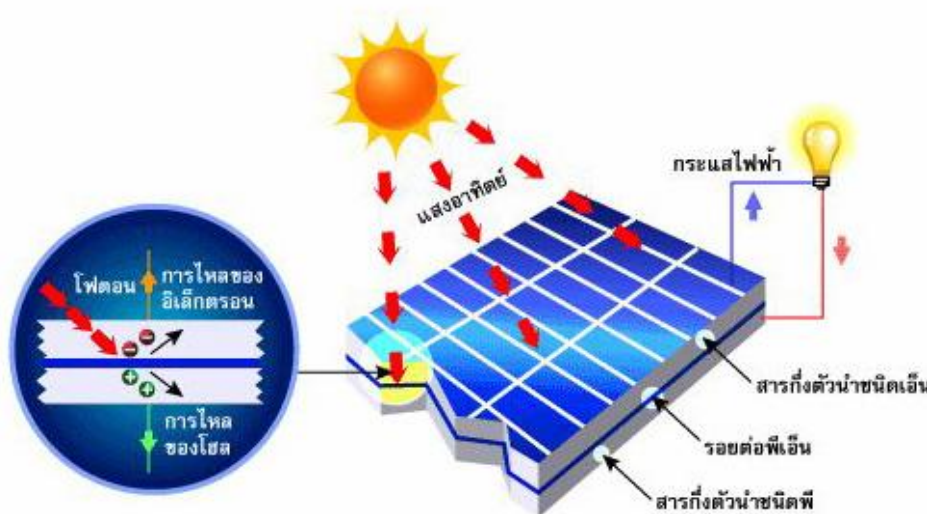
ภาพประกอบ 2.8 ประเภทการทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง (A) ประเภทพ่นฝอย (B) ประเภทผิวน้ำเปียก

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์

2.3.1 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell หรือ Photovoltaic) เป็นอุปกรณ์ที่นำมาเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง สร้างจากสารกึ่งตัวนำอาทิ ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกและมีมากมายบนพื้นโลก โดยนำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานที่เรียกว่า โฟตอน (Photon) จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดข้ามขอบเขตออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอมและสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะเกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น

องค์ประกอบหลักของเซลล์แสงอาทิตย์คือ สารกึ่งตัวนำ (Semi conductors) จำนวน 2 ชนิดมาต่อกัน ซึ่งเราเรียกว่า รอยต่อ พี – เอ็น (P – N Junction) เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบบนเซลล์แสงอาทิตย์ ก็จะถ่ายโอนพลังงานให้กับอะตอมของสารกึ่งตัวนำทำให้เกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและประจุบวกขึ้นได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮลไหลไปที่ขั้วบวก ด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงขึ้นที่ขั้วทั้งสอง เมื่อเราต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ก็จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรอย่างต่อเนื่องตราบเท่าที่ยังมีแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงเซลล์ และเราสามารถนำเอาพลังงานไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้ทันที หรือนำไปเก็บกับไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานในภายหลังได้

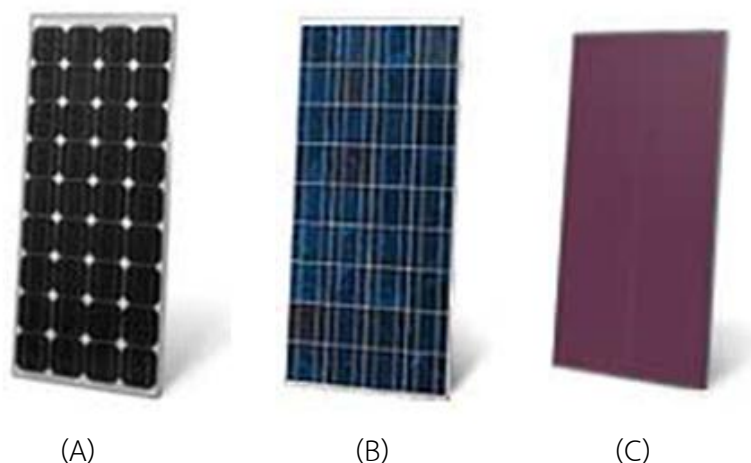


ที่มา: [67]

ภาพประกอบ 2.9 ผลกระทบเมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการผลิตในหลายลักษณะดังนี้ ผลึกเดี่ยวซิลิกอน (Single crystalline silicon : c-Si) ผลึกโพลีซิลิกอน (Poly crystalline silicon : pc-Si) และ อะมอร์ฟัสซิลิกอน (Amorphous silicon : a-Si) นอกจากซิลิกอนแล้ว วัสดุสารกึ่งตัวนำอื่นๆ ก็ใช้ผลิต

เซลล์แสงอาทิตย์ได้เช่นกัน ได้แก่ แกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) แคดเมียมเทลลูไรด์ (Cadmium Telluride : CdTe) คอปเปอร์อินเดียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide : CIS)



ที่มา: [68]

ภาพประกอบ 2.10 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ (A) Single crystalline silicon (B) Poly crystalline silicon (C) Amorphous silicon

2.3.2 อุปกรณ์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีกโดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar modules) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้าและการต่อกันแบบขนานจะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากัน ด้วยรวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย

แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ



ที่มา: [67]

ภาพประกอบ 2.11 อุปกรณ์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานเทอร์โมอิเล็กทริกในการทำความร้อน

Lertsatitthanakorn และคณะ [7] ศึกษาสมรรถนะการทำความร้อนของเครื่องปรับอากาศเทอร์โมอิเล็กทริก ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก 7 โมดูล ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีบล่เยื่อแผ่นผ้าถ่ายเทอากาศเย็นแบบอิสระ ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีบบนสกาย (Skive fin) โดยใช้พัดลมระบายความร้อน พบว่า เมื่อเพิ่มการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริกจะทำให้ค่าอัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ COP มีค่าลดลง และพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลอากาศด้านร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิด้านเย็นลดลง เงื่อนไขที่เหมาะสมคือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A ได้อัตราการทำความเย็น 126 W ค่า COP 0.89

Guler และ Ashiska [2] สร้างชุดอุปกรณ์ทำความเย็นเพื่อใช้ในการทางการแพทย์ ในช่วงอุณหภูมิ 6–10°C ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) เพื่อเก็บรักษาเนื้อเยื่อ ยารักษาโรค และอาหาร ซึ่งทดสอบชุดอุปกรณ์ทำความเย็นในสภาวะห้องปฏิบัติการ สภาวะแวดล้อมภายนอก และในสภาวะที่มีการขนส่งโดยรถยนต์ พบว่า ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทุกสภาวะการทดลอง โดยมีอุณหภูมิภายในไม่เกินกว่า 10°C ขณะที่ความร้อนด้านนอกมีอุณหภูมิสูงถึง 45°C ด้านนอกของชุดอุปกรณ์ทำความเย็นมีขนาดกว้าง 31 cm ยาว 26

cm สูง 26 cm ด้านในมีขนาดกว้าง 15 cm ยาว 15 cm สูง 10 cm มีฉนวนกันความร้อนด้านในและด้านนอกหนา 5 cm มีน้ำหนัก 8 kg ผิวด้านในทำจากอะลูมิเนียม และมีเทอร์โมอิเล็กทริกติดอยู่ด้านล่างของชุดอุปกรณ์ทำความเย็น โดยด้านร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกกระจายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมด้วยพัดลมในการทดลองจ่ายกระแสไฟฟ้า 4 A แรงดันไฟฟ้า 12 V

Chatterjee และ Pandey [5] ได้สร้างกล่องแช่เย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกสำหรับเก็บวัคซีนเพื่อการขนส่ง โดยกล่องทำความเย็นใช้แรงดันไฟฟ้า 12 V ซึ่งใช้ได้กับแบตเตอรี่รถยนต์ กล่องแช่เย็นเก็บวัคซีนออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ชนิดที่ 1 กล่องแช่เย็นเก็บวัคซีนขนาด 1 ช่องแช่ ความจุ 2.5 ลิตร อุณหภูมิภายในเฉลี่ยที่ 2°C อุณหภูมิแวดล้อม 45°C ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกแบบชั้นเดียวจำนวน 1 โมดูล ให้ COP เท่ากับ 0.26 ชนิดที่ 2 กล่องแช่เย็นเก็บวัคซีน ขนาด 2 ช่องแช่ โดยช่องแช่ที่ 1 ความจุ 1 ลิตร อุณหภูมิภายในเฉลี่ยที่ -9°C ให้ COP เท่ากับ 0.21 ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกแบบสองชั้นจำนวน 1 โมดูล และช่องแช่ที่ 2 ความจุ 1.5 ลิตร อุณหภูมิภายในเฉลี่ยที่ 2°C ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกแบบชั้นเดียวจำนวน 1 โมดูล ให้ COP เท่ากับ 0.26 อุณหภูมิแวดล้อม 45°C ชนิดที่ 3 กล่องแช่เย็นเก็บวัคซีนขนาด 1 ช่องแช่ ความจุ 2.5 ลิตร อุณหภูมิภายในเฉลี่ยที่ -17°C อุณหภูมิแวดล้อม 45°C ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกแบบสองชั้นจำนวน 1 โมดูล ให้ COP เท่ากับ 0.12

Lertsatitthanakorn [6] ทำการทดลองหาสมรรถนะของตู้ทำน้ำเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริก (TEWC) ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูล ต่อกันแบบอนุกรม ทำความเย็นให้กับน้ำดื่มที่บรรจุอยู่ในถังน้ำทรงกระบอกกลมผลิตจากอะลูมิเนียมมีความจุ 3 ลิตร และหุ้มด้วยฉนวนโดยรอบเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน ที่ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีบบระบายความร้อนสีเหลี่ยมผืนผ้า และติดพัดลมเพื่อช่วยเพิ่มการถ่ายเทความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริก ในการทดลองได้ปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการทำงานของระบบ เพื่อหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด โดยการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก และอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านครีบบระบายความร้อน ผลการทดลองพบว่าสภาวะการทำงานที่เหมาะสมอยู่ที่การจ่ายกระแสไฟฟ้า 4 A และอัตราการไหลของอากาศที่ 0.0475 kg/s ซึ่งทำความเย็นได้ 90.33 W ที่อุณหภูมิน้ำเย็น 19.5°C

Sabah Abdul-Wahab และคณะ [3] ออกแบบและทดลองศึกษาตู้เย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดพกพา สำหรับเก็บรักษาของ เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในด้านยา ในพื้นที่ชนบทของโอมาน ตู้เย็นมีขนาดกว้าง 18 cm ยาว 23 cm สูง 32 cm ใช้เทอร์โมอิเล็กทริก 10 โมดูล โดยติดตั้งด้านตรงกันข้าม ด้านละ 5 โมดูล โดยด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีบบระบายความร้อนและพัดลม ผลการทดสอบพบว่า ตู้เย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดพกพาสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยสามารถลดอุณหภูมิ จาก 27°C เป็น 5°C ภายในเวลา 44 นาที ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของตู้เย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดพกพา 0.16

Lertsatitthanakorn และคณะ [9] ศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นระบบฝ่าเท้าทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกและความสบายเชิงอุณหภูมิภาพ ประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 36 โมดูล ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งกับแผ่นฝ่าเท้าอะลูมิเนียม เพื่อทำความเย็นให้กับห้องทดสอบ มีปริมาตร 4.5 m^3 ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งแผ่นทองแดงติดกับท่อซึ่งใช้น้ำหล่อเย็นเป็นตัวช่วยระบายความร้อน ในทดลองได้ปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น และพิจารณาการถ่ายเทความร้อนโดยการพาสำหรับการทำความเย็นให้แก่ห้องทดสอบทั้งกรณีการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับ พบว่า หาสภาวะการทำงานที่เหมาะสม

ที่สุดคือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 1 A มีอัตราการทำความเย็น 201.6 W ค่า COP 0.82 อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องทดสอบ 27°C ความเร็วลมในห้องทดสอบ 0.8 m/s และพบว่าจำนวนผู้ทดสอบความสบายเชิงอุณหภูมิมากกว่า 80% ยอมรับได้ตามมาตรฐาน ASHRAE 55

เจริญพร เลิศสถิตธนกร และคณะ [23] ศึกษาศักยภาพในการประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกทำความเย็น มาทำความเย็นให้กับผ้าเปดานทำความเย็น ทดสอบโดยการปรับกระแสที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่า ระบบสามารถรักษาอุณหภูมิห้องให้อยู่ในช่วง 25-27°C และค่า COP เท่ากับ 0.65 - 1.22

เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และคณะ [24] ศึกษาตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริก โดยที่ตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริกแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของระบบแลกเปลี่ยนความร้อน และส่วนของวงจรกำลังและควบคุม สมรรถนะของการทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริกและอัตราการไหลของอากาศที่ระบายความร้อนออกจากเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่าสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่กระแสไฟฟ้า 4 A สามารถทำความเย็นได้ในอัตรา 90.33 W ค่า COP สูงสุดเท่ากับ 1.34 และอุณหภูมิน้ำเย็นต่ำสุดที่ 19.5°C

นิตยา आयยีน และคณะ [25] ศึกษาผลกระทบของทิศทางการไหลของอากาศที่ด้านร้อนและด้านเย็นของอุปกรณ์ระบายความร้อนต่ออุณหภูมิด้านเย็นและด้านร้อนของระบบทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริก พบว่าทิศทางการไหลของอากาศที่ด้านร้อนและด้านเย็นของชุดระบายความร้อนมีผลต่ออุณหภูมิด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ทิศทางการไหลของอากาศที่เหมาะสมคือ กรณีที่ดูดอากาศออกที่ด้านร้อนและเป่าอากาศเข้าที่ด้านเย็น สามารถลดอุณหภูมิอากาศในตู้ได้ประมาณ 10.5°C ที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม 28 - 32°C

วิชาญ ศรีสุวรรณ และคณะ [26] ศึกษาการทำความเย็นของผ้าเปดานทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกที่ระบายความร้อนด้วยหอทำความเย็น โดยการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก พบว่าสภาวะการทำงานที่เหมาะสมอยู่ที่จ่ายกระแสไฟฟ้า 1.5 A ทำความเย็นได้ในอัตรา 260.15 W สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น 0.69 และอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 27°C ซึ่งอยู่ในช่วงขอบเขตสบาย (Comfort zone)

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำความเย็นแบบระเหย

Hajidavalloo และ Eghtedari [27] ได้ปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยใช้การทำความเย็นแบบระเหยมาช่วยระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ โดยทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 1.5 ตันทำความเย็น ระบบทำความเย็นแบบระเหย ประกอบด้วยแผงทำระเหยขนาด 5 cm ทำจากกระดาษลูกฟูก มีปั๊มน้ำขนาด 15 W สำหรับส่งน้ำไปยังแผงทำระเหย ในการทดลองแบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ แบบแรกใช้การระบายความร้อนโดยอากาศปกติ แบบต่อมาใช้การระบายความร้อนโดยชุดทำความเย็นแบบระเหย ในการทดลองได้ปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศแวดล้อมเป็น 35 44 และ 49°C เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ผลการทดสอบพบว่า เมื่อนำระบบทำความเย็นแบบระเหยมาช่วยในการระบายความร้อน ส่งผลให้อัตราการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น ภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น และพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศแวดล้อมจะทำให้อัตราการทำความเย็นและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะลดลง แต่ภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์สูงขึ้นทั้งการระบายความร้อนด้วยอากาศปกติและการระบายความร้อนด้วยการทำความเย็นแบบระเหย

Mohamed [28] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับอากาศช่วงฤดูหนาวโดยใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหยที่ประเทศชูดาน ในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่า 40°C ความชื้นสัมพัทธ์อากาศประมาณ 25% จึงนิยมปรับอากาศโดยใช้ระบบการทำความเย็นแบบระเหย ส่วนในช่วงฤดูหนาวอากาศเย็นอุณหภูมิ $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ แต่ก็ไม่ทำให้รู้สึกอยู่ในภาวะสบายเชิงความร้อน เนื่องจากมีความชื้นสัมพัทธ์อากาศ 31.6% ดังนั้น Mohamed ทำการปรับอากาศในช่วงฤดูหนาว (20.5°C , 31%RH) โดยใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยช่วยเพิ่มความชื้นอากาศ ซึ่งทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและมีความชื้นเพิ่มขึ้นสูงมาก จากนั้นใช้การสเปรย์น้ำร้อนอุณหภูมิ 87°C เข้าไปผสมกับอากาศที่ผ่านจากชุดทำความเย็นแบบระเหยก็จะได้อากาศอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 24.4°C และมีความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเหลือ 38%

Abdollah [29] ศึกษาสมรรถนะของแผงทำระเหยแบบเซลล์รูโรสในการทำความเย็นแบบระเหย แผงทำระเหยแบบเซลล์รูโรสมี 2 ชนิด คือ 5090 และ 7090 ทำจากกระดาษลูกฟูก มีขนาดกว้าง 50 cm ยาว 50 cm ในการทดสอบใช้แผงทำระเหยความหนา 3 ชนิด คือ 7.5 10 และ 15 cm ควบคุมอุณหภูมิห้องทดสอบที่ 20°C พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วอากาศไหลผ่านแผงทำระเหย ทำให้ความดันสูญเสียเพิ่มขึ้น ผลต่างของความชื้นสัมพัทธ์ก่อนและหลังผ่านแผงทำระเหยมีค่าลดลง ปริมาณน้ำระเหยเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยลดลง อีกทั้งพบว่าที่ความหนาเดียวกัน แผงทำระเหยชนิด 7090 มีความดันสูญเสีย ผลต่างความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำระเหยและประสิทธิภาพต่ำกว่าชนิด 5090 ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพสูงสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วลม 1.8 m/s ที่ความหนาของแผงทำระเหย 15 cm ในแผงชนิด 5090 ในทางตรงข้ามประสิทธิภาพต่ำสุดและปริมาณน้ำระเหยต่ำสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วลม 1.8 m/s ที่ความหนาของแผงทำระเหย 7.5 cm ในแผงชนิด 7090 ซึ่งในการนำไปใช้งานจริงหากลดความเร็วลมลงและเพิ่มความหนาของแผงทำระเหยขึ้น อาจพบจุดที่เหมาะสมในการใช้งานได้

Chenguang และ Agwu [30] ศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วลม อุณหภูมิอากาศขาเข้า แผงทำระเหยและอุณหภูมิน้ำเข้าแผงทำระเหย แผงทำระเหยมีขนาดกว้าง 25.4 cm ยาว 25.4 cm หนา 5 cm ในการทดสอบควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ 0.063 kg/s พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วอากาศไหลผ่านแผงทำระเหย จะทำให้ผลต่างอุณหภูมิอากาศก่อนและหลังผ่านแผงทำระเหย ความชื้นสัมพัทธ์และประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยลดลง พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าแผงทำระเหย (กำหนดความเร็วอากาศผ่านแผงทำระเหย 1.1 m/s อุณหภูมิน้ำเข้าแผงทำระเหย 20.3°C) ทำให้ผลต่างอุณหภูมิอากาศก่อนและหลังผ่านแผงทำระเหย ความชื้นสัมพัทธ์ และประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยเพิ่มขึ้น อีกทั้งพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำไหลผ่านแผงทำระเหย (กำหนดความเร็วอากาศผ่านแผงทำระเหย 1.1 m/s อุณหภูมิอากาศก่อนเข้าแผงทำระเหย 36.7°C) ทำให้ผลต่างอุณหภูมิอากาศก่อนและหลังผ่านแผงทำระเหยลดลง ความชื้นสัมพัทธ์และประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยเพิ่มขึ้น

Hosseini และ Mohamed [31] ออกแบบและศึกษาสมรรถนะการทำความเย็นแบบระเหยขับเคลื่อนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบประกอบด้วย แผงทำระเหยกว้าง 31 cm ยาว 33.5 cm หนาชั้นละ 10 cm ใช้ปั๊มน้ำตู้ปลา 6 V DC พัดลมขนาด กว้าง 8 cm ยาว 8 cm จำนวน 4 ตัว (ตัวละ $12\text{ V } 0.2\text{ A}$) โดยมีแหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด $10\text{ W } 1\text{ แผง}$ แบตเตอรี่ขนาด $12\text{ V } 12\text{ Ah } 1\text{ ลูก}$ และอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ ทำการทดสอบในห้องกว้าง 310 cm ยาว 510 cm สูง 320 cm ทดสอบเวลา 12.00-16.00 น. ในการทดลองได้ปรับเปลี่ยนความหนาของแผงทำระเหยเป็น 1 2 และ 3 ชั้น พบว่า แผงทำระเหยที่มีความหนามากกว่าจะทำให้อุณหภูมิผิวน้ำในห้องทดสอบต่ำกว่า

อุณหภูมิผนังในห้องทดสอบเฉลี่ยก่อนทดสอบ 37.5°C ความชื้นสัมพัทธ์ 37.45% เมื่อใช้ชุดทำความเย็นแบบระเหยสามารถลดอุณหภูมิผนังห้องได้ 5.4-7.9% และประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยสูงสุดคือ 96.50% ที่การใช้แฉ่งทำระเหยจำนวน 3 ชั้น

ประพนธ์ ชูประเสริฐ และคณะ [32] ศึกษาความเป็นไปได้ของการทำความเย็นแบบระเหยสำหรับโรงเรือนเลี้ยงหนอนไหมและเสนอแนวทางการปรับลดภาระความร้อนของโรงเรือนเลี้ยงหนอนไหม ณ ศูนย์นวัตกรรมไหมใหม่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่าหลักจากปรับอากาศอุณหภูมิจะลดลงเหลือ $24.4 - 29^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเป็น 83.1 ถึง 96.1 % ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยในการปรับอากาศกับโรงเลี้ยงหนอนไหม

สุระพงษ์ สว่าง และคณะ [33] ศึกษาการใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาดอกไม้ โดยการควบคุมอัตราการไหลและอุณหภูมิของน้ำ พบว่าการทำความเย็นสามารถทำให้อุณหภูมิลดลง 5 องศาเซลเซียส และความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 60 % RH เป็น 90 % RH สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของดอกไม้ ทำให้ลดการสูญเสียและประหยัดพลังงานเมื่อเทียบกับห้องเย็นปกติ

อายุวัฒน์ ดันติวิเชียร และคณะ [34] ศึกษาหลักการออกแบบแฉ่งเย็นให้ความเย็นในอาคารในเขตอากาศแบบร้อนชื้น โดยการออกแบบแฉ่งเย็นต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับความสามารถในการรับภาระความร้อนปริมาณ 1,441.5 วัตต์ พบว่าแฉ่งเย็นสามารถรับภาระความร้อนได้ปริมาณ 66.13 วัตต์ต่อตารางเมตร การนำระบบทำความเย็นโดยวิธีธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ภายในอาคารสามารถทดแทนการใช้เครื่องปรับอากาศโดยยังคงให้สภาวะสบายตามความต้องการ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 28°C และมีการประเมินความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง

ธเนศ เดชโหมด และคณะ [35] ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ระบายความร้อนด้วยอากาศ ขนาด 200 ตันความเย็น โดยติดตั้งแฉ่งระเหยน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงจาก 1,409,300 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี เป็น 1,330,520 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็น 5.59 %

อภิชาติ อาจนาสี และคณะ [36] ศึกษาระยะห่างระหว่างคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นกับแฉ่งระเหยน้ำ พบว่า การเพิ่มระยะห่างระหว่างคอนเดนเซอร์กับแฉ่งระเหยน้ำจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะลดลงเล็กน้อย และพบว่า เครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งแฉ่งระเหยน้ำใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าที่ไม่ติดตั้ง 10 % ที่อุณหภูมิ 40°C

มานพ แยมแฉ่ง และคณะ [37] ได้ศึกษาอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านแฉ่งระเหยน้ำของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน ขนาด 38,000 บีทียูต่อชั่วโมง พบว่า การติดตั้งแฉ่งระเหยน้ำช่วยในการประหยัดพลังงาน แต่การเพิ่มอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านแฉ่งระเหยน้ำไม่มีผลต่อการลดอัตราการไหลของน้ำที่คอนเดนเซอร์

นุภาพ แยมไทรพัฒน์ และคณะ [38] ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง ที่ติดตั้งแฉ่งระเหยน้ำเพื่อการระบายความร้อนและใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์พบว่า ประสิทธิภาพของแฉ่งระเหยน้ำแปรผันตามปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศก่อนผ่านแฉ่งทำระเหย และพบว่าเครื่องปรับอากาศสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 19.4 %

กิตติ นิลผึ้ง [39] ศึกษาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 16,000 บีทียูต่อชั่วโมง ด้วยการติดตั้งแผงทำระเหยน้ำเพื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์การฉีดละอองน้ำเข้าที่คอนเดนเซอร์โดยตรง เปรียบเทียบกับการระบายความร้อนด้วยอากาศพบว่า การใช้แผงทำระเหยน้ำ การฉีดละอองน้ำ ทำให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น 34.7% และ 58.8% ตามลำดับ

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์

Dai และคณะ [4] ศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะของตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริกขับเคลื่อนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ตู้เย็นถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ภายในตู้เย็นติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริก 1 โมดูล ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกอยู่ในตู้เย็น ส่วนด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีประบายความร้อนสู่อากาศแวดล้อม ในตอนกลางวันตู้เย็นใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์บางส่วนเก็บไว้ในแบตเตอรี่ ส่วนในตอนกลางคืนหรือวันที่ไม่มีแสงแดด ตู้เย็นจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ระบบนี้ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ 2 แผง ประสิทธิภาพแผง 13% มีแบตเตอรี่ขนาด 100 Ah ผลการทดลองพบว่าพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกลดลงเป็น 5 °C และอุณหภูมิของน้ำในตู้เย็นลดลงเป็น 10 °C โดยรักษาอุณหภูมิได้ 5–10 °C ค่า COP 0.3 ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์อยู่ระหว่าง 550–700 W/m² แรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 13 V

Jradi และคณะ [40] ศึกษาและทดลองระบบเทอร์โมอิเล็กทริกขับเคลื่อนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการลดความชื้นอากาศและการผลิตน้ำจืด ระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตไฟฟ้าให้ระบบอื่นๆ ส่วนของการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ (อากาศขาออกมีความชื้นสูง) และส่วนทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก ซึ่งประกอบด้วย เทอร์โมอิเล็กทริก 20 โมดูล ด้านเย็นติดตั้งกับปล่องยาว 1.2 m พื้นที่หน้าตัด กว้าง 7 cm สูง 5 cm ด้านร้อนติดตั้งครีบอะลูมิเนียมและพัดลมระบายความร้อน หลักการทำงานคือ เมื่ออากาศจากการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ไหลเข้าปล่อง 0.15 kg/s ผ่านชุดควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ อากาศอุณหภูมิสูงความชื้นสูงสัมผัสกับอากาศเย็น (ถ่ายเทความร้อนจากด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก) ในปล่องทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ผลการทดลองพบว่า กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เทอร์โมอิเล็กทริกที่เหมาะสมคือ 2.2 A ในเดือนมิถุนายน 2.1 A ในเดือนกรกฎาคม 2.0 A ในเดือนสิงหาคม กันยายนและตุลาคม ส่วนในเดือนมิถุนายนมีประสิทธิภาพการทำความเย็นสูงสุด 9.07 kWh/day และความสิ้นเปลืองพลังงานสูงสุด 6.73 kWh/day ค่า COP สูงสุด 1.52 ในเดือนตุลาคม ในส่วนของการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการลดความชื้น เปรียบเทียบกับการทดลองมีความคลาดเคลื่อน 2.4% และทำนายแบบจำลองการผลิตน้ำจืดมีความคลาดเคลื่อน 8.3%

Atik และ Yildiz [41] ศึกษาตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริกขับเคลื่อนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ตู้เย็นมีขนาด กว้าง 62 cm ยาว 59.5 cm สูง 156.5 cm ทำจากแผ่นเหล็กหุ้มฉนวน ประกอบด้วย เทอร์โมอิเล็กทริก 8 โมดูล ติดตั้งชุดละ 2 โมดูล จำนวน 4 ชุด ด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกติดตั้งครีบสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 30 cm และพัดลมสำหรับไหลเวียนอากาศในห้องทำความเย็น ส่วนด้านร้อนติดตั้งครีบอะลูมิเนียมยาว 30 cm และพัดลมระบายอากาศ ใช้เซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 4 แผง โดยแต่ละแผงใช้กับเทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูลต่ออนุกรมกัน ระบบทั้งหมดใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในวันที่ทดสอบสามารถวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยได้ 750 W/m² ใช้เวลาทดสอบ 260 นาที พบว่า ระบบ

เริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 200 นาที อุณหภูมิภายในตู้เย็นลดลงเป็น 11.7°C เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอก 26.4°C มีผลต่างอุณหภูมิระหว่างด้านร้อนและด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก 22.1°C ค่า COP 0.58 มีค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ 20%

Wei และคณะ [42] ศึกษาและทดสอบระบบทำความเย็นและความร้อนเทอร์โมอิเล็กทริก ขับเคลื่อนโดยเซลล์แสงอาทิตย์ ทดสอบกับกล่องโฟมปริมาตร 0.125 m^3 ในฤดูร้อนระบบจะทำความเย็น ประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก 2 โมดูล ด้านเย็นติดตั้งครีบบลูมิเนียมและพัดลมของหน่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์ ส่วนด้านร้อนติดตั้งแผ่นทองแดงเชื่อมต่อกับท่อความร้อนเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ โดยมีปั๊มน้ำขนาด 12 V สำหรับไหลเวียนน้ำในถัง ทำการทดสอบระบบด้วยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เทอร์โมอิเล็กทริก 3.0 A แรงดัน 12 V พบว่า อุณหภูมิในกล่องโฟมต่ำสุด 17°C ค่า COP 0.45 ปริมาณน้ำในถัง 18.5 liter มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 9°C ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน 12.06%

สุชาติ คำลือ และคณะ [43] ศึกษาการออกแบบและสร้างชุดขับเคลื่อนปั๊มน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบจุ่มขนาด $110\text{ W } 220\text{ V } 50\text{ Hz}$ โดยที่แรงดันและความถี่ที่ป้อนให้กับปั๊มน้ำถูกควบคุมให้คงที่ที่พิกัดภายใต้การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงและอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าระบบสูบน้ำสามารถทำงานได้เต็มที่ที่ 3 เมตร อัตราการไหลเฉลี่ย $31.95\text{ ลิตรต่อวินาที}$ 1 ชั่วโมงสามารถสูบน้ำได้ประมาณ 1917 ลิตร และสามารถทำงานติดต่อกันได้ 4 ชั่วโมง

คงฤทธิ แม้นศิริ และคณะ [44] ศึกษาการประเมินสมรรถนะทางด้านเทคนิคของหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อเข้าระบบจำหน่าย โดยระบบติดตั้งที่ อาคารสัมมนา สวนพลังงาน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 5.50 kWh/day พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้เท่ากับ 14.83 kWh/d พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบจำหน่าย 12.66 kWh/day และสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับการผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อเข้าระบบจำหน่ายเท่ากับ 0.81

รุ่งโรจน์ สุริโยภาสโร และคณะ [45] ศึกษาชุดทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการศึกษาสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยใช้รูปแบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระ ควบคุมการเคลื่อนที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ปรับมุมรับแสงได้ 90° องศา ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ พบว่าระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำการทดสอบได้ตามฟังก์ชันการทำงานและมีแนวโน้มเหมือนกับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้จริง

องอาจ แสดใหม่ และสมชัย หิรัญโรดม [46] ศึกษาแบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเชื่อมต่อกับระบบแรงต่ำสำหรับชุมชนขนาดเล็ก โดยการออกแบบใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1.05 กิโลวัตต์ แรงดัน 212.4 โวลต์ กระแส 4.94 แอมป์ พบว่าระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับชุมชนมีค่าเฉลี่ย 3 หน่วยต่อวัน สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 90 หน่วยต่อเดือน

พลวุฒิ อังกาทิพย์ และคณะ [47] ศึกษาการออกแบบเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงแบบอัตโนมัติระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 45 W แบตเตอรี่ขนาด $12\text{ V } 6\text{ Ah}$ และขนาดกำลังไฟฟ้าของโหลด 12 W ใช้งาน 4 ครั้งใน 1 วัน พบว่ากำลังไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์

สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า 77 หน่วยต่อปี ขณะที่โหลดการใช้งานของเครื่องให้อาหารสัตว์ใช้พลังงานไฟฟ้า 17.5 หน่วยต่อปี และยังเหลือพลังงานไฟฟ้า 58.4 หน่วยต่อปี

พุทธพร เศวตสกุลานนท์ และวิจิตร กิณเรศ [48] ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมความเร็วรอบได้ โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 60 วัตต์ 17 โวลต์ 3.5 แอมแปร์ ใช้วงจรชอปเปอร์เพื่อปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวรขนาด 90 วัตต์ 12 โวลต์ 7.5 แอมแปร์ 4000 รอบต่อนาที พบว่าการออกแบบและสร้างเครื่องตัดหญ้าไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของเกษตรกรได้เมื่อประยุกต์ใช้งานกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

อภิชน มุ่งชู และนุชิดา สุวแพทย์ [49] ศึกษาการวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขายสำหรับบ้านพักอาศัยในเขตอำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม โดยระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ และอุปกรณ์ติดตั้งอื่นๆ ศักยภาพความเข้มแสงเฉลี่ย 5.25 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน พบว่าจำเป็นต้องใช้แผงแสงอาทิตย์ขนาด 130 วัตต์ ทั้งหมด 6 แผง และใช้แบตเตอรี่ขนาด 130 แอมแปร์ 7 ลูก ระบบนี้สร้างรายได้จากการขายไฟฟ้า 7498.80 บาทต่อปี และระยะคืนทุน 31 ปี

พิสิทธิ์ แท่งทอง และปรีดา จันทวงษ์ [50] ศึกษาปล่องผนังเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศและทำน้ำร้อนแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้น โดยเปรียบเทียบสมรรถนะของห้องที่ติดตั้งปล่องผนังกับผนังคอนกรีตทั่วไป พบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องผนังมีอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังคอนกรีตทั่วไป ประมาณ 2-5°C ลดอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทางทิศใต้ร้อยละ 73.61 และสามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิ 59°C

ธนา อนันต์อาชา และสุเทพ จันทน [51] ศึกษาการลดความร้อนสะสมภายในห้องใต้หลังคาโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ทดสอบโดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้อุปกรณ์ระบายอากาศในห้องใต้หลังคาโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ และการใช้แผ่นสะท้อนความร้อน พบว่าการใช้ระบบระบายอากาศที่มีเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถอุณหภูมิในห้องใต้หลังคา 0.5 - 1.5°C อุณหภูมิห้องพักอาศัย 0.5 - 1.0°C อุณหภูมิภายในห้องน้ำ 1.0°C และอุณหภูมิห้องโถง 1.0°C