

เซลล์เชื้อเพลิง : เทคโนโลยีพลังงานแห่งอนาคต (ตอนที่ 2)

โดย ผศ. ดร. นวต เหล่าศิริพันธ์
บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิงที่ถูกพัฒนาขึ้น

ปฏิกิริยาของเซลล์เชื้อเพลิงนั้นมีการรายงานครั้งแรกโดยศาสตราจารย์คริสเตียน เฟรเดอริก เซอโนบาย (Christian Friedrich Schoenbein) ในปี ค.ศ.1839 ว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจน และออกซิเจน โดยใช้กรดซัลฟูริก และลวดแพลตินัม จากนั้นเซอร์วิลเลียม โกรว์ฟ (Sir William Grove) รายงานในอีก 1 เดือนถัดมาถึงแบตเตอรี่ที่ใช้แพลตินัมและสังกะสี เมื่อใช้กรดซัลฟูริกและไนตริกเป็นอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งถือว่าเป็นเซลล์เชื้อเพลิงเครื่องแรกในโลก [57] ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา เซลล์เชื้อเพลิงหลายชนิดได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงได้ถูกออกแบบ และพัฒนาจำแนกได้เป็น 5 ประเภท คือ

Alkaline Fuel Cells (AFCs) สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้ใช้กรดโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เหลว โดยจะต้องใช้ก๊าซออกซิเจนบริสุทธิ์และก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์เป็นสารออกซิแดนต์ และเชื้อเพลิงตามลำดับ การใช้งานจำกัดอยู่ในงานทางด้านอวกาศ และอุณหภูมิการใช้งานคือ 60-120 องศาเซลเซียส

Phosphoric Acid Fuel Cells (PAFCs) เซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้ใช้กรดฟอสฟอริกเป็นอิเล็กโทรไลต์ สามารถทนต่อเชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่มีสารอื่นเจือปนได้มากกว่า Alkaline Fuel Cell อุณหภูมิการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 200 องศาเซลเซียส ปัญหาของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้คือ การกัดกร่อนของกรดที่อุณหภูมิการใช้งาน ในปัจจุบันได้มีการใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว โดยมีขนาดกำลังไฟฟ้า ประมาณ 200 กิโลวัตต์

Proton Exchanged Membrane Fuel Cells (PEMFCs) เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ประกอบด้วยเมมเบรนพอลิเมอร์ของแข็งซึ่งทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ โดยชั้นเมมเบรนพอลิเมอร์ที่ถูกประกบทั้งสองด้านด้วยขั้วอิเล็กโทรดซึ่งทำจากแพลตินัม หรือโลหะผสมของแพลตินัม เพื่อให้ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่ขั้วแอโนด และขั้วแคโทด สามารถดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้ต้องใช้ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนที่มีความชื้นในการทำปฏิกิริยา เนื่องจาก PEMFC เป็นเซลล์เชื้อเพลิงชนิดที่ใช้พอลิเมอร์เมมเบรนเป็นอิเล็กโทรไลต์ ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อนของอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของเหลว เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้งานที่อุณหภูมิไม่เกิน 120

องศาเซลเซียส ใช้ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนในการทำปฏิกิริยา เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่นำมาใช้กับรถยนต์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาเมมเบรนพอลิเมอร์เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้จากเชื้อเพลิงเมทานอล หรือแอลกอฮอล์ โดยไม่ต้องเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนก่อน จึงเรียกเซลล์เชื้อเพลิงชนิดใหม่นี้ว่า เซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้เมทานอล หรือแอลกอฮอล์ได้โดยตรง (Direct Methanol Fuel Cells; DMFCs or Direct Alcohol Fuel Cells; DAFCs) เนื่องจากบริษัทรถยนต์ต่าง ๆ ตระหนักถึงปัญหาทางการขาดแคลนน้ำมัน รวมถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ จึงได้มีการพัฒนา PEMFC เพื่อใช้ในรถยนต์สำหรับอนาคตซึ่งได้เริ่มทำมาหลายปีแล้ว คาดว่าในอนาคตอันใกล้นี้ จะมีรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงออกสู่ตลาดในเชิงพาณิชย์ ทั้งในรูปของรถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารบริษัทที่มีการพัฒนาเช่น Daimler Chrysler โตโยต้า ฟอร์ด จีเอ็ม ฮอนด้า นิสสัน และมาสด้า

Molten Carbonate Fuel Cells (MCFCs) สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้ใช้ไอเล็กโตรไลต์ที่ใช้คือเกลือคาร์บอเนตหลอมของโซเดียม และโปแตสเซียมในเซรามิกเมตริกของ ลิเทียมออกไซด์ (LiAlO_2) โดยอุณหภูมิที่ใช้งานอยู่ที่ประมาณ 650 องศาเซลเซียส ปัญหาสำคัญของเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้คือการกัดกร่อนเนื่องจากอิเล็กโตรไลต์เหลว เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้นิยมใช้ในการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (เมกะวัตต์)

Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs) เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้สารเซรามิกเป็นอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งสารที่ใช้มากคือ สารประกอบของเซอร์โคเนีย (ZrO_2) โดยมีช่วงอุณหภูมิการใช้งานอยู่ที่ 650-1000 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับการออกแบบและสารที่ใช้เป็นอิเล็กโตรไลต์ เช่นเดียวกับเซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอเนตหลอม สารไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ และคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ได้ Solid Oxide Fuel Cells ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าทั้งขนาดเล็กภายในครัวเรือน 1-2 kW โดยบริษัท Sulzer Hexis สวิสเซอร์แลนด์ หรือบริษัท Ceramic Fuel Cells Limited ของออสเตรเลีย และถูกพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าในชุมชนโดย บริษัท Siemens Westinghouse ของสหรัฐอเมริกา ในอนาคตแนวโน้มการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จะมุ่งเน้นเพื่อเป็นโรงไฟฟ้าขนาดย่อม เพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดร้อยกิโลวัตต์ ถึงหนึ่งเมกะวัตต์ รวมถึงได้มีการพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ให้สามารถทำงานร่วมกับการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันก๊าซ หรือกังหันไอน้ำโดยใช้ความร้อนหรือไอน้ำร้อนที่เหลือจากปฏิกิริยาในเซลล์เป็นเชื้อเพลิง

อนึ่งถึงแม้ว่าเซลล์เชื้อเพลิงจะมีข้อดีมากมาย แต่เซลล์เชื้อเพลิงก็ยังมีอุปสรรคต่างๆ ที่ต้องก้าวข้ามมากมาย โดยตัวอย่างอุปสรรคของเซลล์เชื้อเพลิงที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

ข้อจำกัดเรื่องราคา

ราคาเป็นข้อจำกัดของเซลล์เชื้อเพลิงทุกประเภทและทุกการใช้งาน ในปัจจุบันมีความพยายามที่จะลดค่าใช้จ่ายทั้งในการสร้างเซลล์เชื้อเพลิงและในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงลงโดยศึกษาถึงการใช้วัสดุราคาถูกลงในการสร้างเซลล์เชื้อเพลิง หรือการลดปริมาณการใช้วัสดุที่มีราคาแพงลง

ข้อจำกัดด้านเสถียรภาพ และประสิทธิภาพ

เพื่อจะแข่งขันกับเทคโนโลยีผลิตพลังงานอื่นๆ ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในเชิงพาณิชย์ โดยปรกติแล้วอายุการใช้งานของอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าเพื่อประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารบ้านเรือน (Stationary Applications) ควรจะมีสูงกว่า 40,000 ชั่วโมง ในส่วนของอุปกรณ์เพื่อใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ (Transportation Applications) ควรจะมีสูงกว่า 5,000 ชั่วโมง

ข้อจำกัดในแง่ของระบบควบคุม

การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วยส่วนต่างๆ มากมายซึ่งจำเป็นต้องมีระบบการควบคุมที่ดี อาทิเช่นระบบควบคุมเชื้อเพลิงที่ใช้ ระบบควบคุมการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงที่ประกอบกัน (Cell Stacks) และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (เช่น Compressor, pumps, humidifier, heat exchanger, sensor, control เป็นต้น) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาและรายงานผลความสำเร็จในเรื่องเหล่านี้มากนัก

หมายเหตุ

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน บทความนี้เป็นความเห็นของผู้เขียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความเห็นของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง