น้ำทิพย์ กิ่งน้อย : การพัฒนาและทดสอบแก้วเชื่อมประสานระบบแบเรียมบอโรซิลิเกต สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของแข็งแบบแผ่นภายใต้สภาวะการทำงานเสมือนจริง (DEVELOPMENT AND TESTING OF BARIUM BOROSILICATE GLASS SEALANT FOR PLANAR SOLID OXIDE FUEL CELL UNDER REALISTIC OPERATING CONDITION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรัชญา อายะวรรณา, 93 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแก้วในระบบแบเรียมบอโรซิลิเกต สำหรับใช้เชื่อมประสานในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของแข็งแบบแผ่น ในงานวิจัยนี้ศึกษาแก้วทั้งหมด 7 ระบบ คือ 1) แบเรียมบอโรซิลิเกต 2) แบเรียมซิงค์บอโรซิลิเกต 3) แบเรียมแคลเซียมบอโรซิลิเกต 4) แบเรียมสตรอนเชียมบอโรซิลิเกต 5) แบเรียมซิงค์แคลเซียมบอโรซิลิเกต 6) แบเรียมซิงค์สตรอนเชียมบอโรซิลิเกต และ 7) แบเรียมแคลเซียมสตรอนเชียมบอโรซิลิเกต โดยศึกษาผลของการปรับปรุงองค์ประกอบทางเคมีของแก้วด้วยซิงค์ออกไซด์ สตรอนเชียมออกไซด์ และแคลเซียมออกไซด์ต่อสมบัติทางความร้อนของแก้ว ได้แก่ ค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสภาพแก้ว อุณหภูมิการอ่อนตัวของแก้ว และสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน ด้วยเครื่องไดลาโตมิเตอร์ ตรวจสอบผลึกที่เกิดของแก้วเชื่อมประสานด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ และติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณรอยต่อแก้วเชื่อมประสาน ด้วยเทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกับรังสีเอ็กซ์สเปคโตรสโครปีแบบกระจายพลังงาน การเชื่อมต่อเซลล์จะเชื่อมต่อระหว่างอิเล็กโทรไลต์ชนิดซีเรียเจือด้วยซามาเรียกับแก้ว และโลหะเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอริติกชนิด Crofer 22 APU กับแก้ว ผลการทดลอง พบว่าแก้วทั้ง 7 ระบบ มีค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสภาพแก้ว อุณหภูมิการอ่อนตัวของแก้ว อยู่ในช่วงที่สามารถใช้เชื่อมประสานในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของแข็งได้ และการเติมแคลเซียมออกไซด์ สตรอนเชียมออกไซด์ และซิงค์ออกไซด์ในแก้วแบเรียมบอโรซิลิเกต ส่งผลต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อน เท่ากับ (9.68 9.84 และ 5.24×10^{-6} ต่อองศาเซลเซียส) ตามลำดับ ซึ่งการเติมซิงค์ออกไซด์ส่งผลเสียต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของแก้วแบเรียมซิงค์บอโรซิลิเกตอย่างมาก และจากการทดสอบแก้วเชื่อมประสานกับซีเรียเจือด้วยซามาเรียอิเล็กโทรไลต์ และโลหะเชื่อมต่อชนิดเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอริติก Crofer 22 APU ภายหลังจากการทดสอบสภาวะการทำงานที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 50 ชั่วโมง พบว่า แก้วในระบบแบเรียมบอโรซิลิเกต แบเรียมสตรอนเชียมบอโรซิลิเกต แบเรียมซิงค์แคลเซียมบอโรซิลิเกต และแบเรียมซิงค์แคลเซียมบอโรซิลิเกต เกิดการเชื่อมต่อที่ดีสภาพรอยต่อสมบูรณ์ และภายหลังการทดสอบการรั่วของแก๊สของแก้วแบเรียมซิงค์สตรอนเชียมบอโรซิลิเกต อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ในสภาวะบรรยากาศ

ไฮโดรเจนและออกซิเจน พบว่ามีการเชื่อมต่อดี ไม่พบการแตกร้าวบริเวณรอยต่อ และไม่พบผลึกเกิดขึ้น ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำแก้วเชื่อมประสานในระบบแบเรียมซิงค์สตรอนเชียมบอโรซิลิเกตมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้งานได้สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของแข็งแบบแผ่นได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมวัสดุ ลายมือชื่อนักศึกษา น้ำทิพย์ กิ่งน้อย

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศ.

NAMTHIP KINGNOI : DEVELOPMENT AND TESTING OF BARIUM BOROSILICATE GLASS SEALANT FOR PLANAR SOLID OXIDE FUEL CELL UNDER REALISTIC OPERATING CONDITION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. JIRATCHAYA AYAWANNA, Ph.D., 93 PP.

BARIUM BOROSILICATE GLASS/GLASS SEALANT/ZINC OXIDE/CALCIUM OXIDE/STRONTIUM OXIDE/PLANAR SOLID OXIDE FUEL CELL

The objective of the study were to investigate and development of Barium borosilicate glass for use as a sealant in Planar solid oxide fuel cell (Planar-SOFCs). In this work, 7 glass-ceramic compositions are 1) Barium borosilicate 2) Barium zinc silicate 3) Barium calcium silicate 4) Barium strontium silicate 5) Barium zinc calcium silicate 6) Barium zinc strontium silicate and 7) Barium calcium strontium silicate. The effect of ZnO, CaO, and SrO additives on thermal properties are glass transition temperature (T_g), softening temperature (T_s), and coefficient of thermal expansion (COE) by dilatometer. The crystallization of glass seals is investigated via both X-ray diffractometer and following the interaction of glass-ceramic sealant interface by scanning electron microscopy with energy dispersive spectroscopy. The joined Samaria doped yttria electrolyte (SDC)/ glass-ceramic and the metallic interconnect (Crofer 22 APU)/ glass-ceramic tested at the SOFC working temperature of 800 ºC for 50 h. All 7 glasses show T_g and T_s are applicable for sealing with SOFC and ZnO, CaO, and SrO affect to reduction of COE value are 5.24, 9.68, and 9.84 × 10^{-6} $ºC^{-1}$ respectively. ZnO shows a drawback effect on COE value in Barium zinc borosilicate. The joint interfaces between the glass sealants and Crofer 22 APU after crystallization at 800 ºC for 50 h show the Barium borosilicate, Barium strontium borosilicate, Barium zinc calcium

borosilicate, and Barium zinc strontium borosilicate adhered well to SDC electrolyte and Crofer 22 APU metallic interconnect. After gas tightness of Barium zinc strontium borosilicate at 700 ºC for 9 h in H_2/O_2 atmosphere show that good bonding that is no crack at interface and non-crystalline. Therefore, Barium zinc strontium borosilicate is possibly suitable for working with Planar-SOFCs.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Materials Engineering Student's Signature น้ำทิพย์ กิ่งน้อย

Academic Year 2018 Advisor's Signature