บทคัดย่อ

เมื่อไม่นานมานี้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดแอคคาไลได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากความเป็นไปได้ในการนำตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ไม่ใช่โลหะมีค่ามาใช้แทนซึ่งจะให้ค่าศักย์เกินที่ต่ำทางด้านขั้วแคโทด เยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบสำหรับใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลเป็นตัวแปรทางเทคโนโลยีตัวหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง เยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบซึ่งให้ค่าการนำไอออนสูงสามารถเตรียมได้จากพอลิซัลโฟนโดยการเติมหมู่คลอโรเมทิล ตามด้วยหมู่คลอโร เพื่อทำให้เกิดหมู่คลอเทอนารีแอมโมเนียมซึ่งทำหน้าที่เป็นเคาน์เตอร์ไอออนสำหรับไฮดรอกไซด์ไอออน โดยทั่วไปจะใช้คลอโรเมทิลเมทิลอีเทอร์ เอ็น -เอ็นไดเมทิลฟอร์มาไมด์ และเมทานอล ในการเตรียม แต่ในปัจจุบันนี้ถือว่าสารเคมีเหล่านี้เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีเหล่านี้ จึงพิจารณาใช้สารที่มีความเป็นพิษน้อยในการนำมาทดแทน คือ พาราฟอร์มัลอีไฮด์ คลอโรไตรเมทิลไซเรน เอ็น -เมทิลไพโรลิโดนและเอทานอล เตรียมจากปฏิกิริยาคลอโรเมทิลของพอลิซัลโฟนโดยใช้คลอโรตรเมทิลไซเลน จากนั้นเปลี่ยนคลอโรเมทิลเลตพอลิซัลโฟนให้อยู่ในรูปคลอเทอไนต์โดยใช้ไตรเมทิลเอมีนและตกตะกอนในเอทานอล จากนั้นนำไปละลายใน เอ็น -เมทิลไพโรลิโดน ตามด้วย 25 เปอร์เซ็นต์ ไตรเมทิลเอไมต์ แล้วมาทำให้เป็นแผ่นบนกระจกแผ่นราบ ทำให้แห้งในตู้อบ แล้วนำแผ่นเยื่อไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอไซด์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้หมู่ไฮดรอกไซด์ไปแทนที่หมู่คลอไรด์ แผ่นเยื่อที่ได้มีค่าการดูดน้ำเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ ค่าการบวมน้ำกับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน เท่ากับ 1.05 มิลลิโมลต่อกรัม สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบที่ป้อนด้วยเอทานอลโดยตรง ก็คือ การนำโลหะชนิดอื่นมาทดแทนโลหะแพลตินัม ซึ่งมีราคาถูกและมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจึงได้สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา NiCoFe (NCF) CoFe (CF) NiCo (NC) และ NiFe (NF) เพื่อมาทดแทนตัวเร่งปฏิกิริยาเหล่านี้สามารถเตรียมได้จากการผสมสารประกอบนิเกิล โคบอลต์ เหล็ก ลงไปในพอลิเมอร์ชนิดเมลามีน-ฟอร์มัลดีไฮด์ นำไปเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายใต้บรรยากาศเฉื่อย จากการทดสอบด้วยเทคนิค เอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน เทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เทคนิควิเคราะห์ธาตุ EDX เทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทรานสมิชชันและเทคนิคการเลี้ยวเบนจากบริเวณที่เลือกไว้ พบว่าตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้อยู่ในรูปของออกไซด์และอัลลอยด์ผสมกัน และในส่วนท้ายของงานวิจัยนี้ได้ทำการประกอบเซลล์เดี่ยว โดยใช้เยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบและตัวเร่งที่สังเคราะห์ได้ มาทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์ ด้วยการใช้เอทานอลความเข้มข้น 1 โมลาร์ โพแทสเซียมไฮดรอไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์ ที่อุณหภูมิของเซลล์ 50 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะที่ดีที่สุดคือเซลล์ที่ประกอบไปด้วยขั้วแคโทดที่ใช้ NiCoFe/C และขั้วแอโนดที่ใช้ Pt/C จะให้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 8.86 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ที่ความต่างศักย์ 0.44 โวลต์

Abstract

Recently the alkaline systems for fuel cell enhance their presence because of possibility of no-precious-metal catalyst and low over potential at cathode reaction. The anion exchange membrane for alkaline membrane fuel cell should be a key technology in order to achieve the practical performance as fuel cells. Alkaline anion exchange membranes of high ionic conductivities are made from polysulfone by adding a chloromethyl pendant group to the polysulfone, follow by reacting the chloromethyl group with amine to form quarternary ammonium pendant groups which act as the counter ion for hydroxide anion. Chloromethyl methyl ether, N,N-dimethylformamide and methanol are commonly used as agent for providing excellent conversions, but they are now considered to be carcinogenic. To avoid the use of such hazardous materials, in our work we used paraformaldehyde, chlorotrimethylsilane, N-methylpyrrolidone and ethanol as agent for providing conversion. Polysulfone (PS) was chloromethylated using chlorotrimethylsilane as a chloromethylation reagent, resulting in the formation of Chloromethylated Polysulfone (CMPS). CMPS was converted to a quaternized form using trimethylamine and precipitated into ethanol. The powder was dissolved in N-methylpyrrolidone, followed by aminated with a 25 wt% trimethylamine. The resulting solution was cast onto a flat glass plate and dried in an oven. The membrane was immersed in KOH solution for 24 h to replace the Cl^- anion in the polymer with OH^-. The swelling behavior of polysulfone-based solid-state alkaline electrolyte membrane was closely related to the degree of water uptake (25 WU%, 7.5 SD%) and the ion-exchange capacity was 1.05 mmol g^{-1}. One of the most important cost items is platinum which is used as catalyst both in anode and cathode sides of exchange membrane fuel cells. Not only is the cost of the platinum, but also the limited reservoir of the platinum is handicap. Therefore, the utilization of the cheap replacements of platinum will accelerate the process of commercialization. NiCoFe (NCF), CoFe (CF), NiCo (NC), and NiFe (NF) are group of the non-noble metals electrode catalyst for alkaline fuel cell. The NCF, CF, NC, and NF were synthesized by mixing Ni, Co, and Fe complexs into polymer matrix (melamine-formaldehyde), followed by heating the mixture at 800 $^{\circ}C$ for 1 h under inert atmosphere. XRD, SEM, EDX, TEM, and SAD experiments suggest that all prepared samples have both alloy and oxide form. In the final part of this work, a direct ethanol fuel cell (DEFC) was assembled using anion exchange membrane (AEM) and catalysts based on Ni, Co, and Fe system. Fuel blends consist of 1M ethanol and 1M potassium hydroxide. It was found that the

assembled DEFC-AEM is capable of producing highest maximum power density when used NiCoFe/C on cathode and Pt/C on anode. At 50 $^{\circ}$C, a maximum power density of 8.86 mW/cm^{2} was obtained at voltage of 0.44 V.