206011

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการพัฒนาวัสดุชนิดใหม่ที่จะใช้เป็นตัวกลางในการนำโปรตอนในเซลล์เชื้อเพลิงประเภทเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (proton exchange membrane fuel cell) โดยวัสดุที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ถูกออกแบบให้สามารถนำโปรตอนได้โดยไม่จำเป็นต้องมีปริมาณความชื้นในเมมเบรนสูงและสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส แนวทางในการวิจัยได้แบ่งออกเป็นสามแนวทางหลัก ได้แก่ (1) การเตรียมพอลิเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันอิมิดาโซลติดอยู่อย่างจำเพาะบนโครงสร้าง (2) การเตรียมสารต้นแบบเพื่อศึกษาโครงสร้างที่เอื้อต่อการเกิดเส้นทางในการส่งผ่านโปรตอนโดยไม่อาศัยระบบน้ำ และ (3) การพัฒนานาฟิออนเมมเบรนให้ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูง

ในแนวทางแรก คณะวิจัยได้ประสบความสำเร็จในการเตรียมพอลิเอไมด์ที่มีหมู่อิมิดาโซลติดอยู่อย่างจำเพาะโดยอาศัยโครงสร้างของเบนซอกซาซีนไดเมอร์เป็นตัวเชื่อมระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์กับหมู่อิมิดาโซล (บทที่ 2 หัวข้อ 2.2) ขณะเดียวกันก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างของพอลิ 4-ไวนิลฟีนอลให้กลายเป็นพอลิ 4-ไวนิลเบนซอกซาซีนไดเมอร์ เพื่อใช้ต่อกับหมู่อิมิดาโซลในขั้นต่อไปได้ (บทที่ 2 หัวข้อ 2.3)

ในแนวทางที่สอง คณะผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการเตรียมสารโอลิโกเมอร์ต้นแบบของพอลิ 4-ไวนิลอิมิดาโซล ที่มีความยาวของสายโซ่อย่างจำเพาะและมีจำนวนหน่วยซ้ำเท่ากับ 4 โดยใช้เทคนิคพอลิเมอไรเซชันแบบ RAFT (บทที่ 2 หัวข้อ 3.2) นอกจากนี้ยังสามารถเตรียมสารต้นแบบเบนซิมิดาโซลชนิดไตรฟังก์ชัน (trifunctional benzimidazole) ได้และพบว่าโครงสร้างผลึกของสารต้นแบบเกิดผ่านโครงสร้างร่างแหพันธะไฮโดรเจนแบบจำเพาะระหว่างโมเลกุลของสารต้นแบบกับโมเลกุลของตัวทำละลาย ซึ่งคณะผู้วิจัยเรียกว่า "solvent-assisted intramolecular hydrogen bond network" (บทที่ 2 หัวข้อ 3.3)

ในแนวทางสุดท้าย คณะผู้จัยสามารถเตรียมเมมเบรนคอมโพสิทระหว่างนาฟิออน (Nafion) กับซิลิกาได้โดยใช้สารไครทอกซ์ (Krytox) เข้ามาช่วยเพื่อให้ซิลิกาสามารถกระจายตัวได้อย่างทั่วถึงในนาฟิออน และยังพบว่าสามารถปรับปรุงคุณสมบัติการนำโปรตอนที่อุณหภูมิสูงของเมมเบรนให้ดีขึ้นได้ด้วย (บทที่ 4)

206011

The present work focuses on the development of novel proton conductive materials for proton exchange membrane fuel cell functioned in low humidification and high temperature condition. The approaches proposed in this work are classified in to three different ways: (1) development of novel imidazole-based polymer electrolyte membrane, (2) development of model compounds for studies of proton transferring route in heteroaromatic compounds, and (3) modification of Nafion membrane for high temperature fuel cell.

For the first approach, we succeed to prepare the polyamide with imidazole side groups, where imidazole are specifically bounded onto the main chain polymer via benzoxazine spacer (Chaper 2, section 2.2). Moreover, we also propose the way to transform poly(4-vinylphenol) to poly(4-vinylbenzoxazine dimer) (Chapter 2, section 2.3).

In the case of the second approach, the model oligomer of 4-vinylimidazole is successfully synthesized by using RAFT polymerization (Chapter 3 section 3.2). The oligomer contains four repeat units with narrow molecular weight distribution. The trifunctional benzimidazole model compound is also developed (Chapter 3, section 3.3). The compound is found to be in well-packed structure with hydrogen bond interaction. The crystal structure exhibits the unique "solvent-assisted intramolecular hydrogen bond network".

For the last approach, we report the improvement of silica dispersion and distribution in Nafion membrane by treating silica powder with Krytox (Chapter 4). The better homogeneous composite membrane is achieved and results in the enhancement of proton conductivity under temperature higher than 100 ^{o}C.