เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอนเป็นเซลล์เชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจศึกษามากเพื่อเป็นทางเลือกของพลังงานใหม่ การพัฒนาชุดประกบเมมเบรน-อิเล็กโทรดซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของเซลล์เชื้อเพลิงนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็น

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดประกบเมมเบรน-อิเล็กโทรดด้วยการติดชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาลงบนเมมเบรน (Catalyst coated membrane) หรือที่เรียกว่า วิธี CCM เพื่อพัฒนาสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน ตัวแปรที่ทำการศึกษา คือ การปรับสภาพเมมเบรน สภาวะการไล่ตัวทำละลาย ชนิดของตัวทำละลาย สภาวะการทำงานของเซลล์ และวิธีการเตรียมแนฟีออนในหมึกตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของเซลล์ที่เตรียม MEA ด้วยวิธี CCM กับวิธีที่ติดชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาลงบนชั้นกระจายก๊าซ (หรือที่เรียกว่า วิธี GDL-based) จากการศึกษาพบว่า การปรับสภาพเมมเบรนให้อยู่ในรูปโปรตอนจะให้เซลล์ที่มีสมรรถนะสูงกว่าในรูปโซเดียม ส่วนสภาวะการไล่ตัวทำละลายที่ความดันสุญญากาศ อุณหภูมิ 70°C สามารถไล่ตัวทำละลายได้ดีกว่าจึงให้สมรรถนะของเซลล์ที่ดีกว่าการไล่ตัวทำละลายที่ความดันบรรยากาศ ในการศึกษาชนิดของตัวทำละลาย 7 ชนิดพบว่าตัวทำละลายที่ให้สมรรถนะเซลล์สูงที่สุดคือ ไอโซโพรพานอล และวิธีเตรียมแนฟีออนในหมึกตัวเร่งปฏิกิริยาแบบคอลลอยด์ให้เซลล์ที่มีสมรรถนะสูงกว่าแบบสารละลาย นอกจากนี้ยังพบว่าสภาวะอัตราการไหลของก๊าซที่สูงขึ้นและอุณหภูมิเซลล์ที่เพิ่มขึ้นยังช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของเซลล์ทั้งที่เตรียมด้วยวิธี CCM และ GDL-based เมื่อเปรียบเทียบวิธีการเตรียม MEA ด้วยวิธี CCM กับวิธี GDL-based พบว่า วิธีการเตรียมแบบ CCM ให้สมรรถนะของเซลล์ที่สูงกว่าวิธี GDL-based

เซลล์เชื้อเพลิงที่เตรียม MEA ด้วยวิธี CCM (เตรียมเมมเบรนในรูปโปรตอน ตัวทำละลายไอโซโพรพานอล ใช้ความดัน 125 mmHg และอุณหภูมิ 70°C ในการไล่ตัวทำละลาย และเตรียมแนฟีออนด้วยวิธีคอลลอยด์) ในงานวิจัยนี้มีค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ 0.6 V เท่ากับ 701 mA/cm^2 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ท้ายสุดนี้ จากผลการศึกษาที่พบจากงานวิจัยนี้ ก่อนที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ สิ่งที่ควรจะได้รับการศึกษาก่อน คือการศึกษาวิธีการขึ้นรูปชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยวิธีที่สามารถผลิต MEA ให้มีสมรรถนะของอิเล็กโทรดที่เตรียมได้ในแต่ละครั้งให้มีความสม่ำเสมอ รวดเร็ว และได้ขนาดที่ต้องการตามการใช้งานจริง และควรศึกษาอิทธิพลของตัวแปรของการเตรียมหมึกตัวเร่งปฏิกิริยาแบบคอลลอยด์ หรือ วิธี electrodeposition เป็นต้น

Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) is a fuel cell received high attention as an alternative energy. Hence research and development of membrane electrode assembly (MEA), a key component of PEMFC is necessary.

The preparation method of membrane electrode assembly by applying catalyst layer onto membrane directly, a so-called catalyst-coated-membrane method (CCM) was investigated in this work. The preparation parameters studied were membrane-treated form, solvent removal condition, solvent type and form of nafion in catalyst ink as well as fuel cell operating condition. In addition the MEA prepared by CCM method was compared with that prepared by a conventional GDL method (applying catalyst layer onto gas diffusion layer). Experimental results are presented as polarization and power density curves. It was found that membrane treated in proton form gave better cell performance than that in sodium form. Solvent in MEA can be removed almost completely at the condition of vacuum (125 mmHg) and 70°C. The resulting cell showed higher performance than that at atmospheric pressure. Among seven solvents studied, isopropanol, acetone, ethylene glycol, ethanol, deionized water, ethylene glycol dimethyl ether and ethylene glycol diethyl ether, isopropanol was the best solvent for MEA preparation. Colloidal method was suitable for preparing nafion in catalyst ink compared with solvent method. The cell showed higher performance when it is operated at high temperature and high gas flowrate. Comparing between CCM method and GDl-based method, CCM method gave higher current density cell than GDL-based method.

The fuel cell consisting of the MEA prepared by CCM method (using protonated membrane, isopropanol solvent, solvent removal at vacuum and 70°C and using colloidal nafion) can deliver current density of 701.6 mA/cm^2 at 0.6 V meeting the objective of this research.

From the fine results obtained, before it can be applied to commercial use, further investigation on fabricating equipment for catalyst layer should be made to obtain uniform performance and productive MEA with the size required. Finally, the parameters for preparing the catalyst ink by colloidal method or other method such as electrodeposition should also be studied.