ผลกระทบของ Knudsen Diffusion ต่อแบบจำลองของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน

M. Hinaje[1], วัฒนา แก้วมณี[1,2], D. A. Nguyen[1], S. Rael[1] และ B. Davat[1]

บทคัดย่อ

ความเข้าใจในกลไกการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการหาจุดการทำงานที่ดีที่สุดของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน กลไกที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้คือการส่งผ่านแก๊สในชั้นแพร่กระจายแก๊สและการส่งถ่ายโปรตอนในเมมเบรน ชุดของสมการที่ซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยต้นทุนการคำนวณมหาศาลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการคำนวณที่ต้องการความถูกต้อง อย่างไรก็ดีสมการกลไกการแพร่กระจายแบบ Knudsen มักจะถูกละเลยเพื่อลดทอนความซับซ้อน

บทความนี้เป็นการศึกษาแบบจำลองชนิด 1 มิติ ของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน ภายใต้เงื่อนไข isothermal และเมมเบรนถูกควบคุมความชื้น โดยได้ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองหนึ่งซึ่งพิจารณาครอบคลุมถึงกลไกการแพร่กระจายแบบ Knudsen กับอีกแบบจำลองหนึ่งซึ่งละเลยผลจากกลไกการแพร่กระจายดังกล่าว ข้อมูลเชิงตัวเลขของปรากฏการณ์การส่งถ่ายแบบ Stefan-Maxwell และ Knudsen ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าคุณสมบัติต่างๆของเมมเบรนได้ถูกนำเสนอในบทความนี้ ความต้านทานของเมมเบรนได้ถูกคำนวณจากแบบจำลองทั้งสองชนิด ซึ่งพบว่าการละเลยกลไกการแพร่กระจายแบบ Knudsen ทำให้ค่าความต้านทานของเมมเบรนที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองต่างกันประมาณ 9% ซึ่งค่อนข้างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน, ความต้านทานของเมมเบรน

[1] Groupe de Recherche en Electrotechnique et Electronique de Nancy, Nancy-Universite, France

[2] อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2913-2500 ต่อ 3302 E-mail : wattanak@kmutnb.ac.th

Knudsen Diffusion and Its Effect on PEM Fuel Cell Model

M. Hinaje[1], W. Kaewmanee[1,2], D. A. Nguyen[1], S. Rael[1] and B. Davat[1]

Abstract

With an aim of optimizing the operating points of the proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), it is necessary to understand physical mechanisms of the cell. The physical mechanisms which play the important roles in the PEMFC are the gas transport in the gas diffusion layer and the proton transport in the membrane. Tremendous equations, which require massive computational cost, are used to describe the operations of the cell. However, the Knudsen diffusion, which is one kind of the transport mechanism in the fuel cell, is usually be neglected to reduce the computational cost.

This paper presents a comparative study between two types of one-dimensional (1-D) steady isothermal PEMFC models; one of which is include the effect of the Knudsen diffusion and the other one is not. The numerical results of the transport phenomena from both models have been presented. Membrane resistances from each case are computed to evaluate the effect of neglecting the Knudsen diffusion. The result has shown that neglecting the Knudsen diffusion causes about 9% relative error to the membrane resistances, which is quite significant.

Keyword: Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC); membrane resistance

[1] Groupe de Recherche en Electrotechnique et Electronique de Nancy, Nancy-Universite, France

[2] Department of Teacher Training in Electrical Engineering, KMUTNB, Bangkok, Thailand