ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การออกแบบระบบการจัดการความร้อนในเซลล์เชื้อเพลิงแบบสแต็ก ชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน

ผู้เขียน นางสาววาสนา คำโอภาส

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยศธนา คุณาทร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเล็ก เพื่อใช้ในระบบจัดการความร้อนในแผ่นสะสมกระแสสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 300 วัตต์ โดยใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็น รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 300 วัตต์ เพื่อศึกษากระจายตัวของอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนภายในแผ่นสะสมกระแสที่มีช่องการไหลของก๊าซแบบ serpentine ของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน ขนาด 1, 3, 5 และ 7 ชั้น ออกแบบและสร้างต้นแบบระบบจัดการความร้อนภายในแผ่นสะสมกระแส และทำการทดสอบประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงที่มีการติดตั้งระบบระบายความร้อน และเปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการติดตั้งระบบระบายความร้อน รวมทั้งสร้างแบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อที่จะศึกษาการกระจายตัวของแผ่นสะสมกระแสของเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 เซลล์

ผลการศึกษาแบ่งเป็นส่วน ๆ ดังนี้ การทดสอบระบบการจัดการความร้อนในแผ่นสะสมกระแสที่ใช้ในเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 300 วัตต์ พบว่าอัตราการไหลของน้ำป้อนผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเล็กมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน โดยอัตราการถ่ายเทความร้อนอยู่ในช่วง 149.57 - 765.10 วัตต์ ประสิทธิผลของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ในช่วง 0.34-0.40 ที่ช่วงอุณหภูมิน้ำป้อน 40 – 70 องศาเซลเซียส ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้ระบายความร้อนภายในเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 300 วัตต์ต่อไป การทดสอบประสิทธิภาพเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 300 วัตต์ พบว่าเซลล์เชื้อเพลิงสามารถจ่ายความหนาแน่นกระแสสูงสุด 46.87 mA/cm^2 ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 15.56 V โดยให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 728.91 mW/cm^2 ในสภาวะที่ต้องมีการให้ความชื้น การทดสอบประสิทธิภาพเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1, 3, 5 และ 7 ชั้น พบว่าเมื่อเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนชั้นมากขึ้นจะทำให้เซลล์เชื้อเพลิงมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 7 ชั้น จะให้กำลังผลิตสูงสุด 932.40 mW/cm^2 และพบว่าที่อุณหภูมิความชื้น 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิทำงาน 50-60 องศาเซลเซียส เซลล์จะให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดในทุกชั้นเซลล์ การควบคุมอุณหภูมิเซลล์ใช้พัดลมระบายความร้อนภายนอก พัดลมใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 18 วัตต์ คิดเป็น 72 % ของกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์ผลิตได้ การกระจายตัวของอุณหภูมิที่แผ่นสะสมกระแสมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน อุณหภูมิภายในเซลล์จะมีค่ามากกว่าด้านนอก การศึกษาแบบจำลองเชิงตัวเลขของการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในแผ่นสะสมกระแสของเซลล์เชื้อเพลิงขนาด 1 เซลล์ พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 120 นาที อุณหภูมิภายในสูงสุดที่ชั้นเมมเบรนมีค่าเท่ากับ 29.68 องศาเซลเซียส โดยผลที่ได้จากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าการทดสอบจริงเฉลี่ย 12.92 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Design of Thermal Management System in Proton Exchange Membrane Fuel Cell Stack

Author Miss Wassana Kamopas

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Yottana Khunatorn

ABSTRACT

This research focuses on the performance of small heat exchanger which is used in Thermal management in Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) stack 300 W. The water is coolant in small heat exchanger. And the experiment is performed on PEMFC stack 300 W in order to determine power density. In addition, this research studies on temperature distribution and heat transfer in serpentine graphite current collector plates of the fuel cell 1, 3, 5 and 7 cells. Thermal management system is designed and set up. 1, 3, 5 and 7 cells fuel cell operated with and without thermal management system are compared. And a 1D model of the temperature distribution in plate is studied.

The result show to be a part. The performance of small heat exchanger, it is concluded that water flow rate have impact on heat rate of heat exchanger. At 40 - 70 ^{o}C, heat rate is 149.57 - 765.10 W , effectiveness of heat exchanger is 0.34-0.40. For the efficiency of PEMFC stack 300 W fuel cell, it is found that could produce power density of 728.91 mW/cm^2 at current density 46.87 mA/cm^2 and 15.56 V in humidified condition. The experiment of the fuel cell 1, 3, 5 and 7 cells result show that the power production depends on stack. And the maximum power density is 932.40 mW/cm^2 at the fuel cell stack 7 cell. For all fuel cell stack condition is suitable at 70 ^{o}C of humidity temperature and 50 – 60 ^{o}C of cell temperature. Fuel cell temperature is controlled by fan which used 18 W of electricity or 72 % of maximum power production. The temperature distribution on plate is close to each point and inside temperature is higher than

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

outside. Finally, A 1D model of temperature distribution show that membrane temperature is 29.68 ^{o}C at 120 min and the model is incorrect 12.92%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved