

Abstract

Project Code : MRG5280159

Project Title : Biofuel Cells Based On Nanobiocatalysis

Investigator : Tanin Tangkuaram, Maejo University

E-mail Address : tanin@mju.ac.th

Project Period : March 16, 2009 – March 15, 2011

This work was consisted of 3 projects; (i) glucose biosensor (II) oxygen biosensor, and (III) biofuel cells development.

(I) Glucose biosensor based on the deposition of biocatalytic activity of glucose oxidase (GOx) with the electrochemical properties of carbon nanotubes (CNT) and ferric/ferrocyanide on gold nanoparticles (AuNP) (GOx/ $\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6/\text{AuNP}/\text{CNT}/\text{GCE}$) for determination of glucose is described. Amperometric techniques was used for testing applied potential and it was found that the +0.0 V was the appropriate operational potential. The biosensor gave a detection limit of 7.80 μM with the linearity in the range of 10 μM to 13 mM of glucose and life time 12 times.

(II) The O_2 reduction based on the deposition of biocatalytic activity of bilirubin oxidase (BOD) and the electrochemical properties of carbon nanotube (CNT) and gold nanoparticles (AuNP) on the surface of glassy carbon electrode for oxygen biosensor. The six modified/unmodified electrodes comprising of Bare GCE, BOD/GCE, CNT/GCE, BOD/AuNP/GCE, AuNP/CNT/GCE, and BOD/AuNP/CNT/GCE were fabricated. The results from cyclic voltammetry and chronoamperometry showed that the current on the BOD/AuNP/CNT/GCE was gave the highest current than others. The applied potential was suitable at -0.4 V. The biosensor was comparative to the commercial O_2 sensor for O_2 detection in natural water at 95% confidence level of student's t-test.

(III) A biofuel cell, consisting of two of 1 square centimeter carbon electrodes assembled after the modification of the gold nanoparticles/carbon nanotube is constructed and operating at the room temperature. An anode of the biofuel cell was immobilized with glucose oxidase (GOx), while a cathode was immobilized with bilirubin oxidase (BOD). The maximum current of this biofuel cell was 90.54 mA with a maximum cell voltage of 43.56 mV and with a maximum power of 3.94 mW.

Keywords: Biofuel cells, Glucose oxidase, Bilirubin oxidase, Nanotechnology, Sensors

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5280159

ชื่อโครงการ : เซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพโดยอาศัยการเร่งปฏิกิริยาของไบโอเอนาโนเทคโนโลยี

ชื่อนักวิจัย : ธาณินทร์ แดงกาวรัมย์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อีเมล : tanin@mju.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 19 มี.ค. 52 - 15 มี.ค. 54

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 งานวิจัย คือ (I) กลูโคสไบโอเซนเซอร์ (II) ออกซิเจนไบโอเซนเซอร์ และ (III) การพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ

(I) ในงานวิจัยแรกนี้ได้ประกอบกลูโคสไบโอเซนเซอร์โดยการนำตัวเร่งทางชีวภาพคือ กลูโคสออกซิเดสมาตรึงร่วมกับตัวเร่งทางไฟฟ้าคือคาร์บอนนาโนทิวบ์ และเพอร์ริคเฟอโรไซยาไนด์บนพื้นผิวของทองคำนาโน การใช้เทคนิคแอมเปโรเมตริกทดสอบศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมในการให้แก่วัสดุไฟฟ้าซึ่งพบว่าที่ศักย์ไฟฟ้า 0.0 โวลต์ ให้กระแสรีดักชัน และเลือกศักย์ไฟฟ้าดังกล่าวในการหาลักษณะเฉพาะของกลูโคสไบโอเซนเซอร์ พบว่ากลูโคสไบโอเซนเซอร์มีช่วงเป็นเส้นตรงในช่วง 10 ไมโครโมลาร์ ถึง 13 มิลลิโมลาร์ มีค่าขีดจำกัดการตรวจวัดกลูโคสอยู่ในเทากับ 7.80 ไมโครโมลาร์ มีอายุใช้งาน 12 ครั้ง

(II) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปฏิกิริยารีดักชันของออกซิเจนโดยใช้เอนไซม์บิรูบินออกซิเดสเป็นตัวเร่งทางชีวภาพและใช้คาร์บอนนาโนทิวบ์-ทองคำนาโนเป็นตัวเร่งทางเคมีไฟฟ้าบนผิวหน้าขั้วไฟฟ้ากลาสคาร์บอนเพื่อใช้เป็นออกซิเจนเซนเซอร์ นำคาร์บอนนาโนทิวบ์ ทองคำนาโน และเอนไซม์บิรูบินออกซิเดสมาใช้ปรับปรุงขั้ว ซึ่งมี 6 ขั้วด้วยกันคือ ขั้วไฟฟ้ากลาสคาร์บอนเปลือย ขั้วไฟฟ้าบีโอดี ขั้วไฟฟ้าคาร์บอนนาโนทิวบ์ ขั้วไฟฟ้าบีโอดี/ทองคำนาโน ขั้วไฟฟ้าทองคำนาโน/คาร์บอนนาโนทิวบ์ และขั้วไฟฟ้าบีโอดี/ทองคำนาโน/คาร์บอนนาโนทิวบ์ พบว่าขั้วไฟฟ้าปรับปรุงบีโอดี/ทองคำนาโน/คาร์บอนนาโนทิวบ์เป็นขั้วไฟฟ้าปรับปรุงที่ให้กระแสสูงที่สุด ศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้คือ -0.4 โวลต์ ไบโอเซนเซอร์นี้ไม่แตกต่างจากออกซิเจนเซนเซอร์ที่ได้มาจากเชิงพาณิชย์ในการวัดความเข้มข้นของออกซิเจนในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยสถิติทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(III) การสร้างเซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพซึ่งประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าคาร์บอนขนาด 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น โดยนำมาปรับปรุงด้วยอนุภาคนาโนทองและคาร์บอนนาโนทิวบ์ การทดลองจะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องโดยตรึงขั้วไฟฟ้าแอโนดด้วยเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส ในขณะที่ขั้วไฟฟ้าแคโทดจะตรึงด้วยเอนไซม์บิรูบินออกซิเดส เซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพให้กำลังไฟฟ้าภายใต้สภาวะที่เหมาะสมโดยให้กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 90.54 มิลลิแอมแปร์ ให้ศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่ 43.56 มิลลิโวลต์ และให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 3.94 มิลลิวัตต์

คำสำคัญ: เซลล์เชื้อเพลิงชีวภาพ, กลูโคสออกซิเดส, บิรูบินออกซิเดส, นาโนเทคโนโลยี, เซนเซอร์