

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่ : MRG6180039

ชื่อโครงการ : การปรับปรุงพฤติกรรมไฟฟ้าเคมีของโลหะผสมสังกะสีชนิดใหม่เพื่อใช้เป็นขั้วแอโนดในแบตเตอรี่สังกะสี-อากาศ

นักวิจัย : อาจารย์ ดร. แส่นคำ นุเสน และศาสตราจารย์ ดร. ธรณินทร์ ไชยเรืองศรี
ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อีเมล : nusen.san@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : มิถุนายน 2561 – พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

สำหรับระบบโลหะผสมสังกะสี-แมกนีเซียม โลหะผสมสังกะสีที่มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วงไฮโปยูเทคติก (0.1-1.0 wt.%Mg) มีโครงสร้างของวัฏภาคสังกะสีปฐมภูมิซึ่งมีปริมาณสังกะสีสูงและโครงสร้างยูเทคติก ขนาดเกรนของวัฏภาคสังกะสีปฐมภูมิลดลงเมื่อปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น วัฏภาค Mg_2Zn_{11} ปรากฏที่ 1.0 wt.%Mg กับวัฏภาคสังกะสีปฐมภูมิ ที่องค์ประกอบ 3.0 wt.%Mg ใกล้กับจุดยูเทคติกที่ประกอบด้วย Mg_2Zn_{11} และวัฏภาคที่มีสังกะสีสูง ในช่วงองค์ประกอบไฮเปอร์ยูเทคติก (5.0 wt.%Mg) ประกอบด้วยวัฏภาคปฐมภูมิของ $MgZn_2$ และขนาดเกรนเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณแมกนีเซียม สำหรับระบบโลหะผสมสังกะสี-บิสมัท สังกะสีและบิสมัทไม่ละลายหรือทำปฏิกิริยากันเพื่อเกิดเป็นสารประกอบโลหะ โลหะผสมสังกะสีที่มีบิสมัท 1.0 wt.% มีโครงสร้างแบบโมโนเทคติกซึ่งประกอบด้วยอนุภาคของบิสมัทและเมทริกซ์สังกะสี ระบบโลหะผสมสังกะสี-แมกนีเซียม-บิสมัท องค์ประกอบที่จุดยูเทคติกของระบบโลหะผสมสังกะสี-แมกนีเซียม ถูกเลือกมาเป็นโลหะหลังในระบบนี้ โครงสร้างหลักคือยูเทคติกที่ประกอบด้วยวัฏภาคสังกะสีสูงและ Mg_2Zn_{11} บิสมัทเกิดปฏิกิริยากับแมกนีเซียมเกิดเป็น Bi_2Mg_3 และวัฏภาคสังกะสีปฐมภูมิเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณบิสมัทเพิ่มขึ้น จากผลทดสอบโพเทนชิโอไดนามิกโพลาริเซชัน การเกิดไฮโดรเจนถูกเลื่อนออกไปในกรณีของโลหะผสมสังกะสี-แมกนีเซียมเมื่อเปรียบเทียบกับสังกะสีบริสุทธิ์ แมกนีเซียมที่เติมในโลหะผสมสังกะสีไม่มีผลต่อศักย์การกัดกร่อน ในขณะที่ความหนาแน่นกระแสการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของแมกนีเซียม โดยเฉพาะที่องค์ประกอบ 3wt.%Mg เมื่อเทียบกับสังกะสีบริสุทธิ์ สามารถนำเสนอได้ว่าด้วยศักย์ไฟฟ้าเกิดของการเกิดไฮโดรเจนที่สูงขึ้นและเกิดการกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โลหะผสมสังกะสีที่ 3.0wt.%Mg สามารถใช้เป็นทางเลือกในการทดแทนสังกะสีเพื่อเป็นขั้วแอโนดได้ การเติมบิสมัทในโลหะผสมสังกะสีสามารถเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 6.0 M ได้ ฉะนั้นการเติมบิสมัทลงในโลหะผสมสังกะสี-3.0wt.%แมกนีเซียมอาจสามารถเพิ่มความ

ต้านทานการกัดกร่อนได้ การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ออกไซด์ที่ผิวของสังกะสีบริสุทธิ์และโลหะผสมสังกะสี-3.0wt.%แมกนีเซียมหลังการปล่อยประจุด้วย XRD, SEM-EDS, TEM และ STEM-EDS พบว่า ผลิตภัณฑ์ออกไซด์บนผิวสังกะสีบริสุทธิ์ประกอบด้วย ZnO , ZnO_2 และ Zn(OH)_2 ส่วนบนโลหะผสม Zn-3wt.%Mg ประกอบด้วย MgO , MgO_2 และ MgO_4

คำสืบค้นสำคัญ : โลหะผสมสังกะสี การกัดกร่อนตนเอง ชั่วแอนด์ แบตเตอรี่สังกะสี-อากาศ

Abstract

Project Code : MRG6180039

Project Title : Novel Zinc Alloy with Improved Electrochemical Behavior as Anode Metal in Zinc-Air Batteries

Investigator : Dr. Sankum Nusen and Professor Dr. Torranin Chairuangsi
Department of Industrial Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University

E-mail Address : nusen.san@gmail.com

Project period : June 2018 – May 2020

Abstract

In this study, the binary Zn-(0-5wt.%Mg) and Zn-(0-5wt.%Bi) and ternary Zn-3wt.%Mg-(0-3wt.%Bi) alloy system were prepared by melting and casting method. The experimental alloys were characterized to obtain chemical and mineral composition, microstructure, self-corrosion, electrochemical behavior, and type of oxide products after charging in zinc-air battery. For binary Zn-Mg system, the microstructures of the zinc-magnesium alloys in hypoeutectic composition (0.1-1.0 wt.%Mg) contained the primary phase which is zinc-rich phase and eutectic structure. The grain size of the primary phase decreased with increasing the amount of magnesium content. Mg_2Zn_{11} phase appeared at 1.0 wt.%Mg with primary zinc-rich phase. The composition closed to eutectic point (3.0 wt.% Mg) has almost fully eutectic structure consisting of Mg_2Zn_{11} and zinc-rich phase. In the range of hypereutectic composition (5.0 wt.%Mg) had primary phase of $MgZn_2$, and the grain size of the primary phase increased with increasing of magnesium content. For binary Zn-Bi system, zinc and bismuth do not dissolve or react to each other to form any intermetallic compound. The alloy with 1.0 wt.%Bi is closely to monotectic which contains particle of Bi and matrix of Zn. For ternary Zn-Mg-Bi system, the eutectic composition of binary Zn-Mg system was selected to be a basic of ternary system. The main structure was eutectic consisting of zinc-rich phase and intermetallic structure of Mg_2Zn_{11} . Bismuth reacts with magnesium to form Bi_2Mg_3 and primary zinc phase increased with increasing the addition amount of bismuth. From potentiodynamic polarization

test, hydrogen evolution was generally postponed for the cases of Zn-Mg alloys as compared to pure zinc. Corrosion potential was not significantly affected by Mg addition into Zn, while the corrosion current density was significantly increased especially for the case of alloy with 3.0 wt.%Mg as compared to that of pure zinc. It can be proposed that, due to its relatively higher hydrogen overpotential and uniform corrosion in KOH solution, the eutectic 3.0 wt.%Mg can be an alternative to pure zinc for use as metal anode in applications related to alkaline electrolyte. Bismuth content added into zinc alloy increased corrosion resistance of Zn-Bi alloys in 6 M KOH solution according to self-corrosion test. Addition of bismuth to Zn-3wt.%Mg alloy could improve the self-corrosion resistance. Oxide product on pure zinc and Zn-3wt.%Mg anode after discharged was characterized by XRD, SEM-EDS, TEM and STEM-EDS. It was found that the oxide product on pure zinc anode contains ZnO, ZnO₂ and Zn(OH)₂ and on Zn-3wt.%Mg consisting of MgO, MgO₂ and MgO₄.

Keywords : Zinc Alloys, Self-corrosion, Anode, Zinc-Air Battery