

ปัทมาวรรณ จันตรี : การพัฒนาวัสดุแคโทดแก้วที่ใช้ลิเทียมบอเรตที่ผสมด้วย V_2O_5 -Ni/Co สำหรับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนโดยวิธีหลอมเหลวทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (DEVELOPMENT OF GLASS CATHODE MATERIALS FOR LI-ION BATTERIES USING LI-BORATE BASED GLASS MIXED WITH V_2O_5 -Ni/Co VIA MELT QUENCHING METHOD) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล, 121 หน้า.

คำสำคัญ : แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (LIBs), แบตเตอรี่แก้ว, วาเนเดียมเพนทอกไซด์ (V_2O_5), ลิเทียมเฮกซะบอเรต ($Li_6B_4O_9$), คุณสมบัติทางเคมีไฟฟ้า, การดูดกลืนรังสีเอกซ์สเปกโทรสโกปี (XAS), In-situ X-ray Absorption Spectroscopy (In-situ XAS)

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการพัฒนาส่วนประกอบแก้วลิเทียมบอเรตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุแคโทดในแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน โดยมีการเตรียมส่วนผสมที่มีอัตราส่วนนิกเกิลต่อโคบอลต์ (Ni-Co) 4:1 รวมถึงแคโทดแก้วที่มีโคบอลต์สูงในอัตราส่วน (Ni-Co) 1:1 จากนั้นมีการผสมวาเนเดียมเพนทอกไซด์ (V_2O_5) เพื่อเพิ่มความจุ การศึกษานี้ใช้แก้วที่มีส่วนประกอบเป็นลิเทียมบอเรต (LBO) เพื่อเพิ่มความเสถียร กระบวนการหลอมแก้วแบบง่ายถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้ค่าความจุจำเพาะที่สูงสุด การทดลองประกอบด้วย 4 กระบวนการที่แตกต่างกัน ในกระบวนการแรกใช้ Ni-Co และ LBO จากนั้นจึงใช้วิธีการหลอมแก้วโดยการทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่สองเริ่มด้วยการผสมผลิตภัณฑ์จากกระบวนการแรกกับ V_2O_5 ก่อนเข้าสู่การหลอมแก้วแบบเย็นเช่นเดียวกัน ในกระบวนการที่สาม LBO, NiO, Co_3O_4 , และ V_2O_5 ถูกผสมรวมกันแล้วหลอมพร้อมกันโดยใช้วิธีการหลอมแก้วแบบเย็นตัวอย่างรวดเร็ว ส่วนในกระบวนการสุดท้ายเป็นการผสมแก้วจากกระบวนการแรกกับ V_2O_5 และกวนผสมต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อทำให้กระบวนการเสร็จสมบูรณ์ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) เผยให้เห็นโครงสร้างของเซรามิกแก้วลิเทียมเฮกซะบอเรต ($Li_6B_4O_9$) ซึ่งบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงไปสู่โครงสร้างเซรามิกการทดสอบสมรรถนะของแบตเตอรี่ประกอบด้วยการวิเคราะห์การชาร์จ-คายประจุ, ไซคลิกโวลแทมเมทรี (CV), การวิเคราะห์ความต้านทานทางไฟฟ้าเคมี (EIS), และการวิเคราะห์การดูดกลืนรังสีเอกซ์ (XAS) ซึ่งครอบคลุมทั้งโครงสร้างใกล้เคียงการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (XANES) และโครงสร้างละเอียดของการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (EXAFS) พร้อมทั้งการวิเคราะห์ XAS แบบ in-situ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างที่มีการผสม V_2O_5 มีความจุและความเสถียรเพิ่มขึ้น ตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด $[NCV]_m$ แสดงค่าความจุจำเพาะที่ 111.42 mAh/g และ

ความหนาแน่นพลังงานที่ 306.26 mWh/g อีกทั้งยังมีความเสถียรในการใช้งานซ้ำที่ยอดเยี่ยม โดยสามารถคงค่าความจุเริ่มต้นไว้ได้ถึง 80.69% ตลอดการใช้งาน 100 รอบ

สาขาวิชาฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา ปัทมาวรรณ จันทร์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. นพพร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. นพพร

PUTTAMAWAN JUNTREE : DEVELOPMENT OF GLASS CATHODE MATERIALS FOR LI-ION BATTERIES USING LI-BORATE BASED GLASS MIXED WITH V_2O_5 -Ni/Co VIA MELT QUENCHING METHOD. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAYOON SONGSIRIRITTHIGUL, PhD. 121 PP.

Keyword: Lithium-ion batteries (LIBs), Glass electrode, Vanadium pentoxide (V_2O_5), Lithium Hexaborate ($Li_6B_4O_9$), Electrochemical properties, X-ray absorption spectroscopy (XAS), In-situ X-ray absorption spectroscopy (In-situ XAS).

This thesis focuses on the development of lithium borate glass components to enhance the performance of cathode materials in lithium-ion batteries. It involves preparing mixtures with a 4:1 nickel-to-cobalt (Ni-Co) ratio, as well as cobalt-rich glass cathodes with a 1:1 Ni-Co ratio. Subsequently, vanadium pentoxide (V_2O_5) is incorporated to further improve capacity. The study employs Li-borate-based glass (LBO) for enhanced stability. A simplified glass melting process is developed to achieve the highest specific capacity. The experiment involves four distinct processes. In the initial process, Ni-Co and LBO are mixed to form a homogeneous mixture, which is then subjected to the glass melt quenching method. The second process commenced by mixing the products of the first process with V_2O_5 before proceeding again to the glass melt quenching method. In the third process, LBO, NiO, Co_3O_4 , and V_2O_5 were all combined and then simultaneously subjected to the glass melt quenching method. The final process involved mixing glass from the first process with V_2O_5 for 24 hours to complete the procedure. X-ray diffraction revealed the formation of a lithium hexaborate glass-ceramic structure of $Li_6B_4O_9$, suggesting a glass-ceramic transition. The performance testing of the battery included a charge-discharge analysis, cyclic voltammetry (CV), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and X-ray absorption spectroscopy (XAS), which encompasses both X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES) and Extended X-ray Absorption Fine Structure (EXAFS), along with

an in-situ XAS analysis. The results indicated that the V_2O_5 -mixed samples showed increased capacity and stability. The best-performing sample, $[NCV]_m$, exhibited a specific capacity of 111.42 mAh/g, energy density of 306.26 mWh/g, and demonstrated excellent cycling stability, maintaining an impressive 80.69% of its initial capacity over 100 cycles.

School of Physics
Academic Year 2024

Student's signature: ปัทมาวรรณ จันทร์
Advisor's signature: ดร. กฤษณ์
Co-advisor's signature: ดร. กฤษณ์