

SUCCINONITRILE AS AN ADDITIVE FOR SOLID POLYMER  
ELECTROLYTE IN LITHIUM RECHARGEABLE BATTERY

NUR UMIRA BINTI TAIB

MASTER OF SCIENCE  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

2015



SUCCINONITRILE AS AN ADDITIVE FOR SOLID POLYMER  
ELECTROLYTE IN LITHIUM RECHARGEABLE BATTERY

NUR UMIRA BINTI TAIB

MASTER OF SCIENCE  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU  
2015

SUCCINONITRILE AS AN ADDITIVE FOR SOLID POLYMER  
ELECTROLYTE IN LITHIUM RECHARGEABLE BATTERY

NUR UMIRA BINTI TAIB

Thesis submitted in Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of  
Science in the School of Ocean Engineering

Universiti Malaysia Terengganu

September 2015

## ABSTRACT

Abstract of this thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science

### SUCCINONITRILE AS AN ADDITIVE FOR SOLID POLYMER ELECTROLYTE IN LITHIUM RECHARGEABLE BATTERY

NUR UMIRA BINTI TAIB

SEPTEMBER 2015

Main supervisor : Dr. Nurul Hayati binti Idris, Ph.D.

School : School of Ocean Engineering

Rechargeable lithium battery is the one of candidates for energy storage that has become an important role in a realization of green energy futures. Lithium batteries offer a high energy density compare to other conventional batteries and have a good characteristics such as no memory effect and a slow loss of charge when the device is not in use. Among the plastic crystal materials, succinonitrile (SN) is one of the potential candidates in a modification of chitosan-based solid polymer electrolytes to enhance the electrochemical properties of the lithium rechargeable battery. The purpose of this study is to develop the chitosan-based solid polymer electrolytes with the addition of SN. The solid polymer electrolytes were prepared by two methods which are solution cast (System 1) and phase separation method (System 2). All samples were characterized by using different types of instruments including, x-ray diffraction, Fourier transform infrared spectroscopy, differential scanning calorimetry, thermogravimetric analysis and scanning electron microscopy. Electrochemical impedance spectroscopy was used to examine the ionic conductivity

of the films at the temperature range of 303 to 383 K. Linear sweep voltammetry, galvanostatic testing and chronoamperometry measurements were also conducted in order to draw the better understanding of battery performances using chitosan-SN system. In System 1, chitosan- lithium bis (trifluoromethylsulfonyl) imide (LiTFSI) containing 50 wt.% SN exhibits high ionic conductivity at room temperature of  $0.4 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ , high lithium ions transference number (0.59) and wide electrochemical window (4.7 V). The electrochemical performances of solid polymer electrolyte with lithium iron phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ) as a cathode displays a stable discharge capacity of  $160 \text{ mAh g}^{-1}$  up to 50 cycles at a current density of  $17 \text{ mA g}^{-1}$ . While, for System 2, the highest ionic conductivity obtained was  $0.24 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  with 206% of electrolyte uptake for the samples with 90 wt.% of SN. The lithium ions transference number was 0.93. However, due to the large pores sized, the battery experience a failure and further modification need to be done in order to improve the distribution and suitable pore sizes in the polymer system.

## ABSTRAK

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Sarjana Sains

SUCCINONITRIL SEBAGAI PENAMBAH UNTUK ELEKTROLIT POLIMER PEPEJAL DALAM BATERI CAS SEMULA LITIAM

NUR UMIRA BINTI TAIB

SEPTEMBER 2015

Penyelia Utama : Dr. Nurul Hayati binti Idris, Ph.D.

Pusat Pengajian : Pusat Pengajian Kejuruteraan Kelautan

Bateri litium yang boleh dicas semula merupakan salah satu pilihan sumber simpanan tenaga yang telah menjadi peranan penting dalam merealisasikan penggunaan teknologi hijau di masa hadapan. Bateri litium menawarkan ketumpatan tenaga yang tinggi berbanding bateri konvensional yang lain dan mempunyai ciri-ciri yang baik seperti tiada kesan memori dan kadar kehilangan cas yang perlahan apabila peranti tidak digunakan. Antara bahan-bahan kristal plastik, succinonitril (SN) adalah salah satu bahan yang berpotensi dalam pengubahsuaian elektrolit pepejal polimer berasaskan kitosan untuk meningkatkan sifat-sifat elektrokimia dalam bateri litium yang boleh dicas semula. Tujuan kajian ini adalah untuk menghasilkan elektrolit pepejal polimer berasaskan kitosan dengan penambahan SN. Elektrolit pepejal polimer telah disediakan melalui dua kaedah iaitu 'solution cast' (Sistem 1) dan kaedah pemisahan fasa (Sistem 2). Semua sampel telah diuji menggunakan pelbagai jenis peralatan termasuk, pembelauan x-ray, spektroskopi Fourier inframerah, kalorimeter perbezaan pengimbasan, analisis termogravimetri dan mikroskop imbasan elektron. Spektroskopi elektrokimia impedans telah

digunakan untuk menguji kekonduksian ionik filem-filem pada lingkungan suhu 303 hingga 383 K. Voltammetri sapuan linear, pengujian galvanostatik dan pengukuran kronoamperometri dijalankan bagi pemahaman yang lebih berkesan mengenai prestasi bateri yang menggunakan sistem kitosan-SN. Dalam Sistem 1, kitosan-bis (trifluoromethylsulfonyl) imide (LiTFSI) yang mengandungi 50 wt.% SN menunjukkan kekonduksian ionik yang tinggi iaitu  $0.4 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  pada suhu bilik, jumlah perpindahan litium ion yang tinggi (0.59) dan tingkap elektrokimia (4.7 V) yang baik. Prestasi elektrokimia bagi elektrolit pepejal polimer digunakan bersama dengan  $\text{LiFePO}_4$  sebagai katod, kapasiti discas yang stabil iaitu  $160 \text{ mAh g}^{-1}$  telah diperolehi sehingga 50 kitaran pada ketumpatan arus sebanyak  $17 \text{ mA g}^{-1}$ . Manakala, bagi Sistem 2, kekonduksian ionik tertinggi adalah  $0.24 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  dengan pengambilan elektrolit sebanyak 206% untuk sampel yang mempunyai 90 wt.% SN. Jumlah perpindahan litium ion adalah 0.93. Walau bagaimanapun, disebabkan oleh liang yang bersaiz besar, bateri gagal untuk berfungsi dan pengubahsuaian selanjutnya perlu dilakukan bagi memperbaiki susunan dan saiz liang yang sesuai untuk sistem polimer.