NOVEL POLYBENZOXAZINE-BASED CARBON AEROGEL ELECTRODE FOR SUPERCAPACITORS

Porawee Katanyoota

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University
2009

Thesis Title:	Novel Polybenzoxazine-Based Carbon Aerogel Electrode for Supercapacitors
By:	Porawee Katanyoota
Program:	Polymer Science
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit
	Dr. Thanyalak Chaisuwan

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)

(Dr. Thanyalak Chaisuwan)

(Asst. Prof.Hathaikarn Manuspiya)

(Assoc. Prof. Atchana Wongchaisuwat)

(Dr. Pitak Laoratanakul)

ABSTRACT

5072014063: Polymer Science Program
Ms. Porawee Katanyoota: Novel Polybenzoxazine-Based Carbon Aerogel Electrode foe Supercapacitors
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit, and Dr. Thanyalak Chaisuwan 51 pp.
Keywords: Carbon Aerogel/Polybenzoxazine/Supercapacitor

In this study, polybenzoxazine, a new high performance thermosetting resin, was used to prepare carbon aerogels used as an electrode for supercapacitors. Two types of polybenzoxazines, derived from two different amines, aniline and triethylenetetramine, and denoted as BA-a and BA-teta, respectively, were chosen as the reactants for the organic precursor preparation. The surface areas of carbon aerogels from both BA-a and BA-teta were 391 and 368 m^2/g, respectively. The pore size of each carbon aerogel was in the range of 2 to 5 nm which is a suitable pore size for being used as electrodes in electrochemical application. The electrochemical properties of the obtained carbon aerogels showed good performance for supercapacitor applications with specific capacitance of 55.78 and 20.53 F/g for BA-teta and BA-a, respectively. At low voltage scanning, 1 and 5 mV/s, the cyclic voltammogram of the carbon aerogel derived from BA-teta gave better rectangular shape than that of the other carbon aerogel. Impedance spectra of both carbon aerogels confirm the results of the specific capacitance and the cyclic voltammogram analyses.

บทคัดย่อ

ปรวี กตัญญูตะ : การพัฒนาคาร์บอนแอร์โรเจลที่ใช้เป็นขั้วเก็บประจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งผลิตมาจากพอลิเบนซอกซาซีน (Novel Polybenzoxazine-Based Carbon Aerogel Electrode for Supercapacitors) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์ และ ดร.ธัญญลักษณ์ ฉายสุวรรณ์ 51 หน้า

ในการศึกษาครั้งนี้ พอลิเบนซอกซาซีนซึ่งเป็นเรซินที่มีประสิทธิภาพแบบใหม่ถูกนำมาใช้เตรียมคาร์บอนแอโรเจลสำหรับขั้วไฟฟ้าของขั้วเก็บประจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง พอลิเบนซอกซาซีนซึ่งทำมาจากเอมีน 2 ชนิด ที่ต่างกันคือ อะนีลีน และ ไตรเอทธลีนเตตระมีน หมายถึง BA-a และ BA-teta ตามลำดับ ถูกเลือกให้เป็นสารตั้งต้นสำหรับการเตรียมสารประกอบอินทรย์ โดยคาร์บอนแอโรเจลที่ได้จาก BA-a และ BA-teta มีค่าพื้นที่ผิว 391 ถึง 368 ตารางเมตรต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนขนาดของรูพรุนอยู่ในช่วง 2 ถึง 5 นาโนเมตร ซึ่งเป็นขนาดรูพรุนที่เหมาะสมสำหรับขั้วไฟฟ้าในด้านเคมีไฟฟ้า คุณสมบัติทางเคมีไฟฟ้าของคาร์บอนแอโรเจลแสดงประสิทธิภาพที่ดีในการนำมาใช้เป็นขั้วเก็บประจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยค่าความจุไฟฟ้าจำเพาะ 55.78 และ 20.53 ฟารัดต่อกรัมของ BA-teta และ BA-a ตามลำดับ ที่อัตราความต่างศักย์ต่ำคือ 1 และ 5 มิลลิโวลต์ต่อวินาที ไซคลิกโวลแทมโมแกรมของคาร์บอนแอโรเจลที่ได้จาก BA-teta มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ดีกว่าคาร์บอนแอโรเจลอีกตัว อิมพีแดนซ์ สเปกตราของคาร์บอนแอโรเจลทั้งสองซึ่งยืนยันผลของค่าความจุไฟฟ้าจำเพาะและผลวิเคราะห์ของไซคลิกโวลแทมโมแกรม

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Associate Professor Sujitra Wongkasemjit and Dr. Thanyalak Chaisuwan, her advisors, who not only originated this work, but also gave her continuous support, good suggestion, intensive recommendation and for the help, patience, encouragement they have shown during her one year in their research group.

She would like to express her appreciation to Associate Professor Atchana Wongchaisuwat, her commitee, for the wonderful comments, worth advices, her kindness and helps.

She wishes to thank other thesis committee; Assistance Professor Hathaikarn Manuspiya and Dr. Pitak Laoratanakul for their sugguestions and invaluable guidances.

A deep appreciation is expressed to Associate Professor Suwabun Chirachanchai for electrochemical measurement.

Special thanks are to Dr. Masashi Ishikawa for his great suggestion for Electrochemical Impedance analyses.

She is grateful for the scholarship from Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand; and the Ratchadapisake Sompote Research Funds, Chulalongkorn University for the partial financial support of this research.

She would to thanks T.F.G. Enterprise Co., Ltd. and Suthee United Carbon Co., Ltd. for kindly support materials which used in this research.

Her thanks are also to all Sujitra's and Thanyalak's group members both her seniors and her friends for their helps, good suggestions, friendship and all the good memories.

Last, but not least, she thanks her family for giving her life, for educating her and giving the unconditional support to pursue her interests and also for their love and encouragement.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF SCHEMES

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

CHAPTER IV

ABBREVIATION

BA-teta	Benzoxazine is based on bisphenol-A and triethylenetetramine
BA-a	Benzoxazine is based on bisphenol-A and aniline
CA(BA-teta)	Carbon Aerogel derived from BA-teta
CA(BA-a)	Carbon Aerogel derived from BA-a