วัสดุอัจฉริยะจากไคโตซานไฮโดรเจลที่มีบาราคอล

นายคงศักดิ์ แผ่นเงิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-2040-4

SMART MATERIAL FROM CHITOSAN HYDROGEL CONTAINING BARAKOL

Mr. Kongsak Pannguen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Petrochemistry and Polymer Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2006
ISBN 974-1420404

Thesis Title	SMART MATERIAL FROM CHITOSAN HYDROGEL CONTAINING BARAKOL
By	Mr. Kongsak Pannguen
Field of Study	Petrochemistry and Polymer Science
Thesis Advisor	Assistant Professor Nongnuj Muangsin, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Orawon Chailapakul, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..................................Dean of the Faculty of Science

(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

Thesis Committee

....Chairman

(Associate Professor Supawan Tantayanon, Ph.D.)

....Thesis Advisor

(Assistant Professor Nongnuj Muangsin, Ph.D.)

....Thesis Co-advisor

(Associate Professor Orawon Chailapakul, Ph.D.)

....Member

(Associate Professor Nuanphun Chantarasiri, Ph.D.)

....Member

(Assistant Professor Warinthorn Chavasiri, Ph.D.)

คงศักดิ์ แผ่นเงิน : วัสดุอัจฉริยะจากไคโตซานไฮโดรเจลที่มีบาราคอล.
SMART MATERIAL FROM CHITOSAN HYDROGEL CONTAINING BARAKOL.
อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. นงนุช เหมืองสิน, อ.ที่ปรึกษาร่วม: รศ.ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล
, 94 หน้า. ISBN 974-14-2040-4.

ไฮโดรเจลพอลิเมอร์บางชนิดประกอบด้วยโครงสร้างที่มีการเชื่อมขวางกันเป็นร่างแหที่ยืดหยุ่น ช่องว่างภายในโครงสร้างแบบร่างแหยอมให้ของเหลวแทรกเข้าไปอยู่และสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาตรและรูปร่างกลับไปกลับมาได้ตามการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆภายนอก เรียกว่าวัสดุอัจฉริยะ วัสดุอัจฉริยะมักเตรียมจากวัสดุราคาแพงหรือใช้วิธีการเตรียมที่ยาก อีกทั้งการตอบสนอง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับและความแข็งแรงเชิงกลยังไม่ดีนัก

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวัสดุอัจฉริยะไฮโดรเจลพอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่ตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้าซึ่งเตรียมจากไคโตซาน พอลิอะคิลิคแอซิด บาราคอลและสารเชื่อมขวาง ศึกษาพฤติกรรมการบวมตัวโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ นอกจากนี้ยังศึกษาการตอบสนองทางไฟฟ้าของวัสดุอัจฉริยะ ความเร็วในการโค้ง มุมโค้งและการโค้งกลับ รวมทั้งศึกษาปัจจัยอื่นๆ เช่น อัตราส่วนของพอลิเมอร์ผสม ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ จากนั้นนำวัสดุอัจฉริยะไปพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค FT-IR สมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC และสมบัติเชิงกลด้วยการวัดกำลังต้านทานการดึงและค่าความยืดหยุ่นตัว เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุอัจฉริยะขนาด 25 x 2 มิลลิเมตร ที่เสนอกับงานวิจัยอื่นๆพบว่า วัสดุอัจฉริยะที่เสนอมีความเร็วในการโค้งและการโค้งกลับที่ดีกว่า อีกทั้งไคโตซานและบาราคอลสามารถสกัดจากสัตว์และต้นไม้ตามธรรมชาติซึ่งหาได้ง่ายในประเทศไทย วัสดุอัจฉริยะนี้จึงมีราคาไม่แพงและเตรียมได้ง่ายกว่าของงานวิจัยอื่นๆ

การนำบาราคอลมาใช้กับวัสดุอัจฉริยะที่ตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้าเป็นประโยชน์ที่ค้นพบใหม่ของบาราคอล บาราคอลสามารถช่วยให้การโค้งของวัสดุอัจฉริยะรวดเร็วขึ้น โดยช่วยให้โซเดียมอิออนและคลอไรด์อิออนเคลื่อนที่เข้าไปในวัสดุอัจฉริยะได้ง่ายขึ้นทำให้มีความไวต่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

สาขาวิชา.......ปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์........ลายมือชื่อนิสิต....คงศักดิ์ แผ่นเงิน....

ปีการศึกษา.....2549........... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา....................

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม....................

4672215123 : PETROCHEMISTRY AND POLYMER SCIENCE
KEY WORD: HYDROGEL/ BARAKOL.

KONGSAK PANNGUEN. : SMART MATERIAL FROM CHITOSAN HYDROGEL CONTAINING BARAKOL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NONGNUJ MUANGSIN, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. ORAWON CHAILAPAKUL, Ph.D., 94 pp. ISBN 974-14-20404.

Some polymer hydrogels consisting of an elastic cross-linked network and a fluid filling the interstitial spaces of the network can change their volume and shape reversibly in response to several external physiochemical factors and are so-called “intelligent or smart materials”. However, they are often made of expensive materials or by a difficult process and desired properties such as responsiveness, reversibility and mechanical strength are still unsatisfactory.

This thesis proposes a novel electric-sensitive polymer hydrogel prepared from chitosan, poly(acrylic acid), barakol and crosslinking agents. Its swelling behaviors were investigated by immersion of the hydrogel films in NaCl aqueous solution and applying an electric field. Bending speed, bending angle and reversibility were among observed characteristics. The effects of several parameters including the ratio of the component materials, concentration of the surrounding solution and electric potential being applied were studied. In addition, the hydrogel films were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy. Their thermal properties were characterized by differential scanning calorimetry (DSC). Their mechanical properties were characterized by testing tensile strength and elongation at break.

The results showed that the performance of the proposed smart material was comparable to those in the literature for most key characteristics and better in terms of bending speed and reversibility. Since both chitosan and barakol can be extracted from natural organisms widely available in Thailand, the proposed smart material is cheaper and easier to prepare than those in the literature.

The use in electric-sensitive polymer hydrogel is a novel application of barakol. Interestingly, the present of barakol significantly improved the bending speed of the hydrogel films. The most probable explanation is that barakol helped move sodium ions and chloride ions into the hydrogel films more easily and therefore increased the electric sensitivity.

Field of Study :Petrochemistry and Polymer Science. Student's Signature :K. Pannguen.

Academic Year :........2006........ Advisor's Signature :N. Muangsin

Co-advisor's Signature :O. Chailap

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere gratitude to my thesis advisor, Assistant Professor Dr. Nongnuj Muangsin, my thesis co-advisor, Associate Professor Dr. Orawon Chailapakul and Assistant Professor Dr. Narong Praphairaksit for their invaluable guidance, kind supervision, profound assistance.

In addition, I would like to thank Associate Professor Dr. Supawan Tantayanon, Associate Professor Dr. Nuanphun Chantarasiri and Assistant Professor Dr. Warinthorn Chavasiri for their valuable suggestions and comments as committee members and thesis examiners.

I also thank Chulalongkorn University for partial financial supports and giving the opportunity to study, laboratory facilities, chemical and equipments.

My appreciation would be expressed to all of my friends and colleagues for their helps and encouragement throughout my study. Finally, I would like to express my deepest gratitude to my parents and family for their love, kindness, encouragement, and financial support throughout my life.

CONTENTS

CHAPTER **Page**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Figures **Page**

Figures **Page**

LIST OF ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

B	Barakol
Cit	Citric acid
CS	chitosan
DC	direct-current
EAPs	electroactive polymers
GA	Glutaraldehyde
Glu	Glutaric acid
IPNs	interpenetrating polymer networks
min.	minute (s)
ml	milliliter (s)
NaCl	Sodium Chloride
PAA	Poly(acrylic acid)
w/w	weight by weight
w/v	weight by volume
v/v	volume by volume
V	volts