HIGH DIELECTRIC COMPOSITE MATERIAL AT MULTI-FREQUENCY RANGE

Nidchakarn Krueson

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,
and Case Western Reserve University
2008

512036

Thesis Title: High Dielectric Composite Material at Multi-frequency Range

By: Nidchakarn Krueson

Program: Polymer Science

Thesis Advisors: Asst.Prof. Hathaikarn Manuspiya

Prof. Hatsuo Ishida

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

.... College Director

(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

....

(Asst.Prof. Hathaikarn Manuspiya)

....

(Prof. Hatsuo Ishida)

....

(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

....

(Dr. Pitak Laoratanakul)

ABSTRACT

4972015063: Polymer Science Program

Nidchakarn Krueson: High Dielectric Composite Material at Multi-frequency Range.

Thesis Advisors: Asst.Prof. Hathaikarn Manuspiya and Prof. Hatsuo Ishida 94 pp.

Keywords: Polybenzoxazine/ Barium strontium titanate/ Surface treatment/ Dispersion/ Dielectric properties

This research was proposed a novel nano BST powder-polybenzoxazine composite as a new dielectric material. In this work, dielectric properties of surface treated BST powder-polybenzoxazine composite were studied. The surface of BST powder was modified by using three different chemicals: 3-aminopropyl-trimethoxysilane, benzoxazine monomer and phthalocyanine. The distribution of BST powder in polybenzoxazine matrix was observed by SEM. The dielectric constants of the composites with a function of frequency (1 kHz-10 MHz) were investigated by Hewlett- Packard 4194A. It was found that the composites with modified BST powders showed good distribution in polybenzoxazine matrix and the dielectric constants were also be enhanced than those with untreated BST powder. In comparisons among silane coupling agent, benzoxazine monomer and phthalocyanine modification, the composite with the silane modified BST powder showed more significantly in dielectric constant improvement due to the chemical bond formed on the BST surface while the composite with the benzoxazine monomer and phthalocyanine modified BST powder displayed lower in dielectric loss because the modified powder dispersed well in the polybenzoxazine matrix. In addition to the surface modification, the effect of molecular structure of polybenzoxazine on dielectric properties was also investigated. It was found that polybenzoxazine which has higher in dipole polarizability showed higher in dielectric constant of the composite.

บทคัดย่อ

นางสาวณิชกานต์ เครือสน : วัสดุคอมโพสิตที่มีค่าไดอิเล็กตริกสูงในคลื่นความถี่ต่างๆ (High dielectric composite material at multi-frequencies range) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. หทัยกานต์ มนัสปิยะ และ ศ.ดร. ฮัทซึโอะ อิชิดะ 94 หน้า

งานวิจัยนี้ได้สนใจปรับปรุงและพัฒนาวัสดุคอมโพสิตผสมระหว่างผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตและพอลิเบนซอกซาซีนให้เป็นวัสดุชนิดใหม่เพื่อใช้ในการเก็บประจุ สำหรับขั้นตอนการดำเนินงาน พื้นผิวของผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตได้ถูกปรับสภาพก่อนโดยใช้สารเคมีที่แตกต่างกันไปสามชนิด ดังนี้: 3-อะมิโนโพรพิล-ไตรเมททอกซีไซเลน, เบนซอกซาซีนมอนอเมอร์ และ พทาโลไซยาไนน์ จากนั้นนำวัสดุคอมโพสิตที่ได้มาศึกษาพฤติกรรมไดอิเล็กตริกที่ช่วงความถี่ (1 กิโลเฮิร์ท-10 เมกกะเฮิร์ท) และช่วงอุณหภูมิ (25-200 องศาเซลเซียส) ต่างๆ โดยใช้เครื่อง Hewlett- Packard 4194A นอกจากนี้อิทธิพลของสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงต่อการกระจายตัวของผงนาโนแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตในคอมโพสิตยังถูกศึกษาโดยเครื่อง SEM อีกด้วย จากผลการวิจัยพบว่า แบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตที่ถูกปรับปรุงสภาพพื้นผิวสามารถกระจายตัวในเนื้อพอลิเบนซอกซาซีนได้ดีกว่าผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุง และวัสดุคอมโพสิตที่ได้ยังให้ค่าไดอิเล็กตริกที่สูงกว่าอีกด้วย ในกรณีการเปรียบเทียบระหว่างสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงพื้นผิวพบว่า ผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตที่ปรับปรุงโดยใช้สาร 3-อะมิโนโพรพิล-ไตรเมทอกซีไซเลนสามารถเพิ่มค่าไดอิเล็กตริกของคอมโพสิตได้ดีที่สุด เนื่องจากไซเลนสามารถสร้างพันธะเคมีกับผิวของแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตได้ ในขณะเดียวกันผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตที่ปรับปรุงโดยใช้เบนซอกซาซีนมอนอเมอร์และพทาโลไซยาไนน์สามารถลดค่าลอสเทนเจนต์ของคอมโพสิตได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถกระจายตัวในเนื้อพอลิเบนซอกซาซีนได้ดี อย่างไรก็ตามนอกจากการศึกษาถึงผลกระทบของการปรับปรุงสภาพพื้นผิวของผงแบเรียมสตรอนเชียมไตตาเนตต่อค่าไดอิเล็กตริกของคอมโพสิตแล้ว งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาผลกระทบของชนิดของพอลิเบนซอกซาซีนเมทริกซ์ต่อค่าไดอิเล็กตริกของคอมโพสิตอีกด้วย และจากผลการวิจัยพบว่าคอมโพสิตที่ประกอบด้วยพอลิเบนซอกซาซีนเมทริกซ์ที่มีค่าไดโพลโพลาไรซ์มากสามารถเพิ่มค่าไดอิเล็กตริกของคอมโพสิตได้มากขึ้น

ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful for the partial scholarship and partial funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; the National Excellence Center for Petroleum, Petrochemical, and Advanced Materials, Thailand; and Government Research Budget Year 2005-2007.

I wish to express my deep gratitude to my advisors, Asst.Prof. Hathaikarn Manuspiya for her constructive suggestions, valuable guidance, encouragement and vital help throughout this research work and Prof. Hatsuo Ishida for his intensive suggestions and helpful guidance. My appreciates are also extended to all other committee members, Assoc. Prof. Nantaya Yanumet and Dr. Pitak Laoratanakul for their valuable comments on this task.

Special acknowledgement is given to Dr. Thanyalak Chaisuwan who has generously given me her advices and help during the work and Mr. Gasidit Panomsuwan for his useful suggestions and his assistance.

My thanks are extended to National Metal and Materials Technology Center (MTEC) for the electrical measurement and MTEC staff for assistance in testing.

Finally, I would like to take this opportunity to thank my friends and the college staff at Petroleum and Petrochemical College for their friendly help, cheerfulness and creative suggestions, particularly to my parents, my brother and a friend who have always loved, encouraged and given worthy moral support throughout this thesis work.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

CHAPTER III

CHAPTER V

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

CHAPTER III

CHAPTER IV

FIGURE		PAGE

FIGURE **PAGE**