DIELECTRIC AND PIEZOELECTRIC BEHAVIORS OF CELLULOSE/ PVDF COMPOSITE FILM PREPARED BY MELT MIXING METHOD

Paranya Chanajaree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
2015

Thesis Title:	Dielectric and Piezoelectric Behaviors of Cellulose/PVDF Composite Film Prepared By Melt Mixing Method
By:	Paranya Chanajaree
Program:	Polymer Science
Thesis Advisor:	Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya

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

..... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

Hathaikarn Manuspiya

(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)

Thanyalak Chaisuwan

(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)

Apirat Laobuthee

(Assoc. Prof. Apirat Laobuthee)

ABSTRACT

5672015063: Polymer Science Program
Paranya Chanajaree: Dielectric and Piezoelectric Behaviors of Cellulose/ PVDF Composite Film Preparation By Melt Mixing Method
Thesis Advisors: Asst. Prof. HathaikarnManuspiya 115 pp.
Keywords: Poly(vinylidene fluoride)/ Cellulose/ Melt process

Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) and its copolymers are piezoelectric polymers with growing applications in sensors and actuators. Generally, PVDF demonstrates an ability to convert the mechanical energy into electrical energy and vice versa. In this research, poly(vinylidene fluoride-co-Hexafluoropropylene) (PVDF-HFP)/cellulose composites were fabricated via twin screw extruder to achieve the high dielectric and piezoelectric properties and also utilized as a touch sensor. Two sources of cellulose-based materials, extracted microcrystalline cellulose (MCC) from sugarcane bagasses in 1-20 wt.%, and extracted bacterial cellulose (BC) from Nata de coco in 1-5 wt.%, were provided as an appropriate filler to improve the dipole alignment of PVDF-HFP matrix. The cast film extruder was used to produce the transparent composite films with unique properties. The increment in β-phase crystalline presented with higher amount of cellulose, both MCC and BC. The dielectric constant corresponded to piezoelectric coefficient was enhanced from 2.00 of neat PVDF-HFP to 3.75 with 10 wt.% MCC loading and 3.25 with 5 wt.% BC loading. Besides, the presence of MCC and BC in the composite films leaded to an improvement in thermal properties, and mechanical properties in terms of Young's modulus and tensile strength with no dimensional changes at 110 °C due to the excellent thermal, and mechanical properties of cellulose structure.

บทคัดย่อ

ปรัญญา ฉานะจารี : ฟิล์มของวัสดุเชิงประกอบของเซลลูโลสและพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์โดยวิธีการผสมร้อน (Paranya Chanajaree: Dielectric and Piezoelectric Behaviors of Cellulose/ PVDF Composite Film Prepared By Melt Mixing Method) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. หทัยกานต์ มนัสปิยะ 115 หน้า

พอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์และโคพอลิเมอร์เป็นพลาสติกเชิงเพียโซอิเล็กทริกที่มีความสามารถในการแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าและในทางกลับกัน สามารถแปลงจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในลักษณะของ ตัวกระตุ้นและตัวรับรู้ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาฟิล์มเพียโซอิเล็กทริกแบบยืดหยุ่นสำหรับการนำไปใช้งานทางด้านจอสัมผัสแบบกด ถูกเตรียมจากพอลิเมอร์ผสมระหว่างเซลลูโลสและพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์โคเฮกซะฟลูออโรโพรพิลีน งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษา ผลของเซลลูโลส ในฐานะที่เป็นสารตัวเติมเพื่อพัฒนาการเรียงตัวของจุลภาคที่มีลักษณะเป็นขั้วทางไฟฟ้า จากแหล่งที่มาที่แตกต่างกันสองชนิด คือ ไมโครคริสตัลลีนเซลลูโลสจากการย่อยสลายเส้นใยเหลือทิ้งจากกากอ้อย ในสัดส่วน 1 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และแบคทีเรียเซลลูโลสจากการย่อยสลายวุ้นมะพร้าว โดยมีการศึกษาผลของสัดส่วนของแบคทีเรียเซลลูโลส ในสัดส่วน 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วนต่างๆ ถูกเตรียมขึ้นโดยวิธีการผสมร้อนในเครื่องผสมแบบสกรูคู่ ตามด้วยการขึ้นรูปฟิล์มด้วยการหล่อ ผลการวิจัยพบว่าผลึกที่เกิดขึ้นของพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์โคเฮกซะฟลูออโรโพรพิลีนมีปริมาณผลึกแบบเบตามากขึ้นเมื่อปริมาณของเซลลูโลสมากขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นคุณสมบัติไดอิเล็คทริกซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติเชิงเพียโซอิเล็กทริกจาก 2.00 เป็น 3.75 จากการเติมไมโครคริสตัลลีนเซลลูโลสอัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ 3.25 จากการเติมแบคทีเรียเซลลูโลสอัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นอกจากนี้คุณสมบัติทางความร้อนและเชิงกลของฟิล์มมีค่าสูงขึ้นจากการเติมเซลลูโลสในอัตราส่วนมากขึ้น และยังพบว่าเมื่อเติมเซลลูโลสทำให้ไม่มีการหดของฟิล์มที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her gratitude to Assistant Professor Hathaikarn Manuspiya, her advisor, who gave her patience, helpful encouragement, useful discipline, and worth inspiration during Master degree program under her supervision. Thank for guide her in the right direction and being her role idol. She is also grateful to Asst. Prof. Dr. Thanyalak Chaisuwan and Asst. Prof. Dr. Apirat Laobuthee for serving as thesis committee.

The author would like to acknowledge the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University; and the National Center of Excellecnce for Petroleum, Petrochemical, and Advanced Materials, Thailand for partially Master degree Scholarship.

This research work was partially supported by the Ratchadapisek Sompoch Endowment Fund (2013), Chulalongkorn University (CU-56-900-FC) and Thailand Research Fund (IRG5780012).

Furthermore, sincere thanks to all HM's group member for being such a good friends, good encouragement, suggestion, nice smiles and cheer up her mind to

Finally, the author thanks her family for believing in her, supporting her every way that they can do, especially for their warm love and precious encouragement.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER PAGE

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURES **PAGE**

CHAPTER V

FIGURES **PAGE**

CHAPTER VI

FIGURES **PAGE**

APPENDICES