

Abstract

Project Code : TRG5780089

Project Title : Vibration Energy Harvesting with Electrostrictive Nanofiber Composites

Investigator : Asst. Prof. Dr. Chatchai Putson and Assoc. Prof. Dr. Nantakan Muensit
Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University

E-mail Address : chatchai.p@psu.ac.th

Project Period : 2 June 2014 to 1 June 2016

Nowadays, energy conversion in coupled materials and energy harvesting from surrounding sources of thermal or vibration have attracted much interest since they directly impact the self-powered and wireless autonomous systems without battery usage. One of material energy harvested on ambient vibration is electrostrictive polymers. They have demonstrated an ability to convert mechanical energy into electrical energy and vice versa. Enhancement of the electromechanical response in electrostrictive polymers can provide the high output power for energy harvesting. Among the electrostrictive polymers, polyurethane (PU) based on electrostrictive behavior is of great interest for actuator and energy harvesting applications due to their large electrical field-induced strains, high specific energy density, and fast response. The main objective of this study is the enhancement of electrostrictive properties and energy conversion abilities of electrostrictive polyurethane composites with conductive polyaniline (PANI). First, the PU filled with PANI composite films are prepared using solution casting method. While, the PU/PANI composites nanofibers are prepared using electrospinning technique. The electrospinning setup was constructed to replace the high cost and imported electrospinning apparatus. Important parameters such as the figure of merit for analyzing the energy conversion capability of those composites are characterized by thermal, morphological, mechanical and dielectric properties. Second, the electrostrictive measurement setup using photonic technique was used to evaluate the electrostrictive coefficient of all samples. This coefficient is one of crucial parameters for predicting the energy harvesting. Final, the energy conversion based on vibration

from the PU and all composites were investigated. From the results show the dielectric constant of composite films strongly increases with filler loading, which was related to the interfacial charge distribution between the PU and PANI and the elastic modulus of these composites was rather constant with low PANI content. Moreover, the dielectric constant of the PU and PU composite nanofibers are very higher than films regardless of filler contents. Consequently, the increments of the electrostriction coefficient in electrostrictive polymer composites were observed with increasing filler contents. Furthermore, the enhancement of the electrostrictive properties in PU/PANI composites obviously occurred by the modification with HCl, which leads to a larger induced strain behavior. A good dispersed PANI in the electrostrictive PU matrix strongly relate to the energy conversion ability and provided high output power. Therefore, as the results indicated that they can be a potentially good actuator and vibration energy harvesting.

Keywords : Polyurethane, Polyaniline, Electrostriction, Electrospinning, Energy harvesting

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5780089

ชื่อโครงการ : การเก็บเกี่ยวพลังงานการสั่นด้วยวัสดุประกอบเส้นใยนาโนอิเล็กโทรสตริกทิฟ

ชื่อนักวิจัย : ผศ.ดร.ชัชชัย พุทซ้อน และ รศ.ดร.นันทกาญจน์ มุรติ

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

E-mail Address : chatchai.p@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 มิถุนายน พ.ศ. 2557 ถึง 1 มิถุนายน พ.ศ. 2559

ในยุคปัจจุบันนี้ การแปลงพลังงานจากวัสดุและการเก็บเกี่ยวพลังงานจากแหล่งแหล่งกำเนิดที่อยู่ล้อมรอบตัวเราหรือพลังงานที่เหลือใช้ ได้แก่ ความร้อน การสั่นไหวได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากมีบทบาทสำคัญโดยตรงสำหรับการประยุกต์ในอุปกรณ์ที่ให้พลังงานเลี้ยงตัวเองและเครือข่ายเซนเซอร์แบบไร้สายโดยไม่พึ่งพาแบตเตอรี่ พอลิเมอร์อิเล็กโทรสตริกทิฟเป็นหนึ่งในพอลิเมอร์ทางไฟฟ้าที่สามารถแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าและในทางกลับกัน การเพิ่มความสามารถทางไฟฟ้าของพอลิเมอร์ชนิดนี้มีผลทำให้กำลังไฟฟ้าที่เก็บเกี่ยวได้มีค่าเพิ่มขึ้น พอลิยูรีเทนเป็นหนึ่งในพอลิเมอร์อิเล็กโทรสตริกทิฟที่ได้รับความนิยมเนื่องจากให้ค่าความเครียดเหนี่ยวนำภายใต้สนามไฟฟ้าและความหนาแน่นพลังงานมีค่าสูง ตอบสนองไวโดยวัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยนี้คือการเพิ่มสมบัติอิเล็กโทรสตริกทิฟและความสามารถในการแปลงพลังงานของพอลิยูรีเทนด้วยการเจือพอลิเมอร์นำไฟฟ้าพอลิอะนิลีน งานวิจัยเริ่มต้นโดยการเตรียมฟิล์มพอลิยูรีเทนและวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนด้วยวิธีหล่อฟิล์มบางและเตรียมเส้นใยพอลิยูรีเทนและเส้นใยวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิงที่สร้างประกอบขึ้นเองในห้องปฏิบัติการเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง จากนั้นศึกษาเงื่อนไขต่างๆของการเตรียมต่อลักษณะสัญญาณและการกระจายตัวของสารเจือ รวมถึงศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติไดอิเล็กทริกของฟิล์มวัสดุประกอบที่เตรียมได้ จากนั้นศึกษาสมบัติอิเล็กโทรสตริกทิฟของพอลิยูรีเทนและวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนด้วยชุดวัดความเครียดด้วยเทคนิคโฟโตนิกซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการวัดนี้สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการเก็บเกี่ยวพลังงาน สุดท้ายทำการทดสอบการเก็บเกี่ยวพลังงานจากการสั่นของฟิล์มวัสดุประกอบอิเล็กโทรสตริกทิฟที่เตรียมได้ จากการทดลองพบว่าค่าไดอิเล็กทริกมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณสารเจือเพิ่มขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับองค์ประกอบโพลีไซเซชันอินเทอร์เฟสระหว่างพอลิยูรีเทนและพอลิอะนิลีนและที่ค่ายังมอดูลัสเกือบจะคงที่ภายใต้ปริมาณสารเจือที่ศึกษา นอกจากนี้

พบว่าค่าไดอิเล็กทริกของเส้นใยวัสดุประกอบให้ค่าสูงกว่าของฟิล์มบางที่ปริมาณสารเจือเท่ากัน ค่าสัมประสิทธิ์อิเล็กโทรสตริกทีฟของวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนมีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณสารเจือเพิ่มขึ้น และยังพบว่าความเครียดเหนี่ยวนำภายใต้สนามไฟฟ้าของวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนเจือด้วยพอลิอะนิลีนที่เติมด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าสูงซึ่งสอดคล้องกับค่าไดอิเล็กทริกมีค่าสูง และกำลังไฟฟ้าที่เกี่ยวเก็บได้จากการสั่นของวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามค่าไดอิเล็กทริกซึ่งเกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของสารเจือเป็นสำคัญ งานวิจัยนี้ทำให้เห็นว่าวัสดุประกอบพอลิยูรีเทนที่เจือด้วยพอลิอะนิลีนที่เตรียมขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้งานเป็นตัวกระตุ้นและการเก็บเกี่ยวพลังงานจากการสั่นไหว

คำหลัก : Polyurethane, Polyaniline, Electrostriction, Electrospinning, Energy harvesting