สัญญาเลขที่ TRG5780166

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5780166

ชื่อโครงการ: การเตรียมและการตรวจสอบวัสดุผสมที่มีซีเมนต์เป็นฐานกับเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกโดยมีการเติมกราฟีนออกไซด์และพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจวัดโครงสร้างฉลาด

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน: อ.ดร.นิตยา ใจทนง มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อีเมล์: njaitanong@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี (2 มิ.ย. 57 –1 มิ.ย. 59)

บทคัดย่อ:

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวัสดุผสมฉลาดแบบใหม่สำหรับการประยุกต์ใช้งานเป็นเป็นตัวตรวจวัดโครงสร้างฉลาดในงานด้านวิศวกรรมโยธา ในขั้นตอนแรกได้ทำการผลิตเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกที่มีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ คือ เซรามิกเลดบิสมัทไนโอเบตเซอร์โคเนตไทเทเนต (PBNZT) โดยมีนิเกิลออกไซด์(NiO) เป็นตัวเติม (PBNZT-xNiO เมื่อ x= 0.02-0.10) และเซรามิกเลดไนโอเบตเซอร์โคเนตไทเทเนต $Pb_{0.98}(Zr_{0.65}Ti_{0.35})_{0.96}Nb_{0.04}O_3$ (PNZT) จากการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์เพียโซอิเล็กทริกที่ดีที่สุดพบว่ามีค่า 315 pC/N และ 380 pC/N ตามลำดับ ขั้นตอนที่สองได้ทำการเตรียมกราฟีนออกไซด์ (GO) โดยสังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี จากนั้นผสมเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PC) ในระบบเชื่อมโยงแบบ 0-3 ที่อัตราส่วนร้อยละ 50 โดยปริมาตร โดยมีกราฟีนออกไซด์ (GO)และพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (PVDF) เป็นตัวเติมในอัตราส่วนร้อยละ 1-20 โดยปริมาตร และทำการตรวจสอบลักษณะโครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสม PC-PNZT-GO และ PC-PNZT-PVDF ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และตรวจสอบสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกและค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของวัสดุผสม

ผลการทดลองการเติมเฟสที่สามลงไปในวัสดุผสม PC-PNZT พบว่าการเติมกราฟีนออกไซด์ (GO)ไปในวัสดุผสมเซรามิก-ซีเมนต์ดังกล่าวจะช่วยเพิ่มค่าคงที่ไดอิเล็กทริกให้สูงขึ้นตามปริมาณกราฟีนออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่การเติมพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ลงไป จะทำให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกลดลง สำหรับสมบัติเฟร์โรอิเล็กทริกของเซรามิกผสมที่เติมด้วยราฟีนออกไซด์นั้นพบว่า ค่าพลังงานที่เกิดจากการสูญเสียที่พิจารณาจากวงวนฮีสเทอรีซิส และค่าการสูญเสียเชิงไดอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมา

จาก การเพิ่มขึ้นของวัสดุตัวนำซึ่งก็คือราฟีนออกไซด์นั่นเอง นอกจากนี้การเติมพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์จะช่วยเพิ่มค่าโพลาไรเซชันคงค้าง (Pir) และค่าคงที่ไดอิเล็กทริกให้สูงขึ้นที่อัตราส่วน ร้อยละ 2 โดยปริมาตรของพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ในขณะที่ค่าการสูญเสียเชิงไดอิเล็กทริกจะลดลงตามปริมาณของพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ที่เพิ่มขึ้น จากการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคพบว่าพอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์ยังช่วยแก้ปัญหารูพรุนของวัสดุผสมระบบนี้ โดยจะช่วยเพิ่มการเชื่อมต่อภายในเนื้อวัสดุผสมด้วยการหลอมและเข้าไปแทรกในรอยต่อระหว่างเฟสของซีเมนต์และเฟสเซรามิก ดังนั้น จากผลการทดลองในส่วนนี้การใช้พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์เป็นเฟสที่สามซึ่งเป็นฉนวนนั้นจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานและลดรูพรุนในรอยต่อระหว่างเฟส อีกทั้งยังช่วยให้สมบัติไฟฟ้าของวัสดุผสมผสมดีขึ้นนั่นคือวัสดุผสมใหม่ที่เตรียมได้จากงานวิจัยนี้เหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจจับ (sensor) ได้

คำหลัก: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, เซรามิกเพียโซอิเล็กทริก, กราฟีนออกไซด์, พอลิไวนิลิดีนฟลูออไรด์, วัสดุผสม

สัญญาเลขที่ **TRG5780166**

Abstract

Project Code:	TRG5780166
Project Title:	Fabrication and investigation of cement based-piezoelectric ceramic composites with Graphene oxide and PVDF additions for sensor application in smart structures
Investigator:	Dr.Nittaya Jaitanong, Maejo University
E-mail Address:	njaitanog@gmail.com
Project Period:	2 years (June 2, 2014 – June 1, 2016)

Abstract:

This research project aims to study new smart composites for the sensing and actuation applications in civil engineering. Firstly, piezoelectric ceramic materials include lead bismuth niobate zirconate titanate (PBNZT) with nikel oxide addition (*1-x*PBNZT-*x*NiO when x= 0.02-0.10) and lead niobate zirconate titanate ($Pb_{0.98}(Zr_{0.65}Ti_{0.35})_{0.96}Nb_{0.04}O_3$:PNZT) were fabricated. The results of piezoelectric coefficient value is 315 pC/N and 380 pC/N respectively. Secondly, graphene oxides were synthesized by chemical reaction. In addition, lead niobate zirconate titanate (PNZT) and Portland cement (PC) composites of 0-3 were produced for 50%PNZT by volume content with graphene oxide (GO) and polyvinylidene fluoride(PVDF) addition for 1-20%by volume. Microstructure of PC-PNZT-PVDF and PC-PNZT-GO composites was investigated by using scanning electron microscope (SEM). The ferroelectric and dielectric properties were also investigated.

The dielectric constant of PC-PNZT composite with graphene oxide (GO) addition was found to increase with increasing the third phase as graphene oxide whereas with PVDF addition the dielectric values showed significant decreases. The dielectric constant and instantaneous remnant polarization (P_{ir}) of PC-PNZT composite with the third phase (PVDF) addition was found

maximum values at the composition of 2 volume % of PVDF while the dielectric loss was found to decrease due to the increase in insulative PVDF addition. However, the dissipation energy in ferroelectric hysteresis loops and the dielectric loss of the composite added with graphene oxide were found to increase due to the increase in conducting material while the insulative PVDF addition can reduce these dissipation losses. Also, the PVDF addition in the composite can solve the problem relating to the poling process and show good connectivity by filling the pores at the interface region between the piezoelectric ceramic phase and the cement phase. Therefore, this novel composite is deemed suitable for sensor application.

Keywords: Portland cement, Piezoelectric ceramic, Graphene oxide, Polyvinylidene fluoride, Composites