บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG598003

ชื่อโครงการ: การสร้าง สมบัติทางแม่เหล็ก ทางไฟฟ้าและเชิงกลของอนุภาคผงนาโนแม่เหล็ก $CoFe_2O_4$ และการใช้เสริมแรงวัสดุจีโอพอลิเมอร์

ชื่อนักวิจัย: ผู้ศาสตราจารย์ ดร.สิทธิ์ชัย หันประทับ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

E-mail Address: sitchaihunpratub@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติการผลิตสมบัติทางไฟฟ้า แม่เหล็กและเชิงกล ของวัสดุผสมนาโนแม่เหล็ก $CoFe_2O_4$ และจีโอโพลีเมอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมโยธา วัสดุผงนาโนแม่เหล็ก $CoFe_2O_4$ เตรียมโดยวิธีการตกตะกอนร่วมที่ค่า pH 9, 11 และ 14 ตัวอย่างผงแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 300, 500 และ 700 $^{\circ}C$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมงในอากาศ ผลจากการศึกษาด้วย XRD พบว่า ทุกตัวอย่างมีเฟสที่บริสุทธิ์ยกเว้นตัวอย่างที่เตรียมที่ pH 9 และเผาแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 500 และ 700 $^{\circ}C$ ซึ่งมีการปนเปื้อนของ Fe_2O_3 ผลจากการศึกษาด้วย XANES พบว่า สถานะเวเลนซ์ของไอออน Co และ Fe ใกล้เคียงกับธาตุมาตรฐาน CoO (Co^{2+}) และ Fe_2O_3 (Fe^{3+}) ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการศึกษาด้วย XPS พบว่า สเปคตรัมของ Co 2p แสดงสองยอดพีคที่ ~ 796 eV และ ~ 780 eV แสดงให้เห็นว่า Co อยู่ในสถานะ 2+ และสเปคตรัมของ Fe 2p แสดงสองยอดพีคที่ ~ 711 eV และ ~ 724 eV แสดงว่า Fe อยู่ในสถานะ 3+ ผลจากการศึกษาด้วย TEM พบว่า ขนาดอนุภาคเฉลี่ยของตัวอย่างอยู่ในช่วงตั้งแต่ ~ 10 ถึง ~ 38 นาโนเมตร ผลจากการศึกษาด้วย VSM พบว่า วัสดุผง $CoFe_2O_4$ ทั้งหมดแสดงพฤติกรรมทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โร ที่อุณหภูมิห้อง โดยที่ค่าอิ่มตัวทางแม่เหล็กมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มขึ้นและอิ่มตัวทางแม่เหล็กสูงสุดที่ 71.9 emu / g และค่าสนามแม่เหล็กคงค้างที่ 1,540 Oe สำหรับวัสดุผง $CoFe_2O_4$ ที่สังเคราะห์ที่ pH 11 และเผาที่ 700 $^{\circ}C$ ผลจากการศึกษาค่าคงที่ไดอิเล็กทริกตามความถี่ของวัสดุผสม $CoFe_2O_4$ และจีโอโพลีเมอร์ พบว่า มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ผลจากการศึกษาการพล็อต Nyquist วัสดุผสม $CoFe_2O_4$ และจีโอโพลีเมอร์ที่อายุ 28 วัน พบว่า ประกอบด้วยสองส่วน คือ ผลของความต้านทานในตัวอย่าง และผลของอิเล็กโทรด โดยผลของความต้านทานในตัวอย่างสามารถหาได้จากจุดตัดแกนจริงของค่าความต้านทางเชิงซ้อน และมีค่าเท่ากับ 250, 150, 165 และ 180 สำหรับการเติมอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$ ที่ 0, 1, 3 และ 5% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลจากการศึกษากำลังอัดรับแรงอัดของวัสดุผสม $CoFe_2O_4$ และจีโอโพลีเมอร์ พบว่า มีค่าเท่ากับ 47.3, 42.5, 42.7 และ 49.5 สำหรับการเติมอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$ ที่ 0, 1, 3 และ 5% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งกำลังรับแรงอัดลดลงเมื่อเติมอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$

และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อเพิ่มอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$ ถึง 5% ค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าของจีโอโพลีเมอร์ที่ไม่มีอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$ เนื่องจากอนุภาคนาโน $CoFe_2O_4$ เขาไปเติมในช่องว่างของโครงสร้างของเจล N-A-S-H ทำให้ตัวอย่างมีความหนาแน่นสูงขึ้นและอัดตัวกันแน่นมากขึ้น

คำหลัก : จีโอพอลิเมอร์, อนุภาคผงนาโน, สมบัติแม่เหล็กแบบเฟอร์โร

ABSTRACT

Project Code: TRG598003

Project Title: Fabrication, electrical, magnetic and mechanical properties of ferromagnetic $CoFe_2O_4$ nanopowders and their use as reinforcement of geopolymer

Investigator: Assistant Professor Dr. Sitchai Hunpratub
Udon Thani Rajabhat University

E-mail Address: sitchaihunpratub@gmail.com

Project Period: 2 year

This work investigates the fabrication, electrical, magnetic and mechanical properties of ferromagnetic $CoFe_2O_4$ nanopowders and geopolymer composites for application in civil structure. The $CoFe_2O_4$ nanopowders are prepared by co-precipitation method at pH values of 9, 11 and 14. The powder samples calcined at temperatures of 300, 500 and 700 $^{\circ}$C for 1 h in air. The XRD results, all samples have purity phase, except the samples prepared at a pH of 9 and calcined at temperatures of 500 and 700 $^{\circ}$C exhibited an impurity phase which could be associated with Fe_2O_3. The XANES results, the edge positions for all samples were close to those of the CoO (Co^{2+}) and Fe_2O_3 (Fe^{3+}) standards, indicating that these were the valence states of most of the Co and Fe ions. XPS measurements were carried out to investigate the electronic state. The Co 2p and Fe 2p spectra are deconvoluted for the quantitative analyses. In high resolution Co 2p spectra, the two peaks assigned at ~796 eV and ~780 eV are demonstrating that Co is in 2+ state. The peaks situated at ~711eV and ~724 eV indicates that Fe is in 3+ state. The TEM results indicated that the average particle sizes of the samples were in the range from ~10 to ~38 nm. All the $CoFe_2O_4$ samples exhibited ferromagnetic behavior at room temperature, with M_S increasing with increasing calcination temperature for all pH concentrations and exhibited the highest M_S value at 10 kOe of 71.9 emu/g and an H_C value of 1540 Oe for synthesis at a pH of 11 and calcination at 700°C. The values of dielectric constant as functions of frequency for the $CoFe_2O_4$–geopolymer composites. The values of dielectric constant rapidly decreased with the increased frequency. The Nyquist plots of geopolymer composites at the age of 28 day. Two parts were observed which can be identified as bulk resistance, fly ash resistance and electrode resistance. The bulk resistance was

observed from intercept on real axis at high frequency and found to be 250, 150, 165 and 180 for 0, 1, 3 and 5% of $CoFe_2O_4$ nanopowders, respectively. The compressive strength, plotting as a function of $CoFe_2O_4$ nanoparticles containing with 0, 1, 3 and 5 %wt. The compressive strength values of geopolymer composites are 47.3, 42.5, 42.7 and 49.5 for 0, 1, 3 and 5 %wt. $CoFe_2O_4$ nanoparticles, respectively. It can be seen that compressive strength deceased with the replacing $CoFe_2O_4$ nanoparticles at 1 %wt. And then the increasing quantity of $CoFe_2O_4$ nanoparticles up to 5%, the compressive strength is higher than that of geopolymer without $CoFe_2O_4$ nanoparticles for 5 %wt. $CoFe_2O_4$ nanoparticles. The strength of geopolymer increased can be described as follows that the addition of $CoFe_2O_4$ nanoparticles fills the voids of N-A-S-H gel structure are denser and compact.

Keywords : Geopolymer; Nanamagnetic; Fabrication; Electrical; Composites