

Thesis Title Piezoelectric and Mechanical Properties
of (0-3) Composites of Lead Zirconate
Titanate and Polymer

Author Mr. Wim Nhuapeng

Ph.D. Physics

Examining Committee

Professor Dr. Tawee Tunkasiri	Chairman
Professor Dr. Prasit Charoenkwan	Member
Associate Professor Dr. Jerapong Tontragoon	Member
Associate Professor Dr. Narin Sirikulrat	Member
Associate Professor Dr. Jiemjai Kreasuwun	Member
Professor Dr. Suthat Yoksan	Member

ABSTRACT

Piezoelectric 0-3 ceramic-polymer composites were prepared using lead zirconate titanate (PZT) powders as the ceramic fillers and polyester resin as the polymer matrix materials. The ceramic powders used were prepared by mixed

oxide route [$\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$] and the commercial 40/30 PZT powder. The PZT powders and polyester resin were mixed and spun in a centrifuge with different volumetric percentage of ceramic powder. These were compared to the composites prepared by conventional method which mixed PZT powder and polyethylene (PE) on a hot roller. The dielectric and piezoelectric properties such as dielectric constant (ϵ_r), loss angle ($\tan\delta$) and piezoelectric coefficients (d_{33} , g_{33}) were measured, the electromechanical coupling factor (k_p) and the mechanical quality factor (Q_m) were calculated. The acoustic impedance was accessed by the echo-shift method. The results were analyzed. Distribution of the ceramic particle in the resin phase was examined by scanning electron microscopy. Smaller-ceramic-particle composites seemed to form denser samples. The fabrication using the centrifuging techniques resulted in more homogeneity of the ceramic and polymer phases and the samples could be loaded up to 65% in volume or more with the ceramic powder.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

สมบัติทางพีโซอิเล็กทริกและสมบัติเชิงกลของสารผสม

(0-3) ระหว่างเลดเซอร์โคเนตติตาทาเนตและพอลิเมอร์

ชื่อผู้เขียน

นายวิม เหนือเพ็ง

วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ ดร. ทวี ตันขศิริ

ประธานกรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ เจริญขวัญ

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. จีระพงษ์ ตันตระกูล

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. นรินทร์ สิริกุลรัตน์

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. เจียมใจ เครือสุวรรณ

กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ ยกส้าน

กรรมการ

บทคัดย่อ

สารผสมพีโซอิเล็กทริกแบบ 0-3 เตรียมโดยใช้เลดเซอร์โคเนตติตาทาเนต (PZT) เป็นส่วนเซรามิก และใช้พอลิเอสเตอร์เรซิน (polyester resin) เป็นส่วนพอลิเมอร์ ผงเซรามิก PZT ส่วนหนึ่งเตรียมจากวิธีปฏิบัติระหว่างออกไซด์ (mixed oxide route) ในอัตราส่วน $Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3$ และอีกส่วนหนึ่งเป็นผงเซรามิกสำเร็จ 40/30 PZT ตัวอย่างของสารผสมนี้เตรียมโดยนำผงเซรามิกผสมกับพอลิเอสเตอร์เรซิน แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงโดยเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) โดยเตรียมหลายๆ อัตราส่วนทางปริมาตรของเซรามิก ตัวอย่างสารผสมนี้นำมาเปรียบเทียบกับสารผสมที่เตรียมจากวิธีดั้งเดิมโดยผสมผงเซรามิก 40/30 PZT กับพลาสติก

พอลิเอธิลีน (PE) โดยใช้เครื่องรีด (calender) ตัวอย่างที่เตรียมขึ้นนำไปหาคุณสมบัติไฟฟ้าเช่น ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (ϵ_r) ค่าความสูญเสียทางไฟฟ้า ($\tan\delta$) และค่าสัมประสิทธิ์ทางพีโซอิเล็กตริก (d_{33} , g_{33}) สำหรับคุณสมบัติทางกล คำนวณหาค่า electromechanical coupling factor (k_p) และ mechanical quality factor (Q_m) และค่าอะคูสติคิมพีแดนซ์ (acoustic impedance; Z) หากจากวิธี echo-shift การกระจายตัวของอนุภาคเซรามิกดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ในตัวอย่างที่มีขนาดอนุภาคของเซรามิกเล็กกว่าจะจัดตัวได้หนาแน่นกว่า และในตัวอย่างที่เตรียมโดยวิธี centrifuge จะมีการเรียงตัวของอนุภาคเซรามิกสม่ำเสมอกว่าตัวอย่างที่เตรียมโดยวิธีรีดบนเครื่องรีดแบบดั้งเดิม