

รหัสโครงการ : MRG5180234

ชื่อโครงการ : การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลของผลการคู่ควบระหว่างฟิล์มแม่เหล็กไอซิงแบบเฟอร์โรและแบบแอนติเฟอร์โรต่อสมบัติฮิสเทอรีซิส

ชื่อนักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ เหล่าศิริถาวร
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัตติกร ยิ้มนิรันดร์
สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail Address : yongyut_laosiritaworn@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ : 15 พฤษภาคม 2551 ถึง 14 พฤษภาคม 2553

ในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ คือ อุณหภูมิ ความหนาของฟิล์ม และความเค้นเชิงกล ที่มีต่อสมบัติทางแม่เหล็กและทางไฟฟ้าของสารแม่เหล็กเฟอร์โรและสารเฟอร์โรอิเล็กทริก โดยเน้นไปที่การใช้ฮามิลโทเนียนสปิน(คือ สปินไอซิงและสปิน 14 ทิศ) และใช้อันตรกิริยาทั้งแบบเฟอร์โรและแอนติเฟอร์โรในระบบ ผ่านการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลและการแปลงฟูเรียร์จากผลการศึกษา สามารถสร้างฟังก์ชันเชิงประสพการณ์แบบเลขชี้กำลังเพื่อทำนายผลสมบัติฮิสเทอรีซิสเป็นฟังก์ชันกับปัจจัยสนามภายนอกและความหนาของฟิล์มบาง และเมื่อพิจารณาการคู่ควบระหว่างอันตรกิริยาเฟอร์โรและแอนติเฟอร์โรของสปินไอซิงในสารเฟอร์โรอิเล็กทริกแบบบริลแลกเซอร์ ได้พบการเพิ่มของสมบัติไดอิเล็กทริกเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น และพบอิทธิพลของความเค้นต่อสมบัติไดอิเล็กทริกด้วยซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง นอกจากนั้น เมื่อศึกษาระบบสารผสมระหว่างสารเฟอร์โรอิเล็กทริกแบบปกติและแบบบริลแลกเซอร์ ได้พบการเปลี่ยนแปลงของจุดเปลี่ยนเฟส การเปลี่ยนแปลงของวงฮิสเทอรีซิสและการเปลี่ยนค่าของสมบัติไดอิเล็กทริกเมื่อทำแปรค่าสัดส่วนการผสม และท้ายสุดได้นำคณิตศาสตร์การแปลงฟูเรียร์ ที่พัฒนาจากการศึกษาวงฮิสเทอรีซิสไอซิงไปประยุกต์ทำนายสมบัติฮิสเทอรีซิสของสารเฟอร์โรอิเล็กทริกจริงซึ่งประสบความสำเร็จ ดังนั้น การศึกษาจากโครงการวิจัยนี้ นำเสนอแบบจำลองที่ให้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะนำไปใช้งานในทางประยุกต์ต่อไปในอนาคต

คำหลัก : การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล, ฮามิลโทเนียนสปิน, อันตรกิริยาเฟอร์โรและแอนติเฟอร์โร, แม่เหล็กเฟอร์โร, เฟอร์โรอิเล็กทริก, ฟิล์มบาง, ความเค้นเชิงกล, สมบัติฮิสเทอรีซิส, การแปลงฟูเรียร์

Project Code : MRG5180234

Project Title : Monte Carlo simulation of the effect of the coupling between Ising ferromagnetic and anti-ferromagnetic films on hysteresis properties

Investigators : Assistant Professor Dr. Yongyut Laosiritaworn

Department of Physics and Materials Science, Faculty of Science,
Chiang Mai University

Assistant Professor Dr. Rattikorn Yimnirun

School of Physics, Institute of Science, Suranaree University of
Technology

E-mail Address : yongyut_laosiritaworn@yahoo.com

Project Period : May 15, 2008 to May 14, 2010

In this research project, the effects of various parameters i.e. temperature, films-thickness, and mechanical stress on magnetic and electrical properties of ferromagnetic and ferroelectrics were investigated emphasizing on the use of spin Hamiltonian (i.e. Ising spin and 14 directions spins) and both ferro- and antiferro-interactions via Monte Carlo simulation and Fourier transformation. From the results, empirical power law relations were constructed to predict hysteresis properties as a function of external field and films' thickness. Further, on considering the coupling between ferro- and antiferro-interaction among Ising spins in relaxor ferroelectrics, the dielectric property increased with the films' thickness. In addition, the effect of mechanical stress on dielectric properties was also found in agreement with experiments. Besides, for the mixed normal and relaxor ferroelectrics, the change of phase transition point, the hysteresis properties, and dielectric properties was evident with varying the mixed ratio. Finally, the mathematical technique, developed from the Fourier transform investigation on Ising spins, was successfully applied on real ferroelectrics. Consequently, this research project provides another step in modeling the relationships among parameters, which generates novel knowledge and may be used for applications in the future.