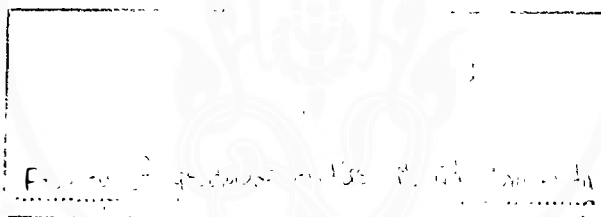


MAHIDOL UNIVERSITY

**STUDY OF DIELECTRIC PROPERTIES OF MIXTURES OF
NITRILE RUBBER AND LIQUID CRYSTALS**

PAIROTE JITTHAM



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
(PHYSICAL CHEMISTRY)**

TH
P1480
1995

Copyright © Mahidol University
**IN
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
1995**

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสมบัติไดอิเล็กตริกของสารผสมระหว่าง
ยางไนไตรล์กับผลึกเหลว

ผู้วิจัย ไพโรจน์ จิตรธรรม

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์เคมี)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เสาวรภัย บัวเล็ก Dr.rer.nat.

อรพินท์ เผ่าวิบูล Dr.rer.nat.

พงศ์ทิพย์ วิโนทัย Ph.D.

ธี มิ่ง ถัง Ph.D.

วันที่สำเร็จการศึกษา 27 ธันวาคม พ.ศ. 2538

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติไดอิเล็กตริกของยางไนไตรล์ (Nitrile Rubber หรือ NBR) ผสมกับ
คลอเรสเตอริลโคเดคซิลคาร์บอเนต (Cholesteryl Dodecyl Carbonate ใช้ตัวย่อ CDC) ซึ่งเป็น
ผลึกเหลวชนิดคลอเรสเตอริก (Cholesteric Liquid Crystal) และยางไนไตรล์ผสมเอสซีอี13
(SCE13) เป็นผลึกเหลวชนิดสมคติกซีสตาร์ (Smectic C*, SmC* Liquid Crystal) ซึ่งเป็นสาร
เฟอร์โรอิเล็กตริก

ในส่วนแรกของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการ วัลคาไนซ์ฟิล์ม
ตัวอย่างของยางไนไตรล์ผสมกับคลอเรสเตอริลโคเดคซิลคาร์บอเนต และเอสซีอี13 จากการวัด
สมบัติการทนต่อแรงดึง (Tensile Property) พบว่าปริมาณสารวัลคาไนซ์ คือ ไดคิวมิลเปอร์ออกไซด์
(Dicumyl Peroxide ใช้ตัวย่อ DCP) ที่เหมาะสมคือ 1 ส่วนต่อร้อยส่วนของยาง และจากการวัด
การคายความร้อนเนื่องจากวัลคาไนซ์โดยใช้ เครื่องดีเอสซี (Differential Scanning Calorimeter,
DSC) พบว่าฟิล์มของสารตัวอย่างหนาควรใช้อุณหภูมิ 175° เซลเซียส เวลา 20 นาที ส่วนฟิล์มของ
สารตัวอย่างบางที่เตรียมบนแผ่นแก้วอิเล็กโทรดโดยตรงใช้อุณหภูมิ 165° เซลเซียส เวลา 20 นาที
ในการวัลคาไนซ์

ในส่วนที่สอง เป็นการศึกษาหาปริมาณสูงสุดของคลอเรสเตอริลโคเดคซิลคาร์บอเนต และ
เอสซีอี13 ที่สามารถกระจายตัวอยู่ในฟิล์มยางได้โดยไม่แยกเฟสออกจากฟิล์มยาง โดยการสังเกต
ด้วยตาเปล่า จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณสูงสุดของคลอเรสเตอริลโคเดคซิลคาร์บอเนต และ
เอสซีอี13 ที่สามารถกระจายตัวอยู่ในฟิล์มยางไนไตรล์ได้ คือ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ในส่วนที่สาม เป็นการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของผลึกเหลวในฟิล์มบาง โดยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าผลึกเหลวกระจายตัวอยู่ในฟิล์มบางเป็นหยดกลมเล็กๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-150 ไมโครเมตร และจากการศึกษาการเปลี่ยนสถานะของผลึกเหลวในฟิล์มบางโดยใช้กล้องจุลทรรศน์และดีเอสซี พบว่ากลาสทรานซิชัน (glass transition) ของยางไนไตรล์ที่มีผลึกเหลวผสมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับยางไนไตรล์ จุดหลอมเหลว (melting point, T_m) จุดเปลี่ยนสถานะจากสมติกเป็นคลอเรสเตอร์ริก (T_{Sm-Ch}) และจุดเปลี่ยนสถานะจากคลอเรสเตอร์ริกเป็นไอโซทรอปิก (T_{Ch-I} or T_c) ของคลอเรสเตอร์ริลโคเคคซิลคาร์บอนเนต ลดลงเมื่อเทียบกับผลึกเหลวบริสุทธิ์ ทำนองเดียวกับที่จุดหลอมเหลวของสารโดยทั่วไปจะลดลงเมื่อมีสิ่งเจือปน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสถานะของ เอสซีอี13 ในฟิล์มบางพบแต่เพียงจุดเปลี่ยนสถานะ จากสมกติกซิสตาร์เป็นสมกติกเอ (T_{SmC^*-SmA}) ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ เอสซีอี13บริสุทธิ์

ในส่วนสุดท้าย เป็นการศึกษาสมบัติไดอิเล็กตริก ของฟิล์มบางผสมผลึกเหลวจากผลการทดลองพบว่าค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของฟิล์มบางผสมผลึกเหลวในช่วงความถี่ต่ำ (100-2000 kHz) มีค่าลดลงเมื่อมีความถี่ของสนามไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่วนในช่วงความถี่สูงขึ้นไป (2000-5000 kHz) ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น และพบว่ากรณียางผสมเอสซีอี13 ซึ่งเป็นสารเฟอร์โรอิเล็กตริกมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูงขึ้นไปมากกว่าคลอเรสเตอร์ริลโคเคคซิลคาร์บอนเนตผสมบาง จากการศึกษการเปลี่ยนแปลงของค่าไดอิเล็กตริกเมื่อเปลี่ยนอุณหภูมิพบว่า ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกจะลดลงในช่วงอุณหภูมิที่อยู่ในสถานะผลึกเหลว ส่วนในช่วงอุณหภูมิที่สารอยู่ในสถานะไอโซทรอปิก ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกจะไม่เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อยัดฟิล์มบางผสมผลึกเหลวจะทำให้ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของฟิล์มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเป็นระเบียบของผลึกเหลวในฟิล์มบางเพิ่มขึ้น

Thesis Title	Study of Dielectric Properties of Mixtures of Nitrile Rubber and Liquid Crystals	
Name	Pairote Jittham	
Degree	Master of Science (Physical Chemistry)	
Thesis Supervisory Committee		
	Sauvarop Bualek	Dr.rer.nat.
	Orapin Phaovibul	Dr.rer.nat.
	I Ming Tang	Ph.D.
	Pongtip Winothai	Ph.D.
Date of Graduation	27 December B.E. 2538 (1995)	

ABSTRACT

Dielectric properties of the mixtures of nitrile rubber (NBR) and liquid crystals i.e. cholesteryl dodecyl carbonate (CDC), which is cholesteric liquid crystal, and SCE13, which exhibits smectic C* phase and therefore ferroelectric were studied.

The first part of this thesis was to determine the appropriate vulcanization condition of polymer dispersed liquid crystal (PDLC) using dicumyl peroxide (DCP) as a curing agent. From the measurement of tensile properties of the vulcanized films, 1 phr of DCP was found to give the most suitable result. In order to find appropriate temperature and cure time for PDLC film, isothermal differential scanning calorimetric measurement (DSC) was carried out. The results indicated that the suitable vulcanization time of PDLC films using 1 phr of DCP was 20 min at 175°C for thick films and 20 min at 165°C for thin films.

In the second part, maximum amount of CDC and SCE13 which were able to disperse homogeneously (as seen by naked eyes) in the vulcanized NBR film was investigated. It was found that the maximum quantity was 15% w/w for both CDC and SCE13 in nitrile rubber.

In the third part, dispersion of CDC and SCE13 in vulcanized PDLC films and phase transition temperatures of the films were investigated under optical microscope and recorded DSC diagrams. The results indicated that both CDC and SCE13 dispersed in PDLC films are spherical droplets of about 10-150 μm in diameters. The glass transition temperature (T_g) of vulcanized PDLC films were higher than that of pure NBR film. The melting point (T_m), smectic-cholesteric transition (T_{Sm-Ch}) and cholesteric-isotropic transition or clearing point (T_c) of CDC dispersed in vulcanized NBR films were lower than that of

pure CDC. This is similar to the melting point depression of any compound by contamination. On the other hand, only smectic C*-smectic A transition temperature (T_{SmC^*-SmA}) of SCE13 dispersed on vulcanized NBR films could be observed and it is not shifted.

In the last part, dielectric property of the PDLC films were measured at varying frequency and temperature. The results revealed that, at low frequency regions (100-2000 kHz) dielectric constants of the PDLC films decreased with increasing of frequency but at higher frequency region (2000-5000 kHz) no remarkable change of dielectric constants of the films could be observed. Dielectric constant of PDLC films containing SCE13 was higher than that of CDC because of the ferroelectric property of SCE13. The results obtained also showed that dielectric constant of the PDLC films slightly decreased with increasing temperature because of the higher degree of random motion. The rate of decreasing of dielectric constant with increasing temperature was increased as the concentration of liquid crystal increased. Dielectric constant was elevated when the vulcanized PDLC films were extended because the directional mechanical force enhanced the degree of order of the molecular alignment of liquid crystals which are dispersed in PDLC films.