หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวินิจฉัยสมบัติทางไดอิเล็กตริกโดยการประยุกต์สนามไฟฟ้าสำหรับการตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลายแผงเซลล์แสงอาทิตย์
หน่วยกิต	42
ผู้เขียน	นายชาญชัย เดชธรรมรงค์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ธีรยุทธ์ เจนวิทยา
	ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
สายวิชา	เทคโนโลยีพลังงาน
คณะ	พลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
พ.ศ.	2555

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รวบรวมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย จำนวน 116 แผง เป็นแบบซิลิกอนผลึกเดี่ยว 39 แผง ใช้งานมากว่า 15 ปี และอีก 77 แผง ใช้งานมากว่า 5 ปี มีทั้งแบบซิลิกอนหลายผลึก 40 แผง และแบบซิลิกอนผลึกเดี่ยว 37 แผง พบการเสื่อมสภาพร่วมกันคือ อีวีเอเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองถึงสีน้ำตาล เกิดการลอกร่อนกลางเซลล์มากกว่าขอบ เกิดการกัดกร่อนเล็กน้อยบนบัสบาร์ แผ่นปิดหลังหลุดและกาวผนึกขอบกรอบแตก ผลการวัดค่าสมรรถนะทางไฟฟ้าพบว่า แผงที่อีวีเอไม่มีการเปลี่ยนสีหรือลอกร่อน ค่าทางไฟฟ้ายังใกล้เคียงกับที่ระบุแต่แผงที่อีวีเอลอกร่อนตรงกลางเซลล์ 22 เซลล์ขึ้นไป มีกราฟกระแส-แรงดันคล้ายเส้นตรงแม้แรงดันใกล้เคียงกับที่ระบุแต่กระแสลัดวงจรน้อย เมื่อวัดค่าความต้านทานฉนวนพบว่าแผงที่เสื่อมสภาพมากค่าความต้านทานมีแนวโน้มลดลง ผลการทดสอบฉนวนด้วยแรงดันอิมพัลส์ที่ 4 kV เกิด Ringing Frequency และจากการจำลองด้วยการปล่อยประจุในโพรงฉนวนพบผลที่คล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ได้วัดค่าไดอิเล็กตริกของแผ่นหุ้มผนึกแผงที่เสื่อมสภาพจากแผงตัวอย่าง 6 แผง พบว่ากระจกและแผ่นปิดหลังแต่ละแผ่นมีค่าไม่ต่างกัน แต่อีวีเอที่ลอกร่อนต่างกันมีค่าความจุไฟฟ้าต่างกัน เมื่อวัดสภาพต้านทานของอีวีเอพบว่า ค่าความต้านทานฉนวนของแผงแปรตามค่าความต้านทานของอีวีเอ เมื่อหาค่าทางไดอิเล็กตริกที่ความถี่ 1 kHz ถึง 1 MHz พบว่าอีวีเอที่เสื่อมสภาพต่างกันมีค่าไดอิเล็กตริกไม่เท่ากัน สุดท้ายคือการวัดค่าไดอิเล็กตริกของอีวีเอตามฟังก์ชันความถี่และอุณหภูมิพบว่า ค่าจริงและค่าจินตภาพมีค่ายอดต่างกันที่ -40°C ถึง 10°C เมื่อเทียบลักษณะการหลุดลอกของอีวีเอพบว่า ค่ายอดของส่วนจินตภาพสูงมีการหลุดลอกที่บัสบาร์และกลางเซลล์ แต่หากค่ายอดสูงในย่านอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ การหลุดลอกจะอยู่ที่รอบๆ ขอบเซลล์

คำสำคัญ: สมบัติทางไดอิเล็กตริก/การเสื่อมสภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์/การฉนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์/การตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลาย

Dissertation Title	Diagnosis of Dielectric Properties by Applying Electric Fields for Nondestructive Testing of PV Modules
Dissertation Credits	42
Candidate	Mr. Chanchai Dechthummarong
Dissertation Advisor	Dr. Dhirayut Chenvidhya
	Dr. Krissanapong Kirtikara
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Energy Technology
Department	Energy Technology
Faculty	School of Energy, Environment and Materials
B.E.	2555

Abstract

In this work, 116 field-operated PV modules in Thailand were collected. 39 X-Si modules are used longer than 15 years. The remaining 77 modules are used longer than 5 years, 40 are p-Si modules and 37 are X-Si modules. Common deterioration is EVA discoloring from yellowing to browning, EVA delamination at center or edge on cells, little corrosion on busbars, back-sheet detachment, and brittle of edge sealants. I-V curve results show that the modules without significant deteriorations have closely to specifications. However, deteriorated modules, I-V curves are become straight. Even though open circuit voltage remains high, short circuit current is greatly reduced. We then measure electrical insulation of all modules. It is founded that deterioration modules have low electrical insulation. When applying impulse voltage at 4 kV into modules, we observe ringing frequencies. We build the model with partial discharge in voids. Simulated results are the same as experimental results. We study dielectric properties of materials from deterioration modules. Results show all glass and back-sheet have similar capacitance, but EVA shows distinctive capacitance. EVA volume resistances imply that insulation resistance of modules varies with EVA resistance. The dielectric constants EVA are determined in frequency 1 kHz to 1 MHz and the temperature -60°C to 120°C. It is founded that both real and imaginary part peak at -40°C to 10°C. Comparing EVA dielectric constants with deteriorations, EVA exhibiting a large imaginary part comes from delaminated EVA over busbars and center of the cell. But in EVA having the peak of imaginary part in a higher temperature, the specimens come from delaminated EVA located on cell edges.

Keywords: Dielectric Properties/PV Deterioration/PV Insulation/Nondestuctive Testing