'99 춘계학술대회 논문집/PB-24(pp.552-554) 한국전기전자재료학회

선형 저밀도 폴리에틸렌과 에틸렌 비닐아세테이트의 혼합비에 따른 체적고유저항 특성

The Volume Resistivity Properties due to Mixture ratio of Linear Low Density Polyethylene and Ethylene Vinyl Acetate

박정구 광운대학교 전기공학과
육영수 광운대학교 전기공학과
신현택 광운대학교 전기공학과
신종열 삼육의명대학 자동차정비과
이충호 충주산업대학교 전기공학과
홍진웅 광운대학교 전기공학과

Jung-Goo Park Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University.
Young-Soo Lyuk Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University
Hyun-Taek Shin Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University
Jong-Yeol Shin Dept. of Automobile Maintenance, Sahmyook Uimyung College
Chung-Ho Lee Dept. of Electrical Eng., Chungju National University
Jin-Woong Hong Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University

Abstract

In this paper, the volume resistivity properties due to mixture ratio of linear low density polyethylene(LLDPE) and ethylene vinyl acetate(EVA) are studied. Electrodes is composed of upper electrode 37[mmΦ], guardring electrode(inner 55[mmΦ], outer 70[mmΦ]) and lower electrode 87[mmΦ]. In order to measure the leakage current, We used electrometer and stable oven with temperature controller. Measurement method is to measure the leakage current of next specimen after applying the voltage according to 'Step Apply Method' for ten minutes. In order to measure the volume resistivity properties, the micro electrometer is used, the range of temperature and applying voltage are 25 to 110[℃], from 100 to 1000[V] respectively.

1. 서 론

절연재료로서의 고분자 재료는 절연성, 가공성 및 기계적 강도가 우수 할 뿐만 아니라 대량생산과 경량화가 가능하여 여러분야에 활용되고있다[1].

폴리에틸렌(polyethylene)은 절연체로 여러 분야에서 사용되지만, 트리발생과 공간전하 축적이라는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제들은 적절한 고분자와의 블렌드를 통하여 해결될 수 있게 되었다. 예를 들면 에틸렌 비닐아세테이트(ethylene vinyl acetate, 이하 EVA) 공중합체와 블렌드는 폴리에틸렌에서 트리의 진전을 막는 효과를 나타내는 것으로 보고되어졌다[2].

선형 저밀도 폴리에틸렌(linear low density polyethylene, 이하 LLDPE)은 열적특성이나 내환경성 등이 우수한 물질이며 cable sheath 등의 재료로써 일부 사용되고 있다.

일반적으로 EVA는 폴리에틸렌에 비해 저온에서의 연성 (flexibility), 내균열성 (stress-crack-resistance), 인성(toughness), 충격강도(impact-strength) 등이 뛰어난 특성을 가지고 있다. EVA는 VA의 함량이 0.5에서 90[wt%]까지의 여러 종류가 있으며, VA함량이 증가할수록 결정화도가 낮아지고, 유연해지므로 연신률이 좋아지며, 내후성은 저

밀도 폴리에틸렌보다 매우 우수하여 전선절연재료나 코팅재료, 핫 멜트접착제 등 많은 분야에 활용되고 있다[3].

따라서 본 연구에서는 LLDPE와 EVA의 혼합비에 따른 물성분석과 체적고유저항 특성을 연구하였다.

2. 실 험

2-1. 시 료

본 실험에 사용된 고분자 혼합물은 LLDPE와 EVA를 전자저울을 사용하여 각각 50:50, 60:40, 70:30 및 80:20의 혼합비로 칭량한 것을 서로 충분히 섞이게 하기 위해 교반기로 고르게 혼합하여 제작하였다. 시료의 물성은 표 1에 나타내었다.

표 1. 시료의 물성

Sort of sample / Test item[unit]	LLDPE	EVA
Melt index [g/10min]	1.2	1.02
Density [g/cm^3]	0.921	-
Tensile strength [kg/cm^2]	96/173	-
Elongation rate [%]	648	-
VA content [%]	-	12.5
Product Co.	H Co.	S Co.

표 2. 혼합비율에 따른 결정융점의 변화

Blend Ratio	LLDPE (Virgin)	EVA (Virgin)	50:50	60:40	70:30	80:20
T_M [℃]	112.46/ 125.76	103.33	124.27	124.82	125.25	125.9

결정의 용융이 종료되는 시료의 결정 융점은 표 2에서 보는 바와 같이 EVA-원시료 보다는 혼합한 시료가 대체로 낮아짐을 확인할 수 있다.

2-2. 체적고유저항특성 실험

체적고유저항의 측정은 미소전류계인 Highmeg-ohm meter(ANDO Co. Model VMG-1000)을 이용하였으며, 온도조절 장치를 내장한 오븐(ANDO TO-9B)를 이용하였다. 측정 방법은 Step 인가법에 따라서 100[V], 250[V], 500[V], 1000[V] 전압을 인가하였으며, 시료의 온도는 25[℃], 50[℃], 75[℃], 100[℃], 110[℃]에 따라 10분이 경과한 다음 시료의 체적고유저항을 측정하였다.

전극은 상부전극으로 주전극 37[mmϕ]과 가드링 전극(내경 55[mmϕ], 외경 70[mmϕ])과 하부전극 87[mmϕ]으로 구성되어 있으며 그림 1과 같다.

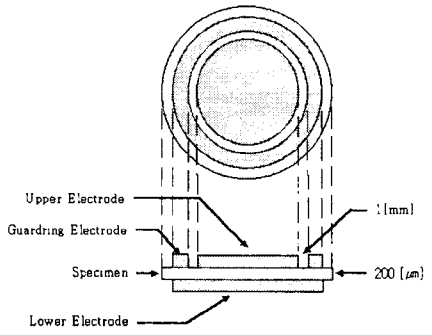

그림 1. 전극 구성

체적고유저항을 측정하기 위한 실험장치의 구성도를 그림 2에 나타내었다.

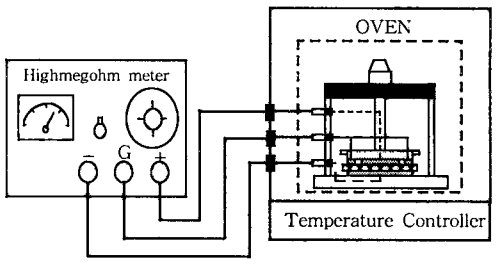

그림 2. 체적고유저항 측정을 위한 실험 장치의 개략도

3. 결과 및 고찰

3.1 물성 분석

시료의 분자구조 및 물성을 분석하기 위하여 FT-IR을 이용하였으며, 각 시료에 대한 FT-IR

spectrum을 그림 3에 나타내었다.

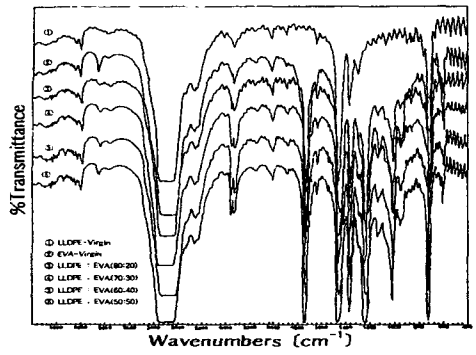

그림 3. 시료의 적외선 분광

LLDPE 시료 내의 methyl 기의 진동에 의한 적외선 흡수에 대해서는 Nielson 등의 논문에서 CH_2에 의한 강한 흡수가 나타나는 파수는 720[cm^{-1}], 731[cm^{-1}], 1463[cm^{-1}], 1473[cm^{-1}] 등으로 보고하고 있으며[4][5], 이를 고려해 볼 때 파수 710~720[cm^{-1}], 1466[cm^{-1}]에서 확인된 강한 흡수는 methyl 기(CH_2)에 의해 나타나는 것으로 생각된다.

EVA를 혼합한 시료에서는 LLDPE에 없었던 1740[cm^{-1}](carbonyl C=O), 1242[cm^{-1}](ether C-O) 영역의 흡수가 나타나며 그 크기는 EVA의 혼합한 양에 따라 달라짐을 확인하였다[6].

3-2. 체적고유저항 특성

두께 100[㎛]인 원시료와 혼합한 시료의 전기전도 특성을 연구하기 위하여 각 시료들의 체적고유저항을 측정하였다.

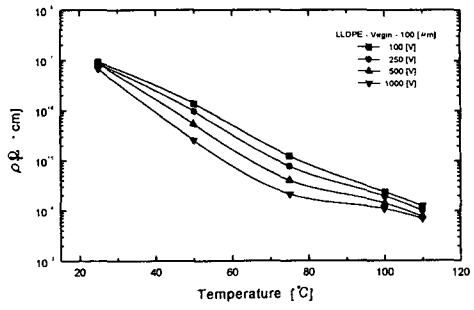

그림 4. LLDPE-원시료에 대한 체적고유저항의 온도의존성

그림 4는 100[㎛] LLDPE 원시료의 체적고유저항의 온도 의존성을 도시한 그림이다.

인가전압이 높아지면 체적고유저항은 낮아지는 것을 볼 수 있으며, 온도 40[℃]에서 체적고유저항이 급격히 저하되고, 온도 100[℃]이상에서는 체적고유저항이 다소 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

EVA 100[㎛] 원시료에 대한 체적고유저항의 온도 의존성을 도시한 그림을 그림 5에 나타내었으며, 50[℃] 이후로 거의 일정한 크기로 서서히 저하되면서 100[℃]이상에서는 둔화되는 것을 확인할 수 있다.

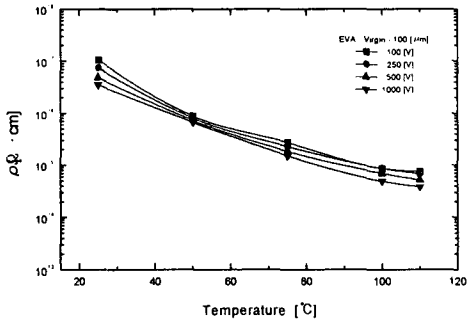

그림 5. EVA-원시료에 대한 체적고유저항의 온도의존성

두께 100[㎛] LLDPE : EVA(50:50)의 체적고유저항의 온도 의존성을 그림 6에 나타내었다.

이것은 75[℃]에서 약간의 체적고유저항이 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 그 이후에는 서서히 저하되면서 100[℃]이상에서는 둔화되는 것을 확인할 수 있다.

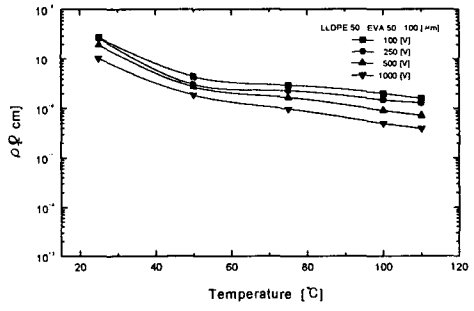

그림 6. LLDPE : EVA를 50:50으로 혼합한 체적고유저항의 온도 의존성

그림 7에서 LLDPE : EVA(60:40)의 체적고유저항의 온도 의존성을 나타내었다.

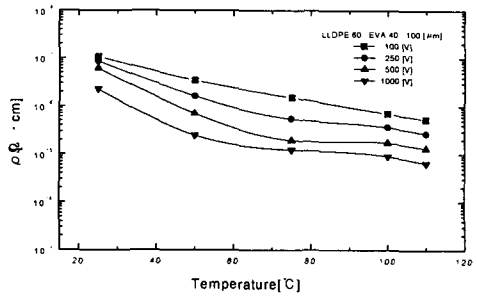

그림 7. LLDPE : EVA를 60:40으로 혼합한 체적고유저항의 온도 의존성

그림 8, 9는 LLDPE : EVA(70:30), LLDPE : EVA(80:20)의 체적고유저항의 온도 의존성을 도시한 것이다.

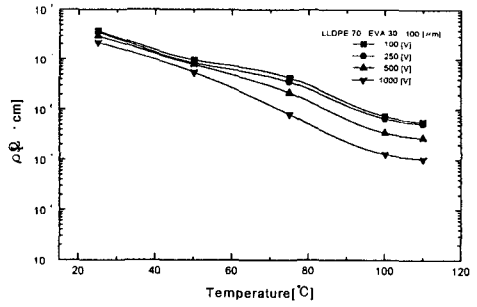

그림 8. LLDPE : EVA를 70:30으로 혼합한 체적고유저항의 온도 의존성

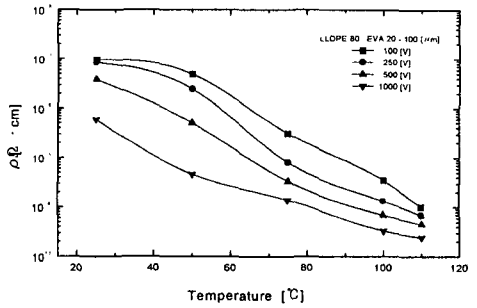

그림 9. LLDPE : EVA를 80:20으로 혼합한 체적고유저항의 온도 의존성

인가전압이 높아짐에 따라서 전극으로부터의 전자주입등 도전성 캐리어의 증가로 인해 체적고유저항이 저하되는 것으로 생각되며 온도 100[℃]이상에서 체적고유저항이 다소 저하되는 것은 실험시료로 이용된 LLDPE의 결정융점을 감안하여 볼 때, 각각 결정의 융해로 인해 체적고유저항이 저하되는 것으로 생각된다.

4. 결 론

각 시료의 연구 결과는 다음과 같다. FT-IR로 부터 EVA 시료에서는 LLDPE에 없었던 1740[cm $^{-1}$] (carbonyl groups C=O), 1242[cm $^{-1}$] (ether groups C-O) 영역의 흡수가 나타나며 그 크기는 EVA의 혼합한 양에 따라 달라짐을 확인하였다.

시료의 전기적 특성을 연구하기 위해 체적고유저항 측정 결과로부터 고체구조의 결함과 함께 많은 트랩 중심이 형성되어 온도 35[℃]이상의 온도로부터 결정의 융점까지는 체적고유저항율이 급격히 감소하는 것을 알 수 있었으며, 시료들의 결정 융점이상의 온도에서는 다소 저하되는 것을 확인하였다.

참고문헌

[1] Y. Watanabe. "Development of Outdoor Epoxy Resin Mold Apparatus for Distribution Systems", IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 5, No. 1, pp. 204-211, 1990.

[2] S. Nagasaki, H. Matsubarb, S. Yamanouchi, M. Yamada, T. Matsuike and S. Fukunaga, "Development of Water-Tree-Retardant XLPE Cables", IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-103, pp. 536-544, 1984.

[3] Y. G. Cheun, J. K. Kim, D. S. Ham and J. S. Kim, "Thermal and Mechanical Behavior of EVA Depending on Vinyl Acetate Content", Polymer(Korea) Vol. 15, No. 4, pp. 402-410, 1991.

[4] J. R. Nielson, R. F. Holland ; J. Mol. Spectr., 4, 488, 1960.

[5] J. R. Nielson, R.F. Holland ; J. Mol. Spectr., 6, 394, 1961.

[6] J. H. Lee, K. S. Suh, M. K. Han, "Water Tree Retardation and Electrical, Mechanical Properties of EVA Blended XLPE", Trans. KIEE. Vol. 42, No. 7, pp. 53-60, 1993.