

延伸Polyethylene의 電氣物性
(Electrical Properties of Elongated Polyethylene)

원광대학교 박 대 희

충남대학교 이 기 윤

1. 序 論

고분자재료는 전기, 전자분야에 절연재료로서 넓게 이용되어지고 있으며, 특히 폴리에틸렌은 초고전압전력케이블의 절연재료로서 사용되고있다.

최근, 전력수요의 증가와 함께 케이블의 초고압화와 대전류화가 추진되고 있어, 이에 따른 우수한 절연재료의 개발및 절연성능의 개선이 요구되고 있다. 이와같은 관점에서 지금까지 절연재료의 연구는 수동적인 면으로서 첨가제를 통한 개발및 개선을 하고 있다. 그러나, 이같은 연구는 초고전압에 있어서는 오히려 절연재료내에 불순물로서 작용되어 성능을 저하시키고있다. 따라서 본 연구에서는 절연재료의 능동적인 면에서 그의 절연성능을 좌우하는 고체의 구조를 제어하는 것에 따라 물성의 변화를 생각하였다. 고분자재료는 결정화도에 따라 기계적, 광학적등의 물성이 변하는 것으로 전기적인 물성도 영향을 미칠 것으로 보고가 되고 있다. 1)-4)

본 연구에서는 폴리에틸렌을 고연신에 의한 결정을 고차구조로 변화시킨후, 전기적인 물성을 조사하고, 결정구조와 전기물성의 의존성을 밝혔다.

2. 實驗方法

사용한 폴리에틸렌은 고밀도로서 16배까지 연신시켰다. 이와같이 연신시킨 필름을 결정화및 구조를 해석하기 위하여 X-선회절장치(理學社, Geigerflex型)를 사용하였다.

이와같이, 측정된 필름의 전기적인 물성을 파악하기 위하여 도전율및 열자극전류를 각각 측정하였다. 도전율의 측정은 필름의 양면에 금으로 진공증착하여 전극으로 하고, 진공에서 일정한 DC전압을 60분간 인가한후의 전류를 미소전류계(Takedariken TR-84M)로 측정하였다. 열자극전류(TSC)는 일정온도에서 일정한 전압을 인가하면서 액체질소 온도까지 급냉시킨후, 일정한 온도속도로 승온시키면서 방전의 전류를 측정하였다.

3. 實驗結果및 考察

Fig.1은 폴리에틸렌을 연신에 따른 XRD의 회절 결과이다.

미연신의 폴리에틸렌의 X선회절 도형 (a)는, 4개의 피크가 각각 2θ 가 21.5, 23.8, 26.6, 36.2°의 부분에서 나타나는 것을 알수 있었다. 또한 연신시료의 X-선회절 피크(b)에서는 2θ 가 26.6°의 피크가 없어지고, 2θ 에서 30.1°에서 새로운 피크가 나타나 결국 4개의 피크가 보였다. 이와같이 연신에 따라 결정 피크가 사프하게 변화됨을 알수 있다.

폴리에틸렌의 연신에 따른 결정화도의 변화는 Fig.2와 같다. Fig.2에서 알수 있는 바와 같이 결정화도는 미연신의 경우 67.1%를 나타내고, 연신함에 따라 증가하고 있음을 알수 있다.

다음에는 폴리에틸렌의 연신율과 도전율의 관계를 Fig.3에 나타냈다. 이의 결과로부터 알수 있는 것은 연신율의 증가에 따라 도전율의 감소됨을 알수 있었다. 이와같은 결과는 결정화도의 변화가 전기적물성에 영향을 미치는 것을 알수 있다. 이와같은 전기물성의 변화는 고분자재료의 구조에 깊은 관련성이 있음을 예측할 수 있다. 도전율의 변화는 전하 Carrier의 이동도 혹은 밀도에 의존되는 것으로 본 시료에서는 능동적인 변화를 준 것으로 전하 Carrier 이동도의 변화(저하)에 의한 것으로 사료되며, 전하의 Trap밀도및 깊이에 의한 영향으로도 예측할수 있다. 연신에 의한 결정부와 비결정부의 계면의 증가로 Trap의 밀도가 증가할 가능성도 있다. 따라서, Trap의 측정은 TSC를 통하여 알수 있는 것으로 Fig.4는

연신폴리에틸렌의 TSC곡선의 결과이다. 이 결과로부터 시료의 전하Trap은 3개의 부분에서 나타나는 것을 알 수 있었다. 각각의 TSC곡선을 통하여 Trap의 깊이는 0.1eV, 0.3eV, 0.5eV이 됨을 알 수 있었고, 연신에 따라서 Trap의 밀도가 증가하는 것도 알 수 있었다. 이와같은 결과는 연신율의 증가에 따라서 도전율의 감소는 전하Trap의 밀도의 증가에 기인한 것으로도 예측할 수 있다.

4. 結 論

폴리에틸렌을 연신시켜 고체구조를 변화 시킴으로서, 도전율의 변화를 일으키는 것을 알 수 있었으며, 보통 도전율은 $\sigma = en\mu$ (S/cm)의 식으로 나타내어진다. 여기서, n : Carrier밀도(cm^{-3}), μ : 이동도($\text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$), e : 전하(C)이다. 도전율은 Carrier의 밀도와 이동도의 양방에 의존하므로, Carrier가 어느정도 있는가, 혹은 어느정도 빠른가를 통하여 알 수 있다. 따라서 이와같은 변화는 Carrier이동도의 변화(저하) 혹은 산란에 의한 것으로 사료되고, 결정부와 비결정부의 계면에 기인한 Trap의 밀도및 깊이에 의한 영향으로서 Trap깊이보다도 Trap밀도에 의한 것으로도 사료된다.

參考文獻

1. P. J. Philips, IEEE Trans., EI-13, 69(1978)
2. S. N. Kolesov, IEEE Trans., EI-15, 382(1980)
3. K. Yahagi and Y. Maeda, Jpn. J. Appl. Phys., 16, 1259(1977)
4. L. E. Amoborski, J. Polym. Sci., 62, 331(1962)

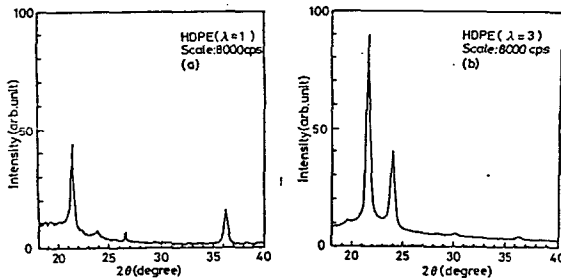


Fig. 1 XRD patterns of Polyethylene as the elongation

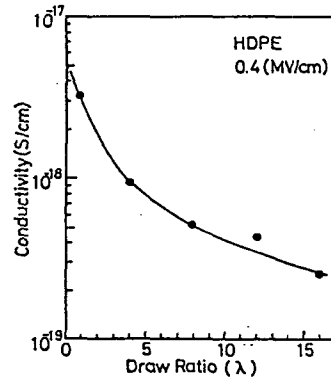


Fig. 3 Dependence of electrical conductivity as the elongation

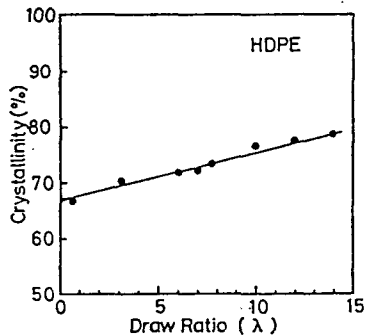


Fig. 2 Dependence of crystallinity as the elongation

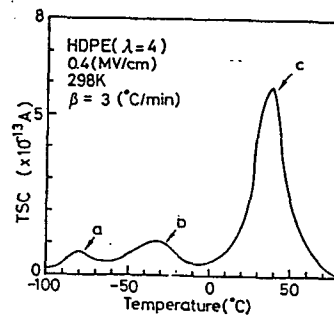


Fig. 4 TSC Peak of elongated polyethylene