

Cholestric 액정 Cholesteryl Benzoate에서 Drift Mobility 측정

(Electrical Drift Mobility in the Cholesteryl Benzoate)

강 태 원*, 김 화 텍**
(Kang, Tae-Won, and Kim, Wha Tek)

要 約

Cholesteryl Benzoate 액정에서 전류 수송기구를 규명하기 위하여 charge carrier의 drift mobility를 극성 반전법을 사용하여 140~185°C의 온도 영역에서 측정했다. charge carrier의 drift mobility는 주위온도가 증가함에 따라 $2.5 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 에서 $2.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 까지 증가했다. 이 실험결과로부터 전류 수송기구는 ionic기구로 설명할 수 있다.

Abstract

The electrical drift mobility of charge carrier of Cholesteryl Benzoate was measured by polarity inversion method in the temperature range 140~185°C, with a view to revealing the mechanism of charge carrier transport.

The electrical drift mobility of charge carrier of that increased from $2.5 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ to $2.0 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ as the temperature increased.

As a result of the experiment, the mechanism of current transport is believed to be ionic mechanism.

1. 서 론

액정의 전도기구를 규명하는 데는 charge carrier의 drift mobility에 관한 지식이 중요하므로 Nematic 액정 및 Smectic 액정에서⁽¹⁾ 많은 연구가 이루어져 왔다. Cholestric 액정에서 Shaw 등은⁽²⁾ 전류, 전압 특성을 공간 전하제한 전류기구로 해석하여 carrier mobility가 $1 \sim 8 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 정도로 대단히 크기때문에 전기전도기구는 ionic이기 보다는 electronic에 가깝다고 보고 했다. 최근 Yoshino⁽³⁾ 등은 극성반전법으로 Cholestric액정에서 drift mobility를 측정하여 $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 임을 밝히고 drift mobility값의 해석으로부터 전기전

도 기구는 electronic이기 보다는 ionic이라고 보는 것이 타당하며 Shaw⁽²⁾ 등의 결과는 관측하지 못했음을 발표하고 있어 Cholestric액정에서 drift mobility는 많은 문제점을 남기고 있다.

본 논문에서는 Cholestric액정에서 전류 수송기구를 규명하기 위한 연구의 하나로 Cholestric액정인 Cholesteryl Benzoate의 drift mobility를 극성 반전법으로 측정된 결과 Yoshino⁽³⁾ 등이 제안한 ion수송기구와 일치함을 밝혔다.

2. 실험

2-1. 시료 및 Cell의 제작

실험에 사용한 시료는 148°C~176°C까지 Cholestric 액정 영역을 갖는 Cholestric Benzoate(Eastman Kodak-9863)로 불활성 가스로 봉입된 5g의 sample⁽⁴⁾을 사용했다.

실험용 cell은 spray방법으로 깨끗한 유리 위에 SnO₂ 투명 전도막을 입히고 SnO₂막을 깨끗이 씻어 건조한 후

*正會員, 東國大 物理學科

**正會員, 全南大 物理學科

(Dept. of Physics, Dongguk University Seoul, Korea and Dept. of Physics, Chonnam National University Kwangju, Korea

接受日字: 1978年 2月 1日

sandwich형 cell을 구성한 다음 진공용기 속에서 액정을 주입한 후 epoxy수지로 밀봉하여 만들었다" 이때 cell의 두께는 20 μ m의 테프론을 넣어 조정했다.

2-2. 극성반전법으로 drift mobility 측정

그림 1.의 회로를 사용하여 인가전압의 극성을 반전시켜 charge carrier가 한편 전극으로부터 대향전극까지 이동하는 시간을 측정하므로써 drift mobility를 측정했다.

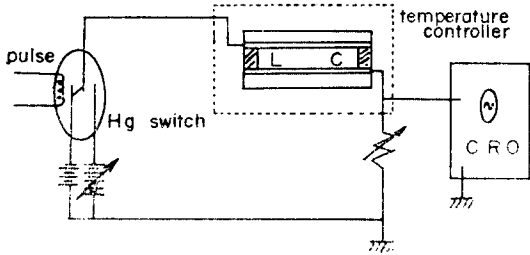


그림 1. drift mobility 測定回路

처음 Cholesteric액정 cell에 +3 volt 전압을 인가한 후 수은 switch로 인가전압의 극성을 -6 volt로 바꾸어 주면 이때 한쪽 전극에 운집되어 있던 charge carrier가 대향 전극쪽으로 이동하기 시작하여 대향전극에 도달할 때까지 저항에 흐르는 전류는 증가하다가 charge carrier가 대향전극에 도달하면 전류치는 정상이 되고 그 이후부터는 감소하기 시작한다. 극성반전 후 정상 전류치까지 시간 T , 액정 cell의 두께 d , 인가전압 V 를 측정하면 charge carrier의 mobility μ 는

$$\mu = \frac{d^2}{TV} \quad (1)$$

으로 주어져 drift mobility를 구할 수 있다. Cholesteryl Benzoate액정에서 대표적인 시간에 따른 전류의 변화는 그림 2.와 같다.

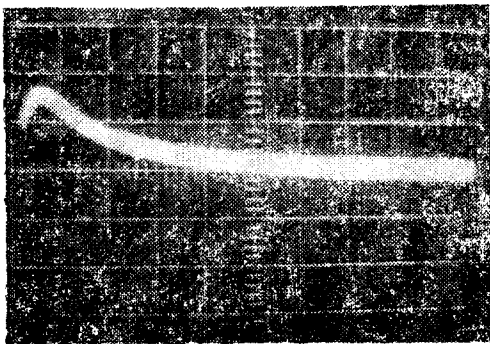


그림 2. 時間에 따른 電流의 變化

3. 실험 결과와 고찰

3-1 Current 및 drift mobility의 주위온도의존성

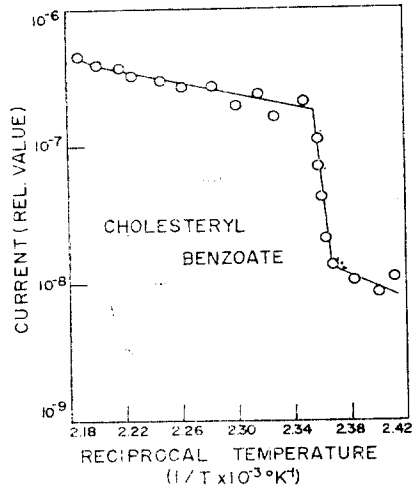


그림 3. 電流의 溫度依存性

액정 cell에 일정한 전압을 인가하고 주위온도를 증가시키면 액정 cell에 흐르는 전류는 고체상태에서 액정상태로 갈 때 그림 3과 같이 급격히 증가하며 액정 상태에서 등방성 액체상태로 상변화를 할 때는 거의 변화되지 않았다.

주위온도를 증가시킬 때 극성반전법으로 측정한 drift mobility는 $\sim 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 에서 $\sim 10^{-6} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 까지 변화되었으며 그림 4.에서와 같이 고체상태에서 액정상태로 상변화를 할 때 급격한 증가를 보여 주

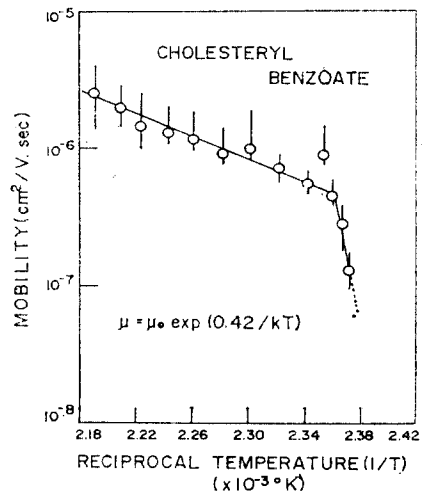


그림 4. Drift mobility의 溫度依存性

었고 액정상태에서 등방성액체로 상변화를 할 때는 거의 변화되지 않았다.

drift mobility의 주위온도 의존성은

$$\mu = \mu_0 \exp(-E/kT) \quad (2)$$

로 주어지며 활성화 energy E 는 고체상태에서 액정상태로 변화될 때 큰값을 갖고 액정상태에서 실험치는 0.42eV 정도였다. 이러한 결과는 Cholesteryl Palmitate에서 Yoshino³⁾의 결과와 유사하며 drift mobility가 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 정도로 적은 값을 갖는 것은 Cholesteryl Benzoate에서 charge carrier는 colloid상태의 대단히 큰 ion들로 되어 있음을 의미한다.

3-2 Charge Carrier의 특성

Cholesteryl Benzoate 분자에 외부에서 energy를 주었을 때 분해 가능한 곳은 C-O band이나 일반적으로 유기물질은 용매가 없을 때 분해가 거의 일어나지 않음으로 charge carrier는 분해에 의해 이루어졌다고 볼 수 없고 H₂O같은 불순물이 제작과정에서 첨가되어 가수분해를 일으킴으로 Cholesteryl Benzoate는 C₆H₅C=O⁺와 O-(C₂₇H₄₅)⁻로 분해되어 분해물이 ion화 되어 charge carrier를 만들거나 Cholesteryl Benzoate 자체가 전자를 주거나 받음으로써 ion화되어 charge carrier가 되었다고 생각할 수 있다. 그림 4.의 drift mobility의 값으로부터 charge carrier의 반경을 추정해 볼 때¹⁾ 약 10Å 정도이며 Cholesteryl Benzoate 분자의 반경 11Å과⁵⁾ 비교해 볼 때 charge carrier에 대한 위의 생각은 타당하다.

그러므로 Cholesteryl Benzoate 액정에서 전류수송 기구는 커다란 colloid상태의 ion이 전하를 운반하는 기구로 설명할 수 있어 Yoshino³⁾ 등이 제안한 ion에 의한 전류수송 기구가 타당하며 Shaw²⁾ 등이 주장한 전자에 의한 전류수송 기구로는 실험 사실을 설명하기가 곤란하다.

4. 결 론

Cholestic 액정인 Cholesteryl Benzoate에서 drift mobility는 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 정도이며, 이 drift mobility로부터 추정해 볼 때 전류를 운반하는 charge carrier는 커다란 colloid 상태의 ion임을 알 수 있고, 이 charge carrier는 Cholesteryl Benzoate가 첨가된 불순물에 의해 가수분해 되었거나 Cholesteryl Benzoate 자체가 ion화되어 만들어 진다고 볼 수 있다.

그러므로 cholesteryl Benzoate에서 전류수송 기구는 거대한 Colloid상태의 ion이 전하를 운반하는 ionic 기구로 설명할 수 있다.

參 考 文 獻

1. 김화택, 김영함, 김희규; Nematic 액정 MBBA에서 drift mobility 측정, 새 물리 17, 77(1977)
2. D.G. Shaw and J.W. Kauffman; Electrical Conductivity in Cholestic Liquid Crystals, J. of. Chem. Phys. 54, 2424(1971).
3. K. Yoshino, K. Yamashiro and Y. Inuishi; Electrical Conductivity in Cholestic Liquid Crystals, Japan J. Appl. Phys. 13, 1471(1974).
4. Eastman Kodak Liquid Crystal Products JJ-14, p.17(1973).
中田 堀; 液晶의 製法和 應用(幸書房, 日本東京 1974) p.4.