

## 콜레스테릭 액정의 합성과 광학필름용 편광성분으로서의 응용

김용석 · 이광연 · 안철홍\* · 김건중†

인하대학교 생명화학공학과, \*신화 인터텍(주)  
(2008년 9월 23일 접수, 2008년 9월 29일 채택)

### Synthesis of Cholesteric Liquid Crystal and Its Application as a Polarizing Component on the Optical Film

Yong-Suk Kim, Kwang-Yeon Lee, Cheol-Heung Ahn\*, and Geon-Joong Kim†

Regional Innovation Center for Environmental Technology of Thermal Plasma (ETTP), Inha University, Incheon 402-751, Korea

\*Shinwha Intertek Corporation, Hwasung, Gyunggido 445-110, Korea

(Received September 23, 2008; accepted September 29, 2008)

본 연구에서는 LCD 백라이트용 휘도향상 편광필름으로 사용하기 위해, 콜레스테릭 액정(CLC)을 합성하여 네미틱 액정과 혼합한 다음 이들이 충전된 모듈을 제작하였다. 광학산필름에 의해 면광원화된 빛을 통과시킬 때, LCD 백라이트 상에서 이들의 투과광 증폭 및 편광능력에 대한 특성을 연구하였다. 합성된 콜레스테릭 액정의 특성은 UV/Visible 스펙트럼과 편광현미경(POM) 등으로 평가하였다. 여러 종류의 선형 카르복실산을 콜레스테롤 분자에 도입하여 콜레스테릭 메소젠 사이의 유연격자를 이루도록 유도하여 각 층에서 일정한 방향성을 유지하도록 하였다. 또한 CLC필름을 적층하여 가시광선대에서 편광능력, 휘도향상 및 투과광장영역을 넓히고 백라이트 유니트의 밝기를 향상시키는 모듈로 적용할 수 있었다.

In this study, cholesteric liquid crystal (CLC) was synthesized and applied as a polarizing component on the optical film of back light units (BLU) for LCDs. After mixing CLC with nematic liquid crystal, this mixture was fulfilled in the module consisting of two films and then its amplifying efficiency and polarizing ability for a planarly emitted light were examined to apply as a BLU polarizer film for increasing the brightness of light. The properties of CLC compound were tested by UV/Visible spectroscopy and polarizing optical microscopy (POM). Flexible spacer was made by linear carboxylic acid group of cholesteric derivatives between cholesterol mesogen units for one-axis orientation in each layer. The CLC containing film could be used as a module to increase the ability of polarization and to enhance brightness of BLU and to widen wavelength range by stacking the films.

**Keywords:** cholesteric liquid crystal, polarized light, doping chemicals

### 1. 서 론

현대사회의 정보량은 인류 사회의 그 어느 시점보다도 많으며 단순한 정보 전달의 의미뿐 아니라 정확하며 희소가치 있는 고품질의 정보 선택 및 교류가 중요하게 되었다. 특히 인간은 오감 중에서도 눈을 통해 시각적으로 가장 많은 정보를 수용하고 있으며, 이런 의미에서 현대의 전자표시장치 개발은 정보화 사회의 혁신적인 발전을 이룩하게 만들었다. 특히 최근 평판 디스플레이의 발전은 기존 브라운관 디스플레이의 약점을 보완하며, 노트북과 휴대전화, MP3 플레이어, 디지털 카메라와 같은 새로운 아이템을 창출하여 더욱 더 인간의 생활을 발전시키고 있다. 이 중 LCD는 Flat Panel Display (FPD)시장의 상당 부분을 차지하고 있으며 소형 모바일용 디스플레이부터 60인치 대형 스크린까지 적용이 가능한 대표적인 평판디스플레이이다[1]. 이 액정 디스플레이는 광원이 되는 BLU와 컬러영상을 구현해주는 컬러 필터,

투명 전극인 Indium Tin Oxide (ITO)와 ITO기판 사이의 액정으로 구성되어 있다. 이 중 BLU에는 광원이 되는 램프와 광원으로부터 나온 빛을 정보 표시면에 균일하게 조사하기 위한 확산 필름, 도광판, 휘도향상을 위한 반사 시트와 프리즘 시트 그리고 외부 이물질로부터 BLU를 보호하는 보호 필름으로 구성되어 있다. 컬러필터에는 하나의 화소(pixel)가 빛의 삼원색인 red, green, blue의 작은 화소(sub-pixel)로 구성되어 있으며 각각의 화소가 받는 빛의 양에 따라 전체적인 컬러영상이 나타나게 된다. 액정을 제어 하기 위한 ITO는 유리기판에 구현되며 기판 사이의 전압을 조절하여 액정을 통과하는 빛의 양을 조절한다. 액정은 고유한 분자 구조로 인해 전압의 변화에 따라 분자배열이 달라지며 이는 곧 빛의 투과량과 직결된다. 이런 원리에 의해 LCD는 구동하게 된다.

액정은 우리 눈에 흐리게 혹은 탁하게 보이는 유체로서 분자 내부에 특정한 방향으로의 질서도(long range order)가 존재한다고 말할 수 있다. 이런 액정은 온도에 따라 분자 내에 유동성의 차이로 인해 빛의

† 교신저자 (e-mail: kimgi@inha.ac.kr)

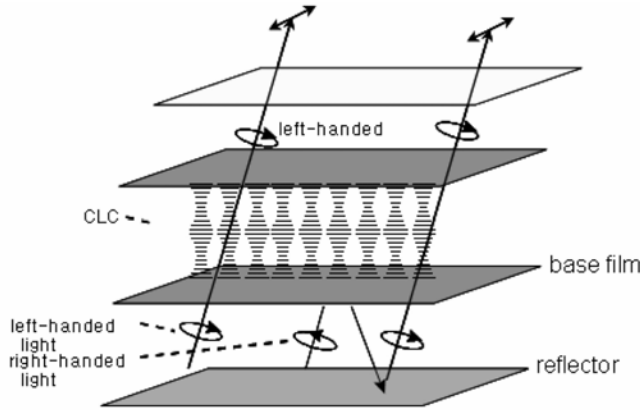


Figure 1. The principle of light efficiency elevation using CLC film.

투과량이 변할 수 있으며, 분자 내에 전하분포로 인해 쌍극자(dipole)를 가지고 있어서 외부전기장에 반응한다[2].

CLC 물질은 전기광학적 특성을 강화 함으로써 액정 디스플레이의 성능과 효율을 획기적으로 개선한 소재이다. CLC 액정은 콜레스테릭 분자 자체가 가지는 키랄성 때문에 기존의 액정 물질에 비해 동일한 전력을 가지고도 6배 내지 8배의 밝기를 제공하여 줌으로써 화상 디자인을 위한 새로운 패러미터의 장을 열었다는 의미를 지니고 있다. 이를 다시 말하면 동일한 밝기의 화상을 얻고자 할 때 기존의 에너지 소비량의 30~80%를 절약할 수 있다는 것이다. CLC 액정은 주기적인 나선구조로 인해 많은 주목할 만한 특성을 가지고 있다[3,4]. CLC 액정은 액정의 나선형 구조의 꼬인 방향과 원편광 방향이 일치하고 파장이 액정의 나선피치와 같은 원편광의 빛만을 반사하는 선택반사특성이 있다. 선택반사특성을 이용하여 일정한 파장영역의 비편광 빛을 특정한 원편광으로 변환시키는 편광막의 제조가 가능하다. 좌원편광과 우원편광 성분이 절반씩 혼재되어 있는 비편광 빛이 좌선성 또는 우선성 나선구조를 갖는 CLC 액정 필름에 입사되면 나선방향과 같은 원편광은 반사되고 반대방향의 원편광은 투과한다. Figure 1에 나타난 바와 같이 반사된 원편광은 반사판에서 반사되면 편광방향이 바뀌어 액정 필름을 투과하게 된다. 따라서 CLC 액정필름을 편광막으로 이용하면 이론적으로 빛의 손실이 없기 때문에 50% 빛을 흡수하는 종래의 흡수형 편광 막에 비해 2배의 밝기향상을 얻을 수 있다[5].

현재의 LCD의 빛에너지 효율은 광원의 5% 정도이며 나머지는 BLU와 편광막, ITO판, 컬러필터 등에서 손실되고 있다. 이런 상황에서 보다 효율적인 LCD 구성요소의 개발은 전자소재 분야를 한층 더 향상시킬 것으로 보여진다.

CLC 액정은 기존의 액정에 비해 원료가격도 저렴하고 광학적 성질도 뛰어나다. CLC 액정의 반사파장은 평균 굴절률과 콜레스테릭 피치에 의해 결정되며 CLC 액정의 회전방향에 따라 반사되는 원편광이 결정된다. CLC 액정 혼합액이 가지는 성질은 빛을 흡수시키지 않고 한쪽 방향으로 회전시켜 통과시키고 통과하지 않은 빛은 다시 반사시켜 일정방향으로 회전된 것을 재투과시킴으로써 밝기를 향상시키고 흡수될 수 있는 빛을 재사용토록 하는 것이다. 이 기술로 향상되는 빛의 밝기는 기존의 LCD보다 10배에 달하는 효율로 기존의 에너지 소비를 획기적으로 줄일 수 있게 된다.

일반적으로 기존의 CLC 액정은 50 nm 정도의 반사파장 영역을 갖게 된다. 반사형 형광관을 구현하기 위해서 50 nm 정도의 CLC 액정 반사 파장 영역을 최소한 가시광선 영역(400~700 nm)으로 넓히는

것이 필요하다. CLC 액정 반사파장은 그 이방성과 피치로 표현된다. 액정의 이방성은 0.1~0.45 정도의 범위를 갖기 때문에 CLC 액정의 반사파장과 파장은 최대 약 150 nm 정도의 영역을 갖게 된다. 이는 가시광선 전 영역을 포함하기는 부족하며 이에 따라 적층이나 CLC 액정의 구조 변화를 구현하고자 하여 콜레스테릭 피치를 여러 가지 방법으로 변화시켜 피치의 간격을 조절하거나 피치의 분산을 유도하여 원하는 파장 영역을 확보하는 것이 중요하다.

액정의 특성을 나타내기 위해서는 네마틱 결정과 도펀트로 이용되는 적절한 키랄성 물질의 혼합물을 사용하게 된다. 키랄 도펀트로서는 콜레스테릭을 갖는 콜레스테롤 유도체와 통상적인 네마틱 액정 분자의 말단기로 키랄성 광학 활성 분자를 도입한 키랄 네마틱 액정으로 나눌 수 있다. 다양한 콜레스테롤 유도체와 키랄 네마틱 액정은 특정한 활성 파장이 있으며 그 활성 역시 다르다. 하지만 키랄 네마틱 액정은 경우 가격이 워낙 고가이고 합성 과정에서 변형되어 키랄성을 잃어버리는 경우가 있어 몇 가지 물질을 제외하고는 크게 상용화되지 못하고 있다. 반면 콜레스테릭 유도체는 원료 자체가 안정하고 가격 또한 저렴하여 충분한 상업화 가능성을 가지고 있다. 여러 종류의 액정 도펀트를 상용 네마틱 결정과의 혼합하는 과정에서 상온, 그리고 가시광선 영역대에서 큰 활성을 보이는 물질을 찾을 수 있다[6].

본 연구에서는 여러 종류의 선형 카르복실산을 콜레스테롤 분자에 결합시킨 콜레스테릭 에스테르 유도체를 합성하여 이를 네마틱 액정 용액과 혼합하고, 혼합용액을 LCD 백라이트용 편광필름상에 코팅하여 이 모듈을 통과하는 빛의 투과광효율을 향상시키는 방안에 대하여 연구하였다. 투과효율은 콜레스테릭 에스테르 유도체의 종류와 네마틱액정의 종류 및 혼합비율 또한 각 CLC 필름의 적층에 따른 영향을 중심으로 조사하였다. 적층된 필름 모듈은 가시광선대에서 편광능력, 휘도향상 및 투과파장영역을 넓히고 백라이트 유니트(BLU)의 밝기를 향상시키는 모듈로 적용할 수 있음을 확인하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 네마틱 액정 물질

CLC 도펀트와 혼합하여 CLC 액정 혼합액의 호스트 액정으로 사용할 물질은 독일 Merck사의 ZLI-2293과 E48이라는 물질을 구입하여 정제없이 그대로 사용하였다. 이들 화합물은 현재 상용화되어 세계적으로 널리 사용되고 있으며, 다른 키랄성 도펀트들과도 잘 섞이는 특징이 있는 것으로 알려져 있다[7].

### 2.2. 선형 카르복실산을 도입한 콜레스테릭 액정의 합성

선형 카르복실산을 도입한 콜레스테릭 액정 도펀트는 Figure 2에 나타난 절차에 따라 합성하였다. 우선 콜레스테롤(5 g; 12.9 mmol)을 벤젠(11 mL)에 녹인다. 이 혼합물에 진한 황산을 몇 방울 떨어뜨리고 발레르산(1.58 g; 15.5 mmol)을 첨가한다. 이후 24 h 동안 환류시키면서 교반한 다음, 5% 탄산수소나트륨용액(20 mL)으로 세척하고 다시 증류수로 work-up하였다. 혼합물 중에 잔류하는 미량의 물을 황산마그네슘(MgSO<sub>4</sub>)으로 건조시키고 거름종이로 MgSO<sub>4</sub>를 제거한다. 시료 중의 용매를 증발시킨 다음 점성이 큰 액체를 에탄올로 재결정하여 순수한 흰 분말 시료를 얻었다[10,11].

합성된 물질(5.38 g ; 수율 = 88.3%)은 CLC 도펀트로 이용하였는데, 네마틱 액정 용매에 혼합하여 편광 특성을 관찰하였다. Figure 3에 위와 같은 방법으로 합성한 여러 종류의 콜레스테릭 유도체의 구조를 나타내었다.

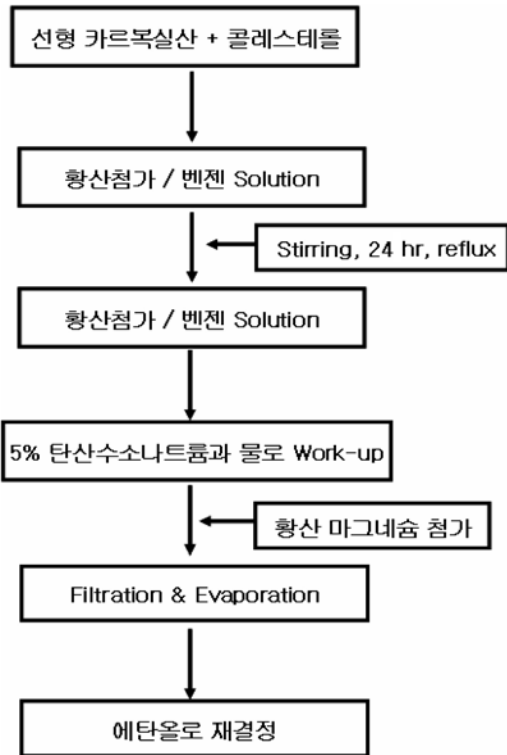


Figure 2. Synthetic procedure of CLC dopants with linear carboxylic acid.

### 2.3. 액정 셀의 제조

유리기판(또는 PET 필름)을 아세톤과 초음파 장비로 세척한다. 건조된 유리기판의 한쪽 면을 polyvinyl alcohol (PVA)로 코팅한 후 다시 건조시키고, 그 표면을 한 방향으로 문질러 배향시킨다. 이렇게 준비된 한 쌍의 유리기판(또는 PET 필름) 사이에 네마틱 액정과 일정 비율로 섞인 CLC 혼합액을 채운다. 이 때 CLC 혼합액은 두 유리(또는 필름) 사이에 spacer를 끼워 넣어 12 μm 정도의 간격을 유지하도록 하였다[12].

제조된 액정 셀의 광학 활성 파장 영역대를 확인하기 위해서 UV/VIS spectrophotometer (MECASYS Co., LTD)를 이용하여 빛의 투과율을 측정하였다. 편광이미지는 Canon Power-Shot A95가 장착된 POM (SAMWON NSM-1B)을 사용하여 촬영하였으며, 실제 구동상태에서의 광학 특성을 확인하기 위해 Cold cathode fluorescent lamp (CCFL)를 광원으로 하여 프리즘 시트와 SD433 확산판을 겹쳐올린 BLU를 이용하여 관찰하였다. 휘도 측정은 TOPCOM사의 Luminance color analyzer BM7를 이용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 콜레스테롤 액정의 합성

콜레스테롤이란 하나의 하이드록시기를 가진 분자량이 큰 지방족 물질이다. 콜레스테롤의 하이드록시기를 여러 종류의 다른 유기 물질과 결합시켜 새로운 유기물을 만들 수 있으며[8,9] 이렇게 만들어진 콜레스테릭 분자들은 각각 다양한 성질을 나타낸다. 결합되는 물질을 다양한 탄소수를 갖는 선형 카르복실산으로 생각하면 콜레스테릭 분자에서 키랄 센터가 많이 분포되어 있는 콜레스테릭기는 메소젠으로

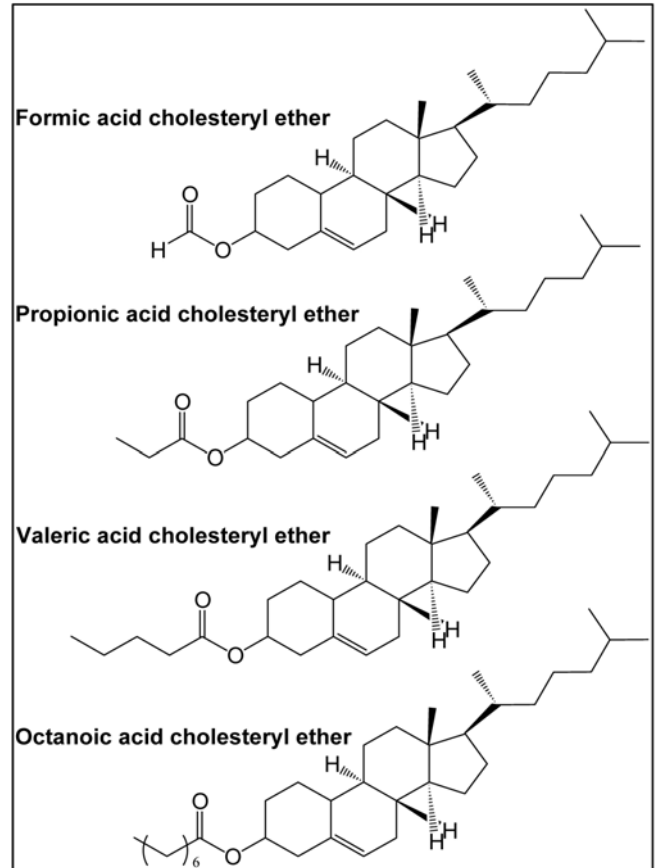


Figure 3. Cholesteric compounds synthesized and used in this study.

의 역할을 할 수 있으며 다양한 선형 탄화 수소 체인은 유연 격자의 역할을 할 수 있다. 콜레스테롤과 선형 카르복실산은 하이드록시기와 카르복시릭 액시드기를 제외하고는 유기 분자 내에 활성이 높은 관능기는 없으므로 비교적 부반응없이 안정적으로 반응이 진행되었으며, 그 분자의 구조는 Figure 3과 같고 용매중에서 재결정화하여 얻어진 순수한 물질을 사용하였다.

### 3.2. UV-Visible을 이용한 액정 혼합액의 특성 분석

편광 특성이 있는 혼합 액정에 대해서 UV-visible spectra를 측정하여 보다 정확한 활성 영역을 확인할 수 있으며, 도펀트의 종류나 양에 따라 활성을 나타내는 빛의 파장영역을 확인할 수 있다[13]. 본 연구에서는 가시광선을 포함한 다양한 파장의 빛을 시료에 조사하여 시료를 투과하고 나온 빛의 양을 측정하였다. 이와 같이 필름을 통과한 빛의 투과율을 측정하면, 시료가 어떤 파장영역의 빛을 잘 투과시키지 못하며 또한 어떤 빛의 파장 영역대에서 활성을 나타낼 수 있는지를 알 수 있게 된다.

#### 3.2.1. ZLI-2293을 이용한 광학 특성

Figure 4는 Formic acid cholesteryl ether과 네마틱 액정인 ZLI-2293를 다양한 질량 비율로 혼합하여 측정한 UV/Visible spectra이다.

Figure 4에서 Formic acid cholesteryl ether 액정 혼합액에서 네마틱 결정보다 CLC 도펀트가 많이 함유될수록 단파장쪽에서 활성이 나타남을 알 수 있다. 또한 각각의 샘플을 적층하여 측정하였을 때는 모든

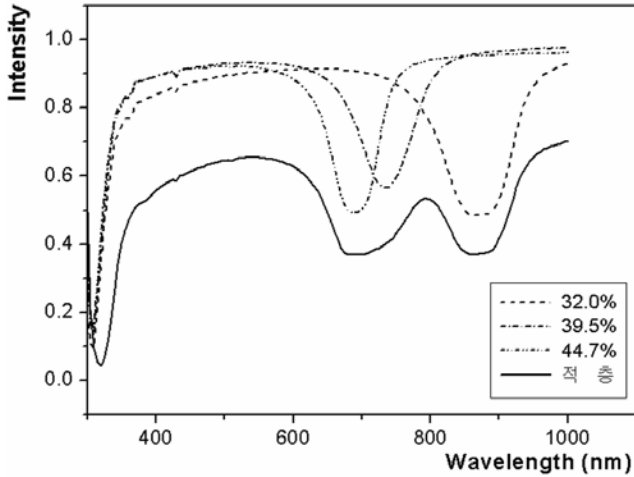


Figure 4. UV/VIS patterns of CLC mixture with formic acid cholesteryl ether and ZLI-2293.

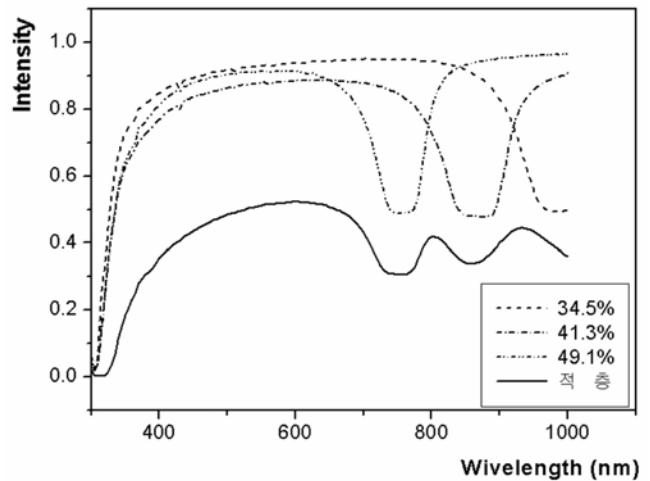


Figure 6. UV/VIS patterns of CLC mixture with valeric acid cholesteryl ether and ZLI-2293.

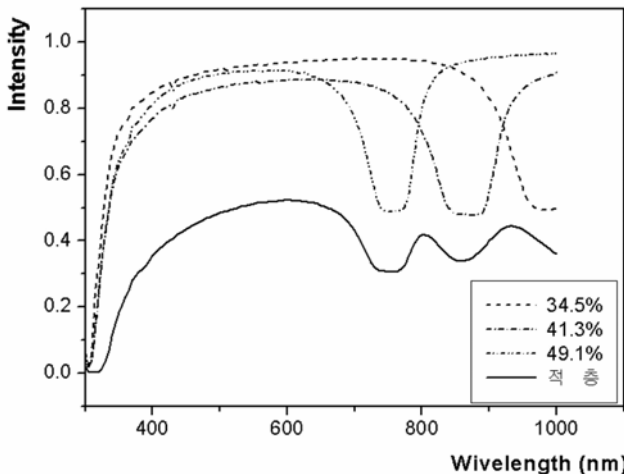


Figure 5. UV/VIS patterns of CLC mixture with propionic acid cholesteryl ether ZLI-2293.

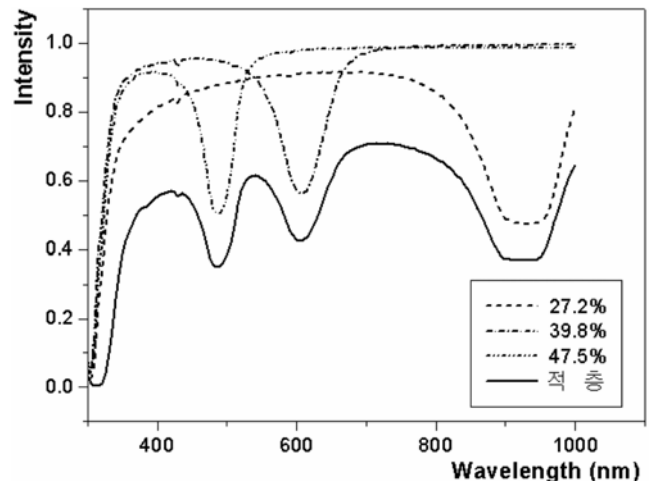


Figure 7. UV/VIS patterns of CLC mixture with octanoic acid cholesteryl ether and ZLI-2293.

활성 영역을 포함하여 넓은 파장에서 특성이 나타날 수 있음을 보이고 있다. 또한 32%의 CLC 도펀트가 함유되어 850 nm 근처에서 특성을 보이는 시료는 그 색이 장파장에 해당하는 붉은색을 제외한 푸른 색이나 녹색계통으로 보이며, 보다 도펀트의 함량이 높을수록 붉은색 계통의 빛을 많이 투과하고 그 비율이 올라가면서 다른 색의 비율이 적어져 붉은색에 가까게 보인다.

Figure 5에는 Propionic acid를 이용하여 합성한 Propionic acid cholesteryl ether와 네미틱 결정을 다양한 비율로 혼합하여 측정된 UV/Visible Spectrum을 나타내었다. Figure 4와 비교하여 보면 혼합액 정에서 CLC 도펀트의 비율이 높을수록 광학적 활성 영역이 단파장쪽으로 이동하지만 Formic acid cholesteryl ether 액정 혼합액에 비해 CLC 액정을 더 많은 비율 함유하고 있으면서도 활성 파장 영역대가 크게 변하지 않고 또한 단파장보다는 장파장에서 광흡수특성이 유지되고 있다.

각각의 혼합 액정셀을 적층하여 측정했을 때에는 Formic acid 유도체와 같이 활성영역이 각각의 셀의 활성영역을 포함하여 나타났다.

위의 두 그래프에서 CLC 액정혼합액의 유연격자가 짧을수록 더 넓은 파장영역에서 특성을 나타내는 것처럼 보인다. 하지만 이는 Valeric acid로부터 합성된 CLC 액정 혼합액의 농도별 패턴을 보여주는 Figure 6에서 알 수 있듯이 유연격자의 길이가 액정 혼합액의 특성에 완전한 경향성을 줄 수 있는 것이 아님을 알 수 있다. 즉, Formic acid 유도체가 Propionic acid 유도체보다 광학적 특성 파장영역이 넓다고 할 수 있지만 CLC 액정 혼합물에서 유연격자가 길수록 광학적 성질을 제어할 수 있는 파장영역이 일부 구간에 국한된다고는 할 수 없었다. Figure 6에서도 알 수 있듯이, CLC 도펀트의 비율이 높아질수록 단파장쪽으로 활성영역이 이동하며 또한 적층시에도 다른 혼합액과 같은 넓은 파장영역을 형성하였다.

Valeric acid 유도체를 이용한 CLC 혼합액정은 Formic acid 유도체나 Propionic acid 유도체를 이용한 것보다는 넓은 활성영역을 나타냈다. 또한 선형 카르복실산을 도입한 CLC도펀트 중에서 광학적 특성이 가장 크게 나타나며 이는 기존의 키랄 도펀트를 이용한 액정과 비교하여도 활성이 결코 떨어지지 않았다.

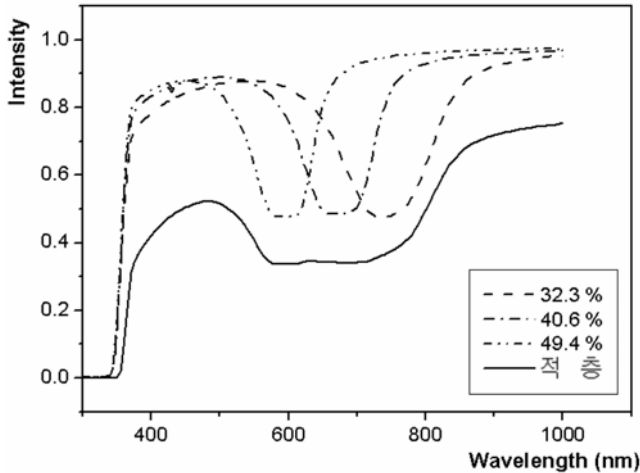


Figure 8. UV/VIS Spectra of CLC mixture with formic acid cholesteryl ether and E48.

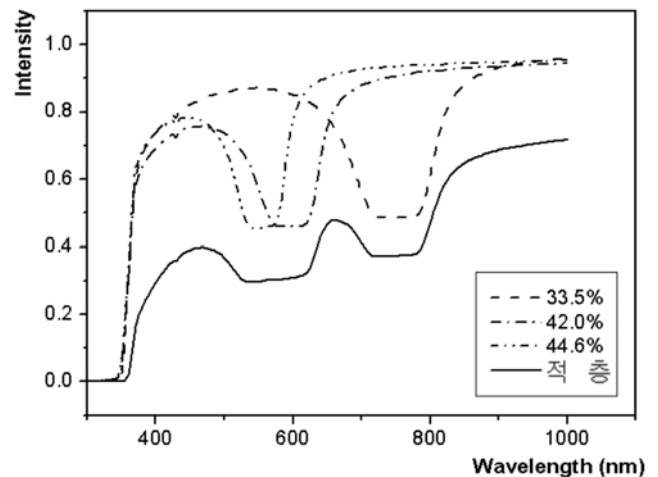


Figure 9. UV/VIS Spectra of CLC mixture with valeric acid cholesteryl ether and E48.

Figure 7에서 보다 긴 분자구조를 갖는 선형 카르복실산을 도입하여 합성한 Octanoic acid cholesteryl ether의 CLC 액정 혼합액을 사용하면, Valeric acid 유도체의 경우보다도 더욱 단파장에서 빛의 투과특성이 나타남을 알 수 있다. 또한 파장영역 역시 짧은 선형 카르복실산 유도체에 비해서 넓게 나타나지만 분자량이 큰 만큼 상온에서 액정의 성질을 쉽게 잃어버리며 흐름 특성 역시 오래 지속되지는 못한다는 단점이 관찰되었다.

이를 보완하기 위해서는, 다른 액정혼합액을 도펀트로 사용하거나 흐름성질이 큰 네마틱 액정상을 첨가함으로써 Octanoic acid cholesteryl ether가 가지고 있는 향상된 광학적 성질을 유지하면서도 상온에서 액정의 특성을 잃어버리지 않는 혼합액을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

지금까지는 하나의 CLC 액정 도펀트에 ZLI-2293이라는 네마틱 결정을 여러 가지 비율로 혼합하여 CLC 혼합액을 만들고 이 때 광학 투과활성을 나타내는 영역에 대해 살펴보았다.

### 3.2.2. E 48 네마틱액정을 이용한 모듈의 광학 특성평가

Figure 8은 Formic acid cholesteryl ether CLC 도펀트와 네마틱 액정인 E48를 다양한 질량 비율로 혼합하여 측정한 UV/Visible 스펙트럼이다. 이 경우에도 ZLI-2293과 마찬가지로 혼합액에서 네마틱 결정보다 CLC 도펀트가 많이 함유될수록 단파장쪽으로 투과파크가 이동함을 알 수 있다. 하지만 32% 정도의 비율을 가지고 비교할 때 ZLI-2293보다는 약 100 nm 정도 단파장 쪽에서 활성영역이 나타나며, Figure 3의 44.7%와 Figure 8의 49.4%를 비교할 때는 오히려 더 많은 양의 도펀트를 사용함에도 불구하고, 네마틱 액정으로 E48를 적용한 경우가 보다 단파장에서 활성을 갖는 것으로 나타났다. 이는 ZLI-2293 액정보다는 E48 네마틱 액정이 CLC 혼합액의 활성 파장을 단파장으로 유도한다고 할 수 있다.

Figure 9에서 살펴보면, Valeric acid cholesteryl ether에서도 Formic acid cholesteryl ether의 경우와 마찬가지로 비슷한 양의 CLC 도펀트를 사용하더라도 E48을 이용한 경우가 단파장에서 광학 활성이 좋게 나타남을 확인할 수 있다. 또한 패턴의 폭을 살펴보면 E48의 경우가 ZLI-2293보다 하나의 패턴이 보다 넓은 광학 활성 파장대를 갖는 것을 알 수 있다. 또한 단파장보다는 장파장에서의 활성영역이 두 가지

네마틱 액정의 경우 모두 넓게 나타났다.

### 3.3. 편광현미경을 이용한 액정 혼합액의 이미지 분석

편광현미경은 두 개의 편광판 사이에 물질을 놓고 빛에 의해 회전 및 굴절되는 이미지를 보여주는 측정 장비로 결정면과 결정면 사이의 불연속적인 경계를 나타내기도 한다[14]. 액정 혼합액은 각각의 셀이 나타내는 활성 파장이 다르므로 각각의 셀의 색이 다르며 편광 현미경에서도 다른 이미지의 색이 나타난다. 또한 액정상은 흐름성질을 나타내기 때문에 배향되었을 때와 배향되지 않았을 때 결정면의 차이가 생기므로 편광현미경 이미지 역시 달라질 수 있다.

Figure 10 및 Figure 11에서 보듯이 편광현미경에 의해 일반 현미경과는 다른 광학적인 이미지를 얻을 수 있으며 이는 액정의 결정과 종류 및 배열 방향을 나타낸다. 또한 결정면에서의 불연속적인 이미지도 관찰할 수 있다. Figure 11에서는 PVA에 의해 배향된 Valeric acid cholesteryl ether 혼합액의 이미지를 나타내었으며, 배향된 사진에서는 진하게 나타나는 색 위로 CLC 액정 고유의 기름 줄무늬형상을 관찰할 수 있었다. 아울러 빛의 회전에 의한 원추형 무늬도 나타나고 있다. Figure 10과 비교했을 때 보다 선명하고 결정면의 구별이 확실한 모습을 나타낸다. 이는 CLC 혼합액을 배향시켰을 때 보다 좋은 광학 활성이 나타난다고 평가할 수 있다.

### 3.4. BLU 및 액정 패널을 이용한 광학 특성 평가

실제 양산되고 있는 BLU (Back Light Units)의 확산 Plate상에 광학 산필름, CLC 액정필름 및 위상차필름을 차례대로 장착한 후 액정 패널을 이용하여 회전시킬 때 특정 각도에서 나타나는 콜레스테롤 유도체의 광학 특성을 살펴 보았다. Figure 12에서는 BLU 구조에서 액정 패널의 특정 각도에 따른 광학 이미지를 나타내었다. Figure 12에서 위의 이미지는  $\lambda/4$  위상차 필름을 액정 셀에 올린 후 액정 패널을 45도 돌려 가장 진한 색을 나타낼 때의 이미지이고 아래의 이미지는 다시 90도를 돌려 전체적으로 색이 사라질 때의 이미지를 나타낸다. 이는 각도에 따라 광학 특성이 다르게 나타난다고 할 수 있으며, 이를 이용하면 특정 각도에서 특정 파장만 선택적으로 투과하는 편광 필름을 제조하는 분야에 응용될 수 있을 뿐만 아니라, 가시광의 전 영역에서 선택적 반사 특성을 좀 더 최적화하고 백색광의 투과특성을 제어

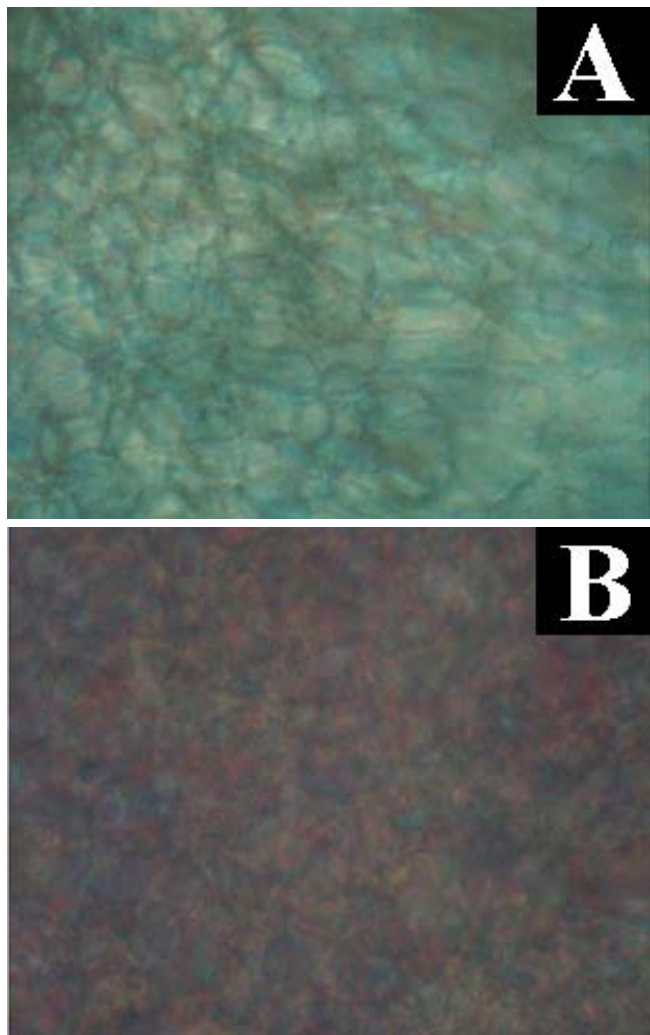


Figure 10. Polarizing images of non-oriented valeric acid cholesteryl ether cell ; low concentrated sample (A) and high concentrated sample (B).

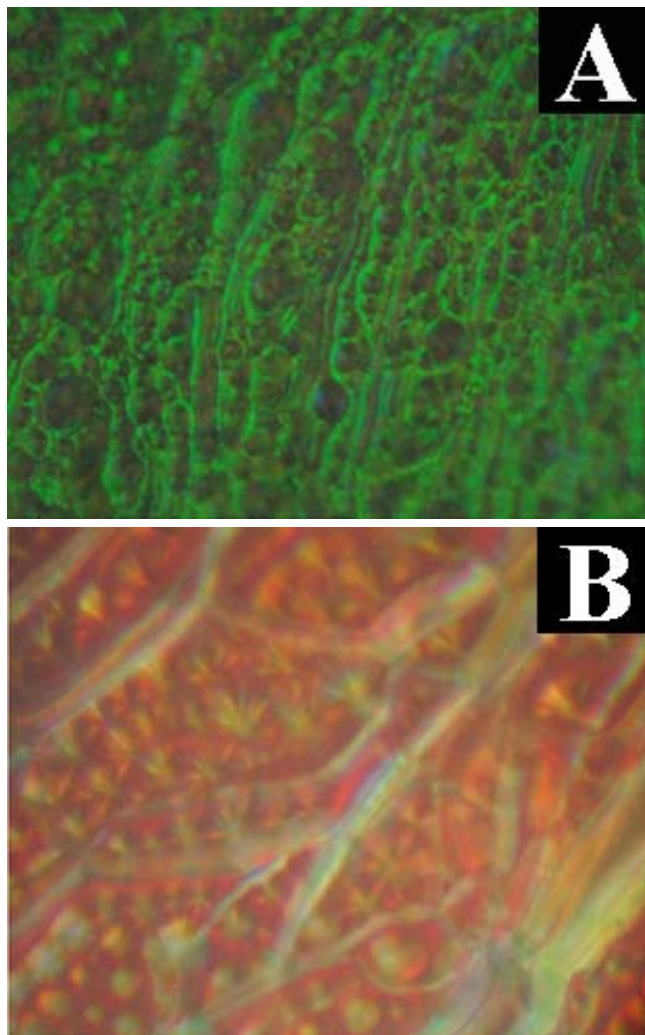


Figure 11. Polarizing images of oriented valeric acid cholesteryl ether cell ; low concentrated sample (A) and high concentrated sample (B).

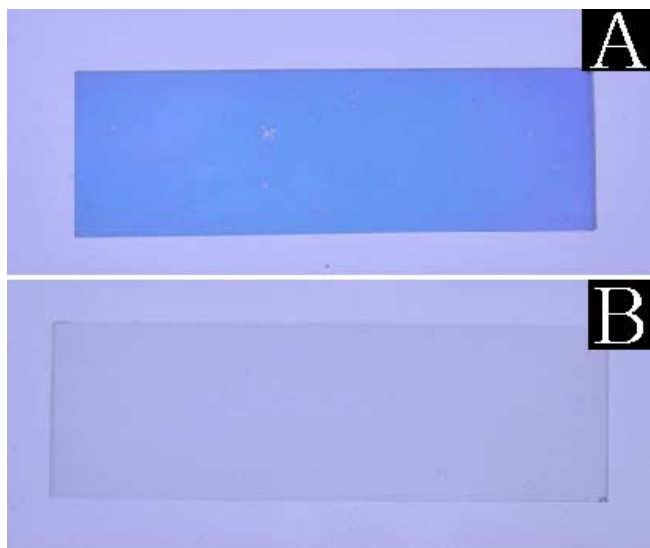


Figure 12. Real images of valeric acid derivative cell on BLU panel through a polarizer ; reflection image (A) and Transmission image (B).

Table 1. Comparison of Brightness for CLC Films (ZLI-2293 was Used as a Nematic Crystal Liquid)

Entry	Type of Film	Determined value of brightness
1	BLU itself (without film)	2420 cd/m <sup>2</sup>
2	Commercial low-grade Polarizing film	834 cd/m <sup>2</sup>
3	Commercial high-grade Polarizing film	1080 cd/m <sup>2</sup>
4	37 wt% C <sub>4</sub> -ChLC	1810 cd/m <sup>2</sup>
5	42 wt% C <sub>4</sub> -ChLC	1910 cd/m <sup>2</sup>
6	47 wt% C <sub>4</sub> -ChLC	1780 cd/m <sup>2</sup>
7	37 wt% C <sub>4</sub> -ChLC + 47 wt% C <sub>4</sub> -ChLC	1950 cd/m <sup>2</sup>

한다면, 액정 패널의 선편광필름에 의해 소멸되는 광을 재생시킴으로써 액정 패널의 화면의 밝기 즉 휘도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다. 또한 실제적인 광학 필름의 성능을 알아보기 위해서 LCD BLU 위에 여러 종류의 ChLC 필름을 겹친 다음, TOPCOM사의 Luminance color analyzer BM7를 이용하여 통과하는 빛의 휘도를 측정하였다. Table 1의 결과에는 현재 사용되고 있는 편광판과 여러 가지 종류의 합성 필름을 비교하여 측정된 휘도값을 나타내었다. PET 필름을 이용하여 다양한 농도의 ChLC를 코팅한 필름이 현재 상용화되어 이용되고 있는 필름보다 우수한 휘도 값을 나타내었다.

#### 4. 결 론

이상의 결과를 요약하면 다음과 같다. 본 연구에서는 특정 파장에서 광학적 성질을 갖는 콜레스테릭 액정 도펀트를 합성 하였으며, 이를 상용 네마틱 액체인 ZLI-2293 또는 E48과 여러 성분비율로 혼합하여 특성화된 액정 혼합액을 제조하였다. UV/VIS 스펙트럼을 측정하여 혼합 비율별, 사용한 네마틱 액정 종류별로 특정 파장 영역대에서 향상된 광학 활성을 관찰하고, 편광 현미경을 이용하여 배향된 이미지와 배향되지 않은 이미지의 차이를 조사하였다. 합성된 콜레스테릭 액정 도펀트는 상용 네마틱 액정과 혼합하여 모듈화하였을 때, 특정 파장 영역의 빛을 통과시킴과 동시에 편광능력을 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 이는 기존의 요소로부터 제조되는 편광판에 비해 빛의 투과손실없이 휘도를 향상시키면서 편광발휘시킬 수 있는 우수한 LCD용 광학필름으로서의 활용 가능성을 나타낸다. 하지만 넓은 가시광 영역대에서 광학활성을 나타내기 위해서는 적층을 해야 된다는 점과 대형화 제조시 문제점 등을 더 연구되어야 할 필요가 있다. 또한 CLC 물질 자체가 가지고 있는 문제점으로 유리판에서는 잘 발현되는 편광능력이 PET 필름 코팅시에 약간 저하된다는 문제를 보이고 있다. 이런 문제를 더 보완하면 차세대 편광판으로서의 응용가능성을 충분히

가지고 있다고 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지정 인하대학교 열플라즈마환경기술연구센터의 2008년도 지원에 의한 것입니다

#### 참 고 문 헌

1. 김재훈, 전자부품, 테크월드, **7**, 66 (2006).
2. 최이준, 진정일 저, 액정고분자, 문운당 (2001).
3. S. Pieraccini, A. Ferrarini, G. Gottarelli, S. Lena, S. Masiero, and G. P. Spada, *J. Org. Chem.*, **70**, 8009 (2005).
4. S. D. Jacobs, K. A. Cerqua, K. L. Marshall, M. J. Guardalben, and K. J. Skerrett, *J. Opt. Soc. Am. B*, **5**, 1962 (1988).
5. Y. J. Wang, M. Pei, P. Peng, and G. O. Carlisle, *J Mater Sci: Mater Electron*, **17**, 385 (2006).
6. K. R. Patent No.10-1998-0708060, (1998).
7. J. H. Liu and P. C. Yang, *Polymer*, **47**, 4925 (2006).
8. Y. G. Jia, B. Y. Zhang, Q. J. Sun, and H. X. Chang, *Colloid Polym. Sci.*, **282**, 1077 (2004).
9. J. S. Hu, B. Y. Zhang, W. Pan, Y. H. Li, and S. C. Ren, *J. Appl. Polm. Sci.*, **99**, 2330 (2006).
10. J. H. Liu, P. C. Yang, Y. K. Wang, and C. C. Wang, *Liquid Crystal*, **33**, 237 (2006).
11. A. H. Hartwig, T. K. Mahato, T. Kaese, and D. Wohrle, *Macromol. Chem. Phys.*, **206**, 1718 (2005).
12. J. H. Liu and P. C. Yang, *Liquid Crystals*, **32**, 539 (2005).
13. M. Mitov and N. Dessaud, *Nature Materials*, **5**, 361 (2006).
14. T. Tixier, M. H. Butler, and E. M. Terentjev, *Langmuir*, **22**, 2365 (2006).