

論文96-33A-12-14

# 반사형 칼라 STN-LCD 패널의 설계 및 제작

## (Design and Fabrication of a Reflective Multicolor STN-LCD Panel)

姜奇炯\*, 文晶玫\*, 尹台焘\*, 金在昌\*, 南基坤\*, 李琦東\*\*, 李応相\*\*

(Ki Hyung Kang, Jeong Min Moon, Tae-Hoon Yoon, Jae Chang Kim, Ki Gon Nam, Gi-Dong Lee, and Eung-Sang Lee)

### 요 약

STN 액정의 파장지연값이 감소함에 따라 색도좌표상에 발생하는 궤적의 면적과 밝기를 파라메타로 하여 무채색, 적색, 녹색, 청색을 표시하는 반사형 칼라 STN 액정표시소자의 광학적 조건을 결정하였다. 설계된 조건으로 제작된 테스트 셀의 특성은 설계치와 잘 일치하였다. 320×240 패널을 제작하고 펄스폭 변조방식의 구동회로를 설계·제작하여 모듈을 완성하였다.

### Abstract

Optical conditions of a reflective multicolor STN-LCD based on the electrical control of birefringence are analyzed on the CIE chromaticity diagram. The luminance and the area of the locus on the CIE chromaticity diagram are the two factors to be considered in the design of an LC cell to display white, red, green, and blue. The characteristics of a test cell agrees well with numerical simulation. A completed 320×240 module is addressed by a designed PWM driving circuit.

### I. 서 론

액정 표시소자(Liquid Crystal Display)는 소비전력이 적으며, 경박단소한 장점으로 인해 1973년에 TN(Twisted Nematic)형 액정 표시소자가 전자계산기와 손목시계에 채용된 이래 현대에 이르러 여러 측정장비, 개인용 컴퓨터, 무선 호출기와 휴대폰 같은 통신장비에까지 그 응용 범위가 확대되고 있다. 특히 액정 표시소자는 부피가 작고 소비전력이 적어야 하는 각종 휴대용 기기에 가장 적합한 표시소자이다.

다양해지는 소비자의 요구를 만족시키기 위해서는 액정 표시소자의 칼라화가 요구된다. 현재 개인용 컴퓨터에 사용되는 칼라 액정 표시소자는 칼라필터를 사용하고 있어, 칼라필터에서 많은 빛이 흡수되어 투과율이 낮아지므로 상당히 밝은 배면 조명을 사용해야 한다.<sup>1)</sup> 배면 조명은 전력소모가 크므로, 기기의 사용시간이 단축되고 배터리의 무게와 부피가 커진다. 이에 비해 복굴절을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자는 배면조명을 사용하지 않고 칼라를 표시할 수 있으므로 휴대용 기기 등의 흑/백 표시소자의 칼라화를 실현할 수 있다.<sup>1),13)</sup>

\* 正會員, 釜山大學校 電子工學科

(Department of Elec. Eng., Pusan Nat'l Univ.)

\*\* 正會員, 三星電館(株)

(Samsung Display Devices)

接受日字: 1996年5月6日, 수정완료일: 1996年11月30日

복굴절을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자는 앞뒤 편광판, 복굴절 필름, 반사판으로 구성되며, 빛이 복굴절 매질을 통과할 때 발생하는 파장에 따른 복굴절차를 이용한다.<sup>14)</sup> 빛은 복굴절에 따라 편광상태가 달

라지므로, 편광판을 투과한 후에는 파장에 따라 투과율이 달라진다. 복굴절 현상을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자는 구조가 간단하므로 제작이 쉽고, 자연광 또는 실내광을 이용한 반사형이므로 눈부심이 적어 눈의 피로를 덜어준다. 그러나, 복굴절을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자는 복굴절에 따라 칼라가 선택되므로 칼라의 계조 표시가 불가능하고 시야각에 따라 칼라가 변하는 단점이 있다.<sup>15)</sup> 그러나 많은 칼라표시가 필요하지 않고 저전력이 요구되는 무선 호출기, 휴대용 전화기, 무전기, PDA 등의 통신장비에 응용될 것으로 예상되며, 이를 구현하기 위해서는 동작원리의 이해와 각 편광판, 복굴절 필름, 액정 상호간의 각도와 복굴절 필름과 액정의 위상차를 최적화하는 노력이 필요하다.

본 연구에서는 무채색, 적색, 녹색, 청색을 표시하는 복굴절을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자의 광학조건을 찾는 방법으로 CIE 색도좌표를 이용하는 방법을 제안하였다. 두 개의 편광판, 복굴절 필름, STN 액정 셀을 사용한 구조에서 복굴절 필름과 액정의 위상차, 각 구성요소간의 각을 조정하고, 표시색을 색도좌표에 표시하여 무채색과 청·녹·적색을 내기 위한 최적의 조건을 구한다.

## II. 액정 표시소자 패널의 설계

본 연구에서는 전압을 가하지 않을 때 무채색을 내고 전압을 인가함에 따라 청·녹·적색의 삼색을 내는 셀의 광학적 조건을 찾는다. 액정셀의 칼라특성을 시물레이션하는 방법은 여러가지가 있을 수 있다. 인가한 전압에 따른 스펙트럼의 변화를 조사하는 방법과 청·녹·적색 빛의 투과특성을 조사하는 방법을 생각할 수 있다. 그러나 사람이 색을 느끼는 감도가 가시광선 영역에 걸쳐 불균일하므로, 스펙트럼이나 삼색에 대한 투과율을 조사하는 것으로는 셀이 표시하는 색을 정확히 나타낼 수 없다. 또한 반사형 칼라 액정 표시소자는 독자적인 광원이 없으므로 같은 스펙트럼 특성을 갖더라도 주변 광원에 따라 색이 조금씩 달라보인다. 그러므로 광원에 대한 색의 차이도 고려해야 한다.

이러한 단점을 보완하는 방법으로 색도좌표를 이용하는 방법을 생각할 수 있다.<sup>16)</sup> 색도좌표는 전 가시광선 영역의 파장에 대한 투과특성과 사용되는 광원의 종류, 색에 대한 사람 눈의 심리적 감도 등을 고려하여 CIE(Commission International de l'Éclairage)에서

정한 표색방법이다.<sup>17)</sup> 색도좌표는 색을 좌표상에 표시하므로 색의 차이를 정량적으로 표시한다. 또한 광원의 영향뿐만 아니라 눈의 민감도까지 고려하고 있어 색을 기술하는 방법으로 많이 이용되고 있다. 1931년에 CIE에서 정한 색도좌표가 많이 사용되지만, 이 좌표계는 백색좌표에서 각 색좌표의 거리, 즉 채도가 일정하지 않다. 1976년에 이러한 점을 보완한 UCS(Uniform Chromaticity Scale) 좌표계가 발표된 이후, 색의 차이를 규정하는데는 UCS 색도좌표가 사용된다. 본 논문에서는 UCS 색도좌표를 사용하여 복굴절을 이용한 반사형 칼라 액정 표시소자에서 무채색과 청·녹·적색을 표시하는 조건을 결정하였다. 액정에 전압이 인가되면, 액정의 광학적 위상지연이 감소하여 표시색이 변한다. 표시색의 순도가 좋은 셀의 광학적 조건은 색의 변화로 색도좌표상에 발생하는 궤적의 면적과 전체 밝기를 계산하여 결정된다.

### 1. 색도좌표 궤적의 면적과 밝기 계산

반사형 칼라 STN 액정 표시소자는 그림 1과 같이 편광판 1, 2, 복굴절 필름, STN 액정, 반사판으로 구성되어 있다. 반사형은 같은 구조의 투과형을 두 번 투과하는 것과 같다. 그러므로 투과율에서는 차이가 있지만 최적의 조건은 같으므로 계산시간을 줄이기 위해 그림 1에서 반사판을 제거한 투과형으로 계산한다. 액정과 복굴절 필름은 색분산이 존재하므로 계산에서 이들의 색분산을 고려하였다. 투과율은 편광판 1을 통과한 빛을 100%로 가정하였다. 투과율은 존스행렬을 사용하여 구하였다.<sup>18),19)</sup>

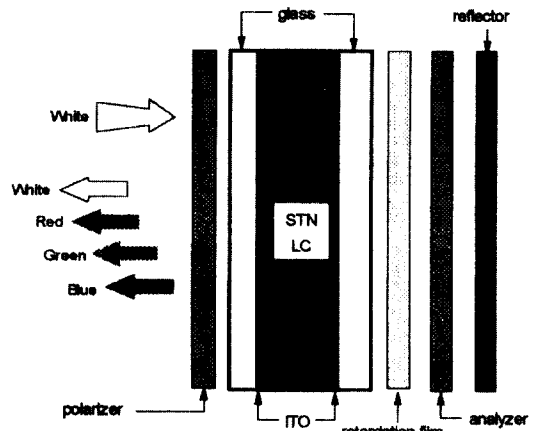


그림 1. 반사형 칼라 STN-LCD의 구성  
Fig. 1. The configuration of the reflective multicolor STN-LCD.

편광판 1, 복굴절 필름, 편광판 2를 액정의 배향방향에 대해 각도를 변화시키면서 원하는 칼라를 내는 조건을 찾아야 한다. 셀의 칼라 특성이 각도에 민감하지 않으므로 계산시간을 줄이기 위해 15° 단위로 돌려가면서 조건을 조사하고 선택된 조건들에 대해 각을 조정한다. 각 파장에 대한 투과율은 존스행렬을 이용하여 계산하고 표준광의 에너지 분포를 곱하여 색도좌표를 구한다. 액정과 복굴절 필름의 광학적 위상 지연

$$\Gamma = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta n d \quad (1)$$

이며, 여기서  $\lambda$ 는 입사광의 파장,  $\Delta n$ 은 굴절율차,  $d$ 는 셀 또는 복굴절 필름의 두께이다.  $\Delta n d$ 는 위상지연이며, 복굴절을 결정한다.

인가전압에 의해 액정의 위상지연값이 줄어들면 복굴절의 변화로 셀의 표시색이 변한다. 또한, 색도좌표에서는 색도좌표의 변화로 궤적이 발생한다. 색도좌표에서 백색광원은 중심에 위치하며 광원의 좌표에서 멀리 떨어져 색도좌표의 외곽으로 갈수록 단색광에 가까워진다. 광원과 색도좌표 궤적에 의해 발생하는 면적은 전체적인 색의 순도(purity)를 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 그러므로 색도좌표에서 큰 면적의 궤적을 그리는 조건을 구하면 색순도가 좋은 셀의 특성을 얻을 수 있다.

그러나, 순도가 높을수록 다른 파장의 빛은 차단하는 조건이 되므로 상대적으로 전체 밝기는 떨어진다. 그러므로 밝은 색을 표현하는 조건을 찾기 위해 밝기요소  $Y$ 를 구한다. 밝기 요소의 총합  $Y_{sum}$ 은 액정의 위상지연값 변화에 따른 밝기 요소  $Y_i$ 의 값을 합한 값이다.  $Y_{sum}$  값이 크면 클수록 셀은 밝은 표시특성을 보인다. 따라서 액정의 위상지연값의 변화에 따른 색도좌표 궤적의 면적과  $Y_{sum}$ 을 선택 조건으로 하여 가장 좋은 조건을 찾는다.

색도좌표 궤적의 면적은 그림 2와 같이 각 좌표점과 중심점을 연결한 삼각형의 면적을 더하는 방법을 사용하여 구한다. 궤적의 면적을 계산하는데 있어서, 중심점의 선택이 중요하다. 중심점으로 색도좌표의 중심점을 생각할 수 있다. 그러나 색도좌표의 중심점을 사용하여 궤적의 면적을 계산하면, 궤적이 중심점을 벗어난 경우 실제 면적은 크지 않지만 계산된 면적은 크다. 이러한 오류를 범하지 않기 위해, 주어진 색도좌표 궤적에서 식 (2)와 같이 평균 좌표를 계산하여 중심점으로 정한다. 평균 좌표  $x_{CP}$ ,  $y_{CP}$  그리고  $Y_{sum}$ 은 다음과 같

이 구한다.

$$\begin{aligned} x_{CP} &= \frac{init.nd - final.nd}{step.nd} \sum_{i=init.nd}^{final.nd} x_i \\ y_{CP} &= \frac{init.nd - final.nd}{step.nd} \sum_{i=init.nd}^{final.nd} y_i \\ Y_{sum} &= \sum_{i=init.nd}^{final.nd} Y_i \end{aligned} \quad (2)$$

여기서  $init.nd$ 와  $final.nd$ 는 각각 액정의 초기 위상지연값과 마지막 위상지연값이다.  $step.nd$ 는 액정의 위상지연값 감소 간격을 나타내며,  $x_i$ ,  $y_i$ 는  $i$ 스텝에서의 색도좌표이다.

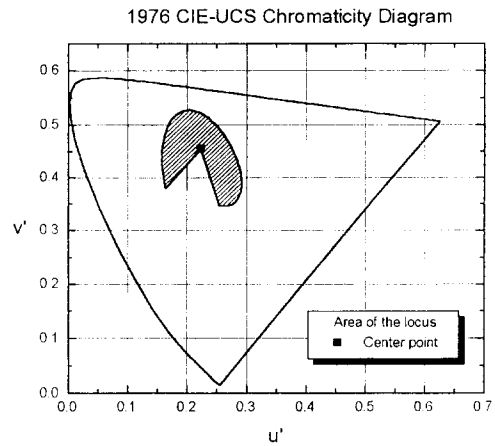


그림 2. 색도좌표 궤적의 면적 계산  
Fig. 2. The area of the locus on the UCS chromaticity diagram.

2. 최적의 광학조건

복굴절 필름은 위상지연값이 450, 550 nm인 두 가지 필름을 사용하였고, 액정의 위상지연값은 1650 nm에서 700 nm까지 10 nm단위로 감소시켜가며 계산하였다. 사용한 광원은 CIE의 표준광원 C이다. 액정분자가 서게 되는 임계전압 이상에서보다 임계전압 이하에서 액정의 안정도가 크므로 초기에 무채색을 표시하는 것이 좋다. 특히 배경으로 사용되는 무채색은 밝기가 중요하므로 밝은 무채색에서 출발하여 전압에 따라 적, 녹, 청색을 내는 액정셀의 조건을 찾는다.

색도좌표에서의 궤적 면적이 40이상이고,  $Y_{sum}$ 이 4500이상인 조건들을 찾아 표 I에 나타내었다. 8가지의 조건이 선택되었으며, 색이 표시되는 액정의 위상지연 범위를 표시하였다. 표 I에 대한 색도좌표를 그림 3, 4에 나타내었다. # 1-4는 450 nm의 복굴절 필름을 사용하였을 때이며, # 5-8은 550 nm의 복굴절 필름을

사용하였을 때이다.

두 복굴절 필름을 사용한 조건을 비교하면, 색이 표시되는 액정의 위상지연은 복굴절 필름의 위상지연값이 450 nm일 때 더 작다. 액정의 위상지연값들이 큰 조건에서는 복굴절 효과가 크므로 시야각이 작아지며, 인가전압에 대한 색의 변화가 크기 때문에 큰 패널에서는 색이 균일하게 표현되지 않을 수 있다. 따라서 시야각에 따른 색의 변화가 작으려면, 액정의 위상지연값이 작은 조건에서 색이 표시되는 것이 좋다. 그러므로 450 nm의 복굴절 필름을 사용한 조건을 선택한다.

표 1의 # 4 조건은 무채색과 모든 칼라를 보이는 데 필요한 액정의 위상지연값 변폭이 작으므로 셀 구동 전압 변폭을 좁게 할 수 있고, 밝기와 색순도가 큰 표시조건이다. 따라서 이 조건을 최적의 조건으로 선택하였다.

표 1. 반사형 칼라 STN 액정 표시소자의 조건

Table 1. The conditions of a reflective color STN-LCD.

$\lambda$ nd (nm)	#	Area of the locus	$Y_{sum}$ (arb.)	Retardation of LC(nm)
450	1	41.197975	4601	1400-860
	2	49.457851	4813	1420-900
	3	42.120331	4817	1450-940
	4	48.700268	4981	1450-920
550	5	40.327076	5282	1520-1030
	6	49.822346	4532	1500-990
	7	44.708050	5318	1530-1030
	8	47.026894	5349	1550-1040

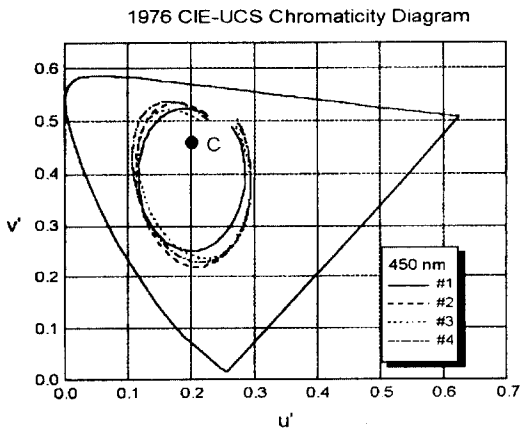


그림 3. 450 nm의 복굴절 필름을 사용한 조건의 색도 좌표

Fig. 3. The UCS chromaticity diagram of the cell with the retardation film of 450 nm.

1976 CIE-UCS Chromaticity Diagram

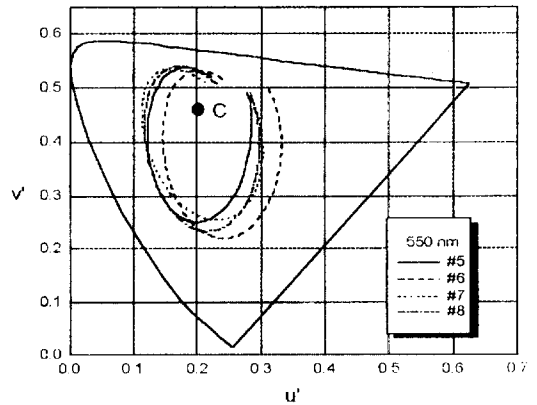


그림 4. 550 nm의 복굴절 필름을 사용한 조건의 색도 좌표

Fig. 4. The UCS chromaticity diagram of the cell with the retardation film of 550 nm.

### III. 액정 표시소자 패널 제작 및 특성

#### 1. 테스트 셀의 특성

액정의 초기 위상지연값이 1450 nm의 위상지연값이 되도록 테스트 셀을 제작한 후 그림 3과 같이 구성하여 스펙트럼을 측정하고 색도좌표를 구하였다. 제작된 테스트 셀을 고정대에 고정시키고, 파형 발생기로 80 Hz의 구형파 전압을 인가한다. 두 장의 편광판과 복굴절 필름은 rotation stage에 붙여 회전이 가능하도록 하였다. 광원에서 나온 빛은 편광판 1과 복굴절 필름을 통과한 다음, 테스트 셀을 지나게 된다. 편광판 2를 통과한 빛은 분광기의 광검출기에 입력되어 셀의 스펙트럼 투과특성과 이에 대한 색도좌표가 계산된다. 정확한 자료를 얻으려면 반사형으로 측정하여야 하지만 반사형에서는 앞면의 편광판과 복굴절 필름에서의 표면 반사광이 함께 측정되므로, 측정된 결과로부터 이러한 성분을 제거해야 한다. 반면, 투과형은 간단히 측정 가능하며, 반사형은 투과형을 두 번 거친 것과 같은 효과를 가지므로 투과형으로 간략화할 수 있다. 그러므로 시뮬레이션 및 실험은 측정이 간편한 투과형으로 수행하여 시뮬레이션과 실험치를 비교하였다.

그림 5에 표 I # 4 조건에서 계산된 스펙트럼과 측정된 결과를 비교하였다. 계산된 스펙트럼은 가시광선 영역에 걸쳐 거의 0에서 100 %의 큰 폭으로 변화하여 색순도가 좋은 칼라특성을 보이므로 아주 밝은 배경화면을 표시할 것으로 생각된다. 초기 상태에서 셀은 440

nm와 580 nm의 파장에서 최대투과율을 가지며 무채색을 표시한다.

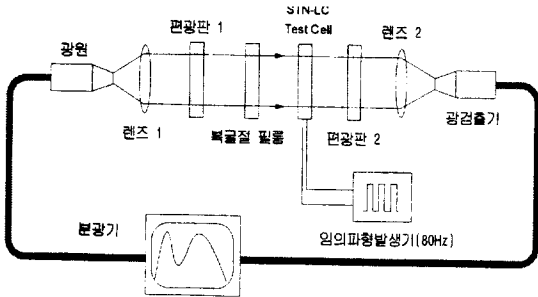
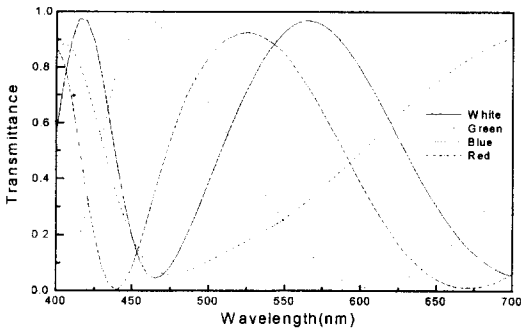
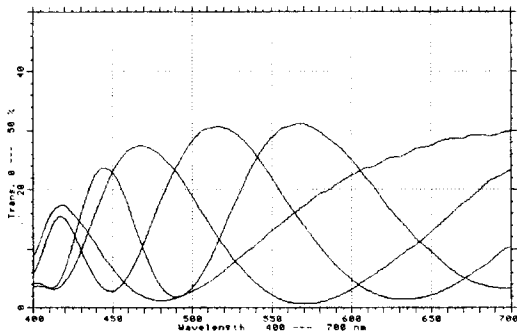


그림 5. 투과 특성 실험 구성도  
Fig. 5. Set-up for measuring the transmittance of a cell.



(a)



(b)

그림 6. 표 1의 # 4 조건에 대한 스펙트럼: (a) 계산 결과, (b) 측정결과  
Fig. 6. (a) calculated and (b) measured spectral transmittance of # 4 in table I.

셀에 전압을 인가하면 액정의 위상지연값이 감소하여 액정의 광학적 위상지연이 감소한다. 광학적 위상지연은 파장에 반비례하므로 액정의 위상지연 감소에 따른 스펙트럼 곡선은 단파장쪽으로 이동하게 된다. 스펙

트럼이 단파장쪽으로 이동함에 따라 최대 투과율의 파장이 단파장쪽으로 이동하므로, 초기 580 nm에서의 최대 투과율은 녹색, 청색, 다시 적색의 순으로 이동한다.

이론치와 측정결과를 비교하면 측정된 스펙트럼의 투과율이 낮다. 이것은 편광판 1을 통과한 빛을 100으로 가정한 계산과 달리, 실제 측정에서는 편광판 1을 투과하기 전의 값을 기준하여 측정하므로 계산치에 비해 1/2만큼 작게 측정된다. 또한 계산에서는 각 광학성분들의 반사를 무시했지만 실제 측정에서는 반사가 존재하므로 투과율이 낮게 측정되었다. 투과율은 계산치와 측정치가 서로 약간의 차이를 보이지만 최대투과율의 파장과 액정의 파장지연값의 감소에 따른 스펙트럼 곡선은 서로 잘 일치한다.

표 1의 # 4 조건에 대한 UCS 색도좌표 시뮬레이션 결과와 실제 측정결과를 그림 6에서 비교하였다. 측정된 테스트 셀의 색도좌표는 시뮬레이션 결과와 잘 일치한다. 색도좌표 역시 스펙트럼에서와 같이 청색이 이론에서 예상한 것 보다는 색순도가 낮게 측정되었다. 색도좌표에 표시한 셀의 표시색은 계산된 결과와 잘 일치하며 무채색에서 출발하여 녹색, 청색, 적색을 표시한다.

1976 CIE-UCS Chromaticity Diagram

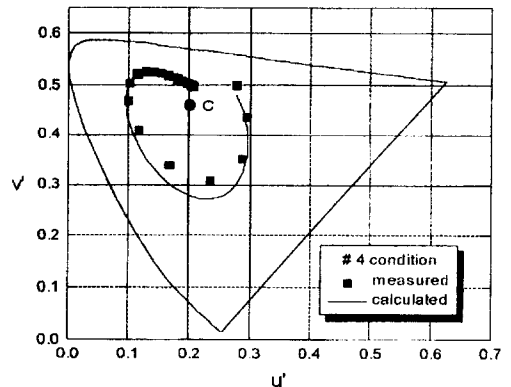


그림 7. 표 1의 #4 조건에 대한 UCS 색도좌표 시뮬레이션 결과와 측정결과  
Fig. 7. The UCS chromaticity diagram of # 4 in table 1.

2. 320×240 모듈 제작

320×240의 패널을 제작하여 PWM 방식으로 설계·제작된 제어기와 연결하여 모듈을 완성하였다. 표시색은 구동회로의 전압 가변폭에 의해 제한되므로, 액정

의 급준성(steeptness)이 나쁘면 무채색에서 적색까지 구동되지 않는다. 액정의 급준성이 너무 좋으면 표시색이 불안정할 수 있으므로 급준성이 서로 다른 액정을 혼합하여 구동전압에 맞게 급준성을 조정해야 한다. 일반적인 편광판은 청색에서 편광율이 좋지 않으므로 청색을 완전히 차단하지 못한다. 편광율이 낮은 편광판을 사용하면 적색이 표시될 때 청색이 완전히 차단되지 않아 자색을 띠게 되므로 적색을 개선하기 위해선 편광율이 높은 편광판을 사용해야 한다.

또한 상대적으로 낮은 전압에서 구동되는 녹색에서는 크로스 토크(cross talk)가 많이 발생하였다. 반사형 칼라 STN-액정 표시소자는 인가하는 작은 전압의 변화에 대해 칼라가 변화하므로 셀 전체에 균일한 전압이 인가되어야 한다. 그러므로 면저항이 작은 10Ω/□의 투명전극을 사용하여 패널을 제작하였다.

제작된 패널의 색도좌표를 반사형으로 측정하였다. 반사형에서는 패널 표면에 의한 반사광이 함께 측정되므로 먼저 반사광을 측정한 후 측정 스펙트럼에서 반사광을 감산하여 색도좌표로 표시하였다. 반사형으로 측정된 색도좌표를 그림 7에 나타내었다. 반사형 색도좌표는 투과형보다 색순도가 높다.

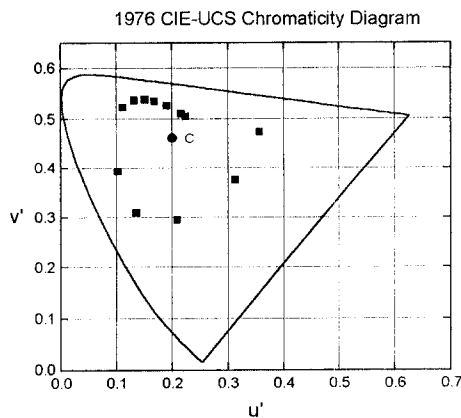


그림 8. 반사형 패널의 UCS 색도좌표  
Fig. 8. The UCS chromaticity diagram of the reflection type panel.

#### IV. 결론

복굴절에 의한 반사형 칼라 STN-액정 표시소자의 광학조건을 결정하기 위한 방법으로 색도좌표를 이용하였다. 색도좌표상에 발생한 궤적의 면적과 밝기를 구하

여 반사형 칼라 STN-액정 표시소자의 광학 조건을 쉽게 결정할 수 있었다. 정상상태에서 무채색을 표시하며 인가전압에 따라 녹색, 청색, 적색을 표시하는 조건을 선택하여 테스트 셀을 제작하고, 측정된 색도좌표 특성이 계산된 결과와 잘 일치함을 확인하였다. 또한, PWM 방식의 구동회로를 설계·제작하여 320×240 패널을 완성하였다.

※ 본 연구는 삼성전관(주)의 지원으로 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소를 통하여 수행한 과제임.

#### 참고 문헌

- [1] 由山, 電子材料, no. 88, p. 32, 1988.
- [2] 西野 利晴, 佐藤 彰, “反射形カラ-液晶パネルを開發 低消費電力化のブレイクスルーに 複屈折性を利用しマルチカラ-表示を實用化,” *Nikkei Microdevices*, no. 1, pp. 99-103, 1994.
- [3] Akira Sato, “Reflection Formats for Color LCDs Solve Power-Consumption Problems,” *Display Devices '94*, pp. 18-21, Fall, 1994.
- [4] 李應相, 李昌勳, 朴鎮宇, 山崎恒夫, 尹台焄, 金在昌, “反射型カラ-STNにおける最適光學設計の檢討,” 第21回 液晶討論會 講演集, pp. 312-313, Sept. 1995, 日本.
- [5] 이승수, “STN 액정 표시소자의 기술과 전망,” 대한전자공학회지, 제22권, 제3호, p. 88, 1995년 3월
- [6] K. H. Kang, J. M. Moon, J. C. Kim, T. H. Yoon, K. G. Nam, E. S. Lee, G. D. Lee, and J. W. Park, “Design of a Reflection Type Color STN-LCD on the CIE Chromaticity Diagram”, 3rd Asian SID Digest, pp. 46-49, 1995.
- [7] F. W. Billmeyer, Jr. and M. Saltzman, *Principles of Color Technology*, John Wiley & Sons, pp. 34-66, 1981.
- [8] F. L. Pedrotti and L. S. Pedrotti, *Introduction to Optics*, Prentice-Hall, pp. 280-297, 1993.
- [9] A. Yariv and P. Yeh, *Optical Waves in Crystals*, John Wiley & Sons, pp. 121-154, 1984.

## 저 자 소 개

姜 奇 炯(正會員) 第 33卷 A編 第 8號 參照  
현재 부산대학교 전자공학과 박사  
과정



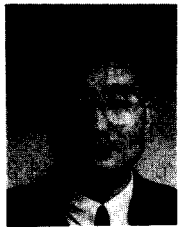
文 晶 玟(正會員)  
1972년 1월 1일생. 1994년 2월 부  
산대학교 전자공학과 졸업(공학사).  
1996년 2월 부산대학교 대학원 졸  
업(공학석사). 현재 LG 전자 LCD  
연구소 근무. 주요관심분야는 LCD,  
광전자공학임

尹 台 焘(正會員) 第 33卷 A編 第 8號 參照  
현재 부산대학교 전자공학과 부교수, 컴퓨터 및 정보통신  
연구소 연구원

金 在 昌(正會員) 第 33卷 A編 第 8號 參照  
현재 부산대학교 전자공학과 교수, 컴퓨터 및 정보통신  
연구소 연구원

南 基 坤(正會員) 第 33卷 B編 第 9號 參照  
현재 부산대학교 전자공학과 부교  
수, 컴퓨터 및 정보통신연구소 연  
구원

李 埼 東(正會員)  
1966년 11월 9일생. 1989. 2. 부산대학교 전자공학과  
졸업(공학사). 1991. 2. 부산대학교 대학원 졸업(공학석  
사). 1991. 2. 삼성전관 입사. 1996. 11. 현재 삼성전관  
평판사업본부 개발팀 연구원. 주요관심 분야는 Flat  
Panel Display, 광전자 재료임



李 應 相(正會員)  
1964년 2월 5일생. 1985. 3. 연세대  
학교 의용전자과 졸업(학사). 1987.  
8. 연세대학교 산업대학원 전기공학  
과 졸업(석사). 1994. 3. 동북대학  
전자공학과 졸업(박사). 1985년 삼  
성전관 종합연구소 근무. 현재 삼성  
전관 평판사업본부 개발팀 수석연구원. 주요관심분야는  
Flat Panel Display, 액정 배향 및 물성, 광전자임