

EWS급 Poly-Si TFT-LCD의 구동 시스템 설계

학생회원 **곽노윤****, 정회원 **권병헌***, **김재선*****, **황병원****

Driving System Design for Poly-Si TFT LCD of EWS

No-Yoon Kwak**, Byong-Heon Kwon*, Jae-Sun Kim***, Byong-Won Hwang**

Regular Members

요 약

본 논문에서는 EWS급 Poly-Si TFT LCD를 구동하기 위한 신호 처리 시스템을 설계하고 이를 구현하였다. 신호 처리 시스템은 타이밍 제어부, 램프 신호 발생부 및 비디오 신호 처리부로 구성된다. 타이밍 제어부에서는 상하반전, 좌우반전, 좌우 이동 및 다중 입력 신호에 대응하는 제어 신호를 발생시키는 기능을 수행한다. 그리고 비디오 신호 처리부에서는 다계조화를 위해서 PROM(Programmable ROM) 및 DAC(Digital to Analog Converter)를 사용하여 톱니파 형태의 신호를 발생하며 TFT-LCD의 비선형성 특성을 보상하기 위하여 감마 보정이 가능하도록 구동 시스템을 설계하였으며 마지막으로 설계된 신호 처리 시스템에 대한 실험 결과 및 응용 분야에 대하여 논하였다.

ABSTRACT

In this paper we have designed the signal processing system for driving the Poly-Si TFT LCD of EWS. The signal processing system consist of timing controller, ramp signal generator and video signal processing system. Timing controller includes the top-down inversion, left right inversion, left-right shifting and control signal generator according to multi-source signal. The video signal processing system generates sawtooth-shaped waveform by using PROM and DAC for multi-gray scales and implements gamma correction function for compensating the TFT-LCD nonlinear characteristic of the TFT-LCD. Finally we have discussed the experiment results and its application according to the designed TFT-LCD driving system.

1. 서 론

지금까지의 정보 디스플레이 시스템은 CRT를 중심으로 구성되어 왔으나, 정보화 사회의 발전과 함께 인간이 접할 수 있는 정보의 양이 방대해지고 종류도 다양해짐에 따라 정보매체의 통합개념으로서 멀티미디어 개념이 대두되고 있다^{1,2)}. 이러한 멀티미디어 시대에 디스플레이가 중요시되는 것은 대부분의 정보전달이 인간의 시각적 기능을 통해서 이루어지며 기기의 사용 환경이 다양화된다는 데 있다. 기존의 CRT를 중심으로 하는 디스플레이 시스

템에 비해 평판 디스플레이 시스템은 저소비전력화, 경량화, 평면성 등에서 장점을 가지고 있다. 평판 디스플레이중에서 CRT에 비교될 만한 표시품질 특성을 가진 TFT-LCD(Thin Film Transistor- Liquid Crystal display)는 정보 디스플레이용으로 문자 표시부터 그래픽 표시 및 현재의 CAD(computer Aided Design)용 디스플레이의 형태로 발전되어 오고 있다^{3,4)}.

현재 평판 디스플레이로서 대표되는 것은 LCD와 PDP(Plasma Display Panel)를 들 수 있다. PDP는 셀 크기가 비교적 크고, 전력 소모도 많지만 자체

* 유한대학 정보통신과

** 한국항공대학교 항공전자공학과

*** 조선이공대학 정보통신과

논문번호 : 99017-0426, 접수일자 : 1999년 4월 26일

발광 소자이며 대면적화가 용이하기 때문에 향후 대화면 정보 디스플레이로서 전망이 밝다고 할 수 있다^[5]. 그리고 LCD는 직시형 및 투사용 디스플레이 시스템에 사용할 수 있으며, 능동 매트릭스(Active Matrix)형으로 만들 경우 화질 및 구동 속도가 우수하며, Poly-Si TFT를 사용할 경우에는 구동 회로부의 일부를 LCD 패널에 집적화할 수가 있

기 때문에 신뢰도를 높일 수 있는 장점이 있다. Poly-Si TFT-LCD는 현재 캠코더의 뷰파인더(view finder)로 상용화 되어 있으며, 일본 업체들은 영상 기기 및 사무용 기기인 프로젝션(Projection) 혹은 프로젝터(Projector)를 위한 라이트 밸브(Light valve)로 많은 시제품들을 선보이고 있다^[6,7]. 국내에서는 STN (Supertwisted Nematic)LCD와 비정질 실리콘

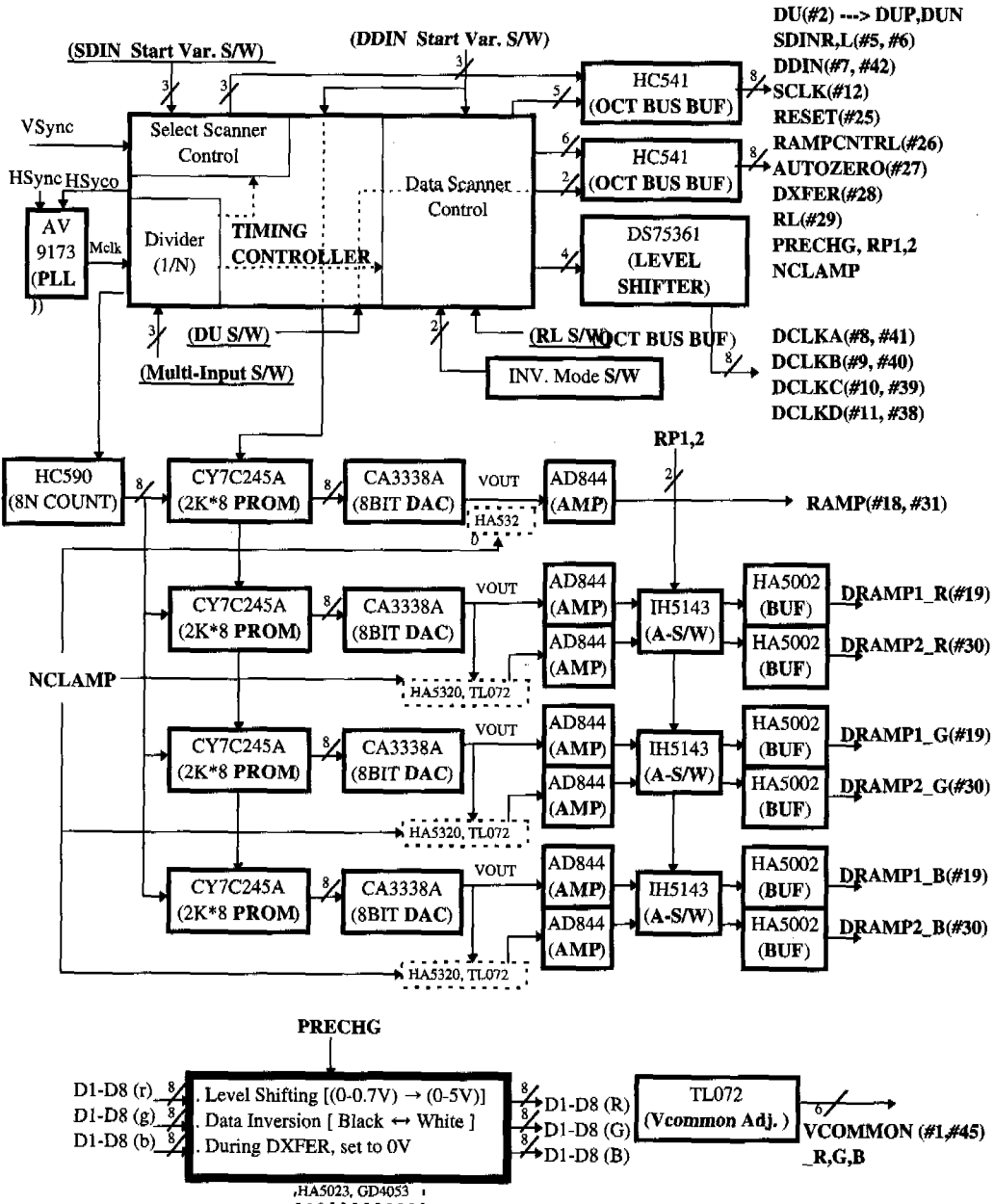


그림 1. EWS TFT-LCD 구동을 위한 신호 처리 시스템의 구성

(Amorphous-Silicon) TFT-LCD에 대한 연구가 끝난 단계에 있으며, 현재에는 Poly-Si TFT-LCD에 대한 연구가 주류를 이루고 있다. Poly-Si TFT-LCD를 이용한 응용 디스플레이 시스템을 구축하기 위해서는 LCD패널 및 시스템 설계 기술 특히 LCD를 구동하기 위한 구동 기술의 확보가 절실하다.

본 논문에서는 고해상도 EWS(Engineering Work-Station)급(1280×1024)의 Poly-Si TFT-LCD를 구동하기 위한 구동 시스템의 설계 및 구현에 대하여 논한다. 본문에서는 구동 시스템의 설계에 대하여 논하였으며 실제 제작된 EWS급 TFT-LCD를 본 연구에서 설계된 구동 시스템으로 동작시킨 결과를 인가 전압과 액정의 투과율 특성을 측정하였다. 마지막으로 결론에서는 본 시스템의 적용 분야에 대하여 제시하였다.

II. EWS급 TFT-LCD구동을 위한 신호 처리 시스템 설계

2.1. 신호 처리 시스템의 구성

EWS급 Poly-Si TFT-LCD 구동에 필요한 파형을 발생시키기 위해서 그림 1과 같이 TFT-LCD 신호 처리 시스템을 구성하였다. 1개의 PLL (Phase Locked Loop) 회로를 사용하여 신호 처리 시스템의 전체 클럭을 동기화하였다. 타이밍 제어부는 외부 PLL IC 및 내부 분주 회로로 구성되는 PLL 회로, PLL회로를 통해서 출력되는 MCLK(Master Clock)을 기준 클럭으로 하여 LCD의 스캔(scan) 및 데이터 구동단에서 필요로 하는 펄스를 제공하는 디지털 제어 신호부로 구성되어 있다. 비디오 신호 처리부에서는 액정이 전압을 인가하지 않을 때 빛을 모두 투과 시키게되므로 normally white mode로 동작되고 인가되는 영상 신호의 전압이 5V 쪽으로 동작되므로 이득이 A배(A> 1)이고, 반전 증폭되는 OP AMP(Operational Amplifier)를 사용하였다. 램프 신호 발생부에서는 액정 전압 투과율 특성 곡선으로부터 감마 보정된 데이터를 PROM 및 DAC를 사용하여 LCD구동 방법에 대응한 톱니파 형태의 신호로 발생한다.

2.2 타이밍 제어부의 설계

램프 신호 발생부와 R, G, B 각 LCD 패널의 게이트 스캐너 및 데이터 스캐너 회로들에 동기된 펄스들을 공급하는 타이밍 제어부의 구성을 그림 2와 같이 나타내었다.

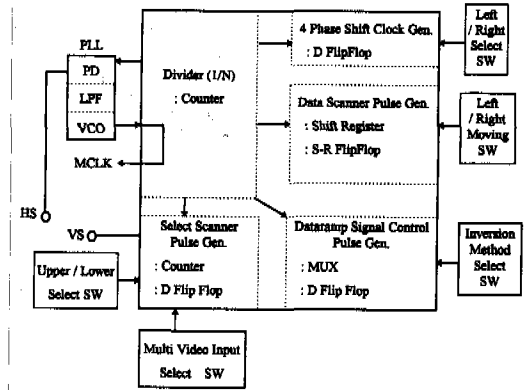


그림 2. EWS TFT-LCD용 타이밍 제어기의 구조

PLL 회로는 일반적으로 사용되는 형태로써 제어부의 외부에 있는 PLL IC(AV9173)와 함께 타이밍 제어부 내부에서는 각각의 신호(EWS1,2, NTSC, VGA2,3, XGA, SVGA)에 대해서 마이콤에서 공급되는 모드를 인식하는 제어 신호에 따라 적절한 분주비가 선택될 수 있도록 분주 회로를 구성하였다. 또한 현재 EWS TFT-LCD는 R, G, B panel 중 B panel은 상하 반전되어야 하며 프로젝터를 천장에 부착할 때에도 R, G, B 각 패널에 공급되는 신호가 상하 반전 되어야 하므로 마이콤의 제어 신호로 상하 반전 선택을 할 수 있도록 하였다.

타이밍 제어부 중 그 외의 블럭들은 LCD의 데이터 스캐너에서 필요한 파형들을 발생시킨다. 첫째, 4상 시프트 클럭 발생기(4 phase shift clock generator) 블럭에서는 위상차가 서로 90°가 되는 4개의 시프트 클럭(shift clock)을 발생시키며 좌우 반전 스위치를 사용하여 시프트 클럭(shift clock)들의 공급되는 순서가 1 2 3 4 또는 4 3 2 1로 서로 바뀌어 지도록 하였다. 이 시프트 클럭(shift clock)들은 제어기 외부의 레벨 시프터(level shifter) 회로를 통해서 동작 전압 범위(dynamic voltage range)가 +5V에서 +20V로 된 후 데이터 스캐너(data scanner)에 공급되게 된다. 둘째, 데이터 스캐너 펄스 발생기(data scanner pulse generator) 블럭에서는 디지털 전압 준위(+5V)로 데이터 스캐너da에 공급되어야 할 pulse들을 발생 시키는데 좌우 화면이 움직일 수 있도록 제어부 외부에 스위치를 부착하였다. 셋째, 데이터 램프 신호 제어용 펄스 발생기(data ramp signal control pulse generator) 블럭에서는 액정에 직류 성분의 전압이 발생되어 불순물 등이 LCD의 어느 한쪽 방향으로만 계속해서 쌓여지는 것을 방지하기 위해서 제어부의 외부에 스위

치를 부착하여 필드 반전(field inversion), 종반전(column inversion), 횡반전(row inversion), 도트 반전(dot inversion) 등 다양한 반전 구동 방식에서 필요로 하는 제어 신호를 선택할 수 있도록 하였다.

2.3. Video 신호 처리부 제작

그림 3은 다중 신호(multi source)의 영상 신호를 LCD 에서 요구하는 형태로 신호 변환하는 기능을 하는 비디오 신호 처리부의 블럭도이다. 먼저 바이어스 회로를 통해서 바이어스가 설정된 비디오 신호(8 블럭으로 구동되므로 비디오 라인수는 R, G, B 각각 8개)가 OP AMP의 신호 반전 및 증폭 기능을 수행하는 블럭을 통해서 LCD 구동에 필요한 신호로 변환되어 진다.

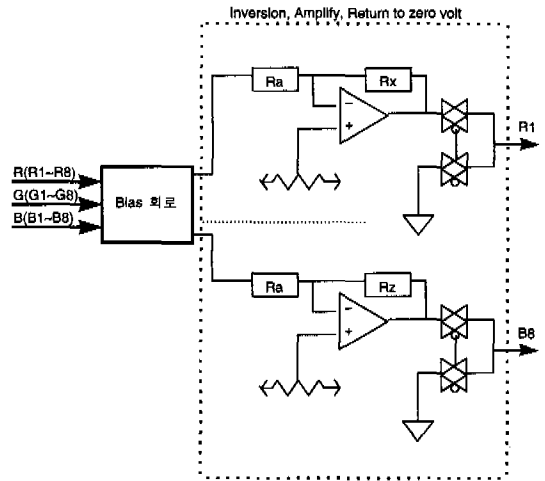


그림 3. EWS TFT-LCD용 비디오 신호 처리기의 구조

첫째, 램프 파형은 타이밍 제어부에서 공급되는 주 클럭(MCLK)에 동기되어 동작하는 8진 카운터의 출력으로 PROM의 주소를 지정하고 이미 ROM에 의해서 디지털 형태의 램프 데이터가 기록되어 있는 PROM을 읽은 후 이를 DAC를 통해서 아날로그 형태의 램프 데이터로 출력된다. 이 데이터는 이득 AMP와 홀드(hold) AMP를 통해서 데이터

2.4. 램프 신호 발생부 제작

2.4.1 램프 신호 발생부 구성

램프 신호 발생부는 그림 4와 같은 구성으로 이루어져서 램프 신호와 데이터 램프 신호(DRAMP 1, 2신호) 그리고 LCD의 화소 배열부의 액정에 공급되는 비디오 데이터의 기준 전압으로 사용되는 비디오 공통전압(VCOMMON) 전압을 발생시킨다.

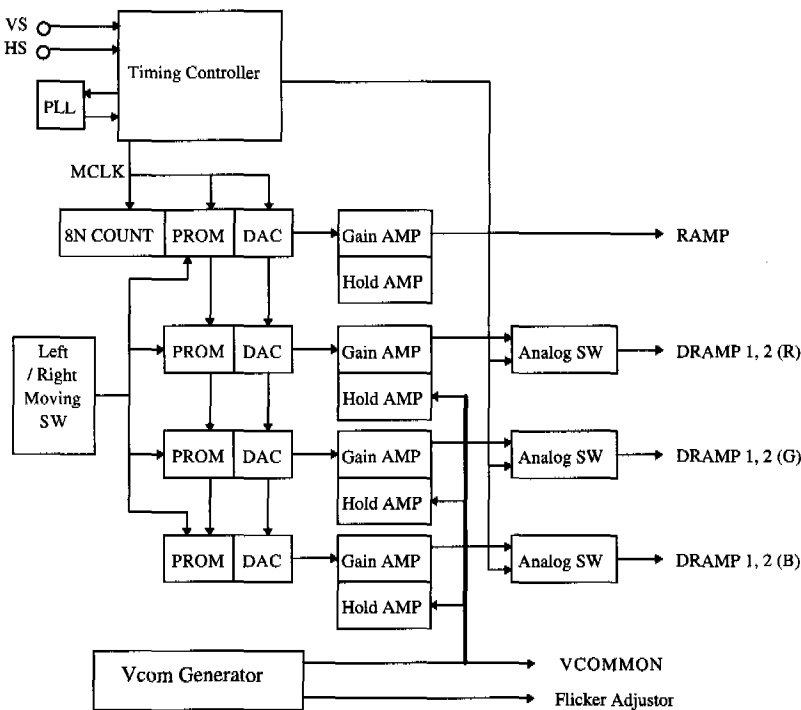


그림 4. EWS TFT-LCD용 램프 신호 발생기의 구조

표 1. EWS TFT-LCD용 데이터 스캐너 회로의 핀에 대한 설명

	Supplier	Pin Description
○	Video Signal Processor Ramp Signal Generator Ramp Signal Generator	① VIDEO DATA: R,G,B video data ② RAMP : determine the operating voltage range in accordance with input video signal ③ DRAMP : determine the operating voltage level in accordance with input video signal
△	Timing Controller Timing Controller Timing Controller	① CNT1 : determine the operating time to output the data sampled ② CNT2 : determine the operating time of RAMP switch considering the sampling time of video data ③ CNT3 : determine the operating time to reset the data sampled
□	Internal Shift Register	determine the sampling time to input video signal
—	Power Supply	- 5 V

스캐너에서 필요로 하는 전압 준위로 출력되게 된다. PROM은 ac역세스 시간이 수십 ns인 CY7C245를 사용하여 10 MHz 내외의 동작 주파수를 갖는 주클럭(MCLK)에 충분히 동작될 수 있도록 하였으며 2K 바이트 용량을 256 바이트씩 8개 부분으로 나누어서 타이밍 제어부의 데이터 스캔 펄스 발생기 블럭과 더불어 좌우 화면이 최저 4 화소에서 최고 32 화소까지 움직일 수 있도록 하였다.

둘째, 데이터 램프(DRAMP) 파형 발생 회로는 RAMP 파형 발생을 위한 회로에 아날로그 스위치가 부가된 형태의 구성으로 되어 있는데 DRAMP 1, 2 신호가 다양한 반전 구동 방식에 따라서 데이터 스캐너에 공급될 수가 있게 하였다. 또한 램프 신호 발생기와 같은 용량의 PROM을 사용함으로써 256 계조까지 표시할 수 있으며 좌우 화면의 이동도 가능하도록 하였다.

셋째,비디오 공통 전압 (VCOMMON) 파형은 LCD 화소 배열부의 액정에 인가되는 데이터의 기준 전압으로서 뿐만 아니라 DRAMP 1, 2 파형의 기준 전압으로도 사용하는 직류 전압이다. 화소 배열부의 스위칭 TFT의 게이트-소스(gate-source) 간의 기생 용량 때문에 게이트 스캐너의 출력이 턴 오프(turn off) 될 때 액정 전압에 전압 천이가 발생하게 된다. 이 1V 내외의 직류 전압 천이는 주기적

으로 발생되므로 액정 화면에서 플리커(flicker)의 원인이 된다. 비디오 공통 전압 발생부에서는 OP AMP 및 가변 저항 등으로 회로를 구성하여 이 플리커를 조정할 수 있도록 하였다.

2.4.2 다 계조화 신호 발생

그림 5에 TFT-LCD의 데이터 스캐너 회로를 나타내었고 표 1에는 각 핀의 기능을 나타내었다. 표 2의 실험 결과를 통해서 램프 신호의 동작 전압 범위가 작아질수록 입력 데이터에 대한 출력 데이터의 전압 범위가 증가하는 것을 알 수 있는데, 이는 그림 5에서 PWM (Pulse Width Modulation) 방식으로 동작하는 비교기의 2개의 입력 중 기준 전위 (-5V) 외 다른 한 입력 단에 공급되는 램프 파형의 기술키가 표 2의 (1), (2)보다 상대적으로 완만한 (3)의 경우에서 더 넓은 영역의 데이터를 출력할 수 있기 때문이다. 이를 통해서 램프 신호는 데이터 스캐너에 공급되는 R, G, B 입력 비디오 신호의 전압 범위를 결정하는 기능이 있음을 알 수 있다. 비디오 데이터의 동작 범위 내에 있는 일정한 직류 전압을 LCD에 인가하여 액정의 투과도를 측정하면 액정 전압에 대한 투과율의 비선형성을 볼 수 있다. DRAMP 신호는 그림 5 및 표 2에서 알 수 있듯이 데이터 스캐너에 공급되는 R, G, B 입력 비디

오 신호의 전압 준위를 결정하게 되는데 정확한 계조 표시를 위해서는 이 DRAMP 신호에 감마 보정된 데이터를 반영하여야 한다.

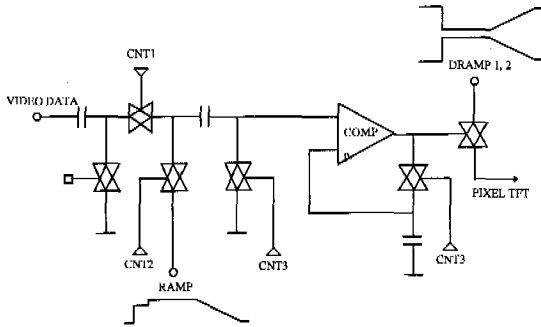


그림 5. EWS TFT-LCD용 데이터 스캐너 회로

표 2. 입력 데이터에 대한 출력 데이터의 실험 결과

	RAMP	DATA IN	DATA OUT (Pixel TFT)
(1)	-4.5V ~ -10.5V (6V)	0V ~ 5V	-1V ~ 2V
(2)	-4.5V ~ -8V (3.5V)	0V ~ 5V	-1V ~ 3V
(3)	-4.8V ~ -7.3V (2.5V)	0V ~ 5V	-1V ~ 4V

그림 6은 R, G, B 각각의 LCD의 셀 간격은 일정하게 유지하면서 액정에 인가되는 비디오 신호 전압에 대한 투과율 특성을 측정한 결과를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 R,G,B 모두 각각의 기울기를 가지고 있음을 알 수 있다. 이러한 현상은 완전한 흰색을 재현을 어렵게 하게 되는데 이때에는 감마 보정을 통해서 특성 곡선이 서로 평행할

수 있도록 데이터 값을 조정해 주어야 한다. 실제 LCD가 외부 스크린에 화상을 투사하는 프로젝터 방식에 사용될 때에는 LCD는 다이크로익 미러(dichronic mirror), 집속 및 투사 렌즈 등으로 이루어진 광학계내에 있기 때문에 그림 10의 특성 곡선에 광학계의 부품들에 대한 특성이 반영된 특성 곡선을 사용하여 감마 보정을 하여야 한다. 따라서 이 때에는 광학계와의 인터페이스 문제가 중요하게 된다. 왜냐하면 최종적으로 사용자가 보는 디스플레이는 액정에서 나오는 빛을 보는 것이 아니라 광학 시스템을 통해서 나오는 최종 빛을 보기 때문이다. 표준 NTSC 신호의 화이트 균형(white balance)을 맞추기 위해서 LCD 패널중 B신호용 패널의 투과율을 기준으로 R-패널 과 G-패널의 투과율을 상대치로 나타내면 각각 0.802, 0.464 가 된다. 이 투과율 값에 해당하는 전압을 R, G, B-Panel의 화이트 전압으로 할 때 EWS LCD 규격에서 콘트라스트 비(contrast ratio)가 200:1이므로 백색 전압의 1/200 이 되는 액정전압이 흑색(black) 전압이 된다. 이 백색 전압 과 흑색 전압 사이를 LCD에 표시하기 원하는 계조 레벨(gray level) 수로 나눈 그 각각의 전압은 같은 크기로 증가하는 투과율에 대한 액정 전압의 값이 된다.

IV. 결론

본 논문에서는 고해상도 평판 정보 디스플레이로 이용될 수 있는 Poly-Si TFT LCD를 구동하기 위

액정의 T-V 특성곡선

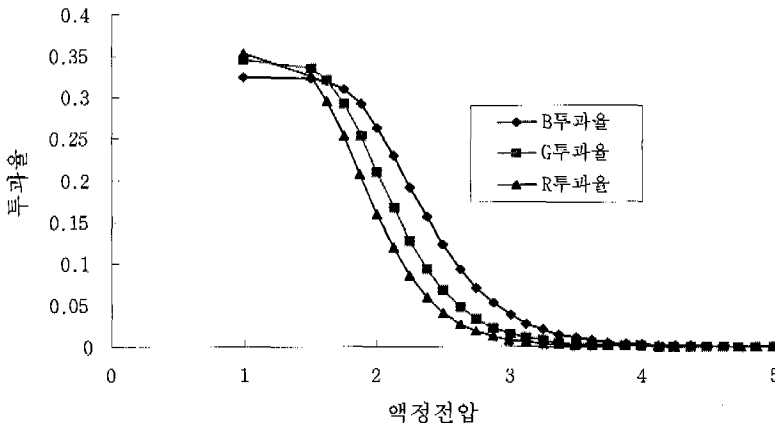


그림 6. 액정의 투과율-전압 특성 곡선

한 신호 처리 시스템의 설계 방식에 대하여 논하였으며 데이터 램프 신호를 이용하여 데이터 스캐너에 공급되는 비디오 신호의 전압 준위가 LCD의 비선형성을 보상할 수 있도록 감마보정된 데이터를 이용하는 방법을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 구동 방법은 외부 스크린에 화면을 투사하여 프리젠테이션할 수 있는 LCD 프로젝션 시스템에 적용할 수 있으며, 특히 프로젝션 시스템을 천장에 부착하더라도 상하 반전, 좌우 반전 기능을 통해 화면의 방향을 전환할 수 있는 구동 방식으로 이용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 장진, 차세대 평판디스플레이 기반기술, 전자공학회지 제24권 제5호,
 [2] H. Okada, S. Uehira, H. fukuoka, Y. Kanatani, M. Hijikigawa, TFT-LCD Using Newly Designed 6-bit Digital Data Drivers, SID 93 Digest, pp.11-14, 1993.
 [3] T. Furuhashi, H. Nitta, I. Takita, H. Mano, S. Tsunekawa, M. Iwasaki, 64-Gray-scale Digital Signal Driver for color TFT-LCDs, SID 94 Digest, pp.359-362, 1994.
 [4] S. Ohi, K. Nakajima, G. Ueda, H. Shibahara, A 13-in.-Diagonal full -Color High-Resolution TFT-LCD with a New Analog signal conversion Scheme, SID 93 Digest,pp.7-10, 1993.
 [5] R. G. Stewart, S. N. Lee, A. C. Ipri, D. A. Jose, A 9V Polysilicon LCD with Integrated Gray-Scale Drivers, SID 90 Digest, pp.319-322, 1990.
 [6] A. Erhart, 256-Gray-Level Column Drivers : A Review of Two IC Architectures, SID 92 Digest, pp.793-797, 1992.
 [7] E. S. Schlig and J. L. Sanford, New Circuits fot AMLCD Data Line Drivers,94 IDRC, pp.386-389, 1994

권 병 현(Kwon Byong Heon) 정회원
 제24권 3B호 참조
 현재: 유한대학 정보통신과 교수

김 재 선(Kim Jae Sun) 정회원
 제23권 11T호 참조
 현재: 조선이공대학 정보통신과 교수

황 병 원(Hwang Byong-Won) 정회원
 제24권 3B호 참조
 현재: 한국항공대학교 전자공학과 교수

곽 노 윤(Kwak No-Yoon) 학생회원
 제24권 3B호 참조
 현재: 한국항공대학교 대학원 재학