



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월18일
(11) 등록번호 10-1342979
(24) 등록일자 2013년12월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/36 (2006.01) G09G 3/20 (2006.01)
G02F 1/133 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0134419
(22) 출원일자 2006년12월27일
심사청구일자 2011년12월27일
(65) 공개번호 10-2008-0060412
(43) 공개일자 2008년07월02일
(56) 선행기술조사문헌
KR100514080 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
(72) 발명자
박동준
충남 아산시 탕정면 삼성크리스탈기술사 청옥동 1405호
한정목
충남 아산시 탕정면 삼성크리스탈기술사 청옥동 910호
김정현
충청남도 천안시 서북구 봉정로 365, 대우1차아파트 110동 1102호 (두정동)
(74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 19 항

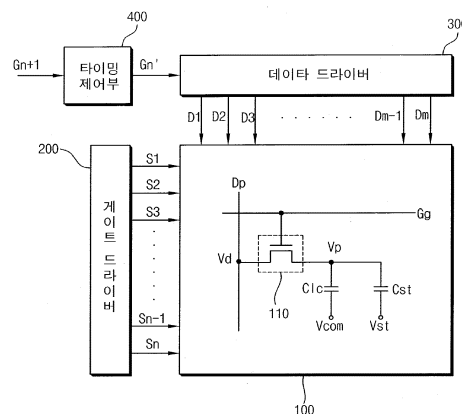
심사관 : 이주미

(54) 발명의 명칭 액정표시장치 및 이의 구동 방법

(57) 요약

보상된 데이터 전압을 인가하여 세부적인 계조간 액정의 응답 속도를 고속화하기 위한 액정표시장치 및 이의 구동 방법이 개시된다. 액정표시부는 액정을 이용하여 영상을 표시한다. 구동부는 n번째 프레임의 제1 계조데이터, (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터 및 (n-1)번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 보정 계조데이터를 액정표시부에 제공한다. 구동부는 제2 계조데이터의 계조가 제1 계조데이터의 계조보다 높으면, 계조에 따라 가변되는 프리틸트 값을 제1 계조데이터에 가산하여 액정표시부에 출력한다. 구동부는 제2 계조데이터의 계조가 제1 계조데이터의 계조보다 낮거나 같으면, 제1 계조데이터를 액정표시부에 출력한다. 이에 따라, 계조의 변경에 따라 가변적인 프리틸트 값이 반영된 보상 계조데이터를 인가하여 세부적인 계조간 액정의 응답 속도를 고속화할 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

액정을 이용하여 영상을 표시하는 액정표시부; 및

n번째 프레임의 제1 계조데이터, (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터 및 (n-1)번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 보정 계조데이터를 상기 액정표시부에 제공하되(여기서, n은 2보다 큰 자연수),

상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 높으면, 상기 제2 계조데이터의 계조에 따라 가변되는 프리틸트 값을 상기 제1 계조데이터에 가산하여 상기 보정 계조데이터를 상기 액정표시부에 출력하고,

상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 낮거나 같으면, 상기 제1 계조데이터를 갖는 상기 보정 계조데이터를 상기 액정표시부에 출력하는 구동부를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프리틸트 값의 크기는 상기 제1 계조데이터의 계조와 상기 제2 계조데이터의 계조의 차에 비례하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 보정 계조데이터는 1 프레임 지연되어 상기 액정표시부에 출력되는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 영상의 풀-계조는 256-계조이고,

상기 프리틸트 값의 최대값은 100-계조에 대응하는 계조데이터인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 프리틸트 값의 최소값은 6-계조에 대응하는 계조데이터인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 구동부는

n번째 프레임의 제1 계조데이터와 (n-1)번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 n번째 프레임의 오버구동량을 결정하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 구동부는

상기 제1 계조데이터와 상기 제3 계조데이터에 대응하여 룩업 테이블 형태의 오버구동 계조데이터들을 저장하는 제1 메모리를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 구동부는

상기 제1 계조데이터와 상기 제2 계조데이터에 대응하여 룩업 테이블 형태의 프리틸트 값들을 저장하는 제2 메모리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 구동부는,

상기 n번째 프레임의 제1 계조데이터와 상기 (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터를 고려하여 상기 n번째 프레임

의 프리틸트량을 결정하고,

결정된 프리틸트량은 상기 보정 계조데이터에 반영되는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 구동부는,

상기 n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 상기 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 n 번째 프레임의 오버구동량을 결정하고,

결정된 오버구동량은 상기 보정 계조데이터에 반영되는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 구동부는

영상신호 소스로부터 계조데이터를 수신하고, n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터를 비교하여 가변하는 프리틸트 값이 반영된 n 번째 프레임의 보정 계조데이터를 생성하는 타이밍 제어부;

상기 보정 계조데이터에 대응하는 데이터 전압으로 바꾸어 영상신호를 상기 액정표시부에 출력하는 데이터 드라이버; 및

스캔신호를 순차적으로 상기 액정표시부에 출력하는 게이트 드라이버를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 타이밍 제어부는,

n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터에 대응하는 오버구동 계조데이터를 저장하는 제1 메모리;

n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터에 대응하는 프리틸트 계조데이터를 저장하는 제2 메모리; 및

상기 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터가 수신됨에 따라, 상기 제2 메모리에 저장된 프리틸트 값을 추출하고, 상기 프리틸트 값을 상기 제1 계조데이터에 반영하여 상기 n 번째 프레임의 보정 계조데이터를 상기 데이터 드라이버에 출력하는 계조데이터 보정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 계조데이터 보정부는,

n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터가 상이한 경우에, n 번째 프레임의 목표 전압보다 높은 오버구동 파형을 위한 보정 계조데이터를 출력하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 계조데이터의 계조가 상기 제2 계조데이터의 계조보다 작으면, 상기 보정 계조데이터는 오버슈트 파형 형성을 위한 신호인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제1 계조데이터의 계조가 상기 제2 계조데이터의 계조보다 크면, 상기 보정 계조데이터는 언더슈트 파형 형성을 위한 신호인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

청구항 16

복수의 게이트 라인들과, 상기 게이트 라인과 절연되어 교차하는 복수의 데이터 라인들과, 상기 게이트 라인 및

데이터 라인에 의해 둘러싸인 영역에 형성되며 각각 상기 게이트 라인 및 데이터 라인에 연결된 스위칭 소자를 갖고서 매트릭스 타입으로 배열된 복수의 화소를 포함하는 액정표시장치의 구동 방법에 있어서,

- (a) 상기 게이트 라인에 주사신호를 순차적으로 공급하는 단계;
- (b) 영상신호 소스로부터 계조데이터를 수신하고, n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터를 비교하여 가변하는 프리틸트 값이 반영된 n 번째 프레임의 보정 계조데이터를 생성하는 단계(여기서, n 은 2보다 큰 자연수); 및
- (c) 상기 보정 계조데이터에 대응하는 데이터 전압을 상기 데이터 라인에 공급하는 단계를 포함하는 액정표시장치의 구동 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 단계(b)는

- (b-1) 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 높으면, 상기 가변하는 프리틸트 값을 상기 제1 계조데이터에 가산하여 상기 보정 계조데이터를 생성하는 단계; 및
- (b-2) 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 낮거나 같으면, 상기 제1 계조데이터를 상기 보정 계조데이터로 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 구동 방법.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 계조데이터의 풀-계조는 256-계조이고,

상기 프리틸트 값의 최대값은 100-계조에 대응하는 계조데이터인 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 구동 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 프리틸트 값의 최소값은 6-계조에 대응하는 계조데이터인 것을 특징으로 하는 액정표시장치의 구동 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0013] 본 발명은 액정표시장치 및 이의 구동 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 보상된 데이터 전압을 인가하여 액정의 응답 속도를 고속화하기 위한 액정표시장치 및 이의 구동 방법에 관한 것이다.
- [0014] 일반적으로 액정표시장치(LCD)는 두 기관 사이에 주입되어 있는 이방성 유전율을 갖는 액정 물질에 전기장(electric field)을 인가하고 상기 전기장의 세기를 조절하여 기관에 투과되는 빛의 양을 조절함으로써 원하는 화상 신호를 얻는 표시장치이다. 이러한 액정 표시 장치는 휴대가 간편한 플랫 패널형 디스플레이 중에서 대표적인 것으로서, 이 중에서도 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor: TFT)를 스위칭 소자로 이용한 액정 표시 장치가 주로 이용되고 있다.
- [0015] 근래들어, 플라스마 디스플레이 패널(PDP)을 비롯한 평판표시장치의 성장이 지속되면서, TV 응용 제품에서 TFT LCD가 PDP 대비 기술적인 우위를 확보하고자, 현재 성능면에서 저하된 측면 시인성 확보기술과 응답속도 향상 기술 향상, 동영상 시인 향상 등의 다각적인 연구개발을 통해 개선노력을 펼치고 있는 실정이다.
- [0016] 최근까지 TFT-LCD의 액정 응답속도를 향상시키는 방법으로 고속액정 적용, TFT 셀 구조 변경, 오버 드라이브 구동방법 등이 있다. 상기 오버 드라이브 구동방법으로 본 출원인은 능동 캐패시턴스 보상(Dynamic Capacitance Compensation: 이하 DCC) 방식을 채용하고 있다.
- [0017] 상기한 DCC 방식은 이전 프레임 데이터를 비교해 현재 프레임 데이터에 오버 드라이브를 시키는 방법이 액정의

응답속도를 향상시키는 큰 대안으로 대두되고 있다.

[0018] 오버 드라이브 회로 구현시 액정의 물성적인 특성으로 인해 계조간 오버 드라이브 양을 선형적인 수직값으로 표현하기가 힘들어 대부분 측정을 통한 룩업 테이블(Look-Up Table: 이하 LUT)을 사용하고 있다. 상기 LUT에 저장되는 값은 수직주파수 60Hz, 주변이 상온 상태에서 액정패널의 온도가 포화되었을 때 측정을 통한 값 추출이 일반적인 방법이다.

[0019] 한편, 본 출원인은 액정의 응답 속도를 향상시키기 위해 프리틸트 방법을 채용하고 있다. 상기한 프리틸트 방법은, 영상이 저전압이 요구되는 블랙 계조에서 고전압이 요구되는 화이트 계조로 급변할 때, 먼저 액정을 프리틸트시키기 위한 프리틸트 형성 신호를 출력한 후, 그 다음 프레임에 목표 화소 전압보다 높은 고계조의 신호가 입력되는 방법이다.

[0020] 상기한 프리틸트 방법을 구현하기 위해, 현재 프레임 계조데이터와 다음 프레임 계조데이터에 대응하여 프리틸트 값이 매핑된 룩업 테이블이 사용된다. 하지만, 상기한 룩업 테이블에는 고정된 프리틸트 값이 매핑되므로 세부적인 계조간 응답속도를 보정하는데 한계가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0021] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에 착안한 것으로, 본 발명의 목적은 보상된 데이터 전압을 인가하여 세부적인 계조간 액정의 응답 속도를 고속화하기 위한 액정표시장치를 제공하는 것이다.

[0022] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기한 액정표시장치의 구동 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

[0023] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 액정표시장치는 액정표시부 및 구동부를 포함한다. 상기 액정표시부는 액정을 이용하여 영상을 표시한다. 상기 구동부는 n 번째 프레임의 제1 계조데이터, $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터 및 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 보정 계조데이터를 상기 액정표시부에 제공한다(여기서, n 은 2보다 큰 자연수). 상기 구동부는 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 높으면, 계조에 따라 가변되는 프리틸트 값을 상기 제1 계조데이터에 가산하여 상기 액정표시부에 출력한다. 상기 구동부는 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 낮거나 같으면, 상기 제1 계조데이터를 상기 액정표시부에 출력한다.

[0024] 본 실시예에서, 상기 프리틸트 값의 크기는 상기 제1 계조데이터의 계조와 상기 제2 계조데이터의 계조의 차에 비례한다.

[0025] 본 실시예에서, 상기 보정 계조데이터는 1 프레임 지연되어 상기 액정표시부에 출력된다.

[0026] 본 실시예에서, 상기 영상의 풀-계조는 256-계조이고, 상기 프리틸트 값의 최대값은 100-계조에 대응하는 계조데이터이다. 일례로, 상기 프리틸트 값의 최소값은 6-계조에 대응하는 계조데이터이다.

[0027] 본 실시예에서, 상기 구동부는 n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 n 번째 프레임의 오버구동량을 결정한다.

[0028] 본 실시예에서, 상기 구동부는 상기 n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 상기 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터를 고려하여 상기 n 번째 프레임의 프리틸트량을 결정하고, 결정된 프리틸트량은 상기 보정 계조데이터에 반영된다.

[0029] 본 실시예에서, 상기 구동부는 상기 n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 상기 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터를 고려하여 n 번째 프레임의 오버구동량을 결정하고, 결정된 오버구동량은 상기 보정 계조데이터에 반영된다.

[0030] 본 실시예에서, 상기 구동부는 타이밍 제어부, 데이터 드라이버 및 게이트 드라이버를 포함한다. 상기 타이밍 제어부는 영상신호 소스로부터 계조데이터를 수신하고, n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n+1)$ 번째 프레임의 제2 계조데이터를 비교하여 가변하는 프리틸트 값이 반영된 n 번째 프레임의 보정 계조데이터를 생성한다. 상기 데이터 드라이버는 상기 보정 계조데이터에 대응하는 데이터 전압으로 바꾸어 영상신호를 상기 액정표시부에 출력한다. 상기 게이트 드라이버는 스캔신호를 순차적으로 상기 액정표시부에 출력한다.

[0031] 여기서, 상기 타이밍 제어부는 제1 메모리, 제2 메모리 및 계조데이터 보정부를 포함한다. 상기 제1 메모리는 n 번째 프레임의 제1 계조데이터와 $(n-1)$ 번째 프레임의 제3 계조데이터에 대응하는 오버구동 계조데이터를 저장한

다. 상기 제2 메모리는 n번째 프레임의 제1 계조데이터와 (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터에 대응하는 프리틸트 계조데이터를 저장한다. 상기 계조데이터 보정부는 상기 (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터가 수신됨에 따라, 상기 제2 메모리에 저장된 프리틸트 값을 추출하고, 상기 프리틸트 값을 상기 제1 계조데이터에 반영하여 상기 n번째 프레임의 보정 계조데이터를 상기 데이터 드라이버에 출력한다.

[0032] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위하여 일실시예에 따른 액정표시장치는 복수의 게이트 라인들과, 상기 게이트 라인과 절연되어 교차하는 복수의 데이터 라인들과, 상기 게이트 라인 및 데이터 라인에 의해 둘러싸인 영역에 형성되며 각각 상기 게이트 라인 및 데이터 라인에 연결된 스위칭 소자를 갖고서 매트릭스 타입으로 배열된 복수의 화소를 포함한다. 상기 게이트 라인에 주사신호가 순차적으로 공급된다. 영상신호 소스로부터 계조데이터가 수신되고, n번째 프레임의 제1 계조데이터와 (n+1)번째 프레임의 제2 계조데이터가 비교되어, 가변하는 프리틸트 값이 반영된 n번째 프레임의 보정 계조데이터가 생성된다(여기서, n은 2보다 큰 자연수). 이어, 상기 보정 계조데이터에 대응하는 데이터 전압이 상기 데이터 라인에 공급된다.

[0033] 본 실시예에서, 상기 보정 계조데이터가 생성되는 단계는 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 높으면, 가변하는 프리틸트 값이 상기 제1 계조데이터에 가산되어 상기 보정 계조데이터가 생성된다. 또한, 상기 제2 계조데이터의 계조가 상기 제1 계조데이터의 계조보다 낮거나 같으면, 상기 제1 계조데이터는 상기 보정 계조데이터로서 생성된다.

[0034] 본 실시예에서, 상기 계조데이터의 풀-계조는 256-계조이고, 상기 프리틸트 값의 최대값은 100-계조에 대응하는 계조데이터이다. 여기서, 상기 프리틸트 값의 최소값은 6-계조에 대응하는 계조데이터이다.

[0035] 이러한 액정표시장치 및 이의 구동 방법에 의하면, 계조의 변경에 따라 가변적인 프리틸트 값이 반영된 보상 계조데이터를 인가하여 세부적인 계조간 액정의 응답 속도를 고속화할 수 있다.

[0036] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0037] 도 1은 본 발명에 따른 액정표시장치의 블록도이다.

[0038] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 액정표시장치는 액정표시패널(100), 게이트 드라이버(200), 데이터 드라이버(300) 및 타이밍 제어부(400)를 포함한다. 여기서, 상기 게이트 드라이버(200), 상기 데이터 드라이버(300) 및 상기 타이밍 제어부(400)는 그래픽 컨트롤러와 같은 외부의 호스트로부터 제공되는 영상 신호를 상기 액정표시패널(100)에 적용하도록 변환하여 출력하는 액정표시장치의 구동 장치로서 동작을 수행한다.

[0039] 상기 액정표시패널(100)에는 게이트 온 신호를 전달하기 위한 복수의 게이트 라인들(주사 라인 또는 스캔 라인)이 형성되어 있으며, 보정된 데이터 전압을 전달하기 위한 복수의 데이터 라인들(또는 소스 라인)이 형성되어 있다. 상기 게이트 라인과 상기 데이터 라인에 의해 둘러싸인 영역은 각각 화소를 정의한다. 각 화소는 상기 게이트 라인과 상기 데이터 라인에 각각 게이트 전극 및 소스 전극이 연결되는 박막 트랜지스터(110)와, 상기 박막 트랜지스터(110)의 드레인 전극에 연결되는 액정 캐패시터(C1)와, 스토리지 캐패시터(Cst)를 포함한다.

[0040] 동작시, 게이트 라인(Sn)에 게이트 온 신호가 인가되어 박막 트랜지스터(110)가 턴-온되면, 데이터 라인에 공급된 데이터 전압(Vd)이 TFT(10)를 통해 각 화소 전극(도시하지 않음)에 인가된다. 그러면, 화소 전극에 인가되는 화소 전압(Vp)과 공통 전압(Vcom)의 차이에 해당하는 전계가 액정(도 1에서는 등가적으로 액정 캐패시터로 나타내었음)에 인가되어 이 전계의 세기에 대응하는 투과율로 빛이 투과되도록 한다. 이때, 화소 전압(Vp)은 1 프레임 동안 유지되어야 하는데, 도 1에서 스토리지 캐패시터(Cst)는 화소 전극에 인가된 화소 전압(Vp)을 유지하기 위해 보조적으로 사용된다.

[0041] 한편, 액정은 이방성 유전율을 갖기 때문에, 액정의 방향에 따라 유전율이 다른 특성이 있다. 즉, 전압이 인가됨에 따라 액정의 방향자가 변하면 유전율도 따라서 변하고 이에 따라 액정 캐패시터의 커패시턴스(이하에서는 이를 액정 커패시턴스라 한다.)도 변하게 된다. 일단 박막 트랜지스터(110)가 온되는 구간동안 액정 캐패시터에 전하를 공급한 후, TFT가 오프 상태로 되는데, $Q=CV$ 이므로 상기 액정 커패시턴스가 변하면 액정에 걸리는 화소 전압(Vp)도 또한 변하게 된다.

[0042] 상기 액정표시패널(100)은 수직 배향(VA, Vertical Alignment) 모드를 채용할 수도 있고, 패턴화된 수직 배향(PVA, Patterned Vertical Alignment) 모드를 채용할 수도 있으며, 혼재된 수직 배향(MVA, Mixed Vertical Alignment) 모드를 채용할 수도 있다. 여기서, 수직 배향 모드는 어레이 기판의 러빙 라인과 컬러 필터 기판의 러빙 라인이 교차하는 각도가 0°이면서 그 방향이 정반대인 액정 모드이고, 상기 혼재된 수직 배향 모드는 어레이 기판의 러빙 라인과 컬러 필터 기판의 러빙 라인이 교차하는 각도가 0°보다 크고 90°보다는 작으면서 그

방향이 정반대인 액정 모드이다.

- [0043] 상기 게이트 드라이버(200)는 상기 게이트 라인에 순차적으로 게이트 온 전압(S1, S2, S3, ..., Sn)을 인가하여, 상기 게이트 온 전압이 인가된 게이트 라인에 게이트 전극이 연결되는 상기 박막 트랜지스터(110)를 턴-온시킨다.
- [0044] 상기 데이터 드라이버(300)는 타이밍 제어부(400)로부터 수신된 보정 계조데이터(G_n')를 해당 계조 전압(데이터 전압)으로 변경한 데이터 신호(D1, D2, ..., Dm)를 각각 데이터 라인에 인가한다.
- [0045] 상기 타이밍 제어부(400)는 계조데이터 소스, 예를들어 그래픽 콘트롤러(미도시)로부터 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})를 수신한 후, 현재 프레임 계조데이터(G_n), 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1}) 및 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})를 고려하여 현재 프레임의 보정 계조데이터(G_n')을 출력한다.
- [0046] 구체적으로, 현재 프레임 계조데이터(G_n)와 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})와 동일한 경우, 상기 타이밍 제어부(400)는 현재 프레임 계조데이터(G_n)를 보정하지 않고, 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0047] 하지만, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 블랙 계조에 대응하고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 밝은 계조 또는 화이트 계조에 대응하는 계조라면, 상기 타이밍 제어부(400)는 현재 프레임에는 상기 블랙 계조보다는 높은 계조가 형성될 수 있도록 보정 계조데이터를 출력한다.
- [0048] 또한, 상기 타이밍 제어부(400)는 현재 프레임 계조데이터(G_n)와 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})와의 비교를 통해 현재 프레임에 대응하여 오버구동 과형 형성을 위한 보정 계조데이터(G_n')를 출력한다.
- [0049] 또한, 상기 타이밍 제어부(400)는 현재 프레임 계조데이터(G_n)와 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})와의 비교를 통해 현재 프레임에 대응하여 액정을 프리틸트시키기 위한 보정 계조데이터(G_n')를 출력한다.
- [0050] 한편, 도면상에서는 타이밍 제어부(400)가 스탠드 얼론(Stand-alone) 유닛으로 존재하는 것을 도시하였으나, 그래픽 카드나 액정 표시 모듈, 타이밍 콘트롤러, 데이터 드라이버 등에 통합되도록 구현할 수도 있다.
- [0051] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 데이터 전압을 보정하고, 보정된 데이터 전압을 화소에 인가함으로써 화소 전압이 바로 목표 전압 레벨에 도달할 수 있도록 한다. 따라서, 액정표시패널의 구조를 변경하거나, 액정의 물성을 변경하지 않더라도 액정의 응답 속도를 개선시킬 수 있어 동영상 등을 유용하게 디스플레이할 수 있다.
- [0052] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 타이밍 제어부를 설명하기 위한 도면이다.
- [0053] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 타이밍 제어부(400)는 제1 메모리(410), 제2 메모리(420) 및 계조데이터 보정부(430)를 포함한다.
- [0054] 상기 제1 메모리(410)는 현재 프레임 계조데이터(G_n)와 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})에 대응하여 오버구동(over drive) 값이 반영된 계조데이터를 저장한다. 상기 오버구동 값은 목표 화소 전압보다 높은 오버슈트(over shoot) 값과 목표 화소 전압보다 낮은 언더슈트(under shoot) 값을 포함한다. 도 2에서, 상기 제1 메모리(410)는 오버슈트용 룩업 테이블(look up table, LUT)을 저장한다.
- [0055] 상기 제2 메모리(420)는 현재 프레임 계조데이터(G_n)와 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})에 대응하는 프리틸트 값을 저장한다. 도 2에서, 상기 제2 메모리(420)는 프리틸트용 룩업 테이블을 저장한다.
- [0056] 상기 계조데이터 보정부(430)는 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})와 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상이한 경우, 현재 프레임의 목표 전압과는 상이한 오버구동 과형을 위한 보정 계조데이터를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다. 상기 데이터 드라이버(300)에 출력되는 보정 계조데이터는 1 프레임 지연된다.
- [0057] 예를들어, 이전 프레임에 대응하는 계조데이터(G_{n-1})의 계조가 현재 프레임에 대응하는 계조데이터(G_n)의 계조보다 작으면, 상기 계조데이터 보정부(430)는 현재 프레임의 목표 전압보다 높은 오버슈트 과형 형성을 위한 보정 계조데이터를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0058] 또한, 이전 프레임에 대응하는 계조데이터(G_{n-1})의 계조가 현재 프레임에 대응하는 계조데이터(G_n)의 계조보다 크면, 상기 계조데이터 보정부(430)는 현재 프레임의 목표 전압보다 낮은 언더슈트 과형 형성을 위한 보정 계조데이터를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0059] 또한, 이전 프레임에 대응하는 계조데이터(G_{n-1})의 계조와 현재 프레임에 대응하는 계조데이터(G_n)의 계조가 동일하면, 상기 계조데이터 보정부(430)는 현재 프레임의 목표 전압에 대응하는 계조데이터를 상기 데이터 드라이

버(300)에 출력한다.

- [0060] 한편, 상기 계조데이터 보정부(430)는 상기 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 수신됨에 따라, 상기 제2 메모리(420)에 저장된 프리틸트 값을 추출하고, 상기 프리틸트 값을 상기 계조데이터에 반영하여 상기 현재 프레임의 보정 계조데이터(G_n')를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0061] 예를들어, 현재 프레임에 대응하는 계조데이터(G_n)의 계조가 다음 프레임에 대응하는 계조데이터(G_{n+1})의 계조보다 작으면, 상기 계조데이터 보정부(430)는 현재 프레임의 목표 전압에 대응하는 계조데이터를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0062] 또한, 현재 프레임에 대응하는 계조데이터(G_n)의 계조가 다음 프레임에 대응하는 계조데이터(G_{n+1})의 계조보다 크거나 같으면, 상기 계조데이터 보정부(430)는 계조에 따라 가변되는 프리틸트 값을 현재 프레임의 목표 전압에 가산하고, 가산된 전압에 대응하는 계조데이터를 상기 데이터 드라이버(300)에 출력한다.
- [0063] 도 3은 도 2에 도시된 제1 메모리에 저장되는 제1 룩업 테이블의 일례를 설명하는 테이블이다. 특히, 도 3은 오버구동 값이 반영된 계조데이터의 일례를 도시한다.
- [0064] 도 3을 참조하면, 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})가 상대적으로 고계조이고, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 저계조이면, 상기 제1 룩업 테이블(410)에는 언더슈트 파형 형성을 위한 계조데이터가 저장된다.
- [0065] 또한, 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})가 상대적으로 저계조이고, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 고계조이면, 상기 제1 룩업 테이블(410)에는 오버슈트 파형 형성을 위한 계조데이터가 저장된다.
- [0066] 예를들어, 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})가 80-계조이고, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 32-계조이면, 상기 오버구동 값은 14-계조에 대응하는 계조데이터이다. 상기 14-계조에 대응하는 계조데이터는 언더슈트 값이 반영된 계조데이터이다.
- [0067] 한편, 이전 프레임 계조데이터(G_{n-1})가 80-계조이고, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 208-계조이면, 상기 오버구동 값은 226-계조에 대응하는 계조데이터이다. 상기 226-계조에 대응하는 계조데이터는 오버슈트 값이 반영된 계조데이터이다.
- [0068] 도 4는 도 2에 도시된 제2 메모리에 저장되는 제2 룩업 테이블의 일례를 설명하는 테이블이다. 특히, 도 4는 프리틸트 값이 저장된 제2 룩업 테이블의 일례를 도시한다.
- [0069] 도 4를 참조하면, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 고계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 상대적으로 저계조이면, 상기 제2 룩업 테이블(420)에는 제로 레벨의 프리틸트 값이 저장된다.
- [0070] 또한, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 저계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 상대적으로 고계조이면, 상기 제2 룩업 테이블(420)에는 계조에 따라 가변하는 프리틸트 값들이 저장된다.
- [0071] 예를들어, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 32-계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 80-계조이면, 상기 프리틸트 값은 19-계조에 대응하는 계조데이터이다.
- [0072] 한편, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 208-계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 80-계조이면, 상기 프리틸트 값은 제로 레벨이다. 이처럼, 제로 레벨의 프리틸트 값을 저장하는 이유는, 액정의 특성상 고계조에서 저계조로 변경될 때, 별도로 액정의 방향을 변경시키지 않아도 방향성에 의해 액정의 응답속도의 손실이 없기 때문이다.
- [0073] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따른 액정의 고속 응답을 위한 구동 방법은, 하기하는 도 5와 같이, 계조데이터가 블랙 계조에서 화이트 계조로 변할 때, 변화하기 전 1 프레임 전에 미리 일정 레벨의 전압, 예를들어, 2 내지 3.5V 내외의 전압을 인가하여 액정을 프리틸트(pretilt)시킨다. 이어, 다음 프레임에서 계조데이터가 화이트 계조로 변하면, 블랙 계조에서 화이트 계조로 이동하는 응답 속도는 증가된다.
- [0074] 도 5는 본 발명에 따른 데이터 전압 인가방법을 나타내는 도면이다.
- [0075] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명에서는 현재 프레임의 목표 화소 전압과 이전 프레임의 화소 전압(또는 데이터 전압) 및 다음 프레임의 화소 전압을 고려하여 보정 데이터 전압(V_n')을 인가하여, 현재 프레임의 화소 전압(V_p)이 바로 목표 전압에 도달하도록 한다.
- [0076] 즉, 블랙 계조에서 화이트 계조로 변할 때, 화이트 계조로 변환하기 1 프레임 전에 상기 블랙 계조보다는 높은 전압을 인가하여 미리 액정을 프리틸트시킨다. 일반적으로 블랙 전압은 0.5V 내지 1.5V인 점을 감안하면, 상기

프리틸트시키기 위한 높은 전압은 대략 2V 내지 3.5V인 것이 바람직하다.

- [0077] 또한, 풀-계조가 256-계조일 때, 0-계조 내지 50-계조는 상기 블랙 계조로 정의될 수 있고, 200-계조 내지 255-계조는 상기 화이트 계조로 정의될 수 있다. 물론 설계자에 의해 상기한 블랙 계조나 화이트 계조의 범위는 임의로 설정이 가능하다. 또한, 상기 프리틸트시키는 전압은 각각의 계조에 대응하도록 서로 다른 값을 갖도록 설정될 수도 있다.
- [0078] 그 다음 프레임에서 화이트 계조로 변하면 블랙 계조에서 화이트 계조로 변환하는 응답 속도를 고속화시킬 수 있다.
- [0079] 구체적으로, 현재 프레임이 블랙 계조일 때, 다음 프레임이 어떤 계조의 신호가 올지를 미리 알아야 한다. 이때, 다음 프레임이 화이트 계조 혹은 밝은 계조이면, 현재 프레임에는 블랙 계조가 아닌 블랙 계조보다 높은 계조의 신호를 인가한다.
- [0080] 이처럼, 계조데이터가 블랙 계조에서 화이트 계조로 변화할 때 프리틸트 발생을 위한 보정 계조데이터와 오버구동 발생을 위한 보정 계조데이터를 출력하므로써, 액정의 응답 속도를 고속화시킬 수 있다.
- [0081] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 입력되는 계조데이터 대비 출력되는 보정 계조데이터를 나타낸 파형도이다.
- [0082] 도 6에 도시한 바와 같이, (n-1)번째 프레임 동안에 1V에 대응하고, n번째와 (n+1)번째 프레임 동안에 5V에 대응하며, (n+2)번째 프레임 이후에는 3V에 대응하는 계조데이터가 입력되면, 본 발명의 일실시예에 따른 보정 계조데이터는 다음과 같이 출력된다.
- [0083] 즉, n번째 프레임 동안에 액정을 프리틸트시키기 위해 상기 1V보다는 높은 1.5V에 대응하는 보정 계조데이터가 출력되고, (n+1)번째 프레임 동안에 상기 5V보다 높은 6V에 대응하는 보정 계조데이터가 출력되며, (n+2)번째 프레임 동안에 5V에 대응하는 보정 계조데이터가 출력된다.
- [0084] 이처럼, 본 발명의 일실시예에 따른 보정 계조데이터는 입력되는 계조데이터 대비 1 프레임씩 지연되어 출력된다. 특히, 영상이 저전압이 요구되는 블랙 계조에서 고전압이 요구되는 화이트 계조로 급변할 때, 먼저 현재 프레임에서 액정을 프리틸트시키기 위한 신호를 출력한 후, 다음 프레임에서 목표 화소 전압보다 높은 고계조의 신호가 입력되므로 액정의 응답 속도를 향상시킬 수 있다.
- [0085] 이상에서 설명된 바와 같이, 계조데이터가 블랙계조와 같이 저계조에서 화이트계조와 같이 고계조로 변화될 때, 계조에 따라 가변되는 프리틸트 값을 상기 저계조에 대응하여 인가하므로써, 액정의 응답 속도는 증가된다. 상기 프리틸트 값은 전압레벨을 나타내는 계조값으로 표현된다. 예를들어, 상기 프리틸트 값이 80이라면 80-계조에 해당하는 전압값이다.
- [0086] 한편, 영상의 풀-계조가 256-계조일 때, 상기 프리틸트 값의 최대값은 100-계조에 대응하는 값이고, 상기 프리틸트 값의 최소값은 6-계조에 대응하는 값이다.
- [0087] 상기 프리틸트 값의 최대값이 100 초과이면, 전압 파형에 왜곡이 발생되고, 구형파의 기울기가 기울어진다. 따라서, 액정의 응답속도를 고속화하는데 장애 요인으로 작용된다.
- [0088] 도 7a 내지 도 7c는 프리틸트 값이 가변될 때, 파형의 왜곡을 설명하는 그래프들이다.
- [0089] 도 7a를 참조하면, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 저계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 상대적으로 고계조이고, 프리틸트 값이 80(즉, 80-계조에 해당하는 전압값)일 때, 구형파의 왜곡이 없다.
- [0090] 즉, 상대적으로 낮은 계조에 대응하는 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 높은 계조에 대응하는 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})로 천이될 때, 프리틸트 값으로서 80-계조에 해당하는 전압값이 인가된다. 이때, 상대적으로 낮은 계조의 계조데이터에서 상대적으로 높은 계조의 계조데이터로 변환되는 부분(A)은 실질적으로 직각형상이 되어, 구형파의 왜곡은 없다.
- [0091] 도 7b를 참조하면, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 저계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 상대적으로 고계조이고, 프리틸트 값이 120(즉, 120-계조에 해당하는 전압값)일 때, 구형파의 왜곡이 발생된다.
- [0092] 즉, 상대적으로 낮은 계조에 대응하는 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 높은 계조에 대응하는 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})로 천이될 때, 프리틸트 값으로서 120-계조에 해당하는 전압값이 인가된다. 이때, 상대적으로 낮은 계조의 계조데이터에서 상대적으로 높은 계조의 계조데이터로 변환되는 부분(B)에서 파형의 왜곡이 발생된다. 상기한 부분(B)에서 발생하는 파형의 왜곡은 액정의 응답속도를 고속화하는데 장애 요인으로 작용된

다.

[0093] 도 7c를 참조하면, 현재 프레임 계조데이터(G_n)가 상대적으로 저계조이고, 다음 프레임 계조데이터(G_{n+1})가 상대적으로 고계조이고, 프리틸트 값이 150(즉, 150-계조에 해당하는 전압값)일 때, 구형파의 왜곡이 심하게 발생된다.

[0094] 즉, 상대적으로 낮은 계조에 대응하는 현재 프레임 계조데이터(Gn)가 상대적으로 높은 계조에 대응하는 다음 프레임 계조데이터(Gn+1)로 천이될 때, 프리틸트 값으로서 150-계조에 해당하는 전압값이 인가된다. 이때, 상대적으로 낮은 계조의 계조데이터에서 상대적으로 높은 계조의 계조데이터로 변환되는 부분(C)에서 파형의 왜곡이 심하게 발생된다. 즉, 상기한 부분(C)에서 거의 45도의 기울기를 갖는 파형의 왜곡이 발생된다. 상기한 부분(C)에서 발생하는 파형의 왜곡은 액정의 응답속도를 고속화하는데 장애 요인으로 작용된다.

발명의 효과

[0095] 이 상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 계조 변화에 따라 가변하는 프리틸트 값을 인가함으로써, 영상이 풀-저계조(예를 들어, 블랙 계조)에서 풀-고계조(예를 들어, 화이트 계조)로 변경될 때 뿐만 아니라, 전반적인 계조 변화에서 액정의 응답속도를 향상시킬 수 있다.

[0096] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명에 따른 액정표시장치의 블록도이다.

[0002] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 타이밍 제어부를 설명하기 위한 도면이다.

[0003] 도 3은 도 2에 도시된 제1 메모리에 저장되는 제1 룩업 테이블의 일례를 설명하는 테이블이다.

[0004] 도 4는 도 2에 도시된 제2 메모리에 저장되는 제2 룩업 테이블의 일례를 설명하는 테이블이다.

[0005] 도 5는 본 발명에 따른 데이터 전압 인가방법을 나타내는 도면이다.

[0006] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 입력되는 계조데이터 대비 출력되는 보정 계조데이터를 나타낸 파형도이다.

[0007] 도 7a 내지 도 7c는 프리틸트 값이 가변될 때, 파형의 왜곡을 설명하는 그래프들이다.

[0008] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

[0009] 100 : 액정표시패널 200 : 게이트 드라이버

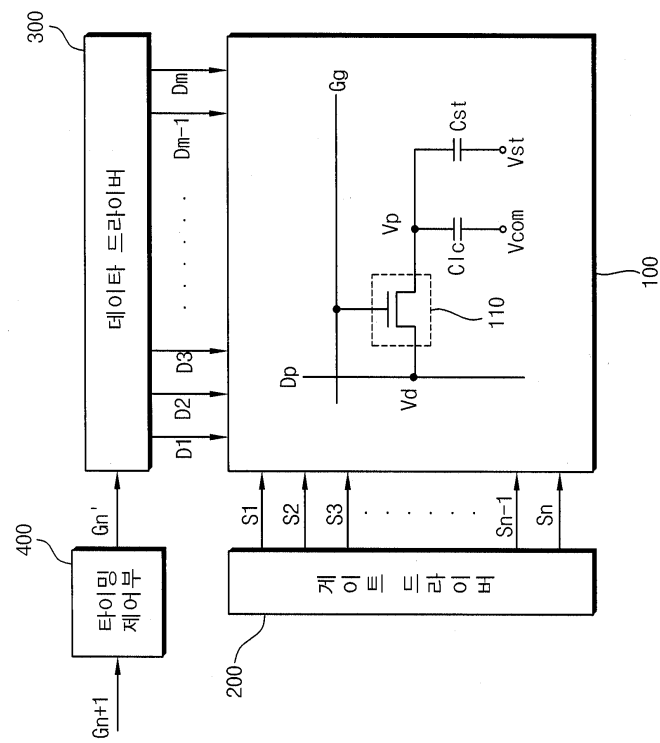
[0010] 300 : 데이터 드라이버 400 : 타이밍 제어부

[0011] 410 : 제1 메모리 420 : 제2 메모리

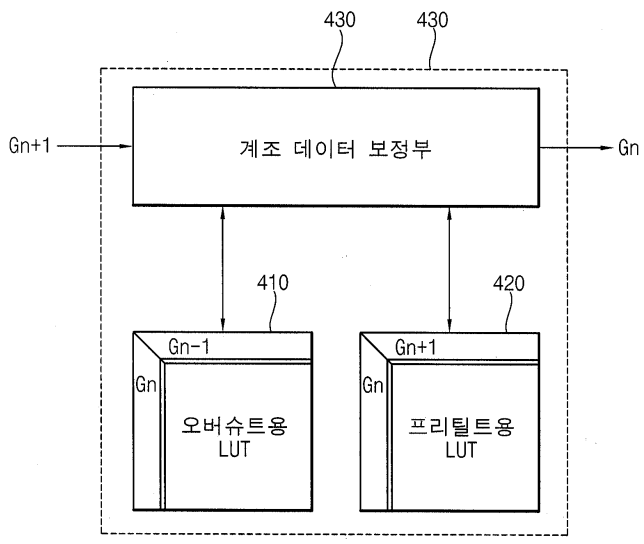
[0012] 430 : 계조데이터 보정부

도면

도면1



도면2



도면3

410

Gn-1															
0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	20	16	8	8	7	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3
32	46	42	32	16	14	11	11	11	9	9	9	7	7	7	5
48	98	79	64	48	32	29	25	22	19	18	17	16	14	11	7
64	134	116	96	85	64	50	43	34	28	24	22	21	19	18	16
80	155	144	121	107	92	80	71	63	54	46	43	38	36	34	29
96	176	159	141	133	115	106	96	86	81	74	69	66	60	55	49
112	188	172	157	147	136	129	120	112	104	100	94	90	85	77	71
128	196	183	170	163	154	147	141	134	128	118	114	106	101	99	91
144	206	194	182	176	171	164	158	153	149	144	134	130	123	117	105
160	215	205	200	188	184	181	178	174	170	166	160	156	151	144	139
176	223	214	211	199	197	195	192	189	186	183	180	176	170	164	159
192	231	224	222	217	215	213	210	208	205	202	199	195	192	188	184
208	240	237	234	229	228	226	225	222	219	217	215	214	211	208	203
224	246	245	243	238	238	238	238	238	237	235	233	231	229	227	224
240	255	255	255	252	250	250	249	248	248	246	245	244	243	242	240
256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256

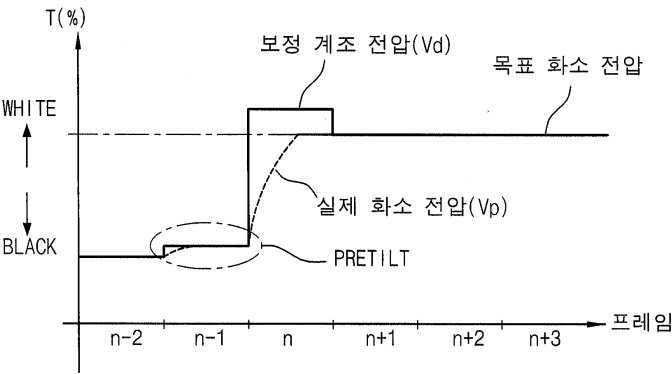
Gn

도면4

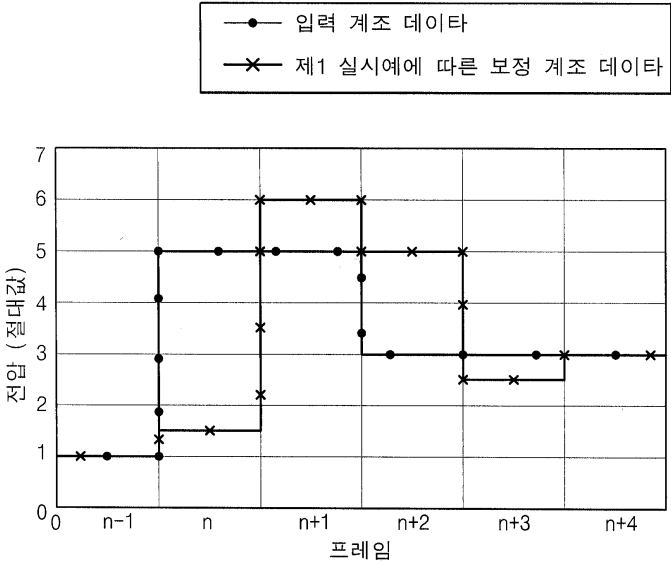
420

		Gn+1																Gn															
		0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	255															
0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	88	94	98	100															
16	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	88	94	98															
32	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	88	94															
48	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82	88															
64	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75	82															
80	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68	75															
96	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61	68															
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54	61															
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47	54															
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40	47															
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33	40															
176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26	33															
192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19	26															
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	19															
224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12															
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6															
256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															

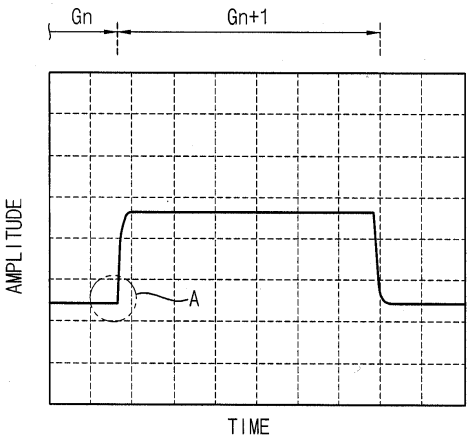
도면5



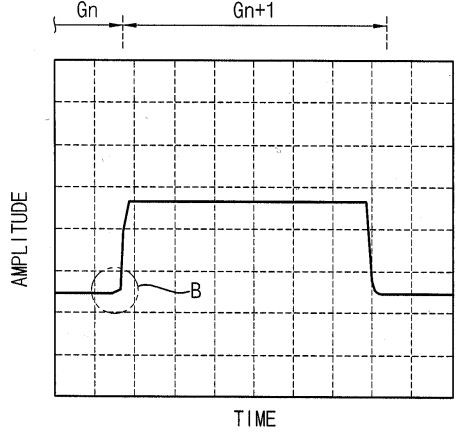
도면6



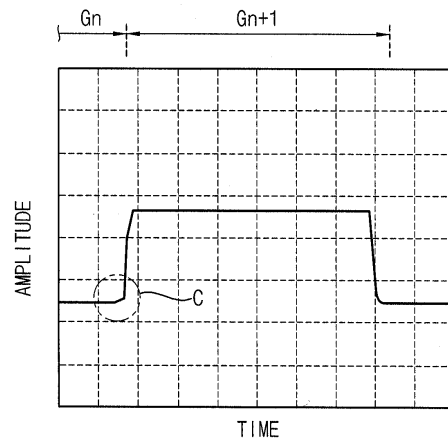
도면7a



도면7b



도면7c



专利名称(译)	标题：液晶显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	KR101342979B1	公开(公告)日	2013-12-18
申请号	KR1020060134419	申请日	2006-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	PARK DONG JOON 박동준 HAN JUNG MOK 한정목 KIM JEONG HYUN 김정현		
发明人	박동준 한정목 김정현		
IPC分类号	G02F1/133 G09G3/20 G09G3/36		
CPC分类号	G09G3/3648 G09G2320/0252 G09G2320/0276 G09G2320/0673 G09G2320/103		
代理人(译)	PARK , YOUNG WOO		
其他公开文献	KR1020080060412A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种液晶显示装置及其驱动方法，用于在详细过程之间施加补偿数据电压以增加液晶的响应速度。液晶显示单元使用液晶显示图像。驱动器提供校正等级数据考虑到第一音调数据，在第 $(n+1)$ 的第二帧中的第二音调数据和第 $(n-1)$ 的第三音数据帧 (n) 个帧中的液晶显示器上。所述驱动单元是第二音调数据的灰度级小于第一乐音数据的灰度级越高，补充道，这取决于变化的灰度级到所述第一灰度数据输出到液晶显示单元的预倾斜值。当第二乐音数据的音调低于或等于第一乐音数据的乐音时，驱动单元将第一乐音数据输出到液晶显示单元。因此，通过根据灰度的变化应用反映可变预倾斜值的补偿灰度数据，可以增加灰度之间的详细液晶的响应速度。

