



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

H05B 33/10 (2006.01)

G09F 9/00 (2006.01)

G01R 31/00 (2006.01)

H01L 29/786 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년04월04일

(11) 등록번호 10-0702462

(24) 등록일자 2007년03월27일

(21) 출원번호 10-2005-7019022

(22) 출원일자 2005년10월06일

심사청구일자 2005년12월06일

번역문 제출일자 2005년10월06일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/006235

국제출원일자 2004년04월28일

(65) 공개번호 10-2006-0017586

(43) 공개일자 2006년02월24일

(87) 국제공개번호 WO 2004/100110

국제공개일자 2004년11월18일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00133611 2003년05월12일 일본(JP)

(73) 특허권자 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드

(72) 발명자 사카구치 요시타미
일본 가나가와켄 야마토시 시모즈루마 1623-14 일본 아미비엠주식회사
동경 기초 연구소

나카노 다이주
일본 가나가와켄 야마토시 시모즈루마 1623-14 일본 아미비엠주식회사
동경 기초 연구소

(74) 대리인 김태홍
신정건

(56) 선행기술조사문헌

JP 2002-108243

JP 2002-297053

* 심사관에 의하여 인용된 문헌

JP 2002-40082

JP 2003-31814

심사관 : 김창균

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치, 검사 방법 및 액티브 매트릭스 O L E D 패널의 제조 방법

(57) 요약

AMOLED 패널용 TFT 어레이의 기능 검사를 OLED 형성 공정 전에 행하여 패널 제작 비용을 삭감한다. 기판상에 TFT 어레이를 형성하여 액티브 매트릭스 패널을 생성하는 어레이 공정(1)과, 생성된 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는

검사 공정(2)과, 검사 공정(2)에 의해 양품이라고 판단된 액티브 매트릭스 패널에 대하여 OLED를 실장하는 셀 공정(3)을 포함하고, 이 검사 공정(2)은 어레이 공정(1)에 의해 생성된 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 대향 전극을 배치시키고, 이 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 측정 대상 화소를 흐르는 전류를 관측한다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

OLED(Organic Light Emitting Diode) 형성 전의 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 TFT(Thin Film Transistor) 어레이로부터 분리되어 배치되는 대향 전극과,

상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 구동 TFT의 상기 OLED 접속 전극과 전원 사이에 상기 대향 전극을 이용하여 미소 용량을 형성하는 미소 용량 형성 수단과,

상기 미소 용량 형성 수단에 의해 형성된 상기 미소 용량에 기초하여 상기 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 검사 수단을 포함하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 검사 수단은 상기 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정하여 상기 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 3.

청구항 3은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제2항이 있어서, 상기 검사 수단은 상기 전원의 전압을 소정 전위차만큼 변화시키고, 상기 미소 용량 형성 수단에 의해 형성된 상기 미소 용량 C_m 을 통해서 상기 구동 TFT의 드레인·소스 사이에 과도 전류를 흐르게 하여, 상기 구동 TFT로부터 출력되는 전류 파형을 관측함으로써 이 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 4.

청구항 4은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 검사 수단은 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 각 화소의 상기 미소 용량 C_m 을 추정하고, 이 미소 용량 C_m 의 변동을 평가하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 검사 수단은 전원 전압의 전위차를 V_d , 상기 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로를 이용하여 흐른 전하량으로부터 핀치 오프 시점의 전하량을 Q_p , 미소 용량을 C_m 이라고 하면,

$$V_p = V_d - Q_p / C_m$$

에 의해 산출되는 핀치 오프 전압 V_p 를 산출하고, 산출된 상기 핀치 오프 전압 V_p 에 기초하여 상기 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 화소 회로에 존재하는 화소 용량 C_s 와 상기 미소 용량 C_m 에 의해 차지 펌프 회로를 구성하고, 임계치 전압 V_{th} 보정 후의 핀치 오프 전압 V_p 를 추정하는 핀치 오프 전압 추정 수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 장치.

청구항 8.

OLED(Organic Light Emitting Diode) 형성 전의 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법으로서,

상기 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 TFT(Thin Film Transistor) 어레이로부터 분리하여 대향 전극을 배치하는 단계와,

상기 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 측정 대상 화소를 선택하는 단계와,

상기 대향 전극에 접속되는 전원을 구동 전위로 하고, 상기 측정 대상 화소의 구동 TFT에 있어서의 드레인·소스 사이에 소정의 전압을 인가하는 단계와,

상기 측정 대상 화소의 상기 구동 TFT를 흐르는 전류를 관측하는 단계

를 포함하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 대향 전극과 상기 구동 TFT 사이에 형성되는 미소 용량 C_m 을 추정하는 단계와, 추정된 상기 미소 용량 C_m 에 기초하여 상기 액티브 매트릭스 패널의 결함 개소를 특정하는 단계를 더 포함하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 10.

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제9항에 있어서, 결함 개소를 특정하는 단계는 추정된 상기 미소 용량 C_m 이 미리 정해진 소정 범위를 넘었는지 여부로 결함 개소를 특정하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 11.

제8항에 있어서, 상기 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 단계와, 추정된 상기 임계치 전압 V_{th} 에 기초하여 상기 액티브 매트릭스 패널의 결함 개소를 특정하는 단계를 더 포함하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 12.

청구항 12은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 단계는 상기 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로를 이용하여 흐른 전하량을 관측하는 동시에, 상기 구동 TFT가 펀치 오프 상태가 될 때까지 흐르게 한 전하량으로부터 펀치 오프 전압 V_p 를 구함으로써 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 13.

청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제12항에 있어서, 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소에 대해서 상기 임계치 전압 V_{th} 또는 상기 펀치 오프 전압 V_p 를 구하고, 상기 임계치 전압 V_{th} 또는 상기 펀치 오프 전압 V_p 의 전압 범위 또는 변동에 의해 상기 액티브 매트릭스 패널의 양호·불량을 판단하는 단계를 더 포함하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법.

청구항 14.

기관상에 TFT(Thin Film Transistor) 어레이를 형성하여 액티브 매트릭스 패널을 생성하는 어레이 공정과,

생성된 상기 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 검사 공정과,

상기 검사 공정에 의해 양품이라고 판단된 액티브 매트릭스 패널에 대하여 OLED(Organic Light Emitting Diode)를 실장하는 셀 공정

을 포함하며,

상기 검사 공정은 상기 어레이 공정에 의해 생성된 상기 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 상기 TFT 어레이로부터 분리하여 대향 전극을 배치시키고, 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 측정 대상 화소를 흐르는 전류를 관측하는 것인 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 검사 공정은 상기 대향 전극을 배치함으로써 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 구동 TFT의 드레인과 전원 사이에 미소 용량 C_m 을 형성하고, 상기 미소 용량 C_m 을 통해서 이 구동 TFT에 과도 전류를 흐르게 하여, 이 구동 TFT로부터의 출력 파형을 관측하여 상기 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

청구항 16.

청구항 16은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제15항에 있어서, 상기 검사 공정은 상기 구동 TFT로부터의 출력 파형을 관측하여 상기 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정함으로써 상기 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

청구항 17.

청구항 17은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제16항에 있어서, 상기 검사 공정은 상기 구동 TFT의 소스측에 적분 회로를 배치하고, 이 적분 회로에 흐르는 전하량에 기초하여 핀치 오프 전압 V_p 를 산출하는 동시에, 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소에 대해서 상기 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 또는 산출된 상기 핀치 오프 전압 V_p 에 기초하여 상기 액티브 매트릭스 패널의 양호·불량을 판정하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

청구항 18.

청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제14항에 있어서, 상기 검사 공정은 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 구동 TFT에 소정의 전압을 인가하였을 때의 포화 전류를 상기 액티브 매트릭스 패널상의 화소에 대해서 구하고, 이 구동 TFT에 대한 특성 변동을 평가하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

청구항 19.

청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제14항에 있어서, 상기 검사 공정은 상기 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소마다의 미소 용량 C_m 을 추정하고, 추정된 상기 미소 용량 C_m 의 변동을 평가함으로써, 패터닝된 화소 전극의 결함 개소를 판별하는 것을 특징으로 하는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 액티브 매트릭스 OLED(Organic Light Emitting Diode) 패널의 검사 장치 등에 관한 것이며, 보다 상세하게는 OLED 형성 프로세스 공정 전에 TFT 어레이의 기능 검사를 행하는 검사 장치 등에 관한 것이다.

배경기술

OLED[또는 유기 EL(Electro Luminescence)로도 불림]는 전장(電場)을 가함으로써 여기하는 형광성 유기 화합물에 직류 전류를 흐르게 하여 발광시키는 것이며, 박형, 고시야각, 넓은 가무트(Gamut) 등의 점으로부터 차세대 디스플레이 디바이스로서 주목받고 있다. 이 OLED의 구동 방식에는 패시브형과 액티브형이 존재하지만, 대화면, 고선명인 디스플레이를 실현하기 위해서는 재료, 수명, 크로스토크의 면에서 액티브형이 적합하다. 이 액티브형에서는 TFT(Thin Film Transistor) 구동을 행할 필요가 있으며, 이 TFT 어레이에는 예컨대 저온 폴리실리콘을 사용한 것과, a-Si(아몰퍼스 실리콘)를 사용한 것이 주목받고 있다.

종래, 예컨대 액정 표시 장치(LCD)에 있어서의 TFT 어레이의 검사 방법으로서, 화소 용량에의 전압의 기록을 행한 후, 화소 용량에 축적된 전하를 적분 회로에 의해 관측하고, 기록이 정확하게 행해졌는지 여부를 검사하는 방법이 있다(예컨대, 특허 문헌 1 참조). 또한, 전계-광 변환 소자를 사용하여 광학적으로 화소 용량에의 기록을 검사하는 수법이 개시되어 있다(예컨대, 특허 문헌 2 참조). 또한, 전자빔에 의해 화소 전극에 전류를 흐르게 하는 동시에 화소 전극 전위를 측정함으로써, 기록을 검사하는 수법에 대해서도 제안되어 있다.

[특허 문헌 1] 미국 특허(USP) 제5,179,345호(Page 3-5, Fig. 2)

[특허 문헌 2] 미국 특허(USP) 제4,983,911호(Page 2-4, Fig. 1~3)

여기서, 액티브 매트릭스 OLED(AMOLED)와 액티브 매트릭스 액정 디스플레이(AMLCD)를 비교하여 설명한다. 도 21(a), 21(b)는 AMOLED와 AMLCD의 화소 회로를 비교 설명하기 위한 도면이다. 도 21(a)는 AMOLED의 화소 회로, 도 21(b)는 AMLCD의 화소 회로를 도시하고 있다. 도 21(b)에 있어서, 데이터선(Data)과 게이트선(Gate)에 접속된 TFT(310)에

의해 TFT 어레이의 화소 회로가 형성된다. 한편, 도 21(a)에 도시하는 AMOLED에서는 도 21(b)에 도시하는 것과 동일한 회로의 화소 용량의 옆에 오픈·드레인의 드라이브 구동용 트랜지스터인 구동 TFT(302)가 접속되고, 발광 소자인 OLED(301)이 구동 TFT(302)에 접속되어 있다.

AMLCD는 TFT(310)에 전압을 발생시키는 것만으로 계조를 바꿀 수 있다. 한편, AMOLED에서는 구동 TFT(302)에 소정의 전압을 인가한 경우에, 흐르는 전류의 값에 따라서 OLED(301)의 휘도가 변한다. 이 구동 TFT(302)의 임계치 전압 V_{th} (threshold voltage)는 프로세스를 조정하였다고 해도 변동이 생길 우려가 있다. 변동이 있는 경우에는 동일한 전압을 인가한 경우에도 흐르는 전류가 변하기 때문에 휘도 불균일이 발생한다. 그래서, AMOLED 패널용 TFT 어레이의 기능 검사에서는 배선의 절단(오픈)/단락(쇼트) 검사에 덧붙여 OLED(301)를 구동하는 구동 TFT(302)의 특성이 패널 전체에서 균일하다는 것의 검사가 중요해진다. 이 검사는 구동 TFT(302)의 보정 회로가 기능하여 패널상의 구동 TFT(302)의 V_{th} 가 균일하다는 것을 확인하는 것이다.

여기서, 현재 상태의 AMOLED 패널의 제조 비용을 삭감하기 위해서는 TFT 어레이 단일체에서의 기능 테스트를 행하여, 양품만을 다음 공정으로 보내는 것이 요구된다. AMOLED 패널의 제조에서는 현재 상태의 AMOLED용 TFT 어레이의 수율이 충분히 높지 않은 것, OLED(301)의 재료 자체가 고가인 것, 제조 공정 중에서 OLED(301)의 형성 프로세스의 공정 점유 시간이 긴 것 등의 이유로부터 OLED(301)를 실장하기 전에 구동 TFT(302)의 V_{th} 를 측정하는 것이 요구된다. 또한, OLED(301)를 실장하기 전에 예정되는 화소 전극의 에칭 상태를 인식하고, 에칭 불량인 되는 TFT 어레이를 OLED(301) 형성 전에 제외하는 것이 요구된다.

그러나, TFT 어레이 단일체에서는 화소 회로의 구성 요소인 OLED가 실장되어 있지 않고, 구동 TFT는 오픈·드레인 상태로 되어 있다. 즉, OLED의 실장 전 공정에서는 도 21(a)의 파선으로 표시되는 OLED(301)가 접속되어 있지 않아, 정상적인 회로를 구성하고 있지 않다.

따라서, 구동 TFT(302)에 전류를 흐르게 하는 것이 기본적으로 불가능하여, 그 상태에서는 V_{th} 보정 회로의 기능 검사, TFT 어레이의 기능 검사, 화소 전극의 패터닝 상태의 검사를 행할 수 없었다.

전술한 미국 특허 공보 1 및 미국 특허 공보 2는 도 21(b)에 도시하는 바와 같은 AMLCD용 TFT 어레이의 화소 회로를 검사하는 수법이 표시되어 있는 것에 지나지 않으며, 도 21(a)에 도시하는 구동 TFT(302)에 전류를 공급하는 기구를 구비하고 있지 않다. 그 결과, 미국 특허 공보 1 및 미국 특허 공보 2를 이용하여 오픈·드레인이 된 구동 TFT(302)의 V_{th} 측정을 행할 수 없다. 또한, 구동 TFT의 드레인에 배선을 접속하여 전류를 흐르게 하여 검사를 행하는 방법을 생각할 수 있지만, 배선 접속에 의해 TFT 어레이가 오염 혹은 파괴될 가능성이 있어 현실적이지 않다.

본 발명은 이상과 같은 기술적 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 그 목적으로 하는 것은 AMOLED 패널용 TFT 어레이의 기능 검사를 OLED 형성 공정 전에 행하는 것에 있다.

또한 다른 목적은 AMOLED 패널용 TFT 어레이의 기능 검사에 있어서, 특별한 추가 회로를 화소 중에 준비하지 않고, 기능 검사를 행하는 것에 있다.

또 다른 목적은 구동 TFT의 드레인 전극에 전류 공급 단자를 접속하지 않고, 구동 TFT의 V_{th} 보정 회로의 기능 검사 및 V_{th} 의 변동 검사 또는 화소 전극의 패터닝 상태 검사를 행하는 것에 있다.

발명의 상세한 설명

이러한 목적 아래, 본 발명이 적용되는 액티브 매트릭스 패널(TFT 어레이)의 검사 장치는 OLED(Organic Light Emitting Diode) 형성 전의 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 배치되는 대향 전극과, 이 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 구동 TFT(Thin Film Transistor)의 OLED 접속 전극과 전원 사이에 대향 전극을 이용하여 미소 용량 C_m 을 형성하는 미소 용량 형성 수단과, 이 미소 용량 형성 수단에 의해 형성된 미소 용량 C_m 에 기초하여 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 검사 수단과, 화소 회로에 존재하는 화소 용량 C_s 와 미소 용량 C_m 에 의해 차지 펄프 회로를 구성하고, 임계치 전압 V_{th} 보정 후의 핀치 오프 전압 V_p 를 추정하는 핀치 오프 전압 추정 수단을 구비하였다.

여기서, 이 검사 수단은 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정하여 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 것을 특징으로 하고 있다. 보다 상세하게는 전원의 전압을 소정 전위차만큼 변화시키고, 미소 용량 형성 수단에 의해 형성된 미소 용량 C_m 을

통해서 구동 TFT의 드레인·소스 사이에 과도 전류를 흐르게 하여, 구동 TFT로부터 출력되는 전류파형을 관측함으로써 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정한다. 또한, 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로를 이용하여 흐른 전하량을 관측하고, 미소 용량 C_m 과 소정 전위차에 기초하여 임계치 전압 V_{th} 를 추정하도록 구성할 수도 있다.

또한, 이 검사 수단으로서의 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 각 화소의 미소 용량 C_m 을 추정하고, 이 미소 용량 C_m 의 변동을 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 전원 전압의 전위차를 V_d , 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로를 이용하여 흐른 전하량으로부터 핀치 오프 시점의 전하량을 Q_p , 미소 용량을 C_m 이라고 하면, $V_p = V_d - Q_p / C_m$ 에 의해 산출되는 핀치 오프 전압 V_p 를 산출하고, 산출된 핀치 오프 전압 V_p 에 기초하여 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 것을 특징으로 할 수 있다.

한편, 본 발명은 OLED 형성 전의 액티브 매트릭스 패널을 검사하는 액티브 매트릭스 패널의 검사 방법으로서, 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 대향 전극을 배치하는 단계와, 이 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 측정 대상 화소를 선택하는 단계와, 대향 전극에 접속되는 전원을 구동 전위로 하고, 측정 대상 화소의 구동 TFT에서의 드레인·소스 사이에 소정의 전압 V_d 를 인가하는 단계와, 측정 대상 화소의 구동 TFT를 흐르는 전류를 관측하는 단계를 포함한다.

여기서, 대향 전극과 구동 TFT 사이에 형성되는 미소 용량 C_m 을 추정하는 단계와, 추정된 미소 용량 C_m 에 기초하여 액티브 매트릭스 패널의 결함 개소를 특정하는 단계를 추가로 포함하며, 특히, 이 결함 개소를 특정하는 단계는 추정된 미소 용량 C_m 이 미리 정해진 소정 범위를 넘었는지 여부로 결함 개소를 특정하는 것을 특징으로 하면, 과에칭에 의해 화소 전극 면적이 작아지는 경우나 에칭 부족에 의한 근접 화소 전극간의 단락 등의 결함을 용이하게 발견할 수 있다는 점에서 바람직하다.

또한, 이 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 단계와, 추정된 임계치 전압 V_{th} 에 기초하여 액티브 매트릭스 패널의 결함 개소를 특정하는 단계를 추가로 포함하면, OLED를 구동하기 위한 구동 TFT를 TFT 어레이 단일체로 평가할 수 있는 점에서 우수하다.

또한, 이 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 단계는 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로를 이용하여 흐른 전하량을 관측하는 동시에, 구동 TFT가 핀치 오프 상태가 될 때까지 흐르게 한 전하량으로부터 핀치 오프 전압 V_p 를 구함으로써 임계치 전압 V_{th} 를 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 그리고, 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소에 대해서 임계치 전압 V_{th} 또는 핀치 오프 전압 V_p 를 구하고, 이 임계치 전압 V_{th} 또는 핀치 오프 전압 V_p 의 전압 범위 또는 변동에 의해 액티브 매트릭스 패널의 양호·불량을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

다른 관점으로부터 보면, 본 발명이 적용되는 액티브 매트릭스 OLED 패널의 제조 방법은 기판상에 TFT 어레이를 형성하여 액티브 매트릭스 패널을 생성하는 어레이 공정과, 생성된 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 검사 공정과, 검사 공정에 의해 양품이라고 판단된 액티브 매트릭스 패널에 대하여 OLED를 실장하는 셀 공정을 포함하며, 이 검사 공정은 어레이 공정에 의해 생성된 액티브 매트릭스 패널에 있어서의 OLED 접속 전극이 노출되는 면 근방에 대향 전극을 배치시키고, 이 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 측정 대상 화소를 흐르는 전류를 관측하는 것을 특징으로 하고 있다.

여기서, 이 검사 공정은 대향 전극을 배치함으로써 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 구동 TFT 드레인과 전원간에 미소 용량 C_m 을 형성하고, 미소 용량 C_m 을 통해 구동 TFT에 과도 전류를 흐르게 하여, 구동 TFT로부터의 출력 파형을 관측하여 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 것을 특징으로 할 수 있다. 특히, 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소마다의 미소 용량 C_m 을 추정하고, 추정된 미소 용량 C_m 의 변동을 평가함으로써, 패터닝된 화소 전극의 결함 개소를 판별할 수 있다. 또한, 구동 TFT로부터의 출력 파형을 관측하여 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 를 추정함으로써 액티브 매트릭스 패널의 기능 검사를 행하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 구동 TFT의 소스측에 적분 회로를 배치하고, 적분 회로에 흐르는 전하량에 기초하여 핀치 오프 전압 V_p 를 산출하는 동시에, 액티브 매트릭스 패널을 구성하는 화소에 대해서 구동 TFT의 임계치 전압 V_{th} 또는 산출된 핀치 오프 전압 V_p 에 기초하여 액티브 매트릭스 패널의 양호·불량을 판정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 구동 TFT에 소정의 전압을 인가하였을 때의 포화 전류를 액티브 매트릭스 패널상의 모든 화소에 대해서 구하고, 구동 TFT에 대한 특성 변동을 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

실시예

이하, 첨부 도면에 도시하는 실시형태에 기초하여 본 발명을 상세히 설명한다.

도 1은 본 실시형태가 적용되는 OLED(Organic Light Emitting Diode) 패널의 제조 공정을 설명하기 위한 도면이다. 본 실시형태가 적용되는 OLED 패널의 제조 방법은 OLED의 구동 회로인 TFT 어레이(액티브 매트릭스 패널)를 생성하는 어레이 공정(1)과, 생성된 TFT 어레이 단일체에서 기능 테스트를 행하는 검사 공정(2)을 갖고 있다. 이 검사 공정(2)에서는 배선의 오픈/쇼트가 소정 조건 이하이며, 또한 TFT의 특성이 패널 전체에서 균일하다는 것의 검사가 행해진다. 이 검사 공정(2)에서 불량품이라고 판단되는 TFT 어레이는 다음 공정으로 이행시키지 않고 배제된다. 양품이라고 판단되는 TFT 어레이에 대해서는 TFT 어레이상에 OLED를 형성하는 셀 공정(3)을 거쳐, 최종 검사 공정(4)으로 이행한다. 이 최종 검사 공정(4)에 의해 최후에 양품과 불량품이 분류된다. 본 실시형태에서는 셀 공정(3) 전에 검사 공정(2)을 마련함으로써, OLED를 실장하기 전에 구동 TFT의 변동이 큰 TFT 어레이를 배제하는 것이 가능해진다. 검사 대상으로서는 예컨대 PHS나 휴대 전화 등의 표시 화면에 이용되는 액티브 매트릭스(AM) 패널 이외에, 각종 AMOLED 패널을 들 수 있다.

이하에, 검사 공정(2)에 대해서 상술한다.

도 2는 검사 공정(2)에 있어서 이용되는 테스트 장치(10)의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 테스트 장치(10)는 기억 장치(Data Base)(11), 계산기(PC)(12), 측정 제어 회로(Control Circuits)(13), 신호 생성·신호 측정 회로(Drive/sense circuits)(14), 프로브(Data probes)(15), 신호 생성·신호 측정 회로(Drive/sense circuits)(16), 프로브(Gate probes)(17), 미소 용량의 대향 전극(Power electrode)(18) 및 미소 용량 대향 전극 제어 회로(Power control Circuits)(19)를 구비하고 있다.

테스트 장치(10)의 기억 장치(11)에는 검사 대상이 되는 TFT 어레이의 양호·불량 판정에 필요한 정보나 측정에 필요한 정보가 저장되어 있다. 계산기(12)는 예컨대 PC 등에 의해 구성되고, 입력된 데이터에 근거하여 기억 장치(11)에 저장된 정보에 기초하여 판정 처리를 실행한다. 측정 제어 회로(13)는 후술하는 검사법의 측정 시퀀스를 관리하고 있다. 또한, 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)는 AMOLED의 구동 신호를 생성하는 동시에, TFT 어레이의 측정 파형을 취득하는 아날로그 회로이다. 이 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)에 후술하는 적분 회로가 실장된다. 프로브(15, 17)는 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)에서 생성된 AMOLED 구동 신호를 측정 대상인 TFT 어레이에 공급하고, 또한, TFT 어레이로부터 측정 파형을 취득한다. 미소 용량의 대향 전극(18)은 측정 대상인 TFT 어레이의 패널 표면(OLED 접속 전극이 노출되는 면)의 근방(예컨대 10 μm 정도의 거리)에 위치하여, 구동 TFT의 드레인과 전원간에 미소 용량 C_m 을 형성한다. 예컨대, 동판 등의 저항치가 낮고 평면도가 높은 금속판으로 구성되어 있다. 또한, 미소 용량 대향 전극 제어 회로(19)는 대향 전극(18)에 공급되는 전원 전압을 제어하고 있다.

테스트 장치(10)에서는 후술하는 검사법의 측정 시퀀스가 측정 제어 회로(13)에서 관리되고, AMOLED 구동 신호는 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)에서 생성되어, 프로브(15, 17)를 통해 TFT 어레이에 공급된다. 또한, TFT 어레이의 측정 파형은 프로브(15, 17)를 통해 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)에 입력되어 판측된다. 판측된 신호는 측정 제어 회로(13)에 의해 디지털 데이터로 변환되어 계산기(12)에 입력된다. 계산기(12)에서는 기억 장치(11)에 저장된 정보를 참조하면서, 측정 데이터의 처리와 양호·불량 판정이 행해진다.

다음에, 검사 공정(2)에 있어서 테스트 장치(10)를 이용하여 실행되는 구동 TFT의 검사 방법에 대해서 설명한다.

도 3(a), 도 3(b)는 TFT 어레이(액티브 매트릭스 패널)상에 미소 용량 C_m 을 생성하는 것을 설명하기 위한 도면이다. 도 3(a)는 측정 대상인 TFT 어레이(액티브 매트릭스 패널)(100)를 도시하고, 도 3(b)는 TFT 어레이(100)에 대향 전극(18)을 근접 배치시킨 상태를 도시하고 있다. TFT 어레이(100)는 기판(110)상에 화소(픽셀)(101)의 집합이 형성된다. 이 각 화소(101)에 대응하여 TFT(102)가 형성되며, 각 화소(101)에 대하여 각각 화소 전극(103)이 형성된다. 도 3(b)에 도시하는 바와 같이 AMOLED 패널인 TFT 어레이(100)의 표면(OLED 접속 전극이 노출되는 면) 근방에 전원에 접속되는 대향 전극(18)이 배치되어, 구동 TFT의 드레인(OLED 접속 전극)과 전원 사이에 미소 용량 C_m 이 형성된다. 대향 전극(18)을 근접시키기 위한 대향 전극 배치 수단으로서, 예컨대 고정밀도인 거리 센서(도시하지 않음)를 사용하거나, 대향 전극(18) 측 혹은 TFT 어레이(100)측에 거리 결정하기 위한 스페이스(도시하지 않음)를 형성해 두는 것을 생각할 수 있다.

미소 용량 C_m 을 형성한 화소 회로의 예를 도 4 및 도 5에 도시한다. 도 4(a), 도 4(b)는 도 21(a)에 도시한 바와 같은 가장 단순한 2 TFT에 의한 전압 프로그래밍 방식의 화소 회로예를 도시하고 있으며, 도 5(a), 도 5(b)는 V_{th} 보정 기능을 구비한 4 TFT에 의해 구성되는 전압 프로그래밍 방식의 화소 회로예를 도시하고 있다. 도 4(a) 및 도 5(a)에서는 OLED(120)가 실장된 상태가 도시되고, 도 4(b) 및 도 5(b)에서는 OLED(120)를 실장하는 대신에 미소 용량 C_m 을 형성한 화소 회로가 도시되어 있다. 도 4(a), 도 4(b)에 있어서, SW1은 계조 전압을 화소 용량 C_s 에 기록할 때에 셀렉트선(Select)에 의해 온이 된다. 또한 Tr.d는 구동 TFT이며, 여기서는 n 채널 TFT가 표시되어 있다. 도 5(a), 도 5(b)에 도시되는 SW1은 계조

전압을 화소 용량 Cs_1 에 기록할 때에 셀렉트선(Select)에 의해 온이 된다. SW2와 SW3은 구동 TFT(Tr.d)의 V_{th} 보정을 행하기 위한 회로이다. SW2는 V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 의해 제어되고, SW3은 전류 스위치 제어선(Current cnt.)에 의해 제어되며, 화소 용량 Cs_2 에 V_{th} 가 기억된다.

임계치 전압 V_{th} 는 TFT로 OLED(120)를 구동한 경우의 기준이 되는 전압이다. 임계치 전압 V_{th} 로서, 예컨대 1.5 V 정도를 바람직한 값으로 한 경우에, 임계치 전압 V_{th} 가 상승하면, 동일한 게이트 전압 V_{gs} 를 인가한 경우, 드레인 전류치가 내려가, 화면이 어두워진다. 또한, 계조를 넣는 경우에는, 흑색에 가까운 그레이 스케일 부분이 악화된다. 한편, 임계치 전압 V_{th} 가 내려가면, 동일한 게이트 전압 V_{gs} 를 인가한 경우, 드레인 전류치가 올라가, 화면이 밝아진다. 그래서, 검사 공정(2)에서는 임계치 전압 V_{th} 를 추정하고, 추정된 임계치 전압 V_{th} 를 패널의 양·부를 판단하는 지표의 하나로 하고 있다.

다음에, 검사 공정(2)에 있어서 실행되는 처리에 대해서 설명한다.

본 실시형태에서는 도 4에 도시하는 바와 같은 V_{th} 보정 기능을 갖지 않는 전압 프로그래밍 방식 화소 회로, 도 5에 도시하는 바와 같은 V_{th} 보정 기능을 갖는 전압 프로그래밍 방식 화소 회로의 검사를 행한다. 도 4에 도시하는 화소 회로에서는 데이터선(Data)으로부터 직접 구동 TFT의 V_{gs} 를 설정할 수 있는 구성을 의미하며, 도 4에 도시하는 화소 회로만을 의미하는 것은 아니다. 도 5에 도시하는 화소 회로는 미소 용량 C_m 과 화소 용량 C_s 가 V_{th} 보정 제어 스위치를 통해 접속되는 구성을 의미하며, 도 5에 도시하는 화소 회로만을 의미하는 것은 아니다. 여기서는 측정의 원리를 설명하기 위해 제어 신호 구동에 의한 오프셋 전압을 고려하지 않는다. 오프셋 전압의 고려는 후술하는 실현예의 설명에서 행한다.

도 6은 측정의 흐름을 도시한 흐름도이다. 검사를 시작하는 데 있어서, 우선, 임계치 전압 V_{th} 의 보정 기능 존재 여부가 판단된다(단계 101). 도 4(b)에 도시하는 바와 같이, V_{th} 보정 기능이 없는 경우에는 V_{th} 의 추정 처리가 실행된다(단계 102). 도 5(b)에 도시한 바와 같은 V_{th} 보정 기능을 갖는 경우에는 차지 펌프에 의해 V_{th} 전압을 설정한 후, 완전히 보정할 수 없는 V_{th} (핀치 오프 전압 V_p)를 추정하는 처리가 실행된다(단계 103). 이들 처리 후, 검사 결과 평가의 처리가 실행되고(단계 104), 검사가 종료된다.

도 7은 도 6의 단계 102에 도시한 임계치 전압 V_{th} 의 추정 처리를 상술하는 흐름도이다. 여기서는 V_{th} 보정 기능을 갖지 않는 전압 프로그래밍 방식 화소 회로의 V_{th} 를 측정하는 흐름이 도시되어 있다. V_{th} 추정 처리에서는 우선, 측정 준비로서, 단계 111~단계 113이 실행된다. 그 후, 구동 TFT에 기지인 미소 전압 V_{gs} 를 인가하였을 때의 전류가 관측된다. 즉, 단계 114 및 단계 115에서 구동 TFT의 $V_{gs} = V_{th}$ 에서의 동작 관측이 실행된다. 여기서, V_{gs} 는 구동 TFT에서의 게이트·소스간 전압이다. 그 후, 미소 용량 C_m 이 기지인 아닌 경우에, 미소 용량 C_m 의 추정이 단계 117~단계 119에서 실행된다. 그리고, 미소 용량 C_m 이 기지인 경우 및 미소 용량 C_m 의 추정이 이루어진 후에, 미소 용량 C_m 의 실측치(추정치)를 사용한 V_{th} 의 추정이 단계 120~단계 123에서 실행된다.

도 7에 도시하는 임계치 전압 V_{th} 의 추정 처리에서는 우선, 셀렉트선(Select)에 ON 전위를 인가함으로써 측정 라인의 선택이 이루어진다(단계 111). 도 4(b)에 도시하는 예에서는 SW1이 도통 상태가 된다. 다음에, 데이터선(Data)에 구동 TFT인 Tr.d를 온으로 할 수 있는 전압을 인가하고, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 GND 전위로 한다(단계 112). 이것에 의해, 도 4(b)에서는 Tr.d가 도통 상태가 되어, C_m 양단의 전위가 GND가 됨으로써, C_m 의 전하가 방전되어 0이 된다. 그 후, 데이터선(Data)에 구동 TFT를 오프로 할 수 있는 전압이 인가되고, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 구동 전위로 한다(단계 113). 이것에 의해, 구동 TFT를 오프로 한 상태로 V_{ds} 에 전압을 인가할 수 있다. 도 4(b)에서는 Tr.d의 드레인·소스간에 전압 V_d 가 인가된다. 이상의 흐름에 따라 측정 준비가 행해진다.

다음에, 데이터선(Data)에 구동 TFT를 온으로 할 수 있는 미소 ON 전위 V_{gs} 가 인가된다. 또한, 비측정 화소의 데이터선(Data)에 OFF 전위가 인가된다(단계 114). 이것에 의해, 구동 TFT는 도통을 시작하고, 미소 용량 C_m 의 구동 TFT측 전극 전위는 GND 전위를 목표로 하여 변화한다. 이 때, 구동 TFT는 V_{gs} 에 의해 결정되는 일정 전류를 흐르게 한다. 도 4(b)에서는 구동 TFT인 Tr.d가 C_m 으로부터 일정 전류를 흐르게 된다. 그리고, 구동 TFT의 소스가 접속되어 있는 배선에 적분 회로를 접속함으로써, 이 적분 회로를 이용하여 구동 TFT를 흐르는 전류를 관측할 수 있다(단계 115). 이상의 흐름에 따라, 구동 TFT의 $V_{gs} = V_{th}$ 에서의 동작 관측이 행해진다.

도 8은 구동 TFT를 흐르는 전류의 관측에 이용되는 적분 회로의 예를 도시한 도면이다. 여기서는 도 4(b)에 도시하는 회로에 적분 회로(130)가 접속된 경우가 도시되어 있으며, 이러한 적분 회로(130)는 도 2에 도시하는 신호 생성·신호 측정 회로(14, 16)에 설치된다. 도 8에 도시하는 적분 회로(130)는 연산 증폭기(Operational Amplifier)(131), 커패시터(Ci), 리셋 스위치(SWreset)가 구비되어 있다. 여기서는 구동 TFT인 Tr.d의 소스측은 적분 회로(130)의 이미지너리 쇼트(가상적 단락)에 의해 GND 전위가 된다. 또한, 적분 회로(130)의 동작에 대해서는 미국 특허(USP) 제5,179,345호에도 상세히

기록되어 있다. 적분 회로(130)는 다른 화소 회로에 대해서도 마찬가지로 접속할 수 있다. 적분 회로(130)로부터의 출력은 도 2에 도시하는 측정 제어 회로(13)에 설치되는 A/D 변환 회로에 의해서 디지털 데이터로 변환되어, 계산기(12)에 입력됨으로써, 이후의 추정 처리가 가능해진다.

도 7로 되돌아가서, 그 후, 미소 용량 C_m 의 값이 기지인지 여부에 의해 처리가 나뉜다(단계 116). 예컨대, TFT 어레이(100)와, 이 TFT 어레이(100)에 근접시키는 대향 전극(18)과의 거리를 매우 정확히 제어할 수 있고, 또한, 전극의 평탄도가 충분히 높았던 경우 등에는 계산에 의해 구해진 C_m 값 혹은 일회 행한 C_m 측정 결과를 반복 사용하는 것을 생각할 수 있다. 이러한 형태에서는 C_m 이 기지인 경우라고 말할 수 있다. 이와 같이 미소 용량 C_m 이 기지인 경우에는 단계 120 이후의 V_{th} 의 추정 처리로 이동된다. 미소 용량 C_m 의 값이 명확하지 않은 경우에는 단계 117~단계 119에 의한 C_m 의 추정 처리가 행해진다. 여기서는, 계산기(12)에 입력된 적분 파형이 수평이 되는 출력 전압 V_a 가 구해지고(단계 117), 적분 회로의 용량 C_i 로부터 구동 TFT를 통과한 총 전하량 Q_a 가 구해진다(단계 118). 보다 구체적으로는,

$$Q_a = C_i \cdot V_a$$

에 의해 총 전하량 Q_a 가 구해진다. 구해진 이 총 전하량 Q_a 를 미소 용량 C_m 에 관한 전압(도 4(b)에서는 V_d)으로 나눔으로써, 미소 용량 C_m 의 값을 추정할 수 있다(단계 119). 즉, 전원 진폭 전압을 V_{drv} 라고 하면,

$$C_m = Q_a / V_{drv}$$

에 의해 미소 용량 C_m 의 값을 추정할 수 있다.

도 9는 도 8의 적분 회로(130)로부터의 출력예를 도시한 도면이다. 횡축은 시간, 종축은 전압을 취하고 있다. 측정 개시 후, 구동 TFT가 일정 전류를 흐르게 하고 있는 기간(포화 영역)에서는 기울기가 일정한 전압이 발생한다. 그 후, 기울기 변화점에서 기울기가 변하는 것을 시작으로, 전류치가 0, 즉, 구동 TFT가 전류를 흐르게 하고 있지 않은 상태에서 출력 파형의 기울기가 수평이 된다. 기울기 변화점은 구동 TFT의 동작점이 포화 영역으로부터 선형 영역으로 이동하는 점이라고 할 수 있다. 적분 파형의 기울기가 변화(핀치 오프)하는 출력 전압 V_{op} 와, 적분 파형이 수평이 되는 출력 전압 V_a 를 구하고, 이들의 값을 전술한 미소 용량 C_m 및 임계치 전압 V_{th} 의 추정에 이용한다. 또한, 도 9에 도시하는 바와 같은 적분 회로 출력 곡선은 계산기(12)에 의해 미분되고, 단위 시간당의 전압 변화량이 구해져 기울기 변화점이 결정된다. 이 때의 적분 회로 출력 전압이 V_{op} 이다. 단, 도 9는 원리를 설명하기 위한 것으로, 오프셋 전압이 0 V인 경우를 도시하고 있다. 오프셋 전압은 후술하는 V_{out} (도 15 참조)와 같이 제어 신호를 구동한 때에, 제어 신호 배선으로부터 기생 용량을 통해 GND 배선에 출입하는 전하에 의한 전압이다. 실제의 검사 장치에서는 도 14 이후에 도시하는 실현예에 설명하고 있는 바와 같이 오프셋 전압을 고려하여 계산이 행해진다. 여기서는, 원리의 설명을 쉽게 하기 위해 이 오프셋 전압을 무시하고 있다.

도 7로 되돌아가서, 그 후, V_{th} 의 추정 처리가 행해진다. 구체적으로는 도 9에 의해 설명한 바와 같이, 적분 파형의 기울기가 변화하는 곳(기울기 변화점)을 구하여, 이 때의 적분 회로(130)의 출력 전압 V_{op} 이 구해진다(단계 120). 이 구해진 출력 전압 V_{op} 와 적분 회로(130)의 용량 C_i 로부터, 구동 TFT가 핀치 오프(Pinch-off) 상태가 될 때까지 흐르게 한 전하량 Q_p 를 구한다(단계 121). 즉,

$$Q_p = C_i \cdot V_{op}$$

가 구해진다. 이 값을 C_m 으로 나누어 구한 전압과 미소 용량 C_m 에 관한 전압(도 4(b)에서는 V_d)의 차는 구동 TFT의 핀치 오프 전압 V_p 를 의미한다. 즉, 전원 진폭 전압 V_{drv} 를 이용하여 나타내면, 핀치 오프 전압 V_p 는,

$$V_p = V_{drv} - Q_p / C_m$$

에 의해 구해진다(단계 122). 여기서, 데이터선(Data)에 인가된 구동 TFT를 온으로 할 수 있는 미소 ON 전압 V_{gs} 와, 핀치 오프 전압 V_p 의 차를 구하면, 구동 TFT의 V_{th} 를 구할 수 있다(단계 123). 즉,

$$V_{th} = V_{gs} - V_p$$

이상의 흐름에 따라서, 임계치 전압 V_{th} 를 추정할 수 있다. 그 후, 셀렉트선(Select)에 OFF 전위를 공급하고, 측정 라인을 개방함으로써(단계 124), V_{th} 추정의 일련의 처리가 종료된다.

다음에, 도 6에 도시한 단계 103인, V_{th} 보정 기능이 있는 경우의 핀치 오프전압 V_p 의 추정 처리에 대해서 설명한다.

도 10은 펀치 오프 전압 V_p 의 추정 처리에 있어서의 판단으로서, 콘덴서를 통해 승압/강압을 행하는 차지 펌프에 의한 V_{th} 설정의 흐름을 도시한 흐름도이다. 구체적으로는 도 5(b)에 도시하는 V_{th} 보정 기능이 있는 전압 프로그래밍 방식 화소 회로에 의해 실행된다. 여기서는 우선, 단계 201~단계 205에서 측정 준비가 실행된다.

그 후, 단계 208~단계 210에서 차지 펌프 동작이 실행되고, 단계 211~단계 213에서 V_{th} 보정의 처리가 행해진다. 그 후, 단계 214의 펀치 오프 전압 V_p 의 측정이 행해진다.

도 5(b)를 참조하면서, 도 10에 도시하는 흐름도를 설명하면, 우선, 측정 준비로서, 셀렉트선(Select)에 ON 전위를 인가하여 SW1을 도통 상태로 함으로써, 측정 라인이 선택된다(단계 201). 또한, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 GND 전위로 하고, 전류 SW 제어선(Current cnt.)과 데이터선(Data)에 OFF 전위[비측정 화소의 데이터선(Data)에 ON 전위]를 인가하여, 화소 용량 C_s 의 초기화 준비가 행해진다(단계 202). 이 상태에서, V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 설정 기간 동안(일정 기간만) ON 전위를 인가하여, 화소 용량 C_s 의 초기화가 행해진다(단계 203). 한편, 데이터선(Data)에 ON 전위[비측정 화소의 데이터선(Data)에 OFF 전위]를 인가하여, V_{th} 보정 준비를 행하고(단계 204), 그 후, V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 설정 기간 동안(일정 기간만) ON 전위를 인가함으로써, V_{th} 보정을 실행한다(단계 205). 데이터선(Data)에 ON 전위를 인가하는 것은 구동 TFT(Tr.d)의 게이트 전압을 가능한 한 크게 하기 위함이다. 여기서, 도 8에 도시한 바와 같은 적분 회로(130)의 출력에서 전류를 확인함으로써, 구동 TFT가 ON 상태인지 여부의 판단이 이루어진다(단계 206). 구동 TFT가 ON 상태이면, V_{th} 보정이 완료된 것으로 하여, 단계 214로 이행한다. 구동 TFT가 ON 상태가 아닌 때에는 단계 207로 이행하여 차지 펌프 동작이 실행된다. 이와 같이, 측정 준비에서는 단계 202에서 비측정 화소의 데이터선에 ON 전위를 인가하고, 단계 203에서 V_{th} 보정을 행하면, 비측정 화소의 화소 용량 C_s 에 충전되는 전압은 최대 V_{th} 가 된다. 그리고, 단계 204에서 비측정 화소의 데이터선(Data)에 OFF 전위를 인가함으로써, 비측정 화소의 화소 용량 C_s 에 충전되는 전압은 V_{th} 보다도 ON 전위와 OFF 전위의 차 전위만큼 낮아져, 비측정 화소를 완전히 OFF할 수 있다.

차지 펌프 동작을 행할 때에, 우선, 전류 SW 제어선(Current cnt.)에 ON 전위, 데이터선(Data)에 OFF 전위를 인가하여 차지 펌프 동작의 준비가 행해진다(단계 207). 그 후, 차지 펌프 동작에서는 최초에, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 구동 전위로 하고, V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 설정 기간 동안(일정 기간만) ON 전위를 인가함으로써, 화소 용량 C_{s2} 의 충전이 행해져, 구동 TFT(Tr.d)의 게이트 전압을 크게 한다(단계 208). 여기서, 도 8에 도시한 바와 같은 적분 회로(130)의 출력에서 전류를 확인함으로써, 구동 TFT가 ON 상태가 되었는지 여부가 판단된다(단계 209). ON 상태가 된 경우에는 V_{th} 를 넘는 전압이 C_{s2} 에 발생한 것을 확인할 수 있으며, 단계 211 이후의 V_{th} 보정 처리로 이행한다. 단계 209에서 구동 TFT가 ON 상태로 되어 있지 않은 경우에는 데이터선(Data)에 ON 전위를 인가하여 구동 TFT를 ON 상태에 가깝게 한다. 여기서, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 GND 전위로 떨어뜨려, 미소 용량 C_m 의 전하를 GND에 방전하며, 데이터선(Data)에 OFF 전위를 인가하고(단계 210), 단계 208로 되돌아간다. 구동 TFT가 ON 상태가 될 때까지, 단계 208~단계 210의 처리가 반복된다.

도 11(a), 11(b)는 단계 207~단계 210의 차지 펌프 동작을 설명하기 위한 도면이다. 단계 207 및 단계 208의 순서에 의해, 도 11(a)에 도시하는 바와 같이, 화소 용량 C_{s2} 의 구동 TFT(Tr.d) 게이트에 접속되는 전극의 전위가 상승한다. 즉, 준비로서, 전류 SW 제어선(Current cnt.)에 ON 전위를 인가하여 SW3을 ON으로 하고, 데이터선(Data)을 OV로 한다. 이 단계에서, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 구동 전위 V_d 로 하고, V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 대하여 설정 기간 동안 ON 전위를 인가하여 SW2를 ON시키고, 화소 용량 C_{s2} 의 충전이 행해져, 구동 TFT(Tr.d)의 게이트 전압을 상승시킨다.

한편, 도 11(b)에 도시하는 바와 같이, 구동 TFT(Tr.d)가 ON 상태로 되어 있지 않은 경우에는 데이터선(Data)에 ON 전위(+V)를 인가한다. 그리고, V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 OFF 전위를 인가하여 SW2를 OFF로 한 상태에서 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 GND 전위로 떨어뜨린다. 데이터선(Data)에 ON 전위(+V)를 인가하여도 구동 TFT(Tr.d)가 ON으로 되지 않는 경우가 있지만, 구동 TFT(Tr.d)는 SW2에 비해서 채널 폭이 충분히 크기 때문에, 그 누설 전류에 의해 단계 210의 처리가 가능해진다.

이상과 같은 차지 펌프 동작 후, V_{th} 보정 처리에서는 데이터선(Data)에 ON 전위를 인가한 상태로, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원을 GND 전위로 함으로써, 미소 용량 C_m 을 방전한다(단계 211). 데이터선(Data)에 ON 전위를 인가하는 것은 구동 TFT(Tr.d)를 확실하게 ON 상태로 하기 위함이다. 그 후, 데이터선(Data)에 OFF 전위를 인가하고, 전류 SW 제어선(Current cnt.)에 OFF 전위를 인가한다. 그리고, 데이터선(Data)에 ON 전위[비측정 화소의 데이터선(Data)에 OFF 전위]를 인가하여 V_{th} 보정 준비를 행하고(단계 212), V_{th} 보정 제어선(V_{th} cnt.)에 일정 기간 ON 전위를 인가하여, V_{th} 보정 기능을 설정 기간 동안 ON시킴으로써, V_{th} 보정을 완료한다(단계 213). 그 후, 단계 214로 이행하여 펀치 오프 전압 V_p 의 측정이 실행된다.

도 12는 단계 214에 있어서의 핀치 오프 전압 V_p 의 측정(추정) 처리를 도시한 흐름도이다. 핀치 오프 전압 V_p 의 측정(추정) 처리에서는 단계 302 및 단계 303에서, 구동 TFT의 $V_{gs} \approx V_{th}$ 에서의 동작 관측이 실행된다. 그 후, 미소 용량 C_m 이 기지기가 아닌 경우에, 미소 용량 C_m 의 추정이 단계 305~단계 307에서 실행된다. 그리고, 미소 용량 C_m 이 기지인 경우 및 미소 용량 C_m 의 추정이 이루어진 후에, 핀치 오프 전압 V_p 의 추정이 단계 308~단계 310에서 실행된다.

도 12에 도시하는 처리에서는 우선, 데이터선(Data)에 ON+ 미소 전위를 인가하고, 전류 SW 제어선(Current cnt.)에 일정 기간 ON 전위를 인가함으로써(단계 301), 미소 용량 C_m 의 전하를 방전한다. 그리고, 미소 용량 C_m 에 접속되는 전원 전극에 구동 전위를 인가하고, 전류 SW 제어선(Current cnt.)에 ON 전위를 인가하여, 구동 TFT의 드레인에 전압 V_{ds} 를 인가한다(단계 302). 여기서, 구동 TFT로부터 유출되는 전하를 도 8 및 도 9를 이용하여 설명한 적분 회로(130)에 의해 관측한다(단계 303). 적분 회로(130)의 출력은 도 2에 도시하는 측정 제어 회로(13) 중 A/D 변환 회로를 사용하여 디지털 데이터로 변환되어, 계산기(12)에 입력됨으로써, 이후의 추정이 가능해진다.

여기서, 미소 용량 C_m 의 값이 기지인지 여부에 따라 처리가 나뉜다(단계 304). 미소 용량 C_m 의 값이 명확하지 않을 경우에는 단계 305~단계 307의 미소 용량 C_m 의 추정 처리로 이행된다. 미소 용량 C_m 의 값이 기지인 경우에는 그대로 단계 308~단계 310의 핀치 오프 전압 V_p 의 추정 처리로 이행한다. 도 9를 참조하여 설명하면, 미소 용량 C_m 의 추정 처리에서는 우선, 계산기(12)에 입력된 적분 파형이 수평이 되는 출력 전압 V_a 가 구해진다(단계 305). 얻어진 출력전압 V_a 와 적분 회로(130)의 용량 C_i 로부터,

$$Q_a = C_i \cdot V_a$$

에 의해, 구동 TFT를 통과한 총 전하량 Q_a 가 구해진다(단계 306). 그리고, 미소 용량 C_m 에 관한 전원 진폭 전압 V_{drv} (도 5에서는 V_d)로 이 총 전하량 Q_a 를 나눔으로써, 즉,

$$C_m = Q_a / V_{drv}$$

에 의해 미소 용량 C_m 의 값을 추정할 수 있다(단계 307).

다음에, 핀치 오프 전압 V_p 의 추정에서는 우선, 도 9에 도시한 바와 같은 적분 파형의 기울기가 변화(Pinch-off)하는 출력 전압 V_{op} 을 구한다(단계 308). 그리고, 이 때의 적분 회로(130)의 출력 전압 V_{op} 와 적분 회로(130)의 용량치 C_i 로부터, 구동 TFT가 핀치 오프(Pinch-off) 상태가 될 때까지 흐르게 한 전하량 Q_p 가 구해진다(단계 309). 이 전하량 Q_p 는,

$$Q_p = C_i \cdot V_{op}$$

에 의해 산출된다. 이와 같이 하여 얻어진 전하량 Q_p 의 값을 C_m 으로 나누어 구한 전압과 미소 용량 C_m 에 관한 전원 진폭 전압 V_{drv} (도 5에서는 V_d)의 차는 구동 TFT의 핀치 오프 전압 V_p 를 의미한다. 즉,

$$V_p = V_{drv} - Q_p / C_m$$

에 의해 핀치 오프 전압 V_p 가 구해진다(단계 310). 여기서, V_{th} 보정 회로가 정상적으로 작동한 경우에는 V_{th} 보정 후의 V_{gs} 는 틀림없이 V_{th} 가 된다. 즉,

$$V_{gs} = V_{th}$$

가 된다. 따라서, 이상적인 상태에서는 구해진 핀치 오프 전압 V_p 는,

$$V_p = V_{gs} - V_{th} = 0$$

이 된다. 이상과 같이, V_{th} 보정 후에 핀치 오프 전압 V_p 를 추정함으로써, V_{th} 보정 기능의 양부(良否)를 판정할 수 있다. 정상적으로 V_{th} 보정이 행해진 경우에는 전술한 바와 같이, 핀치 오프 전압 V_p 는 충분히 작은 전압을 도시한다.

이상과 같이하여, 도 6에 도시하는 단계 102의 V_{th} 추정, 단계 103의 핀치 오프 전압 V_p 의 추정이 행해진 후, 단계 104의 검사 결과 평가가 행해진다.

도 13은 검사 결과 평가의 흐름을 도시한 흐름도이다. 도 2에 도시하는 계산기(12)는 추정된 V_{th} 혹은 펀치 오프 전압 V_p 의 패널 전체에 있어서의 분포를 계산한다(단계 401). 그리고, 기억 장치(11)에 저장되어 있는 값, 즉, 계산된 분포가 미리 설정된 허용 범위 안에 드는지 여부가 판단된다(단계 402). 허용 범위 안에 들지 않은 경우에는, 예컨대 계산기(12)의 디스플레이에 불량 표시를 행한다(단계 403). 허용 범위 안에 들은 경우에는, 예컨대 계산기(12)의 디스플레이에 양호의 표시를 행하고(단계 404), 처리를 종료한다.

다음에, 2 TFT 전압 프로그래밍 방식 화소 회로 및 4 TFT 전압 프로그래밍 방식 화소 회로의 각각에 있어서, 더욱 구체적인 실현예를 이용하여 본 실시형태를 상술한다.

도 14는 화소 회로가 2개의 TFT로 구성되는 전압 프로그래밍 방식 패널에의 적용예를 도시한 도면이다. 또한, 도 15는 이 2 TFT 전압 프로그래밍 방식 화소 회로에서 측정을 행하기 위한 구동 파형이 도시되어 있다. 도 14에 도시하는 적용예로서는 패널의 일부로서 3×3 화소가 도시되어 있다. 도 14에서는 측정 대상 화소는 중앙의 화소이며, 측정 대상 화소의 GND 배선에 적분 회로(130)가 접속되어 있다. 도 15에 도시하는 구동 파형에서는 측정 대상 화소인 도 14의 중앙의 화소(Select 2, Data 2)의 구동 TFT에 미소 전위(Inspection voltage)를 인가하면, 적분 회로 출력 V_{out} 에 나타나는 전류의 모양을 관측할 수 있다. 실제의 측정에서는 전술한 측정법이 모든 화소에 대해서 반복 행해진다. 여기서, 도 14에 도시되는 적분 회로(130)에서는 적분 회로(130)의 반전 입력에 접속되는 GND선이 독립되어 있는 것처럼 그려지고 있지만, 실제로는 몇 개인가의 GND 배선(또는 모든 GND 배선)이 묶여져 공통으로 되어 있는 경우도 있다. 이와 같이 하여 묶여진 GND 배선의 그룹 수만큼 적분 회로(130)를 준비하면, 그룹마다 병행하여 측정하는 것이 가능해진다. 또한, P 채널 구동 TFT를 이용한 경우에는 GND 배선이 전원 배선이 된다.

여기서, 도 15의 상단에 표시되는 시퀀스(Sequence)에 기초하여 설명한다.

- 시퀀스 1 : 모든 화소에 OFF 전압을 기록하고, 패널을 소등 상태로 한다.
- 시퀀스 3 : Select 2를 ON으로 함으로써, 측정 대상 화소가 존재하는 라인을 선택한다.
- 시퀀스 4 : Data 2에 ON 전위를 인가하여(Initialize), 측정 대상 화소의 C_m 전하를 방전한다.
- 시퀀스 6 : V_d 에 구동 전위를 인가하여, 구동 TFT의 드레인에 전압을 인가한다.
- 시퀀스 7 : 적분 회로(130)를 기동하여, 측정을 시작한다.
- 시퀀스 8 : Data 2에 V_{th} 를 넘는 미소 전위인 검사 전압(Inspection voltage)을 인가하여, 구동 TFT를 약간 ON 상태로 한다. 이 때, Data 2의 전압 변화에 의해 적분 회로 출력 V_{out} 에 오프셋 전압이 발생한다.
- 시퀀스 9 : 적분 회로 출력 V_{out} 에서 정전류를 관측할 수 있다. 구동 TFT가 포화 영역에서 정전류를 흐르게 하고 있기 때문에 적분 회로 출력 V_{out} 는 일정한 기울기로 변화한다.
- 시퀀스 12 : Data 2에 OFF 전위를 인가한다. 이 때, Data 2의 전압 변화에 의해 적분 회로 출력 V_{out} 에 발생하고 있었던 오프셋 전압이 캔슬된다.
- 시퀀스 13 : 측정을 종료한다.

이상의 시퀀스는 도 2에 도시한 계산기(12)에 의해 관리되고, 계산기(12)로부터 측정 제어 회로(13)에 출력되는 지령에 기초하여, 측정 제어 회로(13)에 의해서 각 동작이 제어된다. 이들의 시퀀스에 의해 얻어진 적분 회로(130)의 출력 파형(적분 회로 출력 V_{out} 의 파형)을 측정 제어 회로(13)에 의해 A/D 변환하고, 이하의 계산이 순차적으로 계산기(12)에 의해 실행된다.

[용량 C_m 의 측정]

도 15의 시퀀스 12와 시퀀스 13에 있어서의 V_{out} 의 전위차(ΔV_{out})는 C_m 으로부터 흐른 전하량 Q_a 를 의미하고 있다. 배선 Data 2에 검사 전압(Inspection voltage)을 인가 혹은 제거를 하는 타이밍(시퀀스 8과 시퀀스 12)에서 V_{out} 에 오프셋

전압(Voffset)이 발생한다. 이것은 배선 Data 2의 전위를 변화시킴으로써 기생 용량을 통해 GND 배선에 전하의 출입이 발생하기 때문이다. 즉 시퀀스 12와 시퀀스 13에서의 Vout의 전위차(ΔV_{out})는 측정 대상 화소의 C_m 으로부터 흘러나온 전하량 Q_a 에 의한 전압을 표시하고 있다.

$$Q_a = \Delta V_{out} \cdot C_i$$

여기서, C_i 는 적분 회로의 용량이다. 또한, C_m 은 시퀀스 4에서 방전한 후, 시퀀스 8~9에서 전압 V_d 로 충전된다. 따라서,

$$C_m = Q_a / V_d$$

를 계산함으로써, 용량 C_m 을 추정할 수 있다.

[V_{th} 의 추정]

적분 회로(130)의 출력에 의해 도 9에 도시하는 바와 같은 기울기 변화점을 구하고, 시퀀스 11에 있어서의 V_{out} 로부터 ΔV_{out} 만큼 되돌아간 전위를 측정 기준 전압으로 하여 이 측정 기준 전압과 기울기 변화점 전압의 전위차(ΔV_{outp})를 구하면(이것은, Voffset를 발생시키는 전하를 제외하여, C_m 으로부터의 전하만을 고려하기 위한 조작임),

$$V_{th} = V_{gs} - (V_d - \Delta V_{outp} \cdot C_i / C_m)$$

으로부터 V_{th} 를 추정할 수 있다. 이 값을 모든 화소에 대해서 구함으로써, 패널에 있어서의 V_{th} 의 변동을 평가할 수 있다.

[V_{gs} - I_d 특성의 추정]

모든 화소에 대해서, 시퀀스 9에 있어서의 V_{out} 의 기울기를 구함으로써, 어떤 V_{gs} 에서의 구동 전류의 변동을 평가할 수 있다. 시퀀스 8에서 인가하는 미소 전위를 복수 선택함으로써, V_{gs} 에 대한 I_d 가 복수로 구해지며, 이것을 모든 화소에서 비교함으로써, 구동 TFT의 특성 변동을 평가할 수 있다.

다음에, 4 TFT 전압 프로그래밍 방식 화소 회로에서의 실현예에 대해서 설명한다.

도 16은 화소 회로가 4개의 TFT로 구성되는 전압 프로그래밍 방식 패널에의 실현예를 도시한 도면이다. 도 16에서는 패널의 일부(2 화소분)를 도시하고 있으며, 측정 대상 화소는 좌측의 화소이다. 실제 측정에서는 전술한 측정법을 모든 화소에 대해서 반복하여 행한다.

도 17~도 19는 측정을 행하는 구동 파형을 도시하고 있으며, 일련의 시퀀스를 연속하여 표현하고 있다. 검사 대상 화소의 상하 화소는 모두 Select, Current cnt., V_{th} cnt.를 오프로 하여 행하고 있다. 검사 순서는 크게 초기화 작업(Initialize), V_{th} 기록 작업(V_{th} Writing), 차지 펌프 작업(Charge Pumping), 검사 작업(Inspection)으로 대별할 수 있다. 도 10에 도시한 흐름도와 동일하게 조건 판단이 행해진다.

도 17은 초기화 작업(시퀀스 1~4) 및 V_{th} 기록 작업(시퀀스 5~11)의 구동 파형을 도시한 도면이다.

(i) 초기화 작업(시퀀스 1~4)

·시퀀스 1 : 화소 용량 C_{s1} 의 초기화.

·시퀀스 3 : 화소 용량 C_{s2} 의 초기화.

(ii) V_{th} 기록 작업(시퀀스 5~11)

·시퀀스 6 : 검사 대상 화소의 Select를 온으로 한다.

·시퀀스 7 : 데이터로서 최대값보다 조금 낮은 전압값을 기록함으로써, 화소 용량 C_{s2} 를 통해 구동 TFT의 게이트 전압을 크게 한다.

·시퀀스 9 : 시퀀스 7에서 구동 TFT의 게이트에 V_{th} 이상의 전압을 인가할 수 있으면, $V_{th\ cnt.}$ 를 온으로 함으로써, 구동 TFT를 통해 $Cs2$ 의 전극 전압을 V_{th} 로 할 수 있다. 이 때, 적분 회로에 의해 전류가 확인된다. 전류가 확인되지 않는 경우에는, 다음 공정으로서 차지 펌프 작업(시퀀스 12)으로 이행하고, 전류가 확인되면, 검사 작업(시퀀스 25)으로 이행한다.

이와 같이, 여기서는 측정 대상 화소의 구동 TFT에 큰 데이터 전압을 인가하고, $V_{th\ cnt.}$ 를 개방함으로써, $Cs2$ 의 구동 TFT 게이트측 전극에 V_{th} 를 발생시킨다. 그 넘친 전류의 유무를 적분 회로 출력 V_{out} 에 의해 관측한다.

도 18은 차지 펌프 작업의 구동 파형을 도시한 도면이다. 각 시퀀스에 따라서 설명한다.

·시퀀스 15 : V_d 를 온으로 하여 C_m 에 전압을 건다.

·시퀀스 17 : $V_{th\ cnt.}$ 를 온으로 하여, 화소 용량 $Cs2$ 에 C_m 의 전하를 유입시킨다. 이 때, 차지 펌프가 완료되면(V_{th} 가 기록됨), 구동 TFT가 온으로 되며, 적분 회로(130)에서 전류가 확인된다.

·시퀀스 20 : 데이터를 기록함으로써 구동 TFT의 게이트 전압을 올리고, 그사이에 V_d 를 오프시키고 구동 TFT의 누설 전류를 이용하여, C_m 의 전위를 GND로 되돌린다.

이 시퀀스 17에서 전류가 확인될 때까지, 시퀀스 14~22가 반복된다. 차지 펌프 작업이 완료한 후, 재차, V_{th} 기록 작업(시퀀스 5~11)이 행해진다. 이것은 구동 TFT의 히스테리시스를 고려한 것으로, 전압이 낮은 상태에서 펌프하여 V_{th} 를 기록한 경우와, 전압이 높은 상태에서 V_{th} 를 기록한 경우에 값이 어긋날 경우가 있으며, 통상 동작인 전압이 높은 상태에서 V_{th} 를 기록하기 위해 행해진다. 이와 같이 하여, 차지 펌프 동작에서는 V_d 를 ON/OFF로 함으로써, C_m 을 통해 $Cs2$ 에 전하를 축적해 나간다. V_{th} 가 기록되면 구동용 TFT가 ON으로 되어 전류가 확인된다.

도 19는 검사 작업의 구동 파형을 도시한 도면이다. 각 시퀀스에 따라서 설명한다.

·시퀀스 26 : V_{th} 기록 작업을 한 직후는 데이터가 기록된 상태이며, 그 상태에서부터, 추가로 검사를 위한 미소 전압을 기록한다.

·시퀀스 27 : 용량 C_m 의 전위를 GND로 내린다.

·시퀀스 29 : 용량 C_m 에 V_d 의 전압을 건다.

·시퀀스 31 : $Current\ cnt.$ 를 온으로 하여, C_m 으로부터 과도 전류를 흐르게 한다. 이 때, 적분 회로 출력 V_{out} 가 변화하고, 그 모양을 확인할 수 있다. 단, $Current\ cnt.$ 를 온으로 함으로써, $Current\ cnt.$ 의 변화에 대한 오프셋 전압이 발생한다. 구동 TFT의 포화 영역에서 정전류가 흐르기 때문에, V_{out} 는 일정한 기울기로 변화한다.

·시퀀스 32 : C_m 의 전압이 내려가, 구동 TFT의 핀치 오프 전압을 넘으면, 전류는 멈추고 V_{out} 는 수평이 된다.

·시퀀스 34 : $Current\ cnt.$ 를 오프로 하면, $Current\ cnt.$ 의 오프셋 전압이 없어진다.

·시퀀스 36 : 측정 종료.

이와 같이 하여, V_{th} 를 기록한 상태에서부터 추가로 미소 전압을 인가하면, 적분 회로 출력에서 전류의 모양이 확인된다.

이상의 순서에 의해 얻어진 적분 회로 출력 파형으로부터 이하의 계산을 행한다.

[용량 C_m 의 추정]

도 19의 시퀀스 35와 시퀀스 36에 있어서의 V_{out} 의 전위차(ΔV_{out})는 C_m 으로부터 흐른 전하량(Q_a)을 의미하고 있다.

$$Q_a = \Delta V_{out} \cdot C_i$$

여기서, C_i 는 적분 회로(130)의 용량이다. 또한, C_m 은 시퀀스 27에서 방전한 후, 시퀀스 29~32에서 전압 V_d 로 충전된다. 따라서,

$$C_m = Q_a / V_d$$

를 계산함으로써, 용량 C_m 을 추정할 수 있다.

[핀치 오프 전압 V_p 의 추정]

적분 회로(130)의 출력에 의해 도 9에 도시하는 바와 같은 기울기 변화점을 구하고, 시퀀스 33에 있어서의 V_{out} 로부터 ΔV_{out} 만큼 되돌아간 전위를 측정 기준 전압으로 하여, 이 측정 기준 전압과 기울기 변화점 전압의 전위차(ΔV_{outp})를 구하면(이것은 V_{offset} 을 발생시키는 전하를 제외하여, C_m 으로부터의 전하만을 고려하기 위한 조작이다).

$$V_p = V_d - \Delta V_{outp} \cdot C_i / C_m$$

으로부터, 핀치 오프 전압 V_p 를 추정할 수 있다. 이 값을 모든 화소에 대해서 구함으로써, 패널에 있어서의 V_p 의 변동을 평가할 수 있다.

[$V_{gs}-I_d$ 특성의 추정]

모든 화소에 대해서, 시퀀스 31에 있어서의 V_{out} 의 기울기를 구함으로써, 어떤 V_{gs} 에서의 구동 전류의 변동을 평가할 수 있다. 시퀀스 26에서 인가하는 미소 전위를 복수 선택함으로써, V_{gs} 에 대한 I_d 가 복수로 구해지며, 이것을 모든 화소에서 비교함으로써, 구동 TFT의 특성 변동을 평가할 수 있다.

[V_{th} 의 추정]

또한, 인가된 전압과 구동 TFT의 V_{gs} 의 상관 관계가 분명한 경우에는, 각각의 핀치 오프 전압과 인가 전압으로부터, V_{th} 의 절대값을 구할 수 있다. 특히 인가 전압과 V_{gs} 가 비례 관계에 있다고 간주해도 좋은 경우에는 다음 식에서 V_{th} 가 구해진다.

$$V_{th} = (V_{data1} \cdot V_{p1} - V_{data2} \cdot V_{p2}) / (V_{data1} - V_{data2})$$

여기서, V_{data1} 및 V_{data2} 는 데이터에 인가한 전압, V_{p1} 및 V_{p2} 는 각 인가 전압에 있어서의 핀치 오프 전압이다.

이상과 같이하여, 예컨대, 화소마다의 V_{th} 의 추정이나 $V_{gs}-I_d$ 특성의 추정, V_{th} 보정 회로 효과의 판정을 행할 수 있다. 화소마다의 V_{th} 의 값이나 $V_{gs}-I_d$ 특성 등을 인식함으로써, 미리 정해져있는 설계값에 대하여 결함이 있는 화소를 OLED 형성 전에 인식할 수 있다. 그 결과, 액티브 매트릭스 OLED 패널의 변동을 인식할 수 있고, 부적절한 패널을 OLED 형성 전에 제외하는 것이 가능해진다.

또한, 패널 전화소의 미소 용량 C_m 을 추정하고, 그 변동을 평가함으로써, 패터닝된 화소 전극(구동 TFT의 드레인 측에 접속된 전극)의 결함 개소의 특정과, 결함 종류(화소 전극의 형성 불량 및 근린 화소간의 단락)의 판별을 행할 수 있다. 즉, 미소 용량 C_m 의 불연속한 부분을 알게 됨으로써, 화소 전극 자체에 의한 결함을 판정할 수도 있다.

도 20(a), 도 20(b)는 예측되는 화소 전극의 에칭 불량에 의한 결함예와, 미소 용량 C_m 의 추정예를 설명하기 위한 도면이다. 도 20(a)에서는 예측되는 화소 전극의 결함예가 표현되어 있으며, 과에칭에 의한 화소 전극 형성의 실패예(B2의 화소 전극)와, 에칭 부족에 의해 근접 화소 전극끼리가 단락하는 예(C5, C6의 화소 전극)가 도시되어 있다.

도 20(b)에 전체의 화소 전극 중에서 도 20(a)에 도시하는 셀렉트 배선측에서 A~C, 데이터 배선측에서 0~8의 27개의 화소 전극에 있어서의 추정된 미소 용량 C_m 값의 예를 도시하고 있다. 도 20(b)에 도시하는 예에서는 화소 전극 면적이 설계값과 일치하는 화소의 추정 C_m 값은 2.0이 된다. C_m 의 값은 TFT 어레이 기판상에 근접시키는 전극과 화소 전극간 거리에 의해 변동이 생기지만, 이 변동은 완만히 변화할 것으로 예상된다. 도 20(b)에 도시하는 예에서는 C_m 값이 소정 범위인 1.9~2.1의 범위에서 완만히 변동되는 모양을 도시하고 있다. 도 20(a)에 도시하는 제1 고장 개소(2B의 화소 전극)에서는 화소 전극 면적이 작아졌기 때문에, C_m 값은 소정 범위를 넘어, 근린 화소의 C_m 값에 비해 불연속으로 작아지고 있다. 이

것에 의해 과에칭에 의한 결함을 판별할 수 있다. 또한, 도 20의 제2 고장 개소(C5, C6의 화소 전극)에서는 2개의 화소 전극이 접속되었기 때문에, Cm 값은 소정 범위를 넘어, 근린 화소의 Cm 값에 비해서 불연속으로 커지고 있다. 이것에 의해 단락에 의한 결함을 판별할 수 있다. 이와 같이, 미소 용량 Cm을 추정하고, 그 변동을 평가함으로써 결함 개소의 특정과 결함 종류의 판별을 행하는 것이 가능해진다.

이상, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는 AMOLED 패널의 표면(OLED 접속전극이 노출되는 면) 근방에 전원에 접속되는 대향 전극(18)을 두고, 구동 TFT의 드레인과 전원간에 미소 용량 Cm을 형성하였다. 그리고, 이 전원 전압을 전위차 Vd 만큼 변화시킴으로써, 미소 용량 Cm을 통해 구동 TFT의 드레인·소스간에 과도 전류를 흘렸다. 그 후, 구동 TFT로부터 출력되는 전류 파형을 관측함으로써, 구동 TFT의 Vth를 추정하고 있다. 여기서, 구동 TFT의 Vth 추정법으로서, 기지인 Vgs를 설정한 후, 전술한 바와 같이 과도 전류를 흐르게 하고, 구동 TFT의 소스측에 배치된 적분 회로(130)를 이용하여 흐른 전하량을 관측한다. 그리고, 핀치 오프 시점의 전하량 Qp를 구하고, 미소 용량 Cm과 전위차 Vd로부터 핀치 오프 전압 Vp를 구하여, 게이트·소스간 전압 Vgs으로부터 Vth를 추정할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는 적분 회로에 의해 구한 구동 TFT를 흐른 총 전하량 Qa와 미소 용량 Cm의 전위차 Vd로부터 정확한 Cm을 구한 후, Vth를 추정하도록 구성하였다.

또한, 본 실시형태에서는 화소 회로에 존재하는 화소 용량 Cs와 미소 용량 Cm에 의해 소위 차지 펌프 회로를 구성하고, 구동 TFT의 Vgs를 Vth를 넘는 전압으로 상승시킨 후, 구동 TFT를 통해 화소 용량 Cs의 전하를 방전시켜 Vth를 용량 Cs에 기억시키고, Vth 보정 후의 핀치 오프 전압 Vp를 추정하고 있다. 이 때, 미소 용량 Cm에 접속되는 전원을 구동 TFT가 온으로 되는 전압에 Vgs가 근접하도록 변화시키고 있는 기간 중에 Vth 보정 회로를 작동시키면서 구동 TFT를 오프시키도록 데이터선(계조 설정용 배선)을 구동하며, 전원이 이것과는 역 방향으로 변화하는 기간 중에 Vth 보정 회로를 정지시키면서 구동 TFT를 온시키도록 데이터선을 구동하는 것을 반복하여, 화소 용량 Cs에 Vth를 넘는 전압을 발생시키고 있다.

또한, 구동 TFT의 핀치 오프 전압 Vp 추정법으로서, 화소 용량 Cs에 Vth 기억 후, 과도 전류를 흐르게 하여, 구동 TFT의 소스측에 준비한 적분 회로(130)를 이용하여 흐른 전하량을 관측하고, 핀치 오프 시점의 전하량 Qp를 구하여, 미소 용량 Cm과 전위차 Vd로부터 핀치 오프 전압 Vp를 추정한다. 이 때, 적분 회로(130)에 의해 구한 구동 TFT를 흐른 총 전하량 Qa와 미소 용량 Cm의 전위차 Vd로부터 정확한 Cm을 구한 후, 전술한 바와 같이 하여 핀치 오프 전압 Vp를 추정한다.

이와 같이 하여, 액티브 매트릭스 패널[TFT 어레이(100)]상의 전화소에 대해서 Vth 혹은 핀치 오프 전압 Vp를 구하고, 이들 전압 범위 및 변동에 의해 패널의 양호·불량을 판정한다. 이 때, 핀치 오프 전압 Vp가 0 V인 경우, 미소 전압을 화소 용량 Cs에 기록하고, 구동 TFT를 흐르는 전류의 변동을 측정함으로써, 패널의 양호·불량을 판정할 수 있다. 또한, 핀치 오프 전압 Vp가 0 V인 경우, 복수의 미소 전압을 화소 용량 Cs에 기록하고, 각각의 인가 전압에 있어서의 핀치 오프 전압 Vp와 인가 전압비로부터 Vth를 구하도록 구성할 수도 있다.

또한, 전술한 바와 같이 하여 얻어진 적분 파형으로부터, 구동 TFT에 어떤 Vgs를 인가하였을 때의 포화 전류(적분 파형의 기울기)를 패널상의 전화소에 대해서 구하여, 구동 TFT의 특성 변동을 평가할 수 있다. 여기서 포화 영역에서의 구동 TFT의 드레인 전류(Id)의 근사식은,

$$Id = 0.5\beta \cdot (Vgs - Vth)^2$$

단, $\beta = \mu \cdot Cox \cdot W/L$

μ : 이동도(프로세스에 의해 결정됨)

Cox : 게이트와 채널 사이의 단위 면적당 용량

W/L : TFT의 채널 폭과 채널 길이의 비

가 된다. 이 β 는 프로세스와 TFT 구조로부터 결정되고, Id의 크기를 결정하는 중요한 계수이다. 따라서, 포화 전류를 비교함으로써, Vth뿐만 아니라, β 의 변동에 기초하여 검사를 행하는 것이 가능해진다.

이러한 구성을 채용함으로써, 본 실시형태에서는 OLED가 실장되지 않은 TFT 어레이에 대하여, 화소 전극에의 콘택트를 행하지 않고, 구동 TFT의 임계치 전압 Vth의 측정과, 구동 TFT에서의 Vth 보정 후의 핀치 오프 전압 Vp의 측정을 행하는 것이 가능해진다. 그리고, 이들 측정을 패널의 전화소에 대하여 행함으로써, 구동 TFT의 특성 및 Vth 보정 회로의 효과

에 대해서, 패널 내에서의 변동을 구할 수 있다. 또한, 이 결과를 이용하여 패널의 양호·불량 판정을 하는 것이 가능해진다. 이것에 의해, 불량 TFT 어레이의 다음 공정에서의 유출량을 대폭 삭감할 수 있어, 패널 제작 비용을 삭감할 수 있다. 또한, 패널 개발 단계에서는 도 2에 도시한 테스트 장치를 고장 진단으로서 이용함으로써, 개발 기간의 단축을 기대할 수 있다.

또한, 본 실시형태에서는 n 채널 구동 TFT를 사용한 경우에 대해서 설명하였지만, p 채널 구동 TFT를 사용한 경우에도 적용할 수 있다. p 채널 구동 TFT를 사용한 경우에는 도 8에 도시한 적분 회로(130)의 비반전 입력[도 8에 도시하는 연산 증폭기(131)의 + 입력]을 GND에서 전원(Vd)으로 변경하면 좋다.

산업상 이용 가능성

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, AMOLED 패널용 TFT 어레이의 기능 검사를 OLED 형성 공정 전에 행하는 것이 가능해지며, 패널 제작 비용을 대폭 삭감하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 실시형태가 적용되는 OLED 패널의 제조 공정을 설명하기 위한 도면.

도 2는 검사 공정에서 이용되는 테스트 장치의 구성을 설명하기 위한 도면.

도 3(도 3(a), 도 3(b))은 TFT 어레이상에 미소 용량 Cm을 생성하는 것을 설명하기 위한 도면.

도 4(도 4(a), 도 4(b))는 가장 단순한 2 TFT에 의한 전압 프로그래밍 방식의 화소 회로예를 도시한 도면.

도 5(도 5(a), 도 5(b))는 Vth 보정 기능을 구비한 4 TFT에 의해 구성되는 전압프로그래밍 방식의 화소 회로예를 도시한 도면.

도 6은 측정의 흐름을 도시한 흐름도.

도 7은 임계치 전압 Vth의 추정 처리를 상술하는 흐름도.

도 8은 구동 TFT를 흐르는 전류의 관측에 이용되는 적분 회로의 예를 도시한 도면.

도 9는 적분 회로로부터의 출력예를 도시한 도면.

도 10은 핀치 오프 전압 Vp의 추정 처리에 있어서의 진단으로서, 콘덴서를 통해 승압/강압을 행하는 차지 펌프에 의한 Vth 설정의 흐름을 도시한 흐름도.

도 11(도 11(a), 도 11(b))은 차지 펌프 동작을 설명하기 위한 도면.

도 12는 핀치 오프 전압 Vp의 측정(추정) 처리를 도시한 흐름도.

도 13은 검사 결과 평가의 흐름을 도시한 흐름도.

도 14는 화소 회로가 2개의 TFT에 의해 구성되는 전압 프로그래밍 방식 패널에의 적용예를 도시한 도면.

도 15는 2 TFT 전압 프로그래밍 방식 화소 회로에 있어서 측정을 행하기 위한 구동 파형을 도시한 도면.

도 16은 화소 회로가 4개의 TFT에 의해 구성되는 전압 프로그래밍 방식 패널에의 실현예를 도시한 도면.

도 17은 초기화 작업(시퀀스 1~4) 및 Vth 기록 작업(시퀀스 5~11)의 구동 파형을 도시한 도면.

도 18은 차지 펌프 작업의 구동 파형을 도시한 도면.

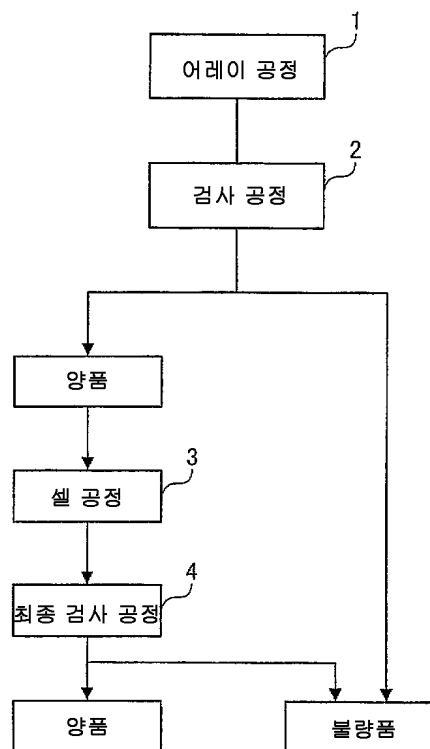
도 19는 검사 작업의 구동 파형을 도시한 도면.

도 20(도 20(a), 도 20(b))은 예측되는 화소 전극의 에칭 불량에 따른 결함 예와, 미소 용량 Cm의 추정예를 설명하기 위한 도면.

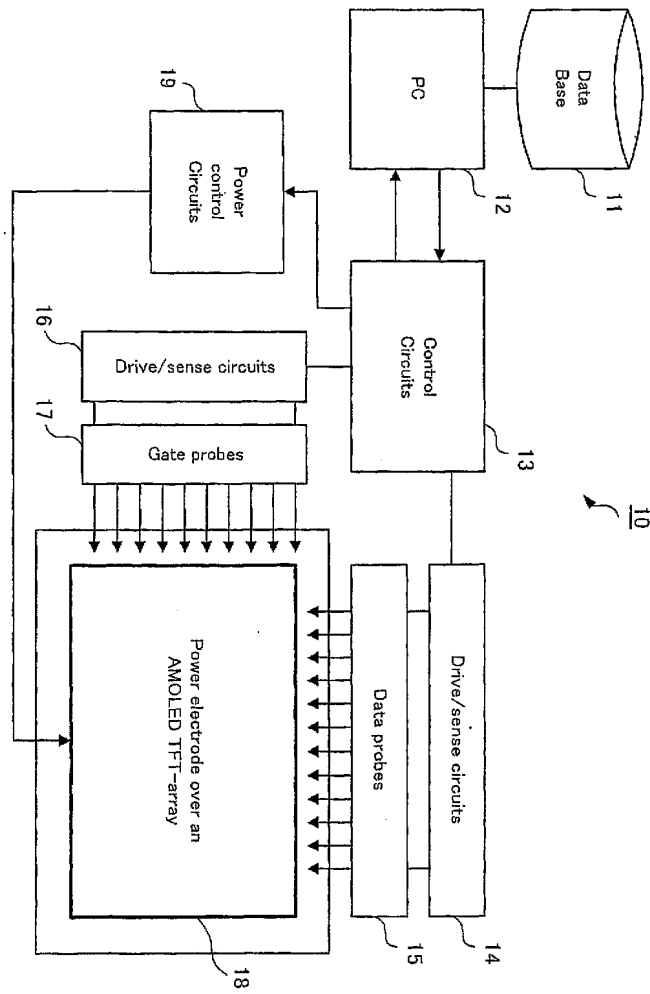
도 21(도 21(a), 도 21(b))은 AMOLED와 AMLCD의 화소 회로를 비교 설명하기 위한 도면.

도면

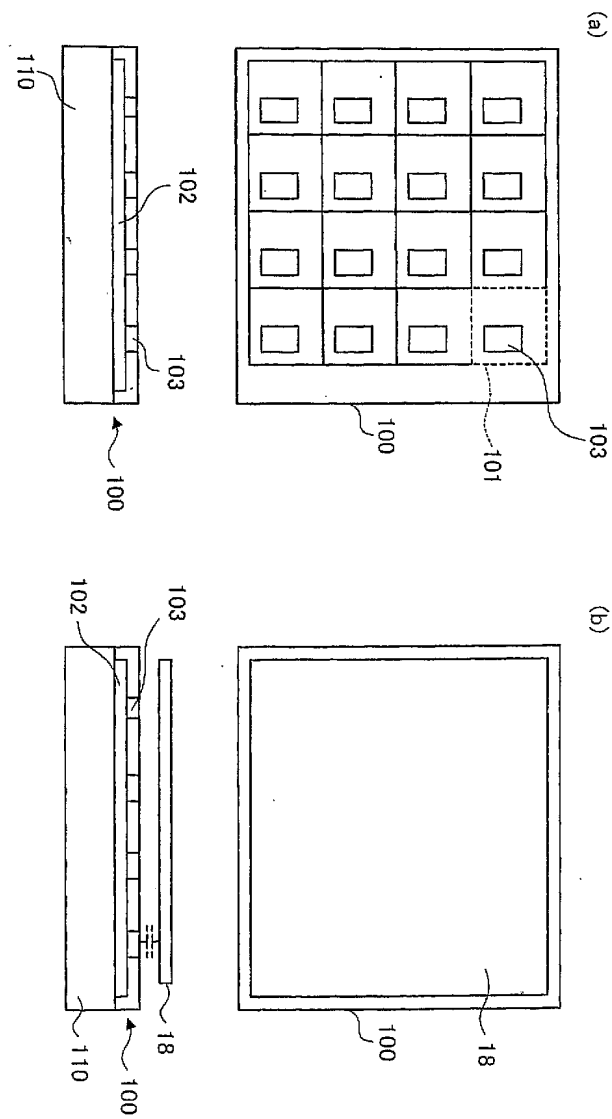
도면1



도면2

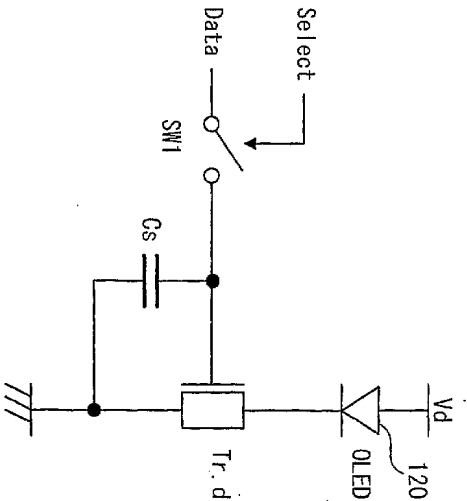


도면3

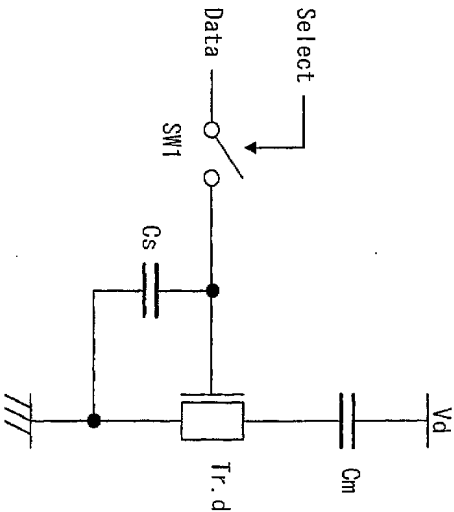


도면4

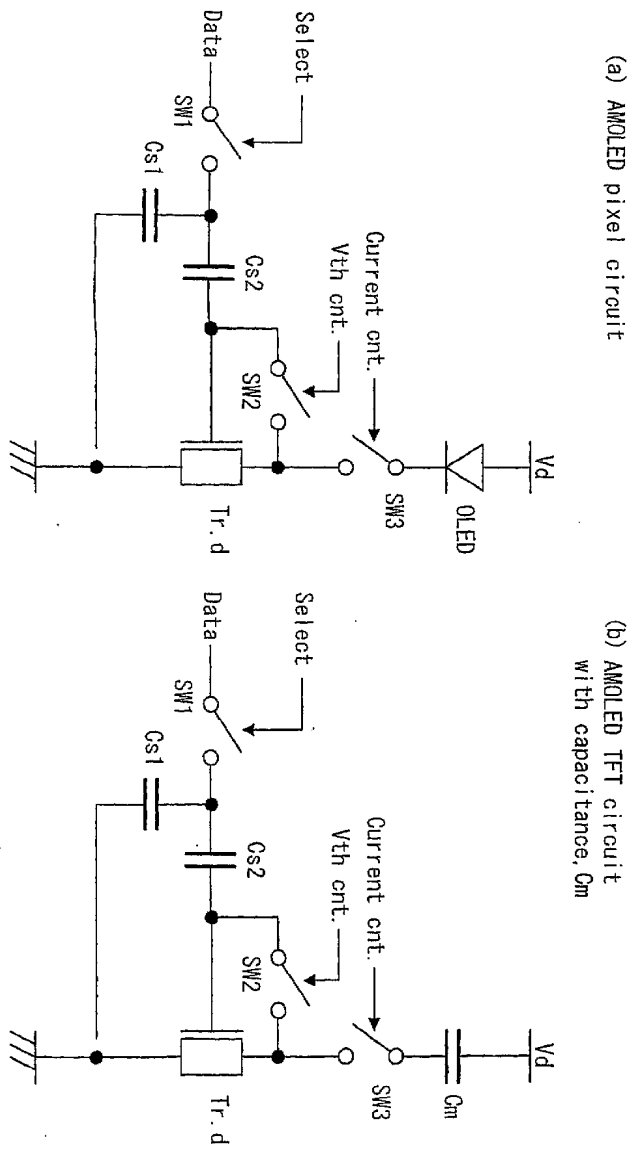
(a) AMOLED pixel circuit



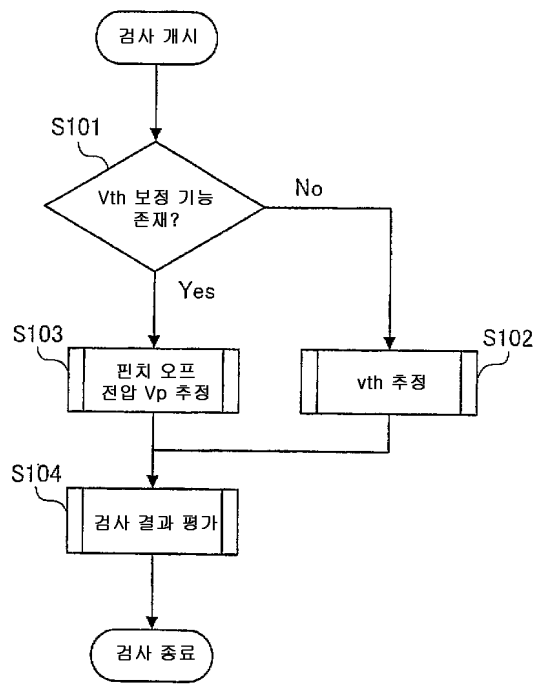
(b) AMOLED TFT circuit with capacitance, Cm



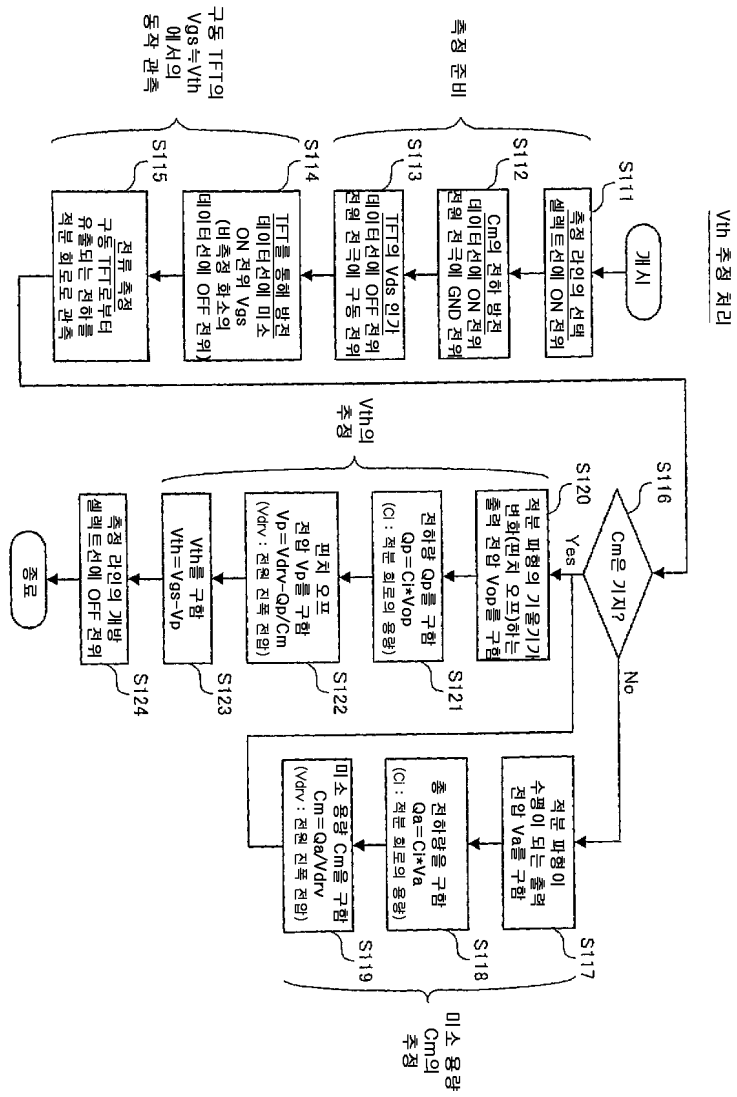
도면5



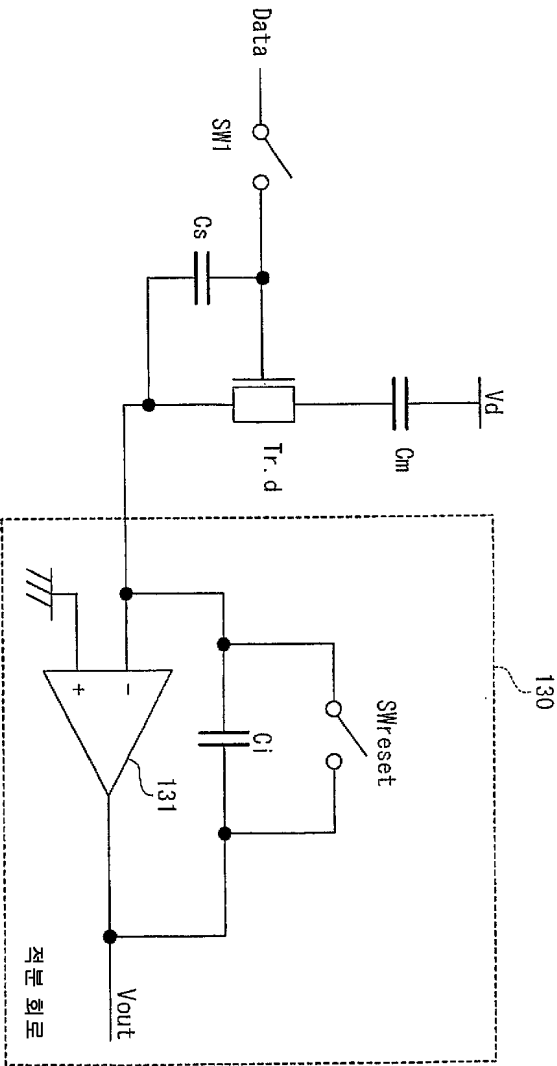
도면6



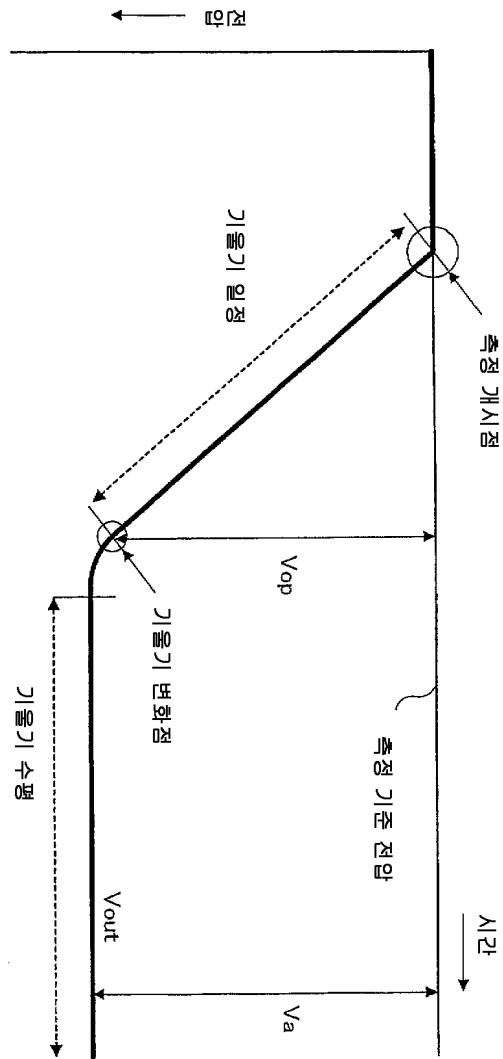
도면7



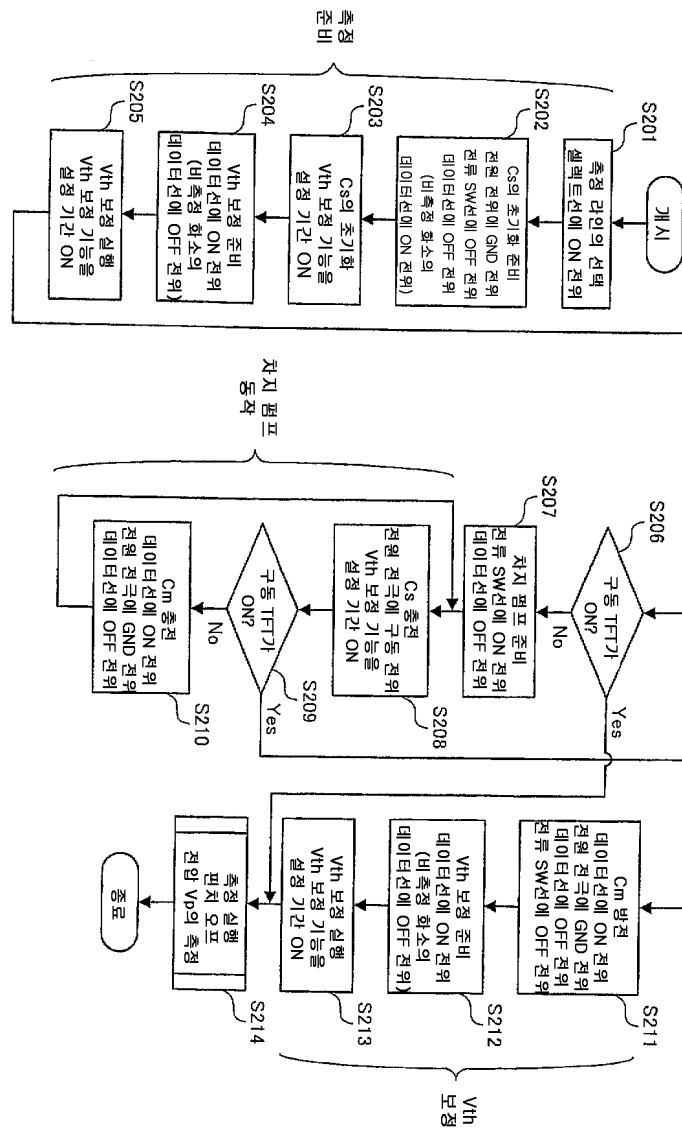
도면8



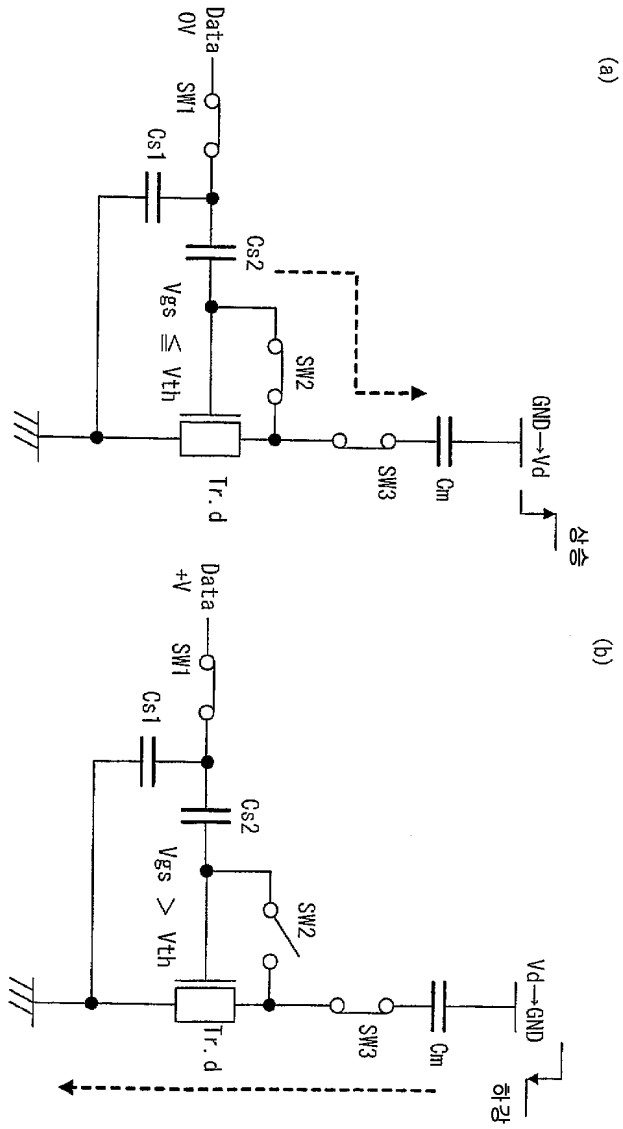
도면9



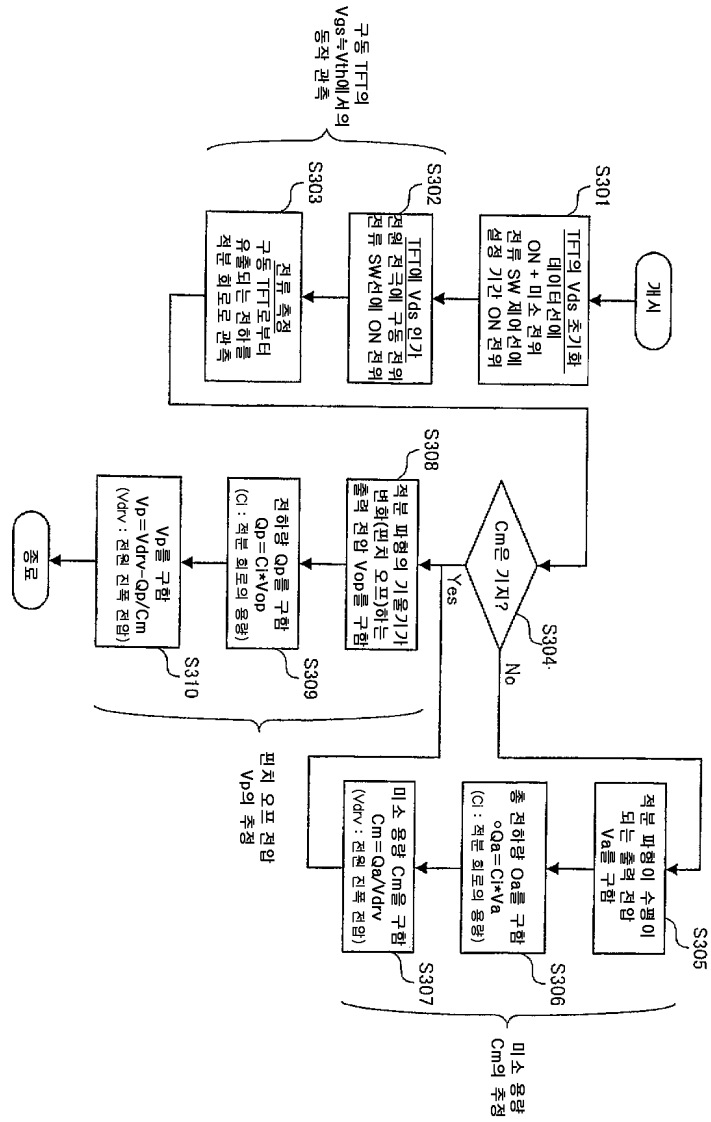
도면10



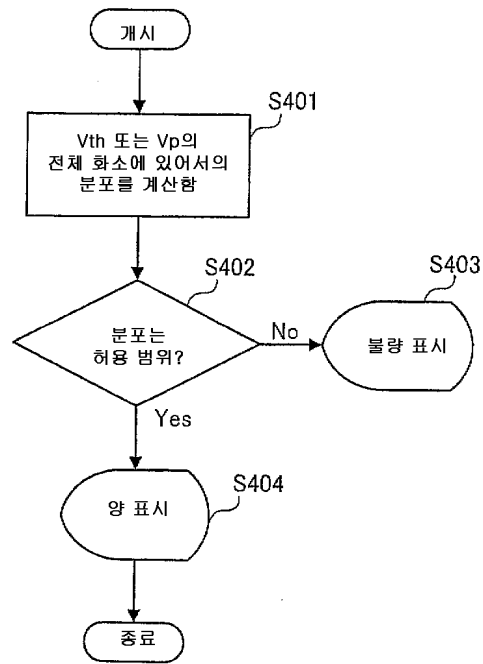
도면11



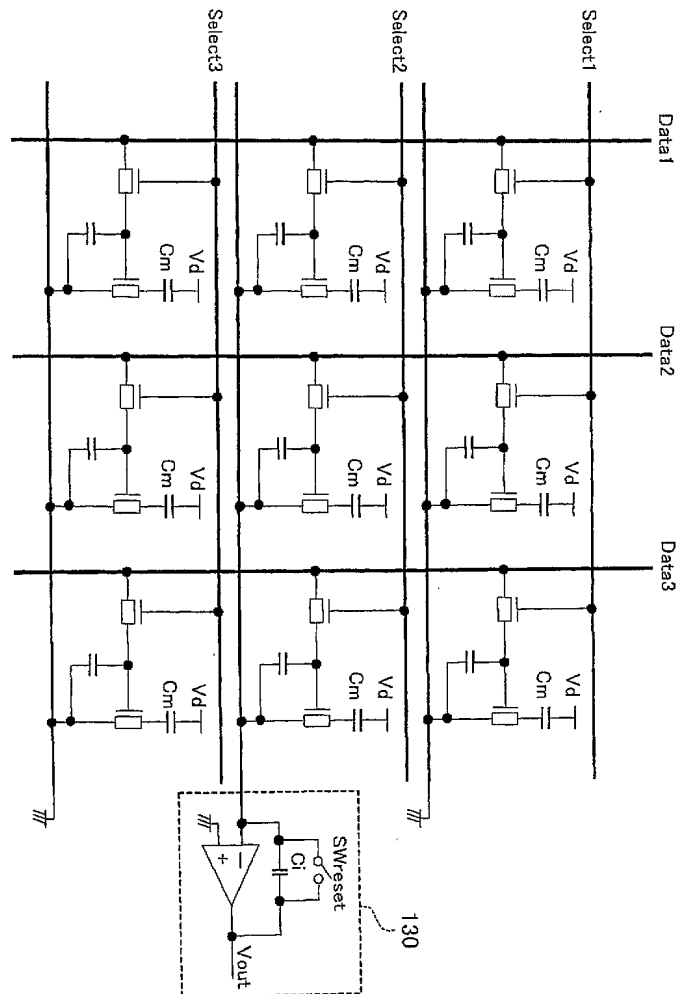
도면12



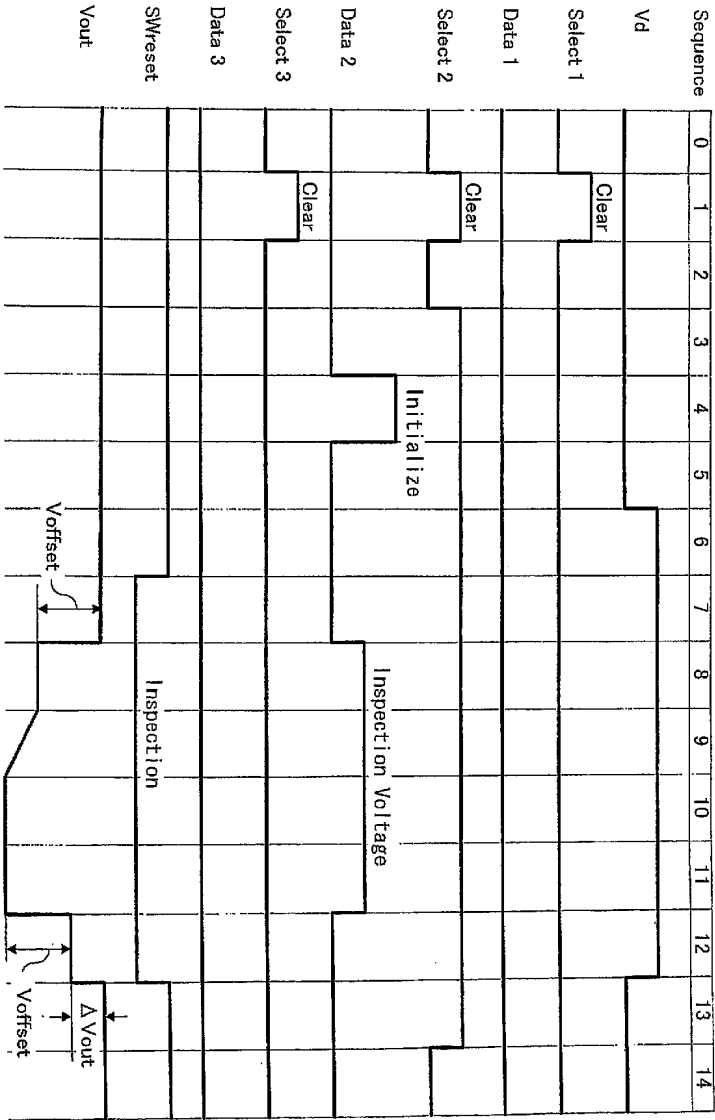
도면13



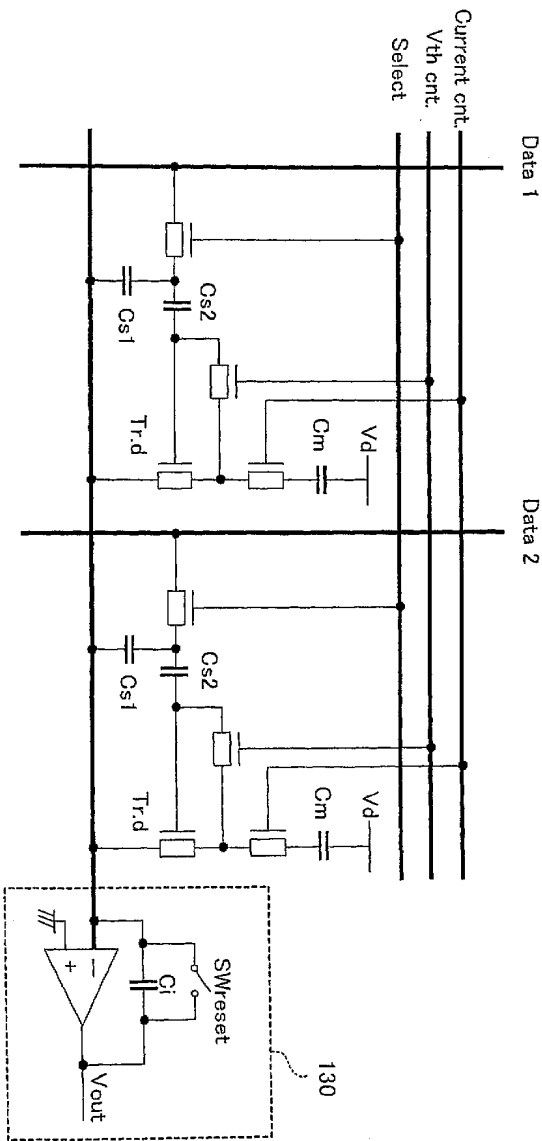
도면14



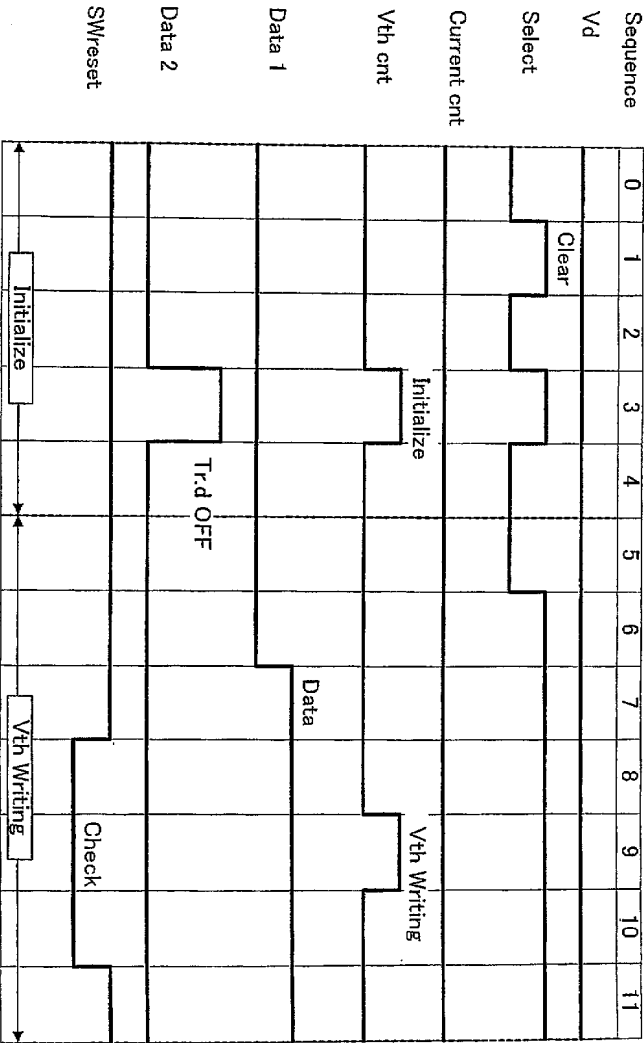
도면15



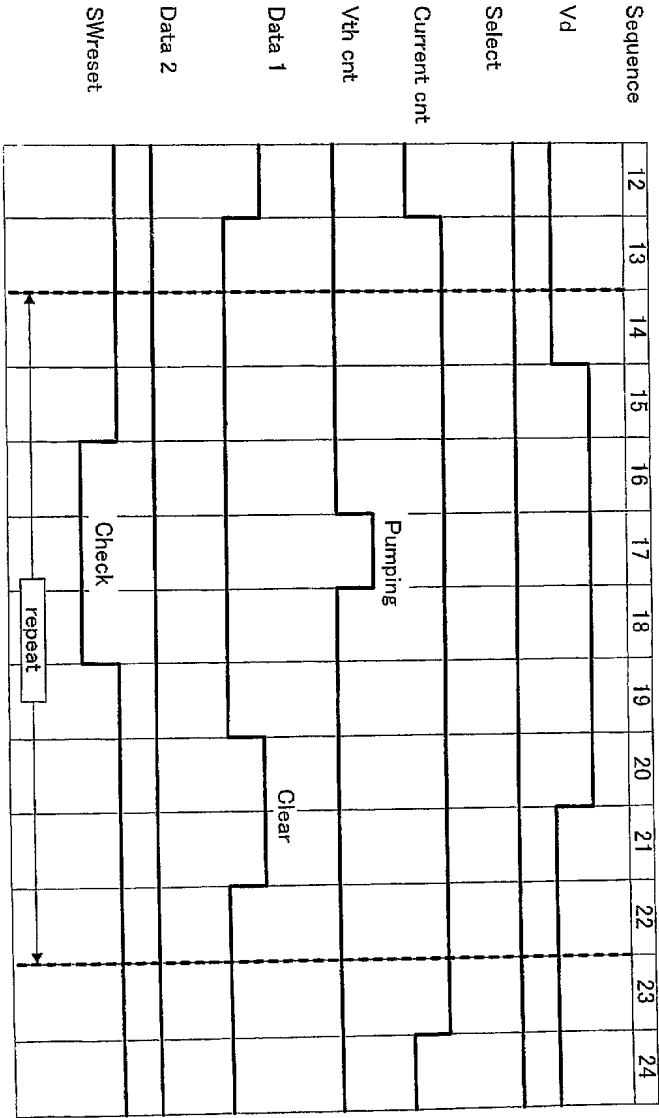
도면16



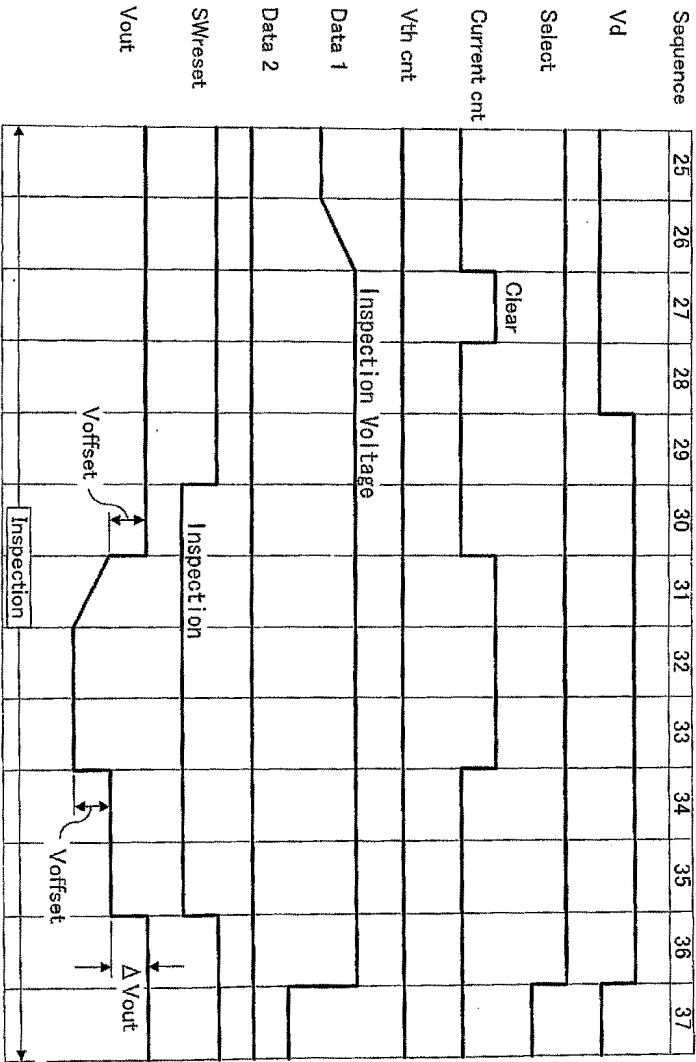
도면17



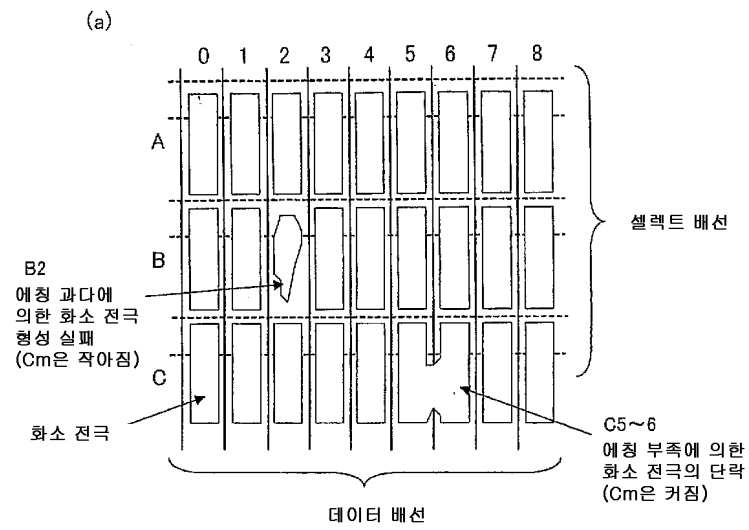
도면18



도면19



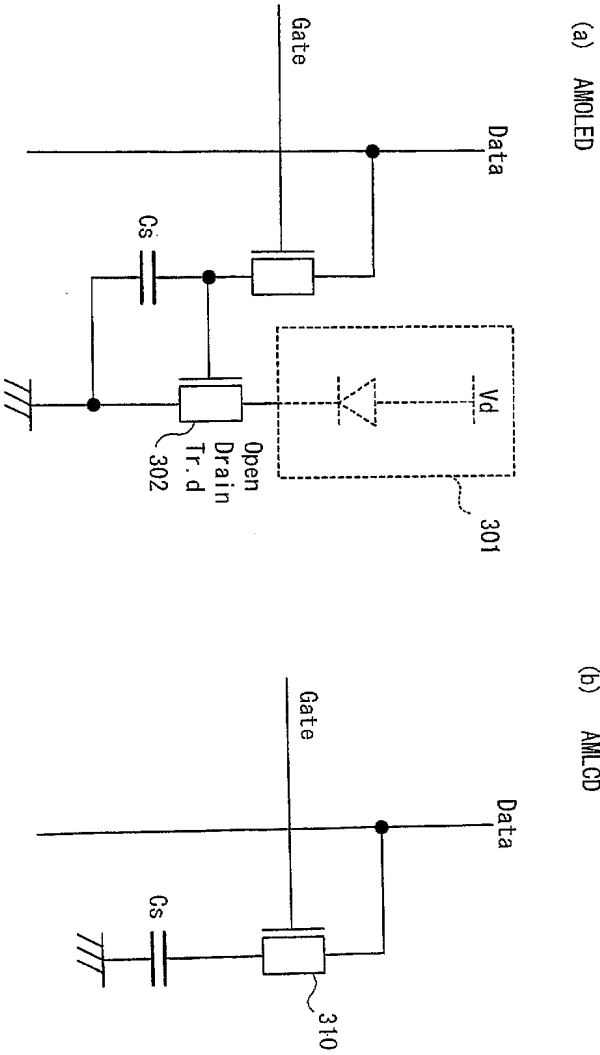
도면20



(b)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9
B	2.0	2.0	0.8	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
C	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	4.1	4.1	1.9	1.9

도면21



专利名称(译)	有源矩阵面板的检查装置，有源矩阵OLED面板的检查方法和制造方法		
公开(公告)号	KR100702462B1	公开(公告)日	2007-04-04
申请号	KR1020057019022	申请日	2004-04-28
[标]申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
当前申请(专利权)人(译)	国际商业机器公司		
[标]发明人	SAKAGUCHI YOSHITAMI 사카구치요시타미 NAKANO DAIJU 나카노다이주		
发明人	사카구치요시타미 나카노다이주		
IPC分类号	H05B33/10 G09F9/00 G01R31/00 H01L29/786 H01L21/77 H01L27/12		
CPC分类号	H01L27/1214 G09G2300/0852 G09G3/3291 H01L27/3244 G09G3/006 G09G3/3233 G09G3/3225 G09G2300/0819 H01L27/12		
代理人(译)	金泰HONG SHIN JUNG KUN		
优先权	2003133611 2003-05-12 JP		
其他公开文献	KR1020060017586A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在OLED形成步骤之前，检查用于AMOLED面板的TFT阵列的功能，从而降低了面板制造成本。一种有源矩阵OLED面板制造方法，包括：阵列步骤[1]，用于在基板上形成TFT阵列，从而形成有源矩阵面板；检查步骤[2]，用于检查所创建的有源矩阵面板的功能；以及用于将OLED安装在有源矩阵面板上的单元步骤[3]，该有源矩阵面板在检查步骤[2]中被判断为是优选的。在检查步骤[2]中，在由阵列步骤[1]创建的有源矩阵面板中暴露OLED连接电极的表面附近和在构成活动的测量对象像素中流动的电流布置相对电极观察矩阵面板。

