

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2023년 1월 19일 (19.01.2023)



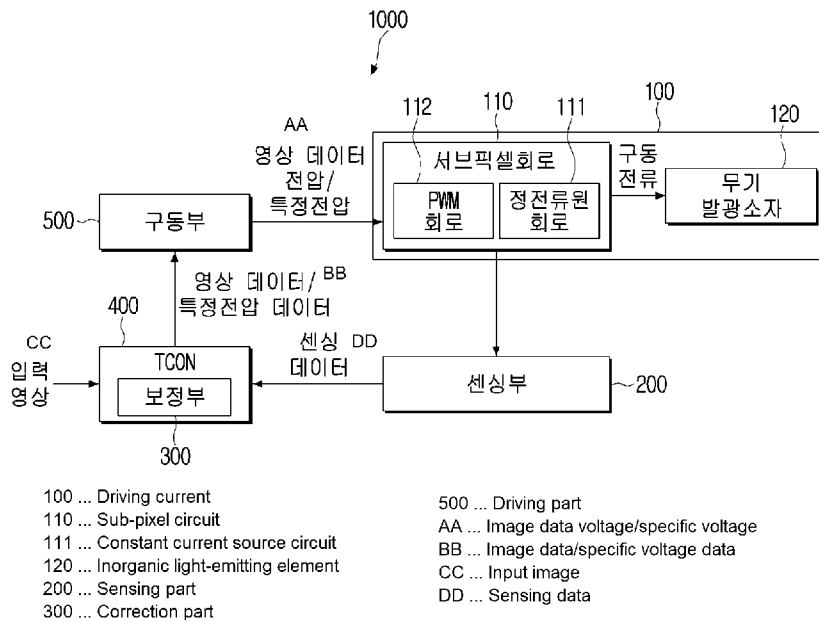
(10) 국제공개번호

WO 2023/287069 A1

- (51) 국제특허분류: *G09G 3/32* (2006.01) *H05B 45/325* (2020.01)
G09G 5/10 (2006.01) *G06F 3/14* (2006.01)
H05B 45/33 (2020.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2022/009292
- (22) 국제출원일: 2022년 6월 29일 (29.06.2022)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2021-0092508 2021년 7월 14일 (14.07.2021) KR
10-2022-0031709 2022년 3월 14일 (14.03.2022) KR
- (71) 출원인: 삼성전자주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 성균관대학교 산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) [KR/KR]; 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김진호 (KIM, Jinho); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김용상 (KIM, Yong-Sang); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, Gyeonggi-do (KR). 오동건 (OH, Donggun); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 오종수 (OH, Jongsu); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김은호 (KIM, Eun Ho); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, Gyeonggi-do (KR). 박승란 (PARK, Seungran); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 홍사라 (HONG, Sara); 16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김태현 등 (KIM, Tae-hun et al.); 06626 서울특별시 서초구 강남대로343 신덕빌딩 9층, Seoul (KR).

(54) Title: DISPLAY DEVICE

(54) 발명의 명칭: 디스플레이 장치



(57) Abstract: Disclosed is a display device. The present display device comprises: a modular display panel comprising a plurality of display modules arranged in a matrix form; a sensing part; a correction part; and a timing controller, wherein: each of the plurality of display modules comprises a display panel comprising a pixel array and sub-pixel circuits respectively corresponding to inorganic light-emitting elements of the pixel array, and a driving part that drives the sub-pixel circuits in the order of row lines on the basis of a start signal provided from the timing controller, such that the inorganic light-emitting elements of the pixel array emit light in the order of row lines on the basis of an image data voltage; the sensing part senses a current flowing through driving transistors included in the sub-pixel circuits on the basis of a specific voltage, and outputs sensing data corresponding to the sensed current; the correction part corrects the image data voltage to be applied to the sub-pixel circuits, on the basis of the sensing data; and the timing controller provides a first start signal to a driving part of a first display module from among the plurality of display modules, such that inorganic

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

light-emitting elements of the first display module sequentially emit light from a first row line to a last row line, and provides a second start signal to a driving part of a second display module arranged to be adjacent to the lower portion of the first display module, such that inorganic light-emitting elements of the second display module emit light in the order of row lines, following the order of light emission of inorganic light-emitting elements included in the last row line of the first display module.

(57) 요약서: 디스플레이 장치가 개시된다. 본 디스플레이 장치는, 매트릭스 형태로 배치된 복수의 디스플레이 모듈을 포함하는 모듈라 디스플레이 패널, 센싱부, 보정부, 및 타이밍 컨트롤러를 포함하고, 복수의 디스플레이 모듈 각각은, 픽셀 어레이 및 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들 각각에 대응되는 서브 픽셀 회로들을 포함하는 디스플레이 패널, 및 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들이 영상 데이터 전압에 기초하여 로우 라인 순으로 발광하도록 타이밍 컨트롤러로부터 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 서브 픽셀 회로들을 구동하는 구동부를 포함하고, 센싱부는, 특정 전압에 기초하여 상기 서브 픽셀 회로들에 포함된 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하고, 센싱된 전류에 대응되는 센싱 데이터를 출력하고, 보정부는, 센싱 데이터에 기초하여 서브 픽셀 회로들에 인가되는 영상 데이터 전압을 보정하고, 타이밍 컨트롤러는, 복수의 디스플레이 모듈 중 제 1 디스플레이 모듈의 무기 발광 소자들이 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 순차적으로 발광하도록 제 1 디스플레이 모듈의 구동부에 제 1 스타트 신호를 제공하고, 제 1 디스플레이 모듈의 아래에 인접하여 배치된 제 2 디스플레이 모듈의 무기 발광 소자들이 제 1 디스플레이 모듈의 마지막 로우 라인에 포함된 무기 발광 소자들의 발광 순서에 이어서 로우 라인 순으로 발광하도록 제 2 디스플레이 모듈의 구동부에 제 2 스타트 신호를 제공한다.

명세서

발명의 명칭: 디스플레이 장치

기술분야

- [1] 본 개시는 디스플레이 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 자발광 소자로 이루어진 픽셀 어레이를 포함하는 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래, 적색 LED(Light Emitting Diode), 녹색 LED, 청색 LED와 같은 무기 발광 소자(이하에서, LED는 무기 발광 소자를 말한다.)를 서브 픽셀로 구동하는 디스플레이 패널에서는, PAM(Pulse Amplitude Modulation) 구동 방식을 통해 서브 픽셀의 계조를 표현하였다.
- [3] 이 경우, 구동 전류의 크기(magnitude)에 따라, 발광하는 빛의 계조뿐 아니라 파장도 함께 변화하게 되어 영상의 색 재현성이 감소된다. 도 1은 청색 LED, 녹색 LED 및 적색 LED를 흐르는 구동 전류의 크기에 따른 파장의 변화를 도시하고 있다.
- [4] 따라서, 색 재현성을 향상시킬 수 있는 자발광 디스플레이 패널의 구동 방식에 대한 개발이 요구된다. 이때, 소비 전력 문제, 휘도 균일성 문제 등이 고려될 필요가 있다.
- [5] 또한, 복수의 디스플레이 모듈을 결합하여 하나의 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 경우에는, 상, 하 디스플레이 모듈의 경계에서 발생할 수 있는 영상의 왜곡에 대한 고려가 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 무기 발광 소자가 발광하는 빛의 파장이 계조에 따라 변화하는 현상을 방지하기 위한 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.
- [7] 또한, 구동 트랜지스터들 간의 문턱 전압 차이로 인해 영상에 나타날 수 있는 얼룩을 용이하게 보상하고, 색상을 보다 용이하게 보정할 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.
- [8] 또한, 하나의 디스플레이 모듈을 포함하는 디스플레이 장치나, 복수의 디스플레이 모듈로 구성된 모듈라 디스플레이 패널을 포함하는 디스플레이 장치에서, 디스플레이 패널의 얼룩 보상이나 색상 보정을 용이하게 할 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.
- [9] 또한, 디스플레이 패널 구동시 소비되는 소비 전력을 줄일 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.
- [10] 또한, 디스플레이 패널의 위치별로 상이하게 발생하는 구동 전압의 강하가 데이터 전압의 설정 과정에 미치는 영향을 보상할 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.

- [11] 또한, 보다 최적화된 구동 회로의 설계가 가능하며, 안정적이고 효율적으로 무기 발광 소자를 구동할 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.
- [12] 또한, 복수의 디스플레이 모듈을 결합하여 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 경우 상, 하 디스플레이 모듈의 경계에서 발생할 수 있는 영상의 왜곡을 제거할 수 있는 디스플레이 장치 및 이의 구동 방법이 제공된다.

과제 해결 수단

- [13] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 디스플레이 장치는, 매트릭스 형태로 배치된 복수의 디스플레이 모듈을 포함하는 모듈라 디스플레이 패널, 센싱부, 보정부, 및 타이밍 컨트롤러를 포함하고, 상기 복수의 디스플레이 모듈 각각은, 복수의 무기 발광 소자로 구성된 픽셀들이 복수의 로우 라인에 배치된 픽셀 어레이, 및 상기 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들 각각에 대응되는 서브 픽셀 회로들을 포함하는 디스플레이 패널; 및 상기 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들이 영상 데이터 전압에 기초하여 로우 라인 순으로 발광하도록, 상기 타이밍 컨트롤러로부터 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 상기 서브 픽셀 회로들을 구동하는 구동부를 포함하고, 상기 센싱부는, 특정 전압에 기초하여 상기 서브 픽셀 회로들에 포함된 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 전류에 대응되는 센싱 데이터를 출력하고, 상기 보정부는, 상기 센싱 데이터에 기초하여 상기 서브 픽셀 회로들에 인가되는 영상 데이터 전압을 보정하고, 상기 타이밍 컨트롤러는, 상기 복수의 디스플레이 모듈 중 제 1 디스플레이 모듈의 무기 발광 소자들이 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 순차적으로 발광하도록 상기 제 1 디스플레이 모듈의 구동부에 상기 제 1 스타트 신호를 제공하고, 상기 제 1 디스플레이 모듈의 아래에 인접하여 배치된 제 2 디스플레이 모듈의 무기 발광 소자들이 상기 제 1 디스플레이 모듈의 마지막 로우 라인에 포함된 무기 발광 소자들의 발광 순서에 이어서 로우 라인 순으로 발광하도록 상기 제 2 디스플레이 모듈의 구동부에 제 2 스타트 신호를 제공한다.
- [14] 또한, 상기 구동부는, 상기 스타트 신호가 제공되면 상기 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 게이트 신호를 제공하여 상기 서브 픽셀 회로들을 로우 라인 순으로 구동하고, 상기 게이트 신호는, 상기 서브 픽셀 회로들에 영상 데이터 전압을 인가하기 위한 스캔 신호, 및 상기 인가된 영상 데이터 전압에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들을 발광시키기 위한 에미션 신호를 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 상기 서브 픽셀 회로들은, 하나의 영상 프레임에 대해 로우 라인 별로 데이터 설정 구간 및 복수의 발광 구간 순으로 구동되고, 상기 구동부는, 각 로우 라인의 데이터 설정 구간 동안 해당 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 상기 스캔 신호를 인가하고, 상기 각 로우 라인의 복수의 발광 구간 각각 동안 해당 로우

- 라인의 서브 픽셀 회로들에 상기 에미션 신호를 인가할 수 있다.
- [16] 또한, 상기 복수의 발광 구간 중 첫 번째 발광 구간은, 상기 데이터 설정 구간과 시간적으로 연속되고, 상기 복수의 발광 구간 각각은, 기설정된 시간 간격을 가질 수 있다.
- [17] 또한, 상기 영상 데이터 전압은, 정전류원 데이터 전압 및 PWM(Pulse Width Modulation) 데이터 전압을 포함하고, 상기 서브 픽셀 회로들 각각은, 제 1 구동 트랜지스터를 포함하고, 상기 정전류원 데이터 전압에 기초하여 대응되는 무기 발광 소자로 정전류를 제공하기 위한 정전류원(Constant Current Generator) 회로; 및 제 2 구동 트랜지스터를 포함하고, 상기 PWM 데이터 전압에 기초하여 상기 정전류가 상기 대응되는 무기 발광 소자로 제공되는 시간을 제어하기 위한 PWM 회로를 포함할 수 있다.
- [18] 또한, 상기 정전류원 회로는, 상기 스캔 신호에 기초하여, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 상기 정전류원 데이터 전압을 설정하고, 상기 PWM 회로는, 상기 스캔 신호에 기초하여, 상기 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 상기 PWM 데이터 전압을 설정할 수 있다.
- [19] 또한, 상기 정전류원 회로는, 상기 에미션 신호에 기초하여, 상기 설정된 정전류원 데이터 전압에 대응되는 크기의 정전류를 상기 대응되는 무기 발광 소자로 제공하고, 상기 PWM 회로는, 상기 에미션 신호 및 두 전압 사이를 스위칭하는 스위칭 전압에 기초하여, 상기 정전류가 상기 설정된 PWM 데이터 전압에 대응되는 시간 동안 상기 대응되는 무기 발광 소자를 흐르도록 상기 정전류원 회로를 제어할 수 있다.
- [20] 또한, 상기 정전류원 회로는, 상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 구동 전압이 인가된 동안 상기 대응되는 무기 발광 소자로 상기 정전류를 제공하고, 상기 PWM 회로는, 상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자의 전압이 상기 스위칭 전압의 변화에 따라 변화하는 동안, 상기 제 2 구동 트랜지스터가 온되는 시간 구간에서, 상기 구동 전압을 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 인가하고, 상기 제 2 구동 트랜지스터가 온되는 시간 구간은, 상기 PWM 데이터 전압의 크기에 기초하여 달라질 수 있다.
- [21] 또한, 상기 스위칭 전압은, 제 1 전압에서 제 2 전압으로 선형 변화하는 전압이 연속하여 반복되는 형태의 입력 스위칭 신호 중 상기 에미션 신호에 기초하여 선택된 일부이고, 상기 디스플레이 패널의 서브 픽셀 회로들에는, 동일한 입력 스위칭 신호가 인가될 수 있다.
- [22] 또한, 상기 스위칭 전압은, 상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 1 전압과 상기 제 2 전압 사이를 1회 스위칭하며, 상기 스위칭 전압에서 상기 제 1 전압과 상기 제 2 전압 사이를 스위칭하기 시작하는 시작 전압은, 로우 라인에 기초하여 변화할 수 있다.
- [23] 또한, 상기 서브 픽셀 회로들은, 상기 복수의 발광 구간 각각에서는 제 1 구동

- 전압에 의해 구동되고, 상기 데이터 설정 구간에서는 상기 제 1 구동 전압과는 별도의 제 2 구동 전압에 의해 구동될 수 있다.
- [24] 또한, 상기 제 2 구동 트랜지스터의 드레인 단자는, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 연결되고, 상기 서브 픽셀 회로는, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 드레인 단자 및 상기 센싱부 사이에 연결된 제 1 트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [25] 또한, 상기 특정 전압은, 정전류원 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 각각 인가되는 제 1 특정 전압 및 제 2 특정 전압, 및 PWM 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 각각 인가되는 제 3 특정 전압 및 제 4 특정 전압을 포함하고, 상기 센싱부는, 상기 정전류원 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 트랜지스터가 온된 동안, 상기 제 1 및 제 2 특정 전압에 기초하여 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 1 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 제 1 전류에 대응되는 제 1 센싱 데이터를 출력하고, 상기 PWM 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 트랜지스터가 온된 동안, 상기 제 3 및 제 4 특정 전압에 기초하여 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 2 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 제 2 전류에 대응되는 제 2 센싱 데이터를 출력할 수 있다.
- [26] 또한, 상기 정전류원 회로 센싱 구간에서, 상기 제 1 특정 전압에 기초한 상기 제 1 구동 트랜지스터의 턴온 저항은, 상기 제 2 특정 전압에 기초한 상기 제 2 구동 트랜지스터의 턴온 저항보다 크고, 상기 제 1 전류의 크기는, 상기 제 1 특정 전압에 의해 결정되며, 상기 PWM 회로 센싱 구간에서, 상기 제 3 특정 전압에 기초한 상기 제 1 구동 트랜지스터의 턴온 저항은, 상기 제 4 특정 전압에 기초한 상기 제 2 구동 트랜지스터의 턴온 저항보다 작고, 상기 제 2 전류의 크기는, 상기 제 4 특정 전압에 의해 결정될 수 있다.
- [27] 또한, 상기 보정부는, 상기 제 1 센싱 데이터에 기초하여 상기 정전류원 데이터 전압을 보정하고, 상기 제 2 센싱 데이터에 기초하여 상기 PWM 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [28] 또한, 상기 정전류원 회로 센싱 구간 및 상기 PWM 회로 센싱 구간은, 블랭킹 구간에 포함될 수 있다.
- [29] 또한, 상기 구동부는, 영상 프레임 마다, 상기 픽셀 어레이의 복수의 로우 라인 중 적어도 하나의 로우 라인에 대응되는 서브 픽셀 회로들에 상기 특정 전압을 인가할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [30] 이상 설명한 바와 같은 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 무기 발광 소자를 AM(Active matrix) 방식으로 PWM 구동함으로써 무기 발광 소자가 발광하는 빛의 파장이 계조에 따라 변화하는 현상을 막을 수 있다.
- [31] 또한, 구동 트랜지스터들 간의 문턱 전압 차이로 인해 영상에 나타날 수 있는

열록을 용이하게 보상할 수 있다. 또한, 색상의 보정이 용이해 진다.

[32] 또한, 하나의 디스플레이 모듈을 포함하는 디스플레이 장치나, 복수의 디스플레이 모듈로 구성된 모듈라 디스플레이 패널을 포함하는 디스플레이 장치에서 디스플레이 패널의 열록 보상이나 색상 보정이 용이해 진다.

[33] 또한, 무기 발광 소자들이 로우 라인 순으로 순차적으로 발광하도록 디스플레이 패널을 구동함으로써 순간 피크 소비 전력이 저감될 수 있다.

[34] 또한, 디스플레이 패널의 위치별로 상이하게 발생하는 구동 전압의 강하가 데이터 전압의 설정 과정에 미치는 영향을 보상할 수 있게 된다.

[35] 또한, 보다 최적화된 구동 회로의 설계가 가능하며, 안정적이고 효율적으로 무기 발광 소자를 구동할 수 있게 된다.

[36] 또한, 복수의 디스플레이 모듈을 결합하여 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 경우 상, 하 디스플레이 모듈의 경계에서 발생할 수 있는 영상의 왜곡을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[37] 상술한 양태 및/또는 다른 양태는 첨부된 도면과 함께 취해진 실시 예들의 다음 설명으로부터 명백해지고, 보다 쉽게 인식될 것이다.

[38] 도 1은 청색 LED, 녹색 LED 및 적색 LED를 흐르는 구동 전류의 크기에 따른 파장 변화를 나타내는 그래프,

[39] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면,

[40] 도 3a는 관련 디스플레이 패널의 구동 방식을 도시한 개념도,

[41] 도 3b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 구동 방식을 도시한 개념도,

[42] 도 3c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 구동 방식을 도시한 개념도,

[43] 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 도시한 블록도,

[44] 도 5a 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 프로그레시브 구동 방식을 설명하기 위한 도면,

[45] 도 5b는 본 개시의 다른 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 프로그레시브 구동 방식을 설명하기 위한 도면,

[46] 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 상세 블록도,

[47] 도 7a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 센싱부의 구현 예를 도시한 도면,

[48] 도 7b는 본 개시의 다른 일 실시 예에 따른 센싱부의 구현 예를 도시한 도면,

[49] 도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른 서브 픽셀 회로의 개략적인 블록도,

[50] 도 9a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 상세 회로도,

[51] 도 9b는 도 9a에 도시된 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 구동 타이밍도,

[52] 도 10a는 데이터 설정 구간에서 서브 픽셀 회로의 동작을 설명하기 위한 도면,

- [53] 도 10b는 발광 구간에서 서브 픽셀 회로의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [54] 도 10c는 제 1 설정 기간에서 서브 픽셀 회로의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [55] 도 10d는 제 1 초기화 기간에서 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [56] 도 10e는 제 1 센싱 기간에서 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [57] 도 10f는 제 2 설정 기간에서 서브 픽셀 회로의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [58] 도 10g는 제 2 초기화 기간에서 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [59] 도 10h는 제 2 센싱 기간에서 서브 픽셀 회로 및 센싱부의 동작을 설명하기 위한 도면,
 [60] 도 11a는 저계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 인가된 경우 본 개시의 일 실시예에 따른 서브 픽셀 회로의 PWM 동작을 설명하기 위한 도면,
 [61] 도 11b는 중계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 인가된 경우 본 개시의 일 실시예에 따른 서브 픽셀 회로의 PWM 동작을 설명하기 위한 도면,
 [62] 도 11c는 고계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 인가된 경우 본 개시의 일 실시예에 따른 서브 픽셀 회로의 PWM 동작을 설명하기 위한 도면,
 [63] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위한 도면,
 [64] 도 13a는 모듈라 디스플레이 패널을 동시 스캔 방식으로 구동할 때 데이터 설정 구간과 발광 구간이 진행되는 방식을 도시한 도면,
 [65] 도 13b는 모듈라 디스플레이 패널을 고속 연속 스캔 방식으로 구동할 때 데이터 설정 구간과 발광 구간이 진행되는 방식을 도시한 도면,
 [66] 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 블럭도,
 [67] 도 15a는 본 개시의 일 실시예에 따른 게이트 드라이버의 구동 방법을 설명하기 위한 블럭도, 및
 [68] 도 15b는 도 12의 복수의 디스플레이 모듈 중 첫번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들을 도시한 도면,
 [69] 도 16a는 본 개시의 일 실시예에 따른 디스플레이 패널의 단면도,
 [70] 도 16b는 본 개시의 일 실시예에 따른 디스플레이 패널의 단면도, 및
 [71] 도 16c는 본 개시의 일 실시예에 따른 TFT 층의 평면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [72] 본 개시를 설명함에 있어, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 동일한 구성의 중복 설명은 되도록 생략하기로 한다.
- [73] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는

의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

- [74] 본 개시에서 사용한 용어는 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 제한 및/또는 한정하려는 의도가 아니다. 또한, 본 개시에서 사용된 어떤 구성에 대한 단수의 표현은, 문맥상 명백히 아닌 경우를 제외하고, 복수의 표현을 포함한다.
- [75] 본 개시에서, '포함하다' 또는 '가지다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [76] 본 개시에서 사용된 "제 1," "제 2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [77] 본 개시에서, 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 "연결되어 있다"고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 상기 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 직접적으로 연결되거나, 또는 상기 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 또 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 상기 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [78] 반면에, 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소)에 "직접 연결되어 있다"고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소(예: 제 1 구성요소)와 상기 다른 구성요소(예: 제 2 구성요소) 사이에 또 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [79] 본 개시의 실시 예들에서 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 통상적으로 알려진 의미로 해석될 수 있다.
- [80] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 개시의 다양한 실시 예를 상세히 설명한다.
- [81] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [82] 도 2를 참조하면, 디스플레이 패널(100)은 매트릭스 형태로 배치(disposed)(또는 배열(arranged))된 복수의 픽셀(10) 즉, 픽셀 어레이를 포함한다.
- [83] 픽셀 어레이는, 복수의 로우(row) 라인 또는 복수의 컬럼(column) 라인을 포함한다. 경우에 따라, 로우 라인은 가로(horizontal) 라인 또는 스캔(scan) 라인 또는 게이트 라인이라 불리울 수도 있고, 컬럼 라인은 세로(vertical) 라인 또는 데이터 라인이라 불리울 수도 있다.
- [84] 경우에 따라, 로우 라인, 컬럼 라인, 가로 라인, 세로 라인이라는 용어는 픽셀 어레이 상에서 픽셀들이 이루는 라인을 지칭하기 위한 용어로 사용되고, 스캔

- 라인, 게이트 라인, 데이터 라인이라는 용어는 데이터나 신호가 전달되는 디스플레이 패널(100) 상의 실제 배선을 지칭하기 위한 용어로 사용될 수도 있다.
- [85] 픽셀 어레이의 각 픽셀(10)은 적색(R) 서브 픽셀(20-1), 녹색(G) 서브 픽셀(20-2) 및 청색(B) 서브 픽셀(20-3)과 같은 3 종류의 서브 픽셀을 포함할 수 있다.
- [86] 이때, 각 픽셀(10)은, 서브 픽셀들(20-1, 20-2, 20-3)을 구성하는 복수의 무기 발광 소자를 포함할 수 있다.
- [87] 예를 들어, 각 픽셀(10)은, R 서브 픽셀(20-1)을 구성하는 R 무기 발광 소자, G 서브 픽셀(20-2)을 구성하는 G 무기 발광 소자, 및 B 서브 픽셀(20-3)을 구성하는 B 무기 발광 소자와 같은 3 종류의 무기 발광 소자를 포함할 수 있다.
- [88] 다른 실시 예에 따르면, 각 픽셀(10)은, 3 개의 청색 무기 발광 소자를 포함할 수 있다. 이 경우, 각 무기 발광 소자 상에는 R, G, B 색상 구현을 위한 컬러 필터가 구비될 수 있다. 이때, 컬러 필터는 퀴텀닷(QD) 컬러 필터일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [89] 디스플레이 패널(100)에는 무기 발광 소자를 구동하기 위한 서브 픽셀 회로가 무기 발광 소자 별로 마련될 수 있다.
- [90] 이때, 각 서브 픽셀 회로는, 외부에서 인가되는 영상 데이터 전압에 기초하여 대응되는 무기 발광 소자로 구동 전류를 제공할 수 있다.
- [91] 예를 들어, 영상 데이터 전압은, 정전류원(Constant Current Generator) 데이터 전압 및 PWM(Pulse Width Modulation) 데이터 전압을 포함한다. 각 서브 픽셀 회로는, 정전류원 데이터 전압에 대응되는 크기(magnitude)의 구동 전류를, PWM 데이터 전압에 대응되는 시간 동안 무기 발광 소자로 제공함으로써, 영상의 계조를 표현할 수 있다. 이에 관한 자세한 내용은 후술하기로 한다.
- [92] 디스플레이 패널(100)의 각 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들은, "영상 데이터 전압의 설정(또는 프로그래밍)" 및 "설정된 영상 데이터 전압에 기초한 구동 전류의 제공" 순으로 구동될 수 있다.
- [93] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 디스플레이 패널(100)의 각 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들은, 로우 라인 순으로 순차적으로 구동될 수 있다.
- [94] 예를 들어, 하나의 로우 라인(예를 들어, 제 1 로우 라인)에 포함된 서브 픽셀 회로들의 영상 데이터 전압 설정 동작과, 다음 로우 라인(예를 들어, 제 2 로우 라인)에 포함된 서브 픽셀 회로들의 영상 데이터 전압 설정 동작은 로우 라인 순으로 순차적으로 진행될 수 있다. 또한, 상기 하나의 로우 라인(예를 들어, 제 1 로우 라인)에 포함된 서브 픽셀 회로들의 구동 전류 제공 동작과, 상기 다음 로우 라인(예를 들어, 제 2 로우 라인)에 포함된 서브 픽셀 회로들의 구동 전류 제공 동작 역시 로우 라인 순으로 순차적으로 진행될 수 있다.
- [95] 도 2에서는, 하나의 픽셀 영역 내에서 서브 픽셀들(20-1 내지 20-3)이 좌우가 뒤바뀐 L자 모양으로 배열된 것을 예로 들었다. 그러나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니며, R, G, B 서브 픽셀(20-1 내지 20-3)은 픽셀 영역 내부에서 일렬로 배치될 수도 있고, 실시 예에 따라 다양한 형태로 배치될 수 있다.

- [96] 또한, 도 2에서는, 3 종류의 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 구성하는 것을 예로 들어 설명하였다. 그러나, 실시 예에 따라, R, G, B, W(white)와 같은 4종류의 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 구성할 수도 있고, 얼마든지 다른 개수의 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 구성할 수도 있다.
- [97] 도 3a는 관련 디스플레이 패널의 구동 방식을 도시한 개념도이고, 도 3b 및 도 3c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널의 구동 방식을 도시한 개념도이다.
- [98] 도 3a 내지 도 3c는 한 영상 프레임 시간 동안 디스플레이 패널을 구동하는 방식을 도시하고 있다. 도 3a 내지 도 3c에서, 세로 축은 디스플레이 패널(100)의 로우 라인을, 가로 축은 시간을 나타낸다. 또한, 데이터 설정 구간은, 각 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들에 영상 데이터 전압이 설정되는 디스플레이 패널(100)의 구동 구간을 나타내고, 발광 구간은, 각 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들이, 데이터 설정 구간에 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여 무기 발광 소자로 구동 전류를 제공하게 되는 디스플레이 패널(100)의 구동 구간을 나타낸다. 무기 발광 소자들은 발광 구간 내에서 구동 전류에 따라 발광하게 된다.
- [99] 도 3a에 따르면 종래에는, 먼저 디스플레이 패널의 전체 로우 라인에 대해 영상 데이터 전압의 설정이 완료된 후에, 일괄적으로 발광 구간이 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [100] 이 경우, 발광 구간 동안 디스플레이 패널의 전체 로우 라인이 동시에 발광하게 되므로, 높은 피크 전류가 요구되며, 이에 따라, 제품에 요구되는 피크 소비 전력이 높아지는 문제가 있다. 피크 소비 전력이 높아지면, 제품에 장착되는 SMPS(Switched Mode Power Supply)와 같은 전원 공급 장치의 용량이 커지므로, 비용이 증가하고 부피가 커져 디자인적 제약 사항이 발생하게 된다.
- [101] 이에 반해, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 각 로우 라인의 데이터 설정 구간과 발광 구간(구체적으로는, 복수의 발광 구간)은, 로우 라인 순으로 순차적으로 진행될 수 있다.
- [102] 도 3b 및 도 3c는, 데이터 설정 구간과 발광 구간이 로우 라인 순으로 순차적으로 진행되는 2가지 실시 예를 도시하고 있다.
- [103] 도 3b 및 도 3c를 참조하면, 도 3b의 실시 예는 한 프레임 시간 동안 데이터 설정 구간이 진행되는 반면, 도 3c의 실시 예의 경우 한 프레임 시간 보다 훨씬 짧은 시간 동안 데이터 설정 구간이 진행된다는 점에서 차이가 있고, 두 실시 예 모두 데이터 설정 구간과 발광 구간이 로우 라인 순으로 순차적으로 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [104] 이하에서는, 도 3b나 도 3c와 같이 데이터 설정 구간과 발광 구간이 로우 라인 순으로 순차적으로 진행되는 구동 방식을, 도 3a의 일괄 구동 방식과 구별하여 "프로그레시브 구동 방식"이라 부르기로 한다.
- [105] 프로그레시브 구동 방식의 경우, 종래 기술에 비해 동시에 발광하는 로우

라인의 개수가 줄어들게 되므로, 필요한 피크 전류량이 낮아지며, 이에 따라, 피크 소비 전력이 저감될 수 있다.

- [106] 이상과 같이, 본 개시의 실시 예들에 따르면, 디스플레이 패널(100)은 AM(Active matrix) 방식으로 구동되며, 각 서브 픽셀은 PWM 방식으로 영상의 계조를 표현할 수 있다. 따라서, PAM 방식으로 계조를 표현하는 종래 기술과 달리, 무기 발광 소자가 발광하는 빛의 파장이 계조에 따라 변화하는 현상을 막을 수 있다. 또한, 서브 픽셀들이 로우 라인 순으로 순차적으로 발광하도록 디스플레이 패널(100)을 구동함으로써 순간 피크 소비 전력이 저감될 수 있다.
- [107] 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 도시한 블럭도이다. 도 4에 따르면, 디스플레이 장치(1000)는 디스플레이 패널(100), 센싱부(200), 보정부(300) 및 구동부(500)를 포함한다.
- [108] 구동부(500)는 디스플레이 패널(100)을 구동한다. 예를 들어, 구동부(500)는 각종 제어 신호, 데이터 신호, 구동 전압 등을 디스플레이 패널(100)로 제공하여 디스플레이 패널(100)을 구동할 수 있다.
- [109] 구동부(500)는, 픽셀 어레이상의 픽셀들을 로우 라인 단위로 구동하기 위한 게이트 드라이버를 포함할 수 있다. 게이트 드라이버는, 각종 게이트 신호를 전체 로우 라인에 대해 로우 라인 순으로 인가할 수 있다. 이에 따라, 디스플레이 패널(100)은 전술한 바와 같이 프로그레시브 구동 방식으로 구동될 수 있다.
- [110] 게이트 드라이버는, 각종 게이트 신호를 일부 로우 라인에만 인가할 수도 있다. 이에 따라, 디스플레이 패널(100)에서는 센싱 구동이 수행될 수 있다. 센싱 구동에 관한 자세한 내용은 후술한다.
- [111] 또한, 구동부(500)는 디스플레이 패널(100)의 각 픽셀(또는 각 서브 픽셀)에 영상 데이터 전압(예를 들어, 정전류원 데이터 전압 및 PWM 데이터 전압) 및 특정 전압(후술됨)을 제공하기 위한 데이터 드라이버(또는 소스 드라이버)를 포함할 수 있다.
- [112] 또한, 구동부(500)는 하나의 픽셀(10)에 포함된 복수의 서브 픽셀(20-1 내지 20-3)을 각각 선택하기 위한 디멀티플렉서(DeMUX) 회로를 포함할 수 있다.
- [113] 또한, 구동부(500)는 각종 DC 전압(예를 들어, 후술할 제 1 구동 전압(VDD_PAM), 제 2 구동 전압(VDD_PWM), 그라운드 전압(VSS) 등)을, 디스플레이 패널(100)에 포함된 각 서브 픽셀 회로로 제공하기 위한 파워 IC를 포함할 수 있다.
- [114] 또한, 구동부(500)는 TCON(Timing Controller)에서 제공되는 각종 신호들의 레벨을, 전술한 드라이버(예를 들어, 게이트 드라이버나 데이터 드라이버)나 디스플레이 패널(100)에서 이용되는 레벨로 시프팅하기 위한 레벨 시프터를 포함할 수 있다.
- [115] 이때, 레벨 시프터는, 예를 들어, TCON에서 제공되는 각종 클럭 신호나 스타트 신호(VST)의 레벨을 시프팅하여 게이트 드라이버로 제공할 수 있다.
- [116] 또한, 레벨 시프터는, TCON에서 생성된 스위프 신호(Sweep)나 테스트

신호(TEST)의 레벨을 시프팅하여 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀 회로들에 제공할 수 있다. 테스트 신호(TEST)나 스위프 신호(Sweep)에 관한 자세한 내용은 후술된다.

- [117] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 구동부(500)에 포함될 수 있는 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, 디스플레이 패널(100)과는 별도의 PCB(Printed Circuit Board) 상에 배치되고, FOG(Film On Glass) 배선을 통해 디스플레이 패널(100)의 TFT 층에 형성된 서브 픽셀 회로들과 연결될 수 있다.
- [118] 다른 실시 예에 따르면, 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, COF(Chip On Film) 형태로 필름 상에 배치되고, FOG(Film On Glass) 배선을 통해 디스플레이 패널(100)의 TFT 층에 형성된 서브 픽셀 회로들과 연결될 수도 있다.
- [119] 다른 실시 예에 따르면, 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, COG(Chip On Glass) 형태로 디스플레이 패널(100)의 글래스 기판(후술됨)의 후면(글래스 기판을 기준으로 TFT 층이 형성되는 면의 반대쪽 면)에 배치되고, 연결 배선을 통해 디스플레이 패널(100)의 TFT 층에 형성된 서브 픽셀 회로들과 연결될 수 있다.
- [120] 다른 실시 예에 따르면, 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, 디스플레이 패널(100) 내의 TFT 층에 형성된 서브 픽셀 회로들과 함께 TFT 층에 형성되어 서브 픽셀 회로들과 연결될 수도 있다.
- [121] 예를 들어, 전술한 각종 구성요소들 중, 게이트 드라이버 및 디믹스 회로는 디스플레이 패널(100)의 TFT 층 내에 형성되고, 데이터 드라이버는 COG 형태로 디스플레이 패널(100)의 글래스 기판의 후면에 배치되며, 레벨 시프터는 COF 형태로 필름 상에 배치되고, 파워 IC 및 TCON(Timing Controller)은 외부의 별도 PCB(Printed Circuit Board) 상에 배치될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [122] 구동부(500)는 디스플레이 패널(100)을 프로그래시브 구동 방식으로 구동할 수 있다. 이를 위해, 구동부(500)는, 데이터 설정 구간 동안 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 영상 데이터 전압을 설정하고, 발광 구간 동안 픽셀 어레이의 픽셀들이 상기 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여 로우 라인 순으로 발광하도록 서브 픽셀 회로들을 구동할 수 있다.
- [123] 디스플레이 패널(100)은 도 2에서 전술한 바와 같은 픽셀 어레이를 포함하며, 인가되는 영상 데이터 전압에 대응되는 영상을 디스플레이할 수 있다.
- [124] 디스플레이 패널(100)에 포함된 각 서브 픽셀 회로는, 영상 데이터 전압에 기초하여, 크기(magnitude)와 구동 시간(또는 펄스 폭)이 제어된 구동 전류를, 대응되는 무기 발광 소자로 제공할 수 있다.
- [125] 픽셀 어레이를 구성하는 무기 발광 소자들은, 대응되는 서브 픽셀 회로로부터 제공되는 구동 전류에 따라 발광하며, 이에 따라 디스플레이 패널(100)에 영상이 디스플레이될 수 있다.
- [126] 무기 발광 소자로 구동 전류를 제공하는 서브 픽셀 회로는 구동 트랜지스터를 포함한다. 구동 트랜지스터는 서브 픽셀 회로의 동작을 결정하는 핵심적인

구성으로, 이론적으로는 구동 트랜지스터의 전기적 특성(예를 들어, 문턱 전압(V_{th})이나 이동도(μ))이, 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀 회로들 간에 서로 동일해야 한다. 그러나, 실제 구동 트랜지스터의 문턱 전압(V_{th}) 및 이동도(μ)는 공정 편차나 경시 변화와 같은 다양한 요인에 의해 서브 픽셀 회로들마다 편차가 있을 수 있으며, 이러한 편차는 영상의 화질 저하(특히, 휘도 균일성 저하)를 초래하므로 보상될 필요가 있다.

- [127] 본 개시의 다양한 실시 예들에서는, 외부 보상 방식을 통해 구동 트랜지스터들의 전기적 특성 편차를 보상한다. 외부 보상 방식은, 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하고, 센싱 결과를 바탕으로 영상 데이터 전압을 보정함으로써, 서브 픽셀 회로들 간에 구동 트랜지스터들의 문턱 전압(V_{th}) 및 이동도(μ) 편차를 보상하는 방식이다.
- [128] 이러한 외부 보상 동작을 위해, 도 4에 도시된 바와 같이 디스플레이 장치(1000)는 센싱부(200) 및 보정부(300)를 포함한다.
- [129] 센싱부(200)는 센서를 포함할 수 있다. 센싱부(200)는 서브 픽셀 회로에 포함된 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하고, 센싱된 전류에 대응되는 센싱 데이터를 출력하기 위한 구성이다. 예를 들어, 센싱부(200)는, 특정 전압에 기초한 전류가 구동 트랜지스터를 흐르면, 이를 감지하여 센싱 데이터로 변환하고, 변환된 센싱 데이터를 보정부(300)로 출력할 수 있다. 이때, 특정 전압은, 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 감지하기 위해 영상 데이터 전압과는 별도로 서브 픽셀 회로에 인가되는 전압을 말한다.
- [130] 보정부(300)는 프로세서를 포함할 수 있다. 보정부(300)는 센싱부(200)에서 출력되는 센싱 데이터에 기초하여 서브 픽셀 회로로 인가되는 영상 데이터 전압을 보정하기 위한 구성이다.
- [131] 보정부(300)는 전압별 기준 데이터, 및 센싱부(200)에서 출력되는 센싱 데이터에 기초하여, 영상 데이터를 보정하기 위한 보상값을 획득하고, 획득된 보상값에 기초하여 영상 데이터를 보정함으로써, 영상 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [132] 여기서, 전압별 기준 데이터는, 특정 전압이 구동 트랜지스터에 인가될 경우 구동 트랜지스터를 흐르는 기준 전류값에 관한 데이터로, 이론적 또는 실험적으로 미리 산출되어 룩업 테이블 형태로 기저장된 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [133] 전압별 기준 데이터는, 보정부(300)의 내부 또는 외부의 각종 메모리에 기저장될 수 있으며, 보정부(300)는 필요한 경우 메모리로부터 전압별 기준 데이터를 로딩하여 이용할 수 있다.
- [134] 보정부(300)가 전압별 기준 데이터 및 센싱 데이터를 이용하여 보상값을 획득하고, 영상 데이터 전압을 보정하는 구체적인 예에 관하여는 후술하기로 한다.
- [135] 구동부(500)(구체적으로는, 데이터 드라이버)는, 이와 같이 보정된 영상 데이터

전압을 디스플레이 패널(100)에 인가함으로써, 구동 트랜지스터들의 문턱 전압(V_{th}) 및 이동도(μ) 편차가 보상될 수 있다.

- [136] 도 5a 및 도 5b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 디스플레이 패널(100)의 프로그레시브 구동 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 5a는 도 3b에 대응되고, 도 5b는 도 3c에 대응된다.
- [137] 도 5a는 연속된 3개의 영상 프레임에 대한 디스플레이 패널(100)의 구동 방식을 개념적으로 도시하고 있다. 도 5a에서 세로 축은 디스플레이 패널(100)의 로우 라인을, 가로 축은 시간을 나타낸다.
- [138] 한편, 도 5a에서는, 디스플레이 패널(100)이 312개의 로우 라인으로 구성되고, 데이터 설정 구간(61)에 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여 4회의 발광 구간(62-1 내지 62-4)이 진행되는 것을 예로 들었다. 그러나, 로우 라인의 개수나 발광 구간의 진행 횟수가 이에 한정되는 것이 아님은 물론이다.
- [139] 예를 들어, 도 5a를 참조하면, 하나의 영상 프레임에 대해, 로우 라인마다 한번의 데이터 설정 구간(61)과 복수의 발광 구간(62-1 내지 62-4)이 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [140] 데이터 설정 구간(61) 동안에는, 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들에 해당 영상 프레임에 대한 영상 데이터 전압이 설정될 수 있다. 또한, 각 발광 구간(62-1 내지 62-4)에서는, 데이터 설정 구간(61) 동안 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여, 대응되는 무기 발광 소자로 구동 전류가 제공될 수 있다.
- [141] 이를 위해, 구동부(500)(특히, 게이트 드라이버)는, 데이터 설정 구간(61) 동안, 영상 데이터 전압을 설정하기 위한 게이트 신호(이하, 스캔 신호라 한다. 예를 들어, 후술할 $V_{ini}(n)$, $SP(n)$ 을 포함한다.)를 각 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 인가할 수 있다.
- [142] 또한, 구동부(500)는, 각 발광 구간(62-1 내지 62-4) 동안, 서브 픽셀 회로의 구동 전류 제공 동작을 제어하기 위한 게이트 신호(이하, 에미션 신호라 한다. 예를 들어, 후술할 $Emi_1(n)$, $Emi_2(n)$ 을 포함한다.)를 각 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 인가할 수 있다.
- [143] 도 5a를 참조하면, 데이터 설정 구간(61) 및 각 발광 구간(62-1 내지 62-4)은, 디스플레이 패널(100)의 전체 로우 라인에 대해 로우 라인 순으로 순차적으로 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [144] 이를 위해, 구동부(500)는, 디스플레이 패널(100)의 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 로우 라인 순으로 서브 픽셀 회로들에 스캔 신호를 인가할 수 있다. 또한, 구동부(500)는, 디스플레이 패널(100)의 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 로우 라인 순으로 서브 픽셀 회로들에 에미션 신호를 인가할 수 있다.
- [145] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 도 5a에 도시된 바와 같이, 각 로우 라인의 첫 번째 발광 구간(62-1)은 데이터 설정 구간(61)과 시간적으로 연속되고, 복수의 발광 구간 각각(62-1 내지 62-4)은 기설정된 시간 간격을 가질 수 있다.

- [146] 이때, 한 영상 프레임에 대해 각 로우 라인에서 진행되는 발광 구간의 개수 및 발광 구간들 사이의 기설정된 시간 간격은, 디스플레이 패널(100)의 사이즈 및/또는 카메라의 셔터 스피드 등에 기초하여 설정될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [147] 일반적으로 카메라의 셔터 스피드는 한 영상 프레임 시간 보다 수 배 빠르므로, 한 영상 프레임 시간 동안 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 한 번의 발광 구간이 로우 라인 순으로 진행되도록 디스플레이 패널(100)을 구동하는 경우, 카메라에 찍힌 디스플레이 패널(100)에 표시된 영상이 왜곡될 수 있다.
- [148] 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 한 영상 프레임 시간 동안 복수의 발광 구간이 기설정된 시간 간격을 두고 진행되도록 디스플레이 패널(100)을 구동하되, 기설정된 시간 간격을 카메라의 스피드에 기초하여 설정함으로써, 어떤 순간에 디스플레이 패널(100)을 촬영하더라도 카메라에 찍힌 디스플레이 패널(100)에 표시된 영상이 왜곡되지 않도록 할 수 있다.
- [149] 한 영상 프레임 시간과 다음 영상 프레임 시간 사이에는 블랭킹 기간(Blanking interval)이 존재할 수 있다. 블랭킹 기간은, 연속된 영상 프레임 기간들 사이의 시간 구간일 수 있다.
- [150] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 블랭킹 기간 동안 센싱 구동이 수행될 수 있다. 여기서, 센싱 구동은, 구동 트랜지스터들의 전기적 특성(예를 들어, 문턱 전압(V_{th}) 및 이동도(μ) 등) 편차를 외부 보상 방식으로 보상하기 위해 디스플레이 패널(100)을 구동하는 것으로, 디스플레이 패널(100)이 센싱 구동되는 동안, 특정 전압이 구동 트랜지스터에 인가되고, 인가된 특정 전압에 기초하여 구동 트랜지스터를 흐르는 전류가 센싱부(200)로 전달될 수 있다.
- [151] 이를 위해, 구동부(500)(특히, 게이트 드라이버)는, 구동 트랜지스터에 특정 전압을 인가하기 위한 게이트 신호, 인가된 특정 전압에 기초한 전류가 구동 트랜지스터를 흐르도록 하기 위한 게이트 신호, 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱부(200)로 전달하기 위한 게이트 신호 등을 서브 픽셀 회로에 인가 내지 제공할 수 있다.
- [152] 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 블랭킹 기간에는 디스플레이 패널(100)에 아무런 전류가 흐르지 않는 비발광 구간이 포함될 수 있다. 비발광 구간에서는 디스플레이 패널(100)의 고장 감지와 같은 동작이 수행될 수 있다.
- [153] 예를 들어, 디스플레이 패널(100)의 고장 여부는, 비발광 구간 동안 디스플레이 패널(100)에 전류가 흐르는지 여부에 기초하여 판단될 수 있다. 예를 들어, 서브 픽셀 회로에 쇼트가 발생하는 등과 같이 디스플레이 패널(100)이 고장난 경우에는 비발광 구간에 디스플레이 패널(100)에 전류가 흐를 수 있다. 따라서, 디스플레이 장치에 포함된 프로세서 또는 타이밍 컨트롤러는 비발광 구간 동안 디스플레이 패널(100) 내에 전류가 흐르는 경우, 디스플레이 패널(100)이 고장난 것으로 판단할 수 있다.
- [154] 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 블랭킹 기간에서는 무기 발광 소자에

잔류하는 전하를 방전시키기 위한 동작이 수행될 수 있다. 이에 관한 자세한 내용은 후술된다.

- [155] 도 5b의 경우, 한 프레임 기간 보다 훨씬 짧은 시간 동안 312개 전체 로우 라인에 대한 데이터 설정 구간들(61)이 진행된다는 점에서 도 5a와 다를 뿐, 도 5a에서 전술한 설명이 그대로 적용될 수 있는 바, 중복 설명은 생략한다. 두 실시 예의 차이점에 관하여는 후술된다.
- [156] 이하에서는, 도 6을 통해 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치(1000)의 구성 및 외부 보상 방식에 관해 보다 자세히 설명한다.
- [157] 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 상세 블록도이다. 도 6을 설명함에 있어 전술한 것과 중복되는 내용은 설명은 생략한다.
- [158] 도 6에 따르면, 디스플레이 장치(1000)는 디스플레이 패널(100), 센싱부(200), 보정부(300), 타이밍 컨트롤러(400, 이하, TCON이라 한다.) 및 구동부(500)를 포함한다.
- [159] TCON(400)은 디스플레이 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, TCON(400)은 디스플레이 장치(1000)의 센싱 구동(sensing driving)을 수행할 수 있다. 또한, TCON(400)은 디스플레이 장치(1000)의 디스플레이 구동(display driving)을 수행할 수 있다.
- [160] 여기서, 센싱 구동은 디스플레이 패널(100)에 포함된 구동 트랜지스터들의 문턱 전압(V_{th}) 및 이동도(μ) 편차를 보상하기 위해 보상값을 업데이트하는 구동이고, 디스플레이 구동은 보상값이 반영된 영상 데이터 전압에 기초하여 디스플레이 패널(100)에 영상을 디스플레이하는 구동이다.
- [161] 디스플레이 구동이 수행될 때, TCON(400)은 입력 영상에 대한 영상 데이터를 구동부(500)로 제공한다. 이때, 구동부(500)로 제공되는 영상 데이터는 보정부(300)에 의해 보정이 이루어진 영상 데이터일 수 있다.
- [162] 보정부(300)는 입력 영상에 대한 영상 데이터를 보상값에 기초하여 보정할 수 있다. 이때, 보상값은 센싱 구동을 통해 보정부(300)에 의해 획득 내지 산출될 수 있다.
- [163] 보정부(300)는 도 6에 도시된 바와 같이 TCON(400)에 탑재된 TCON(400)의 일 기능 모듈로 구현될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며, TCON(400)과는 다른 별도의 프로세서에 탑재될 수도 있으며, ASIC(Application Specific Integrated Circuit)이나 FPGA(Field-Programmable Gate Array) 방식으로 별도의 칩으로 구현될 수도 있다.
- [164] 구동부(500)는 TCON(400)에서 제공되는 영상 데이터에 기초하여 영상 데이터 전압을 생성하고, 생성된 영상 데이터 전압을 디스플레이 패널(100)에 제공 또는 인가할 수 있다. 이에 따라, 디스플레이 패널(100)은 구동부(500)에서 제공되는 영상 데이터 전압에 기초하여 영상을 디스플레이할 수 있다.
- [165] 센싱 구동이 수행될 때, TCON(400)은 서브 픽셀 회로(110)에 포함된 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하기 위한 특정 전압 데이터를 구동부(500)로

제공할 수 있다.

- [166] 구동부(500)는 특정 전압 데이터에 대응되는 특정 전압을 생성하여 디스플레이 패널(100)로 제공하며, 이에 따라, 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀 회로(110)에 포함된 구동 트랜지스터에는 특정 전압에 기초한 전류가 흐를 수 있다.
- [167] 센싱부(200)는 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하여 보정부(300)로 센싱 데이터를 출력하고, 보정부(300)는 센싱부(200)에서 출력되는 센싱 데이터에 기초하여 영상 데이터를 보정하기 위한 보상값을 획득 내지 업데이트할 수 있다.
- [168] 이하에서는 도 6에 도시된 각 구성들을 보다 자세히 설명한다.
- [169] 디스플레이 패널(100)은 서브 픽셀을 구성하는 무기 발광 소자(120) 및 무기 발광 소자(120)로 구동 전류를 제공하기 위한 서브 픽셀 회로(110)를 포함한다. 도 6에서는 설명의 편의를 위해, 디스플레이 패널(100)에 포함된 하나의 서브 픽셀 관련 구성만을 도시하였으나, 서브 픽셀 마다 서브 픽셀 회로(110) 및 무기 발광 소자(120)가 마련될 수 있다.
- [170] 무기 발광 소자(120)는 서브 픽셀 회로(110)와 전기적으로 연결되도록 서브 픽셀 회로(110) 상에 실장되고, 서브 픽셀 회로(110)에서 제공되는 구동 전류에 기초하여 빛을 발광할 수 있다.
- [171] 무기 발광 소자(120)는 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀(20-1 내지 20-3)을 구성하며, 발광하는 빛의 색상에 따라 복수의 종류가 있을 수 있다. 예를 들어, 무기 발광 소자(120)는 적색 색상의 빛을 발광하는 적색(R) 무기 발광 소자, 녹색 색상의 빛을 발광하는 녹색(G) 무기 발광 소자 및 청색 색상의 빛을 발광하는 청색(B) 무기 발광 소자가 있을 수 있다.
- [172] 따라서, 전술한 서브 픽셀의 종류는 무기 발광 소자(120)의 종류에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, R 무기 발광 소자는 R 서브 픽셀(20-1)을, G 무기 발광 소자는 G 서브 픽셀(20-2)을, 그리고, B 무기 발광 소자는 B 서브 픽셀(20-3)을 구성할 수 있다.
- [173] 여기서, 무기 발광 소자(120)는, 유기 재료를 이용하여 제작되는 OLED(Organic Light Emitting Diode)와는 다른, 무기 재료를 이용하여 제작되는 발광 소자를 의미한다.
- [174] 특히, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 무기 발광 소자(120)는, 100 마이크로미터(μm) 이하 크기를 갖는 마이크로 발광 다이오드(마이크로 LED 또는 μLED)일 수 있다.
- [175] 각 서브 픽셀이 마이크로 LED로 구현된 디스플레이 패널을 마이크로 LED 디스플레이 패널이라 한다. 마이크로 LED 디스플레이 패널은 평판 디스플레이 패널 중 하나로서, 각각 100 마이크로미터 이하인 복수의 무기 발광 다이오드(inorganic LED)로 구성된다. 마이크로 LED 디스플레이 패널은 백라이트가 필요한 액정 디스플레이(LCD) 패널에 비해 더 나은, 대비, 응답 시간 및 에너지 효율을 제공한다.

- [176] 유기 발광 다이오드(organic LED, OLED)와 마이크로 LED는 모두 에너지 효율이 좋지만, 마이크로 LED가 밝기, 발광 효율, 수명 측면에서 OLED보다 더 나은 성능을 제공한다. 특히, OLED에는 형광체 유기화합물이 사용되는데, 이 유기 물의 특성상 OLED는 번-인 현상에 취약하여 무기 발광 소자인 마이크로 LED 보다 PWM 구동에 적합하지 않은 면이 있다.
- [177] 무기 발광 소자(120)는, 서브 픽셀 회로(110)로부터 제공되는 구동 전류의 크기(magnitude) 또는 구동 전류의 펄스 폭(Pulse Width)에 따라 상이한 밝기의 계조 값을 표현할 수 있다. 여기서, 구동 전류의 펄스 폭은 구동 전류의 듀티비(Duty Ratio) 또는 구동 전류의 구동 시간(Duration)이라 불리울 수도 있다.
- [178] 예를 들어, 무기 발광 소자(120)는 구동 전류의 크기가 클수록 더 밝은 계조 값을 표현할 수 있다. 또한, 무기 발광 소자(120)는 구동 전류의 펄스 폭이 길수록(즉, 듀티비가 높을수록 또는 구동 시간이 길수록) 더 밝은 계조 값을 표현할 수 있다.
- [179] 서브 픽셀 회로(110)는, 디스플레이 구동시, 무기 발광 소자(120)로 구동 전류를 제공한다. 예를 들어, 서브 픽셀 회로(110)는 구동부(500)에서 인가되는 영상 데이터 전압(즉, 정전류원 데이터 전압 및 PWM 데이터 전압)에 기초하여, 크기 및 구동 시간이 제어된 구동 전류를 무기 발광 소자(120)로 제공할 수 있다.
- [180] 예를 들어, 서브 픽셀 회로(110)는 무기 발광 소자(120)를 PAM(Pulse Amplitued Modulation) 및/또는 PWM(Pulse Width Modulation) 구동하여 무기 발광 소자(120)가 발광하는 빛의 휘도를 제어할 수 있다.
- [181] 이를 위해, 서브 픽셀 회로(110)는, 정전류원 데이터 전압에 기초하여 일정한 크기를 갖는 정전류를 무기 발광 소자(120)로 제공하기 위한 정전류원(Constant Current Generator) 회로(111), 및 PWM 데이터 전압에 기초하여 상기 정전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르는 시간을 제어하기 위한 PWM 회로(112)를 포함할 수 있다. 여기서, 무기 발광 소자(120)로 제공되는 정전류가 구동 전류가 된다.
- [182] 정전류원 회로(111) 및 PWM 회로(112)는 각각 구동 트랜지스터를 포함한다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 정전류원 회로(111)에 포함된 구동 트랜지스터를 제 1 구동 트랜지스터라 하고, PWM 회로(112)에 포함된 구동 트랜지스터를 제 2 구동 트랜지스터라고 한다.
- [183] 제 1 구동 트랜지스터와 제 2 구동 트랜지스터는 별개의 구동 트랜지스터이므로, 제 1 구동 트랜지스터의 전기적 특성과 제 2 구동 트랜지스터의 전기적 특성은 각각 보상되어야 한다.
- [184] 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 제 1 구동 트랜지스터를 흐르는 전류에 기초하여 정전류원 데이터 전압을 보정하고, 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 전류에 기초하여 PWM 데이터 전압을 보정함으로써, 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터의 전기적 특성 편차가 각각 보상될 수 있다.
- [185] 그러나, 후술할 바와 같이, 제 1 구동 트랜지스터와 제 2 구동 트랜지스터는 직렬 연결되므로, 센싱 구동이 수행될 때, 제 1 구동 트랜지스터와 제 2 구동

트랜지스터에는 동일한 전류가 흐르게 된다.

- [186] 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 센싱 구동 구간은, 정전류원 회로 센싱 구간과 PWM 회로 센싱 구간을 포함할 수 있다. 여기서, 정전류원 회로 센싱 구간은, 제 1 구동 트랜지스터에 인가된 특정 전압에 기초하여 결정되는 제 1 전류를 센싱하기 위한 센싱 구동 구간이며, PWM 회로 센싱 구간은 제 2 구동 트랜지스터에 인가된 특정 전압에 기초하여 결정되는 제 2 전류를 센싱하기 위한 센싱 구동 구간을 말한다.
- [187] 예를 들어, 정전류원 회로 센싱 구간 동안에는 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 1 전류가 센싱부(200)로 전달되고, PWM 회로 센싱 구간 동안에는 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 2 전류가 센싱부(200)로 전달될 수 있다.
- [188] 이에 따라, 센싱부(200)는 제 1 및 제 2 전류를 각각 센싱하고, 제 1 전류에 대응되는 제 1 센싱 데이터 및 제 2 전류에 대응되는 제 2 센싱 데이터를 보정부(300)로 각각 출력할 수 있다. 이를 위해, 센싱부(200)는 전류 검출기 및 ADC(Analog to Digital Converter)를 포함할 수 있다. 이때, 전류 검출기는, OP-AMP(Operational Amplifier) 및 커패시터를 포함하는 전류 적분기를 이용하여 구현될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [189] 보정부(300)는 센싱 데이터에 기초하여 서브 픽셀 회로(110)에 인가되는 영상 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [190] 예를 들어, 보정부(300)는 전압별 기준 데이터에서 후술할 제 1 특정 전압(도 9b의 참조 번호 94)에 대응되는 제 1 기준 데이터 값을 확인하고(identify), 확인된 제 1 기준 데이터 값과 센싱부(200)에서 출력되는 제 1 센싱 데이터 값을 비교하여 정전류원 데이터 전압을 보정하기 위한 제 1 보상값을 산출 내지 획득할 수 있다.
- [191] 또한, 보정부(300)는 전압별 기준 데이터에서 후술할 제 4 특정 전압(도 9b의 참조 번호 91)에 대응되는 제 2 기준 데이터 값을 확인하고, 확인된 기준 데이터 값과 센싱부(200)에서 출력되는 제 2 센싱 데이터 값을 비교하여 PWM 데이터 전압을 보정하기 위한 제 2 보상값을 산출 내지 획득할 수 있다.
- [192] 이와 같이 획득된 제 1 및 제 2 보상값은, 전술한 바와 같이 보정부(300)의 내부 또는 외부의 메모리에 저장 또는 업데이트될 수 있으며, 이후 디스플레이 구동이 수행될 때, 영상 데이터 전압의 보정에 이용될 수 있다.
- [193] 예를 들어, 보정부(300)는, 보상값을 이용하여 구동부(500)(특히, 데이터 드라이버)로 제공될 영상 데이터를 보정함으로써, 서브 픽셀 회로(110)에 인가되는 영상 데이터 전압을 보정할 수 있다. 데이터 드라이버는 입력된 영상 데이터에 기초하여 서브 픽셀 회로(110)로 영상 데이터 전압을 제공하게 되므로, 보정부(300)는 영상 데이터 값을 보정함으로써 서브 픽셀 회로(110)로 인가되는 영상 데이터 전압을 보정할 수 있는 것이다.
- [194] 예를 들어, 보정부(300)는, 영상 데이터 중 정전류원 데이터 값을 제 1 보상값에 기초하여 보정할 수 있다. 또한, 보정부(300)는 영상 데이터 중 PWM 데이터 값을

- 제 2 보상값에 기초하여 보정할 수 있다. 또한, 보정부(300)는 보정된 정전류원 데이터 값 및 보정된 PWM 데이터 값을 TCON(400)으로 제공할 수 있다.
- [195] 이에 따라, TCON(400)은, 디스플레이 구동이 수행될 때, 보정된 정전류원 데이터 및 보정된 PWM 데이터를 구동부(500)에 제공함으로써 서브 픽셀 회로(110)로 인가되는 정전류원 데이터 전압 및 PWM 데이터 전압이 각각 보정될 수 있다.
- [196] 구동부(500)(특히, 게이트 드라이버)는, 하나의 영상 프레임에 대한 디스플레이 구동 구간 동안, 디스플레이 구동을 위한 제어 신호를 디스플레이 패널(100)의 전체 로우 라인의 서브 픽셀 회로들(110)에 로우 라인 순으로 제공할 수 있다. 이때, 디스플레이 구동을 위한 제어 신호는, 전술한 스캔 신호 및 에미션 신호를 포함할 수 있다.
- [197] 또한, 구동부(500)(특히, 게이트 드라이버)는, 하나의 영상 프레임에 대한 센싱 구동 구간 동안, 센싱 구동을 위한 제어 신호를 디스플레이 패널(100)의 일부 로우 라인의 서브 픽셀 회로들(110)에 제공할 수 있다. 이때, 센싱 구동을 위한 제어 신호는, 일부 로우 라인의 서브 픽셀 회로들(110)에 특정 전압을 설정하고, 설정된 특정 전압에 기초하여 일부 로우 라인의 서브 픽셀 회로들(110) 각각에 포함된 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱부(200)로 전달하기 위한 신호로서, 전술한 바와 같은, 구동 트랜지스터에 특정 전압을 인가하기 위한 게이트 신호, 인가된 특정 전압에 기초한 전류가 구동 트랜지스터를 흐르도록 하기 위한 게이트 신호, 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱부(200)로 전달하기 위한 게이트 신호를 포함할 수 있다.
- [198] 구동부(500)는 서브 픽셀 회로들에 영상 데이터 전압(즉, 정전류원 데이터 전압, PWM 데이터 전압) 및 특정 전압(즉, 후술될 제 1 내지 제 4 특정 전압)을 제공하기 위한 데이터 드라이버를 포함할 수 있다.
- [199] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 제 1 데이터 드라이버로터 정전류원 데이터 전압, 후술할 제 3 특정 전압(92) 및 후술할 제 1 특정 전압(94)이 인가되고, 제 1 데이터 드라이버와는 별도의 제 2 데이터 드라이버로부터 PWM 데이터 전압, 후술할 제 4 특정 전압(91) 및 후술할 제 2 특정 전압(93)이 인가될 수 있다. 본 개시의 다른 일 실시 예에 따르면, 하나의 데이터 드라이버로부터 영상 데이터 전압 및 특정 전압이 모두 제공될 수도 있다.
- [200] 한편, 데이터 드라이버는 TCON(400)에서 제공되는 영상 데이터 및 특정 전압 데이터를, 영상 데이터 전압 및 특정 전압으로 각각 변환하기 위한 DAC(Digital to Analog Converter)를 포함할 수 있다.
- [201] 도 7a 및 도 7b는 센싱부(200)의 구현 예들을 도시한 도면이다. 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 디스플레이 패널(100)은 복수의 데이터 라인(DL) 및 복수의 스캔 라인(SCL)이 매트릭스 형태로 교차하는 각 영역에 배치된 복수의 픽셀을 포함한다.
- [202] 이때, 각 픽셀은 R, G, B와 같은 3개의 서브 픽셀을 포함할 수 있다. 또한,

디스플레이 패널(100)은 전술한 바와 같이 서브 픽셀에 대응되는 색상의 무기 발광 소자(120) 및 무기 발광 소자별로 마련된 서브 픽셀 회로(110)를 포함할 수 있다.

- [203] 여기서, 데이터 라인(DL)은, 데이터 드라이버(510)로부터 인가되는 영상 데이터 전압(구체적으로는, 정전류원 데이터 전압 및 PWM 데이터 전압) 또는 특정 전압(구체적으로는, 후술할 제 1 특정 전압 내지 제 4 특정 전압)을, 디스플레이 패널(100)의 각 서브 픽셀 회로(110)에 인가하기 위한 배선 라인이며, 스캔 라인(SCL)은 게이트 드라이버(520)로부터 인가되는 각종 게이트 신호를 디스플레이 패널(100)의 각 서브 픽셀 회로(110)에 인가하여 픽셀(또는 서브 픽셀)을 로우 라인 단위로 구동하기 위한 배선 라인이다.
- [204] 따라서, 데이터 라인(DL)을 통해 데이터 드라이버(510)로부터 인가되는 영상 데이터 전압이나 특정 전압은, 게이트 드라이버(520)로부터 인가되는 게이트 신호(예를 들어, 후술할 $V_{ini}(n)$ 신호, $SP(n)$ 신호)를 통해 선택된 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 인가될 수 있다.
- [205] 이때, 한 픽셀에 포함된 R, G, B 서브 픽셀 각각에 인가될 전압들(영상 데이터 전압 및 특정 전압)은, 시분할 멀티플렉싱되어 디스플레이 패널(100)의 각 픽셀에 인가될 수 있다. 시분할 멀티플렉싱된 전압들은, 디먹스 회로(미도시)를 통해 해당 서브 픽셀 회로에 각각 인가될 수 있다.
- [206] 실시 예에 따라 도 7a 및 도 7b와 달리, R, G, B 서브 픽셀마다 별도의 데이터 라인이 마련될 수도 있는데, 이 경우에는, R, G, B 서브 픽셀 각각에 인가될 전압들(영상 데이터 전압 및 특정 전압)은, 대응되는 데이터 라인을 통해 대응되는 서브 픽셀에 동시에 인가될 수 있다. 이 경우에는, 디먹스 회로가 필요없을 것이다.
- [207] 이는, 센싱 라인(SSL)도 마찬가지이다. 예를 들어, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 센싱 라인(SSL)은, 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 픽셀의 컬럼 라인마다 마련될 수 있다. 이 경우에는, R, G, B 서브 픽셀 각각에 대한 센싱부(200)의 동작을 위해 디먹스 회로가 필요하다.
- [208] 또한, 도 7a 및 도 7b에 도시된 예와 달리, 센싱 라인(SSL)이 서브 픽셀의 컬럼 라인 단위로 마련된 경우에는, R, G, B 서브 픽셀 각각에 대한 센싱부(200)의 동작을 위해 별도의 디먹스 회로가 필요하지 않게 된다. 다만, 도 7a 및 도 7b에 도시된 실시 예에 비해, 후술할 센싱부(200)의 단위 구성이 3배 더 필요하게 될 것이다.
- [209] 도 7a 및 도 7b에서는, 도시의 편의를 위해, 하나의 로우 라인에 대해 하나의 스캔 라인(SCL)만을 도시하였다. 그러나, 실제 스캔 라인의 개수는 디스플레이 패널(100)에 포함된 픽셀 회로(110)의 구동 방식이나 구현 예에 따라 얼마든지 달라질 수 있다. 이는 데이터 라인(DL) 역시 마찬가지이다. 예를 들어, 데이터 라인(DL)의 개수 역시 도시된 바에 한정되지 않으며, 데이터 드라이버의 개수에 따라 얼마든지 달라질 수 있다.

- [210] 전술한 바와 같이 특정 전압에 기초하여 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 1 및 제 2 전류는, 센싱 라인(SSL)을 통해 센싱부(200)로 전달될 수 있다. 이에 따라, 센싱부(200)는 제 1 및 제 2 전류를 각각 센싱하고, 제 1 전류에 대응되는 제 1 센싱 데이터 및 제 2 전류에 대응되는 제 2 센싱 데이터를 보정부(300)로 각각 출력할 수 있다.
- [211] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 센싱부(200)는, 도 7a에 도시된 바와 같이 데이터 드라이버(510)와 별도의 IC(Integrated Circuit)로 구현될 수도 있고, 도 7b에 도시된 바와 같이 데이터 드라이버(510)와 함께 하나의 IC로 구현될 수도 있다.
- [212] 보정부(300)는, 전술한 바와 같이, 센싱부(200)에서 출력되는 제 1 센싱 데이터에 기초하여 정전류원 데이터 전압을 보정하고, 제 2 센싱 데이터에 기초하여 PWM 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [213] 도 7a 및 도 7b에서는, 제 1 및 제 2 전류가 데이터 라인(DL)과는 별도의 센싱 라인(SSL)을 통해 센싱부(200)로 전달되는 것을 예로 들었다. 그러나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 7b와 같이 데이터 드라이버(510)와 센싱부(200)가 하나의 IC로 구현된 경우에는, 센싱 라인(SSL) 없이, 데이터 라인(DL)을 통해 제 1 및 제 2 전류가 센싱부(200)로 전달되는 실시 예도 가능할 수 있다.
- [214] 도 8은 본 개시의 일 실시 예에 따른 서브 픽셀 회로(110)의 개략적인 블럭도이다. 도 8에 따르면, 서브 픽셀 회로(110)는, 정전류원 회로(111), PWM 회로(112), 트랜지스터(T10) 및 트랜지스터(T12)를 포함한다.
- [215] 정전류원 회로(111)는, 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 포함하며, 디스플레이 구동 구간에 인가되는 정전류원 데이터 전압에 기초하여 정전류를 무기 발광 소자(120)로 제공할 수 있다.
- [216] 예를 들어, 발광 구간에서 PWM 회로(112)의 제 2 구동 트랜지스터(T8)를 통해 구동 전압이 인가되면, 정전류원 회로(111)는 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 통해 무기 발광 소자(120)에 구동 전압을 인가할 수 있다. 이에 따라, 정전류가 무기 발광 소자(120)를 흐를 수 있다.
- [217] 이때, 정전류의 크기(magnitude)는, 정전류원 회로(111)에 인가되는 정전류원 데이터 전압의 크기에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 정전류원 회로(111)는 무기 발광 소자(120)를 PAM 구동할 수 있는 능력(capability)이 있다. 따라서, 경우에 따라, 정전류원 데이터 전압은 PAM 데이터 전압으로, 정전류원 회로(111)는 PAM 회로로 각각 달리 불리울 수도 있다.
- [218] 그러나, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 디스플레이 패널(100)의 모든 정전류원 회로(111)에는 동일한 정전류원 데이터 전압이 인가될 수 있으며, 이 경우 정전류원 회로(111)는 디스플레이 패널(100)의 모든 무기 발광 소자(120)에 일정한(또는 동일한) 크기의 정전류를 제공할 수 있다.
- [219] "정전류원 회로" 및 "정전류원 데이터 전압"은, 이와 같이 디스플레이

패널(100)의 PAM 회로들(111)에 동일한 PAM 데이터 전압이 인가되는 경우, PAM 회로가 정전류원처럼 동작하는 것을 나타낸 것일 뿐, 명칭에 의해 해당 구성의 능력(capability)이 제한되는 것은 아니다.

- [220] PWM 회로(112)는 제 2 구동 트랜지스터를 포함하며, 디스플레이 구동 구간에 인가되는 PWM 데이터 전압 및 스위칭 신호(구체적으로는, 스위칭 전압)에 기초하여, 무기 발광 소자(120)로 정전류가 제공되는 시간을 제어할 수 있다.
- [221] 예를 들어, PWM 회로(112)는 발광 구간 중 제 2 구동 트랜지스터가 온된 시간 구간에만 정전류원 회로(111)(구체적으로는, 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자)에 구동 전압을 인가함으로써, 정전류가 무기 발광 소자(120)로 흐르는 시간을 제어할 수 있다.
- [222] 전술한 바와 같이, 정전류원 회로(111)는 PWM 회로(112)의 제 2 구동 트랜지스터를 통해 인가되는 구동 전압을 무기 발광 소자(120)에 인가함으로써 무기 발광 소자(120)로 정전류를 제공하게 된다.
- [223] 이때, 구동 전압은 발광 구간에서 제 2 구동 트랜지스터가 온된 동안에만 PWM 회로(112)에서 정전류원 회로(111)로 제공된다. 또한, 발광 구간에서 제 2 구동 트랜지스터가 온되는 시간 구간은, 후술할 바와 같이 PWM 데이터 전압과 스위칭 전압에 기초하여 결정된다.
- [224] 따라서, PWM 회로(112)는 PWM 데이터 전압 및 스위칭 전압에 기초하여, 정전류가 무기 발광 소자(120)로 제공되는 시간을 제어할 수 있다.
- [225] 여기서, 스위칭 전압은 서로 다른 두 전압 사이를 1회 스위칭하는 전압 신호이다. 또한, 스위칭 전압은, 제 1 전압에서 제 2 전압으로 선형 변화하는 전압이 연속하여 반복되는 형태의 스위칭 신호 중, 후술할 에미션 신호(Emi_1(n))에 기초하여 선택된 일부일 수 있다. 또한, 스위칭 신호는, 디스플레이 패널(100)의 모든 서브 픽셀 회로(110)에 동일하게 인가되는 글로벌 신호이며, 시간에 따른 스위칭 전압의 변화율은 일정하다.
- [226] 디스플레이 구동 구간 중 발광 구간에서는, 제어 신호 Emi_2에 의해 트랜지스터(T10)가 온된 상태가 된다. 따라서, 발광 구간에서는 구동 전압이 발광 소자(120)에 인가되어 정전류가 발광 소자(120)로 흐를 수 있다. 반면, 디스플레이 구동 구간 동안 트랜지스터(T12)는 제어 신호 Sen에 의해 오프 상태를 유지한다. 따라서, 디스플레이 구동 구간에는 정전류가 센싱부(200)로 전달되지 않는다.
- [227] 센싱 구동 구간에는 제어 신호 Emi_2에 의해 트랜지스터(T10)는 오프 상태가 되고, 제어 신호 Sen에 의해 트랜지스터(T12)는 온 상태가 된다. 따라서, 구동 트랜지스터들(T8, T9)를 흐르는 전류가 센싱부(200)로 전달될 수 있다.
- [228] 예를 들어, 센싱 구간 중 정전류원 회로 센싱 구간에서는, 정전류원 회로(111)(구체적으로, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자)에 제 1 특정 전압이 인가되고, PWM 회로(112)(구체적으로, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자)에 제 2 특정 전압이 인가될 수 있다.

[229] 이에 따라, 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터들(T9, T8)은 온되며, 제 1 전류가 제 2 구동 트랜지스터(T8) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 흘러 온된 상태의 트랜지스터(T12)를 통해 센싱부(200)로 전달될 수 있다.

[230] 이때, 제 1 전류는 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자에 인가된 제 1 특정 전압에 기초하여 결정될 수 있다.

[231] 예를 들어, 트랜지스터의 턴-온 저항은 아래 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

[232] [수식1]

$$R_{on} = \frac{W}{L} \times \frac{C_i \times \mu_{eff}}{(V_{SG} - V_{TH})}$$

[233] 여기서, Ron은 트랜지스터의 턴-온 저항으로, 트랜지스터가 온된 상태에서 갖는 저항값을 나타내고, W는 트랜지스터의 채널의 폭(Width)를 나타내고, L은 트랜지스터의 채널이 길이(Length)를 나타내고, Ci는 트랜지스터의 게이트 전극층과 채널층 사이에 존재하는 인슐레이터 층의 커패시턴스(Capacitance)를 나타내고, μ_{eff} 는 트랜지스터의 채널층의 유효 이동도(effective mobility), V_{SG} 는 트랜지스터의 소스 단자와 게이트 단자 사이의 전압, V_{TH} 는 트랜지스터의 문턱 전압을 나타낸다.

[234] 위에서 W, L, Ci, μ_{eff} , V_{TH} 는 고정된 값을 가지며, 트랜지스터의 턴-온 저항은 소스 단자와 게이트 단자 사이의 전압에 따라 조정될 수 있다.

[235] 특히, 제 1 구동 트랜지스터(T9)와 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 소스 단자에는 구동 전압이 인가되므로, 결국, 제 1 구동 트랜지스터(T9)와 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항은, 게이트 단자에 인가된 전압 즉, 특정 전압에 기초하여 결정될 수 있다.

[236] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 제 1 및 제 2 특정 전압은, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값이 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항에 비해 작은 값을 갖도록 미리 결정된 값을 가질 수 있다.

[237] 예를 들어, 제 1 및 제 2 특정 전압 값은, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값이 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값의 1 퍼센트 미만의 값을 갖도록 결정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[238] 이와 같이, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값이 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 경우, 정전류원 회로 센싱 구간에서 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터(T9, T8)를 흐르는 제 1 전류값은 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값에 의해 결정되는 것으로 볼 수 있다.

[239] 센싱 구간 중 PWM 회로 센싱 구간에서는, 정전류원 회로(111)(구체적으로, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자)에 제 3 특정 전압이 인가되고, PWM 회로(112)(구체적으로, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자)에 제 4 특정 전압이 인가될 수 있다.

- [240] 이에 따라, 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터들(T9, T8)은 온되며, 제 2 전류가 제 2 구동 트랜지스터(T8) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 흘러 온된 상태의 트랜지스터(T12)를 통해 센싱부(200)로 전달될 수 있다.
- [241] 이때, 제 2 전류는 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자에 인가된 제 4 특정 전압에 기초하여 결정될 수 있다.
- [242] 예를 들어, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 제 3 및 제 4 특정 전압은, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항에 비해 작은 값을 갖도록 미리 결정된 값을 가질 수 있다.
- [243] 예를 들어, 제 3 및 제 4 특정 전압 값은, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값의 1 퍼센트 미만의 값을 갖도록 결정될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [244] 이와 같이, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 경우, PWM 회로 센싱 구간에서 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터(T9, T8)를 흐르는 제 2 전류값은 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값에 의해 결정되는 것으로 볼 수 있다.
- [245] 제 1 및 제 2 전류가 전달되면, 센싱부(200)는 제 1 및 제 2 전류를 각각 센싱하고, 제 1 전류에 대응되는 제 1 센싱 데이터 및 제 2 전류에 대응되는 제 2 센싱 데이터를 보정부(300)로 각각 출력할 수 있다.
- [246] 이에 따라, 보정부(300)는 센싱 데이터에 기초하여 서브 픽셀 회로(110)에 인가되는 영상 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [247] 도 9a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 상세 회로도이다. 도 9a는 하나의 서브 픽셀과 관련된 회로 즉, 하나의 무기 발광 소자(120), 그 무기 발광 소자(120)를 구동하기 위한 서브 픽셀 회로(110) 및 서브 픽셀 회로(110)에 포함된 구동 트랜지스터(T8, T9)를 흐르는 전류를 센싱하기 위한 센싱부(200)의 단위 구성을 구체적으로 도시하고 있다.
- [248] 도 9a에 따르면, 서브 픽셀 회로(110)는 정전류원 회로(111), PWM 회로(112), 트랜지스터(T10), 트랜지스터(T11) 및 트랜지스터(T12)를 포함할 수 있다.
- [249] 정전류원 회로(111)는, 도시된 바와 같이, 제 1 구동 트랜지스터(T9), 커패시터(C2) 및 트랜지스터(T5)를 포함한다.
- [250] 트랜지스터(T5)는 제어 신호 SP(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 데이터 신호 라인(VCCG_R/G/B)을 통해 인가되는 정전류원 데이터 전압 또는 특정 전압을 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 인가할 수 있다.
- [251] 커패시터(C2)는 일단이 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 연결되고, 타단이 트랜지스터(T4)의 드레인 단자 및 트랜지스터(T6)의 드레인 단자에 공통 연결된다.
- [252] 제 1 구동 트랜지스터(T9)는 제 2 구동 트랜지스터(T8)과 직렬 연결된다. 즉, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 소스 단자는 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 드레인 단자에

연결된다.

- [253] 또한, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 드레인 단자는 트랜지스터(T10)의 소스 단자 및 트랜지스터(T12)의 소스 단자에 공통 연결된다. 또한, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자는 커패시터(C2)의 일단 및 트랜지스터(T5)의 드레인 단자에 공통 연결된다.
- [254] PWM 회로(112)는, 도시된 바와 같이, 6개의 트랜지스터(T1 내지 T4, T6, T7), 제 2 구동 트랜지스터(T8) 및 커패시터(C1)을 포함한다.
- [255] 트랜지스터(T1)는 제어 신호 Emi_1(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 스위프 신호(Sweep)를 커패시터(C1)의 일단(즉, A 노드)에 인가할 수 있다.
- [256] 트랜지스터(T2)는 제어 신호 SP(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 데이터 신호 라인(VPWM_R/G/B)를 통해 인가되는 PWM 데이터 전압 또는 특정 전압을 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드)에 인가할 수 있다.
- [257] 트랜지스터(T3)는 제어 신호 Vini(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 제 2 구동 전압(VDD_PWM)을 A 노드에 인가할 수 있다.
- [258] 트랜지스터(T4)는 제어 신호 Vini(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 제 2 구동 전압(VDD_PWM)을 커패시터(C2)의 타단(즉, D 노드)에 인가할 수 있다.
- [259] 트랜지스터(T7)는 제어 신호 Emi_1(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 제 1 구동 전압(VDD_PAM)을 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 소스 단자에 인가할 수 있다.
- [260] 트랜지스터(T6)는 제어 신호 Emi_1(n)에 따라 온/오프 제어되며, 온된 동안 제 1 구동 전압(VDD_PAM)을 커패시터(C2)의 타단에 인가할 수 있다.
- [261] 커패시터(C1)는 일단이 트랜지스터(T1)의 드레인 단자(즉, A 노드)에 연결되고, 타단이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드)에 연결된다.
- [262] 제 2 구동 트랜지스터(T8)는 제 1 구동 트랜지스터(T9)와 직렬 연결된다. 예를 들어, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 드레인 단자는 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 소스 단자에 연결된다.
- [263] 또한, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 소스 단자는 트랜지스터(T6)의 소스 단자 및 트랜지스터(T7)의 드레인 단자에 공통 연결된다. 또한, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자는 커패시터(C1)의 타단 및 트랜지스터(T2)의 드레인 단자에 공통 연결된다.
- [264] 트랜지스터(T10)는, 소스 단자가 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 드레인 단자에 연결되고, 드레인 단자가 무기 발광 소자(120)의 애노드 단자에 연결된다. 트랜지스터(T10)는 제어 신호 Emi_2(n)에 따라 온/오프 제어되어 정전류원 회로(111)와 무기 발광 소자(120)를 전기적으로 연결/분리할 수 있다.
- [265] 트랜지스터(T11)는 무기 발광 소자(120)의 애노드 단자 및 캐소드 단자 사이에 연결된다. 트랜지스터(T11)는, 무기 발광 소자(120)가 TFT층 위에 실장되어 서브 픽셀 회로(110)와 전기적으로 연결되기 전과 후에 각각 다른 용도로 이용될 수 있다.

- [266] 예를 들어, 무기 발광 소자(120)와 서브 픽셀 회로(110)가 전기적으로 서로 연결되기 전에, 트랜지스터(T11)는 서브 픽셀 회로(110)의 이상 여부를 체크하기 위해 TEST 신호에 따라 온될 수 있다. 무기 발광 소자(120)와 서브 픽셀 회로(110)가 서로 연결된 후에, 트랜지스터(T11)는 무기 발광 소자(120)의 접합 캐패시턴스에 잔류하는 전하를 방전시키기 위해 TEST 신호에 따라 온될 수 있다.
- [267] 여기서, TEST 신호는, 트랜지스터(T11)의 온/오프를 제어하기 위해 레벨 시프터를 통해 TCON으로부터 제공되는 제어 신호이며, 디스플레이 패널(100)의 모든 서브 픽셀 회로(110)에 동일하게 인가되는 글로벌 신호이다.
- [268] 트랜지스터(T12)는 소스 단자가 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 드레인 단자에 연결되고, 드레인 단자가 센싱부(200)에 연결된다. 트랜지스터(T12)는 센싱 구동이 수행되는 동안 제어 신호 Sen(n)에 따라 온되어, 전술한 제 1 및 제 2 전류를 센싱 라인(SSL)을 통해 센싱부(200)로 전달할 수 있다.
- [269] 무기 발광 소자(120)의 캐소드 단자는 그라운드 전압(VSS) 단자에 연결된다.
- [270] 도 9a에 도시된 바에 따르면, 센싱부(200)의 단위 구성은 전류 적분기(210) 및 ADC(Analog to Digital Converter)(220)를 포함한다. 전류 적분기(210)는 앰프(211), 적분 커패시터(212), 제 1 스위치(213) 및 제 2 스위치(214)를 포함할 수 있다.
- [271] 앰프(211)는, 센싱 라인(SSL)에 연결되어 전술한 제 1 및 제 2 전류를 입력받는 반전 입력 단자(-), 기준 전압(Vpre)을 입력받는 비 반전 입력 단자(+) 및 출력 단자(Vout)를 포함할 수 있다.
- [272] 적분 커패시터(212)는, 앰프(211)의 반전 입력 단자(-)와 출력 단자(Vout) 사이에 연결되고, 제 1 스위치(213)는 적분 커패시터(212)의 양 단에 연결될 수 있다. 한편, 제 2 스위치(214)는 앰프(211)의 출력 단자(Vout)와 ADC(220)의 입력단 양 단이 각각 연결되며, 제어 신호 Sam에 따라 스위칭될 수 있다.
- [273] 도 9a에 도시된 센싱부(200)의 단위 구성은, 센싱 라인(SSL)마다 마련될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 550개의 픽셀 컬럼 라인을 포함하는 디스플레이 패널(100)에서 센싱 라인이 픽셀의 컬럼 라인마다 마련된 경우에는, 센싱부(200)는 550개의 상기 단위 구성을 포함할 수 있다. 다른 예로, 550개의 픽셀 컬럼 라인을 포함하는 디스플레이 패널(100)에서 센싱 라인이 R, G, B 서브 픽셀의 컬럼 라인마다 마련된 경우에는, 센싱부(200)는 1650(=550*3)개의 상기 단위 구성을 포함할 수 있다.
- [274] 도 9b는 도 9a에 도시된 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 구동 타이밍도이다. 예를 들어, 도 9b는 하나의 영상 프레임 기간 및 블랭킹 기간 동안 디스플레이 패널(100)의 서브 픽셀 회로들(110)에 인가되는 각종 구동 신호들을 도시하고 있다. 도 9b에서는 디스플레이 패널(100)이 312개의 로우 라인을 포함하는 경우를 예로 들었다.
- [275] 도 9b를 참조하면, VDD_PAM은 제 1 구동 전압(예를 들어, +12[V])을,

VDD_PWM은 제 2 구동 전압(예를 들어, +12[V])을, VSS는 그라운드 전압(예를 들어, 0[V])을 나타낸다. 제 1 구동 전압(VDD_PAM)과 제 2 구동 전압(VDD_PWM)은, 별도의 배선을 통해 파워 IC로부터 서브 픽셀 회로(110)에 인가될 수 있다. 따라서, 서로 영향을 미치지 않는다. 또한, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)과 제 2 구동 전압(VDD_PWM)은 같은 크기의 전압일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [276] VPWM_R/G/B는, PWM 데이터 전압 및 특정 전압이 인가되는 데이터 신호 라인 또는 해당 라인을 통해 인가되는 신호를 나타낸다. 예를 들어, 디스플레이 구동 구간에서는 VPWM_R/G/B를 통해 PWM 데이터 전압(PWM data)이 데이터 드라이버로부터 PWM 회로(112)에 인가될 수 있다. 센싱 구동 구간에서는 VPWM_R/G/B를 통해 특정 전압(구체적으로는, 전술한 제 4 특정 전압(91), 제 2 특정 전압(93))이 데이터 드라이버로부터 PWM 회로(112)에 인가될 수 있다. VPWM_R/G/B 신호를 통해 인가되는 전압은, 예를 들어, 도시된 바와 같이 +0.5[V] 내지 +14.7[V] 사이의 값을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [277] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 하나의 픽셀을 구성하는 R, G, B 서브 픽셀 각각에 대한 PWM 데이터 전압들은 시분할 멀티플렉싱되어 데이터 드라이버로부터 인가될 수 있다. 이와 같이, 시분할 멀티플렉싱된 PWM 데이터 전압들은 디멀티플렉싱 회로를 통해 해당 서브 픽셀로 각각 인가될 수 있다.
- [278] 도 9a에 도시된 서브 픽셀 회로(110)는 R, G, B 서브 픽셀 중 어느 하나의 서브 픽셀(예를 들어, R 서브 픽셀)에 대응되는 서브 픽셀 회로(110)를 도시하고 있다. 따라서, 도 9a의 서브 픽셀 회로(110)에는 시분할 멀티플렉싱된 PWM 데이터 전압들 중 R 서브 픽셀에 대한 PWM 데이터 전압(예를 들어, VPWM_R)만이 디멀티플렉싱 회로를 통해 선택되어 인가될 수 있다.
- [279] VCCG_R/G/B는, 정전류원 데이터 전압 및 특정 전압이 인가되는 데이터 신호 라인 또는 해당 라인을 통해 인가되는 신호를 나타낸다. 예를 들어, 디스플레이 구동 구간에서는 VCCG_R/G/B를 통해 정전류원 데이터 전압(CCG data)이 데이터 드라이버로부터 정전류원 회로(111)에 인가될 수 있다. 한편, 센싱 구동 구간에서는 VCCG_R/G/B를 통해 특정 전압(구체적으로는, 전술한 제 3 특정 전압(92), 제 1 특정 전압(94))이 데이터 드라이버로부터 정전류원 회로(111)에 인가될 수 있다. VCCG_R/G/B 신호를 통해 인가되는 전압은, 예를 들어, 도시된 바와 같이 0[V] 내지 +5[V] 사이의 값을 가질 수 있다. 다른 실시 예에 따르면, 도시된 바와 같이 0[V] 내지 +3[V] 사이의 값을 가질 수도 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [280] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 디스플레이 패널(100)의 정전류원 회로들(111)에는 서브 픽셀의 종류 별로 동일한 크기의 정전류원 데이터 전압이 인가될 수 있다. 실시 예에 따라, 서브 픽셀의 종류와 무관하게, 모든 정전류원 회로들(111)에 동일한 정전류원 데이터 전압이 인가될 수도 있다. 이에 따라, 구동 전류의 크기가 서브 픽셀의 종류별로 또는 모든 서브 픽셀에 대해

같아지므로, 구동 전류의 크기 변화에 따른 LED의 파장 변화 문제가 해결될 수 있다.

- [281] 하나의 디스플레이 패널(100)에는 동일한 정전류원 데이터 전압이 인가되지만, 다른 디스플레이 패널에는 다른 크기의 정전류원 데이터 전압이 인가될 수 있음은 물론이다. 따라서, 복수의 디스플레이 패널이 연결되어 하나의 대형 디스플레이 장치가 구성되는 경우, 디스플레이 패널 간의 밝기 편차나 색상 편차가 정전류원 데이터 전압의 조정을 통해 보상될 수도 있다.
- [282] 이상에서는, LED의 파장 변화 문제 해결 및 영상의 계조 표현 관점에서, 설명의 편의를 위해 정전류원 회로(111)에 동일한 정전류원 데이터 전압이 인가된다고 설명하였다. 그러나, 전술한 바와 같이 제 1 구동 트랜지스터들(T9) 간에는 문턱 전압 및 이동도에 편차가 있을 수 있으며, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 이 편차를 외부 보상 방식으로 보상하게 되므로, 실제 정전류원 회로(111)에는 센싱 구동을 통해 값이 보정된 정전류원 데이터 전압이 인가되게 됨은 물론이다.
- [283] Vini(n)는, 제 2 구동 전압(VDD_PWM)을 커패시터(C1)의 일단(즉, A 노드) 및 커패시터(C2)의 타단(즉, D 노드)에 인가하기 위한 게이트 신호를 나타낸다. A 노드 및 D 노드에 인가된 제 2 구동 전압(VDD_PWM)은 영상 데이터 전압 또는 특정 전압이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 설정될 때 그 기준 전위가 된다.
- [284] SP(n)은, 영상 데이터 전압 및 특정 전압을 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 인가하기 위한 게이트 신호를 나타낸다.
- [285] Emi_1(n)은 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 소스 단자 및 D 노드에 제 1 구동 전압(VDD_PAM)을 인가하고, A 노드에 스위프 전압을 인가하기 위한 게이트 신호를 나타낸다.
- [286] Emi_2(n)은 발광 구간에서 트랜지스터(T10)를 온시키기 위한 게이트 신호를 나타낸다.
- [287] Sen(n)은 센싱 구간에서 트랜지스터(T12)를 온시키기 위한 게이트 신호를 나타낸다.
- [288] 위 제어 신호들(즉, 게이트 신호들)에서, (n)은 n번째 로우 라인을 나타낸다. 따라서, Vini(n), SP(n), Emi_1(n), Emi_2(n), Sen(n) 각각은, n번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들(110)에 동일하게 인가된다. 이에 따라, 로우 라인(또는 스캔 라인 또는 게이트 라인) 별로 디스플레이 패널(100)이 구동될 수 있다.
- [289] Sweep은 스위프 신호 또는 스위프 신호가 인가되는 라인을 나타낸다. 스위프 신호는, TCON에서 생성되어 레벨 시프터를 통해 디스플레이 패널(100)의 모든 서브 픽셀 회로들(110)에 동일하게 인가될 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 패널(100)의 모든 서브 픽셀 회로들(110)에는 동일한 스위프 신호가 인가될 수 있다. 이때, 스위프 신호는 제 1 전압(예를 들어, +5[V])에서 제 2 전압(예를 들어, 0[V])으로 선형 변화하는 전압이 연속하여 반복되는 형태일 수 있다.

- [290] 전술한 바와 같이, 게이트 신호는, 픽셀 어레이상의 픽셀들을 로우 라인 단위로 구동하기 위해 게이트 드라이버로부터 로우 라인 별로 별도로 인가될 수 있다. 이와 같이, 로우 라인 별로 별도로 인가되는 신호들을 로컬 신호라 할 수 있다. 이에 반해, 스위프 신호는 디스플레이 패널의 모든 로우 라인에 대해 동일하게 인가되므로, 전술한 로컬 신호와 구분하여 글로벌 신호라고 부를 수 있다.
- [291] A 노드에는 제어 신호 Emi_1(n)에 따라 트랜지스터(T1)이 온된 동안 스위프 신호 중 일부가 인가된다. 이와 같이 A 노드에 선택적으로 인가된 스위프 신호의 일부가 전술한 스위프 전압이 될 수 있다.
- [292] 이때, 디스플레이 패널(100)의 트랜지스터들(T1)은 Emi_1(n)에 따라 로우 라인 순으로 온되므로, 스위프 신호가 모든 로우 라인에 대해 동일하게 인가되는 글로벌 신호임은 별론, 서브 픽셀 회로들(110)의 A 노드에 인가되는 스위프 전압의 파형은 로우 라인에 따라 달라질 수 있다. 이에 관한 보다 자세한 내용은 후술된다.
- [293] Spre, Sam은 센싱 구동과 관련된 제어 신호들이며, 각 제어 신호에 따른 센싱부(200)의 동작은 후술된다.
- [294] 도 9b를 참조하면, 디스플레이 패널(100)은 영상 프레임 기간 내에서 디스플레이 구동이 수행되고, 블랭킹 기간 내에서 센싱 구동이 수행되는 것을 볼 수 있다.
- [295] 디스플레이 구동 구간에서는, 전술한 데이터 설정 구간 및 발광 구간이 진행된다.
- [296] 전술한 바와 같이, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 하나의 영상 프레임에 대해, 로우 라인마다 한 번의 데이터 설정 구간과 복수의 발광 구간이 진행될 수 있다. 이를 위해, 도 9b를 참조하면, 디스플레이 구동 기간 동안, 데이터 설정 동작을 위한 스캔 신호들(SP, Vini)은 각 로우 라인에 대해 1회 인가되며, 발광 동작을 위한 에미션 신호(Emi_1, Emi_2)는 각 로우 라인에 대해 복수 회 인가되는 것을 볼 수 있다.
- [297] 예를 들어, 로우 레벨의 SP, Vini 신호가 인가되는 시간 구간이 해당 로우 라인의 데이터 설정 구간이 되고, 로우 레벨의 Emi 신호가 인가되는 시간 구간이 해당 로우 라인의 발광 구간이 된다.
- [298] 전술한 바와 같이, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 데이터 설정 구간과 발광 구간은 로우 라인 순으로 진행될 수 있다. 이를 위해, 도 9b를 참조하면, 게이트 신호들(SP, Vini, Emi_1, Emi_2) 각각은, 로우 라인 순으로 순차적으로 인가되는 것을 볼 수 있다.
- [299] 예를 들어, 로우 레벨의 SP(n) 신호와 로우 레벨의 SP(n+1) 신호는 서로 1H 시간(도 9b의 예에서는, 1.4 μ s)만큼의 차이를 두고 인가된다. 이는, 나머지 게이트 신호들(즉, Vini(n)과 Vini(n+1), Emi_1(n)과 Emi_1(n+1), Emi_2(n)과 Emi_2(n+1))에 대해서도 마찬가지이다.
- [300] 센싱 구동 구간에서는 디스플레이 패널의 일부 로우 라인(도 9b의 예에서는, n번째 로우 라인)에 포함된 서브 픽셀 회로들(110)에 대한 센싱 구동이 수행된다.

- [301] 도 9b를 참조하면, 센싱 구동 구간(또는 센싱 구간)은, PWM 회로 센싱 구간(①) 및 정전류원 회로 센싱 구간(②)을 포함할 수 있다.
- [302] PWM 회로 센싱 구간(①) 동안에는, 제 4 특정 전압(91) 및 제 3 특정 전압(92)에 기초하여 제 2 구동 트랜지스터(T8) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 흐르는 제 2 전류가 센싱부(200)로 전달된다.
- [303] 정전류원 회로 센싱 구간(②) 동안에는, 제 2 특정 전압(93) 및 제 1 특정 전압(94)에 기초하여 제 2 구동 트랜지스터(T8) 및 제 1 구동 트랜지스터(T9)를 흐르는 제 1 전류가 센싱부(200)로 전달된다.
- [304] 이에 따라, 센싱부(200)는 제 2 및 제 1 전류에 기초하여 제 2 센싱 데이터 및 제 1 센싱 데이터를 각각 출력할 수 있다.
- [305] 이때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 상기 센싱 구동은, 도 9b에 도시된 바와 같이, 블랭킹 기간 내에서 수행될 수 있다. 블랭킹 기간은 디스플레이 패널(100)에 유효한 영상 데이터가 입력되지 않는 시간 구간을 말한다.
- [306] 그러나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 가령, 상기 센싱 구동은, 디스플레이 장치(1000)의 부팅 기간, 파워 오프 기간 또는 스크린 오프 기간 등에 수행될 수도 있다. 여기서, 부팅 기간은 시스템 전원이 인가된 후부터 화면이 온되기 전까지의 기간을 의미하고, 파워 오프 기간은 화면이 오프된 후부터 시스템 전원이 해제될 때까지의 기간을 의미하며, 스크린 오프 기간은 시스템 전원은 인가되고 있으나 화면이 오프되어 있는 기간을 의미할 수 있다.
- [307] 무기 발광 소자(120)의 발광이 종료되었음에도 무기 발광 소자(120)에는(구체적으로는, 무기 발광 소자(120)의 접합(junction) 캐패시턴스에는) 전하가 잔류할 수 있다. 이로 인해, 발광 구간이 종료되었음에도 무기 발광 소자(120)가 미세하게 발광하는 문제점이 유발될 수 있으며, 이는, 낮은 계조(예를 들어, 블랙)를 표현할 때 특히 문제가 될 수 있다.
- [308] 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 도 9b에 도시된 바와 같이 서브 픽셀 회로들(110)에는 디스플레이 구동 및 센싱 구동이 완료된 후 블랭킹 기간 내에서 로우 레벨(예를 들어, -5[V])의 TEST 신호가 인가될 수 있다. 이때, TEST 신호는 디스플레이 패널(100)의 모든 서브 픽셀 회로들(110)에 동시에 인가되는 글로벌 신호일 수 있다. 이에 따라, 디스플레이 패널(100)의 모든 무기 발광 소자(120)에 잔류하던 전하가 온된 트랜지스터(T11)를 통해 그라운드 전압(VSS) 단자로 완전히 방전되며, 상술한 문제점이 해결될 수 있다.
- [309] 다른 실시 예에 따르면 도 9b에 도시된 바와 달리, 로우 레벨의 로컬 신호 TEST(n)을 각 로우 라인의 발광 구간이 종료된 후 이어서 바로 인가함으로써, 무기 발광 소자(120)에 잔류하던 전하를 그라운드 전압(VSS) 단자로 방전시키는 예도 가능할 수 있을 것이다.
- [310] 이하에서는, 도 10a 내지 도 10h를 참조하여, 도 9a의 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 구체적인 동작을 자세히 설명한다.
- [311] 도 10a는 디스플레이 구동 구간 중 데이터 설정 구간에서 서브 픽셀

회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [312] 데이터 설정 구간이 시작되면, Vini(n) 신호에 따라 트랜지스터(T3) 및 트랜지스터(T4)가 온되며, 온된 트랜지스터(T3)을 통해 A 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가되고, 온된 트랜지스터(T4)를 통해 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된다.
- [313] A 노드 및 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된 상태에서, SP(n) 신호에 따라 트랜지스터(T2) 및 트랜지스터(T5)가 온되면, 온된 트랜지스터(T2)를 통해 PWM 데이터 데이터 전압이 B 노드에 인가되고, 온된 트랜지스터(T5)를 통해 정전류원 데이터 전압이 C 노드에 인가된다.
- [314] 이에 따라, 데이터 설정 구간에서는, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드)에 PWM 데이터 전압이 설정되고, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 정전류원 데이터 전압이 설정될 수 있다.
- [315] 도 10b는 디스플레이 구동 구간 중 발광 구간에서 서브 픽셀 회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [316] 발광 구간에서는, Emi_1(n)에 따라 트랜지스터(T1), 트랜지스터(T6) 및 트랜지스터(T7)이 온되고, Emi_2(n)에 따라 트랜지스터(T10)이 온된다.
- [317] 트랜지스터(T7) 및 트랜지스터(T10)이 온된 상태에서, 제 2 구동 트랜지스터(T8)와 제 1 구동 트랜지스터(T9)가 온되면, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 무기 발광 소자(120)의 애노드 단자에 인가된다. 이에 따라, 무기 발광 소자(120)의 양 단에는 순방향 전압(Vf)을 초과하는 전위차가 발생하게 되며, 구동 전류(즉, 정전류)가 무기 발광 소자(120)를 흘러 무기 발광 소자(120)가 발광하게 된다.
- [318] 이때, 제 1 구동 트랜지스터(T9)는 소스 단자에 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 인가되면 턴-온된다. 예를 들어, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 문턱 전압이 -2.2[V]인 경우, 정전류원 데이터 전압(예를 들어, +5[V])이 게이트 단자에 인가된 상태에서, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)(예를 들어, +12[V])이 소스 단자에 인가되면, 제 1 구동 트랜지스터(T9)는 턴-온된다. PMOS TFT인 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자와 소스 단자 사이에 문턱 전압 미만의 전압(즉, -7[V])이 인가되기 때문이다.
- [319] 제 1 구동 전압(VDD_PAM)은 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 턴-온됨에 따라 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 소스 단자에 인가되게 되므로, 제 1 구동 트랜지스터(T9)는 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 턴-온됨에 따라 함께 턴-온된다.
- [320] 결국, 무기 발광 소자(120)의 애노드 단자에 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 인가될지 여부는, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 온/오프 동작에 달려 있음을 알 수 있다.
- [321] 제 2 구동 트랜지스터(T8) 역시 PMOS TFT이므로, 게이트 단자와 소스 단자 사이에 문턱 전압 미만의 전압이 인가될 때 온된다. 예를 들어, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 게이트 단자의 전압이 소스 단자의 전압과 문턱 전압을 합한

전압 미만이 되는 경우에 온된다. 예를 들어, 소스 단자에 인가되는 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 +12[V]이고, 제 2 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 -2.2[V]인 경우, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는 +9.8[V] 미만의 전압이 게이트 단자에 인가될 때 온되게 된다.

[322] 이와 관련하여, 발광 구간 동안 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(B 노드)에는, $VPWM+Vsweep-VDD_PWM$ 이 인가된다.

[323] 구체적으로, 도 10b를 참조하면, A 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가되고, B 노드에 PWM 데이터 전압(VPWM)이 인가된 상태에서, Emi_1(n) 신호에 따라 트랜지스터(T1)이 온되면, 트랜지스터(T1)가 온된 동안 스위프 신호(Sweep) 중 일부가 A 노드에 인가된다. 이때, 스위프 신호 중 일부가 스위프 전압(Vsweep)이 된다.

[324] A 노드에 스위프 전압(Vsweep)이 인가되면, 스위프 전압(Vsweep)은 커패시터(C1)을 통해 B 노드에 커플링된다. 구체적으로, A 노드에 스위프 전압(Vsweep)이 인가되면, A 노드의 전압은 VDD_PWM에서 Vsweep으로 변화한다. 이때, 커패시터(C1) 양단의 전압 차이는 일정하게 유지되어야 하므로, A 노드의 전압 변화량(즉, $Vsweep-VDD_PWM$)만큼 B 노드의 전압도 변화하게 된다. 따라서, B 노드의 전압은 $VPWM+Vsweep-VDD_PWM$ 가 되게 된다.

[325] 이때, PWM 데이터 전압(VPWM) 및 제 2 구동 전압(VDD_PWM)은 고정된 값인 반면, 스위프 전압(Vsweep)은, 예를 들어, +5[V]와 +0[V] 사이에서 선형적으로 변화하는 값을 갖는다.

[326] 따라서, 발광 구간 동안 B 노드의 전압은 스위프 전압(Vsweep)의 변화에 따라 변화하게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 변화하는 B 노드(즉, 게이트 단자)의 전압($VPWM+Vsweep-VDD_PWM$)이, 소스 단자의 전압(즉, VDD_PAM)과 문턱 전압을 합한 전압보다 낮아지는 시간 구간에서 온되게 된다.

[327] 시간에 따른 스위프 전압의 변화율은 일정하므로, 발광 구간에서 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온되는 시간 구간은, 발광 구간이 시작되는 시점의 B 노드의 전압에 따라 달라지게 된다. 이때, 발광 구간이 시작되는 시점의 B 노드의 전압은, VPWM값(즉, PWM 데이터 전압값)에 따라 달라지게 되는 바, PWM 데이터 전압을 통해 영상의 계조가 표현될 수 있다.

[328] 위와 같은 서브 픽셀 회로(110)의 PWM 동작에 관하여는 도 11a 내지 도 11c를 통해 보다 자세히 설명한다.

[329] 디스플레이 패널(100)에는 저항 성분이 존재한다. 따라서, 발광 구간에서 구동 전류가 흐를 때 IR 드랍이 발생하며, 이는 구동 전압의 강하를 야기한다. 구동 전압은 정전류원 데이터 전압 설정 시에도 기준이 되므로, 구동 전압의 강하는 정확한 정전류원 데이터 전압의 설정에 방해가 된다.

[330] 예를 들어, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 전술한 바와 같이, 로우 라인 순으로 데이터 설정 구간 및 발광 구간이 진행되므로, 디스플레이 패널(100)의 일부 로우 라인의 서브 픽셀 회로들이 발광 구간에서 동작하는 동안, 다른 로우

라인의 서브 픽셀 회로들은 데이터 설정 구간에서 동작하게 된다.

- [331] 따라서, 디스플레이 패널(100)의 구동 구간과 무관하게, 하나의 배선을 통해 인가되는 동일한 구동 전압을 디스플레이 패널(100)의 정전류원 회로들(111)에 인가하는 경우, 발광 구간에서 동작하는 서브 픽셀 회로들로 인한 구동 전압의 강하가 데이터 설정 구간에서 동작하는 서브 픽셀 회로들의 정전류원 데이터 전압 설정 동작에 영향을 미치게 된다.
- [332] 이와 같은 문제를 극복하기 위해, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는, 별도의 배선을 통해 인가되는 별도의 구동 전압을, 데이터 설정 구간과 발광 구간에 정전류원 회로(111)에 각각 인가하게 된다.
- [333] 이와 관련하여, 도 10b를 참조하면, 발광 구간에서는, 정전류원 회로(111)에 인가되는 구동 전압이 제 2 구동 전압(VDD_PWM)에서 제 1 구동 전압(VDD_PAM)으로 변경되는 것을 볼 수 있다.
- [334] 예를 들어, 도 10a에서 전술한 바와 같이, 데이터 설정 구간에서는 Vini(n) 신호에 따라 커패시터(C2)이 타단(즉, D 노드)에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된다. 그러나, 도 10b를 참조하면, Emi_1(n) 신호에 따라 온된, 트랜지스터(T7) 및 트랜지스터(T6)을 통해, D 노드에 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 인가되는 것을 볼 수 있다.
- [335] 전술한 바와 같이, 발광 구간에서는 무기 발광 소자(120)로 구동 전류가 흐르면서 발생하는 IR 드랍으로 인해 제 1 구동 전압(VDD_PAM)에 전압 강하가 발생할 수 있다. 그러나, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)에 전압 강하가 발생하더라도, 커패시터(C2)의 양단(즉, D 노드 및 C 노드)의 전압 차이는 데이터 설정 구간에서 설정된 대로 유지되므로, 아무런 문제가 되지 않는다.
- [336] 따라서, 본 개시의 실시 예들에 따르면, 데이터 설정 구간에서는, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)과는 별도로, 전압 강하가 없는 제 2 구동 전압(VDD_PWM)에 기초하여 C 노드에 정전류원 데이터 전압을 인가함으로써, 제 1 구동 전압(VDD_PAM)의 전압 강하와 무관하게 정확한 정전류원 데이터 전압을 정전류원 회로(111)에 설정할 수 있다.
- [337] 또한, 발광 구간에서는 전압 강하가 발생할 수 있는 제 1 구동 전압(VDD_PAM)이 이용되지만, 상술한 바와 같이, 커패시터(C2) 양단의 전압 차이가 제 1 구동 전압(VDD_PAM)의 전압 강하와 무관하게 유지되므로, 정전류원 회로(111)는 데이터 설정 구간에서 설정된 전압에 따라 정확히 동작할 수 있다.
- [338] 도 10b를 참조하면, 이후의 발광 구간들 각각에서도, Emi_1(n) 신호 및 Emi_2(n) 신호가 전술한 바와 같이 동일하게 각각 인가된다. 따라서, 이후의 발광 구간들 각각에서도, n 번째 로우 라인의 무기 발광 소자들(120)은 도 10a의 데이터 설정 구간에 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여 전술한 바와 동일하게 발광하게 된다.
- [339] 도 10c 내지 도 10e는 센싱 구간 중 PWM 회로 센싱 구간(①)에서 서브 픽셀

회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [340] 이하에서는, PWM 회로 센싱 구간(①) 중, 제 2 구동 트랜지스터(T9) 및 제 1 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자에 특정 전압이 설정되는 기간을 제 1 설정 기간으로, 제 1 스위치(213)가 온된 기간을 제 1 초기화 기간으로, 제 1 스위치(213)가 오프된 기간을 제 1 센싱 기간으로 지칭하여 설명한다.
- [341] 도 10c는 PWM 회로 센싱 구간(①) 중 제 1 설정 기간에서 서브 픽셀 회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [342] 제 1 설정 기간에는, 데이터 신호 라인(VPWM_R/G/B)에는 제 2 데이터 드라이버로부터 제 4 특정 전압(91)이 인가되고, 데이터 신호 라인(VCCG_R/G/B)에는 제 1 데이터 드라이버로부터 제 3 특정 전압(92)이 인가된다.
- [343] 이때, Vini(n) 신호에 따라 트랜지스터(T3) 및 트랜지스터(T4)가 온된다. 따라서, 온된 트랜지스터(T3)을 통해 A 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가되고, 온된 트랜지스터(T4)를 통해 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된다.
- [344] A 노드 및 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된 상태에서, SP(n) 신호에 따라 트랜지스터(T2) 및 트랜지스터(T5)가 온되면, 온된 트랜지스터(T2)를 통해 제 4 특정 전압(91)이 B 노드에 인가되고, 온된 트랜지스터(T5)를 통해 제 3 특정 전압(92)이 C 노드에 인가된다.
- [345] 이에 따라, 제 1 설정 기간에서는, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드)에 제 4 특정 전압(91)이 설정되고, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 제 3 특정 전압(92)이 설정될 수 있다.
- [346] 제 1 초기화 기간 및 제 1 센싱 기간에는, Sen(n) 신호에 따라 트랜지스터(T12)가 온되며, 온된 트랜지스터(T12)를 통해 제 2 및 제 1 구동 트랜지스터(T8, T9)를 흐르는 제 2 전류가 센싱부(200)로 전달된다.
- [347] 이때, 전술한 바와 같이, 제 3 특정 전압(92) 및 제 4 특정 전압(91)은, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값이 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 값을 갖도록 하는 전압값이 사용되므로, 제 2 전류값은 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자에 인가된 제 4 특정 전압(91)에 기초하여 결정될 수 있다.
- [348] 제 1 초기화 기간 및 제 1 센싱 기간에는, Emi_1(n) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep)가 A 노드에 인가되지만, 블랭킹 구간에서 스위프 신호는 0[V]를 유지하므로, B 노드의 전압은 제 4 특정 전압(91)으로 유지된다.
- [349] 트랜지스터(T10)은 Emi_2(n)에 따라 오프된 상태이므로, 제 2 전류가 무기 발광 소자(120)로는 흐르지 않는다.
- [350] 도 10d는 PWM 회로 센싱 구간(①) 중 제 1 초기화 기간에서 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [351] 제 1 초기화 기간에는 제어 신호 Spre에 따라 제 1 스위치(213)가 온된 상태이므로, 앰프(211)의 출력 단자(Vout)에는 앰프(211)의 비 반전 입력

- 단자(+)로 입력되는 기준 전압(V_{pre})이 유지된다.
- [352] 도 10e는 PWM 회로 센싱 구간(㉠) 중 제 1 센싱 기간에서 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [353] 제 1 센싱 기간에는 제 1 스위치(213)가 오프되므로, 앰프(211)는 전류 적분기로 동작하여 제 2 전류를 적분한다. 이때, 제 1 센싱 기간에서 앰프(211)의 반전 입력 단자(-)로 유입되는 제 2 전류에 의해 적분 커패시터(212)의 양단 전압차는 센싱 시간이 경과할수록, 즉 축적되는 전하량이 증가할수록 커진다.
- [354] 그런데, 앰프(211)의 가상 접지(Virtual Ground) 특성상 제 1 센싱 기간에서 반전 입력 단자(-)의 전압은 적분 커패시터(212)의 전압차 증가에 상관없이 기준 전압(V_{pre})으로 유지되므로, 적분 커패시터(212)의 양단 전압차에 대응하여 앰프(211)의 출력 단자(V_{out})의 전압이 낮아지게 된다.
- [355] 이러한 원리로, 제 1 센싱 기간에서 센싱부(200)로 유입되는 제 2 전류는 적분 커패시터(212)를 통해 전압값인 적분값 V_{psen} 으로 축적된다. 앰프(211)의 출력 단자(V_{out})의 전압의 하강 기울기는 제 2 전류가 클수록 증가하므로 적분값 V_{psen} 의 크기는 제 2 전류가 클수록 작아진다.
- [356] 적분값 V_{psen} 은 제 1 센싱 기간에서 제 2 스위치(214)가 온 상태로 유지되는 동안 ADC(220)로 입력되며, ADC(220)에서 제 2 센싱 데이터로 변환된 후 보정부(300)로 출력되게 된다.
- [357] 이에 따라, 보정부(300)는 메모리에 저장된 전압별 기준 데이터에서 제 4 특정 전압(91)에 대응되는 제 2 기준 데이터 값을 확인하고, 확인된 기준 데이터 값과 센싱부(200)에서 출력되는 제 2 센싱 데이터 값을 비교하여 PWM 데이터 전압을 보정하기 위한 제 2 보상값을 산출 내지 획득할 수 있다.
- [358] 또한, 보정부(300)는 획득된 제 2 보상값을 메모리에 저장 내지 업데이트 할 수 있다. 이후, 디스플레이 구동이 수행될 때, 보정부(300)는 제 2 보상값에 기초하여 서브 픽셀 회로(110)에 인가될 PWM 데이터 전압을 보정할 수 있다.
- [359] 도 10f 내지 도 10h는 센싱 구간 중 정전류원 회로 센싱 구간(㉡)에서 서브 픽셀 회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [360] 이하에서는, 정전류원 회로 센싱 구간(㉡) 중, 제 2 구동 트랜지스터(T9) 및 제 1 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자에 특정 전압이 설정되는 기간을 제 2 설정 기간으로, 제 1 스위치(213)가 온된 기간을 제 2 초기화 기간으로, 제 1 스위치(213)가 오프된 기간을 제 2 센싱 기간으로 지칭하여 설명한다.
- [361] 도 10f는 정전류원 회로 센싱 구간(㉡) 중 제 2 설정 기간에서 서브 픽셀 회로(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [362] 제 2 설정 기간에는, 데이터 신호 라인($VPWM_R/G/B$)에는 제 2 데이터 드라이버로부터 제 2 특정 전압(93)이 인가되고, 데이터 신호 라인($VCCG_R/G/B$)에는 제 1 데이터 드라이버로부터 제 1 특정 전압(94)이 인가된다.
- [363] 이때, $V_{ini}(n)$ 신호에 따라 트랜지스터(T3) 및 트랜지스터(T4)가 온된다. 따라서,

- 온된 트랜지스터(T3)을 통해 A 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가되고, 온된 트랜지스터(T4)를 통해 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된다.
- [364] A 노드 및 D 노드에 제 2 구동 전압(VDD_PWM)이 인가된 상태에서, SP(n) 신호에 따라 트랜지스터(T2) 및 트랜지스터(T5)가 온되면, 온된 트랜지스터(T2)를 통해 제 2 특정 전압(93)이 B 노드에 인가되고, 온된 트랜지스터(T5)를 통해 제 1 특정 전압(94)이 C 노드에 인가된다.
- [365] 이에 따라, 제 2 설정 기간에서는, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 게이트 단자(즉, B 노드)에 제 2 특정 전압(93)이 설정되고, 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자(즉, C 노드)에 제 1 특정 전압(94)이 설정될 수 있다.
- [366] 제 2 초기화 기간 및 제 2 센싱 기간에는, Sen(n) 신호에 따라 트랜지스터(T12)가 온되며, 온된 트랜지스터(T12)를 통해 제 2 및 제 1 구동 트랜지스터(T8, T9)를 흐르는 제 1 전류가 센싱부(200)로 전달된다.
- [367] 이때, 전술한 바와 같이, 제 1 특정 전압(94) 및 제 2 특정 전압(93)은, 제 2 구동 트랜지스터(T8)의 턴-온 저항값이 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 턴-온 저항값에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 값을 갖도록 하는 전압값이 사용되므로, 제 1 전류값은 제 1 구동 트랜지스터(T9)의 게이트 단자에 인가된 제 1 특정 전압(94)에 기초하여 결정될 수 있다.
- [368] 제 2 초기화 기간 및 제 2 센싱 기간에는, Emi_1(n) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep)가 A 노드에 인가되지만, 블랭킹 구간에서 스위프 신호는 0[V]를 유지하므로, B 노드의 전압은 제 2 특정 전압(93)으로 유지된다.
- [369] 트랜지스터(T10)은 Emi_2(n)에 따라 오프된 상태이므로, 제 1 전류가 무기 발광 소자(120)로는 흐르지 않는다.
- [370] 도 10g는 정전류원 회로 센싱 구간(2) 중 제 2 초기화 기간에서 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [371] 제 2 초기화 기간에는 제어 신호 Spre에 따라 제 1 스위치(213)가 온된 상태이므로, 앰프(211)의 출력 단자(Vout)에는 앰프(211)의 비 반전 입력 단자(+)로 입력되는 기준 전압(Vpre)이 유지된다.
- [372] 도 10h는 정전류원 회로 센싱 구간(2) 중 제 2 센싱 기간에서 서브 픽셀 회로(110) 및 센싱부(200)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [373] 제 2 센싱 기간에는 제 1 스위치(213)가 오프되므로, 앰프(211)는 전류 적분기로 동작하여 제 1 전류를 적분한다. 이때, 제 2 센싱 기간에서 앰프(211)의 반전 입력 단자(-)로 유입되는 제 1 전류에 의해 적분 커패시터(212)의 양단 전압차는 센싱 시간이 경과할수록, 즉 축적되는 전하량이 증가할수록 커진다.
- [374] 그런데, 앰프(211)의 가상 접지(Virtual Ground) 특성상 제 2 센싱 기간에서 반전 입력 단자(-)의 전압은 적분 커패시터(212)의 전압차 증가에 상관없이 기준 전압(Vpre)으로 유지되므로, 적분 커패시터(212)의 양단 전압차에 대응하여 앰프(211)의 출력 단자(Vout)의 전압이 낮아지게 된다.
- [375] 이러한 원리로, 제 2 센싱 기간에서 센싱부(200)로 유입되는 제 1 전류는 적분

커패시터(212)를 통해 전압값인 적분값 V_{csen} 으로 축적된다. 앰프(211)의 출력 단자(V_{out})의 전압의 하강 기울기는 제 1 전류가 클수록 증가하므로 적분값 V_{csen} 의 크기는 제 1 전류가 클수록 작아진다.

[376] 적분값 V_{csen} 은 제 2 센싱 기간에서 제 2 스위치(214)가 온 상태로 유지되는 동안 ADC(220)로 입력되며, ADC(220)에서 제 1 센싱 데이터로 변환된 후 보정부(300)로 출력되게 된다.

[377] 이에 따라, 보정부(300)는 메모리에 저장된 전압별 기준 데이터에서 제 1 특정 전압(94)에 대응되는 제 1 기준 데이터 값을 확인하고, 확인된 기준 데이터 값과 센싱부(200)에서 출력되는 제 1 센싱 데이터 값을 비교하여 정전류원 데이터 전압을 보정하기 위한 제 1 보상값을 산출 내지 획득할 수 있다.

[378] 또한, 보정부(300)는 획득된 제 1 보상값을 메모리에 저장 내지 업데이트 할 수 있다. 이후, 디스플레이 구동이 수행될 때, 보정부(300)는 제 1 보상값에 기초하여 서브 픽셀 회로(110)에 인가될 정전류원 데이터 전압을 보정할 수 있다.

[379] 본 개시의 다양한 실시 예들에서, 상술한 센싱 구동은 한 영상 프레임 당 디스플레이 패널(100)의 일부 로우 라인에 대해 수행될 수 있다. 예를 들어, 하나의 영상 프레임에 대해, 상술한 디스플레이 구동은 디스플레이 패널(100)의 전체 로우 라인에 대해 로우 라인 순으로 순차적으로 수행되는 반면, 센싱 구동은 디스플레이 패널(100)의 일부 로우 라인에 대해 수행될 수 있다.

[380] 예를 들어, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 상술한 센싱 구동은 하나의 영상 프레임 당 하나의 로우 라인에 대해 수행될 수 있다. 이때, 센싱 구동이 수행될 하나의 로우 라인은, 전체 로우 라인의 개수에 대응되는 개수의 연속된 영상 프레임에 대한 구동이 진행되는 동안 중복되지 않도록 랜덤하게 결정될 수 있다. 이 경우, 전체 로우 라인의 개수에 대응되는 개수의 연속된 영상 프레임에 대한 센싱 구동이 완료되면, 전체 로우 라인에 대한 센싱 구동이 완료된다.

[381] 예를 들어, 디스플레이 패널(100)의 전체 로우 라인이 312개인 경우, 312개의 연속된 영상 프레임에 대한 디스플레이 구동 및 센싱 구동이 완료되면, 312개의 전체 로우 라인에 대한 센싱 구동이 완료되게 된다.

[382] 또한, 본 개시의 다른 일 실시 예에 따르면, 상술한 센싱 구동은 하나의 영상 프레임 당 복수 개의 로우 라인에 대해 수행될 수도 있다. 이 경우에도, 센싱 구동이 수행될 복수의 로우 라인은 중복되지 않게 랜덤하게 결정될 수 있다.

[383] 예를 들어, 디스플레이 패널(100)의 전체 로우 라인이 312개이고, 하나의 영상 프레임 당 3개의 로우 라인에 대해 센싱 구동이 수행되는 경우, 104개의 연속된 영상 프레임에 대한 디스플레이 구동 및 센싱 구동이 완료되면 312개의 전체 로우 라인에 대한 센싱 구동이 완료되도록, 각 영상 프레임에 대해 센싱 구동이 수행될 3개의 로우 라인이 결정될 수 있다.

[384] 본 개시의 또 다른 일 실시 예에 따르면, 센싱 구동은 전술한 바와 달리 로우 라인 순으로 순차적으로 수행될 수도 있다.

[385] 예를 들어, 디스플레이 패널(100)이 312개의 로우 라인으로 이루어지고, 하나의

영상 프레임 당 하나의 로우 라인에 대한 센싱 구동이 수행되는 경우, 첫번째 영상 프레임이 표시된 후 1번 로우 라인의 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동되고, 두번째 영상 프레임이 표시된 후 2번 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동될 수 있다. 이와 같은 방식으로, 312번째 영상 프레임이 표시된 후 312번째 로우 라인의 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동됨으로써, 디스플레이 패널(100)에 포함된 전체 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들의 센싱 구동이 1회 완료될 수 있다.

- [386] 디스플레이 패널(100)이 312개의 로우 라인으로 이루어지고, 하나의 영상 프레임 당 3개의 로우 라인에 대한 센싱 구동이 수행되는 경우, 첫번째 영상 프레임이 표시된 후 1번 내지 3번 로우 라인의 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동되고, 두번째 영상 프레임이 표시된 후 4번 내지 6번 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동될 수 있다. 이와 같은 방식으로, 104번째 영상 프레임이 표시된 후 310번 내지 312번째 로우 라인의 서브 픽셀 회로들이 센싱 구동됨으로써, 디스플레이 패널(100)에 포함된 전체 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들의 센싱 구동이 1회 완료될 수 있다.
- [387] 이상에서는, PWM 회로 센싱 구간(①) 및 정전류원 회로 센싱 구간(②) 순으로 센싱 구동이 진행되는 것을 예로 들었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 실시 예에 따라 정전류원 회로 센싱 구간(②)이 먼저 진행되고, PWM 회로 센싱 구간(①)이 그 이후에 진행될 수도 있다.
- [388] 또한, 이상에서는, 센싱 구동이 디스플레이 구동 이후에 진행되는 것을 예로 들었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 실시 예에 따라 센싱 구동이 먼저 진행되고, 디스플레이 구동이 그 이후에 진행될 수도 있다.
- [389] 도 11a 내지 도 11c는, 도 9a에 도시된 구성을 갖는 서브 픽셀 회로의 PWM 동작을 설명하기 위한 도면이다. 도 11a 내지 도 11c에서는, 저계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 +3[V]이고, 중계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 +7[V]이며, 고계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 +13[V]인 경우를 예로 들었으나, 각 계조에 속하는 PWM 데이터 전압이 이에 한정되지 않음은 물론이다.
- [390] 도 11a 내지 도 11c는, PWM 데이터 전압이, n 번째 로우 라인과 n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)에 인가된 경우, A 노드의 전압 변화, B 노드의 전압 변화 및 구동 전류(I_d)의 변화를 각각 도시하고 있다.
- [391] 도 11a 내지 도 11c에 도시된 실시 예들에서는, 제 2 구동 트랜지스터의 문턱 전압이 -2.2[V]이고, 제 1 구동 전압(VDD_PAM) 및 제 2 구동 전압(VDD_PWM)은 +12[V]인 경우를 예로 들었다. 또한, 100 μs 동안 +5[V]에서 0[V]로 선형 변화하는 전압이 연속하여 반복되는 형태를 갖는 스위프 신호(Sweep(global))를 예로 들었다. 여기서, (global)은 스위프 신호가 모든 로우 라인에 공통적으로 인가되는 글로벌 신호임을 강조한 표현이다.
- [392] 도 11a는 저계조에 속하는 PWM 데이터 전압(예를 들어, +3[V])이 n 번째 로우

- 라인 및 $n+36$ 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)에 각각 인가된 경우를 도시하고 있다.
- [393] 먼저, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [394] 데이터 설정 구간 동안, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드(n)에는 SP(n) 신호에 따라 +3[V](즉, PWM 데이터 전압)이 인가되고, B 노드(n)에는 Vini(n) 신호에 따라 +12[V](즉, 제 2 구동 전압(VDD_PWM))이 인가된다.
- [395] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1(n) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +5[V]에서 0[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드(n)에 인가된다.
- [396] 스위프 전압에 따른 A 노드(n)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로 B 노드(n)에 커플링되므로, A 노드(n)의 전압이 +5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n)의 전압은 +14[V]에서 +9[V]까지 변화하게 된다.
- [397] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 전술한 바와 같이, 게이트 단자(B 노드)의 전압이 소스 단자의 전압(VDD_PAM, 즉, +12[V])과 문턱 전압(즉, -2.2[V])을 합한 전압보다 낮아지는 시간 구간에서 온된다.
- [398] 예를 들어, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, B 노드(n)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n)의 전압이 +9.8[V]에서 +9[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. Id(n)는 구동 전류의 변화를 도시하고 있다.
- [399] 다음으로, $n+36$ 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [400] 데이터 설정 구간 동안, $n+36$ 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드($n+36$)에는 SP($n+36$) 신호에 따라 +3[V](즉, PWM 데이터 전압)이 인가되고, B 노드($n+36$)에는 Vini($n+36$) 신호에 따라 +12[V](즉, 즉, 제 2 구동 전압(VDD_PWM))가 인가된다.
- [401] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1($n+36$) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +2.5[V]에서 0[V]로, +5[V]에서 +2.5[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드($n+36$)에 인가된다.
- [402] 예를 들어, 전술한 바와 같이 본 개시의 다양한 실시 예들에서 발광 구간은 로우 라인 순으로 순차적으로 진행되므로, 발광 구간이 1H 시간(예를 들어, 1.4 μ s) 간격을 두고 순차적으로 진행된다고 할 때, Emi_1($n+36$) 신호는, 도시된 바와 같이 Emi_1(n) 신호가 50.4 μ s 만큼 딜레이된 것과 같은 파형을 가지게 된다.
- [403] 따라서, $n+36$ 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드($n+36$)에 인가되는 스위프 전압은, 도시된 바와 같이 +2.5[V]에서 0[V]로 선형 변화한 후, 다시 +5[V]에서 +2.5[V]로 선형 변화하는 파형을 갖게 된다.
- [404] 예를 들어, 모든 스위프 전압은 +5[V]와 0[V] 사이를 1회 스위프하지만, 스위프하기

시작하는 시작 전압은 로우 라인에 따라 달라질 수 있음을 알 수 있다.

- [405] 스위프 전압에 따른 A 노드(n+36)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로 B 노드(n+36)에 커플링되므로, A 노드(n+36)의 전압이 +2.5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n+36)의 전압은 +11.5[V]에서 +9[V]로 변화하게 되고, A 노드(n+36)의 전압이 +5[V]에서 +2.5[V]로 변화하는 동안, B 노드(n+36)의 전압은 +14[V]에서 +11.5[V]로 변화하게 된다.
- [406] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 전술한 바와 같이, B 노드(n+36)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n+36)의 전압이 +9.8[V]에서 +9[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. Id(n+36)은 구동 전류의 변화를 도시하고 있다.
- [407] 도 11b는 중계조에 속하는 PWM 데이터 전압(예를 들어, +7[V])이 n 번째 로우 라인 및 n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)에 각각 인가된 경우를 도시하고 있다.
- [408] 먼저, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [409] 데이터 설정 구간 동안, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드(n)에는 SP(n) 신호에 따라 +7[V](즉, PWM 데이터 전압)이 인가되고, B 노드(n)에는 Vini(n) 신호에 따라 +12[V](즉, 제 2 구동 전압(VDD_PWM))가 인가된다.
- [410] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1(n) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +5[V]에서 0[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드(n)에 인가된다.
- [411] 스위프 전압에 따른 A 노드(n)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로 B 노드(n)에 커플링되므로, A 노드(n)의 전압이 +5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n)의 전압은 +10[V]에서 +5[V]까지 변화하게 된다.
- [412] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, B 노드(n)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n)의 전압이 +9.8[V]에서 +5[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. Id(n)을 이를 도시하고 있다.
- [413] 다음으로, n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [414] 데이터 설정 구간 동안, n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드(n+36)에는 SP(n+36) 신호에 따라 +7[V]가 인가되고, B 노드(n+36)에는 Vini(n+36) 신호에 따라 +12[V]가 인가된다.
- [415] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1(n+36) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +2.5[V]에서 0[V]로, +5[V]에서 +2.5[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드(n+36)에 인가된다.
- [416] 스위프 전압에 따른 A 노드(n+36)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로

B 노드(n+36)에 커플링되므로, A 노드(n+36)의 전압이 +2.5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n+36)의 전압은 +7.5[V]에서 +5[V]로 변화하게 되고, A 노드(n+36)의 전압이 +5[V]에서 +2.5[V]로 변화하는 동안, B 노드(n+36)의 전압은 +10[V]에서 +7.5[V]로 변화하게 된다.

- [417] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 전술한 바와 같이, B 노드(n+36)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n+36)의 전압이 +7.5[V]에서 +5[V]까지 변화하는 시간 구간 및 +9.8[V]에서 +7.5[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. $I_d(n+36)$ 을 이를 도시하고 있다.
- [418] 도 11b를 참조하면, 동일한 PWM 데이터 전압(+7[V])에 대해 $I_d(n)$ 과 $I_d(n+36)$ 의 파형이 상이한 것을 볼 수 있다. 그러나, 구동 전류의 적분값 즉, 무기 발광 소자(120)의 휘도는 동일하므로 문제되지 않는다.
- [419] 도 11c는 고계조에 속하는 PWM 데이터 전압(예를 들어, +13[V])이 n 번째 로우 라인 및 n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)에 각각 인가된 경우를 도시하고 있다.
- [420] 먼저, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [421] 데이터 설정 구간 동안, n 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드(n)에는 SP(n) 신호에 따라 +13[V](즉, PWM 데이터 전압)이 인가되고, B 노드(n)에는 Vini(n) 신호에 따라 +12[V]가 인가된다.
- [422] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1(n) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +5[V]에서 0[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드(n)에 인가된다.
- [423] 스위프 전압에 따른 A 노드(n)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로 B 노드(n)에 커플링되므로, A 노드(n)의 전압이 +5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n)의 전압은 +4[V]에서 -1[V]까지 변화하게 된다.
- [424] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, B 노드(n)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n)의 전압이 +4[V]에서 -1[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. $I_d(n)$ 을 이를 도시하고 있다.
- [425] 다음으로, n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 동작이 설명된다.
- [426] 데이터 설정 구간 동안, n+36 번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로(110)의 A 노드(n+36)에는 SP(n+36) 신호에 따라 +13[V](즉, PWM 데이터 전압)이 인가되고, B 노드(n+36)에는 Vini(n+36) 신호에 따라 +12[V]가 인가된다.
- [427] 이후 발광 구간이 시작되면, Emi_1(n+36) 신호에 따라 스위프 신호(Sweep(Global)) 중 일부 즉, 스위프 전압(즉, +2.5[V]에서 0[V]로, +5[V]에서 +2.5[V]로 선형 변화하는 전압)이 도시된 바와 같이 A 노드(n+36)에 인가된다.
- [428] 스위프 전압에 따른 A 노드(n+36)의 전압 변화량은 커패시터(C1)을 통해 그대로

B 노드(n+36)에 커플링되므로, A 노드(n+36)의 전압이 +2.5[V]에서 0[V]로 변화하는 동안 B 노드(n+36)의 전압은 +1.5[V]에서 -1[V]로 변화하게 되고, A 노드(n+36)의 전압이 +5[V]에서 +2.5[V]로 변화하는 동안, B 노드(n+36)의 전압은 +4[V]에서 +1.5[V]로 변화하게 된다.

- [429] 이때, 제 2 구동 트랜지스터(T8)는, 전술한 바와 같이, B 노드(n+36)의 전압이 +9.8[V] 보다 낮은 시간 구간(즉, B 노드(n+36)의 전압이 +1.5[V]에서 -1[V]까지 변화하는 시간 구간 및 +4[V]에서 +1.5[V]까지 변화하는 시간 구간)에서 온되게 되며, 제 2 구동 트랜지스터(T8)가 온된 시간 구간에서 구동 전류가 무기 발광 소자(120)를 흐르게 된다. Id(n+36)을 이를 도시하고 있다.
- [430] 한편, 도 11c를 참조하면, 동일한 PWM 데이터 전압(+13[V])에 대해 Id(n)과 Id(n+36)의 파형이 다소 상이한 것을 볼 수 있다. 그러나, 구동 전류의 적분값 즉, 무기 발광 소자(120)의 휘도는 동일하므로 문제되지 않는다.
- [431] 도 12는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위한 도면이다. 도 12에 따르면, 디스플레이 장치(10000)는, 9 개의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9)을 포함할 수 있다. 이때, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9)은, 전술한 디스플레이 장치(1000)의 디스플레이 패널(100), 센싱부(200), 그리고 구동부(500)에 포함될 수 있는 각종 구성요소들 중 적어도 일부를 포함할 수 있다.
- [432] 디스플레이 장치(10000)는, 전술한 보정부(300) 및 TCON(400)을 포함할 수 있다. 이때, 전술한 바와 같이, 보정부(300)는 TCON(400)에 포함된 일 기능 모듈일 수도 있고, 별도 구성으로 디스플레이 장치(10000)에 포함될 수도 있다.
- [433] 디스플레이 모듈들(1000-1 내지 1000-9)은, 도시된 바와 같이 매트릭스 형태로 조립 내지 배치되어 하나의 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 수 있다. 도 12에서는 디스플레이 장치(10000)가 9 개의 디스플레이 모듈을 포함하는 것을 예로 들었으나, 다른 개수의 디스플레이 모듈을 결합하여 얼마든지 다른 크기 또는 다른 해상도의 디스플레이 장치가 구현될 수 있음은 물론이다.
- [434] 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9)의 구성 및 구동 방법은 도 4 내지 도 11c를 통해 전술한 바와 같을 수 있다. 특히, 전술한 바에 따르면, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9)은 프로그레시브 구동 방식으로 구동될 수 있다.
- [435] 예를 들어, 모듈라 디스플레이 패널에 영상 프레임을 디스플레이할 때, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9)은 도 5a와 같은 구동 방식으로 구동될 수도 있고, 도 5b와 같이 구동될 수도 있다.
- [436] 도 5a와 같은 디스플레이 모듈 구동 방식의 경우, 한 영상 프레임에 대한 데이터 설정 구간이 한 영상 프레임 기간 동안 진행되므로, 모듈라 디스플레이 패널에 하나의 영상 프레임을 디스플레이할 때, 각 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간은 동시에 함께 진행되어야 한다.
- [437] 이와 같이, 모듈라 디스플레이 패널을 구성하는 각 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간이 동시에 함께 진행되는 모듈라 디스플레이 패널의 구동 방식을 "동시

스캔 방식"이라고 부를 수 있다.

- [438] 도 5b와 같은 디스플레이 모듈 구동 방식의 경우, 한 영상 프레임에 대한 데이터 설정 구간이 한 영상 프레임 기간 보다 훨씬 짧은 시간 동안 진행되므로, 모듈라 디스플레이 패널에 하나의 영상 프레임을 디스플레이할 때, 각 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간은 해당 디스플레이 모듈의 위 또는 아래에 인접하여 배치된 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간 진행 순서에 이어서 연속적으로 진행될 수 있다.
- [439] 이와 같이, 모듈라 디스플레이 패널을 구성하는 각 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간이, 해당 디스플레이 모듈의 위 또는 아래에 인접하여 배치된 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간 진행 순서에 이어서 연속적으로 진행되는 모듈라 디스플레이 패널의 구동 방식을 "고속 연속 스캔 방식"이라고 부를 수 있다. 여기서 "고속"의 의미는 도 5a와 같은 디스플레이 모듈의 구동 방식에 비해 고속으로 데이터 설정 구간이 진행된다는 의미이다.
- [440] 도 13a 및 도 13b는, 모듈라 디스플레이 패널을 동시 스캔 방식과 고속 연속 스캔 방식으로 구동할 때, 데이터 설정 구간과 발광 구간이 진행되는 방식을 각각 도시하고 있다.
- [441] 도 13a 및 도 13b에서는, 81개의 디스플레이 모듈이 9*9 매트릭스 형태로 배치된 모듈라 디스플레이 패널 중 동일한 컬럼 라인에 포함된 9개의 디스플레이 모듈들이, 4 영상 프레임 시간 동안 3개의 연속된 영상 프레임을 디스플레이하는 경우를 예로 들었다. 또한, 도 13a 및 도 13b에서는, 하나의 영상 프레임에 대해, 로우 라인 마다 한번의 데이터 설정 구간과 4번의 발광 구간이 진행되는 경우를 예로 들었다. 또한, 도 13a 및 도 13b에서는, 모듈라 디스플레이 패널을 구성하는 각 디스플레이 모듈의 크기는 12.7인치이고, 해상도는 550*312이며, 주사율은 240hz인 경우를 예로 들었다.
- [442] 각 디스플레이 모듈의 해상도가 550*312이므로, 각 디스플레이 모듈은 312개의 로우 라인을 포함한다. 따라서, 9*9 모듈라 디스플레이 패널은 2808개의 로우 라인을 포함하며, 도 13a 및 도 13b의 수직위치 축은 이를 나타낸다. 각 디스플레이 모듈의 주사율은 240hz이므로, 한 영상 프레임 시간은 약 4.16ms가 된다. 따라서, 도 13a 및 도 13b의 시간 축을 참조하면, 4개의 영상 프레임 시간 동안 디스플레이 모듈들의 구동 방식을 도시하고 있음을 알 수 있다.
- [443] 이때, 동시 스캔 방식의 경우, 전술한 바와 같이 각 디스플레이 모듈의 데이터 설정 구간이 동시에 함께 진행된다. 도 13a를 참조하면, 하나의 영상 프레임에 대해, 9개의 디스플레이 모듈 각각의 첫번째 로우 라인에 대한 데이터 설정 구간이 동시에 진행되고, 9개의 디스플레이 모듈 각각의 두번째 로우 라인에 대한 데이터 설정 구간이 동시에 진행되며, 이와 같은 방식으로, 9개의 디스플레이 모듈 각각의 312번째 로우 라인까지 데이터 설정 구간이 동시에 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [444] 발광 구간은 데이터 설정 구간 진행 후에 기정의된 방법으로 진행되므로(즉,

전술한 바와 같이, 복수의 발광 구간 중 첫번째 발광 구간은 데이터 설정 구간과 시간적으로 연속되고, 각 발광 구간들은 서로 기설정된 시간 간격을 두고 진행된다, 동시 스캔 방식에서 각 디스플레이 모듈의 각 발광 구간 역시 동시에 함께 진행된다.

- [445] 이와 같이 동시 스캔 방식으로 모듈라 디스플레이 패널을 구동하는 경우, 동일한 영상 프레임에 대해, 서로 인접한 상, 하 디스플레이 모듈의 경계 부분에서 발광 구간이 불연속적으로 진행되게 된다.
- [446] 예를 들어, 도 13a를 참조하면, 가장 위에 배치된 디스플레이 모듈부터 가장 아래에 배치된 디스플레이 모듈을 제 1 내지 제 9 디스플레이 모듈이라고 할 때, 예를 들어, 제 313 로우 라인(제 2 디스플레이 모듈의 첫번째 로우 라인)의 경우, 0에서 4.16ms의 시간 동안 첫번째 영상 프레임에 대해 4번의 발광 구간이 진행되지만, 제 312 로우 라인(제 1 디스플레이 모듈의 마지막 로우 라인)의 경우, 같은 시간 동안 첫번째 영상 프레임에 대해 발광 구간이 한번도 진행되지 않는 것을 볼 수 있다. 제 312 로우 라인의 경우, 4.16ms부터 8.33ms의 시간 동안 첫번째 영상 프레임에 대해 4번의 발광 구간이 진행되지만, 같은 시간 동안 제 313 로우 라인은 두번째 영상 프레임에 대해 4번의 발광 구간이 진행되는 것을 볼 수 있다.
- [447] 이에 따라, 움직이는 오브젝트(예를 들어, 좌 또는 우로 이동하는 수직선)를 모듈라 디스플레이 패널에 동시 스캔 방식으로 표시할 때, 서로 인접한 상, 하 디스플레이 모듈의 경계 부분에서 영상의 왜곡이 시인될 수 있다.
- [448] 이때, 정지 영상을 표시하는 경우에는 동일한 영상 프레임이 반복되므로 상, 하 모듈의 경계부에서 왜곡이 시인되지 않는다. 한편, 서로 인접한 좌, 우 디스플레이 모듈들(예를 들어, 9*9 모듈라 디스플레이 패널에서 동일한 로우 라인에 포함된 9개의 디스플레이 모듈들)의 경우, 각 디스플레이 모듈의 같은 로우 라인의 발광 구간은 동일한 시간에 진행되므로, 움직이는 오브젝트를 표시하더라도 전술한 왜곡 현상은 발생되지 않는다.
- [449] 고속 연속 스캔 방식의 경우, 전술한 바와 같이, 각 디스플레이 모듈에서 한 프레임 시간보다 훨씬 짧은 시간 동안 데이터 설정 구간이 진행될 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 고속 연속 스캔 방식을 이용함으로써, 한 프레임 시간 동안, 가장 위에 배치된 디스플레이 모듈의 첫번째 로우 라인부터 가장 아래에 배치된 디스플레이 모듈의 마지막 로우 라인까지 데이터 설정 구간이 연속하여 순차적으로 진행되도록, 모듈라 디스플레이 패널이 구동될 수 있다.
- [450] 예를 들어, 9*9 모듈라 디스플레이 패널의 동일한 컬럼 라인에 포함된 디스플레이 모듈들 중, 가장 위에 배치된 디스플레이 모듈부터 가장 아래에 배치된 디스플레이 모듈을 제 1 내지 제 9 디스플레이 모듈이라고 할 때, 도 13b에 도시된 바와 같이, 한 프레임 시간 동안 제 1 로우 라인(제 1 디스플레이 모듈의 첫번째 로우 라인)부터 제 2808 로우 라인(제 9 디스플레이 모듈의 마지막 로우

라인)까지 연속하여 데이터 설정 구간이 진행될 수 있다.

[451] 발광 구간은 데이터 설정 구간 진행 후에 기정의된 방법(전술한 바와 같이, 복수의 발광 구간 중 첫번째 발광 구간은 데이터 설정 구간과 시간적으로 연속되고, 각 발광 구간들은 서로 기설정된 시간 간격을 두고 진행됨)으로 진행되므로, 각 디스플레이 모듈의 각 발광 구간 역시 제 1 로우 라인부터 제 2808로우 라인까지 연속하여 진행될 수 있다.

[452] 이와 같이 고속 연속 스캔 방식으로 모듈라 디스플레이 패널을 구동하는 경우, 동시 스캔 방식과 달리, 서로 인접한 상, 하 디스플레이 모듈의 경계 부분에서도 발광 구간이 연속적으로 진행될 수 있다. 따라서, 움직이는 오브젝트(예를 들어, 좌 또는 우로 이동하는 수직선)가 모듈라 디스플레이 패널에 표시될 때에도, 서로 인접한 상, 하 디스플레이 모듈의 경계에서 영상의 왜곡이 발생하지 않게 된다.

[453] 이하에서는, 도 14 내지 도 15b를 참조하여, 본 개시의 일 실시 예에 따른 모듈라 디스플레이 패널의 구동 방법을 설명한다.

[454] 도 14은 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 장치의 블록도이다. 도 14에 따르면 디스플레이 장치(10000)는, 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n), 보정부(미도시) 및 타이밍 컨트롤러(Timing Controller, TCON)(2000)를 포함할 수 있다.

[455] 이때, 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은 예를 들어, 도 12에 도시된 바와 같이, 매트릭스 형태로 결합 내지 조립되어 하나의 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 수 있다.

[456] 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은 전술한 디스플레이 패널(100)을 포함할 수 있다. 여기서, 디스플레이 패널(100)은 복수의 무기 발광 소자로 구성된 픽셀들이 복수의 로우 라인에 배치된 픽셀 어레이, 및 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들 각각에 대응되는 서브 픽셀 회로들을 포함할 수 있다. 또한, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은, 전술한 구동부(500)에 포함될 수 있는 각종 구성요소들 중 적어도 일부, 및 센싱부(200)을 포함할 수 있다.

[457] 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은, TCON(2000)에서 제공되는 각종 신호(예를 들어, 클럭 신호, 스타트 신호(VST) 등)에 기초하여 로우 라인 순으로 서브 픽셀 회로들을 구동하는 게이트 드라이버를 포함할 수 있다. 이에 따라, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들이 로우 라인 순으로 발광할 수 있다.

[458] 도 15a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 게이트 드라이버의 구동 방법을 설명하기 위한 블록도이다. 도 15a에 따르면, 게이트 드라이버(500')는 각 로우 라인에 대응되는 단위 회로(G1 내지 Gn)를 포함할 수 있으며, 각 단위 회로(G1 내지 Gn)는 구동 전압, 클럭 신호, 제어 신호 및 스타트 신호(VST)를 입력받아 각 로우 라인에 대응되는 게이트 신호(S1 내지 Sn)를 출력할 수 있다.

[459] 이때, 단위 회로는 이전 로우 라인에 대응되는 단위 회로의 출력 신호를 스타트

신호로 입력받을 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, G2는 G1의 출력 신호 S1을 스타트 신호로 입력받으며, G3는 G2의 출력 신호 S2를 스타트 신호로 입력받을 수 있다. 이는 Gn까지 마찬가지이다. 첫번째 로우 라인에 대응되는 단위 회로(G1)는 이전 로우 라인이 없으므로, TCON(2000)에서 별도로 스타트 신호(VST)를 제공받을 수 있다.

- [460] 따라서, 게이트 드라이버(500')는 TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호(VST)에 기초하여 로우 라인 순으로 순차적으로 게이트 신호(S1 내지 Sn)를 출력할 수 있다.
- [461] 게이트 드라이버(500')는, 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 영상 데이터 전압이 설정되도록 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 스캔 신호를 제공하는 스캔 드라이버일 수 있다. 전술한 바와 같이, 스캔 신호는 SP(n), Vini(n)을 포함하므로, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은 각 스캔 신호(SP(n), Vini(n))를 제공하기 위한 적어도 하나의 스캔 드라이버(500')를 포함할 수 있다.
- [462] 따라서, 예를 들어, SP(n) 신호를 제공하기 위한 스캔 드라이버(500')는, 디스플레이 구동 구간 동안, TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 스캔 신호 SP(n)을 제공할 수 있다. 또한, Vini(n) 신호를 제공하기 위한 스캔 드라이버(500')는, 디스플레이 구동 구간 동안, TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 스캔 신호 Vini(n)을 제공할 수 있다.
- [463] 게이트 드라이버(500')는, 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들이 스캔 신호에 따라 설정된 영상 데이터 전압에 기초하여 로우 라인 순으로 발광하도록 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 에미션 신호를 제공하는 에미션 드라이버일 수 있다. 전술한 바와 같이, 에미션 신호는 Emi_1(n), Emi_2(n)을 포함하므로, 각 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)은 에미션 신호 Emi_1(n), Emi_2(n)를 제공하기 위한 적어도 하나의 에미션 드라이버(500')를 포함할 수 있다.
- [464] 따라서, 예를 들어, Emi_1(n) 신호를 제공하기 위한 에미션 드라이버(500')는, 디스플레이 구동 구간 동안, TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 에미션 신호 Emi_1(n)을 제공할 수 있다. 또한, Emi_2(n) 신호를 제공하기 위한 에미션 드라이버(500')는, 디스플레이 구동 구간 동안, TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호에 기초하여 로우 라인 순으로 에미션 신호 Emi_2(n)을 제공할 수 있다.
- [465] 상술한 스캔 드라이버 및 에미션 드라이버들은, 센싱 구동 구간에서는, 센싱 구동을 위한 게이트 신호들(예를 들어, Sen(n), SP(n), Vini(n), Emi_1(n), Emi_2(n))을, 도 10c 내지 도 10h에서 설명한 바와 같이, 일부 로우 라인에 인가할 수 있다.
- [466] TCON(2000)은 디스플레이 장치(10000)의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, TCON(2000)은, 모듈라 디스플레이 패널을 고속 연속 스캔 방식으로 구동할 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 도 12에

도시된 3*3 모듈라 디스플레이 패널을 예로 들어 설명한다. 도 15b는 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9) 중 첫번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-1, 1000-4, 1000-7)을 도시하고 있다.

- [467] 예를 들어, TCON(2000)은, 매트릭스 형태로 배치된 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-9) 중 첫번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-1, 1000-4, 1000-7)의 무기 발광 소자들이, 가장 위에 배치된 디스플레이 모듈(1000-1)의 첫번째 로우 라인부터 가장 아래에 배치된 디스플레이 모듈(1000-7)의 마지막 로우 라인까지 로우 라인 순으로 순차적으로 발광하도록, 각 디스플레이 모듈들(1000-1, 1000-4, 1000-7)의 구동부(500)를 제어할 수 있다.
- [468] 전술한 바와 같이 각 디스플레이 모듈의 게이트 드라이버(500')는 TCON(2000)에서 제공되는 스타트 신호(VST)에 기초하여 로우 라인 순으로 게이트 신호를 출력하므로, TCON(2000)은 스타트 신호 제공 타이밍을 제어하여 각 디스플레이 모듈의 구동 타이밍을 제어할 수 있다.
- [469] 도 15b를 참조하면, TCON(2000)은 첫번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-1, 1000-4, 1000-7) 중 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 무기 발광 소자들이 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 순차적으로 발광하도록 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 게이트 드라이버(500'-1)에 제 1 스타트 신호(VST1)를 제공할 수 있다.
- [470] 제 1 스타트 신호(VST1)가 제공되면, 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 스캔 드라이버들 및 에미션 드라이버는, 디스플레이 패널(100-1)에 포함된 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 스캔 신호들 및 에미션 신호들을 제공할 수 있다.
- [471] 또한, TCON(2000)은 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 아래에 인접하여 배치된 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 무기 발광 소자들이 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 마지막 로우 라인에 포함된 무기 발광 소자들의 발광 순서에 이어서 로우 라인 순으로 발광하도록 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 게이트 드라이버(500'-4)에 제 2 스타트 신호(VST2)를 제공할 수 있다.
- [472] 예를 들어, TCON(2000)은 제 1 디스플레이 모듈(1000-1)의 마지막 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들의 구동 순서에 이어서 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 첫번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들이 구동되도록 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 게이트 드라이버(500'-4)에 제 2 스타트 신호(VST2)를 제공할 수 있다.
- [473] 제 2 스타트 신호(VST2)가 제공되면, 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 스캔 드라이버들 및 에미션 드라이버는, 디스플레이 패널(100-4)에 포함된 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 스캔 신호들 및 에미션 신호들을 제공할 수 있다.
- [474] 또한, TCON(2000)은 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 아래에 인접하여 배치된 제 3 디스플레이 모듈(1000-7)의 무기 발광 소자들이, 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 마지막 로우 라인에 포함된 무기 발광 소자들의 발광 순서에

이어서 로우 라인 순으로 발광하도록, 제 3 디스플레이 모듈(1000-7)의 게이트 드라이버(500'-7)에 제 3 스타트 신호(VST3)를 제공할 수 있다.

- [475] 예를 들어, TCON(2000)은 제 2 디스플레이 모듈(1000-4)의 마지막 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들의 구동 순서에 이어서 제 3 디스플레이 모듈(1000-7)의 첫번째 로우 라인에 포함된 서브 픽셀 회로들이 구동되도록 제 3 디스플레이 모듈(1000-7)의 게이트 드라이버(500'-7)에 제 3 스타트 신호(VST3)를 제공할 수 있다.
- [476] 제 3 스타트 신호(VST3)가 제공되면, 제 3 디스플레이 모듈(1000-7)의 스캔 드라이버들 및 에미션 드라이버는, 디스플레이 패널(100-7)에 포함된 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로 스캔 신호들 및 에미션 신호들을 제공할 수 있다.
- [477] 이상에서는, 첫번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-1, 1000-4, 1000-7)의 동작에 관하여 설명하였으나, 두번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-2, 1000-5, 1000-8)이나 세번째 컬럼 라인에 배치된 디스플레이 모듈들(1000-3, 1000-6, 1000-9) 역시 마찬가지이다.
- [478] 이와 같이, 모듈라 디스플레이 패널을 고속 연속 스캔 방식으로 구동함으로써, 동시 스캔 방식으로 구동시 상, 하 디스플레이 모듈의 경계 부분에서 영상의 왜곡이 시인되는 문제점을 원천적으로 없앨 수 있다.
- [479] 도 14에서는 디스플레이 장치(10000)에 포함된 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)을 하나의 타이밍 컨트롤러(2000)가 제어하는 것을 예로 들었으나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 실시 예에 따라, 디스플레이 장치(10000)는 복수의 디스플레이 모듈(1000-1 내지 1000-n)을 제어하기 위한 적어도 하나의 타이밍 컨트롤러를 포함할 수 있다.
- [480] 도 16a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널(100)의 단면도이다. 도 16a에서는 설명의 편의를 위해, 디스플레이 패널(100)에 포함된 하나의 픽셀만을 도시하였다.
- [481] 도 16a에 따르면, 디스플레이 패널(100)은 글래스 기판(80), TFT 층(70) 및 무기 발광 소자 R, G, B(120-1, 120-2, 120-3)를 포함할 수 있다. 이때, 전술한 서브 픽셀 회로(110)는 TFT(Thin Film Transistor)로 구현되어, 글래스 기판(80)상의 TFT 층(70)에 포함될 수 있다.
- [482] 무기 발광 소자 R, G, B(120-1, 120-2, 120-3) 각각은, 대응되는 서브 픽셀 회로(110)와 전기적으로 연결되도록 TFT 층(70) 위에 실장되어 전술한 서브 픽셀을 구성할 수 있다.
- [483] TFT 층(70)에는 무기 발광 소자(120-1, 120-2, 120-3)로 구동 전류를 제공하기 위한 서브 픽셀 회로(110)가 무기 발광 소자(120-1, 120-2, 120-3)별로 존재하며, 무기 발광 소자(120-1, 120-2, 120-3) 각각은 대응되는 서브 픽셀 회로(110)와 전기적으로 연결되도록 TFT 층(70) 위에 각각 실장 내지 배치될 수 있다.
- [484] 도 16a에서는 무기 발광 소자 R, G, B(120-1, 120-2, 120-3)가 플립 칩(flip chip) 타입의 마이크로 LED인 것을 예로 들어 도시하였다. 그러나, 이에 한정되는 것은

- 아니며, 실시 예에 따라 무기 발광 소자 R, G, B(120-1, 120-2, 120-3)는 수평(lateral) 타입이나 수직(vertical) 타입의 마이크로 LED가 될 수도 있다.
- [485] 도 16b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 디스플레이 패널(100)의 단면도이다.
- [486] 도 16b에 따르면, 디스플레이 패널(100)은, 글래스 기판(80)의 일면에 형성된 TFT 층(70), TFT 층(70) 위에 실장된 무기 발광 소자 R, G, B(120-1, 120-2, 120-3), 구동부(500), 그리고, TFT 층(70)에 형성된 서브 픽셀 회로(110)와 구동부(500)를 전기적으로 연결하기 위한 연결 배선(90)을 포함할 수 있다.
- [487] 전술한 바와 같이, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 구동부(500)에 포함될 수 있는 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, 글래스 기판(80)의 후면에 배치되고, 연결 배선(90)을 통해 TFT 층(70)에 형성된 서브 픽셀 회로들(110)과 연결될 수 있다.
- [488] 도 16b를 참조하면, TFT 층(70)에 포함된 서브 픽셀 회로들(110)은 TFT 패널(이하, TFT 층(70)과 글래스 기판(80)을 합하여 TFT 패널이라 한다.)의 에지(또는 측면)에 형성된 연결 배선(90)을 통해 구동부(500)(구체적으로는, 전술한 각종 구성요소들 중 적어도 일부)와 전기적으로 연결되는 것을 볼 수 있다.
- [489] 이와 같이, 디스플레이 패널(100)의 에지 영역에 형성된 연결 배선(90)을 통해 서브 픽셀 회로들(110)과 구동부(500)를 연결하는 이유는, 글래스 기판(80)를 관통하는 홀(Hole)을 형성하여 서브 픽셀 회로들(110)과 구동부(500)를 연결하는 경우, TFT 패널(70, 80)의 제조 공정과 홀에 전도성 물질을 채우는 공정 사이의 온도 차이로 인해 글래스 기판(80)에 크랙이 생기는 등의 문제가 발생할 수 있기 때문이다.
- [490] 전술한 바와 같이, 본 개시의 다른 일 실시 예에 따르면, 구동부(500)에 포함될 수 있는 각종 구성요소들 중 적어도 일부는, 서브 픽셀 회로들과 함께 TFT 층에 형성되어, 서브 픽셀 회로들과 연결될 수도 있다. 도 16c는 이러한 실시 예를 도시하고 있다.
- [491] 도 16c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 TFT 층(70)의 평면도이다. 도 16c를 참조하면, TFT 층(70)에는 하나의 픽셀(10)이 차지하는 영역(이 영역에는 픽셀(10)에 포함된 R, G, B 서브 픽셀 각각에 대응되는 서브 픽셀 회로들(110)이 존재한다.) 외에 나머지 영역(11)이 존재하며, 이와 같은 나머지 영역(11)들에는 전술한 각종 구성요소들 중 일부가 형성될 수 있다.
- [492] 도 16c는 전술한 게이트 드라이버가 TFT 층(70)의 상기 나머지 영역(11)에 구현된 예를 도시하고 있다. 이와 같이, TFT 층(70) 내부에 게이트 드라이버가 형성된 구조를 GIP(Gate In Panel) 구조라고 부를 수 있으나, 명칭에 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, TFT 층(70)에 형성되는 게이트 드라이버의 위치 역시 도 16c에 도시된 것에 한정되는 것은 아니다.
- [493] 도 16c는 하나의 예시일 뿐, TFT 층(70)의 나머지 영역(11)에 포함될 수 있는 구성요소가 게이트 드라이버에 한정되는 것은 아니다. 실시 예에 따라, TFT

층(70)에는 R, G, B 서브 픽셀을 각각 선택하기 위한 디먹스(DeMUX) 회로, 정전기로부터 서브 픽셀 회로(110)를 보호하기 위한 ESD(Electro Static Discharge) 보호 회로 등이 더 포함될 수도 있을 것이다.

[494] 이상에서는, TFT 층(70)이 형성되는 기판이 글래스 기판(80)인 경우를 예로 들었으나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 가령, 합성 수지 기판 상에 TFT 층(70)이 형성될 수도 있다. 이 경우에는 합성 수지 기판을 관통하는 홀을 통해 TFT 층(70)의 서브 픽셀 회로들(100)과 구동부(500)가 연결될 수도 있을 것이다.

[495] 이상에서는, TFT 층(70)에 서브 픽셀 회로(110)가 구현되는 예를 설명하였다. 그러나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 개시의 다른 일 실시 예에 따르면, 서브 픽셀 회로(110) 구현 시, TFT 층(70)을 이용하지 않고, 서브 픽셀 단위 또는 픽셀 단위로, 초소형 마이크로 IC 형태의 픽셀 회로칩을 구현하고, 이를 기판 위에 실장하는 것도 가능하다. 이때, 서브 픽셀 회로 칩이 실장되는 위치는, 예를 들어, 대응되는 무기 발광 소자(120)의 주변일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[496] 또한, 이상에서는, 게이트 드라이버가 TFT 층(70) 내에 형성된 것을 예로 들었으나, 실시 예가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 개시의 다른 일 실시 예에 따르면, 게이트 드라이버는 초소형 마이크로 IC 형태의 게이트 드라이버 칩으로 구현되어 TFT 층(70) 상에 실장될 수도 있다.

[497] 또한, 상술한 본 개시의 다양한 실시 예들에서, TFT 층(또는 TFT 패널)을 구성하는 TFT는 특정 구조나 타입으로 한정되지 않는다, 즉, 본 개시의 다양한 예들에서 인용된 TFT는, LTPS(Low Temperature Poly Silicon) TFT, 산화물(oxide) TFT, 실리콘(poly silicon or a-silicon) TFT, 유기 TFT, 그래핀 TFT 등으로도 구현될 수 있으며, Si wafer CMOS 공정에서 P type(or N-type) MOSFET만 만들어 적용할 수도 있다.

[498] 이상 설명한 바와 같은 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 무기 발광 소자를 AM(Active matrix) 방식으로 PWM 구동함으로써 무기 발광 소자가 발광하는 빛의 파장이 계조에 따라 변화하는 현상을 막을 수 있다. 또한, 구동 트랜지스터들 간의 문턱전압 차이로 인해 영상에 나타날 수 있는 얼룩을 용이하게 보상할 수 있다. 또한, 색상의 보정이 용이해진다. 또한, 하나의 디스플레이 모듈을 포함하는 디스플레이 장치나, 복수의 디스플레이 모듈로 구성된 모듈라 디스플레이 패널을 포함하는 디스플레이 장치에서 디스플레이 패널의 얼룩 보상이나 색상 보정이 용이해진다. 또한, 무기 발광 소자들이로우 라인 순으로 순차적으로 발광하도록 디스플레이 패널을 구동함으로써 순간 피크 소비 전력이 저감될 수 있다. 또한, 디스플레이 패널의 위치별로 상이하게 발생하는 구동 전압의 강하가 데이터 전압의 설정 과정에 미치는 영향을 보상할 수 있게 된다. 또한, 보다 최적화된 구동 회로의 설계가 가능하며, 안정적이고 효율적으로 무기 발광 소자를 구동할 수 있게 된다. 또한, 복수의 디스플레이 모듈을 결합하여 모듈라 디스플레이 패널을 구성할 경우 상, 하 디스플레이

모듈의 경계에서 발생할 수 있는 영상의 왜곡을 제거할 수 있다.

- [499] 이상의 설명은 본 개시의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 개시의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 예를 들어, 이상에서는 서브 픽셀 회로가 PMOS TFT로 구현된 경우를 설명하였으나, 통상의 지식을 가진 자라면 NMOS TFT나 CMOS TFT로 서브 픽셀 회로를 구현하는 변형이 가능할 것이다.
- [500] 또한, 본 개시에 따른 실시 예들은 본 개시의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 개시의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서, 본 개시의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 개시의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 디스플레이 장치에 있어서,
 매트릭스 형태로 배치된 복수의 디스플레이 모듈을 포함하는 모듈라
 디스플레이 패널; 센싱부; 보정부; 및 타이밍 컨트롤러;를 포함하고,
 상기 복수의 디스플레이 모듈 각각은,
 복수의 무기 발광 소자로 구성된 픽셀들이 복수의 로우 라인에 배치된
 픽셀 어레이, 및 상기 픽셀 어레이의 무기 발광 소자들 각각에 대응되는
 서브 픽셀 회로들을 포함하는 디스플레이 패널; 및 상기 픽셀 어레이의
 무기 발광 소자들이 영상 데이터 전압에 기초하여 로우 라인 순으로
 발광하도록, 상기 타이밍 컨트롤러로부터 제공되는 스타트 신호에
 기초하여 로우 라인 순으로 상기 서브 픽셀 회로들을 구동하는 구동부;를
 포함하고,
 상기 센싱부는, 특정 전압에 기초하여 상기 서브 픽셀 회로들에 포함된
 구동 트랜지스터를 흐르는 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 전류에
 대응되는 센싱 데이터를 출력하고,
 상기 보정부는, 상기 센싱 데이터에 기초하여 상기 서브 픽셀 회로들에
 인가되는 영상 데이터 전압을 보정하고,
 상기 타이밍 컨트롤러는,
 상기 복수의 디스플레이 모듈 중 제 1 디스플레이 모듈의 무기 발광
 소자들이 첫번째 로우 라인부터 마지막 로우 라인까지 순차적으로
 발광하도록 상기 제 1 디스플레이 모듈의 구동부에 상기 제 1 스타트
 신호를 제공하고,
 상기 제 1 디스플레이 모듈의 아래에 인접하여 배치된 제 2 디스플레이
 모듈의 무기 발광 소자들이 상기 제 1 디스플레이 모듈의 마지막 로우
 라인에 포함된 무기 발광 소자들의 발광 순서에 이어서 로우 라인 순으로
 발광하도록 상기 제 2 디스플레이 모듈의 구동부에 제 2 스타트 신호를
 제공하는 디스플레이 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 구동부는,
 상기 스타트 신호가 제공되면 상기 서브 픽셀 회로들에 로우 라인 순으로
 게이트 신호를 제공하여 상기 서브 픽셀 회로들을 로우 라인 순으로
 구동하고,
 상기 게이트 신호는,
 상기 서브 픽셀 회로들에 영상 데이터 전압을 인가하기 위한 스캔 신호,
 및 상기 인가된 영상 데이터 전압에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 무기
 발광 소자들을 발광시키기 위한 에미션 신호를 포함하는 디스플레이
 장치.

- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
 상기 서브 픽셀 회로들은, 하나의 영상 프레임에 대해 로우 라인 별로 데이터 설정 구간 및 복수의 발광 구간 순으로 구동되고,
 상기 구동부는,
 각 로우 라인의 데이터 설정 구간 동안 해당 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 상기 스캔 신호를 인가하고, 상기 각 로우 라인의 복수의 발광 구간 각각 동안 해당 로우 라인의 서브 픽셀 회로들에 상기 에미션 신호를 인가하는 디스플레이 장치.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
 상기 복수의 발광 구간 중 첫 번째 발광 구간은, 상기 데이터 설정 구간과 시간적으로 연속되고,
 상기 복수의 발광 구간 각각은, 기설정된 시간 간격을 갖는 디스플레이 장치.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서,
 상기 영상 데이터 전압은,
 정전류원 데이터 전압 및 PWM(Pulse Width Modulation) 데이터 전압을 포함하고,
 상기 서브 픽셀 회로들 각각은,
 제 1 구동 트랜지스터를 포함하고, 상기 정전류원 데이터 전압에 기초하여 대응되는 무기 발광 소자로 정전류를 제공하기 위한 정전류원(Constant Current Generator) 회로; 및
 제 2 구동 트랜지스터를 포함하고, 상기 PWM 데이터 전압에 기초하여 상기 정전류가 상기 대응되는 무기 발광 소자로 제공되는 시간을 제어하기 위한 PWM 회로;를 포함하는 디스플레이 장치.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
 상기 정전류원 회로는,
 상기 스캔 신호에 기초하여, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 상기 정전류원 데이터 전압을 설정하고,
 상기 PWM 회로는,
 상기 스캔 신호에 기초하여, 상기 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 상기 PWM 데이터 전압을 설정하는 디스플레이 장치.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
 상기 정전류원 회로는,
 상기 에미션 신호에 기초하여, 상기 설정된 정전류원 데이터 전압에 대응되는 크기의 정전류를 상기 대응되는 무기 발광 소자로 제공하고,
 상기 PWM 회로는,
 상기 에미션 신호 및 두 전압 사이를 스위칭하는 스위칭 전압에 기초하여,
 상기 정전류가 상기 설정된 PWM 데이터 전압에 대응되는 시간 동안 상기

- 대응되는 무기 발광 소자를 흐르도록 상기 정전류원 회로를 제어하는 디스플레이 장치.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 정전류원 회로는,
상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 구동 전압이 인가된 동안 상기 대응되는 무기 발광 소자로 상기 정전류를 제공하고,
상기 PWM 회로는,
상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자의 전압이 상기 스위 전압의 변화에 따라 변화하는 동안, 상기 제 2 구동 트랜지스터가 온되는 시간 구간에서, 상기 구동 전압을 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 인가하고,
상기 제 2 구동 트랜지스터가 온되는 시간 구간은,
상기 PWM 데이터 전압의 크기에 기초하여 달라지는 디스플레이 장치.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 스위 전압은, 제 1 전압에서 제 2 전압으로 선형 변화하는 전압이 연속하여 반복되는 형태의 입력 스위 신호 중 상기 에미션 신호에 기초하여 선택된 일부이고,
상기 디스플레이 패널의 서브 픽셀 회로들에는, 동일한 입력 스위 신호가 인가되는 디스플레이 장치.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
상기 스위 전압은, 상기 복수의 발광 구간 각각에서, 상기 제 1 전압과 상기 제 2 전압 사이를 1회 스위칭하며,
상기 스위 전압에서 상기 제 1 전압과 상기 제 2 전압 사이를 스위칭하기 시작하는 시작 전압은, 로우 라인에 기초하여 변화하는 디스플레이 장치.
- [청구항 11] 제 3 항에 있어서,
상기 서브 픽셀 회로들은,
상기 복수의 발광 구간 각각에서는 제 1 구동 전압에 의해 구동되고, 상기 데이터 설정 구간에서는 상기 제 1 구동 전압과는 별도의 제 2 구동 전압에 의해 구동되는 디스플레이 장치.
- [청구항 12] 제 5 항에 있어서,
상기 제 2 구동 트랜지스터의 드레인 단자는, 상기 제 1 구동 트랜지스터의 소스 단자에 연결되고,
상기 서브 픽셀 회로는,
상기 제 1 구동 트랜지스터의 드레인 단자 및 상기 센싱부 사이에 연결된 제 1 트랜지스터;를 포함하는 디스플레이 장치.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 특정 전압은,

정전류원 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 각각 인가되는 제 1 특정 전압 및 제 2 특정 전압, 및 PWM 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터의 게이트 단자에 각각 인가되는 제 3 특정 전압 및 제 4 특정 전압을 포함하고, 상기 센싱부는, 상기 정전류원 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 트랜지스터가 온된 동안, 상기 제 1 및 제 2 특정 전압에 기초하여 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 1 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 제 1 전류에 대응되는 제 1 센싱 데이터를 출력하고, 상기 PWM 회로 센싱 구간에서 상기 제 1 트랜지스터가 온된 동안, 상기 제 3 및 제 4 특정 전압에 기초하여 상기 제 1 및 제 2 구동 트랜지스터를 흐르는 제 2 전류를 센싱하고, 상기 센싱된 제 2 전류에 대응되는 제 2 센싱 데이터를 출력하는 디스플레이 장치.

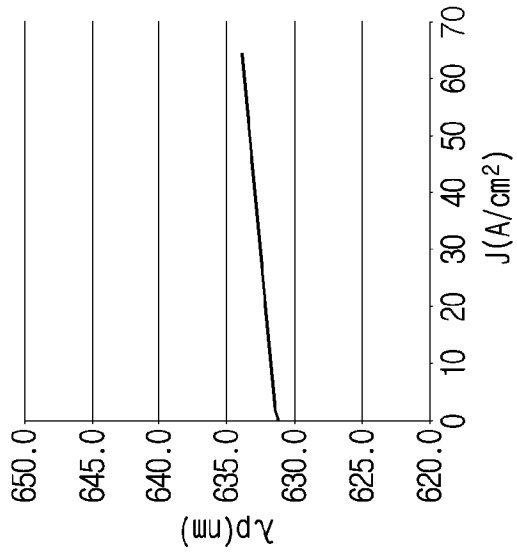
[청구항 14]

제 13 항에 있어서, 상기 정전류원 회로 센싱 구간에서, 상기 제 1 특정 전압에 기초한 상기 제 1 구동 트랜지스터의 턴온 저항은, 상기 제 2 특정 전압에 기초한 상기 제 2 구동 트랜지스터의 턴온 저항보다 크고, 상기 제 1 전류의 크기는, 상기 제 1 특정 전압에 의해 결정되며, 상기 PWM 회로 센싱 구간에서, 상기 제 3 특정 전압에 기초한 상기 제 1 구동 트랜지스터의 턴온 저항은, 상기 제 4 특정 전압에 기초한 상기 제 2 구동 트랜지스터의 턴온 저항보다 작고, 상기 제 2 전류의 크기는, 상기 제 4 특정 전압에 의해 결정되는 디스플레이 장치.

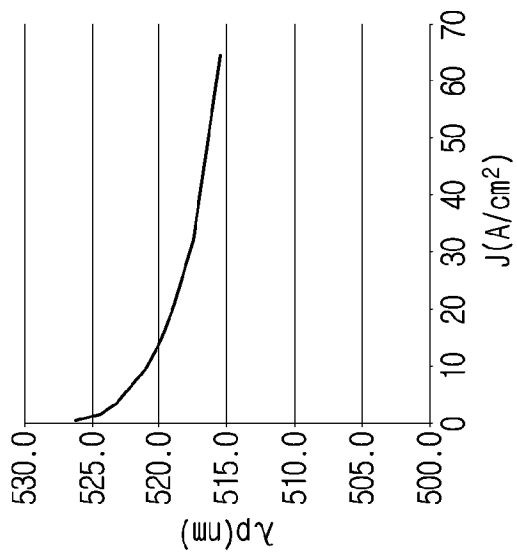
[청구항 15]

제 13 항에 있어서, 상기 보정부는, 상기 제 1 센싱 데이터에 기초하여 상기 정전류원 데이터 전압을 보정하고, 상기 제 2 센싱 데이터에 기초하여 상기 PWM 데이터 전압을 보정하는 디스플레이 장치.

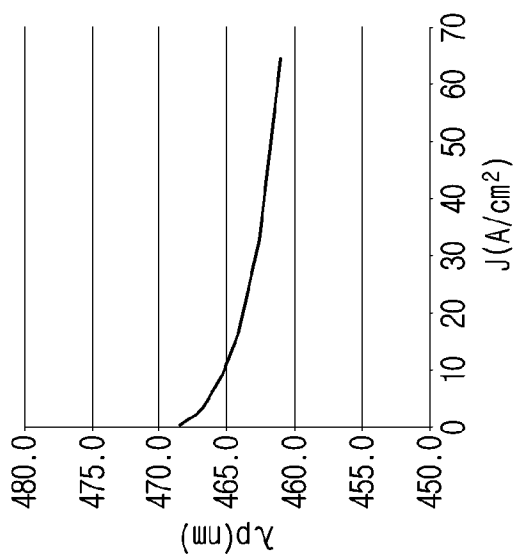
[도 1]



RED

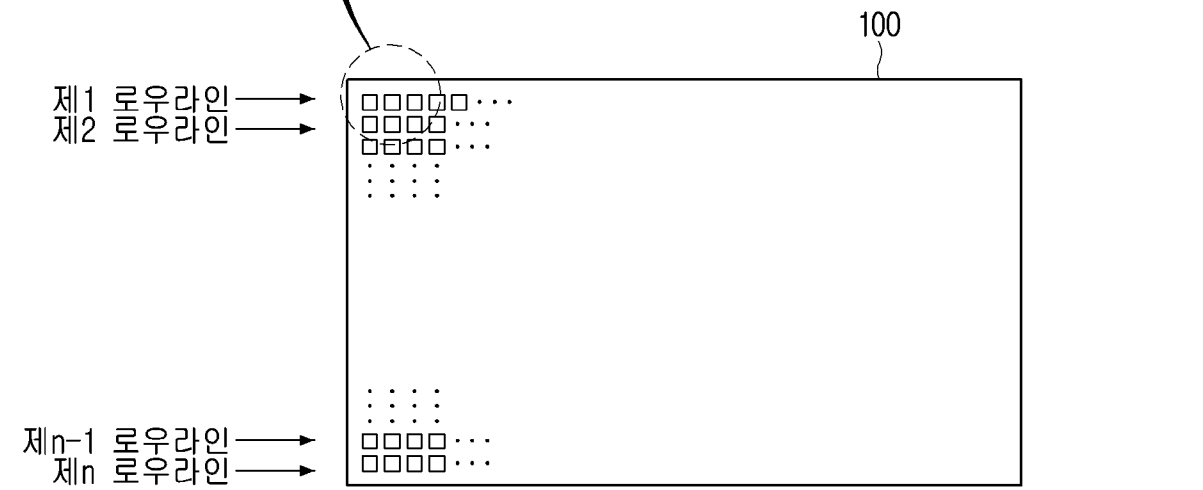
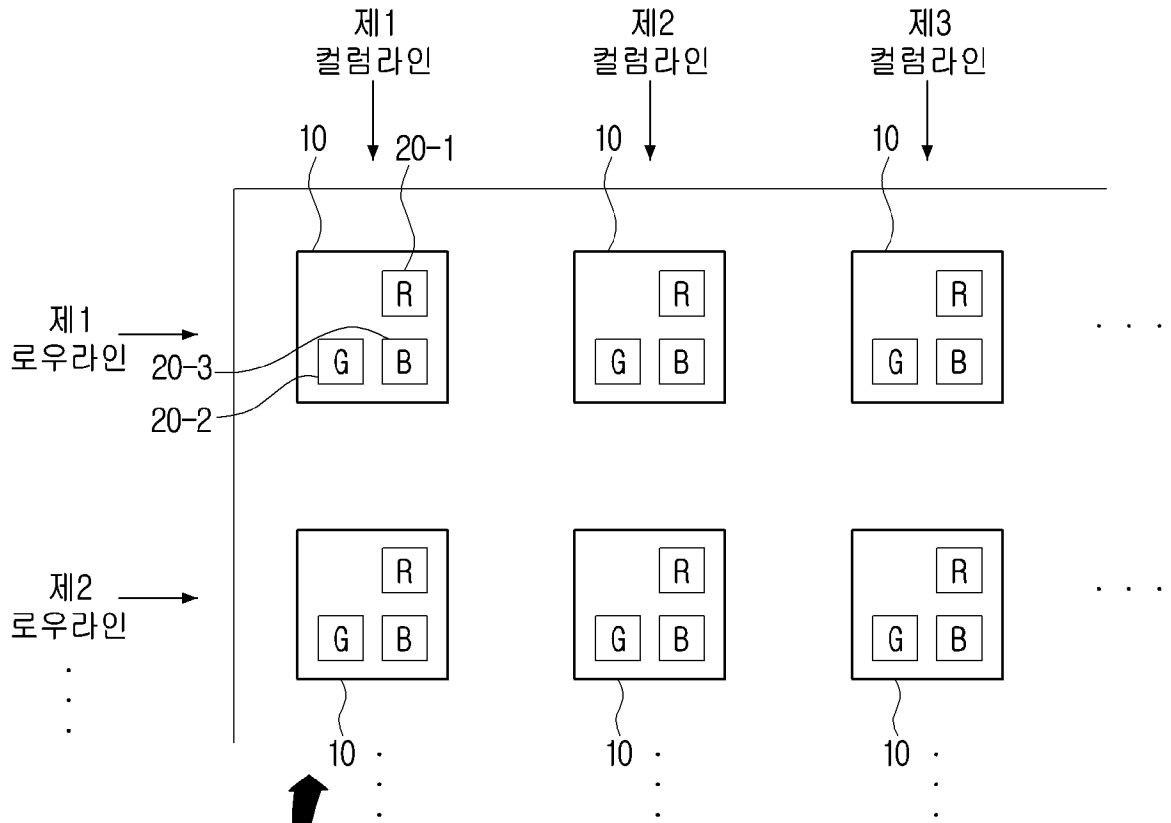


GREEN

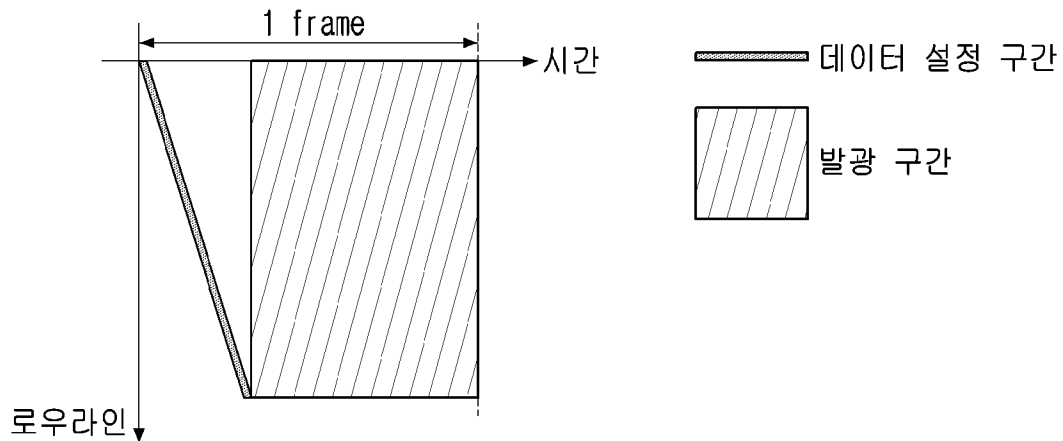


BLUE

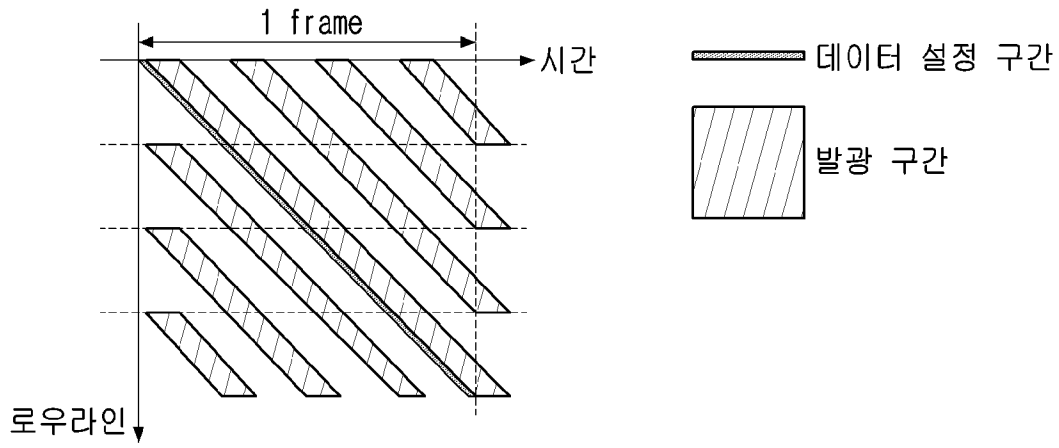
[도2]



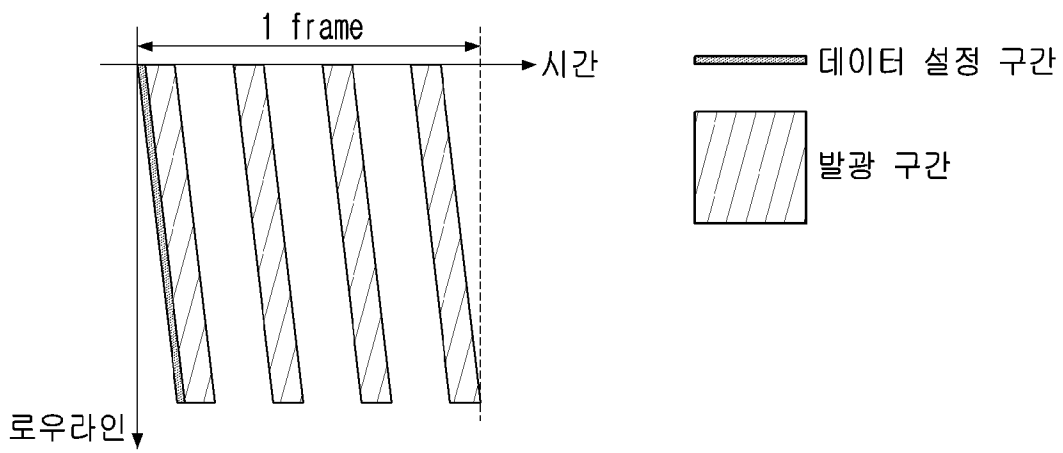
[도3a]



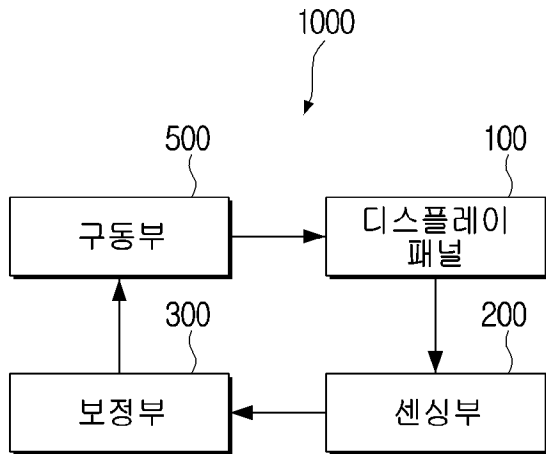
[도3b]



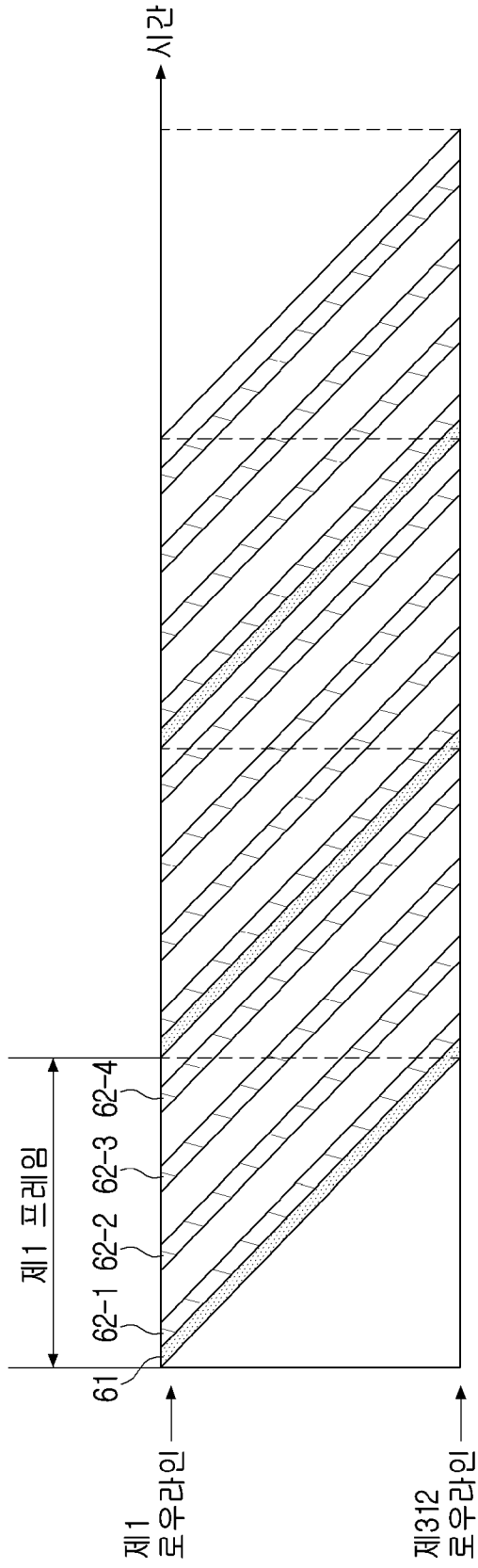
[도3c]



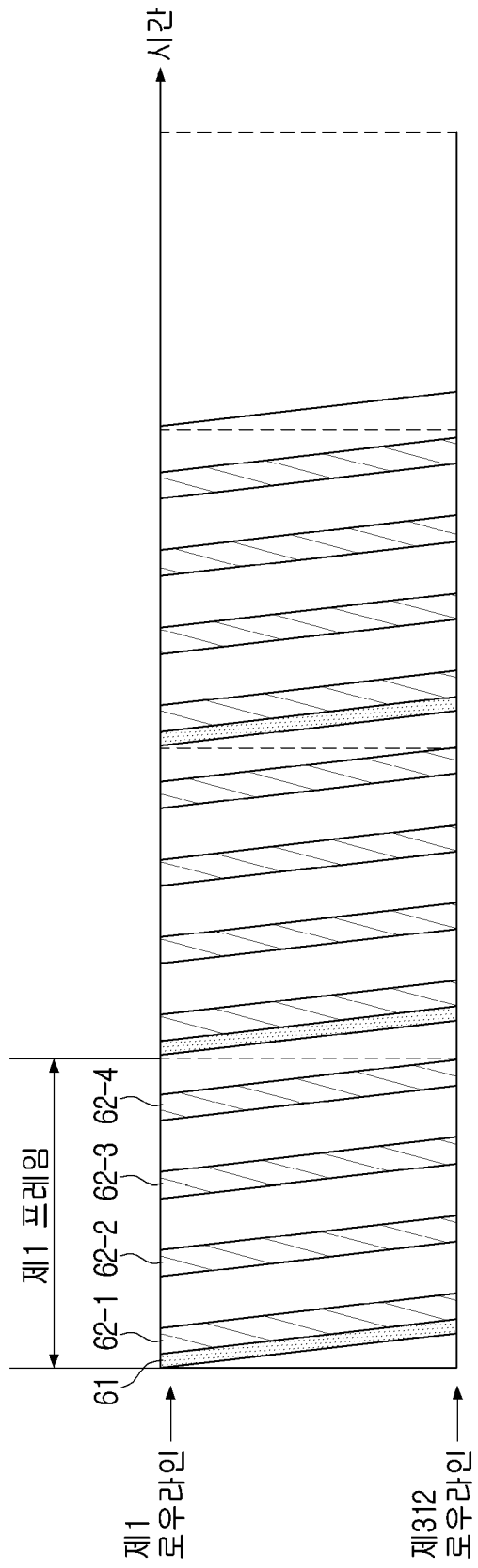
[도4]



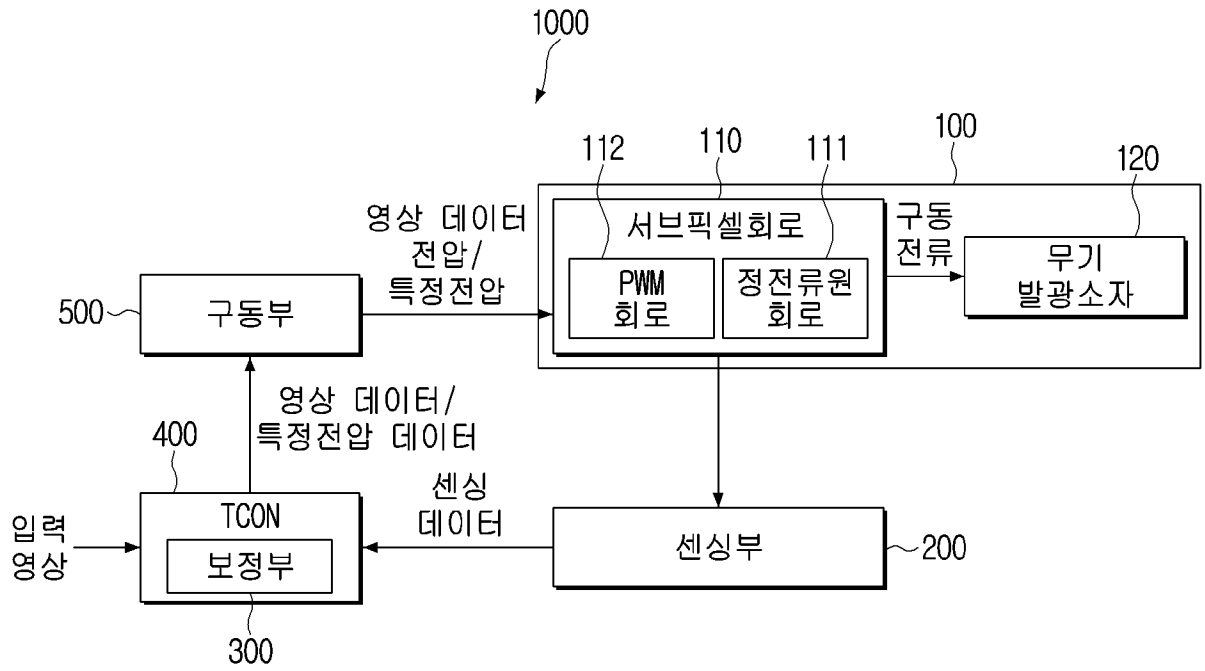
[도5a]



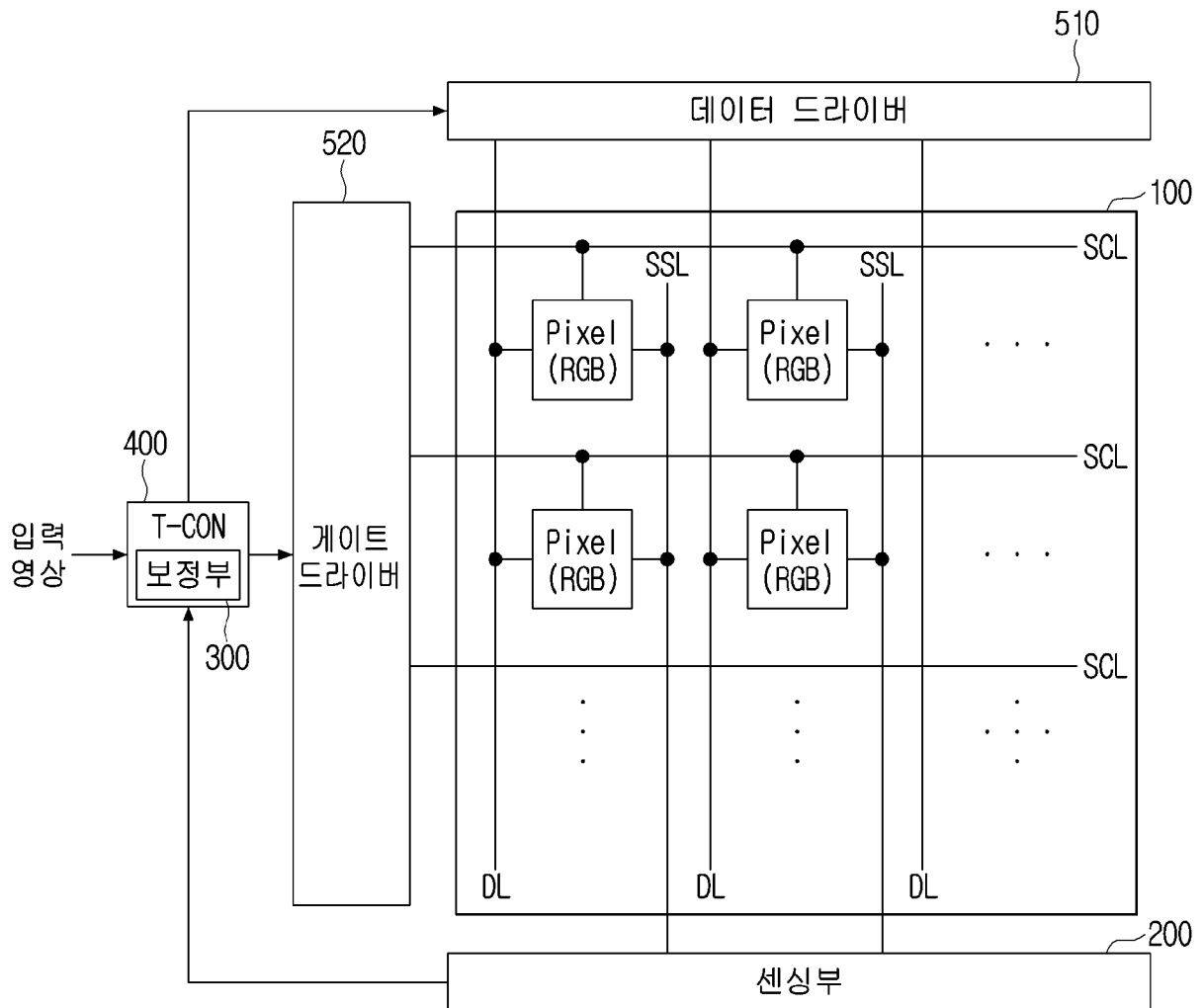
[도5b]



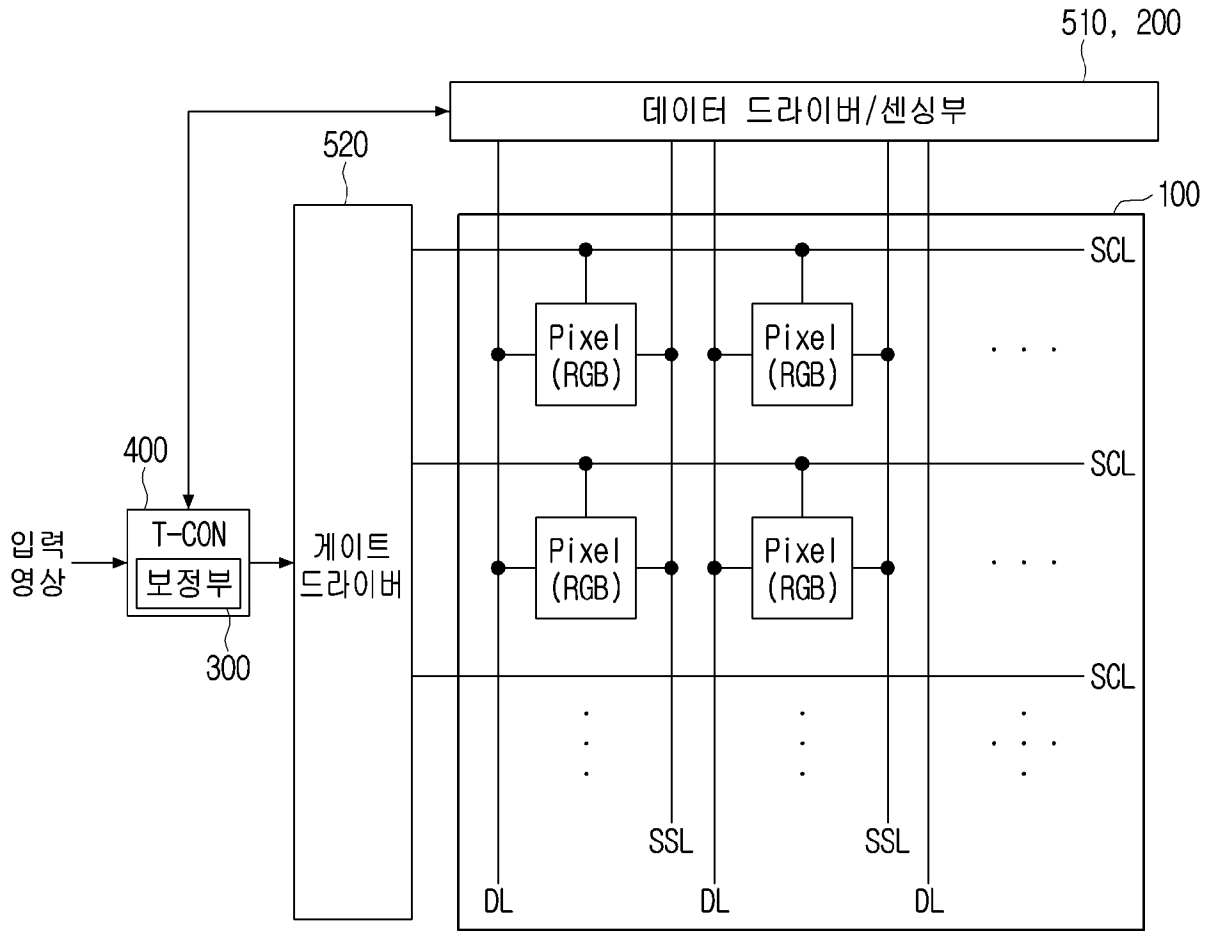
[도6]



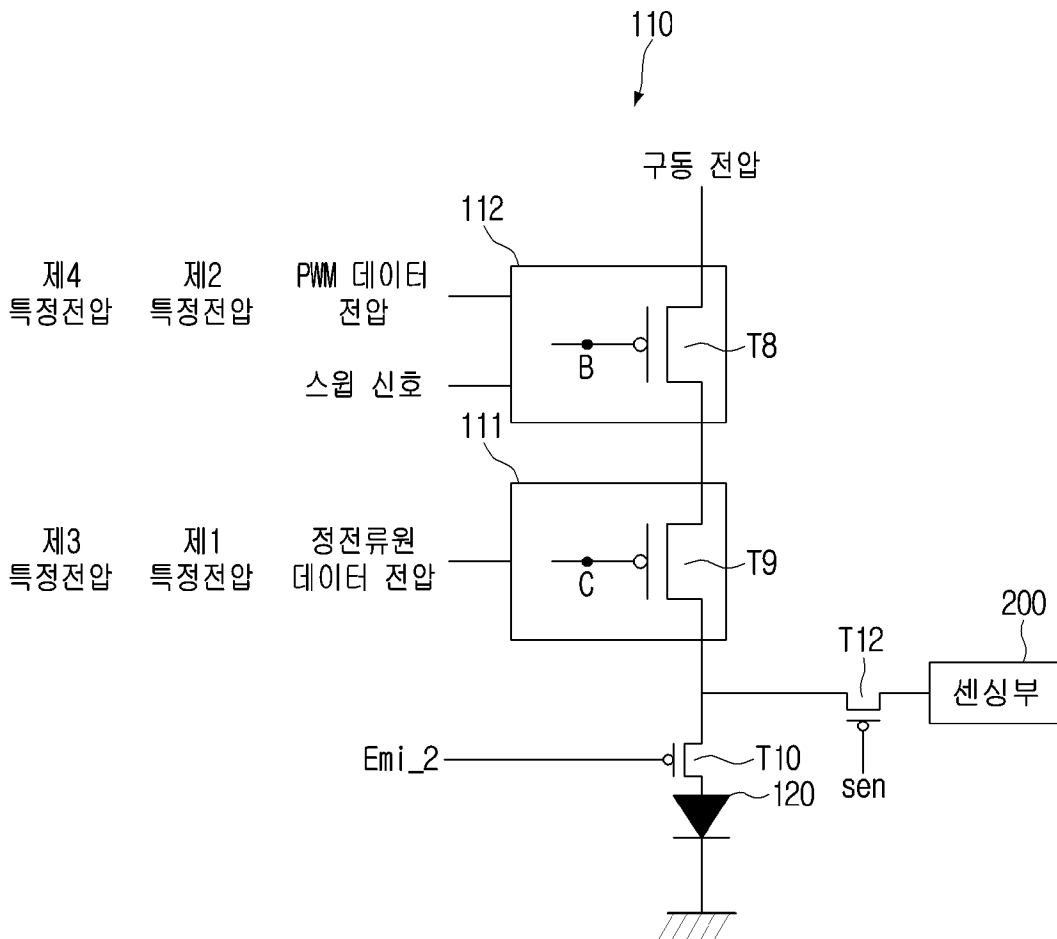
[도7a]



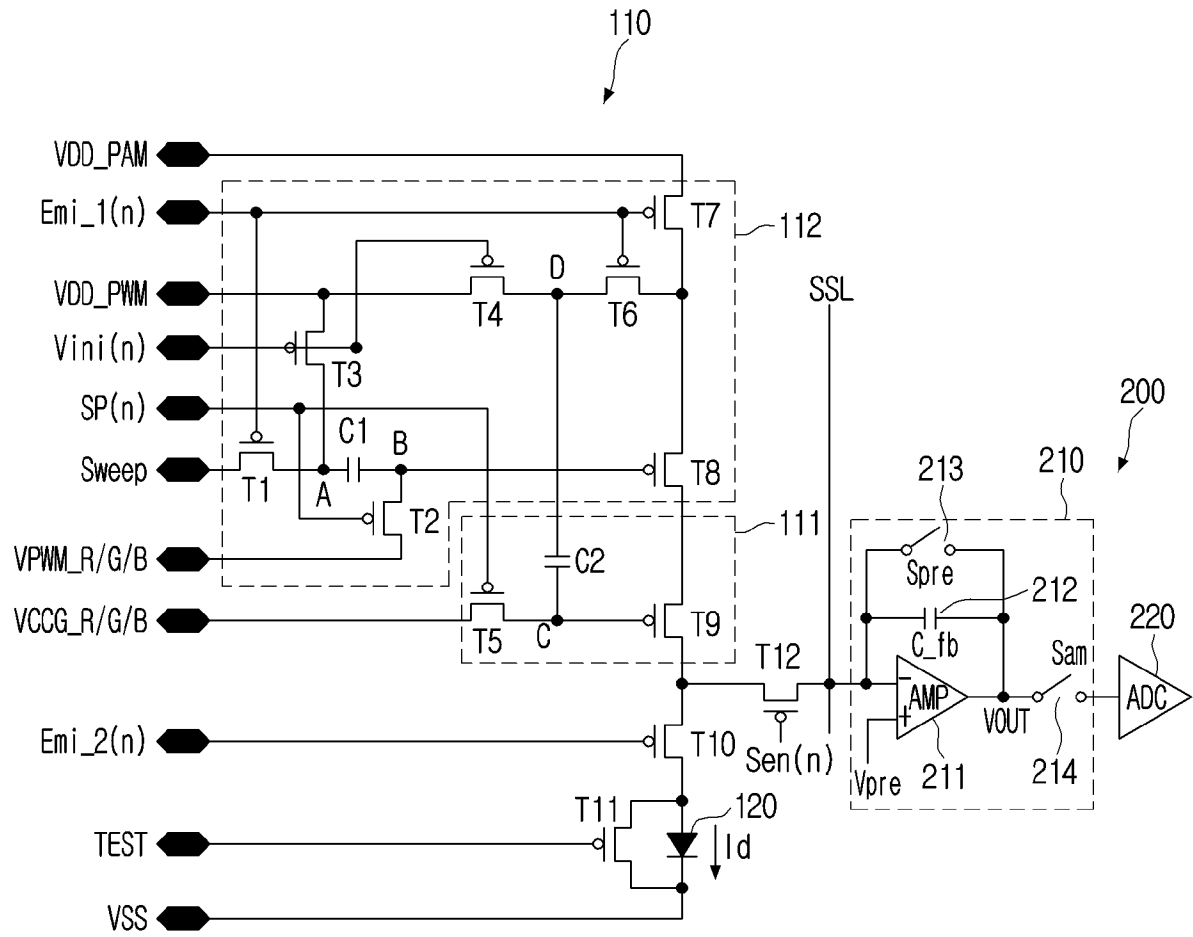
[도7b]



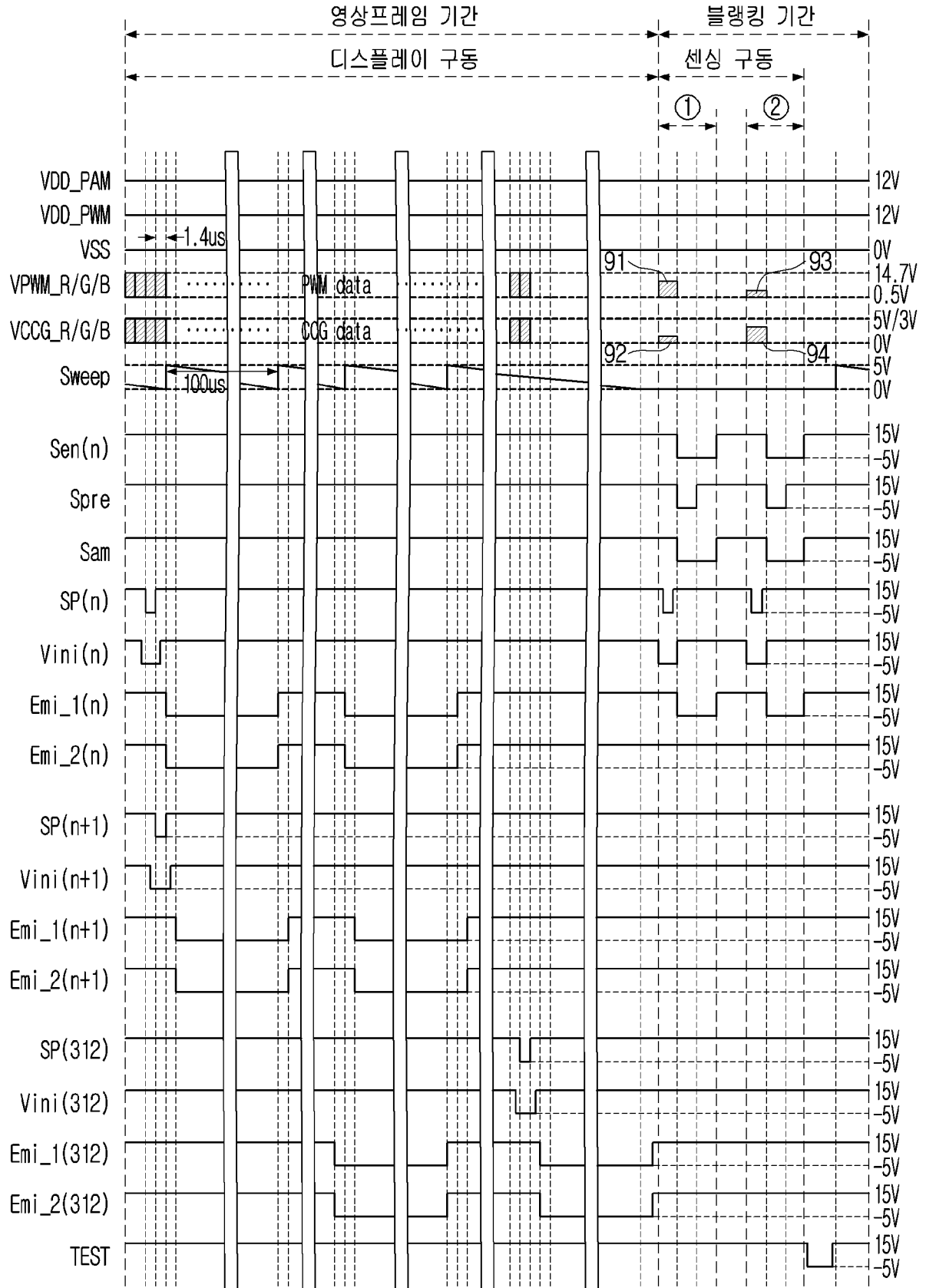
[도8]



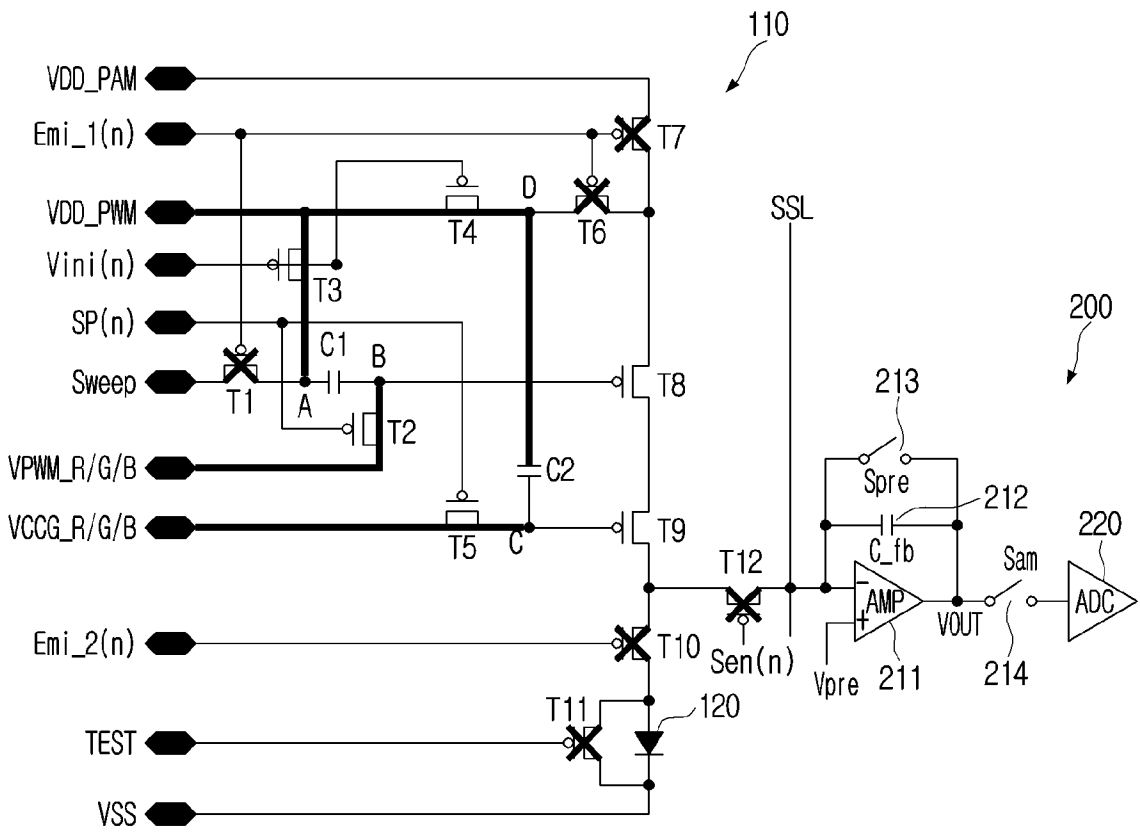
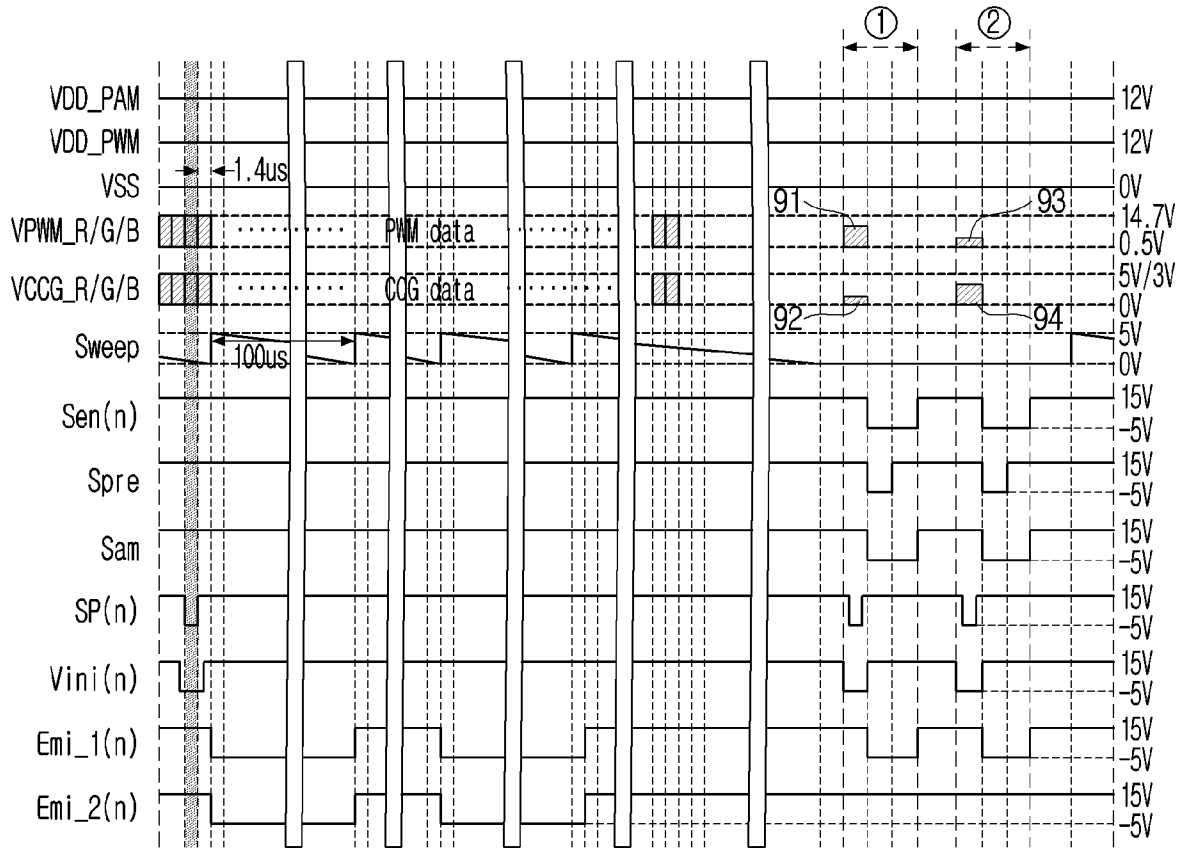
[도9a]



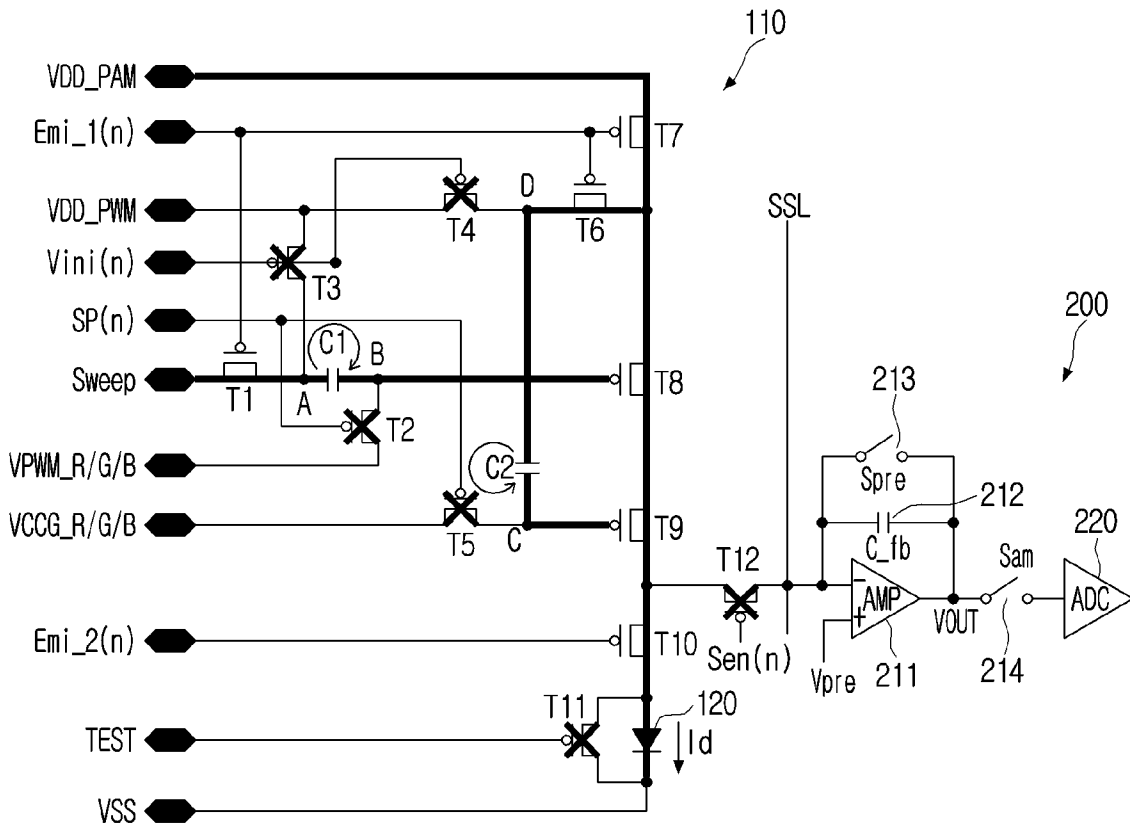
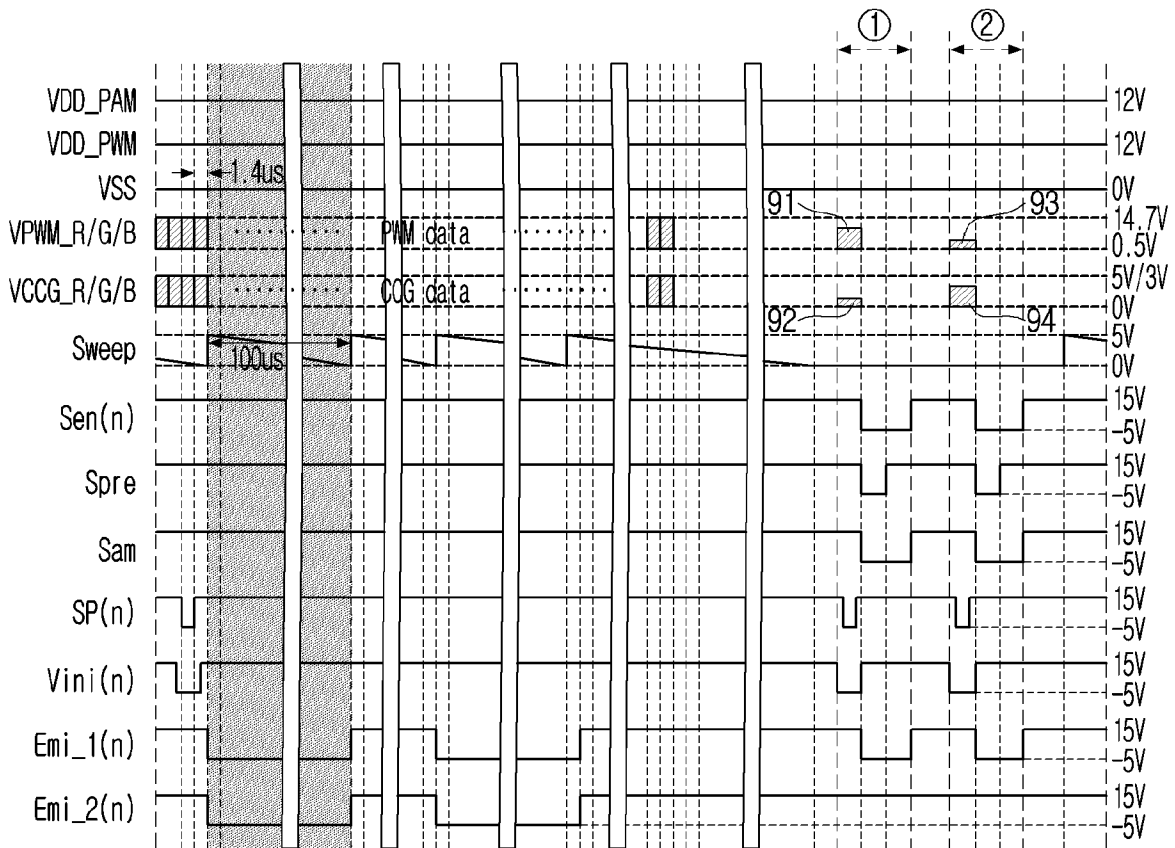
[도9b]



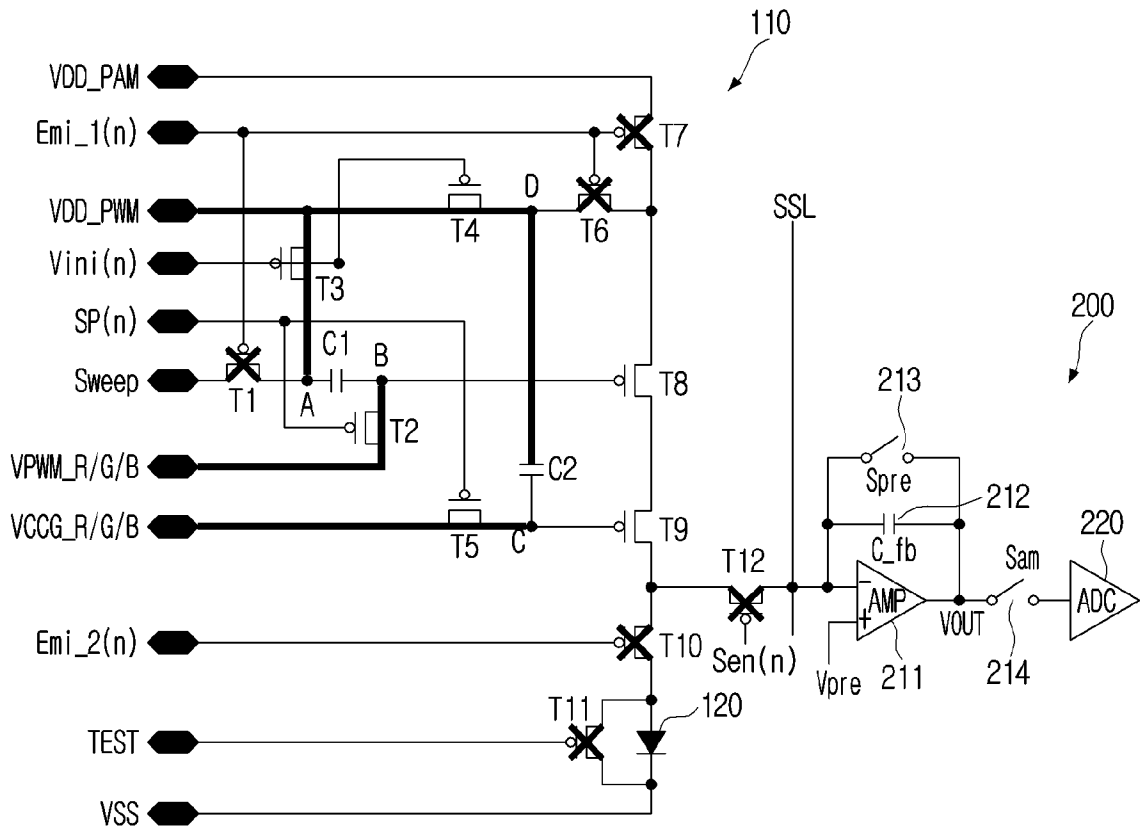
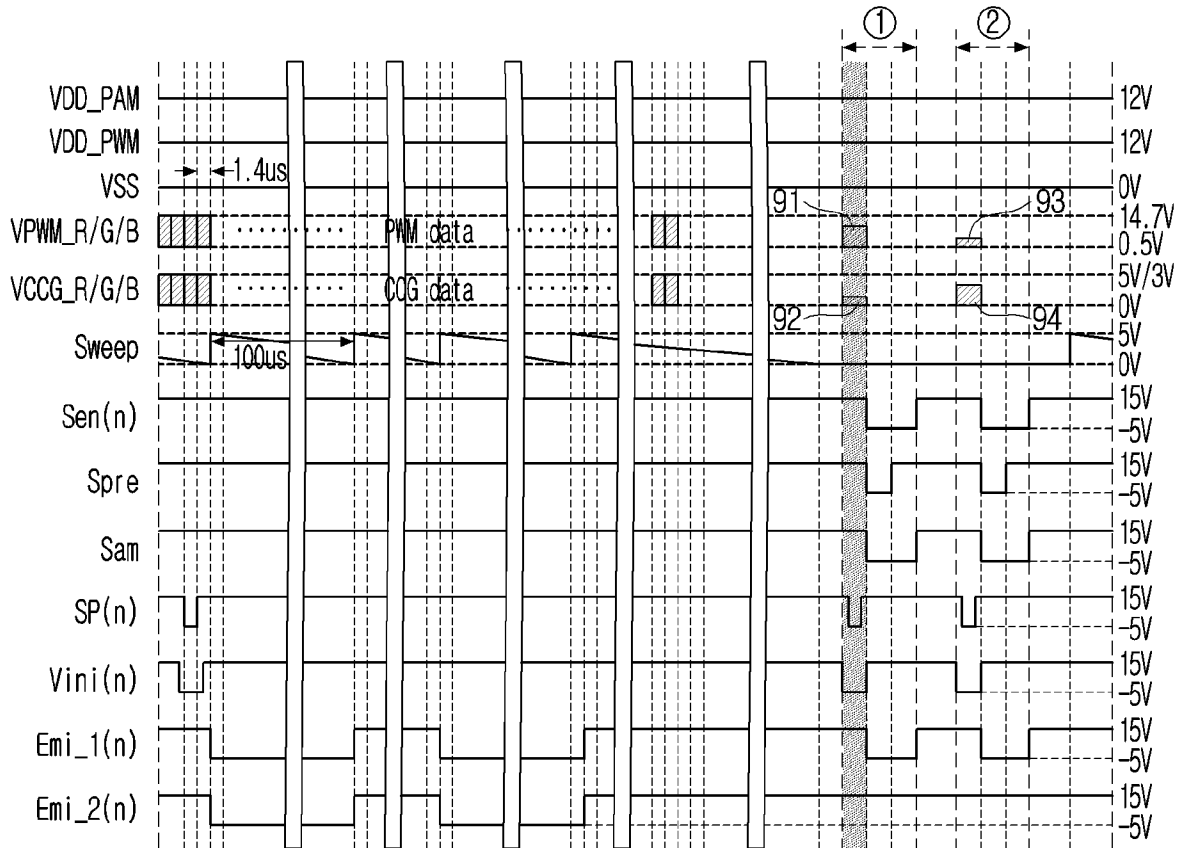
[도 10a]



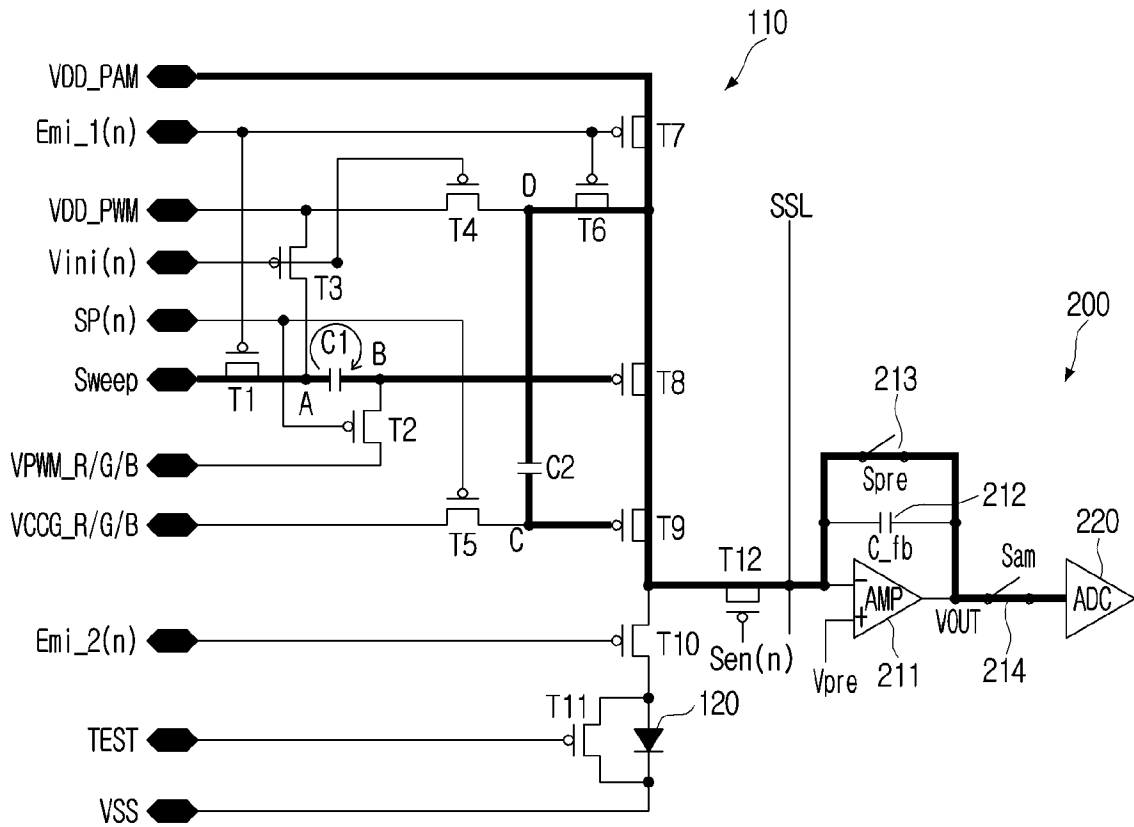
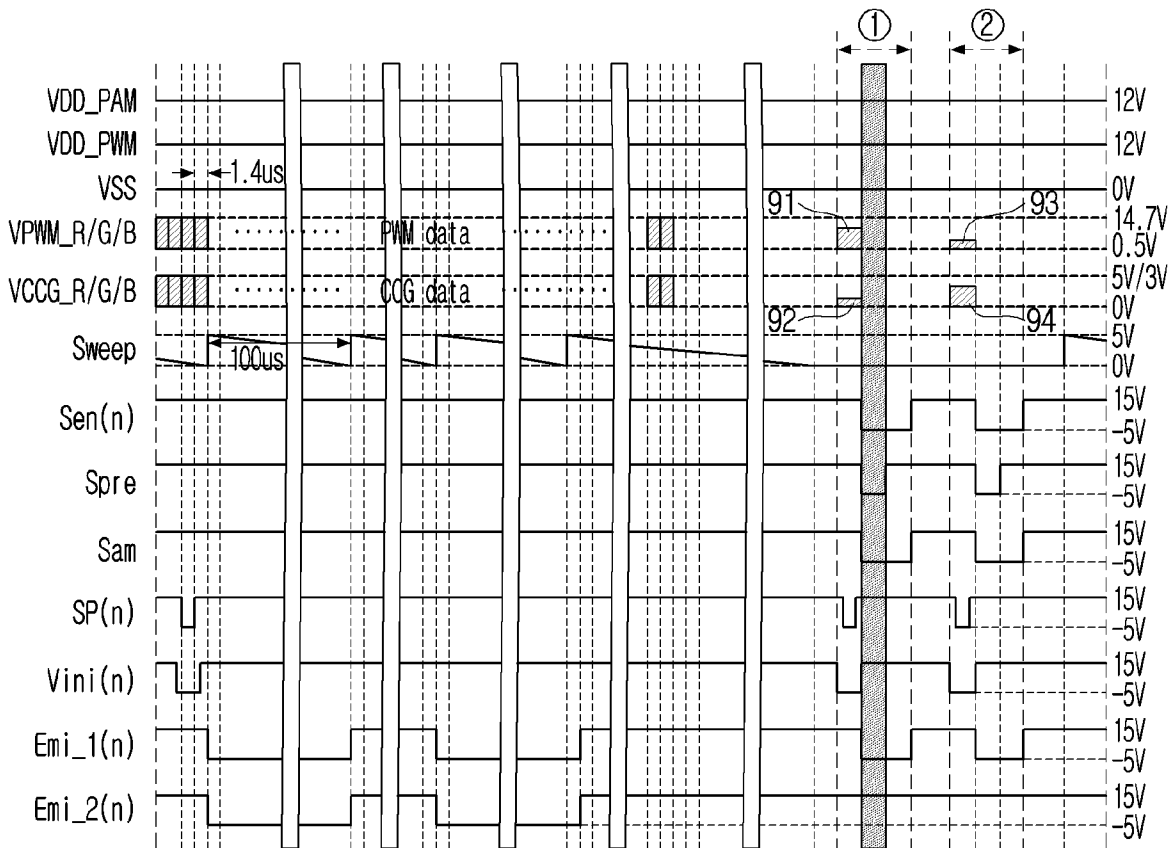
[도 10b]



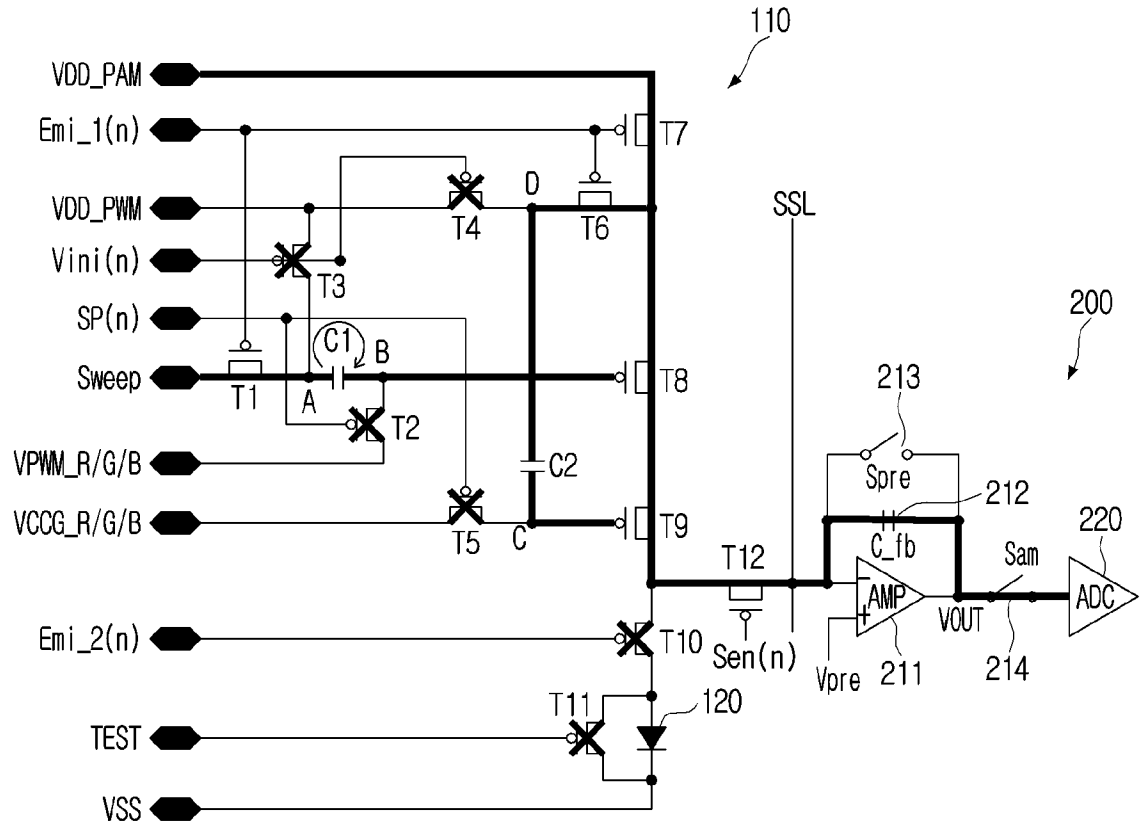
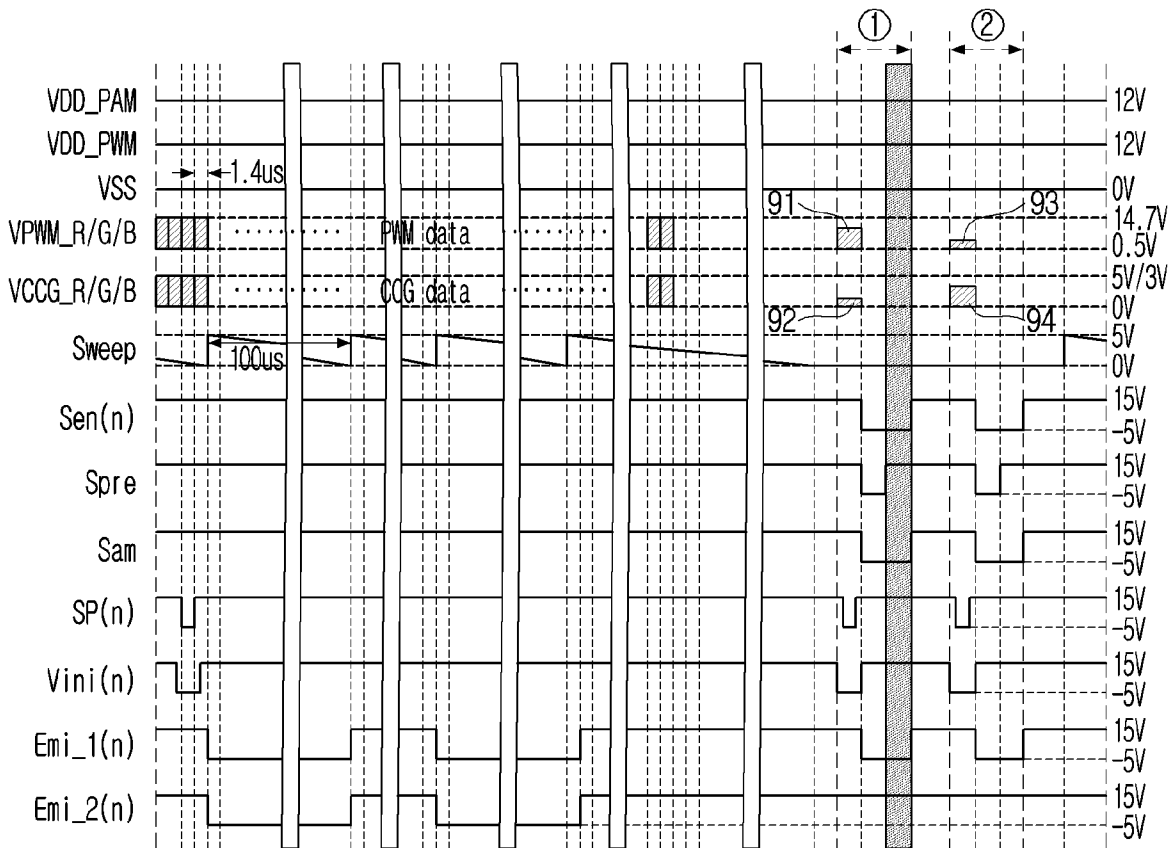
[도 10c]



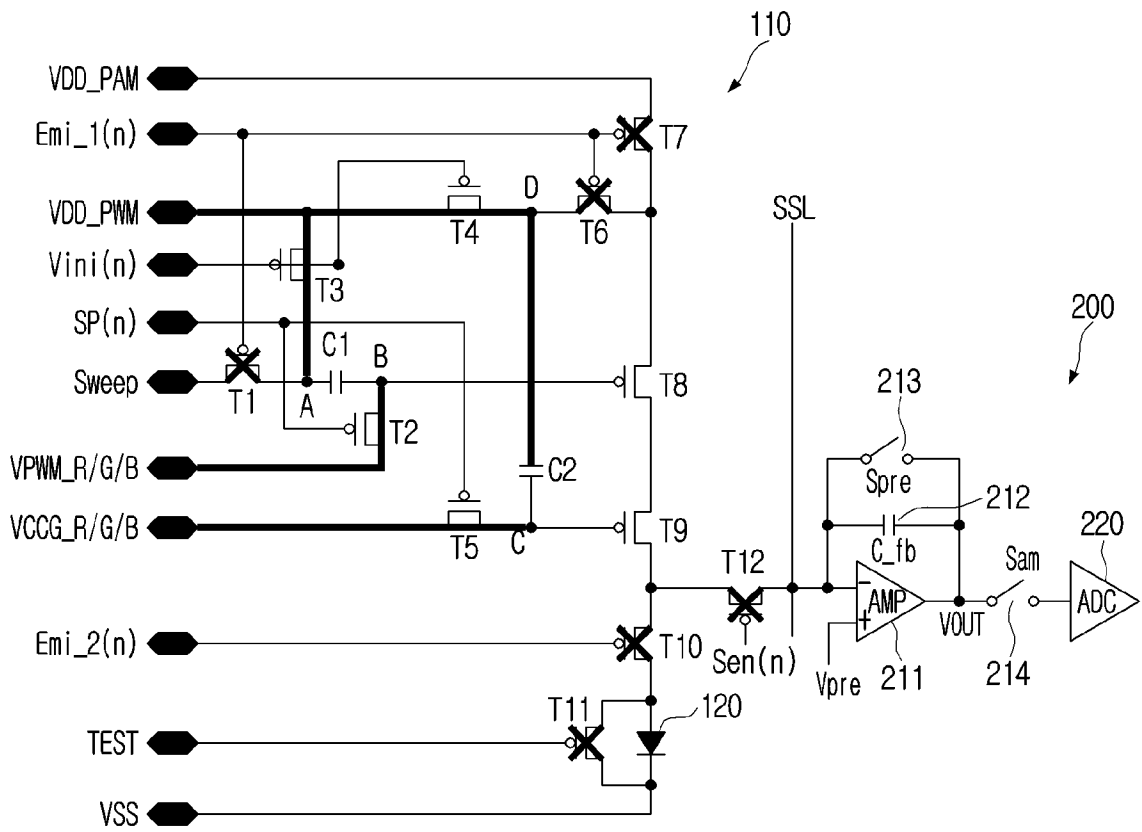
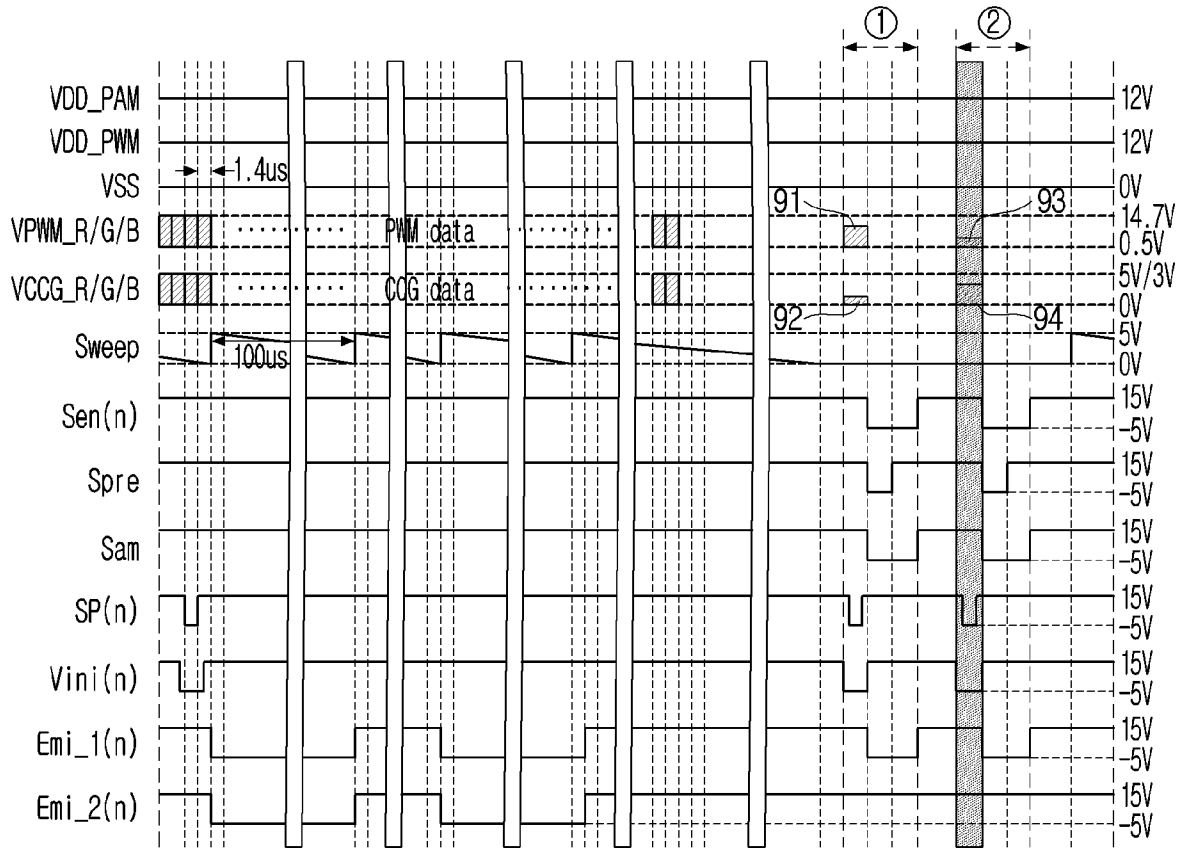
[도 10d]



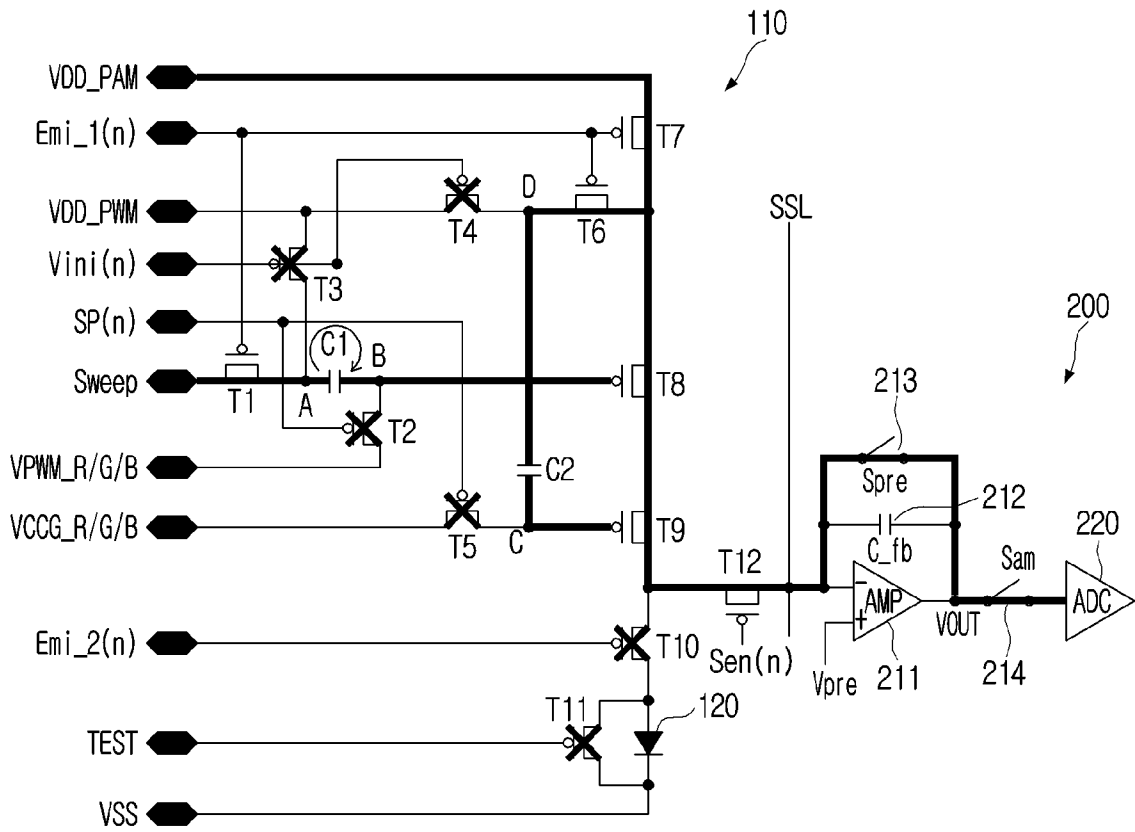
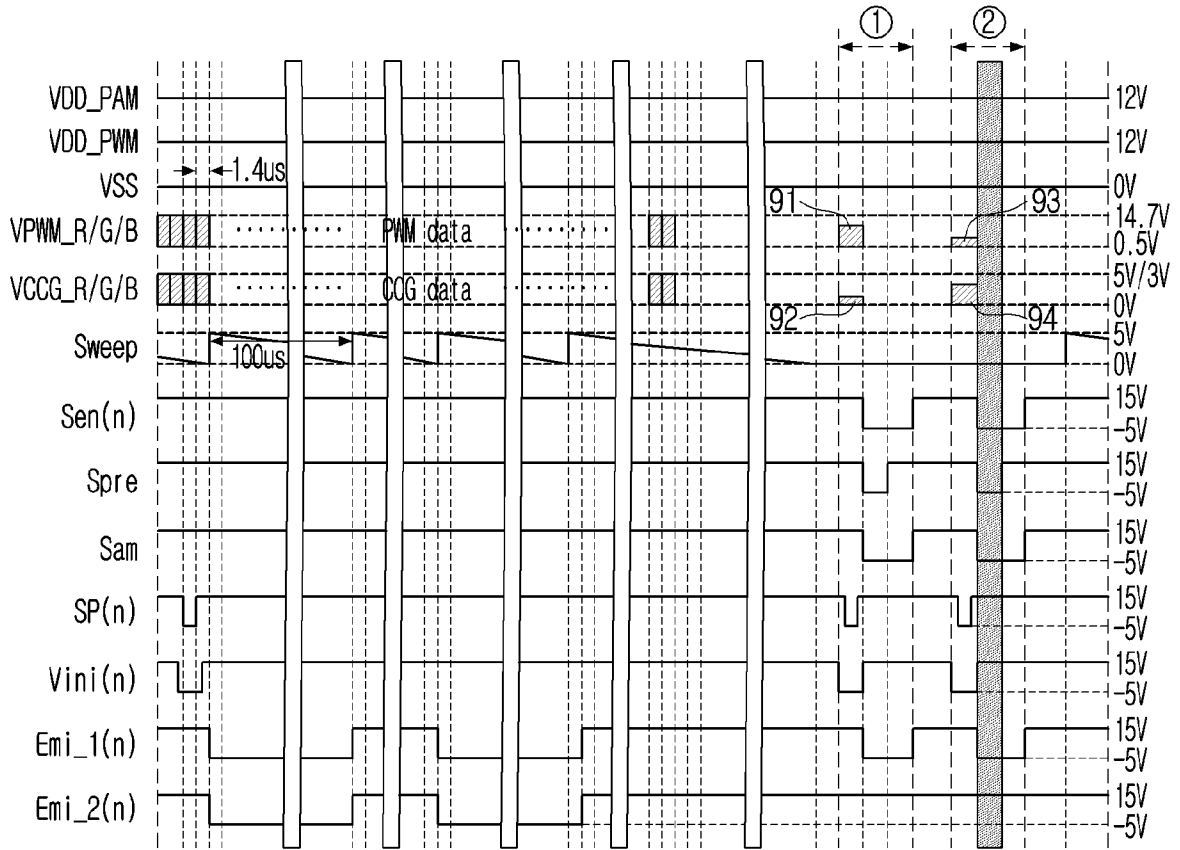
[도 10e]



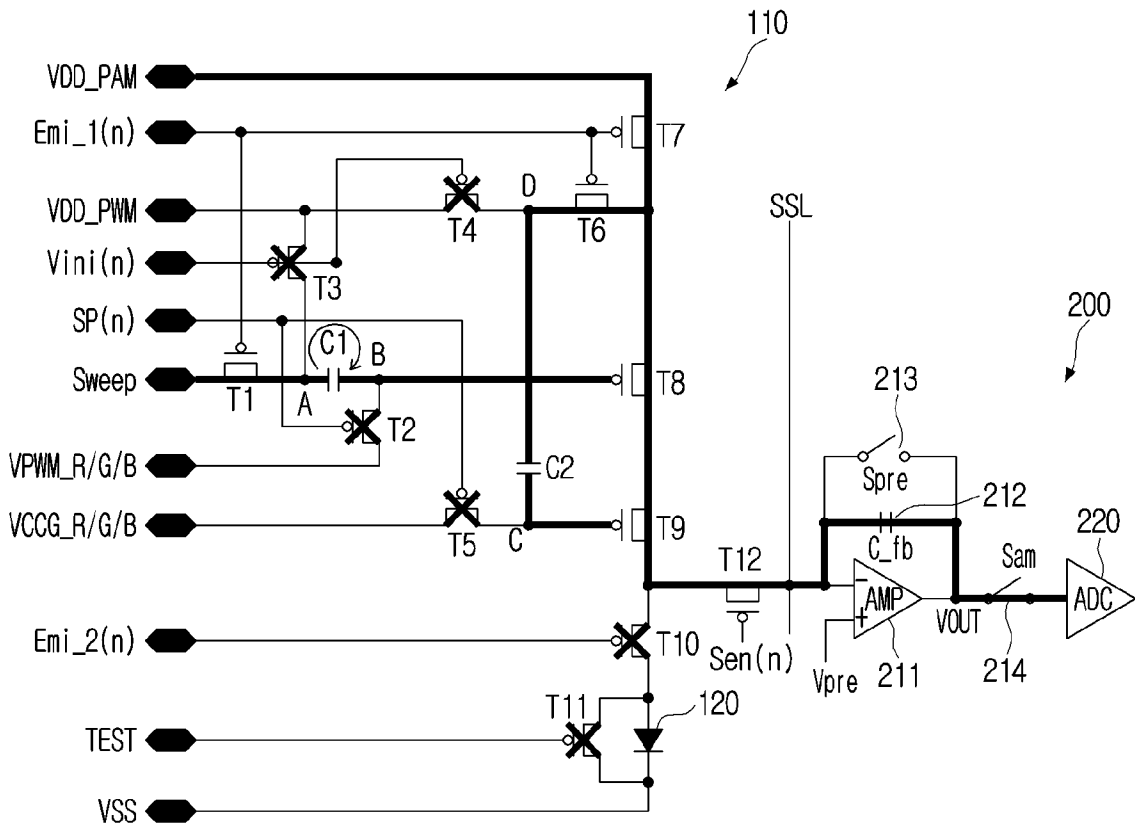
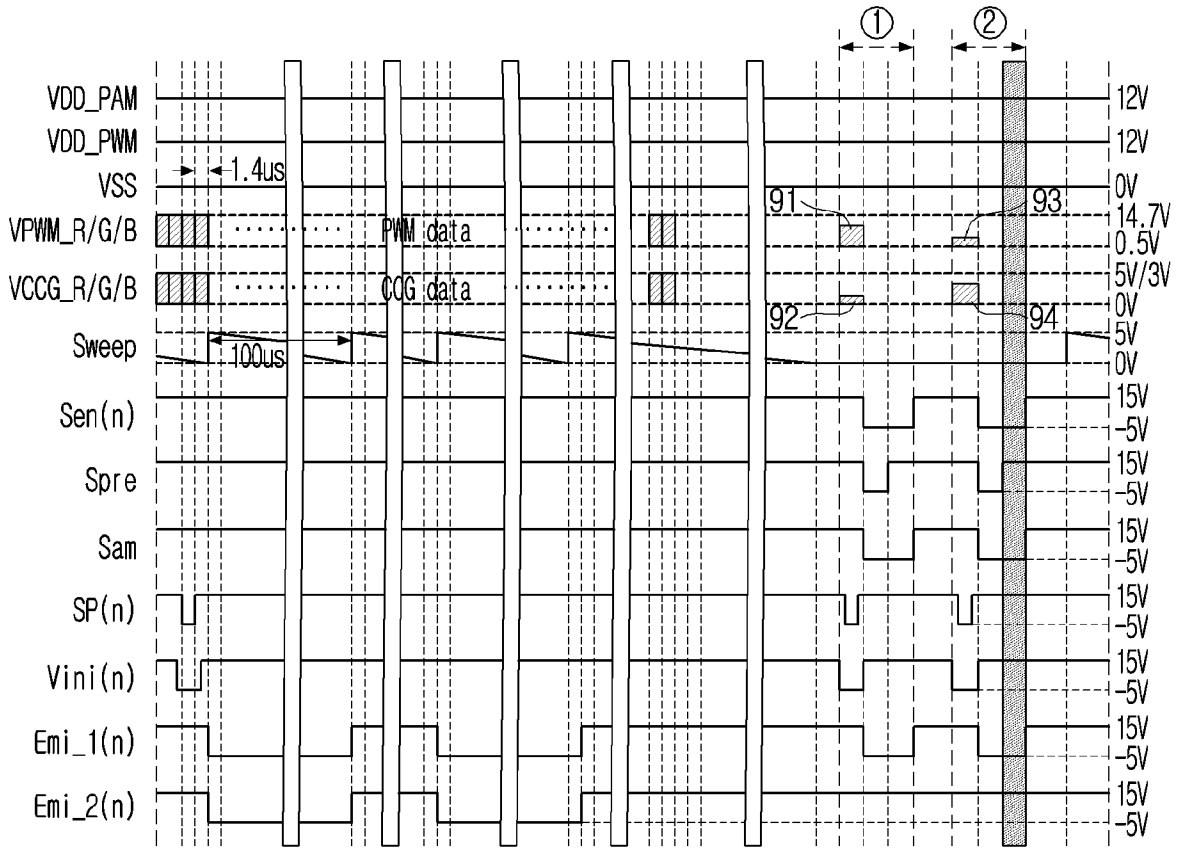
[도 10f]



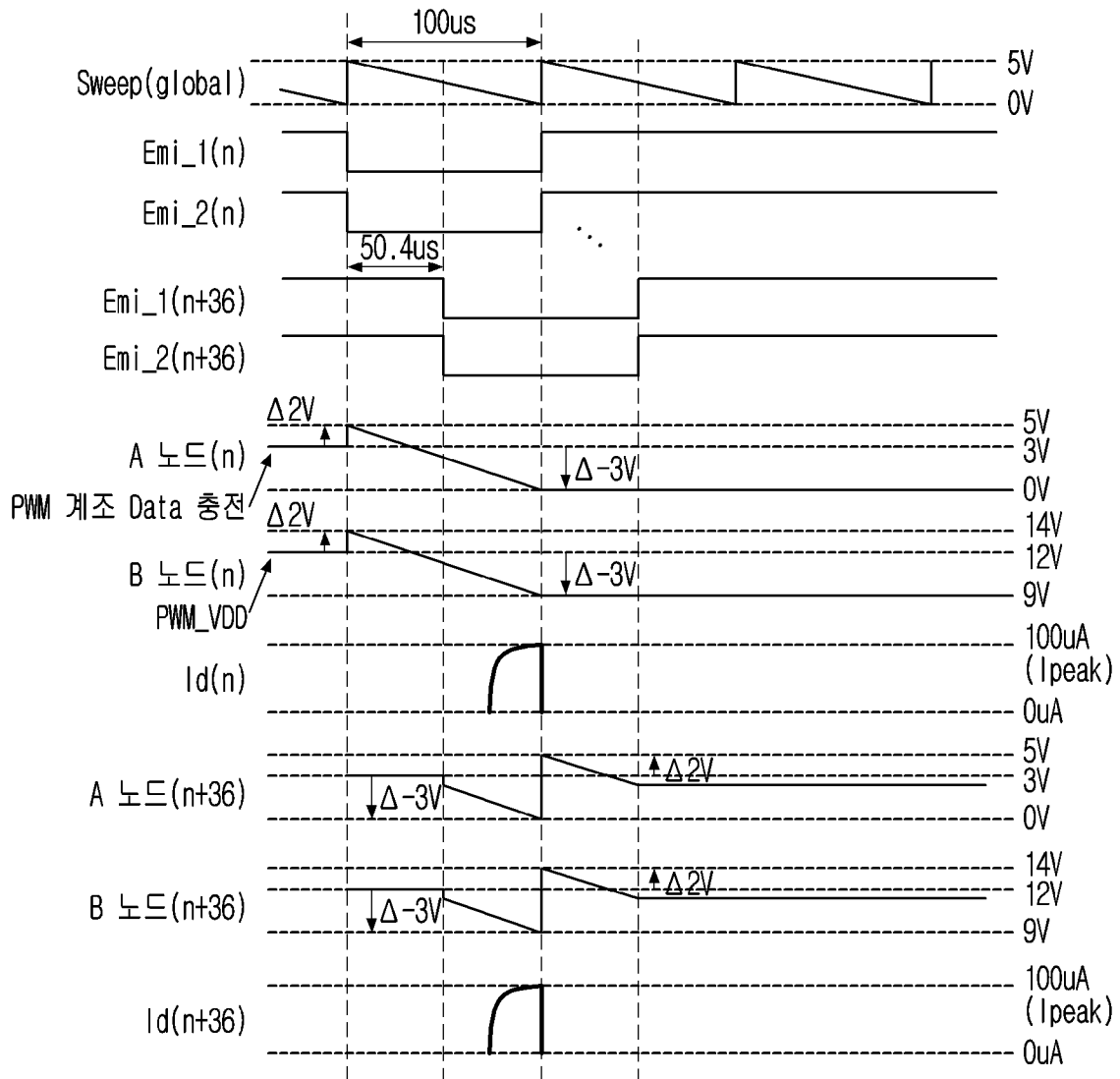
[도 10g]



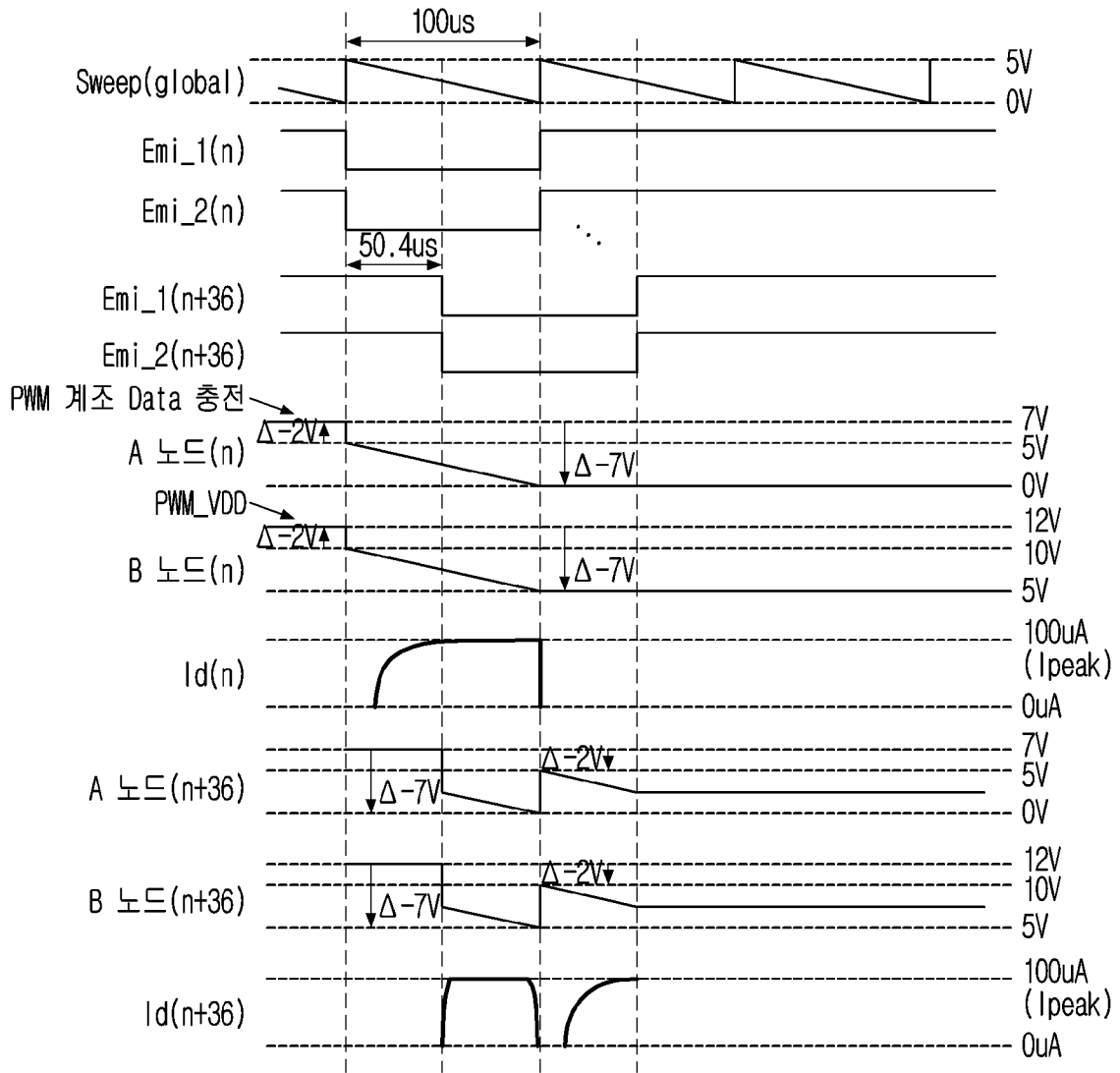
[도 10h]



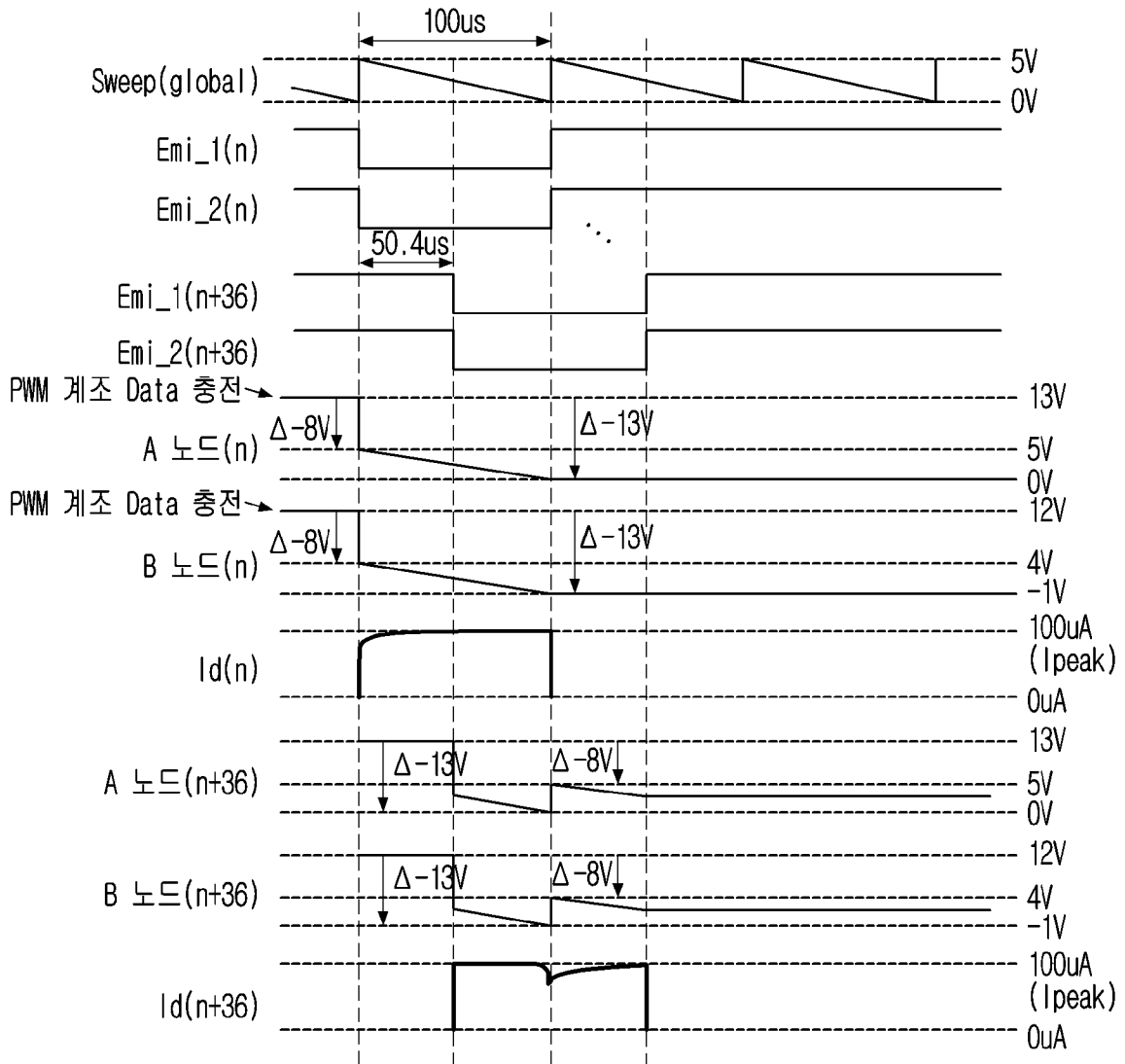
[도 11a]



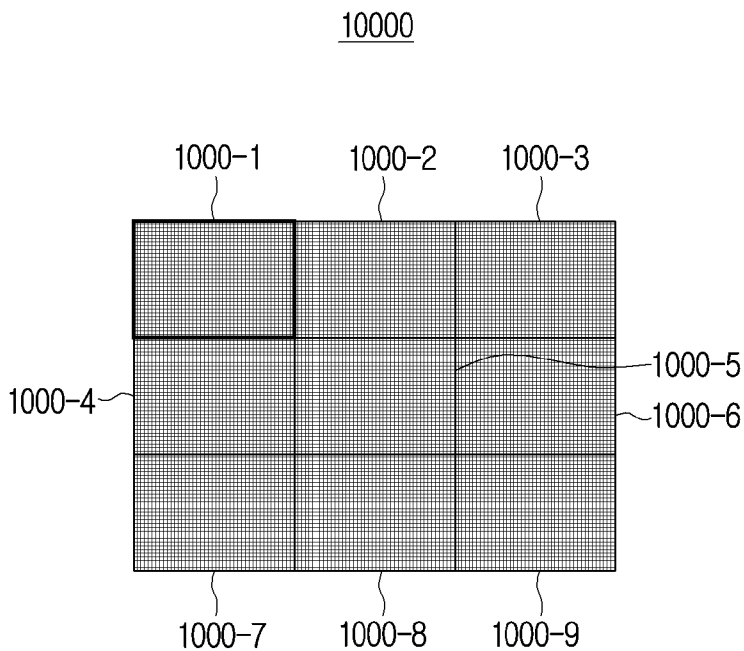
[도 11b]



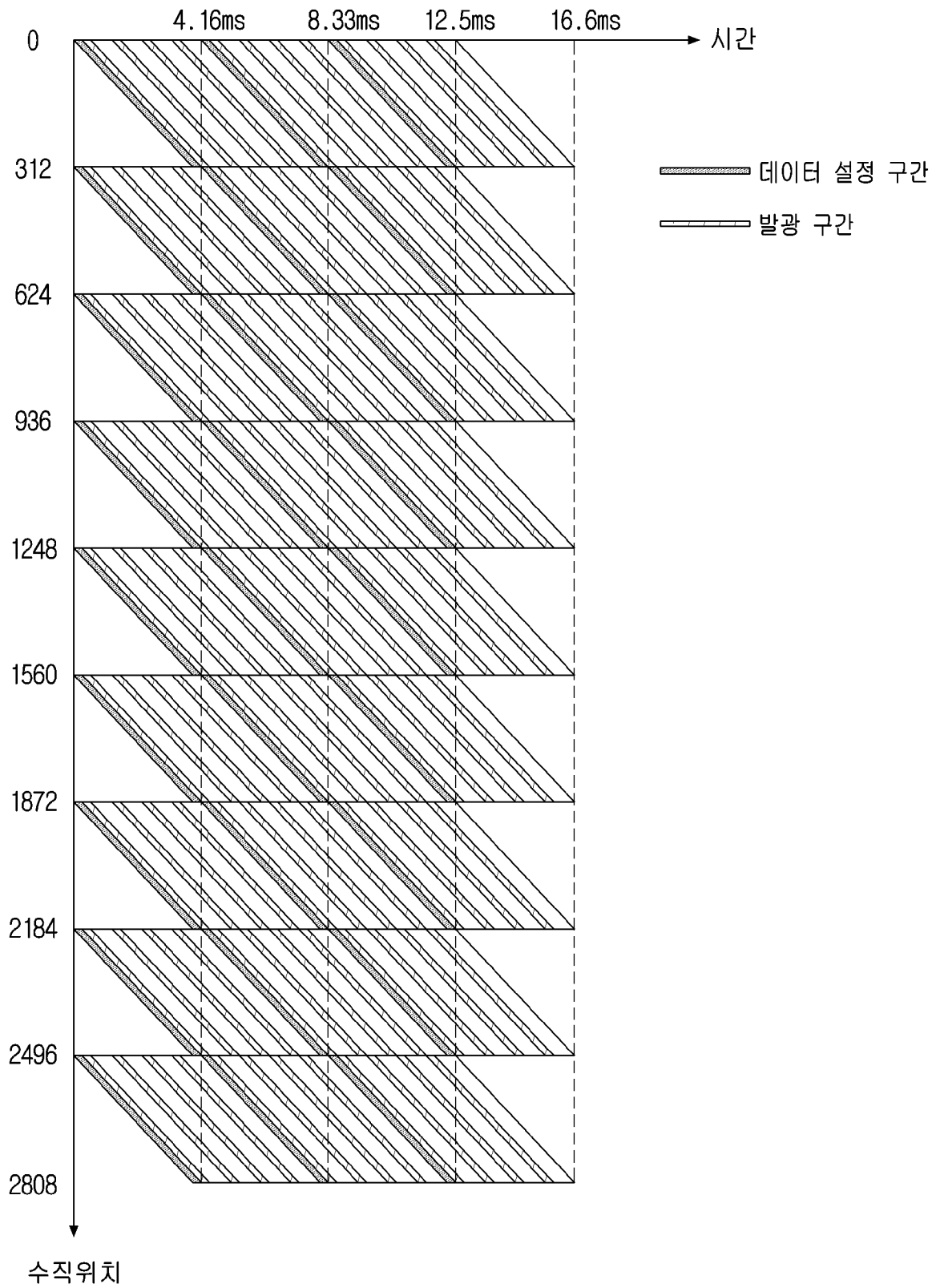
[도 11c]



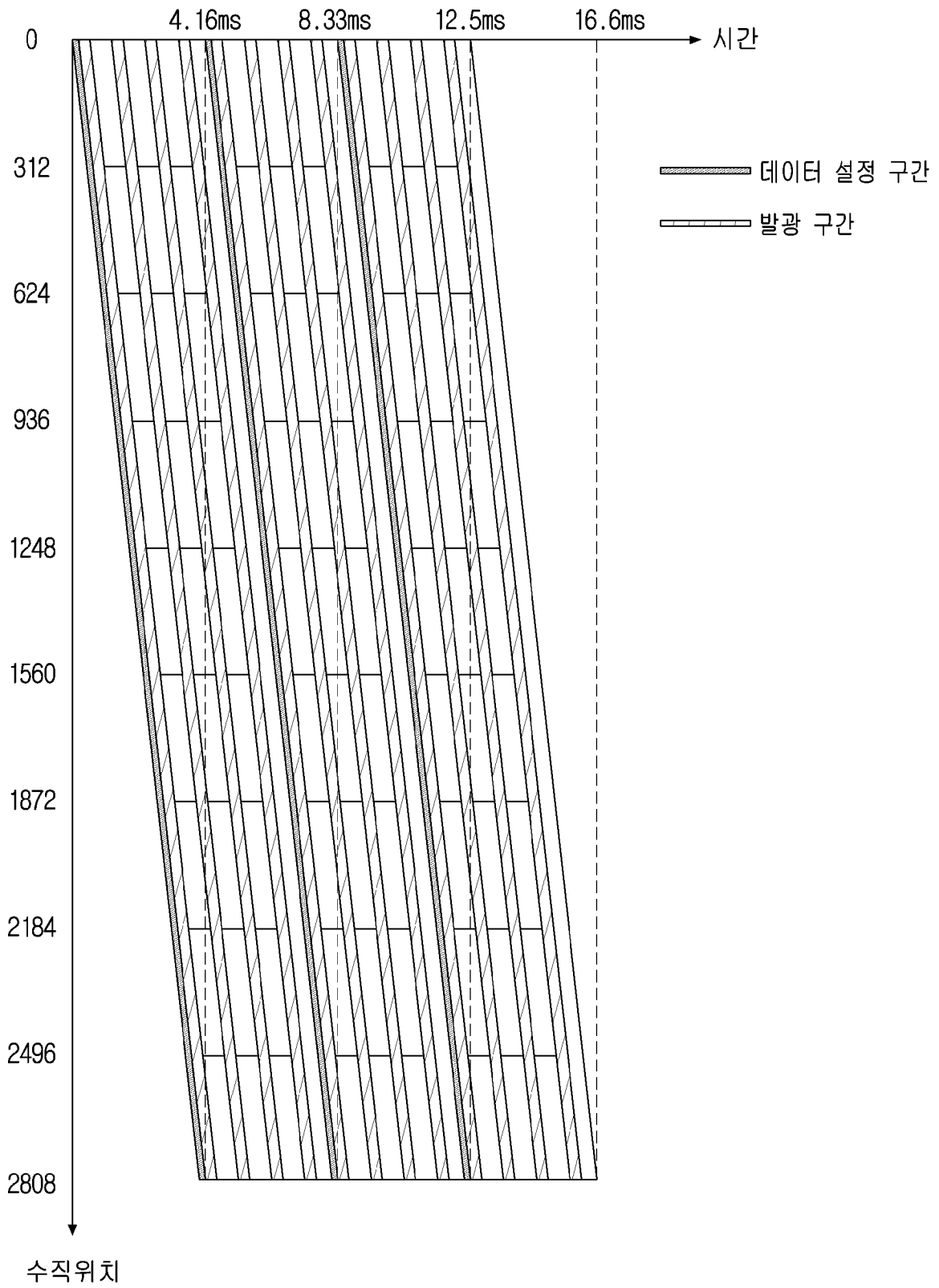
[도 12]



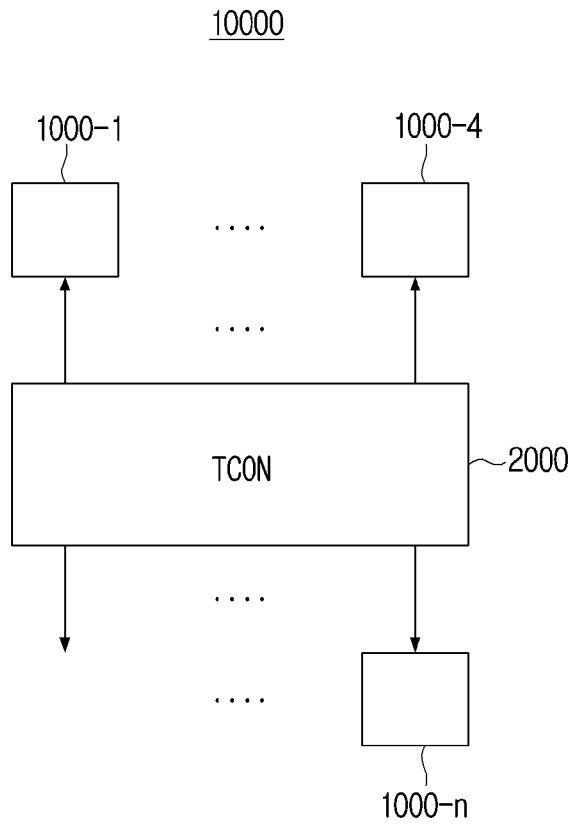
[도 13a]



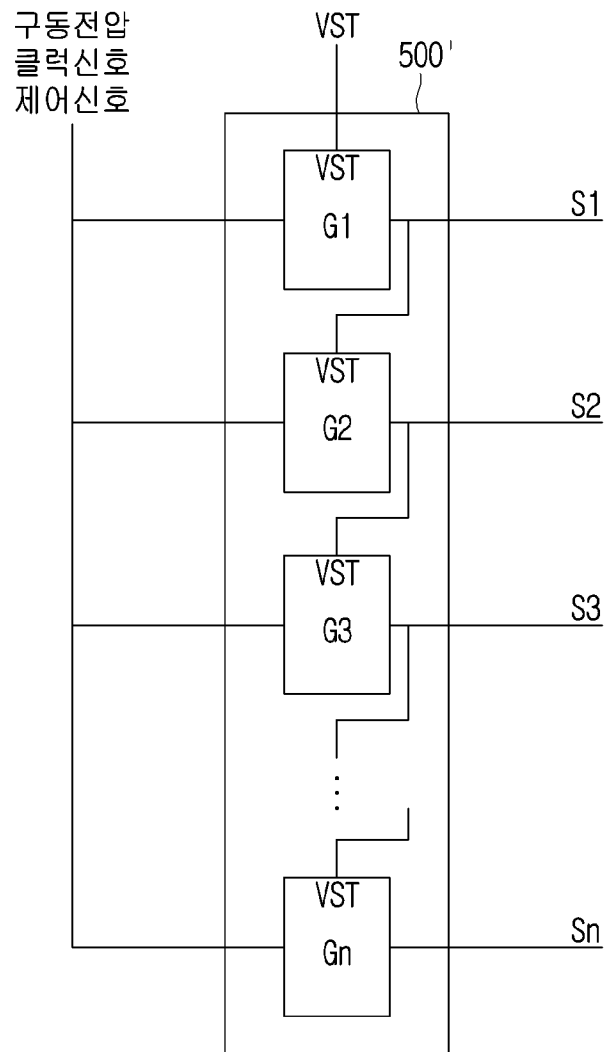
[도 13b]



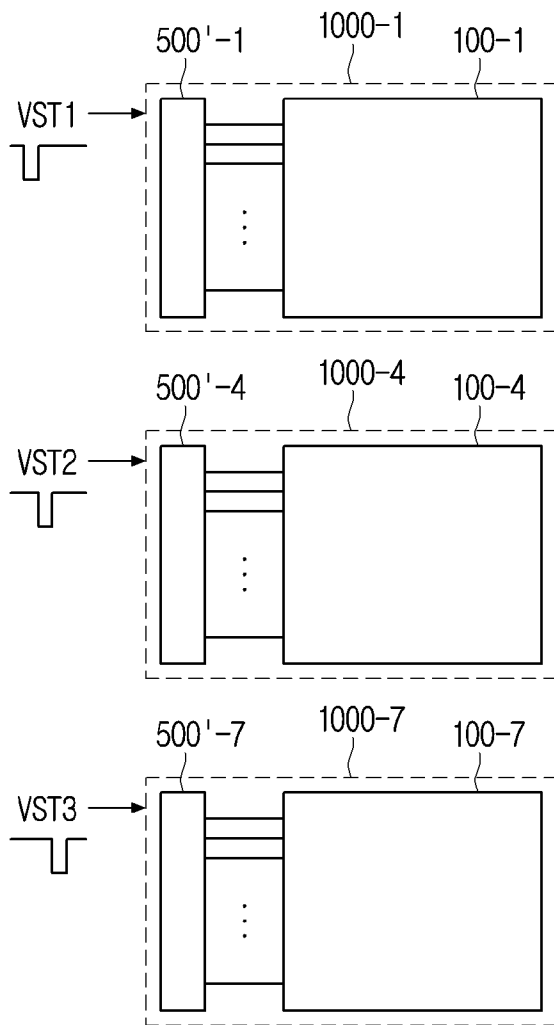
[도 14]



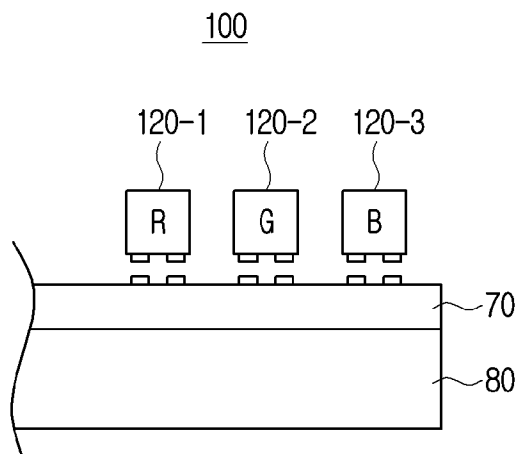
[도 15a]



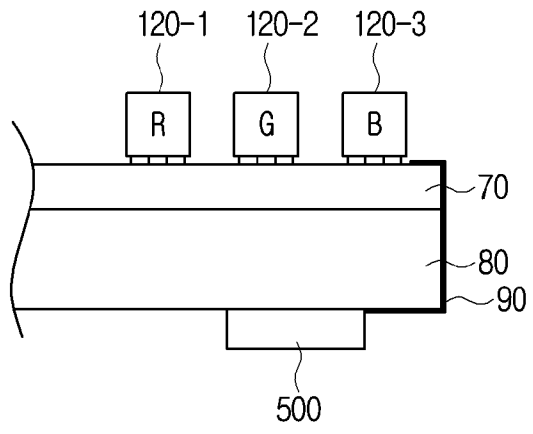
[도 15b]



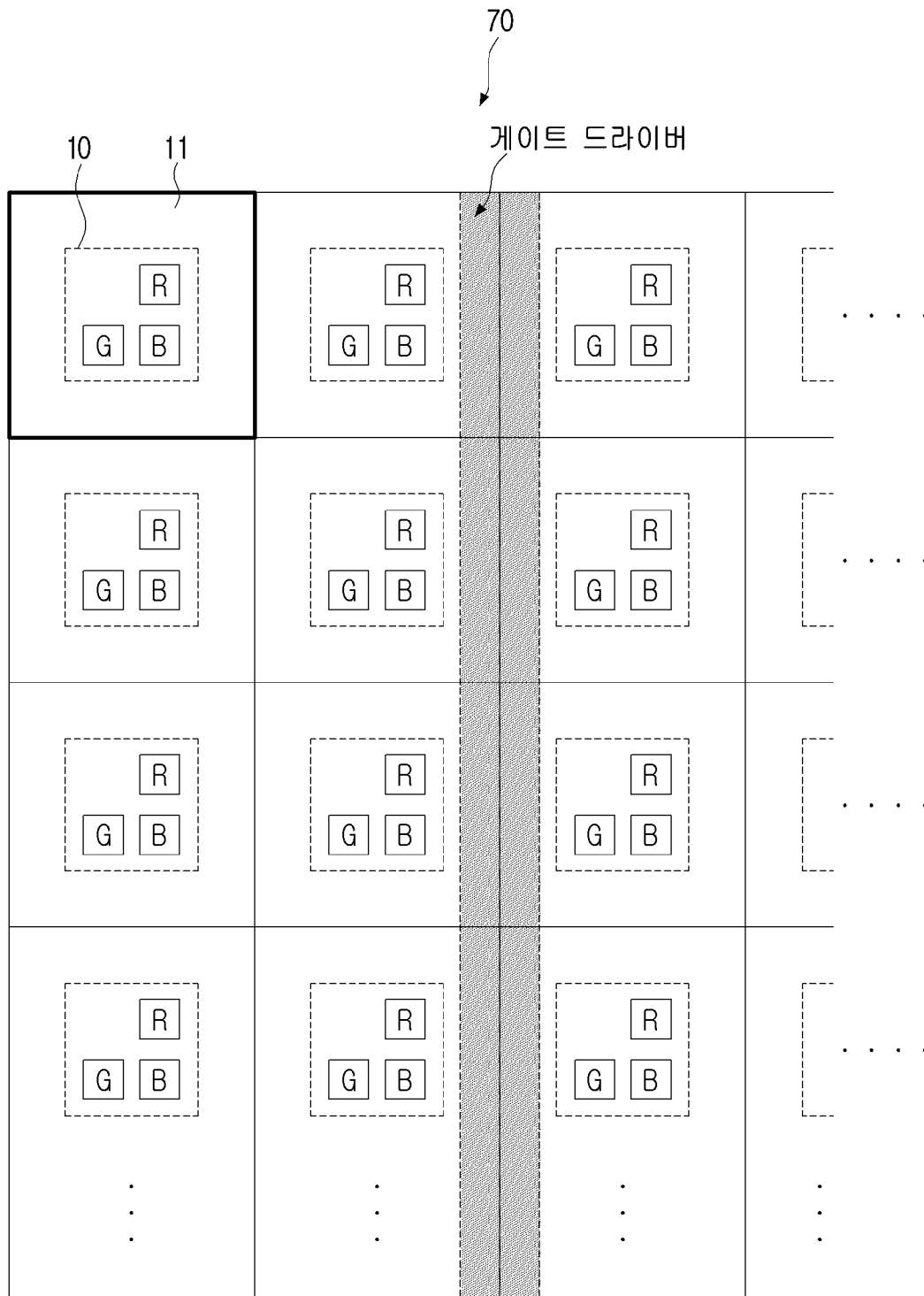
[도 16a]



[도 16b]

100

[도 16c]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/009292

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G09G 3/32(2006.01)i; G09G 5/10(2006.01)i; H05B 45/33(2020.01)i; H05B 45/325(2020.01)i; G06F 3/14(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G09G 3/32(2006.01); G02F 1/1335(2006.01); G06F 3/147(2006.01); G09F 9/33(2006.01); G09G 5/00(2006.01); H01L 25/075(2006.01); H01L 27/32(2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 모듈라 디스플레이 패널(modular display panel), 무기 발광 소자(inorganic light emitting element), 로우 라인(row line), 스타트 신호(start signal)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2017-0079408 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 10 July 2017 (2017-07-10) See paragraphs [0036]-[0054]; and figures 1 and 4-6.	1-15
A	KR 10-2017-0040205 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 12 April 2017 (2017-04-12) See paragraphs [0065]-[0205]; and figures 1(A)-11(B) and 20.	1-15
A	KR 10-1394926 B1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 15 May 2014 (2014-05-15) See paragraphs [0012]-[0031]; and figures 2-12.	1-15
A	KR 10-2021-0063056 A (LG ELECTRONICS INC.) 01 June 2021 (2021-06-01) See paragraphs [0032]-[0144]; and figures 1-11.	1-15
A	KR 10-2018-0133192 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 13 December 2018 (2018-12-13) See paragraphs [0021]-[0086]; and figures 1-12.	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 October 2022		Date of mailing of the international search report 21 October 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/009292

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2017-0079408 A	10 July 2017	CN 106935188 A	07 July 2017
		CN 106935188 B	19 April 2019
		US 10198999 B2	05 February 2019
		US 2017-0193922 A1	06 July 2017
KR 10-2017-0040205 A	12 April 2017	CN 106537486 A	22 March 2017
		CN 106537486 B	15 September 2020
		CN 112349211 A	09 February 2021
		JP 2016-206630 A	08 December 2016
		JP 2019-148815 A	05 September 2019
		JP 2021-039353 A	11 March 2021
		JP 2022-020747 A	01 February 2022
		JP 6517617 B2	22 May 2019
		JP 6785912 B2	18 November 2020
		JP 6974575 B2	01 December 2021
		KR 10-2022-0045237 A	12 April 2022
		US 10159135 B2	18 December 2018
		US 10764973 B2	01 September 2020
		US 2016-0037608 A1	04 February 2016
		US 2019-0008014 A1	03 January 2019
		US 2020-0396807 A1	17 December 2020
WO 2016-016765 A1	04 February 2016		
KR 10-1394926 B1	15 May 2014	US 2009-0015513 A1	15 January 2009
		US 8508431 B2	13 August 2013
KR 10-2021-0063056 A	01 June 2021	WO 2021-100955 A1	27 May 2021
KR 10-2018-0133192 A	13 December 2018	CN 108987423 A	11 December 2018
		EP 3413350 A1	12 December 2018
		JP 2018-205741 A	27 December 2018
		JP 7107751 B2	27 July 2022
		KR 10-2022-0020322 A	18 February 2022
		US 10516077 B2	24 December 2019
		US 11018158 B2	25 May 2021
		US 2018-0351035 A1	06 December 2018
		US 2020-0075801 A1	05 March 2020
US 2021-0217777 A1	15 July 2021		

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G09G 3/32(2006.01)i; G09G 5/10(2006.01)i; H05B 45/33(2020.01)i; H05B 45/325(2020.01)i; G06F 3/14(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G09G 3/32(2006.01); G02F 1/1335(2006.01); G06F 3/147(2006.01); G09F 9/33(2006.01); G09G 5/00(2006.01); H01L 25/075(2006.01); H01L 27/32(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 모듈라 디스플레이 패널(modular display panel), 무기 발광 소자 (inorganic light emitting element), 로우 라인(row line), 스타트 신호(start signal)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2017-0079408 A (엔지디스플레이 주식회사) 2017.07.10 단락 [0036]-[0054]; 및 도면 1, 4-6	1-15
A	KR 10-2017-0040205 A (가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼) 2017.04.12 단락 [0065]-[0205]; 및 도면 1{A}-11(B), 20	1-15
A	KR 10-1394926 B1 (엔지디스플레이 주식회사) 2014.05.15 단락 [0012]-[0031]; 및 도면 2-12	1-15
A	KR 10-2021-0063056 A (엔지전자 주식회사) 2021.06.01 단락 [0032]-[0144]; 및 도면 1-11	1-15
A	KR 10-2018-0133192 A (삼성전자주식회사) 2018.12.13 단락 [0021]-[0086]; 및 도면 1-12	1-15
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌		
국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일	
2022년10월19일(19.10.2022)	2022년10월21일(21.10.2022)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대 전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2017-0079408 A	2017/07/10	CN 106935188 A	2017/07/07
		CN 106935188 B	2019/04/19
		US 10198999 B2	2019/02/05
		US 2017-0193922 A1	2017/07/06
KR 10-2017-0040205 A	2017/04/12	CN 106537486 A	2017/03/22
		CN 106537486 B	2020/09/15
		CN 112349211 A	2021/02/09
		JP 2016-206630 A	2016/12/08
		JP 2019-148815 A	2019/09/05
		JP 2021-039353 A	2021/03/11
		JP 2022-020747 A	2022/02/01
		JP 6517617 B2	2019/05/22
		JP 6785912 B2	2020/11/18
		JP 6974575 B2	2021/12/01
		KR 10-2022-0045237 A	2022/04/12
		US 10159135 B2	2018/12/18
		US 10764973 B2	2020/09/01
		US 2016-0037608 A1	2016/02/04
		US 2019-0008014 A1	2019/01/03
		US 2020-0396807 A1	2020/12/17
WO 2016-016765 A1	2016/02/04		
KR 10-1394926 B1	2014/05/15	US 2009-0015513 A1	2009/01/15
		US 8508431 B2	2013/08/13
KR 10-2021-0063056 A	2021/06/01	WO 2021-100955 A1	2021/05/27
KR 10-2018-0133192 A	2018/12/13	CN 108987423 A	2018/12/11
		EP 3413350 A1	2018/12/12
		JP 2018-205741 A	2018/12/27
		JP 7107751 B2	2022/07/27
		KR 10-2022-0020322 A	2022/02/18
		US 10516077 B2	2019/12/24
		US 11018158 B2	2021/05/25
		US 2018-0351035 A1	2018/12/06
		US 2020-0075801 A1	2020/03/05
US 2021-0217777 A1	2021/07/15		