



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0031215  
(43) 공개일자 2014년03월12일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G09G 3/34 (2006.01) G09G 3/36 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2013-7027201</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년03월02일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2013년10월15일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2012/027559</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2012/125310<br/>국제공개일자 2012년09월20일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>13/279,187 2011년10월21일 미국(US)<br/>61/453,083 2011년03월15일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>켈컴 엠이엠에스 테크놀로지스, 인크.<br/>미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775</p> <p>(72) 발명자<br/>추이, 나오 에스.<br/>미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775</p> <p>애플라투니, 쿠로시<br/>미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인 남앤드남</p> |
|--|---|

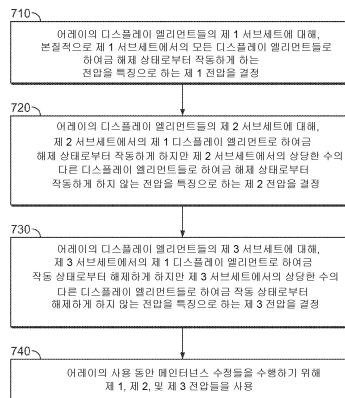
전체 청구항 수 : 총 54 항

(54) 발명의 명칭 구동 방식 전압들을 업데이트하는 시스템 및 방법

(57) 요약

본 개시물은 디스플레이 어레이들을 조정하기 위해, 컴퓨터 저장 매체상에서 인코딩된 컴퓨터 프로그램들을 포함하는, 시스템들, 방법들 및 장치를 제공한다. 일 양태에서, 디스플레이 어레이를 조정하는 방법은 특정한 구동 응답 특징을 결정하는 단계 및 디스플레이 어레이에 대한 이미지 데이터의 업데이트들 사이에서 특정한 구동 방식 전압을 업데이트하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도15



(72) 발명자

**반 니어, 윌헬무스 조한네스 로버투스**

미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**바르마, 프라모드 케이.**

미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**고엘, 라메쉬 케이.**

미국 92121 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**베누고팔, 사미르**

미국 92121-1714 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 디스플레이 엘리먼트를 포함하는 어레이에서 구동 방식 전압들을 조정하는 방법으로서,

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태(released state)로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 단계;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 상기 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 상기 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 단계;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 상기 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 상기 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 단계; 및

상기 어레이의 수명의 적어도 일부분에 걸친 상기 어레이의 사용 동안 메인テナンス(maintenance) 조정들을 수행하기 위해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트에 대해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 제 4 서브세트는 랜덤하게 또는 의사랜덤하게 선택되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1, 제 2 또는 제 3 서브세트들 중 하나를 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트로 대체하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1, 제 2 또는 제 3 서브세트들 중 하나 또는 그 초과에 대해 결정된 전압들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트에 대해 결정된 전압을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 조정하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전압, 제 2 전압, 및 제 3 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 구동 방식 전압을 결정하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 구동 방식 전압은 홀드 전압 및 세그먼트 전압 중 하나 또는 양자를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 결정된 구동 방식 전압들을 사용하여 이미지를 디스플레이하기 위해 어레이를 구동하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 8**

제 5 항에 있어서,

상기 메인터너스 조정들을 수행하기 위해 상기 제1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계는 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 반복적으로 결정하는 단계, 및 상기 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적 간격으로 상기 결정된 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

결정하는 단계는 디스플레이 엘리먼트들의 서브세트에 대한 이력 곡선을 결정하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

결정하는 단계는 디스플레이 엘리먼트들의 서브세트에 대한 이력 곡선의 제 1 도함수를 계산하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 11**

복수의 디스플레이 엘리먼트를 포함하는 어레이에서 구동 방식 전압들을 조정하는 방법으로서,

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계;

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 단계; 및

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나를 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트로 대체하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 구동 응답 특징들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 상기 구동 응답 특징을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 업데이트하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

상기 구동 응답 특징은 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압, 및 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압 중 하나 또는 그 초과를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 유도하는 단계는 상기 결정된 구동 응답 특징들을 구동 방식 전압값들에 대한 공식들로 대체하는 단계를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 16**

제15 항에 있어서,

적어도 일부의 구동 방식 전압값들은 공식들:

$$V_S = (V_{A_{MAX,H}} - V_{R_{MAX,H}} + OV - AV)/4$$

$$V_H = V_{A_{MIN,H}} - SO - V_S$$

로부터 유도되고,

$V_S$ 는 유도된 세그먼트 전압이고,  $V_H$ 는 유도된 홀드 전압이고,  $V_{A_{MAX,H}}$ 는 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 상기 제 1 전압이고,  $V_{R_{MAX,H}}$ 는 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 상기 제 2 전압이고,  $V_{A_{MIN,H}}$ 는 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압이고,  $OV$ 는 작동 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될  $V_{A_{MAX,H}}$ 를 초과하는 전압량을 나타내는 경험적으로 결정된 값이고,  $AL$ 은 홀드 상태들 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될  $V_{R_{MAX,H}}$ 를 초과하는 전압량을 나타내는 경험적으로 결정된 값이며,  $SO$ 는 홀드 상태들 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될 약  $V_{A_{MIN,H}}$  미만의 전압을 나타내는 경험적으로 결정된 값인, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 17**

제 11 항에 있어서,

상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 랜덤하게 또는 의사랜덤하게 선택하는 단계를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 방법.

**청구항 18**

구동 방식 전압들을 조정하는 장치로서,

디스플레이 엘리먼트들의 어레이;

디스플레이 엘리먼트 상태 감지 회로; 및

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태(released state)로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로

하는 제 1 전압을 결정하고;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 상기 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 상기 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하고;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 상기 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 상기 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하고; 그리고

상기 어레이의 사용 동안 메인テナンス 조정들을 수행하기 위해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하도록 구성된

드라이버 및 프로세서 회로를 포함하는,

구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트에 대해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들 중 적어도 하나를 결정하도록 더 구성되고, 상기 제 4 서브세트는 랜덤하게 또는 의사랜덤하게 선택되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1, 제 2 또는 제 3 서브세트들 중 하나를 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트로 대체하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1, 제 2 또는 제 3 서브세트들 중 하나 또는 그 초과에 대해 결정된 전압들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 4 서브세트에 대해 결정된 전압을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 조정하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 22**

제 18 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 제 1 전압, 제 2 전압, 및 제 3 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 구동 방식 전압을 결정하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 23**

제 22 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 구동 방식 전압은 홀드 전압 및 세그먼트 전압 중 하나 또는 양자를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 24**

제 23 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 결정된 구동 방식 전압들을 사용하여 이미지를 디스플레이하기 위해 어

레이를 구동하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 25**

제 22 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 반복적으로 결정하고, 상기 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적 간격으로 상기 결정된 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트함으로써 메인テナンス 조정들을 수행하기 위해 상기 제1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하도록 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 26**

제 18 항에 있어서,

디스플레이;

상기 디스플레이와 통신하도록 구성되고, 이미지 데이터를 프로세싱하도록 구성되는 프로세서; 및

상기 프로세서와 통신하도록 구성되는 메모리 디바이스를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 디스플레이에 적어도 하나의 신호를 전송하도록 구성되는 드라이버 회로; 및

상기 드라이버 회로에 상기 이미지 데이터의 적어도 일부를 전송하도록 구성되는 제어기를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 28**

제 26 항에 있어서,

상기 프로세서에 상기 이미지 데이터를 전송하도록 구성된 이미지 소스 모듈을 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 29**

제 28 항에 있어서,

상기 이미지 소스 모듈은 수신기, 트랜시버, 및 송신기 중 적어도 하나를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 30**

제 26 항에 있어서,

입력 데이터를 수신하고 상기 입력 데이터를 상기 프로세서에 통신하도록 구성된 입력 디바이스를 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 31**

구동 방식 전압들을 조정하는 장치로서,

디스플레이 엘리먼트들의 어레이;

디스플레이 엘리먼트 상태 감지 회로; 및

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하고;

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하며;

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하도록 구성된

드라이버 및 프로세서 회로를 포함하는,

구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 32**

제 31 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나는 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트로 대체하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 33**

제 32 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는, 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 구동 응답 특징들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 상기 구동 응답 특징을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 업데이트하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 34**

제 33 항에 있어서,

상기 구동 응답 특징은 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압, 및 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압 중 하나 또는 그 초과를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 35**

제 34 항에 있어서,

상기 유도하는 것은 상기 결정된 구동 응답 특징들을 구동 방식 전압값들에 대한 공식들로 대체하는 것을 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 36**

제 35 항에 있어서,

적어도 일부의 구동 방식 전압값들은 공식들:

$$V_S = (V_{A_{MAX,H}} - V_{R_{MAX,H}} + OV - AV)/4$$

$$V_H = V_{A_{MIN,H}} - SO - V_S$$

로부터 유도되고,

$V_S$ 는 유도된 세그먼트 전압이고,  $V_H$ 는 유도된 홀드 전압이고,  $V_{A_{MAX,H}}$ 는 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 본질적으로 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 상기 제 1 전압이고,  $V_{R_{MAX,H}}$ 는 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않



는 전압을 특징으로 하는 상기 제 2 전압이고,  $V_{A_{MIN,H}}$ 는 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 상기 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압이고, 0V는 작동 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될  $V_{A_{MAX,H}}$ 를 초과하는 전압량을 나타내는 경험적으로 결정된 값이고, AL은 홀드 상태들 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될  $V_{R_{MAX,H}}$ 를 초과하는 전압량을 나타내는 경험적으로 결정된 값이며, S0는 홀드 상태들 동안 상기 디스플레이 엘리먼트들에 제공될 약  $V_{A_{MIN,H}}$  미만의 전압을 나타내는 경험적으로 결정된 값인, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 37**

제 31 항에 있어서,

상기 드라이버 및 프로세서 회로는 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 랜덤하게 또는 의사랜덤하게 선택하도록 더 구성되는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 38**

구동 방식 전압들을 조정하는 장치로서,

디스플레이 엘리먼트들의 어레이;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태(released state)로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 수단;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 상기 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 상기 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 수단;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 상기 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 상기 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 수단; 및

상기 어레이의 사용 동안 메인テナンス 조정들을 수행하기 위해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 수단을 포함하는,

구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 39**

제 38 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 결정하는 수단은 적분기를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 40**

제 38 항에 있어서,

상기 제 1 전압, 제 2 전압, 및 제 3 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 구동 방식 전압을 결정하는 수단을 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 41**

제 40 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 구동 방식 전압은 홀드 전압 및 세그먼트 전압 중 하나 또는 양자를 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 42**

제 41 항에 있어서,

상기 결정된 구동 방식 전압들을 사용하여 이미지를 디스플레이하기 위해 어레이를 구동하는 수단을 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 43**

제 40 항에 있어서,

상기 메인터너스 조정들을 수행하기 위해 상기 제1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 것은 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 반복적으로 결정하는 것, 및 상기 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적 간격으로 상기 결정된 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트하는 것을 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 44**

구동 방식 전압들을 조정하는 장치로서,

디스플레이 엘리먼트들의 어레이;

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과에 구동 응답 특징들을 결정하는 수단;

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 수단; 및

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과에 구동 응답 특징들을 결정하는 수단을 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 45**

제 44 항에 있어서,

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나를 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트로 대체하는 수단을 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 46**

제 45 항에 있어서,

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 구동 응답 특징들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 상기 구동 응답 특징을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 업데이트하는 수단을 더 포함하는, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치.

**청구항 47**

드라이버 회로로 하여금,

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 상기 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태(released state)로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 단계;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 상기 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 상기 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 단계;

상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 상기 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레

이 엘리먼트로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 상기 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 단계; 및

상기 어레이의 사용 동안 메인テナンス 조정들을 수행하기 위해 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계를 포함하는 방법

을 수행하게 하는 명령어들이 저장된, 비일시적 유형의 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 48**

제 47 항에 있어서,

상기 명령어들은 상기 드라이버 회로로 하여금 상기 제 1 전압, 제 2 전압, 및 제 3 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 적어도 하나의 구동 방식 전압을 결정하게 하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 49**

제 48 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 구동 방식 전압은 홀드 전압 및 세그먼트 전압 중 하나 또는 양자인, 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 50**

제 49 항에 있어서,

상기 명령어들은 상기 드라이버 회로로 하여금 상기 결정된 구동 방식 전압들을 사용하여 이미지를 디스플레이 하도록 어레이를 구동시키는, 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 51**

제 49 항에 있어서,

상기 명령어들은 상기 드라이버 회로로 하여금 상기 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 반복적으로 결정하고, 상기 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적 간격으로 상기 결정된 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트함으로써 메인テナンス 조정들을 수행하기 위해 상기 제1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하게 하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 52**

드라이버 회로로 하여금,

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과에 구동 응답 특징들을 결정하는 단계;

상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 단계; 및

상기 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과에 구동 응답 특징들을 결정하는 단계를 포함하는 방법

을 수행하게 하는 명령어들이 저장된,

비일시적 유형의 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 53**

제 52 항에 있어서,

상기 명령어들은 상기 드라이버 회로로 하여금 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나를 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세

트로 대체하게 하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

**청구항 54**

제 53 항에 있어서,

상기 명령어들은 상기 드라이버 회로로 하여금 상기 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 구동 응답 특징들 및 상기 어레이의 상기 디스플레이 엘리먼트들의 상기 추가의 상이한 서브세트의 상기 구동 응답 특징을 사용하여 상기 구동 방식 전압들을 업데이트하게 하는, 컴퓨터 판독가능 매체.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 개시물은 구동 방식 전압들의 동적 선택에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전자기계 시스템들은 전기 및 기계적 엘리먼트들, 액추에이터들, 트랜스듀서들, 센서들, 광학 컴포넌트들(예를 들어, 미러들), 및 전자장치를 갖는 디바이스들을 포함한다. 전자기계 시스템들은 마이크로스케일 및 나노스케일을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다양한 스케일들로 제조될 수 있다. 예를 들어, 마이크로전자기계 시스템(MEMS) 디바이스는 약 일 마이크로 내지 수백 마이크로 이상의 범위의 사이즈들을 갖는 구조들을 포함할 수 있다. 나노전자기계 시스템(NEMS) 디바이스들은 예를 들어, 수백 나노미터들보다 작은 사이즈들을 포함하는, 일 미크론보다 작은 사이즈들을 갖는 구조들을 포함할 수 있다. 전자기계 엘리먼트들은 증착, 에칭, 리소그래피, 및/또는 기판들 및/또는 증착된 재료층들의 일부를 에칭하거나 층들을 추가하는 다른 마이크로가공 공정들을 사용하여 생성되어 전기 및 전자기계 디바이스들을 형성할 수도 있다.

[0003] 전자기계 시스템 디바이스 중 일 타입을 간섭계형 변조기(IMOD)라 칭한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어, 간섭계형 변조기 또는 간섭계형 광 변조기는 광 간섭의 원리들을 사용하여 광을 선택적으로 흡수 및/또는 반사하는 디바이스를 지칭한다. 일부 구현들에서, 간섭계형 변조기는 한 쌍의 도전성 플레이트들을 포함할 수도 있고, 이들 중 하나 또는 양자는 전체적으로 또는 부분적으로 투과형 및/또는 반사형일 수도 있고, 적절한 전기 신호의 인가시에 상대적 모션을 할 수 있다. 구현에서, 하나의 플레이트가 기판상에 증착된 정지층을 포함할 수도 있고 다른 층은 에어 갭에 의해 정지층으로부터 분리된 반사형 멤브레인을 포함할 수도 있다. 다른 플레이트에 대한 하나의 플레이트의 위치는 간섭계형 변조기상에 입사된 광의 광 간섭을 변화시킬 수 있다. 간섭계형 변조기 디바이스들은 광범위한 애플리케이션들을 갖고 기존의 제품들을 개선시키고 신규 제품들, 특히, 디스플레이 능력들을 갖는 제품들을 제조하는데 사용되는 것으로 기대된다.

**발명의 내용**

[0004] 본 개시물의 시스템들, 방법들 및 디바이스들은 여러 혁신적인 양태들을 각각 갖고, 이 중 단 하나가 본 명세서에 개시된 바람직한 속성들에 단독으로 책임이 있는 것은 아니다.

[0005] 본 개시물에 기재된 발명 대상의 하나의 혁신적인 양태는 복수의 디스플레이 엘리먼트들을 포함하는 어레이에서 구동 방식 전압들을 조정하는 방법으로 구현될 수 있다. 이 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태(released state)로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 단계를 포함할 수도 있다. 이 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 단계를 또한 포함할 수도 있다. 이 방법은 또한, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 단계를 또한 포함할 수도 있다. 또한, 이 방법은 어레이의 수명의 적어도 일부분에 걸친 어레이의 사용 동안 메인 터너스 조정들을 수행하기 위해 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계를 포함할 수도 있다. 일부 양태들에서, 적어도 하나의 구동 방식 전압이 제 1 전압, 제 2 전압, 및 제 3 전압에 적어도 부분적으로 기초하여

결정될 수도 있다. 일부 양태들에서, 메인터넌스 조정들을 수행하기 위해 제1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계는 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 반복적으로 결정하는 단계, 및 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적 간격으로 결정된 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트하는 단계를 포함한다.

[0006] 다른 양태에서, 복수의 디스플레이 엘리먼트들을 포함하는 어레이에서 구동 방식 전압들을 조정하는 방법은, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계, 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 단계, 및 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계를 포함할 수도 있다. 일부 양태들에서, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트는 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나를 대체할 수도 있다.

[0007] 다른 혁신적인 양태들이 구동 방식 전압들을 조정하는 장치에서 구현될 수도 있다. 이 장치는 디스플레이 엘리먼트들의 어레이, 디스플레이 엘리먼트 상태 감지 회로, 및 드라이버 및 프로세서 회로를 포함할 수도 있다. 드라이버 및 프로세서 회로는, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하고, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하며, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하도록 구성될 수도 있다. 드라이버 및 프로세서 회로는 어레이의 사용 동안 메인터넌스 조정들을 수행하기 위해 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하도록 더 구성될 수도 있다.

[0008] 다른 혁신적인 양태들이 구동 방식 전압들을 조정하는 장치에서 구현될 수도 있다. 이러한 양태에서, 장치는 디스플레이 엘리먼트들의 어레이, 디스플레이 엘리먼트 상태 감지 회로, 및 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하고, 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하며, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하도록 구성된 드라이버 및 프로세서 회로를 포함할 수도 있다.

[0009] 다른 혁신적인 양태에서, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치는 디스플레이 엘리먼트들의 어레이, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 수단, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 수단, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 수단, 및 어레이의 사용 동안 메인터넌스 조정들을 수행하기 위해 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 수단을 포함한다. 일부 양태들에서, 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 결정하는 수단은 적분기를 포함한다.

[0010] 다른 혁신적인 양태에서, 구동 방식 전압들을 조정하는 장치는, 디스플레이 엘리먼트들의 어레이, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 수단, 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 수단, 및 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 수단을 포함한다. 일부 양태들에서, 장치는 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들 중 하나를 어레이의 디스플레이 엘

리먼트들의 추가의 상이한 서브세트로 대체하는 수단을 더 포함할 수도 있다.

[0011] 다른 혁신적인 양태에서, 비밀시적 유형의 컴퓨터 관독가능 매체에는 드라이버 회로로 하여금, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정하는 단계, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지만 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태에서부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정하는 단계, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지만 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태에서부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정하는 단계, 및 어레이의 사용 동안 메인턴런스 조정들을 수행하기 위해 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들을 사용하는 단계를 포함하는 방법을 수행하게 하는 명령어들이 저장된다.

[0012] 다른 혁신적인 양태에서, 비밀시적 유형의 컴퓨터 관독가능한 매체에는 드라이버 회로로 하여금, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계, 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과와 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 상기 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 단계, 및 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과와 구동 응답 특징들을 결정하는 단계를 포함하는 방법을 수행하게 하는 명령어들이 저장된다.

[0013] 본 명세서에 기재된 발명 대상의 하나 또는 그 초과와 구현들의 상세들이 첨부한 도면들 및 아래의 설명에 설명된다. 다른 특징들, 양태들, 및 이점들은 설명, 도면들, 및 청구항들로부터 명백해질 것이다. 아래의 도면들의 상대적 치수들은 일정한 비율로 도시되지 않을 수도 있다는 것에 유의한다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도 1은 간섭계형 변조기(IMOD) 디스플레이 디바이스의 일련의 디스플레이 엘리먼트들에서의 2개의 인접한 디스플레이 엘리먼트들을 도시하는 등축도의 일례를 도시한다.

도 2는 3×3 간섭계형 변조기 디스플레이를 통합한 전자 디바이스를 예시하는 시스템 블록도의 일례를 도시한다.

도 3은 도 1의 간섭계형 변조기에 대한 이동가능 반사층 위치 대 인가 전압을 예시하는 도면의 일례를 도시한다.

도 4는 다양한 공통 및 세그먼트 전압(common and segment voltage)들이 인가될 때 간섭계형 변조기의 다양한 상태들을 예시하는 테이블의 일례를 도시한다.

도 5a는 도 2의 3×3 간섭계형 변조기 디스플레이에서 디스플레이 데이터의 프레임을 예시하는 도면의 일례를 도시한다.

도 5b는 도 5a에 예시된 디스플레이 데이터의 프레임을 기록하기 위해 사용될 수도 있는 공통 및 세그먼트 신호들에 대한 타이밍도의 일례를 도시한다.

도 6a는 도 1의 간섭계형 변조기 디스플레이의 부분 단면의 일례를 도시한다.

도 6b 내지 도 6e는 간섭계형 변조기들의 변화하는 구현들의 단면들의 예들을 도시한다.

도 7은 간섭계형 변조기에 대한 제조 프로세스를 예시하는 흐름도의 일례를 도시한다.

도 8a 내지 도 8e는 간섭계형 변조기를 제조하는 방법에서의 다양한 스테이지들의 개략적인 단면도의 예들을 도시한다.

도 9는 픽셀 디스플레이 당 64 컬러의 구현을 구동시키는 공통 드라이버 및 세그먼트 드라이버의 예들을 예시하는 블록도이다.

도 10은 간섭계형 변조기들의 어레이의 여러 부재들에 대한 이동가능 반사 미러 위치 대 인가 전압을 예시하는 도면의 일례를 도시한다.

도 11은 간접계형 변조기들의 어레이의 여러 부재들에 대한 이동가능 반사 미러 위치 대 인가 전압을 개념적으로 예시하는 도면의 다른 예를 도시한다.

도 12는 드라이버 회로 및 상태 감지 회로에 커플링된 디스플레이 어레이의 개략적인 블록도이다.

도 13은 도 12의 어레이에서 테스트 전하 흐름을 도시하는 개략도이다.

도 14a는 디스플레이 엘리먼트 응답 특징들을 검출하는 방법을 예시하는 플로우차트이다.

도 14b는 디스플레이 엘리먼트들의 라인에 대한 이력 곡선(hysteresis curve)을 정의하는 데이터 포인트들의 일례이다.

도 14c는 디스플레이 엘리먼트들의 라인에 대한 이력 곡선의 정규화된 제 1 도함수(derivative)의 추출의 일례이다.

도 14d는 도 14c의 정규화된 제 1 도함수 곡선으로부터  $V_{A_{MAX,H}}$  및  $V_{A_{MIN,H}}$ 를 선택하는 일례이다.

도 15는 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들을 조정하는 방법을 예시하는 플로우차트이다.

도 16은 구동 방식 전압 조정 루틴 동안 상태 감지를 위해 선택된 라인들의 일례를 예시한다.

도 17은 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들을 조정하는 방법을 예시하는 플로우차트이다.

도 18은 구동 방식 전압 조정 루틴 동안 상태 감지를 위해 선택된 라인들의 일례를 예시한다.

도 19a 및 도 19b는 복수의 간접계형 변조기들을 포함하는 디스플레이 디바이스를 예시하는 시스템 블록도들의 예들을 도시한다.

다양한 도면들에서의 동일한 참조 부호들 및 지정들이 동일한 엘리먼트들을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 아래의 상세한 설명은 혁신적인 양태들을 설명하기 위한 특정한 구현들에 관한 것이다. 그러나, 본 명세서에서의 교시들은 다수의 상이한 방식들로 적용될 수 있다. 설명한 구현들은 모션(예를 들어, 비디오)에서든 정지(예를 들어, 스틸 이미지)에서든, 그리고 텍스트, 그래픽 또는 그림이든, 이미지를 디스플레이하도록 구성된 임의의 디바이스에서 구현될 수도 있다. 더욱 구체적으로, 구현들이 모바일 전화들, 멀티미디어 인터넷 가능 셀룰러 전화들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스 디바이스들, 휴대 보조 단말기(PDA)들, 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS 수신기들/네비게이터들, 카메라들, MP3 플레이어들, 캠코더들, 게임 콘솔들, 손목 시계들, 시계들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평면 패널 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예를 들어, e-리더들), 컴퓨터 모니터들, 자동 디스플레이들(예를 들어, 주행기록계 디스플레이 등), 조종석 컨트롤들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(예를 들어, 차량의 리어 뷰 카메라의 디스플레이), 전자 사진들, 전자 광고게시판들 또는 간판들, 프로젝터들, 건축 구조들, 마이크로파들, 냉장고들, 스테레오 시스템들, 카세트 리코더들 또는 플레이어들, DVD 플레이어들, CD 플레이어들, VCR들, 라디오들, 휴대용 메모리 칩들, 세탁기들, 건조기들, 세탁기/건조기들, 주차권 판매기들, 패키징(예를 들어, EMS, MEMS 및 낸-MEMS), 미학적 구조들(예를 들어, 한 점의 장신구상의 이미지들의 디스플레이) 및 다양한 전자 기계 시스템 디바이스들과 같은 (이에 제한되지는 않음) 다양한 전자 디바이스들에서 구현되거나 이와 연관될 수도 있다는 것이 예상된다. 본 명세서에서의 교시들은 또한 전자 스위칭 디바이스들, 무선 주파수 필터들, 센서들, 가속도계들, 자이로스코프들, 모션-감지 디바이스들, 자력계들, 소비자 전자장치에 대한 관성 컴포넌트들, 소비자 전자 제품들의 부품들, 버랙터들, 액정 디바이스들, 전기영동 디바이스들, 구동 방식들, 제조 프로세스들, 및 전자 테스트 장비와 같은 (이에 제한되지는 않음) 낸-디스플레이 애플리케이션들에서 사용될 수 있다. 따라서, 교시들은 도면들에 단독으로 도시한 구현들에 제한되는 것으로 의도되지 않고, 대신에, 당업자에게 용이하게 명백한 바와 같은 광범위한 적용가능성을 갖는다.

[0016]일부 구동 방식 구현들에서, 디스플레이 엘리먼트에 정보를 기록하는 프로세스는 디스플레이 엘리먼트를 작동시키고, 디스플레이 엘리먼트를 해제하거나 디스플레이 엘리먼트를 현재 상태로 홀딩하는데 충분한 구동 방식 전압들을 디스플레이 엘리먼트에 걸리게 인가함으로써 수행된다. 디스플레이 엘리먼트들을 작동시키고 해제하는 전압들이 상이한 디스플레이 엘리먼트들에 대해 상이할 수도 있기 때문에, 이미지를 디스플레이하는데 있어서

아티팩트를 회피하기 위한 적절한 구동 방식 전압들의 결정이 어려울 수 있다.

- [0017] 적절한 구동 방식 전압들을 결정하는 작업은, 디스플레이 엘리먼트들을 작동하고 해제하는 전압들이 예를 들어 마모 또는 온도의 변화로, 디스플레이의 수명을 통해 변할 수 있다는 사실에 의해 더 복잡해질 수 있다. 구동 방식 전압들을 업데이트하기 위해 전체 어레이를 검사함으로써 이들 값들을 정확하게 측정하는 것은 시간 소모적일 수도 있다. 따라서, 일부 구현들에서, 구동 방식 전압들은 전체 어레이의 서브-세트들의 측정들에 기초하여 동적으로 업데이트된다. 예를 들어, 일부 구현들에서, 업데이트된 구동 방식 전압들은 대표 라인 또는 라인들의 세트의 측정들에 기초하여 결정된다. 선택된 라인들은 작동 및 해제 전압들에 대한 극값(extreme value)들을 나타내는 라인들을 표현할 수도 있다. 이들 극값들은 어레이의 모든 또는 실질적으로 모든 디스플레이 엘리먼트들과 작용하는 구동 방식 전압들을 유도하는데 유용하다. 새로운 구동 방식 전압들이 시간을 통해 그리고 온도에 따른 변화들을 보상하기 위해 주기적으로 유도될 수 있다. 일부 구현들에서, 새로운 라인들은 대표적 라인들의 기존의 세트가 이제 극도의 작동 및 해제 전압을 갖는 새로운 라인을 포함하기 위해 변화되어야 하는지 결정하기 위해 테스트된다.
- [0018] 본 개시물에 설명하는 발명 대상의 특정한 구현들은 아래의 잠재적 이점들 중 하나 또는 그 초과를 실현하기 위해 구현될 수 있다. 본 명세서에 설명한 구현들은 변화하는 디스플레이 엘리먼트 작동 및 해제 전압들이 동적으로 보상되게 하여, 이미지들 또는 일련의 이미지들을 디스플레이하는데 있어서 아티팩트들의 수, 예를 들어, 작동이 소망되지 않을 때의 작동 또는 작동이 소망될 때의 비작동을 감소시킨다. 또한, 전체 어레이의 서브세트들의 측정들에 기초하여 구동 방식 전압들을 업데이트함으로써, 프로세스는 신속하고 빈번하게 수행될 수 있어서, 디스플레이의 수명을 통해 그리고 변하는 환경 조건들에서 시각적으로 정확한 디스플레이를 생성한다.
- [0019] 설명한 구현들이 적용될 수도 있는 적합한 EMS 또는 MEMS 디바이스의 일례가 반사형 디스플레이 디바이스이다. 반사형 디스플레이 디바이스는 광 간섭의 원리들을 사용하여, 입사된 광을 선택적으로 흡수 및/또는 반사하기 위해 간섭계형 변조기(IMOD)들을 통합할 수 있다. IMOD들은 흡수기, 흡수기에 관하여 이동가능한 반사기, 및 흡수기와 반사기 사이에 규정된 광학 공진 캐비티를 포함할 수 있다. 반사기는 2개 또는 그 초과 상이한 위치들로 이동될 수 있고, 이는 광학 공진 캐비티의 크기를 변화시켜, 간섭계형 변조기의 반사율에 영향을 미칠 수 있다. IMOD들의 반사율 스펙트럼들은 가시 파장들에 걸쳐 시프트되어 상이한 컬러들을 생성할 수 있는 상당히 광범위한 스펙트럼 대역들을 생성할 수 있다. 스펙트럼 대역의 위치는 광학 공진 캐비티의 두께를 변화시킴으로써, 즉, 반사기의 위치를 변화시킴으로써 조정될 수 있다.
- [0020] 도 1은 간섭계형 변조기(IMOD) 디스플레이 디바이스의 일련의 디스플레이 엘리먼트들에서의 2개의 인접한 디스플레이 엘리먼트들을 도시하는 등축도의 일례를 도시한다. IMOD 디스플레이 디바이스는 하나 또는 그 초과 간섭계형 MEMS 디스플레이 엘리먼트들을 포함한다. 이들 디바이스들에서, MEMS 디스플레이 엘리먼트들의 디스플레이 엘리먼트들은 밝음(bright) 또는 어둠(dark) 상태일 수 있다. 밝음("이완(relaxed)", "개방(open)" 또는 "온(on)") 상태에서, 디스플레이 엘리먼트는 대부분의 입사 가시광을 예를 들어, 사용자에게 반사한다. 반대로, 어둠("작동", "폐쇄" 또는 "오프") 상태에서, 디스플레이 엘리먼트는 입사 가시광을 거의 반사하지 않는다. 일부 구현들에서, 온 및 오프 상태들의 광 반사율 특성들은 반대일 수도 있다. MEMS 디스플레이 엘리먼트들은 블랙 앤 화이트에 부가하여 컬러 디스플레이를 허용하는 특정한 파장들에서 우세하게 반사하도록 구성될 수 있다.
- [0021] IMOD 디스플레이 디바이스는 IMOD들의 로우/컬럼 어레이를 포함할 수 있다. 각 IMOD는 에러 갭(또한 광학 갭 또는 캐비티로 칭함)을 형성하기 위해 서로로부터 가변 및 제어가능 거리에 위치되는, 한 쌍의 반사층들, 즉, 이동가능 반사층 및 고정된 부분 반사층을 포함할 수 있다. 이동가능 반사층은 적어도 2개의 위치들 사이에서 이동될 수도 있다. 제 1 위치, 즉, 이완 위치에서, 이동가능 반사층은 고정된 부분 반사층으로부터 비교적 큰 거리에 위치될 수도 있다. 제 2 위치, 즉, 작동 위치에서, 이동가능 반사층은 부분 반사층에 더욱 밀접하게 위치될 수도 있다. 2개의 층들로부터 반사되는 입사광이 이동가능 반사층의 위치에 의존하여 보장적으로 또는 상쇄적으로 간섭할 수 있어서, 각 디스플레이 엘리먼트에 대한 전반사 또는 무반사 상태를 생성한다. 일부 구현들에서, IMOD는 비작동일 때 반사 상태에 있을 수도 있어서, 가시 스펙트럼내의 광을 반사하고, 비작동일 때 어둠 상태에 있을 수도 있어서, 가시 범위 밖의 광(예를 들어, 적외선)을 반사한다. 그러나, 일부 다른 구현들에서, IMOD는 비작동 상태일 때 어둠 상태에 있을 수도 있고, 작동 상태일 때 반사 상태에 있을 수도 있다. 일부 구현들에서, 인가 전압의 도입이 디스플레이 엘리먼트들을 구동하여 상태들을 변화시킬 수 있다. 일부 다른 구현들에서, 인가 전하가 디스플레이 엘리먼트들을 구동하여 상태들을 변화시킬 수 있다.
- [0022] 도 1에서 디스플레이 엘리먼트 어레이의 도시된 부분은 2개의 인접한 간섭계형 변조기들(12)을 포함한다. (예



시된 바와 같은) 좌측상의 IMOD(12)에서, 이동가능 반사층(14)이 부분 반사층을 포함하는 광학 스택(16)으로부터 소정의 거리에서 이완 위치에 예시되어 있다. 좌측상의 IMOD(12) 양단에 인가된 전압( $V_0$ )은 이동가능 반사층(14)의 작동을 야기하는데 불충분하다. 우측상의 IMOD(12)에서, 이동가능 반사층(14)은 광학 스택(16) 근처 또는 인접한 작동 위치에 예시된다. 우측상의 IMOD(12) 양단에 인가된 전압( $V_{bias}$ )은 이동가능 반사층(14)을 작동 위치에서 유지하는데 충분하다.

[0023] 도 1에서, 디스플레이 엘리먼트들(12)의 반사 특성들은 일반적으로, 디스플레이 엘리먼트들(12)상에 입사된 광, 및 좌측상의 디스플레이 엘리먼트(12)로부터 반사하는 광(15)을 나타내는 화살표들(13)로 예시되어 있다. 상세히 예시하지 않았지만, 당업자는 디스플레이 엘리먼트들(12)상에 입사한 대부분의 광(13)이 투명 기관(20)을 통과하여 광학 스택(16)으로 향할 것임을 이해할 것이다. 광학 스택(16)상에 입사한 광의 일부가 광학 스택(16)의 부분 반사층을 통과할 것이고, 일부는 투명 기관(20)을 통해 되반사된다. 광학 스택(16)을 통과하는 광(13)의 일부는 투명 기관(20)을 향해 (그리고 그를 통해) 이동가능 반사층(14)에서 되반사될 것이다. 광학 스택(16)의 부분 반사층으로부터 반사된 광과 이동가능 반사층(14)으로부터 반사된 광 사이의 간섭(보강 또는 상쇄)은 디스플레이 엘리먼트(12)로부터 반사된 광(15)의 파장(들)을 결정할 것이다.

[0024] 광학 스택(16)은 단일층 또는 여러 층들을 포함할 수 있다. 층(들)은 전극층, 부분 반사 및 부분 투과층 및 투명 유전체층 중 하나 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 광학 스택(16)은 전기적 도전성이고, 부분 투명이고, 부분 반사형이고, 예를 들어, 상기 층들 중 하나 또는 그 조합을 투명 기관(20)상에 증착함으로써 제조될 수도 있다. 전극층은 다양한 금속들, 예를 들어, 인듐 주석 산화물(ITO)과 같은 다양한 재료들로부터 형성될 수 있다. 부분 반사층은 다양한 금속들, 예를 들어, 크롬(Cr), 반도체들, 및 유전체들과 같은 부분 반사형인 다양한 재료들로부터 형성될 수 있다. 부분 반사층은 재료들의 하나 또는 그 조합의 층들로 형성될 수 있고, 층들 각각은 단일 재료 또는 재료들의 조합으로 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 광학 스택(16)은 광 흡수기 및 도체 모두로서 작용하는 단일 반투명 두께의 금속 또는 반도체를 포함할 수 있지만, (예를 들어, 광학 스택(16) 또는 IMOD의 다른 구조들의) 상이한 더욱 도전성의 층들 또는 부분들이 IMOD 디스플레이 엘리먼트들 사이의 신호들을 버스(bus)하는 역할을 한다. 광학 스택(16)은 또한 하나 또는 그 조합의 도전층들 또는 도전/흡수층을 커버하는 하나 또는 그 조합의 절연 또는 유전체층들을 포함할 수 있다.

[0025] 일부 구현들에서, 광학 스택(16)의 층(들)은 병렬 스트립들로 패터닝될 수 있고, 더 후술하는 바와 같이 디스플레이 디바이스에서 로우 전극들을 형성할 수도 있다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 용어 "패터닝(patterned)"은 마스크 뿐만 아니라 에칭 프로세스들을 지칭하는 것으로 본 명세서에서 사용된다. 일부 구현들에서, 알루미늄(Al)과 같은 고도전성 및 반사성 재료가 이동가능 반사층(14)에 대해 사용될 수도 있고, 이들 스트립들은 디스플레이 디바이스에서 컬럼 전극들을 형성할 수도 있다. 이동가능 반사층(14)은 (광학 스택(16)의 로우 전극들에 직교하는) 증착된 금속층 또는 층들의 일련의 병렬 스트립들로서 형성되어, 포스트들(18)의 상부상에 증착된 컬럼들 및 포스트들(18) 사이에 증착된 개재 희생 재료를 형성할 수도 있다. 희생 재료가 에칭될 때, 규정된 갭(19), 또는 광학 캐비티가 이동가능 반사층(14)과 광학 스택(16) 사이에 형성될 수 있다. 일부 구현들에서, 포스트들(18) 사이의 간격은 대략 1 내지 1000 $\mu\text{m}$ 일 수 있지만, 갭(19)은 10,000 옹스트롬( $\text{\AA}$ ) 미만일 수도 있다.

[0026] 일부 구현들에서, 작동 상태이든지 이완 상태이든지, IMOD의 각 디스플레이 엘리먼트는 본질적으로, 고정 및 이동 반사층들에 의해 형성된 커패시터이다. 전압이 인가되지 않을 때, 이동가능 반사층(14)은 이동가능 반사층(14)과 광학 스택(16) 사이의 갭(19)으로, 도 1의 좌측상에 디스플레이 엘리먼트(12)에 의해 예시되어 있는 바와 같이, 기계적으로 이완 상태에서 유지된다. 그러나, 전위차, 예를 들어, 전압이 선택된 로우 및 컬럼 중 적어도 하나에 인가될 때, 대응하는 디스플레이 엘리먼트에서 로우와 컬럼 전극들의 교차점에서 형성된 커패시터는 충전되고, 정전기력이 전극들을 함께 끌어당긴다. 인가 전압이 임계값을 초과하면, 이동가능 반사층(14)은 변형될 수 있고 광학 스택(16) 가까이 또는 그를 향해 이동할 수 있다. 광학 스택(16)내의 유전체층(미도시)이 단락을 방지할 수 있고 도 1의 우측상의 작동 디스플레이 엘리먼트(12)에 의해 예시된 바와 같이 층들(14 및 16) 사이의 분리 거리를 제어할 수 있다. 이 작용은 인가된 전위차의 극성에 관계없이 동일하다. 일부 경우들에서, 어레이에서의 일련의 디스플레이 엘리먼트들을 "로우" 또는 "컬럼"으로 칭할 수도 있지만, 당업자는 "로우"로서 일 방향을 칭하고 "컬럼"으로서 다른 방향을 칭하는 것이 임의적이라는 것을 쉽게 이해할 것이다. 다시 말해, 일부 배향들에서, 로우들은 컬럼들로 고려될 수 있고, 컬럼들은 로우들로 고려될 수 있다. 또한, 디스플레이 엘리먼트들은 직교 로우들 및 컬럼들("어레이")에서 균일하게 배열될 수도 있거나, 예를 들어, 서로에 관하여 특정한 위치 오프셋들을 갖는 비선형 구성들("모자이크")로 배열될 수도 있다. 용어들 "어레이" 및 "모자이크"는 어느 구성이든 칭할 수도 있다. 따라서, 디스플레이를 "어레이" 또는 "모자이크"를 포함하는 것

으로 칭하지만, 엘리먼트들 자체는 임의의 경우에서 서로 직교로 배열되거나, 균일한 분포로 배치될 필요가 없지만, 비대칭 형상들 및 불균일하게 분포된 엘리먼트들을 갖는 배열들을 포함할 수도 있다.

[0027] 도 2는 3×3 간섭계형 변조기 디스플레이를 통합한 전자 디바이스를 예시하는 시스템 블록도의 일례를 도시한다. 전자 디바이스는 하나 또는 그 초과 소프트웨어 모듈들을 실행하도록 구성될 수도 있는 프로세서(21)를 포함한다. 운영 시스템의 실행에 추가하여, 프로세서(21)는 웹 브라우저, 전화 애플리케이션, 이메일 프로그램, 또는 임의의 다른 소프트웨어 애플리케이션을 포함하는 하나 또는 그 초과 소프트웨어 애플리케이션을 실행하도록 구성될 수도 있다.

[0028] 프로세서(21)는 어레이 드라이버(22)와 통신하도록 구성될 수 있다. 어레이 드라이버(22)는 신호들을 예를 들어, 디스플레이 어레이 또는 패널(30)에 제공하는 로우 드라이버 회로(24) 및 컬럼 드라이버 회로(26)를 포함할 수 있다. 도 1에 예시된 IMOD 디스플레이 디바이스의 단면은 도 2의 라인 1-1에 의해 도시된다. 도 2가 명확화를 위해 IMOD들의 3×3 어레이를 예시하지만, 디스플레이 어레이(30)는 매우 큰 수의 IMOD들을 포함할 수도 있고, 컬럼들에서와는 다른 로우들에서의 상이한 수의 IMOD들을 가질 수도 있고, 그 반대의 경우도 가능하다.

[0029] 도 3은 도 1의 간섭계형 변조기에 대한 이동가능 반사층 위치 대 인가 전압을 예시하는 도면의 일례를 도시한다. MEMS 간섭계형 변조기들에 대해, 로우/컬럼(즉, 공통/세그먼트) 기록 절차는 도 3에 예시된 바와 같은 이들 디바이스들의 이력 특성을 이용할 수도 있다. 간섭계형 변조기는 이동가능 반사층 또는 미러로 하여금 이완 상태에서부터 작동 상태로 변화되게 하기 위해 예를 들어, 약 10볼트의 전위차를 요구할 수도 있다. 전압이 그 값으로부터 감소될 때, 이동가능 반사층은 예를 들어, 10 볼트 아래로 전압이 강하함에 따라 그 상태를 유지하지만, 이동가능 반사층은 전압이 2 볼트 아래로 강하할 때까지 완전하게 이완하지 않는다. 따라서, 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 대략 3 내지 7 볼트의 전압 범위가 존재하고, 여기서, 디바이스가 이완 또는 작동 상태에서 안정한 인가 전압의 윈도우가 존재한다. 이것은 본 명세서에서, "이력 윈도우" 또는 "안정성 윈도우"로 칭한다. 도 3의 이력 특징들을 갖는 디스플레이 어레이(30)에 대해, 로우/컬럼 기록 절차는 한번에 하나 또는 그 초과 로우들을 어드레싱하도록 설계될 수 있어서, 주어진 로우의 어드레싱 동안, 작동될 어드레싱된 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들은 약 10 볼트의 전압차에 노출되고, 이완될 디스플레이 엘리먼트들은 제로 볼트 근처의 전압차에 노출된다. 어드레싱 이후에, 디스플레이 엘리먼트들은 정상 상태 또는 대략 5 볼트의 바이어스 전압차에 노출되어, 이들은 이전의 스트로빙(strobing) 상태에서 유지된다. 이러한 예에서, 어드레싱된 이후에, 각 디스플레이 엘리먼트는 약 3 내지 7 볼트의 "안정성 윈도우"내의 전위차를 갖는다. 이러한 이력 특성 특징은 예를 들어, 도 1에 예시된 디스플레이 엘리먼트 설계가 동일한 인가 전압 조건하에서 작동 또는 이완 기준 상태에서 안정하게 유지될 수 있게 한다. 작동 상태이든지 이완 상태이든지, 각 IMOD 디스플레이 엘리먼트는 본질적으로 고정 또는 이동 반사층들에 의해 형성된 커패시터이기 때문에, 이러한 안정한 상태는 전력을 실질적으로 소모하거나 손실하지 않고 이력 윈도우내의 정상 전압에서 홀딩될 수 있다. 더욱이, 인가 전압 전위가 실질적으로 고정되어 유지되면, IMOD 디스플레이 엘리먼트로 흐르는 전류는 본질적으로 거의 없거나 전혀 없다.

[0030] 일부 구현들에서, 이미지의 프레임이 (만약 있다면) 원하는 변화에 따른 컬럼 전극들의 세트에 따라 "세그먼트" 전압들의 형태의 데이터 신호들을 소정의 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들의 상태에 인가함으로써 생성될 수도 있다. 어레이의 각 로우가 차례로 어드레싱될 수 있어서, 프레임은 한번에 하나의 로우에 기록된다. 제 1 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들에 원하는 데이터를 기록하기 위해, 제 1 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들의 원하는 상태에 대응하는 세그먼트 전압들이 컬럼 전극들상에 인가될 수 있고, 특정한 "컬럼" 전압 또는 신호 형태의 제 1 로우 펄스가 제 1 로우 전극에 인가될 수 있다. 그 후, 세그먼트 전압들의 세트가 (만약 있다면) 원하는 변화에 대응하도록 제 2 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들의 상태로 변화될 수도 있고, 제 2 공통 전압이 제 2 로우 전극에 인가될 수 있다. 일부 구현들에서, 제 1 로우에서의 디스플레이 엘리먼트들은 컬럼 전극들에 따라 인가된 세그먼트 전압들에서의 변화에 의해 영향을 받지 않으며, 제 1 공통 전압 동안 로우 펄스로 설정된 상태를 유지한다. 이러한 프로세스는 순차적 방식으로 전체 일련의 로우들 또는 다르게는 컬럼들에 대해 반복되어 이미지 프레임을 생성할 수도 있다. 프레임들은 초당 일부 원하는 수의 프레임들에서 이러한 프로세스를 연속적으로 반복함으로써 새로운 이미지 데이터로 리프레시되고/되거나 업데이트될 수 있다. 본 명세서에 설명하는 바와 같은 데이터 기록 및/또는 유지 프로세스에서 사용되는 각 세그먼트 전압 및 공통 전압을 "구동 방식 전압"으로 칭한다.

[0031] 각 디스플레이 엘리먼트 양단에 인가된 세그먼트 및 공통 신호들의 조합(즉, 각 디스플레이 엘리먼트 양단의 전위차)은 각 디스플레이 엘리먼트의 결과적인 상태를 결정한다. 도 4는 다양한 공통 및 세그먼트 전압들이 인가될 때 간섭계형 변조기의 다양한 상태들을 예시하는 테이블의 일례를 도시한다. 당업자가 용이하게 이해하는

바와 같이, "세그먼트" 전압들은 컬럼 전극들 또는 로우 전극들 중 어느 하나에 인가될 수 있고, "공통" 전압들은 컬럼 전극들 또는 로우 전극들 중 다른 하나에 인가될 수 있다.

[0032] 도 4 (뿐만 아니라 도 5b에 도시된 타이밍도)에 예시되어 있는 바와 같이, 해제 전압(release voltage)( $V_{C_{REL}}$ )이 공통 라인을 따라 인가될 때, 공통 라인을 따른 모든 간섭계형 변조기 엘리먼트들은 세그먼트 라인들을 따라 인가된 전압, 즉, 높은 세그먼트 전압( $V_{S_H}$ ) 및 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ )에 관계없이, 다르게는 해제 또는 비작동 상태로 칭하는 이완 상태에 배치될 것이다. 특히, 해제 전압( $V_{C_{REL}}$ )이 공통 라인을 따라 인가될 때, 변조기 양단의 포텐셜 전압(다르게는 디스플레이 엘리먼트 전압으로 칭함)은, 높은 세그먼트 전압( $V_{S_H}$ ) 및 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ ) 양자가 그 디스플레이 엘리먼트에 대한 대응하는 세그먼트 라인을 따라 인가되는 경우에 이완 윈도우 (도 3을 참조하면, 해제 윈도우로 또한 칭함)내에 있다.

[0033] 높은 홀드 전압( $V_{C_{HOLD_H}}$ ) 또는 낮은 홀드 전압( $V_{C_{HOLD_L}}$ )과 같은 홀드 전압이 공통 라인상에 인가될 때, 간섭계형 변조기의 상태는 일정하게 유지될 것이다. 예를 들어, 이완 IMOD는 이완 위치에서 유지될 것이고, 작동 IMOD는 작동 위치에서 유지될 것이다. 홀드 전압들은, 높은 세그먼트 전압( $V_{S_H}$ ) 및 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ ) 양자가 대응하는 세그먼트 라인을 따라 인가될 때 디스플레이 엘리먼트 전압이 안정성 윈도우내에서 유지되도록 선택될 수 있다. 따라서, 세그먼트 전압 스윙(swing), 즉, 높은  $V_{S_H}$ 와 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ ) 사이의 차이는 포지티브 또는 네거티브 안정성 윈도우의 폭 미만이다.

[0034] 높은 어드레스 전압( $V_{C_{ADD_H}}$ ) 또는 낮은 어드레스 전압( $V_{C_{ADD_L}}$ )과 같은 어드레스, 또는 작동 전압이 공통 라인상에 인가될 때, 데이터가 각각의 세그먼트 라인들을 따라 세그먼트 전압들의 인가에 의해 그 라인을 따라 변조기들에 선택적으로 기록될 수 있다. 세그먼트 전압들은 작동이 인가된 세그먼트 전압에 의존하도록 선택될 수도 있다. 어드레스 전압이 공통 라인을 따라 인가될 때, 하나의 세그먼트 전압의 인가는 안정성 윈도우내에서 디스플레이 엘리먼트 전압을 발생시켜, 디스플레이 엘리먼트로 하여금 비작동을 유지하게 한다. 반대로, 다른 세그먼트 전압의 인가는 안정성 윈도우를 넘는 디스플레이 엘리먼트 전압을 발생시켜, 디스플레이 엘리먼트의 작동을 발생시킨다. 작동을 초래하는 특정한 세그먼트 전압은 어느 어드레스 전압이 사용되는지에 의존하여 변할 수 있다. 일부 구현들에서, 높은 어드레스 전압( $V_{C_{ADD_H}}$ )이 공통 라인을 따라 인가될 때, 높은 세그먼트 전압( $V_{S_H}$ )의 인가는 변조기로 하여금 그것의 현재 위치에서 유지되게 할 수 있고, 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ )의 인가는 변조기의 작동을 초래할 수 있다. 그 결과, 세그먼트 전압들의 영향은 낮은 어드레스 전압( $V_{C_{ADD_L}}$ )이 인가될 때 반대일 수 있는데, 높은 세그먼트 전압( $V_{S_H}$ )은 변조기의 작동을 초래하고, 낮은 세그먼트 전압( $V_{S_L}$ )은 변조기의 상태에 영향을 주지 않는다(즉, 안정을 유지한다).

[0035] 일부 구현들에서, 변조기들 양단에 동일한 극성의 전위차를 항상 생성하는 홀드 전압들, 어드레스 전압들, 및 세그먼트 전압들이 사용될 수도 있다. 일부 다른 구현들에서, 변조기들의 전위차의 극성을 교호시키는 신호들이 사용될 수 있다. 변조기들 양단의 극성의 교호(즉, 기록 절차들의 극성의 교호)는 단일 극성의 반복된 기록 동작들 이후에 발생할 수 있는 전하 축적을 감소시키거나 억제할 수도 있다.

[0036] 도 5a는 도 2의 3×3 간섭계형 변조기 디스플레이에서 디스플레이 데이터의 프레임을 예시하는 도면의 일례를 도시한다. 도 5b는 도 5a에 예시된 디스플레이 데이터의 프레임 기록하기 위해 사용될 수도 있는 공통 및 세그먼트 신호들에 대한 타이밍도의 일례를 도시한다. 신호들은 예를 들어, 도 2의 3×3 어레이에 인가될 수 있고, 이는 궁극적으로 도 5a에 예시된 라인 타임(60e) 디스플레이 배열을 발생시킨다. 도 5a에서의 작동 변조기들은 어둡-상태에 있고, 즉, 여기서, 반사광의 상당한 부분은 예를 들어, 뷰어에 대해 어두운 외관을 발생시키도록 가시 스펙트럼 외부에 있다. 도 5a에 예시된 프레임을 기록하기 이전에, 디스플레이 엘리먼트들은 임의의 상태에 있을 수 있지만, 도 5b의 타이밍도에 예시된 기록 절차는 각 변조기가 해제되었고 제 1 라인 타임(60a) 이전에 비작동 상태에 상주한다는 것을 가정한다.

[0037] 제 1 라인 타임(60a) 동안, 해제 전압(70)이 공통 라인 1상에 인가되고; 공통 라인 2상에 인가된 전압은 높은 홀드 전압(72)에서 시작하여 해제 전압(70)으로 이동하며, 낮은 홀드 전압(76)이 공통 라인 3을 따라 인가된다. 따라서, 공통 라인 1을 따라 변조기들(공통 1, 세그먼트 1)(1, 2) 및 (1, 3)은 제 1 라인 타임(60a)의 지속기간 동안 이완 또는 비작동 상태에서 유지되고, 공통 라인 2를 따른 변조기들(2, 1), (2, 2) 및 (2, 3)은 이완 상태로 이동하며, 공통 라인 3을 따른 변조기들(3, 1), (3, 2) 및 (3, 3)은 그들의 이전 상태에서 유지될 것이다. 도 4를 참조하면, 세그먼트 라인들(1, 2 및 3)을 따라 인가된 세그먼트 전압들은, 공통 라인들(1, 2 또는 3) 중

어느 것도 라인 타임(60a) 동안 작동을 초래하는 전압 레벨들에 노출되지 않기 때문에, 간섭계형 변조기들의 상태에 영향을 미치지 않을 것이다(즉,  $VC_{REL}$  - 이완 및  $VC_{HOLD,L}$  - 안정).

- [0038] 제 2 라인 타임(60b) 동안, 공통 라인 1상의 전압은 높은 홀드 전압(72)으로 이동하고, 공통 라인 1을 따른 모든 변조기들은 어드레싱 또는 작동 전압이 공통 라인 1상에 인가되지 않았기 때문에 인가된 세그먼트 전압에 관계없이 이완 상태에서 유지된다. 공통 라인 2를 따른 변조기들은 해제 전압(70)의 인가로 인해 이완 상태에서 유지되고, 공통 라인 3을 따라 변조기들(3, 1), (3, 2) 및 (3, 3)은 공통 라인 3을 따른 전압이 해제 전압(70)으로 이동할 때 이완될 것이다.
- [0039] 제 3 라인 타임(60c) 동안, 공통 라인 1이 공통 라인 1상에 높은 어드레스 전압(74)을 인가함으로써 어드레싱된다. 낮은 세그먼트 전압(64)이 이러한 어드레스 전압의 인가 동안 세그먼트 라인들(1 및 2)을 따라 인가되기 때문에, 변조기들(1, 1) 및 (1, 2) 양단의 디스플레이 엘리먼트 전압은 변조기들의 포지티브 안정성 윈도우의 상단(high end)보다 크고(즉, 전압차가 소정의 임계값을 초과), 변조기들(1, 1) 및 (1, 2)은 작동된다. 반대로, 높은 세그먼트 전압(62)이 세그먼트 라인 3을 따라 인가되기 때문에, 변조기(1, 3) 양단의 디스플레이 엘리먼트 전압은 변조기들(1, 1) 및 (1, 2)의 디스플레이 엘리먼트 전압 미만이고, 변조기의 포지티브 안정성 윈도우내에서 유지되며; 따라서, 변조기(1, 3)가 이완되어 유지된다. 또한, 라인 타임(60c) 동안, 공통 라인 2를 따른 전압은 낮은 홀드 전압(76)으로 감소하고, 공통 라인 3을 따른 전압은 해제 전압(70)에서 유지되어, 공통 라인들(2 및 3)을 따른 변조기들을 이완 위치에 남겨둔다.
- [0040] 제 4 라인 타임(60d) 동안, 공통 라인 1상의 전압은 높은 홀드 전압(72)으로 복귀하여, 공통 라인 1을 따른 변조기들을 그들 각각의 어드레싱된 상태들에 남겨둔다. 공통 라인 2상의 전압은 낮은 어드레스 전압(78)으로 감소된다. 높은 세그먼트 전압(62)이 세그먼트 라인 2를 따라 인가되기 때문에, 변조기(2, 2) 양단의 디스플레이 엘리먼트 전압은 변조기의 네거티브 안정성 윈도우의 하단 아래이어서, 변조기(2, 2)가 작동되게 한다. 반대로, 낮은 세그먼트 전압(64)이 세그먼트 라인들(1 및 3)을 따라 인가되기 때문에, 변조기들(2, 1) 및 (2, 3)은 이완 위치에서 유지된다. 공통 라인 3상의 전압은 높은 홀드 전압(72)으로 증가하여, 공통 라인 3을 따른 변조기들을 이완 상태에 남겨둔다.
- [0041] 마지막으로, 제 5 라인 타임(60e) 동안, 공통 라인 1상의 전압은 높은 홀드 전압(72)에서 유지되고, 공통 라인 2상의 전압은 낮은 홀드 전압(76)에서 유지되어서, 공통 라인들(1 및 2)을 따른 변조기들을 그들 각각의 어드레싱된 상태들에 남겨둔다. 공통 라인 3상의 전압은 높은 어드레스 전압(74)으로 증가하여 공통 라인 3을 따른 변조기들을 어드레싱한다. 낮은 세그먼트 전압(64)이 세그먼트 라인들(2 및 3)상에 인가되기 때문에, 변조기들(3, 2) 및 (3, 3)은 작동하고, 세그먼트 라인 1을 따라 인가된 높은 세그먼트 전압(62)은 변조기(3, 1)로 하여금 이완 위치에서 유지되게 한다. 따라서, 제 5 라인 타임(60e)의 종단에서, 3×3 디스플레이 엘리먼트 어레이는 도 5a에 도시된 상태에 있고, 다른 공통 라인들(미도시)을 따른 변조기들이 어드레싱될 때 발생할 수도 있는 세그먼트 전압에서의 변동들에 관계없이 홀드 전압들이 공통 라인들을 따라 인가되는 한은 그 상태에서 유지될 것이다.
- [0042] 도 5b의 타이밍도에서, 주어진 기록 절차(즉, 라인 타임들(60a-60e))는 높은 홀드 및 어드레스 전압들, 또는 낮은 홀드 및 어드레스 전압들의 사용을 포함할 수 있다. 기록 절차가 주어진 공통 라인에 대해 완료되면(그리고, 공통 전압이 작동 전압과 동일한 극성을 갖는 홀드 전압으로 설정되면), 디스플레이 엘리먼트 전압은 주어진 안전성 윈도우내에서 유지되고, 해제 전압이 그 공통 라인상에 인가될 때까지 이완 윈도우를 통과하지 않는다. 또한, 각 변조기가 변조기를 어드레싱하기 이전에 기록 절차의 일부로서 해제될 때, 해제 시간보다는 변조기의 작동 시간이 필요한 라인 타임을 결정할 수도 있다. 구체적으로, 변조기의 해제 시간이 작동 시간보다 큰 구현들에서, 해제 전압은 도 5b에 도시되어 있는 바와 같이, 단일 라인 시간보다 길게 인가될 수도 있다. 일부 다른 구현들에서, 공통 라인들 또는 세그먼트 라인들을 따라 인가된 전압들은 상이한 컬러들의 변조기들과 같은 상이한 변조기들의 작동 및 해제 전압들에서의 변동들을 설명하기 위해 변할 수도 있다.
- [0043] 상술한 원리들에 따라 동작하는 간섭계형 변조기들의 구조의 상세는 광범위하게 변할 수도 있다. 예를 들어, 도 6a 내지 도 6e는 이동가능 반사층(14) 및 그것의 지지 구조들을 포함하는 간섭계형 변조기들의 변화하는 구현들의 단면들의 예들을 도시한다. 도 6a는 도 1의 간섭계형 변조기 디스플레이의 부분 단면도의 일례를 도시하고, 여기서, 금속 재료의 스트립, 즉, 이동가능 반사층(14)이 기관(20)으로부터 직교하게 연장하는 지지부들(18)상에 증착된다. 도 6b에서, 각 IMOD의 이동가능 반사층(14)은 일반적으로 정사각형 또는 직사각형 형상이고, 테더(tether)(32)들상의 코너들에서 또는 그 근처에서 지지부들에 부착된다. 도 6c에서, 이동가능 반사층(14)은 일반적으로 정사각형 또는 직사각형 형상이고, 플렉시블 금속을 포함할 수도 있는 변형가능층(34)으로부

터 현수(suspend)되어 있다. 변형가능층(34)은 이동가능 반사층(14)의 주위에서 기관(20)에 직접 또는 간접적으로 연결될 수 있다. 본 명세서에서, 이들 연결들은 지지 포스트들이라 칭한다. 도 6c에 도시된 구현들은 이동가능층(14)의 기계적 기능들로부터 이동가능층(14)의 광학 기능들의 디커플링을 유도하는 추가의 이점들을 갖는데, 기계적 기능들은 변형가능층(34)에 의해 수행된다. 이러한 디커플링은 반사층(14)에 대해 사용된 구조적 설계 및 재료들 및 변형가능층(34)에 대해 사용된 구조적 설계 및 재료들이 서로 독립적으로 최적화되게 한다.

[0044] 도 6d는 이동가능 반사층(14)이 반사 서브-층(14a)을 포함하는 IMOD의 다른 예를 도시한다. 이동가능 반사층(14)은 지지 포스트들(18)과 같은 지지 구조상에 놓여 있다. 지지 포스트들(18)은 하위 정지 전극(즉, 예시된 IMOD에서의 광학 스택(16)의 일부)로부터 이동가능 반사층(14)의 분리를 제공하여, 예를 들어, 이동가능 반사층(14)이 이완 위치에 있을 때 껍(19)이 이동가능 반사층(14)과 광학 스택(16) 사이에 형성된다. 이동가능 반사층(14)은 또한, 전극으로서 기능하도록 구성될 수도 있는 도전층(14c) 및 지지층(14b)을 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 도전층(14c)은 기관(20)으로부터 먼 지지층(14b)의 일측상에 배치되고, 반사 서브층(14a)은 기관(20)에 인접한 지지층(14b)의 다른 측상에 배치된다. 일부 구현들에서, 반사 서브층(14a)은 도전성일 수 있고 지지층(14b)과 광학 스택(16) 사이에 배치될 수 있다. 지지층(14b)은 유전체 재료, 예를 들어, 실리콘 옥사나이트라이드(SiON) 또는 실리콘 디옥사이드(SiO<sub>2</sub>)의 하나 또는 그 초과층들을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 지지층(14b)은 예를 들어, SiO<sub>2</sub>/SiON/SiO<sub>2</sub> 삼층 스택과 같은 층들의 스택일 수 있다. 반사 서브-층(14a) 및 도전층(14c) 중 하나 또는 양자는 예를 들어, 약 0.5% 구리(Cu) 또는 다른 반사형 금속 재료를 갖는 알루미늄(Al) 합금을 포함할 수 있다. 유전체 지지층(14b) 상하에 도전층들(14a, 14c)을 채용하는 것은 스트레스(stress)들을 밸런싱할 수 있고 강화된 전도성을 제공할 수 있다. 일부 구현들에서, 반사 서브층(14a) 및 도전층(14c)은 이동가능 반사층(14)내에서 특정한 스트레스 프로파일들을 달성하는 것과 같은, 다양한 설계 목적들을 위해 상이한 재료들로 형성될 수 있다.

[0045] 도 6d에 예시되어 있는 바와 같이, 일부 구현들은 또한 블랙 마스크 구조(23)를 포함할 수 있다. 블랙 마스크 구조(23)는 환경광 또는 미광을 흡수하기 위해 광학적 비활성 영역들에(즉, 디스플레이 엘리먼트들 사이 또는 포스트들(18) 아래에) 형성될 수 있다. 블랙 마스크 구조(23)는 또한, 광이 디스플레이 비활성 부분들로부터 반사되거나 그를 통해 투과하는 것을 억제함으로써 디스플레이 디바이스의 광학 특성들을 향상시킬 수 있어서, 콘트라스트비를 증가시킨다. 추가로, 블랙 마스크 구조(23)는 도전성일 수 있고 전기적 버싱(bussing)층으로서 기능하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 로우 전극들은 블랙 마스크 구조(23)에 접속될 수 있어서 접속된 로우 전극의 저항을 감소시킨다. 블랙 마스크 구조(23)는 증착 및 패터닝 기법들을 포함하는 다양한 방법들을 사용하여 형성될 수 있다. 블랙 마스크 구조(23)는 하나 또는 그 초과층들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현들에서, 블랙 마스크 구조(23)는 광학 흡수기로서 기능하는 몰리브덴-크롬(MoCr)층, 층, 및 반사기 및 버싱층으로서 기능하는 알루미늄 합금을 포함하는데, 이들 층들은 각각 약 30 내지 80Å, 500 내지 1000Å, 및 500 내지 6000Å의 범위의 두께를 갖는다. 하나 또는 그 초과층들은 예를 들어, MoCr 및 SiO<sub>2</sub>층에 대해 사불화탄소(CF<sub>4</sub>) 및/또는 산소(O<sub>2</sub>) 및 알루미늄 합금층에 대해 염소(Cl<sub>2</sub>) 및/또는 삼염화 붕소(BCl<sub>3</sub>)를 포함하는, 포토리소그래피 및 건식 에칭을 포함하는 다양한 기법들을 사용하여 패터닝될 수 있다. 일부 구현들에서, 블랙 마스크(23)는 에탈론(etalon) 또는 간섭계형 스택 구조일 수 있다. 이러한 간섭계형 스택 블랙 마스크 구조들(23)에서, 도전성 흡수기들은 각 로우 또는 컬럼의 광학 스택(16)에서 하위 정지 전극들 사이에서 신호들을 송신하거나 버싱하기 위해 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 스페이서 층(35)이 흡수기 층(16a)을 블랙 마스크(23)에서의 도전층들로부터 전기적으로 절연시키도록 일반적으로 기능할 수 있다.

[0046] 도 6e는 이동가능 반사층(14)이 자체 지지하는 IMOD의 다른 예를 도시한다. 도 6d와 반대로, 도 6e의 구현은 지지 포스트들(18)을 포함하지 않는다. 대신에, 이동가능 반사층(14)은 다수의 위치들에서 기반 광학 스택(16)에 접촉하고, 이동가능 반사층(14)의 곡률은 간섭계형 변조기 양단의 전압이 작동할 때 이동가능 반사층(14)이 도 6e의 비작동 위치로 복귀시키는 충분한 지지를 제공한다. 광학 흡수기(16a) 및 유전체(16b)를 포함하는 복수의 여러 상이한 층들을 포함할 수도 있는 광학 스택(16)이 명확화를 위해 여기에 도시되어 있다. 일부 구현들에서, 광학 흡수기(16a)는 고정 전극 및 부분 반사층 양자로서 기능할 수도 있다.

[0047] 도 6a 내지 도 6e에 도시된 바와 같은 구현들에서, IMOD들은 이미지들이 투명 기관(20)의 전면, 즉, 변조기가 배열되는 측에 대항하는 측으로부터 관측되는 직시형 디바이스들로서 기능한다. 이들 구현들에서, 디바이스의 백(back) 부분들(즉, 예를 들어, 도 6c에 예시된 변형가능층(34)을 포함하는 이동가능 반사층(14) 뒤의 디스플레이 디바이스의 임의의 부분)은, 반사층(14)이 디바이스의 이들 부분들을 광학적으로 차폐하기 때문에, 디스플레이 디바이스의 이미지 품질에 영향을 주거나 악영향을 미치지 않고 구성되고 동작될 수 있다. 예를 들어, 일

부 구현들에서, 버스 구조(미도시)가 전압 어드레스 및 이러한 어드레싱으로부터 발생하는 이동들과 같은, 변조기의 전자기계적 특성들로부터 변조기의 광학 특성을 분리하는 능력을 제공하는 이동가능 반사층(14) 뒤에 포함될 수 있다. 추가로, 도 6a 내지 도 6e의 구현들은 예를 들어, 패터닝과 같은 프로세싱을 단순화할 수 있다.

[0048] 도 7은 간섭계형 변조기에 대한 제조 프로세스(80)를 예시하는 흐름도의 일례를 도시하고, 도 8a 내지 도 8e는 이러한 제조 프로세스(80)의 대응하는 스테이지들의 개략적 단면 예시들의 예들을 도시한다. 일부 구현들에서, 제조 프로세스(80)는 도 7에 도시되지 않은 다른 블록들에 추가하여, 예를 들어, 도 1 및 도 6에 예시된 일반형의 간섭계형 변조기들을 제조하기 위해 구현될 수 있다. 도 1, 도 6, 및 도 7을 참조하면, 프로세스(80)는 기판(20)상에 광학 스택(16)의 형성으로 블록 82에서 시작한다. 도 8a는 기판(20)상에 형성된 이러한 광학 스택(16)을 예시한다. 기판(20)은 유리 또는 플라스틱과 같은 투명 기판일 수도 있고, 플렉시블하거나 비교적 강성(stiff)이고 굴곡되지 않을(unbending) 수도 있고, 광학 스택(16)의 효율적인 형성을 용이하게 하기 위해 이전의 준비 프로세스들, 예를 들어, 클리닝을 받을 수도 있다. 상기 논의한 바와 같이, 광학 스택(16)은 전기적 도전성이고, 부분 투명이고, 부분 반사형일 수 있고, 예를 들어, 원하는 특성들을 갖는 하나 또는 그 초과층들을 투명 기판(20)상에 증착함으로써 제조될 수도 있다. 도 8a에서, 광학 스택(16)은, 다수의 서브층들이 일부 다른 구현들에 포함될 수도 있지만, 서브층들(16a 및 16b)을 갖는 다층 구조를 포함한다. 일부 구현들에서, 서브층들(16a, 16b) 중 하나는 결합된 도체/흡수기 서브층(16a)과 같은, 광학적으로 흡수 및 도전 특성들 양자를 갖고 구성될 수 있다. 추가로, 서브층들(16a, 16b) 중 하나 또는 그 초과는 병렬 스트립들로 패터닝될 수 있고, 디스플레이 디바이스에서 로우 전극들을 형성할 수도 있다. 이러한 패터닝은 마스크 및 에칭 프로세스 또는 당업계에 알려진 다른 적합한 프로세스에 의해 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, 서브층들(16a, 16b) 중 하나는 하나 또는 그 초과층들(예를 들어, 하나 또는 그 초과층의 반사 및/또는 도전층들)상에 증착되는 서브층(16b)과 같은 절연 또는 유전체층일 수 있다. 또한, 광학 스택(16)은 디스플레이의 로우들을 형성하는 개별 및 병렬 스트립들로 패터닝될 수 있다.

[0049] 프로세스(80)는 광학 스택(16)상에 희생층(125)을 형성하는 블록 84로 계속된다. 희생층(25)은 캐비티(19)를 형성하기 위해 추후 제거되고(예를 들어, 블록 90에서), 따라서, 희생층(25)은 도 1에 예시된 결과적인 간섭계형 변조기들(12)에서는 도시되지 않는다. 도 8b는 광학 스택(16)상에 형성된 희생층(25)을 포함하는 부분 제조된 디바이스를 예시한다. 광학 스택(16)상의 희생층(25)의 형성은 후속 제거 이후에, 원하는 설계 사이즈를 갖는 갭 또는 캐비티(19)(도 1 및 도 8e를 또한 참조)를 제공하도록 선택된 두께로, 이불화 크세논(XeF<sub>2</sub>) - 물리브덴(Mo) 또는 비정질 실리콘(a-Si)과 같은 에칭가능 재료의 증착을 포함할 수도 있다. 희생층의 증착은 물리 기상 증착(PVD, 예를 들어, 스퍼터링), 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD), 열화학 기상 증착(열 CVD), 또는 스펀-코팅과 같은 증착 기법들을 사용하여 수행될 수도 있다.

[0050] 프로세스(80)는 도 1, 도 6 및 도 8c에 예시된 바와 같이 지지 구조, 예를 들어, 포스트(18)를 형성하는 블록 86에서 계속된다. 포스트(18)의 형성은 지지 구조 개구를 형성하기 위한 희생층(25)의 패터닝, 그 후, 포스트(18)를 형성하기 위한 개구로의 재료(예를 들어, 폴리머 또는 무기 재료, 예를 들어, 실리콘 산화물)의 증착, PVD, PECVD, 열 CVD와 같은 증착 방법, 또는 스펀-코팅의 사용을 포함할 수도 있다. 일부 구현들에서, 희생층에 형성된 지지 구조 개구는 희생층(25) 및 광학 스택(16) 양자를 통해 기반 기판(20)으로 연장할 수 있어서, 포스트(18)의 하위단이 도 6a에 예시되어 있는 바와 같이 기판(20)에 접촉한다. 다르게는, 도 8c에 도시된 바와 같이, 희생층(25)에 형성된 개구는 희생층(25)을 통하지만 광학 스택(16)은 통하지 않고 연장할 수 있다. 예를 들어, 도 8e는 광학 스택(16)의 상부 표면과 접촉하는 지지 포스트들(18)의 하위단들을 예시한다. 포스트(18), 또는 다른 지지 구조들은 희생층(25)상에 지지 구조 재료의 층을 증착하고, 희생층(25)의 개구로부터 떨어져 위치한 지지 구조 재료의 부분들을 패터닝함으로써 형성될 수도 있다. 지지 구조들은 도 8c에 예시되어 있는 바와 같이 개구들내에 위치될 수도 있지만, 희생층(25)의 부분상으로 적어도 부분적으로 또한 연장할 수 있다. 상기 언급한 바와 같이, 희생층(25) 및/또는 지지 포스트들(18)의 패터닝은 패터닝 및 에칭 프로세스에 의해 수행될 수 있지만, 대안의 에칭 방법들에 의해 또한 수행될 수도 있다.

[0051] 프로세스(80)는 도 1, 도 6 및 도 8d에 예시된 이동가능 반사층(14)과 같은 이동가능 반사층 또는 멤브레인을 형성하는 블록 88에서 계속된다. 이동가능 반사층(14)은 하나 또는 그 초과층들, 예를 들어, 하나 또는 그 초과층의 패터닝, 마스크, 및/또는 에칭 단계들과 함께 반사층(예를 들어, 알루미늄, 알루미늄 합금) 증착을 이용함으로써 형성될 수도 있다. 이동가능 반사층(14)은 전기적 도전성일 수 있고, 전기적 도전층으로 칭할 수 있다. 일부 구현들에서, 이동가능 반사층(14)은 도 8d에 도시되어 있는 바와 같이 복수의 서브층들(14a, 14b, 14c)을 포함할 수도 있다. 일부 구현들에서, 서브층들(14a, 14c)과 같은 서브층들 중 하나 또는 그 초과는 이들의 광학 특성들을 위해 선택된 고반사 서브층들을 포함할 수도 있고, 다른 서브층(14b)은 그것의 기계적

특성들을 위해 선택된 기계적 서브층을 포함할 수도 있다. 희생층(25)이 블록 88에서 형성된 부분 제조된 간섭계형 변조기에 여전히 존재하기 때문에, 이동가능 반사층(14)은 통상적으로 이러한 스테이지에서 이동가능하지 않다. 희생층(25)을 포함하는 부분 제조된 IMOD를 본 명세서에서 "비해제(unreleased)" IMOD로 또한 칭할 수도 있다. 도 1과 관련하여 상술한 바와 같이, 이동가능 반사층(14)은 디스플레이의 컬럼들을 형성하는 개별 및 병렬 스트립들로 패터닝될 수 있다.

[0052] 프로세스(80)는 도 1, 도 6 및 도 8에 예시된 바와 같이 캐비티, 예를 들어, 캐비티(19)를 형성하는 블록 90에서 계속된다. 캐비티(19)는 (블록 84에서 증착된) 희생층(25)을 에천트에 노출시킴으로써 형성될 수도 있다. 예를 들어, Mo 또는 비정질 Si와 같은 에칭가능한 희생 재료가 예를 들어, 캐비티(19)를 둘러싸는 구조들에 대해 통상적으로 선택적으로 제거된, 원하는 양의 재료를 제거하는데 유효한 기간 동안 고체 XeF<sub>2</sub>로부터 유도된 증기와 같은 가스 또는 증기 에천트에 희생층(25)을 노출시킴으로써 건식 화학적 에칭에 의해 제거될 수도 있다. 다른 에칭 방법들, 예를 들어, 습식 에칭 및/또는 플라즈마 에칭이 또한 사용될 수도 있다. 희생층(25)이 블록 90 동안 제거되기 때문에, 이동가능한 반사층(14)은 통상적으로 이러한 스테이지 이후에 이동가능하다. 희생 재료(25)의 제거 이후에, 결과적인 완전 또는 부분 제조 IMOD를 본 명세서에서 "해제" IMOD로 칭할 수도 있다.

[0053] 도 9는 픽셀 디스플레이 당 64 컬러의 구현을 구동시키는 공통 드라이버(904) 및 세그먼트 드라이버(902)의 예를 예시하는 블록도이다. 어레이는 일부 구현들에서, 간섭계형 변조기들을 포함할 수도 있는 전자기계 디스플레이 엘리먼트들(102)의 세트를 포함할 수 있다. 세그먼트 전극들 또는 세그먼트 라인들(122a-122d, 124a-124d, 126a-126d)의 세트 및 공통 전극들 또는 공통 라인들(112a-112d, 114a-114d, 116a-116d)의 세트는, 각 디스플레이 엘리먼트가 다수의 세그먼트 전극들 및 공통 전극들과 전기적 통신하고 있을 것이기 때문에, 디스플레이 엘리먼트들(102)을 어드레싱하기 위해 사용될 수 있다. 세그먼트 드라이버 회로(902)는 세그먼트 전극들 각각의 양단에 전압 파형들을 인가하도록 구성되고, 공통 드라이버 회로(904)는 공통 전극들 각각의 양단에 전압 파형들을 인가하도록 구성된다. 일부 구현들에서, 세그먼트 전극들(122a 및 124a)과 같은, 세그먼트 전극들 중 일부가 서로 전기적 통신하고 있을 수도 있어서, 동일한 전압 파형이 세그먼트 전극들 각각의 양단에 동시에 인가될 수 있다. 2개의 세그먼트 전극들에 커플링되기 때문에, 2개의 세그먼트 전극들에 접속된 세그먼트 드라이버 출력들을, 이러한 세그먼트 출력의 상태가 각 로우에서 2개의 인접하는 디스플레이 엘리먼트들의 상태를 제어하기 때문에, 본 명세서에서 "최상위 비트"(MSB) 세그먼트 출력이라 칭할 수도 있다. 126a에서와 같이 개별 세그먼트 전극들에 커플링된 세그먼트 드라이버 출력들을 이들이 각 로우에서 단일 디스플레이 엘리먼트의 상태를 제어하기 때문에 본 명세서에서 "최하위 비트"(LSB) 전극들이라 칭할 수도 있다.

[0054] 도 9를 여전히 참조하면, 디스플레이가 컬러 디스플레이 또는 단색 그레이스케일 디스플레이를 포함하는 구현에서, 전자기계 엘리먼트들(102)의 그룹들은 다양한 컬러들 또는 그레이스케일들을 디스플레이할 수 있는 픽셀들을 형성할 수도 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 디스플레이 엘리먼트는 이미지 기록 프로세스 동안 정의된 상태에 투입되는 단일 디바이스를 칭한다. 반사 또는 흡수 상태에 투입될 수 있는 개별 간섭계형 변조기가 일레이다. 픽셀은 이미지 데이터의 특정한 피스 또는 영역을 시각적으로 표현하기 위해 사용되는 하나 또는 그 초과 디스플레이 엘리먼트들의 집합이다. 컬러 또는 그레이스케일 디스플레이를 위해, 이미지 데이터의 각 입력 픽셀은 이미지 데이터에 의해 정의된 그레이 레벨 또는 컬러의 시각적 표현을 (직접적으로 또는 주위 픽셀들과 결합하여) 생성하기 위해 사용되는 어레이 픽셀을 정의하는 디스플레이 엘리먼트들의 그룹에 매핑될 수도 있다. 단일 디스플레이 엘리먼트가 픽셀로서 그 자체로 기능하는 것이 가능하지만, 일반적으로 상이한 컬러들을 갖는 디스플레이 엘리먼트들의 그룹들이 가장 일반적으로 사용된다.

[0055] 어레이가 컬러 디스플레이를 포함하는 구현에서, 다양한 컬러들은 공통 라인들을 따라 정렬될 수도 있어서, 주어진 공통 라인을 따라 실질적으로 모든 디스플레이 엘리먼트들은 동일한 컬러를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이 엘리먼트들을 포함한다. 컬러 디스플레이들의 일부 구현들은 적색, 녹색, 및 청색 디스플레이 엘리먼트들의 교호하는 라인들을 포함한다. 예를 들어, 라인들(112a-112d)은 적색 간섭계형 변조기들의 라인들에 대응할 수도 있고, 라인들(114a-114d)은 녹색 간섭계형 변조기들의 라인들에 대응할 수도 있으며, 라인들(116a-116d)은 청색 간섭계형 변조기들의 라인들에 대응할 수도 있다. 일 구현에서, 간섭계형 변조기들(102)의 각 3×3 어레이는 픽셀들(130a-130d)과 같은 픽셀을 형성한다. 세그먼트 전극들 중 2개가 서로 단락되는 예시된 구현에서, 이러한 3×3 픽셀은 각 픽셀에서 각 공통 전극을 따른 3개의 공통 컬러 디스플레이 엘리먼트들의 각 세트가 0, 1, 2, 또는 3개의 작동 간섭계형 변조기들에 대응하는 4개의 상이한 상태들에 배치될 수 있기 때문에, 64개의 상이한 컬러들(예를 들어, 6-비트 컬러 깊이)을 렌더링할 수 있을 것이다. 단색 그레이스케일 모드에서 이러한 배열을 사용할 때, 각 컬러에 대한 3개의 픽셀 세트들의 상태는 동일하도록 이루어지고, 이러한 경우에, 각 픽셀은 4개의 상이한 그레이 레벨 강도들을 채용할 수 있다. 이것은 단지 하나의 예이며, 간섭계형 변조기

들의 더 큰 그룹들이 상이한 전체 픽셀 카운트 또는 해상도를 갖는 더 큰 컬러 범위를 갖는 픽셀들을 형성하기 위해 사용될 수도 있다는 것이 이해될 것이다.

- [0056] 상세히 상술한 바와 같이, 디스플레이 데이터의 라인을 기록하기 위해, 세그먼트 드라이버(902)는 세그먼트 전극들 또는 그에 접속된 버스들에 전압들을 인가할 수도 있다. 그 후, 공통 드라이버(904)는 그에 접속된 선택된 공통 라인을 펼싱하여, 예를 들어, 각각의 세그먼트 출력들에 인가된 전압들에 따라 라인을 따른 선택된 디스플레이 엘리먼트들을 작동시킴으로써, 선택된 라인을 따른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 데이터를 디스플레이하게 할 수도 있다.
- [0057] 디스플레이 데이터가 선택된 라인에 기록된 이후에, 세그먼트 드라이버(902)는 그에 접속된 버스들에 다른 전압들의 세트를 인가할 수도 있고, 공통 드라이버(904)는 다른 라인에 디스플레이 데이터를 기록하기 위해 그에 접속된 다른 라인을 펼싱할 수도 있다. 이러한 프로세스를 반복함으로써, 디스플레이 데이터는 디스플레이 어레이의 임의의 수의 라인들에 순차적으로 기록될 수도 있다.
- [0058] 이러한 프로세스를 사용하여 디스플레이 어레이에 (기록 시간으로서 또한 알려진) 디스플레이 데이터를 기록하는 시간은 기록된 디스플레이 데이터의 라인들의 수에 일반적으로 비례한다. 그러나, 많은 애플리케이션들에서, 예를 들어, 디스플레이의 프레임 레이트를 증가시키거나 임의의 인지가능한 플리커를 감소시키기 위해 기록 시간을 감소시키는 것이 바람직할 수도 있다.
- [0059] 도 10은 간섭계형 변조기들의 어레이의 여러 부재들에 대한 이동가능 반사 미러 위치 대 인가 전압을 예시하는 도면의 일례를 도시한다. 도 10은 도 3과 유사하지만, 어레이에서 상이한 변조기들 중에서 이력 곡선들의 변동들을 예시한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "구동 응답 특징"은 인가 전기 신호에 대한 디스플레이 엘리먼트의 응답의 특징을 칭한다. 본 명세서에서 설명하는 간섭계형 변조기 디스플레이 엘리먼트들에 대해, 인가 신호는 전압이고, 구동 응답 특징들은 디스플레이 엘리먼트들 중 하나 또는 그룹에 대한 이력 곡선(들)의 형상 및 위치와 관련된다. 각 간섭계형 변조기가 일반적으로 이력을 나타내지만, 이력 윈도우의 예지들은 어레이의 모든 변조기들에 대해 동일한 전압들에 있지 않다. 따라서, 작동 전압들 및 해제 전압들은 어레이의 상이한 간섭계형 변조기들에 대해, 심지어 공칭적으로 동일한 것으로 의도되는 간섭계형 변조기들에 대해 상이할 수도 있다. 이러한 불균일성은 예를 들어, 제조 프로세스에서 반드시 발생하는 재료 두께들에서의 약간의 차이들 또는 어레이의 상이한 부분들에서의 다른 특성들로부터 발생할 수도 있다. 또한, 작동 전압들 및 해제 전압들은 디스플레이의 온도, 노화, 및 사용 패턴들에서의 변동들로 그 수명 동안 변할 수 있다. 이것은 도 4와 관련하여 상술한 구동 방식과 같은 구동 방식에서 사용될 전압들을 결정하는 것을 어렵게 만들 수 있다. 이것은 또한, 디스플레이 어레이의 사용 동안 및 그 수명 동안 이들 변화들을 트래킹하는 방식으로 구동 방식에서 사용된 전압들을 변화시키는 것을 최적의 디스플레이 동작에 유용하게 할 수 있다.
- [0060] 이제, 도 10으로 돌아가서, (도 11에서  $V_{CENT}$ 로 표기된) 중심 전압 초과와 포지티브 작동 전압 및 중심 전압 미만의 네거티브 작동 전압에서, 각 간섭계형 변조기는 해제 상태에서부터 작동 상태로 변화한다. 중심 전압은 포지티브 이력 윈도우와 네거티브 이력 윈도우 사이의 중간점이다. 이것은 다양한 방식들, 예를 들어, 외부 예지들 사이의 중간, 내부 예지들 사이의 중간, 또는 2개의 윈도우들의 중간점들 사이의 중간으로 정의될 수 있다. 변조기들의 어레이에 대해, 중심 전압은 어레이의 상이한 변조기들에 대한 평균 중심 전압으로서 정의될 수도 있거나, 모든 변조기들에 대한 이력 윈도우들의 극단들 사이의 중간으로서 정의될 수도 있다. 예를 들어, 도 10을 참조하면, 중심 전압은 높은 작동 전압과 낮은 작동 전압 사이의 중간으로서 정의될 수도 있다. 실질적인 문제로서, 이러한 값이 어떻게 결정되는지는 특별하게 중요하지 않은데 그 이유는 간섭계형 변조기에 대한 중심 전압은 통상적으로 제로에 근접하고, 심지어 이러한 경우가 아니더라도, 이력 윈도우들 사이의 중간점을 계산하는 다양한 방법들이 실질적으로 동일한 값에 도달하기 때문이다. 중심 전압이 제로로부터 오프셋되는 구현들에서, 이러한 편차를 전압 오프셋으로 칭할 수도 있다.
- [0061] 상술한 바와 같이, 이들 값들은 상이한 간섭계형 변조기들에 대해 상이하다. 도 10에서 각각  $V_{MAX,H}$  및  $V_{MAX,L}$ 로 지정된 어레이에 대한 최대 포지티브 및 네거티브 작동 전압을 특징화하는 것이 가능하다. 전압( $V_{MAX,H}$ )은 어레이의 모든 변조기들(또는 더 후술하는 바와 같은 어레이의 선택된 부분)로 하여금 작동하게 하는 포지티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 전압( $V_{MAX,L}$ )은 어레이의 모든 변조기들(또는 어레이의 부분)로 하여금 작동하게 하는 네거티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 이러한 용어를 사용하여, 중심 전압( $V_{CENT}$ )은  $(V_{MAX,H} + V_{MAX,L})/2$ 로서 정의될 수도 있다. 이들 파라미터들 각각은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 구동 응답 특징들



의 예들이다.

[0062] 도 10에서 각각  $V_{A_{MIN,H}}$  및  $V_{A_{MIN,L}}$ 로 지정된 어레이에 대한 최소 포지티브 및 네거티브 작동 전압을 특징화하는 것이 또한 가능하다. 전압( $V_{A_{MIN,H}}$ )은 어레이의 변조기들 중 제 1 변조기(또는 어레이의 선택된 부분)만으로 하여금 작동하게 하는 포지티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 전압( $V_{A_{MIN,L}}$ )은 어레이의 변조기들 중 제 1 변조기(또는 어레이의 선택된 부분)만으로 하여금 작동하게 하는 네거티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다.

[0063] 도 10에 또한 도시되어 있는 바와 같이, 중심 전압을 초과한 포지티브 극성 해제 전압 및 중심 전압 미만의 네거티브 극성 해제 전압에서, 간섭계형 변조기는 작동 상태에서부터 해제 상태로 변화한다. 포지티브 및 네거티브 작동 전압들과 마찬가지로, 어레이에 대한 포지티브 및 네거티브 해제 전압들의 제한들을 특징화하는 것이 가능하다. 전압( $V_{R_{MAX,H}}$ )은 어레이의 변조기들 중 제 1 변조기(또는 어레이의 선택된 부분)만으로 하여금 작동 상태에서부터 해제되게 하게 하는 포지티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 전압( $V_{R_{MAX,L}}$ )은 어레이의 변조기들 중 제 1 변조기(또는 어레이의 선택된 부분)만으로 하여금 작동 상태에서부터 해제되게 하게 하는 네거티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 전압( $V_{R_{MIN,H}}$ )은 어레이의 모든 변조기들(또는 어레이의 선택된 부분)로 하여금 해제되게 하는 포지티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다. 전압( $V_{R_{MIN,L}}$ )은 어레이의 모든 변조기들(또는 어레이의 선택된 부분)로 하여금 해제되게 하는 네거티브 극성 전압으로서 특징화될 수 있다.

[0064] 도 11은 간섭계형 변조기들의 어레이의 여러 부재들에 대한 이동가능 반사 미러 위치 대 인가 전압을 개념적으로 예시하는 도면의 다른 예를 도시한다. 도 11은 또한 어레이의 변조기들에 존재하는 이력 곡선들의 범위에 대한 상이한 구동 방식 전압들 및 그들의 관계를 도시한다. 도 11에서, 이력 특징들의 범위는 상술한 바와 동일한 의미를 갖는  $V_{A_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MAX,L}}$ ,  $V_{A_{MIN,H}}$ ,  $V_{A_{MIN,L}}$ ,  $V_{R_{MAX,H}}$ ,  $V_{R_{MAX,L}}$ ,  $V_{R_{MIN,H}}$ , 및  $V_{R_{MIN,L}}$ 로 평행사변형으로서 표현된다. 도 11에서 거리(AL)는 구동 신호들에서 잡음, 파형 왜곡들 등의 존재에도 일부 변조기들의 갑작스런 해제를 회피하기 위해 홀드 상태 동안 구동 방식이 변조기들에 인가할 수도 있는  $V_{R_{MAX,H}}$ 를 초과하는 최소량인 "허용" 전압을 칭한다. 도 11에서 거리(SO)는 구동 신호들에서 잡음, 파형 왜곡들 등의 존재에도 일부 변조기들의 갑작스런 작동을 회피하기 위해 홀드 상태 동안 구동 방식이 변조기들에 인가할 수도 있는  $V_{R_{MAX,H}}$  미만의 최소량인 "스탠드오프(standoff)" 전압을 칭한다. 도 11에서 거리(OV)는 구동 신호들에서 잡음, 파형 왜곡들 등의 존재에도 의도될 때 각 변조기를 성공적으로 작동시키기 위해 기록 상태 동안 구동 방식이 변조기들에 인가할 수도 있는  $V_{A_{MAX,H}}$ 를 초과하는 최소량인 "과전압"을 칭한다. AL, SO, 및 OV에 대한 값들은 변조기들, 제조 프로세스들 등의 특성들에 의존할 수도 있는 경험적으로 또는 반경험적으로 결정된 값들이다.

[0065] 도 11에 또한 도시되어 있는 바와 같이, 홀드 전압( $V_H$ )(예를 들어, 도 5b에서 레벨(72))은 이력 윈도우의 중간 근처에 위치된다. 세그먼트 전압(예를 들어, 도 5b의 레벨들(62 및 64))의 크기는 윈도우 폭의 절반 미만 또는 윈도우 폭으로부터 AL 및 SO를 감산한 것(윈도우 폭 - AL 및 SO)의 절반 미만이어서, 공통 라인이  $V_H$ 에 있을 때, 변조기는 세그먼트 전압이  $+V_S$  또는  $-V_S$ 에 있는지에 관계없이 안정하다. 공통 라인상의 기록 전압, 예를 들어, 도 5의 레벨(74)은  $V_H+2V_S$ 로 설정될 수도 있다. 이러한 경우, 변조기가 작동되려 할 때 기록 사이클 동안의 변조기 양단의 총 전위는  $V_H+3V_S$ 이다. 이러한 값은 기록 펄스로 의도될 때 모든 변조기들을 신뢰가능하게 작동시키기 위해 적어도  $V_{A_{MAX,H}}+OV$ 이어야 한다.

[0066] 상술한 동작의 원리들뿐만 아니라 어레이에 대한 이들 작동 및 해제 값들은 어레이에 대한 적합한 구동 방식 전압들을 유도하기 위해 사용될 수 있다. 설명을 위해, 단색 어레이가 먼저 고려된다. 또한,  $V_{OFFSET}$ 이 제로이고, 이력 곡선의 형상은 포지티브 및 네거티브 극성들 양자에 대해 동일하다고 가정할 것이다. 따라서, 이러한 예에서 하나의 이력 곡선만을 분석할 수 있다. 일부 구현들에서, 세그먼트 전압의 크기가 이들 값들로부터 먼저 유도될 수도 있다. 도 5의 구동 방식에서 적절하게 작동하기 위한 세그먼트 전압에 대해, 다음의 식이 참(true)이어야 한다(도 11의 파라미터들을 참조).

[0067]  $V_S \geq (V_{A_{MAX,H}} - V_{A_{MIN,H}} + SO + OV)/2$  식 1

[0068] 및

[0069]  $V_S \leq (V_{A_{MIN,H}} - V_{R_{MAX,H}} - SO - AL)/2$  식 2

[0070] 상기 2개의 식을 동시에 풀면, 식 1의 우변은 식 2의 우변보다 작다는 것을 암시하고, 이것은 통상적인 경우이다. 따라서, 아래 식의 선택된  $V_s$ 에 대한 식 1 및 2의 2개의 우변들의 평균을 선택할 수 있다.

[0071] 
$$V_s = (V_{A_{MAX,H}} - V_{R_{MAX,H}} + 0V - AV)/4 \quad \text{식 3}$$

[0072]  $V_s$ 가 상술한 바와 같이 결정되면, 홀드 전압(예를 들어, 도 5b의 레벨(72))이 유도될 수 있다. 다수의 어레이들에 대해, AL은 S0보다 크다. 따라서, 일부 구현들에서, 홀드 전압( $V_H$ )은 아래와 같이 해제 임계값들보다 작동 임계값들에 더 근접하게 설정될 수도 있다.

[0073] 
$$V_H = V_{A_{MIN,H}} - S0 - V_s \quad \text{식 4}$$

[0074] 일례로서,  $V_{A_{MAX,H}}$ 가 20V이고,  $V_{A_{MIN,H}}$ 가 18V이고,  $V_{R_{MAX,H}}$ 가 6V이고, S0가 1V이고, 0V가 1V이며, AL이 3V이면, 상기 공식들은 3V의  $V_s$ , 및 14V의  $V_H$ 를 생성한다. 도 5b의 파형들에 이러한 예를 적용하면, 레벨들(72 및 76)은 각각 +14V 및 -14V이고, 세그먼트 전압 레벨들(62 및 64)은 각각 +3V 및 -3V이며, 기록 펄스 레벨들(74 및 78)은 각각 +20V 및 -20V일 것이다.

[0075] 년-제로  $V_{OFFSET}$ 이 존재하는 경우들에서, 상이한 홀드 전압들이 상이한 극성들에 대해 사용될 수 있다(예를 들어, 도 5b의 레벨(76)의 크기는 도 5b의 레벨(72)의 크기와 상이할 수 있다). 이것을 고려하면, 포지티브 홀드 전압이  $V_{H,H} = V_{A_{MIN,H}} - S0 - V_s$ 로서 유도될 수도 있고, 네거티브 홀드 전압이  $V_{H,L} = V_{A_{MIN,L}} + S0 + V_s$ 로서 유도될 수 있다.

[0076] 어레이가 도 9를 참조하여 상술한 바와 같이 상이한 컬러들의 상이한 공통 라인들을 갖는 컬러 어레이일 때, 디스플레이 엘리먼트들의 상이한 컬러 라인들에 대해 상이한 홀드 전압들을 사용하는 것이 유용할 수 있다. 상이한 컬러 간섭계형 변조기들이 상이한 기계적 구조들을 갖기 때문에, 상이한 컬러들의 간섭계형 변조기들에 대한 이력 곡선 특징들에서 광범위한 변동이 있을 수도 있다. 그러나, 어레이의 하나의 컬러의 변조기들의 그룹내에서, 더욱 일관된 이력 특성들이 존재할 수도 있다. 컬러 디스플레이의 경우,  $V_{A_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MIN,H}}$ , 및  $V_{R_{MAX,H}}$ (및 년-제로  $V_{OFFSET}$ 을 갖는 어레이들에 대한  $V_{A_{MAX,L}}$ ,  $V_{A_{MIN,L}}$ , 및  $V_{R_{MAX,L}}$ )에 대한 상이한 값들이 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 각 컬러에 대해 측정될 수 있다. 다시 말해, 6개까지의 전압값들이 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 각 컬러에 대해 측정될 수도 있다. 3개의 컬러 디스플레이에 대해, 총 18개의 상이한 디스플레이 응답 특징들이 있을 수도 있다. 세그먼트 전압들이 모든 로우들을 따라 인가되기 때문에, 모든 컬러들에 대한 단일 세그먼트 전압이 먼저 유도될 수도 있다. 이것은 상기와 유사하게 유도될 수도 있고, 여기서, 식 1 및 2의 우변들은 각 컬러에 대해 개별적으로 측정되고 계산된다. 선택된  $V_s$ 는 모든 컬러들에 대해 식 1의 우변에 대해 계산된 최대값과 식 2의 우변에 대해 계산된 최소값의 평균일 수도 있다. 세그먼트 전압에 대한 대안의 계산은 상술한 바와 같이 개별적으로 하나 또는 그 초과 컬러들에 대한 세그먼트 전압을 계산하고, 그 후, 이들 중 하나(예를 들어, 최소 크기, 중간 크기, 시각적 중요성(visual significance)을 갖는 특정한 컬러로부터 하나 등)를 전체 어레이에 대한 세그먼트 전압으로서 선택하는 것을 포함할 수도 있다. 일반적으로, 더 작은 크기가 더 낮은 전력 요건들을 발생시키지만, 일부 경우들에서는, 더 큰 세그먼트 전압이 디스플레이 엘리먼트들의 정확한 작동에 관해 더 많은 마진을 제공할 것이다. 상술한 최대값과 최소값의 평균은 이들 상충하는 고려사항들을 밸런싱하는 하나의 방식이다. 이들 구현들에서, 각 컬러에 대한 포지티브 및 네거티브 홀드 전압들은 그 컬러에 대해 측정된  $V_{A_{MIN,H}}$  및  $V_{A_{MIN,L}}$ 의 값들을 사용하여 상술한 바와 같이 개별적으로 유도될 수 있다.

[0077] 상기 언급한 바와 같이,  $V_{A_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MIN,H}}$ ,  $V_{R_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MAX,L}}$ ,  $V_{A_{MIN,L}}$ , 및  $V_{R_{MAX,L}}$ 에 대한 값들은 제조 공차들로 인해 상이한 어레이들 사이에서 변할 수도 있고, 온도에 따라, 시간을 통해, 사용에 의존하는 등으로 단일 어레이에서 또한 변할 수도 있다. 이들 전압들을 초기에 설정하고 추후에 조정하여 그 수명 동안 양호하게 기능하는 디스플레이를 생산하기 위해서는, 테스트 및 상태 감지 회로를 디스플레이 장치에 통합하는 것이 가능하다. 이것이 도 12 및 도 13에 예시되어 있다.

[0078] 도 12는 드라이버 회로 및 상태 감지 회로에 커플링된 디스플레이 어레이의 개략적인 블록도이다. 이러한 장치에서, 세그먼트 드라이버 회로(640) 및 공통 드라이버 회로(630)가 디스플레이 어레이(610)에 커플링된다. 디스플레이 엘리먼트들은 각각의 공통 라인과 세그먼트 라인 사이에 접속된 커패시터들로서 예시되어 있다. 간섭계형 변조기들에 대해, 디바이스의 커패시턴스는 2개의 전극들이 분리되는 해제 상태에서보다 2개의 전극들이 합쳐지는 작동 상태에서 약 3 내지 10배 더 높을 수도 있다. 이러한 커패시턴스 차이는 하나 또는 그 초과

디스플레이 엘리먼트들의 상태 또는 상태들을 결정하기 위해 검출될 수 있다.

[0079] 도 12의 구현에서, 검출은 적분기(650)로 행해진다. 적분기의 기능은 도 13을 더 참조하여 설명한다. 도 13은 도 12의 어레이에서 테스트 전하 흐름을 도시하는 개략도이다. 이제, 도 12 및 도 13을 참조하면, 도 12의 공통 드라이버 회로(630)는 테스트 출력 드라이버들(631)을 하나 또는 그 초과와 공통 라인들의 일측에 접속하는 스위치들(632a-632e)을 포함한다. 스위치들(642a-642e)의 다른 세트가 하나 또는 그 초과와 공통 라인들의 타단들을 적분기 회로(650)에 접속한다.

[0080] 하나의 예시적인 테스트 프로토콜로서, 각 세그먼트 드라이버 출력은 예를 들어, 전압(VS+)으로 설정될 수 있다. 적분기의 스위치들(648 및 646)은 초기에 폐쇄된다. 라인(620)을 테스트하기 위해, 예를 들어, 스위치(632a) 및 스위치(642a)는 폐쇄되고, 테스트 전압이 공통 라인(620)에 인가되어, 용량성 디스플레이 엘리먼트들 및 절연 커패시터(644)를 충전한다. 그 후, 스위치들(632a, 648, 및 646)이 개방되고, 세그먼트 드라이버들로부터 출력된 전압들이  $\Delta V$  양만큼 변화된다. 디스플레이 엘리먼트들에 의해 형성된 커패시터들상의 전하는 모든 디스플레이 엘리먼트들의 총 커패시터의 약  $\Delta V$ 배와 동일한 양만큼 변화된다. 디스플레이 엘리먼트들로부터의 이러한 전하 흐름은 적분 커패시터(652)를 갖는 적분기(650)에 의해 출력된 전압으로 변환되어서, 적분기(650)의 전압 출력은 디스플레이 엘리먼트들의 라인의 총 커패시턴스의 척도이다.

[0081] 이것은 테스트되는 디스플레이 엘리먼트들의 라인에 대한 파라미터들( $V_{A_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MIN,H}}$ ,  $V_{R_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MAX,L}}$ ,  $V_{A_{MIN,L}}$  및  $V_{R_{MAX,L}}$ )을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 이것을 수행하기 위해, 라인에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들을 해제시키는 것으로 알려진 제 1 테스트 전압이 인가된다. 이것은 예를 들어, 0볼트일 수도 있다. 이러한 경우에, 디스플레이 엘리먼트들 양단의 총 전압은 VS+이고, 이것은 예를 들어, 2V이고, 이는 모든 디스플레이 엘리먼트들의 해제 윈도우내에 있다. 세그먼트 전압들이  $\Delta V$  만큼 변조될 때의 커패시터의 출력 전압이 기록된다. 이러한 적분기 출력을 라인에 대한  $V_{min}$ 으로 칭할 수도 있고, 이는 라인의 최저 라인 커패시턴스( $C_{min}$ )에 대응한다. 이것은 라인에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들을 작동시키는 것으로 알려진 공통 라인 테스트 전압, 예를 들어, 20V로 반복된다. 이러한 적분기 출력을 라인에 대한  $V_{max}$ 로 칭할 수도 있고, 이는 라인의 최고 라인 커패시턴스( $C_{max}$ )에 대응한다.

[0082] 라인에 대한  $V_{A_{MAX,H}}$  및  $V_{A_{MIN,H}}$ 을 결정하기 위해(여기서, 포지티브 극성은 세그먼트 라인보다 높은 전위의 공통 라인으로서 정의됨), 라인의 디스플레이 엘리먼트들은 공통 라인상에서 0V와 같은 낮은 전압으로 먼저 해제된다. 그 후, 0V와 20V 사이의 테스트 전압이 인가되고 적분기의 출력 전압이 기록된다. 이것은 테스트 전압들을 증가시키는 범위 동안 반복된다. 테스트 전압들이 0V로부터 20V까지 증가될 때, 적분기(650)의 출력은 변조기들이  $V_{A_{MIN,H}}$ 에서 작동을 시작할 때까지  $V_{min}$  근처일 것이다. 따라서,  $V_{min}$ 보다 큰 적분기 출력의 생성을 시작하는 테스트 전압이 테스트 전압과 VS+ 사이의 차이로서  $V_{A_{MIN,H}}$ 를 유도하기 위해 사용될 수 있다. 테스트 전압이 더 증가되면, 적분기 출력은  $V_{max}$ 까지 빠르게 증가할 것이다. 따라서,  $V_{max}$ 에서 또는 그 근처에서 적분기 출력의 생성을 시작하는 테스트 전압이 이러한 테스트 전압과 VS+ 사이의 차이로서  $V_{A_{MAX,H}}$ 를 유도하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 프로세스가 각 라인에 대해 반복될 수 있고, 각 라인에 대한 가장 작은 결정된  $V_{A_{MIN,H}}$ 가 어레이에 대한  $V_{A_{MIN,H}}$ 로서 선택될 수 있고, 각 라인에 대한  $V_{A_{MAX,H}}$ 에 대한 가장 큰 결정된 전압이 어레이에 대한  $V_{A_{MAX,H}}$ 로서 선택될 수 있다. 이러한 경우, 로우에서의 변조기들이 테스트 전압을 인가하기 이전에 20V와 같은 높은 전압을 인가함으로써 먼저 작동된다는 것을 제외하고는, 동일한 프로세스가  $V_{R_{MAX,H}}$ 에 대한 값을 유도하기 위해 반복될 수 있다. 감소하는 일련의 테스트 전압들이 사용되고, 적분기 출력이  $V_{max}$ 로부터 막 빠르게 강하하기 시작하는 테스트 전압이  $V_{R_{MAX,H}}$ 를 정의하기 위해 사용될 수 있다. 각 라인에 대한  $V_{R_{MAX,H}}$ 에 대한 가장 큰 결정된 전압이 어레이에 대한  $V_{R_{MAX,H}}$ 로서 선택될 수 있다. 이들 3개의 값들이 결정되면, 구동 방식 전압들은 상술한 공식들을 사용하여 계산될 수 있다.

[0083] 구동 응답 파라미터들( $V_{A_{MAX,H}}$ ,  $V_{A_{MIN,H}}$ , 및  $V_{R_{MAX,H}}$ )을 결정하기 위해 테스트 전압들의 변동들하에서 적분기 출력들을 분석하는 다른 방법도 도 14a 내지 도 14d에 설명되어 있다. 도 14a는 디스플레이 엘리먼트 응답 특징들을 검출하는 방법을 예시하는 플로우차트이다. 도 14b는 디스플레이 엘리먼트들의 라인에 대한 이력 곡선을 정의하는 데이터 포인트들의 일례이다. 도 14c는 디스플레이 엘리먼트들의 라인에 대한 이력 곡선의 정규화된 제 1 도함수의 추출의 일례이다. 도 14d는 도 14c의 정규화된 제 1 도함수 곡선으로부터  $V_{A_{MAX,H}}$  및  $V_{A_{MIN,H}}$ 를 선택하

는 일레이다.

[0084] 도 14a에 도시되어 있는 바와 같이, 방법은 변조기들의 라인에 대한 이력 곡선의 적어도 일부가 측정되는 블록(910)에서 시작할 수도 있다. 이러한 측정은 적분기 측정 회로에 인가된 증가 및 감소하는 일련의 테스트 전압들로 상술한 바와 같이 행해질 수도 있다. 도 14b는 어레이의 라인으로부터 취해진 예시적인 데이터를 도시하고, 여기서, 각 포인트는 적분기 출력으로 표시된 테스트 측정을 전압의 함수로서 나타낸다. x축은 테스트 동안 변조기 양단의 전압(예를 들어, 인가된 테스트 전압 - VS+)을 나타내고, y축은 테스트 동안 적분기로 전달된 전하량을 나타내고, 이 전하량은 측정되는 라인의 커패시턴스에 비례하고, 결국, 이는 라인의 얼마나 많은 변조기들이 작동되는지의 척도이다. 블록(920)에서, 이력 곡선의 제 1 도함수(또는 그것의 일부)가 계산된다. 그 후, 이들 값들은 블록(930)에서 정규화된다. 이들 계산의 결과가 도 14c에 예시되어 있다. 제 1 도함수는 이력 곡선의 기울기가 최대경사(steepest)인 큰 피크를 나타낸다. 최우측 피크의 바닥 근처의 도 14c의 최우측 피크의 폭은  $V_{MIN,H}$ 와  $V_{MAX,H}$  사이의 차이를 정의한다.  $V_{MAX,H}$  및  $V_{MIN,H}$ 에 대한 수치값들로서 이러한 폭을 특징화하기 위해, 블록(940)에서, 정규화된 커패시턴스 도함수 곡선이 그것의 최대값의 10%와 동일한 전압들이 식별된다. 블록(950)에서,  $V_{MIN,H}$ 에 대한 값은 피크의 좌측상의 피크 높이의 10%에 대응하는 전압값으로서 정의된다.  $V_{MAX,H}$ 에 대한 값은 피크의 우측상의 피크 높이의 10%에 대응하는 전압값으로서 정의된다. 이것이 도 14d의 그래프에 예시되어 있다.  $V_{RMAX,H}$ 에 대한 값은 도 14c의 피크(970)의 우측의 10% 포인트를 사용하여, 유사한 방식으로 유도될 수 있다.

[0085] 어레이의 제조 동안, 이러한 프로세스는 구동 방식 전압들을 정의하기 위해 어레이에 대해 사용될 수 있는 파라미터들( $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ ,  $V_{RMAX,H}$ ,  $V_{MAX,L}$ ,  $V_{MIN,L}$ , 및  $V_{RMAX,L}$ )을 결정하기 위해 어레이의 각 라인상에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 14b의 이력 플롯은 어레이의 각 라인에 대해 생성될 수 있고, 그 후, 각 라인에 대해 다시, 정규화된 제 1 도함수 곡선이 정의될 수 있다. 각 라인에 대해 상술하고 도 14d에 예시되어 있는 바와 같이,  $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ ,  $V_{RMAX,H}$ ,  $V_{MAX,L}$ ,  $V_{MIN,L}$ , 및  $V_{RMAX,L}$ 에 대한 값들은 결국 이력 곡선들로부터 유도되는 정규화된 제 1 도함수 곡선들로부터 생성될 수 있다. 따라서, 각 라인은 6개의 결정된 값들을 가질 수도 있다. 테스트되는 N개의 로우들의 어레이가 있으면, 6N개의 값들이 생성될 것이다. 이들 6N개의 값들로부터, 어레이에 대한 6개의 값들이 전체로서 선택될 수도 있다. 예를 들어, 단색 어레이에 대해, 어레이에 대한  $V_{MAX,H}$ 의 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최대값일 수 있다. 어레이에 대한  $V_{MIN,H}$ 에 대한 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최소값일 수 있다. 어레이에 대한  $V_{RMAX,H}$ 에 대한 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최대값일 수 있다. 어레이에 대한  $V_{MAX,L}$ 에 대한 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최대값일 수 있다. 어레이에 대한  $V_{RMAX,L}$ 에 대한 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최대값일 수 있다. 어레이에 대한  $V_{MIN,L}$ 에 대한 값은 각 라인을 테스트할 때 발견되는 최소값일 수 있다. 컬러 어레이에 대해, 값들은 컬러에 의해 그룹화될 수 있고, 어레이에 대한 구동 방식 전압들이 상술한 바와 같이 또한 유도될 수 있고, 여기서, 단일 VS가 전체 어레이에 대해 유도되고, 개별 홀드 전압들이 각 컬러 및 극성에 대해 유도된다.

[0086] 이러한 어레이의 사용 동안, 각 라인에 대한 상술한 프로세스를 반복하고 어레이의 현재 조건, 온도 등에 적합한 새로운 구동 방식 전압들을 유도하는 것이 가능할 것이다. 그러나, 이것은 이러한 절차가 상당한 양의 시간이 걸릴 수 있고, 사용자에게 가시적이기 때문에 바람직하지 못할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 어레이는 서브세트들로 분할될 수 있고, 어레이의 하나 또는 그 초과 서브세트들만이 테스트되고 특징화될 수도 있다. 이들 서브세트들이 전체 어레이를 충분히 나타낼 수 있어서, 이들 서브세트 측정들로부터 유도된 구동 방식 전압들은 전체 어레이에 대해 적합하다. 이것은 측정을 수행하는데 요구되는 시간을 감소시키고, 사용자에게 덜 불편하게 어레이의 사용 동안 프로세스가 수행되게 할 수 있다. 다시 도 12를 참조하면, 예를 들어, 도 12의 단일 라인(622)이 디스플레이 사용 동안 테스트 및 특징화를 위한 어레이의 대표 서브세트로서 선택될 수 있다. 어레이의 사용 동안 주기적으로, 스위치들(632d 및 642d)이  $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ ,  $V_{RMAX,H}$ ,  $V_{MAX,L}$ ,  $V_{MIN,L}$ , 및  $V_{RMAX,L}$ 에 대해 라인(622)을 테스트하기 위해 사용되고, 결과들은 상술한 바와 같은 공식들을 사용하여 업데이트된 구동 방식 전압들을 유도하기 위해 사용된다. 일부 구현들에서, 여러 라인들이 어레이의 대표 서브세트들로서 사용될 수 있고, 더 후술하는 바와 같이, 스위치들(632a 내지 632e 및 642a 내지 642e)를 제어함으로써 동시에 또는 순차적으로 테스트될 수 있다.

[0087] 도 15는 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들을 조정하는 방법을 예시하는 플로우차트이다. 도 16은 구동 방식 전압 조정 루틴 동안 상태 감지를 위해 선택된 라인들의 일례를 예시한다. 도 16에서, 더 상세히 후술되는

라인들(742, 744, 및 746)을 포함하는 일련의 수평 배열된 공통 라인들을 갖는 전체 디스플레이 어레이(750)가 예시되어 있다. 이제, 이들 2개의 도면들을 참조하여, 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들을 업데이트하는 방법을 설명할 것이다. 상기 언급한 바와 같이, 구동 방식 전압들의 세트를 유도하는 식 1 내지 4는 입력들로서, 제로 오프셋 전압을 갖는 단색 어레이에 대한 값들( $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ ,  $VR_{MAX,H}$ )을 활용한다. 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들의 조정 업데이트들을 수행하기 위해, 어레이의 서브세트들의 구동 응답 특징들이 상이한 서브세트들에 대한  $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ , 및  $VR_{MAX,H}$ 에 대한 값들을 결정하기 위해 특징화될 수도 있다. 이들 값들에 대한 극단들을 갖는 특정한 서브세트들이 전체 어레이에 대한 구동 방식 전압들을 유도하기 위해 활용될 수도 있다. 이것은 사용 동안 전체 어레이를 테스트할 필요가 없다는 이점을 가져서, 테스트 방식이 사용자 경험에 미치는 영향을 감소시킨다.

[0088]

일 구현에서, 어레이의 라인들은 상술한 테스트에 의해 먼저 특징화될 수도 있다. 디스플레이 제조 동안 또는 그 직후에 수행될 수도 있는 이러한 초기 테스트로부터, 가장 큰  $V_{MAX,H}$ , 가장 작은  $V_{MIN,H}$ , 및 가장 큰  $VR_{MAX,H}$ 를 갖는 라인들이 식별될 수도 있다. 이것이 라인들(742, 746, 및 744) 각각에 의해 도 16에 예시되어 있다. 도 15로 돌아가서, 어레이에서 구동 방식 전압들을 조정하는 방법이 블록(710)에서 시작한다. 이러한 블록에서, 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 1 서브세트에 대해, 본질적으로 제 1 서브세트에서의 모든 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하는 전압을 특징으로 하는 제 1 전압을 결정한다. 일 구현에서, 이것은  $V_{MAX,H}$ 에 대해 가장 높은 값을 갖는 것으로서 이전에 식별된 어레이의 라인을 사용하여  $V_{MAX,H}$ 에 대한 값을 측정하는 것을 수반할 수도 있다. 블록(720)에서, 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 2 서브세트에 대해, 제 2 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지만 제 2 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 해제 상태로부터 작동하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 2 전압을 결정한다. 일 구현에서, 이것은  $V_{MIN,H}$ 에 대해 가장 낮은 값을 갖는 것으로서 이전에 식별된 어레이의 라인을 사용하여  $V_{MIN,H}$ 에 대한 값을 측정하는 것을 수반할 수도 있다. 블록(730)에서, 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 제 3 서브세트에 대해, 제 3 서브세트에서의 제 1 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지만 제 3 서브세트에서의 상당한 수의 다른 디스플레이 엘리먼트들로 하여금 작동 상태로부터 해제하게 하지 않는 전압을 특징으로 하는 제 3 전압을 결정한다. 일 구현에서, 이것은  $VR_{MAX,H}$ 에 대해 가장 높은 값을 갖는 것으로서 이전에 식별된 어레이의 라인을 사용하여  $VR_{MAX,H}$ 에 대한 값을 측정하는 것을 수반할 수도 있다. 블록(740)에서, 제 1, 제 2, 및 제 3 전압들은 어레이의 사용 동안 메인턴스 조정들을 수행하기 위해 사용된다. 메인턴스 조정들은 상기 공식들을 사용하여 구동 방식 전압들을 계산하기 위해 서브세트들에 대해 측정된  $V_{MAX,H}$ ,  $V_{MIN,H}$ , 및  $VR_{MAX,H}$ 에 대한 값들을 사용하는 것을 수반할 수도 있다. 그 후, 디스플레이의 동작 동안 사용된 구동 방식 전압들은 디스플레이의 수명에 걸쳐 주기적으로 변경될 수 있다.

[0089]

도 15 및 도 16에 예시된 예는 가정된 제로 오프셋 전압을 갖는 단색 어레이에 대한 것이다. 년-제로 오프셋 전압들에 대해, 다른 극성 이력에 대한  $V_{MAX,L}$ ,  $V_{MIN,L}$ , 및  $VR_{MAX,L}$ 의 추가의 측정이 이루어질 수 있다. 이러한 경우, 3개의 추가의 라인들이 측정될 것이다: (1) 전체 어레이의 가장 낮은  $V_{MIN,L}$ 을 갖는 라인, (2) 전체 어레이의 가장 큰  $V_{MAX,L}$ 을 갖는 라인, 및 (3) 전체 어레이의 가장 높은  $VR_{MAX,L}$ 을 갖는 라인이 결정되고, 이들 라인들은 다른 구동 응답 특징들에 대한 상술한 바와 같은 후속 측정들을 위해 사용될 것이다. 년-제로 오프셋 전압을 갖는 컬러 어레이에 대해, 각 컬러의 라인들의 각 세트는 개별적으로 취급될 수도 있다. 이러한 경우, 각 컬러에 대해 가장 높은  $V_{MAX,H}$ , 가장 낮은  $V_{MIN,H}$ , 가장 높은  $VR_{MAX,H}$ , 가장 낮은  $V_{MIN,L}$ , 가장 높은  $V_{MAX,L}$ , 가장 낮은  $V_{MIN,L}$  및 가장 높은  $VR_{MAX,L}$ 을 갖는 6개의 라인들, 총 18개의 측정된 라인들이 초기에 선택될 수도 있다.  $V_S$ 에 대한 값은 모든 컬러들에 대한 두 극성 이력 윈도우들에 대해 식 1의 우변에 대한 가장 큰 값 및 모든 컬러들에 대한 두 극성 이력 윈도우들에 대해 식 2의 우변에 대한 가장 작은 값을 취함으로써 결정될 수도 있다. 이들 2개의 평균이  $V_S$ 에 대해 사용된 값일 수도 있다. 각 컬러에 대한 포지티브 및 네거티브 홀드 전압은 식 4 및 각 컬러에 대한  $V_{MIN,H}$  및  $V_{MIN,L}$ 에 대한 값들을 사용하여 결정될 수 있다. 3개의 컬러 디스플레이를 위해, 12개 라인들의 12개 측정들이 전체 어레이에 대한 하나의 세그먼트 전압( $V_S$ ) 및 3개의 컬러들 각각에 대한 포지티브 및 네거티브 극성 홀드 전압에 대한 6개의 홀드 전압들( $V_H$ )의 계산을 허용하는 데이터를 생성할 것이다.

[0090] 상기 언급한 바와 같이, 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 구동 응답 특징들은 시간에 따라 그리고 온도에 따라 변화할 수도 있다. 이것은, 메인턴스 측정들을 위해 초기에 선택된 선택 서브세트들이 더 이상  $V_{MAX\_H}$ ,  $V_{MIN\_H}$ , 및  $VR_{MAX\_H}$ 에 대해 원하는 극값들을 갖는 서브세트들이 아닐 수도 있기 때문에 도 15 및 도 16에 관하여 설명한 메인턴스 조정 방식에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제는 도 17 및 도 18에 관하여 설명한 방식을 사용하여 완화될 수 있다. 도 17은 어레이의 사용 동안 구동 방식 전압들을 조정하는 방법을 예시하는 플로우 차트이다. 도 18은 구동 방식 전압 조정 루틴 동안 상태 감지를 위해 선택된 라인들의 일례를 예시한다. 도 16과 마찬가지로, 도 18은 라인들(742, 744, 및 746)뿐만 아니라 추가 라인(832)을 포함하는 일련의 수평 배열된 공통 라인들을 갖는 전체 디스플레이 어레이(750)를 예시한다. 일반적으로, 도 17의 방법은 어레이의 새로운 서브세트의 구동 응답 특징들을 주기적으로 특징화한다. 새로운 서브세트가 그 파라미터에 대해 현재 사용되는 서브세트보다  $V_{MAX\_H}$ ,  $V_{MIN\_H}$ , 또는  $VR_{MAX\_H}$  (또는 가능하게는  $V_{MAX\_L}$ ,  $V_{MIN\_L}$ , 및  $VR_{MAX\_L}$ )에 대해 더욱 극값을 갖는 경우, 새로운 서브세트가 그 파라미터의 장래의 측정들을 위해 원래 서브세트를 대체한다.

[0091] 이제, 도 17을 참조하면, 방법은 블록(810)에서 시작할 수 있고, 여기서, 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들의 하나 또는 그 초과의 구동 응답 특징들을 결정한다. 블록(820)에서, 방법은 디스플레이 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과에 이전에 특징화된 서브세트들에 대해 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도한다. 결정된 구동 응답 특징들을 사용하여 구동 방식 전압들을 유도하는 방법의 일 구현은 도 15를 참조하여 앞서 상세히 논의하였다. 구동 응답 특징들은  $V_{MAX\_H}$ ,  $V_{MIN\_H}$ , 또는  $VR_{MAX\_H}$ 일 수도 있고, 이전에 특징화된 서브세트들은 가장 큰  $V_{MAX\_H}$ , 가장 작은  $V_{MIN\_H}$ , 및 가장 큰  $VR_{MAX\_H}$ 으로 이전에 결정된 라인들일 수도 있다. 이들 라인들은 라인들(742, 746, 및 744) 각각으로서 도 16에서와 같이 도 18에 예시되어 있다. 블록(830)에서, 방법은 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트를 특징화하기 위해 어레이의 디스플레이 엘리먼트들의 추가의 상이한 서브세트의 하나 또는 그 초과의 구동 응답 특징들을 결정한다. 이것의 일례가 도 18에 라인(832)으로서 도시되어 있다. 추가의 서브세트가 측정될 때(예를 들어, 도 18의 라인(832)), 파라미터들( $V_{MAX\_H}$ ,  $V_{MIN\_H}$ , 및/또는  $VR_{MAX\_H}$ )(및/또는 또한 가능하게는  $V_{MAX\_L}$ ,  $V_{MIN\_L}$  및  $VR_{MAX\_L}$ ) 중 하나 또는 그 초과가 그 서브세트에 대해 측정된다. 그 서브세트가 예를 들어,  $V_{MAX\_H}$ 를 측정하기 위해 현재 사용되는 서브세트보다 큰  $V_{MAX\_H}$ 를 가지면, 원래의 서브세트(예를 들어, 도 18의 라인(742))보다는 새로운 서브세트(예를 들어, 도 18의 라인(832))가 그 파라미터의 장래의 측정들에서 사용된다. 이러한 방식으로, 서브세트들이 구동 응답 특징들의 극단들을 나타내는 변화들을 발생시키는 어레이에서의 온도, 시간 등을 통한 변화들이 설명된다.

[0092] 동작중에, 측정하기 위한 추가의 서브세트는 랜덤하게, 의사랜덤하게, 또는 임의의 사전정의된 선택 패턴에 따라 선택될 수 있다. 난-제로 오프셋 전압을 갖는 3개의 컬러 RGB 어레이에 대해, 선택된 라인들의 초기 세트는 18개의 상이한 라인들을 포함할 수 있는데, 적색, 녹색, 및 청색 라인 각각의 하나의 라인이 각 컬러에 대한  $V_{MAX\_H}$ ,  $V_{MIN\_H}$ ,  $VR_{MAX\_H}$ ,  $V_{MAX\_L}$ ,  $V_{MIN\_L}$ , 및  $VR_{MAX\_L}$ 을 정의하기 위해 사용된다. 주기적으로, 19번째 라인이 선택되어, 하나의 컬러의 하나의 파라미터를 테스트하기 위해 사용된다. 예를 들어, 18의 현재 세트와는 상이한 청색 라인이 선택될 수 있고 청색에 대한  $VR_{MAX\_H}$ 를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 새롭게 선택된 라인에 대한  $VR_{MAX\_H}$ 가 청색에 대한  $VR_{MAX\_H}$ 를 결정하기 위해 현재 사용되고 있는 18개 라인들 중 하나의  $VR_{MAX\_H}$ 보다 작으면, 변하는 것은 없다. 그러나, 새롭게 선택된 청색 라인의  $VR_{MAX\_H}$ 가 현재 사용되는 청색 라인의  $VR_{MAX\_H}$ 보다 크면, 새롭게 선택된 라인은 업데이트된 구동 방식 전압들이 계산될 때 청색에 대한  $VR_{MAX\_H}$ 의 측정을 위해 추후에 사용된다. 이것은 추가로 새롭게 선택된 라인들에 대해 주기적으로 반복되고, 그 후, 예를 들어, 18의 현재 세트와는 상이한 녹색 라인이 녹색에 대한  $V_{MAX\_H}$ 를 결정하기 위해 선택될 수도 있다. 새롭게 선택된 라인이 녹색에 대한  $V_{MAX\_H}$ 의 기존의 극값보다 높은  $V_{MAX\_H}$ 를 가지면, 새로운 라인이 업데이트된 구동 방식 전압들을 계산하는 메인턴스 조정들을 수행할 때 추후 사용을 위해 대체된다.

[0093] 도 19a 및 도 19b는 복수의 간섭계형 변조기들을 포함하는 디스플레이 디바이스(40)를 예시하는 시스템 블록도들의 예들을 도시한다. 디스플레이 디바이스(40)는 예를 들어, 셀룰러, 또는 모바일 전화일 수 있다. 그러나, 디스플레이 디바이스(40)의 동일한 컴포넌트들 또는 그것의 약간의 변동들은 또한 텔레비전들, e-리더기들 및 휴대용 미디어 플레이어들과 같은 다양한 타입의 디스플레이 디바이스들의 예시이다.

[0094] 디스플레이 디바이스(40)는 하우징(41), 디스플레이(30), 안테나(43), 스피커(45), 입력 디바이스(48), 및 마이

크로폰(46)을 포함한다. 하우징(41)은 사출 몰딩, 및 진공 성형을 포함하는 임의의 다양한 제조 프로세스들로부터 형성될 수 있다. 또한, 하우징(41)은, 플라스틱, 금속, 유리, 고무, 및 세라믹, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 다양한 재료들로 이루어질 수도 있다. 하우징(41)은 상이한 컬러의 다른 제거가능한 부분들과 교환될 수도 있는 제거가능한 부분들(미도시)을 포함할 수 있거나, 상이한 로고들, 사진들, 또는 심볼들을 포함한다.

[0095] 디스플레이(30)는 본 명세서에 설명한 바와 같은, 쌍안정 또는 아날로그 디스플레이를 포함하는 임의의 다양한 디스플레이들일 수도 있다. 디스플레이(30)는 또한 플라즈마, EL, OLED, STN LCD, 또는 TFT LCD와 같은 평면 패널 디스플레이, 또는 CRT 또는 다른 튜브 디바이스와 같은 비평면 패널 디스플레이를 포함하도록 구성될 수 있다. 또한, 디스플레이(30)는 본 명세서에 설명한 바와 같은 간접계형 변조기 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0096] 디스플레이 디바이스(40)의 컴포넌트들은 도 17b에 개략적으로 예시되어 있다. 디스플레이 디바이스(40)는 하우징(41)을 포함하고 그 안에 적어도 부분적으로 인클로징된 추가의 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 디바이스(40)는 트랜시버(47)에 커플링되는 안테나(43)를 포함하는 네트워크 인터페이스(27)를 포함한다. 트랜시버(47)는 조절(conditioning) 하드웨어(52)에 접속되는 프로세서(21)에 접속된다. 조절 하드웨어(52)는 신호를 조절(예를 들어, 신호를 필터링)하도록 구성될 수도 있다. 조절 하드웨어(52)는 스피커(45) 및 마이크로폰(46)에 접속된다. 프로세서(21)는 또한 입력 디바이스(48) 및 드라이버 제어기(29)에 접속된다. 드라이버 제어기(29)는 프레임 버퍼(28), 및 어레이 드라이버(22)에 커플링되고, 드라이버는 차례로 디스플레이 어레이(30)에 커플링된다. 전원(50)이 특정한 디스플레이 디바이스(40) 설계에 의해 요구될 때 모든 컴포넌트들에 전력을 제공할 수 있다.

[0097] 네트워크 인터페이스(27)는, 디스플레이 디바이스(40)가 하나 또는 그 초과 디바이스들과 네트워크를 통해 통신할 수 있도록 안테나(43) 및 트랜시버(47)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(27)는 또한 예를 들어, 프로세서(21)의 데이터 프로세싱 요건들을 경감시키기 위한 일부 프로세싱 능력들을 가질 수도 있다. 안테나(43)는 신호들을 송수신할 수 있다. 일부 구현들에서, 안테나(43)는 IEEE 16.11(a), (b), 또는 (g)를 포함하는 IEEE 16.11 표준, 또는 IEEE 802.11a, b, g 또는 n을 포함하는 IEEE 802.11 표준에 따라 RF 신호들을 송수신한다. 일부 구현들에서, 안테나(43)는 블루투스(BLUETOOTH) 표준에 따라 RF 신호들을 송수신한다. 셀룰러 전화의 경우, 안테나(43)는 코드 분할 다중 액세스(CDMA), 주파수 분할 다중 액세스(FDMA), 시간 분할 다중 액세스(TDMA), 이동 통신을 위한 글로벌 시스템(GSM), GSM/범용 패킷 무선 서비스(GPRS), 인헨스드 데이터 GSM 환경(EDGE), 지상 트렁크된 라디오(Terrestrial Trunked Radio; TETRA), 광대역 CDMA(W-CDMA), 에볼루션 데이터 최적화(Evolution Data Optimized; EV-DO), 1xEV-DO, EV-DO Rev A, EV-DO Rev B, 고속 패킷 액세스(HSPA), 고속 다운링크 패킷 액세스(HSDPA), 고속 업링크 패킷 액세스(HSUPA), 이벌브드 고속 패킷 액세스(HSPA+), 롱 텀 에볼루션(LTE), AMPS, 또는 3G 또는 4G 기술을 활용하는 시스템과 같은 무선 네트워크내에서 통신하기 위해 사용되는 다른 공지된 신호들을 수신하도록 설계된다. 트랜시버(47)는 신호들이 프로세서(21)에 의해 수신될 수도 있고 프로세서(21)에 의해 더 조작될 수도 있도록 안테나(43)로부터 수신된 신호들을 사전-프로세싱할 수 있다. 트랜시버(47)는 또한, 신호들이 안테나(43)를 통해 디스플레이 디바이스(40)로부터 송신될 수도 있도록 프로세서(21)로부터 수신된 신호들을 프로세싱할 수 있다.

[0098] 일부 구현들에서, 트랜시버(47)는 수신기로 대체될 수 있다. 또한, 네트워크 인터페이스(27)는 프로세서(21)로 전송될 이미지 데이터를 저장하거나 생성할 수 있는 이미지 소스로 대체될 수 있다. 프로세서(21)는 디스플레이 디바이스(40)의 전체 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(21)는 네트워크 인터페이스(27) 또는 이미지 소스로부터 압축 이미지 데이터와 같은 데이터를 수신하고, 이 데이터를 미가공(raw) 이미지 데이터 또는 미가공 이미지 데이터로 쉽게 프로세싱되는 포맷으로 프로세싱한다. 프로세서(21)는 프로세싱된 데이터를 저장할 위해 프레임 버퍼(28) 또는 드라이버 제어기(29)에 전송할 수 있다. 미가공 데이터를 통상적으로, 이미지내의 각 위치에서 이미지 특징들을 식별하는 정보로 칭한다. 예를 들어, 이러한 이미지 특징들은 컬러, 채도, 및 그레이스케일 레벨을 포함할 수 있다.

[0099] 프로세서(21)는 디스플레이 디바이스(40)의 동작을 제어하기 위한 마이크로제어기, CPU, 또는 로직 유닛을 포함할 수 있다. 조절 하드웨어(52)는 신호들을 스피커(45)에 송신하며, 마이크로폰(46)으로부터 신호들을 수신하는 증폭기들 및 필터들을 포함할 수도 있다. 조절 하드웨어(52)는 디스플레이 디바이스(40)내에서 개별 컴포넌트들일 수도 있거나, 프로세서(21) 또는 다른 컴포넌트들내에 통합될 수도 있다.

[0100] 드라이버 제어기(29)는 프로세서(21)에 의해 생성된 미가공 이미지 데이터를 프로세서(21) 또는 프레임 버퍼(28)로부터 직접적으로 취할 수 있고, 어레이 드라이버(22)로의 고속 송신을 위해 적절하게 미가공 이미지 데이

터를 재포맷할 수 있다. 일부 구현들에서, 드라이버 제어기(29)는 미가공 이미지 데이터를 래스터형 포맷을 갖는 데이터 흐름으로 재포맷할 수 있어서, 이는 디스플레이 어레이(30)를 가로지른 스캐닝에 적합한 시간 순서를 갖는다. 그 후, 드라이버 제어기(29)는 포맷된 정보를 어레이 드라이버(22)에 전송한다. LCD 제어기와 같은 드라이버 제어기(29)가 독립형 집적 회로(IC)로서 시스템 프로세서(21)와 종종 연관되지만, 이러한 제어기들은 다수의 방식으로 구현될 수도 있다. 예를 들어, 제어기들은 하드웨어로서 프로세서(21)에 내장될 수도 있고, 소프트웨어로서 프로세서(21)에 내장될 수도 있거나, 어레이 드라이버(22)와 하드웨어에서 완전하게 통합될 수도 있다.

[0101] 어레이 드라이버(22)는 드라이버 제어기(29)로부터 포맷된 정보를 수신할 수 있고, 디스플레이 엘리먼트들의 디스플레이의 x-y 매트릭스로부터 오는 수백, 및 종종 수천(또는 그 이상)의 리드(lead)들에 초당 다수 횟수 인가되는 파형들의 병렬 세트로부터 비디오 데이터를 재포맷할 수 있다.

[0102] 일부 구현들에서, 드라이버 제어기(29), 어레이 드라이버(22), 및 디스플레이 어레이(30)는 본 명세서에 설명한 임의의 타입의 디스플레이들에 적절하다. 예를 들어, 드라이버 제어기(29)는 종래의 디스플레이 제어기 또는 쌍안정 디스플레이 제어기(예를 들어, IMOD 제어기)일 수 있다. 추가로, 어레이 드라이버(22)는 종래의 드라이버 또는 쌍안정 디스플레이 드라이버(예를 들어, IMOD 디스플레이 드라이버)일 수 있다. 더욱이, 디스플레이 어레이(30)는 종래의 디스플레이 어레이 또는 쌍안정 디스플레이 어레이(예를 들어, IMOD들의 어레이를 포함하는 디스플레이)일 수 있다. 일부 구현들에서, 드라이버 제어기(29)는 어레이 드라이버(22)와 통합될 수 있다. 이러한 구현은 셀룰러폰들, 시계들 및 다른 소면적 디스플레이들과 같은 고집적 시스템들에서 일반적이다.

[0103] 일부 구현들에서, 입력 디바이스(48)는 예를 들어, 사용자가 디스플레이 디바이스(40)의 동작을 제어하게 하도록 구성될 수 있다. 입력 디바이스(48)는 QWERTY 키보드 또는 전화 키패드와 같은 키패드, 버튼, 스위치, 락커, 터치 감지형 스크린, 또는 압력 또는 열 감지형 멤브레인을 포함할 수 있다. 마이크로폰(46)은 디스플레이 디바이스(40)용 입력 디바이스로서 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 마이크로폰(46)을 통한 음성 커맨드들이 디스플레이 디바이스(40)의 동작들을 제어하기 위해 사용될 수 있다.

[0104] 전원(50)은 당업계에 널리 알려진 다양한 에너지 저장 디바이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전원(50)은 니켈-카드뮴 배터리 또는 리튬 이온 배터리와 같은 재충전가능한 배터리일 수 있다. 전원(50)은 또한, 재생가능한 에너지 소스, 커패시터, 또는 플라스틱 태양 전지 또는 태양 전지 페인트를 포함하는 태양 전지일 수 있다. 전원(50)은 또한 벽 콘센트(wall outlet)로부터 전력을 수신하도록 구성될 수 있다.

[0105] 일부 구현들에서, 제어 프로그램가능성(programmability)은 전자 디스플레이 시스템의 여러 위치들에 위치될 수 있는 드라이버 제어기(29)에 상주한다. 일부 다른 구현들에서, 제어 프로그램가능성은 어레이 드라이버(22)에 상주한다. 상술한 최적화는 임의의 수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트들 및 다양한 구성들에서 구현될 수도 있다.

[0106] 본 명세서에 개시한 구현들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 로직들, 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양자의 조합들로서 구현될 수도 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 상호교환성을 기능과 관련하여 일반적으로 설명하였고, 상술한 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들에 예시하였다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 전체 시스템에 부과된 설계 제약들 및 특정한 애플리케이션에 의존한다.

[0107] 본 명세서에 개시한 양태들과 관련하여 설명한 다양한 예시적인 로직들, 논리 블록들, 모듈들 및 회로들을 구현하기 위해 사용된 하드웨어 및 데이터 프로세싱 장치는 범용 단일 또는 멀티-칩 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 응용 주문형 집적 회로(ASIC), 필드 프로그램가능한 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그램가능한 로직 디바이스, 개별 게이트 또는 트랜지스터 로직, 개별 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명한 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현되거나 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서, 또는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서, DSP 코어와 결합한 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 또한 구현될 수도 있다. 일부 구현들에서, 특정한 단계들 및 방법들이 소정의 기능에 특정되는 회로에 의해 수행될 수도 있다.

[0108] 하나 또는 그 초과 양태들에서, 설명한 기능들은 본 명세서에 개시된 구조들 및 그것의 구조적 등가물들을 포함하는 하드웨어, 디지털 전자 회로, 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 본 명세서에 개시된 발명 대상의 구현들은 또한, 하나 또는 그 초과 프로그램들, 즉, 데이터 프로세싱



장치에 의한 실행을 위해 또는 데이터 프로세싱 장치의 동작을 제어하기 위해 컴퓨터 저장 매체상에서 인코딩된, 컴퓨터 프로그램 명령들의 하나 또는 그 초과를 포함하는 모듈로서 구현될 수 있다.

[0109] 소프트웨어에서 구현되면, 그 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체상에 하나 또는 그 초과 명령들 또는 코드로서 저장되거나 또는 이들을 통해 송신될 수도 있다. 본 명세서에 개시된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 컴퓨터 판독가능 매체상에 상주할 수도 있는 프로세서-실행가능한 소프트웨어 모듈에서 구현될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 하나의 장소로부터 다른 장소로 컴퓨터 프로그램을 전송하도록 인에이블될 수 있는 임의의 매체를 포함하는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체 양자를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 한정이 아닌 예로서, 이러한 컴퓨터-판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 사용될 수도 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수도 있다. 또한, 임의의 연결 수단이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절하게 지칭될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk) 및 블루레이 디스크(disc)를 포함하고, 여기서, 디스크(disk)들은 통상적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 또한, 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다. 추가로, 방법 또는 알고리즘의 동작들은 컴퓨터 프로그램 제품에 통합될 수도 있는 머신 판독가능 매체 및 컴퓨터 판독가능 매체상에 코드들 및 명령들 중 하나 또는 임의의 조합 또는 세트로서 상주할 수도 있다.

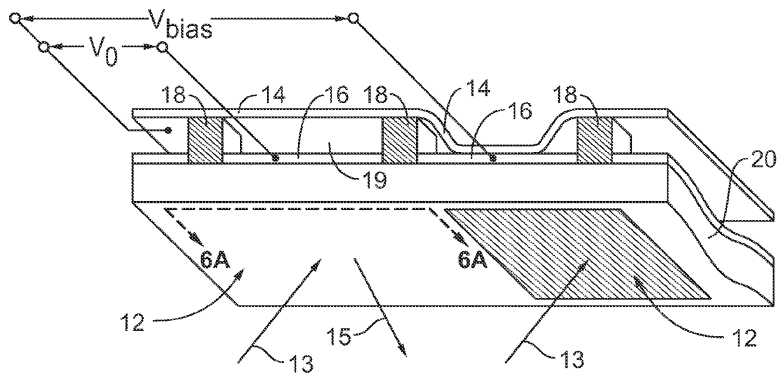
[0110] 본 개시물에 설명한 구현들에 대한 다양한 변형들이 당업자에게 용이하게 명백할 수도 있고, 본 명세서에 정의된 일반 원리들은 본 개시물의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 구현들에 적용될 수도 있다. 따라서, 청구항들은 본 명세서에 나타난 구현들에 제한되는 것으로 의도되지 않고, 본 개시물, 원리들 및 본 명세서에 개시된 신규한 특징들에 따른 최광의 범위에 포함된다. 단어 "예시적인"은 "예, 경우, 또는 예시로서 기능하는"을 의미하는 것으로 본 명세서에서 배타적으로 사용된다. "예시적인" 것으로서 본 명세서에 설명한 임의의 구현이 다른 구현들보다 바람직하거나 유용한 것으로 반드시 해석되지는 않는다. 추가로, 당업자는 용어들 "상위" 및 "하위"가 때때로 도면들의 용이한 설명을 위해 사용되고, 적절하게 배향된 페이지상의 도면의 배향에 대응하는 상대적 위치들을 나타내며, 구현될 때 IMOD의 알맞은 배향을 반영하지 않을 수도 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다.

[0111] 개별 구현들의 상황에서 본 명세서에 설명한 특정한 특징들이 또한 단일 구현에서 조합으로 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현의 상황에서 설명한 특정한 특징들이 또한 다수의 구현들에서 개별적으로 또는 임의의 적합한 서브조합으로 구현될 수 있다. 더욱이, 특징들이 특정한 조합들에서 동작하는 것으로서 상술되고 심지어 그와 같이 초기에 청구될 수도 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 또는 그 초과 특징들은 일부 경우들에서 조합으로부터 삭제될 수 있고, 청구된 조합은 서브 조합 또는 서브 조합의 변동에 관한 것일 수도 있다.

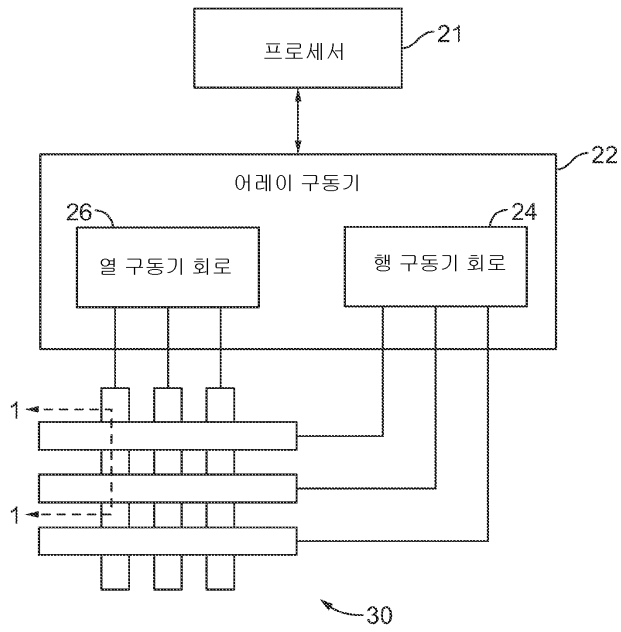
[0112] 유사하게는, 동작들을 도면들에서 특정한 순서로 도시하였지만, 이것은 이러한 동작들이 나타난 특정한 순서 또는 순차적 순서로 수행되거나, 모든 예시한 동작들이 바람직한 결과들을 달성하기 위해 수행되는 것을 요구하는 것으로 이해되어서는 안된다. 또한, 도면들은 흐름도의 형태로 하나 또는 그 초과 예시적인 프로세스들을 개략적으로 도시할 수도 있다. 그러나, 도시하지 않은 다른 동작들이 개략적으로 도시된 예시적인 프로세스들에 통합될 수 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과 추가 동작들이 임의의 예시된 동작들 이전에, 이후에, 동시에, 또는 그 사이에 수행될 수 있다. 특정한 환경들에서, 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 바람직할 수도 있다. 더욱이, 상술한 구현들에서 다양한 시스템 컴포넌트들의 분리는 모든 구현들에서 이러한 분리를 요구하는 것으로서 이해되어서는 안되고, 설명한 프로그램 컴포넌트들 및 시스템들이 일반적으로, 단일 소프트웨어 제품에서 함께 통합될 수 있거나 다수의 소프트웨어 제품들로 패키징될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 추가로, 다른 구현들은 아래의 청구항들의 범위내에 있다. 일부 경우들에서, 청구항들에서 인용된 동작들은 상이한 순서로 수행될 수 있고 바람직한 결과들을 여전히 달성할 수 있다.

도면

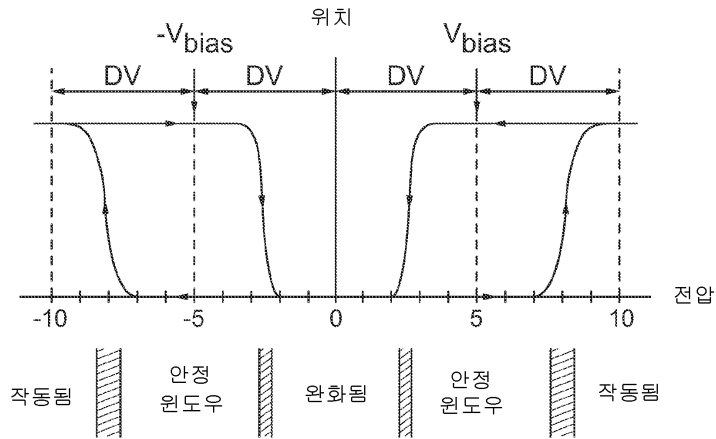
도면1



도면2



도면3

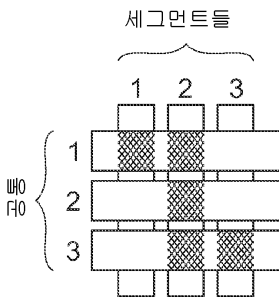


도면4

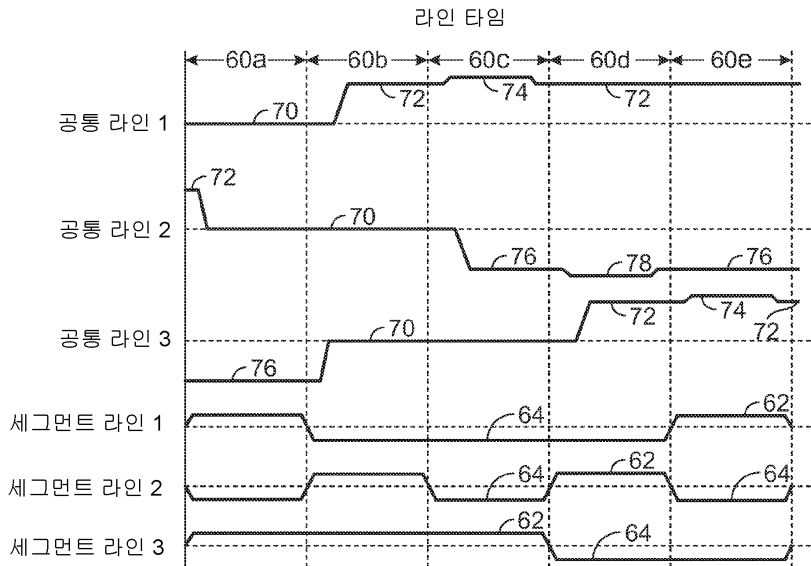
공동 전압들

	VCADD_H	VC HOLD_H	VCREL	VC HOLD_L	VCADD_L
VS <sub>H</sub>	안정	안정	완화	안정	작동
VS <sub>L</sub>	작동	안정	완화	안정	안정

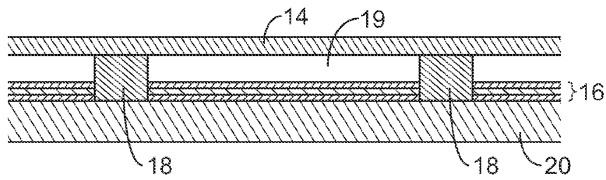
도면5a



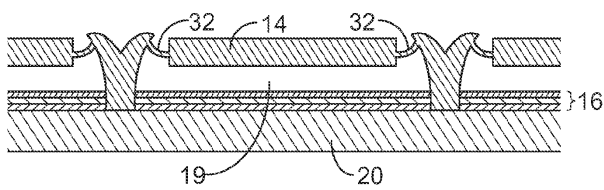
도면5b



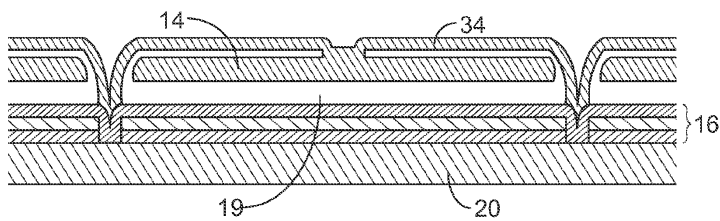
도면6a



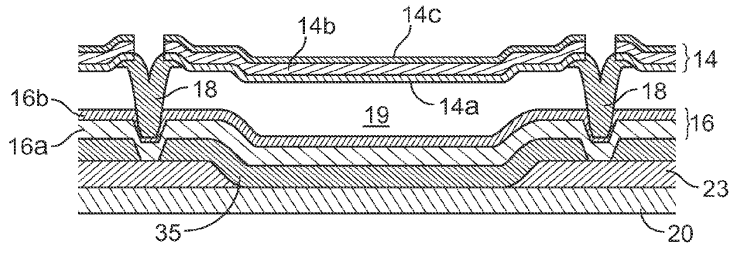
도면6b



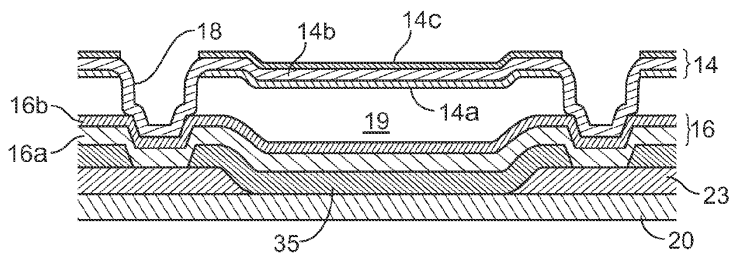
도면6c



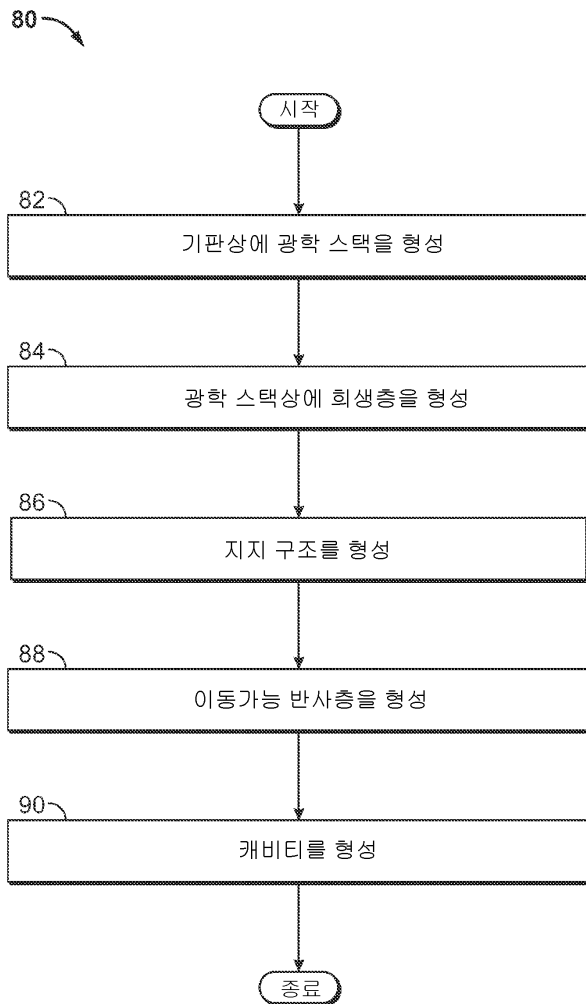
도면6d



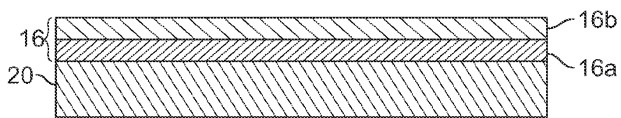
도면6e



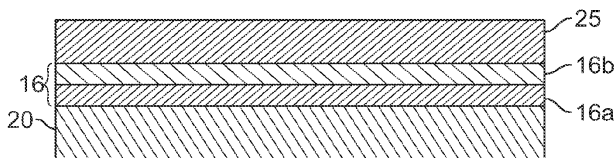
도면7



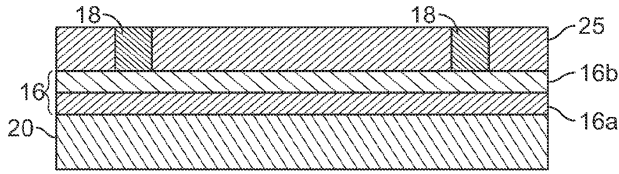
도면8a



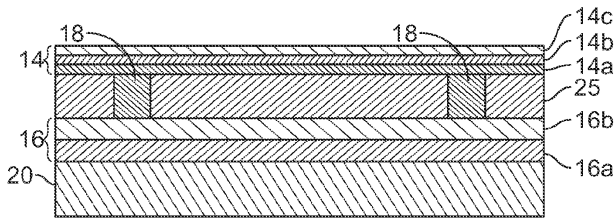
도면8b



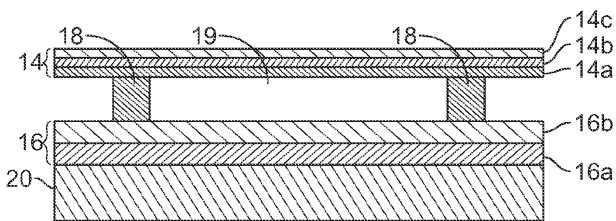
도면8c



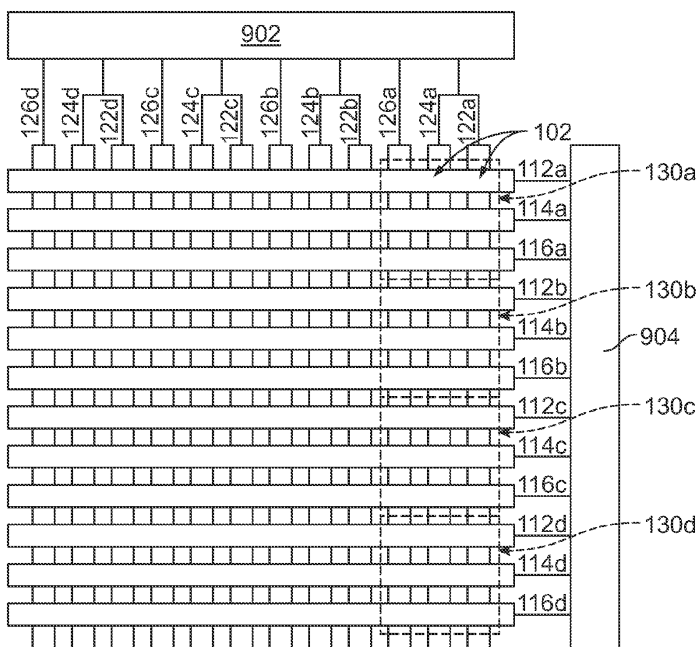
도면8d



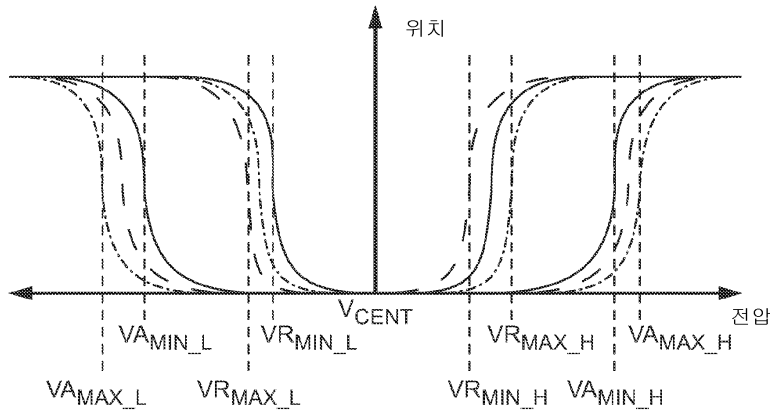
도면8e



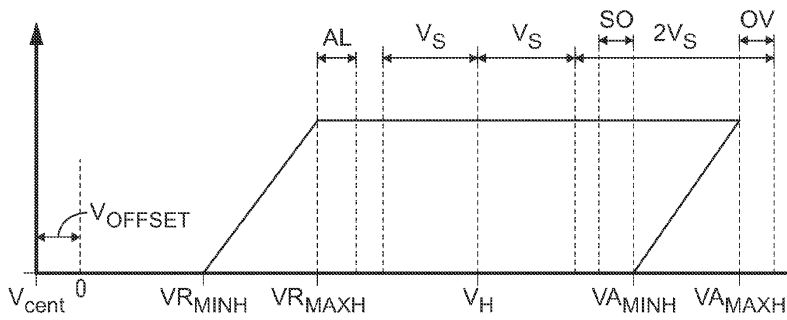
도면9



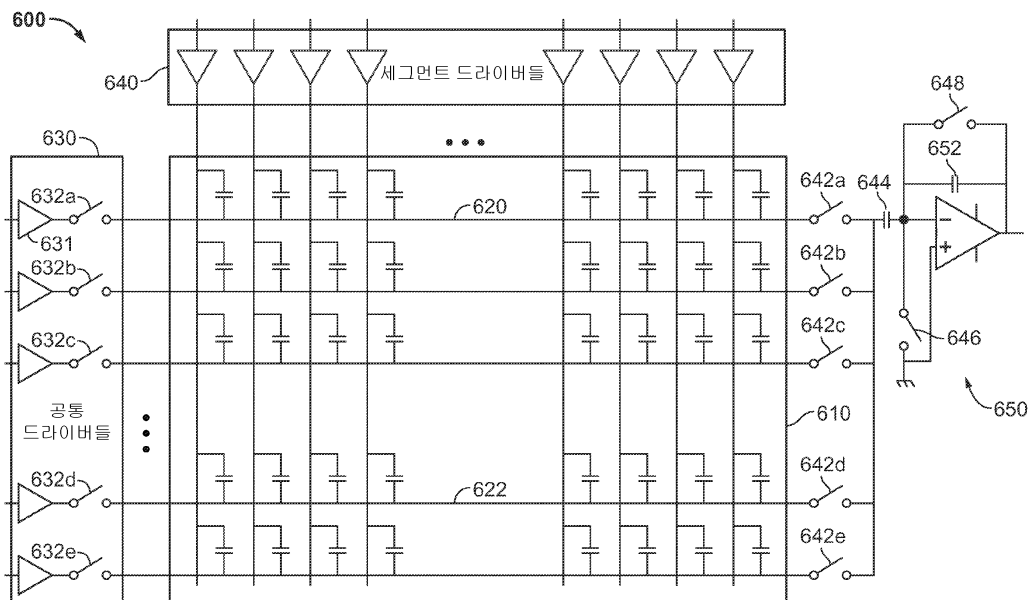
도면10



도면11

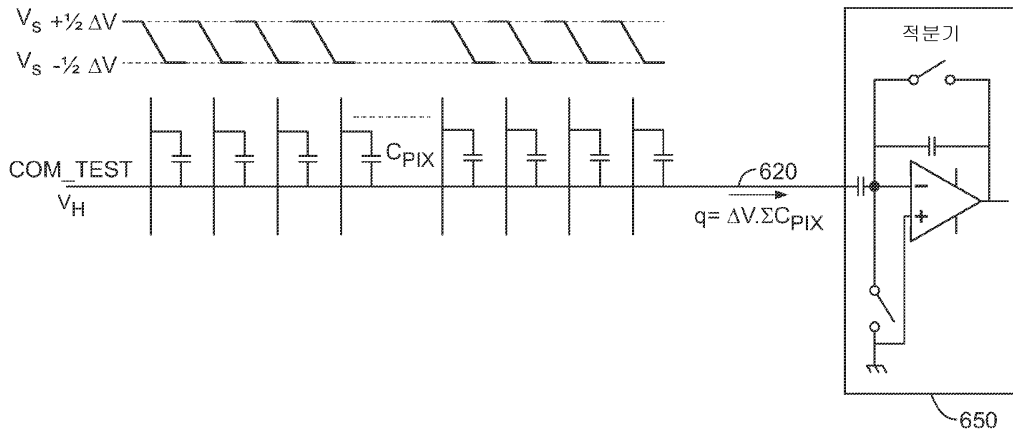


도면12

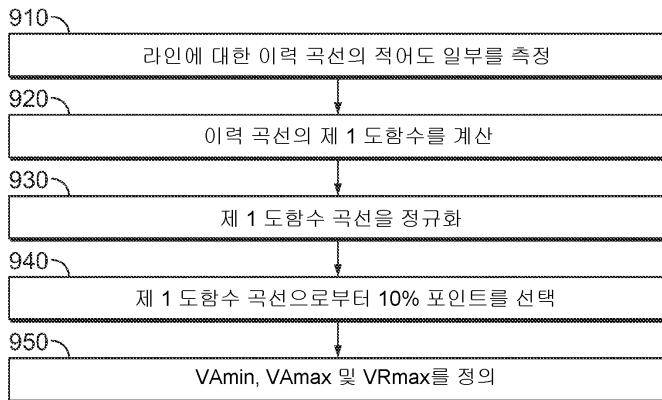




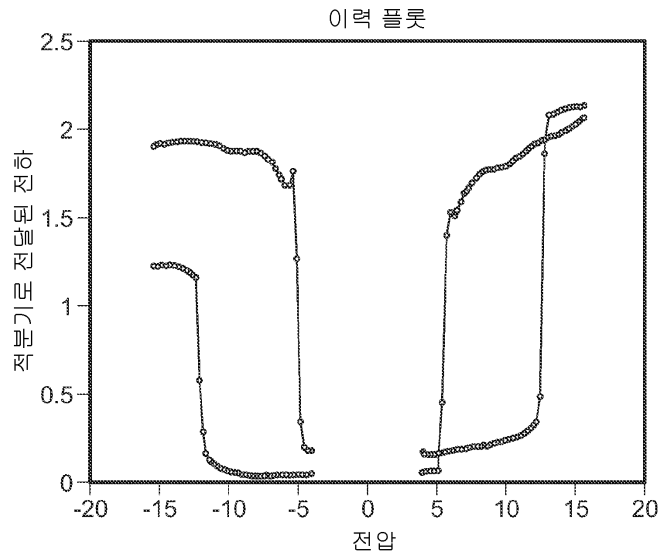
도면13



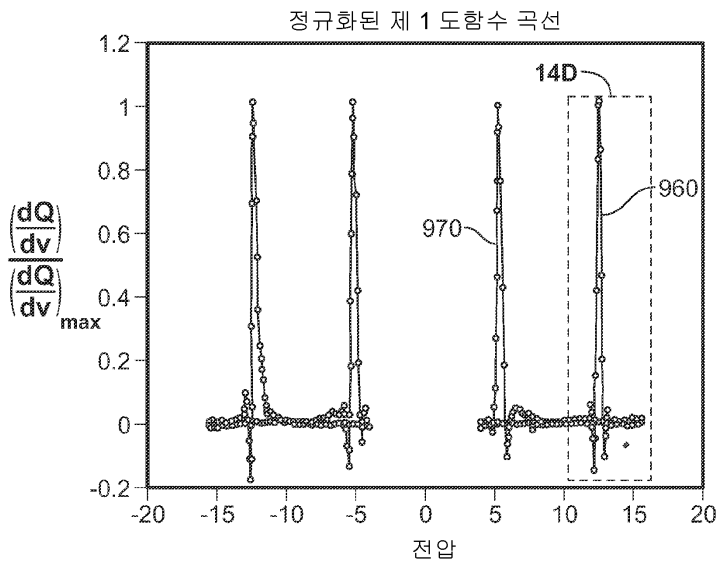
도면14a



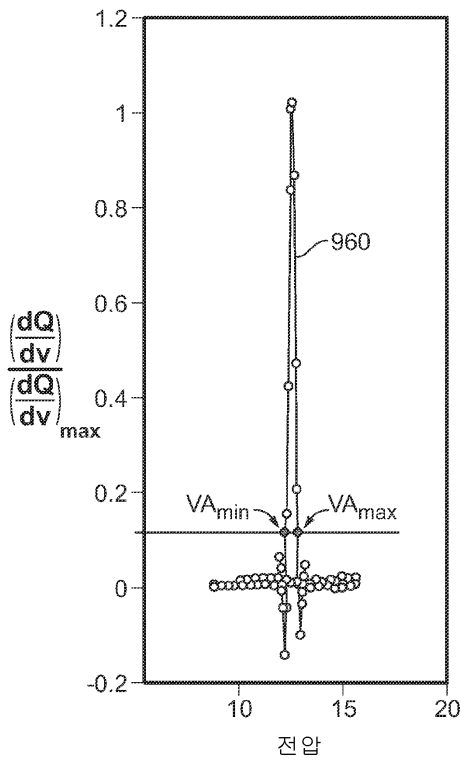
도면14b



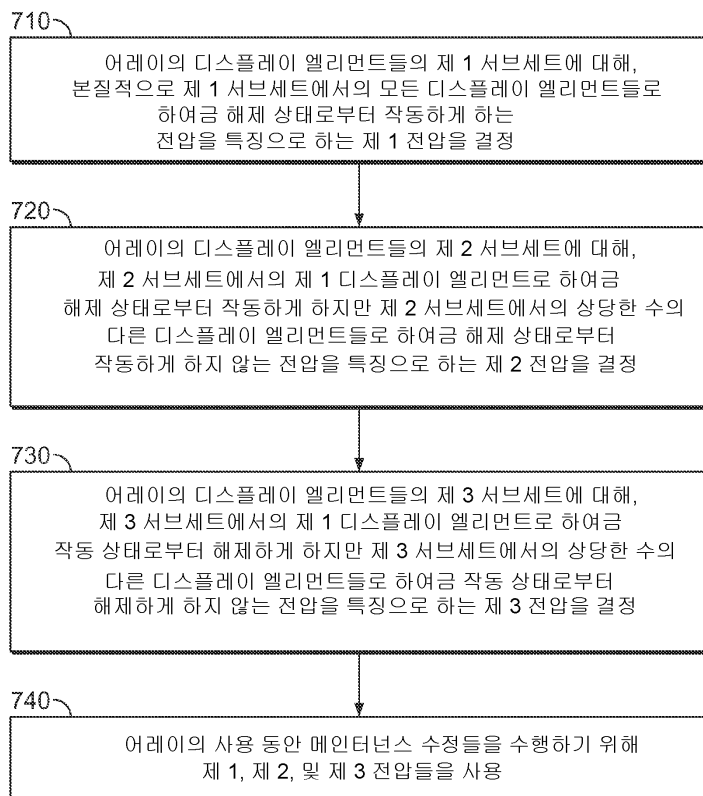
도면14c



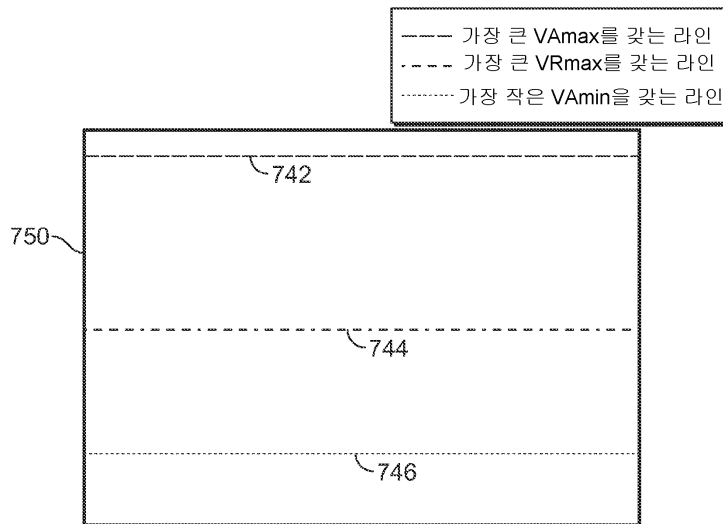
도면14d



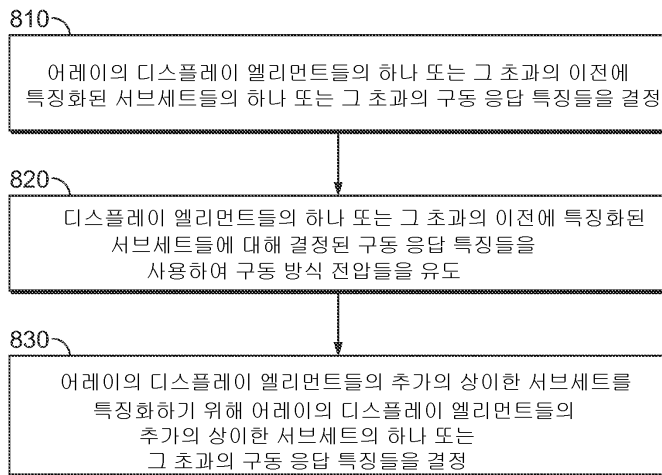
도면15



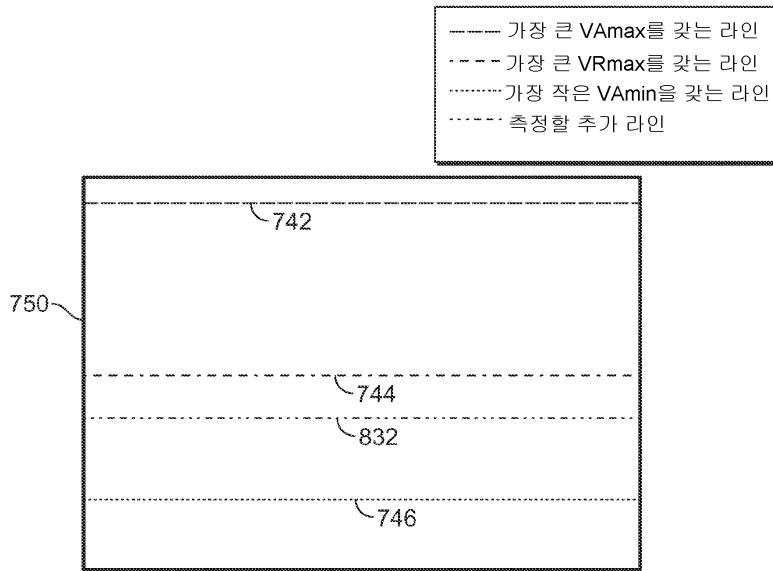
도면16



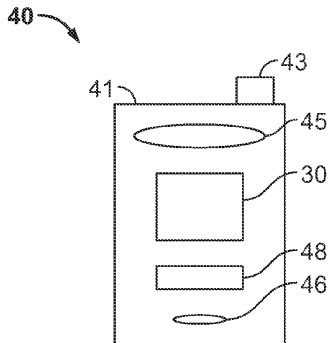
도면17



도면18



도면19a



도면19b

