(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년02월23일
(11) 등록번호 10-0885140
(24) 등록일자 2009년02월17일

(51) Int. Cl.
G09G 3/34 (2006.01) *G09G 3/38* (2006.01)
G02F 1/167 (2006.01) *G02F 1/15* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7003499
(22) 출원일자 2007년02월13일
심사청구일자 2007년02월13일
번역문제출일자 2007년02월13일
(65) 공개번호 10-2007-0043835
(43) 공개일자 2007년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/028965
국제출원일자 2005년08월15일
(87) 국제공개번호 WO 2006/031347
국제공개일자 2006년03월23일
(30) 우선권주장
60/522,372 2004년09월21일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003322880 A
JP2003005227 A
전체 청구항 수 : 총 48 항

(73) 특허권자
이 잉크 코포레이션
미국 매사추세츠주 캠브리지 콩코드 애버뉴 733 (우:02138)
(72) 발명자
아먼드슨 칼 알
미국 02138 매사추세츠주 캠브릿지 스파크스 스트리트 67아파트먼트 넘버 2
제너 로버트 더블유
미국 10009 뉴욕주 뉴욕 이스트 7번 스트리트 118 아파트먼트2더블유
조딘 시어도 에이
미국 02453 매사추세츠주 월샘 플로렌스 로드 46
(74) 대리인
특허법인코리아나

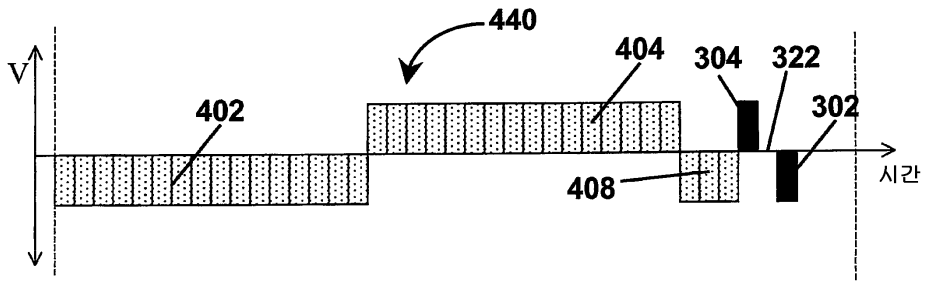
심사관 : 조기덕

(54) 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법 및 장치

(57) 요 약

전기-광학 디스플레이, 특히 쌍안정 전기-광학 디스플레이를 구동하는 파형은 하나 이상의 균형 펄스의 기저 파형으로의 삽입; 하나 이상의 균형 펄스의 기저 파형으로부터의 삭제; 및 하나 이상의 0 전압 기간의 기저 파형으로의 삽입 중 하나 이상에 의해 수정된다. 이러한 수정은 그레이 레벨의 미세한 제어를 허용한다.

대 표 도 - 도5c



(30) 우선권주장
60/522,393 2004년09월24일 미국(US)
60/601,242 2004년08월13일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

2 개의 극단 광학 상태를 포함하는 3 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서,

상기 방법은, 상기 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 하나 이상의 리셋 펄스로서, 상기 하나의 극단 광학 상태와 상이한 그레이 레벨로 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 하나 이상의 세트 펄스에 선행하는 상기 하나 이상의 리셋 펄스를 포함하는 기저 파형을 상기 픽셀에 인가하는 단계를 포함하고,

상기 방법은:

(a) 상기 기저 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

(b) 상기 기저 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

(c) 상기 기저 파형으로의 하나 이상의 0 전압 기간의 삽입,

중 하나 이상에 의해 상기 기저 파형이 수정되는 것을 특징으로 하며,

"균형 펄스 쌍" 은 상기 균형 펄스 쌍의 총 임펄스가 필수적으로 0 이 되도록 반대 극성의 2 개의 펄스의 시퀀스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기저 파형은 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입 또는 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제에 의해 수정되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 균형 펄스 쌍의 상기 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이며 동일한 길이인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 상기 기저 파형의 상기 기간은 0 전압 기간으로 대체되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 기저 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍이 삭제되고, 상기 기저 파형의 다른 요소는 시간 시프트되어 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 상기 기간을 점유하고, 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 포인트로부터 상이한 시간상의 포인트에 0 전압 기간이 삽입되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기저 파형은, 연속적으로, 상기 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 제 1 리셋 펄스, 다른 극단 광학 상태로 또는 그에 가깝게 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 제 2 리셋 펄스, 및 상기 하나 이상의 세트 펄스를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

시간상의 임의의 포인트에서 상기 픽셀에 0, +V, 또는 -V 의 전압이 인가되고, V 는 소정의 구동 전압인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 6 을 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 4 를 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 2 를 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 방법은 DC 균형되어 있는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 디스플레이는 회전 이색성 멤버 (rotating bichromal member) 또는 일렉트로크로믹 (electrochromic) 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 디스플레이는, 유동체 내에서, 상기 유동체로의 전기장의 인가에 상기 유동체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 유동체는 가스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 대전된 입자 및 상기 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내에 갇힌, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 16

제 1 항에 따른 방법을 수행하도록 구성된 디스플레이 제어기.

청구항 17

각각이 2 개의 극단 광학 상태를 포함하는 4 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서,

상기 방법은 상기 픽셀의 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 리셋 펄스로서, 상기 하나의 극단 광학 상태로부터 상이한 최종 그레이 레벨로 상기 픽셀을 구동하기에 충분한 세트 펄스에 선행하는 상기 리셋 펄스를 포함하는 파형을 각각의 픽셀에 인가하는 단계를 포함하고,

상기 리셋 펄스는 상기 세트 펄스 바로 직전의 상기 디스플레이 상의 이미지가 실질적으로 상기 세트 펄스에 후속하는 최종 이미지의 역 모노크롬 프로젝션이 되도록 선택되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

각각의 픽셀의 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 각각의 픽셀을 구동하기에 충분한 제 1 리셋 펄스, 다른 극단 광학 상태로 또는 그에 가깝게 각각의 픽셀을 구동하기에 충분한 제 2 리셋 펄스를 포함하는 파형이 각각의 픽셀에 인가되고,

상기 제 1 리셋 펄스는 상기 제 2 리셋 펄스 바로 직전의 상기 디스플레이 상의 이미지가 실질적으로 상기 세트 펄스에 후속하는 최종 이미지의 모노크롬 프로젝션이 되도록 선택되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 파형은,

(a) 상기 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

(b) 상기 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

(c) 상기 파형으로의 하나 이상의 0 전압 기간의 삽입,

중 하나 이상에 의해 수정되며,

"균형 펄스 쌍" 은 상기 균형 펄스 쌍의 총 임펄스가 필수적으로 0 이 되도록 반대 극성의 2 개의 펄스의 시퀀스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 균형 펄스 쌍의 상기 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이며 동일한 길이인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 상기 파형의 상기 기간은 0 전압 기간으로 대체되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

하나 이상의 균형 펄스 쌍이 상기 파형으로부터 삭제되고, 상기 파형의 다른 요소는 시간 시프트되어 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 상기 기간을 점유하고, 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 포인트로부터 상이한 시간상의 포인트에 0 전압 기간이 삽입되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 23

제 17 항에 있어서,

시간상의 임의의 포인트에서 상기 픽셀에 0, +V, 또는 -V 의 전압이 인가되고, V 는 소정의 구동 전압인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 24

제 17 항에 있어서,

상기 디스플레이는 회전 이색성 멤버 또는 일렉트로크로믹 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 25

제 17 항에 있어서,

상기 디스플레이는, 유동체 내에서, 상기 유동체로의 전기장의 인가에 상기 유동체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 유동체는 가스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 대전된 입자 및 상기 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내에 갇힌, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 28

제 17 항에 따른 방법을 수행하도록 구성된 디스플레이 제어기.

청구항 29

2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서,

2 개 이상의 상이한 파형은 천이가 시작되는 상태의 상기 픽셀의 체류 시간의 지속기간에 따라서 특정 그레이 레벨 사이의 동일한 천이에 대해 사용되고,

이러한 2 개의 파형은,

(a) 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

(b) 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

(c) 하나 이상의 0 전압 기간의 삽입,

중 하나 이상에 의해 서로 상이하며,

"균형 펄스 쌍" 은 상기 균형 펄스 쌍의 총 임펄스가 필수적으로 0 이 되도록 반대 극성의 2 개의 펄스의 시퀀스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 방법은 DC 균형되어 있는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 31

제 29 항에 있어서,

모든 파형은 DC 균형되어 있는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 32

제 29 항에 있어서,

상기 파형은 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입 또는 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제에 의해 서로 상이한, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 균형 펄스 쌍의 상기 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이며 동일한 길이인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 상기 기간은 0 전압 기간으로 대체되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 35

제 32 항에 있어서,

하나 이상의 균형 펄스 쌍이 삭제되고, 상기 파형의 다른 요소는 시간 시프트되어 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 상기 기간을 점유하고, 상기 삭제된 균형 펄스 쌍 또는 그 각각에 의해 점유되는 포인트로부터 상이한 시간상의 포인트에 0 전압 기간이 삽입되는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 36

제 29 항에 있어서,

시간상의 임의의 포인트에서 상기 픽셀에 0, +V, 또는 -V 의 전압이 인가되고, V 는 소정의 구동 전압인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 37

제 29 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 6 을 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 4 를 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

삽입되는 균형 펄스 쌍, 삭제되는 균형 펄스 쌍 및 삽입되는 0 전압 기간의 총 수는 2 를 초과하지 않는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 40

제 29 항에 있어서,

상기 디스플레이는 회전 이색성 멤버 또는 일렉트로크로믹 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 41

제 29 항에 있어서,

상기 디스플레이는, 유동체 내에서, 상기 유동체로의 전기장의 인가에 상기 유동체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

상기 유동체는 가스인, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 43

제 41 항에 있어서,

상기 대전된 입자 및 상기 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내에 갇힌, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 44

제 29 항에 따른 방법을 수행하도록 구성된 디스플레이 제어기.

청구항 45

각각이 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서,

상기 방법은,

(a) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 원하는 최종 상태를 정의하는 데이터를 수신하도록 배열되는 최종 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(b) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 초기 상태를 정의하는 데이터를 저장하도록 배열되는 초기 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(c) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 표적 상태를 정의하는 데이터를 저장하도록 배열되는 표적 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(d) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼의 상기 데이터가 상이하게 되는 경우를 판정하는 단계로서, 이러한 상이함이 발견되는 경우 (i) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대한 동일한 값을 포함하는 경우, 상기 표적 데이터 버퍼를 이 값으로 세팅; (ii) 상기 초기 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대해 상기 최종 데이터 버퍼보다 더 큰 값을 포함하는 경우, 상기 표적 데이터 버퍼를 상기 초기 데이터 버퍼와 증분을 합산한 값으로 세팅; (iii) 상기 초기 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대해 상기 최종 데이터 버퍼보다 더 작은 값을 포함하는 경우, 상기 표적 데이터 버퍼를 상기 초기 데이터 버퍼에서 상기 증분을 감산한 값으로 세팅함으로써 표적 데이터 버퍼의 값을 업데이트하는, 판정 단계;

(e) 상기 초기 데이터 버퍼 및 상기 표적 데이터 버퍼의 상기 데이터를 각각의 픽셀의 상기 초기 및 최종 상태로 각각 사용하여 상기 디스플레이 상에 이미지를 업데이트하는 단계;

(f) 단계 (e) 이후에, 상기 표적 데이터 버퍼로부터의 데이터를 상기 초기 데이터 버퍼로 카피하는 단계; 및

(g) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼가 동일한 데이터를 포함할 때까지 단계 (d) 내지 (f) 를 반복하는 단계를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 46

각각이 3 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서,

상기 방법은,

(a) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 원하는 최종 상태를 정의하는 데이터를 수신하도록 배열되는 최종 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(b) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 초기 상태를 정의하는 데이터를 저장하도록 배열되는 초기 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(c) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀의 표적 상태를 정의하는 데이터를 저장하도록 배열되는 표적 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

(d) 상기 디스플레이의 각각의 픽셀에 대해 극성 비트를 저장하도록 배열되는 극성 비트 어레이를 제공하는 단계;

(d) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼의 상기 데이터가 상이하게 되는 경우를 판정하는 단계로서, 이러한 상이함이 발견되는 경우 (i) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼의 특정 픽셀에 대한 값이 상이하고 상기 초기 데이터 버퍼의 값이 상기 픽셀의 극단 광학 상태를 나타내는 경우, 상기 픽셀에 대한 상기 극성 비트를 반대 극단 광학 상태로의 천이를 나타내는 값으로 세팅; 및 (ii) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼의 특정 픽셀에 대한 상기 값이 상이한 경우, 상기 극성 비트 어레이의 관련되는 값에 따라서, 표적 데이터 버퍼를 상기 초기 데이터 버퍼와 증분을 합산한 또는 감산한 값으로 세팅함으로써 상기 극성 비트 어레이 및 표적 데이터 버퍼의 값을 업데이트하는, 판정 단계;

(e) 상기 초기 데이터 버퍼 및 상기 표적 데이터 버퍼의 상기 데이터를 각각의 픽셀의 상기 초기 및 최종 상태로 각각 사용하여 상기 디스플레이 상에 이미지를 업데이트하는 단계;

(f) 단계 (f) 이후에, 상기 표적 데이터 버퍼로부터의 데이터를 상기 초기 데이터 버퍼로 카피하는 단계; 및

(g) 상기 초기 및 최종 데이터 버퍼가 동일한 데이터를 포함할 때까지 단계 (e) 내지 (g) 를 반복하는 단계를 포함하는, 전기-광학 디스플레이 구동 방법.

청구항 47

프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서로 하여금 제 1 항, 제 17 항 또는 제 29 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 하는 소프트웨어 코드를 갖는 컴퓨터-판독가능 매체.

청구항 48

제 1 항, 제 17 항 또는 제 29 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 구성된 애플리케이션 특정 집적 회로.

명 세 서

<1> 본 발명은 전기-광학 디스플레이, 특히 쌍안정 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법, 및 이러한 방법에 사용하는 장치 (제어기) 에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 전기-광학 디스플레이의 픽셀의 그레이 상태를 더 정확히 제어할 수 있게 의도되는 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 디스플레이를 구동하도록 사용되는 구동 방식이 여전히 DC 균형유지되도록 하면서, 이러한 디스플레이가 픽셀이 천이 전의 특정한 광학 상태에 머무르는 동안인 "체류 시간 (dwell time)" 에 대한 보상을 허용하는 방식으로 구동될 수 있게 의도되는 구동 방법에 관한 것이다. 본 발명은, 배타적으로는 아니지만, 특히 하나 이상의 유형의 전기적으로 대전된 입자가 액체에서 서스펜드되고 (suspended) 전자기장의 영향 하에서 액체를 통해 움직여져서 디스플레이의 외관을 변화시키는 입자-기반 전기영동 디스플레이에 사용하도록 의도된다.

<2> 본 출원은 독자가 전기-광학 디스플레이를 구동하는 기술의 상태에 관한 배경 정보로 참조하는 국제 출원 공개 번호 WO 2005/054933; WO 2005/006290; WO 2004/090857; WO 03/107315; 및 WO 03/044765 에 밀접하게 관련된다. 다음 기재는 이하에서 편의상 "MEDEOD" (전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법; MEthods for Driving Electro-Optic Displays) 출원으로 일괄적으로 지칭될 수도 있는, 이러한 출원에의 숙지를 가정할 것이다.

<3> 본 발명의 방법이 사용되는 전기-광학 디스플레이는 물질이 내부 액체 또는 가스로 가득찬 공간을 가질 수도 있고 종종 그럼에도 불구하고, 전기-광학 물질이 고체 외부 표면을 가진다는 점에서 고체인 전기-광학 물질을 종

종 포함한다. 고체 전기-광학 물질을 사용하는 이러한 디스플레이는 이하에서 편의상 "고체 전기-광학 디스플레이" 로 지칭될 수도 있다.

<4> 물질 또는 디스플레이에 적용될 때 용어 "전기-광학" 은 여기서 이미지 기술 분야에서 그것의 통상적인 의미로 사용되어 하나 이상의 광학 성질에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태를 갖는 물질로서, 그 물질은 물질에 전기장을 인가함으로써 그것의 제 1 에서 제 2 디스플레이 상태로부터 변화하는 물질을 지칭한다. 광학 성질이 통상적으로 육안으로 색 식별가능하지만, 광학 투과율, 반사율, 냉광 또는 기계 판독을 위해 의도된 디스플레이의 경우, 가시 범위 밖의 전자기 파장의 반사율의 변화의 의미에서 의사-색 (pseudo-color) 과 같은 다른 광학 성질일 수도 있다.

<5> 용어 "그레이 상태" 는 여기서 이미지 기술 분야에서 그것의 통상적인 의미로 사용되어 픽셀의 2 개의 극단 광학 상태 중간의 상태를 지칭하고, 이러한 2 개의 극단 상태 사이의 블랙-화이트 전이를 반드시 의미하는 것은 아니다. 예를 들어, 이하에 언급되는 몇 개의 특허 및 공개된 출원은 극단 상태가 백색과 남색이어서 중간 "그레이 상태" 가 실제로 하늘색이 되는 전기영동 디스플레이를 기재한다. 실제로, 이미 언급한 바와 같이 2 개의 극단 상태 사이의 천이는 색 변화가 전혀 없을 수도 있다. 용어 "그레이 레벨" 은 2 개의 극단 광학 상태를 포함하여, 픽셀의 가능한 광학 상태를 표시하기 위해 여기서 사용된다.

<6> 용어 "쌍안정" 및 "쌍안정성" 은 여기서 해당 분야에서 그것의 통상적인 의미로 사용되어 하나 이상의 광학 성질에 있어서 상이한 제 1 및 제 2 디스플레이 상태를 갖는 디스플레이 엘리먼트들을 포함하고, 일정 지속시간 (duration) 의 펄스를 어드레스하는 수단에 의해 임의의 주어진 엘리먼트가 그것의 제 1 또는 제 2 디스플레이 상태 중의 하나를 취하도록 구동된 후, 펄스를 어드레싱하는 단계의 종료 이후에, 그 상태가 디스플레이 엘리먼트의 상태를 변화시키기 위해 요구되는 펄스를 어드레싱하는 단계의 최소 지속시간의 적어도 여러 배, 예를 들어 4배 이상 동안 지속될 디스플레이를 지칭한다. 공개된 미국 특허 출원 제 2002/0180687호에는, 그레이스케일이 가능한 어떤 입자-기반 (particle-based) 전기영동 디스플레이는 그것의 양극단인 블랙과 화이트 상태일 때뿐만이 아니라 그것의 중간 그레이 상태에서도 안정적이고, 어떤 다른 유형의 전기-광학 디스플레이에서도 동일하다는 것이 개시된다. 용어 "쌍안정" 은 편의상 여기서 쌍안정 및 멀티-안정 디스플레이 모두를 포괄하기 위해서 사용될 수도 있지만, 이런 유형의 디스플레이는 쌍안정보다는 "멀티-안정" 으로 적합하게 불린다.

<7> 용어 "임펄스" 는 여기서 시간에 대한 전압의 적분의 종래 의미로 사용된다. 그러나, 일부 쌍안정 전기 광학 매체는 전하 변환기 (charge transducer) 로서 행동하며, 그런 매체의 경우에는 임펄스의 대안적인 정의 즉, (총 인가된 전하와 동일한) 시간에 대한 전류의 적분이 사용될 수도 있다. 그 매체가 전압-시간 임펄스 변환기로서 행동하는지 또는 전하 임펄스 변환기로서 행동하는지에 따라, 임펄스의 적절한 정의가 사용되어야 한다.

<8> 이하의 논의의 많은 부분은 초기 그레이 레벨에서 최종 그레이 레벨 (초기 그레이 레벨과 상이할 수도 상이하지 않을 수도 있는) 로의 천이를 통한 전기-광학 디스플레이의 하나 이상의 픽셀을 구동하는 방법에 초점을 맞출 것이다. 용어 "파형" 은 하나의 특정한 초기 그레이 레벨에서 특정한 최종 그레이 레벨로의 천이를 초래하기 위해 사용되는 시간 커브에 대한 전체 전압을 표시하는데 사용될 것이다. 통상적으로, 이하에서 예시되는 바와 같이, 이러한 파형은 복수의 파형 엘리먼트를 포함할 것이고, 여기서 이러한 엘리먼트는 반드시 직사각형 (즉, 거기서 주어진 엘리먼트는 일정 기간 동안 일정한 전압의 인가를 포함한다) 이고, 이 엘리먼트는 "전압 펄스" 또는 "구동 펄스" 라고 불릴 수도 있다. 용어 "구동 방식" 은 특정한 디스플레이에 대한 그레이 레벨 사이의 모든 가능한 천이를 초래하는데 충분한 파형의 세트를 표시한다.

<9> 전기-광학 디스플레이의 여러 형태가 알려져 있다. 전기-광학 디스플레이의 한 유형으로는 예를 들어, 미국 특허 제 5,808,783; 5,777,782; 5,760,761; 6,054,071; 6,055,091; 6,097,531; 6,128,124; 6,137,467; 및 6,147,791호에 기재된 바와 같은 회전적 이색성 멤버형 (rotating bichromal member type) (비록 이런 유형의 디스플레이가 종종 "회전 이색성 볼 (rotating bichromal ball)" 디스플레이라고 지칭되지만, 전술된 특허 일부에서는 회전 멤버가 구형이 아닌 것들이 있기 때문에 "회전 이색성 멤버"란 용어가 더 정확하여 선호된다) 이다. 이런 디스플레이는 상이한 광학 특성을 갖는 2개 이상의 구획 및 내부 쌍극자를 갖는 다수의 (통상적으로 구형 또는 원통형의) 작은 바디들을 사용한다. 이들 바디들은 매트릭스 내의 액체-대전 공포 (liquid-filled vacuole) 내에 서프펜드되며, 공포는 바디들이 회전하는 것이 자유롭도록 액체로 대전되어 있다. 디스플레이의 외관은 거기에 전기장을 인가하여, 바디들을 다양한 위치로 회전시키고, 바디의 구획중 어느 것이 표시 표면을 통하여 보이는지를 변화시킴으로써 변화된다. 이런 전기-광학 매체의 유형은 통상적으로 쌍안정적이다.

<10> 전기-광학 디스플레이의 다른 유형은, 일렉트로크로믹 (electrochromic) 매체, 예를 들어, 적어도 부분적으로 반도체 금속 산화물로 형성된 전극과 그 전극에 부착되어 원상회복가능한 (reversible) 색깔 변화 능력이 있는 복수의 염료 분자들을 포함하는 나노크로믹막 (nanochromic film) 의 형태의 일렉트로크로믹 매체를 사용하며, 예를 들어, O'Regan, B., 등의 1991년 Nature지 353, 737과 Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (2002년 3월) 을 참조한다. 또한, Bach, U., 등의 Adv. Mater., 2002, 14(11), 845를 참조한다. 또한, 예를 들어, 미국 특허 제 6,301,038호 및 국제출원 공개 WO 01/27690, 및 미국 특허 출원 제 2003/0214695호에 이런 유형의 나노크로믹막이 개시되어 있다. 또한, 이런 유형의 매체는 통상적으로 쌍안정적이다.

<11> 다년간 중점적인 연구 및 개발의 주제가 되어온 다른 유형의 전기-광학 디스플레이는 전기장의 영향하에서 복수의 대전된 입자가 유동체 (fluid) 를 통하여 이동하는 입자-기반 전기영동 디스플레이이다. 전기영동 디스플레이는 액정 디스플레이와 비교할 때, 우수한 휘도 및 콘트라스트 (contrast), 넓은 시야각, 상태 쌍안정성, 및 낮은 전력 소모의 특성을 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고, 이런 디스플레이의 장기간 이미지 품질에 관한 문제는 그것이 널리 사용되는 것을 방해하여 왔다. 예를 들어, 전기영동 디스플레이를 구성하는 입자들은 침전 (settle) 하려는 성향이 있어, 이들 디스플레이에 대해 부적절한 사용-수명 (service-life) 을 발생시킨다.

<12> 상술된 바와 같이, 전기영동 매체는 유동체의 존재를 요구한다. 대부분의 종래 기술 전기영동 매체에서, 이 유동체는 액체이지만, 전기영동 매체는 가스 유동체를 사용하여 생성될 수 있고, 예를 들어, 2001 년 IDW Japan, Paper HCS1-1 의 Kitamura, T., 등의 "전기 종이-같은 디스플레이를 위한 전기적 토너 이동" 및 2001년 IDW Japan, Paper AMD4-4의 Yamaguchi, Y., 등의 "마찰전기에 의해 대전되는 부도체 입자를 사용하는 토너 디스플레이" 를 참조한다. 유럽 특허 출원 1,429,178; 1,462,847; 1,482,354; 및 1,484,625 와 국제 출원 WO 2004/090626; WO 2004/079442; WO 2004/077140; WO 2004/059379; WO 2004/055586; WO 2004/008239; WO 2004/006006; WO 2004/001498; WO 03/091799; 및 WO 03/088495 를 또한 참조하라. 매체가 이러한 침전을 가능하게 하는 배향에서 사용될 때, 예를 들어, 매체가 수직 평면으로 배치되는 신호에서, 이러한 가스-기반 전기영동 매체는 액체-기반 전기영동 매체와 같이 파티클 침전으로 인한 동일한 유형의 문제에 민감한 것으로 나타난다. 실제로, 액체 유동체의 경우와 비교할 때 가스 유동체의 더 낮은 점성이 전기영동 입자가 더 신속하게 침전하게 하기 때문에, 입자 침전은 액체-기반 전기영동 매체보다 가스-기반 전기영동 매체에서 더 심각한 문제로 나타난다.

<13> MIT (Massachusetts Institute of Technology) 및 E INK사에게 양도된 수많은 특허와 출원은 캡슐화된 전기영동 매체를 개시하고 있다. 이러한 캡슐화된 매체는 다수의 작은 캡슐들을 포함하며, 이들 각각은 유동체에 서스펜드된 전기영동적으로-이동하는 입자들을 포함하는 내부 페이즈를 포함하며, 그 내부 페이즈를 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 통상적으로, 그 캡슐들은 폴리머 바인더 내에 자체적으로 고정되어 2개의 전극 사이에 위치된 코히어런트 (coherent) 층을 형성한다. 이런 유형의 캡슐화된 매체는, 예를 들어, 미국 특허 제 5,930,026; 5,961,804; 6,017,584; 6,067,185; 6,118,426; 6,120,588; 6,120,839; 6,124,851; 6,130,773; 6,130,774; 6,172,798; 6,177,921; 6,232,950; 6,249,271; 6,252,564; 6,262,706; 6,262,833; 6,300,932; 6,312,304; 6,312,971; 6,323,989; 6,327,072; 6,376,828; 6,377,387; 6,392,785; 6,392,786; 6,413,790; 6,422,687; 6,445,374; 6,445,489; 6,459,418; 6,473,072; 6,480,182; 6,498,114; 6,504,524; 6,506,438; 6,512,354; 6,515,649; 6,518,949; 6,521,489; 6,531,997; 6,535,197; 6,538,801; 6,545,291; 6,580,545; 6,639,578; 6,652,075; 6,657,772; 6,664,944; 6,680,725; 6,683,333; 6,704,133; 6,710,540; 6,721,083; 6,724,519; 6,727,881; 6,738,050; 6,750,473; 6,753,999; 6,816,147; 6,819,471; 6,822,782; 6,825,068; 6,825,829; 6,825,970; 6,831,769; 6,839,158; 6,842,167; 6,842,279; 6,842,657; 6,864,875; 6,865,010; 6,866,760; 6,870,661; 6,900,851; 및 6,922,276 호 및 미국 특허 출원 공개 번호 제 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0090980; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0180687; 2003/0011560; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0102858; 2003/0132908; 2003/0137521; 2003/0214695; 2003/0222315; 2004/0012839; 2004/0014265; 2004/0027327; 2004/0075634; 2004/0094422; 2004/0105036; 2004/0112750; 2004/0119681; 2004/0136048; 2004/0155857; 2004/0180476; 2004/0190114; 2004/0196215; 2004/0226820; 2004/0239614; 2004/0252360; 2004/0257635; 2004/0263947; 2005/0000813 2005/0001812; 2005/0007336; 2005/0007653; 2005/0012980; 2005/0017944; 2005/0018273; 2005/0024353; 2005/0035941; 2005/0041004; 2005/0062714; 2005/0067656; 2005/0078099; 2005/0105159; 2005/0122284; 2005/0122306; 2005/0122563; 2005/0122564; 2005/0122565; 2005/0151709; 및 2005/0152022 호와 국제 특허출원 공개 번호 WO 99/67678; WO 00/05704; WO 00/38000; WO 00/36560; WO 00/67110; WO 00/67327; WO 01/07961; 및 WO 03/107,315호에 개시되어 있다.

<14> 전술된 많은 특허 및 출원은 캡슐화된 전기영동 매체 내의 개별 마이크로캡슐을 둘러싼 벽이 연속 페이즈에 의해 대체될 수 있고, 따라서 전기영동 매체가 전기영동 유동체의 복수의 개별 방울 (droplet) 및 폴리머형 물질의 연속 페이즈를 포함하는 소위 "폴리머-분산형 (polymer-dispersed) 전기영동 디스플레이" 를 생성하며, 이러한 폴리머-분산형 전기영동 디스플레이 내의 전기영동 유동체의 개별 방울들이 개별 캡슐 박막 (membrane) 이 각각 개별 방울과 연관되지 않은 경우에도, 캡슐 또는 마이크로캡슐로서 간주될 수도 있다는 것을 인식하고, 예를 들어, 전술한 2002/0131147을 참고한다. 따라서, 본 출원의 목적을 위하여 이러한 폴리머-분산형 전기영동 매체는 캡슐화된 전기영동 매체의 서브-종들로서 간주된다.

<15> 캡슐화된 전기영동 디스플레이는 통상적으로 종래 전기영동 디바이스들의 클러스터링 (clustering) 및 침전 실패 모드 (settling failure mode) 를 겪지 않으며, 유연하거나 딱딱한 다양한 종류의 기판 상에 디스플레이를 프린트하거나 코팅하기 위한 능력과 같은 보다 많은 장점을 제공한다. (단어 "프린팅" 의 사용은 제한없이, 패치 다이 코팅 (patch die coating), 슬롯 또는 분출 (slot or extrusion) 코팅, 슬라이드 또는 캐스캐이드 코팅, 커튼 코팅과 같은 프리-메터드 (pre-metered) 코팅; 나이프 오버 롤 코팅 (knife over roll coating), 포워드 및 리버스 롤 코팅 (forward and reverse roll coating) 과 같은 롤 코팅; 그라비어 코팅 (gravure coating); 딥 코팅 (dip coating); 스프레이 코팅; 매니스커스 코팅 (meniscus coating); 스핀 코팅; 브러시 코팅; 에어 나이프 코팅 (air knife coating); 실크 스크린 프린팅 프로세스; 정전 (electrostatic) 프린팅 프로세스; 열 프린팅 프로세스; 잉크젯 프린팅 프로세스; 및 다른 유사한 기술들을 포함하여 프린팅과 코팅의 모든 형태를 포함하는 것으로 의도된다.) 따라서, 결과적인 디스플레이는 유연성이 있다. 또한, 디스플레이 매체가 (다양한 방법을 이용하여) 프린트될 수 있기 때문에, 디스플레이 자체는 저가로 제조될 수 있다.

<16> 전기영동 디스플레이의 관련 유형은 소위 "마이크로셀 전기영동 디스플레이"이다. 마이크로셀 전기영동 디스플레이에서, 대전된 입자 및 유동체는 캡슐 내부에 캡슐화되지 않고, 대신 통상적으로 폴리머형 막인 캐리어 매체 내에 형성되는 복수의 캐비티 (cavity) 내에 유지된다. 예를 들어, Sipix Image, Inc.에 모두 양도된 국제 출원 공개번호 WO 02/01281 및 미국 특허 출원 공개번호 2002/0075556호를 참조하라.

<17> 다른 유형의 전기-광학 매체는 본 발명의 디스플레이에서 또한 사용될 수도 있다.

<18> 전기영동 매체는 (예를 들어, 다수의 전기영동 매체에서, 입자들은 실질적으로 디스플레이를 통한 가시광의 투과를 막기 때문에) 종종 불투명하고 반사형 모드로 작동하지만, 다수의 전기영동 디스플레이는 하나의 디스플레이 상태가 실질적으로 불투명하고 하나는 광-투과형 (light-transmissive) 인 소위 "셔터모드"로 동작하도록 제조될 수 있다. 예를 들어, 전술한 미국 특허 번호 6,130,774 및 6,172,798 및 미국 특허 번호 5,872,552; 6,144,361; 6,271,823; 6,225,971; 6,184,856호를 참조하라. 전기영동 디스플레이와 유사하나 전기장 강도 변화에 의존하는 유전-전기영동 (dielectrophoretic) 디스플레이는 유사한 모드로 동작가능하며, 미국 특허 제 4,418,346호를 참조하라.

<19> 입자기반 전기영동 디스플레이 및 유사한 방식으로 디스플레이하는 다른 전기-광학 디스플레이 (이러한 디스플레이는 편의상 이제부터 "임펄스 구동 디스플레이" 로 지칭될 수도 있다.) 의 쌍안정 또는 멀티안정 특성은 종래의 액정 ("LC") 디스플레이에 비하여 현저히 다르다. 트위스트된 네마틱 (nematic) 액정은 쌍안정 또는 멀티안정이 아니지만, 전압 변환기처럼 행동하며, 따라서 그러한 디스플레이의 픽셀에의 주어진 전기장의 인가는 그 픽셀에서 이전에 존재하는 그레이 레벨에 무관하게 그 픽셀에서 특정 그레이 레벨을 생성한다. 또한, LC 디스플레이는 (비투과형 또는 "어두운" 으로부터 투과형 또는 "밝은" 까지) 한 방향으로만 구동되며, 더 밝은 상태에서 더 어두운 상태로의 역방향 천이는 전기장의 감소 내지 제거에 의해 초래된다. 결국, LC 디스플레이의 픽셀의 그레이 레벨은 전기장의 극성에 민감하지 않으며, 단지 전기장의 크기에 민감하며 실제로 기술적인 요인으로 상업용 LC 디스플레이는 일반적으로 빈번한 간격으로 구동 장의 극성을 역전시킨다. 반대로, 쌍안정 전기-광학 디스플레이는 제 1 근사치에서, 임펄스 변환기로 작동하여, 픽셀의 최종 상태는 인가된 전기장 및 이 장이 인가되는 시간뿐만 아니라, 전기장의 인가 이전의 픽셀의 상태에도 의존한다.

<20> 이러한 임펄스-구동 전기광학 디스플레이를 어드레싱하는 이상적인 방법은, 각각의 픽셀이 그것의 초기 그레이 레벨로부터 그것의 최종 그레이 레벨로 직접적으로 천이하도록 제어기가 이미지의 각각의 기입을 배열하는, 소위 "일반적인 그레이 스케일 이미지 플로우"가 될 수 있다. 그러나, 필연적으로 임펄스-구동 디스플레이에 이미지를 기입함에 있어 일부 에러가 존재한다. 실제 직면하는 그러한 몇몇의 에러는 다음을 포함한다:

<21> (a) 이전 상태 의존; 적어도 어떤 전기-광학 매체에서는, 픽셀을 새로운 광학 상태로 스위치하는데 필요한 임펄

스는 현재 및 원하는 광학 상태에만 의존하는 것이 아니라, 그 픽셀의 이전의 광학 상태에도 의존한다.

<22> (b) 체류 시간 의존; 적어도 어떤 전기-광학 매체에서는, 픽셀을 새로운 광학 상태로 스위치하는데 필요한 임펄스는 픽셀이 그것의 다양한 광학 상태에서 소비한 시간에 의존한다. 이 의존의 정확한 성질은 밝혀지지 않았으나, 일반적으로 픽셀이 그것의 현재의 광학 상태에 더 오래 있을수록, 보다 많은 임펄스가 요구된다.

<23> (c) 온도 의존; 픽셀을 새로운 광학 상태로 스위치하는데 필요한 임펄스는 온도에 강하게 의존한다.

<24> (d) 습도 의존; 전기광학 매체의 적어도 일부 유형에서, 픽셀을 새로운 광학 상태로 스위치하는데 필요한 임펄스는 주위 습도에 의존한다.

<25> (e) 기계적인 균일성; 픽셀을 새로운 광학 상태로 스위치하는데 필요한 임펄스는 그 디스플레이 내의 기계적인 변화, 예를 들어, 전기광학 매체의 두께 변화 또는 연관된 적층 접착제 (lamination adhesive) 에 의해 영향받을 수도 있다. 기계적인 불균일성의 다른 유형은 매체의 상이한 제조 배치들 (batches), 제조 허용치 (tolerance), 및 물질 다양성 사이의 필연적인 차이로부터 발생할 수도 있다.

<26> (f) 전압 에러; 드라이버에 의해 전달되는 전압에 있어서의 피할 수 없는 작은 에러 때문에 픽셀에 인가된 실제 임펄스는 필연적으로 이론상 인가된 것과 약간 상이하다.

<27> 일반적인 그레이스케일 이미지 플로우는 "에러들의 축적" 현상을 겪게 된다. 예를 들어, 온도 의존이 각각의 천이에 있어서 포지티브 방향으로 0.2 L* (여기서 L* 은 보통의 CIE 정의를 갖는다:

<28> $L^*=116(R/R_0)^{1/3}-16$ 이고,

<29> 여기서, R은 반사율이며, R_0는 표준 반사율 값이다.) 의 에러를 초래한다고 가정한다. 50회의 천이 후에, 이 에러는 10 L*로 축적될 것이다. 아마도 보다 실제적으로, 디스플레이의 이론상 반사율과 실제 반사율 사이의 차이로 표현되는 각각의 천이에 대한 평균 에러가 ± 0.2 L* 라고 가정한다. 100회의 연속적인 천이 후에, 픽셀들은 그들의 예상되는 상태로부터 2L* 의 평균 편차를 디스플레이할 것이며, 이러한 편차는 일정 유형의 이미지의 평균 관찰자에게 식별된다.

<30> 에러 현상의 이러한 축적은 온도에 기인한 에러뿐만이 아니라 상기 리스트된 모든 유형의 에러에도 적용된다. 상술된 미국 특허 공개 2003/0137521 에서 기재된 바와 같이, 이러한 에러에 대한 보상은 가능하지만, 제한된 정도의 정확도까지만이다. 예를 들어, 온도 에러는 온도 센서 및 검색 테이블을 이용하여 보상될 수 있으나, 온도 센서는 제한적인 해상도를 가지며 전기광학 매체의 온도와 약간 다른 온도를 판독할 수도 있다. 유사하게, 이전 상태 의존은 이전 상태를 저장하고 다차원 천이 매트릭스를 사용하여 보상될 수 있지만, 제어기 메모리는 기록될 수 있는 상태의 수 및 저장될 수 있는 천이 매트릭스의 크기를 제한하며, 이는 보상의 이러한 유형의 정밀도를 제한한다.

<31> 따라서, 일반적인 그레이스케일 이미지 플로우는 양호한 결과를 제공하기 위해 인가되는 임펄스의 매우 정확한 제어를 요구하며, 경험적으로 전기광학 디스플레이 기술의 현재 상태에서 일반적인 그레이스케일 이미지 플로우는 상업적인 디스플레이에서 실행불가능하다는 것이 발견되었다.

<32> 거의 모든 전기-광학 매체는 내장형 리세팅 (에러 제한의) 메카니즘 즉, "광학 레일" 로서 작용하는 그들의 극단의 (통상적으로는 블랙과 화이트) 광학 상태를 갖는다. 특정 임펄스가 전기광학 디스플레이의 픽셀에 인가된 이후에, 그 픽셀은 보다 화이트 (또는 블랙) 를 얻을 수 없다. 예를 들어, 캡슐화된 전기영동 디스플레이에서, 특정 임펄스가 인가된 이후에, 모든 전기영동 입자들은 서로 또는 캡슐 벽에 대하여 가역되고 (forced), 더이상 이동할 수 없게 되어 따라서 제한적인 광학 상태 또는 광학 레일을 생성한다. 그러한 매체 내에서 전기영동 입자 크기 및 전하의 분포가 있기 때문에, 일부 입자들은 다른 입자들 전에 그 레일들을 히트하여, "소프트 레일" 현상을 보이며, 이에 의해 천이의 최종 광학 상태가 그 극단 블랙 및 화이트 상태에 도달할 때, 요구되는 임펄스 정확성은 감소되며, 반면에 그 픽셀의 광학 범위의 중앙 근처에서 종료되는 천이들에서 요구되는 광학 정확성은 상당히 증가된다.

<33> 광학 레일을 이용하는 전기-광학 디스플레이에 대한 다양한 유형의 구동 방식이 공지된다. 예를 들어, 전술된 2003/0137521 의 도 9 및 10 과 파라그래프 [0177] 내지 [0180] 에서의 관련 기재는, 전체 디스플레이가 어떤 신규한 이미지가 기입되기 전에 하나 이상의 광학 레일로 구동되는 "슬라이드 쇼" 구동 방식을 기재한다. 분명히, 순수한 일반적인 그레이스케일 이미지 플로우 구동 방식은 그레이 레벨에서의 에러를 방지하기 위하여 광학 레일의 사용에 의존할 수 없는데, 그러한 구동 방식에서 임의의 주어진 픽셀은 어느 쪽의 광학 레일의

접촉도 없이 그레이 레벨에서 무한히 많은 변화들을 겪을 수 있기 때문이다.

<34> 그 다음으로 가기 전에, 슬라이드쇼 구동 방식을 더 정확히 정의하는 것이 바람직하다. 기초 슬라이드쇼 구동 방식은 초기 광학 상태 (그레이 레벨) 에서 최종 (요망되는) 광학 상태 (그레이 레벨) 로의 천이가 유한한 수의 중간 상태로의 천이를 야기함으로써 달성된다는 것이고, 여기서 중간 상태의 최소 수는 하나이다. 바람직하게는, 중간 상태는 사용되는 전기-광학 매체의 극단 상태이거나 그에 가깝다. 천이가 초기 및 최종 광학 상태에 의존하기 때문에 천이는 디스플레이에서 픽셀마다 상이할 것이다. 디스플레이의 주어진 픽셀에서 특정 천이에 대한 파형은

<35> R_2 -> 목표$_1$ -> 목표$_2$ ->... -> 목표$_n$ -> R_1 (방식 1)

<36> 로 표현될 수도 있고, 여기서 초기 상태 R_2 및 최종 상태 R_1 사이에 하나 이상의 중간 또는 목표 (goal) 상태가 존재한다. 목표 상태는, 일반적으로, 초기 및 최종 광학 상태의 함수이다. 현재 바람직한 중간 상태의 수는 2 이지만, 그 초과 또는 미만의 중간 상태가 사용될 수도 있다. 전체 천이 내의 각각의 개별적 천이는 시퀀스의 하나의 상태에서 다음 상태로 픽셀을 구동하기에 충분한 파형 엘리먼트 (통상적으로 전압 펄스) 를 사용하여 달성된다. 예를 들어, 위에서 상징적으로 지시되는 파형에서, R_2 에서 목표$_1$ 로의 천이는 통상적으로 파형 엘리먼트 또는 전압 펄스로 달성된다. 이 파형 엘리먼트는 유한 시간 동안 단일한 전압 (즉, 단일 전압 펄스) 일 수도 있거나, 또는 정확한 목표$_1$ 상태가 달성되도록 다양한 전압을 포함할 수도 있다. 이 파형 엘리먼트는 목표$_1$ 에서 목표$_2$ 로의 천이를 달성하기 위한 제 2 파형 엘리먼트에 선행한다. 단지 2 개의 목표 상태가 사용되는 경우, 제 2 파형 엘리먼트는 목표$_2$ 상태에서 최종 광학 상태 R_1 으로 픽셀을 구동하는 제 3 파형 엘리먼트에 선행한다. 목표 상태는 R_2 및 R_1 모두에 독립적일 수도 있거나, 또는 하나 또는 모두에 의존할 수도 있다.

<37> 본 발명은 그레이 레벨의 개선된 제어를 달성하는 전기-광학 디스플레이에 대한 개선된 슬라이드 쇼 구동 방식을 제공하려고 한다. 본 발명은 특히, 배타적으로는 아니지만, 임의의 주어진 순간에 디스플레이의 임의의 주어진 픽셀에 인가되는 전압이 오직 -V, 0 또는 +V 일 수 있고, V 는 임의의 전압인 펄스 폭 조정된 구동 방식에서 사용을 위해 의도된다. 더 구체적으로, 본 발명은 슬라이드 쇼 구동 방식에서 2 개의 분명한 유형의 개선, 즉 (a) 이러한 구동 방식을 위한 어떤 수정 엘리먼트의 기저 파형으로의 삽입; 및 (b) 적어도 어떤 그레이 레벨이 원하는 그레이 레벨로부터의 광학 레일로부터 접근되도록 구동 방식을 정하는 것에 관한 것이다.

<38> 다른 양태에서, 본 발명은 전기-광학 디스플레이에 대한 구동 방식에서 체류 시간 보상에 관한 것이다. MEDEOD 애플리케이션에서 논의된 바와 같이, 적어도 다수의 입자-기반 전기-광학 디스플레이의 경우에는, 주어진 픽셀을 그레이 레벨에서의 동일한 변화를 (육안 또는 표준 광학 기구에 의해 판단되어) 통하여 변화하는데 필요한 임펄스는 반드시 일정한 것은 아니고, 반드시 대체적인 것도 아니다라는 것이 밝혀졌다. 예를 들어, 각각의 픽셀이 유익하게 서로 이격된 0 (화이트), 1, 2, 또는 3 (블랙) 의 그레이 레벨을 디스플레이 할 수 있는 디스플레이를 고려한다. (레벨 사이의 공간은 육안 또는 기구에 의해 측정된 바로서 퍼센트 반사율에서 선형일 수도 있지만, 다른 공간배치가 사용될 수도 있다. 예를 들어, 간격은 L* 에서 선형일 수도 있거나 또는 특정 감마를 제공하도록 선택될 수도 있으며, 2.2의 감마가 종종 모니터용으로 채택되며, 전기-광학 디스플레이들은 모니터의 대체로서 사용될 때, 유사한 감마의 사용이 바람직할 수도 있다.) 픽셀을 레벨 0에서 레벨 1로 변화 (이후 편리상 "0-1 천이"으로 칭함) 시키는데 필요한 임펄스는 종종 1-2 천이 또는 2-3 천이에 필요한 것과 동일하지 않다는 것이 발견되었다. 또한, 1-0 천이에 필요한 임펄스가 0-1 천이에 필요한 것의 역과 반드시 동일한 것은 아니다. 또한, 일부 시스템은 "메모리" 효과를 디스플레이하는 것으로 나타나 (say) 0-1 천이에 필요한 임펄스는 특정 픽셀이 0-0-1, 1-0-1 또는 3-0-1 천이를 겪는지에 다소 의존하여 변화한다. ("x-y-z"표기에서, x, y, z는 모두 광학 상태이고, 0, 1, 2, 3은 시간에 따라 처음부터 나중으로 연속적으로 겪는 광학 상태의 시퀀스를 표시한다.) 이들 문제는, 필요한 픽셀들을 다른 상태로 구동하기 전에 상당 기간동안 극단의 상태 중의 하나로 디스플레이의 모든 픽셀을 구동함으로써 감소되거나 극복될 수 있지만, 솔리드 컬러의 결과적인 "플래시 (flash)"는 종종 수용불가능하며, 예를 들어, 전자북의 독자는 책의 텍스트의 화면을 스크롤 다운하기를 바랄 수도 있을 것이고, 디스플레이가 솔리드 블랙 또는 화이트를 자주 플래시하여야 하는 경우에는 독자들은 방해받거나 그가 읽던 곳을 잃어버리게 될 것이다. 또한, 이러한 디스플레이의 플래시는 에너지 소모를 증가시키고, 그 디스플레이의 작동 수명시간을 감소시키게 된다. 결과적으로, 적어도 일정한 경우에, 특정 천이에 필요한 임펄스는 디스플레이의 온도 및 총 동작 시간에 의해 영향받는다는 것과, 이들 팩터들에 대한 보상이 정확한 그레이 스케일 연출 (rendition) 을 보장하는데 바람직하다는 것이 발견되었

다.

<39> 간략히 전술한 바와 같이, 적어도 일정한 경우에, 쌍안정 전기 광학 디스플레이에서 주어진 천이를 위해 필요한 임펄스는 그것의 광학 상태에 있는 픽셀의 거주 (residence) 시간에 따라 변화됨이 발견되었고, 어떤 종래 기술 문서에서 용어 "체류 시간 민감도" 가 사용되었기는 하지만, 이 현상은 이후 "체류 시간 의존" 또는 "DTD"라 칭한다. 따라서, 그것의 초기 광학 상태에 있는 픽셀의 거주 시간의 함수로서 주어진 천이에 대하여 인가된 임펄스를 변화시키는 것은 바람직하며 일정한 경우에 있어서는 실제상 필요할 수도 있다.

<40> 체류 시간 의존 현상은 첨부된 도면의 도 1 을 참조하여 상세히 설명될 것이며, 픽셀의 반사율이 $R_3 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1$으로 표시되는 천이들의 시퀀스에 대한 시간의 함수임을 보여주며, 여기서 각각의 R_k 텀 (상기 사용된 명칭을 일반화하여) 은 그레이 레벨들의 시퀀스 내의 그레이 레벨을 나타내며, 큰 인덱스 값의 R은 작은 인덱스 값의 R보다 전에 발생한다. R_3 와 R_2 사이의 천이와 R_2 와 R_1 사이의 천이도 또한 표시된다. DTD는 체류 시간이라 칭해지는 광학 상태 R_2에서 소요된 시간의 변화에 의해 야기된 최종 광학 상태 R_1의 변화이다. 이전 광학 상태에서 상이한 체류 시간 또는 상이한 범위의 체류시간에 대한 상이한 파형을 선택함으로써 DTD 를보상한다. 이러한 보상 방법은 "체류-시간 보상", "DTC" 또는 간단히 "시간 보상" 이라 불린다.

<41> 그러나, 이러한 DTC 는 구동 방식의 다른 바람직한 성질과 충돌할 수도 있다. 특히, MEDEOD 애플리케이션에서 상세히 논의된 이유 때문에, 다수의 전기-광학 디스플레이의 경우 사용되는 구동 방식이 동일한 광학 상태에서 시작되고 종료되는 어떤 임의의 천이 시리즈에서, 인가되는 임펄스 (즉, 시간에 대한 인가된 전압의 적분) 가 0 이라는 의미에서, 직류 (DC) 균형이도록 하는 것이 매우 바람직하다. 이것은 디스플레이의 어떤 픽셀에 의해 경험되는 총 임펄스 (또한 "DC 불균형" 이라 불리는) 가 그 픽셀에 의해 겪어진 천이의 정확한 시리즈에 관계없이 공지된 값에 의해 제한된다는 것을 보장한다. 예를 들어, 15 V, 300 msec 펄스는 픽셀을 화이트에서 블랙 상태로 구동하도록 사용될 수도 있다. 이러한 천이 후에, 픽셀은 DC 불균형 임펄스의 4.5 V sec 를 경험했다. -15 V, 300 msec 펄스가 픽셀을 다시 화이트로 구동하는데 사용되는 경우, 픽셀은 화이트에서 블랙으로 및 다시 화이트로의 전체적인 회유에 대해 DC 균형이다. 이 DC 균형은 하나의 원래 광학 상태에서 원래 광학 상태와 동일하거나 또는 상이하지만 다시 원래 광학 상태로 돌아오는 광학 상태의 시리즈의 모든 가능한 회유에 대해 유지되어야 한다.

<42> 구동 방식은 기저 구동 방식에 또는 그것으로부터 추가하거나 제거함으로써 전압 체류-시간-보상될 수 있다. 예를 들어, 2 개의 광학 상태 (블랙 및 화이트) 디스플레이에 대한 구동 방식으로 시작할 수 있고, 이 구동 방식은 다음 4 개의 파형을 포함한다:

<43> **표 1**

천이	파형
블랙에서 블랙으로	420 msec 동안 0 V
블랙에서 화이트로	400 msec동안 -15 V , 그 후 20 msec동안 0 V
화이트에서 블랙으로	400 msec동안 +15 V , 그 후 20 msec동안 0 V
화이트에서 화이트로	420 msec 동안 0 V

<44>

<45> 픽셀을 그것의 초기 광학 상태로 불러오는 천이의 임의의 시리즈는 DC 균형, 즉 천이의 전체 시리즈에 대한 전압 프로파일 아래의 총 영역이 0 이기 때문에 이러한 구동 방식은 DC 균형이다.

<46> 광학 에러는 디스플레이의 DTD 로부터 발생할 수 있다. 예를 들어, 픽셀은 화이트 상태에서 시작하여, 블랙 상태로 구동되고, 잠시 체류하고, 이후 다시 화이트 상태로 돌아올 수 있다. 최종 화이트 상태 반사율은 블랙 상태에서 소비한 시간의 함수이다.

<47> 매우 작은 DTD 를 갖는 것이 바람직하다. 이것이 특정한 전기-광학 디스플레이에서 가능하지 않다면, 본 발명의 일 관점과 일치하여, 이전 광학 상태에서 체류 시간의 상이한 범위에 대해 상이한 파형을 선택함으로써 DTD 를 보상하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 방금 주어진 예에서의 최종 화이트 상태가 이전 블랙 상태에서의 긴 체류 시간 후에서보다 이전 블랙 상태에서의 짧은 체류 시간 후에 더 밝은 것으로 발견될 수도 있다.

일 체류-시간-보상 방식은 최종 광학 상태의 이러한 DTD 를 상쇄하기 위해 픽셀 레이어를 블랙으로부터 화이트로 불러오는 펄스의 지속 시간을 수정하는 것이다. 예를 들어, 이전 블랙 상태에서 체류 시간이 짧을 때 블랙에서 화이트로의 천이에서 펄스 길이를 단축하고, 이전 블랙 상태에서 긴 체류 시간에 대해서는 펄스를 더

길게 유지할 수 있다. 이것은 더 짧은 이전-상태 체류 시간에 대한 더 어두운 화이트 상태를 생성하는 경향이 있고, DTD 의 효과를 상쇄한다. 예를 들어, 이하 표 2 를 따라서, 블랙 상태에서 체류 시간에 따라 변화하는 블랙에서 화이트로의 파형을 선택할 수 있다.

<48> **표 2**

체류시간	파형
0에서 0.3 sec	280 msec동안 -15 V , 140 msec동안 0 V
0.3 sec에서 1 sec	340 msec동안 -15 V , 80 msec 동안 0 V
1 sec에서 3 sec	380 msec동안 -15 V , 40 msec 동안 0 V
3 sec이상	400 msec동안 -15 V , 20 msec 동안 0 V

<49>

<50> 구동 방식의 DTC 로의 이러한 접근에서의 문제는 전체로서의 구동 방식이 더 이상 DC 균형이 아니라는 것이다. 블랙에서 화이트로의 천이에 대한 임펄스가 블랙 상태에서 소비된 시간의 함수이고, 유사하게 화이트에서 블랙으로의 천이에 대한 임펄스가 화이트 상태에서 체류 시간의 함수일 수도 있기 때문에, 블랙에서 화이트로 다시 블랙으로의 시퀀스에 대한 총 임펄스는, 일반적으로, DC 균형이 아니다. 예를 들어, 화이트 상태에서 긴 체류 시간 후에 6 V sec 의 임펄스에 대한 400 msec 동안 15 V 의 전압 펄스를 사용하여 화이트에서 블랙으로의 천이를 선행하는 280 msec 동안 -15 V = -4.2 V sec 임펄스의 전압 펄스를 사용하여 블랙에서의 짧은 체류 시간 후에 블랙에서 화이트로의 천이로 이러한 시퀀스가 수행된다고 가정한다. 이 시퀀스 (블랙-화이트-블랙 루프) 에서 총 임펄스는 -4.2 V sec + 6 V sec =1.8 V sec 이다. 이 루프를 반복시키는 것은 DC 불균형의 성립을 초래하고, 이는 디스플레이의 수행에 방해가 될 수 있다.

<51> 따라서, 본 발명의 이러한 양태는 DC 균형 파형의 체류 시간 보상을 위한 방법이나 파형 또는 구동 방식의 DC 균형을 보존하는 구동 방식을 제공한다.

<52> 본 발명의 다른 양태는 사용자 입력에 신속한 반응을 가능하게 하는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션은 전기-광학 디스플레이를 구동하는 몇몇 방법 및 제어기를 기재한다. 대부분의 이러한 방법 및 제어기는 2 개의 이미지 버퍼를 가지는 메모리로, 제 1 은 첫번째 또는 초기 이미지 (천이의 시작 또는 디스플레이의 재기입에서 디스플레이에 존재하는) 를 저장하고 제 2 는 재기입 후에 디스플레이 상에 놓기 원하는 최종 이미지를 저장하는 버퍼를 가지는 메모리를 이용한다. 제어기는 초기 및 최종 이미지를 비교하고, 그들이 상이하다면, 재기입 (택일적으로 업데이트라 불리는) 의 끝에서 최종 이미지가 디스플레이 상에 형성되도록 픽셀이 광학 상태에서 변화를 겪도록 하는 구동 전압을 디스플레이의 여러 픽셀에 인가한다.

<53> 그러나, 전술된 방법 및 제어기의 대부분에서, 업데이팅 동작은 한 번 업데이트가 시작되면 메모리는 업데이트가 완료될 때까지 어떤 신규한 이미지 데이터도 수용하지 못한다는 의미에서 "어토믹" 하다. 이것은 업데이트가 이루어지는 동안에는 제어기가 사용자 입력에 응답하지 않기 때문에, 예를 들어, 키보드 또는 유사한 데이터 입력 디바이스를 통해 사용자 입력을 수용하는 애플리케이션에 대한 디스플레이를 사용하는 것이 바람직할 때 어려움을 초래한다. 2 개의 극단 광학 상태 사이의 천이가 몇 백 밀리초가 걸릴 수도 있는 전기영동 매체에서, 이러한 불응하는 기간은 약 800 에서 약 1800 밀리초로 다양할 수도 있고, 이러한 기간의 대부분은 전기-광학 물질에 의해 요구되는 업데이트 사이클에 기인한다. 불응하는 기간의 지속 시간은 업데이트 시간을 증가시키는 수행 아티팩트의 일부를 제거하고 전기-광학 물질의 응답 스피드를 개선함으로써 감축될 수도 있지만, 이러한 기술만으로 약 500 밀리초 미만으로 불응 기간을 감축하기는 어려울 것이다. 이것은 여전히 사용자가 사용자 입력에 신속한 응답을 기대하는 전자 사전과 같은 인터액티브 애플리케이션에 바람직한 길이보다 길다. 따라서, 감축된 불응 기간을 갖는 이미지 업데이팅 방법 및 제어기가 필요하다.

<54> 본 발명의 이러한 양태는 비동기적인 이미지 업데이팅 (SIDA 2004 의 프로시딩으로 Zhou 등의 논문 "액티브 매트릭스 전기영동 디스플레이" 를 참조하라) 의 개념을 이용하여 불응 기간의 지속 시간을 상당히 감축한다. 이 논문에 기재된 방법은 제어기의 복잡성 및 메모리 요구에서 약간의 증가만을 가지고, 종래 방법 및 제어기와 비교하여 65 퍼센트까지 불응 기간을 감축하기 위해 그레이 스케일 이미지 디스플레이를 위한 이미 개발된 구조를 사용한다.

<55> 결과적으로, 본 발명은 구동 방식을 정의하기 위해 사용되는 데이터가 특정한 방식으로 압축되는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션은 사용되는 구동 방식을 정의하는 데이터가 하나 이상의 검색 테이블 (look-up tables; "LUT's") 에 저장되는 전기-광학 디스플레이를 구

동하는 방법 및 장치를 기재한다. 이러한 LUT 는 물론 그 구동 방식 또는 각각의 구동 방식의 각각의 파형을 위한 파형을 정의하는 데이터를 포함해야만 하고, 단일 파형은 통상적으로 다중 바이트를 요구한다. MEDEOD 애플리케이션에서 기재된 바와 같이, LUT 는 2 개 이상의 광학 상태를 온도, 습도, 매체의 동작 시간 등과 같은 팩터에 대한 조절과 함께 고려해야만 한다. 따라서, 파형 정보를 유지하기 위해 필요한 메모리의 양은 중요하다. 디스플레이 제어기의 비용을 감소하기 위해 파형 정보에 할당되는 메모리의 양을 감소하는 것이 바람직하다. 디스플레이 제어기 또는 호스트 컴퓨터에 실제적으로 적응될 수 있는 단순한 압축 방식이 디스플레이 제어기 비용을 감소하는데 도움이 될 것이다. 본 발명은 전기-광학 디스플레이에 대해 특히 유리한 단순한 압축 방식에 관한 것이다.

<56> 따라서, 본 발명의 일 양태는 2 개의 극단 광학 상태를 포함하는 3 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공한다. 이 방법은 픽셀에 극단 광학 상태 중 하나에 가깝거나 거기로 픽셀을 구동하기에 충분한 하나 이상의 리셋 펄스와 이에 이은 상기 일 극단 광학 상태와는 다른 그레이 레벨로 픽셀을 구동하기에 충분한 하나 이상의 세트 펄스 하나 이상의 리셋 펄스를 포함하는 기저 파형을 인가하는 단계를 포함한다. 그러나, 기저 파형은 다음 중 하나 이상에 의해 수정된다:

<57> (a) 기저 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

<58> (b) 기저 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

<59> (c) 기저 파형으로의 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입,

<60> 여기서 "균형 펄스 쌍" 은 균형 펄스의 총 임펄스가 반드시 0 이 되도록 반대 극의 2 개 펄스의 시퀀스를 지시한다.

<61> 이하에서, 편의상, 본 발명의 이 방법은 본 발명의 "균형 펄스 쌍 슬라이드 쇼" 또는 "BPPSS" 방법으로 지칭될 수도 있다. 이러한 방법이 하나 이상의 균형 펄스 쌍 ("BPP") 의 삽입 또는 삭제에 의한 기저 파형의 수정을 포함하는 경우, 균형 펄스 쌍의 2 개 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이고 길이는 동일할 수도 있다. 기저 파형의 수정이 하나 이상의 BPP 의 삭제를 포함하는 경우, 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유되는 기저 파형의 기간은 0 전압의 기간으로 대체될 수도 있고, 택일적으로, 기저 파형의 다른 엘리먼트가 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 기간을 점유하기 위해 시간적으로 이동될 수도 있고, 0 전압의 기간이 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유되었던 것으로부터 상이한 시간의 포인트에 삽입될 수도 있다.

<62> 본 발명의 BPPSS 방법의 바람직한 형태에서, 기저 파형은, 연속적으로, 그것의 극단 광학 상태로 또는 그 가까이로 픽셀을 구동하기에 충분한 제 1 리셋 펄스, 그것의 다른 극단 광학 상태로 또는 그 가까이로 픽셀을 구동하기에 충분한 제 2 리셋 펄스, 및 하나 이상의 세트 펄스를 포함한다.

<63> BPPSS 방법은 전압 조정, 펄스 폭 조정, 또는 그 모두를 할 수 있는 구동 회로를 사용하여 수행될 수도 있다. 그러나, 이것은 시간의 어떤 포인트에서 V 가 소정의 구동 전압일 때, 0, +V 또는 -V 의 전압이 픽셀에 인가되는 3-레벨 구동 방식에 특히 유용한 것으로 발견된다.

<64> 이하에서 상세히 설명된 이유로, BPPSS 방법에서, 기저 파형에의 수정의 총 수 (즉, 삽입 또는 삭제된 균형 펄스 쌍 및 0 전압의 삽입된 기간의 총 수) 를 제한하는 것이 바람직하다. 일반적으로, 이러한 수정의 총 수는 6 을 초과하지 않을 것이고, 희망적으로는 4 를 초과하지 않고 바람직하게는 2 를 초과하지 않을 것이다.

<65> 전술된 MEDEOD 애플리케이션 및 이하에서 논의된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 방법은 DC 균형인 것이 바람직하고, 가능하다면, 또한 사용되는 구동 방식의 개별 파형 각각이 DC 균형인 것이 바람직하다.

<66> 본 발명의 BPPSS 방법은 위에서 논의된 전기-광학 디스플레이의 어떤한 유형과 함께 사용될 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 디스플레이는 회전적 이색성 멤버 또는 일렉트로크로믹 (electrochromic) 매체를 포함할 수도 있다. 택일적으로, 디스플레이는 유동체 내부의 그리고 유동체로의 전기장의 인가로 유동체를 통해 움직일 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함할 수도 있다. 이러한 유형의 디스플레이에서, 유동체는 가스 또는 액체일 수도 있다. 대전된 입자 및 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내로 국한될 수도 있다.

<67> 본 발명은 본 발명의 BPPSS 를 수행하기 위해 구성된 디스플레이 제어기, 애플리케이션 특정 집적 회로 또는 소프트웨어 코드로 확장된다.

<68> 다른 양태에서, 본 발명은 각각의 픽셀이 2 개의 극단 광학 상태를 포함하는 4 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 가지는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공하고, 이 방법은 각각의 픽셀에 그것의 극단 광학 상태로 또는 그 가까이로 픽셀을 구동하는데 충분한 리셋 펄스와 이를 따르는 픽셀을 상기 하나의 극단 광학 상태와 상이한 최종 그레이 레벨로 구동하는데 충분한 세트 펄스를 포함하는 파형을 인가하는 단계를 포함하되, 상기 리셋 펄스는 세트 펄스 바로 직전의 디스플레이 상의 이미지가 실질적으로 그 세트 펄스에 후속하는 최종 이미지의 모노크롬 프로젝션의 역이 되도록 선택된다.

<69> 이하에서, 편의상 본 발명의 이 방법은 본 발명의 "역 모노크롬 프로젝션" 또는 "IMP" 방법으로 지칭될 수도 있다. 이하에서 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, 그레이 스케일 이미지의 모노크롬 프로젝션은 하나의 극단 광학 상태에 있거나 소정의 임계치보다 일 극단 광학 상태에 더 가까운 그레이 상태 (예를 들어, 화이트 및 밝은 그레이 픽셀) 에 있는 그레이 스케일 이미지에서의 모든 픽셀이 극단 광학 상태 (예를 들어, 화이트) 또는 거기에 가까운 상태로 변화하는 프로젝션이며, 반면에 반대 극단 광학 상태 또는 임계치보다 이 반대 극단 광학 상태에 더 가까운 그레이 상태 (예를 들어, 블랙 및 어두운 그레이) 의 픽셀은 반대 극단 광학 상태 (예를 들어, 블랙) 또는 거기에 가까운 상태로 변화된다. 역 모노크롬 프로젝션은 모노크롬 프로젝션의 반대이다.

<70> 본 발명의 IMP 방법의 바람직한 형태에서, 각각의 픽셀을 그것의 극단 광학 상태로 또는 그에 가깝게 구동하는데 충분한 제 1 리셋 펄스, 그것의 다른 극단 광학 상태로 또는 그에 가깝게 각각의 픽셀을 구동하는데 충분한 제 2 리셋 펄스, 및 세트 펄스를 포함하는 파형을 각각의 픽셀에 인가하고, 제 1 리셋 펄스는 제 2 리셋 펄스 바로 직전의 디스플레이 상의 이미지가 실질적으로 세트 펄스에 이은 최종 이미지의 모노크롬 프로젝션이 되도록 선택된다.

<71> IMP 방법에서, 파형은 다음에 의해 수정될 수도 있다:

<72> (a) 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

<73> (b) 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

<74> (c) 파형으로의 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입,

<75> 여기서 "균형 펄스 쌍" 은 상기와 같이 정의된다. 이러한 수정된 파형에서, 균형 펄스 쌍의 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이고 길이는 동일할 수도 있다. 기저 파형의 수정이 하나 이상의 BPP 의 삭제를 포함할 때, 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유된 기저 파형의 기간은 0 전압의 기간으로 대체될 수 있고, 택일적으로, 기저 파형의 다른 엘리먼트가 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 기간을 점유하기 위해 시간적으로 이동될 수도 있고, 0 전압의 기간이 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유되었던 것으로부터 상이한 시간의 포인트에 삽입될 수도 있다.

<76> BPPSS 방법과 함께, 본 발명의 IMP 방법은 전압 조정, 펄스 폭 조정, 또는 그 모두를 할 수 있는 구동 회로를 사용하여 수행될 수도 있다. 그러나, IMP 방법은 V 가 소정의 구동 전압일 때, 0, +V 또는 -V 의 전압이 시간의 어떤 포인트에서 픽셀에 인가되는 3-레벨 구동 방식에 특히 유용한 것으로 발견된다. 또한 BPPSS 방법과 함께, IMP 방법은 상기 논의된 어떤 유형의 전기-광학 디스플레이와도 사용될 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 디스플레이는 회전적 이색성 멤버 또는 일렉트로크로믹 매체를 포함할 수도 있다. 택일적으로, 디스플레이는 유동체 내부의 그리고 유동체로의 전기장의 인가로 유동체를 통해 움직일 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함할 수도 있다. 이러한 유형의 디스플레이에서, 유동체는 가스 또는 액체일 수도 있다. 대전된 입자 및 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내로 갇힐 수도 있다.

<77> 본 발명은 본 발명의 IMP 방법을 수행하기 위해 구성된 디스플레이 제어기, 애플리케이션 특정 집적 회로 또는 소프트웨어 코드로 확장된다.

<78> 다른 양태에서, 본 발명은 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 가지는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공하고, 여기서 2 개 이상의 상이한 파형은 천이가 시작되는 상태에서의 픽셀의 체류 시간의 지속 시간에 따라 특정 그레이 레벨 사이의 동일한 천이에 사용되고, 이러한 2 개의 파형은 다음 중 하나 이상에 의해 서로 상이하다:

<79> (a) 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입

<80> (b) 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

<81> (c) 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입,

<82> 여기서 "균형 펄스 쌍" 은 상기와 같이 정의된다.

<83> 이하에서, 편의상 본 발명의 이 방법은 본 발명의 "체류 시간 보상 균형 펄스 쌍" 또는 "DTCBPP" 방법으로 지칭될 수도 있다. 이러한 방법에서, 전체 구동 방식이 매우 희망적으로는 DC 균형이고, 바람직하게는 모든 파형이 그 자체로 DC 균형이다. 이러한 방법이 하나 이상의 BPP 의 삽입 및 삭제에 의한 기저 파형의 수정을 포함하는 경우, 균형 펄스 쌍의 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이고 길이는 동일할 수도 있다. 기저 파형의 수정이 하나 이상의 BPP 의 삭제를 포함하는 경우, 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유되는 기저 파형의 기간은 0 전압의 기간으로 대체될 수도 있고, 택일적으로, 기저 파형의 다른 엘리먼트가 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 기간을 점유하기 위해 시간적으로 이동될 수도 있고, 0 전압의 기간이 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 점유되었던 것으로부터 상이한 시간의 포인트에 삽입될 수도 있다.

<84> BPPSS 방법 및 IMP 방법과 함께, 본 발명의 DTCBPP 방법은 전압 조정, 펄스 폭 조정, 또는 그 모두를 할 수 있는 구동 회로를 사용하여 수행될 수도 있다. 그러나, DTCBPP 방법은 V 가 소정의 구동 전압일 때, 0, +V 또는 -V 의 전압이 시간의 어떤 포인트에서 픽셀에 인가되는 3-레벨 구동 방식에 특히 유용한 것으로 발견된다.
이하에서 상세히 설명된 이유로, DTCBPP 방법에서, 기저 파형에의 수정의 총 수 (즉, 삽입 또는 삭제된 균형 펄스 쌍 및 0 전압의 삽입된 기간의 총 수) 를 제한하는 것이 바람직하다. 일반적으로, 이러한 수정의 총 수는 6 을 초과하지 않을 것이고, 희망적으로는 4 를 초과하지 않고 바람직하게는 2 를 초과하지 않을 것이다.

<85> 또한, BPPSS 및 IMP 방법과 함께, 본 발명의 DTCBPP 방법은 위에서 논의된 전기-광학 디스플레이의 어떤한 유형과 함께 사용될 수도 있다. 따라서, 예를 들어, 디스플레이는 회전적 이색성 멤버 또는 일렉트로크로믹 (electrochromic) 매체를 포함할 수도 있다. 택일적으로, 디스플레이는 유동체 내부의 그리고 유동체로의 전기장의 인가로 유동체를 통해 움직일 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자를 포함하는 전기영동 전기-광학 매체를 포함할 수도 있다. 이러한 유형의 디스플레이에서, 유동체는 가스 또는 액체일 수도 있다. 대전된 입자 및 유동체는 복수의 캡슐 또는 마이크로셀 내로 갇힐 수도 있다.

<86> 본 발명은 본 발명의 DTCBPP 방법을 수행하기 위해 구성된 디스플레이 제어기, 애플리케이션 특정 집적 회로 또는 소프트웨어 코드로 확장된다.

<87> 다른 양태에서, 본 발명은 전기-광학 디스플레이가 업데이트될 때 불응 기간을 감축하는 2 개의 관련 방법을 제공한다. 이러한 방법의 제 1 은 각각의 픽셀이 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는데 사용하는 것이고, 그 방법은:

<88> (a) 디스플레이의 각각의 픽셀의 원하는 최종 상태를 정의하는 데이터를 수신하기 위해 배열되는 최종 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<89> (b) 디스플레이의 각각의 픽셀의 초기 상태를 정의하는 데이터를 저장하기 위해 배열되는 초기 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<90> (c) 디스플레이의 각각의 픽셀의 표적 상태를 정의하는 데이터를 저장하기 위해 배열되는 표적 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<91> (d) 초기 및 최종 데이터 버퍼의 데이터가 언제 상이해지는지 결정하는 단계 및 이러한 상이함이 발견되었을 때 (i) 초기 및 최종 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대해 동일한 값을 포함할 때, 표적 데이터 버퍼를 이 값으로 세팅 (ii) 초기 데이터 버퍼가 특정 픽셀에 대해 최종 데이터 버퍼보다 더 큰 값을 포함할 때, 표적 데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 증분의 합산의 값으로 세팅; 및 (iii) 초기 데이터 버퍼가 특정 픽셀에 대하여 최종 데이터 버퍼보다 더 작은 값을 포함할 때, 표적 데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 상기 증분의 감산의 값으로 세팅함으로써 표적 데이터 버퍼의 값을 업데이트하는 단계;

<92> (e) 각각의 픽셀의 초기 및 최종 상태로서 각각 초기 데이터 버퍼 및 표적 데이터 버퍼의 데이터를 사용하여 디스플레이 상의 이미지를 업데이트하는 단계;

<93> (f) 단계 (e) 이후에, 표적 데이터 버퍼로부터 초기 데이터 버퍼로 데이터를 복사하는 단계; 및

<94> (g) 단계 (d) 내지 (f) 를 초기 및 최종 데이터 버퍼가 동일한 데이터를 포함할 때까지 반복하는 단계를 포함한다.

<95> 이러한 2 개의 방법 중 제 2 는 각각의 픽셀이 3 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀

을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는데 사용하는 것이고, 그 방법은:

<96> (a) 디스플레이의 각각의 픽셀의 원하는 최종 상태를 정의하는 데이터를 수신하기 위해 배열되는 최종 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<97> (b) 디스플레이의 각각의 픽셀의 초기 상태를 정의하는 데이터를 저장하기 위해 배열되는 초기 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<98> (c) 디스플레이의 각각의 픽셀의 표적 상태를 정의하는 데이터를 저장하기 위해 배열되는 표적 데이터 버퍼를 제공하는 단계;

<99> (d) 디스플레이의 각각의 픽셀에 대해 극성을 저장하기 위해 배열되는 극성 비트 어레이를 제공하는 단계;

<100> (e) 초기 및 최종 데이터 버퍼의 데이터가 언제 상이해지는지 결정하는 단계 및 이러한 상이함이 발견되었을 때 (i) 초기 및 최종 데이터 버퍼의 특정한 픽셀에 대한 값 및 초기 데이터 버퍼의 값이 픽셀의 극단 광학 상태를 표시할 때, 반대 극단 광학 상태로의 천이를 표시하는 값으로 픽셀에 대한 극성 비트를 세팅 (ii) 초기 및 최종 데이터 버퍼에서의 특정 픽셀에 대한 값이 상이할 때, 극성 비트 어레이에서 관련되는 값에 따라서, 표적데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 증분의 합산 또는 감산의 값으로 세팅함으로써 극성 비트 어레이 및 표적 데이터 버퍼의 값을 업데이트하는 단계;

<101> (f) 각각의 픽셀의 초기 및 최종 상태로서 각각 초기 데이터 버퍼 및 표적 데이터 버퍼의 데이터를 사용하여 디스플레이 상의 이미지를 업데이트하는 단계;

<102> (g) 단계 (f) 이후에, 표적 데이터 버퍼로부터 초기 데이터 버퍼로 데이터를 복사하는 단계; 및

<103> (h) 단계 (e) 내지 (g) 를 초기 및 최종 데이터 버퍼가 동일한 데이터를 포함할 때까지 반복하는 단계를 포함한다.

<104> 이하에서, 편의상 이러한 2 개의 관련된 방법은 본 발명의 "표적 버퍼" 또는 "TB" 방법으로 지칭될 수도 있다. 2 개의 방법 사이를 구분하는 것이 바람직할 때, 전자는 "비-극성 표적 버퍼" 또는 "NPTB" 방법으로 지칭되고, 후자는 "극성 표적 버퍼" 또는 "PTB" 로 지칭될 수도 있다. 본 발명은 본 발명의 TB 방법을 수행하기 위해 구성된 디스플레이 제어기, 애플리케이션 특정 집적 회로 또는 소프트웨어 코드로 확장된다.

<105> 결과적으로, 본 발명은 전자-광학 디스플레이를 구동하기 위해 저장될 필요가 있는 데이터의 양을 감소하는 방법을 제공한다. 따라서, 본 발명은 각각의 픽셀이 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공하고, 이 방법은:

<106> 그레이 레벨 사이의 픽셀에 의한 특정한 천이 동안 인가될 전압의 시퀀스를 결정하는 기저 파형을 저장하는 단계;

<107> 멀티플리케이션 팩터를 저장하는 단계; 및

<108> 상기 멀티플리케이션 팩터에 의존하는 기간 동안 전압의 상기 시퀀스를 상기 픽셀에 인가함으로써 상기 특정 천이를 일으키는 단계를 포함한다.

<109> 이하에서, 편의상 이 방법은 본 발명의 "파형 압축" 또는 "WC" 방법으로 지칭될 수도 있다.

<110> 이미 상술된 바와 같이, 첨부한 도면의 도 1 은 전기-광학 디스플레이의 픽셀의 반사율을 시간의 함수로서 도시하고 체류 시간 의존의 현상을 예시한다.

<111> 도 2a 및 2b 는 전술한 MEDEOD 애플리케이션에서 기재되는 유형의 종래 기술 3 개 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식에서 2 개의 상이한 천이에 대한 파형을 예시한다.

<112> 도 2c 및 2d 는 도 2a 및 2b 의 파형이 각각 인가되는 전기-광학 디스플레이의 2 개의 픽셀의 반사율의 시간에의 변동을 예시한다.

<113> 도 3a 및 3b 는 전술한 MEDEOD 애플리케이션에서 기재되는 유형의 종래 기술 2 개 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식에서 2 개의 상이한 천이에 대한 파형을 예시한다.

<114> 도 4a, 4b 및 4c 는 본 발명의 BPPSS 방법에 일치하여, 도 2a, 2b, 3a 및 3b 에서 도시된 바와 같은 종래 기술 슬라이드 쇼 파형을 수정하는데 사용될 수도 있는 균형 펄스 쌍을 예시한다.

<115> 도 5a 는 종래 기술 2 개 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식의 파형을 예시한다.

<116> 도 5b 내지 5d 는 도 5a 의 파형을 수정함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<117> 도 6a 는 도 5a 와 동일한 종래 기술 기저 파형을 예시한다.

<118> 도 6b 내지 6d 는 도 6a 의 기저 파형으로부터 균형 펄스 쌍의 삭제에 의해 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<119> 도 7a 는 기저 파형의 2 개 기저 파형 엘리먼트 사이에 균형 펄스 쌍을 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<120> 도 7b 는 도 7a 와 동일한 기저 파형의 단일 기저 파형 엘리먼트 내의 도 7a 와 동일한 균형 펄스 쌍을 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<121> 도 8a 는 도 5a 및 6a 와 동일한 종래 기저 파형을 예시한다.

<122> 도 8b 내지 8d 는 도 8a 의 기저 파형에서 위치를 달리하여 0 전압의 기간을 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<123> 도 9a 및 9b 는 본 발명의 BPPSS 파형을 생성하기 위해 수정될 수도 있는 종래 기술 기저 파형을 예시한다.

<124> 도 9c 는 도 9b 의 기저 파형에 2 개 균형 펄스 쌍을 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<125> 도 9d 는 도 9b 의 기저 파형으로 균형 펄스 쌍 및 0 전압의 기간을 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<126> 도 10a 내지 10c 및 11a 내지 11c 는 도 9a 및 9b 의 기저 파형을 수정함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형을 예시한다.

<127> 도 12 는 본 발명의 역 모노크롬 프로젝션 방법의 상징적 표시이다.

<128> 도 13 은 본 발명의 바람직한 역 모노크롬 프로젝션에서 일어날 수도 있는 바와 같은, 그레이 스케일 이미지의 그레이 레벨이 이미지의 모노크롬 프로젝션으로 맵핑되는 방식을 도시한다.

<129> 도 14 및 15 는 본 발명의 제 1 역 모노크롬 프로젝션 방법 동안 사용되는 선택된 파형을 도시한다.

<130> 도 16 은 본 발명의 역 모노크롬 프로젝션 방법의 도 12 의 상징적 표시와 유사한 상징적 표시이다.

<131> 도 17 은 파형으로 균형 펄스 쌍의 삽입을 통한 도 14 에 도시된 IMP 파형 중 하나의 수정을 예시한다.

<132> 도 18 은 파형으로부터 균형 펄스 쌍의 삭제를 통한 도 14 에 도시된 IMP 파형 중 하나의 수정을 예시한다.

<133> 도 19 는 균형 펄스 쌍의 삽입의 위치에서 변화에 의한 도 17 에 도시된 IMP 파형 중 하나의 수정을 예시한다.

<134> 도 20 은 균형 펄스 쌍이 삭제되는 위치에서의 변화에 의한 도 18 에서 도시된 IMP 파형 중 하나의 수정을 예시한다.

<135> 도 21 은 매우 도식적인 방식으로, 본 발명의 IMP 구동 방식의 파형을 예시한다.

<136> 도 22 는 도 21 에서 도시된 구동 방식에 의해 생성되는 그레이 레벨을 도시하는 그래프이다.

<137> 도 23 은 도 21 과 동일한 방식에서, 도 21 에 도시된 IMP 구동 방식의 수정된 형태를 예시한다.

<138> 도 24 는 도 23 에서 도시된 수정된 구동 방식에 의해 생성되는 그레이 레벨을 도시하는 그래프이다.

<139> 도 25a 내지 25e 는 본 발명의 제 1 체류 시간 보상 균형 펄스 쌍 구동 방식에서 사용되는 체류 시간 보상된 파형의 세트를 예시한다.

<140> 도 26a 내지 26c 는 본 발명의 제 2 체류 시간 보상 균형 펄스 쌍 구동 방식에서 사용되는 체류 시간 보상된 파형의 세트를 예시한다.

<141> 상술된 요약으로부터, 본 발명이 전기-광학 디스플레이, 특히 쌍안정 전기-광학 디스플레이를 구동하는 다수의 상이한 방법, 및 이러한 방법을 수행하기 위해 구성된 장비 및 소프트웨어 코드를 제공한다는 것이 보여질 것이다. 본 발명의 다양한 방법은 주로 이하에서 개별적으로 기재되지만, 단일 전기-광학 디스플레이 또는 그것의 콤포넌트가 본 발명의 하나 이상의 양태를 이용할 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 단일

전기-광학 디스플레이가 본 발명의 BPPSS, IMP 및 DTCBPP 양태를 이용할 수도 있다. 균형 펄스 쌍의 바람직한 형태는, 이러한 펄스 쌍의 사이즈 상의 바람직한 제한 및 이러한 쌍 및/또는 0 전압의 기간의 삽입 또는 삭제를 수용하기 위한 파형의 길이를 조절하는 방법과 같이, 이러한 펄스 쌍을 이용하는 본 발명의 모든 양태에 공통이라는 것을 또한 유의해야 한다. 결과적으로, 전술된 MEDEOD 애플리케이션 및 이하에서 논의된 바와 같이, DC 균형 구동 방식 및 DC 균형 파형의 원하는 것은 또한 본 발명의 모든 양태에 공통적이다.

<142> **섹션 A: 균형 펄스 쌍 슬라이드 쇼 방법 및 장치**

<143> 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 방법은 2 개의 극단 광학 상태를 포함하는 3 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법이다. 이 방법은 픽셀을 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 구동하기에 충분한 하나 이상의 리셋 펄스로, 이에 후속하는 하나의 극단 광학 상태와 상이한 그레이 레벨로 픽셀을 구동하기에 충분한 하나 이상의 세트 펄스가 있는 하나 이상의 리셋 펄스를 포함하는 기저 파형을 상기 픽셀에 인가하는 단계를 포함하고, 기저 파형은 다음 중 하나 이상에 의해 수정된다:

<144> (a) 기저 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입;

<145> (b) 기저 파형으로부터 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제; 및

<146> (c) 기저 파형으로의 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입,

<147> 또한, 이미 언급된 바와 같이 "균형 펄스 쌍" 은 균형 펄스 쌍의 총 임펄스가 반드시 0 이 되도록 하는 반대 극성의 2 개의 펄스의 시퀀스를 표시한다. BPPSS 방법의 바람직한 형태에서, 균형 펄스 쌍의 2 개의 펄스는 각각 일정한 전압이지만 반대 극성이고 길이는 동일할 수도 있다. 용어 "기저 파형 엘리먼트" 또는 "BWE" 는 이하에서 임의의 기저 파형의 리셋 또는 세트 펄스를 지칭하도록 사용될 수도 있다. 균형 펄스 쌍 및/또는 0 전압 기간의 삽입 (이하에서 "갭" 으로 불릴 수도 있는) 은 단일 기저 파형 엘리먼트 내에서 또는 2 개의 연속 파형 엘리먼트 사이에서 일어날 수도 있다. 모든 이러한 수정은, 총 임펄스가 파형의 지속시간 동안 시간에 대해 적분된 파형 전압 커브의 적분이되도록 하면서, y 가 파형의 총 임펄스에 영향을 주지 않는다는 특성을 가진다. 균형 펄스 쌍 및 0 전압 중단은 물론 0 의 총 임펄스를 가진다. 통상적으로 BPP 의 펄스는 서로 근접하여 삽입될 것이지만, 이것은 필수적이지는 않고 2 개의 펄스는 분리된 위치에 삽입될 수도 있다.

<148> BPPSS 방법과 일치하는 기저 파형의 수정이 하나 이상의 BPP 의 삭제를 포함하는 곳에서, 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 기간은 0 전압의 기간으로 남아있을 수도 있다. 택일적으로, 이 기간은 시간상 이후 파형 엘리먼트의 일부 또는 전부를 시간상 더 이르게 움직임으로써 "밀폐" 될 수도 있지만, 디스플레이의 모든 픽셀이 동일한 길이의 파형으로 구동되도록 하는 것이 표준적으로 필요할 것이기 때문에, 이러한 경우에 파형의 어떤 이후 스테이지에서, 통상적으로 그것의 끝에서, 파형의 전체 길이가 유지되도록 하기 위하여 0 전압의 기간을 삽입하는 것이 표준적으로 필요할 것이다. 택일적으로, 물론, 이 기간은 파형의 더 이른 스테이지에서, 통상적으로 그것의 초기에 0 전압의 기간의 삽입과 함께 더 이른 파형 엘리먼트의 일부 또는 전부를 시간상 이후로 움직임으로써 밀폐될 수도 있다.

<149> 이미 지적된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 파형은 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 기재된 기저 슬라이드 쇼 파형의 수정이다. 위에서 논의된 바와 같이, 슬라이드 쇼 파형은 픽셀이 일 극단 광학 상태 (광학 레일) 로 또는 적어도 그에 가깝게 움직이도록 하는 하나 이상의 리셋 펄스를 포함한다; 파형이 2 개 이상의 리셋 펄스를 포함한다면, 첫 번째 이후의 각각의 리셋 펄스는 픽셀이 반대 극단 광학 상태로 움직이도록 할 것이고, 따라서 그것의 전체적인 광학 범위를 상당히 통과하도록 한다. (예를 들어, 디스플레이가 (say) 4 내지 40 퍼센트 반사율의 범위를 갖는 전기-광학 매체를 사용한다면, 첫 번째 이후의 각각의 리셋 펄스는 픽셀이 8로부터 35 퍼센트 반사율로 통과할 수도 있다.) 하나 이상의 리셋 펄스가 사용된다면, 연속하는 리셋 펄스는 물론 교체하는 극성이어야만 한다.

<150> 슬라이드 쇼 파형은 픽셀을 픽셀의 희망되는 마지막 리셋 펄스에 의해 그것이 남겨졌던 극단 광학 상태로부터 최종 그레이 레벨로 픽셀을 구동하는 세트 펄스를 더 포함한다. 이러한 희망되는 최종 그레이 레벨이 극단 광학 상태 중 하나이고, 마지막 리셋 펄스가 이 희망되는 극단 광학 상태에 픽셀을 남길 때, 세트 펄스는 0 지속 시간일 수도 있다는 것을 유의한다. 유사하게, 슬라이드 쇼 파형의 애플리케이션 이전의 픽셀의 초기 상태는 극단 광학 상태의 하나에 있고, 제 1 리셋 펄스는 0 지속 시간일 수도 있다.

<151> 예시적인 방법으로지만, 본 발명의 바람직한 BPPSS 파형이 첨부된 도면에의 참조와 함께 이제 기재될 것이다.

<152> 첨부된 도면의 도 2a 및 2b 는 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 기재된 유형의 종래 기술 (기저) 슬라이드 쇼 구동 방식에서 2 개의 상이한 천이에 사용되는 파형을 예시한다. 이 슬라이드 쇼 구동 방식은 각각의 천이에 대해 3 개의 리셋 펄스를 사용한다. 도 2c 및 2d 는 도 2a 및 2b 의 파형이 각각 적용되는 픽셀의 광학 상태 (반사율) 에서 시간에 관련하여 대응하는 변동을 도시한다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 사용되는 통상에 일치하여, 도 2c 및 2d 는 하부 수평 선이 블랙 극단 광학 상태, 상부 수평 선이 화이트 극단 광학 상태, 및 사이의 레벨은 그레이 상태를 표시하도록 그려진다. 파형의 리셋 및 세트 펄스의 처음 및 끝이 수직 점선에 의해 도 2a 및 2b 에 표시되고, 일반적으로 BWE 가 더 임의적인 길이일 수도 있지만, 다양한 BWE (즉, 리셋 및 세트 펄스) 가 10 개 이하의 동일 길이 펄스를 포함한 것으로 도시되고 동일 길이 펄스의 시리즈로 이루어진다면, 10 개 초과의 이러한 펄스가 표준적으로 최대 길이 BWE 에 대해 사용될 것이다.

<153> 도 2a 및 2c 에서 도시된 기저 파형 (일반적으로 100 으로 지정되는) 은 화이트에서 화이트로 천이 (즉, 픽셀의 초기 및 최종 상태 모두가 화이트 극단 광학 상태인 "천이") 를 일으킨다. 파형 (100) 은 픽셀을 그것의 블랙 극단 광학 상태로 구동하는 제 1 네거티브 (즉, 블랙-고잉 (black-going)) 리셋 펄스 (102), 픽셀을 그것의 화이트 극단 광학 상태로 구동하는 제 2 포지티브 (화이트-고잉 (white-going)) 리셋 펄스 (104), 픽셀을 그것의 블랙 극단 광학 상태로 구동하는 제 3 네거티브 (블랙-고잉) 리셋 펄스 (106), 및 픽셀을 그것의 화이트 극단 광학 상태로 구동하는 세트 펄스 (108) 를 포함한다. 각각의 4 개의 펄스 (102, 104, 106 및 108) 는 최대 10-유닛 지속 시간을 갖는다. ("지속시간의 유닛" 에 대한 지속적인 지칭의 불편함을 피하기 위해, 이러한 유닛은 이하에서 "시간 유닛" 또는 "TU's" 로 지칭될 수도 있다.)

<154> 도 2b 및 2d 는 도 2a 및 2c 에서와 동일한 3 개의 리셋 펄스 구동 방식을 사용하는 어두운 그레이에서 밝은 그레이로의 천이에 대한 파형을 예시한다. 파형 (150) 은 파형 (100) 의 제 1 리셋 펄스 (102) 와 같이 네거티브이고 블랙-고잉인 제 1 리셋 펄스 (152) 를 포함한다. 그러나, 파형 (152) 이 사용되는 천이는 어두운 그레이 레벨로부터 시작한 후부터, 제 1 리셋 펄스 (152) 의 지속시간 (4 TU 로 예시되는) 이 리셋 펄스 (102) 의 지속시간보다 더 짧고, 이는 더 짧은 제 1 리셋 펄스가 픽셀을 제 1 리셋 펄스의 끝에서 그것의 블랙 극단 광학 상태로 이끌기 위해 필요하기 때문이다. 제 1 리셋 펄스 (152) 의 남아있는 6 TU 에 대해, 0 전압이 픽셀에 인가된다. (도 2b 및 2d 는 관련되는 기간의 끝에서 네거티브 전압의 4 TU 를 갖는 제 1 리셋 펄스 (152) 를 예시하지만, 이것은 임의적이며 네거티브 및 0 전압의 기간은 희망되는 대로 배열될 수도 있다.)

<155> 파형 (150) 의 제 2 및 제 3 리셋 펄스 (104 및 106) 는 파형 (100) 의 대응하는 펄스와 동일하다. 파형 (150) 의 세트 펄스 (158) 는, 파형 (100) 의 세트 펄스 (108) 와 같이, 포지티브이며 화이트-고잉이다. 그러나, 파형 (150) 이 사용되는 천이가 밝은 그레이 레벨에서 끝난 후부터, 세트 펄스 (158) 의 지속시간 (7 TU 로 예시되는) 은 세트 펄스 (108) 의 지속시간보다 더 짧고, 이는 더 짧은 세트 펄스가 픽셀을 그것의 최종 밝은 그레이 레벨로 이끌기 위해 필요하기 때문이다. 세트 펄스 (158) 의 남아있는 3 TU 에 대해, 0 전압이 픽셀에 인가된다. (다시, 세트 펄스 (158) 내의 포지티브 및 0 전압의 기간의 분포는 임의적이며 그 기간은 희망되는 대로 배열될 수도 있다.)

<156> 전술한 바로부터, 도 2a 내지 2d 에서 도시된 종래기술 슬라이드 쇼 구동 방식에서 제 1 리셋 펄스 및 세트 펄스의 지속시간은 픽셀의 초기 및 최종 상태 각각에 따라서 변화하고, 어떤 경우에는 이러한 펄스의 하나 또는 모두가 0 지속시간일 수도 있다. 예를 들어, 도 2a 내지 2d 의 구동 방식에서, 블랙에서 블랙으로 천이는 0 지속시간의 제 1 리셋 펄스 (픽셀이 제 1 리셋 펄스 (102 및 152) 의 끝에서 도달되는) 및 0 지속시간의 세트 펄스를 가진다 (제 3 리셋 펄스 (106) 의 끝에서 픽셀은 이미 희망되는 극단 블랙 광학 상태에 있기 때문이다.)

<157> 일반적으로, 사용자는 신규한 이미지를 빨리 디스플레이하는 디스플레이를 선호한다는 자명한 이유 때문에 디스플레이가 신속하게 재기입될 수 있도록 파형의 전체 지속시간을 가능한 짧게 유지하는 것이 바람직하다. 각각의 리셋 펄스가 상당한 기간을 점유하기 때문에, 리셋 펄스의 수를 디스플레이에 의한 수용가능한 그레이 스케일 수행과 일치하는 최소까지 감소하는 것이 바람직하고, 일반적으로 하나 또는 둘의 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식이 선호된다. 첨부한 도면의 도 3a 및 3b 는 전술한 MEDEOD 애플리케이션에서 기재된 유형의 2 개의 리셋 종래기술 슬라이드 쇼 구동 방식에서 2 개의 상이한 천이에 대한 파형을 예시한다.

<158> 도 3a 는 픽셀을 그것의 초기 화이트 상태에서 블랙으로 구동하는 리셋 펄스 (202) 및 픽셀을 블랙에서 밝은 그레이로 구동하는 세트 펄스 (208; 도 2b 의 펄스 (158) 와 동일한) 를 포함하는 화이트에서 밝은 그레이로의 단일 리셋 펄스 파형 (일반적으로 200 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (200) 이 단일 리셋 펄스만을 사용하지만, 도 3a 의 좌측면에서의 0 전압의 기간에 의해 지시되는 바와 같이, 그것은 실제로 0 지속시간의 제 1 리셋 펄스를 갖는 2 개의 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식의 일부라는 것이 이해될 것이다.

<159> 도 3b 는 픽셀을 그것의 초기 블랙 상태에서 화이트로 구동하는 제 1 리셋 펄스 (252), 픽셀을 화이트로부터 블랙으로 구동하는 제 2 리셋 펄스 (254) 및 픽셀을 블랙에서 밝은 그레이로 구동하는 도 3a 의 리셋 펄스와 동일한 세트 펄스 (208) 를 포함하는 블랙에서 밝은 그레이로의 2 개의 리셋 펄스 파형 (일반적으로 250 으로 지정되는) 을 예시한다.

<160> 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 파형은 기저 파형으로의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삽입, 기저 파형으로부터의 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 삭제, 기저 파형으로의 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입에 의해 도 2a, 2b, 3a 및 3b 에 예시된 바와 같은 기저 슬라이드 쇼 파형으로부터 도출된다. BPP 의 삭제의 경우에, 결과적인 갭은 밀폐되거나 또는 0 전압의 기간으로서 남겨질 수도 있다. 이러한 수정의 조합이 사용될 수도 있다.

<161> 도 4a 내지 4c 는 본 발명의 BPPSS 파형에서 사용을 위한 바람직한 균형 펄스 쌍을 예시한다. 도 4a 에서 도시되는 BPP (일반적으로 300 으로 지정되는) 는 일정한 전압의 네거티브 펄스 (302) 와 이에 바로 후속되는 펄스 (302) 와 동일한 지속시간 및 전압이지만 반대 극성의 포지티브 펄스 (304) 를 포함한다. BPP (300) 총 0 인 임펄스를 픽셀에 인가하는 것이 명백할 것이다. 도 4b 에서 도시되는 BPP (일반적으로 310 으로 지정되는) 는 BPP (300) 와 펄스의 순서가 역이라는 것을 제외하고는 동일하다. 도 4c 에서 도시되는 BPP (일반적으로 320 으로 지정되는) 는 0 전압의 기간 (322) 을 포지티브와 네거티브 펄스 (304 및 302) 사이에 각각 도입함으로써 BPP (310) 로부터 도출된다.

<162> 도 5a 내지 5d 는 본 발명과 일치하는 BPP 에 의한 기저 2 개 리셋 펄스 슬라이드 쇼 파형의 수정을 예시한다.
도 5a 는 화이트에서 밝은 그레이로의 천이에 사용되는 기저 파형 (일반적으로 400 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (400) 은 일반적으로 도 3b 에서 예시된 파형 (250) 과 2 개의 리셋 펄스의 순서가 역이라는 것을 제외하고는 유사하다. 따라서, 파형 (400) 은 (픽셀을 그것의 원래 화이트 상태로부터 그것의 블랙 극단 광학 상태로 구동하는) 16-TU 네거티브 블랙-고잉 제 1 리셋 펄스 (402), (픽셀을 그것의 블랙 극단 광학 상태로부터 그것의 화이트 극단 광학 상태로 구동하는) 16-TU 포지티브 화이트-고잉 제 2 리셋 펄스 (404), 및 픽셀을 그것의 화이트 극단 광학 상태로부터 원하는 최종 밝은 그레이 상태로 구동하는 3-TU 네거티브 블랙-고잉 세트 펄스 (408) 를 포함한다.

<163> 도 5b 는 도 4b 의 BPP 를 제 2 리셋 펄스 (404) 및 그것의 세트 펄스 사이의 도 5a 의 파형 (400) 에 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 420 으로 지정되는) 을 예시한다. 도 5b 로부터 보여질 바와 같이, BPP 의 네거티브 펄스 (302) 가 세트 펄스 (408) 를 4 TU 로 늘리는 반면, 이 삽입의 효과는 BPP 의 포지티브 펄스 (304) 가 제 2 리셋 펄스 (404) 를 17 TU 로 늘린다는 것이다.

<164> 도 5c 는 도 5a 의 파형 (400) 으로 그것의 세트 펄스 (408) 후에 도 4c 의 BPP 를 삽입함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 440 으로 지정되는) 을 예시한다.

<165> 도 5d 는 도 5b 에서 도시된 파형 (420) 을 더 수정함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 460 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (460) 은 그것의 제 1 및 제 2 리셋 펄스 (402 및 404) 사이에 각각 삽입되는 제 2 BPP (304', 302') 를 갖고, 이 제 2 BPP 는 BPP (304, 302) 와 펄스 모두의 지속시간이 두배라는 것을 제외하고는 유사하다.

<166> 이미 언급되고 도 5d 에서 예시된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 파형은 복수의 BPP's, 삭제, 중단 (pause) 및 그것의 조합 (이하에서 일괄적으로 "추가적인 파형 엘리먼트" 또는 "AWE's" 로 지칭되는) 을 포함할 수도 있다.
그러나, 일반적으로 파형에 의해 생성되는 최종 그레이 레벨의 정확한 제어의 원하는 정도에 일치하여 AWE 의 최소 수를 사용하는 것이 바람직하다. BPP 및 중단은 모두 파형을 늘리고, 몇몇 이러한 BPP 및/또는 중단의 통합은 디스플레이를 재기입하는데 요구되는 기간의 원치 않는 늘어남을 요구할 수도 있다. 예를 들어, 도 5d 의 파형 (460) 이 짧은 3-TU 세트 펄스 (408) 만을 사용하지만, 파형 (460) 은 디스플레이의 업데이트 기간 전부 (도 5d 의 점선 수직 선 사이의 기간) 를 점유하고, 어떤 BPP 또는 중단의 도입은 이 기간의 연장을 요구할 수 있다. 따라서, 본 발명의 수정된 파형의 총 길이는 세트 펄스의 지속시간이 하나의 극단 광학 상태로부터 다른 극단 광학 상태로 픽셀을 구동하기에 충분한 대응하는 기저 파형의 길이를 바람직하게는 초과하지 않는다. 다수의 경우에 (물론 디스플레이에 사용되는 정확한 전기-광학 매체 및 구동 전기 소자의 다른 특성에 따라서) 그레이 레벨의 양호한 제어는 2 이하의 AWE 를 포함하는 파형으로 달성될 수 있고, 다른 경우에는 4 이하, 또는 통상적으로 6 이하의 AWE 가 요구될 수도 있지만, AWE 에서 임의의 증가는 일반적으로 바람직하지 않다는 것이 발견되었다.

<167> 도 6a 내지 6d 는 본 발명과 일치하여 BPP 의 삭제에 의해 기저 2 리셋 펄스 파형의 수정을 예시한다. 비교의 목적으로, 도 6a 는 도 5a 와 동일한 파형 (400) 을 예시한다. 도 6a 가 도 2a, 2b, 3a 내지 3b 에서와 같이, 그것의 극단 광학 상태 사이로 픽셀을 완전히 구동하기 위해 인가된 전압의 10 TU 가 요구된다고 가정하기 때문에, 파형 (400) 은 세트 펄스 (408) 의 종료 후의 종결하는 7 TU 로 간주되어, 동일한 구동 방식의 다른 파형에서, 세트 펄스 (408) 를 최대 10 TU 까지 늘리는 것이 필요할 것임을 유의한다. 도 6b 는 제 1 리셋 펄스 (402) 의 마지막 2 TU 및 제 2 리셋 펄스 (404) 의 첫번째 2 TU 를 포함하는 BPP 를 파형 (400) 으로부터 삭제하여, 0 전압이 픽셀에 인가되는 4-TU 중단 (522) 에 의하여 분리되는 14-TU 제 1 리셋 펄스 (402') 및 수정된 14-TU 제 2 리셋 펄스 (404') 를 남김으로써 생성되는 본 발명의 수정된 BPPSS 파형 (일반적으로 520 으로 지정되는) 을 예시한다.

<168> 도 6c 는 도 6a 의 파형 (400) 의 택일적 수정에 의해 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 540 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (540) 은 제 2 리셋 펄스 (404) 의 마지막 TU 및 세트 펄스 (408) 의 첫번째 TU 를 포함하는 BPP 를 파형 (400) 으로부터 삭제하고, 삭제된 BPP 에 의해 원하는 점유되는 기간을 제 1 및 제 2 리셋 펄스를 시간상 2 TU 만큼 이후로 이동하여 "밀폐" 함으로써 생성된다. 따라서, 파형 (540) 은 2-TU 중단 (544), 16-TU 제 1 리셋 펄스 (402), 15-TU 제 2 리셋 펄스 (404'') 및 2-TU 세트 펄스 (408') 를 포함하고, 세트 펄스 (408') 는 파형의 종료에서 7 TU 전에, 기저 파형 (400) 의 세트 펄스 (408) 와 정확히 동일한 시간에서 종료한다는 것을 유의한다.

<169> 도 6d 는 도 6a 의 파형 (400) 의 수정에 의해 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 560 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (560) 은 제 1 리셋 펄스 (402) 의 마지막 2 TU 및 제 2 리셋 펄스 (404) 의 첫번째 2 TU 를 포함하는 BPP 를 파형 (400) 으로부터 삭제하고, 삭제된 BPP 에 의해 원래 점유되는 기간을 제 2 리셋 펄스 및 세트 펄스를 시간상 4 TU 만큼 더 이르게 이동하여 "밀폐" 함으로써 생성된다. 따라서, 파형 (560) 은 (도 5 의 그것과 동일한) 14-TU 제 1 리셋 펄스 (402'), (시간을 제외하고는 도 5b 의 그것과 동일한) 및 3-TU 세트 펄스 (408) 를 포함한다. 제 2 리셋 펄스 (404') 및 세트 펄스 (408) 의 이동 때문에 (세트 펄스 (408) 에 후속하는) 0 전압의 최종 기간 (562) 은 7 에서 11 TU 로 연장된다.

<170> 지금까지 논의된 바람직한 BPPSS 파형 수정은 연속되는 기저 파형 엘리먼트 사이 또는 기저 파형의 끝에서의 BPP 의 삽입 또는 삭제를 포함하였다. 그러나, 본 발명의 BPPSS 양태는 이러한 수정에 제한되지 않고, 도 7a 및 7b 를 참조로서 이제 예시될 바와 같이 BPP 가 단일 BWE 내로 삽입되는 수정으로 확장된다. 도 7a 는 포지티브 및 네거티브 펄스의 순서가 역이라는 것을 제외하고는 도 5d 에서 도시된 바와 유사하게 BPP (302', 304') 의 제 1 리셋 펄스 (420) 및 제 2 리셋 펄스 (404) 사이의 삽입으로 기저 파형 (400) 을 수정함으로써 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (620) 을 예시한다. 도 7b 는 BPP (302', 304') 의 삽입으로 기저 파형 (400) 을 수정하지만, 파형 (640) 에서 BPP (302', 304') 가 제 2 리셋 펄스 (404) 의 중간-포인트에 삽입되고, 따라서 이 펄스를 2 개의 분리된 구획 (404a 및 404b) 으로 나눔으로써 또한 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (640) 을 예시한다. 따라서, 파형 (640) 은, 연속적으로, (파형 (400) 의 그것과 동일한) 16-TU 제 1 리셋 펄스 (402), 8-TU 펄스 (404A), 제 2 리셋 펄스의 첫번째 구획, BPP (302', 304'), 8-TU 펄스 (404B), 제 2 리셋 펄스의 두번째 구획, 및 (파형 (400) 의 그것과 동일한) 3-TU 리셋 펄스 (408) 를 포함한다.

<171> 상술된 바와 같이, 본 발명의 BPPSS 양태는 기저 파형으로부터의 BPP 의 삽입 또는 삭제뿐만이 아니라 기저 파형으로의 중단 (0 전압의 기간) 의 삽입을 포함하고, 이러한 중단의 삽입은 이제 도 8a 내지 8d 를 참조로서 예시될 것이다. 비교의 목적으로, 도 8a 는 도 5a 및 6a 와 동일한 기저 파형 (400) 을 예시한다. 도 8b 는 기저 파형 (400) 으로, 그것의 제 2 리셋 펄스 (404) 및 세트 펄스 (408) 사이로 2-TU 중단 (722) 을 도입함으로써 생성되는 본 발명의 수정된 BPPSS 파형 (일반적으로 720 으로 지정되는) 을 예시한다. 중단 (722) 의 삽입은 반드시 세트 펄스 (408) 에 후속하는 0 전압의 기간의 길이를 7 TU 에서 5 TU 로 감축한다는 것을 유의해야 한다. 도 8c 는 2-TU 중단이 제 2 리셋 펄스 (404) 의 첫번째 12 TU 후에 삽입되는 것, 따라서 이 제 2 리셋 펄스를 첫번째 구획 (404C) 및 두번째 구획 (404D) 로 분리하는 것을 제외하고는 파형 (720) 에 일반적으로 유사한 본 발명의 다른 BPPSS 파형 (일반적으로 740 으로 지정되는) 을 예시한다. 따라서, 파형 (740) 은, 연속적으로, (파형 (400) 의 그것과 동일한) 16-TU 제 1 리셋 펄스 (402), 12-TU 펄스 (404C), 제 2 리셋 펄스의 첫번째 구획, 2-TU 중단 (722'), 4-TU 펄스 (404D), 제 2 리셋 펄스의 두번째 구획, 및 (파형 (400) 의 그것과 동일한) 3-TU 리셋 펄스 (408) 를 포함한다.

<172> 도 8d 는 기저 파형 (400) 으로 2-TU 중단을 삽입함으로써 다시 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 760 으로 지정되는) 을 예시한다. 그러나, 파형 (760) 에서, 중단 (722'') 은 제 1 리셋 펄스 (402) 직전에 삽입된다. 따라서, 파형 (760) 은, 연속적으로, 중단 (722''), 제 1 리셋 펄스 (402), 제 2 리셋 펄스

(404), 및 세트 펄스 (404) 를 포함하되, 마지막 3 개의 엘리먼트는 모두 기저 파형 (400) 의 대응하는 엘리먼트와 동일하다.

<173> 이미 지시된 바와 같이, 본 발명에 의해 제공되는 BPPSS 파형은 전기-광학 디스플레이, 특히 쌍안정 전기-광학 디스플레이의 그레이 레벨 수행을 개선하는데 유용하다. 본 발명의 BPPSS 파형은 디스플레이의 장기간 DC 균형을 여전히 보존하면서 이러한 개선된 그레이 레벨 수행을 달성할 수 있다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 상세히 논의된 이유로, 적어도 일부 전기-광학 디스플레이를 구동하는데 사용되는 구동 방식이, 픽셀이 구동되는 광학 상태의 시리즈와 관계없이 주어진 픽셀에서 시간에 대한 인가된 전압의 적분이 제한되어야 한다는 의미에서, DC 균형인 것이 중요하다. 본 발명의 BPPSS 양태에 일치하여 픽셀의 최종 그레이 레벨이 BPP 의 삽입 또는 삭제 및/또는 중단의 삽입에 의해 조절될 수 있다는 것이 발견되었다. 픽셀의 최종 그레이 레벨이 BPP 의 삽입 또는 삭제 및/또는 중단의 삽입이 일어나는 위치에 의해 영향을 받는다는 것 또한 발견되었다.

일반적으로 근접한 BWE 사이에 BPP 를 삽입함으로써 최종 그레이 레벨의 양호한 제어가 일어날 수 있는 반면에, 도 7b 에서 예시된 바와 같이, 최종 그레이 레벨의 "조화성" 의 정도를 변화시키기 위해 BPP 는 단일 BWE 내에 삽입될 수도 있고, 예를 들어, 2 개의 리셋 펄스 사이에 추가되는 BPP 가 최종 그레이 레벨의 충분히 세밀한 조화성을 제공하지 못한다면, BPP 를 BWE 의 중간의 위치로 이동시키는 것은 최종 그레이 레벨에 더 세밀한 조절을 제공할 수 있다.

<174> 예를 들어, 펄스 (302) 가, 효과적으로 세트 펄스 (408) 를 늘임으로써, 최종 레벨이 화이트 극단 광학 상태로부터 다소 더 가도록 (즉, 색에서 약간 더 어둡게) 할 것이지만, BPP (304, 302) 의 펄스 (304) 는 픽셀의 그레이 레벨이 제 2 리셋 펄스 (404) 의 끝에서 화이트 극단 광학 상태에 이미 있을 것이므로 픽셀의 그레이 레벨에 미미한 효과를 가지거나 또는 효과가 없기 때문에, 도 5b 의 파형 (420) 은 도 5a 의 대응하는 기저 파형 (400) 에 의해 생성되는 그레이 레벨보다 약간 더 어두운 그레이 레벨을 표준적으로 생성할 것이다. 반면에, 도 6c 에서 도시된 파형 (540) 은 도 6a 의 대응하는 기저 파형 (400) 에 의해 생성되는 그레이 레벨보다 약간 더 밝은 그레이 레벨을 표준적으로 생성할 것이다. 도 5a, 6a 및 6c 가 픽셀이 그것의 극단 광학 상태 사이에서 예시된 전압의 10 TU 동안의 인가 (상술된 바와 같이) 에 의해 이동될 수 있다는 가정에 기반하기 때문에, 기저 파형 (400) 의 16-TU 제 2 리셋 펄스 (404) 는 픽셀의 상당한 "오버-드라이빙" 을 화이트 광학 레일 (화이트 극단 광학 상태) 에 초래하며, 즉 제 2 리셋 펄스 (404) 가 픽셀이 이미 그것의 극단 화이트 광학 상태에 도달한 후에도 상당한 기간동안 계속된다. 따라서, 16-TU 제 2 리셋 펄스 (404) 를 1 TU 만큼 짧게하여 파형 (540) 의 15-TU 제 2 리셋 펄스 (404'') 를 생성하는 것은 제 2 리셋 펄스 (404'') 의 끝에서 그레이 레벨에 미미한 효과를 가지거나 효과가 없을 것이다. 반면에, 파형 (400) 의 3-TU 세트 펄스를 1 TU 만큼 짧게하여 파형 (540) 의 2-TU 세트 펄스 (408') 를 생성하는 것은 제 2 리셋 펄스 (404'') 의 끝에서 존재하는 화이트 극단 광학 상태가 블랙으로 구동되는 정도를 현저히 감소시켜서, 파형 (540) 의 끝에서의 최종 그레이 레벨이 기저 파형 (400) 의 끝에서보다 현저히 더 어두울 것이다.

<175> 이미 지적된 바와 같이, 중단 (0 전압의 기간) 이 최종 그레이 레벨을 조절하는데 사용될 수 있다는 것이 또한 발견되었다. 예를 들어, 마지막 리셋 펄스와 세트 펄스 사이에 중단을 추가하는 것은 최종 그레이 레벨에 영향을 미친다. 중단을 마지막 리셋 펄스의 더 이른 포인트로 이동시키는 것은 또한 최종 그레이 레벨에 약간의 변화를 유발한다. 따라서, 중단 위치는 BPPSS 파형에 의해 생성되는 최종 그레이 레벨을 조절하는데 사용될 수도 있다. 일반적으로 중단은 파형의 어느 포인트에라도 추가될 수 있다. 또한, 파형의 모든 BWE 를 디스플레이의 완전한 재기입을 위해 할당되는 업데이트 시간 간격 내에서 시간상 더 이르게 또는 더 느리게 이동시키는 것이 유리할 수도 있고, 이에 의해 전체 천이 내에서 발생하는 다양한 천이의 상대적인 임시 포지셔닝을 초기 상태에서 최종 상태로 이동시킨다. 이러한 임시 이동은 여러 이유, 예를 들어, 동일한 그레이 레벨이 되는 것으로 의도되는 픽셀 사이의 다양성을 감소함으로써, 예를 들어, 천이 동안 디스플레이의 바람직하지 않은 일시적인 상태를 감소하거나 또는 더 만족스러운 최종 이미지로 이끌거나하는 이유로 유리할 수도 있다.

<176> 본 발명의 더 바람직한 BPPSS 파형 및 구동 방식이 이제 첨부된 도면의 도 9a 내지 9d, 10a 내지 10c 및 11a 내지 11c 를 참조로 기재될 것이다. 도 9a 및 9b 는 제 1 및 제 2 리셋 펄스 및 세트 펄스가 최대 12 TU 를 점유할 수도 있는 종래 기술 2 개 리셋 펄스 슬라이드 쇼 구동 방식의 2 개의 기저 파형을 예시한다. 도 9a 는 화이트에서 블랙으로의 천이를 일으키고, 12-TU 블랙-고잉 제 1 리셋 펄스 (802), 12-TU 제 2 화이트-고잉 리셋 펄스 (804), 및 12-TU 블랙-고잉 세트 펄스 (808) 를 포함하는 파형 (800) 을 예시한다. 도 2a 및 2b 를 참조하여 상술된 바와 같이, 픽셀의 초기 및 최종 상태가 픽셀의 블랙 및 화이트 극단 광학 상태 사이에 놓인 중간 그레이 레벨인 경우, 제 1 리셋 및 세트 펄스는 길이에서 조절될 필요가 있고, 도 9b 는 7-TU 제 1 리

셋 펄스 (812), (파형 (800) 의 대응하는 펄스에 동일한) 12-TU 제 2 리셋 펄스 (804), 및 6-TU 세트 펄스 (818) 를 도시한다. 파형 (810) 을 파형 (800) 과 같이 36-TU 길이로 "패드 (pad)" 하기 위해, 0 전압의 5-TU 기간 (822) 이 제 1 리셋 펄스 (812) 에 선행하고 0 전압의 6-TU 기간 (824) 이 세트 펄스 (824) 를 후속한다.

<177> 도 9c 는 도 9b 에서 도시된 파형 (810) 의 수정에 의해 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 840 으로 지정되는) 을 도시한다. 특히, 파형 (840) 은 제 1 리셋 펄스 (812) 바로 직전에 포지티브 1-TU 펄스 (842) 및 유사한 네거티브 펄스 (844) 를 포함하는 제 1 BPP 및 세트 펄스 (818) 바로 이후에 제 2 의 유사한 BPP (846, 848) 를 삽입함으로써 파형 (810) 으로부터 유도된다. 펄스 (812, 804 및 818) 는 변경되지 않지만, 파형 (840) 의 전체 길이를 유지하면서 BPP 를 수용하기 위하여 0 전압의 초기 기간 (822') 은 3 TU 로 감축되고, 0 전압의 최종 기간 (824') 은 4 TU 로 감축된다.

<178> 도 9c 에서 예시된 방식의 2 개의 BPP 의 사용은, 적어도 일부 경우에는, 단일 BPP 로 달성될 수 있는 그레이 레벨의 더 정확한 제어를 가능하게 한다. 세트 펄스 이후에 배치된 BPP (파형 (840) 의 BPP (846, 848) 와 같은) 는 최종 그레이 레벨에 상당한 변화를 야기할 수 있고, 사용된 드라이버가 오직 BPP 의 각각의 반의 지속시간의 상대적으로 조악한 조절만을 가능하게 한다면 (예를 들어, 지속시간이 도 9c 의 1 TU 의 증분으로만 조절될 수 있다면), BPP 의 각각의 절반의 지속기간을 최소 증분만큼 변경함으로써 이용가능한 그레이 레벨 사이의 차이는 용납할 수 없을 정도로 클 수도 있다. (파형 (840) 의 BPP (842, 844) 와 같은) 파형의 훨씬 이른 포인트에서 삽입되는 BPP 는 최종 그레이 레벨에 세트 펄스 이후에 삽입되는 BPP 보다 매우 적은 효과를 가지고, 따라서 최종 그레이 레벨의 더 미세한 변경을 허용한다. 따라서, 파형 (840) 은 BPP (846, 848) 의 지속시간을 제어함으로써 상당한 범위의 최종 그레이 레벨의 조절을 허용하여 최종 그레이 레벨에 조악한 조절을 일으키고, BPP (842, 844) 의 지속시간을 제어함으로써 이 그레이 레벨의 미세한 조절을 일으킨다.

<179> 도 9d 는 파형 (910) 의 대체적인 수정에 의해 생성되는 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 860 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (840) 과 같이, 파형 (860) 은 세트 펄스 (818) 에 후속하는 BPP (846, 848) 를 포함한다. 그러나, 파형 (860) 은 파형의 더 이른 제 2 BPP 를 포함하지 않고, 대신에 제 2 리셋 펄스 (804) 및 세트 펄스 (818) 사이의 4-TU 중단 (850) 을 포함한다. 중단의 효과는 파형의 동일한 포인트에서 동일한 길이의 BPP 보다 더 작은 경향이 있고, 중단 (850) 은 최종 그레이 레벨의 미세한 조절을 일으키기 위한 중단 (850) 의 길이의 변동과 함께 파형의 BPP (842,844) 에 유사한 방식으로 작동한다. 파형 (860) 에서 0 전압의 최종 기간 (824') 은 파형 (840) 에서와 4-TU 길이로 동일하지만, 0 전압의 초기 기간 (822'') 의 지속시간은, 파형의 전체 36-TU 길이를 유지하면서 4-TU 중단 (850) 을 수용하기 위해 1 TU 로 감소된다는 것을 유의한다.

<180> 도 10a 내지 10c 는 도 9b 의 파형 (810) 의 다양한 수정에 의해 생성되는 본 발명의 3 개의 BPPSS 파형을 도시한다. 도 10a 의 파형 (일반적으로 920 으로 지정되는) 은 파형 (810) 의 세트 펄스 (818) 이후에 BPP (846', 848') 를 추가함으로써 형성되고, BPP 의 각각의 펄스 (846' 및 848') 는 길이에서 2 TU 이다. 0 전압의 최종 기간 (824'') 은 BPP 의 4-TU 길이를 수용하기 위해 2 TU 로 감소된다.

<181> 도 9c 를 참조로 상술된 바와 같이, 세트 펄스에 후속하는 BPP 의 길이를 변경하는 것은 최종 그레이 레벨의 미세한 조절을 충분하게 제공하지 못할 수도 있고, 도 10b 는 이러한 미세한 조절 문제를 극복하기 위해 파형 (920) 을 수정함으로써 생성되는 파형 (일반적으로 940 으로 지정되는) 을 예시한다. 파형 (940) 은 제 2 리셋 펄스 (804) 및 세트 펄스 (818) 사이에 제 2 BPP (842', 844') 를 통합한다. BPP (842', 844') 길이의 변경의 최종 그레이 레벨에 대한 효과는 BPP (846', 848') 의 길이의 대응하는 변경보다 더 적고, 따라서 BPP (842', 844') 는 최종 그레이 레벨의 미세한 조절에 사용될 수 있다.

<182> BPP (842', 844') 길이의 변경의 효과가 BPP (846', 848') 의 길이의 대응하는 변경보다 적지만, 이것은 파형의 훨씬 더 이르게 삽입되는 BPP, 예를 들어 도 9c 의 BPP (842, 844) 의 길이의 변경의 효과보다 훨씬 더 크다.

파형 (940) 의 BPP (842', 844') 가 최종 그레이 레벨의 미세한 조절을 충분하게 제공하지 못한다면, 제 2 BPP 가 파형에 더 이를 때 삽입될 수도 있고, 일반적으로, 파형의 더 이른 곳에서 BPP 가 삽입될수록, BPP 의 길이에 주어진 변화에 의해 생성되는 최종 그레이 레벨의 변경은 더 작아진다. 예를 들어, 도 10c 는 BPP (842', 844') 가 제 1 리셋 펄스 (812) 및 제 2 리셋 펄스 (804) 사이에 배치되는 BPP (962, 964) 에 의해 대체되는 것을 제외하고는 파형 (940) 과 유사한 본 발명의 BPPSS 파형 (일반적으로 960 으로 지정되는) 을 예시한다. (BPP (962, 964) 는 네거티브 펄스 (962) 가 포지티브 펄스 (964) 에 선행한다는 의미에서 BPP (842', 844') 에 반대 극성이고, 물론 BPP 의 극성이 최종 그레이 레벨에의 그것의 효과를 변화시키지만 둘 중

하나의 극성의 BPP 는 파형 내의 어느 위치에서도 사용될 수도 있다.)

<183> 결과적으로, 도 11a 내지 11c 는 BPP 및 중단을 모두 기저 파형에 도입함을 통한 기저 파형의 수정을 예시한다. 도 11a 는 0 전압의 최종 기간 (824') 의 길이의 4 TU 까지의 대응하는 감축과 함께, 최종 제 2 리셋 펄스 (804) 및 세트 펄스 (818) 사이에 BPP (842', 844') 를 삽입하여 기저 파형 (810) 을 수정함으로써 생성되는 파형 (일반적으로 1020 으로 지정되는) 을 예시한다. 상술된 이유로, BPP (842', 844') 의 길이의 변동은 최종 그레이 레벨의 미세한 조절을 충분히 제공하지 못할 수도 있고, 도 11b 는 특히, 제 2 리셋 펄스 내의 2-TU 중단 (1042) 의 도입으로 파형 (1020) 을 수정하고 따라서 이 펄스를 제 1 구획 (804A) 및 제 2 구획 (804B) 으로 나눔으로써 생성되는 BPPSS 파형 (일반적으로 1040 으로 지정되는) 을 도시한다. 중단 (1042) 을 수용하기 위해, 0 전압의 초기 기간 (822') 의 길이는 3 TU 로 감소되고, 0 전압의 최종 기간 (824') 의 길이는 5 TU 로 남는다.

<184> 중단 (1042) 은 최종 그레이 레벨의 미세한 조절에 사용된다. 이러한 미세한 조절은 제 2 리셋 펄스 (804A, 804B) 내의 중단의 지속시간 (1042) 및/또는 그것의 위치를 변경함으로써 이루어질 수도 있고. BPP 와 같이, 최종 그레이 레벨에의 중단의 효과는 그것의 길이뿐만이 아니라 파형 내의 그것의 위치에 따라 달라진다. 본 발명의 BPPSS 양태는 물론 단일 중단의 사용에 국한되지 않고, 예를 들어, 중단 (1042) 은 각각은 1 TU 지속시간인 2 개의 개별 중단에 의해 대체될 수 있어서, 제 2 리셋 펄스는 2 개보다는 3 개의 구획으로 나누어질 수 있다.

<185> 언급된 바와 같이, 파형이 디스플레이를 업데이트하기에 이용가능한 전 기간을 점유하지 않는 경우 (예를 들어, 적어도 36 TU 의 기간이 동일한 구동 방식의 더 긴 파형 (800) 을 수용하도록 디스플레이를 업데이트하는데 필요한데 반해서, 오직 25 TU 를 점유하는 도 9b 의 파형 (810)), 업데이트 기간 내의 전체 파형을, 예를 들어, 업데이트 동안에 일시적인 시각적 효과를 감소하도록 이동하는 것이 유리할 수도 있다. 도 11c 는 도 11b 의 전체 파형 (1040) 을 시간상 2 TU 만큼 더 이르게 이동 (도 11c 에 지시된 바와 같이, 사실상 세트 펄스 (818) 바로 직후에 2 TU 갭을 삽입함으로써) 함으로써, 따라서 0 전압의 초기 기간 (822'') 은 1 TU 로 감소하고, 0 전압의 최종 기간 (824a) 의 길이는 6 TU 로 증가시킴으로써 생성되는 파형 (일반적으로 1060 으로 지정되는) 을 예시한다.

<186> **섹션 B: 역 모노크롬 프로젝션 방법 및 장치**

<187> 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 제 2 양태는 각각이 2 개의 극단 광학 상태를 포함한 4 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공한다. 이 방법은 그것의 극단 광학 상태 중 하나로 또는 그에 가깝게 픽셀을 구동하기에 충분한 리셋 펄스로, 이에 후속하는 하나의 극단 광학 상태로부터 상이한 최종 그레이 레벨로 픽셀을 구동하기에 충분한 세트 펄스가 있는 리셋 펄스를 포함하는 파형을 각각의 픽셀에 인가하는 단계를 포함한다. 리셋 펄스는 세트 펄스 바로 직전의 디스플레이 상의 이미지가 실질적으로 세트 펄스에 후속하는 최종 이미지의 역 모노크롬 프로젝션이 되도록 선택된다. 이러한 프로세스는 여기에서 "역 모노크롬 프로젝션" 또는 "IMP" 방법으로 지칭된다.

<188> 상기 방식 1 에서 사용된 명칭 "목표 상태" 를 사용하여, IMP 방법은 최종 목표 상태가 대략적으로 디스플레이의 원하는 최종 상태 (R_1) 의 역 모노크롬 프로젝션인 것으로 정의될 수도 있다. IMP 방법의 바람직한 형태에서, 최종 목표 상태 (방식 1 의 명칭으로 목표$_{n-1}$) 바로 직전의 목표 상태는 대략적으로 디스플레이의 원하는 최종 상태 (R_1) 의 역 모노크롬 프로젝션이다. 이러한 바람직한 IMP 프로세스는 $R_{1,m}$ 이 R_1 의 모노크롬 프로젝션을 표시하고 윗선은 이미지 역전을 지시하는 도 12 에서 도시된 방식 2 에서와 같이 상징적으로 표시될 수도 있다.

<189> 광학 상태의 모노크롬 프로젝션은 이미지에서 모든 가능한 그레이 레벨의 각각의 픽셀의 2 개의 극단 광학 상태 중 하나 (이하에서 설명되는 이유로) 또는 극단 광학 상태 중 하나에 가까운 상태로 맵핑되는 것이다. 이러한 목적으로, 그레이 레벨은 1, 2, 3, ..., N, 여기서 N 은 그레이 레벨의 수인 것으로 표시될 수도 있고, 가장 작은 반사율을 갖는 그레이 레벨 (통상적으로, 블랙) 은 1 로 표시되고, 다음으로 가장 작은 반사율을 갖는 그레이 레벨은 2 등으로 가장 큰 반사율을 갖는 그레이 레벨 (통상적으로, 화이트) 은 N 으로 표시된다. 그레이 스케일 이미지의 모노크롬 프로젝션은 그것으로 임계치 이하의 그레이 레벨은 그레이 레벨 1 또는 그에 가까운 상태로 맵핑되고 임계치 초과인 그레이 레벨은 그레이 레벨 N 또는 그에 가까운 상태로 맵핑되는 것이다. 임계치는 가장 바람직하게 N/2 이지만, 실제로 1 에서 N 사이 범위의 중간 절반내의 어디에서나 유용하게 설정될 수 있으며, 즉 임계치는 최소 N/4 최대 3N/4 이다.

<190> 모노크롬 프로젝션의 예가 도 13 에서 도시된다. 이러한 예에서, 그레이 스케일 이미지 (도 13 의 좌측면에서 상징적인 방식으로 예시된) 는 8 개의 그레이 레벨을 포함하고, 1 에서 8 로 표시된다. 그레이 레벨 1 에서 3 은, 도면의 우측면에서 상징적으로 도시된 모노크롬 프로젝션에서, 연결 선으로 표시된 바와 같이 그레이 레벨 1 로 맵핑되고, 그레이 레벨 4 에서 8 은 그레이 레벨 8 로 맵핑된다. 역 모노크롬 프로젝션은 물론 모노크롬 프로젝션에서 사용되는 2 개의 상태를 간단히 역전함으로써 생성된다.

<191> 역 모노크롬 프로젝션을 "실질적으로" 생성하는 IMP 방법의 선행하는 참조 및 극단 광학 상태 중 하나에 "가까운" 광학 상태를 포함하는 이러한 프로젝션은 설명을 필요로 한다. 원칙적으로, 모노크롬 프로젝션 및 역 모노크롬 프로젝션은 극단 광학 상태 중 하나로의 프로젝션을 요구한다. 그러나, 실제로 전기-광학 디스플레이를 구동하는 구동 방식 및 파형은 디스플레이의 개별 픽셀에 인가되는 전압 펄스 또는 다른 파형 엘리먼트로 정의되고, 정의된 전압 펄스 또는 다른 파형 엘리먼트 (2 개가 가깝게 관련되어 있지만) 의 인가를 발생시키는 정확한 광학 상태로 정의되는 것이 아니다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 상세히 설명된 바와 같이, 적어도 일부의 쌍안정 전기-광학 매체의 주어진 파형 또는 파형 엘리먼트로의 응답은 픽셀의 초기 광학 상태 및 정확한 파형 또는 파형 엘리먼트 뿐만이 아니라 픽셀의 어떤 이전 광학 상태 및 픽셀이 파형 또는 파형 엘리먼트가 인가되기 전에 얼마나 오래 동일한 광학 상태에 머물렀는지 (전술된 체류 시간 의존 문제) 와 같은 팩터에 의존한다. 슬라이드 쇼 파형이 통상적으로 모든 이러한 관련된 팩터를 고려하는 것은 아니기 때문에, 모노크롬 프로젝션 또는 역 모노크롬 프로젝션에서 다양한 픽셀에 의해 달성되는 실제 광학 상태는 이러한 프로젝션에서 이론적으로 달성되는 극단 광학 상태로부터 약간 상이할 수도 있다.

<192> 픽셀의 실제 광학 상태의 극단 광학 상태로부터의 편차는, +15 V 200 msec 펄스를 사용하여 블랙 (그레이 레벨 1) 으로부터 화이트 (그레이 레벨 4) 로, -15 V 200 msec 펄스를 사용하여 화이트 (그레이 레벨 4) 에서 블랙 (그레이 레벨 1) 으로 구동될 수 있는 4 개 그레이 레벨 전기-광학 매체를 사용하여 본 발명의 2 개의 리셋 펄스 슬라이드 쇼 IMP 방법에서 어떤 선택된 천이에 대해 사용되는 파형을 도시하는 도 14 및 15 를 참조로 하여 예시될 수도 있다. 도 14 에서 도시되는 제 1 파형 (일반적으로 1420 으로 지정되는) 은 블랙 (그레이 레벨 1) 에서 화이트 (그레이 레벨 4) 로의 천이이고, 픽셀을 블랙으로부터 화이트로 구동하는 제 1 리셋 펄스 (1422), 픽셀을 화이트에서 블랙으로 구동하는 제 2 리셋 펄스 (1424), 및 픽셀을 블랙에서 화이트로 구동하는 세트 펄스 (1426) 를 포함한다. 도 14 는 또한 그레이 레벨 2 (어두운 그레이) 에서 그레이 레벨 4 (화이트) 로의 천이에 대한 파형 (1440) 을 도시하고, 이 파형 (1440) 은 파형 (1420) 의 리셋 펄스 (1422) 의 경우에서와 같이 200 msec 보다는 길이에서 140 msec 인 제 1 리셋 펄스 (1428) 갖는다. 파형 (1440) 의 제 2 리셋 펄스 (1424) 및 세트 펄스 (1426) 는 파형 (1420) 의 그것과 동일하다. 결과적으로, 도 14 는 또한 그레이 레벨 4 (화이트) 에서 그레이 레벨 4 로의 천이에 대한 파형 (1460) 을 도시하고, 이 경우에, 제 1 리셋 펄스는 0 지속시간이지만 (즉, 단순히 파형의 시작에서 200 msec 의 0 전압의 기간이 존재한다) 파형 (1460) 의 제 2 리셋 펄스 (1424) 및 세트 펄스 (1426) 는 파형 (1420) 의 그것에 동일하다.

<193> 도 15 는 도 14 에서와 동일한 구동 방식으로부터 추가적인 파형을 도시한다. 도 15 에서 도시된 제 1 파형 (일반적으로 1480 으로 지정되는) 은 그레이 레벨 1 (블랙) 에서 그레이 레벨 1 로의 천이에 대한 것이고, 반드시 도 14 에서 도시된 파형 (1460) 의 역이다. 파형 (1480) 은 0 지속시간인 제 1 리셋 펄스 (즉, 단순히 파형의 시작에 200 msec 의 0 전압의 기간이 존재한다), 픽셀을 블랙에서 화이트로 구동하는 제 2 리셋 펄스 (1482), 및 픽셀을 화이트에서 블랙으로 구동하는 세트 펄스 (1484) 를 갖는다. 도 15 는 그레이 레벨 1 (블랙) 에서 그레이 레벨 3 (밝은 그레이) 으로의 천이에 대해 사용되는 파형 (1500) 을 또한 예시한다. 이 파형 (1500) 은 도 14 에서 도시된 파형 (1420) 과 동일하고 픽셀을 블랙에서 화이트로 구동하는 제 1 리셋 펄스 (1422) 를 가진다. 파형 (1500) 은 또한 픽셀을 화이트에서 블랙으로 구동하는 제 2 리셋 펄스 (1502), 및 픽셀을 블랙에서 그레이 레벨 3 (밝은 그레이) 으로 구동하는 130 msec 세트 펄스 (1504) 를 갖는다. 결과적으로, 완결성을 위해, 도 15 는 도 14 로부터의 블랙에서 화이트 (그레이 레벨 1 에서 그레이 레벨 4) 파형을 반복한다.

<194> 도 14 및 15 로부터, 예시된 구동 방식은, 다양한 파형에서 세트 펄스 바로 직전에 윗선 $R_{1,m}$ 에 의해 지시되는 바와 같이, 세트 펄스 바로 직전의 디스플레이 상의 이미지가 세트 펄스 이후의 최종 이미지의 역 모노크롬 프로젝션이라는 점에서 IMP 구동 방식이고, 더 구체적으로, 그레이 레벨 1 또는 2 에서 종료되는 모든 천이에서, 픽셀이 세트 펄스 바로 직전에 화이트인 반면에, 그레이 레벨 3 또는 4 에서 종료되는 모든 천이에서, 픽셀은 세트 펄스 바로 직전에 블랙이다. 또한, IMP 방법의 바람직한 변형과 일치하여, 다양한 파형에서 제 2 리셋 펄스 바로 직전에 $R_{1,m}$ 에 의해 지시되는 바와 같이, 제 2 리셋 펄스 바로 직전의 디스플레이 상의 이미지는 세

트 펄스 후의 최종 이미지의 모노크롬 프로젝션이고, 더 구체적으로 그레이 레벨 1 또는 2 에서 종료되는 모든 천이에서, 픽셀이 제 2 리셋 펄스 바로 직전에 블랙인 반면에, 그레이 레벨 3 또는 4 에서 종료되는 모든 천이에서, 픽셀은 제 2 리셋 펄스 바로 직전에 화이트이다.

<195> 그러나, 가정상 동일한 그레이 레벨에서의 픽셀 사이의 차이가 디스플레이의 총 다이나믹 범위 (2 개의 극단 광학 상태의 반사율 사이에서의 차이) 에 상대적으로 작을 것이지만, 다양한 파형의 다양한 포인트에서 달성되는 주어진 그레이 레벨의 반사율이 반드시 정확히 동일하지는 않다는 것이 도 14 및 15 로부터 추론된다. 예를 들어, 제 2 리셋 펄스 바로 직전에, 도 14 의 파형 (1420 및 1460) 을 겪는 픽셀은 모두 그레이 레벨 4 (화이트) 에 있어야 한다. 그러나, 파형 (1420) 을 겪는 픽셀은, 파형 (1460) 을 겪는 픽셀이 어느 시간 동안 화이트 상태에 있을 수도 있고 (전술된 MEDEOD 애플리케이션의 일부에서 논의된 바와 같이) 쌍안정성 전기-광학 매체의 광학 상태에 그들이 구동되지 않는 동안 "드리프트" (즉 시간에 따라 점차적으로 변하는) 하려는 경향이 존재하는 반면에, 이 포인트에서 단지 완결된 블랙에서 화이트로의 천이를 가질 것이다. 따라서, 파형 (1460) 을 겪는 픽셀의 실제 화이트 상태는 파형 (1420) 을 겪는 새롭게 재-기입된 픽셀의 그것과 약간 상이할 수도 있다. 이하에서 논의된 바와 같은, IMP 구동 방식에의 수정은 다양한 목표 상태 및 파형의 다른 포인트에서 달성되는 반사율을 수정할 수도 있고, 따라서 다양한 목표 및 다른 상태의 반사율은 이러한 수정 없이 달성될 수 있었던 목표 상태에서 반사율로부터 상당히 벗어날 수 있다.

<196> 도 14 및 15 에서 예시된 IMP 구동 방식은 오직 2 개의 리셋 펄스 및 2 개의 목표 상태를 사용하지만, 본 발명의 IMP 양태는 물론 리셋 펄스 및 목표 상태의 특정한 수에 국한되지 않고, 예를 들어, 도 16 은, 도 12 에서와 동일한 방식으로, 모노크롬 프로젝션 및 역 모노크롬 프로젝션 목표 상태 이전의 중간 블랙 (B) 및 화이트 (W) 상태를 포함하는 IMP 구동 방식을 상징적으로 예시한다.

<197> 디스플레이의 모든 픽셀이 초기 이미지로부터 원하는 최종 이미지로의 디스플레이의 재기입 동안에 반드시 주어진 목표 상태 (예를 들어, 역 모노크롬 프로젝션 목표 상태) 에 시간상 동일한 포인트에 도달하는 것은 아니다. 목표 상태가 도달되는 천이에서 시간 포인트는 초기 및 원하는 최종 그레이 레벨, 각각 R_2 및 R_1 의 함수이다. 이상적으로 (그리고 여기서 표준적으로 예시되는 바와 같이), R_2 및 R_1 에 대한 시간 포인트는 매치하고, 전체 디스플레이는 다양한 목표 상태를 통해 구동되고, 이들 목표 상태는 모든 픽셀에 의해 동시에 도달된다. 그러나, 구동 방식의 다양한 파동의 상대적인 시간을 이동하는 것이 종종 바람직하다. 파형의 시간 이동은 미적인 이유, 예를 들어, 천이의 외관 또는 결과적인 이미지의 외관을 개선하기 위해 행해질 수도 있다. 또한, 이하에서 논의되는 바와 같은 수정은 목표 상태의 상대적인 시간 위치를 이동할 수 있어서, R_1 및 R_2 의 다양한 조합에 대해, 목표 상태가 천이 동안 상이한 시간에 도달된다.

<198> 역 모노크롬 프로젝션에의 명백한 참조 없이 IMP 구동 방식의 대체적인 정의를 주는 것이 가능하다. IMP 구동 방식은 디스플레이의 다양한 그레이 레벨이 하나의 극단 광학 상태 및 하나 이상의 비-극단 광학 상태가 임계치의 각각의 측에 놓이도록 임계치에 의해 분할될 수 있는 것이고, 슬라이드 쇼 구동 방식의 세트 펄스는 각각의 세트 펄스가 임계치를 넘는 천이를 일으키는 것으로 정의된다. 이 정의가 명확하게 하는 바와 같이, IMP 구동 방식에서, 각각의 파형의 최종 세트 펄스는 픽셀을 원하는 최종 그레이 레벨로부터 더 먼 극단 광학 상태로부터 원하는 최종 광학 상태로 구동하고, 여기서 "더 먼" 은 단순히 원하는 최종 그레이 레벨과 2 개의 극단 광학 상태 사이의 그레이 레벨 차이의 수를 계산하는 것이 아닌 "임계치의 반대 측에" 를 지시하는 것으로 사용된다.

<199> IMP 구동 방식이 최종 그레이 레벨의 정확한 제어를 가능하게 하고 넓은 온도 수행 범위를 제공함이 발견되었다. 이러한 이점은 "더 먼" 극단 광학 상태로부터 최종 그레이 레벨로 구동하는데 사용되는 상대적으로 긴 세트 펄스와 디스플레이 업데이트 동안 구동 전기 소자 상의 결과적인 상대적으로 일정한 전력 유출에 연결된다고 생각 (본 발명이 이러한 생각에 의해 제한되지는 않지만) 된다.

<200> 상술된 기본 IMP 구동 방식은 천이 동안 디스플레이의 외관을 변화시키기 위해 그리고 원하는 이미지 품질을 달성하기 위해, 달성되는 최종 그레이 레벨에서 작은 조절을 이루는 몇몇 상이한 방법으로 유용하게 수정될 수 있다.

<201> 제 1 유형의 IMP 구동 방식의 수정은, 상기 섹션 A 에서 논의된 바와 같이, BPPSS 구동 방식을 수행했던 방식과 유사한 방식으로, 파형으로의 균형 펄스 쌍의 삽입 또는 삭제 및/또는 0 전압 기간의 삽입이다. 사용되는 균형 펄스 쌍은, 예를 들어, 도 4a 내지 4c 에 도시된 임의의 형태를 가질 수도 있다. BPP를 삽입 또는 삭제, 또는 0 전압 (중단) 의 기간을 삽입하는 기본 IMP 파형의 수정은 이전에 설명된 어떤 방식에서도 이루어질

수도 있다. BPP 는 2 개의 연속적이 기저 파형 엘리먼트 사이에서 또는 단일 기저 파형 엘리먼트 내에 삽입될 수도 있다. 다수의 경우에서, 이것은 펄스 길이를 특정 목표 상태로 그리고 특정 목표 상태로부터 증가시키는 효과를 가진다. 삭제된 BPP 는 0 전압의 기간에 의해 대체될 수도 있고 또는 다른 기저 파형 엘리먼트는 삭제된 BPP 에 의해 이전에 점유되었던 기간을 "밀폐"하도록 시간상 이동될 수도 있고, 0 전압의 기간은 파형의 다른 포인트에서 삽입될 수도 있다. BPPSS 구동 방식에서와 같이, 달성되는 최종 그레이 레벨은 파형에서 BPP 및 중단의 존재뿐만 아니라 파형 내에서 그들의 포지셔닝에도 민감하며, 일반적인 법칙은 파형 내에서 더 이르게 BPP 가 삽입 또는 삭제될수록 또는 중단이 삽입될수록 최종 그레이 레벨 상의 변경의 효과는 더 적어진다.

<202> 이러한 파형 수정은 최종 광학 상태 (즉, 최종 그레이 레벨) 의 반사율뿐만 아니라 중간 목표 상태에도 영향을 미칠 것이다. 기본 IMP 파형의 목표 상태가 일반적으로 극단 광학 상태 (광학 레일) 중 하나에 가깝고, 정의에 따라, 마지막 목표 상태에 대한 광학 레일에 가깝거나, IMP 구동 방식의 바람직한 형태에서 마지막 2 개의 목표 상태에 가까울 때, 상술된 수정은 목표 상태에서 반사율을 광학 레일로부터 이동할 수 있다. 최종 광학 상태 (그레이 레벨) 에서 적은 조절을 주는 것은 광학 레일로의 구동의 정도에서 변화이다.

<203> 상대적으로 작은 BPP 를 포함하는 전압 펄스 각각의 임펄스를 유지하는 것이 바람직하다고 발견되었다. BPP 의 크기는 파라미터 d, BPP 의 2 개의 전압 펄스 각각의 길이를 표시하는 절대 값 및 2 개의 펄스의 제 2 의 사인을 표시하는 사인에 의해 정의될 수도 있다. 예를 들어, (도 4c 의 BPP가 방식에 일치하여, 2 개의 펄스 사이에 삽입되는 갭 수정과 함께 d 값 -1 로 배정되는 반면에) 도 4a 및 4b 에서 도시된 BPP 는 d 값 +1 및 -1 로 각각 배정될 수 있다. IMP 구동 방식의 바람직한 실시형태에서, 사용된 모든 BPP 는 그 크기가 PL 보다 작고 바람직하게는 PL/2 보다 작은 d 값을 가지며, 여기서 PL (BPP 를 측정하기 위해 사용되는 동일한 유닛) 이, 구동 방식의 구동 전압 특성에서, 픽셀을 하나의 극단 광학 상태로부터 다른 것으로 구동하는데 요구되는 전압의 길이 또는 2 방향에서의 천이에 대한 길이가 동일하지 않은 이 전압 펄스의 평균 값으로 정의된다. 방금 주어진 예에서, d 는 디스플레이 스캔 프레임의 유닛으로 표현되고, 도 4a 및 4b 의 BPP 는 각각 길이가 하나의 스캔 프레임인 전압 펄스를 갖는다. 이 경우에, PL 은 스캔 프레임으로 또한 정의될 것이다. 모든 양은 물론 택일적으로 초 또는 밀리초와 같은 시간 유닛으로 표현될 수 있다.

<204> 첨부된 도면의 도 17 은 BPP 의 삽입으로 도 14 에 도시된 IMP 파형 (1440) 을 수정함으로써 생성되는 3 개의 파형을 예시한다. 도 17 에 도시된 제 1 파형 (일반적으로 1700 으로 지정되는) 은 +15 V 10 msec 펄스에 선행하는 -15 V 10 msec 펄스를 포함하는 BPP (1702) 가 파형의 끝에 삽입되는 것을 제외하고는 파형 (1440) 과 동일하다. 도 17 에 도시된 제 2 파형 (일반적으로 1720 으로 지정되는) 은 BPP (1702) 와 동일하지만 파형의 제 2 리셋 펄스 및 세트 펄스 사이에 삽입되는 BPP (1722) 를 삽입하고, BPP (1722) 를 수용하기 위해, 파형의 시작에서 0 전압의 기간의 대응하는 감소와 함께 2 개의 리셋 펄스는 시간상 20 msec 만큼 더 이르게 이동된다. 도 17 에 도시된 제 3 파형 (일반적으로 1740 으로 지정되는) 은 파형의 제 1 및 제 2 리셋 펄스 사이에 삽입되는 BPP (1742) 를 가지고, BPP (1742) 는 그것의 펄스 순서를 BPP (1702 및 1722) 와 비교하여 역으로 가지고 각각의 펄스는 길이가 20 msec 이다. BPP (1742) 를 수용하기 위해, 제 1 리셋 펄스는 파형의 시작에서 0 전압의 기간의 대응하는 감소와 함께 시간상 40 msec 만큼 더 이르게 이동된다.

<205> 첨부된 도면의 도 18 은 도 14 에서 도시된 IMP 파형 (1440) 을 그것으로부터 BPP 를 삭제하여 수정함으로써 생성되는 3 개의 파형을 예시한다. 도 18 에서 도시된 제 1 파형 (일반적으로 1760 으로 지정되는) 은 제 2 리셋 펄스의 마지막 10 msec 및 세트 펄스의 제 1 스캔 프레임을 포함하는 BPP (1762) 를 파형 (1440) 으로부터 삭제하고 남은 파형 엘리멘트에는 아무 변화가 없음으로써 생성된다. 도 18 에서 도시된 제 2 파형 (일반적으로 1780 으로 지정되는) 은 제 1 리셋 펄스의 마지막 2 스캔 프레임 및 제 2 리셋 펄스의 제 1 의 2 스캔 프레임을 포함하는 BPP (1782) 를 파형 (1440) 으로부터 삭제하고 남은 파형 엘리먼트에서 아무런 변화가 없고, 삭제된 BPP 에 의해 점유되는 포인트에 40 msec 의 0 전압의 기간을 남김으로써 유사하게 생성된다. 결과적으로, 도 18 에서 도시된 제 3 파형 (일반적으로 1800 으로 지정되는) 은 제 1 리셋 펄스의 마지막 스캔 프레임 및 제 2 리셋 펄스의 제 1 스캔 프레임을 포함하는 BPP 를 파형 (1440) 으로부터 삭제하고 시간상 20 msec 이후로 제 1 리셋 펄스의 남아있는 스캔 프레임을 이동하여 결과적인 갭을 밀폐함으로써, 파형의 시작에서 0 전압의 기간의 대응하는 증가와 함께 생성된다.

<206> 첨부된 도면의 도 19 는 도 17 에서 도시된 파형 (1720) 의 가능한 수정을 예시한다. 도 19 의 상부는 BPP (1722) 를 포함하여, 도 17 로부터의 기본 파형 (1720) 을 반복한다. 도 19 는 또한 BPP (1722) 와 유사하지만 제 2 리셋 펄스의 마지막 4 스캔 프레임 전에, 시간상 40 msec 더 일찍 삽입되는 BPP (1922) 를 포함하는 수정된 파형 (일반적으로 1920 으로 지정되는) 을 예시한다. 도 19 는 또한 BPP (1722) 와 유사하지만 제 2

리셋 펄스의 마지막 13 스캔 프레임 전에, 시간상 130 msec 더 일찍 삽입되는 BPP (1942) 를 포함하는 제 2 수정된 파형 (일반적으로 1940 으로 지정되는) 을 예시한다. 이미 지적된 바와 같이, 도 19 에 도시된 바와 같은 파형에 의해 달성되는 최종 그레이 레벨은 균형 펄스 쌍의 삽입의 위치의 함수이고, 도 19 에서 도시된 바와 같은 수정은 최종 그레이 레벨의 미세한 조절에 사용될 수 있다.

<207> 첨부된 도면의 도 20 은 0 전압 (중단) 의 기간을 도 14 에서 도시된 기본 IMP 파형 (1440) 에 삽입함으로써 생성되는 수정된 IMP 파형을 예시한다. 도 20 에서 도시된 제 1 파형 (일반적으로 2000 으로 지정되는) 은 시간상 20 msec 더 이르게 이동되는 2 개의 리셋 펄스와 파형의 시작에서 0 전압의 기간의 대응하는 감소와 함께, 파형의 제 2 리셋 펄스 및 세트 펄스 사이에 20 msec 중단 (2002 로 지정) 을 삽입함으로써 생성된다. 도 20 에서 도시된 제 2 파형 (일반적으로 2020 으로 지정되는) 은 일반적으로 파형 (2000) 에 유사하지만 파형 (2020) 은 세트 펄스의 첫번째 4 스캔 프레임 후에, 중단 (2002) 보다 40 msec 후에 삽입되는 그것의 중단 (2022 로 지정) 을 갖는다. 도 20 에서 도시된 제 3 파형 (일반적으로 2040 으로 지정되는) 은 또한 일반적으로 파형 (2000) 에 유사하지만 파형 (2040) 은 세트 펄스의 첫번째 13 스캔 프레임 후에, 중단 (2002) 보다 130 msec 후에 삽입되는 그것의 중단 (2042 로 지정) 을 갖는다. 파형 (2020 및 2040) 모두에서, 중단 (2022 또는 2042) 각각에 선행하는 세트 펄스의 스캔 프레임은 중단을 수용하기 위해, 파형 (2000) 과 비교하여, 시간상 20 msec 더 이르게 이동된다. 이미 언급된 바와 같이, 파형에 의해 달성되는 최종 그레이 레벨은 중단의 존재 및 위치 모두에 민감하고, 도 20 에서 도시된 바와 같은 기저 파형의 수정은 파형에 의해 생성되는 최종 그레이 레벨을 미세하게 조절하는데 사용될 수 있다.

<208> 이미 지적된 바와 같이, IMP 구동 방식은 임의의 그레이 레벨 루프에 대해 (즉, 동일한 그레이 레벨에서 시작하고 종료되는 그레이 레벨의 임의의 시퀀스) 픽셀에 인가되는 임펄스의 대수적 합이 0 이라는 의미에서 DC 균형인 것이 바람직하다. 그레이 레벨 루프의 예는,

<209> 1->1

<210> 2->3->2

<211> 4->4->3->2->4 이다.

<212> 줄일 수 없는 그레이 레벨 루프는 제 1 그레이 레벨에서 시작하여, 0 또는 더 많은 그레이 레벨을 지나 첫번째 그레이 레벨에서 종료되며, 첫번째와 동일해야만 한다고 이미 지적된 최종 그레이 레벨 이외에는 어떤 그레이 레벨도 한 번 이상 방문하지 않는, 그레이 레벨의 시퀀스로 정의할 수 있다. 명백하게, 임의의 그레이 스케일에서, 줄일 수 없는 루프의 유한한 수가 존재한다. 또한, 임의의 그레이 레벨, 예를 들어, 복잡한 시퀀스

<213> 1->4->3->2->3->2->3->2->1->2->1

<214> 가 줄일 수 없는 루프의 시퀀스 및 줄일 수 없는 루프에 넣어진 줄일 수 없는 루프로 감소될 수 있다는 것이 보여질 수 있다. 예를 들어, 상기 시퀀스는 유한한 세트의 줄일 수 없는 루프, 즉 1->4->3->2->1 루프로 넣어진 2 개의 연속적인 2->3->2 루프와 이를 따르는 루프 1->2->1 로 분해될 수 있다.

<215> 모든 줄일 수 없는 루프가 DC 균형인 경우, 동일한 그레이 레벨에서 시작하고 종료되는 모든 가능한 시퀀스는 DC 균형이다. IMP 구동 방식의 바람직한 실시형태는 모든 줄일 수 없는 루프의 총 전압 임펄스가 0 인 것이며, 즉 파형은 DC 균형이다.

<216> IMP 파형을 DC 균형으로 하는 것은 절대적으로 필요하다. 큰 DC 불균형이 디스플레이 이미지 수행을 손해보게 하는 반면에, 적은 양의 DC 불균형은 용인될 수 있다. 완전한 DC 균형을 달성하는 것이 가능하지 않은 경우, IMP 구동 방식은 루프에서 천이의 수로 분할되는 임의의 줄일 수 없는 루프의 총 임펄스가 Q 미만이 되도록 하고 바람직하게 제어되고, 여기서 Q 는 픽셀의 2 개의 극단 광학 상태 사이의 천이에 대한 총 임펄스의 절대 값 중에 더 작은 것의 4 분의 1 이며, 여기서 임펄스는 구동 방식의 특성 전압을 사용하여 결정된다. 이미지 막을 하나의 극단 광학 상태로부터 다른 것으로 구동하는데 필요한 총 임펄스는 매체의 특성 임펄스를 표시하고 약간의 DC 불균형은 이 특성 임펄스에 상대적으로 측정되어야 한다.

<217> IMP 구동 방식이 "피켓 펜스 (picket fence)" 유형이 되는 것이 종종 바람직하다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 설명된 바와 같이, 오직 2 개의 구동 전압을 공급할 수 있는 구동 회로를 사용하여 전기-광학 디스플레이를 구동하는 것이 종종 필요하거나 바람직하다. 쌍안전 전기-광학 매체가 표준적으로 그들의 극단 광학 상태 사이의 양 방향으로 구동되는 것이 필요하므로, 처음에는 3 개 이상의 구동 전압, 즉 V 는 반드시 임의의 구동 전압일 때 0, +V, -V 가 요구될 수도 있는 것으로 보일 수도 있어서, 특정 픽셀에 대한 하나의 전극 (통상

적으로 종래 액티브 매트릭스 디스플레이에서 공통 프론트 전극) 은, 다른 전극 (통상적으로 그 픽셀에 대한 픽셀 전극) 이 픽셀이 구동되어야할 방향에 따라서 +V 또는 -V 로 유지될 수 있는 반면에, 0 으로 유지될 수 있다. 2-전압 구동 회로가 사용되는 경우, 구동 방식의 각각의 파형은 시간 세그먼트로 분할되고, 통상적으로 이러한 시간 세그먼트는 동일한 지속시간이지만 반드시 그래야 하는 것은 아니다. 넌-피켓 펜스 (non-picket fence) 구동 방식에서, 포지티브, 0 또는 네거티브 구동 전압이 임의의 시간 세그먼트에서 어떤 특정 픽셀에 인가될 수도 있다. 예를 들어, 개별적 픽셀 전극이 +V, 0 또는 -V 로 유지되는 반면에, 3 개의 구동 전압 시스템에서, 공통 프론트 전극은 0 으로 유지될 수도 있다. 피켓 펜스 구동 방식에서, 각각의 시간 세그먼트는 실제로 2 개로 분할되고, 2 개의 결과적인 세그먼트 중 하나에서, 다른 결과적인 세그먼트에서는 오직 포지티브 또는 0 구동 전압만이 어떤 특정 픽셀에 인가될 수도 있는 반면에, 오직 네거티브 또는 0 구동 전압만이 어떤 특정 픽셀에 인가될 수도 있다. 예를 들어, V>v 인 구동 전압 V 및 v 를 고려한다. 세그먼트의 각각의 쌍의 첫번째에서, 공통 프론트 전극은 V 로 세팅되고, 픽셀 전극은 V (0 구동 전압) 또는 v (네거티브 구동 전압) 로 세팅된다. 세그먼트의 각각의 쌍의 두번째에서, 공통 프론트 전극은 v 로 세팅되고, 픽셀 전극은 v (0 구동 전압) 또는 V (포지티브 구동 전압) 로 세팅된다. 결과적인 파형은 대응하는 넌-피켓 펜스 파형에 두배의 길이이다.

<218> IMP 구동 방식이 로컬 업데이트할 수 있는 것이 종종 또한 바람직하다. 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 설명된 바와 같이, 디스플레이의 나머지가 변화하지 않는 동안에 변화를 겪는 디스플레이의 특정한 영역을 로컬 업데이트하도록 하는 방식으로 전기-광학 디스플레이를 구동하는 것이 종종 바람직하고, 예를 들어, 사용자가 디스플레이 상의 배경 이미지를 업데이트함이 없이 텍스트를 써 넣는 다이알로그 박스를 업데이트하는 것이 바람직할 수도 있다. 어떤 IMP 구동 방식의 로컬 업데이트 버젼은 모든 0 이 아닌 전압을 0 천이 (즉, 하나의 그레이 레벨에서 동일한 그레이 레벨로의 천이) 에 대한 파형으로부터 제거함으로써 만들어질 수 있다. 예를 들어, 그레이 레벨 2 로부터 그레이 레벨 2 까지의 파형은 표준적으로 전압 펄스의 시리즈로 이루어진다. 0 이 아닌 전압을 이 파형으로부터 제거하고 모든 다른 0 천이에 대해 그렇게 하는 것은 IMP 파형의 로컬 업데이트 버젼을 발생시킬 것이다. 이러한 로컬 업데이트 버젼은 천이 중에 관계없는 플래싱을 최소화하도록 요구될 때 유익하다.

<219> 다음의 실험은 IMP 구동 방식에 의해 생성되는 그레이 레벨의 미세한 제어에서 상기 논의된 수정의 사용을 예시한다.

<220> 젤라틴/ 아카시아 캡슐에 캡슐화된 탄화수소 액체 내의 폴리머-코팅된 티타니아 및 폴리머-코팅된 탄소 블랙 입자를 포함하고, 내부 페이즈를 포함하는 캡슐화된 전기영동 매체가 준비되고 실험적 단일-픽셀 디스플레이에 통합되며, 이는 전술된 미국 특허 공개 2002/0180687 의 파라그래프 [0069] 내지 [0076] 에 모두 실질적으로 기재된 바이다. 이 실험적 디스플레이는 이후에 4 개의 그레이 레벨 IMP 구동 방식을 사용하여 구동되었다. 디스플레이가 그레이 레벨 4 (화이트) 에서 그레이 레벨 1 (블랙) 로 +15 V, 500 msec 펄스에 의해 구동될 수 있고, 반대의 천이가 -15 V, 500 msec 에 의해 일어나고, 기본 2 개 리셋 펄스 IMP 구동 방식이 따라서 구성되었다. 첨부된 도면의 도 21 은, 고도로 도식적인 방식에서, 주어진 첫번째 수가 최종 그레이 상태를 표시하도록, [R_1 R_2] 로 라벨이 붙는 이 기본 IMP 구동 방식의 모든 16 개의 파형을 도시한다. 예를 들어, 도 21 의 상부 우측 코너에 도시된 [1 4] 파형은 그레이 레벨 4 (화이트) 로부터 그레이 레벨 1 (블랙) 으로의 천이를 일으키고 픽셀을 블랙으로 구동하는 제 1 의 +15 V 500 msec 리셋 펄스, 픽셀을 화이트로 구동하는 제 2 의 -15 V 500 msec 리셋 펄스, 및 픽셀을 블랙으로 구동하는 +15 V 500 msec 세트 펄스를 포함한다.

<221> 실험적인 디스플레이는 그레이 레벨의 변화하는 시퀀스 및 각각의 시퀀스의 종결에서 측정되는 디스플레이의 반사율을 통한 이 기본 IMP 구동 방식을 사용하여 구동되었고, 결과는 도 22 에서 도시된다. 도 22 의 각각의 포인트는 가로축 상에 도시된 최종 그레이 레벨에 도달하기 전의 그레이 레벨의 상이한 시퀀스에 후속하는 반사율을 나타낸다. 동일한 명목상 그레이 레벨에서 달성되는 반사율은 상당히 변동된다는 것이 도 22 로부터 보여질 것이고, 이러한 변동은 멀티-픽셀 디스플레이에 의해 생성되는 이미지의 품질에 악영향을 주기 때문에 물론 바람직하지 않다. 특히, 인간의 눈은 동일한 그레이 레벨에 있어야 하는 픽셀의 블록 내에서 발생하는 그레이 레벨에 사소한 변동에도 매우 민감하고 도 22 는 이러한 변동이 픽셀의 이전 그레이 레벨의 차이의 결과로 기대될 수 있다는 것을 지시한다.

<222> IMP 구동 방식은, 다양한 그레이 레벨 시퀀스 후에 모순 없는 그레이 레벨을 달성하기 위해, 균형 펄스 쌍의 삽입 및 삭제 (삭제의 경우에는 결과적인 갭의 밀폐와 함께) 및 다양한 파형의 시작 및 끝에서 0 전압의 기간의 삽입 또는 제거에 의해 상술된 방식으로 수정되어서, 도 23 에서 도시된 수정된 IMP 구동 방식을 이룬다.

도 24 는 도 22 에서와 동일한 그레이 레벨 시퀀스를 사용하여 도 23 의 수정된 IMP 구동 방식에 의해 생성되는 그레이 레벨을 도시한다. 도 24 의 수정된 IMP 구동 방식은 도 21 의 수정되지 않은 구동 방식보다 훨씬 더 모순 없는 그레이 레벨을 생성한다는 것이 도 24 로부터 보여질 것이다.

<223> **섹션 C: 균형 펄스 쌍 체류 시간 보상 방법 및 장치**

<224> 이미 언급된 바와 같이, 제 3 양태에서, 본 발명은 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 하나 이상의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 방법을 제공한다. 이 방법에서, 2 개 이상의 상이한 파형은 천이가 시작하는 상태에서 픽셀의 체류시간의 지속시간에 따라서 특정한 그레이 레벨 사이의 동일한 천이에 사용되고, 이러한 2 개의 파형은 하나 이상의 균형 펄스 쌍의 하나 이상의 삽입 및/또는 삭제, 또는 하나 이상의 0 전압의 기간의 삽입에 의해 서로 상이하고, 여기서 "균형 펄스 쌍" 은 이전에 정의된 의미를 갖는다. 이러한 방법에서 구동 방식은 그 용어가 상기에서 정의된 바와 같은 DC 균형인 것이 매우 바람직하다.

<225> 이러한 균형 펄스 쌍 체류 시간 보상 (BPPDTC) 방법에서 (이미 기재된 BPPSS 및 IMP 방법에서와 같이), 균형 펄스 쌍 및/또는 0 전압 기간 (중단) 의 삽입 또는 삭제는 단일 파형 엘리먼트 내에서 또는 2 개의 연속 파형 엘리먼트 사이에서 일어날 수도 있다. 천이가 시작하는 초기 상태에서 상이한 체류 시간에 후속하는 동일한 천이에 대해 사용되는 2 개의 파형은 이하에서 "대체적인 체류 시간" 또는 "ADT" 파형으로 지칭될 수도 있다.

<226> BPP 또는 중단의 이러한 이동은, 하나의 위치에서의 BPP 또는 중단의 삭제 및 상이한 위치에서 BPP 또는 중단의 삽입의 조합, 또는 하나의 위치에서의 BPP 또는 중단의 삭제 및 동일한 위치에서의 상이한 BPP 또는 (동일한 위치에서의 지속시간의 변경의 경우에) 중단의 삽입의 조합으로 형식적으로 간주될 수도 있기 때문에ADT 파형이 BPP 의 위치 및/또는 지속시간 또는 파형 내의 중단에 의해 서로 상이할 수도 (예를 들어, 이하 도 25b 내지 25e 의 논의를 참조하라) 있다.

<227> BPPDTC 구동 방식에서, BPP 및/또는 중단의 삽입 또는 삭제는 동일한 문제를 일으키고, 상기 섹션 A 및 B 에서 기재된 BPPSS 및 수정된 IMP 구동 방식에서와 같이, 동일한 방법으로 다루어질 수도 있다. 따라서, 본 발명의 BPPDTC 양태와 일치하는 ADT 파형 사이의 차이가 하나 이상의 BPP 의 삭제를 포함하는 경우, 삭제된 BPP 또는 그 각각에 의해 이전에 점유되었던 기간은 0 전압의 기간으로 남게 될 수도 있다. 택일적으로, 파형의 전체 길이가 유지되도록 하기 위하여 이 기간은 이후 파형 엘리먼트의 일부 또는 전부를, 표준적으로 파형의 어떤 이후의 스테이지, 통상적으로 그것의 끝에서, 0 전압의 기간의 삽입과 함께, 시간상 더 이르게 이동시킴으로써 "밀폐" 될 수도 있다. (몇천 개 이상의 픽셀을 통상적으로 가질 실제적인 디스플레이에서, 모든 가능한 천이를 겪는 하나 이상의 픽셀이 표준적으로 임의의 천이에서 존재할 것이고, 모든 픽셀에 대한 파형이 동일한 길이가 아니라면, 제어기 로직은 극단적으로 복잡해질 것이다.) 택일적으로, 물론, 기간은 더 이른 파형 엘리먼트의 일부 또는 전부를, 파형의 어떤 더 이른 스테이지, 통상적으로 그것의 시작에서의, 0 전압의 기간의 삽입과 함께, 시간상 이후로 이동함으로써 "밀폐" 될 수도 있다.

<228> 유사하게, BPP 삽입은 0 전압의 존재하는 기간이 동시에 제거될 수 있는 것이 아니라면 파형의 총 지속시간을 추가한다. 구동 방식의 모든 파형이 매우 바람직하게는 동일한 전체 길이를 갖기 때문에, 구동 방식의 하나의 파형이 삽입된 BPP 를 가지는 경우, BPP 의 삽입에 의해 야기되는 전체 파형 길이에서 증가를 보상하기 위해, 구동 방식의 모든 다른 파형은 그들에 추가된 0 전압의 기간을 가져야 하거나, 이루어지는 어떤 다른 수정을 가져야 한다. 예를 들어, 40 msec BPP 가 상기 표 1 에서 도시된 블랙에서 화이트로의 파형에 삽입된다면 (420 msec 의 파형 길이를 갖는), 40 msec 중단이 모든 파형이 460 msec 의 길이를 갖도록 표 1 에서 도시된 남아있는 3 개의 파형에 추가될 수도 있다. 명백하게, 적합하다면, BPP 는 중단보다는 다른 3 개의 파형에 추가될 수 있거나, 총 40 msec 의 BPP 와 중단의 어떤 조합이 사용될 수도 있다.

<229> 본 발명의 BPPDTC 양태의 바람직한 구동 방식 및 파형이, 예시로서의 방법으로지만, 이제 기재될 것이다. 이러한 구동 방식에서 사용되는 균형 펄스 쌍 및 파형은 상기에 기재된 어떤 유형이 될 수도 있고, 예를 들어, 도 4a 내지 4c 에서 도시된 BPP 의 유형이 사용될 수도 있다.

<230> 도 25a 내지 25e 는 본 발명의 BPPDTC 양태와 일치하여 단일 천이에 대해 사용될 수도 있는 대체적인 체류 시간 파형을 예시한다. 도 25a 는 상기 표 1 의 세번째 줄 및 표 2 의 마지막 줄에 언급된 블랙에서 화이트로의 파형을 예시한다. 이것이 블랙 상태에서의 긴 체류 시간 이후에 블랙에서 화이트로의 천이에 대해 적합한 파형이기 때문에, 블랙 상태에서 더 짧은 체류 시간 이후의 블랙에서 화이트로의 천이에 대해 적합한 파형을 생성하기 위해, 본 발명의 BPPDTC 양태에 일치하여 수정되는 기저 블랙에서 화이트로의 파형으로 간주될 수도 있다. 이미 지적된 바와 같이, 도 25a 의 기저 파형은 20 msec 동안의 0 V 에 선행하는 -15 V, 400 msec 펄

스로 이루어진다.

<231> 도 25b 는 초기 블랙 상태에서 0.3 초를 초과하지 않는 짧은 체류 시간 이후에 블랙에서 화이트로의 천이가 일어나는 경우, 최종 화이트 상태의 반사율을 감소시키는데 효과적이라고 발견된 도 25a 의 기저 파형의 수정을 예시한다. 도 25b 의 파형은 도 25a 의 파형의 -15 V, 400 msec 펄스의 끝에서 도 4a 에 도시된 BPP (300) 에 유사한 BPP 를 삽입함으로써 생성되어, 도 25b 의 파형은 +15 V, 20 msec 펄스 및 20 msec 동안의 0 V 에 선행하는 -15 V, 420 msec 펄스를 포함한다.

<232> 도 25c 및 25d 는 도 25a 및 25b 의 파형과 동일한 블랙에서 화이트로의 천이에 대한 2 개의 ADT 파형을 예시한다. 도 25c 및 25d 의 파형은 블랙에서 화이트로의 천이가 블랙 상태에서의 각각의 체류 시간 0.3 에서 1 초, 및 1 에서 3 초 후에 일어난 경우, 최종 화이트 상태의 반사율을 표준화하는데 효과적이라고 발견되었다.

도 25c 및 25d 의 파형은 도 2b 에서와 동일한 BPP 를, 도 25b 에서 사용되는 위치로부터 상이한 위치에서, 도 25a 의 파형에 삽입함으로써 생성된다. 상기에서 지적된 바와 같이, BPP 가 기저 파형에 삽입되는 (또는 그로부터 삭제되는) 위치는 천이에 후속하는 최종 광학 상태에 중요한 효과를 가진다는 것이 발견되었고, 따라서, 기저 파형을 갖는 BPP 의 삽입의 위치를 이동시키는 것은 초기 광학 상태에서 픽셀의 체류 시간의 변동에 대한 파형을 보상하는 효과적인 수단이다.

<233> 도 25e 는 블랙 상태에서 긴 체류 시간 (3 초 이상) 후의 블랙에서 화이트로의 천이를 일으키는 도 25a 의 파형에 대한 바람직한 대체이다. 도 25e 의 파형은 일반적으로 그것이 동일한 BPP 를 도 25a 의 파형에 삽입함으로써 생성된다는 것에서 도 25b 내지 25d 의 그것과 유사하다. 그러나, 도 25e 에서, BPP 는 파형의 초기에 삽입되고, 지속시간이 20 msec 인 것보다 40 msec 인 BPP 의 펄스를 만드는 것이 바람직하다는 것이 발견되었다. 이것이 파형의 전체 지속시간을 500 msec 로 만들기 때문에, 도 25e 의 파형이 도 25b 내지 25d 의 파형과 결합하여 사용되는 경우, 파형의 끝에서 추가적인 40 msec 의 0 V 로 도 25b 내지 25d 의 파형을 "패드" 하는 것이 필요하다. 따라서, 블랙에서 화이트로의 천이에 대한 ADT 파형의 바람직한 세트는 이하 표 3 에서 도시되는 바이다:

<234> **표 3**

체류시간	파형
0에서 0.3 s(도 25b, 채워진 부분)	420ms동안 -15 V, 20ms동안 15 V, 60ms 동안 0 V
0.3 s에서 1s(도 25c, 채워진 부분)	220ms동안 -15 V,20ms동안 15 V, 200ms동안 -15 V, 60ms동안 0 V
1s에서 3s(도 25d, 채워진 부분)	20ms동안 -15 V, 20ms동안 15 V, 400ms동안 -15 V, 60ms동안 0 V
3s이상 (도 25e)	40ms동안 -15 V, 40ms동안 15 V, 400ms동안 -15 V, 20ms동안 0 V

<235>

<236> 블랙에서 화이트로의 천이에 대한 임펄스가 표 3 의 모든 ADT 파형에 대해 -15 V*400 msec 또는 6 초이고, 따라서 모든 초기 상태 체류 시간에서 구동 방식이 DC 균형이 된다는 것을 유의한다.

<237> 이미 언급된 바와 같이, DTC 는 기저 파형으로부터의 BPP 삭제에 의해 또한 일어날 수 있다. 예를 들어, 이하 표 4 에 도시된 구동 방식을 고려한다:

<238> **표 4**

천이	파형
블랙에서 블랙으로	820 ms 동안 0 V
블랙에서 화이트로	400 ms동안 +15 V , 400 ms동안 -15 V, 그후 20 ms동안 0 V
화이트에서 블랙으로	400 ms동안 -15 V, 400 ms동안 +15 V, 그후 20 ms동안 0 V
화이트에서 화이트로	820 ms 동안 0 V

<239>

<240> 이 구동 방식에서, 단지 전체 구동 방식이 아닌 모든 파형이 "내부적으로" DC 균형이고, 이러한 내부 DC 균형의 바람직함이 전술된 WO 2004/090857 에서 상세히 논의된다. 다시, 화이트에서 블랙으로의 천이의 DTC 가 유사한 방식으로 일어날 수 있다는 것이 이해되어야 하지만 DTC 에 대한 방법이 블랙에서 화이트로의 천이를 참조로 논의될 것이다.

<241> 이 경우에, 블랙에서 화이트로의 천이의 DTC 는, 반대 극성 및 동일 지속시간의 하나의 전압 펄스의 유사한 부분을 동시에 제거하면서, BPP 를 삭제, 즉 하나의 극성 및 하나의 지속시간의 하나의 전압 펄스의 부분을 제거함으로써 일어난다. 0 전압의 기간과 함께 삭제되었던 펄스 구획을 대체할 수 있거나 파형의 남은 부분이 삭제된 펄스 쌍에 의해 이전에 점유되었던 기간을 점유하기 위해 시간상에서 이동될 수 있고, 총 업데이트 시간을 유지하기 위하여, 삭제된 쌍의 지속시간에 매치하는 0 전압 세그먼트는 다른 곳, 통상적으로 파형의 시작 또는 끝에서 추가될 수 있다.

<242> 도 26a, 26b 및 26c 는 블랙 상태에서 0.3 초 미만의 짧은 체류 시간에서의 DTC 에 대한 상기 표 4 의 세번째 열에 리스트된 블랙에서 화이트로의 파형의 수정을 위한 프로세스를 도식적으로 예시한다. 도 26a 는 표 4 로부터 기저 파형을 예시한다. 도 26b 는, 도 26b 의 화살표로 지시된 바와 같이, 네거티브 펄스를 시간상 앞으로 이동함으로써 결과적인 갭이 제거되며, 도 26a 의 파형으로부터 포지티브 전압 펄스의 마지막 80 msec 부분 및 네거티브 전압 펄스의 첫번째 80 msec 부분에 의해 형성되는 BPP 의 삭제를 도식적으로 도시한다. 320 msec 포지티브 펄스, 320 msec 네거티브 펄스 및 180 msec 0 전압의 기간을 포함하는 결과적인 체류 시간 보상 파형이 도 26c 에서 도시된다.

<243> 이 경우에, 단순히 삭제된 BPP 의 길이를 변경함으로써 모든 체류 시간에 대한 DTC 가 일어날 수 있다는 것과 블랙상태에서 3 초 이상의 긴 체류 시간에 대한 도 26a 기저 파형은 만족스러웠다는 것이 발견되었다. 따라서, 이 경우에서 블랙에서 화이트로의 천이에 대한 ADT 파형의 완전한 리스트가 이하 표 5 에서 도시된 바와 같다:

<244> **표 5**

체류 시간	파형
0에서 0.3s	320 ms동안 +15 V, 320 ms동안 -15 V, 180 ms동안 0 V
0.3s에서 1s	360 ms동안 +15 V, 360 ms동안 -15 V, 100 ms동안 0 V
1s에서 3s	380 ms동안 +15 V, 380 ms동안 -15 V, 60 ms동안 0 V
3s 이상	400 ms동안 +15 V, 400 ms동안 -15 V, 20 ms동안 0 V

<245>

<246> 이미 언급된 바와 같이, BPP 가 도 26b 에서 도시된 방식으로 기저 파형으로부터 삭제되는 경우, 남은 콤포넌트가 시간상에서 이동되는 것이 반드시 필요한 것은 아니고, 삭제된 BPP 는 단순히 0 전압의 기간에 의해 대체될 수 있다. 이하 표 6 은 표 5 의 그것과 유사하지만 0 전압의 기간으로 대체된 삭제된 BPP 를 갖는 ADT 파형의 수정된 세트를 도시한다:

<247> **표 6**

체류 시간	파형
0에서 0.3s	320 ms동안 +15 V, 160ms동안 0 V, 320 ms동안 -15 V, 그 후 20 ms동안 0 V
0.3s에서 1s	360 ms동안 +15 V, 80ms동안 0 V, 360 ms동안 -15 V, 그 후 20 ms동안 0 V
1s에서 3s	380 ms동안 +15 V, 40ms동안 0 V, 380 ms동안 -15 V, 그 후 60 ms동안 0 V
3s 이상	400 ms동안 +15 V, 400 ms동안 -15V, 그 후 20 ms동안 0 V

<248>

<249> 본 발명의 BPPDTC 가 오직 2 개의 그레이 레벨을 갖는 디스플레이를 주로 참조로 하여 상기에서 설명되었지만, 그렇게 제한된 것은 아니고 더 많은 수의 그레이 레벨을 갖는 디스플레이에도 적용될 수도 있다. 또한, 도면에서 예시된 특정한 파형에서, BPP 의 2 개의 엘리먼트의 삽입 또는 삭제는 파형 내에서 단일 포인트에서 일어났지만, 본 발명은 단일 포인트에서 BPP 의 삽입 또는 삭제가 일어나는 파형에 제한되지 않고, BPP 의 2 개의 엘리먼트가 상이한 포인트에서 삽입 또는 삭제될 수도 있으며, 즉 BPP 를 이루는 2 개의 펄스는 바로 연속적일 필요는 없고 시간 간격에 의해 분리될 수 있다. 또한, BPP 의 하나 또는 모든 펄스는 구획으로 다시 분할될 수 있고, 이러한 구획은 DTC 에 대한 파형으로부터 삭제 또는 그에 삽입될 수 있다. 예를 들어, BPP 는 +15 V, 60 msec 펄스 및 -15 V, 60 msec 펄스로 구성될 수도 있다. 이 BPP 는 2 개의 콤포넌트, 예를 들어, -15 V, 20 msec 펄스에 바로 선행하는 +15 V, 60 msec 펄스, 및 -15 V, 40 msec 펄스로 분할될 수 있고, 이러한 2 개의 콤포넌트는 DTC 를 달성하기 위해 동시에 파형으로부터 삭제 또는 그에 삽입된다.

<250> 파형으로부터 0 전압 세그먼트의 삽입 또는 삭제는 천이 후에 최종 그레이 레벨에 영향을 주는 것이

발견되었고, 따라서 이러한 0 전압 세그먼트의 삽입 또는 삭제는 DTC 를 달성하기 위해 최종 그레이 레벨을 조절하는 제 2 방법을 제공한다. 이러한 0 전압 세그먼트의 삽입 또는 삭제는 단독으로 또는 BPP 의 삽입 또는 삭제와 조합으로 사용될 수도 있다.

<251> 본 발명의 BPPDTC 가 주어진 시간에 픽셀에 인가된 전압이 오직 -V, 0, +V 일 수 있는 펄스 폭 조정 파형을 주로 참조로 하여 상기에서 설명되었지만, 본 발명은 이러한 펄스 폭 조정 파형의 사용에 제한된 것은 아니고 전압 조정 파형, 또는 펄스 및 전압 조정을 사용하는 파형과 함께 사용될 수도 있다. 균형 펄스 쌍의 상술된 정의는 0 의 총 임펄스를 갖는 반대 극성의 2 개의 펄스에 의해 만족될 수 있고, 2 개의 펄스가 동일한 전압 또는 지속시간일 것을 요구하지는 않는다. 예를 들어, 전압 조정 구동 방식에서, BPP 는 -5 V, 20 msec 펄스에 선행하는 +15 V, 20 msec 펄스로 구성될 수도 있다.

<252> 상술된 바로부터, 본 발명의 BPPDTC 양태가, 구동 방식의 DC 균형을 유지하면서, 구동 방식의 체류 시간 보상을 허용한다는 것이 보여질 것이다. 이러한 DTC 는 전기-광학 디스플레이에서 고스팅 (ghosting) 의 레벨을 감소시킬 것이다.

<253> **섹션 D: 표적 버퍼 방법 및 장치**

<254> 이미 언급된 바와 같이, 본 발명은 각각이 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 표적 버퍼를 사용하는 2 개의 상이한 방법을 제공한다. 이러한 2 개의 방법 중 제 1 인, 비-극성 표적 버퍼 방법은 초기, 최종 및 표적 데이터 버퍼를 제공하는 단계; 초기 및 최종 데이터 버퍼의 데이터가 언제 상이하게 되는지 판정하는 단계; 및 이러한 상이함이 발견되었을 때 (i) 초기 및 최종 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대한 동일한 값을 포함하는 경우, 상기 표적 데이터 버퍼를 이 값으로 세팅; (ii) 초기 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대해 최종 데이터 버퍼보다 더 큰 값을 포함하는 경우, 표적 데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 증분의 합산의 값으로 세팅; (iii) 초기 데이터 버퍼가 특정한 픽셀에 대해 최종 데이터 버퍼보다 더 작은 값을 포함하는 경우, 표적 데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 증분의 감산의 값으로 세팅하는 방식으로 표적 데이터 버퍼의 값을 업데이트하는 단계; 초기 데이터 버퍼 및 표적 데이터 버퍼의 데이터를 각각의 픽셀의 초기 및 최종 상태로 각각 사용하여 디스플레이 상에 이미지를 업데이트하는 단계; 다음으로, 표적 데이터 버퍼로부터 초기 데이터 버퍼로 데이터를 카피하는 단계를 포함한다.

<255> 이러한 2 개의 방법 중 제 2 인 극성 표적 버퍼 방법에서, 최종, 초기 및 표적 데이터 버퍼가 디스플레이의 각각의 픽셀에 대한 극성 비트를 저장하도록 배열되는 극성 비트 어레이와 함께 다시 제공된다. 초기 및 최종 데이터 버퍼의 데이터는 비교되고, 그들이 상이한 경우 극성 비트 어레이 및 표적 데이터 버퍼의 값은 (i) 초기 및 최종 데이터 버퍼의 특정 픽셀에 대한 값이 상이하고 초기 데이터 버퍼의 값이 픽셀의 극단 광학 상태를 나타내는 경우, 픽셀에 대한 극성 비트를 반대 극단 광학 상태로의 천이를 나타내는 값으로 세팅; 및 극성 비트 어레이의 관련되는 값에 따라서, 표적 데이터 버퍼를 초기 데이터 버퍼와 증분의 합산 또는 감산의 값으로 세팅하는 방식으로 극성 비트 어레이 및 표적 데이터 버퍼의 값이 업데이트 된다. 디스플레이 상의 이미지가 이후에 제 1 방법과 동일한 방법으로 업데이트되고, 이후에 표적 데이터 버퍼로부터의 데이터가 초기 데이터 버퍼로 카피된다. 이러한 스텝은 초기 및 최종 데이터 버퍼가 동일한 데이터를 포함할 때까지 반복된다.

<256> 쌍안정 전기-광학 디스플레이용 종래 기술 제어기는 통상적으로 다음 리스팅 1 (여기의 모든 리스팅은 의사코드 (pseudocode) 로 되어 있다) 에 도시된 것과 유사한 로직을 사용한다.

<257> **리스팅 1**

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := final
        if (host has new data)
                final := new_image
                update_display (initial, final)
```

<258>

<259> 이러한 방식으로 작동하는 제어기로, 디스플레이는 신규한 이미지 정보를 수신하기 위해 대기하고, 이후, 이러한 신규한 이미지 정보가 수신되었을 때, 디스플레이에 신규한 정보를 보내도록 하기 전에 완전한 업데이트를 수행하며, 즉 하나의 신규한 이미지가 디스플레이에 의해 수용되면, 디스플레이는 제 1 신규 이미지를 디스플레이하는데 필요한 디스플레이의 재기입이 완료될 때까지 디스플레이는 제 2 신규 이미지를 수용할 수 없고, 어떠한 경우에는 이러한 재기입 절차가 수백 밀리초가 걸릴 수도 있고, 참고로 구동 방식 중 일부는 상기 섹션 A 내지 C 에서 개시되었다. 따라서, 사용자가 스크롤하거나 타이핑할 때, 디스플레이는 이러한 완전한 업데이트(재기입) 시간 동안 사용자 입력에 반응이 없는 것으로 나타난다.

<260> 반면에, 본 발명의 비-극성 표적 버퍼 방법을 일으키는 제어기는 다음 리스팅 2 (이러한 유형의 제어기는 이하에서 편의상 "리스팅 2 제어기" 로 불릴 수도 있다) 에 의해 예시된 로직에 의해 작동한다.

<261> **리스팅 2**

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
pixel array target [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := target
        final := host_frame_buffer
        if initial != final
        for each pixel in initial
                        if Initial == final then target := initial
                        if Initial > final then target := initial + 1
                        if initial < final then target := initial -1
                update_display (initial, target)
```

<262>

<263> NPTB 방법에 대한 이러한 수정된 제어기 로직에서, 3 개의 이미지 버퍼가 존재한다. 초기 및 최종 버퍼는 종래 기술 제어기와 동일하고, 신규한 제 3 의 버퍼는 "표적" 버퍼이다. 이 디스플레이 제어기는 어떤 시간에라도 최종 버퍼로 신규 이미지를 수용할 수 있다. 제어기가 최종 버퍼의 데이터가 더 이상 초기 버퍼의 데이터와 동일하지 않다 (즉, 이미지의 재기입이 요구된다) 는 것을 발견한 경우, 신규 표적 데이터 세트가, 초기 및 최종 버퍼의 관련되는 값 사이의 차이에 따라서, 초기 버퍼의 값을 1 만큼 증가 또는 감소시킴 (또는 그들을 변화시키지 않음) 으로써 구성된다. 이후, 제어기는 초기 및 표적 버퍼로부터의 값을 사용하여 통상의 방법으로 디스플레이 업데이트를 수행한다. 이러한 업데이트가 완료되었을 때, 제어기는 표적 버퍼로부터 초기 버퍼로 값을 카피하고, 이후, 신규한 표적 버퍼를 생성하기 위해 초기 및 최종 버퍼 사이에서 차이를 계산하는 동작을 반복한다. 전체 업데이트는 초기 및 최종 버퍼가 동일한 데이터 세트를 가질 때 완료된다.

<264> 따라서, NPTB 방법에서, 전체 업데이트는 서브업데이트 동작의 시리즈로서 일어나고, 이러한 서브업데이트 동작 하나는 초기 및 표적 버퍼를 사용하여 이미지가 업데이트될 때 발생한다. 용어 "메소-프레임 (meso-frame)" 은 이하에서 각각의 이러한 서브-업데이트 동작에 요구되는 기간에 대해 사용될 것이고, 이러한 메소-프레임은 물론 디스플레이의 단일한 스캔 프레임 (전술된 MEDEOD 애플리케이션을 참고) 및 수퍼프레임에 요구되는 것 사이의 기간 또는 전체 업데이트를 완료하기 위해 요구되는 기간을 지시한다.

<265> 본 발명의 NPTB 방법은 2 가지 방법으로 인터액티브 수행을 개선한다. 첫째로, 종래 기술 방법에서, 최종 데이터 버퍼는 업데이트 프로세스 동안 제어기에 의해 사용되어, 어떠한 신규 데이터도 업데이트가 실시되고 있는 동안 이 최종 데이터 버퍼로 기입될 수 없고, 따라서 디스플레이는 업데이트에 요구되는 전체 기간 동안 신규한 입력에 반응할 수 없다. 본 발명의 NPTB 방법에서, 최종 데이터 버퍼는 표적 데이터 버퍼의 데이터 세트의 계산에만 사용되고, 단순히 컴퓨터 계산인 이 계산은, 전기-광학 물질로부터 물리적 응답을 요구하는 업데이트 동작보다 훨씬 신속하게 이루어질 수 있다. 표적 데이터 버퍼에서 데이터 세트의 계산이 완료되면, 업데이트는 최종 데이터 버퍼로의 더 이상의 액세스를 요구하지 않아서, 최종 데이터 버퍼는 신규 데이터를 수용

할 수 있다.

<266> 전술된 MEDEOD 애플리케이션에서 논의되고 파형에 관하여 이하에서 더 논의될 이유로, 픽셀이 하나의 극단 광학 상태로부터 하나의 극성의 전압 펄스에 의해 구동되어져 나가면, 픽셀이 그것의 다른 극단 광학 상태에 도달할 때까지 어떤 반대 극성의 전압 펄스도 그 픽셀에 인가되지 않는다는 의미에서, 픽셀이 순환적 방식으로 구동되는 것이 종종 바람직하며, 예를 들어, 도 11a 및 11b 와 전술된 2003/0137521 의 관련된 기재를 참조한다. 이 제한은 다음의 리스팅 3 에 의해 예시되는 로직을 갖고 동작하는 제어기 (이 유형의 제어기는 이하에서 편의상 "리스팅 3 제어기" 로 불릴 수도 있고, 당업자는 그레이 레벨의 상이한 수를 가지는 동작의 의사코드를 용이하게 수정할 수 있지만, 이 리스팅은 블랙 1 로부터 화이트는 4 까지 넘버링된 그레이 레벨을 갖는 4 개의 그레이 레벨을 가정한다) 를 사용할 수도 있는 본 발명의 PTB 방법에 의해 만족된다.

<267> **리스팅 3**

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
pixel array target [x_size, y_size]
bit array polarity [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := target
        final := host_frame_buffer
        if initial != final
        for each pixel in initial
                if initial == 1 then polarity := 1
                if initial == 4 then polarity := 0
                if initial != final then target :=  initial + (polarity-
0.5)*2
                update_display (initial, target)
```

<268>

<269> 이 PTB 방법은 4 개의 이미지 버퍼를 요구하고, 제 4 는 디스플레이의 각각의 픽셀에 대해 단일 비트를 가지는 "극성" 버퍼이고, 이러한 단일 비트는 관련되는 픽셀의 천이의 현재 방향을 지시하며, 즉 픽셀이 현재 화이트에서 블랙으로 (0) 또는 블랙에서 화이트로 (1) 천이 중인지를 지시한다. 관련되는 픽셀이 현재 천이를 겪고 있지 않다면, 극성 비트는 그것의 값을 이전 천이로부터 보유하고, 예를 들어, 밝은 그레이 상태에서 안정적이고 이전에는 화이트였던 픽셀은 0 의 극성 비트를 가질 것이다.

<270> PTB 방법에서, 극성 비트 어레이는 신규 표적 버퍼 데이터 세트가 구성될 때 고려된다. 픽셀이 현재 블랙 또는 화이트이고, 반대 상태로의 천이가 요구된다면, 극성 비트의 값은 이에 따라서 세팅될 것이고, 표적 값은 블랙 또는 화이트에 각각 가까운 그레이 레벨로 세팅될 것이다. 택일적으로, 픽셀의 초기 상태가 중간 (그레이) 상태라면, 표적 값은 극성 비트의 값에 따라서 (극성=1 이면 +1, 극성=0 이면 -1), 1 만큼 증가 또는 감소시킴으로써 계산된다.

<271> 이러한 구동 방식에서, 중간 상태에서의 픽셀의 상태는 그 픽셀에 대한 최종 상태의 현재 값에 독립적이다. 블랙에서 화이트 또는 화이트에서 블랙으로의 천이를 시작하는 픽셀은 그것이 반대 광학 레일 (극단 광학 상태, 통상적으로 블랙 또는 화이트) 에 도달할 때까지 동일한 방향으로 계속한다. 원하는 이미지 및 따라서 표적 상태가 천이 동안 변화한다면, 이후 픽셀은 반대 방향으로 돌아올 것이다.

<272> 본 발명의 TB 방법에서 사용을 위한 바람직한 파형이 이제 논의될 것이다. 이하 표 7 은 본 발명의 NPTB 및 PTB 방법과 함께 1-비트 (모노크롬) 동작에 사용될 수 있는 하나의 가능한 천이 매트릭스를 예시하며, 이 천이 매트릭스는 2 개의 중간 상태를 사용한다.

<273> 표 7

		초기상태			
		1	2	3	4
표적 상태	1	A(*)	B	-	-
	2	C	-	E	-
	3	-	F	-	H
	4	-	-	I	J(*)

<274>

<275> 블랙, 화이트, 및 2 개의 중간 그레이 상태를 갖는 이 천이 매트릭스의 구조는 MEDEOD 애플리케이션에서 기재된 것과 같은, 종래 기술 2-비트 구동 방식에서 사용된 것과 매우 유사해 보인다. 그러나, 본 발명의 TB 방법에서, 이러한 중간 상태는 안정한 그레이 상태에 대응하지 않고, 하나의 메소-프레임의 완결 및 다음의 시작 사이에서만 존재하는 천이 상태만이다. 또한, 이러한 중간 상태의 반사력의 균일성에는 어떠한 제한도 존재하지 않는다.

<276> 표 7 에서 도시된 천이 매트릭스에서, 다수의 엘리먼트 (대쉬에 의해 지시된) 는 허용되지 않는 것을 유의해야 한다. 제어기는 각각의 천이가 각각의 방향으로 1 유닛만큼 그레이 레벨을 변화하도록 하여, 그레이 레벨에서 다중 변화를 포함하는 천이, 예를 들어 직접 1-4 블랙에서 화이트 천이는 금지된다. 천이 매트릭스의 선도 대각선의 엘리먼트 (0 천이에 대응하는) 는 중간 상태에 대해서는 금지되었고, 이러한 선도 대각선 엘리먼트는 화이트 및 블랙 상태에서 추천되지 않지만, 표 7 에서 별표에 의해 지시되는 바와 같이, 엄격하게 금지된 것은 아니다.

<277> 모노크롬 NPTB 방법에서, 업데이트 시퀀스는, 0 체류 시간에 의해 분리되는 중간 그레이 상태의 시퀀스와 함께 극단 광학 상태 (광학 레일) 에서 시작하고 끝나는 상태의 시리즈로 나타난다. 예를 들어, 블랙에서 화이트로의 간단한 천이는,

<278> 1->2->3->4 로 나타날 수 있다.

<279> 반면에, 디스플레이의 최종 상태가 업데이트 동안 변화한다면, 이 천이는,

<280> 1->2->3->2->1 이 될 수도 있다.

<281> 최종 상태에서 다중 변화는,

<282> 1->2->3->2->3->4 와 같은 천이를 생성할 수도 있다.

<283> 보다 일반적으로, 극단 블랙 및 화이트 광학 상태 사이에 4 개의 가능한 유형의 천이가 존재하고,

<284> 1->2->3(->2->3)->4

<285> 1->2(->3->2)->1

<286> 4->3->2(->3->2)->1

<287> 4->3(->2->3)->4

<288> 여기서 괄호는 괄호 안에서 괄호 안의 시퀀스의 0 또는 더 많은 반복을 의미한다.

<289> NPTB 구동 방식의 이 클래스의 최적화 ("조절") 는, 괄호의 시퀀스의 반복의 수에 독립적으로, 1 (블랙) 및 4 (화이트) 상태에 대한 모순 없는 반사력 값을 확실하게 하기 위한 천이 매트릭스의 0 이 아닌 엘리먼트의 조절을 요구한다. 파형은 블랙 및 화이트 극단 광학 상태에서 임의의 체류 시간 동안 작용하지만, 중간 상태에서 체류 시간은 항상 0 이어서, 상기 언급한 바와 같이, 천이 상태의 반사력은 중요하지 않다.

<290> 일반적으로, 어떤 단일 메소-프레임 업데이트에 요구되는 시간은 천이 매트릭스에서 최장 엘리먼트의 길이와 동일하다. 따라서, 총 업데이트 시간은 이 최장 엘리먼트의 길이의 3 배이다. 가장 좋은 경우, 블랙에서 화이트 및 화이트에서 블랙 (각각 1->4 및 4->1) 파형은 3 개의 동일-길이 부분으로 나누어질 수 있고, 이러한 접근은 총 업데이트에 동일한 지속시간을 유지하면서, 업데이트 대기시간을 총 업데이트 시간의 3 분의 1 로 감소시킬 것이다. 파형을 최적화한 결과일 수도 있는, 메소-프레임 업데이트의 길이가 더 길어질수록, 베니핏 (benefit) 은 덜 중요하게 된다. 예를 들어, 하나의 엘리먼트가 2 배의 길이가 되면, 대기시간은 단순한 업

데이트 시간의 3 분의 2 로 증가하고, 완전한 천이는 이전의 2 배의 길이를 요구할 것이다. 주어진 메소-프레임에 존재하는 최장 엘리먼트를 발견하기 위해 테스트하고, 동적으로 업데이트 시간을 그 길이로 조절하는 것이 가능하지만, 이러한 여분의 계산의 베니핏은 중요하지 않을 것이다.

<291> 매체의 어떤 전기-광학 특성이 디스플레이가 이러한 유형의 NPTB 구동 방식을 사용하는데 적합한 매체를 사용하게 하는지 고려되어야 한다. 첫째로, 이 파형이 천이 사이에서의 잠재적으로 훨씬 긴 체류 시간과 메소-프레임 사이에서의 0 에 가까운 체류 시간의 시리즈를 조합하기 때문에, 매체의 체류 시간 의존도는 0 (이상적으로는, 또는 적어도 매우 낮아야 한다) 이어야 한다. 둘째로, 천이의 방향이 중간-스트림에서 변화, 예를 들어, 2->1 천이가 1->2 또는 3->2 중 하나의 천이에 후속할 수도 있으므로, 매체는 특정 천이의 초기 상태에 선행하는 광학 상태에 매우 둔감하거나 영향이 없어야 한다. 결과적으로, 전기-광학 매체는 그것의 반응에서 대칭적이어야 하고, 특히 블랙 및 화이트 상태에 가까워야 하며, 동일한 블랙 또는 화이트 상태에 각각 도달하는 1->2->1 또는 4->3->4 천이를 수행할 수 있는 DC 균형 파형을 생성하기는 어렵다.

<292> 상술된 이유로, NPTB 구동 방식에서 "중간 역전" 은 최적화된 파형을 전개하기 매우 어렵게 한다. 반면에, PTB 구동 방식은 전기-광학 매체에 대한 요구를 상당히 감소시키고, 따라서 여전히 개선된 수행을 제공하면서 NTPB 구동 방식을 최적화하는데 있어서 어려움을 상당히 완화해야 한다.

<293> PTB 구동 방식에 대한 천이 매트릭스의 구성이 NPTB 구동 방식에 대한 그것과 동일해야 하지만, PTB 구동 방식은 오직 2 개의 블랙에서 화이트 및 화이트에서 블랙 천이만을 허용하며, 즉,

<294> 1->2->3->4; 및

<295> 4->3->2->1 만을 허용한다.

<296> 실제로, 이러한 2 개의 천이는 3 개의 동일한 부분으로 분할된 천이를 가지는 표준적인 1->4 및 4->1 천이와 동일할 수 있다. 일부 약간의 되돌아옴은 메소-프레임 사이에서의 어떤 지연을 설명하는데 바람직할 수도 있지만, 조절은 용이하다. 단순한 타이핑 입력에서, 이 구동 방식은 대기시간에서 3 분의 2 감소를 발생해야 한다.

<297> PTB 방법에는 일부 단점도 존재한다. 여분의 메모리가 극성 비트 어레이를 위해 요구되고, 각각의 픽셀에서 천이의 방향을 고려하는 것은 천이에 대한 초기 및 최종 상태에 추가하여 여분의 데이터 (극성 비트) 를 고려하는 것을 요구하기 때문에, 더 복잡한 제어기가 이 더 단순한 구동 방식을 작동한다. 또한, PTB 방법이 업데이트를 시작하기 위한 대기시간을 감소시키는 반면에, 제어기는 천이를 역전시키기 전에 업데이트가 완료될 때까지 대기해야한다. 이러한 제한은 사용자가 캐릭터를 타이핑하고 그것을 즉시 지우면 명백하고, 캐릭터가 삭제되기 이전의 지연은 총 업데이트 시간과 동일하다. 이것은 커서 트랙킹 또는 스크롤링에 대한 PTB 방법의 유용성을 제한한다.

<298> NPTB 및 PTB 방법이 모노크롬 구동 방식에 대해 상기에서 주로 기재되었지만, 그들은 그레이 스케일 구동 방식과 호환된다. NPTB 방법은 본연적으로 완전히 그레이 스케일에 호환되고, PTB 방법의 그레이 스케일 호환성은 이하에서 논의된다.

<299> 구동 방식 관점에서, 그레이 스케일 구동 방식에서 중간 상태는 실제 그레이 레벨에 대응하고, 따라서 이들 중간 상태의 광학 값이 제한되기 때문에, NPTB 에 대한 작용가능한 그레이 스케일 구동 방식을 생성하는 것이 대응하는 모노크롬 방식보다 명백히 더 어려울 것이다. PTB 방법에 대한 그레이 스케일 구동 방식을 생성하는 것은 또한 매우 어렵다. 대기시간을 감소시키기 위해, 메소-프레임 천이는 분명하게 단축되어야만 한다. 예를 들어, 2->3 천이는 독립하여 조작된 천이, 1->2->3 천이의 마지막 스테이지, 또는 2->3->4 천이의 첫번째일 수 있다. 따라서, 이 천이를 짧고 (더 짧은 전체적인 업데이트를 달성하기 위해), 정확하게 (천이가 그레이 레벨 3 에서 멈추는 경우에) 만들기 위한 경쟁적인 수요가 존재한다.

<300> 그레이 스케일 PTB 방법은 다중 그레이 레벨 스텝을 도입함으로써 수정될 수도 있고 (즉, 표 7 에서 도시된 바와 같이, 관련되는 천이 매트릭스의 선도 (leading) 대각선으로부터 제거된 하나보다 많은 스텝의 엘리먼트를 재-삽입하는데 대응하여, 그레이 레벨이 각각의 메소-프레임 동안 1 유닛 초과하여 변화하는 것을 허용함으로써), 따라서 선행 파라그래프에서 설명된 메소-프레임 스텝의 퇴보를 제거한다. 이 수정은 극성 비트 매트릭스를 디스플레이의 각각의 픽셀에 대해, 1 보다 큰 비트, 전체 그레이 스케일 이미지 표현에 요구되는 비트의 수까지 포함하는 카운터 어레이와 교체함으로써 일어날 수도 있다. 파형은, 4 개로 (또는 메소 프레임의 다른 임의적 수) 균등하게 나누어지는 각각의 파형과 함께, 총 N x N 천이 매트릭스까지 포함할 수 있

다.

<301> 상술된 특정 TB 방법은, 2 개의 중간 그레이 레벨을 갖는, 2-비트 그레이 스케일 방법이지만, TB 방법은 물론 그레이 레벨의 어떤 수에도 사용될 수 있다. 그러나, 감소된 대기시간의 증분 베니핏은 그레이 레벨의 수가 증가함에 따라 감소하는 경향이 있을 것이다.

<302> 따라서, 본 발명은 제어기 알고리즘의 복잡성을 최소화하면서, 모노크롬 모드에서 업데이트 대기시간의 상당한 감소를 주는 2 가지 유형의 TB 방법을 제공한다. 이러한 방법은 인터액티브 1-비트 (모노크롬) 애플리케이션, 예를 들어, 사용자 입력에의 신속한 응답이 가장 중요한, 휴대단말기 및 전자 사전에 특히 유용하다.

<303> **섹션 E: 파형 압축 방법 및 장치**

<304> 이미 언급된 바와 같이, 본 발명의 마지막 주요 양태는 쌍안정 전기-광학 디스플레이를 구동하기 위해 저장되어야만 하는 파형 데이터의 양을 감소하는 방법에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명의 이러한 양태는 각각이 2 개 이상의 상이한 그레이 레벨을 달성할 수 있는 복수의 픽셀을 갖는 전기-광학 디스플레이를 구동하는 "파형 압축" 또는 "WC" 방법을 제공하고, 이 방법은, 그레이 레벨 사이의 픽셀에 의한 특정한 천이 중에 인가될 전압의 시퀀스를 정의하는 기저 파형을 저장하는 단계; 특정한 천이에 대한 멀티플리케이션 팩터를 저장하는 단계; 및 멀티플리케이션 팩터에 따른 기간 동안 전압의 시퀀스를 픽셀에 인가함으로써 특정한 천이를 일으키는 단계를 포함한다.

<305> 임펄스-구동 전기-광학 디스플레이가 구동되는 경우, 픽셀의 하나의 광학 상태에서 다른 것으로의 천이, 통상적으로 그레이 레벨 사이의 천이를 일으키기 위해, 디스플레이의 각각의 픽셀은 전압 펄스 (즉, 그 픽셀과 관련된 2 개의 전극 사이의 전압 차이) 또는 전압 펄스의 일시적 시리즈 (즉, 파형) 를 수신한다. 데이터가 택일적으로 호스트 컴퓨터 또는 다른 보조적인 디바이스 상에 저장될 수 있지만, 각각의 천이에 대해 파형의 세트를 정의하는데 필요한 데이터 (완전한 구동 방식을 형성하는) 는, 일반적으로 디스플레이 제어기 상의 메모리에 저장된다. 구동 방식은 다수의 파형을 포함할 수도 있고 (전술된 MEDEOD 애플리케이셔에서 기재된 바와 같이), 온도와 습도와 같은 환경적 파라미터, 및 환경적이지 않은 변동, 예를 들어, 전기-광학 매체의 동작 수명에서의 변동을 고려하기 위하여 다중 세트의 파형 데이터를 저장하는 것이 필요할 수도 있다. 따라서, 파형 데이터를 유지하기 위해 필요한 메모리의 양은 상당할 수 있다. 디스플레이 제어기의 비용을 감소하기 위해 메모리의 양을 감소시키는 것이 바람직하다. 디스플레이 제어기 또는 호스트 컴퓨터에서 실제로 수용될 수 있는 간단한 압축 방식은 파형 데이터에 필요한 메모리의 양을 감소시키고 따라서 디스플레이 제어기 비용을 감소하는데 유익할 수 있다. 본 발명의 파형 압축 방법은 전기영동 디스플레이 및 다른 공지된 쌍안정 디스플레이에 특히 유익한 간단한 압축 방식을 제공한다.

<306> 특정한 천이에 대해 압축되지 않은 파형은, 각각의 비트 세트가 파형의 특정 포인트에서 인가될 특정 전압을 지정하는 비트 세트의 시리즈로서 저장된다. 예로서, 포지티브 전압 (이 예에서, +10 V) 을 사용하여 픽셀이 블랙으로, 네거티브 전압 (-10 V) 을 사용하여 화이트로 구동되고, 0 전압으로 그것의 현재 광학 상태로 유지되는 3-레벨 전압 구동 방식을 고려한다. 주어진 시간 엘리먼트 (액티브 매트릭스 디스플레이에 대한 스캔 프레임) 에 대한 전압은 예를 들어 이하 표 8 에서 도시된 바와 같이, 2 비트를 사용하여 인코딩될 수 있다:

<307> **표 8**

희망되는 전압 (V)	2진법 표시
+10	01
-10	10
0	00

<308>

<309> 이러한 2 진법 표현을 사용하여, 0 전압의 2 스캔 프레임에 선행하는 5 스캔 프레임 동안 지속되는 +10 V 펄스를 포함하고 액티브 매트릭스 구동에 사용되는 파형이,

<310> 01 01 01 01 01 00 00 로 표현될 수 있다. 다수의 시간 세그먼트를 포함하는 파형은 다수의 파형 데이터의 비트 세트의 저장을 요구한다.

<311> 본 발명의 WC 방법과 일치하여, 파형 데이터는 기저 파형 (상술된 2 진법 표현과 같은) 및 멀티플리케이션 팩터로서 저장된다. 디스플레이 제어기 (또는 다른 적합한 하드웨어) 는 멀티플리케이션 팩터에 따른 기간 동안 기저 파형에 의해 정의된 전압의 시퀀스를 픽셀에 인가한다. 이러한 WC 방법의 바람직한 형태에서, 비트 세

트 (위에서 주어진 것과 같은) 는 기저 파형을 표현하기 위해 사용되지만, 각각의 비트 세트에 의해 정의되는 전압은 n 시간 세그먼트 동안 픽셀에 인가되며, 여기서 n 은 파형에 관련된 멀티플리케이션 팩터이다. 멀티플리케이션 팩터는 자연수이어야만 한다. 멀티플리케이션 팩터 1 에 대해, 인가된 파형은 기저 파형으로부터 변화되지 않는다. 1 초과의 멀티플리케이션 팩터에 대해, 전압 시리즈의 표현은 적어도 일부 파형에 대해서 압축되며, 즉 이러한 파형을 표현하기 위하여 데이터가 압축되지 않은 형태로 저장되었다면 필요할 비트보다 더 적은 비트가 필요하다.

<312> 예로서, 표 8 의 3 개의 전압 레벨 2 진법 표현을 사용하여, 0 V 의 3 스캔 프레임에 선행하는 +10 V 의 6 스캔 프레임에 선행하는 -10 V 의 9 스캔 프레임에 선행하는 +10 V 의 12 스캔 프레임을 요구하는 파형을 고려한다. 이 파형은,

<313> 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 10 10 10 10 10 10 10 10 10 01 01 01 01 01 01 00 00 00 으로 압축되지 않은 형태로 표현되고, 압축된 형태에서,

<314> 멀티플리케이션 팩터: 3

<315> 기저 파형 01 01 01 01 10 10 10 01 01 00 으로 표현된다.

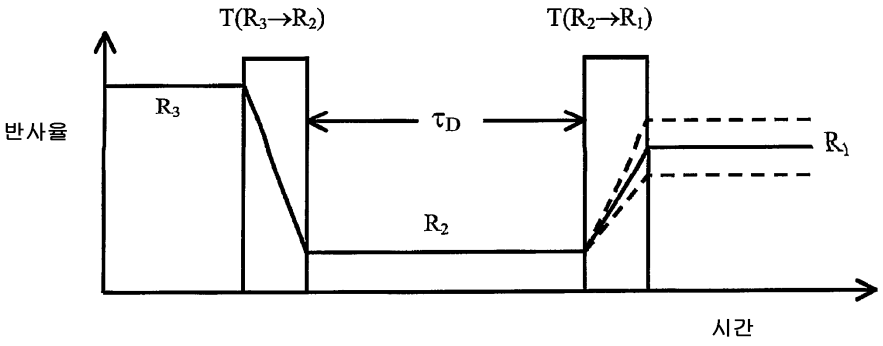
<316> 각각의 파형에 대해 할당되어야 하는 전압 시퀀스의 길이는 최장 파형에 의해 결정된다. 캡슐화된 전기영동 및 다수의 다른 전기-광학 디스플레이에 대해, 최장 파형은, 전기-광학 매체가 인가된 장에 느리게 응답하는 최저 온도에서 통상적으로 요구된다. 동일한 시간에, 성공적인 천이를 달성하기 위해 필요한 해상도는 응답이 느릴 때 감소되어서, 연속적인 스캔 프레임을 본 발명의 WC 방법을 통해 그룹핑함으로써 광학 상태의 정확도에 손실이 거의 없게 된다. 이 압축 방법을 사용하여, 업데이트 시간이 짧은 온화한 그리고 높은 온도에서 파형에 대해 적합한 다수의 스캔 프레임 (또는 일반적으로 시간 세그먼트) 은 각각의 파형에 할당될 수 있다. 필요한 스캔 프레임의 수가 메모리 할당을 초과할 수 있는 저온에서, 한 단위보다 큰 멀티플리케이션 팩터는 긴 파형을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 이는 마침내 감소된 메모리 요구 및 비용을 발생시킨다.

<317> 본 발명의 WC 방법은 원칙적으로 다양한 온도에서 액티브 매트릭스 디스플레이의 프레임 시간을 단순히 변화시키는 것과 동일하다. 예를 들어, 디스플레이는 상온, 50 Hz 에서 구동될 수 있고, 허용되는 파형 시간을 연장하기 위해 0 ℃, 25 Hz 에서 구동될 수 있다. 그러나, 뒤평면이 주어진 스캔 레이트에서 용량성의 및 저항성의 전압 아티팩트의 영향을 최소화하도록 설계되었기 때문에, WC 방법은 우수하다. 하나가 둘 중 한 쪽 방향에서 이 최적 스캔 레이트로부터 상당히 벗어날수록, 적어도 한 유형의 아티팩트가 발생한다. 따라서, 실제로 물리적인 스캔 레이트를 변경하지 않고 스캔 레이트에서 가상적인 변화를 달성하는 방법을, 사실상 제공하는 WC 방법을 사용하여 스캔 프레임을 그룹핑하면서, 실제 스캔 레이트를 일정하게 유지하는 것이 더 좋다.

도면

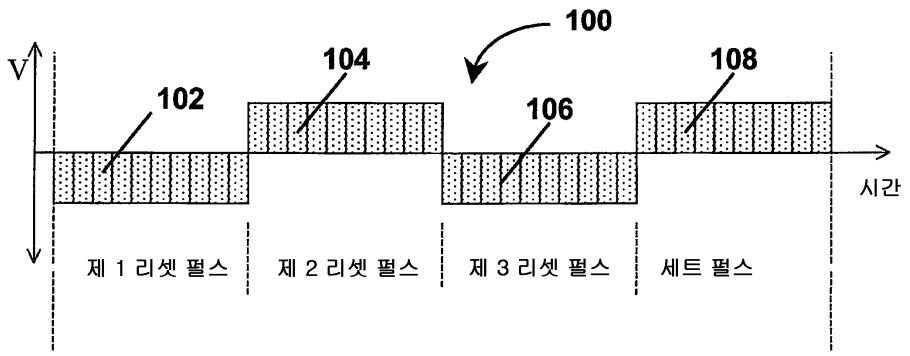
도면1

종래 기술



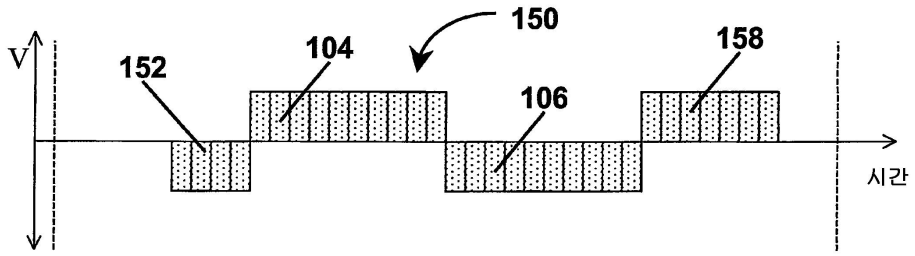
도면2a

종래 기술



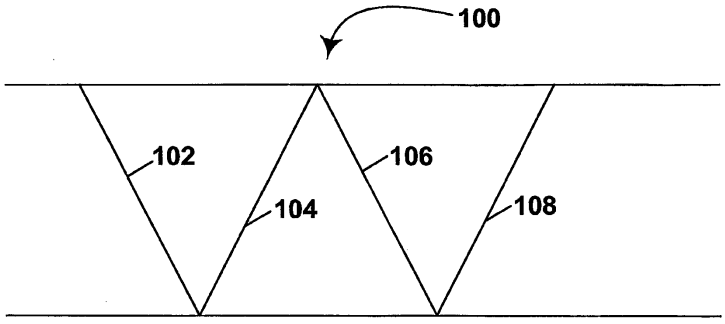
도면2b

종래 기술



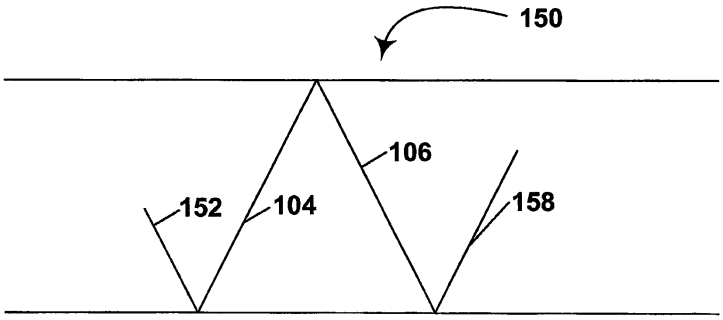
도면2c

종래 기술



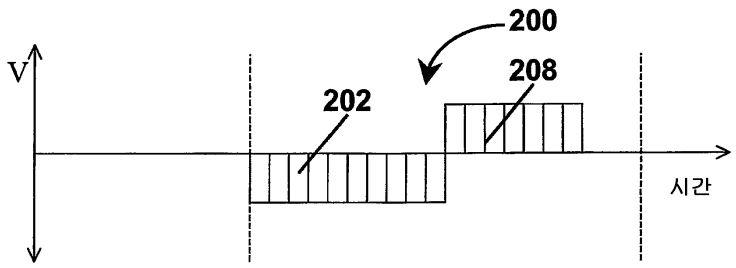
도면2d

종래 기술



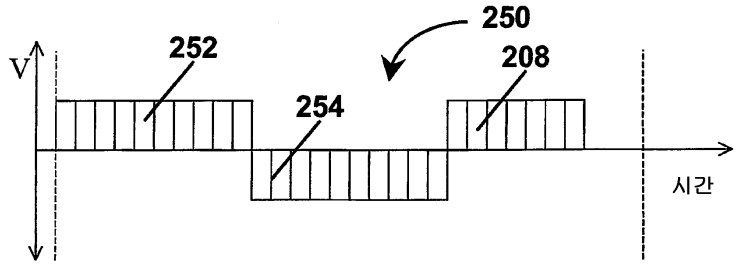
도면3a

종래 기술

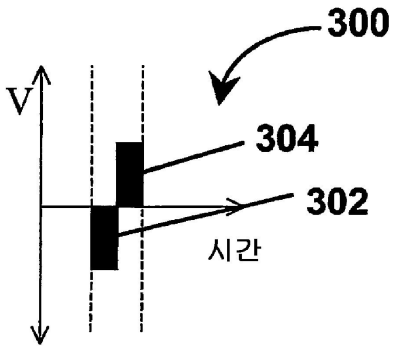


도면3b

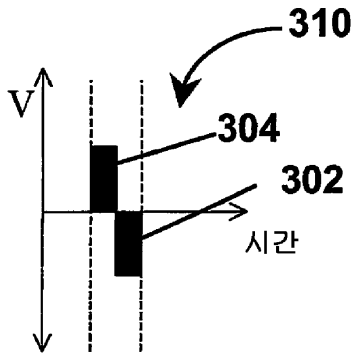
종래 기술



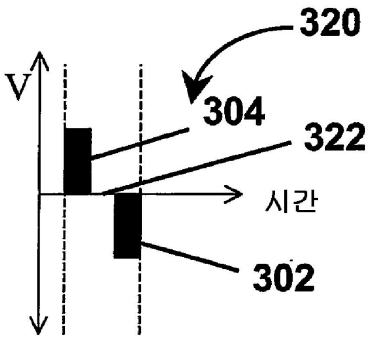
도면4a



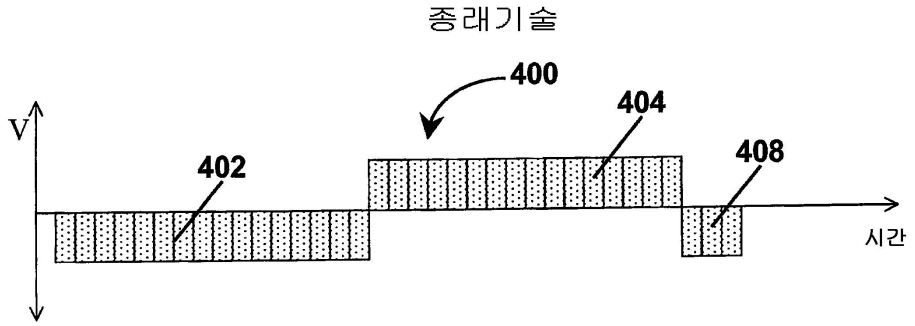
도면4b



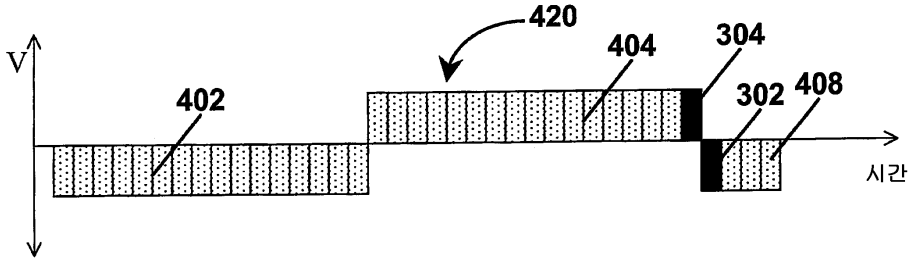
도면4c



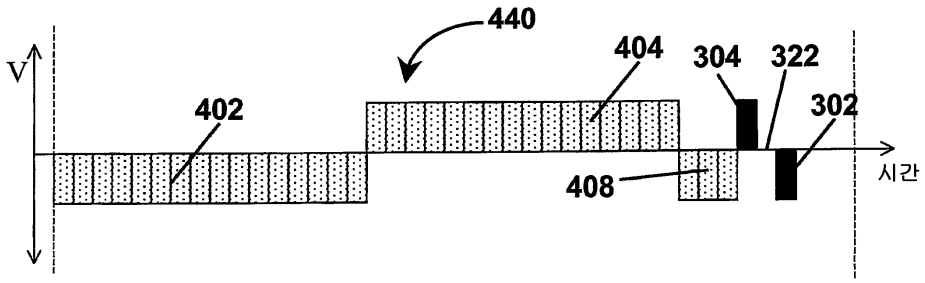
도면5a



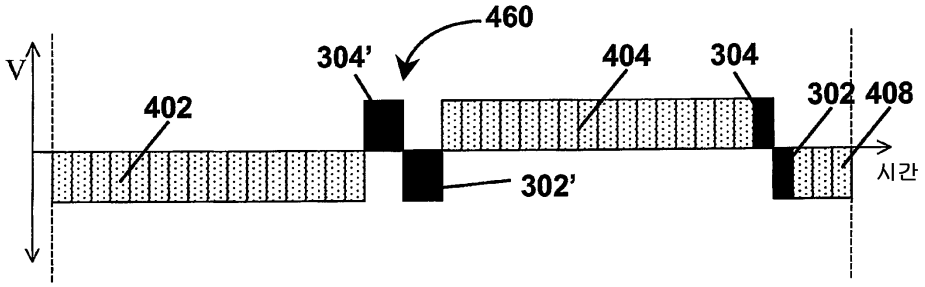
도면5b



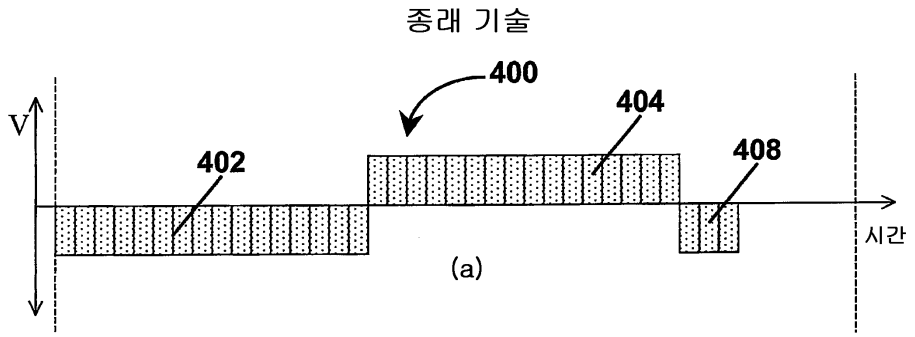
도면5c



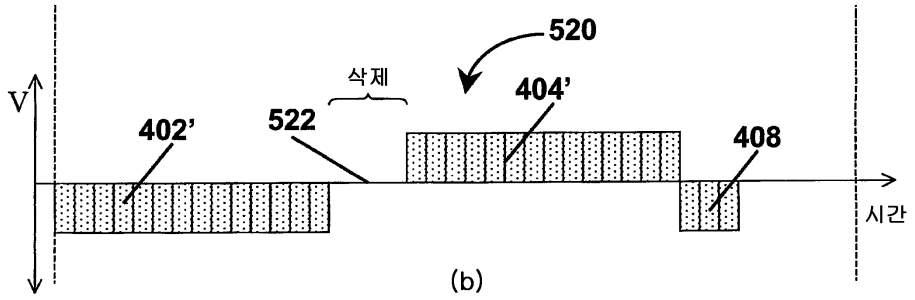
도면5d



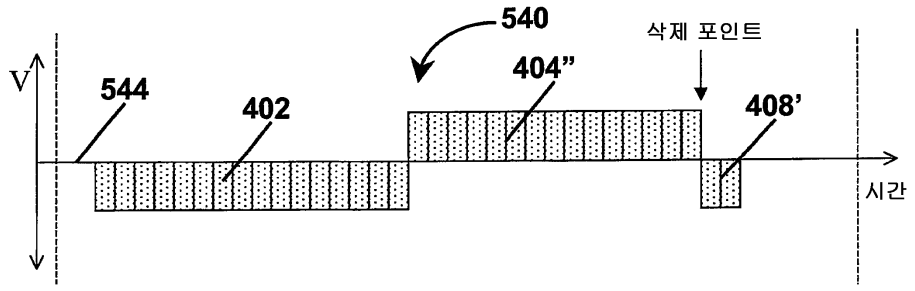
도면6a



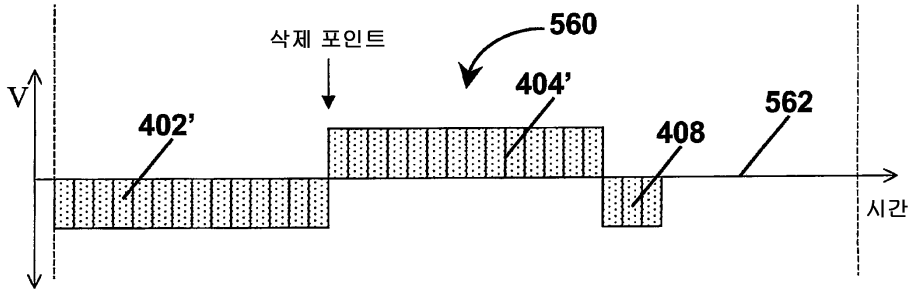
도면6b



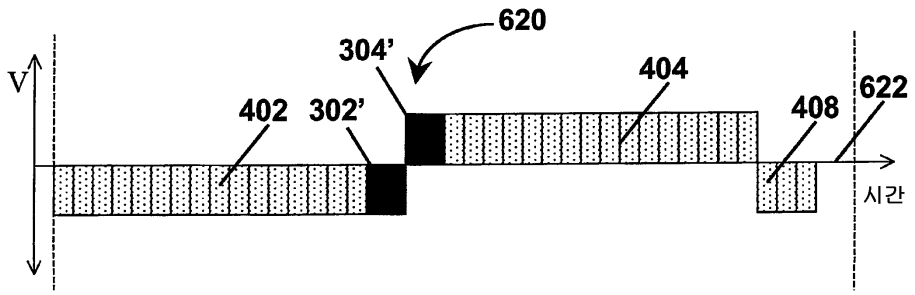
도면6c



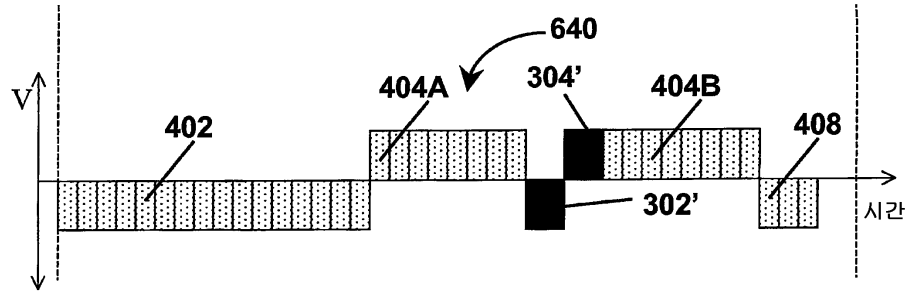
도면6d



도면7a

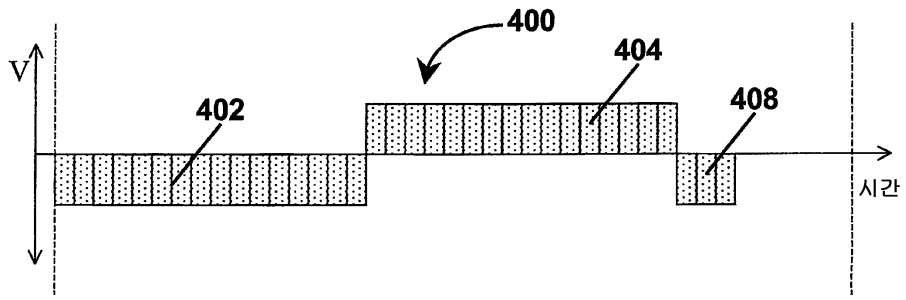


도면7b

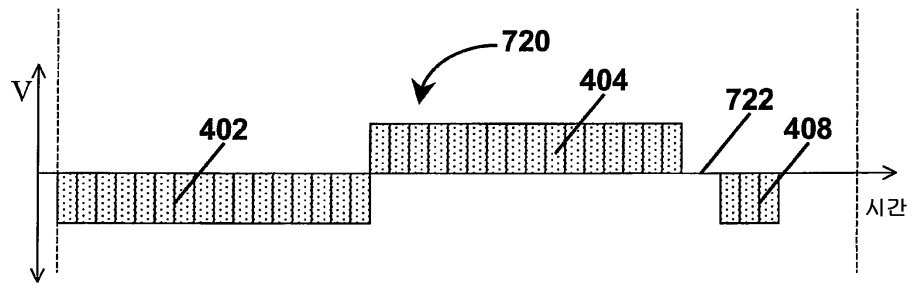


도면8a

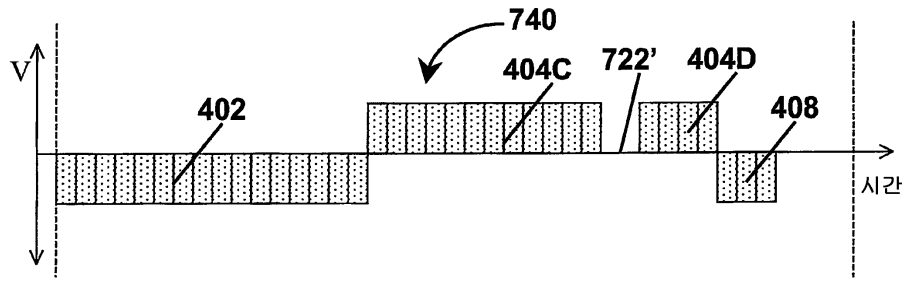
종래 기술



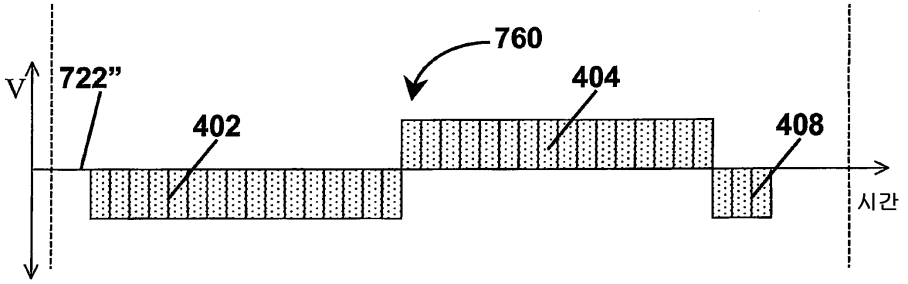
도면8b



도면8c

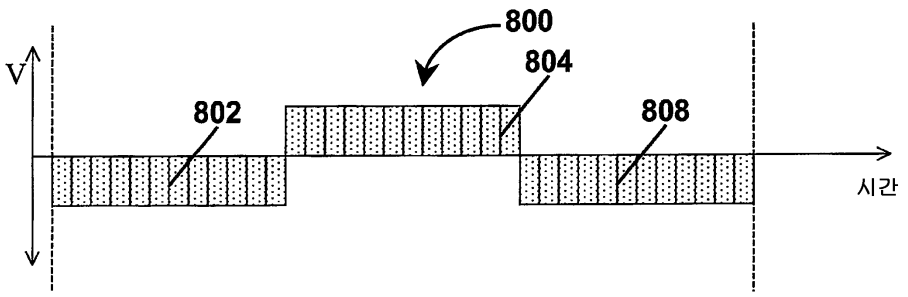


도면8d



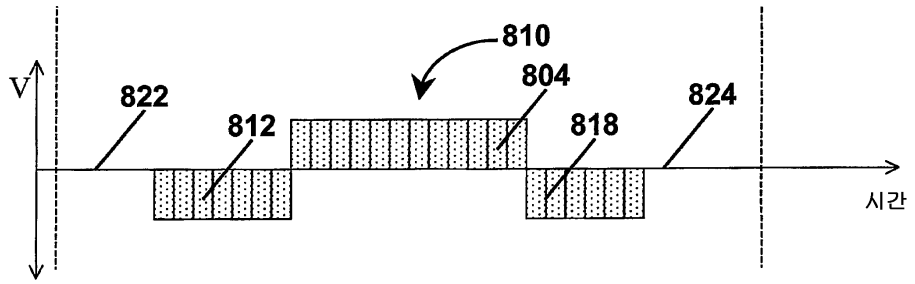
도면9a

종래 기술

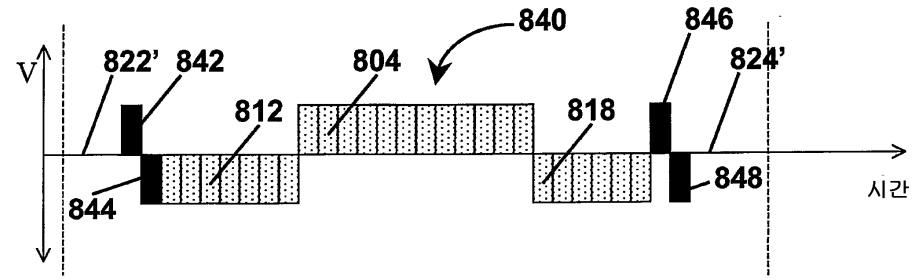


도면9b

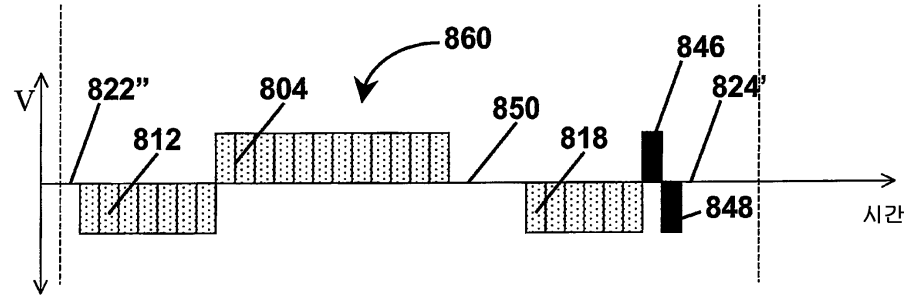
종래 기술



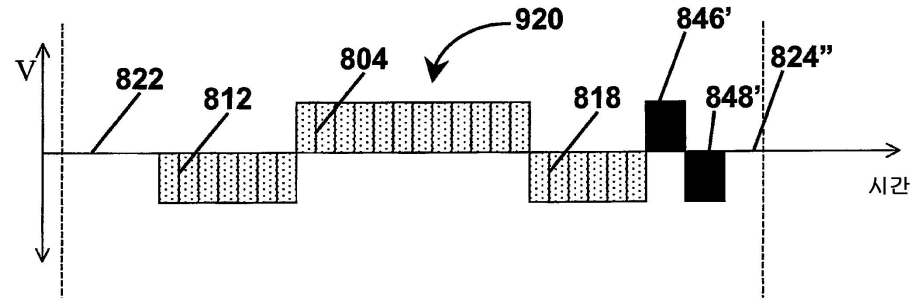
도면9c



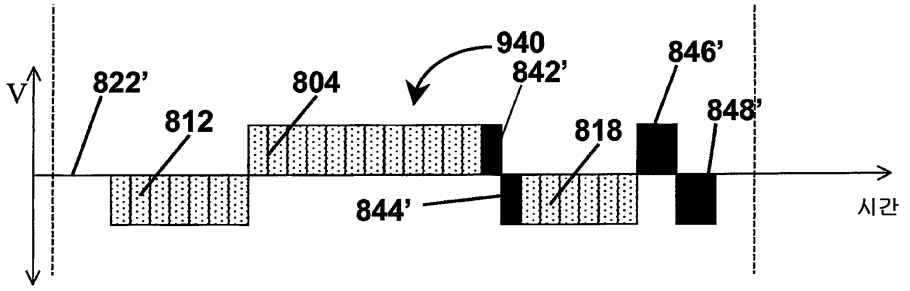
도면9d



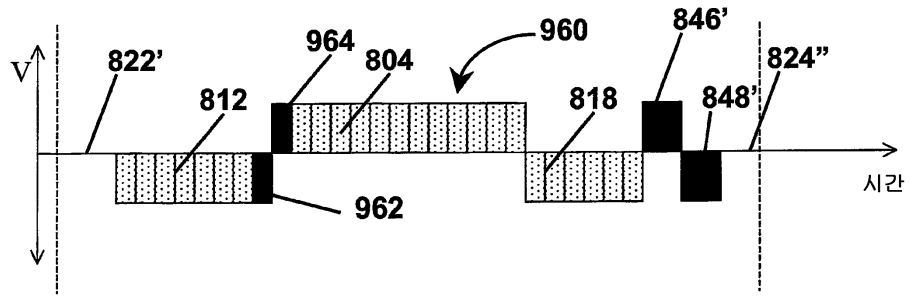
도면10a



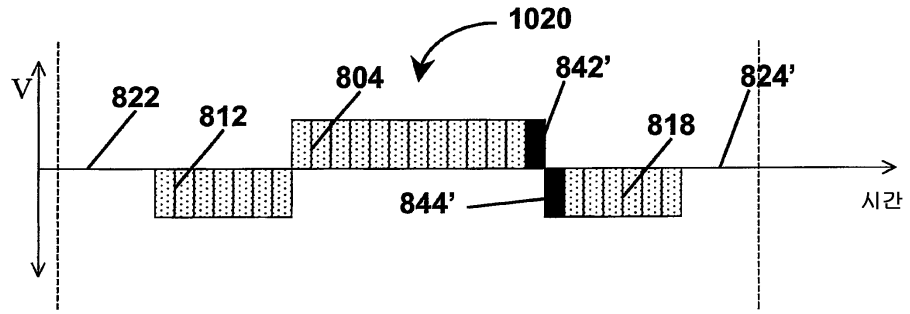
도면10b



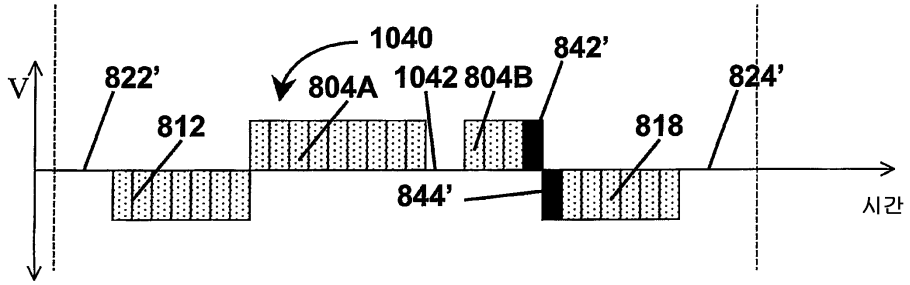
도면10c



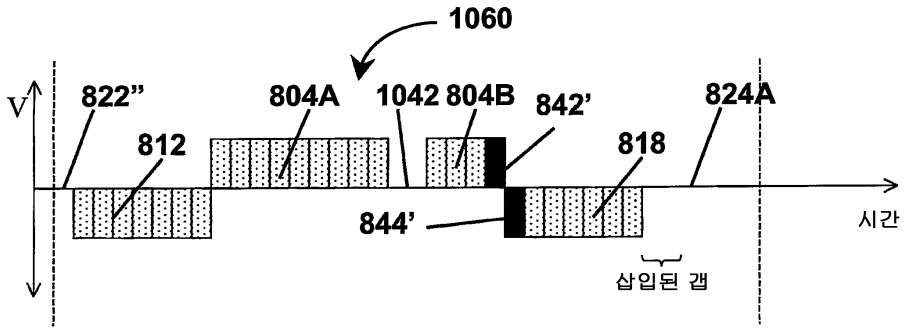
도면11a



도면11b



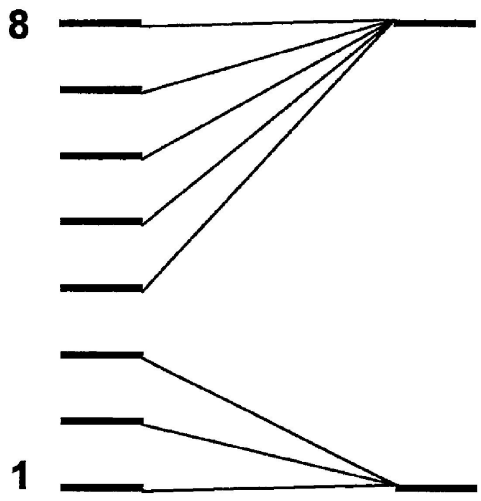
도면11c



도면12

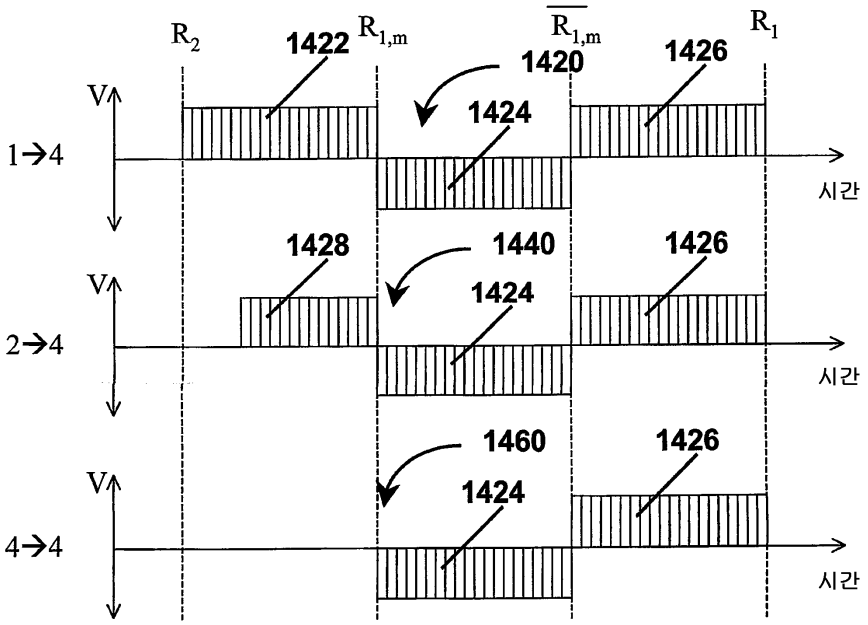
$$R_2 \rightarrow R_{1,m} \rightarrow \overline{R_{1,m}} \rightarrow R_1 \qquad \text{(방식 2)}$$

도면13

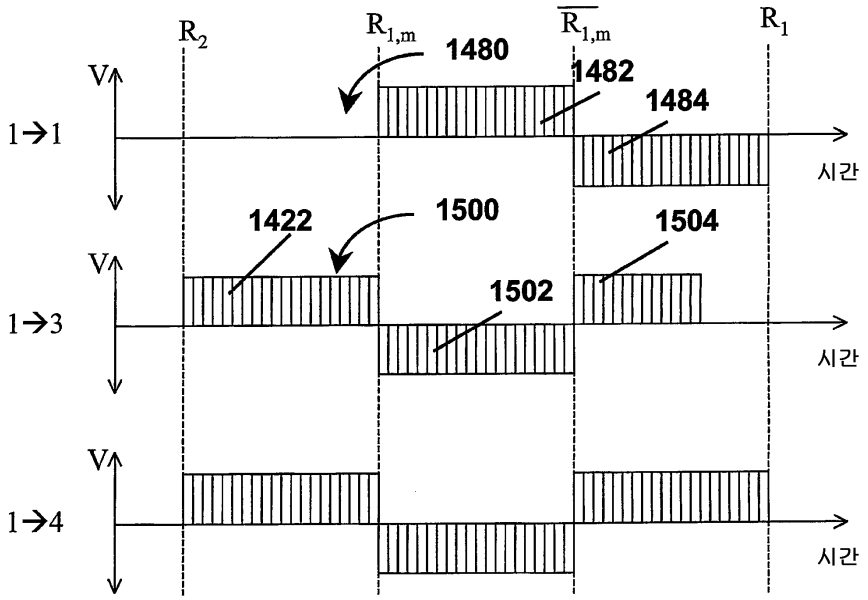


그레이 스케일 이미지 모노크롬 프로젝션

도면14



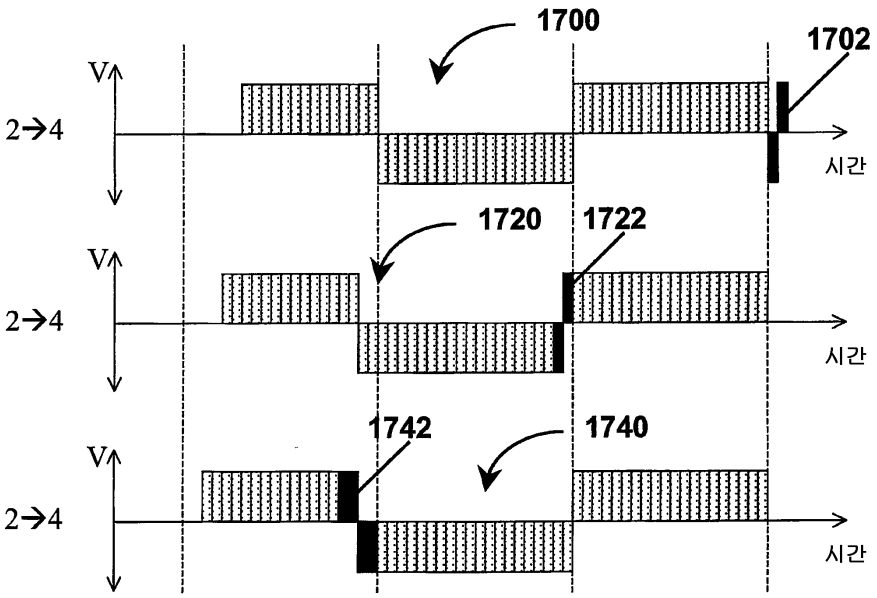
도면15



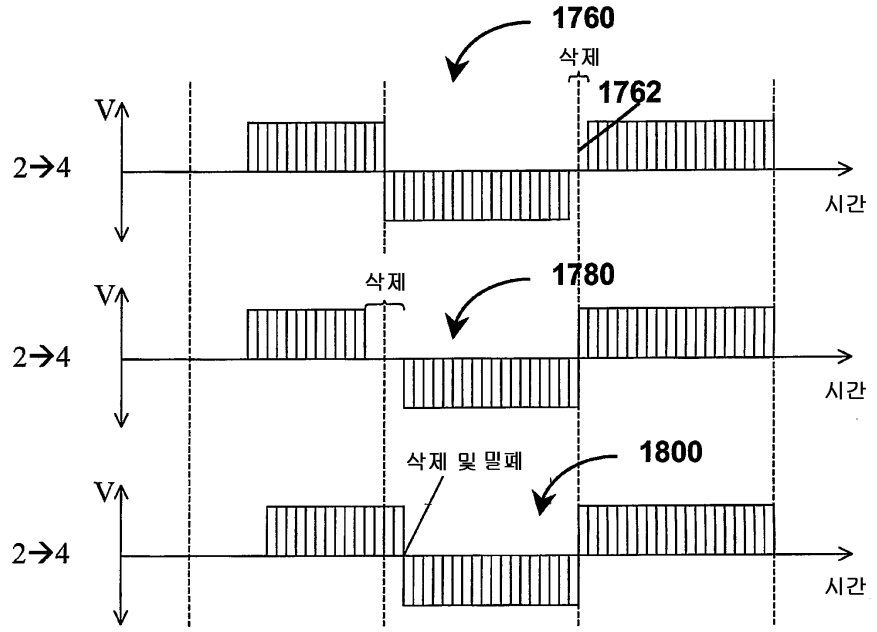
도면16

$$R_2 \rightarrow B \rightarrow W \rightarrow R_{1,m} \rightarrow \overline{R_{1,m}} \rightarrow R_1$$

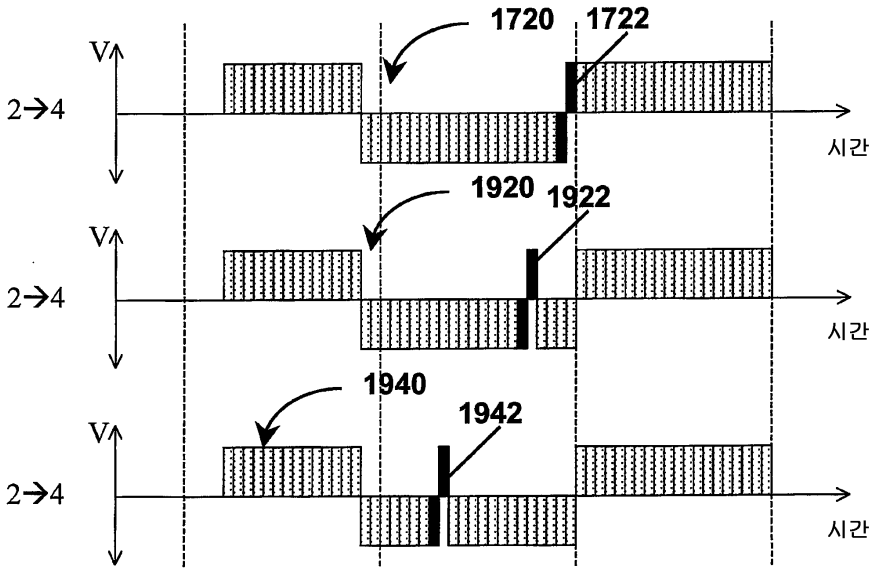
도면17


1700
1702
V
2→4
시간
1720
1722
V
2→4
시간
1742
1740
V
2→4
시간

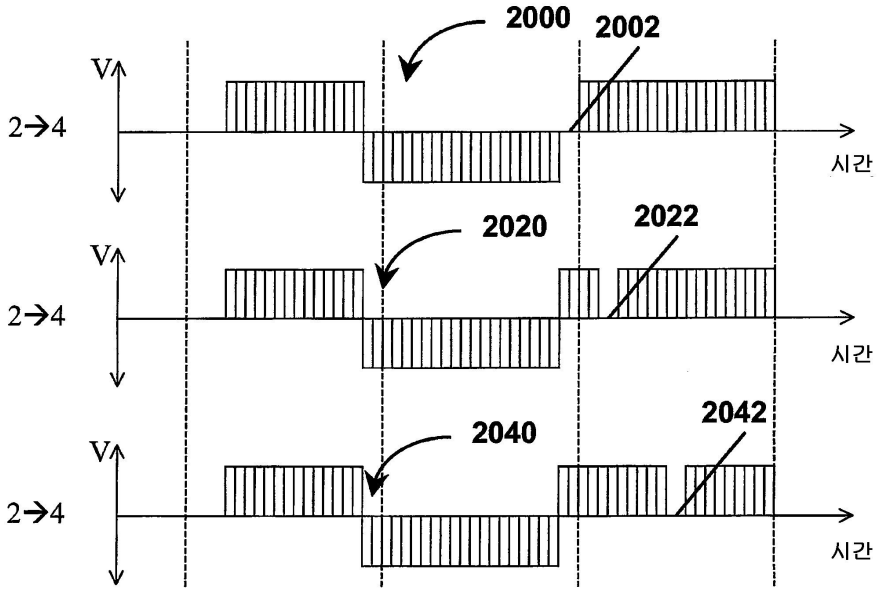
도면18


1760
삭제
1762
V
2→4
시간
삭제
1780
V
2→4
시간
삭제 및 밀폐
1800
V
2→4
시간

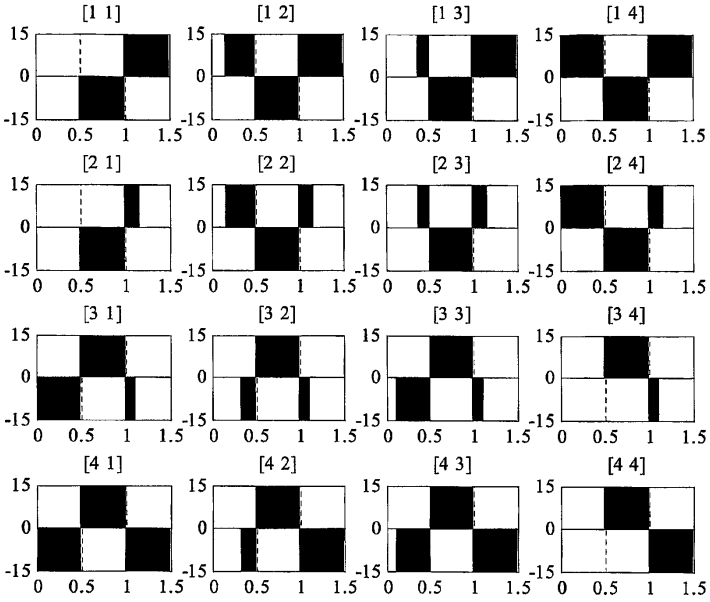
도면19


1720
1722
V
2→4
시간
1920
1922
V
2→4
시간
1940
1942
V
2→4
시간

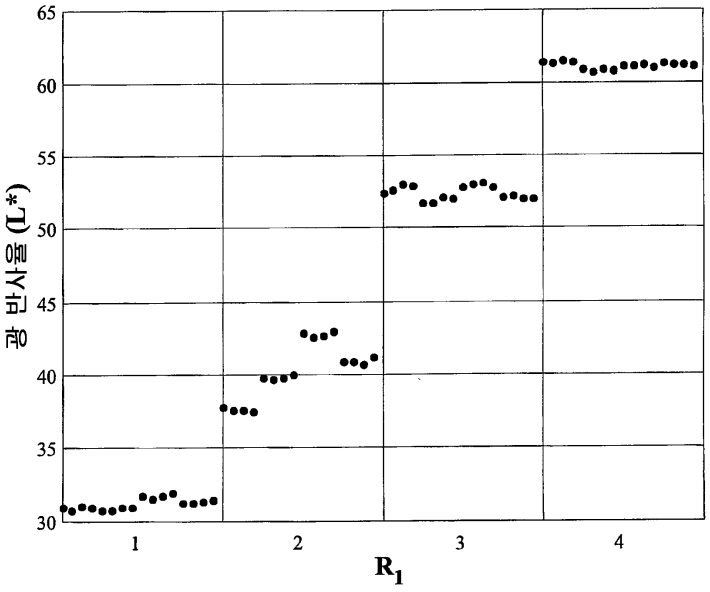
도면20


2000
2002
V
2→4
시간
2020
2022
V
2→4
시간
2040
2042
V
2→4
시간

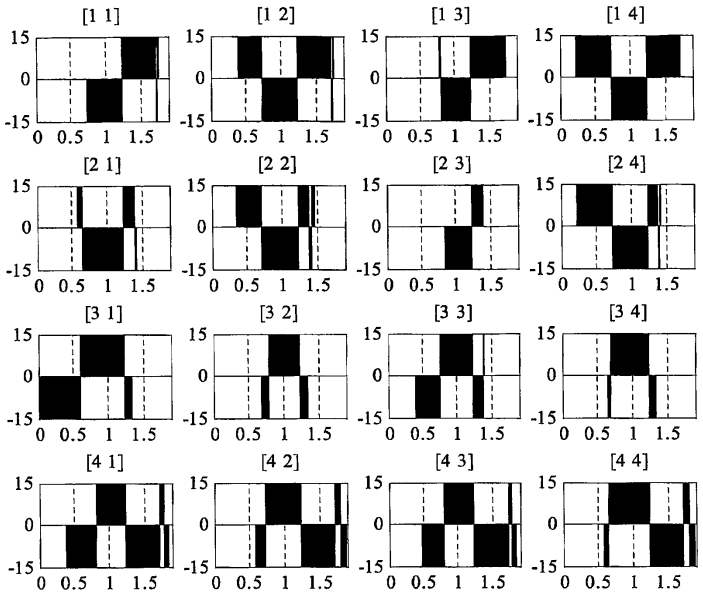
도면21


[1 1]
[1 2]
[1 3]
[1 4]
[2 1]
[2 2]
[2 3]
[2 4]
[3 1]
[3 2]
[3 3]
[3 4]
[4 1]
[4 2]
[4 3]
[4 4]
15
0
-15
0 0.5 1 1.5

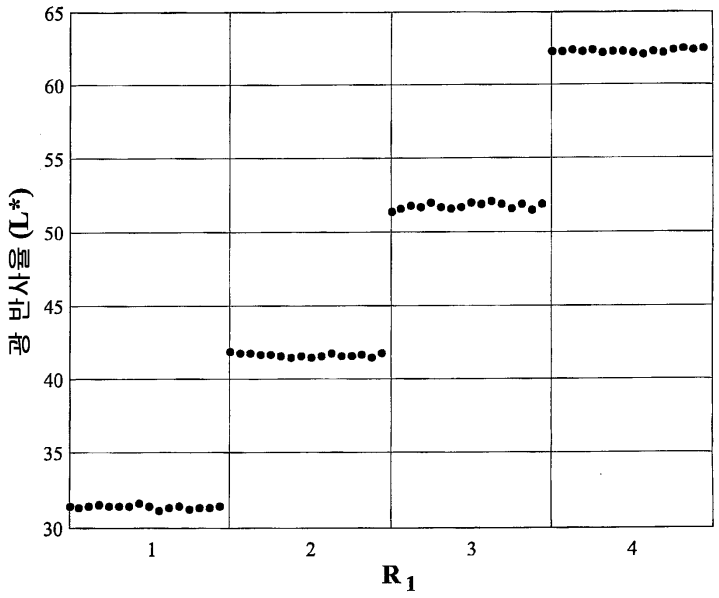
도면22


65
60
55
50
45
40
35
30
1
2
3
4
R1
광 반사율 (L*)

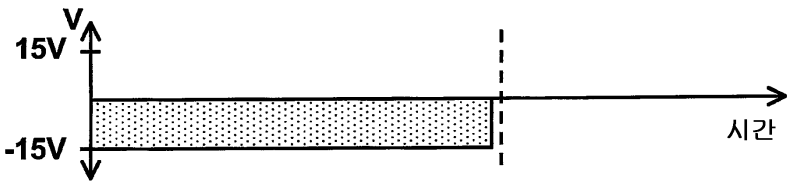
도면23



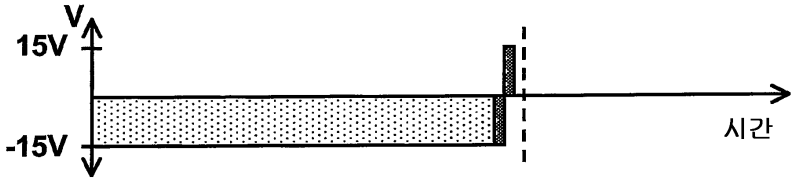
도면24



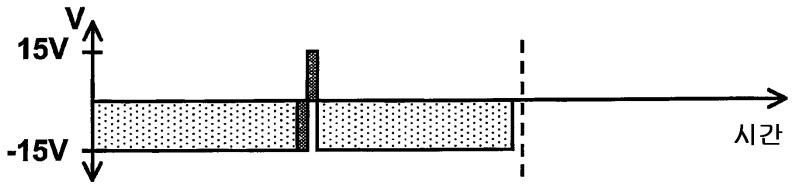
도면25a



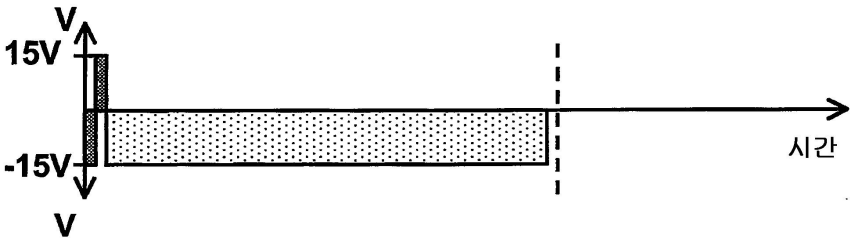
도면25b



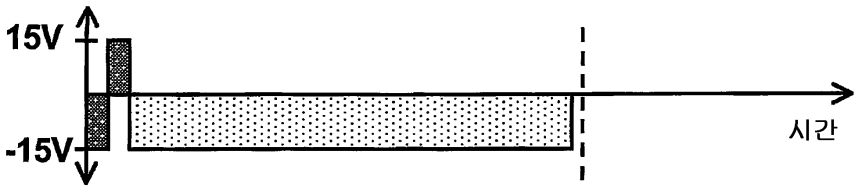
도면25c



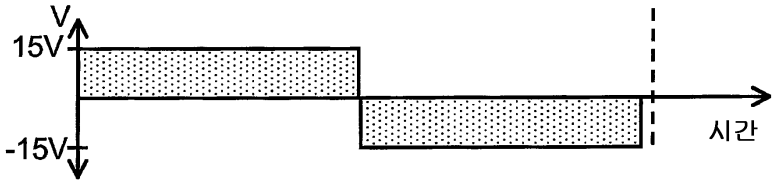
도면25d



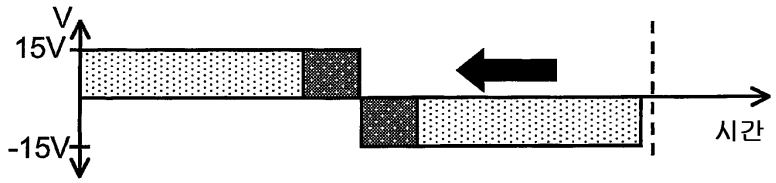
도면25e



도면26a



도면26b



도면26c

