



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월14일
(11) 등록번호 10-2782763
(24) 등록일자 2025년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/167 (2019.01) B60J 3/04 (2006.01)
E06B 9/24 (2006.01) G02F 1/1676 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/167 (2022.01)
B60J 3/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7006646
(22) 출원일자(국제) 2021년07월22일
심사청구일자 2024년07월08일
(85) 번역문제출일자 2023년02월24일
(65) 공개번호 10-2023-0047135
(43) 공개일자 2023년04월06일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/070604
(87) 국제공개번호 WO 2022/023180
국제공개일자 2022년02월03일
(30) 우선권주장
16/944,918 2020년07월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US06618109 A
US06631022 A

(73) 특허권자
엘스타 다이내믹스 페이턴츠 베슬로텐 베누트샤프
네덜란드 로칸제 씨디 3235 5 듀인쥔
(72) 발명자
마사드, 로마릭 마티유
네덜란드 5651 쥐더블유 에인트호벤 에잇세베그
자이드 153 브이 엘스타 다이내믹스 피/에이
슬랙, 앤서니 존
프랑스 83510 로흐그 케민 드 페이룽 887
텐 케이트, 레나트
네덜란드 5651 쥐더블유 에인트호벤 에잇세베그
자이드 153 브이 엘스타 다이내믹스 피/에이
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 22 항

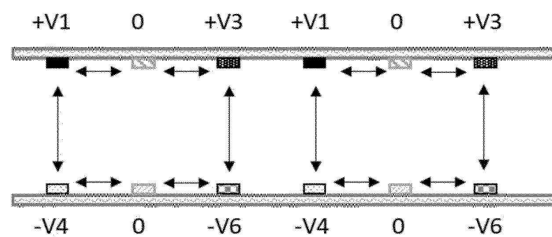
심사관 : 한상일

(54) 발명의 명칭 광 변조기, 전극들을 포함하는 기관 및 스마트 글레이징

(57) 요약

일부 실시예들은 투명 또는 반사 기관들을 포함하는 광 변조기에 관한 것이며, 다수의 전극들은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 기관들에 적용된다. 제어기는 전극 쪽으로 또는 전극으로부터 입자들의 전기영동 이동을 제공하는, 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 전극들에 전위를 인가할 수 있다.

대표도 - 도18



(52) CPC특허분류

E06B 9/24 (2013.01)

G02F 1/1676 (2022.01)

E06B 2009/2464 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광 변조기로서,

제1 기관 및 제2 기관 — 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관은 내측들이 서로 대향하게 배열되며, 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관 각각의 내측에는 다수의 전극들(110, 120)이 적용되며, 각각의 기관의 적어도 하나의 기관의 상기 다수의 전극들은 적어도 제1 전극 및 제2 전극을 포함하며, 상기 다수의 전극들의 각각은 상기 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 상기 다수의 전극들의 각각은,

제1 방향으로 상기 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들을 포함하며, 상기 다수의 전극들의 다수의 메인-라인들은 상기 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열되며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 각각은,

상기 메인-라인들로부터 상기 메인-라인들 사이의 영역들로 연장되는 다수의 브랜치들을 포함하며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 영역으로 연장하는 상기 다수의 브랜치들은 상기 제1 메인-라인 및 상기 제2 메인-라인으로부터 교번하여 연장되며, 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들 중 적어도 하나는 상기 영역을 가로질러 적어도 절반까지 연장되며, 상기 적어도 절반은 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 측정됨 —;

상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이의 광학층 — 상기 광학층은 입자들을 포함하는 유체를 포함하며, 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전가능함—;

제어기를 포함하며, 상기 제어기는 상기 광 변조기의 광학 특성들의 변조를 야기하는 입자들의 전기영동 이동을 상기 다수의 전극들 중 하나 쪽으로 또는 상기 다수의 전극들 중 하나로부터 제공하는, 상기 다수의 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 상기 다수의 전극들에 전위를 인가하도록 구성되고, 상기 제어기는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류 또는 전압을 사용하여 상기 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨을 획득하도록 구성되는, 광 변조기.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 동일한 기관 상의 후속 전극들 사이에 전위차들을 인가하고 동시에 대향 기관들 상의 대향 전극들 사이에 전위차들을 인가하도록 구성되는, 광 변조기.

청구항 3

제1 항에 있어서,

적어도 3개의 전극들은 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관 중 적어도 하나에 적용되거나, 또는

적어도 3개의 전극들은 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관 둘 모두에 적용되는, 광 변조기.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 기관에서 상기 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리는 상기 제2 기관에서 상기 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리보다 더 큰, 광 변조기.

청구항 5

제1 항에 있어서,

투명 상태 및 불투명 상태를 갖거나, 또는 반사 상태 및 비반사 상태를 가지며, 상기 광 변조기는,

상기 제1 및 제2 기관들 중 적어도 하나에 교류 전압을 생성하고, 상기 제1 기관 상의 적어도 제1 전극과 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가하고 그리고/또는 상기 제2 기관 상의 제1 전극과 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가함으로써 상기 불투명 상태 또는 상기 비반사 상태로 스위칭하며,

상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이에 교류 전압을 생성하고, 상기 제1 기관 상의 제1 전극과 상기 제2 기관 상의 제1 전극 사이에 교류 전류를 인가하며 그리고/또는 상기 제1 기관 상의 제2 전극과 상기 제2 기관 상의 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가함으로써 상기 투명 상태 또는 상기 반사 상태로 스위칭하도록 구성되는, 광 변조기.

청구항 6

제1 항에 있어서,

제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 상기 제1 방향으로 투영될 때 상기 제2 방향에서 오버랩하는, 광 변조기.

청구항 7

제1 항에 있어서,

제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 상이한 길이를 가지며, 더 긴 브랜치는 더 짧은 브랜치 보다 적어도 5% 더 긴, 광 변조기.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 기관 상의 메인-라인과 후속 메인-라인 사이의 거리들은 상기 제2 방향에서 그리고/또는 상기 제1 방향에서 다른, 광 변조기.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 메인-라인들 사이의 거리들은,

최대 거리 쪽으로 증가하는 것과 최소 거리 쪽으로 감소하는 것 사이를 교번하며, 그리고/또는

상기 최대 거리 및 상기 최소 거리 내에서 랜덤 양으로 증가하거나 또는 감소하며, 그리고/또는

상기 기관을 가로질러 메인-라인들 사이의 제2 방향에서의 일련의 거리들은 랜덤하게 다르며, 상기 거리들의 합은 최소 총 거리 내지 최대 총 거리인, 광 변조기.

청구항 10

제1 항에 있어서,

메인-라인 및 상기 메인-라인으로부터 연장되는 브랜치들은 연결된 일련의 서브 메인-라인들로서 빌드-업되며, 상기 서브 메인-라인들로부터 브랜치들이 연장되며, 상기 일련의 서브 메인-라인들은 상기 메인-라인을 형성하기 위하여 연결되며;

상기 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들은 동일한 길이이며, 그리고/또는

상기 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들은 평행하며, 그리고/또는

상기 서브 메인-라인의 어느 한 측으로부터 연장되는 브랜치들의 수는 동일한, 광 변조기.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들 및 상기 동일한 메인-라인의 후속 서브 메인-라인으로부터 연장되는 브랜치들은,

상이한 길이를 가지며, 그리고/또는

상기 제1 방향과 상이한 각도를 이루며, 그리고/또는

상기 서브 메인-라인의 측으로부터 연장되는 상이한 수의 브랜치들을 가지는, 광 변조기.

청구항 12

제10 항에 있어서,

서브 메인-라인에서 브랜치와 상기 제1 방향 간의 각도는 45도 내지 90도에서 랜덤하게 선택되는, 광 변조기.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 동일한 메인-라인에서 서브 메인-라인 및 후속 연결된 서브 메인-라인은 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향 둘 모두에서 서로에 대해 시프트되는, 광 변조기.

청구항 14

제1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 전극들이 배열되는 패턴은 상기 기판을 가로질러 상기 제1 및 제2 방향으로 연장되는 한 세트의 블록들로 세분화되며, 각각의 블록은 상기 제1 전극의 다수의 메인-라인들의 일부의 다수의 서브-라인들 및 상기 제2 전극의 다수의 메인-라인들의 일부의 다수의 서브-라인들을 포함하며, 상기 블록들 중 적어도 하나는 상기 기판 상에서 다수번 반복되는, 광 변조기.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 블록들의 일부에서 상기 서브-라인들은 다수의 브랜치들을 포함하며, 상기 블록들의 일부에서 상기 서브-라인들은 다수의 브랜치들을 포함하지 않으며, 그리고/또는

상기 블록들의 일부에서 상기 서브-라인들은 직선이며, 상기 블록들의 일부에서 상기 서브-라인들은 물결 모양인, 광 변조기.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 전극들이 배열되는 패턴들은 다수의 부분들로 세분화되며, 전극 라인-갭, 전극 라인 두께, 전극 라인 폭, 전극 재료, 전극 라인 형상들 및 전극 라인 방향들 중 적어도 하나는 상기 다수의 부분들에서 상이하여 광학 효과들을 야기하는, 광 변조기.

청구항 17

제1 항에 있어서,

두께, 폭, 형상, 면적 및 부피로 구성된 그룹으로부터 선택된 전극 지오메트리는 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 중 적어도 하나에 걸쳐 상이한, 광 변조기.

청구항 18

제1 항에 있어서,

1차 전극은 상기 1차 전극에 평행하게 이어지는 추가의 2차 전극에 적어도 부분적으로 연결되며,

상기 2차 전극은 반도체 층을 통해 상기 1차 전극에 연결되며, 상기 2차 전극은 상기 1차 전극 상의 임계 전압을 초과해서만 투과 전류를 인에이블하는 반도체 층에 의해 상기 1차 전극 라인과 전기적으로 연결되며, 그리고/또는

상기 2차 전극은 투명하며, 그리고/또는

상기 2차 전극은 전하를 국부적으로 유지하도록 배열된 커패시터를 포함하며, 그리고/또는

상기 2차 전극은 광-전지 반도체 재료를 포함하며, 상기 2차 전극은 상기 1차 전극 라인에 전력을 제공하는, 광 변조기.

청구항 19

제1 항에 있어서,

상기 다수의 전극들은 상기 기판을 가로질러 2차원으로 연장되며, 상기 다수의 전극들 중 적어도 제1 전극은 3 차원에서 상기 다수의 전극들 중 적어도 제2 전극과 구별되며, 선택적으로 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에는 절연체가 배열되는, 광 변조기.

청구항 20

제1 항에 있어서,

상기 제1 기판 상의 전극은 상기 제2 기판 상의 제2 전극과 동일한 패턴으로 적어도 부분적으로 배열되며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 패턴은 서로에 대해 시프트되는, 광 변조기.

청구항 21

광 변조 방법으로서,

광 변조기를 제공하는 단계 - 상기 광 변조기는,

제1 기판 및 제2 기판 - 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 내측들이 서로 대향하게 배열되며, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 각각의 내측에는 다수의 전극들이 적용되며, 각각의 기판의 적어도 하나의 기판의 다수의 전극들은 적어도 제1 전극 및 제2 전극을 포함하며, 상기 다수의 전극들의 각각은 상기 기판에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 상기 다수의 전극들의 각각은,

제1 방향으로 상기 기판을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들을 포함하며, 상기 다수의 전극들의 다수의 메인-라인들은 상기 기판 상에 서로에 대해 교번하여 배열되며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 각각은,

상기 메인-라인들로부터 상기 메인-라인들 사이의 영역들로 연장되는 다수의 브랜치들을 포함하며, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 영역으로 연장하는 상기 다수의 브랜치들은 상기 제1 메인-라인 및 상기 제2 메인-라인으로부터 교번하여 연장되며, 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들 중 적어도 하나는 상기 영역을 가로질러 적어도 절반까지 연장되며, 상기 적어도 절반은 상기 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 측정됨 -,

상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이의 광학층을 포함하며, 상기 광학층은 입자들을 포함하는 유체를 포함하며, 상기 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전 가능함-;

상기 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨에 대응하는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류 또는 전압을 선택하는 단계;

상기 광 변조기의 광학 특성들의 변조를 야기하는 상기 입자들의 전기영동 이동을 상기 전극 쪽으로 또는 상기 전극으로부터 제공하는, 상기 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 상기 전극들에 상기 교류 전류를 인가하는 단계를 포함하는, 광 변조 방법.

청구항 22

명령들을 나타내는 데이터를 포함하는 일시적 또는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서, 상기 명령들은 프로세서 시스템에 의해 실행될 때 상기 프로세서 시스템으로 하여금 제21 항에 따른 방법을 수행하게 하는, 일시적 또는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 23

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 현재 개시된 청구대상은 광 변조기, 기관, 광 변조 방법 및 컴퓨터 판독 가능 매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 'Optically active glazing'이라는 명칭을 갖는 미국 특허 출원 제11/041579호 (공개 번호 US20050185104 A1) 는 공지된 광학 활성 글레이징을 개시하고, 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0003] 공지된 시스템은 유리 또는 플라스틱 재료와 같은 투명한 유전체 재료로 만들어진 2개의 평행 플레이트들을 포함한다. 플레이트들 사이에 정의된 내부 부피는 유전체 액체로 충전된 복수의 작은 독립 부피들 또는 개별 셀 들로 세분화된다. 액체는 유전체 재료의 입자들의 현탁액을 포함한다. 2개의 플레이트들의 대면 면들은 서로 를 향하는 전극들을 지지한다. 전극들은 제어 수단과 연관된 전원에 연결된다.

[0004] 각각의 플레이트의 전극들은 쌍으로 서로 인터리빙된 콤들에 의해 형성된다. 2개의 인터리빙된 콤들의 전극들 은 동일하거나 또는 반대인 극성들의 전압들을 테이크-업할 수 있다. 전극들에 적절한 전압을 가하면, 입자들 은 전극들 사이의 상이한 로케이션들에 집중되어, 시스템이 투명하거나 또는 불투명한 외관을 갖도록 할 수 있 다.

[0005] 공지된 시스템과 연관된 다양한 단점들이 존재한다. 공지된 글레이징이 투명한 구성일 때, 플레이트들에 적용 되는 전극들은 회절 효과를 야기한다. 회절 효과는 글레이징에 바람직하지 않다. 일부 환경들에서, 회절 효과 의 존재는 또한 안전에 해로울 수 있다. 예컨대, 광학 활성 글레이징이 차량, 이를테면 자동차에 적용되는 경 우에, 회절의 존재는 차량의 오퍼레이터에 혼란을 주거나 주의를 산만하게 할 수 있다.

[0006] 게다가, 공지된 시스템의 구동이 개선될 수 있다.

[0007] 공지된 시스템의 다른 단점은 불투명 구성에서 글레이징의 균일한 외관이 요구된다는 점이다. 이러한 양상은 또한 안전에 영향을 미칠 수 있다. 예컨대, 글레이징이 불투명과 투명 사이의 중간으로 구성되는 경우에, 균일 성이 부족하면, 혼란스럽거나 산만해질 수 있다.

[0008] 또 다른 단점은 글레이징이 불투명 구성으로부터 투명 구성으로 전환될 때 전환이 글레이징을 가로질러 균일한 속도로 진행되는 것이 바람직하다는 것이다.

발명의 내용

[0009] 2개의 전극들이 분배되고 이들 및 다른 문제들을 해결하는 개선된 기관을 가지는 것이 유리할 것이다. 본 발명 자들은 공지된 시스템에서의 전극 설계가 회절을 초래하지만 또한 완전히 균일하지 않는 전기장을 초래한다는 것 을 발견하였다. 첫 번째 관심사를 해결하면, 회절이 적을 수 있는 기관들이 초래된다. 두 번째 관심사를 해 결하면, 기관들에 걸쳐 더 균일한 불투명 상태와 더 균일한 전환 속도가 초래된다.

[0010] 스마트 글레이징은 전극들이 적용되는 투명 또는 반사 기관들의 중요한 애플리케이션이다 예컨대 스마트 글레이 징과 같은 애플리케이션들을 위한 투명 또는 반사 기관은 각각 다수의 메인-라인들을 갖는 2개의 전극들을 가질 수 있다. 라인들은 기관 상에 교번하여 배열되며, 이에 따라 전극들에 전위차를 제공함으로써 후속 라인들 또 는 인접 라인들 사이에 전기장이 설정될 수 있다.

[0011] 이러한 메인-라인들로부터, 다수의 브랜치들이 연장될 수 있다. 브랜치들이 2개의 메인-라인들 사이의 거리의 적어도 중간까지 연장하게 함으로써, 더 양호한 균질성 및/또는 더 낮은 회절 효과가 획득될 수 있다. 더욱이, 1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 제1 방향으로 투영될 때 제2 방향에서 오버랩할 수 있다. 브랜치들은 기관에서 발견되는 각도들의 수를 증가시키고 그에 따라 회절 효 과를 감소시킨다. 예컨대, 각도들은 수직과 상이하게 선택될 수 있고 그리고/또는 회절을 추가로 감소시키기 위해 변경될 수 있다. 회절은 또한 기관 상의 메인-라인과 후속 메인-라인 사이의 거리들을 변경함으로써 감소 될 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 기관은 광 변조기로서 또한 알려진 광 변조기에 사용될 수 있다. 예컨대, 2개의 그러한 기관

들은 서로 대향하게 배열될 수 있어서, 기관들 사이의 유체에 현탁된 하전된 입자들은 전극들에 전압들을 인가함으로써 이동될 수 있다. 전형적으로, 하단 기관과 상단 기관에 대한 전극 설계들은 동일하지만 반드시 그럴 필요는 없다. 마찬가지로, 2개의 설계들은 전형적으로 서로 정렬되나, 2개의 설계들은 일반적으로 서로 정렬되지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 입자들은 광을 흡수하거나 또는 반사할 수 있다. 반사는 정반사적이거나 확산적이거나 또는 그 중간일 수 있다. 입자들은 예컨대 인광 또는 형광을 갖는 광을 방출할 수 있다.

[0013] 광 변조기는 투명도 또는 반사도가 수정될 수 있는 패널을 제공한다. 일 실시예에서, 색 또는 색 강도 등이 변경될 수 있다. 광 변조기는 커버, 예컨대 컨테이너의 커버, 예컨대 벽장, 캐비닛 등으로서 사용될 수 있다. 특히 유리한 애플리케이션은 스마트 글레이징이다. 스마트 글레이징은 또한 스마트 윈도우들로서 지칭된다.

[0014] 일 실시예에서, 제어기는 광 변조기의 기관들 상의 전극들에 전위를 인가하여 전극들 사이에서 전자기장을 획득하도록 구성된다. 전자기장은 전극 쪽으로 또는 전극으로부터 입자들의 전기영동 이동을 제공한다. 입자들이 포지션을 변경함에 따라, 패널의 광학적 특성들, 예컨대 패널의 투명도 또는 반사도가 변경된다. 입자들이 채색되는 경우에, 패널의 색이 또한 변경될 수 있다. 전극들의 쌍들 (이들 사이에 필드가 설정됨)을 변경함으로써, 입자들은 원하는 방향으로 이동될 수 있다. 본 발명자들은 광 변조기의 제어기, 오로지 필드가 어떤 전극들 사이에 인가되는지를 변경하는 것으로 제약될 필요는 없고 또한 최대 진폭을 변경하는 것을 포함할 수 있음을 발견하였다. 유리하게는 교류 전류가 사용된다는 것에 유의해야 한다. 예컨대, 더 낮은 최대 진폭으로 구동함으로써, 광 변조기의 변화율이 변경된다. 이는 예컨대 원하는 목표 투명도 또는 반사도 쪽으로 구동할 때 유리하며, 예컨대 오버슈트를 방지하기 위해 최대 진폭이 감소될 수 있다. 최대 진폭은 추가적으로 또는 대안적으로 목표 투명도 또는 반사도에 대하여 구동하는 것을 시작할 때 증가될 수 있다. 예컨대, 제어기는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류를 사용함으로써 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨을 획득하도록 구성될 수 있다. 그 관계는 알고리즘 등에 의해 표시될 수 있다. 투명도 또는 반사도의 레벨들과 최대 진폭들 사이의 관계는 룩-업 테이블에 의해 관리될 수 있으며, 이는 예컨대 투명도 또는 반사도 쪽으로 구동하기 위한 최대 진폭들의 시퀀스를 표시한다. 교류 전압이 또한 가능하다는 것에 유의해야 한다.

[0015] 신호가 인가되는 전극들을 변경하는 것에 부가하여 구동 신호의 최대 진폭을 변경하는 것은 또한 밸런싱된 구동을 개선하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 일부 전극들에 인가되는 전력, 예컨대 최대 진폭은 다른 전극들에 인가되는 것과 상이할 수 있다. 예컨대, 제어기는 동일한 기관 상의 후속 전극들 사이에 전위차들을 인가하고 동시에 대향 기관들 상의 대향 전극들 사이에 전위차들을 인가하도록 구성될 수 있다.

[0016] 실시예들에서, 각각의 기관 상에 적어도 2개의 전극들이 존재하나, 2개 초과 전극들이 존재할 수 있다. 예컨대, 적어도 3개의 전극들은 제1 기관 및 제2 기관 중 적어도 하나의 적용될 수 있다. 예컨대, 일 실시예에서, 2개의 전극들이 제1 기관에 적용될 수 있고, 3개의 전극들이 제2 기관에 적용될 수 있다.

[0017] 하나의 기관이 적어도 2개의 전극들을 갖고 다른 기관이 적어도 3개의 전극들을 갖는 시스템은 다양한 장점들을 갖는다. 예컨대, 그러한 광 변조기는 소위 커튼 효과가 감소되도록 구동될 수 있다. 커튼 효과는 창을 폐쇄하는 동안 발생하며, 여기서 커튼이 전극들 사이에 도출되는 것을 나타낸다. 커튼 효과는 단점이며, 이는 그 자체로 시각적으로 산만하지만 회절을 또한 증가시킨다. 3개의 전극들을 갖는 측면에서, 전극들은 2개의 전극들보다 서로 더 근접할 수 있으며, 예컨대 50 미크론 미만, 더 바람직하게는 40 미크론 미만, 예컨대 35 미크론일 수 있다. 이는 전기장이 더 강하다는 것을 의미한다. 따라서, 폐쇄하는 것은 더 빠르고, 커튼 효과는 감소된다. 2+2 패널을 사용하는 경우에, 전극들을 서로 더 근접하게 이동시키면, 최대 투명도 또는 반사도가 감소될 것이다. 그러나, 추가 전극이 이용 가능할 때, 이는 방지된다. 개방할 때, 추가 전극들 중 일부는 사용되지 않을 수 있으므로, 최대 투명도 또는 반사도의 손실이 거의 없다. 기관 상의 추가 전극들, 예컨대 2개 초과 전극들은 패널을 개방할 때 입자들을 유인하지 않지만 패널을 폐쇄할 때 입자들을 유인하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 각각의 기관이 적어도 2개의 전극들을 갖는 패널은 함께 적어도 4개의 전극들을 가질 수 있다. 패널의 기관들은 예컨대 2+3 설계에서 적어도 5개의 전극들을 가질 수 있으며; 또는 예컨대 2+4 또는 3+3 설계에서 적어도 6개의 전극들을 가질 수 있으며; 또는 예컨대 4+4 설계에서 적어도 8개의 전극들을 가질 수 있거나 또는 3개의 기관들을 사용하여 함께 적층된 2개의 2+2 설계로서, 그의 중간은 각각의 측 상에서 2개의 전극들을 갖는다.

[0018] 본 발명의 추가 양상은 일 실시예에 따른 광 변조기를 포함하는 건물이다. 본 발명의 추가 양상은 일 실시예에 따른 광 변조기를 포함하는 자동차이다. 예컨대, 자동차 및/또는 건물은 광 변조기, 및 광 변조기의 전극들 상의 전압을 제어함으로써 광 변조기의 투명도 또는 반사도를 제어하도록 구성된 제어기를 포함할 수 있으며, 제

여기는 광 변조기에 전기적으로 연결되거나 연결가능하다.

[0019] 스마트 글레이징은 예컨대 제어기의 제어 하에서 전력 소스에 의해 구동될 수 있는 전자 디바이스이다. 예컨대, 제어기는 다양한 투명도 또는 반사도 효과들 또는 이의 부족을 달성하기 위해 특정 파형을 특정 전극들에 적용하도록 전력 소스에 명령할 수 있다.

[0020] 방법의 실시예는 컴퓨터 구현 방법으로서 컴퓨터 상에서, 또는 전용 하드웨어로, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 방법의 실시예에 대한 실행 가능한 코드는 컴퓨터 프로그램 제품에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품들의 예들은 메모리 디바이스들, 광 저장 디바이스들, 집적 회로들, 서버들, 온라인 소프트웨어 등을 포함한다. 바람직하게, 컴퓨터 프로그램 제품은 상기 프로그램 제품이 컴퓨터상에서 실행될 때 방법의 실시예를 수행하기 위해 컴퓨터 판독가능 매체에 저장된 비-일시적 프로그램 코드를 포함한다.

[0021] 일 실시예에서, 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 프로그램이 컴퓨터 상에서 실행될 때 방법의 실시예의 단계들의 전부 또는 일부를 수행하도록 적응된 컴퓨터 프로그램 코드를 포함한다. 바람직하게, 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터 판독 가능 매체 상에서 구현된다.

도면의 간단한 설명

[0022] 추가 세부사항들, 양상들 및 실시예들은 도면들을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다. 도면들의 엘리먼트들은 단순함과 명확성을 위해 예시되며, 반드시 실체대로 도시된 것은 아니다. 도면들에서, 이미 설명한 엘리먼트들에 대응하는 엘리먼트들은 동일한 참조 부호들을 가질 수 있다. 도면들에서:

- 도 1a는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 1b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 1c는 브랜치들의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시하며,
- 도 1d는 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열된 제1 전극 및 제2 전극의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 2a는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 2b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 2c는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 3은 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 4a는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 4b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 4c는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 5a는 기관의 실시예들의 다수의 예들을 개략적으로 도시하며,
- 도 5b는 2개의 전극들 또는 3개의 전극들에 대해 배열된 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 6a 및 도 6b는 기관의 비교예를 개략적으로 도시하며,
- 도 6c 및 6d는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 7a는 광 변조기에 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 7b는 광 변조기는 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 7c는 자동차의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 8a-도 8c는 광 변조기에 실시예를 개략적으로 도시하며,
- 도 9a는 로고 및 그리드의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 9b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,
- 도 9c-도 9d는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,

도 10은 광 변조기를 제어하기 위한 광 변조 방법의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며,

도 11a는 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램을 포함하는 기록 가능 부분을 갖는 컴퓨터 판독 가능 매체를 개략적으로 도시하며,

도 11b는 실시예에 따른 프로세서 시스템의 표현을 개략적으로 도시하며,

도 12-도 37은 광 변조기의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다.

참조 부호들의 리스트

이하의 참조 부호들 및 약어들의 리스트는 도면들의 해석을 용이하게 하기 위해 제공되며, 청구범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안될 것이다.

- 10 광 변조기
- 11 제1 기관
- 12 제2 기관
- 13, 13a, 13b 전극들
- 14, 14a, 14b 전극들
- 15 유체
- 16 제어기
- 30 입자들
- 20 자동차
- 21 광 변조기
- 40 광 변조기
- 41 제1 기관
- 42 제2 기관
- 43 제3 기관
- 46 제어기
- 100 기관
- 101 제1 방향
- 102 제2 방향
- 110 제1 전극
- 120 제2 전극
- 111-113 메인-라인
- 121-123 메인-라인
- 131-134 브랜치
- 141-144 브랜치
- 150 영역
- 151 2개의 후속 메인-라인들 간의 거리의 절반
- 152 2개의 후속 브랜치들 간의 거리
- 153 2개의 후속 메인-라인들 간의 거리

161 투영
 162 가상 라인
 171-174 기관
 200 기관
 201-206 메인-라인
 251-253 후속 메인-라인들 간의 거리
 221 제1 부분
 222 연결 부분
 223 제2 부분
 231 라인-갭
 232 거리
 300 기관
 301 메인-라인
 310, 320 서브 메인-라인
 311 연결부
 321, 322 서브 메인-라인
 400 기관
 410, 420 메인-라인
 411, 412 브랜치
 421, 422 브랜치
 450 기관
 451-454 블록

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 현재 개시된 청구대상은 많은 상이한 형태들로 실시될 수 있지만, 본 개시내용이 현재 개시된 청구대상의 원리들의 예로서 고려되고 도시되고 설명된 특정 실시예들로 본 개시내용을 제한하는 것으로 의도되지 않는다는 것을 이해하면서, 하나 이상의 특정 실시예들이 도면들에 도시되고 본원에서 설명될 것이다.
- [0024] 이하에서는, 이해를 돕기 위해, 실시예들의 엘리먼트들이 동작시 설명된다. 그러나, 개개의 엘리먼트들이 그들에 의해 수행되는 것으로 설명되는 기능들을 수행하도록 배열된다는 것이 명백할 것이다. 게다가, 현재 개시되는 청구대상은 단지 실시예들로 제한되는 것이 아니라 또한 본원에서 설명되거나 서로 상이한 종속항들에서 인용된 특징들의 모든 각각의 다른 조합을 포함한다.
- [0025] 도 1a는 기관(100)의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 기관(100)의 표면에 걸쳐 일정 패턴으로 배열된 적어도 2개의 전극들이 존재한다. 도 1a에는 동일한 표면 상의 2개의 전극들, 즉 제1 전극(110) 및 제2 전극(120)이 도시되어 있다. 예컨대 더 세밀한 제어를 가능하게 하기 위해 기관의 동일한 측상에 2개 초과 2개 이하의 전극들이 존재할 수 있다. 예컨대, 예컨대 세그먼트화된 광 변조기에 대해 세그먼트화된 기관을 가능하게 하기 위해 다수의 전극들이 사용될 수 있다. 예컨대, 세그먼트화된 광 변조기에서, 일부 존들은 상이한 광학 특성들, 예컨대 상이한 투명도 또는 반사도를 가질 수 있다. 아래에서, 2개의 전극들을 갖는 실시예가 도시되어 있지만, 예컨대 서로 옆에 유사한 구조들을 복제함으로써 2개의 전극들에 추가 전극들이 추가될 수 있다.
- [0026] 제1 전극(110) 및 제2 전극(120)은 기관의 동일한 측에 적용된다. 2개의 전극들은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열된다. 예컨대 3개 이상의 기관들의 적층을 가능하게 하기 위해 기관(100)의 다른 표면 상에 1개, 2개 또는

그 초과와 전극들이 또한 존재할 수 있다. 기관에 전극들을 적용하는 것은 예컨대 전극 패턴을 나타내는 마스크를 사용하여 리소그래픽적으로 행해질 수 있다. 기관에 전극들을 임베딩함으로써 전극들이 또한 적용될 수 있다.

[0027] 제1 전극(110) 및 제2 전극(120)은 각각 다수의 메인-라인들을 포함한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 제1 전극(110)은 메인-라인들(111, 112, 및 113)을 포함하고, 제2 전극(120)은 메인-라인들(121, 및 122, 123)을 포함한다. 전형적으로, 각각의 전극은 3개보다 더 많은 라인을 포함할 것이다. 메인-라인들은 기관을 가로질러 연장된다. 제1 전극 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열된다. 메인-라인들은 제1 방향(101)으로 기관을 가로질러 연장된다. 제2 방향(102)에서 볼 때, 메인-라인들은 제1 전극 및 제2 전극에서 각각 상이한 배수들, 예컨대 제1 및 제2 배수로 교번하여 만난다. 제1 방향 및 제2 방향은 서로 각도를 이루며, 전형적으로 각도는 실질적으로 수직한다. 제1 방향 및 제2 방향은 각각 기관의 측면과 평행할 수 있으나, 반드시 그럴 필요는 없다.

[0028] 기관(100)과 같은 기관에 대한 모터베이팅 애플리케이션은 가정 주택, 사무실들, 그린 하우스들, 자동차들 등에 적용될 수 있는 스마트 글레이징, 예컨대 광 변조기에 있다. 스마트 글레이징의 투명도 또는 반사도의 레벨은 전기적으로 적응될 수 있다. 예컨대, 스마트 글레이징에서, 기관(100)과 같은 2개의 기관들은 2개의 전극들이 적용되는 측면들이 서로를 향하도록 적층될 것이다. 입자들을 갖는 유체가 2개의 기관들 사이에 인클로징된다. 스마트-글레이징 실시예들이 아래에서 추가로 논의된다. 일 실시예에서, 전극들, 예컨대 2개 이상의 전극들이 각각의 기관의 하나의 표면에 적용된다. 예컨대 3개 이상의 기관들의 적층을 가능하게 하기 위해 기관(100)의 다른 표면 상에 1개, 2개 또는 그 초과와 전극들이 또한 존재할 수 있다.

[0029] 아래의 일부 실시예들은 투명도 또는 반사도 레벨을 변조하는 예들을 제시한다. 광 변조기들은 다른 광학 효과들에 맞게 적응될 수 있다. 예컨대, 원하는 경우에, 실시예들은 상이한 투명도 레벨들 대신에 상이한 반투명도 레벨들로 수정될 수 있다. 원하는 경우에, 사용되는 입자들의 타입은 일 실시예에서 사용될 수 있으며, 예컨대 입자들이 어떤 파장들에서 흡수되거나 또는 반사되는지에 따라 그리고 반사가 얼마나 정반사성 확산되는지에 따라 상이한 입자들로 변화될 수 있다. 예컨대, 실시예에서, 광 변조기는 상이한 반사 레벨들을 변조할 수 있다. 입자들은 또한 광을 방출할 수 있다. 다수의 광학 층들을 적층하는 것은 가능성들을 추가로 증가시킨다.

[0030] 2개의 세트들의 교번하는 메인-라인들을 갖추면, 전기적으로 적응 가능한 글레이징을 제공하기에 충분하며; 교번하는 2개 세트들로 인해, 기관의 임의의 부분에서의 전기장은 2개의 대향 전극들이 2개의 대향 층들의 부분들과 접합에 따라 제어될 수 있다. 그러나, 추가 수정이 없는 직선형 메인-라인들은 바람직하지 않은 높은 레벨의 회절을 야기하는 것으로 밝혀졌다.

[0031] 전극들의 형상을 적응시킴으로써, 회절 효과가 변경될 수 있다. 회절 효과를 감소시키는 것은 특히 투명 기관들에 중요한데, 왜냐하면 예컨대 e-리더에 적용될 수 있는 것과 같은 반사 디스플레이의 경우에 효과가 인지되지 않을 것이기 때문이다. 발명자들은 공간에서 회절을 확산시키기 위해 다수의 상이한 각도들로 전극들의 선형 형상들을 배향시켜서 가장 강한 회절 스폿들의 강도를 감소시킴으로써 광학 회절이 감소될 수 있다는 것을 발견하였다.

[0032] 도 1a는 실시예에 따라 다양한 수식 없이 메인-라인들을 개략적으로 도시한다. 도 1a에서, 명확성을 위해 소위 브랜치들이 도시되나, 이러한 브랜치들은 존재하지 않을 수 있다.

[0033] 도 1b는 기관(100)의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 기관(100)의 메인-라인들 중 2개의 메인-라인들이 도 1b에 보다 상세하게 도시되어 있다. 메인-라인(121) 및 메인-라인(112)이 도시되어 있다. 이러한 메인-라인들은 기관의 주요 부분을 가로질러, 예컨대 실질적으로 전체 기관에 걸쳐 이어질 수 있다.

[0034] 도 1b에 도시된 바와같이, 다수의 브랜치들이 메인-라인들에 부착되고 메인-라인들로부터 연장된다. 도 1b에는 전극(121)에 포함된 브랜치들(131-134) 및 전극(112)에 포함된 브랜치들(141-144)이 도시되어 있다. 브랜치들은 메인-라인에 부착되고, 메인-라인들 사이의 영역들로 연장된다. 도 1b는 하나의 이러한 영역, 즉 전극(121)과 전극(112) 사이의 영역(150)을 도시한다. 전극(121)의 브랜치들(131 및 132) 및 전극(112)의 브랜치들(141 및 142)은 전극(121)과 전극(112) 사이의 영역(150)으로 연장된다. 메인-라인들과 마찬가지로, 브랜치들도 교번한다. 특히, 2개의 상이한 전극들로부터 동일한 영역으로 연장되는 브랜치들은 예컨대 제1 방향에서 볼 때 교번한다. 이러한 예에서, 브랜치들(142, 132, 141 및 131)은 대안적으로 전극(112 및 121)에 속한다. 따라서, 일 실시예에서, 메인-라인들은 제2 방향에서 볼 때 교번하는 반면에, 브랜치들은 제1 방향에서 볼 때 교번한다. 브랜치는 제1 전극 또는 제2 전극에 포함된다. 전형적으로, 자신들의 메인-라인들 및 브랜치들을 포

합하는 제1 전극 및 제2 전극은 전기적으로 직접 연결되지 않으므로, 메인-라인들과 브랜치들 사이를 포함하여 제1 전극과 제2 전극 사이에 전기장이 설정될 수 있다.

[0035] 예컨대, 오버랩 영역에서 2개의 후속 메인-라인들과 평행한 가상 라인을 도시한 경우에, 가상 라인은 제1 메인-라인으로부터의 브랜치, 제2 메인-라인으로부터의 브랜치 등과 교번하여 교차할 것이다.

[0036] 메인-라인들로부터 브랜치들을 연장시키는 것은 여러 장점들을 갖는다. 브랜치들은 직선 메인-라인의 경우에도 기관의 회절에 영향을 미친다. 반면에, 브랜치들은 전기장의 균질성을 방해할 위험을 증가시킨다. 특히, 브랜치들의 끝들이 근접한 장소들에서 핫-스팟들이 생성될 수 있으며, 다른 장소에서는 약한 스팟들이 생성될 수 있다. 실시예에서, 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들 중 적어도 하나는 영역을 가로질러 적어도 절반 연장된다. 결과적으로, 불투명한 상태는 더 균질할 수 있으며, 상태들 간의 전환들은 더 빠르고 그리고/또는 더 균질할 수 있다.

[0037] 브랜치들이 메인-라인에 수직한 경우에, 브랜치들이 메인-라인에서 시작하는 지점들은 (제1 방향에서 볼 때) 인접 메인-라인의 시작 지점과 정반대인 반면에, 브랜치들은 오버랩하지 않을 수 있다. 이 경우에, 하나의 메인-라인에서 시작하는 브랜치는 대향 메인-라인으로의 브랜치와 동일선상에 있어서, 예컨대 브랜치를 연장시키는 것은 그 브랜치를 대향 메인-라인으로부터의 브랜치와 일치하게 만들 것이다. 그러한 경우, 브랜치들의 끝들이 근접한 장소들에서 핫-스팟들이 생성될 수 있으며, 다른 장소에서는 약한 스팟들이 생성될 수 있다. 이는 예컨대 적절한 오버랩이 존재하도록 적절한 각도에 의해 방지될 수 있다. 예컨대, 각도는 예컨대 라인 폭 및 라인-갭에 따를 수 있다.

[0038] 예컨대 동일선상의 브랜치들, 예컨대 수직 브랜치들을 사용하여 핫-스팟들을 방지하는 것은 일 실시예에서 브랜치들을 서로 맞물리게 함으로써 방지될 수 있다. 예컨대, 브랜치들이 시작하는 메인-라인들 상의 지점들은 서로에 대해 오프셋되거나 또는 스테거링될 수 있다. 각도들은 브랜치가 다음 브랜치와 교차하지 않도록 선택될 수 있다. 스테거링은 브랜치들이 동일선상에 있는 것을 방지하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 브랜치들은 자신들의 메인-라인에 수직하고, 후속 메인-라인의 브랜치들과 스테거링된다. 일 실시예에서, 브랜치들은 비-수직이 아니며, 스테거링되거나 또는 스테거링되지 않을 수 있다. 일 실시예에서, 예컨대, 브랜치 각도들은 예컨대 약 5도 내지 약 85도의 범위로부터 선택될 수 있다. 매우 큰 라인-갭들의 경우에, 각도는 수직에 더 가깝게 될 수 있다.

[0039] 도 1b에서, 점선은 전극(121)과 전극(112) 사이의 중간에 도시되어 있다. 전극(121)과 중간 라인 사이의 거리(151)는 2개의 후속 메인-라인들(153) 사이의 거리의 절반이다. 점선은 가상이며, 실시예에서는 실제로 보이지 않는다. 도 1b에는 브랜치들(131, 132)이 점선을 넘어 연장된다는 것, 즉 영역(150)을 가로질러 적어도 절반 연장되는 것이 도시되어 있다. 예컨대, 브랜치(131 또는 132)는 제2 방향(102)으로 가상 라인(162) 상으로 투영할 수 있다. 투영된 브랜치들(131 및 132)의 길이는 전극들(121 및 112) 사이의 거리의 절반보다 길다. 반대측 메인-라인의 브랜치들은 메인-라인들 사이의 거리의 절반을 넘거나 또는 넘지 않을 수 있으며; 도 1b에 도시된 바와 같이, 브랜치들(141 및 142)은 메인-라인들 사이의 거리의 절반을 넘지 않으나, 브랜치들(141 및 142)은 점선 중앙-라인을 통과하도록 연장될 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 브랜치들은 자신들의 전극과 각도를 이루며, 이 각도는 실질적으로 직각이 아니며, 예컨대 (180도 중) 적어도 5도 상이하며, 예컨대 직각의 적어도 5% 등이 상이하다. 상이한 값들을 가지면, 회절 효과가 감소한다.

[0041] 실시예에서, 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 제1 방향으로 투영될 때 제2 방향에서 오버랩된다. 예컨대, 도 1b는 2개의 후속 브랜치들, 즉 브랜치(141 및 131)를 도시한다. 이들 2개의 브랜치들이 오버랩하는 구역은 도 1b에서 점선 타원으로 표시된다. 2개의 후속 브랜치들이 제2 방향으로 진행하는 가상 라인(162) 상에 제1 방향으로 투영될 때, 브랜치들(131 및 141)은 투영부(161)에서 오버랩된다. 도 5a는 더 작고 더 큰 오버랩을 갖는 예들을 도시한다.

[0042] 예컨대, 이하의 양들만큼 영역에 침투하는 브랜치들을 갖는 실시예들에 대해 성공적인 시뮬레이션들이 수행되었다. 60-50; 63-46; 64-45; 60-46; 65-61; 83-78; 95-95. 도 1b는 라인-갭의 백분율에서 80-40의 침투들 및 20의 오버랩을 갖는 브랜치들을 도시한다. 이들 수치들은 브랜치들이 침투하는 라인-갭의 백분율을 지칭한다. 브랜치의 길이는 예컨대 제1 방향으로 투영된 후 제2 방향을 따라서만 여기에서 측정된다. 일부 실시예들에서 제2 방향에서 오버랩의 길이는 예컨대 다음과 같을 수 있다: 10; 9; 9; 6; 26; 61, 95, 등. 이러한 수치는 라인-갭의 백분율로서 표현된다.

- [0043] 일 실시예에서, 브랜치, 예컨대 브랜치(131)의 끝에서부터 후속 메인-라인, 예컨대 메인-라인(112)까지의 거리는 브랜치와 후속 브랜치 사이의 거리, 예컨대 브랜치(131)와 브랜치(141) 사이의 거리와 대략 동일하다. 예컨대, 이들 2개의 거리들 중 긴 거리는 이들 거리들 중 작은 거리의 110% 미만일 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 동일한 메인-라인들로부터의 2개의 후속 브랜치들은 서로 일정 거리를 가지며, 이 거리는 제1 방향에서 측정되며, 라인-갭보다 훨씬 더 작을 수 있다. 예컨대, 상기 브랜치 거리는 단지 라인-갭의 5% 이하일 수 있다. 다른 실시예는 예컨대 라인-갭의 30% 이상이지만 더 긴 거리들을 갖는다. 예컨대, 브랜치(131 및 132)는 메인-라인들(121 및 112) 사이의 동일한 영역으로 확장된다.
- [0045] 일반적으로 말하자면, 예컨대 브랜치들을 적용하는 것에 대한 유리한 효과들은 브랜치들이 설계에 적용되는 경우에 증가한다. 예컨대, 기관의 모든 부분들에 브랜치들이 적용될 필요는 없지만, 적용되면, 모든 부분들에서 브랜치들의 긍정적인 효과들이 충분히 인식될 수 있게 한다. 일부 부분들에서 브랜치들을 사용하지 않는 다양한 이유들이 존재할 수 있지만, 예컨대 그 부분을 시각적으로 구별하기 위해 광학적 차이가 바람직할 수 있거나 또는 그 부분은 회절을 방지하는 상이한 방식, 예컨대 파들을 사용한다.
- [0046] 도 1c는 기관들의 브랜치들의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다. 도 1c는 실체대로 도시된다 기관(171)에서, 2개의 후속 브랜치들이 오버랩하지 않는 예가 도시되며; 도시된 바와같이 -5%의 갭이 존재한다. 기관(172)에서, 2개의 후속 브랜치들이 오버랩하지 않으나 2개의 메인-라인들 사이의 영역의 동일한 지점까지 도달하는 예가 도시되며; 도시된 바와같이, 0%의 갭이 존재한다. 기관(173)에서, 2개의 후속 브랜치들이 5%의 오버랩을 갖는 실시예의 예가 도시된다. 기관(174)에서, 2개의 후속 브랜치들이 20%의 오버랩을 갖는 실시예의 예가 도시된다. 기관(174)은 어느 한 측으로부터 동일한 영역으로 연장되는 브랜치들이 라인-갭의 절반에 걸쳐 연장될 수 있음을 도시한다. 오버랩하는 브랜치들은 핫-스팟들의 경향을 감소시킨다.
- [0047] 상이한 메인-라인들의 2개의 후속 브랜치들은 동일한 길이를 가질 수 있거나 또는 상이한 길이를 가질 수 있다. 이는 2개의 브랜치들이 오버랩하는 구역을 오픈시킨다.
- [0048] 예컨대, 일 실시예에서, 더 긴 브랜치는 더 짧은 브랜치보다 적어도 5% 더 길 수 있다. 예컨대, 더 긴 브랜치는 더 짧은 브랜치보다 최대 50% 더 길 수 있다. 예컨대 브랜치를 따라 측정된 더 긴 브랜치의 길이는 예컨대 브랜치를 따라 측정된 더 짧은 브랜치의 길이의 1.05배일 수 있다. 일 실시예에서, 더 긴 브랜치는 더 짧은 브랜치보다 적어도 4% 내지 40% 더 길 수 있다.
- [0049] 예컨대, 일 실시예에서, 상이한 메인-라인들의 2개의 후속 브랜치들은 동일한 길이를 갖는다.
- [0050] 일 실시예에서, 전극은 다수의 직선 메인-라인들을 포함하며, 이 메인-라인들로부터 브랜치들이 연장된다. 중심-라인들로 또한 지칭되는 메인-라인들은 서로 병렬일 수 있다. 2개의 브랜치들 사이의 거리는 브랜치 갭, 예컨대 거리(152)로서 지칭된다. 2개의 메인-라인들 사이의 거리는 라인-갭이다. 피치는 하나의 라인-갭 + 하나의 라인 폭일 수 있으며, 즉 반복될 수 있는 하나의 엔티티의 폭일 수 있다.
- [0051] 예컨대, 메인-라인에서 브랜치들이 시작하는 지점들 사이의 거리는 브랜치 갭으로서 지칭될 수 있다. 브랜치 갭은 동일한 영역으로 연장되는 브랜치들에 대해 일정할 수 있다. 브랜치 갭은 메인-라인을 따라도 다를 수 있다. 브랜치들은 교번하거나 또는 스테거링될 수 있으며, 예컨대 브랜치들은 브랜치들 사이의 브랜치 갭의 절반에서 오정렬될 수 있다. 브랜치들의 장점은 브랜치들이 전극들 사이의 거리를 균질화하여 전극들 사이에 설정될 수 있는 전기장을 균질화할 수 있다는 것이다. 동시에, 브랜치들은 예컨대 설계의 반복성을 방해함으로써 회절 효과를 감소시키는 것을 가능하게 한다.
- [0052] 실시예에서, 전극 라인들은 약 1 내지 50 마이크로미터의 범위로부터 선택된 폭을 갖는다. 라인-갭은 약 50 내지 100000 마이크로미터 범위로부터 선택될 수 있다. 예컨대, 라인-갭은 800 마이크로미터일 수 있으며, 예컨대 50-1000 마이크로미터의 범위일 수 있지만, 훨씬 더 큰 라인-갭들이 또한 가능하다. 브랜치들을 갖는 것은 균일한 전기장을 유지하면서 큰 라인-갭들을 갖는 것을 가능하게 한다. 라인-갭을 증가시키면, 메인-라인들과 연관된 회절 효과가 감소된다. 일 실시예에서, 라인-갭은 적어도 500 마이크로미터이다.
- [0053] 일 실시예에서, 브랜치들의 길이는 다를 수 있다. 예컨대, 브랜치 길이들은 메인-라인을 따라 교번할 수 있거나 또는 브랜치 길이들을 반복하는 시퀀스를 따를 수 있는 식이다. 이는 최대 전기장의 지점들을 스테거링하는 장점을 갖는다. 이는 특히 500마이크로미터와 같은 큰 라인-갭들 등에 유리하다. 예컨대, 후속 브랜치 길이는 일 실시예에서 예컨대 60% 만큼 다를 수 있다.

- [0054] 일 실시예에서, 제1 전극 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열된다. 이를 달성하기 위한 한 가지 방식은 제1 및 제2 전극을 콤 형상으로 형상화하는 것이며, 여기서 콤의 핑거들은 메인-라인들이다. 2개의 콤들의 핑거들을 서로 맞물리게 함으로써, 서로 맞물리는 패턴이 획득된다. 2개의 콤 형상들을 사용할 필요는 없다. 예컨대, 도 1d는 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열된 제1 전극 및 제2 전극의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 단순화를 위해, 도 1a 및 도 1d는 브랜치들을 도시하지 않고 메인-라인들만을 도시한다. 패턴은 2개의 전극들 사이에 직접적인 전기 접촉이 없도록 생성된다. 2개의 전극들 사이의 최소 거리가 실시될 수 있다.
- [0055] 브랜치형 설계는 회절을 감소시키는 데 기여하는데, 왜냐하면 이러한 설계는 기관 상의 각도들의 수를 증가시키기 때문이다. 더욱이, 이러한 효과를 증가시키기 위해 많은 파라미터들이 변화될 수 있다. 예컨대, 파라미터들은 브랜치들의 길이, 브랜치들의 각도, 메인-라인을 따라 브랜치들 사이의 거리, 라인-갭 등을 포함할 수 있다. 바람직하게, 동일한 영역의 브랜치들은 적어도 국부적으로 평행하여, 메인-라인의 우측의 브랜치 각도는 다음 메인-라인의 좌측의 브랜치 각도와 동일하다. 라인-갭이 변화되는 경우에, 브랜치 거리는 또한 예컨대 라인-갭에 비례하여 다를 수 있으며; 예컨대 이는 전기장의 최소 강도를 실시하기 위해 예컨대 2개의 후속 브랜치들 사이에서 최대 전극 거리를 유지할 수 있다.
- [0056] 도 2a는 기관(200)의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 메인-라인들 중 4개, 즉 메인-라인들(201-204)이 도 2a에 도시된다. 예컨대, 메인-라인들(201 및 203)은 제1 전극, 예컨대 전극(110)에 포함될 수 있고, 메인-라인들(202 및 204)은 제2 전극, 예컨대 전극(120)에 포함될 수 있다. 라인-갭(251), 예컨대 메인-라인들(201 및 202) 사이의 거리가 도시되어 있다. 또한, 메인-라인들(202 및 203) 사이의 라인-갭(252) 및 메인-라인(203 및 204) 사이의 라인-갭(254)이 도시되어 있다. 이러한 예에서, 라인-갭들은 제2 방향에서 다르다. 예컨대, 라인-갭(251)은 라인-갭(253)과 상이한 라인-갭(252)과 상이하다. 다양한 라인-갭들은 회절 효과의 감소에 기여한다.
- [0057] 도 2b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 메인-라인들(201-206)이 도시된다. 메인-라인들은 라인-갭이 상이하게 변화할 수 있는 상이한 부분들을 갖는다. 예컨대, 메인-라인들의 부분들 또는 구역들은 제2 방향으로 기관을 가로질러 연장될 수 있다. 도 2b는 2개의 부분들, 즉 부분(221) 및 부분(223)을 도시한다. 도 2b에 도시된 바와같이, 부분(221)에서, 라인-갭들은 11, 9, 7, 9, 11에 비례하지만, 부분(223)에서 라인-갭들은 7, 11, 9, 9, 11에 비례한다. 따라서, 2개의 후속 메인-라인들 사이의 라인-갭은 이러한 예에서 제2 방향과 마찬가지로 제1 방향에서 또한 변화한다. 제1 부분(221)과 제2 부분(223) 사이에는 2개의 부분들의 메인-라인들이 연결되는 연결 부분(222)이 존재한다. 부분(221)의 라인-갭들은 라인-갭들을 증가 및 감소시키는 교번 패턴에 따라 선택된다. 부분(223)의 라인-갭들은 랜덤하게 선택되었다.
- [0058] 예컨대, 일 실시예에서, 라인-갭들은 최대 거리 쪽으로 증가하는 것과 최소 거리 쪽으로 감소하는 것 사이에서 교번한다. 예컨대, 라인-갭들은 최대 거리에 도달할 때까지 미리 결정된 양 또는 랜덤하게 결정된 양으로 증가할 수 있으며, 그 후 라인-갭은 유사한 방식으로, 예컨대 최소 라인-갭에 도달할 때까지 감소된다. 라인-갭이 전역적으로 변화하도록 보장하기 위해 다양한 전략들이 아래에 제공된다.
- [0059] 예컨대, 일 실시예에서, 라인-갭들은 최대값에 도달할 때까지 3% 만큼, 예컨대 초기 값에 비해 최대 20% 추가로 증가된다. 예컨대 x_i 가 라인-갭들이고 x_0 이 초기 라인-갭인 경우에, $x_i > 1,2 * x_0$ 이 될 때까지 $x_{i+1} = x_i * 1,03$ 을 가질 수 있다. 그 시점 이후에, 라인-갭들은 동일한 패턴 또는 동일한 비율로 감소될 수 있거나 또는 값들은 리셋될 수 있고 패턴은 다시 시작되는 식이다.
- [0060] 예컨대, 일 실시예에서, 라인-갭들은 이전 값의 백분율, 예컨대 7%만큼 교번하여 증가 및 감소된다. 간격은 그 간격이 초기 값보다 작은 임의의 값, 예컨대 10마이크로미터 미만인 경우에 리셋될 수 있다. 예컨대, 이는 지점에 도달할 때까지 규칙들 $x_{i+1} = 1,07 * x_i$ 와 $x_{i+1} = 0,93 * x_i$ 사이에서 교번할 수 있으며, 여기서 $x_i < x_0 - 10$ 이다. 그 시점 이후에, 라인-갭들은 동일한 패턴 또는 동일한 백분율로 감소될 수 있다. 값들은 수정될 수 있다.
- [0061] 또 다른 옵션은 증가와 감소를 교번하는 것이나 초기 값과의 차이에 따르는 양으로 교번하는 것이다. 예컨대, 이는 $x_{i+1} = \alpha(x_i - x_0)$ 로 세팅될 수 있다. 또한 여기서, 라인-갭은 그것이 최대값 또는 최소

값을 초과하는 경우에 리셋될 수 있다. 이는 1보다 크거나 작은 α 값을 교변할 수 있으며; 예컨대, 이는 $x_{i+1} = \alpha_i(x_i - x_0)$ 를 사용할 수 있으며, 여기서 짝수 인덱스들 i 는 $\alpha_i > 1$ 을 사용하고 홀수 인덱스들은 $\alpha_i < 1$ 을 사용한다.

[0062] 또 다른 옵션은 라인-갭의 높은 값과 낮은 값 사이를 교변하는 것이다. 예컨대, 높은 값들은 높은 범위로부터 랜덤하게 선택될 수 있으며, 낮은 값은 낮은 범위로부터 선택될 수 있다. 높은 범위 및 낮은 범위는 별개일 수 있거나 또는 부분적으로 오버랩할 수 있다.

[0063] 라인-갭들은 랜덤하게 변화될 수 있다. 예컨대, 라인-갭들은 완전히 랜덤하게 또는 추가 기준을 가지고 랜덤하게 변화될 수 있으며, 예컨대 높은 라인-갭과 낮은 라인-갭 사이를 교변할 수 있다. 예컨대, 홀수 라인-갭들은 짝수 라인-갭들과 상이한 확률 분포로부터 도출될 수 있다. 2개의 확률 분포들은 상이한 높은 기대값과 낮은 기대값을 가지며, 예컨대 높은 기대값은 낮은 기대값보다 적어도 10% 또는 20% 등 더 높을 수 있다.

[0064] 라인-갭들이 랜덤하게 선택되거나 수정될 때, 여전히 추가 기준이 충족될 수 있다. 앞에서, 최대 라인-갭 및 최소 라인-갭을 실시하는 것이 언급되었다. 실시될 수 있는 다른 유리한 기준은 라인-갭들의 합이 최소 총 거리와 최대 총 거리 사이에 있다는 것이다. 이는 연결 부분(222)이 제어된 상태로 유지된다는 장점을 갖는다. 이는 원하는 기준에 따라 컨디셔닝된 결합 분포로부터 도출함으로써 획득될 수 있다. 이는 예컨대 먼저 랜덤하게 선택하고 이후 제약들이 충족될 때까지 랜덤 선택을 수정함으로써 또한 획득될 수 있다.

[0065] 예컨대, 일 실시예에서, 이는 라인-갭들 x_i 를 선택할 수 있으며, 여기서 $\min_x \leq x_i \leq \max_x$, 및 $\min_s \leq \sum x_i \leq \max_s$ 이며, 여기서 $\min_x, \max_x, \min_s, \max_s$ 는 라인-갭들 및 라인-갭들의 합에 대한 한계들이다. 라인-갭들은 예컨대 앞서 제안된 바와같이 또는 랜덤하게 미리 결정된 패턴으로 변화될 수 있으며, 이는 예컨대 하나 이상의 분포들로부터 도출된다.

[0066] 라인-갭들은 제1 방향 및 제2 방향으로 변화될 수 있다. 이러한 경우에, 연결 부분의 형상을 제어하기 위하여 편차들이 제어될 수 있다. 예컨대, 도 2c는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 2개의 메인-라인들(201 및 202)이 도시된다. 도 2c의 상단에는 라인-갭(231)이 존재한다. 라인-갭은 도 2c의 하단에서 변경되었다. 메인-라인(201)은 시프트가 발생하지 않은 경우에 메인-라인이 어떻게 계속되는지를 보여주기 위해 점선으로 표시된다. 거리(232)는 도면의 하단에서의 시프트 이후에 점선으로 표시된 메인-라인(201)과 메인-라인(202) 사이의 거리이다. 라인-갭(231)에 비해 거리(232)의 백분율 증가 또는 감소를 임계치 미만으로 유지함으로써, 연결 부분은 예컨대 너무 가파르지 않도록 제어된다. 예컨대, 일 실시예에서, 거리(232)는 라인-갭(231)의 1.35배 미만이다. 라인-갭의 변경도 또한 제어될 수 있다. 라인-갭들의 크기를 제어하는 대신에 (또는 라인-갭들의 크기를 제어하는 것에 부가하여), 메인-라인들의 연결 부분들, 예컨대 라인들(201 및 202)의 연결 부분들 등을 만드는 각도가 제어될 수 있으며, 예컨대 그 각도는 라인이 너무 가파르게 되는 것을 방지하기 위해 임계치 미만이어야 한다. 이를 제어하는 또 다른 방식은 후속 연결 부분들이 서로 너무 가까워지지 않게 됨을 확인하는 것이다.

[0067] 시뮬레이션 실험들은 라인-갭을 변경하는 것이 일정한 라인-갭에 비해 회절을 감소시키는 데 유리함을 것을 확인했다. 라인-갭의 랜덤성이 회절 효과를 감소시키는 데 잘 작용한다는 것이 분명해졌다. 라인-갭들 내의 그라디언트 패턴이 회절을 감소시킬 수 있지만, 이는 라인-갭에서 작용하지 않을뿐만 아니라 더 랜덤하게 변경된다. 예컨대, 회절은 라인-갭이 낮은 랜덤 값과 높은 랜덤 값 사이에서 교변하는 경우에 가장 잘 감소된다. 회절 효과는 브랜치들에 의해 더 억제될 수 있다.

[0068] 효과적인 전극 패턴을 선택하는 것은 컴퓨터로 구현될 수 있다. 예컨대, 이는 많은 수의 전극 패턴들을 자동으로 생성하고, 이들에 대해 회절 효과의 심각도를 표시하는 회절 파라미터를 계산할 수 있다. 가능하게, 다른 파라미터, 예컨대 전기장의 균질성을 표시하는 균질성 파라미터가 또한 계산될 수 있다. 생성된 전극 패턴들 중에서 컴퓨터 파라미터(들)에 기반하여 효과적인 것을 선택할 수 있다.

[0069] 도 3은 기관(300)의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 3에는 연결된 일련의 서브 메인-라인들(이로부터 브랜치들이 연장됨)로서 빌드-업되는 메인-라인이 도시되어 있다. 서브 메인-라인은 도 2b를 참조하여 언급된 부분들에 대응할 수 있으나, 이는 반드시 그럴 필요는 없다. 예컨대, 도 2b에서와 같은 부분은 다수의 서브 메인-라인들을 포함할 수 있다.

- [0070] 도 3에는 2개의 서브 메인-라인(322 및 312) 및 연결 부분(311)을 포함하는 메인-라인(301)이 도시되어 있다. 점선 박스들(320 및 310)은 다수의 브랜치들과 함께 서브 메인-라인을 도시한다. 그러한 박스는 유닛으로서 선택할 수 있고, 예컨대 유닛으로서 반복될 수 있거나 또는 다수의 유닛들로부터 선택될 수 있거나 또는 랜덤하게 선택될 수 있는 식이다.
- [0071] 도 3의 모듈러 설계의 장점은 브랜치들의 많은 파라미터들이 동시에 선택될 수 있다는 것이다. 예컨대, 서브 메인-라인의 동일 측 상에서 연장되는 브랜치들은 길이가 동일할 수 있으며, 서브 메인-라인의 동일 측 상에서 연장되는 브랜치들은 평행할 수 있다. 더욱이, 서브 메인-라인의 어느 한 측으로부터 연장되는 브랜치들의 수는 동일할 수 있다. 이러한 선택들을 통해, 더 적은 수의 파라미터들이 제어될 필요가 있기 때문에 보다 효과적인 설계를 더 용이하게 선택한다. 예컨대, 한 장소에서 선택된 서브 메인-라인 및 이의 브랜치들은 다른 장소에서 반복될 수 있다.
- [0072] 반면에, 도 3의 설계는 여전히 상당한 편차들을 허용한다. 예컨대, 서브 메인-라인의 동일 측 상에서 연장되는 브랜치들 및 동일한 메인-라인의 후속 서브 메인-라인으로부터 연장되는 브랜치들은 상이한 길이를 가질 수 있으며, 제1 방향에서 상이한 각도를 만들 수 있다. 옵션들 둘 모두가 도 3에 도시된다. 상이한 서브 메인-라인들은 또한 서브 메인-라인의 측으로부터 연장되는 상이한 수의 브랜치들을 가질 수 있으며; 이는 도 3에 도시되어 있지 않다. 메인-라인 또는 서브 메인-라인에서 브랜치와 제1 방향 간의 각도는 최소 각도와 최대 각도 사이에, 예컨대 45도와 90도 사이 등에서 랜덤하게 선택될 수 있다. 서브 메인-라인(322) 및 서브 메인-라인(312)이 제1 방향 및 제2 방향 둘 모두에서 서로에 대해 시프트된다는 점에 유의한다. 점선 박스들에 일부 파라미터들을 픽싱하면, 달성 가능한 결과들에 큰 영향을 미치지 않으면서 선택 노력을 크게 감소시킨다.
- [0073] 일 실시예에서, 라인 폭은 약 1 -50 마이크로미터의 범위에서 선택될 수 있다. 라인-갭들은 약 40-100000 마이크로미터의 범위로부터 선택될 수 있다. 예컨대 도 3에서 서브 메인-라인들의 길이, 또는 예컨대 도 2b에서 부분들은 라인-갭과 관련될 수 있다. 예컨대, 예컨대 라인-갭의 5배 내지 10배로 제1 방향으로 측정된 길이를 선택할 수 있다. 일반적으로, 상이한 값들이 가능하지만, 이러한 선택들은 효율적인 것으로 입증되었다. 도 2a-2c는 브랜치들을 도시하지 않지만, 이들은 일 실시예에서와 같이 존재할 수 있다. 서브 메인-라인 또는 부분에서 브랜치들의 수는 예컨대 3에서 10까지 또한 다양할 수 있다.
- [0074] 브랜치들 없이 라인-갭들을 변경하면 회절 효과가 또한 감소되나, 이러한 옵션들을 결합하는 것은 더 양호하다. 실제로, 브랜치들을 사용하지 않고 기관을 만드는 것이 가능하다. 이러한 기관의 예는 스마트 글레이징에 사용하기 위한 기관(100)이며, 여기서 제1 전극(110) 및 제2 전극(120)은 기관의 동일한 측에 적용되며, 제1 및 제2 전극들의 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 제1 전극 및 제2 전극의 각각은 제1 방향(101)으로 기관을 가로질러 연장되는 제1 및 제2 다수의 메인-라인들(111-113, 121-123)을 포함하며, 제1 및 제2 전극의 제1 및 제2 배수의 메인-라인들은 기관 상에서 서로에 대해 교번하여 배열되며, 제1 전극(201, 203) 및 제2 전극(202, 204)의 기관 상의 메인-라인(201, 202, 203)과 인접한 또는 후속 메인-라인(202, (203, 204) 사이의 거리들은 제1 방향 및/또는 제2 방향에서 변화한다. 이러한 기관은 다양한 라인-갭들로 인해 감소된 회절을 갖는다. 기관은 본원에서 설명된 특징들, 특히 다양한 라인-갭들과 관련된 특징들과 결합될 수 있다.
- [0075] 대부분의 도면들은 직선이거나 또는 직선 서브 메인-라인들의 조합인 메인-라인을 도시한다. 그러나, 이는 필요치 않다. 예컨대, 메인-라인은 예컨대 PCT/EP2020/052379에 도시된 바와같이 물결 모양, 예컨대 정현파 형상일 수 있다. 도 4a는 다수의 메인-라인들을 포함하는 기관의 예를 개략적으로 도시하지만, 메인-라인들은 물결 모양이다. 메인-라인들은 예컨대 도 1a 또는 도 1d에서와 같이 두 개 이상의 전극들에 연결된다. 도 4a의 예는 브랜치들을 포함하지 않지만, 브랜치들은 또한 물결모양 메인-라인들과 통합될 수 있다. 이러한 상황에서, 브랜치들의 위치를 관리하면, 메인-라인 사이의 거리가 라인을 따라 픽싱되지 않기 때문에 각도들 및 길이들은 더 난제가 된다. 설계를 변경하는 향상된 능력은 회절의 추가 감소를 가능하게 한다. 도 4b는 브랜치들이 비-직선, 예컨대 물결모양 메인-라인들과 결합되는 기관의 개략적 상상을 제공한다. 브랜치들은 직선일 필요가 없다.
- [0076] 물결 모양의 메인-라인들을 사용할 때, 심지어 오버랩하는 브랜치들 없이 핫-스팟들이 감소될 수 있고 균질성이 증가될 수 있다. 이러한 기관의 예는 스마트 글레이징에 사용하기 위한 기관(100)이며, 여기서 제1 전극(110) 및 제2 전극(120)은 기관의 동일한 측에 적용되며, 제1 및 제2 전극들의 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 제1 전극 및 제2 전극의 각각은 제1 방향(101)으로 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들(111-113, 121-123)을 포함하며, 제1 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들은 기관 상에서 서로에 대해 교번하여 배열되며, 다수의 브랜치들(131-134, 141-144)은 메인-라인들로부터 메인-라인들 사이의 영역들로 연장되며, 제1 전극

및 제2 전극의 제1 메인-라인(121)과 제2 메인-라인(112) 사이의 영역(150)으로 연장되는 브랜치들(142, 132, 141, 131)은 제1 및 제2 메인-라인으로부터 교번하여 연장되며, 메인-라인들 중 하나 이상 또는 전부는 물결모양이다.

[0077] 도 4c는 기관(450)의 실시예의 예를 개략적으로 도시하며, 여기서 제1 및 제2 전극들이 배열되는 패턴은 제1 및 제2 방향으로 기관에 걸쳐 연장되는 한 세트의 블록들로 세분화된다. 블록들은 전극 패턴의 부분을 포함하여, 블록들을 결합함으로써 더 큰 패턴이 빌드-업된다. 예컨대, 각각의 블록은 제1 전극의 다수의 메인-라인들 중 일부의 다수의 서브-라인들 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들 중 일부의 다수의 서브-라인들을 포함할 수 있다. 블록의 한 측은 예컨대 1mm 내지 10mm일 수 있다. 예컨대, 블록은 8mm x 8mm일 수 있다.

[0078] 블록들은 일부 규칙적인 패턴, 예컨대 바둑판 패턴으로 배치될 수 있지만, 예컨대 도 4c에 도시된 바와 같은 불규칙한 패턴이 또한 가능하다. 블록들은 직사각형일 수 있다. 블록들을 사용하는 장점은 예컨대 특히 낮은 회절 효과 및/또는 특정한 우수한 균질 전기장을 갖는 유리한 블록이 기관에서 여러 번 반복될 수 있다는 점이다.

[0079] 하나 이상의 블록들은 실시예에 따른 패턴을 포함하지만, 일부 블록들은 다른 패턴, 예컨대 도 4a에 도시된 것과 같은 브랜치들 없는 패턴을 또한 포함할 수 있다. 블록의 메인-라인들 중 일부는 직선일 수 있고 일부는 물결 모양일 수 있다. 일부는 브랜치들을 가질 수 있으며, 일부는 브랜치들을 갖지 않을 수 있는 식이다.

[0080] 흥미롭게도, 예컨대 본원의 다양한 예들에서 도시된 것과 같이 마이크로 레벨로 라인 형상에 대해 작용하는 것은 회절 및 균질성과 같은 파라미터들에 영향을 미칠 수 있지만, 더 큰 스케일들에서 설계의 지오메트리를 방해하는 것이 또한 가능하며, 여전히 상당한 광학적 영향을 가질 수 있다. 따라서, 상이한 레벨들에서 블록들로서 생성된 다양한 전극 형상들을 결합하는 것이 가능하다. 블록 구성의 관점에서, 블록은 다양한 레벨들, 예컨대 패턴 크기를 증가시키면서 다양한 레벨들의 랜덤화로 생성될 수 있다. 실제로는, 블록에서 라인들의 수가 2의 배수인 경우가 편리하지만, 반드시 그럴 필요는 없다.

[0081] 일 실시예에서, 전극들은 제한된 수의 전압 소스들, 예컨대 4개의 전압 소스들을 지원하는 전기 회로부로 구동된다. 일 실시예에서, 전압 소스들의 수는 전극들의 수와 동일하며, 전극들의 수는 주어진 기관 상에서 2개보다 많을 수 있다. 일 실시예에서, 기관 상의 다수의 라인들은 2개보다 많은 전극들, 또는 심지어 4개보다 많은 전극들 또는 심지어 훨씬 더 많은 전극들에 걸쳐 분할된다. 전극 마다 메인-라인들의 수가 실질적으로 동일한 경우 바람직하다. 예컨대, 일 실시예에서, 다수의 세그먼트들이 기관 상에 배열되며, 각각의 세그먼트는 기관에 대한 적어도 2개의 전극들 및 적어도 2개의 기관들의 어셈블리에서 적어도 4개의 전극들에 의해 제어된다. 대응 전극들을 구동함으로써 상이한 세그먼트들 상에서 상이한 광학 효과들이 배열될 수 있다. 유체는 하나의 세그먼트로 제한될 필요는 없지만, 세그먼트들이 서로 격리된 경우에는 상이한 유체가 세그먼트들에 제공될 수 있다.

[0082] 도 5a는 일 실시예에 따른, 전극 패턴들을 갖는 기관들의 실시예들의 다수의 예들을 개략적으로 도시한다. 도 5a에 도시된 실시예들은 모두 실체이며, 전체 전극 패턴, 예컨대 서로 맞물린 패턴으로 확장될 수 있다.

[0083] 도 5b는 2개의 전극들 또는 3개의 전극들에 대해 배열된 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 5b의 좌측은 메인-라인들이 동일한 전극들에 속하는 문자들 'a' 및 'b'로 표시된다. 'a'로 표시된 모든 라인들은 전기적으로 연결되지만, 이는 도 5a 또는 도 5b에 도시된 전극 패턴들의 세부 사항에 도시되지 않으며, 메인-라인들 'b'의 경우도 마찬가지다. 도 5b의 우측은 메인-라인들이 동일한 전극들에 속하는 문자들 'a', 'b' 및 'c'로 표시된다. 동일한 문자로 표시된 모든 라인들은 전기적으로 연결된다.

[0084] 도 6a 및 도 6b는 2개의 기관들의 비교 예를 개략적으로 도시한다. 도 6c-6d는 2개의 실시예들의 예들을 도시한다. 회절 패턴이 시뮬레이션되었다. 회절 패턴을 시뮬레이션하는 것은 당업계에 그 자체로 알려져 있다.

[0085] 회절 레벨은 “Numerical comparison of grid pattern diffraction effects through measurement and modeling with OptiScan software” from Murray and al, published 20 May 2011 under SPIE journal (doi: 10.1117/12.883422)에 인용된 방법에 따라 계산되었다. 이러한 방법은 전극들이 흰색 배경 위에 검은색으로 그려진 전극 패턴을 나타내는 이미지의 파워 스펙트럼을 계산하는 것으로 구성된다. 원시 파워 스펙트럼으로부터, 회절 레벨은 0차 회절의 강도에 대한 고차 회절의 최대 강도의 비율로 계산된다.

	최대 회절 값(시뮬레이션)	라인 폭 (um)	라인 갭 (um)
도 6a(직선 라인들)	2.603	10	70
도 6b(개방 그리드)	3.792	10	80
도 4a	0.540	10	70
도 6c	0.629	10	70
도 6d	0.377	10	70

[0086]

[0087] 도 6a는 단지 다수의 직선 메인-라인들로 구성된 단순 패턴을 좌측에 도시한다. 메인-라인들은 전극들, 예컨대 서로 맞물린 패턴의 2개의 전극들에 함께 연결된다. 도 6b의 패턴은 직교하는 추가 직교 직선 라인들을 갖는다. 패턴의 회전은 회절 패턴만을 회전시키므로 도움이 되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 도 6c 및 도 6d는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 6c는 라인-갭들을 변경하고 각도들을 변경하는 것과 메인-라인들을 시프트하는 것을 사용한다. 도 6d는 더 높은 밀도 블록 변경을 사용하고, 즉 라인들을 따라 더 많은 수의 수직 블록을 사용한다. 도 6c는 3개의 블록들을 도시하며, 메인-라인은 자신의 방향을 3번 변경한다. 도 6d는 10개의 블록들을 가지며, 이의 메인-라인은 자신의 방향을 10번 변경한다. 도 6c 및 도 6d의 값들에 대한 최대 회절 값들은 도 6a 및 도 6b와 같은 직선 설계들의 경우에 훨씬 낮다는 것에 유의해야 한다.

[0088] 도 6b의 패턴들은 바람직하지 않은 회절 값들을 가질 뿐만 아니라 반대측 브랜치들 사이에는 핫-스팟들이 발생하는 경향이 있다. 전기장은 다른 곳보다 반대측 브랜치들의 끝들 사이의 구역에서 훨씬 더 높다. 그 결과 불투명한 상태에서 균일하지 않은 외관과 균일하지 않은 전환 속도가 발생한다.

[0089] 도 4a의 물결모양 라인 설계는 도 6c의 설계와 유사한 값을 제공하지만, 브랜치형 설계들이 더 빠르고 더 용이하게 유리한 선택을 할 수 있음을 알 수 있었다. 더욱이, 브랜치형 설계들은 물결모양 라인 설계들보다 더 균일한 전기장을 제공한다.

[0090] 일 실시예에 따른 2개의 기관들은 결합되어 광 변조기를 형성할 수 있다. 광 변조기는 특히 글레이징에 적합하다. 광 변조기의 예시적인 실시예가 아래에 도시되어 있다.

[0091] 도 7a는 스마트 글레이징에 적용될 수 있는 광 변조기(10)의 실시예를 개략적으로 도시한다.

[0092] 인용에 의해 본원에 포함된 특허 출원 PCT/EP2020/052379를 참조하며; 이러한 출원은 예컨대 본원에서 설명된 바와 같은 전극들 및/또는 브랜치들을 포함함으로써 더 개선될 수 있는 광 변조기에 대한 유리한 설계들을 포함한다.

[0093] 광 변조기(10)는 투명 상태와 불투명 상태 사이에서 또는 그 반대로 또는 반사 상태와 비반사 상태 사이에서 또는 그 반대로 전자적으로 스위칭될 수 있다. 광 변조기(10)는 서로 대향하여 배열된 제1 기관(11) 및 제2 기관(12)을 포함한다. 제1 기관(11)의 내측에 적어도 2개의 전극들이 적용되며: 전극들(13a, 13b)이 도시되어 있다. 이들 적어도 2개의 전극들은 함께 전극(13)으로 지칭된다. 제2 기관(12)의 내측에 적어도 2개의 전극들이 적용되며: 전극들(14a, 14b)이 도시되어 있다. 이들 적어도 2개의 전극들은 함께 전극(14)으로 지칭된다.

[0094] 상기 기관 사이에 유체(15)가 제공된다. 유체는 입자들(30), 예컨대 나노입자들 및/또는 마이크로입자들을 포함하며, 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전가능하다. 예컨대, 입자들은 본질적으로 자신들의 표면들에 전하를 반송할 수 있다. 예컨대, 입자는 하전된 분자로 둘러싸여 질 수 있다.

[0095] 전극들은 인가된 전기장에 따라 입자들(30)이 전극들 쪽으로 또는 전극들로부터 멀리 이동하도록 배열된다. 광 변조기의 광학 특성들, 특히 광 변조기의 투명도 또는 반사도는 유체에서의 입자들(30)의 로케이션에 따른다.

예컨대, 전극들에 전자기장을 인가하기 위한 연결이 제공될 수 있다.

- [0096] 일례에서, 기관(11) 및 기관(12)은 전극 외측에서 광학적으로 투명할 수 있으며, 전형적으로 관련 파장들에서 99% 초과 투명도, 이를테면 95% 초과 투명도를 갖는다. 전극들을 고려하면, 투명도는 훨씬 낮아질 수 있다 (예컨대, 70% 투명도). "광학"이라는 용어는 적용 가능한 경우 육안으로 볼 수 있는 파장들(약 380nm - 약 750nm)과 관련될 수 있으며, 적용 가능한 경우 적외선(약 750nm - 1 μ m) 및 자외선(약 10 nm-380 nm), 및 이들의 하위 섹터들을 포함하여 더 넓은 범위의 파장들과 관련될 수 있다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서 기관 재료는 유리 및 폴리머로부터 선택된다.
- [0097] 다른 예에서, 하단 기관(12)과 같은 하나의 기관은 반사성 또는 부분 반사성일 수 있는 반면, 상단 기관(11)은 투명하다. 광 변조기의 광학 특성들, 특히 광 변조기의 반사도는 입자들(30)의 로케이션에 따른다. 패널이 개방 상태(수직 구동)에 있을 때, 입자들은 대부분 2개의 기관들의 대향 전극들 사이에 로케이팅될 것이며, 이에 따라 입사광은 상대적으로 방해받지 않고 투명한 상단 기관과 광학 층 사이를 통과할 수 있고 하단 기관 상에서 반사되거나 또는 부분적으로 반사된다.
- [0098] 제1 기관과 제2 기관 사이의 거리는 전형적으로 30 μ m, 이를테면 15 μ m보다 작다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 제1 기관과 제2 기관 사이의 거리는 500 μ m 미만, 바람직하게는 200 μ m 미만, 바람직하게는 100 μ m 미만, 더욱 바람직하게는 50 μ m 미만, 이를테면 30 μ m 미만이다.
- [0099] 일례에서, 변조기는 유연한 폴리머로 제공될 수 있으며, 디바이스의 나머지는 유리로 제공될 수 있다. 유리는 강성 유리 또는 유연한 유리일 수 있다. 필요한 경우 보호층이 기관에 제공될 수 있다. 하나 초과의 색이 제공되는 경우에, 유연한 폴리머의 하나 초과의 층이 제공될 수 있다. 폴리머는 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)(선택적으로 SiN 층을 가짐), 폴리에틸렌(PE) 등일 수 있다. 추가 예에서, 디바이스는 적어도 하나의 유연한 폴리머로 제공될 수 있다. 따라서, 변조기는 이를테면 접착제를 사용하여 임의의 표면에 부착될 수 있다.
- [0100] 입자들(30)은 광을 흡수하도록 적응될 수 있고 그에 따라 특정 파장들이 통과하는 것을 방지할 수 있다. 입자들(30)은 광을 반사할 수 있으며; 예컨대 반사는 정반사성, 확산성 또는 이 사이일 수 있다. 입자는 일부 파장들을 흡수하고 다른 파장들을 반사할 수 있다. 입자들은 추가적으로 또는 대안적으로 예컨대 인광, 형광 등을 사용하여 광을 방출할 수 있다. 유체조차도 광을 방출할 수 있으며, 방출량은 입자들의 로케이션을 변경함으로써 변조된다.
- [0101] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 나노입자들의 크기는 20-1000 nm이고, 바람직하게는 20-300 nm이며, 더 바람직하게는 200 nm보다 작다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 나노입자들/마이크로입자들은 안료 상의 코팅을 포함할 수 있고, 바람직하게는 코어를 포함할 수 있다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서 입자들의 코팅은 전도성 및 반전도성 재료들로부터 선택된 재료로 만들어진다.
- [0102] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 입자들은 10nm-1 μ m, 이를테면 400-800nm, 700nm-1 μ m 및 10-400nm의 파장을 갖는 광을 흡수하도록 적응되며 그리고/또는 10nm-1 μ m 내에 속하는 파장-범위(필터)를 갖는 광의 일부를 흡수하도록 적응되고 그리고 이들의 조합을 수행하도록 적응된다.
- [0103] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전가능하다. 예컨대, 입자들 상의 전하량은 입자당 0.1e 내지 10e일 수 있다. $(5 \times 10^{-7} - 0.1 \text{ C/m}^2)$.
- [0104] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 유체는 1-1000g/m², 바람직하게는 2-75g/m², 더 바람직하게는 20-50g/m², 이를테면 30-40g/m²의 양으로 존재한다. 현재 레이아웃에서는 훨씬 적은 유체, 및 마찬가지로 입자들이 사용될 수 있다는 것은 큰 장점이다.
- [0105] 광 변조기의 예시적인 구현예에서, 입자들은 0.01-70 g/m², 바람직하게는 0.02-10 g/m², 이를테면 0.1-3 g/m²의 양으로 존재한다.
- [0106] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 입자들은 청록색, 자황색 및 황색으로부터 그리고 흑색 및 백색으로부터 그리고 이들의 조합으로부터 선택된 색을 갖는다.
- [0107] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 유체는 계면활성제, 유화제, 극성 화합물 및 수소 결합을 형성할 수 있는 화합물 중 하나 이상을 포함한다.

- [0108] 유체(15)는 유전 상수가 15 미만인 무극 유체일 수 있다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 유체는 100 미만, 바람직하게는 10 미만, 이를테면 5 미만의 상대 유전율 ϵ_r 을 갖는다. 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 유체(15)는 10mPa.s 초과와 동적 점성을 갖는다.
- [0109] 전극들(13a, 13b) 및 전극들(14a, 14b)은 유체와 유체 접촉한다. 유체는 전극과 직접적으로 접촉할 수 있거나 간접적으로 접촉할 수 있으며, 예컨대 유체는 이를테면 다공성 층을 통해 전극과 제2 매체를 접촉시킬 수 있다. 실시예에서, 전극은 기관 표면의 약 1-30%를 커버한다. 일 실시예에서, 전극들은 100 $n\Omega m$ 미만의 저항률 (273K에서; 비교를 위해 전형적으로 사용되는 ITO는 105 $n\Omega m$ 을 가짐)을 갖는 전기 전도성 재료를 포함하며, 이는 20° 에서 $1 \cdot 10^7 S/m$ 를 초과하는 전기 전도도와 유사하다. 광 변조기의 실시예에서, 전극들은 구리, 은, 금, 알루미늄, 그래핀, 티타늄, 인듐 및 이들의 조합, 바람직하게는 구리를 포함한다. 전극들은 폴리머-기반 기관에 임베딩된 마이크로 와이어들 형태일 수 있으며; 예컨대 구리 마이크로 와이어들의 형태일 수 있다.
- [0110] 전극들에 전자기장을 인가하기 위한 연결부가 제공되며, 전극들에 인가된 전자기장은 제1 전극으로부터 제2 전극으로 그리고 그 반대로 나노입자들 및 마이크로입자들의 이동을 제공한다. 전극들에 전자기장을 인가하기 위한 연결부가 제공될 수 있다. 예컨대, 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 전류는 -100 ~ $+100 \mu A$, 바람직하게는 -30 ~ $+30 \mu A$, 보다 바람직하게는 -25 ~ $+25 \mu A$ 이다. 예컨대, 전력 제공자는 적어도 2개의 전극들과 전기적으로 연결될 수 있다. 전력 제공자는 파형 전력을 제공하도록 적응될 수 있다. 진폭, 주파수 및 위상 중 적어도 하나는 광 변조기의 상이한 상태들을 제공하도록 적응될 수 있다. 예컨대, 전력의 양상들은 제어기에 의해 적응될 수 있다.
- [0111] 광 변조기(10)는 하나 이상의 세그먼트들을 포함할 수 있으며, 세그먼트는 크기가 변할 수 있는 단일의 광학적 스위칭 가능 엔티티이다. 기관들은 세그먼트일 수 있는 부피를 적어도 부분적으로 인클로징한다.
- [0112] 본 디바이스는 전자기장을 인가함으로써 (개별) 세그먼트들의 외관을 변경하기 위한 드라이버 회로를 포함할 수 있다. 따라서, 또한 광 변조기 또는 이의 하나 이상의 부분들의 외관이 변경될 수 있다. 예컨대, 세그먼트는 최소 $1mm^2$ 의 면적을 가질 수 있다. 현재의 설계는 더 많은 색들을 가능하게 하는 적응을 허용하며; 예컨대 풀 컬러 애플리케이션들의 경우에 2개 또는 3개의 변조기들의 스택이 각각 대부분 또는 모든 색들을 제공할 수 있다.
- [0113] 하나 이상의 세그먼트들을 갖는 것은 광 변조기가 국부적으로 제어될 수 있게 하며; 이는 일부 애플리케이션들에 유리하지만 반드시 필요한 것은 아니다. 스마트 글레이징의 경우에, 광 변조기는 세그먼트들과 함께 또는 세그먼트들 없이 사용될 수 있다. 예컨대, 스마트 글레이징에 적용되는 경우에, 투명도 또는 반사도는 예컨대 전체 윈도우에서 투명도 또는 반사도를 감소시키지 않고 선-패치를 차단하기 위해 국부적으로 제어될 수 있다. 세그먼트들은 상대적으로 클 수 있으며, 예컨대 적어도 1mm 또는 적어도 1cm 등의 직경을 가질 수 있다.
- [0114] 광 변조기의 예시적인 실시예에서, 기관들(11, 12)은 정렬되며 그리고/또는 전극들(13, 14)은 정렬된다. 예컨대, 전극들(13a, 13b) 및 전극들(14a, 14b)은 서로 대향하도록 정렬될 수 있다. 정렬된 기관들에서, 상이한 기관들 상의 전극들은 기관들에 직교하는 방향에서 보았을 때 서로 뒤떨어져 있다. 광 변조기가 분해되고 전극들이 위를 향하도록 기관들 둘 모두가 배열되는 경우에, 전극 패턴들은 서로 미러 이미지이다.
- [0115] 기관들을 정렬하면 광 변조기의 최대 투명도 또는 반사도가 증가할 수 있는 반면, 투명도 또는 반사도 등의 범위보다 더 많은 기준으로 광 변조기를 선택할 때 2개의 기관들을 정렬하지 않거나 완전히 정렬하지 않는 것이 더 양호할 수 있다. 광 변조기들은 적층될 수 있다. 예컨대, 2개의 적층된 광 변조기들은 3개의 기관들로 만들어질 수 있으며, 중간 기관은 양면들에 전극들을 갖는다. 광 변조기의 실시예에서, 선택적으로 제1 광 변조기의 적어도 하나의 기관(11, 12)은 적어도 하나의 제2 광 변조기의 기관(11, 12)과 동일하다. 또한 적층된 변조기들의 경우에, 정렬은 최대 투명도 또는 반사도를 증가시킬 수 있지만, 다른 고려사항들, 예컨대 회절들에 해로울 수 있다.
- [0116] 도 7b는 광 변조기(40)의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 광 변조기(40)는 다수의 광학 층들을 포함한다는 점을 제외하고 광 변조기(10)와 유사하지만, 본 예에서는 2개의 광학 층들이 도시된다. 2개 초과와 광학 층들이 존재할 수 있다. 각각의 광학 층은 2개의 기관들 사이에 배열된다. 광 변조기(40)는 도 7a에서와 같이

2-기관 광 변조기들의 스택으로서 간주될 수 있다. 도시된 바와 같이, 광 변조기(40)는 3개의 기관들, 즉 제1 기관(41), 제2 기관(42) 및 제3 기관(43)을 포함한다. 기관들(41 및 42) 사이에는 광학층이 있고, 기관들(42 및 43) 사이에는 광학층이 있다. 광학 층은 광 변조기(10)의 광학 층과 유사할 수 있다. 제어기(46)는 기관들의 전극들 상의 전류를 제어하도록 구성된다. 예컨대, 도 7b에서, 제어기(46)는 적어도 $4 \times 2 = 8$ 전극들에 전기적으로 연결될 수 있다.

[0117] 흥미롭게도, 다수의 광학 층들의 입자들은 상이할 수 있으며, 광 변조기의 더 많은 광학 특성들을 제어하기 위해 다수의 층들이 사용될 수 있다. 예컨대, 상이한 광학 층들의 입자들은 상이한 파장들에서 흡수 또는 반사할 수 있고, 예컨대 상이한 색을 가질 수 있다. 이는 제어기(46)에 의해 패널에 다른 색들 및/또는 상이한 색 강도들을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 4-기관 패널은 상이한 색 입자들, 예컨대 청록색, 황색, 및 자황색을 각각 갖는 상이한 색 입자들을 갖는 3개의 광학 층들을 가질 수 있다. 상이한 색들에 대한 투명도 또는 반사도를 제어함으로써, 넓은 색 스펙트럼이 생성될 수 있다.

[0118] 다른 기관을 향하는 기관들의 표면들에는 예컨대 일 실시예에서와 같이 2개 이상의 패턴들이 제공될 수 있다. 예컨대, 외부 기관들(41 및 43)은 단지 내부 측 상에서만 전극들을 수용할 수 있는 반면에, 내부 기관, 예컨대 기관(42)은 양 측에서 전극들을 가질 수 있다.

[0119] 기관들(41 및 42)은 함께 광 변조기의 실시예로서 간주될 수 있다. 마찬가지로, 기관들(42 및 43)은 함께 광 변조기의 실시예로서 간주될 수 있다.

[0120] 도 7c는 윈도우들(21)에 대한 스마트 글레이징을 갖는 자동차(20)의 일 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 이는 특히 유리한 실시예인데, 왜냐하면 운전 중에 입사광의 레벨이 자주 그리고 빠르게 변할 수 있기 때문이다. 자동차에 스마트 글레이징을 사용하면, 자동차 창문들의 투명도를 조절함으로써 광 레벨들이 일정한 레벨로서 유지될 수 있는 장점을 갖는다. 더욱이, 회절 효과가 감소하여, 운전자의 주의산만이 감소하기 때문에 안전성이 향상된다. 자동차(20)는 창문(21)의 투명도 또는 반사도를 제어하도록 구성된 제어기를 포함할 수 있다.

[0121] 스마트 글레이징은 또한 특히 입사광의 양이 가변적인 경우에 다른 글레이징 애플리케이션들, 예컨대 건물들, 사무실들, 주택들, 그린 하우스들, 채광창에서 사용될 수 있다. 채광창들은 햇빛이 실내로 들어올 수 있게 하도록 천장에 배열된 창문들이다.

[0122] 도 8a-도 8b는 사용중인 광 변조기의 실시예의 측면도를 개략적으로 도시한다. 기관들 상의 전극들에 전기장을 인가하면, 입자들에 전기력이 발생한다. 이러한 효과를 사용하면, 입자들은 이리저리 이동될 수 있으며, 따라서 광 변조기에서 상이한 투명도 또는 반사도 상태들이 야기될 수 있다. 제어기는 전기장, 예컨대 이의 진폭, 주파수 및 위상을 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 제어기는 적어도 4개의 전극들, 즉 각각의 기관에 대해 2개의 전극들에 연결된다. 그러나, 더 많은 전극들이 사용되어 제어기에 연결될 수 있으며; 예컨대 2개 초과 전극들은 그레이 스케일링을 더 잘 미세 튜닝하고 불투명 또는 비반사 상태로 구동시키기 위해 기관에 대해 사용될 수 있다. 다수의 전극들은 또한 기관 상에 다수의 세그먼트들을 지원하기 위해 사용될 수 있다.

[0123] 도 8a는 전기장이 인가되지 않은 광 변조기를 도시한다. 도 8a에서 유체(15)에 현탁된 입자(30)에는 아직 전기력이 가해지지 않는다.

[0124] 도 8a에 도시된 구성에서, 상단 기관 상에 배열된 전도성 전극 패턴은 하단 기관 상의 전도성 전극 패턴과 완전히 또는 실질적으로 정렬된다. 전도성 전극 패턴은 투명 또는 (부분) 반사 유리 기관 상에 증착될 수 있거나 또는 플라스틱 기관 등에 임베딩될 수 있다.

[0125] 상단 전극 패턴과 하단 전극 패턴 사이의 정렬은 더 넓은 범위의 달성 가능한 레벨들의 투명도 또는 반사도에 기여한다. 그러나 정렬은 필요치 않는데, 왜냐하면 유사한 효과가 정렬 없이 획득될 수 있다. 정렬 없이도, 마찬가지로 일정 범위의 투명도 또는 반사도가 획득된다.

[0126] 이들 예들에서, 페이지에서 더 높거나 더 낮은 기관을 지칭하기 위해 상단 기관 및 하단 기관이 참조된다는 점에 유의해야 한다. 글레이징 애플리케이션에서 기관들이 수평이 아닌 수직으로 정렬되기 때문에, 동일한 기관들이 예컨대 또한 전면 기관 및 후면 기관으로서 지칭될 수 있다.

[0127] 도 8b는 광 변조기를 도시하며, 여기서 예컨대 P1에서 상단 기관 상의 각각의 마이크로 와이어 전극에 전위 +V1이 인가되는 반면, 하단 기관의 각각의 마이크로 와이어 전극에 음의 전압, 즉 -V1이 인가된다. 따라서, 이러한 경우에, 모든 전극들(13)에 동일한 양의 전위가 인가되고, 전극들(14)에는 동일한 음의 전위가 인가된다.

전위의 차이는 음으로 하전된 입자들이 상단 기관의 전극들 부근으로 유동하게 하며, 여기서 입자는 상단 전극들과 실질적으로 정렬될 것이다. 결과적으로, 상단 기관 및 하단 기관 둘 모두가 투명한 경우에, 광 변조기(10)의 투명도가 증가할 것이다. 마찬가지로, 예컨대 상단 기관이 투명하고 하단 기관이 반사성이면, 광 변조기(10)의 반사도가 증가할 것이다. 용액이 양으로 하전된 입자들을 포함하는 경우에, 입자들은 하단 기관의 전극들의 부근으로 유동할 것이며, 여기서 이들 입자들은 하단 전극들과 실질적으로 정렬될 것이다.

[0128] 온-상태의 제2 인스턴스 P2에서 상단 전극들 및 하단 전극들의 전압들이 P1의 인스턴스와 대조적으로 반전될 때 유사한 투명도 또는 반사도가 달성될 수 있다. 인스턴스 P2에서, 상단 기관의 각각의 전극의 전압에는 지금 음 전위 -V1이 인가되고, 하단 기관의 정렬된 전극들의 전압들에는 양의 전위가 인가된다. 이러한 상태는 도 8b에 도시된 상태와 유사하지만 상단 및 하단 기관들이 반전된다. 또한 이러한 구성에서, 광 변조기(10)의 투명도 또는 반사도는 높다.

[0129] 흥미롭게도, 예컨대 도 8b에서 전극들(13)로서 도시된 바와 같이 상단 기관의 전극들에서의 양의 전위(및 전극들(14) 상의 음전위)와 예컨대 도 8b에서 전극들(14)로서 도시된 바와 같이 하단 기관의 전극들에서의 양의 전위 사이를 스위칭함으로써, 투명도 또는 반사도는 전극들에 대한 부식 손상을 감소시키면서 유지될 수 있다. 이러한 교류 전기장은 상단 전극 및 하단 전극에 교류 전위들을 인가함으로써 달성될 수 있다.

[0130] 파형을 적용하는 것은 선택 사항이지만, 이는 부식을 감소시킴으로써 광 변조기의 수명을 증가시키는 데 유용한 방식이다. 부식은 예컨대 구리 전극들을 사용할 때 형성될 수 있는데, 왜냐하면 구리 이온들이 하나의 기관에서 이온성 유체에 용해되고 침전되는 경우에 대향 기관 상의 전극으로 흐르기 때문이다. 파형을 적용함으로써, 구리 이온 이동의 방향이 자주 반전되어 부식 손상을 감소시킨다. 2개의 인스턴스들 P1 및 P2 사이에서, 2개의 기관들 사이의 부식 전류는 밸런싱되거나 또는 실질적으로 예컨대 95% 초과 밸런싱되는데, 예컨대 상단 플레이트의 전극의 부식율이 발생함에 따라, 각각의 시간 인스턴스 P1과 인스턴스 P2 사이에서 하단 전극의 구리의 침전의 밸런싱이 이루어지며, 그 반대의 경우도 마찬가지다. 따라서, 입자들은 상단 전극과 하단 전극 사이에서 지속적으로 전이 또는 이동하고, 광 변조기 또는 스마트 윈도우는 항상 온-상태에 있는 반면에, 상단 전극과 하단 전극 사이의 동적 전기분해 전류는 일정하므로 상단 기관과 하단 기관 상에서 전극 재료의 순 손실이 없거나 또는 무시할 수 있다.

[0131] 도 8c는 감소된 투명도 또는 반사도의 상태가 획득될 수 있는 방법을 도시한다. 교류 전압이 동일한 기관 상에 인가된다. 예컨대, 일 실시예에서, 도 8c에 도시된 바와같이, 전위 +V2가 제1 전극에 인가되고, 바로 다음 전극은 반대 전위 -V2 등을 갖는다. 이는 전극(13a)에 전위 +V2를 인가하고 전극(13b)에 반대 전위 -V2를 인가함으로써 획득될 수 있다. 대향 기관 상에서, 전위 +V2가 전극(14a)에 인가되고, 반대 전위 -V2가 전극(14b)에 인가될 수 있다. 예컨대, 전극들은 기관들 상의 전극들이 정렬되도록 배열될 수 있으며; 상단 기관 상의 전극은 하단 기관 상의 전극에 대향하며, 그 반대의 경우도 마찬가지다. 예컨대, 투명도 또는 반사도를 감소시키기 위해, 대향 전극은 동일한 전위를 수신할 수 있는 반면에, 인접한 전극은 반대 전위를 수신할 수 있다. 실시예가 도 8c에 도시되어 있고, 여기서 4개의 전극들은 참조 부호들 13a, 13b, 14a 및 14b로 표시되고 전극들의 나머지는 계속 교번한다.

[0132] 상단 기관과 하단 기관 사이에 이러한 AC 구동 사이클을 사용함으로써, 2개의 기관들 사이에 대각선 및 측면 전기장들이 생성되며, 이에 따라 입자들의 우연한 확산을 유발하여 광 변조기의 폐쇄 상태를 야기한다. 이러한 구성의 결과로, 입자들은 상단 기관과 하단 기관 사이에서 대각선으로 측면으로 이동하고, 광 변조기의 가시적 애퍼처로의 입자들의 확산은 광 변조기의 폐쇄된 불투명 상태에 기여한다.

[0133] 도 8b에 도시된 투명 상태에 대해, 파형이 전극들에 인가될 수 있으며, 이에 따라 예컨대 양의 전위로 도 8b에 도시된 전극들은 음이되고 그 반대의 경우도 마찬가지다. 도 8b에서와 같이, 예컨대 전극들(13a와 13b) 사이 및 전극들(14a와 14b) 사이에 파형을 적용하면, 전극들에 대한 부식 손상이 감소된다.

[0134] AC 구동 사이클은 도 5, 도 6a-6d 등의 평면도에 도시된 상부 및 하부 전극 구성을 결합하는 서로 맞물린 라인 구성을 사용하여 구현될 수 있다.

[0135] 도 8b 및 도 8c에서 투명도 또는 반사도가 증가 또는 감소되는 정도는 전압 및 주파수 차이에 따른다. 전압 차이를 변경함으로써, 투명도 또는 반사도가 각각 증가 또는 감소하는 양은 제어된다. 예컨대, 광 투과율 대 전압을 나타내는 곡선이 결정, 예컨대 측정될 수 있다. 특정 레벨의 광 투과, 예컨대 특정 투명도, 예컨대 특정 그레이-스케일 레벨을 획득하기 위해, 대응 전압, 예컨대 AC 전압이 인가될 수 있다. 투명 또는 불투명 상태에 대한 신호들을 보간함으로써, 투명과 불투명 사이의 레벨들이 획득될 수 있다. 마찬가지로, 광 반사 대 전압을

나타내는 곡선이 결정, 예컨대 측정될 수 있다. 특정한 수준의 반사도를 획득하기 위해, 대응하는 전압, 예컨대 AC 전압이 인가될 수 있다. 반사 또는 비반사 상태에 대한 신호들을 보간함으로써, 반사와 비반사 사이의 레벨들이 획득될 수 있다.

[0136] 광 변조기에 대해 상이한 전극 패턴들이 사용될 수 있다. 전극 패턴들은 각각 광 변조기가 달성할 수 있는 그레이-스케일들의 범위, 예컨대 투명도 또는 반사도의 레벨들을 제공할 수 있다. 그러나, 임의의 특정 전극 패턴에 대한 그레이-스케일의 특정 범위는 다른 전극 패턴과 상이할 수 있다. 다시 말해서, 상이한 패턴들이 증가된 투명도 또는 반사도 또는 증가된 불투명도를 제공하더라도, 구동 신호에 대한 정확한 응답은 사용되는 특정 패턴을 포함하여 많은 팩터들에 따른다. 광 변조기의 광학 특성들의 변화들은 예컨대 1mm 미만의 미세한 해상도를 가질 수 있다. 상이한 광학 패턴들, 예컨대 광 변조기에서 볼 수 있는 로고들을 달성하기 위해, 광 변조기의 픽셀화가 필요하지 않는다는 것에 유의해야 한다.

[0137] 이러한 효과는 광 변조기의 기관들 상의 전극 패턴을 국부적으로 변경함으로써 광 변조기에 가시 이미지들을 임베딩하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 상이한 전극 패턴으로 인해, 서로에 대한 그레이-스케일의 영구적인 오프셋을 갖는 그레이-스케일들을 국부적으로 가질 수 있다. 예컨대, 전극 패턴 또는 이의 피치를 국부적으로 변경함으로써, 최대 투명도 또는 반사도가 변경될 수 있다.

[0138] 그 결과는 상이한 강도의 그레이-스케일, 예컨대 상이한 그레이-스케일 또는 상이한 착색을 갖는, 광 변조기 상의 영역이다. 그러나, 그 영역은 동일한 색-포인트를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 이들은 비록 상이한 비율이지만 원도우의 나머지와 함께 스위칭될 수 있다. 예컨대, 2개의 상이한 영역들의 전극들에 동일한 전압이 인가될지라도, 이들은 상이한 전극 패턴들로 인해 상이한 투명도 상태, 예컨대 상이한 투과 레벨을 야기한다. 예컨대, 투과 대 전압을 나타내는 곡선은 시프트될 수 있다. 예컨대, 전압 제어가 영역들 둘 모두에서 동일한 방식으로 변경되면, 영역들 둘 모두에서 광 투과가 상이한 양으로 변경될 수 있다. 영역은 또한 전극의 밀도를 감소시킴으로써 구동 신호에 대해 덜 반응하도록 만들어질 수 있으며; 특히 영역은 예컨대 영역에 전극들을 적용하지 않음으로써 전혀 스위칭되지 않도록 만들어질 수 있다.

[0139] 이러한 효과는 광 변조기에 로고를 임베딩하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 도 9a는 로고 및 그리드의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 9a에 도시된 바와같이, 그리드 정사각형들의 제1 세트는 로고와 교차하고 그리드 직사각형들의 제2 세트는 로고와 교차하지 않는다. 제1 세트와 교차하기 위해, 상이한 전극 패턴은 그리드 직사각형들의 제2 세트에 대해서 보다 제1 세트에 대해 사용될 수 있다. 도 9b는 기관의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 제1 그리드 정사각형들에 의해 표시된 영역들에서, 상이한 전극 패턴은 제2 그리드 정사각형들에 의해 표시된 영역들 보다, 제1 및 제2 기관들, 예컨대 도 7a에서와 같은 기관들에 임베딩될 수 있다. 도 9b에 도시된 바와같이, 2개의 영역들은 상이한 투과를 갖는다.

[0140] 도 9c-d는 광 변조기의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 9c에 도시된 바와 같이, 기관은 불투명 구성이며; 로고에 의해 표시된 영역에서, 전극 패턴은 광 변조기의 덜 효율적인 다크닝(darkening)을 제공하도록 적응된다. 도 9d에 도시된 바와 같이, 동일한 기관이 보다 투명한 구성이다. 상이한 비율일지라도, 로고 영역과 비-로고 영역 둘 모두에서 투과가 증가하였음에 유의해야 한다. 로고에 의해 표시된 영역은 도 9d에서 여전히 볼 수 있지만, 이들 영역들의 투과는 이제 서로 더 근접한다.

[0141] 흥미롭게도, 그 효과는 예컨대 전극의 피치 및/또는 설계를 변경함으로써 단순히 상이한 패턴닝에 의해 달성될 수 있다. 다른 영역과 비교하여 이 영역에 대한 파형/전류/전압/전력을 변경할 필요가 없다.

[0142] 특히 스마트 글레이징에서 광 변조기에 이미지를 임베딩하는 것은 많은 애플리케이션들을 갖는다. 예컨대, 로고, 브랜드 등과 같은 콘텐츠가 임베딩될 수 있다. 텍스트들이 글레이징에 임베딩될 수 있다. 콘트라스트 그라디언트가 글레이징에 임베딩될 수 있다. 다른 옵션들은 화살표들 등과 같은 비상구 신호들을 포함한다.

[0143] 예컨대, 상점/레스토랑의 창문들에서: 완전한 검은색 창문들은 상점이 닫혀 있음을 표시할 수 있지만 로고 또는 임의의 다른 지정 설계는 상점이 열려 있을 때 볼 수 있다. 패턴은 로고 동일 수 있지만, 반드시 필요한 것은 아니다. 임베딩된 이미지는 내부에 충분한 광을 제공하면서도 지나가는 사람이 창문의 내부를 보지 못하도록 하는 패턴일 수 있다. 특히, 임베딩된 이미지는 판독 가능한 메시지를 포함할 필요가 없다. 자동차 창문들에서, 자동차가 스위치-오프되면 (예컨대, 주차되면), 글레이징이 완전히 어두울 수 있는 반면, 자동차가 스위치-온되면, 로고(예컨대, 제조업체의 로고)가 나타난다.

[0144] 설계 파라미터들을 조절함으로써, 전기 구동의 변화 없이 배경과 비교하여 특정 국부적 광학적 차이가 보여질 수 있다. 광학 성능에 영향을 미치는 전극 패턴의 파라미터들은,

- [0145] 전극 라인-갭,
- [0146] 전극 라인 두께,
- [0147] 전극 라인 형상들,
- [0148] 전극 라인- 방향들,
- [0149] 셀 갭의 국부적 변화, 예컨대 기관들 사이의 거리, 및
- [0150] 브랜치 길이들의 분포를 포함한다.
- [0151] 예컨대, 전극 라인-갭, 두께, 형상, 방향들은 로컬 투명도 레벨 및 응답 시간에 대해 작용하며; 전극 라인-갭/ 폭은 특정한 국부적 광학 차이들을 또한 가능하게 할 수 있는 회절 레벨에 국부적으로 영향을 미친다. 셀 갭의 변화는 어두운 상태 레벨을 변경시키고, 결과적으로 또한 최대 투명도 또는 반사도 및 응답 시간들을 변경시킬 것이다. 또 다른 옵션은 2개의 영역들 간의 회절 효과를 변경하는 것이다. 예컨대, 하나의 영역, 예컨대 글레이징의 대부분은 회절 효과가 낮은 전극 패턴들을 가질 수 있는 반면, 임베딩된 이미지는 의도적으로 높은 회절 효과를 갖는 전극 패턴을 가질 수 있다.
- [0152] 투명도 또는 반사도를 포함한 광학 성능은 전극 재료들을 변경함으로써; 예컨대 다른 광학 및/또는 전도성 특성들을 가진 전극 재료들을 선택함으로써 또한 변경될 수 있다. 전극 재료들은 추가적인 광학 효과들을 초래할 수 있는 광 확산, 반사 및 회절에 영향을 미칠 수 있다. 국부적으로 변경되는 경우에, 전극 재료 전도도는 이 로케이션의 전위에 영향을 미치므로 전기장 및 결과적으로 투명도 또는 반사도 레벨에 영향을 미칠 것이다.
- [0153] 예컨대, 전극 재료는 구리, 알루미늄, 금, ITO(indium-tin oxide) 등일 수 있다. ITO는 투명하고 Cu/Al은 반사성이므로, 상이한 전극 재료를 사용하면, 전압 구동에 관계없이 상이한 외관을 획득될 수 있다. 마찬가지로, 다른 저항을 가진 상이한 재료들은 상이한 전기장을 발생시킬 것이다. 예컨대, ITO는 동일한 전압으로 구동하더라도 더 작은 전기장을 가질 것이다.
- [0154] 투명도 또는 반사도의 변화를 획득하는 또 다른 방식은 제1 기관과 제2 기관 사이에 적용될 수 있는 스페이서를 국부적으로 변화시키는 것이다. 예컨대, 상이한 스페이서들은 상이한 광학 특성들 및 밀도들을 가질 수 있다. 예컨대, 상이한 투명도, 상이한 크기를 갖는 스페이서들이 사용될 수 있다. 스페이서들의 밀도는 상이할 수 있다. 일 실시예에서, 스페이서들의 밀도는 1000배까지 증가할 수 있으며, 이는 마크된 상이한 외관을 제공한다. 1000배보다 작은 증가들이 가능하다. 스페이서들은 기관들 사이의 거리 및 따라서 이의 외관을 의도적으로 변경하도록 또한 적용될 수 있다.
- [0155] 그 영역에서 구동을 변경하지 않고 광 변조기 영역의 외관을 국부적으로 변경하기 위한 다양한 옵션이 단일 층, 예컨대 하나의 유체 층, 예컨대 2개의 기관들을 갖는 광 변조기들에 적용될뿐만 아니라 다수의 유체층들과 2개 초과 기관들을 갖는 다수의 층 광 변조기들에 적용될 수 있다. 후자는 다수의 색들을 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0156] 제1전극 및 제2전극이 배열된 패턴은 다수의 부분들로 세분화된다. 예컨대 상이한 전극 패턴으로 인해 각각 상이한 광학적 특성들을 갖는 2개의 부분들이 존재할 수 있으며; 다수의 부분들이 또한 존재할 수 있다. 예컨대, 이는 단순히 흑백 및 백색 대신에 다수의 그레이 레벨들을 갖는 이미지를 적용하기 위해 사용될 수 있다.
- [0157] 로고를 임베딩하기 위해, 실시예에 따라 기관을 사용할 필요는 없다. 예컨대, 스마트 글레이징에 사용될 수 있는 유리한 기관은 기관의 동일한 측에 적용되는 제1 전극 및 제2 전극을 포함한다. 제1 전극 및 제2 전극의 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 제1 전극 및 제2 전극의 각각은 제1 방향으로 기관을 가로질러 연장하는 다수의 메인-라인들을 포함하고, 제1 전극 및 제2 전극의 다수의 메인-라인은 기관 상에 교번하여 배열된다. 제1 및 제2 전극들이 배열된 패턴은 다수의 부분들로 세분화되며, 전극 라인-갭, 전극 라인 두께, 전극 재료, 전극 라인 형상들, 전극 라인 방향들 중 적어도 하나는 다수의 부분들에서 상이하여 상이한 최대 투명도 또는 반사도 또는 채도를 야기한다.
- [0158] 브랜치들이 있거나 또는 없는 임베딩된 로고를 갖는 이러한 기관 또는 이러한 기관들을 포함하는 광 변조기는 본원에서 설명된 다른 특징들과 결합될 수 있다.
- [0159] 도 10은 일 실시예에 따라 광 변조기를 제어하기 위한 방법의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 방법(500)은 컴퓨터로 구현될 수 있다. 방법(500)은,

- [0160] - 광 변조기에서 투명도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨에 대응하는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류를 선택하는 단계(510),
- [0161] - 전극 쪽으로 또는 전극으로부터 입자들의 전기영동 이동을 제공하는, 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 전극들에 교류 전류를 인가하는 단계(520)를 포함한다.
- [0162] 당업자에게 명백한 바와 같이, 방법을 실행하는 많은 상이한 방식들이 가능하다. 예컨대, 단계들의 순서는 도시된 순서대로 수행될 수 있지만, 단계들의 순서는 변경될 수 있거나 또는 일부 단계들은 병렬로 수행될 수 있다. 더욱이, 단계 사이에는 다른 방법 단계들이 삽입될 수 있다. 삽입된 단계들은 본원에서 설명된 것과 같은 방법의 개선들을 나타낼 수 있거나 또는 방법과 관련되지 않을 수 있다. 예컨대, 일부 단계들은 적어도 부분적으로 병렬로 실행될 수 있다. 더욱이, 주어진 단계는 다음 단계가 시작되기 전에 완전히 완료되지 않았을 수 있다.
- [0163] 전극들을 구동하는 것은 선택된 최대 진폭을 가진 신호를 사용할 수 있으며, 이는 광 변조기의 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨에 대응한다. 신호는 교류 전류 또는 교류 전압일 수 있다.
- [0164] 방법의 실시예들은 프로세서 시스템이 방법(500)을 수행하게 하기 위한 명령들을 포함하는 소프트웨어를 사용하여 실행될 수 있다. 소프트웨어는 시스템의 특정 서브-엔티티에 의해 수행되는 단계들만을 포함할 수 있다. 소프트웨어는 하드 디스크, 플로피, 메모리, 광 디스크 등과 같은 적절한 저장 매체에 저장될 수 있다. 소프트웨어는 유선 또는 무선에 따라 또는 데이터 네트워크, 예컨대 인터넷을 사용하여 신호로 전송될 수 있다. 소프트웨어는 서버에서 다운로드 및/또는 원격 사용을 위해 이용 가능하게 만들어질 수 있다. 방법의 실시예들은 방법을 수행하기 위해 프로그래머블 로직, 예컨대 FPGA(field-programmable gate array)를 구성하도록 배열된 비트스트림을 사용하여 실행될 수 있다.
- [0165] 현재 개시된 청구대상은 또한 컴퓨터 프로그램들, 특히 현재 개시된 청구대상을 실시하도록 적응된, 캐리어 상의 또는 캐리어 내의 컴퓨터 프로그램들로 확장된다는 것이 이해될 것이다. 프로그램은 소스 코드, 목적 코드, 코드 중간 소스 및 부분적으로 컴파일된 형태와 같은 목적 코드의 형태이거나 또는 방법의 실시예의 구현에 사용하기에 적합한 임의의 다른 형태일 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 실시예는 제시된 방법들 중 적어도 하나의 방법의 프로세싱 단계들 각각에 대응하는 컴퓨터 실행 가능 명령들을 포함한다. 이러한 명령들은 서브루틴으로 세분되거나 정적 또는 동적으로 링크될 수 있는 하나 이상의 파일들에 저장될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품에 관한 다른 실시예는 제시된 시스템들 및/또는 제품들 중 적어도 하나의 디바이스들, 유닛들 및/또는 부분들의 각각에 대응하는 컴퓨터 실행 가능 명령들을 포함한다.
- [0166] 일 실시예에 따라, 도 11a는 컴퓨터 프로그램(1020)을 포함하는 기록 가능 부분(1010)을 갖는 컴퓨터 판독 가능 매체(1000)를 도시하며, 컴퓨터 프로그램(1020)은 프로세서 시스템이 광 변조 방법을 수행하게 하기 위한 명령들을 포함한다. 예컨대, 프로세서 시스템은 광 변조기 패널에 연결될 수 있다. 컴퓨터 프로그램(1020)은 물리적인 마크들로서 또는 컴퓨터 판독 가능 매체(1000)의 자화에 의해 컴퓨터 판독 가능 매체(1000) 상에 구현될 수 있다. 그러나, 임의의 다른 적합한 실시예도 또한 상상할 수 있다. 게다가, 컴퓨터 판독 가능 매체(1000)가 여기에서 광 디스크로서 도시되어 있지만, 컴퓨터 판독 가능 매체(1000)는 하드 디스크, 솔리드 스테이트 메모리, 플래시 메모리 등과 같은 임의의 적합한 컴퓨터 판독 가능 매체일 수 있고 기록 가능하거나 또는 기록 가능하지 않을 수 있다는 것이 인식될 것이다. 컴퓨터 프로그램(1020)은 프로세서 시스템이 상기 광 변조 방법을 수행하게 하기 위한 명령을 포함한다.
- [0167] 도 11b는 광 변조기에 대한 제어기의 일 실시예에 따른 프로세서 시스템(1140)의 개략적 표현을 도시한다. 프로세서 시스템은 하나 이상의 집적 회로들(1110)을 포함한다. 하나 이상의 집적 회로들(1110)의 아키텍처가 도 11b에 개략적으로 도시되어 있다. 회로(1110)는 일 실시예에 따른 방법을 실행하고 그리고/또는 이의 모듈들 또는 유닛들을 구현하기 위해 컴퓨터 프로그램 컴포넌트들을 실행하기 위한 프로세싱 유닛(1120), 예컨대 CPU를 포함한다. 회로(1110)는 프로그래밍 코드, 데이터 등을 저장하기 위한 메모리(1122)를 포함한다. 메모리(1122)의 일부는 판독-전용일 수 있다. 회로(1110)는 통신 엘리먼트(1126), 예컨대 안테나, 커넥터들 또는 이들 둘 모두 등을 포함할 수 있다. 회로(1110)는 방법에서 정의된 프로세싱의 일부 또는 전부를 수행하기 위한 전용 집적 회로(1124)를 포함할 수 있다. 프로세서(1120), 메모리(1122), 전용 IC(1124) 및 통신 엘리먼트(1126)는 인터커넥트(1130), 예컨대 버스를 통해 서로 연결될 수 있다. 프로세서 시스템(1110)은 각각 안테나 및/또는 커넥터를 사용하여 접촉 및/또는 비접촉 통신을 위해 배열될 수 있다.
- [0168] 예컨대, 일 실시예에서, 프로세서 시스템(1140), 예컨대 디바이스는 프로세서 회로 및 메모리 회로를 포함할 수

있고, 프로세서는 메모리 회로에 저장된 소프트웨어를 실행하도록 배열된다. 예컨대, 프로세서 회로는 Intel Core i7 프로세서, ARM Cortex-R8 등일 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서 회로는 ARM Cortex M0일 수 있다. 메모리 회로는 ROM 회로, 또는 비-휘발성 메모리, 예컨대 플래시 메모리일 수 있다. 메모리 회로는 휘발성 메모리, 예컨대 SRAM 메모리일 수 있다. 후자의 경우, 디바이스는 소프트웨어를 제공하기 위해 배열된 비휘발성 소프트웨어 인터페이스, 예컨대 하드 드라이브, 네트워크 인터페이스 등을 포함할 수 있다.

[0169] 예컨대 전극들에 인가되는 전압들을 제어하기 위한 광 변조기에 대한 제어기는 프로세서 회로를 포함할 수 있지만, 추가적으로 또는 대안적으로 상태 기계를 포함할 수 있다.

[0170] 도 12-도 37은 광 변조기의 실시예들의 예를 개략적으로 도시한다. 이들 도면들 내에서, 전극에 인가될 수 있는 전압들은 전압이 그 전극에 인가될 수 있음을 표시하기 위해 전압 기준들(V1, V2, ...)로 표시된다. 다른 전압 기준에 의해 표시되는 전압은 전형적으로 상이하지만, 또한 동일할 수 있다. 전극들을 구동하는 것은 선택된 최대 진폭을 가진 신호를 사용할 수 있다. 하나 또는 일부 또는 모든 전극들에 대해 상이한 전압들을 사용하면, 패널에서 가시적인 차이를 초래할 것이며, 특히 특정한 예컨대 상이한 투명도에 따라 상이한 광학 특성들을 초래할 수 있다. 예컨대, 신호 진폭들은 다수의 투명도들 중 하나를 달성하기 위해 다수의 최대 진폭들로부터 선택될 수 있다. 신호들은 교류 전류 또는 교류 전압일 수 있다.

[0171] + 또는 - 부호는 전압이 널-전압(null-voltage)에 대해 + 또는 -임을 표시한다. 동일한 실시예의 다른 예는 모든 + 부호들을 - 부호들로 대체하거나 또는 그 반대로 대체함으로써 획득될 수 있다.

[0172] 예로서, 상이한 전압 기준은 제조 변화들, 예컨대 약간 상이한 전극들, 편평하지 않은 기관들 등을 고려하기 위하여 적용되는 보정을 제외하고는 (부호를 제외하고) 동일할 수 있다. 예로서, 상이한 전압 기준은 중간 투명도들, 예컨대 상이한 그레이들, 또는 상이한 색들 또는 색 강도들을 생성하기 위해 상이할 수 있다. 예로서, 중간 전압들은 입자들의 분산 또는 수집을 용이하게 하기 위해 사용될 수 있다. 상이한 기준 전압들을 사용하는 것이 유리하지만, 모든 또는 일부 전압 기준들을 (부호를 제외하고) 동일하게 선택함으로써 유리한 광 변조기의 예를 계속 획득한다.

[0173] 전형적으로, 전극들은 예컨대 그 전극들에 AC 신호를 인가함으로써 DC 중립으로 구동된다. 그 점에 있어서, 전압 기준들은 AC 신호의 최대 진폭들로서 간주될 수 있으며, + 및 - 부호들은 신호들의 위상을 표시한다.

[0174] 따라서, 전압 부호(+/- 표시)는 특정 시간 기간 동안만이며; 각각의 전극에 대한 전압 부호는 다음 시간 기간 동안 반전될 수 있다. 도면들은 완전히 실척이 아니며, 예컨대 기관 전극들은 반드시 등거리에 있는 것은 아니다. 도면들에서의 화살표들은 주요 전기장 라인들을 도시한다.

[0175] 도면들은 제1 기관과 제2 기관을 포함하고 그 사이에 광학층을 갖는 광 변조기를 도시한다. 다수의 전극들이 그 내측들 상에 적용되며, 다수의 전극들의 각각은 다수의 메인-라인들을 포함한다. 도면들에서, 제1 및 제2 기관은 또한 명확성을 위해 상단 및 하단으로서 지칭될 것이다. 기관이 임의의 포지션에 있을 수 있으므로 예컨대 상단 및 하단이 앞뒤가 될 수 있다는 점은 언급되지 않았다. 이들 도면들에서 전극들은 브랜치들과 같은 향상들을 도시하지 않을지라도 이들은 적용될 수 있다.

[0176] 제어기는 예컨대 전압 기준들에 의해 표시된 바와 같이 전극들 상에 생성된 전압을 제어하기 위해 도시된 광 변조기들에 연결될 수 있다.

[0177] 예컨대 기관 상에 2개 초과 전극들을 갖는 본원에서 설명된 개선들 중 많은 것, 예컨대 브랜치들 등이 조합할 때 특히 유리하다는 점에 주목해야 하며; 예컨대, 브랜치들은 회절을 감소시키지만, 이러한 효과들은 다수의 전극들이 커튼-효과를 감소시킬 때 강화된다. 그럼에도 불구하고, 이하에서 그리고 본원의 다른 곳에서 설명되는 것과 같은 이러한 향상들은 또한 예컨대 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류를 사용함으로써 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨을 획득하도록 구성된 제어기 없이 매우 유리하다. 아래의 실시예들은 전압 기준들에 의해 전압들이 동일하다고 표시함을 선택함으로써 상이한 최대 진폭들의 교류 전류로 구동할 수 없는 제어기에 적용될 수 있다.

[0178] 도 12 내지 도 15는 각각의 기관 상에 적용된 2개의 전극을 갖는 광 변조기의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다.

[0179] 디바이스에서 적어도 4개의 독립적인 전극들, 예컨대 와이어들이 각각의 기관 상의 적어도 2개의 전극들로 배열되게 함으로써, 도면들에 표시된 바와 같이 전기장 방향들을 변조하는 것이 가능하다. 언급한 바와 같이, 각각의 전극의 전위 레벨을 변조하는 것이 가능하다. 단순화된 광 변조기는 단일 전위 기준에 의해 획득된다.

- [0180] 도 12는 광 변조기를 구동하여 투명도를 증가시키는 예를 도시한다.
- [0181] 도 13은 광 변조기를 구동하여 투명도를 감소시키는 예를 도시한다. 입자들의 분산 속도를 증가시키기 위해 대각선 필드 라인들이 생성된다는 것에 유의해야 한다. 더욱이, 입자들은 커튼 효과를 감소시키는 광 변조기의 중앙 쪽으로 이동한다.
- [0182] 도 13과 도 14는 더 어두운 상태 쪽으로 구동시키는 2개의 상이한 방식들을 도시한다. 도 14는 수직 전기장 및 측면 전기장 둘 모두가 강화된 광 변조기를 구동하는 예를 도시한다. 수직 전기장 및 측면 전기장 중 어느 것이 안료들을 구동하는 데 더 강한지는 설계의 치수들, 예컨대 셀 갭 및 라인-갭에 따를 것이다. 전극 사이의 거리가 감소되면 전기장이 더 강해질 것이고, 입자들은 전기장이 가장 강한 전기장 구역 쪽으로 이동할 것이다. 이 경우에 수직 전기장과 측면 전기장 간의 전기장의 차이가 충분히 강하지 않으면, 설계가 기관에 대해 균일한 경우 광 변조기가 중간 개방 상태를 나타낼 것이다.
- [0183] 설계가 광 변조기에서 변경되고 동일한 기관들 내의 전극들 간의 거리 및 기관들 간의 거리가 광 변조기에서 일정하지 않은 경우, 하전된 입자들이 국부적으로 응집되는 가장 높은 전기장 구역이 변하여 광학적 차이들이 발생한다. 일부 영역들에서 광 변조기가 더 투명해질 수 있는 반면, 다른 영역들에서는 광 변조기가 균일한 전기 구동에 대해서도 덜 투명해질 수 있다. 이러한 효과는 예컨대 도 13에 도시된 것과 같은 다른 구동 방법들에 의해 덜 달성가능하다. 이러한 효과는 예컨대 광 변조기에 로고들을 임베딩하는 데 사용될 수 있다.
- [0184] 도 15는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류를 사용하는 예를 개략적으로 도시한다. 상단 기관 상의 제 1 전극은 기준 전압 +V로 구동되는 반면에, 상단 기관 상의 제2 전극은 기준 전압 +V/2로 구동된다. 하단 전극들 상의 대향 전극들은 각각 -V/2 및 -V로 구동된다. 대향 전극들 사이의 전압 차이가 +/- 1.5V 인 반면에, 이웃 전극들 사이의 전압 차이는 +/- 0.5V이라는 것에 유의해야 한다. 결과적으로, 입자들은 대부분 수직 전기장에 반응할 것이고, 투명도를 증가시키기 위해 그 자체를 배열할 것이지만, 효과는 더 작을 것이다.
- [0185] 도 16 및 도 17은 하나의 기관이 2개의 전극들을 갖고 다른 기관이 3개의 전극들을 갖는 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다. 일 실시예에서, 제1 기관 및 제2 기관 중 적어도 하나에 적어도 3개의 전극들이 적용되며, 적어도 2개의 전극들이 다른 기관에 적용된다.
- [0186] 추가 전극이 이용 가능할 때, 전압들의 추가 조합들이 획득될 수 있다. 예컨대, 이는 그레이-스케일링에 대한 더 많은 제어를 제공한다. 예컨대, 4개 전극들 대신에 5개의 전극들을 사용하면, 4개의 전극 시스템에서 실현할 수 없는 어드레싱 모드가 가능하다.
- [0187] 기관 상에 적어도 3개 전극들을 가짐으로써, 커튼 효과를 감소시키는 것이 가능하며; 예컨대 투명도의 균질한 점진적인 증가 또는 감소 대신에 전극들 사이에서 커튼 폐쇄의 시각적 외관이 가능하다. 예컨대, 기관들 중 하나 기관 상의 추가 전극(들) 중 하나 이상 또는 전부는 개방(투명도 증가)에 사용되지 않더라도 폐쇄(투명도 감소)에 사용될 수 있다. 커튼 효과는 그 자체로 시각적으로 산만하지만 회절을 또한 증가시킨다.
- [0188] 기관 상에 적어도 3개의 전극들을 갖는 장점은 최대 투명도 또는 반사도를 감소시키지 않고 적어도 3개의 전극들이 서로 더 근접할 수 있다는 것이다. 예컨대, 일 실시예에서, 적어도 3개의 전극들을 갖는 기관 상의 전극들은 35 마이크론 간격으로 이격될 수 있는 반면에, 예컨대 2개의 전극들을 갖는 대향 기관 상의 전극들은 70 마이크론 간격으로 이격될 수 있다. 이들은 예시적인 수치들이며; 애플리케이션의 요건들은 실제 수치들을 변경할 수 있다.
- [0189] 서로 더 근접하게 이격된 전극들은 더 강한 전기장을 제공하므로 더 빠른 폐쇄가 획득되며, 따라서 커튼 효과가 감소된다. 반면, 개방 시, 추가 전극이 입자들을 유인하지 않도록 구성하면, 최대 투명도 또는 반사도의 손실이 거의 없다.
- [0190] 일 실시예에서, 추가 전극은 다른 전극들과 상이한 재료, 예컨대 투명 재료로 만들어질 수 있다. 예컨대, 4개의 전극들은 구리로 만들어지고 추가적인 다섯번째 전극은 IT0로 만들어질 수 있다.
- [0191] 도 16 및 도 17은 제1 기관에서 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리가 제2 기관에서 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리보다 큰 예들을 도시한다. 예컨대, 거리는 도시된 바와 같이 두 배일 수 있다. 예컨대, 거리는 적어도 2배, 1.5배, 또는 1.2배 동일 수 있다.
- [0192] 도 16 및 도 17은 투명도를 감소시키도록 구동하는 예들을 도시한다.

- [0193] 도 18 및 도 19는 각각의 기관 상에 3개의 전극들을 갖는 광 변조기의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다.
- [0194] 각각의 측에서 적어도 3개의 전극들을 갖는 것은 5개의 전극들을 갖는 장점들을 증가시킨다. 투명도를 감소시키지 않고 양 측들에서 전극들을 더 근접하게 하는 것이 현재 가능한데, 왜냐하면 모든 전극들이 디바이스를 개방시키는 데 필요치 않기 때문이다. 게다가, 6개의 전극들이 각각의 기관 상의 3개의 전극들과 대칭적으로 배열될 수 있다.
- [0195] 도 20 내지 도 23은 하나의 기관 상에 4개의 전극들을 갖고 다른 기관 상에 2개의 전극들을 갖는 광 변조기의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다. 더 많은 수의 전극들을 사용하면, 투명도의 추가 변조가 가능하고, 단지 입자 모션에 의해서 보다 오히려 설계에 의해 제어된다. 도 20에 예시된 바와 같이, 광 변조기 영역들은 가시 영역에서 입자들을 확산시키도록 세팅될 수 있으며, 다른 부분들은 수직 전기장 내에서 입자를 응집하도록 세팅될 수 있다. 이는 설계 제어 그레이-스케일링을 가능하게 한다. 도 21, 도 22 및 도 23은 그레이-스케일링을 변조하기 위해 2개 및 4개의 전극들에 대한 전위 연관들의 다른 예들을 도시한다.
- [0196] 도 24 내지 도 29는 각각의 기관 상에 4개의 전극들을 갖는 광 변조기의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다. 이러한 예들은 그레이-스케일링에 대한 더욱 추가적인 제어를 가능하게 한다.
- [0197] 도 30은 광 변조기는 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 도 30의 광 변조기는 각각의 측 상의 2개의 전극들을 가지나, 2개 초과 전극들로 구현될 수 있다.
- [0198] 도 30에 도시된 광 변조기는 1차 전극에 평행하게 연장되는 추가 2차 전극을 갖는다. 예컨대, 1차 전극은 메인-라인 또는 브랜치 동일 수 있다. 도 30에서, 하나의 1차 전극은 참조 부호 3001로 표시되었고, 하나의 2차 전극은 참조 부호 3002로 표시되었다. 도시된 바와 같이, 2차 전극은 1차 전극들 각각을 따라 이어지지만, 반드시 그럴 필요는 없다.
- [0199] 일 실시예에서, 2차 전극은 반도체 층을 통해 1차 전극에 연결되고, 2차 전극은 1차 전극 상의 임계 전압 위에서만 투과 전류를 인에이블하는 반도체 층에 의해 1차 전극 라인과 전기적으로 연결된다. 따라서, 전압 스위치는 전위에 의해 어드레싱될 수 있다.
- [0200] 따라서, 1차 전극들 또는 이들의 일부는 2차 전극에 국부적으로 연결될 수 있다. 반도체 재료층을 인터페이싱함으로써, 투명 전극은 단지 전극에 최소 전위가 인가되는 경우에 전위를 볼 수 있다. 이는 전위에 의해 어드레싱될 표면 상에서 전압 스위치를 생성할 수 있다. 2차 전극은 투명할 수 있다. 제2 전극은 1차 전극과 동일하거나 유사한 크기이거나 더 클 수 있다.
- [0201] 일 실시예에서, 2차 전극은 국부적으로 전하를 유지하도록 배열된 커패시터를 포함한다. 이는 전력의 이득을 위해 사용될 수 있다. 연장된 전극을 커패시터로서 배열하기 위해, 반도체 층은 필요하지 않다.
- [0202] 일 실시예에서, 2차 전극은 광-전지 반도체 재료를 포함하고, 2차 전극은 1차 전극 라인에 전력을 제공한다.
- [0203] 도 31 내지 도 33은 2차원으로 연장되지만 3차원으로 오프셋된 2개의 전극들을 갖는 기관의 실시예의 예들을 개략적으로 도시한다. 도면들은 평면도를 도시한다. 2개의 전극들은 각각 평면으로 배열되지만, 평면들은 서로에 대해 오프셋된다. 예컨대, 전극들은 에칭될 수 있다.
- [0204] 전기적 연결을 방지하기 위해 서로 교차하는 제1 전극과 제2 전극 사이에 절연체가 배열될 수 있다. 이러한 구성은 전극들의 신뢰성을 개선하는데, 왜냐하면 각각의 전극이 국부적으로 오버랩할 수 있기 때문이다. 이후, 맞물림뿐만 아니라 메시로 전극 라인들을 결합하는 것이 가능하다. 전극들이 오버랩하지 않는 경우에, 전극들은 유체와 접촉한 상태를 유지한다.
- [0205] 이러한 구조는 서로 맞물린 전극들의 제조와 이들의 신뢰성을 용이하게 한다. 또한 표면에 걸쳐 입자들, 예컨대 안료들을 더 잘 확산시키기 위해 예컨대 일부 투명 전극들을 사용하여 새로운 전기장 영역을 국부적으로 생성하는 것이 가능하다. 또한 표면에 걸쳐 입자들, 예컨대 안료들을 더 잘 확산시키기 위해 일부 투명 전극들을 사용하여 새로운 전기장 영역을 국부적으로 생성하는 것이 가능하다.
- [0206] 각각의 기관 상의 서로 맞물린 전극들의 패턴은 광 변조기를 입자 분산 상태로 세팅하는 것(전형적으로 어두운 상태로 진행하는 것)을 가능하게 한다. 기관에 평행한 전기장은 높은 레벨의 균질성을 제공할 것이다. 수직축, 즉 기관에서 기관으로 진행하는 축을 따르는 전기장의 분포는 입자들의 집중을 촉진하나, 전기장 라인들은 덜 균질한 것으로 간주될 수 있으며, 이러한 물리적 비균질성을 이용하여 그레이-스케일들을 보다 용이하

게 생성할 수 있다.

- [0207] 동일한 기관 상의 전극들 사이의 오프셋은 서로 맞물린 메인-라인들 간의 각도가 상이한 레벨을 감소시킬 수 있게 한다. 회절 문제를 추가로 감소시키고 그리고/또는 시차를 감소시키기 위해 상호 보완적인 라인들이 생성될 수 있다. 일 실시예에서, 패시브 매트릭스 설계가 사용된다.
- [0208] 2개의 전극 패턴들을 일정 각도로 오프셋하는 것은 기관 대 대향 기관 내에 적용될 수 있지만, 또한 상이한 기관들 상의 패턴들 사이에도 적용될 수 있다. 예컨대, 상이한 기관들 상의 전극 패턴들은 일정 각도로 오프셋될 수 있다. 예컨대, 실시예에서 2개 이상의 서로 맞물린 전극들이 2개의 평행한 기관들에 적용될 수 있으며, 여기서 2개의 기관들의 메인-라인들은 평행하지 않지만 서로에 대해 일정 각을 이룬다.
- [0209] 도 34는 제1 기관 상의 전극이 제2 기관 상의 제2 전극과 적어도 부분적으로 동일한 패턴으로 배열된 광 변조기의 일 실시예의 예를 개략적으로 도시하며, 여기서 제1 전극 및 제2 전극의 패턴은 서로에 대해 시프트된다.
- [0210] 본 예에서, 6-전극 시스템을 기반으로 하는 오정렬이 도시된다. 오정렬은 생산 정렬 허용오차 어려들로 인해 시차 효과를 감소시킨다. 시스템을 구동하는 한 가지 특정 방식이 도면에 도시된다.
- [0211] 특정 오정렬은 디바이스에 전역적으로 적용되거나 국부적으로만 적용될 수 있다. 예컨대, 안료 이동 효과로서 또한 알려진, 예지들 쪽으로 원치않는 입자 모션을 방지하기 위해 예지들에 대해 특정 오정렬이 동작될 수 있다. 일 실시예에서, 특정 로케이션들에서의 정렬은 광 변조기의 추후 급힘에 더 잘 순응하도록 수정될 수 있다. 기관들 사이에 오정렬되고 정렬된 패턴들을 결합하면, 회절 및/또는 시차와 같은 광학 효과들을 개선할 수 있다.
- [0212] 예컨대, 실시예에서 2개 이상의 서로 맞물린 전극들이 2개의 평행한 기관들에 적용될 수 있으며, 여기서 2개의 기관들의 메인-라인들은 평행하나 서로에 대해 시프트된다.
- [0213] 도 35는 각각의 기관 상에 4개의 전극들을 갖는 광 변조기의 실시예의 예를 개략적으로 도시한다. 일 실시예에서, 시차를 감소시키기 위해, 전극들에 대해 상이한 재료가 결합될 수 있다.
- [0214] 예컨대, 각각의 기관에서, 2개 전극들 중 1개의 전극은 금속성 또는 투명성 (예컨대, ITO)으로 만들어질 수 있거나 또는 상이한 광학 인덱스들로 만들어질 수 있다. 대향 기관 상의 전극은 다른 타입의 재료로 만들어질 것이며; 예컨대, 투명한 재료는 불투명한 재료에 대항할 수 있다.
- [0215] 예컨대, 도 35에 도시된 8-전극 시스템에서, 원형 전극들은 투명하게 (예컨대, ITO) 만들어질 수 있고, 다른 전극들은 금속성 (예컨대, 구리)일 수 있고 불투명할 수 있다. 이는 수평 전극 형상 설계가 하단 기관과 상단 기관 사이에서 완전히 정렬될 필요가 있을지라도 시차에 대한 정렬 허용오차의 영향을 감소시킨다. 제조 변동이 또한 영향이 적다.
- [0216] 도 36 내지 도 37은 기관에 걸친 상이한 지오메트리들을 갖는 광 변조기의 실시예들의 예들을 개략적으로 도시한다. 예컨대, 전극 지오메트리는 제1 및 제2 기관 중 적어도 하나에 걸쳐, 예컨대 전극 두께, 폭, 형상, 면적 및 부피 중 하나 이상에 대해 상이할 수 있다.
- [0217] 상이한 전극 지오메트리들을 사용하는 것은 임의의 종류의 전극 구성과 결합될 수 있다.
- [0218] 일 실시예에서, 전극들은 동일한 전극 높이를 갖지 않는다. 전극 높이를 수정하는 것은 전기장 분포 및 액체 흐름 둘 모두에 영향을 미친다. 유사하게, 기관들에 평행한 전극 형상들은 임의의 형태일 수 있다. 기관들과 비교하여 수직 평면에서의 전극 형상은 또한 상이하게 형상화될 수 있고, 예컨대 둥근 모서리가 있거나 없는 직사각형, 삼각형, 사다리꼴 등일 수 있다.
- [0219] 도 36은 상이한 높이를 갖는, 기관 상의 전극들의 예를 도시한다. 도 36은 또한 상이한 높이들을 갖는, 상이한 기관들 상의 대향 전극들의 예를 도시한다.
- [0220] 도 37은 상이한 형상들을 갖는, 기관 상의 전극들의 예를 도시한다. 도 36은 또한 상이한 형상들을 갖는, 상이한 기관들 상의 대향 전극들의 예를 도시한다.
- [0221] 전극 높이가 높을수록 부식에 덜 민감하다는 장점이 있다.
- [0222] 이하의 번호가 매겨진 조항들은 고려되고 비제한적인 예들을 포함한다.
- [0223] 1. 광 변조기로서,

- [0224] 제1 기관 및 제2 기관 — 제1 기관 및 제2 기관은 내측들이 서로 대향하게 배열되며, 제1 기관 및 제2 기관 각각의 내측에는 다수의 전극들(110,120)이 적용되며, 다수의 전극들의 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 다수의 전극들의 각각은,
- [0225] 제1 방향으로 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들을 포함하며, 다수의 전극들의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열됨 —;
- [0226] 제1 기관과 제2 기관 사이의 광학층 — 광학층은 입자들을 포함하는 유체를 포함하며, 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전가능함—;
- [0227] 제어기를 포함하며, 제어기는 광 변조기의 광학 특성들의 변조를 야기하는 입자들의 전기영동 이동을 다수의 전극들 중 하나 쪽으로 또는 다수의 전극들 중 하나로부터 제공하는, 다수의 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 다수의 전극들에 전위를 인가하도록 구성되고, 제어기는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류 또는 전압을 사용하여 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨을 획득하도록 구성된다.
- [0228] 2. 조항 1의 광 변조기에 있어서, 제어기는 동일한 기관 상의 후속 전극들 사이에 전위차들을 인가하고 동시에 대향 기관들 상의 대향 전극들 사이에 전위차들을 인가하도록 구성된다.
- [0229] 3. 조항 1 또는 조항 2의 광 변조기에 있어서,
- [0230] 적어도 3개의 전극들은 제1 기관 및 제2 기관 중 적어도 하나에 적용되거나, 또는
- [0231] 적어도 3개의 전극들은 제1 기관 및 제2 기관 둘 모두에 적용된다.
- [0232] 4. 조항 1 내지 조항 3 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 기관에서 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리는 제2 기관에서 다수의 전극들의 후속 메인-라인들 사이의 거리보다 더 길다.
- [0233] 5. 조항 1 내지 조항 4 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 투명 상태 및 불투명 상태를 갖거나, 또는 반사 상태 및 비반사 상태를 가지며, 광 변조기는,
- [0234] 제1 및 제2 기관들 중 적어도 하나에 교류 전압을 생성하고, 제1 기관 상의 적어도 제1 전극과 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가하고 그리고/또는 제2 기관 상의 제1 전극과 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가함으로써 불투명 상태 또는 비반사 상태로 스위칭하며,
- [0235] 제1 기관과 제2 기관 사이에 교류 전압을 생성하고, 제1 기관 상의 제1 전극과 제2 기관 상의 제1 전극 사이에 교류 전류를 인가하며 그리고/또는 제1 기관 상의 제2 전극과 제2 기관 상의 제2 전극 사이에 교류 전류를 인가함으로써 투명 상태 또는 반사 상태로 스위칭하도록 구성된다.
- [0236] 6. 조항 1 내지 조항 5 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 각각의 기관의 적어도 하나의 기관의 다수의 전극들은 적어도 제1 전극 및 제2 전극을 포함하며, 제1 전극 및 제2 전극의 각각은,
- [0237] 제1 방향으로 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들 — 제1 전극 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열됨 —,
- [0238] 메인-라인들로부터 메인-라인들 사이의 영역들로 연장되는 다수의 브랜치들을 포함하며, 다수의 브랜치들은 제1 전극 및 제2 전극의 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 영역으로 연장하면서 제1 메인-라인 및 제2 메인-라인으로부터 교번하여 연장되며, 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들 중 적어도 하나는 영역을 가로질러 적어도 절반까지 연장되며, 적어도 절반은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 측정된다.
- [0239] 7. 조항 1 내지 조항 6 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 제1 방향으로 투영될 때 제2 방향에서 오버랩된다.
- [0240] 8. 조항 1 내지 조항 7 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들은 상이한 길이를 가지며, 더 긴 브랜치는 더 짧은 브랜치 보다 적어도 5% 더 길다.
- [0241] 9. 조항 1 내지 조항 8 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 전극 및 제2 전극의 기관 상의 메인-라인과 후속 메인-라인 사이의 거리들은 제2 방향에서 그리고/또는 제1 방향에서 다르다.
- [0242] 10. 조항 1 내지 조항 9 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 메인-라인들 사이의 거리들은,

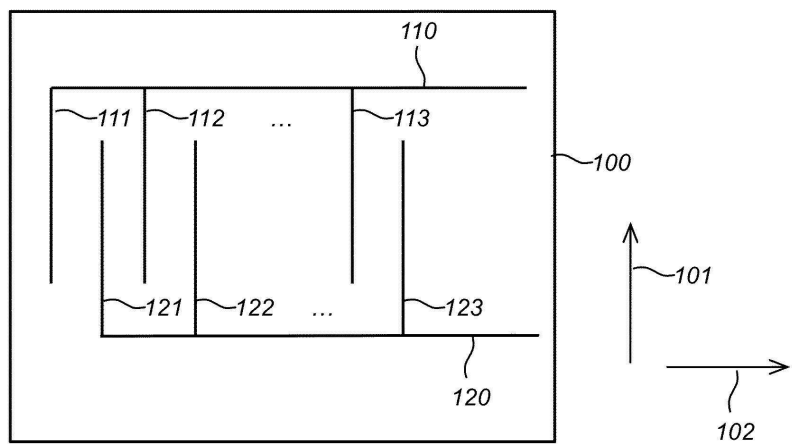
- [0243] 최대 거리 쪽으로 증가하는 것과 최소 거리 쪽으로 감소하는 것 사이를 교번하며, 그리고/또는
- [0244] 최대 거리 및 최소 거리 내에서 랜덤 양으로 증가하거나 또는 감소하며, 그리고/또는
- [0245] 기관을 가로질러 메인-라인들 사이의 제2 방향에서의 일련의 거리들은 랜덤하게 다르며, 거리들의 합은 최소 총 거리 내지 최대 총 거리이다.
- [0246] 11. 조항 1 내지 조항 10 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 메인-라인 및 메인-라인으로부터 연장되는 브랜치들은 연결된 일련의 서브 메인-라인들로서 빌드-업되며, 서브 메인-라인들로부터 브랜치들이 연장되며, 일련의 서브 메인-라인들은 메인-라인을 형성하기 위하여 연결되며;
- [0247] 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들은 동일한 길이이며, 그리고/또는
- [0248] 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들은 평행하며, 그리고/또는
- [0249] 서브 메인-라인의 어느 한 측으로부터 연장되는 브랜치들의 수는 동일하다.
- [0250] 12. 조항 11의 광 변조기에 있어서, 서브 메인-라인의 동일 측상에서 연장되는 브랜치들 및 동일한 메인-라인의 후속 서브 메인-라인으로부터 연장되는 브랜치들은,
- [0251] 상이한 길이를 가지며, 그리고/또는
- [0252] 제1 방향과 상이한 각도를 이루며, 그리고/또는
- [0253] 서브 메인-라인의 측으로부터 연장되는 상이한 수의 브랜치들을 갖는다.
- [0254] 13. 조항 11 또는 조항 12의 광 변조기에 있어서, 서브 메인-라인에서 브랜치와 제1 방향 간의 각도는 45도 내지 90도에서 랜덤하게 선택된다.
- [0255] 14. 조항 11 내지 조항 13 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 동일한 메인-라인에서 서브 메인-라인 및 후속 연결된 서브 메인-라인은 제1 방향 및 제2 방향 둘 모두에서 서로에 대해 시프트된다.
- [0256] 15. 조항 1 내지 조항 14 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 및 제2 전극들이 배열되는 패턴은 기관을 가로질러 제1 및 제2 방향으로 연장되는 한 세트의 블록들로 세분화되며, 각각의 블록은 제1 전극의 다수의 메인-라인들의 일부의 다수의 서브-라인들 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들의 일부의 다수의 서브-라인들을 포함하며, 블록들 중 적어도 하나는 기관 상에서 다수번 반복된다.
- [0257] 16. 조항 1 내지 조항 15 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서,
- [0258] 블록들의 일부에서 서브 메인-라인 전극들은 다수의 브랜치들을 포함하며, 블록들의 일부에서 전극들은 다수의 브랜치들을 포함하지 않으며, 그리고/또는
- [0259] 블록들의 일부에서, 서브 메인-라인들은 직선이며, 블록들의 일부에서 서브 메인-라인들은 물결 모양이다.
- [0260] 17. 조항 1 내지 조항 16 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 전극들이 배열되는 패턴들은 다수의 부분들로 세분화되며, 전극 라인-갭, 전극 라인 두께, 전극 라인 폭, 전극 재료, 전극 라인 형상들 및 전극 라인 방향들 중 적어도 하나는 다수의 부분들에서 상이하여 광학 효과들을 야기한다.
- [0261] 18. 조항 1 내지 조항 17 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 두께, 폭, 형상, 면적 및 부피로 구성된 그룹으로부터 선택된 전극 지오메트리는 제1 기관 및 제2 기관 중 적어도 하나에 걸쳐 상이하다.
- [0262] 19. 조항 1 내지 조항 18 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 1차 전극은 1차 전극에 평행하게 이어지는 추가의 2차 전극에 적어도 부분적으로 연결되며,
- [0263] 2차 전극은 반도체 층을 통해 1차 전극에 연결되며, 2차 전극은 1차 전극 상의 임계 전압을 초과해서만 투과 전류를 인에이블하는 반도체 층에 의해 1차 전극 라인과 전기적으로 연결되며, 그리고/또는
- [0264] 2차 전극은 투명하며, 그리고/또는
- [0265] 2차 전극은 전하를 국부적으로 유지하도록 배열된 커패시터를 포함하며, 그리고/또는
- [0266] 2차 전극은 광-전지 반도체 재료를 포함하며, 2차 전극은 1차 전극 라인에 전력을 제공한다.
- [0267] 20. 조항 1 내지 조항 19 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 다수의 전극들은 기관을 가로질러 2차원으로 연장되며, 다수의 전극들 중 적어도 제1 전극은 3차원에서 다수의 전극들 중 적어도 제2 전극과 구별되며, 선택

적으로 제1 전극과 제2 전극 사이에는 절연체가 배열된다.

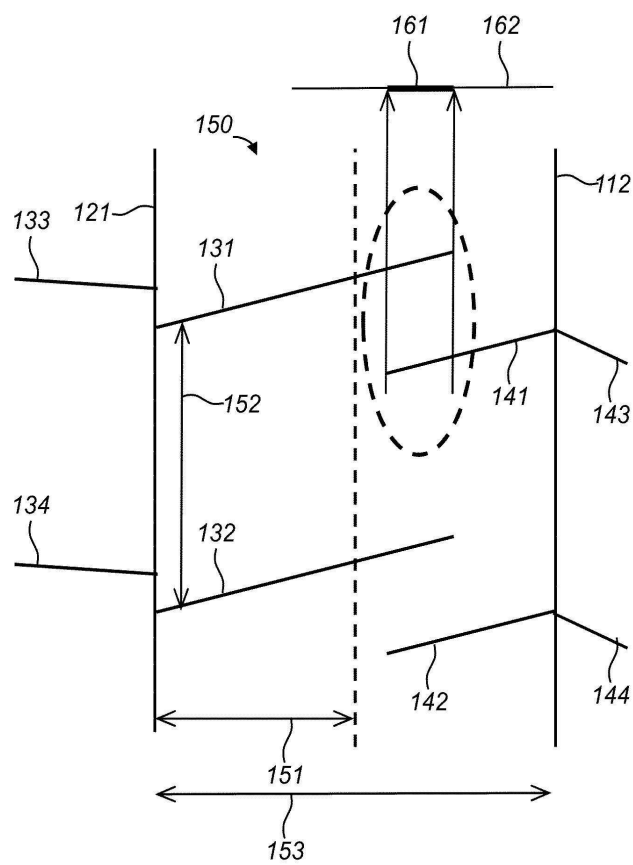
- [0268] 21. 조항 1 내지 조항 20 중 어느 한 조항의 광 변조기에 있어서, 제1 기관 상의 전극은 제2 기관 상의 제2 전극과 동일한 패턴으로 적어도 부분적으로 배열되며, 제1 전극 및 제2 전극의 패턴은 서로에 대해 시프트된다.
- [0269] 22. 광 변조기에서 사용하기 위한 기관으로서, 기관의 동일 측에 다수의 전극들이 적용되며, 다수의 전극들 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 다수의 전극들 중 적어도 제1 전극 및 제2 전극의 각각은,
- [0270] 제1 방향으로 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들 — 제1 전극 및 제2 전극의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열됨 —,
- [0271] 메인-라인들로부터 메인-라인들 사이의 영역들로 연장되는 다수의 브랜치들을 포함하며, 다수의 브랜치들은 제1 전극 및 제2 전극의 제1 메인-라인과 제2 메인-라인 사이의 영역으로 연장하면서 제1 메인-라인 및 제2 메인-라인으로부터 교번하여 연장되며, 동일한 영역으로 연장되는 2개의 후속 브랜치들 중 적어도 하나는 영역을 가로질러 적어도 절반까지 연장되며, 적어도 절반은 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따라 측정된다.
- [0272] 23. 광 변조 방법으로서,
- [0273] 광 변조기를 제공하는 단계 — 광 변조기는,
- [0274] 제1 기관 및 제2 기관 — 제1 기관 및 제2 기관은 내측들이 서로 대향하게 배열되며, 제1 기관 및 제2 기관 각각의 내측에는 다수의 전극들이 적용되며, 다수의 전극들의 각각은 기관에 걸쳐 일정 패턴으로 배열되며, 다수의 전극들의 각각은,
- [0275] 제1 방향으로 기관을 가로질러 연장되는 다수의 메인-라인들을 포함하며, 다수의 전극들의 다수의 메인-라인들은 기관 상에 서로에 대해 교번하여 배열됨 —,
- [0276] 제1 기관과 제2 기관 사이의 광학층을 포함하며, 광학층은 입자들을 포함하는 유체를 포함하며, 입자들은 전기적으로 하전되거나 하전 가능함—;
- [0277] 광 변조기에서 투명도 또는 반사도의 다수의 레벨들 중 하나의 레벨에 대응하는 다수의 최대 진폭들 중 하나의 진폭의 교류 전류 또는 전압을 선택하는 단계;
- [0278] 광 변조기의 광학 특성들의 변조를 야기하는 입자들의 전기영동 이동을 전극 쪽으로 또는 전극으로부터 제공하는, 전극들 간의 전자기장을 획득하기 위해 전극들에 교류 전류를 인가하는 단계를 포함한다.
- [0279] 24. 명령들을 나타내는 데이터를 포함하는 일시적 또는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서, 명령들은 프로세서 시스템에 의해 실행될 때 프로세서 시스템으로 하여금 조항 22에 따른 방법을 수행하게 한다.
- [0280] 앞서 언급된 실시예들이 현재 개시된 청구대상을 제한하는 것이 아니라 예시하고, 당업자가 많은 대안적인 실시예들을 설계할 수 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0281] 청구범위에서, 괄호들 사이에 있는 임의의 참조 부호들은 청구범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다. 용어 '포함하다'와 그 활용형의 사용은 청구범위에 언급된 것들 이외의 엘리먼트들 또는 단계들의 존재를 배제하지 않는다. 단수 엘리먼트는 복수의 그러한 엘리먼트들의 존재를 배제하지 않는다. 엘리먼트들의 리스트에 후속할 때 "~ 적어도 하나"와 같은 표현들은 리스트로부터 엘리먼트들의 전부 또는 임의의 서브세트의 선택을 표현한다. 예컨대, "A, B 및 C 중 적어도 하나"라는 표현은 A만, B만, C만, A와 B 둘 모두, A와 C 둘 모두, B와 C 둘 모두 또는 A, B 및 C의 전부를 포함하는 것을 이해되어야 한다. 현재 개시된 청구대상은 몇몇 별개의 엘리먼트들을 포함하는 하드웨어에 의해 그리고 적절하게 프로그래밍된 컴퓨터에 의해 구현될 수 있다. 여러 부분들을 열거하는 장치 청구항에서, 이러한 부분들 중 여러 부분들은 하드웨어의 하나의 항목 및 동일한 항목에 의해 구현될 수 있다. 특정 조치들이 서로 상이한 종속항들에서 인용되는 단순한 사실은 이러한 조치들의 조합이 유리하게 사용될 수 없다는 것을 표시하지 않는다.
- [0282] 청구범위에서, 괄호 내의 참조 부호들은 실시예들을 예시하는 도면들의 참조 부호들을 지칭하거나 또는 실시예들의 공식을 지칭하여 청구항의 명료성을 증가시킨다. 이러한 참조 부호들은 청구항을 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.

도면

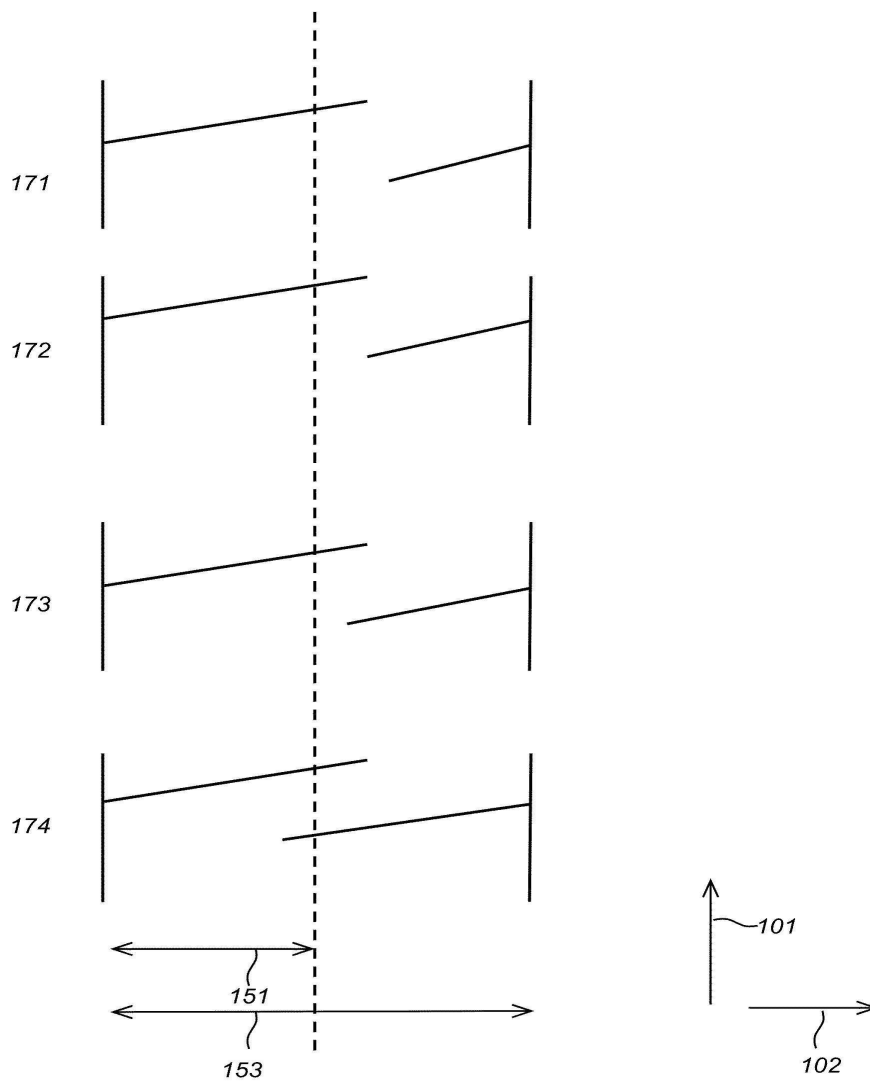
도면1a



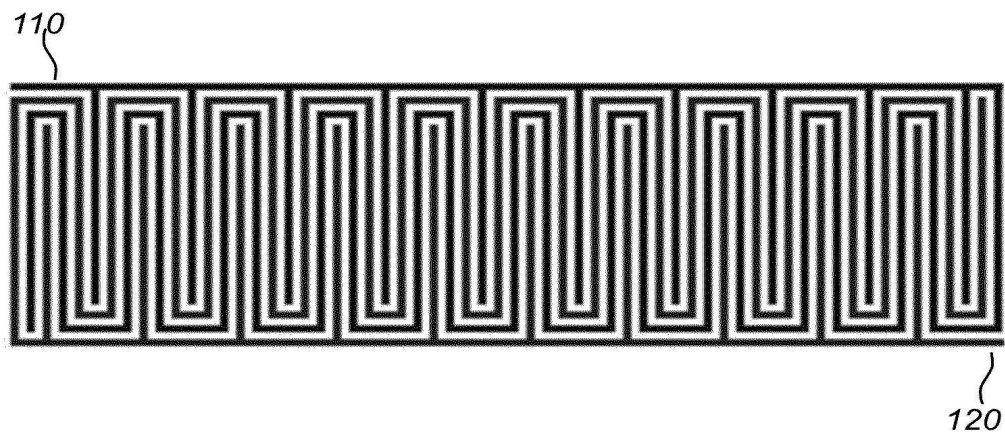
도면1b



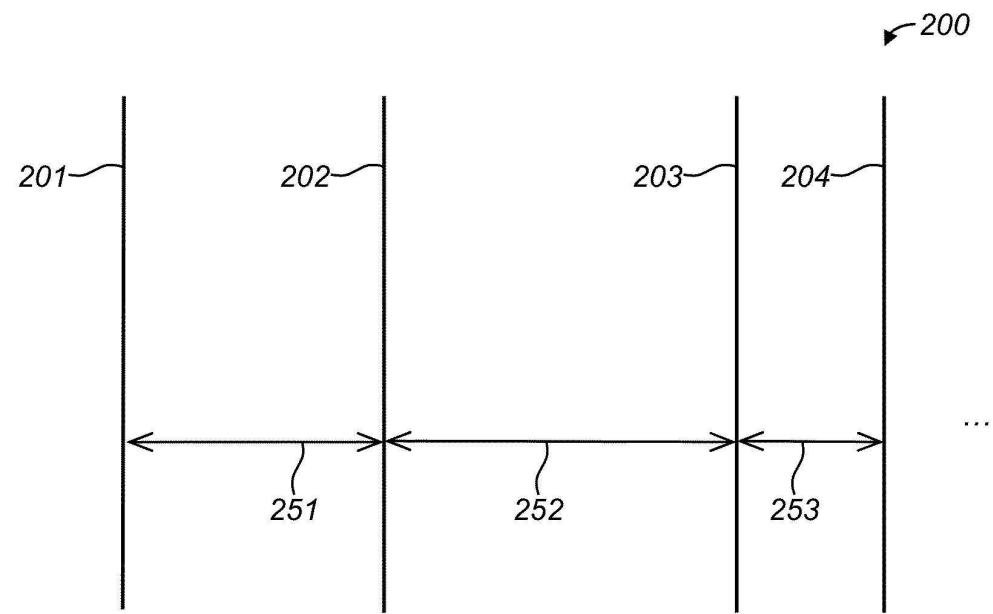
도면1c



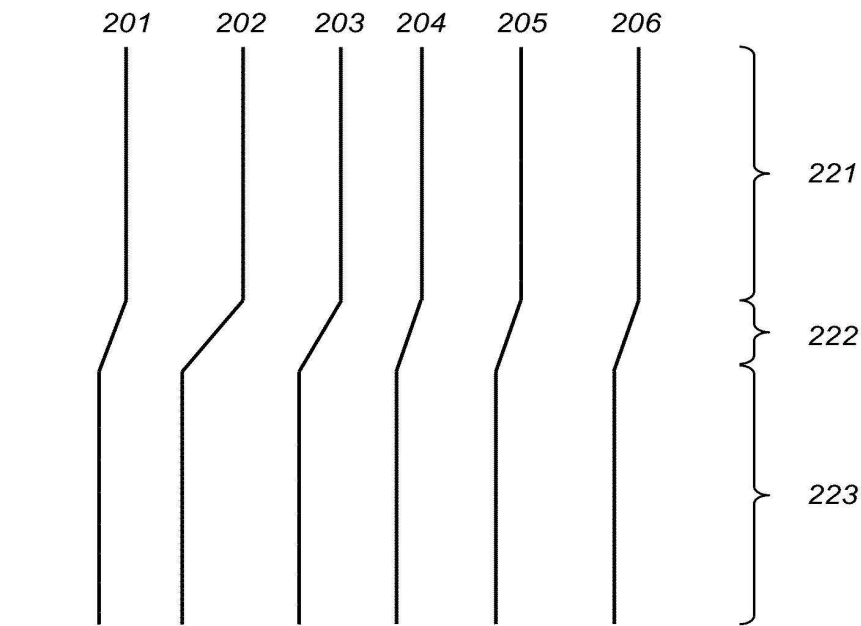
도면1d



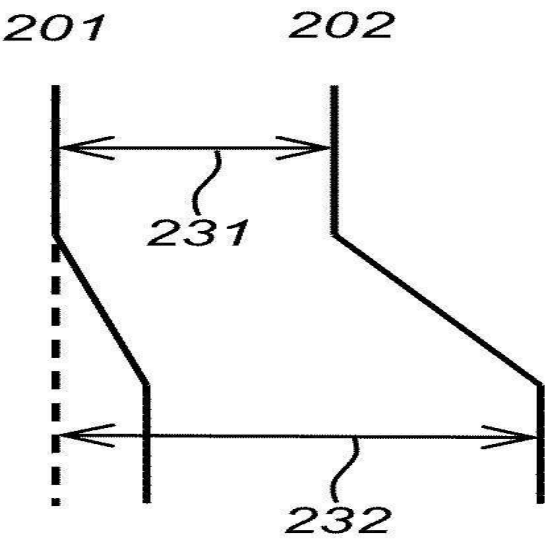
도면2a



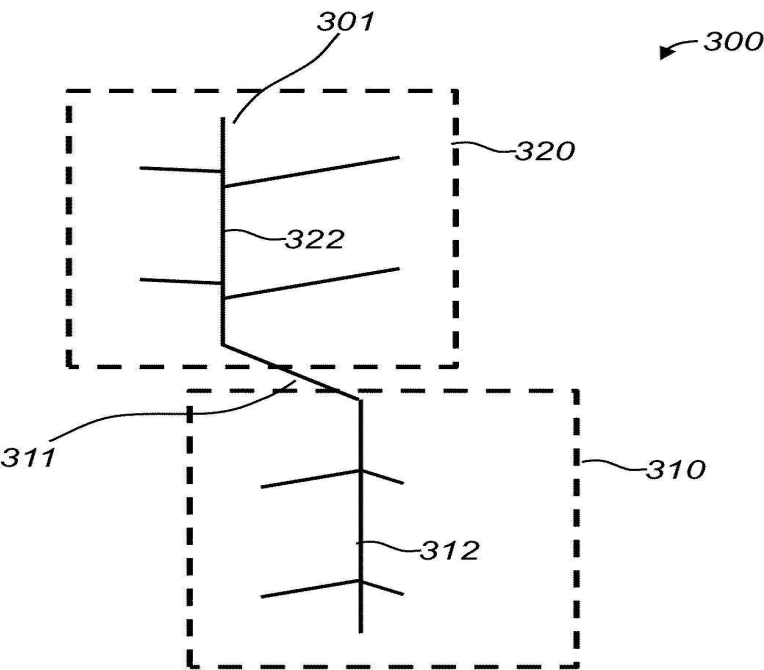
도면2b



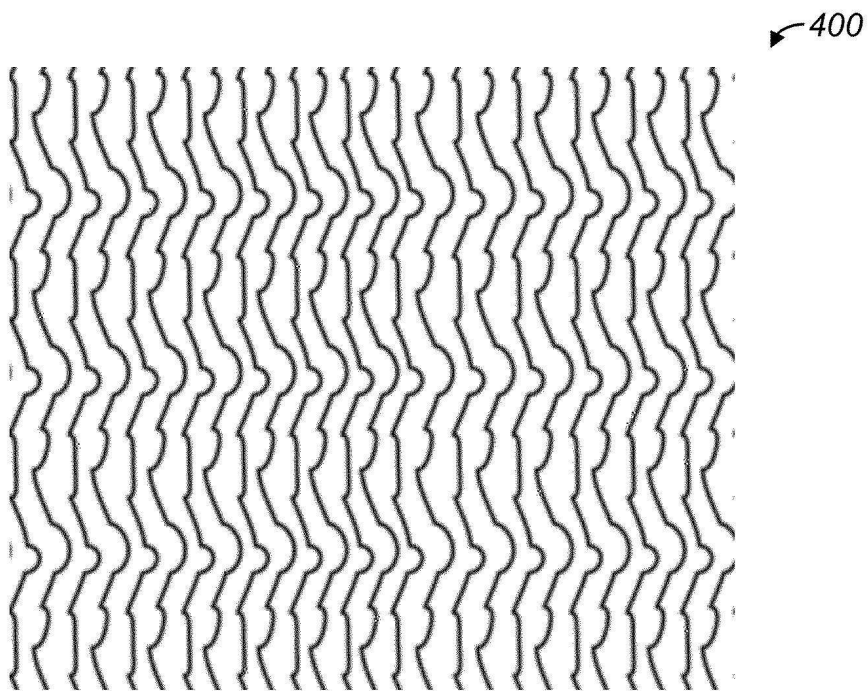
도면2c



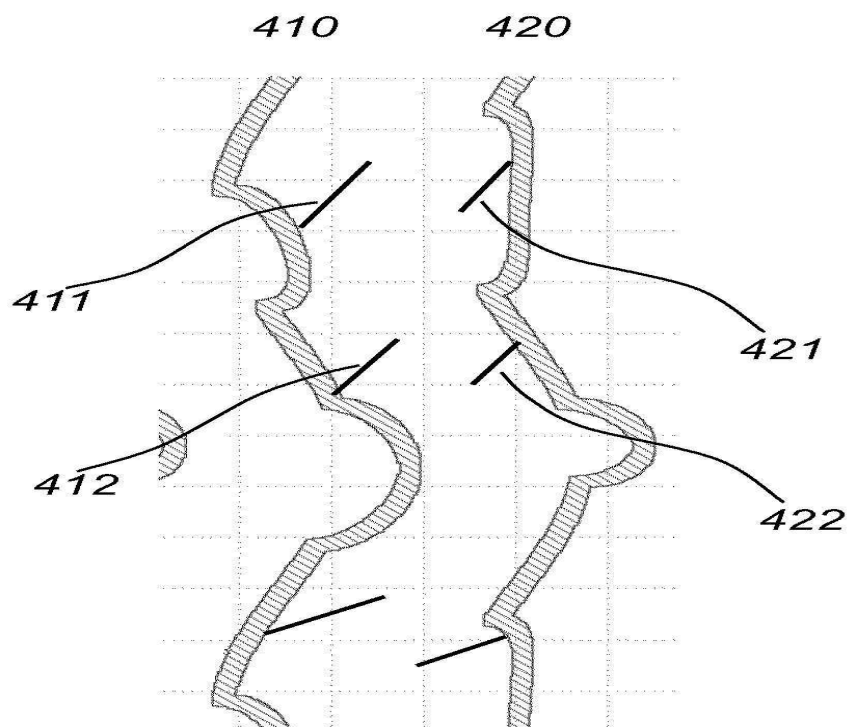
도면3



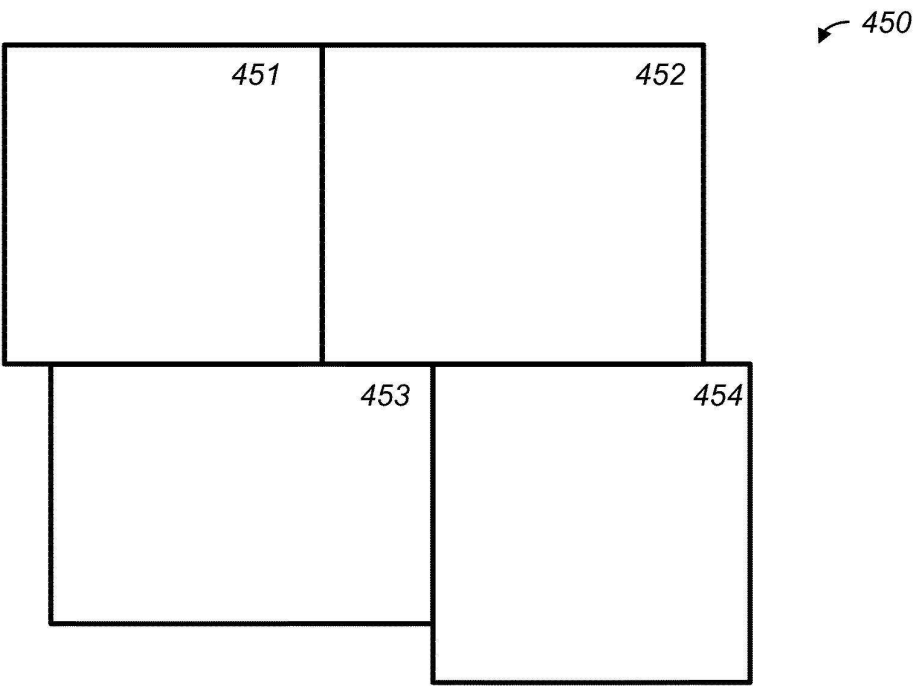
도면4a



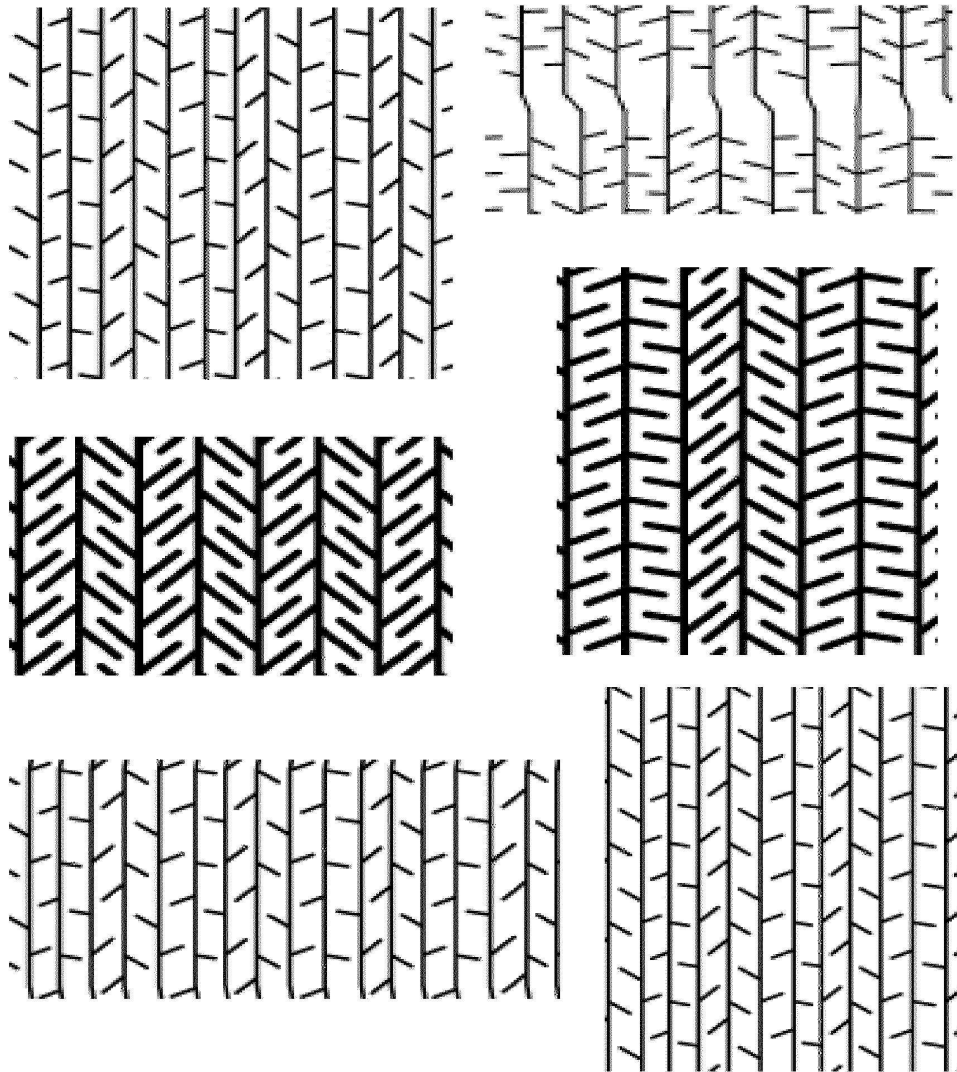
도면4b



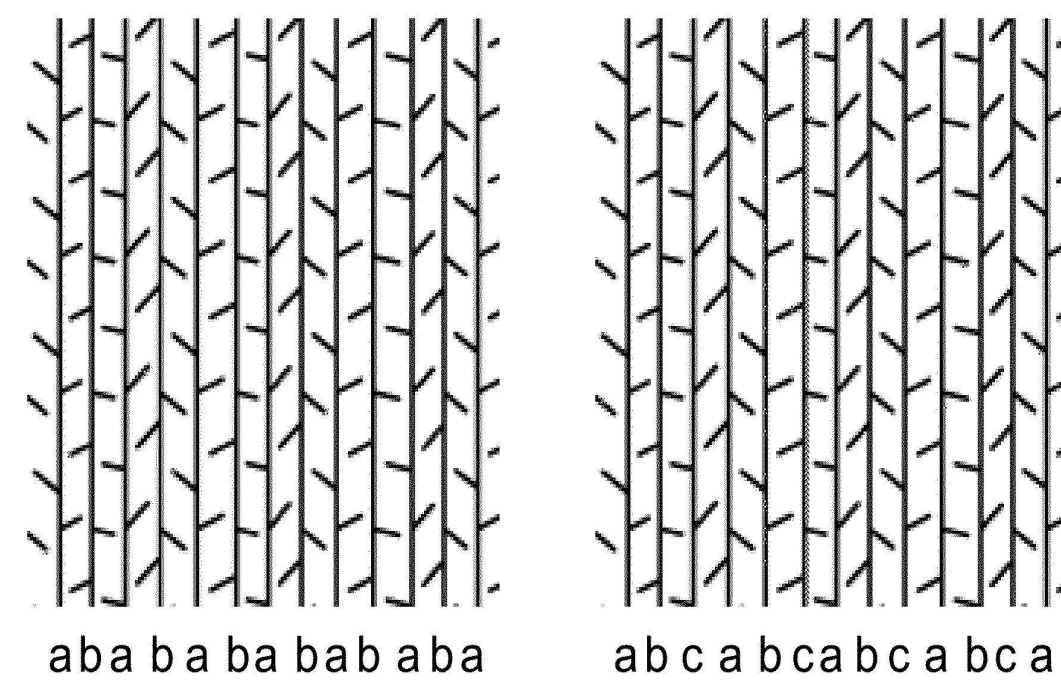
도면4c



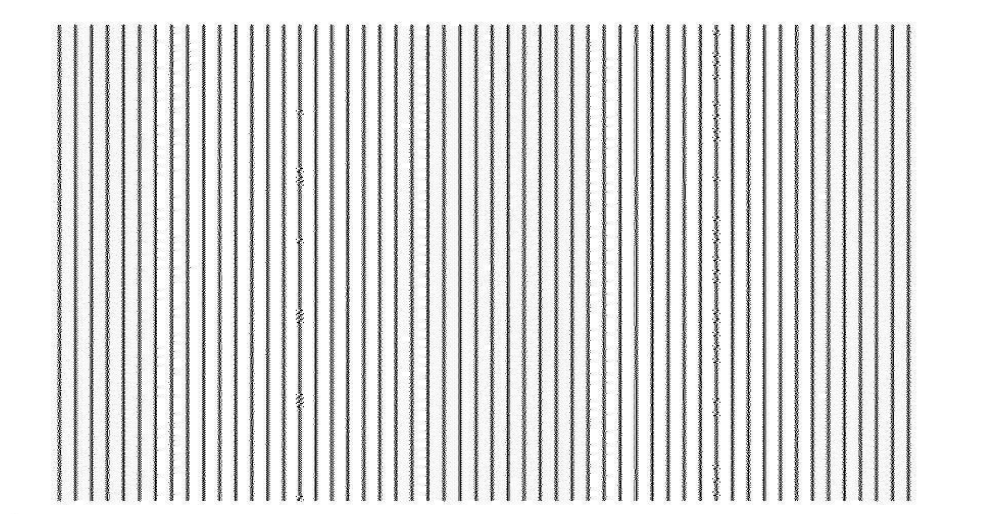
도면5a



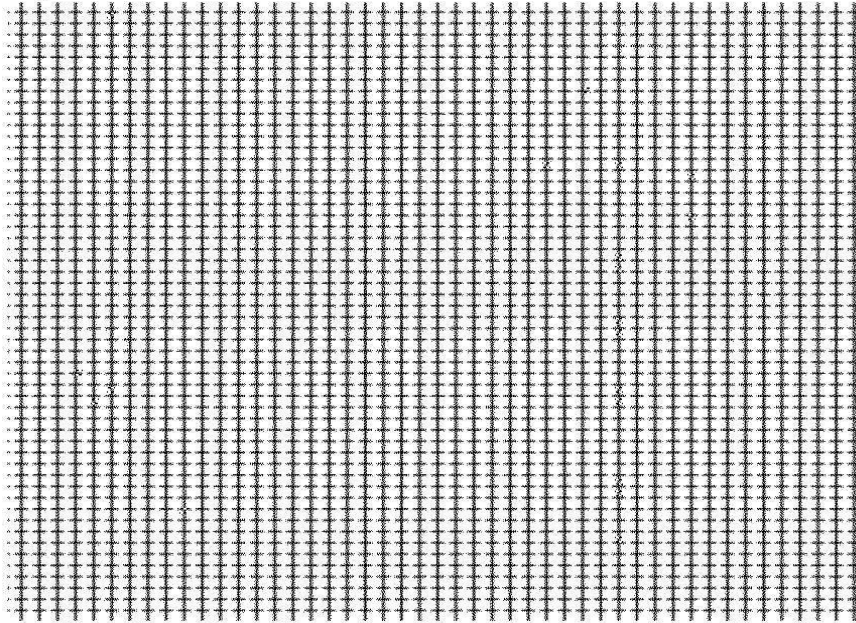
도면5b



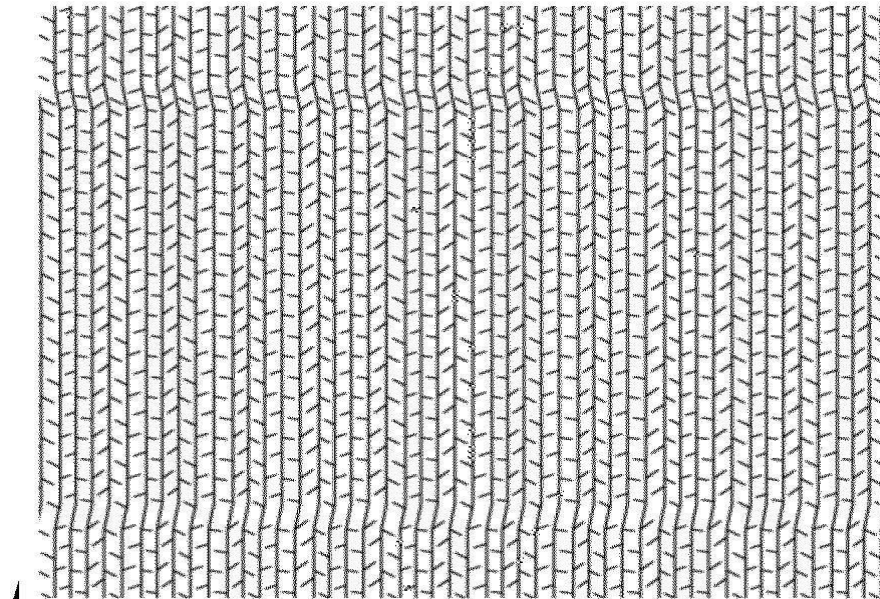
도면6a



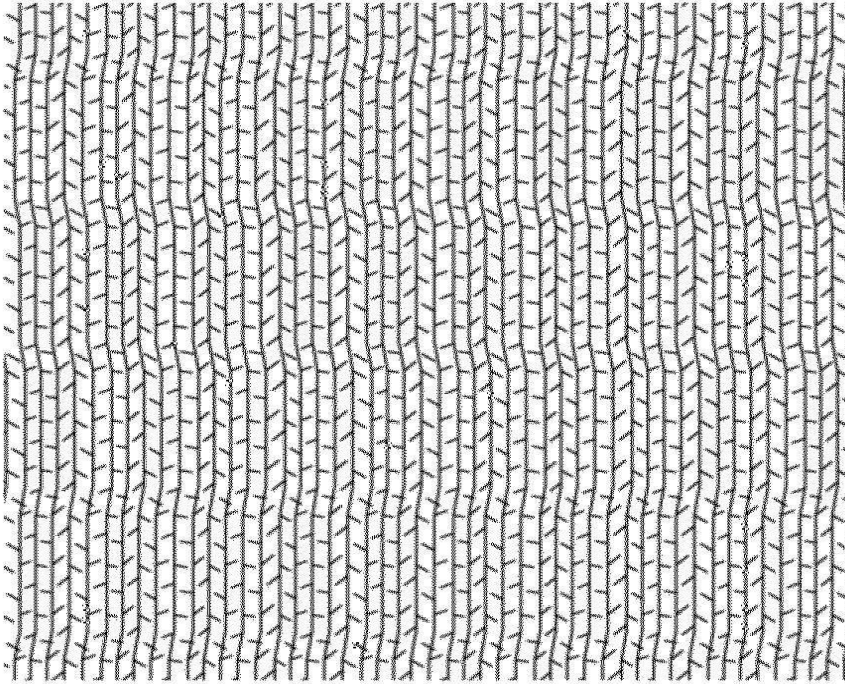
도면6b



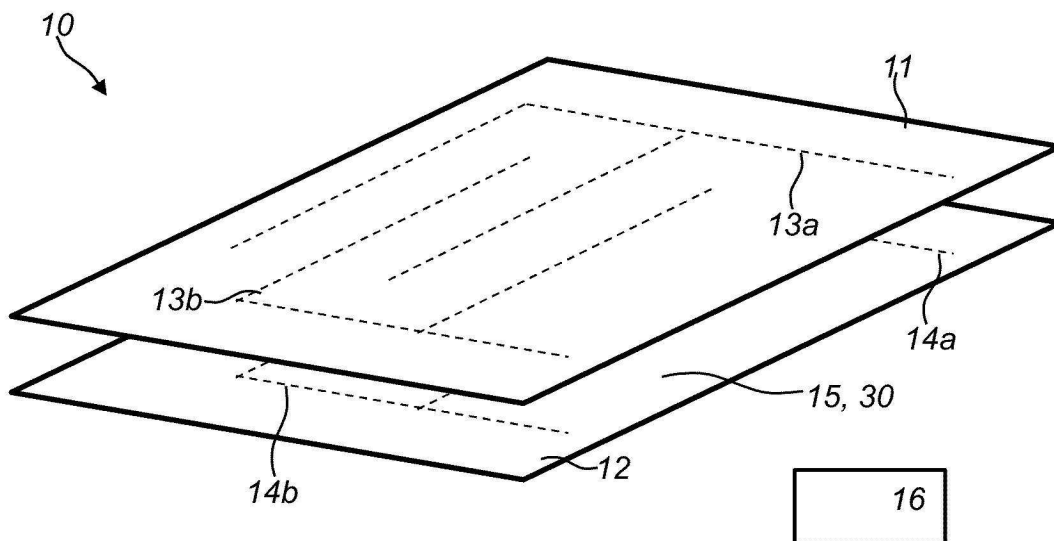
도면6c



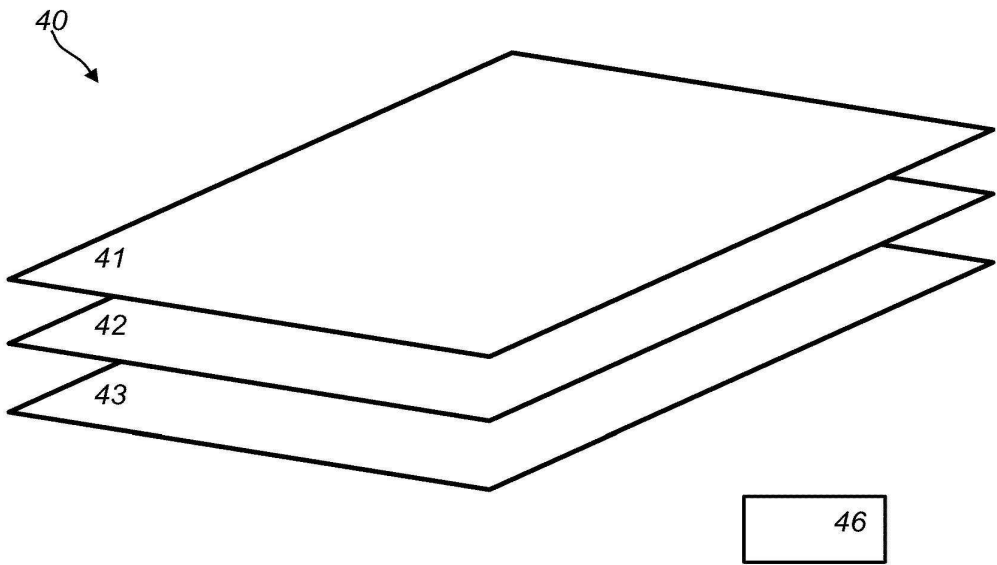
도면6d



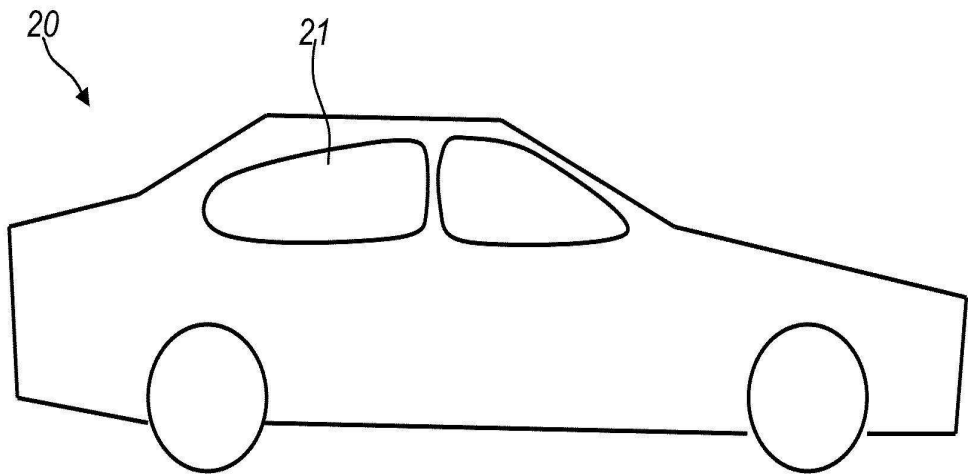
도면7a



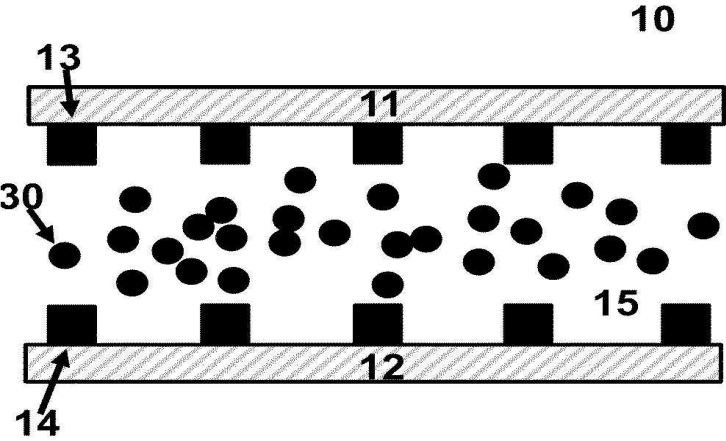
도면7b



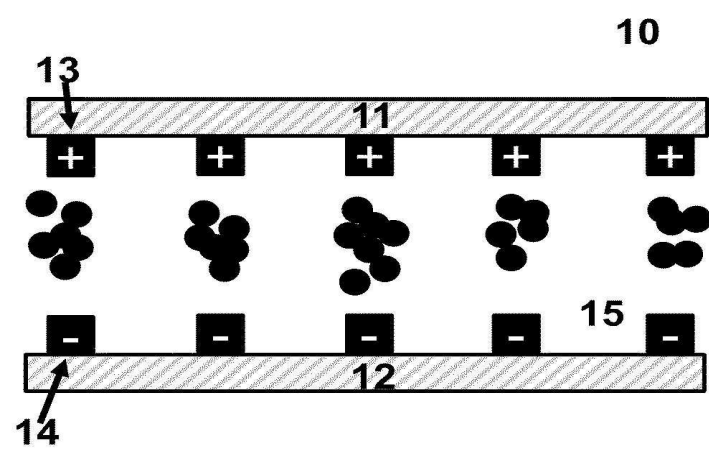
도면7c



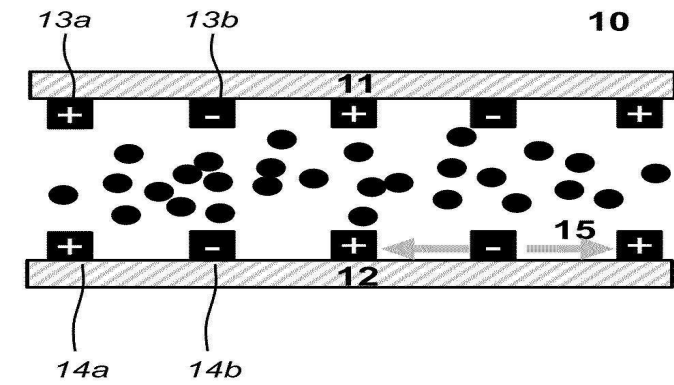
도면8a



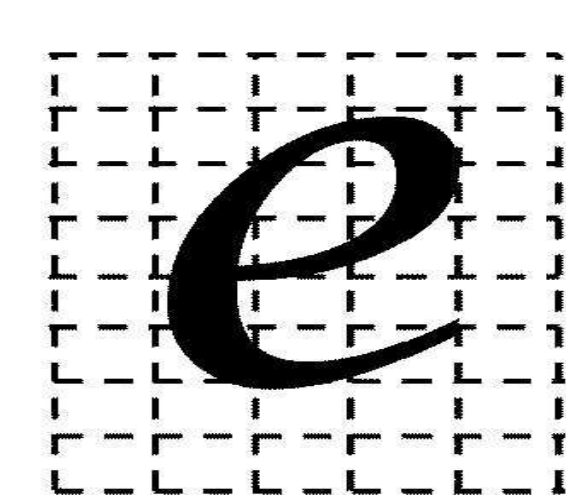
도면8b



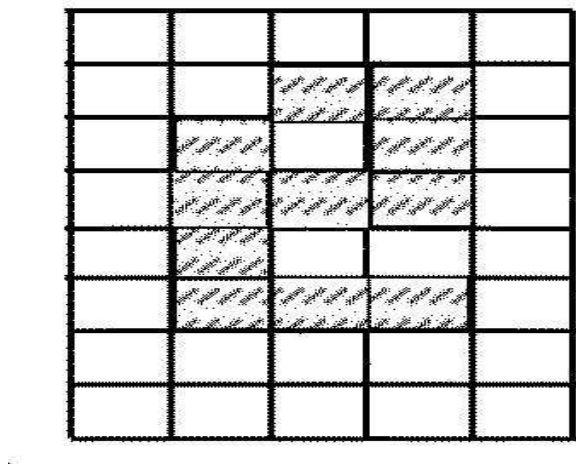
도면8c



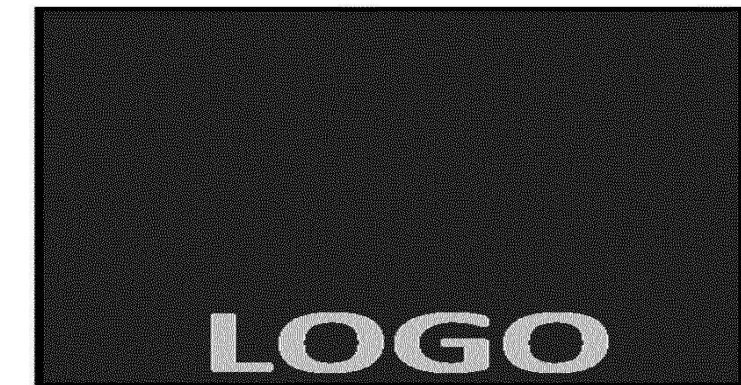
도면9a



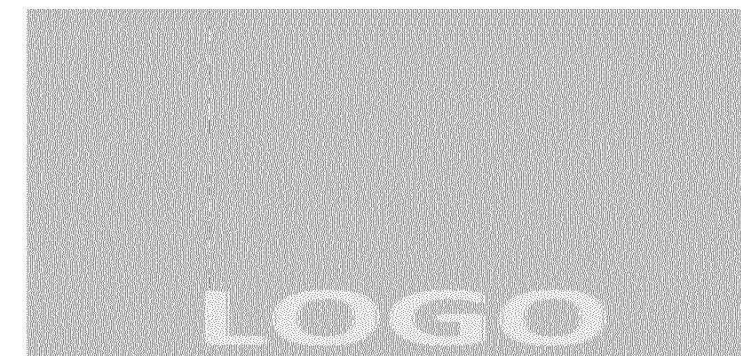
도면9b



도면9c

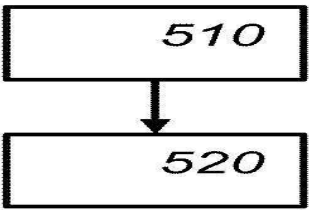


도면9d



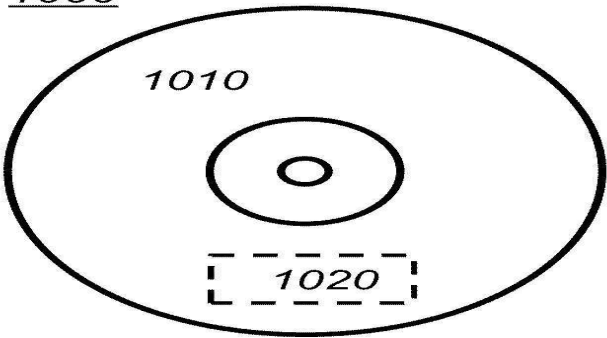
도면10

500

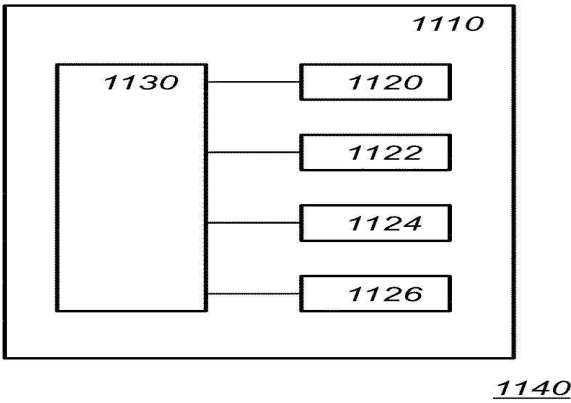


도면11a

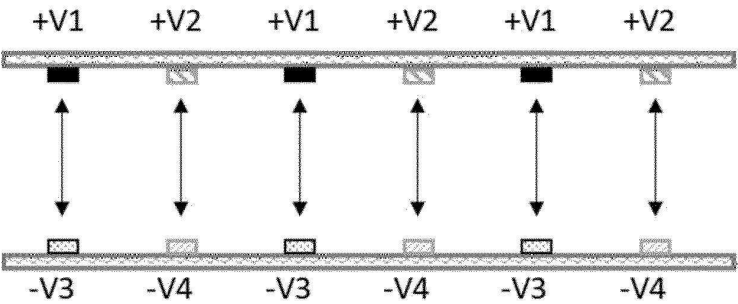
1000



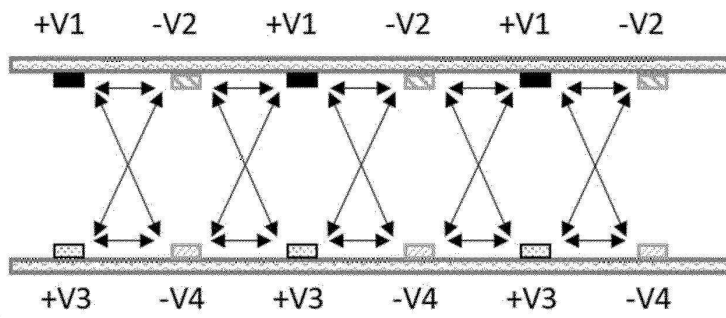
도면11b



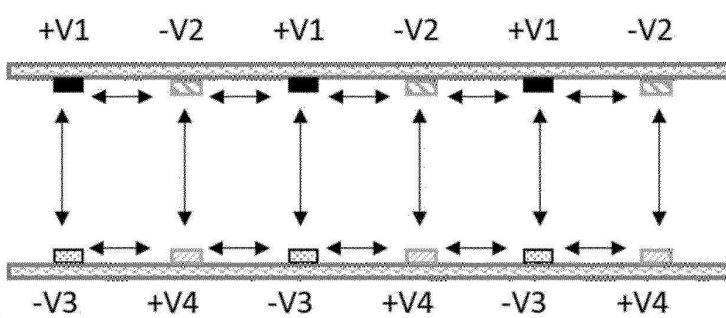
도면12



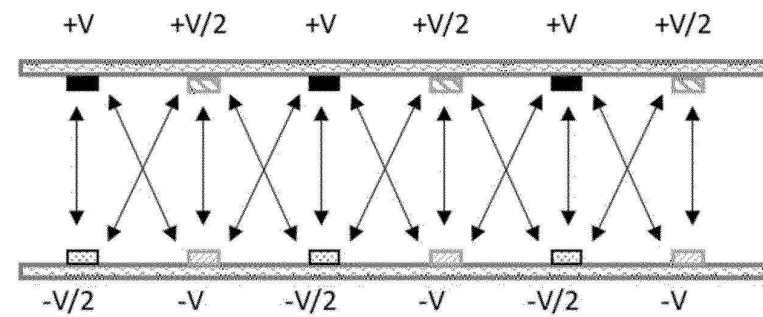
도면13



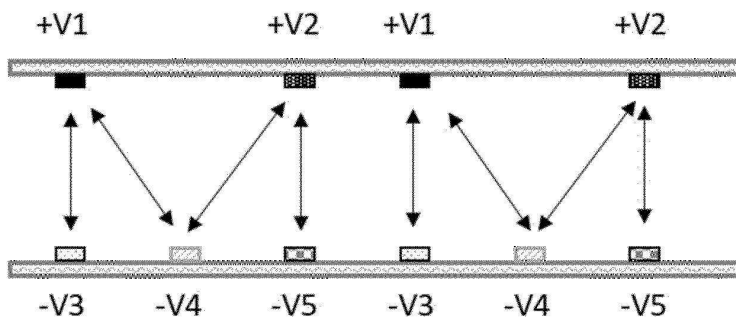
도면14



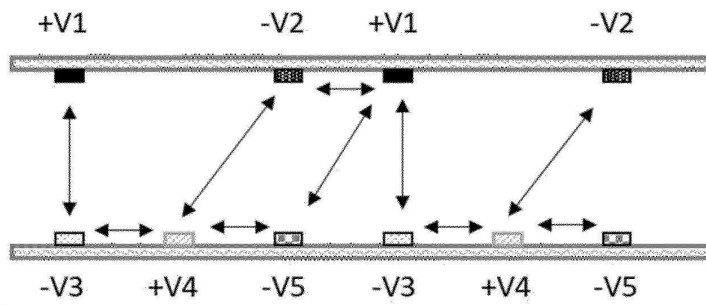
도면15



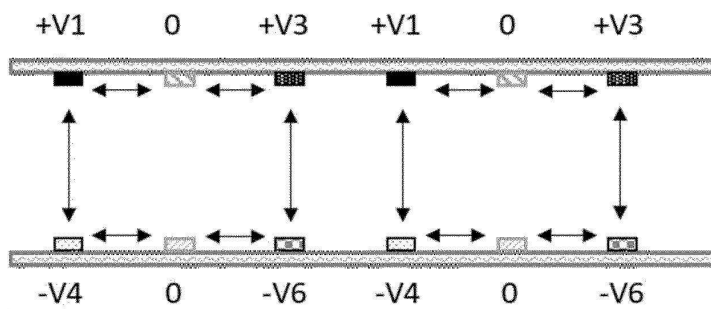
도면16



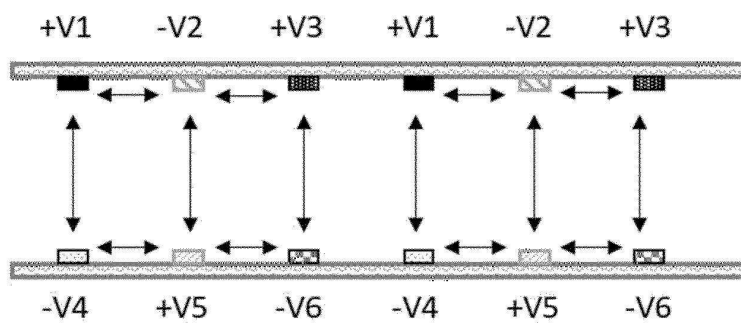
도면17



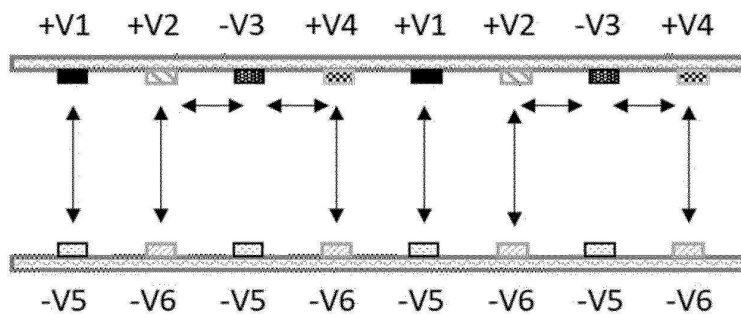
도면18



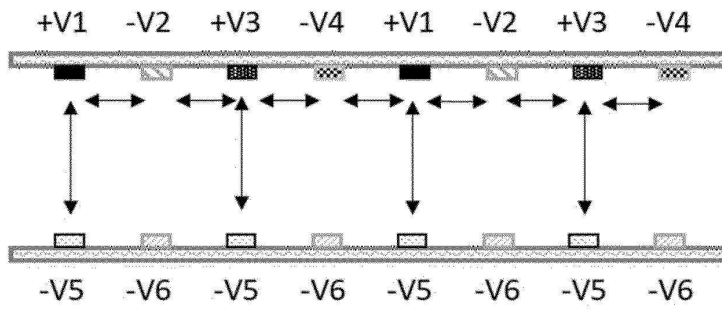
도면19



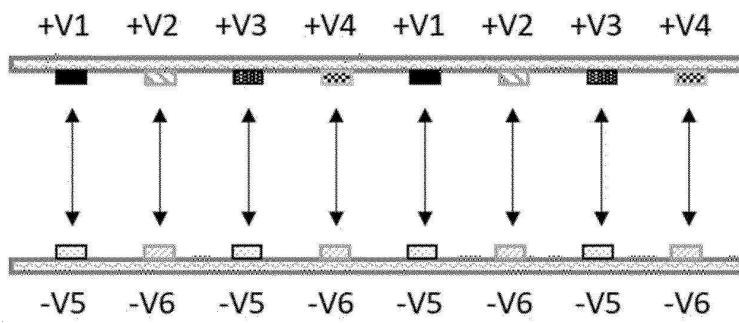
도면20



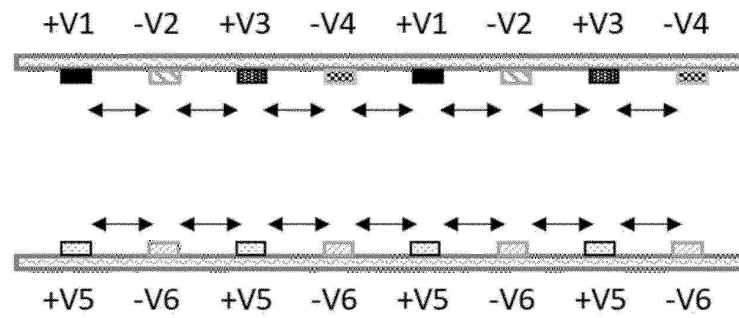
도면21



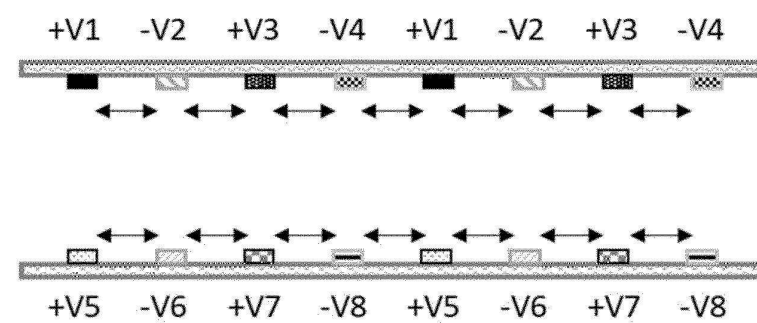
도면22



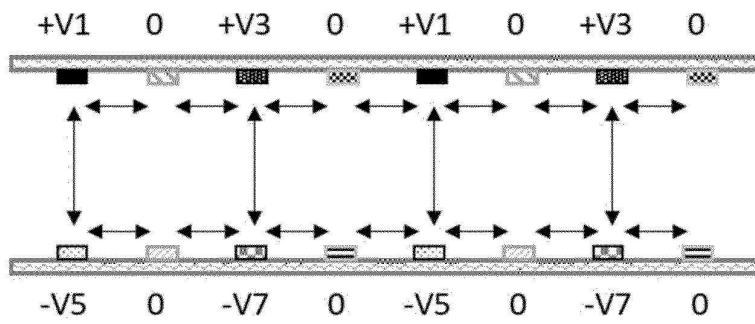
도면23



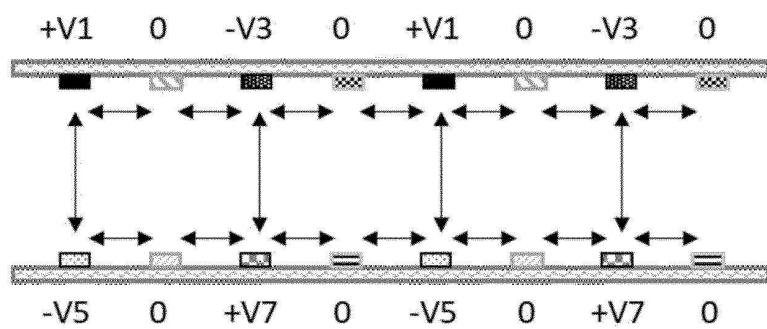
도면24



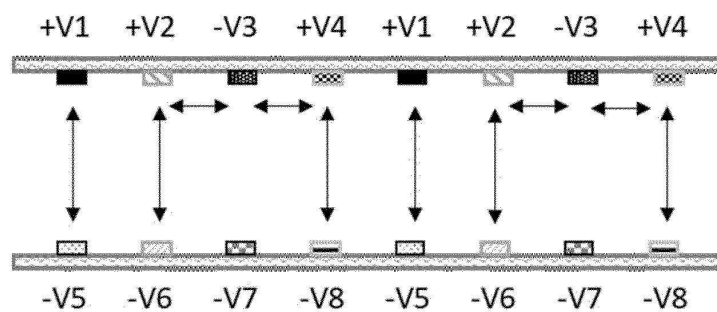
도면25



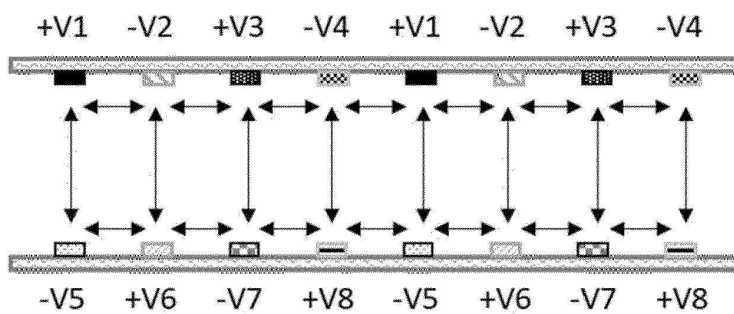
도면26



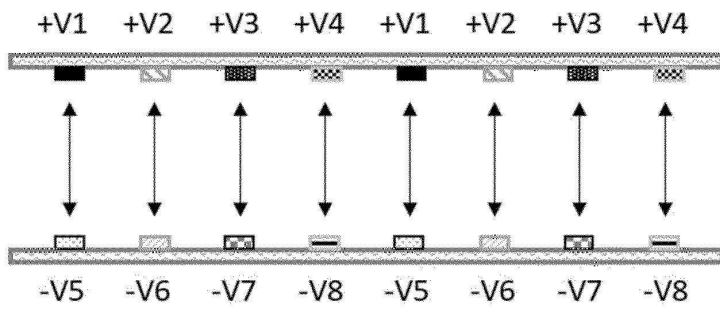
도면27



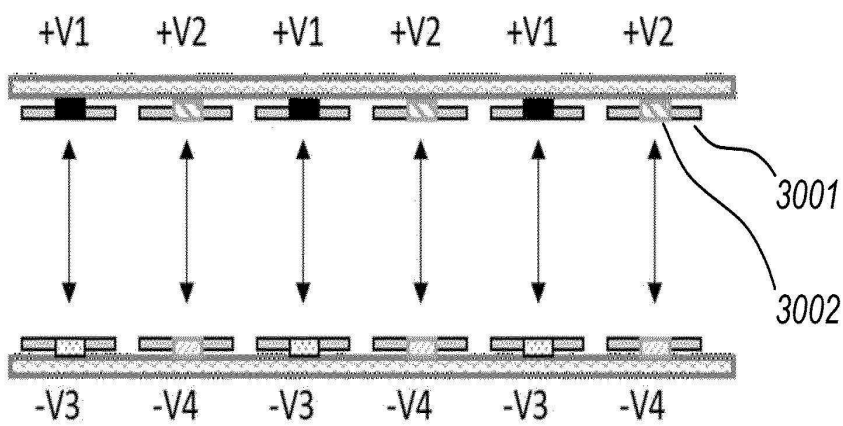
도면28



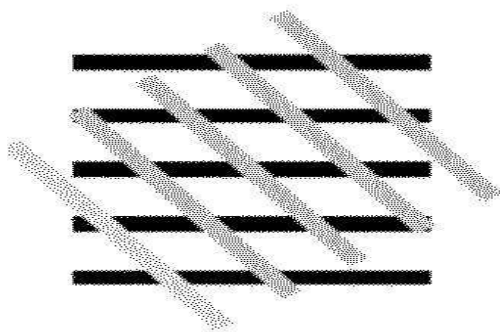
도면29



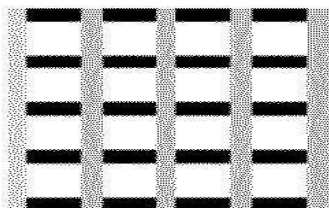
도면30



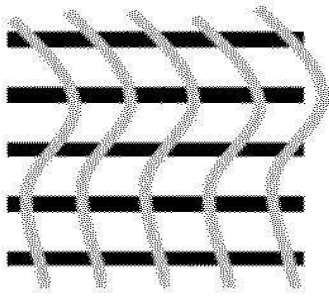
도면31



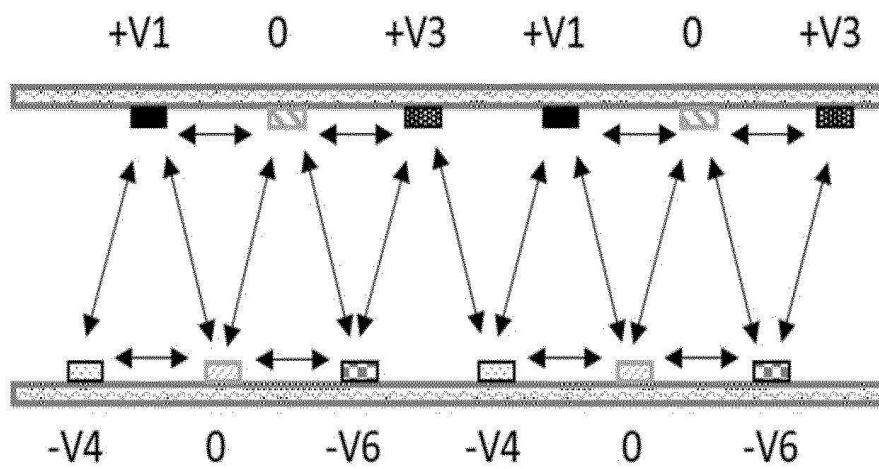
도면32



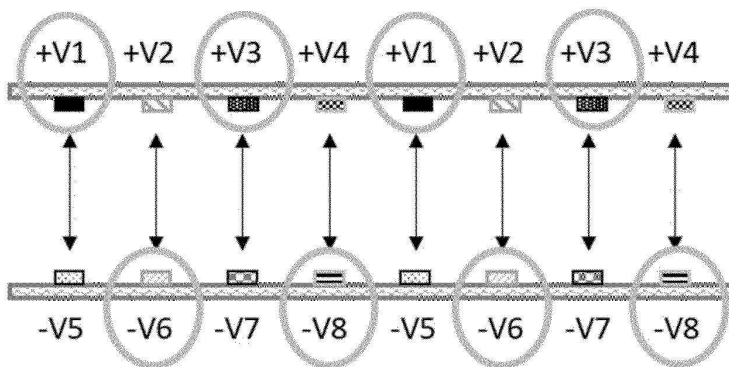
도면33



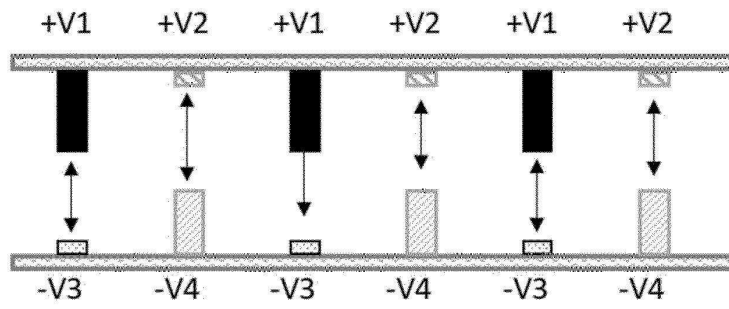
도면34



도면35



도면36



도면37

