(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월16일
(11) 등록번호 10-2809742
(24) 등록일자 2025년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/163 (2019.01) *E06B 3/67* (2006.01)
E06B 9/24 (2006.01) *G02F 1/139* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02F 1/163 (2019.01)
E06B 3/6722 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7038642
(22) 출원일자(국제) 2020년04월29일
심사청구일자 2023년04월26일
(85) 번역문제출일자 2021년11월25일
(65) 공개번호 10-2022-0013369
(43) 공개일자 2022년02월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/030394
(87) 국제공개번호 WO 2020/223297
국제공개일자 2020년11월05일
(30) 우선권주장
62/840,026 2019년04월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006053551 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
카디날 아이지 컴퍼니
미국 55344 미네소타주 에덴 프레어리 스위트 200 프레어리센터 드라이브 775
(72) 발명자
슐레더, 니콜라스
미국, 미네소타 55105, 세인트 폴, 스탠포드 에비뉴 1398
율, 마이클
미국, 미네소타 55115, 그랜트, 예네로 씨티 엔 9750
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

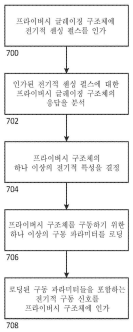
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 한상일

(54) 발명의 명칭 **하나 이상의 전기적으로 제어 가능한 사생활 보호 유리 구조를 작동하기 위한 시스템 및 방법**

(57) 요 약

인가된 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답이 측정될 수 있고, 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터가 특성화될 수 있다. 하나 이상의 파라미터는 프라이버시 글레이징 구조체를 작동하기 위해서 사용되는 전기적 구동 신호에서 후속 사용을 위해 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하기 위해서 사용될 수 있다. 전기적 구동 신호가 이미 준비된 경우, 특성화된 하나 이상의 파라미터는 이전 시간에 특성화된 하나 이상의 파라미터와 비교될 수 있다. 하나 이상의 특성화된 파라미터가 이전 시간에 특성화된 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 전기적 구동 신호의 하나 이상의 구동 파라미터는 새로운 값으로 조정될 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G02F 1/139 (2013.01)
E06B 2009/2464 (2013.01)
Y02A 30/249 (2020.08)

(72) 발명자
쇼틀러, 윌리엄 에밀 줄리앙
미국, 미네소타 5116, 세인트 폴, 하이랜드 프퀴 1932
웨일리, 피터
미국, 미네소타 55408, 미니애폴리스, 콜팩스 에비뉴 에스. 샵103 2845

(56) 선행기술조사문헌
JP2016218431 A*
KR1020160037226 A*
KR1020160127762 A*
KR1020190027956 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

프라이버시 글레이징 구조체(privacy glazing structure)를 전기적으로 제어하기 위한 방법에 있어서,

구동기에 의해 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 - 상기 전기적 구동 신호는 제1 구동 파라미터를 갖고, 상기 제1 구동 파라미터는 제1 값을 가짐 -;

상기 구동기에 의해 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 제2 값으로 조정하는 단계를 포함하고,

상기 프라이버시 글레이징 구조체는 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료를 경계짓는 한 쌍의 전극 층을 포함하며, 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 상기 전기적 구동 신호를 인가하는 단계는, 상기 한 쌍의 전극 층에 상기 전기적 구동 신호를 인가하는 단계를 포함하고, 상기 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료는 액정 재료인, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 구동 파라미터를 조정하는 단계는,

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터의 값을 상기 제1 구동 파라미터에 대한 대응되는 값과 관련시키는 데이터베이스를 참조하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터와 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터 사이의 크기 변화에 기반된 양만큼 상기 제1 구동 파라미터의 상기 제1 값을 조정하는 단계; 또는

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터와 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터 사이의 상기 변화에 비례하는 양만큼 상기 제1 구동 파라미터의 상기 제1 값을 조정하는 단계 중 어느 하나를 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 방법은 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 노후화(aging)를 나타내는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함하되,

상기 하나 이상의 파라미터가 노후화를 나타내는 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 값인 제2 값으로 조정하는 단계는 노후화에 대응되는 미리 결정된 조정을 적용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 4

프라이버시 글레이징 구조체(privacy glazing structure)를 전기적으로 제어하기 위한 방법에 있어서,

구동기에 의해 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 - 상기 전기적 구동 신호는 제1 구동 파라미터를 갖고, 상기 제1 구동 파라미터는 제1 값을 가짐 -;

상기 구동기에 의해 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 제2 값으로 조정하는 단계를 포함하고,

상기 프라이버시 글레이징 구조체에 상기 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계는,

상기 프라이버시 글레이징 구조체가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 생성되었을 때의 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 다른 온도에 있을 때, 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 상기 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 프라이버시 글레이징 구조체에 상기 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계는, 일정 기간에 걸쳐 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 복수의 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계, 및 상기 전기적 센싱 펄스 각각에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계를 포함하며;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계는, 상기 복수의 전기적 센싱 펄스 각각에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계를 포함하며;

상기 방법은, 시간의 경과에 따른 상기 하나 이상의 특성화된 파라미터의 트렌드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 트렌드에 기반하여 시간의 경과에 따라 상기 제1 구동 파라미터의 값을 자동으로 변경하기 위한 스케줄(schedule)을 설정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

프라이버시 글레이징 구조체(privacy glazing structure)를 전기적으로 제어하기 위한 방법에 있어서,

구동기에 의해 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 - 상기 전기적 구동 신호는 제1 구동 파라미터를 갖고, 상기 제1 구동 파라미터는 제1 값을 가짐 -;

상기 구동기에 의해 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 제2 값으로 조정하는 단계를 포함하고,

상기 프라이버시 글레이징 구조체에 상기 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계는, 일정 기간에 걸쳐 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 복수의 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계, 및 상기 전기적 센싱 펄스 각각에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계를 포함하며;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계는, 상기 복수의 전기적 센싱 펄스 각각에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여

상기 프라이버시 글레이징 구조체의 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계를 포함하며;

상기 방법은, 시간의 경과에 따른 상기 하나 이상의 특성화된 파라미터의 트렌드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 트렌드에 기반하여 시간의 경과에 따라 상기 제1 구동 파라미터의 값을 자동으로 변경하기 위한 스케줄(schedule)을 설정하는 단계를 더 포함하고,

상기 방법은, 하나 이상의 온도 센서로부터의 온도 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하되, 시간의 경과에 따른 상기 하나 이상의 특성화된 파라미터의 트렌드를 결정하는 단계는 온도에 대한 상기 하나 이상의 특성화된 파라미터의 트렌드를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 전기적 구동 신호는 복수의 구동 파라미터를 포함하며,

상기 방법은, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 상이하면, 상기 복수의 구동 파라미터의 제2의 값을 조정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 구동 파라미터는 전압, 파형 형상, 파형 주파수, 최대 전류, 듀티 사이클, 평균 전류, RMS 전류, 또는 슬루레이트(slew rate)를 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 구동 신호는 펄스 폭 변조 구형파를 포함하며, 상기 제1 구동 파라미터는 레일 전압 또는 설정 전압을 포함하는, 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

프라이버시 글레이징 구조체(privacy glazing structure)를 전기적으로 제어하기 위한 방법에 있어서,

구동기에 의해 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 - 상기 전기적 구동 신호는 제1 구동 파라미터를 갖고, 상기 제1 구동 파라미터는 제1 값을 가짐 -;

상기 구동기에 의해 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 제2 값으로 조정하는 단계를 포함하고,

상기 측정된 응답은

시간의 경과에 따른 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 걸리는 전압 및 시간의 경과에 따른 상기 프라이버시 글레이징 구조체를 통한 전류 중 어느 하나 이상의 측정을 포함하는, 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

프라이버시 글레이징 구조체(privacy glazing structure)를 전기적으로 제어하기 위한 방법에 있어서,

구동기에 의해 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 - 상기 전기적 구동 신호는 제1 구동 파라미터를 갖고, 상기 제1 구동 파라미터는 제1 값을 가짐 -;

상기 구동기에 의해 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하여 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계; 및

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른 경우, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제1 값과 다른 제2 값으로 조정하는 단계를 포함하고,

상기 전기적 센싱 펄스에 대한 상기 측정된 응답에 기반하는 상기 프라이버시 글레이징 구조체의 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계는,

상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 저항 값, 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 커패시턴스 값, 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 인덕턴스 값, 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 RC 파라미터, 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 RL 파라미터, 또는 상기 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 RLC 파라미터를 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계는, 상기 구동기에 의해 상기 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계를 포함하며;

상기 하나 이상의 파라미터를 비교하는 단계는, 상기 구동기에 의해 상기 하나 이상의 파라미터를 비교하는 단계를 포함하며;

상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 결정하는 단계는, 상기 전기적 센싱 펄스에 응답하여 특성화된 상기 하나 이상의 파라미터가 상기 이전 시간에 특성화된 상기 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상기 임계 양보다 더 많은 양만큼 다른지 여부를 상기 구동기가 결정하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 구동기는 전원과 상기 프라이버시 글레이징 구조체 사이에 전기적으로 결합되고, 프로세서, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체, 및 전기 회로를 포함하며, 상기 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체는, 상기 프로세서로 하여금 상기 전기 회로를 제어하여 상기 전기적 구동 신호를 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 인가하도록 구성된 명령어를 포함하는, 방법.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 제1 구동 파라미터를 상기 제2 값으로 조정하는 단계 다음에, 상기 제2 값을 갖는 상기 제1 구동 파라미터를 구비하는 상기 전기적 구동 신호를 사용하여 상기 전기적 구동 신호를 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 인가하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

제1항에 있어서, 상기 프라이버시 글레이징 구조체에 인가된 상기 전기적 센싱 펄스는 적어도 상이한 주파수를 가짐으로써 상기 전기적 구동 신호와 상이한, 방법.

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원들

[0002] 본 출원은 2019년 4월 29일에 출원된 미국 임시특허출원 제62/840,026호의 이익을 주장하며, 이의 전체 내용은 인용되어 본원에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시내용은 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료를 포함하는 구조체에 관한 것이고, 좀 더 구체적으로는, 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료를 제어하기 위한 구동기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] 제어 가능한 광 변조를 갖는 윈도우, 도어, 파티션(partition) 및 기타 구조체가 시장에서 인기를 얻고 있다. 이러한 구조체는, 사용자가 구조체를 통해 볼 수 있는 투명한 상태에서 구조체를 통한 조망(viewing)이 제약을 받는 프라이버시(privacy) 상태로 전환될 수 있는 이의 능력으로 인해, "스마트(smart)" 구조체 또는 "프라이버시" 구조체로서 통상 지칭된다. 예를 들어, 스마트 윈도우는 고급 자동차 및 가정에서 사용되고 있으며, 스마트 파티션은 제어된 프라이버시 및 시각적 암화(darkening)를 제공하기 위해 사무실 공간에서 벽으로 사용되고 있다.

[0006] 스마트 구조체에 제어된 광 투과를 제공하기 위해 여러 가지 상이한 기술이 사용될 수 있다. 예를 들어, 전기변색(electrochromic) 기술, 광변색(photochromic) 기술, 감온변색(thermochromic) 기술, 부유 입자(suspended particle) 기술 및 액정 기술이 모두 제어 가능한 프라이버시를 제공하기 위해 상이한 스마트 구조체 응용분야에 사용되고 있다. 상기 기술들은 일반적으로 전기와 같은 에너지원을 사용하여, 투명한 상태에서 프라이버시 상태로, 또는 그 반대로 전환시킨다.

[0007] 실제로, 전기적 구동기는 광학 활성 재료를 제어하거나 "구동"하기 위해서 사용될 수 있다. 구동기는, 투명 상태와 프라이버시 상태 사이에서 또는 반대로의 전이되도록 광학 활성 재료에 전기 에너지를 적용하거나 적용을 중단할 수 있다. 또한, 구동기는 광학 활성 재료에, 특정 상태로 전이되면 해당 상태를 유지하는 것을 돕기 위해 전기 신호를 인가할 수 있다. 예를 들어, 구동기는, 상태들 사이에서 광학 활성 재료를 전이시키고/시키거나 전이된 상태로 광학 활성 재료를 유지하기 위해 광학 활성 재료에 교번 극성의 전기 신호를 인가할 수 있다.

[0008] 다양한 구성에서, 광학 활성 재료를 포함하는 특정 광학 제어 가능한 구조체(예: 프라이버시 구조체)는 구동기에 의해 제공되는 특정 대응 전기적 구동 신호로 가장 잘 구동된다. 예를 들어, 일부 실시 예에서, 상이한 전기적 구동 신호는 상이한 크기의 구조체 또는 상이한 전기적 특성을 갖는 구조체에 더 적합할 수 있다. 따라서, 특정 구조체에는, 특정 구조체에 대응되는 특정 전기적 구동 신호를 제공하도록 구성된 대응되는 구동기가 제공되는 경우가 많다.

[0009] 그러나, 대응되는 구조체에는 적절하지만, 이러한 구동기에 의해 제공되는 전기적 구동 신호는 교체 구조체와 같은 다른 구조체에 대해 적절한 전기적 구동 신호를 제공하기에는 부적절할 수 있다. 또한, 구동기에 의해서 제공되는 전기적 구동 신호는 처음 설치될 때 구조체에 적합할 수 있지만, 구동기 특성은, 연령, 주변 작동 조건 등과 같은 여러 요인에 따라 변경될 수 있다. 따라서, 대응되는 구동기가 제공하는 전기적 구동 신호가 항상 구조체에 적합한 것은 아닐 수 있다.

발명의 내용

[0010] 일반적으로, 본 개시내용은 제어 가능한 프라이버시를 제공하는 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료를 포함하는 프라이버시 구조체에 관한 것이다. 프라이버시 구조체는 윈도우, 도어, 채광창, 내부 파티션, 또는 제어 가능한 가시광선 투과율이 요구되는 다른 구조체의 형태로 구현될 수 있다. 어느 경우나, 프라이버시 구조체는 판유리들 사이에 전기적으로 제어 가능한 매체를 포함하는 투명 재료의 다수의 판유리로 제작될 수 있다. 투명 재료의 각 판유리는 판유리 위에 증착(deposit)된 전기 전도성 및 광학적으로 투명한 재료의 층으로 구현될 수 있는 전극 층을 가질 수 있다. 광학 활성 재료는, 예를 들어, 광학 활성 재료에 대한 전기 에너지의 적용 및/또는 제거를 제어함으로써, 예를 들어, 전극 층에 통신적으로 결합된 전기적 구동기를 통해 제어될 수 있다. 예를 들어, 구동기는, 광학 활성 재료로부터 전기 에너지의 제거 및/또는 적용을 제어할 수 있으며, 이로써, 광학 활성 재료가, 구조체를 통한 가시성이 억제되는 산란 상태로부터 구조체를 통한 가시성이 비교적 명확한 투명 상태로 전이되게 할 수 있다.

[0011] 제어기로도 지칭될 수 있는 전기적 구동기는, 재충전 가능하고/하거나 교체 가능한 배터리 및/또는 벽 또는 건물의 공급 전원(mains power source)과 같은 전원으로부터 전력을 수신하도록 구성될 수 있다. 전기적 구동기는, 예를 들어, 전원으로부터 수신된 전기의 주파수, 진폭, 파형, 및/또는 다른 특성을 변경함으로써 전원으로부터 수신된 전기를 조절할 수 있다. 전기적 구동기는 조절된 전기 신호를 광학 활성 재료에 전기적으로 결합된 전극에 전달할 수 있다. 또한, 사용자 입력 또는 다른 제어 정보에 응답하여, 전기적 구동기는 전극에

전달되는 조절된 전기 신호를 변경하고/하거나, 전극에 전기를 전달하는 것을 중단할 수 있다. 따라서, 전기적 구동기는, 광학 활성 재료에 전달되는 전기 신호를 제어할 수 있으며, 이로써 재료를, 특정 광학 상태를 유지하도록, 또는 한 상태(예를 들어, 투명 상태 또는 산란 상태)에서 다른 상태로 전이되도록 제어할 수 있다.

[0012] 다양한 실시 예에서, 구동기는 제1 구동 파라미터를 갖는 전기적 구동 신호를 프라이버시 글레이징 구조체에 제공할 수 있으며, 여기서 제1 구동 파라미터는 제1 값을 갖는다. 구동기는 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스(sensing pulse)를 인가하고, 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답을 측정할 수 있다. 본 개시내용에 따른 일부 방법은 전기적 센싱 펄스에 대한 측정된 응답에 기반하여 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 특성화된 파라미터는 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터를 고려하여 분석될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 특성화된 파라미터가 이전 시간에 특성화된 대응되는 하나 이상의 파라미터와 상이한 경우, 구동 신호의 제1 파라미터는 제1 값과 상이한 제2 값으로 조정될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 전기적 구동 신호는 프라이버시 글레이징 구조체의 변화하는 파라미터와 더 잘 매칭되도록 조정된다.

[0013] 다양한 실시 예에서, 전기적 센싱 펄스는 프라이버시 글레이징 구조체에 여러 번 인가될 수 있고, 예를 들어, 환경 패턴으로 인해(예: 매일, 계절 등), 하나 이상의 구동 파라미터에서 변화하는 특성 및/또는 대응되는 변화의 트렌드를 확립할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 상이한 주변 온도 등과 같은 다수의 다양한 환경 조건 동안 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스가 인가될 수 있다. 이러한 변화하는 조건으로 인한 프라이버시 글레이징 구조체의 변화하는 특성은, 환경에서 향후 검출된 변화에 기반하여 전기적 구동 신호를 맞춤화하기 위해서 추적되고 사용될 수 있다.

[0014] 추가로 또는 대안적으로, 전기적 구동 신호의 하나 이상의 파라미터를 조정하기 위해, 본 개시내용의 양태는 프라이버시 글레이징 구조체(예를 들어, 알려지지 않은 특성을 갖는 프라이버시 글레이징 구조체)의 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료에 구동을 전기적으로 결합하는 것을 포함할 수 있다. 감지 펄스(sense pulse)는 구동기로부터 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료에 인가될 수 있고, 인가된 감지 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 응답이 측정될 수 있다. 인가된 감지 펄스에 대한 측정된 전기적 응답에 기반하여, 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 전기적 파라미터가 특성화될 수 있다. 특성화된 하나 이상의 전기적 특성에 기반하여 구동기에 의한 차후 사용을 위해 하나 이상의 구동 파라미터는 로딩될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는 수행된 특성화 프로세스에 기반하여 임의의 프라이버시 글레이징 구조체에 적절한 전기적 구동 신호를 제공하도록 적응될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은, 예시적인 프라이버시 글레이징 구조체의 측면도이다.

도 2는 다중 판유리 단열 글레이징 유닛에 통합된 도 1의 예시적인 프라이버시 글레이징 구조체의 측면도이다.

도 3은 프라이버시 구조체의 전극 층에 대한 구동기의 예시적인 연결 배열을 도시하는 예시적인 개략도이다.

도 4a 및 도 4b는 시간의 경과에 따라 제1 전극 층과 제2 전극 층 사이에 인가되는 예시적인 구동기 신호를 도시한다.

도 5는 스위칭 네트워크 및 이와 연결된 복수의 에너지 저장 디바이스를 포함하는 예시적인 구동기 구성을 도시한다.

도 6은 복수의 프라이버시 글레이징 구조체와 통신되는 구동기를 도시한다.

도 7은 프라이버시 구조체 특성화에 기반된 전기적 구동 신호로 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위한 예시적인 프로세스를 예시하는 예시적인 프로세스 흐름도를 도시한다.

도 8은 상이한 프라이버시 글레이징 구조체들 및 대응되는 전기적 구동 신호 파라미터들의 전기적 특성화의 예시적인 분류를 도시한다.

도 9는 전기적 구동기를 통해 프라이버시 글레이징 구조체에 제공되는 전기적 구동 신호를 업데이트하기 위한 프로세스 흐름도를 도시한다.

도 10a 및 도 10b는 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 시간의 경과에 따른 예시적인 구동 신호 및 결과적인 응답 전류 신호를 도시한다.

도 11a 및 도 11b는 디스플레이의 용이성을 위해 상이한 디스플레이 스케일을 포함하는, 도 10a 및 도 10b 각각의 예시적인 전류 및 전압 신호의 확대된 뷰를 도시한다.

도 12는 하나 이상의 누설 전류 값을 결정하기 위한 예시적인 프로세스를 나타내는 프로세스 흐름도를 도시한다.

도 13은 엇갈린 전기적 구동 신호를 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 인가하기 위한 예시적인 프로세스를 보여주는 프로세스 흐름도를 도시한다.

도 14는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 대해 결정된 양의 스태거를 포함하는 전기적 구동 신호를 인가하는 예시적인 구현예를 도시한다.

도 15는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 대해 결정된 양의 스태거를 포함하는 전기적 구동 신호를 인가하는 예시적인 구현예를 도시한다.

도 16a 내지 도 16c는 시스템에서 대응되는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위해서 사용되는 복수의 전기적 구동 신호에 대한 예시적인 전압 대 시간 프로파일을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 일반적으로, 본 개시내용은 제어 가능한 광 조절을 갖는 광학 구조체를 제어하기 위한 전기 제어 시스템, 디바이스 및 방법에 관한 것이다. 예를 들어, 광학 구조체는, 프라이버시 또는 산란 상태와 가시 또는 투과 상태 사이의 제어된 전이를 제공하는 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료를 포함할 수 있다. 전기 제어기, 또는 구동기는 광학 활성 재료를 경계짓는 전극 층을 통해 광학 활성 재료에 전기적으로 결합될 수 있다. 전기적 구동기는 전원으로부터 전력을 수신할 수 있고, 예를 들어, 전원으로부터 수신된 전기의 주파수, 진폭, 파형, 및/또는 다른 특성을 변경함으로써 전원으로부터 수신된 전기를 조절할 수 있다. 전기적 구동기는 조절된 전기 신호를 전극에 전달할 수 있다. 또한, 사용자 입력 또는 다른 제어 정보에 응답하여, 전기적 구동기는 전극에 전달되는 조절된 전기 신호를 변경하고/하거나, 전극에 전기를 전달하는 것을 중단할 수 있다. 따라서, 전기적 구동기는, 광학 활성 재료에 전달되는 전기 신호를 제어할 수 있으며, 이로써 재료를, 특정 광학 상태를 유지하도록, 또는 한 상태(예를 들어, 투명 상태 또는 산란 상태)에서 다른 상태로 전이되도록 제어할 수 있다.

[0017] 예시적인 전기적 구동기 구성 및 전기 제어 특징부는 도 3 내지 도 10과 함께 더 자세히 설명된다. 그러나, 도 1 및 도 2는 먼저, 본원에 설명된 바와 같은 전기적 구동기 배열체 및 전기 제어 특징부를 활용할 수 있는 예시적인 프라이버시 구조체를 설명한다.

[0018] 도 1은 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 측면도이며, 이 구조체는 투명 재료의 제1 판유리(14) 및 투명 재료의 제2 판유리(16)를 포함하며, 투명 재료의 두 판유리 사이에 제한된 광학 활성 재료(18)의 층이 있다. 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 또한, 제1 전극 층(20) 및 제2 전극 층(22)을 포함한다. 제1 전극 층(20)은 투명 재료의 제1 판유리(14)에 의해 지지되는 반면, 제2 전극 층(22)은 투명 재료의 제2 판유리에 의해 지지된다. 작동 시, 제1 및 제2 전극 층(20, 22)을 통해 공급되는 전기는 프라이버시 글레이징 구조체를 통한 가시성을 제어하기 위해 광학 활성 재료(18)를 제어할 수 있다.

[0019] 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 광학 활성 재료(18)의 층에 대하여 임의의 적합한 프라이버시 재료를 활용할 수 있다. 또한, 광학 활성 재료(18)가 일반적으로 재료의 단일 층으로서 도해되고 설명되지만, 본 개시내용에 따른 구조체는 동일하거나 각기 다른 두께를 갖는 광학 활성 재료의 하나 이상의 층을 가질 수 있다는 점이 이해될 것이다. 일반적으로, 광학 활성 재료(18)는 제어 가능하고 가역적인 광 차폐 및 라이트닝(lightening)을 제공하도록 구성된다. 광학 활성 재료(18)는 재료에 적용되는 전기 에너지의 변화에 따라 직접 가시광선 투과율을 변화시키는, 전자적으로 제어 가능한 광학 활성 재료일 수 있다.

[0020] 하나의 예에서, 광학 활성 재료(18)는 이 재료에 인가되는 전압 변화에 따라, 불투명도, 및 이에 따라 광 투과성질을 변화시키는 전기변색 재료로 형성된다. 전기변색 재료의 전형적인 예는 WO_3 및 MoO_3이며, 이는 얇은 층으로 기판에 도포되는 경우 통상적으로 무색이다. 전기변색 층은 산화 또는 환원 공정에 의해 이의 광학 성질을 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 텅스텐 산화물의 경우, 양성자는 전압 변화에 따라 전기변색 층 내에서 이동하여, 텅스텐 산화물을 청색 텅스텐 브론즈로 환원시킬 수 있다. 착색의 강도는 층에 인가되는 전하의 크기에 따라 달라진다.

[0021] 또 다른 실시예에서, 광학 활성 재료(18)는 액정 재료로 형성된다. 광학 활성 재료(18)로서 사용될 수 있는 상

이한 유형의 액정 재료에는, 중합체 분산 액정(PDLC) 재료 및 중합체 안정화 콜레스테릭상(polymer stabilized cholesteric texture, PSCT) 재료가 포함된다. 중합체 분산 액정은 통상적으로 전극 층들(20 및 22) 사이에 샌드위치된 소정량의 중합체를 함유하는 균질한 액정으로부터의, 네마틱(nematic) 액정의 상 분리를 포함한다. 전기장이 소멸되면, 액정은 무작위로 산란될 수 있다. 이는 액정에 들어오는 광을 산란시키고, 재료를 통해 투과된 광을 확산시킨다. 일정한 전압이 두 개의 전극 층들 사이에 인가되면, 액정은 수직배향으로 정렬될 수 있고, 액정은 광 투명성이 증가하여, 광이 결정을 통해 투과할 수 있게 한다.

[0022] 중합체 안정화 콜레스테릭상(PSCT) 재료의 경우, 상기 재료는 정상 모드 중합체 안정화 콜레스테릭상 재료 또는 역방향 모드 중합체 안정화 콜레스테릭상 재료일 수 있다. 정상 중합체 안정화 콜레스테릭상 재료에서, 재료에 인가된 전기장이 없는 경우에 광이 산란된다. 전기장이 액정에 인가되는 경우, 수직배향 상태로 변하여, 액정이 전기장의 방향에 평행하게 재배향되게 한다. 이는 액정의 광 투명성을 증가시키고, 광이 액정 층을 통해 투과하는 것을 가능하게 한다. 역방향 모드 중합체 안정화 콜레스테릭상 재료에서, 액정은 전기장의 부재에서는(예: 제로(zero) 전기장) 투명하지만, 전기장의 인가 시에는 불투명하고 광을 산란시킨다.

[0023] 광학 활성 재료(18)의 층이 액정을 사용하여 구현되는 하나의 예에서, 광학 활성 재료는 게스트-호스트 액정 모드의 작동을 제공하기 위해, 액정 및 이색성 염료를 포함한다. 이렇게 구성된 경우, 이색성 염료는 액정 호스트 내 게스트 화합물로서 기능할 수 있다. 이색성 염료는 염료 분자의 배향이 액정 분자의 배향을 따르도록 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 전기장이 광학 활성 재료(18)에 인가되는 경우, 염료 분자의 단축에서는 거의 또는 전혀 흡수하지 않으며, 전기장이 광학 활성 재료로부터 제거되는 경우, 염료 분자는 장축에서 흡수한다. 그 결과, 이색성 염료 분자는 광학 활성 재료가 산란 상태로 전환되는 경우에 광을 흡수할 수 있다. 이렇게 구성된 경우, 광학 활성 재료는 재료에 충돌하는 광을 흡수하여, 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 일 측에 있는 관찰자가 구조체의 반대 측에서 일어나는 활동을 명확하게 관찰하는 것을 방지할 수 있다.

[0024] 광학 활성 재료(18)가 액정을 사용하여 구현되는 경우, 광학 활성 재료는 중합체 매트릭스 내 액정 분자를 포함할 수 있다. 중합체 매트릭스는 경화되거나 경화되지 않음으로써, 액정 분자를 둘러싸는 중합체의 고체 또는 액체 매체로 귀결될 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 광학 활성 재료(18)는 투명 재료의 제1 판유리(14)와 투명 재료의 제2 판유리(16) 사이의 분리를 유지하기 위해, 예를 들어 3 마이크로미터 내지 40 마이크로미터 범위의 평균 직경을 갖는 스페이서 비드(예를 들어, 마이크로스피어)를 함유할 수 있다.

[0025] 광학 활성 재료(18)의 층이 액정 재료를 사용하여 구현되는 다른 실시예에서, 액정 재료는 프라이버시 상태로 전환될 때 흐릿하게 변한다. 이러한 재료는 재료에 충돌하는 광을 산란시켜, 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 일 측에 있는 관찰자가 구조체의 반대 측에서 일어나는 활동을 명확하게 관찰하는 것을 방지할 수 있다. 이러한 재료는, 광 투과 상태에 있을 때와 비교하여 프라이버시 상태에 있을 때 총 가시광선 투과율을 단지 최소량으로 감소시키면서, 재료를 통한 정규(regular) 가시광선 투과율(이는 또한 직접 가시광선 투과율로서 지칭될 수 있음)을 유의하게 감소시킬 수 있다. 이러한 재료를 사용하는 경우, 재료를 통해 투과하는 산란된 가시광선의 양은 광 투과 상태와 비교하여 프라이버시 상태에서 증가될 수 있으며, 이는 재료를 통한 감소된 정규 가시광선 투과율을 보상할 수 있다. 정규 또는 직접 가시광선 투과율은 광학 활성 재료(18)를 통해 산란되거나 재배향되지 않는 투과된 가시광선으로 간주될 수 있다.

[0026] 광학 활성 재료(18)의 층으로서 사용될 수 있는 다른 유형의 재료는, 부유 입자 재료이다. 부유 입자 재료는 비활성화된 상태에서는 전형적으로 어둡거나 불투명하지만, 전압이 인가되면 투명하게 된다. 다른 유형의 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료가 광학 활성 재료(18)로서 활용될 수 있으며, 본 개시내용은 이에 제한되지 않는다.

[0027] 광학 활성 재료(18)의 층에 사용되는 특정 유형의 재료(들)와 관계 없이, 재료는 프라이버시 글레이징 구조체(12)가 투명하도록 의도된 광 투과 상태로부터, 단열 글레이징 유닛을 통해 가시성이 차단되도록 의도된 프라이버시 상태로 변할 수 있다. 광학 활성 재료(18)는 최대 광 투과 상태에서 최대 프라이버시 상태로 전환될 때, 점진적으로 감소하는 직접 가시광선 투과율을 나타낼 수 있다. 유사하게, 광학 활성 재료(18)는 최대 프라이버시 상태로부터 최대 투과 상태로 전환될 때, 점진적으로 증가하는 직접 가시광선 투과율을 나타낼 수 있다. 광학 활성 재료(18)가 대체로 투명한 투과 상태에서 대체로 불투명한 프라이버시 상태로 전환하는 속도는, 광학 활성 재료(18)에 대하여 선택된 특정 유형의 재료, 재료의 온도, 재료에 인가되는 전압 등을 포함하는 여러 가지 인자에 의해 결정될 수 있다.

[0028] 광학 활성 재료(18)를 전기적으로 제어하기 위해, 도 1의 실시예에서 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 제1 전극 층(20) 및 제2 전극 층(22)을 포함한다. 각각의 전극 층은 광학 활성 재료(18)를 향하고 있는 각각의 판유리

의 표면 상에 또는 위에 증착된 전기 전도성 코팅물의 형태일 수 있다. 예를 들어, 투명 재료(14)의 제1 판유리는 내측 표면(24A) 및 판유리의 반대 측부 상의 외측 표면(24B)을 정의할 수 있다. 유사하게, 투명 재료(16)의 제2 판유리는 내측 표면(26A) 및 판유리의 반대 측부 상의 외측 표면(26B)을 정의할 수 있다. 제1 전극 층(20)은 제1 판유리의 내측 표면(24A) 위에 증착될 수 있는 반면, 제2 전극 층(22)은 제2 판유리의 내측 표면(26A) 위에 증착될 수 있다. 제1 및 제2 전극 층(20, 22)은 각각의 판유리, 또는 판유리의 내측 표면과 전극 층 사이에 증착된, 차단제 층과 같은 하나 이상의 중간 층의 내측 표면 상에 지향되어 증착될 수 있다.

[0029] 각각의 전극 층(20, 22)은 알루미늄 도핑된 산화 아연 및/또는 주석 도핑된 산화 인듐과 같은 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide, TCO) 코팅물인 전기 전도성 코팅물일 수 있다. 투명 전도성 산화물 코팅물은 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이 노치 구조체를 통해 전원에 전기적으로 연결될 수 있다. 일부 실시예에서, 전극 층(20, 22)을 형성하는 투명 전도성 코팅물은 광학 활성 재료(18)가 접촉하는 투명 재료의 제1 판유리(14)와 투명 재료의 제2 판유리(16) 사이의 캐비티의 벽 표면을 정의한다. 다른 실시예에서, 유전체 오버코트(예를 들어, 실리콘 산질화물)와 같은 하나 이상의 다른 코팅물이 제1 및/또는 제2 전극 층(20, 22) 위에 오버레이될 수 있다. 어느 경우에나, 투명 재료의 제1 판유리(14) 및 투명 재료의 제2 판유리(16)뿐만 아니라 판유리의 내측 면(24A, 26A) 상의 임의의 코팅물은 광학 활성 재료(18)를 포함하는 캐비티 또는 챔버를 형성할 수 있다.

[0030] 제1 판유리(14) 및 제2 판유리(16)를 포함하는 프라이버시 글레이징 구조체(12)를 형성하는 투명 재료의 판유리는 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있다. 각각의 투명 재료의 판유리는 동일한 재료로 형성될 수 있거나, 투명 재료의 판유리들 중 적어도 하나는 투명 재료의 판유리들 중 적어도 다른 하나와 상이한 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 판유리 중 적어도 하나 (및 임의로 전부)는 유리로 형성된다. 다른 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 판유리 중 적어도 하나 (및 임의로 전부)는, 예를 들어 플루오로카본 플라스틱, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 또는 폴리에스테르와 같은 플라스틱으로 형성된다. 유리가 사용되는 경우, 유리는 알루미늄 보로실리케이트 유리, 소듐-라임(예를 들어, 소듐-라임-실리케이트) 유리 또는 또 다른 유형의 유리일 수 있다. 또한, 적용에 따라, 유리는 투명할 수 있거나, 또는 유리는 착색될 수 있다. 유리는 상이한 기술을 사용하여 제조될 수 있지만, 일부 실시예에서, 유리는 용융된 유리를 용융된 주석 배쓰 상에 디포짓시켜 유리를 성형하고 응고시키는, 플로트 배쓰 라인(float bath line) 상에서 제조된다. 이러한 예시적인 유리는 플로트 유리로서 지칭될 수 있다.

[0031] 일부 실시예에서, 제1 판유리(14) 및/또는 제2 판유리(16)는 다수의 상이한 유형의 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 기판은 폴리비닐 부티랄과 같은 폴리머 함께 접합된 2개의 유리 판을 포함할 수 있는, 적층된 유리로 형성될 수 있다. 본 개시내용에서 사용될 수 있는 프라이버시 글레이징 기판 배열체에 대한 추가 세부 사항은, 2018년 4월 20일자로 출원된 발명의 명칭이 "HIGH PERFORMANCE PRIVACY GLAZING STRUCTURES"인 미국 특허출원 제15/958,724호에서 찾을 수 있으며, 이의 전체 내용이 본원에 인용되어 포함된다.

[0032] 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 도어, 윈도우, 벽(예를 들어, 벽 파티션), 주거 또는 상업용 건물의 채광창, 또는 다른 응용분야를 포함하는 임의의 원하는 응용분야에서 사용될 수 있다. 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 설치를 용이하게 하기 위해, 구조체는 구조체의 외부 주변을 둘러싸는 프레임(30)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 프레임(30)은 목재, 금속 또는 비닐과 같은 플라스틱 재료로 제작될 수 있다. 프레임(30)은 구조체(12)의 외부 둘레 에지를 수용하고 유지하는 채널(32)을 정의할 수 있다.

[0033] 도 1의 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 광학 활성 재료(18)를 경계짓는 투명 재료의 2개의 판유리로 형성된 프라이버시 셀로서 예시된다. 다른 구성에서, 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 하나 이상의 판유리 사이 공간에 의해 분리된 하나 이상의 추가 판유리를 갖는 프라이버시 셀을 포함하는 다중 판유리 구조체에 통합될 수 있다. 도 2는 도 1의 프라이버시 글레이징 구조체(12)가 판유리 사이 공간을 갖는 다중 판유리 단열 글레이징 유닛에 통합된 예시적인 구성의 측면도이다.

[0034] 도 2의 예시된 실시예에 도시된 바와 같이, 다중 판유리 프라이버시 글레이징 구조체(50)는, 판유리 사이 공간(54)에 의해서, 예를 들어, 스페이서(56)에 의해서, 투명 재료(52)의 추가(예를 들어, 제3) 판유리로부터 분리된 프라이버시 글레이징 구조체(12)를 포함할 수 있다. 스페이서(56)는 주변 환경과의 가스 교환으로부터 판유리 사이 공간(54)을 기밀하게 밀봉하기 위해 다중 판유리 프라이버시 글레이징 구조체(50)의 전체 둘레 주위로 연장될 수 있다. 다중 판유리 프라이버시 글레이징 구조체(50)를 가로지른 열 교환을 최소화하기 위해, 판유리 사이 공간(54)은 절연성 가스로 충전되거나, 가스가 배기될 수 있다. 예를 들어, 판유리 사이 공간(54)은 아르곤, 크립톤 또는 제논과 같은 절연성 가스로 충전될 수 있다. 이러한 적용에서, 단열 가스는 공기 대 단열 가스

의 목적하는 비율, 예컨대 10% 공기 및 90% 단열 가스를 제공하도록 건조 공기와 혼합될 수 있다. 다른 실시예에서, 판유리 사이 공간(54)은, 판유리 사이 공간이 프라이버시 글레이징 구조체(50)를 둘러싸는 환경의 압력에 대해 진공 압력에 있도록, 배기될 수 있다.

[0035] 스페이서(56)는 다중 판유리 프라이버시 글레이징 구조체(50)의 수명에 걸쳐 이격된 관계로 대향하는 기판을 유지하고, 예를 들어 판유리 사이 공간과 유닛을 둘러싸는 환경 사이의 가스 교환을 억제 또는 제거하도록 대향하는 재료의 판유리 사이의 판유리 사이 공간(54)을 밀봉하는 임의의 구조체를 가질 수 있다. 스페이서(56)로서 사용될 수 있는 스페이서의 한 예는, 투명 재료의 제1 판유리(14)와 투명 재료의 제3 판유리(52) 사이에 배치된 튜브형 스페이서이다. 튜브형 스페이서는, 일부 실시예에서 건조제가 충전된, 중공 루멘(hollow lumen) 또는 튜브로 정의할 수 있다. 튜브형 스페이서는 (실란트의 제1 비드에 의해) 투명 재료의 제1 판유리(14)의 외측 표면(24B)에 부착된 제1 측부 표면 및 (실란트의 제2 비드에 의해) 투명 재료의 제3 판유리(52)에 부착된 제2 측부 표면을 가질 수 있다. 튜브형 스페이서의 상부 표면은 판유리 사이 공간(54)에 노출될 수 있으며, 일부 실시예에서, 이는 판유리 사이 공간 내 가스가 스페이서 내부의 건조제와 연통되는 것을 가능하게 하는 개구부를 포함한다. 이러한 스페이서는 알루미늄, 스테인리스 강, 열가소성 재료 또는 임의의 다른 적합한 재료로 제조될 수 있다.

[0036] 스페이서(56)로서 사용될 수 있는 스페이서의 또 다른 실시예는, 밀봉제 조성물에 의해 둘러싸인 파형(corrugated) 금속 강화 시트로 형성된 스페이서이다. 파형 금속 강화 시트는 투명 재료의 제1 판유리(14)를 투명 재료의 제3 판유리(52)와 이격된 채로 유지시키는 강성의 구조체적 구성요소일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 스페이서(56)는 판유리 사이 공간을 향하고 있는 측부를 제외한 모든 측부에서 금속 포일로 둘러싸인 발포체 재료로 형성될 수 있다. 또 다른 예로서, 스페이서(56)는 투명 재료의 제1 판유리(14)와 투명 재료의 제3 판유리(52) 사이에 1차 실란트(예를 들어, 접착제)를 배치한 후, 임의로 기판과 1차 실란트 사이에 한정된 둘레 주위에 2차 실란트를 도포함으로써 형성된 열가소성 스페이서(TPS) 스페이서일 수 있다. 스페이서(56)는, 당업자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 다른 구성을 가질 수 있다.

[0037] 응용분야에 따라, 투명 재료의 제1 판유리(14), 투명 재료의 제2 판유리(16), 및/또는 투명 재료의 제3 판유리(52)(포함된 경우)는 프라이버시 구조체의 성능을 수정하기 위해 하나 이상의 기능성 코팅물로 코팅될 수 있다. 예시적인 기능성 코팅에는, 비제한적으로, 저방사율 코팅, 일광 제어 코팅 및 광촉매 코팅이 포함된다. 일반적으로, 저방사율 코팅은 근적외선 및 가시광선이 판을 통과하는 것을 가능하게 하면서, 중적외선 및 원적외선이 판을 통과하는 것을 실질적으로 방지하도록 설계되어 있는 코팅이다. 저방사율 코팅물은 투명 유전체 필름의 두 개 이상의 층 사이에 개재된 하나 이상의 적외선 반사 필름의 층을 포함할 수 있다. 적외선-반사 필름은 은, 금 또는 구리와 같은 전도성 금속을 포함할 수 있다. 대조적으로, 광촉매 코팅은 이산화티타늄과 같은 광촉매를 포함하는 코팅일 수 있다. 사용 시, 광촉매는 판의 자체-세척을 돕거나, 판에 대한 유지보수를 보다 덜 제공할 수 있는 광활성을 나타낼 수 있다.

[0038] 프라이버시 글레이징 구조체(12)의 전극 층(20, 22)은, 단독으로 구현되거나 판유리 사이 공간을 갖는 다중 판유리 구조체의 형태로 구현되든 간에, 구동기에 전기적으로 연결될 수 있다. 구동기는 광학 활성 재료(18)를 제어하기 위해 전력 및/또는 제어 신호를 제공할 수 있다. 일부 구성에서, 배선은 구동기와 각각의 각 전극 층 사이의 전기적 연결을 설정하기 위해서 사용된다. 제1 와이어는 구동기와 제1 전극 층(20) 사이에 전기적 연통을 제공할 수 있고, 제2 와이어는 구동기와 제2 전극 층(22) 사이에 전기적 연통을 제공할 수 있다. 일반적으로, 배선이라는 용어는, 전극 층에 대한 전기적 연결을 용이하게 하는, 절연 코팅물로 선택적으로 덮인 금속 쓰레드(thread), 유연한 인쇄 회로, 버스 바 또는 기타 전기 커넥터와 같은 임의의 유연한 전기 전도체를 의미한다.

[0039] 도 3은 프라이버시 구조체의 구동기와 전극 층 사이의 예시적인 연결 배열을 예시하는 개략도이다. 예시된 실시예에서, 와이어(40, 42)는 구동기(60)를 제1 전극 층(20) 및 제2 전극 층(22)에 각각 전기적으로 결합한다. 일부 실시예에서, 와이어(40) 및/또는 와이어(42)는 전극 층에 인접한 투명 판유리의 도관 또는 홀을 통해 각각의 전극 층에 연결될 수 있다. 다른 구성에서, 와이어(40) 및/또는 와이어(42)는, 와이어(40) 및/또는 와이어(42)가 다른 섹션(예를 들어, 투명 판유리(14, 16))을 통해 연장되어 각각의 전극 층(들)에 도달되는 것 없이, 프라이버시 구조체(12)의 에지에서 각각의 전극 층에 접촉될 수 있다. 어느 경우든, 구동기(60)는 전극 층(20, 22) 각각에 전기적으로 결합될 수 있다.

[0040] 작동 시, 구동기(60)는 전극 층(20, 22) 사이에 전압차를 인가할 수 있고, 광학 활성 재료(18)를 가로지른 전기장으로 귀결된다. 광학 활성 재료(18)의 광학 성질은 층에 걸리는 전압을 인가함으로써 조정될 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 활성 재료(18)에 대한 전압의 영향은 인가된 전압의 극성에 독립적이다. 예를 들어, 광학

활성 재료(18)가 전극 층(20 및 22) 사이의 전기장과 정렬되는 액정을 포함하는 일부 실시예에서, 결정 정렬의 광학적 결과는 전기장의 극성과 독립적이다. 예를 들어, 액정은 제1 극성의 전기장과 정렬될 수 있고, 극성이 반대인 경우 약 180° 회전될 수 있다. 그러나, 어느 배향에서든 액정의 광학 상태(예: 불투명도)는 거의 동일할 수 있다.

[0041] 일부 실시형태에서, 광학 활성 재료(18)는 제1 전극 층(20)과 제2 전극 층(22) 사이의 유전체와 전기적으로 유사하게 거동한다. 따라서, 일부 실시 형태에서, 제1 전극 층(20), 광학 활성 재료(18), 및 제2 전극 층(22)은 함께, 구동기(60)에 의해 구동되는 커패시터와 유사하게 거동된다. 다양한 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(12)는, 예를 들어, 구조체 자체 및/또는 구동기와 전극 층(20, 22) 사이의 접촉으로 인한 것(예: 접촉 저항)과 같은 다른 특징으로 인해 저항 및 인덕턴스와 같은 추가적인 또는 대안적인 전기적 성질을 나타낼 수 있다. 따라서, 다양한 실시 예에서, 구동기(60)에 전기적으로 결합된 프라이버시 글레이징 구조체(12)는 커패시터, RC 회로, 및 RLC 회로 등과 유사하게 거동할 수 있다.

[0042] 도 4a는 시간의 경과에 따라 제1 전극 층(20)과 제2 전극 층(22) 사이에 인가될 수 있는 예시적인 교류 구동 신호를 도시한다. 도 4a의 신호는 예시적인 것으로서, 구동기로부터 인가되는 다양한 신호가 사용될 수 있다는 점이 이해될 것이다. 도 4a의 실시예에서, 구동기에 의해 생성된 제1 전극 층과 제2 전극 층 사이의 전압 신호는 인가된 전압(V_A 및 $-V_A$) 사이에서 시간의 경과에 따라 변한다. 다시 말해서, 예시된 실시예에서, 크기 V_A의 전압이 제1 전극 층과 제2 전극 층 사이에 인가되고, 인가된 전압의 극성은 시간의 경과에 따라 앞뒤로 스위칭된다. 광학 활성 층(18)의 광학 상태(예를 들어, 투명 또는 불투명)는, 층에 인가된 전압이 시간의 경과에 따라 변하더라도 광학 활성 층에 전압이 인가되는 동안 실질적으로 변하지 않을 수 있다. 사람의 육안이 전류의 교류 극성에 응답하는 광학 활성 층(18)에 대한 변화를 검출하지 못할 수 있다는 점에서 광학 상태는 실질적으로 변하지 않을 수 있다. 그러나, 광학 활성 층(18)은, 구동기가 광학 활성 층에 전력을 전달하는 것을 중단하는 경우, 상태를 (예를 들어, 투명에서 불투명으로) 변경할 수 있다.

[0043] 도 4a의 실시예에 도시된 바와 같이, 전압은 V_A에서 $-V_A$로 극성을 즉시 반전시키지 않는다. 대신, 전압은 전이 시간(70)(음영)에 걸쳐 극성을 변경한다. 일부 실시예에서, 충분히 긴 전이 시간은 극성 사이에서 광학 활성 재료의 관찰 가능한 전이로 귀결될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 실시형태에서, 광학 활성 재료의 액정은 실질적으로 투명한 구조체를 생성하도록 전기장과 정렬될 수 있고, 전기장이 제거되면 실질적으로 불투명해질 수 있다. 따라서 V_A(투명)로부터 $-V_A$(투명)로 전이될 때, V_A와 $-V_A$ 사이의 충분히 느린 전이는, $-V_A < V < V_A$(예: $|V| \ll V_A$)일 때, 관찰 가능한 광학 상태(예를 들어, 불투명 또는 부분적으로 불투명)로 귀결될 수 있다. 다른 한편으로, 극성 사이의 충분히 빠른 전이(예: V_A에서 $-V_A$로)는, 광학 활성 재료의 광학 상태에 명백한 변화를 초래하지 않는 것으로 관찰자에게(예: 실시간으로 육안으로) 보여질 수 있다.

[0044] 도 4b는 시간의 경과에 따라 제1 전극 층(20)과 제2 전극 층(22) 사이에 인가될 수 있는 다른 예시적인 교류 구동 신호를 도시한다. 도 4b의 구동 신호는 V_A, 0 및 $-V_A$의 상태를 갖는 실질적으로 3상태 구형파를 포함한다. 도시된 바와 같이, V_A와 $-V_A$ 사이의 전이 시간(72) 동안, 신호는 0V에서 일시적으로 유지된 상태를 갖는다. V_A 및 $-V_A$에서 구동 신호의 지속시간보다 훨씬 짧은 것으로 도시되지만, 다양한 실시예에서, 신호가 0V(또는 다른 제3 상태 값)로 유지되는 시간의 양은 구동 신호가 V_A 또는 $-V_A$에서 유지되는 시간의 양보다 작거나, 같거나, 더 클 수 있다. 일부 실시예에서, 구동 신호가 0V(또는 다른 중간 상태)로 유지되는 시간의 양은, 광학 활성 재료가 광학 상태를 변경하는 것처럼 보이지 않을 정도로 충분히 짧다.

[0045] 일부 실시예에서, 특정 광학 상태(예: 투명 상태)가 유지되어야 하는 경우, 해당 광학 상태에 각각 대응되는 극성 사이(예: $+V_A$와 $-V_A$ 사이)에서 스위칭은 광학 활성 재료에 대한 손상을 방지할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 광학 활성 재료에 인가된 정적 또는 직류 전압은 구조체 내에서 이온 도금으로 귀결되어 구조체 내에 광학적 결함을 일으킬 수 있다. 이러한 광학적 열화를 회피하기 위해서, 광학 활성 재료용 구동기(예: 프라이버시 구조체와 같은 전기적 동적 윈도우에서)는 원하는 광학 상태를 유지하기 위해 인가된 전압(예: V_A)의 인가된 극성들 사이에서 연속적으로 스위칭하도록 구성될 수 있다.

[0046] 로드(예를 들어, 광학 활성 재료)에 반대 극성의 전압을 인가하기 위한 하나의 기술은, 2018년 5월 9일자로 출원된 발명의 명칭이 "ELECTRICALLY CONTROLLABLE PRIVACY GLAZING STRUCTURE WITH ENERGY RECAPTURING DRIVER"인 미국 임시특허출원 제62/669,005호에 설명된 바와 같은 H-브리지 구성과 같은 스위칭 네트워크를 통

하는 것이며, 이 미국 임시특허출원은 본 출원의 양수인에게 양도되고, 전체 내용이 인용되어 포함된다.

[0047] 도 5는 스위칭 네트워크 및 스위칭 네트워크와 연결된 복수의 에너지 저장 디바이스를 포함하는 예시적인 구동기 구성을 도시한다. 예시된 실시예에서, 구동기(200)는, 전압(V_A)을 인가하는 것으로 도시된 전원(210), 접지(220), 및 예를 들어 반대 극성으로 구동 로드(240)를 구동하기 위해서 사용되는 스위칭 네트워크(230)를 포함한다. 스위칭 네트워크(230)는, 스위칭 메커니즘의 어느 한 측에 있는 구성요소에 선택적으로 전기적으로 연결될 수 있고, 분리될 수 있는 하나 이상의 스위칭 메커니즘을 포함할 수 있다. 다양한 실시 예에서, 스위칭 메커니즘은 모스 전계 효과 트랜지스터(MOSFET: metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) 등과 같은 트랜지스터를 포함할 수 있다. 전원(210)은 직류 전원(예를 들어, 배터리), 교류 전원(예를 들어, 벽 또는 건물 공급 전원) 또는 다른 적절한 전원일 수 있다. 구동 로드(240)는 제1 및 제2 전극 층(20, 22)과 함께 전기적으로 제어 가능한 광학 활성 재료(18)일 수 있다.

[0048] 도 5의 실시예에서, 스위칭 네트워크(230)는, 로드(240)의 제1 측(235)과 접지(220) 사이에 결합된 제1 스위칭 메커니즘(SW1) 및 로드(240)의 제2 측(245)과 접지(220) 사이에 결합된 제2 스위칭 메커니즘(SW2)을 포함한다. 일부 실시예에서, 절연 구성요소(224)는 스위칭 메커니즘(SW1, SW2)으로부터 접지(220)로의 전류 흐름을 선택적으로 방지하거나 허용할 수 있다. 스위칭 네트워크(230)는 로드(240)의 제1 측(235)과 전원(210) 사이에 결합된 제3 스위칭 메커니즘(SW3) 및 로드(240)의 제2 측(245)과 전원(210) 사이에 결합된 제4 스위칭 메커니즘(SW4)을 더 포함한다. 본원에 사용된 바와 같이, 구성요소들"에 결합된" 또는 "사이에 결합된"다는 것은 적어도 간접적인 전기적 연결을 의미한다. 그러나 달리 명시되지 않는 한, "에 결합된" 또는 "사이에 결합된"이라는 용어는 "결합된" 구성 요소들이 서로 직접적으로 연결될 것을 요구하지 않는다.

[0049] 도 5의 구동기(200)는 제1 에너지 저장 요소(SE1)를 포함하며, 이는, 제1 측 상에서, 제3 및 제4 스위칭 메커니즘(SW3 및 SW4) 각각과 전원(210)과, 다른 측 상에서 접지(220)와 전기적으로 연통되는 것으로서 도시된다. 절연 구성요소(212)는, 전원(210)과, 제1 에너지 저장 요소(SE1), 또는 제3 및 제4 스위칭 메커니즘과 같은, 구동기(200)의 다른 구성요소 사이의 전류 흐름을 선택적으로 가능하게 하거나 불가능하게 하도록 위치된 것으로서 도시된다.

[0050] 구동기(200)는, 로드(240)의 제1 측(235)에 결합되고, 제3 스위칭 메커니즘(SW3)과 제1 스위칭 메커니즘(SW1) 사이에 결합되는 제2 에너지 저장 요소(SE2)를 더 포함한다. 유사하게, 구동기는, 로드(240)의 제2 측(245)에 결합되고, 제4 스위칭 메커니즘(SW4)과 제2 스위칭 메커니즘(SW2) 사이에 결합되는 제3 에너지 저장 요소(SE3)를 포함한다.

[0051] 다양한 실시 예에서, 에너지 저장 요소는, 유도성 저장 요소, 용량성 저장 요소, 하나 이상의 배터리 등과 같은, 전기 에너지 저장 요소일 수 있다. 일부 실시예에서, 저장 요소(SE1, SE2, SE3)는 동일하다. 다른 실시예에서, SE1, SE2, SE3 중 적어도 하나는 나머지와 다르다. 일부 실시형태에서, SE1은 용량성 에너지 저장 요소를 포함하고, SE2 및 SE3은 유도성 에너지 저장 요소를 포함한다. 일부 이러한 실시형태에서, SE2 및 SE3은 매칭되는 유도성 에너지 저장 요소로 구성된다.

[0052] 도 5의 구동기(200)는 스위칭 네트워크(230)와 통신되는 제어기(260)를 더 포함한다. 예시된 실시예에서, 제어기(260)는 스위칭 메커니즘(SW1, SW2, SW3, SW4)의 각각과 통신된다. 제어기(260)는, 예를 들어, 스위칭 메커니즘 각각의 양 측 상의 구성요소들을 전기적으로 연결하거나 연결을 끊기 위해 스위칭 메커니즘을 개폐함으로써, 스위칭 메커니즘의 스위칭 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 다양한 실시 예에서, 제어기(260)는, 스위칭 메커니즘들을 직렬로 그리고/또는 병렬(예를 들어, 동시 스위칭)로 제어하도록 구성될 수 있다.

[0053] 일부 실시예에서, 제어기(260)는 (예를 들어, 전원(210)으로부터) 전압을, 전기적으로 동적 윈도우에서 광학 활성 재료와 같은 로드(240)에 제공하기 위해 스위칭 메커니즘을 제어하도록 구성된다. 또한, 일부 실시형태에서, 제어기(260)는 로드(240)에 인가되는 전압의 극성을 주기적으로 변경하게끔 스위칭 메커니즘을 제어하도록 구성될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 스위칭 네트워크의 동작은 로드로부터 방출된 에너지의 적어도 일부(예를 들어, 극성을 변경할 때)가 하나 이상의 에너지 저장 요소(SE1, SE2, SE3)에 회수되어 저장될 수 있도록 수행될 수 있다. 이러한 회수되고 저장된 에너지는, 예를 들어, 후속 충전 작업을 수행하기 위해서 사용될 수 있다.

[0054] 설명된 바와 같이, 일부 실시 예에서, 구동기(200)는 구동기의 다양한 부분으로의 전류 흐름을 선택적으로 방지하기 위한 추가 구성요소를 더 포함한다. 예를 들어, 도 5의 예시된 실시 예에서, 구동기(200)는 전원(210)과 구동기의 다른 부분들 사이의 전류 흐름을 선택적으로 허용하도록 구성된 절연 구성요소(212)를 포함한다. 유사하게, 구동기(200)는, 접지(220)와 구동기(200)의 다른 부분 사이의 전류 흐름을 선택적으로 허용하도록 구성된

절연 구성요소(224)를 포함한다. 일부 실시예에서, 절연 구성요소(212, 224)는 구동기 동작의 다양한 단계 동안 제어기(260)를 통해 제어될 수 있다. 절연 구성요소는 다양한 구동기 구성요소들 사이의 전류 흐름을 선택적으로 허용하고/하거나 방지하기 위한 다양한 적절한 구성요소 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 다양한 실시 예에서, 절연 구성요소(212, 224)는 스위치, 트랜지스터(예를 들어, 전력 MOSFET), 또는 다른 구성요소 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0055] 다른 가능한 구동기 구성이, 예를 들어, 하나 이상의 에너지 저장 요소, 스위치 등과 같은 위에서 언급된 특징부들 중 하나 이상을 생략하면서, 가능하다. 예를 들어, 다양한 실시예에서, 구동기는, 스위칭 요소를 요구하지 않으면서, AC 전기적 구동 신호를 출력하도록 구성될 수 있다.

[0056] 도 6은 복수의 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330)와 통신되는 구동기(300)를 도시한다. 다양한 실시예에서, 구동기(300)는 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330)와 동시에 통신하도록, 예를 들어 동시에 복수의 구조체의 작동을 제어하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330)는 구동기(300)와 통신되면서 상호 교환 가능하게 배치될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 실시예에서, 구동기(300)는, 복수의 프라이버시 글레이징 구조체(예를 들어, 310, 320, 330) 중 임의의 어느 하나에 결합될 수 있는 전기 인터페이스를 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 구동기(300)는 이러한 구조체를 광학적으로 제어하기 위해 복수의 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330) 각각에 전기적 구동 신호를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0057] 일부 실시예에서, 구동기(300)로부터 각각의 프라이버시 글레이징 구조체로 제공되는 전기적 구동 신호는 안전상의 이유로, 예를 들어 하나 이상의 안전 표준을 준수하도록 제한된다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 전기적 구동 신호는 NEC 클래스 2와 같은 하나 이상의 전기 안전 표준을 충족하도록 제한된 전력이다. 하나 이상의 이러한 안전 표준을 충족하는 구동 신호를 제공하는 것은, 예를 들어, 면허가 있는 전기 기술을 필요로 하지 않으면서, 설치를 가능하게 함으로써 광범위한 사람들에 의해서 안전하게 설치될 수 있다.

[0058] 예시된 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330) 각각은, 대응되는 프라이버시 글레이징 구조체에 관한 온도 정보를 제공할 수 있는 하나 이상의 대응되는 온도 센서(312, 322, 332)를 각각 갖는다. 온도 정보는, 예를 들어, 접촉 온도 정보(예: 표면 온도) 또는 비접촉 온도 정보(예: 공기 온도)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 이러한 온도 센서(312, 322, 332)는 이러한 온도 정보를 구동기(300)에 제공할 수 있다.

[0059] 그러나, 일부 경우에는, 서로 다른 프라이버시 글레이징 구조체는, 예를 들어 서로 다른 사이즈, 서로 다른 재료 등으로 인해, 서로 다른 전기적 성질을 갖는다. 결과적으로, 서로 다른 구조체들은 효과적으로 그리고/또는 효율적으로 작동되기 위해 서로 다른 구동 신호들을 필요로 할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 주어진 프라이버시 글레이징 구조체에 대해 잘 작동되는 구동 신호는, 구조체들 사이의 차이로 인해 다른 프라이버시 글레이징 구조체에서 열악한 광학 성능으로 귀결될 수 있다.

[0060] 일부 실시예에서, 구동기는, 프라이버시 글레이징 구조체로부터, 예를 들어, 구동기에 의해서 판독 가능한 식별 정보를 포함하는 구조체의 메모리 스토리지 구성요소로부터 식별 정보를 수신할 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는, 이러한 식별 정보를 판독하고, 식별된 구조체를 구동하기 위한 전기적 구동 신호(예를 들어, 메모리에 저장된 룩업 테이블로부터)를 설정하도록 구성될 수 있다. 그러나, 주어진 구조체에 대한 적절한 구동 신호에 대한 1차 추정치를 제공하는 동안, 일부 경우에는, 유사한 구조체들 사이의 변동(예: 제조 변동성, 환경 요인, 노화 특성(예를 들어 UV 열하 등으로 인한))은 이러한 유사한 구조체들 사이에서 상이한 전기적 특성으로 귀결될 수 있다. 따라서, 동일한 제조사/모델의 2개의 프라이버시 글레이징 구조체라 할지라도, 동일한 전기적 구동 신호로 구동될 때 이러한 구조체들 간에 불일치로 이어질 수 있는, 서로 다른 특성을 가질 수 있다.

[0061] 일부 실시형태에서, 구동기는, 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기에 적합한 하나 이상의 구동 신호 파라미터를 결정하기 위해, 이와 통신되는 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 성질을 특성화하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 구동기는 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스를 인가하고, 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 응답을 분석하도록 구성된다. 구동기는 전기적 센싱 펄스에 대한 분석된 응답을 기반으로 프라이버시 글레이징 구조체를 특성화하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 구동기는 하나 이상의 전기적 파라미터와 같은, 분석된 응답에 기반하여 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 파라미터를 특성화하도록 구성될 수 있다.

[0062] 도 7은 프라이버시 구조체 특성화에 기반된 전기적 구동 신호로 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위한 예시적인 프로세스를 예시하는 예시적인 프로세스 흐름도를 도시한다. 프로세스는 프라이버시 글레이징 구조체

에 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계 700을 포함한다.

[0063] 도 7의 방법은 인가된 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 응답을 분석하는 단계 702를 더 포함한다. 일부 실시예에서, 전기적 센싱 펄스는 전압 펄스(예를 들어, 알려진 전압 대 시간을 가짐)를 포함하고, 분석된 응답은 전압 펄스가 인가되는 시간에 걸쳐 프라이버시 글레이징 구조체를 통해 흐르는 전류를 측정하는 것을 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 분석된 응답은, 센싱 펄스의 인가와 관련된 특정 시간(예: 센싱 펄스 후 40 밀리초) 또는 특정 시간 범위(예: 센싱 펄스 후 5~40밀리초)에서 전압 또는 전류 값의 측정을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 시간 또는 시간 기간은 저항 및 커패시턴스 값과 같은 측정 또는 추정된 전기 파라미터를 기반으로 결정될 수 있어, 시간 또는 시간 기간은 10 RC 시상수와 같은 파라미터와 관련된 특정 시간 기간 내 또는 이에 걸쳐 데이터를 캡처한다. 방법은 프라이버시 구조체의 하나 이상의 전기적 특성을 결정하는 단계 704를 더 포함한다. 이러한 하나 이상의 전기적 특성은 저항, 커패시턴스, 인덕턴스, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 저항 값은 전극 층(들)(예를 들어, 20, 22)에 전기 신호를 인가하는 것과 연관된 접촉부/리드 저항에 대응된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 커패시턴스 값은 전극 층(20, 22) 사이의 광학 활성 재료(18)의 커패시턴스에 대응될 수 있다. 하나 이상의 전기적 특성을 결정한 후, 구동기는 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위한 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하도록 구성될 수 있다(706). 구동 파라미터는, 전압(예를 들어, 피크 전압), 주파수, 슬루레이트(slew rate), 파형, 듀티 사이클 등과 같은 하나 이상의 전기적 구동 신호 파라미터를 포함할 수 있다.

[0064] 일부 실시예에서, 하나 이상의 전기 파라미터를 특성화하는 단계는 프라이버시 글레이징 구조체와 연관된 저항 값(예를 들어, 등가 직렬 저항), 커패시턴스 값, 및/또는 인덕턴스 값을 결정하는 단계를 포함한다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는, RC 회로 또는 RLC 회로와 같은 하나 이상의 전기 파라미터를 포함하는 대표적인 회로를 생성하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하는 단계(706)는, 이러한 결정된 하나 이상의 전기적 파라미터에 기반하여, 예를 들어, 하나 이상의 룩업 테이블 및/또는 방정식에 기반하여 수행될 수 있다.

[0065] 일부 실시형태에서, 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하는 단계 706는, 구동 신호를 설정하는 단계를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 구동 신호가 현재 준비된 경우, 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하는 것은 기존 구동 신호의 하나 이상의 구동 파라미터를 조정하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 하나 이상의 파라미터를 조정하는 것은 하나 이상의 파라미터에 대한 새로운 값을 로딩하는 단계를 포함할 수 있거나, 기존의 전기적 구동 신호에 대해 하나 이상의 파라미터와 연관된 값을 증가시키거나 감소시키는 것과 같은 상대적인 조정을 포함할 수 있다.

[0066] 결정된 하나 이상의 전기적 특성과 연관된 하나 이상의 파라미터가 로딩되면, 구동기는 로딩된 구동 파라미터(들)를 포함하는 전기적 구동 신호를 프라이버시 구조체에 인가(708)하도록 구성될 수 있다.

[0067] 일부 실시예에서, 도 7의 프로세스는 복수 회 수행될 수 있다. 일부 이러한 실시예에서, 인가된 전기적 센싱 펄스에 대한 분석된 응답(예를 들어, 단계 702)은, 측정된 응답의 시간 도함수 또는 이동 평균(예를 들어, 결과적인 전압 또는 전류 값)과 같은 응답의 시간 기반 값을 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 이러한 응답 데이터는, 예를 들어, 시간의 경과에 따라 수집된 데이터로부터 노이즈, 이상치 등을 제거하기 위해, 시간의 경과에 따라 필터링될 수 있다. 이러한 시간 기반 값은 프라이버시 구조체의 하나 이상의 전기적 특성을 결정하기 위해서 사용될 수 있다.

[0068] 일부 실시형태에서, 도 7에 도시된 프로세스는, 초기 설치 동안과 같은, 프라이버시 글레이징 구조체의 스타트업 프로세스에서 수행된다. 설치자는 구동기를 프라이버시 글레이징 구조체에 연결할 수 있고, 구동기는 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 초기 구동 신호를 설정하고 인가하기 위해 도 7에 도시된 방법을 수행할 수 있다. 이러한 프로세스는 수동 및/또는 자동으로 시작될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기가 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 적절한 전기적 구동 신호를 결정하고 인가하는 능력은, 다른 구동기가 다른 유형의 프라이버시 글레이징 구조체를 구동할 필요를 없애고, 특정 프라이버시 글레이징 구조체에 적합한 구동 파라미터에 대한 전문 지식 없이도 적절한 구동 신호를 로딩할 수 있게 한다.

[0069] 도 8은 상이한 프라이버시 글레이징 구조체들 및 대응되는 전기적 구동 신호 파라미터들의 전기적 특성화의 예시적인 분류를 도시한다. 도 8의 예시에 도시된 바와 같이, 구조체는 낮거나 높은 저항값과 낮거나 높은 커패시턴스 값에 따라 분류될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는, 어느 저항 값이 "저"이고, 어느 것이 "고"인지를 지정하고, 유사하게 어느 커패시턴스 값이 "저"이고 어느 것이 "고"인지를 지정하도록 임계값으로 프로그래밍될 수 있다.

[0070] 도 8에 도시된 프라이버시 글레이징 구조체의 한 카테고리는 낮은 저항과 낮은 커패시턴스를 포함한다. 이러한 구조체는, 예를 들어, 버스바 접촉부(예를 들어, 낮은 저항 값에 기여함)을 갖는 작은 구조체(예를 들어, 낮은 커패시턴스 값에 기여함)를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 낮은 저항 값은, 구형파 또는 기타 급격한 전이 전압 신호가 구조체에 인가될 때, 큰 전류 스파이크로 이어질 수 있다. 따라서, 대응되는 전기적 구동 신호는, 최대 전류 조정기 사용, 슬루레이트 구형파 활용, 및/또는 펄스 폭 변조(PWM) 신호(예를 들어, 레일 전압으로부터의)와 같은 큰 전류 값의 위험을 완화하기 위한 하나 이상의 피처(feature)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 더 낮은 주파수의 전기적 구동 신호는 시간의 경과에 따른 평균 전력 소비를 최소화하기 위해서 사용될 수 있다. 하나 이상의 이러한 특징부는, 큰 전류 스파이크를 감소시키면서 적절한 미적 구조체 거동을 제공하기 위해 작은 용량성 로드(예를 들어, 프라이버시 글레이징 구조체에서 전기적으로 제어 가능한 용량성 광학 활성 재료)를 적절하게 충전할 수 있다.

[0071] 도 8의 실시예에서 구조체의 다른 카테고리는 낮은 저항 및 높은 커패시턴스 구조체, 예를 들어, 큰 구조체(높은 커패시턴스 값을 가짐) 및 버스바 접촉부(낮은 저항 값에 기여함)을 포함한다. 이러한 구조체는 또한, 낮은 저항으로 인해 큰 전류 스파이크에 민감할 수 있지만, 낮은 저항은 구조체의 작동 동안 고품질 미학을 제공하도록 커패시턴스를 신속하게 충전하는 것을 용이하게 할 수 있다. 최대 전류 조정기, 슬루레이트 구형파 신호, 또는 PWM 신호와 같은 전류 스파이크의 위험을 줄이기 위해 유사한 기술이 사용될 수 있다.

[0072] 도 8의 실시예에 따른 구조체의 다른 카테고리는 높은 저항 및 높은 커패시턴스, 예를 들어 점 접촉부(예를 들어, 더 높은 저항 값에 기여함) 갖는 대형 구조체를 포함한다. 일부 이러한 경우에는, 큰 저항 값은 전류 스파이크가 제한할 수 있지만, 커패시턴스를 전하로 채우는 것을 더 어렵게 할 수 있다. 또한, 커패시턴스가 크기 때문에, 양호한 미학적 거동을 위해 구조체를 빠르게 충전하기 위해서는 많은 양의 전하를 필요로 할 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 전기적 구동 신호는 과구동된(overdriven square wave) 구형파를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 전기적 구동 신호는 구형파의 일 부분이 과구동되는 구형파를 포함한다. 예시적인 구현에서, 구형파 펄스 내에서, 펄스의 제1 절반부는 구조체의 커패시턴스를 더 빨리 채우기 위해 펄스의 제2 절반부보다 더 높은 전압에서 인가될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 더 낮은 주파수 파형은 큰 커패시턴스가 충전되는 추가 시간을 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0073] 도 8의 실시예에 따른 구조체의 제4 카테고리는 높은 저항 및 낮은 커패시턴스, 예를 들어 점 접촉부 갖는 소형 구조체를 포함한다. 높은 저항은 일반적으로 큰 전류 스파이크를 감소시키고, 작은 커패시턴스는 일반적으로 양호한 광학적 미학을 달성하도록 전하로 커패시턴스를 채우기 위해서 필요한 비교적 적은 양의 전류를 허용한다. 일부 실시예에서, 이러한 구조체는 "디폴트" 전기적 구동 신호로 작동될 수 있다. 일부 실시형태에서, 다양한 전기 파라미터는, 과도한 전류 피크를 완화하고, 피크 전력 소비를 최소화하기 위해 전압 슬루레이트를 통합하는 것 및/또는 평균 전력 소비를 완화하기 위해 주파수를 줄이는 것과 같이 작동 효율성을 높이도록 조정되고/되거나 구현될 수 있다.

[0074] 2개의 카테고리에 대한 2개의 빈(bin)으로 도시되지만, 임의의 수의 파라미터가 분석될 수 있고, 임의의 수의 빈으로 구별될 수 있다는 점이 이해될 것이다. 예를 들어, 일반적으로, N개의 파라미터 그룹(도 8에서 N = 2, 저항 및 커패시턴스)은, 파라미터 값이 해당될 수 있는 M개의 빈(도 8에서 M = 2, 낮음 및 높음)으로 분할될 수 있다. 특성들과 이들이 속하는 대응되는 빈의 조합은 이러한 특성을 갖는 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위한 적절한 전기적 구동 신호를 식별하기 위해(예를 들어, 방정식 또는 룩업 테이블을 통해) 사용될 수 있다.

[0075] 일부 실시예에서, 도 7에 도시된 것과 유사한 방법은 시간의 경과에 따라 반복될 수 있다. 이러한 방법은 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 전기적 특성의 변화에 기반하여, 구동 신호가 업데이트되어야 하는지를 결정하기 위해 수동으로 또는 자동으로(예를 들어, 미리 프로그래밍된 스케줄(schedule)에 따라) 수행될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 기존의 구동 신호는, 구동 신호가 업데이트되어야 하는지 여부를 결정하기 위해 도 7에 도시된 것과 유사한 방법을 실행하기 위해 중지될 수 있다. 이는 수동으로 또는 스케줄에 따라 수행할 수 있다(예: 야간에는 작동 중단으로 인해 기인될 수 있는 바람직하지 않은 광학 특성이 눈에 띄지 않을 수 있음). 이러한 일부 실시 예에서, 인가된 센싱 펄스에 대한 응답에 기반하여 프라이버시 글레이징 구조체의 결정된 특성과 같은 다양한 데이터가 메모리에 저장될 수 있다. 일부 실시예에서, 전기적 구동 신호를 설정하기 위해 설치 시 결정된 프라이버시 글레이징 구조체의 특성은 초기 시간 t_0와 연관된다.

[0076] 도 9는 전기적 구동기를 통해 프라이버시 글레이징 구조체에 제공되는 전기적 구동 신호를 업데이트하기 위한 프로세스 흐름도를 도시한다. 예시적인 구현예에서, 도 9에 도시된 방법은 구동기가 프라이버시 글레이징 구조

체에 기존의 구동 신호를 인가한 후에 수행될 수 있다. 도 9의 방법은 시간 t_n에서 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계 900, 인가된 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 응답을 분석하는 단계 902, 및 시간 t_n에서 프라이버시 글레이징 구조체의 하나 이상의 전기적 특성을 결정하는 단계 904를 포함한다. 방법은 시간 t_n에서 결정된 특성을 이전 시간 t_{n-1}에서 결정된 특성과 비교하는 단계 906을 포함한다. 시간 t_{n-1}에서의 특성(들)에 대한 시간 t_n에서의 특성(들)의 변화가 임계 양보다 크지(908) 않으면, 구동기는 기존 전기적 구동 신호를 계속 인가(910)한다. 시간 t_{n-1}과 시간 t_n 사이의 특성(들)의 변화가 임계 양보다 더 크면(908), 구동기는 업데이트된 전기적 구동 신호를 설정하기 위해 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하고/하거나 업데이트(912)하도록 구성될 수 있다.

[0077] 일부 실시형태에서, 업데이트된 전기적 구동 신호는 도 7과 관련하여 설명된 바와 같이, 결정된 특성에 기반하여 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하는 것과 유사하게 시간 t_n에서 결정된 전기적 특성에 기반하여 결정될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 업데이트된 전기적 구동 신호를 설정하기 위해 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩/업데이트하는 단계는, 하나 이상의 전기적 특성에 대해 검출된 변화량에 기반하여 하나 이상의 구동 파라미터를 조정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0078] 도 9와 관련하여, 시간 t_{n-1}과 t_n 사이의 하나 이상의 전기적 특성의 변화(들)가 임계 양보다 더 큰지 여부를 결정하는 단계는 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 일부 실시형태에서, 각각의 특성(들)은, 초과되는 경우, 전기적 구동 신호의 하나 이상의 파라미터의 변경을 유발하는 대응되는 절대 임계값 차이를 포함한다. 예를 들어, 예시적인 실시 예에서, 하나 이상의 전기적 특성 중 하나로서 측정된 저항 값이 1000 Ohms 초과만큼 변하는 경우, 변화는 임계값보다 더 큰 것으로 간주된다. 추가적으로 또는 대안적으로, 임계 양보다 더 큰 변화는 특성의 백분율 변화에 대응될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 저항 값이 적어도 100%만큼 증가되는 것에 응답하여, 하나 이상의 구동 파라미터가 업데이트될 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 구동 파라미터는 커패시턴스 값이 적어도 10%만큼 변경되는 것에 응답하여 업데이트될 수 있다.

[0079] 일부 실시형태에서, 시간의 경과에 따른 하나 이상의 파라미터 각각의 변화는 대응되는 임계값과 비교될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나의 특성이 대응되는 임계 양만큼 이전 값과 다른 경우, 특성(들)의 변화는 임계 양보다 더 큰 것으로 간주되고, 업데이트된 전기적 구동 신호가 설정된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 특성 각각의 변화의 양은, 변화가 임계값보다 더 큰 것으로 간주되고 전기적 구동 신호를 업데이트하기 위해, 대응되는 임계 양보다 더 커야 한다. 다양한 실시 예에서, 전기적 특성의 상이한 조합(예를 들어, 복수의 결정된 특성의 서브세트)은 특성의 변화가 임계 양보다 더 큰지 여부를 결정하기 위해 분석될 수 있다.

[0080] 일부 실시형태에서, 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩/업데이트하는 단계 912는 추가의 추적된/측정된 데이터(914)에 기반할 수 있다. 추적된/측정된 데이터(914)는 프라이버시 글레이징 구조체의 나이, 프라이버시 글레이징 구조체의 온도 등과 같은 정보를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는 이러한 데이터에 기반하여 하나 이상의 구동 파라미터를 조정하도록 구성될 수 있다.

[0081] 예를 들어, 예시적인 실시 예에서, 시간 t_{n-1}과 t_n 사이의 하나 이상의 전기적 특성의 변화(들)가 임계 양보다 큰 경우, 구동기는, 온도 정보(예: 구조체 및/또는 환경 온도 정보)를 획득하고, 온도 정보에 기반하여 하나 이상의 구동 파라미터를 업데이트하도록 구성될 수 있다. 온도 정보는, 예를 들어, 구조체 자체를 나타내는 온도 정보를 출력하는 접촉(예: 열전대) 또는 비접촉(예: 적외선) 온도 측정 디바이스로부터 수신될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 주변 온도 센서로부터 온도 정보를 수신할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 온도 센서는 프라이버시 시스템의 하나 이상의 프라이버시 글레이징 구조체 각각과 연관될 수 있다. 예를 들어, 도 6과 관련하여, 온도 센서(312, 322, 332)는, 대응되는 프라이버시 글레이징 구조체(310, 320, 330)와 연관된 온도 정보(예를 들어, 접촉 및/또는 환경 온도 정보)를 각각 제공하도록 구성될 수 있다.

[0082] 온도 정보에 추가로 또는 대안적으로, 시간 t_{n-1}과 t_n 사이의 하나 이상의 전기적 특성의 변화(들)가 임계 양보다 더 크면, 구동기는, 프라이버시 글레이징 구조체의 연령을 결정하고, 구조체의 연령을 기반으로 하나 이상의 구동 파라미터를 업데이트하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는, 예를 들어, 구조체가 미리 결정된 시간의 양 동안 작동되었을 때, 그리고/또는 전기적 특성이 노후화(aging) 구조체를 나타낼 때, 구조체를 노후된 것으로서 표시하도록 구성될 수 있다. 연령 및/또는 온도는, 업데이트된 전기적 구동 신호를 결정할 때, 결정된 전기적 특성에 추가로 또는 대안적으로 사용될 수 있다.

[0083] 도 7 및 도 9와 관련하여 설명된 바와 같이, 다양한 프로세스에서, 구동기는 구조체를 특성화하기 위해(예를 들어, 하나 이상의 전기적 특성을 결정하기 위해) 프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스를 인가하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 구조체를 특성화하는 단계는, 저항, 커패시턴스 등과 같은 구조체의 하나 이상의 전기적 파라미터를 결정하는 단계를 포함하며, 일부 이러한 실시예에서, 구조체의 전기적 성질을 나타내는 등가 회로(예: RC 회로, RLC 회로 등)를 결정하는 단계를 포함한다.

[0084] 다양한 실시 예에서, 이러한 특성을 결정하기 위해 상이한 전기적 센싱 펄스가 사용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 실시예에서, 전기적 센싱 펄스는 DC 감지 펄스, 저주파 구동 신호(예를 들어, 구동 신호의 진폭 또는 파형과 같은 유사한 특성을 갖지만, 더 낮은 주파수를 갖는 신호), 또는 작동 구동 신호(예: 현재 구현된 구동 신호)를 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 사용자는 프라이버시 글레이징 구조체를 특성화할 때 어떤 유형의 전기적 센싱 펄스를 사용할지 선택할 수 있다.

[0085] 일부 경우에, DC 감지 펄스는, DC 신호가 구조체의 여러 RC 시상수에 인가될 수 있기 때문에, 가장 정확한 특성화를 제공할 수 있다. 일부 실시형태에서, DC 펄스는 적어도 5개의 시상수에 대해 구조체에 인가되지만, 또한, 적어도 10개의 시상수, 적어도 100개의 시상수, 적어도 1000개의 시상수, 또는 기타 값과 같이 더 긴 시간의 양 동안 인가될 수 있다. RC 시상수의 정확한 값은 사전에 알려질 수 없지만, 일부 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체는, 예를 들어, DC 감지 펄스가 시상수의 적어도 최소 수를 지속할 가능성을 증가시키도록 최소 DC 펄스 길이를 결정하기 위해 사용될 수 있는 시상수의 예상되는 범위(예: 상이한 구조체 사이즈, 유형 등과 연관됨)를 가질 수 있다. DC 감지 펄스의 잠재적인 단점은, 펄스 동안 프라이버시 글레이징 구조체의 시각적 미학이 저하될 수 있다는 점이다. 그러나, 이러한 유형의 전기적 센싱 펄스는, 예를 들어, 설치 절차 중에, 또는 구조체가 사용되지 않을 때 사용될 수 있으며, 구조체의 미적 외관의 일시적 저하가 허용 가능할 수 있다.

[0086] 일부 실시예에서, 작동 구동 신호는 도 4a 및 도 4b에 도시된 구동 신호 중 하나와 같은, 전기적 센싱 펄스로서 사용될 수 있다. 예시적인 실시형태에서, 이러한 구동 신호는 약 45 Hz와 60 Hz 사이의 주파수에서 인가될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 이러한 주파수는 일반적으로, 구조체 특성화를 위한 여러 RC 시상수에 도달하기에는 너무 짧은 펄스로 귀결되고, 결과적으로, 더 긴 DC 감지 펄스와 비교하여 덜 정확한 특성화를 제공할 수 있다. 그러나, 작동 구동 신호가 전기적 센싱 펄스로서의 기능을 하기 때문에, 특성화 프로세스에서 미적 저하가 발생되지 않는다. 따라서, 동작 구동 신호를 전기적 센싱 펄스로 사용하는 특성화는 관찰될 가능성이 높은 주간에 수행될 수 있다.

[0087] 일부 경우에, 저주파 구동 신호는 DC 감지 펄스와, 감지 펄스인 작동 구동 신호 사이의 균형을 제공할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 구동 신호의 주파수를 감소시키는 것은, 더 긴 DC 감지 펄스만큼 심각하게 프라이버시 글레이징 구조체의 미학에 영향을 미치지 않으면서, 신호에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 응답을 특성화하기 위한 추가 시간을 제공한다. 일부 실시예에서, 저주파 구동 신호의 주파수 범위는 약 5~45Hz이다. 일부 경우에, 저주파 구동 신호는 여전히 프라이버시 글레이징 구조체의 미학을 감소시키므로, 프라이버시 글레이징 구조체가 일시적으로 감소된 미학으로 관찰될 것 같지 않은 야간에 인가하기에 적합할 수 있다.

[0088] 다양한 실시 예에서, 사용자는, 예를 들어, 전기적 구동 신호를 결정하거나 업데이트하기 위해 구조체의 하나 이상의 전기적 특성을 결정하는, 하나 이상의 전기적 센싱 펄스가 프라이버시 글레이징 구조체에 인가되는 프라이버시 글레이징 구조체 특성화 프로세스를 수동으로 시작할 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 사용자는 본원의 다른 곳에서 설명된 것과 같은 복수의 이용 가능한 전기적 센싱 펄스 유형으로부터 선택할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 실시예에서, 구동기는, 예를 들어, 미리 결정된 스케줄(예를 들어, 시간당 한 번, 하루에 한 번, 일주일에 한 번 등)에 따라 특성화 프로세스를 자동으로 수행하도록 구성될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는 프로세스가 수행되는 시기에 따라 다른 특성화 프로세스를 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 초기 설치 시, 구동기는, 초기에 구조체를 특성화하고 전기적 구동 신호를 설정하기 위해서 DC 감지 펄스를 인가할 수 있다.

[0089] 설치 후, 구동기는, 구조체를 특성화하기 위해서, 예를 들어, 도 9와 관련하여 설명된 바와 같이, 구조체의 하나 이상의 특성이 변경되었는지 그리고/또는 전기적 구동 신호가 업데이트되어야 하는지를 결정하기 위해서, 전기적 센싱 펄스를 주기적으로 인가하도록 구성될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는, 예를 들어, 날의 시간 또는 다른 인자에 따라 인가될 전기적 센싱 펄스를 선택하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 구동기는, 일시적인 미적 저하가 주목되지 않을 수 있는 때와 같은, 하나 이상의 미리 결정된 간격 동안 전기적 센싱 펄스가 인가되는 경우, 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 저주파 구동 신호 전기적 센싱 펄스를 인가하도록 구성될 수 있다. 미리 결정된 시간 간격 외에, 예를 들어, 일시적인 미적 저하가 주목될 수 있는

경우, 구동기는 특성화 프로세스 동안 구조체 미학에 대한 영향을 줄이거나 제거하기 위해 작동 구동 신호인 전기적 센싱 펄스를 인가하도록 구성될 수 있다.

[0090] 일부 실시예에서, 분석을 수행하기 위해서 사용되는 시스템 구성 요소의 처리 기능에 따라 상이한 업데이트 스케줄이 구현될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 온보드 처리 구성요소는 제한된 처리 능력을 가질 수 있고, 처리 리소스가 더 큰 클라우드 기반 처리 시스템보다 이러한 분석을 덜 자주 수행할 수 있다.

[0091] 일부 실시예에서, 시간의 경과에 따른 프라이버시 글레이징 구조체의 주기적인 특성화는, 예를 들어, 도 9와 관련하여 설명된 바와 같이, 구조체 작동 및 노화 특성을 추적하기 위해서, 또는 변화하는 특성을 수용하도록 전기적 구동 신호를 조정하기 위해서 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 복수 회 캡처된, 결정된 하나 이상의 전기적 특성은, 예를 들어, 비교(예를 들어, 도 9와 관련하여 설명된 바와 같음), 트렌드 분석 등을 위해 메모리에 저장될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는 시간의 경과에 따른 전기적 특성의 통계적 분석을 수행하고, 패턴을 인식하도록 구성될 수 있다. 패턴은 시간의 경과에 따라 주어진 방향으로 하나 이상의 전기적 특성의 트렌드(예: 구조체 고장 등으로 인해), 반복되는 트렌드(예: 주간 및 야간 시간 동안 변화하는 전기적 특성, 또는 주변 온도 변화에 따라 계절에 걸쳐 변화하는 전기적 특성 등.)를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 구동기는 유사하게, 주변 또는 구조체 온도 데이터와 같은 추가 데이터를 추적하고/하거나 분석할 수 있고, 전기적 특성을 이러한 추가 데이터와 상관시키도록 구성될 수 있다.

[0092] 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 구현예에서, 구동기는 구조체의 라이프 사이클 전체에 걸쳐 상이한 속도로 프라이버시 글레이징 구조체의 양태를 주기적으로 특성화하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 구동기는 설치 직후 구조체를 보다 자주 특성화하는 반면, 구동기는, 구조체 거동에 대한 환경적 영향(예: 온도, 햇빛 등)과 같은 구조체의 거동 및/또는 일반적인 특성을 학습한다.

[0093] 일부 실시예에서, 구동기는 환경 변화(예: 온도 변화, 주변 조명 변화 등)를 검출하거나 예측하도록 구성될 수 있고, 특정 요인의 충격을 격리하기 위해서 짧은 시간 기간(예: 몇 분 또는 몇 시간) 내에 구조체를 특성화할 수 있다. 예를 들어, 구동기는, 태양이 구름에 의해 가려지고, 다음으로, 다시 태양이 더 이상 차단되지 않을 때, 구조체 특성에 대한 일광의 영향을 분리하게끔 구조체를 특성화하도록 구성될 수 있다. 구동기는, 예를 들어, 하나 이상의 센서를 통해, 그리고/또는 데이터 분석(예: 날씨 데이터에 대한 인터넷 액세스를 통해)을 통해 이러한 변경을 검출하도록 구성될 수 있다.

[0094] 유사하게, 예시적인 구현예에서, 구동기는 (예를 들어, 지진 알림 시스템 및/또는 하나 이상의 가속도계 또는 다른 센서에 대한 인터넷 연결을 통해) 지진을 검출하고/하거나, 예측하도록 구성될 수 있다. 구동기는 지진이 감지된 후 손상 또는 변화하는 작동 특성을 평가하기 위해서 구조체를 특성화하도록 구성될 수 있다. 구동기가 지진이 임박했다는 정보(예: 알림 시스템으로부터)를 수신하는 경우, 구동기는, 지진으로 인한 구조체 특성의 변화를 구체적으로 감지하기 위해서, 지진의 발생 전과 지진 후에 다시 구조체를 특성화할 수 있다.

[0095] 일부 실시형태에서, 구동기는, 시간의 경과에 따른 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 특성의 패턴을 인식하고/하거나, 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 특성을 주변 또는 구조체 온도 데이터와 같은 다른 데이터와 상관시키도록 구성될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는 통계 분석 및 인식된 패턴 및/또는 상관 관계에 따라 전기적 구동 신호에 대한 하나 이상의 구동 파라미터를 조정/업데이트하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 구동기는 시간의 경과에 따른 구조체 거동의 인식된 변화를 기반으로 여름과 겨울의 전기적 구동 신호들 사이를 자동으로 스위칭하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 구동기는 온도 데이터와 구조체 특성 사이의 관찰된 상관 관계에 기반하여 온도 데이터와 같은 수신된 데이터에 기반하여 하나 이상의 구동 파라미터를 조정하도록 구성될 수 있다.

[0096] 구조체 내에서 감지된 아크 이벤트, 파워 서지, 정전, 낙뢰 또는 기타 이벤트와 같은 전기적 이벤트는 구동기가 구조체의 변경 및/또는 손상을 검출하기 위해 특성화를 수행하도록 트리거할 수 있다.

[0097] 일부 실시예에서, 다양한 전기적 구동 신호 파라미터는, 노후화 데이터 및/또는 온도 데이터와 같은 추적된 그리고/또는 측정된 데이터를 기반으로 조정될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이러한 파라미터는 전압(예: RMS 전압 및/또는 피크 전압), 주파수 및/또는 상승 시간/슬루레이트를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩/업데이트하는 단계(예를 들어, 도 9의 단계 912)는 다음 중 하나 이상을 포함한다:

[0098] 온도 상승에 응답하여 전압 값을 감소시키는 단계

[0099] 온도 감소에 응답하여 전압 값을 증가시키는 단계

[0100] 구조체 연령이 증가함에 따라 전압 값 증가시키는 단계

[0101] 온도 상승에 응답하여 주파수를 감소시키는 단계

[0102] 온도 감소에 응답하여 주파수 값을 증가시키는 단계

[0103] 구조체 연령이 증가함에 따라 주파수 값을 감소시키는 단계

[0104] 온도 상승에 응답하여 슬루레이트/상승 시간을 연장하는 단계

[0105] 온도 하강에 응답하여 슬루레이트/상승 시간을 단축하는 단계

[0106] 구조체 연령이 증가함에 따라 슬루레이트/상승 시간을 단축하는 단계.

[0107] 프라이버시 글레이징 구조체의 작동에서 노후화 및 온도/계절적 변화와 같은 요인에 대안으로 또는 추가로, 구조체 헬스 메트릭(health metric)과 같은 다른 요인이 분석될 수 있다. 일부 실시 예에서, 헬스 메트릭은 구조체를 통한 누설 전류의 측정을 포함한다. 누설 전류는 광학 활성 재료(18)와 같은 구조체 재료의 파손, 불량 또는 파손 코팅, 또는 구조체의 다른 불안한 부분과 같은 복수의 문제로 인해 발생될 수 있다. 누설 전류는 다양한 방법으로 측정될 수 있다. 예시적인 실시 예에서, 누설 전류 값은 특정 시간 동안 프라이버시 글레이징 구조체를 통해 흐르는 전류의 분석에 기반하여 결정될 수 있다.

[0108] 도 10a 및 도 10b는 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 시간의 경과에 따른 예시적인 구동 신호 및 결과적인 응답 전류 신호를 도시한다. 도시된 바와 같이, 프라이버시 글레이징 구조체에 인가된 슬루레이트 구형파 전압은 주기적인 전류 응답을 초래한다. 도 10a 및 도 10b에서 신호가 반드시 동일한 축척으로 도시되지는 않지만, 프라이버시 글레이징 구조체를 통한 전류 신호의 형태가 도 10a와 도 10b 사이에서 상이한 점은 명백하다. 이러한 차이는 프라이버시 글레이징 구조체를 통해 흐르는 누설 전류의 변화를 나타낼 수 있다.

[0109] 도 11a 및 도 11b는 디스플레이의 용이성을 위해 상이한 디스플레이 스케일을 포함하는, 도 10a 및 도 10b 각각의 예시적인 전류 및 전압 신호의 확대된 뷰를 도시한다.

[0110] 일부 실시형태에서, 전류 신호와 연관된 하나 이상의 메트릭은 구조체의 설치와 같이 구조체가 양호한 작동 조건에 있는 것으로 알려진 시간 동안 측정될 수 있다. 이러한 메트릭은, 예를 들어, 구동 신호의 미리 결정된 부분(예를 들어, 양의 전압 펄스 동안 등)에서, 또는 이에 걸쳐서 측정된 전류의 시간 도함수 또는 적분을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 구형파의 양의 그리고 음의 부분 동안 평형 전류의 차이(도 11a 및 도 11b에서 Δ_1 및 Δ_2로 각각 표시됨)는 메트릭으로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 인가된 전기적 구동 신호에 대한 측정된 전류 응답은, 인가된 구형파의 전이들 사이의 시간 기간과 같은, 인가된 구동 신호의 미리 결정된 부분 동안 전류 응답을 측정하는 것을 포함한다. 일부 실시예에서, 이것은, 구조체의 상태에 관계없이 존재할 수 있는 특징(예: 돌입 전류)을 포함하는 전류 응답의 비교를 회피할 수 있다.

[0111] 구조체와 관련된 하나 이상의 누설 전류 값을 결정하기 위해 시간의 경과에 따라 하나 이상의 전류 응답 메트릭이 기록될 수 있다. 도 12는 하나 이상의 누설 전류 값을 결정하기 위한 예시적인 프로세스를 나타내는 프로세스 흐름도를 도시한다. 일부 실시예에서, 도 12의 방법은 프라이버시 글레이징 구조체의 구동기를 통해 수행될 수 있다. 방법은, 초기 시간 t_0에서 정상적인 구조체에 대한 전류 응답 신호와 연관된 값을 측정하는 단계 1200를 포함한다. 이러한 측정은 인가된 교번 구동 신호(예를 들어, 구형파)의 양의 부분과 음의 부분 동안 전류 및/또는 평형 전류들 간의 차이의 미분 또는 적분을 결정하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 시간 t_0은 일반적으로 설치 또는 초기 작동 동안과 같은, 구조체가 최고 또는 거의 최고 상태에 있는 것으로 가정되는 시간에 해당된다.

[0112] 다음으로, 방법은 시간 t_n에서 전류 응답 신호와 연관된 값을 다시 측정하는 단계 1202를 포함하며, 이는 시간 t_0 이후의 제1 경우에, t_1(n=1)으로 표시될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 시간 t_0에서의 초기 측정 이후의 제1 측정은 시간 t_1에서 수행된다. 방법은 시간 t_0 및 t_n에서의 전류 신호와 연관된 결정된 값에 기반하여 시간 t_n에서의 누설 전류를 결정하는 단계 1204를 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 누설 전류를 결정하는 단계는, t_0에서 정상적인 구조체에 대한 값의 측정 이후부터 발현된 임의의 누설 전류에 의해 야기된 변화를 결정하기 위해 시간 t_n 대 시간 t_0에서 측정된 값의 차이를 결정하는 단계를 포함한다. 다양한 실시예에서, 이러한 결정은, 예를 들어, 구동기를 통해 로컬로 수행될 수 있거나, 클라우드 기반 컴퓨팅을 통해 수행될 수 있다.

[0113] 도 12의 방법은, 누설 전류가 미리 결정된 조건을 만족하는지를 결정하는 단계 1206을 포함한다. 누설 전류가 미리 정해진 조건을 만족하지 않으면, 구동기는 기존의 전기적 구동 신호를 계속 인가한다(1208). 예를 들어, 일부 실시예에서, 미리 결정된 조건을 만족하지 않는 누설 전류는, 누설 전류가 존재하지 않거나 누설 전류가 충분히 작아서, 기존의 전기적 구동 신호가 가시적인 광학적 열화 없이 프라이버시 글레이징 구조체를 적절하게 구동할 수 있다는 점을 나타낼 수 있다. 일부 이러한 경우에, 구동 신호는, 과도한 누설 전류를 보상하도록 변경될 필요가 없다.

[0114] 그러나, 일부 실시예에서, 누설 전류가 미리 결정된 조건을 만족한다면, 방법은, 업데이트된 전기적 구동 신호를 설정하기 위해 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩하고/하거나 업데이트하는 단계 1210을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 과도한 누설 전류는 프라이버시 글레이징 구조체의 광학 성능을 저하시킬 수 있지만, 전기적 구동 신호에 대한 조정을 통해 보상될 수 있다.

[0115] 초과 누설 전류에 기반한 전기적 구동 신호에 대한 예시적인 조정은, 전압을 증가시키는 단계 1212, 주파수를 감소시키는 단계 1214, 및/또는 전압을 펄싱하는 단계 1216를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 전압(예를 들어, 도 4의 V_A 값)을 증가시키는 단계는 누설 전류로 인한 손실된 전압을 보상할 수 있다. 주파수를 감소시키는 단계는, 예를 들어, 구형파 구동 신호의 양의 부분 동안에, 용량성 광학 활성 재료가 충전되는 추가 시간을 제공한다. 일부 실시예에서, 전기적 구동 신호의 주파수를 감소시키는 단계는 전기적 구동 신호의 주기를 증가시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 예시적인 전기적 구동 신호와 관련하여, 전기적 구동 신호를 조정하는 것은 전압 V_A 및 $-V_A$가 각각의 사이클 동안 인가되는 시간의 양을 증가시키는 단계를 포함한다.

[0116] 전압 펄싱과 관련하여, 일부 실시예에서, 구동 신호는, 광학 활성 재료가 전원 및 접지로부터 분리되는 하나 이상의 플로팅(floating) 단계를 포함한다. 예를 들어, 도 5와 관련하여, 일부 실시예에서, 구동 신호는, 예를 들어, 모든 스위치(SW1, SW2, SW3 및 SW4)가 개방되어, 로드(예를 들어, 접촉 전극들 사이의 광학 활성 재료)는 현재 전압을 유지한다. 그러나, 누설 전류는 플로팅 단계 동안 로드의에서의 전압이 새그(sag)되게 할 수 있다. 전압을 펄싱하는 단계(예를 들어, 단계 1216)은, 로드에서 전압을 유지하고 누설 전류로 인한 전압 새그를 보상하기 위해 하나 이상의 플로팅 단계 동안 로드에 하나 이상의 전압 펄스를 인가하는 단계를 포함하도록 전기적 구동 신호를 수정하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 구조체 전체에 걸친 예상 값으로부터의 전압 강하(예: 전압 새그)는 측정될 수 있고, 미리 결정된 임계값과 비교될 수 있다. 전압의 강하가 미리 결정된 임계값을 충족하거나 초과하면, 레일 전압 펄스가 로드에 인가될 수 있다. 레일 전압 펄스를 인가하는 주파수는 새그의 심각도(예: 누설 전류의 심각도로 인한)에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 레일 전압 펄스는 인가된 전기적 구동 신호의 단일 사이클 또는 절반 사이클에서 다수 회 인가될 수 있다.

[0117] 다양한 실시 예에서, 인덱스 n은 증분될 수 있고, 도 12의 프로세스의 단계는 복수의 시간 t_1, t_2,…, t_N 동안 반복될 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 시간(예: 시간 t_0…t_N 중 하나 이상)과 연관된 측정값 및/또는 누설 전류 값이 메모리에 저장할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 방법은 측정된 누설 전류 대 시간 및/또는 인덱스의 측정 곡선을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 시간의 경과에 따른 누설 전류의 트렌드는 누설 전류의 가능한 원인에 관한 정보를 결정하기 위해서 사용될 수 있다.

[0118] 일부 실시형태에서, 누설 전류가 미리 결정된 조건을 충족하는지 결정하는 단계(예를 들어, 단계 1206)는, 결정된 누설 전류가 임계 누설 전류 값을 초과하거나 누설 전류 값의 미리 결정된 범위 내에 해당되는 것과 같이, 단일 누설 전류 값이 조건을 충족하는지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 누설 전류가 미리 결정된 조건을 충족하는지를 결정하는 단계는, 누설 전류 대 시간 및/또는 시간 인덱스의 트렌드가 미리 정해진 조건을 충족하는지, 예를 들어 시간의 경과에 따른 누설 전류의 미분이 미리 정해진 임계값을 초과하는지를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0119] 일부 실시형태에서, 단계 1212, 1214 및 1216에 도시된 바와 같이, 누설 전류가 미리 결정된 조건을 충족하는 것에 응답하여 하나 이상의 동작이 취해질 수 있다. 일부 예에서, 상이한 누설 전류 조건, 예를 들어, 누설 전류가 상이한 미리 결정된 범위에 해당되고/되거나 시간의 경과에 따른 누설 전류 트렌드가 하나 이상의 미리 결정된 조건을 충족하는 것에 응답하여, 이러한 상이한 동작 또는 이들의 조합이 수행될 수 있다. 일부 실시형태에서, 누설 전류 보상은 프라이버시 글레이징 구조체가 광학적으로 저하된 경우 사용자에 의해 시작되고/되거나 수정될 수 있다.

[0120] 일부 실시예에서, 인가된 전압에 대한 전류 응답의 비선형성은 프라이버시 글레이징 구조체의 이온 거동의 결과로 간주될 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 이러한 비선형 응답은, 구조체에서 이동되는 이온의 다양한 사이

즈 및/또는 밀도와 같은, 다양한 파라미터, 및 구조체에 인가된 전기장에 대한 이러한 이온의 응답을 결정하기 위해 분석될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이러한 정보는 광학 활성 재료에 관한 세부 사항을 결정하고, 이러한 재료가 작동 중에 어떻게 분해되어 프라이버시 글레이징 구조체의 광학적 열화를 일으키는지를 결정하기 위해서 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 시간의 경과에 따른 누설 전류 데이터는, 불량 코팅, 이온 생성 및/또는 다른 요인과 같은 하나 이상의 누설 전류 소스를 결정하기 위해서 사용될 수 있다.

[0121] 이러한 다양한 계산 및/또는 결정은, 예를 들어, 구동기를 통해 로컬로 수행될 수 있고/있거나, 클라우드 기반 컴퓨팅을 통해서와 같이 외부 환경에서 수행될 수 있다.

[0122] 도 6과 관련하여 설명된 바와 같이, 단일 구동기(300)는 이러한 구조체의 동시 작동을 위해 복수의 프라이버시 글레이징 구조체(예를 들어, 310, 320, 330) 각각에 전기적 구동 신호를 제공하도록 구성될 수 있다. 본원에 설명된 바와 같이, 구동기는 이러한 구조체를 구동하기에 적절한 전기적 구동 신호를 설정하기 위해, 프라이버시 글레이징 구조체의 전기적 특성을 결정하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 구동기는 복수의 연관된 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 대해 다양한 이러한 프로세스(예를 들어, 도 7, 도 9 및/또는 도 12에 도시된 바와 같이)를 수행하도록 구성될 수 있다. 구동기는, 복수의 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 대한 적절한 전기적 구동 신호를 결정하고, 이러한 전기적 구동 신호를 이러한 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 동시에 제공하도록 구성될 수 있다.

[0123] 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 일부 실시예에서, 전기적 구동 신호는 구형파 또는 대략 구형파(예를 들어, 슬루레이트를 갖는 구형파, 사다리꼴파, 느린 제로 크로스오버를 갖는 구형파 형상 등) 신호를 포함한다. 예를 들어, 도 4, 도 10a 및 도 10b에 도시된 예시적인 전압 대 시간 구동 신호는 대략적인 구형파 구동 신호를 도시한다. 또한, 도 10a 및 도 10b에 도시된 바와 같이, 구형파 구동 신호에서 반주기마다 발생되는 전이는 구조체를 통한 전류의 스파이크로 귀결된다. 일반적으로, 용량성 프라이버시 글레이징 구조체를 고려하면, 구형파 구동 신호의 에지가 더 가파를 수록, 대응되는 전류 스파이크가 더 커질 가능성이 있다. 따라서, 복수의 프라이버시 글레이징 구조체들이 구형파 또는 근사 구형파 구동 신호로 동시에 구동되는 경우, 각 구조체의 전류 스파이크가 거의 동시에 발생되어, 구동기로부터 출력되는 큰 전류/전력 피크를 생성할 수 있다.

[0124] 일부 실시형태에서, 구동기는, 인가된 전기적 구동 신호에 대한 전류 응답과 연관된 피크 전류/전력 드로(draw)를 감소시키기 위해 하나 이상의 프라이버시 글레이징 구조체에 인가된 전기적 구동 신호들을 엇갈리게 하도록 구성된다. 달리 말하면, 전기적 구동 신호들을 엇갈리게 하는 것은, 구동기에 의해 구동되는 각각의 프라이버시 글레이징 구조체에 의해 드로된 피크 전류가 상이한 시간에 발생되도록 수행될 수 있다. 일부 실시형태에서, 제1 전기적 구동 신호에 대해 제2 전기적 구동 신호를 엇갈리게 하는 단계는, 제1 및 제2 전기적 구동 신호가 서로 동일한 페이즈일 때, 제1 전기적 구동 신호의 인가에 대해 제2 전기적 구동 신호의 인가를 지연시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예에서, 제1 전기적 구동 신호에 대해 제2 전기적 구동 신호를 엇갈리게 하는 단계는, 제1 전기적 구동 신호에 대해 제2 전기적 구동 신호를 위상-시프팅하면서 제1 및 제2 전기적 구동 신호를 실질적으로 동시에 인가하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 제1 전기적 구동 신호에 대해 제2 전기적 구동 신호를 엇갈리게 하는 단계는, 제1 전기적 구동 신호에 대해 제2 전기적 구동 신호를 위상 시프팅하는 단계, 및 제1 전기적 구동 신호의 인가에 대해 제2 전기적 구동 신호의 인가를 일시적으로 지연시키는 단계를 포함한다. 따라서, 다양한 실시 예에서, 전기적 구동 신호들을 엇갈리게 하는 단계는, 신호를 위상 시프팅하는 단계, 신호의 인가를 일시적으로 지연시키는 단계, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0125] 도 13은 엇갈린 전기적 구동 신호를 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 인가하기 위한 예시적인 프로세스를 보여주는 프로세스 흐름도를 도시한다. 이 방법은, 복수의 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 전기적 센싱 펄스를 인가하는 단계 1300, 및 복수의 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 대한 전기적 구동 신호를 결정하는 단계 1302를 포함한다. 이러한 단계는, 예를 들어, 도 7과 관련하여 설명된 바와 같이, 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 대해 수행될 수 있다.

[0126] 도 13의 방법은 프라이버시 글레이징 구조체들 중 하나 이상에 대한 스태거(stagger) 양을 결정하는 단계 1304를 더 포함한다. 이러한 결정은 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는, 각각의 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 전기적 구동 신호들 사이에 미리 결정된 양의 지연을 제공하도록 구성될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 일부 실시예에서, 구동기는 복수의 전기적 구동 신호를 인가하기 위한 적절한 양의 스태거를 결정하기 위해 결정된 복수의 전기적 구동 신호를 분석하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 크기, 주파수 등과 같은 각각의 전기적 구동 신호의 하나 이상의 파라미터는, 예를 들어, 큰 전류 및/또는 전력 스파이크로 귀결될 수 있는 신호 중첩의 경우를 감소시키기 위해, 전기적 구동 신호 사이의 적절한 양의 스태거를

결정하도록 분석될 수 있다. 일부 실시형태에서, 제1 전기적 구동 신호와 제2 전기적 구동 신호의 주파수 성분(frequency content)은, 제1 전기적 구동 신호와 제2 전기적 구동 신호 사이의 오프셋을 결정하여, 구형파 구동 신호들의 상태들 사이의 전이와 같은 구동 신호의 하나 이상의 특징부의 중첩을 줄이거나 제거하기 위해서 비교될 수 있다.

[0127] 일부 실시예에서, 대응되는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 복수의 전기적 구동 신호 각각은 다른 신호에 대해 엇갈리게 되어, 두 개의 신호가 동시에 인가되지 않는다. 다른 실시예에서, 구동기는, 바람직하지 않은 전류 스파이크로 귀결됨(예를 들어, 피크 전류 드로와 같은 총 전류 드로가 미리 결정된 임계값을 초과하는 것으로 귀결됨) 없이, 둘 이상의 전기적 구동 신호가 동시에 인가될 수 있다는 점을 판단할 수 있다. 이러한 일부 실시예에서, 구동기는 다른 전기적 구동 신호들을 잠재적으로 엇갈리게 하면서 동시에 이러한 전기적 구동 신호를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0128] 도 13의 방법은 결정된 스태거 양을 포함하는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 전기적 구동 신호를 인가하는 단계 1306를 더 포함한다. 전기적 구동 신호를 인가할 때 스태거 양을 포함하는 단계는 결정된 전기적 구동 신호의 인가를 지연시키는 단계 및/또는 전기적 구동 신호를 위상 시프팅하는 단계를 포함할 수 있다. 설명된 바와 같이, 일부 경우에, 결정된 스태거 양은, 다수의 전기적 구동 신호(예를 들어, 인가된 다수의 전기적 구동 신호의 서브세트)가 서로 동위상으로 동시에 대응되는 프라이버시 글레이징 구조체들에 인가되는 한편, 다른 신호들은 동시에 인가된 신호에 대해 엇갈리게 되는 것으로 귀결될 수 있다. 다른 실시예에서, 각각의 전기적 구동 신호는 다른 전기적 구동 신호 각각에 대해 지연되고/되거나 위상 시프트된다.

[0129] 일부 실시형태에서, 구동기는 이러한 신호들을 더 잘 엇갈리게 하기 위해 하나 이상의 전기적 구동 신호를 조정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 13에서 파선으로 표시된 바와 같이, 구동기는 조정된 전기적 구동 신호(예를 들어, 도 7의 방법을 통해 결정된 것과 상이한 전기적 구동 신호)에 기반하여 스태거 양을 결정(1304)하도록 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 일부 실시 예에서, 구동기는 구동기에 대한 피크 전류 및/또는 전력 로드를 감소시키기 위해 적절한 스태거 양을 결정한 후에 업데이트된 전기적 구동 신호를 결정(1302)하도록 구성될 수 있다. 예시적인 실시형태에서, 제1 프라이버시 글레이징 구조체가 제1 주파수를 갖는 전기적 구동 신호로 구동되어야 한다면, 제2 프라이버시 글레이징 구조체는 제1 주파수와 다른 제2 주파수를 갖는 전기적 구동 신호로 구동되어야 한다. 위상 시프트 및/또는 지연에 의해 이러한 신호들을 엇갈리게 하는 단계는 각각의 전기적 구동 신호의 초기 인가와 연관된 전류 스파이크를 감소시킬 수 있다. 그러나, 이러한 전기적 구동 신호의 중첩은, 그럼에도 불구하고, 바람직하지 않은 큰 전류 및/또는 전력 스파이크가 발생되는 시간으로 귀결될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는, 이러한 경우를 감소시키거나 제거하기 위해 이러한 전기적 구동 신호 중 하나 또는 둘 모두를 조정하도록, 예를 들어, 공통 주파수를 포함하게끔 전기적 구동 신호를 조정하고/하거나, 결합된 전류 및/또는 전력 스파이크가 임계값 수준 미만으로 유지되게끔 하나 또는 두 신호의 크기를 조정하도록 구성될 수 있다. 스태거링(staggering) 분석에 응답하여, 대응되는 하나 이상의 프라이버시 글레이징 구조체에 대한 하나 이상의 전기적 구동 신호를 조정하기 위한 다른 기술이 가능하다. 이러한 일부 실시예에서, 바람직하지 않은 큰 전류 및/또는 전력 스파이크의 경우를 감소시키기 위해 하나 이상의 이러한 전기적 구동 신호를 조정할 때, 결정된 스태거 양을 포함하는 결정된 전기적 구동 신호가 각각의 프라이버시 글레이징 구조체에 인가될 수 있다(1306).

[0130] 도 14 및 도 15는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체에 대해 결정된 양의 스태거를 포함하는 전기적 구동 신호를 인가하는 예시적인 구현예를 도시한다. 도 14는 프라이버시 글레이징 구조체(1410, 1420, 1430)와 전기적으로 연통된 구동기(1400)를 도시한다. 도 14의 예시된 실시예에서, 구동기(1400)는 프라이버시 글레이징 구조체(1410, 1420, 1430) 각각에 공통 전기적 구동 신호 f(t)를 제공한다. 예를 들어, 각각의 프라이버시 글레이징 구조체(1410, 1420, 1430)는, 도 7의 방법을 통해 결정되는 것과 같이, 동일한 일반 전기적 구동 신호가 각각의 구조체에 인가되도록 하기 위해, 동일한 유형의 구조체일 수 있고, 유사한 전기적 특성 등을 포함할 수 있다.

[0131] 도 14에 도시된 바와 같이, 전기적 구동 신호 f(t)는 각각의 구조체에서 전류 스파이크를 동시에 감소시키거나 또는 제거하기 위해, 각각의 프라이버시 글레이징 구조체 사이에서 위상 시프트된다. 예를 들어, 신호 f(t)가 프라이버시 글레이징 구조체(1410)에 제공되는 동안, 신호 f(t-Δt)는 프라이버시 글레이징 구조체(1420)에 인가된다. 따라서, 전기적 구동 신호의 다양한 요소 및 결과적인 전류 응답(예를 들어, 전류 스파이크)은 프라이버시 글레이징 구조체(1410)에 대해 프라이버시 글레이징 구조체(1420)에서 양 Δt만큼 지연될 것이다. 유사하게, 신호 f(t-2Δt)가 프라이버시 글레이징 구조체(1430)에 인가되어, 전기적 구동 신호의 요소 및 결과적인 전류 응답이 프라이버시 글레이징 구조체(1430)에서 프라이버시 글레이징 구조체(1420)에 대해 Δt만큼, 그리고

프라이버시 글레이징 구조체(1410)에 대해 2Δt만큼 지연될 것이다.

[0132] 일부 실시예에서, 복수의 전기적 구동 신호 각각 사이의 스태거의 양은 전기적 구동 신호의 한 주기 내에 있다. 예를 들어, 도 14의 시스템이 프라이버시 글레이징 구조체(1410, 1420, 1430)를 포함하고, 전기적 구동 신호 f(t)가 T의 주기로 주기적이면, 일부 예에서, $2\Delta t < T$이다. 예를 들어, 전기적 구동 신호 f(t)의 주파수가 60 Hz이면, 일부 실시예에서, $\Delta t < 8.3$ ms이다. 또 다른 실시예에서, 복수의 전기적 구동 신호 각각 사이의 스태거의 양은 전기적 구동 신호의 반 주기 내에 있다.

[0133] 도 15는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체(1510, 1520, 1530) 각각에 전기적 구동 신호를 제공하는 구동기(1500)를 도시한다. 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 상이한 전기적 구동 신호 f(t), g(t), 및 h(t)가 프라이버시 글레이징 구조체(1510, 1520 및 1530)에 각각 제공될 수 있다. 이러한 전기적 구동 신호는, 예를 들어, 도 7에 도시된 방법을 통해, 각각의 프라이버시 글레이징 구조체에 대해 결정될 수 있다. 상이한 전기적 구동 신호는 피크 전압, 슬루레이트, 파형, 주파수 등과 같은 하나 이상의 상이한 파라미터를 포함할 수 있다. 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 일부 실시예에서, 구동기는, 예를 들어, 결정된 전기적 구동 신호의 수학적 분석에 기반하여, 상이한 전기적 구동 신호들 사이에 인가될 스태거의 양을 결정할 수 있다. 예시된 실시예에서, 프라이버시 글레이징 구조체(1520)에 인가된 전기적 구동 신호 g(t)는 전기적 구동 신호 f(t)에 대해 양 Δt_1만큼 엇갈리고, 프라이버시 글레이징 구조체(1530)에 인가된 전기적 구동 신호 h(t)는 전기적 구동 신호 f(t)에 대해 Δt_2만큼 엇갈린다. 다양한 실시예에서, Δt_1은 결정된 전기적 구동 신호들에 기반하여 결정된 스태거의 양(들)에 따라 Δt_2보다 크거나, 작거나, 같을 수 있다. 본원의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 일부 실시예에서, 구동기가, 이러한 전기적 구동 신호에 대한 결합된 전류 응답이, 예를 들어, 복수의 이러한 프라이버시 글레이징 구조체에 의해서 제공되는 특정 로드 때문에 바람직하지 않은 큰 전류 및/또는 전력 스파이크(예: 미리 결정된 임계값보다 큼)에 이르지 않는다고 결정하는 경우, 서로 다른 전기적 구동 신호들은 동시에 인가될 수 있다(예: $\Delta t_1 = 0$, $\Delta t_2 = 0$ 및/또는 $\Delta t_1 = \Delta t_2$).

[0134] 도 16a 내지 도 16c는 시스템에서 대응되는 복수의 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위해서 사용되는 복수의 전기적 구동 신호에 대한 예시적인 전압 대 시간 프로파일을 도시한다. 도 16a는 함수 f(t)를 도시한다. 도 16b는, 결과 신호가 $f(t-\Delta t)$로 표현될 수 있도록 시간 Δt만큼 지연된 함수 f(t)를 도시한다. 유사하게, 도 16c는, 결과 신호가 $f(t-2\Delta t)$로 표현될 수 있도록 시간 $2\Delta t$만큼 지연된 함수 f(t)를 도시한다. 도 16a 내지 도 16c의 예시된 실시예에서, 전기적 구동 신호 f(t)는, 개별 전류 및/또는 전력 스파이크를 유발할 수 있는 각각의 전기적 구동 신호의 다양한 전이 부분이 동시에 발생되지 않도록, 통합된 스태거링을 갖는 별도의 프라이버시 글레이징 구조체에 인가된다.

[0135] 일부 실시형태에서, 일단 복수의 구동 신호가 결정되면, 구동기는, 동시에 인가될 때, 하나 이상의 파라미터(예를 들어, 전류 스파이크 값)가 미리 결정된 임계값을 초과하게 하는 전기적 구동 신호를 결정할 수 있다. 유사하게, 구동기는, 결합될 때 하나 이상의 파라미터가 미리 결정된 임계값(들)을 초과하지 않도록 하는 전기적 구동 신호를 결정할 수 있다. 구동기는 동시에 인가할 수 있는 전기적 구동 신호를 결정할 수 있고, 하나 이상의 파라미터가, 각각의 전기적 구동 신호 또는 전기적 구동 신호 그룹이 인가될 때, 미리 결정된 임계값(들)을 초과하지 않도록, 전기적 구동 신호 또는 전기적 구동 신호 그룹의 인가를 엇갈리게 할 수 있다.

[0136] 일 실시예에서, 구동기는 5개의 프라이버시 글레이징 구조체에 전력을 공급하기 위해 연결되며, 이 중 3개는 구동기에 의해서 구동될 수 있는 최대 로드를 나타낸다. 나머지 두 개의 프라이버시 글레이징 구조체는 작은 것으로 간주되고, 미리 결정된 임계값을 초과하는 전기적 파라미터 없이 동시에 구동될 수 있다. 구동기는 전기적 구동 신호를 2개의 더 작은 로드에 동시에 그리고 서로 위상이 일치하게끔 제공하면서, 나머지 3개의 전기적 구동 신호 각각의 나머지 구조체에 대한 전달을 엇갈리게 하도록 구성될 수 있다.

[0137] 3개의 프라이버시 글레이징 구조체를 포함하는 것으로서 도 14, 도 15, 및 도 16a 내지 도 16c에 도시되어 있지만, 일반적으로 시스템은 구동기 및 이와 통신되는 임의의 수의 프라이버시 글레이징 구조체를 포함할 수 있다. 구동기는 전기 연통된 하나 이상의 프라이버시 글레이징 구조체 각각에 대해 본원에 설명된 다양한 프로세스를 수행하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는 전기적 구동 신호가 제공될 프라이버시 글레이징 구조체의 수를 결정하도록 구성될 수 있다. 이러한 결정은 적절한 전기적 구동 신호 및/또는 하나 이상의 프라이버시 글레이징 구조체를 구동하기 위한 스태거링 양을 결정하는 것과 같은 다양한 정보를 결정하기 위해서 사용될 수 있다.

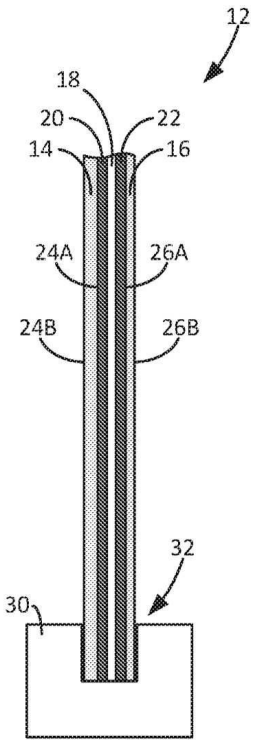
[0138] 구동기는 다양한 방식으로 본원에 설명된 프로세스를 수행하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 시스템 구

동기는, 전기 신호 및/또는 다른 수신된 센서 정보와 같은 정보를 처리하고, 이에 응답하여 하나 이상의 대응되는 동작을 수행하도록 구성된 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 이러한 구성 요소는, 예를 들어, 하나 이상의 프로세서, 특정 용도 지향 집적 회로(ASIC: pplication specific integrated circuit), 마이크로제어기, 마이크로프로세서, 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA: field-programmable gate array), 또는 미리 정의된 관계에 따라 데이터 및/또는 신호를 수신하고 출력할 수 있는 다른 적절한 구성요소를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 구동기는, 하나 이상의 메모리 구성 요소가 이러한 프로세스를 수행하도록 하기 위한 명령어로 프로그래밍된, 하나 이상의 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체와 같은, 하나 이상의 이러한 구성 요소를 포함하거나, 그렇지 않으면 이와 통신할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 구동기는, 클라우드 기반 컴퓨팅과 같은, 정보 처리를 용이하게 하기 위한 외부 컴퓨터 시스템 및/또는 네트워크와 같은 추가 장치와 통신할 수 있다.

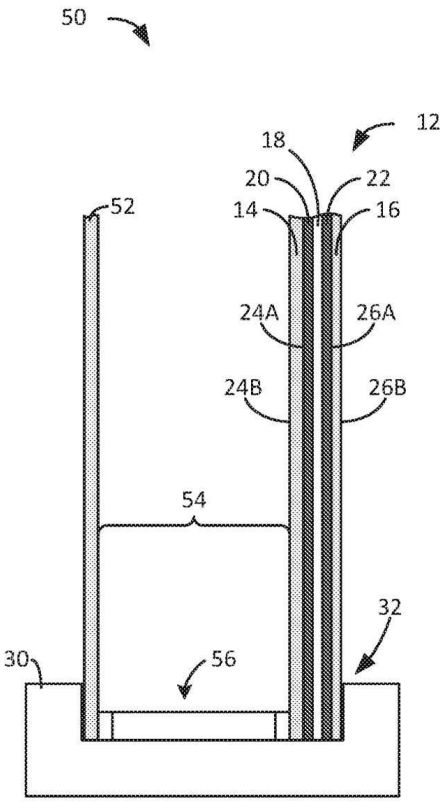
[0139] 다양한 비제한적인 실시예가 본원에서 설명되었다. 당업자는 이러한 실시예 및 다른 실시예가 첨부된 청구범위의 범위 내에 있다는 점을 이해할 것이다.

도면

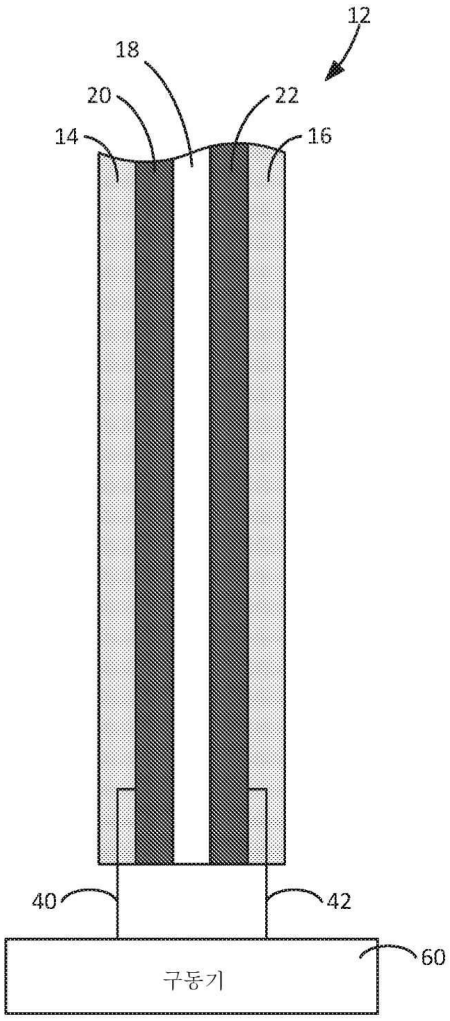
도면1



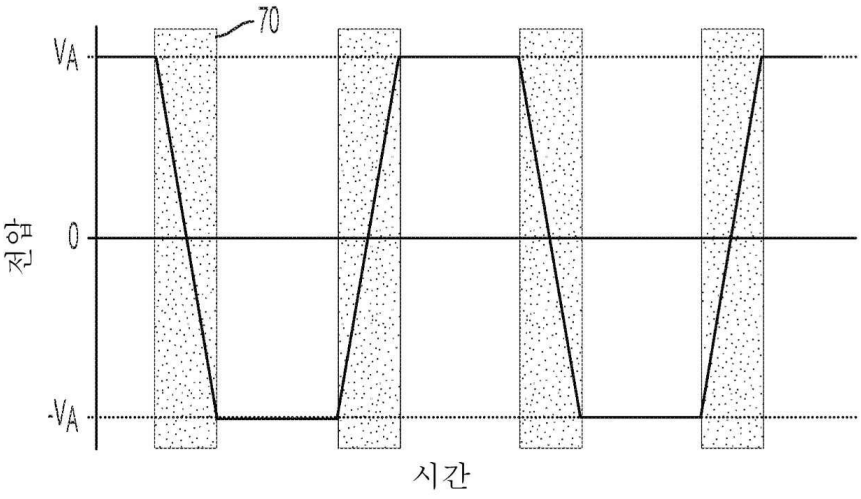
도면2



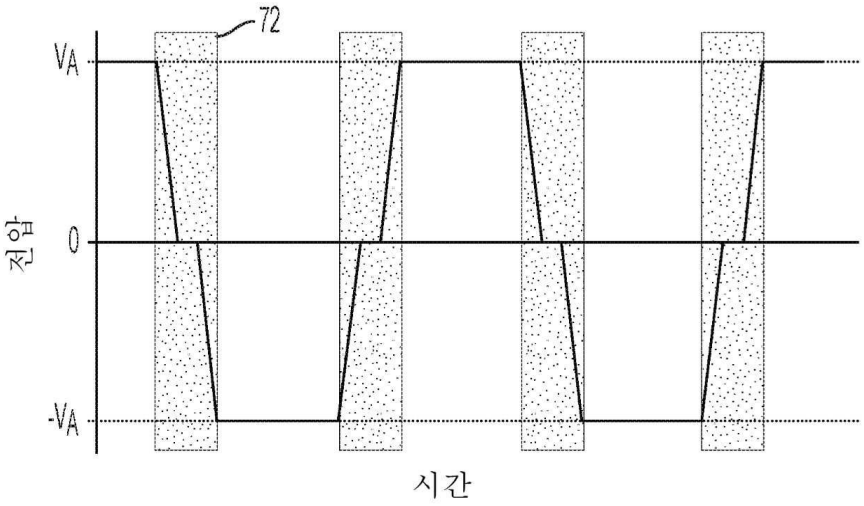
도면3



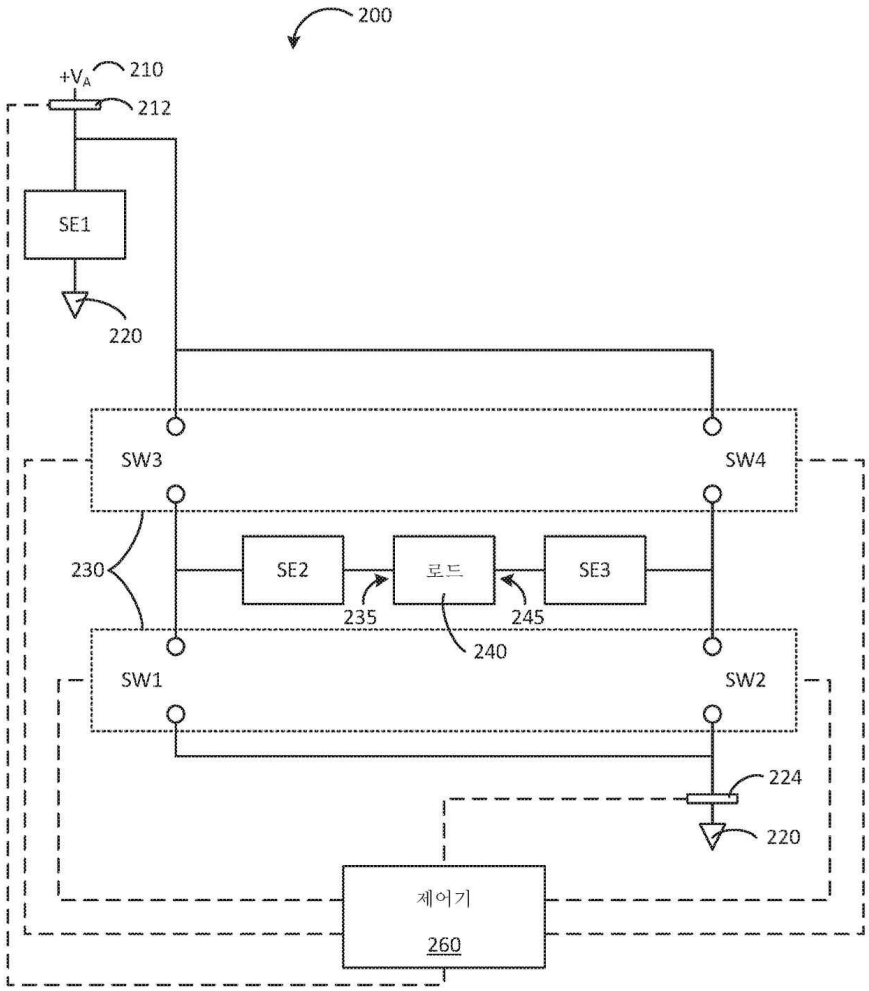
도면4a



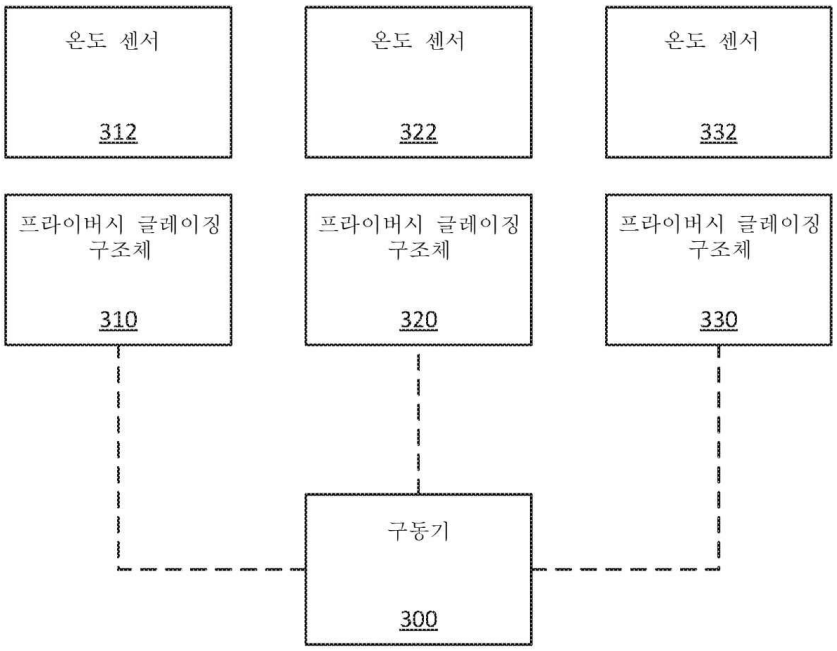
도면4b


72
VA
0
-VA
전압
시간

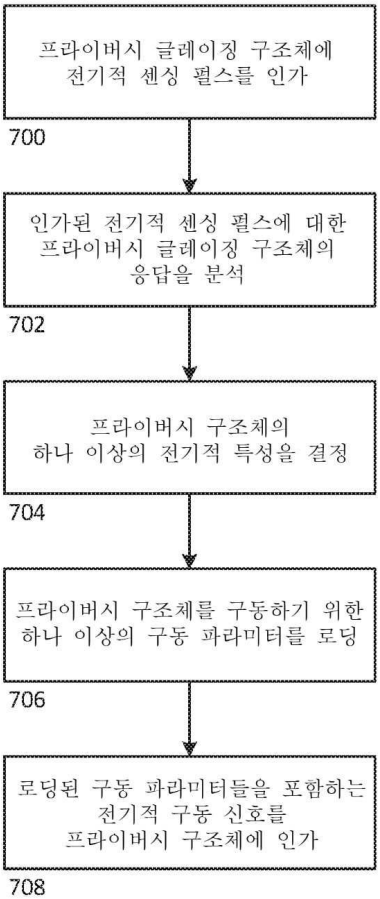
도면5


200
+VA
210
212
SE1
220
SW3
SW4
230
SE2
로드
SE3
235
245
240
SW1
SW2
224
220
제어기
260

도면6


온도 센서
312
온도 센서
322
온도 센서
332
프라이버시 글레이징 구조체
310
프라이버시 글레이징 구조체
320
프라이버시 글레이징 구조체
330
구동기
300

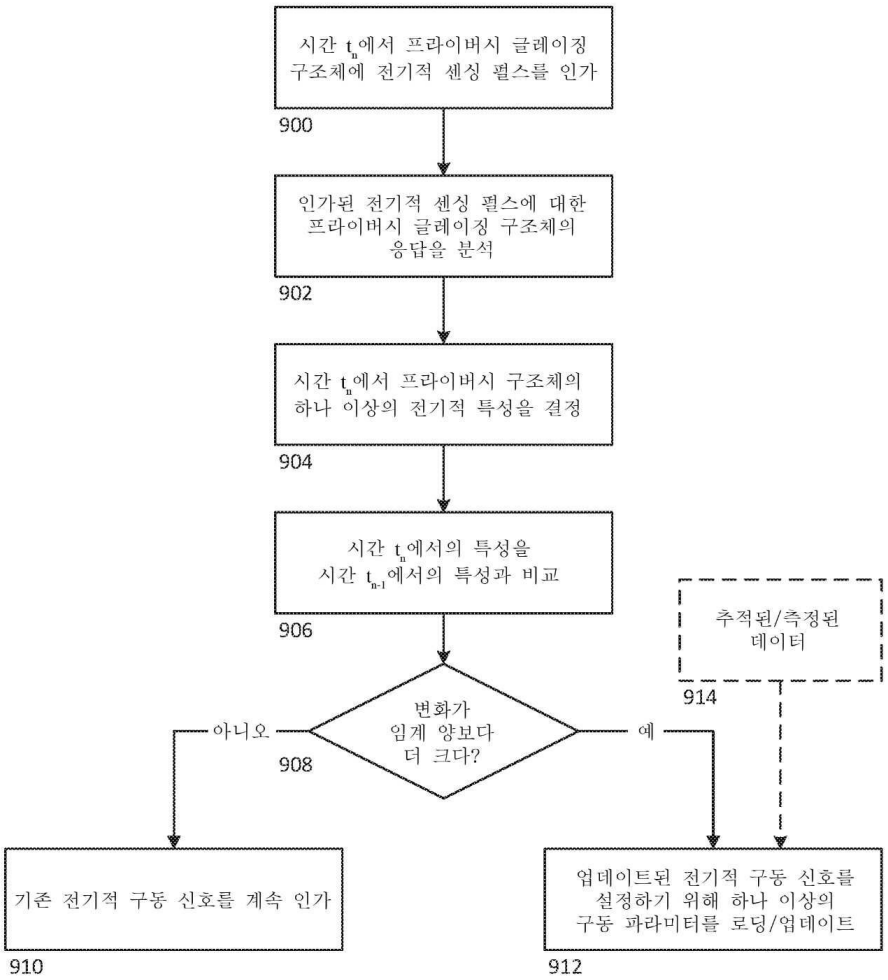
도면7


프라이버시 글레이징 구조체에 전기적 센싱 펄스를 인가
700
인가된 전기적 센싱 펄스에 대한 프라이버시 글레이징 구조체의 응답을 분석
702
프라이버시 구조체의 하나 이상의 전기적 특성을 결정
704
프라이버시 구조체를 구동하기 위한 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩
706
로딩된 구동 파라미터들을 포함하는 전기적 구동 신호를 프라이버시 구조체에 인가
708

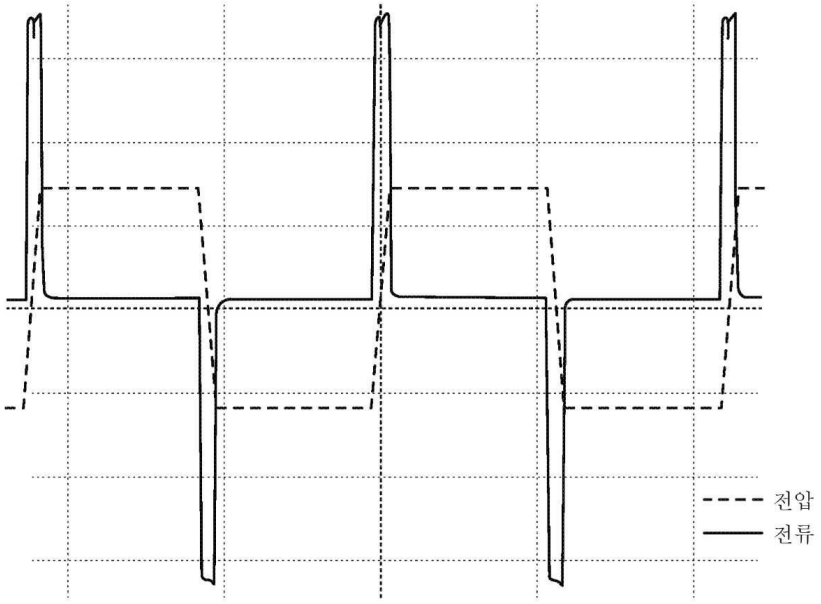
도면8

	낮은 저항	높은 저항
높은 커패시턴스	• 예를 들어, 버스바 접촉부를 갖는 큰 구조체 • 최대 전류 조정기 • 슬루레이트 구형파 • PWM(레일 전압 펄스)	• 예를 들어, 점 접촉부를 갖는 큰 구조체 • 구형파 • 커패시턴스를 빠르게 채우기 위한 구형파의 과구동된 부분(예를 들어, 더 높은 전압) • 주파수 감소
낮은 커패시턴스	• 예를 들어, 버스바 접촉부를 갖는 작은 구조체 • 최대 전류 조정기 • 슬루레이트 구형파 • PWM(레일 전압 펄스) • 주파수 감소	• 예를 들어, 점 접촉부를 갖는 작은 구조체 • 슬루레이트 구형파 • 주파수 감소

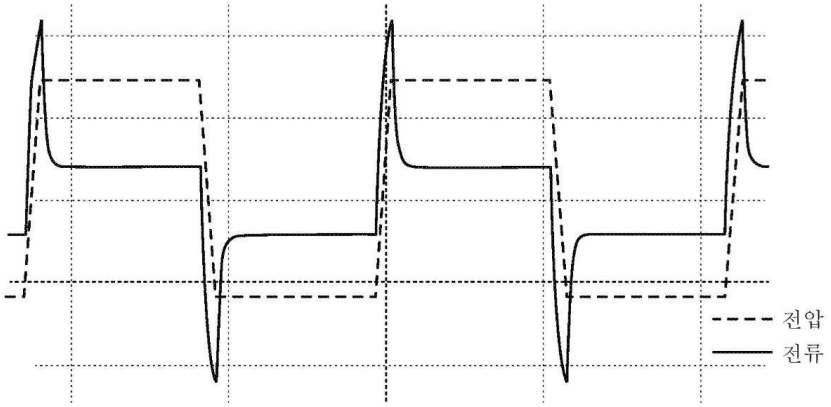
도면9



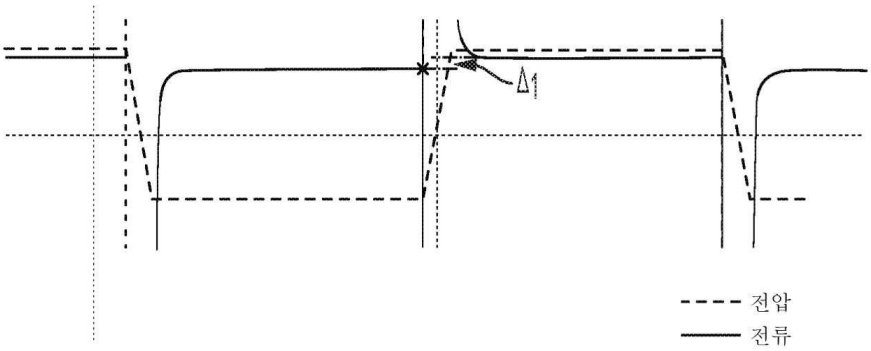
도면10a



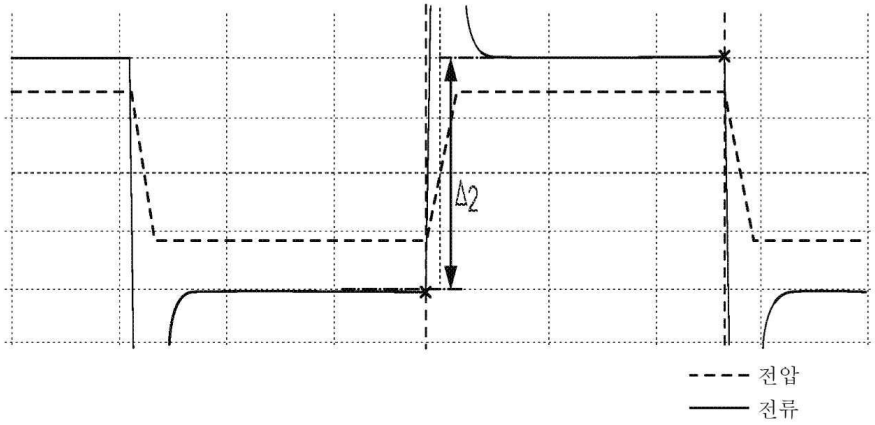
도면10b



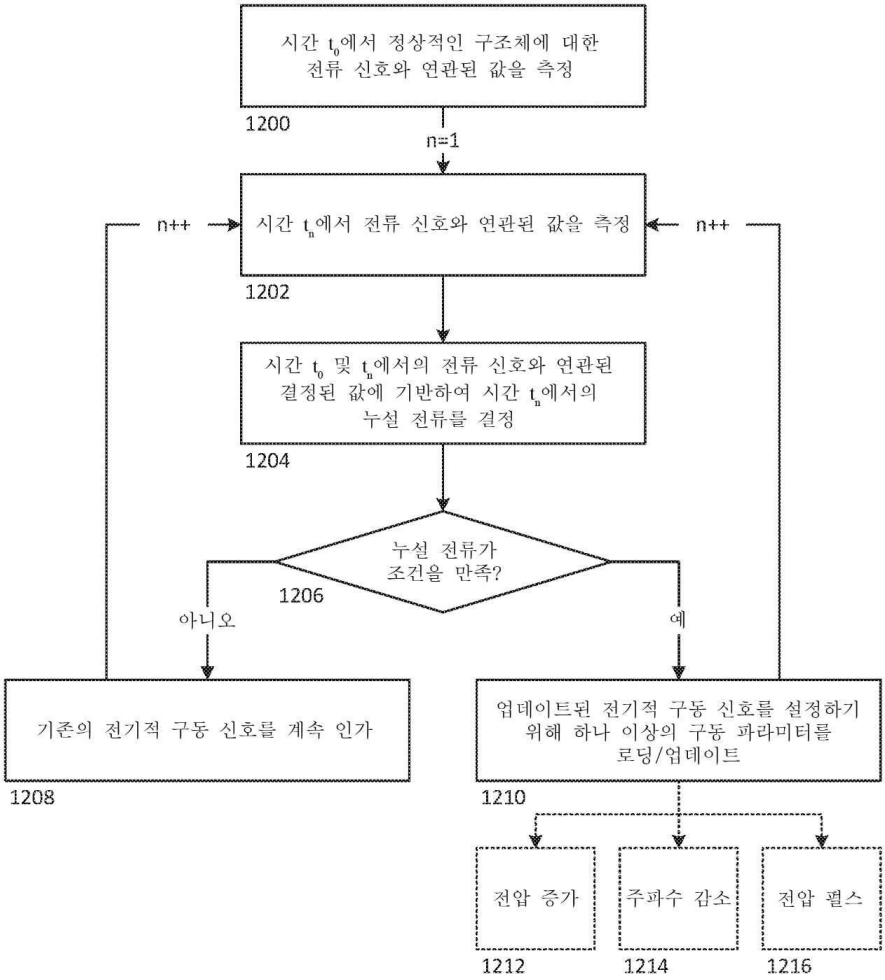
도면11a



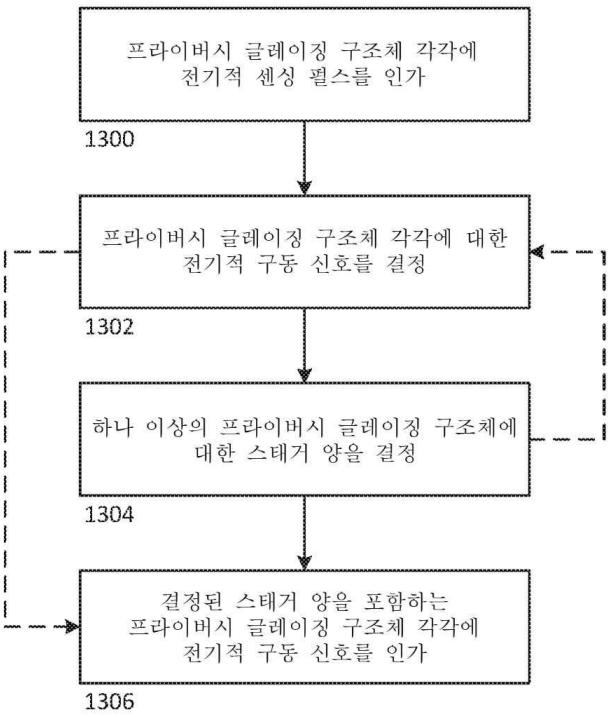
도면11b


Δ2
전압
전류

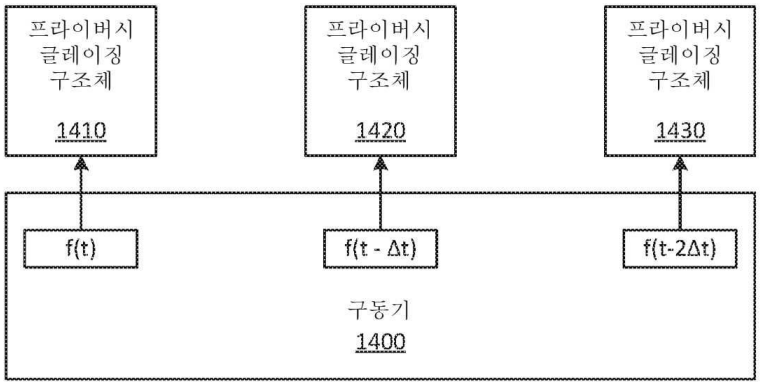
도면12


시간 t_0에서 정상적인 구조체에 대한 전류 신호와 연관된 값을 측정
1200
n=1
n++
시간 t_n에서 전류 신호와 연관된 값을 측정
n++
1202
시간 t_0 및 t_n에서의 전류 신호와 연관된 결정된 값에 기반하여 시간 t_n에서의 누설 전류를 결정
1204
누설 전류가 조건을 만족?
1206
아니오
예
기존의 전기적 구동 신호를 계속 인가
1208
업데이트된 전기적 구동 신호를 설정하기 위해 하나 이상의 구동 파라미터를 로딩/업데이트
1210
전압 증가
1212
주파수 감소
1214
전압 펄스
1216

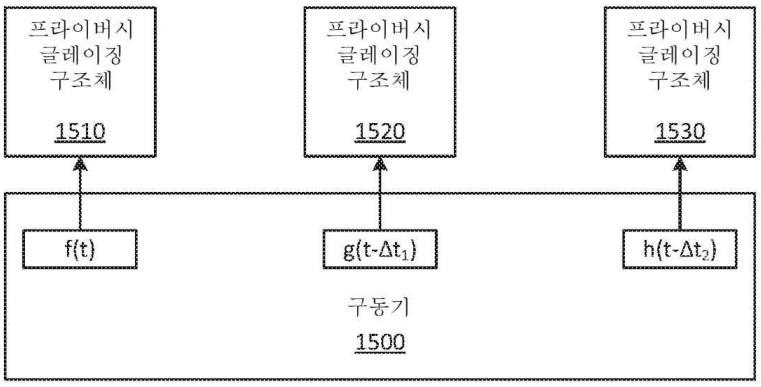
도면13



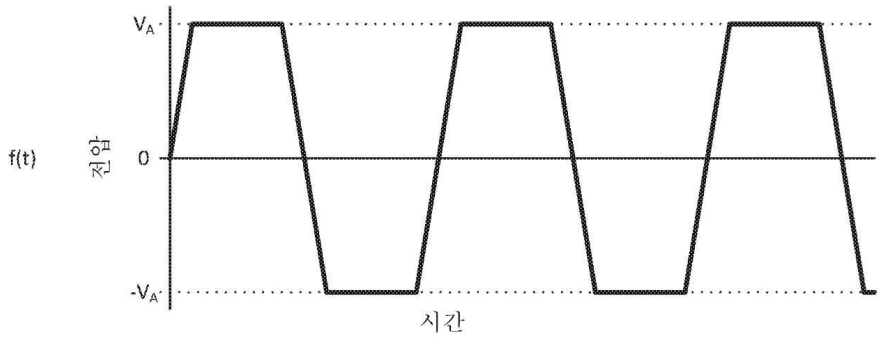
도면14



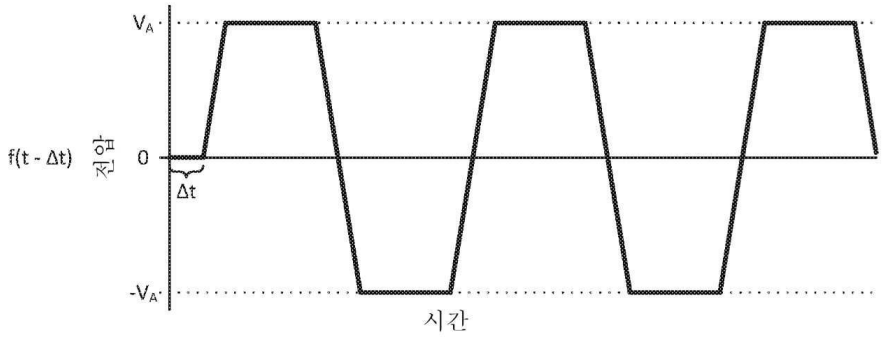
도면15



도면16a



도면16b



도면16c

