

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2019-0045832 (43) 공개일자 2019년05월03일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G09G 3/36 (2006.01) G02F 1/133 (2006.01)		(71) 출원인 팔로 알토 리서치 센터 인코포레이티드 미국 캘리포니아주 94304 팔로 알토 코요테 힐 로드 3333
(52) CPC특허분류 G09G 3/36 (2013.01) G02F 1/133 (2013.01)		(72) 발명자 알렉스 헤기 미국 94110 캘리포니아 샌프란시스코 윈필드 에스티 아파트 4 188
(21) 출원번호 10-2018-0119731 (22) 출원일자 2018년10월08일 심사청구일자 없음		(74) 대리인 장훈
(30) 우선권주장 15/792,465 2017년10월24일 미국(US)		

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 저항성 가열에 의한 액정 온도 제어

(57) 요약

광 디바이스는 제 1 투명 기관의 표면에 배치된 제 1 투명 전극을 가진 제 1 투명 기관 및 제 2 기관의 표면에 배치된 제 2 전극을 갖고 제 1 투명 전극을 향하는 제 2 기관을 포함한다. 액정(LC) 재료는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 인가된 전압이 액정 재료의 방위를 제어하도록 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된다. 디바이스는 LC 재료를 저항성으로 가열하기 위해 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 인가하는 제어 시스템을 포함한다.

명세서

청구범위

청구항 1

디바이스에 있어서,

제 1 투명 기관;

상기 제 1 투명 기관의 표면에 배치된 제 1 투명 전극;

제 2 기관;

상기 제 1 투명 전극을 향하는 상기 제 2 기관의 표면에 배치된 제 2 전극;

상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 배치된 액정 재료로서, 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 인가된 전압이 상기 액정 재료의 방위를 제어하는, 상기 액정 재료; 및

상기 액정 재료를 저항성으로(resistively) 가열하기 위해 상기 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 전기 전류를 인가하도록 구성된 제어 시스템을 포함하는, 디바이스.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제 2 기관 및 상기 제 2 전극은 투명한, 디바이스.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극 상에 배치된 제 1 및 제 2 이격된 전기 콘택(contact)들을 더 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 전기 콘택들은 상기 적어도 하나의 전극보다 높은 전도도를 갖는, 디바이스.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전극들 중 하나 또는 양쪽 모두는 전도성 산화물을 포함하는, 디바이스.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 전기 전류는 펄스화된(pulsed) 전류인, 디바이스.

상기 액정 재료의 방위를 제어하기 위한 전극 및 상기 액정 재료를 저항성으로 가열하기 위해 상기 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제어하도록 구성된 가열 제어 회로

청구항 6

초분광 이미징 시스템에 있어서,

제 1 편광기;

제 2 편광기;

상기 제 1 편광기와 상기 제 2 편광기 사이에 배치된 액정 가변 지연판으로서:

제 1 투명 기관;

상기 제 1 투명 기관의 표면에 배치된 제 1 투명 전극;

제 2 투명 전극;

상기 제 1 투명 전극을 향하는 상기 제 2 투명 기관의 표면상에 배치된 제 2 투명 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치된 액정 재료로서, 상기 제 1 및 제 2 전극들은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 인가된 전압이 상기 액정 재료의 방위를 제어하며 상기 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 인가된 전기 전류가 상기 액정 재료를 저항성으로 가열하도록 배열된, 상기 액정 재료를 포함하는, 상기 액정 가변 지연판; 및

상기 제 2 편광기로부터 광을 수신하도록 배열된 이미지 센서를 포함하는, 초분광 이미징 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극에 전기적으로 결합된 제어 시스템을 더 포함하며, 상기 제어 시스템은 상기 액정 재료의 방위를 제어하기 위해 상기 전압을 제공하고 상기 액정 재료를 가열하기 위해 상기 적어도 하나의 전극을 통해 상기 전기 전류를 제공하도록 구성된, 초분광 이미징 시스템.

청구항 8

제 1 투명 전극, 제 2 투명 전극, 및 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치된 액정 재료를 포함한 액정 셀을 제어하는 방법에 있어서,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에서 전압을 제어함으로써 상기 액정 재료의 방위를 제어하는 단계; 및

상기 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 전기 전류를 제어함으로써 상기 액정 재료를 저항성으로 가열하는 단계를 포함하는, 액정 셀을 제어하는 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극을 통해 상기 전기 전류를 제어하는 단계는 펄스화된 전기 전류를 공급하는 단계를 포함하는, 액정 셀을 제어하는 방법.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 액정 재료의 온도를 감지하는 단계; 및

감지된 상기 온도에 응답하여 상기 저항성 가열을 제어하는 단계를 더 포함하는, 액정 셀을 제어하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 액정 재료들은 몇몇 결정질 속성들을 가진 액체들이다. 이들 재료들은 전기장에서의 방위를 변경한다. 방위에서의 변화는 액정 재료들의 광 속성들을 바꾼다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0002] 몇몇 실시예들은 광 디바이스에 관한 것이다. 광 디바이스는 제 1 투명 기관의 표면상에 배치된 제 1 투명 전극

을 가진 제 1 투명 기관 및 제 2 기관의 표면에 배치된 제 2 전극을 갖고 상기 제 1 투명 전극을 향하는 제 2 기관을 포함한다. 액정 재료는 상기 제 1 및 제 2 전극들에 걸쳐 인가된 전압이 액정 재료의 방위를 제어하도록 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치(sandwich)된다. 제어 시스템은 상기 액정 재료를 저항성으로(resistively) 가열하기 위해 상기 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 인가한다. 몇몇 구현들에서, 상기 제 2 기관 및 제 2 전극은 또한 투명할 수 있다.

[0003] 몇몇 양상들에 따르면, 적어도 하나의 전극보다 높은 전도도를 가진 하나 이상의 전기 콘택들은 적어도 하나의 전극 상에 배치될 수 있다. 예를 들면, 제 1 및 제 2 이격된 전기 콘택(contact)들은 상기 적어도 하나의 전극 상에 배치될 수 있으며 상기 적어도 하나의 전극은 상기 제 1 및 제 2 이격된 전기 콘택들을 통해 제어 시스템에 전기적으로 연결된다. 상기 제 1 및 제 2 전기 콘택들은 몇몇 구현들에 따라, 패터닝된 금속 층, 예로서 전도성 페인트를 포함할 수 있다. 몇몇 구현들에 따르면, 상기 제 1 및 제 2 전극들 중 하나 또는 양쪽 모두는 인듐 주석 산화물과 같은, 전도성 산화물을 포함한다.

[0004] 저항성 가열을 위해 사용된 전기 전류는 펄스화된 전류일 수 있다. 몇몇 양상들에 따르면, 전류 펄스들의 지속 기간은 액정 재료 및 상기 제 1 또는 제 2 기관의 열 시상수들의 함수이다. 전류 펄스들은 약 10% 미만 또는 약 5% 미만 또는 심지어 약 1% 미만의 듀티 사이클을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에 따르면, 공급된 열 에너지 및 상기 열 에너지가 제어기에 의해 적어도 하나의 전극에 공급되는 시간은 LC 재료들의 특정 열 및/또는 열 확산율의 모델을 고려한다.

[0005] 몇몇 구현들에서, 상기 적어도 하나의 전극 및 상기 적어도 하나의 전극이 배치되는 기관을 주변 구조들로부터 열적으로 분리시키는 것이 유용할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 열 절연성 스탠드오프(standoff)들은 주변 구조들로부터 적어도 하나의 전극 및 그것의 연관된 기관을 열적으로 분리시키도록 배열될 수 있다.

[0006] 상기 제어 시스템은 전극(들)을 통해 전류를 제어함으로써 하나 또는 양쪽 전극들 모두에 의해 제공된 열을 제어한다. 몇몇 양상들에 따르면, 전극들 중 단지 하나만이 디바이스를 저항성으로 가열하기 위해 에너지가정된다. 그러나, 상기 전극들 양쪽 모두는 저항성 가열을 제공하기 위해 에너지가정될 수 있다. 몇몇 구현들에서, 상기 제어 시스템은 적어도 하나의 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들에 전기적으로 결합된 소스를 포함할 수 있으며 상기 소스는 상기 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제공하며, 상기 전류는 제 1 위치로부터 제 2 위치로 흐른다. 상기 제어 시스템은 상기 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제어하도록 구성된 스위치를 추가로 포함할 수 있다.

[0007] 몇몇 양상들에 따르면, 상기 제어 시스템은 또한 액정 재료의 방위를 제어하기 위해 제 1 및 제 2 전극들에 걸쳐 인가된 전압을 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 상기 제어 시스템은 액정 재료의 방위를 제어하기 위해 제 1 전극 및 제 2 전극에 걸쳐 인가된 전압을 제어하도록 구성된 액정(LC) 방위 제어 회로 및 상기 액정 재료를 저항성으로 가열하기 위해 상기 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제어하도록 구성된 가열 제어 회로를 포함할 수 있다.

[0008] 몇몇 구현들에서, 상기 제어 시스템은 액정들의 방위를 제어하기 위해 제 1 전극 및 제 2 전극에 걸쳐 인가된 전압 및 상기 전극을 저항성으로 가열하기 위해 상기 적어도 하나의 전극에 인가된 전기 신호를 시간 다중화하도록 구성될 수 있다. 시간 다중화는 제 1 시간 윈도우들 동안 LC 재료의 방위를 제어하는 전압을 인가하고 상이한 제 2 시간 윈도우들 동안 적어도 하나의 전극을 저항성으로 가열하는 전류를 제공함으로써 성취될 수 있다.

[0009] 몇몇 구성들에서, 상기 제어 시스템은 제 1 전극에 전기적으로 연결되며 상기 제 1 전극을 저항성으로 가열하기 위해 상기 제 1 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들을 통해 제 1 전류를 인가하도록 구성된 제 1 전류 소스를 포함한다. 상기 제어 시스템은 또한 제 1 전류 소스로부터 독립된, 제 2 전류 소스를 포함하며, 상기 제 2 전류 소스는 제 2 전극에 연결되고 상기 제 2 전극을 저항성으로 가열하기 위해 상기 제 2 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들을 통해 제 2 전류를 인가하도록 구성된다. 상기 제 1 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들 사이에서의 저항은 상기 제 2 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들 사이에서의 저항과 대체로 같거나 또는 상이할 수 있다. 몇몇 양상들에 따르면, 상기 제 1 및 제 2 전류들은 상이한 시간들에서 인가될 수 있다. 몇몇 양상들에 따르면, 상기 제 1 및 제 2 전류들은 대체로 동시에 인가될 수 있다. 제 1 전류 및 제 2 전류는 동일한 값을 가질 수 있거나 또는 상기 제 1 전류 및 제 2 전류는 상이한 값들을 가질 수 있다. 상기 제어 시스템은 제어 시스템의 히터 제어 회로에 의해 제어된 스위치를 포함할 수 있다. 상기 스위치는 상기 제 1 및 제 2 전류들이 각각, 상기 제 1 및 제 2 전극들을 통해 흐르도록 허용하거나 또는 방지할 수 있다.

- [0010] 몇몇 양상들에 따르면, 상기 제어 시스템은 액정 재료의 온도를 나타내는 감지 파라미터에 응답하여 온도 신호를 발생시키도록 구성된 온도 센서를 추가로 포함한다. 상기 제어 시스템은 상기 온도 신호에 응답하여 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제어하는 회로를 포함한다. 예를 들면, 상기 전극 재료는 전극 재료의 저항이 온도에 따라 변하도록 저항 온도 계수를 가질 수 있다. 이러한 시나리오에서, 감지 파라미터는 적어도 하나의 전극의 저항일 수 있으며 센서는 4 포인트 저항 측정을 포함하고 전류는 적어도 하나의 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들을 통해 공급되며 전압은 한 쌍의 전압 프로브들을 갖고 상기 적어도 하나의 전극의 두 개의 이격된 위치들에 걸쳐 측정된다.
- [0011] 몇몇 구현들에 따르면, 상기 설명된 광 디바이스는 LC 가변 지연판(retarder)로서 구성될 수 있다. LC 가변 지연판은 전극들 사이에 샌드위치된 LC 재료를 갖고 상기 전극들에 걸친 전압의 인가에 의해 기능한다. 상기 전극들에 걸친 전압이 변함에 따라 상기 LC 재료의 방위는 변경된다. LC 재료 방위의 변경은 복굴절 LC 재료의 느린 축 및 따라서 입력 광 빔의 두 개의 독립적인 편광들의 상대적 지연을 변경한다.
- [0012] 몇몇 구현들에 따르면, 상기 설명된 광 디바이스는 LC 동조 가능 필터를 만들기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, LC 동조 가능 필터가 형성될 수 있으며 상기 설명된 바와 같이 하나 또는 다수의 LC 디바이스들은 LC 재료의 전극들에 걸쳐 인가된 전압을 조정함으로써 선택된 파장을 송신하는 동조 가능 복굴절 요소들로서 이용된다. 예를 들면, LC 동조 가능 필터는 리오(Lyot) 필터의 원칙들에 기초할 수 있다.
- [0013] 몇몇 실시예들은 초분광 이미징 시스템에 관한 것이다. 상기 초분광 이미징 시스템은 제 1 편광기와 제 2 편광기 사이에 배치된 액정(LC) 가변 지연판을 가진 제 1 및 제 2 교차 또는 평행 편광기들을 포함하며, 느린 축은 편광기 축들 중 하나에 대하여 45도 방위된다. LC 가변 지연판은 제 1 투명 기관의 표면상에 배치된 제 1 투명 전극을 가진 제 1 투명 기관을 포함한다. 상기 LC 가변 지연판은 상기 제 1 투명 전극을 향하는 제 2 투명 기관의 표면상에 배치된 제 2 투명 전극을 가진 제 2 투명 기관을 포함한다. LC 재료는 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치된다. 상기 제 1 및 제 2 전극들은 제 1 전극 및 제 2 전극에 걸쳐 인가된 전압이 액정 재료의 방위를 제어하며 상기 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통한 전기 전류가 액정 재료를 저항성으로 가열하도록 배열된다. 상기 초분광 이미징 시스템은 또한 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극에 전기적으로 결합된 제어 시스템을 포함할 수 있으며, 상기 제어 시스템은 LC 재료의 방위를 제어하기 위해 전압을 제공하도록 및 상기 LC 재료를 가열하기 위해 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 제공하도록 구성된다.
- [0014] 몇몇 실시예들은 제 1 전극, 제 2 전극, 및 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치된 LC 재료를 포함한 액정 디바이스를 제어하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법에 따르면, LC 재료의 방위는 제 1 전극 및 제 2 전극에 걸쳐 인가된 전압에 의해 제어된다. LC 재료의 온도는 제 1 및 제 2 전극들 중 적어도 하나의 전극을 통해 전류를 공급함으로써 제어된다. 상기 전류는 펄스화된 전류일 수 있으며, 예로서 단지 초분광 이미지 획득 전 및/또는 동안에만 펄스화될 수 있다. 전류를 공급하는 것은 적어도 하나의 전극의 이격된 위치들을 통해 전류를 공급하는 것을 수반한다. 상기 전류는 적어도 하나의 전극의 제 1 및 제 2 이격된 위치들에 걸쳐 전압을 인가함으로써 공급되고 및/또는 제어될 수 있다.
- [0015] 몇몇 양상들에 따르면, 전류를 공급하는 것은 제 1 및 제 2 전극들 중 단지 하나만을 통해 전류를 공급하는 것을 수반할 수 있다. 대안적으로, 전류를 공급하는 것은 제 1 전극을 통해 제 1 전류를 제어하는 것 및/또는 제 2 전극을 통해 제 2 전류를 제어하는 것을 수반할 수 있다. 상기 제 1 및/또는 제 2 전류를 제어하는 것은 전류가 제 1 및/또는 제 2 전극들을 통해 흐르도록 허용하거나 또는 그것을 통한 전류 흐름을 중단시키는 하나 이상의 스위치들을 동작시키는 것을 수반할 수 있다.
- [0016] 몇몇 구현들에 따르면, 상기 제 1 전류 및 상기 제 2 전류를 제어하는 것은 상기 제 1 및 제 2 전극들을 통해 대체로 동시에 제 1 전류 및 제 2 전류들을 제공하는 것을 포함한다.
- [0017] 몇몇 구현들에 따르면, LC 재료의 방위를 제어하는 것 및 LC 재료를 저항성으로 가열하는 것은 LC 재료를 저항성으로 가열하는 전류와 상기 LC 재료의 방위를 제어하는 전압을 시간 다중화하는 것을 포함한다.
- [0018] 상기 방법은 상기 LC 재료의 온도 또는 적어도 하나의 전극의 온도를 감지하는 것 및 상기 감지된 온도에 응답하여 상기 저항성 가열을 제어하는 것을 추가로 수반할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 몇몇 실시예들에 따른 액정 디바이스의 개략도이다;

도 2는 제 1 전극을 통해, 히터 전류(I_h)를 제공하도록 구성된 전압 소스를 포함하는 제어 시스템을 가진 액정 디바이스의 다이어그램이다;

도 3은 몇몇 실시예들에 따른 전극들 중 하나 상에 배치된 전기 콘택들을 포함한 액정 디바이스를 예시한다;

도 4는 몇몇 실시예들에 따른 줄(Joule) 가열을 제공하는 하나의 전극 및 하나의 접지 전극을 가진 디바이스를 예시한 개략도이다;

도 5는 몇몇 실시예들에 따른 히터 전극과 연관된 기관의 열 분리를 제공하는 액정 디바이스의 실시예를 예시한다;

도 6은 몇몇 실시예들에 따른 각각의 전극의 일 단부에서 인가된 전류 소스 및 각각의 전극의 반대 단부에서 연결된 전압 소스를 포함한 액정 디바이스를 도시한다;

도 7은 액정 디바이스의 구성요소의 온도를 측정하도록 구성된 센서를 포함하는 피드백 제어 시스템을 포함한 액정 디바이스를 예시한다;

도 8a는 몇몇 실시예들에 따른 초분광 이미징 시스템을 예시한 블록도이다; 및

도 8b는 도 8a의 초분광 이미징 시스템의 액정 가변 지연판을 보다 상세하게 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 온도는 액정(LC) 디바이스들의 성능에 강하게 영향을 주는 파라미터이다. LC 재료가 네마틱 상태인 온도의 범위가 있다. 많은 LC 디바이스들은 LC 디바이스가 네마틱 온도 범위 내에서 동작되도록 요구한다. 몇몇 LC 디바이스들은 LC 디바이스가 네마틱 온도 범위 내에 저장되도록 요구한다. 더욱이, 액정 성능 지수(FoM; Figure of Merit)에 의해 캡처된, 최적의 온도가 있으며, 고정된 양의 광 경로 지연이 최단 시간에(중속 파라미터로서 셀 두께를 갖고) 스위칭될 수 있다. 그러므로, 많은 LC 디바이스들은 적절한 또는 최적의 동작을 위해 온도 제어를 요구한다.
- [0021] 본 출원에서 논의된 실시예들은 저항성 가열을 통한 LC 디바이스들의 온도 제어에 관한 것이다. 액정 디바이스들은 일반적으로 몇몇 종류의 투명 전극, 예를 들면, 투명한 전도성 산화물 또는 얇은 금속 층을 포함한다. 표준 역평행 네마틱 LC 셀은 전극들 사이에 배치된 LC 재료를 가진 평행 판 커패시터와 비슷할 수 있다. 전극들은 LC 재료의 방위를 제어하기 위해 상이한 전압들로 구동되며, 주어진 전극의 모든 면적들은 그 외 동일한 전위인 것으로 가정된다. 본 출원에서 논의된 접근법들은 전극을 통해 전류를 전달함으로써 LC 재료에 대한 줄 히터로서 전극들 중 하나 이상의 사용을 수반하여, 다양한 구동 구성들 및 시간 시퀀스들을 고려한다. 이들 구성들에서, 동일한 전극의 상이한 포인트들에서의 전위는 상이할 수 있다.
- [0022] LC 히터 및/또는 LC 온도 센서로서 LC 셀 전극을 사용함으로써, LC 히터 및/또는 LC 온도 센서가 LC 셀의 외부에 위치되는 경우보다 낮은 전력 소비 및/또는 보다 빠르고 보다 정확한 온도 제어가 달성될 수 있다. 더욱이, LC 셀을 구동하는 것 외에 가열 및 온도 감지를 위해 LC 셀 전극을 이용하는 것은 액정 디바이스들을 형성하기 위해 요구된 제조 프로세스들을 간소화하도록 돕는다. 이하에서 설명되는 실시예들은 액정 재료 온도를 제어하며 및/또는 방위 스위칭 시간을 감소시키기 위해 액정 재료들에 대한 온도 센서들 및 저항성 히터들과 같은 다수의 목적들을 위해 LC 셀 방위 제어 전극들을 사용하는 것을 수반한다.
- [0023] 도 1은 몇몇 실시예들에 따른 액정 디바이스(100)의 개략도이다. 디바이스(100)는 제 1 기관(110)의 표면(110a) 상에 배치된 제 1 전극(115)을 가진 제 1 기관(110) 및 제 1 전극(125)을 향하는 제 2 기관(120)의 표면(120a) 상에 배치된 제 2 전극(125)을 가진 제 2 기관(120)을 포함한다. 기관들(110, 120) 중 하나 또는 양쪽 모두는, 유리와 같은, 투명 재료로 만들어질 수 있다. 전극들(115, 125) 중 하나 또는 양쪽 모두는 전도성 산화물, 예로서 인듐 주석 산화물(ITO) 또는 얇은 금속 층과 같은 투명 도체로 만들어질 수 있다.
- [0024] 액정 재료(130)는 제 1 전극(115)과 제 2 전극(125) 사이에 배치된다. 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)은 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)에 걸쳐 인가된 전압이 액정 재료(130)의 방위를 제어하도록 배열된다. 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)에 걸쳐 전압을 변경하는 것은 일반적으로 기관들(110, 120) 중 하나에 입사된 광 빔의 두 개의 직교 편광들 사이에서의 광 지연과 같은, LC 재료의 광 특성들을 변경한다.
- [0025] 전극의 저항은 전류가 전극을 통과할 때 열의 형태로 전력을 소산시킨다. 전극을 통해 전류에 의해 발생된 저항성 열은 액정 재료를 가열시킨다. 본 출원에서 개시된 실시예들에서, 액정 재료(130)의 방위를 제어하기 위해

사용된 전극들(115, 125) 중 적어도 하나는 또한 액정 재료(130)를 저항성으로 가열하기 위해 사용된다. 적어도 하나의 전극은 LC 재료에 인접한 셀의 내부 내에 배치된다.

[0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 디바이스(100)는, 전극(115)을 통해, 히터 전류(I_h)를 공급하도록 구성된 제어 시스템(140)을 포함한다. 제어 시스템(140)은 또한 제 1(115) 및 제 2(125) 전극들에 걸쳐 방위 제어 전압(V_{LC})을 공급하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따르면, 제어 회로(140)는 스위치들, 센서들, 및/또는 제어 회로와 같은 전자 회로 및/또는 히터 전류를 위한 자동 개방 루프 제어 및/또는 폐쇄 루프 피드백 제어를 구현하도록 구성된 프로세서들을 포함한다.

[0027] 도 2의 블록도에 도시된 LC 디바이스(200)에서, 제어 시스템(240)은 이 실시예에서 히터 전극으로서 작용하는 제 1 전극(115)을 통해, 히터 전류(I_h)를 제공하는 전압 소스(241)를 포함한다. 방위 제어 전압(V_{LC})은 LC 재료(130)의 방위를 제어하기 위해 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)에 걸쳐 인가될 수 있다.

[0028] 도 2의 LC 디바이스(200)는 제어된 바이어스가 전극(115)에 인가되는 전극(115)을 포함하며, 따라서 전류는 저항(R)을 갖고 전극(115)을 통해 흐른다. 예를 들면, LC 디바이스(200)가 1 cm^2 의 면적 및 $1\text{ mm}^2/\text{s}$ 의 열 확산율(D)을 가진다면, 및 전압 소스(241)가 전극(115)에 걸쳐 전압(V)을 인가하면, 1초의 시간 기간 동안 줄 가열(V^2/R)을 발생시키는 것($(1\text{s}) \cdot V^2/R$ 줄)은 대략 0.5g 양의 유리 및 부수적인 양의 LC 재료에 증착되어서, 줄(J)당 약 2.5°C 로 LC 재료(130)의 온도를 상승시킨다. 10°C 온도 상승을 달성하기 위해, 그러므로 4J 을 요구할 것이다. 제 1 전극(115)이 평방당 25ohms 의 통상적인 시트 저항을 가진 인듐 주석 산화물(ITO)이면, 4J 을 제공하는 것은 1초 시간 기간 동안 10V 의 전압(및 400 mA 의 전류)를 인가함으로써 가능하다. 이러한 시나리오에는 액정 셀 히터 회로에 대한 적절한 범위 내에 있다.

[0029] 전극을 통한 전류의 분배는 전극의 어느 한 측으로의 전기 연결들의 위치에 의해 부분적으로 제어될 수 있다. 전극을 통해 흐르는 전류의 대체로 균일한 시트를 달성하기 위해, 고도의 전도성 재료, 예를 들면, 증발에 의해 증착된 얇은 금속 또는 금 층, 또는 금속성 페인트 또는 잉크가 소스로의 전기적 연결들이 이루어진 전극의 양쪽 측들 및/또는 에지들에 걸쳐 개별적으로 증착될 수 있다. 도 3에 예시된 바와 같이, 몇몇 구성들에서, LC 디바이스(300)는 제 1(115) 및 제 2(125) 전극들 중 하나 또는 양쪽 모두 상에 배치된 전기 컨택들(311, 312)을 포함할 수 있다. 전기 컨택들(311, 312)은 전극들(115, 125) 중 하나 또는 양쪽 모두에서 균일한 시트 히터 전류 밀도를 가능하게 하기 위해 전극들(115, 125)의 재료보다 높은 전도도를 가진 재료로 형성된다. 컨택들(311, 312)은 전극들(115, 125) 중 하나 또는 양쪽 모두 상에서의 둘 이상의 이격된 위치들에 배치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 컨택들(311, 312)은 액정 재료(130)를 가열하기 위해 사용된 전류를 전달하는 전극(115) 상에서만 배치될 수 있다. 컨택들(311, 312)은 예를 들면, 전극들(115, 125) 상에 패인팅되거나 또는 인쇄되는 전도성 페인트 또는 잉크, 또는 패터닝된, 증발된 금속 막이거나 또는 이를 포함할 수 있다.

[0030] 도 4는 몇몇 실시예들에 따른 줄 가열을 제공하는 하나의 전극(115) 및 하나의 접지 전극(125)을 가진 디바이스(400)를 예시한 개략도이다. 전압 소스(241)는 전극(115)을 통해 전류를 제공하기 위해 및/또는 LC 재료 방위를 제어하기 위해 사용될 수 있다.

[0031] 도 4의 개략도에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예들에 따르면, LC 디바이스(400)의 제어 시스템(440)은 히터 전류를 제어하도록 구성된 적어도 하나의 스위치(445)를 포함한다. 제어 시스템(440)의 회로는 히터 전류(I_h)를 인가하거나 또는 히터 전극(115)으로부터 제거하기 위해 폐쇄 또는 개방 구성으로 스위치(445)를 동작시키도록 구성될 수 있다. 제어 시스템(440)은 전극(115)을 통해 히터 전류를 발생시키는 전압 및 LC 재료의 방위를 제어하는 전압 사이에서 시간 다중화하도록 스위치(445)를 동작시킬 수 있다. 제어 시스템(400)은 스위치(445)가 개방될 때 방위 제어 전압을 인가한다. 이러한 구성에서, 제 1 전극(115)에 걸쳐 대체로 균일한 전위가 있다. 스위치(445)가 폐쇄될 때, 전압 소스(241)에 의한 전압의 인가는 전극(115)을 통과하는 전류를 생성하며 그러므로 전극(115)에 걸쳐 전위 기울기를 생성한다.

[0032] 몇몇 구현들에서, 제어 시스템(440)은 펄스화된 히터 전류를 제공하도록 스위치(445)를 동작시킨다. 방위 제어 전압 및 히터 전류의 인가 사이에서 전위 간섭을 감소시키기 위해 히터 전류 펄스들의 지속 기간을 제한하는 것이 유용할 수 있다. 간섭에 대한 감소된 전위를 가진 최적의 가열을 제공하기 위해, 전류 펄스들의 지속 기간은 전극의 열 시상수들, 액정 재료, 및 인접한 기관들 또는 히터 전극에 근접한 인접한 기관들의 적어도 일 부분의 열 시상수들에 기초하여 선택될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 펄스들의 듀티 사이클은 약 10% 미만, 약 5% 미만, 또는 심지어 약 1% 미만이다. LC 디바이스를 사용하는 듀티 사이클 또는 순환 시간이 비교적 낮다면(예로

서, 분당 1초 동안 가열), LC 디바이스는 사용들 사이에서 냉각시키도록 허용될 수 있다.

[0033] 대안적으로, 듀티 사이클이 더 높다면, 그것을 보다 큰 시스템에 기계적으로 통합하는 열 절연 스탠드오프들 상에 LC 디바이스를 장착시킴으로써 LC 디바이스를 열적 분리하는 것이 이해가 될 수 있다. LC 디바이스를 열적 분리하는 것은 주변 구조에 대한 보다 적은 열 손실을 야기할 수 있다. 예를 들면, 주변 구조는 LC 디바이스의 하우징, 프레임 및/또는 다른 지지 부재들을 포함할 수 있다.

[0034] 도 5는 히터 전극과 연관된 기관의 열적 분리를 제공하는 LC 디바이스(500)의 실시예를 예시한다. 액정 디바이스(500)는 열적 분리 재료로 만들어진 스탠드오프들(551, 552)을 포함한다. 스탠드오프들(551, 552)은 히터 전류(I_h)를 나르는 전극(115)과 연관된 기관(110), 및 LC 디바이스(500)의 주변 구조(550) 사이에 배치된다. 스탠드오프들(551, 552)은 그것들이 LC 디바이스의 또렷한 애퍼처를 가리지 않도록 배열될 수 있다.

[0035] 이제 도 4로 돌아가면, LC 디바이스(400)는 히터 전극(115)을 통해 전압 소스(241)에 전기적으로 결합된 스위치(445)를 통해 히터 전류를 제어하도록 구성된 제어 시스템(440)을 포함한다. 제어 시스템(400)은 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)에 걸쳐 방위 제어 전압을 인가하는 것 및 전극(115)을 통해 전류를 발생시키는 전압을 인가하는 것 사이에서의 충돌을 중재하기 위해 시간-다중화 프로토콜을 적용할 수 있다. 제어 시스템(400)은 스위치(445)가 개방될 때 전압 소스(241)에서 방위 제어 전압을 인가한다. 스위치(445)가 폐쇄될 때, 전압 소스(241)에 의해 인가된 전압은 전극(115)을 통과하는 전류를 생성한다. 그러나, 이러한 시나리오에서, 히터 전극(115)에 걸친 바람직하지 않은 전압 강하가 존재하며 문제가 될 수 있다.

[0036] 바람직하지 않은 전압 강하를 바로잡기 위한 방식은 도 6에 개략적으로 도시된 LC 디바이스(600)의 제어 시스템(640)에 의해 제공된다. 도 6의 디바이스는 각각의 전극의 일 단부에 인가된 전류 소스 및 각각의 전극의 반대 단부에 인가된 전압 소스를 포함한다. 제어 시스템(640)은 두 개의 전류 소스들(642, 643)을 제어한다. 각각의 전류 소스(642, 643)는 전류(I)를 제공한다. 전류 소스(642)는 제 1 전극(115)의 제 1 위치, 예로서 제 1 에지에 전기적으로 연결되며 전류 소스(643)는 제 2 전극(125)의 제 1 위치, 예로서 제 1 에지에 전기적으로 연결된다. 제 1 및 제 2 전극들(115, 125)의 각각은 에지 저항(R)과 대체로 동일한 에지를 가질 수 있다. 그러므로, 단부에서 단부로의 각각의 전극(115, 125)에 걸친 전압 강하는 $I \cdot R$ 이다. 제 1 전극(115)에서 제 2 전극(125)으로의 전압 강하는 전압(V)을 제공하는 전압 소스(641)에 의해 제어된다. 제 1 전극(115)으로부터 제 2 전극(125)으로의 이러한 전압 강하는 제 1 전극(115)으로부터 제 2 전극(125)까지의 임의의 수직 라인에 걸쳐 동일할 것이다. 따라서, 전기장은 액정 재료(130) 내에서 대체로 균일하여, 그것의 방위가 가열에 독립적으로 제어되도록 허용한다. 스위치(645)는 전류가 전극들(115, 125)을 통해 흐르는지를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 도 6에 도시된 구성은 각각의 전극에 걸쳐 최소의 바람직하지 않은 전압 강하를 가진 가열 및 방위 제어 양쪽 모두를 제공할 수 있는 많은 회로 구성들 중 하나임을 주의하자. 이들 회로 구성들은 본 출원에서 설명된 접근법들 내에 포함되는 것으로 고려된다.

[0037] 도 7의 개략도에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서 LC 디바이스(700)는 가열 전극, 액정 재료, 또는 다른 LC 디바이스 구성요소의 온도를 측정하도록 구성된 센서(760)를 포함하는 피드백 제어 시스템(740)을 포함한다. 온도 측정은 LC 재료를 가열하기 위해 인가된 전류를 제어하기 위한 피드백 신호를 제공하기 위해 제어 시스템(740)에 의해 사용될 수 있다.

[0038] 몇몇 실시예들에서, 온도 센서는 LC 디바이스의 전극, LC 재료, 및/또는 다른 구성요소들의 저항을 측정하는 4 포인트 프로브를 포함할 수 있다. 측정된 재료의 알려진 저항 온도 계수로 인해, 저항 측정은 온도의 대리 측정을 제공하며 히터 전류를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 도 7은 제 1 전극(115)의 저항(R)의 4-포인트 저항 측정 구성을 도시하며, 그에 의해 전류는 전류 소스(642)에 의해 전극(115)을 통해 제공되며, 전압은 센서(760)에 의해 측정된다. 4 포인트 저항 측정은 원하는 온도를 달성하기 위해, 저항(R)의 정확한 독출을 제공하며 따라서 히터 전류(I)를 제어하기 위해 제어 시스템(740)에 의해 사용될 수 있는 온도 측정에 대한 대리이다. 이러한 접근법은, 적어도 감지 요소가 LC 재료에 가깝기 때문에, 다른 방법들에 비교하여 강화된 측정 정확도를 제공한다.

[0039] 본 출원에서 논의된 바와 같이 LC 디바이스는 도 8a의 블록도에 도시된 바와 같이 초분광 이미징 시스템(800)을 위한 스펙트럼 인코더에서 가변 광 지연판으로서 특히 유용하다. 도 8a의 초분광 이미저(800)는 이미지 센서(830)와 조합하여 본 출원에서 설명된 바와 같이 저항성 가열을 사용하여 제어된 온도인 액정(LC) 스펙트럼 인코더(810)에 기초한다. 도 8a에 도시되고 도 8b에서 보다 상세하게 도시된 LC 스펙트럼 인코더(810)는 공통 경로를 통하지만 두 개의 직교 편광들을 갖고 이동하는 간섭 광에 의해 이미지에서의 각각의 포인트에서 인터페로그램으로 스펙트럼 정보를 인코딩한다. 제 1 편광기(811)는 입사 편광 방향으로, 공칭 LC 셀(810a)의

러빙(정렬) 방향에 대해 45도로 인입 광을 편광시킨다. 도 8a 및 도 8b에 도시된 LC 셀(810a)은 제 1(812) 전극과 제 2(814) 전극 사이에 배치된 제 1 LC 재료(813) 및 제 2(814) 전극과 제 3(816) 전극 사이에 배치된 제 2 LC 재료(815)를 포함하는 이중 네마틱 구조이다. 이중 네마틱 구조에서, LC 셀(810a)의 제 1 절반은 LC 셀(810a)의 제 2 절반에 대하여 미러링되며 제 1 절반은 제 1 LC 재료(813)를 포함하고 제 2 절반은 제 2 LC 재료(815)를 포함한다. 제 1 LC 재료(813) 및 제 2 LC 재료(815)의 두께는 몇몇 실시예들에서 대략 동일할 수 있다. 이중 네마틱 배열은 이상 광선 및 정상 광선의 상대 경로 지연으로 하여금 그것들이 LC 셀(810a)의 양쪽 절반들 모두를 통해 이동함에 따라 증가하게 하지만, LC 셀(810a)의 제 1 절반의 1차 각도 의존성은 LC 셀(810a)의 제 2 절반의 1차 각도 의존성에 의해 무효화된다.

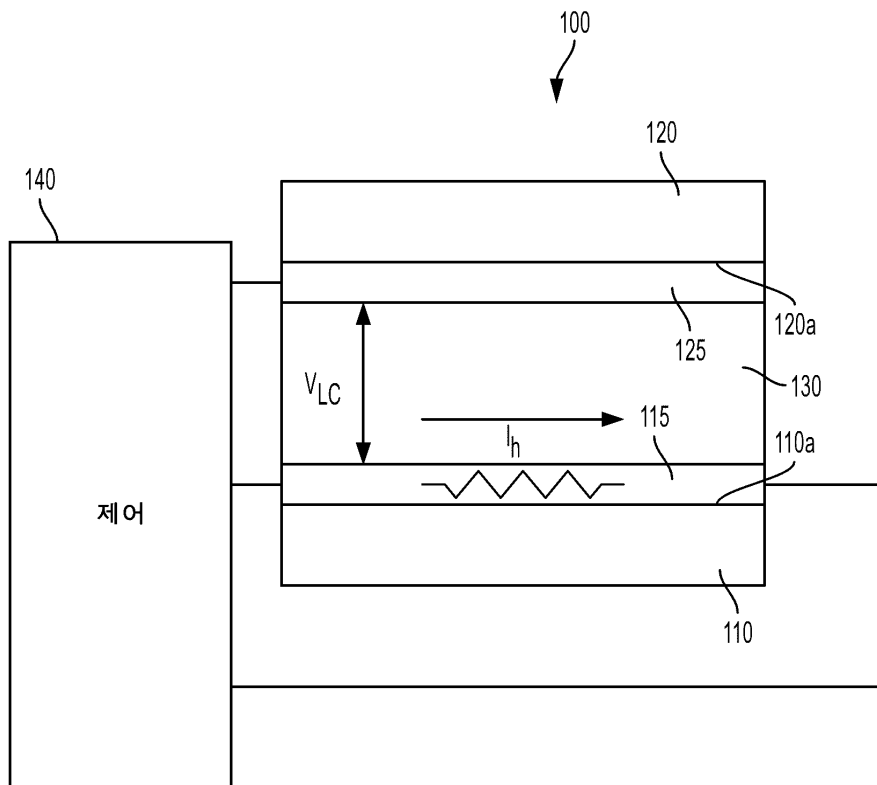
[0040] LC 셀의 러빙 방향은 도 8b에서 각각의 전극(812, 814, 816) 상에서 화살표로 표시되며 LC 재료의 분자들이 향하는 선호 방향이다. 따라서, 전극들(812, 814, 816) 상에서의 화살표들 또는 방향으로 편광된 광(이상 광선 또는 e-선)은 직교하여 편광된 광(정상 광선 또는 o-선)에 대하여 지연될 것이다. LC 셀(810a)은 전기적 동조 가능 복굴절 요소로서 기능한다. LC 셀(810a)에 걸쳐 전압을 변경함으로써, LC 분자들은 그것들의 방위를 변경하며, e-선 및 o-선 사이에 가변 광 경로 지연을 생성하는 것이 가능하다. 이러한 경로 지연은 두 개의 광선들 사이에서 파장-의존적 위상 시프트를 야기하며, 그에 의해 편광 상태에서 파장-의존적 변화를 야기한다.

[0041] 제 1 편광기에 평행하거나 또는 수직으로 방위된, 제 2 편광기(817), 또는 분석기는 두 개의 광선들을 간섭함으로써 파장-의존적 강도 패턴으로 이러한 파장-의존적 편광 상태를 변경한다. 강도 패턴(경로 지연의 함수로서)은 마이켈슨(Michelson) 간섭계에 의해 생성된 인터페로그램과 같다. 따라서, 강도 패턴은 입사된 광의 스펙트럼의 코사인 변환에 대응한다. LC 셀(810a) 상에서의 전압이 제어기(819)에 의해 변경됨에 따라 일련의 이미지들을 기록함으로써, 이미지에서의 모든 포인트들에서의 인터페로그램들이 동시에 샘플링될 수 있으며, 초분광 데이터-큐브가 광 경로 지연 축을 따라 역 코사인 변환에 의해 복원될 수 있다.

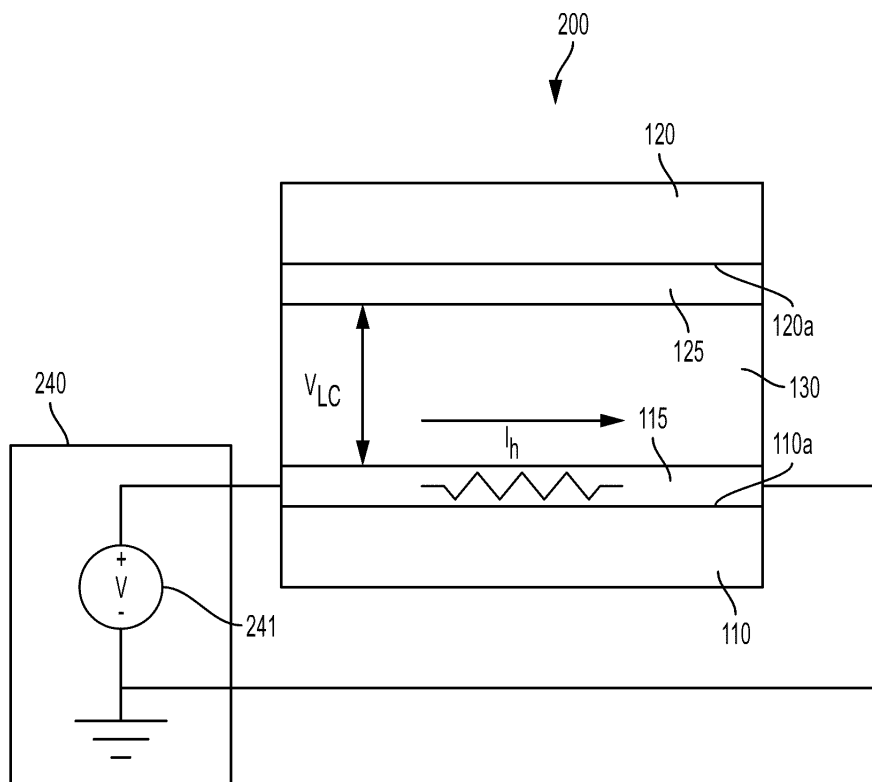
[0042] 제어기(819)는 전극들(812 및 814)에 걸쳐 인가된 전압을 변경함으로써 제 1 LC 재료(813)의 방위를 변경할 수 있으며 전극(814 및 816)에 걸쳐 인가된 전압을 변경함으로써 제 2 LC 재료(815)의 방위를 변경할 수 있다. 제어기(819)는 이전에 설명된 바와 같이 전극들(812, 814, 816) 중 하나 이상을 통해 전류를 전달함으로써 저항성 가열을 통해 LC 재료(815)의 온도를 제어할 수 있다.

도면

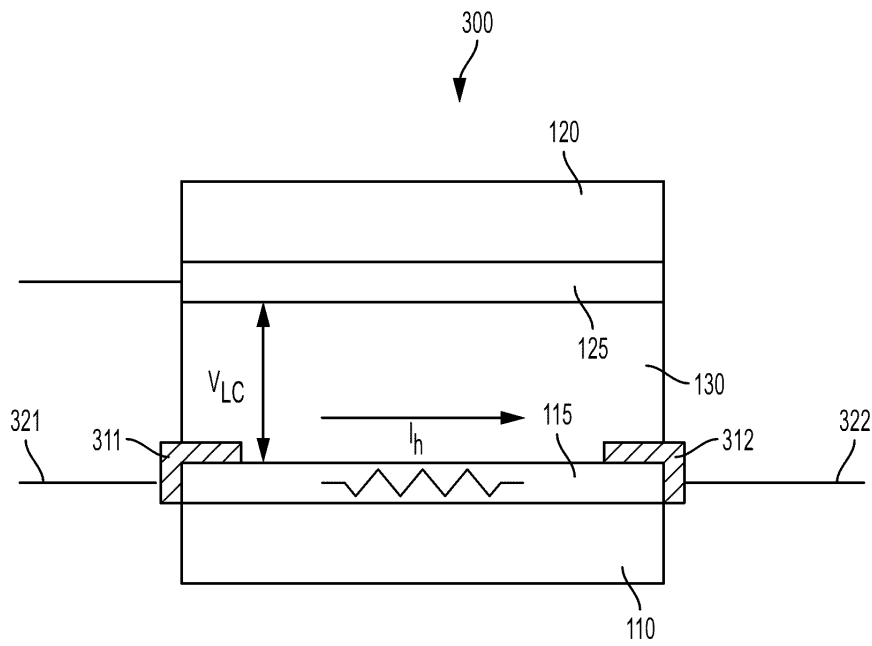
도면1



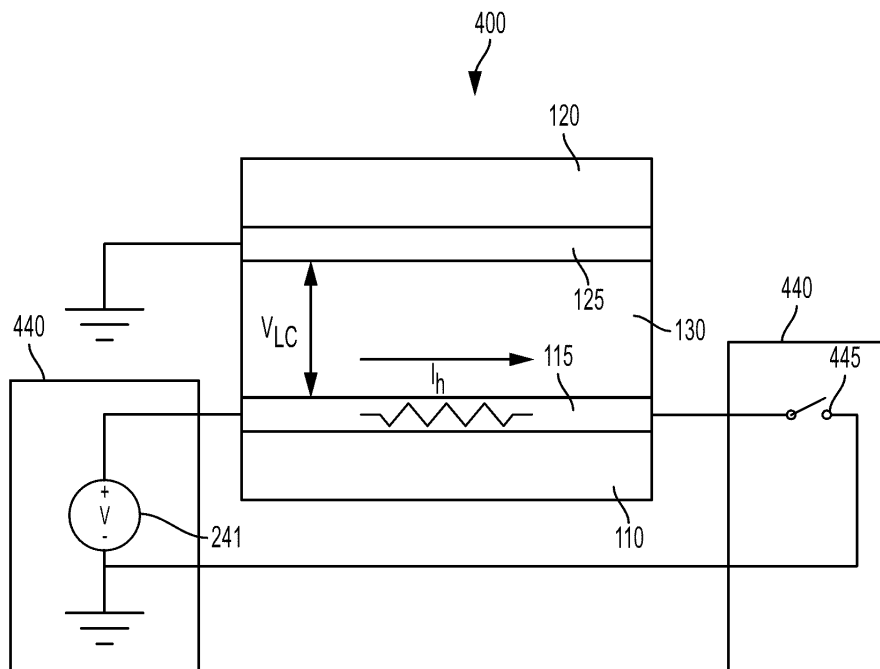
도면2



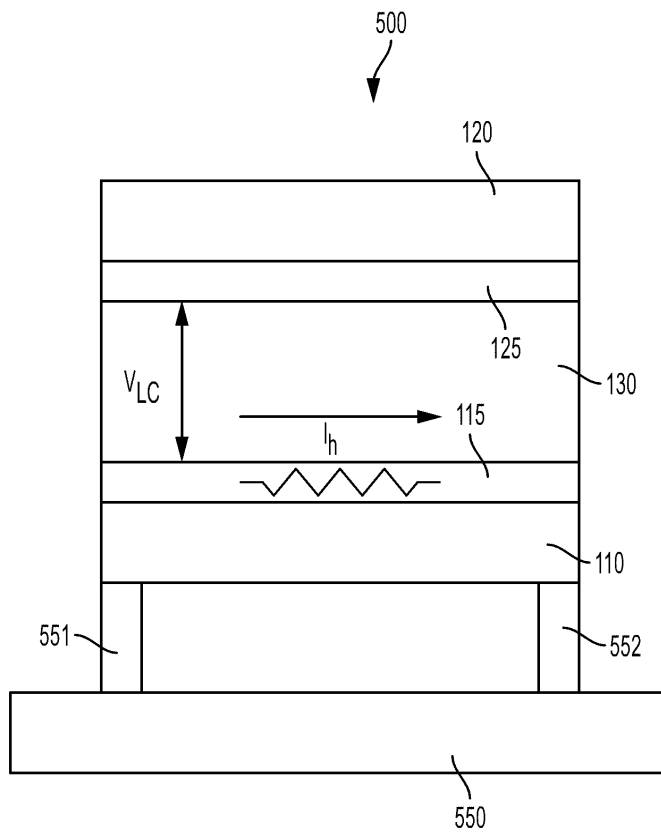
도면3



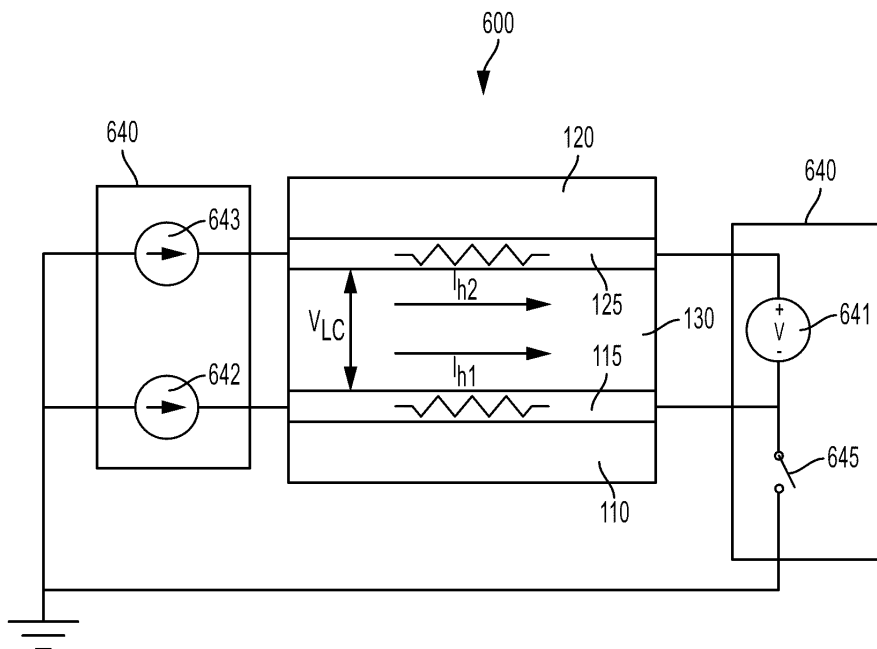
도면4



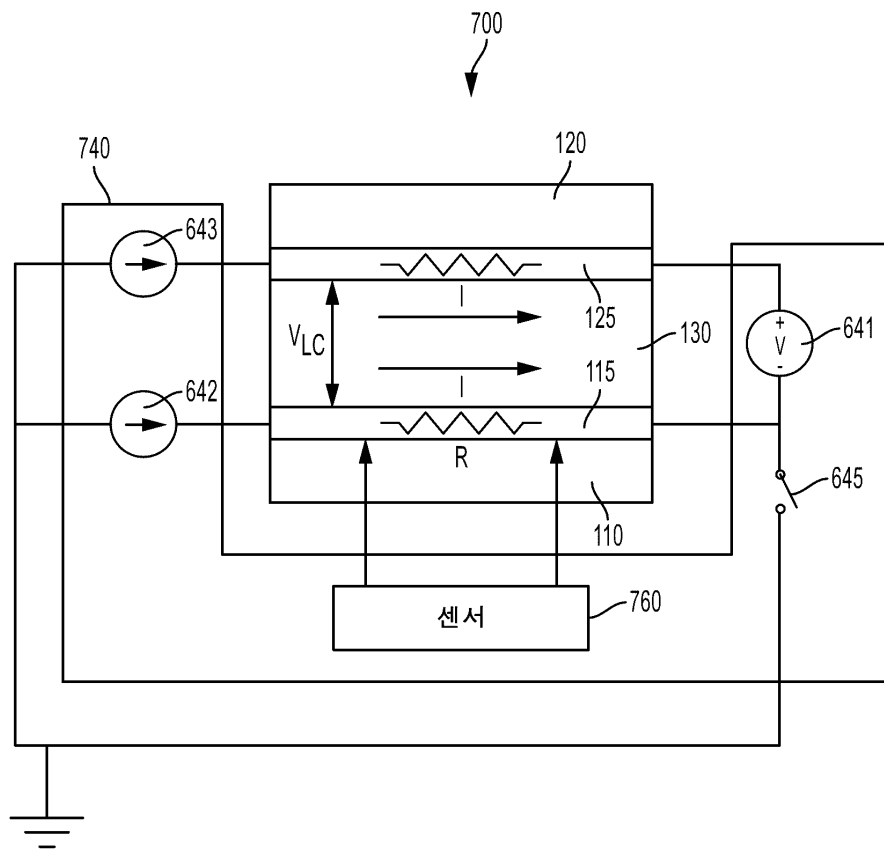
도면5



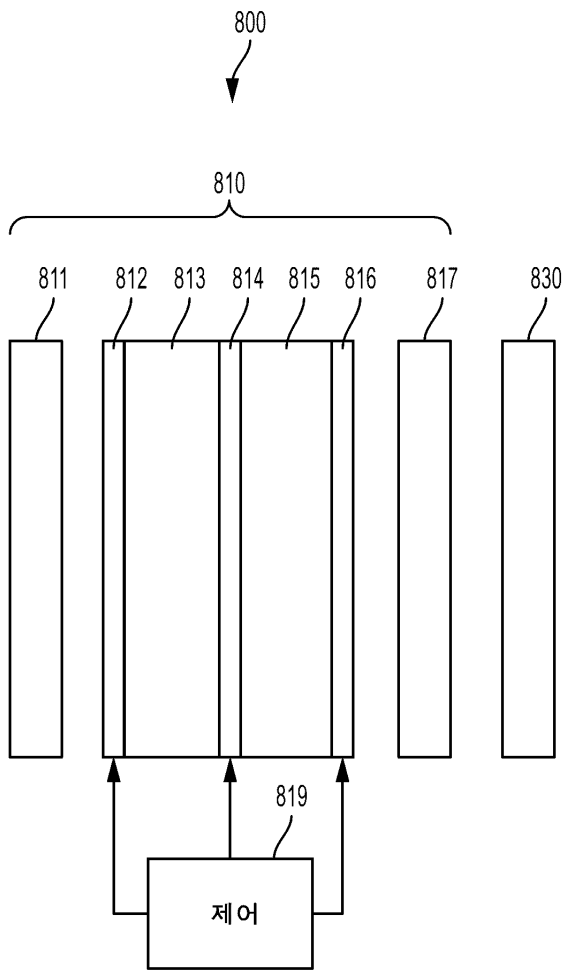
도면6



도면7



도면8a



도면8b

