(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0061171
(43) 공개일자 2022년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/04 (2006.01) *G02B 13/00* (2006.01)
G02B 3/14 (2006.01) *G02B 7/08* (2021.01)
(52) CPC특허분류
H01L 41/042 (2013.01)
G02B 13/0075 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2022-7011439
(22) 출원일자(국제) 2020년09월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년04월06일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2020/075039
(87) 국제공개번호 WO 2021/048103
국제공개일자 2021년03월18일
(30) 우선권주장
19196408.9 2019년09월10일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
포라이트 에이에스에이
노르웨이, 스코품 N-3185, 230 인라겟
(72) 발명자
헨릭센, 라스
플레닛베이엔 6 3113 톤스버그 노르웨이
탈라론, 니콜라스
23 루 레이 로라스 F-69250 누이벨리 설 사원
달로드, 안토니, 로버트, 마리
토르스테스티안 18 N-3189 호르텐
(74) 대리인
윤대웅

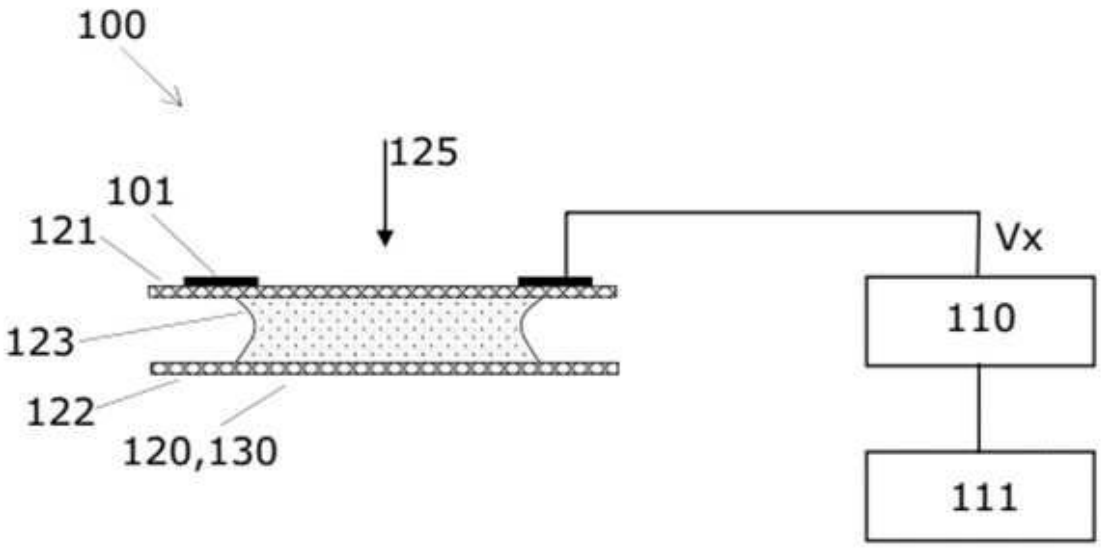
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **압전 액추에이터 구동 신호의 피드포워드 결정**

(57) 요 약

본 발명은 굴절력 (optical power)과 같은, 압전 액추에이터 시스템의 목적 광학반응을 달성하기 위해 압전 액추에이터 시스템에 대한 설정점 전압을 결정하는 방법과 관련이 있다. 상기 방법은 인가된 전압과 광학반응 간의 관계를 설명하는 수학모델, OP(V,T,n)을 기반으로 한다. 교정 및 모델 사용은 전이시간 카운트값 결정 단계를 포함한다. 특정한 간격 등으로 사용 중, 상기 모델은 온도 및 전이시간 카운트값의 실제 값을 바탕으로 업데이트된다. 목적 광학반응 달성에 요구되는 설정점 전압은 업데이트된 모델을 기초로 결정되고 설정점 전압은 압전 액추에이터에 인가된다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류
G02B 3/14 (2013.01)
G02B 7/08 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

압전 액추에이터 시스템 (100)에서 목적하는 광학반응을 달성할 수 있도록 하는, 하기의 단계를 포함하는 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법 - 상기 압전 액추에이터 시스템은 광학반응 (optical response; OP) 조절이 가능한 광학 부재 (130, 120) 및 압전 액추에이터 (101)를 포함함 -:

압전 액추에이터에 가해진 전압 (V), 온도 (T) 및 전이시간 카운트값 (transition time count value, n)을 변수로 하여 광학반응 (OP) 간의 관계를 나타내는 수학모델 OP(V,T,n)를 제공하는 단계 - 상기 수학모델은 곡선 적합 다항식 (L)을 포함하고, 상기 전이시간 카운트값은 상기 압전 액추에이터가 제1상태 (X1)에서 제2상태 (X2)로 변화하는 적어도 하나의 전이시간 값 (transition time value, x)에 관련이 있는 것임 -;

수학모델을 하기에 의해 교정하는 단계;

- 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 사이의 적어도 하나의 전이시간 값을 결정하는 것에 기초하여 교정 전이시간 카운트값 (transition time count value, nCAL)을 결정함,

- 압전 액추에이터의 교정온도(TCAL)를 획득함,

- 하나 이상의 교정전압 (V1, V2), 및 압전 액추에이터에 적용된 하나 이상의 교정 전압 (V1, V2)과 관련된 하나 이상의 광학반응 (OP1, OP2)에 기반하여 수학모델의 하나 이상의 교정 매개변수 (aCAL, bCAL)를 결정함,

일정 시간이 지난 후, 또는 압전 액추에이터의 사용 후 수학모델 OP(V,T,n)를 하기에 의해 업데이트하는 단계;

- 압전 액추에이터의 온도 (T)를 획득함,

- 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 사이의 적어도 하나의 실제 전이시간 값 (x)을 결정하는 것에 기초하여 전이시간 카운트값 (n)을 결정함,

- 업데이트된 수학모델 OP(V,T,n)을 기반으로 설정점 전압 (Vx)를 결정하고 압전 액추에이터에 설정점 전압 (Vx)를 인가함.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 관계는 전압 (V)의 하강 및/또는 상승 값에 대한 광학반응을 나타내는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 관계는 전압 (V)의 하강 또는 상승값만에 대한 광학반응을 나타내는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전이시간 카운트값 (n)과 상기 교정 전이시간 카운트값 (nCAL)의 결정은 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 (X1, X2) 사이의 제1 전이시간 값 (x1)을 결정하는 단계, 및 압전 액추에이터의 제3 및 제4상태 (X3, X4) 사이의 제2 전이시간 값 (x2)의 결정하는 단계를 포함하고, 상기 전이시간 카운트값 (n)과 상기 교정 전이시간 카운트값 (nCAL)은 제1 및 제2 전이시간 값 (x1, x2)의 비율에 기초하여 결정되는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2상태 (X1, X2)는 압전 액추에이터에 제1 및 제2전압 (V1, V2)을 인가한 결과에 기초하는 제1 및 제2 정상상태 전압 (V1, V2)을 포함하는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 정상상태 전압 (V1)은 상기 제2 정상상태 전압 (V2)보다 높고 상기 전이시간 값 (x)은 제1 정상상태 전압 (V1)에서 제2 정상상태 전압 (V2)으로의 전이에 기초하여 얻어지는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 곡선 적합 다항식 (L)은 전압 (V)에 대해 미리 설정된 비선형 함수인 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수학모델은 첫 번째 항 a(T)xL(V)와 두 번째 항 b(T,C)의 합을 포함하고,

상기 a(T)는 온도 매개변수 (T), 제1 교정 매개변수 (aCAL) 및 실온 (Ta)에 의존하는 다항식이고,

상기 L(V)는 전압 (V)에 의존하는 적어도 3차 이상의 다항식이고,

상기 b(T,C)는 온도 매개변수 (T), 전압 (V), 제2 교정 매개변수 (bCAL), 실온 (Ta) 및 실전기용량 매개변수 (Ca)에 의존하는 다항식인 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수학모델은 온도 (T)의 함수로서 광학 렌즈 시스템 (151)의 렌즈와 같은 온도 의존적 구성요소로 인한 광학반응 변화에 대한 항인 OPtherm(T)을 더 포함하고,

상기 광학 렌즈 시스템은 압전 액추에이터 시스템과 광학적으로 연결된 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 압전 액추에이터에 전압을 인가하는 것은, 압전 액추에이터에 최대 또는 최소 변형을 일으키기 위해 압전 액추에이터에 최대 또는 최소 전압 (Vmax, Vmin)을 초기 인가하는 단계, 및 압전 액추에이터에 설정 전압을 후속 인가하는 단계를 포함하는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 설정점 전압 (Vx)은 실제 광학반응 (OP) 측정과 무관한 개방 루프 구성에서 결정되는 것인, 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압 (Vx) 결정 방법.

청구항 12

압전 액추에이터 (101);

상기 압전 액추에이터 (101)에 전원을 공급하도록 배치된 압전 드라이버 (110);

제1항의 방법에 따라 압전 액추에이터에 상기 압전 드라이버로부터 인가될 설정점 전압 (Vx)을 결정하도록 배치된 처리 장치 (111); 및

광학반응 조절이 가능한 광학 부재 (130, 120)를 포함하는, 압전 액추에이터 시스템 (100).

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 광학 부재 (130, 120)는 하기의 구성을 포함하는 것인, 압전 액추에이터 시스템 (100):

- 제1투명커버 부재 (121),

- 제2커버 부재 (122),

- 제1 및 제2투명커버 부재 사이에 끼이는 투명하고, 변형가능한, 비유체성 물체 (123)를 포함하고, 상기 하나

또는 압전 액츄에이터의 압전 소자가 제1 또는 제2커버 부재의 곡률, 변위 및/또는 배향에 제어가능한 변화를 생성하도록 배치되는 것임.

청구항 14

제12항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 압전 액추에이터 시스템 (100)을 포함하는 카메라 모듈 (150)에 있어서,

상기 압전 액추에이터 시스템은 광학 렌즈 (130)를 포함하고, 상기 카메라 모듈은 광학 렌즈 (120)를 통해 투과되는 빛을 받도록 배치된 이미지 센서 (152)를 더 포함하는 것인, 카메라 모듈 (150).

청구항 15

제12항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 압전 액추에이터 시스템 (100)을 포함하는 전자기기 (150).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압전 액추에이터 시스템과, 특히 이러한 시스템이 콤팩트 카메라 및 스마트폰과 같은 광학 이미지 시스템에 사용되는 것 및 이러한 시스템의 구동 신호의 결정과 관련이 있다.

배 경 기 술

[0002] 압전 액추에이터는 압전 액추에이터가 광학 시스템의 초점 조절에 사용될 수 있는 광학 이미지 시스템과 같이 높은 정확도를 요구로 하는 광학 시스템과 같은 시스템에서 활용될 수 있는 여러 이점을 제공한다.

[0003] 이력현상 및 압전 크리프는 압전 액추에이터의 잘 알려진 문제점이다. 압전 크리프는 일정한 입력 전압에서 시간에 따른 결정 영역의 느린 재조정에 대한 표현이다. 만약 압전 액추에이터의 작동 전압이 변화하면, 전압 변화가 완료된 후, 잔여 분극이 느린 크리프의 형태로 나타나며, 계속하여 변화한다. 목적 액추에이터 반응값과 실제 액추에이터 반응값의 비교를 기반으로 출력이 반복적으로 조정되는 피드백 설정에서는 가능한 편차가 제거될 수 있고, 그에 따라 이력현상과 크리프를 보정할 수 있다. 그러나 피드백 시스템은 피드백 설정을 실현하기 위해 액추에이터 반응에 대한 정확하고 바람직한 고대역폭의 측정을 필요로 한다. 이는 복잡성, 제조 단가를 증가시킬 수 있고, 전력 소모량과 시스템 반응 시간을 증가시킬 수 있다.

[0004] 따라서, 이러한 문제점들 중 하나 이상을 해결하는 압전 액추에이터 시스템이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 압전 액추에이터, 특히 광학 이미지 시스템과 같은 광학 집합체에 사용되는 광학 집합체의 제어를 개선하는 것이 본 발명의 목적이다. 그에 따라 압전 액추에이터의 반응의 정확도를, 특히 그 제어가 액추에이터 반응의 실시간 측정 없이도 이루어질 수 있는 피드포워드 형태를 통해 개선하는 것 또한 목적이다.

과제의 해결 수단

[0006] 발명의 첫 번째 태양에서 광학반응 조절이 가능한 광학 렌즈와 같은 광학 부재 및 압전 액추에이터를 포함하는 압전 액추에이터 시스템에서 목적하는, 굴절력 (optical power)과 같은, 광학반응을 달성할 수 있도록 하는, 하기의 단계를 포함하는 압전 액추에이터 시스템의 설정점 전압(set-point voltage) 결정 방법이 제공된다:

[0007] 압전 액추에이터에 가해진 전압, 온도 및 전이시간 카운트값을 변수로 하여 광학반응 간의 관계를 나타내며 곡선 적합 다항식을 포함하고, 전이시간 카운트값은 압전 액추에이터가 제1상태에서 제2상태로 변화하는 적어도 하나의 전이시간 값과 관련이 있는 것인 수학모델 OP(V,T,n)를 제공하는 단계;

[0008] 수학모델을 하기에 의해 교정하는 단계;

[0009] - 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 사이의 적어도 하나의 전이시간 값을 결정하는 것에 기초하여 교정 전이시간 카운트값을 결정함,

[0010] - 압전 액추에이터의 교정온도를 획득함,

[0011] - 하나 이상의 교정전압, 및 압전 액추에이터에 적용된 하나 이상의 교정 전압과 관련된 하나 이상의 광학반응에 기반하여 수학모델의 하나 이상의 교정 매개변수를 결정함,

[0012] 일정 시간이 지난 후, 또는 압전 액추에이터의 사용 후 수학모델 OP(V,T,n)를 하기에 의해 업데이트하는 단계;

[0013] - 압전 액추에이터의 온도를 획득함,

[0014] - 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 사이의 적어도 하나의 실제 전이시간 값을 결정하는 것에 기초하여 전이시간 카운트값을 결정함,

[0015] - 업데이트된 수학모델 OP(V,T,n)을 기반으로 설정점 전압을 결정하고 압전 액추에이터에 설정점 전압을 인가함.

[0016] 압전 액추에이터는 전기용량을 가지며 압전 반응은 용량에 의존한다. 따라서, 전기용량에 관련된 전이시간 카운트값을 결정하는 것은 모델의 정확도를 개선할 수 있다.

[0017] 더 나아가, 압전 액추에이터 반응과 전기용량 간의 관계는 압전물질의 시간 의존적 분극화, 즉 압전 액추에이터의 크리프 효과에 크게 의존하지 않는다. 따라서, 압전 액추에이터의 전기용량과 관련이 있는 정보를 모델에 포함시키는 것은, 실제 크리프 레벨이 고려되기 때문에 특정 입력 전압에서 결정되는 광학반응의 정확도를 개선할 수 있다.

[0018] 더 나아가, 모델에 온도를 포함시키는 것은 온도 변화에 대해 보정되는 액추에이터 또는 광학반응의 결정을 가능하게 한다.

[0019] 압전 액추에이터가 광학반응 제어를 위해 광학 부재를 제어하는 것과 연계하여 사용되는 반면, 압전 액추에이터는 또한 다른 액추에이터 반응 제어를 위해 압전 액추에이터에 의한 제어가 가능한 다른 장치들과 연계하여 사용될 수 있다.

[0020] 설정점 전압 또는 압전 액추에이터에 인가되는 전압은 압전 소자의 전극에 걸친 전기장, 즉 압전 물질의 내부 전압과 관련이 있다. 인가 전압은 압전 액추에이터를 가동하기 위한, 증폭기에 대한 아날로그 또는 디지털 전압 레퍼런스, 증폭기의 출력 전압, 압전 액추에이터 말단의 전압 또는 그 밖의 것과 같은 전기 회로의 전압일 수 있다. 따라서, 본 방법은 설정점 전압의 결정에 기반한 압전 액추에이터에 걸친 전기장의 결정 방법이라고도 간주될 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 관계는 전압의 하강 값 및/또는 상승 값에 대한 광학반응을 나타낸다. 유리하게(advantageously), 압전 반응이 이력현상을 나타내기 때문에, 비록 모델은 상승 또는 하강 곡선 중 하나에 기초할 수 있지만, 모델은 유리하게 전압의 하강 및 상승 값 모두에 대한 반응을 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 관계는 전압의 하강 또는 상승값만에 대한 광학반응을 나타낸다. 유리하게, 모델은 하강 또는 상승 곡선 중 하나만을 포함하는 것으로 더 간단해진다. 곡선 중 하나만을 포함하는 것으로, 이력 효과는 설정점 전압을 인가하기 전에 최대 또는 최소 전압을 초기 인가하는 것을 통해 해소될 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 전이시간 카운트값과 교정 전이시간 카운트값의 결정은 압전 액추에이터의 제1 및 제2상태 사이의 제1 전이시간 값을 결정하는 단계, 및 압전 액추에이터의 제3 및 제4상태 사이의 제2 전이시간 값의 결정하는 단계를 포함하고, 전이시간 카운트값과 교정 전이시간 카운트값은 제1 및 제2 전이시간 값의 비율에 기초하여 결정된다. 유리하게, 전이 카운트값을 제1 및 제2 전이시간 값의 비율에 기초하여 결정하는 것은 전이시간 카운트값의 온도 의존성을 감소시킬 수 있다. 여기에서, 전이시간 값은 시간, 카운트 수 또는 시간에 관한 다른 양으로 측정된 시간 값일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 제1 및 제2상태는 압전 액추에이터에 제1 및 제2전압을 인가한 결과에 기초하는 제1 및 제2 정상상태 전압을 포함한다.

[0025] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 제1 정상상태 전압은 제2 정상상태 전압보다 높고 전이시간 값은 제1 정상상태 전압에서 제2 정상상태 전압으로의 전이에 기초하여 얻어진다. 유리하게, 높은 정상상태 전압에서 낮은 정상상태 전압으로 이동함으로써, 실온에 덜 의존적이며, 그에 따라, 더 정확한 전이시간 카운트값을 제공하는 전이시간 값을 이끌어낼 수 있다. 하지만, 다른 경우 낮은 정상상태 전압에서 높은 것으로 이동하는 것이 유리하도록 그 반대 거동 또한 관찰되었다.

[0026] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 곡선 적합 다항식은 적어도 전압에 대해 미리 설정된 비선형 함수이다.

[0027] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 수학모델은 첫 번째 항 a(T)xL(V)와 두 번째 항 b(T,C)의 합을 포함하고,

[0028] a(T)는 온도 매개변수, 제1 교정 매개변수 및 실온에 의존하는 다항식이고,

[0029] L(V)는 적어도 전압에 의존하는 적어도 3차 이상의 다항식이고,

[0030] b(T,C)는 온도 매개변수, 전압, 제2 교정 매개변수, 실온 및 실전기용량 매개변수에 의존하는 다항식이다.

[0031] 수학모델 결정 단계는 수학모델, OP(V,T,n), 적어도 제1 및 제2 교정전압, 및 압전 액추에이터에 인가된 적어도 제1 및 제2 교정전압에 기초하여 결정된 적어도 제1 및 제2 광학반응을 기반으로 제1 및 제2 교정 매개변수를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 즉, 제1 및 제2 광학반응은 제1 및 제2 교정전압을 인가한 반응일 수 있고, 또는 그 반대로, 제1 및 제2 교정전압은 목적하거나 미리 설정된 제1 및 제2 광학반응을 이끌어내는 전압일 수 있다. 그 대신, 하나의 교정전압과 하나의 광학반응의 한 쌍이 교정에 활용될 수 있거나, 또는 트리 또는 그 이상의 교정 전압과 상응하는 트리 또는 그 이상의 광학반응.

[0032] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 수학모델은 온도에 대한 함수로서 광학 렌즈 시스템의 렌즈와 같은 온도 의존적 구성요소로 인한 광학반응 변화에 대한 항인, OPtherm(T)을 더 포함하고, 광학 렌즈 시스템은 압전 액추에이터 시스템과 광학적으로 연결된다.

[0033] 유리하게, 온도의 항, OPtherm(T)를 포함함으로써, 다른 구성요소의 광학반응 변화는 광학 액추에이터 시스템을 통해, 즉 광학 부재의 광학반응이 다른 구성요소의 광학반응의 변화를 보정할 수 있도록 전압 설정점을 결정하는 것을 통해 보정될 수 있다.

[0034] OPtherm(T) 항으로 설명되는 광학반응 변화는 압전 액추에이터 시스템의 광학 부재의 광학반응의 변화일 수 있다. 간단한 일례로, OPtherm(T) 항은 수학모델 OP(V,T,n)에서 사용된 온도 등의, 온도에 대한 선형 함수일 수 있다. 따라서, 특정 온도에서, 열함수 OPtherm(T)는 전압 설정점의 결정을 통해 압전 액추에이터 시스템에 의해 보정되는 광학반응 변화를 제공한다.

[0035] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 압전 액추에이터에 전압을 인가하는 것은, 압전 액추에이터에 최대 또는 최소 변형을 일으키기 위해 압전 액추에이터에 최대 또는 최소 전압을 초기 인가하는 단계, 및 압전 액추에이터에 설정점 전압을 후속 인가하는 단계를 포함한다. 유리하게, 최대 또는 최소의 초기 전압을 인가함으로써, 하강 또는 상승 이력 곡선 중 하나만이 요구될 수 있기 때문에 더 단순한 수학모델 OP(V,T,n)이 사용될 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 구체예에 따르면 설정점 전압은 실제 광학반응 측정과 무관한 개방 루프 구성에서 결정된다.

[0037] 본 발명의 두 번째 태양은, 압전 액추에이터;

[0038] 압전 액추에이터에 전원을 공급하도록 배치된 압전 드라이버;

[0039] 첫 번째 태양의 방법에 따라 압전 액추에이터에 압전 드라이버로부터 인가될 설정점 전압을 결정하도록 배치된 처리 장치; 및

[0040] 광학반응 조절이 가능한 광학 부재를 포함하는 압전 액추에이터 시스템과 관련이 있다.

[0041] 압전 드라이버와 처리 장치는 분리된 구성요소일 수 있거나 또는 그것들은 하나의 구성요소로 조합될 수 있다. 압전 드라이버는 일반적으로 압전 액추에이터를 가동하기 위해 설계된 증폭기 회로를 포함한다. 처리 장치는, 디지털 프로세서에 의해 실행되도록 구비된 컴퓨터 프로그램을 통하는 등으로 수학모델을 시행할 수 있고, 수학모델의 매개변수 등을 저장하기 위한 메모리 및 전이시간 값을 측정하기 위한 타이머 회로 등과 같은 다른 회로를 포함할 수 있다.

[0042] 본 발명의 세 번째 태양은 광학 부재는 하기의 구성을 포함하는 것인, 두 번째 태양에 따른 압전 액추에이터 시스템과 관련이 있다:

[0043] - 제1투명커버 부재,

[0044] - 제2커버 부재,

[0045] - 제1 및 제2투명커버 부재 사이에 끼이는 투명하고, 변형가능한, 비유체성 물체를 포함하고, 하나 이상의 압전 액츄에이터의 압전 소자가 제1 또는 제2커버 부재의 곡률, 변위 및/또는 배향에 제어가능한 변화를 생성하도록

배치되는 것임.

[0046] 제2커버 부재는 투명형, 반사형 또는 부분 반사형일 수 있다. 따라서, 빛이 광학 부재를 통해 투과되거나, 광학 부재에 의해 반사되거나 또는 부분적으로 투과되고 부분적으로 반사될 수 있다. 곡률의 제어가능한 변화는 굴절력 (optical power)변화의 생성을 위해 사용될 수 있다. 변위의 변화는 광학 부재를 통해 투과되거나 반사되는 광선의 변위 생성을 위해 사용될 수 있다. 제1투명커버 부재의 제2커버 부재에 대한 상대적 각도의 변화와 같은, 배향의 변화는 광학 부재를 통해 투과되거나 반사되는 광선의 전파 방향의 변화 생성을 위해 사용될 수 있다.

[0047] 본 발명의 네 번째 태양은 두 번째 태양에 따른 압전 액추에이터 시스템을 포함하는 카메라 모듈에 있어서, 압전 액추에이터 시스템은 광학 렌즈를 포함하고, 카메라 모듈은 광학 렌즈를 통해 투과되는 빛을 받도록 배치된 이미지 센서를 더 포함하는 것인 카메라 모듈과 관련이 있다.

[0048] 본 발명의 다섯 번째 태양은 두 번째 태양에 따른 압전 액추에이터 시스템을 포함하는 전자기기와 관련이 있다.

[0049] 일반적으로, 본 발명의 다양한 태양과 구체예는 본 발명의 범위 내에서 가능한 어떤 방법으로든 조합되고 결합될 수 있다. 본 발명의 상기 및 다른 태양, 특징 및/또는 이점은 이하 설명되는 구체예를 참고하여 명백하고 설명될 것이다.

발명의 효과

[0050] 목적 광학반응을 달성하기 위해 압전 액추에이터에 대한 설정점 전압을 결정하는 것을 통해, 압전 액추에이터에 인가되는 전압에 대한 폐쇄 루프 조절의 필요성 및, 그에 따라, 광학반응의 실시간 측정의 필요성을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0051] 본 발명의 구체예는 도면을 참고하여, 예시만을 통해, 설명될 것으로,

도 1a는 압전 액추에이터 시스템을 보여준다.

도 1b-1c는 압전 액추에이터 시스템의 상면도를 나타낸다.

도 1d는 압전 액추에이터 시스템을 포함하는 카메라 모듈을 보여준다.

도 2a는 굴절률 OP와 압전 액추에이터에 인가된 전압 V 간의 관계를 보여주는 곡선 OP(V)를 나타낸다.

도 2b는 압전 크리프 효과를 나타낸다.

도 3a는 굴절률과 압전 액추에이터 시스템의 전기용량 간의 관계를 나타낸다.

도 3b는 제1 및 제2 전이시간 값 결정의 예시를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 도 1a는 압전 액추에이터 (101) 및 광학 렌즈 (120)를 포함하는 압전 액추에이터 시스템 (100)을 보여준다. 광학 렌즈의 굴절력 (optical power)은 광학 렌즈의 압전 액추에이터에 의해 생성되는 힘이나 토크에 의해 조절될 수 있다. 압전 액추에이터 시스템 (100)은 압전 액추에이터 (100)를 가동하기 위해 배치된 압전 드라이버 (110)와 광학 렌즈 (120)의 목적 굴절력 (optical power)과 같은 목적 광학반응을 달성하기 위해 압전 드라이버 (110)를 통해 압전 액추에이터에 인가될 설정점 전압 Vx를 결정하기 위해 배치된 처리 장치 (111)를 더 포함한다. 동등하게, 설정점 전압 Vx는 드라이버 (110)의 출력 전압, 드라이버로의 입력 전압 또는 다른 전압이나 압전 액추에이터 (101)에 인가될 전압에 대한 아날로그 또는 디지털 레퍼런스가 될 수 있다. 여기에서, 굴절력 (optical power)과 초점거리는 동등 척도로 이해된다.

[0053] 압전 액추에이터 (101)는 제1 및/또는 제2투명커버 부재 (121, 122)의 표면에 부착된, 도 1b에 나타내어진 원형 압전 소자 또는 도 1c에 나타내어진 다중 압전 소자와 같은 하나 이상의 압전 소자를 포함할 수 있다. 다른 방식으로 배치된 압전 액추에이터 또한 구현 가능하다. 일례로, 압전 액추에이터는 제1 및 제2투명커버 부재 (121, 122) 사이에 위치하고 커버 부재 (121, 122)의 안쪽을 향하는 표면과 연결될 수 있다.

[0054] 광학 렌즈는 제1투명커버 부재 (121), 제2투명커버 부재 (122), 및 제1 및 제2투명커버 부재 사이에 끼이는 투

명하고, 변형가능한, 비유체성 물체 (123)를 포함한다.

[0055] 압전 액추에이터 (101)는 제1 및 제2커버 부재의 곡률에 제어가능한 변화를 생성하기 위해 배치된다. 압전 액추에이터에 의해 생성되어 제1 및/또는 제2투명커버 부재에 가해지는 힘이나 토크에 의해 투명커버 부재는 오목 또는 볼록한 형태로 휘어질 수 있고 그에 따라 들어오는 빛 (125)에 굴절력 (optical power)을 제공할 수 있다.

[0056] 일반적으로, 압전 액추에이터 시스템 (100)은 광학 렌즈 (120) 또는 굴절력 (optical power)과 같은 광학반응을 제공하는 다른 광학 구성요소와 같은, 광학 부재 (130)와 함께 구성될 수 있다. 일례로, 광학 부재 (130)는 제1 및 제2투명커버 부재 (121, 122)와 함께 도 1a처럼 구성될 수 있지만, 압전 액추에이터 (101)는 투명커버 부재 중 하나 (121)를 다른 하나 (122)에 대해 상대적으로 옮기고/옮기거나 배향을 변화시키도록 배치될 수 있다. 일례로, 압전 액추에이터 (101)는 상기 설명된 바와 같이, 두 커버 부재 사이의 각이, 광학 부재 (130)를 통해 투과되는 광선의 방향 변화 등을 위해 변경될 수 있도록 커버 부재 (121, 122) 사이에, 배치될 수 있다. 또 다른 예에서, 투명커버 부재 (121, 122) 중 하나가 반사된 광선의 조절 가능한 광선 굴절을 제공할 수 있도록 거울로 대체될 수 있다. 따라서, 광학반응의 예시는 굴절력 (optical power), 광축 방향의 변화, 및, 그것의 조합을 포함한 다른 것들을 포함한다.

[0057] 비록 본 명세서에서 몇 실시예는 렌즈 (120)가 압전 액추에이터 시스템 (100)에 포함되는 것으로 기술하고 있지만, 압전 액추에이터 시스템 (100)은 일반적으로 광학 부재 (130)를 포함한다.

[0058] 도 1b는 투명커버 부재 (121)의 휘어짐을 발생시키기 위해 원형 압전 액추에이터 (101)를 포함하는 압전 액추에이터 시스템 (100)의 상면도를 나타낸다.

[0059] 도 1c는 둘 이상의 각각 제어가능한 압전 액추에이터 (101)를 포함하는 압전 액추에이터 시스템 (100)의 상면도를 나타낸다.

[0060] 도 1d는 압전 액추에이터 시스템 (100)과 액추에이터 시스템의 광학 렌즈를 통해 투과되는 빛을 받기 위해 배치된 이미지 센서 (152)를 포함하는 카메라 모듈 (150)을 보여준다. 광학 렌즈 시스템 (151)의 고정 광학 렌즈와 같은 추가적인 광학 구성요소가 가변렌즈 (120)와 광학적으로 함께 배치될 수 있다. 광학 렌즈 시스템 (151)의 목적은 추가적인 굴절력 (optical power)의 제공, 광학 오차의 수정 및 다른 광학적 수정일 수 있다. 따라서, 광학 렌즈 시스템 (151)은 압전 액추에이터 시스템 (100)과 광학적으로 연결된다. 카메라 모듈 (150)은 스마트폰과 같은 전자기기 (159)에서 사용될 수 있다.

[0061] 투명하고, 변형가능한, 비유체성 물체 (123)는 제1 및 제2투명커버 부재 (121, 122)의 안쪽으로 향하는 표면에 인접해 있다. 도 1a-1c에 보여지는 것과 같이, 압전 액추에이터 (101)는 렌즈 (120)가 빛이 방해받지 않고 렌즈 영역을 통과할 수 있도록, 압전 액추에이터 (101)로 둘러싸인, 렌즈 영역을 구성하는 부분 (121)을 포함하도록 배치된다. 비유체성 물체 (123)는 그것이 적어도 렌즈 영역을 덮을 수 있도록 배치되지만, 또한 비유체성 물체 (123)의 확장 부분을 넘어 제1 및 제2투명커버 부재 (121, 122)의 외주 쪽으로 확장될 수 있다.

[0062] 투명하고 변형가능한, 비유체성 렌즈체 (123)는 탄성 소재로 제작하는 것이 바람직하다. 렌즈체가 비유체이기 때문에, 렌즈체를 유지하기 위해 유체 기밀 인클로저가 요구되지 않고, 유출의 위험이 없다. 바람직한 실시예에서, 렌즈체 (123)는 실리콘, 폴리머 젤, 가교 또는 부분 가교 폴리머의 폴리머 네트워크, 및 혼합유 또는 오일의 조합과 같은, 다수의 물질들을 포함할 수 있는 부드러운 폴리머로 만들어진다. 비유체성 렌즈체의 탄성계수는 300 Pa보다 클 수 있고, 그에 따라 통상적 작동에서 중력에 의한 변형을 피할 수 있다. 비유체성 렌즈체의 굴절률은 1.3보다 클 수 있다. 비유체성 물체 (123)는 비유체성 물체 (123)의 경계에서의 반사를 감소시키기 위해 투명커버 부재 (121, 122)의 굴절률과 동일하거나, 실질적으로 동일하거나 또는 근접한 굴절률을 가질 수 있다.

[0063] 투명커버 부재 (121, 122)는 일반적으로 평판 형태이고, 곡면 또는 평면의 표면 또는 그 조합을 가질 수 있다. 투명커버 부재 (121, 122)는 아크릴, 폴리올레핀, 폴리에스터, 실리콘, 폴리우레탄, 유리 및 기타와 같은, 다수의 다른 물질로 만들어질 수 있다. 액추에이터에 의해 변형되도록 배치된, 제1 및 제2투명커버 부재 (121, 122) 중 적어도 하나는 압전 액추에이터의 작동으로 휘어지도록 하기에 적합한 강성과 두께를 가진다. 일반적으로, 제1 및/또는 제2 커버 부재 (121, 122)의 재질은 필요한 강성을 제공할 수 있도록 5 MPa와 100 GPa 사이의 영률 (Young's modulus)을 지닌 물질로 형성될 수 있다. 예시로, 붕규산 유리의 영률은 63 GPa이고, 용융 석영 유리의 경우 72 GPa이다.

[0064] 도 2a는 굴절력 (optical power) OP와 압전 액추에이터 (101)에 인가된 전압 V 간의 관계를 보여주는 곡선 OP(V)를 나타낸다. 도 2는 압전 액추에이터의 이력 효과를 보여주고 굴절력 (optical power) OP는 압전 액추에

이터에 가해진 시작 및 정지 전압 V에 의존하며 이력의 크기는 전압 범위의 증가에 따라 증가한다. 특정 최대 전압 Vmax부터 하강하는 전압에서의 굴절력 (optical power) OP의 값은 Vmin에서 Vmax로의 최대 전압 범위와 동일한 하강 OP(V) 곡선을 따르는 것이 관찰되었다. 이 관찰은 발명의 구체예에 따라 이력현상 보정에 활용될 수 있다. 이는 상승 곡선에도 동일하게 적용되므로, 동일한 상승 곡선 OP(V)는 Vmin에서 Vmax로의 최대 전압 범위 내의 특정 최소 전압 Vmin에 수반된다.

[0065] 따라서, 초기에, 최대 또는 최소 전압 Vmax, Vmin은 압전 액추에이터의 최대 또는 최소의 변형 또는 굴절력 (optical power) OP를 유발하기 위해 압전 액추에이터에 인가될 수 있다. 최대 또는 최소의 변형 또는 굴절력 (optical power)에 도달한 후, 목적 설정점 전압 Vx가 압전 액추에이터 시스템 (100)의 압전 액추에이터 (101)에 인가된다. 이하 기술하는 바와 같이, 설정점 전압 Vx는 압전 액추에이터가 목적 굴절력 (optical power) OPx를 달성하도록 결정되는 전압이다.

[0066] 따라서, 설정점 점압 Vx보다 높거나 낮은 최대 또는 최소 전압을 초기 인가함으로써, 최대 또는 최소 전압으로부터 설정점 전압 Vx로의 전이는 하강 또는 상승 곡선을 따를 것이며, 즉 특정 전압 V에서의 굴절력 (optical power) OP가 OP(V)의 이력 곡선을 따르거나, 실질적으로 따를 것이다.

[0067] 이하 기술하는 바와 같이 이력 곡선 OP(V), 또는 OP(V)의 하강 또는 상승 곡선 부분 중 적어도 하나는 임의의 압전 액추에이터 시스템 (101)에 대해 언제든지 계산될 수 있다.

[0068] 굴절력 (optical power)과 전압의 관계 OP(V)는 또한 압전 액추에이터 (101)의 온도 T에도 의존한다. 온도 의존성은 화살표 (201)와 실선 OP(V) 곡선에 유효한 온도보다 높은 온도에 대해 유효한 곡선 (202)에 의해 나타내진다. 따라서, 온도 T가 증가함에 따라 특정 굴절력 (optical power) OP를 얻기 위해 요구되는 전압은 감소한다. 동일한 작동 전압 V에서, 온도 T가 증가함에 따라 굴절력 (optical power) OP는 증가한다.

[0069] 따라서, 압전 액추에이터 시스템 (100)의 열 드리프트는 동일 전압 V에서 온도 상승에 따른 굴절력 (optical power) 상승을 의미할 수 있다. 이 굴절력 (optical power)과 온도의 관계는 대개 광학 렌즈 시스템 (151)에서와 같은 카메라 모듈 (150)에 사용될 수 있는 플라스틱 렌즈에서의 관계와 반대 방향이다. 따라서, 압전 액추에이터 (101)의 열 드리프트는 광학 렌즈 시스템 (151)의 열 드리프트에 의해 부분적으로 보정될 수 있으며, 그 반대 또한 마찬가지이다.

[0070] 압전 액추에이터 시스템 (100)의 굴절력 (optical power)에 관한 열 드리프트를 감소시키기 위해, 또는 압전 액추에이터 시스템 (100)의 목적 열 드리프트를 달성하거나 접근하기 위해, 광학 렌즈 모듈 (151)은 굴절력 (optical power)과 온도의 관계에 관하여 모듈 (151)의 열 드리프트가 압전 액추에이터 시스템 (100)의 열 드리프트를 보정하거나 부분적으로 보정하도록 설계될 수 있다.

[0071] 따라서, 압전 액추에이터 시스템 (100)을 제외한 카메라 모듈 (150) 시스템의 열적 거동, 즉, 고정 광학 렌즈 모듈 (151)과 같은, 카메라 모듈의 온도 의존적 구성요소의 열적 거동은 특정 작동 온도 범위에 걸쳐 카메라 모듈 (150) 전체의 최적 성능을 얻거나 압전 액추에이터 시스템 (100)의 열 의존성을 보정하기 위해, 재료, 치수 및 기기 설계의 선택 등으로 설계될 수 있다.

[0072] 이하 더욱 상세히 기술된 바와 같이, 이 무열 설계는 굴절력 (optical power) OP과 전압 V 간의 관계를 온도 T에 대한 함수로서 광학 렌즈 시스템 (151)과 같은 온도 의존적 구성요소의 굴절력 (optical power)의 온도 의존성을 설명하는 수학적 항 OPtherm(T)을 통해 설명하는 수학모델을 통해 이루어질 수 있다.

[0073] 도 2b는 일정한 전기장 내의 압전 물질의 시간 의존적 분극화에 의한 압전 크리프 효과를 나타낸다. 도 2a의 OP(V)와 유사한 초기 곡선 OP(V) 및 크리프 효과 곡선 (211)에 나타난 바와 같이, 압전 크리프는 압전 액추에이터 시스템 (100)의 OP(V) 곡선의 상승을 유발하며, 즉 그에 따라 특정 굴절력 (optical power)에 도달하기 위해 요구되는 전압이 감소한다. 최소 및 최대 전압 Vmin, Vmax 부근 등, 곡선의 상단 및 하단부는 크리프 효과에 크게 영향받지 않는다. 크리프의 비율은 시간에 따라 로그적으로 감소하며, 그에 따라 대부분의 크리프는 바이어싱의 초기 시간 등 내에 일어나고, 바이어싱은 압전 액추에이터 (101)에 전압 V를 인가하는 것과 동등하다. 압전 액추에이터 (101)는 어느 정도 전압 이력을 유지한다. 잔여 분극은 가해진 전기장 없이 시간에 따라 점진적으로 감소할 것이다. 실용적으로, 그러나, 압전 액추에이터 시스템 (100)의 크리프 레벨은 그것이 정기적으로 사용되는 경우 유지될 것이다. 어느 정도의 크리프를 겪은 압전 액추에이터 시스템 (100)은, 미사용 압전 액추에이터 시스템 (100)보다 향후 크리프 포텐셜이 더 낮을 것이다.

[0074] 전압 V, 또는 다른 전압 V를, 압전 액추에이터 (101)에 일정 시간 인가한 후, 압전 액추에이터는 더 작은 이력

현상 및 개선된 선형성을 보이는 곡선 (211)에 따라 작동한다.

[0075] 따라서, 정확하고 예측가능한 굴절력 (optical power) OP의 설정을 달성하기 위한 압전 액추에이터 (101)의 사용은 온도 의존성, 크리프 및 이력현상으로 인해 복잡해진다. 반면, 굴절력 (optical power) OP와 압전 액추에이터 (101)의 전기용량 간의 관계는 특정 액추에이터 (101)에 대해 일정하거나, 실질적으로 일정하고, 전압 바이어싱 이력, 즉 크리프 효과에 무관함이 밝혀졌다.

[0076] 여기서 주목할 것은, 이러한 의존성은 압전 액추에이터 (101)의 압전 소자와 관련된다는 것이다. 압전 액추에이터 (101)가 렌즈 (120)를 구동하기 때문에, 압전 액추에이터 시스템 (100)의 굴절력 (optical power) OP는 마찬가지로 이러한 의존성에 영향받는다.

[0077] 도 3a는 굴절력 (optical power) OP와 압전 액추에이터 시스템 (100)의 전기용량 C, 즉 압전 액추에이터 (101)의 압전 소자(들)의 전기용량 간의 관계를 보여준다.

[0078] 따라서, 측정을 통해, 특정 전압 V에서의 압전 액추에이터 (101)의 전기용량 C를 얻음으로써, 이 관계는 측정 당시의 크리프 레벨에 관계없이, 해당 전압 OP(V)에서의 굴절력 (optical power)에 관한 정확한 정보를 제공할 것이다.

[0079] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 하기의 수학모델 OP(V,T,n)은 도 2a에 나타난 하강 또는 상승 곡선에서의 굴절력 (optical power) OP와 전압 V 간의 관계를 설명한다:

[0080] OP(V,T,n) = a(T) x L(V) + b(T,n)

[0081] 따라서, 이 식은 하강 또는 상승 전압 V에서의 굴절력 (optical power) OP를 곱셈항 a(T) x L(V) 및 항 b(T,n)의 합으로 나타내고 변수 온도 T 및 전이시간 카운트값 n에 의존한다.

[0082] 따라서, 이 식은 하강 또는 상승 전압 V에서의 굴절력 (optical power) OP를 프로덕트 항 a(T) x L(V) 및 항 b(T,n)의 합으로 나타내고, 굴절력 (optical power) OP가 변수 온도 T 및 전이시간 카운트값 n에 의존하는 것을 나타낸다.

[0083] 인자 L(V)는 곡선 적합 다항식이다.

[0084] 수학모델은 하기와 같이 항 OPtherm(T)를 포함하도록 확장될 수 있다:

[0085] OP(V,T,n) = a(T) x L(V) + b(T,n) + OPtherm(T)

[0086] OPtherm(T)는 광학 렌즈 시스템 (151)의 렌즈와 같은 온도 의존적 구성요소의 온도 T의 굴절력 (optical power) OP에 대한 의존성, 즉 상기 기술된 바와 같은 온도 의존적 구성요소의 열 드리프트를 설명한다. OPtherm(T)는 열 드리프트를 측정하고 열 드리프트의 수학적 표현을 온도 T에 대한 함수로서 결정하는 것을 통해 얻을 수 있다.

[0087] 전이시간 카운트값 n은 압전 액추에이터의 제1상태 X1으로부터 제2상태로 변화하는 압전 액추에이터 (101)의 전이시간 x와 관련이 있다.

[0088] 제1 및 제2상태 X1, X2는 압전 액추에이터에 인가되는 제1 및 제2전압, 또는 제1 및 제2전하와 같은, 제1 및 제2 가동값 P1, P2에 의한 정상상태 전압 V1, V2일 수 있다. 비록, 본 발명의 구체예는 전압 제어기 전력 신호에 따른 압전 액추에이터 (101)의 구동을 기반으로 하지만, 이는 전류 또는 전하 제어 전력 신호에 따른 압전 액추에이터 (101)의 구동을 배제하지 않는다. 실제로, 제1 및 제2전압, 및 정상상태 전압과 같은 전압 신호는 디지털 또는 아날로그 값으로 표현될 수 있다.

[0089] 따라서, 전압 V1, V2는 압전 액추에이터 (101)의 말단에 대한 전기적 연결을 통해 측정될 수 있다. 제1 및 제2 상태 X1, X2는 또한 인가된 제1 및 제2전압 V1, V2에 따른 정상상태 굴절력 (optical power) OP1, OP2 또는 다른 광학반응이 될 수 있고 이미지 센서 (152)와 같은 광학 검출기를 통해 측정될 수 있다.

[0090] 전이시간 카운트값 n은 액추에이터 (101)가 제1상태 X1과 같이 파악된 상태일 때 제1전압값 V1을 인가하기 시작하는 것에 대한 응답으로 시작되고 제2 인가 전압값 V2에 대한 응답으로 제2상태 X2에 도달했을 때 정지되는 타이머의 사용 등의 다양한 방법으로 측정될 수 있다. 제1 및 제2전압값 V1, V2 중 어떤 것이든 제로 전압와 같은, 제로값일 수 있다.

[0091] 전이시간 카운트값 n은 시간, 오실레이터 클럭 신호 카운트값 또는 전이시간의 다른 표현일 수 있다.

[0092] 본 발명의 일 구체예에 따르면, 전이시간 카운트값 n은 제1 및 제2전압값 V1, V2에 의한 제1 및 제2상태 X1, X2 사이의 제1 전이시간 값 x1의 결정과, 제3 및 제4전압값 V3, V4에 의한 압전 액추에이터의 제3 및 제4상태 X3, X4 사이의 제2 전이시간 값 x2의 결정을 기반으로 결정될 수 있다. 제1 및 제2 전이시간 값 x1, x2을 기초로 전이시간 카운트값은 제1 및 제2 전이시간 값의 비율, n=x1/x2에 따라 결정된다.

[0093] 따라서, 전이시간 카운트값 n은 하나 이상의 전이시간 값 x1, x2을 기반으로 결정될 수 있다. 유리하게, 전이시간 값 x1, x2의 비율로써 결정된 카운트값 n은 적어도 어느 정도 온도 무관하다는 점이 밝혀졌다. 하나의 전이시간 값 x1으로부터의 카운트값 n 결정 또한 가능하지만, 모델 OP(V,T,n)의 수정을 필요로 할 수 있다.

[0094] 도 3b는 제1 및 제2 전이시간 값 x1, x2 결정의 예시를 나타낸다. 따라서, 제1 전이시간 값 x1의 결정은 제1전압값 V1에 대한 응답으로 제1상태 X1에 도달한 이후 제2전압값 V2가 인가된 순간부터 제2상태 X2에 도달한 순간까지의 시간으로 이루어진다. 이는 제2 전이시간 값 x2의 결정에도 동일하게 적용된다. 도 3b에서, 제2 및 제3 전압값 V2, V3는 동일하고, 따라서 제2 및 제3상태 X2, X3는 동일하다. 상태 X1-X4 사이의 변화의 방향은 제1상태 X1이 제2상태 X2보다 높은 값을 갖도록 변경될 수 있다. 다시 기술하건대, 전압 가동값 V1-V4 중 어떤 것이든 제로 전압과 같은, 제로값일 수 있다. 분명히, 제2상태 (X2)에 진입하기 위한 허용 오차 범위와 같은 시간 측정을 개시 및 중지하기 위해 특정 허용 오차범위가 이용될 수 있다. 오실레이터가 전이시간 값 x의 결정에 사용될 때, 오실레이터의 주파수가 어떤 상황에서는 온도 의존적이라는 것이 관찰되었다. 전이시간 값을, 밀리초 등으로 정확하게 결정하기 위해서는, 주파수가 반드시 안정해야 한다. 하지만, 압전 액추에이터 (101)의 높은 제1전압 V1에서 낮은 제2전압 V2로의 전이의 경우 결정된 카운트값 n은 압전 액추에이터 (101)의 전기용량 및, 그에 따라, 압전 액추에이터 시스템 (100)의 굴절력 (optical power) OP와 상관관계에 있다는 것이 관찰되었다. 따라서, 전이시간 값 x (또는 제1 및/또는 제2 전이시간 값 x1, x2)는 초기 도달된 제1 및/또는 제3 정상상태 전압 V1, V3로부터 더 낮은 제2 및/또는 제4 정상상태 전압 V2, V4로의 전이를 기반으로 얻어질 수 있다.

[0095] 전압 V와 굴절력 (optical power) OP 간의 관계는 개별 압전 액추에이터 시스템 (100)마다 상이하다. 그러므로, 모델 OP(V,T,n)은 교정될 필요가 있다. 교정 절차는 교정 전이시간 카운트값 nCAL의 결정을 포함한다. 교정 전이시간 카운트값 nCAL의 결정은 상기 기술된 전이시간 카운트값 n의 결정 절차를 뒤따른다.

[0096] 교정 절차는 압전 액추에이터의 교정 온도 TCAL을 얻는 단계를 더 포함한다. 압전 액추에이터의 교정 온도 및 다른 온도는 압전 액추에이터 시스템 (100)에 포함되는 온도 센서, 또는 카메라 모듈 (150) 또는 전자기기 (159)에 포함된 온도 센서로부터 얻어질 수 있다.

[0097] 교정은 제1 및 제2 굴절력 (optical power) OP1, OP2와 같은, 하나 이상의 굴절력 (optical power)을 제1 및 제2 교정전압 V1, V2와 같은, 하나 이상의 상응하는, 압전 액추에이터 (101)에 인가되는 교정전압을 기초로 결정하는 단계를 포함한다.

[0098] 굴절력 (optical power) OP1, OP2는 다양한 방법으로 결정될 수 있다. 일례로, 카메라 모듈 (150) 앞에 위치하는 스크린과 카메라 모듈 사이의, 사용자에 의해 결정되거나 미리 설정되는 거리는 제1 굴절력 (optical power) OP1를 제공하고, 제1전압 V1은 스크린에 초점 맞춘 이미지를 제공하는 전압이다. 제2전압 V2와 굴절력 (optical power) OP는 스크린과의 다른 거리를 기초로 비슷하게 결정될 수 있다. 그 대신에(alternatively), 제2 굴절력 (optical power) OP2는 무한대에 초점을 맞추는 굴절력 (optical power)일 수 있고 제2전압은 상대적으로 10m와 같이 상대적으로 먼 거리 등의, 무한대에 대한 초점을 제공하는 전압이다.

[0099] 교정은 카메라 모듈 (150) 또는 전자기기 (159)의 생산 단계에서 수행될 수 있다. 그 대신에, 교정은 설치된 교정 알고리즘에 따라, 카메라 모듈 또는 전자기기의 사용자에 의해 수행되거나 반복될 수 있다.

[0100] 교정은 또한 다양한 물체에 대한 추정 거리를 활용할 수 있는 통계적 접근법을 기반으로 수행될 수 있다.

[0101] 전압 V에 대한 비선형적 함수와 같은 함수인, 곡선 적합 다항식 L의 함수값은 하나 이상의 교정전압에 대해 결정된다. 일례로, 제1 및 제2 함수값 L(V1) 및 L(V2)는 제1 및 제2 교정전압 V1, V2로부터 결정될 수 있다.

[0102] 일례로, 곡선 적합 다항식 L(V)는 다음의 형식을 한 6차 곡선 적합 다항식으로 표현된다:

[0103] L(V) = v6 x V^6 + v5 x V^5 + v4 x V^4 + v3 x V^3 + v2 x V^2 + v1 x V + v0,

[0104] 상기 v0-v6는 특정 유형의 압전 액추에이터 시스템 (100) 또는 압전 액추에이터 (101)에 대해 경험적으로 결정되는 계수임. L(V)는 온도와 크리프와 압전 액추에이터 시스템 (100)에 사용되는 렌즈의 종류에 무관한, 도 2a의 OP(V) 곡선의 특징적 형태을 제공한다. 곡선 적합 다항식 L(V)는 다른 차수의 다항식으로, 일반적으로 적어

도 3차 이상인 다항식으로 표현될 수 있다.

[0105] 교정은 수학모델, OP(V,T,n)을 사용한 하나 이상의 교정 파라미터 aCAL, bCAL, 하나 이상의 교정 전압 V1, V2 및 교정 전압 V1, V2와 관련된 하나 이상의 굴절력 (optical power) OP1, OP2의 결정을 더 포함한다. 따라서, 교정 파라미터는 교정 전압 및 측정된 광학반응을 수학모델의 파악된 입력값으로 한 모델을 바탕으로 결정될 수 있다. 교정전압 V1, V2는 목적하거나 미리 설정된, 굴절력 (optical power) 등의 광학반응을 유발하는 전압으로 결정될 수 있다. 그 대신에, 미리 설정된 전압을 인가함으로써 나타나는 광학반응이 결정될 수 있다.

[0106] 교정 파라미터 aCAL, bCAL은 a(T)와 b(T,n)가 전압 V에 무관한 모델 OP(V,T,n) 및 OP1과 OP2와 제1 및 제2 함수값 L(V1), L(V2)를, 두 식 OP1(L(V1),T,n)과 OP2(L(V2),T,n)를 이루도록 각각 치환하는 것을 통해 결정될 수 있다. 두 식을 기초로 aCAL, bCAL은 다음과 같이 결정될 수 있다:

[0107] aCAL = (OP1 - OP2)/(L(V1)-L(V2)), 그리고

[0108] bCAL = OP1(V1) - aCAL x (L(V1)).

[0109] 교정 파라미터 aCAL, bCAL은 교정 순간의, 즉 실온 및 크리프 레벨에서의 압전 액추에이터 시스템 (100)의 거동에 상응한다. 이 정보를 통해, 하강 또는 상승 전압의 교정 곡선 OP(V)가 구성될 수 있다.

[0110] 결정된 교정 파라미터 aCAL, bCAL, nCAL 및 TCAL은, 처리장치 (111)의 메모리 등에 저장된다.

[0111] 모델 OP(V,T,n)은 특정 전압 V, 특정 온도 T 및 특정 크리프 레벨에 대한 굴절력 (optical power) OP의 결정에 사용될 수 있다. 이는 모델의 a(T) 및 b(T,n) 부분이 실제 조건, 즉 실온 T 및 실제 전이시간 카운트값 n에 대해 결정될 것을 요구한다. 온도 T는 상기 기술된 바와 같이 온도 센서를 통해 측정될 수 있고 전이시간 카운트값 n은 상기 기술된 바와 같이, 도 3b와 관련하여 설명된 방법 등으로 결정될 수 있다.

[0112] 모델의 a(T) 및 b(T,n) 부분은 하기의 다항식으로 표현될 수 있다:

[0113] a(T) = a2 x (T^2 -TCAL^2) + a1 x (T-TCAL) + aCAL

[0114] b(T,n) = b2 x (T^2 - TCAL^2) + b1 x (T-TCAL) + bCAL + (n-nCAL) x Δb/Δn.

[0115] 분명히, a(T) 및 b(T,n)에 대해 더 높은 차수의 다항식과 같은 다른 표현 역시 유효하다.

[0116] 인자 Δb/Δn, 및 계수 a1, a2, b1, b2는 경험적으로 결정되는 값이다.

[0117] 수학모델 및 실제 조건에 대한 모델의 반복 수정을 통해, 설정점 전압 Vx는, 도 2a에 나타난 바와 같이 목적 굴절력 (optical power) OPx를 달성하도록 결정될 수 있다. 설정값 전압 Vx는, 모델 OP(V,T,n)인 경우 사용에 의해 원하는 광출력 OPx를 제공하거나 적어도 근접한 전압 V를 결정하는 반복 알고리즘에 기초하여 결정될 수 있다.

[0118] 목적 굴절력 (optical power) OPx가, 교정 절차를 제외하면, 실굴절력 (actual optical power) 측정 없이 달성될 수 있기 때문에, 목적 굴절력 (optical power) OPx는 실굴절력 (actual optical power) OP 측정과 무관한 개방 루프 구성에서 결정된다.

[0119] 상기 실시예에서, 모델 OP(V,T,n)은 a(T)가 온도 T에 의존하고, 다항식 L(V)가 전압 V에 의존하는 형식으로 기술되었다. 다른 실시예에서, 인자 a(T)는 전이시간 카운트값 n에 더 의존하고, 즉 그 인자는 a(T,N)의 형태일 수 있다. 마찬가지로, 다항식은 전이시간 카운트값 n 및/또는 온도 T에 더 의존하고, 즉 그 다항식은 L(V,T,n)의 형태일 수 있다.

[0120] 일례로, 그 다항식은 하기의 형태:

[0121] L(V,T) = v6(T) x V^6 + v5(T) x V^5 + v4 x V^4 + v3 x V^3 + v2 x V^2 + v1 x V + v0 + Vt*T^2,

[0122] 또는 n에 의존하는 항을 더 포함하는 L(V,T,n)의 형태를 가질 수 있다.

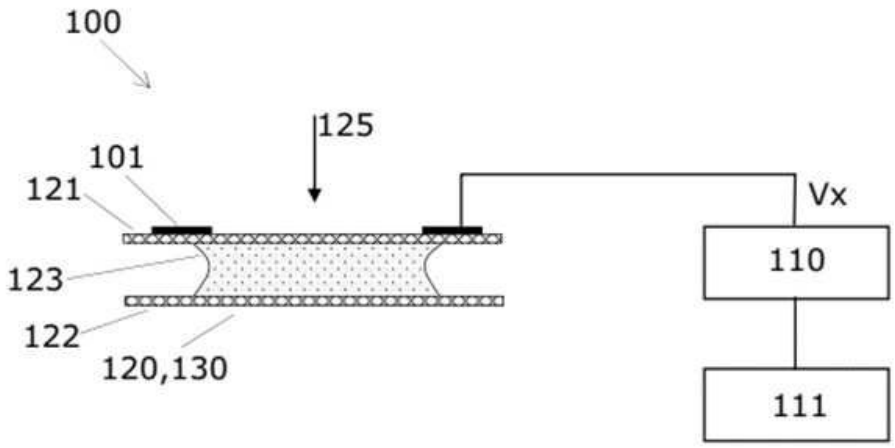
[0123] 다른 실시예에서, 다항식 L(V)는 상이한 온도 범위에서의 둘 이상의 다항식 L1(V), L2(V)로 정의된다. 상이한 온도범위에 대해 별개 다항식 L(V)를 정의하는 것은, 또는 다항식을 온도 T 및/또는 전이시간 카운트값 n에 의존적인 것으로 정의하는 것을 통해, 특정 전압 V에서 결정된 굴절력 (optical power) OP의 정확도를 개선할 수 있다. 압전 액추에이터 시스템 (100)은 렌즈 (120)와 함께 구동하는 것으로 제한되는 것이 아니라, 일반적으로 광학 부재 (130)와 함께 구동되기 때문에, 광학모델 OP(V,T,n)은 광선 편향 등의, 다른 광학반응에 적용되는 것으로 이해된다. 따라서, 동등한 모델 OR(V,T,n)가 다른 광학반응에 대해 구성될 수 있다. 편의상, 본 명세서에

서 사용된 광학모델 OP(V,T,n)는, 임의의 광학반응에 모두 적용된다.

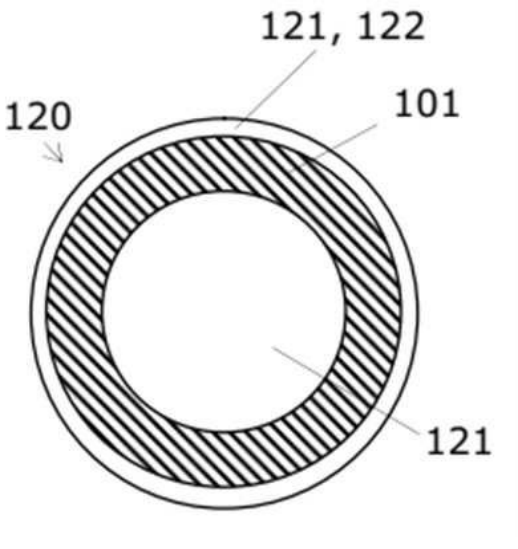
[0124] 비록 본 발명은 특정한 구체예와 관련하여 설명되었지만, 제시된 실시예에 한정된 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위에 비추어 해석되어야 한다. 청구항의 맥락에서, "포함하는" 또는 "포함한다"의 용어는 다른 가능한 구성요소 또는 단계를 배제하지 않는다. 또한, "하나" 또는 "일" 등과 같은 참조 언급은 복수성을 배제하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 도면에 나타난 구성요소와 관련한 청구항의 참조표시 사용 역시 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 더 나아가, 별개 청구항에 언급된 개별 특징은, 유리하게 결합될 수 있고, 별개 청구항에서 이러한 특징을 언급하는 것은 특징의 조합이 불가능하고 유리하지 않다는 것을 배제하지 않는다.

도면

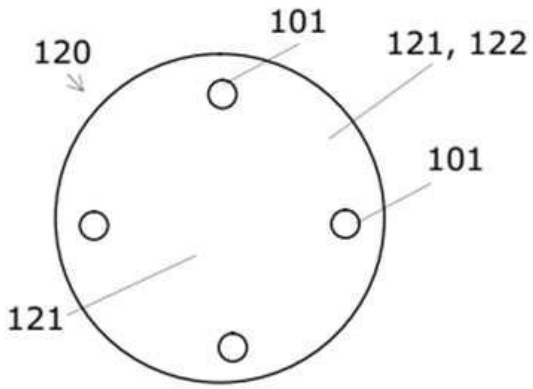
도면1a



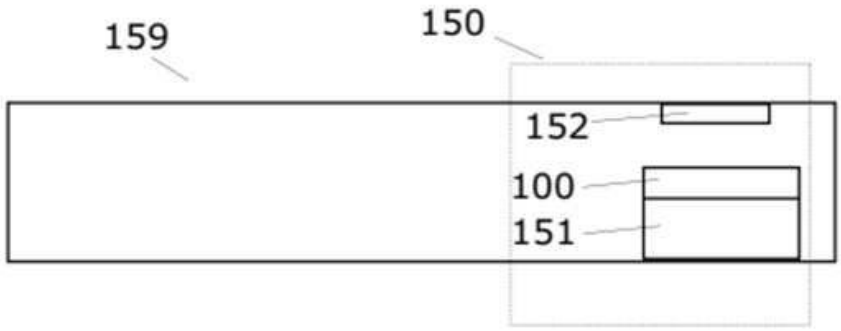
도면1b



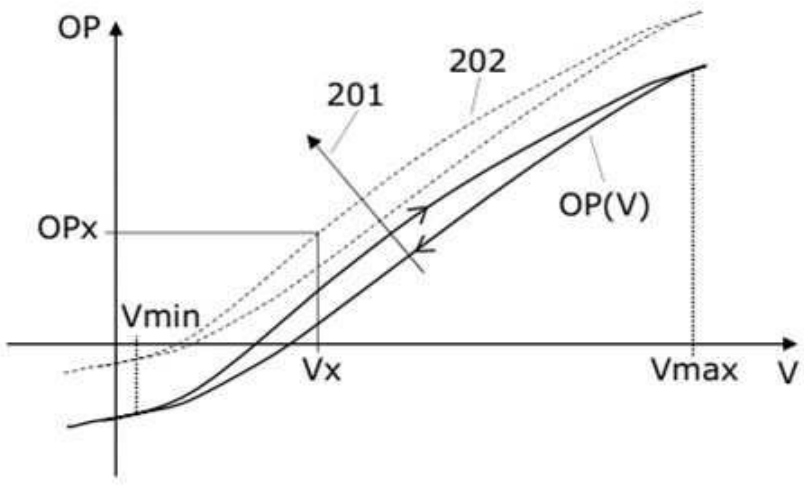
도면1c



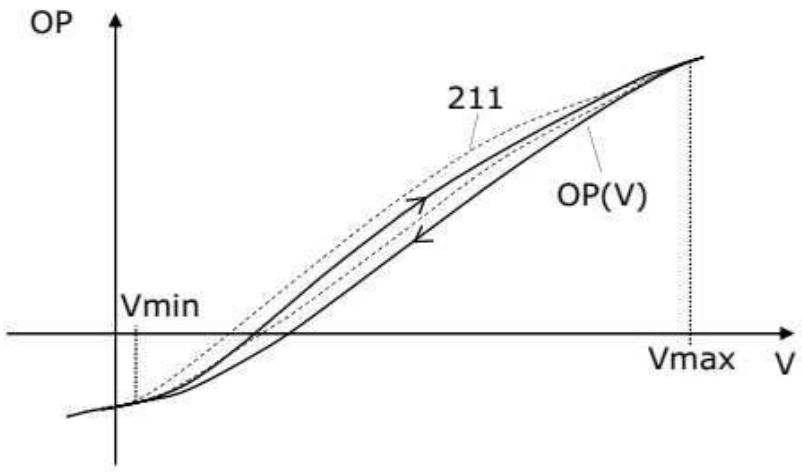
도면1d



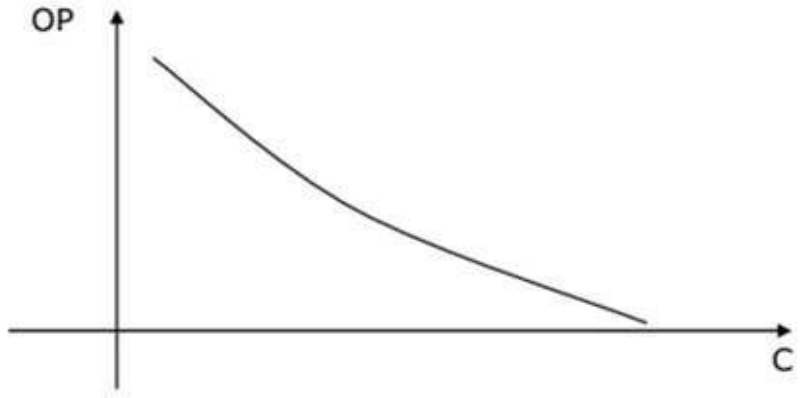
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

