



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월23일
 (11) 등록번호 10-1650592
 (24) 등록일자 2016년08월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 3/00 (2006.01) *G02B 3/14* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7002815
- (22) 출원일자(국제) 2009년07월29일
 심사청구일자 2014년04월14일
- (85) 번역문제출일자 2011년02월07일
- (65) 공개번호 10-2011-0036105
- (43) 공개일자 2011년04월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/CH2009/000266
- (87) 국제공개번호 WO 2010/015095
 국제공개일자 2010년02월11일
- (30) 우선권주장
 PCT/CH2008/000338 2008년08월08일 세계지적재
 산권기구(WIPO)(WO)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20060074325 A1
 US6184609 B1
 JP평성01166004 A
 KR1020000005033 A
- (73) 특허권자
 옵토투네 아게
 스위스 체하-8953 디에티컨 베른스트라쎄 388
- (72) 발명자
 블룸 마르크
 스위스 체하-6330 캄 클라인바이트 8
- (74) 대리인
 양영준, 안국찬

전체 청구항 수 : 총 24 항

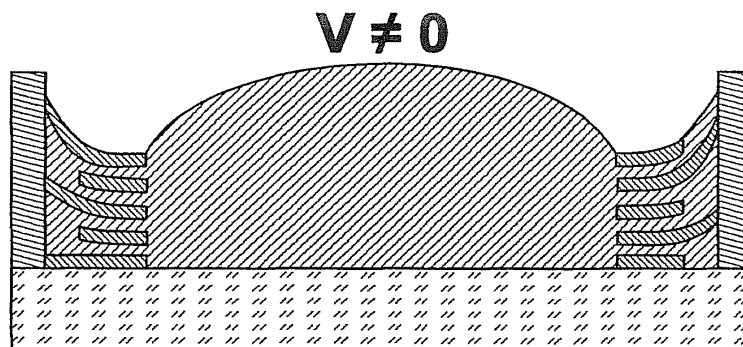
심사관 : 오균규

(54) 발명의 명칭 전기 활성 광학 장치, 전기 활성 광학 장치의 조립체 및 전기 활성 광학 장치를 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은, 광학 소자(1) 및 전기 활성 소자(2)를 포함하는 전기 활성 광학 장치, 특히 전기 활성 렌즈에 관한 것이다. 광학 소자(1)는 겔 또는 폴리머와 같은 탄성 고체이다. 전기 활성 소자(2)는 전기 활성 재료(5)를 사이에 두고 상하로 적층된 복수의 순응형 전극(3a - 3e)을 포함한다. 전기 활성 소자(2)는 상기 전극들(3a - 3e)을 위한 2개의 공통 접점을 제공하는 강성 벽(4a, 4b)에 의해 둘러싸인다. 전압이 인가되지 않으면 광학 소자(1)는 기계적으로 이완된 상태에 놓여져, 의도치 않은 노화 작용을 감소시킨다. 전극들(3a - 3e)에 전압이 인가 되면 광학 소자(2)가 변형된다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

전기 활성 광학 장치이며,

고체 기관(7)과,

고체 기관(7) 위에 배열되는 탄성 광학 소자(1)와,

상기 탄성 광학 소자(1)에 측방향으로 인접하여 배열되고, 각각 2개의 전극(3a-3e)으로 이루어지고 이들 사이에 탄성 전기 활성 재료(5)를 갖는 복수개의 전극 쌍을 포함하는 전기 활성 소자(2)를 포함하며,

적어도 하나의 전극 쌍에 걸쳐 전압 인가시에 상기 전극들 사이의 측방향 간격이 변동되어 상기 적어도 하나의 전극 쌍에 인접한 상기 탄성 광학 소자(1)의 제1 영역의 체적을 변화시킴으로써 상기 탄성 광학 소자(1)의 상기 제1 영역과 제2 영역 사이에서 상기 탄성 광학 소자(1) 내의 재료를 반경 방향으로 변위시키며, 상기 영역들 중 하나는 탄성적으로 팽창하고, 다른 하나는 측방향으로 탄성적으로 수축하여 상기 탄성 광학 소자(1)를 변형 상태로 유도하는 반면에, 상기 복수개의 전극 쌍에 전압이 인가되지 않은 상태에서는 상기 탄성 광학 소자(1)가 탄성적으로 이완 상태에 있으며,

상기 복수개의 전극 쌍은 상기 전극 쌍 사이에 복수개의 갭을 가지며 상하로 적층되며, 상기 갭은 상기 탄성 전기 활성 재료(5)에 의해 충전되며,

전기 활성 광학 장치는 일측의 상기 고체 기관(7)과, 타측의 상기 전기 활성 소자(2) 및 상기 탄성 광학 소자(1) 사이에 배열된 버퍼층(30)을 더 포함하고, 상기 버퍼층(30)은 상기 탄성 광학 소자(1)의 탄성 계수보다 작거나 같은 탄성 계수를 가지며,

전기 활성 광학 장치는 상기 탄성 광학 소자(1)에 부착된 리드층(31)을 더 포함하고, 상기 리드층(31)은 상기 탄성 광학 소자(1)의 탄성 계수보다 큰 탄성 계수를 가지는 전기 활성 광학 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 탄성 광학 소자(1)는 고체이거나 겔인 전기 활성 광학 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 전기 활성 소자(2)는 겔, 폴리머, 아크릴 재료 및 엘라스토머를 포함하는 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하거나 이로 구성되는 전기 활성 광학 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 탄성 광학 소자(1)는 탄성 전기 활성 재료(5)와 동일한 재료인 전기 활성 광학 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 탄성 광학 소자(1)는 탄성 전기 활성 재료(5)와 상이한 재료인 전기 활성 광학 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기 활성 소자(2)는 상기 탄성 광학 소자(1)를 둘러싸는 전기 활성 광학 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)는 상기 전기 활성 소자(2)의 제1 측면에 배열되고, 상기

전기 활성 광학 장치는 상기 전기 활성 소자(2)의 제2 측면에 고체 벽(4a, 4b)을 더 포함하며, 상기 제2 측면은 상기 제1 측면에 대향하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 각각의 상기 전극(3a-3e)은 상기 고체 벽의 적어도 두 개의 상이한 섹션(4a, 4b) 중 한 섹션에 전기적으로 접속되는 전기 활성 광학 장치.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기 활성 소자(2)는 카본 나노튜브, 카본 블랙, 카본 그리스, 금속 이온, 유체 금속, 금속성 파우더, 도전성 폴리머, 변형성 납에 연결된 강성 전극을 포함하는 그룹으로부터 선택된 적어도 하나의 재료로 제조된 적어도 하나의 전극을 포함하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 버퍼층(30)은 상기 고체 기관(7)에 부착되는 전기 활성 광학 장치.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 리드층(31)은 상기 고체 기관(7)에 대향하는 상기 탄성 광학 소자(1)의 측면에 부착되는 전기 활성 광학 장치.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서, 전극(3a-3e)들 중 적어도 하나의 내경은 다른 전극들의 적어도 일부의 내경과 상이한 전기 활성 광학 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 전기 활성 광학 장치의 상부면에 가장 가까운 전극(3a)이 바로 아래의 전극(3b)보다 큰 내경을 가지며, 상부면은 전압 인가시에 변형되는 표면인 전기 활성 광학 장치.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)의 적어도 일 표면에 미리 요소(25)를 더 포함하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서, 탄성 광학 소자(1)에 강성 요소(26)를 더 포함하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)의 적어도 일 표면에 반사 방지층을 더 포함하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 17

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)는 비균질성 경도를 갖는 전기 활성 광학 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)는 비균질적으로 중합된 폴리머를 포함하는 전기 활성 광학 장치.

청구항 19

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 전기 활성 광학 장치는 전기 활성 렌즈인 전기 활성 광학 장치.

청구항 20

제1항 또는 제2항에 따른 전기 활성 광학 장치의 조립체이며,

적어도 2개의 전기 활성 광학 장치(11a, 11b)가 상호 적층되는, 전기 활성 광학 장치의 조립체.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 전기 활성 광학 장치(11a, 11b)는 공통 고체 기관(7)의 대향하는 측면에 장착되는, 전기 활성 광학 장치의 조립체.

청구항 22

제1항 또는 제2항에 따른 전기 활성 광학 장치를 제조하는 방법이며,

- a) 복수개의 제1 전극(3e)을 제공하는 단계와,
- b) 상기 제1 전극(3e) 위에 탄성 전기 활성 재료(5)의 층(5a)을 도포하는 단계와,
- c) 탄성 전기 활성 재료(5)의 상기 층(5a) 위에 복수개의 제2 전극(3d)을 도포하는 단계로서, 각각의 제2 전극(3d)이 제1 전극(3e)에 중첩되는, 복수개의 제2 전극(3d)을 도포하는 단계와,
- d) 상기 단계b) 및 단계c)가 상호 적층된 복수개의 전극 쌍을 형성하기 위해 반복되는 단계와,
- e) 상기 단계a), 단계b), 단계c) 및 단계d)에 의한 최종 생성물을 복수개의 상기 전기 활성 광학 장치로 분리하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 단계 d)와 단계 e) 사이에, 전극(3a-3e)과의 접촉을 위해 탄성 전기 활성 재료(5)의 상기 층(5a, 5b,...)으로 고체 벽(4a, 4b)이 삽입되는 방법.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 탄성 광학 소자(1)는 단일 재료로 제조되는 방법.

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기 활성 광학 장치, 특히 전기 활성 렌즈와, 이런 장치를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기 활성 광학 장치는 전기 활성 효과를 이용하여 그 형상이 변화될 수 있는 광학 장치이다. 특히, 전기 활성 광학 렌즈는 전기 활성 효과를 이용하여 초점 거리가 변화될 수 있는 렌즈이다.

[0003] 전기 활성 효과라는 용어는 고상 또는 액상의 전기장 유도 변형을 의미한다. 변형은 전기장에서 전극들 사이의

쿨롱 힘에 의한 것이거나 및/또는 전기 이온 및/또는 다중극, 특히 쌍극자의 재배열에 의한 것일 수 있다. 전기 활성 재료의 예는, 유전성 엘라스토머(dielectric elastomer), 전왜 완화형 강유전체 폴리머(electrostrictive relaxor ferroelectric polymer), 압전 폴리머(piezoelectric polymer; PVDF), (열적) 액정 엘라스토머(liquid crystal elastomer), 이온성 폴리머 금속 복합재료, 기계화학적 폴리머/젤이다.

- [0004] 전기 활성 렌즈의 다양한 설계가 공지되어 있다.
- [0005] 예를 들면, 국제공개번호 WO 2008/044937호에는 원형 형상의 압전 결정체가 얇은 유리 커버를 굽힘으로써 렌즈 조립체의 초점 거리의 변이(shift)를 제공하는 장치가 개시되어 있다. 그러나, 압전 결정체에 기초한 장치는 그 제조 비용이 비교적 많이 소요된다.
- [0006] 국제공개번호 WO 2005/085930호는, 예를 들면 양면볼록 렌즈(biconvex lens)로서 구성될 수 있는 적응성 광학 소자에 관한 것이다. 렌즈는 전기 활성 폴리머 층과 층 전극을 포함하는 폴리머 액추에이터로 구성된다. 대략 10kV 이상의 전압 인가는 폴리머 층의 변형을 야기하고, 그 결과 렌즈의 직접적인 변형을 야기한다. 이런 장치를 제어하기 위해서는 높은 전압을 필요로 하기 때문에, 많은 용도에 있어서 적합하지 않다.
- [0007] 또한, 이들 유형의 종래 장치들은 시간이 경과함에 따라 이들 장치의 특성을 저하시키는 노후 현상을 나타낸다.
- [0008] 마지막으로, 액체 충전 렌즈를 이용하는 다양한 장치들이 공지되어 있다. 이들 장치는 여러 단점들을 가지고 있다. 특히, 이들 장치는 가속도, 중력 효과 또는 진동과 같은 외부 힘으로 인해 변형될(distortion) 가능성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명의 전반적인 목적은 신뢰성 있고 언급한 단점들의 적어도 일부를 극복할 수 있는 유형의 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 이런 목적은 청구항 1의 전기 활성 장치에 의해 달성된다. 따라서, 장치는 탄성 광학 소자와, 상기 탄성 광학 소자에 측방향으로 인접하여 배열된 전기 활성 소자를 포함한다. 전기 활성 소자는 탄성 전기 활성 재료, 유리 하계는 유전성 탄성중합체를 갖는 적어도 하나의 전극 쌍을 포함하며, 상기 탄성 전기 활성 재료는 전극 쌍의 전극들 사이에 배열된다. 전압이 전극 쌍에 걸쳐 인가되면, 전극 쌍의 전극들 사이의 측방향 거리는 변화하며, 즉 증가하거나 감소하며, 이에 의해 전극 쌍에 인접한 광학 소자의 제1 영역의 체적이 탄성적으로 변한다(즉, 측방향으로 신장된다). 다시, 이는 상기 제1 영역과 제2 영역 사이에서 광학 소자 내의 재료의 반경 방향 변위를 유도한다. 상기 영역 중 하나는 측방향으로 탄성적으로 팽창하고, 다른 영역은 탄성적으로 수축한다. 전극 쌍에 걸쳐 전압이 인가되지 않은 상태에서, 광학 소자는 기계적으로 이완 상태에 있다.
- [0011] 두 영역의 측방향 연장을 변화시켜 광학 소자의 재료를 반경 방향으로 변위시킴으로써, 광학 소자의 표면 곡률의 큰 변화가 달성될 수 있다.
- [0012] 이 설계는 전기 활성 액추에이터의 장점들, 가령 이의 잠재적인 용이한 제조 프로세스, 큰 변형 및 낮은 작동 전압과 같은 장점들 이용하며, 동시에 장치가 전압이 인가되지 않은 상태에서 탄성적으로 이완 상태에 있고, 이에 의해 사전 변형된 고체(pre-strained solid)에 의해 형성되어 지속적인 변형 하에 놓이는 장치보다 피로를 덜 받기 때문에 긴 작동수명을 갖는 해결책을 제공한다.
- [0013] 바람직하게는, 전압의 인가는 전극들 사이의 간격을 감소시킬 것이며, 다시 이는 광학 소자의 상기 제1 영역의 체적을 감소시킬 것이다. 또한, 전극들 사이에 압축된 전기 활성 재료는 광학 소자상에 측방향 압력을 가할 수 있다. 이들 양 효과의 조합은 광학 소자를 큰 변형 상태에 있게 한다.
- [0014] 대부분의 경우, 상기 효과는 전극 쌍에 전압 인가 시에 광학 소자의 두께 증가를 유도할 것이다.
- [0015] 바람직하게는, 전기 활성 소자는 상호 적층된 복수개의 전극 쌍을 포함하며, 전극 쌍 사이에는 갭이 존재한다. 갭은 전기 활성 재료로 채워지는 것이 바람직하다. 이런 설계는 작은 구동 전압을 이용하여 광학 소자에서 재료의 큰 체적 변위를 달성 가능하게 한다.
- [0016] 본 발명의 다른 태양에서, 이런 장치에 대한 효과적인 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 목적은

제2 독립 청구항에 의해 달성된다. 이에 따르면, 방법은,

- [0017] a) 복수개의 제1 전극을 제공하는 단계와,
 - [0018] b) 상기 제1 전극 위에 전기 활성 재료층을 도포하는 단계와,
 - [0019] c) 상기 제1 전극 위에 복수개의 제2 전극을 도포하는 단계로서, 각각의 제2 전극이 제1 전극에 중첩하는, 복수개의 제2 전극을 도포하는 단계와,
 - [0020] d) 상기 단계 a), b) 및 c)의 최종 조립체를 복수개의 상기 전기 활성 장치로 분리하는 단계를 포함한다.
- [0021] 알 수 있는 바와 같이, 이 방법은 공통 단계 a), b) 및 c)을 이용하여 복수개의 장치를 동시에 형성하는 것을 허용함으로써, 제조 비용을 절감시킨다.
- [0022] 바람직하게는, 단계 b) 및 c)는 낮은 전압으로 제어될 수 있는 장치를 제조하기 위해 상호 적층된 복수개의 전극 쌍을 형성하도록 반복된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 본 발명은 본 명세서의 이하 상세한 설명을 참조하여 보다 명확하게 이해될 것이다. 발명의 상세한 설명은 첨부한 도면을 참조하여 설명될 것이다.
- 도 1은 전압이 인가되지 않은 렌즈의 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 렌즈의 평면도이다.
- 도 3은 도 1의 렌즈에 전압이 인가된 상태를 도시한 도면이다.
- 도 4는 제조 프로세스의 제1 단계를 도시한 도면이다.
- 도 5는 제조 프로세스의 제2 단계를 도시한 도면이다.
- 도 6은 제조 프로세스의 제3 단계를 도시한 도면이다.
- 도 7는 제조 프로세스의 제4 단계를 도시한 도면이다.
- 도 8은 제조 프로세스의 제5 단계를 도시한 도면이다.
- 도 9는 2개 렌즈의 조립체에 전압이 인가되지 않은 경우와, 전압이 조금 인가된 경우와, 전압이 많이 인가된 상태를 나타내는 단면도이다.
- 도 10은 4개의 렌즈가 적층된 조립체를 도시한 도면이다.
- 도 11은 단차 전극(graded electrode)을 포함하는 렌즈를 도시한 도면이다.
- 도 12는 빔 편향기의 평면도이다.
- 도 13은 도 12의 라인(XIII)을 따라 취한, 3개의 상이한 상태를 갖는 빔 편향기의 단면도이다.
- 도 14는 버퍼층을 갖는 광학 장치의 다른 실시예를 도시하는 도면이다.
- 도 15는 리드층을 갖는 광학 장치의 다른 실시예를 도시하는 도면이다.
- 도 16은 리드층 및 버퍼층을 갖는 광학 장치의 또 다른 실시예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 정의
- [0025] "축방향"이란 용어는 일반적으로 이완 상태에 있는 광학 소자의 중앙 영역의 표면에 대해 수직인 방향을 지칭하기 위해 사용된다. 기관이 존재하는 경우, 기관은 대부분의 경우 축방향에 대해 대체로 수직으로 정렬될 것이다.
- [0026] "반경방향(radial)"이란 용어는 축방향에 대해 수직인 방향을 지칭하기 위해 사용된다.
- [0027] 도입

- [0028] 본 발명은 다양한 형태로, 예를 들면 전기 활성 렌즈, 빔 편향기 또는 지터 방지(anti-jittering) 장치로서 구현될 수 있다. 하기에서는, 이러한 용례들 중 일부를 기술한다.
- [0029] 전기 활성 렌즈
- [0030] 본 발명의 가능한 실시예 중 하나로서 전기 활성 렌즈가 도 1 및 도 2에 도시되어 있다. 렌즈는 탄성 광학 소자(1) 및 전기 활성 소자(2)를 포함한다. 본 실시예에서, 광학 소자(1)는 원형이고, 전기 활성 소자(2)는 광학 소자를 둘러싼다. 그러나, 이하에 언급된 바와 같이, 본 발명은 전기 활성 소자(2)가 광학 소자(1)의 하나 이상의 측면에 측방향으로 인접하여 배치되기만 하면, 예를 들면 원통형 렌즈와 같은 비원형 렌즈용으로도 구현될 수 있다.
- [0031] 전기 활성 소자(2)는 상호 적층된 적어도 하나의 전극 쌍, 바람직하게는 여러 개의 전극쌍을 형성하는 적어도 두 개, 바람직하게는 두 개보다 많은 수직 적층형 전극(3a-3e)을 포함한다.
- [0032] 최상층의 제1 전극(3a)은 리드(9a)에 의해 측벽의 제1 섹션(4a)에 전기적으로 접속되고, 그 다음의 제2 전극(3b)은 리드(9b)에 의해 측벽의 제2 섹션(4b)에 접속되며, 제3 전극(3c)은 리드(9c)에 의해 다시 제1 섹션(4a)에 접속되고, 제4 전극(3d)은 리드(9d)에 의해 제2 섹션(4b)에 접속되는 등, 인접하는 전극들이 측벽의 상이한 섹션에 접속된다. 측벽은 전기적 도전성을 지니며, 도전성 폴리머와 같은 고체 물질로 형성된다. 측벽의 두 섹션(4a, 4b)에 전위차가 인가되면, 전극들(3a-3e) 중 각각의 인접 전극 쌍에 걸쳐 동일한 전위차가 인가된다.
- [0033] 전기 활성 재료(5)는 전극들(3a-3e) 사이의 갭 내에 위치된다. 즉, 전극들 사이의 모든 갭이 전기 활성 재료(5)로 채워진다. 전기 활성 재료는 인접한 전극들 사이에 전압이 인가되면 전극들 사이의 쿨롱의 힘에 의해 야기되는 맥스웰 응력에 항복하는 재료이다. 바람직하게는 전기 활성 재료(5)가 유전성 엘라스토머(dielectric elastomer) 또는 겔과 같은 고체이다.
- [0034] 렌즈의 광학 소자(1)는 전기 활성 재료(5)와 동일한 재료로 형성될 수 있으며, 이는 이하 설명되는 바와 같은 제조 프로세스를 간소화한다. 그러나, 광학 소자(1)는 전기 활성 재료(5)와는 다른, 광학 소자(1)와 전기 활성 재료(2)의 물리적 성질들이 독립적으로 최적화될 수 있게 하는 재료로 형성될 수도 있다.
- [0035] 광학 소자(1)는 투명한 탄성 고체 또는 겔이며, 전극들(3a-3e)에 전압이 인가되지 않을 경우 전술한 이유로 기계적 이완 상태에 놓인다. 광학 소자는 단일 재료로 제조되는 것이 바람직하다.
- [0036] 도 3을 참조하여 도 1 및 도 2의 렌즈의 기능을 설명한다. 도면에서 확인할 수 있는 바와 같이, 전극들(3a-3e)에 의해 형성된 모든 인접 전극 쌍에 걸쳐 0이 아닌 전압(V)이 인가되면, 전극들 사이의 쿨롱의 힘 및/또는 재료 내 다중극의 재배열로 인해, 사용된 전기 활성 재료에 따라 전극들 사이의 측방향 거리가 감소하거나 증가한다. 특히 액정 엘라스토머는 인가된 전기장의 방향으로 팽창하도록 제작될 수 있는 반면에, 대부분의 다른 재료는 수축될 것이다.
- [0037] 전기 활성 재료가 전기장의 인가로 인해 수축되면, 전기 활성 소자(2)의 두께가 감소된다. 전기 활성 소자(2)가 광학 소자(1)에 측방향으로 결합하기 때문에, 전극들에 인접한 광학 소자 내에 압축된 제1 영역이 생성된다. 이는 다시, 압축된 제1 영역으로부터 멀어지는 방향으로, 통상 광학 소자(1)의 중심부를 향해 광학 소자(1) 재료가 반경방향으로 변위되도록 한다. 이로써, 재료의 비압축성으로 인해 광학 소자 내에 측방향으로 팽창하는 제2 영역이 형성된다. 도 3에서, 측방향 팽창 영역은 광학 소자(2)의 중심부에 나타난다.
- [0038] 인가된 전기장을 따라 전기 활성 재료가 팽창하면, 전기 활성 소자(2)의 두께가 증가하며, 광학 소자(1)의 제1 영역은 측방향으로 팽창하는 한편 제2 영역은 수축한다.
- [0039] 그러므로, 전극들에 전압이 인가되면 광학 소자(1) 내에서 물질의 재분포가 일어나며, 이는 다시 광학 소자의 표면 곡률에 영향을 미친다. 특히 수축하는 전기 활성 소자에 의해 주어지는 한계 조건들로 인해, 광학 소자(1)는 전압이 인가된 전극들에 인접하는 영역들에서 더 얇아지고, 그 밖의 영역에서는 더 두꺼워진다.
- [0040] 광학 소자(1)와 전기 활성 소자(2)의 두께 및 체적에 따라, 만일 전극들 사이의 거리가 감소하는 경우, 전압이 인가되면 전극들 사이의 전기 활성 재료(5)가 압축되는 사실이 광학 소자(1)의 변형에 이바지하게 된다. 이런 압축은 물질의 측방향 팽창으로 전환되고(일정 체적 근사법), 이는 전기 활성 소자(2)로부터 광학 소자(1)로의 물질 유동을 유도함으로써 광학 소자(1)를 더 두껍게, 바람직하게는 더욱 비대하게 한다. 특히 벽(4a, 4b)이 고체인 경우, 바람직하게는 강성의 링인 경우, 측방향 팽창은 내측을 향하고 광학 소자(1)의 탄성 재료에 압력을 가하며, 그 결과 광학 소자의 표면이 변형된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 이완된 표면(도 1)이 본래 평면이면, 이런 변형으로 인해 표면이 바깥쪽으로 볼록해짐으로써 볼록 렌즈 표면이 형성되고, 이는 광학 부품(1)에

의해 형성되는 렌즈의 초점 거리에 영향을 미친다.

- [0041] 언급한 바와 같이, 본 발명에 따른 렌즈가 반드시 원형 렌즈일 필요는 없다. 언급한 바와 같이, 렌즈는 예컨대 원통형일 수도 있다. 이 경우, 광학 소자(1)는 세장형 스트립의 투명 탄성 재료로 형성되고, 광학 소자의 적어도 하나의 측면을 따라 적어도 하나의 세장형 전기 활성 소자(2)가 배치되고, 이에 따라 전술한 바와 같이 전기 활성 소자(2)가 광학 소자(1) 내에서 전극들에 인접하여 압축되거나 팽창된 제1 영역을 생성할 수 있다. 또한, 이 경우에도, 전기 활성 소자(2)의 제2 (대향) 측면에 고체 벽이 배치되는 것이 바람직하며, 전기 활성 재료(5)가 상기 방향으로의 항복이 방지되어, 그로 인해 모든 전압 유도성 물질 변위가 광학 소자(1)를 향하도록 한다.
- [0042] 도 1 내지 도 3에서 확인할 수 있는 바와 같이, 렌즈는 바람직하게 투명 고체 기관(7)을 포함하고, 이 기관 상에 전기 활성 소자(2) 및 광학 소자(1)가 배열된다. 기관은 장치에 기계적 안정성을 제공하며, 이하 설명된 바와 같이 제조 프로세스를 단순화시킨다. 그러나 광학 소자(1)가 충분한 기계적 안정성을 지니고 있다면, 기관(7)이 생략될 수도 있다.
- [0043] 인가되는 전압이 작은 경우에도 강한 쿨롱의 힘을 얻기 위해서는, 인접하는 전극들(3a-3e) 사이의 간격이 너무 멀지 않아야 한다. 바람직하게는, 2개의 인접 전극 사이의 거리는 250 μ m 미만, 특히 대략 10 μ m인 것이 바람직하고, 1kV 이하의 전압에서 상당한 변형이 가능하도록 충분히 짧아야 한다.
- [0044] 전극들은 순응형이어야 한다. 즉, 전극들은 전기 활성 소자(2)의 변형에 손상 없이 유지될 수 있어야 한다. 따라서, 바람직하게 전극들은 하기의 재료들 중 하나로 제조된다.
- [0045] - 탄소나노튜브 ("Self-clearable carbon nanotube electrodes for improved performance of dielectric elastomer actuators", Proc. SPIE, Vol. 6927, 69270P (2008) 참조).
- [0046] - 카본블랙 ("Low voltage, highly tunable diffraction grating based on dielectric elastomer actuators", Proc. SPIE, Vol. 6524, 65241N (2007) 참조).
- [0047] - 카본 그리스
- [0048] - 이온 (Au, Cu, Cr,....) ("Mechanical properties of electroactive polymer microactuators with ion-implanted electrodes", Proc. SPIE, Vol. 6524, 652410 (2007)참조)
- [0049] - 유체 금속 [예를 들면, 갈린스텐(Galinstan)]
- [0050] - 금속 분말, 특히 금속 나노입자(금, 은, 구리)
- [0051] - 도전성 폴리머
- [0052] - 변형 가능한 리드에 연결된 강성 전극
- [0053] 광학 소자(1)용 재료 및 전기 활성 소자(2)용 전기 활성 재료(5)는 예를 들면 이하의 재료들을 포함하거나, 이하의 재료들로 구성될 수 있다.
- [0054] - 젤 [리트웨이(Liteway)사에 의해 공급되는 광학 젤 OG-1001],
- [0055] - 엘라스토머 (TPE, LCE, PDMS 실가드 186과 같은 실리콘, 아크릴, 우레탄)
- [0056] - 열가소성 물질 (ABS, PA, PC, PMMA, PET, PE, PP, PS, PVC,...)
- [0057] - 듀로플라스트(Duroplast)
- [0058] 전극(3a-3e)의 기하학적 형상이 동일할 필요는 없다. 도 11은 장치의 표면 쪽으로 갈수록 전극(3a-3e)의 내경이 점점 더 커지는 바람직한 실시예를 도시한다. 다시 말해서, 적어도 상부면에 가장 가까운 전극(3a)은 그 다음 아래에 있는 전극보다 큰 내경을 가진다. (본 명세서에서, "상부면"은 전압 인가 시에 변형되는 렌즈의 표면을 지칭한다.)
- [0059] 이 설계는 전압 인가 시에 전기 활성 재료(5)와 광학 소자(1) 재료에서 기계적 변형을 감소시킨다.
- [0060] 일반적으로, 전극(3a-3e) 중 적어도 하나의 내경은 다른 전극 중 적어도 일부의 내경과 다를 수 있다. 이는 광학 소자(1)의 변형에 대한 보다 세밀한 제어를 허용한다.
- [0061] 이하에서, 바람직한 제조 프로세스가 도 4 내지 도 8을 참조하여 설명된다. 이 프로세스에서, 복수개의 전기

활성 렌즈가 공통 웨이퍼 상에 동시에 제조된다. 공통 웨이퍼는 예를 들면 광학 소자(2)와 조합되는, 강성 렌즈와 같은 고정 구조물을 포함하도록 사전 성형될 수 있다.

- [0062] 프로세스는 본래 개별 렌즈보다 큰 사이즈를 갖는 기관(7)으로부터 시작한다(단계a, 도 4). 복수개의 인접 렌즈들에서 최저 바닥에 위치한 전극(3e)이 기관에 증착된다. 전극 재료와 기관의 호환성을 제공하기만 하면 임의의 적절한 방법, 가령 후속하는 마스크 단계 및 에칭 단계를 갖는 스퍼터링과 같은 방법이 이들 전극을 제조하기 위해 사용될 수 있다.
- [0063] 다음(단계b, 도 5), 전기 활성 재료(5)의 층(5a)이 기관(7) 위에 도포된다. 층(5a)은 예를 들면 10 μ m의 두께를 가질 수 있다.
- [0064] 다음 단계(단계c, 도 6)에서, 복수개의 제2 전극, 즉 전극(3d)이 전기 활성 재료의 층(5a) 위에 도포된다. 전극(3d)은 전극(3e)과 정렬되고(registered), 하나의 전극(3d)이 각각의 전극(3e)에 중첩한다.
- [0065] 다음, 단계 b가 반복된다. 즉, 전기 활성 재료의 추가 층(5b)이 도 6에 도시된 바와 같이 도포되고, 도 7에 도시된 바와 같이 상하로 적층된 복수개의 전극 쌍을 갖는 충분한 높이의 적층형 구조가 제조될 때까지 단계 c가 반복된다.
- [0066] 도 7의 층 구조를 완료한 후에, 사전 조립되어 예컨대 (도시되지 않은) 공통 캐리어에 적용된 벽(4a, 4b)이 위에서부터 층 구조로 가압된다. 층(5a, 5b,...)이 연성 재료이기 때문에, 벽(4a, 4b)은 도 8에 도시된 바와 같이 층으로 들어갈 수 있고, 이에 의해 벽의 (도시되지 않은) 공통 캐리어가 제거될 수 있다. 벽(4a, 4b)은 이들이 전극(3a-3e)과 접촉하도록 위치된다. 이를 위해, 도 1 및 도 2뿐만 아니라 도 7에 명확하게 도시된 바와 같이, 전극(3a-3e)에 리드(9a-9e)가 제공되며, 상기 리드(9a-9e)는 각각의 벽 섹션(4a 또는 4b)과의 접촉을 제공하도록 렌즈의 중심부로부터 멀어지는 측방향으로 연장된다.
- [0067] 마지막으로, 상기 단계의 생산물은 예를 들면 도 8에 도시된 바와 같이 라인(10)을 따라 인접한 렌즈들의 벽들 사이를 절단함으로써 복수개의 전기 활성 렌즈로 분리된다. 다르게는, 기관(7)이 충분히 연성이라면, 렌즈의 분리는 예를 들면 전기 활성 재료의 층(5a, 5b,...)을 통해서뿐만 아니라 기관(7)을 통해 벽(4a, 4b)을 가압함으로써 달성될 수도 있다. 또 다르게는, 도 7에 도시된 생산물이 먼저 절단될 수도 있으며, 이에 의해 전극(3a-3e)에 접촉을 제공하기 위한 벽(4a, 4b) 또는 다른 수단이 각각의 렌즈에 개별적으로 적용된다.
- [0068] 상기 단계 b에서, 예를 들면 이하의 방법이 전기 활성 재료의 층(5a, 5b,...)을 도포하기 위해 사용될 수 있다.
- [0069] - 후속하여 경화 처리가 이루어지는 스핀 코팅
- [0070] - 후속하여 경화 처리가 이루어지는 스프레이
- [0071] - 프린팅(예를 들면, 스크린 프린팅)
- [0072] - 화학 기상 증착, 특히 PECVD(플라즈마 화학 기상 증착)
- [0073] - 재료 층을 사전 조립하여 기관상에 이들을 도포하는, 바람직하게는 기관상에 이들을 접합시키는 방법 - 이 경우, 층은 층의 두께를 감소시키기 위해 도포 전에 선택적으로 비탄성적으로 신장될 수 있다.
- [0074] 예를 들면, 이하의 재료들이 광학 소자용으로서 뿐만 아니라 전기 활성 재료용으로서 이용될 수 있다.
- [0075] - 겔[리트웨이(Litway)사에 의해 공급되는 광학 겔 OG-1001]
- [0076] - 폴리머[예를 들면, 다우 코닝(Dow Corning)사에 의해 공급되는 누카실 RTV 25(Neukasil RTV 25), PDMS 실가드 186(PDMS Sylgard 186)]
- [0077] - 아크릴 재료(예를 들면 3M 사에 의해 공급되는 VHB 4910)
- [0078] - 엘라스토머
- [0079] 상기 단계 c에서, 예를 들면 이하의 방법이 순응형 전극(3a-3d), 선택적으로는 전극(3e)을 도포하기 위해 사용될 수 있다.
- [0080] - 이온 주입 방법["Mechanical properties of electroactive polymer micro actuators with ion-implanted electrodes", Proc. SPIE, Vol. 6524,652410 (2007) 참조]
- [0081] - PVD, CVD

- [0082] - 증발
- [0083] - 스퍼터링
- [0084] - 프린팅, 특히 콘택트 프린팅, 잉크젯 프린팅, 레이저 프린팅 및 스크린 프린팅
- [0085] - 필드 가이드 셀프 조립체(field-guided self-assembly) ["엘. 지만(L. Seemann), 에이 스템머(A. Stemmer) 및 엔. 나우요크(N. Naujoks)에 의해 (Nano Letter)에 발표된 "Local surface charges direct the deposition of carbon nanotubes and fullerenes into nanoscale patterns" Nano Letters 7, 10, 3007-3012, 2007 참조]
- [0086] - 브러싱
- [0087] - 전극 도금
- [0088] 선택적으로, 광학 소자(1)는 광학 소자의 이완 상태 및/또는 변형 상태에서 소정의 형상을 가지도록 구성될 수 있다. 이런 렌즈의 예들이 도 9 및 도 10을 참조하여 이하 설명된다. (이완 상태에서의) 적절한 렌즈 형상은 예를 들면 다음과 같을 수 있다.
- [0089] - 구면 렌즈 (볼록 및 오목)
- [0090] - 비구면 렌즈 (볼록 및 오목)
- [0091] - 평면(flat)
- [0092] - 사각형, 삼각형, 선형 또는 피라미드형
- [0093] - 임의의 마이크로 구조(예를 들면, 마이크로 렌즈 어레이, 회절 격자, 홀로그래프) 또는 나노 구조(예를 들면, 반사방지 코팅)가 폴리머 층을 포함한 순응형 전극과 광학 소자(1)의 개방형 개구에 통합될 수 있다.
- [0094] 이하의 방법들 중 임의의 방법이 렌즈를 성형하기 위해 사용될 수 있다.
- [0095] a) 주물, 특히 사출 성형
- [0096] b) 예를 들면, 나노미터 크기 구조의 고온 압인(hot embossing)에 의한 나노 임프린팅(Nano-imprinting)
- [0097] c) 에칭(예를 들면, 화학적 또는 플라즈마)
- [0098] d) 스퍼터링
- [0099] e) 고온 압인
- [0100] f) 소프트 리소그래피(즉 미리 성형된 기관상에 폴리머를 주조)
- [0101] g) 화학적 셀프 조립체(예를 들면, "Surface tension-powered self-assembly of microstructures - the state-of-the-art", R.R.A. Syms, E. M. Yeatman, V.M. Bright, G.M. Whitesides, Journal of Microelectromechanical Systems 12(4), 2003, pp. 387 - 417) 참조]
- [0102] h) 전자기장 가이드 패턴 형성법(예를 들면, "Electro-magnetic field guided pattern forming", L. Seemann, A. Stemmer, and N. Naujoks, Nano Lett., 7 (10), 3007 - 3012, 2007. 10.1021/nl0713373) 참조]
- [0103] 본 기술분야의 당업자에게 자명한 바와 같이, 상기 방법들 중 일부는 도 4 내지 도 8을 참조하여 설명된 제조 프로세스와 직접적으로 호환성을 가지는데, 예를 들면 방법 c) 및 d)는 도 7에 도시된 생산물에서 이루어질 수 있다. 일부 다른 방법은 추가의 단계들을 필요로 할 것이다. 예를 들면, 공통 캐리어 상에서 볼록 렌즈의 어레이는 방법 a), b) 또는 e) 내지 k)에 의해 제조된 다음, 도 7의 생산물의 상부에 적용될 수 있다.
- [0104] 전술한 유형의 다양한 전기 활성 렌즈가 멀티 렌즈 조립체를 형성하기 위해 조합될 수 있다.
- [0105] 고체이고 투명한 공통 기관(7)의 대향 측면에 2개의 전기 활성 렌즈(11a, 11b)가 장착된 이런 조립체의 예가 도 9에 도시되어 있다. 도면의 좌측에 명확하게 도시된 바와 같이, 전압이 인가되지 않은 상태에서, 렌즈(11a)가 평평한 표면을 가지는 반면에, 렌즈(11b)는 오목한 표면을 가진다. 렌즈(11a)가 예를 들면 도 4 내지 도 8에 도시된 바와 같이 제조될 수 있기 때문에, 렌즈(11b)의 광학 소자는 예를 들면 전술한 방법 c) 또는 d)를 이용하여 이에 후속하여 구성된다.
- [0106] 전압이 적게 인가되면, 도면의 중앙부에 도시된 바와 같이, 렌즈(11a)는 작은 곡률이긴 하지만 볼록한 상태가 되고 반면에 렌즈(11b)는 오목한 상태를 유지한다. 마지막으로, 도 9의 우측에 도시된 바와 같이, 충분한 전압

이 인가되면, 렌즈(11a, 11b) 모두가 불록한 상태가 된다.

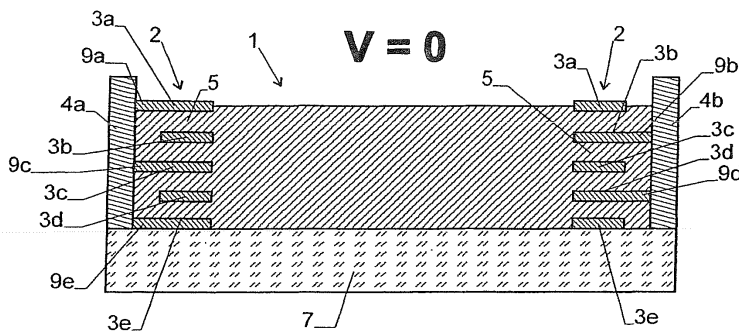
- [0107] 본 발명의 렌즈는 보다 복잡한 구조에 조합될 수도 있다. 이런 조립체의 예가 도 10에 도시되어 있다.
- [0108] 도 10의 조립체는 상하로 적층된 4개의 강성 렌즈(12a, 12b, 12c, 12d)뿐만 아니라 4개의 전기 활성 렌즈(11a, 11b, 11c, 11d)를 포함한다. 벽(4a, 4b)과 추가의 스페이서 요소(13a, 13b)는 상호 정확한 거리로 렌즈들을 유지하기 위해 사용된다. 도 10의 예에서, 각각의 전기 활성 렌즈(11a-11d)는 기관(7)의 일 측면에 부착되고, 강성 렌즈(12a-12d)는 상기 기관의 대향 측면에 배열된다.
- [0109] 도 10의 실시예에서, 각각의 강성 렌즈가 기관(7)에 부착된다. 그러나, 하나 이상의 강성 렌즈가 기관에 개별적으로 장착될 수도 있다.
- [0110] 전자기장의 부재시에 전기 활성 렌즈(11a, 11b, 11c, 11d)의 형상은 전술한 구성 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0111] 구면 렌즈
- [0112] 많은 용례에서, 렌즈는 구면이어야 한다. 도 1 내지 도 10에 도시된 설계를 갖는, 대체로 구면인 렌즈를 형성하기 위해, 전기 활성 소자(2) 및 광학 소자(1)의 전체 두께가 상당히 커야 한다. 그렇지 않으면, 특히 전기 활성층이 기관(7)에 접합된 경우, 전압 인가 시의 변형이 전극 가까이에서 심하게, 그러나 렌즈 중심부에서는 약하게 발생한다.
- [0113] 또 다른 측면에서, 광학 소자(1) 및 전기 활성층(2)의 전체 두께가 커지면, 도 4 내지 도 8의 제조 프로세스를 사용할 경우 비교적 많은 개별 층(5a, 5b, ...)이 요구되며, 이는 프로세스 비용을 높이는 원인이 된다.
- [0114] 이러한 이유로, 도 14에 도시된 설계, 즉 전극들(3a-3e)이 탄성 버퍼층(30)에 의해 기관(7)과 분리되는 설계를 채택하는 것이 바람직하다. 일 측의 기관(7)과 타 측의 전기 활성 소자(2) 및 광학 소자(1)의 사이에 배치된 버퍼층(30)은 광학 소자(1)의 재료가 특히 수평 방향으로 더욱 자유롭게 이동하도록, 즉 재료가 강성 기관(7)의 기계적 구속(mechanical constraint)으로부터 광학 소자(1)를 보호하도록 한다. 따라서, 버퍼층(30)이 비교적 연성인 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 버퍼층은 광학 소자(1)의 탄성 계수(Young's Modulus)보다 작거나 같은 탄성 계수를 갖는다.
- [0115] 버퍼층(30)은 기관(7)과 광학 소자(1) 모두에 전면에 걸쳐 부착될 수 있으며, 이에 따라 전극들에 전압이 인가될 때 광학 소자(1)의 이동을 제한하지 않으면서 기관과 광학 소자를 연결한다.
- [0116] 구면 렌즈의 표면 형상을 개선하기 위한, 즉 이상적인 구면 렌즈에 가깝게 형성하기 위한 또 다른 방법이 도 15에 도시되어 있다. 도 15의 실시예에서, 광학 소자(1)의 최상층, 즉 기관(7)의 대향 측면에 리드층(31)이 부착된다. 리드층(31)은 광학 소자(1)보다 더 강성이다. 즉, 리드층은 광학 소자(1)의 탄성 계수보다 큰 탄성 계수를 갖는다. 고품질 렌즈의 구현을 위해, 특히 탄성 계수는 광학 소자(1)의 탄성 계수보다 약 60배 정도 더 커야 한다. 층 두께가 더 얇아지면, 양호한 광학 품질을 구현하기 위해 탄성 계수를 증가시켜야 한다.
- [0117] 도 14 및 도 15의 방법들은 도 16에 도시된 바와 같이 조합될 수 있는데, 광학 장치는 버퍼층(30) 및 리드층(31) 모두를 포함한다.
- [0118] 버퍼층(30) 및 리드층(31)에 적합한 재료는 예를 들면 PDMS, 아크릴 또는 폴리우레탄이다. 버퍼층은 일반적으로 200kPa 이하의 탄성 계수를 가지며, 리드층은 10MPa 이상의 탄성 계수를 갖는다. 이들 재료는 전기 활성 재료 및 렌즈 소자를 위해 엘라스토머, 아크릴 및 폴리우레탄과 조합되는 것이 바람직하다.
- [0119] 빔 편향기
- [0120] 전술한 기술들은 렌즈뿐만 아니라 빔 편향기나 지터 방지 장치와 같은 다른 다양한 전기 활성 광학 장치에도 적용될 수 있다.
- [0121] 빔 편향기 또는 미러의 일례가 도 12 및 도 13에 도시되어 있다. 본 구성 소자는 도 1 내지 도 3의 장치와 기본적으로 동일한 구성을 갖지만, 전극(3a 및 3c)은 각각 2개의 전극 섹션(3a'와 3a" 및 3c'와 3c")으로 분리되며, 각각의 섹션은 광학 소자(1)의 대략 180°에 걸쳐서 연장된다. 따라서, 벽은 3개의 섹션(4a, 4b, 4c)으로 나뉘고, 섹션(4a)은 전극 섹션(3a' 및 3c')에, 섹션(4b)은 전극 섹션(3a" 및 3c")에, 그리고 섹션(4c)은 전극 섹션(3b 및 3d)에 연결된다. 전압(V1)은 섹션(4a와 4c) 사이에, 그리고 전압(V2)은 섹션(4b와 4c) 사이에 인가될 수 있다.

- [0122] $V1 = V2 = 0$ 이면, 광학 소자(1)의 표면은 도 13의 좌측에 도시된 바와 같이 평평하게 수평으로 형성된다. $V1 \neq 0$ 이고 $V2 = 0$ 이면, 광학 소자의 표면은 실질적으로 일 측면으로 기울어지는 반면에, $V1 = 0$ 이고 $V2 \neq 0$ 이면, 광학 소자의 표면은 실질적으로 대향 측면으로 기울어진다.
- [0123] 이러한 유형의 장치는 투과 또는 반사 시에 빔 편향기로서 사용될 수 있다.
- [0124] 장치가 투과 시 작동되는 경우, 광학 소자(1)를 통과하여 연장되는 빔은 화살표(21)로 도시된 바와 같이, $V1$ 및 $V2$ 에 따라 좌측 또는 우측으로 편향될 수 있다.
- [0125] 장치가 반사 시 작동되는 경우, 광학 소자(1)의 표면들 중 적어도 하나에 반사 코팅(25)이나 강성의 반사성 미러 플레이트와 같은 미러 요소가 제공될 수 있으며, 빔은 점선 화살표(22)로 도시된 바와 같이 우측 또는 좌측으로 각각 편향될 수 있다.
- [0126] 미러 요소는 언급한 바와 같이 예를 들면 표면(20)에 부착된 미러 플레이트이거나, 가령 액체 금속 코팅[예: 갈린스텐(Galinstan)]과 같은 코팅일 수 있다.
- [0127] 도 12는 원형의 빔 편향기를 도시한다. 그러나 이 형상은 예를 들면 직사각형일 수도 있으며, 전극(3a' 및 3a")은 직사각형의 대향 측면들에 배치된다.
- [0128] 기타 장치
- [0129] 진술한 기술들은 (예를 들면, 제WO 2007/090843호에 개시된 기술들을 사용하는) 광위상 지연기(optical phase retarder)와 같은 다른 유형의 장치에도 적용될 수 있다.
- [0130] 또한, 상기 장치는 평면 또는 곡면 미러, 회절 격자 또는 홀로그램과 같은 또 다른 광학 소자와 결합될 수 있다.
- [0131] 부연 설명
- [0132] 진술한 실시예들에서, 전극과의 접촉을 위해 링 섹션(4a, 4b 및 4c)이 사용되었다. 다른 접촉 수단도 물론 사용될 수 있다. 예를 들면, 공통 접점의 제공을 위해 리드들(9a, 9b, 9c)을 관통하여 금속의 니들형 구조체가 삽입될 수 있다. 다르게는, 적층 프로세스(layer by layer process) 중에 전기 활성 재료 적층체로 도전성 재료들로 채워진 도전성 비아(via)가 통합될 수 있다. 이러한 접촉 방법은 전극(3a-3e)이 전기 활성 재료 적층체의 일 측면으로부터 접촉될 수 있게 한다.
- [0133] 또한, 도 1 내지 도 3의 예에서 전극(3a, 3c, 3e)에는 공통적으로 제1 전위가 인가되는 반면, 전극들(3b, 3d)에는 제2 전위가 인가된다. 또는 전기 활성 소자(2)의 변형을 더욱 정밀하게 제어하기 위해 전극들 중 일부 또는 모든 전극에 개별 전위를 인가할 수도 있다.
- [0134] 특히 바람직한 실시예에서, 광학 소자(1)의 일 측면 또는 양 측면에 반사 방지층이 제공될 수 있다. 반사 방지층은 이하의 요소들로 구성될 수 있다.
- [0135] - 광학 소자(1)의 재료 자체 또는 별도의 코팅 재료 내에 형성된 "나노미터 구조물". 이러한 구조물은 광 파장에 훨씬 미치지 못하는 크기, 예컨대 400nm 미만의 크기를 갖는다. 상기 구조물은 예컨대 에칭, 성형, 주조 또는 압인에 의해 적용될 수 있다.
- [0136] - 반사방지 박막 코팅층.
- [0137] 또 다른 한 바람직한 실시예에서, 광학 소자(1)의 형상은 변형된 상태에서 광학 소자의 국부적으로 경성인 또는 연성인 부분에 의해, 예컨대 UV 경화 또는 화학 처리에 의해 영향을 받을 수 있다. 본 실시예의 일례가 도 13에 도시되어 있는데, 여기서 해칭 영역은 국부적 경화 처리에 의해 만들어지고, 전압 인가시 표면(20)의 평탄성을 향상시키는 표면(20) 아래의 강성 부분(26)을 나타낸다. 강성 부분은 광학 소자의 나머지 부분과 상이한 재료로 형성될 수 있고, 예를 들면 광학 소자의 표면에 매립되거나 장착되는 방식으로 상기 광학 소자에 추가될 수 있다. 강성 부분의 위치는 전극들에 전압이 인가되면 변경된다.
- [0138] 일반적으로, 광학 소자(1)의 재료는 불균일 경도를 가질 수 있으며, 특히 비균질 중합 폴리머(inhomogeneously polymerized polymer)를 포함할 수 있다.
- [0139] 또한, 광학 소자(1)는 예를 들면 상이한 광 분산도를 갖는 2개의 재료를 사용하여 색수차를 보정하기 위해, 서로 적절하게 결합된 2개 이상의 재료의 조립체일 수 있다.

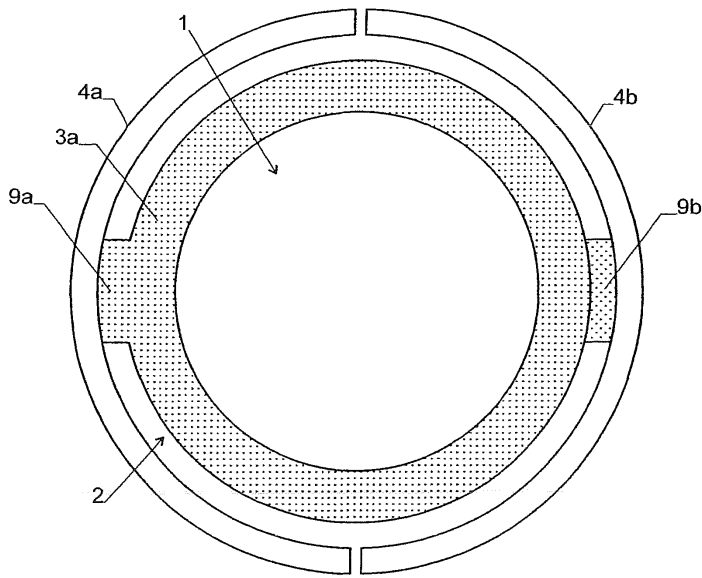
- [0140] 또한, 광학 소자(1)는 예컨대
- [0141] - 회절 구조물이나 홀로그램 구조물과 같은 미세구조물,
- [0142] - (전술한 것과 같은) 반사 또는 반사방지 코팅 또는 흡수 코팅과 같은 변형 가능 코팅에 의해 추가로 구조화될 수 있다.
- [0143] 일부 용례
- [0144] 전기 활성 광학 장치는 하기와 같은 매우 다양한 분야에 사용될 수 있다.
- [0145] - 이동 전화, 디지털 SLR 카메라, 차량 내 카메라, 감시 시스템에 사용되는 류의 카메라(줌 및 오토 포커스 기능 탑재)
- [0146] - 비머(beamer) 및 이동 전화 프로젝터 내 매크로 프로젝터 및 나노 프로젝터용 광학 프로젝터 부품
- [0147] - 레이저 절삭 또는 용접을 포함한 산업 응용물
- [0148] - 현미경, 확대경
- [0149] - 시력 교정 (사람 눈 안에 이식된 렌즈)
- [0150] - 내시경
- [0151] - 확대경
- [0152] - 일종의 카메라와 같은 비전 시스템
- [0153] - 양자 계산용 연구 애플리케이션
- [0154] - 통신 애플리케이션 (진폭 변조)
- [0155] - 편향 레이저 빔에 사용되는 것과 같은 레이저 애플리케이션
- [0156] - 망원경
- [0157] - 디스플레이
- [0158] 본 발명은 본 명세서에 도시되고 기술된 본 발명의 실시예들로만 제한되지 않으며, 후속하는 청구항들의 범위 내에서 다양한 형태로 구체화되고 실현될 수 있다.

도면

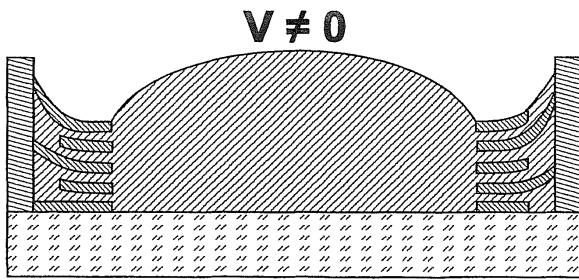
도면1



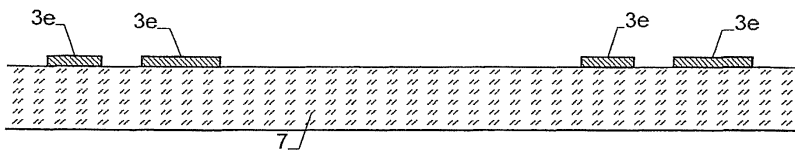
도면2



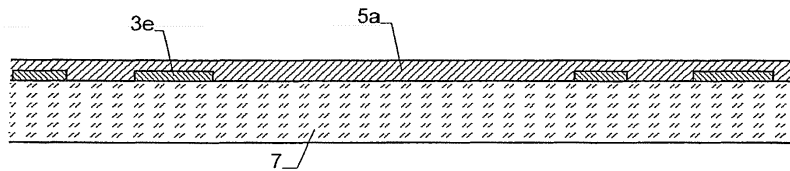
도면3



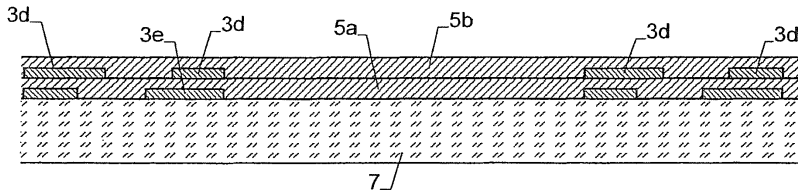
도면4



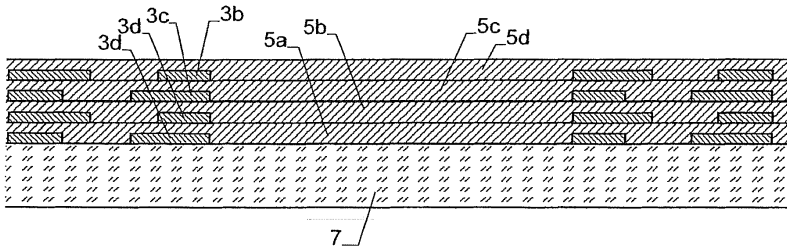
도면5



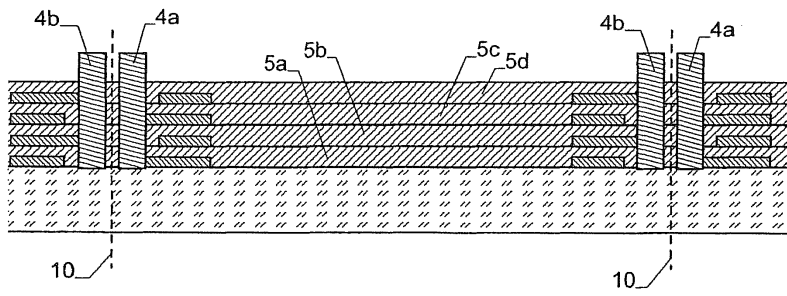
도면6



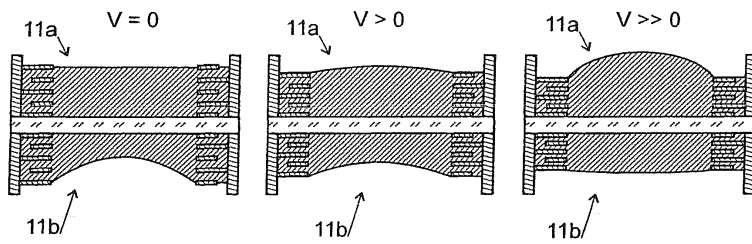
도면7



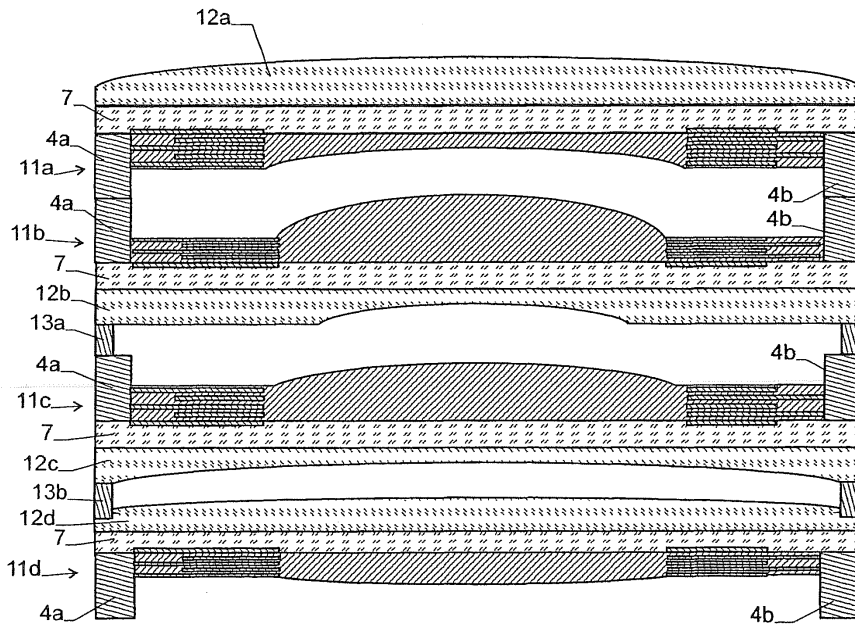
도면8



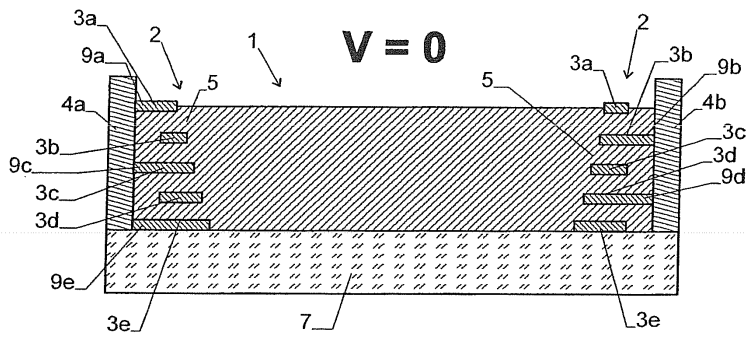
도면9



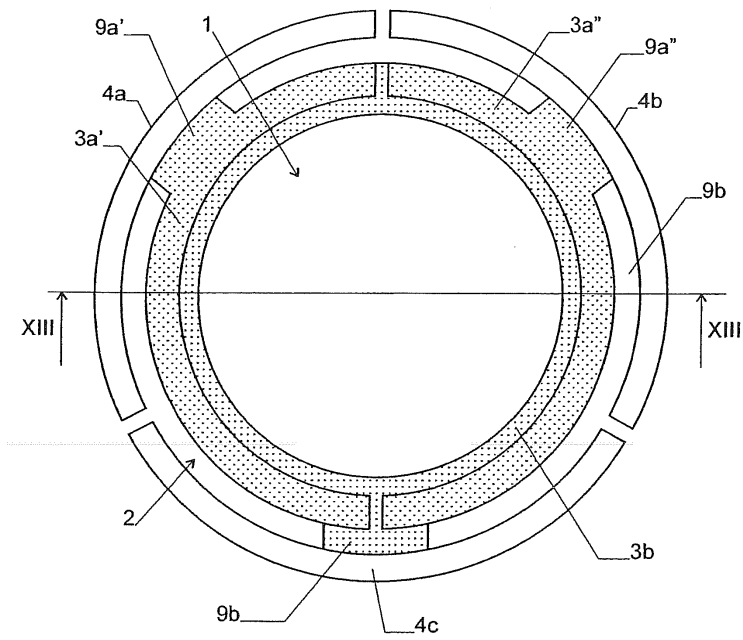
도면10



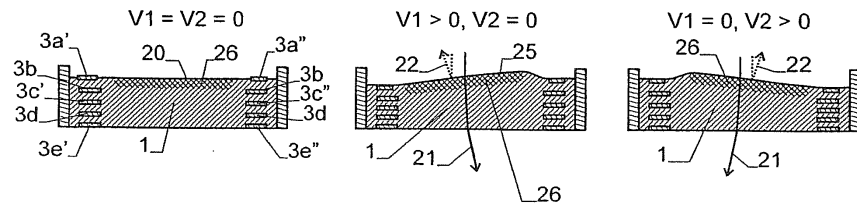
도면11



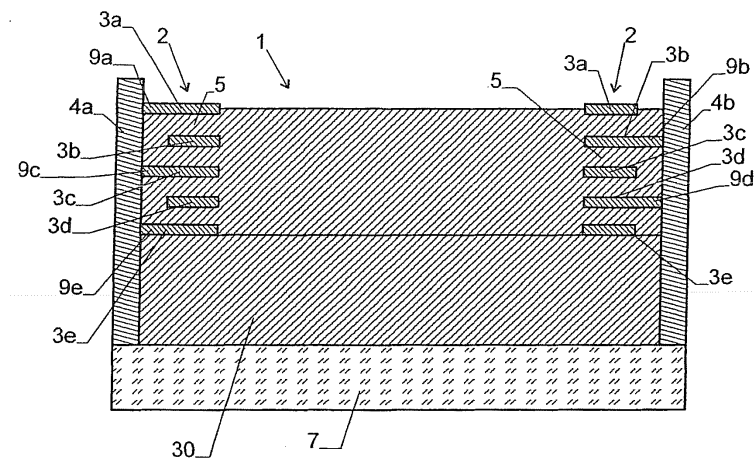
도면12



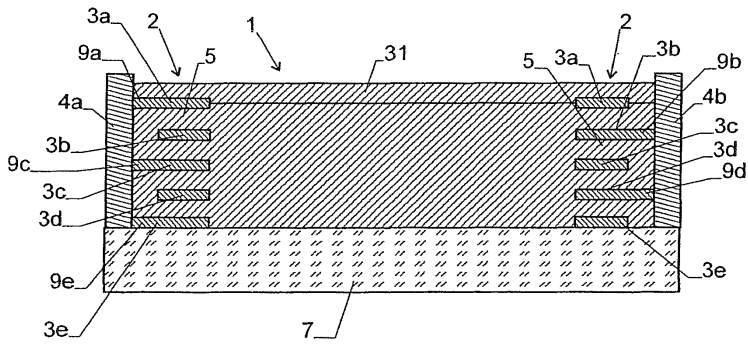
도면13



도면14



도면15



도면16

