

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국(43) 국제공개일
2010년 10월 7일 (07.10.2010)

PCT



(10) 국제공개번호

WO 2010/114254 A2

(51) 국제특허분류:

G02B 3/14 (2006.01) G02B 3/12 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2010/001827

(22) 국제출원일:

2010년 3월 25일 (25.03.2010)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2009-0028140 2009년 4월 1일 (01.04.2009) KR
10-2009-0028141 2009년 4월 1일 (01.04.2009) KR

(71) 출원인(US을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 경북대학교 산학협력단 (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 대구광역시 북구 산격동 1370 경북대학교, 702-701 Daegu (KR).

(72) 발명자; 겸

(75) 발명자/출원인(US에 한하여): 공성호 (KONG, Seong Ho) [KR/KR]; 대구광역시 북구 치산 2동 코오롱하늘채 102-1301, 702-750 Daegu (KR). 김학린 (KIM, Hak Rin) [KR/KR]; 대구광역시 북구 침산 2동 삼정그린코아 103 동 1102 호, 702-855 Daegu (KR).

(74) 대리인: 이지연 (LEE, Ji-Yeon); 서울특별시 관악구 인현동 1659-2 청동빌딩 301 호, 151-832 Seoul (KR).

(81) 지정국(별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국(별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

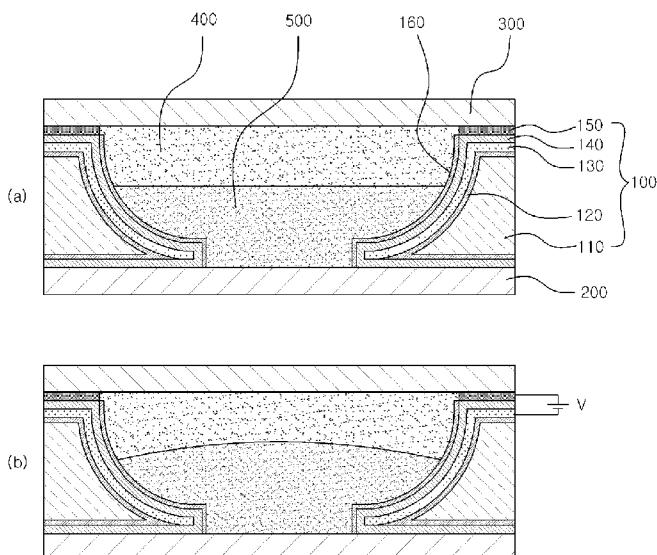
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: LIQUID LENS, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 액체렌즈 및 그의 제조방법

[Fig. 4]



(57) 요약서:

(57) Abstract: The present invention relates to a liquid lens which can be focused by an electrical signal and/or fluid pressure. The liquid lens of the present invention comprises: a receptacle which has a cavity with a hemispherical side cross-section, and which receives, in the cavity, an insulating liquid droplet and a conductive liquid droplet which are not mixed with each other and which have the same density; a lower substrate coupled to the lower surface of the receptacle to close the lower surface of the cavity; and an upper substrate coupled to the upper surface of the receptacle to close the upper surface of the cavity, wherein said receptacle includes: an outer wall in which the cavity is formed; a first electrode which is formed at the inner surface of the outer wall, and one end of which is connected to an external power source; a first insulating film which is laminated on the surface of the first electrode, and contacts said conductive liquid droplet and the insulating liquid droplet; and a second electrode which is laminated on a portion of the surface of the first insulating film, and one end of which contacts said conductive liquid droplet and the other end of which is connected to said external power source. The present invention improves the structure of the cavity of the receptacle to achieve efficient focusing using a low driving voltage.

[다음 쪽 계속]

본 발명은 전기적 신호 및/또는 유체압으로 초점조절이 가능한 액체렌즈에 관한 것이다. 상기 발명은 층단면의 모양이 반구형인 캐비티를 가지며, 상기 캐비티를 이용하여 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하는 수용체; 상기 수용체의 하부면과 결합되어 상기 캐비티의 하부면을 밀폐시키는 하부기판; 및 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판;을 구비하고, 상기 수용체는, 상기 캐비티가 형성된 외벽과, 상기 외벽의 내측면에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결되는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극의 표면에 적층형 되며 상기 전도성 액적 및 상기 절연성 액적과 접촉하는 제 1 절연막과, 상기 제 1 절연막의 표면의 일부영역에 적층형 되며 일단이 상기 전도성 액적과 접촉되고 타단이 상기 외부 전원과 연결되는 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 수용체의 캐비티의 구조를 개선함으로써 작은 구동 전압으로 보다 효율적인 초점 조절이 가능하다.

명세서

발명의 명칭: 액체렌즈 및 그의 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 액체렌즈 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 전기적 신호를 이용하거나 전기적 신호와 유체압을 이용하여 초점조절이 가능한 액체렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적으로 고성능의 디지털카메라의 렌즈모듈은 유리로 만든 광학렌즈와 이 광학렌즈를 구동시키는 렌즈 구동장치로 구성되어 있다. 이러한 렌즈모듈은 광학렌즈의 초점 및 배율을 조절하기 위해, 렌즈 구동장치를 이용하여 여러 장의 광학렌즈 사이의 위치를 조절한다.

[3] 이와 같이, 종래의 고성능 디지털카메라는 초점 및 배율을 조절하기 위한 렌즈 구동장치를 장착해야 하기 때문에 디지털카메라의 부피가 커지는 것을 피할 수 없었고, 고성능 디지털카메라를 소형화하는 것이 어려웠다.

[4] 그래서, 최근, 렌즈 구동장치를 사용하지 않고 렌즈의 초점 및 배율의 조정이 가능한 액체렌즈가 개발되었다. 액체렌즈는 전기습윤(electrowetting) 현상에 의하여 액체방울의 곡률이 조정됨으로써 초점거리가 조절된다. 도1를 참조하여 전기습윤의 원리를 참고적으로 설명한다. 도 1은 일반적인 전기습윤의 원리를 설명하기 위하여 전도성액적을 예시적으로 도시한 그림이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 전기적으로 절연된 절연막(14)의 상부면에 직경 2 mm 이하의 전도성 액적(40)을 떨어뜨리면 도1에 실선으로 나타난 구형을 이루게 되며 절연막(14) 밑의 제1전극(13)과 전해액 방울 사이의 제2전극(15)에 전압을 인가하면 도1에 점선으로 나타난 것처럼 전기습윤 현상이 일어난다. 즉, 전압을 인가하기 전($V=0$)의 전도성 액적(40)과 절연막(13)의 상부면 사이의 접촉각(contact angle)를 θ_1 라고 하고, 전압을 인가했을 때의 접촉각을 θ_2 라 하면, ' $\theta_1 > \theta_2$ '와 같은 식이 성립한다. 이와 같이, 전기습윤 현상은 제1전극(13)과 제2전극(15) 사이의 전도성 액적(40)에 전압이 인가된 경우 접촉각이 변하는 현상을 의미한다. 접촉각은 액적(liquid droplet), 액적을 둘러싸는 물질(즉, 다른 액체 혹은 공기) 및 절연막(14)의 상부면 사이의 물질의 특성에 의해 결정되는 고유값이다. 여기서 전도성 액적(40)을 직경 2mm 이하의 액적으로 제한한 것은 액체가 중력보다 계면장력에 의한 힘의 지배를 받게 하기 위해서이다.

[5] 도 2 및 도 3은 종래의 액체렌즈를 도시한 단면도들이다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 액체렌즈는 위에서 설명한 전기습윤 현상을 이용하여 렌즈 구동장치를 사용하지 않고 렌즈의 초점 및 배율의 조절이 가능하다.

[6] 도2에 도시된 액체렌즈는 수직 측벽에 의해 원통형 구조의 캐비티가 형성되고, 캐비티(cavity)의 내부에 전도성 액적(40)과 절연성 액적(50)이 수용된다. 전술한

원통형 구조의 캐비티를 갖는 액체렌즈는 외부 충격에 대해 캐비티에 수용된 전도성 액적 및 절연성 액적이 안정적인 장점은 있지만, 전도성 액적 및 절연성 액적의 주입이 어렵다는 단점을 가진다.

- [7] 도3에 도시된 액체렌즈는 45°로 기울어진 원뿔대 구조의 캐비티가 형성되어 있으며, 캐비티의 내부에 전도성 액적과 절연성 액적이 수용된다. 원뿔대 구조의 캐비티를 갖는 액체렌즈는 전술한 원통형 구조에 비해 액적 주입이 용이하나, 캐비티에 수용된 액적이 외부 충격에 대해 원통형 구조에 비해 불안정한 단점을 가진다.
- [8] 또한, 종래의 액체렌즈는 수용체를 유리 또는 금속을 이용한 제작방법을 통해 제작한다. 그러나, 이러한 제작방법으로는 수용체의 캐비티를 보다 정밀하게 제작하는 것이 한계가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 수용체의 캐비티의 구조를 개선함으로써 캐비티로의 액적 주입이 용이하면서도 외부의 충격에 대해 안정할 뿐만 아니라, 보다 적은 전압을 이용하여 효율적으로 초점 조절이 가능한 액체렌즈를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [10] 또한, 본 발명은 유체압을 이용한 렌즈의 초점조절수단을 추가하여 보다 넓은 범위의 초점조절이 가능한 액체렌즈를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [11] 또한, 본 발명은 반도체 공정기술을 이용하여 정밀한 구조의 수용체의 형성을 가능하게 하고 대량 생산이 용이한 액체렌즈의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [12] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 제1 특징은 전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈에 관한 것으로서, 상기 액체렌즈는, 측단면의 모양이 반구형인 캐비티(Cavity)를 가지며, 상기 캐비티의 내부에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하는 수용체; 상기 수용체의 하부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 하부면을 밀폐시키는 하부기판; 및 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판;을 구비하고,
- [13] 상기 수용체는, 캐비티가 형성된 외벽과, 상기 외벽의 내측면에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결되는 제1전극과, 상기 제1전극의 표면에 적층형성되며 상기 전도성 액적 및 상기 절연성 액적과 접촉하는 제1절연막과, 상기 제1절연막의 표면의 일부영역에 적층형성되며 일단이 상기 전도성 액적과 접촉되고 타단이 상기 외부 전원과 연결되는 제2전극을 포함하며, 상기 제1전극과 상기 제2전극을 통해 상기 외부 전원으로부터 인가되는 전압에 대응하여 상기 캐비티에 수용된 절연성 액적과 전도성 액적의 계면의 형상이

변경되는 것에 의해 상기 초점조절을 수행한다.

- [14] 전술한 제1 특징에 따른 액체렌즈에 있어서, 상기 액체렌즈는 초점조절시에 원통형 또는 원뿔대형의 캐비티를 갖는 액체렌즈보다 작은 전기습윤전압을 필요로 한다.
- [15] 전술한 제1 특징에 따른 액체렌즈에 있어서, 상기 수용체의 캐비티를 형성하는 외벽의 내측면의 곡률은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것이 바람직하며, 상기 수용체에 수용되는 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 양의 비율은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것이 바람직하다.
- [16] 전술한 제1 특징에 따른 액체렌즈에 있어서, 상기 수용체는 상기 외벽의 내측면과 제1전극 사이에 게재된 제2절연막을 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [17] 전술한 제1 특징에 따른 액체렌즈에 있어서, 상기 수용체는 상기 제1절연막과 상기 절연성 액적 및 전도성 액적의 접촉면에 형성된 소수성 박막을 구비하는 것이 바람직하다.
- [18] 본 발명의 제2 특징에 따른 전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈의 제조방법은, (a) 반구형의 캐비티를 갖는 수용체를 제조하는 공정; (b) 상기 수용체에 하부면과 결합되어 상기 캐비티의 하부면을 밀폐시키는 하부기판을 제조하는 공정; (c) 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판을 제조하는 공정; 및 (d) 상기 수용체의 하부면에 상기 하부기판을 결합하여 캐비티의 하부면을 밀폐시키고, 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적을 상기 수용체의 캐비티에 투입하며, 상기 수용체의 상부면에 상기 상부기판을 결합하여 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 공정;을 구비하고,
- [19] 상기 (a)공정은, 상기 반구형의 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계와, 외부 전원과 연결하기 위하여 외벽의 내측면에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극의 표면에 제1절연막을 형성하는 단계와, 상기 제1절연막의 표면의 일부영역에 제2전극을 형성하는 단계;를 포함한다.
- [20] 전술한 제2 특징에 따른 액체렌즈의 제조방법에 있어서, 상기 (a)공정은, (a1) 제1 반도체 기판의 양면에 실리콘산화막을 형성하는 단계와; (a2) 상기 제1 반도체 기판의 중앙영역을 등방성 식각액으로 교반하면서 식각하여 측단면의 모양이 반구형인 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계; (a3) 실리콘 산화막을 모두 제거하고, 상기 외벽의 내측면에 전도성 박막을 도포하여 상기 제1전극을 형성하는 단계; (a4) 상기 제1전극 위에 상기 제1절연막을 형성하는 단계; 및 (a5) 상기 제1절연막의 표면의 일부 영역에 상기 제2전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [21] 전술한 제2 특징에 따른 액체렌즈의 제조방법에 있어서, 상기 (a2)단계는, 상기 캐비티의 측단면의 모양이 상기 전도성 액적 및 절연성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 곡률을 가지도록 상기 등방성 식각액의 조성비 및 교반의 방식 및 세기를 조정하는 것이 바람직하다.

- [22] 전술한 제2 특징에 따른 액체렌즈의 제조방법에 있어서, 상기 (a2)단계와 상기 (a3)단계 사이에, 실리콘 산화막을 모두 제거하고, 상기 외벽의 내측면에 누설방지용 절연막을 형성하는 단계;를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [23] 전술한 제2 특징에 따른 액체렌즈의 제조방법에 있어서, 상기 (a4)단계 및 상기 (a5)단계의 사이에, 상기 제1절연막 중 상기 절연성 액적 및 전도성 액적과 접촉하는 영역 위에 소수성 박막을 형성하는 단계;를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [24] 본 발명의 제3 특징에 따른 액체렌즈는, 측단면의 모양이 반구형인 캐비티(Cavity)를 가지며, 상기 캐비티의 내부에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하는 수용체; 표면에 유압로가 형성되고, 상기 유압로가 상기 수용체의 캐비티의 하부면에 놓이도록 상기 수용체의 하부면과 결합되는 유압판; 및 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판;을 구비하고,
- [25] 상기 수용체는, 캐비티가 형성된 외벽과, 상기 외벽의 내측면에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결되는 제1전극과, 상기 제1전극의 표면에 적층형성되며 상기 전도성 액적 및 상기 절연성 액적과 접촉하는 제1절연막을 포함하며,
- [26] 유압판의 유압로의 표면에 제2 전극이 형성되며, 상기 제1전극과 상기 제2전극을 통해 상기 외부 전원으로부터 인가되는 전압 및 상기 유압로를 통해 인가되는 압력에 대응하여 상기 캐비티에 수용된 절연성 액적과 전도성 액적의 계면의 형상이 변경되는 것에 의해 상기 초점조절을 수행한다.
- [27] 본 발명의 제4 특징에 따른 전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈의 제조방법은, (a) 반구형의 캐비티를 갖는 수용체를 제조하는 공정; (b) 표면에 유압로가 형성되고, 유압로의 표면 중 중심 영역에 제2 전극이 형성된 유압판을 제조하는 공정; (c) 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판을 제조하는 공정; 및 (d) 유압로가 캐비티의 하부면에 배치되도록 상기 수용체의 하부면에 유압판을 결합하여 캐비티의 하부면을 밀폐시키고, 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적을 상기 수용체의 캐비티에 투입하며, 상기 수용체의 상부면에 상기 상부기판을 결합하여 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 공정;을 구비하고,
- [28] 상기 (a)공정은, 상기 반구형의 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계와, 외부 전원과 연결하기 위하여 외벽의 내측면에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극의 표면에 제1절연막을 형성하는 단계;를 포함한다.

[29]

발명의 효과

- [30] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 액체렌즈는 액적을 수용하는 캐비티를 반구형으로 형성함으로써, 전압의 소모를 최소화하면서 효율적인 초점조절이 가능하다.

- [31] 또한, 본 발명에 따른 액체렌즈는 하부기판에 유압로를 구비하고, 유압로를 통해 가해지는 유체압에 대응하여 캐비티의 액적들과 상부 기판의 형상이 변형되도록 함으로써, 전압과 유체압의 조정으로 초점조절을 할 수 있게 되어 보다 넓은 범위의 초점 조절이 가능해진다.
- [32] 또한, 본 발명에 따른 액체렌즈의 제조방법은 반도체 공정을 이용하여, 액적이 수용되는 수용체를 제조함으로써, 보다 정밀한 수용체를 가진 액체렌즈의 제조가 가능하고, 종래 방법에 비해 대량생산이 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [33] 도1은 종래 액체렌즈에 적용되는 전기습윤 현상을 설명하기 위한 도면이다.
- [34] 도2, 도3은 종래 액체렌즈에 대해 설명하기 위한 개략적인 측단면도이다.
- [35] 도4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈를 도시한 단면도이다.
- [36] 도5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 반구형 캐비티과 종래의 원통형 및 원뿔대형 캐비티에 따른 인가전압을 비교한 도면이다.
- [37] 도6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 반구형 캐비티의 곡률 변화에 따른 메니스커스 변화를 설명하기 위한 도면이다.
- [38] 도7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 반구형 캐비티에 수용된 전도성 액적과 절연성 액적의 비율의 변화에 따른 메니스커스 변화를 설명하기 위한 도면이다.
- [39] 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈의 제조공정을 순차적으로 도시한 단면도들이다.
- [40] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈를 도시한 단면도이다.
- [41] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈에 사용되는 유압로 및 제2 전극이 형성된 유압판을 도시한 사시도이다.
- [42] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈의 제조공정을 순차적으로 도시한 단면도들이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [43] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈의 구조 및 그 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [44] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈의 구조를 도시한 단면도이다.
- [45] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 액체렌즈(1)는 수용체(100), 하부기판(200), 상부기판(300)으로 이루어진다. 액체렌즈(1)는 수용체(100)의 캐비티에 전도성 액적(400)과 절연성 액적(500)이 수용되며, 수용체의 캐비티는 상부기판(300) 및 하부기판(200)에 의해 밀폐되는 구조로 이루어진다. 수용체의 전극들을 통해 인가되는 전기적 신호에 대응하여 캐비티에 수용된 전도성 액적 및 절연성 액적의 형태가 변함에 따라 초점이 변하게 되어, 액체렌즈는 가변렌즈의 기능을 수행한다. 여기서, 도4의 (a)는 전압이 인가되기 전의 상태에서, 도4의 (b)는 전압이 인가된 상태에서 전도성 액적(400)과 절연성 액적(500)의 계면의 모양을 도시한 것이다.

- [46] 수용체(100)는 내부에 측단면의 모양이 반구형인 캐비티(Cavity)를 구비하여, 캐비티에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적(500)과 전도성 액적(400)이 수용된다. 수용체(100)는 캐비티를 형성하는 외벽(110), 외벽의 내측면에 형성되는 제2 절연막(120), 상기 제2 절연막위에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결된 제1전극(130), 제1전극(130)의 표면에 적층형성되며 전도성 액적(400) 및 절연성 액적(500)과 접촉하는 제1절연막(140), 제1절연막(140)의 표면의 일부영역에 적층형성되며 일단이 전도성 액적(400)과 접촉되고 타단이 외부 전원(V)과 연결되는 제2전극(150)을 포함한다.
- [47] 제2절연막(120)은 제1전극(130)에 인가된 전압이 외벽(110)으로 누설되는 것을 막아준다. 그리고, 수용체(100)는 제1절연막(140)과 절연성 액적(500) 및 전도성 액적(400)의 사이에 접촉면에 소수성 박막(160)을 구비한다. 소수성 박막(160)은 제1절연막(140)의 표면 중 액적(400,500)과 접촉되는 영역에 형성되어 액적(400,500)이 제1절연막(140)으로 침투되는 것을 막아주며, 수용된 액적(400,500)과의 적절한 접촉력을 유지시켜 주는 기능을 수행한다. 여기서, 사용되는 소수성 박막의 종류에 따라 액적(400,500)과의 접촉각이 달라진다. 여기서 소수성 박막(160)은 테프론 코팅을 통해 형성될 수 있다.
- [48] 도4의 (a)는, 제1전극(130)과 제2전극(150) 사이에 전압이 인가되기 전의 상태이고, 도4의 (b)는 제1전극(130)과 제2전극(150) 사이에 전압이 인가된 상태이다. 도4의 (b)에서 나타나는 전도성 액적(400)과 절연성 액적(500)의 형태 변화는 배경기술에서 설명한 전기습윤 현상에 의해 일어난다.
- [49] 수용체(100)에 형성된 캐비티의 측단면의 모양이 되도록 형성된다. 따라서, 절연성 액적(500)과 전도성 액적(400)이 캐비티에 수용된 경우, 절연성 액적과 전도성 액적의 계면은 반구형의 캐비티 표면과 접하게 된다. 이러한 특징은 도1 및 도2에 도시된 종래의 액체렌즈(1)와 구별되는 특징이다. 도1 및 도2에 도시된 바와 같이, 절연성 액적(50)과 전도성 액적(40)의 계면은 평면형의 표면과 접하게 된다. 이 때문에, 도1 및 도2에 도시된 종래의 원통형 또는 원뿔대형 액체렌즈의 캐비티에 수용된 액적(40,50)의 메니스커스는 본 발명에 따른 액체렌즈(1)의 캐비티에 수용된 액적(400,500)의 메니스커스보다 크게 된다. 수용체(100)의 캐비티에서 바라보는 액적(400,500)의 메니스커스가 작을수록, 볼록렌즈를 형성하기 위해 필요한 전기습윤 전압이 작아진다. 따라서, 본 발명에 따른 액체렌즈(1)는 도 1 및 도 2에 도시된 종래의 액체렌즈보다 렌즈 초점조절을 위해 소모되는 전압을 줄일 수 있다. 이를 도 5를 참조하여 보다 구체적으로 설명한다. 동일한 초점거리 변화를 위해, 도5의 (a)와 같이 캐비티가 원통형인 경우 Va의 전압이 필요하며, 도5의 (b)와 같이 캐비티가 원뿔대형인 경우 Vb의 전압이 필요하며, 도5의 (c)와 같이 캐비티가 반구형인 경우 Vc의 전압이 필요하다. 이 경우, 동일한 초점거리 확보를 위한 인가전압의 크기는 'Va > Vb > Vc'와 같이 나타난다. 이와 같이, 수용체의 캐비티의 모양이 본 발명과 같이 반구형인 경우 인가전압이 가장 작음을 알 수 있다.

- [50] 본 발명에 따른 수용체(100)의 캐비티의 내측면 곡률은 절연성 액적(500)과 전도성 액적(400)의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해진다.
- [51] 도6을 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 수용체(100)의 캐비티의 곡률의 변화에 따른 메니스커스의 변화에 대해 개략적으로 설명한다. 액적(400,500)이 수용된 캐비티의 모양에 따른 액적(400,500)의 초기 접촉각은 2개의 액적(400,500)의 경계점에서의 접선과 2개의 액적(400,500)의 계면이 이루는 각(θ)으로 나타낼 수 있다. 도6에 도시된 바와 같이, 캐비티의 측단면의 모양이 도6의 (a)에서 도6의 (c)로 갈수록 높이는 같고 곡률 반경이 크게 된 경우, 곡률 반경이 큰 구조일수록 캐비티에서 바라보는 액적(400,500)의 메니스커스는 작아진다. 이것은 액적 계면과 접선과의 접촉각(θ)은 접촉하는 물질사이의 고유값이므로 동일하고 실제 캐비티에서 바라보는 액적의 접촉각은 접선과 캐비티의 벌어진 각도(θ_a)만큼의 차이에 의해 작아지기 때문이다. 여기서는 도6의 (c)에 도시된 캐비티가 가장 작은 메니스커스를 가진다. 다만, 메니스커스를 작게 하기 위해 곡률 반경을 지나치게 크게 하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 이것은 곡률 반경이 커질수록 액적(400,500)의 중심을 유지하는 것이 상대적으로 어렵게 될 수 있기 때문이다.
- [52] 본 실시예에 따른 수용체(100)의 캐비티에 수용되는 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 양의 비율은 상기 수용되는 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해진다. 이것은 메니스커스가 가장 작은 경우, 초점 조절을 위해 제1전극(130)과 제2전극(150) 사이에 인가되는 전기 습윤 전압이 작아져, 전압소모를 줄일 수 있기 때문이다.
- [53] 도7을 참조하여, 수용된 액적(400,500)의 양의 비율의 변화에 따른 메니스커스의 변화에 대해 설명한다. 도7은 인가전압이 '0'인 상태에서 액적(400,500)의 양의 비율의 변화에 따른 메니스커스의 변화는 본 실시예에 따른 수용체(100)의 캐비티의 구조가 반구형이기 때문에 나타나는 것으로 본 발명의 중요한 특징 중의 하나이다. 도7은 반구형 캐비티에 수용되는 전도성 액적(400)과 절연성 액적(500)의 경계점에서의 접선과 2개의 액적(400,500)의 계면이 이루는 각(θ)을 액적(400,500)의 양의 비율을 변화시켜가며 측정한 것이다. 여기서 액적(400,500)의 계면과 접선과의 접촉각(θ)은 접촉하는 물질사이의 고유값이므로 동일하다. 도7에서는, 계면이 가장 평평한 도7의 (b)가 가장 작은 메니스커스를 갖으며 초점조절을 위해 인가되는 전기 습윤 전압이 가장 작은 조건을 만족시킨다.
- [54] 이와 같이, 제1 실시예에 따른 액체렌즈(1)은, 액적(400,500)을 수용하는 캐비티를 반구형으로 형성함으로써, 전압의 소모를 최소화하면서 효율적인 초점조절이 가능하다. 또한, 캐비티를 반구형으로 형성함으로써, 캐비티의 곡률, 및 수용되는 전도성 액적(400) 및 절연성 액적(500)의 양의 비율을 조절하여 사용자의 편의에 따라 초점 조절을 위한 전기 습윤 전압의 세기를 변경하는 것이 가능하다.

- [55] 이하, 도 8을 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈의 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [56] 먼저, 내부에 캐비티('C')가 형성된 수용체(100), 하부기판(200) 및 상부 기판(300)을 제조하는 단계와, 수용체의 하부면에 하부기판을 결합하여 캐비티의 하부를 밀폐하는 단계와; 수용체(100)의 캐비티에 절연성 액적(500)과 전도성 액적(400)을 투입하는 단계와, 수용체(100)의 상부면에 상부기판(300)을 결합하여 캐비티의 상부를 밀폐하는 단계를 통해, 액체렌즈(1)를 완성한다.
- [57] 도 8을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈(1)의 제조방법을 설명한다. 여기서는 반도체 제조공정을 이용하여 액체렌즈(1)를 제조하는 방법을 설명한다. 도 8의 (a) 내지 (e)는 수용체(100)를 제조하는 공정을 도시한 것이고, 도 8의 (f)는 하부기판(200)을 접합하는 공정을 나타내며, 도 8의 (g)는 상부기판(300)을 접합하는 공정을 나타낸다.
- [58] 먼저, 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이, 제1 반도체기판('S')의 양면에 실리콘산화막(SiO_2)을 형성한다. 다음, 실리콘산화막이 형성된 제1 반도체기판('S')의 중앙영역을 등방성 식각액으로 교반하면서 식각하여, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같은 반구형 캐비티('C')가 관통형성된 외벽(110)을 형성한다. 여기서, 습식식각의 경우 등방성 식각액은 HNA (Hydrofluoric acid : Nitric acid : Acetic acid=1:3:8)의 비율로 만들 수 있으며, 식각액 혼합 비율이나 교반(stirring)의 정도를 조종하여 원하는 곡률의 반구형 캐비티를 형성한다. 또한, 'Xenon Difluoride(XeF_2)' 등의 가스를 이용한 등방성 건식식각 방법도 사용가능하다.
- [59] 다음, 도 8의 (c)에 도시된 바와 같이, 캐비티('C')가 형성된 외벽(110)에 존재하는 실리콘산화막을 모두 제거한 후, 외벽(110)의 내측면에 제2절연막(120)을 형성시키며, 제2절연막(120)의 상부면에 전기전도성을 갖는 재질의 전도성 박막을 형성시켜 제1전극(130)을 만든다. 다음, 도 8의 (d)에 도시된 바와 같이, 제1전극(130)의 상부면에 제1절연막(140)을 형성하고, 제1절연막(140) 중 액적(400,500)과 접촉될 표면에 소수성 박막(160)을 형성시킨다. 다음, 도 8의 (e)에 도시된 바와 같이, 제1 절연막(140) 중 표면에 소수성 박막이 형성되지 않은 영역에 전기전도성을 갖는 재질의 전도성 박막을 형성하여 제2 전극(150)을 형성한다. 도 8의 (e)는 본 실시예에 따라 완성된 수용체(100)의 단면을 도시한 것이다.
- [60] 다음, 도 8의 (f)에 도시된 바와 같은 광투과율이 높은 하부기판(200)을 준비하여 수용체(100)의 하부면에 접합하여, 캐비티의 하부를 밀폐시킨다. 다음, 하부기판(200)이 접합된 수용체(100)의 캐비티에 절연성 액적(500) 및 전도성 액적(400)을 순차적으로 투입한다. 다음, 도 8의 (g)에 도시된 바와 같이, 광투과율이 높은 상부기판(300)을 수용체(100)의 상부면에 접합하여 캐비티의 상부면을 밀폐시킨다. 이에 의해, 도 8의 (g)에 도시된 바와 같이 반도체 공정을 이용하여 완성된 제1 실시예에 따른 액체렌즈(1)가

완성된다.

[61] 이와 같이, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 액체렌즈의 제조방법은 반도체 공정을 이용하여, 액적(400,500)이 수용되는 캐비티('C')를 갖는 수용체(100)를 제조함으로써, 종래 유리 또는 금속을 이용한 제조방법에 비해 보다 정밀한 수용체(100)를 가진 액체렌즈(1)를 제조할 수 있을 뿐만 아니라 대량생산도 용이하게 된다.

발명의 실시를 위한 형태

[62] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 제2 실시 예에 따른 액체렌즈의 구조 및 그 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다. 도 9는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 액체렌즈를 도시한 단면도이다.

[63] 본 실시 예에 따른 액체렌즈(1)는, 도 9에 도시된 바와 같이, 수용체(700), 유압판(810), 상부기판(800)으로 이루어진다. 수용체(700)의 캐비티에는 전도성 액적(820)과 절연성 액적(830)이 수용되며, 캐비티의 상부 및 하부는 상부기판(800) 및 유압판(810)에 의해 밀폐되며, 외부로부터 인가되는 전기적 신호에 대응하여 수용된 액적(820,830)의 형태가 변하면서 초점이 변하는 가변렌즈의 기능을 수행한다. 그리고, 유압판(810)에 형성된 유압로(812)를 통하여 외부로부터 수용체(700)에 수용된 액적들에 압력을 가하면 수용된 액적들의 형태를 추가적으로 변경할 수 있어 액체렌즈(1)의 초점조절의 범위를 넓힌다.

[64] 여기서, 도 9의 (a)는 전압이 인가되기 전의 상태를 나타낸 단면도이고, 도 9의 (b)는 전압이 인가된 상태에서 전도성 액적과 절연성 액적의 계면의 모양이 변화된 것을 도시한 단면도이다. 그리고, 도 9의 (c)는 유압로(812)를 통하여 외부로부터 압력이 가해진 경우, 상부기판(800)과 액적(830,820)의 형태가 변형된 모양을 나타낸다.

[65] 수용체(700)는, 도 9에 도시된 바와 같이, 측단면의 모양이 반구형인 캐비티를 가지며, 캐비티에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하고 있다. 수용체(700) 및 상부기판(800)의 구조는 제1 실시 예의 그것들과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다. 다만, 본 실시 예에 따른 수용체는 제2 전극을 구비하지 않는다.

[66] 도 10은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 액체렌즈의 유압판(810)을 도시한 사시도이다. 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 유압판(810)은 외부로부터 가해진 압력을 캐비티의 액적들로 전달하는 통로의 기능을 하는 유압로(812) 및 유압로의 표면의 중심 영역에 형성된 제2 전극(750)을 구비한다. 상기 제2 전극은 투명 전극으로 형성되는 것이 바람직하다. 상기 유압판은 유압로가 캐비티의 하부와 결합되도록 배치되며, 유압판은 캐비티의 하부를 밀폐시키도록 수용체와 결합된다. 즉, 수용체의 하부면은 유압판과의 결합에 의해 밀폐되며, 다만 유압로를 통해 외부에서 압력이 입력되도록 형성된다. 상기 유압판의

- 유압로의 표면에 형성된 제2 전극은 캐비티에 수용된 전도성 액적과 접촉된다.
- [67] 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈(1)의 초점조절은, 제1전극(730) 및 제2전극(750)을 통해 인가되는 전압과, 외부로부터 유압로(812)를 통해 가해지는 압력에 의해 가능하다. 본 발명의 제1 실시예에 따른 액체렌즈(1)의 초점조절은 전압에 의해서만 가능한 반면, 제2 실시예에 따른 액체렌즈(1)의 초점조절은 전압과 더불어 유체압에 의해서도 가능하다. 제1전극(730)과 제2전극(750)에 전압이 인가된 경우, 액적의 모양은 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 볼록하게 변형된다. 따라서, 본 실시예에 따른 액체렌즈(1)는 인가되는 전압에 대응하여 렌즈의 초점조절이 가능하다.
- [68] 도 9의 (c)는, 도 9의 (b)와 같이 전압에 의해 변형된 액적의 모양을 유압로(812)를 통해 전달된 유체압을 이용하여 추가적으로 변형한 것이다. 또한, 액적의 변형과 함께 상부기판(800)의 변형도 일어난다. 도 9의 (c)에 도시된 바와 같이, 상부기판(800)의 중앙면이 유압로(812)를 통해 전달된 유체압에 대응하여 볼록하게 팽창된다. 따라서, 본 실시예에 따른 상부기판(800)은 광투과성이 높은 폴리머를 이용한 탄성막의 형태, 즉, 탄성 고분자 멤브레인 형태로 제조된다. 여기서, 상부기판(800)은 PDMS(polydimethylsiloxane)를 이용하여 만들어진다.
- [69] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 액체렌즈(1)는, 액적을 수용하는 캐비티를 반구형으로 형성함으로써, 전압의 소모를 최소화하면서 효율적인 초점조절이 가능하다. 또한, 본 실시예에 따른 액체렌즈(1)는 유압로(812)를 통해 가해지는 유체압에 의해 액적과 상부기판을 변형하는 것이 가능하기 때문에, 제1전극(730) 및 제2전극(750)에 인가되는 전압과 더불어 유압로(812)를 통한 유체압을 조정함으로써 보다 정밀한 초점조절을 할 수 있고, 초점의 조절범위도 보다 크게 할 수 있다.
- [70] 이하, 도11을 참조하여, 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈의 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 발명의 제2 실시예에 따른 액체렌즈는 크게 수용체(700)를 제조하는 공정과, 유압로(812) 및 제2 전극이 형성된 유압판(810)을 제조하고, 유압판을 수용체의 하부면에 결합시켜 수용체의 캐비티의 하부면을 밀폐시킨 후 캐비티에 절연성 액적(830)과 전도성 액적(820)을 순차적으로 수용시키는 공정, 및 수용체(700)의 상부면과 결합될 상부기판(800)을 제조하고 수용체의 상부면에 결합시켜 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 공정으로 이루어진다. 이하, 각 공정에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [71] 먼저, 도 11의 (a) 내지 (d)는 수용체(700)를 제조하는 과정으로서, 제1 실시예에서의 수용체 제조 과정과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [72] 다음, 도 11의 (e)를 참조하면, 유압로(812) 및 제2 전극(750)이 형성된 유압판(810)을 제작한다. 본 실시예에 따른 유압판(810)의 제조는 반도체 공정을 이용하여 제조할 수 있으며, 상기 유압판은 광투과율이 높은 재질의 기판을 사용하는 것이 바람직하다. 도 10은 본 실시예에 따른 유압판을 도시한 사시도 및 단면도이다. 도 10을 참조하면, 유압판은 유리 기판인 하부 유압판, 하부

유압판의 표면의 중심 영역을 따라 패터닝되어 형성된 제2 전극(750), 제2 전극이 형성된 하부 유압판위에 배치되어 유압로(812)를 구성하는 상부 유압판으로 이루어진다.

- [73] 유압로가 형성된 유압판을 수용체(700)의 하부면에 접합하여 캐비티의 하부면을 밀폐시킨 후, 수용체(700)의 캐비티에 전도성 액적(820) 및 절연성 액적(830)을 투입한다.
- [74] 다음, 도 11의 (f)를 참조하면, 폴리미 탄성막으로 제조된 상부기판(800)을 수용체의 상부면에 접합한다. 상부기판(800)의 제조과정은 제1 실시예의 상부기판의 제조과정과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.
- [75] 이상 본 실시예에서는 캐비티의 형태를 반구형으로 하여 인가전압을 최소화하는 형태의 액체렌즈(1)를 제시하였으나, 종래의 원통형, 원뿔대형과 같은 캐비티에 본 실시예에 따른 유압로(812)를 설치하여 초점조절 기능을 수행하는 액체렌즈도 고려할 수 있다.
- [76] 이와 같이, 본 실시예에 따른 액체렌즈(1)의 제조방법은 반도체 공정을 이용하여, 액적들이 수용되는 수용체(700) 및 유압판(810)을 제조함으로써, 보다 정밀한 수용체(700)를 가진 액체렌즈를 제조할 수 있고, 종래의 제조방법에 비해 대량생산이 용이하다.
- 산업상 이용가능성**
- [77] 본 발명에 따른 액체렌즈는 렌즈 구동장치 없이도 초점조절이 가능한 렌즈로서 소형화 및 경량화를 추구하는 카메라에 소요되는 광학소자로서 유용하게 사용될 수 있다.
- [78]

청구범위

[청구항 1]

전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈에 있어서, 측단면의 모양이 반구형인 캐비티(Cavity)를 가지며, 상기 캐비티의 내부에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하는 수용체; 상기 수용체의 하부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 하부면을 밀폐시키는 하부기관; 및 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기관; 을 구비하고, 상기 수용체는, 캐비티가 형성된 외벽과, 상기 외벽의 내측면에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결되는 제1전극과, 상기 제1전극의 표면에 적층형성되며 상기 전도성 액적 및 상기 절연성 액적과 접촉하는 제1절연막과, 상기 제1절연막의 표면의 일부영역에 적층형성되며 일단이 상기 전도성 액적과 접촉되고 타단이 상기 외부 전원과 연결되는 제2전극을 포함하며, 상기 제1전극과 상기 제2전극을 통해 상기 외부 전원으로부터 인가되는 전압에 대응하여 상기 캐비티에 수용된 절연성 액적과 전도성 액적의 계면의 형상이 변경되는 것에 의해 상기 초점조절을 수행하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 2]

제1항에 있어서, 상기 액체렌즈는 초점조절시에 원통형 또는 원뿔대형의 캐비티를 갖는 액체렌즈보다 작은 전기습윤전압을 필요로 하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 3]

제1항에 있어서, 상기 수용체의 캐비티를 형성하는 외벽의 내측면의 곡률은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 4]

제1항에 있어서, 상기 수용체에 수용되는 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 양의 비율은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 5]

제1항에 있어서, 상기 수용체는 상기 외벽의 내측면과 제1전극 사이에 계재된 제2절연막을 더 구비한 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 6]

제1항에 있어서, 상기 수용체는 상기 제1절연막과 상기 절연성 액적 및 전도성 액적의 접촉면에 형성된 소수성 박막을 구비한 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 7]

전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈의 제조방법에 있어서,

- (a) 반구형의 캐비티를 갖는 수용체를 제조하는 공정;
- (b) 상기 수용체에 하부면과 결합되어 상기 캐비티의 하부면을 밀폐시키는 하부기판을 제조하는 공정;
- (c) 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판을 제조하는 공정; 및
- (d) 상기 수용체의 하부면에 상기 하부기판을 결합하여 캐비티의 하부면을 밀폐시키고, 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적을 상기 수용체의 캐비티에 투입하며, 상기 수용체의 상부면에 상기 상부기판을 결합하여 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 공정;을 구비하고,

상기 (a)공정은, 상기 반구형의 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계와, 외부 전원과 연결하기 위하여 외벽의 내측면에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극의 표면에 제1절연막을 형성하는 단계와, 상기 제1절연막의 표면의 일부영역에 제2전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

[청구항 8]

- 제7항에 있어서, 상기 (a)공정은,
 - (a1) 제1 반도체 기판의 양면에 실리콘산화막을 형성하는 단계와;
 - (a2) 상기 제1 반도체 기판의 중앙영역을 등방성 식각액으로 교반하면서 식각하여 측단면의 모양이 반구형인 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계;
 - (a3) 실리콘 산화막을 모두 제거하고, 상기 외벽의 내측면에 전도성 박막을 도포하여 상기 제1전극을 형성하는 단계;
 - (a4) 상기 제1전극 위에 상기 제1절연막을 형성하는 단계; 및
 - (a5) 상기 제1절연막의 표면의 일부 영역에 상기 제2전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

[청구항 9]

제8항에 있어서, 상기 (a2)단계는, 상기 캐비티의 측단면의 모양이 상기 전도성 액적 및 절연성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 곡률을 가지도록 상기 등방성 식각액의 조성비 및 교반의 방식 및 세기를 조정하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

[청구항 10]

제8항에 있어서, 상기 (a2)단계와 상기 (a3)단계 사이에, 실리콘 산화막을 모두 제거하고, 상기 외벽의 내측면에 누설방지용 절연막을 형성하는 단계;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

[청구항 11]

제8항에 있어서, 상기 (a4)단계 및 상기 (a5)단계의 사이에, 상기 제1절연막 중 상기 절연성 액적 및 전도성 액적과 접촉하는 영역 위에 소수성 박막을 형성하는 단계;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

[청구항 12]

전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈에 있어서, 측단면의 모양이 반구형인 캐비티(Cavity)를 가지며, 상기 캐비티의 내부에 서로 혼화되지 않고 밀도가 동일한 절연성 액적과 전도성 액적을 수용하는 수용체; 표면에 유압로 및 제2 전극이 형성되고, 제2 전극은 전도성 액적과 접촉되도록 배치되며, 상기 유압로가 상기 수용체의 캐비티의 하부면에 놓이도록 상기 수용체의 하부면과 결합되는 유압판; 및 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 수용체의 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판;을 구비하고, 상기 수용체는, 캐비티가 형성된 외벽과, 상기 외벽의 내측면에 형성되며 일단이 외부 전원과 연결되는 제1전극과, 상기 제1전극의 표면에 적층형성되며 상기 전도성 액적 및 상기 절연성 액적과 접촉하는 제1절연막을 포함하며, 상기 제1전극과 상기 제2전극을 통해 상기 외부 전원으로부터 인가되는 전압 및 상기 유압로를 통해 인가되는 압력에 대응하여 상기 캐비티에 수용된 절연성 액적과 전도성 액적의 계면의 형상이 변경되는 것에 의해 상기 초점조절을 수행하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 13]

제12항에 있어서, 상기 수용체의 캐비티를 형성하는 외벽의 내측면의 곡률은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 14]

제12항에 있어서, 상기 수용체에 수용되는 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 양의 비율은 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적의 메니스커스가 최소가 되는 값으로 정해지는 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 15]

제12항에 있어서, 상기 수용체는 상기 외벽의 내측면과 제1전극 사이에 게재된 제2절연막을 더 구비한 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 16]

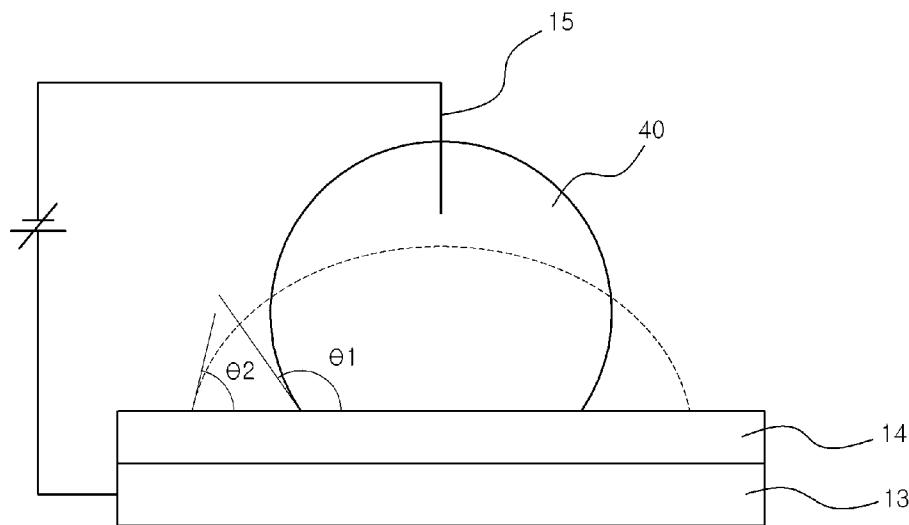
제12항에 있어서, 상기 수용체는 상기 제1절연막과 상기 절연성 액적 및 전도성 액적의 접촉면에 형성된 소수성 박막을 구비한 것을 특징으로 하는 액체렌즈.

[청구항 17]

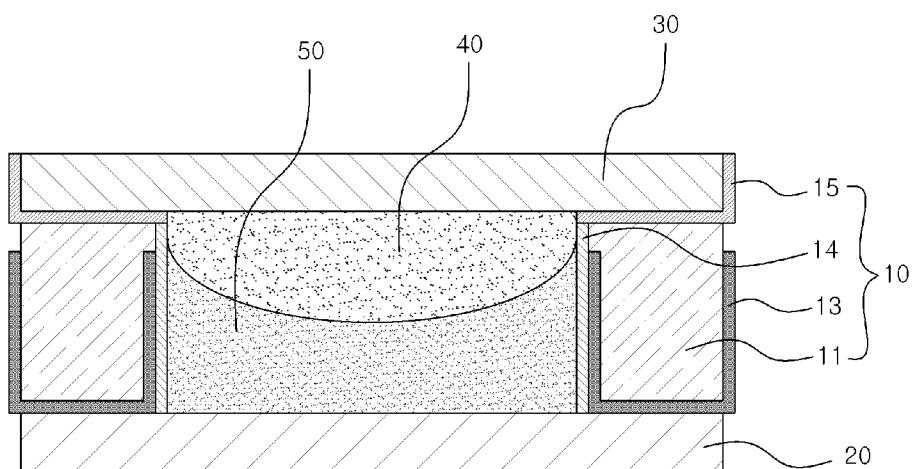
전기적 신호로 초점조절이 가능한 액체렌즈의 제조방법에 있어서,
 (a) 반구형의 캐비티를 갖는 수용체를 제조하는 공정;
 (b) 표면에 유압로 및 제2 전극이 형성된 유압판을 제조하는 공정;
 (c) 상기 수용체의 상부면과 결합되어 상기 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 상부기판을 제조하는 공정; 및
 (d) 유압로가 캐비티의 하부면에 배치되도록 상기 수용체의

하부면에 유압판을 결합하여 캐비티의 하부면을 밀폐시키고, 상기 절연성 액적과 상기 전도성 액적을 상기 수용체의 캐비티에 투입하며, 상기 수용체의 상부면에 상기 상부기판을 결합하여 캐비티의 상부면을 밀폐시키는 공정;을 구비하고,
상기 (a)공정은, 상기 반구형의 캐비티를 가진 외벽을 형성하는 단계와, 외부 전원과 연결하기 위하여 외벽의 내측면에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극의 표면에 제1절연막을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액체렌즈의 제조방법.

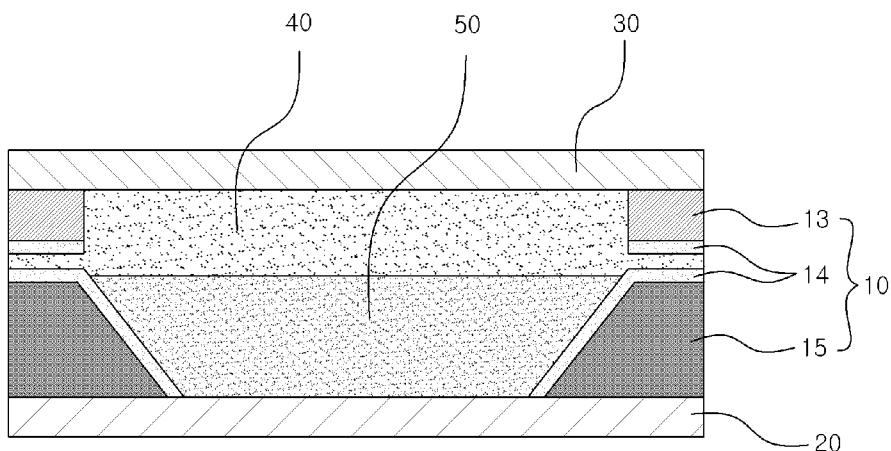
[Fig. 1]



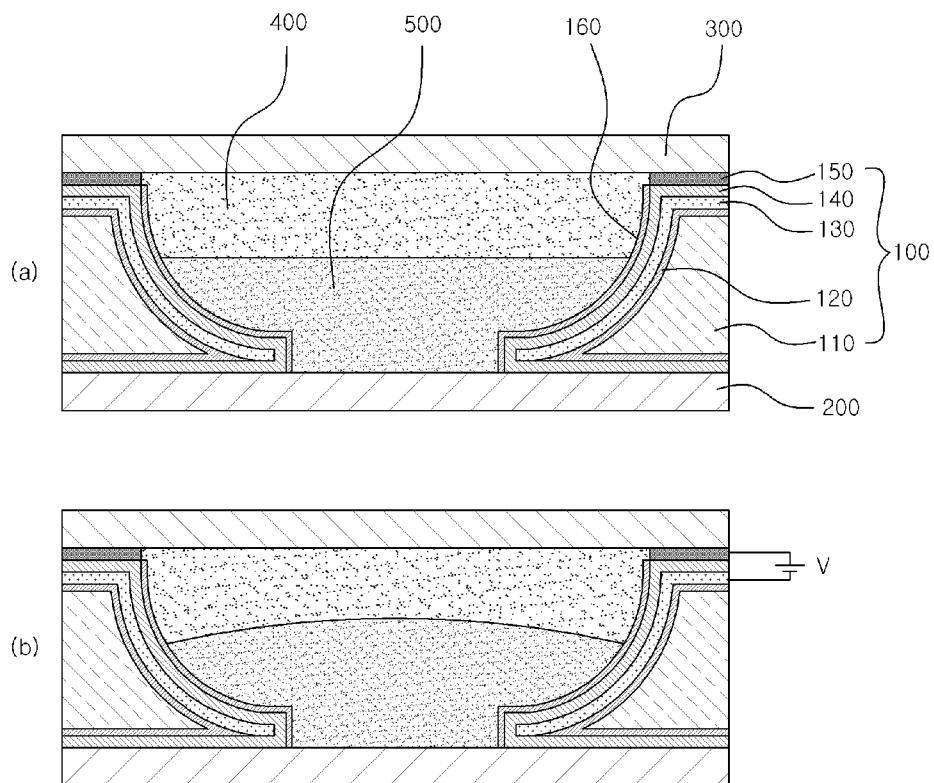
[Fig. 2]



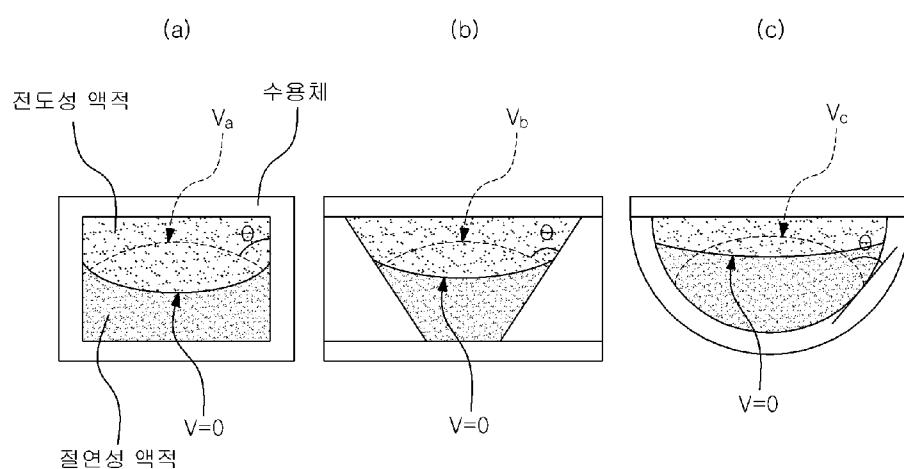
[Fig. 3]



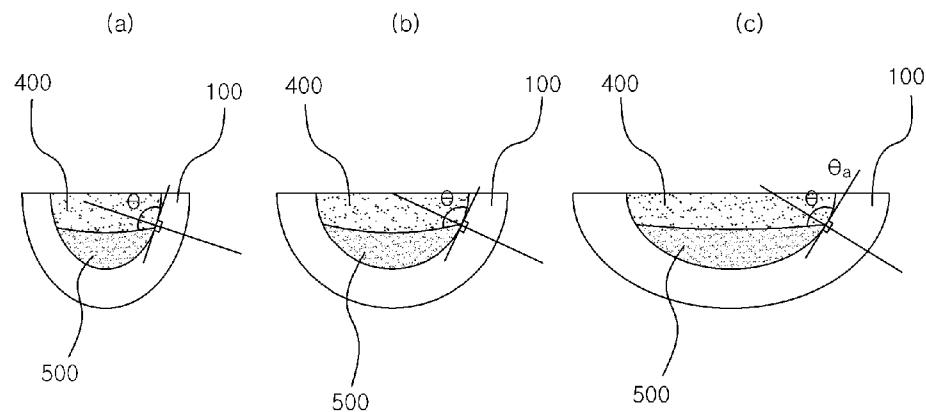
[Fig. 4]



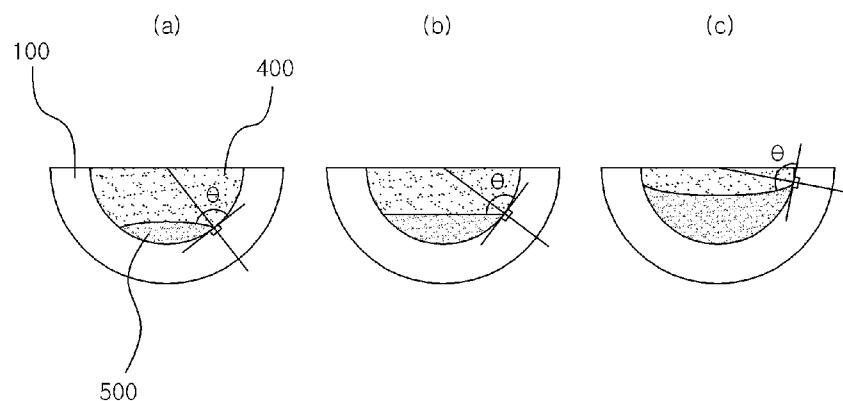
[Fig. 5]



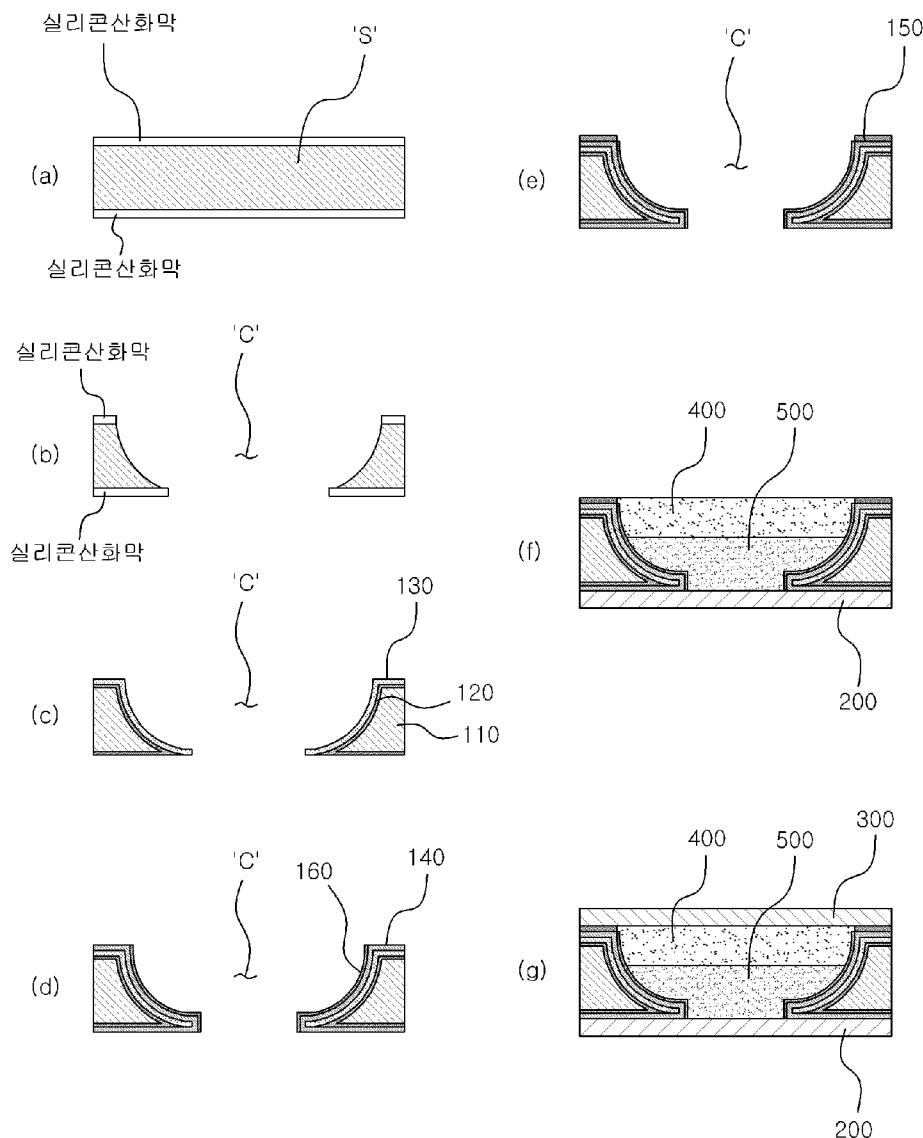
[Fig. 6]



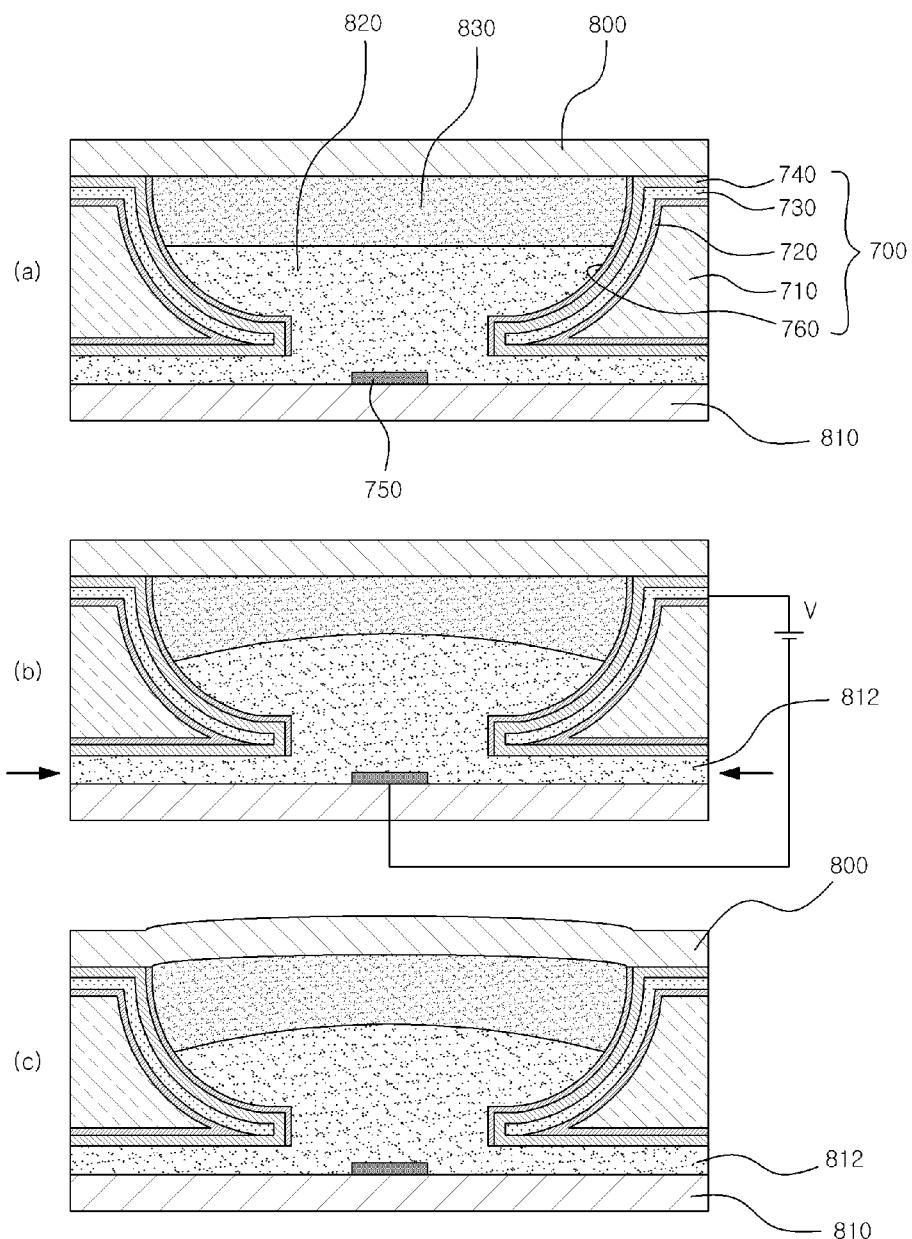
[Fig. 7]



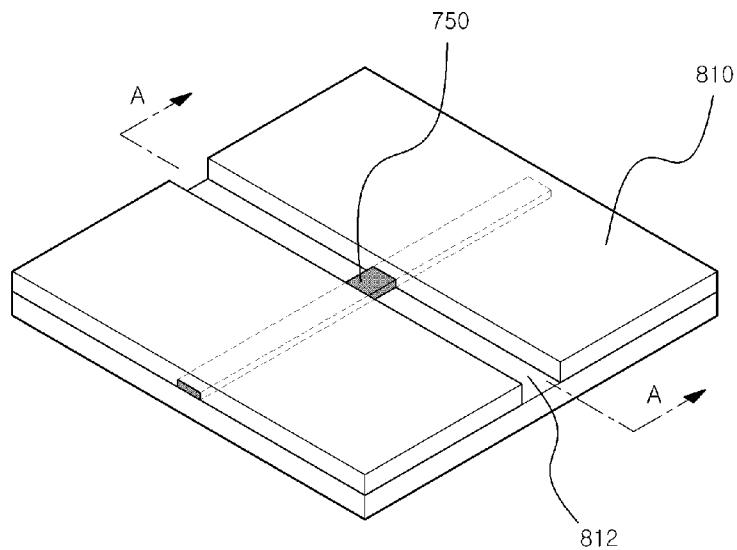
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

