

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0013877
(43) 공개일자 2023년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08L 27/06 (2006.01) C08K 5/00 (2006.01)
C08K 5/11 (2006.01) C08L 1/12 (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01) C08L 31/04 (2006.01)
C08L 67/02 (2006.01) C08L 69/00 (2006.01)
G02B 3/00 (2022.01) G02B 3/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08L 27/06 (2013.01)
C08K 5/0016 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0094901

(22) 출원일자 2021년07월20일

심사청구일자 2021년07월20일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

배진우

경기도 양평군 지평면 대평로 343-2

김상연

서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호(렉슬아파트)

(74) 대리인

조해연

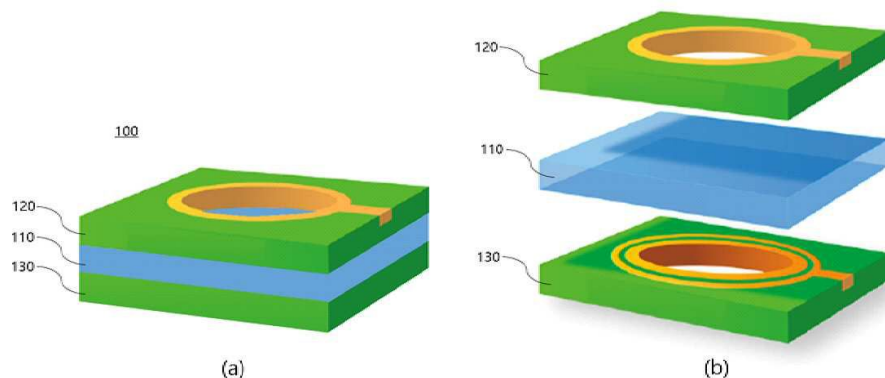
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 가변 초점 렌즈용 조성물, 이를 포함하는 가변 초점 렌즈 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 가변 초점 렌즈용 조성물, 이를 포함하는 가변 초점 렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈용 조성물은, 투광성 고분자 수지; P(VC-VA)[poly(vinyl chloride-co-vinyl acetate)]; 및 가소제;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 5/11 (2013.01)
C08L 1/12 (2013.01)
C08L 101/00 (2013.01)
C08L 31/04 (2013.01)
C08L 67/02 (2013.01)
C08L 69/00 (2013.01)
G02B 3/0031 (2013.01)
G02B 3/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

투광성 고분자 수지;

P(VC-VA)[poly(vinyl chloride-co-vinyl acetate)]; 및

가소제;를 포함하는,

가변 초점 렌즈용 조성물.

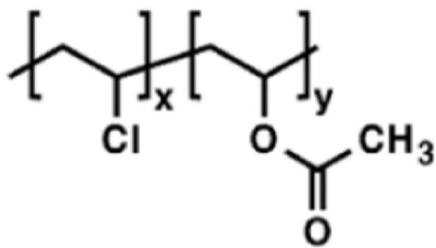
청구항 2

제1항에 있어서,

상기 P(VC-VA)는 아래의 분자식1을 갖는 것인,

가변 초점 렌즈용 조성물:

[분자식1]



청구항 3

제1항에 있어서,

상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1인,

가변 초점 렌즈용 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 투광성 고분자 수지는 PVC(Poly vinyl chloride), PC(PolyCarbonate), PET(PolyEthylene Terephthalate) 및 TAC(TriAcetate Cellulose) 중 적어도 어느 하나인,

가변 초점 렌즈용 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가소제는 DBA(Dibutyl Adipate)인,

가변 초점 렌즈용 조성물.

청구항 6

가변 초점 렌즈용 조성물을 포함하는 가변 초점 렌즈로서,
상기 가변 초점 렌즈용 조성물은 제1항의 것인,
가변 초점 렌즈.

청구항 7

용매에 투광성 고분자 수지, P(VC-VA) 및 가소제를 혼합하여 용해하여 혼합용액을 제조하는 단계; 및
상기 혼합용액의 용매를 제거하는 단계;를 포함하는,
가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1인,
가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,
상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 DAG의 함량은, 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량 총합에 대하여 1:1 내지 1:11인,
가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,
상기 혼합용액을 제조하는 단계에서,
상기 용매에 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 혼합하여 용해한 후, 상기 가소제를 투입하는 것인,
가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,
상기 혼합용액을 제조하는 단계에서,
상기 용매는 극성 유기용매인,

가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 극성 유기용매는, 다이옥산, 테트라하이드로퓨란(THF), 아세톤, 디메틸 설펝사이드(DMSO), 디메틸포 림아 마이드(DMF) 및 1-메틸-2-피롤리돈(NMP) 중 어느 하나인,

가변 초점 렌즈의 제조 방법.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 혼합용액을 제조하는 단계 이후에,

상기 혼합용액을 렌즈 몰드에 투입하는 단계를 더 포함하는,

가변 초점 렌즈의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가변 초점 렌즈용 조성물, 이를 포함하는 가변 초점 렌즈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 가변 초점 렌즈는 외부에서 제공되는 전류, 전압, 전기장 또는 자기장 등에 의해 외형 또는 내부 구조를 변화하여 초점 거리를 변화할 수 있는 렌즈를 의미한다. 이러한 가변 초점 렌즈는 액상 또는 겔(gel)상일 수 있으며, 종래의 렌즈에 비하여 적은 전력으로 작동이 가능하고 초점 가변을 위해 요구되는 공간이 적어 소형화가 가능하다.

[0004] 아래의 선행기술문헌인 한국 공개특허 제10-2018-0114382호에는 투광성 고분자 수지 및 가소제를 적용하여 양면의 초점거리를 독립적으로 제어 가능한 가변 초점 렌즈를 개시한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2018-0114382호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 가변 초점 렌즈의 연성을 향상시킬 수 있는 가변 초점 렌즈용 조성물, 이를 포함하는 가변 초점 렌즈 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 약한 전기장에서 초점 변동이 가능하다.

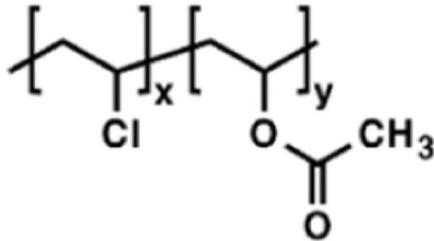
[0009] 또한, 내구성이 우수하다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈용 조성물은, 투광성 고분자 수지; P(VC-VA)[poly(vinyl chloride-co-vinyl acetate)]; 및 가소제;를 포함한다.

[0012] 상기 P(VC-VA)는 아래의 분자식1을 가질 수 있다.

[0013] [분자식1]



[0014]

[0015] 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1일 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈는 앞서 설명한 가변 초점 렌즈용 조성물을 포함한다.

[0019] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈의 제조방법은, 용매에 투광성 고분자 수지, P(VC-VA) 및 가소제를 혼합하여 용해하여 혼합용액을 제조하는 단계; 및 상기 혼합용액의 용매를 제거하는 단계;를 포함한다.

[0020] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1일 수 있다.

[0021] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 DAG의 함량은, 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량 총합에 대하여 1:1 내지 1:11일 수 있다.

[0022] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서, 상기 용매에 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 혼합하여 용해한 후, 상기 가소제를 투입하는 것일 수 있다.

[0023] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서, 상기 용매는 극성 유기용매일 수 있다.

[0024] 상기 혼합용액을 제조하는 단계 이후에, 상기 혼합용액을 렌즈 몰드에 투입하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈용 조성물을 포함하는 가변 초점 렌즈 및 그 제조방법에 의해 제조된 가변 초점 렌즈는, 보다 높은 연성을 가질 수 있다.

[0027] 또한, 약한 전기장에서 초점 변동이 가능하다.

[0028] 또한, 내구성이 우수하다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1(a)는 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈를 도시한 것이고, 도 1(b)는 도 1(a)의 분해 사시도이다.

도 2는 도 1의 가변 초점 렌즈의 단면이며, 전원의 공급에 따른 렌즈부의 변형을 도시한 것이다.

도 3은 XRD 분석 결과를 도시한 것이다.

도 4는 광 투과율 분석 결과를 도시한 것이다.

도 5(a)는 DBA 및 비교 예1의 상대 유전율을 측정한 그래프이고, 도 5(b)는 실시 예1 내지 5의 상대 유전율을 측정한 그래프이다.

도 6(a)는 DBA 및 비교 예1의 임피던스를 측정한 그래프이고, 도 6(b)는 실시 예1 내지 5의 임피던스를 측정한 그래프이다.

도 7은 Stress-Strain 실험 결과를 도시한 것이다.

도 8은 누설 전류 실험 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

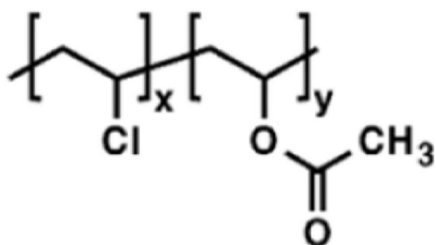
[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0033] 가변 초점 렌즈용 조성물

[0034] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈용 조성물은, 투광성 고분자 수지; P(VC-VA)[poly(vinyl chloride-co-vinyl acetate)]; 및 가소제;를 포함한다. 상기 조성물은 분말 또는 용매에 용해된 액상으로 제공될 수 있다.

[0036] P(VC-VA)[poly(vinyl chloride-co-vinyl acetate)]는 비닐클로라이드 및 비닐아세테이트의 체인(chain)이 상호간에 연결되어 형성된 고분자 물질이다. 상기 P(VC-VA)가 투광성 고분자 수지에 첨가됨으로써 투광성 고분자 수지 체인의 쌍극자-쌍극자 분자간 상호작용이 감소하게 되어, 제조된 물질의 연성이 증가할 수 있다. 이 경우, 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA) 혼합물에 가소제가 투입되더라도 충분한 연성을 확보할 수 있다. 상기 P(VC-VA)는 아래의 분자식1로 표현될 수 있다. 상기 P(VC-VA)의 분자량은 연성을 고려하여 100,000 이상일 수 있다.

[0037] [분자식1]



[0038] (여기서 x 및 y는 임의의 수 임).

[0039]

[0040] 또한, 상기 P(VC-VA)는 아래의 화학식1로 표현될 수 있다.

[0041] [화학식1]

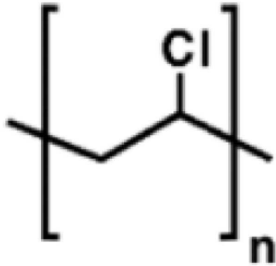
[0042] $[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y$

[0043] (여기서 x 및 y 는 임의의 수임).

[0045] 투광성 고분자 수지는 투명성 및 가요성을 가지는 고분자 물질로서 렌즈의 형상을 유지하고 입사된 파장을 굴절하는 기능을 수행한다. 상기 투광성 고분자 수지는 PVC(Poly vinyl chloride), PC(PolyCarbonate), PET(PolyEthylene Terephthalate) 및 TAC(TriAcetate Cellulose) 중 적어도 어느 하나일 수 있으며, 바람직하게는 투과성 및 가공이 용이한 PVC일 수 있다. 상기 투광성 고분자 수지의 분자량은 연성 등을 고려하여 150,000 이상일 수 있다.

[0046] PVC는 아래의 분자식2로 표현될 수 있다.

[0047] [분자식2]



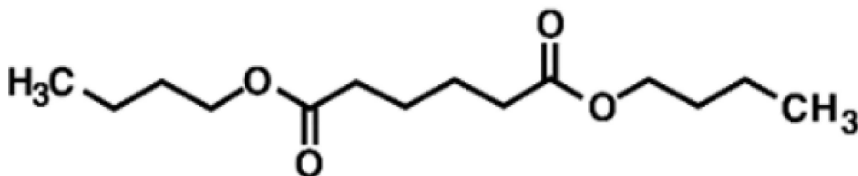
[0048]

[0049] (여기서 n 은 자연수임.)

[0051] 상기 가소제는 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 경화하여 겔(gel)상으로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 통해 상기 가소제는 누설 전류를 낮출 수 있다. 상기 가소제는 특별히 제한하지 않지만 DBA(Dibutyl Adipate)일 수 있다.

[0052] 상기 DBA는 아래의 분자식3으로 표현될 수 있다.

[0053] [분자식3]



[0054]

[0056] 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1일 수 있다. 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA) 사이의 상호작용에 의해 우수한 연성을 확보할 수 있도록 하기 위해 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 함량은 1:0.9 내지 1:1.1이 바람직하며, 보다 바람직하게는 1:1일 수 있다.

[0058] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 가소제의 함량은, 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량 총합에 대하여 1:1 내지 1:11일 수 있고, 보다 바람직하게는 1:1 내지 1:3일 수 있다. 가소제의 함량이 너무 낮은 경우에는 가소제 첨가에 따른 효과가 나타나지 않을 수 있고, 가소제의 함량이 너무 높은 경우에는 변형이 쉽게 일어나지 않아 변형을 위해 많은 전력이 소모되거나 파손될 우려가 있다.

[0060] 가변 초점 렌즈

[0061] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈(100)는 앞서 설명한 가변 초점 렌즈용 조성물을 포함한다. 도 1을 참조하면, 상기 가변 초점 렌즈(100)는 가변 초점 렌즈용 조성물을 포함하여 제작된 렌즈부(110), 상기 렌즈부(110)의 상부 및 하부에 배치된 상부기관(120) 및 하부기관(130)을 포함할 수 있다. 상기 상부기관(120) 및 하

부기관(130)은 상기 렌즈부(110)의 곡면이 배치되는 중공을 포함하고, 상기 렌즈부(110)에 접촉하여 전류를 흐르도록 하는 전극을 포함할 수 있다. 도 2는 도 1의 가변 초점 렌즈의 단면이며, 전원의 공급에 따른 렌즈부의 변형을 도시한 것이다. 도 2(a)는 전류를 인가하지 않는 경우이고, 도 2(b)는 하부기관의 전극을 통해 전류를 인가한 경우이고, 도 2(c)는 상부기관의 전극을 통해 전류를 인가한 경우이고, 도 2(d)는 상부기관 및 하부기관의 전극을 통해 전류를 인가한 경우이다. 이와 같이, 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈는 전류의 인가 방법에 따라 양면의 형상을 제어할 수 있다.

[0063] 가변 초점 렌즈의 제조방법

[0064] 본 발명의 실시 예를 따르는 가변 초점 렌즈의 제조방법은, 용매에 투광성 고분자 수지, P(VC-VA) 및 가소제를 혼합하여 용해하여 혼합용액을 제조하는 단계; 및 상기 혼합용액의 용매를 제거하는 단계;를 포함한다.

[0066] 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서, 상기 용매는 극성 유기용매일 수 있다. 이는 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 쉽게 용해하기 위함이다. 상기 극성 유기용매는, 다이옥산, 테트라하이드로퓨란(THF), 아세톤, 디메틸 설펝사이드(DMSO), 디메틸포름아마이드(DMF) 및 1-메틸-2-피롤리돈(NMP) 중 어느 하나일 수 있다.

[0067] 상기 투광성 고분자 수지, P(VC-VA) 및 가소제는 앞서 가변 초점 렌즈의 조성물에서 설명한 것이다. 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량비는 1:0.9 내지 1:1.1일 수 있다. 또한, 상기 혼합용액을 제조하는 단계에서 투입하는 상기 가소제의 함량은, 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)의 중량 총합에 대하여 1:1 내지 1:11일 수 있다.

[0069] 상기 혼합용액을 제조하는 단계는 용매를 준비하는 단계, 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 준비하는 단계, 상기 용매에 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 혼합하여 용해하는 단계 및 가소제를 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0070] 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 준비하는 단계는 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 정제하는 단계를 포함할 수 있다. 이를 통해 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)가 용매에 완전히 용해되고 분산되도록 할 수 있으며, 이를 통해 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA) 사이의 결합구조를 향상하여 연성을 보다 높일 수 있다. 상기 정제하는 단계는 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 극성 용매에 용해하는 단계, 용해된 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA)를 유기용매에 침전하는 단계, 건조하여 상기 투광성 고분자 수지 및 P(VC-VA) 분말을 수득하는 단계를 포함할 수 있다.

[0071] 상기 가소제를 혼합하는 단계는 혼합용액을 교반기에서 교반하는 단계를 포함할 수 있다. 본 단계는 투광성 고분자 수지, P(VC-VA) 및 가소제가 용매에 용해되도록 적절한 조건에서 수행할 수 있으며, 상온에서 수행할 수 있다.

[0073] 상기 혼합용액의 용매를 제거하는 단계는 상온에서 건조하는 단계 및 진공 오븐에서 처리하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 상온에서 건조하는 단계는 2 내지 5일 동안 수행할 수 있으며, 이후 용매가 감소된 혼합용액을 진공 오븐에 투입하여 상온에서 12 내지 48시간 동안 처리함으로써 나머지 용매를 제거할 수 있다.

[0075] 상기 혼합용액을 제조하는 단계 이후에, 상기 혼합용액을 렌즈 몰드에 투입하는 단계를 더 포함할 수 있다. 본 단계는 렌즈부의 두께, 형상을 제어하는 단계이다. 본 단계는, 혼합용액의 용매를 제거하는 단계 중에 수행할 수도 있다. 혼합용액의 용매가 어느 정도 제거되어 상기 혼합용액의 적당한 점도를 가진 상태가 된 후에 렌즈 몰드에 투입하고 나머지 용매를 마저 제거할 수 있다. 이를 통해 렌즈부의 형상을 보다 쉽게 제어할 수 있고, 표면 상태를 보다 우수하게 제조할 수 있다.

[0077] 다음으로, 상기 렌즈부의 상부 및 하부에 각각 상부기관 및 하부기관을 배치할 수 있다. 상기 상부기관 및 하부기관은 앞서 설명한 것과 동일한 것이다.

[0079] 실시 예: 가변 초점 렌즈의 제조

[0080] 용매로 THF(Sigma- Aldrich , 99.9 %, CAS : 109-99-9)를 준비하였고, PVC 분말 (Scientific Polymer Products, Inc., Mw 275,000, CAS : 9002-86-2) 및 P (VC-VA) 분말(Scientific Polymer Products, Mw 115,000, CAS : 9003-22-9)을 준비하였다. PVC 분말과 P (VC-VA) 분말을 정제하기 위해 각각 1g을 20ml의 THF 용매에 녹인 후 메탄올에 침전시켰다. 다음으로 이를 건조하여 정제함으로써 정제된 PVC 분말과 P (VC-VA) 분말을 수득하였다. 이렇게 준비된 PVC 분말과 P(VC-VA) 분말 1g을 10ml의 THF 용매에 혼합하여 완전히 용해하였다. 다음으로 가소제로 DBA (Sigma-Aldrich, CAS : 105-99-7)를 준비하여 상기 용액에 9g을 혼합하였고, 교반기로 400 rpm에서 4 시간 동안 교반 하였다. 다음으로 상기 혼합용액을 유리 접시에 붓고 상온에서 3일 동안 저장하여 용매를 제거하였다. 이렇게 겔화된 혼합용액을 진공 오븐에 투입하여 24시간 동안 처리하여 용매를 제거함으로써 가변 초점 렌즈의 렌즈부를 제조하였다. 다음으로 상기 렌즈부의 상부 및 하부에 각각 상부기관 및 하부기관을 배치하여 가변 초점 렌즈를 제조하였다.

[0081] 위 제조 예에서 PVC, P(VC-VA) 및 DBA의 함량에 따라 표 1과 같이 비교 예 및 실시 예를 구분하였다.

표 1

분류	PVC 함량(g)	P(VC-VA) 함량(g)	DBA 함량(g)	표시
비교 예1	0.5	0.5	0	SPNIPGe10
실시 예1	0.5	0.5	3	SPNIPGe13
실시 예2	0.5	0.5	5	SPNIPGe15
실시 예3	0.5	0.5	7	SPNIPGe17
실시 예4	0.5	0.5	9	SPNIPGe19
실시 예5	0.5	0.5	11	SPNIPGe111

[0083] XRD 분석

[0084] 실시 예1 내지 5의 렌즈부를 샘플로 하여, X선 회절장치(Empyrean, PANalytical)를 사용하여 40kV, 30mA 조건에서 XRD 분석을 수행하였다. 도 3은 XRD 분석 결과를 도시한 것이다. 도 3을 참조하면, 렌즈부의 구조가 비정질(amorphous structure)임을 나타내는 피크가 7 및 20도에서 나타남을 알 수 있다. 이때, DBA의 함량이 높을수록 피크가 낮아지고 뚜렷하였다. 본 분석을 통해 실시 예들은 비정질의 폴리머 사슬로 연결된 미세 결정을 가지고 있음을 알 수 있다.

[0086] 광 투과율 분석

[0087] 실시 예1 내지 5의 렌즈부를 샘플로 하여, UV-vis 분광 광도계(HP 8452, HP,USA)를 사용하여 수행하였다. 도 4는 광 투과율 분석 결과를 도시한 것이다. 도 4를 참조하면 모든 실시 예에서 가시광선 영역에 대한 광 투과율을 나타냈다. 이는 DBA가 PVC의 비정질 영역에서 완전하게 혼합되었으며, 가소화 효과에 의해 PVC 폴리머 체인의 결정화를 효과적으로 방지하였으며, 이를 통해 미세 결정이 초래된 것으로 이해할 수 있다.

[0089] 상대 유전율 분석

[0090] 상대 유전율은 상온에서 2V의 신호 진폭으로 1Hz 내지 1MHz의 주파수 범위에서 측정하였다. 도 5(a)는 DBA 및 비교 예1의 상대 유전율을 측정된 그래프이고, 도 5(b)는 실시 예1 내지 5의 상대 유전율을 측정된 그래프이다. 도 5를 참조하면, 비교 예1의 경우 주파수 전 범위에서 변화가 없으며, 상대적으로 낮은 값을 유지하였다. 실시 예1 내지 5의 경우 낮은 주파수 범위에서 유전율이 크게 증가한 것을 알 수 있다. 또한, 실시 예에서 DBA의 함량이 높을수록 낮은 주파수 범위에서의 유전율이 높은 것을 알 수 있다.

[0092] 임피던스 분석

[0093] 임피던스 분석은 1260 임피던스 분석기(Solartron Analytical Co., Farnborough, UK)를 사용하였다. 도 6(a)는

DBA 및 비교 예1의 임피던스를 측정한 그래프이고, 도 6(b)는 실시 예1 내지 5의 임피던스를 측정한 그래프이다. 도 6을 참조하면, 실시 예1 내지 5에서 DBA의 첨가로 인하여 낮은 주파수 영역에서 임피던스가 감소함을 알 수 있다.

[0095] Stress-Strain 실험

[0096] Stress-Strain 실험은 외부 영향에 따른 변형 정도를 분석하기 위해 실행하였다. 실시 예1 내지 5를 덤벨 모양의 시편으로 제작하고 범용 시험기(Tinius Olsen, H5KT)를 이용하여 ASTM D638 시험법에 따라 수행하였다. 도 7은 Stress-Strain 실험 결과를 도시한 것이다. 도 7을 참조하면, 실시 예1 및 2의 경우 매우 높은 변형 정도를 보였으나, 실시 예3 및 4는 낮은 변형 정도를 보였으며, 실시 예5는 낮은 Stress 조건에서도 찢어지는 현상을 보였다.

[0098] 누설 전류 실험

[0099] 누설 전류 실험은 상온에서 400V / mm의 인가 된 전기장에서 potentiostat / galvanostat (Biologic Science Instruments, SP300)를 사용하여 측정하였다. 도 8은 누설 전류 실험 결과를 도시한 것이다. 도 8을 참조하면, 실시 예1 및 2는 실시 예 3 내지 5에 비하여 낮은 누설전류를 보임을 알 수 있다.

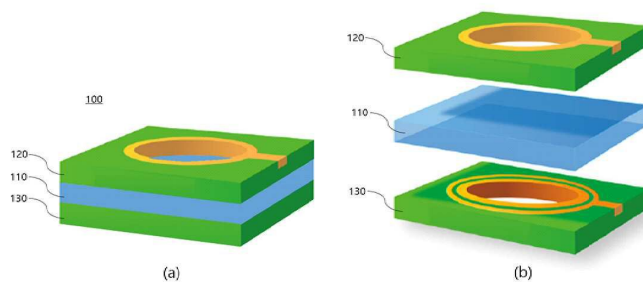
[0101] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

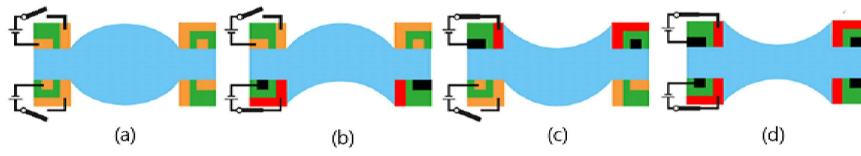
[0103] 100: 가변 초점 렌즈, 110: 렌즈부, 120: 상부기판, 130: 하부기판

도면

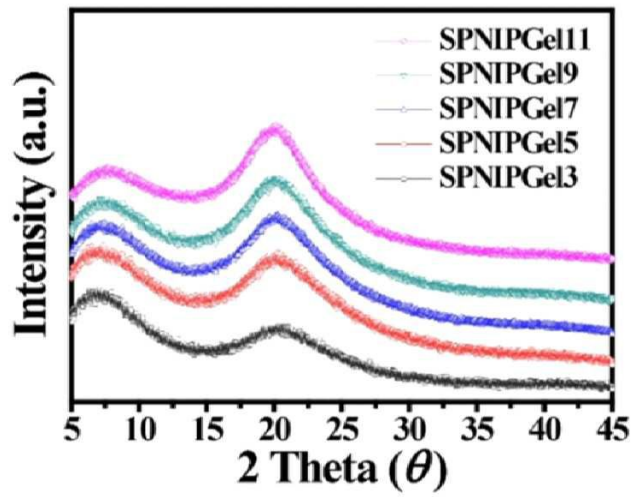
도면1



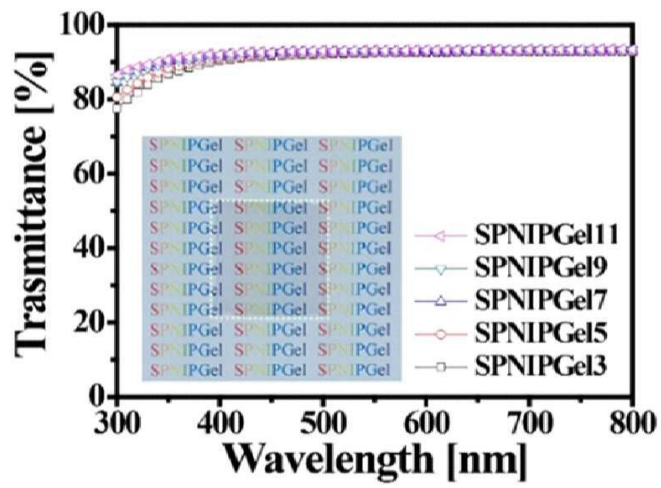
도면2



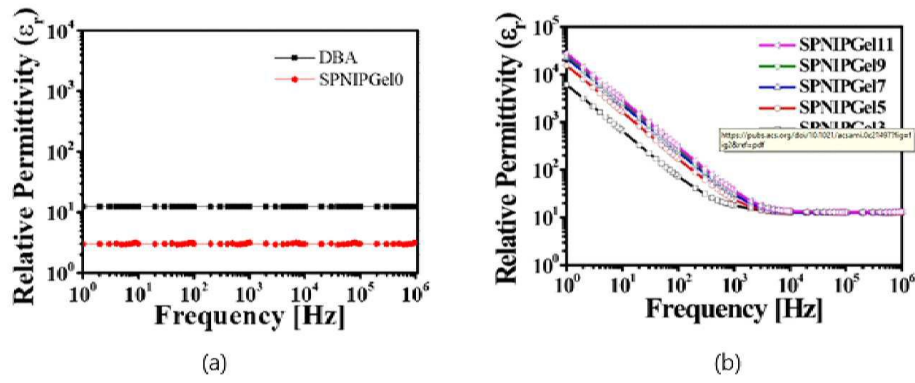
도면3



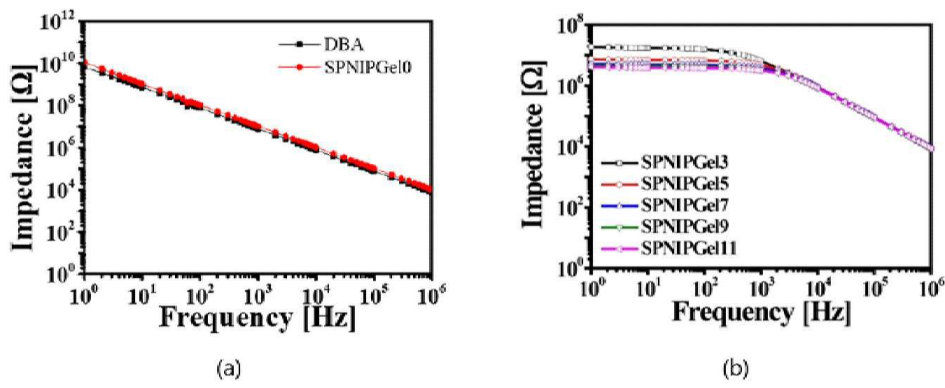
도면4



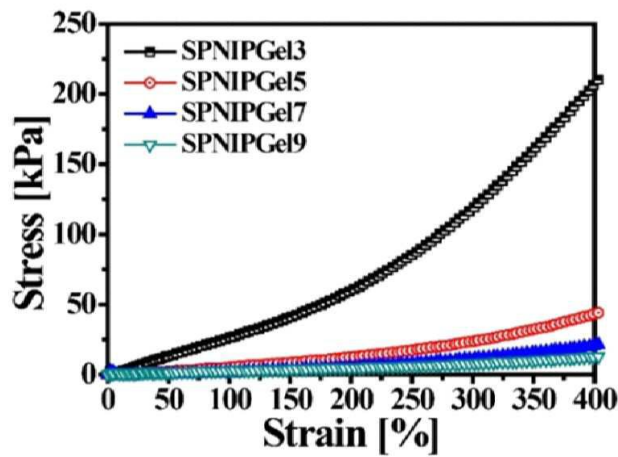
도면5



도면6



도면7



도면8

