

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2021년 4월 29일 (29.04.2021)



WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2021/080159 A1

(51) 국제특허분류:

C08J 3/075 (2006.01)

C08J 3/18 (2006.01)

C08J 3/24 (2006.01)

H01B 1/12 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2020/011732

(22) 국제출원일:

2020년 9월 1일 (01.09.2020)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2019-0131982 2019년 10월 23일 (23.10.2019) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)

[KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR). 한국기술교육대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 31253 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, Chungcheongnam-do (KR).

(72) 발명자: 배진우 (BAE, Jin Woo); 12543 경기도 양평군 지평면 대평로 343-2, Gyeonggi-do (KR). 한창수 (HAN, Chang Soo); 04428 서울시 용산구 이촌로 347, 16동 203호, Seoul (KR). 전경용 (CHUN, Kyoung Yong); 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR). 손영준 (SON, Young Jun); 06638 서울시 서초구 사임당로19길 72-4, 204호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김연권 (KIM, Youn Gwon); 05836 서울시 송파구 법원로 127 문정대명벨리온 15층 1501호 및 1502호, 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

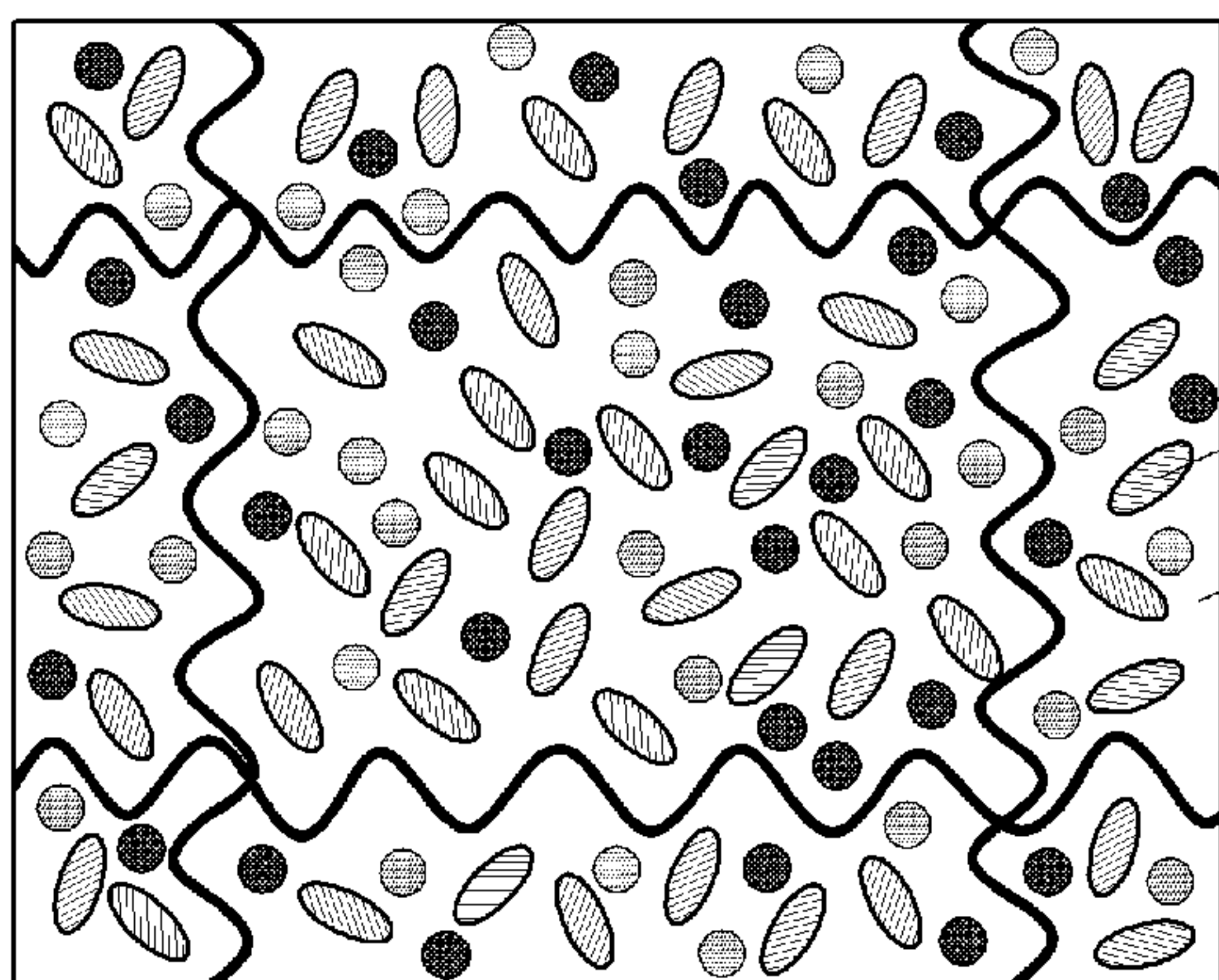
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: ORGANIC IONIC CONDUCTIVE POLYMER GEL ELASTOMER AND METHOD FOR PREPARING SAME

(54) 발명의 명칭: 유기 이온 전도성 폴리머 젤 탄성체 및 이의 제조방법

100



(57) Abstract: Disclosed are an organic ionic conductive polymer gel elastomer and a method for preparing same. An organic ionic conductive polymer gel elastomer according to an embodiment of the present invention comprises: a polymer matrix; a plasticizing solvent for plasticizing the polymer matrix in a gel state by impregnation into the polymer matrix; and an ionic conductive dopant, which is ionized by the plasticizing solvent to be dispersed in the polymer matrix, wherein the plasticizing solvent and the ionic conductive dopant are non-hydrophilic.

(57) 요약서: 본 발명은 유기 이온 전도성 폴리머 젤 탄성체 및 이의 제조방법을 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 젤 탄성체는 고분자 매트릭스; 상기 고분자 매트릭스 내에 함침되어, 상기 고분자 매트릭스를 젤(gel) 상태로 가소화시키는 가소화 용매; 및 상기 가소화 용매에 의해 이온화되어 상기 고분자 매트릭스 내에 분산된 이온 도전성 도펀트를 포함하며, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트는 비친수성인 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 한다.

WO 2021/080159 A1

명세서

발명의 명칭: 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체 및 이의 제조방법 기술분야

[1] 본 발명은 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 최근 전자정보 소자의 급속한 발전으로 휴대용 정보통신 및 스마트 기기의 보급이 활성화되고 있다. 미래 전자시스템은 단순 휴대형에서 벗어나 사람의 몸에 부착하거나 인체 내부에 삽입이 가능한 형태로까지 발전될 것으로 예상된다.

[3] 특히, 최근 구부리거나 늘릴 수 있으면서 사람의 피부나 몸 또는 관절 부위와 같은 굴곡진 부분에 부착이 가능한 신축성을 가지는 전기 전도체에 관한 관심이 급증하고 있다.

[4] 하이드로젤은 하나 이상의 단량체로 이루어진, 가교 결합된 네트워크 형태의 고분자 중합체이다. 이러한 하이드로젤은 친수성 중합체 사슬로부터 물리적 또는 화학적 가교 공정을 통해 제조되며 물에 의하여 상당 부분 팽윤되지만 물에 용해되지는 않는다.

[5] 하이드로젤의 기계적 특성은 생물학적 조직과 매우 유사하고 수분 함량이 높기 때문에 우수한 확산 특성을 가지고 있어서 콘택트 렌즈, 약물 전달 매체, 분리막, 접착제와 같은 연조직 대체 물질과 같은 광범위한 응용 분야에서 이용되고 있다.

[6] 또한 하이드로젤은 생체 고분자들 즉 세포 또는 단백질의 흡착을 방지하는 물질로 작용하여 조직 공학 및 바이오센서 개발에 활발하게 이용되어 왔다.

[7] 전도성 하이드로젤은 전도성 고분자 물질을 다양한 가교가 가능한 수화 고분자 매트릭스 내에 분산시킨 물질로서, 다양한 장치에 단백질 같은 생체 유래 물질을 접목한 하이브리드 장치 구현에 필요한 핵심 소재 중 하나이다.

[8] 특히, 전도성 하이드로젤은 고유의 신축성 및 인체 적합성과 더불어 전기 전도성을 띠기 때문에 신체 부위에 접합시킬 수 있는 신축성 유연 소자의 전극 물질로서 활용이 가능하다.

[9] 그러나, 용매로서 물이 사용되기 때문에 장시간 대기 노출되는 경우 물의 증발로 인해 겔 상태에서부터 경직된 고체로 변화되는 문제가 발생한다.

[10] 나아가, 전기적으로도 전압 인가에 의하여 이온들이 전압에 따라 이동하는 이온 전도가 발생하게 되며, 일정 전압 이상에서는 물의 전기 분해가 발생하여 전기화학적(electrochemical) 전류가 발생하는 문제점이 있다. 그 결과 균일한 전기 전도가 이루어지기 어렵고 화학 반응의 결과로 하이드로젤의 일부가 손상될 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 실시예는 물리적 가교를 가지는 고분자 매트릭스가 가소화되어 결정성을 제한함으로써 투명성을 가질 수 있으며, 이와 더불어 우수한 신축성, 탄성력, 가요성 및 치수 안정성을 가질 수 있는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제공하고자 한다.
- [12] 본 발명의 실시예는 가소화 용매에 의해 고분자 매트릭스 내에 이온 도전성 도펀트가 고르게 분산되어, 우수한 이온 전도성을 가질 수 있는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제공하고자 한다.
- [13] 본 발명의 실시예는 고비점(高沸點) 및 비친수성(非親水性)의 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트를 포함하여, 수분을 흡수하지 않아 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 형상을 장기간 유지할 수 있으며 물을 용매로 포함하는 종래의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 문제점을 해결할 수 있는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제공하고자 한다.
- [14] 본 발명의 실시예는 고분자, 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트를 혼합한 후 건조시키는 단순 공정을 통해, 물리적 가교를 가지고 투명성, 신축성, 가요성, 치수 안정성, 이온 전도성이 우수한 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조할 수 있는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [15] 본 발명에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는, 고분자 매트릭스; 상기 고분자 매트릭스 내에 함침되어, 상기 고분자 매트릭스를 겔(gel) 상태로 가소화시키는 가소화 용매; 및 상기 가소화 용매에 의해 이온화 되어 상기 고분자 매트릭스 내에 분산된 이온 도전성 도펀트를 포함하며, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트는 고비점 및 비친수성인 것을 특징으로 한다.
- [16] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 고분자 매트릭스는 물리적 가교를 가질 수 있다.
- [17] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 가소화 용매의 증기압은 25°C에서 0.00001mmHg 내지 10mmHg일 수 있다.
- [18] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 가소화 용매는 디부틸아디페이트(dibutyl adipate) 및 디에틸아디페이트(diethyl adipate)를 포함하는 아디페이트(adipate)계 물질, 아세틸트리부틸사이트레이트(ACETYL TRIBUTYL CITRATE)를 포함하는 사이트레이트(citrate)계 물질, 디부틸프탈레이트(dibutyl phthalate)를 포함하는 프탈레이트(phthalates)계 물질, 디부틸세바케이트(dibutyl sebacate)를 포함하는 세바케이트(sebacate)계 물질, 아젤레이트(azelates)계 물질, 벤조에이트(benzoates)계 물질, 트리멜리테이트(trimellitates)계 물질, 포스페이트(phosphates)계 물질로 구성되는 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.

- [19] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 이온 도전성 도펀트는 유기 양이온 및, 유기 또는 무기 음이온을 포함하는 비친수성의 이온성 액체일 수 있다.
- [20] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 이온 도전성 도펀트는 [EMIM][TFSI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethyl-sulfonyl)imide), [BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoro-methylsulfonyl)imide), [EMIM][PFESI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide), [BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide), [EMP][TFSI](1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide), [BMP][TFSI](1-Butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 메탄설포네이트(trihexyl (tetradecyl) phosphonium methanesulfonate), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 도데실벤젠설포네이트(trihexyl (tetradecyl) phosphonium dodecylbenzenesulfonate), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 클로라이드(trihexyl (tetradecyl) phosphonium chloride), 테트라부틸 포스포늄 메탄설포네이트(tetrabutyl phosphonium methanesulfonate) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [21] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 고분자 매트릭스는 폴리비닐알코올, 폴리비닐피롤리돈, 폴리피롤, 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC), 폴리비닐리덴클로라이드 (PVdC), 폴리(알킬아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아닐린, 폴리비닐아세테이트, 폴리(에틸비닐아세테이트), 폴리비닐부티레이트, 폴리아크릴레이트, 폴리아크릴산 에스테르, 폴리아크릴아마이드, 폴리메타크릴산 에스테르, 폴리메타크릴아마이드, 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리(2-비닐피리딘), 폴리비닐메틸에테르, 폴리비닐부티랄, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에테르에테르케톤, 스티렌/아크릴산 에스테르, 비닐 아세테이트/아크릴산 에스테르, 에틸렌/비닐 아세테이트 공중합체(copolymer), 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아민, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리아마이드, 폴리이미드, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌, 폴리에테르이미드, 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리메틸스티렌, 폴리클로로스티렌, 폴리스티렌술포네이트, 폴리스티렌술폰일 플루오라이드, 멜라민-포름알데히드 수지, 나일론, 에폭시 수지, 폴리락타이드, 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리디메틸실록산, CYTOPTM, 폴리(스티렌-co-아크릴로니트릴), 폴리(스티렌-co-부타디엔), 폴리(스티렌-co-디비닐 벤젠), 폴리(디메틸실록산-co-폴리에틸렌옥사이드),

폴리(에틸-co-비닐 아세테이트), 폴리(락트산-co-글리콜산), 실리콘 수지, 셀룰로오즈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [22] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 따르면, 상기 고분자 매트릭스, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트의 중량비는 45:45:10 내지 3.33:96.6699:0.0001 일 수 있다.

발명의 효과

- [23] 본 발명의 실시예에 따르면, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 물리적 가교를 가지는 고분자 매트릭스가 가소화되어 결정성을 제한함으로써 투명성을 가질 수 있으며, 이와 더불어 우수한 신축성, 탄성력, 가요성 및 치수 안정성을 가질 수 있다.
- [24] 본 발명의 실시예에 따르면, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 가소화 용매에 의해 고분자 매트릭스 내에 이온 도전성 도펀트가 고르게 분산되어, 우수한 이온 전도성을 가질 수 있다.
- [25] 본 발명의 실시예에 따르면, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 고비점(高沸點) 및 비친수성(非親水性)의 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트를 포함하여, 수분을 흡수하지 않아 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 형상을 장기간 유지할 수 있으며 물을 용매로 포함하는 종래의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 문제점을 해결할 수 있다.
- [26] 본 발명의 실시예에 따르면, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 제조방법은 고분자, 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트를 혼합한 후 건조시키는 단순 공정을 통해, 물리적 가교를 가지고 투명성, 신축성, 가요성, 치수 안정성, 이온 전도성이 우수한 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 구체적인 모습을 도시한 모식도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 제조방법을 도시한 순서도이다.
- [29] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 전압 대비 전류를 도시한 그래프이다.
- [30] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 변형에 대한 저항 변화를 도시한 그래프이다.
- [31] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 경과 시간에 따른 저항 변화를 도시한 그래프이다.
- [32] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 수분 저항성을 평가하여 도시한 그래프이다.
- [33] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 인장 시험(tensile test) 결과를 도시한 그래프이다.

- [34] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 영률(Young's modulus)과 인성(Toughness) 결과를 도시한 그래프이다.
- [35] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 탄성 및 역학적 이력현상(elasticity and mechanical hysteresis)을 분석한 그래프이다.
- [36] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 반복적인 인장 사이클 시험(tensile cyclic test) 결과를 도시한 그래프이다.
- [37] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 변형에 따른 저항변화를 도시한 그래프이다.
- [38] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 변형 성능(strain performance)의 장기 안정성(long-term stability)을 분석한 그래프이다.
- [39] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 다양한 습도(humidity) 하에서의 게이지율(Gauge Factor; GF) 변화를 관찰하여 도시한 그래프이다.
- [40] 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 다양한 온도(temperature) 하에서의 게이지율(Gauge Factor; GF) 변화를 관찰하여 도시한 그래프이다.
- [41] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 다양한 압력 조건하에서의 저항변화를 도시한 그래프이다.
- [42] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 증발(evaporation) 시험을 분석한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [44] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [45] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.
- [46] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or'이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [47] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리

언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

- [48] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [49] 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [50] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [51] 한편, 본 발명의 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [52] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 구체적인 모습을 도시한 모식도이다.
- [53] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 고분자 매트릭스(110), 고분자 매트릭스(110) 내에 함침되어 고분자 매트릭스(110)를 겔(gel) 상태로 가소화시키는 가소화 용매(120) 및, 가소화 용매(120)에 의해 이온화 되어 고분자 매트릭스(110) 내에 분산된 이온 도전성 도펀트(130)를 포함한다.
- [54] 고분자 매트릭스(110)는 고분자가 무작위적으로 또는 일정한 규칙성을 띠면서 배열된 형상일 수 있다.
- [55] 실시예에 따라서, 고분자 매트릭스(110)는 가소화 용매(120)에 의해 가소화되어 매우 유동적인 상태가 되고, 가소화된 고분자 매트릭스(110) 사슬들이 서로 물리적으로 엉키는(physical entanglement) 물리적 가교 구조를 가질 수 있다.
- [56] 실시예에 따라서, 상기 물리적 가교는 고분자 매트릭스(110)가 가소화 되어 매우 작은 크기의 결정들이 비결정성들을 물리적으로 연결시켜 것을 의미할 수

있다.

- [57] 도 1에서는 고분자 매트릭스(110)가 다각형의 셀을 구성하는 것으로 도시되었지만, 이는 이해의 편의를 위한 것 일 뿐 고분자 매트릭스(110)의 구조가 여기에 한정되는 것은 아니다.
- [58] 실시예에 따라서, 상기 물리적 가교로 이루어진 고분자 매트릭스(110)는 수소 결합, 고분자의 자기조립, 결정 형성과 같은 열역학적으로 가역적인 구조를 가질 수 있다.
- [59] 고분자 매트릭스(110)는 물리적 가교를 이루기 위해 여러 가지 고분자를 사용할 수 있는데, 예를 들어 폴리비닐알코올, 폴리비닐피롤리돈, 폴리피롤, 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC), 폴리비닐리덴클로라이드 (PVdC), 폴리(알킬아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아닐린, 폴리비닐아세테이트, 폴리(에틸비닐아세테이트), 폴리비닐부티레이트, 폴리아크릴레이트, 폴리아크릴산 에스테르, 폴리아크릴아마이드, 폴리메타크릴산 에스테르, 폴리메타크릴아마이드, 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리(2-비닐피리딘), 폴리비닐메틸에테르, 폴리비닐부티랄, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에테르에테르케톤, 스티렌/아크릴산 에스테르, 비닐 아세테이트/아크릴산 에스테르, 에틸렌/비닐 아세테이트 공중합체(copolymer), 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아민, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리아마이드, 폴리이미드, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌, 폴리에테르이미드, 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리메틸스티렌, 폴리클로로스티렌, 폴리스티렌술포네이트, 폴리스티렌술포닐 플루오라이드, 멜라민-포름알데히드 수지, 나일론, 에폭시 수지, 폴리락타이드, 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리디메틸실록산, CYTOPTM, 폴리(스티렌-co-아크릴로니트릴), 폴리(스티렌-co-부타디엔), 폴리(스티렌-co-디비닐 벤젠), 폴리(디메틸실록산-co-폴리에틸렌옥사이드), 폴리(에틸-co-비닐 아세테이트), 폴리(락트산-co-글리콜산), 실리콘 수지, 셀룰로오즈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [60] 특히, PVC는 가소화 용매(120)의 사슬 길이 및 가소화 용매(120)의 종류에 따라 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 구조적, 물리화학적 특성을 변화시킬 수 있어 응용 범위가 넓으므로 고분자 매트릭스(110)에 포함된 물질로 바람직하다.
- [61] 또한, 고분자 매트릭스(110)에 블록 공중합체가 포함되는 경우, 블록 공중합체의 사슬 길이, 블록 공중합체의 종류 등을 변화시킴으로써 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 구조적, 물리화학적

특성 등을 최적화할 수 있다.

- [62] 고분자 매트릭스(110)에 포함된 블록 공중합체는 가소화 용매(120) 혹은 이온 도전성 도펀트(130)에 대한 용해도가 낮은 블록들(이하, A 블록)과 가소화 용매(120) 또는 이온 도전성 도펀트(130)에 대해 용해도가 높은 블록(이하, B 블록)으로 구성되는데, 이온 도전성 도펀트(130) 안에서 상 분리된 A 블록이 3차원 구조체의 물리적 가교점을 형성하고, B 블록이 물리적 가교점들을 연결할 수 있다.
- [63] 그러나, 상기 B 블록이 물리적 가교점을 연결할 시 고분자 매트릭스(110)에 일부 포함된 화학적 가교점이 결정을 이루어 고분자 매트릭스(110)가 불투명해질 수 있다.
- [64] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 물리적 가교를 가지는 고분자 매트릭스(110)를 가소화시키는 가소화 용매(120)와, 이온 전도성을 부여하는 이온 도전성 도펀트(130)를 포함함으로써, 충분한 신축성, 탄성력 및 치수 안정성을 가질 수 있다.
- [65] 가소화 용매(120)는 고분자 매트릭스(110)의 결정화 성질에 반해 고분자 매트릭스(110)를 가소화시켜 물리적 가교가 형성되지 않게 한다.
- [66] 또한, 가소화 용매(120)는 이온 도전성 도펀트(130)가 잘 녹아 고분자 매트릭스(110) 내에 잘 분산되도록 용매로서의 역할을 할 수 있다.
- [67] 가소화 용매(120)는 고비점 및 비친수성 물질로 이루어져, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)가 외부의 수분에 영향을 받지 않을 수 있다.
- [68] 구체적으로, 가소화 용매(120)는 25°C에서 물보다 현저하게 작은 증기압을 가지는 비친수성의 유기 용매일 수 있으며, 휘발성이 매우 낮아 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 탄성 및 가요성을 장기간 유지할 수 있다.
- [69] 실시예에 따라서, 가소화 용매(120)는 25°C에서 0.00001mmHg 내지 10mmHg의 증기압을 가질 수 있다.
- [70] 가소화 용매(120)의 증기압이 0.00001mmHg 미만이면 가소화 용매(120)의 점성이 매우 높아 유동성이 감소되어 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 신축성과 가요성이 현저히 저하될 수 있으며, 10mmHg를 초과하면 가소화 용매(120)가 쉽게 기화되어 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)가 쉽게 경화될 수 있다.
- [71] 실시예에 따라서, 가소화 용매(120)는 끓는점이 150°C 내지 400°C이고, 녹는점이 -150°C 내지 0°C인 비친수성의 유기 용매일 수 있으며, 끓는점과 녹는점의 차이가 현저한 물질일수록 가소화 용매(120)의 가용 범위가 크기 때문에 고비점 및 비친수성의 유기 용매를 사용하는 것이 바람직하다.
- [72] 예를 들어, 가소화 용매(120)는 디부틸아디페이트(dibutyl adipate) 및 디에틸아디페이트(diethyl adipate)를 포함하는 아디페이트(adipate)계 물질,

아세틸트리부틸사이트레이트(ACETYL TRIBUTYL CITRATE)를 포함하는 사이트레이트(citrate)계 물질, 디부틸프탈레이트(dibutyl phthalate)를 포함하는 프탈레이트(phthalates)계 물질, 디부틸세바케이트(dibutyl sebacate)를 포함하는 세바케이트(sebacate)계 물질, 아젤레이트(azelates)계 물질, 벤조에이트(benzoates)계 물질, 트리멜리테이트(trimellitates)계 물질, 포스페이트(phosphates)계 물질로 구성되는 군으로부터 선택된 1종 이상이거나, 트리-메리트산 에스테르계 물질, 지방족 2염기산 에스테르계 물질, 에폭시계 물질, RIN산 에스테르계 물질, 지방족 에스테르계 물질, 함염소계 물질, 폴리에스테르계 물질로 구성되는 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.

- [73] 기존의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)에 사용된 가소화 용매(120)인 에틸렌글리콜(ethylene glycol, EG)은 녹는점이 -13°C , 끓는점이 596°C 로 녹는점과 끓는점의 차이가 현저하나, 20°C 에서 0.06mmHg 의 증기압을 가져 휘발성이 비교적 높다는 문제점이 있었다.
- [74] 또한, 기존의 가소화 용매(120)는 친수성과 비친수성을 모두 가져, 물과 분리되지 않고
- [75] 특히, 디부틸아디페이트는 녹는점이 -32°C , 끓는점이 305°C 로, 녹는점과 끓는점의 차이가 현저하여 가용 영역이 클 뿐 아니라, 25°C 에서 0.001mmHg 의 매우 작은 증기압을 가져 휘발성이 극히 낮기 때문에 가소화 용매(120)로 사용되기 바람직하다.
- [76] 또한, 가소화 용매(120)는 매우 큰 분자 크기에 의해 고분자 매트릭스(110)의 유리전이온도를 낮추어 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 이온 전도도를 증가시킬 수 있다.
- [77] 이온 도전성 도펀트(130)는 유기 양이온 및, 유기 또는 무기 음이온을 포함하는 비친수성의 이온성 액체로, 용융 염의 형태일 수 있다.
- [78] 즉, 이온 도전성 도펀트(130)는 일반적으로 사용되는 카보네이트 계열의 유기 용매 대신 비휘발성이고 난연성인 이온성 액체를 사용하는 것이 바람직하다.
- [79] 이온 도전성 도펀트(130)는 비친수성의 이온성 액체로, 일반적으로 무시할 수 있는 작은 증기압을 가져 비휘발성이 뛰어나다.
- [80] 또한, 이온 도전성 도펀트(130)는 열분해 온도 300°C 이상인 비친수성의 이온성 액체일 수 있으며, 우수한 열 안정성을 가질 수 있다.
- [81] 또한, 비친수성의 이온성 액체인 이온 도전성 도펀트(130)는 수용성 전해질과 비슷한 정도의 매우 높은 이온 전도도($\sim 1\text{mS/cm}$)와 비정전용량($\sim 10\mu\text{F/cm}^2$), 넓은 전기화학적 안정성 윈도우(4V 내지 7V)를 가져 우수한 특성을 나타낼 수 있다.
- [82] 실시예에 따라서, 이온 도전성 도펀트(130)는
 [EMIM][TFSI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethyl-sulfonyl)imide),
 [BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoro-methylsulfonyl)imide),
 [EMIM][PFESI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide),

[BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide), [EMP][TFSI](1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide), [BMP][TFSI](1-Butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 메탄설포네이트(trihexyl (tetradecyl) phosphonium methanesulfonate), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 도데실벤젠설포네이트(trihexyl (tetradecyl) phosphonium dodecylbenzenesulfonate), 트리헥실 테트라데실 포스포늄 클로라이드(trihexyl (tetradecyl) phosphonium chloride), 테트라부틸 포스포늄 메탄설포네이트(tetrabutyl phosphonium methanesulfonate) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.

- [83] 특히, [EMIM][TFSI]는 친유성의 EMIM을 포함하는 유기 양이온과, 친유성의 bis(trifluoro-methylsulfonyl)imide) 유기 음이온으로 이루어진 것으로, 큰 분자 부피와 분자 구조의 비대칭성으로 인해 유기 양이온 및 유기 음이온 사이의 상호 작용을 방해하며, 고분자 매트릭스(110)의 결정 격자 내 가소화 용매(120) 분자의 규칙적인 배열을 억제하여 가소화 용매(120)의 녹는점을 낮출 수 있어, 이온 도전성 도펀트(130)로 바람직하다.
- [84] 이온 도전성 도펀트(130)는 다가 양이온(polycation)에 PF_6^- 와 같이 크기가 크고 편극성(polarizability)이 큰 음이온을 포함하면 물에 녹지 않고 유기 용매에 용해될 수 있다.
- [85] 예를 들어, 이온 도전성 도펀트(130)는 양이온이 Poly(1-vinyl-3-ethylimidazolium)인 경우 음이온의 종류에 따라서 가소화 용매(120)에 대한 용해도가 다르게 나타날 수 있다.
- [86] 이온 도전성 도펀트(130)가 Br^- 과 같은 할로젠 음이온을 포함하는 경우 고분자의 양이온과 Br^- 사이에 정전기적 인력이 강하게 작용하여 매우 큰 극성 용매에서만 용해될 수 있다.
- [87] 그러나 이온 도전성 도펀트(130)가 BF_4^- 또는 PF_6^- 과 같은 불소를 함유하면서 구형상인 음이온과 결합하는 경우 물에는 녹지 않고 아세톤에는 잘 용해될 수 있으나, 여전히 THF, EtAc(ethylacetate)와 같은 유기 용매에 용해되지 않는다.
- [88] 또한 이온 도전성 도펀트(130)가 bis(trifluoromethylsulfone) imide ($(CF_3SO_2)_2N^-$), bis(pentafluoroethylsulfone) imide, $(CF_3CF_2SO_2)_2N^-$ 와 같이 편극성을 나타내기 쉬운 비대칭성의 음이온과 결합하는 경우에는 아세톤, THF, EtAc와 같은 유기 용매에 용해가 잘 될 수 있다.
- [89] 이온 도전성 도펀트(130)가 트리플레이트(Triflate, $CF_3SO_3^-$) 이온을 포함하는 경우 그 자체적으로 매우 극성을 띠기 때문에 물에는 녹지 않으나, 알코올에 잘 용해되며 아세톤에도 용해될 수 있다.
- [90] 이러한 이온 도전성 도펀트(130)는 비친수성이 강하기 때문에 비친수성의 가소화 용매(120)에 잘 녹아, 고분자 매트릭스(110) 내에서 양이온과 음이온으로 고르게 분산될 수 있다.

- [91] 즉, 이온 도전성 도펀트(130)는 고분자 매트릭스(110) 내에서 이온 형태로 고르게 분산되어, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 이온 전도성을 향상시킬 수 있다.
- [92] 또한, 이온 도전성 도펀트(130)는 비친수성의 이온성 액체이므로, 이를 포함하는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)가 외부의 수분에 영향을 받지 않을 수 있다.
- [93] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 45:45:10 내지 3.33:96.6699:0.0001의 중량비로 고분자 매트릭스(110), 가소화 용매(120) 및 이온 도전성 도펀트(130)를 포함할 수 있다.
- [94] 구체적으로, 가소화 용매(120) 및 이온 도전성 도펀트(130)이 1:99 내지 50:50 중량비로 혼합되어 가소화 용매(120)에 이온 도전성 도펀트(130)가 도입될 수 있다.
- [95] 이온 도전성 도펀트(130)가 도입된 가소화 용매(120)가 상기 중량비보다 많이 포함되는 경우 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)가 투명하지 않을 수 있으며, 형태를 유지하지 못해 자립할 수 없는 문제점이 있다.
- [96] 또한, 이온 도전성 도펀트(130)가 도입된 가소화 용매(120)가 상기 중량비보다 적게 포함되는 경우 고분자 매트릭스(110)를 충분히 가소화하지 못하여 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 신축성이 저하될 수 있다.
- [97] 또한, 고분자 매트릭스(110) 및 이온 도전성 도펀트(130)가 도입된 가소화 용매(120)는 1:0.01 내지 1:1의 중량비로 혼합되어, 고분자 매트릭스(110) 내에 이온 도전성 도펀트(130)가 도입된 가소화 용매(120)가 함침되고, 이온 도전성 도펀트(130)가 고분자 매트릭스(110) 내에 분산될 수 있다.
- [98] 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 물리적 가교를 가지는 고분자 매트릭스(110)가 가소화되어 결정성을 제한함으로써 투명성을 가질 수 있으며, 이와 더불어 우수한 신축성, 탄성력, 가요성 및 치수 안정성을 가질 수 있다.
- [99] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 가소화 용매(120)에 의해 고분자 매트릭스(110) 내에 이온 도전성 도펀트(130)가 고르게 분산되어, 우수한 이온 전도성을 가질 수 있다.
- [100] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)는 비친수성의 가소화 용매(120) 및 이온 도전성 도펀트(130)를 포함하여, 수분을 흡수하지 않아 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 형상을 장기간 유지할 수 있다.
- [101] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하는 방법을 도 2와 함께 설명하도록 한다.
- [102] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의

제조방법을 도시한 순서도이다.

- [103] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 제조방법은 고분자, 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트를 양용매에 첨가하여 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조하는 단계(S110) 및 상기 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 건조시켜 상기 고분자에 의해 형성된 고분자 매트릭스를 포함하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하는 단계(S120)를 포함한다.
- [104] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 제조방법은 상술한 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 구성요소를 포함하므로, 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [105] 단계 S110에서 양용매는 상기 고분자, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트를 모두 용해할 수 있어야 하면서, 상온의 대기압 조건 하에서 매우 증기압이 높아서 빠르게 휘발되는 성질을 가질 수 있다.
- [106] 이에 따라, 단계 S110은 상기 고분자, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트가 고르게 잘 혼합된 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조할 수 있게 된다.
- [107] 실시예에 따라서, 상기 양용매는 THF(tetrahydrofuran)일 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [108] 단계 S110에서 고분자는 고분자 매트릭스의 원료가 되는 물질로, 상기 고분자 매트릭스는 고분자가 물리적 가교를 이루면서 형성될 수 있다.
- [109] 고분자 매트릭스는 가소화 용매에 의해 가소화되어 매우 유동적인 상태가 되고, 가소화된 고분자 매트릭스 사슬들이 서로 물리적으로 엉킴(physical entanglement)을 가지게 되면서 가소화 용매가 물리적으로 엉킨 고분자 매트릭스 내에 함침된다.
- [110] 이온 도전성 도펀트는 증기압이 매우 낮은 가소화 용매에 녹아 있는 상태로, 가소화 용매보다 증기압이 큰 양용매가 휘발되면서 가소화 용매 내에 분산되어 존재한다.
- [111] 결과적으로 고분자 매트릭스는 가소화 용매로 인해서 물리적 가교를 이루게 되고, 물리적 가교의 고분자 매트릭스 안에서 이온 도전성 도펀트가 도입된 가소화 용매가 위치하게 되는 것이다.
- [112] 실시예에 따라서, 고분자는 폴리비닐알코올, 폴리비닐피롤리돈, 폴리피롤, 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC), 폴리비닐리덴클로라이드 (PVdC), 폴리(알킬아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아닐린, 폴리비닐아세테이트, 폴리(에틸비닐아세테이트), 폴리비닐부티레이트, 폴리아크릴레이트, 폴리아크릴산 에스테르, 폴리아크릴아마이드, 폴리메타크릴산 에스테르, 폴리메타크릴아마이드, 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리(2-비닐피리딘),

폴리비닐메틸에테르, 폴리비닐부티랄, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에테르에테르케톤, 스티렌/아크릴산 에스테르, 비닐 아세테이트/아크릴산 에스테르, 에틸렌/비닐 아세테이트 공중합체(copolymer), 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리아민, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리아마이드, 폴리이미드, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌, 폴리에테르이미드, 폴리설폰, 폴리에테르설폰, 폴리메틸스티렌, 폴리클로로스티렌, 폴리스티렌술포네이트, 폴리스티렌술포닐 플루오라이드, 멜라민-포름알데히드 수지, 나일론, 에폭시 수지, 폴릴락타이드, 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리디메틸실록산, CYTOPTM, 폴리(스티렌-co-아크릴로니트릴), 폴리(스티렌-co-부타디엔), 폴리(스티렌-co-디비닐 벤젠), 폴리(디메틸실록산-co-폴리에틸렌옥사이드), 폴리(에틸-co-비닐 아세테이트), 폴리(락트산-co-글리콜산), 실리콘 수지, 셀룰로오즈 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으나, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.

- [113] 또한, 단계 S110의 가소화 용매는 비친수성으로 고분자 매트릭스를 겔 상태로 가소화시키며, 이온 도전성 도펀트는 비친수성으로 상기 가소화 용매에 의해 이온화되어 고분자의 물리적 가교로 형성된 고분자 매트릭스 내에 분산된다. 상기 가소화 용매 및 이온 도전성 도펀트에 대한 설명은 도 1의 설명에서 상세히 다루었으므로 중복 설명은 생략하도록 한다.
- [114] 상기 유기 이온 전도성 폴리머 용액은 1:1:0.01 내지 1:20:20의 중량비로 상기 고분자, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트를 포함할 수 있다.
- [115] 고분자의 양이 너무 적으면 고분자 매트릭스의 물리적 엉킴으로 인한 물리적 가교가 충분히 이루어지지 않아, 제조되는 전도성 폴리머 전도체가 충분한 부피 또는 치수를 가지도록 성형 또는 성막되지 않을 수 있다.
- [116] 또한, 고분자의 양이 너무 많으면 겔화 과정이 불충분하기 이루어져, 제조되는 전도성 폴리머 전도체의 투명성, 신축성 및 가요성이 저하될 수 있다.
- [117] 가소화 용매의 양이 너무 적으면 고분자 매트릭스가 충분히 가소화되지 않아, 제조되는 전도성 폴리머 전도체의 신축성 및 가요성이 저하될 수 있다.
- [118] 또한, 가소화 용매의 양이 너무 많으면 고분자 매트릭스가 과도하게 가소화되어 전도성 폴리머 전도체의 형태 유지가 어려울 수 있다.
- [119] 단계 S120은 전도성 폴리머 용액을 건조시켜 전도성 폴리머 전도체를 제조하며, 전도성 폴리머 전도체가 특정 형상을 가지도록 전도성 폴리머 용액을 특정 형상의 몰드 내에 주입하여 건조시킬 수 있다.
- [120] 이에 따라, 단계 S120은 물리적 가교를 가지는 전도성 폴리머 전도체를 제조할 수 있다.
- [121] 이하, 본 발명에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 이온 도전성 도펀트의 함량에 따라 다양한 실시예로 제조한 후 특성 및 효과를 평가하였다.

[122] 제조예

[123] [제조예 1]

[124] 상용 PVC 파우더(Scientific Polymer Prodeucts, Inc. 에서 구입하였다.) 1g 및 테트라하이드로퓨란(tetrahydrofuran, THF) (대정 화학&금속 사에서 구입) 20mL에 혼합하여 테트라하이드로퓨란에 PVC 파우더가 녹아있는 형태의 PVC 용액을 제조하였다.

[125] 상기 PVC 용액, 디부틸아디페이트(Tokyo Chemical Industry 사에서 구입), [EMIM][TFSI](시그마 알드리치 사에서 구입)의 중량비가 1:9:0.03이 되도록 상기 PVC 용액에 디부틸아디페이트와 [EMIM][TFSI]를 각각 9g과 0.01g을 첨가하여 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조하였다.

[126] 상기 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 상온에서 4시간 교반시킨 후, 테트라하이드로퓨란을 제거하기 위해서 상온에서 48시간 동안 건조하여 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[127] [제조예 2]

[128] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:0.08이 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[129] [제조예 3]

[130] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:0.4가 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[131] [제조예 4]

[132] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:0.8이 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[133] [제조예 5]

[134] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:1.2가 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[135] [제조예 6]

[136] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:1.6이 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[137] [비교예]

[138] PVC 용액, 디부틸아디페이트, [EMIM][TFSI]의 중량비가 1:9:0이 되도록 유기 이온 전도성 폴리머 용액([EMIM][TFSI] 미첨가)을 제조한 것을 제외하고는, 상기 [제조예 1]과 동일한 방법으로 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조하였다.

[139] 특성 평가

[140] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 전압 대비 전류를 도시한 그래프이다.

[141] 도 3을 참조하면, 이온 도전성 도펀트인 [EMIM][TFSI]의 함량이 가장 높은 상기 제조예 6의 경우 전압 대비 전류 변화가 비선형적이고, 이온 도전성 도펀트인 [EMIM][TFSI]의 함량이 가장 낮은 상기 제조예 1의 경우 전압 대비 전류 변화가 선형적인 것을 확인할 수 있다.

[142] 즉, 이온성 액체인 이온 도전성 도펀트의 함량이 낮을수록 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 전기 전도에 이온 도전성 도펀트가 실질적으로 개입하지 않고, 전자의 이동에 의한 전기 전도인 패러데이 전도(Faradaic conduction)가 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 전기 전도에 주로 기여하는 것을 알 수 있다.

[143] 또한, 이온성 액체인 이온 도전성 도펀트의 함량이 높을수록 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 전압 대비 전류 변화가 급격하고 비선형적인 것으로 보아, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 커패시턴스 특성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[144] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 변형에 대한 저항 변화를 도시한 그래프이다.

[145] 도 4를 참조하면, 상기 제조예 1 내지 상기 제조예 6의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 200%의 변형량(strain)까지 저항 변화를 보이는 것을 확인할 수 있다.

[146] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 스트레인이 인가되어도 전기 전도성을 유지할 수 있어 신축성, 탄성력, 치수 안정성, 가요성이 우수한 것을 알 수 있다.

[147] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 경과 시간에 따른 저항 변화를 도시한 그래프이다.

[148] 도 5는 상기 제조예 1 내지 제조예 6의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 제조한 후 상온 조건에서 방치한 시간에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 저항 변화를 측정한 것이다.

[149] 도 5를 참조하면, 상기 제조예 1 내지 제조예 6의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 상온 조건에서 방치한 지 24시간이 경과하였을 때, 가소화 용매의 무게 변화는 약 0.1% 내에 불과한 것을 확인할 수 있다.

[150] 또한, 상기 제조예 1 내지 제조예 6의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체를 상온 조건에서 방치한 지 21일이 경과하여도 가소화 용매의 무게는 약 0.1% 내로 변화한 것을 확인할 수 있다.

[151] 종래의 하이드로겔은 함유된 수분이 증발하면서 저항이 증가하나, 상기 제조예 1 내지 제조예 6의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 시간이 지나도 저항이 거의 변하지 않았으며, 이는 고비점, 비휘발성 및 비친수성의 가소화 용매 및

이온 도전성 도펀트를 사용했기 때문이다.

[152] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 가소화 용매가 비휘발성이므로 장기간 동안 고분자 매트릭스를 가소화시키고 이온 도전성 도펀트를 고분자 매트릭스 내에 고르게 분산시킬 수 있어 우수한 내구성을 가지는 것을 알 수 있다.

[153] 도 6은 본 발명의 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 수분 저항성을 평가한 것으로, 도 6의 a에서 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)를 준비한 후, 상대 습도(RH) 50%, 온도 24 °C 조건 하에 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 말단에 20 g의 무게추(10)를 매단 후, 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)가 150% 변형(strain)된 것을 확인(도 6의 b)할 수 있으며, 이후 상대 습도(RH) 90%, 온도 22 °C, 24 시간(h) 동안 방치(도 6의 c)하고, 이후 상대 습도(RH) 30%, 온도 30 °C, 24 시간(h) 동안 방치(도 6의 d)하였을 때의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체(100)의 형상 및 길이 변화를 관찰하였다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 형상 및 길이는 거의 변화가 없으며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체가 습도 변화 및 온도 변화에 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있다.

[154] 도 7은 본 발명의 제조예 3 내지 6, 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 인장 시험(tensile test) 결과를 도시한 것으로, 도 7을 참조하면, 제조예 3 내지 6, 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 280 내지 320 % 변형(strain)에서 파괴점(fracture point)이 관찰되었으며, 최대 인장 응력(maximum tensile stresses)은 35 내지 46 kPa 값을 보였다. 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 모든 변형 정도(strain level)에서 가장 큰 응력을 보였으나, 제조예 3 내지 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 모든 변형 정도에서 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체보다 낮은 응력을 보였다. 0 내지 100 %의 변형에서 응력-변형(stress-strain, S-S) 곡선에서, 제조예 3 내지 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 선형(linear)의 곡선을 보였다.

[155] 도 8은 도 7에서의 S-S 곡선으로부터 이온 도전성 도펀트 함량에서 계산된 영률(Young 's modulus)과 인성(Toughness) 결과를 도시한 것이다. 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 평균 영률은 9.52 kPa이며, 제조예 3 내지 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 평균 영률은 각각 7.28 kPa(제조예 3), 5.96 kPa(제조예 4), 7.09 kPa(제조예 5) 및 7.19 kPa(제조예 6)이다. 인성의 경우 영률과 비슷한 값을 보였으며, 제조예 3 내지 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 평균 인성은 30 내지 50 kJ/m³이다.

[156] 도 9는 반복적인 S-S 시험을 수행함으로써 본 발명의 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 탄성 및 역학적 이력현상(elasticity and mechanical hysteresis)을 분석한 것이다. 도 9를 참조하면, 가역적인 20 내지 100%

변형(strain) 하에서, 연신(elongation)과 수축(contraction) 사이에 선형의 거동을 관찰되었다. 도 9의 압도를 참조하면, 60% 변형에서 확대된 S-S 곡선은 명확한 선형 패턴을 보이며, 더욱이 연신과 수축이 거의 일치하여 이력현상은 거의 없이 보이고 있다.

[157] 도 10은 본 발명의 제조예 3에 다른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 대한 반복적인 인장 사이클 시험(tensile cyclic test) 결과를 도시한 것으로, 도 10을 참조하면 인장 사이클 시험은 200% 변형까지 30회 사이클 이후에 탄성을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 200% 변형에서의 응력(stress)은 35.01 kPa(1st cycle) 내지 27.77 kPa(30th cycle)이며, 이는 큰 변형에서도 뛰어난 반복적 인장 탄성율을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

[158] 도 11은 본 발명의 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 대한 변형에 따른 저항변화를 도시한 것으로, 도 11을 참조하면, 변형을 삼각파형(triangular waveform)으로 적용하였으며, 각각의 삼각파형의 주기는 9.4 초(s)이며, 적용된 전압은 0.5 V, 변형 정도 범위(strain level range)는 20 내지 200%이다. 측정된 저항 변화($\Delta R/R_0$)는 초기 저항(R_0) 대비 저항 변화 정도(ΔR)를 정규화한 것이다. 도 11을 참조하면, 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 상이한 변형 정도(20, 60, 120, 160 및 200%)에서 7 사이클(cycle) 동안 안정적인 성능을 보이고 있다.

[159] 도 12는 본 발명의 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 대한 변형 성능(strain performance)의 장기 안정성(long-term stability)을 분석한 것으로, 도 12를 참조하면, 저항 변화($\Delta R/R_0$)를 6000 사이클(cycle) 이상 측정한 것이며, 저항 변화($\Delta R/R_0$)를 안정적이고 일정하게 유지하는 것을 확인할 수 있다. 확대된 압도에서의 저항 변화($\Delta R/R_0$)는 0.2 내지 2.0의 범위를 갖는다.

[160] 도 13 및 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체에 대하여 다양한 습도(humidity) 및 온도(temperature) 하에서의 하기 수식 1로 표시되는 게이지율(Gauge Factor; GF) 변화를 관찰하여 도시한 것이다.

[161] [수식 1]

[162]

$$GF = \left(\frac{\Delta R}{R_0} \right) \times \frac{1}{\text{strain}}$$

[163] 상기 수식 1에서,

[164] R_0 은 초기 저항이며,

[165] ΔR 는 초기 저항(R_0) 대비 저항 변화 정도이며,

[166] strain은 변형율이다.

[167] 도 13을 참조하면, 100% 변형 수준(strain level)에서 20, 40, 60 및 80% 습도에서 본 발명의 제조예 2 내지 5에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 GF 값의 변화가 미비하였으며, 본 발명의 제조예 1 내지 6에 따른 이온 도전성

도펀트([EMIM][TFSI])의 함량 비(0.03 내지 1.6)가 증가하여도 GF의 표준편차(standard deviation)의 변화는 미비하며, 모두 0.25 이하의 수준이며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 습도에 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

[168] 도 14를 참조하면, 24 내지 47 °C의 온도 변화에서 100% 변형에서의 GF의 표준편차의 변화는 미비하며, 모두 0.15 이하의 수준이며, 본 발명의 제조예 2 내지 5에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 GF 값의 큰 변화는 관찰되지 않았다.

[169] 도 15는 본 발명의 제조예 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 다양한 압력 조건하에서의 저항변화를 도시한 것으로, 도 15를 참조하면, 제조예 6에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 표면에 20 내지 150 kPa의 압력을 적용하였을 때, 압력에 따른 뚜렷한 저항 변화($\Delta R/R_0$)가 관찰되지 않았으며, 저항 변화($\Delta R/R_0$)는 0.1 이하의 값을 가진다. 이는 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체는 외부의 압력에 따른 영향이 미비한 것임을 알 수 있다.

[170] 본 발명의 제조예 1 내지 5, 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 증발(evaporation) 시험을 분석하기 위하여, 21 내지 24 °C, 상대 습도(RH) 19 내지 50% 하에서, 각각의 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 무게를 매일 측정하여, 그 결과를 도 16에 도시하였다. 한편 대조군으로서 PVA 하이드로겔을 제조하였다.

[171] 도 16을 참조하면, 본 발명의 제조예 및 비교예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 무게 및 부피는 이온 전도성 도펀트의 함량과 관계없이 일정하게 유지되었으며, 제조예 3에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 경우 21일 경과한 후에도 외형을 유지하는 것을 확인할 수 있다. 이와 대조적으로 PVA 하이드로겔은 하루 만에 부피가 현저하게 감소하였다. 이러한 본 발명의 실시예에 따른 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체의 비증발성(non-evaporable)은 디부틸아디페이트(DBA)의 비휘발성(non-volatile)에 기인하는 것이다.

[172] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 고분자 매트릭스;
 상기 고분자 매트릭스 내에 함침되어, 상기 고분자 매트릭스를 겔(gel) 상태로 가소화시키는 가소화 용매; 및
 상기 가소화 용매에 의해 이온화 되어 상기 고분자 매트릭스 내에 분산된 이온 도전성 도펀트
 를 포함하며,
 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트는 고비점 및 비친수성인 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 고분자 매트릭스는 물리적 가교를 가지는 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 가소화 용매의 증기압은 25°C에서 0.00001mmHg 내지 10mmHg인 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 가소화 용매는 디부틸아디페이트(dibutyl adipate) 및 디에틸아디페이트(diethyl adipate)를 포함하는 아디페이트(adipate)계 물질, 아세틸트리부틸사이트레이트(ACETYL TRIBUTYL CITRATE)를 포함하는 사이트레이트(citrate)계 물질, 디부틸프탈레이트(dibutyl phthalate)를 포함하는 프탈레이트(phthalates)계 물질, 디부틸세바케이트(dibutyl sebacate)를 포함하는 세바케이트(sebacate)계 물질, 아질레이트(azelates)계 물질, 벤조에이트(benzoates)계 물질, 트리멜리테이트(trimellitates)계 물질, 포스페이트(phosphates)계 물질로 구성되는 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 이온 도전성 도펀트는 유기 양이온 및, 유기 또는 무기 음이온을 포함하는 비친수성의 이온성 액체인 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 이온 도전성 도펀트는 [EMIM][TFSI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethyl-sulfonyl)imide), [BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoro-methylsulfonyl)imide), [EMIM][PFESI](1-Ethyl-3-methylimidazolium bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide), [BMIM][TFSI](1-Butyl-3-methylimidazolium

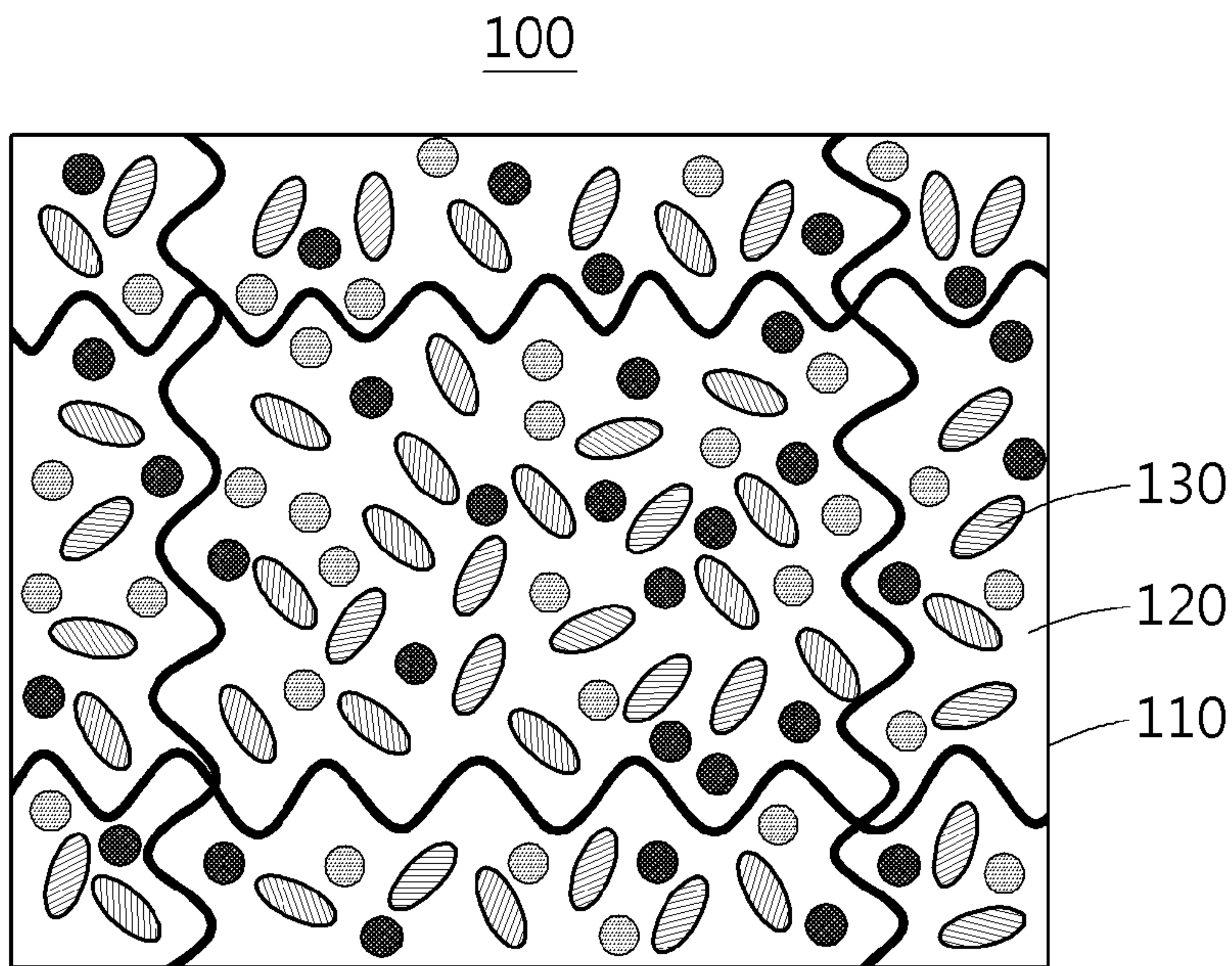
bis(pentafluoroethanesulfonyl)imide),
 [EMP][TFSI](1-Ethyl-1-methylpyrrolidinium
 bis(trifluoromethylsulfonyl)imide),
 [BMP][TFSI](1-Butyl-1-methylpyrrolidinium
 bis(trifluoromethylsulfonyl)imide), 트리헥실 테트라데실 포스포늄
 메탄설포네이트(trihexyl (tetradecyl) phosphonium methanesulfonate),
 트리헥실 테트라데실 포스포늄 도데실벤젠설포네이트(trihexyl
 (tetradecyl) phosphonium dodecylbenzenesulfonate), 트리헥실 테트라데실
 포스포늄 클로라이드(trihexyl (tetradecyl) phosphonium chloride),
 테트라부틸 포스포늄 메탄설포네이트(tetrabutyl phosphonium
 methanesulfonate) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는
 유기 이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.

[청구항 7]

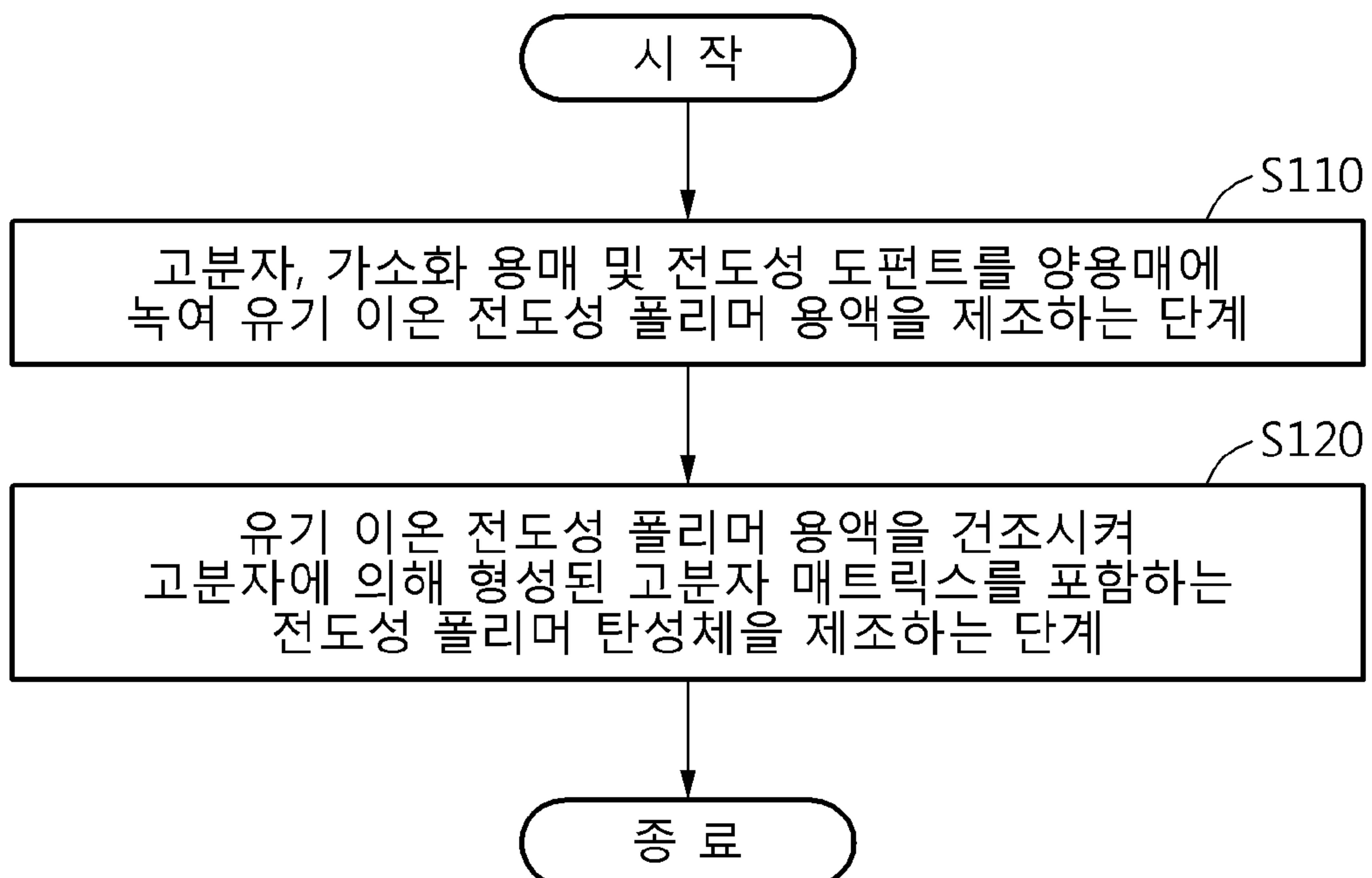
제1항에 있어서,
 상기 고분자 매트릭스는 폴리비닐알코올, 폴리비닐피롤리돈, 폴리피롤,
 폴리비닐클로라이드(polyvinylchloride, PVC), 폴리비닐리덴클로라이드
 (PVdC), 폴리(알킬아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(에틸렌
 테레프탈레이트), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아닐린,
 폴리비닐아세테이트, 폴리(에틸비닐아세테이트), 폴리비닐부티레이트,
 폴리아크릴레이트, 폴리아크릴산 에스테르, 폴리아크릴아마이드,
 폴리메타크릴산 에스테르, 폴리메타크릴아마이드,
 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리카프로락톤(PCL),
 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 폴리(2-비닐피리딘),
 폴리비닐메틸에테르, 폴리비닐부티랄, 폴리벤즈이미다졸,
 폴리에테르에테르케톤, 스티렌/아크릴산 에스테르, 비닐
 아세테이트/아크릴산 에스테르, 에틸렌/비닐 아세테이트
 공중합체(copolymer), 폴리부타디엔, 폴리이소프렌, 폴리스티렌,
 폴리에틸렌, 폴리에틸렌이민, 폴리에테르, 폴리에스테르,
 폴리카보네이트, 폴리아민, 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리아마이드,
 폴리이미드, 폴리티오펜, 폴리아세틸렌, 폴리에테르이미드, 폴리설포,
 폴리에테르설포, 폴리메틸스티렌, 폴리클로로스티렌,
 폴리스티렌술포네이트, 폴리스티렌술포닐 플루오라이드,
 멜라민-포름알데히드 수지, 나일론, 에폭시 수지, 폴리락타이드,
 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리디메틸실록산, CYTOPTM,
 폴리(스티렌-co-아크릴로니트릴), 폴리(스티렌-co-부타디엔),
 폴리(스티렌-co-디비닐 벤젠),
 폴리(디메틸실록산-co-폴리에틸렌옥사이드), 폴리(에틸-co-비닐
 아세테이트), 폴리(락트산-co-글리콜산), 실리콘 수지, 셀룰로오즈 중
 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 이온 전도성

- 폴리머 겔 탄성체.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 고분자 매트릭스, 상기 가소화 용매 및 상기 이온 도전성 도펀트의
중량비는 45:45:10 내지 3.33:96.6699:0.0001인 것을 특징으로 하는 유기
이온 전도성 폴리머 겔 탄성체.

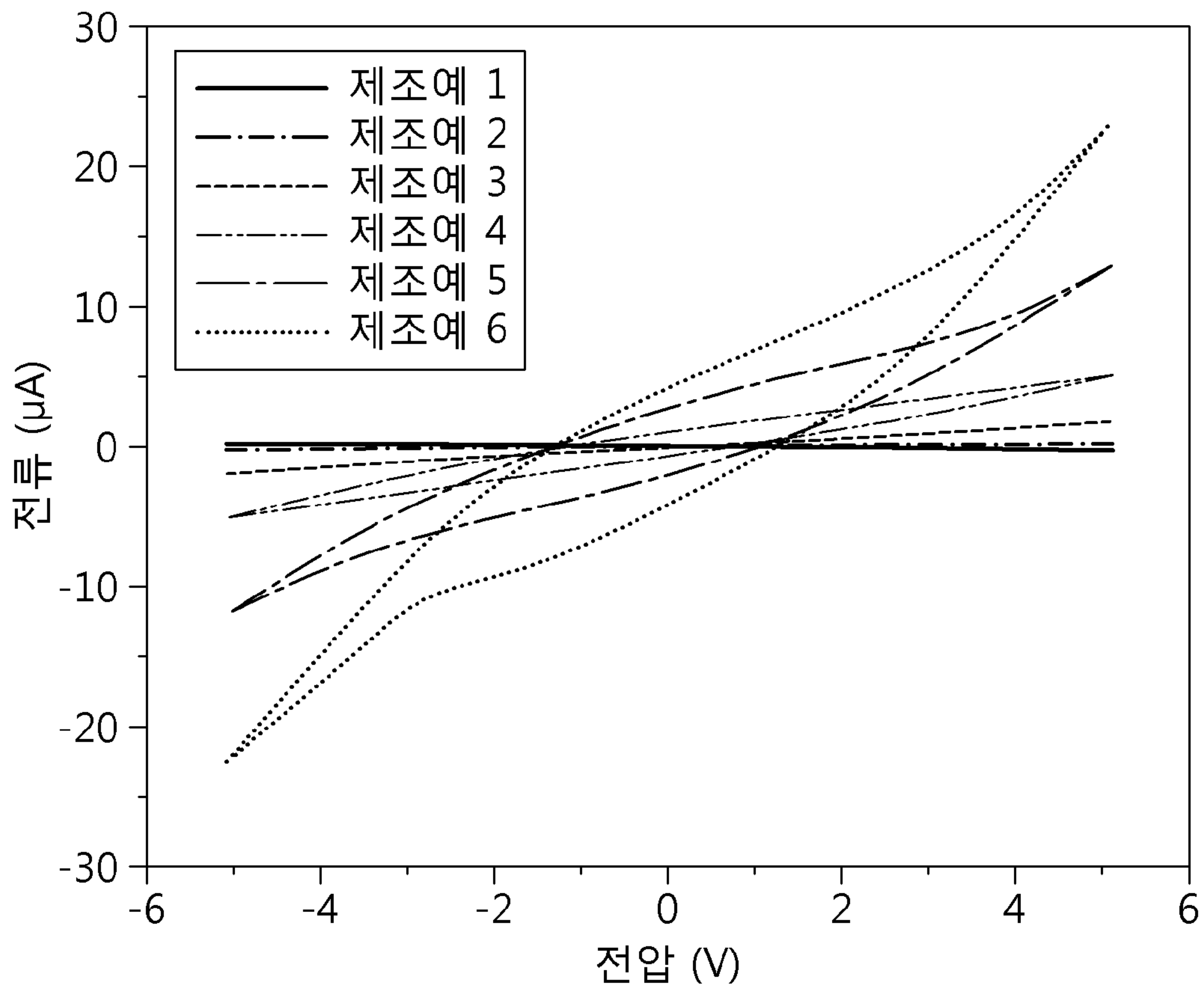
[도1]



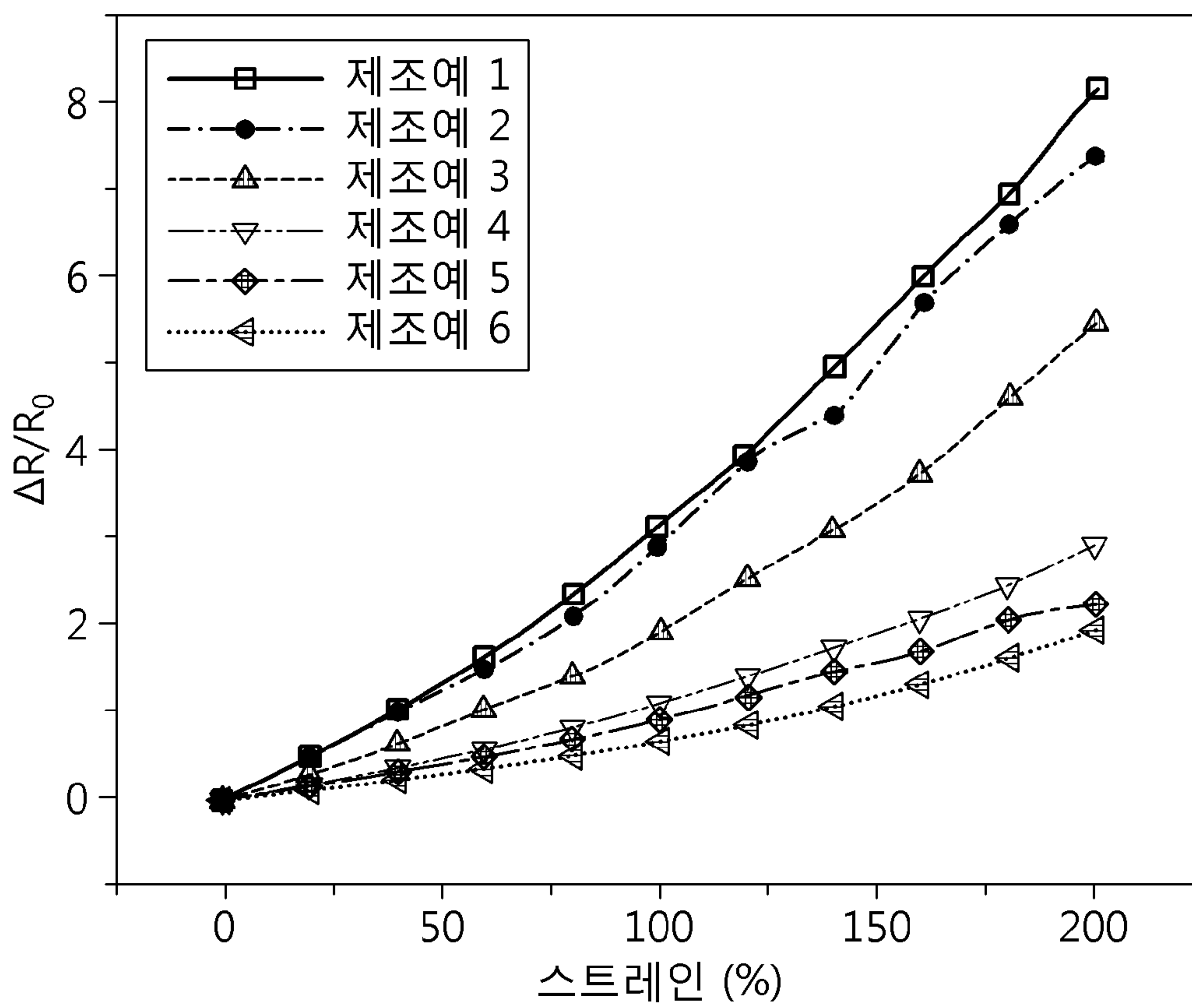
[도2]



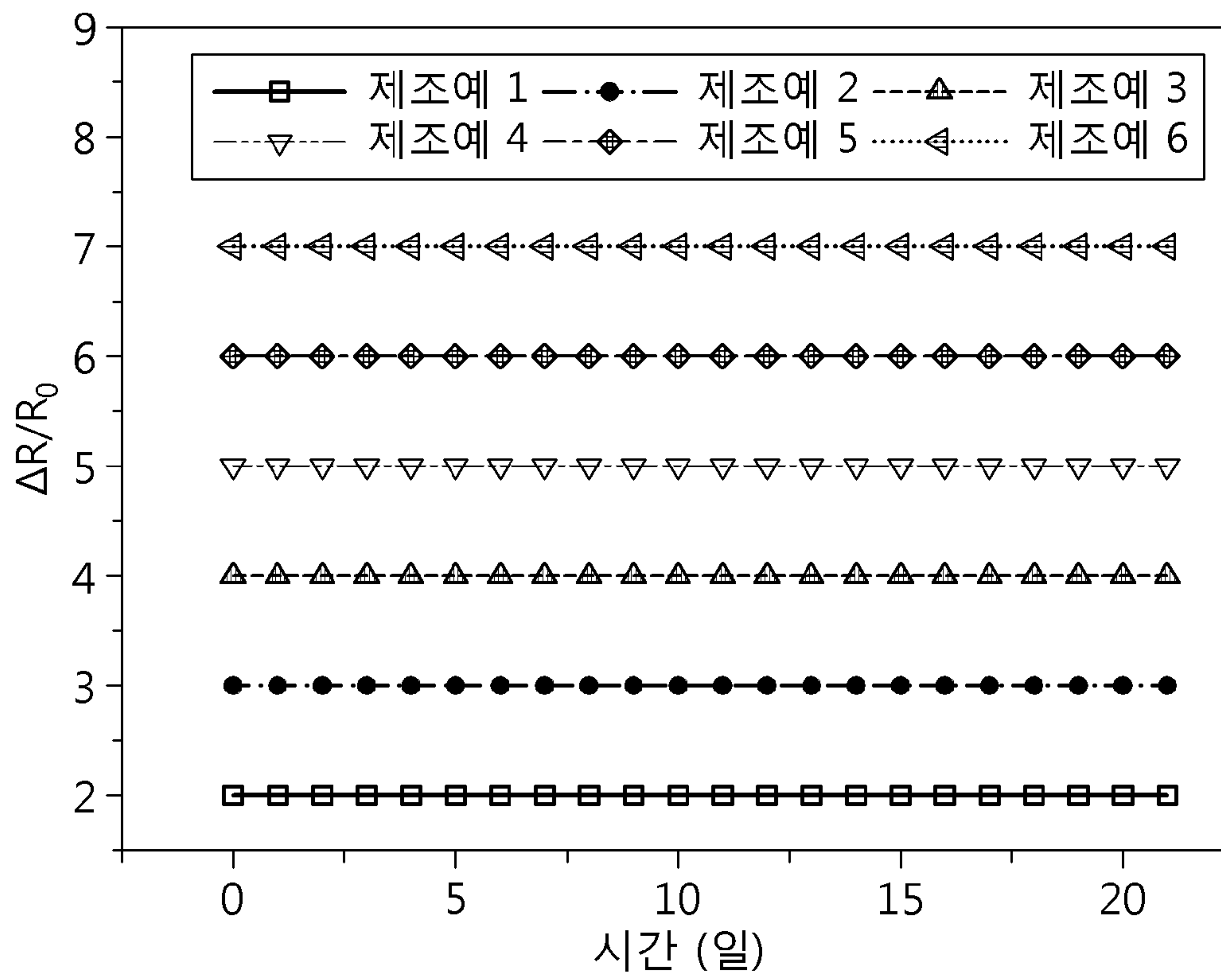
[도3]



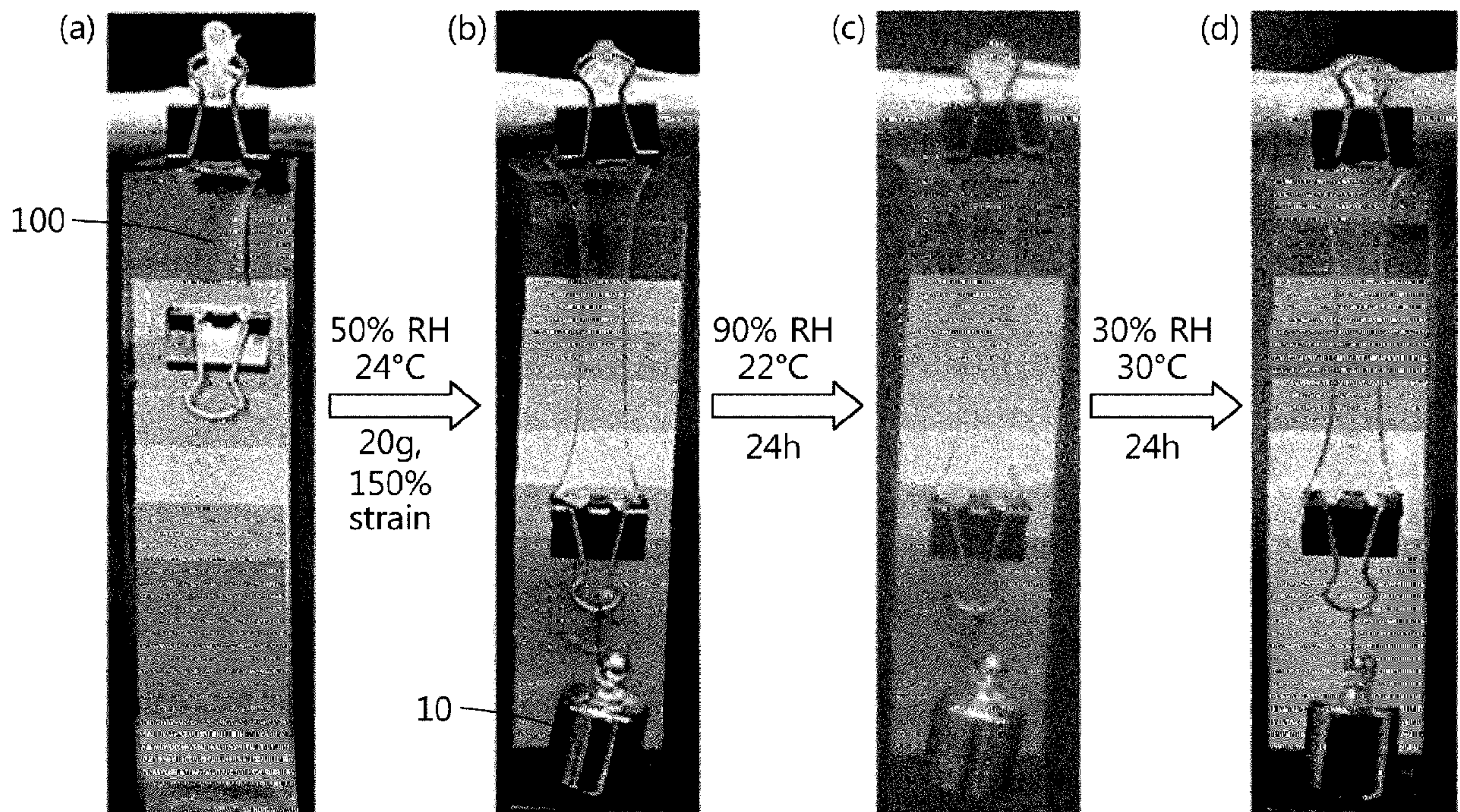
[도4]



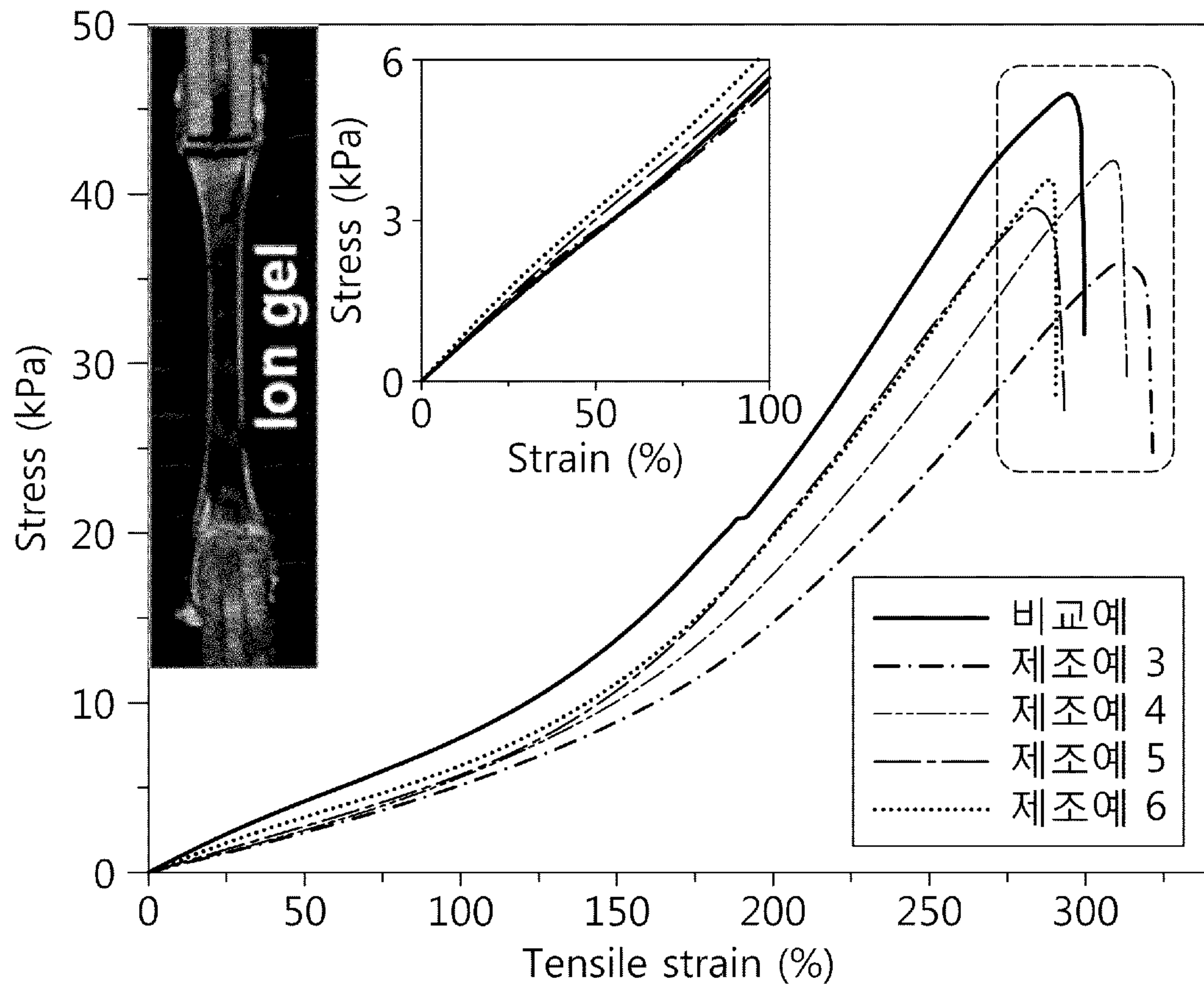
[도5]



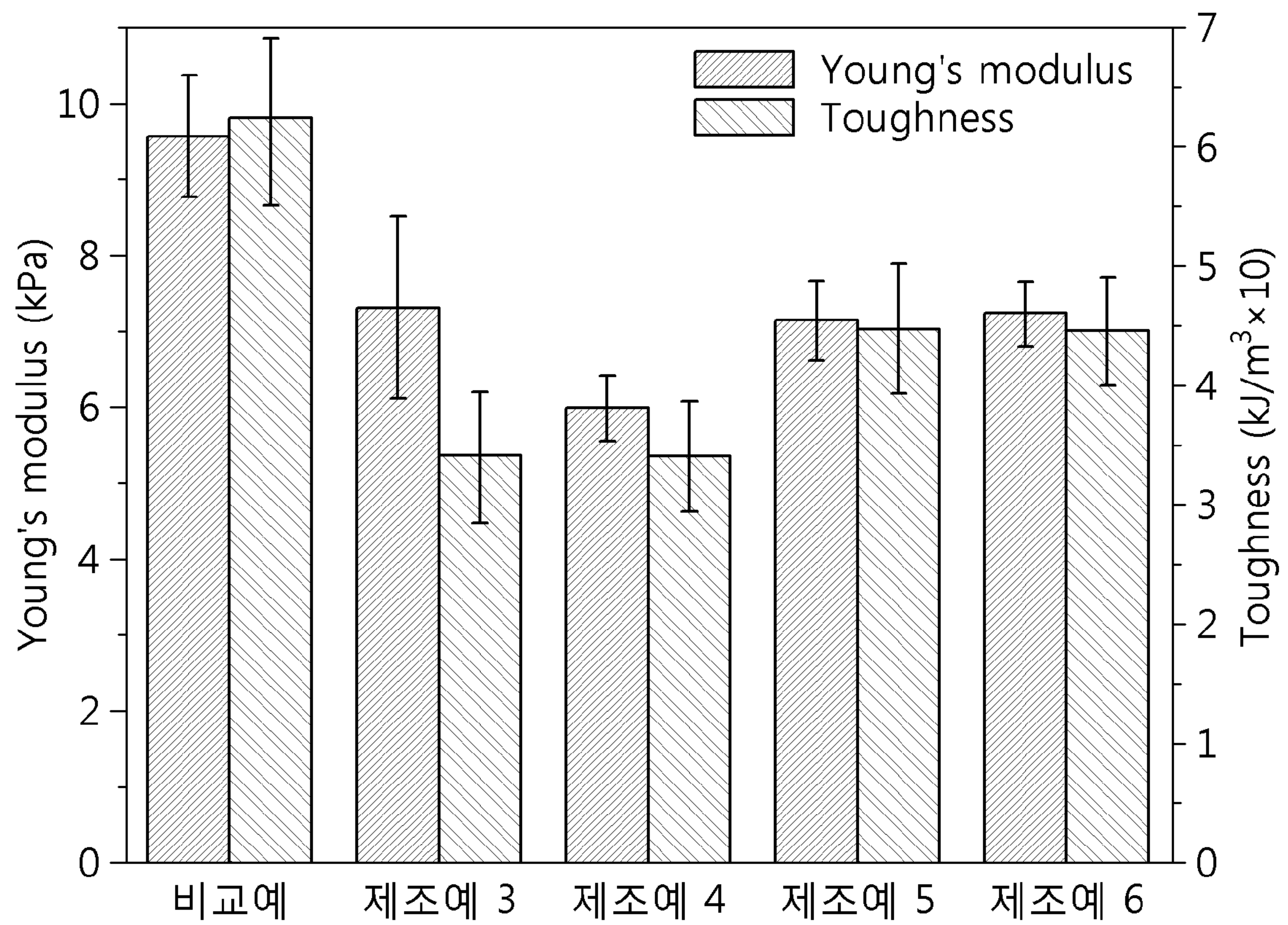
[도6]



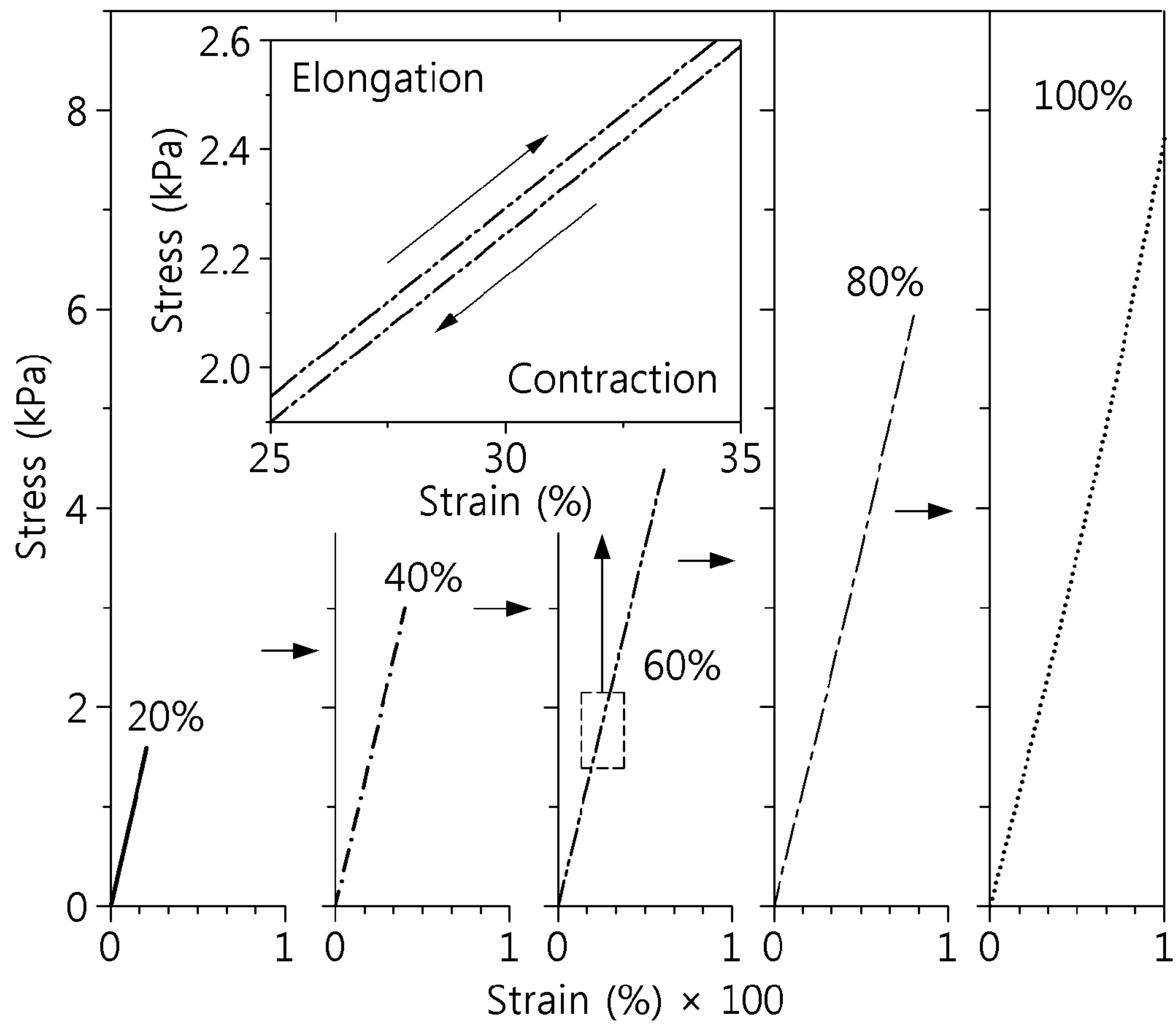
[도7]



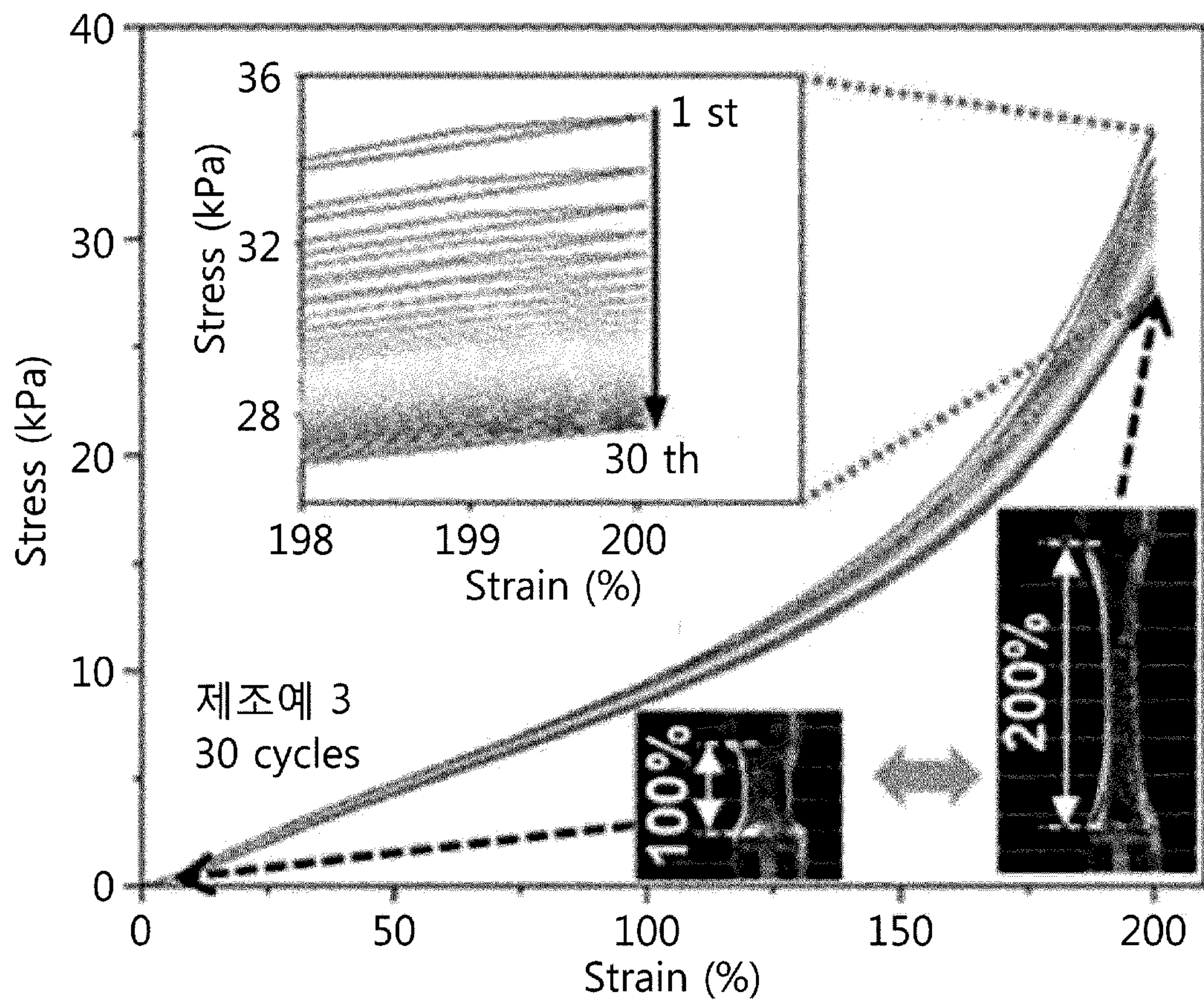
[도8]



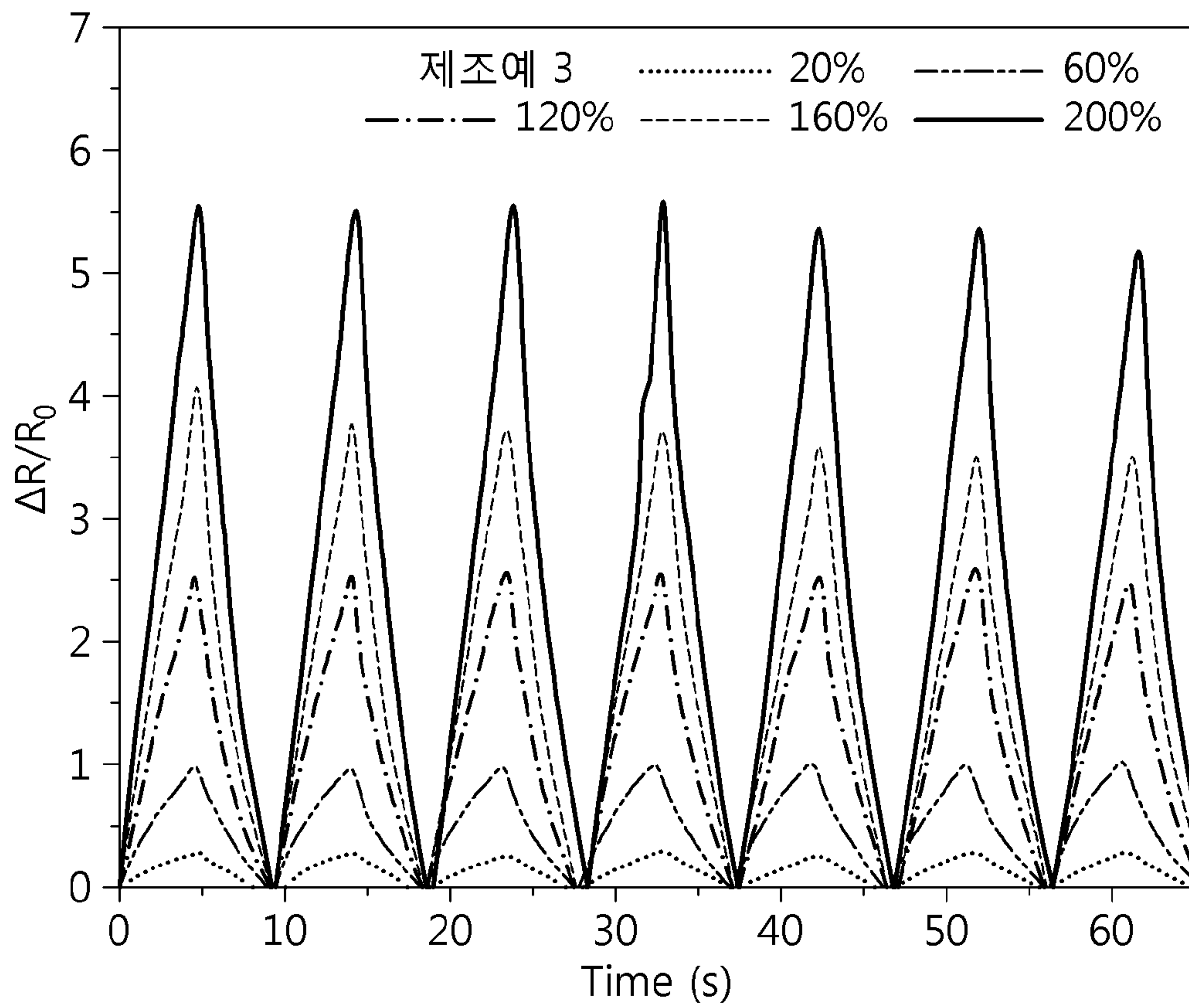
[도9]



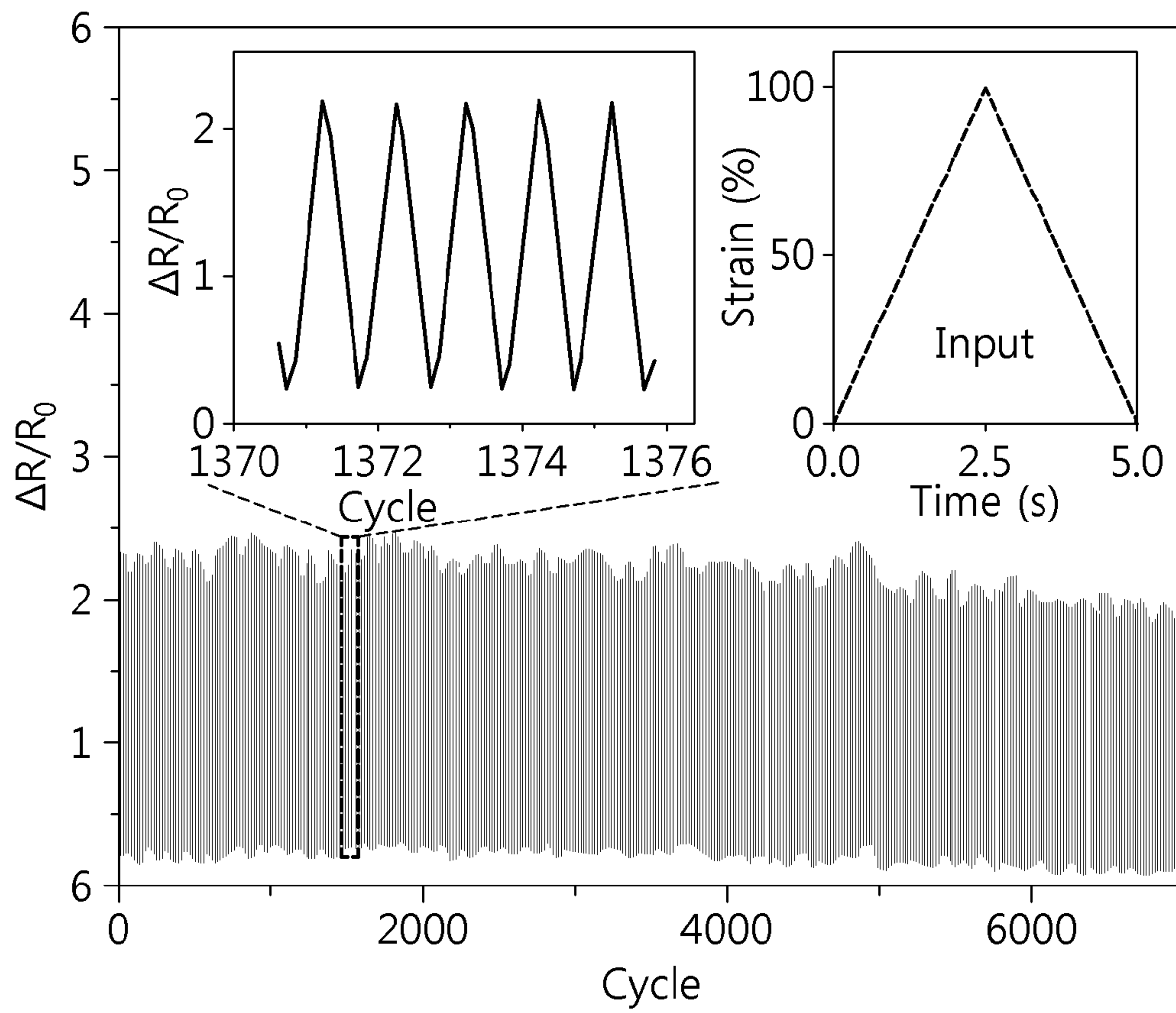
[도10]



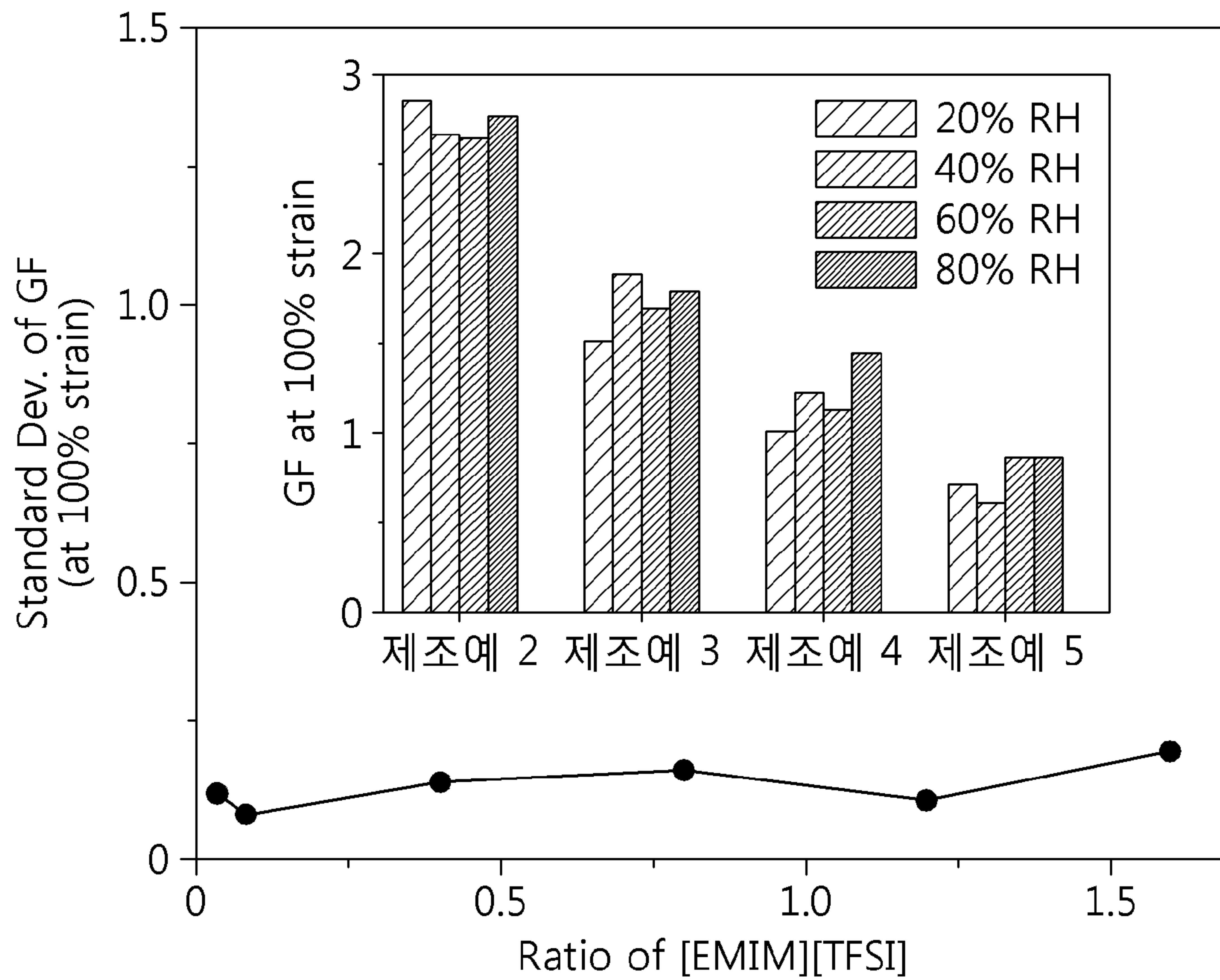
[도11]



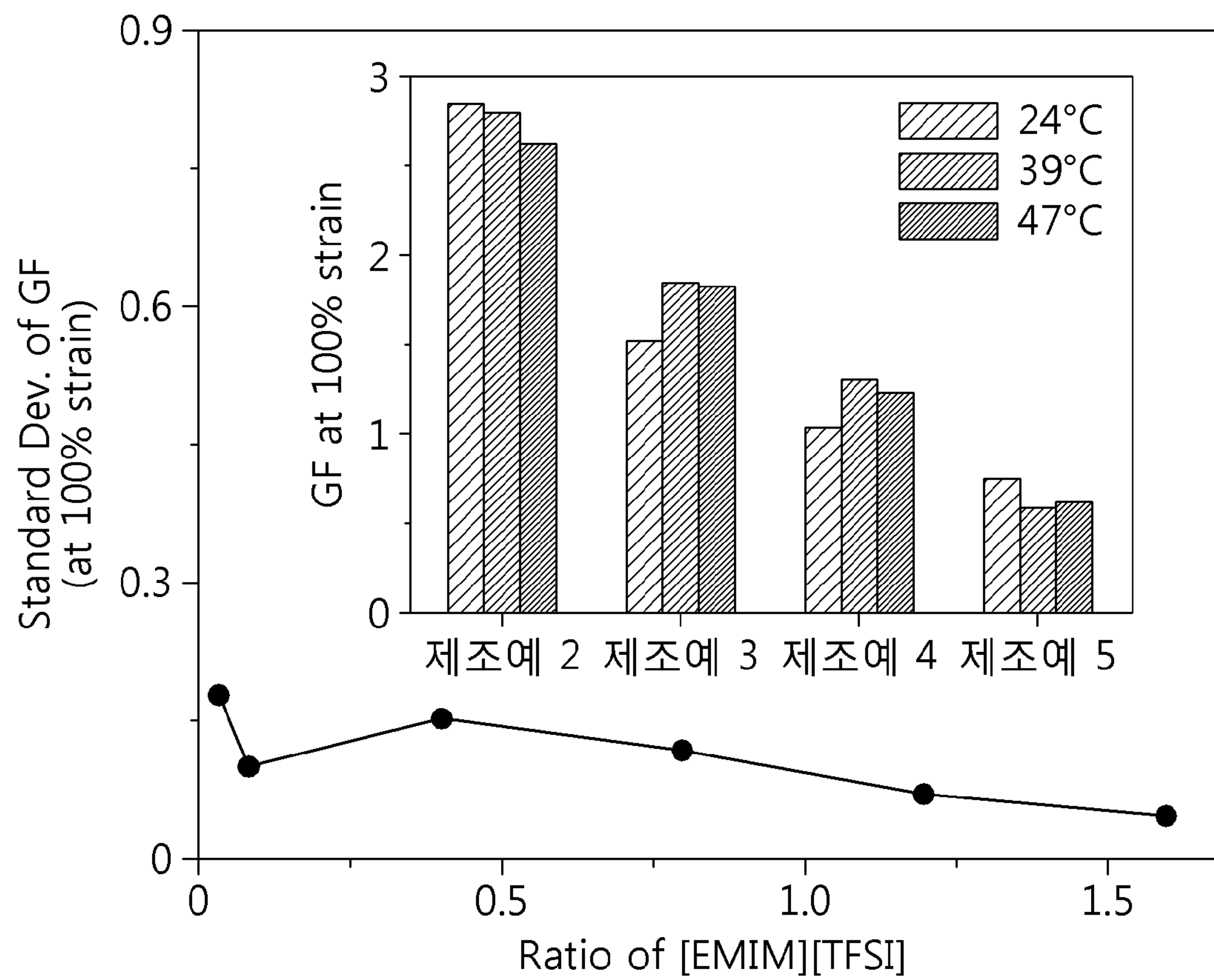
[도12]



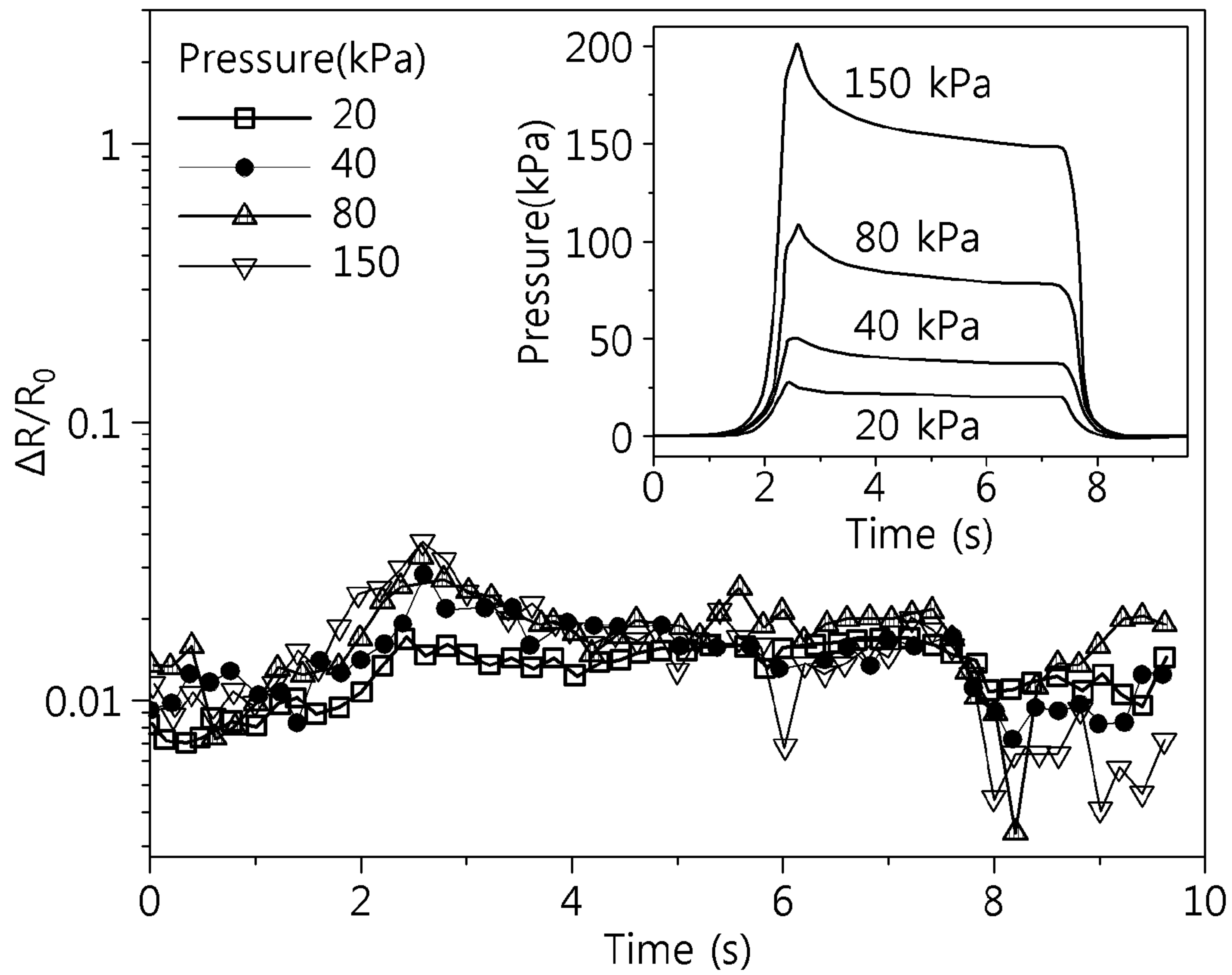
[도13]



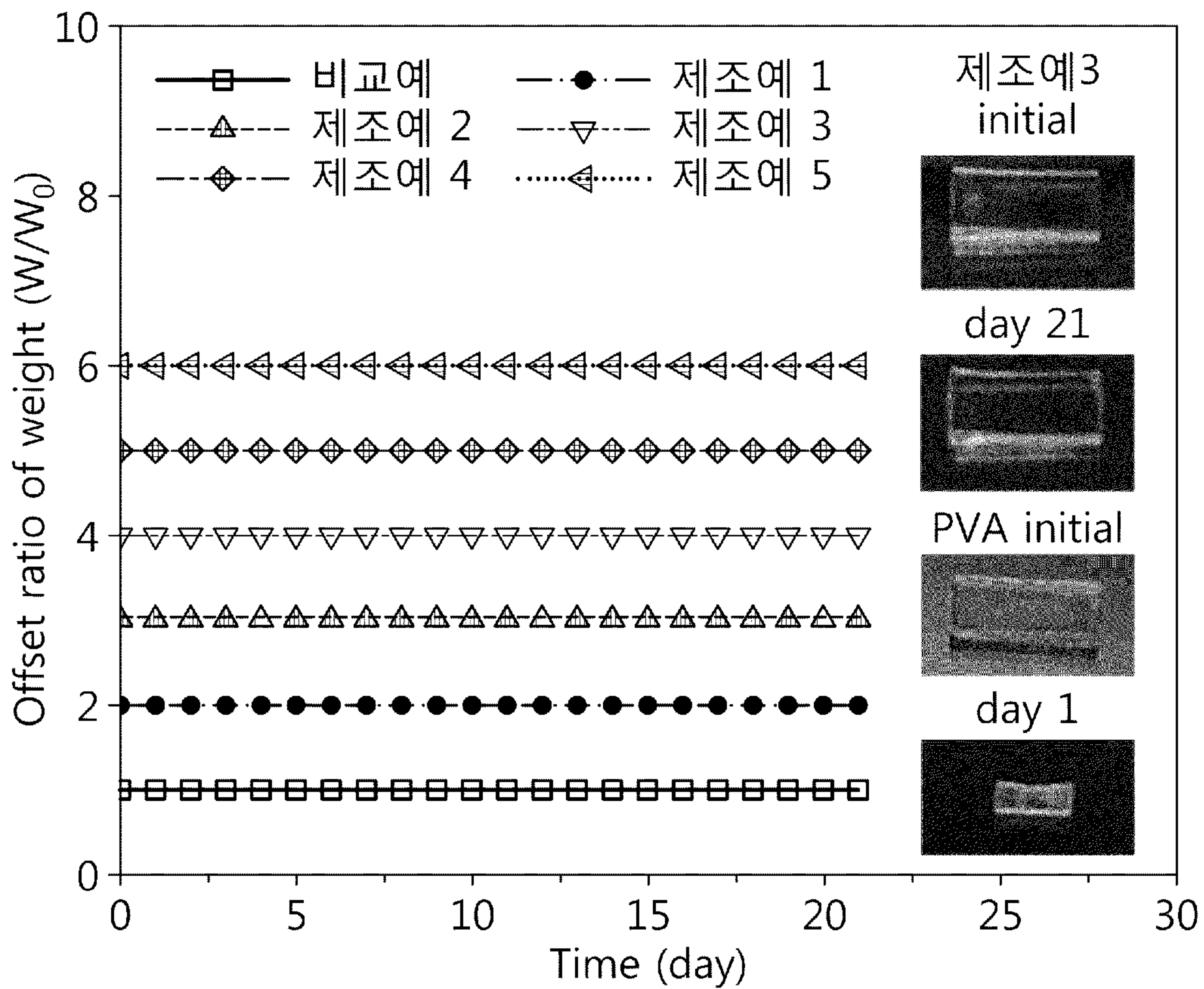
[도14]



[도15]



[도16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/011732

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08J 3/075(2006.01)i; C08J 3/24(2006.01)i; C08J 3/18(2006.01)i; H01B 1/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C08J 3/075(2006.01); C08J 3/24(2006.01); C08L 33/08(2006.01); D21H 13/50(2006.01); D21H 21/14(2006.01); H01B 5/00(2006.01); H01M 10/0565(2010.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 고분자 매트릭스(polymer matrix), 가소제(plasticizer), 이온 도전성 도펀트(ionic liquid), 겔(gel)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HIRAI, T. et al. The effects of adding ionic liquids to plasticized PVC gel Actuators. 2010 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. 2010, thesis no.: 11576505, pp. 71-76. See abstract; page 71, right column, second paragraph - page 72, left paragraph, first paragraph; table 1; and figure 1.	1-8
Y	KR 10-2019-0050595 A (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 13 May 2019 (2019-05-13) See claims 1-4; paragraphs [0033], [0042] and [0044]; and figure 1.	1-8
A	KR 10-2013-0114097 A (RHODIA OPERATIONS et al.) 16 October 2013 (2013-10-16) See entire document.	1-8
A	JP 5660595 B2 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 28 January 2015 (2015-01-28) See entire document.	1-8
A	JP 2018-055866 A (TORAY IND INC. et al.) 05 April 2018 (2018-04-05) See entire document.	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“D” document cited by the applicant in the international application	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“&” document member of the same patent family
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

20 January 2021

Date of mailing of the international search report

21 January 2021

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2020/011732

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2019-0050595	A	13 May 2019	KR	10-1993528	B1	26 June 2019
KR	10-2013-0114097	A	16 October 2013	CN	103210450	A	17 July 2013
				CN	103210450	B	15 February 2017
				CN	103493145	A	01 January 2014
				CN	103493145	B	15 February 2017
				EP	2606491	A1	26 June 2013
				EP	2606530	A2	26 June 2013
				EP	2606530	B1	26 April 2017
				JP	2013-541603	A	14 November 2013
				JP	2013-543013	A	28 November 2013
				JP	5814368	B2	17 November 2015
				JP	5918236	B2	18 May 2016
				KR	10-1898499	B1	13 September 2018
				KR	10-1942025	B1	24 January 2019
				KR	10-2014-0000670	A	03 January 2014
				US	2012-0043530	A1	23 February 2012
				US	2012-0052395	A1	01 March 2012
				US	2014-0291584	A1	02 October 2014
				US	8784690	B2	22 July 2014
				US	9378859	B2	28 June 2016
				US	9552903	B2	24 January 2017
				WO	2012-023989	A2	23 February 2012
				WO	2012-023989	A3	12 September 2013
				WO	2012-023992	A1	23 February 2012
JP	5660595	B2	28 January 2015	JP	2011-101985	A1	09 June 2011
				WO	2009-101985	A1	20 August 2009
				WO	2009-102077	A1	20 August 2009
JP	2018-055866	A	05 April 2018	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C08J 3/075(2006.01)i; C08J 3/24(2006.01)i; C08J 3/18(2006.01)i; H01B 1/12(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C08J 3/075(2006.01); C08J 3/24(2006.01); C08L 33/08(2006.01); D21H 13/50(2006.01); D21H 21/14(2006.01); H01B 5/00(2006.01); H01M 10/0565(2010.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 고분자 매트릭스(polymer matrix), 가소제(plasticizer), 이온 도전성 도펀트(ionic liquid), 겔(gel)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	HIRAI, T. 등, "The effects of adding ionic liquids to plasticized PVC gel Actuators", 2010 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, 2010, 논문번호 : 11576505, 페이지 71-76 초록; 페이지 71, 오른쪽 컬럼, 두 번째 단락 - 페이지 72, 왼쪽 단락, 첫 번째 단락; 표 1; 도면 1	1-8
Y	KR 10-2019-0050595 A (인하대학교 산학협력단) 2019.05.13 청구항 1-4; 단락 [0033], [0042], [0044]; 도면 1	1-8
A	KR 10-2013-0114097 A (로디아 오퍼레이션스 등) 2013.10.16 전체 문헌	1-8
A	JP 5660595 B2 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 2015.01.28 전체 문헌	1-8
A	JP 2018-055866 A (TORAY IND INC. 등) 2018.04.05 전체 문헌	1-8
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년01월20일(20.01.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년01월21일(21.01.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0050595 A	2019/05/13	KR 10-1993528 B1	2019/06/26
KR 10-2013-0114097 A	2013/10/16	CN 103210450 A	2013/07/17
		CN 103210450 B	2017/02/15
		CN 103493145 A	2014/01/01
		CN 103493145 B	2017/02/15
		EP 2606491 A1	2013/06/26
		EP 2606530 A2	2013/06/26
		EP 2606530 B1	2017/04/26
		JP 2013-541603 A	2013/11/14
		JP 2013-543013 A	2013/11/28
		JP 5814368 B2	2015/11/17
		JP 5918236 B2	2016/05/18
		KR 10-1898499 B1	2018/09/13
		KR 10-1942025 B1	2019/01/24
		KR 10-2014-0000670 A	2014/01/03
		US 2012-0043530 A1	2012/02/23
		US 2012-0052395 A1	2012/03/01
		US 2014-0291584 A1	2014/10/02
		US 8784690 B2	2014/07/22
		US 9378859 B2	2016/06/28
		US 9552903 B2	2017/01/24
		WO 2012-023989 A2	2012/02/23
		WO 2012-023989 A3	2013/09/12
		WO 2012-023992 A1	2012/02/23
JP 5660595 B2	2015/01/28	JP 2011-101985 A1	2011/06/09
		WO 2009-101985 A1	2009/08/20
		WO 2009-102077 A1	2009/08/20
JP 2018-055866 A	2018/04/05	없음	