



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0045844
(43) 공개일자 2023년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04R 17/00 (2006.01) B06B 1/06 (2023.01)
H04R 31/00 (2006.01) H10N 30/00 (2023.01)
H10N 30/01 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H04R 17/00 (2013.01)
B06B 1/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0128630

(22) 출원일자 2021년09월29일

심사청구일자 2021년09월29일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

배진우

경기도 양평군 지평면 대평로 343-2

우인선

충청북도 청주시 서원구 수곡로27번길 22, 201호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

조해연

전체 청구항 수 : 총 19 항

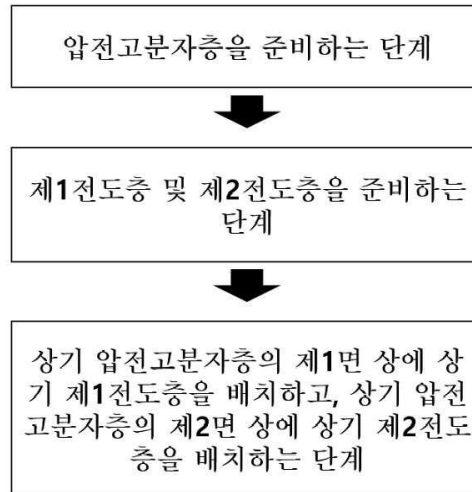
(54) 발명의 명칭 압전 필름 스피커 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 압전 필름 스피커 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커의 제조방법은, 압전고분자층을 준비하는 단계; 상기 압전고분자층에 전압을 인가하는 분극 처리 단계; 제1전도층 및 제2전도층을 준비하는 단계; 및 상기 압전고분자층의 제1면 상에 상기 제1전도층을 배치하고, 상기 압전고분자층의 제2면 상에 상기 제2전도층을 배치하는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04R 31/00 (2013.01)

H10N 30/01 (2023.02)

H10N 30/1051 (2023.02)

H04R 2231/00 (2013.01)

(72) 발명자

윤재욱

경기도 용인시 수지구 상현로 142, 1008동 1001호
(아이파크 10단지)

허웅

강원도 원주시 번재길 32, 108동 1405호(백년가약)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345332573

과제번호 2020-00320001

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 사회맞춤형산학협력선도대학육성사업(LINC+)

연구과제명 사회맞춤형 산학협력선도대학(LINC+)육성사업 5차년도

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국기술교육대학교 산학협력단

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

압전고분자층을 준비하는 단계;

상기 압전고분자층에 전압을 인가하는 분극 처리 단계;

제1전도층 및 제2전도층을 준비하는 단계; 및

상기 압전고분자층의 제1면 상에 상기 제1전도층을 배치하고, 상기 압전고분자층의 제2면 상에 상기 제2전도층을 배치하는 단계;를 포함하는,

압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층을 열처리하는 단계를 포함하는,

압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 압전고분자층을 열처리하는 단계는,

상기 압전고분자층을 가열 및 가압하는 것인,

온도는 압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 압전고분자층을 가열하는 온도는 110 내지 150 °C인,

압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 압전고분자층을 가압하는 압력은 1 내지 7 MPa인,

온도는 압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 분극 처리 단계는, 상기 압전고분자층의 쌍극자를 전압 인가 방향으로 배열하는 것인,
온도는 압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계를 더 포함하
는,
압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계는 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 플라즈마 처리하는
것인,
압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 제1전도층 및 제2전도층을 배치하는 단계 이후에, 상기 제1전도층 및 제2전도층 상에 각각 제1전극 및 제2
전극을 배치하는 단계를 더 포함하는,
압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 압전고분자층은 PVDF-TrFE를 포함하는 것인,
압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 제1전도층 및 제2전도층은 PEDOT:PSS를 포함하는 것인,
압전 필름 스피커의 제조방법.

청구항 12

압전고분자층;
상기 압전고분자층의 제1면 상에 배치된 제1전도층; 및
상기 압전고분자층의 제2면 상에 배치된 제2전도층;을 포함하고,

상기 압전고분자층은 분극 처리된 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 압전고분자층은 가열 및 가압하여 제조된 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 14

제12항에 있어서,
상기 압전고분자층은 분극 처리 후 가열 및 가압하여 제조된 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 15

제1항에 있어서,
상기 압전고분자층의 적어도 일면은 플라즈마 처리된 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 16

제12항에 있어서,
상기 압전고분자층은 PVDF-TrFE를 포함하는 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 17

제12항에 있어서,
상기 제1전도층 및 제2전도층은 PEDOT:PSS를 포함하는 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 18

제12항에 있어서,
상기 제1전도층 및 제2전도층에 전압을 발생함으로써 상기 압전고분자층에 진동을 발생하는 것인,
압전 필름 스피커.

청구항 19

제12항에 있어서,
상기 제1전도층 및 제2전도층 상에 각각 배치된 제1전극 및 제2전극을 더 포함하는,
압전 필름 스피커.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 압전 필름 스피커 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 스마트폰의 보급으로 박막형 스피커에 대한 시장의 수요가 증가하고 있다. 압전 필름 스피커는 전기를 인가하는 경우 압전 물질의 형상 및 부피 등이 변형되고, 이로 인하여 진동을 발생함으로써 소리를 발생하는 장치이다.

[0004] 선행기술문헌인 한국공개특허 제10-2010-0096869호에는 압전플라스틱 필름의 양쪽에 음이온 계면활성제를 도편트로 사용한 전도성고분자막을 형성하여 필름 스피커를 제조하는 기술을 제공하며, 이를 통해 높은 전기전도성, 투명성, 높은 내구성 등의 효과를 얻고자 하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2010-0096869호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 박막형의 압전 필름 스피커 및 그 제조방법을 제공함을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 소리의 구현이 우수하고 저전압에서 작동할 수 있다.

[0009] 또한, 가볍고 투명하다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커의 제조방법은, 압전고분자층을 준비하는 단계; 상기 압전고분자층에 전압을 인가하는 분극 처리 단계; 제1전도층 및 제2전도층을 준비하는 단계; 및 상기 압전고분자층의 제1면 상에 상기 제1전도층을 배치하고, 상기 압전고분자층의 제2면 상에 상기 제2전도층을 배치하는 단계;를 포함한다.

[0012] 상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층을 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 압전고분자층을 열처리하는 단계는, 상기 압전고분자층을 가열 및 가압할 수 있다.

[0014] 상기 압전고분자층을 가열하는 온도는 110 내지 150 ℃일 수 있다.

[0015] 상기 압전고분자층을 가압하는 압력은 1 내지 7 MPa일 수 있다.

[0016] 상기 분극 처리 단계는, 상기 압전고분자층의 쌍극자를 전압 인가 방향으로 배열할 수 있다.

- [0017] 상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계는 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 플라즈마 처리할 수 있다.
- [0019] 상기 제1전도층 및 제2전도층을 배치하는 단계 이후에, 상기 제1전도층 및 제2전도층 상에 각각 제1전극 및 제2전극을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 압전고분자층은 PVDF-TrFE를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 제1전도층 및 제2전도층은 PEDOT:PSS를 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커는, 압전고분자층; 상기 압전고분자층의 제1면 상에 배치된 제1전도층; 및 상기 압전고분자층의 제2면 상에 배치된 제2전도층;을 포함하고, 상기 압전고분자층은 분극 처리된 것이다.
- [0024] 상기 압전고분자층은 가열 및 가압하여 제조된 것일 수 있다.
- [0025] 상기 압전고분자층은 분극 처리 후 가열 및 가압하여 제조된 것일 수 있다.
- [0026] 상기 압전고분자층의 적어도 일면은 플라즈마 처리된 것일 수 있다.
- [0027] 상기 압전고분자층은 PVDF-TrFE를 포함하는 것일 수 있다.
- [0028] 상기 제1전도층 및 제2전도층은 PEDOT:PSS를 포함하는 것일 수 있다.
- [0029] 상기 제1전도층 및 제2전도층에 전압을 발생함으로써 상기 압전고분자층에 진동을 발생시킬 수 있다.
- [0030] 상기 제1전도층 및 제2전도층 상에 각각 배치된 제1전극 및 제2전극을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커 및 그 제조방법은 박막형의 필름 스피커를 제공할 수 있다.
- [0033] 또한, 소리의 구현이 우수하고 저전압에서 작동할 수 있다.
- [0034] 또한, 가볍고 투명하다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커의 제조방법의 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커를 도시한 것이다.
- 도 3은 도 2의 분해사시도이다.
- 도 4는 PVDF의 α 상을 도시한 것이다.
- 도 5는 PVDF의 β 상을 도시한 것이다.
- 도 6(a) 및 (b)는 각각 승온 시의 DSC 분석 결과 및 감온 시의 DSC 분석 결과를 도시한 것이다.
- 도 7은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 실시 예1 내지 3(Poling temp 25℃), 실시 예4 내지 6(Poling temp 80℃)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.
- 도 8은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 진공 오븐 가열만 수행한 비교 예1 내지 4(Vacume oven)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.
- 도 9는 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 핫 플레이트 가열만 수행

한 비교 예5 내지 8(Hot plate)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.

도 10은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 핫 프레스 가열만 수행한 비교 예9 내지 11(Hot press)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.

도 11은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 진공 오븐 가열을 수행한 실시 예 7 내지 10(Vacuum oven + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.

도 12는 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 핫 플레이트 가열을 수행한 실시 예11 내지 14(Hot plate + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.

도 13은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 핫 프레스 가열을 수행한 실시 예 15 내지 17(Hot press + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다.

도 14는 분극 처리 및 열처리를 모두 수행한 실시 예7 내지 17의 결과를 하나의 그래프에 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 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.

[0039] 압전 필름 스피커의 제조방법

[0040] 도 1은 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커의 제조방법의 순서도이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커의 제조방법은, 압전고분자층을 준비하는 단계; 상기 압전고분자층에 전압을 인가하는 분극 처리 단계; 제1전도층 및 제2전도층을 준비하는 단계; 및 상기 압전고분자층의 제1면 상에 상기 제1전도층을 배치하고, 상기 압전고분자층의 제2면 상에 상기 제2전도층을 배치하는 단계;를 포함한다.

[0043] 상기 압전고분자층을 준비하는 단계는 고분자 재료를 용매에 용해한 후 필름 형상으로 도포하여 수행할 수 있다.

[0044] 상기 고분자 재료는 외부에서 인가되는 전류에 의해 진동을 발생하는 물질로 이루어진 것일 수 있다. 상기 고분자 재료는 PVDF(poly-vinylidene fluoride)를 포함할 수 있다. PVDF는 전기전도성이 낮고 유전상수 및 유전손실율이 높고 압전거동을 가진 재료이다.

[0045] 압전 효과(Piezo electricity)란 기계적 변형을 가함으로써 유전 분극이 일어나는 현상으로 반대로 유전 분극으로 인해 기계적 일그러짐이 일어나는 것을 역압전 효과라고 한다. 역압전 효과는 압전체의 쌍극자와 전원이 반대되는 극으로 연결되면 서로 잡아당겨 압전체가 늘어나게 되고, 압전체의 쌍극자와 전원이 같은 극으로 연결되면 서로 밀쳐 압전체가 줄어들게 된다. 본 발명의 실시 예에서는 압전고분자층(110)의 이러한 역압전 현상을 이용하여 스피커로서 작동할 수 있다.

[0046] 상기 고분자 재료는 PZT, CNT 등의 다른 물질이 포함된 복합물질일 수 있다. 바람직하게는 상기 고분자 재료는 PVDF-TrFE를 포함할 수 있다. 상기 PVDF-TrFE는 앞서 설명한 PVDF의 β 상으로의 전환이 용이한 장점이 있다.

[0047] 상기 용매는 상기 고분자 재료를 용해할 수 있는 것이면 특별히 제한하지 않는다. 상기 용매는 유기용매일 수 있으며, 바람직하게는 메틸 에틸 케톤일 수 있다.

- [0048] 본 단계는 상기 용매에 고분자 재료를 전체의 10 내지 30 wt%가 되도록 투입하고 교반하여 수행할 수 있다. 다음으로 상기 고분자 재료 용액을 닥터 블레이드를 이용하여 수백 μm 내지 수 mm의 두께가 되도록 필름 형태로 제조한 후, 이를 건조하여 압전고분자층을 제조할 수 있다. 이와 같이 제조된 압전고분자층의 두께는 수십 μm 내지 수 mm일 수 있으며, 특별히 제한하지 않는다.
- [0050] 상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층에 전압을 인가하는 분극 처리 단계를 수행한다. 분극 처리(Poling)는 상기 압전고분자층의 양면에 고전압을 인가하여 상기 압전고분자층의 쌍극자를 전압 인가 방향으로 배열하는 공정이다. 이를 통해 압전고분자층의 압전 성능을 향상시킬 수 있다. 상기 분극 처리 단계는 10 내지 30 kV 및 50 내지 100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20 내지 50 분 동안 수행할 수 있다. 위 조건에서 분극 처리 효율이 가장 높을 수 있다.
- [0052] 일 실시 예에서, 상기 준비된 압전고분자층 또는 분극 처리된 압전고분자층을 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0053] 상기 압전고분자층을 열처리하는 단계는, 상기 압전고분자층을 110 내지 150 $^{\circ}\text{C}$ 조건에서 오븐, 전기 플레이트 또는 핫 프레스 등의 장치를 이용하여 가열하는 것일 수 있다. 보다 바람직한 방법으로는, 상기 압전고분자층을 가열 및 가압할 수 있다. 이와 같이 가열 및 가압을 동시에 수행함으로써 β 상의 형성을 가장 효율적으로 수행할 수 있다. 본 단계는 110 내지 150 $^{\circ}\text{C}$ 및 1 내지 7 MPa 조건에서 수행할 수 있다.
- [0055] 일 실시 예에서, 상기 압전고분자층을 준비하는 단계 이후에, 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0056] 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 전처리하는 단계는 상기 압전고분자층의 적어도 일면을 소수성으로 개질하는 것일 수 있으며, 플라즈마 처리를 통해 수행할 수 있다. 상기 플라즈마 처리는 특별히 제한하지 않으며, 일반적인 플라즈마 장치를 이용하여 수행할 수 있다. 상기 플라즈마 처리를 위한 소스는 O_2 일 수 있으나 특별히 제한하지 않는다.
- [0058] 상기 제1전도층 및 제2전도층을 준비하는 단계는 상기 압전고분자층의 일면에 필름 형상의 제1전도층 및 제2전도층을 배치하여 수행할 수 있다.
- [0059] 상기 제1전도층 및 제2전도층은 상기 압전고분자층에 전압을 형성할 수 있는 전도성 재료로 된 것일 수 있다. 바람직하게, 상기 제1전도층 및 제2전도층은 PEDOT:PSS{Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) : poly(styrenesulfonate)}를 포함할 수 있다.
- [0060] 본 단계는 전도성 물질을 용매에 용해한 후 상기 압전고분자층의 일면 및 타면에 코팅 및 건조함으로써 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전도성 물질의 용액을 상기 압전고분자층의 일면에 도포하고 닥터 블레이드를 이용하여 일정한 두께로 형성한 후 건조하여 제1전도층을 제조한다. 다음으로, 상기 전도성 물질의 용액을 상기 압전고분자층의 타면에 도포하고 닥터 블레이드를 이용하여 일정한 두께로 형성한 후 건조하여 제2전도층을 제조한다.
- [0062] 상기 제1전도층 및 제2전도층을 배치하는 단계 이후에, 상기 제1전도층 및 제2전도층 상에 각각 제1전극 및 제2전극을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0063] 본 단계는 은 페이스트를 상기 제1전도층 및 제2전도층에 배치하고 건조 또는 가열함으로써 수행할 수 있다.
- [0065] 압전 필름 스피커
- [0066] 도 2는 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커(100)를 도시한 것이고, 도 3은 도 2의 분해사시도이다.

- [0067] 도 2 및 도 3를 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 압전 필름 스피커(100)는, 압전고분자층(110); 상기 압전고분자층(110)의 제1면 상에 배치된 제1전도층(121); 및 상기 압전고분자층(110)의 제2면 상에 배치된 제2전도층(122);을 포함한다. 여기서 상기 압전고분자층(110)은 열처리된 것이다.
- [0069] 상기 압전고분자층(110)은 외부에서 인가되는 전류에 의해 진동을 발생하는 물질로 이루어진 것일 수 있다. 상기 압전고분자층(110)은 PVDF(poly-vinylidene fluoride)를 포함할 수 있다. PVDF는 전기전도성이 낮고 유전상수 및 유전손실율이 높고 압전거동을 가진 재료이다.
- [0070] 상기 PVDF는 입체구조에 따라 α , β , γ , δ 의 4가지 상을 가지고 있는 데 그 중 단량체가 한 방향으로 정렬되어 쌍극자 모멘트가 최대화된 β 상을 가진 경우 우수한 압전거동을 나타낸다. 도 4는 PVDF의 α 상을 도시한 것이고, 도 5는 PVDF의 β 상을 도시한 것이다.
- [0071] 본 발명의 실시 예에서, 상기 압전고분자층(110)은 앞서 설명한 제조방법에 따라 가열 및 가압하여 제조된 것일 수 있으며, 이를 통해 β 상의 생성 효율을 높일 수 있다. 또한, 상기 압전고분자층(110)은 분극 처리 후 가열 및 가압하여 제조된 것일 수 있다.
- [0072] 상기 압전고분자층(110)은 PZT, CNT 등의 다른 물질이 포함된 복합물질일 수 있다. 바람직하게는 상기 압전고분자층(110)은 PVDF-TrFE를 포함할 수 있다. 상기 PVDF-TrFE는 앞서 설명한 PVDF의 β 상으로의 전환이 용이한 장점이 있다. 상기 압전고분자층(110)의 두께는 수십 μm 내지 수 mm일 수 있으며, 특별히 제한하지 않는다.
- [0073] 상기 압전고분자층(110)의 적어도 일면은 플라즈마 처리된 것일 수 있다. 상기 플라즈마 처리를 통해 상기 압전고분자층(110)의 표면은 소수성으로 개질될 수 있으며, 이를 통해 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122)이 안정적으로 표면에 배치될 수 있을 뿐 아니라, 압전효과도 개선될 수 있다.
- [0074] 상기 플라즈마 처리는 특별히 제한하지 않으며, 일반적인 플라즈마 장치를 이용하여 수행할 수 있다. 상기 플라즈마 처리를 위한 소스는 O_2 일 수 있으나 특별히 제한하지 않는다.
- [0076] 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122)은 상기 압전고분자층(110)에 전압을 형성할 수 있는 전도성 재료로 된 것일 수 있다. 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122)에 전압을 발생함으로써 상기 압전고분자층(110)에 진동을 발생시킬 수 있다. 바람직하게, 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122)은 PEDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) : poly(styrenesulfonate))를 포함할 수 있다.
- [0078] 일 실시 예에서, 상기 압전 필름 스피커(100)는 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122) 상에 각각 배치된 제1전극(131) 및 제2전극(132)을 더 포함할 수 있다. 상기 제1전극(131) 및 제2전극(132)은 외부의 전원부에 연결되어 상기 제1전도층(121) 및 제2전도층(122)에 전류를 공급하는 기능을 수행한다. 상기 제1전극(131) 및 제2전극(132)은 특별히 제한하지 않으며, 은 등 일반적인 전도성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0080] 제조 예: 압전고분자층의 제조(분극 처리 및 열처리 비진행)
- [0081] 메틸 에틸 케톤에 PVDF-TrFE를 녹여 용액 전체에 대하여 PVDF-TrFE의 함량이 20 wt%가 되도록 PVDF-TrFE 용액을 제조하였다. 바 코터 및 닥터 블레이드를 이용하여 200 μm 의 두께로 도포하고 건조하여 20 μm 두께의 압전고분자층을 제조하였다.
- [0083] 실험 예1: 가열 온도의 결정을 위한 DSC 분석
- [0084] 가열 온도를 결정하기 위해 앞서 제조한 압전고분자층을 30 $^{\circ}\text{C}$ 부터 승온속도 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 으로 승온하여 160 $^{\circ}\text{C}$ 까지 가열하고, 160 $^{\circ}\text{C}$ 부터 감온속도 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 으로 감온하여 30 $^{\circ}\text{C}$ 까지 냉각하여 시차주사열량(DSC) 분석을 수행하였다. 도 6(a) 및 (b)는 각각 승온 시의 DSC 분석 결과 및 감온 시의 DSC 분석 결과를 도시한 것이다. 본 분석 결과 Curie temperature(T_{c1}) 130 $^{\circ}\text{C}$, Melting temperature(T_m) 146 $^{\circ}\text{C}$ 로 나타났다. 도 6 및 본 분석 결과를 참조하면, Curie temperature와 Melting temperature 사이의 온도에서 β 상의 형성이 가장 잘 되기 때문에

열처리 온도는 110 내지 150 °C가 바람직함을 알 수 있고, 140 °C가 보다 바람직함을 알 수 있다.

[0086] 제조 예: 압전고분자층의 제조(분극 처리 및 열처리 진행)

[0087] 앞서 제조한 압전고분자층에 대하여 분극 처리 및 열처리를 선택적으로 수행하여 압전고분자층을 제조하였다. 시료의 두께는 20 μm , 초기 d_{33} 은 0.30625 pC/N였다. 아래와 같이 실시 예 및 비교 예를 구분하였다.

[0089] 실시 예1 내지 6

[0090] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 분극 처리를 진행하였다. Needle과의 거리를 3 cm로 두고, 15 kV에서 분극을 실시하였다. 분극 처리 온도 25 °C 및 15 분 처리한 것을 실시 예1, 분극 처리 온도 25 °C 및 30 분 처리한 것을 실시 예2, 분극 처리 온도 25 °C 및 60 분 처리한 것을 실시 예3, 분극 처리 온도 80 °C 및 15 분 처리한 것을 실시 예4, 분극 처리 온도 80 °C 및 30 분 처리한 것을 실시 예5, 분극 처리 온도 80 °C 및 60 분 처리한 것을 실시 예6으로 정의하였다.

[0092] 비교 예1 내지 4

[0093] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 진공 오븐을 이용하여 열처리를 수행하였다. 진공 오븐에 시료를 넣고 140 °C에서 열처리를 수행하였으며, 2 시간 열처리한 것을 비교 예1, 4 시간 열처리한 것을 비교 예2, 8 시간 열처리한 것을 비교 예3, 12 시간 열처리한 것을 비교 예4로 정의하였다.

[0095] 비교 예5 내지 8

[0096] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 핫 플레이트를 이용하여 열처리를 수행하였다. 핫 플레이트 위에 시료를 올리고 140 °C에서 열처리를 수행하였으며, 2 시간 열처리한 것을 비교 예5, 4 시간 열처리한 것을 비교 예6, 8 시간 열처리한 것을 비교 예7, 12 시간 열처리한 것을 비교 예8로 정의하였다.

[0098] 비교 예9 내지 11

[0099] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 핫 프레스를 이용하여 열처리(가열 및 가압)를 수행하였다. 핫 프레스 위에 시료를 올리고 140 °C에서 열처리를 수행하였으며, 15 분 열처리한 것을 비교 예9, 30 분 열처리한 것을 비교 예10, 60 분 열처리한 것을 비교 예11로 정의하였다.

[0101] 실시 예7 내지 10

[0102] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 분극 처리 및 진공 오븐을 이용한 열처리를 진행하였다. Needle과의 거리를 3 cm로 두고, 15 kV, 80 °C, 30 분 동안 분극을 실시하였다. 다음으로, 진공 오븐에 시료를 넣고 140 °C에서 열처리를 수행하였으며, 2 시간 열처리한 것을 실시 예7, 4 시간 열처리한 것을 실시 예8, 8 시간 열처리한 것을 실시 예9, 12 시간 열처리한 것을 실시 예10으로 정의하였다.

[0104] 실시 예11 내지 14

[0105] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 분극 처리 및 핫 플레이트를 이용한 열처리를 진행하였다. Needle과의 거리를 3 cm로 두고, 15 kV, 80 °C, 30 분 동안 분극을 실시하였다. 다음으로, 핫 플레이트 위에 시료를 올리고 140 °C에서 열처리를 수행하였으며, 2 시간 열처리한 것을 실시 예11, 4 시간 열처리한 것을 실시 예12, 8 시간 열처리한 것을 실시 예13, 12 시간 열처리한 것을 실시 예14로 정의하였다.

[0107] 실시 예15 내지 17

[0108] 앞서 제조한 압전고분자층에 대해 분극 처리 및 핫 프레스를 이용한 열처리를 진행하였다. Needle과의 거리를 3 cm로 두고, 15 kV, 80 ℃, 30 분 동안 분극을 실시하였다. 다음으로, 핫 프레스 위에 시료를 올리고 140 ℃에서 열처리를 수행하였으며, 15 분 열처리한 것을 실시 예15, 30 분 열처리한 것을 실시 예16, 60 분 열처리한 것을 실시 예17로 정의하였다.

[0110] 실험 예2: d_{33} 의 측정

[0111] d_{33} 의 측정을 위해 시료를 4 cm X 4 cm로 자르고, XRD에서 2 θ 조건에서 측정하였다. 시료의 16 곳을 측정하여 각 측정 값의 평균 값을 도출하였다. 실시 예 및 비교 예의 각 조건과 d_{33} 평균 값을 표 1에 기재하였다.

표 1

구분	분극 처리 여부 / 조건	열처리 종류 / 조건	d_{33} (pC/N)
실시 예1	실시 / 25 ℃, 15 min	-	6.95
실시 예2	실시 / 25 ℃, 30 min	-	7.7575
실시 예3	실시 / 25 ℃, 60 min	-	7.09125
실시 예4	실시 / 80 ℃, 15 min	-	7.425
실시 예5	실시 / 80 ℃, 30 min	-	9.0375
실시 예6	실시 / 80 ℃, 60 min	-	9.05
비교 예1	-	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 2 h	0.3125
비교 예2	-	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 4 h	0.31875
비교 예3	-	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 8 h	0.3125
비교 예4	-	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 12 h	0.31875
비교 예5	-	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 2 h	0.3125
비교 예6	-	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 4 h	0.3125
비교 예7	-	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 8 h	0.3125
비교 예8	-	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 12 h	0.31875
비교 예9	-	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 15 min	0.31875
비교 예10	-	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 30 min	0.325
비교 예11	-	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 60 min	0.31875
실시 예7	실시 / 80 ℃, 30 min	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 2 h	16.3375
실시 예8	실시 / 80 ℃, 30 min	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 4 h	17.1
실시 예9	실시 / 80 ℃, 30 min	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 8 h	17.60625
실시 예10	실시 / 80 ℃, 30 min	진공 오븐 가열 / 140 ℃, 12 h	18.33125
실시 예11	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 2 h	14.67375
실시 예12	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 4 h	15.26875
실시 예13	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 8 h	15.85
실시 예14	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 플레이트 가열 / 140 ℃, 12 h	16.575
실시 예15	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 15 min	19.2875
실시 예16	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 30 min	22.06875
실시 예17	실시 / 80 ℃, 30 min	핫 프레스 가열 / 140 ℃, 60 min	21.8625

[0114] 도 7은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 실시 예1 내지 3(Poling temp 25℃), 실시 예4 내지 6(Poling temp 80℃)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 7을 참조하면, 분극 처리를 통해 d_{33} 평균 값이 현저하게 증가한 것을 알 수 있으며, β상의 형성이 잘 된 것을 알 수 있다.

[0116] 도 8은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 진공 오븐 가열만 수행한 비교 예1 내지 4(Vacume oven)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 8을 참조하면, 진공 오븐 열처리로는 d_{33} 평균 값에 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

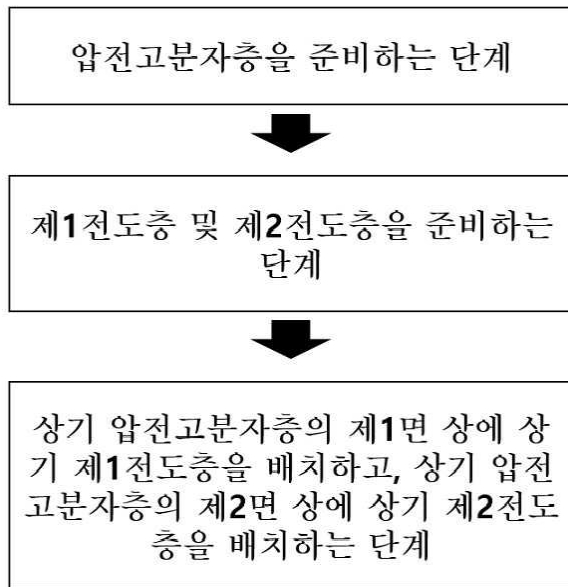
- [0118] 도 9는 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 핫 플레이트 가열만 수행한 비교 예5 내지 8(Hot plate)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 9를 참조하면, 핫 플레이트 열처리로는 d_{33} 평균 값에 큰 변화가 없음을 알 수 있다.
- [0120] 도 10은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리를 하지 않고 핫 프레스 가열만 수행한 비교 예9 내지 11(Hot press)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 10을 참조하면, 핫 프레스 열처리로는 d_{33} 평균 값에 큰 변화가 없음을 알 수 있다.
- [0122] 도 11은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 진공 오븐 가열을 수행한 실시 예 7 내지 10(Vacuum oven + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 11을 참조하면, 분극 처리 및 열처리를 통해 d_{33} 평균 값이 현저하게 증가한 것을 알 수 있으며, β 상의 형성이 잘 된 것을 알 수 있다.
- [0124] 도 12는 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 핫 플레이트 가열을 수행한 실시 예11 내지 14(Hot plate + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 12를 참조하면, 분극 처리 및 열처리를 통해 d_{33} 평균 값이 현저하게 증가한 것을 알 수 있으며, β 상의 형성이 잘 된 것을 알 수 있다.
- [0126] 도 13은 분극 처리 및 열처리를 하지 않은 것(Control group)과 분극 처리 및 핫 프레스 가열을 수행한 실시 예 15 내지 17(Hot press + Poling)의 d_{33} 평균 값을 도시한 것이다. 표 1 및 도 13을 참조하면, 분극 처리 및 열처리를 통해 d_{33} 평균 값이 현저하게 증가한 것을 알 수 있으며, β 상의 형성이 잘 된 것을 알 수 있다. 특히 핫 프레스 가열 시간이 30 분인 실시 예16의 결과가 가장 우수함을 알 수 있다.
- [0128] 도 14는 분극 처리 및 열처리를 모두 수행한 실시 예7 내지 17의 결과를 하나의 그래프에 도시한 것이다. 표 1 및 도 14를 참조하면, 분극 처리 및 핫 프레스(가열 및 가압)를 통한 열처리를 수행한 실시 예15 내지 17에서 가장 우수한 결과가 도출됨을 알 수 있다.
- [0130] 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

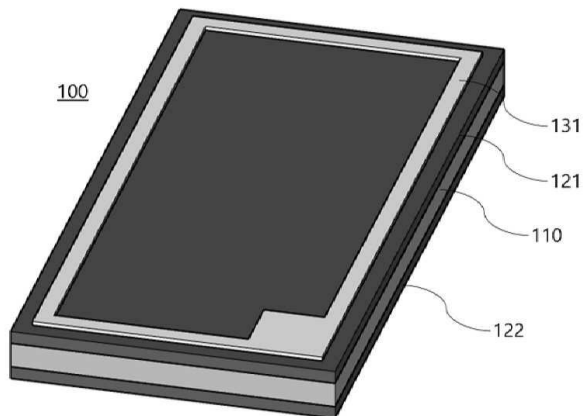
- [0132] 100: 압전 필름 스피커
110: 압전고분자층
121: 제1전도층
122: 제2전도층
131: 제1전극
132: 제2전극

도면

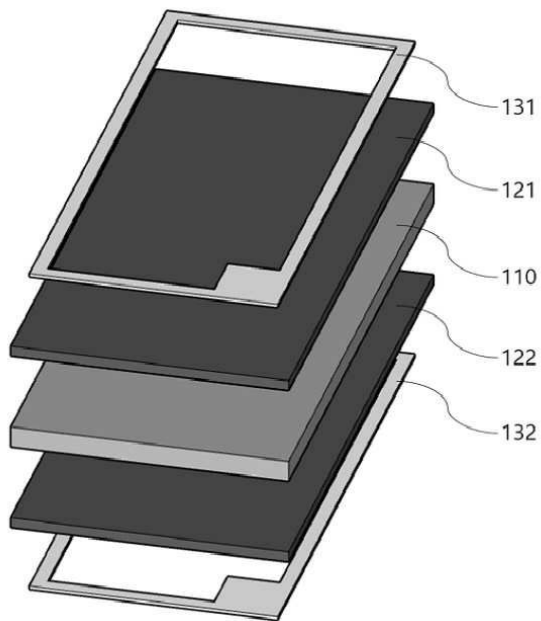
도면1



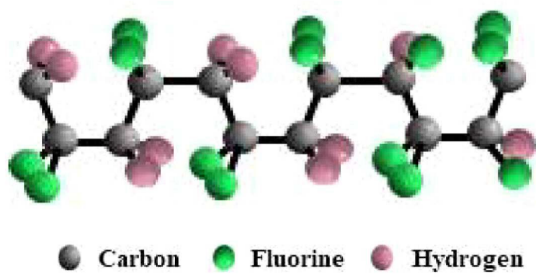
도면2



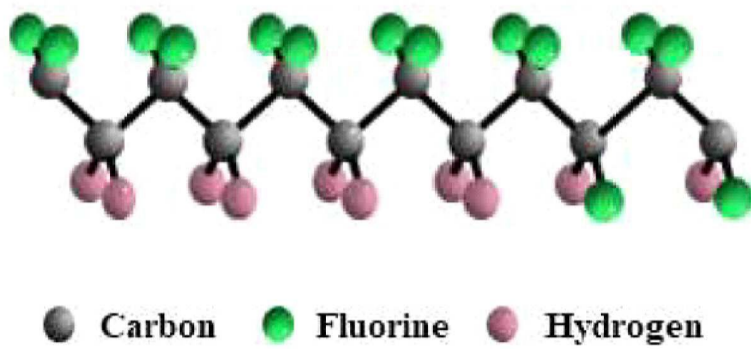
도면3



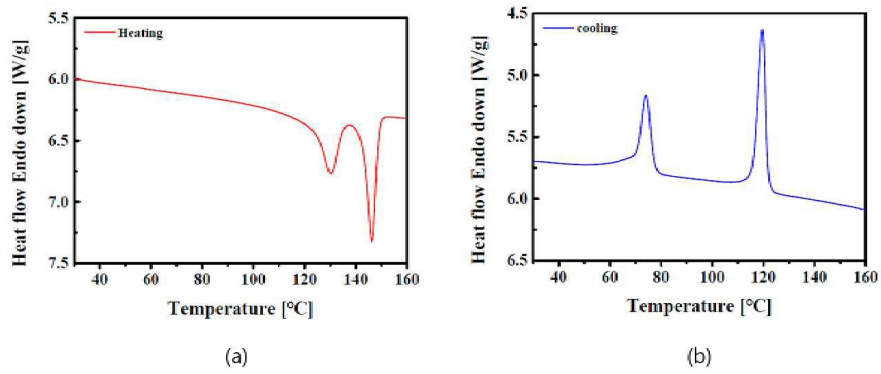
도면4



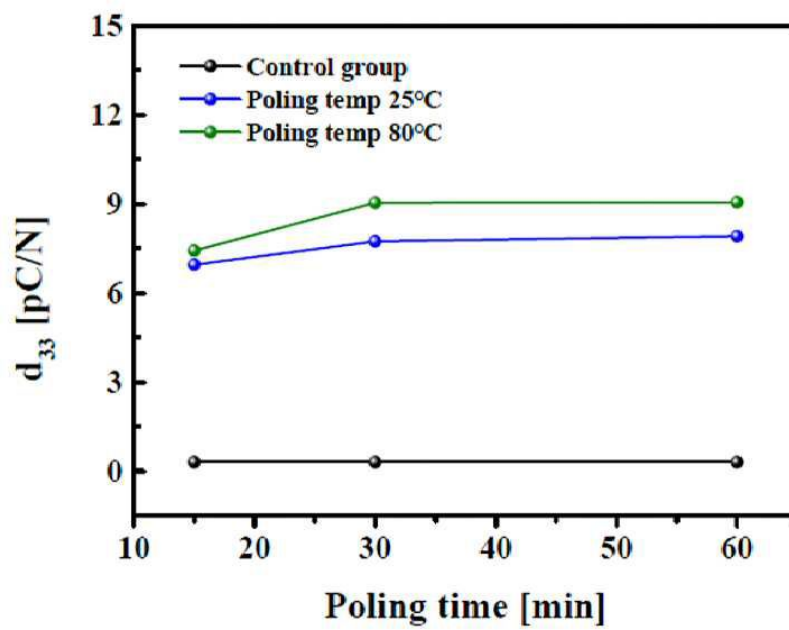
도면5



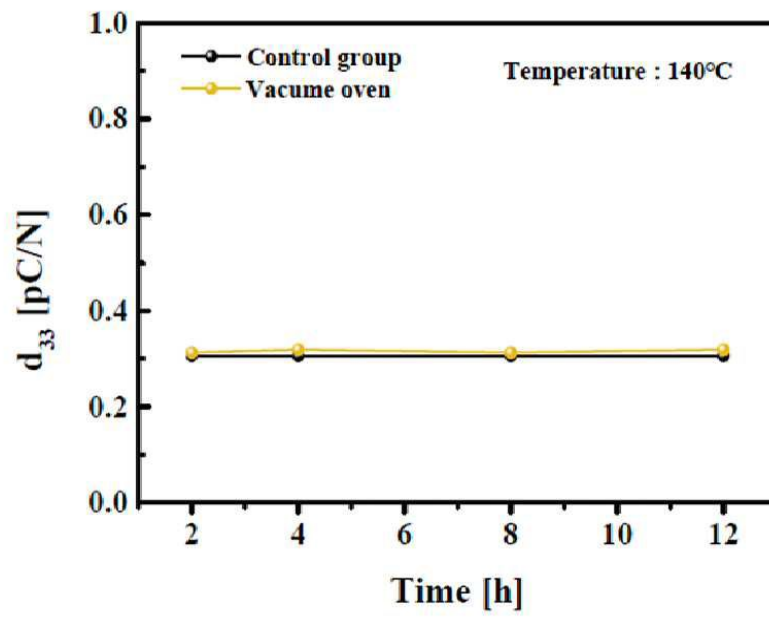
도면6



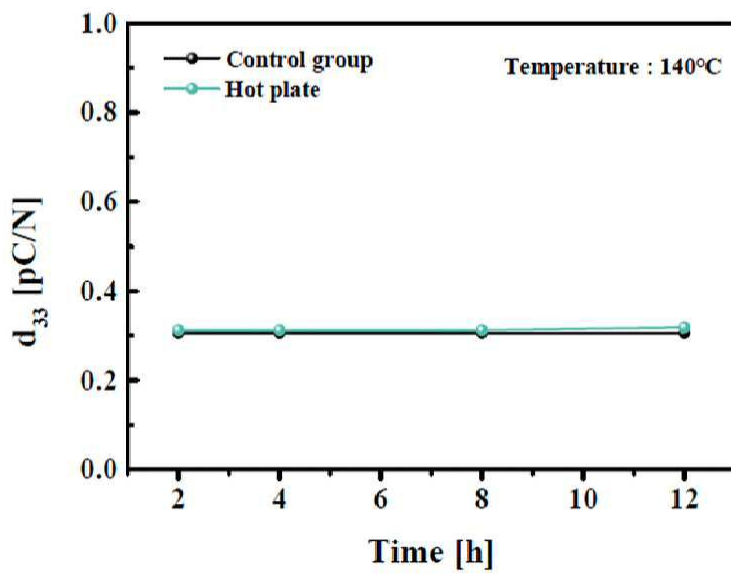
도면7



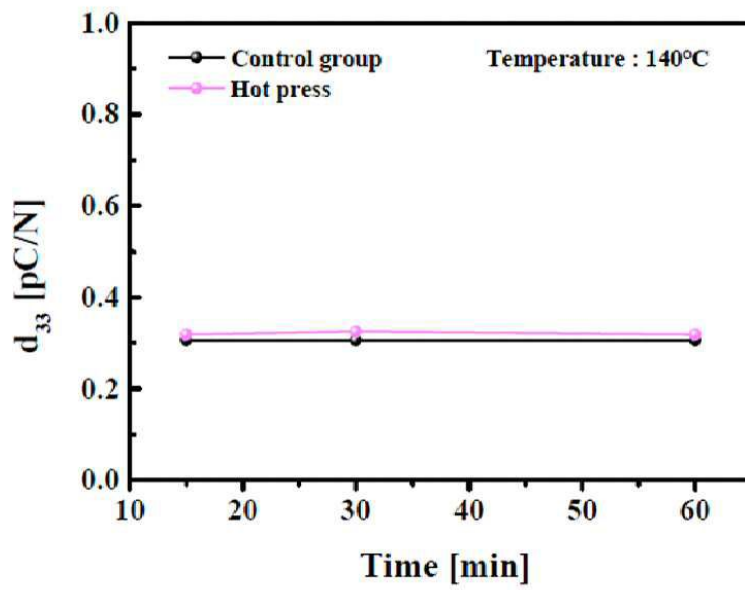
도면8



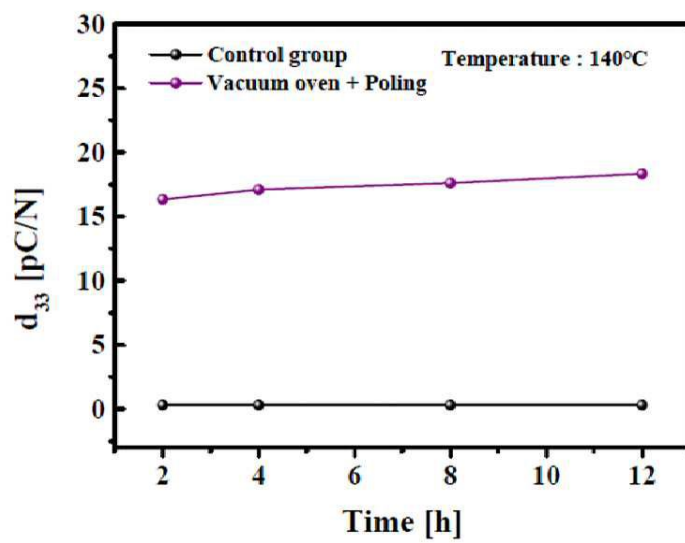
도면9



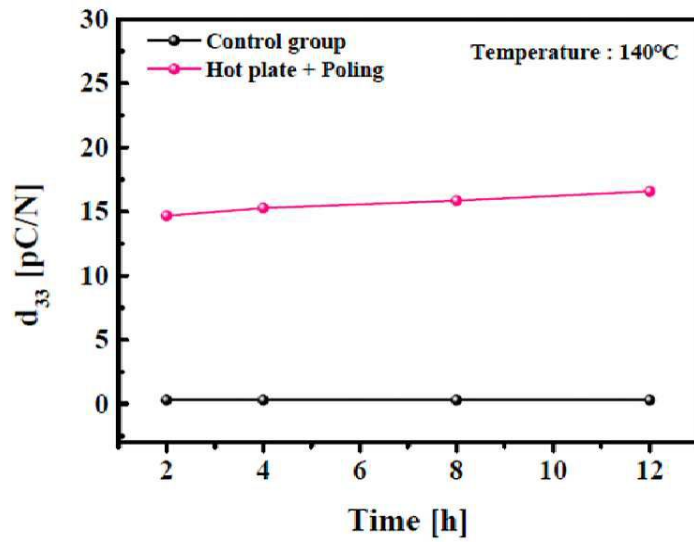
도면10



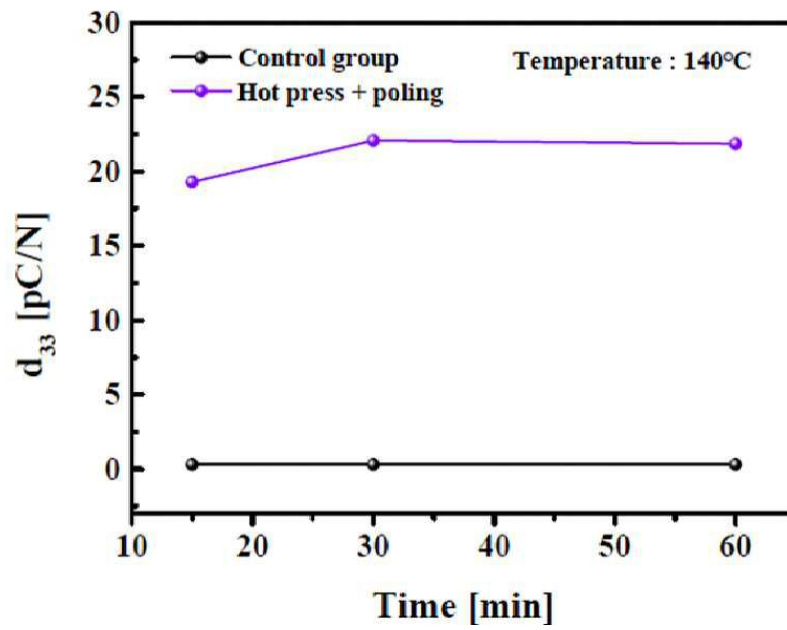
도면11



도면12



도면13



도면14

