(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020 년 6 월 25 일 (25.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2020/130596 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 5/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/017920

(22) 국제출원일: 2019 년 12 월 17 일 (17.12.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
16/223,623 2018 년 12 월 18 일 (18.12.2018) US
10-2019-0079399 2019 년 7 월 2 일 (02.07.2019) KR

(71) 출원인: ㈜아모레퍼시픽 (**AMOREPACIFIC CORPORATION**) [KR/KR]; 04386 서울시 용산구 한강대로 100, Seoul (KR). 메사추세츠 인스티튜트 오브 테크놀로지 (**MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY**) [US/US]; 02139 매사추세츠주 캠브리지 매사추세츠 애브뉴 77, Massachusetts (US).

(72) 발명자: 한지연 (**HAN, Jiyeon**); 17074 경기도 용인시 기흥구 용구대로 1920 아모레퍼시픽기술연구원, Gyeonggi-do (KR). 연한울 (**YEUN, Han-Wool**); 02139 매사추세츠주 캠브리지 22 플레전트 스트리트 19, Massachusetts (US). 김은주 (**KIM, Eunjoo**); 17074 용인시 기흥구 용구대로 1920 아모레퍼시픽기술연구원, Yongin-si (KR). 김지환 (**KIM, Jeehwan**); 02141 매사추세츠주 캠브리지 1824 뮤지엄 웨이 10, Massachusetts (US).

(74) 대리인: 김순영 (**KIM, Sun-young**); 03151 서울시 종로구 종로5길 58 석탄회관빌딩 10층, Seoul (KR).

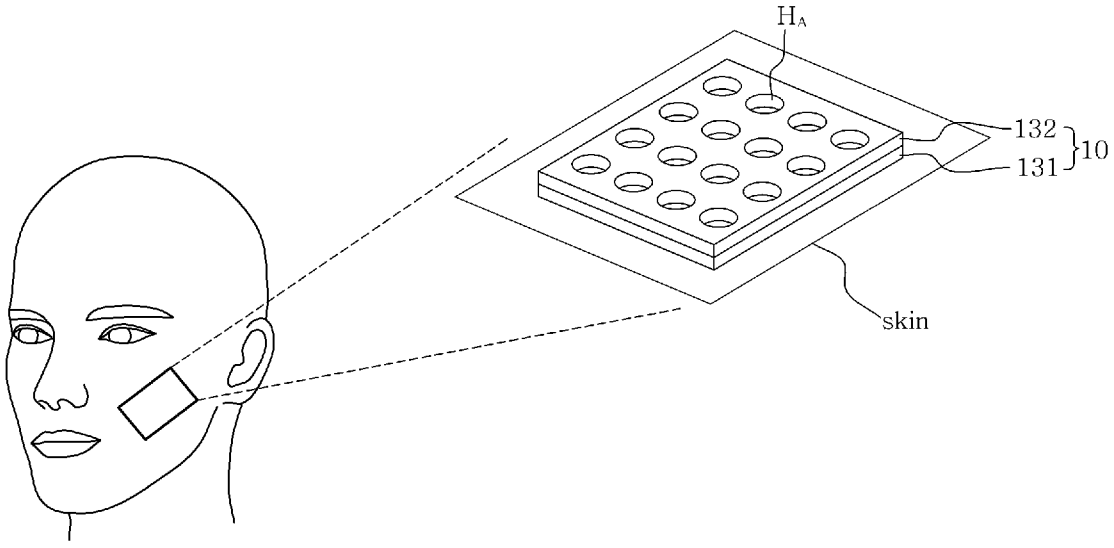
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, 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, 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, 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

WO 2020/130596 A1

(54) **Title:** SKIN-ATTACHABLE FLEXIBLE PATCH COMPRISING PLURALITY OF THROUGH-HOLES AND METHOD FOR MANUFACTURING FLEXIBLE PATCH

(54) **발명의 명칭:** 복수의 관통홀을 포함한, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 및 상기 플렉서블 패치를 제조하는 방법



(57) **Abstract:** Disclosed in embodiments are a skin-attachable flexible patch and a method for manufacturing the flexible patch, the flexible patch comprising: a flexible patch layer of which one surface can be adhered to the skin, and which supports a micro-unit semiconductor device; and a plurality of holes formed from one surface of the flexible patch to the other surface of the flexible patch.

(57) **요약서:** 실시예들은 일 표면이 피부에 접착 가능하고, 마이크로 단위의 반도체 소자를 지지할 수 있도록 구성된 플렉서블 패치층; 및 상기 플렉서블 패치의 일 표면에서 상기 플렉서블 패치의 다른 일 표면까지 관통되는 복수의 홀을 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 및 상기 플렉서블 패치를 제조하는 방법에 관련된다.

[다음 쪽 계속]

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 복수의 관통홀을 포함한, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 및 상기 플렉서블 패치를 제조하는 방법

기술분야

[1] 관련 출원에 대한 상호 참조

[2] 본 출원은 2018년 12월 18일자로 출원된 미국 특허출원 제 16/223,623호 그리고 2019년 7월 2일자로 출원된 한국 특허출원 제10-2019-0079399호에 대한 우선권을 주장하며, 이들 출원 내용 전체가 본 출원에 참조로서 통합된다.

[3] 실시예들은 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치(flexible patch)에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 마이크로 관통홀(micro through-hole) 패터닝 표면을 가짐으로써 피부에 대하여 강한 부착력을 가지면서 높은 통기성을 갖는 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[4] 산업 및 경제발전으로 생활이 윤택해짐에 따라, 대다수의 현대인들은 단순히 건강한 삶을 영위하고자 하는 욕구를 넘어, 더욱 젊고 아름다운 얼굴 및 신체를 갖고 유지하고자 하는 욕구를 가지고 있다. 이러한 현대인들의 욕구를 충족해주고자, 자신의 건강 상태, 특히 피부 상태를 지속적으로 모니터링할 수 있게 해주는 (예컨대, 스킨 센서와 같은) 피부 적합형 전자 감지 기술(skin-conformable electronic sensing technology)에 대한 관심이 높아지고 있다.

[5] 일반적으로 피부의 변화, 상태 등과 같은 피부에 관한 정보를 얻기 위해서는 스킨 센서를 대상자의 피부에 부착한다. 그러나, 피부는 신체의 가장 바깥쪽에 위치하고 가장 큰 면적을 갖는 외부 표면 기관으로서, 화합물인체의 항상성(homeostasis)을 보존하는 데 필수적인, 땀, 피지 분비물 (sebμm secretion), 휘발성 유기 배출물과 같은, 숨구멍을 기반으로 하는 다양한 생리학적 행동이 수행된다. 피부에 부착되는 스킨 센서는 전술한 피부의 생물학적 특성을 고려해서 제작되어야 한다.

[6] 따라서, 장기간의 건강 상태, 또는 피부 상태를 모니터링하는 고품질의 스킨 센서는 부착성과 통기성을 모두 필수적 요건으로 가져야 한다.

[7] 종래의 스킨 센서는 낮은 침투성(poor permeability)를 갖는, PI 또는PET 등의 고분자 기판을 이용하여 제조되기 때문에, 피부에 부착될 경우 피부의 숨구멍을 막게 되어 피부의 생리 활동을 방해하고 염증과 자극을 유발하는 문제가 제기되어왔다. 스킨 센서와 피부 사이의 강력한 접합을 위해 화학 부착제가 추가로 사용되는 경우 염증이 더욱 심해질 가능성도 있다. 감염된 피부는 바이러스에 대한 보호 기능을 상실하기 때문에, 2차 감염이나 합병증이 발생할 수 있다. 또한, 피부보다 1000배 정도 큰 고분자 기판의 탄성계수 (elastic

modulus)에 기인하여 피부에 대한 부착력이 매우 낮아 피부에 오랜 시간 붙이지 못하거나, 재 부착 효율이 매우 떨어지는 문제도 있다.

[8] 이를 극복하기 위해 피부의 기계적 성질과 유사한 PDMS 등의 탄성중합체(elastomer)를 기반으로 부착 표면이 문어 빨판, 또는 도마뱀 발바닥과 같은 마이크로 구조를 갖는 스킨 센서의 개발이 시도되고 있으나, 이러한 마이크로 구조는 표면 상에만 존재하는, 비관통형 구조이다. 따라서, 제조 과정이 복잡하고, 소형화가 어려운 한계가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명의 일 측면에 따르면, 마이크로 홀(micro-hole) 패터닝 표면을 가짐으로써 피부에 대하여 높은 부착력을 가지면서 높은 통기성을 갖는 플렉서블 패치를 제공할 수 있다.

[10] 이외에 상기 플렉서블 패치를 제조하는 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 측면에 따른 피부에 접착 가능한 플렉서블 패치는, 일 표면이 피부에 접착 가능한 제1 플렉서블 층; 상기 제1 플렉서블 층 보다 단단한 제2 플렉서블 층; 및 상기 플렉서블 패치의 일 표면에서 상기 플렉서블 패치의 다른 일 표면까지 관통되는 복수의 홀을 포함할 수 있다.

[12] 일 실시예에서, 상기 제1 플렉서블 층 및 제2 플렉서블 층은, 전-폴리머(pre-polymer) 및 경화제(curing agent)를 포함하며, 상기 제2 플렉서블 층의 경화제 비율은 상기 제1 플렉서블 층의 경화제 비율 보다 더 큰 값을 가질 수 있다.

[13] 일 실시예에서, 상기 복수의 홀 사이의 간격은 60μm 미만일 수 있다.

[14] 일 실시예에서, 상기 제1 플렉서블 층 또는 제2 플렉서블 층은 PDMS(Poly-dimethylsiloxane)을 포함하는 물질로 이루어질 수 있다.

[15] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 패치는 원형의 복수의 홀을 포함할 수 있다.

[16] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 패치는 아령형(dumbbell)의 복수의 홀을 더 포함할 수 있다.

[17] 일 실시예에서, 상기 제1 플렉서블 층의 두께(t1) 및 제2 플렉서블 층의 두께(t2)는 다음의 수학식에 기초하여 결정될 수 있다:

[18]

$$W \geq Wc$$

, 여기서 $Wc=Eeqt^3/(24R^2)$,

$$W = \frac{4\gamma_{dPatch}\ \gamma_{dskin}}{\gamma_{dPatch}+\gamma_{dskin}} + \frac{4\gamma_{pPatch}\ \gamma_{pskin}}{\gamma_{pPatch}+\gamma_{pskin}}$$

$$E_{eq} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)E_1 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)E_2$$

$$t = t1+t2$$

[19] 그리고 t는 플렉서블 패치의 두께, E1은 제1 플렉서블 층의 탄성 계수, E2는 제2 플렉서블 층의 탄성 계수, R은 피부에 부착된 플렉서블 패치의 곡률, γ_{dSkin}은 피부의 접촉 표면의 분산 성분, γ_{dPatch}는 패치의 접촉 표면의 분산 성분을 나타내고, γ_{pSkin}은 피부의 접촉 표면의 극성 성분, γ_{pPatch}는 패치의 접촉 표면의 극성 성분을 나타낸다.

[20] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법은, 제1 희생층을 일 표면에 복수의 오목한 홈이 형성되어 있는 형틀 상에 형성하는 단계; 플렉서블 패치층을 상기 제1 희생층 상에 형성하는 단계; 판(board)을 플렉서블 패치층에 접촉시키고, 상기 판 또는 플렉서블 층을 문질러(rubbing) 홈을 초과한 플렉서블 패치층 부분을 제거하는 단계; 및 복수의 홀을 갖는 플렉서블 패치를 얻기 위해 상기 제1 희생층을 식각하는 단계를 포함할 수 있다.

[21] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 층을 제거하는 단계는, 상기 판은 기판; 및 상기 기판(substrate)의 일 표면 상에 형성된 제2 희생층을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제2 희생층은 상기 홈을 초과한 플렉서블 층의 부분과 접촉한다.

[22] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 패치층을 제거하는 단계는, 상기 접촉 부분을 가열하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[23] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 층을 제거하는 단계는, 상기 판과 홈을 초과한 플렉서블 층의 부분 간의 접촉 부분에 압력을 가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[24] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 패치층은 PDMS(Poly-dimethylsiloxane)를 포함하는 물질로 이루어질 수 있다.

[25] 일 실시예에서, 상기 플렉서블 패치층을 형성하는 단계는, 상기 희생층 상에 제1 플렉서블 층을 형성하는 단계; 및 상기 제1 플렉서블 층 상에 상기 제1 플렉서블 보다 단단한 제2 플렉서블 층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[26] 일 실시예에서, 상기 제1 플렉서블 층의 두께(t1) 및 제2 플렉서블 층의 두께(t2)는 다음의 수학식에 기초하여 결정될 수 있다:

[27]

$$W \geq Wc$$

$$, \text{여기서 } Wc=Eeqt^3/(24R^2),$$

$$W = \frac{4\gamma_{dPatch}\ \gamma_{dskin}}{\gamma_{dPatch}+\gamma_{dskin}} + \frac{4\gamma_{pPatch}\ \gamma_{pskin}}{\gamma_{pPatch}+\gamma_{pskin}}$$

$$E_{eq} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)E_1 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)E_2$$

$$t = t1+t2$$

[28] 그리고 t는 플렉서블 패치의 두께, E1은 제1 플렉서블 층의 탄성 계수, E2는 제2 플렉서블 층의 탄성 계수, R은 피부에 부착된 플렉서블 패치의 곡률, γ_{dSkin}은 피부의 접촉 표면의 분산 성분, γ_{dPatch}는 패치의 접촉 표면의 분산 성분을 나타내고, γ_{pSkin}은 피부의 접촉 표면의 극성 성분, γ_{pPatch}는 패치의 접촉 표면의 극성 성분을 나타낸다.

[29] 일 실시예에서, 상기 제1 희생층을 형성하는 단계는, 스핀 코팅에 의해 제1 희생층을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 제1 희생층은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함하는 물질로 이루어지고, 상기 형틀의 표면에는 원형 관통홀을 형성 가능한 홈이 형성될 수 있다.

[30] 일 실시예에서, 상기 제1 희생층을 형성하는 단계는, 기화 코팅에 의해 제1 희생층을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 제1 희생층은 SAMs(self-assembled

monolayer) 구조를 갖도록 형성되며, 상기 형틀의 표면에는 원형 관통홀 및 아령형 관통홀을 형성 가능한 홈이 형성될 수 있다.

발명의 효과

[31] 본 발명의 일 측면에 따른 관통홀을 포함한 플렉서블 패치는, 피부와 기계적 성질(예컨대, 탄성계수 및 포아송비)가 상이한 종래의 폴리머 기반의 패치와 달리, 플렉서블 물질로 피부와 기계적 성질(예컨대, 탄성 계수, 포아송비)이 유사한 플렉서블 물질(예컨대, PDMS)를 이용한다. 따라서, 피부와 접착 시 계면 간 기계적 불일치(mechanical mismatch)가 발생하지 않는다. 이로 인해, 패치에 버클링(buckling), 박리(delamination)가 발생하지 않아 패치의 손상이 발생하지 않는다. 이와 같이, 버클링, 박리 등에 따른 부착성 저하가 발생하지 않아, 상기 플렉서블 패치는 강한 부착성을 가진다.

[32] 나아가, 플렉서블 패치는 관통 구조로 패터닝된 복수의 홀을 가지고 있다. 피부 표면의 부착을 위해 외력이 적용되는 경우, 홀 내부에 피부가 포집되고, 이로 인해 피부 표면에 부착될 수 있다. 특히, 플렉서블 패치의 홀은 관통형이므로, 홀 내부에 포집되는 피부 부피가 많아져 강한 부착성을 가질 수 있다.

[33] 또한, 홀 간의 간격은 땀구멍의 크기(예컨대, 일반적인 최소 땀구멍은 60μm)보다 작도록 패터닝되어 높은 통기성을 얻을 수 있다.

[34] 또한, 플렉서블 패치(10)는 옥세틱 특성이 구현 가능한 기하학적 평면(예컨대, 아령(dumbbell) 형상 및 원형이 형성된 평면)을 가질 수 있어, 높은 피부 적합성(skin conformability) 및 신축성(stretchability)을 얻을 수 있다.

[35] 상기 플렉서블 패치는 스킨 센서를 제조하는데 이용되는 기판으로 활용될 수 있다. 예를 들어, 피부 탄력을 측정하기 위해 압전 저항 변형 감지 기능을 갖는 스킨 센서를 제조하는데 있어서, 센서 회로가 집적되는 기판으로 활용될 수 있다. 그러나, 상기 플렉서블 패치는 이에 제한되지 않고, 다양한 기능을 갖는 반도체 회로가 집적될 수 있는 기판으로 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[36] 본 발명 또는 종래 기술의 실시예의 기술적 해결책을 보다 명확하게 설명하기 위해, 실시예에 대한 설명에서 필요한 도면이 아래에서 간단히 소개된다. 하나 이상의 도면에서 도시된 유사한 요소를 식별하기 위해 동일한 참조 번호가 사용된다. 아래의 도면들은 본 명세서의 실시예를 설명하기 목적일 뿐 한정의 목적이 아니라는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 설명의 명료성을 위해 아래의 도면들에서 과장, 생략 등 다양한 변형이 적용된 일부 요소들이 도시될 수 있다.

[37] 도 1a 및 도 1b는, 본 발명의 실시예들에 따른, 피험자의 피부에 부착되는 플렉서블 패치를 개략적으으로 도시한 도면이다.

[38] 도 2는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 플렉서블 패치를 제조하는 방법의 예시적인 개념도이다.

[39] 도 3a는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 복수의 홀이 형성된 플렉서블 패치의

기하학적 평면을 도시한 도면이다.

[40] 도 3b는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 도 3a의 기하학적 평면을 형성하는데 이용되는 형틀의 기하학적 평면을 도시한 도면이다.

[41] 도 4a 내지 도 4d는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 피부에 부착되는 바이 레이어 구조의 플렉서블 층의 부착성을 설명하기 위한 도면이다.

[42] 도 5은, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 옥세틱 구조 특성에 연관된 기하학적 평면을 갖는 플렉서블 패치를 제조하는 방법의 예시적인 개념도이다.

[43] 도 6a는, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 옥세틱 구조 특성이 구현될 수 있는 플렉서블 패치의 기하학적 평면을 도시한 도면이다.

[44] 도 6b는, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 도 6a의 기하학적 평면을 형성하는데 이용되는 형틀의 기하학적 평면을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[45] 어느 부분이 다른 부분의 "위에" 있다고 언급하는 경우, 이는 바로 다른 부분의 위에 있을 수 있거나 그 사이에 다른 부분이 수반될 수 있다. 대조적으로 어느 부분이 다른 부분의 "바로 위에" 있다고 언급하는 경우, 그 사이에 다른 부분이 수반되지 않는다.

[46] 제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.

[47] 여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[48] "아래", "위" 등의 상대적인 공간을 나타내는 용어는 도면에서 도시된 한 부분의 다른 부분에 대한 관계를 보다 쉽게 설명하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 용어들은 도면에서 의도한 의미와 함께 사용중인 장치의 다른 의미나 동작을 포함하도록 의도된다. 예를 들면, 도면중의 장치를 뒤집으면, 다른 부분들의 "아래"에 있는 것으로 설명된 어느 부분들은 다른 부분들의 "위"에 있는 것으로 설명된다. 따라서 "아래"라는 예시적인 용어는 위와 아래 방향을 전부 포함한다. 장치는 90° 회전 또는 다른 각도로 회전할 수 있고, 상대적인 공간을 나타내는 용어도 이에 따라서 해석된다.

[49] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를

포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[50] 본 발명의 실시예들에 의하면, 복수의 관통홀을 갖는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치를 제조할 수 있다. 상기 플렉서블 패치는 강한 부착성을 가지고 있어, 피부에 장시간 부착이 가능하다. 또한, 상기 플렉서블 패치는 높은 통기성을 가지고 있어, 피부에 장시간 부착해도 사용자의 피부, 건강에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.

[51] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.

[52] 도 1a 및 도 1b는, 본 발명의 실시예들에 따른, 피험자의 피부에 부착되는 플렉서블 패치를 개략적으으로 도시한 도면이다.

[53] 도 1을 참조하면, 플렉서블 패치(10)는 반도체 회로 유닛이 집적되는 기판으로서, 적어도 일 표면이 피부에 부착 가능한 점성을 갖도록 구성된다. 또한, 플렉서블 패치(10)는 복수의 관통홀을 포함하여 높은 통기성 및 강한 부착성을 갖도록 구성된다.

[54] 실시예들에 따른 플렉서블 패치(10)에서, 피부에 부착되는 부분(131)은 점성을 갖도록 구성되고, 다른 일 부분(132)은 보다 단단한 강도를 갖도록 구성된다. 예를 들어, 피부에 부착되는 부분(131)은 보다 낮은 탄성계수를 갖도록 구성된다. 다른 일 부분(132)은 피부에 부착되는 부분(131) 보다 높은 탄성계수를 갖도록 구성된다.

[55] 일 실시예에서, 플렉서블 패치(10)는 둘 이상의 층을 갖도록 구성될 수 있다. 이에 대해서는 아래의 단계(S130)를 참조하여 보다 상세하게 서술한다.

[56] 플렉서블 패치(10)는 강한 부착성 및 높은 통기성을 얻기 위해 제1 관통홀 패턴을 포함할 수 있다. 상기 제1 관통홀 패턴의 홀은 평면이 원형이고, 플렉서블 패치(10)의 단면을 관통하는 형태의 홀(H_A)로 구성된다.

[57] 일 실시예에서, 각 관통홀 간의 간격이 60μm미만으로 구성된다. 일부 실시예에서, 각 관통홀 간의 간격은 50μm일 수 있다.

[58] 상기 제1 관통홀 패턴의 관통홀은 플렉서블 패치(10) 표면 상에 동일한 크기의 원형 관통홀이 반복 배치될 수도 있거나, 또는 상이한 크기의 원형 관통홀이 다양하게 배치될 수도 있다. 일 예에서, 도 1a의 확대 영역의 가운데에 상대적으로 큰 직경을 갖는 원형 관통홀과 그 주위를 보다 작은 직경을 갖는 원형 관통홀들이 둘러싸도는 조합이 반복하여 배치될 수 있다.

[59] 다른 일 실시예에서, 플렉서블 패치(10)는 옥세틱 구조 특성을 가질 수 있는 기하학적 평면으로 구성된 제2 관통홀 패턴을 포함할 수 있다. 상기 실시예에서, 제2 관통홀 패턴은 원형 관통홀(H_B) 양 단과 상기 양 단을 연결하는 연결부로 구성된 관통홀(H_C)을 포함한다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 상기 관통홀(H_C)은

각 단이 원형이고, 연결부는 직사각형 형태인 아령 형태의 관통홀(이하, 아령 관통홀(dumbbell through-hole)로 구성된다.

[60] 제2 관통홀 패턴에서 아령 관통홀(H_C)과 아령 관통홀(H_C) 간의 간격, 아령 관통홀(H_C)과 원형 관통홀(H_B) 간의 간격, 및 원형 관통홀(H_B)과 원형 관통홀(H_B) 간의 간격은 60μm이하로 구성될 수 있다.

[61] 일 예에서, 도 1b에 도시된 것과 같은 제2 관통홀 패턴을 포함한 플렉서블 패치(10)에 있어서, 하나의 아령 관통홀(H_C)의 연결부 중심과 다른 하나의 아령 관통홀(H_C)의 일 단 간의 간격은 35μm이고, 하나의 아령 관통홀(H_C)의 일 단과 다른 하나의 원형 관통홀(H_B) 간의 간격은 25μm일 수도 있다. 또한, 원형 관통홀(H_B)의 직경은 50μm, 아령 관통홀(H_C) 일 단의 내부 간격은 100μm일 수 있다. 그러나, 이는 단지 예시적인 것으로서, 플렉서블 패치(10)의 통기성, 부착성 및 내구성 등에 기초하여 다양하게 설정될 수 있다.

[62] 이와 같은 플렉서블 패치(10)는 피부와 유사한 기계적 특성을 갖고 있으며, 강한 부착성 및 (거의 100%인) 높은 통기성을 갖는다. 플렉서블 패치(10)는 일 부분(131)의 점성에 의해 피부에 부착되면서, 상기 관통홀 내부에 피부가 포집된다. 이로 인해, 강한 부착성을 가질 수 있다. 또한, 피부가 포집되는 홀은 플렉서블 패치(10)의 단면을 관통하는 관통홀이므로, 높은 통기성을 확보할 수 있다.

[63] 또한, 일부가 탄성계수가 다소 높도록 구성되어, 반도체 회로를 충분히 지지할 수 있어, 피부에 부착될 필요가 있는 소형 전자 기기를 제조하는데 활용될 수 있다.

[64]

[65] <제1 실시예>

[66] 도 2는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 플렉서블 패치의 제조 과정을 개략적으로 도시한 개념도이다.

[67] 도 2를 참조하면, 제1 실시예에 따른 플렉서블 패치(10)의 제조 방법은 희생층을 일 표면에 복수의 오목한 홈이 형성되어 있는 형틀 상에 형성하는 단계(S110); 및 플렉서블 패치층을 상기 희생층 상에 형성하는 단계(S130);를 포함한다.

[68] 단단한(rigid) 물질에 대해서는, 도 1에 도시된 바와 같은, 마이크로 홀이 패터닝된 표면과 같은 기하학적 평면 구조를 형성하기 위해 습식/건식 에칭 방식을 이용한다. 그러나, 상대적으로 부드러운 플렉서블 물질(예컨대, PDMS 등)은 건식/습식 에칭 방식을 이용하여 기하학적 평면 구조를 형성하고자 하는 경우 홀과 같이 기하학적 평면 구조를 이루고 있는 형상이 망가지는 문제가 있다. 그러나, 플렉서블 물질의 일 표면에 복수의 홀을 형성하기 위해, 복수의 오목한 홈이 형성되어 있는 형틀(110)을 사용하는 경우, 홀의 형상이 망가지지 않는 플렉서블 패치층(130)을 얻을 수 있다.

[69] 형틀(mold)(110)은 복수의 홈이 일 표면에 형성되어 있어 기하학적 평면을

갖도록 구성된다. 형틀(110)의 기하학적 평면을 이루는 홈의 단면은, 도 2에 도시된 바와 같이, 일 표면 안으로 오목하게 형성되어 있다. 유동성을 갖는 임의의 물질(예컨대, 플렉서블 패치층(130)을 형성하는데 사용되는 플렉서블 물질 등을 포함함)이 형틀(110) 상에 형성되는 경우 상기 임의의 물질이 홈을 채우게 된다. 상기 임의의 물질이 경화되면, 채워진 홈에 대응하는 높이 구조물이 홈의 내부에 형성된다. 상기 홈은 단일 단차를 갖도록 구성되거나, 또는 하나 이상의 단차를 갖도록 구성될 수 있다.

[70] 상기 플렉서블 패치층(130)은 피부에 부착 가능하도록 부착성이 있는 물질층을 포함한다. 따라서, 플렉서블 패치층(130)이 바로 형틀(110) 상에 형성되는 경우, 플렉서블 패치층(130)을 형틀(110)로부터 분리시키는데 어려움이 있고, 이 과정에서 플렉서블 패치층(130)에 손상이 발생할 경우 플렉서블 패치(10)의 품질이 저해될 우려가 있다. 이를 극복하기 위해, 플렉서블 물질로 형틀(110)의 홈을 채우기 이전에, 플렉서블 패치층(130)과 형틀(110) 사이의 부착을 방지하는 안티-접착층(anti-sticky layer) 기능을 갖는 희생층(120)을 형틀(110)과 플렉서블 패치층(130) 사이에 형성한다(S110). 희생층(120)을 이용함으로써, 플렉서블 패치층(130)을 형틀(110)로부터 손상없이 분리할 수 있어 고품질의 플렉서블 패치(10)를 얻을 수 있다.

[71] 상기 형틀(110)은 식각 용액에 의해 식각되지 않고, 일정 열이 가해져도 형태를 유지할 수 있으며, 일정 경도를 갖도록 구성된다. 또한, 형틀(110)은 비자성물질로 이루어진다. 일 예에서, 실리콘(Si)을 포함한 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않으며 아래의 희생층(120)을 제거하는 물질에 의해 제거되지 않고, 특정 온도 이상에도 형상을 유지할 수 있으며, 형틀 제작이 어렵지 않는 다양한 물질로 이루어질 수 있다.

[72] 도 3a는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 도 1의 관통홀 패턴을 형성하는데 이용되는 형틀의 기하학적 평면을 도시한 도면이고, 도 3b는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 복수의 홀이 형성된 플렉서블 패치의 기하학적 평면을 도시한 도면이다.

[73] 형틀(110)은, 통기성, 부착성 등과 같은 플렉서블 패치(10)의 특성이 우수하게 하는 홀을 생성하게 하는, 홈의 형태, 분포를 가진다. 일 실시예에서, 형틀(110)의 표면에 형성되어 있는 복수의 홈은 원형 홀 패턴을 형성하도록 구성될 수 있다. 도 3a을 참조하면, 플렉서블 패치(10)에 복수의 홀을 형성하기 위해 홈의 테두리가 원형인, 복수의 홈이 형성되어 있는 형틀(110)이 이용될 수 있다. 즉, 형틀(110)은 원형의 빈 공간을 둘러 싸는 기둥이 형성되어 있는 구조로 구성된다. 도 3a의 형틀(110)을 이용하면, 도 3b의 평면을 갖는 관통홀을 포함한 플렉서블 패치(10)를 얻을 수 있다.

[74] 또한, 플렉서블 패치(10) 상에 집적될 반도체 회로의 설계를 고려하여 형틀(110)의 표면에 홈을 형성할 수 있다. 일부 실시예에서, 형틀(110)의 표면에 형성되어 있는 복수의 홈은 원형 홀 패턴을 형성하면서, 상기 원형 홀 패턴은

상대적으로 큰 직경을 갖는 하나의 원형 홀, 및 상기 하나의 원형 홀을 둘러싸면서 보다 작은 직경을 갖는 복수의 원형 홀의 조합을 포함할 수 있다.

[75] 일 실시예에서, 형틀(110)에 형성된 복수의 홈은 플렉서블 패치(10)의 홀 간의 간격이 60μm 미만이 되도록 분포할 수 있다. 땀구멍은 배치된 피부 위치에 따라 다양한 크기를 가진다. 예를 들어, 땀구멍의 면적은 60μm 이상의 직경을 가지며, 평균적으로 80μm의 직경을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한, 배출해야 하는 노폐물의 양, 온도 조절과 같은 땀에 의해 수행되는 생물학적 기능이 피부 위치에 따라 상이하기 때문에 신체 부위에 따라 상이한 분포 밀도로 배치되어 있다. 예를 들어, 땀구멍은 등 부분에는 60cm $^{-2}$, 손바닥에는 400 cm $^{-2}$, 그리고 이마에는 180 cm $^{-2}$의 밀도로 분포되어 있다.

[76] 이러한 땀구멍의 크기, 면적 정보에 기초할 때, 플렉서블 패치(10)의 홀 간의 간격은 60μm 미만으로 형성되어야 한다. 홀 간의 간격이 60 μm 이상인 경우, 홀 이외의 플렉서블 패치(10) 표면이 땀구멍을 차단할 수 있다. 따라서, 홀 간의 간격이 60μm 미만인 플렉서블 패치(10)는 보다 높은 통기성(예를 들어, 거의 100% 통기성)을 얻을 수 있다. 일부 실시예에서, 홀 간의 간격이 50μm인 관통홀 패턴을 갖도록 하는 형틀(10)을 이용하여 플렉서블 패치(10)를 제조할 수 있다.

[77] 높은 통기성을 얻기 위한 주된 요소는 관통홀 간의 간격이다. 관통홀의 크기는 부착성 및 통기성 모두에 영향을 미친다. 관통홀의 크기가 클수록 공기와 접촉하는 피부 면적이 증가하나, 반대로 포집되는 피부의 부피가 줄어들기 때문이다. 본 발명의 실시예들은 관통홀의 크기가 작더라도 관통홀 간의 간격을 줄임으로써, 높은 통기성 및 강한 부착성을 얻을 수 있다. 관통홀의 크기는 부착성을 저해하지 않는 범위 내에서 다양하게 설정될 수 있다.

[78] 일 실시예에서, 홀의 크기는 플렉서블 패치(10) 상에 배치될 반도체 회로의 설계에 기초하여 설정될 수 있다. 예를 들어, 플렉서블 패치(10) 상에 압전 소자의 일부가 관통홀 상에 배치되고, 상기 압전 소자의 변형에 따른 전류 변화를 측정 및 전달하도록 회로 구성요소가 배치된 경우, 주된 변형이 일어나는 압전 소자 부분은 상대적으로 크기를 갖는 관통홀을 형성하고, 나머지 부분은 상대적으로 작은 크기의 관통홀을 형성하도록 설정될 수 있다. 이 경우, 압전 소자가 배치되는 소수의 관통홀만 크기가 크고 플렉서블 패치(10)에서 대부분을 차지하는 나머지 관통홀은 피부가 포집되기 충분한 작은 크기를 가지므로, 여전히 강한 부착성을 가진다.

[79] 다시 도 2를 참조하면, 희생층(120)은 나노 단위 내지 마이크로 단위의 반도체 소자를 제조하는데 사용 가능한 물질로 이루어진다. 일 실시예에서, 희생층(120)은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함한 물질로 이루어진다. 그러나, 이에 제한되지 않으며 희생층(120)은 폴리머 등을 포함한 물질로 이루어질 수도 있다.

[80] 일 실시예에서, 희생층(120)은 스핀 코팅 방식에 의해 오목한 홈을 갖는 형틀(110)의 일 표면 상에 형성된다(S110). 희생층(120)의 두께는 형틀(110)과

플렉서블 패치층(130) 사이의 부착을 방지 가능하고, 단계(S170)의 식각 용액에 의해 손쉽게 제거 가능한 두께로 형성된다.

[81] 플렉서블 패치층(130)은 피부 윤곽에 따라 패치 형태가 변형가능한 적응적 접촉(comformable contact)이 가능하도록 플렉서블 특성을 가지면서, 피부에 부착 가능한 부착성을 갖는 물질로 이루어진다. 일 실시예에서, 플렉서블 패치층(130)은 피부와 기계적 특성이 유사한 탄성중합체로 이루어질 수 있다. 일 예에서, 플렉서블 패치층(130)은 PDMS(Poly-dimethylsiloxane)를 포함한 물질로 이루어질 수 있다. 이와 같이 피부와 기계적 성질(예컨대, 탄성 계수, 포아송비(Poisson's Ratio) 등)이 유사한 플렉서블 물질을 이용할 경우, 상기 플렉서블 패치(10)는 피부와 접착 시 계면 간 기계적 불일치(mechanical mismatch)가 발생하지 않고, 이로 인해 패치에 버클링(buckling), 박리(delamination)가 발생하지 않아 패치의 손상이 발생하지 않고, 버클링, 박리 등에 따른 부착성 저하가 발생하지 않아 강한 부착성을 가진다.

[82] 일부 실시예에서, 플렉서블 패치층(130)은 일정 두께를 갖도록 형성될 수 있다. 플렉서블 패치층(130)의 두께가 너무 얇은 경우, 피부에 여러 번 반복 부착 가능한 정도의 내구성을 얻지 못할 수 있다. 일 예에서, 플렉서블 패치층(130)은 75μm 이상의 두께를 갖도록 형성될 수 있다.

[83] 플렉서블 패치층(130)의 두께, 구조, 기타 특성과 관련한, 플렉서블 패치층(130)에 대한 구체적인 내용에 대해서는 도 4 내지 도 5를 참조하여 보다 상세하게 서술한다.

[84] 플렉서블 패치층(130)이 희생층(120) 상에 형성되는 단계(S130)에서, 플렉서블 패치층(130)을 이루는 플렉서블 물질(예컨대, PDMS)이 홈 내부를 채우게 된다. 플렉서블 물질은 홈을 채우고, 나아가 홈 내부로부터 넘칠 수 있다. 이와 같이 홈 내부의 부피 보다 더 많은 플렉서블 물질이 공급되고 플렉서블 물질이 홈 외부로 넘치는 경우, 플렉서블 패치층(130)의 일부가 형틀(110)의 표면 보다 높은 위치에 형성될 수도 있다.

[85] 플렉서블 물질이 홈에 채워짐으로써, 또는 넘침으로써 얻어지는, 형틀(110), 희생층(120) 및 플렉서블 층(130)을 포함한 구조물은, 예를 들어 주조물을 완성하기 이전에, 형틀에 주물을 부은 상태의 구조물과 유사하다. 이하, 통상의 기술자의 이해를 돕기 위해 본 명세서 내에 종종 사용되는 주물-형틀 구조물은 도 2의 단계(S130)에 도시된 바와 같이, 플렉서블 물질이 홈에 채워진, (또는 홈을 넘치도록 채워진), 형틀(110), 희생층(120) 및 플렉서블 물질(130)을 포함하는 구조물을 지칭하며, 플렉서블 물질의 경도는 부드러울 수도, 단단할 수도 있다.

[86] 플렉서블 패치층(130)이 형성된 이후, 홈을 초과한 (즉, 형틀(110)의 표면 보다 높은 위치에 형성된) 플렉서블 패치층(130)을 제거한다(S150). 일 실시예에서, 형틀(110)의 홈을 초과한 플렉서블 패치층(130) 부분(즉, 초과 표면)에 판(150)을 접촉시키고, 판(150) 및/또는 플렉서블 패치층(130)(즉, 주물-형틀 구조물)을 문질러(rubbing) 홈을 초과한 부분을 제거한다.

[87] 판(150)은 초과 부분의 플렉서블 물질을 밀어서 제거하는, 미장 판(plastering board)과 같은 역할을 수행한다. 일 실시예에서, 판(150)은 기판(151) 및 기판(151) 상에 형성된 희생층(152)을 포함한다. 기판(151)은 문지르는 기능을 수행하기 적합한 구조(예컨대, 평평한 구조), 그리고 내구성, 및 강도를 가질 수 있다. 또한, 상기 기판(151)은 비자성 물질로 이루어질 수 있다. 일 예에서, 기판(151)은, 글래스(glass)이거나, 또는 실리콘(Si)을 포함한 물질로 이루어질 수 있다.

[88] 희생층(152)은 단계(S170)에서 식각 용액에 의해 식각될 수 있는 물질로 이루어질 수 있다. 일 예에서, 희생층(152)은 도 2에 도시된 바와 같이 희생층(120)과 동일한 물질(예컨대, PMMA)을 포함할 수 있다. 그러나, 이에 제한되지 않으며 단계(S170)에서 식각 용액에 의해 식각될 수 있고, 홈을 초과한 플렉서블 패치층(130) 부분과 문질러 접촉하는 과정에서 제거 이후의 플렉서블 패치층(130)의 표면에 발생 가능한 손상을 최소화하는 물질로 이루어질 수도 있다.

[89] 일 실시예에서, 희생층(152)은 스핀 코팅 방식에 의해 기판(151) 상에 형성될 수 있으나, 이에 제한되지 않으며, 다양한 코팅 방식에 의해 기판(151) 상에 형성될 수 있다.

[90] 단계(S150)의 문지르는 공정은 초과 부분을 보다 효율적으로 제거하기 위해, 추가적인 공정을 더 포함할 수 있다.

[91] 일 실시예에서, 단계(S150)는 플렉서블 패치층(130)과 판(150) 사이의 접촉 부분을 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 플렉서블 패치층(130)과 판(150) 사이의 접촉 부분에 70℃ 이상의 열을 가하여 형틀의 홈을 초과하는 부분의 플렉서블 물질을 보다 효율적으로 제거할 수 있다.

[92] 플렉서블 패치층(130) 또는 접촉 부분에 열이 가해지면 접촉 부분의 강도가 약해진다(즉, 부드러운 구조 상태를 가진다). 이로 인해, 판(150)을 플렉서블 패치층(130)(즉, 주물-형틀 구조물)에 문지르는 경우 (또는 주물-형틀 구조물을 판(150)에 문지르는 경우) 상대적인 움직임에 의해 초과 부분의 플렉서블 물질이 주물-형틀 구조물이 차지하는 영역의 외부로 밀려난다. 예를 들어, 석고 회반죽에 지지판을 놓은 뒤 문지르면, 지지판 밑의 석고 회반죽이 지지판이 차지하는 영역 외부로 밀려나는 것과 유사하다. 결국, 초과 부분은 점점 높이가 낮아지게 되고 도 2에 도시된 바와 같이, 홈에 채워진 플렉서블 물질의 최상층은 홈이 형성된 표면에 일치하게 된다.

[93] 일 실시예에서, 단계(S150)는 접촉 과정에서 플렉서블 패치층(130)이 판(150)의 일 표면 상에 배치되도록 상하를 뒤집는(flipping) 단계를 포함할 수 있다. 뒤집는 단계가 수행되면 판(150)의 일 표면 상에 플렉서블 패치층(130)(즉, 주물-형틀 구조물)이 배치된다. 상기 실시예에서, 판(150)의 면적은 주물-형틀 구조물의 면적 보다 클 수 있다.

[94] 이런 배치 상태에서 판(150)과 주물-형틀 구조물을 문지르는 경우(rubbing), 주물-형틀 구조물의 움직임에 의해 초과 부분의 플렉서블 물질이 주물-형틀

구조물이 차지하는 영역의 외부로 밀려나며, 또한 주물-형틀 구조물의 측면에 초과 부분의 플렉서블 물질이 잔류할 확률이 더욱 적어진다.

[95] 일 실시예에서, 단계(S150)는 플렉서블 패치층(130)과 판(150) 사이의 접촉 부분에 압력을 가하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 압력은 도 2에 도시된 바와 같이, 자석을 이용하여 가해질 수 있다. 일 예에서, 자석(161)과 자석(162)의 사이에 주물-형틀 구조물과 판(150)이 접촉된 상태로 배치될 수 있다. 이로 인해, 자석(161)과 자석(162) 간의 인력에 의하여 압력이 접촉 부분에 가해질 수 있다. 전술한 바와 같이, 주물-형틀 구조물 및 판(150)은 비자성물질로 이루어질 수 있어, 자석(161)과 자석(162) 사이에 인력의 상호작용이 발생하는 것에 영향을 미치지 않는다. 단계(S150)에서 주물-형틀 구조물과 판(150)을 강하게 문지른(scrubbing) 결과, 초과 부분이 제거되는 시간이 감소될 수 있어, 제거 공정의 효율이 향상될 수 있다.

[96] 단계(S150) 이후, 식각 용액을 이용하여 희생층(120)을 식각한다(S170). 식각은 희생층(120)을 식각하면서 형틀(110), 플렉서블 패치층(130)을 식각하지 않도록 식각 용액의 선택성(selectivity)을 조절하면서 이루어진다. 일 실시예에서, 희생층(120)의 식각에 사용되는 식각 용액은 아세톤(acetone)을 포함할 수 있다.

[97] 실험적인 실시예에서, 홈을 초과하는 플렉서블 패치층(130)의 부분을 제거한 주물-형틀 구조물을 식각 용액에 담금으로써 희생층(120)을 제거하고, 형틀(110)과 주물(즉, 플렉서블 패치층(130))을 분리한다. 분리된 플렉서블 패치층(130)은 형틀(110)의 홈에 의해 형성된 복수의 홀을 포함한다. 상기 복수의 홀은 단계(S150)에서 홈 내부의 플렉서블 물질을 형틀(110)의 표면에 일치시켰기 때문에 관통형으로 형성된다. 그 결과, 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 관통홀을 포함한 플렉서블 패치층(130)을 얻을 수 있으며, 상기 복수의 관통홀을 포함한 플렉서블 패치층(130)은 플렉서블 패치(10)로 활용될 수 있다.

[98] 주물-형틀 구조물이 식각 용액에 담겨있는 시간은 다양하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 주물-형틀 구조물의 식각 시간은 홈의 두께(즉, 플렉서블 패치(10)의 두께), 희생층(120)의 두께, 홈과 플렉서블 패치층(130)이 맞닿는 단면적 등에 의해 결정될 수 있다.

[99] 또한 단계(S170)에서 보다 효율적인 식각 공정을 위해 식각 용액 내 주물-형틀 구조물은 초음파 처리될 수도 있다.

[100] 단계(S110 내지 S170)에 의해 제조된 플렉서블 패치(10)는 마이크로 단위의 두께로 제조됨에도 불구하고, 복수의 홀에 의해 부착성이 증가할 수 있다. 또한, 상기 복수의 홀은 관통형 홀로서, 플렉서블 패치(10)가 피부에 부착되어도 부착 부분의 피부를 외부 공기와 차단하지 않는다. 따라서, 플렉서블 패치(10)는, 패치 표면에만 (예컨대, 문어빨판, 또는 도마백 발바닥과 같은) 마이크로 구조를 갖도록 표면 처리하여 오직 부착성만을 좋게 하고, 통기성은 상대적으로 떨어지는 종래의 스킨 패치와 달리, 통기성 및 부착성을 모두 가질 수 있다.

[101] 또한, 희생층(120)을 이용하여 플렉서블 패치층(130)을 형틀(110)로부터

분리하면, 플렉서블 패치층(130)에 복수의 홀 (또는 홀 패턴)을 생성하고 분리하는 과정에서 찢어짐과 같은 손상이 발생하지 않는다.

[102] 상기 플렉서블 패치(10)는 피부에 대한 부착성과 통기성이 매우 뛰어나므로, 스킨 센서와 같은, 피부에 부착 가능한 다양한 전자 기기를 제조하는데 활용될 수 있다.

[103] 추가적으로, 플렉서블 패치(10)는 플렉서블 패치층(130)의 성분, 두께 등과 같은 물질 특성에 의해 보다 강한 부착성을 가질 수 있다.

[104] 도 4a 내지 도 4d는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 피부에 부착되는 플렉서블 패치(10)의 부착성을 설명하기 위한 도면이다. 플렉서블 패치(10)의 관통홀은 마이크로 단위로서 플렉서블 패치(10)의 크기에 비해 매우 작아, 도 4에서는 설명의 명료성을 위해 생략되었다.

[105] 도 4a는 물체와 표면 간의 부착 원리를 설명하기 위한 도면이다.

[106] 표면(S)에 접촉하는 접촉 물체(P)가 표면(S)에 부착되는 능력은 가역성(reversibility)과 다원성(pluripotency) 측면에서 서로 경쟁하는) 변형에 대한 구조적 저항과 계면 상호 작용 사이의 경쟁에 의해 결정된다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 표면이 물체(P)에 의해 변형된 경우, 물체(P)와 표면(S) 사이의 에너지는 다음의 수학식 1-4에 의해 표현될 수 있다.

[107] [수식1]

$$U_{\text{Total}} = U_{\text{Adhesion}} + U_{\text{Bending}}$$

[108] [수식2]

$$U_{\text{Adhesion}} = -WbR(2\theta)$$

[109] [수식3]

$$U_{\text{Bending}} = +\frac{bD\theta}{12R}$$

[110]

[수식4]

$$D = Et^3$$

[111] 여기서, U_{total}은 총 포텐셜 에너지를 나타내고, $U_{adhesion}$은 물체(P)와 표면(S) 사이의 부착 에너지를 나타내며, $U_{bending}$은 물체(P)에 의해 변형된 표면(S)의 저항에 연관된 굽힘 에너지를 나타낸다. 여기서, 부착 에너지와 굽힘 에너지의 부호는 단지 상호 작용의 방향을 나타내는 것으로서, 다른 실시예에서는 부착 에너지의 부호가 +, 굽힘 에너지의 부호가 -로 표현될 수도 있다.

[112] 또한, W는 부착 일(work of adhesion, 단위는 N m^{-1}), b는 표면에 부착되는 물체(P)의 길이, R은 곡률, θ은 물체(P)와 표면(S) 사이의 접하는 부분의 중심에서 접하는 부분이 끝나는 지점까지의 각도인 접촉각(contact angle)을 각각 나타낸다. D는 물체(P)에 대한 굴곡 강도(flexural rigidity)로서, 물체(P)의 탄성 계수(Young's modulus)와 물체의 두께에 의해 결정된다.

[113] 플렉서블 패치(10)의 부착성을 보다 단순하게 설명하기 위해, 단일층(mono-layer) 구조의 플렉서블 패치(10)가 피부 표면에 부착되는 경우를 도 4a를 참조하여 서술한다.

[114] 플렉서블 패치(10)가 피부 표면에 부착되는 경우를 도 4a에 적용하면, 표면(S)은 피부 표면에 대응하고, 물체(P)는 관통홀이 형성된 플렉서블 패치층(130)을 포함한 플렉서블 패치(10)에 대응한다. 따라서, 플렉서블 패치(10)에 대한 굴곡 강도 D는 플렉서블 패치층(130)의 탄성 계수E, 그리고 플렉서블 패치층(130)의 두께 t에 의해 결정된다.

[115] 부착 에너지가 굽힘 에너지 이상이어야 패치(10)와 피부 표면 간의 부착이 가능하다. 부착 에너지가 굽힘 에너지 미만인 경우 패치(10)는 피부 표면으로부터 탈착된다. 부착의 가능 여부를 결정하는 임계 부착 일(Wc, critical work of adhesion)은 다음의 수학식 5에 의해 결정된다.

[116] [수식5]

$$\frac{dU_{\text{Total}}}{d\theta} = -2W_c bR + \frac{bD}{12R} = 0$$

[117] 수학식 5를 Wc로 정리하면, 물체와 표면의 부착이 유지되는 임계 부착

일(Wc)은 $Wc=D/(24R^2)$ 로 계산된다. 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착 일W이 임계 부착 일Wc 이상이면 플렉서블 패치(10)가 피부 표면에 적응적 접촉(conformal contact)이 가능하다. 반면, 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착 일W이 임계 부착 일Wc 미만인 경우 플렉서블 패치(10)는 피부 표면에 접촉하지 않는다. 따라서, 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착이 가능하려면 임계 부착 일Wc의 크기가 작아지고, 및/또는 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착 일W의 크기가 커져야 한다.

[118] 수학식 4를 참조하면, 패치(10)가 탄성 계수가 큰 물질(예컨대, 뻣뻣한 물질)로 구성되는 경우, 및/또는 두께가 두꺼운 경우에 높은 굴곡 강도 D를 가진다. 따라서, 플렉서블 패치(10)의 굴곡 강도D가 감소하는 경우 및/또는 피부 표면과 플렉서블 패치(10) 간의 부착 일이 큰 경우 플렉서블 패치(10)를 피부 표면 상에 안정적으로 부착할 수 있다.

[119] 플렉서블 패치(10)의 탄성 계수 E가 낮은 경우, 플렉서블 패치(10)의 두께가 얇은 경우에 플렉서블 패치(10)가 피부 표면 상에 안정적으로 부착할 수 있다.

[120] 또한, 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착 에너지가 클수록 플렉서블 패치(10)의 부착성이 강화된다. 수학식 2를 참조하면, 피부 표면과 플렉서블 패치(10) 간의 부착 에너지는 부착 일W에 의존한다. 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 부착 일W은 다음의 수학식 6으로 표현된다.

[121] [수식6]

$$W = \frac{4\gamma_{dPatch}\ \gamma_{dskin}}{\gamma_{dPatch} + \gamma_{dskin}} + \frac{4\gamma_{pPatch}\ \gamma_{pskin}}{\gamma_{pPatch} + \gamma_{pskin}}$$

[122] 여기서, γ_d는 접촉 표면의 분산 성분(dispersive component of surface), γ_p 는 접촉 표면의 극성 성분(polar component of surface)을 나타낸다. γ_{dSkin}은 피부의 접촉 표면의 분산 성분, γ_{dPatch}는 패치(10)의 접촉 표면의 분산 성분을 나타내고, γ_{pSkin}은 피부의 접촉 표면의 극성 성분, γ_{pPatch}는 패치(10)의 접촉 표면의 극성 성분을 나타낸다. 플렉서블 패치(10)는 상기 수학식 6에 기초하여 구성된다.

[123] 전술한 바와 같이, 플렉서블 패치(10)는 스킨 센서를 제조하기 위해 활용될 수 있다. 마이크로 두께 범위에서 마이크로 단위의 초소형 소자를 지지하는데 있어서 충분한 예시적인 탄성 계수 1MPa를 갖는 PDMS 패치(10)가 피부에 부착될 수 있다. 피부 표면의 γ_d, γ_p 는 부위별로 상이하나, 상기 변수들의 최대, 최소 범위는 다음의 표 1과 같이 알려져 있다.

[124]

[표1]

mNm^{-1}	γ_d	γ_p
Skin Max	40	8
Skin Min	11.7	1.7
PDMS (E=1MPa, t=1mm)	19.1	0.5

[125] 상기 표 1의 데이터를 상기 수학식 6에 적용하면, 피부와 PDMS 패치(10) 간의 부착 일W은 다음과 같이 대략적으로 계산된다: $31 \leq W \leq 54$ mJ m^{-2}.

[126] 탄성 계수 1MPa를 갖는 PDMS 패치(10)의 두께가 모든 피부에 대해 부착되기 위해서는 부착 일이 가장 낮은 피부 표면(Skin Min)에도 부착 가능해야 한다. 따라서, 상기 PDMS 패치(10)는 Wc=31의 값을 가져야 한다. 따라서, PDMS 패치(10)는 약 80μm의 두께로 형성되어야 상기 임계 부착 일Wc의 조건을 충족한다. 따라서, 1MPa 의 단일 플렉서블 패치(10)의 두께는 80μm 미만으로 제조되어야 피부 표면에 적합성 부착(conformal adhesion)이 가능하다.

[127] 일부 실시예에서, 1MPa 보다 낮은 탄성 계수를 갖는 단일 플렉서블 패치(10)가 80μm 미만의 두께를 가지면, 더 강한 부착성을 가질 수 있다. 다른 일부 실시예에서, 1MPa 보다 낮은 탄성 계수를 갖는 플렉서블 패치(10)의 일 층은 80μm 이상의 두께로도 피부 표면에 적합성 부착이 가능하다. 예를 들어, 피부 표면에 부착되는 일 층의 두께가 100μm인 경우에도 피부에 부착 가능할 수 있다.

[128] 전술한 바와 같이, 굴곡 강도D는 플렉서블 패치(10)의 부착 능력에 연관되고, 또한 플렉서블 패치(10)의 형상 유지 능력에 연관된다. 상기 수학식 4 및 수학식 5를 참조하면, 플렉서블 패치(10)의 탄성 계수 E가 낮은 경우, 플렉서블 패치(10)의 두께가 얇은 경우에 플렉서블 패치(10)가 피부 표면 상에 안정적으로 부착할 수 있다.

[129] 그러나, 부착성만을 고려하여 플렉서블 패치(10)의 두께가 너무 얇거나, 탄성 계수가 너무 낮게 플렉서블 패치(10)를 형성하는 경우에는 핸들링이 어렵다. 구체적으로, 플렉서블 패치(10)의 굴곡 강도가 너무 낮은 경우 플렉서블 패치(10)에 굽힘이 발생해서 핸들링하기 어렵고, 플렉서블 패치(10)의 형상이 일정하게 유지되기 어렵다. 따라서, 플렉서블 패치(10)의 굴곡 강도가 너무 낮은

경우, 플렉서블 패치(10) 상에 다른 구성요소들을 집적하는데 어려움이 있다.

[130] 이를 극복하기 위해, 피부에 부착되는 부분은 상대적으로 낮은 굴곡 강도를 갖고, 피부에는 부착되지 않아 높은 부착성의 필요성이 상대적으로 떨어지는 다른 구성요소들이 집적되는 부분은 굽힘이 발생하지 않고 형상이 유지되기 충분할 굴곡 강도를 갖도록 플렉서블 패치(10)가 구성될 수 있다. 예를 들어, 플렉서블 패치(10)는 보다 강한 부착성을 가지면서, 다른 구성요소들(예컨대, 전극, 반도체 소자, 인터렉션 등을 포함함)을 지지하기에 충분한 굴곡 강도를 갖도록, 하나 이상의 층으로 구성될 수 있다. 이러한 플렉서블 패치(10)를 제조하기 위해, 희생층(120) 상에 형성되는 플렉서블 패치층(130)은 하나 이상의 서브 층을 포함할 수 있다.

[131] 도 4b는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 탄성 계수가 서로 상이한 바이 레이어 구조의 플렉서블 패치(10)를 설명하기 위한 도면이다.

[132] 일 실시예에서, 바이-레이어 구조를 갖는 플렉서블 패치(10)는 강도(rigidity)가 상이한 두 개의 서브 층(도 4b의 제1 플렉서블 층(131), 및 제2 플렉서블 층(133))을 포함할 수 있다. 여기서, 피부에 부착되는 제1 플렉서블 층(131)은 피부에 부착되지 않는 제2 플렉서블 층(132)의 굴곡 강도D2 보다 낮은 굴곡 강도D1를 가진다. 예를 들어, 도 4b에 도시된 바와 같이, 제1 플렉서블 층(131)은 0.04MPa 인 탄성 계수 E1를 가지고, 제2 플렉서블 층(132)은 1MPa인 탄성 계수 E2를 가지짐으로써, 제1 플렉서블 층(131)이 더 부드럽게 형성될 수 있다.

[133] 일 실시예에서, 플렉서블 패치층(130)은 전-폴리머(pre-polymer) 및 경화제(curing agent)를 포함하는 제1 플렉서블 층(131) 및 제2 플렉서블 층(132)을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 제2 플렉서블 층(132)은 제1 플렉서블 층(131)의 경화제 비율 보다 큰 경화제 비율을 갖도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 제1 플렉서블 층(131)은 전-폴리머(pre-polymer)와 경화제의 비율이 40:1로 이루어질 수 있고, 제2 플렉서블 층(132)은 전-폴리머와 경화제의 비율이 10:1로 이루어질 수 있다. 이러한 경화제의 비율 차이로 인해 제1 플렉서블 층(131)과 제2 플렉서블 층(132)의 굴곡 강도 D가 상이하게 결정된다.

[134] 이러한 구성 물질의 차이에 의해, 제1 플렉서블 층(131)은 제2 플렉서블 층(132)에 비해 상대적으로 부드럽고(soft), 끈적하게(sticky) 구성되며, 플렉서블 패치(10)가 피부에 부착 가능하게 한다. 상대적으로 단단한 제2 플렉서블 층(132)은 플렉서블 패치(10)가 스킨 센서 등을 제조하기 위해 사용되는 경우, 마이크로 단위의 소자를 집적하기 위한 지지체(예컨대, 기판) 역할을 수행하게 한다.

[135] 또한, 제1 플렉서블 층(131) 및 제2 플렉서블 층(132)의 두께는 서로 상이하게 형성될 수 있다. 전술한 수학식 4를 다시 참조하면, 굴곡 강도D는 탄성 계수E 및 두께에 의존하여 결정된다.

[136] 도 4c는, 본 발명의 제1 실시예에 따른, 두께가 서로 상이한 바이-레이어 구조의 플렉서블 패치(10)를 설명하기 위한 도면이고, 도 4d는, 본 발명의 제1 실시예에

따른, 바이-레이어 구조의 두께에 따른 플렉서블 패치의 특성을 나타낸 그래프를 도시한 도면이다.

[137] 일 실시예에서, 피부에 부착되는 제1 플렉서블 층(131)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 제1 플렉서블 층(131)은 피부 표면에 대한 적합성 부착이 가능하기 위해 낮은 탄성 계수(예컨대, 0.04Mpa)를 갖도록 구성될 수 있다.

[138] 또한, 플렉서블 패치(10) 상에 집적되는 반도체 회로 등을 지지하면서, 플렉서블 패치(10)의 굽힘을 적절하게 제어하여 핸들링을 쉽게하기 위해 보다 단단한 제2 플렉서블 층(132)을 더 형성할 수 있다. 예를 들어, 제2 플렉서블 층(132)은 제1 플렉서블 층(131)의 탄성 계수 보다 높은 탄성 계수(예컨대, 1MPa)를 갖도록 구성될 수 있다.

[139] 도 4c에 도시된 바와 같이, 피부 표면 상에 바이-레이어 구조의 플렉서블 패치(10)가 부착된 경우, 일반적으로 곡면 구조를 갖는 피부 표면의 특징으로 인해, 부착된 플렉서블 패치(10)는 늘어나게 된다. 늘어난 플렉서블 패치(10)에는 늘어나기 이전으로 되돌아가려는 복원력(F_{ret})이 적용된다. 상기 복원력(F_{ret})은 다음의 수학식 7과 같이 분석될 수 있다. 상기 플렉서블 패치(10)의 제1 플렉서블 층(131) 및 제2 플렉서블 층(132)은 동일한 물질(예컨대, PDMS)로 구성된 경우 동일한 인장 응력(σ), 및 인장 변형률(ε)을 가질 수 있다.

[140] [수식7]

$$F_{\text{ret}} = F_1 + F_2 = w\varepsilon(t_1E_1 + t_2E_2)$$

[141] 여기서, F1은 피부에 부착된 제1 플렉서블 층(131), F2는 피부에 부착된 제2 플렉서블 층(132)에 적용되는 각각의 복원력을 나타낸다. t1은 제1 플렉서블 층(131)의 두께, t2는 제2 플렉서블 층(132)의 두께를 나타낸다.

[142] 바이-레이어 구조의 플렉서블 패치(10)의 전체 탄성 계수Eeq는 다음의 수학식 8로 표현될 수 있다.

[143] [수식8]

$$E_{\text{eq}} = \frac{F_{\text{ret}}/w(t_1E_1+t_2E_2)}{\varepsilon} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)E_1 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)E_2$$

[144] 일 예에서, 0.04MPa의 탄성 계수를 가져 피부에 부착되는 제1 플렉서블 층(131)의 두께가 100μm으로 형성된 경우, 플렉서블 패치(10)의 유효 탄성 계수(effective elastic modulus), 및 굴절 강도(Flexural rigidity), 그리고 플렉서블 패치(10)와 피부 표면 간의 임계 부착 일의 그래프는 상기 수학식 8에 의해 계산될 수 있고, 그 결과 도 4d와 같이 도시된다.

[145] 바이-레이어 구조의 플렉서블 패치(10)에 포함된 제1 플렉서블 층(131) 및 제2 플렉서블 층(132)은 상기 수학식 8을 참조하여, 플렉서블 패치(10)가 활용되는 제조물(예컨대, 스킨 센서)의 기능에 알맞은 두께 및 탄성 계수를 갖도록 형성될

수 있다.

[146] 전술한 바이-레이어 구조의 플렉서블 패치층(130)에 대한 설명은 단지 예시적인 것으로서, 본 발명의 플렉서블 패치층(130)이 바이-레이어 구조로 한정되어 해석되지 않는다. 다른 실시예들에서, 플렉서블 패치층(130)은 모노 레이어, 트리플 레이어 구조로 형성될 수도 있다. 일 예에서, 플렉서블 패치층(130)은 제2 플렉서블 층(133)만을 포함한 모노 레이어 구조로 형성될 수 있다. 다른 일 예에서, 플렉서블 패치층(130)은 부드러운 두 개의 제1 플렉서블 층 사이에 위치한 단단한 제2 플렉서블 층을 포함하는 트리플 레이어 구조로 형성될 수 있다. 트리플 레이어 구조의 플렉서블 패치층(130)은 두께가 서로 상이한 두 개의 제1 플렉서블 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 피부에 부착되는 부분의 제1 플렉서블 층은 10μm의 두께로 형성되고, 반대편의 제1 플렉서블 층은 100μm의 두께로 형성될 수도 있다.

[147] 또한, 마이크로 단위에서 마이크로 소자를 지지하는 탄성 계수로 개시된 1MPa는 단지 예시적인 것으로서, 플렉서블 패치(10)에 포함된 제2 플렉서블 층(132)은 다른 탄성 계수를 가질 수도 있다.

[148] 이와 같이, 플렉서블 패치(10)는 희생층(120)을 이용하여 제조됨으로써, 마이크로 단위 두께의 플렉서블 패치층(130)을 얻는 과정에서 손상이 발생하지 않아 높은 내구성을 가질 수 있다.

[149] 또한, 플렉서블 패치(10)는 복수의 관통홀을 가지고, 하나 이상의 멀티-레이어 구조를 갖기 때문에 우수한 통기성과 부착성을 얻을 수 있다.

[150]

[151] <제2 실시예>

[152] 도 5은, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 옥세틱 구조 특성에 연관된 기하학적 평면을 갖는 플렉서블 패치를 제조하는 방법의 예시적인 개념도이다.

[153] 도 2 및 도 5 를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 플렉서블 패치 제조 방법은 도 2의 제1 실시예에 따른 플렉서블 패치 방법과 상당부분 유사하므로, 차이점을 위주로 설명한다.

[154] 플렉서블 패치(10)는 플렉서블 패치(10)에 형성된 홀의 형상, 분포, 패턴 등을 결정하는 형틀(110)의 구조에 의해 보다 높은 통기성 및/또는 강한 부착성을 가질 수 있다.

[155] 도 6a는, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 도 6a의 기하학적 평면을 형성하는데 이용되는 형틀의 기하학적 평면을 도시한 도면이고, 도 6b는, 본 발명의 제2 실시예에 따른, 옥세틱 구조 특성이 구현될 수 있는 플렉서블 패치의 기하학적 평면을 도시한 도면이다.

[156] 제2 실시예에서, 플렉서블 패치(10)는 평면 형상이 아령 형태(dumbbell)인 복수의 관통홀을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 플렉서블 패치(10)는 옥세틱 구조에 의해 발생하는 특성(즉, 옥세틱 구조 특성)을 가질 수 있다.

[157] 옥세틱 구조(Auxetic structure)는 일반적으로, 제1 방향으로 인장력을 받게 될

때, 제1 방향에 직교하는 방향으로 그 치수가 증대되는 구조를 일컫는다. 예를 들어, 옥세틱 구조가 길이, 폭 및 두께를 갖는 것으로 설명될 수 있는 경우, 옥세틱 구조가 종방향으로 인장력을 받고 있을 때, 그 폭이 증대된다. 또한, 옥세틱 구조가 종방향으로 신장될 때 그 길이와 폭이 증대되고 횡방향으로 신장될 때 그 폭과 길이가 증대되지만, 그 두께는 증대되지 않는 양방향성의 것이다. 이러한 옥세틱 구조는 음의 포아송 비(Poisson's Ratio)를 갖는 것을 특징으로 한다.

[158] 도 6a와 같이, 양단은 원형이고 상기 양단의 원형을 연결하는 중심부는 양단의 직경 보다 작은 두께의 기둥으로 구성된, 아령 형태의 홀과 원형 홀이 플렉서블 패치(10)에 형성된 경우, (즉, 아령-홀 패턴(Dumbbell-hole pattern)의 관통홀이 형성된 경우) 이러한 관통홀이 형성된 플렉서블 패치(10)는 옥세틱 구조 특성을 가질 수 있다. 즉, 형틀(110)은 원형 및/또는 아령 형태의 빈 공간을 둘러 싸는 기둥이 형성되어 있는 구조로 구성된다. 도 6a의 형틀(110)을 이용하면, 도 6b의 평면을 갖는 관통홀을 포함한 플렉서블 패치(10)를 얻을 수 있다.

[159] 일 실시예에서, 높은 통기성을 얻기 위해 홀 간의 간격은 전술한 바와 같이 60μm 미만으로 형성될 수 있다. 일 예에서, 도 6a에 도시된 것과 같이, 하나의 아령 관통홀(H_C)의 연결부 중심과 다른 하나의 아령 관통홀(H_C)의 일 단 간의 간격은 35μm이고, 하나의 아령 관통홀(H_C)의 일 단과 다른 하나의 원형 관통홀(H_B) 간의 간격은 25μm일 수도 있다. 또한, 원형 관통홀(H_B)의 직경은 50μm, 아령 관통홀(H_C) 일 단의 내부 간격은 100μm일 수 있다. 그러나, 이는 단지 예시적인 것으로서, 플렉서블 패치(10)의 통기성, 부착성 및 내구성 등에 기초하여 다양하게 설정될 수 있다.

[160] 이러한 옥세틱 구조 특성을 갖는 플렉서블 패치(10)를 제조하기 위해, 제2 실시예에 따른 플렉서블 패치(10)의 제조 방법에서는, 도 5에 도시된 바와 같이, 아령 형태의 홀과 원형 홀을 형성 가능한 복수의 홈을 갖는 형틀(110) 상에 희생층(120)을 형성한다(S110).

[161] 다시 도 2를 참조하면, 예컨대 60 μm 간격과 같은, 수십 마이크로 단위의 간격으로 형성된 홀을 갖는 플렉서블 패치(10)를 제조하기 위해서 희생층(120)이 형성될 수 있었다(S130). 그러나, 상기 도 2의 단계(S130) 방식이 제2 실시예에 적용되는 경우, PDMS 패치층(130)을 형틀(110)에서 분리할 수 없다. 형틀(110)이 원형 및 아령 형태의 관통홀을 형성하도록 구성되어, 형틀(110)과 PDMS 패치층(130)의 접촉 면적이 제1 실시예에 비해 증가하고, 또한, 형틀(110)의 간격이 좁아져 PMMA 스핀 코팅이 불균형하게 되기 때문이다.

[162] 따라서, 제2 실시예에 따른 플렉서블 패치(10)의 제조 방법에서는 도 5에 도시된 바와 같이, 기화 코팅 방식을 이용하여 희생층(120)을 형틀(110) 상에 형성한다(S130). 일 예에서, 기화 코팅 방식은 SAMs(Self-assembled monlyaer)일 수 있다. 기화 코팅 방식을 이용하면, PMMA 스핀 코팅에 비해 불균형 코팅이 발생하지 않는다. 이로 인해, 옥세틱 구조 특성에 연관된 기하학 평면을 갖는

형틀(110) 상에 희생층(120), 및 플렉서블 패치층(130)을 형성하고(S110, S130), 홈을 초과한 플렉서블 패치층(130) 부분을 제거한 뒤(S150), 희생층(120)을 식각하여 옥세틱 구조 특성을 갖는 기하학 평면을 갖는 플렉서블 패치(10)를 얻을 수 있다.

[163] 제2 실시예에 따른 플렉서블 패치(10)는 부착 전후의 피부 수분 변화량을 비교시 약6%의 수분 변화를 유발한다. 즉, 플렉서블 패치(10)가 부착되어도 피부의 수분 손실이 거의 일어나지 않는다.

[164] 이상에서 살펴본 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위 내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[165] 본 발명의 실시예들에 따른 플렉서블 패치는 피부와 기계적 성질이 비슷하고, 관통홀을 가져 강한 부착성 및 높은 통기성을 가진다. 이러한 플렉서블 패치는 스킨 센서와 같은 피부에 부착되는 다양한 전자기기의 기판으로 활용될 수 있어 헬스케어 분야, 뷰티 분야와 같은 피부 관련 전자기기를 활용할 수 있는 다양한 기술분야에서 무궁무진하게 이용될 수 있다.

[166]

청구범위

[청구항 1] 피부에 접착 가능한 플렉서블 패치로서,
일 표면이 피부에 접착 가능한 제1 플렉서블 층;
상기 제1 플렉서블 층 보다 단단한 제2 플렉서블 층; 및
상기 플렉서블 패치의 일 표면에서 상기 플렉서블 패치의 다른 일 표면까지 관통되는 복수의 홀을 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제1 플렉서블 층 및 제2 플렉서블 층은,
전-폴리머(pre-polymer) 및 경화제(curing agent)를 포함하며,
상기 제2 플렉서블 층의 경화제 비율은 상기 제1 플렉서블 층의 경화제 비율 보다 더 큰 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 복수의 홀 사이의 간격은 60μm 미만인 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 제1 플렉서블 층 또는 제2 플렉서블 층은
PDMS(Poly-dimethylsiloxane)을 포함하는 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 플렉서블 패치는 원형의 복수의 홀을 포함하는 특징으로, 피부에 부착 가능한 하는 플렉서블 패치.

[청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 플렉서블 패치는 아령형(dumbbell)의 복수의 홀을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제1 플렉서블 층의 두께(t1) 및 제2 플렉서블 층의 두께(t2)는 다음의 수학식에 기초하여 결정되며,
[수학식]

$$W \geq Wc$$

, 여기서 $Wc=Eeqt^3/(24R^2)$,

$$W = \frac{4\gamma_{dPatch}\ \gamma_{dskin}}{\gamma_{dPatch}+\gamma_{dskin}} + \frac{4\gamma_{pPatch}\ \gamma_{pskin}}{\gamma_{pPatch}+\gamma_{pskin}}$$

$$E_{eq} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)E_1 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)E_2$$

$$t = t1+t2$$

그리고 t는 플렉서블 패치의 두께, E1은 제1 플렉서블 층의 탄성 계수, E2는 제2 플렉서블 층의 탄성 계수, R은 피부에 부착된 플렉서블 패치의 곡률, γ_{dSkin}은 피부의 접촉 표면의 분산 성분, γ_{dPatch}는 패치의 접촉 표면의 분산 성분을 나타내고, γ_{pSkin}은 피부의 접촉 표면의 극성 성분, γ_{pPatch}는 패치의 접촉 표면의 극성 성분을 나타내는 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치.

[청구항 8] 제1 희생층을 일 표면에 복수의 오목한 홈이 형성되어 있는 형틀 상에 형성하는 단계

플렉서블 패치층을 상기 제1 희생층 상에 형성하는 단계;

판(board)을 플렉서블 패치층에 접촉시키고, 상기 판 또는 플렉서블 층을 문질러(rubbing) 홈을 초과한 플렉서블 패치층 부분을 제거하는 단계; 및

복수의 홀을 갖는 플렉서블 패치를 얻기 위해 상기 제1 희생층을 식각하는 단계를 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 9] 제8항에 있어서, 상기 플렉서블 층을 제거하는 단계는,

상기 판은 기판; 및 상기 기판(substrate)의 일 표면 상에 형성된 제2 희생층을 포함하며,

상기 제2 희생층은 상기 홈을 초과한 플렉서블 층의 부분과 접촉하는 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 10] 제8항에 있어서, 상기 플렉서블 패치층을 제거하는 단계는,
상기 접촉 부분을 가열하는 단계를 더 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 플렉서블 층을 제거하는 단계는,
상기 판과 홈을 초과한 플렉서블 층의 부분 간의 접촉 부분에 압력을 가하는 단계를 더 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 12] 제8항에 있어서,
상기 플렉서블 패치층은 PDMS(Poly-dimethylsiloxane)를 포함하는 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 13] 제8항에 있어서, 상기 플렉서블 패치층을 형성하는 단계는,
상기 희생층 상에 제1 플렉서블 층을 형성하는 단계; 및
상기 제1 플렉서블 층 상에 상기 제1 플렉서블 보다 단단한 제2 플렉서블 층을 형성하는 단계를 포함하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 제1 플렉서블 층의 두께(t1) 및 제2 플렉서블 층의 두께(t2)는 다음의 수학식에 기초하여 결정되며,
[수학식]

$$W \geq Wc$$

, 여기서 $Wc=Eeqt^3/(24R^2)$,

$$W = \frac{4\gamma_{dPatch}\ \gamma_{dskin}}{\gamma_{dPatch}+\gamma_{dskin}} + \frac{4\gamma_{pPatch}\ \gamma_{pskin}}{\gamma_{pPatch}+\gamma_{pskin}}$$

$$E_{eq} = \left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)E_1 + \left(\frac{t_2}{t_1+t_2}\right)E_2$$

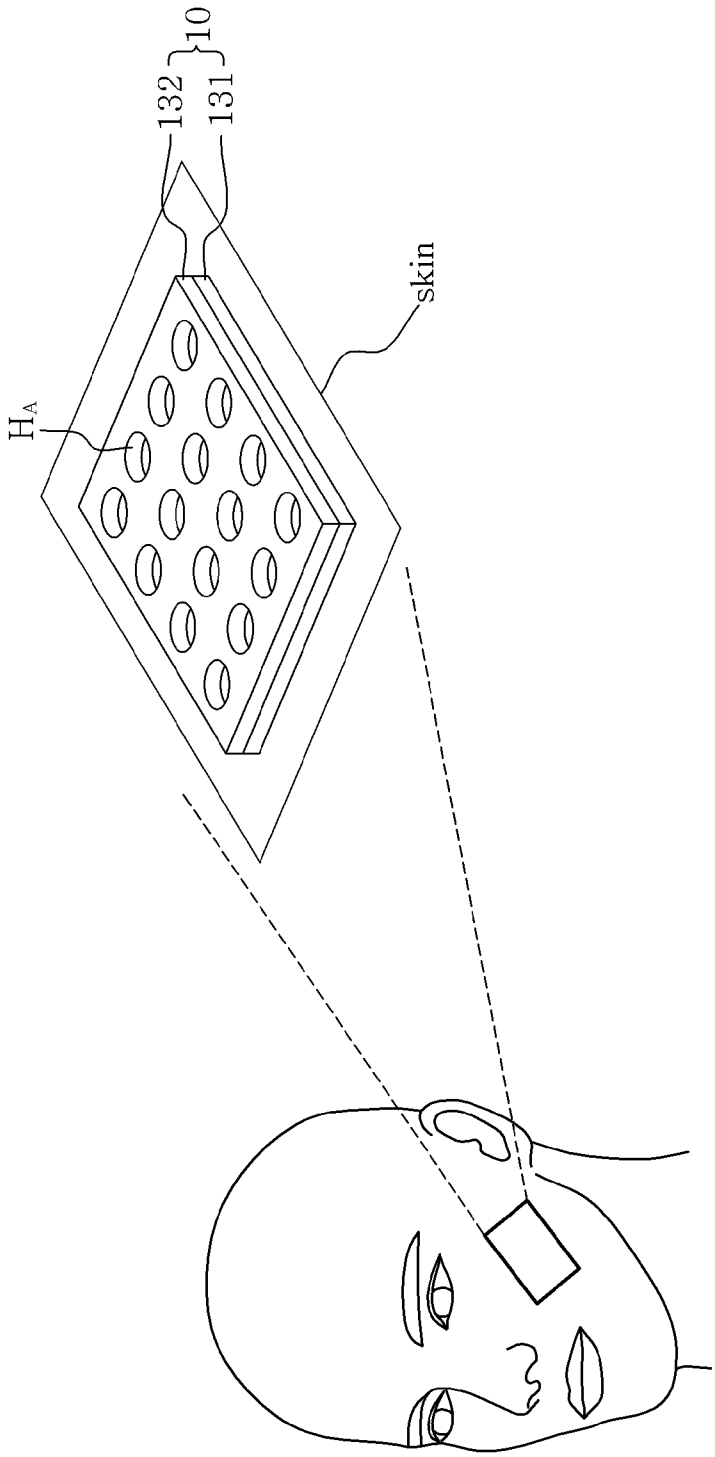
$$t = t1+t2$$

그리고 t는 플렉서블 패치의 두께, E1은 제1 플렉서블 층의 탄성 계수, E2는 제2 플렉서블 층의 탄성 계수, R은 피부에 부착된 플렉서블 패치의 곡률, γ_{dSkin}은 피부의 접촉 표면의 분산 성분, γ_{dPatch}는 패치(10)의 접촉 표면의 분산 성분을 나타내고, γ_{pSkin}은 피부의 접촉 표면의 극성 성분, γ_{pPatch}는 패치(10)의 접촉 표면의 극성 성분을 나타내는 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

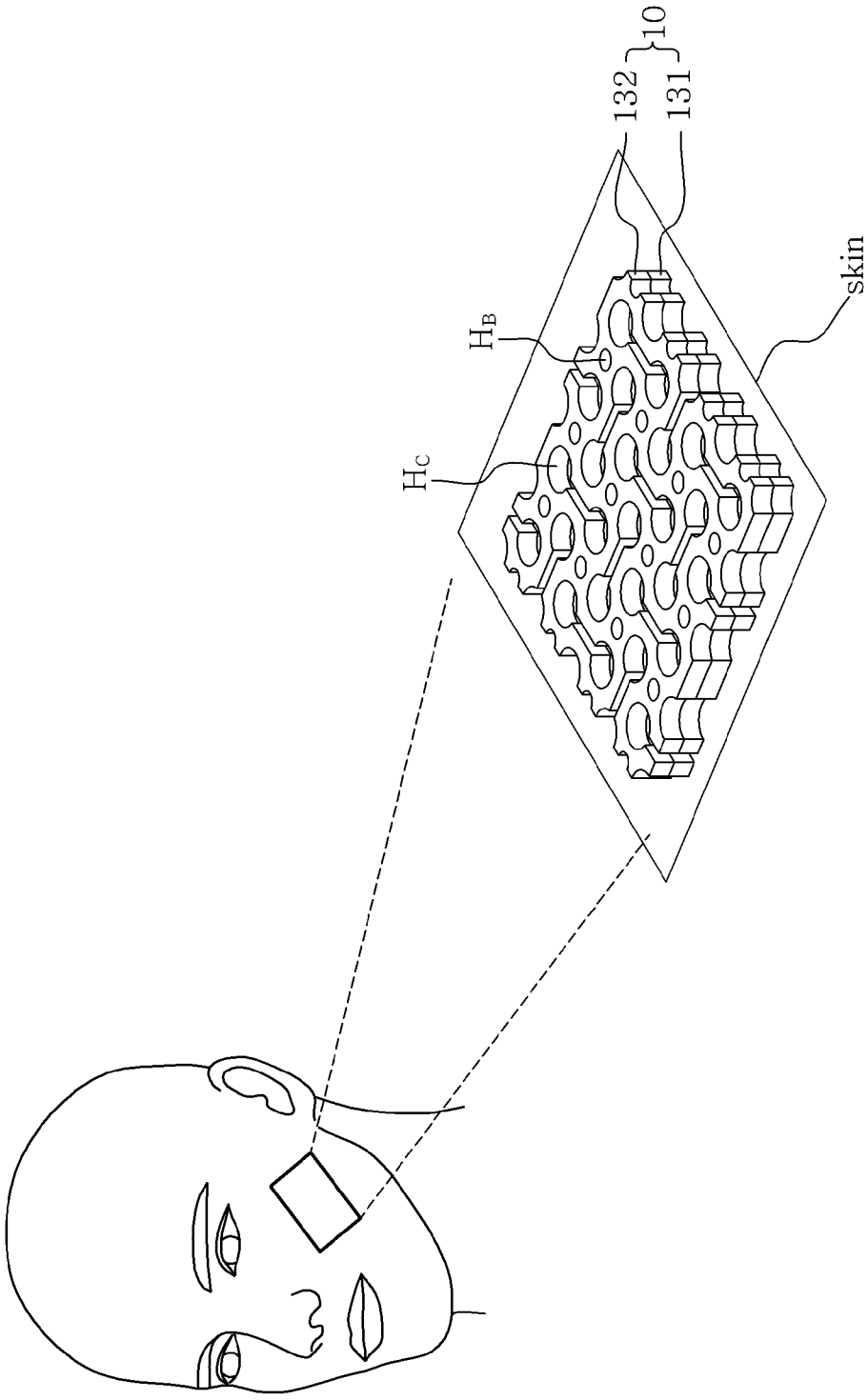
[청구항 15] 제8항에 있어서, 상기 제1 희생층을 형성하는 단계는,
스핀 코팅에 의해 제1 희생층을 형성하는 단계를 포함하되,
상기 제1 희생층은 PMMA(Poly(methyl methacrylate))를 포함하는 물질로 이루어지고, 상기 형틀의 표면에는 원형 관통홀을 형성 가능한 홈이 형성된 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

[청구항 16] 제8항에 있어서, 상기 제1 희생층을 형성하는 단계는,
기화 코팅에 의해 제1 희생층을 형성하는 단계를 포함하되,
상기 제1 희생층은 SAMs(self-assembled monolayer) 구조를 갖도록 형성되며, 상기 형틀의 표면에는 원형 관통홀 및 아령형 관통홀을 형성 가능한 홈이 형성된 것을 특징으로 하는, 피부에 부착 가능한 플렉서블 패치 제조 방법.

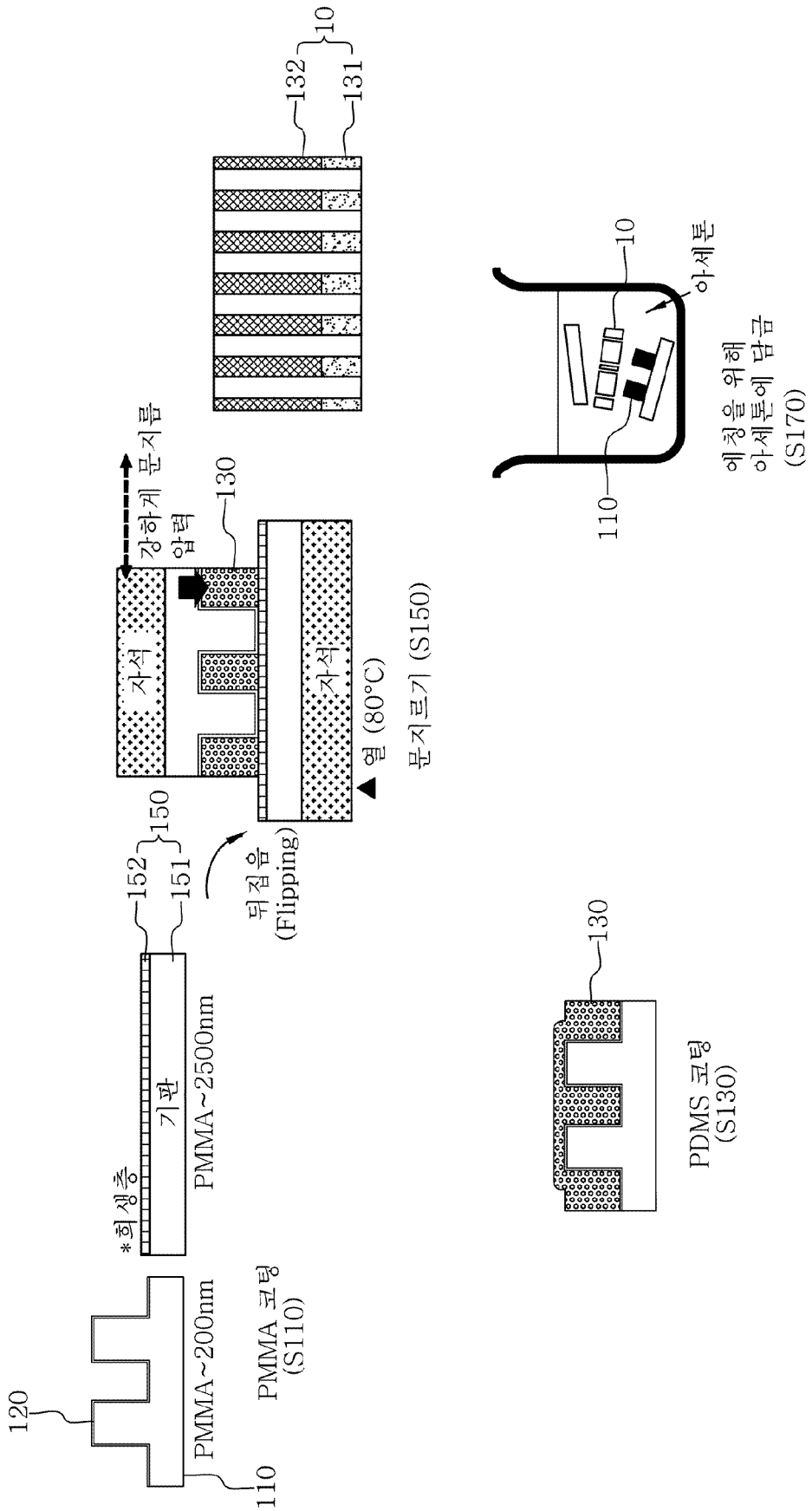
[도1a]



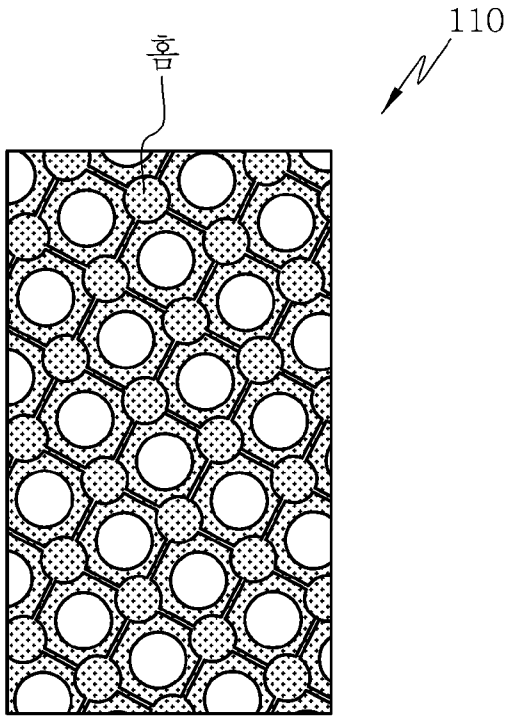
[도1b]



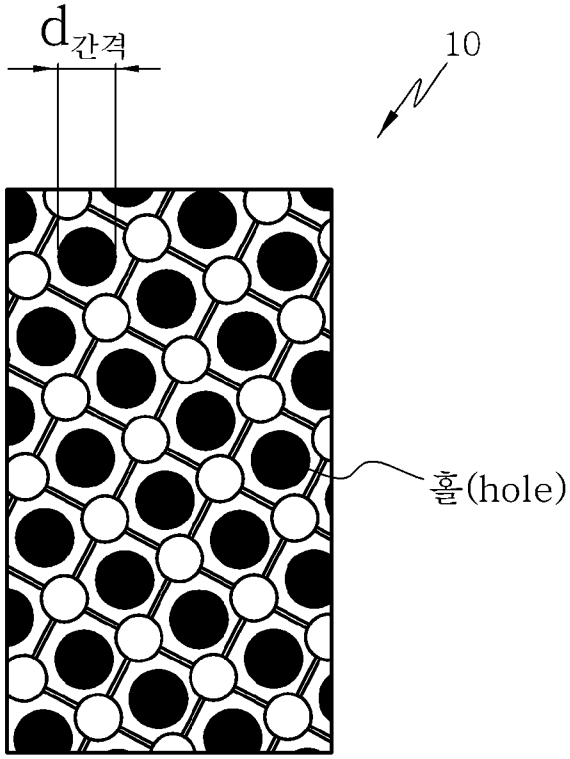
[도2]


120
PMMA~200nm
110
PMMA 코팅
(S110)
*희생층
기판
PMMA~2500nm
152
151
150
뒤집음
(Flipping)
130
강하게 문지름
압력
자석
자석
열 (80°C)
문지르기 (S150)
132
131
10
130
PDMS 코팅
(S130)
10
아세톤
110
에칭을 위해
아세톤에 담금
(S170)

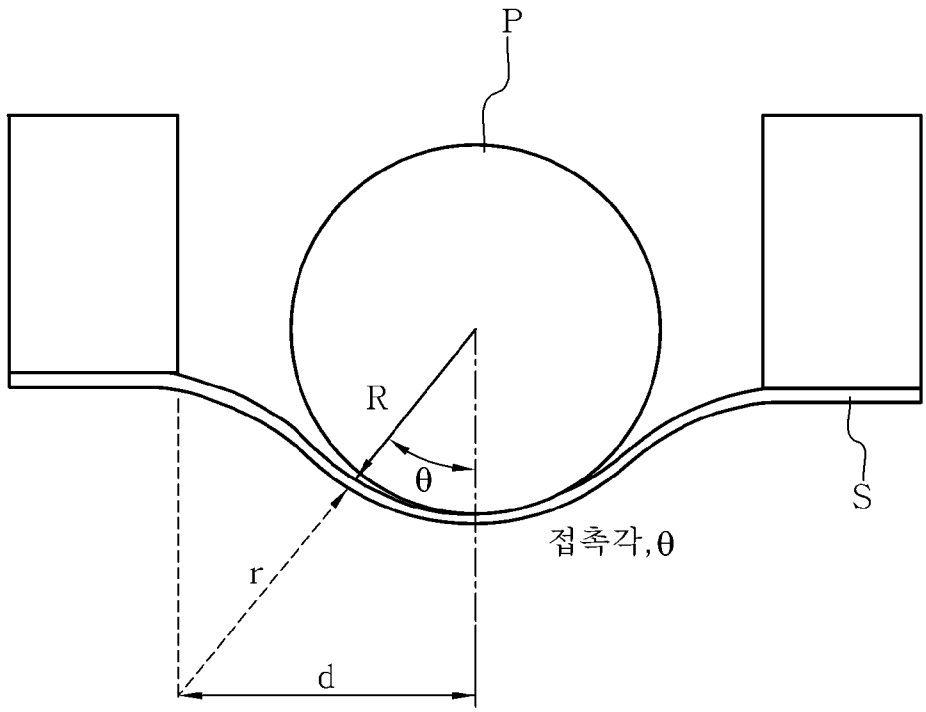
[도3a]



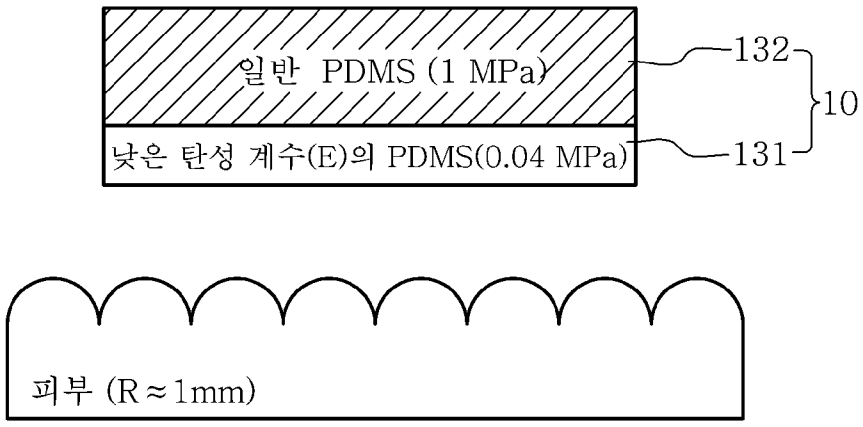
[도3b]



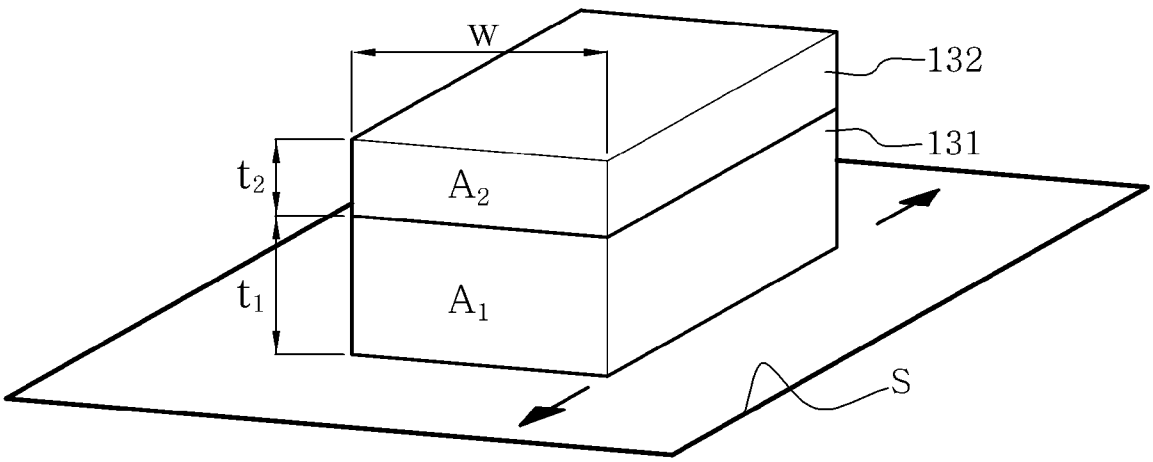
[도4a]


P
R
θ
S
접촉각,θ
r
d

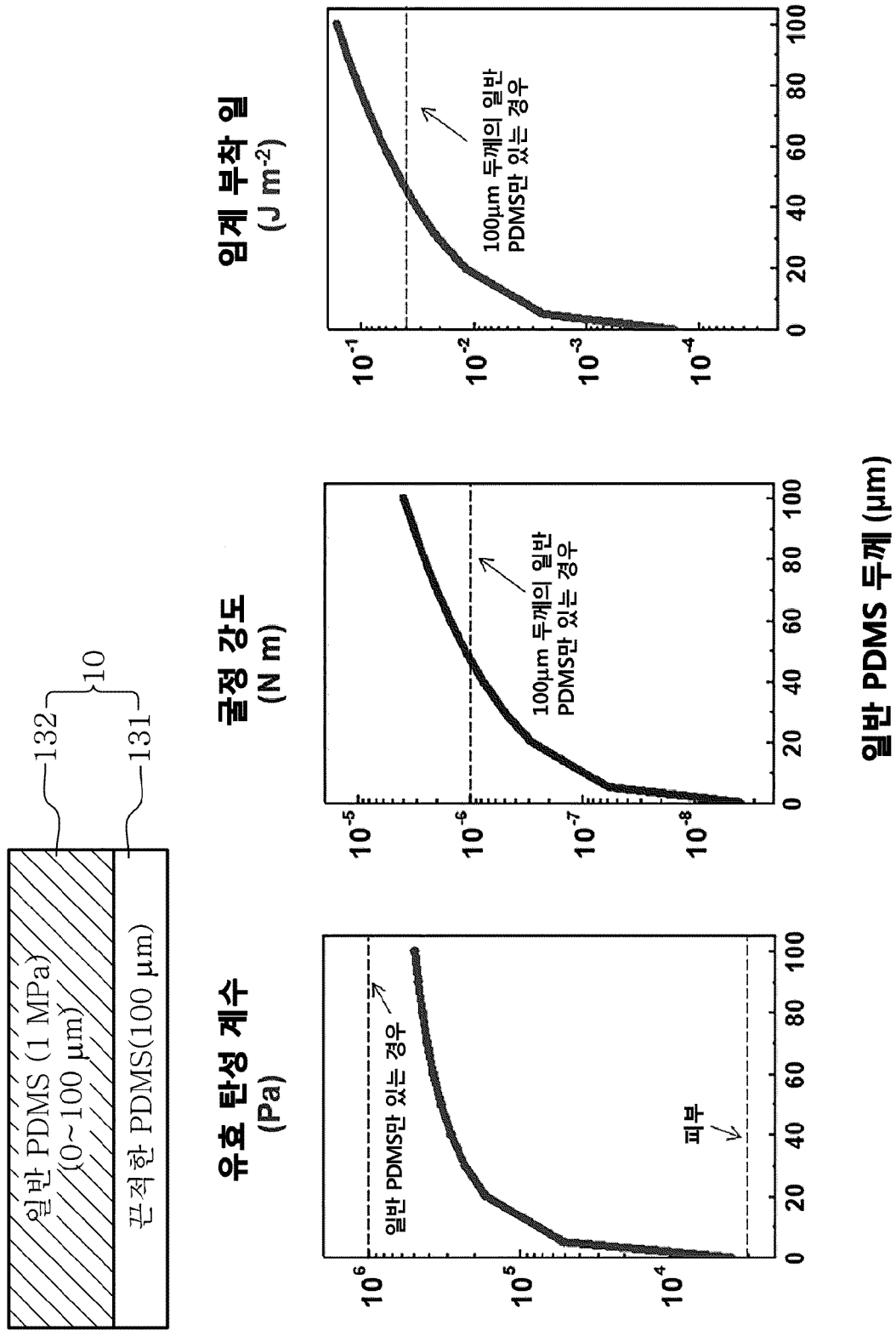
[도4b]


일반 PDMS (1 MPa)
132
10
낮은 탄성 계수(E)의 PDMS(0.04 MPa)
131
피부 (R≈1mm)

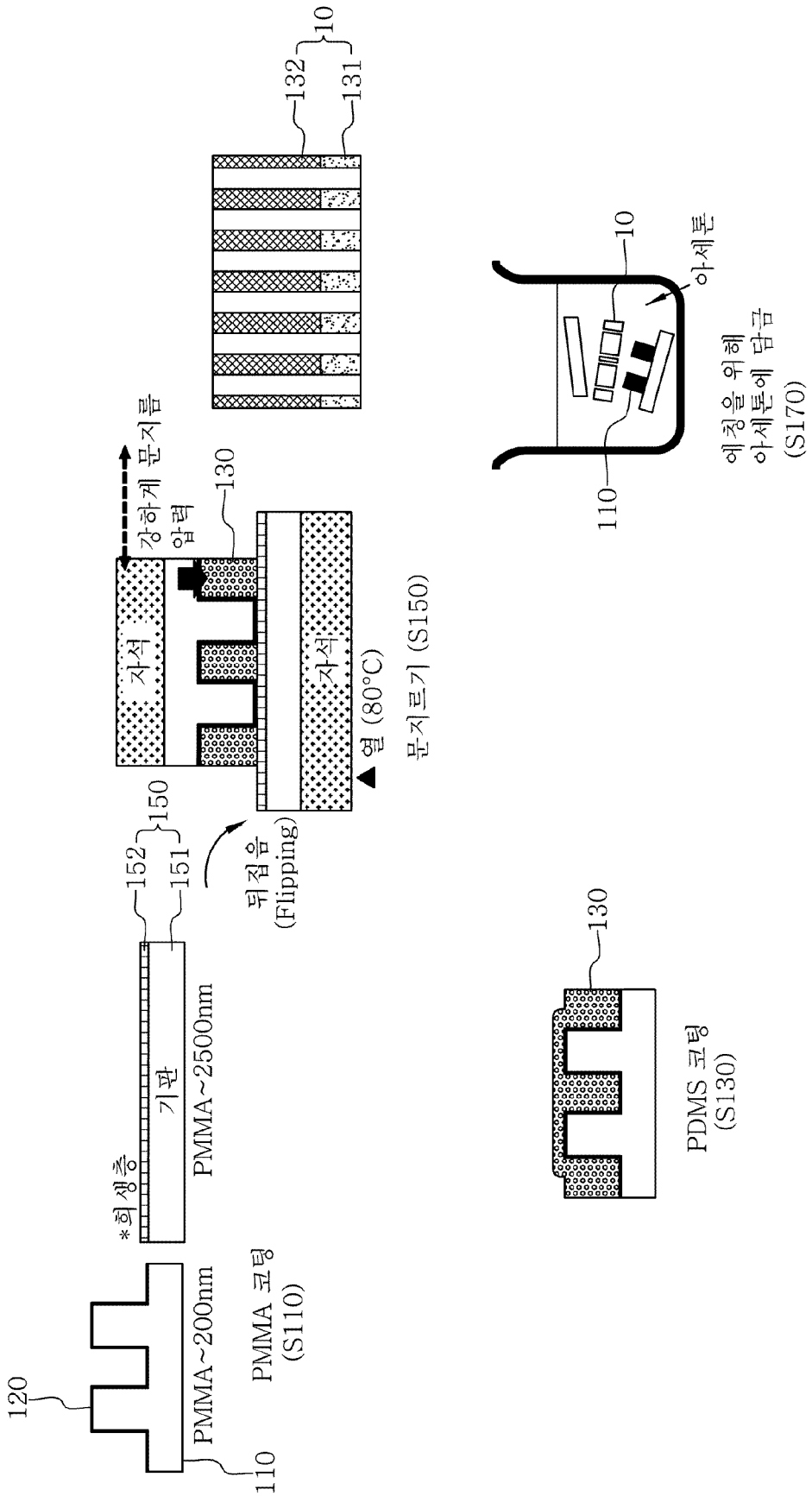
[도4c]


W
132
131
t2
A2
t1
A1
S

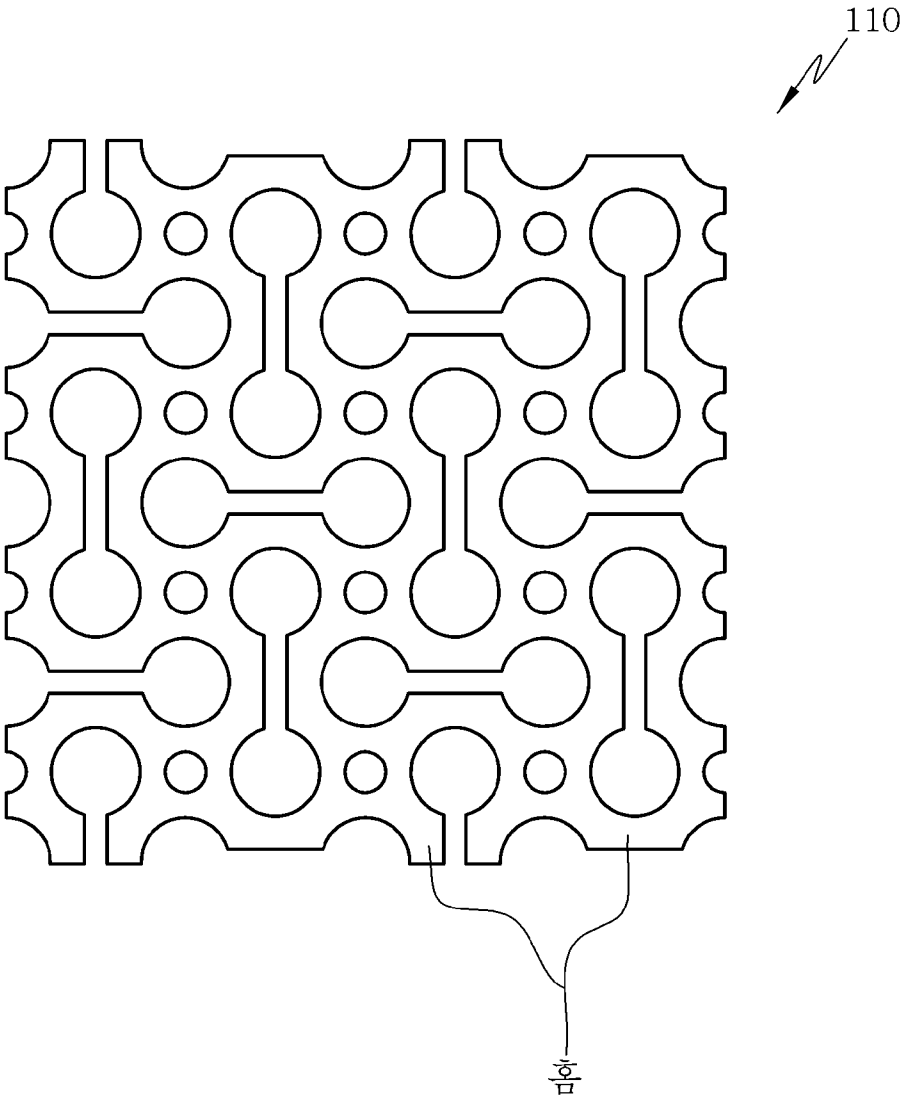
[도4d]


일반 PDMS (1 MPa)
(0~100 μm)
끈적한 PDMS(100 μm)
132
131
10
유효 탄성 계수
(Pa)
일반 PDMS만 있는 경우
피부
굴정 강도
(N m)
100μm 두께의 일반
PDMS만 있는 경우
임계 부착 일
(J m-2)
100μm 두께의 일반
PDMS만 있는 경우
일반 PDMS 두께 (μm)

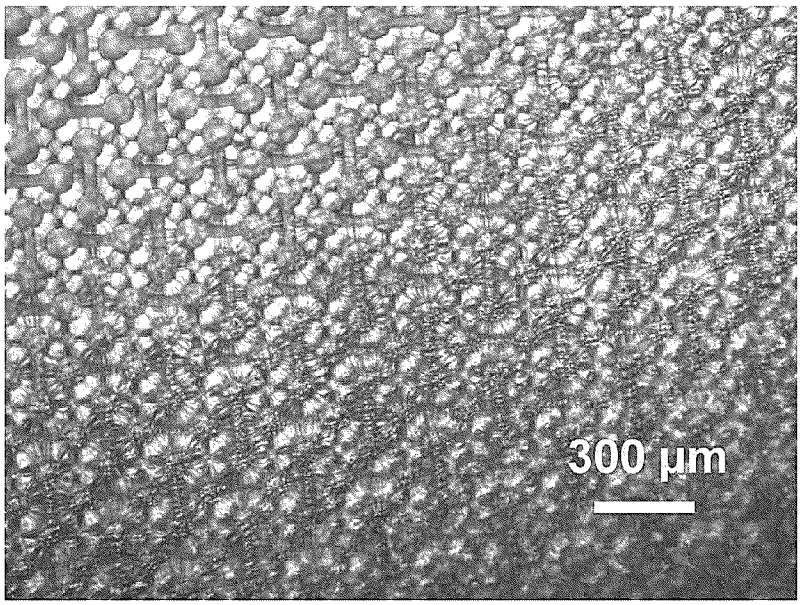
[도5]


120
PMMA~200nm
110
PMMA 코팅
(S110)
*희생층
기판
PMMA~2500nm
152
151
150
뒤집음
(Flipping)
자석
강하게 문지름
압력
130
자석
열 (80°C)
문지르기 (S150)
132
131
10
130
PDMS 코팅
(S130)
110
10
아세톤
에칭을 위해
아세톤에 담금
(S170)

[도6a]



[도6b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/017920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/00(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)

A61B 5/00; A61B 5/04; A61B 5/0408; B29C 39/00; C08L 101/00; H01L 21/768

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: adhesive, permeability, flexible, sacrificial layer, through hole, molding

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2015-0128673 A (AVERY DENNISON CORPORATION) 18 November 2015 See paragraph [0064]; claim 1 and figure 2.	1-6
A		7-16
Y	KR 10-2016-0091474 A (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 03 August 2016 See paragraphs [0031], [0036], [0047]; and figure 4.	1-6
Y	KR 10-2018-0094670 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 24 August 2018 See paragraphs [0066], [0081]; and figure 9.	2
Y	KR 10-2016-0080080 A (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 07 July 2016 See paragraphs [0058]-[0059]; and figure 7(d).	3
A	US 2004-0028875 A1 (VAN RIJN, Cornelis Johannes Maria et al.) 12 February 2004 See paragraph [0114]; and figure 13A.	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 MARCH 2020 (31.03.2020)	**01 APRIL 2020 (01.04.2020)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2019/017920

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0128673 A	18/11/2015	AR 094510 A1	05/08/2015
		AU 2014-209342 A1	09/07/2015
		BR 112015017477 A2	11/07/2017
		CA 2894559 A1	31/07/2014
		CA 2898916 A1	31/07/2014
		CN 105050495 A	11/11/2015
		EP 2948054 A1	02/12/2015
		EP 2948054 B1	06/06/2018
		EP 2948767 A1	02/12/2015
		JP 2016-508396 A	22/03/2016
		JP 6294353 B2	14/03/2018
		MX 2015009474 A	31/05/2016
		MX 350946 B	26/09/2017
		US 10244986 B2	02/04/2019
		US 2014-0203176 A1	24/07/2014
		US 2015-0351689 A1	10/12/2015
		WO 2014-116816 A1	31/07/2014
		WO 2014-116872 A1	31/07/2014
KR 10-2016-0091474 A	03/08/2016	KR 10-1674886 B1	11/11/2016
KR 10-2018-0094670 A	24/08/2018	KR 10-1919906 B1	19/11/2018
		WO 2018-151448 A1	23/08/2018
KR 10-2016-0080080 A	07/07/2016	KR 10-1745803 B1	09/06/2017
		KR 10-2016-0080058 A	07/07/2016
		US 10327704 B2	25/06/2019
		US 2016-0206243 A1	21/07/2016
US 2004-0028875 A1	12/02/2004	AU 1970402 A	11/06/2002
		AU 2002-19704 A1	11/06/2002
		EP 1341655 A2	10/09/2003
		EP 1341655 B1	15/10/2008
		US 7531120 B2	12/05/2009
		WO 02-043937 A3	03/10/2002

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/017920

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 5/00; A61B 5/04; A61B 5/0408; B29C 39/00; C08L 101/00; H01L 21/768

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: 부착(adhesive), 통기성(permeability), 가요성(flexible), 희생층(sacrificial layer), 관통홀(through hole), 형틀(molding)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2015-0128673 A (애버리 데니슨 코포레이션) 2015.11.18 단락 [0064]; 청구항 1 및 도면 2	1-6
A		7-16
Y	KR 10-2016-0091474 A (인하대학교 산학협력단) 2016.08.03 단락 [0031], [0036], [0047]; 및 도면 4	1-6
Y	KR 10-2018-0094670 A (한국과학기술원) 2018.08.24 단락 [0066], [0081]; 및 도면 9	2
Y	KR 10-2016-0080080 A (성균관대학교산학협력단) 2016.07.07 단락 [0058]-[0059]; 및 도면 7(d)	3
A	US 2004-0028875 A1 (CORNELIS JOHANNES MARIA VAN RIJN 등) 2004.02.12 단락 [0114]; 및 도면 13A	1-16

☐ 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	국제조사보고서 발송일
2020년 03월 31일 (31.03.2020)	2020년 04월 01일 (01.04.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김연경
전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/017920

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0128673 A	2015/11/18	AR 094510 A1	2015/08/05
		AU 2014-209342 A1	2015/07/09
		BR 112015017477 A2	2017/07/11
		CA 2894559 A1	2014/07/31
		CA 2898916 A1	2014/07/31
		CN 105050495 A	2015/11/11
		EP 2948054 A1	2015/12/02
		EP 2948054 B1	2018/06/06
		EP 2948767 A1	2015/12/02
		JP 2016-508396 A	2016/03/22
		JP 6294353 B2	2018/03/14
		MX 2015009474 A	2016/05/31
		MX 350946 B	2017/09/26
		US 10244986 B2	2019/04/02
		US 2014-0203176 A1	2014/07/24
		US 2015-0351689 A1	2015/12/10
		WO 2014-116816 A1	2014/07/31
		WO 2014-116872 A1	2014/07/31
KR 10-2016-0091474 A	2016/08/03	KR 10-1674886 B1	2016/11/11
KR 10-2018-0094670 A	2018/08/24	KR 10-1919906 B1	2018/11/19
		WO 2018-151448 A1	2018/08/23
KR 10-2016-0080080 A	2016/07/07	KR 10-1745803 B1	2017/06/09
		KR 10-2016-0080058 A	2016/07/07
		US 10327704 B2	2019/06/25
		US 2016-0206243 A1	2016/07/21
US 2004-0028875 A1	2004/02/12	AU 1970402 A	2002/06/11
		AU 2002-19704 A1	2002/06/11
		EP 1341655 A2	2003/09/10
		EP 1341655 B1	2008/10/15
		US 7531120 B2	2009/05/12
		WO 02-043937 A3	2002/10/03