

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 11월 26일 (26.11.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/178607 A1

- (51) 국제특허분류:
G06F 3/041 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/004666
- (22) 국제출원일: 2015년 5월 11일 (11.05.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0060134 2014년 5월 20일 (20.05.2014) KR
10-2014-0060139 2014년 5월 20일 (20.05.2014) KR
10-2014-0060148 2014년 5월 20일 (20.05.2014) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (IUCF-HYU(INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) [KR/KR]; 133-791 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 박완준 (PARK, Wanjun); 134-799 서울시 강동구 고덕로 130 122-1601, Seoul (KR). 천성우 (CHUN, Sungwoo); 415-783 경기도 김포시 결포 1로 10 201-502, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 박상열 (PARK, Sangyoul); 425-807 경기도 안산시 단원구 광덕서로 66, 508 호, Gyeonggi-do (KR).

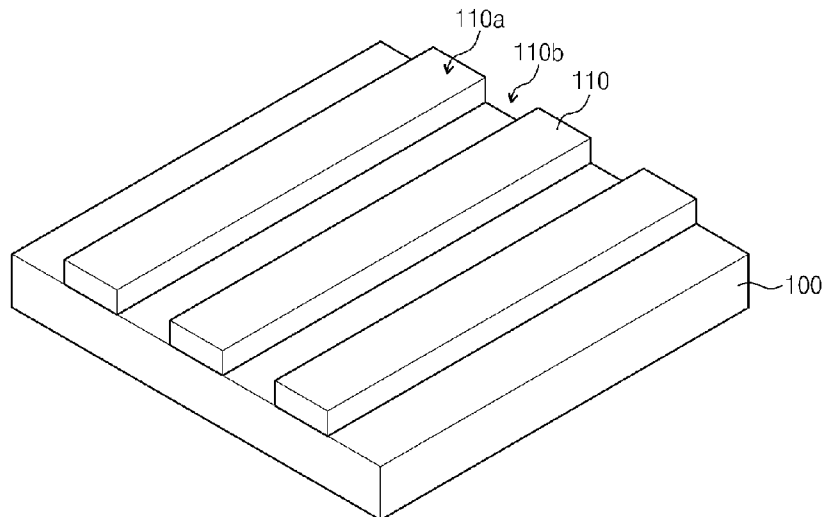
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: GRAPHENE TOUCH SENSOR, METHOD FOR OPERATING SAME, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법



(57) Abstract: Provided is a graphene touch sensor. The graphene touch sensor comprises: a first substrate; a first pattern which is disposed on the first substrate and has a first protruding region and a first concave region; a second substrate on the first substrate; and a second pattern which is disposed on the second substrate so as to face the first pattern and has a second protruding region and a second concave region; and a graphene film between the first pattern and the second pattern.

(57) 요약서: 그래핀 터치 센서가 제공된다. 상기 그래핀 터치 센서는, 제 1 기판, 상기 제 1 기판 상에 배치되고, 제 1 돌출영역(protruding region) 및 제 1 오목영역(concave region)을 갖는 제 1 패턴, 상기 제 1 기판 상의 제 2 기판, 상기 제 1 패턴과 마주보도록 상기 제 2 기판 상에 배치되고, 상기 제 2 돌출영역 및 제 2 오목영역을 갖는 제 2 패턴, 및 상기 제 1 패턴과 상기 제 2 패턴 사이의 그래핀막을 포함한다.



WO 2015/178607 A1

명세서

발명의 명칭: 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법에 관련된 것이다.

배경기술

- [2] 모바일 기기의 급속한 발전과 인간의 터치 감각을 모방하기 위한 노력으로 인하여, 터치를 기반으로 하는 기기의 개발이 주요한 이슈가 되고 있다. 현재까지 발명된 터치센서, 입는 전자기기 등은 터치의 유무를 센싱하기 위한 기능을 위해 개발되었다. 특히, 터치 센서에 사용되는 물질은 실리콘 또는 유리 기판 상에 배치된 ITO를 기반으로 하고 있다. 이러한 ITO 물질을 이용한 터치 센서는 유연하지 않아, 웨어러블 디바이스(Wearable Device), 커브드 디스플레이(curved display) 등에 활용되는 데 한계가 있다.
- [3] 이에 따라, 나노 와이어, 탄소나노튜브, 그래핀 등의 새로운 물질을 활용한 터치 센서의 개발이 진행 중이다. 예를 들어, 대한민국 특허공개공보 10-2013-0091493(출원번호 10-2012-0012817)에는, 고분자 스탬프와 유기 용매를 이용하여 패터닝된 그래핀 패턴층과 유기 절연체를 이용하여, 휨 특성이 우수하면서도 저가격화 및 대면적화가 가능한 그래핀 터치 패널 및 그 제조 방법이 개시되어 있다.
- [4] 하지만, 이러한 그래핀 터치 센서들은 민감도가 낮고, 대상물의 터치 유무를 센싱할 뿐, 터치되는 대상물의 재질을 센싱하지 못하는 문제점이 있다. 이에 따라, 민감도가 우수하고, 유연하며, 대상물의 표면 특성(재질)을 센싱하기 위한 터치 센서에 대한 연구개발이 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 고신뢰성의 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 유연한 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [7] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 고민감도의 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 터치되는 대상물의 재질을 센싱할 수 있는 그래핀 터치 센서, 그 동작 방법, 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.
- [9] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 투명한 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 그래핀 터치 센서를 제공한다.
- [11] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 배치되고, 제1 돌출영역(protruding region) 및 제1 오목영역(concave region)를 갖는 제1 패턴, 상기 제1 기판 상의 제2 기판, 상기 제1 패턴과 마주보도록 상기 제2 기판 상에 배치되고, 상기 제2 돌출영역 및 제2 오목영역을 갖는 제2 패턴, 및 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴 사이의 그래핀막을 포함할 수 있다.
- [12] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 오목영역은 마주보도록 배치되고, 상기 제1 오목영역과 상기 제2 돌출영역은 마주보도록 배치될 수 있다.
- [13] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 기판은, 상기 제2 패턴이 배치된 일면, 및 상기 일면에 대향하는 타면을 포함하고, 상기 그래핀 터치 패턴은, 상기 제2 기판의 상기 타면 상에 배치되고, 센싱 패턴을 갖는 상부 기판을 더 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴은, 일정한 폭으로 서로 이격되어 일 방향으로 연장하는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다.
- [15] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴은, 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다.
- [16] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴 중 어느 하나는, 서로 이격되어 2차원적으로 배열된 복수의 도트(dot) 형태인 것을 포함하고, 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴 중 다른 하나는, 상기 복수의 도트(dot)를 수용 가능한 메시(mesh) 형태일 수 있다.
- [17] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 패턴의 폭은, 인접한 상기 제2 패턴 사이의 간격과 동일하고, 상기 제2 패턴의 폭은, 인접한 상기 제1 패턴 사이의 간격과 동일할 수 있다.
- [18] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 패턴 및 제2 패턴은, 절연 물질로 형성될 수 있다.
- [19] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 배치되고, 서로 이격된 제1 세그먼트(segment) 및 제2 세그먼트를 포함하는 제1 그래핀 패턴, 상기 제1 기판 상의 제2 기판, 및 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 사이에 배치된 제2 그래핀 패턴을 포함하되, 대상물의 터치 여부에 따라서, 상기 제2 그래핀 패턴에 의한 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트의 전기적 연결이 조절되는 것을 포함할 수 있다.
- [20] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 상기 제1 그래핀 패턴 및 상기 제2 그래핀 패턴 사이에 배치되고, 상기 제2 그래핀 패턴을 노출하는 개구부(opening)를 갖는 분리막(separation layer)을 더 포함할 수 있다.
- [21] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트 사이에, 상기 분리막의 개구부를 가로지르는(cross) 그루브(groove)가 정의될 수 있다.
- [22] 일 실시 예에 따르면, 대상물의 터치가 없는 경우, 상기 제1 세그먼트와 상기 제2 세그먼트는, 상기 그루브에 의해 전기적으로 연결되지 않을 수 있다.
- [23] 일 실시 예에 따르면, 대상물이 터치되는 경우, 상기 그루브에 인접한 상기 제1

세그먼트의 일부분 및 상기 그루브에 인접한 상기 제2 세그먼트의 일부분은, 상기 제2 그래핀 패턴과 접촉되어, 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트는 전기적으로 연결될 수 있다.

- [24] 일 실시 예에 따르면, 상기 그루브는 제1 방향으로 연장되고, 상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 제1 방향과 교차되는 제2 방향으로 연장하는 라인(line) 형태일 수 있다.
- [25] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 상기 제1 세그먼트와 상기 분리막 사이, 및 상기 제2 세그먼트와 상기 분리막 사이의 전극막들을 더 포함할 수 있다.
- [26] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 제1 면 및 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 베이스 기판(base substrate), 상기 베이스 기판의 상기 제1 면 상의 제1 그래핀 패턴, 및 상기 제1 그래핀 패턴 상에 배치되며, 상기 제2 면에 대상물의 터치에 따라서 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되는 면적이 조절되는 제2 그래핀 패턴을 포함할 수 있다.
- [27] 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 제2 면에 상기 대상물의 터치에 따라서 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되는 면적이 조절되는 중앙부(center portion), 및 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되지 않는 주변부(peripheral portion)을 포함할 수 있다.
- [28] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 상기 제1 그래핀 패턴의 양측에 배치되고, 상기 제1 그래핀 패턴과 이격되고, 상기 제2 그래핀 패턴과 연결된 전극막들을 더 포함하고, 상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 전극막들 상에 배치되는 에지부(edge portion)를 더 포함할 수 있다.
- [29] 일 실시 예에 따르면, 상기 베이스 기판의 상기 제1 면과 상기 전극막들의 상부면들 사이의 거리는, 상기 베이스 기판의 상기 제1 면과 상기 제1 그래핀 패턴의 상부면 사이의 거리보다 길 수 있다.
- [30] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀 터치 센서는, 상기 전극막들 및 상기 베이스 기판 사이에 배치된 구조물들(structures)을 더 포함하되, 상기 구조물들은 상기 베이스 기판과 일체를 이루고, 상기 제1 그래핀 패턴이 배치된 상기 베이스 기판의 상기 제1 면으로부터 돌출될 수 있다.

발명의 효과

- [31] 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 제1 기판 상에 배치되고, 제1 돌출영역 및 제1 오목영역을 갖는 제1 패턴, 및 제2 기판 상에 배치되고 제2 돌출영역 및 제2 오목영역을 갖는 제2 패턴을 포함한다. 돌출영역 및 오목영역을 갖는 상기 제1 패턴 및 제2 패턴은 서로 마주보도록 배치되어, 상기 그래핀 터치 센서에 대상물이 터치되는 경우, 상기 제1 패턴 및 제2 패턴 사이에 배치된 그래핀막의 변형이 증가될 수 있다. 이로 인해, 민감도가 향상된 그래핀 터치 센서가 제공될 수 있다.

- [32] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 제1 기판 상의 서로 이격된 제1 세그먼트 및 제2 세그먼트를 포함하는 제1 그래핀 패턴, 및 제2 기판 상의 제2 그래핀 패턴을 포함하고, 대상물의 터치 여부에 따라서, 상기 제2 그래핀 패턴에 의한 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트의 전기적 연결이 조절될 수 있다. 이에 따라, 고민감도 및 고신뢰성의 그래핀 터치 센서가 제공될 수 있다.
- [33] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 베이스 기판의 상에 배치된 제1 그래핀 패턴, 및 상기 제1 그래핀 패턴 상의 제2 그래핀 패턴을 포함하고, 대상물의 터치에 따라서 상기 제1 그래핀 패턴과 상기 제2 그래핀 패턴의 접촉 면적이 조절될 수 있다. 또한, 상기 대상물이 상대적으로 낮은 압력으로 터치되는 경우, 상기 제1 그래핀 패턴 및 상기 제2 그래핀 패턴을 포함하는 그래핀 패턴의 저항이 감소되고, 상기 대상물이 상대적으로 높은 압력으로 터치되는 경우, 상기 그래핀 패턴의 저항이 증가될 수 있다. 이에 따라, 고민감도 및 고신뢰성을 갖는 그래핀 터치 센서가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제1 기판 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [35] 도 2 및 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제2 기판 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것들이다.
- [36] 도 4 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 상부 기판 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [37] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [38] 도 6은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 동작 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [39] 도 7 및 도 8은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 포함된 제1 패턴 및 제2 패턴의 변형 예를 설명하기 위한 것들이다.
- [40] 도 9는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [41] 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [42] 도 11은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 연속적인 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [43] 도 12는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [44] 도 13은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력의 강도에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [45] 도 14는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의

질감에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[46] 도 15는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제1 기관 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.

[47] 도 16 및 도 17은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 포함된 제2 기관 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.

[48] 도 18 내지 도 20은 제1 기관 구조체 및 제2 기관 구조체를 이용한 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것들이다.

[49] 도 21은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제조 방법에 따라 제조된 제1 기관 구조체 및 제2 기관 구조체의 투과도를 측정한 것이다.

[50] 도 22는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제조 방법에 따라 제조된 제2 기관의 표면 조도를 측정한 것이다.

[51] 도 23은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[52] 도 24은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 상대적으로 높은 빈도를 갖는 압력을 주기적으로 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[53] 도 25는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 변화되는 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[54] 도 26은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 연속적인 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[55] 도 27 내지 도 29는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.

[56] 도 30은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 터치 센싱 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[57] 도 31는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 센싱 패턴을 포함하는 그래핀 터치 센서를 설명하기 위한 도면이다.

[58] 도 32은 본 발명의 제3 실시 예의 변형 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.

[59] 도 33은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 투과도를 측정한 그래프이다.

[60] 도 34은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 센싱 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[61] 도 35는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 사용된 베이스 기관의 두께에 따른 특성 변화를 설명하기 위한 것이다.

[62] 도 36은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[63] 도 37은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여 사람의 맥박을 측정한 것이다.

- [64] 도 38는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 것이다.
- [65] 도 39는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 것으로, 측정 결과를 주파수 변환한 것이다.
- [66] 도 40는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력의 강도에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [67] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [68] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [69] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [70] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [71] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

- [72] 또한, 본 명세서에서 "터치 센서"는 터치되는 대상물의 터치 유무, 터치 강도, 터치 속도 등을 센싱하고, 터치되는 대상물의 표면 특성(재질)을 센싱하는 것을 포함하는 의미로 사용되며, "터치"는 대상물이 직접적으로 터치되는 것 또는 간접적으로 터치되는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [73]
- [74] 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서, 그 제조 방법, 및 그 동작 방법이 설명된다.
- [75] 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제1 기판 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [76] 도 1을 참조하면, 제1 기판(100) 및 상기 제1 기판(100) 상의 제1 패턴(110)을 포함하는 제1 기판 구조체가 제공된다. 상기 제1 기판(100)은 유연한 기판(flexible substrate)일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 기판(100)은, PET, PES, PI, PEN, 또는 PDMS 중에서 어느 하나일 수 있다.
- [77] 상기 제1 기판(100) 상에 상기 제1 패턴(110)이 형성될 수 있다. 상기 제1 패턴(110)을 형성하는 단계는, 상기 제1 기판(100) 상에 물질막(material layer)을 형성하는 단계, 상기 물질막 상에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 물질막을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 물질막은 절연 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 물질막은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘산질화물, 또는 알루미늄산화물 등으로 형성될 수 있다.
- [78] 상기 제1 패턴(110)은 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다. 상기 복수의 라인은, 일정한 간격으로 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 폭은, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 높이는, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 패턴(110)의 폭과 서로 인접한 제1 패턴(110) 사이의 간격이, 실질적으로 서로 동일할 수 있다.
- [79] 상기 제1 패턴(110)은 제1 돌출영역(110a, first protruding region) 및 제1 오목영역(110b, first concave region)을 포함할 수 있다. 상기 제1 돌출영역(110a)은 상기 제1 패턴(110)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제1 오목영역(110b)은 서로 인접한 제1 패턴(110) 사이에 정의될 수 있다. 다시 말하면, 상기 제1 오목영역(110b)은, 상기 제1 패턴(110) 사이에 노출된 상기 제1 기판(100)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제1 패턴(110)에 의해, 상기 제1 기판(100) 상에 상기 제1 돌출영역(110a) 및 상기 제1 오목영역(110b)이 각각 복수로 제공될 수 있다.
- [80] 도 2 및 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제2 기판 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것들이다.
- [81] 도 2를 참조하면, 제2 기판(200)이 제공된다. 상기 제2 기판(200)은 유연한 기판(flexible substrate)일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 기판(200)은, PET, PES, PI,

PEN, 또는 PDMS 중에서 어느 하나일 수 있다.

- [82] 상기 제2 기관(200)의 일면 상에 제2 패턴(210)이 형성될 수 있다. 상기 제2 패턴(210)은, 도 1을 참조하여 설명된 상기 제1 패턴(110)과 동일한 방법으로 형성될 수 있다. 상기 제2 패턴(210)은 상기 제1 패턴(110)과 서로 동일한 물질로 형성될 수 있다.
- [83] 상기 제2 패턴(210)은 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다. 상기 복수의 라인은, 일정한 간격으로 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 폭은, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 높이는, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 패턴(210)의 폭과 서로 인접한 제2 패턴(210) 사이의 간격이, 실질적으로 서로 동일할 수 있다.
- [84] 상기 제2 패턴(210)은 제2 돌출영역(210a) 및 제2 오목영역(210b)을 포함할 수 있다. 상기 제2 돌출영역(210a)은 상기 제2 패턴(210)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제2 오목영역(210b)은 서로 인접한 제2 패턴(210) 사이에 정의될 수 있다. 다시 말하면, 상기 제2 오목영역(210b)은, 상기 제2 패턴(210) 사이에 노출된 상기 제2 기관(200)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제2 패턴(210)에 의해, 상기 제2 기관(200) 상에 상기 제2 돌출영역(210a) 및 상기 제2 오목영역(210b)이 각각 복수로 제공될 수 있다.
- [85] 도 3을 참조하면, 상기 제2 패턴(210) 상에 그래핀막(220, graphene layer)이 전사(transfer)될 수 있다. 상기 그래핀막(220)을 상기 제2 패턴(210) 상에 전사하는 단계는, 상기 그래핀막(220)을 갖는 금속 박막을 준비하는 단계, 상기 그래핀막(220) 상에 희생막을 코팅하는 단계, 상기 금속 박막을 상기 그래핀막(220)으로부터 제거하는 단계, 상기 그래핀막(220)이 상기 제2 패턴(210)과 접촉하도록 상기 희생막 및 상기 그래핀막(220)을 상기 제2 패턴(210) 상에 배치시키는 단계, 및 상기 희생막을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 금속 박막은 구리(Cu) 박막 일 수 있고, 상기 희생막은 PMMA일 수 있고, 상기 금속 박막은 FeCl_3 용액 및 HCl을 이용하여 제거될 수 있고, 상기 희생막은 아세톤으로 제거될 수 있다.
- [86] 상기 제2 패턴(210) 상에 그래핀막(220)을 전사한 후, 상기 제2 패턴(210) 상에 전극막들(230)이 형성될 수 있다. 상기 전극막들(230)은 상기 그래핀막(220)의 양측과 전기적으로 연결될 수 있다. 예를 들어, 상기 전극막들(230)은 증착법으로 형성된 크롬(Cr) 및/또는 금(Au)을 포함할 수 있다.
- [87] 상술된 방법으로, 상기 제2 기관(200), 상기 제2 기관(200) 상의 제2 패턴(210), 상기 제2 패턴(210) 상의 상기 그래핀막(220), 상기 그래핀막(220) 양측이 상기 전극막들(230)을 포함하는 제2 기관 구조체가 제공될 수 있다.
- [88] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 상부 기관 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [89] 도 4를 참조하면, 센싱 패턴(310)을 갖는 상부 기관(300)이 준비된다. 일 실시

예에 따르면, 상기 센싱 패턴(310)을 갖는 상기 상부 기관(300)을 준비하는 단계는, 평평한(flat) 상부면을 갖는 기관을 준비하는 단계, 상기 기관의 상부면 상에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 기관을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 센싱 패턴(310)과 상기 상부 기관(300)은 일체(one body)를 구성할 수 있다. 이 경우, 도 3에 도시된 바와 달리, 상기 센싱 패턴(310)과 상기 상부 기관(300) 사이의 경계선은 생략될 수 있다.

- [90] 상술된 바와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴(310)을 갖는 상기 상부 기관(300)을 준비하는 단계는, 기관 상에 물질막을 형성하는 단계, 상기 물질막 상에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 물질막을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다.
- [91] 상기 센싱 패턴(310)은 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다. 상기 복수의 라인은, 일정한 간격으로 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 폭은, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 높이는, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴(310)의 폭과 서로 인접한 센싱 패턴(310) 사이의 간격이, 실질적으로 서로 동일할 수 있다.
- [92] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이고, 도 6는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 동작 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [93] 도 5 및 도 6를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 도 1을 참조하여 설명된 상기 제1 기관 구조체, 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된 상기 제2 기관 구조체, 및 도 4를 참조하여 설명된 상기 센싱 패턴(310)을 갖는 상기 상부 기관(300)을 포함할 수 있다.
- [94] 상기 제1 패턴(110)과 상기 제2 패턴(210)이 마주보도록(facing), 상기 제1 기관(100) 상에 제2 기관(200)이 배치될 수 있다. 상기 제1 돌출영역(110a)은 상기 제2 오목영역(210b)과 마주보도록 배치되고, 상기 제2 오목영역(110b)은 상기 제1 돌출영역(210a)과 마주보도록 배치될 수 있다. 다시 말하면, 오목영역과 돌출영역을 포함하는 상기 제1 패턴(110) 및 상기 제2 패턴(210)이 서로 맞물리도록(interlocked) 상기 제1 기관(100) 상에 상기 제2 기관(200)이 배치될 수 있다.
- [95] 상기 제1 패턴(110)의 폭은, 서로 인접한 상기 제2 패턴(210) 사이의 거리(상기 제2 오목영역(210b)의 폭)와 실질적으로 동일할 수 있다. 상기 제2 패턴(210)의 폭은, 서로 인접한 상기 제1 패턴(110) 사이의 거리(상기 제1 오목영역(110b)의 폭)와 실질적으로 동일할 수 있다. 이로 인해, 상기 제1 패턴(110) 및 상기 제2 패턴(210)이 톱니바퀴와 같은 형태로 서로 맞물릴 수 있다.
- [96] 상기 상부 기관(300)은, 상기 제2 기관(200)의 상기 일면(상기 제2 패턴(210)이 형성된)에 대향하는 타면 상에 배치될 수 있다. 상기 센싱 패턴(310)은 외부로

노출될 수 있다.

- [97] 대상물이 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 상기 센싱 패턴(310)에 접촉하는 경우, 상기 제1 패턴(110)과 상기 제2 패턴(210) 사이에 배치된 상기 그래핀막(220)이 물리적으로 변형될 수 있다. 상기 그래핀막(220)의 물리적 변형에 의해, 상기 그래핀막(220)의 저항이 변화될 수 있다. 상기 그래핀막(220)의 저항 변화를 센싱하여, 상기 대상물의 터치 유무, 터치 강도, 또는 터치 속도가 센싱될 수 있다.
- [98] 또한, 상기 대상물의 표면에 특정한 패턴이 있는 경우, 상기 대상물 표면과 상기 센싱 패턴(310)의 접촉에 의해, 상기 대상물 표면의 특정 패턴에 따라, 상기 그래핀막(220)의 저항이 변화될 수 있다. 이에 따라, 상기 대상물의 표면 특성에 따른 상기 그래핀막(220)의 저항 변화를 통해, 상기 대상물의 질감(texture)을 센싱할 수 있는 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.
- [99] 또한, 오목영역과 돌출 영역을 갖는 상기 제1 및 제2 패턴들(110, 210)이 서로 맞물리도록 배치되어, 상기 제1 패턴(110) 및 상기 제2 패턴(210) 사이의 상기 그래핀막(220)의 물리적 변형 정도가 증가될 수 있다. 이로 인해, 민감도가 향상된 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.
- [100] 상술된 실시 예와 달리, 제1 패턴 및 제2 패턴 중에서, 어느 하나는 복수의 도트(dot) 형태일 수 있고, 다른 하나는 상기 복수의 도트를 수용할 수 있는 메시(mesh) 형태일 수 있다. 이를 도 7 및 도 8을 참조하여 설명한다.
- [101] 도 7 및 도 8은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 포함된 제1 패턴 및 제2 패턴의 변형 예를 설명하기 위한 것들이다.
- [102] 도 7을 참조하면, 제1 기판(400) 상에 제1 패턴(410)이 배치될 수 있다. 상기 제1 기판(400)은 도 1을 참조하여 설명된 제1 기판(100)과 동일한 기판일 수 있다. 상기 제1 패턴(410)은 도 1을 참조하여 설명된 제1 패턴(110)과 동일한 방법으로 형성될 수 있다.
- [103] 상기 제1 패턴(410)은 복수의 도트(dot) 형태일 수 있다. 상기 복수의 도트는, 상기 제1 기판(400) 상에서 서로 이격되어 2차원적으로 배열될 수 있다. 구체적으로, 상기 복수의 도트는, 일 방향으로 배열된 행, 및 상기 일 방향과 교차되는 다른 방향으로 배열된 열을 이루도록 배열될 수 있다.
- [104] 상기 제1 패턴(410)은 제1 돌출영역(410a) 및 제1 오목영역(410b)을 포함할 수 있다. 상기 제1 돌출영역(410a)은 상기 제1 패턴(410)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제1 오목영역(410b)은 서로 인접한 제1 패턴(410) 사이에 정의될 수 있다. 다시 말하면, 상기 제1 오목영역(410b)은, 상기 제1 패턴(410) 사이에 노출된 상기 제1 기판(400)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제1 패턴(410)에 의해, 상기 제1 기판(400) 상에 상기 제1 돌출영역(410a) 및 상기 제1 오목영역(410b)이 각각 복수로 제공될 수 있다.
- [105] 도 8을 참조하면, 제2 기판(500) 상에 제2 패턴(510)이 배치될 수 있다. 상기 제2 기판(500)은 도 1을 참조하여 설명된 제1 기판(100)과 동일한 기판일 수 있다.

상기 제2 패턴(510)은 도 1을 참조하여 설명된 제1 패턴(110)과 동일한 방법으로 형성될 수 있다.

- [106] 상기 제2 패턴(510)은, 상기 복수의 도트 형태의 상기 제1 패턴(410)을 수용할 수 있는 메시(mesh) 형태일 수 있다. 상기 제2 패턴(510)은 제2 돌출영역(510a) 및 제2 오목영역(510b)을 포함할 수 있다. 상기 제2 돌출영역(510a)은 상기 제2 패턴(510)의 상부면 상에 정의될 수 있다. 상기 제2 오목영역(510b)은, 상기 제2 패턴(510)에 의해 노출된 상기 제2 기관(500)의 상부면 상에 정의될 수 있다.
- [107] 상기 제1 패턴(410) 또는 상기 제2 패턴(510) 중 어느 하나에, 도 2b를 참조하여 설명된 것과 같이, 그래핀막이 전사될 수 있다. 이후, 상기 제1 패턴(410)의 상기 제1 돌출영역(410a)과 상기 제2 패턴(510)의 상기 제2 오목영역(510b)이 마주보고, 상기 제1 패턴(410)의 상기 제1 오목영역(410b)과 상기 제2 패턴(510)의 상기 제2 돌출영역(510a)이 마주보도록, 상기 제1 기관(400)과 상기 제2 기관(500)이 배치될 수 있다.
- [108] 상기 제1 패턴(410)이 평면적 관점에서(in plain view), 사각형인 것으로 도 5a에 도시되었으나, 상기 제1 패턴(410)은 원, 삼각형, 기타 다각형으로 구성될 수 있다. 이 경우, 상기 제2 패턴(510)은 상기 제1 패턴(410)을 수용할 수 있는 원, 삼각형, 기타 다각형의 수용부를 갖는 메시 형태로 구성될 수 있다.
- [109] 도 9는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [110] 도 9를 참조하면, 실리콘 산화물(SiO_2) 제1 패턴, 상기 제1 패턴과 맞물리도록 배치된 실리콘 산화물(SiO_2) 제2 패턴, 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴 사이의 그래핀막을 갖는 그래핀 터치 센서를 제조하였다. 상기 그래핀 터치 센서에 일정한 주기로 일정한 압력을 인가하여, 상기 그래핀막의 저항 변화를 측정하였다. 도 9의 그래프에서 R_0 는 물리적인 변형이 없는 상태의 상기 그래핀막의 저항이다. 도 9의 그래프에서 ΔR 은, 대상물이 상기 그래핀 터치 센서에 터치되어 인가된 압력에 의해 물리적인 변형이 있는 상태의 상기 그래핀막의 저항 변화량이다.
- [111] 주기적으로 일정한 압력이 인가되는 경우, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$) 특성이 실질적으로 일정한 것으로 확인된다. 즉, 그래핀막을 이용한 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성의 신뢰성을 확인할 수 있다.
- [112] 도 10은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [113] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 그래핀 터치 센서에 압력을 변화시키면서 인가하고, 변화되는 압력에 따라 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$) 특성을 측정하였다. 도 10에서 확인할 수 있듯이, 인가되는 압력이 증가할수록 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$)이 증가하며, 인가되는 압력이 감소할수록 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$)이 감소되는 것이 확인된다.

즉, 인가되는 압력의 세기에 대응하여 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$)이 변화되며, 이러한 응답 특성을 이용하여, 대상물이 상기 그래핀 터치 센서에 터치되는 강도를 측정할 수 있다.

[114] 도 11은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 연속적인 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[115] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 1,000번의 주기적인 압력을 인가하여, 상기 그래핀 터치 센서의 응답($\Delta R/R_0$) 특성을 측정하였다. 도 11에서 확인할 수 있듯이, 1,000번의 주기적인 압력에 대해서 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성은 열화되지 않고, 신뢰성 있는 응답($\Delta R/R_0$) 특성을 보이는 것이 확인된다.

[116] 도 12는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[117] 도 12를 참조하면, 100 μ m의 폭, 100 μ m의 간격, 및 100 μ m의 두께의 센싱 패턴을 갖는 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 single PET tip을 0.6X10⁻⁴m/s, 0.9X10⁻⁴m/s, 1.2X10⁻⁴m/s, 2.4X10⁻⁴m/s의 속도로 터치(접촉된 상태에서 일 방향으로 스캔)하였다. 상기 PET tip을 상기 그래핀 터치 패턴의 상기 센싱 패턴에 터치하는 속도에 따라서, 상기 그래핀 터치 패턴의 응답($\Delta R/R_0$) 특성이 변화되는 것이 확인된다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물의 터치 속도가 센싱될 수 있다.

[118] 도 13은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력의 강도에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[119] 도 13을 참조하면, 100 μ m의 폭, 100 μ m의 간격, 및 100 μ m의 두께의 센싱 패턴을 갖는 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 125 μ m 두께의 single PET tip으로 압력을 달리하면서 터치한 결과를 주파수 변환하였다. 도 13에 도시된 (1), (2), (3), 및 (4)의 순서로 높은 압력으로 상기 그래핀 터치 센서에 PET tip를 터치하였다. 도 13에 도시된 것과 같이, 서로 다른 압력으로 터치한 경우, 터치된 압력에 대응하여 출력의 크기(amplitude)가 다른 것으로 측정되었다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물의 터치 압력이 센싱될 수 있음을 확인할 수 있다.

[120] 도 14는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치되는 대상물의 질감에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[121] 도 14를 참조하면, 100 μ m의 폭, 100 μ m의 간격, 및 100 μ m의 두께의 센싱 패턴을 갖는 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 종이, 손, 100 μ m 주기를 갖는 제1 샘플 대상물, 및 200 μ m 주기를 갖는 제2 샘플 대상물로 터치한 결과를 주파수 변환하였다. 도 14에서 (a) 내지 (d)는 각각 종이, 손, 제1 샘플 대상물, 및 제2 샘플 대상물로 터치한 결과이다. 도 14의 (a)에서 알 수 있듯이, 표면에 특정한 패턴이 없이 실질적으로 평평한(flat) 종이로 상기 그래핀 터치 센서를 터치하는 경우, 메인 peak가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 반면, 도 14의

(b) 내지 (d)에서와 같이, 표면에 특정한 패턴을 갖는 대상으로 상기 그래핀 터치 센서를 터치하는 경우, 대상물의 표면 특성에 따라서 메인 peak가 발생하는 것으로 측정되었다. 즉, 대상물의 표면 특성에 따른 메인 peak를 분석하여, 대상물의 질감(표면 특성)을 센싱할 수 있음을 확인할 수 있다.

[122]

[123] 본 발명이 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 설명된다.

[124] 도 15은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제1 기판 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.

[125] 도 15을 참조하면, 제1 기판(610), 상기 제1 기판(610) 상의 제1 그래핀 패턴(622a, 622b), 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b)과 상기 제1 기판(610) 사이의 접착층(620a, 620b), 및 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b) 상의 전극막들(630)을 포함하는 제1 기판 구조체가 제공된다.

[126] 상기 제1 기판(610)은 유연한 기판(flexible substrate)일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 기판(610)은, PET, PES, PI, PEN, 또는 PDMS 중에서 어느 하나일 수 있다.

[127] 상기 제1 기판(610) 상에 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b)이 상기 접착층(620a, 620b)을 이용하여 전사(transfer)될 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b)을 전사하는 단계는, 그래핀막을 갖는 금속 박막(예를 들어, 구리 박막)을 준비하는 단계, 상기 그래핀막 상에 접착층(예를 들어, PMMA)을 코팅하는 단계, 상기 금속 박막, 상기 그래핀막, 및 상기 접착층을 제1 및 제2 조각(piece)으로 분리시키는 단계, 분리된 상기 제1 및 제2 조각이 서로 이격되고 상기 접착층이 상기 제1 기판과 접촉되도록 상기 제1 및 제2 조각을 상기 제1 기판 상에 배치시키는 단계, 및 상기 제1 및 제2 조각으로부터 상기 금속 박막을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[128] 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b)은 서로 이격된 제1 세그먼트(622a, first segment) 및 제2 세그먼트(622b, second segment)를 포함할 수 있다. 상술된 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b)의 전사 공정에서 상기 제1 조각에 포함된 그래핀막이 상기 제1 세그먼트(622a)로 정의되고, 상기 제2 조각에 포함된 그래핀막이 제2 세그먼트(622b)로 정의될 수 있다.

[129] 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b) 사이에 그루브(groove)가 정의될 수 있다. 상기 그루브는 제1 방향으로 연장될 수 있다. 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b)는 상기 그루브를 사이에 두고 물리적으로(physically) 그리고 전기적으로(electrically) 분리될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 그루브의 폭은 약 0.5mm~1mm일 수 있다.

[130] 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b) 상에 전극막들(630)이 각각 형성될 수 있다. 상기 전극막들(630)은, 상기 제1 세그먼트(622a)의 일부분 및 상기 제2 세그먼트(622b)의 일부분을 덮되, 상기 그루브에 인접한 상기 제1 세그먼트(622a)의 일부분 및 상기 제2 세그먼트(622b)의 일부분을 덮지 않을 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 전극막들(630)은 스퍼터(sputter) 공정을

이용하여 백금(Pt) 등으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 전극막들(630)의 두께는 약 100nm일 수 있다.

- [131] 도 16 및 도 17은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 포함된 제2 기관 구조체 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [132] 도 16을 참조하면, 제2 기관(710, 712, 714)이 준비된다. 상기 제2 기관(710, 712, 714)은 베이스 기관(710, base substrate), 상기 베이스 기관(710) 상의 평탄화막(712, planarization layer), 및 상기 평탄화막(712) 상의 절연막(714)을 포함할 수 있다. 이로 인해, 그래핀 패턴이 형성되는 상기 절연막(714)의 상부면의 표면 조도가 최소화되어, 고신뢰성의 그래핀 터치 센서가 제공될 수 있다.
- [133] 상기 베이스 기관(710)은 유연한 기관(flexible substrate)일 수 있다. 예를 들어, 상기 베이스 기관(710)은, PET, PES, PI, PEN, 또는 PDMS 중에서 어느 하나일 수 있다. 예를 들어, 상기 평탄화막(712)은 PI이고, 상기 절연막(714)은 실리콘 산화물일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 기관(710, 712, 714)을 준비하는 단계는, 상기 베이스 기관(710) 상에 스핀 코팅 공정으로 PI를 코팅하여 상기 평탄화막(712)을 형성하는 단계, 및 상기 평탄화막(712) 상에 PECVD 공정으로 실리콘 산화막을 증착하여 상기 절연막(714)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [134] 상기 제2 기관(710, 712, 714) 상에 그래핀막(720)이 전사(transfer)될 수 있다. 상기 그래핀막(720)을 전사하는 단계는, 상기 그래핀막(720)을 갖는 금속 박막(예를 들어, 구리 박막)을 준비하는 단계, 상기 그래핀막(720) 상에 희생막(예를 들어, PMMA)을 코팅하는 단계, 상기 금속 박막을 상기 그래핀막(720)으로부터 제거하는 단계, 상기 희생막 및 상기 그래핀막(720)을 상기 절연막(714) 상에 배치하는 단계, 및 상기 희생막을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [135] 계속해서, 도 17를 참조하면, 상기 그래핀막(720)이 패턴닝되어, 상기 제2 기관(710, 712, 714)의 상기 절연막(714) 상에 제2 그래핀 패턴(722)이 형성될 수 있다. 이로 인해, 상기 제2 기관(710, 712, 714) 및 상기 제2 그래핀 패턴(722)을 포함하는 제2 기관 구조체가 제공될 수 있다.
- [136] 일 실시 예에 따르면, 상기 그래핀막(720)은 포토리소그래피 공정으로 패턴닝될 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(722)은 일 방향으로 연장하는 라인(line) 형태일 수 있다. 상기 복수의 라인들은 서로 동일한 폭(width)을 가지고, 서로 동일한 간격으로 이격될 수 있다.
- [137] 또는, 상술된 바와 달리, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 도 16를 참조하여 설명된 상기 그래핀막(720)의 패턴닝 공정을 생략하고, 평판 형태의 상기 그래핀막(720)이 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제2 그래핀 패턴으로 활용될 수 있다.
- [138] 도 18 내지 도 20는 제1 기관 구조체 및 제2 기관 구조체를 이용한 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것들이다.

- [139] 도 18 내지 도 20를 참조하면, 분리막(800, separation layer)을 사이에 두고, 도 15을 참조하여 설명된 제1 기관 구조체, 및 도 16 및 도 17를 참조하여 설명된 제2 기관 구조체가 조립될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b) 및 상기 제2 그래핀 패턴(722)이 서로 마주보도록(facing) 배치되고, 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b) 및 상기 제2 그래핀 패턴(722) 사이에 상기 분리막(800)이 배치될 수 있다.
- [140] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b) 사이의 상기 그루브가 상기 제1 방향으로 연장하는 경우, 상기 제2 그래핀 패턴(722)의 연장 방향(제2 방향)이 상기 제1 방향과 교차되도록, 상기 제1 기관 구조체 및 상기 제2 기관 구조체가 조립될 수 있다.
- [141] 상기 분리막(800)은 절연 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 분리막(800)은 125 μ m 두께의 PET일 수 있다. 상기 분리막(800)은 개구부(810, opening)을 가질 수 있다. 상기 분리막(800)의 상기 개구부(810)는 상기 제1 그래핀 패턴(622a, 622b) 및 상기 제2 그래핀 패턴(722)을 노출할 수 있다. 구체적으로, 상기 그루브는 상기 개구부(810)를 가로지르고, 상기 개구부(810)는 상기 그루브에 인접한 상기 제1 세그먼트(622a)의 일부분, 및 상기 그루브에 인접한 상기 제2 세그먼트(622b)의 일부분을 노출할 수 있다.
- [142] 도 18에서 상기 분리막(800)의 상기 개구부(810)는 직사각형인 것으로 도시되었으나, 원형, 타원형, 기타 다각형 모양으로 형성될 수 있다.
- [143] 대상물의 터치가 없는 경우, 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b)는 전기적으로 서로 연결되지 않을 수 있다. 반면, 대상물의 터치가 있는 경우, 도 20에 도시된 것과 같이, 상기 분리막(800)의 상기 개구부(810)를 통해, 상기 그루브에 인접한 상기 제1 세그먼트(622a)의 일부분과 상기 그루브에 인접한 상기 제2 세그먼트(622b)의 일부분이 상기 제2 그래핀 패턴(722)과 접촉될 수 있다. 이로 인해, 상기 제1 세그먼트(622a) 및 상기 제2 세그먼트(622b) 상의 상기 전극막들(630)이 전기적으로 연결되어, 대상물의 터치 여부가 센싱될 수 있다. 이에 따라, 고신뢰성, 고유연성, 고민감도의 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.
- [144] 도 21는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제조 방법에 따라 제조된 제1 기관 구조체 및 제2 기관 구조체의 투과도를 측정한 것이다.
- [145] 도 21를 참조하면, 도 21의 (a)는 본 발명의 실시 예에 따라 PDMS를 제1 기관으로 사용하고 PMMA를 접착층으로 사용하여 제조된 제1 기관 구조체의 투과도를 측정한 것이다. 550nm 파장 대역에서 PDMS의 투과도는 92.7%인 것으로 측정되었고, 550nm 파장 대역에서 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 상기 제1 기관 구조체의 투과도는 86.3%인 것으로 측정되었다. 그래핀 패턴 등을 형성하더라도 투과도가 크게 감소되지 않아, 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 상기 제1 기관 구조체를 투명 그래핀 터치 센서에 활용할 수 있음을 확인할 수 있다.

- [146] 도 21의 (b)는 본 발명의 실시 예에 따라 적층된 PET, PI, 및 실리콘 산화막을 제2 기판으로 사용하여 제조된 제2 기판 구조체의 투과도를 측정한 것이다. 550nm 파장 대역에서 87%의 투과도를 갖는 것으로 측정되었다. 본 발명의 실시 예에 따라 제조된 상기 제2 기판 구조체를 투명 그래핀 터치 센서에 활용할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [147] 도 22는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 제조 방법에 따라 제조된 제2 기판의 표면 조도를 측정한 것이다.
- [148] 도 22를 참조하면, 도 22의 (a)는 도 16 및 도 17를 참조하여 설명된 제2 기판의 제조 방법에서 평탄화막을 생략하고 PET 기판 상에 실리콘 산화막을 형성한 후 표면 조도를 측정한 것이고, 도 22의 (b)는 도 16 및 도 17를 참조하여 설명된 제2 기판의 제조 방법에 따라 PET 기판 상에 평탄화막으로 PI를 코팅하고 실리콘 산화막을 형성한 후 표면 조도를 측정한 것이다. 평탄화막을 생략한 경우 표면 조도의 RMS 값은 약 6.270nm로 측정되었으나, 본 발명의 실시 예에 따라 평탄화막을 사용한 경우 표면 조도의 RMS 값이 약 5.005nm로 측정되었다. 즉, 평탄화막을 이용하여 표면 조도를 감소시켜 그래핀 터치 센서의 신뢰성을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.
- [149] 도 23은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [150] 도 23을 참조하면, 도 18 내지 도 20를 참조하여 설명된 제1 기판 구조체 및 제2 기판 구조체 사이에 개구부를 갖는 PET를 분리막으로 사용하여 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 제조하였다. 상기 그래핀 터치 센서에 일정한 주기로 일정한 압력을 인가하여, 커패시턴스의 변화를 측정하였다. 도 22의 그래프에서 C_0 는 대상물의 터치가 없는 상태의 커패시턴스이다. 도 22의 그래프에서 ΔC 은, 대상물이 상기 그래핀 터치 센서에 터치된 상태의 커패시턴스 변화량이다.
- [151] 주기적으로 일정한 압력이 인가되는 경우, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)이 실질적으로 일정한 것으로 확인된다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성의 신뢰성을 확인할 수 있다.
- [152] 도 24은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 상대적으로 높은 빈도를 갖는 압력을 주기적으로 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [153] 도 24을 참조하면, 도 23을 참조하여 설명된 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 상대적으로 높은 빈도인 5Hz로 압력을 인가하고, 응답 특성($\Delta C/C_0$)을 측정하였다. 상대적으로 높은 빈도로 압력을 주기적으로 인가하더라도, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)은 실질적으로 일정한 것을 확인할 수 있다.
- [154] 도 25는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 변화되는 압력을

인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

- [155] 도 25를 참조하면, 도 23을 참조하여 설명된 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 점차적으로 증가되는 압력 및 점차적으로 감소되는 압력을 인가하고, 응답 특성($\Delta C/C_0$)을 측정하였다. 상기 그래핀 터치 센서에 점차적으로 증가되는 압력이 인가되는 경우, 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)이 상기 증가되는 압력에 대응하여 점차적으로 증가되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 그래핀 터치 센서에 점차적으로 감소되는 압력이 인가되는 경우, 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)이 상기 감소되는 압력에 대응하여 점차적으로 감소되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물이 터치되는 압력의 강도, 압력의 변화량을 효율적으로 측정할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [156] 도 26은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 연속적인 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [157] 도 26을 참조하면, 도 123을 참조하여 설명된 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서에 100번의 주기적인 압력을 인가하고, 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)을 측정하였다. 도 20에서 확인할 수 있듯이, 100번의 주기적인 압력에 대해서 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성은 열화되지 않고, 신뢰성 있는 응답 특성($\Delta C/C_0$)을 보이는 것이 확인된다.
- [158]
- [159] 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 설명된다.
- [160] 도 27 내지 도 29은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- [161] 도 27을 참조하면, 베이스 기판(910, base substrate)이 제공된다. 상기 베이스 기판(910)은 유연한 기판(flexible substrate)일 수 있다. 예를 들어, 상기 베이스 기판(910)은, PET, PES, PI, PEN, 또는 PDMS 중에서 어느 하나일 수 있다. 상기 베이스 기판(910)은 제1 면 및 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 포함할 수 있다.
- [162] 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 제1 그래핀 패턴(920)이 전사(transfer)될 수 있다. 상기 제1 그래핀 패턴(920)을 전사하는 단계는, 그래핀막을 갖는 금속 박막을 준비하는 단계, 상기 그래핀막을 갖는 상기 금속 박막을 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면에 부착하는 단계, 및 상기 금속 박막을 상기 그래핀막으로부터 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 금속 박막은 구리(Cu) 박막일 수 있다. 이 경우, 상기 구리 박막은, FeCl_3 , HCl , 및 초순수 등을 이용하여 제거될 수 있다.
- [163] 도 28를 참조하면, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 전극막들(930)이 형성될 수 있다. 상기 전극막들(930)은 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 양측에 형성될 수 있다. 상기 전극막들(930)은 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 이격될 수 있다. 이로 인해, 상기 전극막들(930) 및 상기 제1 그래핀 패턴(920)은 전기적으로 연결되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 전극막들(930)은 스퍼터

공정(sputter)으로 형성된 크롬(Cr), 금(Au), 또는 백금(Pt) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [164] 상기 전극막들(930)의 상부면들은, 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상부면보다 높은 레벨(level)을 가질 수 있다. 다시 말하면, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면을 기준으로, 상기 전극막들(930)의 상기 상부면들은 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상기 상부면보다 높은 곳에 위치할 수 있다. 이로 인해, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면과 상기 전극막들(930)의 상기 상부면들 사이의 거리는, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면과 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상기 상부면 사이의 거리보다 길 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 전극막들(930)의 두께는 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 두께보다 두껍고, 이에 따라, 상기 전극막들(930)의 상기 상부면들이 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상기 상부면보다 높은 레벨을 가질 수 있다.
- [165] 도 29를 참조하면, 상기 전극막들(930)이 형성된 후, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 제2 그래핀 패턴(940)이 전사될 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(940)을 전사하는 단계는, 그래핀막을 갖는 금속 박막을 준비하는 단계, 상기 그래핀막 상에 희생막을 코팅하는 단계, 상기 금속 박막을 상기 그래핀막으로부터 제거하는 단계, 상기 그래핀막이 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면에 부착되도록 상기 희생막 및 상기 그래핀막을 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 배치시키는 단계, 및 상기 희생막을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 금속 박막은 구리(Cu) 박막 일 수 있고, 상기 희생막은 PMMA일 수 있고, 상기 금속 박막은 FeCl_3 용액 및 HCl을 이용하여 제거될 수 있고, 상기 희생막은 아세톤으로 제거될 수 있다.
- [166] 상기 제2 그래핀 패턴(940)은, 중앙부(CP, center portion), 주변부(PP, peripheral portion), 및 에지부(EP, edge portion)를 포함할 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 상기 중앙부(CP)는 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 접촉될 수 있다. 후술되는 바와 같이, 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 상기 중앙부(CP)는, 대상물의 터치에 따라서, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 접촉되는 면적이 조절될 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 상기 에지부(EP)는 상기 전극막들(930) 상에 배치되고, 상기 전극막들(930)과 접촉될 수 있다. 상기 에지부(EP)를 갖는 상기 제2 그래핀 패턴(940)에 의해, 상기 전극막들(930)은 전기적으로 서로 연결될 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 상기 주변부(PP)는 상기 에지부(EP) 및 상기 중앙부(CP) 사이에 정의될 수 있다. 상기 제2 그래핀 패턴(930)의 상기 주변부(PP) 및 상기 에지부(EP)는 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 접촉하지 않을 수 있다.
- [167] 도 30는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 터치 센싱 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [168] 도 30를 참조하면, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면에 대상물이 터치되고, 상기 대상물의 터치는 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 배치된 그래핀

패턴(상기 제1 그래핀 패턴(920) 및 상기 제2 그래핀 패턴(940))으로 센싱될 수 있다.

- [169] 구체적으로, 도 30 (a)에 도시된 것과 같이, 상기 대상물의 터치가 없는 경우, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 상기 제2 그래핀 패턴(940)이 접촉되는 면적(X)이 정의되고, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 접촉하지 않는 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 면적(Y)이 정의된다.
- [170] 도 30 (b)에 도시된 것과 같이, 상기 제1 그래핀 패턴(920) 및 상기 제2 그래핀 패턴(940)이 배치된 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면에 대상물이 터치될 수 있다. 상기 대상물이 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면에 터치되는 경우, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 상기 제2 그래핀 패턴(940)이 접촉되는 면적($X+\Delta X$)이, 도 30(a)에 도시된 것과 비교하여, 증가될 수 있다. 다시 말하면, 상기 대상물이 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면에 대상물의 터치에 따라서, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 상에 배치된 제1 그래핀 패턴(920) 및 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 접촉되는 면적(X 또는 $X+\Delta X$)이 변경될 수 있다.
- [171] 상기 대상물이 상대적으로 낮은 압력으로 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면을 터치하는 경우, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 상기 제2 그래핀 패턴(940)이 접촉 면적($X+\Delta X$)이 증가되어, 상기 전극막들(930) 사이의 저항이 감소될 수 있다. 반면, 상기 대상물이 상대적으로 높은 압력으로 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면을 터치하는 경우, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 접촉되지 않은 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 일부분($Y+\Delta Y$)의 탄소(C)-탄소(C) 결합(bonding)의 변형에 의해, 상기 전극막들(930) 사이의 저항이 증가될 수 있다.
- [172] 즉, 상기 대상물이 기준 압력보다 낮은 압력으로 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면을 터치하는 경우, 상기 전극막들(930) 사이의 상기 제1 그래핀 패턴(920) 및 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 저항이, 상기 제1 그래핀 패턴(920)과 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 접촉 면적 증가($X+\Delta X$)로 인해 감소될 수 있다. 반면, 상기 대상물이 기준 압력보다 높은 압력으로 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면을 터치하는 경우, 상기 전극막들(930) 사이의 상기 제2 그래핀 패턴(940)의 일부분($Y+\Delta Y$)의 저항이, 탄소(C)-탄소(C) 결합(bonding)의 변형으로 인해 증가될 수 있다. 이로 인해, 저항이 감소되는 저 압력 구간에서 고민감도를 갖고, 저항이 증가되는 고 압력 구간에서 높은 응답속도를 갖는 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.
- [173] 도 31는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 센싱 패턴을 포함하는 그래핀 터치 센서를 설명하기 위한 도면이다.
- [174] 도 31를 참조하면, 도 27 내지 도 30를 참조하여 설명된 그래핀 터치 센서의 상기 베이스 기판(910)의 상기 제2 면 상에 센싱 패턴(952)을 갖는 상부 기판(950)이 제공될 수 있다.
- [175] 일 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴(952)을 갖는 상기 상부 기판(950)을 준비하는 단계는, 평평한(flat) 상부면을 갖는 기판을 준비하는 단계, 상기 기판의

상부면 상에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 기판을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 센싱 패턴(952)과 상기 상부 기판(950)은 일체(one body)를 구성할 수 있다. 이 경우, 도 31에 도시된 바와 달리, 상기 센싱 패턴(952)과 상기 상부 기판(950) 사이의 경계선은 생략될 수 있다.

- [176] 상술된 바와 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴(952)을 갖는 상기 상부 기판(950)을 준비하는 단계는, 기판 상에 물질막을 형성하는 단계, 상기 물질막 상에 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 포토레지스트 패턴을 이용하여 상기 물질막을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다.
- [177] 상기 센싱 패턴(952)은 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태일 수 있다. 상기 복수의 라인은, 일정한 간격으로 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 폭은, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 상기 복수의 라인 각각의 높이는, 실질적으로 서로 동일할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 센싱 패턴(952)의 폭과 서로 인접한 센싱 패턴(952) 사이의 간격이, 실질적으로 서로 동일할 수 있다.
- [178] 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 상기 센싱 패턴(952)에 대상물이 터치되고, 상기 대상물의 표면에 특정한 패턴이 있는 경우, 상기 대상물 표면과 상기 센싱 패턴(952)의 접촉에 의해, 상기 대상물 표면의 특정 패턴에 따라, 상기 그래핀 패턴(920, 940)의 저항이 변화될 수 있다. 이에 따라, 상기 대상물의 표면 특성에 따른 상기 그래핀 패턴(920, 940)의 저항 변화를 통해, 상기 대상물의 질감(texture)을 센싱할 수 있는 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법이 제공될 수 있다.
- [179] 상술된 본 발명의 실시 예와 달리, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면 전극막들 및 베이스 기판 사이에 구조물이 배치될 수 있다. 이를, 도 32을 참조하여 설명한다.
- [180] 도 32은 본 발명의 제3 실시 예의 변형 예에 따른 그래핀 터치 센서 및 그 제조 방법을 설명하기 위한 것이다.
- [181] 도 32을 참조하면, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 및 상기 전극막들(930) 사이에 구조물들(112, structures)이 배치될 수 있다. 상기 구조물들(112)은 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면으로부터 돌출될 수 있다. 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면과 상기 구조물들(112)의 상부면들 사이의 거리는, 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면과 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상기 상부면 사이의 거리보다 길 수 있다.
- [182] 상기 구조물들(112)에 의해, 상기 전극막들(930)의 상기 상부면들과 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 사이의 거리는, 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 상기 상부면과 상기 베이스 기판(910)의 상기 제1 면 사이의 거리보다 길 수 있다.
- [183] 일 실시 예에 따르면, 상기 구조물들(112)은 상기 베이스 기판(910)을 몰딩할 때 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 구조물들(112)과 상기 베이스 기판(910)은

일체(one body)를 이루고, 도 32에 도시된 바와 달리, 상기 구조물들(112)과 상기 베이스 기판(910) 사이의 경계면은 생략될 수 있다.

- [184] 이와는 달리, 다른 실시 예에 따르면, 상기 구조물들(112)은 상기 베이스 기판(910)과 동일 또는 다른 물질로 상기 베이스 기판(910) 상에 부착된 것일 수 있다. 이 경우, 상기 구조물들(112)은 상기 제1 그래핀 패턴(920)의 형성 후, 또는 상기 제1 그래핀 패턴(920) 형성 전에 제공될 수 있다.
- [185] 도 33은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 투과도를 측정한 그래프이다.
- [186] 도 33을 참조하면, PDMS를 베이스 기판으로 사용하여 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 제조하고, 투과도를 측정하였다. 약 550nm 파장 대역에서, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 투과도는 91.7%인 것으로 측정되었다. 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서가 높은 투명도를 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [187] 도 34은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서의 센싱 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [188] 도 34을 참조하면, 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력에 따른 응답 특성($\Delta R/R_0$)을 측정하였다. 도 34의 그래프에서 R_0 는 대상물의 터치가 없는 없는 상태의 저항이다. 도 34의 그래프에서 ΔR 은, 대상물이 상기 그래핀 터치 센서에 터치된 상태의 저항의 변화량이다.
- [189] 약 1KPa을 기준으로, 1KPa보다 낮은 압력에 대해서는, 터치되는 압력이 증가될수록 저항이 감소되는 것을 확인할 수 있다. 이는, 도 30를 참조하여 설명된 것과 같이, 제1 그래핀 패턴과 제2 그래핀 패턴의 접촉 면적의 증가에 기인한 것으로 해석된다. 반면, 1KPa 보다 높은 압력에 대해서는, 터치되는 압력이 증가될수록 저항이 증가되는 것을 확인할 수 있다. 이는, 도 30를 참조하여 설명된 것과 같이, 제2 그래핀 패턴의 탄소(C)-탄소(C) 결합의 변형에 기인한 것으로 해석된다.
- [190] 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 상대적으로 낮은 압력 구간에서 저항이 감소되고, 상대적으로 높은 압력 구간에서 저항이 증가되는 것을 확인할 수 있다.
- [191] 도 35는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 사용된 베이스 기판의 두께에 따른 특성 변화를 설명하기 위한 것이다.
- [192] 도 35를 참조하면, 베이스 기판으로 사용된 PDMS의 두께를 달리하여 그래핀 터치 센서를 제조하고, PDMS의 두께에 따른 저항 변화를 측정하였다. 도 35에 도시된 바와 같이, 베이스 기판(PDMS)의 두께가 증가함에 따라서, 제1 그래핀 패턴과 제2 그래핀 패턴의 접촉 면적 증가에 따른 저항의 변화량이 증가하고, 제2 그래핀 패턴의 탄소(C)-탄소(C) 결합의 변형에 기인한 저항의 변화량이 감소되는 것을 확인할 수 있다.
- [193] 다시 말하면, 베이스 기판(PDMS)의 두께를 조절하여 그래핀 터치 센서의 저항

변화와 관련된 두 가지 요소(제1 그래핀 패턴과 제2 그래핀 패턴의 접촉 면적, 그래핀 패턴의 탄소-탄소 결합 변형)를 제어할 수 있음을 확인할 수 있다.

[194] 도 36은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 주기적으로 일정한 압력을 인가한 경우 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.

[195] 도 36을 참조하면, 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서에 일정한 주기로 기준 압력보다 높은 압력을 인가하여, 커패시턴스의 변화를 측정하였다. 즉, 대상물에 의해 인가되는 압력이 상대적으로 높아, 인가되는 압력에 따라서 저항이 증가되는 구간에서 커패시턴스의 변화를 측정한 것이다. 도 36의 그래프에서 C_0 는 대상물의 터치가 없는 상태의 커패시턴스이다. 도 36의 그래프에서 ΔC 은, 대상물이 상기 그래핀 터치 센서에 터치된 상태의 커패시턴스 변화량이다.

[196] 주기적으로 일정한 압력이 인가되는 경우, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)이 실질적으로 일정한 것으로 확인된다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성의 신뢰성을 확인할 수 있다.

[197] 도 37은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여 사람의 맥박을 측정한 것이다.

[198] 도 37을 참조하면, 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서를 사람의 손목에 부착한 후, 손목의 맥박을 측정하였다. 손목의 맥박의 expansion 및 relaxation에 대응하여 상기 그래핀 터치 센서의 응답 특성($\Delta C/C_0$)이 명확하게 측정된 것을 확인할 수 있다.

[199] 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 그래핀 터치 센서가 웨어러블 디바이스(Wearable device) 등에 활용되어, 사람의 생체 신호(예를 들어, 맥박 등)를 측정하는데 유용한 것을 확인할 수 있다.

[200] 도 38는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 터치는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 것이다.

[201] 도 38를 참조하면, 도 38에서 검은색 그래프는 200 μ m의 너비 및 100 μ m의 높이를 갖는 하나의 라인 형태의 센싱 패턴이 부착된 그래핀 터치 센서에 PET Tip을 이용하여 2mm/s, 1mm/s, 0.5mm/s, 0.1mm/s의 속도로 터치(접촉된 상태에서 일 방향으로 스캔)한 것을 측정한 것이다. 도 38의 붉은색 그래프는 200 μ m의 너비 및 100 μ m의 높이를 갖고 200 μ m의 간격으로 이격된 두 개의 라인 형태의 센싱 패턴이 부착된 그래핀 터치 센서에 PET Tip을 이용하여 2mm/s, 1mm/s, 0.5mm/s, 0.1mm/s의 속도로 터치한 것을 측정한 것이다.

[202] 상기 PET Tip들을 상기 그래핀 터치 패턴의 상기 센싱 패턴에 터치하는 속도에 따라서, 상기 그래핀 터치 패턴의 응답($\Delta R/R_0$) 특성이 변화되는 것이 확인된다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물의 터치 속도가 센싱될 수 있음이 확인된다.

[203] 도 39는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에

터치되는 대상물의 터치 속도에 따른 응답 특성을 설명하기 위한 것으로, 측정 결과를 주파수 변환한 것이다.

- [204] 도 39를 참조하면, 200 μ m의 너비 및 100 μ m의 높이를 갖고 200 μ m의 간격으로 이격된 20개의 돌출부를 갖는 라인 형태의 센싱 패턴이 부착된 그래핀 터치 센서에 PET Tip을 이용하여 0.4mm/s, 0.6mm/s, 0.8mm/s의 속도로 터치한 결과를 주파수 변환하였다.
- [205] PET Tip의 터치 속도에 따라서, 출력(amplitude) peak이 서로 다른 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물의 터치 속도가 센싱될 수 있음이 확인된다.
- [206] 도 40는 센싱 패턴이 부착된 본 발명의 제3 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서에 인가되는 압력의 강도에 따른 그래핀 터치 센서의 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- [207] 도 40를 참조하면, 도 39를 참조하여 설명된 센싱 패턴이 부착된 그래핀 터치 센서에 PET tip으로 압력을 달리하면서 터치한 결과를 주파수 변환하였다. 도 40에 도시된 (1), (2), (3), 및 (4)의 순서로 높은 압력으로 상기 그래핀 터치 센서에 PET tip를 터치하였다. 도 40에 도시된 것과 같이, 서로 다른 압력으로 PET Tip을 상기 그래핀 터치 센서에 터치한 경우, 터치된 압력에 대응하여 출력의 크기(amplitude)가 다른 것으로 측정되었다. 즉, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서를 이용하여, 대상물의 터치 압력이 센싱될 수 있음을 확인할 수 있다.
- [208]
- [209] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [210] 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 경도, 거칠기, 압력, 점탄성, 온도, 및 모양 등 대상물의 다양한 촉감을 센싱하는데 사용될 수 있으며, 본 발명의 실시 예에 따른 그래핀 터치 센서는, 다양한 전자 기기, 및 의료 기기 등에 사용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 제1 기관;
 상기 제1 기관 상에 배치되고, 제1 돌출영역(protruding region) 및 제1 오목영역(concave region)를 갖는 제1 패턴;
 상기 제1 기관 상의 제2 기관;
 상기 제1 패턴과 마주보도록 상기 제2 기관 상에 배치되고, 상기 제2 돌출영역 및 제2 오목영역을 갖는 제2 패턴; 및
 상기 제1 패턴과 상기 제2 패턴 사이의 그래핀막을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 오목영역은 마주보도록 배치되고, 상기 제1 오목영역과 상기 제2 돌출영역은 마주보도록 배치되는 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
 상기 제2 기관은, 상기 제2 패턴이 배치된 일면, 및 상기 일면에 대향하는 타면을 포함하고,
 상기 제2 기관의 상기 타면 상에 배치되고, 센싱 패턴을 갖는 상부 기관을 더 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 4] 제3 항에 있어서,
 상기 센싱 패턴은, 일정한 폭으로 서로 이격되어 일 방향으로 연장하는 복수의 라인(line) 형태인 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,
 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴은, 일 방향으로 연장되는 복수의 라인(line) 형태인 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 6] 제1 항에 있어서,
 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴 중 어느 하나는, 서로 이격되어 2차원적으로 배열된 복수의 도트(dot) 형태인 것을 포함하고,
 상기 제1 패턴 및 상기 제2 패턴 중 다른 하나는, 상기 복수의 도트(dot)를 수용 가능한 메시(mesh) 형태인 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,
 상기 제1 패턴의 폭은, 인접한 상기 제2 패턴 사이의 간격과 동일하고,
 상기 제2 패턴의 폭은, 인접한 상기 제1 패턴 사이의 간격과 동일한 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,

- 상기 제1 패턴 및 제2 패턴은, 절연 물질로 형성되는 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 9] 제1 기판;
상기 제1 기판 상에 배치되고, 서로 이격된 제1 세그먼트(segment) 및 제2 세그먼트를 포함하는 제1 그래핀 패턴;
상기 제1 기판 상의 제2 기판; 및
상기 제1 기판 및 상기 제2 기판 사이에 배치된 제2 그래핀 패턴을 포함하되,
대상물의 터치 여부에 따라서, 상기 제2 그래핀 패턴에 의한 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트의 전기적 연결이 조절되는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 10] 제9 항에 있어서,
상기 제1 그래핀 패턴 및 상기 제2 그래핀 패턴 사이에 배치되고, 상기 제2 그래핀 패턴을 노출하는 개구부(opening)를 갖는 분리막(separation layer)을 더 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 11] 제10 항에 있어서,
상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트 사이에, 상기 분리막의 개구부를 가로지르는(cross) 그루브(groove)가 정의되는 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 12] 제11 항에 있어서,
대상물의 터치가 없는 경우, 상기 제1 세그먼트와 상기 제2 세그먼트는, 상기 그루브에 의해 전기적으로 연결되지 않은(disconnected) 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 13] 제11 항에 있어서,
대상물이 터치되는 경우, 상기 그루브에 인접한 상기 제1 세그먼트의 일부분 및 상기 그루브에 인접한 상기 제2 세그먼트의 일부분은, 상기 제2 그래핀 패턴과 접촉되어, 상기 제1 세그먼트 및 상기 제2 세그먼트는 전기적으로 연결되는 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 14] 제11 항에 있어서,
상기 그루브는 제1 방향으로 연장되고,
상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 제1 방향과 교차되는 제2 방향으로 연장하는 라인(line) 형태인 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 15] 제10 항에 있어서,
상기 제1 세그먼트와 상기 분리막 사이, 및 상기 제2 세그먼트와 상기 분리막 사이의 전극막들을 더 포함하는 그래핀 터치 센서.
- [청구항 16] 제1 면 및 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 베이스 기판(base substrate);

상기 베이스 기판의 상기 제1 면 상의 제1 그래핀 패턴; 및
상기 제1 그래핀 패턴 상에 배치되되, 상기 제2 면에 대상물의
터치에 따라서 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되는 면적이 조절되는
제2 그래핀 패턴을 포함하는 그래핀 터치 센서.

[청구항 17]

제16 항에 있어서,

상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 제2 면에 상기 대상물의 터치에
따라서 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되는 면적이 조절되는
중앙부(center portion), 및 상기 제1 그래핀 패턴과 접촉되지 않는
주변부(peripheral portion)을 포함하는 그래핀 터치 센서.

[청구항 18]

제17 항에 있어서,

상기 제1 그래핀 패턴의 양측에 배치되고, 상기 제1 그래핀 패턴과
이격되고, 상기 제2 그래핀 패턴과 연결된 전극막들을 더
포함하고,

상기 제2 그래핀 패턴은, 상기 전극막들 상에 배치되는
에지부(edge portion)을 더 포함하는 그래핀 터치 센서.

[청구항 19]

제18 항에 있어서,

상기 베이스 기판의 상기 제1 면과 상기 전극막들의 상부면들
사이의 거리는, 상기 베이스 기판의 상기 제1 면과 상기 제1 그래핀
패턴의 상부면 사이의 거리보다 긴 것을 포함하는 그래핀 터치
센서.

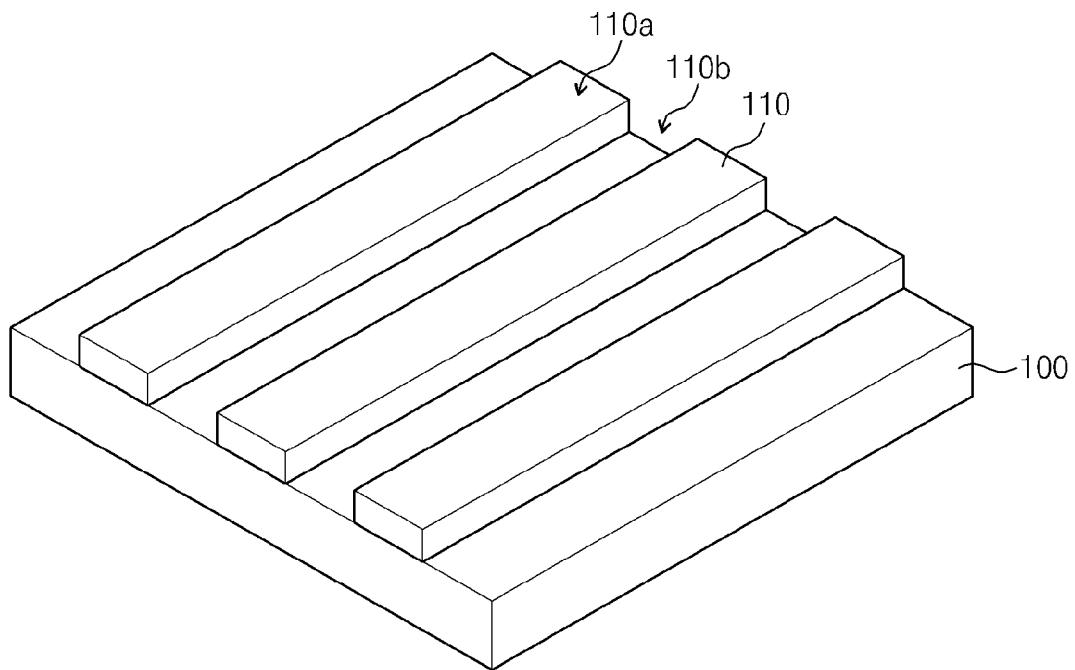
[청구항 20]

제19 항에 있어서,

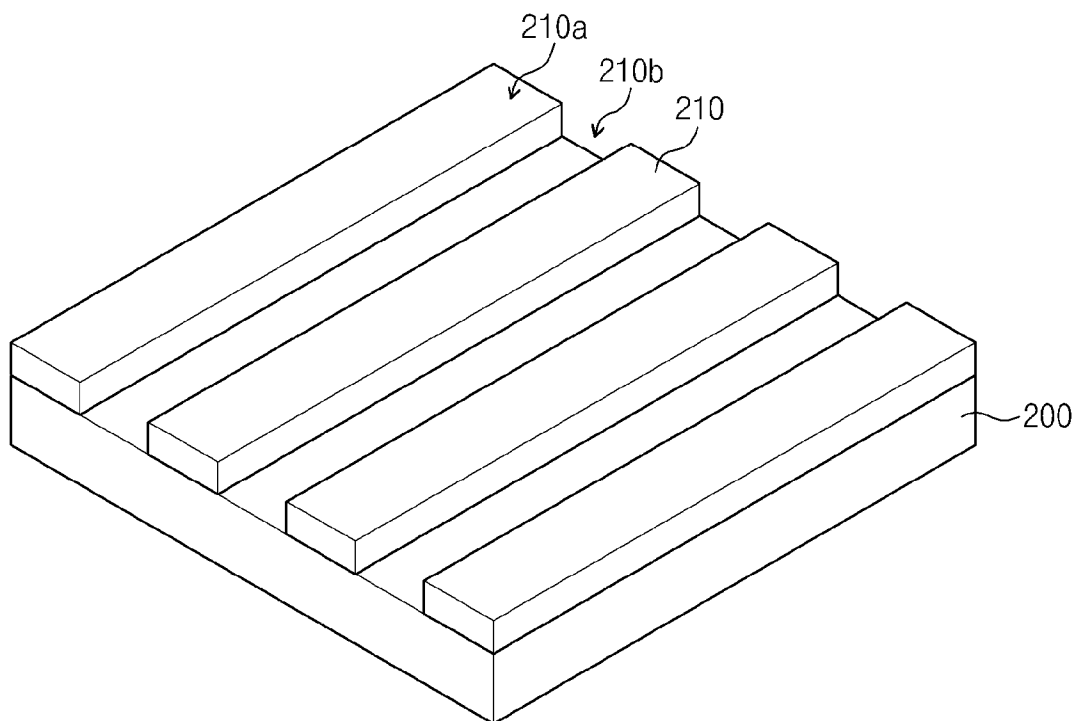
상기 전극막들 및 상기 베이스 기판 사이에 배치된
구조물들(structures)을 더 포함하되,

상기 구조물들은 상기 베이스 기판과 일체를 이루고, 상기 제1
그래핀 패턴이 배치된 상기 베이스 기판의 상기 제1 면으로부터
돌출된 것을 포함하는 그래핀 터치 센서.

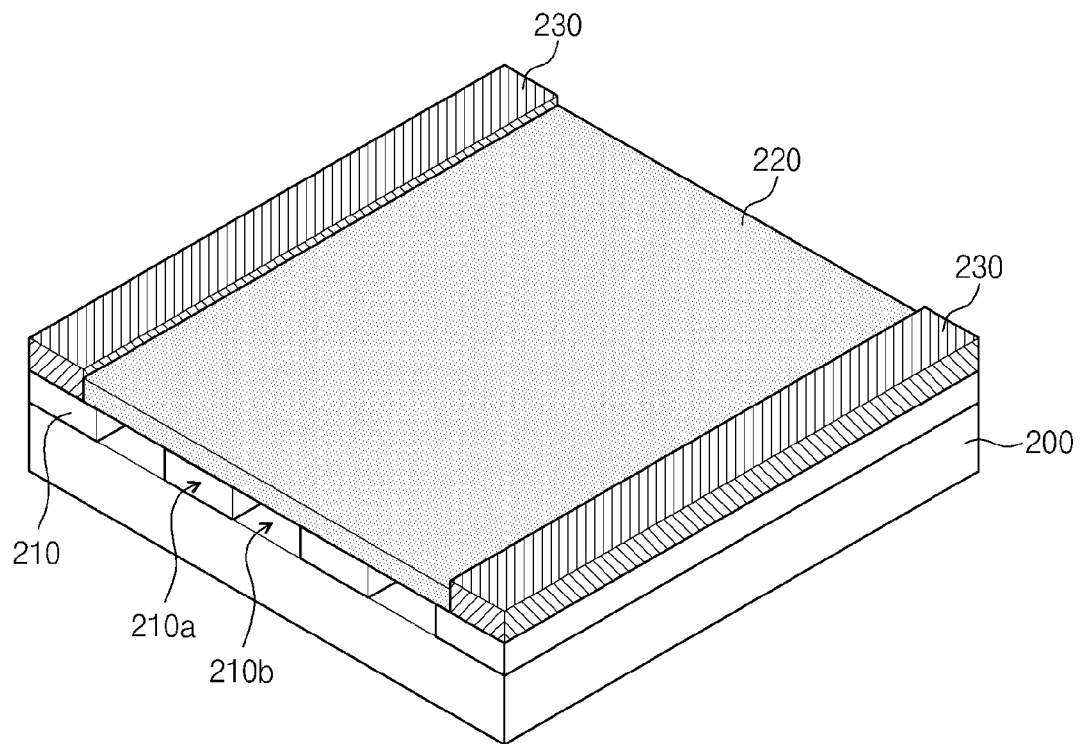
[Fig. 1]



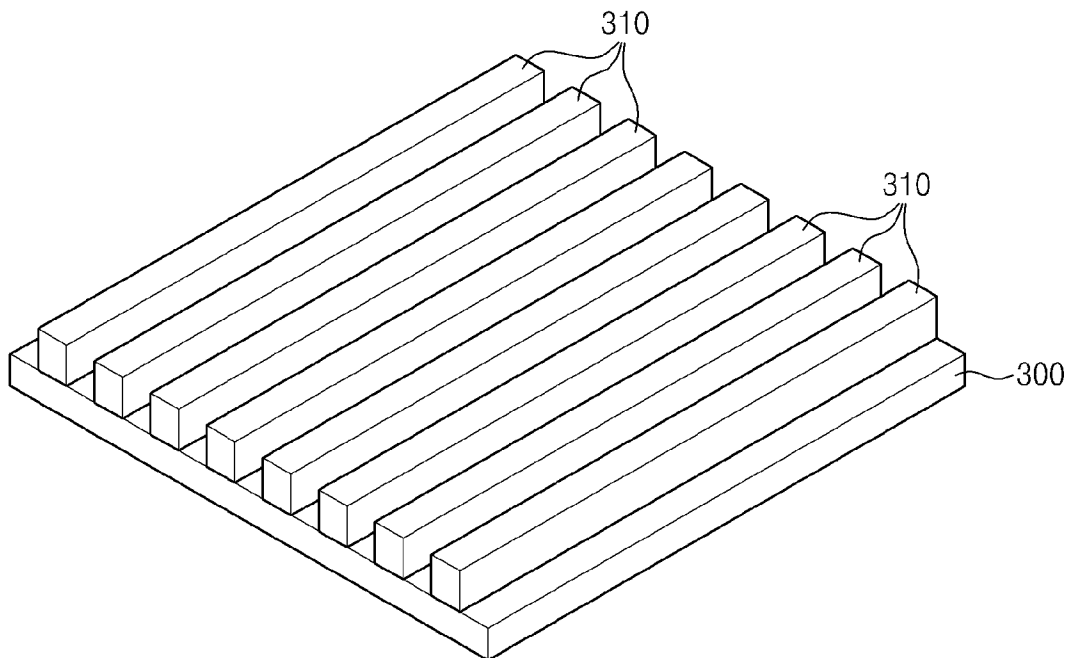
[Fig. 2]



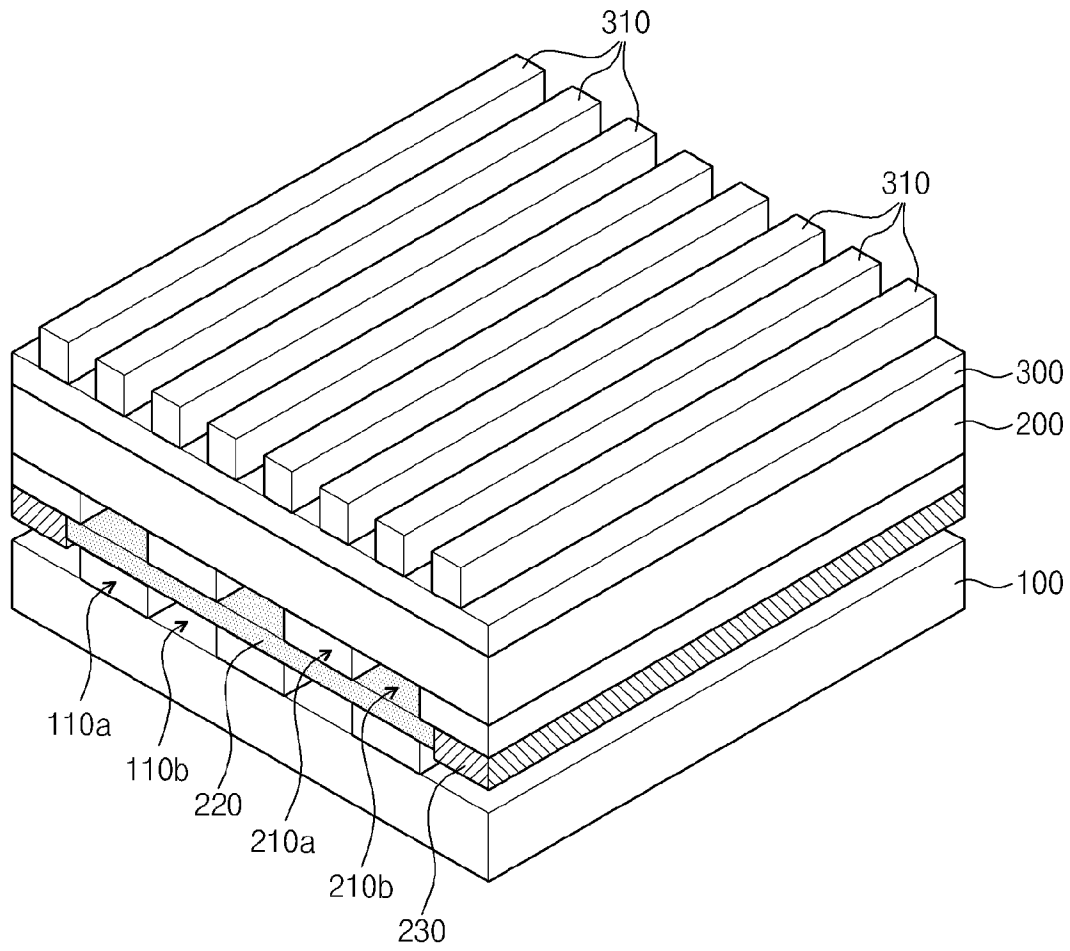
[Fig. 3]



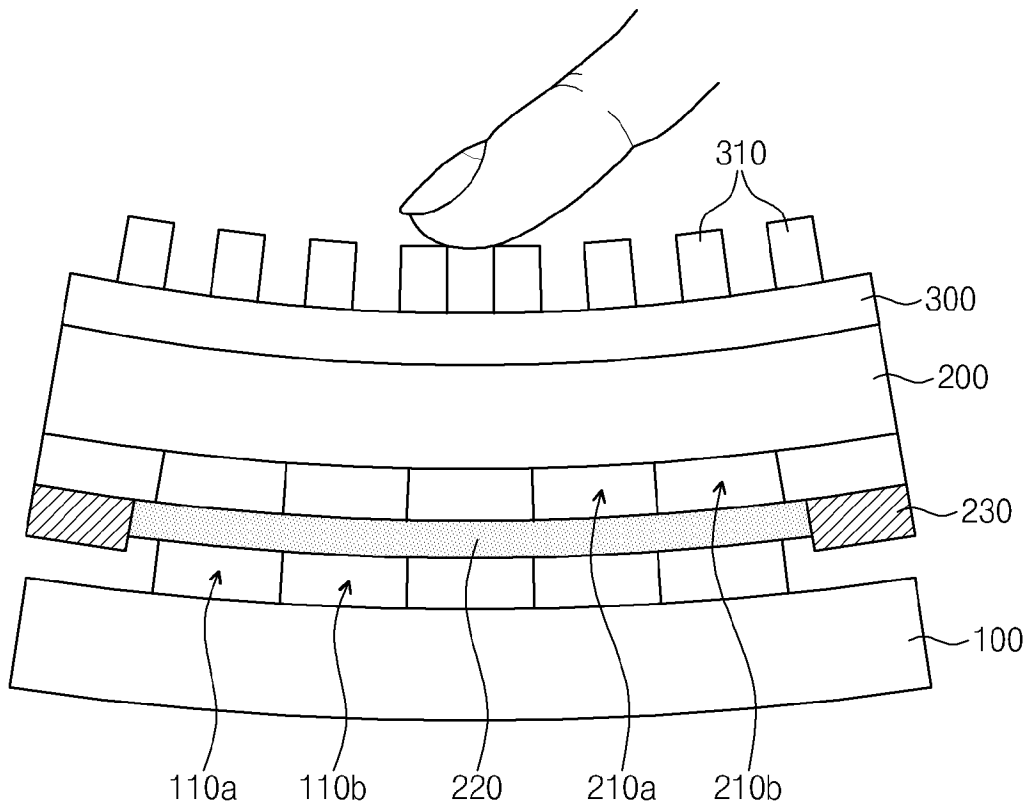
[Fig. 4]



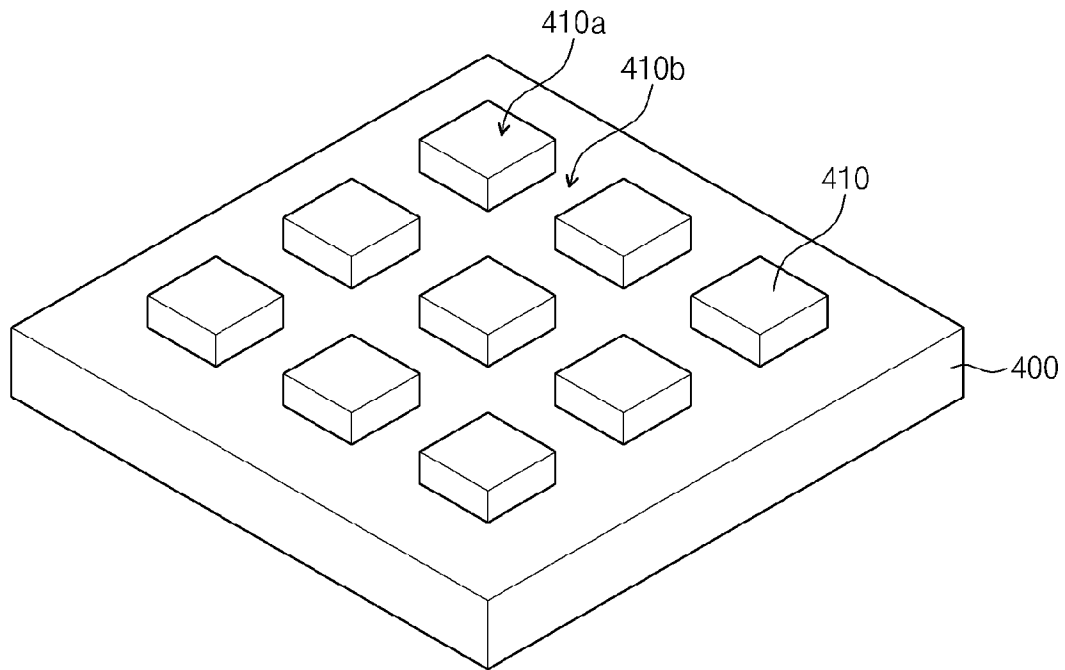
[Fig. 5]



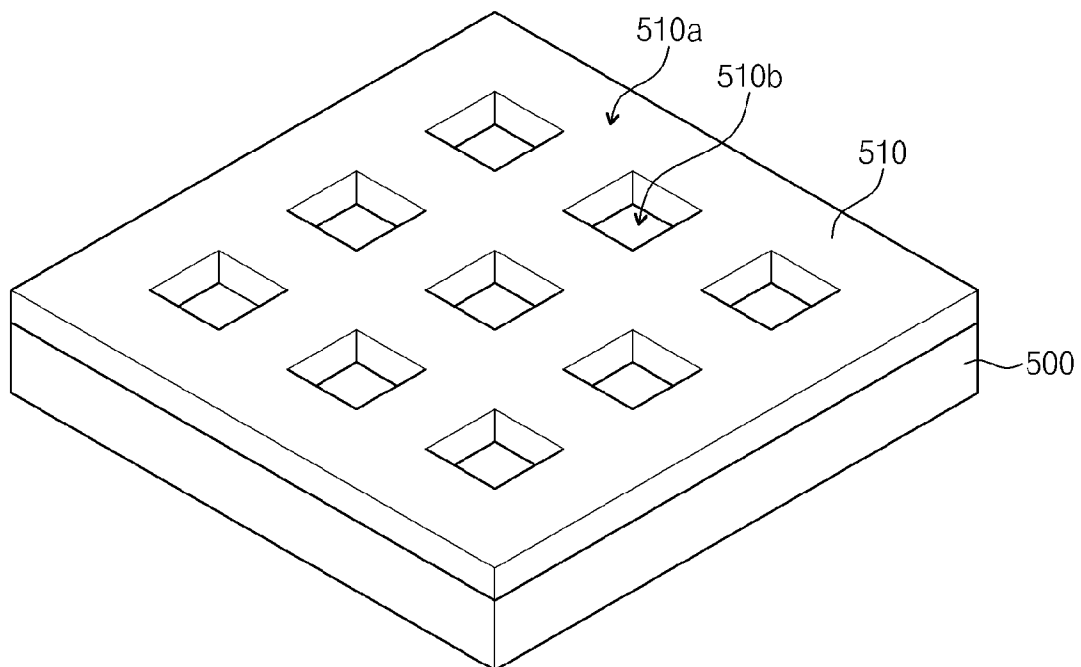
[Fig. 6]



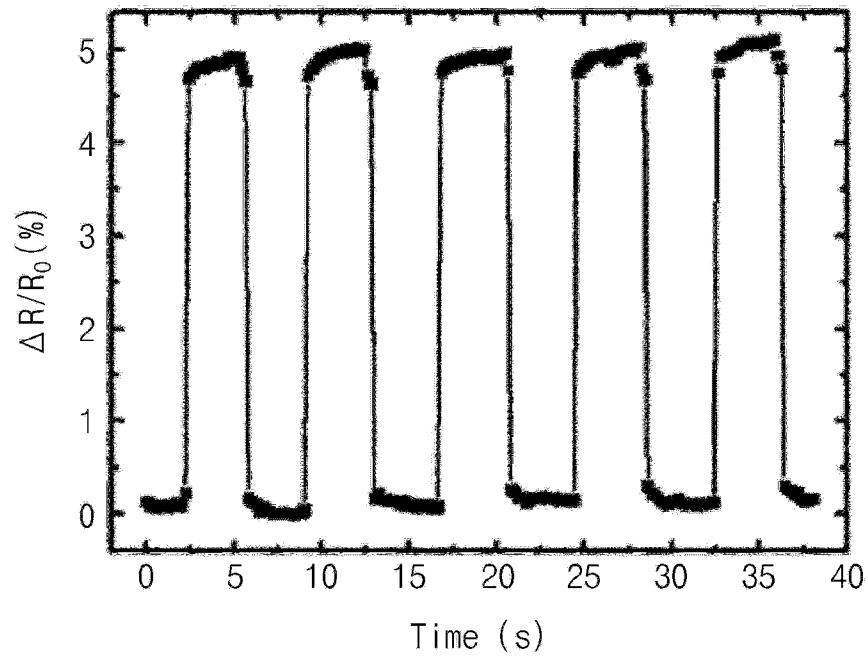
[Fig. 7]



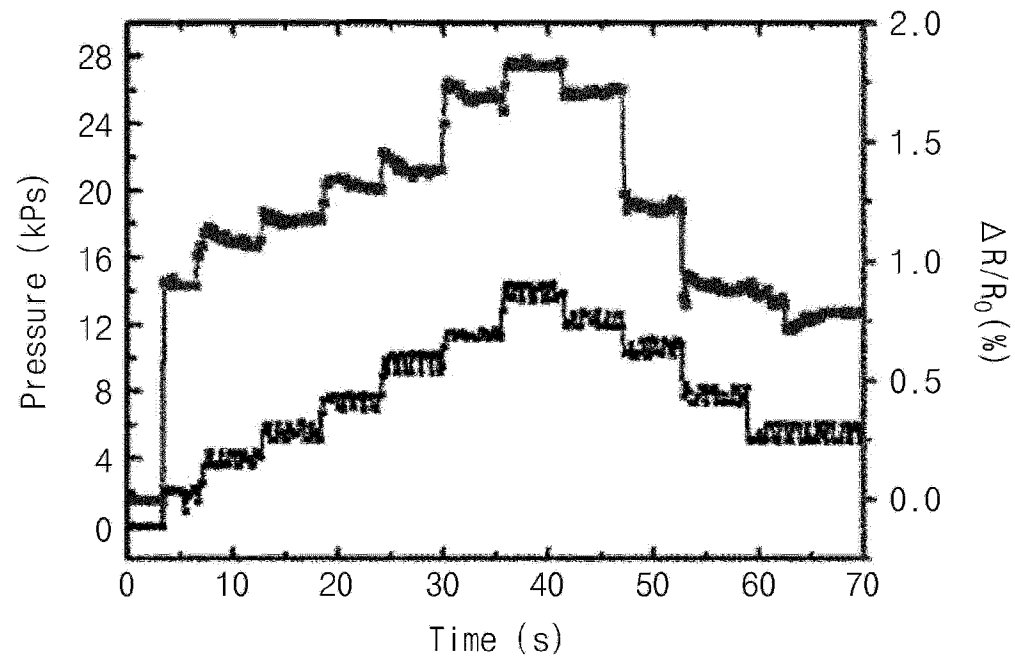
[Fig. 8]



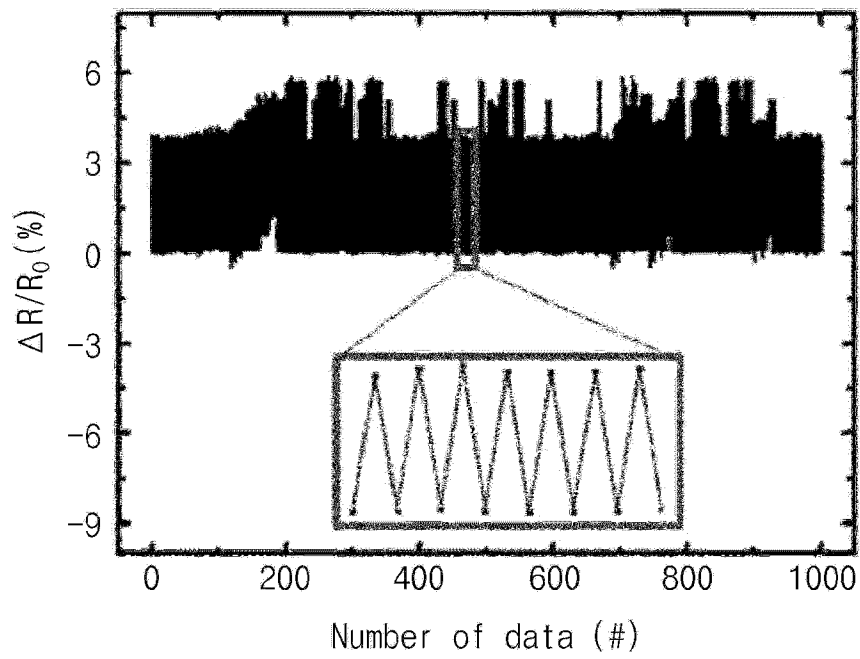
[Fig. 9]



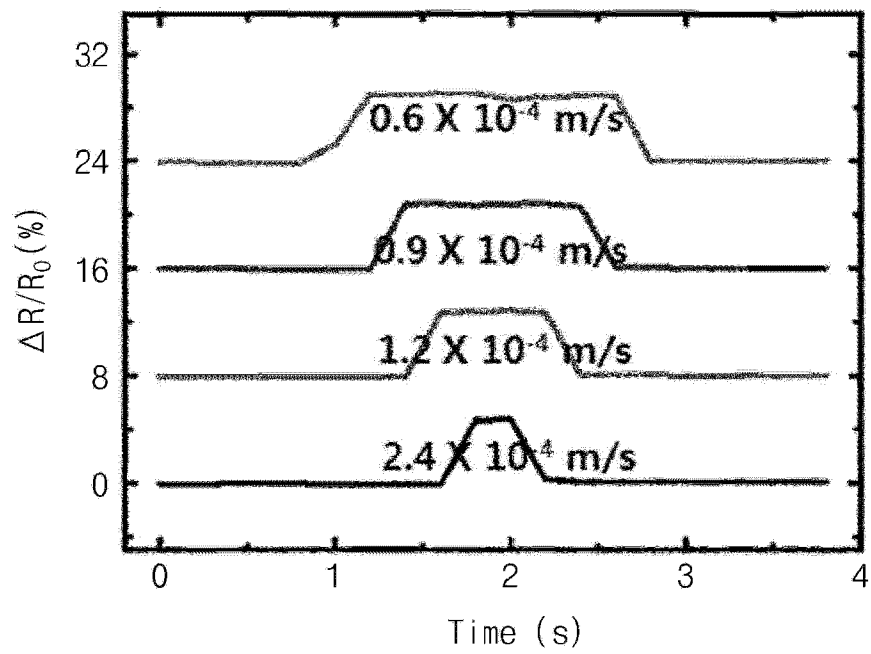
[Fig. 10]



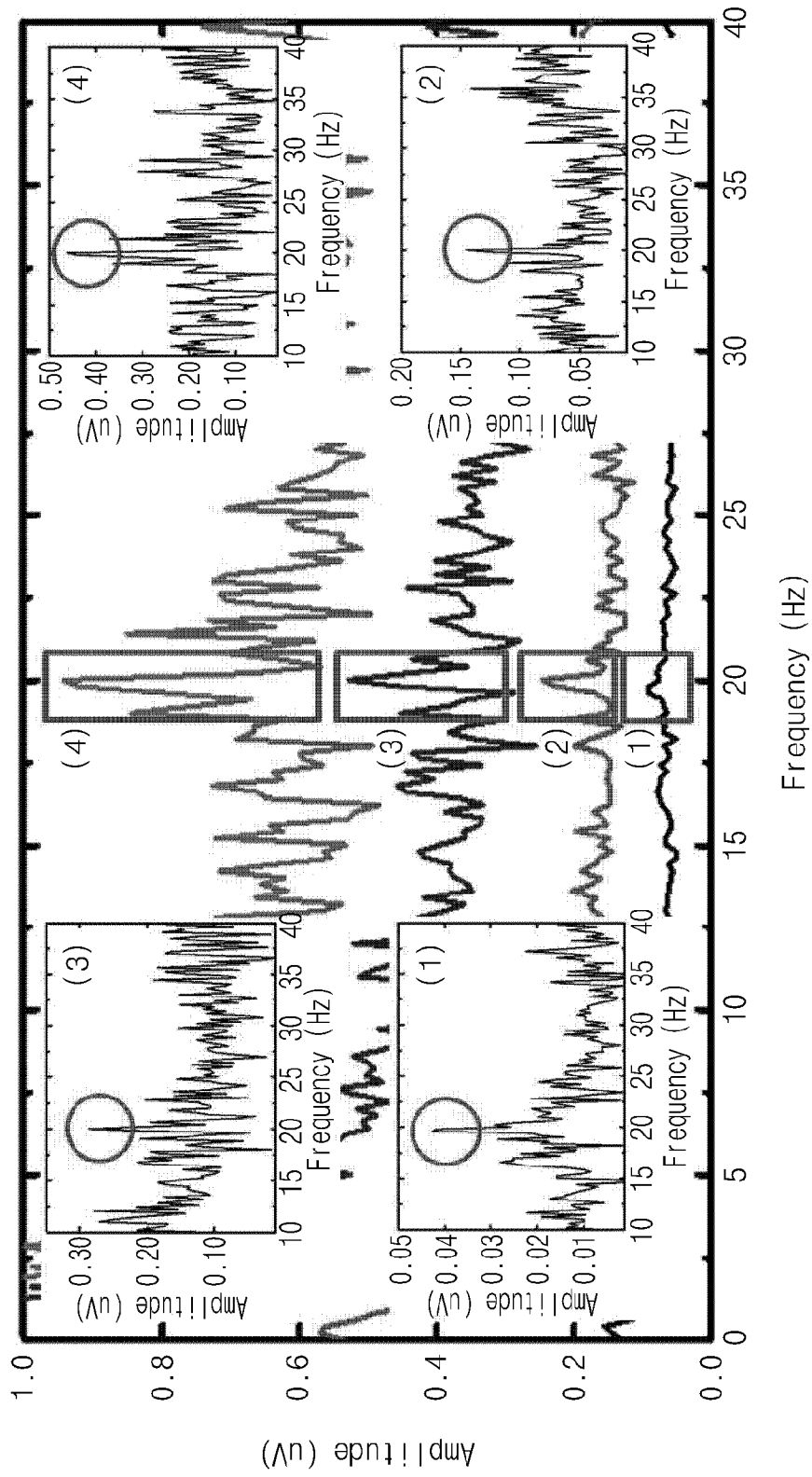
[Fig. 11]



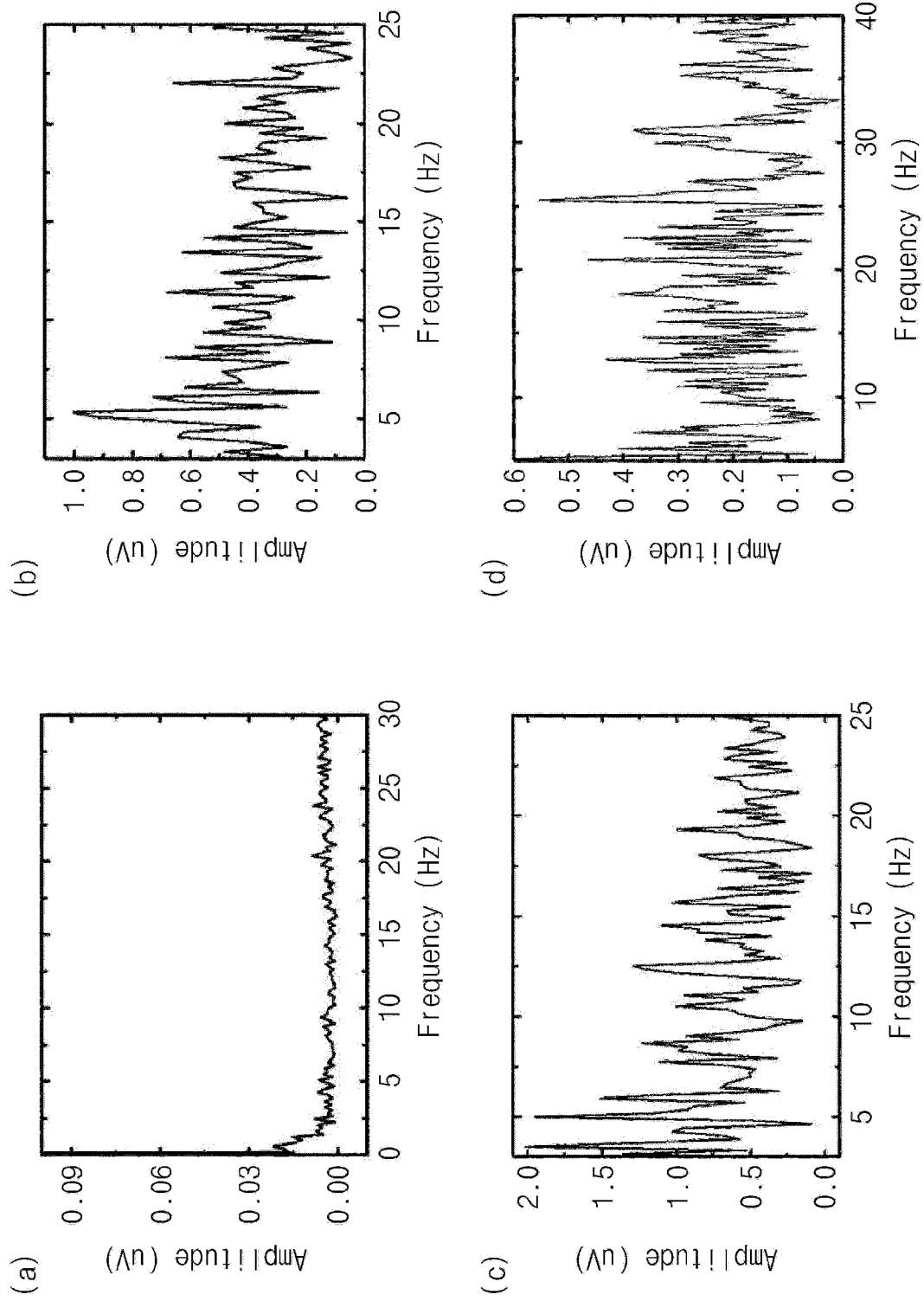
[Fig. 12]



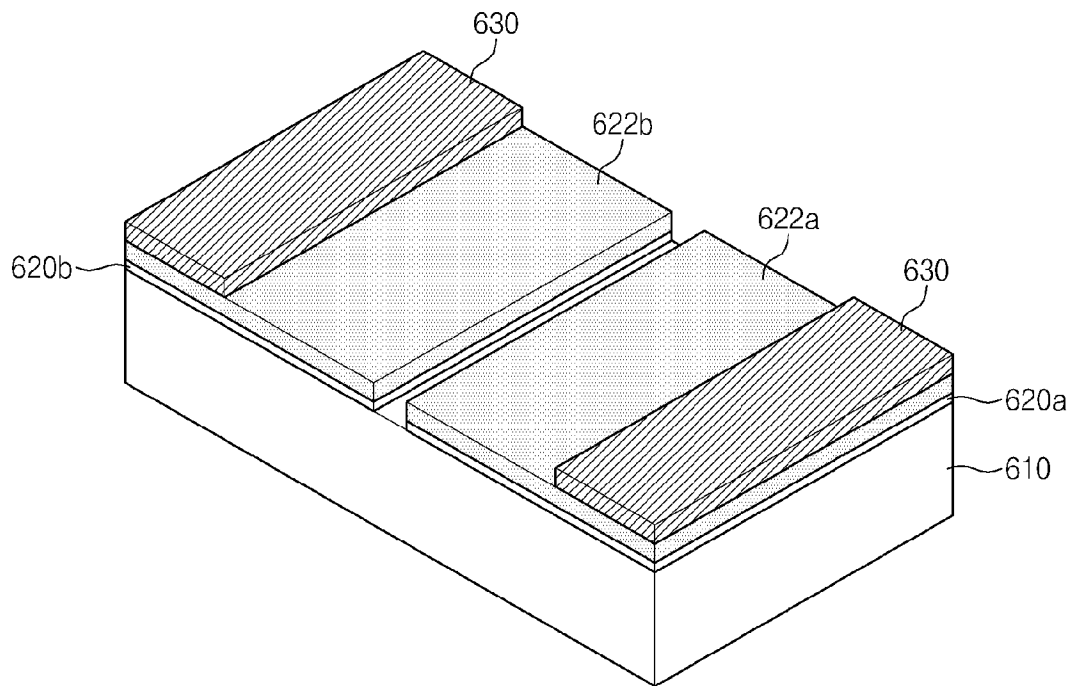
[Fig. 13]



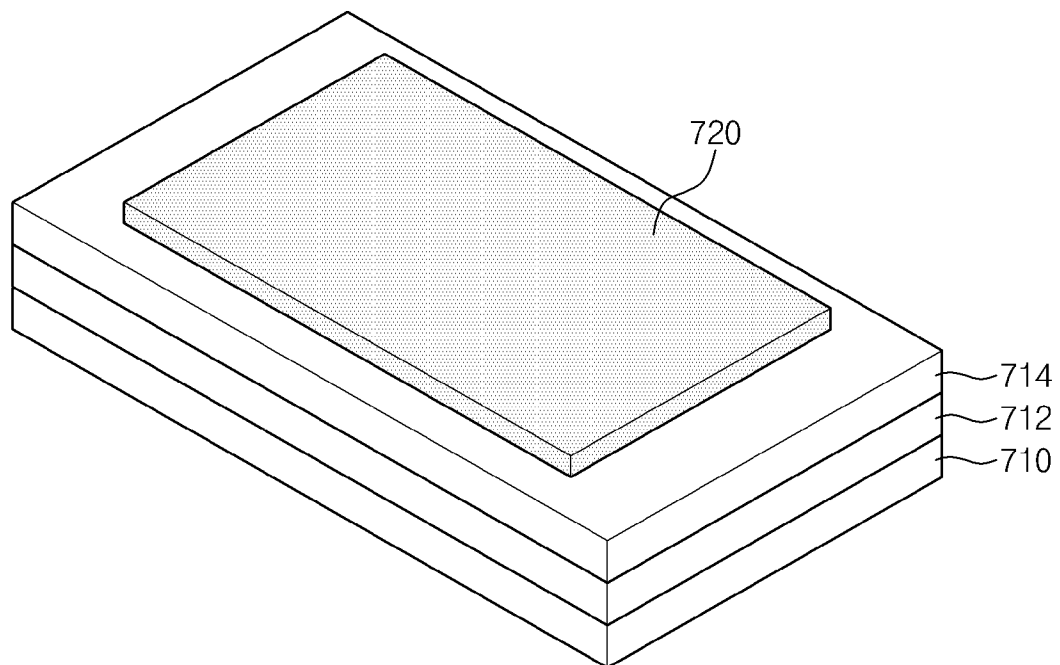
[Fig. 14]



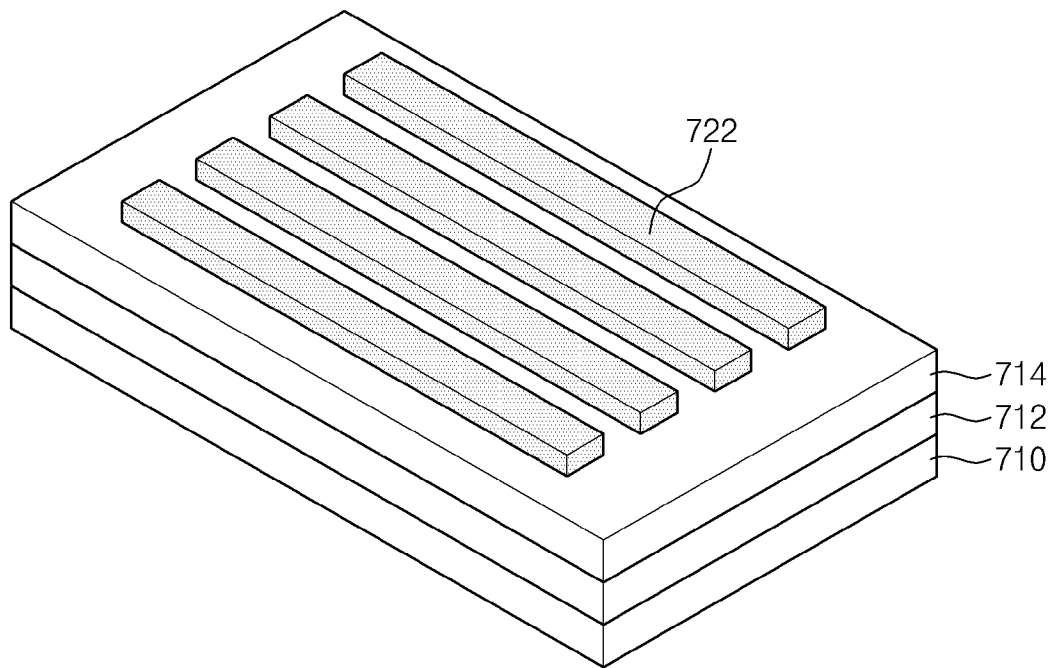
[Fig. 15]



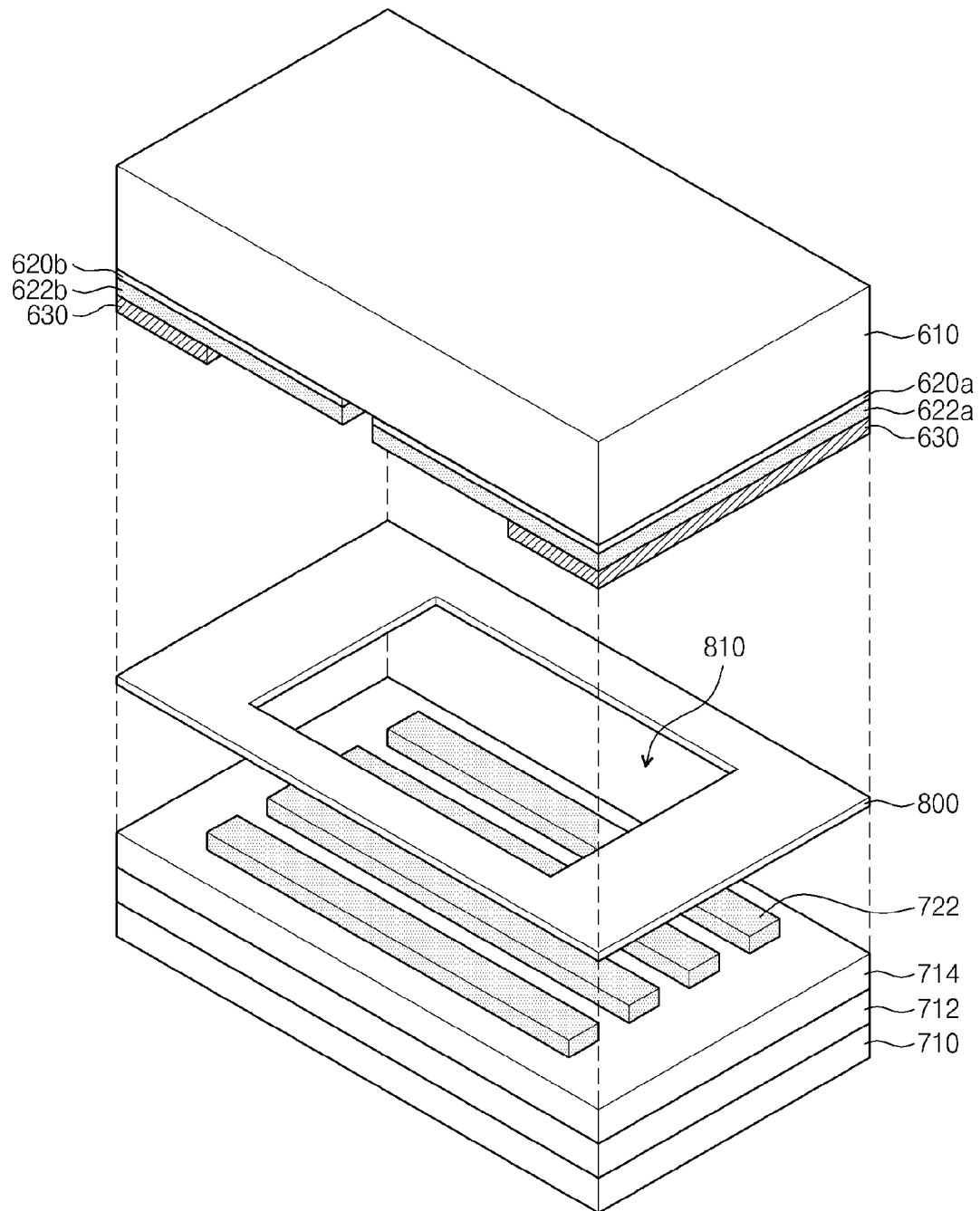
[Fig. 16]



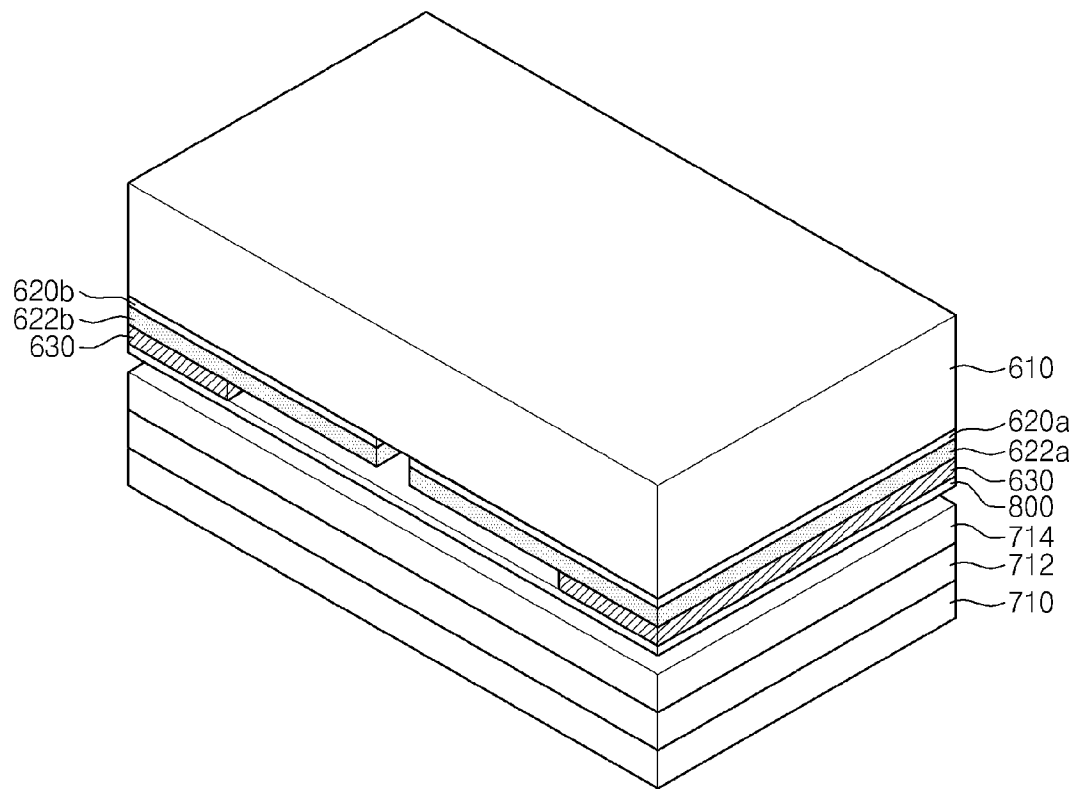
[Fig. 17]



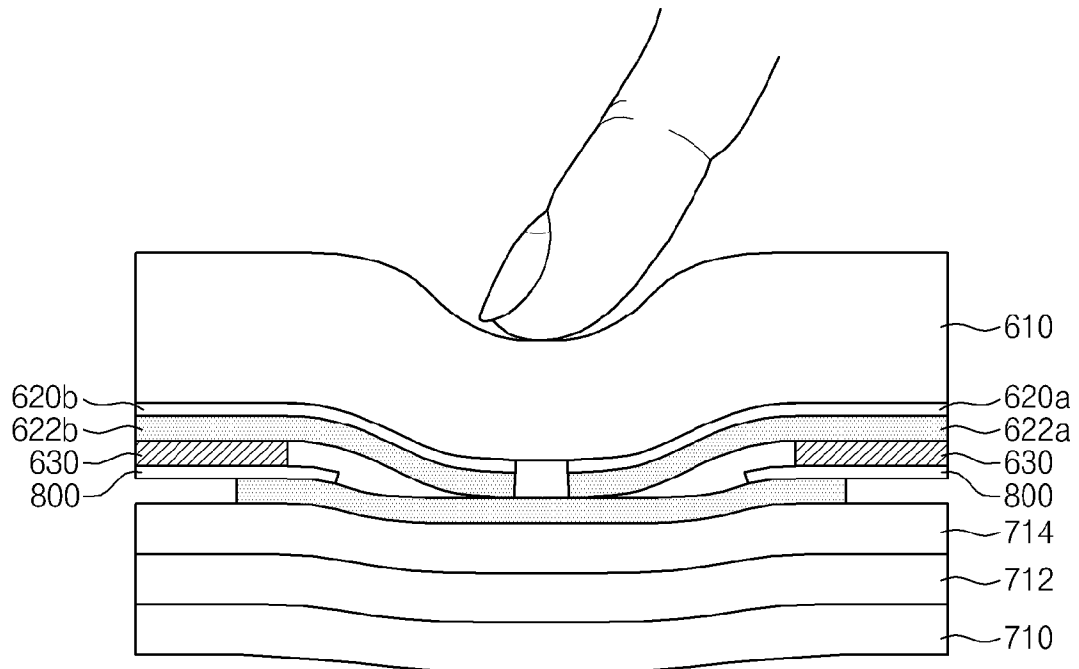
[Fig. 18]



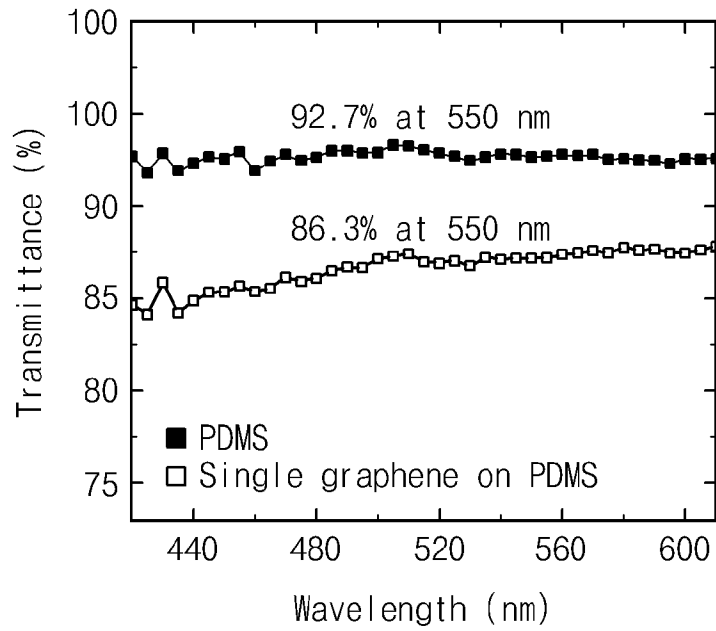
[Fig. 19]



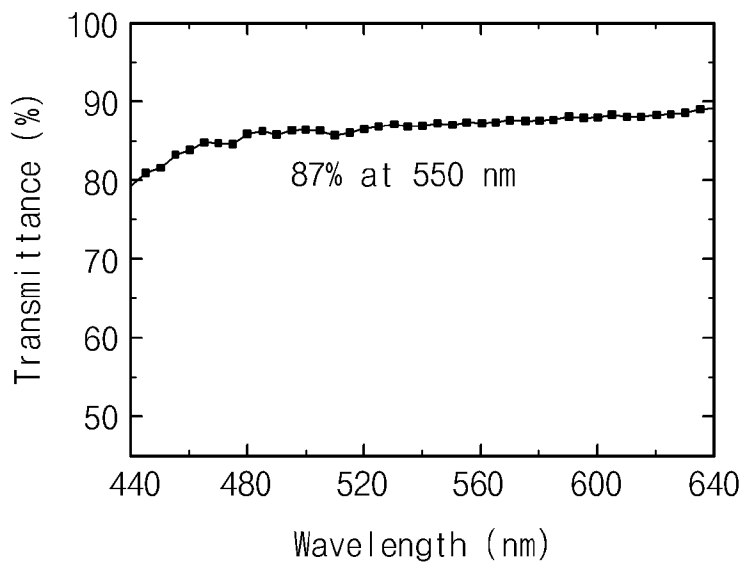
[Fig. 20]



[Fig. 21]

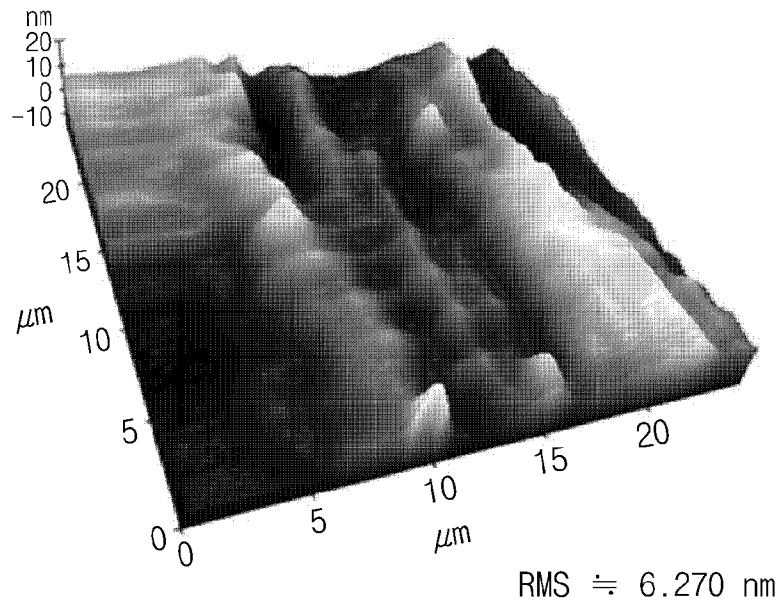


(a)

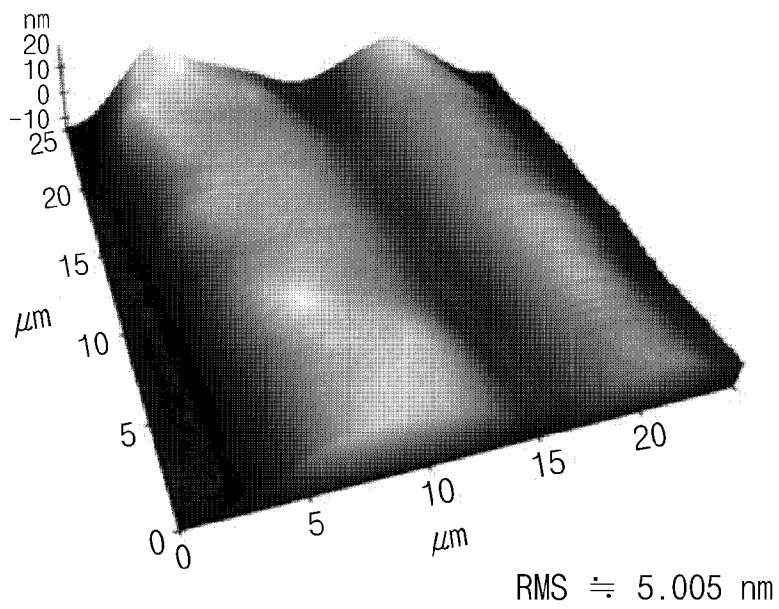


(b)

[Fig. 22]

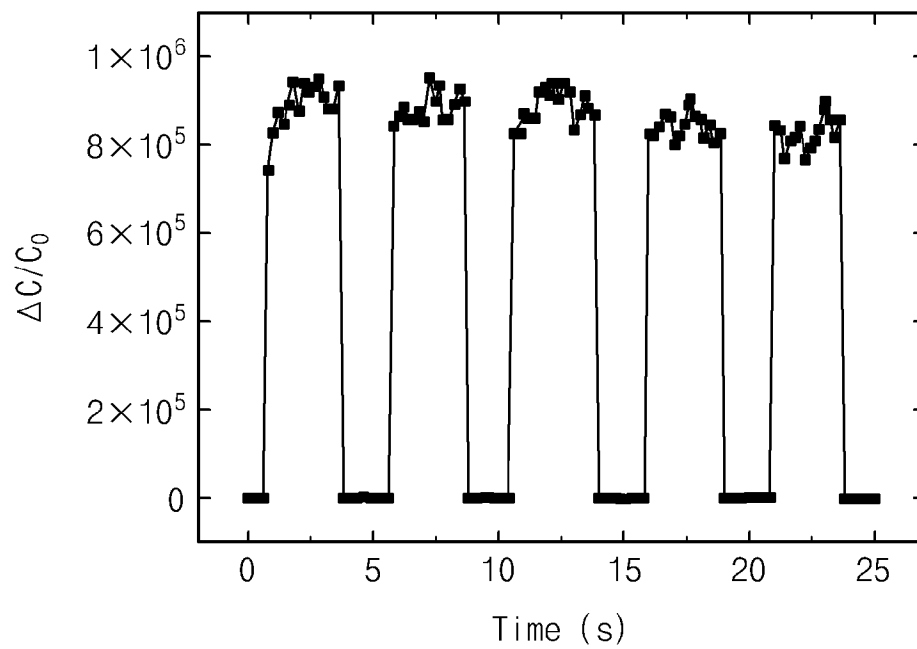


(a)

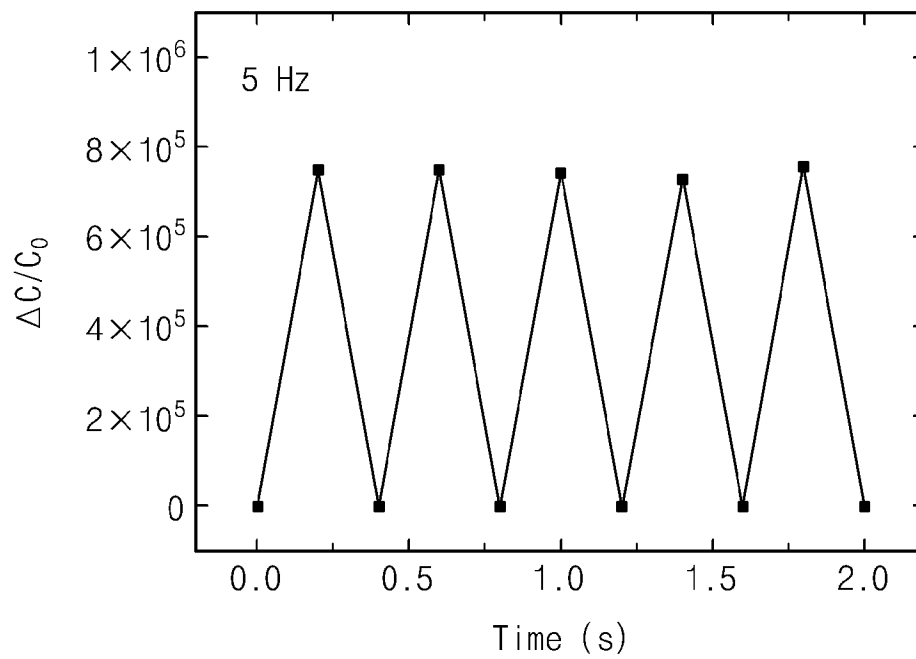


(b)

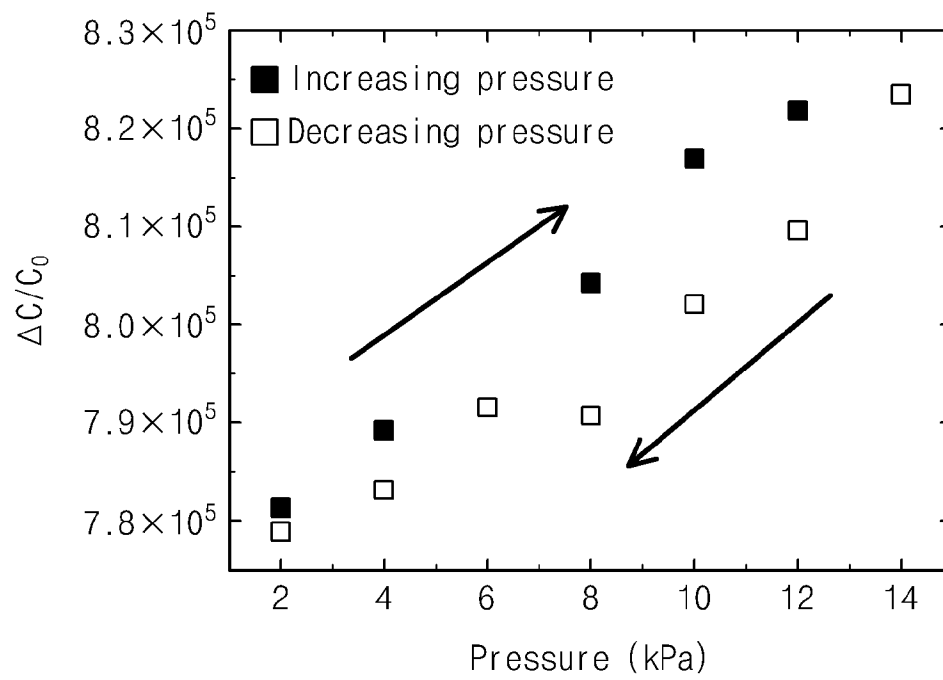
[Fig. 23]



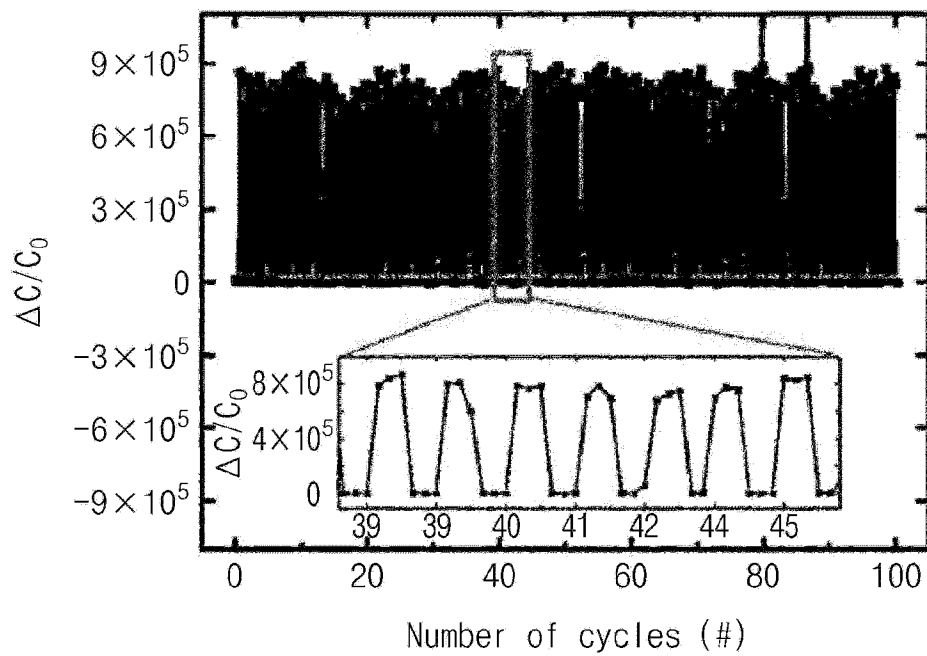
[Fig. 24]



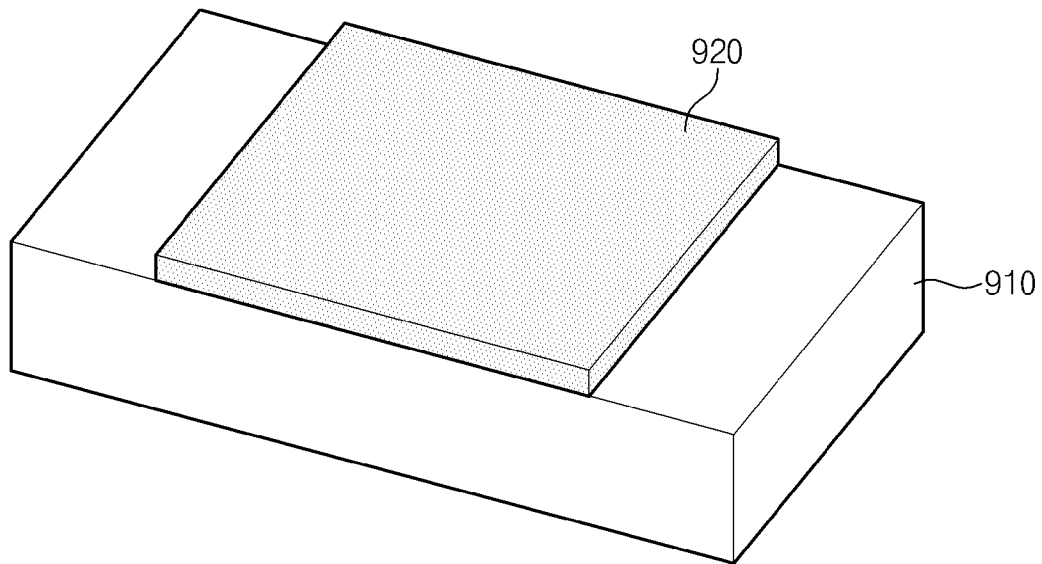
[Fig. 25]



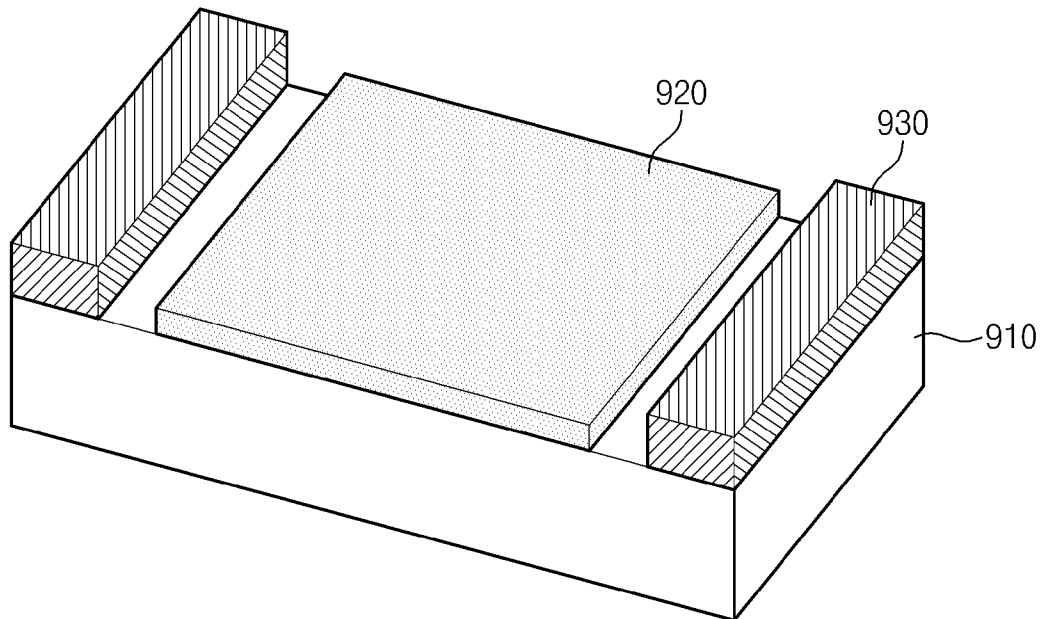
[Fig. 26]



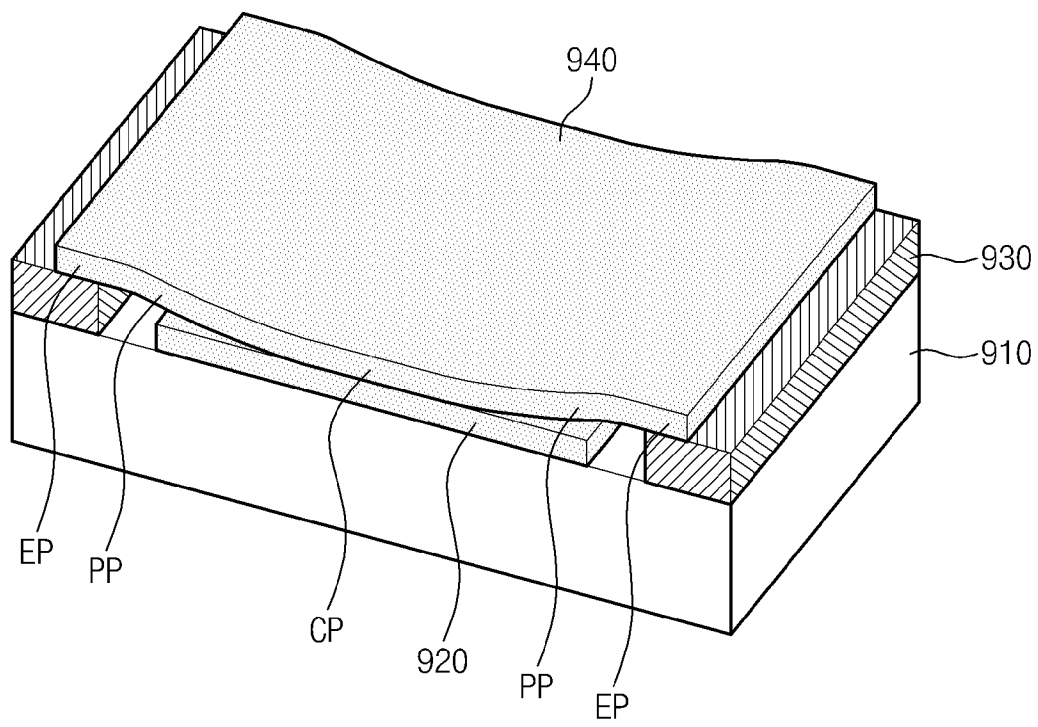
[Fig. 27]



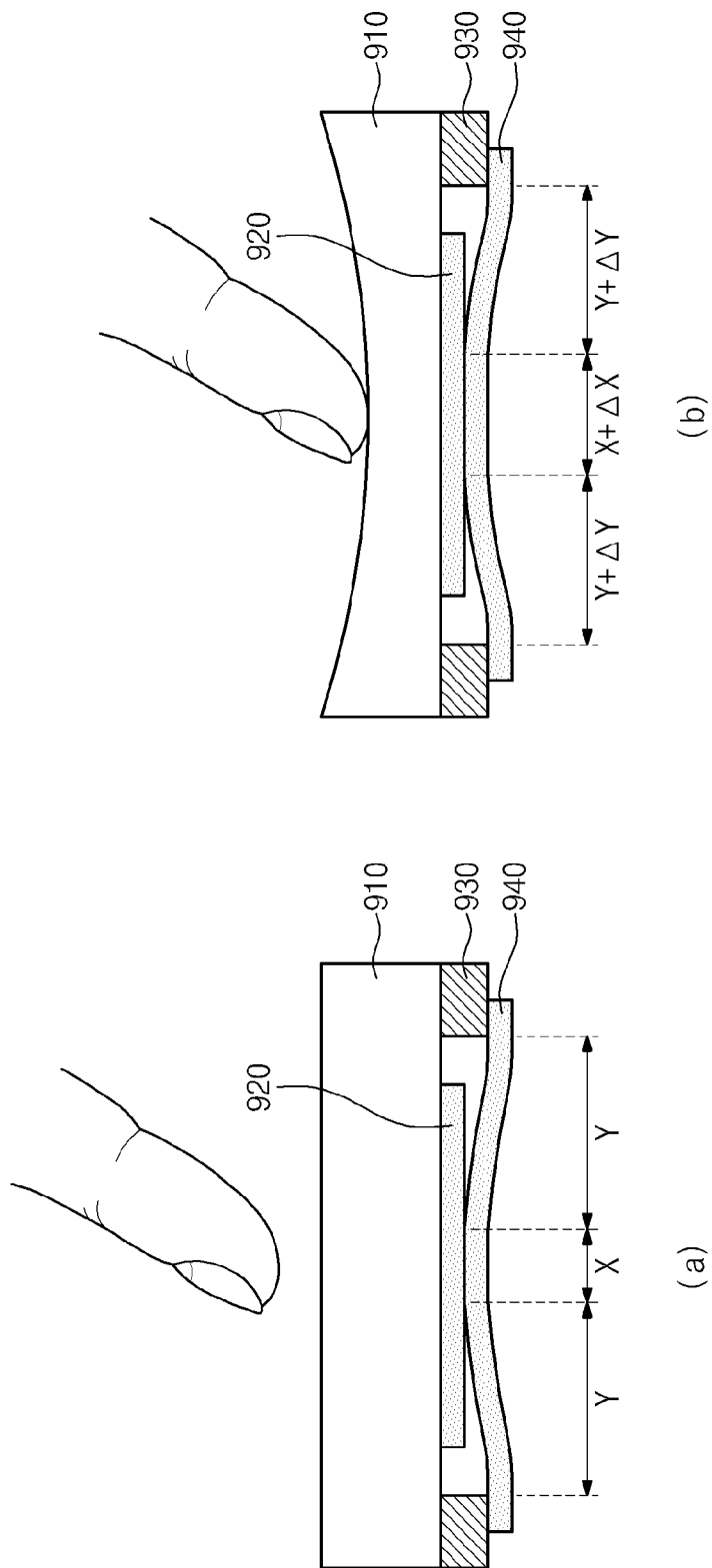
[Fig. 28]



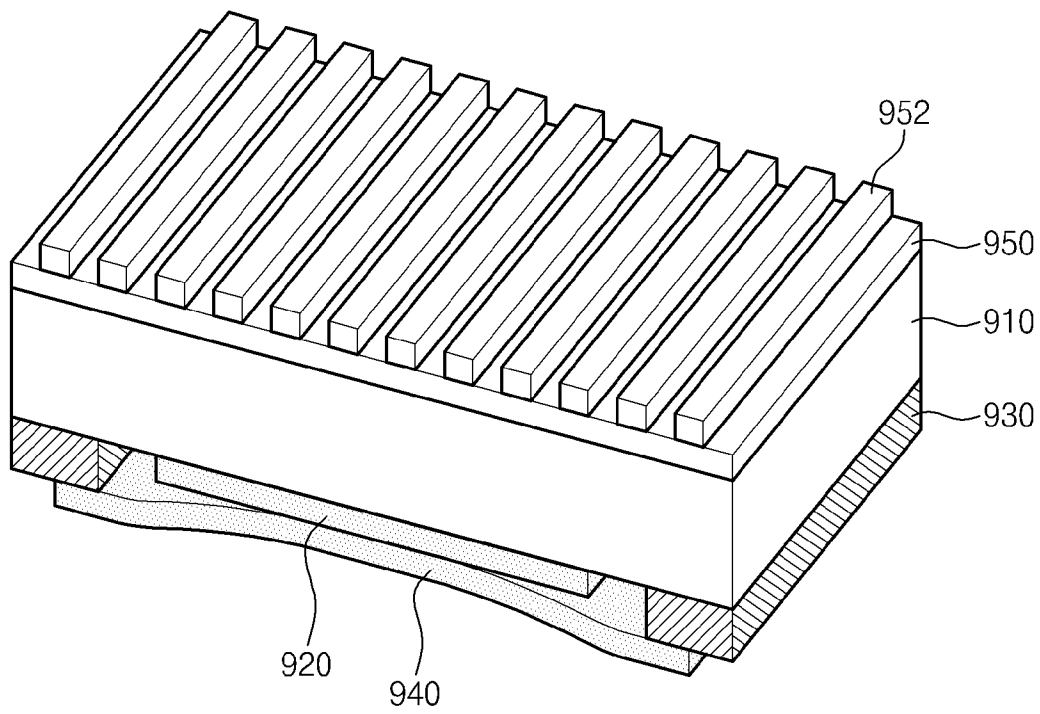
[Fig. 29]



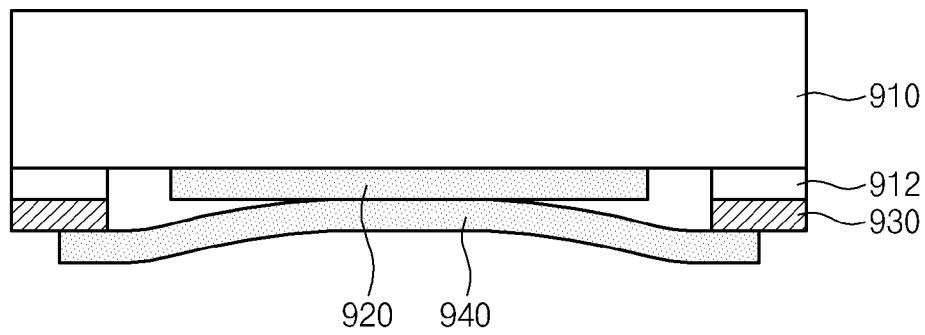
[Fig. 30]



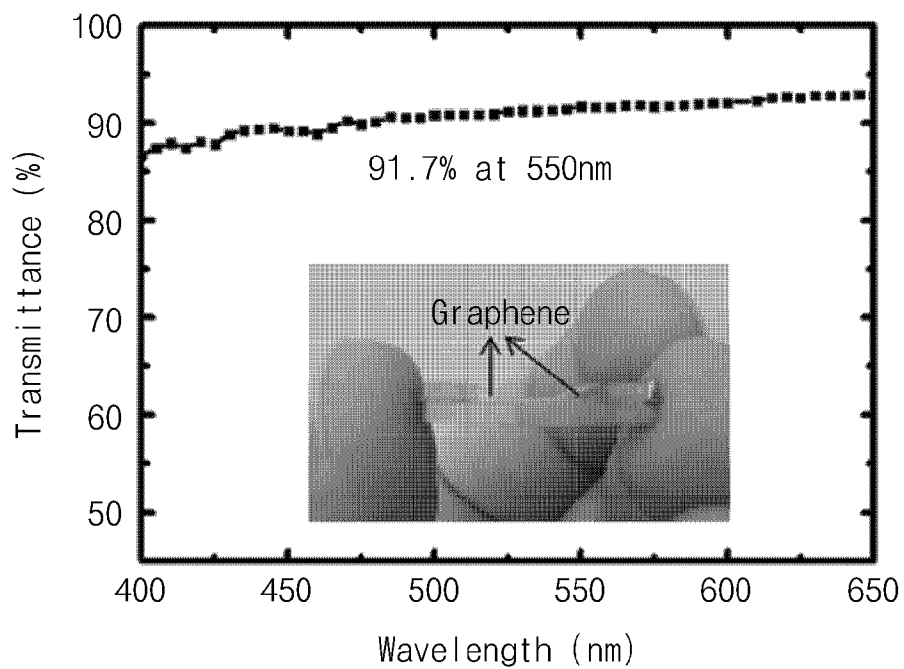
[Fig. 31]



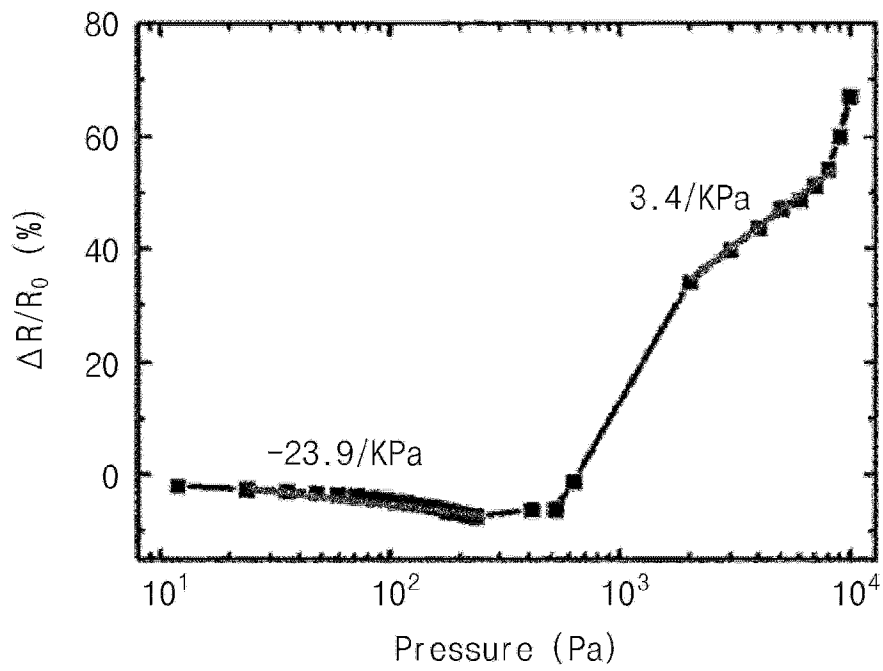
[Fig. 32]



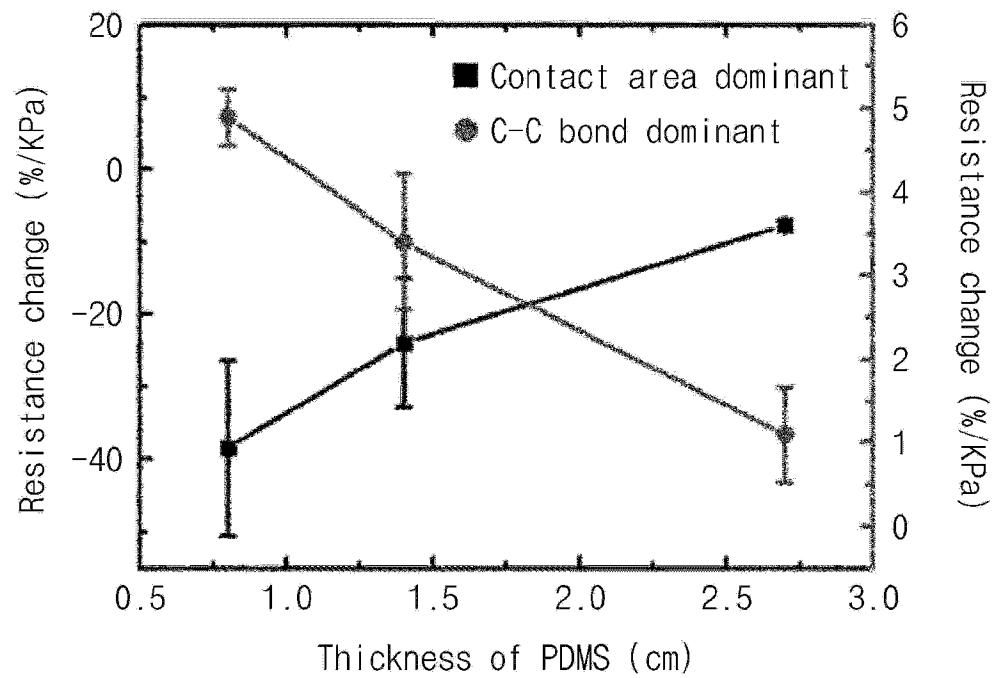
[Fig. 33]



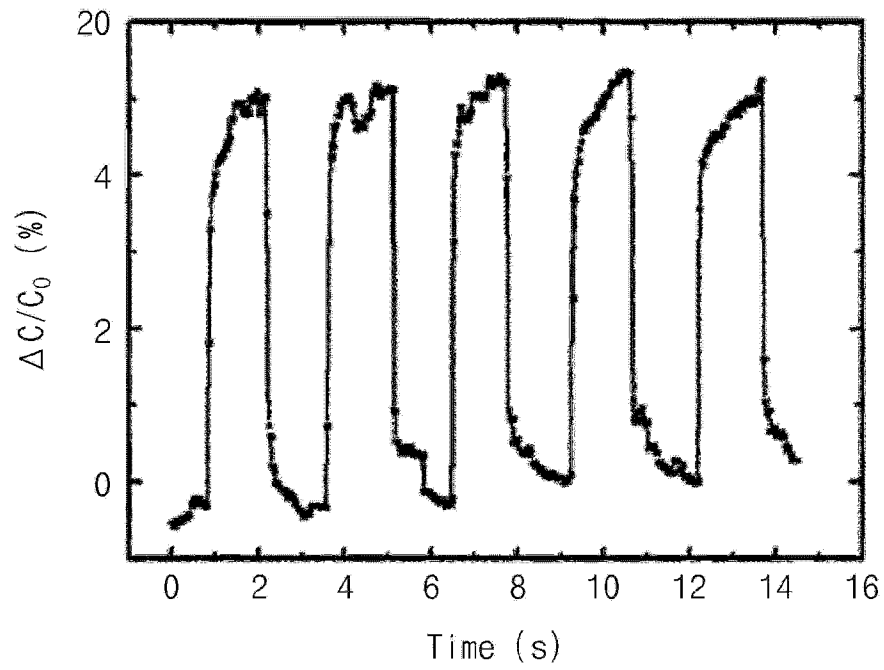
[Fig. 34]



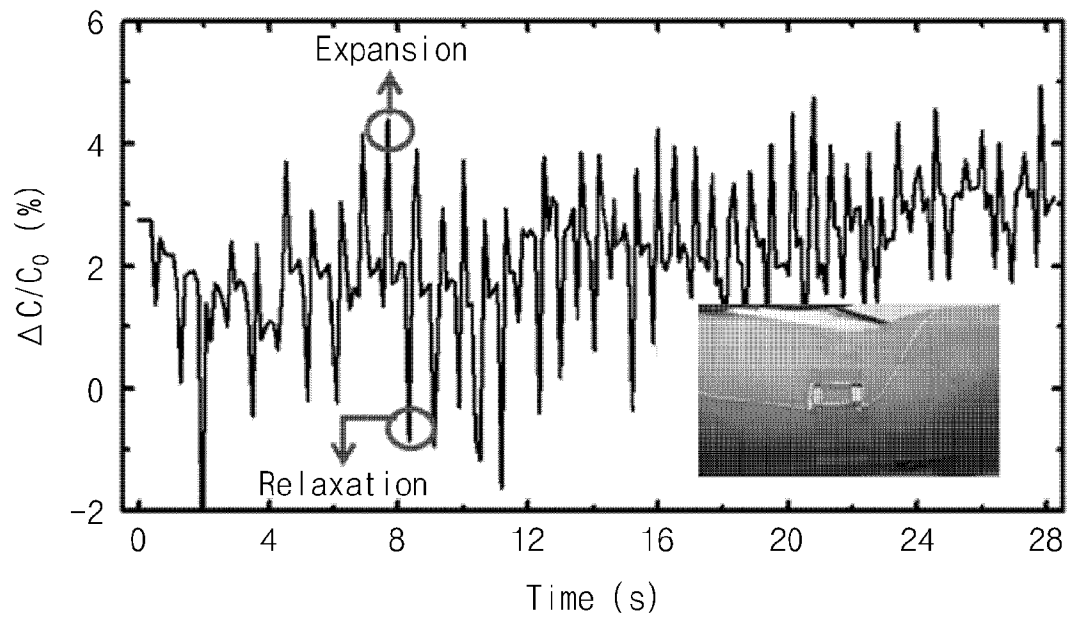
[Fig. 35]



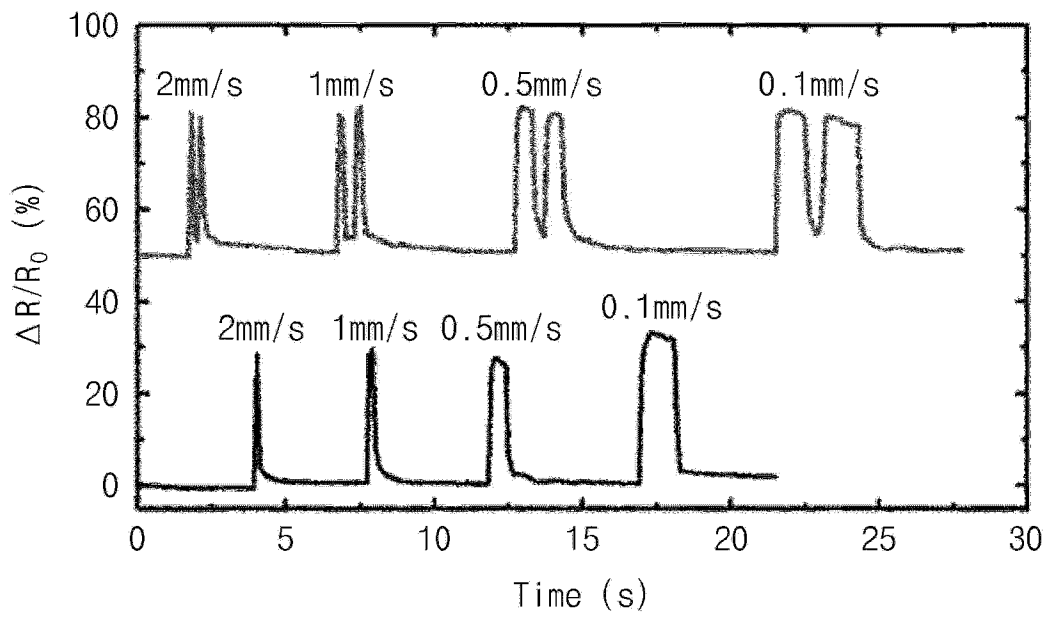
[Fig. 36]



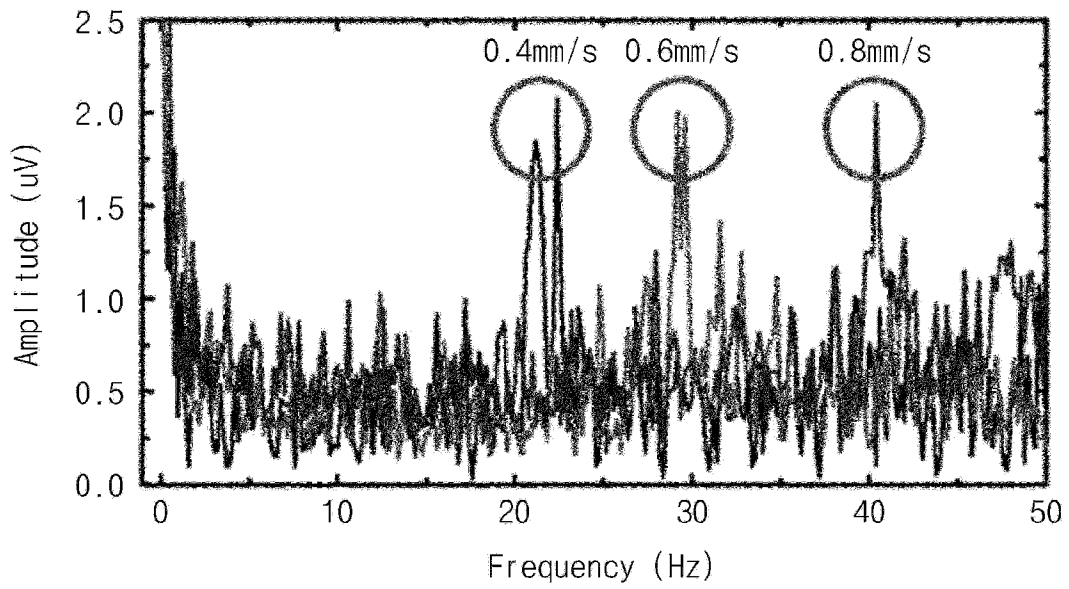
[Fig. 37]



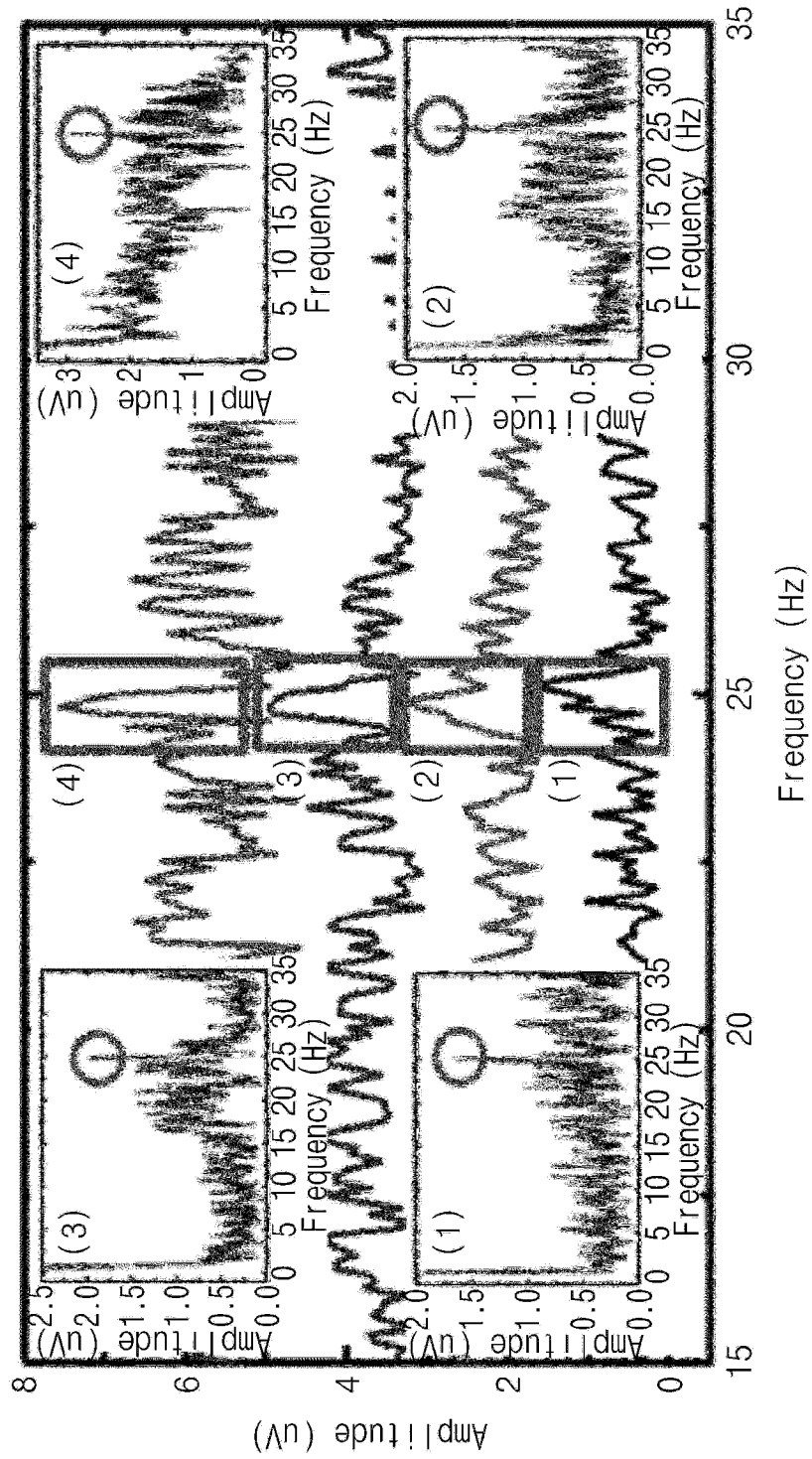
[Fig. 38]



[Fig. 39]



[Fig. 40]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/004666**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06F 3/041(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)

G06F 3/041; G01L 1/20; G06F 3/043; B82B 3/00; G03F 7/00

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: graphene, substrate, touch, pattern, sensor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2011-0090135 A (SAMSUNG TECHWIN CO., LTD. et al.) 10 August 2011 Abstract; claim 1.	1,3
A		2,4-20
Y	KR 10-2012-0053294 A (UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION GROUP OF KYUNG HEE UNIVERSITY) 25 May 2012 Abstract; paragraph [0051]; figure 1.	1,3
A		2,4-20
A	KR 10-2012-0111607 A (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 10 October 2012 Paragraphs [0031]-[0042]; claims 4, 5.	1-20
A	KR 10-2013-0124822 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 15 November 2013 Abstract; paragraphs [0027]-[0031]; claims 1-3.	1-20
A	US 2014-0055407 A1 (LEE, Kangwon et al.) 27 February 2014 Abstract; paragraphs [0088]-[0098]; figure 10.	1-20



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

29 JUNE 2015 (29.06.2015)

Date of mailing of the international search report

29 JUNE 2015 (29.06.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/004666

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0090135 A	10/08/2011	KR 10-2011-0090134 A KR 10-2011-0090396 A US 2012-0319976 A1 WO 2011-096700 A2 WO 2011-096700 A3	10/08/2011 10/08/2011 20/12/2012 11/08/2011 05/01/2012
KR 10-2012-0053294 A	25/05/2012	NONE	
KR 10-2012-0111607 A	10/10/2012	NONE	
KR 10-2013-0124822 A	15/11/2013	NONE	
US 2014-0055407 A1	27/02/2014	KR 10-2014-0026934 A	06/03/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**G06F 3/041(2006.01)i****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06F 3/041; G01L 1/20; G06F 3/043; B82B 3/00; G03F 7/00

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: 그래핀, 기판, 터치, 패턴, 센서

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2011-0090135 A (삼성테크윈 주식회사 외 1명) 2011.08.10 요약문; 청구항1.	1,3
A		2,4-20
Y	KR 10-2012-0053294 A (경희대학교 산학협력단) 2012.05.25 요약문; 단락 [0051]; 도 1.	1,3
A		2,4-20
A	KR 10-2012-0111607 A (광주과학기술원) 2012.10.10 단락 [0031]-[0042]; 청구항 4,5.	1-20
A	KR 10-2013-0124822 A (한국표준과학연구원) 2013.11.15 요약문; 단락 [0027]-[0031]; 청구항1-3.	1-20
A	US 2014-0055407 A1 (KANGWON LEE 외 3명) 2014.02.27 요약문; 단락 [0088]-[0098]; 도 10.	1-20

☐ 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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 06월 29일 (29.06.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 06월 29일 (29.06.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

경연정

전화번호 +82-42-481-3452



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0090135 A	2011/08/10	KR 10-2011-0090134 A KR 10-2011-0090396 A US 2012-0319976 A1 WO 2011-096700 A2 WO 2011-096700 A3	2011/08/10 2011/08/10 2012/12/20 2011/08/11 2012/01/05
KR 10-2012-0053294 A	2012/05/25	없음	
KR 10-2012-0111607 A	2012/10/10	없음	
KR 10-2013-0124822 A	2013/11/15	없음	
US 2014-0055407 A1	2014/02/27	KR 10-2014-0026934 A	2014/03/06