

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 11월 2일 (02.11.2017) **WIPO | PCT**

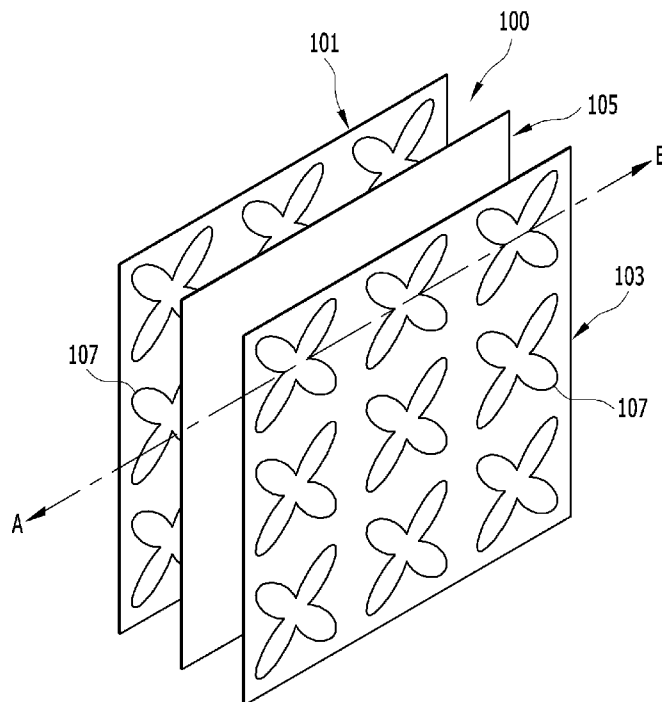


(10) 국제공개번호
WO 2017/188504 A1

- (51) 국제특허분류: **H03H 9/64** (2006.01) **H03H 3/08** (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/006106
- (22) 국제출원일: 2016년 6월 9일 (09.06.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0051450 2016년 4월 27일 (27.04.2016) KR
- (71) 출원인: 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 오일권 (OH, Il Kwon); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 최준호 (CHOI, Jun Ho); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 유미특허법인 (YOU ME PATENT AND LAW FIRM); 06134 서울시 강남구 테헤란로 115, 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, 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.

(54) Title: ACTIVE FREQUENCY SELECTIVE SURFACE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 능동적 주파수 선택 표면 및 그 제조 방법



(57) Abstract: An active frequency selective surface and a manufacturing method therefor are provided. Here, the active frequency selective surface is a frequency selective surface for transmitting or reflecting electromagnetic waves having a specific frequency, and comprises: a dielectric elastomer; a first flexible electrode, on which a conductive pattern is formed, on the upper surface of the dielectric elastomer; and a second flexible electrode, on which a conductive pattern is formed, on the lower surface of the dielectric elastomer, and when a voltage is applied to the first flexible electrode and the second flexible electrode, the geometric structure of the conductive pattern changes, by a compressive force applied to the dielectric elastomer according to the electrical attraction between the first flexible electrode and the second flexible electrode, such that frequency characteristics vary.

[다음 쪽 계속]



WO 2017/188504 A1

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

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

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 능동적 주파수 선택 표면 및 그 제조 방법이 제공된다. 여기서, 능동적 주파수 선택 표면은 특정 주파수를 가진 전자파를 투과하거나 또는 반사시키는 주파수 선택 표면으로서, 유전 탄성체, 상기 유전 탄성체의 상부면에 도전성 패턴이 패터닝된 제1 유연 전극, 그리고 상기 유전 탄성체의 하부면에 상기 도전성 패턴이 패터닝된 제2 유연 전극을 포함하고, 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극에 전압이 인가되면, 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극 간의 전기적 인력에 따라 상기 유전 탄성체에 가해진 압축력으로 인해 상기 도전성 패턴의 기하학 구조가 변형되어 주파수 특성이 가변된다.

명세서

발명의 명칭: 능동적 주파수 선택 표면 및 그 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 능동적 주파수 선택 표면 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 무선 통신과 전자기기의 개발에 따른 무수한 전자기파의 발생으로 인해 통신오류, 기밀정보유출, 해로운 전자파에 대한 인체의 유해성 등의 많은 문제점이 발생한다. 주파수 선택 표면은 이에 대한 해결책으로 제시되고 있다.
- [3] 주파수 선택 표면은 스텔스 레이돔, 다중 안테나, 전자기파 흡수체, 통신 서비스, 무선 보안 시스템 등 다양하게 널리 이용되고 있다.
- [4] 주파수 선택 표면(Frequency Selective Surface, FSS)은 유전체 위에 전도체가 주기적으로 패턴화되어 있는 전자기적 필터이다. 설계된 구동 주파수 대역에서 임의의 전자기파가 입사될 때 전자기파를 선택적으로 투과 또는 반사한다.
- [5] 그런데, 기존의 주파수 선택 표면 연구는 금속과 유전체로 구현된 수동 소자(rigid metal dielectric substrate)를 사용하여 단일한 주파수의 전자기파만을 투과/반사를 시키는 제한점이 존재한다.
- [6] 이에 따라 주파수 선택 표면의 활용범위를 더 넓히기 위해 핀 다이오드(Pin Diode), 버랙터 다이오드(varactor diode), 액정(liquid crystal), 강유전성 물질(ferro-electric substrates), 무선 주파수 미세 전자기계 시스템(radio-frequency microelectromechanical systems) 등을 이용하여 투과/반사 주파수 가변성을 갖는 능동적 주파수 선택 표면에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.
- [7] 종래에는 능동 소자를 적용하여 주파수 선택 표면의 전자기적 특성을 가변시키거나 물리적인 구조를 컨트롤하는데, 핀 다이오드(pin diode)를 이용한 스위칭(Switching) 주파수 선택 표면은 각 전극에 핀 다이오드를 각각 연결하여 정류작용을 이용한다. 따라서, 구조적으로 복잡하고, 강한 바이어스 전류(bias current)에 의해 전력 소모가 매우 큰 단점이 있다. 또한, 온/오프(on/off) 형식이라서 2가지의 주파수만을 튜닝 할 수 있다.
- [8] 또한, 핀 다이오드(pin diode)와 캐패시턴스를 변화시킬 수 있는 버랙터(varactor) 다이오드를 사용하는 경우, 가변 가능한 주파수 영역이 작다.
- [9] 또한, 전기적 재배열 주파수 선택 표면의 경우, 외부 인가 전압으로 인해 LC의 내부 구조가 변형되는데, 그에 따라 유전율과 같은 전기적 특성을 바꿀 수 있지만, 구조적으로 부피가 큰 것이 단점이고, 가변 가능한 주파수 대역이 넓지 않다.
- [10] 이처럼, 종래에 주파수 선택 표면의 전자기적 특성을 가변하여 능동적 주파수 선택 표면을 구현하는 다양한 연구가 존재하지만, 높은 전력 소모, 높은 유전 손실, 복잡한 구조로 인한 비싼 비용과 복잡한 제작 그리고 제한된 주파수

능동적 제어 범위(수십 MHz)의 한계점이 있다. 더욱이, 가변 가능한 주파수 선택 대역이 아직까지 실용적으로 적용하기에는 부족한 단계에 있다.

- [11] 또한, 종래의 방법은 능동적 주파수 선택 표면으로 구동 대역에서 충분히 공진 주파수가 조절되고 있지 않다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다중 대역에서의 구동이 가능하도록 주파수 튜닝이 가능한 능동적 주파수 선택 표면 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 본 발명의 하나의 특징에 따르면, 특정 주파수를 가진 전자파를 투과하거나 또는 반사시키는 주파수 선택 표면으로서, 유전 탄성체, 상기 유전 탄성체의 상부면에 도전성 패턴이 패터닝된 제1 유연 전극, 그리고 상기 유전 탄성체의 하부면에 상기 도전성 패턴이 패터닝된 제2 유연 전극을 포함하고, 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극에 전압이 인가되면, 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극 간의 전기적 인력에 따라 상기 유전 탄성체에 가해진 압축력으로 인해 상기 도전성 패턴의 기하학 구조가 변형되어 주파수 특성이 가변된다.
- [14] 상기 유전 탄성체는,
- [15] 상기 전압이 인가되기 전에 프리스트레칭(*prestretching*)된 상태일 수 있다.
- [16] 상기 유전 탄성체는,
- [17] X축 및 Y축 방향으로 포인트 바이 포인트로 프리스트레칭될 수 있다.
- [18] 상기 도전성 패턴은,
- [19] 음각 패턴 또는 양각 패턴일 수 있다.
- [20] 상기 제1 유연 전극 및 상기 제2 유연 전극은,
- [21] 금속 나노 와이어 전극(*metal nanowire electrode*)을 포함할 수 있다.
- [22] 상기 도전성 패턴은,
- [23] 타원형이 서로 교차하는 나비 형상일 수 있다.
- [24] 상기 주파수 선택 표면은,
- [25] 단위 셀로 구현되고, 복수개의 셀이 서로 연결 및 조합될 수 있다.
- [26] 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극에 인가되는 전압의 크기에 따라 주파수 특성이 가변될 수 있다.
- [27] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 주파수 선택 표면 제조 방법은 특정 주파수를 가진 전자파를 투과하거나 또는 반사시키는 주파수 선택 표면을 제조하는 방법으로서, 유전 탄성체를 몰드 클램핑하는 단계, 상기 유전 탄성체의 양면에 소정의 패턴이 형성된 웨도우 마스크를 붙이는 단계, 상기 유전 탄성체의 양면에 각각 유연 전극을 적층시키는 단계, 그리고 상기 웨도우 마스크를 제거하여 상기 유전 탄성체의 양면에 각각 도전성 패턴이 패터닝된 유연 전극이 적층된 능동적

- 주파수 선택 표면을 제조하는 단계를 포함하고,
- [28] 상기 능동적 주파수 선택 표면은, 상기 양면에 적층된 유연 전극에 각각 전압이 인가되면, 각각의 유연 전극 간의 전기적 인력에 따라 상기 유전 탄성체에 가해진 압축력으로 인해 상기 도전성 패턴의 기하학 구조가 변형되어 주파수 특성이 가변된다.
- [29] 상기 적층시키는 단계는,
- [30] 금속 나노 와이어 전극(metal nanowire electrode)을 상기 유전 탄성체의 양면에 코팅시킬 수 있다.
- [31] 상기 몰드 클램핑하는 단계 이전에,
- [32] 상기 유전 탄성체를 X축 및 Y축 방향으로 기계적으로 프리스트레칭시켜 텐션을 가하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [33] 상기 텐션을 가하는 단계는,
- [34] 상기 유전 탄성체의 면방향으로 균일한 스트레칭이 가능하도록 각 면을 포인트 바이 포인트로 프리스트레칭시킬 수 있다.
- [35] 상기 웨도우 마스크는,
- [36] 타원형이 서로 교차하는 나비 형상이 복수개 배치된 패턴을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [37] 본 발명의 실시예에 따르면, 능동적 주파수 선택 표면은 종래에 수동 소자를 이용하던 것과 달리 신축성이 뛰어나고 전도성이 우수한 유연 전극을 변형 가능한 유전 탄성체 위에 주기 패턴하여 제작되고, 그 패턴된 기하학 구조를 전기전압에 의해 능동적으로 제어함으로써, 다양한 투과 주파수 구현과 1GHz의 넓은 범위에서 실시간으로 주파수를 손쉽게 제어할 수 있다.
- [38] 또한, 능동적 주파수 선택 표면의 제조 방법은 유연하고 변형 가능한 소재를 사용하여 그 기하학 구조를 변형하기 때문에 종래에 능동적 주파수 선택 표면 대비 더 넓은 대역에서 주파수 특성을 가변할 수 있다.
- [39] 또한, 단위 주파수 선택 표면이 모듈 형태로 서로 연결되어 그 크기가 확장되어 어떤 크기의 응용에도 적용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [40] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 분해 사시도이다.
- [41] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 평면도이다.
- [42] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 분해 측단면도이다.
- [43] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 동작 원리를 나타낸다.
- [44] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면이 능동적으로 전자기파를 투과하는 동작 원리를 나타낸다.
- [45] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 0kV 인가했을 때 패턴 모양을 나타낸다.
- [46] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 2kV 인가했을 때 패턴 모양을

나타낸다.

[47] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 4kV 인가했을 때 패턴 모양을 나타낸다.

[48] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 제조 과정을 순차적으로 나타낸 순서도이다.

[49] 도 10 및 도 11은 도 9의 S101 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[50] 도 12는 도 9의 S103 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[51] 도 13은 도 9의 S105 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[52] 도 14는 도 9의 S107 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[53] 도 15는 도 9의 S109 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[54] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 단위 모듈이 조합되는 과정을 나타낸다.

[55] 도 17 및 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 능동적 주파수 선택 표면의 주파수 투과 가변성과 주파수 투과 선택성의 결과를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 형태

[56] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[57] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[58] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...모듈"의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[59] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 능동적 주파수 선택 표면(Frequency Selective Surface, FSS) 및 그 제조 방법에 대하여 상세히 설명한다.

[60] 여기서, 주파수 선택 표면은 일정한 모양을 갖는 패턴을 주기적으로 배열하여 원하는 주파수를 선택적으로 투과 또는 반사시키는 주파수 선택적인 특성을 갖도록 만들어진 평면 또는 표면을 의미한다. 이러한 주파수 선택 표면의 투과와 반사 특성은 주파수 선택 표면에 사용된 재료의 전자기적 특성과, 일정한 모양을 갖는 도전성 패턴의 모양, 크기, 길이, 폭 등과 같은 기하학 구조 및 각 패턴의 배열 주기 간격 및 배열 형상에 의해 결정된다. 따라서, 주파수 선택 표면의 기하학 구조를 능동적으로 제어함으로써, 주파수 선택 표면의 투과 및 반사

특성을 가변할 수 있다.

[61] 그러면, 본 발명의 실시예에 따른 다중 대역에서의 구동이 가능하도록 주파수 튜닝이 가능한 능동적 주파수 선택 표면의 구조에 대해 설명하기로 한다.

[62] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 분해 사시도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 평면도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 분해 측단면도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 동작 원리를 나타내고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면이 능동적으로 전자기파를 투과하는 동작 원리를 나타내며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 0kV 인가했을 때 패턴 모양을 나타내며, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 2kV 인가했을 때 패턴 모양을 나타내고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전압은 4kV 인가했을 때 패턴 모양을 나타낸다.

[63] 먼저, 도 1을 참조하면, 주파수 선택 표면(100)의 구조는 제1 유연 전극(101), 제2 유연 전극(103) 및 유전 탄성체(dielectric elastomer)(105)를 포함한다.

[64] 여기서, 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 도 2에 도시한 바와 같이, 도전성 패턴(107)이 음각으로 패터닝된 것을 도시하였지만, 도전성 패턴(107)이 돌출된 양각 패턴으로 패터닝될 수도 있다. 주파수를 투과시키고자 할 경우, 음각 패턴을 사용하지만, 주파수를 반사시키고자 할 경우, 양각 패턴을 사용한다.

[65] 이때, 도전성 패턴(107)은 두개의 타원형이 서로 교차하는 형상, 즉, 나비 형상을 가진다. 여러 패턴 중에서 나비 형상의 패턴이 채택된 이유는 유전 탄성체(105)의 선변형과 관련이 있다.

[66] 유전 탄성체(105)는 X축 및 Y축 방향으로 먼저 선변형이 된 후에 유전 탄성체(105)의 양면에 유연 전극(101, 103)이 패터닝된다.

[67] 이때, 유전 탄성체(105)의 선변형 효과로 인한 텐션으로 유전 탄성체(105)에 좌굴현상이나 주름이 발생하지 않는다. 그리고 균일하게 패턴 모양이 변형하며, 더 크게 변형 하는 특성이 있다. 이처럼 유전 탄성체(105)가 X축 및 Y축 선변형되어 있는데 X축 및 Y축으로 대칭적이고 안쪽으로 들어간 나비 모양 패턴(concave, 오목하게 들어간)이 다른 모양의 패턴보다 더 변형이 더 잘되는 특성이 있다.

[68] 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 전도성있는 유연 전극으로서, 전도성이 높고, 신축성이 우수하여 변형에도 전도성이 유지되는 재질로 이루어진다.

[69] 한 실시예에 따르면, 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 전도성 우수한 유연 전극으로 금속 나노 와이어 전극(metal nanowire electrode)을 포함할 수 있다.

[70] 다른 실시예에 따르면, 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 은나노 와이어(AgNWs) 전극을 포함할 수 있다.

- [71] 또한, 종래에는 굳은(rigid) 메탈과 유전체를 사용했던 것과 달리, 주파수 선택 표면(100)은 플렉서블(flexible)한 유전 탄성체를 사용한다. 여기서, 유전 탄성체는 전기 흐름에 따라 모양이 자유자재로 바뀌도록 하는 스마트 물질이다.
- [72] 이처럼, 유전 탄성체를 사용하면, 종래와 달리 주파수 선택 표면(100)을 곡면에 적용하기 용이하다.
- [73] 도 3을 참조하면, 주파수 선택 표면(100)은 리지드 프레임(rigid frame)(109) 내에 유전 탄성체(105)가 고정되어 있다. 그리고 유전 탄성체(105)의 상부면에 제1 유연 전극(101)이 적층되고, 유전 탄성체(105)의 하부면에 제2 유연 전극(103)이 적층되어 있는 샌드위치 구조, 즉, 3-Layer로 이루어진다. 이는 종래에 2-Layer와 차별되는 점이다.
- [74] 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 유전 탄성체(105)의 변형을 유도하기 위한 전원을 공급하기 위해 유전 탄성체(105)의 상면과 하면에 도포된 연성 전극이다. 이러한 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 은나노와이어 용액을 스프레이하여 형성될 수 있다.
- [75] 도전성 패턴(107)은 길이과 너비가 선택 주파수에 따라 결정되는데, 이때, 전기 전압에 의해 능동적으로 제어된다.
- [76] 도 4를 참조하면, 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)에 전압을 인가한다. 예를들면, 구리 테이프를 이용해 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)에 전압을 인가할 수 있다.
- [77] 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)에 전압을 인가하면, 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103) 간에 전기적 인력에 의해 비압축성인 유전 탄성체(105)는 압축되면서 면방향(in-plane)으로 늘어나 주파수 선택 표면(100)의 구조가 변형된다.
- [78] 유전 탄성체(105)는 즉, 전기적 인력에 의해 압축력(Compressive force)이 발생하고, 압축력으로 인해 제1 유연 전극(101)과 제2 유연 전극(103)은 액츄에이팅 방향(Actuating direction)으로 변형이 일어나고, 유전 탄성체는 탄성 복원력(Elastic restoring force)이 발생한다. 여기서, 액츄에이팅 방향과 탄성 복원력 방향은 동일하다. 따라서, 변형이 더 잘되고 이로 인해 주파수 선택 표면의 패턴이 변하고 그 기하학적 구조의 변형에 의해 주파수 특성 또한 변형되는 것이다.
- [79] 유전 탄성체(105)는 면방향으로 늘어나는데 부피는 일정하나 압축되지 않는 물질이므로, 유연 전극(101, 103)의 도전성 패턴(107)의 모양이 변형된다. 이때, 모든 도전성 패턴(107)은 균일하게 변형된다.
- [80] 여기서, 유전 탄성체(105)는 더 큰 변형과 불안정한 현상, 예컨대 좌굴 및 주름 발생 등을 방지하기 위해 선변형, 즉, 프리스트레칭(prestretching)되어 있다. 프리스트레칭된 유전 탄성체(105)는 $50\mu m$ 의 두께(P1)를 가질 수 있다. 유전 탄성체(105)의 두께는 선택 주파수에 따라 결정되며, 도전성 패턴(107)의 길이, 폭, 유전 탄성체(105)의 두께에 의해 주파수 대역이 조정된다.

- [81] 이처럼, 프리스트레칭된 유전 탄성체(105)는 균일하게 텐션을 가짐으로써, 주름이나 좌굴 현상 없이 면방향으로 균일하게 늘어 수 있다. 또한, 음각 패턴 변형이 더 잘되는 특성이 있다.
- [82] 도 5를 참조하면, 전압이 0kV일 때 도전성 패턴(107)은 20mm의 길이와 5mm의 크기를 가진다. 도 6을 참조하면, 전압이 2kV가 인가되면, 도전성 패턴(107)은 길이가 19.05mm로 줄어들고, 폭은 4.63mm로 줄어든다. 도 7을 참조하면, 전압이 4kV가 인가되면, 도전성 패턴(107)은 17.69mm로 줄어들고, 폭은 3.95mm로 줄어든다. 이와 같이, 주파수 선택 표면(100)은 유연 전극(101, 103)에 전압을 인가함으로써, 주기적인 음각 패턴을 갖는 유전 탄성체(105)는 가역적으로 변형이 가능하다.
- [83] 도 6, 7과 같은 변형은 유전 탄성체(105)에 패터닝된 모든 도전성 패턴(107)이 균일하게 이루어진다.
- [84] 도 8을 참조하면, 은나노와이어로 이루어진 유연 전극(101, 103)의 팽창과 유전 탄성체(105)의 수축사이의 길항 기능적 제어에 기반하여 X 밴드에서 선택적으로 전자기파가 투과 되는 메커니즘을 나타낸다.
- [85] 이때, 음각 패턴된 주파수 선택 표면(100)에 전압을 인가한 상태에서 임의의 전자기파(P3)가 입사되면, 선택적으로 하나의 전자기파(P5)가 투과된다.
- [86] 주파수 선택 표면(100)에 패터닝된 도전성 패턴(107)은 전압이 인가되면, 즉, 0kV에서 4kV로 전압이 변화하면 전도성 부분(P7)은 늘어나고 비전도성 부분(P9)은 줄어든다. 즉, 도 6, 7에서 설명한 것처럼, 도전성 패턴(107)의 길이와 폭이 안쪽으로 수축하므로, 유연 전극(101, 103)에 해당하는 전도성 부분(P7)은 늘어나고 유전 탄성체(105)에 해당하는 비전도성 부분(P9)은 줄어들게 된다.
- [87] 음각 패턴을 통한 주파수 투과 특성에 대해 설명하였으나, 양각 패턴의 경우도 유사한 원리가 적용된다. 도전성 패턴(107)이 양각으로 패터닝된 경우, 마찬가지로 유연 전극(101, 103)에 해당하는 전도성 부분(P7)은 늘어나고 유전 탄성체(105)에 해당하는 비전도성 부분(P9)은 줄어들게 되어 양각 패턴의 크기가 늘어난다. 따라서, 주파수 특성에 영향을 준다.
- [88] 이처럼, 유연 전극(101, 103)과 유전 탄성체(105)를 이용하여 주파수 선택 표면(100)의 모양과 크기, 배열주기간격과 같은 기하학적 구조를 능동적으로 제어하여 주파수 선택 표면(100)의 투과/반사 특성을 가변할 수 있다.
- [89] 이제, 주파수 선택 표면(100)의 제조 과정에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [90] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 제조 과정을 순차적으로 나타낸 순서도이고, 도 10 및 도 11은 도 9의 S101 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 12는 도 9의 S103 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 13은 도 9의 S105 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 14는 도 9의 S107 단계를 설명하기 위한 도면이고, 도 15는 도 9의 S109 단계를 설명하기 위한 도면이며, 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 선택 표면의 단위 모듈이 조합되는 과정을 나타낸다.

- [91] 먼저, 도 9를 참조하면, 유연 탄성체(105)를 구동할 때 더 큰 변형과 불안정한 현상, 예를 들면, 좌굴(buckling) 및 주름(wrinkle) 발생을 방지하기 위한 프리스트레칭(prestretching)을 한다(S101).
- [92] 도 10 및 도 11을 참조하면, 유전 탄성체(105)를 기계적 쌍방향 스트레칭 기구(mechanically equi-biaxial stretching apparatus)(200)를 사용하여 x, y축 방향으로 프리스트레칭한다.
- [93] 이때, 유전 탄성체(105)의 면을 잡는 것이 아니라 포인트(300) 단위로 프리스트레칭한다. 즉, 포인트 바이 포인트로 늘려줌으로써 더 크고 고른 프리스트레칭 효과를 줄수 있다. 이러한 프리스트레칭으로 인해 유전 탄성체(105)의 두께를 줄여줌으로써 더 큰 압축력을 만들수 있다. 그리고 유전 탄성체(105)에 텐션이 가해져 있기 때문에 구동시에도 좌굴이나 주름이 발생하지 않으며 고르게 모든 패턴이 변형이 가능할 뿐만 아니라 더 큰 변형을 유도할 수 있다. 더 큰 변형은 주파수 특성에 영향을 미친다. 더 큰 변형으로 주파수 대역의 가변 범위가 커진다.
- [94] 다음, 프리스트레칭으로 텐션이 가해진 유전 탄성체(105)를 몰드 클램핑(Mold clamping)한다(S103). 즉, 도 12에 보인 바와 같이, 리지드 프레임(109)으로 유전 탄성체(105)를 위, 아래로 고정시킨다.
- [95] 다음, 리지드 프레임(109)으로 고정된 유전 탄성체(105)의 양면에 쉘도우 마스크를 한다(S105). 도 13에 보인 바와 같이, 임의의 모양을 가진 도전성 패턴(107)을 형성하기 위해 쉘도우 마스크(shadow mask)를 유전 탄성체(105)의 양면에 붙인다.
- [96] 이후, 스프레이잉(spraying), 스핀-코팅(spin-coating), 프린팅(printing), 스퍼터링(sputtering) 기법 등으로 유연 전극(101, 103)을 적층한다(S107). 도 14에 따르면, 은나노와이어를 스프레이잉 방식으로 쉘도우 마스크된 유전 탄성체(105)의 양면에 증착시킨다.
- [97] 마지막으로, 도 15와 같이 쉘도우 마스크를 적층된 유연 전극(101, 103)으로부터 양면 제거(S109)하면, 도전성 패턴(107)이 주기 패턴닝된 유연 전극(101, 103)과 유전 탄성체(105)로 구성된 능동적 주파수 선택 표면(100)이 제조된다.
- [98] 이때, 제조된 능동적 주파수 선택 표면(100)은 도 16의 (a)와 같이 단위 모듈 형태이다. 이러한 단위 모듈을 서로 연결 및 조합하면 도 16의 (b), (c)와 같이 확장되어 주파수 커버리지를 넓힐 수 있다.
- [99] 이처럼, 단위 모듈로서 제조된 주파수 선택 표면은 크기 조절이 용이하여 다양한 실제적인 응용이 가능하다.
- [100] 도 17 및 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 능동적 주파수 선택 표면의 주파수 투과 가변성과 주파수 투과 선택성의 결과를 나타낸다.
- [101] 도 17 및 도 18을 참조하면, 입력 전압이 증가할 때 은나노와이어(AgNW)로 코팅된 주파수 선택 표면(FSS)의 공진 주파수(resonant frequency)의 변화를

나타낸다.

- [102] 첨부된 그래프에서 피크(Peak)를 보면, 전압이 증가할 때, 전자기파의 반사(reflection)와 투과(transmission)의 주파수 응답이 9.6 GHz에서 8.8GHz로 더 낮은 주파수 대역과 감소된 공진 주파수를 향해 쉬프트된다. 0.8~1.0 GHz의 주파수 대역만큼을 조정할 수 있음을 알 수 있다.
- [103] 전술한 바와 같이, 주파수 선택 표면의 기하학 구조, 즉, 단위 셀의 모양과 크기, 배열 주기 간격 자체를 변형하기 때문에 더 정밀하고 더 넓은 주파수 대역에서 투과 주파수를 가변할 수 있다.
- [104] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 특정 주파수를 가진 전자파를 투과하거나 또는 반사시키는 주파수 선택 표면으로서,
유전 탄성체,
상기 유전 탄성체의 상부면에 도전성 패턴이 패터닝된 제1 유연 전극, 그리고
상기 유전 탄성체의 하부면에 상기 도전성 패턴이 패터닝된 제2 유연 전극을 포함하고,
상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극에 전압이 인가되면, 상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극 간의 전기적 인력에 따라 상기 유전 탄성체에 가해진 압축력으로 인해 상기 도전성 패턴의 기하학 구조가 변형되어 주파수 특성이 가변되는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 2] 제1항에서,
상기 유전 탄성체는,
상기 전압이 인가되기 전에 프리스트레칭(*prestretching*)된 상태인 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 3] 제2항에서,
상기 유전 탄성체는,
X축 및 Y축 방향으로 포인트 바이 포인트로 프리스트레칭되는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 4] 제1항에서,
상기 도전성 패턴은,
음각 패턴 또는 양각 패턴인 것을 특징으로 하는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 5] 제1항에서,
상기 제1 유연 전극 및 상기 제2 유연 전극은,
은나노와이어(AgNWs)로 이루어진 것을 특징으로 하는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 6] 제1항에서,
상기 도전성 패턴은,
타원형이 서로 교차하는 나비 형상인 것을 특징으로 하는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 7] 제1항에서,
단위 셀로 구현되고, 복수개의 셀이 서로 연결 및 조합되는 능동적 주파수 선택 표면.
- [청구항 8] 제1항에서,

[청구항 9]

상기 제1 유연 전극과 상기 제2 유연 전극에 인가되는 전압의 크기에 따라 주파수 특성이 가변되는 능동적 주파수 선택 표면, 특정 주파수를 가진 전자파를 투과하거나 또는 반사시키는 주파수 선택 표면을 제조하는 방법으로서,
 유전 탄성체를 몰드 클램핑하는 단계,
 상기 유전 탄성체의 양면에 소정의 패턴이 형성된 웨도우 마스크를 붙이는 단계,
 상기 유전 탄성체의 양면에 각각 유연 전극을 적층시키는 단계,
 그리고
 상기 웨도우 마스크를 제거하여 상기 유전 탄성체의 양면에 각각 도전성 패턴이 패터닝된 유연 전극이 적층된 능동적 주파수 선택 표면을 제조하는 단계를 포함하고,
 상기 능동적 주파수 선택 표면은,
 상기 양면에 적층된 유연 전극에 각각 전압이 인가되면, 각각의 유연 전극 간의 전기적 인력에 따라 상기 유전 탄성체에 가해진 압축력으로 인해 상기 도전성 패턴의 기하학 구조가 변형되어 주파수 특성이 가변되는 능동적 주파수 선택 표면 제조 방법.

[청구항 10]

제9항에서,
 상기 적층시키는 단계는,
 은나노와이어(AgNW)를 상기 유전 탄성체의 양면에 코팅시키는 능동적 주파수 선택 표면 제조 방법.

[청구항 11]

제9항에서,
 상기 몰드 클램핑하는 단계 이전에,
 상기 유전 탄성체를 X축 및 Y축 방향으로 기계적으로 프리스트레칭시켜 텐션을 가하는 단계를 더 포함하는 능동적 주파수 선택 표면 제조 방법.

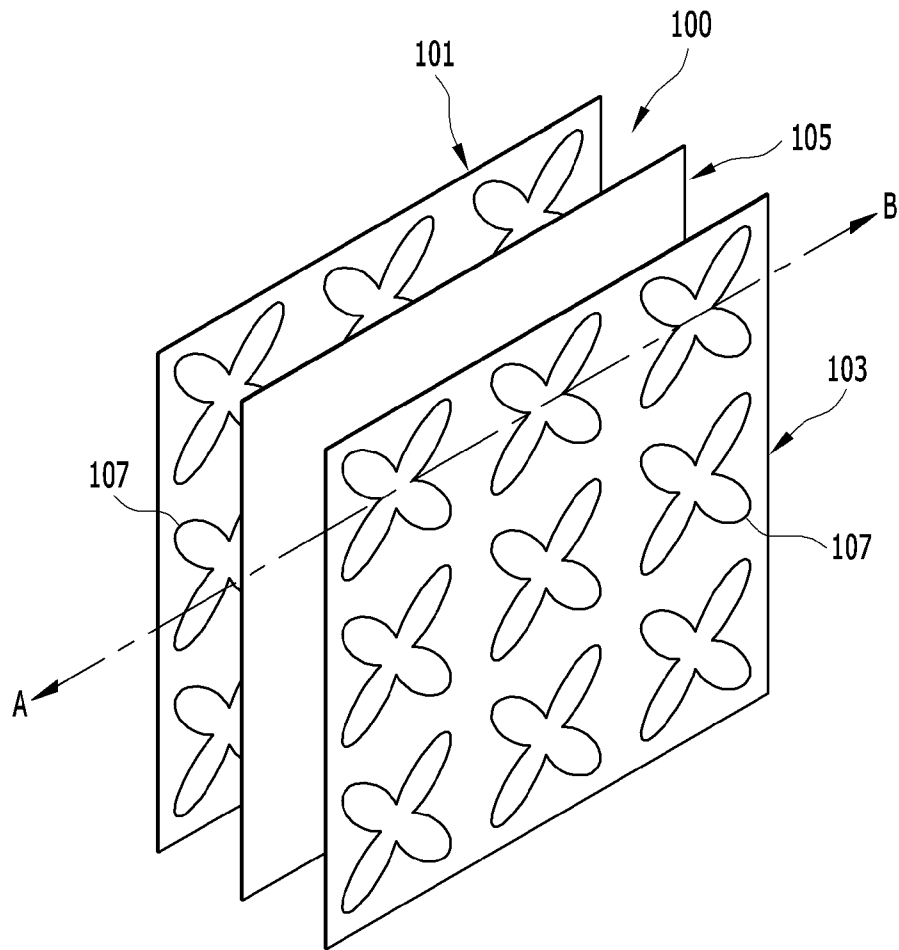
[청구항 12]

제11항에서,
 상기 텐션을 가하는 단계는,
 상기 유전 탄성체의 면방향으로 균일한 스트레칭이 가능하도록 각 면을 포인트 바이 포인트로 프리스트레칭시키는 능동적 주파수 선택 표면 제조 방법.

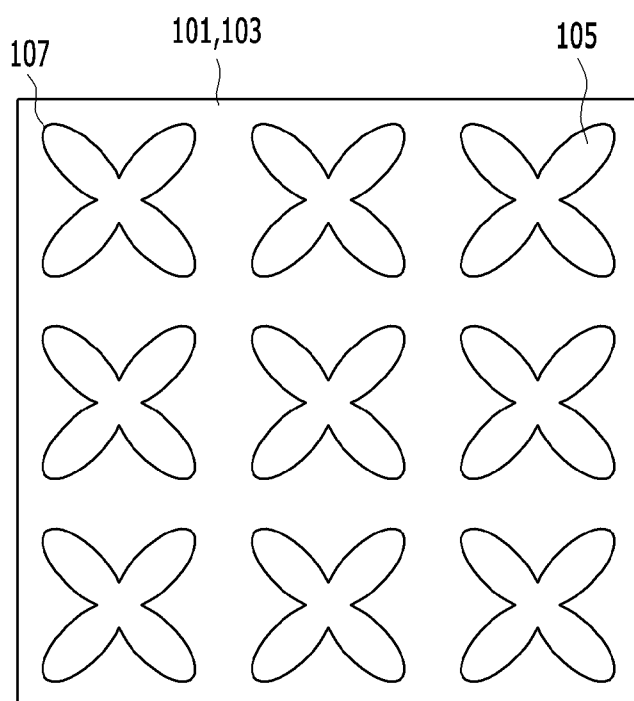
[청구항 13]

제9항에서,
 상기 웨도우 마스크는,
 타원형이 서로 교차하는 나비 형상이 복수개 배치된 패턴을 포함하는 능동적 주파수 선택 표면 제조 방법.

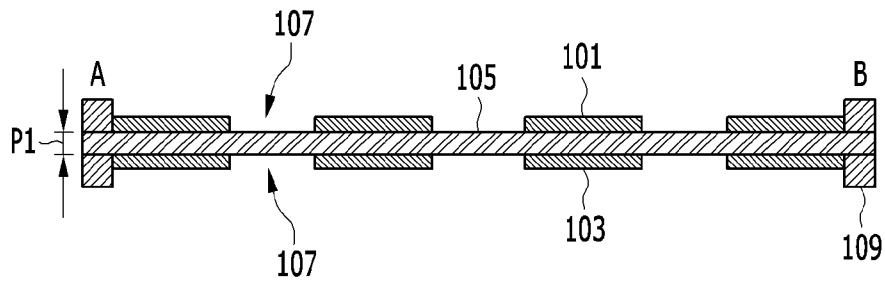
[Fig. 1]



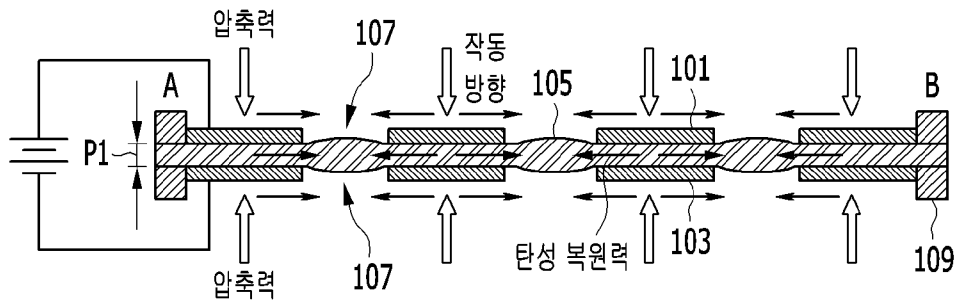
[Fig. 2]



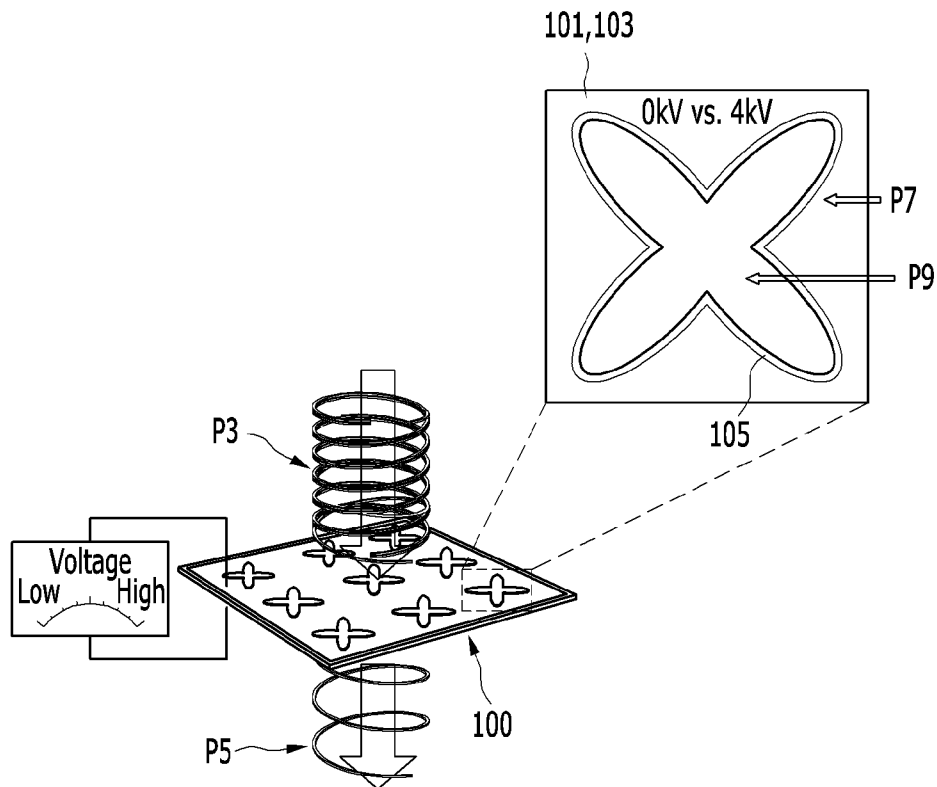
[Fig. 3]



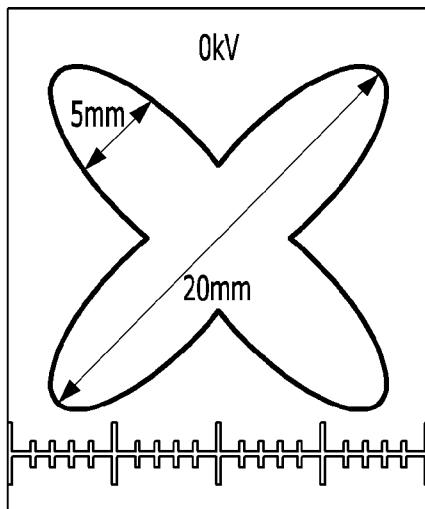
[Fig. 4]



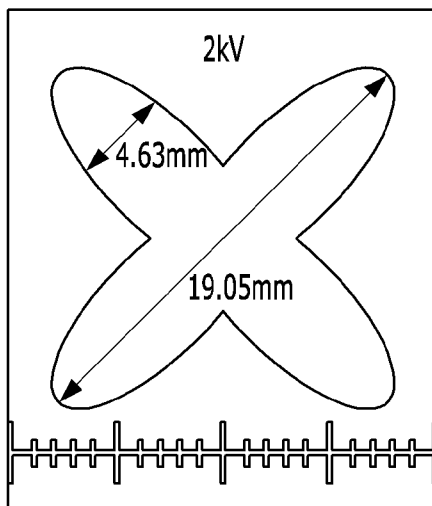
[Fig. 5]



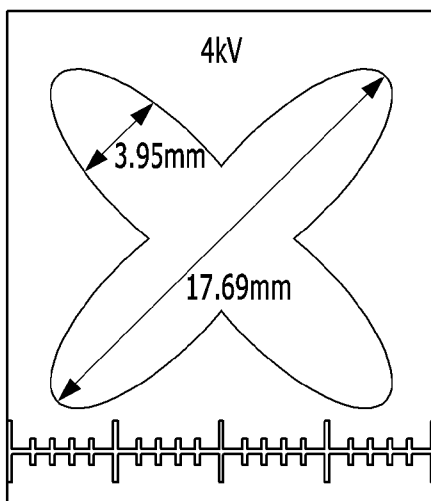
[Fig. 6]



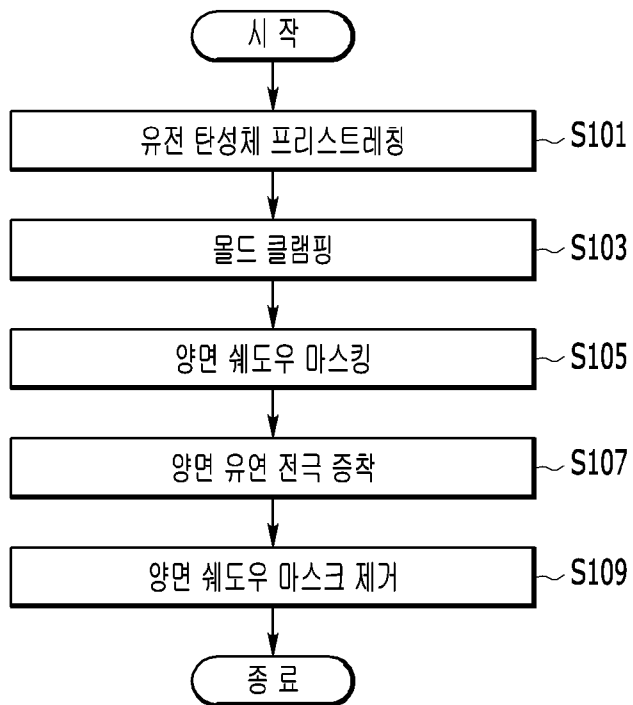
[Fig. 7]



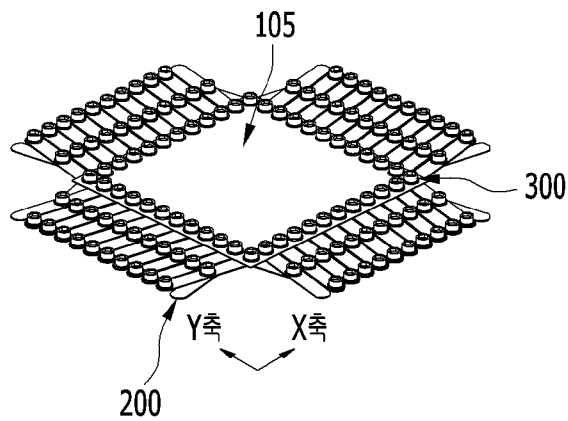
[Fig. 8]



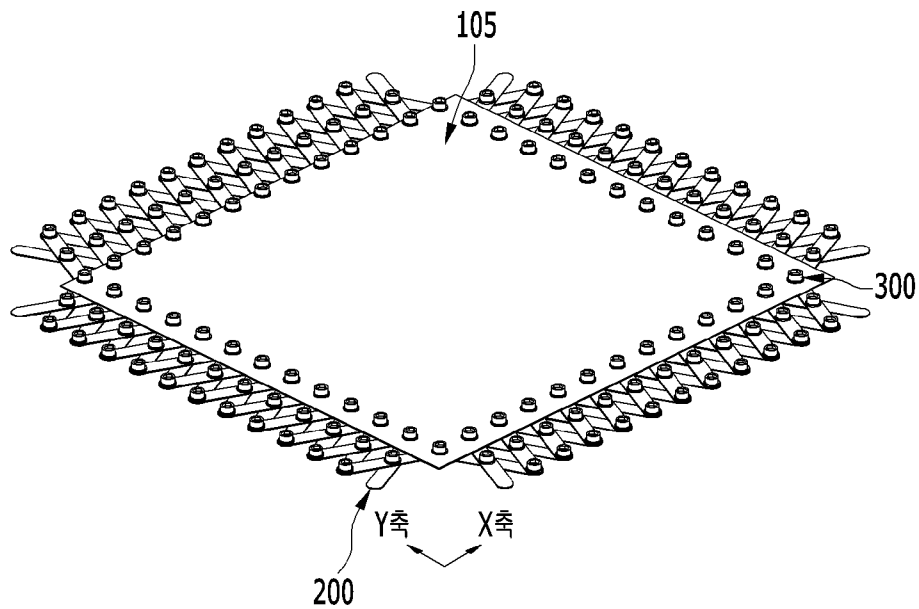
[Fig. 9]



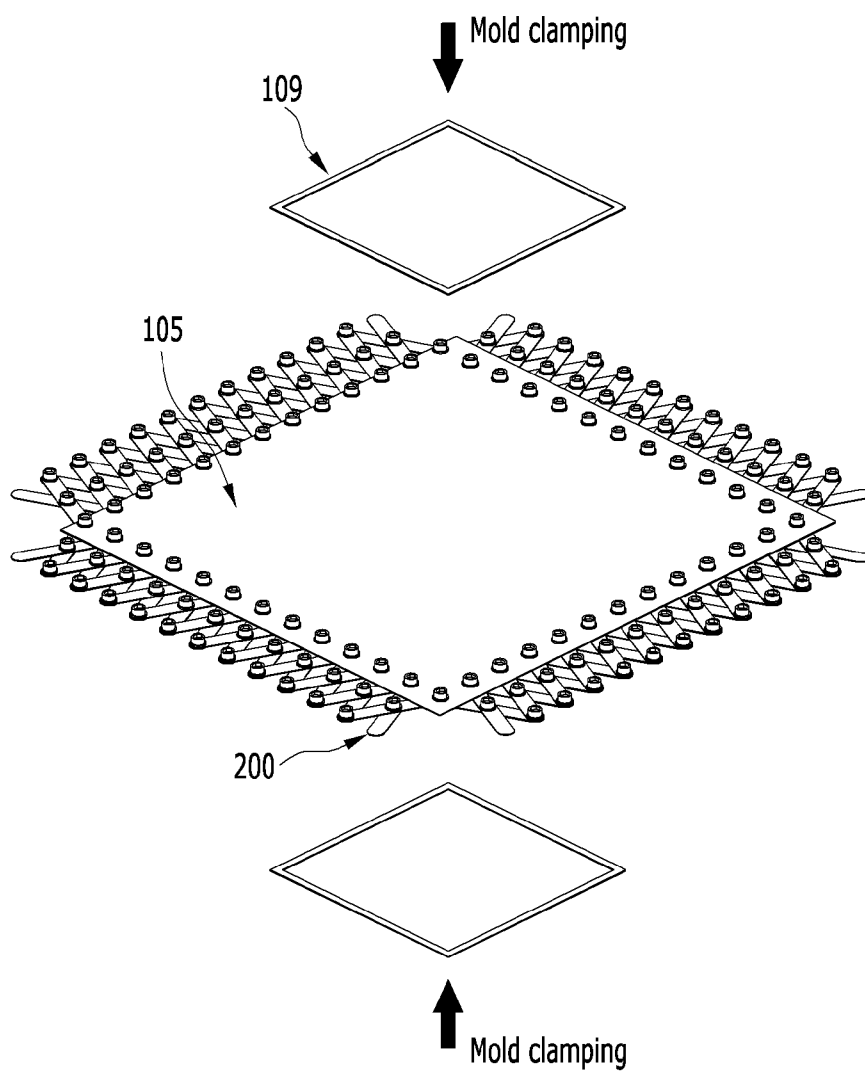
[Fig. 10]



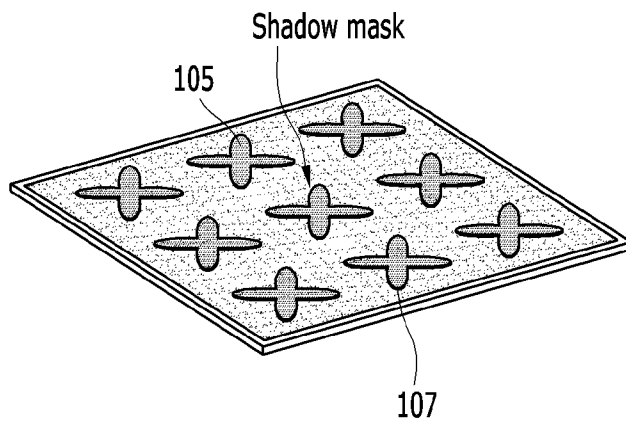
[Fig. 11]



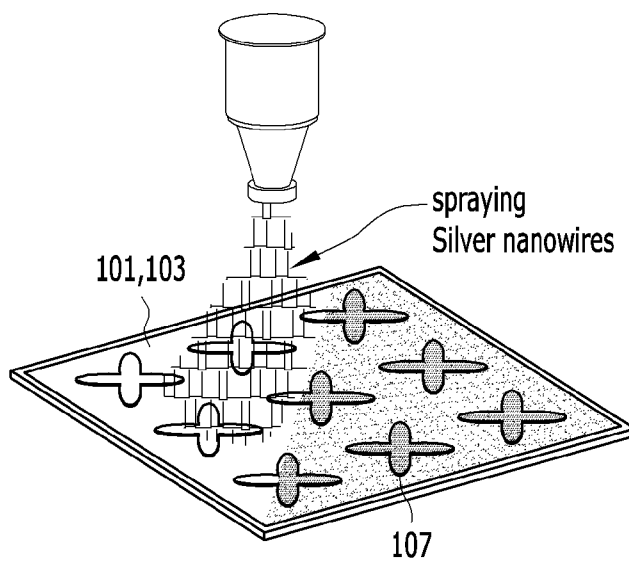
[Fig. 12]



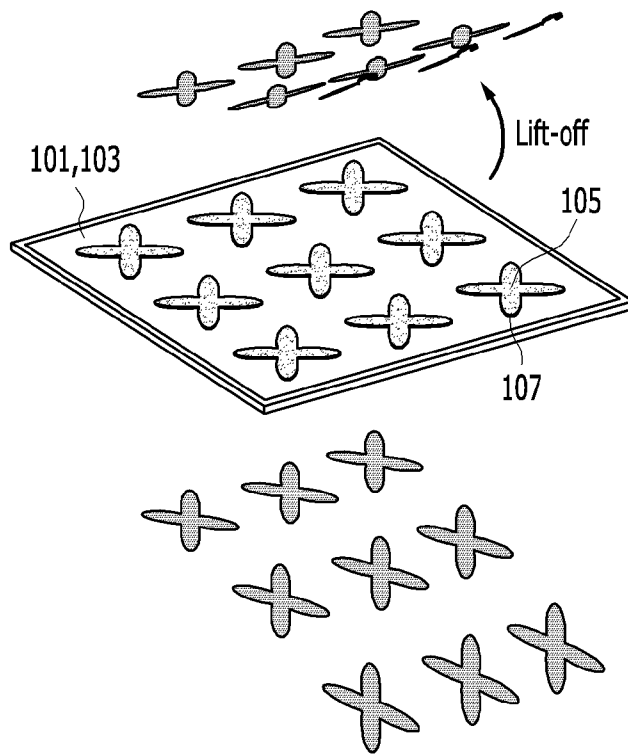
[Fig. 13]



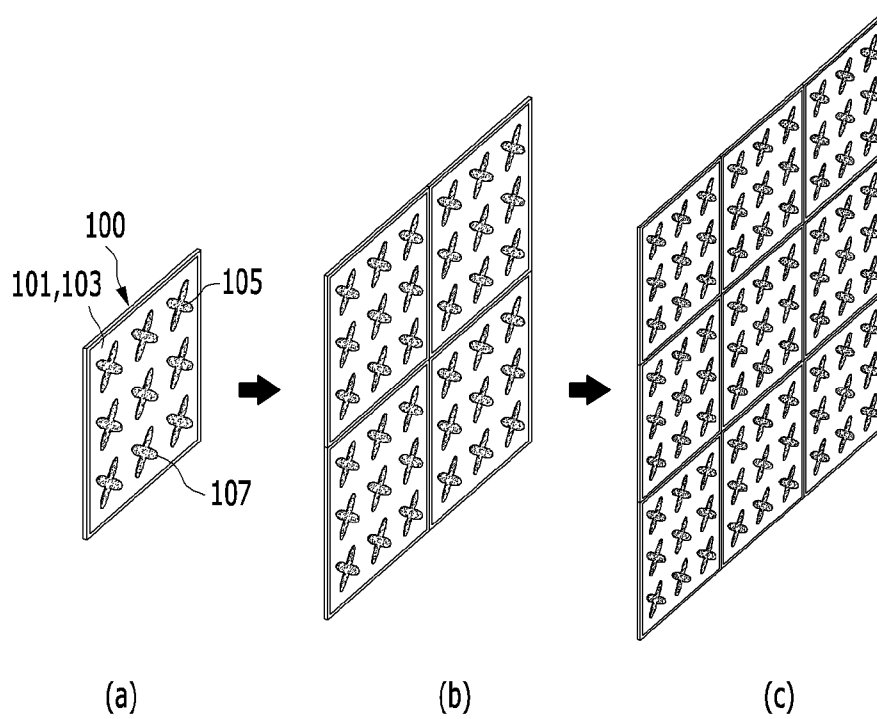
[Fig. 14]



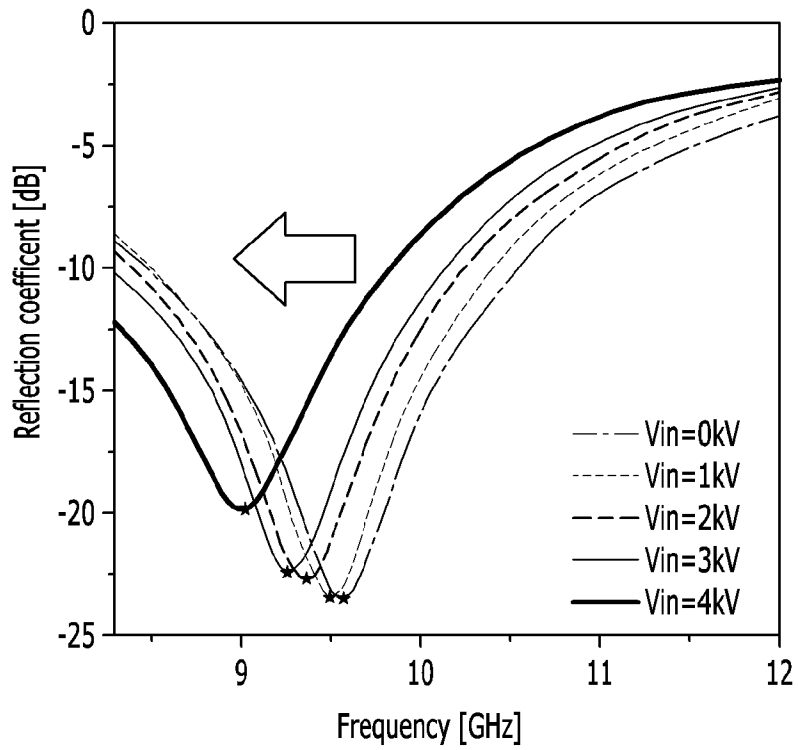
[Fig. 15]



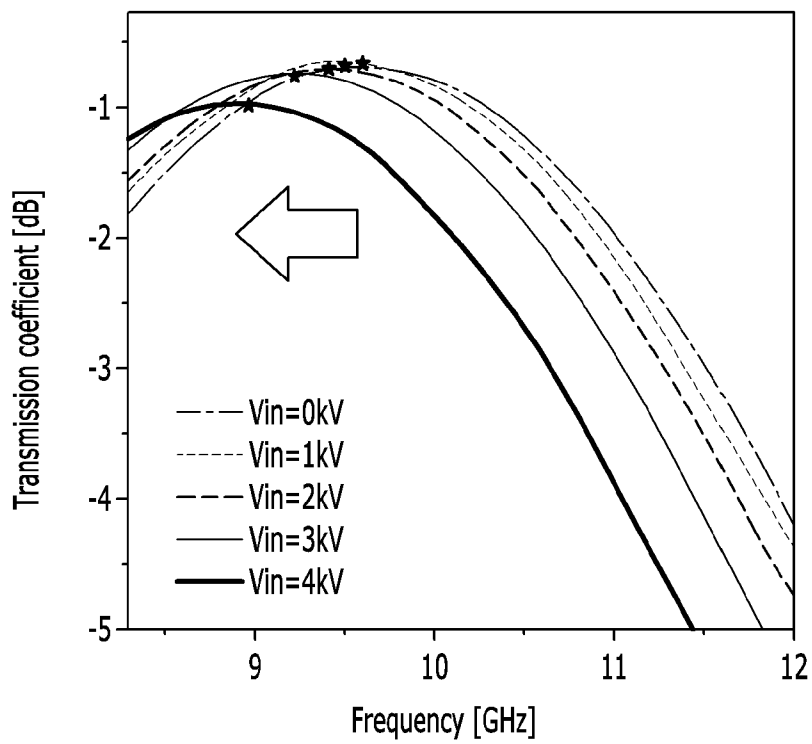
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/006106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 9/64(2006.01)i, H03H 3/02(2006.01)i, H03H 3/08(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)

H03H 9/64; H01P 1/20; H01Q 17/00; H01L 51/52; H05K 9/00; H01L 31/042; H03H 3/02; H03H 3/08

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: Frequency Selective Surface, dielectric elastomer, conductivity, pattern, flexible electrode, voltage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JUN, Ki-Woo et al., "Anisotropic Behavior of Dielectric Elastomer Actuator Having Uni-Directional Micro Ripple Patterned Electrodes", The Korean Society of Mechanical Engineers Full Annual Meeting, pp. 2167-2169, 30 November 2015 See pages 2167-2169; and figures 2-3.	1-5,8-12
Y		6-7,13
Y	WO 2012-002723 A2 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 05 January 2012 See paragraphs [0012]-[0013]; and claim 4.	6,13
Y	KR 10-2012-0072018 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 03 July 2012 See paragraph [0046]; claim 1; and figure 1.	7
A	CN 104167577 A (CHINA SHIP RESEARCH AND DESIGN CENTER) 26 November 2014 See paragraphs [0016]-[0023]; and figure 2.	1-13
A	WO 2014-076645 A1 (UNIVERSITA DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 22 May 2014 See pages 10-11; and figure 1.	1-13
X	CHOI, Jun Ho et al., "Tunable Frequency Selective Surface Based on Dielectric Elastomer Actuator", The Korean Society of Mechanical Engineers Full Annual Meeting, pp. 665-666, 10 November 2015 See pages 665-666.	1-13



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

17 JANUARY 2017 (17.01.2017)

Date of mailing of the international search report

17 JANUARY 2017 (17.01.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/006106

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHOI, Jun-Ho et al., "Electro-Active Tunable Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuator Based on Functionally Antagonistic Aperture Control: Stretching versus Compression", Journal of Advanced Materials, 05 December 2015 See figures S1-S3.	1-13
X	CHOI, Jun-Ho et al., "An Electroactive, Tunable, and Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuators Based on Functionally Antagonistic Aperture Control", Small 2016 (volume 12, issue 14), pp. 1840-1846, 10 February 2016 See pages 1840-1846.	1-13
X	CHOI, Jun-Ho et al., "Aperture Control: An Electroactive, Tunable, and Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuators Based on Functionally Antagonistic Aperture Control", Small 2016 (volume 12, issue 14), pp. 1817, 07 April 2016 See page 1817. ※ The above theses related "CHOI, Jun-Ho et al" are known documents declaring exceptions to lack of novelty by the applicant.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/006106

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2012-002723 A2	05/01/2012	KR 10-2012-0001684 A WO 2012-002723 A3	04/01/2012 29/03/2012
KR 10-2012-0072018 A	03/07/2012	KR 10-1311212 B1 US 2013-0277579 A1 US 8890101 B2 WO 2012-086943 A1	25/09/2013 24/10/2013 18/11/2014 28/06/2012
CN 104167577 A	26/11/2014	CN 104167577 B	11/05/2016
WO 2014-076645 A1	22/05/2014	IT RM20120569 A1	17/05/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H03H 9/64(2006.01)i, H03H 3/02(2006.01)i, H03H 3/08(2006.01)i																										
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H03H 9/64; H01P 1/20; H01Q 17/00; H01L 51/52; H05K 9/00; H01L 31/042; H03H 3/02; H03H 3/08 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: 주파수 선택 표면, 유전 탄성체, 도전성, 패턴, 유연 전극, 전압																										
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>전기우 등, `마이크로 주름 구조를 갖는 유전탄성체 작동기의 이방성 동작 특성`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp 2167-2169, 2015.11.31 페이지 2167-2169; 및 도면 2-3 참조.</td> <td>1-5, 8-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>6-7, 13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2012-002723 A2 (성균관대학교 산학협력단) 2012.01.05 단락 [0012]-[0013]; 및 청구항 4 참조.</td> <td>6, 13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2012-0072018 A (한국전자통신연구원) 2012.07.03 단락 [0046]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104167577 A (CHINA SHIP RESEARCH AND DESIGN CENTER) 2014.11.26 단락 [0016]-[0023]; 및 도면 2 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014-076645 A1 (UNIVERSITA DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 2014.05.22 페이지 10-11; 및 도면 1 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>최준호 등, `유전 탄성체 기반의 가변가능한 주파수 선택막`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 665-666, 2015.11.10 페이지 665-666 참조.</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	X	전기우 등, `마이크로 주름 구조를 갖는 유전탄성체 작동기의 이방성 동작 특성`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp 2167-2169, 2015.11.31 페이지 2167-2169; 및 도면 2-3 참조.	1-5, 8-12	Y		6-7, 13	Y	WO 2012-002723 A2 (성균관대학교 산학협력단) 2012.01.05 단락 [0012]-[0013]; 및 청구항 4 참조.	6, 13	Y	KR 10-2012-0072018 A (한국전자통신연구원) 2012.07.03 단락 [0046]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	7	A	CN 104167577 A (CHINA SHIP RESEARCH AND DESIGN CENTER) 2014.11.26 단락 [0016]-[0023]; 및 도면 2 참조.	1-13	A	WO 2014-076645 A1 (UNIVERSITA DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 2014.05.22 페이지 10-11; 및 도면 1 참조.	1-13	X	최준호 등, `유전 탄성체 기반의 가변가능한 주파수 선택막`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 665-666, 2015.11.10 페이지 665-666 참조.	1-13
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																								
X	전기우 등, `마이크로 주름 구조를 갖는 유전탄성체 작동기의 이방성 동작 특성`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp 2167-2169, 2015.11.31 페이지 2167-2169; 및 도면 2-3 참조.	1-5, 8-12																								
Y		6-7, 13																								
Y	WO 2012-002723 A2 (성균관대학교 산학협력단) 2012.01.05 단락 [0012]-[0013]; 및 청구항 4 참조.	6, 13																								
Y	KR 10-2012-0072018 A (한국전자통신연구원) 2012.07.03 단락 [0046]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	7																								
A	CN 104167577 A (CHINA SHIP RESEARCH AND DESIGN CENTER) 2014.11.26 단락 [0016]-[0023]; 및 도면 2 참조.	1-13																								
A	WO 2014-076645 A1 (UNIVERSITA DEGLI STUDI DI ROMA "LA SAPIENZA") 2014.05.22 페이지 10-11; 및 도면 1 참조.	1-13																								
X	최준호 등, `유전 탄성체 기반의 가변가능한 주파수 선택막`, 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 665-666, 2015.11.10 페이지 665-666 참조.	1-13																								
☒ 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 “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 신구성 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 2017년 01월 17일 (17.01.2017)		국제조사보고서 발송일 2017년 01월 17일 (17.01.2017)																								
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 안정환 전화번호 +82-42-481-8633 																								

C(계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JUN-HO CHOI 등, 'Electro-Active Tunable Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuator Based on Functionally Antagonistic Aperture Control: Stretching versus Compression' , journal of Advanced Materials, 2015.12.05 도면 S1-S3 참조.	1-13
X	JUN-HO CHOI 등, 'An Electroactive, Tunable, and Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuators Based on Functionally Antagonistic Aperture Control' , small 2016 (Volume 12, Issue 14), pp 1840-1846, 2016.02.10 페이지 1840-1846 참조.	1-13
X	JUN-HO CHOI 등, 'Aperture Control: An Electroactive, Tunable, and Frequency Selective Surface Utilizing Highly Stretchable Dielectric Elastomer Actuators Based on Functionally Antagonistic Aperture Control` , small 2016 (Volume 12, Issue 14), pp.1817, 2016.04.07 페이지 1817 참조.  ※ `최준호 등`의 논문부터는 출원인이 신규성 상실의 예외로서 선언한 공지문헌 임.	1-13

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2016/006106

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2012-002723 A2	2012/01/05	KR 10-2012-0001684 A WO 2012-002723 A3	2012/01/04 2012/03/29
KR 10-2012-0072018 A	2012/07/03	KR 10-1311212 B1 US 2013-0277579 A1 US 8890101 B2 WO 2012-086943 A1	2013/09/25 2013/10/24 2014/11/18 2012/06/28
CN 104167577 A	2014/11/26	CN 104167577 B	2016/05/11
WO 2014-076645 A1	2014/05/22	IT RM20120569 A1	2014/05/17