

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 11월 22일 (22.11.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/157844 A1

- (51) 국제특허분류:
H05H 1/46 (2006.01) *H03H 7/40* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002179
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 26일 (26.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0047538 2011년 5월 19일 (19.05.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **한국 과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 대전광역시 유성구 구성동 373-1, 305-701 Daejeon (KR).
- (72) 발명자: **چ**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **장홍영 (CHANG, Hong-Young)** [KR/KR]; 대전광역시 구성동 373-1 한국 과학기술원 물리학과 2327, 305-701 Daejeon (KR). **안상혁 (AN, Sanghyuk)** [KR/KR]; 대전광역시 구성동 373-1 한국과학기술원 물리학과 2326, 305-701 Daejeon (KR). **이진원 (LEE, Jinwon)** [KR/KR]; 대전광역시 구성동 373-1 한국과학기술원 물리학과 2326, 305-701 Daejeon (KR).

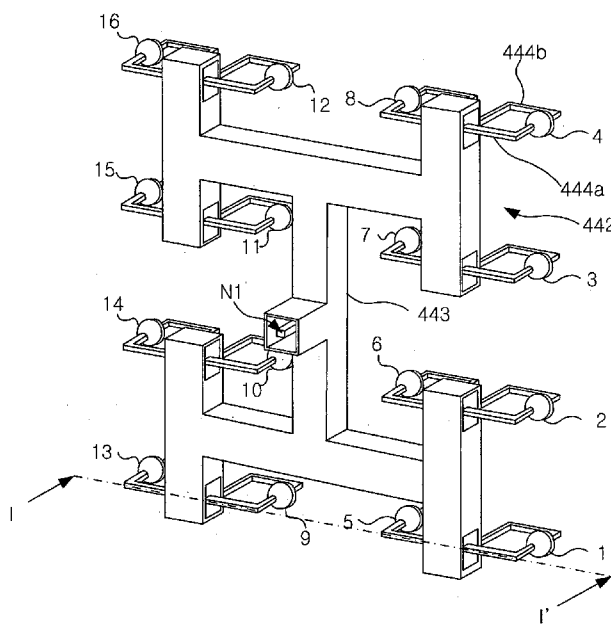
- (74) 대리인: **이평우 (LEE, Pyung Woo)**; 서울특별시 강남구 역삼동 837-11 유니온센타빌딩 1613, 135-808 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: PLASMA GENERATION DEVICE

(54) 발명의 명칭: 플라즈마 발생 장치

Fig. 4a



(57) Abstract: The present invention provides a plasma generation device. Said plasma generation device comprises: a vacuum container; a plurality of dielectrics which are connected to through holes formed in the vacuum container; a plurality of RF coils of the same structure, which are disposed in the vicinity of each of the dielectrics, and are electrically connected in parallel; an RF power source which supplies power to the RF coils; an impedance matching circuit which is disposed between the RF power source and the RF coils; and a power distribution unit which is disposed between the impedance matching circuit and one end of the RF coils, and distributes the power of the RF power source to the RF coils. The power distribution unit comprises a power distribution line, and a conductive outer cover that encloses the power distribution line. A distance between an input end of the power distribution unit and said RF coils is the same, and the other end of the RF coils is connected to the conductive outer cover such that the other end is grounded.

(57) 요약서: 본 발명은 플라즈마 발생 장치를 제공한다. 이 플라즈마 발생 장치는 진공 용기, 진공 용기를 형성된 관통홀에 연결된 복수의 유전체들, 유전체들 각각의 주위에 배치되고 전기적으로 병렬 연결된 동일한 구조의 복수의 RF 코일들, RF 코일들에 전력을 공급하는 RF 전원, RF 전원과 RF 코일들 사이에 배치된 임피던스 매칭 회로, 및 임피던스 매칭 회로와 RF 코일들의 일단 사이에 배치되어 RF 전원의 전력을 RF 코일들에

분배하는 전력 분배부를 포함한다. 전력 분배부는 전원 분배라인; 및 전원 분배라인을 감싸고 있는 도전성 외피를 포함한다. 전력 분배부의 입력단과 상기 RF 코일들 사이의 거리가 동일하고, RF 코일들의 타단은 도전성 외피에 연결되어 접지된다.



공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 플라즈마 발생 장치

기술분야

본 발명은 플라즈마 장치에 관한 것으로, 더 구체적으로 유도 결합 플라즈마를 발생시키는 복수의 안테나들에 전력을 분배하는 전력 분배부를 가지는 유도 결합 플라즈마 장치에 관한 것이다.

배경기술

유도 결합 플라즈마는 고밀도의 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 하지만, 플라즈마 밀도가 균일한 대면적 플라즈마를 형성하는 것은 용이하지 않다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 동축 케이블 형태의 전력 분배부를 이용하는 플라즈마 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 진공 용기; 상기 진공 용기에 형성된 복수의 관통홀들에 각각 연결된 복수의 유전체들; 상기 유전체들 각각의 주위에 배치되고 전기적으로 병렬 연결된 동일한 구조의 복수의 RF 코일들; 상기 RF 코일들에 전력을 공급하는 RF 전원; 상기 RF 전원과 상기 RF 코일들 사이에 배치된 임피던스 매칭 회로; 및 상기 임피던스 매칭 회로와 상기 RF 코일들의 일단 사이에 배치되어 상기 RF 전원의 전력을 상기 RF 코일들에 분배하는 전력 분배부를 포함한다. 상기 전력 분배부는 전원 분배라인; 및 상기 전원 분배라인을 감싸고 있는 도전성 외피를 포함한다. 상기 전력 분배부의 입력단과 상기 RF 코일들 사이의 거리가 동일하고, 상기 RF 코일들의 타단은 상기 도전성 외피에 동일한 길이로 연결되어 접지된다.

본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 RF 코일들 각각에 이격되어 배치되는 영구 자석들을 더 포함한다.

본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 영구 자석들을 고정하는 자석 고정판을 더 포함하고, 상기 고정 고정판은 상기 영구 자석과 상기 RF 코일들 사이의 수직 거리를 조절한다.

본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 진공 용기는 사각판 형태의 상판을 포함하고, 상기 RF 코일들은 상기 상판에 매트릭스 형태로 배열된다.

본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 유전체들은 원통형, 벨자형, 또는 원판형 중에서 하나일 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 병렬 연결된 모든

RF 코일들에 전력을 균등 분배하여 균일한 유도 결합 플라즈마를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 1b는 도 1a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 1c는 도 1a의 회로도이다.

도 2a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 2b는 도 2a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다.

도 3a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 3b는 도 3a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 3c는 도 3a의 전력 분배부에 연결된 RF 코일의 전압을 나타내는 도면이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 4b는 도 4a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 4c는 도 4a의 I-I'선을 따라 자른 단면에서의 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 4d는 전력 분배부에 연결된 RF 코일들의 전압을 나타내는 도면이다.

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 사시도이다. 도 5b는 도 5a의 II-II' 선을 따라 자른 단면도이다. 도 5c는 5a의 평면도이다.

400: 플라즈마 발생 장치

412: 진공 용기

1a~16a: 유전체들

1~16: RF 코일들

442: 전력 분배부

발명의 실시를 위한 형태

대면적 플라즈마를 형성하기 위하여, 하나의 전원은 복수의 안테나들 또는 코일들에 전력을 공급할 수 있다. 이 경우, 안테나들은 서로 병렬 연결되거나 또는 직렬 연결될 수 있다. 하지만, RF 전원에 가까이 배치된 안테나들은 많은 전력을 공급받고, RF 전원에서 멀리 배치된 안테나들은 적은 전력을 공급받는다. 따라서, 플라즈마 균일도 확보가 어렵다. RF 전원의 주파수가 증가함에 따라, 준-정전 상태 근사(quasi-static approximation)는 잘 맞지 않는다. 따라서, 전자기파 효과(EM wave effect)가 나타난다.

본 발명의 일 실시예에 따르면, RF 전원의 전력을 안테나들에 분배하는 전력 분배부는 모든 안테나들에 동일한 길이를 가지도록 구성된다. 또한, 상기 전력 분배부는 동축 케이블 형태를 가지고 상기 안테나들에 동일한 전력을 분배할 수 있다. 즉, 상기 전력 분배부는 전원 분배라인 및 상기 전원 분배라인

을 감싸고 있는 접지된 도전성 외피를 포함한다. 상기 전력 분배부의 입력단과 상기 안테나들 사이의 거리가 동일하다.

이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

도 1a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 1b는 도 1a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 1c는 도 1a의 회로도이다.

도 1a 및 도 1b를 참조하면, 전력 분배부(142)는 RF 전원(148)의 전력을 16 개의 RF 코일들(1~16)에 전력을 분배한다. 상기 RF 전원(148)의 주파수는 13.56 Mhz이다. 상기 RF 전원(148)의 전력은 임피던스 매칭 네트워크(146)를 통하여 전력 분배부(142)에 공급된다. 전기장의 세기는 전자기 시뮬레이션을 사용하여 계산되었다.

상기 전력 분배부(142)의 입력단(N1)에서 RF 전원으로부터 전력이 공급된다. 상기 RF 코일들(1~16)은 서로 병렬 연결되어 있다. 상기 입력단(N1)으로부터 RF 코일들(1~16)의 거리는 서로 다르다. 상기 전력 분배부는 도선이다. 상기 입력단(N1)에서 전기장의 세기가 크다. 상기 입력단(N1)으로부터 멀리 떨어진 RF 코일(1,4)에 공급되는 전기장의 세기는 작다. 이에 따라, 상기 전력 분배부(142)는 상기 RF 코일들(1~16)에 균등하게 전력을 분배할 수 없다.

도 2a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 2b는 도 2a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다.

도 2a 및 도 2b를 참조하면, 전력 분배부(242)는 입력단(N1)에서 16 개의 RF 코일들(1~16)에 동일한 길이를 가지도록 구성된다. RF 전원의 주파수는 13.56 Mhz이다. 그러나, 전력 분배부(242)의 입력단(N1)에서 전기장의 세기가 크고, 상기 전력 분배부(242)의 입력단(N1)에서 멀수록 전기장의 세기는 작다. 이에 따라, 상기 전력 분배부(242)는 상기 RF 코일들(1~16)에 균등하게 전력을 분배할 수 없다.

도 3a는 통상적인 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 3b는 도 3a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 3c는 도 3a의 전력 분배부에 연결된 RF 코일의 전압을 나타내는 도면이다.

도 3a 내지 도 3c를 참조하면, RF 전원은 병렬 연결된 16 개의 RF 코

일들(1~16)에 전력 분배부(342)를 통하여 전력을 분배한다. RF 전원의 주파수는 13.56 Mhz이다. 상기 전력 분배부(342)는 전력 분배라인 및 상기 전력 분배라인을 둘러 싸고 있는 도전성 외피를 포함한다. 이에 따라, 상기 전력 분배부는 동축 케이블과 같은 형상을 가진다. 입력단(N1)에서 RF 코일들(1~16)의 거리는 동일하다.

상기 RF 코일들(1~16)의 일단은 상기 전력 분배라인에 연결되고, 상기 RF 코일들(1~16)의 타단은 판 형태의 베이스 판에 연결되어 접지된다. 이 경우에도, 상기 RF 코일들(1~16)에 인가되는 전압은 위치에 따라 서로 다르다. 도 3c를 참조하면, 제1,2,5,6 RF 코일들에 인가되는 전압은 서로 다르다. 따라서, 상기 전력 분배부(342)는 상기 RF 코일들(1~16)에게 균등하게 전력을 분배할 수 없다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 전력 분배부를 나타내는 사시도이다. 도 4b는 도 4a의 전력 분배부에 의하여 형성된 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 4c는 도 4a의 I-I'선을 따라 자른 단면에서의 전기장의 세기를 나타내는 도면이다. 도 4d는 전력 분배부에 연결된 RF 코일들의 전압을 나타내는 도면이다.

도 4a 내지 도 4d를 참조하면, RF 전원은 병렬 연결된 16 개의 RF 코일들(1~16)에 전력 분배부(442)를 통하여 전력을 분배한다. RF 전원의 주파수는 13.56 Mhz이다. 상기 전력 분배부(442)는 전력 분배라인(미도시) 및 상기 전력 분배라인을 둘러싸고 있는 도전성 외피(443)를 포함한다. 이에 따라, 상기 전력 분배부(442)는 동축 케이블과 같은 형상을 가진다. 상기 RF 코일들(1~16)의 일단은 상기 전력 분배라인에 제1 연결 수단(444a)을 통하여 연결되고, 상기 RF 코일들(1~16)의 타단은 상기 도전성 외피(443)에 동일한 길이의 제2 연결 수단(444b)을 통하여 연결되어 접지된다. 이 경우, 상기 RF 코일들(1~16)에 인가되는 전압을 위치에 따라 서로 같다. 따라서, 병렬 연결된 복수의 안테나 또는 RF 코일에 의하여 유도 결합 플라즈마는 균일할 수 있다. 유도 결합 플라즈마는 전자석 또는 영구자석을 포함하는 헬리콘 플라즈마를 포함할 수 있다.

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 사시도이다. 도 5b는 도 5a의 II-II' 선을 따라 자른 단면도이다. 도 5c는 5a의 평면도이다. 도 4a 내지 도 4d에서 설명한 것과 중복되는 설명은 생략한다.

도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 플라즈마 발생 장치(400)는 진공 용기(412), 상기 진공 용기(412)에 형성된 관통홀(2b, 6b, 10b, 14b)에 연결된 복수의 유전체들(1a~16a), 상기 유전체들(1a~16a) 각각의 주위에 배치되고 전기적으로 병렬 연결된 동일한 구조의 복수의 RF 코일들(1~16), 상기 RF 코일들(1~16)에 전력을 공급하는 RF 전원(미도시), 상기 RF 전원과 상기 RF 코일들

(1~16) 사이에 배치된 임피던스 매칭 회로(미도시), 및 상기 임피던스 매칭 회로와 상기 RF 코일들(1~16)의 일단 사이에 배치되어 상기 RF 전원의 전력을 상기 RF 코일들(1~16)에 분배하는 전력 분배부(442)를 포함한다.

상기 전력 분배부(442)는 전원 분배라인(441), 및 상기 전원 분배라인(441)을 감싸고 있는 도전성 외피(443)를 포함한다. 상기 전력 분배부(442)의 입력단(N1)과 상기 RF 코일들(1~16) 사이의 거리가 동일하고, 상기 RF 코일들(1~16)의 타단은 상기 도전성 외피(443)에 동일한 길이로 연결되어 접지된다.

상기 진공 챔버(412)는 원통형 또는 사각통 형상을 가질 수 있다. 상기 진공 챔버(412)는 가스를 공급하는 가스 공급부(미도시) 및 가스를 배기하는 배기부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 진공 챔버(412)는 기판 홀더(414) 및 상기 기판 홀더 상에 장착되는 기판(416)을 포함할 수 있다. 상기 RF 코일들(1~16)은 유전체를 통과하는 전기장 및 자기장을 형성한다. 상기 전기장은 상기 진공 용기 내부 또는 상기 유전체의 내부에 플라즈마를 형성한다. 즉, 상기 RF 코일들(1~16)은 유도 결합 플라즈마를 형성한다. 상기 RF 코일들(1~16)은 플라즈마 및 활성종을 형성하고, 상기 활성종 및/또는 플라즈마는 상기 기판(416)을 처리할 수 있다.

상기 진공 챔버(412)는 상기 진공 챔버(412)와 분리/결합할 수 있는 상판(410)을 포함할 수 있다. 상기 상판(410)은 사각판 형태일 수 있다. 상기 상판(410)은 금속 또는 금속 합금으로 형성될 수 있다. 상기 상판(410)은 상기 유전체(1a~16a)의 개수에 해당하는 복수 개의 관통홀들을 포함할 수 있다. 상기 관통홀 상에 상기 유전체가 배치되어, 방전 공간을 형성할 수 있다. 상기 유전체는 튜브 형태 또는 벨자(bell jar) 형태일 수 있다.

상기 유전체들(1a~16a)은 상기 관통홀의 상부에 배치되어 방전 공간을 제공한다. 상기 유전체의 진공 상태는 상기 관통홀의 상부 측벽 근처에 형성된 홈에 삽입된 오링(o-ring)에 의하여 유지될 수 있다. 상기 유전체들의 형상은 다양하게 변형될 수 있다.

본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 유전체들(1a~16a)은 유전체 튜브일 수 있다. 상기 유전체 튜브들의 일단은 상기 진공 챔버(412)와 연결될 수 있다. 금속 뚜껑(미도시)은 상기 유전체 튜브들의 타단에 장착될 수 있다. 상기 금속 뚜껑은 가스를 유입하는 가스 유입부를 포함할 수 있다. 상기 금속 뚜껑은 헬리콘 파(Helicon wave)를 반사시켜 보강간섭을 일으킬 수 있다. 이에 따라, 플라즈마는 더 높은 밀도를 가질 수 있다.

상기 RF 전원의 출력은 임피던스 매칭 회로(미도시)를 통하여 상기 RF 코일들(1~16)에 제공될 수 있다. 상기 RF 전원의 주파수는 수백 kHz 내지 수백 MHz 일 수 있다.

상기 전력 분배부(442)는 상기 임피던스 매칭 회로의 출력을 병렬 연결된 상기 RF 코일들(1~16)에 제공할 수 있다. 상기 전력 분배부(442)는 상기 RF 코일들(1~16)과 상기 이동부(450) 사이에 배치될 수 있다. 상기 전력 분배부(442)는 상기 RF 코일들(1~16)에게 병렬 연결을 제공할 수 있다. 상기 전력 분배부(442)는 통상적인 동축 케이블과 동축 케이블을 연결하는 "T" 형태의 커넥터를 이용하여 구현될 수 있다.

상기 전력 분배라인(441)은 도전성이 우수한 구리일 수 있다. 상기 전력 분배부(442)의 특성 임피던스는 50 오옴으로 설계될 수 있다. 상기 도전성 외피(443)는 도전성 물질일 수 있다. 상기 도전성 외피는 금속 판재를 가공하여 형성하거나, 금속 그물을 사용하여 형성될 수 있다. 상기 도전성 외피와 상기 전력 분배 라인 사이에는 절연 물질이 개재될 수 있다.

상기 전력 분배부(442)가 통상적인 동축 케이블을 사용하여 구현될 경우, 상기 전력 분배부(442)는 "T" 형 브랜치를 가질 수 있다. 상기 전력 분배부(442)의 입력단(N1)과 상기 RF 코일들(1~16) 사이의 거리가 동일하고, 상기 RF 코일들(1~16)의 타단은 상기 도전성 외피(443)에 동일한 길이로 연결되어 접지된다.

지지판(431)은 상기 전력 분배부(442)의 하부에 배치되어 상기 전력 분배부(442)를 지지할 수 있다. 상기 지지판(431)은 절연체 또는 도체일 수 있다. 제1 연결수단(444a)은 상기 지지판(431)에 형성된 관통홀을 통하여 상기 전력 분배라인(441)과 상기 RF 코일들(1~16)의 일단을 연결한다. 상기 제1 연결수단(444a)은 길이가 짧은 것이 바람직하다. 제2 연결수단(444b)은 상기 RF 코일들(1~16)의 타단과 상기 도전성 외피(443)를 연결한다. 이에 따라, 상기 RF 코일들(1~16)은 서로 동일한 임피던스 특성을 가질 수 있다.

상기 RF 코일들(1~16)은 파이프를 이용하여 형성될 수 있다. 냉매는 상기 RF 코일들의 내부를 통하여 흘러 상기 RF 코일들을 냉각시킬 수 있다. 상기 RF 코일들의 일단은 제1 연결수단을 통하여 상기 전력 분배 라인에 연결될 수 있다. 상기 RF 코일들의 일단은 상기 전력 분배 라인을 통하여 상기 RF 전원에 연결되고, 상기 RF 코일들의 타단은 제1 연결수단을 통하여 상기 외피에 연결되어 접지될 수 있다. 상기 RF 코일들(1~16)은 매트릭스 형태로 배열될 수 있다.

상기 RF 코일들(1~16)은 3 턴(turn) 안테나 또는 1 턴 안테나 일 수 있다. 상기 RF 코일들에 의하여 형성되는 플라즈마는 헬리콘 모드 플라즈마일 수 있다. 상기 RF 코일들(1~16)의 턴 수는 임피던스 매칭(impedance matching)에 기인하여 조절될 수 있다. 예를 들어, 상기 RF 코일들(1~16)의 인덕턴스(inductance)값이 너무 크면, 상기 RF 코일들(1~16)의 턴 수를 2 턴 또는 1 턴으로 줄일 수 있다.

상기 영구자석들(1c~16c)은 도넛 형상 또는 토로이드 형상을 가질 수 있다. 상기 영구 자석(1c~16c)의 단면은 사각형 또는 원형일 수 있다. 상기 영구 자석들(1c~16c)에 의한 주 자기장 방향은 상기 영구 자석이 배치되면 평면에 수직할 수 있다. 상기 영구 자석들(1c~16c)의 배치되는 평면은 1개 이상일 수 있다.

상기 이동부(450)는 상기 진공 챔버(412)에 고정결합하고 상기 유전체들(1a~16a)이 배치된 평면에 수직하게 연장되는 적어도 하나의 지지 기둥(462), 상기 영구자석(1c~16c)이 장착되고 상기 지지 기둥(462)에 삽입되어 상기 지지 기둥(462)을 따라 이동 가능한 자석 고정판(451,452), 및 상기 지지 기둥(462)에 삽입되어 지지 기둥(462)을 고정하는 상부 지지판(460)을 포함할 수 있다.

상기 영구 자석(1c~16c)은 자석 고정판(451,452)에 고정될 수 있다. 자석 고정판(451,452)의 중심부에 이동축(468)을 포함할 수 있다. 상기 이동축(468)의 일단은 상기 자석 고정판에 베어링을 통하여 고정될 수 있다. 상기 이동축의 타단은 상기 상부 지지판(460)을 관통하여 배치될 수 있다.

상기 이동축(468)은 스크루 형상을 포함하고, 상기 상부 지지판(468)은 너트 형상을 포함할 수 있다. 이에 따라, 상기 이동축(468)이 회전함에 따라 상기 자석 고정판은 수직 이동할 수 있다. 이에 따라, 상기 영구 자석(1c~16c)과 상기 RF 코일들(1~16) 사이의 수직 거리가 조절될 수 있다.

상기 영구 자석과 상기 RF 코일의 수직 거리는 자기장의 형태 및 세기를 변화시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 RF 코일에 형성된 플라즈마 밀도 분포는 상기 수직 거리를 변화시켜 조절할 수 있다.

셴드부(미도시)는 상기 상판의 외측면과 상기 상부 지지판의 외측면 사이에 배치되어 상기 RF 코일들에 의해 발생한 전자기파가 외부로 유출되는 것을 차단할 수 있다.

본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 유전체는 원판일 수 있다. 이에 따라, 상기 RF 코일은 상기 원판 상에 배치되어 유도결합 플라즈마를 형성할 수 있다.

병렬 연결된 복수의 안테나 또는 RF 코일(1~16)에 의하여 유도 결합 플라즈마는 상기 전력 분배부(442)가 전력을 분배하여 균일할 수 있다.

도 6은 도 3a의 구조를 가지는 전력 분배 장치를 이용하여 측정된 플라즈마 밀도 분포를 설명하는 도면이다.

도 3a 및 도 6을 참조하면, 컴퓨터 시뮬레이션의 결과와 유사하게, RF 코일들은 동일한 전력을 가지고 플라즈마를 형성하지 못한다. 즉, 일부의 RF 코일들이 전력의 대부분을 소비하고, 나머지 RF 코일들은 플라즈마를 형성하지 못한다. 따라서, 균일한 대면적 플라즈마가 형성되지 못하였다. x축의 단위는

10 cm이고, y축의 단위는 10 cm이다. 중심의 위치는 $x=4$, $y=4$ 이다. 따라서, 왼쪽의 RF 코일들이 주로 전력을 소비하였다.

도 7은 도 4a의 구조를 가지는 전력 분배 장치를 이용하여 측정한 플라즈마 밀도 분포를 설명하는 도면이다.

도 4a 및 도 7을 참조하면, RF 코일들의 일단은 전력 분배라인에 연결되고, 타단은 도전성 외피에 연결된다. 이에 따라, 각 RF 코일들은 동일한 임피던스를 가지고, 전력 분배부는 균등 분할된 전력을 RF 코일들에 공급한다. 실험 결과에서 보는 바와 같이, 모든 RF 코일들은 플라즈마를 형성였다. 따라서, 균일한 대면적 플라즈마가 형성되었다. x축의 단위는 10 cm이고, y축의 단위는 10 cm이다. 중심의 위치는 $x=4$, $y=4$ 이다.

컴퓨터 시뮬레이션의 결과와 유사하게, RF 코일들은 동일한 전력을 소비하여 균일한 대면적 플라즈마를 형성하였다.

이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

청구 범위

【청구항 1】

진공 용기;
 상기 진공 용기에 형성된 복수의 관통홀들에 각각 연결된 복수의 유전체들;
 상기 유전체들 각각의 주위에 배치되고 전기적으로 병렬 연결된 동일한 구조의 복수의 RF 코일들; 및
 상기 RF 코일들에 전력을 공급하는 RF 전원;
 상기 RF 전원과 상기 RF 코일들 사이에 배치된 임피던스 매칭 회로;
 및
 상기 임피던스 매칭 회로와 상기 RF 코일들의 일단 사이에 배치되어 상기 RF 전원의 전력을 상기 RF 코일들에 분배하는 전력 분배부를 포함하고,
 상기 전력 분배부는:
 전력 분배라인; 및
 상기 전력 분배라인을 감싸고 있는 도전성 외피를 포함하고,
 상기 전력 분배부의 입력단과 상기 RF 코일들 사이의 거리가 동일하고,
 상기 RF 코일들의 타단은 상기 도전성 외피에 동일한 길이로 연결되어 접지되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 발생 장치.

【청구항 2】

제1 항에 있어서,
 상기 RF 코일들 각각에 이격되어 배치되는 영구 자석들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 발생 장치.

【청구항 3】

제2 항에 있어서,
 상기 영구 자석들을 고정하는 자석 고정판을 더 포함하고,
 상기 고정 고정판은 상기 영구 자석과 상기 RF 코일들 사이의 수직 거리를 조절하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 발생 장치.

【청구항 4】

제1 항에 있어서,
 상기 진공 용기는 사각판 형태의 상판을 포함하고,
 상기 RF 코일들은 상기 상판에 매트릭스 형태로 배열된 것을 특징으로 하는 플라즈마 발생 장치.

【청구항 5】

제1 항에 있어서,
 상기 유전체들은 원통형, 벨자(bell jar)형, 또는 원판형 중에서 하나인

것을 특징으로 하는 플라즈마 발생 장치.

Fig. 1a

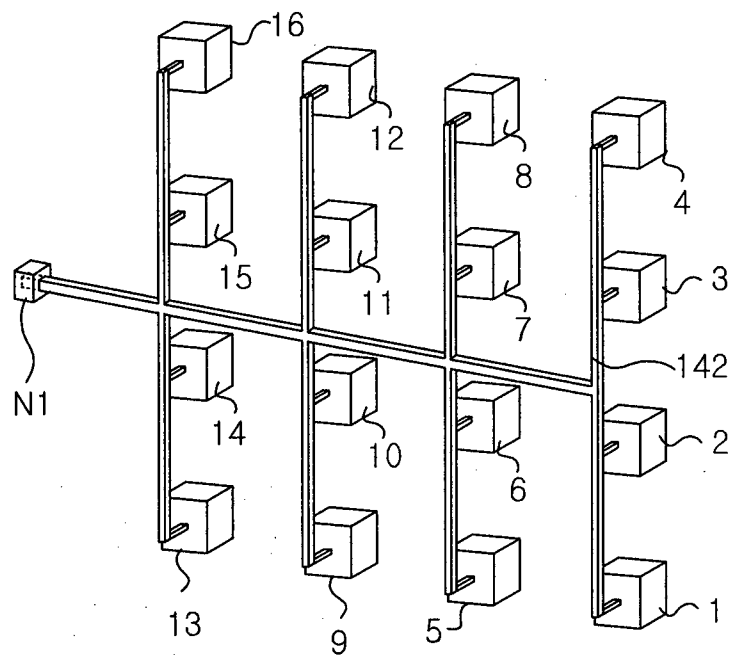


Fig. 1b

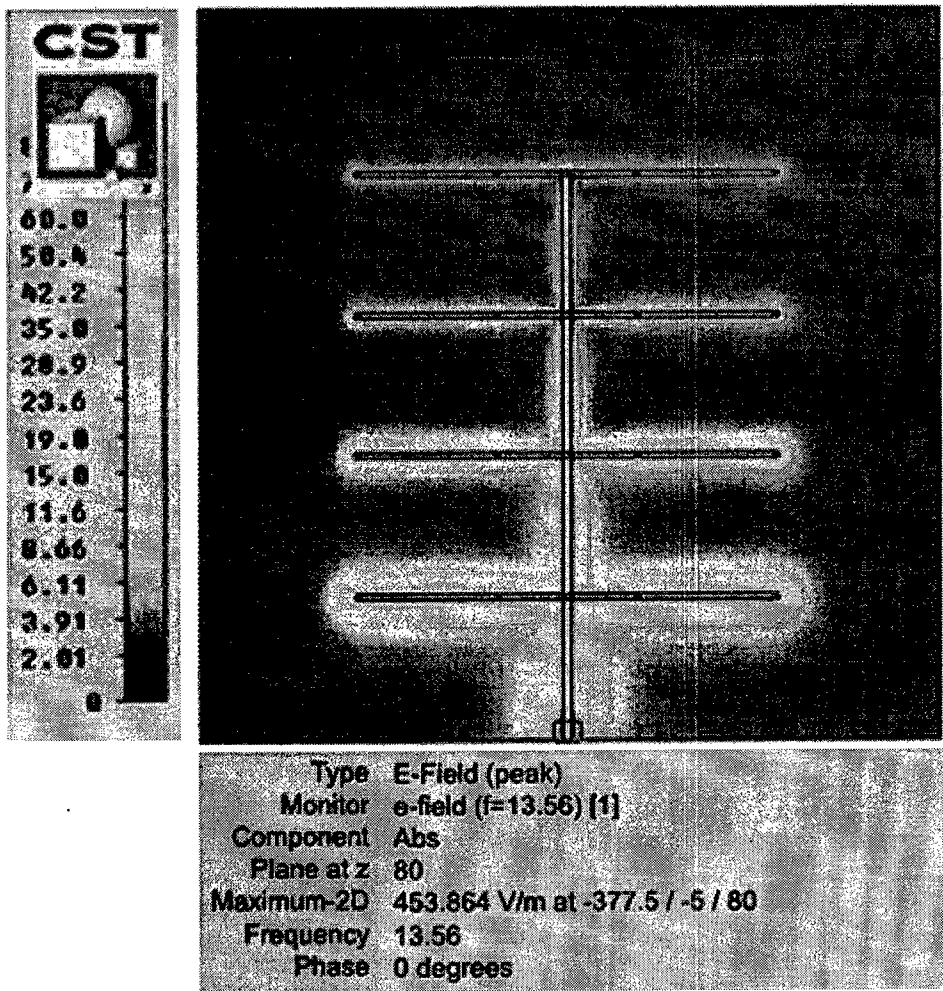


Fig. 1c

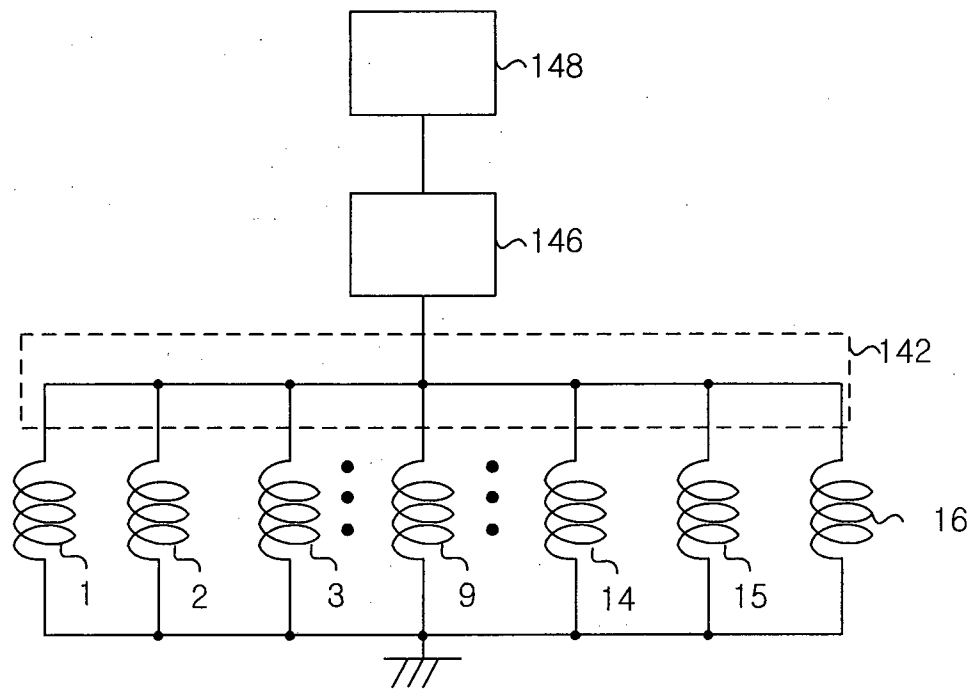


Fig. 2a

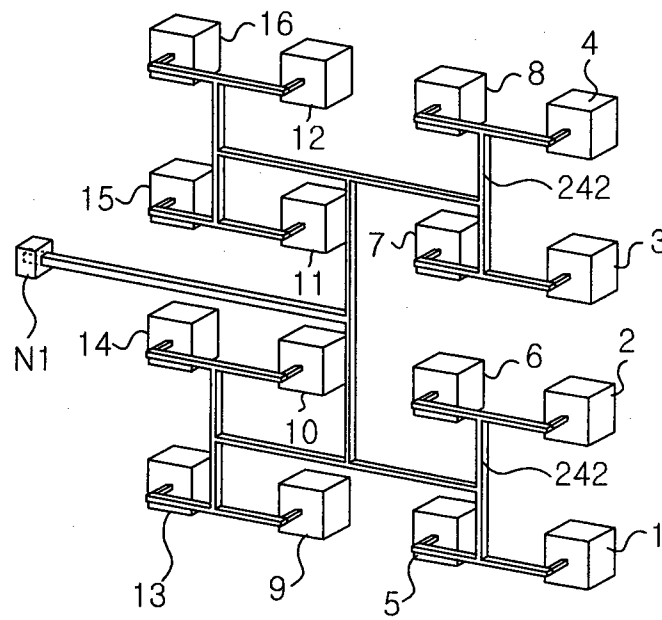


Fig. 2b

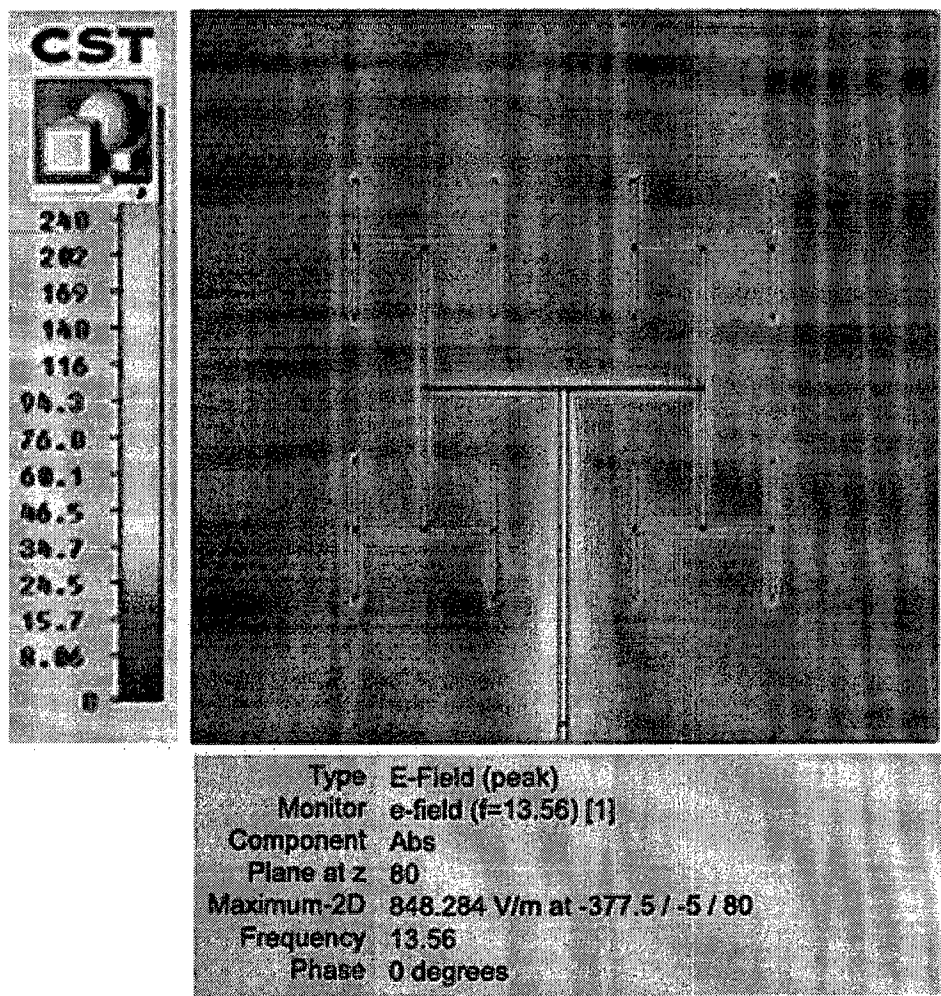
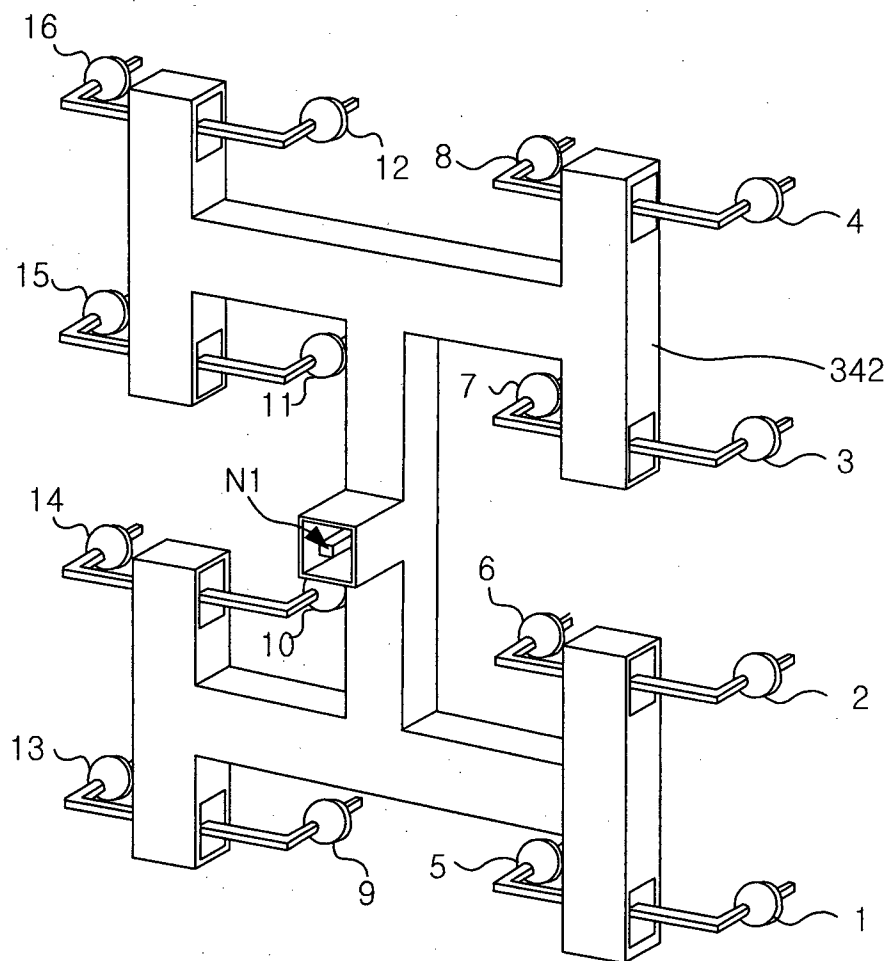
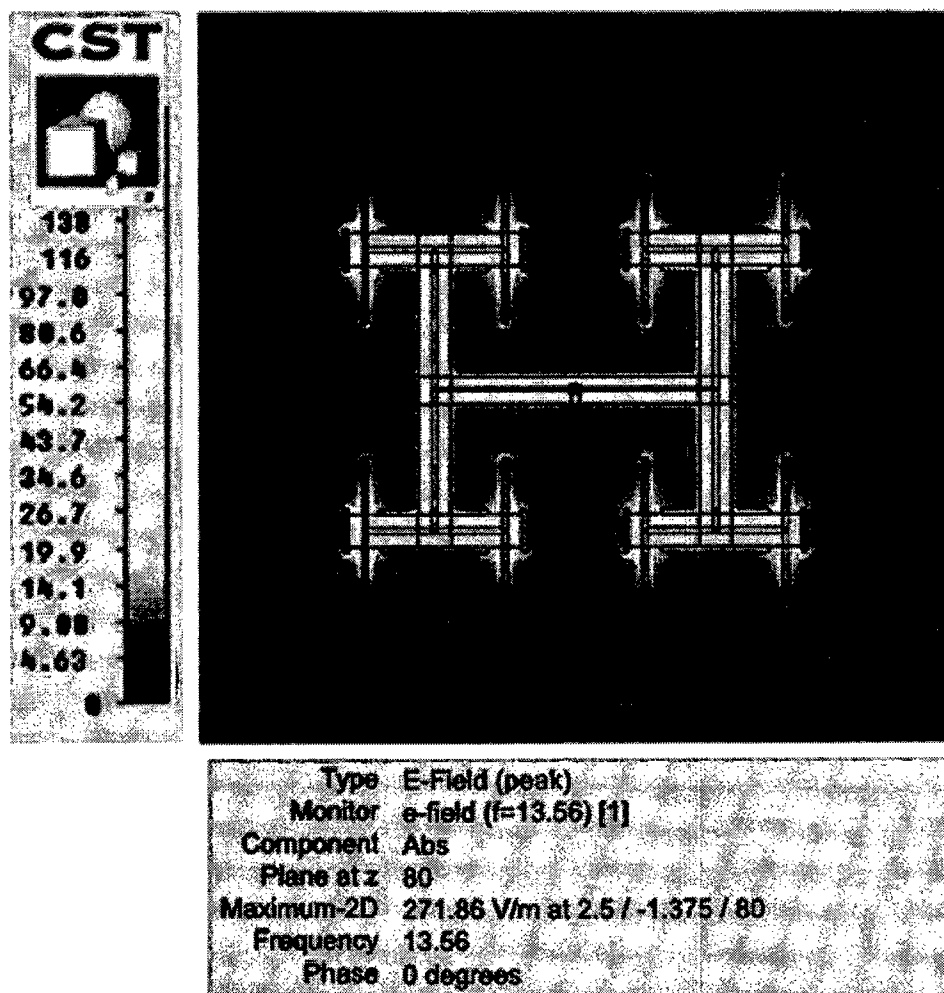


Fig. 3a



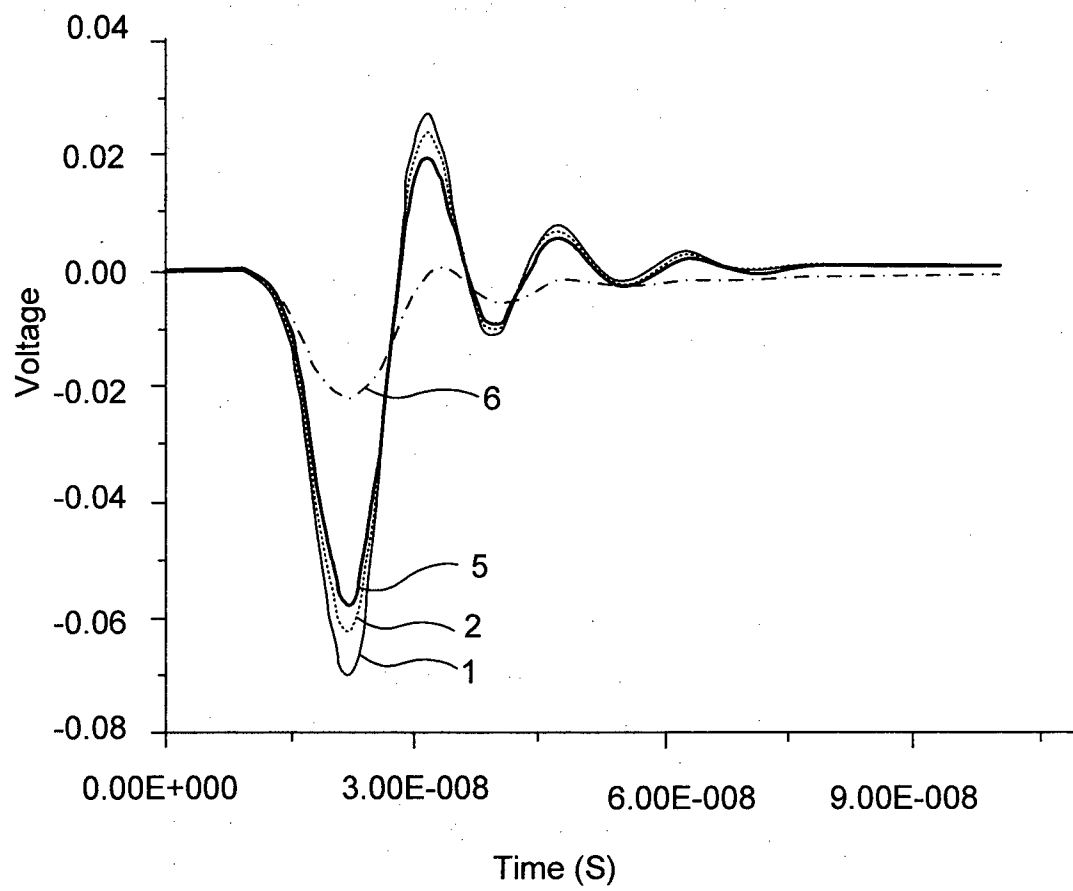
7/17

Fig. 3b



8/17

Fig. 3c



9/17

Fig. 4a

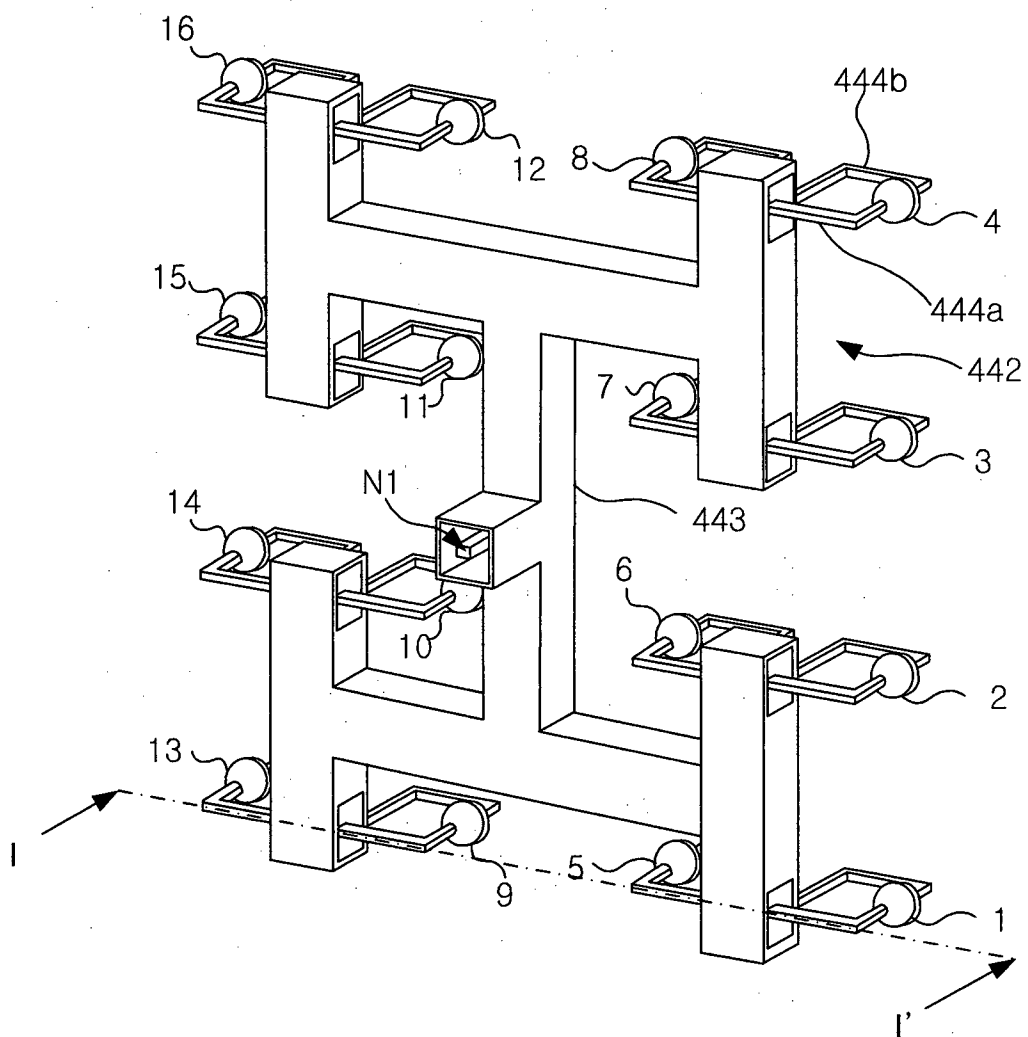


Fig. 4b

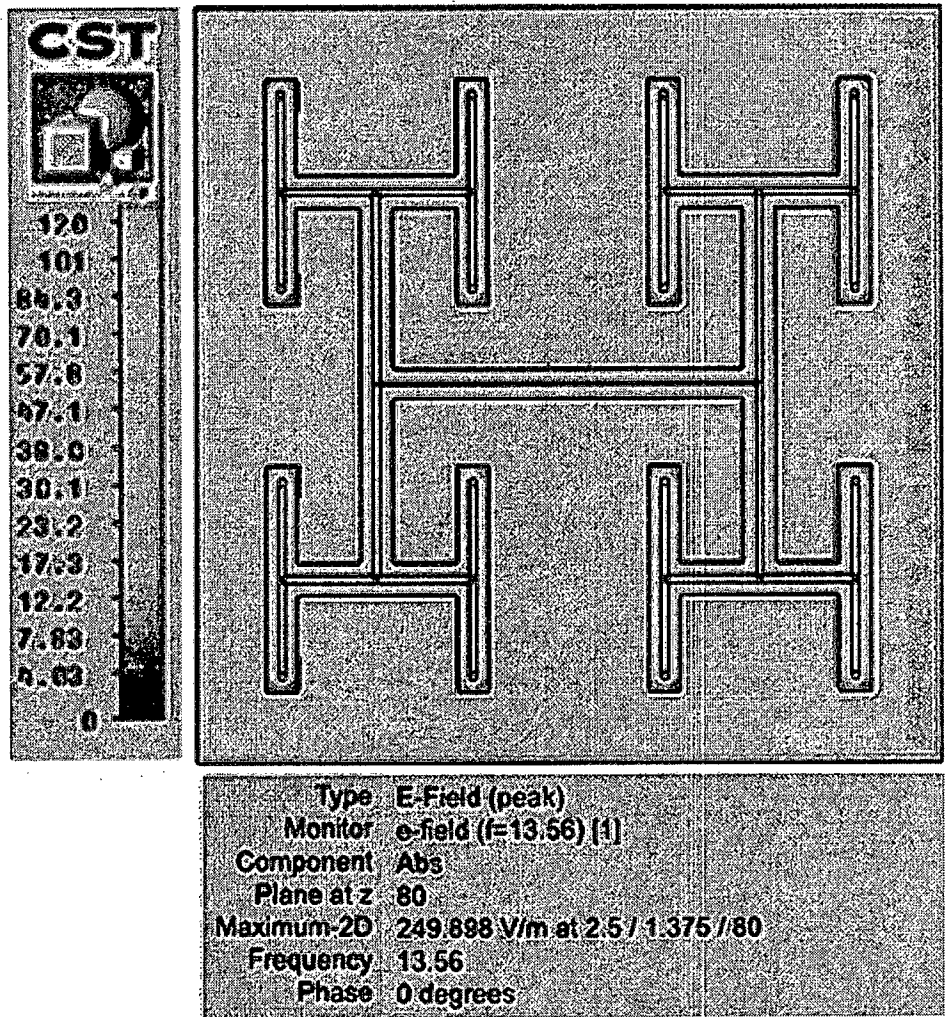
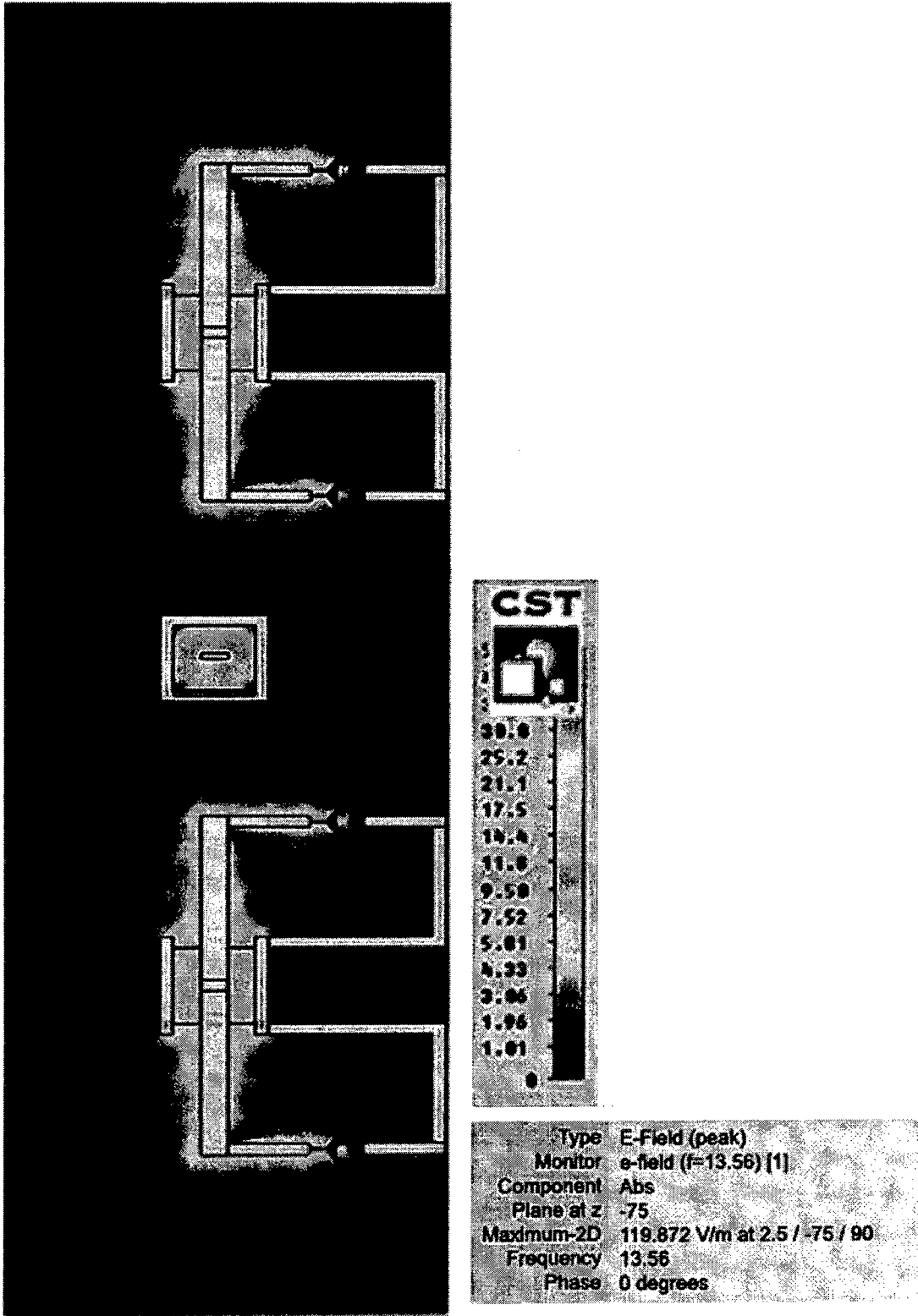


Fig. 4c



12/17

Fig. 4d

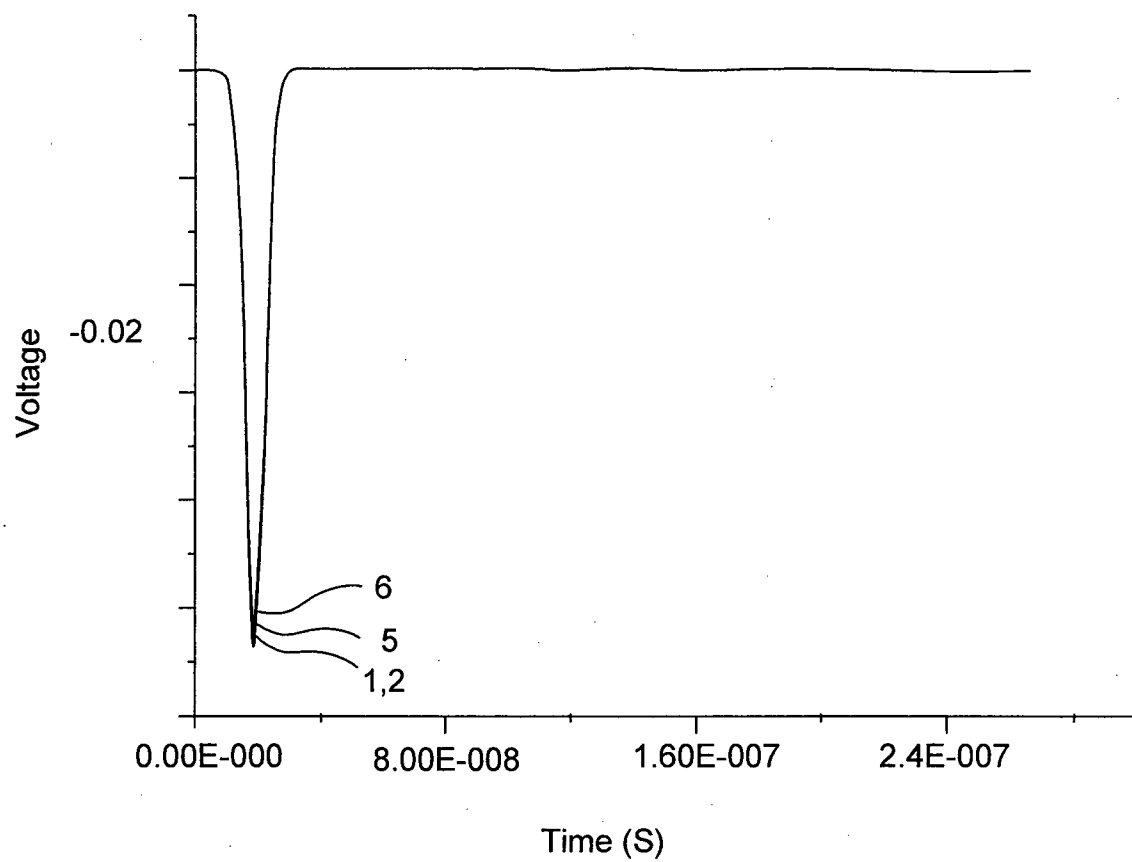
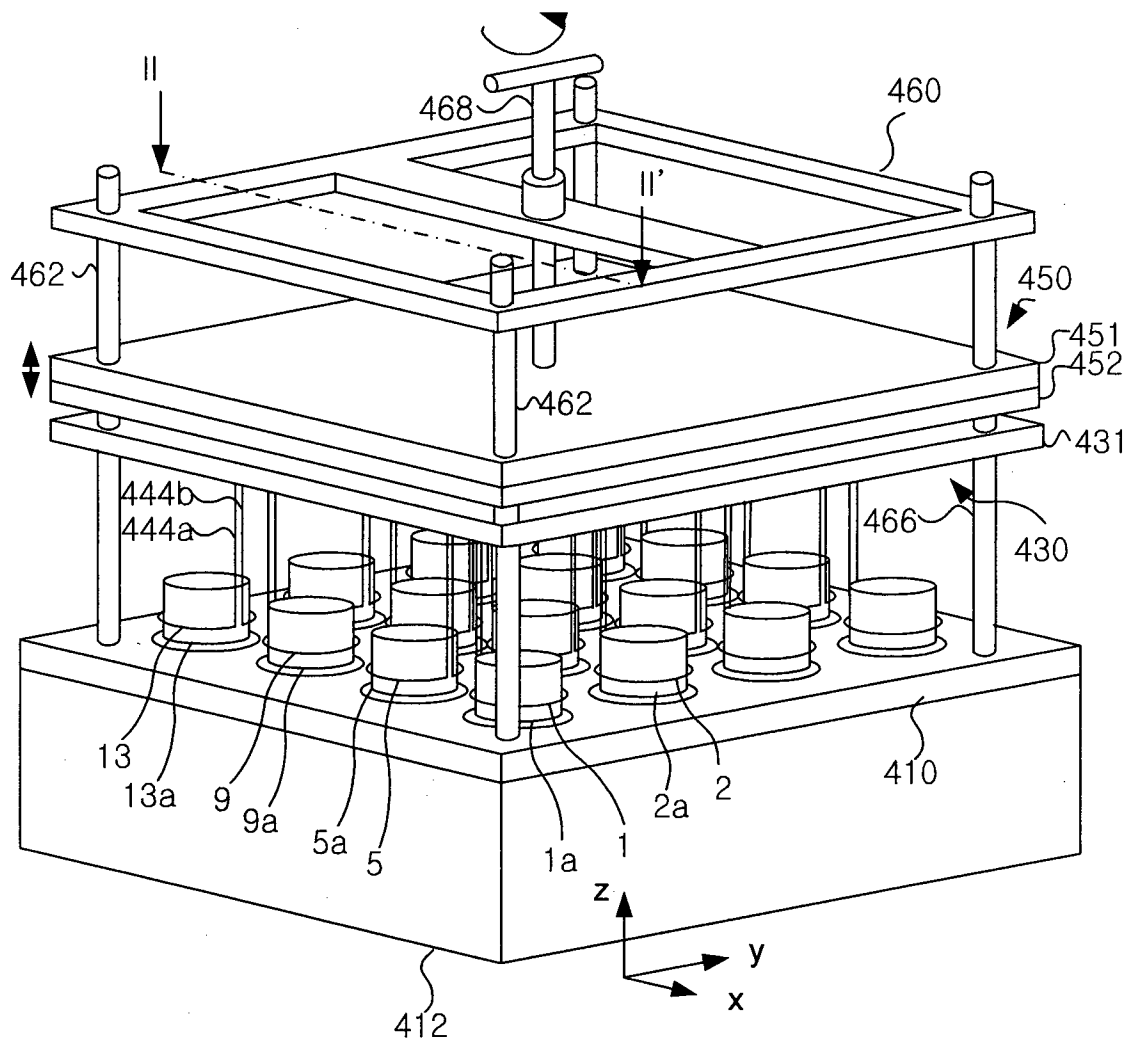


Fig. 5a



400

Fig. 5b

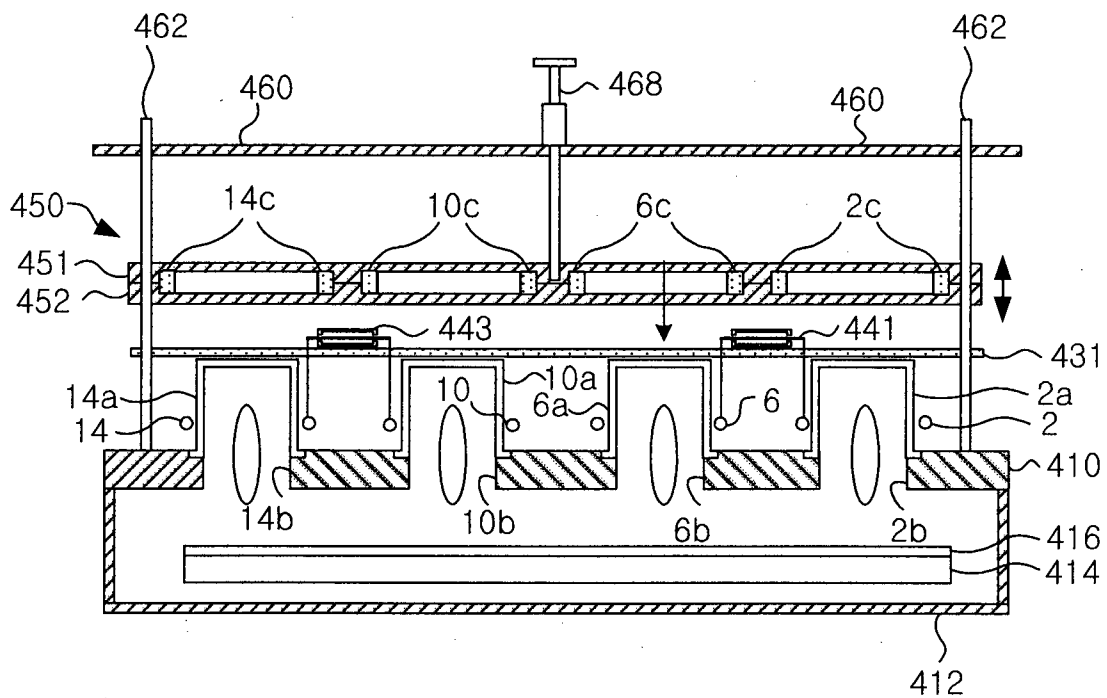
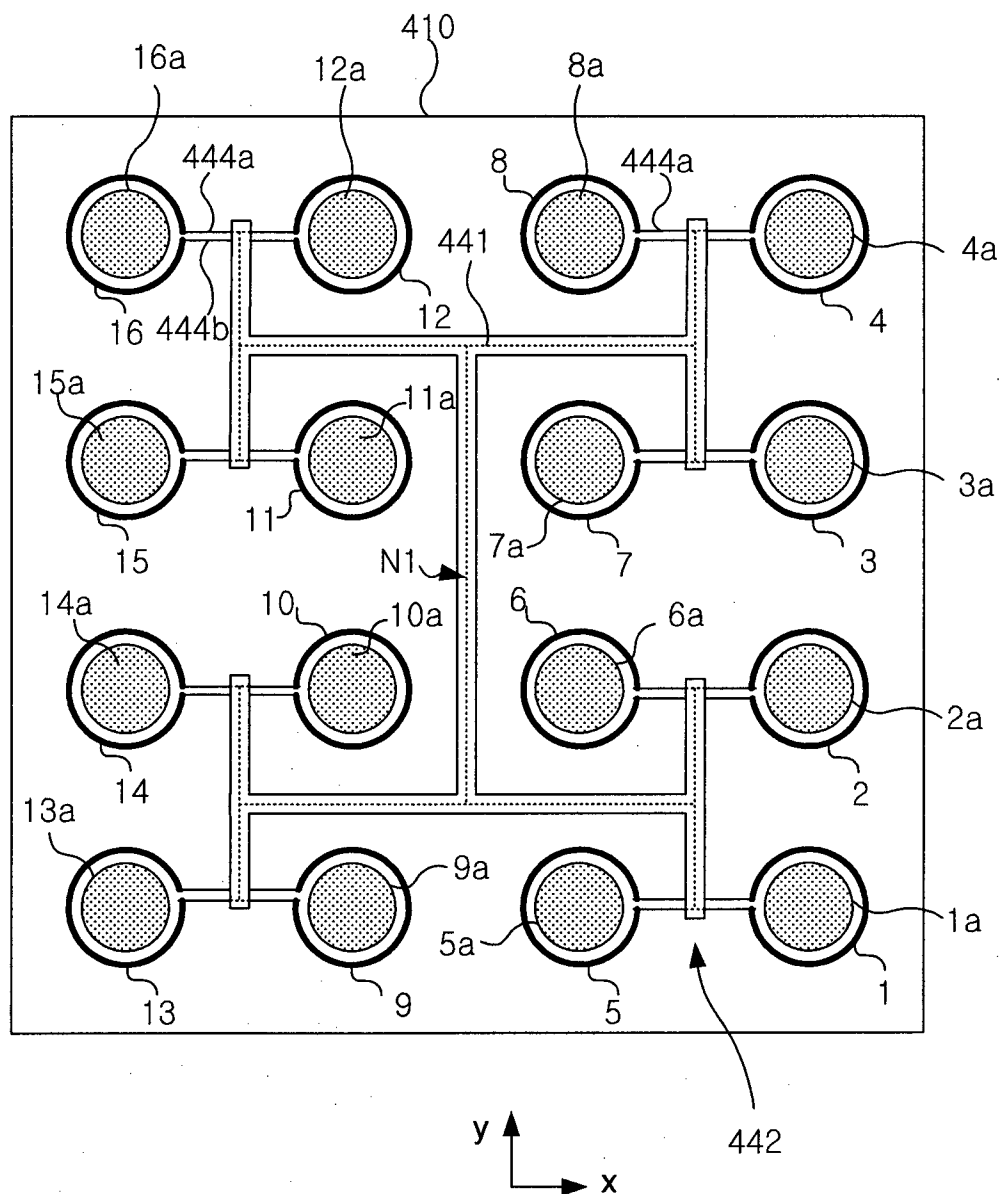
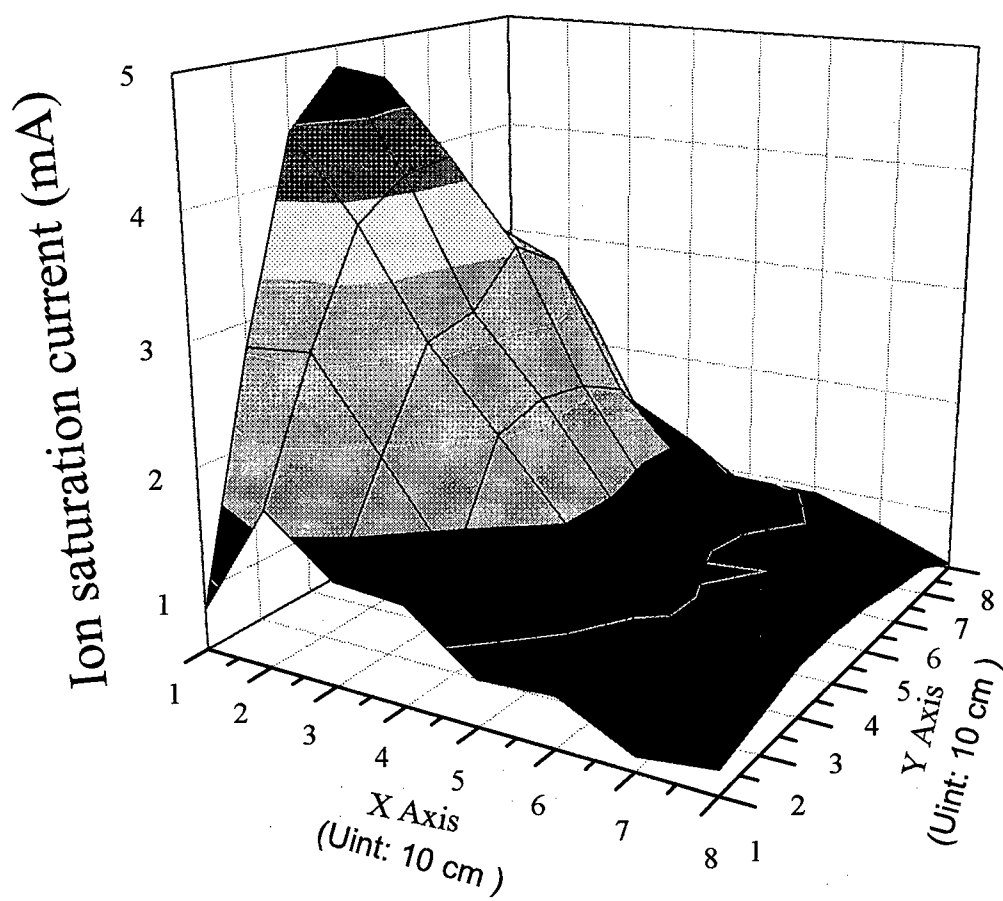


Fig. 5c



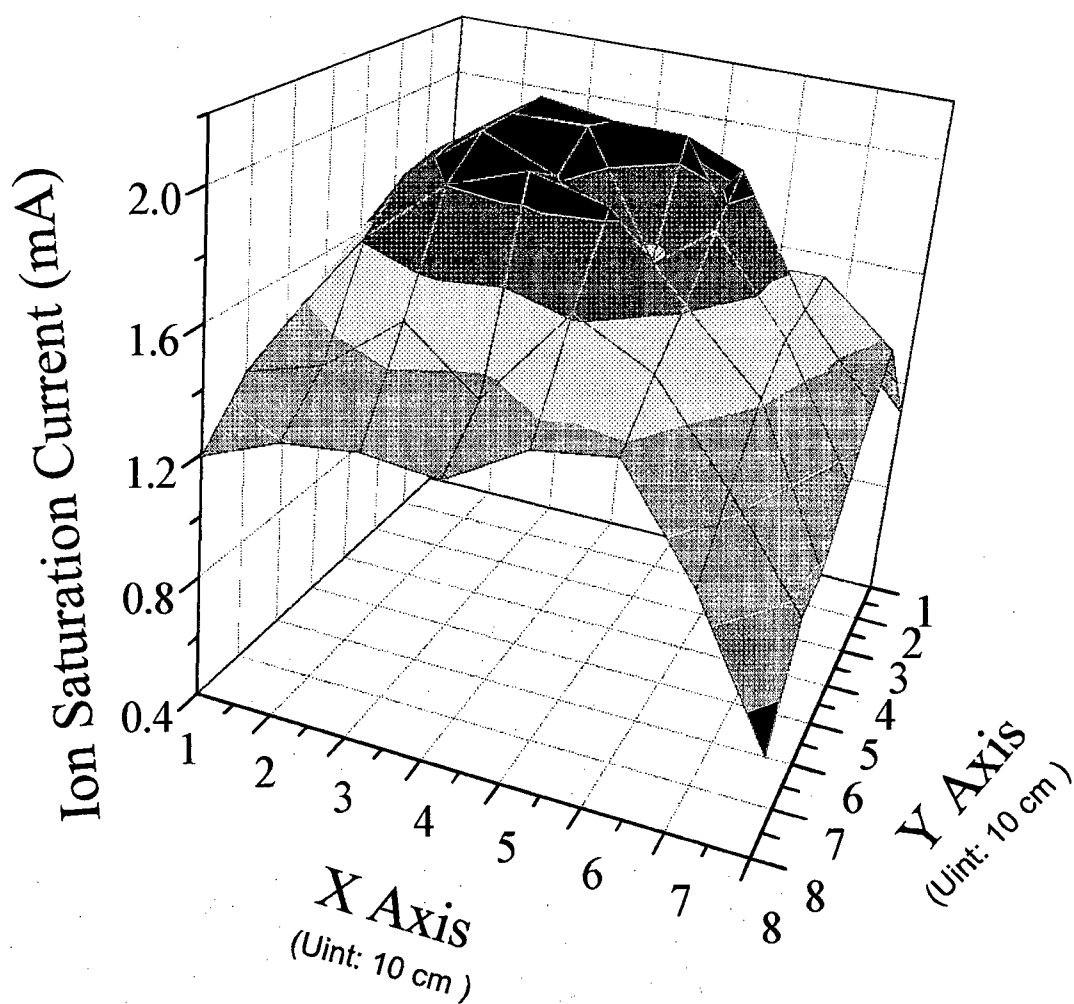
16/17

Fig. 6



17/17

Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/002179**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H05H 1/46(2006.01)i, H03H 7/40(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)

H05H 1/46; H01L 21/205; H01L 21/306; H05H 1/34; C23C 16/505

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: power distribution, antenna, coil, plasma, impedance, grounding

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2009-0005542 A (LG ELECTRONICS INC.) 14 January 2009 See figures 1, 2 and paragraphs [0031]-[0032] in the detailed description .	1-5
A	KR 10-2001-0093439 A (PARK, SE GEUN et al.) 29 October 2001 See figure 3.	1-5
A	KR 10-2009-0108730 A (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.) 16 October 2009 See figure 2.	1-5
A	JP 08-008096 A (THE BOC GROUP, INC.) 12 January 1996 See figures 4 to 5.	1-5
A	KR 10-2007-0062708 A (LG DISPLAY CO.,LTD.) 18 June 2007 See figures 4 to 5.	1-5



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

25 APRIL 2012 (25.04.2012)

Date of mailing of the international search report

04 OCTOBER 2012 (04.10.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 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/KR2012/002179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0005542 A	14.01.2009	NONE	
KR 10-2001-0093439 A	29.10.2001	NONE	
KR 10-2009-0108730 A	16.10.2009	EP 2139303 A1	30.12.2009
		JP 04-324205 B2	12.06.2009
		JP 2008-251358 A	16.10.2008
		JP 4324205 B2	02.09.2009
		TW 200850082 A	16.12.2008
		US 2010-0095888 A1	22.04.2010
		WO 2008-123411 A1	16.10.2008
JP 08-008096 A	12.01.1996	AU 2003195 A	04.01.1996
		EP 0689226 A1	27.12.1995
		US 05733511A A	31.03.1998
KR 10-2007-0062708 A	18.06.2007	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H05H 1/46(2006.01)i, H03H 7/40(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H05H 1/46; H01L 21/205; H01L 21/306; H05H 1/34; C23C 16/505 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: 전력분배,안테나,코일,플라즈마,임피던스,접지																				
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>A</td> <td>KR 10-2009-0005542 A (엘지전자 주식회사) 2009.01.14 도면 제1도, 제2도 및 상세한 설명 문단번호 [0031]-[0032] 참조.</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2001-0093439 A (박세근 외 1명) 2001.10.29 도면 제3도 참조.</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2009-0108730 A (미쓰이 조센 가부시카가이샤) 2009.10.16 도면 제2도 참조.</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 08-008096 A (The BOC Group, Inc.) 1996.01.12 도면 제4도 내지 제5도 참조.</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2007-0062708 A (엘지.필립스 엘시디 주식회사) 2007.06.18 도면 제4도 내지 제5도 참조.</td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	KR 10-2009-0005542 A (엘지전자 주식회사) 2009.01.14 도면 제1도, 제2도 및 상세한 설명 문단번호 [0031]-[0032] 참조.	1-5	A	KR 10-2001-0093439 A (박세근 외 1명) 2001.10.29 도면 제3도 참조.	1-5	A	KR 10-2009-0108730 A (미쓰이 조센 가부시카가이샤) 2009.10.16 도면 제2도 참조.	1-5	A	JP 08-008096 A (The BOC Group, Inc.) 1996.01.12 도면 제4도 내지 제5도 참조.	1-5	A	KR 10-2007-0062708 A (엘지.필립스 엘시디 주식회사) 2007.06.18 도면 제4도 내지 제5도 참조.	1-5
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
A	KR 10-2009-0005542 A (엘지전자 주식회사) 2009.01.14 도면 제1도, 제2도 및 상세한 설명 문단번호 [0031]-[0032] 참조.	1-5																		
A	KR 10-2001-0093439 A (박세근 외 1명) 2001.10.29 도면 제3도 참조.	1-5																		
A	KR 10-2009-0108730 A (미쓰이 조센 가부시카가이샤) 2009.10.16 도면 제2도 참조.	1-5																		
A	JP 08-008096 A (The BOC Group, Inc.) 1996.01.12 도면 제4도 내지 제5도 참조.	1-5																		
A	KR 10-2007-0062708 A (엘지.필립스 엘시디 주식회사) 2007.06.18 도면 제4도 내지 제5도 참조.	1-5																		
☐ 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 “B” 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 2012년 04월 25일 (25.04.2012)		국제조사보고서 발송일 2012년 10월 04일 (04.10.2012)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 이민형 전화번호 82-42-481-8692 																		

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0005542 A	2009.01.14	없음	
KR 10-2001-0093439 A	2001.10.29	없음	
KR 10-2009-0108730 A	2009.10.16	EP 2139303 A1 JP 04-324205 B2 JP 2008-251358 A JP 4324205 B2 TW 200850082 A US 2010-0095888 A1 WO 2008-123411 A1	2009.12.30 2009.06.12 2008.10.16 2009.09.02 2008.12.16 2010.04.22 2008.10.16
JP 08-008096 A	1996.01.12	AU 2003195 A EP 0689226 A1 US 05733511A A	1996.01.04 1995.12.27 1998.03.31
KR 10-2007-0062708 A	2007.06.18	없음	