



(51) 국제특허분류:

H05F 3/06 (2006.01)

H01T 23/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2020/013948

(22) 국제출원일:

2020년 10월 13일 (13.10.2020)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2020-0022412 2020년 2월 24일 (24.02.2020) KR

(71) 출원인: 이엠코어텍 주식회사 (EM CORETECH INC.) [KR/KR]; 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50 106동 504-1호, Ulsan (KR). 울산과학기술원 (UNIST(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)) [KR/KR]; 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).

(72) 발명자: 정상영 (JEONG, Sang Yeong); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 김진국 (KIM, Jin Gook); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).

(74) 대리인: 특허법인더웨이브 (THE WAVE IP LAW FIRM); 06194 서울시 강남구 삼성로85길 32 8층, Seoul (KR).

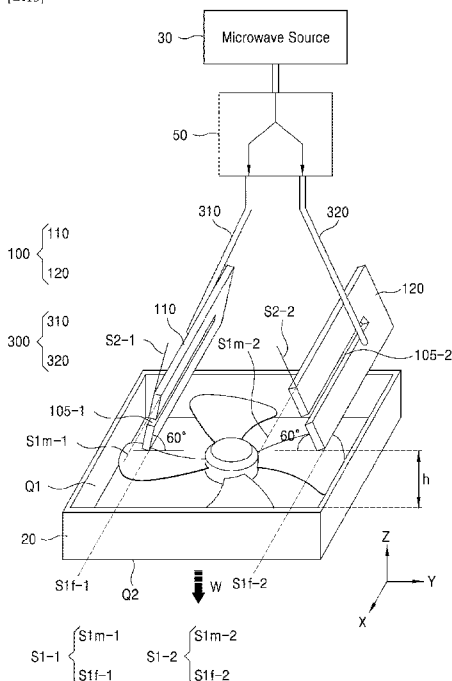
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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).

(54) Title: LOW-VOLTAGE PLASMA IONIZER

(54) 발명의 명칭: 저전압 플라즈마 이온나이저

[5:13]



(57) Abstract: A plasma ionizer according to embodiments of the present invention enables easy use and design of an electrode and can significantly improve the performance of static charge elimination by using a slot electrode and various configurations thereof. In addition, it is possible to implement a plasma ionizer capable of igniting plasma without inert gases through various methods, for example, methods using additional stimulation or materials.

(57) 요약서: 본 발명의 실시예들에 따른 플라즈마 이온나이저에 의하면, 슬롯(Slot) 전극 및 이의 다양한 배치를 이용하여 전극을 용이하게 이용 및 설계할 수 있고, 제전 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 또한, 추가적인 자극이나 물질을 이용하는 등의 다양한 방법을 통해 불활성 기체 없이도 플라즈마 점화가 가능한 플라즈마 이온나이저를 구현할 수 있다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 저전압 플라즈마 이온나이저

기술분야

- [1] 본 발명의 실시예들은 저전압 플라즈마 이온나이저에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 제전기(이온나이저; Ionizer)란 공기 이온을 이용하여 정전기를 중화시키는 장치로서, 반도체 공정 등 정전기 방지가 필요한 다양한 설비에 사용되고 있다.
- [3] 이러한 이온나이저에는 공기 분자를 분리하는 방법에 따라, 코로나 방전식 이온나이저와 광조사식 이온나이저가 있다.
- [4] 코로나 방전식 이온나이저는 전기 전도체 침단에 고전압을 발생시켜 방전시키는 것으로, 전자가 부근 공기 이온과 충돌하여 상기 전도체 침단 부근에 공기 이온을 생성시킨다.
- [5] 광조사식 이온나이저는 미약한 X선을 사용하여 공기 중의 분자를 분해하고, 이에 따라 대량의 공기이온을 발생시킨다. 이러한 광조사식 이온나이저는 X선에 의해 인체에 피해가 가지 않도록 사용 시 충분한 관리와 특별한 차단 설비를 요한다.
- [6] 이 밖에도 진공 챔버 등의 복잡하고 고가의 시스템이 필요한 저압 공정(혹은 진공 공정)의 플라즈마 프로세스가 개발되었다. 근래에는, 간단하고 저비용의 시스템으로 구현할 수 있고, 진공 환경의 제약이 없으면서 진공 플라즈마와 동일 또는 그 이상의 효과를 가지는 플라즈마 생성이 가능한 대기압 플라즈마 공정이 주목 받고 있다.
- [7] 대부분 플라즈마를 발생시키는 메커니즘은 주로 전기장을 통해 하전 입자에 에너지를 전달하는 방식으로 이루어지는데, 전기장을 형성시키는 방법에 따라 직류 방전, RF(Radio Frequency) 방전, 마이크로파 방전 등으로 구분할 수 있다. 마이크로파 플라즈마 발생 방법은 주파수가 다르다는 것을 제외하면 RF 플라즈마 발생 방법과 유사하다. DC 방전의 경우 고전압, 고전력이 요구되고, 방전 유지 조건이 까다로운 등의 기술적 곤란성으로 인해 라디오 주파수(Radio Frequency)를 사용하여 일반적으로 RF 방전이라 불리는 교류 방전이 개발되었다.
- [8] 그러나, RF 방전은 방출된 플라즈마의 온도에 의해 처리될 대상물이 손상 받을 위험이 크고 전극 설계에 제한을 받게 되며, 고주파 전원 장치를 사용해야 하기 때문에 고가의 설치비가 요구되는 등의 한계가 있다. 한편, 대기압 플라즈마는 Ar, He, Ne, Xe 등과 같은 불활성 기체 없이는 플라즈마를 생성시키기 어려운 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명은 위와 같은 문제점들을 해결하기 위해, 슬롯(Slot) 전극 및 이의 배치를 이용하여 전극의 설계 및 이용을 용이하게 하고, 제전 성능이 최적화된 플라즈마 이온나이저를 제공하고자 한다.

[10] 또한, 추가적인 자극이나 물질을 통해 불활성 기체 없이도 플라즈마 점화가 가능한 플라즈마 이온나이저를 제공하고자 한다.

기술적 해결방법

[11] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저는, 길이 방향으로 연장되는 장변, 상기 장변과 교차하는 단변 및 상기 길이 방향으로 연장되는 슬롯을 갖는 금속판을 포함하고, 전기장을 이용하여 플라즈마를 발생시키는 공진부; 상기 공진부에 연결되고, 상기 금속판의 주변에 플라즈마 이온을 포함하는 플라즈마가 발생하도록 상기 공진부에 신호를 공급하는 전압 공급원; 및 상기 플라즈마 이온을 XY 평면과 교차하는 방향으로 이동시키도록 구비된 팬;을 포함한다.

[12] 상기 팬은 상기 XY 평면과 평행한 제1 면, 및 상기 XY 평면과 평행하고 상기 제1 면과 마주보는 제2 면을 포함하고, 상기 팬으로부터 발생한 바람은 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면의 하부를 향해 불어나가고, 상기 금속판은 상기 팬의 제1 면의 상부에 위치할 수 있다.

[13] 상기 공진부는 상기 금속판을 복수 개 포함하고, 상기 복수의 금속판 각각에 신호를 분배하여 전달하는 전력 분배기를 더 포함할 수 있다.

[14] 상기 복수의 금속판은 제1 금속판 및 제2 금속판을 포함하고, 상기 제1 금속판은 제1 장변 및 상기 제1 장변과 교차하는 제1 단변을 포함하고, 상기 제2 금속판은 제2 장변 및 상기 제2 장변과 교차하는 제2 단변을 포함하고, 상기 제1 단변의 연장선 및 상기 제2 단변의 연장선 각각은 XY 평면에 대하여 0도(°) 이상 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다.

[15] 상기 복수의 금속판은 소정의 간격을 두고 이격 배치된 4개의 금속판을 포함하고, 상기 4개의 금속판 각각은 장변 및 상기 장변과 교차하는 단변을 포함하고, 상기 4개의 금속판 각각의 단변의 연장선들은 XY 평면에 대하여 0도(°) 이상 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다.

[16] 상기 금속판의 일 단부에 배치되는 압전 소자;를 더 포함하고, 상기 압전 소자를 통해 상기 일 단부에 압력을 인가하여 상기 플라즈마를 점화할 수 있다.

[17] 상기 금속판은, 상기 슬롯을 사이에 두고 서로 마주보는 제1 전극 및 제2 전극을 포함하고, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 각각이 상기 슬롯과 인접하는 일 단부에 코팅되어 있는 도전성 물질층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[18] 본 발명의 실시예들에 따른 플라즈마 이온나이저에 의하면, 슬롯(Slot) 전극 및 이의 다양한 배치를 이용하여 전극을 용이하게 이용 및 설계할 수 있고, 제전 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

- [19] 또한, 추가적인 자극이나 물질을 이용하는 등의 다양한 방법을 통해 불활성 기체 없이도 플라즈마 점화가 가능한 플라즈마 이온나이저를 구현할 수 있다.
- 도면의 간단한 설명**
- [20] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [21] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진부를 더 구체적으로 도시한 도면이다.
- [22] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도이다.
- [23] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판의 장변이 서로 다른 경사각으로 배치된 공진부를 일 방향에서 바라본 측면도들이다.
- [24] 도 5a 및 도 5b는 도 4a 내지 도 4d의 각 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다.
- [25] 도 6는 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도이다.
- [26] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판의 단변이 일 각도로 배치된 공진부를 서로 다른 방향에서 바라본 측면도들이다.
- [27] 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판의 단변이 다른 각도로 배치된 공진부를 서로 다른 방향에서 바라본 측면도들이다.
- [28] 도 9a 및 도 9b는 도 7a 및 도 7b, 도 8a 및 도 8b의 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다.
- [29] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판과 팬의 배치를 도시한 일 측면도이다.
- [30] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속판과 팬의 배치를 도시한 일 측면도이다.
- [31] 도 12a 및 도 12b는 도 10 및 도 11의 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다.
- [32] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도로서, 멀티 슬롯 구조의 일 예이다.
- [33] 도 14a 및 도 14b는 도 13의 이온나이저를 일 측면 및 상면에서 바라본 모습을 개략적으로 도시한 상면도이다.
- [34] 도 15a 및 도 15b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온나이저를 YZ 평면에서 바라본 일 측면도이다.
- [35] 도 16a 내지 도 16c는 본 발명의 각기 다른 실시예에 따른 금속판의 배치를 XY 평면에서 바라본 상면도이다.
- [36] 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도로서, 멀티 슬롯 구조의 다른 예이다.
- [37] 도 18은 도 17의 이온나이저를 상면에서 바라본 모습을 개략적으로 도시한

상면도이다.

- [38] 도 19a 및 도 19b는 도 6 및 도 13의 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정하여 비교한 그래프이다.
- [39] 도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온라이저의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [40] 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온라이저의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [41] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 이온라이저는, 길이 방향으로 연장되는 장벽, 상기 장벽과 교차하는 단벽 및 상기 길이 방향으로 연장되는 슬롯을 갖는 금속판을 포함하고, 전기장을 이용하여 플라즈마를 발생시키는 공진부; 상기 공진부에 연결되고, 상기 금속판의 주변에 플라즈마 이온을 포함하는 플라즈마가 발생하도록 상기 공진부에 신호를 공급하는 전압 공급원; 및 상기 플라즈마 이온을 XY 평면과 교차하는 방향으로 이동시키도록 구비된 팬;을 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [42] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [43] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [44] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다. 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다. 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 형태는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [45] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전압 플라즈마 이온라이저의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [46] 일 실시예에 따른 저전압 플라즈마 이온라이저(Low Voltage Plasma Ionizer,

1000)는 공기 이온을 이용하여 대전된 표면을 중화시킴으로써 정전기를 제거하는 등의 표면 처리를 수행할 수 있다.

[47] 일 실시예에 따른 이온나이저(1000)는 전압 공급원(30), 전력 증폭기(40), 전력 분배기(50), 공진부(10) 및 팬(Fan)(20)을 포함할 수 있다.

[48] 전압 공급원(Source Generator, 30)은 플라즈마 생성에 필요한 전기적 신호 및/또는 전압을 발생시킬 수 있다. 전압 공급원(30)은 RF(Radio Frequency), 마이크로파(Microwave)의 소스 생성기(Source Generator)가 될 수 있다.

[49] 전력 증폭기(Power Amplifier)(40)는 전압 공급원(30)에서 생성된 신호 및/또는 전압을 플라즈마 생성에 충분한 전력을 가지도록 증폭시킬 수 있다. 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 전압 공급원(30)과 전력 증폭기(40)는 단일의 장치로서 구비될 수 있다.

[50] 전력 분배기(Power Divider)(50)는 후술하는 공진부(10)가 복수의 공진기를 포함하는 경우, 복수의 공진기 각각에 전력을 분배하여 전달할 수 있다. 실시예에 따라서 전력 분배기(50)는 생략될 수도 있다.

[51] 공진부(Resonator Module)(10)는 전압 공급원(30)으로부터 발생된 신호 및/또는 전압을 수신하여 최종적으로 플라즈마가 생성되는 모듈일 수 있다. 전압 공급원(30)에 의해 발생하는 전기장에 의해 가열된 고온 전자는 중성의 공기 분자를 이온화(Ionization)해 플라즈마를 생성하는 데, 이 때의 플라즈마는 중성 분자(Neutral), 공기 이온(400) 및 전자(Electron)를 모두 포함하는 개념을 의미할 수 있다. 이하, 플라즈마의 공기 이온을 플라즈마 이온(400)으로 명명하여 설명할 수 있다.

[52] 공진부(10)는 단수의 공진기(Resonator)를 포함할 수도 있고, 복수의 공진기를 포함할 수도 있다. 각 공진기는 후술하는 슬롯(Slot)을 갖는 금속을 포함할 수 있다. 복수의 공진기를 포함하는 경우, 이온나이저(1000)의 제전 성능을 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 공진부(10)에 관하여는 후술하는 도 2를 통하여 더 상세히 설명한다.

[53] 팬(Fan)(20)은 공진부(10)에서 생성된 플라즈마 이온(400)을 이동시키기 위한 바람(W)을 생성할 수 있다. 팬(20)에 의해 발생하는 바람에 의해 점화된 플라즈마의 세기가 약해지거나 소화되는 것을 방지하기 위해, 공진부(10)의 전방에 팬(20)이 배치될 수 있다. 팬(20)의 배치에 관하여는 후술하는 도 10 내지 도 12에서 더 상세히 설명한다. 또한, 팬(20)은 플라즈마 생성으로 인해 가열된 공진부(10)를 식히는 역할도 할 수 있다.

[54] 공진부(10)에서 생성된 플라즈마 이온(400)은 팬(20)에 의해 발생하는 바람(W)을 통해 전하가 축적된 표면에 도달하여 정전기를 중화, 제거할 수 있다.

[55] 다음으로, 도 2를 사용하여 공진부(10)의 구성 및 원리에 관하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진부(10)를 더 구체적으로 도시한 도면이다. 이하에서는, 공진부(10)가 단수의 금속판(100)을 포함하는 경우 공진기(10)로 설명할 수 있다.

- [56] 공진기(10)는 금속판(100) 및 금속판(100)에 연결된 전송 도체(300)를 포함할 수 있다.
- [57] 금속판(100)은 길이 방향으로 연장되는 한 쌍의 장변(S1), 장변(S1)과 교차하는 한 쌍의 단변(S2) 및 길이 방향으로 연장되는 슬롯(105)을 포함할 수 있다. 슬롯(105)에 의해 금속판(100)은 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)으로 나뉠 수 있다. 다시 말해, 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)은 슬롯(105)을 사이에 두고 서로 마주보며 배치될 수 있다. 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)의 길이는 전압 공급원(10)에서 발생하는 신호의 파장(λ)의 1/4의 배수일 수 있다. 도 2에서는 전극들(101, 102)의 길이가 $\lambda/4$ 인 것을 예시로 도시하였다.
- [58] 슬롯(105)의 폭(x)은 약 $10\ \mu\text{m}$ 내지 약 $200\ \mu\text{m}$ 일 수 있으며, 일 예로 약 $100\ \mu\text{m}$ 일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [59] 본 발명에서, 금속판(100)이 슬롯(105)에 의해 C형과 유사한 형상으로 구부러진 형태를 예시로 들어 설명하였으나, 슬롯(105) 및 이에 의해 형성되는 금속판(100)의 형태는 이에 한정되지 않는다.
- [60] 전송 도체(300)는 슬롯(105) 주변에 플라즈마가 생성되도록, 전압 공급원(30)과 연결되어 전압 공급원(30)으로부터 발생하는 신호 및/또는 전압을 금속판(100)에 공급할 수 있다. 전송 도체(300)는 전력 증폭기(40) 및/또는 전력 분배기(50)를 통해 전압 공급원(30)에 연결될 수 있다.
- [61] 전송 도체(300)는 금속판(100) 상에서 전압 공급원(30)에 대하여 임피던스 매칭되는 지점(M)에 위치하여, 금속판(100)과 전기적 또는 물리적으로 연결될 수 있다. 전송 도체(300)는 전압 공급원(30)으로부터 공급되는 신호의 주파수(1/0)에 대하여 50Ω 의 임피던스를 가지도록 임피던스 매칭 지점(M)에 배치될 수 있다.
- [62] 금속판(100)은 제1 단(E1) 및 제2 단(E2)의 양 단을 포함할 수 있다. 제1 단(E1)은 슬롯(105)에 의해 개방되지 않은 폐쇄단이고, 제2 단(E2)은 슬롯(105)에 의해 개방된 개방단일 수 있다.
- [63] 금속판(100)의 두 전극(101, 102) 사이의 공간인 슬롯(105) 상에는 전송 도체(300)에 의해 공급되는 신호 및/또는 전압에 의해 플라즈마(200)가 생성될 수 있다. 플라즈마(200)는 금속판(100)의 개방단(E2)에 생성될 수 있다. 플라즈마(200)가 포함하는 플라즈마 이온(400)은 대전된 물체의 일 표면(60) 상에 도달하여 정전기를 제거할 수 있다. 도 2에 예시로 도시한 것과 같이, 플라즈마 이온(400)의 음전하가, 양전하가 축적된 표면(60) 상의 양전하와 결합하여 정전기를 중화(500)할 수 있다.
- [64] 공진부(10)가 복수의 금속판(100)을 포함하는 경우(Multi Slot 구조), 복수의 금속판(100) 각각은 상술한 금속판(100)과 실질적으로 동일한 구성일 수 있다.
- [65] 도 3은 이오나이저의 보다 구체적인 일 실시예를 도시한 것이다. 이하, 도 1 및 도 2에서 설명한 내용과 중복되는 내용은 설명을 생략하거나 간단히 할 수 있다.
- [66] 도 3을 참조하면, 이오나이저(1000)의 구성 요소 중 전압 공급원(30), 공진기(10)

및 팬(20)이 도시되어 있다. 공진기(10)는 금속판(100) 및 이에 연결된 전송 도체(300)를 포함할 수 있다.

- [67] 전압 공급원(30)은 전송 도체(300)를 통해 금속판(100)에 플라즈마 생성을 위한 신호(일 예로, 마이크로파)를 공급할 수 있다. 도 3에서, 전송 도체(300)가 전압 공급원(30)에 직접 연결된 것으로 나타내었으나, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 비록 도면에 도시하지는 않았지만, 전압 공급원(30)과 전송 도체(300)의 사이에 전술한 전력 증폭기(40) 및/또는 전력 분배기(50)가 더 위치할 수 있다.
- [68] 금속판(100) 및 팬(20)은 3차원 공간 상에서 XY 평면과 나란하게 위치할 수 있고, Z축 방향으로 거리 h 만큼 이격되어 위치할 수 있다. 이때, XY 평면 중 팬(20)으로부터 Z축 방향의 상부를 향하여 거리 h 만큼 평행하게 이격된 평면을 XY-1 평면이라 한다.
- [69] 금속판(100)은 한 쌍의 장변(S1) 및 장변(S1)과 교차하는 한 쌍의 단변(S2)을 포함할 수 있다. 이하, 정확히는 도면 부호 S1, S2 각각은 장변 및 단변의 '연장선'을 의미하는 것이나, 설명의 편의를 위해 '연장선'을 생략하고 '장변', '단변'으로 설명할 수 있다. 도 3에서는 설명의 편의를 위해 장변(S1) 및 단변(S2)을 각각 하나씩만 표시하였다. 도 3의 실시예에서 금속판(100)은 XY-1 평면 상에 위치하므로, 장변(S1) 및 단변(S2) 모두 XY 평면 상에 위치한다. 다시 말해, 도 3의 실시예에서 금속판(100)의 장변(S1) 및 단변(S2)은 모두 XY 평면에 대하여 0도($^{\circ}$)로 배치된다. 이와 같은 실시예는 도 4d에 간략히 도시되어 있다.
- [70] 팬(20)은 XY 평면과 평행한 제1 면(Q1), 및 XY 평면과 평행하고 제1 면(Q1)과 마주보는 반대 면인 제2 면(Q2)을 포함할 수 있다. 다시 말해, 도 3에서 제1 면(Q1)은 팬(20)의 상부면, 제2 면(Q2)은 팬(20)의 하부면일 수 있다. 팬(20)은 제1 면(Q1)으로부터 제2 면(Q2)의 하부를 향해 불어나가는 바람을 생성할 수 있다. 금속판(100)은 팬(20)의 제1 면(Q1) 상부에 위치할 수 있다.
- [71] 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판의 장변이 서로 다른 경사각으로 배치된 금속판을 일 방향에서 바라본 측면도들이고, 도 5a 및 도 5b는 도 4a 내지 도 4d의 각 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다.
- [72] 도 4를 참조하면, 금속판(100)의 장변(S1)의 XY 평면에 대한 경사각(θ_1)(이하, 제1 경사각으로 명명하여 설명할 수 있다.)에 따른 금속판(100; 100a, 100b, 100c, 100d)의 일 측면도들이 도시되어 있다. 도 4의 측면도들은 Y 방향에서 바라본 측면도들이다. 도 4a, 4b, 4c 및 4d는 순차적으로 장변(S1)의 경사각(θ_1)이 90도, 60도, 30도 및 0도인 실시예를 도시한다. 도 4a 내지 도 4d의 실시예에서 단변(S2)의 XY 평면에 대한 경사각(θ_2)(이하, 제2 경사각으로 명명하여 설명할 수 있다.)은 모두 0도이다.
- [73] 각 실시예들에서 금속판(100)의 Z축 방향으로 하부에는 제전 성능을 측정하기 위한 CPM(Charged Plate Monitor) 장치(61)가 배치되어 있다. CPM 장치(61)는

상부에 금속판(100)으로부터 플라즈마 이온(400)이 도달하는 플레이트를 포함할 수 있다. CPM 장치(61)는 감쇠 시간(Decay Time) 측정을 통해 이오나이저(1000)의 제전 성능을 테스트할 수 있다. 감쇠 시간(Decay Time) 측정은 이오나이저(1000)에서 발생한 이온을 이용하여 CPM 장치(61)의 플레이트 상에 고의로 인가된 정전기가 제거되는 시간을 측정하는 방식이다. 일 예로, 초기 정전압의 약 10% 이하로 떨어질 때까지의 시간을 측정할 수 있다.

- [74] 도 5a 및 도 5b 각각은 도 4a 내지 도 4d의 각 실시예들에 대하여 초기 정전압으로 +1000V, -1000V를 인가하였을 때의 감쇠 시간(즉, 각각 +100V, -100V의 정전압이 될 때까지의 시간) 분포를 도시한 그래프들이다. 금속판(100)의 최저점과 CPM 장치(61)의 플레이트는 거리 d 만큼 이격 되어 있다고 할 때, 도 5는 d에 따른 감쇠 시간(Decay Time)을 측정한 그래프이다. 거리 d는 수 cm 내지 수십 cm 범위일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [75] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 대체적으로 제1 경사각(θ_1)이 0도일 때 감쇠 시간이 가장 작아, 금속판(100)의 장변(S1)은 XY 평면과 평행하게 위치하는 실시예가 제전 성능이 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [76] 구체적으로, 도 5a 및 도 5b를 참조하면 d가 약 10 cm 내지 약 20 cm인 경우, 제1 경사각(θ_1)이 0도, 90도, 60도, 30도인 순서로 제전 성능이 우수할 수 있다.
- [77] 특히, 도 5a의 초기 정전압이 +1000V인 경우 d가 약 10 cm일 때, 그리고 도 5b의 초기 정전압이 -1000V인 경우는 d가 약 20 cm일 때, 제1 경사각(θ_1)이 0도인 실시예가 다른 실시예들에 비해 제전 성능이 훨씬 우수하다. 일 예로, 도 5a의 경우 d가 10 cm일 때, 제1 경사각(θ_1)이 0도인 실시예의 감쇠 시간은 약 1.7 내지 1.8(초, sec)로, 제1 경사각(θ_1)이 30도, 60도인 실시예(감쇠 시간이 약 2.7 내지 2.8(sec))와 비교할 때, 약 30% 이상 감소된 시간을 나타낸다. 도 5b의 경우 d가 20 cm일 때, 제1 경사각(θ_1)이 0도인 실시예의 감쇠 시간은 약 2.5(sec)로, 나머지 실시예들(감쇠 시간이 약 4(sec) 전후로 측정됨)과 비교할 때, 약 40% 감소된 시간을 나타낸다.
- [78] 종합하면, 금속판(100)의 장변(S1)은 0도의 경사각으로, 즉 XY 평면과 평행하게 배치될 때, 이오나이저(1000)의 제전 성능이 가장 우수할 수 있다. 그 이유 중 하나로서, 플라즈마가 안정적으로 유지된다고 가정할 때, 제1 경사각(θ_1)이 0도일 때 슬롯(105)에 생성된 플라즈마가 바람과 맞닿는 면적이 가장 넓기 때문인 것으로 설명할 수 있다.
- [79] 이하, 도 6 내지 도 9b를 사용하여 다른 일 실시예에 따른 금속판(100)의 단변(S2)의 배치에 따른 이오나이저(1000)의 제전 성능에 관하여 설명한다. 이하, 전술한 내용과 중복되는 내용은 설명을 생략하거나 간단히 할 수 있다.
- [80] 먼저, 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이오나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도이다. 도 6의 실시예에서 금속판(100)은 팬(20)으로부터 거리 h만큼 이격된 XY 평면(XY-1 평면) 상에서 장변(S1)은 고정된 상태를 유지하고($\theta_1=0$ 도), 단변(S2)이 XY-1 평면에 대하여 0°초과

180°미만의 경사각을 가지도록 배치될 수 있다. 도 6에는 제2 경사각(θ_2)이 60도인 것을 예시로 도시하였다.

- [81] 도 7a 및 도 7b, 도 8a 및 도 8b 각각은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판(100)의 단변(S2)이 각각 0도 및 90도로 배치된 금속판을 서로 다른 방향에서 바라본 측면도들이다. 도 9a 및 도 9b는 도 7a 및 도 7b, 도 8a 및 도 8b의 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다.
- [82] 도 7을 참조하면, 금속판(100e)의 장변(S1) 및 단변(S2)의 경사각(θ_1 , θ_2)이 모두 0도인 실시예(도 3)가 도시되어 있다. 이러한 실시예에 대하여, 도 7a는 Y축 방향에서 바라본 측면도로서 장변(S1)의 경사각(θ_1)이 0도로 배치되고, 도 7b는 X축 방향에서 바라본 측면도로서 단변(S2)의 경사각(θ_2)이 0도로 배치되어 있다.
- [83] 도 8을 참조하면, 금속판(100f)의 장변(S1)의 경사각(θ_1)은 0도, 단변(S2)의 경사각(θ_2)은 모두 90도인 실시예가 도시되어 있다. 이러한 실시예에 대하여, 도 8a는 Y축 방향에서 바라본 측면도로서 슬롯(105)을 포함하는 금속판(100)의 평면 형태를 볼 수 있고, 도 8b는 X축 방향에서 바라본 측면도로서 단변(S2)의 경사각(θ_2)이 90도로 경사져 있다.
- [84] 도 9a 및 도 9b 각각은 도 7a 내지 도 8b 등의 서로 다른 제2 경사각(θ_2)을 가지는 실시예들에 대하여 초기 정전압으로 +1000V, -1000V를 인가하였을 때의 감쇠 시간 분포를 도시한 그래프들이다.
- [85] 도 9a 및 도 9b를 참조하면, 대체적으로 제2 경사각(θ_2)이 비스듬할 때 감쇠 시간이 가장 작아, 금속판(100)의 단변(S2)은 XY 평면에 대하여 경사지도록 배치되는 실시예가 제전 성능이 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [86] 구체적으로, 도 9a 및 도 9b를 참조하면 d가 약 10 cm 내지 약 30 cm인 범위에서, 제2 경사각(θ_2)이 75도, 90도, 0도인 순서로 제전 성능이 우수할 수 있다.
- [87] 특히, 제전 성능의 측면에서, 도 9a의 초기 정전압이 +1000V인 경우는 d가 약 12 cm 내지 약 30 cm의 범위가 유리하고, 도 9b의 초기 정전압이 -1000V인 경우는 d가 약 20 cm 내지 약 30 cm의 범위가 유리할 수 있다.
- [88] 종합하면, 금속판(100)의 단변(S2)은 0도 초과 90도 미만의 경사각(θ_2)으로, 즉 XY 평면에 대하여 비스듬하게 배치될 때, 이오나이저(1000)의 제전 성능이 가장 우수할 수 있다. 단변(S2)의 경사각(θ_2)은 측정하는 기준점에 따라 90도 초과 180도 미만의 범위를 가질 수도 있다.
- [89] 그 이유 중 하나로서, 장변(S1)의 경사각(θ_1)이 0도인 경우 제전 성능은 좋으나 플라즈마가 바람의 영향을 받아 그 세기가 약화되거나 소화될 가능성이 존재하므로, 단변(S2)을 비스듬하게 배치할 경우 플라즈마를 안정적으로 유지할 수 있기 때문인 것을 들 수 있다.
- [90] 종래에는 플라즈마 이오나이저에 있어서, RF 플라즈마를 생성시킬 경우 공진기의 전극 설계에 어려움이 있었다. 이에, 본 발명에서는 슬롯(105)을 포함하는 금속판(100), 즉 슬롯 전극을 사용하여 전극의 이용 및 설계를 용이하고 간편하게 할 수 있다. 전술한 바와 같이, 슬롯 전극(100)의 장변(S1) 및 단변(S2)의

- 경사각(θ_1 , θ_2)을 다양하게 조절하여 배치함으로써 이오나이저(1000)의 제전 성능을 최적화시킬 수 있다.
- [91] 이하, 도 10 내지 도 12b를 사용하여 일 실시예에 따른 금속판(100)과 팬(20)의 배치에 따른 이오나이저(1000)의 제전 성능에 관하여 설명한다. 이하, 전술한 내용과 중복되는 내용은 설명을 생략하거나 간단히 할 수 있다.
- [92] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판(100)과 팬(20)의 배치를 도시한 일 측면도로, 팬(20)이 Z축 방향으로 금속판(100)의 하부(또는 전방)에 위치하는 실시예이고, 도 11은 팬(20)이 Z축 방향으로 금속판(100)의 상부(또는 후방)에 위치하는 실시예이다. 금속판(100)은 X축 방향에서 보았을 때 단변(S_2)이 비스듬하게 배치되어 있고, 금속판(100)에는 플라즈마(200)가 생성되어 있을 수 있다.
- [93] 도 12a 및 도 12b는 각각 도 10 및 도 11의 실시예들($\theta_1=0^\circ$, $\theta_2=75^\circ$)에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정한 그래프이다. 도 12a 및 도 12b를 참조하면, 팬(20)이 금속판(100)의 전방에 위치할 때(도 10) 감쇠 시간이 더 작게 나타나 제전 성능이 더 우수한 것을 확인할 수 있다. 이는 팬(20)의 세기, 다시 말해 팬(20)의 제2 면(Q_2)을 통해 불어나가는 바람의 세기가 동일하다는 가정 하에, 팬(20)의 제1 면(Q_1)으로 유입되는 바람의 세기가 제2 면(Q_2)으로 불어나가는 바람의 세기보다 약하기 때문에, 금속판(100)이 팬(20)의 전방에 위치할 때 플라즈마(200)가 바람의 영향을 덜 받기 때문인 것으로 설명할 수 있다.
- [94] 이하, 도 13 내지 도 18을 사용하여 일 실시예에 따른 이오나이저의 멀티 슬롯(Multi Slot) 구조에 관하여 설명한다. 이하, 전술한 내용과 중복되는 내용은 설명을 생략하거나 간단히 할 수 있고, 전술한 실시예들과 비교하여 특징이 되는 부분을 중심으로 설명할 수 있다. 이하의 도면에서, 설명의 편의 상 플라즈마(200)가 생성된 부분을 원 표시로 도시하였다.
- [95] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이오나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도로서, 2개의 금속판을 포함하는 멀티 슬롯 구조의 일 예이고, 도 14a 및 도 14b는 도 13의 이오나이저를 일측면 및 상면에서 바라본 모습을 개략적으로 도시한 상면도이고, 도 15a 및 도 15b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이오나이저를 YZ 평면에서 바라본 일 측면도이다.
- [96] 도 13을 참조하면, 이오나이저(1000)는 전압 공급원(30), 전력 분배기(50), 공진부(10) 및 팬(20)을 포함할 수 있고, 공진부(10)는 2개의 금속판(100; 110, 120)을 포함할 수 있다. 도 13에 도시하지는 않았지만 선택적으로 전압 공급원(30)과 전력 분배기(50)의 사이에 전력 증폭기(40)가 더 개재될 수 있다.
- [97] 전력 분배기(50)는 복수의 금속판(100) 각각에 전력을 분배하여 전달할 수 있다. 도 13에서 전력 분배기(50)는 전송 도체(310, 320)를 통해 2개의 금속판(110, 120) 각각에 전력을 분배하여 전달할 수 있다.
- [98] 공진부(10)는 2개의 금속판(100)으로서 제1 금속판(110) 및 제2 금속판(120), 각 금속판들(110, 120)에 연결된 전송 도체(300; 310, 320)를 포함할 수 있다.

- [99] 제1 금속판(110)은 한 쌍의 제1 장변(S1f-1, S1m-1; S1-1), 한 쌍의 제1 단변(S2-1) 및 슬롯(150-1)을 포함할 수 있다. 제2 금속판(120)은 한 쌍의 제2 장변(S1f-2, S1m-2; S1-2), 한 쌍의 제2 단변(S2-2) 및 슬롯(150-2)을 포함할 수 있다.
- [100] 제1 금속판(110) 및 제2 금속판(120)은 XY평면에서 바라볼 때 서로 마주보도록 배치될 수 있다. 금속판들(110, 120)의 XY평면 상의 배치에 관하여는, 후술하는 도 16을 통하여 더 상세히 설명한다.
- [101] 제1 금속판(110)은 서로 평행한 제1-1 장변(S1f-1) 및 제1-2 장변(S1m-1)을 포함하고, 제2 금속판(120)은 서로 평행한 제2-1 장변(S1f-2) 및 제2-2 장변(S1m-2)을 포함할 수 있다.
- [102] 이때 금속판들(110, 120)의 장변(S1f-1, S1m-1, S1f-2, S1m-2)은 XY 평면에 대하여 0도 이상 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다. 다시 말해, 금속판(100)의 장변들은 XY평면과 평행한 평면 상에 위치하거나, XY평면과 0도 초과 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다. 한편, 금속판들(110, 120)의 단변(S2-1, S2-2)도 0도 이상 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다. 일 예로, 단변(S2-1, S2-2) 중 적어도 하나는 XY 평면과 평행한 평면과 0°초과 180°미만의 경사각을 가질 수 있다. 도 13에는 두 단변(S2-1, S2-2)이 모두 XY 평면에 대하여 약 60도의 경사각을 가지는 예가 도시되어 있다.
- [103] 도 14a는 이온나이저를 YZ 평면과 교차하는 방향(일 예로, X 방향, 이하 간단히 YZ 평면 방향이라 할 수 있다.)에서 바라본 측면도이고, 도 14b는 XY 평면과 교차하는 방향(일 예로, Z 방향, 이하 간단히 XY 평면 방향이라 할 수 있다.)에서 바라본 상면도이다. 도 14a 및 도 14b를 함께 참조하면, 제1 금속판(110)의 단변(S2-1) 및 제2 금속판(120)의 단변(S2-2)은, 제1-2 장변(S1m-1)과 제2-2 장변(S1m-2) 간의 거리(d1)가 제1-1 장변(S1f-1)과 제2-1 장변(S1f-2) 간의 거리(d2)보다 짧도록 경사지게 배치될 수 있다.
- [104] 도 15a 및 도 15b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이온나이저를 YZ 평면에서 바라본 일 측면도이다. 제1 금속판(110)의 제1 단변(S2-1) 및 제2 금속판(120)의 제2 단변(S2-2)은, 제1-2 장변(S1m-1)과 제2-2 장변(S1m-2) 간의 거리(d1)가 제1-1 장변(S1f-1)과 제2-1 장변(S1f-2) 간의 거리(d2)와 같도록 경사지게 배치될 수 있다. 다시 말해, 도 15a 또는 도 15b와 같이 두 금속판(110, 120)이 YZ 평면에서 바라볼 때 같은 방향으로 경사지도록 배치될 수 있다.
- [105] 도 16a 내지 도 16c는 본 발명의 각기 다른 실시예에 따른 금속판의 배치를 XY 평면에서 바라본 상면도이다.
- [106] 도 16a 내지 도 16c를 참조하면, 금속판들(110, 120)은 플라즈마(200)가 생성된 제2 단(E2)과 그 타 단인 제1 단(E1)을 포함하고, 제2 단(E2)은 일 방향(도 16에서 X 방향 및/또는 Y 방향)으로 서로 마주보도록 배치될 수 있다.
- [107] 도 16a에는 도 13의 실시예의 상면도가 도시되어 있다. 도 16a의 실시예에 의하면, 금속판들(110, 120)의 제1 단(E1)은 팬(20)의 중앙선(CL)에 대하여 일 방향(도 16에서는 X방향)으로 같은 쪽에 배치될 수 있다. 도 16b의 실시예에

의하면, 금속판들(110, 120)의 제1 단(E1)은 팬(20)의 중앙선(CL)에 대하여 일 방향(도 16에서 X방향)으로 서로 반대쪽에 배치될 수 있다. 도 16c의 실시예에 의하면, 금속판들(110, 120)의 제1 단(E1) 및 제2 단(E2)이 모두 일 직선(I) 상에 위치하도록 배치될 수 있다. 이때, 금속판들(110, 120)의 제1 단(E1)은 팬(20)의 중앙선(CL)에 대하여 일 방향(도 16에서 X방향)으로 서로 반대쪽에 배치될 수 있다.

[108] 실시예에 따라서, 금속판들(110, 120)의 단변(S2-1, S2-2)은 XY 평면과 평행한 평면 상에 위치할 수도 있다.

[109] 이상에서 설명한 금속판들(110, 120)의 장변(S1) 및/또는 단변(S2)의 서로 다른 배치에 따른 실시예들에 대하여, 이온나이저(1000)의 성능이 상황/환경에 맞추어 최적화되도록, 도 16a 내지 도 16c와 같은 금속판들(100)의 XY 평면으로 바라본 다양한 배치가 다양한 조합으로 적용될 수 있다. 도 16a 내지 도 16c에 따른 금속판들(100)의 XY 평면으로 바라본 다양한 배치는 후술하는 도 17에 따른 금속판(100)이 4개인 실시예 뿐만 아니라, 복수의 금속판(100)의 개수에 상관 없이 적절한 조합으로 적용될 수 있다.

[110] 전송 도체(310, 320)를 통해 각각에 연결된 금속판(110, 120)으로 전력 분배기(50)로부터 분배된 신호가 공급될 수 있다.

[111] 도 17은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온나이저의 구성을 3차원적으로 도시한 사시도로서, 4개의 금속판을 포함하는 멀티 슬롯 구조의 다른 예이고, 도 18은 도 17의 이온나이저를 상면에서 바라본 모습을 개략적으로 도시한 상면도이다.

[112] 도 17을 참조하면, 이온나이저(1000)는 전압 공급원(30), 전력 분배기(50), 공진부(10) 및 팬(Fan)(20)을 포함할 수 있고, 공진부(10)는 4개의 금속판(110, 120, 130, 140; 100)을 포함할 수 있다. 복수의 금속판(100)은 소정의 간격 및 각도로, 실시예에 따라 균일한 간격 및 각도로 서로 이격되어 배치될 수 있다. 제1 금속판(110)을 기준으로 시계 방향으로 제2 금속판(120), 제3 금속판(130) 및 제4 금속판(140)으로 명명하여 설명한다. 도 17에 도시된 실시예의 경우에도 선택적으로 전압 공급원(30)과 전력 분배기(50)의 사이에 전력 증폭기(40)가 더 개재될 수 있다.

[113] 전력 분배기(50)는 전송 도체(300)를 통해 전송 도체(300) 각각에 연결된 4개의 금속판(110, 120, 130, 140)에 전력을 분배하여 전달할 수 있다.

[114] 4개의 금속판(110, 120, 130, 140) 각각은 장변(S1-1, S1-2, S1-3, S1-4; S1) 및 장변과 교차하는 단변(S2-1, S2-2, S2-3, S2-4; S2)을 포함할 수 있다. 상기 4개의 금속판(110, 120, 130, 140) 각각의 장변들(S1) 또는 단변들(S2)은 0도(°) 이상 180도 미만의 경사각을 가질 수 있다.

[115] 가령, 복수의 금속판(110, 120, 130, 140)은 각각 서로 평행한 하부 장변(S1f-1, S1f-2, S1f-3, S1f-4; S1f)과 상부 장변(S1m-1, S1m-2, S1m-3, S1m-4; S1m)을 포함할 수 있다. 상부 장변(S1m)은 하부 장변(S1f)에 대하여 일정 각도를 가지며

- 단변(S2)의 경사각(θ_2)을 결정할 수 있다. 도 17에는 제2 경사각(θ_2)이 예각 기준으로 약 60도인 예를 도시하였으나, 제2 경사각(θ_2)은 이에 한정되지 않는다.
- [116] 도 18을 함께 참조하면, 복수의 금속판(100)은 XY 평면으로 바라볼 때 복수의 금속판(100)의 단변들(S2-1, S2-2, S2-3, S2-4; S2)은, 서로 마주보는 한 쌍의 금속판(110과 130)(120과 140)의 상부 장변(S1m-1, S1m-3)(또는 하부 장변(S1f-1, S1f-3))이 서로 반대 방향에 위치하도록 배치될 수 있다. 가령, 금속판들(110, 130)은 서로 마주보는 제1 금속판(110)과 제3 금속판(130)의 하부 장변(S1f-1, S1f-3)이 X 방향으로 서로 반대쪽에 위치하도록 경사질 수 있다. 또는, 금속판들(120, 140)은 서로 마주보는 제2 금속판(120)과 제4 금속판(140)의 하부 장변(S1f-2, S1f-4)이 Y 방향으로 서로 반대쪽에 위치하도록 경사질 수 있다.
- [117] 실시예에 따라서, 복수의 금속판(100)의 단변들(S2-1, S2-2, S2-3, S2-4; S2)은, 서로 마주보는 한 쌍의 금속판(110과 130)(120과 140)의 상부 장변(S1m)(또는 하부 장변(S1f))이 서로 같은 방향에 위치하도록 배치될 수 있다.
- [118] 복수의 금속판(100)의 단변들(S2)의 경사각은 이에 한정되지 않고, 한 쌍의 금속판(110과 130)의 상부 장변(S1m)(또는 하부 장변(S1f))은 서로 반대 방향에 위치하고, 다른 한 쌍의 금속판(120과 140)의 상부 장변(S1m)(또는 하부 장변(S1f))은 서로 같은 방향에 위치하는 등, 이온나이저(1000)의 제전 성능이 최적화될 수 있도록 복수의 금속판(100)의 단변들(S2)의 경사각의 관계는 적절히 조합될 수 있다.
- [119] 공진부(10)가 멀티 슬롯 구조인 경우에도, 팬(20)은 XY 평면과 평행하고 서로 마주보는 제1 면(Q1) 및 제2 면(Q2)을 포함하고, 바람은 상기 제1 면(Q1)으로부터 상기 제2 면(Q2)의 하부면을 향해 불어나가며, 금속판들(100)은 팬(20)의 제1 면(Q1) 상부에 위치할 수 있다. 금속판들(100)이 팬(20)의 전방에 위치하도록 배치됨으로써, 금속판(100) 상에 생성되는 플라즈마(200)에 미치는 바람의 영향을 최소화하여 이온나이저(1000)의 제전 성능을 최적화할 수 있다.
- [120] 이상에서는, 이온나이저(1000)가 멀티 슬롯 구조일 때 2개 또는 4개의 금속판(100)을 포함하는 것을 예시로 하여 설명하였으나, 공진부(10)가 포함하는 복수의 금속판(100)의 개수는 이에 한정되지 않는다.
- [121] 도 19a 및 도 19b는 도 6(단일 슬롯 전극) 및 도 13(멀티 슬롯 전극)의 실시예들에 대하여 감쇠 시간(Decay time)을 측정하여 비교한 그래프이다. 도 19a 및 도 19b 각각은 금속판(100)과 CPM 장치(61)의 플레이트 간의 간격(d)이 30cm일 때를 기준으로 각각 20W, 40W의 전력을 공급하였을 때의 감쇠 시간을 측정한 그래프들이다.
- [122] 초기 정전압이 +1000V, -1000V일 때 모두 단일 금속판(100)을 포함할 때보다, 2개의 금속판(100)을 포함하는 멀티 슬롯 구조일 때가 감쇠 시간이 더 작게 나타나, 제전 성능이 더 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [123] 전술한 본 발명의 각 실시예들에서 금속판의 장변 및/또는 단변이 XY 평면과 이루는 각도는 다양하게 조절할 수 있으며, 이에 따라 최적의 성능을 나타내는

각도로 설정할 수 있다.

- [124] 이하, 도 20 및 도 21을 사용하여 플라즈마를 점화하는 다른 방식에 관한 실시예들에 관하여 설명한다. 도 20 및 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 플라즈마 이온라이저의 구성을 개략적으로 도시한 도면들이다. 이하, 전술한 내용과 중복되는 내용은 설명을 생략하고, 특징이 되는 구성을 위주로 설명한다.
- [125] 도 20을 참조하면, 이온라이저(1000)의 구성 중 전압 공급원(30), 전송 도체(300) 및 슬롯(105) 상에 플라즈마(200)가 생성되어 있는 금속판(100)이 도시되어 있다. 이온라이저(1000)는 금속판(100)의 일 단부에 배치된 압전 소자(700)를 더 포함할 수 있다. 도면에 도시하지는 않았지만 전압 공급원(30)과 전송 도체(300)의 사이에 전력 증폭기 및/또는 전력 분배기가 더 개재될 수 있다.
- [126] 압전 소자(700)에 압력(P)을 가하면 압전 소자(700)의 양 단에 전위차가 발생한다. 압전 소자(700)의 일 단은 접지되어 있고, 압전 소자(700)의 타 단은 금속판(100)의 플라즈마(200)가 생성되는 일 단부에 인접하도록 배치할 수 있다. 압전 소자(700)에 압력(P)을 가하면 접지된 일 단 대비 순간적으로 발생한 전위차에 의해 플라즈마(200)가 점화될 수 있다. 이 경우, 아르곤 기체 등의 불활성 기체가 없이도 플라즈마(200)를 점화할 수 있는 이점이 있다.
- [127] 도 21을 참조하면, 금속판(100)은 슬롯(105)을 사이에 두고 서로 마주보는 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)을 포함한다. 이때, 금속판(100)은 제1 전극(101) 및 제2 전극(102) 각각이 슬롯(105)과 인접하고, 슬롯(105)에 의해 개방되어 있는 일 단부(E2)에 코팅되어 있는 물질층(800)을 더 포함할 수 있다. 물질층(800)은 그래파이트(Graphite)를 포함할 수 있다. 이와 같이, 전기 전도도가 높은 그래파이트 등의 물질층을 코팅함으로써 아르곤 기체 등의 불활성 기체 없이도 플라즈마(200)의 자가 점화(Self Ignition)를 가능하게 할 수 있다.
- [128] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 추가적인 자극(가령, 압력 등)이나 도전성 물질을 이용하는 등의 다양한 방법을 통해 불활성 기체 없이도 플라즈마 점화가 가능한 플라즈마 이온라이저(1000)를 구현할 수 있다.
- [129] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.
- [130] 따라서, 본 발명의 사상은 앞에서 설명된 실시예들에 국한하여 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위가 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

청구범위

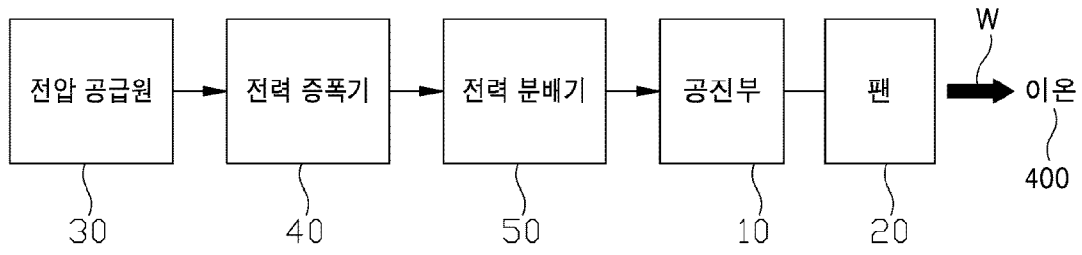
- [청구항 1] 길이 방향으로 연장되는 장변, 상기 장변과 교차하는 단변 및 상기 길이 방향으로 연장되는 슬롯을 갖는 금속판을 포함하고, 전기장을 이용하여 플라즈마를 발생시키는 공진부;
상기 공진부에 연결되고, 상기 금속판의 주변에 플라즈마 이온을 포함하는 플라즈마가 발생하도록 상기 공진부에 신호를 공급하는 전압 공급원; 및
상기 플라즈마 이온을 XY 평면과 교차하는 방향으로 이동시키도록 구비된 팬;을 포함하는, 플라즈마 이온나이저.
- [청구항 2] 제1항에서,
상기 팬은 상기 XY 평면과 평행한 제1 면, 및 상기 XY 평면과 평행하고 상기 제1 면과 마주보는 제2 면을 포함하고,
상기 팬으로부터 발생한 바람은 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면의 하부를 향해 불어나가고,
상기 금속판은 상기 팬의 제1 면의 상부에 위치하는, 플라즈마 이온나이저.
- [청구항 3] 제1항에서,
상기 공진부는 상기 금속판을 복수 개 포함하고,
상기 복수의 금속판 각각에 신호를 분배하여 전달하는 전력 분배기를 더 포함하는 플라즈마 이온나이저.
- [청구항 4] 제3항에서,
상기 복수의 금속판은 제1 금속판 및 제2 금속판을 포함하고,
상기 제1 금속판은 제1 장변 및 상기 제1 장변과 교차하는 제1 단변을 포함하고, 상기 제2 금속판은 제2 장변 및 상기 제2 장변과 교차하는 제2 단변을 포함하고,
상기 제1 단변의 연장선 및 상기 제2 단변의 연장선은 각각 XY 평면에 대하여 0도(°) 이상 180도 미만의 경사각을 가지는, 플라즈마 이온나이저.
- [청구항 5] 제3항에서,
상기 복수의 금속판은 소정의 간격을 두고 이격 배치된 4개의 금속판을 포함하고,
상기 4개의 금속판은 각각 장변 및 상기 장변과 교차하는 단변을 포함하고,
상기 4개의 금속판 각각의 단변의 연장선들은 XY 평면에 대하여 0도(°) 이상 180도 미만의 경사각을 가지는, 플라즈마 이온나이저.
- [청구항 6] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 금속판의 일 단부에 배치되는 압전 소자;를 더 포함하고,
상기 압전 소자를 통해 상기 일 단부에 압력을 인가하여 상기 플라즈마를

점화하는, 플라즈마 이온라이저.

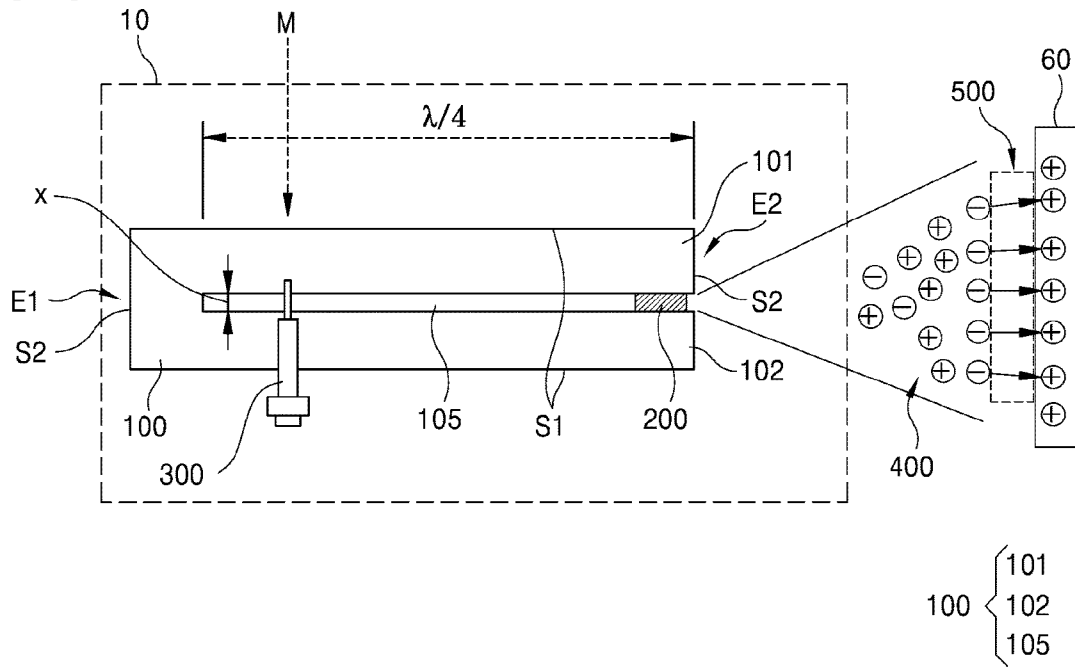
[청구항 7] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 금속판은,
상기 슬롯을 사이에 두고 서로 마주보는 제1 전극 및 제2 전극을
포함하고,
상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 각각이 상기 슬롯과 인접하는 일 단부에
코팅되어 있는 도전성 물질층을 더 포함하는, 플라즈마 이온라이저.

[도1]

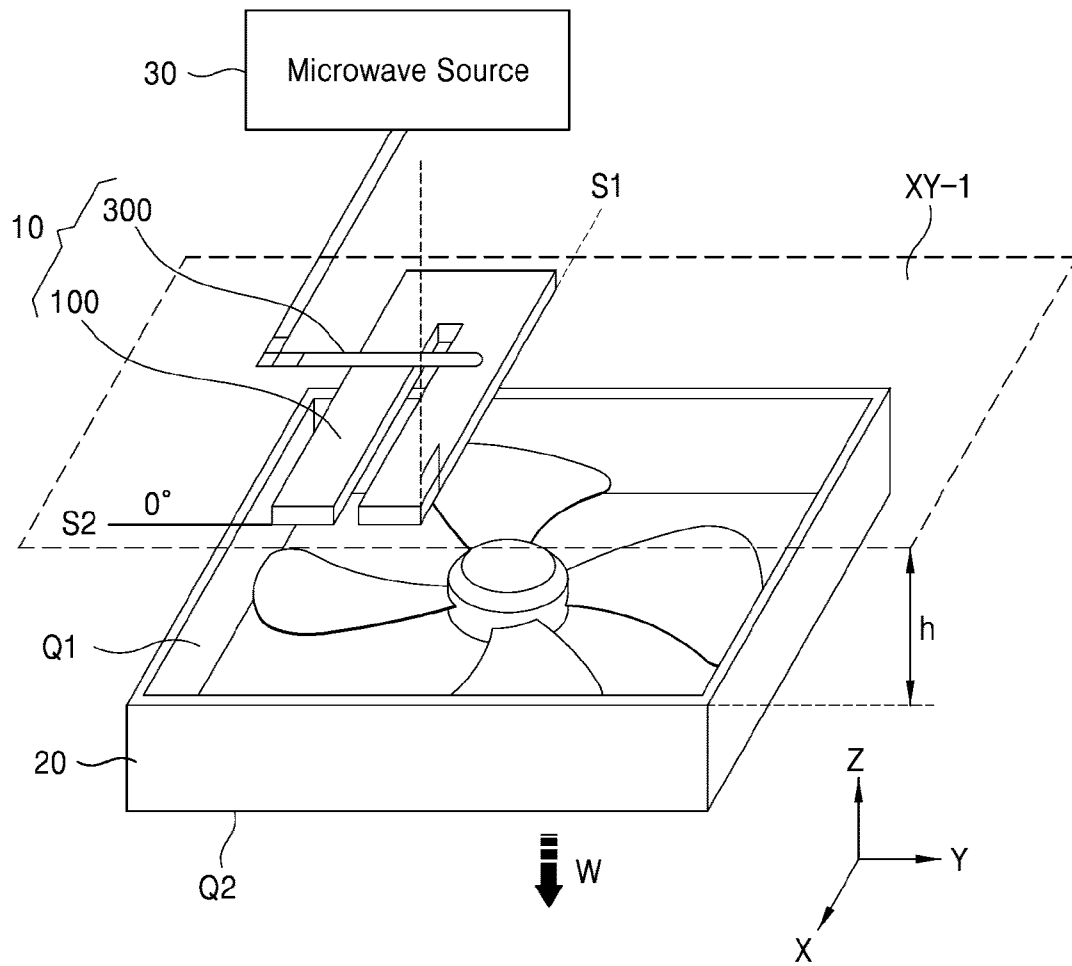
1000



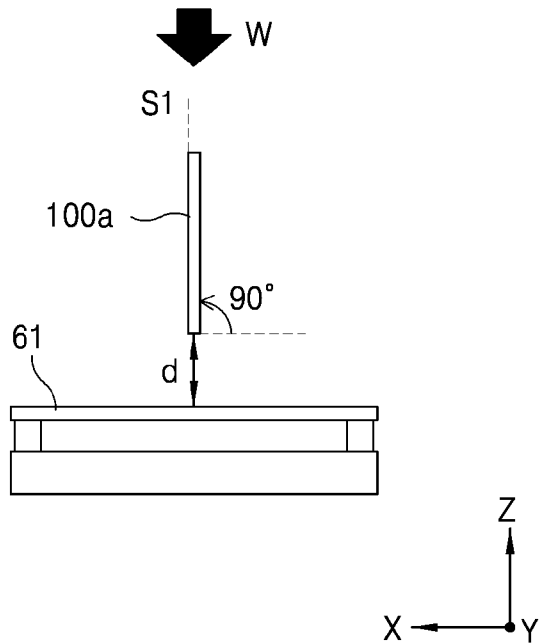
[도2]



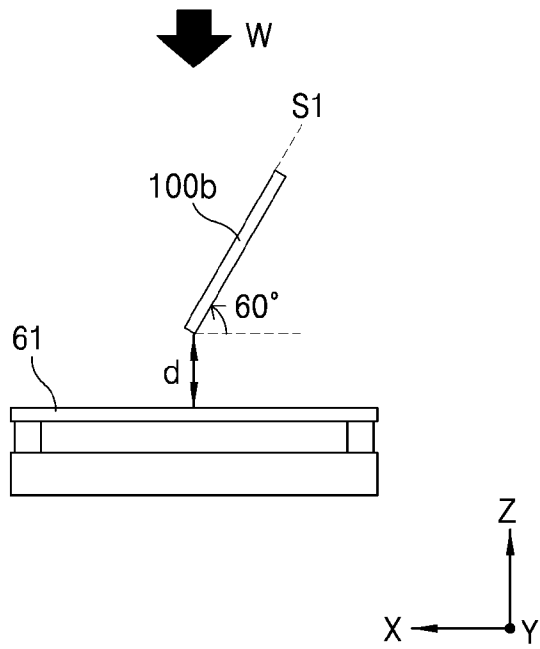
[도3]



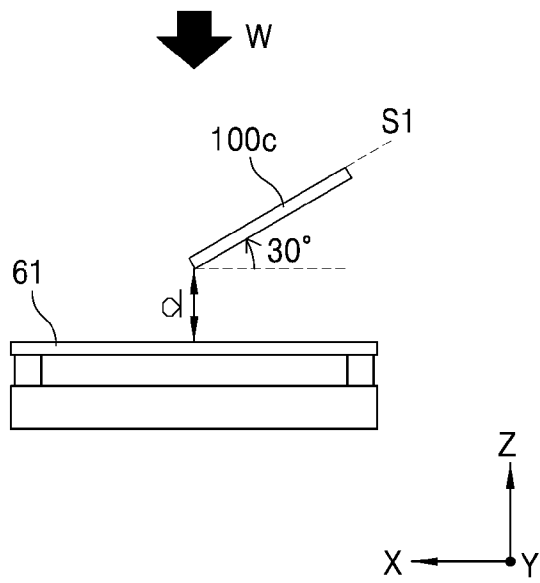
[도4a]



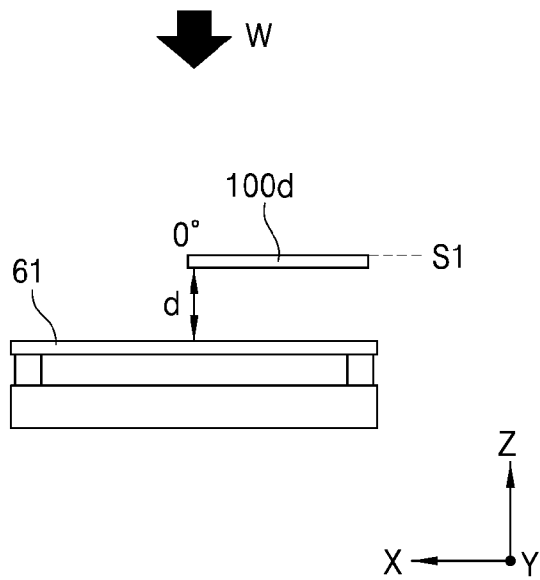
[도4b]



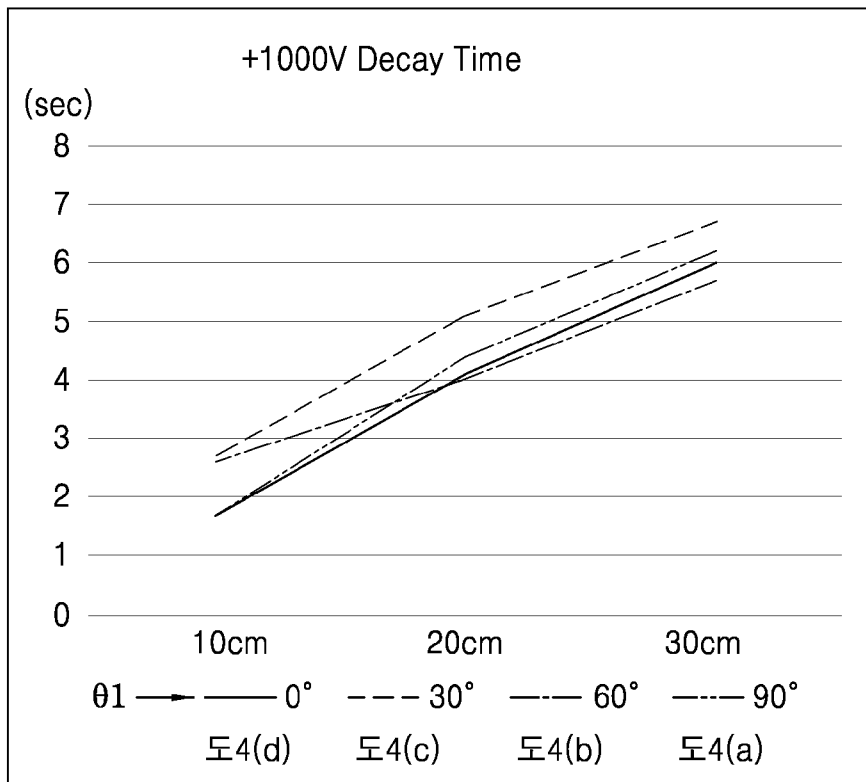
[도4c]



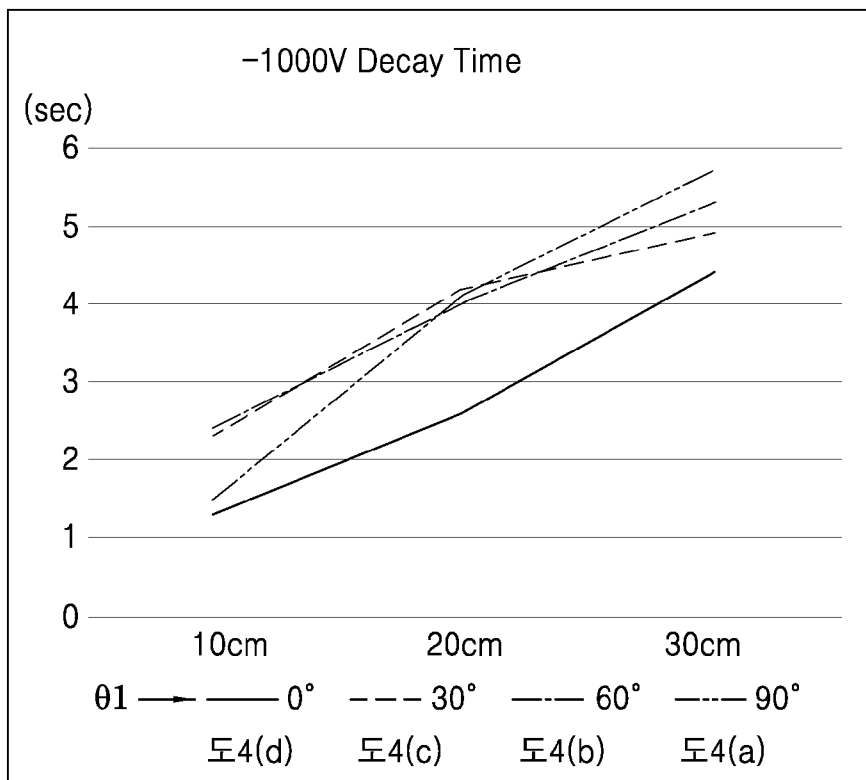
[도4d]



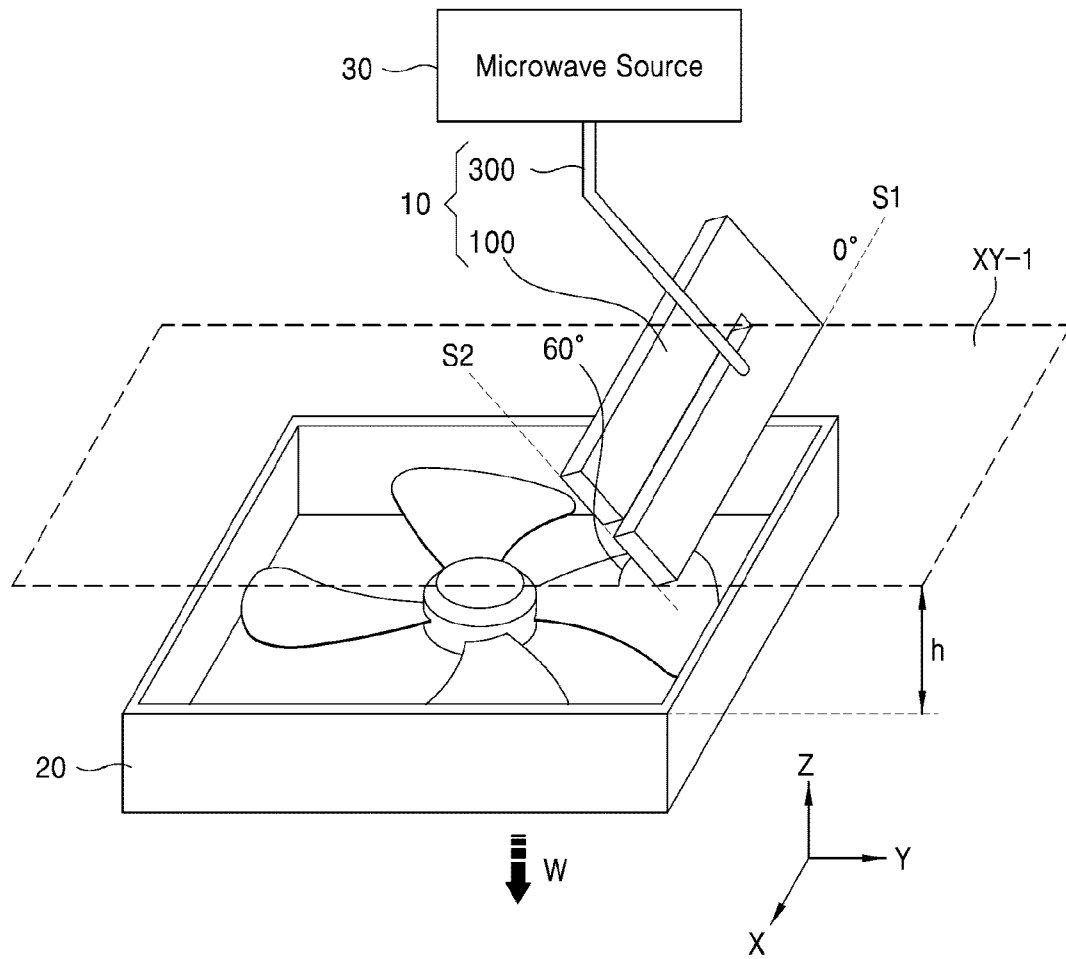
[도5a]



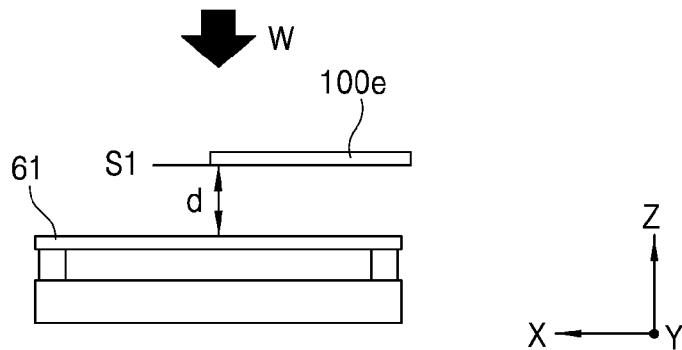
[도5b]



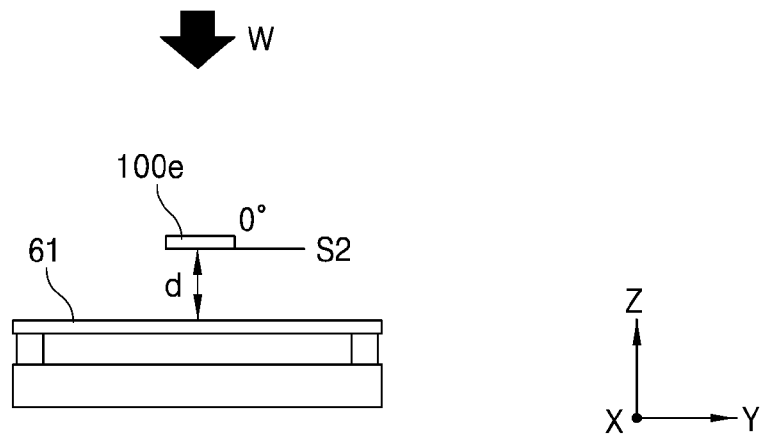
[도6]



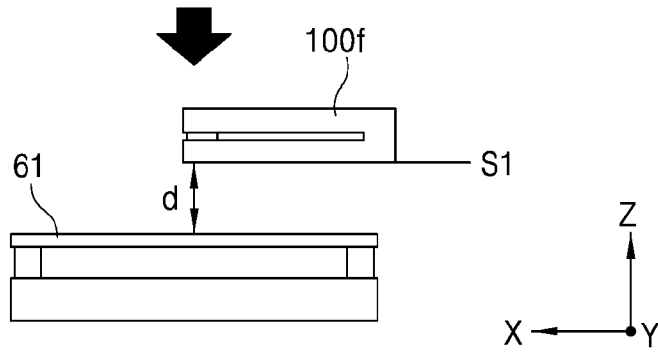
[도7a]



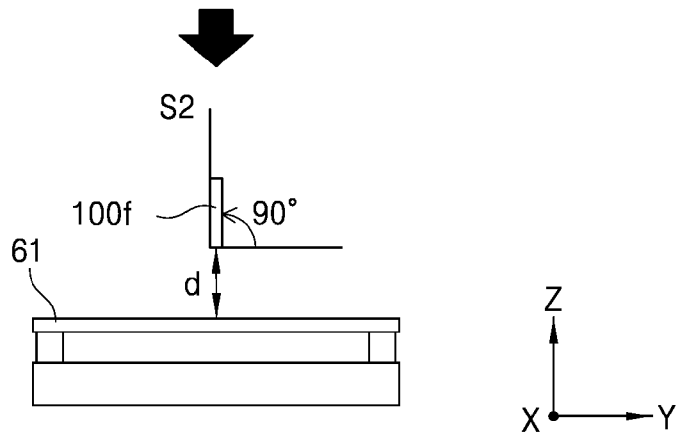
[도7b]



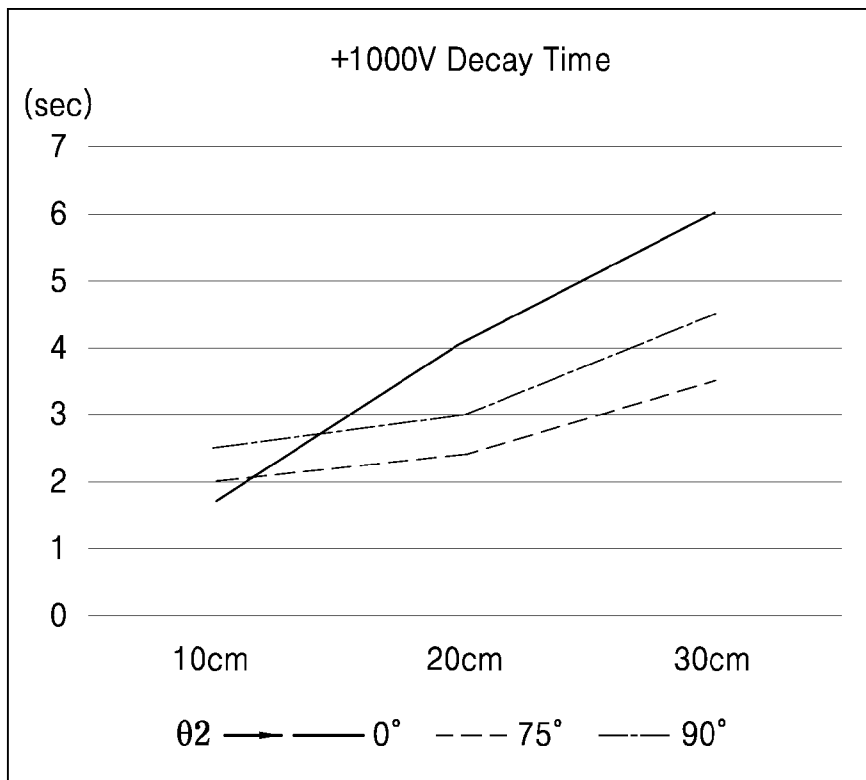
[도8a]



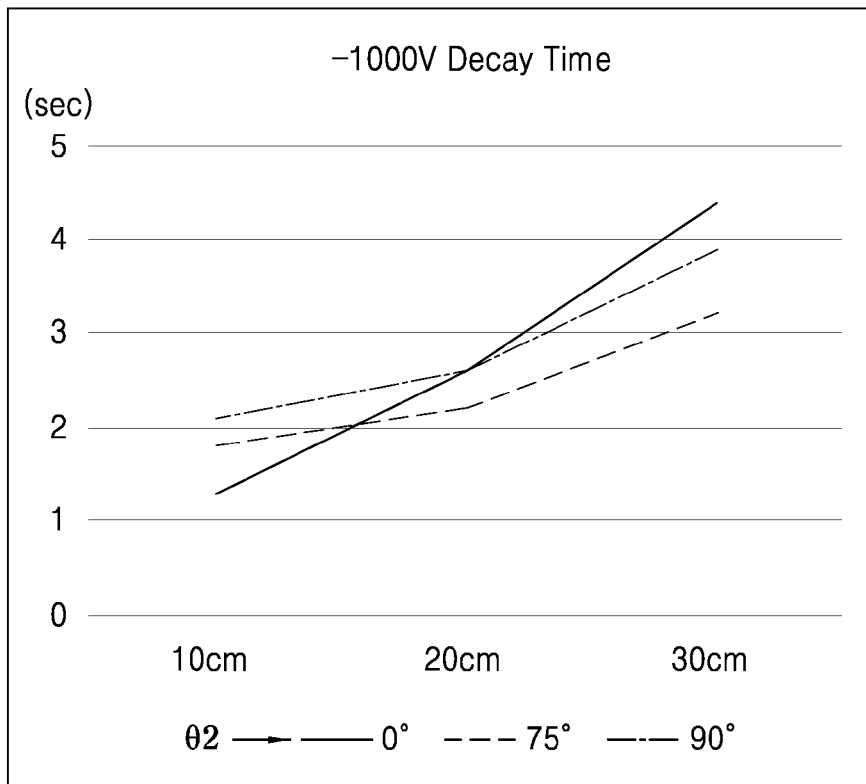
[도8b]



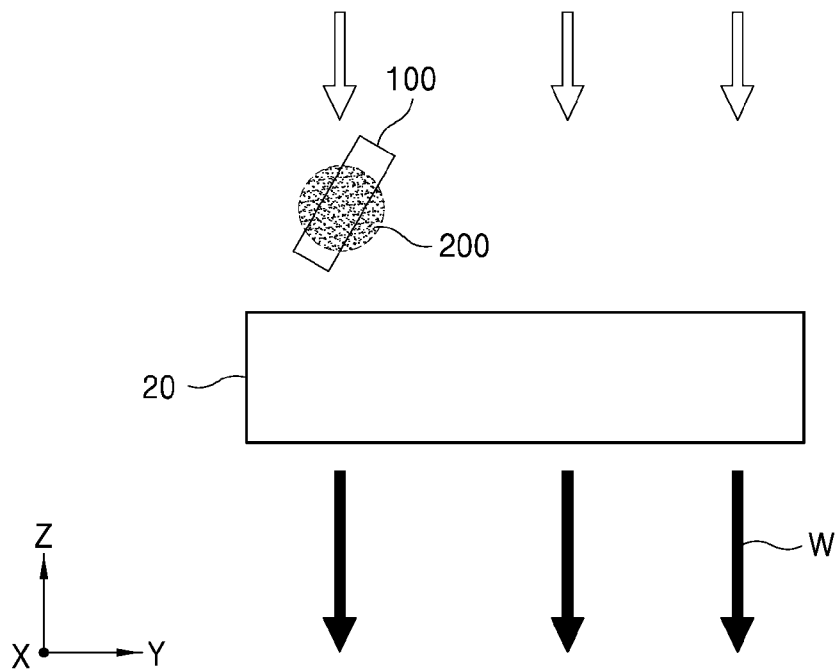
[도9a]



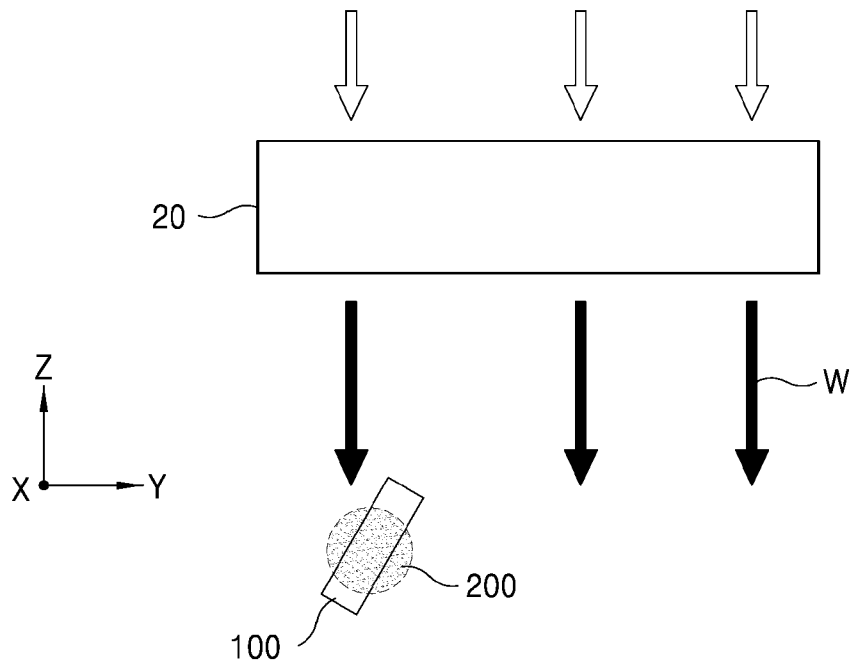
[도9b]



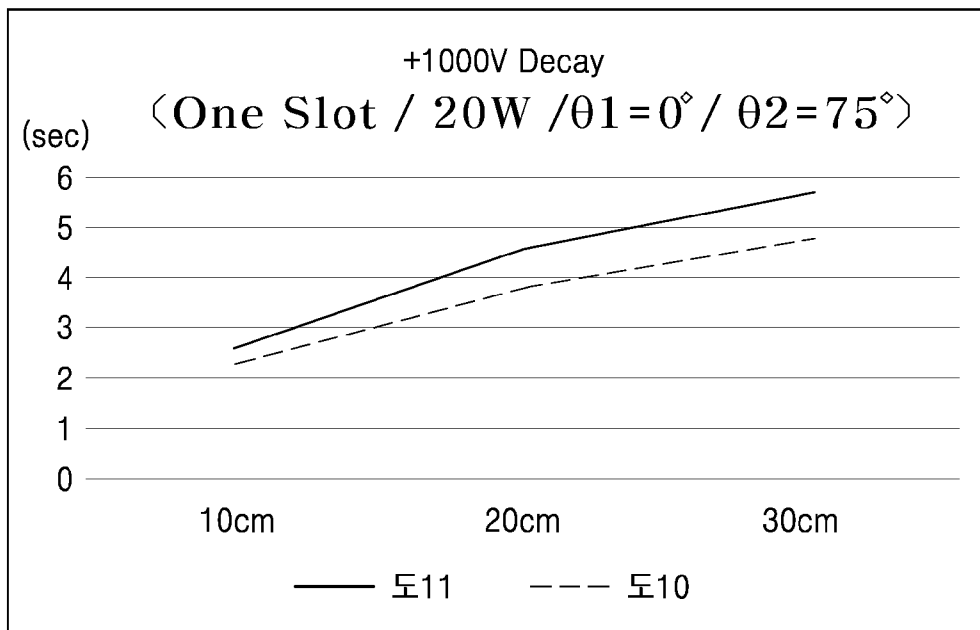
[도10]



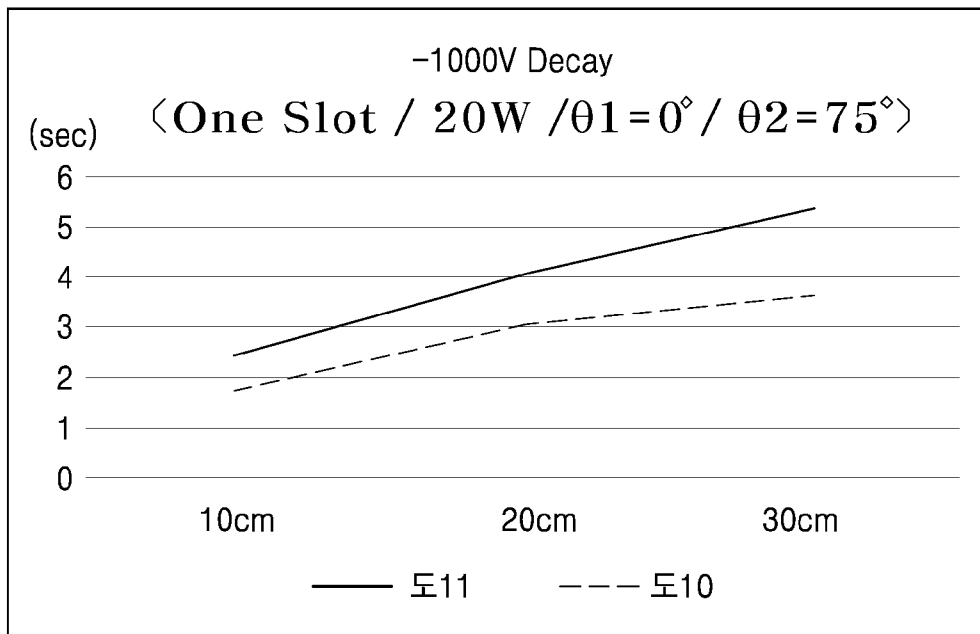
[도11]



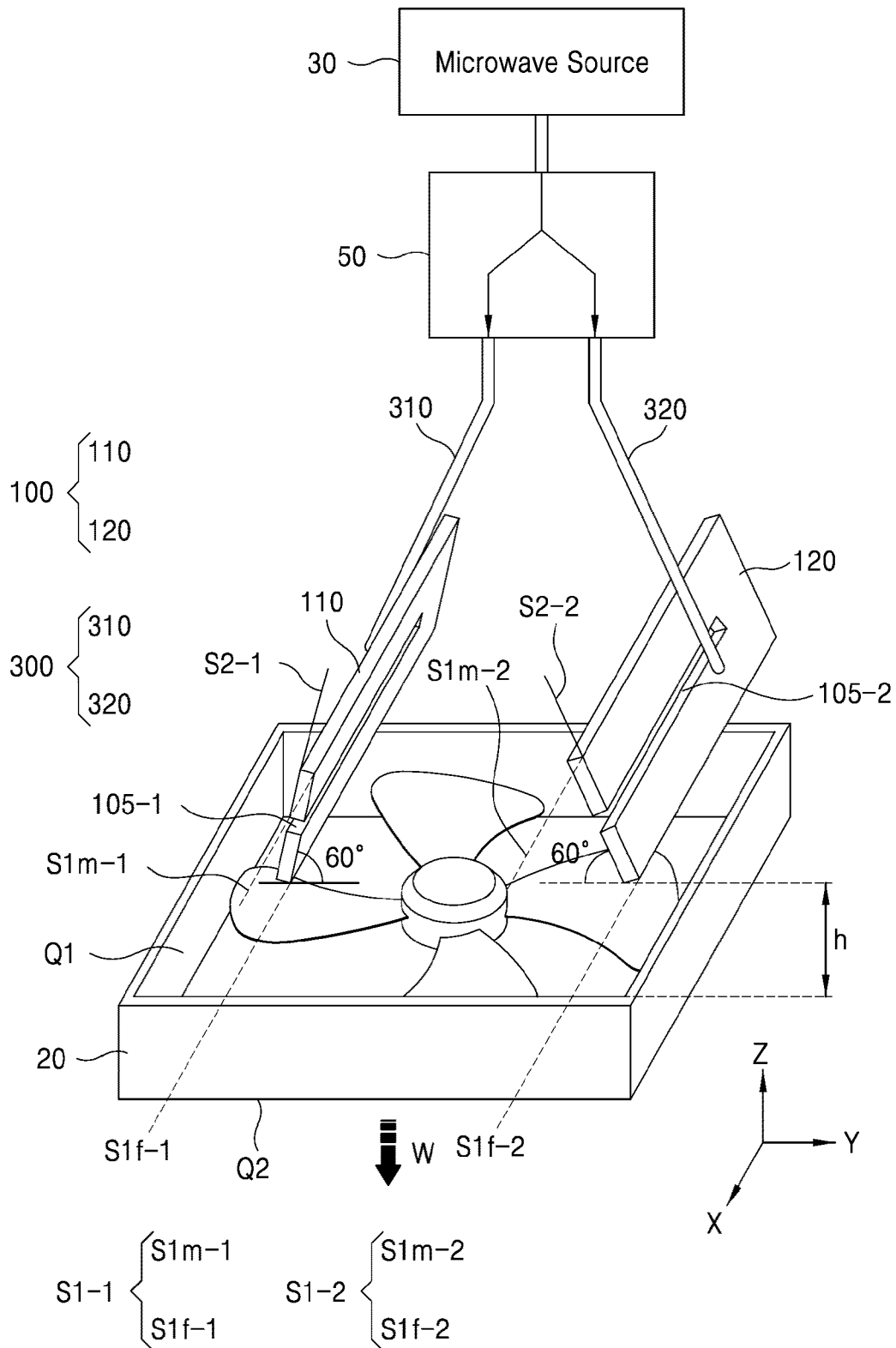
[도12a]



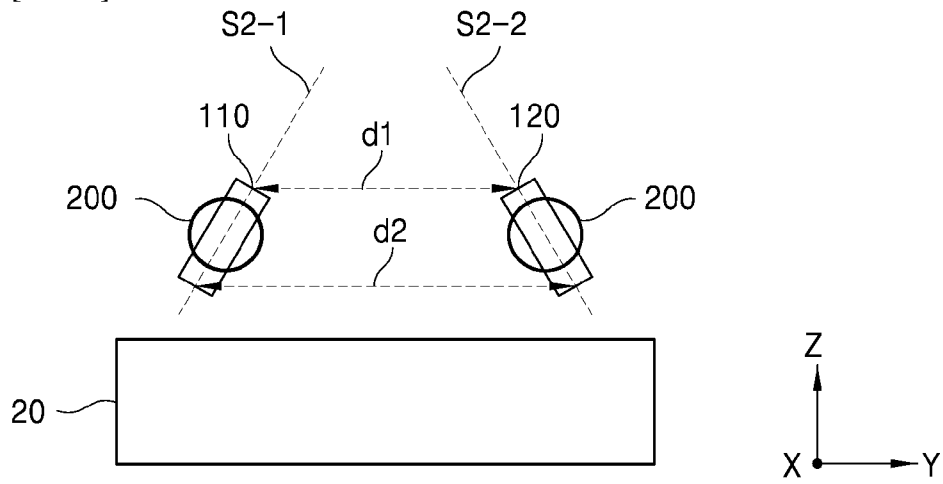
[도12b]



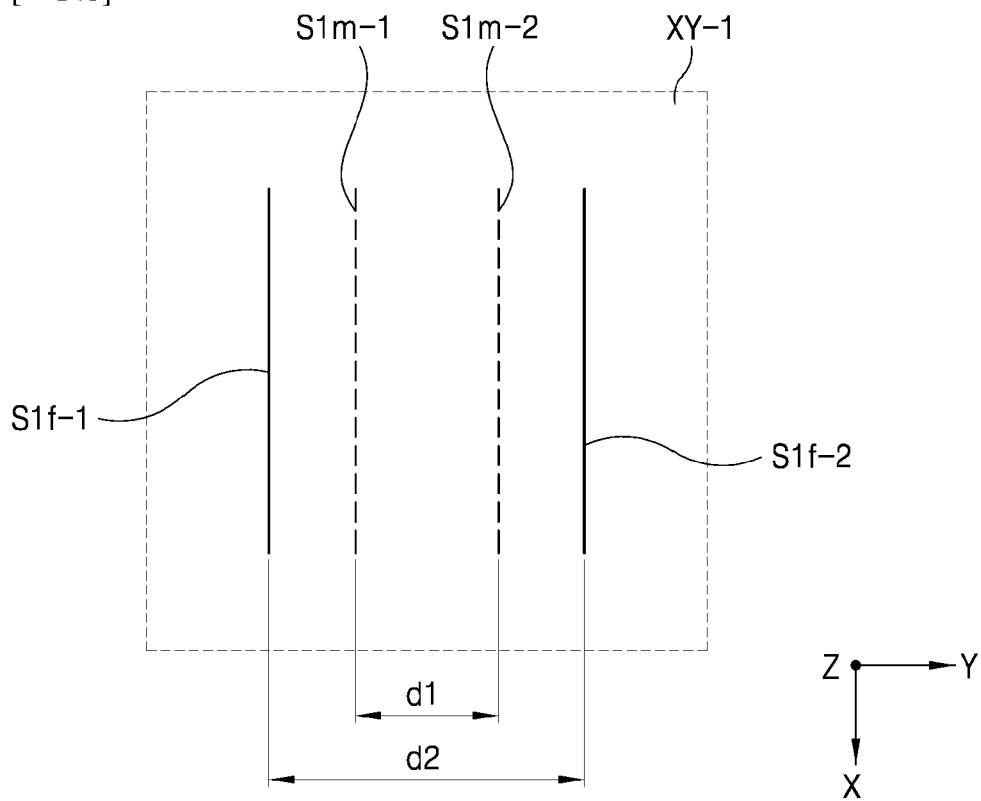
[도13]



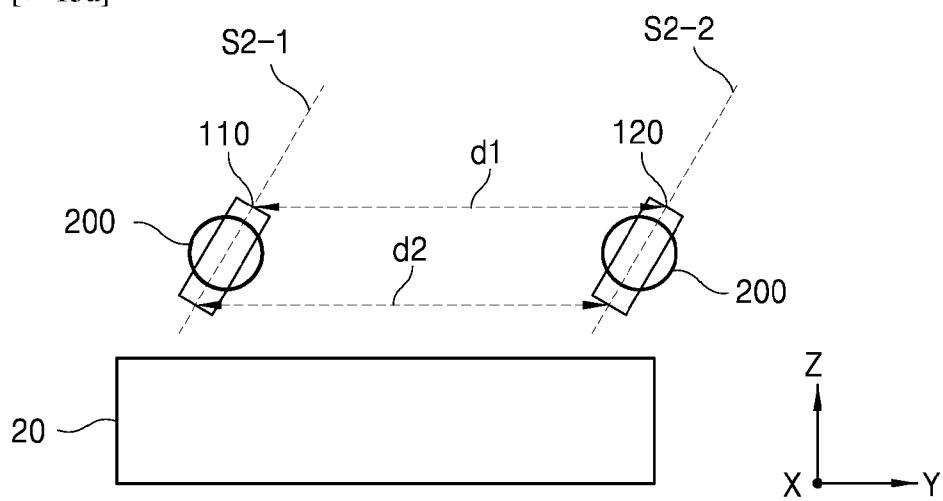
[도 14a]



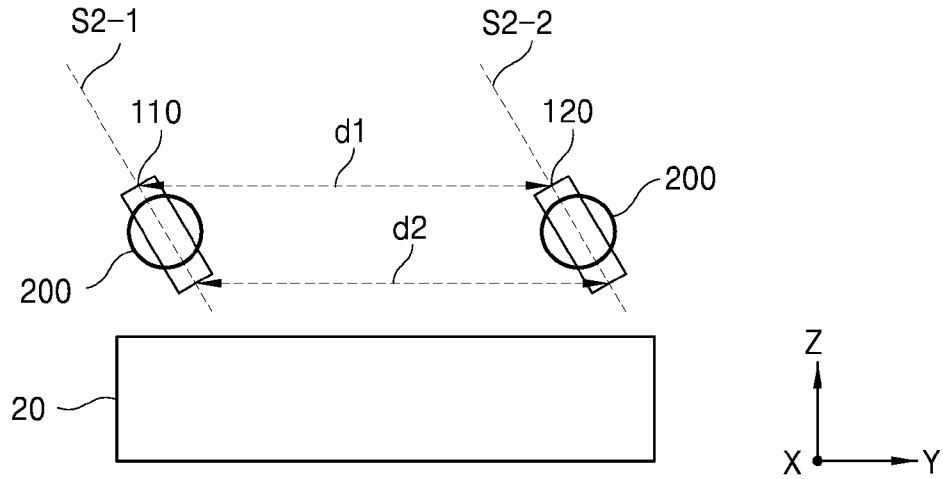
[도 14b]



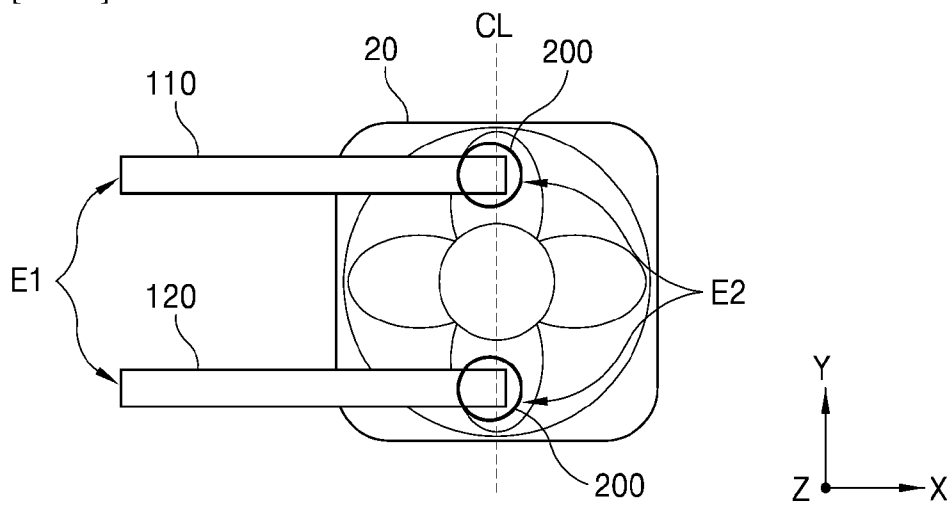
[도 15a]



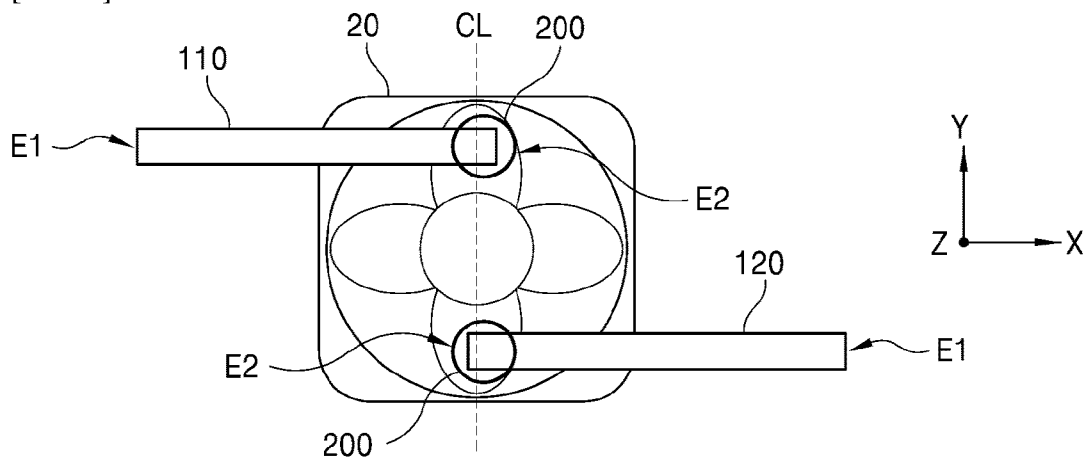
[도 15b]



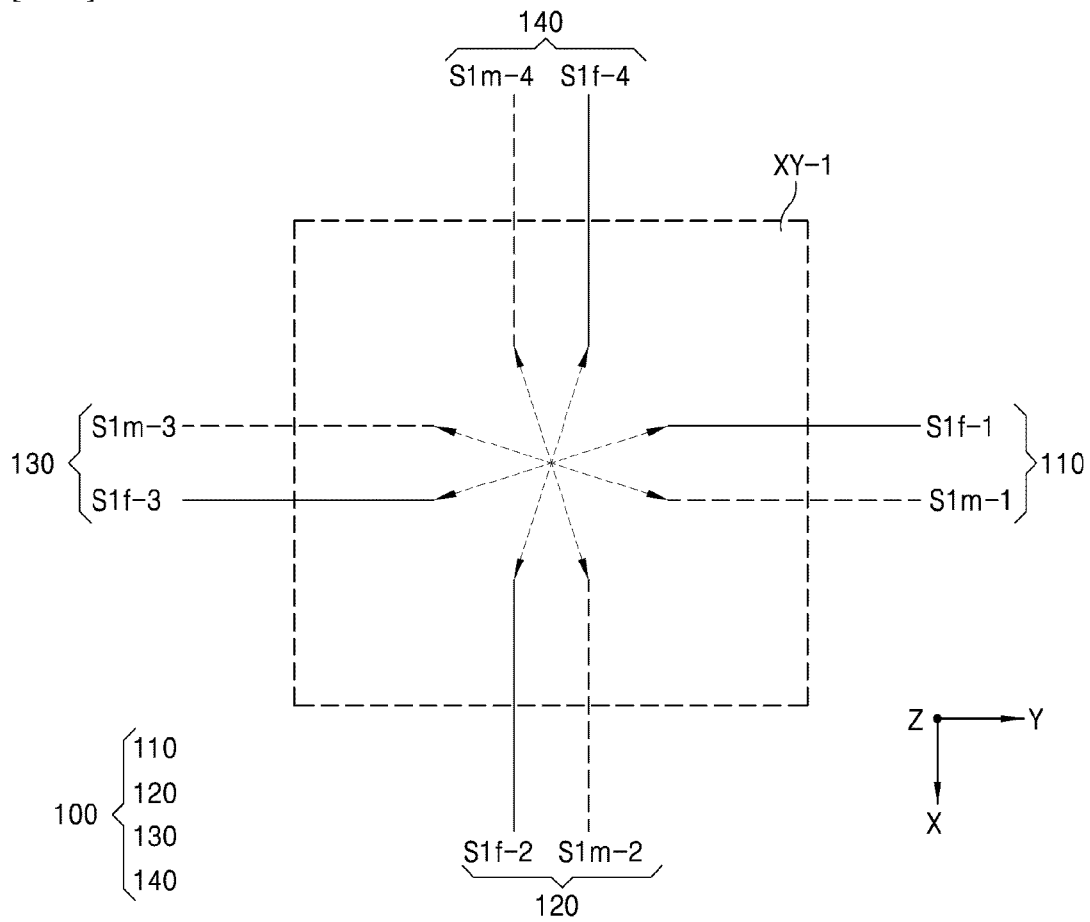
[도 16a]



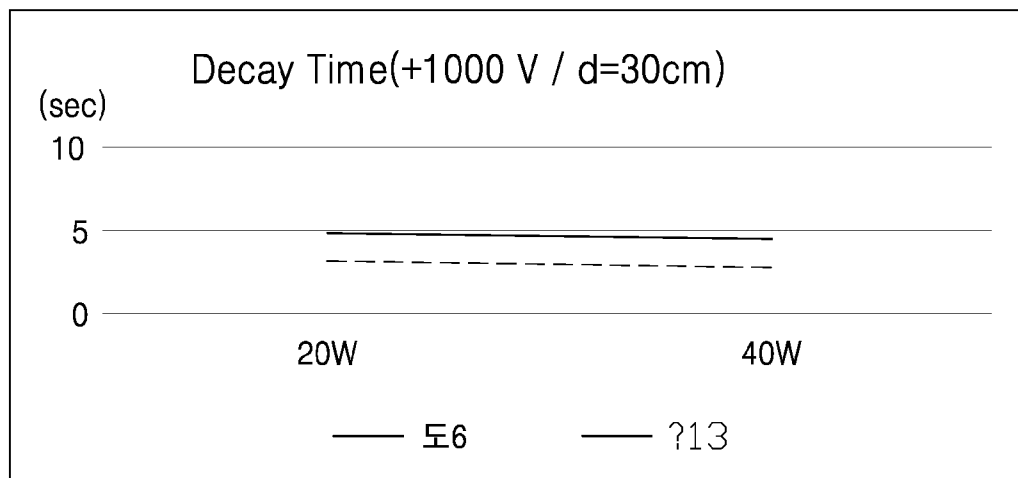
[도 16b]



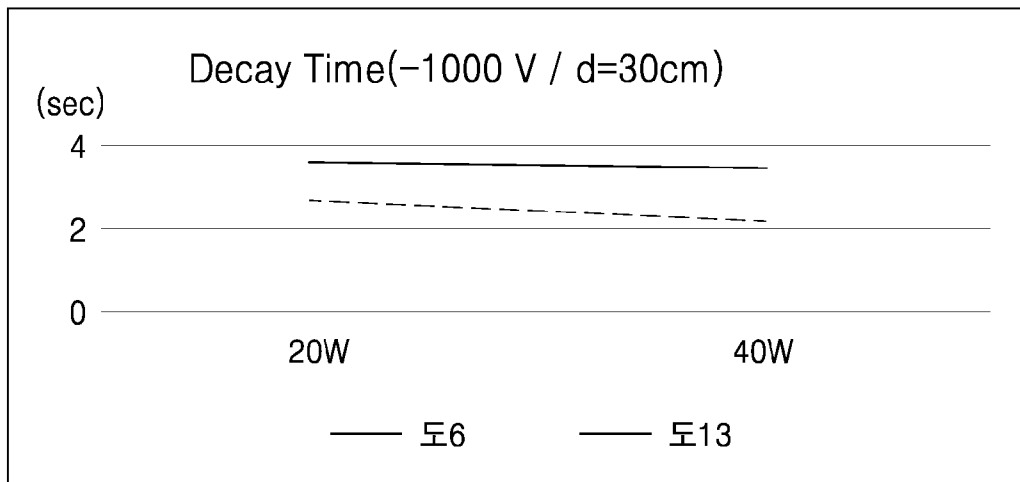
[도18]



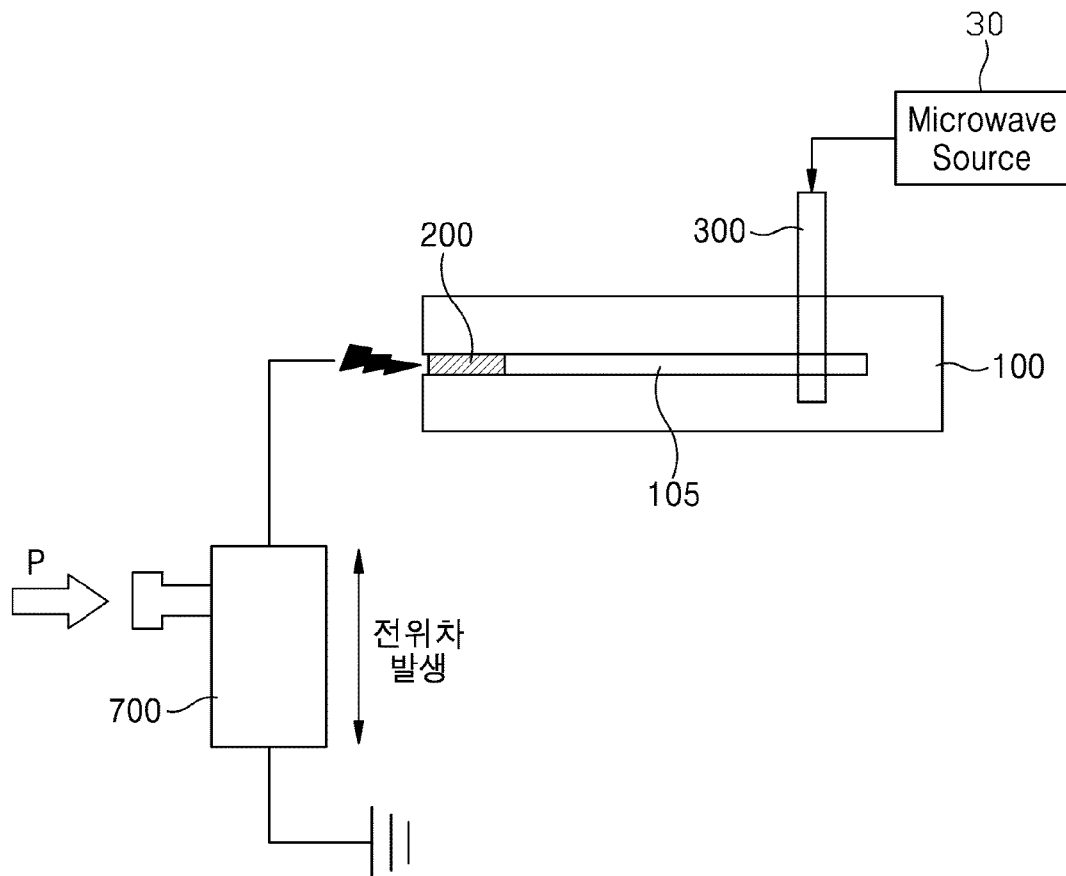
[도19a]



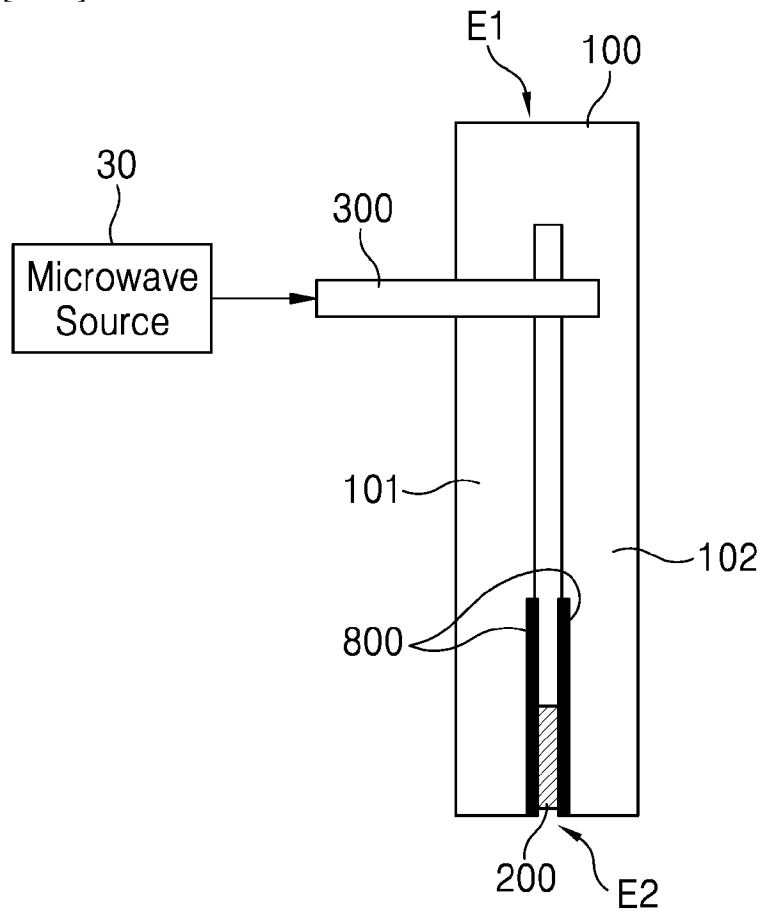
[도19b]



[도20]



[도21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/013948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05F 3/06(2006.01)i; H01T 23/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05F 3/06(2006.01); B01J 19/08(2006.01); H01T 23/00(2006.01); H05F 3/04(2006.01); H05H 1/24(2006.01); H05H 1/46(2006.01) 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: 이온나이저(ionizer), 슬롯(slot), 전기장(electric field), 플라스마 이온(plasma ion)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-2008-0012254 A (HUGLE ELECTRONICS INC.) 11 February 2008 (2008-02-11) See paragraphs [0020]-[0028] and figure 1.	1-3,6,7 4,5
Y	KR 10-2010-0015978 A (FORSCHUNGSVERBUND BERLIN E.V.) 12 February 2010 (2010-02-12) See paragraphs [0031]-[0033] and figure 1.	1-3,6,7
Y	KR 10-2009-0003266 A (FISA CORPORATION) 09 January 2009 (2009-01-09) See figures 5-8.	3
Y	WO 2007-006298 A2 (JE PLASMACONSULT GMBH et al.) 18 January 2007 (2007-01-18) See claims 1 and 12 and figure 1.	6
A	US 7241428 B2 (CHIU, Kin-Chung Ray) 10 July 2007 (2007-07-10) See entire document.	1-7
☐ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 27 January 2021		Date of mailing of the international search report 27 January 2021
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/013948

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR 10-2008-0012254	A	11 February 2008		CN	101180779	A	14 May 2008
				CN	101180779	B	09 November 2011
				JP	2008-126280	A1	25 December 2008
				JP	3913266	B2	09 May 2007
				KR	10-1045037	B1	30 June 2011
				US	2009-0034145	A1	05 February 2009
				WO	2006-126280	A1	30 November 2006
KR 10-2010-0015978	A	12 February 2010		AT	521217	T	15 September 2011
				DE	102007020419	A1	06 November 2008
				EP	2143306	A1	13 January 2010
				EP	2143306	B1	17 August 2011
				JP	2010-525534	A	22 July 2010
				JP	5683262	B2	11 March 2015
				KR	10-1555385	B1	23 September 2015
				US	2010-0171425	A1	08 July 2010
				US	8339047	B2	25 December 2012
				WO	2008-131997	A1	06 November 2008
KR 10-2009-0003266	A	09 January 2009		US	2009-0027825	A1	29 January 2009
				US	7965487	B2	21 June 2011
				WO	2007-102191	A1	13 September 2007
WO 2007-006298	A2	18 January 2007		AT	530051	T	15 November 2011
				DE	102005032890	A1	18 January 2007
				DE	102005032890	B4	29 January 2009
				EP	1902599	A2	26 March 2008
				EP	1902599	B1	19 October 2011
				JP	2009-501409	A	15 January 2009
				JP	5404039	B2	29 January 2014
				KR	10-1303711	B1	04 September 2013
				KR	10-2008-0037026	A	29 April 2008
				US	2009-0122941	A1	14 May 2009
				WO	2007-006298	A3	02 August 2007
US 7241428	B2	10 July 2007		AT	344531	T	15 November 2006
				AU	2001-49429	A1	07 November 2001
				CN	100337301	C	12 September 2007
				CN	100437885	C	26 November 2008
				CN	100700404	B	18 August 2010
				CN	1436359	A	13 August 2003
				CN	1700403	A	23 November 2005
				CN	1700404	A	23 November 2005
				DE	60124239	T2	14 June 2007
				EP	1277223	A2	22 January 2003
				EP	1277223	B1	02 November 2006
				HK	1079898	A1	27 February 2009
				HK	1079899	A1	03 December 2010
				JP	2003-532257	A	28 October 2003
				KR	10-0549251	B1	03 February 2006
				KR	10-2003-0014389	A	17 February 2003
				TW	1232480	B	11 May 2005
				US	2003-0206838	A1	06 November 2003
				US	2005-0100487	A1	12 May 2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/013948

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2006-0013747 A1	19 January 2006
		US 6576202 B1	10 June 2003
		US 6967007 B2	22 November 2005
		US 6998027 B2	14 February 2006
		WO 01-82329 A2	01 November 2001
		WO 01-82329 A3	07 February 2002

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H05F 3/06(2006.01)i; H01T 23/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H05F 3/06(2006.01); B01J 19/08(2006.01); H01T 23/00(2006.01); H05F 3/04(2006.01); H05H 1/24(2006.01); H05H 1/46(2006.01) 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: 이온나이저(ionizer), 슬롯(slot), 전기장(electric field), 플라스마 이온(plasma ion)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2008-0012254 A (휴글엘렉트로닉스가부시키가이샤) 2008.02.11 단락 [0020]-[0028] 및 도면 1 참조.	1-3,6,7 4,5
Y	KR 10-2010-0015978 A (포숨스베르분트 베를린 예.베.) 2010.02.12 단락 [0031]-[0033] 및 도면 1 참조.	1-3,6,7
Y	KR 10-2009-0003266 A (피사 코퍼레이션) 2009.01.09 도면 5-8 참조.	3
Y	WO 2007-006298 A2 (JE PLASMACONSULT GMBH 등) 2007.01.18 청구항 1,12 및 도면 1 참조.	6
A	US 7241428 B2 (KIN-CHUNG RAY CHIU) 2007.07.10 전체 문헌 참조.	1-7
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년01월27일(27.01.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년01월27일(27.01.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 강민정 전화번호 +82-42-481-8131

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2008-0012254 A	2008/02/11	CN 101180779 A	2008/05/14
		CN 101180779 B	2011/11/09
		JP 2008-126280 A1	2008/12/25
		JP 3913266 B2	2007/05/09
		KR 10-1045037 B1	2011/06/30
		US 2009-0034145 A1	2009/02/05
		WO 2006-126280 A1	2006/11/30
KR 10-2010-0015978 A	2010/02/12	AT 521217 T	2011/09/15
		DE 102007020419 A1	2008/11/06
		EP 2143306 A1	2010/01/13
		EP 2143306 B1	2011/08/17
		JP 2010-525534 A	2010/07/22
		JP 5683262 B2	2015/03/11
		KR 10-1555385 B1	2015/09/23
		US 2010-0171425 A1	2010/07/08
		US 8339047 B2	2012/12/25
		WO 2008-131997 A1	2008/11/06
KR 10-2009-0003266 A	2009/01/09	US 2009-0027825 A1	2009/01/29
		US 7965487 B2	2011/06/21
		WO 2007-102191 A1	2007/09/13
WO 2007-006298 A2	2007/01/18	AT 530051 T	2011/11/15
		DE 102005032890 A1	2007/01/18
		DE 102005032890 B4	2009/01/29
		EP 1902599 A2	2008/03/26
		EP 1902599 B1	2011/10/19
		JP 2009-501409 A	2009/01/15
		JP 5404039 B2	2014/01/29
		KR 10-1303711 B1	2013/09/04
		KR 10-2008-0037026 A	2008/04/29
		US 2009-0122941 A1	2009/05/14
		WO 2007-006298 A3	2007/08/02
US 7241428 B2	2007/07/10	AT 344531 T	2006/11/15
		AU 2001-49429 A1	2001/11/07
		CN 100337301 C	2007/09/12
		CN 100437885 C	2008/11/26
		CN 100700404 B	2010/08/18
		CN 1436359 A	2003/08/13
		CN 1700403 A	2005/11/23
		CN 1700404 A	2005/11/23
		DE 60124239 T2	2007/06/14
		EP 1277223 A2	2003/01/22
		EP 1277223 B1	2006/11/02
		HK 1079898 A1	2009/02/27
		HK 1079899 A1	2010/12/03
		JP 2003-532257 A	2003/10/28
		KR 10-0549251 B1	2006/02/03
		KR 10-2003-0014389 A	2003/02/17
		TW I232480 B	2005/05/11
		US 2003-0206838 A1	2003/11/06

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 2005-0100487 A1	2005/05/12
		US 2006-0013747 A1	2006/01/19
		US 6576202 B1	2003/06/10
		US 6967007 B2	2005/11/22
		US 6998027 B2	2006/02/14
		WO 01-82329 A2	2001/11/01
		WO 01-82329 A3	2002/02/07