



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년07월08일
(11) 등록번호 10-0906836
(24) 등록일자 2009년07월01일

- (51) Int. Cl.
H05H 1/34 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7027609
(22) 출원일자 2005년07월07일
심사청구일자 2006년12월28일
(85) 번역문제출일자 2006년12월28일
(65) 공개번호 10-2007-0026675
(43) 공개일자 2007년03월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/023886
(87) 국제공개번호 WO 2006/014455
국제공개일자 2006년02월09일
- (30) 우선권주장
10/885,237 2004년07월07일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20020020691 A1*
EP0397468 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
아마란테 테크놀러지스 인코포레이티드
미국 캘리포니아주 95054 산타 클레라 빌딩 16 스퀘어 블레바드 3550
노리츠 고키 가부시기가이샤
일본국 와카야마켄 와카야마시 우메하라 579반지노 1
- (72) 발명자
이상훈
미국, 텍사스주 78717, 오스틴, 올리브 힐 드라이브 14720
김 제이 중수
미국 캘리포니아주 95138 산 호세 아펜니네스 씨클 5237
- (74) 대리인
강정만

전체 청구항 수 : 총 20 항

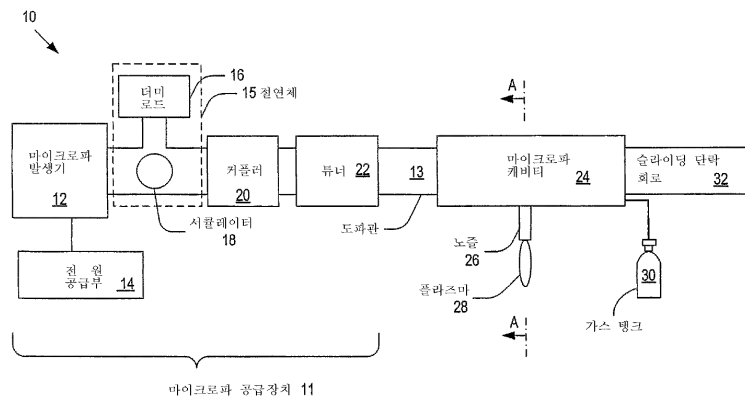
심사관 : 정중환

(54) 플룸 안전성과 가열 효율이 향상된 마이크로파 플라즈마 노즐, 플라즈마 생성시스템 및 플라즈마 생성방법

(57) 요약

본 발명은 마이크로파 플라즈마 생성 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 가스 유동관(40)을 포함하는 마이크로파 플라즈마 노즐(26) 및 가스 유동관(40)에 배치되고 가스 유동관(40)의 방출부 근처에 제1 단부(33)를 구비한 막대형상 컨덕터(34)를 제공한다. 상기 막대형상 컨덕터(34)의 포선(35)은 캐비티(24)를 투과하는 마이크로파를 수신하기 위한 마이크로파 캐비티(24) 내부로 연장한다. 상기의 수신수신이크로파는 플라즈마로 가스를 가열하기 위해서 제 1단부(33)에 집중된다. 또한, 상기 마이크로파 플라즈마 노즐(26)은 가스 유동관(40)을 관통하여 유동하는 가스를 나선형 형상 유동 방향으로 분할하기 위해서 막대형상 컨덕터(34)와 가스 유동관(40) 사이에 와류 가이드(36)를 포함한다. 또한, 상기 마이크로파 플라즈마 노즐(26)은 가스 유동관(40)을 투과하는 마이크로파 전력 손실을 감소시키기 위한 차폐 기구(108)를 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

마이크로파를 투과시키는 재료로 이루어져서 단부에 배치된 방출부를 구비하고 가스가 유동되게 하는 가스 유동관; 및

상기 가스 유동관 및 마이크로파 캐비티 내에 배치되어서 마이크로파가 표면을 따라 이동되게 하는 막대형상 컨덕터;를 포함하며,

상기 막대형상 컨덕터는,

마이크로파를 수신하고 수신된 마이크로파가 막대형상 컨덕터의 표면을 따라 이동되도록 하기 위해 마이크로파 캐비티 내에 배치된 제2 단부와,

상기 가스 유동관의 상기 방출부의 부근에 배치되며, 상기 제2 단부를 통해 수신된 마이크로파가 막대형상 컨덕터의 표면을 따라 이동하여 집중되게 하는 제1 단부를 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 막대형상 컨덕터는 원형 단면을 구비하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 재료는 유전체인 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 재료는 석영인 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 가스 유동관의 외면에 배치된 한 쌍의 자석을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로

파 플라즈마 노즐.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 한 쌍의 자석은 일부분이 원통형 형상으로 구비되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 가스 유동관의 내면에 배치된 한 쌍의 자석을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 한 쌍의 자석은 일부분이 원통형 형상으로 구비되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 막대형상 컨덕터의 일부가 그 내부에 배치되는 마이크로파 캐비티를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 가스 유동관의 방출부는 절단 원뿔 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 가스 유동관의 방출부는 만곡 단면을 가진 포션을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

제1항에 있어서, 상기 막대형상 컨덕터는 달걀형(oval), 타원형(elliptical) 및 직사각 단면 중에 적어도 어느 하나의 단면 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 31

제1항에 있어서, 상기 제1 단부는 테이퍼진 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 32

삭제

청구항 33

마이크로파를 투과시키는 재료로 이루어져서 단부에 배치된 방출부를 구비하고, 가스가 유동되게 하는 가스 유동관;

마이크로파를 수신하고 수신된 마이크로파가 막대형상 컨덕터의 표면을 따라 이동되도록 하기 위해 마이크로파 캐비티 내에 배치된 제2 단부와 상기 제2 단부를 통해 수신된 마이크로파가 표면을 따라 이동하여 집중되는 제1 단부를 구비하여 상기 가스 유동관에 배치되되, 상기 제1 단부가 상기 가스 유동관의 상기 방출부의 부근에 배치되게 하는 막대형상 컨덕터; 및

상기 가스 유동관과 상기 막대형상 컨덕터 사이에 배치되고, 하나 이상의 통로를 따라 관통하는 가스에 대하여 상기 막대형상 컨덕터 둘레에서 나선형 형상 유동 방향으로 분할되도록 하기 위해서 상기 막대형상 컨덕터의 세로축에 대하여 각이 형성된 하나 이상의 통로를 구비한 와류 가이드;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

제33항에 있어서, 상기 가스 유동관의 외면에 배치된 한 쌍의 자석을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로

파 플라즈마 노즐.

청구항 40

제33항에 있어서, 상기 가스 유동관의 내면에 배치된 한 쌍의 자석을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

제33항에 있어서, 상기 가스 유동관은 석영으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

가스 유동 통로의 일부를 형성하는 벽을 구비한 마이크로파 캐비티;

가스가 관통하여 유동되도록 하고, 유전 재료로 이루어져서 단부에 배치된 방출부를 구비하며, 상기 마이크로파 캐비티에 연결된 인입부를 구비한 가스 유동관; 및

마이크로파를 수신하고 수신된 마이크로파가 막대형상 컨덕터의 표면을 따라 이동되도록 하기 위해 마이크로파 캐비티 내에 배치된 제2 단부와 상기 제2 단부를 통해 수신된 마이크로파가 표면을 따라 이동하여 집중되는 제1

단부를 구비하여 상기 가스 유동관에 배치되되, 상기 제1 단부가 상기 가스 유동관의 상기 방출부의 부근에 배치되게 하는 막대형상 컨덕터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 생성 시스템.

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

가스가 관통하여 유동되도록 하고, 비전도성 재료로 이루어져서 단부에 배치된 방출부를 구비한 가스 유동관;

및

마이크로파를 수신하고 수신된 마이크로파가 막대형상 컨덕터의 표면을 따라 이동되도록 하기 위해 마이크로파 캐비티 내에 배치된 제2 단부와 상기 제2 단부를 통해 수신된 마이크로파가 표면을 따라 이동하여 집중되는 제1 단부를 구비하여 상기 가스 유동관에 배치되되, 상기 제1 단부가 상기 가스 유동관의 상기 방출부의 부근에 배치되게 하는 막대형상 컨덕터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 86

제85항에 있어서, 상기 가스 유동관의 상기 방출부는 전도성 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 노즐.

청구항 87

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 플라즈마 생성기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 마이크로파를 사용하여 생성되는 플라즈마 플룸을 분사하는 노즐을 구비한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 최근, 플라즈마를 생산하는 공정은 증가되고 있는 추세에 있다. 일반적으로, 플라즈마는 양전하 이온, 중성 입자 및 전자를 포함한다. 일반적으로, 플라즈마는 열적 평형 플라즈마와 열적 비평형 플라즈마와 같이 두 개의 카테고리로 세분화될 수 있다. 열적 평형은 양전하 이온, 중성 입자 및 전자를 포함하는 모든 입자의 온도가 같음을 의미한다.
- <3> 또한, 플라즈마는 국부 열적 평형(local thermal equilibrium (LTE)) 플라즈마와 국부 열적 비-평형(non-LTE) 플라즈마로 분류될 수 있고, 이와 같이 플라즈마를 분류할 수 있는 근거는 일반적으로 플라즈마의 압력과 관계된다. "국부 열적 평형(LTE)"이라는 용어는 모든 플라즈마 입자의 온도가 플라즈마 내의 국부 영역에서 동일한 열역학 상태임을 의미한다.
- <4> 높은 플라즈마 압력에서는 플라즈마가 단위 시간당 많은 충돌을 일으켜서 플라즈마 기체를 구성하는 입자들 사이에서 충분한 에너지 교환이 일어나게 하며, 이는 플라즈마 입자들을 위한 평형 온도를 유도한다. 한편, 낮은 플라즈마 압력에서는 플라즈마 입자들이 충분히 충돌하지 않음으로써 하나 이상의 온도가 다른 플라즈마 입자들이 있게 한다.
- <5> 국부 열적 비-평형(LTE) 플라즈마 (간단하게, 비열 플라즈마(non-thermal plasma)라고 부르기로 함)에서, 이온들 및 중성 입자들의 온도는 보통 100℃보다 낮지만, 반면에 전자들의 온도는 섭씨 수 만도까지 될 수 있다. 따라서, 국부 열적 비-평형 플라즈마는 거대한 양의 에너지의 소모 없이도 강력하고도 온화한 응용기기를 위한, 고도의 리액티브 도구(reactive tools)로서 역할을 수행할 수 있게 한다. 이와 같은 "열냉각(hot coolness)"은 여러 응용기기가 다양한 처리 능력을 갖게 하고 비용을 절약할 수 있게 한다. 강력한 응용기기에는 금속 용착(deposition) 시스템 및 플라즈마 절단기가 있으며, 온화한 응용기기에는 플라즈마 표면 세정 시스템 및 플라즈마 디스플레이가 있다.
- <6> 이와 같은 응용기기를 중에 플라즈마 살균에 쓰이는 기기가 있다. 이 기기는 높은 저항 박테리아 엔도스포르(endospore)를 포함하여 미생물 생명체를 파괴하기 위해 플라즈마를 사용하는 것이다. 살균 과정은 의학 및 치과용 도구, 재료, 및 최종 사용을 위한 구조물(직물)의 안전성을 확보하는데 중요하다. 병원이나 사업체에서 사용되는 종래의 살균방법은 압력술, 산화 에틸렌 가스(EtO), 건열(dry heat), 및 감마선 또는 전자빔에 의한 조사(照射)를 포함한다. 상기의 기술들은 취급하고 극복해야 하는 많은 문제점을 가지고 있는 바, 이들은 열적 민감성과 열에 의한 파괴, 중독성 부산물의 형성, 높은 조작 비용, 및 전체 사이클 기간 동안의 비효율성과 같은 문제점을 포함한다. 결과적으로, 건강관리 대행업체 및 건강관리 산업체들에 있어서는, 열에 민감한 다양한 전자 구성요소 및 장비를 포함한 폭 넓은 범위의 의학 재료들에 대하여 구조적인 손상을 초래하지 않고 아주 짧은

시간 내에 실온에 가까운 기능을 가능하게 실행하게 할 수 있게 하는 살균 기술을 장시간 필요로 하고 있다.

- <7> 상기와 같은 새로운 의학적 재료 및 장비들의 변화에 있어서 전통적인 살균방법을 사용하는 것은 살균처리를 매우 힘들게 하였다. 하나의 접근 방법이 과산화수소로부터 발생된 저압 플라즈마(또는 동등하게, 대기압 이하의 플라즈마)를 사용하는 데에 있었다. 그러나, 상기와 같은 공정에 요구된 일괄 처리 장치의 높은 가동비용과 복잡성으로 인하여, 상기 기술을 이용하고 있는 병원에서는 매우 특수한 적용에 국한되어 사용하고 있다. 또한, 저압 플라즈마 시스템들 대부분은 해독 및 부분 살균을 위해 응답할 수 있는 기(radicals)을 가진 플라즈마를 발생하게 되는데, 이는 상기 공정의 작동 효율성에 부정적인 영향을 미치게 된다.
- <8> 또한, 상기와 같은 공정은 표면을 처리하기 위한 것과 플라스틱 표면의 전처리와 같은 대기 플라즈마(atmospheric plasma)를 발생시키는 것이 가능하다. 대기 플라즈마를 발생시키기 위한 하나의 방법이 미국 특허 제6,677,550호(피른셀 등(Fornsel et al.))에 개시되었다. 미국 특허 제6,677,550호에는 도 1에 나타난 것과 같이 플라즈마 노즐이 개시되어 있다. 도 1에는 고주파 발생기가 편형 전극(18)과 관형 유도 하우징(10) 사이에 고전압을 인가하는 것이 개시되어 있다. 결과적으로, 전기방전은 가열 기구로서 동작하는 편형 전극(18)과 관형 유도 하우징(10) 사이에서 일어난다. 미국 특허 제6,677,550호에 기재된 기술뿐만 아니라 노즐 내부로 아크를 유도하기 위해서 고전압 AC 또는 펄스 DC 또는 플라즈마를 형성하기 위해서 전기방전을 사용하는 다른 종래의 시스템들은 효율 면에 있어서 여러 문제점들을 가지고 있다. 상기와 같은 현상은 맨 처음의 플라즈마가 노즐 내부에서 발생되고 협소한 긴 구멍들을 통해 안내되기 때문이다. 이와 같은 배열구조는약간의 활성화 라디칼이 노즐 내부에서 손실되게 한다. 또한, 상기의 노즐 디자인에 있어서의 다른 문제점들은 높은 전력소모를 초래하고 고온 플라즈마를 생성하는 데에 있다.
- <9> 대기 플라즈마를 발생시키는 다른 방법이 미국 특허 제3,353,060호(야마모토 등)에 개시되었다. 미국 특허 제3,353,060호에는 고주파 방전 플라즈마 생성기가 개시되어 있고, 여기서는 고주파 전력이 적절한 방전 가스 스트림으로 공급되어서 상기 가스 스트림 내부에서 고주파 방전을 일으킨다는 것이 개시되었다. 상기는 극히 높은 온도에서 이온화 가스의 플라즈마 불꽃을 생성한다. 미국 특허 제3,353,060호에는 복잡한 기구를 사용하여 플라즈마를 생성시키기 위해, 도 3에 도시된 바와 같이, 신축자재의 컨덕터 로드(conductor rod, 30)와 관련 구성요소들을 사용하였다. 또한, 미국 특허 제3,353,060호에는 고주파 전력 전송 통로를 형성하기 위한 전도체인 동축 도파관(3)이 개시되어 있다. 상기와 같은 디자인의 다른 문제점은 플라즈마 기체 내에 있는 이온 입자들과 중성 입자들의 온도가 5,000 내지 10,000℃의 범위에 있게 한다는 점이다. 즉, 이러한 범위의 온도는 살균될 물품들을 쉽게 손상시킬 수 있다. 따라서, 상기 디자인은 살균에 유용하지 않은 문제점을 가지고 있다.
- <10> 플라즈마를 발생시키기 종래 방법들 중에 마이크로파를 이용하는 방법이 있다. 그러나, 기존의 마이크로파 기술들은 살균을 위해서 적절하지 않고 우수하지 않으며 매우 비효율적인 플라즈마를 생성시키고 있고, 높은 플라즈마 온도, 낮은 에너지 영역의 플라즈마, 높은 가동비용, 살균 처리를 위한 긴 소요시간, 장비 준비를 위한 높은 초기 비용, 또는 저압(일반적으로 대기압 이하)을 제공하기 위한 진공 시스템의 사용 등과 같은 결점들을 하나 이상 가지고 있기 때문에 비효율적인 문제점을 가지고 있다. 따라서, 1) 현재 이용되고 있는 살균 시스템보다도 저렴하고, 2) 비교적 냉각 플라즈마(cool plasma)를 발생시키는 노즐을 사용하며, 3) 진공 장비가 필요하지 않는, 대기압에서도 작동하는 살균 시스템이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

- <11> 본 발명은 대기압을 이용하여 비교적 냉각 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 다양한 시스템 및 방법을 제공하는 데에 있다. 상기 시스템은 단위 원가가 저렴하고 대기압에서 저렴한 가동 비용으로 작동시킬 수 있고, 전력 소모가 낮으며, 살균 처리 시간이 짧은 장점을 가진다. 비교적 냉각 마이크로파 플라즈마는 기존의 플라즈마 생성 시스템들과는 달리 강화된 작동 효율성으로 대기압에서 작동하는 노즐에 의해 생성된다.
- <12> 진공 챔버와 관련된 저압 플라즈마와는 상반되게, 대기압 플라즈마는 사용자에게 다수의 명확한 이점을 제공한다. 대기압 플라즈마 시스템은 조밀한 패키징을 이용함으로써, 그 시스템이 쉽게 구성될 수 있게 하고 고가의 진공 챔버 및 펌핑 시스템을 필요하지 않게 한다. 또한, 대기압 플라즈마 시스템은 설비들을 추가로 필요로 하지 않고 다양한 환경에 설치될 수 있으며, 작동 비용 및 유지 조건들이 최소로 된다. 실제적으로, 대기 플라즈마 살균처리 시스템의 주요 특징은 빠른 처리 사이클을 갖추어서 간단한 사용방법을 통해 열에 민감한 목적물을 살균할 수 있는 능력에 있다. 대기 플라즈마 살균처리는 박테리아 셀 막(membrane)들에 손상을 가하고 공격할 수 있는 산소 원자와 수산화기(hydroxyl radicals) 및 자외선을 발생시키는 플라즈마 모두를 포함하는 반응 중성 입자들에 대하여 직접적인 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 본 출원인은 효과적이고 비용이 적게 드는 살균 처리

장치로서 대기압 플라즈마를 생성시킬 수 있는 장치가 필요하다는 것을 인식하였다.

- <13> 본 발명의 일 태양에 따르면, 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성시키기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐이 개시되었다. 상기 마이크로파 플라즈마 노즐은 가스가 관통하여 유동하는 가스 유동관을 포함하는 것으로, 가스 유동관은 실질적으로 마이크로파를 투과시키는 재료로 이루어진 방출부를 구비한다. 상기 방출부는 가장자리를 포함하는 부분을 말하며 가스 유동관의 일부가 가장자리의 부근에 위치한다. 또한, 상기 노즐은 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 포함한다. 또한, 상기 막대형상 컨덕터와 가스 유동관 사이에 배치된 와류 가이드를 포함하는 것이 가능하다. 상기 와류 가이드는 막대형상 컨덕터 둘레에서 나선형 형상 유동 방향으로 관통로를 따라 통과하는 가스를 분할하기 위해서 막대형상 컨덕터의 세로축에 대하여 각을 형성하는 하나 이상의 통로를 구비한다. 이는 와류 가이드 내부에 통로 또는 통로들을 제공하는 것을 가능하게 하고, 상기 통로(들)는 와류 가이드의 외면에 배치된 통로(channel)이 될 수 있으며, 따라서 그들은 와류 가이드와 가스 유동관 사이에 형성된다.
- <14> 본 발명의 다른 태양에 따르면, 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐은 가스 유동 통로를 구비하기 위한 가스 유동관, 상기 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터, 및 상기 막대형상 컨덕터와 가스 유동관 사이에 배치된 와류 가이드를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 구비한다. 상기 와류 가이드는 막대형상 컨덕터 둘레에서 나선형 형상 유동 방향으로 관통로를 따라 통과하는 가스를 분할하기 위해서 막대형상 컨덕터의 세로축에 대하여 각을 형성하는 하나 이상의 통로를 구비한다.
- <15> 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 마이크로파 및 가스로부터 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파 플라즈마 노즐은 가스가 관통하여 유동되도록 하는 가스 유동관, 상기 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터, 가스 유동관을 투과하는 마이크로파 전력의 손실을 감소시키기 위한 접지 차폐물, 및 접지 차폐물에 대하여 막대형상 컨덕터를 확고하게 지지하기 위해서 막대형상 컨덕터와 접지 차폐물 사이에 배치된 위치설정 홀더를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 구비한다. 상기 접지 차폐물은 유동하는 가스를 수용하기 위한 구멍을 구비하고 가스 유동관의 외면에 끼워 맞춰진다.
- <16> 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 플라즈마 생성 장치가 제공된다. 상기 장치는 가스 유동 통로의 일부를 형성하는 벽을 구비한 마이크로파 캐비티; 및 가스가 관통하여 유동하게 하고, 마이크로파 캐비티에 연결된 인입부를 구비하며, 유전체재료로 이루어진 방출부를 구비한 가스 유동관;을 포함한다. 또한, 노즐은 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 구비한다. 상기 막대형상 컨덕터의 일부는 마이크로파 캐비티에 배치되어서 투과하는 마이크로파를 수신할 수 있게 한다. 또한, 상기 마이크로파 플라즈마 노즐은 가스 유동관을 관통하는 마이크로파 전력의 손실을 감소시키기 위한 수단을 포함한다. 상기 마이크로파 전력 손실을 감소시키기 위한 수단은 가스 유동관의 일부에 인접하게 배치된 차폐물을 포함할 수 있다. 상기 차폐물은 가스 유동관의 내부 또는 외부에 제공될 수 있다. 또한, 상기 노즐은 가스 유동관의 일부에 인접하게 배치된 접지 차폐물이 제공될 수 있다. 가스 유동관을 투과하는 마이크로파 손실을 감소시키기 위한 차폐 기구가 제공될 수 있다. 상기 차폐 기구는 가스 유동관 내부에 배치된 내부 차폐관 또는 가스 유동관의 일부를 덮는 접지 차폐물일 수 있다.
- <17> 본 발명의 다른 태양에 따르면, 플라즈마 생성 시스템은 마이크로파 캐비티 및 상기 마이크로파 캐비티에 작동 가능하게 연결된 노즐을 포함한다. 상기 노즐은 유전 재료로 이루어진 방출부를 구비한 가스 유동관, 상기 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터, 마이크로파 캐비티에 연결되고 가스 유동관의 외면에 배치된 접지 차폐물, 및 접지 차폐물에 대하여 막대형상 컨덕터를 확고하게 지지하기 위해서 막대형상 컨덕터와 접지 차폐물 사이에 배치된 위치설정 홀더를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부 및 마이크로파를 포집하기 위해 마이크로파 캐비티에 배치된 포션(portion)을 구비한다. 상기 접지 차폐물은 가스 유동관을 투과하는 마이크로파 전력 손실을 감소시키고 관통하여 유동하는 가스를 수용하기 위한 구멍을 구비한다.
- <18> 본 발명의 다른 태양에 따르면, 플라즈마 생성 시스템이 개시되었다. 상기 플라즈마 생성 시스템은 마이크로파를 생성하는 마이크로파 생성기; 상기 마이크로파 생성기에 전원을 공급하기 위해 연결된 전원 공급부; 가스 유동 통로의 일부를 형성하는 벽을 구비한 마이크로파 캐비티; 마이크로파를 전송하기 위해 마이크로파 캐비티에 작동가능하게 연결된 도파관; 마이크로파 캐비티로부터 반사된 마이크로파를 흡수하기 위한 절연체; 가스가 관통하여 유동하도록 하고 유전체 재료로 이루어진 방출부를 구비하며 마이크로파 캐비티에 연결된 인입부를 구비한 가스 유동관; 및 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터;를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관

방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 구비한다. 막대형상 컨덕터의 일부는 마이크로파를 수신하거나 포집하기 위해서 마이크로파 캐비티에 배치된다. 또한, 와류 가이드는 막대형상 컨덕터와 가스 유동관 사이에 배치된다. 상기 와류 가이드는 막대형상 컨덕터 둘레에서 나선형 형상 유동 방향으로 관통로를 따라 통과하는 가스를 분할하기 위해서 막대형상 컨덕터의 세로축에 대하여 각을 형성하는 하나 이상의 통로를 구비한다.

<19> 본 발명의 다른 태양에 따른 플라즈마 생성 시스템이 개시되었다. 상기 플라즈마 생성 시스템은 마이크로파를 발생시키는 마이크로파 발생기; 마이크로파 발생기에 전원을 공급하기 위해 연결된 전원 공급부; 마이크로파 캐비티; 상기 마이크로파 캐비티에 마이크로파를 전송하기 위해 마이크로파 캐비티에 작동가능하게 연결된 도파관; 상기 마이크로파 캐비티로부터 반사된 마이크로파를 흩뜨리기 위한 절연체; 가스가 관통하여 유동되도록 하고, 유전 재료로 이루어진 방출부를 구비한 가스 유동관; 상기 가스 유동관에 배치된 막대형상 컨덕터; 상기 마이크로파 캐비티에 연결되고, 상기 가스 유동관을 투과하는 마이크로파 전력의 손실을 감소시키도록 구성된 접지 차폐물; 및 상기 접지 차폐물에 대하여 상기 막대형상 컨덕터를 확고하게 지지하기 위해서 상기 막대형상 컨덕터와 상기 접지 차폐물 사이에 배치된 위치설정 홀더;를 포함한다. 상기 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 방출부의 부근에 배치된 제1 단부를 구비한다. 상기 막대형상 컨덕터의 일부는 마이크로파를 수신하거나 포집하기 위해 마이크로파 캐비티에 배치된다. 상기 접지 차폐물은 가스가 관통하여 유동하도록 하기 위한 구멍을 구비하며 가스 유동관의 외면에 배치된다.

<20> 본 발명의 또 다른 태양에 따라 마이크로파를 이용한 플라즈마 생성 방법이 제공된다. 상기 방법은 마이크로파 캐비티를 제공하는 단계; 가스 유동관 및 상기 가스 유동관의 축방향으로 배치된 막대형상 컨덕터를 제공하는 단계; 상기 가스 유동관의 방출부의 부근에 상기 막대형상 컨덕터의 제1 단부를 위치시키고, 상기 마이크로파 캐비티 내에 상기 막대형상 컨덕터의 제2 단부를 배치시키는 단계; 상기 가스 유동관으로 가스를 공급하는 단계; 마이크로파를 상기 마이크로파 캐비티로 전송하는 단계; 상기 막대형상 컨덕터의 제2 단부를 이용하여 전송된 마이크로파를 수신하는 단계; 및 가스를 상기 가스 유동관으로 제공하는 상기 단계를 통해 제공된 가스를 사용하고 수신하는 상기 단계를 통해 수신된 마이크로파를 사용함으로써 플라즈마를 생성하는 단계;를 포함한다.

<21> 당업자는 다음에 충분히 개시된 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명에 따른 상기 이점 및 특징들이 명백하다는 것을 알 수 있을 것이다.

실시예

<37> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따라 마이크로파 캐비티(microwave cavity) 및 노즐을 구비하여서 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 시스템에 대한 개략도이다. 설명된 바와 같이, 도면부호 10으로 나타내어진 시스템은, 마이크로파 캐비티(24), 마이크로파 캐비티(24)로 마이크로파를 제공하기 위한 마이크로파 공급장치(11), 마이크로파 공급장치(11)에서 마이크로파 캐비티(24)로 마이크로파를 전송하기 위한 도파관(13), 및 마이크로파 캐비티(24)에 연결되어서 마이크로파 캐비티(24)로부터 마이크로파를 수신하고 가스 탱크(30)로부터 받은 가스 또는 가스 혼합물을 이용하여 대기 플라즈마를 생성시키는 노즐(26)을 포함한다. 구매할 수 있는 슬라이딩 단락 회로(sliding short circuit, 32)는 마이크로파 위상(microwave phase)을 조절함으로써 마이크로파 캐비티(24) 내부에서 마이크로파 에너지 분포를 제어하기 위해 마이크로파 캐비티(24)에 부착될 수 있다.

<38> 상기 마이크로파 공급장치(11)는 마이크로파 캐비티(24)에 마이크로파를 제공하고, 마이크로파를 발생시키기 위한 마이크로파 발생기(12), 전원을 마이크로파 발생기(12)에 공급하기 위한 전원 공급부(14), 및 마이크로파 발생기(12)를 향하여 전파하는, 반사된 마이크로파를 흩뜨리기 위한 더미 로드(dummy road, 16)와 반사된 마이크로파를 더미 로드(16)로 지향되게 하기 위한 서클레이터(18)를 구비한 절연체(15)를 포함한다.

<39> 다른 실시예에서, 상기 마이크로파 공급장치(11)는 마이크로파의 플럭스를 측정하기 위한 커플러(20), 및 마이크로파 캐비티(24)로부터 반사된 마이크로파를 감소시키기 위한 튜너(tuner, 22)를 추가로 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 마이크로파 공급장치(11)의 구성요소는 공지된 기술로서, 단지 실시예의 목적을 위해서 본 명세서 내에 개시되었다. 또한, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 마이크로파를 마이크로파 캐비티(24)로 제공하기 위한 능력을 가진 시스템으로 마이크로파 공급장치(11)를 대체하는 것도 가능하다. 그리고, 상기 슬라이딩 단락 회로(32)는 마이크로파 공급장치(11)에 배열될 수 있는 위상 천이기(phase shifter)로 대체될 수 있다. 일반적으로, 위상 천이기는 절연체(15)와 커플러(20) 사이에 장착된다.

<40> 도 2는 도 1에 도시된 A-A 선을 기준으로 하는, 마이크로파 캐비티(24) 및 노즐(26)의 부분 단면도이다. 도시된 바와 같이, 상기 마이크로파 캐비티(24)는 가스 탱크(30)로부터 가스를 인가하기 위한 가스 통로(channel, 42)

를 형성하는 벽(41), 및 마이크로파 발생기(12)로부터 전송된 마이크로파를 포함하기 위한 캐비티(43)를 구성한다. 상기 노즐(26)은 가스를 수용하기 위한 가스 통로(42)을 형성하는 캐비티 벽 또는 구조물로 밀봉된 가스 유동관(40), 마이크로파 캐비티(24) 내부로부터 마이크로파를 수신하기 위해서 마이크로파 캐비티(24) 내에 배치된 포션(portion, 35)을 가진 막대 형상 컨덕터(34), 및 막대 형상 컨덕터(34)와 가스 유동관(40) 사이에 배치된 와류 가이드(36)를 포함한다. 상기 와류 가이드(36)는 일정한 장소에 각각의 요소들을 확고하게 지지하기 위해 설계될 수 있다.

<41> 상기 가스 유동관(40) 방출부의 적어도 약간의 부분은 전도성 재료로 제조될 수 있다. 상기 가스 유동관(40) 방출부의 일부분에 사용된 전도성 재료는 차폐물로서 작용할 것이며 이는 플라즈마 효율을 개선시킬 것이다. 상기 전도성 재료를 사용하는 방출부의 일부는, 예를 들면 가스 유동관의 방출구 가장자리에 배치될 수 있다.

<42> 도 3은 도 2에 도시된 노즐(26)의 분해 사시도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 막대형상 컨덕터(34) 및 가스 유동관(40)은 와류 가이드(36)의 내주변(內周邊)과 외주변(外周邊) 각각을 체결할 수 있다. 상기 막대형상 컨덕터(34)는 마이크로파를 수신하는 제2 단부와 마이크로파를 포집하여 집중시키는 제1 단부를 통해서 마이크로파 캐비티(24)로부터 마이크로파를 수신 및 포집하기 위한 안테나로서 작용하고, 가스 유동관(40)을 관통하여 유동하는 가스를 사용하여 플라즈마(28)를 발생시키기 위해서 포집된 마이크로파를 테이퍼진 제1 단부(33, 팁 형상)로 집중시킨다. 상기 막대형상 컨덕터(34)는 마이크로파를 전도할 수 있는 임의의 재료로 만들어질 수 있다. 상기 막대형상 컨덕터(34)는 구리, 알루미늄, 백금, 금, 은 및 다른 전도 재료들로부터 제조될 수 있다. "막대형상 컨덕터"라는 용어는 원형, 달걀형(oval), 타원형(elliptical) 또는 직사각 단면 또는 그의 결합물과 같은 다양한 단면으로 이루어진 커버 컨덕터를 의미한다. 마이크로파가 끝이 뾰족한 영역에 집중되는 것과 같이 막대형상 컨덕터는 두 부분이 각(또는 끝이 뾰족한)을 형성하기 위해 마주치도록 하고 장비의 효율성을 감소시킬 수 있는 단면으로 이루어지지 않게 하는 것이 바람직하다.

상기 막대 형상 컨덕터(34)는 가스 유동관(40)의 방출부에 구비된 제1 단부와 마이크로파 캐비티(24) 내에 구비된 제2 단부로 이루어져서 상기 가스 유동관(40)에 배치되며, 상기 제2 단부는 마이크로파를 수신하는 역할을 하게 하고 상기 제1 단부는 제2 단부로부터 수신된 마이크로파가 막대 형상 컨덕터(34)의 표면을 따라 이동하여 집중되게 하는 역할을 하게 하며, 여기서, 상기 제1 단부는 가스 유동관(40)의 방출부의 부근에 배치되게 한다.

<43> 상기 가스 유동관(40)은 전체 노즐(26)을 위해서 기계적인 지지력을 제공하며, 마이크로파가 매우 낮은 에너지 손실로 투과될 수 있게 하는 임의의 재료로 제조될 수 있다(실질적으로 마이크로파가 투과함). 상기의 재료로는 석영 또는 다른 종래의 유전체 재료가 바람직할 수 있겠지만, 그에 한정되는 것은 아니다.

<44> 상기 와류 가이드(36)는 하나 이상의 통로 또는 채널(38)을 구비한다. 상기 통로(38)(통로들)는 도 2에 도시된 바와 같이 막대형상 컨덕터(34) 둘레에 나선형 형상 유동 방향으로 관을 관통하여 유동하는 가스를 분할한다. 가스 와류 유동 통로(37)는 플라즈마(28)의 증가된 길이 및 안정성을 위해서 허용된다. 또한, 가스 와류 유동 통로(37)는 플라즈마를 생성하기 위해서 요구된 어떤 다른 것보다 길이가 짧게 되도록 컨덕터를 위해 허용한다. 바람직하게, 와류 가이드(36)는 세라믹 재료로 제조될 수 있다. 상기 와류 가이드(36)는 고온에 노출되어 견딜 수 있는 임의의 다른 비전도성 재료로도 제조될 수 있다. 예를 들면, 마이크로파 투과 재료인 고온 플라스틱이 와류 가이드(36) 용으로 사용된다.

<45> 도 3에서, 각각의 관통 홀 또는 통로(38)는 막대형상 컨덕터의 길이방향 축에 대하여 각진 형상으로 개략적으로 개시되었으며, 나선형(helical) 또는 소용돌이형(spiral) 유동이 통로 또는 통로들을 관통하여 유동하는 가스를 분할할 수 있도록 구성될 수 있다. 그러나, 통로 또는 통로들은 유동 통로가 막대형상 컨덕터의 둘레에서 소용돌이 모양의 유동을 일으키는 한 다른 기하 구조의 유동 통로 형상을 가질 수 있다.

<46> 도 2를 참고로 하면, 마이크로파 캐비티 벽(41)은 가스 탱크(30)로부터 가스를 허용하기 위한 가스 채널을 형성한다. 상기 가스 유동관(40)의 인입부(inlet portion)는 상기 벽(41)의 일부에 연결된다.

<47> 도 4a 내지 도 4c는 도 2에 도시된 가스 공급 시스템의 다양한 실시예를 개시하고 있으며, 도 2에서 개시된 그들의 대응물과 유사한 구성요소를 구비한다.

<48> 도 4a는 도 2에 도시된 마이크로파 캐비티 및 노즐 장치의 다른 실시예를 보인 부분단면도이다. 상기 실시예에서, 마이크로파 캐비티(44)는 가스 탱크(30)에 연결된 가스 유동 채널(46)을 형성하는 벽(47)을 구비한다. 상기 노즐(48)은 막대형상 컨덕터(50), 마이크로파 캐비티 벽(46)에 연결된 가스 유동관(54), 및 와류 가이드(52)를 포함한다. 상기 실시예에서, 가스 유동관(54)은 마이크로파가 매우 낮은 에너지 손실로 투과하는 것을 허용하는 임의의 재료로 제조될 수 있다. 결과적으로, 가스 유동관(54)을 통해서 유동하는 가스는 막대형상 컨덕터(50)의

테이퍼진 제1 단부에 도달하기에 앞서 마이크로파 캐비티(44) 내부를 예열시킬 수 있다. 제1의 다른 실시예에서, 상기 가스 유동관(54)의 상부(53)는 유전 재료와 같이 마이크로파가 실제적으로 투과할 수 있는 재료로 제조될 수 있는 반면에, 다른 부분(55)은 마이크로파를 실질적으로 투과시키는 재료로 이루어진 방출부로서 전도성 재료로 제조될 수 있다.

<49> 제2의 다른 실시예에서, 가스 유동관(54)의 포션(portion, 53)은 유전 재료로 제조될 수 있고, 상기 포션(53)은 두 개의 서브 포션을 포함하되 가스 유동관(54)의 방출부 부근에 유전 재료로 이루어진 서브 포션과 전도성 재료로 이루어진 서브 포션으로 구성된다. 제3의 다른 실시예에서, 상기 가스 유동관(54)의 포션(55)은 유전체 재료로 이루어질 수 있고, 상기 포션(55)은 두 개의 서브 포션을 포함하되 가스 유동관(54)의 방출부 부근에 전도성 재료로 이루어진 서브 포션과 유전 재료로 이루어진 서브 포션으로 구성된다. 도 2의 경우에서와 같이, 막대형상 컨덕터(50)의 포션에 의해 수신된 마이크로파는 플라즈마(56)로 가스를 가열하기 위해 테이퍼진 제1 단부에 집중된다.

<50> 도 4b는 도 2에 도시된 마이크로파 캐비티 및 노즐의 다른 실시예를 보인 부분 단면도이다. 도 4b에서, 전체 마이크로파 캐비티(58)는 가스 탱크(30)에 연결된 가스 유동 채널을 형성한다. 상기 노즐(60)은 막대형상 컨덕터(62), 마이크로파 캐비티(58)에 연결된 가스 유동관(66), 및 와류 가이드(64)를 포함한다. 도 2의 경우에서와 같이, 막대형상 컨덕터(62)의 포션에 의해 포집된 마이크로파는 플라즈마(68)로 가스를 가열하기 위해 테이퍼진 제1 단부에 집중된다.

<51> 도 4c는 도 2에 도시된 마이크로파 캐비티 및 노즐의 또 다른 실시예를 보인 부분 단면도이다. 도 4c에서, 노즐(72)은 막대형상 컨덕터(74), 가스 탱크(30)에 연결된 가스 유동관(78), 및 와류 가이드(76)를 포함한다. 상기 실시예에서, 도 4a 및 도 4b의 시스템과는 다르게 마이크로파 캐비티(70)는 가스 탱크(30)에 직접적으로 연결되지 않는다. 상기 가스 유동관(78)은 마이크로파가 투과할 수 있는 재료로 이루어져서 가스가 막대형상 컨덕터(74)의 테이퍼진 제1 단부에 도달하기 전에 마이크로파 캐비티(70) 내부를 예열할 수 있게 한다. 도 2의 경우에서와 같이, 막대형상 컨덕터(74)의 포션에 의해 포집된 마이크로파는 플라즈마(80)로 가스를 가열하기 위해 테이퍼진 제1 단부에 집중된다. 상기 실시예에서, 탱크(30)로부터 유동하는 가스는 마이크로파 캐비티를 통해서 연장하는 가스 유동관(78)을 관통하여 통과한다. 그 다음에 가스는 와류 가이드(76)를 통해서 유동하고 테이퍼진 제1 단부 근처에서 플라즈마(80)로 가열된다.

<52> 도 2에 개시된 바와 같이, 상기 막대형상 컨덕터(34)의 포션(35)은 마이크로파를 수신하여서 포집하기 위해 캐비티(43) 내부에 삽입된다. 그 다음에, 상기 마이크로파는 컨덕터(34)의 표면을 따라 이동하고 테이퍼진 제1 단부에 집중된다. 이동하는 마이크로파의 일부분이 가스 유동관(40)을 통해서 상실될 수 있기 때문에, 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 차폐 기구가 노즐의 효율과 안정성을 강화시키기 위해서 사용될 수 있다.

<53> 도 5a는 도 2에 도시된 노즐의 다른 실시예를 보인 단면도이다. 개시된 바와 같이, 노즐(90)은 막대형상 컨덕터(92), 가스 유동관(94), 와류 가이드(96), 가스 유동관(94)을 통해서 상실되는 마이크로파 전력을 감소시키기 위한 내부 차폐물(98)을 포함한다. 상기 내부 차폐물(98)은 관형으로 이루어질 수 있으며 와류 가이드(96)의 외주변을 따라 형성된 홈에 배치될 수 있다. 상기 내부 차폐물(98)은 막대형상 컨덕터(92) 둘레에서 나선형 유동 방향의 추가 제어를 제공하며 가스 유동관(94)과 막대형상 컨덕터(92) 사이의 갭을 변화시킴으로써 플라즈마의 안전성을 증가시킨다.

<54> 도 5b는 도 2에 도시된 노즐의 다른 실시예를 보인 단면도이다. 개시된 바와 같이, 노즐(100)은 막대형상 컨덕터(102), 가스 유동관(104), 와류 가이드(106), 가스 유동관(104)을 통해서 손실되는 마이크로파 전력을 감소시키기 위한 접지 차폐물(108)을 포함한다. 접지 차폐물(108)은 가스 유동관(104)의 일부를 덮을 수 있으며 구리와 같은 금속으로 이루어진다. 상기의 내부 차폐물(98)과 같이, 상기 접지 차폐물(108)은 막대형상 컨덕터(102) 둘레에서 나선형 유동 방향의 추가 제어를 제공하며 가스 유동관(104)과 막대형상 컨덕터(102) 사이의 갭을 변화시킴으로써 플라즈마 안전성을 증가시킨다.

<55> 도 2 및 도 4a 내지 도 4c에 도시된 노즐들에 적용된 주 가열 기구는 막대형상 컨덕터의 팁에 집중되고 방전되는 마이크로파이고, 여기서 노즐은 살균 처리를 위한 국부 열적 비평형 플라즈마를 생성할 수 있다. 상기 국부 열적 비평형 플라즈마 내의 이온 입자 및 중성 입자의 온도는 100℃보다 낮지만, 반면에 전자들의 온도는 섭씨에서 수 만도의 온도까지 될 수 있다. 전자 온도를 강화하고 노즐 효율을 증가시키기 위해서, 도 5c 내지 도 5f에 개시된 바와 같이, 노즐은 가스가 가스 유동관 내부에 있는 동안 가스를 전자적으로 여기시키는 기구들을 추가로 포함할 수 있다.

- <56> 도 5c는 도 2에 도시된 노즐의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 개시된 바와 같이, 노즐(110)은 막대형상 컨덕터(112), 가스 유동관(114), 와류 가이드(116), 가스 유동관(114) 내에서 유동하는 가스를 전자적으로 여기시키기 위한 한 쌍의 외부 자석(118)을 포함한다. 한 쌍의 각 외부 자석(118)은 예를 들면 가스 유동관(114)의 외부 표면 둘레에 배치된 반원 단면을 가진 실린더의 일부분으로서 형성지어질 수 있다.
- <57> 도 5d는 도 2에 도시된 노즐의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(120)은 막대형상 컨덕터(122), 가스 유동관(124), 와류 가이드(126), 가스 유동관(124) 내에서 유동하는 가스를 전자적으로 여기시키기 위해서 가스 유동관(124) 내부에 있는 와류 가이드(126)에 의해 고정된 한 쌍의 내부 자석(128)을 포함한다. 한 쌍의 각 내부 자석(128)은 예를 들면 반원 단면을 가진 실린더의 일부분으로서 형성지어질 수 있다.
- <58> 도 5e는 도 2에 도시된 노즐의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(130)은 막대형상 컨덕터(132), 가스 유동관(134), 와류 가이드(136), 한 쌍의 외부자석(138), 및 내부 차폐물(140)을 포함한다. 각각의 외부 자석(138)은 예를 들면 반원 단면을 가진 실린더의 일부분으로서 형성지어질 수 있다. 다른 실시예에서, 내부 차폐물(140)은 일반적으로 관형으로 이루어질 수 있다.
- <59> 도 5f는 도 2에 도시된 노즐의 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(142)은 막대형상 컨덕터(144), 가스 유동관(146), 와류 가이드(148), 양극 단자(anode, 150), 및 음극 단자(cathode, 152)를 포함한다. 상기 양극 단자(150)와 음극 단자(152)는 전력 공급원(간략함을 위해서 미도시됨)에 연결된다. 상기 장치는 가스 유동관(146) 내에서 유동하는 가스를 전자적으로 여기시키기 위해서 양극 단자(150) 및 음극 단자(152)를 허용한다. 상기 양극 단자(150)와 음극단자(152)는 가스가 자계(magnetic field)를 통과하여 지나갈 때 가스를 충전하는 전자기장을 발생시킨다. 이는 플라즈마가 고에너지 전위를 갖는 것을 허용하며 플라즈마의 평균 수명을 개선시킨다.
- <60> 도 5a 내지 도 5f는 도 2에 도시된 노즐의 다양한 실시예를 보인 단면도이다. 또한, 상기는 도 5a 내지 도 5f에 도시된 다양한 다른 실시예들이 도 4a 내지 도 4c에 도시된 노즐의 일정한 장소에서 사용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.
- <61> 도 2 및 도 3을 참고로 하면, 상기 가스 유동관(40)은 직선 관으로 개시되었다. 그러나, 상기 가스 유동관(40)의 단면은, 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 제1 단부(33)를 향하여 나선형 유동 방향(37)으로 안내하기 위해서 그의 길이를 따라 변형시킬 수 있다. 예를 들면, 도 6a는 노즐(26)(도 2 참조)의 다른 실시예를 보인 부분 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(160)은 막대형상 컨덕터(166), 및 직선부(163) 및 절단 원뿔형부(frustoconical section, 164)를 포함하는 가스 유동관(162)을 구성한다. 도 6b는 노즐(26)의 또 다른 실시예를 보인 단면도로서, 여기서 가스 유동관(170)은 직선부(173), 및 예를 들면 종(bell) 형상부(172)와 같은 곡선부를 구비한다.
- <62> 도 6c는 노즐(26)(도 2 참조)의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(176)은 막대형상 컨덕터(182) 및 가스 유동관(178)을 구비하고, 여기서 상기 가스 유동관(178)은 직선부(180) 및 플라즈마 플룸 길이를 연장하고 플룸 안정성을 강화시키기 위해서 연장 안내부(181)를 구비한다. 도 6d는 노즐(26)의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(184)은 막대형상 컨덕터(188) 및 가스 유동관(186)을 구비하고, 여기서 상기 가스 유동관(186)은 직선부(187) 및 플라즈마 플룸 기하 구조를 변경시키기 위한 플룸 변경부(183)를 구비한다.
- <63> 도 6e 및 도 6f 각각은 도 6d에 개시된 가스 유동관(186)에 대한 사시도 및 평면도이다. 상기 가스 유동관(186)의 인입부(192)는 일반적으로 원형 형상으로 이루어질 수 있지만, 방출부(190)는 일반적으로 가느다란 슬릿 형상으로 이루어질 수 있다. 상기 플룸 변경부(183)는 테이퍼진 제1 단부에서의 일반적인 원형에서 방출부(190)에서의 일반적으로 협소한 스트립으로 플라즈마 플룸의 단면 기하 구조를 변경시킬 수 있다.
- <64> 도 6g는 노즐(26)의 또 다른 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(193)은 막대형상 컨덕터(194) 및 가스 유동관(195)을 구비하고, 여기서 가스 유동관(195)은 직선부(196) 및 플라즈마 플룸 직경을 확장하기 위한 플룸 확장부(197)를 구비한다.
- <65> 도 6h 및 도 6i 각각은 도 6g에 도시된 가스 유동관(195)에 대한 사시도 및 평면도이다. 상기 플룸 확장부(197)는 일반적으로 종 형상으로 이루어지며, 여기서 상기 플룸 확장부(197)의 방출부(199)는 인입부(198)보다 더 큰 직경으로 이루어진다. 플라즈마가 막대형상 컨덕터의 제1 단부로부터 방출부(199)로 이동할 때, 상기 플라즈마 플룸 직경은 증가한다.

- <66> 도 2에 도시된 바와 같이, 마이크로파는 마이크로파 캐비티(24) 내부로 연장하는 막대형상 컨덕터(34)의 포집부(35)에 의해 수신된다. 상기의 마이크로파는 테이퍼진 제1 단부(33)를 향하여 막대형상 컨덕터 아래로 이동한다. 더욱 상세하게는, 상기 마이크로파는 막대형상 컨덕터(34)의 표면을 따라 이동하고 표면에 의해 수신된다. 마이크로파 투과 및 이동에 주요 인자로서, 외피(skin)의 깊이는 마이크로파 주파수 및 컨덕터 재료의 함수이다. 마이크로파 투과 거리는 1 mm보다 작을 수 있다. 따라서, 중공부(201)를 갖는 도 7a의 막대형상 컨덕터(200)는 막대형상 컨덕터를 위한 변경 실시예이다.
- <67> 몇몇 귀금속이 우수한 마이크로파 컨덕터로 사용되는 것은 공지되어 있다. 따라서, 상기 막대형상 컨덕터의 성능을 손상시키지 않으면서 장비의 단가를 감소시키기 위해서, 상기 막대형상 컨덕터의 외피 층은 우수한 마이크로파 컨덕터인, 귀금속으로 제조될 수 있는 반면, 코어의 내부에는 비교적 저렴한 전도성 재료가 사용될 수 있다. 도 7b는 막대형상 컨덕터의 다른 변경 실시예를 보인 단면도로서, 막대형상 컨덕터(202)는 귀금속으로 만들어진 외피 층(206) 및 값싼 전도성 재료로 만들어진 코어 층(204)을 포함한다.
- <68> 도 7c는 막대형상 컨덕터의 또 다른 변경 실시예를 보인 단면도로서, 막대형상 컨덕터(208)는 원뿔형으로 테이퍼진 제1 단부(210)를 포함한다. 또한 단면적의 또 다른 변형예들이 이용될 수 있다. 예를 들면, 원뿔형으로 테이퍼진 제1 단부(210)는 막대형상 컨덕터(208)의 다른 부분보다 더 빠르게 플라즈마에 의해 부식될 수 있고, 따라서 표준 기지(regular basis)로 교체될 필요가 있다.
- <69> 도 7d는 막대형상 컨덕터의 다른 변경 실시예를 보인 단면도로서, 막대형상 컨덕터(212)는 수명을 연장시키기 위해서 제1 단부를 뾰족한 팁 대신에 무딘 팁(214)을 구비한다.
- <70> 도 7e는 막대형상 컨덕터의 다른 변경 실시예를 보인 단면도로서, 막대형상 컨덕터(216)는 쉽고 빠른 교환을 위해서 적절한 고정 기구(222)를 통해 원통형 부분(220)에 고정된 테이퍼부(218)를 구비한다(이 경우에서, 테이퍼부(218)는 나사 단부(222)를 사용하여 원통형 부분(220)에 나사 결합될 수 있다).
- <71> 도 7f 내지 도 7i는 막대형상 컨덕터의 또 다른 변경 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 막대형상 컨덕터들(221, 224, 228 및 234)은 플라즈마로 인한 부식율을 감소시키기 위해서 무딘 팁들을 구비한 차이점을 제외하고는 그들의 상대물들(34(도 2), 200(도 7a), 202(도 7b) 및 216(도 7e))과 각각 유사하다.
- <72> 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따라서 마이크로파 캐비티 및 노즐을 구비하여서 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 시스템에 대한 개략도이다. 도시된 바와 같이, 상기 시스템은, 마이크로파 캐비티(324), 마이크로파 캐비티(324)로 마이크로파를 제공하기 위한 마이크로파 공급장치(311), 마이크로파 공급장치(311)에서 마이크로파 캐비티(324)로 마이크로파를 전송하기 위한 도파관(313), 및 마이크로파 캐비티(324)에 연결되어서 마이크로파 캐비티(324)로부터 마이크로파를 수신하고 가스 탱크(330)로부터 받은 가스 또는 가스 혼합물을 이용하여 대기 플라즈마(328)를 생성시키는 노즐(326)을 포함한다. 상기 시스템(310)은 노즐(326)이 가스 탱크(330)로부터 가스 라인 또는 관(343)을 통해서 직접적으로 가스를 수용하는 차이점을 제외하고는 시스템(10)(도 1)과 유사하다.
- <73> 도 9는 도 8에 도시된 B-B 선을 기준으로 하는, 마이크로파 캐비티(324) 및 노즐(326)을 보인 부분 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(500)은 가스 유동관(508); 상기 가스 유동관(508)을 통해서 상실되는 마이크로파를 감소시키고 캐비티 벽(342)으로 밀봉된 접지 차폐물(510), 여기서 상기 가스 유동관(508)은 접지 차폐물(510) 내부로 단단히 맞춰진다.; 마이크로파 캐비티(324) 내부로부터 마이크로파를 수신하기 위해 마이크로파 캐비티(324)에 배치된 포션(504)을 구비한 막대형상 컨덕터(502); 상기 막대형상 컨덕터(502)와 접지 차폐물(510) 사이에 배치되고 접지 차폐물(510)에 대하여 막대형상 컨덕터(502)를 확고하게 지지하기 위해 구성된 위치설정 홀더(506); 및 상기 접지 차폐물(510)에 가스 라인 또는 관(343)을 연결하기 위한 가스 공급기(512);를 포함한다. 상기 위치설정 홀더(506), 접지 차폐물(510), 막대형상 컨덕터(502) 및 가스 유동관(508)은 와류 가이드(36, 도 2 참조), 접지 차폐물(108, 도 5b 참조), 막대형상 컨덕터(34, 도 3 참조) 및 가스 유동관(40, 도 3 참조) 각각의 것들과 동일한 재료로 제조될 수 있다. 예를 들면, 상기 접지 차폐물(510)은 금속 및 바람직하게는 구리로 제조될 수 있다. 상기 가스 유동관(508)은 종래의 유전 재료 및 바람직하게는 석영으로 제조될 수 있다.
- <74> 도 9에 도시된 바와 같이, 노즐(500)은 가스 공급기(512)를 통해서 가스를 수용한다. 상기 가스 공급기(512)는 가스 라인(343)을 접지 차폐물(510)에 연결하며, 에스엠씨 회사(SMC Corporation; 주소: 미국 인디애나주 인디애나폴리스)의 공기압 원터치 피팅(pneumatic one-touch fitting; 모델 번호 제KQ2H05-32호)이다. 상기 가스 공급기(512)의 일단부는 접지 차폐물(510)의 천공 또는 구멍(514)의 가장자리에 형성된 암나사들과 결합하는 수나사 볼트로 이루어진다(도 10에 도시된 것과 같음). 이는 본 발명이 가스 라인(343)을 접지 차폐물(510)에 연

결하는 다른 적절한 장비로도 실행될 수 있음을 언급하기 위한 것이다.

- <75> 도 10은 도 9에 도시된 노즐의 분해 사시도다. 도시된 바와 같이, 막대형상 컨덕터(502) 및 접지 차폐물(510)은 위치설정 홀더(506)의 내주변 및 외주변 각각에 체결될 수 있다. 상기 막대형상 컨덕터(502)는 마이크로파 캐비티(324)로부터 마이크로파를 포집하기 위한 안테나로서 작용하는 포선(504)을 구비한다. 포집된 마이크로파는 막대형상 컨덕터(502)를 따라 이동하고 가스 유동관(508)을 통해서 이동하는 가스를 이용하여 플라즈마(505)를 생성한다. 상기의 막대형상 컨덕터(34, 도 3)의 경우에서와 같이, 막대형상 컨덕터라는 용어는 원형, 달걀형(oval), 타원형(elliptical) 또는 직사각 단면 또는 그의 결합물과 같은 다양한 단면으로 이루어진 커버 컨덕터를 의미한다.
- <76> 상기는 막대형상 컨덕터(502)가 도 7a 내지 도 7i에 도시된 다양한 실시예들 중 하나일 수 있는 것으로 인식되어야 할 것이다. 예를 들면, 도 11a는 도 7f에 도시된 막대형상 컨덕터(221)와 동일한 막대형상 컨덕터(524)를 구비한 노즐(520)의 변경 실시예를 설명하고 있다.
- <77> 도 11b는 도 9에 도시된 노즐의 변경 실시예를 보인 단면도이다. 도시된 바와 같이, 노즐(534)은 막대형상 컨덕터(536), 접지 차폐물(538), 접지 차폐물(538)의 내면에 단단히 끼워 맞춰진 외면을 가진 가스 유동관(540), 위치설정 홀더(542) 및 가스 공급기(544)를 포함한다. 상기 가스 유동관(540)은 가스 통로를 형성하기 위해 그의 벽에 구멍을 구비하고 위치설정 홀더(542)의 외주변을 따라 형성된 홈 내부에 고정된다.
- <78> 도 10에 개시된 가스 유동관(508)이 도 6a 내지 도 6i에 개시된 것들과 유사한 변경 실시예를 구성할 수 있다. 예를 들면, 도 11c 내지 도 11e는 플룸 변경부(552), 연장 안내부(564) 및 플룸 확장부(580)를 각각 구비한 노즐(500)의 변경 실시예를 보인 단면도이다.
- <79> 도 12는 도 1 및 도 8에 도시된 본 발명에 따른 시스템을 사용하여 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 방법으로서, 일실시예에 따른 단계들을 나타낸 순서도(600)이다. 602 단계에서는, 마이크로파 캐비티, 및 가스 유동관 및 막대형상 컨덕터를 구비한 노즐이 제공되며, 여기서 막대형상 컨덕터는 가스 유동관의 축방향으로 배치된다. 다음 604 단계에서는, 막대형상 컨덕터의 포선이 마이크로파 캐비티로 형성지어진다. 또한, 막대형상 컨덕터의 제1 단부는 가스 유동관의 방출부의 부근에 설치된다. 그 다음, 606 단계에서는 가스가 가스 유동관 내부로 주입되고, 608 단계에서는 마이크로파가 마이크로파 캐비티로 전송된다. 다음, 전송된 마이크로파는 610 단계에서 막대형상 컨덕터의 형상부에 의해 수신된다. 결과적으로, 포집된 마이크로파는 612 단계에서 플라즈마로 가스를 가열하기 위해 막대형상 컨덕터의 제1 단부에 집중된다.
- <80> 비록 본 발명이 특정 실시예를 참고로 하여 기술되었지만, 이는 발명의 바람직한 실시예에 관한 것이며 변경은 다음의 청구범위에 설명된 것과 같은 발명의 범위 및 범주를 벗어나지 않고 이루어질 수 있는 것으로 이해되어져야 한다.

산업상 이용 가능성

- <81> 대기압을 이용하여 비교적 냉각 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 시스템 및 방법에 따르면, 상기 시스템은 단위 원가가 저렴하고 대기압에서 저렴한 가동 비용으로 작동시킬 수 있고, 전력 소모가 낮으며, 살균을 위한 처리 시간이 짧은 장점을 가질 뿐만 아니라, 비교적 냉각 마이크로파 플라즈마는 종래의 플라즈마 생성 시스템들과는 달리 강화된 작동 효율성으로 대기압에서 작동하는 노즐에 의해 생성되게 하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

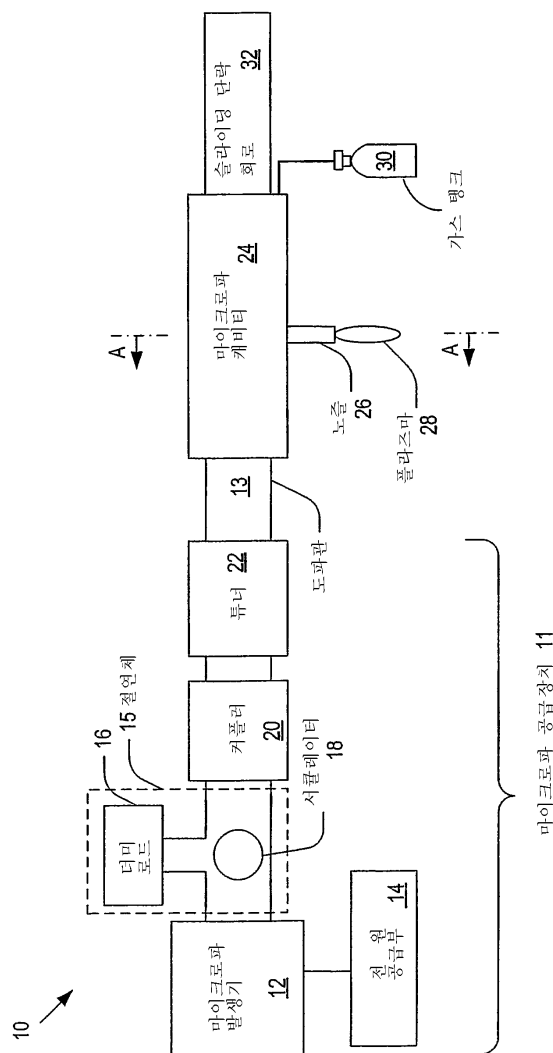
- <22> 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 마이크로파 캐비티(microwave cavity) 및 노즐을 구비한 플라즈마 생성 시스템에 대한 개략도.
- <23> 도 2는 도 1에 도시된 A-A 선을 기준으로 하는, 마이크로파 캐비티 및 노즐의 부분 단면도.
- <24> 도 3은 도 2에 나타낸 노즐이 포함된 가스 유동관, 막대형상 컨덕터 및 와류 가이드의 분해 사시도.
- <25> 도 4a 내지 도 4c는 도 1에 도시된 A-A 선을 기준으로 하는, 마이크로파 캐비티 및 노즐의 다른 실시예에 대한 부분 단면도.
- <26> 도 5a 내지 도 5f는 노즐 효율을 강화시키는 구성요소를 추가로 포함하고, 도 2에 도시된 가스 유동관, 막대형상 컨덕터 및 와류 가이드의 다른 실시예를 보인 단면도.
- <27> 도 6a 내지 도 6d는 가스 유동관 방출구의 네 개의 다른 기하 구조 형상들을 포함하고, 도 2에 나타내어진 가스

유동관의 다른 실시예를 보인 단면도.

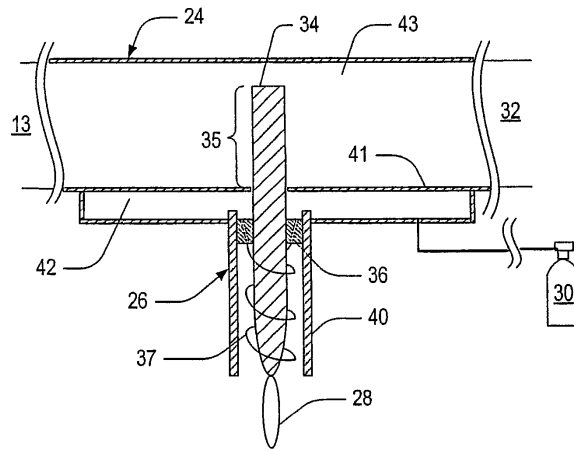
- <28> 도 6e는 도 6d에서 설명된 가스 유동관의 사시도이고, 도 6f는 도 6d에서 설명된 가스 유동관의 평면도.
- <29> 도 6g는 도 2에서 나타난 가스 유동관의 또 다른 실시예를 보인 단면도.
- <30> 도 6h는 도 6g에서 설명된 가스 유동관의 사시도이고, 도 6i는 도 6g에서 설명된 가스 유동관의 평면도.
- <31> 도 7a 내지 도 7i는 도 2에 도시된 막대 형상 컨덕터의 다른 실시예를 보인 도면.
- <32> 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 마이크로파 캐비티 및 노즐을 구비한 플라즈마 생성 시스템에 대한 개략도.
- <33> 도 9는 도 8에 도시된 B-B 선을 기준으로 하는, 마이크로파 캐비티 및 노즐의 부분 단면도.
- <34> 도 10은 도 9에 나타내어진 노즐의 분해 사시도.
- <35> 도 11a 내지 도 11e는 노즐 내에 다양한 형상의 가스 유동관 및 막대형상 컨덕터를 포함하고, 도 9에 도시된 노즐의 다른 실시예들의 단면도.
- <36> 도 12는 도 1 및 도 8에 도시된 본 발명에 따른 시스템을 사용하여 마이크로파 플라즈마를 발생시키기 위한 단계들의 일실시예를 나타낸 순서도.

도면

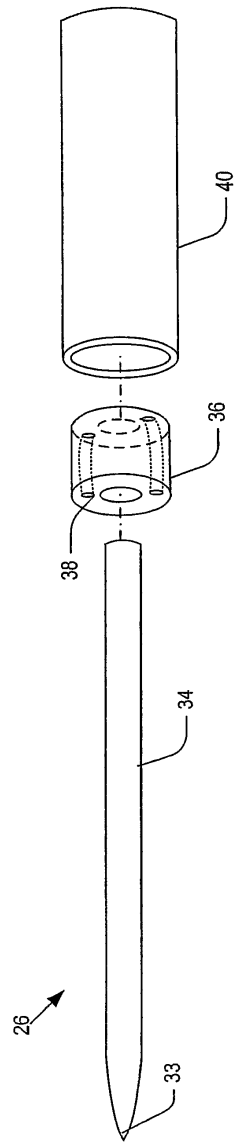
도면1



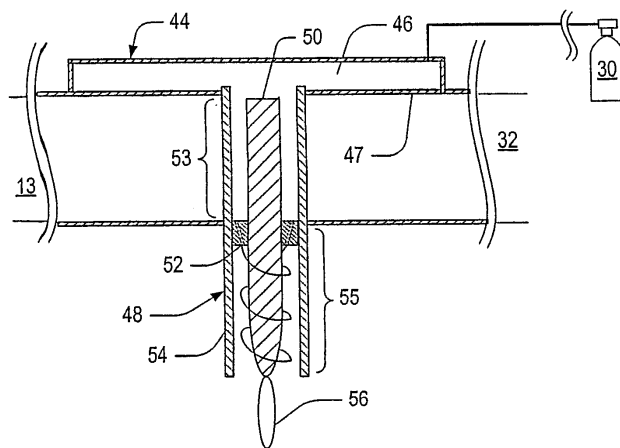
도면2



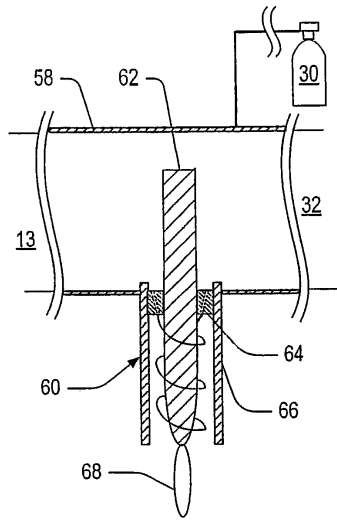
도면3



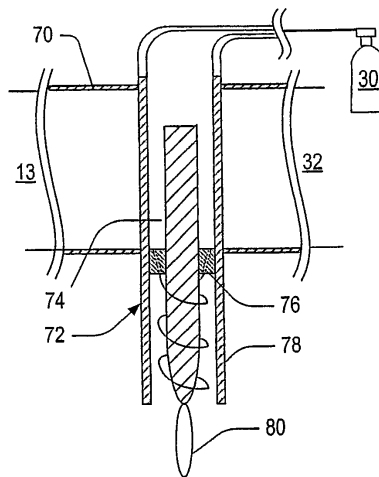
도면4a



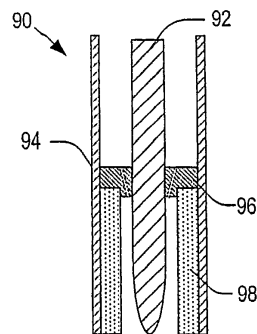
도면4b



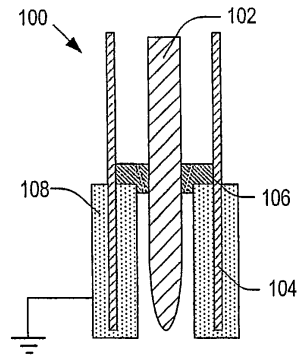
도면4c



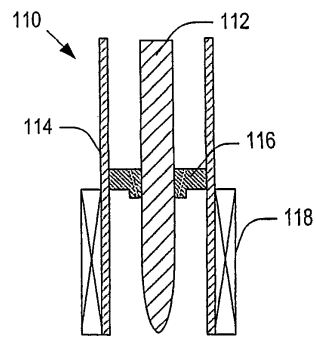
도면5a



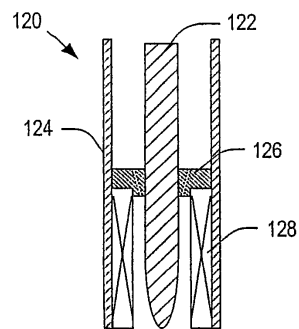
도면5b



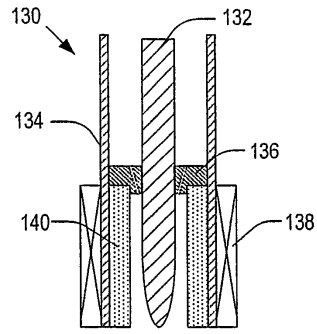
도면5c



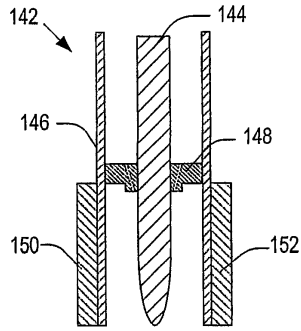
도면5d



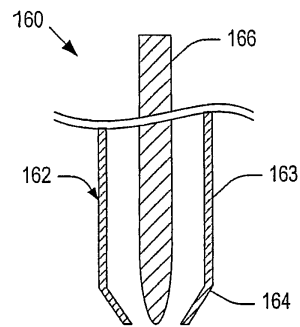
도면5e



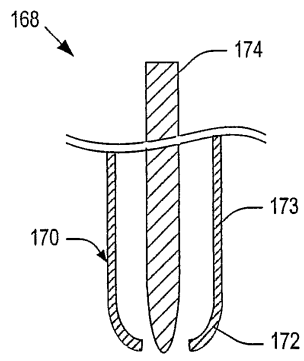
도면5f



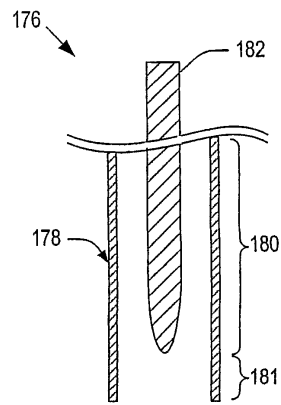
도면6a



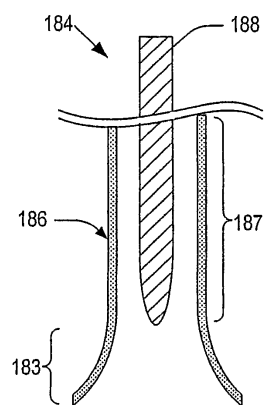
도면6b



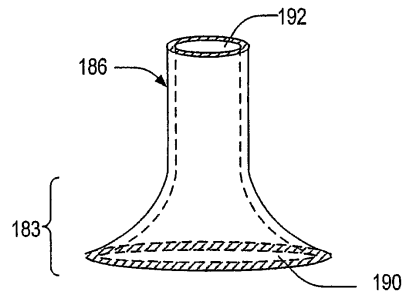
도면6c



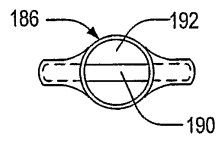
도면6d



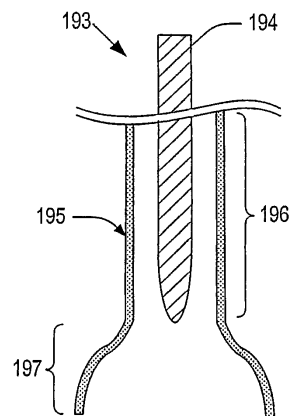
도면6e



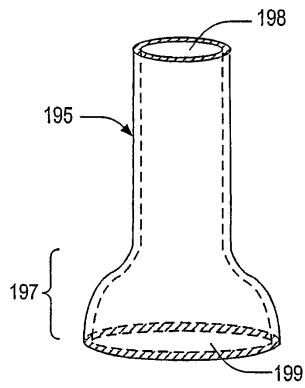
도면6f



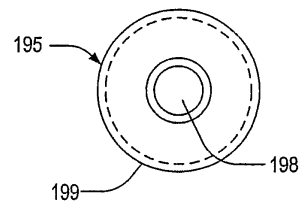
도면6g



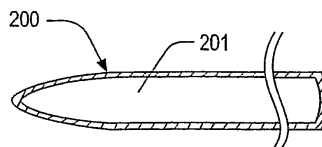
도면6h



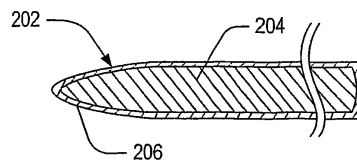
도면6i



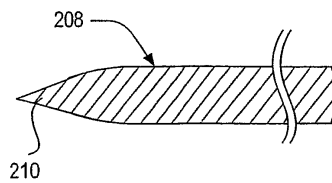
도면7a



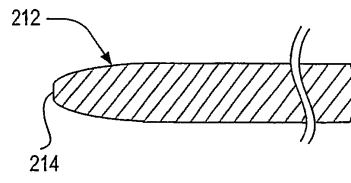
도면7b



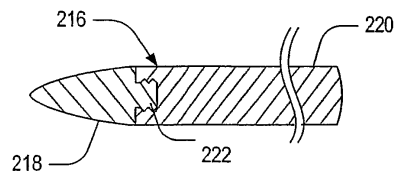
도면7c



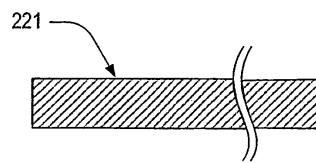
도면7d



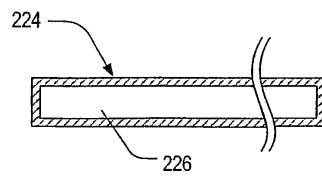
도면7e



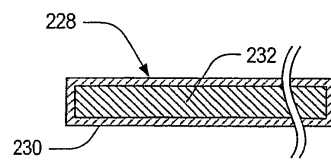
도면7f



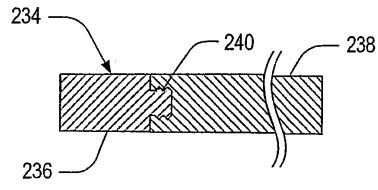
도면7g



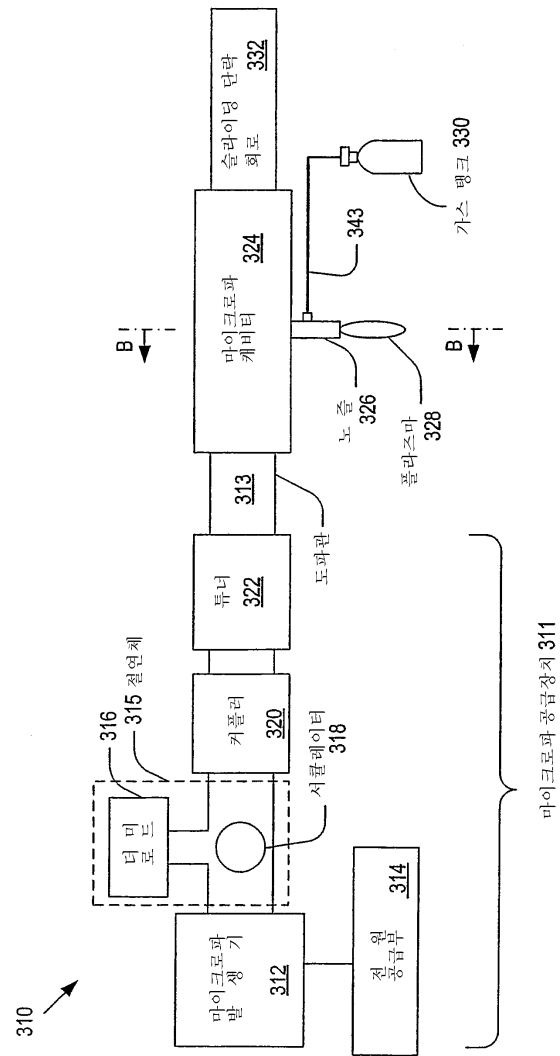
도면7h



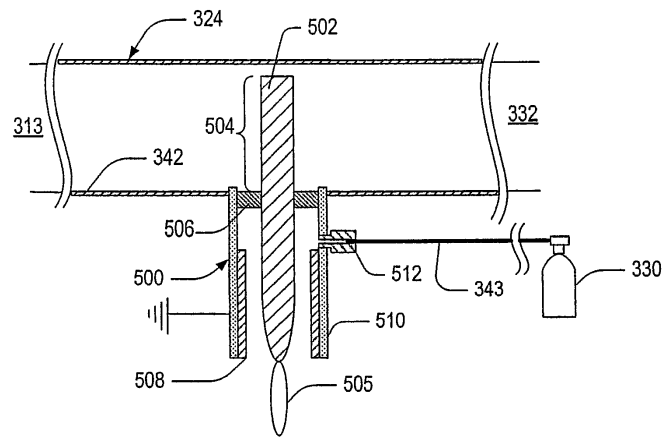
도면7i



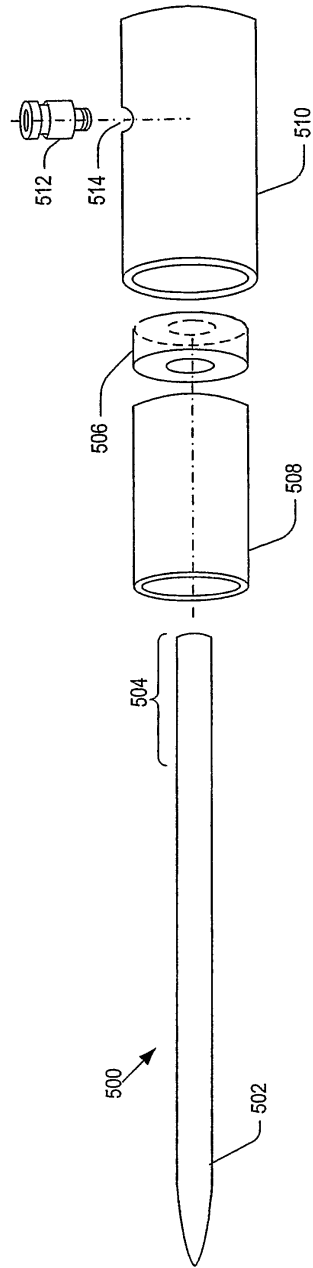
도면8



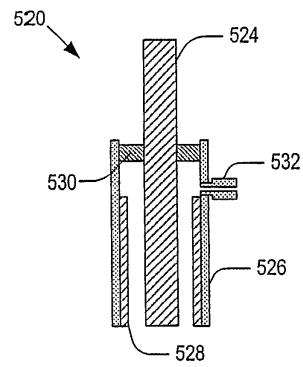
도면9



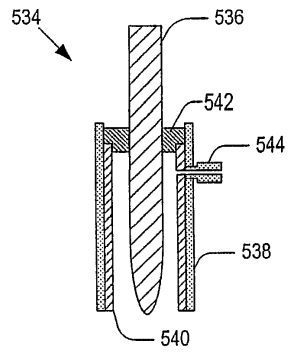
도면10



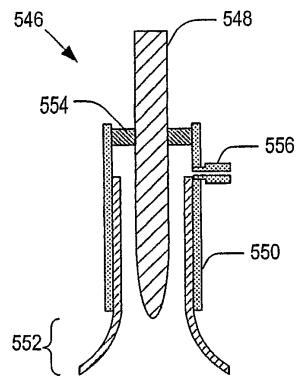
도면11a



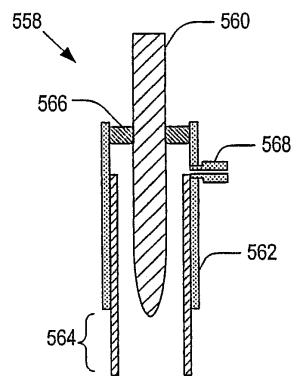
도면11b



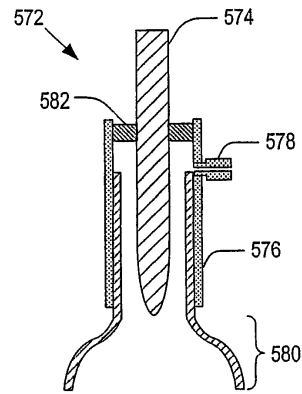
도면11c



도면11d



도면11e



도면12

