



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월05일

(11) 등록번호 10-2236206

(24) 등록일자 2021년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05H 1/28 (2006.01) H05H 1/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H05H 1/28 (2013.01)

H05H 1/34 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0015507

(22) 출원일자 2019년02월11일

심사청구일자 2019년02월11일

(65) 공개번호 10-2020-0097988

(43) 공개일자 2020년08월20일

(56) 선행기술조사문헌

JP2013152913 A\*

JP06036890 A\*

KR1020130069082 A\*

KR1020090030588 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

(주)지니아텍

경기도 성남시 중원구 사기막골로 124, 테크센터  
606호(상대원동, 에스케이엔테크노파크)

(72) 발명자

김덕재

서울특별시 강남구 개포로109길 9, 219동 512호  
(개포동, 대치아파트)

심연근

경기도 수원시 장안구 조원로 16, 103동 605호 (조원동, 벽산아파트)

(74) 대리인

특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이민형

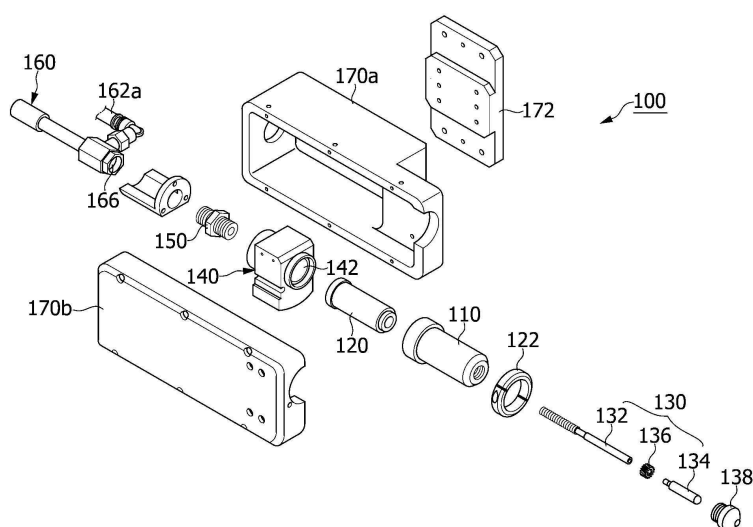
(54) 발명의 명칭 저온 플라즈마 장치

## (57) 요약

개시된 본 발명에 따른 저온 플라즈마 장치는, 접지되는 본체; 상기 본체 내부로 방전 기체가 공급된 상태에서 상기 본체 내부에 설치된 방전 전극에 전원을 공급하여 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 방전부재; 및 상기 본체의 단부에 연결되어 상기 본체로 공급된 압축 방전 기체를 고온 기류와 저온 기류를 분리하는 과정을 통해 냉각시킨 후 방전 존으로 공급하는 방전 기체 냉각부재;를 포함한다.

본 발명에 의하면, 외부에서 유입되는 방전 기체를 보텍스 튜브 구조의 방전 기체 냉각부재를 통과시켜 저온의 방전 기체로 변환시킨 후 플라즈마 챔브 내부에 공급함으로써 방전 전극에서의 전류 저항으로 인한 전극의 온도가 상승하면서 가스 온도도 상승함에 따라 공정 수행시 열에 의한 피처리물 등의 손상을 방지할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

접지되는 본체;

상기 본체 내부로 방전 기체가 공급된 상태에서 상기 본체 내부에 설치된 방전 전극에 전원을 공급하여 플라스마를 발생시키는 플라스마 방전부재; 및

상기 본체의 단부에 연결되어 상기 본체로 공급된 압축 방전 기체를 고온 기류와 저온 기류를 분리하는 과정을 통해 냉각시킨 후 방전 존(zone)으로 공급하는 방전 기체 냉각부재;를 포함하며,

상기 방전 기체 냉각부재는, 몸체 일측에 압축 방전 기체가 유입되도록 형성된 유입구; 상기 유입구와 인접한 상기 몸체의 내부에 형성되어 상기 유입구를 통해 유입된 압축 방전 기체에 와류를 형성시켜 주변에서 열 이동이 일어나게 하는 와류 형성부; 상기 몸체의 내부 일단에 형성되어 상기 압축 방전 기체의 일부가 배출되면서 배출량을 조절하도록 조절밸브가 설치된 고온 방전 기체 배출구; 및 상기 몸체의 내부 타단에 형성되어 상기 고온 방전 기체 배출구로 배출되지 않은 일부 압축 방전 기체가 회송되면서 2차 와류를 형성하여 운동량 손실에 따라 온도가 저하된 압축 방전 기체가 배출되는 저온 방전 기체 배출구를 포함하되, 상기 조절밸브는 상기 고온 방전 기체 배출구에 배출되지 않은 나머지 공기가 경사면에 충돌 후 방향을 바꾸어 상기 저온 방전 기체 배출구 방향으로 역류하게 하도록 구비되고, 상기 몸체가 양측으로 분할되면서 분할된 이웃면에 회전부재에 의해 길이가 조절되며,

상기 본체의 단부와 상기 방전 기체 냉각부재의 저온 방전 기체 배출구의 사이에 연결되는 접속부재의 외면에 공급 관로의 개폐량을 나선 구조에 의해 조절하는 개폐량 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 플라스마 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 접속부재는 상기 방전 전극이 관통되면서 상기 본체의 단부가 연결되도록 일단에 형성된 제1 접속홀과, 상기 방전 기체 냉각부재의 저온 방전 기체 배출구가 연결되도록 타단에 형성된 제2 접속홀과, 상기 제1 접속홀과 상기 제2 접속홀이 연통되도록 형성된 공급관로, 및 상기 공급관로의 개폐량을 조절하는 개폐량 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 저온 플라스마 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 본체는 단부에 토출구의 직경이 다른 노즐이 교체 가능하도록 탈부착되는 것을 특징으로 하는 저온 플라스마 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 본체의 단부 및 상기 방전 기체 냉각부재는 커버에 의해 마감되는 것을 특징으로 하는 저온 플라스마

장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 저온 플라즈마 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 온도를 낮춘 저온의 방전 기체를 플라즈마 제트로 공급하는 저온 플라즈마 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 플라즈마(plasma)는 물리학이나 화학 분야에서 디바이 차폐(Debye sheath)를 만족하는 이온화된 기체로 제4의 물질 상태로 부르며, 자유 전하로 인해 높은 전기 전도성을 가지면서 전자기장에 대한 매우 큰 반응성을 갖으므로 코팅 또는 살균, 소독, 공기 정화 등 다양한 분야에 널리 사용되고 있다.

[0003] 이러한, 플라즈마를 이용하는 장치로, 전극에 고주파 또는 고전압을 공급하면 불활성 기체나 다양한 종류의 기체 및 일반 공기 등과 같은 기체를 이온화하여 플라즈마를 발생토록 하는 대기압 플라즈마 제트 장치가 사용되고 있다.

[0004] 이러한, 플라즈마 제트 장치와 관련된 기술이 한국공개특허 제2018-0075726호 및 한국등록특허 제0687085호에 제안된 바 있다.

[0005] 그러나 특허문헌 1, 2는 플라즈마 발생을 위해 반응 기체를 공급하는 과정에서 전극에서의 전류 저항 때문에 전극 자체가 온도가 올라가면서 반응 기체의 온도도 역시 상승하게 되므로 고온의 반응 기체가 피처리물에 악영향을 미치는 문제점이 있었다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2018-0075726호(2018.07.05)

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제0687085호(2007.02.20)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로서, 본 발명의 해결과제는, 외부에서 유입되는 고온의 방전 기체를 보텍스 튜브(Vortex Tube) 구조를 통해 저온의 방전 기체로 변환시켜 플라즈마 제트 내부에 공급하도록 한 저온 플라즈마 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 저온 플라즈마 장치는, 접지되는 본체; 상기 본체 내부로 방전 기체가 공급된 상태에서 상기 본체 내부에 설치된 방전 전극에 전원을 공급하여 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 방전부재; 및 상기 본체의 단부에 연결되어 상기 본체로 공급된 압축 방전 기체를 고온 기류와 저온 기류를 분리하는 과정을 통해 냉각시킨 후 방전 존(zone)으로 공급하는 방전 기체 냉각부재;를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 방전 기체 냉각부재는, 몸체 일측에 압축 방전 기체가 유입되도록 형성된 유입구; 상기 유입구와 인접한 상기 몸체의 내부에 형성되어 상기 유입구를 통해 유입된 압축 방전 기체에 와류를 형성시켜 주변에서 열 이동이 일어나게 하는 와류 형성부; 상기 몸체의 내부 일단에 형성되어 상기 압축 방전 기체의 일부가 배출되면서 배출량을 조절하도록 조절밸브가 설치된 고온 방전 기체 배출구; 및 상기 몸체의 내부 타단에 형성되어 상기 고온 방전 기체 배출구로 배출되지 않은 일부 압축 방전 기체가 회송되면서 2차 와류를 형성하여 운동량 손실에 따라 온도가 저하된 압축 방전 기체가 배출되는 저온 방전 기체 배출구를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 본체의 단부와 상기 방전 기체 냉각부재의 저온 방전 기체 배출구의 사이에 연결되는 접속부재가 더 구비되며, 상기 접속부재는 상기 방전 전극이 관통되면서 상기 본체의 단부가 연결되도록 일단에 형성된 제1 접속홀과, 상기 방전 기체 냉각부재의 저온 방전 기체 배출구가 연결되도록 타단에 형성된 제2 접속홀과, 상기 제1 접속홀과 상기 제2 접속홀이 연통되도록 형성된 공급관로, 및 상기 공급관로의 개폐량을 조절하는 개폐량 조절부를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 본체는 단부에 토출구의 직경이 다른 노즐이 교체 가능하도록 탈부착될 수 있다.

[0012] 상기 본체의 단부 및 상기 방전 기체 냉각부재는 커버에 의해 마감될 수 있다.

또한, 본 발명은 접지되는 본체; 상기 본체 내부로 방전 기체가 공급된 상태에서 상기 본체 내부에 설치된 방전 전극에 전원을 공급하여 플라스마를 발생시키는 플라스마 방전부재; 및 상기 본체의 단부에 연결되어 상기 본체로 공급된 압축 방전 기체를 고온 기류와 저온 기류를 분리하는 과정을 통해 냉각시킨 후 방전 존(zone)으로 공급하는 방전 기체 냉각부재;를 포함하며, 상기 방전 기체 냉각부재는, 몸체 일측에 압축 방전 기체가 유입되도록 형성된 유입구; 상기 유입구와 인접한 상기 몸체의 내부에 형성되어 상기 유입구를 통해 유입된 압축 방전 기체에 와류를 형성시켜 주변에서 열 이동이 일어나게 하는 와류 형성부; 상기 몸체의 내부 일단에 형성되어 상기 압축 방전 기체의 일부가 배출되면서 배출량을 조절하도록 조절밸브가 설치된 고온 방전 기체 배출구; 및 상기 몸체의 내부 타단에 형성되어 상기 고온 방전 기체 배출구로 배출되지 않은 일부 압축 방전 기체가 회송되면서 2차 와류를 형성하여 운동량 손실에 따라 온도가 저하된 압축 방전 기체가 배출되는 저온 방전 기체 배출구를 포함하되, 상기 조절밸브는 상기 고온 방전 기체 배출구에 배출되지 않은 나머지 공기가 경사면에 충돌 후 방향을 바꾸어 상기 저온 방전 기체 배출구 방향으로 역류하게 하도록 구비되고, 상기 몸체가 양측으로 분할되면서 분할된 이웃면에 회전부재에 의해 길이가 조절되며, 상기 본체의 단부와 상기 방전 기체 냉각부재의 저온 방전 기체 배출구의 사이에 연결되는 접속부재의 외면에 공급 관로의 개폐량을 나선 구조에 의해 조절하는 개폐량 조절부를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 외부에서 유입되는 방전 기체를 보텍스 튜브 구조의 방전 기체 냉각부재를 통과시켜 저온의 방전 기체로 변환시킨 후 플라스마 제트 내부에 공급함으로써 방전 전극에서의 전류 저항으로 인한 전극의 온도가 상승하면서 가스 온도도 상승함에 따라 공정 수행시 열에 의한 피처리물 등의 손상을 방지할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 저온 플라스마 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 저온 플라스마 장치를 도시한 분해사시도이다.

도 3은 본 발명의 저온 플라스마 장치를 도시한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 저온 플라스마 장치의 방전 기체 냉각부재를 도시한 단면도이다.

도 5는 도 4의 방전 기체 냉각부재에서 몸체 길이 조절이 가능한 구조를 도시한 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 상기와 같은 목적, 특징 및 다른 장점들은 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명함으로써 더욱 명백해질 것이다. 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 저온 플라스마 장치에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 저온 플라스마 장치를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 저온 플라스마 장치를 도시한 분해사시도이고, 도 3은 본 발명의 저온 플라스마 장치를 도시한 단면도이고, 도 4는 본 발명의 저온 플라스마 장치의 방전 기체 냉각부재를 도시한 단면도이며, 도 5는 도 4의 방전 기체 냉각부재에서 몸체 길이 조절이 가능한 구조를 도시한 개략도이다.

[0017] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 저온 플라스마 장치(100)는 본체(110), 유전체(120), 플라스마 방전부재(130), 접속부재(140), 니플(150), 방전 기체 냉각부재(160) 및 커버(170a, 170b)를 포함한다.

[0018] 본체(110)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 내부가 중공 형성된 원통 형상으로 형성되며, 외주면에 삽입된

환형의 그라운드 링(122)을 통해 접지된다.

- [0019] 한편, 본체(110) 중 피처리물(A)과 인접한 단부에 플라스마(P)가 방사되는 노즐(138)이 구비된다. 이때, 노즐(138)은 압축 방전 기체의 토출 온도를 저하시키기 위해 방전 존(zone)인 토출구의 직경이 다른 노즐이 교체 가능하도록 나선 체결 방식에 의해 탈부착된다. 더욱이, 노즐(138)의 토출구 직경 즉, 방전 존의 사이즈(예컨대 5mm 이하)를 줄이게 되면 토출구 주위에서 방전율이 상승되면서 주변의 온도가 상승되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0020] 유전체(120)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 본체(110)의 내부에 삽입되며, 플라스마 방전부재(130)가 관통할 수 있도록 내부가 중공 형성된다.
- [0021] 이때, 유전체(120)는 세라믹 등의 재질로 형성되어 방전 불꽃이 플라스마 방전부재(130) 외부로 향해 길게 형성되게 한다.
- [0022] 플라스마 방전부재(130)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 본체(110) 내부로 방전 기체가 공급된 상태에서 본체(110) 내부에 설치된 방전 전극(132)에 전원을 공급하여 플라스마를 발생시키며, 방전 전극(132), 팁(134) 및 스크류(screw: 136)를 포함한다.
- [0023] 방전 전극(132)은 고전압(±)으로 인가시키도록 구비되며, 일단부가 본체(110) 및 유전체(120)를 거쳐 접속부재(140)의 제1 접속홀(142)을 관통하도록 하고, 타단부가 유전체(120)의 내부에 위치되도록 한다.
- [0024] 팁(134)은 원활한 초기 방전이 이루어질 수 있도록 방전 전극(132)의 단부에 결합되며, 다른 단부는 라운딩 형성된다.
- [0025] 그리고 팁(134)은 고온의 열 플라스마 영역과 접하고 있기 때문에 녹는점이 높은 텅스텐 등의 재료로 제작되는 것이 바람직하다.
- [0026] 더욱이, 스크류(136)는 방전 전극(132)과 연결된 팁(134)의 단부에 삽입되어 외주면이 유전체(120)의 내주면에 밀착되도록 구비된다.
- [0027] 접속부재(140)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 본체(110)의 단부와 방전 기체 냉각부재(160)의 저온 방전 기체 배출구(166)의 사이에 연결되어 본체(110) 및 유전체(120)를 방전 기체 냉각부재(160)와 연결 및 고정시키는 홀더 기능을 한다.
- [0028] 이때, 접속부재(140)는 방전 전극(132)의 단부가 관통되면서 본체(110)의 단부가 연결되도록 일단(도 3 기준 우측면)에 형성된 제1 접속홀(142)과, 방전 기체 냉각부재(160)의 저온 방전 기체 배출구(166)가 연결되도록 타단(도 3 기준 좌측면)에 형성된 제2 접속홀(144)과, 제1 접속홀(142)과 제2 접속홀(144)이 연통되도록 형성된 공급관로(146), 및 공급관로(146)의 개폐량을 조절하는 개폐량 조절부(148)를 포함한다.
- [0029] 더욱이, 방전 전극(132)의 단부가 관통된 접속부재(140)의 제1 접속홀(142) 대향면에 방전 기체 냉각부재(160)와의 격벽을 형성하기 위한 절연체(149)가 구비되어 금속재인 방전 기체 냉각부재(160)로부터 방전 전극(132)에 전원을 인가하는 인가선의 합선을 방지하게 된다.
- [0030] 개폐량 조절부(148)는 외주면에 나선이 형성되어 굴절 형성된 공급관로(146) 중 제2 접속홀(144)에서 직선 방향으로 형성된 관로의 개폐량을 조절하도록 관로의 내주면에 형성된 나선에 나선 체결된다.
- [0031] 니플(nipple: 150)은 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 접속부재(140)의 저온 방전 기체 배출구(166)와 제2 접속홀(144)에 각각 나선 체결될 수 있도록 외주면 양단에 나선이 형성되고, 내부에 홀이 관통 형성된다.
- [0032] 방전 기체 냉각부재(160)는 도 4에 도시된 바와 같이 접속부재(140)의 저온 방전 기체 배출구(166)에 체결된 니플(150)의 단부에 연결되어 본체(110)로 공급된 압축 방전 기체를 고온 기류와 저온 기류를 분리하는 과정을 통해 냉각시킨 후 본체(110)의 방전 존(zone)으로 공급하는 기능을 한다.
- [0033] 이때, 방전 기체 냉각부재(160)는 몸체(161), 유입구(162), 와류 형성부(163), 고온 방전 기체 배출구(164), 조절밸브(165) 및 저온 방전 기체 배출구(166)가 세부적으로 포함된다.
- [0034] 몸체(161)는 길이 방향으로 연장된 파이프 형상으로 내부에 홀이 관통 형성된다.
- [0035] 이때, 몸체(161)는 도 5를 참조하면 양측으로 분할된 제1, 2 몸체(161a, 161b)로 구성되면서 제1, 2 몸체(161a, 161b)의 대향된 외주면에 나선 방향이 다른 나선돌기가 각각 형성된다. 그리고 제1, 2 몸체(161a, 161b)의 대향된에 형성된 나선돌기에 나선결합될 수 있도록 원통 형상의 회전부재(167)의 내주면 양쪽에 중심을 기점으로 나



선 방향이 반대인 나선홈이 각각 형성되어 회전부재(167)를 어느 한 방향으로 회전시키면 제1, 2 몸체(161a, 161b)의 간격 조절이 가능하게 된다. 이때, 제1 몸체(161a)의 내주면에서 환형으로 돌출되는 돌기(B)가 형성되고 제2 몸체(161b)의 내주면에 돌기(B)가 위치될 수 있도록 홈(G)이 형성되어 제1, 2 몸체(161a, 161b)의 간격이 변경되어도 돌기(B)에 의해 제1, 2 몸체(161a, 161b)의 사이에 형성된 틈을 막을 수 있다.

- [0036] 유입구(162)는 몸체(161)의 일측에 직교 방향으로 연결되어 압축기(도면에 미도시)에서 발생된 압축 방전 기체가 공급관(162a)을 통해 유입되도록 형성된다.
- [0037] 와류 형성부(163)는 유입구(162)와 인접한 몸체(161)의 내주면에 단차지게 함몰 형태로 형성되어 유입구(161)를 통해 유입된 압축 방전 기체에 와류를 형성시켜 주변에서 열 이동이 일어나게 한다.
- [0038] 고온 방전 기체 배출구(164)는 몸체(161)의 내부 일단에 형성되어 고온의 방전 기체가 배출된다.
- [0039] 조절밸브(165)는 고온 방전 기체 배출구(164)의 단부에 구비되어 압축 방전 기체의 일부가 배출되도록 배출량을 조절한다.
- [0040] 즉, 조절밸브(165)는 저온 방전 기체 배출구(166)로 배출되는 냉기의 온도 및 풍량을 원하는 정도로 조정한다. 조절밸브(165)를 많이 열수록 열기의 배출이 늘어나고 냉기의 배출량이 감소한다(낮은 냉비 운전). 그리고 조절밸브(165)를 적게 열면 열기의 배출량은 감소하고 냉기의 토출량은 많아진다(높은 냉비 운전).
- [0041] 저온 방전 기체 배출구(166)는 몸체(161)의 내부 타단에 형성되어 고온 방전 기체 배출구(164)로 배출되지 않은 일부 압축 방전 기체가 회송되면서 2차 와류를 형성하여 운동량 손실에 따라 온도가 저하된 압축 방전 기체가 배출되게 한다.
- [0042] 한편, 방전 기체 냉각부재(160)를 통해 압축공기를 구동 에너지원으로 사용하며 기계적 구동부 없이 냉풍과 온풍을 동시에 만들어 내는 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0043] 즉, 압축 방전 기체가 공급관(162a) 및 유입구(162)를 통해 몸체(161) 내부로 유입되면 와류 형성부(163)의 안쪽측면에 접선방향으로 분사된다.
- [0044] 이렇게 분사된 압축 방전 기체는 회오리바람과 같은 1차 와류(vortex)를 형성하며 몸체(161)의 내주면을 타고 돌면서 고온 방전 기체 배출구(164) 쪽으로 이동한다.
- [0045] 그리고 고온 방전 기체 배출구(164)에 설치된 조절밸브(165)를 소량 개방하면 뜨거워진 공기가 일부 외부로 배출되고 배출되지 않은 나머지 공기는 다시 방향을 바꾸어 몸체(161)의 중심부를 따라 작은 2차 와류를 형성한 채 저온 방전 기체 배출구(166) 방향으로 역류한다. 역학의 법칙 중 각운동량 보존의 법칙에 의하면 회전반경이 큰 외곽을 회전하던 기체가 회전반경이 좁은 내부로 유입되어 순환하게 되면 회전 속도가 빨라져야 한다.
- [0046] 그러나 방전 기체 냉각부재(160)에서는 내부를 순환하는 공기의 회전각속도가 빨라지지 않고 외곽을 돌 때와 동일한데 이것은 내부의 2차 와류와 외곽의 1차 와류가 서로 마찰에 의하여 운동량을 주고받으며 동일한 각속도로 회전하려 하는 성질 때문이다. 그 결과 2차 와류는 운동량을 잃어버려(에너지를 잃어버림) 온도가 떨어진다. 반대로 2차 와류로부터 운동량을 얻은 외곽의 1차 와류는 뜨거워진다.
- [0047] 커버(170a, 170b)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 본체(110)의 단부 및 방전 기체 냉각부재(160)의 양쪽에서 체결되어 본체(110)의 단부 및 방전 기체 냉각부재(160)를 마감한다. 이때, 커버(170a, 170b) 중 일측 커버(170a)에는 장치에 고정될 수 있도록 브래킷(172)이 설치될 수 있다.
- [0048] 이와 같이 본 발명에 의한 저온 플라즈마 장치(100)의 작동 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0049] 먼저, 피처리물(A) 표면에 플라즈마(P)를 조사하기 위해 플라즈마 방전부재(130)의 방전 전극(132)에 고전압(±)을 인가시키면 유전체(120) 장벽 방전에 의해, 유전체(120) 내에서 반응 기체가 안정적으로 플라즈마 점화되고, 발생된 플라즈마는 노즐(138)의 토출구를 통하여 외부로 분사된다.
- [0050] 즉, 플라즈마(P) 조사를 위해 압축기에서 생성된 압축 방전 기체를 공급관(162a)을 통해 방전 기체 냉각부재(160)의 유입구(162)로 유입시키면 와류 형성부(163)의 안쪽측면에 접선방향으로 분사되면서 회오리바람과 같은 1차 와류를 형성하며, 몸체(161)의 내주면을 타고 돌면서 고온 방전 기체 배출구(164) 쪽으로 이동한다. 그리고 고온 방전 기체 배출구(164)에 설치된 조절밸브(165)를 통해 뜨거워진 공기가 일부 외부로 배출되고 배출되지 않은 나머지 공기는 다시 방향을 바꾸어 몸체(161)의 중심부를 따라 작은 2차 와류를 형성한 채 저온 방전 기체 배출구(166) 방향으로 역류한다. 다음으로, 2차 와류는 운동량을 잃어버려 온도가 저하되면서 저온의 방전 기체

가 저온 방전 기체 배출구(166)로 배출되고, 반대로 2차 와류로부터 운동량을 얻은 외곽의 1차 와류는 온도가 상승되면서 고온의 방전 기체가 고온 방전 기체 배출구(164)로 배출된다.

[0051] 다음으로, 저온 방전 기체 배출구(166)를 통해 배출된 저온의 방전 기체는 니플(150)을 통해 접속부재(140)의 제2 접속홀(144) 내부로 거쳐 유전체(120) 내부로 유동되면서 유전체(120) 내에서 반응 기체가 안정적으로 플라즈마 점화되고, 발생된 플라즈마는 노즐(138)의 토출구를 통하여 외부로 분사된다.

[0052] 따라서, 본원발명의 저온 플라즈마 장치(100)에 방전 기체 냉각부재(160)를 설치하게 되면 압축기에서 제공되는 압축공기의 압력이 4bar인 것으로 가정하였을 때 반응 기체의 온도가 40~70℃ 수준을 유지하지만, 방전 기체 냉각부재(160)를 사용하지 않는 경우 반응 기체의 온도가 150~200℃ 수준을 유지하게 된다.

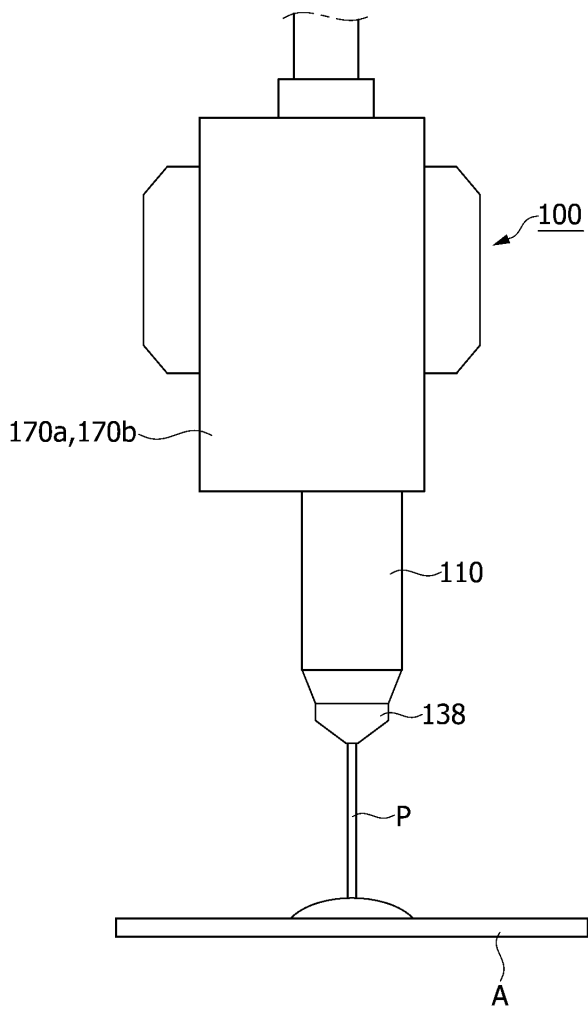
[0053] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

### 부호의 설명

[0054]	100: 저온 플라즈마 장치	110: 본체
	112: 그라운드 링	120: 유전체
	130: 플라즈마 방전부재	132: 방전 전극
	134: 팁	136: 스크류
	140: 접속부재	150: 니플
	160: 방전 기체 냉각부재	161: 몸체
	162: 유입구	163: 와류 형성부
	164: 고온 방전 기체 배출구	165: 조절밸브
	166: 저온 방전 기체 배출구	170a, 170b: 커버
	A: 피처리물	P: 플라즈마

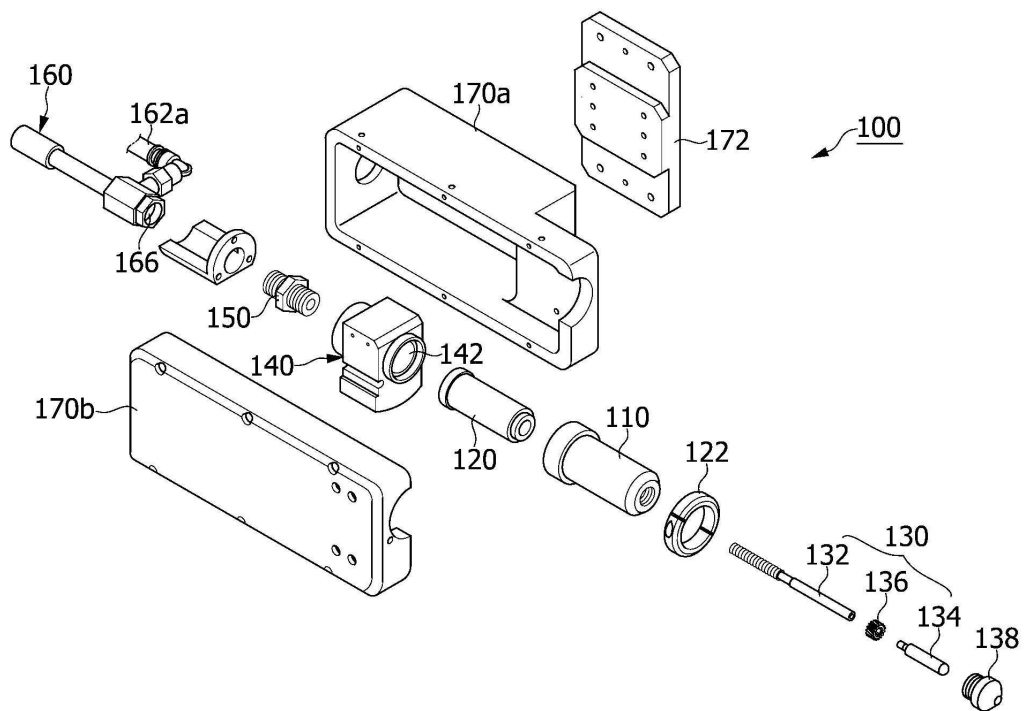
도면

도면1

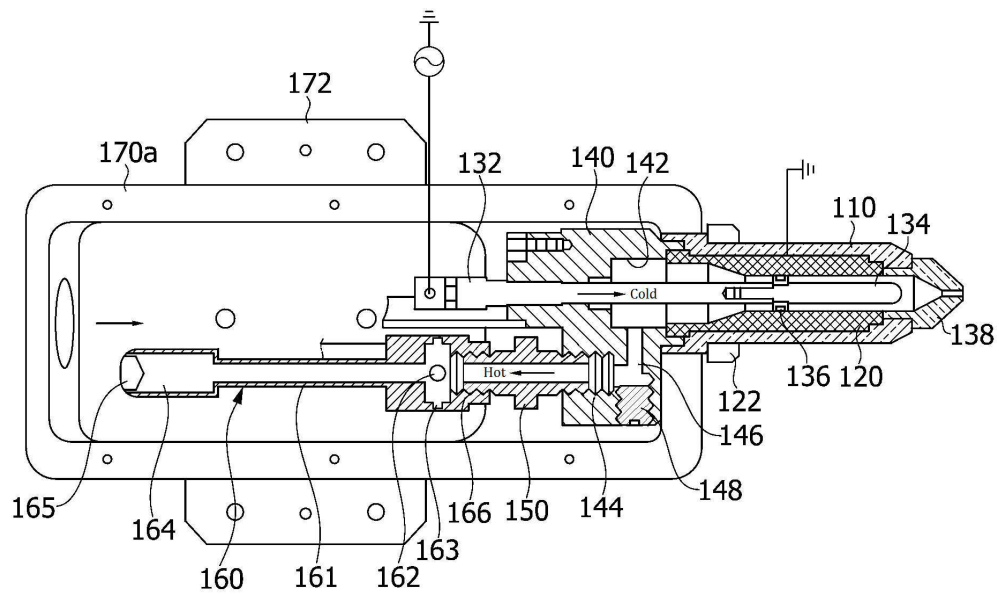




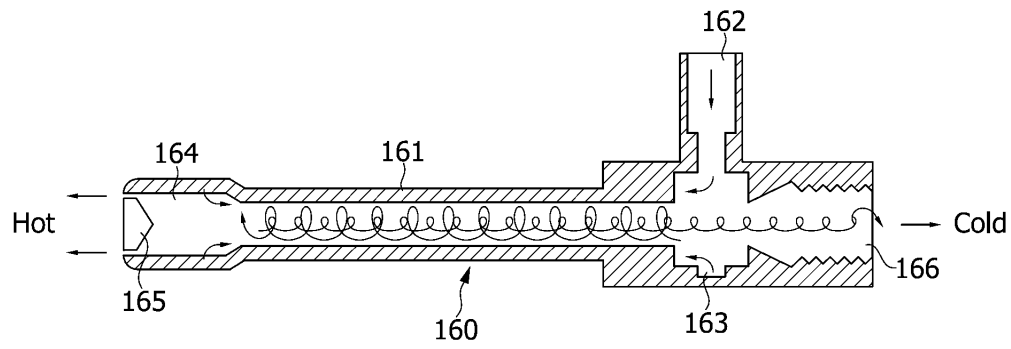
도면2



도면3



도면4



도면5

