



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월06일
(11) 등록번호 10-1027192
(24) 등록일자 2011년03월29일

(51) Int. Cl.

G21B 1/23 (2006.01) G21B 1/11 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0107655

(22) 출원일자 2008년10월31일

심사청구일자 2008년10월31일

(65) 공개번호 10-2010-0048475

(43) 공개일자 2010년05월11일

(56) 선행기술조사문헌

EP0975005 A2

JP2000124204 A

JP2000121456 A

KR1020070113697 A

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전 유성구 덕진동 150-1

(72) 발명자

오병훈

대전 유성구 어은동 한빛아파트 101동 101호

장두희

대전시 유성구 송강동 200-4 한마을아파트 110동 705호

서창석

대전시 유성구 봉명동 536-9 흥인오피스텔 1503호

(74) 대리인

특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 18 항

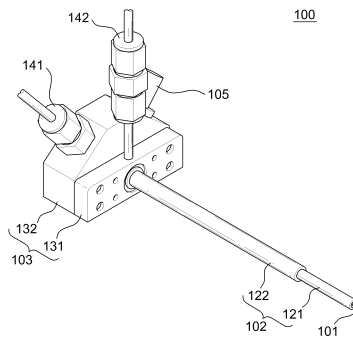
심사관 : 이용호

(54) 수냉식 정전 프로브 어셈블리 및 그 제조방법

(57) 요약

핵융합 장치에서 플라즈마를 진단할 수 있는 수냉식 정전 프로브 어셈블리 및 그 제조방법이 개시된다. 고온 고밀도 플라즈마 변수 측정이 가능한 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제조방법은, 냉각수의 유출을 위한 플랜지(flange)를 제공하는 단계, 상기 플랜지에 외관의 단부를 1차 브레이징(brazing)하여 접합하는 단계, 상기 플랜지를 관통하여 상기 외관 내부로 내관을 수용하되, 상기 외관의 단부에서 상기 내관의 일부가 노출되도록 수용시키는 단계, 상기 노출된 내관의 단부에 플라즈마와 접촉되는 프로브 팁을 접합하는 단계, 상기 프로브 팁 및 상기 내관의 일부를 수용하는 절연튜브를 제공하는 단계, 상기 프로브 팁과 상기 절연튜브 및 상기 절연튜브와 상기 외관을 2차 브레이징하여 접합하는 단계 및 상기 플랜지에 상기 내관에 냉각수를 공급하기 위한 급수 하우징을 제공하는 단계를 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

냉각수의 유출을 위한 플랜지(flange)를 제공하는 단계;
 상기 플랜지에 외관의 단부를 1차 브레이징(brazing)하여 접합하는 단계;
 상기 플랜지를 관통하여 상기 외관 내부로 내관을 수용하되, 상기 외관의 단부에서 상기 내관의 일부가 노출되도록 수용시키는 단계;
 상기 노출된 내관의 단부에 플라즈마와 접촉되는 프로브 팁을 접합하는 단계;
 상기 프로브 팁 및 상기 내관의 일부를 수용하는 절연튜브를 제공하는 단계;
 상기 프로브 팁과 상기 절연튜브 및 상기 절연튜브와 상기 외관을 2차 브레이징하여 접합하는 단계; 및
 상기 플랜지에 상기 내관에 냉각수를 공급하기 위한 급수 하우징을 제공하는 단계;
 를 포함하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 1차 브레이징 단계는 850 내지 950 ℃ 온도와 10^{-4} 내지 10^{-5} torr압력에서 진공 브레이징하는 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 2차 브레이징 단계는 750 내지 850 ℃ 온도와 10^{-4} 내지 10^{-5} torr압력에서 진공 브레이징하는 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 외관과 상기 절연튜브는 일정 길이 겹치기 접합(lab joint)하는 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 내관과 상기 외관은 스테인리스스틸 강 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 절연튜브는 세라믹 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 프로브 팁은 몰리브덴(Mo) 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로브 팁과 상기 내관은 용접에 의해 접합되는 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 급수 하우징은 스테인리스스틸 강 또는 MC-나일론(monomer cast nylon) 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제작방법.

청구항 10

플라즈마 내로 삽입되어 플라즈마 변수를 측정하는 프로브 팁;

단부에 상기 프로브 팁이 장착되고, 상기 프로브 팁의 냉각을 위한 냉각수의 유동이 가능하도록 내관과 외관이 동심축 상에 결합된 이중관 형태로 형성된 프로브 파트; 및

상기 프로브 파트에서 유출되는 냉각수를 유출시키도록 상기 프로브 파트 일단에 결합된 플랜지와 상기 플랜지에 장착되며 상기 내관 내부로 냉각수를 공급 가능하도록 상기 내관과 연결된 급수 하우징을 포함하는 하우징 파트;

를 포함하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로브 파트는,

상기 프로브 팁과 전기적으로 연결되고 내부로 냉각수가 유동되고, 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징까지 연장 형성된 내관;

상기 내관을 일부 수용하여 상기 내관과 이격된 사이로 냉각수의 유동이 가능하도록 형성되고, 일단이 상기 플랜지에 결합된 외관;

상기 외관에 수용되지 않은 상기 내관 및 상기 프로브 팁을 수용하며 상기 외관을 상기 내관 및 상기 프로브 팁과 절연시키는 제1 절연튜브; 및

상기 외관이 상기 플랜지와 결합되는 부분에서 상기 내관과 상기 외관 사이에 개재되며 상기 내관과 상기 외관을 절연시키는 제2 절연튜브;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로브 팁과 상기 제1 절연튜브 사이에는 상기 프로브 팁을 둘러싸도록 구비된 절연 재질로 형성된 스페이서가 구비된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 내관은 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징 내부를 통해 외부까지 연장되도록 벤딩된 벤딩부가 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 프로브 팁과 상기 내관 사이에는 상기 프로브 팁과 상기 내관을 전기적으로 연결하고 물리적으로 결합시키며, 상기 내관의 단부를 폐쇄하도록 캡 형태의 연결블록이 더 구비된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브

어셈블리.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 내관에서 상기 프로브 팁과 연결된 부분과 인접한 부분에는 상기 내관 내부의 냉각수를 상기 외관으로 유출시키는 냉각수홀이 형성된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 급수 하우징에는 상기 프로브 팁에서 측정된 전기신호를 검출하는 신호 커넥터가 구비되고,

상기 신호 커넥터는 상기 급수 하우징 내부에서 상기 내관과 전기적으로 연결된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 17

플라즈마 내로 삽입되어 플라즈마 변수를 측정하는 프로브 팁;

일 단부에는 상기 프로브 팁이 장착되고, 상기 프로브 팁과 전기적으로 연결되고 내부로 냉각수가 유동되는 내관과 상기 내관을 일부 수용하여 상기 내관과 이격된 사이로 냉각수의 유동이 가능하도록 형성된 외관이 동심축으로 결합된 이중관으로 형성되며, 상기 프로브 팁과 상기 내관 일부를 수용하는 절연튜브를 포함하는 프로브 파트; 및

상기 프로브 파트에서 유출되는 냉각수를 유출시키도록 상기 외관과 결합된 플랜지와 상기 내관 내부로 냉각수를 공급 가능하도록 상기 내관과 연결된 급수 하우징을 포함하는 하우징 파트;

를 포함하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 내관은 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징까지 연장 형성되며, 상기 급수 하우징으로 연장된 상기 내관 외측에는 절연 재질로 형성된 절연관이 더 구비된 것을 특징으로 하는 수냉식 정전 프로브 어셈블리.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마를 진단하는 프로브 장치에 관한 것으로서, 상세하게는 핵융합 장치의 플라즈마 진단을 위한 수냉식 정전 프로브(또는 랭뮤어 프로브) 어셈블리 및 그 제조방법을 제공하기 위한 것이다.

배경기술

[0002] 핵융합이라 함은 복수의, 통상적으로는 2개의 가벼운 핵이 서로 충돌하여 핵 사이의 강한 반발력을 극복하고 무거운 핵을 형성하는 현상 또는 과정을 말한다. 양성자로 인하여 양의 전하를 띤 핵들 사이에는 쿨롱의 힘이 작용하는 정전기적 척력이 작용하며, 핵들이 이러한 척력을 극복하고 중성자 등 소립자 간의 근거리력인 핵력이 작용할 수 있도록 충분히 근접하여야만 핵융합이 가능하다. 핵융합은 아주 높은 온도에서 전자와 핵(즉, 이온)이 분리된 채 고루 섞여 분포되어 있는 플라즈마 상태에서 이루어진다. 핵융합이 가능한 고온 플라즈마 상태는 매우 높은 온도를 요구하므로 현실적으로 불가능하다. 따라서 상온 핵융합 또는 저온 핵융합 방법 및 장치들의 실현을 위해 많은 노력이 투입되고 있으며 점차 그 가능성이 높아지고 있다. 이러한 상온 핵융합을 가능케 하는 방법으로서, 중력, 관성력을 이용하는 방법 등이 있으나, 현재까지는 전자기력을 이용하는 방법이 가장 유력하다.

[0003] 핵융합 장치 내의 경계 플라즈마(edge plasma) 또는 NBI(neutral beam injection) 가열장치용 플라즈마 내의

전자 온도, 전자 밀도, 이온밀도, 플라즈마 전위, 공간 전위 등 플라즈마 변수 측정을 위해서 가장 광범위하게 사용되는 것이 정전 프로브(electrostatic probe) 또는 랭뮤어 프로브(Langmuir probe)이다.

- [0004] 정전 프로브의 플라즈마 특성 측정원리는 외부에서 플라즈마에 탐침을 삽입하고 외부의 직류전원을 가변하여 측정한다. 이때, 탐침에 음전압이 인가되면 플라즈마 내의 양이온이 탐침으로 포집되어 이온에 의한 전류가 발생하게 되고, 탐침에 양전압이 인가되면 플라즈마 내의 전자들이 탐침으로 포집되어 전자에 의한 전류가 발생하게 된다. 그리고 이러한 이온에 의한 전류나 전자에 의한 전류는 전압 변화에 따라 일정 상태가 되면 포화상태가 되는데, 이온 전류를 이용한 이온의 밀도, 전자 전류를 이용한 전자의 밀도, 전자온도 및 플라즈마 전위 등을 계산할 수 있다.
- [0005] 그런데, 핵융합 장치의 플라즈마는 초고온 고밀도 상태이므로 이러한 상태의 플라즈마 변수를 측정하기 위해서는 정전프로브의 구조가 매우 복잡하고 높은 가공 정밀도를 요구한다. 특히, 핵융합 장치는 접근 공간이 매우 협소하므로 기존의 복잡한 구조의 정전 프로브를 핵융합 장치에 장착하는 것이 어려울 뿐만 아니라 협소한 공간에 맞춰서 정전 프로브를 제작하는 것도 사실상 어려운 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0006] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 고온 고밀도 플라즈마의 변수 측정이 가능한 구조가 간단하고 크기가 작으며 제작 및 조립이 용이한 프로브 어셈블리 및 그 제조방법을 제공하기 위한 것이다.
- [0007] 또한, 본 발명은 고온 고밀도 플라즈마의 변수 측정이 가능하도록 수냉 방식의 프로브 어셈블리 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0008] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따르면, 고온 고밀도 플라즈마 변수 측정이 가능한 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 제조방법은, 냉각수의 유출을 위한 플랜지(flange)를 제공하는 단계, 상기 플랜지에 외관의 단부를 1차 브레이징(brazing)하여 접합하는 단계, 상기 플랜지를 관통하여 상기 외관 내부로 내관을 수용하되, 상기 외관의 단부에서 상기 내관의 일부가 노출되도록 수용시키는 단계, 상기 노출된 내관의 단부에 플라즈마와 접촉되는 프로브 팁을 접합하는 단계, 상기 프로브 팁 및 상기 내관의 일부를 수용하는 절연 튜브를 제공하는 단계, 상기 프로브 팁과 상기 절연튜브 및 상기 절연튜브와 상기 외관을 2차 브레이징하여 접합하는 단계 및 상기 플랜지에 상기 내관에 냉각수를 공급하기 위한 급수 하우징을 제공하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0009] 실시예에서, 상기 1차 브레이징 단계는 850 내지 950 ℃ 온도와 10^{-4} 내지 10^{-5} torr압력에서 진공 브레이징한다. 또한, 상기 2차 브레이징 단계는 750 내지 850 ℃ 온도와 10^{-4} 내지 10^{-5} torr압력에서 진공 브레이징한다.
- [0010] 실시예에서, 상기 외관과 상기 절연튜브는 일정 길이 겹치기 접합(lab joint) 방식을 이용하여 결합시킨다.
- [0011] 실시예에서, 상기 내관과 상기 외관은 스테인리스스틸 강 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 절연튜브는 세라믹 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 프로브 팁은 몰리브덴(Mo) 재질로 형성될 수 있다. 또한, 상기 프로브 팁과 상기 내관은 용접에 의해 접합될 수 있다. 또한, 상기 급수 하우징은 스테인리스스틸 강 또는 MC-나일론(monomer cast nylon) 재질로 형성 될 수 있다.
- [0012] 한편, 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따르면, 고온 고밀도 플라즈마 변수 측정이 가능한 수냉식 정전 프로브 어셈블리는, 플라즈마 내로 삽입되어 플라즈마 변수를 측정하는 프로브 팁, 단부에 상기 프로브 팁이 장착되고, 상기 프로브 팁의 냉각을 위한 냉각수의 유동이 가능하도록 내관과 외관이 동심축 상에 결합된 이중관 형태로 형성된 프로브 파트 및 상기 프로브 파트에서 유출되는 냉각수를 유출시키도록 상기 프로브 파트 일단에 결합된 플랜지와 상기 플랜지에 장착되며 상기 내관 내부로 냉각수를 공급 가능하도록 상기 내관과 연결된 급수 하우징을 포함하는 하우징 파트를 포함하여 이루어진다.
- [0013] 실시예에서, 상기 프로브 파트는, 상기 프로브 팁과 전기적으로 연결되고 내부로 냉각수가 유동되고, 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징까지 연장 형성된 내관, 상기 내관을 일부 수용하여 상기 내관과 이격된 사이로 냉각수의 유동이 가능하도록 형성되고, 일단이 상기 플랜지에 결합된 외관, 상기 외관에 수용되지 않은 상기 내

관 및 상기 프로브 팁을 수용하며 상기 외관을 상기 내관 및 상기 프로브 팁과 절연시키는 제1 절연튜브 및 상기 외관이 상기 플랜지와 결합되는 부분에서 상기 내관과 상기 외관 사이에 개재되며 상기 내관과 상기 외관을 절연시키는 제2 절연튜브를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0014] 실시예에서, 상기 프로브 팁과 상기 제1 절연튜브 사이에는 상기 프로브 팁을 둘러싸도록 구비된 절연 재질로 형성된 스페이서가 구비될 수 있다.
- [0015] 실시예에서, 상기 내관은 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징 내부를 통해 외부까지 연장되도록 벤딩된 벤딩부가 형성될 수 있다. 그리고 상기 프로브 팁과 상기 내관 사이에는 상기 프로브 팁과 상기 내관을 전기적으로 연결하고 물리적으로 결합시키며, 상기 내관의 단부를 폐쇄하도록 캡 형태의 연결블록이 구비될 수 있다.
- [0016] 실시예에서, 상기 내관에서 상기 프로브 팁과 연결된 부분과 인접한 부분에는 상기 내관 내부의 냉각수를 상기 외관으로 유출시키는 냉각수홀이 형성될 수 있다.
- [0017] 실시예에서, 상기 급수 하우징에는 상기 프로브 팁에서 측정된 전기신호를 검출하는 신호 커넥터가 구비되고, 상기 신호 커넥터는 상기 급수 하우징 내부에서 상기 내관과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0018] 한편, 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예들에 따르면, 고온 고밀도 플라즈마 변수 측정이 가능한 수냉식 정전 프로브 어셈블리는, 플라즈마 내로 삽입되어 플라즈마 변수를 측정하는 프로브 팁, 일 단부에는 상기 프로브 팁이 장착되고, 상기 프로브 팁과 전기적으로 연결되고 내부로 냉각수가 유동되는 내관과 상기 내관을 일부 수용하여 상기 내관과 이격된 사이로 냉각수의 유동이 가능하도록 형성된 외관이 동심축으로 결합된 이중관으로 형성되며, 상기 프로브 팁과 상기 내관 일부를 수용하는 절연튜브를 포함하는 프로브 파트 및 상기 프로브 파트에서 유출되는 냉각수를 유출시키도록 상기 외관과 결합된 플랜지와 상기 내관 내부로 냉각수를 공급 가능하도록 상기 내관과 연결된 급수 하우징을 포함하는 하우징 파트를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0019] 실시예에서, 상기 내관은 상기 플랜지를 관통하여 상기 급수 하우징까지 연장 형성되며, 상기 급수 하우징으로 연장된 상기 내관 외측에는 절연 재질로 형성된 절연관이 더 구비된다.

효 과

- [0020] 이상에서 본 바와 같이, 본 발명에 따르면, 첫째, 고온 고밀도 플라즈마의 변수 측정이 가능한 수냉 방식의 정전 프로브 어셈블리를 제조할 수 있다.
- [0021] 둘째, 수냉식 정전 프로브 어셈블리의 구조를 단순화시키고 제작 및 조립이 용이하며, 좁은 공간에서도 정전 프로브 어셈블리의 장착 및 사용이 용이하다.
- [0022] 셋째, 핵융합 장치 내의 경계 플라즈마(edge plasma) 변수 측정 및 NBI(neutral beam injection) 가열장치용 소스의 플라즈마 변수 측정뿐만 아니라, 고밀도 고온의 산업용 플라즈마 발생장치(예를 들어, ECR(electron cyclotron resonance) 소스, RF(radio frequency) 소스, helicon 플라즈마 소스 등에서 플라즈마 변수를 측정하는 데도 사용 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략될 수 있다.
- [0024] 이하, 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 고온 고밀도 플라즈마 변수 측정을 위한 수냉식 정전 프로브 어셈블리 및 그 제조방법에 대해 상세하게 설명한다. 참고적으로 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브 어셈블리의 사시도이고, 도 2는 도 1의 프로브 어셈블리의 후면도이다. 도 3은 도 2의 프로브 어셈블리에서 I-I 선에 따른 측단면도이고, 도 4는 도 3에서 하우징 파트의 요부 확대 단면도이고, 도 5는 도 3에서 프로브 팁의 요부 확대 단면도이다.
- [0025] 여기서, 본 발명에서 플라즈마 변수라 함은 플라즈마 내의 전자 온도, 전자 밀도, 이온밀도, 플라즈마 전위, 공간 전위 등의 특성을 말한다.

- [0026] 도면을 참조하면, 수냉식 정전 프로브 어셈블리(water cooled electrostatic probe assembly)(100) 또는 랭뮤어 프로브 어셈블리(Langmuir probe assembly)는 크게 프로브 팁(101), 프로브 파트(102) 및하우징 파트(103)로 이루어진다.
- [0027] 상기 프로브 팁(101)은 플라즈마 내로 투입되어 플라즈마의 변수를 측정하는 부분으로써 플라즈마의 변수 측정을 위해 전자 또는 이온이 포집될 수 있으며, 상기 프로브 팁(101)에서 측정된 특성을 전기적으로 상기 프로브 파트(102)로 전달이 가능한 전도체 재질로 형성된다. 예를 들어, 상기 프로브 팁(101)은 몰리브덴(Mo) 재질로서 소정 직경 및 길이를 갖는 와이어 형태로 형성된다. 또는, 상기 프로브 팁(101)은 텅스텐이나 흑연(graphite)과 같은 전도체 재질도 사용 가능하다.
- [0028] 상기 프로브 파트(102)는 상기 프로브 팁(101)을 플라즈마 내로 투입하기 위한 부분으로써, 일 단부에는 상기 프로브 팁(101)이 장착되고 타 단부는 상기 하우징 파트(103)에 결합되어 플라즈마 내로 상기 프로브 팁(101)을 삽입할 수 있도록 소정 길이로 길게 형성되며, 상기 프로브 팁(101)의 냉각을 위한 냉각수의 유동이 가능하도록 이중관 형태로 형성된다. 또한, 상기 프로브 파트(102)에서 상기 프로브 팁(101)으로부터 소정 거리 인접한 위치까지는 실질적으로 플라즈마 내로 삽입되어 플라즈마와 접촉되는 부분이므로 플라즈마에 의해 손상되는 것을 방지하고 상기 프로브 팁(101)에서 플라즈마 변수 측정에 영향을 미치지 않는 절연재질이 구비되는 것이 바람직하다.
- [0029] 상세하게는, 상기 프로브 파트(102)는 상기 프로브 팁(101)과 전기적으로 연결되며 내부로 냉각수가 유동하는 내관(123)과 상기 내관(123)의 일부를 수용하는 외관(122) 및 상기 외관(122)의 단부에 구비되며 상기 내관(123) 일부와 상기 프로브 팁(101)을 수용하는 제1 절연튜브(121)를 포함하여 구성된다.
- [0030] 상기 내관(123)은 상기 프로브 파트(102)로 냉각수를 공급하는 유로가 되며, 동시에, 상기 프로브 팁(101)에서 측정되는 플라즈마 변수를 전달하는 신호선이 된다. 여기서, 상기 내관(123)은 상기 프로브 팁(101)과 전기적으로 연결되어 상기 프로브 팁(101)에서 측정된 플라즈마 변수를 전달할 수 있도록 전도체 재질로 형성된다. 예를 들어, 상기 내관(123)은 스테인리스스틸 강(SUS 강)으로 형성된다.
- [0031] 특히, 상기 내관(123)은 상기 하우징 파트(103)를 관통하여 외부까지 연장 형성된다. 예를 들어, 도 3 또는 도 4에 도시한 바와 같이, 상기 내관(123)은 상기 하우징 파트(103)의 플랜지(131)를 관통하여 급수 하우징(132) 내부로 연장되며, 상기 급수 하우징(132) 외부까지 연장 가능하도록 상기 급수 하우징(132) 내부에서 소정의 각도 및 곡률 반경으로 벤딩된 벤딩부(232)가 형성된다. 그러나 상기 내관(123) 및 상기 벤딩부(232)의 형태가 도면에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 하우징 파트(103)의 형태에 따라 실질적으로 다양하게 변경 가능하다.
- [0032] 상기 하우징 파트(103)에 대해서는 하기에서 상세하게 설명한다.
- [0033] 상기 외관(122)은 상기 내관(123) 일부를 수용하되 상기 내관(123)과 소정 간격 이격되어 그 내부로 냉각수가 유동 가능하도록 상기 내관(123)과 동심축 상에서 결합되고, 일 단부가 상기 플랜지(131)에 결합된다. 상기 내관(123)의 외주면과 상기 외관(122)의 내주면 사이로 냉각수가 유동될 수 있도록 상기 외관(122)의 내경이 상기 내관(123)의 외경에 비해 충분히 크게 형성된다. 예를 들어, 상기 외관(122)은 스테인리스스틸 강(SUS 강)으로 형성된다.
- [0034] 한편, 상기 내관(123)에서 상기 외관(122)으로 냉각수가 유출되어 유동하기 위해서는 상기 내관(123)의 일측에 상기 내관(123)을 관통하여 상기 내관(123)과 상기 외관(122)을 연통시키는 냉각수홀(231)이 형성되고, 상기 내관(123)의 단부가 폐쇄된다. 상기 프로브 파트(102)는 상기 프로브 팁(101)까지 냉각수가 효과적으로 공급되어 순환할 수 있도록, 상기 내관(123)과 상기 프로브 팁(101)이 연결되는 상기 내관(123)의 단부에 상기 냉각수홀(231)이 형성된다. 그리고 상기 내관(123)의 단부에는 상기 내관(123)을 폐쇄시킴과 더불어 상기 내관(123)과 상기 프로브 팁(101)을 전기적으로 연결시키는 연결블록(111)이 구비된다.
- [0035] 상기 연결블록(111)은 상기 내관(123)의 단부에 결합되어 상기 내관(123)의 단부를 폐쇄 가능한 캡(cap) 형태를 갖는다. 또한, 상기 연결블록(111)은 상기 내관(123)과 상기 프로브 팁(101)을 전기적으로 연결시킬 수 있는 재질로 형성되어 상기 프로브 팁(101)과 결합되며, 예를 들어, 상기 프로브 팁(101)과 동일한 재질로 형성되고 상기 내관(123)에 용접(165)에 의해 결합된다. 상기 내관(123)과 상기 연결블록(111)의 용접 부분은 도 5에서 도면부호 165로 표기하였다. 여기서, 상기 프로브 팁(101)과 상기 연결블록(111)은 용접에 의해 결합되거나 일체로 형성되는 것도 가능하다.
- [0036] 상기 제1 절연튜브(121)는 상기 프로브 팁(101) 및 상기 외관(122)에 수용되지 않은 부분의 상기 내관(123)을

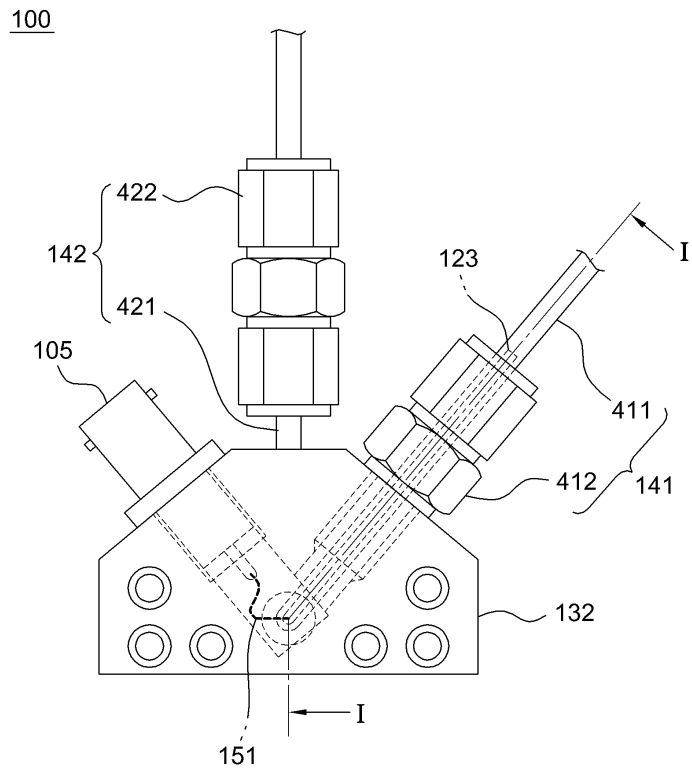
수용하며, 상기 외관(122)과 결합된다. 즉, 상기 제1 절연튜브(121)는 플라즈마 내에서 상기 프로브 파트(102) 및 상기 프로브 팁(101)을 보호하고, 더불어 상기 프로브 팁(101)의 측정 결과에 영향이 미치는 것을 차단시킨다. 예를 들어, 상기 제1 절연튜브(121)는 세라믹 재질로 형성된다.

- [0037] 여기서, 상기 제1 절연튜브(121)의 길이는 도면에 의해 한정되는 것은 아니며 상기 프로브 팁(101) 및 상기 프로브 파트(102)가 플라즈마 내로 삽입될 길이에 따라 실질적으로 다양한 길이를 가질 수 있다.
- [0038] 상기 외관(122)이 상기 플랜지(131)에 결합된 부분에도 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이의 절연을 위한 제2 절연튜브(124)가 개재된다. 예를 들어, 상기 제2 절연튜브(124)는 세라믹 재질로 형성된다. 또한, 상기 제2 절연튜브(124)의 단부가 상기 외관(122)의 단부와 동일한 평면 상에서 상기 플랜지(131)에 결합되도록 형성될 수 있다.
- [0039] 그리고 상기 제2 절연튜브(124)는 냉각수가 상기 하우징 파트(103)로 유출될 수 있도록 상기 내관(123)과 상기 제2 절연튜브(124) 사이에 소정의 간극이 형성될 수 있다. 여기서, 상기 제2 절연튜브(124)는 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이에 개재되며, 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이의 간격을 일정하기 유지시킬 수 있도록 상기 제1 절연튜브(121)와 동일한 두께를 가질 수 있다. 또는, 상기 제1 절연튜브(121)가 상기 외관(122)과 겹쳐지는 부분의 두께와 동일한 두께를 가질 수 있다.
- [0040] 한편, 상기 프로브 팁(101)은 상기 제1 절연튜브(121)의 내경보다 실질적으로 작은 직경을 갖는 와이어 형태를 가지므로, 상기 프로브 팁(101)이 상기 제1 절연튜브(121) 내부에 수용되었을 때 상기 제1 절연튜브(121)와 상기 프로브 팁(101) 사이에는 공간이 형성되는데, 상기 프로브 팁(101)의 위치를 고정시키기 위한 스페이서(112)가 구비된다. 상기 스페이서(112)는 상기 제1 절연튜브(121)의 내주면과 상기 프로브 팁(101)의 외주면 사이에 구비되어 상기 프로브 팁(101)의 위치를 유지 및 고정시킨다. 예를 들어, 상기 스페이서(112)는 상기 제1 절연튜브(121)와 상기 프로브 팁(101) 사이의 공간을 채우는 링 형태를 가지며, 상기 프로브 팁(101)은 상기 스페이서(112)의 중앙을 관통하여 외부로 연장된다. 또한, 상기 스페이서(112)는 상기 프로브 팁(101)의 절연을 위한 절연 재질로 형성되며, 상기 제1 절연튜브와 같이 세라믹 재질로 형성된다.
- [0041] 여기서, 상기 프로브 팁(101)과 상기 제1 절연튜브(121) 및 상기 스페이서(112)는 진공 기밀 유지와 단락 및 분리를 방지할 수 있도록 진공 브레이징을 이용하여 결합된다.
- [0042] 또한, 상기 외관(122)과 상기 제1 절연튜브(121) 역시 진공 기밀 유지와 단락 및 분리를 방지할 수 있도록 진공 브레이징을 이용하여 결합되며, 특히, 상기 제1 절연튜브(121)는 상기 외관(122)과 소정 길이 겹쳐진 상태(겹치기 접합(lab joint))로 결합된다. 상기 외관(122)과 상기 제1 절연튜브(121)가 겹치기 접합되고, 특히, 상기 외관(122)이 일정 길이 이상의 길이로 형성되므로, 상기 외관(122) 및 상기 제1 절연튜브(121)의 브레이징 후에도 높은 충격에 견딜 수 있는 구조를 갖는다.
- [0043] 상기 하우징 파트(103)는 상기 프로브 파트(102)로 냉각수를 공급하는 급수 커넥터(141)와 상기 프로브 파트(102)에서 유출되는 냉각수를 유출시키는 유출 커넥터(142)를 포함하고, 상기 프로브 파트(102)와 상기 급수 및 유출 커넥터(142)를 연결시킨다. 또한, 상기 하우징 파트(103)는 상기 프로브 파트(102)를 통해 상기 프로브 팁(101)에서 측정된 플라즈마 변수를 외부의 계측기기(미도시)로 전달하기 위한 신호 커넥터(105)가 구비된다.
- [0044] 본 발명에 따르면 상기 하우징 파트(103)는 상기 급수 커넥터(141)와 상기 유출 커넥터(142)가 서로 분리된 구성 요소에 구비된다. 예를 들어, 상기 하우징 파트(103)는 상기 급수 커넥터(141)가 구비된 급수 하우징(132)과 상기 유출 커넥터(142)가 구비된 플랜지(131)가 서로 결합되어 이루어지고, 상기 신호 커넥터(105)는 상기 급수 하우징(132)에 구비된다.
- [0045] 상기 플랜지(131)는 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이에서 유출되는 냉각수가 상기 유출 커넥터(142)로 유입되도록 상기 외관(122)의 단부가 결합되고, 유출되는 냉각수를 상기 유출 커넥터(142)로 유입시키는 유출홀(311)이 형성된다. 예를 들어, 상기 플랜지(131)는 스테인리스스틸 강으로 형성되고, 상기 플랜지(131)와 상기 외관(122)은 진공 기밀 유지와 단락 및 분리를 방지할 수 있도록 진공 브레이징을 이용하여 결합된다.
- [0046] 상기 유출 커넥터(142)는 상기 유출홀(311)에 구비된 유출관(421)과 상기 유출관(421)을 상기 플랜지(131)에 결합시키는 커넥터 피팅부(422)로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 유출관(421)은 스테인리스스틸 강으로 형성되며, 상기 플랜지(131)에 용접에 의해 접합될 수 있다. 미설명 도면부호 164는 상기 유출관(421)과 상기 플랜지(131)의 접합부를 나타낸다.
- [0047] 상기 급수 하우징(132)은 상기 플랜지(131)에 결합되며 상기 내관(123)은 상기 플랜지(131)를 관통하여 상기 급

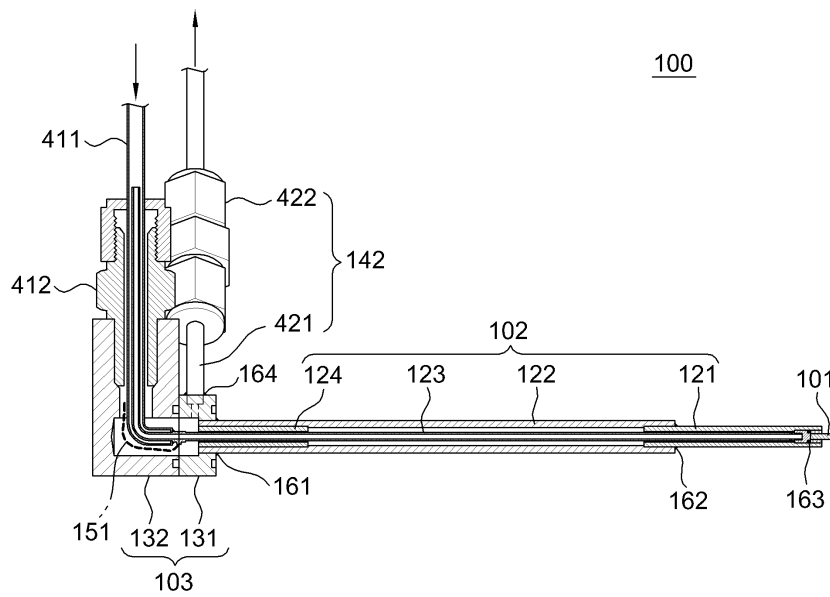
수 하우징(132)으로 연결된다. 예를 들어, 상기 급수 하우징(132)은 스테인리스스틸 강 또는 MC-나일론(monomer cast nylon) 재질로 형성되고, 상기 급수 하우징(132)과 상기 플랜지(131)는 체결부재에 의해 체결되거나 용접 등의 방식으로 결합된다.

- [0048] 상기 급수 하우징(132) 내부에는 상기 내관(123)의 벤딩부(232)가 수용되는 프로브 수용부(321)가 형성되고, 상기 내관(123)과 상기 신호 커넥터(105)를 전기적으로 연결하는 신호선(151)이 구비된다.
- [0049] 여기서, 상기 내관(123)은 상기 프로브 팁(101)에서 측정되는 플라즈마 변수를 전달하는 신호 선이 되므로, 상기 내관(123)과 상기 급수 하우징(132) 및 상기 급수 커넥터(141)를 서로 절연시키기 위한 절연관(411)이 구비된다. 상기 절연관(411)은 절연 재질로 형성되며, 상기 내관(123) 둘레를 감싸는 관 형태로 형성되어 상기 내관(123)이 상기 급수 하우징(132)으로 연장된 부분 전체를 감싸도록 형성된다. 여기서 상기 절연관(411)은 상기 내관(123)의 외주면에 밀착 구비되거나 상기 내관(123)보다 큰 직경을 갖고 상기 내관(123)의 외주면에서 소정 간격 이격되게 구비될 수 있다.
- [0050] 상기 급수 커넥터(141)는 상기 급수 하우징(132)으로 연장된 내관(123) 및 상기 절연관(411)과 상기 절연관(411)을 상기 급수 하우징(132)에 결합시키는 커넥터 피팅부(412)로 이루어질 수 있다.
- [0051] 상기 신호 커넥터(105)는 상기 급수 하우징(132)에 결합되어 상기 프로브 팁(101)에서 측정된 플라즈마 변수를 측정하는 계측기기 또는 이러한 계측기기와 상기 프로브 어셈블리(100)를 결합시키는 커넥터(예를 들어, BNC 커넥터(Bayonet Neil-Concelman connector))가 구비될 수 있다.
- [0052] 한편, 상기 급수 커넥터(141)와 상기 신호 커넥터(105)는 상기 급수 하우징(132)의 중심축을 기준으로 양측으로 소정 각도 경사지게 배치된다. 예를 들어, 상기 급수 커넥터(141)와 상기 신호 커넥터(105)는 상기 중심축에서 좌우로 40° 방향으로 경사지게 형성되고, 상기 유출 커넥터(142)는 상기 급수 커넥터(141)와 상기 신호 커넥터(105)의 사이, 즉 상기 중심축 방향을 따라 형성된다.
- [0053] 본 실시예와 같이, 상기 급수 커넥터(141)와 상기 유출 커넥터(142) 및 상기 신호 커넥터(105)를 서로 어긋나게 배치함으로써 상기 급수 커넥터(141)와 상기 유출 커넥터(142) 및 상기 신호 커넥터(105) 사이의 간섭을 방지하고, 또한, 상기 하우징 파트(103)의 크기를 줄이고 상기 하우징 파트(103) 내부에서 상기 내관(123) 및 상기 신호선(151)의 길이를 단축시켜서 상기 하우징 파트(103)의 구조를 단순화시키는 장점이 있다.
- [0054] 상기 수냉식 정전 프로브 어셈블리(100)에서 냉각수의 유동을 살펴보면, 상기 급수 하우징(132)에서 상기 급수 커넥터(141)를 통해 상기 내관(123)의 내부로 공급된 냉각수는 상기 프로브 파트(102)의 길이 방향을 따라 상기 프로브 팁(101)까지 유동하면서 상기 프로브 팁(101)을 냉각시키고, 상기 내관(123) 단부의 상기 냉각수홀(231)을 통해 상기 외관(122)으로 유출된다. 그리고 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이의 간격을 따라 상기 플랜지(131)에서 상기 유출홀(311)을 통해 유출된다.
- [0055] 그리고 상기 프로브 팁(101)에서 측정된 플라즈마 변수는 상기 내관(123) 및 상기 내관(123)과 연결된 상기 신호선(151)을 통해 상기 신호 커넥터(105)로 전달되고, 상기 신호 커넥터(105)에 연결되는 계측장치(미도시)에서 측정된다.
- [0056] 그러나 상기 플랜지(131) 및 상기 급수 하우징(132)의 형태와 재질이 도면에 의해 한정되는 것은 아니며 용도에 따라 실질적으로 다양한 형태 및 재질로 형성될 수 있다.
- [0057] 이하, 상술한 바와 같은 구조를 갖는 수냉식 정전 프로브 어셈블리(100)의 제조방법에 대해 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0058] 우선, 상기 플랜지(131)에 상기 외관(122)을 접합시킨다. 여기서, 상기 외관(122)과 상기 플랜지(131)는 1차 브레이징에 의해 접합된다. 예를 들어, 상기 1차 브레이징 단계는 850 내지 950 °C 온도와 10^{-4} 내지 10^{-5} torr 압력 조건에서 상기 플랜지(131)와 상기 외관(122)을 진공 브레이징함으로써 상기 플랜지(131)와 상기 외관(122) 사이의 진공 기밀 유지와 단락 및 분리를 방지한다. 상기 외관(122)과 상기 플랜지(131)의 브레이징부(161)는 도 3 또는 도 4에서 161로 표기하였다.
- [0059] 한편, 상기 외관(122)이 상기 플랜지(131)와 결합된 부분에는 상기 외관(122)과 상기 내관(123) 사이의 절연 및 간격 유지를 위한 제2 절연튜브(124)가 개재된다. 상기 제2 절연튜브(124)는 상기 외관(122)과 동일하게 상기 플랜지(131)에 접합된다.
- [0060] 다음으로, 상기 외관(122) 내부로 상기 내관(123)을 수용하되, 상기 외관(122)의 단부에서 일정 길이 외측으로

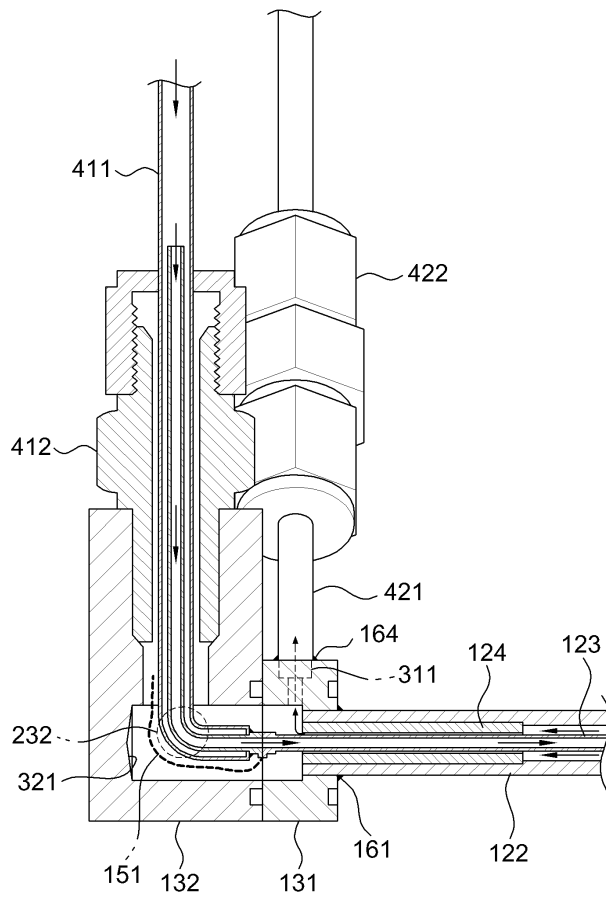
도면2



도면3



도면4



도면5

