



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월08일
 (11) 등록번호 10-1188663
 (24) 등록일자 2012년09월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21B 1/11 (2006.01) **G01Q 60/50** (2010.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0046917
 (22) 출원일자 2010년05월19일
 심사청구일자 2010년05월19일
 (65) 공개번호 10-2011-0127437
 (43) 공개일자 2011년11월25일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020080069349 A*
 KR1020090093181 A
 KR1020100048475 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기초과학지원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)
 (72) 발명자
박준교
 대전광역시 유성구 어은로 57, 102동 501호 (어은동, 한빛아파트)
이상곤
 대전광역시 유성구 엑스포로 448, 404동 301호 (전민동, 엑스포아파트)
 (74) 대리인
함현경

전체 청구항 수 : 총 6 항

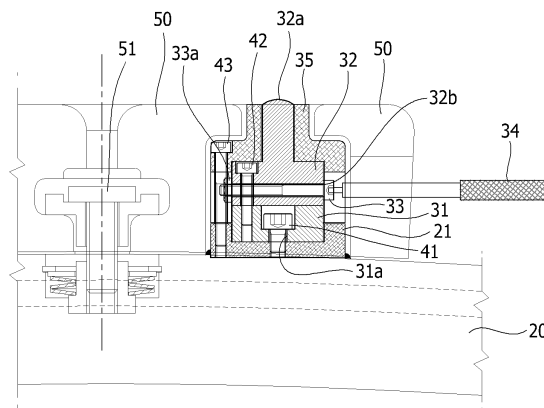
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 플라즈마 탐침 조립체

(57) 요약

본 발명에 따른 플라즈마 탐침 조립체는 토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치된 고정 프레임의 고정용 지지부재에 착탈 가능하게 설치되며, 플라즈마에 노출되어 플라즈마의 물리변수를 감지하는 노출부를 구비한 탐침 유닛; 및 상기 고정 프레임에 설치되어 상기 플라즈마로부터 상기 탐침 유닛의 노출부를 제외한 나머지를 차폐시키는 차폐부재를 포함하며, 상기 탐침 유닛은 상기 고정용 지지부재에 제 1 체결 부재에 의해 착탈 가능하게 설치되는 절연 지지부재; 상기 절연 지지부재에 제 2 체결 부재를 통해 착탈 가능하게 설치되며, 상기 노출부를 구비한 탐침 몸체; 및 상기 탐침 몸체에 연결되며, 상기 차폐부재를 통해 외부로 인출되는 신호선을 포함한다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0082718 (PG0917)

부처명 핵융합 연구 개발사업

연구사업명 KSTAR 활용 고도화 기반 연구

연구과제명 KSTAR 경계플라즈마 진단을 위한 전기탐침 시스템 개발

주관기관 국가핵융합연구소

연구기간 2009년 06월 01일 - 2010년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치된 고정 프레임의 고정용 지지부재에 착탈 가능하게 설치되며, 플라즈마에 노출되어 플라즈마의 물리변수를 감지하는 노출부를 구비한 탐침 유닛; 및

상기 고정 프레임에 설치되어 상기 플라즈마로부터 상기 탐침 유닛의 노출부를 제외한 나머지 부분을 차폐시키는 차폐부재를 포함하며,

상기 탐침 유닛은,

상기 고정용 지지부재에 제 1 체결 부재에 의해 착탈 가능하게 설치되는 절연 지지부재;

상기 절연 지지부재에 제 2 체결 부재를 통해 착탈 가능하게 설치되며, 상기 노출부를 구비한 탐침 몸체; 및

상기 탐침 몸체에 연결되며, 상기 차폐부재를 통해 외부로 인출되는 신호선을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탐침 유닛은,

상기 노출부를 제외한 상기 탐침 몸체의 상부를 덮은 상태에서 상기 고정용 지지부재에 제 3 체결부재에 의해 착탈 가능하게 설치된 절연 커버부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 3

제2항에 있어서,

일단에는 신호선이 연결되는 신호선 연결부재를 더 포함하며,

상기 신호선 연결부재는 상기 탐침 몸체와 전기적으로 연결되도록 상기 탐침 몸체에 착탈 가능하게 설치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 탐침 몸체에는 상기 신호선 연결부재가 삽입되는 신호선 체결공이 형성되며,

상기 신호선 연결부재는 상기 신호선 체결공에 삽입된 상태로 체결 너트에 의해 체결되어 상기 탐침 몸체에 결합되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 5

플라즈마를 일정 공간에 구속하기 위한 자기장이 형성된 토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치되는 고정 프레임의 고정용 지지부재에 착탈 가능하게 설치되며, 플라즈마에 노출되어 플라즈마의 물리변수를 감지하는 노출부를 구비한 복수의 탐침 유닛을 포함하고,

상기 복수의 탐침 유닛은 상기 자기장의 자력선에 수직한 방향으로 상호 이격되게 배치되며, 상기 자력선 방향으로 상호 이격되게 배치되고,

상기 복수의 탐침 유닛은 상기 자력선에 수직한 방향을 따라 지그재그 형태로 배치되며,

상기 고정용 지지부재에 설치되어 상기 플라즈마로부터 상기 각 탐침 유닛의 노출부를 제외한 나머지 부분을 차폐시키는 차폐부재를 포함하되,

상기 각 탐침 유닛은,

상기 고정용 지지부재에 제 1 체결 부재에 의해 착탈 가능하게 설치되는 절연 지지부재;

상기 절연 지지부재에 제 2 체결 부재를 통해 착탈 가능하게 설치되며, 상기 노출부를 구비한 탐침 몸체;

상기 탐침 몸체에 전기적으로 연결되는 신호선; 및

상기 노출부를 제외한 상기 탐침 몸체의 상부를 덮은 상태에서 상기 고정용 지지부재에 제 3 체결부재에 의해 착탈 가능하게 설치된 절연 커버부재를 포함하며,

상기 신호선은 상기 차폐부재를 통해 외부로 인출되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 각 탐침 유닛은 일단에는 상기 신호선이 연결되는 신호선 연결부재를 더 포함하며,

상기 신호선 연결부재가 상기 탐침 몸체를 관통한 상태로 상기 신호선 연결부재의 타단에 체결 너트가 체결되어 상기 신호선 연결부재가 상기 탐침 몸체에 착탈 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 탐침 조립체.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 토카막 장치의 내부에 형성된 플라즈마의 물리변수를 검출하기 위한 플라즈마 탐침 조립체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 핵융합이란 복수의, 통상적으로는 2개의 가벼운 핵이 서로 충돌하여 핵 사이의 강한 반발력을 극복하고 무거운 핵을 형성하도록 하는 현상 또는 과정을 말한다. 핵융합을 진행하는 과정에 있어서, 양성자로 인하여 양의 전하를 띤 핵들 사이에는 쿨롱의 힘이라 불리는 정전기적 척력이 작용하며, 핵들이 이러한 척력을 극복하고 중성자 등 소립자 간의 근거리력인 핵력이 작용할 수 있도록 충분히 근접하여야만 핵융합이 가능하다. 이러한 핵융합은 아주 높은 온도에서 전자와 핵(즉, 이온)이 분리된 채 고루 섞여 분포되어 있는 플라즈마 상태에서 이루어지는 것이 일반적이다.

[0003] 핵융합이 가능한 고온 플라즈마 상태는 매우 높은 온도를 요구하므로 현실적으로 그러한 고온 상태를 구현하는 것은 많은 어려움이 있으며, 따라서 이러한 핵융합 실현을 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 핵융합을 가능케 하는 방법 중에 하나로서 전자기력을 이용하는 방법이 있다. 상기 전자기력을 이용하는 방법에서는 대전 입자를 가두는 감금시간, 즉 플라즈마 상태의 지속시간을 늘릴수록 핵융합 반응의 가능성이 높아진다. 이때, 플라즈마가 핵융합 반응을 일으키기 위한 시간보다 감금시간이 더 길어야 하며, 이에 따라, 얼마나 큰 플라즈마가 얼마나 오랫동안 핵융합 반응로 내에 있어야 하는지가 중요한데, 현재 플라즈마의 밀폐상태를 지속하기 위한 장치 및 방법으로서 토카막 장치가 있다

[0004] 플라즈마의 밀폐시간을 연장하기 위해, 즉, 핵융합 반응의 확률을 높이기 위해, 현재 활발히 연구 중에 있는 것이 토카막 장치이다. 즉, 토카막이란 핵융합 때 물질의 제4상태인 플라즈마 상태로 변하는 핵융합 발전용 연료 기체를 담아두는 용기(容器)를 말한다. 일반적으로 핵융합 반응을 일으키기 위해서는 온도가 1억℃, 이온밀도 1cm³당 100조(兆) 개 정도의 초고온 플라즈마를 약 1초 동안 일정한 용기 속에 밀폐해 둘 필요가 있다. 이때 용기에 플라즈마가 닿으면 용기가 녹아버리므로, 플라즈마를 강한 자기장에 의해 용기 중앙부의 공간에 띄우는 것을 생각하게 되었다. 이것이 플라즈마 밀폐장치인데, 도너츠 모양을 한 진공용기 주위에 코일을 감고, 이 코일을

이 만드는 강한 자기장과 용기 중심부에 있는 플라즈마에 전류를 발생시켜 플라즈마를 안정적으로 밀폐하는 것이다.

[0005] 토카막은 1950년대 초반에 구소련의 물리학자 탐(Tamm)과 사크하로프(Sakharov) 그리고 미국의 스피저(Spitzer)에 의해서 처음 제안되었다. 토카막이란 명칭은 토로이드, 카메라 및 마그네틱이 합성된 것으로서 토로이드형의(즉, 토로이달(toroidal)) 자장용기라는 뜻을 함축하고 있다. 한동안 토카막에 대한 별다른 성과가 없던 중에, 1968년 구소련의 노보시비리스크(Novosibirisk)에서 열린 제 3차 국제 플라즈마 물리 및 핵융합 대회에 이르러 발표된 T-3 및 TM-3 토카막의 실험값들은 과거의 값들과 비교하여 월등한 것이었으며, 이러한 성과에 기초하여 그에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 국내에서도 세계 최초로 초전도 자석을 적용한 토카막형 핵융합장치 'KSTAR(Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)'가 개발중에 있다.

[0006] 이러한 토카막내의 플라즈마 실험에서 플라즈마의 온도, 밀도 및 전위 등 측정해야될 물리변수가 다양하며, 특히, 플라즈마 언저리(edge) 영역에서의 물리 변수를 측정해야 한다. 이를 위해 플라즈마 언저리에 다수의 고정용 탐침을 배치시켜 물리량을 측정하려는 시도가 있다.

[0007] 보다 구체적으로, 고정용 탐침은 그 일부만 플라즈마에 노출시키고 나머지를 가리기 위한 차폐부재에 설치된다. 이와 같은 차폐부재는 고정용 탐침이 설치된 상태로 고정 프레임에 설치된다. 상기 고정 프레임은 상기 토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치된다. 또한, 상기 고정용 탐침과 연결된 신호선은 상기 고정 프레임에 형성된 신호 통로를 통해 외부로 인출된다.

[0008] 이와 같은 구조로 설치된 고정용 탐침은 플라즈마 등에 의해 손상되어 교환이 필요한 경우가 있다. 그러나, 전술한 바와 같은 구조로 설치된 고정용 탐침을 교환하기 위해서는 신호선 등을 분리해야 하므로 상기 고정 프레임의 해체가 선행되어야 하기 때문에 그 교환이 어렵다.

[0009] 또한, 상기 고정 프레임에는 상기 고정용 탐침 및 차폐부재를 냉각시키기 위한 냉각수 통로가 형성되어 있다. 따라서, 상기 고정 프레임의 해체 작업이 더욱 어려워지게 됨은 물론, 신호선이 상기 고정 프레임을 통과하여 인출되어야 하므로, 냉각수 통로를 피해 상기 고정용 탐침을 배치해야 하기 때문에 탐침의 위치를 정하기가 어렵다.

[0010] 한편, 상기 플라즈마 언저리 영역에 탐침의 설치 간격을 최소화할수록 플라즈마 언저리 물리변수의 측정점 개수를 증가시킬 수 있고, 이로 인해 플라즈마 언저리의 물리변수를 더욱 정밀하게 측정할 수 있다. 그러나 탐침의 물리적 크기로 인해 그 설치 간격을 줄이는데에는 한계가 있어 측정점의 개수를 증가시키는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 전술한 바와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로서, 탐침 유닛의 교환이 용이한 플라즈마 탐침 조립체를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 본 발명의 다른 목적은 필요한 측정위치를 위치상의 제약없이 선택하여 탐침을 설치할 수 있는 플라즈마 탐침 조립체를 제공하는 데 있다.

[0013] 본 발명의 또 다른 목적은 플라즈마 언저리 물리변수의 측정 위치를 증가시켜 측정된 플라즈마 물리변수의 정밀도를 향상시킬 수 있는 플라즈마 탐침 조립체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 전술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 플라즈마 탐침 조립체는 토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치된 고정 프레임의 고정용 지지부재에 착탈 가능하게 설치되며, 플라즈마에 노출되어 플라즈마의 물리변수를 감지하는 노출부를 구비한 탐침 유닛; 및 상기 고정 프레임에 설치되어 상기 플라즈마로부터 상기 탐침 유닛의 노출부를 제외한 나머지 부분을 차폐시키는 차폐부재를 포함하며, 상기 탐침 유닛은 상기 고정용 지지부재에 제 1 체결 부재에 의해 착탈 가능하게 설치되는 절연 지지부재; 상기 절연 지지부재에 제 2 체결 부재를 통해 착탈 가능하게 설치되며, 상기 노출부를 구비한 탐침 몸체; 및 상기 탐침 몸체에 연결되며, 상기 차폐부재를 통해 외부로 인출되는 신호선을 포함한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 탐침 유닛은 상기 노출부를 제외한 상기 탐침 몸체의 상부를 덮은 상태에서 상기 고정용 지지부재에 제 3 체결부재에 의해 착탈 가능하게 설치된 절연 커버부재; 및 일단에는 신호선이

연결되는 신호선 연결부재를 더 포함할 수 있으며, 상기 신호선 연결부재는 상기 탐침 몸체와 전기적으로 연결 되도록 상기 탐침 몸체에 착탈 가능하게 설치된다.

[0016] 또한, 상기 탐침 몸체에는 상기 신호선 연결부재가 삽입되는 신호선 체결공이 형성되며, 상기 신호선 연결부재는 상기 신호선 체결공에 삽입된 상태로 체결 너트에 의해 체결되어 상기 탐침 몸체에 결합된다.

[0017] 한편, 전술한 바와 같은 목적은 플라즈마를 일정 공간에 구속하기 위한 자기장이 형성된 토카막 장치의 진공용기 내벽에 고정되게 설치되는 고정 프레임의 고정용 지지부재에 착탈 가능하게 설치되며, 플라즈마에 노출되어 플라즈마의 물리변수를 감지하는 노출부를 구비한 복수의 탐침 유닛을 포함하며, 상기 복수의 탐침 유닛은 상기 자기장의 자력선에 수직인 방향으로 상호 이격되게 배치되며, 상기 자력선 방향으로 상호 이격되게 배치되고, 이러한 복수의 탐침 유닛은 상기 자력선에 수직인 방향을 따라 지그재그 형태로 배치된다.

[0018] 삭제

발명의 효과

[0019] 전술한 바와 같은 과제 해결 수단에 의하면, 탐침 유닛의 탐침 몸체가 절연 지지부재를 통해 고정 프레임에 착탈 가능하게 결합되고 신호선이 차폐부재를 통해외부로 인출됨으로써, 탐침 유닛을 교환시 고정 프레임의 해체가 필요없이 탐침 유닛의 교환을 용이하게 할 수 있다.

[0020] 또한, 신호선을 차폐부재를 통해 외부로 인출함으로써, 고정 프레임의 냉각수 통로에 대한 고려없이 탐침 유닛을 배치할 수 있고, 이로 인해 탐침 유닛을 측정기 필요한 위치에 정밀하게 배치할 수 있게 된다.

[0021] 또한, 신호선 연결부재를 탐침 몸체에 착탈 가능하게 설치하도록 함으로써, 신호선의 교환없이 탐침 몸체만을 교환할 수 있게 되고, 이에 의해 탐침 몸체의 교환을 더욱 용이하고 신속하게 할 수 있다.

[0022] 한편, 복수의 탐침 유닛을 자력선 방향(X축 방향) 및 자력선에 수직인 방향(Y축 방향)으로 상호 이격되게 배치함으로써, 측정 위치의 간격을 줄여 측정 위치의 개수를 증가시킬 수 있고, 이로 인해 플라즈마 언저리의 물리변수를 정밀하게 측정할 수 있게 된다.

[0023] 더욱이, 복수의 탐침 유닛을 자력선에 수직인 방향으로 지그재그 형태로 배치할 경우, 측정 위치의 개수를 더욱 증가시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 탐침 조립체가 토카막 장치의 진공용기 내부에 설치된 상태를 개략적으로 나타낸 단면도,

도 2는 도 1의 A방향으로 바라본 평면도,

도 3은 도 2의 III-III을 따라 절개한 단면도,

도 4는 도 3에 도시된 탐침 유닛의 분해 사시도,

도 5는 도 2의 B부분을 확대 도시한 평면도,

도 6a 내지 도 6c는 탐침 유닛의 개수에 따른 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 탐침 조립체에 대하여 상세히 설명한다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 탐침 조립체는 탐침 유닛(30)과 차폐부재(50)를 포함한다.

[0027] 상기 탐침 유닛(30)은 플라즈마(P)의 언저리 물리변수를 측정할 수 있도록 플라즈마(P)의 둘레에 복수 개가 배치되며, 각 탐침 유닛(30)은 토카막 장치의 진공용기(10)의 내벽에 설치된 고정 프레임(20)에 착탈 가능하게 설치된다.

[0028] 상기 고정 프레임(20)에는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 플라즈마 탐침 조립체를 냉각시키기 위한 냉각수

통로(23)가 형성되며, 상기 고정 프레임(20)은 탐침 유닛(30)을 포함한 차폐부재(50)의 위치를 고려한 형상으로 제작된 복수의 브래킷 등을 매개로 진공용기(10)의 내벽에 고정되게 설치된다.

- [0029] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 탐침 유닛(30)은 절연 지지부재(31)와, 탐침 몸체(32)와, 신호선 연결부재(33)와, 신호선(34)과, 절연 커버부재(35)를 포함한다.
- [0030] 상기 절연 지지부재(31)는 고정 프레임(20)에 용접 등의 방법으로 고정되게 설치되는 고정용 지지부재(21)와 탐침 몸체(32) 사이를 절연시키기 위한 것으로서, 전기적으로 절연성이 좋고 열전도성이 우수한 질화 보론 화합물(Boron Nitride, BN)이나 질화 알루미늄 화합물(Aluminum Nitride, AlN) 등과 같은 세라믹 재질로 제작될 수 있다.
- [0031] 이러한 절연 지지부재(31)는 볼트 등과 같은 제 1 체결부재(41)를 매개로 상기 고정용 지지부재(21)에 착탈 가능하게 설치된다. 보다 구체적으로, 상기 고정용 지지부재(21)의 상기 절연 지지부재(31)와 마주하는 면에는 상기 절연 지지부재(31)를 수용하기 위한 지지부재 수용홈(22)이 형성되며, 상기 지지부재 수용홈(22)에 상기 절연 지지부재(31)가 삽입된 상태로 제 1 체결부재(41)가 상기 절연 지지부재(31)를 관통해 상기 고정용 지지부재(21)에 나사결합됨으로써 상기 절연 지지부재(31)가 상기 고정용 지지부재(21)에 착탈 가능하게 고정된다. 여기서, 상기 절연 지지부재(31)의 상면에 상기 탐침 몸체(32)가 얹혀져 체결되기 때문에 상기 제 1 체결부재(41)는 상기 절연 지지부재(31)의 상면으로 돌출되지 않아야 하며, 이를 위해 상기 절연 지지부재(31)에는 제 1 체결공(31a)이 형성된다.
- [0032] 이러한 고정용 지지부재(21)는 스테인레스 스틸과 같은 재질로 제작될 수 있다. 또한, 본 실시예에서 상기 고정용 지지부재(21)는 하면 모서리부를 상기 고정 프레임(20)에 용접하여 고정시키나, 본 실시예와 달리 상기 고정용 지지부재(21)는 고정 프레임(20)과 일체로 형성될 수 있을 뿐만 아니라 다양한 체결 또는 접합수단에 의해 상기 고정 프레임(20)에 고정되게 설치될 수 있다.
- [0033] 상기 탐침 몸체(32)는 플라즈마의 물리변수를 감지하여 전기적 신호로 변환하기 위한 것으로서, 플라즈마(P)에 노출되는 돌형의 노출부(32a)가 마련되며, 고온의 플라즈마(P)에 견딜 수 있고 플라즈마(P)와 반응시 불순물 영향이 작은 고순도 탄소 섬유 복합물(Carbon fiber composite, CFC) 또는 고순도 흑연(graphite)로 제작될 수 있다.
- [0034] 이러한 탐침 몸체(32)는 볼트 등과 같은 복수의 제 2 체결부재(42)에 의해 상기 절연 지지부재(31)에 착탈 가능하게 체결된다. 또한, 상기 탐침 몸체(32)의 측면에는 신호선 연결부재(33)가 체결될 수 있는 신호선 체결공(32b)이 형성된다.
- [0035] 상기 신호선 연결부재(33)는 상기 탐침 몸체(32)의 신호선 체결공(32b)에 삽입된 상태로 그 일단에 체결 너트(33a)가 체결되어 상기 탐침 몸체(32)에 전기적으로 연결되게 설치된다. 상기 신호선 연결부재(33)의 타단에는 신호선(34)이 브레이징 등과 같은 방법으로 연결된다. 이와 같은 구조에 의해 상기 탐침 몸체(32)는 상기 신호선 연결부재(33)를 통해 상기 신호선(34)과 연결된다. 따라서, 상기 신호선 연결부재(33)를 탐침 몸체(32)로부터 분리하면, 상기 신호선(34) 및 신호선 연결부재(33)의 제거없이 탐침 몸체(32)만 간단히 교환할 수 있게 된다.
- [0036] 상기 신호선(34)은 상기 탐침 몸체(32)에 의해 감지된 플라즈마(P)의 물리변수를 전기적 신호의 형태로 외부의 분석장치에 전달하기 위한 것으로서, 심선, 절연체, 외피로 이루어진 동축케이블이 사용될 수 있으며 고온 및 고진공에 적합한 재질이 이용된다. 이러한 신호선(34)은 고정 프레임(20)이 아닌 차폐부재(50)를 통해 외부로 인출된다. 이와 같이, 신호선(34)이 차폐부재(50)를 통해 외부로 인출됨으로써, 고정 프레임(20)의 냉각수 통로(23)에 관계없이 탐침 유닛(30)을 배치할 수 있게 되어 탐침 유닛(30)을 필요한 위치에 정밀하게 설치할 수 있게 된다.
- [0037] 상기 절연 커버부재(35)는 상기 탐침 몸체(32)의 상부를 차폐부재(50)와 절연시키기 위한 것으로서, 절연 지지부재(31)와 같이 전기적으로 절연성이 좋고 열전도성이 우수한 질화 보론 화합물(Boron Nitride, BN)이나 질화 알루미늄 화합물(Aluminum Nitride, AlN) 등과 같은 세라믹 재질로 제작될 수 있다.
- [0038] 이러한 절연 커버부재(35)는 제 3 체결부재(43)에 의해 상기 고정용 지지부재(21)에 착탈 가능하게 설치된다.
- [0039] 전술한 바와 같은 탐침 유닛(30)은 다음과 같은 순서로 조립된다. 우선, 고정용 지지부재(21)를 용접 등의 방법으로 고정 프레임(20)에 고정한다. 그런 후에, 제 1 체결부재(41)를 이용하여 절연 지지부재(31)를 상기 고정용 지지부재(21)에 조립한다. 다음으로, 신호선 연결부재(33)를 상기 탐침 몸체(32)의 신호선 체결공(32b)에 삽입

한 상태로 신호선 연결부재(33)에 체결 너트(33a)를 체결하여 신호선 연결부재(33)를 탐침 몸체(32)에 조립한다. 그런 후에, 탐침 몸체(32)를 상기 절연 지지부재(31)에 제 2 체결부재(42)를 이용하여 조립하며, 다음으로 절연 커버부재(35)를 상기 탐침 몸체(32)에 결합시킨 상태로 제 3 체결부재(43)를 이용하여 고정용 지지부재(21)에 체결한다. 이와 같은 조립공정에 의해 상기 탐침 유닛(30)은 고정 프레임(20)에 착탈 가능한 상태로 조립될 수 있게 된다.

[0040] 탐침 유닛(30)이 고정 프레임(20)에 설치되면, 차폐부재(50)를 탐침 몸체(32)의 노출부(32a)를 제외한 나머지 부분을 덮도록 배치한 다음, 차폐부재 체결부재(51)를 통해 상기 차폐부재(50)를 상기 고정 프레임(20)에 설치한다.

[0041] 상기 차폐부재(50)는 플라즈마(P)의 고온이 전공용기(10) 및 탐침 유닛(30)에 전달되는 것을 차폐하기 위한 것으로서, 도 2에 도시된 바와 같이, 복수 개가 타일의 형태로 상기 고정 프레임(20)에 설치된다.

[0042] 한편, 전술한 바와 같은 플라즈마 탐침 조립체는 고정 프레임(20)의 냉각수 통로(23)와 관계없이 탐침 유닛(30)을 배치될 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서, 탐침 유닛(30)을 조밀하게 배치하면 플라즈마(P)의 물리변수의 측정위치를 증가시킬 수 있고, 이에 의해 플라즈마(P)의 언저리 물리변수의 측정 정밀도를 향상시킬 수 있게 된다. 그러나 탐침 유닛(30)의 물리적인 크기로 인해 측정 위치의 간격을 일정 간격 이상 줄일 수 없기 때문에 측정 위치를 증가시키는 데 한계가 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로, 본 발명의 일 실시예에서는 도 2 및 도 5와 같이 배치하였다.

[0043] 도 2 및 도 5를 참조하면, 플라즈마(P)의 물리변수는 동일한 자력선 상에서는 동일한 특성을 가진다. 따라서, 복수의 탐침 유닛(30)을 자력선에 수직한 방향(Y축 방향)만으로 이격시키지 않고 자력선 방향(X축 방향)으로도 함께 이격시켜 배치시킬 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 자력선에 수직한 평면에 측정점을 투영할 경우 자력선에 수직한 방향(Y축 방향)으로의 측정위치의 간격을 줄일 수 있게 된다.

[0044] 보다 구체적으로, 도 5에 도시된 바와 같이, 종래와 같이 복수의 탐침 유닛(30)을 자력선의 수직한 방향(Y축 방향)만으로 이격시켜 1열로 배치할 경우, 측정 위치의 간격은 D1이 된다. 그러나 자력선에 수직한 방향(Y축 방향)과 함께 자력선 방향(X축 방향)으로 탐침 유닛(30)을 이격시킬 경우, 측정 위치의 간격을 D2로 줄일 수 있다.

[0045] 본 실시예에서는 탐침 유닛(30)을 자력선의 수직한 방향(Y축 방향)을 따라 자력선 방향(X축 방향)으로 어긋나는 형태로서 지그재그의 형태로 배치하였다.

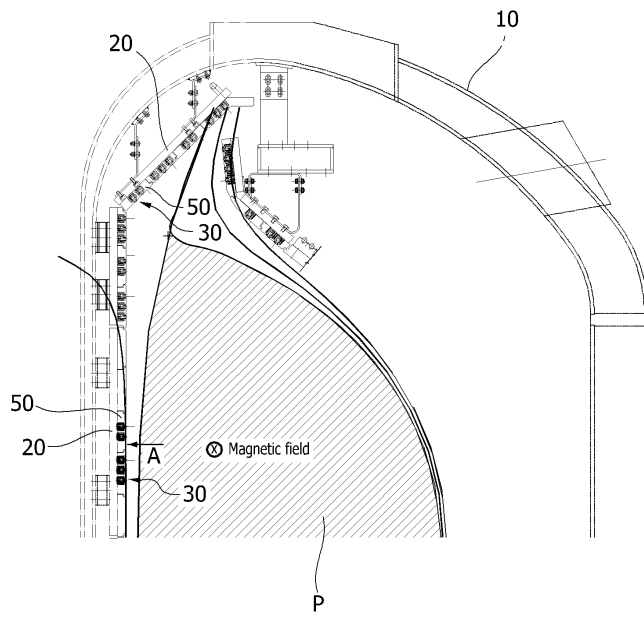
[0046] 한편, 단일 또는 복수의 탐침 유닛(30)의 회로도도 도 6a 내지 도 6c에 도시된 바와 같이 구성될 수 있으며, 이와 같은 회로도도 구성은 이미 공지된 기술이므로 상세한 설명은 생략한다.

부호의 설명

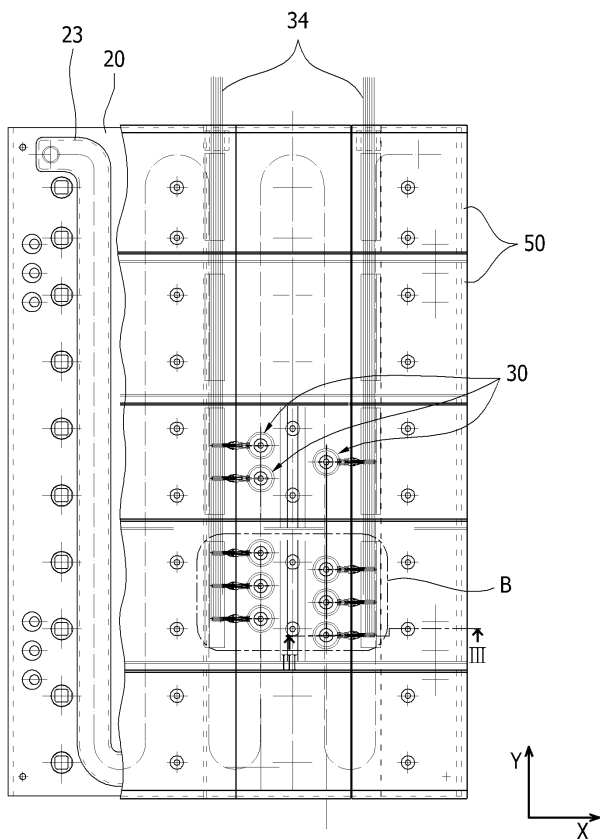
- | | | |
|--------|----------------------------|----------------------------|
| [0047] | 20; 고정 프레임 | 21; 고정용 지지부재 |
| | 30; 탐침 유닛 | 31; 절연 지지부재 |
| | 32; 탐침 몸체 | 32a; 노출부 |
| | 33; 신호선 연결부재 | 34; 신호선 |
| | 35; 절연 커버부재 | 41, 42, 43; 제 1, 2, 3 체결부재 |
| | 50; 차폐부재 | X축 방향; 자력선 방향 |
| | Y축 방향; 자력선에 수직한 방향 P; 플라즈마 | |

도면

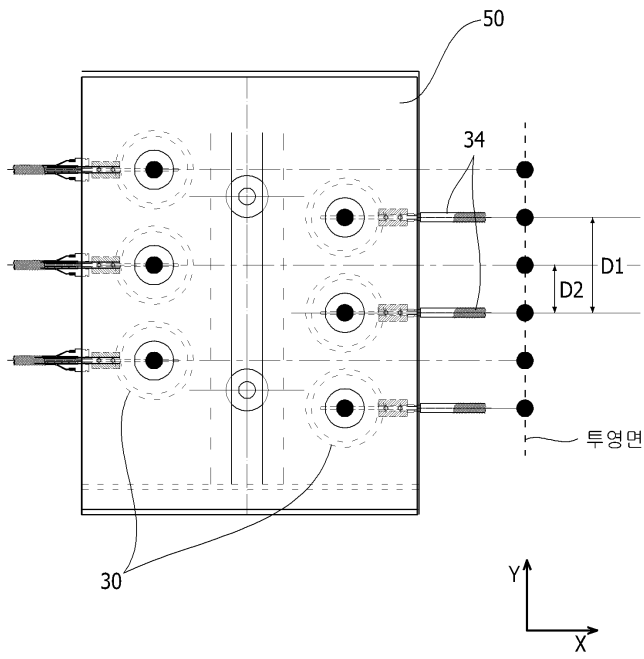
도면1



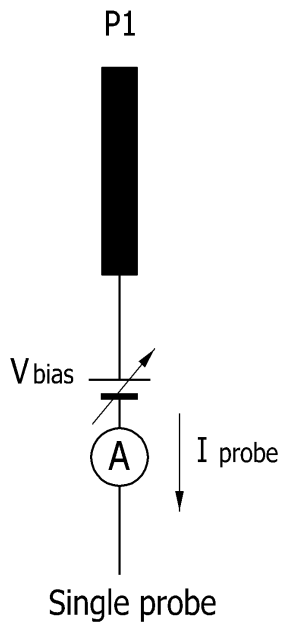
도면2



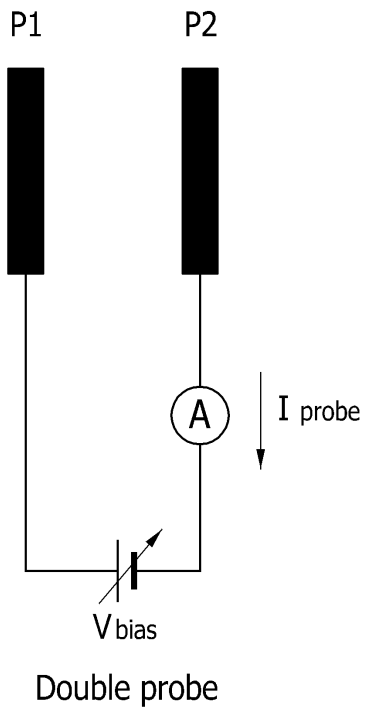
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

