



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

G21K 1/00 (2006.01)

G21K 1/08 (2006.01)

G21C 17/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년04월24일

(11) 등록번호 10-0710429

(24) 등록일자 2007년04월16일

(21) 출원번호 10-2005-0060172

(22) 출원일자 2005년07월05일

심사청구일자 2005년07월05일

(65) 공개번호 10-2007-0005071

(43) 공개일자 2007년01월10일

(73) 특허권자 한국기초과학지원연구원  
대전광역시 유성구 어은동 52번지

(72) 발명자 김경민  
대전 유성구 어은동 52번지

최창호  
대전 유성구 어은동 한빛아파트 102동 1301호

양형렬  
대전 유성구 노은동 521번지 열매마을아파트 906동 202호

박주식  
대전 유성구 전민동 296-2 윤빌라 202호

(74) 대리인 공인복

(56) 선행기술조사문헌

JP07001210 A

JP2004360443 A

US5185547 A

\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 이용호

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 편심된 두 키홈의 편심측정도구 및 편심보정방법

(57) 요약

본 발명은 제1플레이트와 제2플레이트를 진단키를 이용하여 조립할 시 편심이 발생했을 때 키홈에서 편심량을 측정하고 이를 보정하기 위한 반원통형 스페이서 편심량 측정도구 및 편심량보정방법에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명에서는, 서로 대향되는 제1플레이트와 제2플레이트의 체결에 의해 형성되고, 조립오차를 보정하기 위해 키홈의 편심량을 측정하는 편심측정도구에 있어서, 상기 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제1플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제1플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제1핀(110)

과 상기 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제2플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제2플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제2핀(120)과 상기 제1핀과 제2핀은 서로 대향되며 제1핀의 대향면에 고정되는 제1테이퍼플레이트(130)과 상기 제2핀의 대향면과 제1테이퍼플레이트에 삽입되는 제2테이퍼플레이트(140)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도**

도 7

**특허청구의 범위**

**청구항 1.**

제1플레이트와 제2플레이트의 체결은 키홈을 포함하고, 조립오차를 보정하기 위해 상기 키홈의 편심량을 측정하는 편심 측정도구에 있어서,

상기 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제1플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제1플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제1핀(110);

상기 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제2플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제2플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제2핀(120);

상기 제1핀과 제2핀은 서로 대향되며 제1핀의 대향면에 고정되는 제1테이퍼플레이트(130);

상기 제2핀의 대향면과 제1테이퍼플레이트에 삽입되는 제2테이퍼플레이트(140);를 포함하는 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이스 편심측정도구.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 제1플레이트와 제2플레이트의 체결은 초전도 토카막장치에서 토로이달 자기장을 생성하는 TF자석 구조물로서 서로 대향되는 제1플레이트와 제2플레이트의 체결인 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이스 편심측정도구.

**청구항 3.**

제1항에 있어서,

상기 제2테이퍼플레이트의 삽입은 제1핀의 돌출부에 형성된 나사부에 나사결합되는 볼트(150)에 의해 이루어지며, 상기 볼트의 볼트플랜지 일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부에서 회전하며 나사결합되는 것을 특징으로하는 반원통형 스페이스 편심측정도구.

**청구항 4.**

제1플레이트와 제2플레이트의 체결은 키홈을 포함하고, 조립오차를 보정하기 위해 상기 키홈의 편심량을 측정하고 보정하는 편심보정방법에 있어서,

상기 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 제1핀의 몸체를 제1핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하고, 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 제2핀의 몸체를 제2핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하는 키삽입단계;

상기 제1편과 제2편은 서로 대향되며 제1편의 대향면에 고정되는 제1테이퍼플레이트와 상기 제2편의 대향면과의 사이에 제2테이퍼플레이트를 삽입하는 테이퍼플레이트삽입단계;

상기 제1편과 제2편의 플랜지에 돌출된 돌출부의 두께를 측정하여 편심량을 계산하는 편심량측정단계;

측정된 편심량에 따라 반원통형 스페이서를 제작하고 상기 반원통형 스페이서의 삽입에 의해 편심량을 보정하는 보정스페이서삽입단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이서 편심보정방법.

## 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 테이퍼플레이트삽입단계는 제1편의 돌출부에 형성된 나사부에 나사결합되는 볼트에 의해 이루어지며, 상기 볼트의 볼트플랜지 일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부에서 회전하며 나사결합되는 것을 특징으로하는 반원통형 스페이서 편심보정방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 두개의 플레이트가 전단기를 이용하여 체결될 시 편심이 발생했을 때 전단기홈에서 편심량을 측정하고 이를 보정하기 위한 것으로, 더욱 상세하게는 본 발명의 한 응용분야인 TF자석구조물의 조립을 위해 형성된 전단기홈에서 조립시 편심량을 측정하기 위해 설계된 측정지그와 측정방법 및 그 편심량보정방법에 관한 것이다.

차세대 핵융합 연구 장치인 초전도 토카막(tokamak) 장치의 주요 구성품으로는 초전도 자석(superconducting magnet), 초전도 자석 구조물(superconducting magnet structure), 진공용기(vacuum vessel), 저온용기(cryostat), 열차폐막(thermal shield), 플라즈마 대향부품(PFC, Plasma Facing Component), 플라즈마 진단설비(plasma diagnostics) 등으로 구성되어 있다.

초전도 자석은 상전도 전자석과는 달리 일정한 온도 이하로 내려가면 저항이 없어지는 초전도체를 코일로 사용하므로 열이 발생하지 않기 때문에, 이것을 핵융합장치에 이용하여 원하는 시간만큼 연속운전을 하는 것을 가능하게 한다. 이를 위해 초전도 자석 구조물은 코일자석구조물, 진공용기 및 저온용기와 열차폐막등으로 구성된다. 도 1은 이러한 토카막장치의 자석구조물을 도시한 것이다. 토카막 장치의 초전도 자석 구조물은 TF(Toroidal Field)자석구조물(10)을 포함하는데, 이는 초전도 선재를 사각형의 금속관으로 둘러싸는 방식인 관내 연선도체로 만든 후 그 도체를 와인더 장비로 D형으로 감아 만든 코일을 포함하며, 이러한 D형상의 자석이 16 개로 이루어진다. 토로이달 방향으로 각각 절연되어 있는 TF코일과 마찬가지로 초전도 자석이면서 자기장을 급격히 변화시켜 플라즈마를 생성시키고 중심 솔레노이드(CS) 코일과 함께 플라즈마 전류를 발생시키는 PF(Poloidal Field)자석구조물(20)이 함께 구성된다. 또한 플라즈마에 전류가 유도되도록 하는 CS자석구조물이 중심부에 형성되고 플라즈마가 발생되고 가두어 지는 진공용기가 D형상의 TF자석구조물의 내부에 구성되어 있다.

도 2는 TF자석구조물의 입체 사시도를 도시한 것으로서 D형상 실측 높이는 약 4.2 m 정도이고, 폭은 약 3 m 이며 한 개당 각도는 22.5°를 이루고 있는 부채꼴 모양으로 설계되어 있다. TF 자석 구조물의 주요 부분으로는 내부인터코일구조물(11), 외부인터코일구조물(12), 코일케이스(13,14), 죠인트박스(15), PF코일지지대(16), 토로이달링지지대(17)등으로 구성되어 있다.

상기 각각의 TF 자석 구조물이 토카막장치에 조립되는 시점은 진공 용기와 이것을 둘러싸고 있는 열차폐막 중 하나의 TF 자석 구조물이 차지하는 22.5°부분을 제외한 전 부분이 정위치에 정렬이 된 시점이다. 진공 용기에 있어서 제외된 22.5°부

본은 TF 자석 구조물이 투입되기 위한 공간이며, 이 공간을 통해 총 16 개의 TF 자석 구조물이 차례대로 하나씩 투입되어 정위치에 정렬된다. 조립 치구류 중 하부대차와 상부대차에 의해 투입 위치까지 투입되며, 투입이 완료된 TF 자석 구조물은 투입 위치에서 다시 정위치까지 토로이달방향으로 회전을 시키게 된다. TF 자석 구조물의 조립시 자석 구조물 자체의 정렬보다는 내부에 있는 초전도 자석의 정렬이 더 큰 의미를 가진다고 할 수 있다. 초전도 자석의 정렬시 오차가 발생하게 되면 정렬 오차에 의해 토카막 운전 중 자기장 오류가 발생하게 된다. 여기서 자기장 오류란 토로이달 방향으로 균일하지 못한 자기장 성분을 말하며, 임계값을 초과하면 플라즈마 붕괴를 초래하기도 한다. 이런 자기장 오류는 TF 자석의 정렬 오차에서 오는 영향이 주요한 원인이 된다. D 형상인 TF 자석은 직선 부분이 고자장영역이므로 이 부분의 정렬 오차를 줄이는 것이 자기장 오류를 줄이는 최선의 방법이며, 기본적으로 정렬의 기준이 된다.

TF 자석구조물은 토카막장치의 자석구조물과 고정되어 있기 때문에 TF 자석 구조물에 자석의 위치 정보를 표시한다면, 자석 구조물의 정위치 정렬시 적용할 수 있으며, 특히 자석의 고자장 영역인 코일케이스(13)부분에 자석의 중심을 표시하는 작업이 필요하다. 이런 코일케이스(13)부분에 표시한 자석의 중심 정보가 TF 자석 구조물의 정렬시 기준으로 적용되어야 할 것이다.

자기장 오류를 보정하기 위해 설계된 FEC(Field Error Correction) 코일은 전류가 20 kA 일 때, 자석이 최고 2 mm의 정렬 오차에서 기인한 자기장 오류를 보정할 수 있도록 한다. 그러므로 TF 자석의 위치 정보를 갖고 있는 TF 자석 구조물의 정렬 오차도 최대 2 mm까지 허용할 수 있고, 이것은 곧 TF 자석 구조물의 조립 공차가 되는 것이다.

이런 정렬 오차에서부터 기인한 TF 자석 구조물의 누적된 조립 공차를 줄이거나 교정하기 위한 방안으로 크게 두 가지 형태를 제시할 수 있다. 첫 번째 형태는 중심솔레노이드축을 기준으로 한 회전방향으로 누적된 조립 공차를 교정하는 방법으로서 여러 종류의 두께를 갖는 절연재를 준비하여 필요에 따라 적합한 절연재를 사용하거나 자석 구조물과 같은 재질로 shim)을 하는 방법이다.

두 번째 형태는 16 개 TF 자석 구조물은 전단키와 볼트의 체결로 서로 조립되는 점을 이용한다. 내부인터코일구조물(11) 부분에 전단키 삽입홈(21)에 끼워지는 전단키와 원추형 볼트 삽입홈(22)에 삽입되는 원추형 볼트(conical bolt)가 체결되고, 외부인터코일구조물(12) 부분에는 전단키와 함께 육각볼트가 체결된다. 따라서 반경방향과 높이방향으로 누적된 공차를 조절하는 방법으로서, 전단키 부분에 반원통형 스페이서를 사용하고 원추형 볼트 부분에 원추형 스페이서를 사용하는 방법이다. 조립 공차 범위내의 정렬 오차가 생겼더라도 전단키홈과 원추형볼트 구멍에서는 중심이 서로 어긋날 수 있고 이런 편심에 의해 전단키와 원추형볼트를 체결하지 못하거나 체결하는데 어려움이 생길 수 있다.

이와 같은 문제점을 해결하고 누적된 조립 공차를 조절하기 위해 전단키 부분에 반원통형 스페이서를 후가공해서 체결하고, 원추형 볼트 부분에 원추형 스페이서를 편심량 만큼 후가공해서 체결하는 것이다. 도 3은 TF자석구조물에서 케이스측의 플레이트인 제1플레이트(210)와, 커버측의 플레이트인 제2플레이트(220)가 서로 대향하여 체결되는 상태를 도시한 것이다. 이때 전단키(240)가 체결되는데, 전단키의 외주에 반원통형 스페이서(230)를 추가로 구성하여 조립공차를 해소하게 된다. 전단키와 플레이트의 사이에는 절연체(70)로 절연되어 있다.

이와 같은 반원통형 스페이서는 국소 부위에서 편심을 측정해야 하는데, 서로 대향하고 있는 전단키홈에서 편심을 측정하기 위해서는 지그가 별도로 구비되어야 하고 상기 지그가 구비된다 하더라도 압착체결되지 않으면 측정시 오차를 포함하게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 토카막장치에 TF자석구조물과 같은 전단키를 이용하여 두개의 플레이트를 조립할 때, 전단키홈의 부위에서 편심량을 측정할 수 있도록 하는 것이다.

또한 본 발명의 또 다른 목적은 구조물을 조립할 때, 두 플레이트의 갭을 동시에 측정할 수 있도록 하는 것이다.

### 발명의 구성

본발명의 일실시예에 따르면, 제1플레이트와 제2플레이트의 체결은 키홈을 포함하고, 조립오차를 보정하기 위해 상기 키홈의 편심량을 측정하는 편심측정도구에 있어서, 상기 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제1플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제1플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제1편(110)과 상기 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 접하는 몸체와 몸체의 일단에는 제2플레이트와 접하는 플랜지와 상기 제2플레

이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부로 구성된 제2핀(120)과 상기 제1핀과 제2핀은 서로 대향되며 제1핀의 대향면에 고정되는 제1테이퍼플레이트(130)와 상기 제2핀의 대향면과 제1테이퍼플레이트에 삽입되는 제2테이퍼플레이트(140)를 포함하는 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이서 편심측정도구가 제안된다.

또한 본 발명에서는 상기 제1플레이트와 제2플레이트의 체결은 초전도 토카막장치에서 토로이달 자기장을 생성하는 TF 자석구조물로서 서로 대향되는 제1플레이트와 제2플레이트의 체결인 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이서 편심측정도구가 제안된다.

또한 본 발명에서는 상기 제2테이퍼플레이트의 삽입은 제1핀의 돌출부에 형성된 나사부에 나사결합되는 볼트(150)에 의해 이루어지며, 상기 볼트의 볼트플랜지 일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부에서 회전하며 나사결합되는 것을 특징으로 하는 반원통형 스페이서 편심측정도구가 제안된다.

한편, 본 발명의 반원통형 스페이서 편심보정방법에서는, 초전도 토카막장치에서 토로이달 자기장을 생성하는 TF자석구조물은 서로 대향되는 제1플레이트와 제2플레이트의 체결에 의해 형성되고, 조립오차를 수정하기 위해 키홈의 편심량을 보정하는 반원통형 스페이서 편심보정방법에 있어서, 상기 TF자석구조물의 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 제1핀의 몸체를 제1핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하고, 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 제2핀의 몸체를 제2핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하는 키삽입단계와 상기 제1핀과 제2핀은 서로 대향되며 제1핀의 대향면에 고정되는 제1테이퍼플레이트와 상기 제2핀의 대향면과의 사이에 제2테이퍼플레이트를 삽입하는 테이퍼플레이트삽입단계와 상기 제1핀과 제2핀의 플랜지에 돌출된 돌출부의 두께를 측정하여 편심량을 계산하는 편심량측정단계와 측정된 편심량에 따라 반원통형 스페이서를 제작하고 상기 스페이서의 삽입에 의해 편심량을 보정하는 보정스페이서삽입단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 발명의 반원통형 스페이서 편심보정방법에서, 상기 테이퍼플레이트삽입단계는 제1핀의 돌출부에 형성된 나사부에 나사결합되는 볼트에 의해 이루어지며, 상기 볼트의 볼트플랜지 일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부에서 회전하며 나사결합되는 것을 특징으로 한다.

이하 첨부된 도면을 참고로 본 발명의 구체 예에 대하여 하기와 같이 상세히 설명한다.

도 4는 서로 대향되는 제1플레이트와 제2플레이트의 체결시 본 발명에 따른 진단키홈에 삽입된 편심측정도구를 도시한 것으로서, 조립오차를 보정하기 위해 키홈의 편심량을 측정하는 반원통형 스페이서 편심측정도구의 사용상태도이다. 본 발명에서 적용분야를 TF자석구조물의 조립을 실시 예로하여 설명하고 있지만, 반드시 TF자석구조물에 한정하는 것은 아니며, 임의의 두 플레이트를 진단키로서 체결하는 조립구조라면 본 발명의 적용이 가능할 것이며, 이는 본 발명의 청구범위 제 1항에 권리범위의 구성으로 기재하고 있다.

이하 토카막 장치의 자석구조물의 실시예를 바탕으로 설명하기로 한다. TF자석구조물의 제1플레이트(210)에 형성된 키홈내주면에는 제1핀(110)이 접하게 된다. 상기 제1핀(110)은 몸체와 몸체의 일단에는 제1플레이트와 접하는 플랜지(111)와 상기 제1플레이트와 접하는 플랜지의 일면에서 돌출된 돌출부(112)로 구성되어 있다. 제1핀을 진단키홈에 삽입하되 제1핀의 플랜지부위까지 삽입한다. 한편 제1플레이트와 대향하여 진단키홈을 형성하고 있는 제2플레이트(220)의 키홈내주면에는 제2핀(120)이 접하게 된다. 상기 제2핀(120)은 제1핀과 마찬가지로 몸체와 몸체의 일단에는 제2플레이트와 접하는 플랜지(121)와 상기 제2플레이트와 접하는 플랜지(121)의 일면에서 돌출된 돌출부(122)로 구성되어 있다.

또한 본 발명의 일실시예로서 상기 제1핀과 제2핀의 몸체는 반원통형상으로 구성되어 대향면을 사이에 두고 서로 대향되어 있으며, 도 5에서와 같이 상기 제1핀과 제2핀에서 반원통형상의 몸체는 각각 반지름이 서로 다르게 형성되어 있다. 한편 제1핀의 대향면에는 제1테이퍼플레이트(130)가 고정된다. 이 때 고정은 나사로 체결하는 것이 측정 지그의 키홈에 밀착을 시켜 편심 측정시 오차를 줄여줄 수 있으며 또한, 측정 지그 해체시 도움을 준다. 또한 제2핀의 대향면과 제1테이퍼플레이트 사이에는 제2테이퍼플레이트(140)가 삽입된다. 도 5의 'A-A' 단면에서 도시된 것과 같이 제1테이퍼플레이트는 키홈으로 갈수록 그 폭이 점점 증가된 테이퍼형상으로 이루어지며, 제2테이퍼플레이트는 키홈으로 갈수록 그 폭이 점점 감소된 테이퍼형상으로 이루어져 있다. 따라서 제2테이퍼플레이트를 제1테이퍼플레이트에 삽입할 때 적정위치에서 끼움결합되는 것이다.

본 발명의 다른 일실시예에서는 상기 끼움결합을 보다 확실하게 하기 위해 제2테이퍼플레이트를 삽입할 때 제1핀의 돌출부에 형성된 나사부에 나사결합되는 볼트(150)를 포함한다. 상기 볼트의 볼트플랜지 일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부(141)에 걸쳐있으므로, 볼트를 나사결합하기 위해 회전시키면, 볼트플랜지일단이 제2테이퍼플레이트의 요홈부에서 미끄럼 접촉되면서 제2테이퍼플레이트를 나사의 힘으로 삽입시키게 된다.

한편 본 발명에 따른 편심량보정방법은 도 7에 도식화되어 있다. 먼저, 상기 TF자석구조물의 제1플레이트에 형성된 키홈내주면에 제1핀의 몸체를 제1핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하고, 제2플레이트에 형성된 키홈내주면에 제2핀의 몸체를 제2핀의 플랜지에 닿을 때 까지 삽입하는 키삽입단계(S110)로부터 시작한다. 상기 제1핀과 제2핀은 서로 대향면을 가진 반원통형상이며, 플랜지를 구비하고 있어, 플랜지가 각각의 플레이트에 닿을 때까지 삽입하는 것이 가능하다.

상기 제1핀이 제2핀과 대향되는 면에는 제1테이퍼플레이트를 고정하기 위한 요홈이 구성되어 있고 제1핀과 제1테이퍼플레이트와의 고정은 나사결합하는 것이 바람직하다. 여기서 제1테이퍼플레이트는 키홈으로 들어갈 수록 그 폭이 커지는 쪽으로 고정한다. 상기 키 삽입단계가 완성된 후, 제1테이퍼플레이트와 제2핀의 대향면과의 사이에 제2테이퍼플레이트를 삽입하는 테이퍼플레이트삽입단계(S120)를 포함한다. 여기서 제2테이퍼 플레이트는 키홈으로 갈수록 그 폭이 얇아지도록 구성되어 있으므로 제1테이퍼플레이트와 끼워지는 지점까지 삽입하는 것이 가능하다.

이와 같이 테이퍼플레이트 삽입단계를 완성한 후 상기 제1핀과 제2핀의 플랜지에 돌출된 돌출부의 두께를 측정하여 편심량을 계산하는 편심량측정단계(S130)를 수행한다. 상기 편심량측정단계를 좀더 구체적으로 설명한다. 제1플레이트와 제2플레이트사이에 편심이 발생하게 되면 두 플레이트가 형성하는 키홈의 중심이 서로 맞지 않게 된다. 편심량을 e 라고 한다면 편심량 e는

$$e(\text{mm}) = A - 40.0$$

여기서 40은 각 핀의 돌출부 설계두께로 가정한다. 즉, 편심이 존재하게 되면 제1핀의 돌출부 좌측단에서 제2핀의 돌출부 우측단까지의 거리가 40보다 크게 된다. 만일 편심이 발생하지 않는다면 측정값 A는 40이 된다.

또한 제1플레이트와 제2플레이트 사이에 벌어진 갭을 측정하는 것도 가능하다. 갭 g는

$$g(\text{mm}) = B - 40.0$$

여기서 40은 각 핀의 돌출부를 합한 설계두께로 가정한다. 즉, 갭이 없어, 각 핀이 완전히 밀착된다면 측정값 B는 40이 된다.

마지막 단계에서는 상술한 바와 같이 측정된 편심량에 따라 반원통형 스페이서를 제작하고 상기 반원통형 스페이서의 삽입에 의해 편심량을 보정하는 보정스페이서삽입단계(S140)로 이루어진다.

도 8a, 도 8b, 도 8c에서는 편심량을 측정하는 실제 사진을 나타낸 것으로서, 도8a는 제1플레이트와 제2플레이트 사이의 키홈으로 키삽입을 완료한 후의 사진이다. 또한 도 8b는 테이퍼플레이트의 삽입을 완료한 후 볼트로써 테이퍼플레이트를 밀착한 후의 사진이며, 도 8c는 실제의 편심량측정단계를 보여주고 있다.

상술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심측정도구는 TF자석구조물의 조립과정에서 편차가 발생하였을 경우 대처방안으로 설계된 키홈 스페이서의 정확한 설계값을 제공하는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심보정방법은 정확한 편심된 자석구조물의 키홈을 반원통형 스페이서로 정확하게 보정하는 방법을 제공한다.

또한 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심측정도구 및 편심측정방법은 편심량의 측정 시 발생할 수 있는 측정오차를 크게 감소시키는 효과를 제공한다.

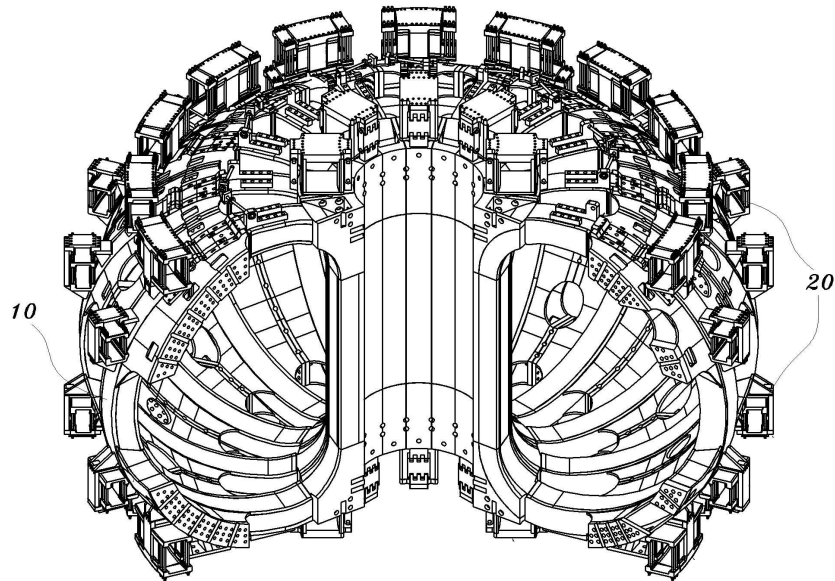
상술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**도면의 간단한 설명**

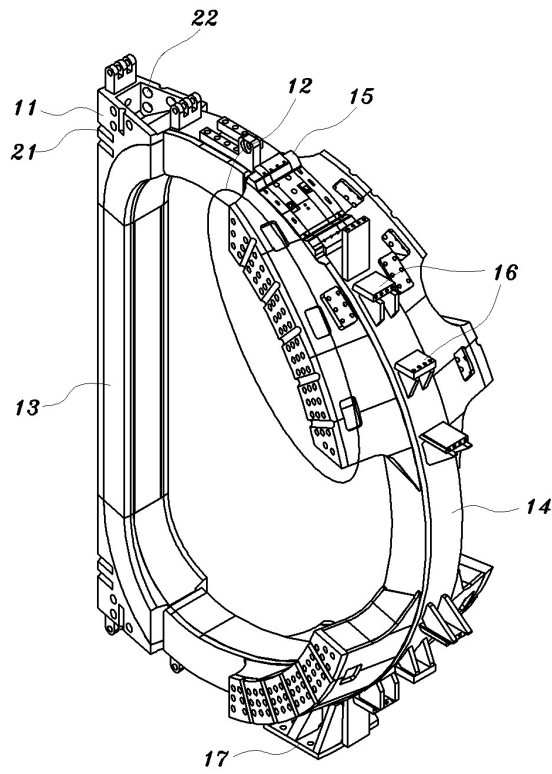
- 도 1은 초전도 토카막장치의 자석구조물을 보여주는 단면 사시도이며,
- 도 2는 TF자석구조물을 나타내는 입체사시도이며,
- 도 3은 진단키와 스페이서가 삽입된 단면상태도이며,
- 도 4는 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심측정도구의 사용상태도이며,
- 도 5는 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심측정도구의 분해사시도이며,
- 도 6은 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심측정의 일예를 도시한 예시도이며,
- 도 7은 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심량 보정방법의 플로우차트이다.
- 도 8a, 8b, 8c는 본 발명에 따른 반원통형 스페이서 편심량 보정방법의 실제사진을 나타낸다.

**도면**

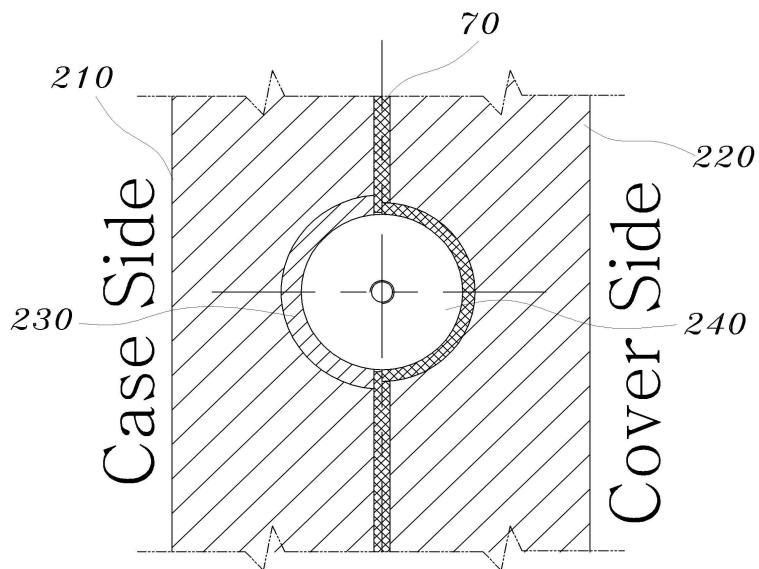
**도면1**



도면2

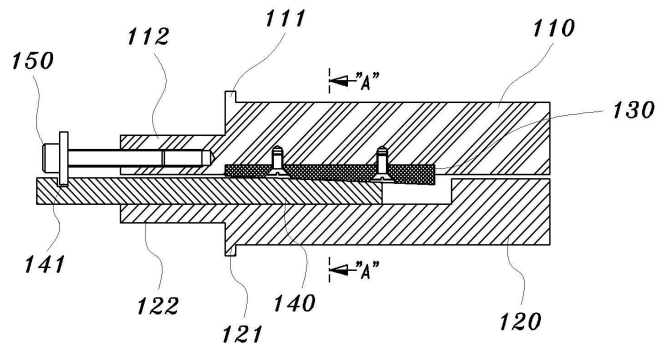


도면3

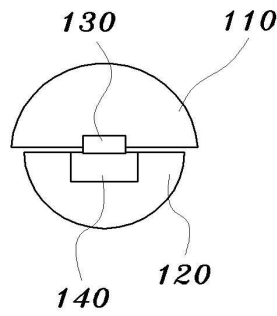




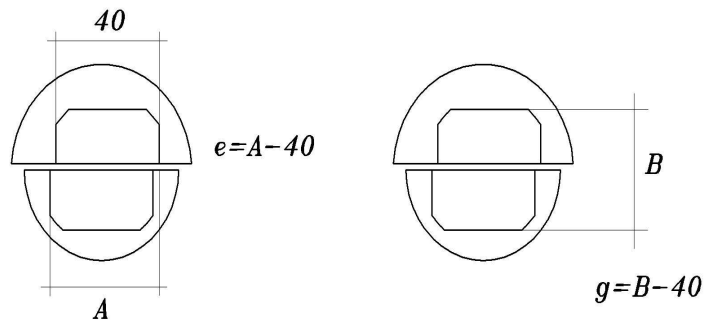
도면4



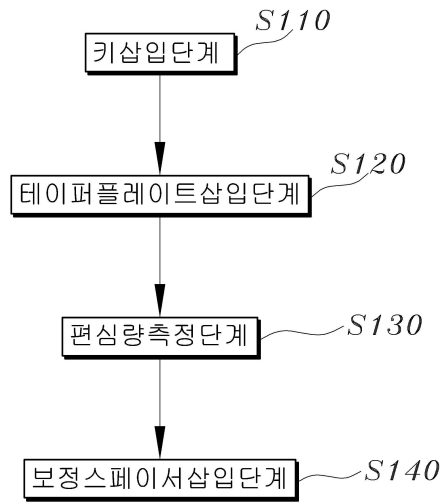
도면5



도면6



도면7



도면8a



도면8b



도면8c

