



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월03일  
(11) 등록번호 10-0929657  
(24) 등록일자 2009년11월25일

(51) Int. Cl.

H01F 6/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0085134  
(22) 출원일자 2007년08월23일  
심사청구일자 2007년08월23일  
(65) 공개번호 10-2009-0020396  
(43) 공개일자 2009년02월26일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP57062501 A  
JP54102896 A  
JP01251707 A  
US4777437 A

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원  
대전광역시 유성구 어은동 52번지

(72) 발명자

추용  
대전광역시 서구 만년동 상아아파트 105동 906호  
박갑래  
대전광역시 유성구 신성동 148-7 동호 303호  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

공인북

전체 청구항 수 : 총 17 항

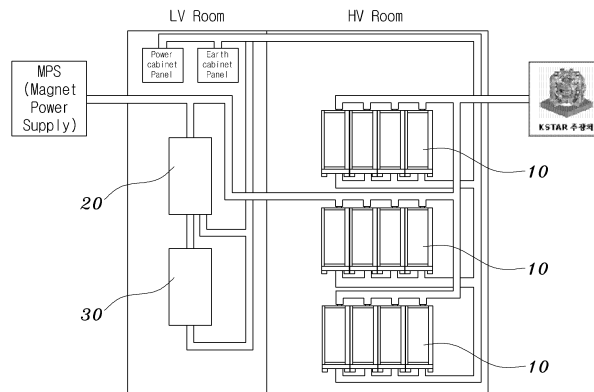
심사관 : 오준철

(54) 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치 및 실시간 켄치 감시시스템

(57) 요약

본 발명은 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치 및 실시간 켄치 감시 시스템에 관한 것으로, 초전도 토카막 장치의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서를 이용하여 초전도 자석에서 발생되는 켄치를 검출하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치에 있어서, 상기 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기, 각각의 초전도 자석에 설치된 다수의 상기 켄치 검출기로부터 켄치 발생신호를 입력받아 통합하고 최종 인터록을 발생하는 켄치신호 통합기 및 상기 켄치신호 통합기로부터 켄치 발생에 따른 신호를 전달받아 상기 초전도 자석의 상태를 모니터링하고, 상기 켄치 검출기를 제어하는 켄치 통합 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**김중수**

대전광역시 동구 용전동 한숲아파트 107동 1503호

**김영욱**

대전광역시 서구 만년동 상록수아파트 101동 1004호

**오영국**

대전광역시 유성구 신성동 153 럭키하나아파트  
107-603호

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

초전도 토카막 장치의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서를 이용하여 초전도 자석에서 발생하는 켄치를 검출하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치에 있어서,

상기 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기;

각각의 초전도 자석에 설치된 다수의 상기 켄치 검출기로부터 켄치 발생신호를 입력받아 통합하고 최종 인터록을 발생하는 켄치신호 통합기; 및

상기 켄치신호 통합기로부터 켄치 발생에 따른 신호를 전달받아 상기 초전도 자석의 상태를 모니터링하고, 상기 켄치 검출기를 제어하는 켄치 통합 제어부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 2**

제 1항에 있어서, 상기 켄치 검출기는,

초전도 자석의 전압을 측정하는 고전압 처리부;

상기 고전압 처리부에서 측정된 전압을 이용해 기 설정된 설정값에 따라 켄치 판단여부를 결정하는 저전압 처리부; 및

초전도 자석의 전압을 측정하고 측정된 전압을 통해 켄치 판단여부를 결정하여 그에 따른 켄치 발생여부 신호를 전송하도록 제어하는 제어부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 켄치 검출기는,

3개의 전압탭 센서를 평행회로로 구성시켜 켄치를 검출하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 4**

제 1항에 있어서, 상기 켄치 검출기는,

2개의 전압탭 센서와 연결하여 차동전압을 측정함으로써 켄치를 검출하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 켄치신호 통합기는,

상기 켄치 통합 제어부로 켄치 발생 위치정보를 포함한 켄치 발생신호를 전송하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 6**

제 1항에 있어서, 상기 켄치신호 통합기는,

정전 및 고장 시 강제적인 인터록 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 7**

제 1항에 있어서, 상기 켄치 통합 제어부는,

상기 켄치신호 통합기와 이더넷(Ethernet) 통신을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 8**

제 1항에 있어서, 상기 켄치 검출기는,

초전도 토카막 장치의 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 설치되어 켄치를 검출하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 9**

제 8항에 있어서, 상기 TF 초전도 자석은,

각 TF 초전도 자석마다 상기 켄치 검출기를 설치하고,

16개의 TF 초전도 자석에서 8개씩 한 조로 구성된 2개의 켄치 검출기를 다시 설치하며,

전체 TF 초전도 자석에 대하여 1개의 켄치 검출기를 설치하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 10**

제 1항에 있어서, 상기 켄치신호 통합기는,

초전도 토카막 장치의 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 각각 하나씩 설치되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치.

**청구항 11**

초전도 토카막 장치의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서를 이용하여 초전도 자석에서 발생하는 켄치를 검출 및 감시하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템에 있어서,

상기 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기;

각각의 초전도 자석에 설치된 다수의 상기 켄치 검출기로부터 켄치 발생신호를 입력받아 통합하고 최종 인터락을 발생하는 켄치신호 통합기;

상기 켄치신호 통합기와 연결되어 통합된 켄치 발생신호를 전달받고, 켄치 판단 설정값 변경 시 상기 켄치신호 통합기로 변경된 상기 설정값을 전송하는 적어도 하나 이상의 켄치 통합 서버; 및

네트워크망을 통해 상기 켄치 통합 서버와 연결되어 상기 켄치 검출기로부터 검출된 초전도 자석의 켄치 발생 여부를 모니터링하고, 켄치 판단 설정값 변경을 제어하는 다수의 클라이언트;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 12**

제 11항에 있어서, 상기 켄치 검출기는,

초전도 자석의 전압을 측정하는 고전압 처리부;

상기 고전압 처리부에서 측정된 전압을 이용해 기 설정된 설정값에 따라 켄치 판단여부를 결정하는 저전압 처리부; 및

초전도 자석의 전압을 측정하고 측정된 전압을 통해 켄치 판단여부를 결정하여 그에 따른 신호를 전송하도록 제어하는 제어부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 13**

제 11항에 있어서, 상기 켄치 통합 서버는,

데이터베이스가 구비되고, 상기 켄치 신호 통합기로부터 전송된 켄치 발생 신호를 일정시간 간격으로 저장하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 14**

제 11항에 있어서, 상기 클라이언트는,

상기 네트워크를 통해 상기 켄치 검출 서버와 연결되는 인터페이스부;

사용자에 의한 켄치 검출 설정값을 설정하는 설정부; 및

초전도 자석의 켄치 발생 상태를 출력하는 디스플레이부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 15**

제 11항에 있어서, 상기 켄치신호 통합기는,

상기 켄치 통합 서버로 켄치 발생 위치정보를 포함한 켄치 발생신호를 전송하는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 16**

제 11항에 있어서, 상기 켄치신호 통합기는,

정전 및 고장 시 강제적인 인터록 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**청구항 17**

제 11항에 있어서, 상기 켄치 통합 서버는,

각각의 초전도 자석에 별도로 설치되며, 각각의 초전도 자석에 설치된 상기 켄치 통합 서버는 네트워크망을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

<1> 본 발명은 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치 및 실시간 켄치 감시 시스템에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 토카막 장치 운전 중 초전도 자석에서 발생하는 켄치(Quench)를 검출하고 클라이언트에서 실시간으로 모니터링 하여 토카막 장치의 안정적인 운전을 위해 켄치를 제거하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치 및 실시간 켄치 감시 시스템에 관한 것이다.

**배경기술**

<2> 향후 대체 에너지를 개발하기 위해 현재 국내에서 개발 중인 핵융합 실험장치인 초전도 토카막 장치(KSTAR : Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)는 플라즈마 상태의 중수소를 강한 자기장으로 가두기 위한 토로이달(TF) 코일(TF 초전도 자석)과, 플라즈마를 발생시키고 그 위치와 모양을 제어하기 위한 포로이달(PF) 코일(PF 초전도 자석)들로 구성 및 중심 코일(CS 초전도 자석)로 구성된다.

<3> 현재까지 개발된 초전도 자석은 지구자장의 26만배에 달하는 13테슬라의 자장을 얻을 수 있으며, 이러한 자장은 핵융합 반응에서 요구되는 플라즈마를 만들고 가두기 위해 필요한 것이다. 따라서 초전도 자석의 핵심 기술은 '관내연선도체'(CICC : Cable-in Conduit-Conductor)라고 알려진 각각의 전선을 감아 코일을 형성하여 초전도 자석을 제조함에 있다. 관내연선도체(CICC)는 35kA급의 대전류 운전을 위해서 360 또는 486가닥의 선재를 사각형의 금속관으로 둘러싸인 방식의 도체를 사용하여 자석을 제작하는 것으로, 초전도 자석의 운전 시 침입 또는 발생하는 열을 4.5K로 냉각하기 위해 약 5기압의 초임계 헬륨을 관내연선도체로 강제 순환시킨다.

<4> 도 1은 국내에서 제작되는 초전도 자석을 일례로 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이 초전도 자석(SC Magnet)은 고온의 플라즈마를 진공용기 벽에 닿지 않고 가두어두기 위한 것으로, 그 주요장치인 토카막장치를 보유하고 있다. 상기 토카막장치는 TF(Toroidal Field) 및 PF(Poloidal Field) 코일을 사용하여 플라즈마의 생성, 구속, 제어를 담당한다.

<5> TF(Toroidal Field) 및 PF(Poloidal Field)코일로 구성된 TF 초전도 자석(101)과 CS(Central Solenoid)코일로 구성된 CS 초전도 자석(103)과, PF(Poloidal Field)코일로 구성된 PF 초전도 자석(102) 및 각 초전도 자석을 연결하는 연결구조물(미부호)로 이루어진다.

- <6> 상기 TF 초전도 자석(101 ; 코일)은 약 35KA의 직류전류로 운전되며, 상기 CS 초전도 자석(103)과 PF 초전도 자석(102)은 펄스운전을 하여 상호 자장변화에 의한 기전력을 토러스(도우넛) 형상의 진공용기 내부에 발생시켜 플라즈마를 생성하고 플라즈마 전류 및 TF 자장과 함께 플라즈마를 구속시키는 역할을 수행한다.
- <7> 이러한 초전도 자석은 운전 도중 AC 손실(자기장 변화에 따른 전압의 유도로 발생된 전류에 의해 발생하는 손실 ; 페리데이 법칙, 오옴의 법칙), 선재와 선재사이의 마찰 혹은 선재와 지지물 사이의 마찰 그리고 접촉저항에 의한 주울열 발생 등의 연속적인 교란에너지가 존재한다. 이러한 현상으로 인해 초전도성을 잃고 상전도로 변하는 현상을 켄치(Quench)라 하며, 켄치는 선재의 온도상승을 만들게 되며 자석의 어떤 부분의 초전도성을 파괴시킨다.
- <8> 만약 초전도성을 잃게 된 영역의 최소전파영역(Minimum propagation zone ; MPZ)보다 크게 되면, 상전도 영역에서의 열 발생, 냉매로의 열전달, 그리고 비열과 열전도도에 의한 열 흡수 등의 복잡한 전기적, 열적현상에 의해 상전도 영역은 그 영역을 확장하게 된다. 이러한 과정 동안 켄치 초기 발생점은 가장 긴 시간동안 주울열 발생에 노출되어 있기 때문에 가장 높은 온도상승을 하게 된다. 국부적인 온도상승은 자석에 심각한 영향을 가져다 줄 수 있으며, 온도상승이 어느 정도 범위에 제한되어진다고 할지라도 상전도 영역에서 나타나는 수천 ~ 수만 볼트의 과전압은 권선 사이 아크의 원인이 되기도 한다.
- <9> 이러한 문제점을 해소하기 위한 토카막 장치의 초전도 자석은 켄치 검출 시스템이 필요한데, 초전도 자석의 형태 및 운전 조건 등을 고려하여 능동형 켄치 방식(Active Quench Protection)이 요구된다.
- <10> 켄치(Quench) 검출이란 전압탭 센서를 통해 발산된 에너지를 검출함을 의미하는 것으로, 능동형 켄치 검출 방식은 운전 도중에 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서의 신호를 이용하여 켄치를 판단하며, 켄치가 검출되면 저장된 에너지가 자석이 아닌 외부의 장치에서 빠르게 소비될 수 있도록 적절한 조치를 취해줄 필요성이 있다.
- <11> 따라서 초전도 토카막 장치의 안정적인 운전을 위해 앞서 설명한 바와 같은 요소들에 의해 발생하는 켄치를 검출하는 장치가 요구되며, 또한, 24시간 가동되는 토카막 장치의 특성상 실시간으로 켄치를 감시할 수 있는 시스템이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <12> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 초전도 토카막 장치에서 초전도 자석의 초전도 상태를 상실케 하는 켄치를 검출하여 초전도 토카막 장치 운전의 안정성과 신뢰성을 확보하고자 하는데 그 목적이 있다.
- <13> 또한, 켄치를 실시간으로 감시하여 토카막 장치 운전의 안정성과 신뢰성을 확보하고자 하는데 그 목적이 있다.
- <14> 또한, 네트워크망을 통해 여러 관리자가 어디에서든 켄치 발생 여부를 확인하여 좀 더 정확한 조치를 행할 수 있도록 하고자 하는데 그 목적이 있다.

**과제 해결수단**

- <15> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 초전도 토카막 장치의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서를 이용하여 초전도 자석에서 발생하는 켄치를 검출하는 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치에 있어서, 상기 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기, 각각의 초전도 자석에 설치된 다수의 상기 켄치 검출기로부터 켄치 발생신호를 입력받아 통합하고 최종 인터록을 발생하는 켄치신호 통합기 및 상기 켄치신호 통합기로부터 켄치 발생에 따른 신호를 전달받아 상기 초전도 자석의 상태를 모니터링하고, 상기 켄치 검출기를 제어하는 켄치 통합 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <16> 본 발명에 따른 바람직한 한 특징으로는, 상기 켄치 검출기는, 초전도 자석의 전압을 측정하는 고전압 처리부, 상기 고전압 처리부에서 측정된 전압을 이용해 기 설정된 설정값에 따라 켄치 판단여부를 결정하는 저전압 처리부 및 초전도 자석의 전압을 측정하고 측정된 전압을 통해 켄치 판단여부를 결정하여 그에 따른 켄치 발생여부 신호를 전송하도록 제어하는 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <17> 본 발명에 따른 바람직한 다른 특징으로는, 상기 켄치 검출기는, 3개의 전압탭 센서를 평행회로로 구성시켜 켄치를 검출하는 것을 특징으로 한다.
- <18> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치 검출기는, 2개의 전압탭 센서와 연결하여 차동전압을

측정함으로써 켄치를 검출하는 것을 특징으로 한다.

- <19> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치신호 통합기는, 상기 켄치 통합 제어부로 켄치 발생 위치정보를 포함한 켄치 발생신호를 전송하는 것을 특징으로 한다.
- <20> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치신호 통합기는, 정전 및 고장 시 강제적인 인터록 신호를 발생시키는 것을 특징으로 한다.
- <21> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치 통합 제어부는, 상기 켄치신호 통합기와 이더넷(Ethernet) 통신을 통해 연결되는 것을 특징으로 한다.
- <22> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치 검출기는, 초전도 토카막 장치의 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 설치되어 켄치를 검출하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 TF 초전도 자석은, 각 TF 초전도 자석마다 상기 켄치 검출기를 설치하고, 16개의 TF 초전도 자석에서 8개씩 한 조로 구성된 2개의 켄치 검출기를 다시 설치하며, 전체 TF 초전도 자석에 대하여 1개의 켄치 검출기를 설치하는 것을 특징으로 한다.
- <24> 본 발명에 따른 바람직한 또 다른 특징으로는, 상기 켄치신호 통합기는, 초전도 토카막 장치의 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 각각 하나씩 설치되는 것을 특징으로 한다.
- <25> 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명은 초전도 토카막 장치의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서를 이용하여 초전도 자석에서 발생하는 켄치를 검출 및 감시하는 초전도 토카막 장치의 실시간 켄치 감시 시스템에 있어서, 상기 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기, 각각의 초전도 자석에 설치된 다수의 상기 켄치 검출기로부터 켄치 발생신호를 입력받아 통합하고 최종 인터록을 발생하는 켄치신호 통합기, 상기 켄치신호 통합기와 연결되어 통합된 켄치 발생신호를 전달받고, 켄치 판단 설정값 변경 시 상기 켄치신호 통합기로 변경된 상기 설정값을 전송하는 적어도 하나 이상의 켄치 검출 서버 및 네트워크망을 통해 상기 켄치 통합 서버와 연결되어 상기 켄치 검출기로부터 검출된 초전도 자석의 켄치 발생여부를 모니터링하고, 켄치 판단 설정값 변경을 제어하는 다수의 클라이언트를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

**효 과**

- <26> 이와 같이 구성되고 작용되는 본 발명은 초전도 토카막 장치의 운전 중 여러 가지 요인들로 인해 초전도 자석의 초전도성이 상실되는 현상인 켄치 발생을 검출하고 켄치를 제거해 줌으로써 초전도 토카막 장치의 안정적인 운전과 신뢰성을 확보할 수 있는 효과가 있다.
- <27> 또한, 켄치 발생을 검출하고 이를 실시간으로 모니터링 할 수 있기 때문에 한층 더 높은 안정적인 운전과 네트워크망을 통해 어디서든지 여러 관리자가 확인할 수 있기 때문에 상황에 따라 좀 더 정확한 조치를 행할 수 있는 효과가 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <28> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치에 대한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <29> 도 2는 본 발명에 따른 켄치 검출장치의 개략도이고, 도 3은 켄치 검출장치의 개략적인 흐름도이다.
- <30> 본 발명에 따른 초전도 토카막 장치의 켄치 검출장치는 초전도 자석(101, 102)에 설치된 전압탭 센서(100)와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기(10)와, 다수의 상기 켄치 검출기로부터 입력받은 켄치 발생신호를 통합하는 켄치신호 통합기(20) 및 상기 켄치신호 통합기(20)로부터 입력받은 켄치 발생신호를 통해 초전도 토카막 장치를 모니터링 하고, 상기 켄치 검출기(10)를 제어하는 켄치 통합 제어부(30)로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <31> 이렇게 구성되는 켄치 검출장치는 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 켄치 검출을 위해 각각 구성된다.
- <32> 또한, 도 2에 도시된 바와 같이 켄치 검출장치는 사용자의 안정성을 위해 상기 켄치 검출기(10)가 설치되는 HV룸(고전압 룸)과 상기 켄치신호 통합기(20) 및 켄치 통합 제어부(30)가 설치되는 LV룸(저전압 룸)으로 구획되어 설치된다.
- <33> 전압탭 센서(100)는 본 출원인이 출원한 발명의 명칭 ("초전도 선재 내부 전압탭 센서 및 그 제작방법")에서 기

술했다. 상기 전압탭 센서(10)를 도 4 및 도 5를 참조하여 간략히 언급하면 다음과 같다.

- <34> 도 4는 전압탭 센서(100)의 구성을 나타낸 것으로, 중심에 구비되는 스테인리스 심선(110)과, 스테인리스 심선의 외주면에 형성되는 유리사(120)와, 상기 유리사(120)의 외주면에 형성되는 스테인리스 세션(130)과 상기 스테인리스 세션(130)의 외주면에 형성되는 스테인리스 피복(140)을 포함하여 구성된다.
- <35> 이렇게 구성되는 상기 전압탭 센서(100)는 도 5에 도시된 바와 같이 초전도 자석을 형성하는 전체 관내연선도체(C)를 소정길이의 구간으로 나누어 삽입한다. 이는 각 부위의 초전도 자석의 전압을 측정하여 각 부위의 초전도 상태를 확인하기 위한 것이다.
- <36> 도 6은 CVT를 이용해 초전도 자석의 켄치검출 방법을 나타낸 도면이고, 도 7은 EVT를 이용해 초전도 자석의 켄치검출 방법을 나타낸 도면이다.
- <37> 상기 전압탭 센서(100)는 CVT(Cowound Voltage Tap)와 EVT(External Voltage Tap)로 구성되는데, 상기 CVT는 2가닥의 전압탭 센서를 이용하는 것으로, 초전도 자석의 차동전압을 측정하는 초전도 자석 및 버스라인에 권선방향과 동일한 방향으로 형성된 전압탭 센서로써 유도성 전압의 제거를 목적으로 하며, 상기 EVT는 유도성 전압 제거를 목적으로 3개의 EVT를 평형회로(Balance Voltage)로 연결하여 전압을 측정하는 것으로, 상기 CVT와는 달리 각각의 초전도 자석으로 이루어진 초전도 시스템이 완성된 후 접근 가능한 지점에 형성된 전압탭으로써 자체로는 유도성 전압 제거의 효과가 없다.
- <38> 도 8은 켄치 검출기의 개략적인 구성도이다.
- <39> 켄치 검출기(10 ; Quench Detector(QD))는 각 초전도 자석(101, 102)에 설치된 상기 전압탭 센서(100)에 직접 연결되어 운전 중에 발생하는 초전도 이상 상태 즉, 켄치 발생여부를 직접 검출하는 장치로써, 고전압(High Voltage)처리부(11)와 저전압(Low Voltage) 처리부(12) 및 제어부(13)로 구성된다.
- <40> 상기 켄치 검출기(10)는 초전도 자석(101, 102)에 설치된 상기 전압탭 센서(100)에 직접 연결되므로 DC 15kV까지의 절연내압을 보유한다. 상기 고전압 처리부(11)에서 처리된 측정 전압은 상기 저전압 처리부(12)로 전송되어 켄치 판정을 수행한다.
- <41> 켄치라고 판정되면 후술할 켄치신호 통합기(20)로 켄치 판단 신호를 Optical 로직신호로 전송하는데, 상기 켄치 검출기(10)에서 측정된 전압과 각종 설정값(켄치 문턱 전압, 켄치 검출 지연 시간, 켄치 금지 신호)을 실시간으로 켄치신호 통합기(20)에 전송된다.
- <42> 여기서 켄치 문턱 전압이란 상기 켄치 검출기(10)가 켄치를 판정하기 위한 켄치 전압값을 의미하며, 켄치 검출 지연 시간은 켄치 검출기가 켄치를 판정하기 위한 지연시간으로 켄치 전압이 켄치 문턱값을 넘어 지속되는 시간을 의미한다.
- <43> 상기 고전압(High Voltage)처리부(11)는 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서(100)와 연결된다. 초전도 자석에서 발생한 켄치 전압은 미소전압이므로 신호처리를 할 때 신호가 잘 전달되어야 하며, MPS(Magnet Power Supply ; 초전도 자석에 전류를 공급하는 장치)가 오프(off) 됐을 때 발생하는 역기전력은 고전압이기 때문에 상기 켄치 검출기(10)에 영향을 주지 않으려면 켄치 검출장치 설계 기준인 내전압 15kV에 견뎌야 함으로 Control Rack은 고전압 신호에 대하여 floating 된다. 상기 고전압 처리부(11)는 그에 따른 조작 전원용 트랜스포머나 노이즈 차단용 트랜스포머의 절연 내력은 15kV를 견디는 특수 트랜스포머로 제작하여야 한다.
- <44> 상기 저전압(Low Voltage) 처리부(12)는 각 초전도 자석(Coil)의 상태를 초당 100번 정도 검출하는 것으로, 켄치 발생 상태로 설정된 조건(설정값)에 맞는 신호가 검출한다.
- <45> 상기 저전압 처리부(12)는 상기 고전압 처리부(11)에서 측정된 전압은 설정값을 통해 켄치 발생 여부를 결정하는 것으로, 여기서 설정값은 켄치 문턱 전압, 켄치 검출 지연 시간, 켄치 금지 신호, 신호증폭율, 저역통과필터의 차단 주파수 등으로써 이를 분석하여 켄치 발생 여부를 결정하게 된다.
- <46> 도 9를 참조하여 상기 저전압 처리부(12)를 구성을 살펴보면, 상기 고전압 처리부(11)를 통해 전압을 인가받는 켄치신호입력부(12a)와, 저전압 처리부(12)의 각 소자를 보호하기 위한 과전압 보호부(12b), 신호를 증폭시켜주는 증폭부(12c), 고전압 처리부(11)와 저전압 처리부(12)의 전기적인 절연을 위한 검출신호 절연부(12d), 저전압 처리부 전체의 자체 오프셋(offset)조정부(12e), 불필요한 높은 주파수 대역의 노이즈(Noise) 차단을 위한 LPF부(12f), 아날로그 신호를 디지털 신호를 변환시켜주는 A/D변환부(12g)를 포함하고, 도면에는 도시하지 않았지만 상기 저전압 처리부(12) 전체를 제어하는 제어부와, 상기 저전압 처리부(12)에서 처리된 신호를 켄치신호



통합기로 전송시키기 위한 광신호처리부를 더 포함하고, 전원공급을 위한 전원부로 구성된다.

- <47> 따라서, 상기 고전압 처리부(12)에서 측정된 전압은 상기 켈치신호입력부(12a) 입력되면 상기 저전압 처리부(12)에 켈치 판단여부를 확인하고 광신호 처리부(12h)를 통해 켈치신호 통합기(20)로 전송된다.
- <48> 제어부(13)는 상기 고전압 처리부(11)에 측정된 전압을 상기 저전압 처리부(12)로 입력받아 켈치 발생 여부를 확인하고, 후술할 켈치신호 통합기(30)로 켈치 신호를 전송하도록 상기 켈치 검출기(10)를 전반적으로 제어한다.
- <49> 다음으로 초전도 자석에 상기 켈치 검출기(10)가 설치되는 방법을 설명한다.
- <50> TF 초전도 자석의 켈치 검출은 크게 TF 코일 그리고 TFR(TF Return)을 포함한 TF 버스라인으로 나눌 수 있다.
- <51> 켈치 검출은 도체에 설치된 전압탭 센서(100)를 사용하여 검출한다. TF 코일은 EVT(External voltage tap)로 켈치를 검출하는데, 이 방식에서 켈치를 검출하기 위해서는 운전 중에 Magnetic coupling(자기결합)에 의하여 코일에 유도되는 유도전압 성분을 제거하여야만 한다. EVT를 사용하는 방식에서 유도전압 성분을 최대한으로 제거하기 위해서는 3개의 EVT를 이용하여 평형회로(Bridge circuit)를 구성하여 검출한다.
- <52> 도 10은 TF 코일 각각의 켈치 검출을 위한 켈치 검출기의 설치 상태도이다.
- <53> TF 코일(자석 구조물)은 총 16개로 각 코일에서 3개의 전압탭을 인출하여 하나의 Bridge circuit를 구성한다. 따라서 총 48개의 전압탭이 인출되며 16개의 평형회로가 설치된다.
- <54> 도 11은 TF 코일 전체의 켈치 검출을 위한 켈치 검출기의 설치 상태도이다.
- <55> 이와는 별도로 TF 코일 전체에 대한 켈치 검출을 수행하는 개념이 도 3에 나와 있다. 도시된 바와 같이 16개의 TF 코일을 8개씩 2조로 나누 각 조에 대하여 Bridge 회로를 구성하고, 또한, TF 코일 전체에 대하여 1조의 Bridge 성한다. 따라서 총 9개의 추가적인 전압탭과 3개의 추가적인 평형 회로가 설치되어 켈치 검출의 여유도(Redundancy)를 둔다.
- <56> 도 12는 TF 코일 버스라인의 켈치 검출을 위한 켈치 검출기의 설치 상태도이다. TF 초전도 자석에 전류를 인가하기 위해 설치되는 버스라인의 켈치를 검출하기 위해서는 버스라인을 구성하는 CICC(Cable-In-Conduit Conductor)에 도시된 바와 같이 CVT가 설치된다. CVT를 사용하게 되면 도체와 동일하게 감겨져 운전 중에 발생하는 자장에 의한 유도성 전압 성분을 대부분 상쇄되게 된다.
- <57> 다음은 PF 초전도 자석에 켈치 검출기(10) 설치방법을 설명한다.
- <58> PF 초전도 자석은 PF 코일과 PF 버스라인으로 나눌 수 있다. PF 초전도 자석은 총 7개로 구성되어 있는데, 1번부터 5번까지는 EVT와 CVT 두 가지 방식을 이용하여 켈치를 검출하고 6번과 7번 PF 초전도 자석은 EVT만을 사용하여 켈치를 검출한다.
- <59> PF 초전도 자석의 켈치를 검출하기 위해서는 운전 중에 Magnetic coupling(자기결합)에 의하여 코일에 유도되는 유도전압 성분을 제거하여야만 한다. 따라서, EVT 전압탭을 사용하여 유도전압 성분을 최대한으로 제거하기 위하여 평형회로(Balance circuit)를 구성하여 켈치를 검출하도록 하며, 전압성분에서 유도성 전압을 상쇄시켜 코일의 양단전압을 측정함으로써 켈치를 검출할 수 있도록 전압탭을 코일의 권선과 동일하게 감는다.
- <60> 도 13은 PF 1번 또는 2번 초전도 자석의 켈치 검출을 위한 켈치 검출기의 설치 상태도이다.
- <61> 우선, PF 1번과 2번은 동일한 방식으로 켈치 검출기(10)를 설치하는데, Upper coil과 Lower coil이 Inter-coil bus line을 통해 연결되어져 있다.
- <62> 결국 PF 1번과 2번의 버스라인은 + polarity(극성) 부와 - polarity부는 두가닥이 CLB(Current Lead Box ; 전류인입박스)에 연결되는 구조를 갖는다. 코일(초전도 자석에서 권선방향으로 감은 부분)의 켈치를 검출하기 위하여 CVT가 사용된 곳에 켈치 검출기를 설치하고 EVT가 설치된 곳에도 평형회로를 구성하여 켈치를 검출한다.
- <63> 또한, 버스라인으로는 CVT가 설치되어 켈치를 검출하고 상부 코일과 하부 코일을 이어주는 Inter-coil 부분에는 CVT를 이용하여 켈치를 검출하게 된다.
- <64> 도 14는 PF 3번 내지 5번 초전도 자석의 켈치 검출을 위한 켈치 검출기의 설치 상태도이다.
- <65> PF 3번 내지 5번 또한 EVT와 CVT를 이용하여 켈치를 검출하게 된다. 도 11에는 3번에 대한 Upper 코일(또는 Lower 코일)만 도시한 나머지는 모두 동일하다. 도시된 바와 같이 PF 3, 4, 5번 코일은 1, 2번 코일과는 다르게

Inter-coil 없이 + polarity와 - polarity의 버스라인이 CLB까지 라우팅 된다. CVT가 설치된 곳에 켄치 검출기를 설치하고 EVT가 설치된 곳은 평형회로를 구성하여 켄치를 검출한다. 또한, 버스라인은 CVT를 통해 검출한다.

- <66> 도 15는 PF 6번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도이다.
- <67> PF 6번 코일의 켄치 검출을 위해서는 EVT만을 설치한다. 도 12는 upper 코일만 도시(또는 Lower 코일)한 것으로 + polarity와 - polarity의 버스라인이 CLB까지 라우팅 된다. 이 또한, PF 3번 내지 5번과 동일하게 Inter-coil 버스라인은 없다. 도시된 바와 같이 코일의 중간은 joint를 갖고, EVT를 사용하여 코일 두 부분으로 나누어 평형회로(Balance circuit)를 구성하여 켄치 검출기를 설치한다. 또한, 코일 전체에 대한 평형회로를 구성하여 여유분(Redundancy)둔다. 버스라인에 대한 켄치 검출은 CVT를 이용한다.
- <68> 도 16은 PF 7번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도이다.
- <69> PF 7번 코일의 켄치 검출을 위하여도 EVT만을 설치한다. 도 13에 도시된 바와 같이 Upper coil과 Lower coil이 Inter-coil 버스라인을 통해 연결되어 있다. PF 1번 코일과 유사하게 + polarity와 - polarity의 버스라인이 CLB에 연결되는 구조를 갖는다. 각 코일의 켄치를 검출하기 위하여 EVT를 사용해 평형회로를 구성하고, 버스라인에 대한 켄치 검출은 CVT를 사용한다. 또한, Inter-coil 버스라인에 대해서는 CVT를 사용한다.
- <70> 이처럼 초전도 시스템의 PF 초전도 자석은 Pulse mode(AC mode)동작을 수행하므로 EVT와 CVT를 병행하여 켄치를 검출함으로써 켄치 검출의 안정성을 확보하고 할 수 있다.
- <71> 도 17은 본 발명에 따른 켄치신호 통합기의 개략적인 구성도이다.
- <72> 켄치신호 통합기(20 ; Quench Signal Integrator(QSI))는 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석에 각각에 구비되는 것으로, 초전도 자석(TF, PF)의 켄치를 검출하는 다수의 상기 켄치 검출기(10)로부터 입력받은 신호를 통합 처리하여 최종 인터록(interlock)을 발생하는데, 후술할 켄치 통합 제어부(30)로부터 켄치 금지 신호(Quench Inhibit)를 전달받아 최종 인터록을 제어한다. 여기서 인터록 신호는 켄치 제거를 위해 초전도 토크막 장치의 전원을 공급하는 MPS를 제어하기 위한 것이다. 다수의 켄치 검출기(10)로부터 전송받은 켄치 판단 신호는 일례로"OR" 로직으로 처리하여 최종 인터록을 발생한다.
- <73> 상기 켄치신호 통합기(20)는 켄치 검출기(10)로부터는 A/D 변환 데이터와 인터록 발생여부 및 각각의 켄치 검출기 동작 상태를 확인할 수 있는 신호를 전송받으며, 켄치 검출기(10)로 켄치 발생 신호 설정값을 전송하여 준다.
- <74> 상기 켄치신호 통합기(20)는 상기 켄치 검출기(10)로부터 켄치 판단신호를 입력받는 광신호 처리부(21)와, 켄치 발생에 따른 인터록 신호를 처리하는 인터록 신호 처리부(22), 켄치 검출기로 각종 설정값을 전송하는 통신 데이터 처리부(23), 사용자에게 의해 조작되는 외부입력장치와 연결되는 사용자 인터페이스(24), 켄치 통합 제어부(30)로부터 신호를 입력받는 이더넷 통신부(25), 켄치신호 통합기(20)를 제어하는 제어부(26) 및 전원부(27)로 구성된다.
- <75> 또한, 켄치신호 통합기(20)에서 후술한 켄치 통합 제어부(30)로 보내는 신호는 켄치가 발생한 위치정보를 포함하여 전송하는데, 여기서 위치정보는 각각의 TF, PF 초전도 자석과 버스라인을 포함한 30개 위치에 해당하는 위치정보를 포함하는 것이다.
- <76> 한편, 켄치 검출기에서 발생하는 켄치 판단 신호와 켄치신호 통합기(20)에 MPS로 전달되는 인터록 신호는 정전 및 고장시에 강제적으로 인터록 신호를 만든다.
- <77> 켄치 통합 제어부(30)는 상기 켄치신호 통합기(20)와 Ethernet 통신을 통해 상기 켄치 검출기(10)를 모니터링 하고 동시에 상기 켄치 검출기(10)의 제어를 담당하는데, 상기 켄치신호 통합기(20)가 상기 켄치 통합 제어부(30)와 켄치 검출기(10)의 인터페이스 역할을 하게 되는 것이다.
- <78> 상기 켄치 통합 제어부(30)를 통한 초전도 자석의 모니터링 및 제어는 초전도 토크막 장치 운전자 또는 관리 감독자에 의해 이루어진다.
- <79> 또한, 상기 켄치 통합 제어부(30)는 상기 켄치신호 통합기(20)로 켄치 금지 신호를 전송하고, 상기 켄치 검출기(10)의 켄치 발생 확인을 위한 설정값(켄치 문턱 전압, 켄치 검출 지연 시간 등)을 제어한다.
- <80> 따라서 각각의 초전도 자석에 설치된 전압탭 센서(100)와 연결된 켄치 검출기(10)를 통해 초전도 자석에 인가되는 전압을 측정하여 켄치 발생여부를 확인하고 켄치 발생 시 켄치 신호를 상기 켄치신호 통합기(20)로 전송하면

인터록 신호를 발생하여 MPS 제어를 통한 켄치를 제거하게 된다.

- <81> 또한, 상기 켄치 통합 제어부(30)는 상기 켄치 검출기(10)가 켄치 발생을 결정할 수 있는 설정값에 제공 및 제어하고 실시간으로 모니터링 하게 된다.
- <82> 다음으로 본 발명에 따른 실시간 켄치 감시 시스템을 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <83> 도 18은 본 발명에 따른 실시간 켄치 감시 시스템의 개략적인 구성도이고, 도 19는 본 발명의 실시예로 실시간 켄치 감시 시스템의 구성도이다.
- <84> 본 발명에 따른 초전도 토크막 장치의 실시간 켄치 검출 시스템은 초전도 자석(101, 102)에 설치된 전압탭 센서(100)와 연결되어 켄치를 검출하는 다수의 켄치 검출기(10)와, 다수의 상기 켄치 검출기로부터 입력받은 켄치 발생신호를 통합하는 켄치신호 통합기(20), 상기 켄치신호 통합기(20)와 연결되어 켄치 발생신호를 저장하고 켄치 판단 설정값 변경 시 상기 켄치 신호 통합기로 전송시켜주는 켄치 통합 서버(40) 및 상기 켄치 통합 서버와 네트워크망을 통해 연결되어 켄치 검출기(10)와 켄치신호 통합기(20)를 모니터링 및 제어하는 클라이언트(50)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- <85> 도 20은 켄치 통합 서버의 개략적인 구성도이다.
- <86> 켄치 통합 서버(40)는 상기 켄치신호 통합기(20)와 연결되어 켄치 발생신호를 입력받고 저장한다. 상기 켄치 통합 서버(40)는 TF 초전도 자석과 PF 초전도 자석의 켄치 신호 통합기(20)와 TCP/IP 프로토콜을 통해 각각 연결되어 켄치 발생신호를 전달 받는다.
- <87> 상기 켄치 통합 서버(40)는 켄치 신호 통합기(20)가 연결되는 인터페이스부(42)와, 각각의 켄치 검출기(10)에서 발생한 켄치 발생신호(데이터)가 일정시간 간격으로 저장하거나 켄치 판단 설정값을 저장하는 데이터베이스(41)와, 후술할 클라이언트(50)에 의해 변경된 켄치 판단 설정값을 상기 데이터베이스(41)에서 읽어와 상기 켄치신호 통합기(20)로 전송하도록 제어하는 제어부(43)로 구성된다.
- <88> 다수의 켄치 검출기(10)로부터 측정된 켄치 발생신호는 켄치신호 통합기에 의해 통합된 후 초전도 자석의 켄치 발생여부를 상기 데이터베이스(41)에 일정시간 간격으로 저장한다. 저장된 켄치 발생신호는 데이터베이스화하여 초전도 자석의 켄치 발생 상태를 분석하거나 해석할 수 있다.
- <89> 도 3에 도시된 바와 같이 상기 켄치 통합 서버(40)는 TF 초전도 자석의 켄치 신호를 통합하는 켄치신호 통합기(20)와 하나가 연결되고, PF 초전도 자석의 켄치 신호를 통합하는 두 개의 켄치신호 통합기(20)와 다른 하나가 연결되는 구조를 제안할 수 있으나, 이것은 하나의 실시예일뿐 시스템의 구축환경(성능, 비용 등)에 따라 다양하게 변경 가능하다.
- <90> 이렇게 각각의 초전도 자석으로부터 발생하는 켄치 신호를 통합하는 켄치신호 통합기(20)에 연결되는 켄치 통합 서버(40)는 네트워크망에 연결되며, 이 네트워크망으로 후술할 클라이언트(50)가 연결된다.
- <91> 도 21은 본 발명에 따른 클라이언트의 개략적인 구성도이다.
- <92> 클라이언트(50)는 각각의 상기 켄치 통합 서버(40)를 연결하는 네트워크망에 연결되어 상기 켄치 검출기(10) 및 켄치신호 통합기(20)를 제어하고 켄치 발생 상태를 모니터링 한다.
- <93> 상기 클라이언트(50)는 일반적으로 PC가 될 수 있는데, 인터넷망이나 내부적으로 구축된 자체 네트워크망(LAN) 등 다양한 통신망을 통해 상기 켄치 통합 서버(40)와 연결될 수 있고, 이를 통해 실시간으로 상기 켄치 통합 서버(40)에 접속하여 초전도 자석의 켄치 발생여부를 확인할 수 있다.
- <94> 상기 클라이언트(50)는 켄치 검출기(10)가 검출한 초전도 자석의 켄치 발생여부를 모니터링하기 위한 디스플레이부(51)와, 상기 켄치 통합 서버(40)와 연결되는 인터페이스부(52) 및 켄치 판단 설정값을 설정하는 설정부(53)가 구비된다.
- <95> 상기 설정부(53)를 통해 켄치 판단 설정값을 변경하게 되면 상기 데이터베이스(41)로 저장되고 켄치 통합 서버(40)의 제어부(43)가 이를 읽어와서 상기 인터페이스부(42)를 통해 켄치신호 통합기(20)로 전송한다. 변경된 켄치 판단 설정값은 켄치신호 통합기(20)가 각각의 켄치 검출기(10)로 제공한다.
- <96> 따라서 각각의 초전도 자석에 설치된 켄치 검출기(10)를 통해 검출된 켄치 신호는 켄치신호 통합기(20)로 전송되어 켄치 발생신호가 통합되고, 이것은 켄치 통합 서버(40)로 전송되어 저장된다. 상기 켄치 통합 서버(40)에 접속된 클라이언트(50)를 통해 관리자가 초전도 자석의 상태를 모니터링하고 켄치 판단 설정값 변경 및 제어를

할 수 있는 것이다.

- <97> 이와 같이 구성되고 작용되는 본 발명은 초전도 토카막 장치의 운전 중 여러 가지 상황으로 인해 초전도 자석의 초전도성이 상실되는 현상인 켄치를 검출하고 켄치를 제거함으로써 초전도 자석의 안정성은 물론 토카막 장치의 안정적인 운전과 신뢰성을 확보할 수 있는 이점이 있다.
- <98> 또한, 24시간 운전되는 토카막 장치의 초전도 자석에서 발생하는 켄치를 실시간으로 클라이언트를 통해 어디에 서든지 실시간으로 관리자에 의한 모니터링과 제어가 가능하고 이에 따라 긴급상황에서도 신속한 조치가 이루어 질 수 있는 이점이 있다.
- <99> 이상, 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다.
- <100> 오히려, 첨부된 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

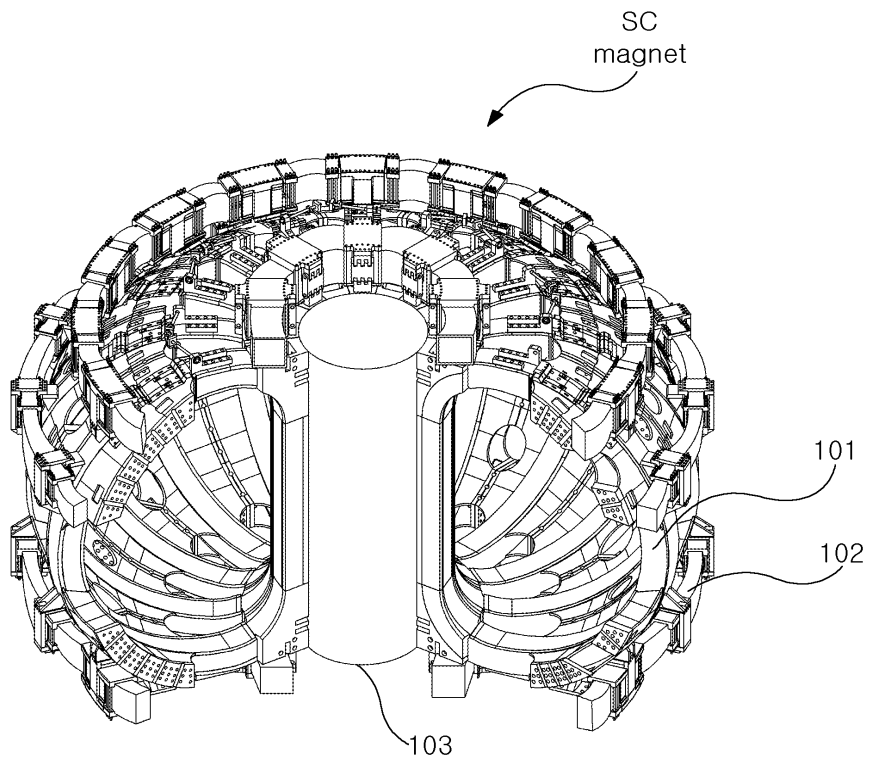
**도면의 간단한 설명**

- <101> 도 1은 초전도 토카막 장치에 구성되는 초전도 자석 시스템의 부분 절개도,
- <102> 도 2는 본 발명에 따른 켄치 검출장치의 개략도,
- <103> 도 3은 본 발명에 따른 켄치 검출장치의 개략적인 흐름도,
- <104> 도 4 및 도 5는 전압탭 센서와 초전도 자석을 이루는 관내연선도체 설치된 전압탭 센서를 나타낸 상태도,
- <105> 도 6은 CVT를 이용해 초전도 자석의 켄치검출 방법을 나타낸 도면,
- <106> 도 7은 EVT를 이용해 초전도 자석의 켄치검출 방법을 나타낸 도면,
- <107> 도 8은 켄치 검출기의 개략적인 구성도,
- <108> 도 9는 본 발명에 따른 켄치 검출기의 저전압 처리부 구성도,
- <109> 도 10은 TF 코일 각각의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <110> 도 11은 TF 코일 전체의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <111> 도 12는 TF 코일 버스라인의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <112> 도 13은 PF 1번 또는 2번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <113> 도 14는 PF 3번 내지 5번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <114> 도 15는 PF 6번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <115> 도 16은 PF 7번 초전도 자석의 켄치 검출을 위한 켄치 검출기의 설치 상태도,
- <116> 도 17은 켄치신호 통합기의 개략적인 구성도,
- <117> 도 18은 본 발명에 따른 실시간 켄치 감시 시스템의 개략적인 구성도,
- <118> 도 19는 본 발명의 일실시예로 실시간 켄치 감시 시스템의 구성도,
- <119> 도 20은 켄치 통합 서버의 개략적인 구성도,
- <120> 도 21은 클라이언트의 개략적인 구성도.
- <121> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <122> 100 : 전압탭 센서
- <123> 101 : TF 초전도 자석
- <124> 102 : PF 초전도 자석

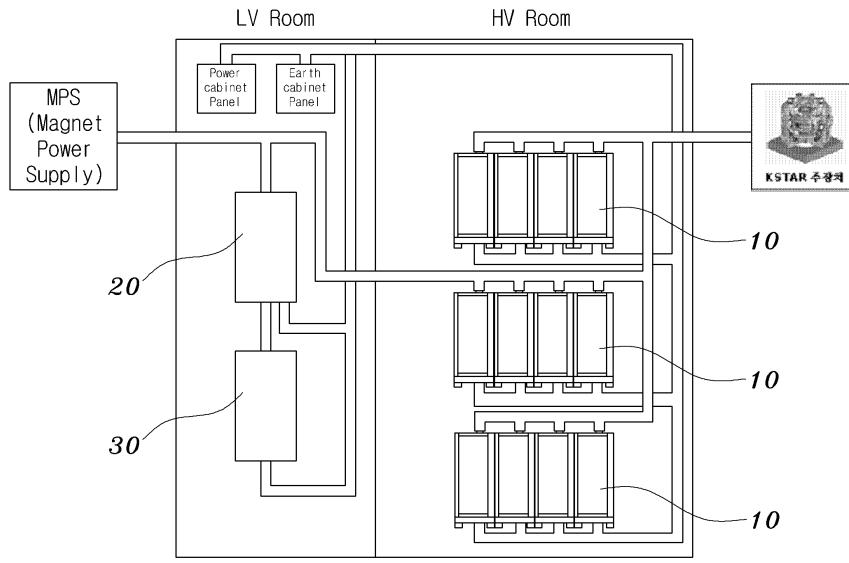
- <125> 103 : CS 초전도 자석
- <126> 10 : 켄치 검출기
- <127> 11 : 고전압 처리부
- <128> 12 : 저전압 처리부
- <129> 20 : 켄치신호 통합기
- <130> 30 : 켄치 통합 제어부
- <131> 40 : 켄치 통합 서버
- <132> 50 : 클라이언트

**도면**

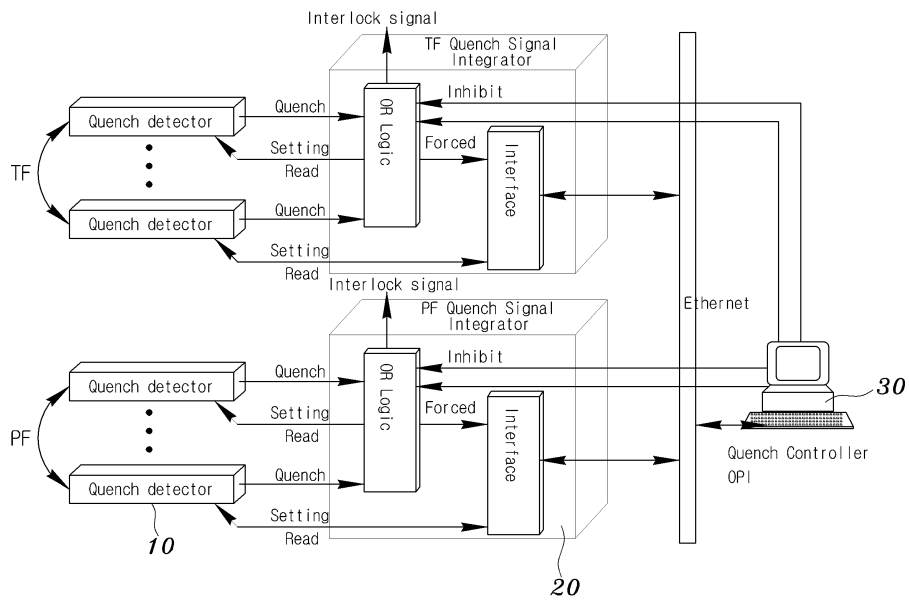
**도면1**



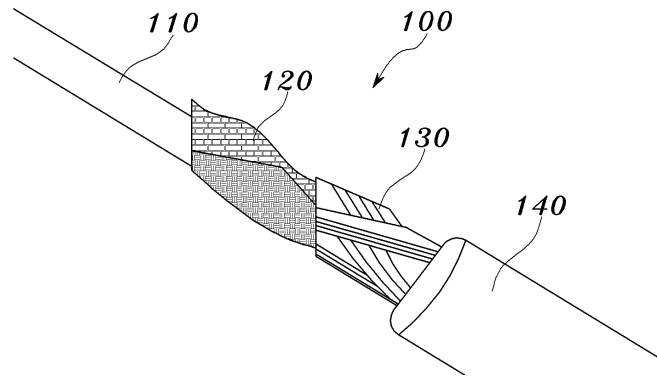
도면2



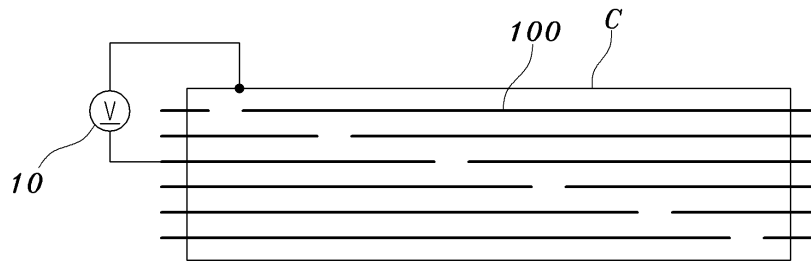
도면3



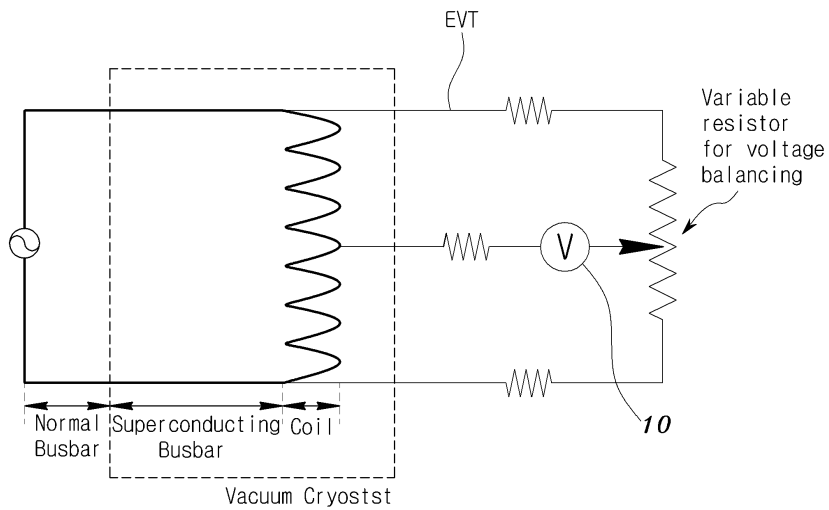
도면4



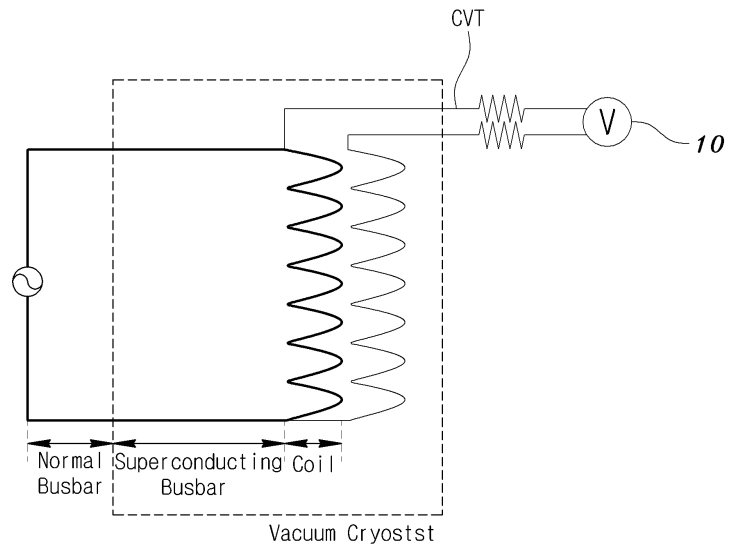
도면5



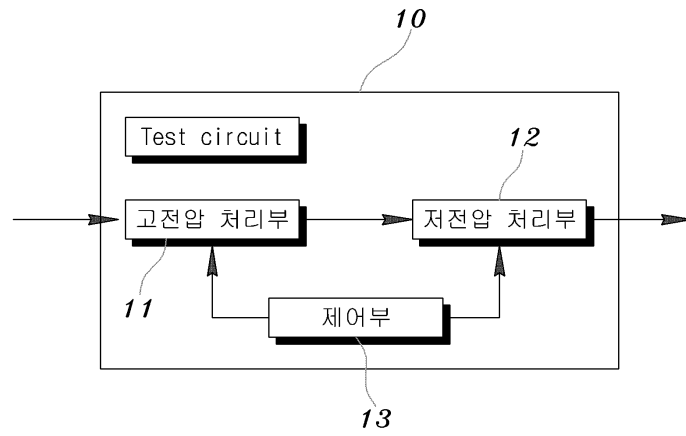
도면6



도면7

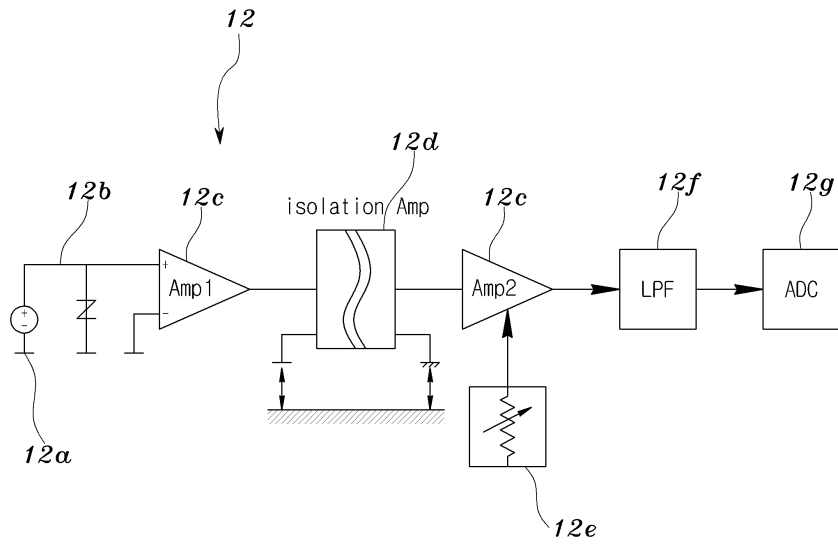


도면8

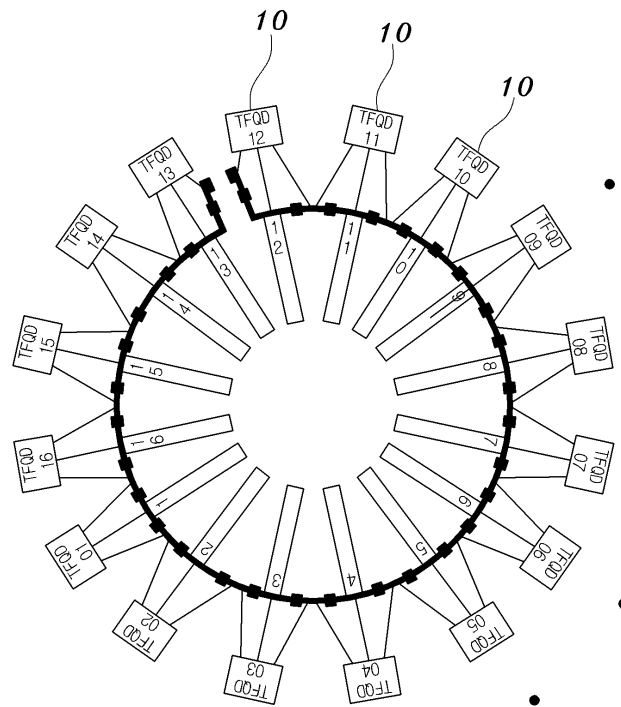




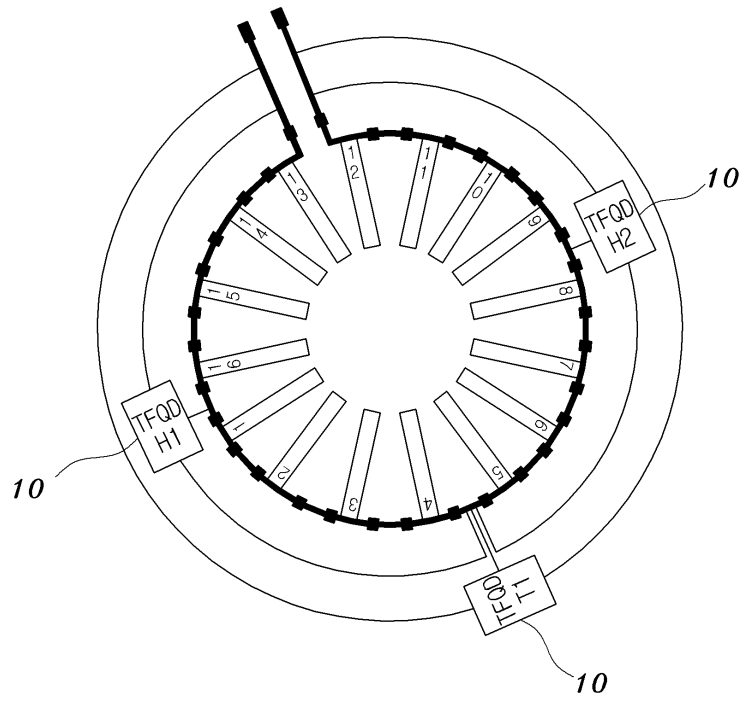
도면9



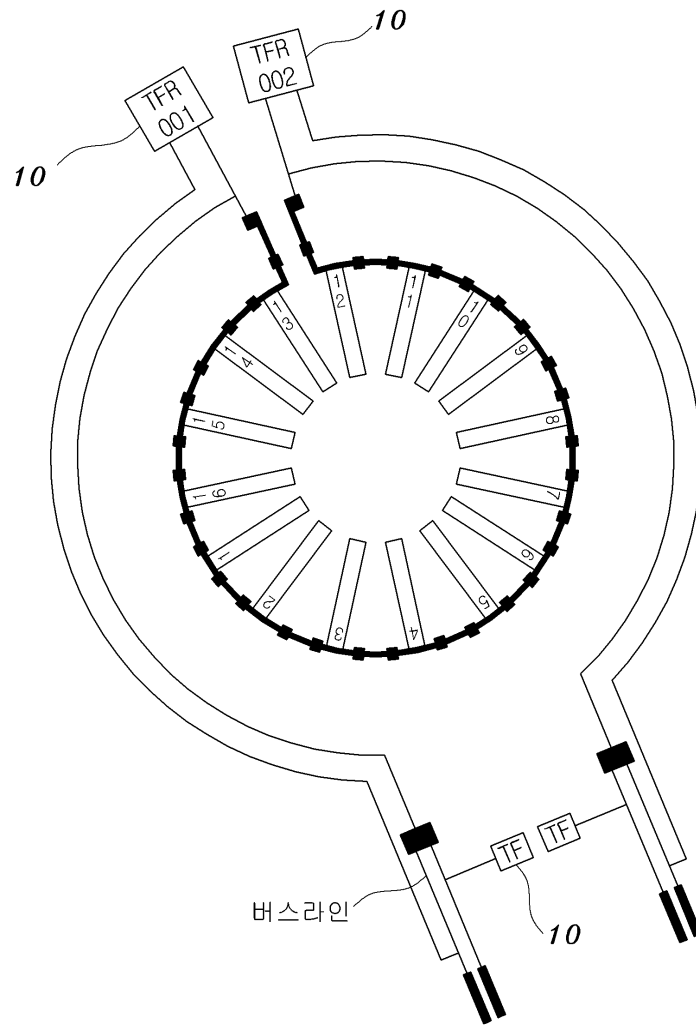
도면10



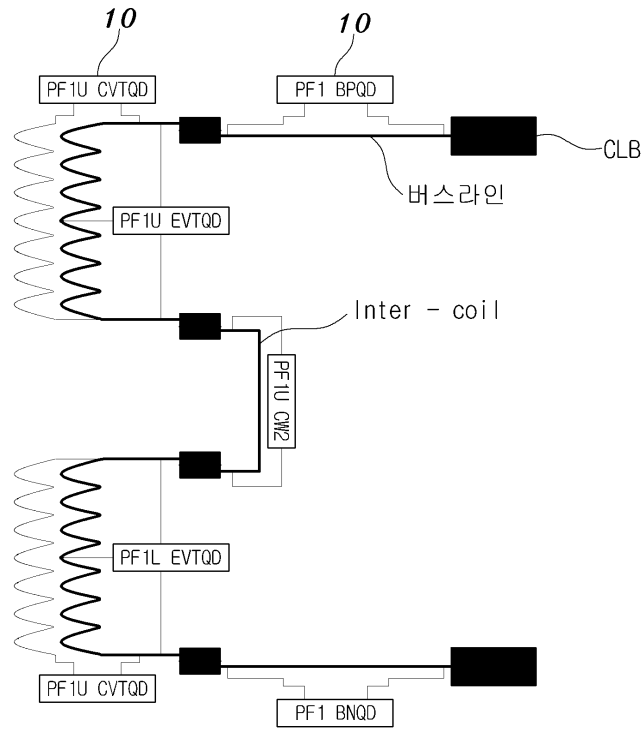
도면11



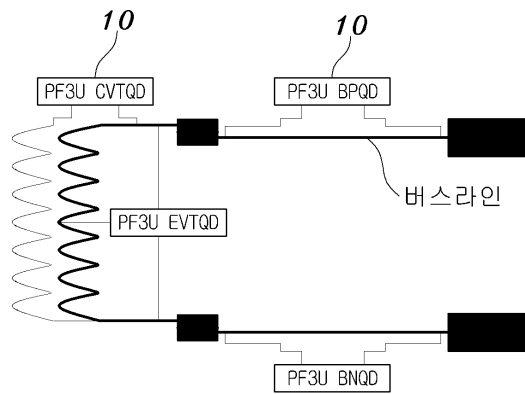
도면12



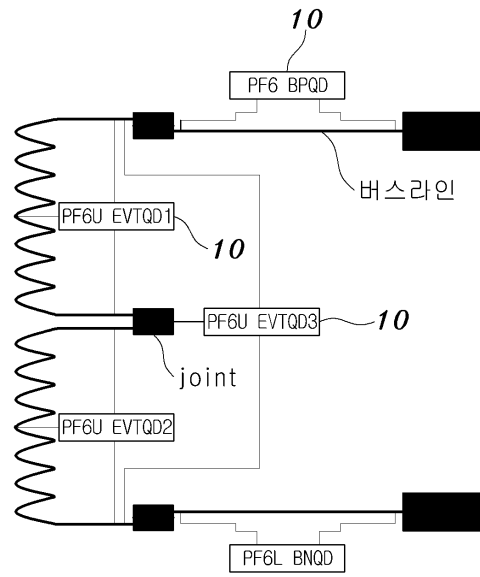
도면13



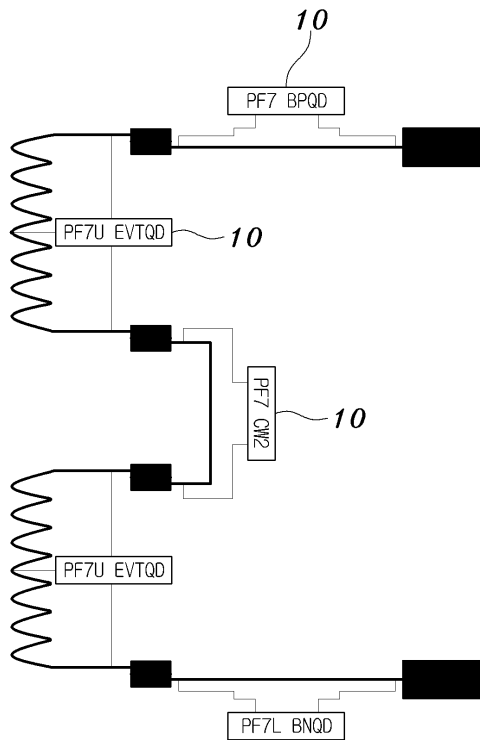
도면14



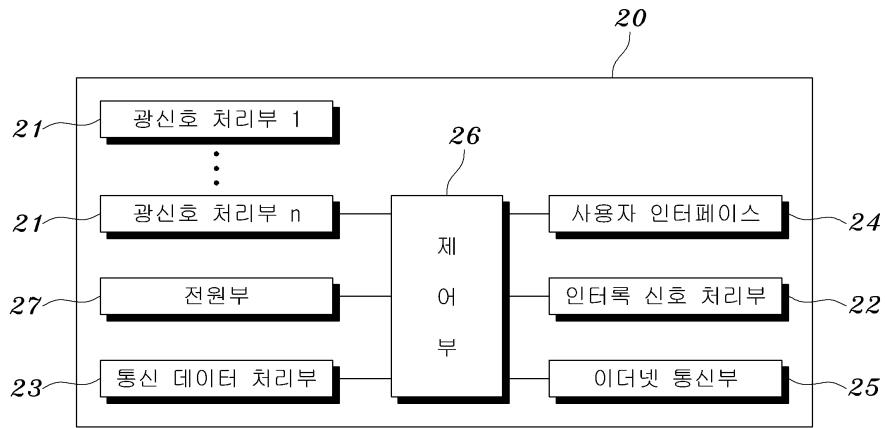
도면15



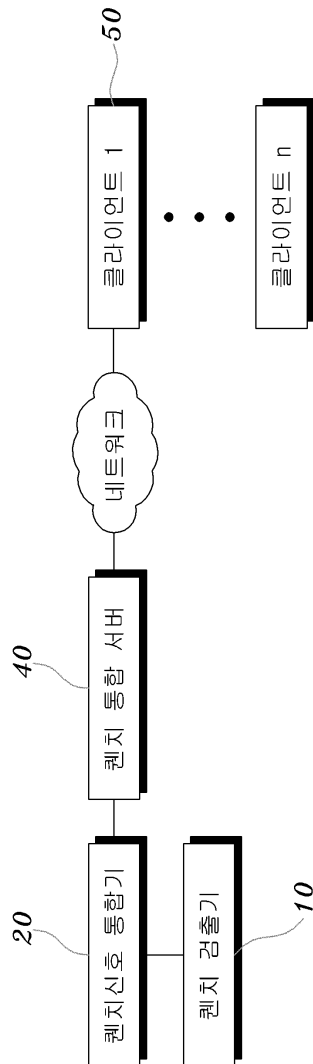
도면16



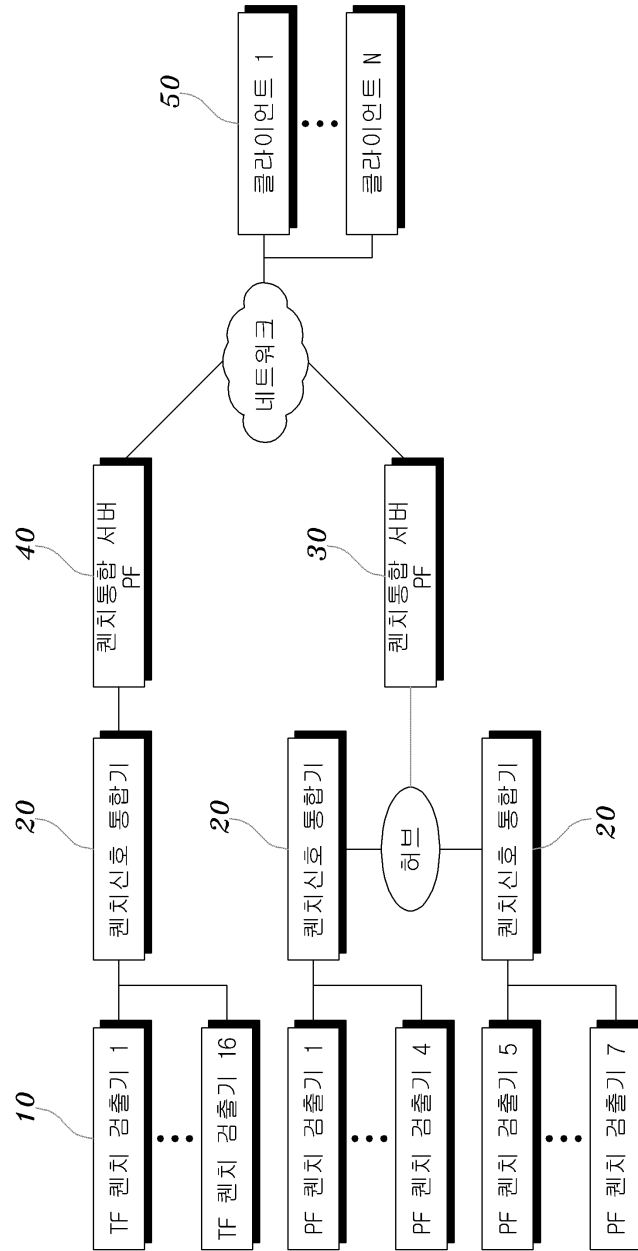
도면17



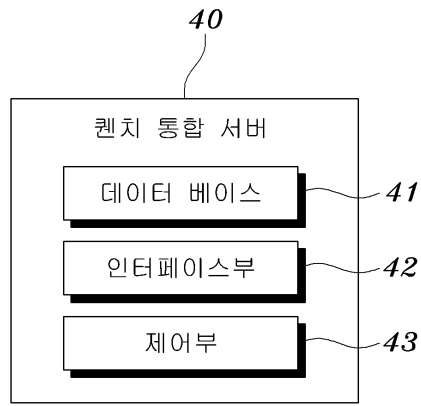
도면18



도면19



도면20



도면21

