



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월17일
 (11) 등록번호 10-1135612
 (24) 등록일자 2012년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G21B 1/11 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0115683

(22) 출원일자 2010년11월19일

심사청구일자 2010년11월19일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100108713 A

JP54071297 A

KR100831427 B1

KR1020110075661 A

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)

(72) 발명자

김상태

대전광역시 유성구 어은로 57, 129동 701호 (어은동, 한빛아파트)

김영진

대전광역시 유성구 은구비남로 34, 열매마을 아파트 806동 401호 (노은동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인대한

전체 청구항 수 : 총 10 항

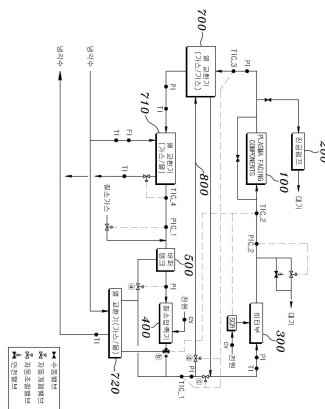
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치**

(57) 요약

본 발명은 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치에 관한 것으로, PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)를 순회한 질소가스를 압축하여 다시 상기 PFCs로 공급하기 위한 압축기, 상기 PFCs로 공급되는 질소가스를 가열하기 위한 히터부, 질소가스를 설정 온도 이상 또는 이하로 열교환하기 위한 열교환기, 상기 PFCs 순환유로 내부의 진공을 형성하기 위한 진공펌프로 구성되어 순환회로를 통해 질소가스를 PFCs에 공급하고, 상기 PFCs에 공급 전 질소가스와 공급 후 질소가스의 온도를 상기 순환로에 각각 설치된 온도센서와 압력센서를 통해 온도정보와 압력정보를 검출하고, 상기 압축기, 히터부, 열교환기, 진공펌프를 제어함과 동시에 상기 순환로에 각각 구비된 밸브를 제어하여 질소가스의 가열 열에너지 손실이 최소화되도록 질소가스 공급을 제어하고, 상기 PFCs를 냉각시키기 위해 질소가스의 냉각 열에너지를 제어하는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 구성되는 본 발명은 에너지 효율을 최대화하여 PFCs 구조물 세정을 위한 가열 운전과 냉각 운전을 달성할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

정남용

대전광역시 대덕구 석봉로30번안길 57, 101동 211
호 (석봉동, 서우아파트)

김양수

대전광역시 유성구 어은로 57, 122동 401호 (어은
동, 한빛아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)를 순회한 질소가스를 압축하여 다시 상기 PFCs로 공급하기 위한 압축기;

상기 PFCs로 공급되는 질소가스를 가열하기 위한 히터부;

질소가스를 설정 온도 이상 또는 이하로 열교환하기 위한 열교환기; 및

상기 PFCs의 순환유로 내부의 진공을 형성하기 위한 진공펌프로 구성되어 질소가스를 순환 로를 통해 PFCs에 공급하고,

상기 PFCs에 공급 전 질소가스와, 공급 후 질소가스의 온도를 상기 순환 로에 각각 설치된 온도센서와 압력센서를 통해 온도정보와 압력정보를 검출하고, 상기 압축기, 히터부, 열교환기, 진공펌프를 제어함과 동시에 상기 순환 로에 각각 구비된 밸브를 제어하여 질소가스의 가열에 필요한 열에너지 손실이 최소화되도록 질소가스 순환회로를 제어하고,

상기 PFCs를 냉각시키기 위해 질소가스의 냉각 열에너지를 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 열교환기는,

상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 보상하기 위한 제 1열교환기;

상기 압축기로 공급되는 질소가스의 온도를 냉각하기 위한 제 2열교환기; 및

상기 PFCs의 승온 및 냉각을 위해 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 조절하기 위한 제 3열교환기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

질소가스가 순환되는 상기 압축기 선단으로 질소가스 압력을 유지하면서 질소가스를 공급하기 위한 버퍼탱크를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 순환 로는,

상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도가 상기 압축기에서 토출된 온도보다 높을 경우 압축기에 토출된 질소가스를 열교환기로 공급한 후 히터부로 공급되도록 순환시키는 제어순환 로를 포함하고,

상기 제어순환 로의 공급 여부를 밸브 제어를 통해 선택적으로 개방시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 제어순환 로의 공급 여부를 결정하는 밸브는,

상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서와, 상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 상기 밸브의 개방 여부를 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 6

제 3항에 있어서, 상기 버퍼탱크와 압축기에서 토출된 질소가스의 순환방향과 양을 제어하는 밸브는,

상기 히터부를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 제어받으며,

상기 온도센서는 상기 히터부의 구동부도 함께 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 7

PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)를 순회한 질소가스를 압축하여 다시 상기 PFCs로 공급하기 위한 압축기;

상기 PFCs로 공급되는 질소가스를 가열하기 위한 히터부;

질소가스를 설정 온도 이상 또는 이하로 열교환하기 위한 열교환기;

질소가스가 순환되는 상기 압축기 선단으로 질소가스 압력을 유지하면서 질소가스를 공급하기 위한 버퍼탱크; 및

상기 PFCs의 순환유로 내부의 진공을 형성하기 위한 진공펌프;로 구성되어 질소가스를 순환 로를 통해 PFCs에 공급하고,

상기 순환 로는,

상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도가 상기 압축기에서 토출된 온도보다 높을 경우 압축기에 토출된 질소가스를 열교환기로 공급한 후 히터부로 공급되도록 순환시키는 제어순환 로;를 포함하고,

상기 PFCs에 공급 전 질소가스와, 공급 후 질소가스의 온도를 상기 순환 로에 각각 설치된 온도센서와 압력센서를 통해 온도정보와 압력정보를 검출하고, 상기 압축기, 히터부, 열교환기, 진공펌프를 제어함과 동시에 상기 순환 로에 각각 구비된 밸브를 제어하여 질소가스의 가열에 필요한 열에너지 손실이 최소화되도록 질소가스 순환회로를 제어하고,

상기 PFCs를 냉각시키기 위해 질소가스의 냉각 열에너지를 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 열교환기는,

상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 보상하기 위한 제 1열교환기;

상기 압축기로 공급되는 질소가스의 온도를 냉각하기 위한 제 2열교환기; 및

상기 PFCs의 승온 및 냉각을 위해 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 조절하기 위한 제 3열교환기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 제어순환 로의 공급 여부를 결정하는 밸브는,

상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서와, 상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 상기 밸브의 개방 여부를 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 버퍼탱크와 압축기에서 토출된 질소가스의 순환방향과 양을 제어하는 밸브는,

상기 히터부를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 제어받으며,

상기 온도센서는 상기 히터부의 구동부도 함께 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치에 관한 것으로, 초전도 토카막 장치의 진공용기 내벽에 설치되는 내화타일의 청정성을 확보하기 위한 가열 및 냉각이 가능한 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 핵융합 연구장치(장치명 : KSTAR)의 목적은 플라즈마 발생 및 제어 기술 습득을 넘어 핵융합을 통한 고 효율의 무한청정에너지 생산을 위한 연구가 목적이다. Plasma가 형성되는 진공용기(Vacuum Vessel)는 초고진공상태에서 플라즈마가 발생되고 유지되며, 궁극적으로 핵융합반응이 일어나는 중요한 장치로서 초고진공인 5×10^{-7} mbar 이하 영역이다. 따라서 진공용기의 내부의 구성물과 약 80 m^2 에 달하는 진공용기 내 벽면은 초고진공 환경에 적합해야하며, 플라즈마와의 표면 상호작용에 의해 플라즈마로 유입되는 불순물을 최소화할 수 있도록 표면 상태를 유지해야 한다.

[0003] PFCs 주성분은 carbon으로 되어 있으며, tile 표면 및 기공에는 수많은 불순물 즉, H_2O , H_2 , CO , CO_2 , 기타 가스 등이 존재한다. 이러한 불순물을 제거하기 위하여 플라즈마실험 전에 hot gas baking system을 운전하여 PFC tile 뒷면에 설치된 back plate 유로에 350°C 의 N_2 gas를 순환시키고 carbone tile을 300°C 까지 baking 한다.

[0004] 도 1은 PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)의 개략도를 나타낸 것으로, 주요장비의 구성과 설치위치를 보여주고 있다. 진공용기 내부 세정방법은 크게 baking과 방진세정에 의한 방법이 있다. PFCs는 플라즈마 및 열로부터 진공용기와 RF 가열 시스템 및 진단 장비들을 보호하고, 플라즈마의 안정성을 향상시키는데 목적이 있다. Inboard limiter는 플라즈마의 안쪽 경계를 확정지어 주는 동시에 진공용기의 내벽을 보호하고, 플라즈마 startup을 도와주는 역할을 한다. Passive stabilizer는 플라즈마의 수직 안정성 및 high- β mode를 유지하도록 도와주며, 그 표면에 설치된 탄소 tile들은 stabilizer plate를 플라즈마로부터 보호하는 동시에 toroidal limiter의 역할도 겸한다. Poloidal limiter는 플라즈마의 바깥쪽 경계를 확정지어 주고, startup 장치로서의 기능을 한다. Neutral beam armor (NB Armor)는 플라즈마를 가열할 목적으로 입사되는 중성입자 빔으로부터 진공용기 내벽 및 포트들을 보호할 목적으로 설치된다.

[0005] 따라서, PFCs 관리의 중요성에 따른 효과적인 세정방법 제안의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 핵융합 장치의 구성요소인 PFCs의 청정성과 플라즈마 형성을 방해하는 저해요소 제거를 위한 가열 과정에 공급되는 질소의 열에너지 손실을 최소화할 수 있는 가열장치를 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

[0007] 또한, PFCs의 가열과 더불어 PFCs를 효과적으로 냉각시킬 수 있는 냉각장치를 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)를 순회한 질소가스를 다시 압축하여 상기 PFCs로 공급하기 위한 압축기, 상기 PFCs로 공급되는 질소가스를 가열하기 위한 히터부, 질소가스를 설정 온도 이상 또는 이하로 열 교환하기 위한 열교환기, 상기 PFCs 순환유로 내부의 진공을 형성하는 진공펌프로 구성되고, 상기 PFCs에 공급 전 질소가스와, 공급 후 질소가스의 온도를 상기 순환 로에 각각 설치된 온도센서와 압력센서를 통해 온도정보와 압력정보를 검출하고, 상기 압축기, 히터 부, 열교환기, 진공펌프를 제어함과

동시에 상기 순환 로에 각각 구비된 밸브를 제어하여 질소가스의 가열에 필요한 열에너지 손실이 최소화되도록 질소가스 순환회로를 제어하고, 상기 PFCs를 냉각시키기 위해 질소가스의 냉각 열에너지를 제어하는 것을 특징으로 한다.

- [0009] 또한, 상기 열교환기는, 상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 보상하기 위한 제 1열교환기, 상기 압축기로 공급되는 질소가스의 온도를 냉각하기 위한 제 2열교환기 및 상기 PFCs의 승온 및 냉각을 위해 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 조절하기 위한 제 3열교환기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또한, 질소가스가 순환되는 상기 압축기 선단으로는 질소가스 압력을 유지하면서 질소가스를 공급하기 위한 버퍼탱크를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 순환 로는, 상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도가 상기 압축기에서 토출된 온도보다 높을 경우 압축기에 토출된 질소가스를 열교환기로 공급한 후 히터부로 공급되도록 순환시키는 제어순환 로를 포함하고, 상기 제어순환 로의 선택 여부를 밸브 제어를 통해 선택적으로 개방시키는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 제어순환 로의 공급 여부를 결정하는 밸브는, 상기 PFCs를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서와, 상기 압축기에서 토출된 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 상기 밸브의 개방 여부를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 버퍼탱크와 압축기에서 토출된 질소가스의 순환방향과 양을 제어하는 밸브, 상기 히터부를 통과한 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서의 결과 값을 통해 제어받으며, 상기 온도센서는 상기 히터부의 구동부도 함께 제어하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0014] 이와 같이 구성되는 본 발명은 PFCs로 공급되는 고온질소가스의 가열장치에 관한 것으로, 온도 검출을 통해 히터 부를 선택적으로 구동시키고 열교환기의 선택적인 바이패스를 통해 질소가스의 흐름을 제어하여 에너지 손실을 최소화하여 PFCs를 가열함으로써 청정성과 효과적인 플라즈마 생성을 달성할 수 있는 이점이 있고, 질소가스의 열에너지 손실 최소화에 따른 운영비용을 절감시킬 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 핵융합 장치의 PFCs 구성을 나타낸 개략적인 단면도,
- 도 2는 본 발명에 따른 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열장치의 개략적인 구성도,
- 도 3은 본 발명에 따른 질소가스 가열장치를 이용한 PFCs 가열 단계를 나타낸 순서도,
- 도 4는 본 발명에 따른 질소가스 냉각장치를 이용한 PFCs 냉각 단계를 나타낸 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0017] 본 발명에 따른 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치는, PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS ; 100)를 순회한 질소가스를 압축하여 다시 상기 PFCs로 공급하기 위한 압축기(400), PFCs로 공급되는 질소가스를 가열하기 위한 히터 부(300), 질소가스를 설정 온도 이상 또는 이하로 열 교환하기 위한 열교환기(700), 상기 PFCs 순환유로 내부의 진공을 형성하기 위한 진공펌프(200)로 구성되어 질소가스를 순환 로를 통해 PFCs에 공급하고, 상기 PFCs에 공급 전 질소가스와, 공급 후 질소가스의 온도를 상기 순환 로에 각각 설치된 온도센서와 압력센서를 통해 온도정보와 압력정보를 검출하고, 상기 압축기, 히터부, 열교환기, 진공펌프를 제어함과 동시에 상기 순환 로에 각각 구비된 밸브를 제어하여 질소가스의 가열에 필요한 열에너지 손실이 최소화되도록 질소가스 공급을 제어하고, 상기 PFCs를 냉각시키기 위해 질소가스의 냉각 열에너지를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 따른 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열 및 냉각장치는, 핵융합 장치의 플라즈마 형성 공간인 PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)의 청정성 확보와 플라즈마 형성 안정성을 위하여 PFCs 구조물의 가열 세정을

위해 사용되는 질소가스의 열에너지 손실 최소화를 위한 순환 메커니즘에 주요 기술적 요지가 있는 것이다.

- [0019] 본 발명에 따른 질소가스 가열 및 냉각장치는 크게 질소가스 압축을 위한 압축기(400), 질소가스 가열을 위한 히터 부(300), 다수의 열교환기(700 ~ 720), PFCs 순환유로 내부의 진공 형성을 위한 진공펌프(200) 및 상기 구성요소들을 각각 연결하여 질소가스를 순환시키는 순환 로에 각 위치별로 구비된 다수의 온도센서(TIC_1 ~ TIC_4)와 압력센서(PIC_1 ~ PIC_2)로 구성된다. 여기서 온도센서 TIC_1과 TIC_3은 밸브 c와 d를 제어하고 TIC_2는 밸브 b와 히터의 구동 부(SCR)를 제어한다. TIC_4는 제 2열교환기의 냉각수 공급 밸브(미부호)를 제어한다.
- [0020] 또한, 본 발명은 PFCs 세정을 위한 가열장치를 이용하여 PFCs 구조물의 냉각기능도 함께 제공한다.
- [0021] 도 2는 본 발명에 따른 플라즈마 대면장치 밀폐식 질소가스 가열장치의 개략적인 구성도이다. 도시된 바와 같이 질소가스 가열장치의 개략적인 흐름을 살펴보면, 가열가스로 사용되는 질소가스가 공급밸브(압력조절밸브)를 통해 시스템으로 공급되고, 상기 압축기에서 토출된 질소가스는 히터부(전기히터)를 통해 가열된 후 최종적으로 PFCs를 가열한다. 다음으로 PFCs를 가열시킨 질소가스는 다시 순환되어 제 1열교환기(700)에 공급된다. 여기서 상기 제 1열교환기는 상기 히터부의 용량 및 사용 전력량을 줄이기 위한 열교환기에 해당한다.
- [0022] 또한, 상기 압축기의 선단으로는 질소가스의 일정 압력을 유지시키기 위한 버퍼탱크(500)가 구비된다.
- [0023] 또한, PFCs 가열을 위한 질소가스 최고 온도는 400℃ 이상 되어야 하나, 상기 압축기의 제원 상 상기 온도에서 운전 가능하지 못하므로, 압축기 운전에 적합한 온도로 냉각시키기 위한 제 2열교환기(710)가 구비된다. 상기 제 2열교환기는 외부에서 공급되는 냉각수를 공급받아 냉각 운전을 구현한다.
- [0024] 한편, PFCs 순환유로 내부의 진공 형성은 진공펌프(200)를 통해 진공도를 유지한다.
- [0025] 더불어, 본 발명의 주요 기술적 요지로 열에너지 손실을 최소화시키기 위하여 상술한 순환 로 외에 PFCs를 순환한 질소가스 온도가 압축기 토출온도 보다 높을 경우 이를 제 1열교환기로 순환하기 위한 제어순환 로(800)가 구비되고, 밸브 제어를 통해 제 1열교환기로 질소가스의 순환을 제어하도록 구성된다.
- [0026] 우선, 온도센서(TIC_2)의 검출 값을 측정하면서 질소압축기에서 토출되는 질소가스 온도를 밸브 b에 의해 조절하면서 PFCs로 공급한다. 밸브 b의 제어는 질소가스가 버퍼탱크에서 압축기로 공급되고, 압축기에서 토출된 가스는 밸브 b의 1 방향 단힘으로 인하여 제 3열교환기(720)로 가스가 공급되고, 밸브 a가 단힘 상태에서 밸브 b의 2, 3 방향을 통해 질소가스가 공급되는 것이다. 이를 통해 PFCs가 적정 온도로 유지되도록 가스를 공급되도록 한다. PFCs는 자체의 온도변화가 시간당 30도 이내가 되어야 하기 때문이다.
- [0027] 상기 제어순환 로(800)는 최초 운전 중 상기 밸브 c를 개방하고 밸브 d는 닫은 상태에서 운전을 진행하다가 PFCs 출구라인에 설치된 온도센서(TIC_3)의 온도가 상기 압축기(400)에서 토출된 질소가스의 온도를 측정하는 온도센서(TIC_1)의 온도보다 높을 경우 밸브 d를 개방하고 밸브 c를 닫아 압축기에서 토출된 질소가스를 제 1열교환기로 공급하여 PFCs에서 나온 고온의 질소가스와 열교환시켜 상기 질소가스 온도 에너지를 활용하여 히터부에 공급하는 구조를 가짐으로써 히터 용량과 사용전력량을 절감시킬 수 있는 구조를 제안하는 것이다.
- [0028] 또한, 상기 제 1열교환기를 경유한 질소가스는 제 2열교환기로 공급되어 일정한 온도로 냉각된 후 버퍼탱크를 통해 압축기로 전달되어 다시 상기 히터부를 통해 가열 후 PFCs로 공급되는 순환구조를 가지는 것이다.
- [0029] 도 3은 본 발명에 따른 질소가스 가열장치를 이용한 PFCs 가열 단계를 나타낸 순서도이다. 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 가열 운전모드의 한 예를 설명하기로 한다. 최초 운전 전 운전자는 온도센서 TIC_4의 설정 온도를 100도 설정하고 버퍼탱크의 PIC_1의 설정 압력을 3.5 kg/cm²로 설정한다.
- [0030] 또한, PFCs 입구 PIC_2의 질소압력을 9.9 kg/cm²로 high limit 설정한다. 그리고 순환 로 제어를 위해 밸브 a와 c는 개방시키고 b의 1 방향과 d는 닫아놓는다. 여기서 밸브 a는 압축기 기동운전 시 개방하여 압축기에서 토출되는 질소가스를 제 3열교환기를 순회하여 압축기에서 흡입되는 가스의 기준온도를 유지하여 압축기를 무 부하 기동하기 위한 것이다.
- [0031] 최초 운전 설정이 완료되면, 운전 스타트 버튼을 통해 가열장치의 운전이 시작되고 압축기 오일펌프가 구동되면서 오일 압력을 1.5 kg/cm² 이상, 오일 온도는 30도 이상으로 상승되면 압축기를 구동시킨다. 오일압력과 오일 온도가 일정 이상이면 압축기는 강제 무 부하 운전되면서 오일펌프를 정지시킨다. 그리고 압축기가 구동되고 일정시간이 경과하면 밸브 a를 잠근다. 따라서 압축기에서 토출된 질소가스는 순환 로를 통해 히터부로 제공되고 여기서 가열된 질소가스는 PFCs로 공급되며, 히터부에서 공급된 가스온도 감지는 TIC_2의 온도 검출을 통해 밸브

브의 개방량을 제어하면서 PFCs로 공급되는 질소가스의 온도를 조절한다.

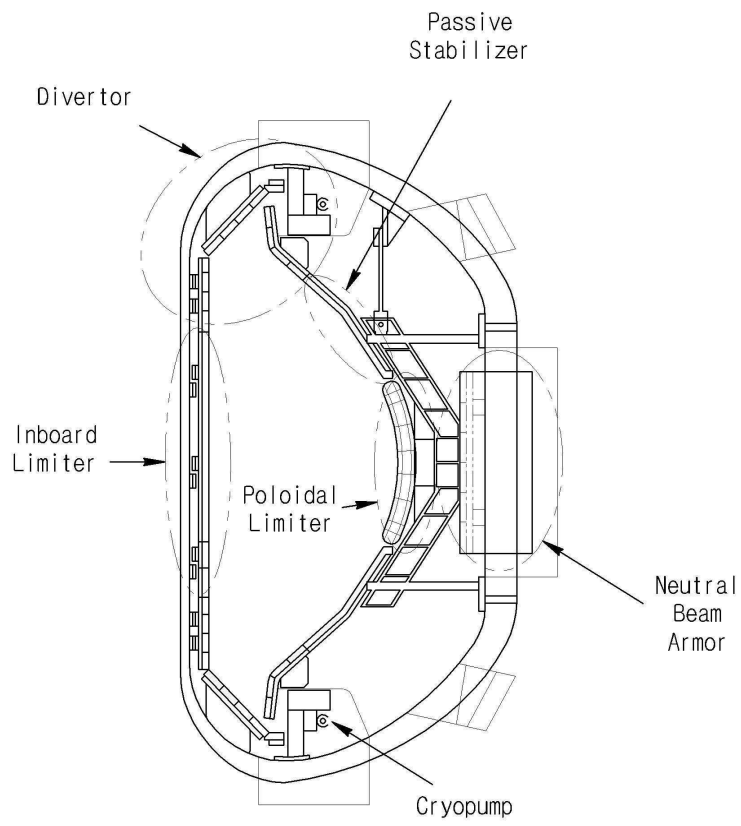
- [0032] 질소가스 공급 운전 중 PFCs에서 나온 질소가스의 온도를 검출하는 TIC_3의 온도가 TIC_1의 온도보다 높을 경우 밸브 d를 개방하고 밸브 c를 폐쇄하여 압축기에서 토출된 낮은 온도의 질소가스가 제 1열교환기로 공급되도록 순환회로를 제어함으로써 히터부의 용량과 사용전력량을 절감시키도록 한다.
- [0033] 또한, 제 1열교환기를 순회한 질소 가스는 다시 제 2열교환기로 공급되어 일정한 온도로 냉각된 후 버퍼탱크로 유입되고 다시 압축기를 거쳐 순환하는 구조를 가진다.
- [0034] 도 4는 본 발명에 따른 질소가스 냉각장치를 이용한 PFCs 냉각 단계를 나타낸 순서도이다. 냉각을 위한 운전은 상기 히터부 구동을 통해 질소가스 공급온도를 일정속도로 낮아지도록 운전을 제어하는 것이다.
- [0035] 냉각 운전이 실행되면, 온도센서 TIC_2에 따라 히터의 전류를 조절하면서 냉각 운전하고 TIC_2의 온도변화에 따라 밸브 c는 완전 개방하고 밸브 d는 완전 폐쇄한다. 더불어 TIC_2의 온도 검출 값을 통해 밸브 b를 적절히 제어하면서 설정된 냉각온도로 운전한다. 설정 냉각온도 목표치에 도달하면 압축기를 무 부하 운전시키고 밸브 a를 개방시킨다. 그리고 압축기의 부하용량이 일정이하에 도달하면 압축기를 정지시키고 압축기 오일펌프를 일정 시간 가동시킨 후 정지한다.
- [0036] 최종적으로 밸브 a와 c는 개방시키고 b와 d는 폐쇄 설정하여 냉각 운전을 종료한다.
- [0037] PFCs 순환유로 내부의 진공도는 진공펌프를 가동시켜 유지한다.
- [0038] 이와 같이 구성되는 본 발명은 PFCs 구조물을 가열하기 위해 사용되는 질소가스의 열에너지 손실을 최소화하면서 가열시킬 수 있어 핵융합 장치의 안정적인 운전과 운전비용 절감 달성의 효과가 있다.
- [0039] 이상, 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시 예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 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.

부호의 설명

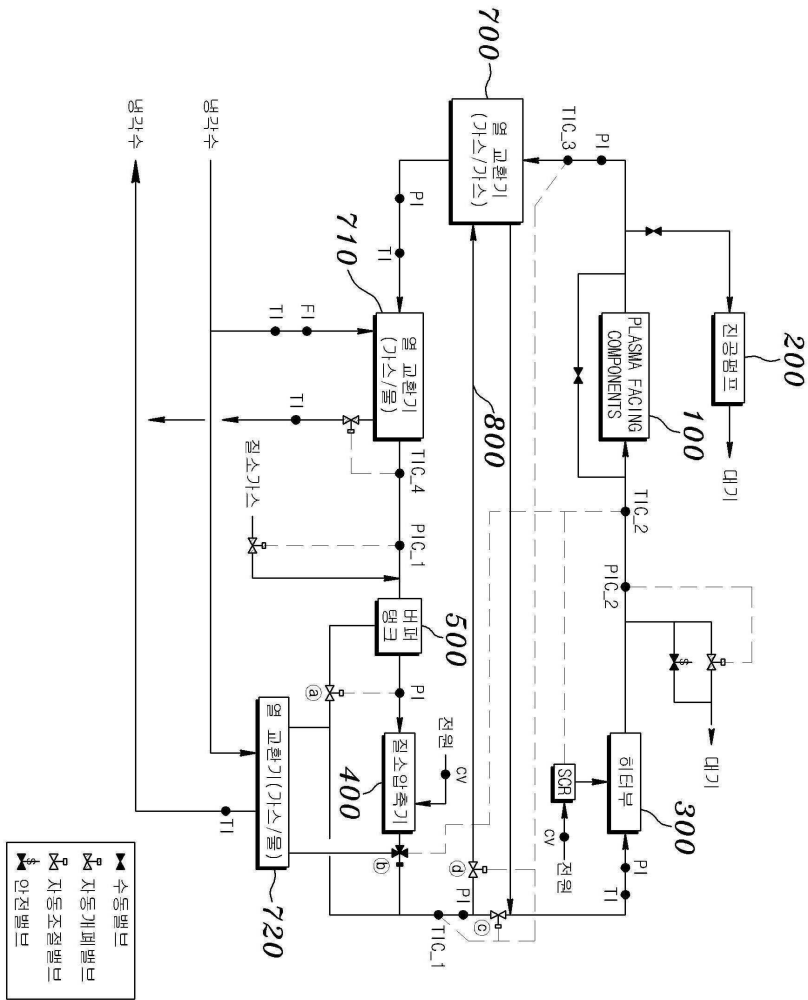
- [0040] 100 : PFCs(PLASMA FACING COMPONENTS)
- 200 : 진공펌프
- 300 : 히터부
- 400 : 압축기
- 500 : 버퍼탱크
- 700 : 제 1열교환기
- 710 : 제 2열교환기
- 720 : 제 3열교환기
- 800 : 제어 순환로
- TIC_1 ~ TIC_4 : 온도센서
- PIC_1 ~ PIC_2 : 압력센서

도면

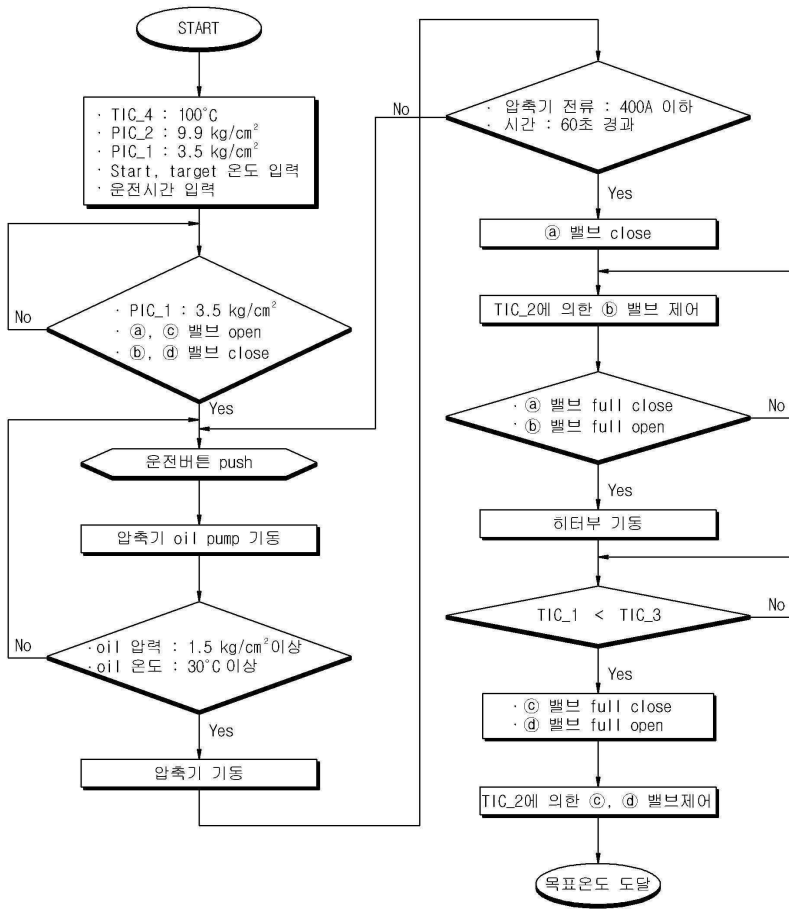
도면1



도면2



도면3



도면4

