(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월17일
(11) 등록번호 10-1440714
(24) 등록일자 2014년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 37/08 (2006.01) *F04B 37/16* (2006.01)
F25B 9/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0000885
(22) 출원일자 2013년01월04일
심사청구일자 2013년01월04일
(65) 공개번호 10-2013-0097094
(43) 공개일자 2013년09월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-037239 2012년02월23일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060113716 A
US20110016890 A1
전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 오사키 2-1-1
(72) 발명자
후쿠다 츠토무
일본국 도쿄도 니시도쿄시 야토쵸 2-1-1 스미도모쥬기가이고교 가부시키가이샤 다나시세조쇼 나이
(74) 대리인
홍종원, 홍재일

심사관 : 박헌영

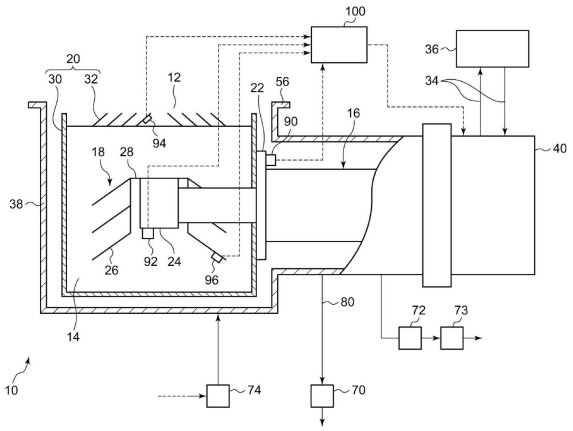
(54) 발명의 명칭 **크라이오펌프, 크라이오펌프의 재생방법, 크라이오펌프의 제어장치**

(57) 요 약

[과제] 승온시간의 단축화에 도움이 되도록 배치된 소수의 온도센서를 구비하는 크라이오펌프를 제공한다.

[해결수단] 크라이오펌프(10)는, 냉동기(16)의 1단 스테이지(22)에 의하여 냉각되는 1단 패널(20)과, 냉동기(16)의 2단 스테이지(24)에 의하여 냉각되는 2단 패널(18)과, 1단 패널(20) 및 2단 패널(18) 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 패널온도센서(94, 96)와, 1단 스테이지(22) 및 2단 스테이지(24) 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 스테이지온도센서(90, 92)와, 스테이지온도센서(90, 92)의 측정온도에 근거하는 진공배기를 제어하는 제어부(100)를 구비한다. 제어부(100)는, 크라이오패널의 승온공정을 포함한 재생을 제어하고, 패널온도센서(94, 96)의 측정온도를 오로지 재생에 있어서 사용한다. 제어부(100)는, 패널온도센서(94, 96)의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

1단 스테이지와, 1단 스테이지보다 저온으로 냉각되는 2단 스테이지를 구비하는 냉동기와;

상기 1단 스테이지에 의하여 냉각되는 1단 패널과, 상기 2단 스테이지에 의하여 냉각되는 2단 패널을 구비하는 크라이오패널과;

상기 1단 패널 및 상기 2단 패널 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 패널온도센서와;

상기 1단 스테이지 및 상기 2단 스테이지 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 스테이지온도센서와;

상기 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하는 진공배기와, 상기 크라이오패널의 승온공정을 포함한 재생을 제어하고, 상기 패널온도센서의 측정온도를 오로지 상기 재생에 있어서 사용하도록 구성되어 있는 제어부

를 구비하고,

상기 제어부는, 상기 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 상기 승온공정을 완료하는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는, 상기 크라이오패널의 승온을 위하여 상기 냉동기의 승온운전을 제어하고, 상기 승온운전 중에 상기 스테이지온도센서의 측정온도를 감시하고,

상기 제어부는, 상기 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달했을 때 상기 냉동기의 승온운전을 중지하는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 패널온도센서는, 상기 승온공정에 있어서의 승온목표온도를 포함한 측정가능 온도역(域)을 가지고,

그 측정가능 온도역은 상기 진공배기에 있어서의 상기 크라이오패널의 냉각목표온도보다 높은 온도범위인 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 1단 패널에 있어서 전열(傳熱)경로의 말단부에 설치되어 있는 1단 패널온도센서와,

상기 2단 패널에 있어서 전열경로의 말단부에 설치되어 있는 2단 패널온도센서

를 구비하고,

상기 제어부는, 1단 패널온도센서의 측정온도가 1단 패널목표온도에 도달하고, 또한 2단 패널온도센서의 측정온도가 2단 패널목표온도에 도달했을 때에 상기 승온공정을 완료하는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 크라이오패널은, 상기 승온공정에 있어서 상기 1단 패널이 상기 2단 패널보다 늦게 승온목표온도에 도달하

도록 구성되어 있고,

상기 패널온도센서는, 적어도 상기 1단 패널에 설치되어 있으며,

상기 제어부는, 상기 1단 패널의 측정온도에 근거하여 상기 승온공정을 완료하는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 크라이오패널은, 상기 승온공정에 있어서 상기 2단 패널이 상기 1단 패널보다 늦게 승온목표온도에 도달하도록 구성되어 있고,

상기 패널온도센서는, 적어도 상기 2단 패널에 설치되어 있으며,

상기 제어부는, 상기 2단 패널의 측정온도에 근거하여 상기 승온공정을 완료하는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프.

청구항 7

크라이오펌프의 재생방법으로서,

스테이지온도센서의 측정온도에 근거하여 진공배기를 제어하는 것과,

크라이오패널의 승온공정을 포함한 재생을 제어하는 것

을 포함하고,

상기 승온공정은, 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 상기 승온공정을 완료하는 것을 포함하고, 상기 패널온도센서의 측정온도는 오로지 상기 재생에 있어서 사용되는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프의 재생방법.

청구항 8

크라이오펌프를 위한 제어장치로서,

상기 제어장치는, 서로 구경이 상이한 제1 기종과 제2 기종을 포함한 복수 기종의 크라이오펌프에 공용되고,

상기 제1 기종은 1단 패널이 늦게 승온하도록 구성되어 있는 소구경의 크라이오펌프이고, 상기 제2 기종은 2단 패널이 늦게 승온하도록 구성되어 있는 대구경의 크라이오펌프이며,

승온공정의 완료판정을 위한 온도측정 장소의 설정이, 상기 1단 패널과 상기 2단 패널 중 어느 것으로 선택 가능하게 구성되어 있는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프를 위한 제어장치.

청구항 9

승온공정의 완료판정에 사용되는 온도센서가 크라이오펌프의 기종마다 선택 가능하게 구성되어 있는 것

을 특징으로 하는 크라이오펌프의 제어장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은, 2012년 2월 23일에 출원된 일본 특허출원 제2012-037239호에 근거하여 우선권을 주장한다. 그 출원의 전체 내용은 이 명세서 중에 참고로 원용되어 있다.

[0002] 본 발명은, 크라이오펌프, 크라이오펌프의 재생방법, 크라이오펌프의 제어장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 크라이오펌프는, 극저온으로 냉각된 크라이오패널에 기체분자를 응축 또는 흡착에 의하여 포착하여 배기하는 진공펌프이다. 크라이오펌프는 반도체회로제조 프로세스 등에 요구되는 청정한 진공환경을 실현하기 위하여 일반적으로 이용된다. 그렇게 하여 크라이오패널에 축적된 기체를 외부로 배출하기 위하여, 크라이오펌프는 정기적으로 재생된다.

[0004] 크라이오펌프에는 통상, 온도센서가 설치되어 있다. 온도센서는 예컨대, 크라이오패널에 직접 장착되어 있다. 혹은, 온도센서는, 크라이오패널을 냉각하기 위한 냉동기에 장착되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 실용신안공개공보 소63-4380호

(특허문헌 0002) 일본 특허공개공보 평8-68380호

(특허문헌 0003) 일본 특허공개공보 2004-27866호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 크라이오펌프의 운전 중에 크라이오패널의 온도는 상당히 넓은 범위를 변동한다. 크라이오패널은 진공배기에 있어서는 극저온으로 냉각되는 한편으로, 재생에 있어서는 실온 또는 그것보다 다소 고온까지 가열된다. 진공배기를 중단하고 재생을 위하여 크라이오패널을 승온할 때에는, 그 크라이오패널의 부분간에 큰 온도차가 과도적으로 생길 수 있다.

[0007] 균일하게 승온된 크라이오패널을 간단히 얻으려면, 승온에 시간을 들이는 것이 하나의 유효한 방법이다. 승온시에는 대부분, 열원에 의하여 크라이오패널이 가열됨과 함께, 크라이오펌프의 실내에 퍼지가스가 도입된다. 예컨대, 이 경우, 크라이오패널의 열원 근방부위가 목표의 온도에 도달한 후에도, 어느 시간 계속해서 퍼지가스를 실내에 체류시킨다고 하는 균일화의 수법이 고려된다. 퍼지가스를 통해 열전달이 크라이오패널 온도분포의 목표온도에의 균일화에 도움이 된다. 퍼지의 계속기간을 상당히 길게 함으로써 균일화를 보증한다고 하는 실무적인 대책이 있을 수 있다. 그러나, 그러한 대책은, 재생시간의 단축화라고 하는, 크라이오펌프에의 가장 중요한 요청의 하나에 반드시 부합하지는 않는다.

[0008] 크라이오패널에 다수의 온도센서가 설치되어 있는 경우에는, 그 크라이오패널을 단시간에 균일하게 승온시키는 제어가 가능해질지도 모른다. 그러나, 크라이오펌프의 제조코스트를 가능한 한 작게 한다는 관점으로부터는, 다수의 온도센서를 크라이오패널에 설치하는 것은 현실적이지 않을지도 모른다.

[0009] 본 발명의 일 양태의 예시적인 목적의 하나는, 승온시간의 단축화에 도움이 되도록 배치된 소수의 온도센서를 구비하는 크라이오펌프, 그러한 크라이오펌프에 적합한 재생방법 및 제어장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 양태의 크라이오펌프는, 1단 스테이지와, 1단 스테이지보다 저온으로 냉각되는 2단 스테이지를 구비하는 냉동기와; 1단 스테이지에 의하여 냉각되는 1단 패널과, 2단 스테이지에 의하여 냉각되는 2단 패널을 구비하는 크라이오패널과; 1단 패널 및 2단 패널 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 패널온도센서와; 1단 스테이지 및 2단 스테이지 중의 적어도 일방에 설치되어 있는 스테이지온도센서와; 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하는 진공배기와, 크라이오패널의 승온공정을 포함한 재생을 제어하고, 패널온도센서의 측정온도를 오로지 재생에 있어서 사용하도록 구성되어 있는 제어부를 구비한다. 제어부는, 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료한다.

[0011] 승온공정과 같이 비교적 큰 온도차가 나타나는 과도적 상황에 있어서는, 스테이지온도센서는 반드시 크라이오패널온도를 정확하게 반영하지 않는다. 승온공정의 완료를 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 결정함으로써, 승온공정을 불필요하게 오랫동안 계속하는 일 없이 적절히 중지하는 것이 가능해진다.

[0012] 또한, 패널온도센서의 측정온도는 오로지 재생에 있어서 사용된다. 즉, 패널온도센서의 측정온도는 진공배기의

제어에는 사용되지 않는다. 진공배기는 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하여 제어된다. 이는, 크라이오패널 측정온도가 진공배기에 있어서의 크라이오패널 온도제어에 반드시 적합한 것은 아니라는 본 발명자의 경험적인 지견에 근거한다. 패널온도센서를 재생에 전용으로 하고, 스테이지온도센서를 주로 진공배기에 이용한다는 역할 분담에 의하여, 소수의 온도센서로 크라이오펌프를 효율적으로 관리할 수 있다.

[0013] 제어부는, 크라이오패널의 승온을 위하여 냉동기의 승온운전을 제어하고, 그 승온운전 중에 스테이지온도센서의 측정온도를 감시해도 된다. 제어부는, 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달했을 때 냉동기의 승온운전을 중지해도 된다.

[0014] 이 경우, 크라이오패널은 냉동기를 열원으로 하는, 이른바 역전(逆轉)승온에 의하여 가열된다. 냉동기 외에 히터를 크라이오펌프가 구비하지 않아도 된다는 이점이 있다. 또한, 경고온도에서 역전승온이 중지됨으로써, 냉동기를 보호할 수 있다. 예컨대, 냉동기 내부에 가동요소가 눌러붙는 것을 막을 수 있다.

[0015] 패널온도센서는, 승온공정에 있어서의 승온목표온도를 포함한 측정가능 온도역(域)을 가져도 된다. 그 측정가능 온도역은 진공배기에 있어서의 크라이오패널의 냉각목표온도보다 높은 온도범위이어도 된다.

[0016] 패널온도센서의 측정가능 온도역은, 진공배기에 있어서의 크라이오패널의 냉각 목표온도를 포함하지 않는다. 그러한 극저온을 측정범위로부터 제외함으로써, 범용의 온도센서를 채용하기 쉬워진다. 승온목표온도는 통상, 실온 부근에 있기 때문에, 패널온도센서로서, 예컨대 열전대 등의 일반적인 것을 이용할 수 있다. 범용품의 채용은 제조코스트 저하에 도움이 된다.

[0017] 크라이오펌프는, 1단 패널에 있어서 전열(傳熱)경로의 말단부에 설치되어 있는 1단 패널온도센서와, 2단 패널에 있어서 전열경로의 말단부에 설치되어 있는 2단 패널온도센서를 구비해도 된다. 제어부는, 1단 패널온도센서의 측정온도가 1단 패널 목표온도에 도달하고, 또한 2단 패널온도센서의 측정온도가 2단 패널 목표온도에 도달했을 때에 승온공정을 완료해도 된다.

[0018] 전열경로의 말단부는 열원으로부터 떨어져 있기 때문에, 승온공정에 있어서는 다른 부위보다 저온이다. 따라서, 그 측정온도가 목표온도에 도달했을 때, 다른 부위는 이미 목표온도에 도달하여 있다고 평가할 수 있다.

[0019] 크라이오패널은, 승온공정에 있어서 1단 패널이 2단 패널보다 늦게 승온목표온도에 도달하도록 구성되어 있어도 된다. 패널온도센서는, 적어도 1단 패널에 설치되어 있어도 된다. 제어부는, 1단 패널의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료해도 된다.

[0020] 예컨대, 1단 패널을 위한 승온능력에 대한 1단 패널질량이, 2단 패널을 위한 승온능력에 대한 2단 패널질량과 비교해 큰 경우에는, 2단 패널에 비해 1단 패널의 승온에 시간이 걸리는 경향이 있다. 그러한 경우에는, 2단 패널의 승온이 먼저 끝난다고 예측되기 때문에, 1단 패널의 측정온도에 근거하여 승온공정의 완료를 결정할 수 있다.

[0021] 크라이오패널은, 승온공정에 있어서 2단 패널이 1단 패널보다 늦게 승온목표온도에 도달하도록 구성되어 있어도 된다. 패널온도센서는, 적어도 2단 패널에 설치되어 있어도 된다. 제어부는, 2단 패널의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료해도 된다.

[0022] 예컨대, 2단 패널을 위한 승온능력에 대한 2단 패널질량이, 1단 패널을 위한 승온능력에 대한 1단 패널질량과 비교해 큰 경우에는, 1단 패널에 비해 2단 패널의 승온에 시간이 걸리는 경향이 있다. 그러한 경우에는, 1단 패널의 승온이 먼저 끝난다고 예측되기 때문에, 2단 패널의 측정온도에 근거하여 승온공정의 완료를 결정할 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 양태는, 크라이오펌프의 재생방법이다. 이 방법은, 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하여 진공배기를 제어하는 것과, 크라이오패널의 승온공정을 포함한 재생을 제어하는 것을 포함한다. 승온공정은, 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료하는 것을 포함한다. 패널온도센서의 측정온도는 오로지 재생에 있어서 사용된다.

[0024] 본 발명의 다른 양태는, 크라이오펌프의 제어장치이다. 이 장치는, 서로 구경이 상이한 제1 기종과 제2 기종을 포함한 복수 기종의 크라이오펌프에 공용되고, 그 제1 기종은 1단 패널이 늦게 승온하도록 구성되어 있는 소구경의 크라이오펌프이고, 그 제2 기종은 2단 패널이 늦게 승온하도록 구성되어 있는 대구경의 크라이오펌프이다. 승온공정의 완료판정을 위한 온도측정 장소의 설정이, 상기 1단 패널과 상기 2단 패널 중 어느 것으로 선택 가능하도록 구성되어 있다.

[0025] 이 양태에 의하면, 복수 기종의 크라이오펌프에 공용되는 제어장치가 제공된다. 승온공정 완료판정을 위한 온도 측정장소를 기종마다 설정할 수 있다. 적절한 설정에 의하여, 단축된 승온공정을 기종마다 초래할 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 양태는, 크라이오펌프의 제어장치이다. 이 장치는, 승온공정의 완료판정에 사용되는 온도센서가 크라이오펌프의 기종마다 선택 가능하도록 구성되어 있다.

[0027] 다만, 이상의 구성요소의 임의의 조합이나 본 발명의 구성요소나 표현을, 방법, 장치, 시스템, 프로그램 등의 사이에서 서로 치환한 것도 또한, 본 발명의 양태로서 유효하다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 의하면, 승온시간의 단축화에 도움이 되도록 배치된 소수의 온도센서를 구비하는 크라이오펌프, 그러한 크라이오펌프에 적합한 재생방법 및 제어장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 관한 크라이오펌프를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 관한 재생방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 3은 본 발명의 일 실시형태에 관한 승온공정을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 4는 본 발명의 다른 일 실시형태에 관한 크라이오펌프를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 일 실시형태에 관한 크라이오펌프를 모식적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 도 1은, 본 발명의 일 실시형태에 관한 크라이오펌프(10)를 모식적으로 나타내는 도면이다. 크라이오펌프(10)는, 예컨대 이온주입장치나 스퍼터링장치 등의 진공챔버에 장착되어, 진공챔버 내부의 진공도를 원하는 프로세스에 요구되는 레벨까지 높이기 위하여 사용된다.

[0031] 크라이오펌프(10)는, 기체를 받아들이기 위한 흡기구(12)를 가진다. 흡기구(12)는 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)으로의 입구이다. 크라이오펌프(10)가 장착된 진공챔버로부터 흡기구(12)를 통하여, 배기되어야 하는 기체가 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)으로 진입한다.

[0032] 다만 이하에서는, 크라이오펌프(10)의 구성요소의 위치관계를 알기 쉽게 나타내기 위하여, "축방향", "직경방향"이라는 용어를 사용하는 경우가 있다. 축방향은 흡기구(12)를 통과하는 방향을 나타내고, 직경방향은 흡기구(12)를 따르는 방향을 나타낸다. 편의상, 축방향에 관하여 흡기구(12)에 상대적으로 가까운 것을 "상", 상대적으로 먼 것을 "하"라고 부르는 경우가 있다. 즉, 크라이오펌프(10)의 저부(底部)로부터 상대적으로 먼 것을 "상", 상대적으로 가까운 것을 "하"라고 부르는 경우가 있다. 직경방향에 관해서는, 흡기구(12)의 중심에 가까운 것을 "내", 흡기구(12)의 주연(周緣)에 가까운 것을 "외"라고 부르는 경우가 있다. 다만, 이러한 표현은 크라이오펌프(10)가 진공챔버에 장착되었을 때의 배치와는 관계가 없다. 예컨대, 크라이오펌프(10)는 연직방향으로 흡기구(12)를 하향으로 하여 진공챔버에 장착되어도 된다.

[0033] 도 1은, 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)의 중심축과, 냉동기(16)를 포함한 단면을 나타낸다. 크라이오펌프(10)는, 냉동기(16)와, 2단 패널(18)과, 1단 패널(20)을 구비한다.

[0034] 냉동기(16)는, 예컨대 기포드·맥마흔식 냉동기(이른바 GM냉동기) 등의 극저온 냉동기이다. 냉동기(16)는, 1단 스테이지(22) 및 2단 스테이지(24)를 구비하는 2단식의 냉동기이다.

[0035] 냉동기(16)는 냉매관(34)를 통해 압축기(36)에 접속된다. 압축기(36)는, 고압의 작동기체를 냉동기(16)에 공급한다. 고압의 작동기체는 냉동기(16) 내의 팽창실에서 단열팽창을 하여, 한랭을 발생시킨다. 압축기(36)는, 냉동기(16)로부터 회수된 저압의 작동기체를 압축한다. 작동기체는 예컨대 헬륨이다. 압축기(36)로부터 냉동기(16)로, 또한 냉동기(16)로부터 압축기(36)로의 작동기체의 흐름은, 냉동기(16) 내의 로터리밸브(도시하지 않음)에 의하여 전환된다. 냉동기(16)는 밸브구동모터(40)를 구비한다. 밸브구동모터(40)는, 외부전원으로부터 전력의 공급을 받아, 로터리밸브를 회전시킨다.

[0036] 냉동기(16)는, 1단 스테이지(22)를 제1 온도레벨로 냉각하고, 2단 스테이지(24)를 제2 온도레벨로 냉각하도록 구성되어 있다. 제2 온도레벨은 제1 온도레벨보다 저온이다. 예컨대, 1단 스테이지(22)는 65K~120K 정도, 바람

직하게는 80K~100K 로 냉각되고, 2단 스테이지(24)는 10K~20K 정도로 냉각된다.

[0037] 도 1에 나타내는 크라이오펌프(10)는, 이른바 횡형(橫型)의 크라이오펌프이다. 횡형의 크라이오펌프란 일반적으로, 냉동기(16)가 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)의 중심축에 교차하도록 (통상은 직교하도록) 배치되어 있는 크라이오펌프이다. 본 발명은 이른바 종형(縱型)의 크라이오펌프에도 동일하게 적용할 수 있다. 종형의 크라이오펌프란, 냉동기가 크라이오펌프의 축방향을 따라 배치되어 있는 크라이오펌프이다.

[0038] 2단 패널(18)은, 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)의 중심부에 설치되어 있다. 2단 패널(18)은 예컨대, 복수의 패널부재(26)를 포함한다. 패널부재(26)는 예컨대, 각각이 원추대의 측면의 형상, 말하자면 우산형의 형상을 가진다. 각 패널부재(26)에는 통상 활성탄 등의 흡착제(도시하지 않음)가 설치되어 있다. 흡착제는 예컨대 패널부재(26)의 이면에 접착되어 있다. 패널부재(26)는 패널장착부재(28)에 장착되어 있다. 패널장착부재(28)는 2단 스테이지(24)에 장착되어 있다. 이와 같이 하여, 2단 패널(18)은, 2단 스테이지(24)에 열적으로 접속되어 있다. 따라서, 2단 패널(18)은 제2 온도레벨로 냉각된다.

[0039] 1단 패널(20)은, 2단 패널(18)의 외측에 설치되어 있다. 1단 패널(20)은, 방사실드(30)와 입구크라이오패널(32)을 구비하고, 2단 패널(18)을 포위한다. 1단 패널(20)은 1단 스테이지(22)에 열적으로 접속되어 있어서, 1단 패널(20)은 제1 온도레벨로 냉각된다.

[0040] 방사실드(30)는 주로, 크라이오펌프(10)의 하우징(38)으로부터의 복사열로부터 2단 패널(18)을 보호하기 위하여 설치되어 있다. 방사실드(30)는, 하우징(38)과 2단 패널(18) 사이에 있고, 2단 패널(18)을 둘러싼다. 방사실드(30)는, 흡기구(12)를 향하여 축방향 상단이 개방되어 있다. 방사실드(30)는, 축방향 하단이 폐색된 통형(예컨대 원통)의 형상을 가지고, 컵형상으로 형성되어 있다. 방사실드(30)의 측면에는 냉동기(16)의 장착을 위한 구멍이 있고, 거기로부터 2단 스테이지(24)가 방사실드(30) 내에 삽입되어 있다. 그 장착구멍의 외주부에서 방사실드(30)의 외면에 1단 스테이지(22)가 고정되어 있다. 이렇게 하여 방사실드(30)는 1단 스테이지(22)에 열적으로 접속되어 있다.

[0041] 방사실드(30)는, 도 1에 나타내는 바와 같이 일체의 통형상으로 구성되어 있어도 되고, 또한, 복수의 파츠(parts)에 의하여 전체적으로 통형상의 형상을 이루도록 구성되어 있어도 된다. 이들 복수의 파츠는 서로 간극을 가지고 배치되어 있어도 된다. 예컨대, 방사실드(30)는, 1단 스테이지(22)의 축방향 상측에 장착되는 상부실드와, 1단 스테이지(22)의 축방향 하측에 장착되는 하부실드로 분할되어 있어도 된다. 이 경우, 상부실드는, 상단 및 하단이 개방된 통형 패널이고, 하부실드는, 상단이 개방되고 하단이 폐색된 통형 패널이다.

[0042] 입구크라이오패널(32)은, 2단 패널(18)의 축방향 상방에 설치되고, 흡기구(12)에 있어서 직경방향을 따라 배치되어 있다. 입구크라이오패널(32)는 그 외주부가 방사실드(30)의 개구단에 고정되어, 방사실드(30)에 열적으로 접속되어 있다. 입구크라이오패널(32)은, 예컨대, 루버구조나 셰브론구조로 형성된다. 입구크라이오패널(32)은, 방사실드(30)의 중심축을 중심으로 하는 동심원형상으로 형성되어 있어도 되고, 혹은 격자형상 등 다른 형상으로 형성되어 있어도 된다.

[0043] 입구크라이오패널(32)은, 흡기구(12)에 들어가는 기체를 배기하기 위하여 설치되어 있다. 입구크라이오패널(32)의 온도에서 응축되는 기체(예컨대 수분)가 그 표면에 포착된다. 또한, 입구크라이오패널(32)은, 크라이오펌프(10)의 외부의 열원(예컨대, 크라이오펌프(10)가 장착되는 진공챔버 내의 열원)으로부터의 복사열로부터 2단 패널(18)을 보호하기 위하여 설치되어 있다. 복사열뿐만 아니라 기체분자의 진입도 제한된다. 입구크라이오패널(32)은, 흡기구(12)를 통한 내부공간(14)에의 기체유입을 원하는 양으로 제한하도록 흡기구(12)의 개구면적의 일부를 점유한다.

[0044] 크라이오펌프(10)는, 하우징(38)을 구비한다. 하우징(38)은, 크라이오펌프(10)의 내부와 외부를 격리하기 위한 진공용기이다. 하우징(38)은, 크라이오펌프(10)의 내부공간(14)의 압력을 기밀하게 유지하도록 구성되어 있다. 하우징(38) 내에, 1단 패널(20)과 냉동기(16)가 수용되어 있다. 하우징(38)은, 1단 패널(20)의 외측에 설치되어 있고, 1단 패널(20)을 둘러싼다. 또한, 하우징(38)은 냉동기(16)를 수용한다.

[0045] 하우징(38)은, 1단 패널(20) 및 냉동기(16)의 저온부에 접촉하지 않도록, 외부환경온도의 부위(예컨대 냉동기(16)의 고온부)에 고정되어 있다. 하우징(38)의 외면은 외부환경에 노출되어 있어서, 냉각되어 있는 1단 패널(20)보다 온도가 높다(예컨대 실온 정도).

[0046] 또한, 하우징(38)은 그 개구단으로부터 직경방향 외측을 향해 뻗는 흡기구플랜지(56)를 구비한다. 흡기구플랜지(56)는, 장착처의 진공챔버에 크라이오펌프(10)를 장착하기 위한 플랜지이다. 진공챔버의 개구에는 게이트밸브가 설치되어 있고(도시하지 않음), 흡기구플랜지(56)는 그 게이트밸브에 장착된다. 그와 같이 하여 입구크라이

오패널(32)의 축방향 상방에 게이트밸브가 위치한다. 예컨대 크라이오펌프(10)를 재생할 때에 게이트밸브는 폐쇄되고, 크라이오펌프(10)가 진공챔버를 배기할 때에 개방된다.

[0047] 하우징(38)에는, 벤트밸브(70), 러프밸브(72), 및 퍼지밸브(74)가 접속되어 있다.

[0048] 벤트밸브(70)는, 크라이오펌프(10)의 내부공간으로부터 외부환경으로 유체를 배출하기 위한 배출라인(80)의 예컨대 말단에 설치되어 있다. 벤트밸브(70)가 개방됨으로써 배출라인(80)의 흐름이 허용되고, 벤트밸브(70)가 폐쇄됨으로써 배출라인(80)의 흐름이 차단된다. 배출되는 유체는 기본적으로는 가스이지만, 액체 또는 기액의 혼합물이어도 된다. 예컨대 크라이오펌프(10)에 응축된 가스의 액화물이 배출유체에 혼재하고 있어도 된다. 벤트밸브(70)가 개방됨으로써, 하우징(38)의 내부에 발생한 양압을 외부로 해방할 수 있다.

[0049] 러프밸브(72)는, 러핑펌프(73)에 접속된다. 러프밸브(72)의 개폐에 의하여, 러핑펌프(73)와 크라이오펌프(10)가 연통(連通) 또는 차단된다. 러핑펌프(73)는 전형적으로는 크라이오펌프(10)와는 다른 진공장치로서 설치되고, 예컨대 크라이오펌프(10)가 접속되는 진공챔버를 포함한 진공시스템의 일부를 구성한다.

[0050] 퍼지밸브(74)는 도시하지 않은 퍼지가스공급장치에 접속된다. 퍼지가스는 예컨대 질소가스이다. 퍼지밸브(74)의 개폐에 의하여, 퍼지가스의 크라이오펌프(10)로의 공급이 제어된다.

[0051] 크라이오펌프(10)는, 1단 스테이지(22)의 온도를 측정하기 위한 1단 스테이지온도센서(90)와, 2단 스테이지(24)의 온도를 측정하기 위한 2단 스테이지온도센서(92)를 구비한다. 1단 스테이지온도센서(90)는, 1단 스테이지(22)에 장착되어 있다. 2단 스테이지온도센서(92)는, 2단 스테이지(24)에 장착되어 있다. 이하에서는 설명의 편의상, 1단 스테이지온도센서(90) 및 2단 스테이지온도센서(92)를 "스테이지온도센서"라고 총칭하는 경우가 있다.

[0052] 스테이지온도센서는, 크라이오펌프(10)의 진공배기운전 및 재생운전의 양방에 있어서 각 스테이지온도의 감시를 위하여 사용된다. 그로 인하여, 스테이지온도센서는, 진공배기 중의 스테이지온도와 재생 중의 스테이지온도의 양방을 포함한 측정가능 온도역(域)을 가진다. 즉, 스테이지온도센서는, 실온뿐만 아니라 예컨대20K 이하의 극저온을 측정하도록 구성되어 있는 온도센서이다. 스테이지온도센서는 예컨대, 백금저항온도계 또는 수소증기압 온도계이다.

[0053] 또한, 크라이오펌프(10)는, 1단 패널(20)의 온도를 측정하기 위한 1단 패널온도센서(94)와, 2단 패널(18)의 온도를 측정하기 위한 2단 패널온도센서(96)를 구비한다. 1단 패널온도센서(94)는, 1단 패널(20)에 있어서 전열(傳熱)경로의 말단부에 설치되어 있다. 2단 패널온도센서(96)는, 2단 패널(18)에 있어서 전열경로의 말단부에 설치되어 있다.

[0054] 여기서, 전열경로의 말단부란, 크라이오패널의 승온 중에 열원으로부터 먼 장소를 말한다. 예컨대, 열원으로부터 패널 상에 있는 점까지의 전열경로의 길이에 의하여, 열원에 가까운 (전열경로가 짧은) 영역과 열원으로부터 먼 (전열경로가 긴) 영역으로 1단 패널(20)을 구분할 수 있다. 혹은, 마찬가지로, 열원에 가까운 영역, 중간 영역, 먼 영역 3개로 1단 패널(20)을 구분할 수 있다. 2단 패널(18)에 대해서도 마찬가지이다. 이때, 열원으로부터 먼 영역을, 전열경로의 말단부로 간주해도 된다. 냉동기(16)의 승온운전이 행해지는 경우에는 1단 스테이지(22), 2단 스테이지(24)를 각각 1단 패널(20), 2단 패널(18)의 열원으로 간주할 수 있다. 1단 패널(20), 2단 패널(18)에 가열용의 히터가 설치되어 있는 경우에는, 그 히터가 열원이다.

[0055] 도 1에 있어서는, 1단 패널온도센서(94)는 입구크라이오패널(32)에 설치되어 있다. 구체적으로는, 1단 패널온도센서(94)는 입구크라이오패널(32)의 중심부에 설치되어 있다. 대안으로서, 1단 패널온도센서(94)는 방사실드(30)의 개구단 또는 폐색단에 설치되어도 된다. 2단 패널온도센서(96)는, 2단 패널(18)에 있어서 2단 스테이지(24)로부터 가장 먼 패널부재(26)의 단부에 설치되어 있다. 이하에서는 설명의 편의상, 1단 패널온도센서(94) 및 2단 패널온도센서(96)를 "패널온도센서"라고 총칭하는 경우가 있다.

[0056] 패널온도센서는, 재생 중의 각 패널온도의 감시를 위해서 사용된다. 패널온도센서는, 승온공정에 있어서의 승온목표온도를 포함한 측정가능 온도역(域)을 가진다. 본 실시예에 있어서는 패널온도센서는 진공배기 중에는 사용되지 않기 때문에, 패널온도센서는 측정가능 온도역에 극저온을 포함하지 않아도 된다. 요컨대, 패널온도센서는 실온레벨을 측정 가능하면 된다. 따라서, 패널온도센서로서 예컨대 저가의 열전대를 사용할 수 있다.

[0057] 또한, 크라이오펌프(10)는, 제어부(100)를 구비한다. 제어부(100)는 크라이오펌프(10)에 일체로 설치되어 있어도 되고, 크라이오펌프(10)와는 별개의 제어장치로서 구성되어 있어도 된다.

[0058] 제어부(100)는, 크라이오펌프(10)의 진공배기운전 및 재생운전을 위하여 냉동기(16)를 제어하도록 구성되어 있

다. 또한, 제어부(100)는, 주로 재생 중에 필요에 따라서 벤트밸브(70), 러프밸브(72), 및 퍼지밸브(74)의 개폐를 제어한다. 제어부(100)에는, 1단 스테이지온도센서(90), 2단 스테이지온도센서(92), 1단 패널온도센서(94), 2단 패널온도센서(96), 및 압력센서(도시하지 않음) 등의 각종 센서의 측정결과를 수신하도록 구성되어 있다. 제어부(100)는, 그러한 측정결과에 근거하여, 냉동기(16) 및 각종 밸브에 부여하는 제어지령을 연산한다.

[0059] 진공배기운전에 있어서는, 제어부(100)는, 스테이지온도가 목표의 냉각온도에 추종하도록 냉동기(16)를 제어한다. 1단 스테이지(22)의 목표온도는 통상, 일정치로 설정된다. 1단 스테이지(22)의 목표온도는 예컨대, 크라이오펌프(10)가 장착되는 진공챔버에서 행해지는 프로세스에 따라 사양으로서 정해진다.

[0060] 예컨대, 제어부(100)는, 1단 스테이지(22)의 목표온도와 1단 스테이지온도센서(90)의 측정온도의 편차를 최소화하도록 피드백제어에 의하여 냉동기(16)의 운전주파수를 제어한다. 즉, 제어부(100)는, 밸브구동모터(40)의 회전수를 제어함으로써, 냉동기(16)에 있어서의 열사이클의 주파수를 제어한다.

[0061] 크라이오펌프(10)에의 열부하가 증가했을 때 1단 스테이지(22)의 온도가 높아질 수 있다. 1단 스테이지온도센서(90)의 측정온도가 목표온도보다 고온인 경우에는, 제어부(100)는, 냉동기(16)의 운전주파수를 증가시킨다. 그 결과, 냉동기(16)에 있어서의 열사이클의 주파수도 증가되고, 1단 스테이지(22)는 목표온도를 향해 냉각된다. 반대로 1단 스테이지온도센서(90)의 측정온도가 목표온도보다 저온인 경우에는, 냉동기(16)의 운전주파수는 감소되고 1단 스테이지(22)는 목표온도를 향해 승온된다.

[0062] 전형적인 크라이오펌프에 있어서는, 열사이클의 주파수는 항상 일정하게 되어 있다. 상온으로부터 펌프동작온도로의 급냉각을 가능하게 하도록 비교적 큰 주파수로 운전하도록 설정되고, 외부로부터의 열부하가 작은 경우에는 히터에 의하여 가열함으로써 크라이오패널의 온도를 조정한다. 따라서, 소비전력이 커진다. 이에 대해서 본 실시형태에 있어서는, 크라이오펌프(10)에의 열부하에 따라 열사이클 주파수를 제어하기 때문에, 에너지 절약성이 뛰어난 크라이오펌프를 실현할 수 있다. 또한, 히터를 반드시 설치할 필요가 없어지는 것도 소비전력의 저감에 기여한다.

[0063] 1단 스테이지(22)의 온도를 목표온도로 하도록 냉동기(16)를 제어하는 것을, 이하에서는 "1단 온도제어"라고 부르는 경우가 있다. 크라이오펌프(10)가 진공배기운전을 하고 있을 때는 통상, 1단 온도제어가 실행된다. 1단 온도제어의 결과, 2단 스테이지(24) 및 2단 패널(18)은, 냉동기(16)의 사양 및 외부로부터의 열부하에 의하여 정해지는 온도로 냉각된다.

[0064] 마찬가지로 하여, 제어부(100)는, 2단 스테이지(24)의 온도를 목표온도로 하도록 냉동기(16)를 제어하는, 말하자면 "2단 온도제어"를 실행할 수도 있다. 제어부(100)는 예컨대, 크라이오펌프(10)의 진공배기를 개시하기 위한 전처리인 쿨다운공정에 있어서 2단 온도제어를 행해도 된다. 쿨다운공정에 있어서는 급속하게 크라이오패널을 냉각하는 것이 바람직하다. 이로 인하여, 제어부(100)는, 쿨다운공정에 있어서는 2단 온도제어를 실행하고, 2단 패널(18)이 목표온도 근방까지 냉각되었을 때에 1단 온도제어로 전환하도록 해도 된다.

[0065] 상술과 같이 본 실시예에 있어서는, 진공배기운전에 있어서의 크라이오패널의 온도제어에 스테이지온도가 이용된다. 이는, 크라이오패널을 직접 측정하여 얻어진 온도가 크라이오패널의 온도제어에 반드시 적합한 것은 아니라는 본 발명자의 경험적인 지견에 근거한다.

[0066] 언뜻 보면, 패널온도센서가 크라이오패널에 직접적으로 설치되어 있기 때문에, 패널온도센서의 측정치에 근거하여 크라이오패널온도를 제어함으로써 양호한 결과가 얻어질 것처럼 보인다. 그러나, 실제로는 반드시 그렇지는 않다. 패널온도센서의 측정치는 스테이지온도센서에 비해 변동하는 경우가 있다. 패널온도는 외부로부터의 복사열이나 기체의 얼음층 퇴적 등의 영향을 받아 비교적 민감하게 바뀌기 때문이다. 진공배기 중의 크라이오패널온도는 안정적인 것이 바람직한 것으로부터, 크라이오패널온도제어는 스테이지온도센서의 측정치에 근거하여 행하는 것이 적합하다. 따라서, 본 실시예에 있어서는, 패널온도센서의 측정온도는 진공배기운전의 제어에는 사용되지 않는다. 패널온도센서의 측정온도는, 오로지 재생에 있어서, 특히 승온공정에 있어서, 사용된다.

[0067] 상기의 구성의 크라이오펌프(10)에 의한 동작을 이하에 설명한다. 크라이오펌프(10)의 작동시에는, 먼저 그 작동 전에 러프밸브(72)를 통해서 러핑펌프(73)로 크라이오펌프(10)의 내부를 예컨대 1Pa 정도로까지 러핑한다. 그 후 크라이오펌프(10)를 작동시킨다. 제어부(100)에 의한 제어하에서, 냉동기(16)의 구동에 의하여 1단 스테이지(22) 및 2단 스테이지(24)가 냉각되고, 이들에 열적으로 접속되어 있는 1단 패널(20), 2단 패널(18)도 냉각된다.

[0068] 입구크라이오패널(32)은, 진공챔버로부터 크라이오펌프(10) 내부를 향해 날아오는 기체분자를 냉각하고, 그 냉각온도에서 증기압이 충분히 낮아지는 기체(예컨대 수분 등)를 표면에 응축시켜 배기한다. 입구크라이오패널

(32)의 냉각온도에서는 증기압이 충분히 낮아지지 않는 기체는 입구크라이오패널(32)을 통과하여 방사실드(30) 내부로 진입한다. 진입한 기체분자 중 2단 패널(18)의 냉각온도에서 증기압이 충분히 낮아지는 기체는, 그 표면에 응축되어 배기된다. 그 냉각온도에서도 증기압이 충분히 낮아지지 않는 기체(예컨대 수소 등)는, 2단 패널(18)의 표면에 접착되어 냉각되어 있는 흡착제에 의하여 흡착되어 배기된다. 이와 같이 하여 크라이오펌프(10)는 장착처의 진공챔버의 진공도를 원하는 레벨에 도달시킬 수 있다.

[0069] 배기운전이 계속됨으로써 크라이오펌프(10)에는 기체가 축적되어 간다. 축적된 기체를 외부에 배출하기 위하여, 배기운전이 개시된 후 소정시간이 경과했을 때 또는 소정의 재생개시 조건이 충족되었을 때에, 크라이오펌프(10)의 재생이 행해진다. 재생처리는, 승온공정, 배출공정, 및 냉각공정을 포함한다.

[0070] 크라이오펌프(10)의 재생처리는 예컨대 제어부(100)에 의하여 제어된다. 제어부(100)는, 소정의 재생개시 조건이 충족되었는지 아닌지를 판정하고, 당해 조건이 충족되었을 경우에는 재생을 개시한다. 그 경우, 제어부(100)는, 냉동기(16)의 크라이오패널 냉각운전을 중지하고, 냉동기(16)의 승온운전을 개시한다. 당해 조건이 충족되지 않은 경우에는, 제어부(100)는 재생을 개시하지 않고, 예컨대 진공배기운전을 계속한다.

[0071] 도 2는, 본 발명의 일 실시형태에 관한 재생방법을 설명하기 위한 플로우차트이다. 재생처리는, 배기운전 중의 크라이오패널온도보다 고온인 재생온도로 크라이오펌프(10)를 승온하는 승온공정을 포함한다(S10). 도 2에 나타내는 재생처리의 일례는, 이른바 풀(full)재생이다. 풀재생은, 크라이오펌프(10)의 1단 패널(20) 및 2단 패널(18)을 포함한 모든 크라이오패널을 재생한다. 크라이오패널은 진공배기운전을 위한 냉각온도로부터 재생온도까지 가열된다. 재생온도는 예컨대 실온 또는 그것보다 다소 높은 온도이다(예컨대 약 290K 내지 약 300K).

[0072] 승온공정은, 역전(逆轉)승온을 포함한다. 일 실시예에 있어서는 역전승온운전은, 냉각운전과는 냉동기(16) 내의 로터리밸브를 역방향으로 회전시킴으로써, 작동기체에 단열압축을 발생시키도록 작동기체의 흡배기의 타이밍을 상이하게 한다. 이렇게 하여 얻어지는 압축열로 냉동기(16)는 1단 스테이지(22) 및 2단 스테이지(24)를 가열한다. 1단 패널(20)은 1단 스테이지(22)를 열원으로 하여 가열되고, 2단 패널(18)은 2단 스테이지(24)를 열원으로 하여 가열된다.

[0073] 제어부(100)는, 크라이오패널온도의 측정치가 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 제어부(100)는, 목표온도에 도달할 때까지는 승온을 계속하고 목표온도에 도달했을 경우에는 승온공정을 종료한다. 승온공정에 대한 상세는, 도 3을 참조하여 후술한다.

[0074] 승온공정이 완료되면, 제어부(100)는, 배출공정을 개시한다(S12). 배출공정은, 크라이오패널 표면으로부터 재(再)기화된 기체를 크라이오펌프(10)의 외부로 배출한다. 재기화된 기체는 예컨대 배출라인(80)을 통해서, 또는 러핑펌프(73)를 사용하여, 외부로 배출된다. 재기화된 기체는, 필요에 따라 도입되는 퍼지가스와 함께 크라이오펌프(10)로부터 배출된다. 배출공정에 있어서는, 냉동기(16의) 운전은 정지되어 있다.

[0075] 제어부(100)는 예컨대, 크라이오펌프(10)의 내부의 압력측정치에 근거하여, 기체배출이 완료되었는지 아닌지를 판정한다. 예컨대, 제어부(100)는, 크라이오펌프(10) 내의 압력이 소정의 임계치를 넘고 있는 동안은 배출공정을 계속하고, 압력이 그 임계치를 하회한 경우에 배기공정을 종료하고 냉각공정을 개시한다.

[0076] 냉각공정은, 진공배기운전을 재개하기 위하여 크라이오패널을 재(再)냉각한다(S14). 냉동기(16)의 냉각운전이 개시된다. 제어부(100)는, 스테이지온도의 측정치가 진공배기운전을 위한 목표냉각온도에 도달하였는지 아닌지를 판정한다. 제어부(100)는, 목표냉각온도에 도달할 때까지는 냉각공정을 계속하고, 당해 냉각온도에 도달했을 경우에는 냉각공정을 종료한다. 이 냉각공정은 상술한 쿨다운공정과 동일해도 된다. 이렇게 하여 재생처리는 완료된다. 크라이오펌프(10)의 진공배기운전이 재개된다.

[0077] 도 3은, 본 발명의 일 실시형태에 관한 승온공정(S10)을 설명하기 위한 플로우차트이다. 도 3에 나타낸 바와 같이, 승온공정은, 패널온도판정(S26)과 스테이지온도판정(S22)의 2개의 판정처리를 포함한다. 이 중 패널온도판정(S26)은, 승온공정을 종료해도 되는지 아닌지를 결정하는 승온공정의 완료판정이다. 스테이지온도판정(S22)은, 냉동기(16)의 보호를 위한 판정처리이다. 스테이지온도판정(S22)은, 본 실시예의 승온공정에 필수는 아니다.

[0078] 승온공정에 있어서 제어부(100)는 먼저, 승온개시처리를 행한다(S20). 승온개시처리는 예컨대, 냉동기(16)의 승온운전(이른바 역전승온)을 개시하는 것과, 크라이오펌프(10)에의 퍼지가스의 공급을 개시하는 것을 포함한다. 크라이오패널을 고속으로 승온시키기 위하여, 제어부(100)는, 역전승온에 있어서 예컨대 최대의 운전주파수로 냉동기(16)를 제어한다. 또한, 제어부(100)는, 퍼지밸브(74)를 개방하여 퍼지가스를 크라이오펌프(10)의 내부공

간(14)으로 도입한다.

[0079] 제어부(100)는, 스테이지온도판정을 행한다(S22). 스테이지온도판정은, 냉동기(16)의 승온운전 중에 스테이지온도센서의 측정온도를 감시하는 처리이다. 제어부(100)는, 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 구체적으로는, 1단 스테이지온도센서(90)의 측정온도가 제1 경고온도에 도달한 것, 및, 2단 스테이지온도센서(92)의 측정온도가 제2 경고온도에 도달한 것, 중 적어도 일방이 성립했을 때, 제어부(100)는, 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달했다고 판정한다(S22의 NG).

[0080] 제1 경고온도는 1단 패널(20)의 목표온도보다 고온으로 설정되고, 제2 경고온도는 2단 패널(18)의 목표온도보다 고온으로 설정된다. 또한, 제1 경고온도 및 제2 경고온도는 예컨대 냉동기(16)의 내열(耐熱)온도에 근거하여 설정된다. 즉, 제1 경고온도 및 제2 경고온도는 크라이오패널의 목표온도와 냉동기(16)의 내열온도의 사이로 설정된다. 본 실시예에서는 제1 경고온도 및 제2 경고온도는, 냉동기(16)의 내열온도로부터 소정의 여유를 뺀 값으로 설정된다. 제1 경고온도 및 제2 경고온도는 동일해도 된다.

[0081] 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달했다고 판정되었을 때(S22의 NG), 제어부(100)는, 냉동기(16)의 승온운전을 중지한다(S24). 냉동기(16)의 운전은 정지된다. 퍼지가스의 공급은 정지된다. 아울러, 제어부(100)는, 냉동기(16)가 내열온도에 접근하고 있는 것을 나타내는 경고를 출력해도 된다. 이와 같이 하면, 냉동기(16)를 보호할 수 있다. 예컨대, 냉동기(16) 내부의 가동(可動)요소(예컨대 디스플레이서)가 눌러붙는 것을 막을 수 있다.

[0082] 한편, 스테이지온도센서의 측정온도가 경고온도에 도달하고 있지 않다고 판정되었을 때(S22의 OK), 제어부(100)는, 패널온도판정을 행한다(S26). 제어부(100)는 패널온도센서의 측정온도가 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 목표온도는 상술한 재생온도로부터 선택된다(예컨대 약 290K 내지 약 300K). 1단 패널(20)의 목표온도와 2단 패널(18)의 목표온도는 동일해도 되고, 상이해도 된다.

[0083] 구체적으로는, 제어부(100)는, 1단 패널온도센서(94)의 측정온도가 1단 패널(20)의 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 또한, 제어부(100)는, 2단 패널온도센서(96)의 측정온도가 2단 패널(18)의 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 그렇게 하여, 1단 패널온도센서(94) 및 2단 패널온도센서(96)의 측정온도가 각각 목표온도에 도달했을 경우에, 제어부(100)는, 패널온도센서의 측정온도가 목표온도에 도달했다고 판정한다(S26의 OK).

[0084] 패널온도센서의 측정온도가 목표온도에 도달했다고 판정되었을 때(S26의 OK), 제어부(100)는, 승온공정을 종료한다(S28). 냉동기(16)의 운전은 정지되고, 퍼지가스의 공급은 정지된다. 그 후, 상술한 바와 같이, 제어부(100)는, 배출공정을 개시한다(도 2의 S12).

[0085] 패널온도센서의 측정온도가 목표온도에 도달하고 있지 않다고 판정되었을 때(S26의 NG), 제어부(100)는, 승온공정을 계속한다. 냉동기(16)의 승온운전 및 퍼지가스의 공급은 계속된다. 소정시간 후에(예컨대 다음번의 제어주기에서), 제어부(100)는, 패널온도판정(S26) 및 스테이지온도판정(S22)을 재차 행한다.

[0086] 다만, 냉동기(16)의 승온운전이 중지되었을 때(S24), 제어부(100)는 소정기간 대기하고, 승온운전을 재개해도 된다. 대기함으로써 냉동기(16)로부터 열이 자연스럽게 방출되어 냉각된다. 대기 중, 퍼지가스의 공급은 계속되어도 된다. 제어부(100)는 대기 중에 대기온도까지 냉각된 것을 조건으로 하여 승온운전을 재개해도 된다. 즉, 제어부(100)는 스테이지온도센서의 측정온도가 대기온도를 하회했을 경우에 승온운전을 재개해도 된다. 대기온도는 예컨대 경고온도로부터 소정의 여유를 뺀 값으로 설정된다.

[0087] 그런데, 진공배기 중에는 1단 패널(20)및 2단 패널(18) 각각의 온도분포는 비교적 균일화되어 있기 때문에, 스테이지온도는 패널온도를 양호하게 대표한다. 그러나, 승온 중에는 반드시 그렇다고는 할 수 없다. 승온 중에는 스테이지온도센서는 열원의 온도를 측정하게 된다. 그로 인하여, 스테이지온도센서의 측정온도는 크라이오패널의 실제의 온도보다 고온을 나타내는 경향이 있다.

[0088] 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료하면, 실제로는 크라이오패널에 저온부위가 남겨진 채로 승온이 불충분하게 끝날지도 모른다. 그것을 피하려면, 스테이지온도가 목표온도에 도달한 후에도 냉동기(16)의 승온운전을 당분간 계속한다고 하는 수법을 고려할 수 있다. 혹은 냉동기(16)의 승온운전은 종료시키고 퍼지만을 계속한다고 하는 수법을 고려할 수 있다. 그러나, 이렇게 하여 계속된 승온공정의 중지를, 스테이지온도센서의 측정온도에 근거하여 결정하는 것은 용이하지 않다.

[0089] 본 실시예에 의하면, 1단 패널온도센서(94) 및 2단 패널온도센서(96)는 각각 1단 패널(20) 및 2단 패널(18)에 있어서 열원(즉 1단 스테이지(22) 및 2단 스테이지(24))으로부터 떨어진 곳에 설치되어 있다. 이러한 장소는 승

온공정에 있어서 다른 장소보다 온도가 낮다. 그로 인하여, 1단 패널온도센서(94) 및 2단 패널온도센서(96)는 각각 1단 패널(20) 및 2단 패널(18)의 저온부위의 온도를 측정할 수 있다.

[0090] 제어부(100)는, 1단 패널온도센서(94)의 측정온도가 1단 패널목표온도에 도달하고, 또한 2단 패널온도센서(96)의 측정온도가 2단 패널목표온도에 도달했을 때에 승온공정을 완료한다. 즉, 제어부(100)는, 크라이오패널의 저온부위의 측정온도가 목표온도에 도달했을 때에 승온공정을 완료한다. 따라서, 승온공정을 불필요하게 길게 계속하는 일 없이 적절히 중지할 수 있다. 따라서, 본 실시예에 의하면, 승온시간 나아가서는 재생시간을 짧게 할 수 있다.

[0091] 도 4는, 본 발명의 다른 일 실시형태에 관한 크라이오펌프(10)를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 4에 나타내는 크라이오펌프(10)는 패널온도센서가 1단 패널(20)에만 설치되어 있는 점에서, 도 1에 나타내는 크라이오펌프(10)와는 상이하다. 도 4에 나타내는 크라이오펌프(10)는, 1단 패널온도센서(94)는 구비하지만, 2단 패널온도센서(96)는 구비하지 않는다. 그 나머지의 점에 대해서는 도 4 및 도 1에 나타내는 크라이오펌프(10)는 공통되는 구성을 구비한다. 동일한 개소에 대해서는 장황함을 피하기 위해 설명을 적절히 생략한다.

[0092] 제어부(100)는, 1단 패널온도센서(94)의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료한다. 구체적으로는, 제어부(100)는, 1단 패널온도센서(94)의 측정온도가 1단 패널(20)의 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 제어부(100)는, 1단 패널온도센서(94)의 측정온도가 목표온도에 도달했다고 판정했을 때, 승온공정을 종료한다.

[0093] 도 5는, 본 발명의 다른 일 실시형태에 관한 크라이오펌프(10)를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 5에 나타내는 크라이오펌프(10)는 패널온도센서가 2단 패널(18)에만 설치되어 있는 점에서, 도 1에 나타내는 크라이오펌프(10)와는 상이하다. 도 5에 나타내는 크라이오펌프(10)는, 2단 패널온도센서(96)는 구비하지만, 1단 패널온도센서(94)는 구비하지 않는다. 그 나머지의 점에 대해서는 도 4 및 도 1에 나타내는 크라이오펌프(10)는 공통되는 구성을 구비한다. 동일한 개소에 대해서는 장황함을 피하기 위해 설명을 적절히 생략한다.

[0094] 제어부(100)는, 2단 패널온도센서(96)의 측정온도에 근거하여 승온공정을 완료한다. 구체적으로는, 제어부(100)는, 2단 패널온도센서(96)의 측정온도가 2단 패널(18)의 목표온도에 도달했는지 아닌지를 판정한다. 제어부(100)는, 2단 패널온도센서(96)의 측정온도가 목표온도에 도달했다고 판정했을 때, 승온공정을 종료한다.

[0095] 승온공정에 있어서 1단 패널(20)이 2단 패널(18)보다 늦게 승온목표온도에 도달하도록 크라이오펌프(10)가 구성되어 있는 경우에는, 도 4에 나타내는 구성을 채용할 수 있다. 한편, 승온공정에 있어서 2단 패널(18)이 1단 패널(20)보다 늦게 승온목표온도에 도달하도록 크라이오펌프(10)가 구성되어 있는 경우에는, 도 5에 나타내는 구성을 채용할 수 있다. 도 4 및 도 5에 나타내는 구성은, 패널온도센서가 1개면 된다고 하는 점에서 도 1에 나타내는 구성보다 간소하다는 이점을 가진다.

[0096] 표준적인 크라이오펌프의 설계시에, 도 4 및 도 5의 구성 중 어느 것을 채용하면 되는지에 대해서는, 일률적으로는 결정할 수 없다. 크라이오펌프 업계의 실정으로서, 표준적인 사양을 가지는 크라이오펌프는, 흡기구(12)의 구경이 상이한 복수의 기종이 시장에 제공되어 있다. 이들 복수 기종은, 공통의 설계사상을 기본으로 하여 구경을 바꾸어 설계되어 있다. 크라이오펌프(10)의 예컨대 용도나 장착 장소에 따라, 사용해야 하는 크라이오펌프(10)의 구경이 선택된다.

[0097] 그러한 표준품에 있어서는 1단 패널(20)과 2단 패널(18)에서 승온의 소요시간은 상이한 것이 보통이다. 1단 패널(20)과 2단 패널(18)에서 동시에 승온이 개시되어도, 완료하는 시점은 상이하다. 승온시간을 결정하는 주요한 파라미터의 하나는 크라이오패널의 질량이다. 크라이오패널의 재질이 동일한 경우, 무거운 패널은 가벼운 패널보다 승온에 시간이 걸린다. 따라서, 1단 패널(20)과 2단 패널(18)의 질량의 관계가 승온완료의 순서를 좌우한다. 무거운 패널의 승온완료가 늦어지는 경향이 있다.

[0098] 보다 정확하게는, 크라이오패널을 위한 승온능력에 대한 그 크라이오패널의 질량(바꾸어 말하면, 단위승온능력당의 크라이오패널질량)이, 승온시간에 영향을 준다. 여기서, 승온능력이란 크라이오패널에 부여되는 단위시간당의 열량이다. 히터에 의한 승온의 경우, 승온능력이란 히터로부터 크라이오패널에 부여하는 단위시간당의 열량이다. 역전승온의 경우, 승온능력이란 냉동기의 스테이지로부터 크라이오패널에 부여하는 단위시간당의 열량이다. 역전승온의 승온능력은 예컨대 냉동기의 스테이지의 냉동능력에 대응하는 크기이다.

[0099] 예컨대, 2단 스테이지(24)의 승온능력(또는 냉동능력)에 대한 2단 패널(18)의 질량이, 1단 스테이지(22)의 승온능력(또는 냉동능력)에 대한 1단 패널(20)의 질량과 비교해 큰 경우에는, 1단 패널(20)에 비해 2단 패널(18)의 승온에 시간이 걸린다. 반대로, 1단 스테이지(22)의 단위승온능력당 패널질량이 2단 스테이지(24) 보다 큰 경우

에는, 1단 패널(20)의 승온에 의하여 긴 시간이 걸린다.

[0100] 복수 기종이 공통의 설계사상을 기본으로 하고 있는 경우에는, 그들 복수기종간에서 1단 패널(20)과 2단 패널(18)의 승온완료 순서도 공통되는 것처럼 보인다. 복수 기종에서 예컨대 1단 패널(20)의 승온완료가 공통되게 늦는다면, 1단 패널(20)의 측정온도로 승온완료를 결정할 수 있다. 그러나, 실제로는, 서로 구경이 상이한 복수기종 중 어느 기종에서 1단 패널(20)이 늦게 승온할 때, 다른 기종에서도 1단 패널(20)이 반드시 늦게 승온한다고는 할 수 없다.

[0101] 크라이오펌프(10)의 구경도 또한, 1단 패널(20)과 2단 패널(18)의 질량의 관계에 영향을 줄 수 있다. 어느 표준적인 크라이오펌프(10)의 설계에 있어서는, 펌프구경이 커질 때, 1단 패널(20)보다 2단 패널(18) 쪽이 질량이 증가하기 쉬운 경향이 있다. 이는 일종의 치수효과에 의한다. 1단 패널(20)은 하우징(38)을 따르는 통형상을 취하고, 2단 패널(18)은 그 중심부를 차지한다. 따라서, 구경이 커질 때, 경향으로서, 1단 패널(20)은 내부공간(14)의 표면적에 따라 질량이 늘어나고, 2단 패널(18)은 내부공간(14)의 체적에 따라 질량이 늘어난다. 그로 인하여, 2단 패널(18)의 질량 쪽이 증가하는 정도가 커지게 되는 경향이 있다. 그렇게 하면, 소구경의 크라이오펌프에서는 2단 패널/1단 패널의 질량비가 작고, 대구경의 크라이오펌프에서는 2단 패널/1단 패널의 질량비가 커진다.

[0102] 이 경우, 소구경의 크라이오펌프에서는, 2단 패널/1단 패널의 질량비가 작아, 1단 패널(20)이 늦게 승온하게 된다. 예컨대, 8인치의 크라이오펌프에서는, 1단 패널(20)의 승온에 시간이 걸린다. 대구경의 크라이오펌프에서는, 2단 패널/1단 패널의 질량비가 커, 2단 패널(18)이 늦게 승온한다. 예컨대, 12인치의 크라이오펌프에서는, 2단 패널(18)의 승온에 시간이 걸린다. 질량비의 어느 경계치에서, 승온완료 순서가 바뀐다.

[0103] 일반적인 크라이오펌프에 있어서 재생을 위한 제어처리는, 기종마다 개별적으로 최적인 처리가 설계되어 있거나, 다른 기종에서의 최적 처리를 그대로 (또는 미세조정하여) 적용하고 있다. 개별적인 최적 설계는 시간이 걸린다. 다른 기종의 최적 처리를 유용해도, 그것이 적절하다는 보증은 없다. 특히, 2개의 기종에서 2단 패널/1단 패널의 승온완료 순서가 상이한 경우에는, 유용해서는 안된다.

[0104] 따라서, 도 4 및 도 5에 나타내는 크라이오펌프(10)의 제어부(100)에 있어서는, 승온공정의 완료판정을 위한 온도측정 장소의 설정이, 크라이오펌프의 기종마다 선택 가능하게 구성되어 있다. 구체적으로는, 온도측정 장소를 1단 패널(20)과 2단 패널 중 어느 것으로 설정할지(승온공정의 완료판정에 1단 패널온도센서(94)와 2단 패널온도센서(96)중 어느 것을 이용할지)를 선택하도록 구성되어 있다. 적절한 설정에 의하여, 단축된 승온공정을 기종마다 초래할 수 있다.

[0105] 제어부(100)는, 기종명과 승온완료판정을 위한 온도센서 설정을 관련지어 기억한다. 기종명은, (구경마다 기종이 1개인 경우에는, 또는 복수이더라도 승온공정이 공통인 경우에는) 구경이어도 된다. 이러한 설정은 크라이오펌프(10)의 제조단계(또는 설계단계, 또는 사용장소에의 설치단계)에서 행해진다. 크라이오펌프(10)의 사용 중에는 설정은 변경되지 않는다.

[0106] 제어부(100)는, 승온완료판정을 위한 온도센서설정 이외의 기타 설정에 대해서는 기종에 관계없이 공통화되어 있어도 된다. 예컨대, 진공배기운전에 사용되는 온도센서는 공통화되어 있다. 예컨대 1단 온도제어를 위한 온도센서는 1단 스테이지온도센서(90)로 고정되어 있다. 이와 같이 하여, 복수 기종의 크라이오펌프에 공용되는 제어장치가 제공된다.

[0107] 이상, 본 발명을 실시예에 근거하여 설명했다. 본 발명은 상기 실시형태로 한정되지 않고, 각종의 설계 변경이 가능하며, 여러 가지 변형예가 가능한 것, 또한 그러한 변형예도 본 발명의 범위에 있는 것은, 당업자에게 이해되는 바이다.

[0108] 예컨대, 1단 패널온도센서(94)는 1단 패널(20)의 임의의 부위에 장착되고, 2단 패널온도센서(96)는 2단 패널(18)의 임의의 부위에 장착되어도 된다. 예컨대, 패널의 저온부위의 온도를 추정할 수 있는 경우에는, 패널온도센서는 반드시 전열경로의 말단부에 설치되지 않아도 된다.

[0109] 도 4 및 도 5에 나타내는 실시예와 같이 승온완료 결정을 위한 온도센서를 미리 결정해 두는 것이 아니라, 도 1에 나타내는 실시예와 같이 패널온도센서를 복수 가지는 구성에 있어서 승온 중에 승온완료 결정을 위한 온도센서를 결정해도 된다. 제어부(100)는, 승온 중에 복수의 패널온도센서를 감시하여, 선택된 패널온도센서에 근거하여 승온공정의 완료판정을 해도 된다.

[0110] 승온개시 당초는 1단 패널온도센서(94)의 측정온도가 2단 패널온도센서(96)의 측정온도보다 높다(즉 1단>2단).

따라서, 그 대소관계가 승온 중에 역전하면(즉 1단<2단), 분명히 1단 패널(20)의 승온속도가 늦어지게 된다. 따라서, 1단 패널온도센서(94)를 이용하여 승온공정의 완료판정을 할 수 있다. 한편, 그러한 역전이 검출되지 않으면, 2단 패널온도센서(96)를 이용하여 승온공정의 완료판정을 할 수 있다.

[0111] 일 실시예에 있어서는, 승온공정은, 급속승온과 저속승온을 포함해도 된다. 급속승온은, 냉각운전에 있어서의 크라이오패널 냉각온도(즉 승온개시 당초)로부터 승온속도 전환온도까지 비교적 고속으로 크라이오패널을 가열한다. 저속승온은, 그 승온속도 전환온도로부터 재생온도까지 급속승온보다 저속으로 크라이오패널을 가열한다. 승온속도 전환온도는 예컨대 200K 내지 250K의 온도범위로부터 선택되는 온도이다. 제어부(100)는, 패널온도센서의 측정온도에 근거하여 급속승온의 완료판정(즉 급속승온으로부터 저속승온으로의 전환)을 해도 된다.

부호의 설명

[0112] 10 크라이오펌프

16 냉동기

18 2단 패널

20 1단 패널

22 1단 스테이지

24 2단 스테이지

90 1단 스테이지온도센서

92 2단 스테이지온도센서

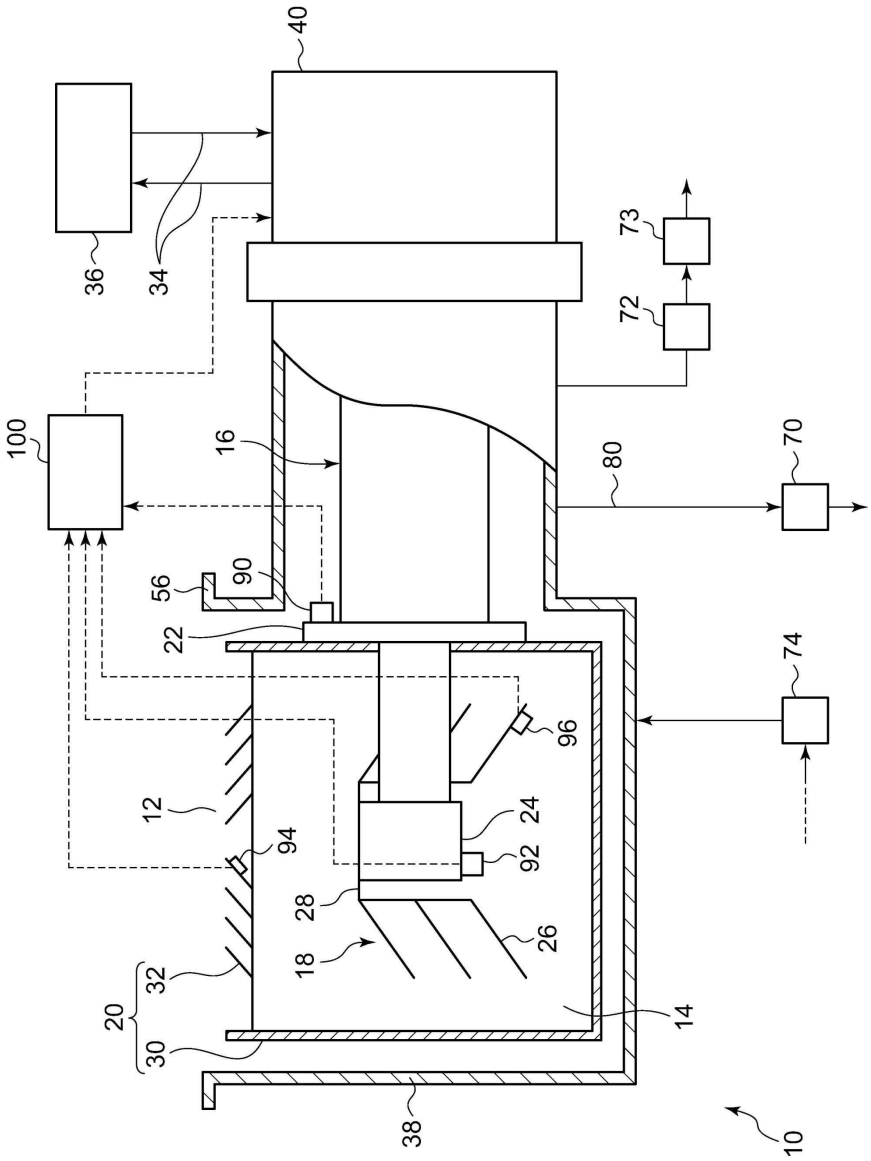
94 1단 패널온도센서

96 2단 패널온도센서

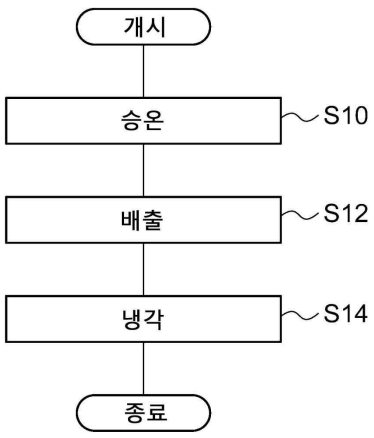
100 제어부

도면

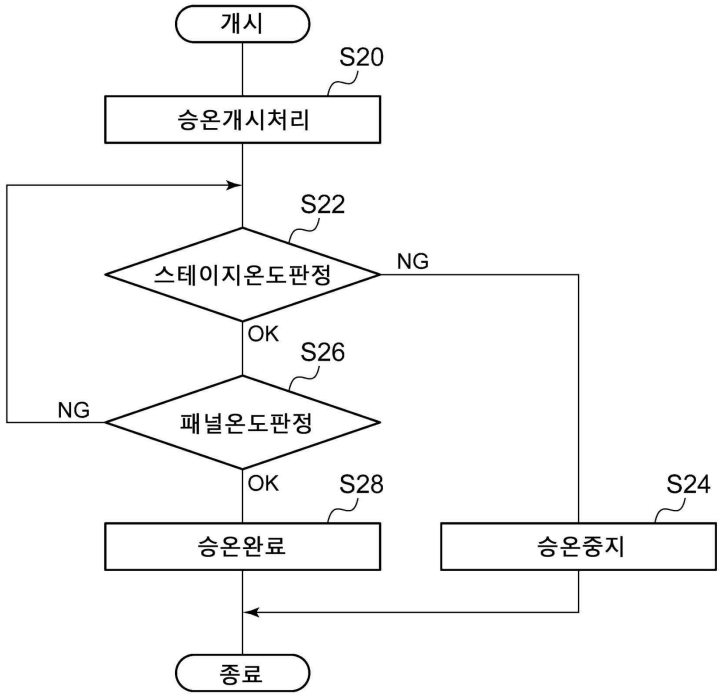
도면1


40
36
34
73
72
100
16
80
70
56
90
22
74
96
12
24
94
92
28
18
26
32
20
30
14
38
10

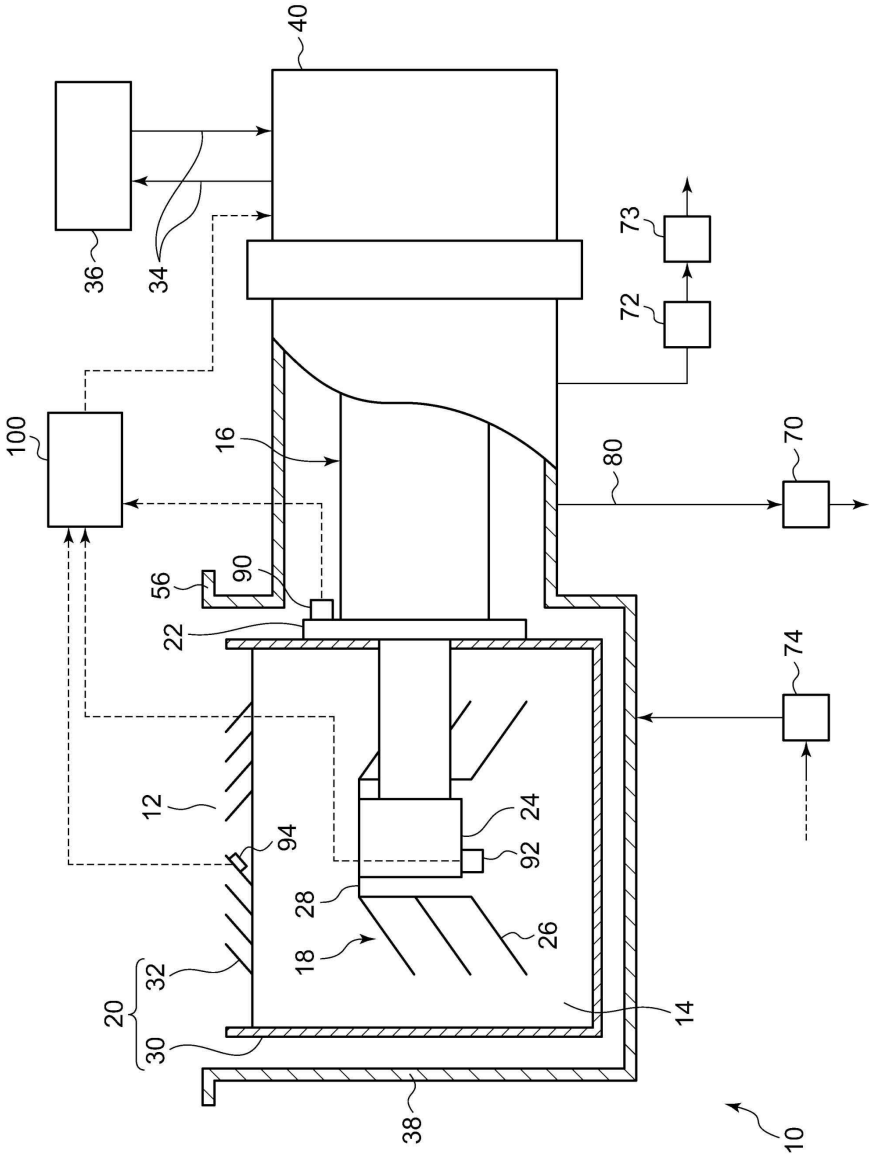
도면2


개시
승온
S10
배출
S12
냉각
S14
종료

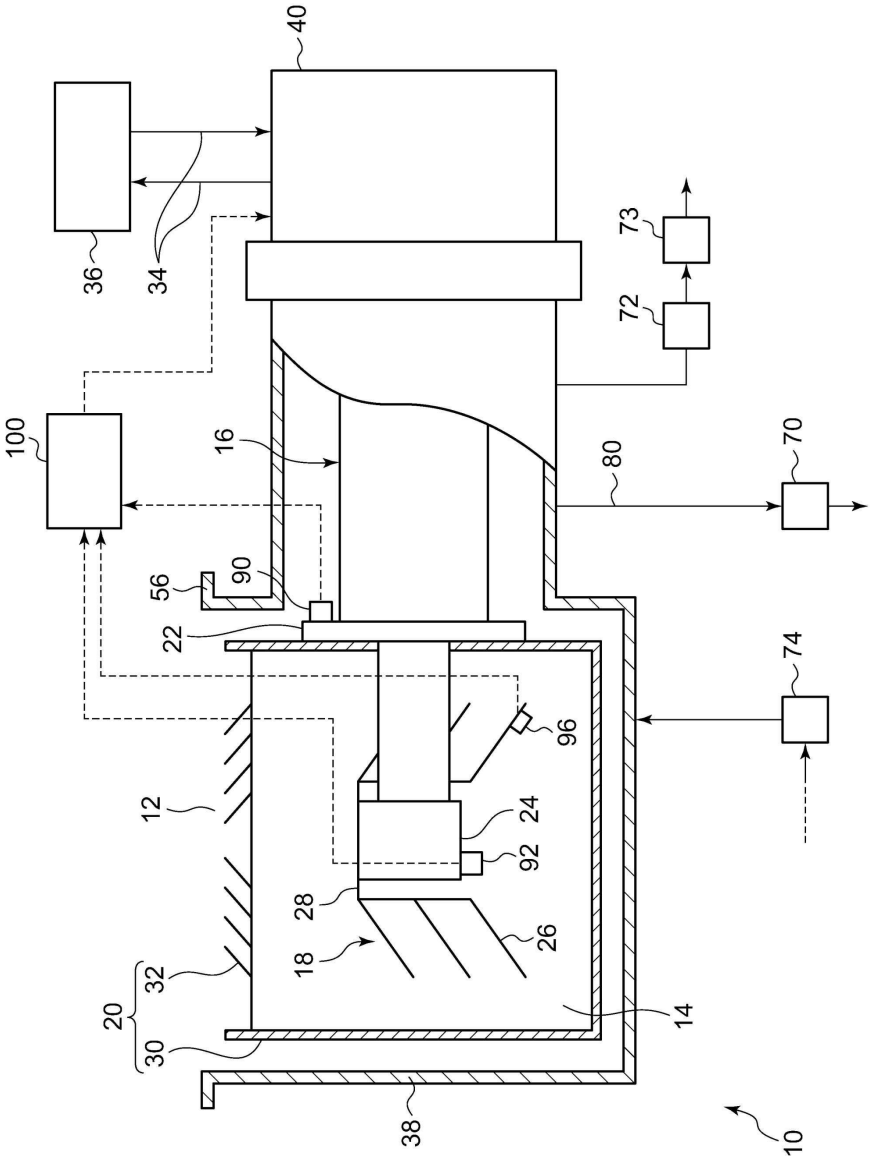
도면3


개시
S20
승온개시처리
S22
스테이지온도판정
NG
OK
S26
패널온도판정
NG
OK
S28
승온완료
S24
승온중지
종료

도면4


40
36
34
73
72
100
16
80
70
56
90
22
74
12
24
94
92
28
26
18
32
20
30
14
38
10

도면5


40
36
34
73
72
100
16
80
70
56
90
22
74
96
12
24
92
28
26
18
32
20
30
14
38
10