



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월28일
(11) 등록번호 10-1994570
(24) 등록일자 2019년06월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *H01L 21/324* (2017.01)

(52) CPC특허분류
H01L 21/67098 (2013.01)
H01L 21/324 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7026625

(22) 출원일자(국제) 2015년11월17일
심사청구일자 2017년09월21일

(85) 번역문제출일자 2017년09월21일

(65) 공개번호 10-2017-0120151

(43) 공개일자 2017년10월30일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/005727

(87) 국제공개번호 WO 2016/151651
국제공개일자 2016년09월29일

(30) 우선권주장
JP-P-2015-063949 2015년03월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌
JP08236414 A*

*는 심사관에 의하여 이용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 스크린 홀딩스
일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리
데라노우찌아가루 4쵸메 덴진키타마치 1반지 1

(72) 발명자
봄마 도루
일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리
데라노우찌아가루 4쵸메 덴진키타마치 1반지 1
가부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내

후쿠모토 야스히로
일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리
데라노우찌아가루 4쵸메 덴진키타마치 1반지 1
가부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
한양특허법원

(74) 대리인
한양특허법원

전체 청구항 수 : 총 6 항

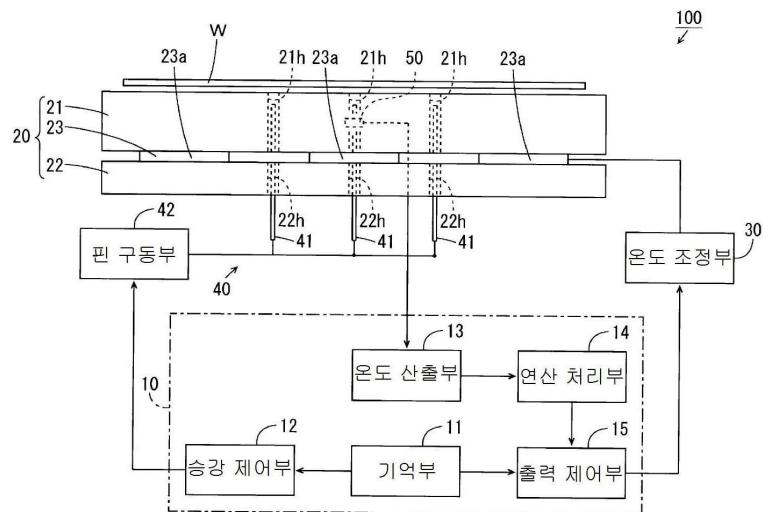
심사관 : 김은래

(54) 발명의 명칭 열처리 장치 및 열처리 방법

(57) 요약

기판이 올려놓아지는 상부 플레이트가 열처리부에 의해 냉각 또는 가열된다. 열처리부의 온도가 온도 조정부에 의해 조정된다. 상부 플레이트의 온도가 검출된다. 검출된 온도에 의거하여 상부 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 온도 조정부에 부여되어야 할 제어값이 제어 연산값으로서 산출된다. 제어 연산값이 제2 임계값 미만으로 저하한 경우에는 제어 연산값을 온도 조정부에 부여하는 제1의 제어가 행해진다. 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값을 온도 조정부에 부여하는 제2의 제어가 행해진다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

H01L 21/67248 (2013.01)

H01L 21/67253 (2013.01)

(72) 발명자

니시 고지

일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리 데
라노우찌아가루 4쵸메 텐진키타마치 1반지 1 가부
시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내

교토 시게히로

일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리 데
라노우찌아가루 4쵸메 텐진키타마치 1반지 1 가부
시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내

조 겐이치로

일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리 데
라노우찌아가루 4쵸메 텐진키타마치 1반지 1 가부
시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내

다나카 아쓰시

일본국 교토후 교토시 가미쿄구 호리카와도오리 데
라노우찌아가루 4쵸메 텐진키타마치 1반지 1 가부
시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내

명세서

청구범위

청구항 1

기판에 열처리를 행하는 열처리 장치로서,
 기판이 올려놓아지는 플레이트와,
 상기 플레이트를 냉각 또는 가열하도록 배치되는 열처리부와,
 제어값에 의거하여 상기 열처리부의 온도를 조정하는 온도 조정부와,
 상기 플레이트의 온도를 검출하는 온도 검출부와,
 상기 온도 검출부에 의해 검출된 온도에 의거하여, 상기 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 상기 온도 조정부에 부여되어야 할 상기 제어값을 제어 연산값으로서 산출하는 제어값 산출부와,
 상기 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값을 상기 제어값으로서 상기 온도 조정부에 부여하는 제1의 제어와, 상기 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값을 상기 제어값으로서 상기 온도 조정부에 부여하는 제2의 제어를 행하는 제어 전환부를 구비하고,
 상기 제어 전환부는 상기 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 상기 제1의 제어를 제2의 제어로 전환하고, 상기 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값이 제2 임계값 미만으로 저하한 경우에는, 상기 플레이트의 온도가 상기 설정된 값에 도달하기 전에 상기 제2의 제어를 상기 제1의 제어로 전환하는, 열처리 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제어 설정값은 미리 정해진 상기 제1 임계값 및 상기 제2 임계값 보다 높고 또한 상기 온도 조정부에 대한 최대의 제어값 이하인, 열처리 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 제1 임계값과 상기 제2 임계값은 서로 동일한, 열처리 장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 제어값은 상기 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 상기 열처리부에 공급되어야 할 전력과 상기 온도 조정부가 출력 가능한 최대 전력의 비율인, 열처리 장치.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 열처리부는 펠터에 소자를 포함하는, 열처리 장치.

청구항 6

기판에 열처리를 행하는 열처리 방법으로서,
 기판이 올려놓아지는 플레이트를 열처리부에 의해 냉각 또는 가열하는 단계와,
 제어값에 의거하여 상기 열처리부의 온도를 온도 조정부에 의해 조정하는 단계와,
 상기 플레이트의 온도를 검출하는 단계와,
 검출된 온도에 의거하여, 상기 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 상기 온도 조정부에 부여되어야 할 상기 제어값을 제어 연산값으로서 산출하는 단계와,
 산출된 제어 연산값을 상기 제어값으로서 상기 온도 조정부에 부여하는 제1의 제어와, 산출된 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값을 상기 제어값으로서 상기 온도 조정부에 부여하는 제2의 제어를 행하는 단계를 포함하고,

상기 제1의 제어와 상기 제2의 제어를 행하는 단계는, 산출된 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제1의 제어를 제2의 제어로 전환하고, 산출된 제어 연산값이 제2 임계값 미만으로 저하한 경우에는, 상기 플레이트의 온도가 상기 설정된 값에 도달하기 전에 상기 제2의 제어를 상기 제1의 제어로 전환하는 것을 포함하는, 열처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기판을 열처리하는 열처리 장치 및 열처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 기판, 액정 표시 장치용 기판, 플라즈마 디스플레이용 기판, 광디스크용 기판, 자기 디스크용 기판, 광자기 디스크용 기판 또는 포토 마스크용 기판 등의 각종 기판에 열처리를 행하기 위해 열처리 장비가 이용되고 있다.

[0003] 특히 문헌 1에 기재된 기판 냉각 장치는 온도 설정기 및 냉각 플레이트를 갖는다. 냉각 플레이트는 전열 플레이트 및 펠터에 소자를 포함한다. 전열 플레이트에는 냉각 처리 전의 고온의 기판이 반입된다. 온도 설정기에는 기판 냉각 목표 온도 및 전열 플레이트의 초기 온도가 설정된다. 전열 플레이트의 초기 온도는 기판 냉각 목표 온도 이하이다.

[0004] 기판이 전열 플레이트에 반입될 때까지 전열 플레이트는 설정된 초기 온도로 제어된다. 고온 기판이 전열 플레이트에 반입된 경우 펠터에 소자에 의한 최대 능력으로 전열 플레이트와 기판의 냉각이 행해진다. 펠터에 소자에 의한 최대 능력에서의 냉각이란 기판용의 온도 센서 및 전열 플레이트의 온도 센서의 출력에 따라 냉각하는 정도를 증감 조절하지 않고 펠터에 소자를 최대 능력으로 구동하여 냉각하는 것을 말한다.

[0005] 기판의 온도가 설정된 기판 냉각 목표 온도에 도달하면 기판이 전열 플레이트에 의한 열의 영향을 받지 않는 위치까지 냉각 플레이트에서 이격된다. 이것에 의해 해당 보드에 대한 냉각 처리가 종료된다. 그 후, 다음의 기판의 냉각 처리에 대비하여 전열 플레이트의 온도가 설정된 초기 온도로 되돌아간다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 평 7-115058 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 특히 문헌 1의 기판 냉각 장치에 따르면 고온의 기판을 기판 냉각 목표 온도까지 빠르게 냉각할 수 있다. 그러나 냉각 처리 후, 펠터에 소자에 의해 최대 능력으로 냉각된 전열 플레이트의 온도를 초기 온도로 되돌리는 제어를 일일이 행할 필요가 있다. 그로 인해 제어가 복잡하고, 기판 냉각 장치의 처리 효율이 저하된다.

[0008] 본 발명의 목적은 간단한 제어에 의해 기판의 열처리를 정확하고 고효율로 행할 수 있는 열처리 장치 및 열처리 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] (1) 본 발명의 일 국면에 따르는 열처리 장치는 기판에 열처리를 행하는 열처리 장치로서, 기판이 올려놓아지는 플레이트와 플레이트를 냉각 또는 가열하도록 배치되는 열처리부와, 열처리부의 온도를 조정하는 온도 조정부와, 플레이트의 온도를 검출하는 온도 검출부와, 온도 검출부에 의해 검출된 온도에 의거하여, 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 온도 조정부에 부여되어야 할 제어값을 제어 연산값으로서 산출하는 제어값 산출부와, 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값을 온도 조정부에 부여하는 제1의 제어와, 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값을 온도 조정부에 부여하는 제2의 제어를 행하는 제어

전환부를 구비하고, 제어 전환부 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제1의 제어를 제2의 제어로 전환하고, 제어값 산출부에 의해 산출된 제어 연산값이 제2 임계값 미만으로 저하한 경우에는 제2의 제어를 제1의 제어로 전환한다.

[0010] 이 열처리 장치에 있어서는, 기판이 올려놓아지는 플레이트가 열처리부에 의해 냉각 또는 가열된다. 열처리부의 온도가 온도 조정부에 의해 조정된다. 플레이트의 온도가 검출된다. 검출된 온도에 의거하여 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 온도 조정부에 부여되어야 할 제어값이 제어 연산값으로서 산출된다.

[0011] 제어 연산값이 제2 임계값 미만인 경우에는 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 산출된 제어 연산값이 온도 조정부에 부여된다(제1의 제어). 이에 따라 플레이트의 온도가 설정된 값으로 유지된다. 한편, 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값이 온도 조정부에 부여된다(제2의 제어). 이에 따라 플레이트의 온도가 단시간에 설정된 값으로 되돌아간다. 제어 연산값이 제2 임계값 미만까지 저하하면 제1의 제어가 행해진다. 제1의 제어에서는 플레이트의 온도 변화가 완만하기 때문에 큰 오버 슈트 및 언더 슈트는 발생하지 않는다.

[0012] 이 구성에 의하면, 제1의 제어 및 제2의 제어의 전환에 의해 제어의 즉응성(即應性) 및 안정성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 간단한 제어에 의해 기판의 열처리를 정확하고 고효율로 행할 수 있다.

[0013] (2) 제어 설정값은 미리 정해진 제1 및 제2 임계값 보다 높고 온도 조정부에 대한 최대의 제어값 이하이어도 된다.

[0014] 이 구성에 의하면, 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 높은 제어 설정값이 온도 조정부에 부여된다. 이에 따라 플레이트의 온도를 보다 빠르게 설정된 값으로 되돌릴 수 있다. 그 결과, 제어의 안정성을 유지하면서 즉응성을 보다 향상시킬 수 있다.

[0015] (3) 제1 임계값 및 제2 임계값은 서로 동일해도 된다.

[0016] 이 경우 제1의 제어를 제2의 제어로 전환할 때의 제어 연산값과 제2의 제어를 제1의 제어로 전환할 때의 제어 연산값이 동일하기 때문에 온도 조정부의 제어를 보다 단순하게 할 수 있다.

[0017] (4) 제어값은 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 열처리부에 공급되어야 할 전력과 온도 조정부가 출력 가능한 최대 전력의 비율이어도 된다.

[0018] 이 경우 제1 및 제2 임계값을 상대 값으로 설정할 수 있다. 그로 인해 제1 및 제2 임계값을 쉽게 설정할 수 있다.

[0019] (5) 열처리부는 웰터에 소자를 포함해도 된다. 이 경우 온도 조정부는 열처리부로의 전력을 조정함으로써 열처리부의 온도를 높은 응답성으로 그리고 쉽게 조정할 수 있다.

[0020] (6) 본 발명의 다른 국면에 따르는 열처리 방법은 기판에 열처리를 행하는 열처리 방법으로서, 기판이 올려놓아지는 플레이트를 열처리부에 의해 냉각 또는 가열하는 단계와, 열처리부의 온도를 온도 조정부에 의해 조정하는 단계와, 플레이트의 온도를 검출하는 단계와, 검출된 온도에 의거하여, 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 온도 조정부에 부여되어야 할 제어값을 제어 연산값으로서 산출하는 단계와, 산출된 제어 연산값을 온도 조정부에 부여하는 제1의 제어 및 산출된 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값을 온도 조정부에 부여하는 제2의 제어를 행하는 단계를 포함하고, 제1의 제어와 제2의 제어를 행하는 단계는 산출된 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제1의 제어를 제2의 제어로 전환하며, 산출된 제어 연산값이 제2 임계값 미만으로 저하한 경우에는 제2의 제어를 제1의 제어로 전환하는 것을 포함한다.

[0021] 이 열처리 방법에 의하면, 기판이 올려놓아지는 플레이트 열처리부에 의해 냉각 또는 가열된다. 열처리부의 온도가 온도 조정부에 의해 조정된다. 플레이트의 온도가 검출된다. 검출된 온도에 의거하여 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 온도 조정부에 부여되어야 할 제어값이 제어 연산값으로서 산출된다.

[0022] 제어 연산값이 제2 임계값 미만인 경우에는 플레이트의 온도를 설정된 값으로 유지하기 위해 산출된 제어 연산값이 온도 조정부에 부여된다(제1의 제어). 이에 따라 플레이트의 온도가 설정된 값으로 유지된다. 한편, 제어 연산값이 제1 임계값 이상으로 상승한 경우에는 제어 연산값 보다 높은 제어 설정값이 온도 조정부에 부여된다(제2의 제어). 이에 따라 플레이트의 온도가 단시간에 설정된 값으로 되돌아간다. 제어 연산값이 제2 임계값 미만까지 저하하면 제1의 제어가 행해진다. 제1의 제어에서는 플레이트의 온도 변화가 완만하기 때문에 큰 오버 슈트 및 언더 슈트는 발생하지 않는다.

[0023] 이 방법에 의하면, 제1의 제어 및 제2의 제어의 전환에 의해 제어의 즉응성 및 안정성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 간단한 제어에 의해 기판의 열처리를 정확하고 고효율로 행할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 의하면, 간단한 제어로 기판의 열처리를 정확하고 고효율로 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 열처리 장치의 구성을 나타내는 모식적 측면도이다.

도 2는 도 1의 열처리 장치의 모식적 평면도이다.

도 3은 비교예 1의 상부 플레이트의 온도 제어를 나타내는 그래프이다.

도 4는 비교예 2의 상부 플레이트의 온도 제어를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시 형태에서의 상부 플레이트의 온도 제어 처리를 나타내는 흐름도이다.

도 6은 실시예에서의 상부 플레이트의 온도 제어를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] (1) 열처리 장치의 구성

[0027] 이하, 본 발명의 실시 형태에 따른 열처리 장치 및 열처리 방법에 대하여 도면을 이용하여 설명한다. 또한, 이하의 설명에 있어서, 기판은 반도체 기판, 액정 표시 장치용 기판, 플라즈마 디스플레이용 기판, 광디스크용 기판, 자기 디스크용 기판, 광 자기 디스크용 기판 또는 포토 마스크용 기판 등을 말한다.

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 열처리 장치의 구성을 나타내는 모식적 측면도이다. 도 2는 도 1의 열처리 장치(100)의 모식적 평면도이다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 열처리 장치(100)는 제어 장치(10), 플레이트부(20), 온도 조정부(30), 승강 장치(40) 및 온도 검출부(50)를 포함한다.

[0029] 제어 장치(10)는 저장부(11), 승강 제어부(12), 온도 산출부(13), 연산 처리부(14) 및 출력 제어부(15)를 포함한다. 승강 제어부(12), 온도 산출부(13), 연산 처리부(14) 및 출력 제어부(15)는 CPU(Central Processing Unit; 중앙 연산 처리 장치)에 의해 실현된다.

[0030] 플레이트 부(20)는 상부 플레이트(21), 하부 플레이트(22) 및 열처리부(23)를 포함한다. 상부 플레이트(21)는, 예를 들면 원판 형상을 갖는 전열 플레이트이다. 상부 플레이트(21)에는 열처리가 행해지는 기판(W)이 올려놓아진다. 상부 플레이트(21)는 두께 방향으로 관통하는 복수(본 예에서는 3 개)의 개구부(21h)가 형성된다.

[0031] 하부 플레이트(22)는 예를 들어 원반 형상을 갖는 방열 플레이트이다. 하부 플레이트(22)는 두께 방향으로 관통하고 상부 플레이트(21)의 복수의 개구부(21h)에 각각 대응하는 복수의 개구부(22h)가 형성된다. 하부 플레이트(22)는 그 중심이 상부 플레이트(21)의 중심과 대략 일치하는 상태에서 상부 플레이트(21)의 하부에 배치된다. 이 경우 상부 플레이트(21)의 복수의 개구부(21h)와 하부 플레이트(22)의 복수의 개구부(22h)는 각각 상하 방향으로 겹친다.

[0032] 본 실시 형태에서는, 열처리부(23)는 복수(도 2의 예에서는 9개)의 온도 조절 소자(23a)를 포함한다. 열처리부(23)는 상부 플레이트(21)와 하부 플레이트(22) 사이에 배치된다. 이 상태에서 상부 플레이트(21)와 하부 플레이트(22)가 도시하지 않은 나사 등의 고정 부재에 의해 고정된다. 이에 따라 열처리부(23)는 상부 플레이트(21)와 하부 플레이트(22) 사이에 끼워진다.

[0033] 본 예에서는, 각 온도 조절 소자(23a)는 냉각면 및 가열면을 갖는 펠티에 소자이다. 각 온도 조절 소자(23a)는 냉각면이 상부 플레이트(21)에 접촉하고 가열면이 하부 플레이트(22)에 접촉하도록 배치된다. 이 경우 플레이트 부(20)는 상부 플레이트(21)에 의해 기판(W)을 냉각 처리하는 쿨링 플레이트로서 기능한다. 각 온도 조절 소자(23a)의 가열 표면에서 발생하는 열은 기판(W)의 냉각 처리에 영향을 주지 않도록 하부 플레이트(22)에 의해 방출된다.

[0034] 각 온도 조절 소자(23a)는 온도 조정부(30)에 접속된다. 도 1 및 도 2에서는 1 개의 온도 조절 소자(23a)와 온도 조정부(30)의 접속만이 도시되고, 다른 복수의 온도 조절 소자(23a)와 온도 조정부(30)의 접속의 도시는 생략되어 있다. 온도 조정부(30)는 예를 들면 전력 공급부이며, 제어 장치(10)의 출력 제어부(15)에 의한 제어에

의거하여 온도 조절 소자(23a)에 전력을 출력으로서 공급한다. 그에 따라 상부 플레이트(21)의 온도가 저하되고, 상부 플레이트(21)에 올려놓아진 기판(W)이 소정의 온도로 냉각된다.

[0035] 도 1에 나타내는 바와 같이, 승강 장치(40)는 복수의 개구부(21h, 22h)에 각각 대응하는 복수의 승강 펀(41) 및 펀 구동부(42)를 포함한다. 복수의 승강 펀(41)은 하부 플레이트(22)의 아래쪽에서 복수의 개구부(22h) 및 상부 플레이트(21)의 복수의 개구부(21h)에 각각 삽입된다.

[0036] 펀 구동부(42)는 예를 들어 액추에이터이며, 본 예에서는 에어 실린더이다. 펀 구동부(42)는 제어 장치(10)의 승강 제어(12)에 의한 제어에 의거하여 복수의 승강 펀(41)을 상승 위치와 하강 위치 사이에서 이동시킨다. 여기에서 상승 위치는 복수의 승강 펀(41)의 선단이 복수의 개구부(21h, 22h)를 통해 상부 플레이트(21)의 상면 보다 위쪽으로 돌출되는 위치이다. 하강 위치는 복수의 승강 펀(41)의 선단이 상부 플레이트(21)의 상면 보다 아래쪽에 있는 위치이다.

[0037] 온도 검출부(50)는 측정 대상의 온도에 따라 변화하는 특성 값을 갖는 온도 검출 소자이다. 온도 검출 소자는 열전쌍이어도 되고, 측온 저항체이어도 되며, 다른 소자이어도 된다. 온도 검출부(50)는 상부 플레이트(21)의 대략 중앙부에 매설된다. 또한, 온도 검출부(50)가 열전쌍일 경우에는 특성값은 전위차(열기전력)이며, 온도 검출부(50)가 측온 저항체인 경우에는 특성값은 전기 저항이다. 온도 검출부(50)는 상부 플레이트(21)의 온도에 따른 특성 값에 의거하여 검출값을 제어 장치(10)의 온도 산출부(13)에 부여한다.

[0038] 제어 장치(10)의 저장부(11)에는 상부 플레이트(21)의 설정 온도 및 후술하는 온도 제어에 관한 각종 정보가 저장된다. 또한, 저장부(11)에는 승강 펀(41)의 승강 타이밍을 나타내는 정보가 저장된다.

[0039] 승강 제어부(12)는 저장부(11)에 저장된 타이밍을 나타내는 정보에 의거하여 플레이트(20)로의 기판(W)의 반입 시 또는 플레이트(20)의 기판(W)의 반출시에 복수의 승강 펀(41)이 상승 위치로 이동하도록 펀 구동부(42)를 제어한다. 이 경우 복수의 승강 펀(41)에 의해 기판(W)이 상부 플레이트(21)의 위쪽으로 이동된다. 이 상태에서 복수의 승강 펀(41)과 도시하지 않은 기판 반송 장치의 사이에서 기판(W)의 주고받음이 행해진다.

[0040] 또한 승강 제어부(12)는 저장부(11)에 저장된 타이밍을 나타내는 정보에 의거하여 기판(W)의 열처리시에 복수의 승강 펀(41)이 하강 위치로 이동하도록 펀 구동부(42)를 제어한다. 이에 따라 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓아진다.

[0041] 온도 산출부(13)는 온도 검출부(50)로부터 부여되는 검출값에 따라 상부 플레이트(21)의 온도를 산출한다. 연산 처리부(14)는 온도 산출부(13)에 의해 산출된 온도에 의거하여 상부 플레이트(21)를 설정 온도로 유지하기 위해 온도 조정부(30)가 열처리부(23)에 공급해야 할 출력(전력)을 산출한다. 본 예에서는 설정 온도는 23°C이다. 출력 제어부(15)는 저장부(11)에 저장된 출력 제어에 관한 정보 및 연산 처리부(14)에 의해 산출된 결과에 의거하여 온도 조정부(30)가 열처리부(23)에 공급하는 출력을 제어한다.

[0042] (2) 상부 플레이트의 온도 제어

[0043] 본 예에서는 우선 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도(본 예에서는 23°C)로 제어된다. 다음으로, 도시하지 않은 가열 처리 장치에 의해 고온으로 가열된 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓아진다. 그에 따라 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도에서 급격하게 상승한다. 이러한 경우에도 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 되돌아가도록 온도 조정부(30)의 제어가 행해진다. 이 제어에서는 온도 조정부(30)에서 열처리부(23)로의 출력률이 조정된다. 여기서, 출력률은 상부 플레이트(21)를 설정 온도로 유지하기 위해 열처리부(23)에 공급해야 할 출력과 온도 조정부(30)의 공급 가능한 최대 출력의 비율이다.

[0044] 상기의 제어에서 즉응성 및 안정성이 향상되는 것, 즉 가능한 한 단시간이고 초과량(오버 슈트 및 언더 슈트)이 작아지도록 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 되돌아가는 것이 요망된다. 일반적으로 이러한 제어를 행하는 경우에는 피드백 제어가 이용된다.

[0045] 도 3 및 도 4는 비교예 1, 2에서의 상부 플레이트(21)의 온도 제어를 각각 나타내는 그래프이다. 도 3 및 도 4의 가로축은 경과 시간을 나타내고, 세로축은 상부 플레이트(21)의 온도 및 온도 조정부(30)의 출력률을 나타낸다. 또한 도 3 및 도 4에서는 상부 플레이트(21)의 온도 변화를 실선으로 나타내고, 온도 조정부(30)의 출력률을 점선으로 나타낸다. 비교예 1, 2에서는 피드백 제어로서 PID(비례 미분 적분) 제어가 행해진다. 비교예 2에서의 PID 제어의 계인은 비교예 1에서의 PID 제어 계인 보다 크다.

[0046] 비교예 1에서는 도 3에 나타내는 바와 같이 초기 시점에서 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓아진다. 그에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도에서 상승한다. 이 경우 점선으로

나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도 변화를 억제하기 위해 출력률이 상승한다. 이에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도는 저하되고, 설정 온도 부근에서 수렴한다. 또한 점선으로 나타내는 바와 같이, 출력률은 상부 플레이트(21)의 온도 변화에 따라 저하하여 일정한 값에 수렴한다.

[0047] 비교예 2에서는 도 4에 나타내는 바와 같이 초기 시점에서 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓아진다. 그에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도에서 상승한다. 이 경우 점선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도 변화를 억제하기 위해 출력률이 상승한다. 본 예에서는, 출력률은 일시적으로 100%에 달한다. 이에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도는 비교적 짧은 시간에 저하하여, 오버 슈트 및 언더 슈트에 의한 진동을 반복하면서 설정 온도 부근에서 수렴한다. 또한 점선으로 나타내는 바와 같이, 출력률은 상부 플레이트(21)의 온도 변화에 따라 저하하여, 진동을 반복하면서 일정한 값에 수렴한다.

[0048] 비교예 1에서는 상부 플레이트(21)의 온도의 오버 슈트는 거의 발생하지 않는 반면, 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓여지고 나서 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 되돌아가기까지 비교적 긴 시간(본 예에서는 13.4 초)을 필요로 한다. 한편, 비교예 2에서는 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓여지고 나서 비교적 짧은 시간(본 예에서는 11.5 초)에 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 되돌아가는 반면, 상부 플레이트(21)의 온도의 큰 오버 슈트 및 언더 슈트가 발생한다.

[0049] 이와 같이, 비교예 1, 2의 비교에서 일반적으로 피드백 제어에서는 즉응성과 안정성은 트레이드 오프의 관계에 있고, 개인의 조정만으로는 즉응성 및 안정성을 양립시키는 것은 곤란하다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 제어 장치(10)는 즉응성 및 안정성을 양립시키기 위해 이하의 제어를 행한다.

[0050] 도 5는 본 발명의 행하는 형태에서의 상부 플레이트(21)의 온도 제어 처리를 나타내는 흐름도이다. 실시예에서는, 미리 설정된 온도 조정부(30)의 출력률을 임계값이 저장부(11)에 저장되어 있다. 임계값은 상부 플레이트(21)의 설정 온도, 기판(W)의 크기 및 온도 조정부(30)의 최대 출력 등에 의거하여 결정된다. 본 예에서는 임계값은 70%이다. 이하, 도 1, 도 2 및 도 5를 참조하여 제어 장치(10)에 의한 온도 제어 처리를 설명한다.

[0051] 우선, 온도 산출부(13)는 상부 플레이트(21)의 온도를 산출한다(단계 S1). 다음으로, 연산 처리부(14)는 피드백 제어를 이용하여 상부 플레이트(21)의 온도를 설정값으로 유지하기 위해 출력률을 산출한다(단계 S2). 이어서 출력 제어부(15)는 산출된 출력률이 임계값 미만인지의 여부를 판정한다(단계 S3).

[0052] 단계 S3에서 산출된 출력률이 임계값 미만인 경우에는 출력 제어부(15)는 산출된 출력률로 열처리부(23)에 출력을 공급한다(S4). 이 경우 상부 플레이트(21)의 온도를 설정값으로 유지하는 피드백 제어가 행해진다. 그 후, 제어 장치(10)는 단계 S1의 처리로 되돌아간다.

[0053] 한편, 단계 S3에서 산출된 출력률이 임계치 이상인 경우에는 출력 제어부(15)는 100%의 출력률로 열처리부(23)에 출력을 공급한다(단계 S5). 이 경우 열처리부(23)에 온도 조정부(30)의 최대 출력을 공급하는 피드 포워드 제어가 행해진다. 그 후, 제어 장치(10)는 단계 S1의 처리로 되돌아간다.

[0054] 단계 S4, S5의 처리 후, 단계 S1 ~ S5의 처리가 반복된다. 이 제어에 따르면, 산출된 출력률이 임계값 미만인 경우에는 피드백 제어가 행해지고, 출력 비율이 임계치 이상인 경우에는 피드 포워드 제어가 행해진다.

[0055] 도 6은 실시예에서의 상부 플레이트(21)의 온도 제어를 나타내는 그래프이다. 도 6의 가로축은 경과 시간을 나타내고, 세로축은 상부 플레이트(21)의 온도 및 온도 조정부(30)의 출력률을 나타낸다. 또한, 도 6에서는 상부 플레이트(21)의 온도 변화를 실선으로 나타내고, 산출된 출력 비율을 점선으로 나타내며, 실제 제어에 이용되는 출력률(이하, 실제 출력률이라고 부른다.)을 일점 쇄선으로 나타낸다.

[0056] 도 6에 나타내는 바와 같이 초기 시점에서 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓아진다. 그에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도에서 상승한다. 따라서 상부 플레이트(21)의 온도 변화를 억제하기 위해 피드백 제어가 행해진다. 이 경우 점선으로 나타내는 바와 같이, 산출된 온도 조정부(30)의 출력률이 상승한다. 마찬가지로, 일점 쇄선으로 나타내는 바와 같이 실제 출력률도 상승한다. 또한, 실시예에서의 피드백 제어는 PID 제어이며, 실시예에서의 PID 제어의 개인은 비교예 1에서의 PID 제어의 개인과 동일하다.

[0057] 여기에서 산출된 출력률이 임계값(본 예에서는 70%) 이상이 되면 온도 제어가 피드백 제어에서 피드 포워드 제어로 전환되고, 실제 출력률은 100%가 된다. 이 경우, 통상의 피드백 제어 보다 높은 출력으로 상부 플레이트(21)의 냉각 처리가 행해진다. 이에 따라 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도는 급격히

저하한다.

[0058] 그 후, 일점 점선으로 나타내는 바와 같이 실제 출력률은 상부 플레이트(21)의 온도 변화에 따라 저하된다. 산출된 출력률이 임계값 이하가 되면 온도 제어가 피드 포워드 제어에서 피드백 제어로 전환되고, 실제 출력률과 산출된 출력률이 일치한다. 이 경우, 통상의 피드백 제어에 의해, 실선으로 나타내는 바와 같이, 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도 부근에서 수렴한다. 또한 일점 쇄선으로 나타내는 바와 같이 실제 출력률 및 산출된 출력률은 상부 플레이트(21)의 온도 변화에 따라 일정한 값에 수렴한다.

[0059] 실시예에서는 상부 플레이트(21)의 온도의 오버 슈트 및 언더 슈트는 거의 발생하지 않고, 기판(W)이 상부 플레이트(21)에 올려놓여지고 나서 비교적 단시간(본 예에서는 11.5 초)에 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 되돌아간다. 이와 같이, 상기의 제어에 따르면 통상적인 피드백 제어와 비교하여 즉응성 및 안정성이 향상된다.

[0060] (3) 효과

[0061] 본 실시 형태에 따른 열처리 장치(100)에서는 출력률이 임계값 미만인 경우에는 상부 플레이트(21)의 온도를 설정 온도로 유지하기 위해 산출된 출력률을 온도 조정부(30)에 부여하는 피드백 제어가 행해진다. 이에 따라 상부 플레이트(21)의 온도가 설정 온도로 유지된다.

[0062] 한편, 출력률이 임계값 이상으로 상승하는 경우에는 100%의 출력률을 온도 조정부(30)에 부여하는 피드 포워드 제어가 행해진다. 이에 따라 상부 플레이트(21)의 온도가 단시간에 설정 온도로 되돌아간다. 출력률이 임계값 미만까지 저하하면 피드백 제어가 행해진다. 피드백 제어에서는 상부 플레이트(21)의 온도 변화가 완만하기 때문에 큰 오버 슈트 및 언더 슈트는 발생하지 않는다.

[0063] 이 구성에 의하면, 피드백 제어 및 피드 포워드 제어의 전환에 의해 제어의 즉응성 및 안정성을 향상시킬 수 있다. 그 결과, 간단한 제어에 의해 기판(W)의 열처리를 정확하고 고효율로 행할 수 있다.

[0064] (4) 다른 실시 형태

[0065] (a) 상기 실시 형태에서, 플레이트(20)는 기판(W)을 냉각 처리하는 쿨링 플레이트이지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 플레이트부(20)는 기판(W)을 가열 처리하는 핫 플레이트이어도 된다. 이 경우 열처리부(23)의 각 온도 조절 소자(23a)는 가열면이 상부 플레이트(21)에 접촉하고 냉각면이 하부 플레이트(22)에 접촉하도록 배치된다. 또는 온도 조절 소자(23a)는 펠터에 소자가 아니라 히터이어도 된다.

[0066] 또는 온도 조절 소자(23a)는 순수 등의 열매체를 순환시키는 배관이어도 된다. 이 경우 온도 조정부(30)는 배관에 열매체를 공급하는 열매체 공급부이다.

[0067] (b) 상기 실시 형태에서, 산출된 출력률이 임계치 이상인 경우에는 온도 조정부(30)의 최대 출력이 열처리부(23)에 공급되는 것이 바람직하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 산출된 출력률이 임계치 이상인 경우에는 해당 임계값 보다 충분히 큰 출력이 열처리부(23)에 공급되어도 된다. 이 경우 상부 플레이트(21)의 온도 제어에 관한 정보로서 산출된 출력률이 임계치 이상일 때 열처리부(23)에 공급하는 출력이 저장부(11)에 미리 저장되어 있다.

[0068] (c) 상기 실시 형태에서, 피드백 제어가 피드 포워드 제어로 전환할 때의 임계값과 피드 포워드 제어가 피드백 제어로 전환할 때의 임계값이 동일한 것이 바람직하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 피드백 제어가 피드 포워드 제어로 전환할 때의 임계값과 피드 포워드 제어가 피드백 제어로 전환할 때의 임계값이 상이해도 된다. 이 경우 상부 플레이트(21)의 온도 제어에 관한 정보로서 2개의 임계값이 저장부(11)에 미리 저장되어 있다.

[0069] (d) 상기 실시 형태에서, 온도 조정부(30)에 부여되어야 할 제어값으로서 상대값인 출력률이 산출되는 것이 바람직하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 온도 조정부(30)에 부여되어야 할 제어값으로서 절대값인 출력량이 산출되어도 된다.

[0070] (5) 청구항의 각 구성 요소와 실시 형태의 각 요소와의 대응 관계

[0071] 이하, 청구항의 각 구성 요소와 실시 형태의 각 요소의 대응 예에 대해 설명하지만, 본 발명은 아래의 예에 한정되지 않는다.

[0072] 상기 실시 형태에서는 기판(W)이 기판의 예이고, 열처리 장치(100)가 열처리 장치의 예이며, 상부 플레이트(21)가 플레이트의 예이고, 열처리부(23)가 열처리부의 예이며, 온도 조정부(30)가 온도 조정부의 예이다. 온도

검출부(50)가 온도 검출부의 예이고, 연산 처리부(14)가 제어값 산출부의 예이며, 출력 제어부(15)가 제어 전환부 예이고, 온도 조절 소자(23a)가 펠티에 소자의 예이다.

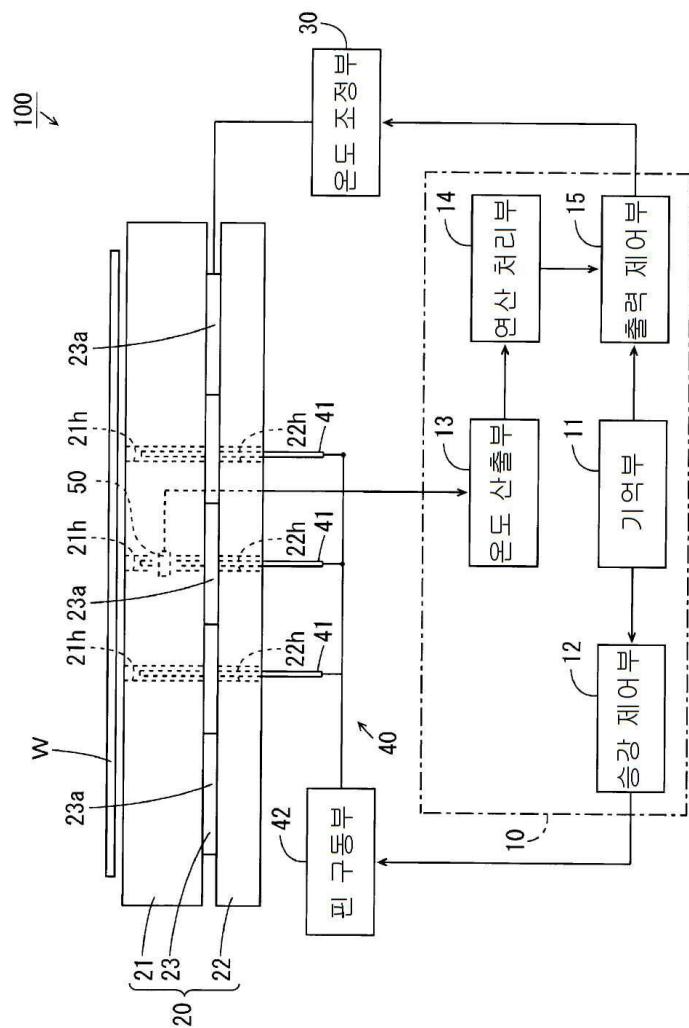
청구항의 각 구성 요소로서 청구항에 기재되어 있는 구성 또는 기능을 갖는 다른 여러 가지 요소를 이용하는 것도 가능하다.

[산업상 이용가능성]

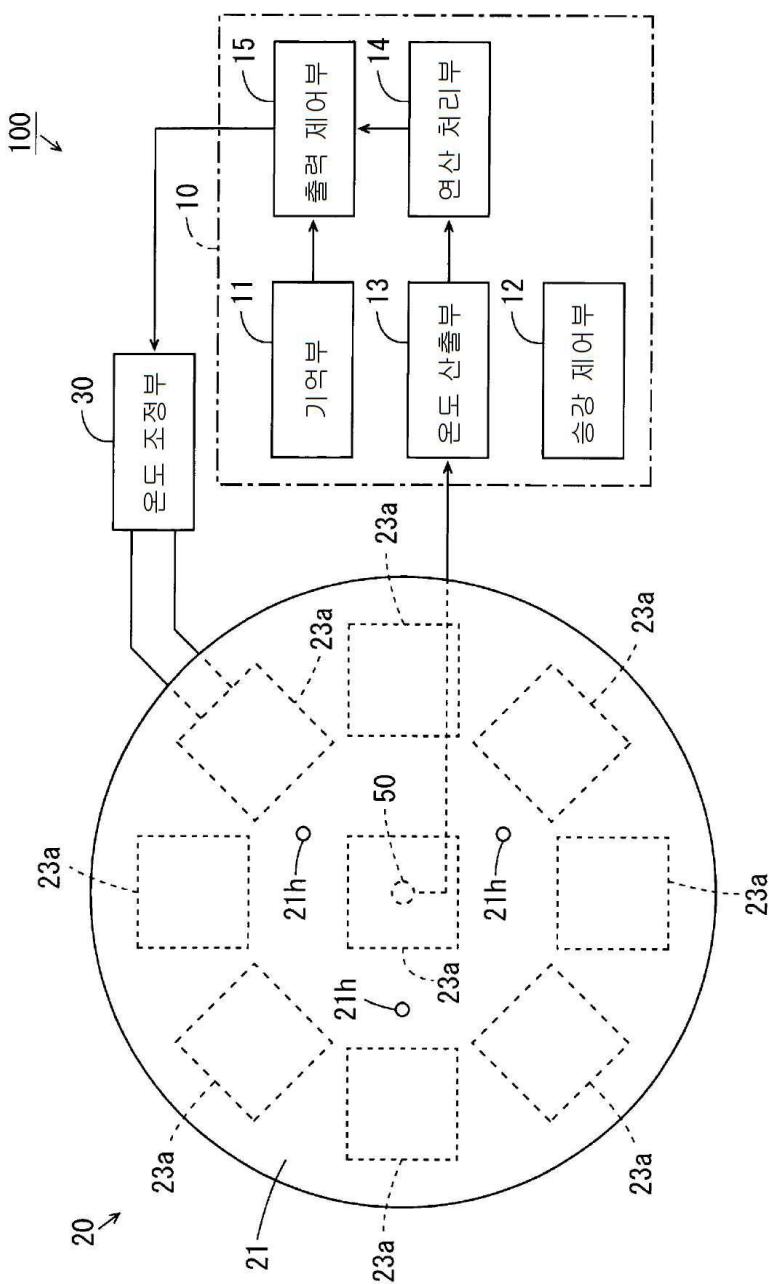
본 발명은 다양한 기판의 열처리에 유효하게 이용할 수 있다.

도면

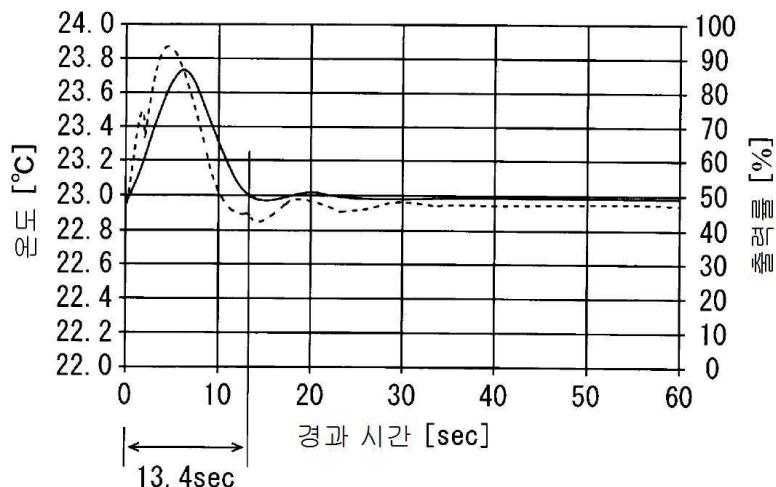
도면1



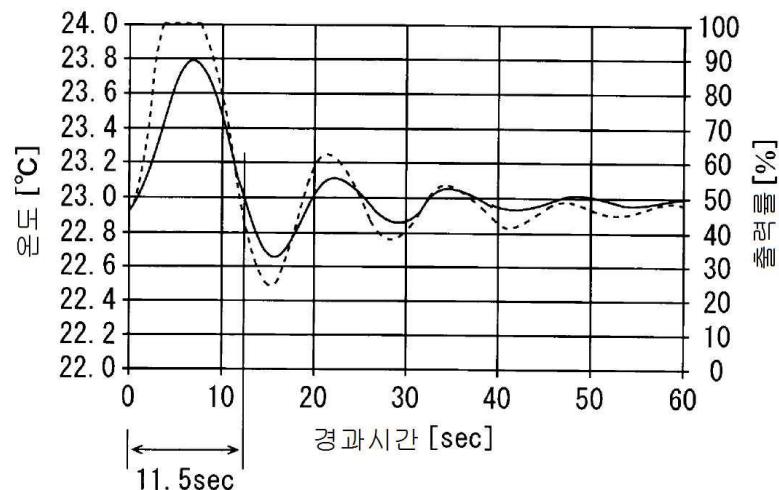
도면2



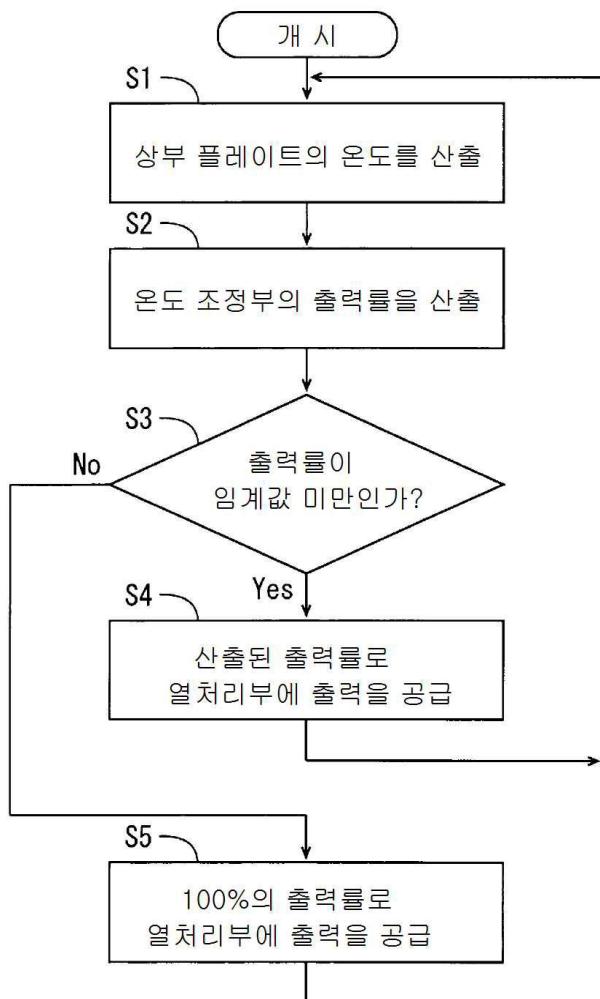
도면3



도면4



도면5



도면6

