



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월28일

(11) 등록번호 10-2015679

(24) 등록일자 2019년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/3065 (2006.01) C23C 16/46 (2006.01)

C23C 16/50 (2006.01) C23C 16/52 (2018.01)

H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/324 (2017.01)

(21) 출원번호 10-2014-7012222

(22) 출원일자(국제) 2012년10월30일

심사청구일자 2017년09월14일

(85) 번역문제출일자 2014년05월07일

(65) 공개번호 10-2014-0090180

(43) 공개일자 2014년07월16일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/078077

(87) 국제공개번호 WO 2013/069510

국제공개일자 2013년05월16일

(30) 우선권주장

61/560,952 2011년11월17일 미국(US)

JP-P-2011-244539 2011년11월08일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090122163 A*

JP09260474 A

JP11345771 A

US7960297 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

도쿄엘렉트론가부시키가이샤

일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고

(72) 발명자

미우라 다초야

일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐스
1 도쿄엘렉트론미야기가부시키가이샤 내

오자와 와타루

일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐스
1 도쿄엘렉트론미야기가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오순영

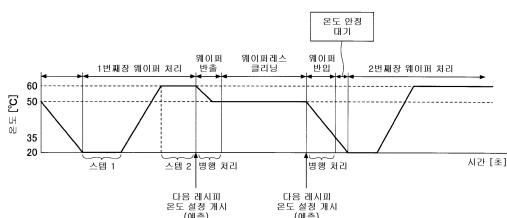
(54) 발명의 명칭 온도 제어 방법, 제어 장치 및 플라즈마 처리 장치

(57) 요 약

복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치(1)의 온도 제어 방법으로서, 플라즈마 처리 장치(1)의 처리 용기(10) 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 공정과, 상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행 공정과, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 온도 제어 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법이 제공된다.

대 표 도

레시피	예정 프로세스 레시피	급격な 온도 레시피 (WLDC 레시피)
설정 온도 반입/반출시 (°C)	20 / 50	50 / 20
프로세스 (°C)	20 → 80 (스텝1) 80 (스텝2)	50



(72) 발명자

후카사와 기미히로

일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐스 1
도쿄엘렉트론미야기기부시키가이샤 내

가자마 가즈노리

일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐스 1
도쿄엘렉트론미야기기부시키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 온도 제어 방법으로서,

상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 공정과,

상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행 공정과,

상기 실행된 플라즈마 프로세스의 상기 복수의 스텝 중 사전결정된 스텝의 종료 타이밍에 따라서 정전적의 온도를 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 정전적의 온도를 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 온도 제어 공정과,

상기 플라즈마 프로세스의 복수의 스텝 중 상기 사전결정된 스텝의 수행이 종료되면, 상기 온도 제어 공정 이전에, 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정을 수행하면서, 다음 프로세스의 온도 설정을 사전 판독하는 판독 공정을 포함하고,

상기 온도 제어 공정에서는, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에서의 프로세스의 최종 스텝의 설정 온도와, 다음 프로세스의 최초의 스텝의 설정 온도가 다른 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반입 공정은, 상기 처리 용기 내에 마련된 반송용 게이트 밸브가 개구되고 나서, 반송 아암 상에 유지된 피처리체가 상기 처리 용기 내에 반입되고, 푸셔 핀에 의해 유지되고 나서 상기 처리 용기 내의 탑재대 상에 탑재될 때까지인 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 반출 공정은, 상기 플라즈마 프로세스 실행 후에 피처리체가 푸셔 핀에 의해 유지되고 나서, 반송 아암 상에 유지되고, 상기 처리 용기 내에 마련된 반송용 게이트 밸브로부터 반출될 때까지인 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 반입 공정과 상기 반출 공정의 설정 온도가 다른 경우, 상기 제 1 온도 제어 및 상기 제 2 온도 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 온도 제어 공정은, 상기 제 1 온도 제어를 행하는 경우, 하나의 플라즈마 프로세스의 종료와 아울러 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 온도 제어 공정은 상기 제 2 온도 제어를 행하는 경우, 상기 피처리체의 반출 또는 반입과 함께 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 온도 제어 공정에서는, 상기 다음 프로세스의 설정 온도는 복수의 스텝으로 이루어지는 상기 하나의 플라즈마 프로세스의 어느 한 스텝의 설정 온도보다 높은 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 온도 제어 공정은, 상기 반송 공정전 및 상기 반송 공정중에 온도 감시는 행하지 않고, 상기 반송 공정후에 온도 감시를 개시하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법.

청구항 10

복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 제어 장치로서,

상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 제어부와,

상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행부와,

상기 실행된 플라즈마 프로세스의 상기 복수의 스텝 중 사전결정된 스텝의 종료 타이밍에 따라서 정전적의 온도를 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 정전적의 온도를 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 온도 제어부 - 상기 온도 제어부는 상기 플라즈마 프로세스의 복수의 스텝 중 상기 사전결정된 스텝의 수행이 종료되면, 상기 온도 제어 공정 이전에, 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정을 수행하면서, 다음 프로세스의 온도 설정을 사전 판독함 -

를 구비하고,

상기 제 1 온도 제어 또는 상기 제 2 온도 제어를 행할 때, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에서의 프로세스의 최종 스텝의 설정 온도와, 다음 프로세스의 최초의 스텝의 설정 온도가 다른 것을 특징으로 하는 제어 장치.

청구항 11

처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 가스를 공급하는 가스 공급원과,

플라즈마를 생성하기 위한 파워를 공급하여, 가스로부터 플라즈마를 생성하는 플라즈마원과,

상기 처리 용기 내에 마련된 탑재대, 상부 전극, 데포짓 실드 또는 상기 처리 용기 중 적어도 하나의 온도를 제어하는 온도 제어부와,

상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 제어부와,

상기 생성된 플라즈마에 의해 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행부를 구비하고,

상기 온도 제어부는,

상기 실행된 플라즈마 프로세스의 상기 복수의 스텝 중 사전결정된 스텝의 종료 타이밍에 따라서 정전척의 온도를 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 정전척의 온도를 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하고, 또한, 상기 온도 제어부는 상기 플라즈마 프로세스의 복수의 스텝 중 상기 사전결정된 스텝의 수행이 종료되면, 상기 온도 제어 공정 이전에, 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정을 수행하면서, 다음 프로세스의 온도 설정을 사전 판독하고,

상기 제 1 온도 제어 또는 상기 제 2 온도 제어를 행할 때, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에서의 프로세스의 최종 스텝의 설정 온도와, 다음 프로세스의 최초의 스텝의 설정 온도가 다른 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 온도 제어 방법, 제어 장치 및 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 웨이퍼나 기판 등의 피처리체를 복수의 스텝에 의해 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 온도 제어 기술이 제안되어 있다. 예컨대, 특허문현 1에는, 정전척(ESC:Electrostatic Chuck) 내에 히터를 매립하고, 이 히터로부터의 발열에 의해 정전척의 표면 온도를 급속하게 변경하는 것이 가능한 온도 제어 기술이 개시되어 있다.

선행기술문현

특허문현

[0003] (특허문현 0001) 일본 특허 공개 제 2010-506381호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 제품 웨이퍼의 연속 처리에 있어서, 복수의 스텝에 의해 하나의 제품 웨이퍼를 처리하는 플라즈마 프로세스에서는, 제품 웨이퍼 처리시의 제 1 프로세스의 최종 스텝의 설정 온도와 제 2 프로세스의 최초의 스텝의 설정 온도의 차이가 커지는 경우가 있다. 이와 같은 경우, 제 1 프로세스 종료 이후이며 제 2 프로세스 전의

온도 설정 후에, 이 설정 온도에 도달할 때까지 큰 온도 안정 대기 시간이 발생하여, 플라즈마 처리 장치의 가동율이 저하되는 경우가 있었다.

[0005] 상기 과제에 대하여, 본 발명의 일 실시예에서는, 복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 온도 설정의 제어를 적정화함으로써 온도 안정 대기 시간을 단축하는 것이 가능한, 온도 제어 방법, 제어 장치 및 플라즈마 처리 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명이 있는 관점에 의하면, 복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 온도 제어 방법으로서, 상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 공정과, 상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행 공정과, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 온도 제어 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 온도 제어 방법이 제공된다.

[0007] 또한, 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 별도의 관점에 의하면, 복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 제어 장치로서, 상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 제어부와, 상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행부와, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 온도 제어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 제어 장치가 제공된다.

[0008] 또한, 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 별도의 관점에 의하면, 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 가스를 공급하는 가스 공급원과, 플라즈마를 생성하기 위한 파워를 공급하여, 가스로부터 플라즈마를 생성하는 플라즈마원과, 상기 처리 용기 내에 마련된 탐재대, 상부 전극, 테포짓 실드 또는 상기 처리 용기 중 적어도 하나의 온도를 제어하는 온도 제어부와, 상기 플라즈마 처리 장치의 처리 용기 내에 피처리체를 반입하는 반입 공정 또는 피처리체를 반출하는 반출 공정 중 적어도 하나를 행하는 반송 제어부와, 상기 생성된 플라즈마에 의해 상기 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 프로세스를 실행하는 프로세스 실행부를 구비하고, 상기 온도 제어부는, 상기 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 상기 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 온도 설정의 제어를 적정화함으로써 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치의 전체 구성도,
도 2는 일 실시예에 따른 제어 장치의 기능 구성도,
도 3은 일반적인 온도 제어를 설명하기 위한 도면,
도 4는 일 실시예에 따른 온도 제어를 나타낸 흐름도,
도 5는 일 실시예에 따른 온도 제어를 설명하기 위한 도면,

도 6은 일 실시예에 따른 온도 감시와 온도 안정 대기 시간의 관계를 설명하기 위한 도면,
도 7은 일 실시예에 따른 온도 제어를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하에 첨부된 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시예에 대해서 설명한다. 한편, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 구성 요소에 대해서는, 동일한 부호를 붙임으로써 중복 설명을 생략한다.

[0012]

<개시>

[0013]

최근, 복수의 스텝에 의해 웨이퍼를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치가 제안되어 있다. 이러한 기구로는, 예컨대 정전척(ESC:Electrostatic Chuck)의 온도를 프로세스마다 또는 스텝마다 고속으로 제어 가능한 고속 온도 제어 기술로서, 정전척의 표면 온도를 히터로 고속으로 온도 조정하는 기구가 이용되고 있다.

[0014]

그런데, 정전척의 표면에는, 플라즈마 에칭의 플라즈마 처리 공정중에 웨이퍼 상에 형성되어 있는 다층 레지스 트막, 금속 함유 마스크의 에칭에 의해 발생하는 생성물이 부착한다. 생성물이 정전척의 표면에 퇴적되면 정전 척의 표면의 상태가 변화되어 웨이퍼의 정전 흡착력이 저하된다. 그래서, 복수개의 제품 웨이퍼를 순차적으로 플라즈마 처리하는 중간에 정전척의 표면을 세정하는 클리닝 처리를 행해서, 정전척의 표면의 생성물을 제거하면서, 제품 웨이퍼를 연속 처리하는 것이 행해지고 있다.

[0015]

클리닝 처리시에, 상기 히터를 사용한 고속 온도 제어 기구를 이용해서 정전척의 온도를 고온으로 제어하는 경우쪽이, 정전척의 표면에 부착한 생성물을 효율적으로 제거할 수 있다.

[0016]

그러나, 이와 같이 클리닝 처리시의 설정 온도를 고온으로 한 경우, 제품 웨이퍼 처리시의 각 스텝의 설정 온도와 클리닝 처리시의 설정 온도가 달라져 버린다. 그래서, 각 설정 온도까지 온도를 상승 또는 하강시킬 때 온도 안정 대기 시간이 발생한다. 이로써, 플라즈마 처리 장치의 가동율이 저하되고, 스루풋이 악화된다.

[0017]

예컨대, 도 3에는 2개의 스텝에 의해 웨이퍼를 처리하는 플라즈마 에칭 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 각 스텝의 설정 온도의 일반적인 예가 도시되어 있다. 도 3의 하단의 표에 개시된 바와 같이, 에칭 프로세스용 레시피에는, 제품 웨이퍼의 반입 및 반출시의 설정 온도, 에칭 프로세스 중 스텝 1 및 스텝 2의 설정 온도가 미리 설정되어 있다. 또한, 웨이퍼레스의 클리닝용 레시피(WLDC:Wafer-Less Dry Etching)에는, 반입 및 반출시의 설정 온도, 및 클리닝 프로세스 중 설정 온도가 개시되어 있다. 웨이퍼레스의 클리닝이란, 실제로 처리실 내에 웨이퍼가 없는 상태에서 플라즈마 프로세스를 실행함으로써 ESC 표면의 클리닝을 행하는 처리이다. 따라서, 실제로는 웨이퍼의 반입 및 반출은 행해지지 않지만 편의상 레시피로서 설정값을 갖고 있다. 각 레시피는, 대응하는 프로세스의 실행 순서가 설정되어 있고, 각 프로세스의 설정 온도도 설정되어 있다. 여기서는, 어느 레시피에서도 반입 및 반출시의 설정 온도는 같다.

[0018]

이 경우, 도 3의 하단의 그래프에 나타낸 바와 같이, 첫번째장의 웨이퍼의 에칭 처리 전에 스텝 1의 설정 온도 20°C가 되도록 온도 제어되고, 이 때 온도 안정 대기 시간이 발생한다. 온도 안정화 후에, 스텝 1의 에칭 처리가 실행되고, 그 후 스텝 2의 설정 온도 60°C가 되도록 온도 제어되며, 이 때 다시 온도 안정 대기 시간이 발생하고, 온도 안정 대기 시간 경과 이후에, 스텝 2의 에칭 처리가 실행된다.

[0019]

스텝 2의 처리가 종료된 후 웨이퍼를 반출한다. 반출 후에 다음 프로세스의 실행 순서를 나타낸 WLDC 레시피에 설정된 반출시의 설정 온도 50°C가 되도록 온도 제어된다. 이 때에도 온도 안정 대기 시간이 발생한다. 온도가 안정되면 클리닝 처리가 실행된다. 클리닝 처리시의 온도가 높으면, 에칭 처리시에 생성된 퇴적물을 효과적으로 제거할 수 있다. 이 때문에, 클리닝 처리의 설정 온도 50°C는, 에칭 처리의 스텝 1의 설정 온도 20°C보다 높아져 있다.

[0020]

여기서는, 일례로, 프로세스가 에칭 처리로부터 클리닝 처리로 변경할 때, 설정 온도가 60°C로부터 50°C로 변한다. 마찬가지로, 프로세스가 클리닝 처리로부터 에칭 처리로 변경할 때 설정 온도가 50°C로부터 20°C로 바뀐다. 그리고, 설정 온도가 바뀔 때마다 온도 안정 대기 시간이 발생한다. 또한, 온도차가 크면 클수록 온도 안정 대기 시간이 길어진다.

[0021]

이와 같이, 온도 안정 대기 시간이란 도 3 중 경사진 부분의 시간으로, 클리닝 처리시의 설정 온도를 고온으로

하고자 하는 등의 이유에 의해 전후의 프로세스에서 설정 온도가 다른 경우, 프로세스 처리 전에 온도 안정 대기 시간이 빈번하게 발생해서, 스루풋이 악화되어 생산성이 저하된다.

[0022] 그래서, 이하에 설명하는 본 발명의 일 실시예에서는, 복수의 스텝에 의해 웨이퍼를 처리하는 플라즈마 프로세스에서, 도 3 중 경사져 있는 온도 안정 대기 시간 중, A 및 B에 나타낸 온도 안정 대기 시간을 단축하기 위해서 온도 설정의 제어를 적정화한다.

[0023] [플라즈마 처리 장치의 전체 구성]

[0024] 우선, 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 제어 방법을 실행하는 플라즈마 처리 장치의 전체 구성에 대해서 도 1 을 참조하면서 설명한다.

[0025] 도 1에 나타낸 플라즈마 처리 장치(1)는, 복수의 스텝에 의해 피처리체를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치의 일례이다. 플라즈마 처리 장치(1)는, RIE형의 플라즈마 처리 장치로 구성되어 있고, 예컨대 알루미늄 또는 스테인레스강 등의 금속제의 원통형 챔버(처리 용기(10))를 갖고 있다. 처리 용기(10)는 접지되어 있다. 처리 용기(10) 내에서는, 피처리체에 에칭 처리 등의 플라즈마 처리가 실시된다.

[0026] 처리 용기(10) 내에는, 피처리체로서의 반도체 웨이퍼(W)(이하, 웨이퍼(W)라고 함)를 탑재하는 탑재대(12)가 마련되어 있다. 이 상태에서, 웨이퍼(W)에는 플라즈마의 작용에 의해 에칭 등의 미세 가공이 실시된다. 탑재대(12)는, 예컨대 알루미늄으로 이루어지고, 절연성의 통형상 유지부(14)를 통해서 처리 용기(10)의 바닥으로부터 수직 상방으로 연장되는 통형상 지지부(16)에 지지되어 있다. 통형상 유지부(14)의 상면에는, 탑재대(12)의 상면을 고리 형상으로 둘러싸는 예컨대, 석영으로 이루어지는 포커스 링(18)이 배치되어 있다.

[0027] 처리 용기(10)의 측벽과 통형상 지지부(16) 사이에는 배기로(20)가 형성되어 있다. 배기로(20)에는 고리 형상의 배플판(22)이 부착되어 있다. 배기로(20)의 바닥부에는 배기구(24)가 마련되고, 배기관(26)을 통해서 배기 장치(28)에 접속되어 있다. 배기 장치(28)는 도시하지 않은 진공 펌프를 갖고 있어서, 처리 용기(10) 내의 처리 공간을 소정의 진공도까지 감압한다. 처리 용기(10)의 측벽에는, 웨이퍼(W)의 반출입구를 개폐하는 반송용의 게이트 밸브(30)가 부착되어 있다.

[0028] 탑재대(12)에는, 정합기(34) 및 급전봉(36)을 통해서 플라즈마 생성용 고주파 전원(32)이 전기적으로 접속되어 있다. 고주파 전원(32)은, 예컨대 60MHz의 고주파 전력을 탑재대(12)에 인가한다. 이렇게 해서 탑재대(12)는 하부 전극으로서도 가능하다. 한편, 처리 용기(10)의 천장부에는, 후술하는 샤큐 헤드(38)가 접지 전위의 상부 전극으로서 마련되어 있다. 이로써, 고주파 전원(32)으로부터의 고주파 전압은 탑재대(12)와 샤큐 헤드(38) 사이에 용량적으로 인가된다. 고주파 전원(32)은, 플라즈마를 생성하기 위한 파워를 공급하여, 처리 용기(10) 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하는 플라즈마원의 일례이다.

[0029] 탑재대(12)의 상면에는 웨이퍼(W)를 정전 흡착력으로 유지하기 위한 정전척(40)이 마련되어 있다. 정전척(40)은 도전막으로 이루어지는 전극(40a)를 한 쌍의 절연막(40b, 40c) 사이에 끼운 것이다. 전극(40a)에는 직류 전원(42)이 스위치(43)를 통해서 전기적으로 접속되어 있다. 정전척(40)은 직류 전원(42)으로부터의 직류 전압에 의해, 쿨롱력으로 웨이퍼(W)를 척 상에 흡착 유지한다.

[0030] 전열 가스 공급원(52)은, He 가스 등의 전열 가스를 가스 공급 라인(54)을 통해서 정전척(40)의 상면과 웨이퍼(W)의 이면 사이에 공급한다. 천장부의 샤큐 헤드(38)는 다수의 가스 공기통(56a)을 갖는 전극판(56)과, 이 전극판(56)을 착탈 가능하게 지지하는 전극 지지체(58)를 갖는다. 전극 지지체(58)의 내부에는 베퍼실(60)이 마련되고, 베퍼실(60)의 가스 도입구(60a)에는 가스 공급원(62)에 연결되는 가스 공급 배관(64)이 접속되어 있다. 이로써, 가스 공급원(62)으로부터 처리 용기(10) 내에 소망의 가스가 공급된다.

[0031] 처리 용기(10)의 주위에는, 고리 형상 또는 동심 형상으로 연장되는 자석(66)이 배치되어 있다. 처리 용기(10) 내에서, 샤큐 헤드(38)와 탑재대(12) 사이의 플라즈마 생성 공간에는, 고주파 전원(32)에 의해 연직 방향의 RF 전계가 형성된다. 고주파의 방전에 의해, 탑재대(12)의 표면 근방에 고밀도의 플라즈마가 생성된다.

[0032] 탑재대(12)의 내부에는 냉매관(70)이 마련되어 있다. 이 냉매관(70)에는, 칠러 유닛(71)에 의해 배관(72, 73)을 통해서 소정 온도의 냉매가 순환 공급된다. 또한, 탑재대(12)의 내부에는 히터(75)가 매설되어 있다. 히터(75)에는 도시하지 않은 교류 전원으로부터 소망의 교류 전압이 인가된다. 이러한 구성에 의해, 칠러 유닛(71)에 의한 냉각과 히터(75)에 의한 가열에 의해서 정전척(40) 상의 웨이퍼(W)의 처리 온도는 소망의 온도로 조정된다. 또한, 이들 온도 제어는, 제어 장치(80)의 지시에 따라 실행된다. 한편, 히터(75)를 정전척(40)의 중심

부와 주변부의 2 계통의 존으로 나누어서 배치하고, 이로써 존마다 온도 제어해도 된다. 이로써, 보다 정밀도가 높은 온도 제어가 가능해진다.

[0033] 제어 장치(80)는 플라즈마 처리 장치(1)에 부착된 각부, 예컨대 배기 장치(28), 고주파 전원(32), 정전척용 스위치(43), 정합기(34), 전열 가스 공급원(52), 가스 공급원(62), 칠러 유닛(71) 및 정전척(40) 내의 히터를 제어한다. 제어 장치(80)는, 호스트 컴퓨터(도시 생략) 등과도 접속되어 있다.

[0034] 제어 장치(80)는, 도시하지 않은 CPU(Central Processing Unit), ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory)를 갖고, CPU는 예컨대 도 2에 나타낸 기억부(85)에 저장된 각종 레시피에 따라서 프로세스를 실행한다. 레시피에는 복수 스텝의 프로세스 조건에 대한 장치의 제어 정보인 프로세스 시간, 처리 실내 온도(상부 전극 온도, 처리실의 측벽 온도, ESC 온도 등), 압력, 인가하는 고주파 전력, 각종 프로세스 가스 유량 등이 기재되어 있다. 본원에서는 레시피로서 주로 온도 제어에 관한 온도 제어를 들어서 이하에 설명한다. 레시피가 저장되는 기억부(85)는, 예컨대 반도체 메모리, 자기 디스크, 또는 광학 디스크 등을 이용해서 RAM, ROM으로 실현될 수 있다. 레시피는 기억 매체에 저장해서 제공되고, 도시하지 않은 드라이버를 통해서 기억부(85)에서 판독되는 것이어도 되고, 또한 도시하지 않은 네트워크로부터 다운로드되어 기억부(85)에 저장되는 것이어도 된다. 또한, 상기 각부의 기능을 실현하기 위해서, CPU 대신 DSP(Digital Signal Processor)가 사용되어도 된다. 한편, 제어 장치(80)의 기능은, 소프트웨어를 이용해서 동작함으로써 실현되어도 되고, 하드웨어를 이용해서 동작함으로써 실현되어도 된다.

[0035] 이러한 구성의 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서, 예칭을 행하기 위해서는, 우선 게이트 밸브(30)를 개구하고 반송 아암 상에 유지된 웨이퍼(W)를 처리 용기(10) 내로 반입한다. 다음으로 정전척(40)의 표면으로부터 돌출된 푸셔 핀(도시 생략)에 의해 반송 아암으로부터 웨이퍼(W)가 들어 올려지고, 푸셔 핀 상에 웨이퍼(W)가 유지된다. 이어서, 이 반송 아암이 처리 용기(10) 밖으로 나간 후에, 푸셔 핀이 정전척(40) 내로 내려짐으로서 웨이퍼(W)가 정전척(40) 상에 탑재된다.

[0036] 웨이퍼(W) 반입 후 게이트 밸브(30)가 닫혀지고, 가스 공급원(62)으로부터 예칭 가스를 소정의 유량 및 유량비로 처리 용기(10) 내에 도입하며, 배기 장치(28)에 의해 처리 용기(10) 내의 압력을 설정값으로 감압한다. 또한, 고주파 전원(32)으로부터 소정의 파워의 고주파 전력을 탑재대(12)에 공급한다. 또한, 직류 전원(42)으로부터 직류 전압을 정전척(40)의 전극(40a)에 인가하고, 웨이퍼(W)를 정전척(40) 상에 고정한다. 샤크 헤드(38)로부터 샤크 형상으로 도입된 예칭 가스는, 고주파 전원(32)으로부터의 고주파 전력에 의해 플라즈마화되고, 이로써 상부 전극(샤크 헤드(38))과 하부 전극(탑재대(12)) 사이의 플라즈마 생성 공간에서 플라즈마가 생성된다. 생성된 플라즈마 중 래디컬이나 이온에 의해서 웨이퍼(W)의 주면(正面)이 예칭된다.

[0037] 플라즈마 예칭 종료 후, 웨이퍼(W)가 푸셔 핀에 의해 들어 올려져서 유지되며, 게이트 밸브(30)를 개구하고 반송 아암이 처리실(10) 내에 반입된 후에, 푸셔 핀이 내려지고 웨이퍼(W)가 반송 아암 상에 유지된다. 이어서, 이 반송 아암이 처리 용기(10) 밖으로 나오고, 다음 웨이퍼(W)가 반송 아암에 의해 처리실(10) 내에 반입된다. 이 처리를 반복함으로써 연속해서 웨이퍼(W)가 처리된다.

[0038] 이상, 본 실시예에 따른 온도 제어 방법을 이용 가능한 플라즈마 처리 장치의 일례에 대해서 설명했다. 다음으로 본 실시예에 따른 온도 제어 방법을 실행하는 제어 장치(80)의 기능 구성에 대해서, 도 2를 참조하면서 설명한다.

[제어 장치의 구성]

[0040] 도 2는 제어 장치(80)의 기능 구성도이다. 제어 장치(80)는 반송 제어부(81), 프로세스 실행부(82), 기억부(85) 및 온도 제어부(86)를 갖는다.

[0041] 반송 제어부(81)는 플라즈마 처리 장치(1)의 처리 용기(10) 내로 웨이퍼(W)를 반입하는 반입 공정 및 처리 용기(10)로부터 웨이퍼(W)를 반출하는 반출 공정을 행한다. 여기서, 반입 공정이란, 처리 용기(10)에 마련된 게이트 밸브(30)가 개구되고 나서, 웨이퍼(W)가 반송 아암에 의해 파지된 상태에서 게이트 밸브(30)로부터 반입되며, 정전척(40)의 표면으로부터 돌출된 푸셔 핀에 의해 반송 아암으로부터 웨이퍼(W)가 들어 올려지고, 푸셔 핀 상에 웨이퍼(W)가 유지되며, 이 반송 아암이 처리 용기(10) 밖으로 나간 후에, 푸셔 핀이 정전척 내로 내려짐으로써 웨이퍼(W)가 정전척(40) 상에 탑재될 때까지를 말한다. 또한, 반출 공정이란, 플라즈마 예칭 종료 후, 웨이퍼(W)가 푸셔 핀에 의해 들어 올려져서 유지되고, 게이트 밸브(30)를 개구해서 반송 아암이 처리실(10) 내로 반입된 후에, 푸셔 핀이 내려져서 웨이퍼(W)가 반송 아암 상에 유지되고, 이 반송 아암이 처리 용기(10) 밖으로 나올 때까지를 말한다.

- [0042] 기억부(85)에는, 에칭 처리를 실행하기 위한 복수의 레시피와, 웨이퍼레스 클리닝 처리를 실행하기 위해서 WLDC 레시피가 미리 기억되어 있다.
- [0043] 프로세스 실행부(82)는, 에칭 실행부(83) 및 클리닝 실행부(84)를 갖는다. 에칭 실행부(83)는 복수의 스텝으로 이루어지는 플라즈마 에칭 처리를 실행한다. 에칭 실행부(83)는, 기억부(85)에 기억된 복수의 프로세스 레시피 중, 소망의 프로세스 레시피를 선택하고 이 레시피에 따라서 에칭 처리를 실행한다. 클리닝 실행부(84)는, 기억부(85)에 기억된 WLDC 레시피에 따라서 클리닝 처리를 실행한다.
- [0044] 온도 제어부(86)는 처리 용기(10) 내에 마련된 정전척(40)의 온도를 제어한다. 온도 제어부(86)는 실행된 에칭 처리의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어, 또는 상기 반입 공정 혹은 상기 반출 공정에 병행해서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어 중 적어도 하나를 행한다.
- [0045] 다음으로, 이상으로 설명한 제어 장치(80)의 각 부의 기능을 이용해서, 제어 장치(80)에 의해 제어되는 제 1 온도 제어 및 제 2 온도 제어의 동작에 대해서 설명한다.
- [0046] [제어 장치의 동작]
- [0047] 도 4는 본 실시예에 따른 제어 장치(80)를 이용한 정전척(40)(웨이퍼(W))의 온도 제어 처리를 나타낸 흐름도이다. 한편, 본 처리가 개시되기 전에, 스텝수를 나타내는 변수 n은 미리 '1'로 초기 설정되어 있다. 또한, 본 처리가 개시되기 전에, 처리실 내는, 도 5의 상단의 표에 나타낸 에칭 프로세스 레시피 반입시의 설정 온도 20 °C로 설정되어 있다.
- [0048] 본 처리가 개시되면, 우선 반송 제어부(81)는, 웨이퍼(W)의 반입 공정을 개시한다(스텝 S500). 다음으로 반송 제어부(81)는, 웨이퍼(W)가 게이트 밸브(30)로부터 반입되었는지를 판정한다(스텝 S505). 웨이퍼(W)가 게이트 밸브(30)로부터 반입된 경우, 에칭 실행부(83)는 스텝 1의 에칭 처리를 실행한다(스텝 S510). 이로써, 도 5의 하단의 그래프에 나타낸 바와 같이, 첫번째장의 웨이퍼의 스텝 1의 에칭 처리가 실행된다.
- [0049] 다음으로 에칭 실행부(83)는, 본 스텝 또는 본 스텝을 포함한 프로세스 전체가 종료되었는지를 판정한다(스텝 S515). 스텝이 종료된 경우, 온도 제어부(86)는, 에칭 프로세스 레시피의 다음 스텝의 설정 온도에 변경이 있는지를 판정한다(스텝 S520). 변경이 있는 경우, 온도 제어부(86)는, 다음 스텝의 설정 온도로 제어하고(스텝 S525), 온도가 안정될 때까지 다음 처리를 개시하지 않고 기다린다(스텝 S530). 온도가 안정되면, 에칭 실행부(83)는 스텝수 n을 1 늘리고(스텝 S535), 스텝 S510으로 돌아가서 스텝 2의 에칭 처리를 실행한다. 도 5의 하단의 그래프에서는, 첫번째장의 웨이퍼의 스텝 1의 처리 후에 온도가 상승해서 60°C에 도달할 때까지 온도 안정 대기가 되고, 온도가 60°C에 도달해서 안정된 후, 스텝 2의 에칭 처리가 실행되고 있다.
- [0050] 한편, 스텝 S515에서 스텝이 종료하고, 또한 스텝 S520에서 레시피의 다음 스텝의 설정 온도에 변경이 없는 경우, 온도 제어부(86)는 즉시 스텝 S535으로 넘어가서 스텝수를 1 늘리고, 스텝 S510으로 돌아가서 스텝 2의 에칭 처리를 실행한다. 이렇게 해서 최종 스텝까지 에칭 처리(스텝 S510~S535)를 반복한다.
- [0051] 하나의 프로세스의 모든 스텝이 종료되었다고 판단한 경우, 프로세스가 종료되었다고 판단하여, 온도 제어부(86)는 다음 프로세스의 실행 순서를 나타낸 다음 레시피의 설정 온도로 온도를 제어하고, 반송 제어부(81)는 웨이퍼의 반출 처리를 행한다(스텝 S540). 한편, 여기서는, 다음 프로세스가 웨이퍼레스 드라이 클리닝(WLDC)이기 때문에, 웨이퍼의 반출 처리후에 웨이퍼의 반입 처리는 행해지지 않는다. 이것에 의하면, 도 5의 하단의 그래프에 나타낸 바와 같이, 스텝 2의 에칭 처리 종료시에 웨이퍼의 반출 처리와 병행해서 다음 레시피의 설정 온도로 온도가 변경된다.
- [0052] 웨이퍼 반출 후에 다음 프로세스의 온도 설정을 행하면 온도 안정 대기 시간이 길어진다. 그러나, 본 실시예에서는, 온도 제어부(86)는 다음 레시피의 설정 온도를 예측하고, 직전의 프로세스의 종료 후에 즉시 웨이퍼의 반출 처리와 병행해서 다음 레시피의 설정 온도, 도 5의 그래프에서는 클리닝용 레시피의 반출시의 설정 온도 50 °C로 온도를 제어한다. 이로써, 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다.
- [0053] 정전척(40)의 온도가 다음 레시피의 설정 온도로 안정되고, 또한 웨이퍼의 반출이 종료되었을 때(스텝 S545), 프로세스 실행부(82)는 다음 프로세스의 종류에 따라(스텝 S550) 프로세스를 실행한다. 여기서는, 다음 프로세스는, 웨이퍼레스 드라이 클링닝(WLDC)이다. 따라서, 프로세스 실행부(82)의 클리닝 실행부(84)는 웨이퍼레스 드라이 클링닝을 실행한다(스텝 S555).
- [0054] 클리닝 처리가 종료된 경우(스텝 S560), 스텝 S565에서 온도 제어부(86)는 클리닝용 레시피의 반출시의 온도,

즉 다음 레시피의 최초의 스텝의 설정 온도(도 5의 그래프에서는 20°C)를 예측해서 온도를 제어한다(온도 예측 제어; 제 1 온도 제어의 일례). 또한, 반송 제어부(81)는, 이것에 병행해서 웨이퍼의 반입 처리를 행한다(온도 제어와 반송 제어의 병행 처리; 제 2 온도 제어의 일례). 한편, 여기서는, 앞의 프로세스가 웨이퍼레스 드라이 클링닝이기 때문에, 웨이퍼의 반출 처리는 행해지지 않고, 2번째장의 웨이퍼(W)의 반입 처리만 행해진다. 따라서, 다음 레시피의 온도 제어와 웨이퍼의 반입 처리가 병행해서 처리되기 때문에 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다.

[0055] 정전척의 온도가 다음 프로세스의 설정 온도인 20°C에 도달해서 안정되고, 또한 웨이퍼의 반출이 종료된 경우 (스텝 S570), 프로세스 실행부(82)의 예칭 실행부(83)는, 스텝 번호를 1로 설정하고(스텝 S575), 스텝 S510로 돌아가서 2번째장의 웨이퍼(W)의 스텝 1의 예칭 처리를 실행한다.

[0056] 한편, 스텝 S550에서 다음 프로세스의 종류가 예칭 처리라고 판정된 경우에도, 예칭 실행부(83)는 스텝 번호를 1로 설정하고(스텝 S580), 스텝 S510로 돌아가서 2번째장의 웨이퍼(W)의 예칭 처리를 실행한다.

[0057] [효과의 예]

[0058] 이상으로 설명한 제어부(80)의 동작에 의해, 플라즈마 처리 장치(1)의 정전척의 온도 안정 대기 시간이 단축되 기 때문에, 웨이퍼(W)의 온도를 고속으로 소망의 온도로 조정할 수 있다. 이 때, 복수의 스텝에 의해 웨이퍼(W)를 처리하는 플라즈마 프로세스에 있어서 반입시와 반출시의 설정 온도를 다른 온도로 설정 가능하게 하고, 예칭 처리시의 온도보다 클리닝 처리시의 온도를 높게 제어함으로써 정전척(40) 상에 퇴적한 반응물을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0059] 또한, 이 때, 하나의 프로세스 종료시에 다음 레시피의 설정 온도를 예측해서 제어함으로써, 클리닝 처리의 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다. 또한, 설정 온도의 예측 제어에 의한 온도 안정 대기와 병행해서 웨이퍼(W)의 반입 처리나 반출 처리를 행하는 것에 의해서도, 웨이퍼 반출 또는 반입전의 온도 안정 대기 시간을 단축 할 수 있다.

[0060] 도 3에 나타낸 일반적인 온도 제어와 도 5에 나타낸 본 실시예에 따른 온도 제어의 온도 변화를 비교하면 알 수 있는 바와 같이, 특히, 본 실시예와 같이 예칭 프로세스용 레시피(메인 레시피)와 클리닝용 레시피(WLDC 레시피)의 설정 온도가 다른 경우에, 본 실시예에 따른 온도 제어 방법에서는 일반적인 온도 제어 방법에 비해 온도 안정 대기 시간을 크게 단축할 수 있다. 그 결과, 웨이퍼 가공시의 스루풋을 높여서, 생산성을 높일 수 있다.

[0061] (온도 제어의 변형예)

[0062] 여기서, 상기 온도 제어의 타이밍에 대해서, 그 변형예를 설명한다. 본 실시예에서는, 클리닝 처리를 위한 온도 설정과 웨이퍼의 반출은 하나의 프로세스의 종료시에 거의 동시에 개시했다. 또한, 본 실시예에서는, 2번째장의 웨이퍼(W)의 예칭 처리를 위한 온도 설정과 웨이퍼의 반입은 거의 동시에 개시했다.

[0063] 그러나 하나의 프로세스 종료시에 다음 레시피의 설정 온도를 예측하는 본 실시예의 온도 제어는, 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 따라서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 1 온도 제어의 일례로, 다음 레시피의 설정 온도를 예측하는 제 1 온도 제어의 타이밍은 하나의 프로세스 종료시로 한정되지 않는다. 예컨대, 제 1 온도 제어의 타이밍은, 하나의 프로세스 종료에 연동해서 미리 정해진 시간 내이어도 되고, 하나의 프로세스 종료 후에 행해지는 웨이퍼 반출 공정중이어도 되며, 하나의 프로세스 종료 후에 행해지는 웨이퍼 반입 공정중이어도 된다. 단, 하나의 프로세스 종료부터 제 1 온도 제어 개시까지의 경과 시간이 길수록 온도 안정 대기 시간이 길어져서, 본 실시예의 효과가 경감된다.

[0064] 또한, 온도 제어(온도 안정 대기)와 웨이퍼 반출 공정을 병행 처리한 본 실시예의 온도 제어는, 반입 공정 혹은 반출 공정에 병행해서 다음 프로세스의 설정 온도로 제어하는 제 2 온도 제어의 일례로, 웨이퍼 반입 또는 반출 공정과 제 2 온도 제어의 병행 처리의 개시 타이밍은 하나의 프로세스 종료시로 한정되지 않는다. 예컨대, 제 2 온도 제어의 타이밍은, 웨이퍼 반입 또는 반출 중 어느 한 공정중이어도 되고, 상기 병행 처리는 2개의 상기 처리가 일부 병행되고 있다면, 어느 하나의 처리가 다른 처리에 전부 포함되어 있지 않아도 된다. 단, 웨이퍼 반입 또는 반출로부터 제 2 온도 제어 개시까지의 경과 시간, 또는 제 2 온도 제어 개시로부터 웨이퍼 반입 또는 반출까지의 경과 시간이 길수록, 병행 처리 시간이 짧아지고 온도 안정 대기 시간이 길어져서, 본 실시예의 효과가 경감된다.

[0065] 또한, 상기 제 1 및 제 2 온도 제어에서 온도 제어부(86)에 의해 제어되는 다음 프로세스의 설정 온도는, 실행

중인 레시피의 웨이퍼 반출시의 설정 온도를 미리 다음 프로세스의 설정 온도와 같은 온도로 설정해 둠으로써, 온도 제어부(86)는 실행중인 레시피의 웨이퍼 반출시의 설정 온도를 다음 프로세스의 설정 온도로서 이용해서 제 1 및 제 2 온도 제어를 행할 수 있다.

[0066] 또한, 다음 레시피의 웨이퍼 반입시의 설정 온도를 미리 다음 프로세스의 설정 온도와 같은 온도에 설정해 둠으로써, 온도 제어부(86)는 다음 레시피의 웨이퍼 반입시의 설정 온도를 다음 프로세스의 설정 온도로서 이용해서 제 1 및 제 2 온도 제어를 행할 수 있다.

[0067] 또한, 온도 제어부(86)는 레시피에 설정된 다음 프로세스의 설정 온도를 예측해서 온도 제어하는 대신, 오퍼레이터 등에 의해 설정된 다음 프로세스의 설정 온도의 파라미터를 예측해서 온도 제어할 수도 있다.

[0068] (온도 제어의 감시 기능)

[0069] 다음으로 본 실시예에 있어서의 온도 제어의 감시 기능에 대해서, 도 6을 참조하면서 설명한다. 도 6 상단의 실선의 온도 추이는, 본 실시예에 따른 온도 제어를 실행한 결과를 나타내고, 도 6 하단의 실선의 온도 추이는, 상술한 일반적인 온도 제어를 실행한 결과를 나타낸다. 도 6 하단의 파선의 온도 추이는 온도 안정 대기 시간의 비교를 위해서, 도 6 상단의 본 실시예의 온도 추이를 파선으로 나타낸 것이다.

[0070] 일반적인 온도 제어에서는, 웨이퍼 반입 전에 정전체의 온도가 웨이퍼 반입시의 설정 온도로 제어되어, 안정된 온도 상태로 되어 있다. 이 상태에서, 웨이퍼의 반입 처리가 개시된다(도 6 하단, 시간 t1). 웨이퍼 반입 처리 완료후(시간 t2), 2번째장의 웨이퍼 처리의 설정 온도로 온도 제어되고, 온도 안정 후에, 다음 프로세스가 개시된다(시간 t3).

[0071] 그러나, 웨이퍼 반입 전에 온도 감시가 행해지면, 정전체의 온도가 웨이퍼 반입시의 설정 온도로 제어될 때까지 웨이퍼의 반입 처리를 개시할 수 없다. 그래서, 본 실시예에 따른 온도 제어에서는, 도 6의 상단에 나타낸 바와 같이, 웨이퍼 반입중의 온도 감시는 행하지 않는다. 그리고, 본 실시예에서는, 웨이퍼 반입 처리 완료 후, 온도 감시를 개시한다. 이로써, 웨이퍼 반입 공정과 온도 제어(온도 안정 대기)를 병행해서 처리할 수 있다. 도 6의 상하단의 타이밍 차트를 비교하면, 본 실시예에 따른 온도 제어에서는, 일반적인 온도 제어에 비해서 온도 안정 대기 시간이 단축되어, 2번째장의 웨이퍼 처리의 개시 시간이 빨라져서, 스루풋이 향상되어 있는 것을 시각적으로 이해할 수 있다.

[0072] 이상에서는, 첫번째장의 웨이퍼의 에칭 처리→클리닝 처리→2번째장의 웨이퍼의 에칭 처리와 프로세스가 실행되는 경우를 예로 들어서, 본 실시예에 따른 온도 제어에 대해서 설명했다.

[0073] (온도 제어의 다른 예)

[0074] 이에 반해서, 이하에서는 첫번째장의 웨이퍼의 에칭 처리→2번째장의 웨이퍼의 에칭 처리와 프로세스가 실행되는 경우를 예로 들어서, 본 실시예에 따른 온도 제어에 대해서 설명한다. 단, 이 경우에도, 복수의 스텝에 의해 웨이퍼를 처리하는 플라즈마 프로세스에서 스텝마다 설정 온도를 바꾸는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치에 있어서, 고속인 온도 제어가 요구되는 프로세스가 전제가 된다.

[0075] 도 7 상단의 표에는, 첫번째장의 웨이퍼의 에칭 처리 후, 즉시 2번째장의 웨이퍼의 에칭 처리를 행하는 경우의 첫번째 에칭 프로세스 레시피 1 및 2번째 에칭 프로세스 레시피 1가 나타나 있다. 도 7 하단의 그래프에는, 첫번째장의 웨이퍼의 에칭 처리 후, 즉시 2번째장의 웨이퍼의 에칭 처리를 행하는 경우의 본 실시예의 온도 제어의 결과가 나타나 있다. 처리가 개시되기 전에 처리 용기(10) 내는, 도 7의 상단의 표에 나타낸 프로세스 레시피 반입시의 설정 온도 20°C로 온도 제어되어 있다.

[0076] 우선, 반송 제어부(81)는 웨이퍼(W)의 반입 처리의 제어를 개시한다. 다음으로 에칭 실행부(83)는 첫번째장의 웨이퍼(W)에 대해 스텝 1의 에칭 처리를 실행한다. 첫번째장의 웨이퍼의 스텝 1의 에칭 처리 중, 온도는 20°C로 유지된다.

[0077] 스텝 1의 에칭 처리가 종료되면, 온도 제어부(86)는 레시피 1에 따라 스텝 2의 설정 온도 60°C로 온도 제어하고, 처리 용기(10) 내가 설정 온도로 안정될 때까지 대기한다. 온도가 안정되면, 에칭 실행부(83)는 스텝 2의 에칭 처리를 실행한다. 첫번째장의 웨이퍼의 스텝 2의 에칭 처리 중 온도는 60°C로 유지된다.

[0078] 프로세스가 종료되면, 온도 제어부(86)는 다음 프로세스를 실행하기 위해서 설정 온도를 변경하고, 반송 제어부(81)는 웨이퍼의 반출 처리를 병행해서 행한다. 구체적으로는, 온도 제어부(86)는 레시피 1의 반출시의 설정 온도 40°C로 온도 설정을 변경함으로써 온도 제어한다.

- [0079] 이로써, 도 7의 그래프에 나타낸 바와 같이, 스텝 2 처리 종료 후, 첫번째장의 웨이퍼의 반출과 함께, 설정 온도가 레시피 2의 스텝 1의 설정 온도 40°C로 변경되고, 온도가 안정될 때까지 웨이퍼의 반출 및 반입 공정과 병행해서 온도 제어된다. 이와 같이, 다음 레시피의 설정 온도를 예측하고, 하나의 프로세스의 종료후 즉시 다음 프로세스의 설정 온도로 제어함으로써 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다. 또한, 상기 온도 제어와 웨이퍼의 반출 및 반입 공정을 병렬해서 행하는 것에 의해서도, 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있다. 그 결과, 웨이퍼 제조시의 스루풋을 높여서 생산성을 높일 수 있다.

[0080] 이상 설명한 바와 같이, 본 온도 제어에서는, 실행된 플라즈마 프로세스의 종료 타이밍에 있어서의 프로세스의 최종 스텝의 설정 온도와, 다음 프로세스의 최초의 스텝의 설정 온도가 달라도 된다. 이 경우에도, 온도 안정 대기 시간을 단축해서, 웨이퍼 제조시의 스루풋을 높일 수 있다.

[0081] <결론>

[0082] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 구체적으로 설명했지만, 본 발명은 이러한 예로 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 기술의 분야에서의 통상의 지식을 가진 사람이라면, 특히 청구 범위에 기재된 기술적 사상의 범주에 있어서, 각종 변경에 또는 수정예를 도달할 수 있다는 것은 분명하고, 이들에 대해서도, 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것으로 이해된다.

[0083] 예컨대, 본 발명에 따른 온도 제어에 의하면, 제 1 온도 제어(설정 온도의 예측 제어) 또는 제 2 온도 제어(웨이퍼 반입 또는 반출과 온도 제어의 병행 처리) 중 적어도 어느 하나가 실행되면 된다. 단, 제 1 온도 제어와 제 2 온도 제어 양쪽을 실행하는 경우에는, 어느 한쪽을 실행하는 경우보다 온도 안정 대기 시간을 단축할 수 있는 가능성이 높아서, 스루풋의 향상에 이바지할 수 있다. 특히, 웨이퍼 반입 공정 및 반출 공정의 설정 온도가 다른 경우에는, 제 1 온도 제어 및 제 2 온도 제어 양쪽을 실행하는 것이 바람직하다. 각 설정 온도로 안정될 때까지 각각의 온도 제어에서 대기하는 시간이 발생해서, 전체 온도 안정 대기 시간이 길어지는 경향이 있기 때문이다. 특히, 클리닝 프로세스의 설정 온도가, 플라즈마 프로세스 중 어느 한 스텝의 설정 온도와 다른 경우에 제 1 온도 제어 및 제 2 온도 제어 양쪽의 제어를 실행하는 것이 유효하다.

[0084] 또한, 본 발명에 따른 온도 제어는, 웨이퍼레스 드라이 클링닝이나 제품 웨이퍼의 플라즈마 프로세스뿐만 아니라, 웨이퍼를 사용한 클링닝이나 더미 웨이퍼를 사용한 플라즈마 프로세스 등에도 이용할 수 있다.

[0085] 또한, 본 발명에 따른 온도 제어는, 프로세스 처리 실행 후의 웨이퍼와 다음 웨이퍼의 프로세스 사이에서 설정 온도가 다른 경우에서 설명했지만, 이것으로 한정되지 않는다. 예컨대, 처리실이 웨이퍼 처리를 실시하지 않는 아이들 상태로 되어 있는 경우에, 아이들 상태로부터 최초의 웨이퍼를 처리하기 위한 웨이퍼의 반입 공정과 병행해서 처리실의 제 1 온도 제어 또는 제 2 온도 제어를 실시해도 된다. 또한, 로트 단위로 처리실의 설정 온도가 변경되는 경우에는 로트의 전환 타이밍에 제 1 온도 제어 또는 제 2 온도 제어를 행해도 된다.

[0086] 또한, 본 발명에 따른 온도 제어가 가능한 플라즈마 프로세스는 에칭 프로세스로 한정되지 않고, 성막, 애싱, 스퍼터링 등, 어떤 프로세스여도 된다.

[0087] 또한, 본 발명에 따른 온도 제어 방법은 플라즈마 처리 장치 내의 정전체뿐만 아니라, 상부 전극, 데포짓 실드 또는 처리 용기 등의 온도 제어에 사용할 수 있다.

[0088] 또한, 본 발명에 따른 온도 제어 방법은, 평행평판형 에칭 처리 장치뿐만 아니라, 원통 형상의 RLSA(Radial Line Slot Antenna) 플라즈마 처리 장치, ICP(Inductively Coupled Plasma) 플라즈마 처리 장치, 마이크로파 플라즈마 처리 장치 등 어떤 플라즈마 처리 장치에도 이용할 수 있다.

[0089] 본국에서 출원은 2011년 11월 8일에 출원된 일본 특허 출원 제 2011-244539호에 기초한 우선권 및 2011년 11월 17일에 출원된 미국 출원 제61/560952호에 기초한 우선권을 주장하는 것으로, 그 전체 내용을 본국에서 출원에 원용한다.

부호의 설명

- | | | |
|--------|-------------------|-------------|
| [0090] | 1 : 플라즈마 처리 장치 | 10 : 처리 용기 |
| | 12 : 탑재대(하부 전극) | 32 : 고주파 전원 |
| | 38 : 샤크 헤드(상부 전극) | 40 : 정전체 |

62 : 가스 공급원

71 : 칠러 유닛

75 : 히터

80 : 제어 장치

81 : 반송 제어부

82 : 프로세스 실행부

83 : 예칭 실행부

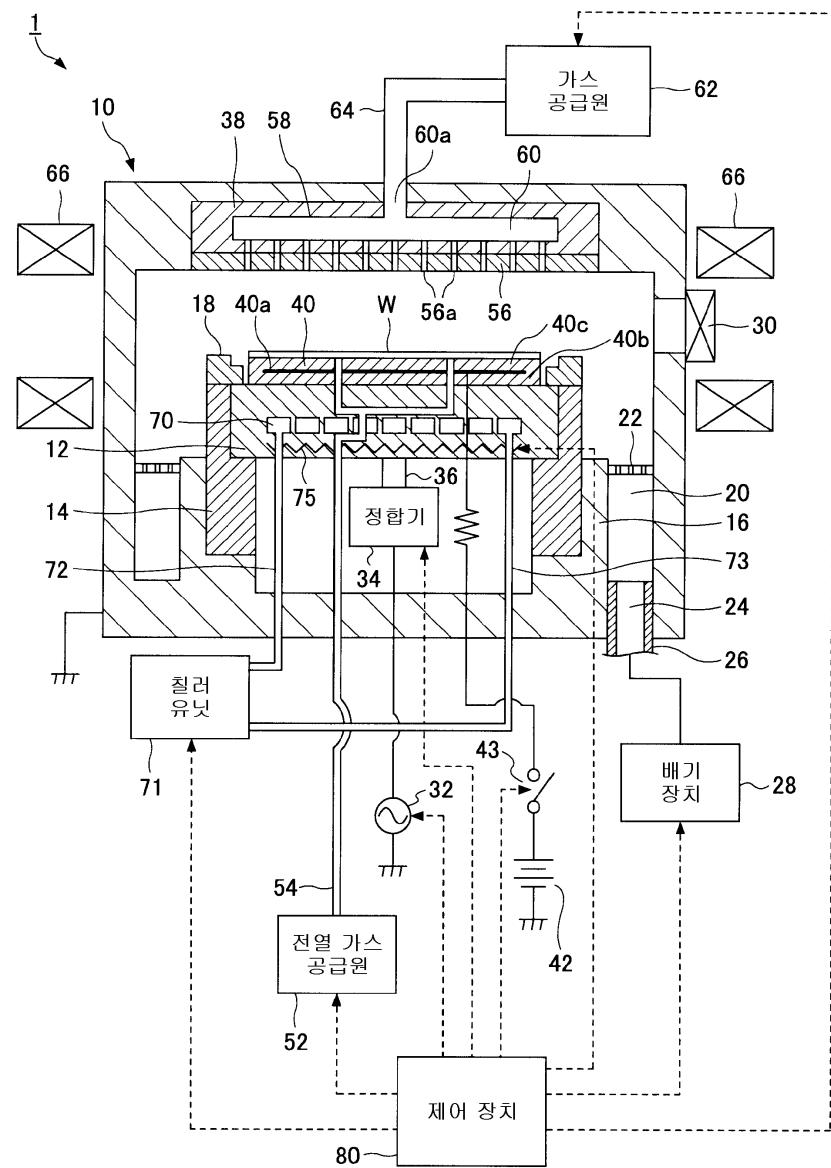
84 : 클리닝 실행부

85 : 기억부

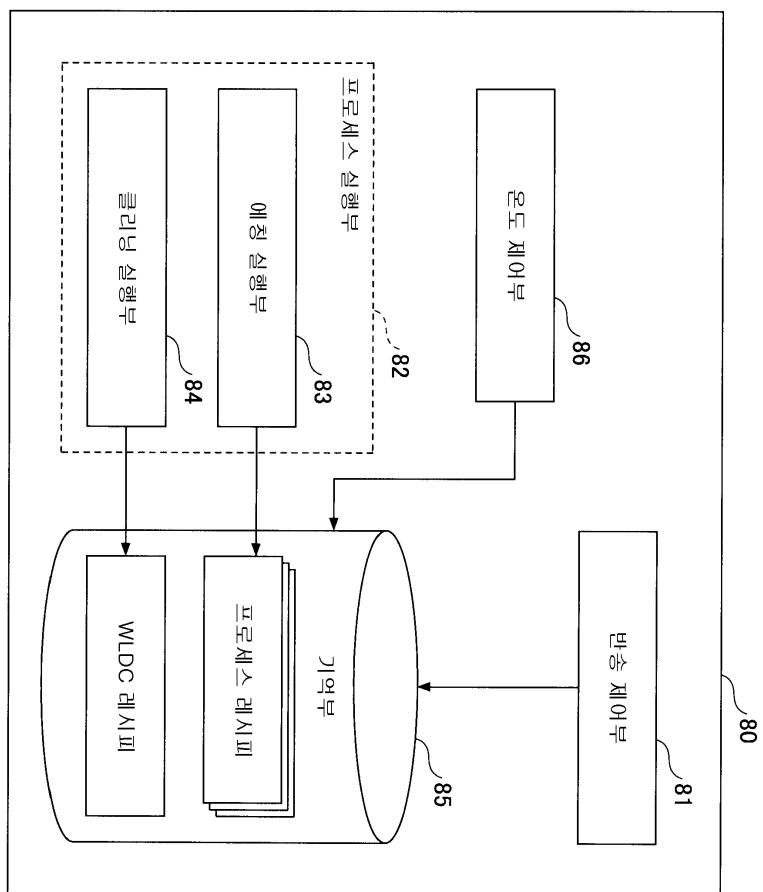
86 : 온도 제어부

도면

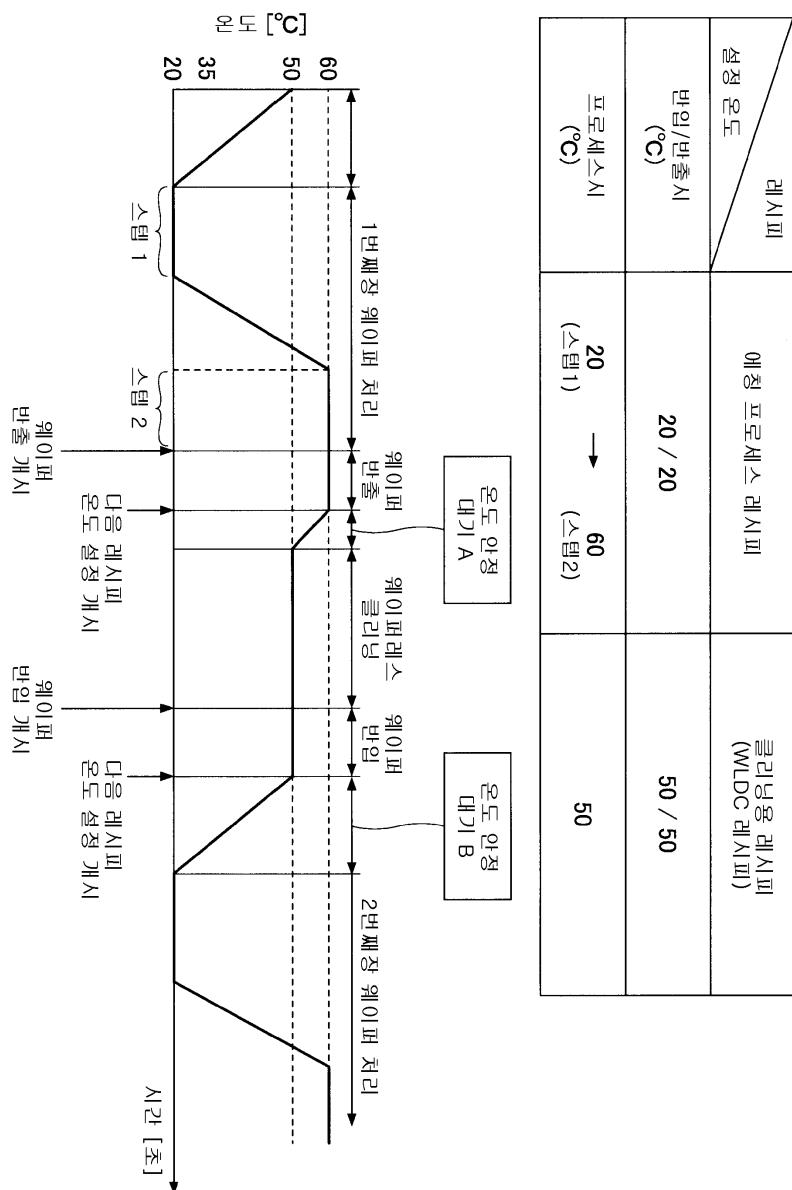
도면1



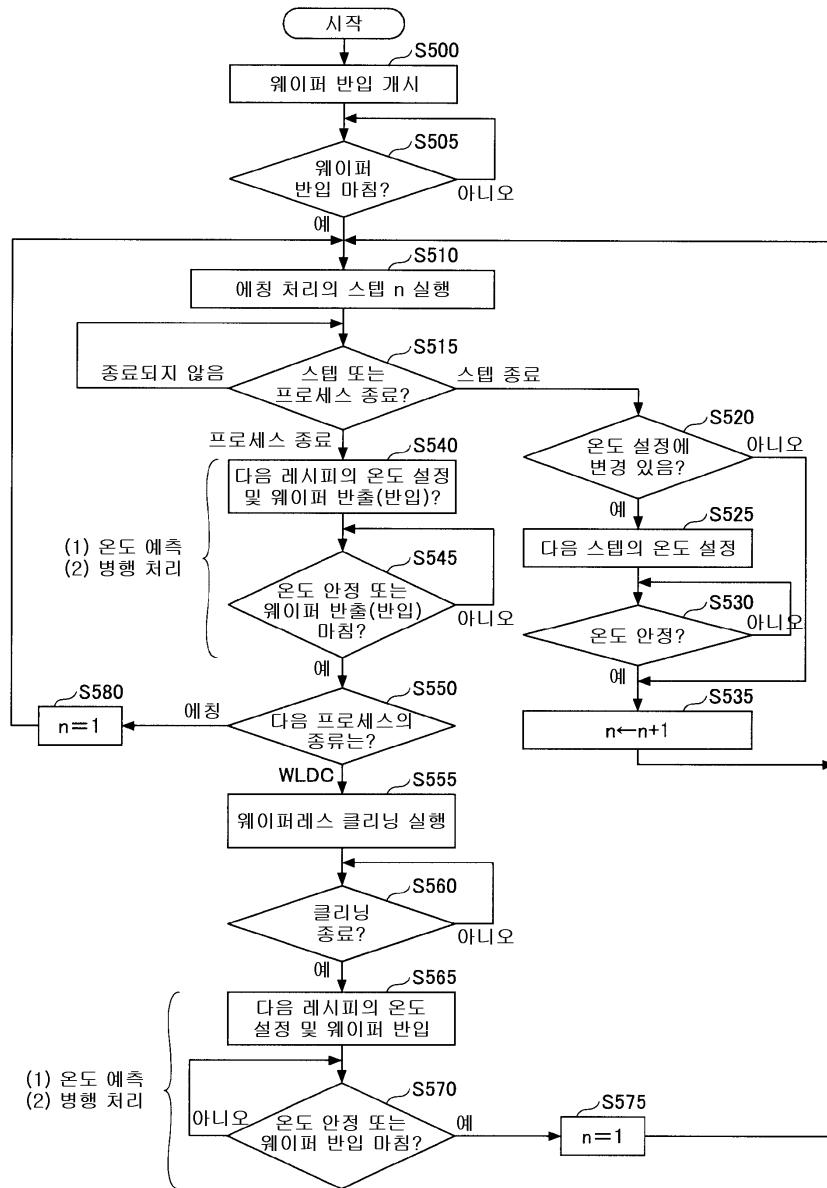
도면2



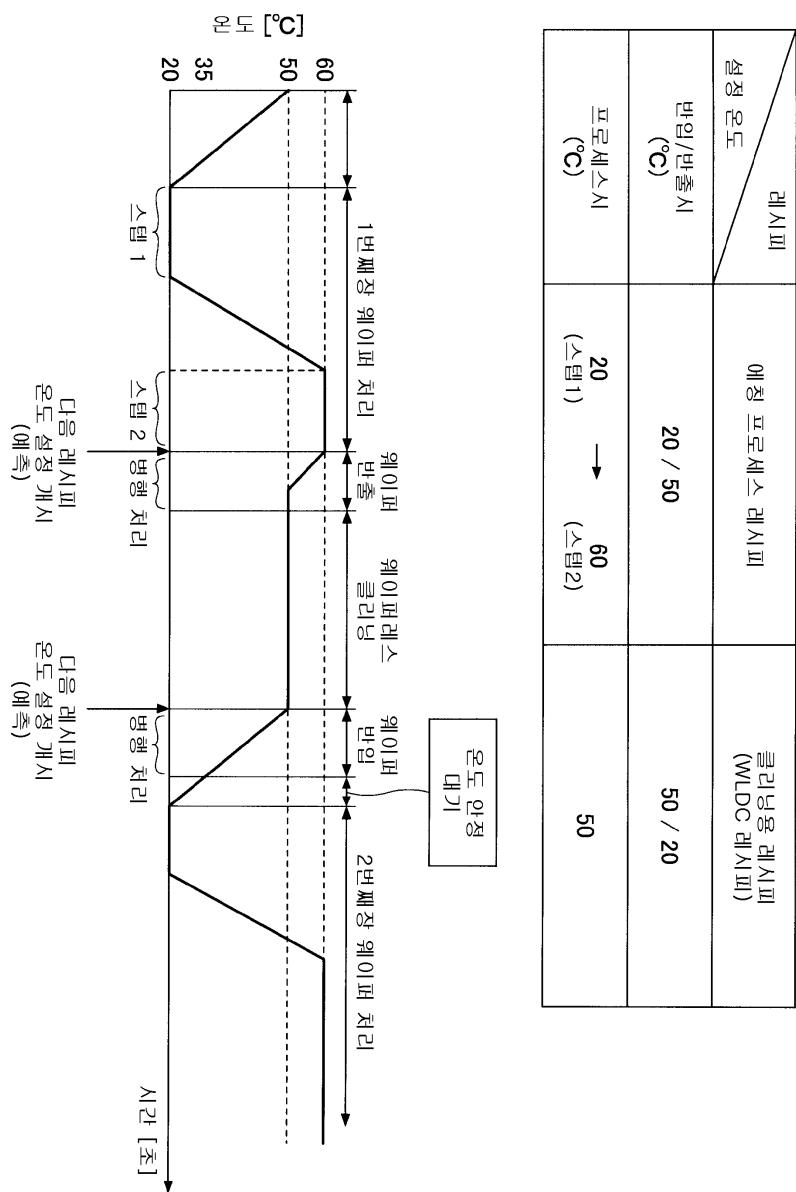
도면3



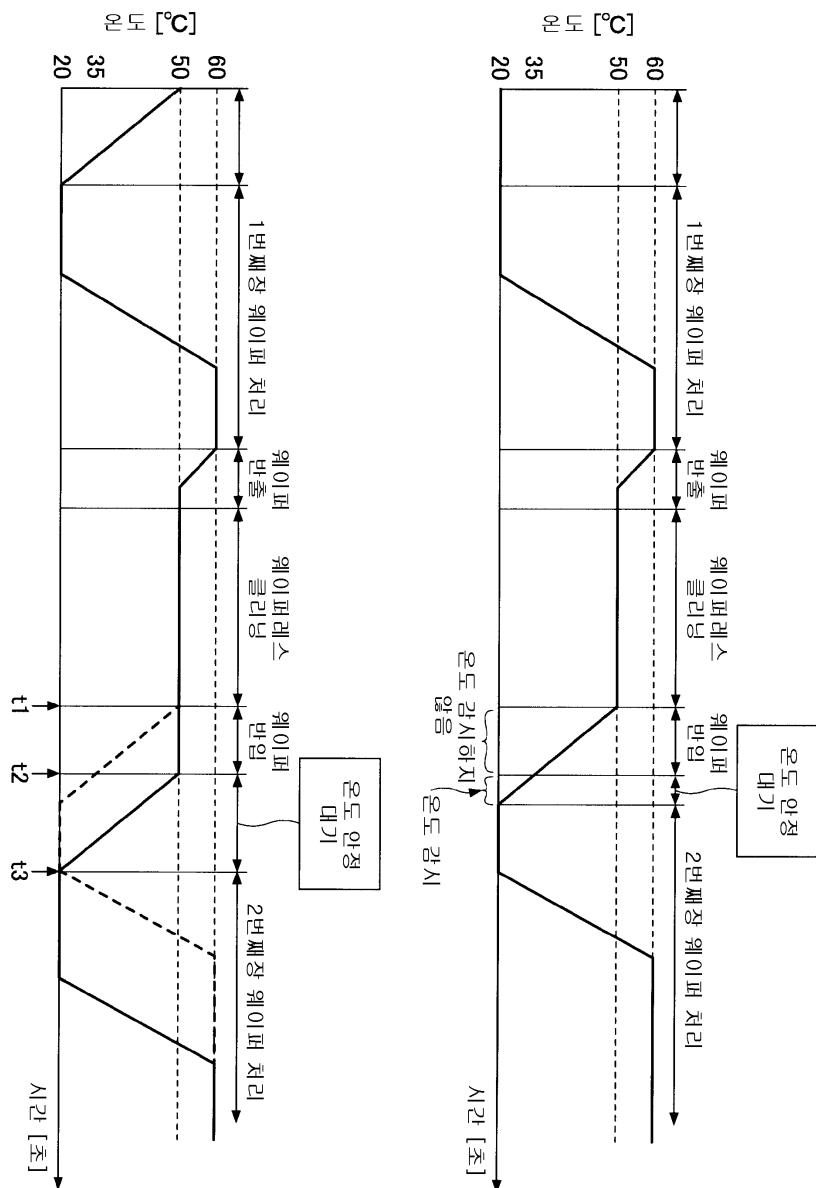
도면4



도면5



도면6



도면7

