

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H01L 21/027

(11) 공개번호 10-2004-0108537
(43) 공개일자 2004년12월24일

(21) 출원번호 10-2004-0018865
(22) 출원일자 2004년03월19일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00171265 2003년06월16일 일본(JP)

(71) 출원인 동경 엘렉트론 주식회사
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자 사타노부유키
일본국구마모토켄기쿠치군 고시마치후쿠하라1-1동경엘렉트론큐슈가부시키가이샤고시지교쇼내

(74) 대리인 강일우
홍기천

심사청구 : 없음

(54) 열처리장치 및 열처리방법

요약

[과제] 기판을 가열플레이트의 위에 얹어 놓고 가열처리, 예를 들면 도포막에 대한 베이크처리를 하는데 있어서, 기판을 신속히 목표온도까지 승온하고, 또한 승온과정중에서의 기판의 표면온도에 대해서 높은 면내균일성을 확보한다.

[해결수단] 기판의 표면 온도를 검출하는 방사온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간과, 공급전력의 보정량을 대응시킨 데이터를 기억부에 기억해 둔다. 그리고 기판표면온도가 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 가열수단의 공급전력의 지령치를 출력함과 동시에, 상기 온도차를 구하여, 그 온도차와 온도측정치 또는 시간을 바탕으로 상기 데이터로부터 공급전력의 보정량을 읽어 내어, 이 보정량에 의해 공급전력의 지령치를 보정한다.

대표도

도 4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 도포막형성장치에 설치되는 열처리장치의 일례를 나타내는 단면도.

도 2는 상기 열처리장치에 설치된 히터를 설명하는 개략도.

도 3은 상기 히터로의 전력공급에 대해서 설명하는 개략도.

도 4는 상기 열처리장치의 온도제어를 설명하는 개략도.

도 5는 본 발명에 관한 미리 설정된 승온시의 기판온도를 나타내는 그래프.

도 6은 본 발명에 관한 미리 설정된 승온시의 기판온도의 보정치가 기록된 테이블.

도 7은 본 발명에 관한 미리 설정된 히터의 공급전력을 기록한 시계열(時系列) 데이터.

도 8은 본 발명에 관한 온도제어를 사용한 승온시의 기판온도를 나타내는 그래프.

도 9는 본 발명에 관한 가열플레이트의 온도와 기판의 표면온도와의 추이를 나타낸 그래프.

도 10은 본 발명에 관한 도포막 형성장치의 일 실시형태의 전체구성을 나타내는 평면도.

도 11은 상기 도포막장치의 전체구성을 나타내는 개략사시도.

도 12는 종래의 열처리장치를 설명하는 개략도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

G : 기판 S : 스위치부

2 : 열처리장치 3 : 가열플레이트

4 : 비접촉온도측정부 5 : 전원부

6 : 제어부 21 : 처리용기

22 : 배기부 23 : 셔터

31 : 프록시미티핀 32 : 히터

61 : 온도목표치출력부 62 : 기억부

63 : 비교연산부(덧셈부) 64 : 제 1 조절부

65 : 곱셈부 66 : 제 2 조절부

67 : 전환수단 T0 : 온도목표치

T1 : 표면온도측정치 T2 : 플레이트온도검출치

E0 : 전력지령치 E1 : 전력보정량

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 레지스트패턴을 형성하기 위한 노광시에 사용되는 마스크기판(레티클기판) 혹은 반도체웨이퍼나 액정디스플레이용 유리기판 등의 기판을 예를 들면 베이킹 처리하기 위한 열처리장치 및 열처리방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 해당 기판표면의 온도제어기술에 관한 것이다.

이 종류의 열처리장치 예를 들면 베이킹처리장치는, 예를 들면 레지스트액을 도포한 후나, 노광후의 기판에 현상액을 도포하기 전후에 행하여지고, 이 경우 통상 도포, 현상장치내에 조립되어 있다.

종래의 열처리장치는 예를 들면 도 12에 나타내는 바와 같이, 저항발열체로 이루어지는 히터(11)를 내장한 예를 들면 세라믹으로 이루어지는 가열플레이트(12)를 구비하고, 이 가열플레이트(12)의 표면 프록시미티핀(13)을 통해 얹어 놓여진 기판(G)을 가열하도록 구성되어 있다. 프록시미티핀(13)은 기판(G)의 이면측에 파티클이 부착하는 것을 방지하기 위해서 사용되고, 이 기판(G)은 가열플레이트(12)로부터 미세 거리 예를 들면 0.5mm 정도 부상한 상태에 있다. 이 베이킹장치에 있어서의 기판(G)의 온도제어는, 일반적으로는, 가열플레이트(12)의 표면부의 온도를 온도센서(14)에 의해 검출하고, 목표온도와 검출온도와와의 편차에 따라서 PID제어기 (15)에 의해 히터(11)의 전력을 제어하고 있다.

또한 최근에는, 기판의 온도에 대해서 면내균일성을 확보하기 위해서 열플레이트와 대향하는 기판의 위쪽의 위치에 온도센서 예를 들면 적외선 카메라를 설치하여 기판의 표면부의 온도분포를 검출하고, 그 온도분포에 따라서 각 히터의 온도목표치를 구하고, 가열플레이트의 표면부의 온도측정치와 각 히터의 온도목표치에 따라서 각 히터의 전력을 PID제어하는 열처리장치가 있다(예를 들면, 특허문헌 1참조.).

또한, 웨이퍼에 도포된 레지스트막의 막표면 위쪽에, 레지스트막의 표면전역의 온도분포상태를 검출하는 적외선온도분포센서를 설치하고, 적외선온도센서 등의 온도분포정보에 따라서 웨이퍼를 가열하는 히터블록에 의해서 웨이퍼의 가열제어를 하는 베이킹장치도 있다(예를 들면, 특허문헌 2 참조.).

[특허문헌 1]

일본 공표특허공보 2002-538501(청구항 1, 청구항 13, 단락 0021, 단락 0022, 단락 0023, 도 3 참조).

[특허문헌 2]

일본 특허공개 평성 11-8180(청구항 1, 청구항 2, 단락 0028, 도 1 참조).

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 가열플레이트 및 기판을 포함시킨 제어대상에 있어서는, 히터의 온도변화에 대하여 열이동에 시간 지연이 있고, 특히 마스크기판 등 두께가 큰 경우에는 지연시간이 길며, 이 때문에 특허문헌 1과 같이 PID제어를 하는 수법에서는, 승온속도를 빠르게 하고자 하면 기판표면의 온도가 오버슈트하여 버리기 때문에 기판의 승온속도를 느리게 해야 한다. 승온시에는 어떻게 하든지 승온후보다도 기판표면의 온도 격차는 크지만, 승온이 느리면 면내에서의 온도이력의 시간적분의 차가 커져, 베이킹처리의 면내균일성이 나빠게 된다. 또한 기판표면의 온도분포에 따라서 각 가열 엘레먼트의 목표온도를 수정하면, 승온후에 있어서의 면내온도균일성의 확보를 위해서는 유효하지만, 기판의 온도가 예정대로 목표온도로 유지하지 않게 된다. 왜냐하면 승온개시직후의 승온속도는 빠르지만, 프로세스온도에 가까 이 감에 따라서 승온속도는 늦어지기 때문에, 기판표면의 온도분포만으로 목표온도를 정해 버리면, 예를 들면 프로세스 온도에 가까운 온도영역에서, 가열 엘레먼트의 목표치를 크게 변경하여 버리면 기판표면의 온도가 불안정하게 되어, 온도의 편차가 생겨 버린다. 이 결과 가열 엘레먼트의 사이에서 승온 커브가 크게 차이가 나서, 기판의 온도에 대해서 면내균일성이 나빠져서, 막두께, 막질의 균일성 혹은 레지스트 패턴의 선폭 균일성이 나빠진다. 요컨대 특허문헌 1의 수법은, 승온공정에 적용하기 위해서는 맞지 않는다. 최근, 반도체 디바이스의 막두께가 얇아지고, 또한 패턴의 선폭이 좁아지는 경향에 있기 때문에, 이후는 기판을 승온하는 단계에서도 기판표면이 높은 면내온도균일성이 요구된다.

또한 특허문헌 2에서도, 온도분포데이터에 따라서 가열상태를 제어하고 있어, 이것도 승온후에는 유효하지만, 승온도중에는 상기와 같은 문제가 있다.

본 발명은, 이러한 배경하에서 행하여진 것으로서, 그 목적은, 가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 데 있어서, 기판을 목표온도까지 신속히 승온시킬 수 있는 기술을 제공하는 것에 있다. 본 발명의 다른 목적은, 복수의 가열수단에 의해 가열플레이트를 가열하는 경우에, 기판의 승온시에 있어서 높은 면내온도균일성을 얻을 수 있는 기술을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

[과제를 해결하기 위한 수단]

본 발명은, 가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 열처리장치에 있어서,

상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 해당 기판의 표면이 미리 설정된 승온패턴으로 승온하도록 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 제 1 조절부와,

상기 가열플레이트에 얹어 놓여진 기판의 표면의 온도를 측정하는 비접촉온도측정부와,

상기 비접촉온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차를 구하는 수단과,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간과, 상기 공급전력의 보정량을 대응시킨 데이터를 기억하는 기억부와,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간에 따라서 상기 기억부에 기억된 데이터로부터 상기 공급전력의 보정량을 읽어 내고, 이 보정량에 의해 상기 공급전력의 지령치를 보정하는 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

「상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 해당 기판의 표면이 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 가열수단의 공급전력지령치를 출력한다」란, 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여진 시점에서, 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 공급전력지령치의 출력을 시작하는 경우에 한정하지 않고, 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여진 시점의 직전 또는 직후도 포함하는 의미이다. 기억부내의 데이터 예를 들면 테이블에 있어서의 「가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간」이란, 그 때의 기판의 온도목표치와 실질적으로 동일하다. 왜냐하면, 전자와 후자는 1대 1로 대응하고 있기 때문이다. 요컨대 보정량을 정하는 데 있어서, 상기 온도차 뿐만 아니라, 그 때의 기판의 온도가 어느 정도인가 하는 것을 결정인자의 하나로 하고 있는 것이다.

본 발명에 의하면, 기판의 표면이 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 가열수단의 공급전력지령치를 출력하고 있기 때문에, PID제어 등을 하는 경우에 비교해서 승온에 필요한 시간이 짧다. 그리고 비접촉온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차와, 그 때의 온도측정치(혹은 온도목표치)에 따라서 가열수단으로의 공급전력을 보정하고 있기 때문에, 그 상태에 적합한 적절한 보정이 되어, 기판의 온도가 신속히 목표온도로 안정된다.

본 발명의 구체적인 예로서는, 가열플레이트의 온도를 검출하는 온도검출부와, 미리 설정된 온도설정치와 상기 온도검출부에서 검출된 온도검출치에 따라서 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 제 2 조절부와, 제 1 조절부와 제 2 조절부와 사이에서 바뀌는 전환수단을 구비하고, 기판의 표면의 온도가 소정의 온도에 도달한 후에, 제 1 조절부에서 제 2 조절부로 바뀌도록 구성된다. 여기서 말하는 소정의 온도란, 기판의 프로세스온도에 한정되지 않고, 그 프로세스온도(목표온도)보다 낮은 온도도 포함된다. 보다 구체적인 예로서는, 제 1 조절부에 의해 제어가 행하여지기 전에는, 제 2 조절부에 의해 제어가 행하여지고, 그 전환의 타이밍은 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여진 시점에 한정되지 않고 그 직전 또는 직후이더라도 좋다. 또, 비접촉온도측정부는 예를 들면 방사온도계가 사용된다.

본 발명은, 가열수단이 서로 독립하여 전력공급이 제어되는 복수의 가열수단(가열요소)으로 이루어지는 경우에, 특히 뛰어난 효과를 발휘한다. 이 경우 이들 복수의 가열수단에 의해 온도제어되는 기판의 표면영역의 온도를 각각 측정하도록 복수의 비접촉온도측정부가 설치되고, 각 가열수단에 의해 온도제어되는 영역의 승온패턴이 갖추어지기 때문에, 승온공정에서의 기판의 면내온도균일성이 높다. 또한 상기 기억부에 기억된 공급전력의 보정량은, 예를 들면 공급전력에 가산되는 보정량 또는 공급전력의 배율이다. 나아가서는 또한 기억부에 기억된 공급전력의 보정량은, 지금까지의 공급전력의 부족분을 채우기 위해서 소정시간만큼 공급전력을 보정하기 위한 보정량과, 상기 소정시간 경과 후에, 이후의 공급전력의 부족분을 보상하기 위한 보정량을 포함하도록 하더라도 좋다.

다른 발명은, 가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 열처리방법에 있어서,

상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 해당 기판의 표면이 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 제 1 조절부로부터 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 공정과,

상기 가열플레이트에 얹어 놓여진 기판의 표면의 온도를 비접촉온도측정부에 의해 측정하는 공정과,

상기 비접촉온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차를 구하는 공정과,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간에 따라서 미리 작성한 데이터로부터 상기공급전력의 보정량을 읽어 내어, 이 보정량에 의해 상기 공급전력의 지령치를 보정하는 공정을 구비한 것을 특징으로 한다.

[발명의 실시형태]

본 발명의 열처리장치를 레지스트액을 도포한 마스크기판(레티클기판)에 대하여 베이킹처리하는 베이킹장치에 적용한 일실시의 형태에 대해서 설명한다. 이 실시형태는 열처리장치의 온도제어계에 특징이 있지만, 우선 열처리장치의 구조에 대해서 도 1을 참조하면서 설명한다.

이 열처리장치(2)에서는, 기판(G)에 레지스트 도포한 후, 레지스트액에 포함되는 용제를 제거하는 처리가 행하여진다. 도 1에 있어서, 도면부호 21은 처리용기이고, 그 측면에는, 둘레방향에 기판반송구인 개구부(21a)가 형성되어, 이 개구부(21a)를 통해 처리용기(21)의 내부에 도시되지 않은 반송아암을 역세스할 수 있도록 구성되며, 처리용기(21)의 천장부의 거의 중앙영역에는 배기구(22a)가 형성되고, 이 배기구(22a)에는 도시하지 않은 배기수단이 접속되어, 처리공간내의 분위기를 외부로 배기할 수 있도록 되어 있다. 상기 처리용기(21)의 개구부(21a)는, 통형상의 셔터(23)에 의해 개폐자유롭게 구성되어 있다. 이 셔터(23)는 후술의 가열플레이트(3)의 바깥쪽에 설치되는 통형상의 본체(23a)의 상단에 안쪽의 수평편(23b)을 형성한 형상으로 이루어진다. 이 셔터(23)는, 예를 들면 에어실린더로 이루어지는 승강기구(24)에 의해, 상기 수평편(23b)이 개구부(21a)의 위쪽근방에 위치하고, 해당 개구부(21a)를 거의 막는 위치와의 사이에서 조그마한 빈틈(E)을 형성하는 위치에서 정지하기 위한 스톱퍼이다.

상기 처리용기(21)의 내부에는 예를 들면 가열플레이트(3)가, 개구부(21a)를 통해 도시되지 않은 반송아암과의 사이에서 기판(G)의 주고 받음을 할 수 있는 위치에 설치되어 있다. 기판(G)은 이 가열플레이트(3)상에 예를 들면 프록시미티핀(31)을 통해, 예를 들면 가열플레이트(3)로부터 약간 예를 들면 0.5mm 정도 부상한 상태로 얹어 놓여져, 가열플레이트(3)에 의해 가열되도록 되어 있다.

이 가열플레이트(3)에는, 도시되지 않은 반송아암과의 사이에 기판(G)의 주고 받음을 하기 위한, 예를 들면 4개의 지지핀(33)이 설치되어 있다. 이 지지핀(33)은 가열플레이트(3)의 아래쪽에 설치된 유지플레이트(34a)를 통해 승강기구(34)에 연결되고, 이에 따라 지지핀(33)의 선단이 가열플레이트(3)의 표면에 대하여 출몰할 수 있도록 승강자유롭게 구성되어 있다.

상기 가열플레이트(3)는, 예를 들면 알루미늄합금이나 스테인리스강 등의 열전도성을 구비한 재질 혹은 질화알루미늄, 탄화규소 등의 세라믹 등에 의해 구성되어 있다. 이 가열플레이트(3)의 내부에는 가열수단을 이루는 저항발열체인 히터(32)가 설치되어 있다. 이 예에서는 히터(32)는 복수의 히터 예를 들면 도 2에 나타내는 바와 같이 가로 세로 3개씩 합계 9개의 히터를 포함한다. 이 때문에 도 1에서는 3개의 히터가 나타나게 되지만, 이들 히터에 대하여 편의상 부호(32a, 32b, 32c)를 할당하는 것으로 한다. 또한 상기 히터(32)(32a, 32b, 32c)의 근방(각 히터의 가열제어 담당영역)에 가열플레이트(3)의 온도를 검출하는 예를 들면 열전쌍으로 이루어지는 온도검출부(36)(36a, 36b, 36c)가 설치되어 있다. 또 상기 히터(32)의 분할패턴은 이에 한정되는 것이 아니라 예를 들면 기판(G)보다도 한결 작은 안쪽 히터와, 기판(G)의 재치영역을 둘러싸도록 링형상으로 설치된 바깥쪽 히터를 설치하도록 하여도 좋다.

상기 처리용기(21)내에는 상기 가열플레이트(3)와는 대향하여 기판(G)의 위쪽의 위치에 기판(G)의 표면 온도를 측정하는 비접촉온도측정부(4), 예를 들면 방사온도계, 적외선 카메라, 열류계가 있고, 이 예에서는 방사온도계가 설치되어 있다. 보다 자세히는, 9개의 히터(32)에 의해 각각 온도제어되는 기판(G)의 표면영역에 대향하여 9개의 비접촉온도측정부(4)가 설치되지만, 도면에 있어서는, 3개에 히터(32a~32c)에 대응하는 3개의 비접촉온도측정부(4a~4c)를 기재하고 있다. 상기 비접촉온도측정부(4)는, 대상물로부터의 복사열의 방사량을 검출하여, 그 검출치와 미리 요구된 방사율에 따라서 대상물의 표면온도를 측정하는 것이다.

도 3은 도 1중의 히터(32), 비접촉온도측정부(4)의 제어계에 대해서 나타내는 설명도이다. 도 3중 도면부호 5(5a, 5b, 5c)는 가열수단을 이루는 저항발열체인 히터(32)(32a, 32b, 32c)에 전력을 공급하는 전원부이다. 도 3중 도면부호 60a~60c는, 제어부(6)의 일부를 이루는 것으로서, 전원부(5)(5a, 5b, 5c)로부터 히터(32)(32a, 32b, 32c)에 공급되는 전력을 제어하는 온도컨트롤러이고, 온도검출부(36)(36a, 36b, 36c)로부터의 온도검출치[가열플레이트(3)의 온도]와 비접촉온도측정부(4)로부터의 온도측정치[기판(G)의 표면의 온도]를 입력하고 있다. 또한 도 3에 나타난 3개의 비접촉온도측정부(4a~4c) 이외의 비접촉온도측정부 및 3개의 히터(32a~32c) 이외의 히터 등에 대해서도 같은 제어계가 구성된다.

다음에 온도컨트롤러(60)(60a, 60b, 60c)에 대해서 도 4를 참조하면서 설명한다. 상기 온도컨트롤러(60)(60a, 60b, 60c)의 구성은 각각 동일하기 때문에, 그 중 하나에 대해서 설명한다.

도면부호 61은 온도목표치출력부이고, 온도목표치출력부(61)에는, 도 5에 나타내는 바와 같이 미리 설정된 승온시에서의 기판(G) 표면의 목표온도의 시계열데이터(승온패턴)가 기록되어 있다. 도 5중의 t0은 가열플레이트(3)에 기판(G)이 얹어 놓여졌을 때의 시간이고, t1은 승온공정의 종료시간이다. 또한, t0은 가열플레이트(3)에 기판(G)이 얹어 놓여졌을 때의 시간에 한정되지 않고, 가열플레이트(3)에 기판(G)이 얹어 놓여진 시점의 직전 또는 직후라도 좋다. 이 예에서는, 기판(G)의 표면의 목표온도가 120°C, 승온시간은 200초로 설정되어 있고, 상기 온도목표치출력부(61)는, 이 승온패턴을 기초로 하여 온도목표치(T0)가 출력된다. 상기 비교연산부(덧셈부)(63)는, 상기 온도목표치출력부(61)의 출력치인 온도목표치(T0)와 비접촉온도측정부(4)로 측정된 기판(G) 표면의 온도측정치(T1)와의 차분(差分)(ΔT)

= $T_0 - T_1$)을 추출하는 기능을 갖고 있다. 상기 기억부(62)에는, 도 6에 나타내는 바와 같이 상기 온도측정치(T_1)와 상기 온도차(ΔT)를 기초로 하여 전력지령치의 보정량(E_1)을 결정하는 데이터를 기억한 테이블이 놓여져 있다. 이 예에서는 보정량(E_1)은, 후술의 제 1 조절부(64)로부터의 전력지령치(E_0)의 배율로서 결정되어 있다. 또, 도 6의 수치는 본 발명의 실시형태의 이해를 쉽게 하기 위한 편의상의 값이다. 이 기억부(62)의 데이터에 따라서 전력지령치의 보정량(E_1)이 읽혀진다. 예를 들면, 온도측정치(T_1)가 79°C에서의 온도차(ΔT)가 -0.1°C인 경우, 전력의 보정량(E_1)은 ab이다.

도면부호 63은 온도목표치출력부(61)로부터 출력된 온도목표치(T_0)와 비접촉온도측정부(4)로 측정한 온도측정치(T_1)와의 편차를 추출하는 비교연산부(덧셈부)이고, 기억부(62)에 있어서는, 온도측정치(T_1)와 비교연산부(덧셈부)(63)에서 요구된 온도차에 따라서 도 6에 나타낸 테이블로부터 그 때의 보정량(E_1)이 읽혀진다. 도면부호 64는 제 1 조절부이고, 예를 들면 도 7에 나타내는 바와 같이 미리 설정된 승온시에서의 히터(32)로의 공급전력(정격출력에 대한 비율 : %)을 기록한 시계열 데이터를 기초로 하여 전력지령치(E_0)가 출력된다. 이 전력지령치(E_0)의 시계열 데이터는, 기판(G)의 표면온도가 도 5에 나타낸 승온패턴으로 승온하도록 설정되어 있다. 도면부호 65는 제 1 조절부로부터의 전력지령치(E_0)를 보정량(E_1)(배율)에 의해 보정하는 수단을 이루는 곱셈부이고, 보정량(E_1)과 전력지령치(E_0)와의 곱셈을 행한다. 도면부호 66은 제 2 조절부이고, 미리 설정된 가열플레이트(3)의 온도와 온도검출부(36)에 의해서 검출된 온도검출치(T_2)와의 편차분을 PID연산하여 연산출력을 전원부(5)에 출력한다. 도면부호 67은 곱셈부(65)로부터의 전력지령치와 제 2 조절부(66)로부터의 연산출력과의 한쪽을 선택하는 전환수단이다. 온도 컨트롤러(60)는, 실제로는 예를 들면 CPU, 프로그램을 격납한 ROM, 및 온도설정치를 기록한 메모리 등에 의해 구성되고, 또한 각 연산은 프로그램에 의해 행하여지지만, 도 4는 이미지구성을 블록화하여 기재하고 있다.

다음에 상술의 작용에 대해서 설명한다. 상기 열처리장치(2)에서는, 우선 셔터(23)를 하강시켜, 개구부(21a)를 통해서 도시되지 않은 반송아암을 처리용기(21)의 내부에 진입시키고, 이 도시되지 않은 반송아암과 지지핀(33)과의 협동작업에 의해 가열플레이트(3)에 대하여 기판(G)의 주고 받음이 행하여진다. 이렇게 해서 가열플레이트(3)의 소정의 위치에 기판(G)을 얹어 놓은 후, 도시되지 않은 반송아암을 퇴피시키고, 셔터(23)를 상승시켜, 배기부(22) 및 셔터(23) 사이에 빈틈(E)을 남기고 불완전하게 차단하는, 소위 마이크로스상태로서 배기를 하면서, 온도컨트롤러(60)로부터 보내어지는 제어신호를 기초로 전원부(5)가 가열플레이트(3)내의 히터(32)의 공급전력을 제어하여 기판(G)에 대하여 소정의 가열처리가 행하여진다.

여기서 온도컨트롤러(60)에 기억되어 있는 승온패턴 및 제 1 조절부(64)에 기억되어 있는 공급전력의 출력패턴에 관계되는 시간축은, 기판(G)이 가열플레이트(3)의 소정의 위치에 얹어 놓여진 시점을 기준으로 하고 있다.

기판(G)이 가열플레이트(3)에 얹어 놓여지면, 예를 들면 지지핀(33)의 하강완료신호가 보내지면, 전환수단(67)이 제 2 조절부(66)측으로부터 제 1 조절부(64)측으로 바뀐다. 즉 기판(G)이 가열플레이트(3)에 얹어 놓여지기 이전에는 전환수단(67)은 제 2 조절부(66)측으로 바뀌어져 있고 히터(32)는 PID제어되어 있다. 그리고 기판(G)이 가열플레이트(3)에 얹어 놓여지면, 전환수단(67)이 제 1 조절부(64)로 바뀌어, 제 1 조절부(64)로부터 전력지령치(E_0)가 출력(공급전력의 지령치가 읽혀진다)되는 동시에 온도목표치출력부(61)가 작동하여[온도목표치출력부(61)내의 승온패턴의 시계열데이터가 순차 읽혀지고], 여기에서 출력된 온도목표치(T_0)와 비접촉온도측정부(4)로부터의 온도측정치(T_1)가 비교연산부(덧셈부)(63)에 비교되어 그 차분이 추출된다. 기억부(62)로부터는, 도 6의 테이블로부터 온도측정치(T_1) 및 온도목표치(T_0)에 대응하는 전력보정치(E_1)가 읽혀지고, 제 1 조절부(64)로부터의 전력지령치(E_0)가 전력보정량(E_1)에 의해 보정되어 $E_0 \times E_1$ 의 값이 연산된다. 이 보정된 전력지령치에 의해, 전원부(5)로부터 히터(32)에 공급되는 전력이 제어되고, 이로써 히터(32)의 발열량이 조정된다. 도 4에서는, 소정의 타이밍으로 기억부(62)로부터 보정량(E_1)을 읽어 내어 전력보정을 하고 있지만, 비교연산부(덧셈부)(63)에서 추출된 온도차(ΔT)가 미리 설정된 온도차(ΔT)보다도 큰가를 판정수단으로 판정하여(구체적으로는 판정프로그램을 준비하여), 큰 경우에만 기억부(62)로부터 보정량을 읽어 내어 전력보정을 하도록 하여도 좋다.

여기서 기판(G)의 승온공정에 대해서 도 8을 참조하면서 설명한다. 도 8중 M으로 나타내는 실선은 미리 설정된 승온패턴(승온모델)을 나타내고 있고, 시간(t_1)에 있어서 기판(G)의 표면온도가 승온모델(M)로부터 벗어나 예를 들면 ΔT_1 만큼 낮아지면, 기억부(62)의 테이블로부터 온도차(ΔT) 및 그 때의 비접촉온도측정기(4)의 온도측정치(T_1)(혹은 시간)에 대응한 전력보정량(E_1)이 읽혀지고, 이 보정량에 의해 전력지령치(E_0)가 커지며, 그 결과기판(G)의 표면온도는 승온모델(M)에 일치하도록 상승한다.

또한 시간(t_2)에 있어서 기판(G)의 표면온도가 승온모델(M)로부터 벗어나서 예를 들면 ΔT_2 만큼 낮아지면, 마찬가지로 하여 기억부(62)의 테이블로부터 전력보정량(E_1)이 읽혀져서 전력지령치(E_0)가 커지고, 기판(G)의 표면의 온도가 승온모델(M)에 일치하도록 상승한다. 시간(t_2)에 있어서는 목표온도에 가까운 상태에 있기 때문에, ΔT_2 가 ΔT_1 과 같은 값이었다고 하여도, 보정량(E_1)은 시간(t_1)과는 다른 값으로 되어 있다. 그 이유는 기판온도에 의해서 투입열량과 도망가는 열량이 양쪽다 변하기 때문에, 보정량(E_1)이 동일하게 설정되어 있으면 기판(G)의 표면온도가 승온모델(M)로부터 벗어나 버리고, 온도편차가 생겨 목표온도로 안정되기까지의 시간이 예정보다도 늦어 버리기 때문이다. 즉 상기 기억부(62)에 기록되어 있는 보정량(E_1)은, 그 때까지 부족한 전력량과 이후 부족한 전력을 승온종료까지의 전력지령치에 균등하게 할당하기 위한 값으로서 설정되어 있다. 가령 그 때까지 부족한 전력량만을 보정량으로 하면, 승

온모델(M)이 벗어난 포인트로부터, 해당 승온모델(M)과 같은 경사로 승온하여, 온도차가 남아 버린다.

기판(G)의 표면온도가 목표온도에 도달한 후에는, 전환수단(67)이 제 2 조절부(66)측으로 바뀌어, PID제어에 의해서 히터(32)로의 공급전력이 제어된다. 이 전환의 타이밍은, 시간에 의해서 관리하더라도 좋고, 비접촉온도측정부(4)로부터의 온도측정치(T1)가 목표치에 도달한 시점이라도 좋지만, 히터(32)가 복수 분할되어 있는 경우는, 시간 관리 쪽이 용이하다. 도 9는 기판(G)이 가열플레이트(3) 위에 얹어 놓여지기 전의 상태 및 얹어 놓여진 후의 상태에 있어서, 가열플레이트(3)의 온도와 기판(G) 표면온도와와의 추이를 나타내고 있다. 또, 제 1 조절부(64)로부터 제 2 조절부(66)측으로 바뀌는 타이밍은, 기판(G)의 표면온도가 목표온도에 도달한 후, 예를 들면 목표온도로 안정한 후이더라도 좋지만, 목표온도로 안정하기 전이더라도 좋고, 혹은 목표온도보다도 낮은 소정의 온도로 도달한 후이더라도 좋다. 이 경우의 소정의 온도란, 너무 낮으면 승온에 긴 시간이 걸려 버리기 때문에, 승온모델에 따라서 승온시킴으로써 신속히 승온시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있는 정도의 온도인 것이 필요하다.

상술의 실시형태에 의하면, 기판(G)의 승온공정에서 PID제어를 하는 것은 아니고, 미리 설정된 승온패턴(M)이 되도록 전력지령치(E0)를 출력하여 히터(32)를 발열시키고 있기 때문에, 신속히 목표온도까지 승온하여, 스루풋의 향상을 꾀할 수 있다. 또한 기판(G)의 사이즈오차에 의해 열용량의 차이나 처리용기(21)내의 기류의 변동 등에 의해 기판(G)의 실제 온도가 예정하고 있는 승온패턴(M)으로부터 벗어나더라도 그 때의 온도 및 온도차에 적합한 보정량에 의해 히터(32)로의 공급전력이 보정되기 때문에, 면내온도편차가 일어나거나 혹은 일어난다고 해도 그 정도가 작고, 따라서 신속히 목표온도로 안정된다.

그리고 상술의 예에서는 히터(32)가 복수로 분할되어, 각 히터(32a 32c) 등에 의해, 대응하는 영역이 제어되지만, 각 히터(32)에 대응하는 기판(G)의 표면온도의 승온패턴(M)이 갖추어지도록 제 1 조절부(64)가 설정되어 있고, 다시 말하면 각 온도컨트롤러(60)에 있어서의 제 1 조절부(64)로서 설정된 승온패턴(M)이 서로 갖추어져 있고, 더구나 이미 서술한 바와 같이 전력보정을 함으로써 기판(G)의 각 영역이, 미리 설정된 승온패턴(M)에 정밀도 좋게 추종하여 승온하도록 컨트롤되기 때문에, 결과적으로 승온공정에서의 기판(G)의 면내온도균일성이 높고, 또한 승온이 빠르기 때문에, 잔존하는 면내온도편차의 시간적분도 억제할 수 있고, 따라서 균일한 가열처리를 할 수 있어 예를 들면 도포막의 면내균일성이 향상한다. 또, 본 발명은 히터가 복수로 분할되어 있지 않은 경우에도 적용할 수가 있어, 그 경우에 있어서도 기판(G)의 온도가 신속히 목표온도로 안정된다고 하는 효과를 얻을 수 있다.

또한 온도측정치(T1)와 온도목표치(T0)와의 온도차(ΔT)가 미리 설정한 이상온도차보다도 커졌을 때는, 알람발생수단에 의해 알람을 발생시키고, 또한 후속의 기판(G)의 반송정지 및 열처리장치(2)의 정지를 하도록 하여도 좋고, 이와 같이 하면 기판(G)이 예정위치로부터 크게 벗어나서 가열플레이트(3)에 얹어 놓여진 경우나 기류에 이상이 생긴 경우 등의 이상을 검출하여, 그 후의 트러블에 재빨리 대처할 수가 있다.

그리고 기억부(62)로부터 읽어낸 보정량(E1)에 의해 전력지령치(E0)를 보정하는 수단은, 곱셈부로 하는 대신에 덧셈부로 하여, 기판(G)의 표면온도가 낮아진 경우에는, 전력지령치(E0)에 보정을 가산하고(양의 값의 보정량을 더하고), 기판(G)의 표면온도가 높아진 경우에는, 전력지령치(E0)로부터 보정량(E1)을 빼(음의 값의 보정을 더하고)도록 하여도 좋다. 이 경우 기억부(62)에는, 가산해야 할 보정량(E1)이 기록되는 것이 된다.

상술의 예의 전력보정은, 지금까지 부족한 전력과 이후 부족한 전력을 승온종료까지의 사이에 균등하게 할당하는 수법이었지만, 보정량(E1)으로서, 지금까지의 부족분을 짧은 시간에 채우기 위한 값과, 이후의 부족분을 추출하기 위한 값으로 나누도록 하더라도 좋다. 구체적으로는 기억부(62)의 보정량(E1)의 난에, 지금까지의 부족분을 추출하기 위한 큰 보정량(E1)과 그 보정량(E1)을 출력하는 시간(짧은 시간)과, 이후 부족분을 추출하기 위한 보정량(E1)이 기록되어 있고, 예를 들면 임의 온도차(ΔT)를 검출한 후, 곱셈부(65)에 대하여 임의 짧은 시간만큼 배율 1.2가 출력되고, 그 후 배율 0.8이 출력되었다는 보정이 행하여지게 된다.

본 발명은, 레지스트액을 도포한 후의 기판의 가열뿐만 아니라, 세정후의 가열건조나, 노광후의 포스트 익스포저 베이크나 현상후의 포스트베이크 등의 열처리에 적용할 수가 있다.

이하에 상술의 열처리장치를 조립한 도포, 현상의 전체구성에 대해서 도 10 및 도 11을 참조하면서 간단히 설명해 둔다. 도 10 및 도 11에 있어서 도면부호 B1은 예를 들면 5장의 기판 예를 들면 마스크기판(G)이 수납된 캐리어(C)를 반입 반출하기 위한 캐리어블록이고, 이 캐리어블록(B1)은, 상기 캐리어(C)를 얹어 놓은 캐리어 재치부(81)와 주고받음수단(82)을 구비하고 있다.

상기 주고받음수단(82)은 캐리어(C)로부터 기판(G)을 추출하여, 추출한 기판(G)을 캐리어블록(B1)의 안쪽에 설치되어 있는 처리부(B2)로 주고받도록 좌우, 전후로 이동자유롭고, 승강자유로우며, 연직축 둘레로 회전자유롭게 구성되어 있다.

처리부(B2)의 중앙에는 반송아암(83)이 설치되어 있고, 이것을 둘러싸도록 예를 들면 캐리어블록(B1)으로부터 안을

보아 예를 들면 오른쪽에는 도포유닛(84) 및 현상유닛(85)가, 왼쪽에는 세정유닛(86)가, 앞쪽 안쪽에는 가열·냉각계의 유닛 등을 다단으로 겹쳐 쌓은 선반유닛(U1,U2)가 각각 배치되어 있다. 도포유닛(84)는, 기판(G)에 레지스트액을 도포하는 처리를 하는 유닛, 현상유닛(85)는 노광후의 기판에 현상액을 묻혀 소정시간 그 상태로 하여 현상처리를 하는 유닛, 세정유닛(86)는 레지스트액을 도포하기 전에 기판을 세정하기 위한 유닛이다.

상기 선반유닛(U1,U2)는, 복수의 유닛이 쌓아 올려져서 구성되고, 예를 들면 도 11에 나타내는 바와 같이, 열처리장치(2)나, 냉각유닛(87)외에, 기판(G)의 주고받음유닛(88) 등이 상하에 할당되어 있다. 상기 반송아암(83)은, 승강자유롭고, 진퇴자유로우며, 연직축 둘레로 회전자유롭게 구성되고, 선반유닛(U1, U2) 및 도포유닛(84), 현상유닛(85) 및 세정유닛(86)의 사이에서 기판(G)을 반송하는 역할을 가지고 있다. 다만 도 11에서는 편의상 주고받음수단(82) 및 반송아암(83)은 도시하고 있지 않다.

상기 처리부(B2)는 인터페이스부(B3)를 통해 노광장치(B4)와 접속되어 있다. 인터페이스부(B3)는 주고받음수단(89)을 구비하고 있으며, 이 주고받음수단(89)은, 예를 들면 승강자유롭고, 좌우, 전후로 이동자유로우며, 또한 연직축 둘레로 회전자유롭게 구성되어, 상기 처리블록(B2)과 노광장치(B4)와의 사이에서 기판(G)의 주고받음을 하게 되어 있다.

이러한 도포막형성장치에 있어서의 기판(G)의 흐름에 대해서 서술해두면, 우선 외부에서 캐리어(C)가 캐리어 재치부(81)에 반입되어, 주고받음수단(82)에 의해 이 캐리어(C)내에서 기판(G)이 추출된다. 기판(G)은 주고받음수단(82)으로부터 선반유닛(U1)의 주고받음 유닛(88)를 통해 반송아암(83)에 주고받아지고, 소정의 유닛으로 순차 반송된다. 예를 들면 세정유닛(86)에서 소정의 세정처리가 행하여지고, 열처리유닛(2)의 하나로서 가열건조가 행하여진 후, 냉각유닛(87)에서 소정의 온도로 조정되어, 도포유닛(84)에서 도포막의 성분이 용제에 용해된 레지스트액의 도포처리가 행하여진다.

계속해서 기판(G)은 열처리장치(2)의 하나로서, 소정온도로 가열되어 레지스트액중의 용제를 증발시켜 제거하는 프리베이크처리가 행하여진 후, 냉각유닛(87)의 하나로서 소정의 온도로 조정되고, 이어서 반송아암(83)에 의해 선반유닛(U2)의 주고받음 유닛(88)를 통해 인터페이스부(B3)의 주고받음수단(89)에 주고받아지며, 이 주고받음수단(89)에 의해 노광장치(B4)에 반송되어, 소정의 노광처리가 행하여진다. 이후 기판(G)은, 인터페이스부(B3)를 통해 처리부(B2)에 반송되고, 열처리장치(2)의 하나로서 소정의 온도로 가열되어, 포스트 익스포저 베이킹처리가 행하여진다. 이어서 냉각유닛(87)에서 현상액이 묻어 소정의 현상처리가 행하여진다. 이렇게 해서 소정의 회로패턴이 형성된 기판(G)은 반송아암(83), 캐리어블록(B1)의 주고받음수단(82)을 통해, 예를 들면 원래의 캐리어(C)내에 복귀된다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 데 있어서, 기판을 목표온도로 신속하게 안정시킬 수 있다. 또한 복수의 가열수단에 의해 가열플레이트를 가열하는 경우에는, 기판의 승온시에 있어 높은 면내온도균일성을 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 열처리장치에 있어서,

상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 해당 기판의 표면이 미리 설정한 승온패턴으로 승온하도록 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 제 1 조절부와,

상기 가열플레이트에 얹어 놓여진 기판의 표면 온도를 측정하는 비접촉온도측정부와,

상기 비접촉온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차를 구하는 수단과,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간과, 상기 공급전력의 보정량을 대응시킨 데이터를 기억하는 기억부와,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간에 의거하여 상기 기억부에 기억된 데이터로부터 상기 공급전력의 보정량을 읽어 내고, 이 보정량에 의해 상기 공급전력의 지령치를 보정하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 가열플레이트의 온도를 검출하는 온도검출부와,

미리 설정된 온도설정치와 상기 온도검출부에서 검출된 온도검출치에 의거하여 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 제 2 조절부와,

제 1 조절부와 제 2 조절부와 사이에서 전환하는 전환수단을 구비하며,

기판의 표면 온도가 소정온도에 도달한 후, 제 1 조절부에서 제 2 조절부로 바뀌는 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여지기 전에는, 제 2 조절부로 바뀌어져 있는 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항중 어느 한 항에 있어서, 가열수단은, 서로 독립하여 전력공급이 제어되는 복수의 가열수단으로 이루어지고, 이들 복수의 가열수단에 의해 온도제어되는 기판표면영역의 온도를 각각 검출하도록 복수의 비접촉온도 측정부가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항중 어느 한 항에 있어서, 기억부에 기억된 공급전력의 보정량은, 공급전력에 가산되는 보정량 또는 공급전력의 배율인 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서, 기억부에 기억된 공급전력의 보정량은, 지금까지의 공급전력의 부족분을 채우기 위해 소정시간만큼 공급전력을 보정하기 위한 보정량과, 상기 소정시간 경과후에, 이후의 공급전력의 부족분을 보상하기 위한 보정량을 포함하는 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 비접촉온도측정부는, 방사온도계로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 열처리장치.

청구항 8.

가열수단을 구비한 가열플레이트에 기판을 얹어 놓고 열처리하는 열처리방법에 있어서,

상기 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 해당 기판의 표면이 미리 설정된 승온패턴으로 승온하도록 제 1 조절부에서 가열수단의 공급전력지령치를 출력하는 공정과,

상기 가열플레이트에 얹어 놓여진 기판의 표면 온도를 비접촉온도측정부에 의해 측정하는 공정과,

상기 비접촉온도측정부로부터의 온도측정치와 그 때의 기판표면의 온도목표치와의 온도차를 구하는 공정과,

상기 온도차와, 그 때의 온도측정치 또는 가열플레이트에 기판을 얹어 놓았을 때를 기준으로 한 시간에 의거하여 미리 작성한 데이터로부터 상기공급전력의 보정량을 읽어 내어, 이 보정량에 의해 상기 공급전력의 지령치를 보정하는 공정을 구비한 것을 특징으로 하는 열처리방법.

청구항 9.

제 8 항에 있어서, 가열플레이트에 기판이 얹어 놓여지기 전에 있어서, 제 2 조절부에 의해 미리 설정된 온도설정치와 가열플레이트의 온도검출치에 의거하여 가열수단을 제어하는 공정과,

가열플레이트에 기판이 얹어 놓여졌을 때에, 제 1 조절부에 의해 가열수단을 제어하는 공정과,

기판의 표면 온도가 소정온도에 도달한 후에 있어서, 제 2 조절부에 의해 미리 설정된 온도설정치와 가열플레이트의 온도검출치에 의거하여 가열수단을 제어하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 열처리방법.

청구항 10.

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 가열수단은, 서로 독립하여 전력공급이 제어되는 복수의 가열수단으로 이루어지고, 이들 복수의 가열수단에 의해 온도제어되는 기판의 표면영역 온도를 각각 복수의 비접촉온도측정부에 의해 측정하는 것을 특징으로 하는 열처리방법.

청구항 11.

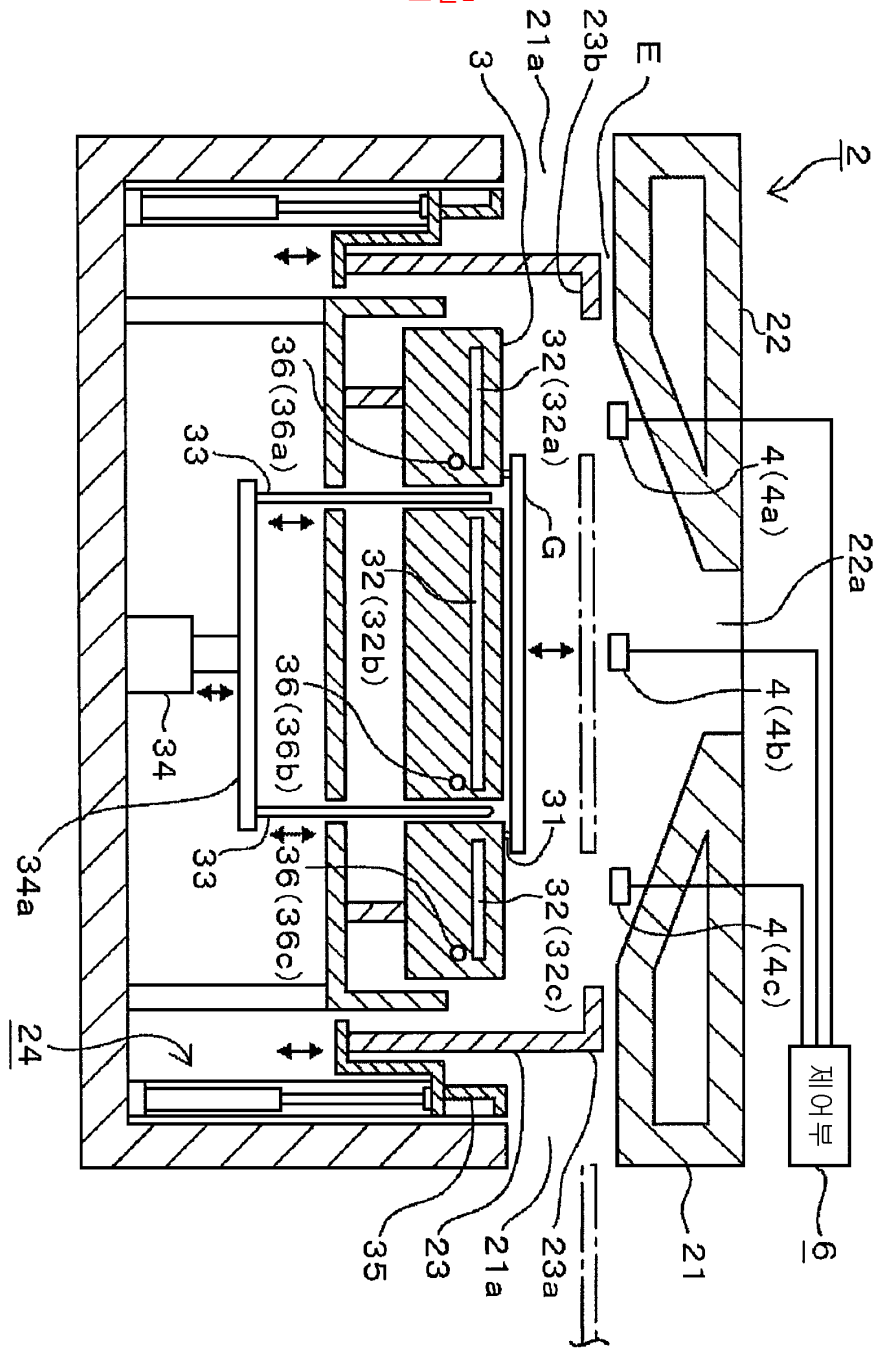
제 8 항 내지 제 10 항중 어느 한 항에 있어서, 보정량에 의해 상기공급전력의 지령치를 보정하는 공정은, 공급전력의 지령치에 보정량을 가산하는 공정 또는 공급전력의 지령치에 보정량에 대응하는 배율을 곱하는 공정인 것을 특징으로 하는 열처리방법.

청구항 12.

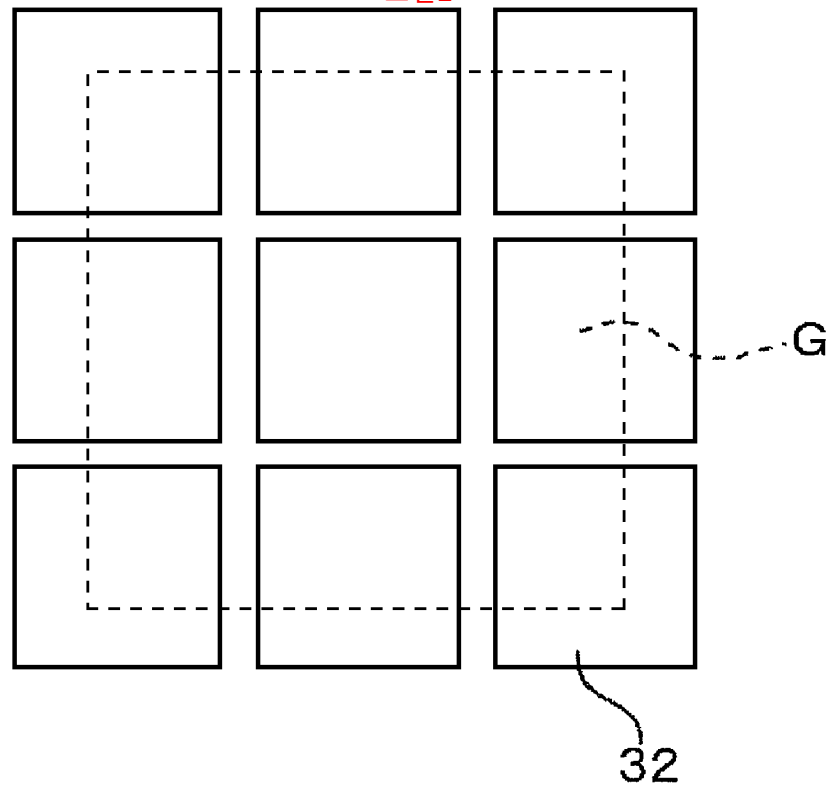
제 8 항 내지 제 11 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 공급전력의 지령치를 보정하는 공정은, 지금까지의 공급전력의 부족분을 채우기 위해서 소정시간만큼 공급전력의 지령치를 보정하는 공정과, 상기 소정시간 경과 후에, 이후의 공급전력의 부족분을 보상하기 위해서 공급전력의 지령치를 보정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 열처리방법.

도면

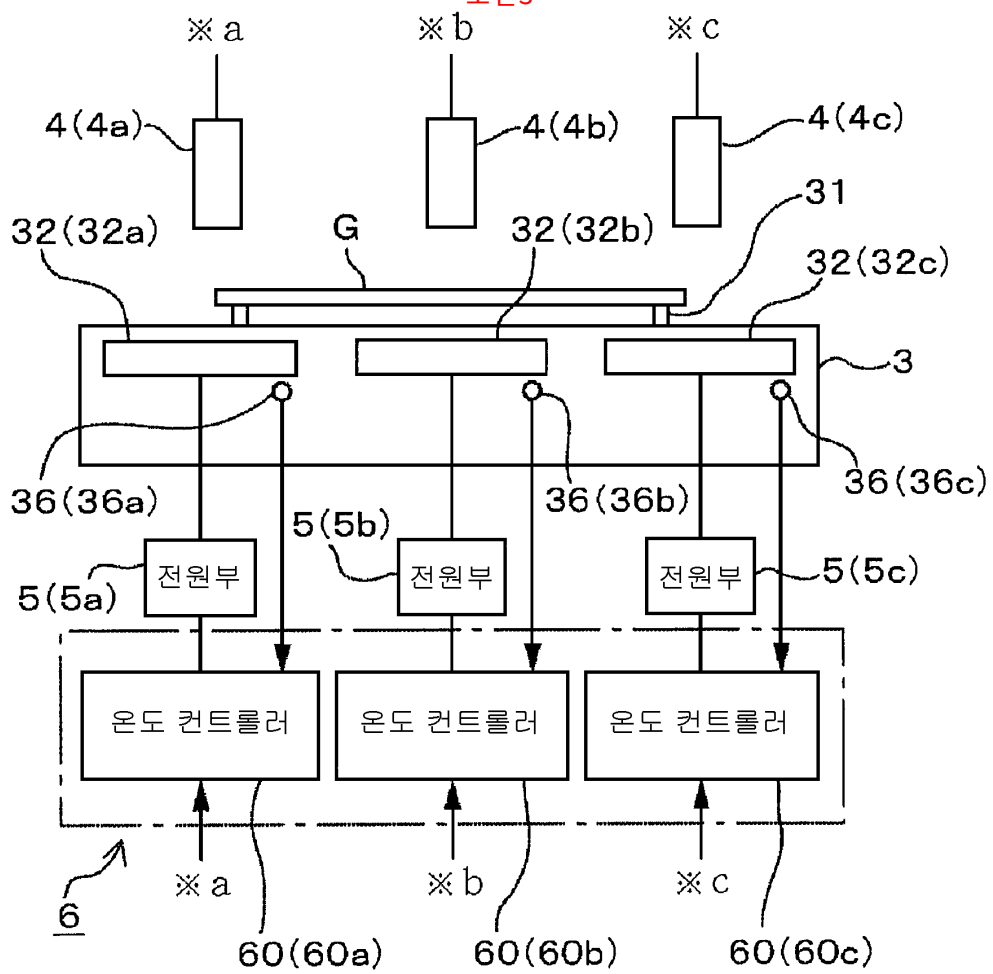
도면1

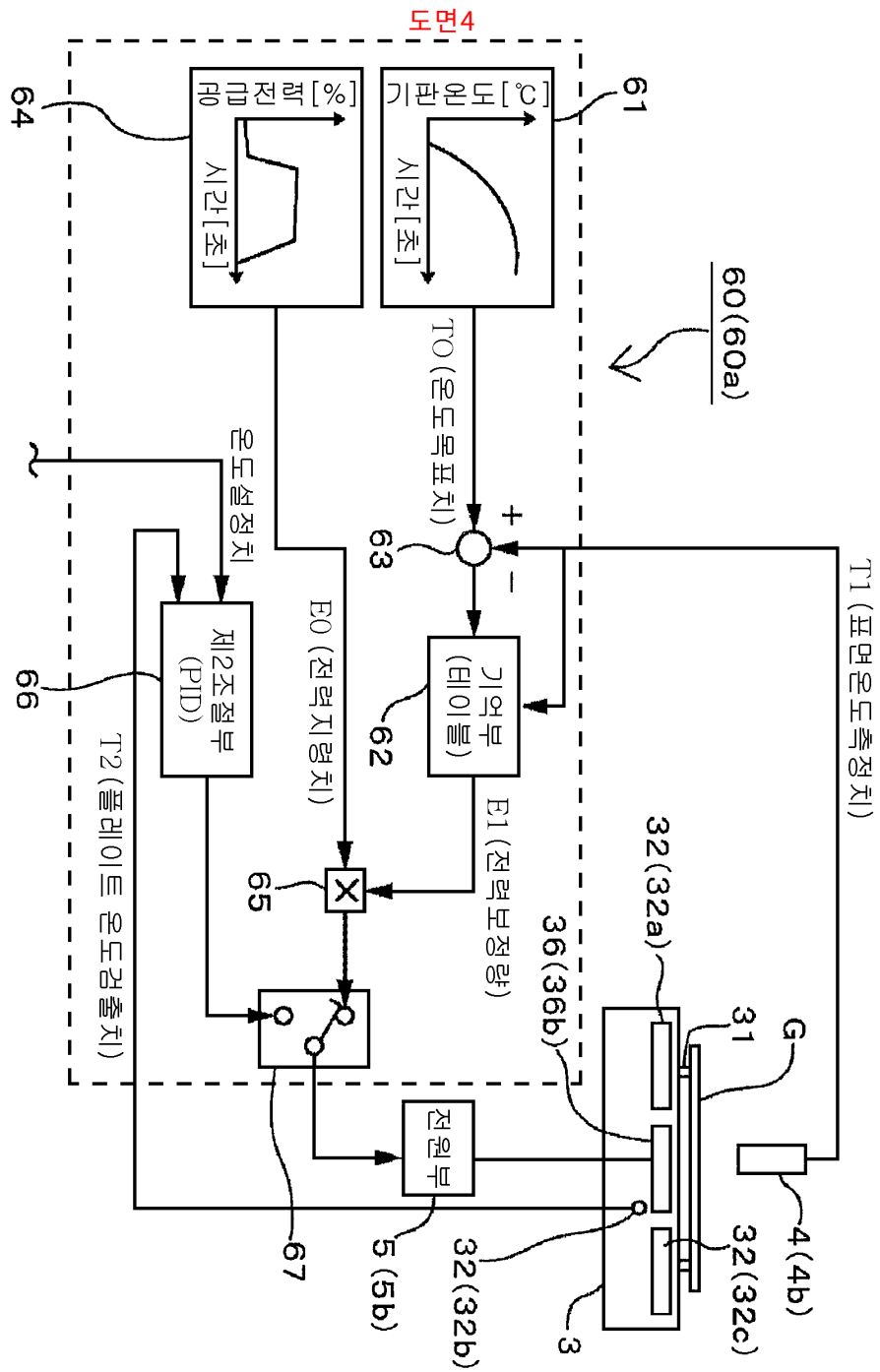


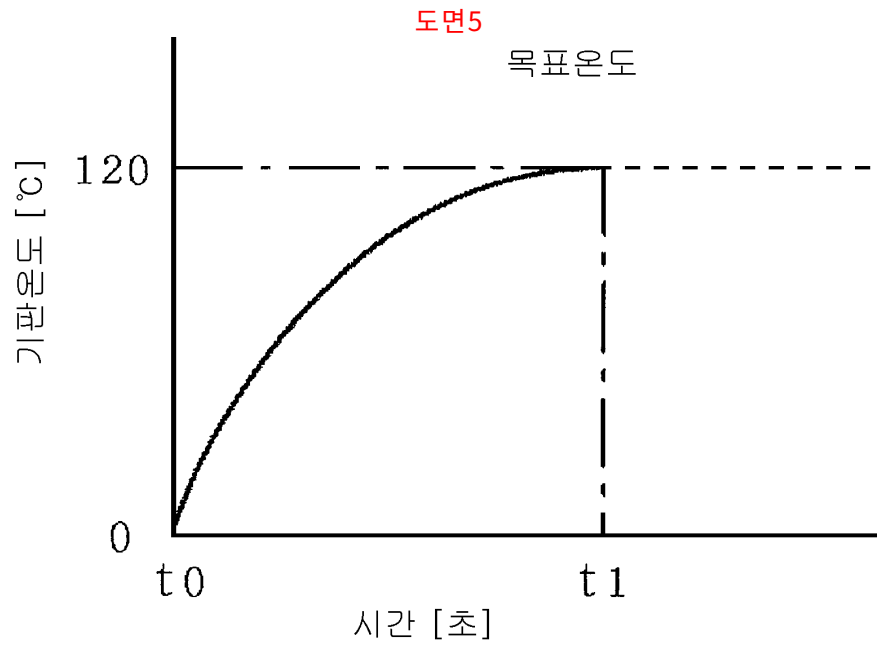
도면2



도면3







도면6

온도 측정치(°C) \ 온도차(°C)	---	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	---
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
79	---	aa	ab	ac	ad	---
80	---	ba	bb	bc	bd	---
81	---	ca	cb	cc	cd	---
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

