



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0028689
 (43) 공개일자 2013년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01L 21/268 (2006.01) (21) 출원번호 10-2012-0099334 (22) 출원일자 2012년09월07일 심사청구일자 2012년09월07일 (30) 우선권주장 JP-P-2011-196658 2011년09월09일 일본(JP)	(71) 출원인 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코 (72) 발명자 아시다 미츠토시 일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미즈자와 650 도쿄 엘렉트론 야마나시 가부시키키가이샤 내 (74) 대리인 제일특허법인
---	---

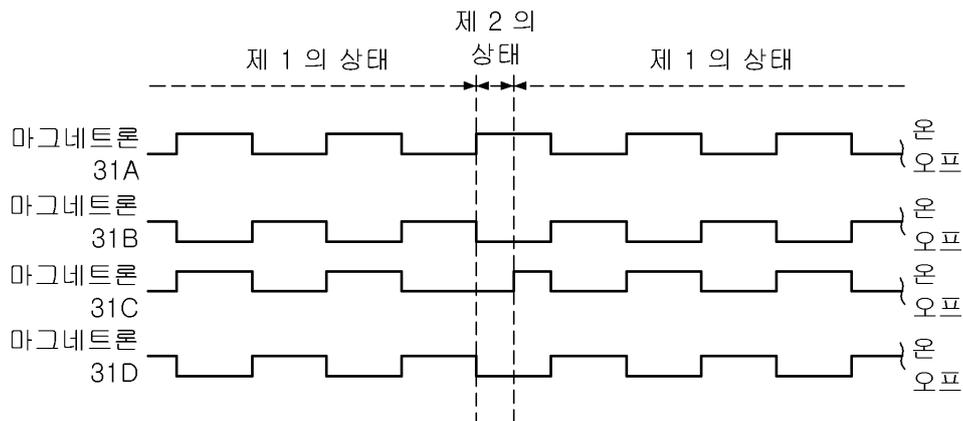
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로파 처리 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요약

마이크로파 처리 장치(1)에 있어서 복수의 마이크로파원과 처리용기의 사이의 임피던스 정합의 정밀도를 향상시킨다. 마이크로파 처리 장치(1)는 웨이퍼 W를 수용하는 처리용기(2)와, 웨이퍼 W를 처리하기 위한 마이크로파를 생성해서 처리용기(2)에 도입하는 마이크로파 도입 장치(3)와, 마이크로파 도입 장치(3)를 제어하는 제어부(8)를 구비하고 있다. 마이크로파 도입 장치(3)는 마이크로파를 생성하는 복수의 마그네트론(31)과, 복수의 마그네트론(31)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 전송하는 복수의 도파관(32)을 갖고, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 것이 가능하다. 제어부(8)는 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 제 1 상태가 지속되고 있는 동안에, 선택적 또한 일시적으로, 복수의 마그네트론(31) 중의 1개에 의하여 마이크로파를 생성하고, 이 마이크로파만을 처리용기(2)에 도입하는 제 2 상태로 전환한다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

피처리체를 수용하는 처리용기와,

상기 피처리체를 처리하기 위한 마이크로파를 생성해서 상기 처리용기에 도입하는 마이크로파 도입 장치와,

상기 마이크로파 도입 장치를 제어하는 제어부

를 구비한 마이크로파 처리 장치로서,

상기 마이크로파 도입 장치는 상기 마이크로파를 생성하는 복수의 마이크로파원과, 상기 복수의 마이크로파원에 의해 생성된 상기 마이크로파를 상기 처리용기에 전송하는 복수의 전송로를 갖고, 상기 마이크로파의 일부를 동시에 상기 처리용기에 도입하는 것이 가능하고,

상기 제어부는 상기 마이크로파의 일부를 동시에 상기 처리용기에 도입하는 제 1 상태에서, 선택적 또한 일시적으로, 상기 복수의 마이크로파원 중의 1개에 의하여 마이크로파를 생성하고, 해당 마이크로파만을 상기 처리용기에 도입하는 제 2 상태로 전환하고, 제 2 상태의 종료 시에, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환하는 것을 특징으로 하는

마이크로파 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로파 도입 장치는 상기 복수의 전송로에 있어서의 상기 처리용기로부터의 반사파를 검출하기 위한 복수의 검출기를 더 갖고,

상기 제 1 상태는 상기 피처리체를 처리하기 위한 주요한 상태이고, 상기 제 2 상태는 상기 복수의 전송로 중, 상기 제 2 상태에 있어서 생성된 상기 마이크로파를 전송하는 전송로에 있어서의 반사파를 검출하기 위한 상태인 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제 2 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 기초하여, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성한 마이크로파원과 상기 처리용기와의 사이의 임피던스 정합을 실행하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제 1 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 기초하여, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원을 결정하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 마이크로파원은 상기 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 상기 마이크로파를 생성하

지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하는 복수의 제 1 종류의 마이크로파원과, 상기 복수의 제 1 종류의 마이크로파원과 동시에 마이크로파를 생성하지 않도록 상기 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 상기 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하는 복수의 제 2 종류의 마이크로파원을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 상태에서 상기 제 2 상태로의 전환은 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이, 상기 제 1 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하지 않는 상태에서 상기 마이크로파를 생성하는 상태로 전환되는 타이밍에 실행되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 상태가 지속되는 시간은, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이 상기 제 1 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 상태 중 1회의 시간 이하이며,

상기 제 2 상태에서 상기 제 1 상태로 전환되는 전후에 걸쳐서, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이 상기 마이크로파를 생성하는 상태를 지속시키는 시간은 상기 1회의 시간과 동등한 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로파는 상기 피처리체에 조사되어 상기 피처리체를 처리하기 위한 것임을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치.

청구항 9

피처리체를 수용하는 처리용기와, 상기 피처리체를 처리하기 위한 마이크로파를 생성해서 상기 처리용기에 도입하는 마이크로파 도입 장치를 구비한 마이크로파 처리 장치를 제어하는 방법으로서, 상기 마이크로파 도입 장치는 상기 마이크로파를 생성하는 복수의 마이크로파원과, 상기 복수의 마이크로파원에 의해서 생성된 상기 마이크로파를 상기 처리용기에 전송하는 복수의 전송로를 갖고, 상기 마이크로파의 일부를 동시에 상기 처리용기에 도입하는 것이 가능하고,

상기 제어 방법은 상기 마이크로파의 일부를 동시에 상기 처리용기에 도입하는 제 1 상태에서, 선택적 또한 일시적으로, 상기 복수의 마이크로파원 중의 1개에 의하여 마이크로파를 생성하고, 해당 마이크로파만을 상기 처리용기에 도입하는 제 2 상태로 전환하고, 제 2 상태의 종료 시에, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환하는 것을 특징으로 하는

마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 마이크로파 도입 장치는 상기 복수의 전송로에 있어서의 상기 처리용기로부터의 반사파를 검출하기 위한 복수의 검출기를 더 갖고,

상기 제 1 상태는 상기 피처리체를 처리하기 위한 주요한 상태이고,

상기 제 2 상태는 상기 복수의 전송로 중, 상기 제 2 상태에 있어서 생성된 상기 마이크로파를 전송하는 전송로에 있어서의 반사파를 검출하기 위한 상태인 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 기초하여, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성한 마이크로파원과 상기 처리용기와의 사이의 임피던스 정합을 실행하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 기초하여, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원을 결정하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 마이크로파원은 상기 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 상기 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하는 복수의 제 1 종류의 마이크로파원과, 상기 복수의 제 1 종류의 마이크로파원과 동시에 마이크로파를 생성하지 않도록 상기 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 상기 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하는 복수의 제 2 종류의 마이크로파원을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 상태에서 상기 제 2 상태로의 전환은 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이, 상기 제 1 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하지 않는 상태에서 상기 마이크로파를 생성하는 상태로 전환되는 타이밍에 실행되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 2 상태가 지속되는 시간은 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이 상기 제 1 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 상태 중 1회의 시간 이하이고,

상기 제 2 상태에서 상기 제 1 상태로 전환되는 전후에 걸쳐서, 상기 제 2 상태에 있어서 상기 마이크로파를 생성하는 마이크로파원이 상기 마이크로파를 생성하는 상태를 지속시키는 시간은 상기 1회의 시간과 동등한 것을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

청구항 16

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로파는 상기 피처리체에 조사되어 상기 피처리체를 처리하기 위한 것임을 특징으로 하는 마이크로파 처리 장치의 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 마이크로파를 처리용기에 도입해서 소정의 처리를 실행하는 마이크로파 처리 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 디바이스의 제조 과정에서는 피처리 기판인 반도체 웨이퍼에 대해, 성막 처리, 에칭 처리, 산화 확산 처리, 개질 처리, 어닐 처리 (annealing) 등의 각종 열처리가 실시된다. 이러한 열처리는 일반적으로 가열용의 램프나 히터를 구비한 기판 처리 장치를 이용하여, 반도체 웨이퍼를 가열하는 것에 의해서 실행된다.

[0003] 그런데, 최근, 반도체 웨이퍼에 대해 열처리를 실시하는 장치로서, 램프나 히터 대신에 마이크로파를 사용하는 장치가 알려져 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에는 마이크로파 에너지를 사용하여, 경화, 어닐링, 막 형성을 실행하는 열처리 시스템이 기재되어 있다. 또한, 특허문헌 2에는 표면에 성막 재료층이 형성된 반도체 웨이퍼에 전자파(마이크로파)를 조사하는 것에 의해, 성막 재료를 가열해서 박막을 형성하는 열처리 장치가 기재되어 있다. 이러한 마이크로파 처리 장치는 특히, 불순물의 확산을 억제하면서 얇은 활성층을 형성하는 것이나, 격자 결손(格子欠損)을 수복하는 것이 가능하다고 알려져 있다.

[0004] 특허문헌 1 및 2에 기재된 바와 같은 마이크로파 처리 장치는 아니지만, 특허문헌 3에는 복수의 마그네트론 고주파 발전부를 구비한 마이크로파 플라즈마 방전 처리 장치가 기재되어 있다. 또한, 특허문헌 3에는 이 마이크로파 플라즈마 방전 처리 장치에 있어서, 마그네트론 고주파 발전부와 처리 시료가 설치된 저밀도 플라즈마 영역의 사이에 존재하는 고밀도 플라즈마 영역에 있어서 임피던스를 정합하는 기술이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공개공표 제 2009-516375호
 (특허문헌 0002) 일본 특허공개공보 제 2010-129790호
 (특허문헌 0003) 일본 특허공개공보 제 2005-259633호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 마이크로파 처리 장치에 있어서 마이크로파를 생성하는 마이크로파원으로서 일반적으로 마그네트론이 이용된다. 여기서, 마그네트론 1개당 출력력이, 300mm 직경 등의 대형의 반도체 웨이퍼에 대하여 부족한 경우에는 복수의 마그네트론이 마련되어, 복수의 마이크로파가 동시에 처리용기에 도입된다.

[0007] 그런데, 마이크로파 처리 장치에 있어서, 반도체 웨이퍼에 대한 처리가 진행하면, 예를 들면, 반도체 웨이퍼의 표면 상태가 변화하거나, 반도체 웨이퍼의 온도가 변화하는 것에 의해서, 처리용기 측의 임피던스가 변화한다. 그 때문에, 반도체 웨이퍼에 대한 처리가 실행되고 있는 동안에도, 마이크로파원과 처리용기의 사이의 임피던스 정합을 실행하는 것이 바람직하다. 이러한 임피던스 정합은, 예를 들면, 처리용기 측으로부터 마이크로파원을 향하는 반사파의 전력량이 소정의 임계값을 넘는 경우에 실행된다.

[0008] 여기서, 상기와 같이 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기에 도입하는 경우에는 마이크로파원과 처리용기의 사이에, 다른 마이크로파원에 의해서 생성된 마이크로파가 진입해 오기 때문에, 반사파를 정확하게 검출하는 것이 곤란하다. 그 때문에, 이 경우에는 임피던스 정합의 정밀도가 저하할 우려가 있다.

[0009] 특허문헌 1 및 2에는 임피던스를 정합하는 구체적인 방법이 기재되어 있지 않다. 특허문헌 3에는, 전술한 바와

같이, 플라즈마 처리 장치에 있어서 임피던스를 정합하는 기술이 기재되어 있지만, 플라즈마 처리 장치 이외의 마이크로파 처리 장치에 의해서 임피던스를 정합하는 방법은 기재되어 있지 않다.

[0010] 본 발명은 이러한 문제점을 감안해서 이루어진 것으로서, 복수의 마이크로파원에 의해서 생성된 복수의 마이크로파가 동시에 처리용기에 도입되는 마이크로파 처리 장치로서, 복수의 마이크로파원과 처리용기의 사이의 임피던스 정합의 정밀도를 향상시킬 수 있도록 한 마이크로파 처리 장치 및 그 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 마이크로파 처리 장치는 피처리체를 수용하는 처리용기와, 피처리체를 처리하기 위한 마이크로파를 생성해서 처리용기에 도입하는 마이크로파 도입 장치와, 마이크로파 도입 장치를 제어하는 제어부를 구비하고 있다.

[0012] 마이크로파 도입 장치는 마이크로파를 생성하는 복수의 마이크로파원과, 복수의 마이크로파원에 있어서 생성된 마이크로파를 처리용기에 전송하는 복수의 전송로를 갖고, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기에 도입하는 것이 가능하다.

[0013] 제어부는 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기에 도입하는 제 1 상태에서, 선택적 또한 일시적으로, 복수의 마이크로파원 중의 1개에 있어서 마이크로파를 생성하며, 이 마이크로파만을 처리용기에 도입하는 제 2 상태로 전환하고, 제 2 상태의 종료 시에 제 2 상태에서 제 1 상태로 한다.

[0014] 본 발명의 마이크로파 처리 장치의 제어 방법은 피처리체를 수용하는 처리용기와, 피처리체를 처리하기 위한 마이크로파를 생성해서 처리용기에 도입하는 마이크로파 도입 장치를 구비한 마이크로파 처리 장치를 제어하는 방법이다.

[0015] 마이크로파 도입 장치는 마이크로파를 생성하는 복수의 마이크로파원과, 복수의 마이크로파원에 있어서 생성된 마이크로파를 처리용기에 전송하는 복수의 전송로를 갖고, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기에 도입하는 것이 가능하다.

[0016] 본 발명의 제어 방법은 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기에 도입하는 제 1 상태에서, 선택적 또한 일시적으로, 복수의 마이크로파원 중의 1개에 있어서 마이크로파를 생성하며, 이 마이크로파만을 처리용기에 도입하는 제 2 상태로 전환하고, 제 2 상태의 종료시에, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 마이크로파 처리 장치의 개략의 구성을 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 있어서의 마이크로파 도입 장치의 고전압 전원부의 개략의 구성을 나타내는 설명도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시형태에 있어서의 마이크로파 도입 장치의 고전압 전원부의 회로구성의 일예를 나타내는 회로도이다.

도 4는 도 1에 나타낸 처리용기의 천장부의 상면을 나타내는 평면도이다.

도 5는 도 1에 나타낸 제어부의 구성을 나타내는 설명도이다.

도 6은 마이크로파를 생성하는 상태와 마이크로파를 생성하지 않는 상태가 복수회 교대로 반복되는 것을 설명하는 설명도이다.

도 7은 마그네트론과 처리용기의 사이의 임피던스 정합의 수순의 일예를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해서 도면을 참조해서 상세하게 설명한다.

[0019] [마이크로파 처리 장치]

- [0020] 먼저, 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시형태에 따른 마이크로파 처리 장치의 개략의 구성에 대해 설명한다. 도 1은 본 실시형태에 따른 마이크로파 처리 장치의 개략의 구성을 나타내는 단면도이다. 본 실시형태에 따른 마이크로파 처리 장치(1)는 연속하는 복수의 동작을 통해서, 예를 들면, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼(이하, 「웨이퍼」라 함) W에 대해, 마이크로파를 조사하여, 성막 처리, 개질 처리, 어닐 처리 등의 소정의 처리를 실시하는 장치이다.
- [0021] 마이크로파 처리 장치(1)는 피처리체인 웨이퍼 W를 수용하는 처리용기(2)와, 처리용기(2)내에 마이크로파를 도입하는 마이크로파 도입 장치(3)와, 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W를 지지하는 지지 장치(4)와, 처리용기(2)내에 가스를 공급하는 가스 공급 장치(5)와, 처리용기(2)내를 감압 배기하는 배기 장치(6)와, 이들 마이크로파 처리 장치(1)의 각 구성부를 제어하는 제어부(8)를 구비하고 있다. 또, 처리용기(2)내에 가스를 공급하는 수단으로서의 가스 공급 장치(5) 대신에, 마이크로파 처리 장치(1)의 구성에는 포함되지 않는 외부의 가스 공급 장치를 사용해도 좋다.
- [0022] <처리용기>
- [0023] 처리용기(2)는, 예를 들면, 대략 원통형상을 이루고 있다. 처리용기(2)는 금속재료에 의해서 형성되어 있다. 처리용기(2)를 형성하는 재료로서는, 예를 들면, 알루미늄, 알루미늄 합금, 스테인리스 등이 이용된다. 또, 처리용기(2)는 원통형상에 한정되지 않으며, 예를 들면, 각통형상을 이루고 있어도 좋다. 마이크로파 도입 장치(3)는 처리용기(2)의 상부로 마련되고, 처리용기(2)내에 전자파(마이크로파)를 도입하는 마이크로파 도입 수단으로서 기능한다. 마이크로파 도입 장치(3)의 구성에 대해서는 이후에 상세하게 설명한다.
- [0024] 처리용기(2)는 관형상의 천장부(11) 및 바닥부(13)와, 천장부(11)와 바닥부(13)를 연결하는 측벽부(12)와, 천장부(11)를 상하에 관통하도록 마련된 복수의 마이크로파 도입 포트(11a)와, 측벽부(12)에 마련된 반입출구(12a)와, 바닥부(13)에 마련된 배기구(13a)를 갖고 있다. 반입출구(12a)는 처리용기(2)에 인접하는 도시하지 않은 반송실과의 사이에서 웨이퍼 W의 반입 반출을 실행하기 위한 것이다. 처리용기(2)와 도시하지 않은 반송실의 사이에는 게이트 밸브 G가 마련되어 있다. 게이트 밸브 G는 반입출구(12a)를 개폐하는 기능을 갖고, 닫힘 상태에서 처리 용기(2)를 기밀하게 시일(sealing)하는 동시에, 열림 상태에서 처리 용기(2)와 도시하지 않은 반송실과의 사이에서 웨이퍼 W의 이송을 가능하게 한다.
- [0025] <지지 장치>
- [0026] 지지 장치(4)는 처리용기(2)내에 배치된 관형상 또한 중공의 리프트판(lift plate)(15)과, 리프트판(15)의 상면에서 위쪽으로 연장하는 관형상의 복수의 지지 핀(14)과, 리프트판(15)의 하면에서 바닥부(13)를 관통해서 처리용기(2)의 외부까지 연장하는 관형상의 샤프트(shaft)(16)를 갖고 있다. 샤프트(16)는 처리용기(2)의 외부에 있어서 도시하지 않은 액추에이터에 고정되어 있다.
- [0027] 복수의 지지 핀(14)은 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W에 맞닿아 웨이퍼 W를 지지하기 위한 것이다. 복수의 지지 핀(14)은 그 상단부가 웨이퍼 W의 둘레 방향으로 배열하도록 배치되어 있다. 또한, 복수의 지지 핀(14), 리프트판(15) 및 샤프트(16)는 도시하지 않은 액추에이터에 의해서 웨이퍼 W를 상하로 변위시킬 수 있도록 구성되어 있다.
- [0028] 또한, 복수의 지지 핀(14), 리프트판(15) 및 샤프트(16)는 배기 장치(6)에 의해서 웨이퍼 W를 복수의 지지 핀(14)에 흡착시킬 수 있도록 구성되어 있다. 구체적으로는 복수의 지지 핀(14) 및 샤프트(16)는 각각 리프트판(15)의 내부공간에 연통하는 관형상을 갖고 있다. 또한, 복수의 지지 핀(14)의 상단부에는 웨이퍼 W의 이면을 흡인하기 위한 흡착 구멍이 형성되어 있다.
- [0029] 복수의 지지 핀(14) 및 리프트판(15)은 유전체 재료에 의해서 형성되어 있다. 복수의 지지 핀(14) 및 리프트판(15)을 형성하는 재료로서는, 예를 들면, 석영, 세라믹스 등을 이용할 수 있다.
- [0030] <배기 기구>
- [0031] 마이크로파 처리 장치(1)는 또한, 배기구(13a)와 배기 장치(6)를 접속하는 배기관(17)과, 샤프트(16)와 배기관(17)을 접속하는 배기관(18)과, 배기관(17)에 마련된 압력 조정 밸브(19)와, 배기관(18)에 마련된 개폐 밸브(20) 및 압력계(21)를 구비하고 있다. 배기관(18)은 샤프트(16)의 내부공간에 연통하도록, 샤프트(16)에 직접 또는 간접적으로 접속되어 있다. 압력 조정 밸브(19)는 배기구(13a)와 배기관(17, 18)의 접속점의 사이에 마련되어 있다.
- [0032] 배기 장치(6)는 드라이 펌프 등의 진공 펌프를 갖고 있다. 배기 장치(6)의 진공 펌프를 작동시키는 것에 의해,

처리용기(2)의 내부공간이 감압 배기된다. 이 때, 개폐 밸브(20)를 열림 상태로 하는 것에 의해, 웨이퍼 W의 이면을 흡인하여, 웨이퍼 W를 복수의 지지 핀(14)에 흡착시켜 고정시킬 수 있다.

[0033] <가스 도입 기구>

[0034] 마이크로파 처리 장치(1)는 또한, 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W가 배치될 예정의 위치의 아래쪽에 배치된 샤워헤드부(22)와, 샤워헤드부(22)와 측벽부(12)의 사이에 배치된 환상의 정류판(23)과, 샤워헤드부(22)와 가스 공급 장치(5)를 접속하는 배관(24)과, 가스 공급 장치(5)에 접속되고, 처리용기(2)내에 처리 가스를 도입하는 복수의 배관(25)을 구비하고 있다.

[0035] 샤워헤드부(22)는 웨이퍼 W에 대해 비교적 저온의 처리가 실시되는 경우에, 냉각 가스에 의해서 웨이퍼 W를 냉각하기 위한 것이다. 샤워헤드부(22)는 배관(24)에 연통하는 가스 통로(22a)와, 가스 통로(22a)에 연통하고, 웨이퍼 W를 향해 냉각 가스를 분출하는 복수의 가스 분출 구멍(22b)을 갖고 있다. 도 1에 나타난 예에서는 복수의 가스 분출 구멍(22b)은 샤워헤드부(22)의 상면측에 형성되어 있다. 샤워헤드부(22)는 유전율이 작은 유전체 재료에 의해서 형성되어 있다. 샤워헤드부(22)의 재료로서는, 예를 들면, 석영, 세라믹스 등을 이용할 수 있다. 또, 샤워헤드부(22)는 마이크로파 처리 장치(1)에 있어서의 필수적인 구성요소가 아니며, 생략되어도 좋다.

[0036] 정류판(23)은 정류판(23)을 상하로 관통하도록 마련된 복수의 정류 구멍(23a)을 갖고 있다. 정류판(23)은 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W가 배치될 예정의 영역의 분위기를 정류하면서 배기구(13a)를 향해 흘리기 위한 것이다.

[0037] 가스 공급 장치(5)는 처리 가스 또는 냉각 가스로서, 예를 들면, N₂, Ar, He, Ne, O₂, H₂ 등의 가스를 공급할 수 있도록 구성되어 있다. 또, 마이크로파 처리 장치(1)에 있어서 성막 처리가 실행되는 경우에는 가스 공급 장치(5)는 성막원료 가스를 처리용기(2)내에 공급한다.

[0038] 도시하지 않지만, 마이크로파 처리 장치(1)는 또한, 배관(24, 25)의 도중에 마련된 매스플로 컨트롤러 및 개폐 밸브를 구비하고 있다. 샤워헤드부(22) 및 처리용기(2)내에 공급되는 가스의 종류나, 이들 가스의 유량 등은 매스플로 컨트롤러 및 개폐 밸브에 의해서 제어된다.

[0039] <온도 계측부>

[0040] 마이크로파 처리 장치(1)는 또한, 웨이퍼 W의 표면 온도를 측정하는 복수의 방사 온도계(26)와, 복수의 방사 온도계(26)에 접속된 온도 계측부(27)를 구비하고 있다. 또, 도 1에서는 웨이퍼 W의 중앙부의 표면 온도를 측정하는 방사 온도계(26)를 제외하고, 복수의 방사 온도계(26)의 도시를 생략하고 있다. 복수의 방사 온도계(26)는 그 상단부가 웨이퍼 W의 이면에 근접하도록, 바닥부(13)로부터 웨이퍼 W가 배치될 예정의 위치를 향해 연장되어 있다.

[0041] <마이크로파 교반 기구>

[0042] 마이크로파 처리 장치(1)는 또한, 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W가 배치될 예정의 위치의 위쪽에 배치되고, 복수의 날개에 의해서 구성된 스테러 팬(stirrer fan)(91)과, 처리용기(2)의 외부에 마련된 회전 모터(93)와, 천장부(11)를 관통해서 스테러 팬(91)과 회전 모터(93)를 접속하는 회전축(92)을 구비하고 있다. 스테러 팬(91)은 회전하는 것에 의해 처리용기(2)내에 도입된 마이크로파를 반사 및 교반(攪拌)하기 위한 것이다. 스테러 팬(91)의 날개의 수는, 예를 들면, 4개이다. 스테러 팬(91)은 스테러 팬(91)에 충돌한 마이크로파가 열로 변환되거나 흡수되지 않도록, 유전 정접(tan δ)이 작은 유전재료에 의해서 형성되어 있다. 스테러 팬(91)을 형성하는 재료로서는, 예를 들면, 금속이나 티탄산 지르콘산납(PZT) 등으로 이루어지는 복합 세라믹스나, 석영, 사파이어 등을 이용할 수 있다. 또, 스테러 팬(91)의 배치는 도 1에 나타난 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 스테러 팬(91)은 처리용기(2)내에 있어서 웨이퍼 W가 배치될 예정의 위치의 아래쪽에 배치되어 있어도 좋다.

[0043] <제어부>

[0044] 마이크로파 처리 장치(1)의 각 구성부는 각각 제어부(8)에 접속되어, 제어부(8)에 의해서 제어된다. 제어부(8)는 전형적으로는 컴퓨터이다. 도 5는 도 1에 나타난 제어부(8)의 구성을 나타내는 설명도이다. 도 5에 나타난 예에서는 제어부(8)는 CPU를 구비한 프로세스 컨트롤러(81)와, 이 프로세스 컨트롤러(81)에 접속된 사용자 인터페이스(82) 및 기억부(83)를 구비하고 있다.

- [0045] 프로세스 컨트롤러(81)는 마이크로파 처리 장치(1)에 있어서, 예를 들면, 온도, 압력, 가스 유량, 마이크로파 출력 등의 프로세스 조건에 관계하는 각 구성부(예를 들면, 마이크로파 도입 장치(3), 지지 장치(4), 가스 공급 장치(5), 배기 장치(6), 온도 계측부(27) 등)를 총괄해서 제어하는 제어 수단이다.
- [0046] 사용자 인터페이스(82)는 공정 관리자가 마이크로파 처리 장치(1)를 관리하기 위해 커맨드의 입력 조작 등을 실행하는 키보드나 터치 패널, 마이크로파 처리 장치(1)의 가동 상황을 가시화해서 표시하는 디스플레이 등을 갖고 있다.
- [0047] 기억부(83)에는 마이크로파 처리 장치(1)에서 실행되는 각종 처리를 프로세스 컨트롤러(81)의 제어에 의해서 실현하기 위한 제어 프로그램(소프트웨어)이나, 처리 조건 데이터 등이 기록된 레시피 등이 보존되어 있다. 프로세스 컨트롤러(81)는 사용자 인터페이스(82)로부터의 지시 등, 필요에 따라, 임의의 제어 프로그램이나 레시피를 기억부(83)로부터 호출해서 실행한다. 이에 따라, 프로세스 컨트롤러(81)에 의한 제어 하에서, 마이크로파 처리 장치(1)의 처리용기(2)내에 있어서 원하는 처리가 실행된다.
- [0048] 상기의 제어 프로그램 및 레시피는, 예를 들면, CD-ROM, 하드 디스크, 플래시블 디스크, 플래시 메모리, DVD, 블루레이 디스크 등의 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체에 저장된 상태의 것을 이용할 수 있다. 또한, 상기의 레시피는 다른 장치로부터, 예를 들면, 전용 회선을 거쳐서 수시로 전송시켜 온라인으로 이용하는 것도 가능하다.
- [0049] <마이크로파 도입 장치>
- [0050] 다음에, 도 1 내지 도 4를 참조하여, 마이크로파 도입 장치(3)의 구성에 대해 상세하게 설명한다. 도 2는 마이크로파 도입 장치(3)의 고전압 전원부의 개략의 구성을 나타내는 설명도이다. 도 3은 마이크로파 도입 장치(3)의 고전압 전원부의 회로 구성의 일예를 나타내는 회로도이다. 도 4는 도 1에 나타난 처리용기(2)의 천장부(11)의 상면을 나타내는 평면도이다.
- [0051] 전술한 바와 같이, 마이크로파 도입 장치(3)는 처리용기(2)의 상부에 마련되고, 처리용기(2)내에 전자파(마이크로파)를 도입하는 마이크로파 도입 수단으로서 기능한다. 도 1에 나타난 바와 같이, 마이크로파 도입 장치(3)는 마이크로파를 처리용기(2)에 도입하는 복수의 마이크로파 유닛(30)과, 복수의 마이크로파 유닛(30)에 접속된 고전압 전원부(40)를 구비하고 있다.
- [0052] (마이크로파 유닛)
- [0053] 본 실시형태에서는 복수의 마이크로파 유닛(30)의 구성은 모두 동일하다. 각 마이크로파 유닛(30)은 웨이퍼 W를 처리하기 위한 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)과, 마그네트론(31)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 전송하는 도파관(32)과, 마이크로파 도입 포트(11a)를 막도록 천장부(11)에 고정된 투과창(33)을 갖고 있다. 마그네트론(31)은 본 발명에 있어서의 마이크로파원에 대응하고, 도파관(32)은 본 발명에 있어서의 전송로에 대응한다.
- [0054] 도 4에 나타난 바와 같이, 본 실시형태에서는 처리용기(2)는 천장부(11)에 있어서 둘레 방향으로 등간격으로 배치된 4개의 마이크로파 도입 포트(11a)를 갖고 있다. 또한, 본 실시형태에서는 마이크로파 유닛(30)의 수는 4개이다. 이하, 4개의 마이크로파 유닛(30)의 각각의 마그네트론(31)을 서로 구별해서 나타내는 경우에는 부호 '31A ~ 31D'를 붙여 나타낸다. 도 4에 있어서의 상측의 마이크로파 도입 포트(11a)는, 예를 들면, 마그네트론(31A)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 도입한다. 도 4에 있어서의 하측의 마이크로파 도입 포트(11a)는, 예를 들면, 마그네트론(31B)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 도입한다. 도 4에 있어서의 좌측의 마이크로파 도입 포트(11a)는, 예를 들면, 마그네트론(31C)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 도입한다. 도 4에 있어서의 우측의 마이크로파 도입 포트(11a)는, 예를 들면, 마그네트론(31D)에 의해서 생성된 마이크로파를 처리용기(2)에 도입한다.
- [0055] 마그네트론(31)으로서는 각종 주파수의 마이크로파를 발진할 수 있는 것을 이용할 수 있다. 마그네트론(31)에 의해서 생성되는 마이크로파는 피처리체인 웨이퍼 W의 처리마다 최적의 주파수를 선택하고, 예를 들면, 어닐 처리에 있어서는 2.45GHz, 5.8GHz 등의 높은 주파수의 마이크로파인 것이 바람직하며, 5.8GHz의 마이크로파인 것이 특히 바람직하다.
- [0056] 도파관(32)은 단면이 직사각형 또한 환상인 통형상을 갖고, 처리용기(2)의 천장부(11)의 상면으로부터 위쪽으로 연장되어 있다. 마그네트론(31)은 도파관(32)의 상단부의 근방에 접속되어 있다. 도파관(32)의 하단부는 투과창(33)의 상면에 접하고 있다. 마그네트론(31)에서 생성된 마이크로파는 도파관(32) 및 투과창(33)을 거쳐서

처리용기(2)내에 도입된다.

- [0057] 투과창(33)은 유전체 재료에 의해서 형성되어 있다. 투과창(33)의 재료로서는, 예를 들면, 석영, 세라믹스 등을 이용할 수 있다.
- [0058] 마이크로파 유닛(30)은 또한, 도파관(32)의 도중에 마련된 써큘레이터(circulator)(34), 검출기(35) 및 튜너(36)와, 써큘레이터(34)에 접속된 더미 로드(dummy load)(37)를 갖고 있다. 써큘레이터(34), 검출기(35) 및 튜너(36)는 도파관(32)의 상단부측부터 이 순서로 마련되어 있다. 써큘레이터(34) 및 더미 로드(37)는 처리용기(2)로부터의 반사파를 분리하는 아이솔레이터(isolator)를 구성한다. 즉, 써큘레이터(34)는 처리용기(2)로부터의 반사파를 더미 로드(37)에 보내고, 더미 로드(37)는 써큘레이터(34)에 의해서 보내진 반사파를 열로 변환한다.
- [0059] 검출기(35)는 도파관(32)에 있어서의 처리용기(2)로부터의 반사파를 검출하기 위한 것이다. 검출기(35)는, 예를 들면, 임피던스 모니터이며, 구체적으로는 도파관(32)에 있어서의 정재파의 전계를 검출하는 정재파 모니터에 의해서 구성되어 있다. 정재파 모니터는, 예를 들면, 도파관(32)의 내부공간에 돌출된 3개의 핀에 의해서 구성할 수 있다. 정재파 모니터에 의해서 정재파의 전계의 장소, 위상 및 강도를 검출하는 것에 의해, 처리용기(2)로부터의 반사파를 검출할 수 있다. 또한, 검출기(35)는 진행파와 반사파를 검출하는 것이 가능한 방향성 결합기에 의해서 구성되어 있어도 좋다.
- [0060] 튜너(36)는 마그네트론(31)과 처리용기(2) 사이의 임피던스를 정합하는 기능을 갖고 있다. 튜너(36)는, 예를 들면, 도파관(32)의 내부공간에 넣고 뺄 수 있도록 마련된 도체판에 의해서 구성할 수 있다. 이 경우, 도체판의, 도파관(32)의 내부공간에의 돌출량을 제어하는 것에 의해, 반사파의 전력량을 조정하여, 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스를 조정할 수 있다. 또, 튜너(36)를 이용해서 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스를 정합하는 수순에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0061] (고전압 전원부)
- [0062] 고전압 전원부(40)는 마그네트론(31)에 대해 마이크로파를 생성하기 위한 고전압을 공급한다. 도 2에 나타낸 바와 같이, 고전압 전원부(40)는 상용 전원에 접속된 AC-DC 변환 회로(41)와, AC-DC 변환 회로(41)에 접속된 스위칭 회로(42)와, 스위칭 회로(42)의 동작을 제어하는 스위칭 컨트롤러(43)와, 스위칭 회로(42)에 접속된 승압 트랜스포머(44)와, 승압 트랜스포머(44)에 접속된 정류 회로(45)를 갖고 있다. 마그네트론(31)은 정류 회로(45)를 거쳐서 승압 트랜스포머(44)에 접속되어 있다.
- [0063] AC-DC 변환 회로(41)는 상용 전원으로부터의 교류(예를 들면, 삼상 200V의 교류)를 정류해서 소정 파형의 직류로 변환하는 회로이다. 스위칭 회로(42)는 AC-DC 변환 회로(41)에 의해서 변환된 직류의 온/오프를 제어하는 회로이다. 스위칭 회로(42)에서는 스위칭 컨트롤러(43)에 의해서 위상 시프트형의 PWM(Pulse Width Modulation) 제어 또는 PAM(Pulse Amplitude Modulation) 제어가 실행되어, 펄스형상의 전압 파형이 생성된다. 승압 트랜스포머(44)는 스위칭 회로(42)로부터 출력된 전압 파형을 소정의 크기로 승압하는 것이다. 정류 회로(45)는 승압 트랜스포머(44)에 의해서 승압된 전압을 정류하여 마그네트론(31)에 공급하는 회로이다.
- [0064] 이하, 도 3을 참조하여, 마이크로파 도입 장치(3)가 4개의 마이크로파 유닛(30)(마그네트론(31))을 구비하고 있는 경우의 고전압 전원부(40)의 구성의 일예에 대해 설명한다. 이 예에서는 고전압 전원부(40)는 1개의 AC-DC 변환 회로(41)와, 2개의 스위칭 회로(42A, 42B)와, 1개의 스위칭 컨트롤러(43)와, 2개의 승압 트랜스포머(44A, 44B)와, 2개의 정류 회로(45A, 45B)를 갖고 있다.
- [0065] AC-DC 변환 회로(41)는 상용 전원에 접속된 정류 회로(51)와, 정류 회로(51)에 접속된 평활 회로(52)와, 스위칭 회로(42)에 접속된 평활 회로(54)와, 평활 회로(52)와 평활 회로(54)의 사이에 마련된 역률 개선을 위한 파워 FET(53)를 갖고 있다. 정류 회로(51)는 2개의 출력단을 갖고 있다. 평활 회로(52)는 정류 회로(51)의 2개의 출력단에 접속된 2개의 배선(61, 62)의 사이에 마련된 콘덴서에 의해서 구성되어 있다. 파워 FET(53)는 배선(61)의 도중에 마련되어 있다. 평활 회로(54)는 배선(61)의 도중에 마련된 코일과, 배선(61, 62)의 사이에 마련된 콘덴서에 의해서 구성되어 있다.
- [0066] 스위칭 회로(42A)는 AC-DC 변환 회로(41)에 의해서 변환된 직류의 온/오프를 제어하는 동시에, 펄스형상의 전압 파형을 생성하여 승압 트랜스포머(44A)에 대해 정 방향의 전류와 부 방향의 전류를 출력하는 회로이다. 스위칭 회로(42A)는 풀 브리지 회로(H브리지라고도 함)를 구성하는 4개의 스위칭 트랜지스터(55A, 56A, 57A, 58A)를 갖고 있다. 스위칭 트랜지스터(55A, 56A)는 직렬로 접속되어, 배선(61)에 접속된 배선(63a)과 배선(62)에 접속된 배선(64a)의 사이에 마련되어 있다. 스위칭 트랜지스터(57A, 58A)는 직렬로 접속되어, 배선(63a, 64a)의 사이

에 마련되어 있다. 스위칭 회로(42A)는 또한, 스위칭 트랜지스터(55A~58A)에 대해 각각 병렬로 접속된 공진 콘덴서를 갖고 있다.

[0067] 마찬가지로, 스위칭 회로(42B)는 AC-DC 변환 회로(41)에 의해서 변환된 직류의 온/오프를 제어하는 동시에, 펄스형상의 전압 파형을 생성해서 승압 트랜스포머(44B)에 대해 정 방향의 전류와 부 방향의 전류를 출력하는 회로이다. 스위칭 회로(42B)는 풀 브리지 회로를 구성하는 4개의 스위칭 트랜지스터(55B, 56B, 57B, 58B)를 갖고 있다. 스위칭 트랜지스터(55B, 56B)는 직렬로 접속되어, 배선(61)에 접속된 배선(63b)과 배선(62)에 접속된 배선(64b)의 사이에 마련되어 있다. 스위칭 트랜지스터(57B, 58B)는 직렬로 접속되어, 배선(63b, 64b)의 사이에 마련되어 있다. 스위칭 회로(42B)는 또한, 스위칭 트랜지스터(55B~58B)에 대해 각각 병렬로 접속된 공진 콘덴서를 갖고 있다.

[0068] 스위칭 트랜지스터(55A~58A, 55B~58B)로서는 효율의 관점에서 전계 효과형 트랜지스터(FET)를 이용할 수 있다. 스위칭 트랜지스터(55A~58A, 55B~58B)에 이용하는 FET로서는 모스펫(MOSFET)이 바람직하며, 파워 모스펫이 특히 바람직하다. 또한, 모스펫 대신에, 모스펫에 비해 고내압이고, 고파워용에 적합한 절연 게이트형 바이폴라 트랜지스터(IGBT)를 이용해도 좋다.

[0069] 승압 트랜스포머(44A)는 2개의 입력단과 2개의 출력단을 갖고 있다. 승압 트랜스포머(44A)의 2개의 입력단의 한쪽은 스위칭 트랜지스터(55A, 56A)의 사이에 접속되고, 다른 쪽은 스위칭 트랜지스터(57A, 58A)의 사이에 접속되어 있다. 마찬가지로, 승압 트랜스포머(44B)는 2개의 입력단과 2개의 출력단을 갖고 있다. 승압 트랜스포머(44B)의 2개의 입력단의 한쪽은 스위칭 트랜지스터(55B, 56B)의 사이에 접속되고, 다른 쪽은 스위칭 트랜지스터(57B, 58B)의 사이에 접속되어 있다.

[0070] 정류 회로(45A)는 승압 트랜스포머(44A)의 2개의 출력단의 한쪽에 접속된 2개의 다이오드와, 2개의 출력단의 다른 쪽에 접속된 2개의 다이오드에 의해서 구성되어 있다. 마그네트론(31A)은 승압 트랜스포머(44A)의 2개의 출력단에 각각 접속된 2개의 다이오드를 거쳐서 승압 트랜스포머(44A)에 접속되어 있다. 마그네트론(31B)은 승압 트랜스포머(44A)의 2개의 출력단에 각각 접속된 다른 2개의 다이오드를 거쳐서 승압 트랜스포머(44A)에 접속되어 있다. 정류 회로(45A)의 4개의 다이오드는 승압 트랜스포머(44A)에서 마그네트론(31A)을 향하는 전류의 방향과 승압 트랜스포머(44A)에서 마그네트론(31B)을 향하는 전류의 방향이 역 방향이 되도록 구성되어 있다.

[0071] 마찬가지로, 정류 회로(45B)는 승압 트랜스포머(44B)의 2개의 출력단의 한쪽에 접속된 2개의 다이오드와, 2개의 출력단의 다른 쪽에 접속된 2개의 다이오드에 의해서 구성되어 있다. 마그네트론(31C)은 승압 트랜스포머(44B)의 2개의 출력단에 각각 접속된 2개의 다이오드를 거쳐서 승압 트랜스포머(44B)에 접속되어 있다. 마그네트론(31D)은 승압 트랜스포머(44B)의 2개의 출력단에 각각 접속된 다른 2개의 다이오드를 거쳐서 승압 트랜스포머(44B)에 접속되어 있다. 정류 회로(45B)의 4개의 다이오드는 승압 트랜스포머(44B)에서 마그네트론(31C)을 향하는 전류의 방향과 승압 트랜스포머(44B)에서 마그네트론(31D)을 향하는 전류의 방향이 역 방향이 되도록 구성되어 있다.

[0072] [처리 수순]

[0073] 다음에, 웨이퍼 W에 대해 어닐 처리를 실시하는 경우를 예로 들어, 마이크로파 처리 장치(1)에 있어서의 처리의 수순에 대해 설명한다. 우선, 예를 들면, 사용자 인터페이스(사용자)로부터, 마이크로파 처리 장치(1)에 있어서 어닐 처리를 실행하도록, 프로세스 컨트롤러(81)에 지령이 입력된다. 다음에, 프로세스 컨트롤러(81)는 이 지령을 받아, 기억부(83) 또는 컴퓨터 관독 가능한 기억 매체에 보존된 레시피를 읽어낸다. 다음에, 레시피에 기초하는 조건에 의해서 어닐 처리가 실행되도록, 프로세스 컨트롤러(81)로부터 마이크로파 처리 장치(1)의 각 엔드 디바이스(예를 들면, 마이크로파 도입 장치(3), 지지 장치(4), 가스 공급 장치(5), 배기 장치(6) 등)에 제어 신호가 송출된다.

[0074] 다음에, 게이트 밸브 G가 열림 상태로 되어, 도시하지 않은 반송 장치에 의해서, 웨이퍼 W가, 게이트 밸브 G 및 반입출구(12a)를 통해 처리용기(2)내에 반입된다. 웨이퍼 W는 지지 핀(14)의 위에 탑재된다. 다음에, 게이트 밸브 G가 닫힘 상태로 되어, 배기 장치(6)에 의해서, 처리용기(2)내가 감압 배기된다. 이 때, 개폐 밸브(20)가 열림 상태로 되어, 웨이퍼 W의 이면이 흡인되어, 웨이퍼 W가 지지 핀(14)에 흡착 고정된다. 다음에, 가스 공급 장치(5)에 의해서, 소정 유량의 처리 가스 및 냉각 가스가 도입된다. 처리용기(2)의 내부공간은 배기량 및 가스 공급량을 조정하는 것에 의해서, 소정의 압력으로 조정된다.

[0075] 다음에, 고전압 전원부(40)로부터 마그네트론(31)에 대해 전압을 인가해서 마이크로파를 생성한다. 마그네트론(31)에 의해서 생성된 마이크로파는 도파관(32)을 전파하고, 다음에, 투과창(33)을 투과하여, 처리용기(2)내에

있어서의 웨이퍼 W의 위쪽의 공간에 도입된다. 본 실시형태에서는 복수의 마그네트론(31)에 의해서 동시에 복수의 마이크로파를 생성하여, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)내에 도입한다. 또, 복수의 마그네트론(31)에 의해서 동시에 복수의 마이크로파를 생성하는 방법에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.

- [0076] 처리용기(2)내에 도입된 복수의 마이크로파는 웨이퍼 W의 표면에 조사되어, 줄(Joule) 가열, 자성 가열, 유도 가열 등의 전자파 가열에 의해, 웨이퍼 W가 신속하게 가열된다. 그 결과, 웨이퍼 W에 대해 어닐 처리가 실시된다.
- [0077] 프로세스 컨트롤러(81)로부터 마이크로파 처리 장치(1)의 각 엔드 디바이스에 플라즈마 처리를 종료시키는 제어 신호가 송출되면, 마이크로파의 생성이 정지되는 동시에, 처리 가스 및 냉각 가스의 공급이 정지되어, 웨이퍼 W에 대한 어닐 처리가 종료한다. 다음에, 게이트 밸브 G가 열림 상태로 되어, 도시하지 않은 반송 장치에 의해서, 웨이퍼 W가 반출된다.
- [0078] <마이크로파의 생성 방법>
- [0079] 다음에, 도 3을 참조하여, 복수의 마그네트론(31)에 의해서 동시에 복수의 마이크로파를 생성하는 방법에 대해 상세하게 설명한다. 스위칭 회로(42A, 42B)에서는 스위칭 컨트롤러(43)에 의해서 페이즈 시프트형의 PWM 제어 또는 PAM 제어가 실행되어, 펄스형상의 전압 파형이 생성된다. 페이즈 시프트형의 PWM 제어의 경우, 스위칭 트랜지스터(55A~58A, 55B~58B)에는 스위칭 컨트롤러(43)로부터 각각 위상(페이즈)이 제어된 게이트 드라이브 신호가 입력된다. 스위칭 회로(42A, 42B)는 이들 신호를 합성해서 펄스형상의 전압 파형을 생성한다.
- [0080] 스위칭 트랜지스터(55A, 58A)에 게이트 드라이브 신호를 입력하면, 승압 트랜스포머(44A)에서 보았을 때에 정 방향(전압이 증가하는 방향)의 전압 파형이 생성되는 동시에, 스위칭 트랜지스터(55A), 승압 트랜스포머(44A), 스위칭 트랜지스터(58A)를 차례로 경유하는 방향(정 방향)에 전류가 흐른다. 이에 따라, 승압 트랜스포머(44A)의 2차측(출력단측)에서는 마그네트론(31A)을 경유하는 방향에 전류가 발생한다. 또한, 승압 트랜스포머(44A)는 승압 트랜스포머(44A)의 2차측(출력단측)의 전압이 소정 크기가 되도록, 승압한다. 이와 같이 해서, 마그네트론(31A)에 대해 마이크로파를 생성하기 위한 고전압이 공급되어, 마그네트론(31A)에 있어서 마이크로파가 생성된다.
- [0081] 스위칭 트랜지스터(56A, 57A)에 게이트 드라이브 신호를 입력하면, 승압 트랜스포머(44A)에서 보았을 때에 부 방향(전압이 감소하는 방향)의 전압 파형이 생성되는 동시에, 스위칭 트랜지스터(57A), 승압 트랜스포머(44A), 스위칭 트랜지스터(56A)를 차례로 경유하는 방향(부 방향)에 전류가 흐른다. 이에 따라, 승압 트랜스포머(44A)의 2차측에서는 마그네트론(31B)을 경유하는 방향에 전류가 발생한다. 또한, 승압 트랜스포머(44A)는 승압 트랜스포머(44A)의 2차 측의 전압이 소정의 크기가 되도록, 승압한다. 이와 같이 하여, 마그네트론(31B)에 대해 마이크로파를 생성하기 위한 고전압이 공급되어, 마그네트론(31B)에 있어서 마이크로파가 생성된다.
- [0082] 스위칭 트랜지스터(55B, 58B)에 게이트 드라이브 신호를 입력하면, 승압 트랜스포머(44B)에서 보았을 때에 정 방향의 전압 파형이 생성되는 동시에, 스위칭 트랜지스터(55B), 승압 트랜스포머(44B), 스위칭 트랜지스터(58B)를 차례로 경유하는 방향(정 방향)에 전류가 흐른다. 이에 따라, 승압 트랜스포머(44B)의 2차측에서는 마그네트론(31C)을 경유하는 방향에 전류가 발생한다. 또한, 승압 트랜스포머(44B)는 승압 트랜스포머(44B)의 2차측의 전압이 소정의 크기가 되도록, 승압한다. 이와 같이 해서, 마그네트론(31C)에 대해 마이크로파를 생성하기 위한 고전압이 공급되어, 마그네트론(31C)에 있어서 마이크로파가 생성된다.
- [0083] 스위칭 트랜지스터(56B, 57B)에 게이트 드라이브 신호를 입력하면, 승압 트랜스포머(44B)에서 보았을 때에 부 방향의 전압 파형이 생성되는 동시에, 스위칭 트랜지스터(57B), 승압 트랜스포머(44B), 스위칭 트랜지스터(56B)를 차례로 경유하는 방향(부 방향)에 전류가 흐른다. 이에 따라, 승압 트랜스포머(44B)의 2차측에서는 마그네트론(31D)을 경유하는 방향에 전류가 발생한다. 또한, 승압 트랜스포머(44B)는 승압 트랜스포머(44B)의 2차측의 전압이 소정의 크기가 되도록, 승압한다. 이와 같이 해서, 마그네트론(31D)에 대해 마이크로파를 생성하기 위한 고전압이 공급되어, 마그네트론(31D)에 있어서 마이크로파가 생성된다.
- [0084] 본 실시형태에서는 스위칭 컨트롤러(43)는 마그네트론(31A~31D)에 있어서 펄스형상으로 마이크로파가 생성되도록, 스위칭 회로(42A, 42B)를 제어한다. 즉, 스위칭 컨트롤러(43)는 마그네트론(31A, 31C)에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하도록, 스위칭 회로(42A, 42B)(스위칭 트랜지스터(55A, 58A, 55B, 58B))를 제어한다. 또한, 스위칭 컨트롤러(43)는 마그네트론(31A, 31C)과 동시에 마이크로파를 생성하지 않도록, 마그네트론(31B, 31D)에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 교대로 복수회 반복하도록, 스위칭 회로(42A, 42B)(스위칭 트랜지스터(56A, 57A,

56B, 57B))를 제어한다. 이와 같이 해서, 마그네트론(31A~31D)에 있어서 동시에 2개의 마이크로파가 생성되어, 2개의 마이크로파가 동시에 처리용기(2)에 도입된다. 또, 스위칭 컨트롤러(43)는 상위의 컨트롤러인 제어부(8)의 프로세스 컨트롤러(81)에 의해서 제어된다. 또한, 상기의 예에서는 마그네트론(31A, 31C)은 본 발명에 있어서의 제 1 종류의 마이크로파원에 대응하고, 마그네트론(31B, 31D)은 본 발명에 있어서의 제 2 종류의 마이크로파원에 대응한다.

[0085] <임피던스 정합의 수순>

[0086] 다음에, 도 6 및 도 7을 참조하여, 튜너(36)를 이용해서 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스를 정합하는 수순에 대해 설명한다. 이하의 설명은 본 발명의 마이크로파 처리 장치의 제어 방법의 설명을 포함하고 있다. 도 6은 마그네트론(31A~31D)에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태와 마이크로파를 생성하지 않는 상태가 복수회 교대로 반복되는 것을 설명하는 설명도이다. 또, 도 6에 있어서, 「ON」은 마그네트론(31)이 마이크로파를 생성하고 있는 상태를 나타내고, 「OFF」는 마그네트론(31)이 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 나타내고 있다. 이하, 마그네트론(31)에 의해서 마이크로파를 생성하는 상태를 온 상태로 하고, 마그네트론(31)에 의해서 마이크로파를 생성하지 않는 상태를 오프 상태로 한다. 또한, 도 6에 있어서, 「제 1 상태」는 2개의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 상태를 나타내고, 「제 2 상태」는 제 1 상태가 계속되고 있는 동안에, 선택적 또한 일시적으로, 4개의 마그네트론(31A~31D) 중 1개(도 6에서는 마그네트론(31A))에 있어서 마이크로파를 생성하고, 이 마이크로파만을 처리용기(2)에 도입하는 상태를 나타내고 있다. 도 7은 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스 정합의 수순의 일예를 나타내는 흐름도이다.

[0087] 도 7에 나타난 바와 같이, 임피던스 정합의 수순은 제 1 스텝 S1 ~ 제 6 스텝 S6을 포함하고 있다. 제 1 스텝 S1, 제 2 스텝 S2, 제 3 스텝 S3 및 제 6 스텝 S6은 도 6에 나타난 「제 1 상태」에 있어서 실행되는 스텝이다.

[0088] 제 1 스텝 S1에서는 검출기(35)에 의해서, 도파관(32)에 있어서의 처리용기(2)로부터의 반사파를 검출한다. 반사파의 검출은 4개의 마그네트론(31A~31D)이 접속된 4개의 도파관(32)의 각각에 대하여 실행된다. 제 1 스텝 S1에서는 그 도파관(32)에 접속된 마그네트론(31)에 의해서 생성된 마이크로파에 의거하는 반사파와, 다른 마그네트론(31)에 의해서 생성된 마이크로파에 의거하는 진입파의 합성파가 처리용기(2)로부터의 반사파로서 검출된다.

[0089] 제 2 스텝 S2에서는 검출기(35)에 의해서 검출된 반사파의 전력량이, 소정의 임계값보다 큰지 아닌지를 판정한다. 이 임계값은 각 마그네트론(31)에서 보았을 때의 처리용기(2) 측의 임피던스의 값이 허용 범위 외로 변화된 것을 판단하기 위한 값이다. 이 임계값은 미리 설정된 것이며, 예를 들면, 제어부(8)의 기억부(83)에 레시피의 일부로서 보존해 둘 수 있다. 또한, 제 2 스텝 S2는 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)으로서, 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)(이하, 단지, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)이라 함)을 결정하기 위한 스텝이다. 제 2 스텝 S2에서, 반사파의 전력량이 소정의 임계값 이하인 경우(No)는 제 1 스텝 S1로 되돌린다. 반사파의 전력량이 소정의 임계값보다도 큰 경우(Yes)에는 제 3 스텝 S3으로 이행한다. 도 6에서는 마그네트론(31A)은 스텝 S2에서 반사파의 전력량이 소정의 임계값보다도 크다고(Yes) 판단된 것으로 한다. 또, 전술한 바와 같이, 제 1 스텝 S1에서는 반사파와 진입파의 합성파가 처리용기(2)로부터의 반사파로서 검출된다. 그러나, 합성파에 있어서의 반사파의 비율은 진입파에 비해 크기 때문에, 제 2 스텝에 있어서의 판단에 지장은 없다.

[0090] 제 3 스텝 S3에서는 마이크로파를 처리용기(2)에 도입하는 상태를, 2개의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 제 1 상태에서, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)(도 6에서는 마그네트론(31A))에 의해서 마이크로파를 생성하고, 이 마이크로파만을 처리용기(2)에 도입하는 제 2 상태로 전환한다.

[0091] 또, 제 1 상태에서 제 2 상태로의 전환은 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)이, 제 1 상태에 있어서 오프 상태에서 온 상태로 전환되는 타이밍에 실행된다. 도 6에 나타난 예에서는 제 1 상태에서 제 2 상태로의 전환은 마그네트론(31A)이, 제 1 상태에 있어서 오프 상태에서 온 상태로 전환되는 타이밍에 실행된다. 제 2 상태로 전환되면, 마그네트론(31A) 이외의 마그네트론(31B~31D)에서는 마이크로파가 생성되지 않는다. 또, 상기의 타이밍에 있어서, 마그네트론(31B, 31D)은 온 상태에서 오프 상태로 전환된다. 또한, 상기의 타이밍에 있어서, 마그네트론(31C)은 본래, 제 1 상태가 계속되면 오프 상태에서 온 상태로 전환되지만, 제 2 상태로 전환되기 때문에, 오프 상태가 유지된다.

[0092] 제 4 스텝 S4에서는 검출기(35)에 의해서, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)에 접속된 도파관(3

2)에 있어서의 처리용기(2)로부터의 반사파를 검출한다. 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31) 이외의 마그네트론(31)에서는 마이크로파가 생성되어 있지 않기 때문에, 진입파의 영향을 받지 않고, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 도파관(32)에 있어서의 반사파를 정확하게 검출하는 것이 가능하게 된다. 또, 마이크로파를 처리용기(2)에 도입하는 상태가 제 1 상태인지 제 2 상태인지, 즉 제 1 스텝 S1인지 제 4 스텝 S4인지는, 예를 들면, 각 도파관(32)의 진행파의 전력량에 의해서 판단할 수 있다.

[0093] 제 5 스텝 S5에서는 스텝 S4에 있어서의 반사파의 검출이 완료되면, 마이크로파를 처리용기(2)에 도입하는 상태를, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환한다. 또, 제 2 상태가 계속되는 시간은 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)이, 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태 1회의 시간 이하인 것이 바람직하다. 또한, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환되는 전후에 있어서, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)이 마이크로파를 생성하는 상태를 계속시키는 시간은 상기 1회의 시간과 동등한 것이 바람직하다. 도 6에 나타난 예에서는, 예를 들면, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31A)이, 제 1 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 상태 1회의 시간은 20 ms 이며, 제 2 상태가 계속되는 시간은 10 ms 이다. 이 경우, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환된 직후에, 마그네트론(31C)이 마이크로파를 생성하는 상태를 계속시키는 시간은 10 ms로 된다.

[0094] 제 6 스텝 S6에서는 튜너(36)를 이용하여, 임피던스 정합의 대상이 되는 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스 정합을 실행한다. 튜너(36)가 전술한 도체판에 의해서 구성되어 있는 경우에는 도체판의, 도파관(32)의 내부공간에의 돌출량을 제어해서 임피던스 정합을 실행한다.

[0095] 제 1 스텝 S1, 제 4 스텝 S4 및 제 6 스텝 S6은, 예를 들면, 임피던스 정합을 실행하도록 작성된 제어 프로그램에 의해서 실행된다. 또한, 제 2 스텝 S2, 제 3 스텝 S3 및 제 5 스텝 S5는, 예를 들면, 마그네트론(31)의 구동을 제어하도록 작성된 제어 프로그램에 의해서 실행된다. 그리고, 제 1 내지 제 6 스텝 S1~S6의 일련의 수순은 제어부(8)의 프로세스 컨트롤러(81)에 의해서, 이들 2개의 제어 프로그램을 협동시키는 것에 의해서 실행시킬 수 있다.

[0096] 또, 제 1 상태는 웨이퍼 W를 처리하기 위한 주요한 상태이며, 제 1 상태에서 제 2 상태로 전환되는 빈도가 많아지면, 웨이퍼 W에 대한 처리의 효율이 저하할 우려가 있다. 그 때문에, 예를 들면, 상기의 제어 프로그램에 의해서, 제 2 상태로 전환되는 간격이 어느 정도 커지도록, 제 2 스텝 S2의 실행을 소정의 회수로 제한하여, 웨이퍼 W에 대한 처리 효율의 저하를 방지 하는 것이 바람직하다.

[0097] 다음에, 본 실시형태에 따른 마이크로파 처리 장치(1) 및 그 제어 방법의 효과에 대해 설명한다. 본 실시형태에서는 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 제 1 상태가 계속되고 있는 동안에, 선택적 또한 일시적으로, 복수의 마그네트론(31) 중의 1개에 있어서 마이크로파를 생성하고, 이 마이크로파만을 처리용기(2)에 도입하는 제 2 상태로 전환한다. 즉, 제 1 상태에서 일시적으로 제 2 상태로 전환된 후, 제 2 상태 후에, 제 1 상태로 복귀된다.

[0098] 본 실시형태에서는 제 2 상태에 있어서, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)에 의해서만 마이크로파를 생성시킬 수 있다. 이에 따라, 본 실시형태에 의하면, 진입파의 영향을 받는 일 없이, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 도파관(32)에 있어서의 반사파를 정확하게 검출하는 것이 가능하게 된다. 특히, 본 실시형태에서는 제 2 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 의거하여, 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성한 마그네트론(31)과, 처리용기(2)의 사이의 임피던스 정합을 실행한다. 이에 따라, 본 실시형태에 의하면, 복수의 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스 정합의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0099] 또한, 본 실시형태에서는 제 1 상태는 웨이퍼 W를 처리하기 위한 주요한 상태이며, 제 2 상태는 복수의 도파관(32) 중, 제 2 상태에 있어서 생성된 마이크로파를 전송하는 도파관(32)에 있어서의 반사파를 검출하기 위한 상태이다. 전술한 바와 같이, 제 2 상태로는, 제 1 상태가 계속되고 있는 동안에 선택적 또한 일시적으로 전환된다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 웨이퍼 W에 대한 처리가 실행되고 있는 동안에, 마이크로파를 전송하는 도파관(32)에 있어서의 반사파를 정확하게 검출할 수 있는 동시에, 복수의 마그네트론(31)과 처리용기(2)의 사이의 임피던스를 개별적으로 정합하는 것이 가능하게 된다.

[0100] 또한, 본 실시형태에서는 제 1 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량에 의거하여, 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)을 결정한다. 구체적으로는 제 1 상태에 있어서 검출된 반사파의 전력량이 소정의 임계값보다도 큰지 아닌지에 의해서, 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)이 결정된

다. 이에 따라, 본 실시형태에 의하면, 웨이퍼 W에 대한 처리가 실행되고 있는 동안에, 처리용기(2)와의 사이에서 임피던스 정합이 실행되는 마그네트론(31)을 결정할 수 있다. 또, 상기의 임계값은 1개에 한정되지 않으며, 복수라도 좋다. 이 경우, 반사파의 전력량의 크기에 따라, 다른 종류의 임피던스 정합, 예를 들면, 본 실시형태를 따른 웨이퍼 W에의 처리가 우선하는 임피던스 정합과, 웨이퍼 W의 처리보다도 임피던스의 정합을 우선하도록 하는 임피던스 정합을 실행하는 것이 가능하게 된다.

[0101] 또한, 본 실시형태에서는 제 1 상태에서 제 2 상태로의 전환은 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)이, 제 1 상태에 있어서 오프 상태에서 온 상태로 전환되는 타이밍에 실행된다. 또한, 제 2 상태가 계속되는 시간은 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)이, 제 1 상태의 온 상태 1회의 시간 이하이다. 또한, 제 2 상태에서 제 1 상태로 전환되는 전후에 있어서, 제 2 상태에 있어서 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31)이, 온 상태를 계속시키는 시간은 상기 1회의 시간과 동등하다. 이들로부터, 본 실시형태에 의하면, 반사파를 검출하기 위한 상태인 제 2 상태를 계속시키는 시간을 최소한으로 하여, 웨이퍼 W에 대한 처리효율의 저하를 방지할 수 있다.

[0102] 본 발명의 마이크로파 처리 장치 및 그 제어 방법에서는 제 2 상태에 있어서, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마이크로파원에 의해서만 마이크로파를 생성시킬 수 있다. 이에 따라, 본 발명에 따르면, 임피던스 정합의 대상으로 되는 마이크로파원과 처리용기의 사이의 전송로에 있어서의 반사파를 정확하게 검출하는 것이 가능하게 된다. 그 결과, 본 발명에 의하면, 복수의 마이크로파원과 처리용기의 사이의 임피던스 정합의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0103] 이하, 본 실시형태에 있어서의 그 밖의 효과에 대해 설명한다. 본 실시형태에서는 마이크로파 도입 장치(3)는 복수의 마그네트론(31)과 복수의 도파관(32)을 갖고, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 것이 가능하다. 본 실시형태에 의하면, 각 마그네트론(31)의 출력이, 웨이퍼 W에 대해 부족한 경우에도, 복수의 마이크로파를 동시에 처리용기(2)에 도입하는 것에 의해, 웨이퍼 W에 대해 처리를 실행하는 것이 가능하게 된다.

[0104] 또한, 본 실시형태에서는 마이크로파는 웨이퍼 W에 조사되어 웨이퍼 W를 처리하기 위한 것이다. 이에 따라, 본 실시형태에 의하면, 플라즈마 처리에 비해, 웨이퍼 W에 대해 저온의 가열처리를 실행하는 것이 가능하다.

[0105] 또, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않고, 각종 변경이 가능하다. 예를 들면, 본 발명의 마이크로파 처리 장치는 반도체 웨이퍼를 피처리체로 하는 경우에 한정되지 않고, 예를 들면, 태양 전지 패널의 기판이나 플랫 패널 디스플레이용 기판을 피처리체로 하는 마이크로파 처리 장치에도 적용할 수 있다.

[0106] 또한, 상기 실시형태에서는 마그네트론(31A, 31B)이 승압 트랜스포머(44A)에 접속되고, 마그네트론(31C, 31D)이 승압 트랜스포머(44B)에 접속되어 있는 예에 대해 설명했지만, 마그네트론(31A~31D)은 각각 별도의 승압 트랜스포머에 접속되어 있어도 좋다. 이 경우, 동시에 마이크로파를 생성하는 마그네트론(31A~31D)의 조합을 임의로 변경하는 것이 가능하게 된다.

[0107] 또한, 마이크로파 유닛(30)의 수(마그네트론(31)의 수)나, 처리용기(2)에 동시에 도입되는 마이크로파의 수는 실시형태에서 설명한 수에 한정되지 않는다.

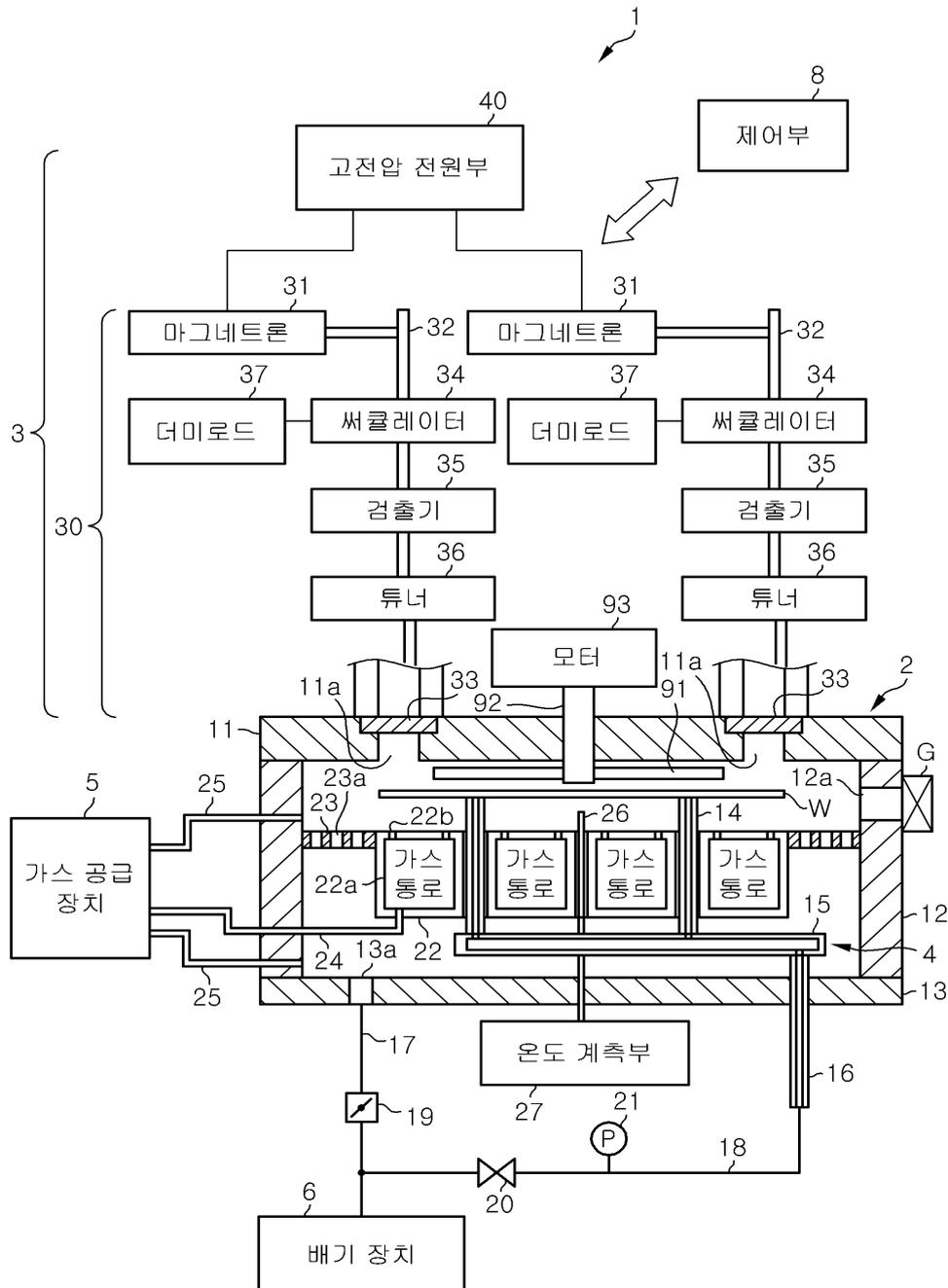
부호의 설명

- | | | |
|--------|---------------|-------------|
| [0108] | 1 마이크로파 처리 장치 | 2 처리용기 |
| | 3 마이크로파 도입 장치 | 4 지지 장치 |
| | 5 가스 공급 장치 | 6 배기 장치 |
| | 8 제어부 | 30 마이크로파 유닛 |
| | 31 마그네트론 | 32 도파관 |
| | 33 투과창 | 34 셔클레이터 |
| | 35 검출기 | 36 튜너 |
| | 37 더미 로드 | 40 고전압 전원부 |

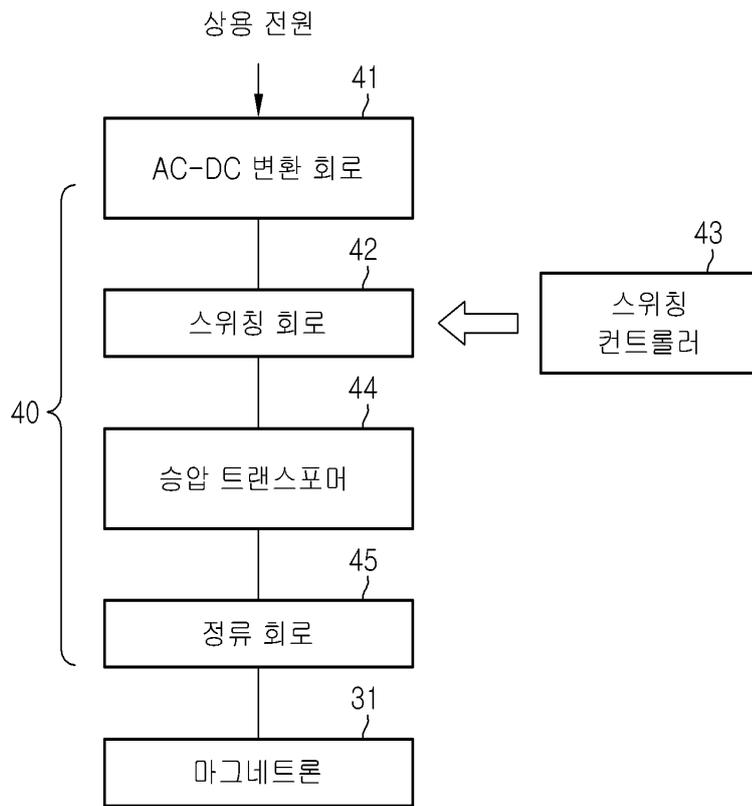
- 41 AC-DC 변환 회로
- 42 스위칭 회로
- 43 스위칭 컨트롤러
- 44 승압 트랜스포머
- 45 정류 회로
- 81 프로세스 컨트롤러
- 82 사용자 인터페이스
- 83 기억부
- W 반도체 웨이퍼

도면

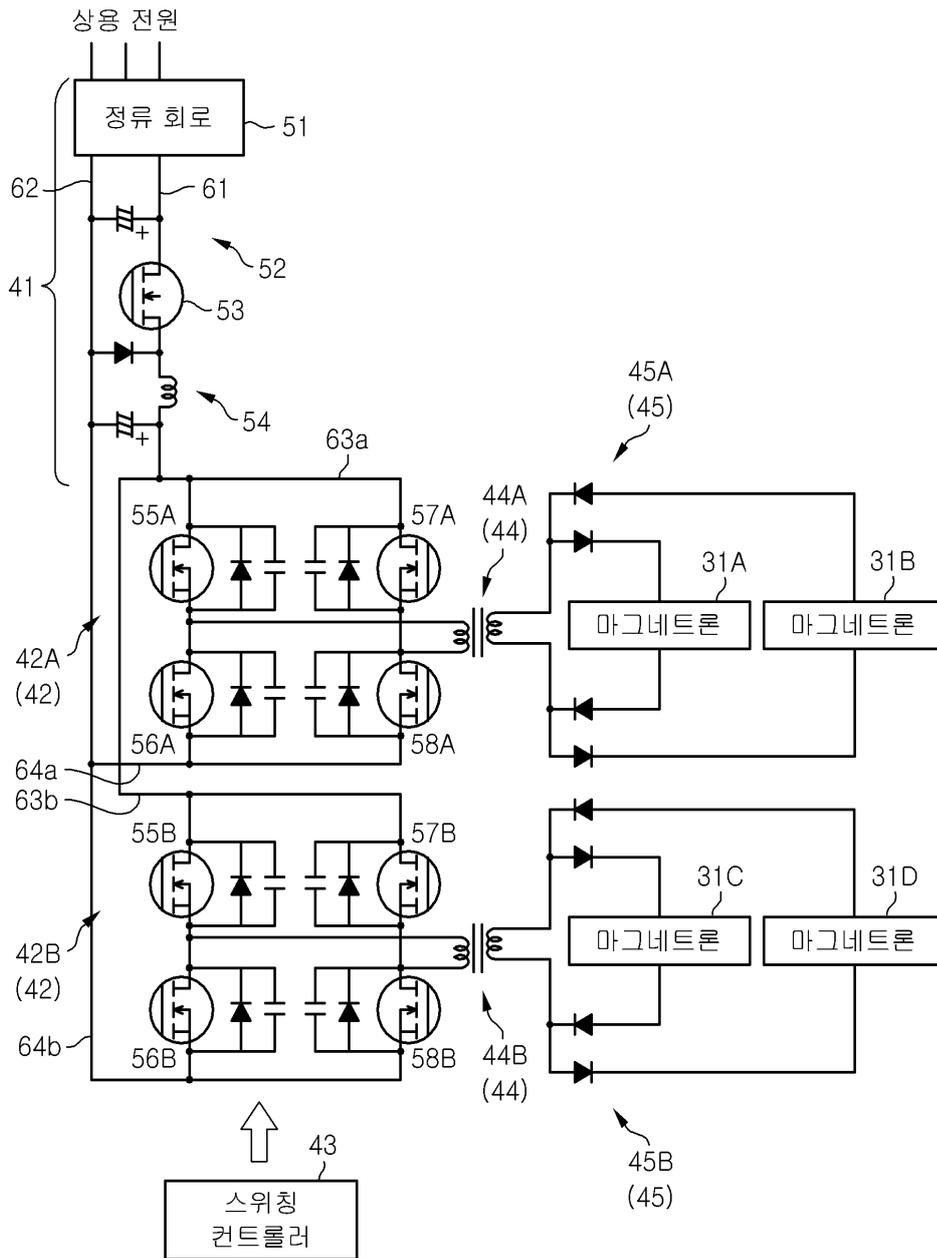
도면1



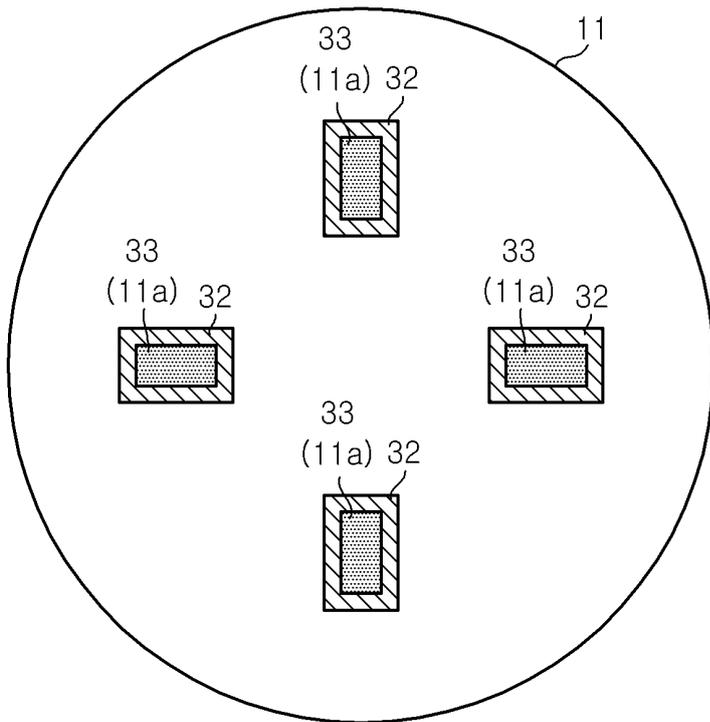
도면2



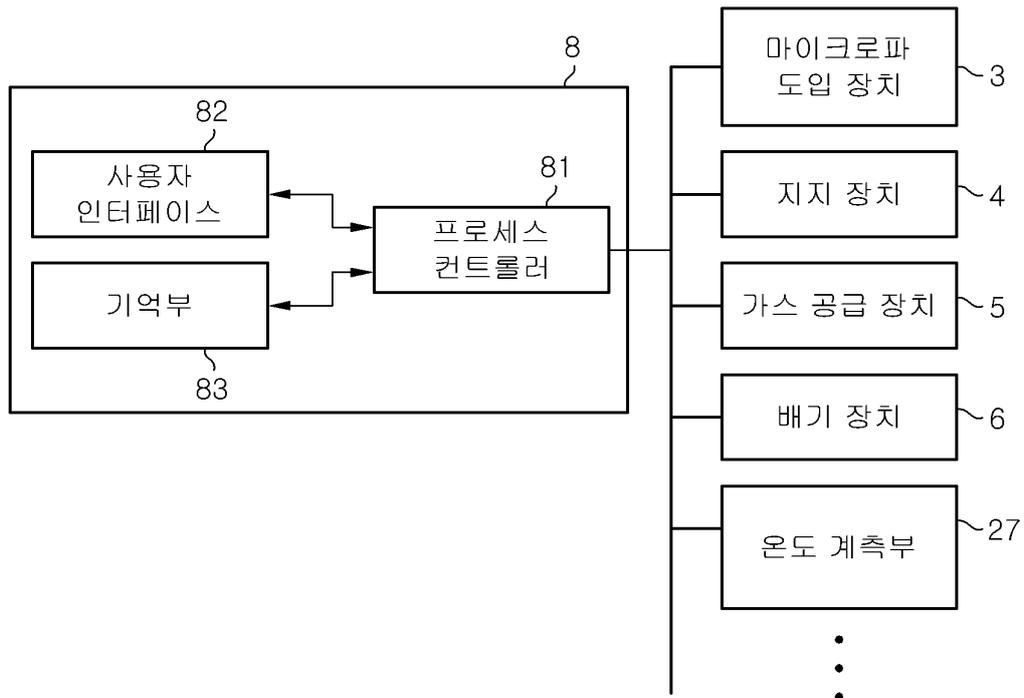
도면3



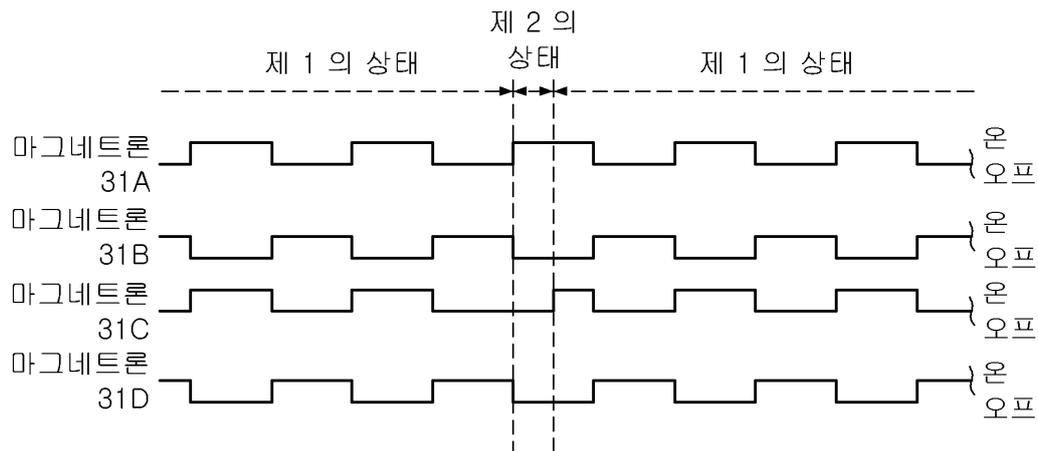
도면4



도면5



도면6



도면7

