



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0086846  
(43) 공개일자 2014년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/304* (2006.01) *H01L 21/302* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0159803  
(22) 출원일자 2013년12월20일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
JP-P-2012-287121 2012년12월28일 일본(JP)

(71) 출원인  
가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼  
일본국 도쿄도 오타구 하네다아사히쵸 11-1  
(72) 발명자  
이시바시 도모아츠  
일본 도쿄도 오타구 하네다아사히쵸 11-1 가부시  
키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내  
(74) 대리인  
성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 6 항

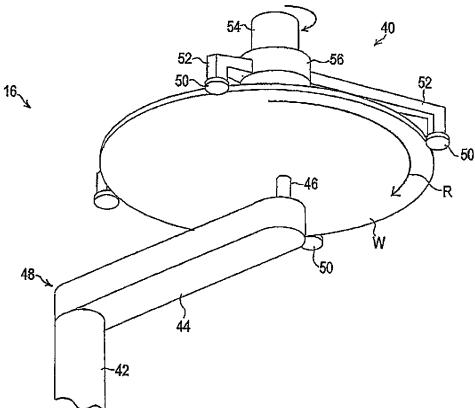
(54) 발명의 명칭 기판 세정 장치 및 기판 세정 방법

### (57) 요 약

2유체 제트 세정의 본래의 세정 특성을 활용하여, 기판의 표면을 높은 세정도로 세정할 수 있도록 한다.

표면을 하향으로 해서 기판(W)을 수평하게 보유 지지하여 회전시키는 기구(40)와, 기체와 액체의 2유체 제트류를 기판 보유 지지 기구(40)로 보유 지지된 기판(W)의 표면(하면)을 향해서 상향으로 분사하는 2유체 노즐(46)을 갖는다.

**대 표 도** - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

표면을 하향으로 해서 기판을 수평하게 보유 지지하여 회전시키는 기판 보유 지지 기구와, 기체와 액체의 2유체 제트류를 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면을 향해서 상향으로 분사하는 2유체 노즐을 갖는 것을 특징으로 하는 기판 세정 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기판 보유 지지 기구의 측방에 세워 설치한 회전 가능한 지지축과, 이 지지축에 기초부를 연결한 수평 방향으로 연장되는 요동 아암으로 이루어지고, 상기 2유체 노즐을 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면과 평행하게 이동시키는 이동 기구를 더 갖고, 상기 요동 아암의 선단부에 상기 2유체 노즐이 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 기판 세정 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 요동 아암은, 상기 2유체 노즐을 2유체 제트류를 분출시키면서 한방향으로 이동시키고, 상기 2유체 노즐은, 기판의 중심으로부터 오프셋한 세정 개시 위치로부터, 기판 중심의 바로 아래를 통과하여, 기판의 외주부 외측의 세정 종료 위치까지 이동하는 것을 특징으로 하는 기판 세정 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 2유체 노즐은, 슬릿 형상의 분사구를 갖는 슬릿형 노즐이며, 상기 분사구가, 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면과 평행해지도록 고정하여 설치되고, 상기 분사구의 길이 방향의 길이는 기판의 반경 이상의 길이이며, 기판의 중심을 통과하는 수선 및 기판의 외주 단부를 통과하는 수선이 모두 상기 분사구를 통과하도록 상기 2유체 노즐이 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 기판 세정 장치.

### 청구항 5

표면을 하향으로 해서 기판을 수평하게 회전시키고,

수평하게 회전하고 있는 기판의 표면을 향해서 기체와 액체의 2유체 제트류를 2유체 노즐로부터 상향으로 분사시키는 것을 특징으로 하는 기판 세정 방법.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

기판의 중심으로부터 오프셋한 세정 개시 위치로부터, 기판 중심의 바로 아래를 통과하여, 기판의 외주부 외측의 세정 종료 위치까지, 상기 2유체 노즐을 2유체 제트류를 분출시키면서, 기판의 표면과 평행하게 한방향으로 이동시키는 것을 특징으로 하는 기판 세정 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 기판 세정 장치 및 기판 세정 방법에 관한 것으로, 특히 반도체 웨이퍼 등의 기판의 표면(연마면)을, 2유체 제트 세정을 이용해서 비접촉으로 세정하는 기판 세정 장치 및 기판 세정 방법에 관한 것이다. 본 발명의 기판 세정 장치 및 기판 세정 방법은,  $\phi 450\text{mm}$ 의 대구경의 반도체 웨이퍼에도 대응할 수 있으며, 플랫 패널 제조 공정이나 CMOS나 CCD 등의 이미지 센서 제조 공정, MRAM의 자성막 제조 공정 등에도 적용

된다.

## 배경기술

[0002] 최근 반도체 디바이스의 미세화에 수반하여, 기판 위에 물성이 다른 여러가지 재료의 막을 형성하여 이것을 세정하는 것이 널리 행해지고 있다. 예를 들어, 기판 표면의 절연막 내에 형성한 배선 홈을 금속으로 매립하여 배선을 형성하는 다마신 배선 형성 공정에 있어서는, 다마신 배선 형성 후에 화학 기계적 연마(CMP)에 의해 기판 표면의 여분의 금속을 연마 제거하도록 하고 있고, CMP 후의 기판 표면에는, 금속막, 배리어막 및 절연막 등의 물에 대한 습윤성이 다른 복수종의 막이 노출된다.

[0003] CMP에 의해, 금속막, 배리어막 및 절연막 등이 노출된 기판 표면에는, CMP에 사용된 슬러리의 잔사(슬러리 잔사)나 금속 연마 씨꺼기 등의 파티클(디렉트)이 존재하며, 기판 표면의 세정이 불충분해져서 기판 표면에 잔사물이 남으면, 기판 표면의 잔사물이 남은 부분에서부터 누설이 발생하거나, 밀착성 불량의 원인이 되는 등 신뢰성의 점에서 문제로 된다. 이로 인해, 금속막, 배리어막 및 절연막 등의 물에 대한 습윤성이 다른 막이 노출된 기판 표면을 높은 세정도로 세정할 필요가 있다.

[0004] 반도체 웨이퍼 등의 기판의 표면을 비접촉으로 세정하는 세정 방식 중 하나로서, 2유체 제트(2FJ)를 사용한 2유체 제트 세정이 알려져 있다(특허문현 1, 2 등 참조). 2유체 제트 세정은, 도 1에 도시한 바와 같이, 표면(연마면)을 상향으로 해서 수평하게 회전하고 있는 기판(W)의 상방에 2유체 노즐(100)을 하향으로 배치하고, 2유체 노즐(100)을 기판(W)과 평행하게 한방향으로 이동시키면서, 상기 2유체 노즐(100)로부터 고속 기체에 실려 있는 미소 액적(미스트)을 기판(W)의 표면을 향해서 하향으로 분출시켜서 충돌시키고, 이 미소 액적의 기판(W)의 표면에의 충돌로 인해 발생한 충격파를 이용해서 기판(W)의 표면의 파티클(102)을 제거(세정)하도록 하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 등록 특허 제3,504,023호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2010-238850호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 그러나, 종래의 2유체 제트 세정에 있어서는, 특히 소수성의 표면을 갖는 기판의 상기 표면을 세정할 때, 기판의 표면에 파티클이 남아 버려, 기판의 표면 전역을 높은 세정도로 세정하는 것이 곤란해진다. 즉, 도 1에 도시한 바와 같이, 2유체 노즐(100)로부터 고속 기체에 실려 있는 미소 액적(미스트)을 기판(W)의 표면을 향해 하향으로 분출시켜서 기판(W)의 표면에 충돌시키면, 이 충돌에 의해 날아 올라간 파티클(102)이 기판(W)의 표면에 충돌한 후의 기류를 타고 부유하여 기판(W)의 표면의 세정이 끝난 영역에 내려앉아 버린다. 그리고, 특히 소수성의 표면에서는, 이 세정이 끝난 영역에 내려앉은 파티클(102)이 그 자리에 정체되기 쉽고, 결과적으로 기판(W)의 표면에 파티클(102)이 남아서 디렉트로 된다.

[0007] 특히, 금후 실리콘 웨이퍼의 크기가, 최대  $\phi 300\text{mm}$  내지  $\phi 450\text{mm}$ 인 대구경으로 되기 때문에,  $\phi 450\text{mm}$ 인 실리콘 웨이퍼 등의 기판 표면의 거의 전역을 높은 세정도로 세정하는 것이 더욱 곤란해질 것으로 생각된다.

[0008] 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 2유체 제트 세정의 본래의 세정 특성을 활용하여, 기판의 표면을 높은 세정도로 세정할 수 있도록 한 기판 세정 장치 및 기판 세정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 기판 세정 장치는, 표면을 하향으로 해서 기판을 수평하게 보유 지지하여 회전시키는 기판 보유 지지 기구와, 기체와 액체의 2유체 제트류를 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면을 향해서 상향으로 분사하는 2유체 노즐을 갖는다.

[0010] 이에 의해, 표면을 하향하여 수평하게 회전하고 있는 기판의 상기 표면에, 2유체 노즐로부터 분사되는 상향 2유

체 제트류를 충돌시킴으로써, 기판의 표면을 세정할 수 있고, 이 세정 시에 기판의 표면을 이탈한 파티클은, 그 자중 및 2유체 제트류가 기판의 표면에 충돌한 후의 다운 플로우의 기류에 의해 하방으로 이동하여 기판의 표면에 재부착하는 것이 억제된다. 이에 의해, 본래의 세정 특성을 갖는 2유체 제트 세정을 행할 수 있다.

- [0011] 본 발명의 바람직한 일 형태는, 상기 기판 보유 지지 기구의 측방에 세워 설치한 회전 가능한 지지축과, 이 지지축에 기초부를 연결한 수평 방향으로 연장되는 요동 아암으로 이루어지고, 상기 2유체 노즐을 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면과 평행하게 이동시키는 이동 기구를 더 갖고, 상기 요동 아암의 선단부에 상기 2유체 노즐이 장착되어 있다.
- [0012] 이에 의해, 지지축을 회전시켜서 요동 아암을 가동시킴으로써, 2유체 노즐을 이동시킬 수 있고, 게다가 지지축의 회전 속도 및 회전 각도를 제어함으로써, 2유체 노즐의 이동 속도 및 이동 거리를 제어할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 바람직한 일 형태는, 상기 요동 아암은, 상기 2유체 노즐을 2유체 제트류를 분출시키면서 한방향으로 이동시키고, 상기 2유체 노즐은, 기판의 중심으로부터 오프셋한 세정 개시 위치로부터, 기판 중심의 바로 아래를 통과하여, 기판의 외주부 외측의 세정 종료 위치까지 이동한다.
- [0014] 이에 의해, 기판의 표면 전역을 얼룩없이 보다 균일하게 세정할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 바람직한 일 형태는, 상기 2유체 노즐은, 슬릿 형상의 분사구를 갖는 슬릿형 노즐이며, 상기 분사구가, 상기 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판의 표면과 평행해지도록 고정하여 설치되고, 상기 분사구의 길이 방향의 길이는 기판의 반경 이상의 길이이며, 기판의 중심을 통과하는 수선 및 기판의 외주 단부를 통과하는 수선이 모두 상기 분사구를 통과하도록 상기 2유체 노즐이 설치되어 있다.
- [0016] 이에 의해, 슬릿형 노즐로 이루어지는 2유체 노즐을 고정한 상태에서, 기판의 표면 전역을 얼룩없이 보다 균일하게 세정할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 기판 세정 방법은, 표면을 하향으로 해서 기판을 수평하게 회전시키고, 수평하게 회전하고 있는 기판의 표면을 향해서 기체와 액체의 2유체 제트류를 2유체 노즐로부터 상향으로 분사시킨다.
- [0018] 본 발명의 바람직한 일 형태는, 기판의 중심으로부터 오프셋한 세정 개시 위치로부터, 기판 중심의 바로 아래를 통과하여, 기판의 외주부 외측의 세정 종료 위치까지, 상기 2유체 노즐을 2유체 제트류를 분출시키면서, 기판의 표면과 평행하게 한방향으로 이동시킨다.

### 발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 표면을 하향하여 수평하게 회전하고 있는 기판의 상기 표면에, 2유체 노즐로부터 분사되는 상향 2유체 제트류를 충돌시킴으로써, 기판의 표면을 세정할 수 있다. 이 세정 시에 기판의 표면을 이탈한 파티클은, 그 자중 및 2유체 제트류가 기판의 표면에 충돌한 후의 다운 플로우의 기류에 의해 하방으로 이동하여 기판의 표면에 재부착하는 것이 억제된다. 이에 의해, 본래의 세정 특성을 갖는 2유체 제트 세정에 의해, 기판의 표면을 높은 세정도로 세정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 종래의 2유체 제트 세정에 있어서의 파티클의 거동을 설명하는 도면.  
 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관한 기판 세정 장치를 구비한 기판 처리 장치의 전체 구성을 도시하는 평면도.  
 도 3은 도 2에 도시하는 제1 세정 유닛으로서 사용되는, 본 발명의 실시 형태에 관한 기판 세정 장치의 개요를 도시하는 사시도.  
 도 4는 도 3에 도시하는 제1 세정 유닛의 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판과 2유체 노즐의 관계를 도시하는 도면.  
 도 5는 본 발명의 2유체 제트 세정에 있어서의 파티클의 거동을 설명하는 도면.  
 도 6은 본 발명의 다른 실시 형태의 기판 보유 지지 장치로 보유 지지된 기판과 2유체 노즐의 관계를 도시하는 도면.  
 도 7은 실시예 1, 비교예 1 및 세정 전에 있어서의, 기판 표면에 남은 100nm 이상의 파티클(디펙트)의 수를 계측했을 때의 결과를, 세정 전의 기판 표면에 남은 파티클수를 100%로 한 백분율(디펙트율)로 나타내는

그래프로, 실시예 1 및 비교예 1에 있어서는, 사진과 함께 나타내고 있다.

도 8은 실시예 1, 실시예 2, 비교예 1 및 세정 전에 있어서의, 기판 표면에 남은 100mm 이상의 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 계측했을 때의 결과를, 세정 전의 기판 표면에 남은 슬러리수를 1로 한 임의 단위로 나타내는 그래프.

도 9의 (a)는 세정 후에 기판 표면에 남은 슬러리의 상태를 도시하는 도면이고, 도 9의 (b)는 세정 후에 기판 표면에 남은 슬러리 덩어리의 상태를 도시하는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

[0022] 도 2는 본 발명의 실시 형태에 관한 기판 세정 장치를 구비한 기판 처리 장치의 전체 구성을 도시하는 평면도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 기판 처리 장치는 대략 직사각 형상의 하우징(10)과, 다수의 반도체 웨이퍼 등 의 기판을 스톡하는 기판 카세트가 적재되는 로드 포트(12)를 구비하고 있다. 로드 포트(12)는 하우징(10)에 인접하여 배치되어 있다. 로드 포트(12)에는 오픈 카세트, SMIF(Standard Manufacturing Interface) 포드 또는 FOUP(Front Opening Unified Pod)를 탑재할 수 있다. SMIF, FOUP는 내부에 기판 카세트를 수납하여, 격벽 으로 덮음으로써, 외부 공간과는 독립된 환경을 유지할 수 있는 밀폐 용기다.

[0023] 하우징(10)의 내부에는, 복수(이 예에서는 4개)의 연마 유닛(14a 내지 14d)과, 연마 후의 기판을 세정하는 제1 세정 유닛(16) 및 제2 세정 유닛(18)과, 세정 후의 기판을 건조시키는 건조 유닛(20)이 수용되어 있다. 연마 유닛(14a 내지 14d)은 기판 처리 장치의 길이 방향을 따라서 배열되고, 세정 유닛(16, 18) 및 건조 유닛(20)도 기판 처리 장치의 길이 방향을 따라서 배열되어 있다. 본 발명의 실시 형태에 관한 기판 세정 장치는, 제1 세정 유닛(16)에 적용되어 있다.

[0024] 로드 포트(12), 상기 로드 포트(12)측에 위치하는 연마 유닛(14a) 및 건조 유닛(20)에 둘러싸인 영역에는, 기판 을 180° 반전시키는 반전 기구를 갖는 제1 반송 로봇(22)이 배치되고, 연마 유닛(14a 내지 14d)과 평행하게, 반송 유닛(24)이 배치되어 있다. 제1 반송 로봇(22)은 표면(회연마면)을 상향으로 한 상태에서 연마 전의 기판 을 로드 포트(12)로부터 수취하여, 표면이 하향으로 되도록 기판을 180° 반전시킨 후, 기판을 반송 유닛(24)에 수수함과 함께, 표면을 상향으로 한 상태에서 건조 후의 기판을 건조 유닛(20)으로부터 수취하여 로드 포트(12)로 되돌려 놓는다. 반송 유닛(24)은 제1 반송 로봇(22)으로부터 수취한 기판을 반송하여, 각 연마 유닛(14a 내지 14d) 사이에서 기판의 수수를 행함과 함께, 연마 유닛(14a 내지 14d)으로부터 수취한 기판을, 표면을 하향 으로 한 상태 그대로 제1 세정 유닛(16)에 수수한다.

[0025] 제1 세정 유닛(16)과 제2 세정 유닛(18) 사이에 위치하며, 이들 각 유닛(16, 18) 사이에서 기판의 수수를 행하는, 기판을 180° 반전시키는 반전 기구를 구비한 제2 반송 로봇(26)이 배치되고, 제2 세정 유닛(18)과 건조 유닛(20) 사이에 위치하며, 이들 각 유닛(18, 20) 사이에서 기판의 수수를 행하는 제3 반송 로봇(28)이 배치되어 있다. 또한, 하우징(10)의 내부에 위치하며, 기판 처리 장치의 각 기기의 움직임을 제어하는 제어부(30)가 배 치되어 있다.

[0026] 이 예에서는, 제1 세정 유닛(16)으로서, 본 발명의 실시 형태의 기판 세정 장치가 사용되고 있다. 제2 세정 유닛(18)으로서, 세정액의 존재 하에서, 기판의 표면(및 이면)에, 원기둥 형상으로 긴 형상으로 수평하게 연장되는 롤 세정 부채를 접촉시키면서, 기판 및 롤 세정 부채를 각각 한방향으로 회전시켜서 기판의 표면(및 이면)을 스크립 세정하는 롤 세정 유닛이 사용되고 있다. 이 제2 세정 유닛(롤 세정 유닛)(18)은, 세정액에 수십 내지 1Ml 부근의 초음파를 가하여, 세정액의 진동 가속도에 의한 작용력을 기판 표면에 부착된 미립자에 작용시키는 메가 소닉 세정을 병용하도록 구성되어 있다.

[0027] 또한, 건조 유닛(20)으로서, 수평하게 회전하는 기판을 향해서, 이동하는 분사 노즐로부터 IPA 가스를 분출하여 기판을 건조시키고, 또한 기판을 고속으로 회전시켜 원심력에 의해 기판을 건조시키는 스판 건조 유닛이 사용되고 있다.

[0028] 도 3은 도 2에 도시하는 제1 세정 유닛(16)으로서 사용되는, 본 발명의 실시 형태에 관한 기판 세정 장치의 개요를 도시하는 사시도이다. 도 4는 도 3에 도시하는 제1 세정 유닛(16)의 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판과 2유체 노즐의 관계를 도시하는 도면이다.

[0029] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시 형태의 기판 세정 장치로서의 제1 세정 유닛(16)은 연마 유닛(14a 내

지 14d) 중 어느 하나에서 연마된 표면을 하향으로 해서 반도체 웨이퍼 등의 기판(W)을 수평하게 보유 지지하여 회전시키는 기판 보유 지지 기구(40)와, 기판 보유 지지 기구(40)로 보유 지지되는 기판(W)의 측방에 세워 설치된 회전 가능한 지지축(42)과, 이 지지축(42)의 상단부에 기초부를 연결하여 수평 방향으로 연장되는 요동 아암(44)을 구비하고 있다. 요동 아암(44)은 기판 보유 지지 기구(40)로 보유 지지되는 기판(W)의 하방에 위치해 있다. 이 지지축(42)과 요동 아암(44)으로 이동 기구(48)가 구성되며, 이동 기구(48)에 의해 2유체 노즐(46)을 기판 보유 지지 기구(40)로 보유 지지된 기판(W)의 표면과 평행하게 이동시킨다.

[0030] 요동 아암(44)의 자유단부(선단)에는, 분사구를 원형으로 한 대략 원통 형상의 2유체 노즐(46)이 상향으로 상하 이동 가능하게 장착되어 있다. 2유체 노즐(46)에는, N<sub>2</sub> 가스나 아르곤 가스 등의 불활성 가스를 포함하는 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급 라인과, 순수, CO<sub>2</sub> 가스 용해수 또는 수소수 등의 세정액을 공급하는 세정액 공급 라인(모두 도시하지 않음)이 접속되어 있으며, 2유체 노즐(46)의 내부에 공급된 N<sub>2</sub> 가스 등의 캐리어 가스와 순수 또는 CO<sub>2</sub> 가스 용해수 등의 세정액을 2유체 노즐(46)로부터 고속으로 분출시킴으로써, 캐리어 가스 중에 세정액이 미소 액적(미스트)으로서 존재하는 2유체 제트류가 생성된다. 이 2유체 노즐(46)에서 생성되는 2유체 제트류를 회전 중인 기판(W)의 표면을 향해서 분출시켜서 충돌시킴으로써, 미소 액적의 기판 표면에의 충돌로 인해 발생한 충격파를 이용해서 기판 표면의 파티를 등을 제거(세정)할 수 있다.

[0031] 지지축(42)은 지지축(42)을 회전시킴으로써 상기 지지축(42)을 중심으로 요동 아암(44)을 요동시키는 구동 기구로서의 모터(도시하지 않음)에 연결되어 있다. 이 모터는 제어부(30)로부터의 신호로 회전 속도 및 회전 각도가 제어되고, 이에 의해, 요동 아암(44)의 각속도 및 요동각이 제어되고, 2유체 노즐(46)의 이동 속도 및 이동 거리가 제어된다.

[0032] 기판 보유 지지 기구(40)는 기판(W)을 수평 상태로 유지하는 척(50)을 선단부에 장착한 복수개(도시에서는 4개)의 아암(52)을 구비하고 있고, 이 아암(52)의 기단부는, 회전축(54)과 일체로 회전하는 베이스(56)에 연결되어 있다. 이에 의해, 표면(연마면)을 하향으로 해서 기판 보유 지지 기구(40)의 척(50)으로 보유 지지된 기판(W)은 화살표(R)로 나타내는 방향으로 회전한다.

[0033] 도 4는 기판(W)의 표면에 2유체 노즐(46)의 이동 궤적(P)을 나타낸 도면이다. 2유체 노즐(46)의 분사구는, 기판 표면과 평행한 면 위를 기판 표면으로부터 소정 거리만큼 하방으로 이격한 상태에서 이동한다. 2유체 노즐(46)은 요동 아암(44)의 요동에 수반하여, 도 4에 도시한 바와 같이, 기판(W)의 중심(0)으로부터 오프셋한 세정 개시 위치(A)로부터, 기판(W)의 중심(0)을 통과하여, 기판(W)의 외주부 외측의 세정 종료 위치(B)까지, 원호 형상의 이동 궤적(P)을 취하면서 한방향으로 이동함으로써, 기판(W) 표면의 세정을 행한다. 이 세정 시에, 수평하게 회전하고 있는 기판(W)의 표면을 향해서, 캐리어 가스 중에 세정액이 미소 액적(미스트)으로서 존재하는 2유체 제트류를 2유체 노즐(46)의 분사구로부터 상방을 향해서 분출시킨다.

[0034] 이 제1 세정 유닛(16)에 의한 기판(W)의 세정예를 설명한다. 연마 유닛(14a 내지 14d)에서는, 기판(W)의 표면(피연마면)을 하향으로 해서 기판 표면의 연마가 행해진다. 이로 인해, 연마 후의 기판(W)은 연마 유닛(14a 내지 14d)에서 연마된 표면을 하향으로 한 상태 그대로, 반송 유닛(24)으로부터 제1 세정 유닛(16)으로 반송된다. 기판 보유 지지 기구(40)는 연마된 표면을 하향으로 하여, 척(50)으로 기판(W)을 수평하게 보유 지지한다. 기판(W)이 기판 보유 지지 기구(40)로 수평하게 보유 지지된 후, 기판 보유 지지 기구(40)의 측방의 퇴피 위치에 위치해 있던 2유체 노즐(46)을, 요동 아암(44)을 가동시켜서, 기판(W)의 하방의 세정 개시 위치(A)로 이동시킨다.

[0035] 이 상태에서, 기판(W)을 수평하게 회전시키고, 캐리어 가스 중에 세정액이 미소 액적(미스트)으로서 존재하는 2유체 제트류를, 2유체 노즐(46)로부터 고속으로 상방에 위치하는 기판(W)의 표면을 향해서 상향으로 분출시켜서 충돌시킨다. 동시에, 2유체 노즐(46)을, 세정 개시 위치(A)로부터, 기판(W)의 중심(0)의 바로 아래를 통과하여, 기판(W)의 외주부 외측의 세정 종료 위치(B)까지, 원호 형상의 이동 궤적(P)을 취하도록 소정의 이동 속도로 한방향으로 이동시킨다. 이에 의해, 미소 액적의 기판(W)의 표면에의 충돌로 인해 발생한 충격파로 기판(W)의 표면의 파티를 등을 제거(세정)한다.

[0036] 이와 같이, 이 예에서는, 표면을 하향하여 수평하게 회전하고 있는 기판(W)의 상기 표면에, 2유체 노즐(46)을 한방향으로 이동시키면서, 2유체 노즐(46)로부터 분사되는 상향 2유체 제트류를 충돌시킴으로써, 기판(W)의 전체 표면을 세정할 수 있다. 도 5는 이 세정 시에 있어서의 파티클의 거동을 나타낸다.

[0037] 도 5에 도시한 바와 같이, 이 세정 시에 기판(W)의 표면을 이탈한 파티클(60)은, 그 자중 및 2유체 제트류가 기

판(W)의 표면에 충돌한 후의 다운 플로우의 기류에 의해 하방으로 이동하여 기판(W)의 표면(미세정 영역 및 세정이 끝난 영역)에 재부착하는 것이 억제된다. 이에 의해, 기판(W)의 표면을 이탈한 파티클(60)의 기판(W)의 표면에의 재부착을 고려할 필요성을 없애고, 2유체 노즐 본래의 세정 특성을 살려서 2유체 제트 세정을 행할 수 있다. 그리고, 2유체 노즐(46)을, 세정 개시 위치(A)로부터, 기판(W)의 중심(0)의 바로 아래를 통과하여, 기판(W)의 외주부 외측의 세정 종료 위치(B)까지 이동시키면서, 기판(W)의 표면을 세정함으로써, 기판(W)의 표면 전역을 보다 균일하게 세정할 수 있다.

[0038] 도 2에 도시하는 기판 처리 장치에서는, 표면(피연마면)을 상향으로 해서 로드 포트(12) 내의 기판 카세트로부터 제1 반송 로봇(22)으로 취출한 기판을, 표면이 하향으로 되도록  $180^\circ$  반전시킨 후, 연마 유닛(14a 내지 14d) 중 어느 하나로 반송하여 연마한다. 그리고, 연마 후의 기판을, 연마 유닛(14a 내지 14d) 중 어느 하나에서 연마된 표면을 하향으로 한 상태 그대로, 제1 세정 유닛(16)으로 반송하여 거친 세정을 한다. 이어서, 거친 세정 후의 기판을 제2 반송 로봇(26)으로 제1 세정 유닛(16)으로부터 취출하여, 표면이 상향으로 되도록  $180^\circ$  반전시킨 후, 제2 세정 유닛(18)으로 반송하여 마무리 세정한다. 그리고, 세정 후의 기판을 제2 세정 유닛(18)으로부터 취출하고, 건조 유닛(20)으로 반입하여 건조시키고, 그런 다음, 건조 후의 기판을 로드 포트(12)의 기판 카세트 내로 되돌려 놓는다.

[0039] 도 6은 본 발명의 다른 실시 형태에서 사용되는 2유체 노즐(62)과 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판(W)의 관계를 도시하는 도면이다. 이 예에서는 2유체 노즐(62)로서, 가늘고 긴 슬릿 형상의 분사구(62a)를 갖는 슬릿형 노즐이 사용되고 있다. 이 분사구(62a)는 기판 보유 지지 기구로 보유 지지된 기판(W)의 표면과 평행하게 기판 표면으로부터 일정거리만큼 하방으로 이격한 위치에 고정되며, 기판의 중심을 통과하는 수선 및 기판의 외주 단부를 통과하는 수선이 모두 분사구를 통과하도록 설치되어 있다. 분사구(62a)의 형상은 가늘고 긴 대략 직사각 형상이며, 분사구의 길이 방향의 길이는 기판(W)의 반경 이상의 길이를 갖고 있다. 또한, 분사구(62a)를 기판(W)의 직경 이상의 길이를 갖도록 해도 된다.

[0040] 이와 같이, 슬릿 형상의 분사구(62a)를 갖는 슬릿형 노즐로 이루어지는 2유체 노즐(62)을 사용함으로써, 2유체 노즐(62)을 고정한 상태에서, 기판(W)의 표면 전역을 얼룩없이 보다 균일하게 세정할 수 있다.

[0041] 도 2에 도시하는 기판 처리 장치를 사용하여, TEOS 블랭킷 웨이퍼(기판)의 표면을 연마 유닛(14a 내지 14d) 중 어느 하나에서 연마하고, 연마 후의 기판 표면을 제1 세정 유닛(16)에서 세정하고 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은  $100\text{nm}$  이상의 파티클(디펙트)의 수를 계측했을 때의 결과를, 도 7에 실시예 1로서 사진과 함께 나타낸다. 도 7에는 연마 후에 세정하지 않고, 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은  $100\text{nm}$  이상의 파티클(디펙트)의 수를 계측했을 때의 결과를 세정 전으로서 나타내고, TEOS 블랭킷 웨이퍼(기판)의 표면을 연마 유닛(14a 내지 14d) 중 어느 하나에서 연마하고, 연마 후의 기판 표면을 도 1에 도시한 바와 같은 종래의 2유체 세정 유닛을 사용하여 세정하고 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은  $100\text{nm}$  이상의 파티클(디펙트)의 수를 계측했을 때의 결과를, 비교예 1로서 사진과 함께 나타내고 있다. 도 7에 있어서, 디펙트 잔류율은 세정 전의 기판 표면에 남은 파티클(디펙트)수를 기준(100%)으로 한 백분율로 나타내고 있다.

[0042] 또한, 실시예 1에 있어서는, 노즐 직경이  $\phi 2$  내지  $\phi 6\text{mm}$ 인 2유체 노즐(46)을, 기판과  $5 \sim 15\text{mm}$  떨어진 위치에 배치하여 사용하고, 기판을  $100\text{min}^{-1}$  이하로 회전시키면서, 2유체 노즐(46)에 유량이  $150$  내지  $250\text{mL/min}$ 인 순수와 유량이  $50$  내지  $150\text{SLM}$ 인  $\text{N}_2$  가스를 공급하여 기판의 세정을 행했다. 이러한 조건은 비교예 1에 있어서도 마찬가지로 적용했다.

[0043] 도 7에서 명백해진 바와 같이, 비교예 1에 있어서는, 디펙트 잔류율이 약 28%이며 파티클(디펙트)이 원분포 상태에서 기판 표면에 잔존하기 쉬워진다. 디펙트가 원분포 상태에서 기판 표면에 잔존하는 상태란, 디펙트가 기판 표면에 복수의 원형상으로 남거나 소용돌이 형상으로 남는 상태를 말한다. 실시예 1에 있어서는, 디펙트 잔류율은 0.17%로 되고, 비교예 1과 비교하여, 세정 후에 기판 표면에 잔존하는 디펙트수를 각별히 감소시킬 수 있는 것을 알 수 있다.

[0044] 도 8은 도 7에 나타낸 실시예 1과 마찬가지로 해서, 기판을 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은  $100\text{nm}$  이상의 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 계측했을 때의 결과를 실시예 1로서 나타내고, 세정 중인 기판의 회전 속도를 실시예 1의 6배로 높이고, 그 밖에는 실시예 1과 마찬가지로 해서, 기판을 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은  $100\text{nm}$  이상의 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 계측했을 때의 결과를 실시예 2로서 나타낸다. 도 8에는 연마 후에 세정하지 않고, 기판을 스핀 건조시켰을 때, 기판 표면에 남은 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 계측했을 때의 결과를 세정 전으로서 나타내고, 도 7에 나타낸 비교예 1과 마찬가지의 조건으로 기판을 세정하고, 기

판을 스펀 건조시켰을 때, 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 계측했을 때의 결과를 비교예 1로서 나타내고 있다. 도 8에 있어서, 슬러리수와 슬러리 덩어리의 수는 세정 전의 기판 표면에 남은 슬러리수를 1로 한 임의 단위로 나타내고 있다.

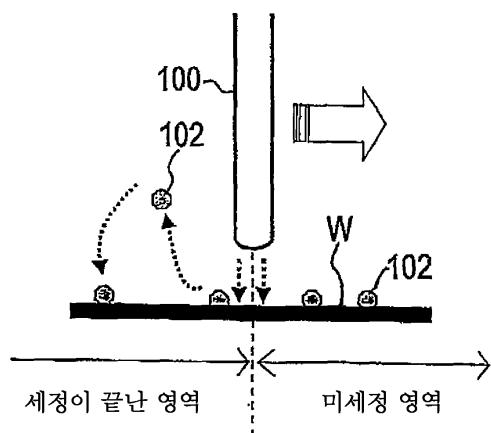
- [0045] 도 9의 (a)는 세정 후에 기판 표면에 남은 슬러리의 상태를, 도 9의 (b)는 세정 후에 기판 표면에 남은 슬러리 덩어리의 상태를 각각 나타내고 있다.
- [0046] 도 8에서 명백해진 바와 같이, 실시예 1, 2에 있어서는, 비교예 1과 비교하여, 세정 후에 기판 표면에 잔존하는 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 각별히 감소시킬 수 있고, 특히 실시예 2에 있어서는, 슬러리와 슬러리 덩어리의 수를 모두 제로로 할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0047] 지금까지 본 발명의 일 실시 형태에 대하여 설명했지만, 본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되지 않고, 그 기술적 사상의 범위 내에 있어서 여러가지 다른 형태로 실시되어도 되는 것은 말할 필요도 없다.

### **부호의 설명**

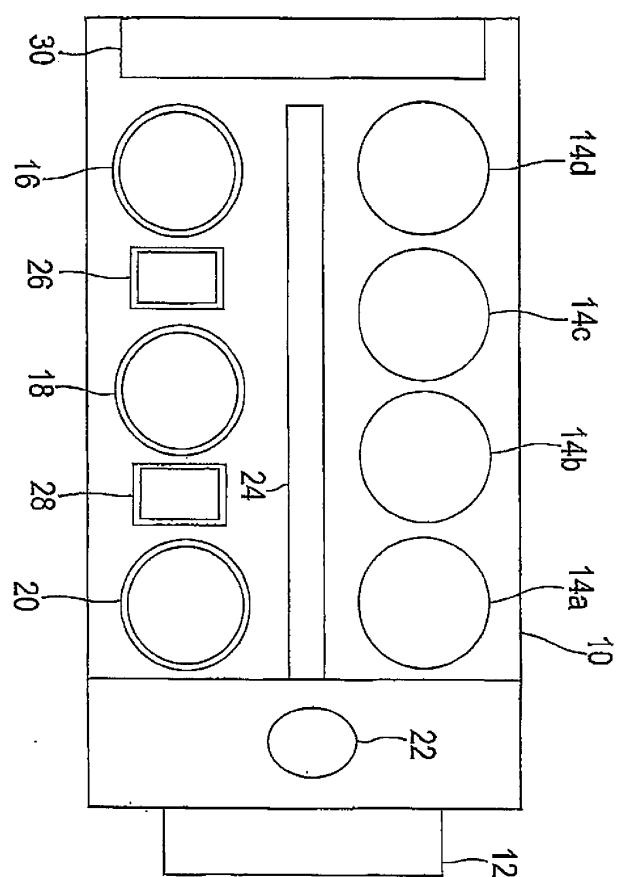
- [0048]
- 10 : 하우징
  - 14a 내지 14d : 연마 유닛
  - 16 : 제1 세정 유닛(기판 세정 장치)
  - 18 : 제2 세정 유닛
  - 20 : 건조 유닛
  - 24 : 반송 유닛
  - 40 : 기판 보유 지지 기구
  - 42 : 지지축
  - 44 : 요동 아암
  - 46, 62 : 2유체 노즐
  - 48 : 이동 기구
  - 50 : 척
  - 52 : 아암
  - 54 : 회전축
  - 60 : 파티클

도면

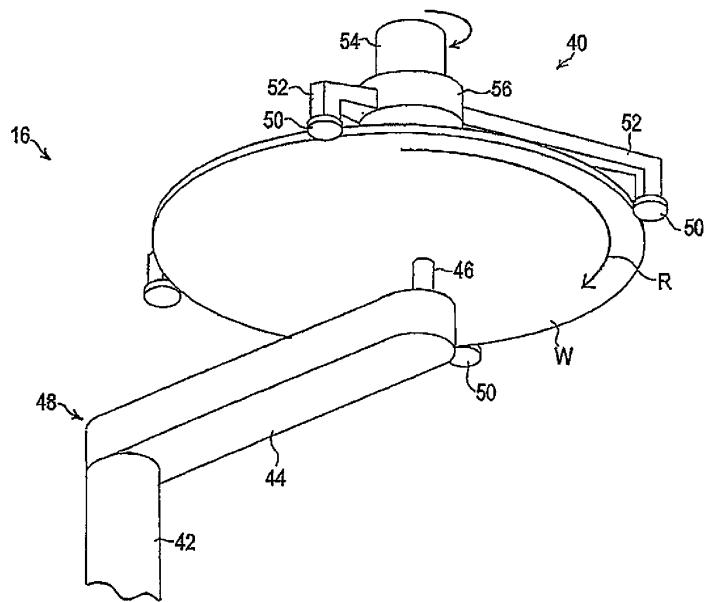
도면1



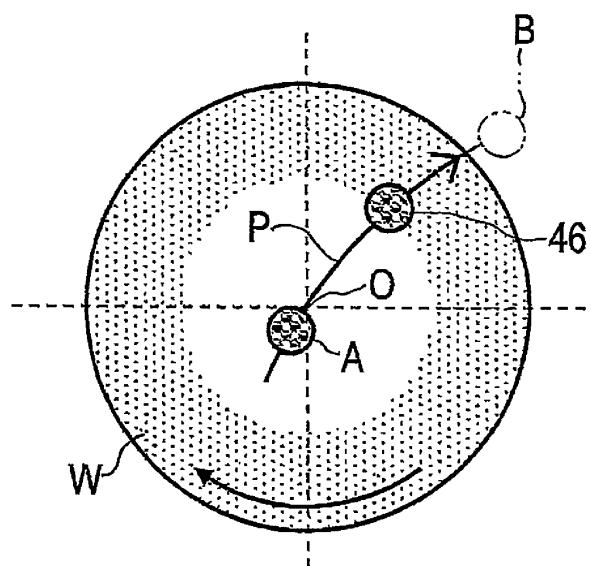
도면2



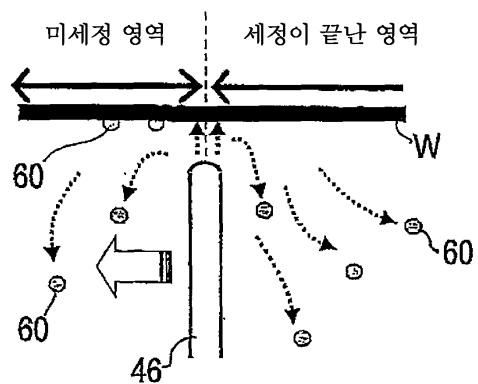
도면3



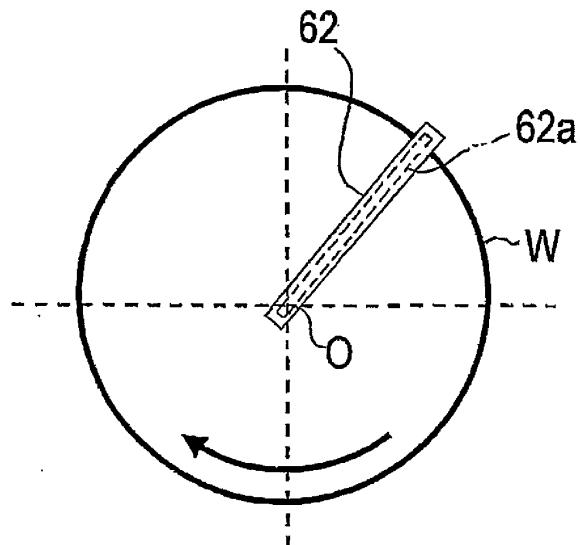
도면4



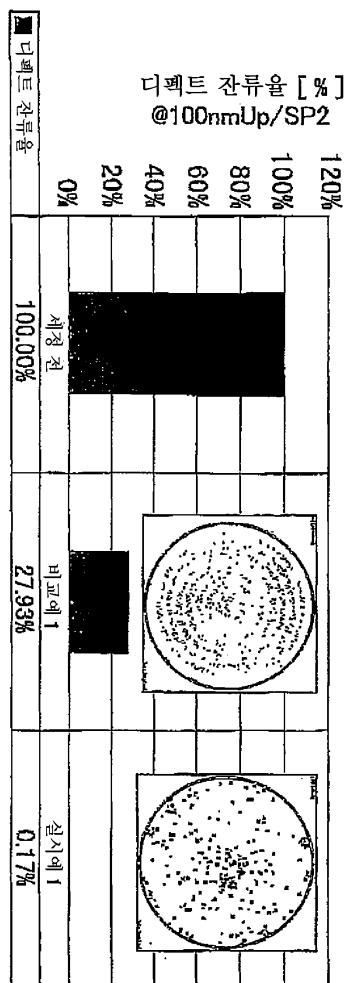
도면5



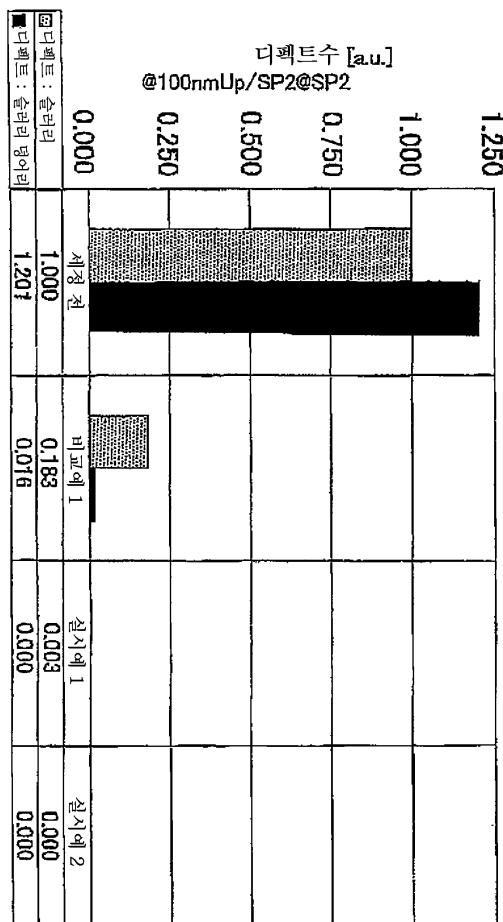
도면6



## 도면7



도면8



도면9

