



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년06월07일
(11) 등록번호 10-1039087
(24) 등록일자 2011년05월30일

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0006817

(22) 출원일자 2009년01월29일

심사청구일자 2009년01월29일

(65) 공개번호 10-2010-0076848

(43) 공개일자 2010년07월06일

(30) 우선권주장

JP-P-2008-331822 2008년12월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020080014 A*

KR1020060049704 A*

KR1020080038323 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시킴이이샤 히다치 하이테크놀로지즈

일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1초메 24-14

(72) 발명자

요코가와 겐에츠

일본국 야마구치켄 구다마즈시 히가시토요이 794,
가부시킴이이샤히다치 하이테크놀로지즈 가사도지
교쇼 내

이치노 다카마사

일본국 야마구치켄 구다마즈시 히가시토요이 794,
가부시킴이이샤히다치 하이테크놀로지즈 가사도지
교쇼 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박귀만

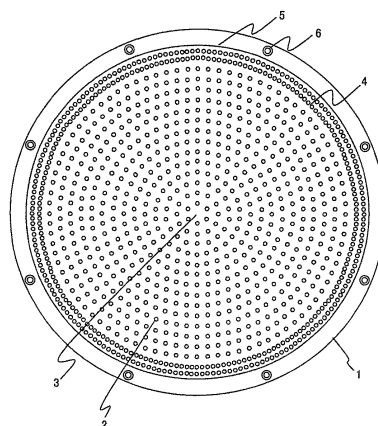
(54) 플라즈마처리장치

(57) 요약

본 발명은 피가공 시료의 바깥 둘레부에서 생기는 샤워 플레이트로부터의 가스 공급 부족을 해결하여, 피가공 시료에서의 가공 정밀도의 면내 균일성을 향상시키는 플라즈마처리장치를 제공하는 것이다.

이를 위하여 본 발명에서는, 진공용기와, 진공용기 내에 설치되어 피가공 시료를 탑재하는 시료대와, 시료대에 대하여 피가공 시료 직경보다 큰 직경의 가스공급면을 가지는 가스공급수단을 가지고, 피가공 시료의 표면처리를 행하는 플라즈마처리장치에 있어서, 가스공급수단의 가스공급면에는, 동일 직경의 가스 분출구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고, 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도는, 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출구멍의 구멍수 밀도보다 높다. 또, 가스공급수단의 가스공급면에는, 가스 분출 구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고, 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경은, 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경보다 크다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

히로자네 가즈유키

일본국 야마구치켄 구다마츠시 히가시토요이 794,
가부시키가이샤히다치 하이테크놀로지즈 가사도지
교쇼 내

가네키요 다다미츠

일본국 야마구치켄 구다마츠시 히가시토요이 794,
가부시키가이샤히다치 하이테크놀로지즈 가사도지
교쇼 내

특허청구의 범위

청구항 1

진공용기와, 상기 진공용기 내에 설치되어 피가공 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대에 대향하여 상기 피가공 시료 직경보다 큰 직경의 가스 공급면을 가지는 가스공급수단을 가지고, 상기 피가공 시료의 표면처리를 행하는 플라즈마처리장치에 있어서,

상기 가스공급수단의 가스 공급면에는, 동일 직경의 가스 분출 구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고,

상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도는, 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도보다 높게 함과 함께,

상기 피가공 시료 직경을 D , 상기 피가공 시료로부터 상기 가스 공급면까지의 거리를 L 이라 하였을 때, 종횡비 (D/L)가 2 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마처리장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도는, 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도에 비하여 1.5배에서 4배의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마처리장치.

청구항 3

진공용기와, 상기 진공용기 내에 설치되어 피가공 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대에 대향하여 상기 피가공 시료 직경보다 큰 직경의 가스 공급면을 가지는 가스공급수단을 가지고, 상기 피가공 시료의 표면처리를 행하는 플라즈마처리장치에 있어서,

상기 가스공급수단의 가스 공급면에는, 가스 분출 구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고,

상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경은, 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경보다 크게 함과 함께,

상기 피가공 시료 직경을 D , 상기 피가공 시료로부터 상기 가스 공급면까지의 거리를 L 이라 하였을 때, 종횡비 (D/L)가 2 이상인 것을 특징으로 하는 플라즈마처리장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경은, 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경에 비하여 1.1배내지 1.5배의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마처리장치.

청구항 5

제 1항 또는 제 3항에 있어서,

상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 상기 가스 분출 구멍은, 상기 피가공 시료 직경의 1배 내지 1.1배의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마처리장치.

청구항 6

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은, 반도체 디바이스를 제조하는 플라즈마처리장치에 관한 것으로, 특히, 레지스트 재료 등으로 형성된 마스크 패턴형상 그대로 실리콘이나 실리콘 산화막 등의 반도체재료를 에칭하는 드라이 에칭기술에 관한 것이다.
- [0002] 드라이 에칭은, 진공 배기수단을 가지는 진공용기 내에 원료가스를 도입하여, 상기 원료가스를 전자파에 의해 플라즈마화하여 피가공 시료에 노출하고, 피가공 시료 표면의 마스크부 이외를 에칭함으로써 원하는 형상을 얻는 반도체 미세 가공방법이다. 피가공 시료면 내에서의 가공 균일성에는 플라즈마의 분포, 피가공 시료면 내의 온도분포, 공급가스의 조성 및 유량분포 등이 영향을 미친다.
- [0003] 특히 평행 평판형의 플라즈마장치에서는, 피가공 시료의 대면(對面)에 배치되는 샤워 플레이트로부터 원료가스가 공급되고, 또한 피가공 시료와 샤워 플레이트 사이의 거리도 비교적 짧기 때문에 샤워 플레이트로부터 공급되는 가스 공급 분포가, 가공속도나 가공형상 등에 영향을 미친다.
- [0004] 이 특성을 활용하여, 샤워 플레이트의 중심부와 주변부에서 독립으로 가스 조성이나 유량을 제어함으로써, 가공형상 등의 피가공면 내 균일성을 향상시키고 있는 플라즈마처리장치가, 예를 들면 특허문헌 1에 의하여 제안되어 있다.
- [0005] 도 7에 종래의 샤워 플레이트를 나타낸다.
- [0006] 통상, 샤워 플레이트 가스 공급면(5) 상에는 복수의 가스 분출 구멍(2)을 모두 균등하게 배치하고, 또한 기본적으로 미세 구멍 1개당으로부터 분출하는 가스의 조성이나 유량은 동일하여 피가공 시료의 단위 면적당 가스공급 상태가 균등해지도록 설계되어 있다.
- [0007] 또, 피가공 시료면 내의 중심부와 주변부에서 대략 가스의 공급량을 제어하고, 반응 생성물 등의 영향을 상쇄하여 가공형상의 균일화를 실현하고 있다.
- [0008] 특허문헌 1에 나타내는 가스공급 분포구조에서는, 중심영역과 주변영역의 2영역 사이에서는 구멍 1개당으로부터 분출하는 가스조성이나 유량은 다르나, 각각의 영역 내의 구멍에서는, 동일한 조성 및 유량의 가스가 분출하는 구조로 되어 있다.
- [0009] [특허문헌 1]
- [0010] 일본국 특개2006-41088호 공보

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0011] 샤워 플레이트에 형성되는 가스 공급 구멍은, 기본적으로 균등하게 배치되어 있기 때문에, 피가공 시료의 바깥 둘레부에서 가스의 공급량이 중심 부근에 비하여 상대적으로 적어지는 경향에 있다.
- [0012] 특히, 협(狹)갭형의 장치에서는, 샤워 플레이트와 피가공 시료 사이의 거리가 짧기 때문에, 이 가스공급량의 불균일에 따르는 피가공 시료 바깥 둘레부에서의 형상 불균일이 문제가 되는 경우가 있다.
- [0013] 도 3에, 웨이퍼(피가공 시료) 직경을 $D(300\text{ mm})$, 웨이퍼로부터 샤워 플레이트까지의 거리를 L 이라 하였을 때, 중횡비(D/L)와 상대 가스 분자 도달량과의 관계를 나타낸다.
- [0014] 이것은, 샤워 플레이트의 각 가스 분출 구멍으로부터 균등하게 분출한 가스분자가 등방(等方) 확산한 경우를 가정하고, 또, 웨이퍼에 대면하는 가스 분출 구멍이 웨이퍼 직경과 동일 지름이고 또한 단위 면적당의 구멍수가 균일한 경우를 가정하여, 대면하는 웨이퍼에 도달하는 가스분자의 상대량을 1차원으로 계산한 결과이다.
- [0015] 도 3에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼면에 도달하는 가스분자의 상대량은 중횡비가 커지면 웨이퍼 바깥 둘레부에서 부족해지는 듯한 것을 알 수 있다. 즉, 중횡비 1 이상, 즉 웨이퍼 직경이 $\phi 300\text{ mm}$ 인 경우, 웨이퍼와 샤워 플레이트의 거리가 300 mm 이하의 경우로부터 웨이퍼 끝부에서의 가스공급량의 상대적인 부족이 생기는 것을 알았다. 실질적으로는, 중횡비가 2 이상이 되면, 공급량의 차를 허용할 수 없게 되는 것을 알았다.
- [0016] 도 3에서 나타낸 과제의 해결방법으로서, 샤워 플레이트에 형성하는 가스 분출 구멍의 영역을 피가공 시료 직경에 대하여 확대하는 방법을 생각할 수 있다.
- [0017] 도 4에, 가스 분출 영역지름과 상대 가스 분자 도달량과의 관계를 나타낸다.

- [0018] 이것은, 웨이퍼 직경을 300 mm, 샤워 플레이트에는 균등하게 가스 분출 구멍이 배치되어 있고, 웨이퍼와 샤워 플레이트 사이의 거리(L)를 24 mm(중형비 D/L = 12.5)로 한 경우에 대하여 계산한 결과이다.
- [0019] 도 4에 나타내는 바와 같이, 가스 분출 구멍 영역의 지름을 확대하는 방법에 있어서, 충분한 가스 공급 균일성을 얻기 위해서는, 실질적으로, 웨이퍼 직경(D)의 약 1.5배 이상, 즉, 가스 분출 구멍 영역 지름을 $\phi 450$ mm 이상으로 할 필요가 있는 것을 알았다.
- [0020] 즉, 가스 분출 영역 지름의 확대에서는, 샤워 플레이트의 대형화에 따르는 장치의 대형화를 초래함과 동시에, 샤워 플레이트는 일반적으로 소모부품으로서 정기적으로 교환되는 부품이기 때문에, 대형화에 의한 소모품 비용의 증대가 문제가되어, 현실적인 해결책으로는 되지 않는다.
- [0021] 본 발명의 목적은, 피가공 시료의 바깥 둘레부에서 생기는 샤워 플레이트로부터의 가스 공급 부족을 해결하고, 피가공 시료에서의 가공 정밀도의 면내 균일성을 향상시키는 플라즈마처리장치를 제공하는 것에 있다.
- [0022] 특히, 샤워 플레이트 직경의 확대를 최소한으로 억제하고, 피가공 시료면 내로의 가스 공급 균일성을 개선함으로써, 가공 특성의 피가공 시료면 내 균일성의 향상과 소모품 비용의 저감을 양립하는 플라즈마처리장치를 제공하는 것에 있다.

과제 해결수단

- [0023] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 플라즈마처리장치는, 진공용기와, 상기 진공용기 내에 설치되어 피가공 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대에 대하여 상기 피가공 시료 직경보다 큰 직경의 가스공급면을 가지는 가스공급수단을 가지고, 상기 피가공 시료의 표면처리를 행하는 플라즈마처리장치에 있어서, 상기가스공급수단의 가스공급면에는, 동일 직경의 가스 분출 구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고, 상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도는, 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도보다 높게 한 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또, 진공용기와, 상기 진공용기 내에 설치되어 피가공 시료를 탑재하는 시료대와, 상기 시료대에 대하여 상기 피가공 시료 직경보다 큰 직경의 가스공급면을 가지는 가스공급수단을 가지고, 상기 피가공 시료의 표면처리를 행하는 플라즈마처리장치에 있어서, 상기 가스공급수단의 가스공급면에는, 가스 분출 구멍이 동심원 형상으로 설치되어 있고, 상기 피가공 시료 직경 또는 그것보다 바깥쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경은, 또는 상기 피가공 시료 직경보다 안쪽에 있는 가스 분출 구멍 직경보다 큰 것을 특징으로 한다.

효과

- [0025] 본 발명에 의하면, 장치의 대형화나 교환부품인 샤워 플레이트의 대형화를 수반하지 않고 피가공 시료 전면(全面)에서 균등한 가스 공급 분포가 얻어지고, 피가공 시료의 가공속도 및 가공형상의 균일화를 달성할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 발명의 실시형태를 사용하여 설명한다.
- [0027] (실시에 1)
- [0028] 본 발명의 제 1 실시예를 도 1 및 도 2를 이용하여 설명한다.
- [0029] 도 1은, 본 발명의 일 실시예가 되는 플라즈마처리장치의 단면도를 나타낸다. 플라즈마처리장치는, 진공용기(24) 내에 피가공 시료(7)를 탑재하는 정전흡착기능이 있는 전극(15)(시료대)과 시료대에 대하여 설치된 샤워 플레이트(1)(가스공급수단)를 가지고 있다. 또, 플레이트(8) 및 분산 플레이트(11)를 조립한 도체계의 안테나(12)에 방전용 고주파 전원(13)으로부터 200 MHz의 고주파 전력을 공급하고, 샤워 플레이트(1)로부터 공급한 가스를 방전공간(14)에서 플라즈마화한다. 또 피가공 시료(7)에는 정전흡착 기능이 있는 전극(15)을 거쳐, 고주파 전원(16)으로부터 4 MHz의 고주파 전압이 인가되어 있고, 피가공 시료(7) 표면에 플라즈마로부터 이온을 가속하여 입사하는 구조로 되어 있다. 또, 안테나(12)에는 방전용 200 MHz의 고주파 전력에 중첩하여 독립으로 고주파 전원(17)으로부터 4 MHz의 고주파 전압이 인가되어 있고, 샤워 플레이트(1) 표면에 플라즈마로부터 입사하는 이온의 에너지를 플라즈마생성 및 피가공 시료의 바이어스상태와는 독립으로 제어하고 있다. 또, 안테나(12) 및 정전흡착 기능이 있는 전극(15)은, 절연성의 액체 냉각순환기능(21 및 22)에 의하여 각각 독립으로 온도 제어되어 있다.

- [0030] 샤워 플레이트(1)는 실리콘으로 형성되어 있다. 샤워 플레이트의 상단에는, 샤워 플레이트와 동일한 위치에서 또한 샤워 플레이트(1)에 형성되어 있는 가스 분출 구멍(2)보다 약간 큰 구멍이 형성된 플레이트(8)가 배치되어 있다. 또한 그 상단에는 가스 공급부(9)로부터의 가스를 분산시키는 가스 분산층(10)을 형성하는 분산 플레이트(11)가 배치되어 있다. 가스 공급부(9)는, 피가공 시료(7)의 안쪽 영역용과 바깥쪽 영역용으로 각각 독립으로 설치되어 있고, 유량 및 가스조성을 피가공 시료(7)의 내외에서 독립으로 제어할 수 있는 구조로 되어 있다. 또 상기 안쪽영역과 바깥쪽 영역은, 각각의 가스 분출 구멍(2)의 형성영역 면적이 대략 같아지는 위치를 경계로 하고 있다. 또한, 본 실시예에서는, 안쪽 영역과 바깥쪽 영역의 2개의 영역으로 나눈 장치로 설명하나, 영역을 나누지 않아도 되고, 3개 이상으로 나누어도 된다.
- [0031] 도 1에서는, 직경 300 mm의 실리콘 웨이퍼를 피가공 시료로 한 장치 구성이고, 샤워 플레이트(1)에 형성되는 가스 분출 구멍의 중심은, $\phi 314$ mm의 범위 내에 형성되어 있다. 이 314 mm 중, 안쪽의 $\phi 200$ mm 영역이 안쪽 영역, 그것보다 바깥쪽이 바깥쪽 영역으로 되어 있다. 가스 분산층(10)도 내외에서 독립되어 있고, 각각의 영역에서 균일하게 가스가 분산되는 구조로 되어 있다.
- [0032] 도 2는, 샤워 플레이트(1)의 표면도로서, 가스 분출 구멍(2)의 배치를 나타내고 있다. 가스 분출 구멍(2)의 직경은 0.5 mm, 샤워 플레이트(1)의 가스 분출 구멍(2)이 형성되어 있는 영역의 두께는 10 mm이다. 샤워 플레이트 가스 공급면(5) 상에 형성되는 가스 분출 구멍(2)의 직경은 모두 같다. 샤워 플레이트 중심(3)으로부터 같은 간격(10 mm 피치)으로 동심원 형상으로 가스 분출 구멍이 형성되어 있다. 또 각 원주상의 가스 분출 구멍의 수는, 중심에서 바깥 둘레 부근까지는, 원주에 대략 비례하는 수의 구멍이 형성되어 있다. 따라서 중심에서 바깥 둘레 부근까지는, 샤워 플레이트의 단위 면적당의 가스 분출 구멍수가 대략 같은 배치로 되어 있다. 샤워 플레이트 가스 공급면(5)의 직경은 피가공 시료(7)의 직경보다 크게 되어 있다.
- [0033] 도 2의 구성에서는, 바깥쪽 영역의 바깥 둘레부의 총가스 분출 구멍수는 안쪽 영역의 약 2배로 되어 있다. 따라서, 바깥쪽 영역에 안쪽 영역의 약 2배의 유량을 흘림으로써 안쪽 및 바깥쪽 영역 양쪽의 가스 분출 구멍 1개당으로부터 분출하는 가스유량은 같아진다.
- [0034] 이상의 구성으로부터, 피가공 시료(7)의 안쪽 및 바깥쪽의 각각에서는 각 가스 분출 구멍(2)으로부터 분출하는 가스는, 유량 및 가스 조성이 대략 같고, 피가공 시료(7) 표면에 공급되는 가스상태(유량 및 조성) 분포는 가스 분출 구멍의 밀도로 결정되는 구성으로 되어 있다. 또한, 본 실시예에서는, 가스 분출 구멍 1개당으로부터 분출하는 가스유량을 같게 한 장치로 설명하나, 예를 들면 반응 생성물 기인에 의한 디포짓 분포를 보정할 목적으로, 예를 들면 산소 유량을 안쪽 영역과 바깥쪽 영역에서 바꾸는 경우도 있고, 반드시 가스 분출 구멍 1개당으로부터 분출하는 가스유량을 같게 할 필요는 없다.
- [0035] 본 실시예에서는, 대향하는 피가공 시료(7)의 끝부에 상당하는 위치, 즉 가스 분출 구멍의 가장 바깥 둘레 2주(二周)분의 위치의 원주 상의 단위 길이에 대한 구멍수 밀도를 다른 원주 상의 구멍수 밀도에 비하여 약 2배로 하고 있다. 그 밖의 위치에 형성된 가스 분출 구멍끼리의 피치가 10 mm인 데 대하여, 가장 바깥 둘레 2주분의 위치에 있는 가스 분출 구멍끼리의 피치는 7 mm로 되어 있다.
- [0036] 이 결과, 피가공 시료 끝부에 위치하는 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도는 다른 영역에 비하여 약 2.85배(원주방향의 밀도(2배) \times 지름방향의 밀도(10 mm/7 mm)) 많게 되어 있다.
- [0037] 즉, 피가공 시료(7)의 안쪽 영역에서는, 가스 분출 구멍(2)이 균등하게 같은 밀도로 배치되어 있기 때문에 균일한 가스공급이 행하여지나, 바깥쪽 영역에서는, 피가공 시료(7)의 끝부에 위치하는 가스 분출 구멍 밀도가 높기 때문에 다른 영역보다 많은 가스가 피가공 시료 끝부에 공급되게 된다.
- [0038] 도 5에, 본 발명의 샤워 플레이트와 종래의 샤워 플레이트에서의 웨이퍼 끝부에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0039] 도 5에서는, 웨이퍼 직경(D)이 $\phi 300$ mm, 웨이퍼와 샤워 플레이트 사이의 거리(L)가 24 mm(중형비 D/L = 12.5)로 하였다.
- [0040] 도 5에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 샤워 플레이트에서는, 웨이퍼 끝부 부근에서의 가스 공급량 부족이 보충되어 웨이퍼 전면에서 균등한 가스공급을 할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 한편, 종래의 샤워 플레이트에서는, 웨이퍼 끝부 부근에서 가스 공급량이 중심부에 비하여 상대적으로 적어져 있다. 이것은, 샤워 플레이트로부터 공급된 가스가 웨이퍼 주변에서 배기될 때, 원주 길이가 긴 웨이퍼 끝부에서는, 중심부에 비하여 배기속도가 빨라지는 것이 원인이라고 생각된다. 또, 중심영역에서는, 바깥 둘레부에서 분출한 가스도 등방

확산에 의해 도달하나, 가스 분출 구멍의 가장 바깥 둘레에 위치하는 영역은, 그것보다 바깥쪽에서의 가스공급이 없는 것이 원인이라고 생각된다.

- [0041] 이에 의하여, 본 발명의 샤워 플레이트를 사용하면, 균등한 가스공급이 가능하게 되어, 에칭 특성의 균일화에 유효한 것을 알 수 있다.
- [0042] 특히, 협궤의 대향 전극 구조에서, 에칭 특성이 가스의 압력보다도 공급되는 가스유량에 크게 의존하는 에칭 메카니즘(플로로카본계 가스에 의한 실리콘 산화막 에칭 등)에서는, 에칭속도나 에칭형상의 웨이퍼면 내에서의 차를 억제할 수 있다.
- [0043] 도 6에, 본 발명의 샤워 플레이트와 종래의 샤워 플레이트에서의, TEOS막의 에칭 레이트 분포를 나타낸다.
- [0044] 본 발명의 샤워 플레이트를 사용한 경우는, 안쪽 영역 및 바깥쪽 영역의 모든 가스 분출 구멍 1개당에서 분출하는 가스 공급량을 같게 하기 위하여, 가스 분출 구멍수 비(약 2배)에 따라, 바깥쪽 영역의 가스유량을 안쪽 영역에 비하여 약 2배의 유량(안쪽 유량은 $\text{Ar} = 500 \text{ sccm}$, $\text{C}_4\text{F}_8 = 15 \text{ sccm}$, $\text{O}_2 = 15 \text{ sccm}$, 바깥쪽 유량은 $\text{Ar} = 1000 \text{ sccm}$, $\text{C}_4\text{F}_8 = 30 \text{ sccm}$, $\text{O}_2 = 30 \text{ sccm}$)으로 하였다.
- [0045] 한편, 종래의 샤워 플레이트를 사용한 경우는, 안쪽 영역과 바깥쪽 영역에서 대략 가스 분출 구멍수가 같기 때문에, 동일한 가스유량을 공급(안쪽 및 바깥쪽 유량은 $\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 의 혼합가스로, $\text{Ar} = 500 \text{ sccm}$, $\text{C}_4\text{F}_8 = 15 \text{ sccm}$, $\text{O}_2 = 15 \text{ sccm}$)하고 있다.
- [0046] 도 6에 나타내는 바와 같이, 종래의 샤워 플레이트를 사용한 경우에는, 웨이퍼 끝부의 에칭속도가 저하하고 있어, 에칭 레이트 균일성이 8% 정도이었으나, 본 발명의 샤워 플레이트를 사용한 경우는, 웨이퍼 중심영역의 에칭속도에는 영향을 미치지 않고, 웨이퍼 끝부의 에칭속도는 증가하고 있어, 에칭 레이트 균일성은 3% 정도로 개선되어 있었다.
- [0047] 본 발명은, 에칭특성에 맞추어 가스 분출 구멍 밀도를 바꿈으로써 가공대상이나 프로세스 조건에서 최적의 가스 공급 분포를 선택하는 것이 가능하다.
- [0048] 다음에, 본 발명에서, 가스 분출 구멍의 구멍수 밀도의 최적화와 구멍수 밀도를 증가시키는 영역의 최적화에 대하여 설명한다.
- [0049] 도 8에, 샤워 플레이트의 $\phi 280$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0050] 도 9에, 샤워 플레이트의 $\phi 290$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0051] 도 10에, 샤워 플레이트의 $\phi 300$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0052] 도 11에, 샤워 플레이트의 $\phi 320$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0053] 도 12에, 샤워 플레이트의 $\phi 330$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0054] 도 13에, 샤워 플레이트의 $\phi 340$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0055] 도 14에, 샤워 플레이트의 $\phi 360$ 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량의 계산결과를 나타낸다.
- [0056] 도 8, 도 9에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 직경보다 안쪽의 영역에서, 가스 분출 구멍 밀도를 증가시켜 웨이퍼 끝부의 가스 공급량을 증가시키면, 안쪽의 가스 공급량이 증가하나, 약간 개선되는 것을 알 수 있었다.
- [0057] 한편, 도 10 내지 도 14에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 직경 또는 그것보다 바깥쪽의 영역에서, 가스 분출 구멍 밀도를 증가시켜 웨이퍼 끝부의 가스 공급량을 증가시키면, 웨이퍼 영역 내에서 균일한 가스 공급 분포가 얻어지는 것을 알 수 있었다.

- [0058] 그러나, 도 13, 도 14에 나타내는 바와 같이, ϕ 340 mm 이상의 영역에 추가하는 경우에는, 그 추가 위치의 가스 분출 구멍 밀도의 필요 증가 배수가 4배 이상이 되기 때문에, 가스 공급량도 증가시킬 필요가 있다. 따라서, 가스 소비량의 증가나 장치의 배기능력에 여분의 부담을 주게 된다.
- [0059] 이것으로부터 도 10 내지 도 12에 나타내는 바와 같이, ϕ 300 내지 ϕ 330 mm 정도, 즉, 웨이퍼 직경의 1배 내지 1.1배 정도의 범위에서의 가스 분출 구멍수밀도 증가가 바람직하다.
- [0060] 또, 가스 분출 구멍 밀도의 증가는, 가공대상이나 프로세스 조건에 의하여 바뀌나, 1.5배에서 4배의 범위로 증가시키면, 에칭 특성의 균일성을 최적화함과 동시에, 가스의 소비량을 억제할 수 있다.
- [0061] (실시예 2)
- [0062] 본 발명의 제 2 실시예를 도 15를 이용하여 설명한다.
- [0063] 도 15는, 본 발명의 실시예 2가 되는 샤워 플레이트(1)의 표면도이다.
- [0064] 본 실시예에서는, 대향하는 웨이퍼 끝부에 상응하는 위치의 가스 분출 구멍(27)을, 다른 부분에 위치하는 구멍 지름에 대하여 1.3배(중심부의 구멍 지름을 0.5 mm라 하면 바깥 둘레부의 구멍 지름은 0.65 mm)로 하고, 구멍수 밀도는 균등하게 하였다. 실시예 1에서는, 동일 지름의 가스 분출 구멍(4)의 구멍수 밀도로 웨이퍼 끝부에 대한 가스 공급량을 조정하였으나, 실시예 2에서는, 구멍 지름으로 조정하는 것으로 하였다.
- [0065] 샤워 플레이트의 가스 분출 구멍을 가스가 통과할 때의 컨덕턴스는 구멍 지름의 3 내지 4승에 비례하여 증가한다(분자류의 경우는 3승, 점성류의 경우는 4승). 실제로는, 분자류와 점성류의 중간적인 값(중간류는 3.5승)이 된다.
- [0066] 따라서, 동일한 구멍수 밀도로도 구멍 지름을 확대함으로써 구멍수 밀도를 증가시킨 것과 동일한 효과가 얻어진다.
- [0067] 실시예 2에서는, 구멍수 밀도는 같고 바깥 둘레부의 구멍지름을 다른 영역의 1.3배로 함으로써 바깥 둘레부의 가스 공급량을 약 2.85배로 향상할 수 있다.
- [0068] 실시예 1과 마찬가지로 구멍 지름의 확대량은 가공대상이나 프로세스 조건에 의하여 바뀔 수 있다. 가스 분출 구멍 밀도를 1.5배에서 4배의 범위로 증가, 즉 가스 공급량을 1.5배에서 4배로 증가시키기 위해서는, 구멍 지름을 1.1배($1.5^{1/3.5}$)승 = 1.123에서 1.5배($4^{1/3.5}$)승 = 1.486의 범위로 함으로써 에칭 특성의 균일성을 최적화할 수 있다.
- [0069] 또, 가스 분출 구멍 지름을 확대하는 영역은, 실시예 1과 마찬가지로 웨이퍼직경의 1배에서 1.1배 정도의 범위가 적합하게 된다.

산업이용 가능성

- [0070] 본 발명은, 반도체장치의 제조장치, 특히 리소그래피 기술에 의하여 그려진 패턴을 마스크에 반도체 재료의 에칭처리를 행하는 플라즈마 에칭장치에 관한 것이다. 본 발명에 의하여 피가공 시료인 실리콘 웨이퍼 끝부에서의 가공 특성, 특히 가공속도의 균일성 및 가공형상의 균일성을 향상시키는 것이 가능해진다. 이상의 본 발명의 효과에 의하여 실리콘 웨이퍼 끝부에서의 양품 취득율이 높아져, 에칭장치의 수율 향상이 도모된다.

도면의 간단한 설명

- [0071] 도 1은 본 발명을 적용한 플라즈마처리장치의 단면도,
- [0072] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 관한 샤워 플레이트의 개략도,
- [0073] 도 3은 웨이퍼 직경(D)과, 웨이퍼와 샤워 플레이트간 거리(L)의 비(D/L)에 의한 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량 분포의 설명도,
- [0074] 도 4는 웨이퍼 직경에 대한 가스 분출 영역 지름의 효과를 나타내는 도,
- [0075] 도 5는 본 발명에서의 효과를 설명하는 도,
- [0076] 도 6은 본 발명에서의 효과를 설명하는 도,
- [0077] 도 7은 종래의 샤워 플레이트의 개략도,

- [0078] 도 8은 샤워 플레이트의 φ 280 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0079] 도 9는 샤워 플레이트의 φ 290 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0080] 도 10은 샤워 플레이트의 φ 300 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0081] 도 11은 샤워 플레이트의 φ 320 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0082] 도 12는 샤워 플레이트의 φ 330 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0083] 도 13은 샤워 플레이트의 φ 340 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0084] 도 14는 샤워 플레이트의 φ 360 부근에 가스 분출 구멍 밀도를 증가시킨 경우의 웨이퍼 표면에서의 상대 가스 분자 도달량을 나타내는 도,

[0085] 도 15는 본 발명의 제 2 실시예에 관한 샤워 플레이트의 개략도이다.

[0086] ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

[0087] 1 : 샤워 플레이트 2 : 가스 분출 구멍

[0088] 3 : 샤워 플레이트 중심

[0089] 4, 27 : 샤워 플레이트 바깥 둘레부 위치의 가스 분출 구멍

[0090] 5 : 샤워 플레이트 가스 공급면

[0091] 6 : 샤워 플레이트 고정용 나사 구멍부

[0092] 7 : 피가공 시료 8 : 플레이트

[0093] 9 : 가스 공급부 10 : 가스 분산층

[0094] 11 : 분산 플레이트 12 : 안테나

[0095] 13 : 방전용 고주파 전원 14 : 방전공간

[0096] 15 : 정전흡착 기능이 있는 전극

[0097] 16, 17 : 고주파 전원 18, 19, 20 : 자동 정합기

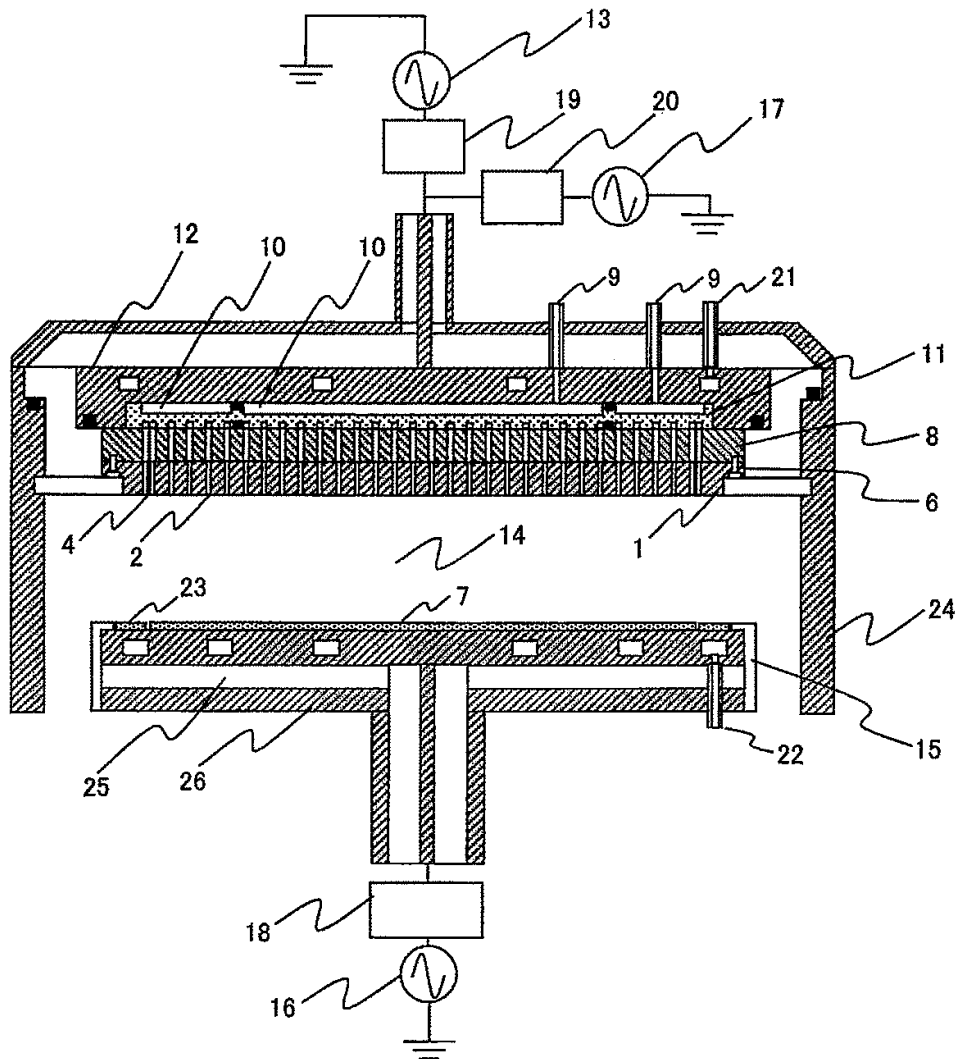
[0098] 21, 22 : 절연성의 액체 냉각 순환기능

[0099] 23 : 실리콘제 포커스링 24 : 진공용기

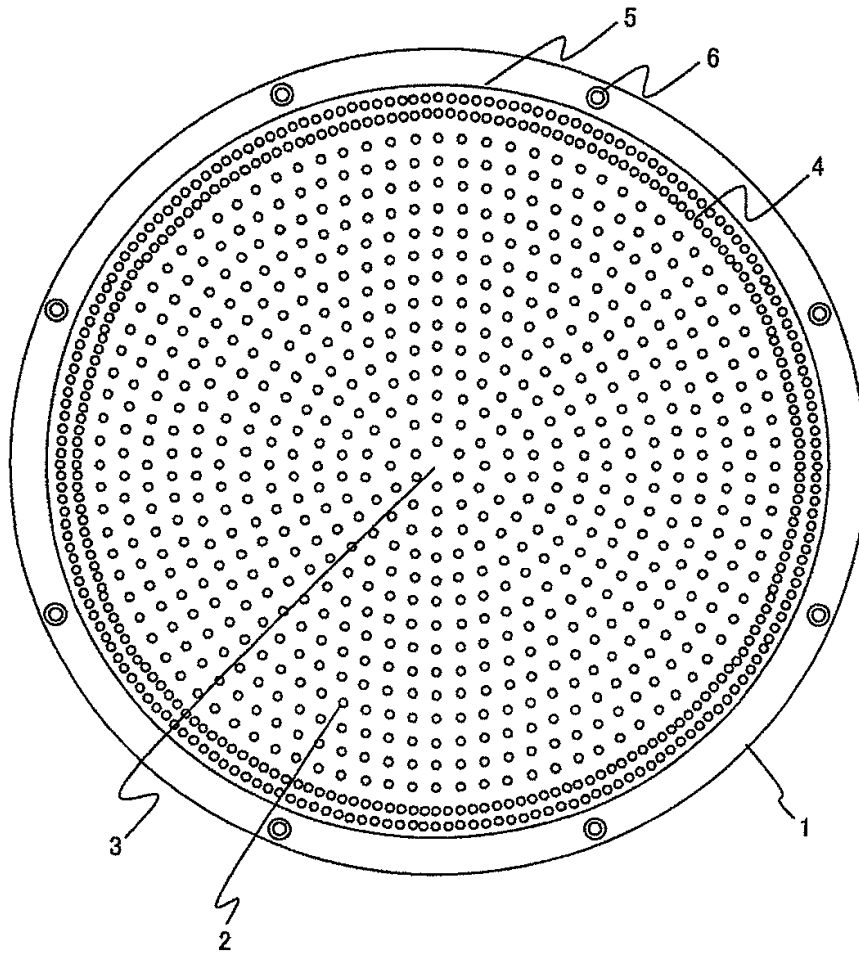
[0100] 25 : 절연재 26 : 어스판

도면

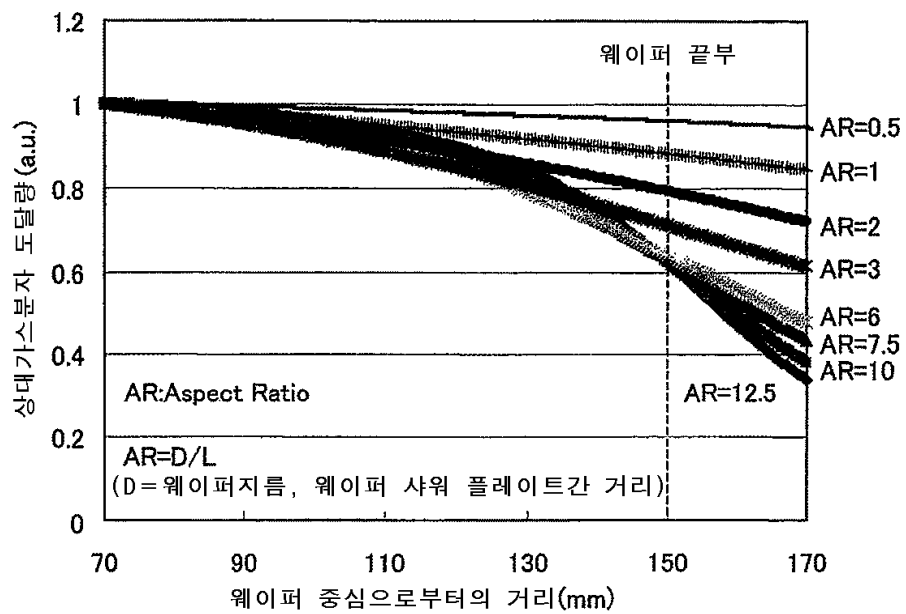
도면1



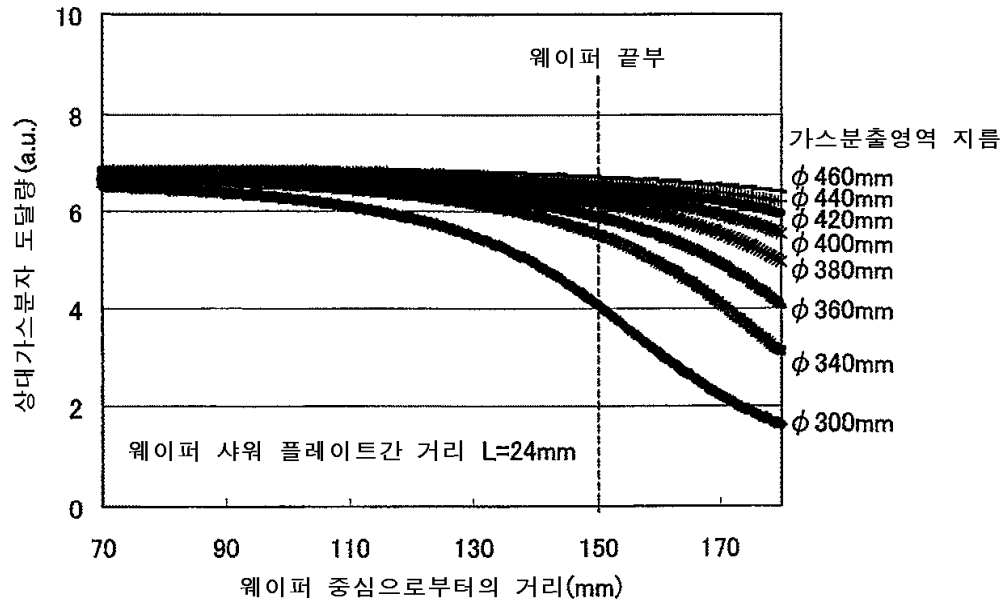
도면2



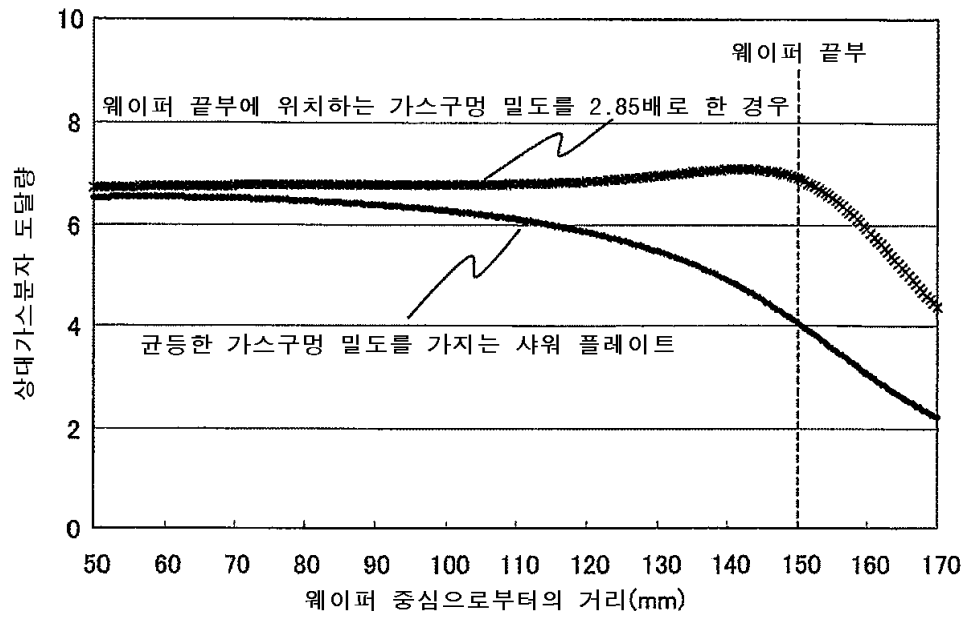
도면3



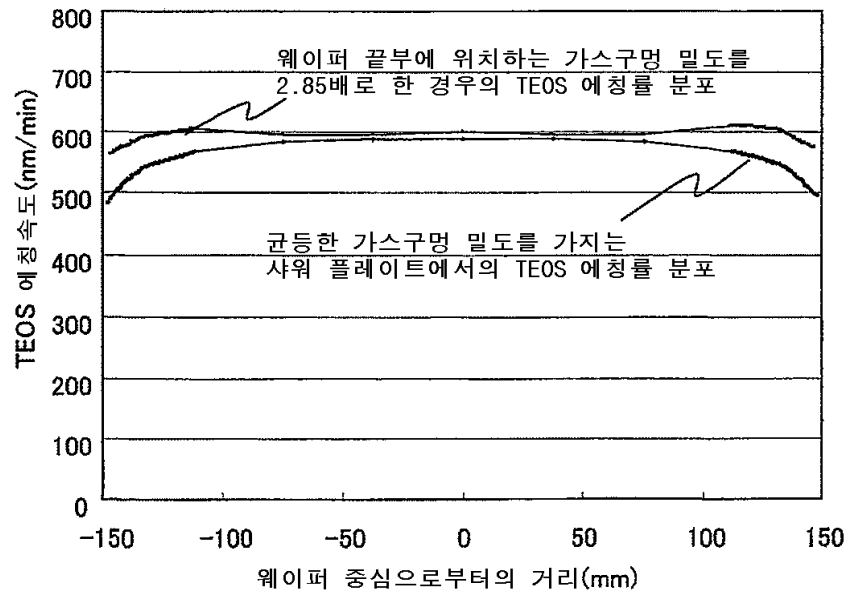
도면4



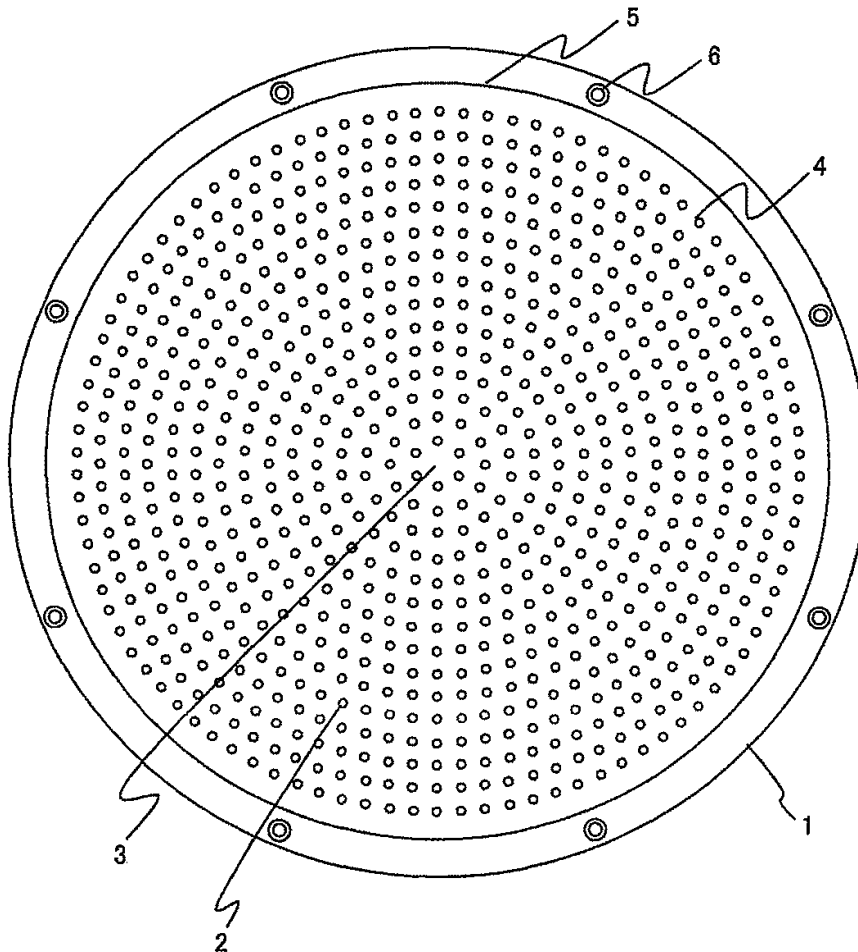
도면5



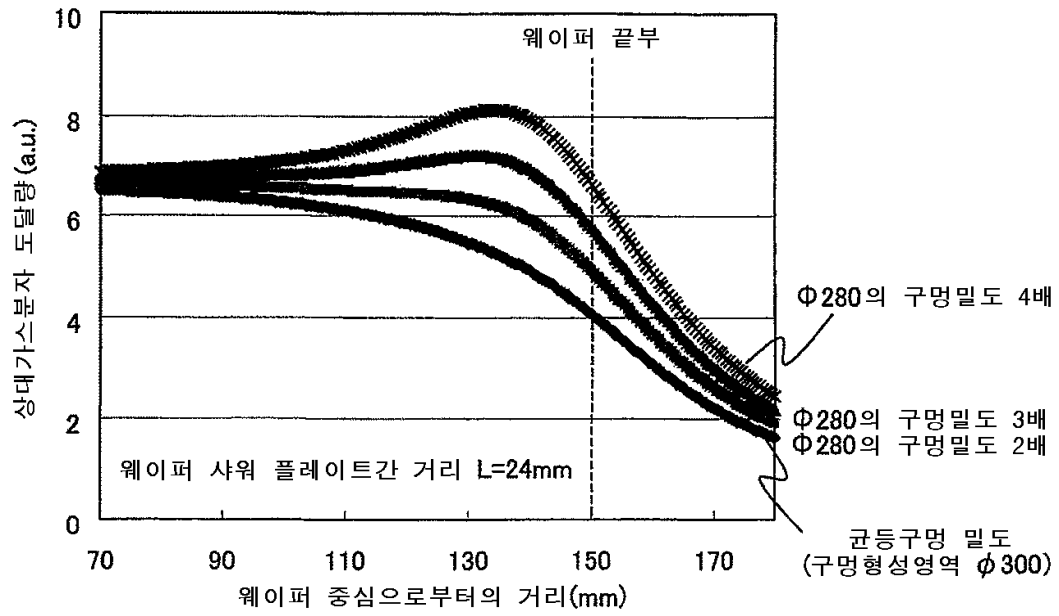
도면6



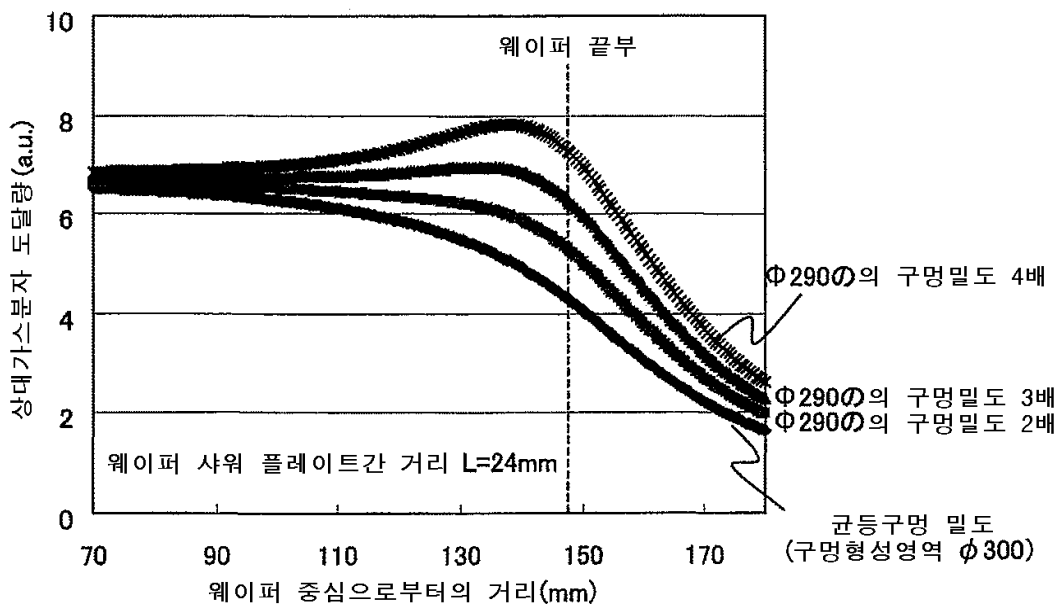
도면7



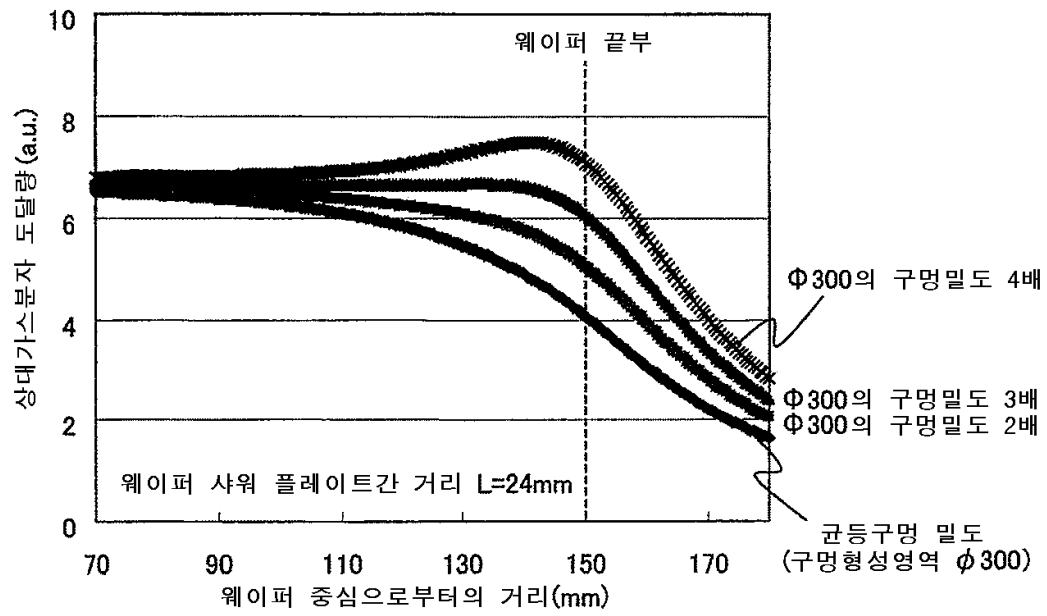
도면8



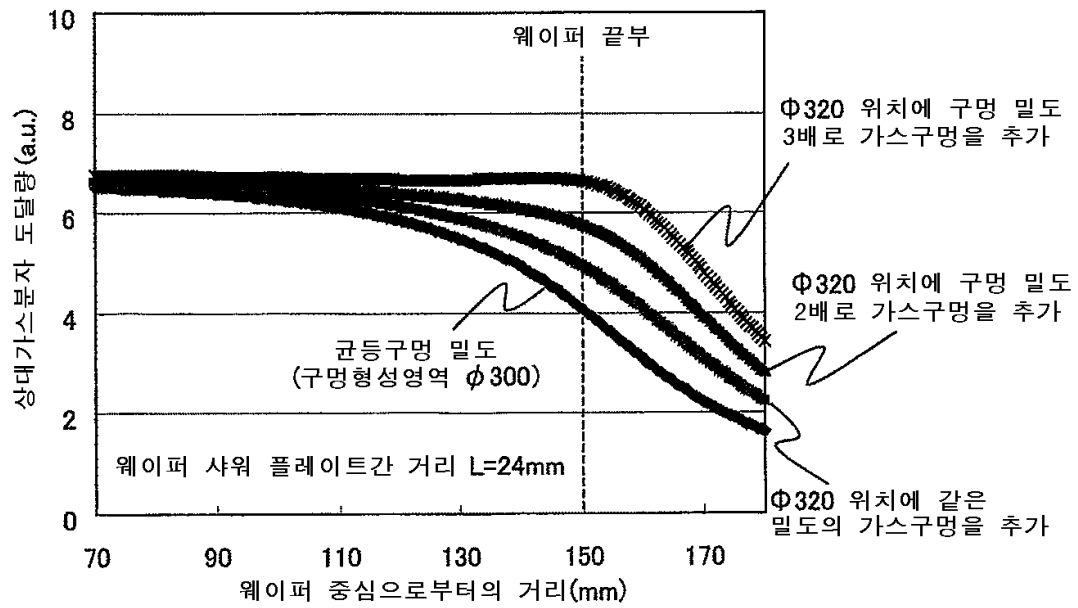
도면9



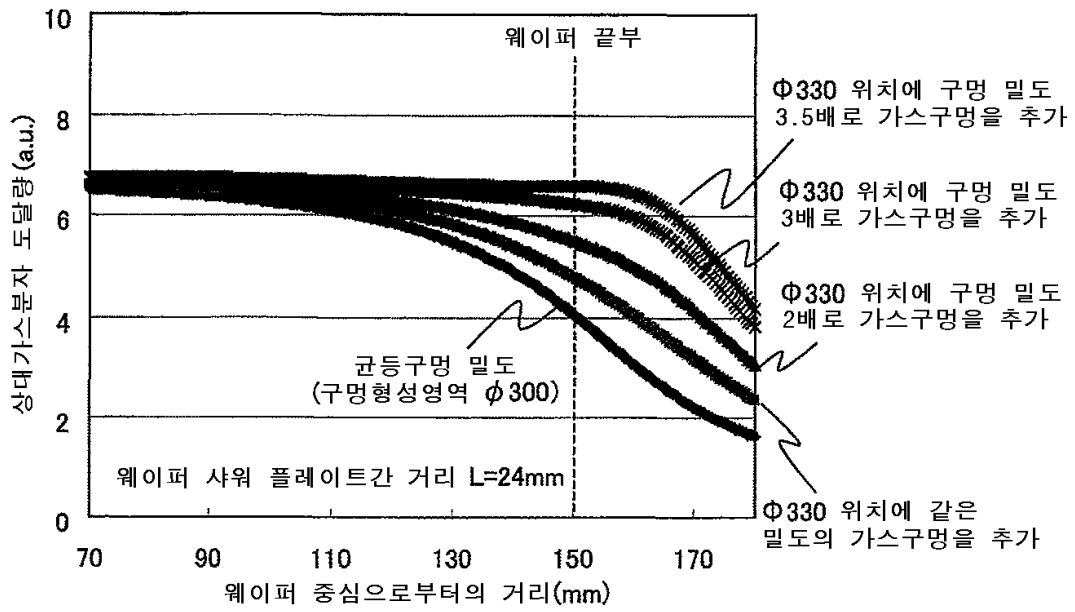
도면10



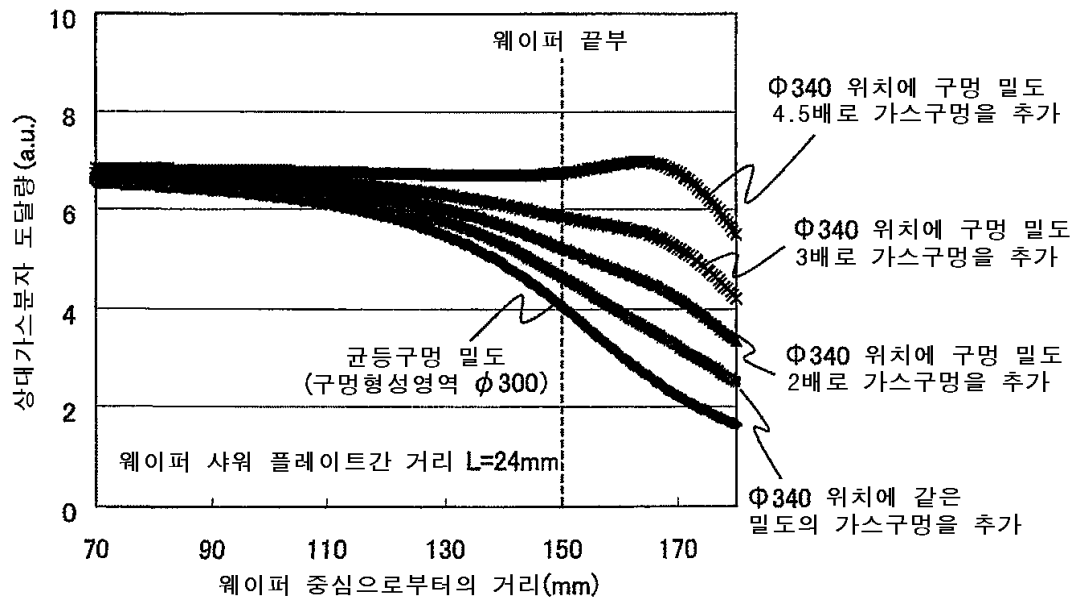
도면11



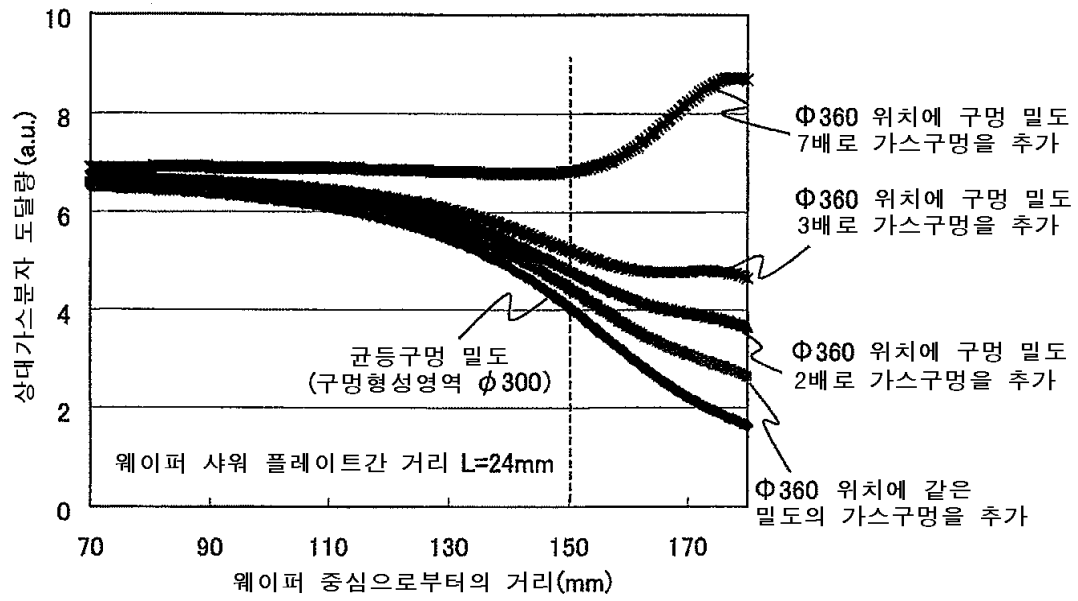
도면12



도면13



도면14



도면15

