(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0110720
(43) 공개일자 2012년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/302 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0028760
(22) 출원일자 2011년03월30일
심사청구일자 2011년03월30일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
김노유
서울특별시 서초구 서초대로 385, 7동 1103호 (서초동, 진흥아파트)
(74) 대리인
특허법인오리진

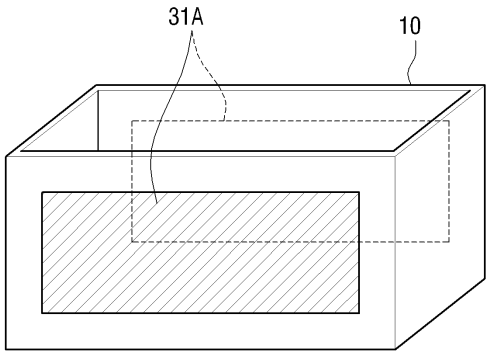
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치**

(57) 요 약

본 발명은 전자기파에 의한 로렌츠 반력(Lorentz force)을 이용하여 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화함으로써 웨이퍼의 표면이나 패턴의 손상 없이 웨이퍼를 효과적으로 세정함과 아울러 세정시간을 단축시킬 수 있는 과동 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치를 개시한다. 개시된 본 발명에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치는, 세정액과 세정대상물이 수용되는 세정조; 상기 세정조의 세정액에 초음파를 인가하는 초음파 발생기; 및 상기 세정액에 로렌츠 힘을 발생시켜 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화시키기 위하여 전자기파를 인가하는 전자기장 발생기;를 포함한다. 본 발명에 의하면, 강력한 초음파 세정 과정에서도 웨이퍼에 손상을 주지 않기 때문에, 세정시간의 단축은 물론 반도체 소자의 품질을 높일 수 있고, 외부에서 비접촉방식으로 세정 효율을 제어할 수 있으므로, 초음파 발진자나 장치의 수명 연장을 기대할 수 있다.

대 표 도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

세정액과 세정대상물이 수용되는 세정조;

상기 세정조의 세정액에 초음파를 인가하는 초음파 발생기; 및

상기 세정액에 로렌츠 힘을 발생시켜 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화시키기 위하여 전자기파를 인가하는 전자기장 발생기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 초음파 발생기는,

상기 세정조의 하부에 설치되어 초음파 진동을 발생하는 진동자; 및

초음파 전력을 발생하는 발진기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 과동 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전자기장 발생기는,

상기 세정조의 외측벽에 설치된 코어; 및

상기 코어에 권선된 코일;을 포함하는 것을 특징으로 하는 과동 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전자기장 발생기는,

상기 세정조의 마주하는 양 벽의 외측에 각각 부착된 한 쌍의 마크네트를 포함하는 것을 특징으로 하는 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세정대상물은 반도체 웨이퍼인 것을 특징으로 하는 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 예를 들어 반도체 소자 제조에 사용되는 웨이퍼 표면의 오염 입자를 제거하는 초음파 세정장치에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 초음파 충격에 의한 웨이퍼의 손상을 저감할 수 있는 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 웨이퍼는 슬라이싱(slicing), 그라인딩(grinding), 랩핑(lapping), 에칭(etching), 폴리싱(polishing) 등의 일련의 공정을 거쳐 반도체 소자 제조용 웨이퍼로 생산된다. 이 때, 웨이퍼는 공정이 진행되는 과정에서 각종 오염물, 예를 들어 미세 파티클, 유기 오염물, 금속 오염물 등에 의해 표면이 오염될 수 있다. 이러한 오염물은 반도체 소자의 생산 수율을 저하시키는 원인이 되므로, 오염물들을 제거하기 위한 세정 공정이 필요하다. 특히 고집적화된 집적회로를 제조할 때는 웨이퍼의 표면에 부착된 미세한 오염물을 제거하는 세정 공정은 매우 중요하다.

[0003] 반도체 웨이퍼 제조 공정 중 발생하는 오염물을 제거하는 초음파 세정장치는, 초음파의 압력 변화에 의해 발생

하는 미세 유동장과 캐비테이션(cavitation)을 이용한다. 캐비테이션은 에너지를 갖는 증기성 기포(bubble)로서 웨이퍼 표면에 충돌하여 발생하는 큰 에너지가 웨이퍼 표면의 오염물질을 제거한다. 즉 발생된 미세 버블이 압력을 회복하면서 폭발하여 주변에 강력한 난류유동과 압력을 발생시킴으로써 미세 유동장과 함께 웨이퍼 표면에 부착된 오염물질을 표면에서 분리시켜 세정이 이루어진다.

[0004] 그러나, 이러한 일반적인 초음파 세정장치는 오염 입자가 미크론 이하의 크기로 작아지면 유체 유동의 점성력에 의해 발생하는 경계층(boundary layer)이 입자 크기에 비해 상대적으로 크게 되어 캐비테이션에 의한 세정 효과는 미미하게 되어 미세 입자를 표면으로부터 제거하기가 쉽지 않다. 또한, 웨이퍼 표면과 사이에서 발생하는 반데르 발스(Van Der Walls) 힘과 정전기력이 미세 입자 크기의 제곱에 반비례하기 때문에 오염 입자가 작을수록 표면으로부터 오염 물질을 제거하기는 더욱 어려워진다.

[0005] 최근 반도체는 고집적화와 높은 생산성을 위해 최소 배선폭(feature size)이 매우 작아지고 있고 종회비(aspect ratio)는 더욱 증가하고 있기 때문에 웨이퍼 공정 전후에 발생하는 미세 입자나 오염 물질을 효과적으로 분리/제거하는 일은 어려워지고 있다.

[0006] 이를 해결하기 위한 방법으로 초음파 에너지를 높여서 미세 초음파 유동 에너지를 증가시킴으로써 세정 효율을 높일 수는 있으나, 이러한 경우 강력한 초음파로 인해 발생하는 캐비티의 충격파에 의해 미세한 웨이퍼 표면과 패턴을 손상시킬 수 있다. 또한, 낮은 초음파 에너지에서 장시간 세정을 할 수도 있으나, 이는 생산효율이 떨어짐으로써 그 역시 대안이 될 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 전자기파에 의한 로렌츠 반력(Lorentz force)을 이용하여 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화함으로써 웨이퍼의 표면이나 패턴의 손상 없이 웨이퍼를 효과적으로 세정함과 아울러 세정시간을 단축시킬 수 있는 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치는, 세정액과 세정대상물이 수용되는 세정조; 상기 세정조의 세정액에 초음파를 인가하는 초음파 발생기; 및 상기 세정액에 로렌츠 힘을 발생시켜 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화시키기 위하여 전자기파를 인가하는 전자기장 발생기;를 포함한다.

[0009] 상기 초음파 발생기는, 상기 세정조의 하부에 설치되어 초음파 진동을 발생하는 진동자; 및 초음파 전력을 발생하는 발진기;를 포함하여 구성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 전자기장 발생기는, 상기 세정조의 외측벽에 설치된 코어; 및 상기 코어에 권선된 코일;을 포함하는 전자석으로 구성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 전자기장 발생기는, 상기 세정조의 마주하는 양 벽의 외측에 각각 부착된 한 쌍의 마크네트로 구성될 수 있다.

[0012] 상기 세정대상물은 반도체 웨이퍼일 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 강력한 초음파 세정 과정에서도 세정 대상물, 예컨대 웨이퍼에 손상을 주지 않기 때문에, 세정 시간의 단축은 물론 반도체 소자의 품질을 높일 수 있고, 외부에서 비접촉방식으로 세정 효율을 제어할 수 있으므로, 초음파 발진자나 장치의 수명 연장을 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 및 도 2는 본 발명에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치의 기본 원리에 대한 이론적 및 수학적 고찰을 설명하기 위하여 나타낸 도면들,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치의 개략적인 구성을 나타낸

도면,

도 4는 본 발명의 요부인 전자기장 발생기의 한 예를 개략적으로 나타낸 도면, 그리고,

도 5는 본 발명의 요부인 전자기장 발생기의 다른 예를 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 실시예들을 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0017] 또한, 다르게 정의되지 않는 한 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0018] 본 발명에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치의 구체적인 구성을 설명하기에 앞서, 본 발명의 기술적 사상 및 원리를 보다 쉽게 이해할 수 있도록 일반적인 초음파 세정 기술과 메가소닉 초음파 세정 기술에 대하여 먼저 간단히 살펴본다.

[0019] 1. 초음파 세정 기술

[0020] 초음파 세정 기술은 초음파의 음압 변화를 이용하여 세정하는 기술로서, 종래의 세정 방법에서는 불가능한 물질을 세정하는데 사용할 수 있다. 즉, 틈 사이에 낀 오염을 세정할 수 있고, 부품을 조립한 그대로 세정할 수 있으며, 세정 시간을 대폭적으로 줄일 수 있고, 자동화가 용이하다.

[0021] 초음파 세정에 사용되는 주파수대를 세정 원리로 분류하면, 100kHz 이하와 100kHz 이상으로 나눌 수 있다. 100kHz 이하에서는 공동 효과에 의한 충격력으로 탈지나 산업용 부품의 여러 오염을 세정하는 반면, 100kHz 이상에서는 공동화의 한계치가 높아 공동 효과가 발생되기 어렵기 때문에 초음파 진동 가속도나 음향류 그리고 순수에 의한 라디칼화 등에 의존한다.

[0022] 50~100kHz 범위의 초음파는 세정기로의 용도가 대단히 적고, 따라서 비어 있는 영역이다. 이것은 공동 효과의 발생이 적고 세정 효과도 낮기 때문이다. 최근에는 특수한 세정액과의 상승 작용으로 100kHz에서도 대단히 강력한 세정 효과를 발휘하는 세정기가 개발되기도 하였다.

[0023] 초음파에 의한 세정 원리에 대해서는 매우 복잡하게 여러 가지 요인이 작용하고 있고 결정적인 이론은 아직 미흡하나, 일반적으로는 주로 다음 3가지의 작용에 의한 것이다.

[0024] (1) 캐비테이션(cavitation)

[0025] 액체 속에 강력한 초음파를 조사하면 세정액은 정압인 대기압을 중심으로 변동한다. 압력이 0기압 이하가 되었을 때, 액체 중에 용존 산소 등의 미세한 기포가 핵이 되고 무수인 진공에 가까운 미소 공동(캐비테이션)이 발생하여 초음파의 플러스 압력시에 그 미소 공동이 단열압축상태가 되어 결국에는 압축되어 폭발하게 된다. 이 폭발 순간에 강력한 충격파가 발생하고 높은 압력과 고온을 동반하기 때문에 오염 입자를 직접 표면에서 분리하거나 파괴하여 세정액 중에 분산시켜 세정한다. 이러한 현상은 극히 짧은 시간(수만 분의 일초에서 수십만 분의 일초) 내에 생성과 소멸을 반복하게 되는데, 이는 강력해서 알루미늄 표면에 수십 초만에 구멍을 만들어 손상을 줄 수도 있다. 초음파에 의한 물리적 현상이란 초음파의 캐비테이션 현상에 의해 이루어지는 것을 말한다.

[0026] (2) 음향 유동 가속도(Acoustic streaming)

[0027] 액체에 초음파를 조사하면 액체 분자가 진동하는데 이 진동의 가속도는 28kHz의 경우 중력 가속도의 10^3배, 950kHz의 경우는 10^5배가 된다. 이 강력한 가속도로 오염 물질을 세정물 표면에서 박리시킨다. 특히 1MHz 이상

의 초음파는 캐비테이션이 발생하지 않기 때문에 기름 등의 오염을 세정할 수 없으나, 서브 미크론의 오염을 세정할 수 있고, 또한 금속 표면을 침투하기 어렵기 때문에 반도체 관련 세정에 이용된다.

[0028] (3) 물리 화학적 반응 촉진 작용

[0029] 캐비테이션에 의해 발생되는 국부적 고온 고압과 진동에 의한 교반 작용 등이 상승하여, 유화 분산이 이루어지고 이러한 메카니즘으로 물리 화학 반응 작용에 기여한다고 알려져 있다.

[0030] 2. 메가소닉 초음파 세정 기술

[0031] 2.1 메가소닉 초음파 세정 원리

[0032] 반도체 초고밀도 집적기술(ULSI)에서의 최소 배선폭(feature size)은 이미 나노 레벨의 수준에서 더욱 그 크기가 작아짐에 따라 종전의 웨이퍼 생산 공정에서 발생되는 가공 분산물이나 오염 입자의 크기도 작아져서 웨이퍼 최소 배선폭의 1/10 크기의 오염 입자가 발생하고 있다.

[0033] 이러한 오염 입자는 일반 파티클과 금속, 또는 유기 물질들인데 이 입자들이 적절히 제거되지 않으면 반도체 품질이나 수율에 막대한 손실을 가져오므로 반도체 전체 공정에서 오염도의 관리는 매우 엄격히 이루어지고 있다. 더욱이 오염 입자의 세척 공정은 반도체 전체 공정에서 약 40%를 차지할 정도로 가장 빈번하게 사용되는 공정일 뿐만 아니라 ULSI 기술에서 요구되는 초청정(ultra-clean) 웨이퍼 상태를 유지하는데 필수 불가결한 중요 공정이다.

[0034] 오염 입자의 세척 기술은 앞서 설명한 바와 같이 크게 3가지 방식, 즉 기계식, 화학식, 그리고 초음파를 이용한 방식이 있는데, 오염 입자가 미크론 단위 또는 그 이하의 크기가 되면 입자의 부착력이 크게 증가하여 상술한 3가지 방법으로 오염 입자를 효과적으로 세정하기 어렵다.

[0035] 오염 입자의 크기가 나노 크기가 되면 유체 유동의 점성력에 의해 발생하는 경계층의 두께보다 월등히 작아져서 입자는 유동 경계층 내부에 존재하게 된다. 그러므로 경계층의 두께보다 작은 미세 입자는 오염 입자 주변의 유체 유동 속도가 경계층 내부에서 대폭 감소되어 미세 입자를 표면으로부터 제거하기가 매우 어려워진다. 더욱이 미세 입자가 작아지면 통상 미세 입자가 표면과 사이에서 발생하는 부착력인 반데르 발스 힘과 정전기력이 미세 입자 크기의 제곱에 반비례하기 때문에 오염 입자가 작을수록 표면으로부터 오염 물질을 제거하기는 더 어려워진다.

[0036] 메가소닉 초음파 방식은 이러한 작은 크기의 오염 입자를 제거하기 위한 목적으로 최근의 반도체 공정에서 요구되는 수십 나노 크기의 오염 입자를 제거하는데 사용되고 있는데, 그것은 기존의 초음파 주파수(수십 kHz)보다 훨씬 높은 고주파수 초음파(1MHz)를 이용한다. 일반적으로 기존의 초음파 방식이나 기계적 방식이 50% 이하의 세정 효율을 나타내는데 반해 메가소닉을 사용하였을 경우에는 수십 나노 입자의 경우까지 거의 100% 세척이 가능한 것으로 보고되고 있다. 이 방법의 핵심 기술로는 오염 입자의 종류나 크기에 따라 적절한 주파수와 파워를 설계하는 기술과 고출력의 고주파 초음파를 생성/전달하는 발생장치에 대한 최적 설계에 있다고 할 수 있다.

[0037] 2.2 메가소닉 초음파의 비선형성과 충격파 발생

[0038] 유체 내부에 초음파가 전파되는 과정에서 초음파의 속도는 일정하지 않은 것이 보통이다. 선형 초음파 이론에서는 초음파 속도가 주파수와 재료의 탄성 변형의 크기에 따라 변하지 않으므로 일정한 거리를 진행하거나 혹은 초음파의 크기가 변하여도 파동의 형태는 늘 동일하다. 그러나 실제 모든 재료에서 초음파는 그러하지 않은 것이 일반적이다. 즉, 통상의 재료 내에서 전파되는 초음파의 속도는 재료의 탄성 거동 특성과 주파수에 따라 달라진다. 이것 때문에 초음파의 파형이 거리에 따라 혹은 파동의 크기에 따라 변화하며 입사된 초기의 초음파 형태가 진행하면서 왜곡되는 것이 보통이다. 이러한 초음파를 비선형 초음파라고 한다.

[0039] 초음파 파동의 이러한 비선형 특성은 첫째, 재료의 비선형 탄성 특성(탄성계수의 변화)에 의해 발생하고(material nonlinearity), 다음으로는 파동 전파 속도가 입자의 속도에 따라 변화하는 전달효과(convection effect)에 의해 발생된다. 후자는 입자의 압축 상태에 있는 경우에는 입자 속도가 파동 전파 속도(음파)에 더해져서 빨라지고 반대로 인장 상태에 있는 경우에는 입자 속도가 파동의 전파 속도와 반대가 되어 전체적으로 파동의 속도가 늦어지는 현상을 의미한다.

[0040] 즉, 파동의 전파 속도는 음속에 입자 속도가 더해져서 나타나므로 입자의 속도가 크면 클수록 파형의 왜곡은 심해진다. 그러나 입자의 속도가 작다호 가정하는 선형 초음파의 경우에는 음속이 일정하므로 파형의 왜곡이 없이 전달된다.

[0041] 또한, 재료의 비선형 특성에 의한 경우는 유체의 경우 압력이 높아질수록 탄성계수(혹은 체적계수)가 커져서 음속 자체가 빨라지므로 음압이 큰 부분에서 음속이 크며 음압이 낮을수록 음속이 작아진다. 이로 인해 파동은 뒷부분의 파동이 앞서 진행하던 파동을 언젠가는 추월하게 되는 현상이 발생한다.

[0042] 이러한 변화를 단적으로 보여주기 위한 것이 도 1에 나타나 있는데, 첫 번째 도면은 초기에 만들어진 단순 조화파 형태의 초음파인데 앞서 설명한 대로 음압이 높은 부위에서 음속이 빨라지고 또 전달효과에 의해 가속되어 파동의 고점부의 진행이 저점부위의 진행보다 점점 빨라지다가 어느 지점에 이르러서는 음압의 기울기(tangent) 값이 무한대가 되며 감쇄효과가 크지 않을 경우 이 지점에서 충격파가 발생하게 된다.

[0043] 이러한 충격파는 그러나 고조파 성분의 차별적 감쇄효과에 의해 충격파가 감소하게 되고 결국에는 이러한 지속적인 감쇄에 의해 크기가 많이 감소된 단순 조화파의 형태로 복귀하게 된다.

[0044] 이러한 과정을 통해 충격파의 기본적인 발생 메카니즘은 초음파의 비선형성에 기인함을 알 수 있으며, 본 발명에서는 이러한 비선형성을 주 파라메타로 하여 충격파의 발생 가능성을 평가하였다. 초음파의 비선형성은 대채로 앞서 기술한 바와 같이 기본 주파수에 대한 고조파의 크기, 특히 2차 고조파의 크기의 비로서 나타내는 것이 일반적인데, 그 값을 비선형 계수라고 정의하고 이 계수값을 충격파 발생의 대표 변수값으로 선정한다.

[0045] 즉, 비선형 계수는 초음파의 비선형 특성에 따라 변화하며 그 추이는 비례적으로 증가하거나 감소한다. 앞서 도 1의 변화를 이러한 고조파 혹은 비선형 계수의 변화로 살펴보면 도 2와 같다. 도 2는 물속에서 초음파 파형의 변화를 전파 거리에 따라 측정한 것으로서 전파 거리가 커질수록 비선형 특성이 커지는데 이에 따라 파형의 변화와 해당 파형의 주파수 특성의 변화를 보여주고 있다. 비선형성이 커질수록 고조파의 발생이 많이 또 강하게 발생하는 것을 알 수 있다.

[0046] 본 발명자는 반도체 웨이퍼의 세정 공정에 사용되는 고에너지 초음파에 의해 발생되는 상술한 바와 같은 과도 충격파를 전자기장에 의한 로렌츠 반력으로 제어가 가능한지에 대하여 이론적 및 수학적으로 연구 고찰하였다.

[0047] 즉, Navier-Stokes 방정식을 토대로 하는 비선형 유동 운동방정식과 연속식, 그리고 상태방정식을 연립한 Kuznetsov 방정식을 유도하고 이를 무차원화하여 비점성 유체에 대해 적용한 LW 방정식을 로렌츠 반력이 존재할 때와 그렇지 않을 때를 구별해서 유도하였다.

[0048] 결과로서 얻어진 파동식으로부터 파동의 비선형성의 크기를 규정할 수 있는 비선형 계수를 정의하고 이 값이 로렌츠 반력과 어떤 정량적 관계가 있는지를 고찰함으로써 충격파의 발생 가능성을 간접적으로 고찰하였다. 그 결과 로렌츠 반력이 파동의 비선형성에 영향을 주는 것으로 밝혀졌으며, 로렌츠 반력의 방향과 입자 속도의 방향에 따라 비선형성을 저감하거나 증가시킬 수 있음을 수학적으로 밝혔다.

[0049] 본 발명자는 상기와 같은 이론적 및 수학적 고찰 결과에 기초하여, 초음파를 이용한 웨이퍼의 세정시 로렌츠 힘을 발생시켜 버블의 폭발에 의한 충격파를 감쇄시킬 수 있는 초음파 세정장치를 개발하였으며, 그의 개략적인 구성을 도 3 내지 도 5에 도시하였는 바, 이하에서 이를 구체적으로 살펴본다.

[0050] 도 3에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치는, 세정조(10), 초음파 발생기(20) 및 전자기장 발생기(30)를 구비한다.

[0051] 상기 세정조(10)는 사각형의 형태, 보다 구체적으로는 덮개가 없으며 속이 빈 직육면체 형태를 가진다. 그러나, 상기 세정조(10)의 형태를 도시예의 경우로 꼭 한정하는 것은 아니다. 상기 세정조(10)에는 초순수나 오존수와 같은 세정액(C)이 채워진다. 또한, 상기 세정조(10)의 내부에는 구체적으로 도시하지 않았으나, 세정 대상물, 예컨대 복수 매의 웨이퍼를 지지하기 위한 웨이퍼 지지대가 설치된다.

[0052] 여기서, 상기 웨이퍼 지지대에는 세정 대상물인 웨이퍼가 직접 장착되거나, 다수의 웨이퍼가 장착된 카세트가 웨이퍼 지지대에 장착될 수도 있다. 그리고, 상기 웨이퍼 지지대는 효과적인 세정을 위해 웨이퍼를 세정조 바닥면에 수직한 방향으로 세워서 장착할 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0053] 또한, 웨이퍼 지지대는 초음파 발생기(20)에서 발생하는 초음파를 웨이퍼 전체면에 골고루 전달하기 위하여 직접 장착된 또는 카세트 내에 장착된 웨이퍼를 웨이퍼 원주방향으로 회전시킬 수 있도록 구성될 수 있다. 이 웨이퍼를 회전시키기 위한 구체적인 회전수단은 로울러와 같은 공지의 수단으로 이해 가능하므로 여기서는 구체적

인 설명은 생략한다.

[0054] 상기 초음파 발생기(20)는 상기 세정조(10) 내의 세정액에 소정 주파수 범위의 초음파를 인가하여 이 초음파에 의한 세정액의 진동과 캐비테이션을 발생시키는 것으로, 진동자(21)와 발진기(22)로 구성된다.

[0055] 상기 진동자(21)는 상기 세정조(10)의 하부에 설치될 수 있으며, 이 진동자(21)와 초음파 전력을 발생하는 상기 발진기(22)가 연결되어 구성된다. 상기 발진기(22)에는 전원(40)이 연결된다. 도시예에서는 상기 진동자(21)가 세정조(10)의 하부에 설치된 예를 도시하고 있으나, 상기 진동자(21)는 세정조(10)의 측부에도 설치될 수 있다.

[0056] 한편, 상기 초음파 발생기(20)는 단일 주파수의 초음파가 발생되도록 구성될 수도 있고, 서로 다른 주파수의 초음파가 발생되도록 구성될 수도 있으며, 또한, 원하는 응용에 따라 다양하게 조합된 주파수의 초음파가 발생되도록 구성될 수도 있다.

[0057] 상기와 같은 세정조(10) 내에 세정액(C)을 채우고 웨이퍼를 수용한 후 초음파 발생기(20)로 초음파를 인가하면, 세정조(10)의 내부는 초음파에 의한 세정액의 진동과 캐비테이션이 발생하게 된다. 이러한 세정액의 진동과 웨이퍼 표면에서 파열되는 캐비테이션에 의해 웨이퍼 표면의 오염물질이 제거된다.

[0058] 상기와 같은 초음파에 의한 웨이퍼 세정 과정에서 세정 효율을 높이기 위하여 고에너지의 초음파를 인가하는 경우 이 강력한 초음파로 인해 발생되는 캐비테이션의 과도한 충격파에 의해 웨이퍼 표면이 손상될 우려가 있다. 따라서, 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화시킬 필요가 있다.

[0059] 상기 전자기장 발생기(30)는 세정조(10)에 전자기장을 인가함으로써, 전자기파에 의한 로렌츠 반력을 이용하여 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파의 발생을 억제/완화시키기 위한 것으로, 도 4에 나타낸 바와 같은 전자석(31, 32)이나 도 5에 나타낸 바와 같은 마그네트(31A)로 구성될 수 있다.

[0060] 로렌츠 반력이 충격파를 억제/완화시키는데 영향을 미친다는 것은 앞서 설명한 이론적 및 수학적 고찰에서 밝혀졌으며, 이를 구현하기 위하여, 본 발명에서는 세정조 내에 소정의 전자기장을 인가하기 위한 전자기장 발생기(30)를 구성하였다.

[0061] 도 4는 본 발명에 의한 초음파 세정장치의 요부인 전자기장 발생기(30)의 한 예를 개략적으로 나타낸 것으로, 도시된 바와 같이, 전자기장 발생기(30)는 코어(31)와 코일(32)을 구비하는 전자석으로 구성된다.

[0062] 상기 코어(31)와 이 코어(31)에 권선된 코일(32)로 구성되는 전자기장 발생기(30)는 세정조(10)의 외벽 일측에 설치되며, 전원이 인가되면, 소정의 전자기장을 세정조에 인가한다. 따라서, 세정조 내에서 초음파에 의해 발생되는 캐비테이션의 폭발시 발생될 수 있는 과도한 충격파는 상기 전자기파에 의한 로렌츠 반력에 의해 억제되거나 완화됨으로써 과도한 충격파에 의한 웨이퍼 손상을 방지할 수 있다.

[0063] 도 5는 전자기장 발생기(30)의 다른 실시예를 개략적으로 나타낸 도면으로서, 도시된 바와 같이, 전자기장 발생기(30)는 세정조(10)의 마주하는 벽의 외측에 플레이트 형태의 마그네트(31A)가 설치된 구성으로 되어 있다. 상기 마그네트(31A)에서 발생되는 자기장이 세정조에 인가됨으로써 앞서 설명한 바와 같이 로렌츠 반력이 발생되어 세정조 내에서의 과도한 충격파가 억제되거나 완화될 수 있는 것이다.

[0064] 이하, 상기와 같이 구성된 본 발명에 의한 과도 충격파 제어 기능을 가진 초음파 세정장치를 이용한 웨이퍼 세정방법을 설명한다.

[0065] 먼저, 웨이퍼에 대한 단위 공정이 완료되면, 다수의 웨이퍼 또는 카세트에 안착된 다수의 웨이퍼를 상기와 같은 구성의 초음파 세정장치의 세정조(10) 내에 웨이퍼 지지대 등을 이용하여 수용한다.

[0066] 그런 다음, 초음파 세정장치를 작동시키면, 세정액이 공급되어 웨이퍼 표면과 접촉하여 웨이퍼의 세정을 시작하게 된다.

[0067] 이어서, 초음파 발생기(20)에서 발생되는 초음파가 세정조로 전달되고, 세정조 내부는 초음파에 의한 세정액의 진동과 캐비케이션이 발생하게 된다. 이러한 세정액의 진동과 웨이퍼의 표면에서 파열되는 캐비테이션에 의해 웨이퍼 표면의 오염물질이 제거된다.

[0068] 상기와 같은 초음파의 인가와 동시에 전자기장 발생기(30)로부터 소정의 전자기장이 세정조로 인가되며, 이에 의해 세정조 내에서는 전자기파에 의한 로렌츠 반력이 작용함으로써, 고에너지 초음파에 의해 국부적으로 발생되는 과도한 충격파가 억제 및 완화된다. 즉 고에너지의 초음파를 인가하여도 웨이퍼가 손상될 우려 없이 세정을 할 수 있는 것이다.

[0069] 즉, 본 발명에 의하면, 강력한 초음파 세정 과정에서도 웨이퍼에 손상을 주지 않으므로, 세정 시간의 단축은 물론 반도체 소자의 품질을 높일 수 있다. 또한, 외부에서 비접촉방식으로 세정 효율을 제어할 수 있어, 초음파 발진자나 장치의 수명을 연장시킬 수 있다.

[0070] 이상에서, 본 발명은 예시적인 방법으로 설명되었다. 여기서 사용된 용어들은 설명을 위한 것일 뿐 한정의 의미로 이해되어서는 안될 것이다. 상기 내용에 따라 본 발명의 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 따로 부가 언급하지 않는 한 본 발명은 특허청구범위 내에서 자유로이 실행될 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0071] 10;세정조 20;초음파 발생기

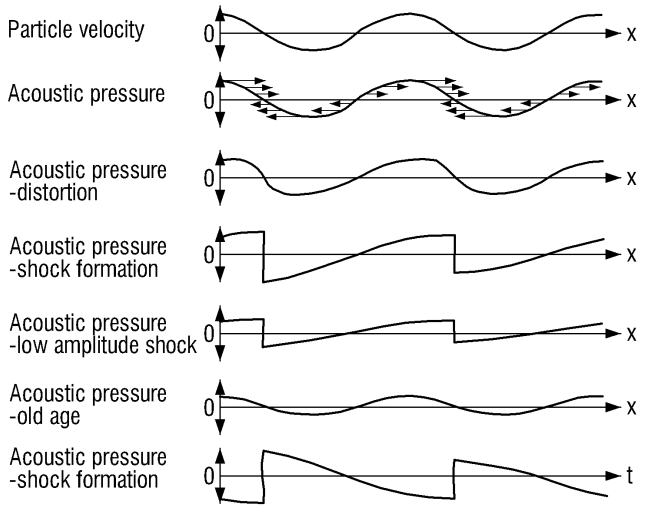
21;진동자 22;발진기

30;전자기장 발생기 31;코어

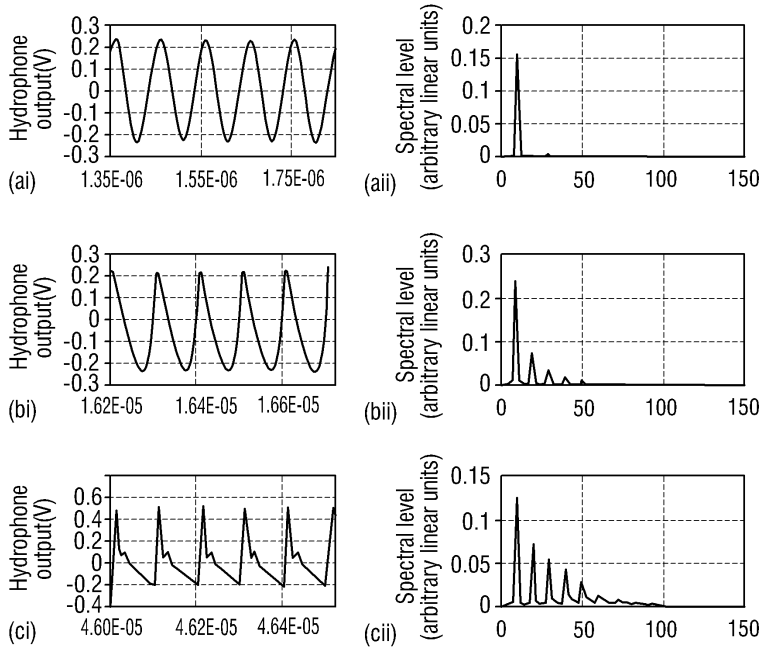
32;코일 31A;마그네트

도면

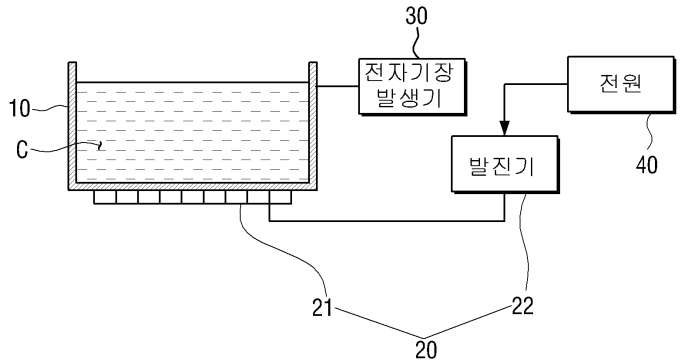
도면1



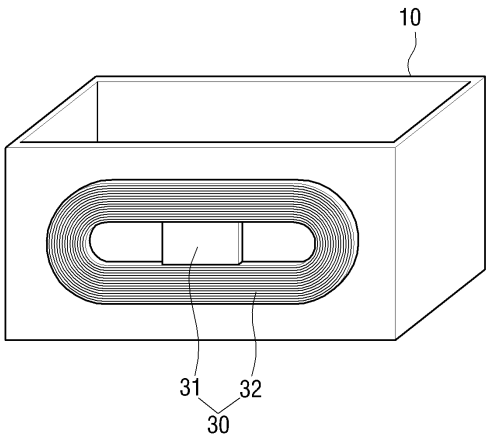
도면2


Hydrophone output(V)
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
(ai)
1.35E-06
1.55E-06
1.75E-06
Spectral level (arbitrary linear units)
0.2
0.15
0.1
0.05
0
(aii)
0
50
100
150
Hydrophone output(V)
(bi)
1.62E-05
1.64E-05
1.66E-05
Spectral level (arbitrary linear units)
0.3
0.2
0.1
0
(bii)
Hydrophone output(V)
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
(ci)
4.60E-05
4.62E-05
4.64E-05
Spectral level (arbitrary linear units)
0.15
0.1
0.05
0
(cii)

도면3


30
전자기장 발생기
전원
10
C
발진기
40
21
22
20

도면4


10
31
32
30

도면5

