

(19)대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <i>H01L 21/68</i> (2006.01)	(45) 공고일자 2006년09월20일 (11) 등록번호 10-0625712 (24) 등록일자 2006년09월12일
--	--

(21) 출원번호	10-2000-7011266	(65) 공개번호	10-2001-0042592
(22) 출원일자	2000년10월10일	(43) 공개일자	2001년05월25일
번역문 제출일자	2000년10월10일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/007752	(87) 국제공개번호	WO 1999/53603
국제출원일자	1999년04월08일	국제공개일자	1999년10월21일

(81) 지정국 국내특허 : 일본, 대한민국,

 EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 09/058,944 1998년04월10일 미국(US)

(73) 특허권자 베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
 미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35

(72) 발명자 라센,그랜트,켄지.
 미국01930매사추세츠주글로우스테르크라프츠로드57

(74) 대리인 장수길
 위혜숙

심사관 : 김윤선

(54) 웨이퍼 미립자 오염 정도가 낮은 정전 웨이퍼 클램프

요약

반도체 웨이퍼와 같은 피가공물을 정전 클램핑하기 위한 장치가 피가공물을 수용하기 위한 전기 절연 클램핑 표면을 정의하는 플래튼 어셈블리를 포함한다. 플래튼 어셈블리는 상기 클램핑 표면의 아래에 위치하고 상기 클램핑 회로로부터 전기적으로 절연된 전극 및 상기 전극과 상기 클램핑 표면 사이의 유전체 층을 포함한다. 유전체 층은 상기 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘 제1 에지 및 상기 피가공물로부터 이격된 제2 에지를 정의하도록 경사진 주변부를 가질 수 있다. 상기 유전체층의 위에 얇은 저마찰의 고경도 유전체 코팅이 배치될 수 있다. 전극은 니오븀으로 제조될 수 있다. 개시된 정전 웨이퍼 클램프는 피가공물의 미립자 오염에 대해서 뛰어난 방지 효과를 발휘한다.

대표도

도 4

색인어

정전 클램핑, 반도체 웨이퍼, 미립자 오염, 이온 주입 시스템, 플레튼 어셈블리

명세서

기술분야

본 발명은 진공 처리 챔버에서의 반도체 웨이퍼의 정전 클램핑을 위한 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 웨이퍼의 미립자 오염에 관하여 우수한 성능을 제공하는 정전 클램핑 장치에 관한 것이다. 이 장치는 특히 이온 주입 시스템에 유용하나 이에 국한되지 않는다.

배경기술

집적 회로의 제조에 있어서, 많은 기반 공정은 진공 상태에서 반도체 웨이퍼에 이온 빔을 인가한다. 이러한 공정은 예컨대 이온 주입, 이온 빔 밀링 및 반응성 이온 에칭을 포함한다. 각 경우에, 소스에서 이온 빔이 생성되어 타겟 웨이퍼에 가변 가속도로 조사된다. 이온 주입은 반도체 웨이퍼에 전도율 변화 불순물을 도입하기 위한 표준 기술이 되었다. 이온 소스에서 원하는 불순물 재료가 이온화되고, 이 이온은 가속되어 소정 에너지의 이온 빔이 형성되며, 이 이온 빔은 웨이퍼의 표면에 조사된다. 이온 빔의 고에너지 이온들은 반도체 재료의 벌크 안으로 주입되어 반도체 재료의 결정 격자 안에 삽입되어 원하는 전도성을 가진 영역이 형성된다.

타겟 장착 사이트는 이온 주입 시스템의 주요 부분이다. 타겟 장착 사이트는 이온 주입을 위하여 고정 위치에 반도체 웨이퍼를 단단히 클램핑해야 하며, 대부분의 경우에 웨이퍼를 냉각시켜야 한다. 또한, 이온 주입의 완료 후 웨이퍼를 교체하기 위한 수단을 구비해야 한다. 웨이퍼의 냉각은 단위 시간당의 처리 웨이퍼 수에 있어서 높은 처리량을 달성하는 것이 주목적인 상용 반도체 가공에 특히 중요하다. 높은 처리량을 달성할 수 있는 하나의 방법은 고전류 이온 빔을 사용하여 짧은 시간에 주입 공정을 완료하는 것이다. 그러나, 고전류 이온빔에 의해 많은 양의 열이 발생할 수 있다. 이 열은 웨이퍼에서 소정의 한계를 넘어 제어할 수 없는 불순물 확산을 유발할 수 있고 패터닝된 포토레지스트 층의 질 저하를 유발할 수 있다. 통상, 웨이퍼의 최대 온도를 약 100°C로 제한하기 위하여 웨이퍼 냉각이 필요하다.

타겟 장착 사이트에 반도체 웨이퍼를 클램핑하기 위한 다수의 기술이 당해 분야에 공지되어 있다. 이 중 하나는 정전기력을 사용하는 것이다. 반도체 웨이퍼와 도전성 지지판 사이에 유전체 층이 배치된다. 반도체 웨이퍼와 지지판 사이에 전압이 인가되고, 웨이퍼는 정전기력에 의해 유전체 층에 대해 클램핑된다. 정전 웨이퍼 클램프가 G.A. Wardly에 의한 "Electrostatic Wafer Chuck for Electron Beam Microfabrication"(Rev. Sci. Instrum., Vol. 44, No. 10, Oct. 1972, pp. 1506-1509)에, 그리고 1976년 11월 23일자로 McGinty에게 허여된 미국 특허 제3,993,509호에 개시되어 있다. 웨이퍼로부터 열을 제거하기 위하여 열전도 재료를 사용하는 정전 웨이퍼 클램핑 장치가, 1985년 2월 26일자로 Lewin 등에게 허여된 미국 특허 제4,502,094호와, 1987년 5월 12일자로 Ward 등에게 허여된 미국 특허 제4,665,463호와, 1980년 1월 15일자로 Briglia에게 허여된 미국 특허 제4,184,188호에 개시되어 있다. Briglia의 특허는 열전도성이고 전기 절연체인 RTV 실리콘(silicone) 층을 구비한 지지판을 개시하고 있다. 정전 웨이퍼 클램프는, 1984년 10월 30일자로 Tojo 등에게 허여된 미국 특허 제4,480,284호와, 1985년 11월 19일자로 Lewin에게 허여된 미국 특허 제4,554,611호와, 1988년 2월 9일자로 Wicker 등에게 허여된 미국 특허 제4,274,510호와, 1983년 10월 25일자로 Ecks 등에게 허여된 미국 특허 제4,412,133호에도 개시되어 있다.

1985년 5월 28일자로 Sakitani 등에게 허여된 미국 특허 제4,520,421호에는 절연 부재의 하부면 상에 전극을 각자 구비한 한 쌍의 견본 흡인부를 포함하는 견본 지지 장치가 개시되어 있다. 한 쌍의 견본 흡인부들 사이에 전압이 인가될 때, 견본은 전기적으로 상부면으로 끌린다. 전압은 AC 또는 DC일 수 있다. 교대로 반대 극성의 전압이 인가되는 8개의 아치형 견본 흡인부를 구비한 실시예가 개시되어 있다.

1972년 4월 7일자로 Horowitz 등에게 허여된 미국 특허 제5,103,367호에는 적어도 3개의 전극을 구비한 반도체 웨이퍼용 정전 척이 개시되어 있다. 유전체 막에 삽입된 전극 중 2개는 AC 전원이 공급되어 진폭과 위상이 제어되는 사인파 전계를 제공한다. 전극 전압의 상대 위상 및 진폭은 웨이퍼 표면 상에 유도되는 전압이 0이 되도록 조정된다. 한 실시예에서 기판 지지 표면은 사파이어(Al_2O_3)와 같은 세라믹 박층을 포함한다.

삭제

1992년 11월 24일자로 Liporace 등에게 허여된 미국 특허 제5,166,856호에는, 반도체 웨이퍼를 지지할 수 있는 크기의 내화 금속 몸체를 포함하는 정전 척이 개시되어 있다. 제1 다이아몬드 층이 내화 금속 몸체를 덮고 있다. 한 쌍의 평면 전극이 제1 다이아몬드 층 위에 배치되어 있다. 제2 다이아몬드 층이 전극을 균일하게 덮고 있다. 전극들 사이에 인가되는 DC 전압이 정전기력을 발생시켜 제2 다이아몬드 층에 대해 웨이퍼를 고정한다.

종래의 정전 웨이퍼 클램핑 장치와 관련된 문제로는 부적당한 클램핑력, 대전에 의한 웨이퍼 상의 소자에 대한 손상, 반도체 웨이퍼에 대한 전기적 접촉의 어려움, 및 클램핑 전압이 제거된 후의 플래튼(platen)에 대한 웨이퍼의 고착 등이 있다. 또한, 통상적으로 플래튼 표면 영역의 상당 부분이 반도체 웨이퍼와의 전기 접촉을 이루는 데 사용되기 때문에 고전류 이온 주입 응용에 있어서 열전달 특성이 적당하지 않다. 예컨대, 전술한 미국 특허 제4,502,094호를 참조하라.

매우 만족스러운 성능을 제공하는 정전 웨이퍼 클램프가, 1995년 9월 19일자로 Frutiger에게 허여된 미국 특허 제 4,452,177호에 개시되어 있다. 6상 정전 웨이퍼 클램프가 6개의 대칭 배치된 전극을 구비한 플래튼을 포함한다. 6개의 다른 위상을 가진 전압이 전극에 인가되는데, 플래튼의 대향측 상의 전극에 인가되는 전압은 반 사이클의 위상 차이가 있다. 인가 전압은 바람직하게는 2극 구형파(square wave)이다.

반도체 장치의 구조가 점차 작아지고 웨이퍼의 크기가 점차 커짐에 따라 허용될 수 있는 미립자 오염 정도는 더 제한적으로 된다. 웨이퍼는 웨이퍼 클램프의 표면에 물리적으로 접촉되고 웨이퍼를 클램핑하는 데 사용되는 정전기력은 미립자를 끌어 당기므로 정전 웨이퍼 클램프의 미립자 성능은 특별 관심사이다. 따라서, 미립자의 생성 및 웨이퍼의 미립자 오염이 매우 낮은 정전 웨이퍼 클램프 구조를 제공하는 것이 바람직하다.

<발명의 요약>

본 발명의 제1 특징에 따르면, 피가공물의 정전 클램핑을 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 피가공물을 수용하기 위한 전기 절연 클램핑 표면을 정의하는 플래튼 어셈블리를 포함한다. 플래튼 어셈블리는 클램핑 표면 아래에 위치하고 전기적으로 절연된 전극 및 전극과 클램핑 표면 사이의 유전체 층을 포함한다. 유전체 층은 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘 제1 에지, 및 피가공물로부터 이격된 제2 에지를 정의하도록 경사진 주변부를 구비한다. 이 장치는 클램핑 표면 상의 고정 위치에 피가공물을 정전 클램핑하기 위해 전극에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 수단을 더 포함한다.

바람직하게는, 유전체 층의 경사 주변부는 클램핑 표면 상에 위치하는 피가공물에 대해 약 10 이하의 각을 형성하는 경사면을 정의한다. 경사면은 바람직하게는 전극의 외측에 위치한다. 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘 에지는 피가공물의 마모에 의해 미립자를 발생시키지 않으며, 미립자를 정전기적으로 흡인하지 않는다. 제2 에지는 피가공물로부터 이격되어 있기 때문에 피가공물의 마모가 발생하지 않으며, 정전 흡인에 의해 제2 에지로 흡인되는 미립자는 피가공물에 접촉되지 않는다.

본 발명의 다른 특징에 따르면, 피가공물의 정전 클램핑을 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 피가공물을 수용하기 위한 전기 절연 클램핑 표면을 정의하는 플래튼 어셈블리를 포함한다. 플래튼 어셈블리는 클램핑 표면 아래에 위치하고 전기적으로 절연된 전극, 전극과 클램핑 표면 사이의 비교적 얇은 유전체 층, 및 유전체 층 위에 위치하고 클램핑 표면을 형성하는 비교적 두꺼운 저마찰, 고경도의 유전체 코팅을 포함한다. 클램핑 장치는 클램핑 표면 상의 고정 위치에 피가공물을 정전 클램핑하기 위하여 전극에 클램핑 제어 전압을 인가하는 클램핑 제어 수단을 더 포함한다.

유전체 코팅은 다이아몬드와 같은 비정질 탄소 코팅을 포함할 수 있다. 유전체 코팅은 바람직하게는 약 0.5 마이크로미터 내지 약 5.0 마이크로미터 범위의 두께를, 더 바람직하게는 약 1.5 마이크로미터의 두께를 갖는다. 바람직하게는, 코팅은 클램핑 표면에 인접한 유전체 층의 측부를 피복한다. 바람직한 실시예에서, 유전체 층은 알루미늄을 포함하고, 전극은 니오븀을 포함한다.

바람직한 구성에서, 플래튼은 플래튼 베이스 상에 장착된 다수의 섹터 어셈블리를 포함한다. 섹터 어셈블리는 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 실질적으로 원형인 전기 절연 클램핑 표면을 정의한다. 섹터 어셈블리 각각은 클램핑 표면 아래에 위치하고 전기적으로 절연된 도전성 전극, 전극과 클램핑 표면 사이의 상부 유전체 층 및 전극과 플래튼 베이스 사이의 하부 유전체 층을 포함한다. 플래튼은 전술한 신규한 특징 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 적용에 적합한 정전 웨이퍼 클램핑 장치의 일례를 나타내는 개략 평면도.

도 2는 도 1의 2-2 선을 따라 취한 웨이퍼 클램핑 장치의 개략 단면도.

도 3은 클램핑 제어 회로의 일례를 나타내는 정전 웨이퍼 클램핑 장치의 개략 블록도.

도 4는 본 발명의 정전 웨이퍼 클램핑 장치의 실시예를 나타내는 부분 단면도.

발명의 상세한 설명

반도체 웨이퍼와 같은 피가공물의 정전 클램핑을 위한 장치의 일례가 도 1-4에 간단한 형태로 도시되어 있다. 정전 웨이퍼 클램핑 장치는 플래튼(10), 및 피가공물의 클램핑이 요구될 때 플래튼(10)에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 회로(12)를 포함한다. 플래튼(10)은 지지판 또는 플래튼 베이스(14), 및 플래튼 베이스(14)의 상부면에 장착된 6개의 섹터 어셈블리(20, 22, 24, 26, 28, 30)를 포함한다. 플래튼 베이스(14)는 전반적으로 원형이며, 웨이퍼 리프트 기구(도시되지 않음)를 위한 중심 개구(18)를 가질 수 있다.

섹터 어셈블리 각각은 상부 섹터 절연체와 하부 섹터 절연체 사이에 위치하는 섹터 전극을 포함한다. 섹터 어셈블리(20, 22, 24, 26, 28, 30)는 각각 섹터 전극(40, 42, 44, 46, 48, 50)을 포함한다. 상부 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70)는 각각 전극(40, 42, 44, 46, 48, 50)을 덮는다. 전극은 바람직하게는 각각의 상부 섹터 절연체의 하부면 상에 형성된 금속 박층이다. 전극(40, 42, 44, 46, 48, 50)은 바람직하게는 동일 면적을 가지며 플래튼(10)의 중심(72)에 대해 대칭 배치된다. 전극은 서로 전기적으로 절연되며, 바람직한 실시예에서는 도 1에 도시된 바와 같은 섹터 형상이다. 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70)의 상부면은 동일 평면을 이룬다. 후술하는 바와 같이, 상부 섹터 절연체는 바람직하게는 웨이퍼 클램핑 표면(76)을 정의하는 얇은 코팅을 갖는다. 코팅이 사용되지 않는 경우, 상부 섹터 절연체의 상부면이 웨이퍼 클램핑 표면을 정의한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 섹터 어셈블리(20)는 하부 섹터 절연체(80)를 포함하고, 섹터 어셈블리(26)는 하부 섹터 절연체(86)를 포함한다. 나머지 섹터 어셈블리는 동일한 구조를 갖는다. 바람직하게, 각 섹터 어셈블리의 상부 및 하부 섹터 절연체는 전극과 웨이퍼 사이의 접촉을 방지하기 위하여 각 전극의 에지를 오버랩한다.

도 1-4의 실시예에서, 각 전극에 대해 섹터 형상의 상부 및 하부 섹터 절연체를 포함하는 개별 섹터 어셈블리가 제조된다. 다른 실시예에서, 상부 절연체 또는 하부 절연체, 또는 양자 모두가 원형 디스크로 형성될 수 있다. 원형 상부 절연체의 하부면 상에 다수의 전극이 형성될 수 있다. 이러한 구조는 비교적 작은 플래튼에 실용적일 수 있다.

플래튼 베이스(14) 및 하부 섹터 절연체(80, 86 등)는 전극 각각의 아래에 위치하는 정렬된 개구(90, 92)를 구비한다. 개구(90, 92)는 전극 각각에 대한 전기적 접속을 허용한다. 도 2에 클램핑 표면(72) 상부에 배치된 반도체 웨이퍼(100)가 도시되어 있다. 전극(40, 42, 44, 46, 48, 50)에 클램핑 전압이 인가될 때, 웨이퍼(100)는 클램핑 표면(76)에 대해 고정 위치에 정전 클램핑된다.

상부 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70)는 바람직하게는 높은 유전체 강도 및 높은 유전율을 갖되, 클램핑에 사용되는 주파수 및 전압에서 벌크 분극을 나타내지 않는 단단한 세라믹 재료이다. 바람직한 재료로는 알루미늄, 사파이어, 탄화 실리콘 및 질화 알루미늄 등이 있다. 상부 섹터 절연체는 예컨대 약 1000 V의 피크 전압을 가진 전압으로 신뢰성 있는 클램핑을 허용하기 위하여 약 0.008 인치의 두께를 가질 수 있다. 상부 섹터 절연체의 상부면은 0.001 인치 내로 평탄하게 연마된다.

전극(40, 42, 44, 46, 48, 50)은 바람직하게는 각각의 상부 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70)의 하부면 상에 금속층을 피착함으로써 형성된다. 바람직한 실시예에서, 전극은 니오븀의 도전성 코팅을 포함한다. 각 전극의 두께는 전형적으로 약 1 마이크로미터 정도이다. 본 발명의 사상 내에서 다른 적당한 도전성 금속층이 사용될 수 있다. 예컨대, 전술한 특허 제 5,452, 177호에 티타늄-몰리브덴 전극이 개시되어 있다.

하부 섹터 절연체는 구조적 강도를 제공하고 전극들을 전기적으로 절연시키도록 충분한 두께를 갖는다. 하부 섹터 절연체는 바람직하게는 열팽창 계수의 일치를 위하여 상부 섹터 절연체와 동일하거나 유사한 재료로 제조된다. 바람직한 실시예에서, 하부 섹터 절연체는 알루미늄으로 제조된다. 플래튼 베이스(14)는 대개 알루미늄과 같은 금속으로 제조된다.

하부면에 전극이 형성된 각각의 상부 섹터 절연체는 바람직하게는 테프론 FEP 본딩 재료와 같은 열가소성 테트라플루오르에틸렌(tetrafluoroethylene) 접착체(108, 도 4)를 사용하여 하부 섹터 절연체의 상부면에 본딩된다.

플래튼(10)의 전극에 인가되는 클램핑 전압은 바람직하게는 6개의 다른 위상(0도, 60도, 120도, 180도, 240도, 300도)을 가진 2극 구형파이다. 플래튼(10)의 대향측 상의 전극들에 인가되는 전압의 위상은 반 사이클 또는 180도의 위상 차이가

있다. 따라서, 전극(40, 46)에 인가되는 전압은 반 싸이클의 위상 차이가 있고, 전극(42, 48)에 인가되는 전압은 반 싸이클의 위상 차이가 있으며, 전극(44, 50)에 인가되는 전압은 반 싸이클의 위상 차이가 있다. 개시된 클램핑 장치는 웨이퍼와의 전기적 접촉 없이, 그리고 잠재적으로 웨이퍼를 손상시킬 수 있는 대전 전류를 생성하지 않고 신뢰성 있는 웨이퍼의 클램핑 및 언클램핑을 제공한다.

도 3에 적당한 클램핑 제어 회로(12)의 일례가 도시되어 있다. 구형과 발생기(110, 112, 114)가 각각 증폭기(120, 122, 124)에 저전압 구형파를 공급한다. 증폭기(120, 122, 124)의 출력은 각각 고전압 인버터 트랜스포머(130, 132, 134)에 인가된다. 트랜스포머(130, 132, 134)는 180도 또는 반 싸이클의 위상이 다른 출력 전압을 생성한다. 라인(140, 142) 상의 트랜스포머(130)의 출력은 반 싸이클 위상이 다른 2극 구형파이다. 라인(140, 142) 상의 출력은 각각 전극(46, 40)에 접속된다. 라인(144, 146) 상의 트랜스포머(132)의 출력은 반 싸이클 위상이 다르고 트랜스포머(130)의 출력에 대해 120도 시프트된 2극 구형파이다. 라인(144, 146) 상의 트랜스포머(130)의 출력은 각각 전극(48, 42)에 접속된다. 라인(148, 150) 상의 트랜스포머(134)의 출력은 반 싸이클 위상이 다르고 트랜스포머(130)의 출력에 대해 240도 시프트되어 있다. 라인(148, 150) 상의 트랜스포머(134)의 출력은 각각 전극(50, 44)에 접속된다. 이러한 구조는 웨이퍼의 6상 클램핑을 제공한다. 클램핑 제어 회로 및 클램핑 전압에 대한 추가적인 세부 사항은 본 명세서에 참고된 전술한 특허 제4,452,177호에 제공되어 있다.

도 4에 본 발명의 정전 웨이퍼 클램프의 실시예의 부분 단면도가 도시되어 있다. 도 1, 2 및 4에서 동일한 요소는 동일한 참조 번호를 갖는다. 섹터 어셈블리(20)의 일부가 도시되어 있다. 도 4는 본 발명의 이해를 쉽게 이해할 수 있도록 스케일되지 않은 것을 이해할 것이다. 도시된 바와 같이, 전극(40)이 상부 섹터 절연체(60)와 하부 섹터 절연체(80) 사이에 배치된다. 섹터 절연체(60, 80)는 접착제(108)에 의해 서로 고정된다. 전극(40)은 바람직하게 섹터 어셈블리(20)의 측부(200)로부터 이격되어 있다. 바람직한 실시예에서 전극(40)은 측부(200)로부터 약 0.1 인치 이격된다.

본 발명의 제1 특징에 따르면, 상부 섹터 절연체(60)의 주변부가 클램핑 표면(76)의 경계부를 형성하는 무딘 제1 에지(210) 및 웨이퍼(100)로부터 이격된 제2 에지(212)를 정의하도록 경사져 있다. 경사 주변부는 클램핑 표면(76) 상에 위치하는 웨이퍼(100)에 대해 비교적 작은 각도 α 를 형성하는 경사면(214)을 규정한다. 바람직하게는, 상부 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70; 도 1) 각각의 주변부는 이 방법으로 경사진다. 경사면(214)과 클램핑 표면(76) 사이의 인터섹션을 형성하는 무딘 에지(210)는 바람직하게는 상기 표면들 사이에 평탄한 변화를 형성하도록 혼합되고 폴리싱된다. 각도 α 는 바람직하게는 약 10도 이하이며, 이에 따라 경사면(214)은 클램핑 표면(76)에 대해 매우 작은 경사를 갖는다. 에지(212)가 비교적 예리하지만, 간격 S1 만큼 웨이퍼로부터 이격되어 웨이퍼(100)와 접촉하지 않는다.

경사 주변부의 효과는 예리한 에지가 웨이퍼(100)와 접촉하지 않고 섹터 어셈블리의 에지를 향해 클램핑 표면이 테이퍼링된다는 점이다. 웨이퍼가 무딘 에지(210)와 접촉할 때, 웨이퍼는 비교적 큰 면적이 접촉되어 힘이 분산된다. 이것은 웨이퍼에 유지되는 손상의 양을 줄이며, 따라서 발생하는 미립자의 수를 감소시킨다. 더욱이, 경사면(214)은 미립자 크기에 비해 비교적 넓다. 클램프가 에너지를 공급 받을 때, 진공 챔버 내의 자유 미립자는 정전기장에 의해 플레튼 에지로 당겨진다. 이러한 미립자는 경사면(214) 상에, 그리고 에지(212)의 근처에 수집되는 경향이 있다. 미립자의 양은 시스템 내의 자유 미립자의 양에 의해 결정된다. 클램핑 표면이 웨이퍼와 접촉하는 예리한 에지를 구비하고 있는 종래의 정전 웨이퍼 클램프에서는 예리한 에지에서의 미립자의 밀도가 매우 크다. 클램핑 표면의 경계부에 위치하는 미립자는 웨이퍼를 손상시켜 추가적인 미립자를 생성하는 연마 파우더의 역할을 한다. 본 발명에 따르면 비교적 넓은 경사면(214)을 제공함으로써 부착되는 미립자의 밀도를 낮추고, 따라서 손상 및 추가적인 미립자 발생의 위험을 감소시킨다.

에지(210, 212)는 바람직하게는 둥글게 형성되고 폴리싱되어, 아주 예리하고 웨이퍼를 손상시킬 수 있는 유전체 재료, 통상 알루미늄의 입자의 돌출을 제거한다. 이렇게 예리하게 돌출한 입자는 웨이퍼를 손상시킬 뿐만 아니라 웨이퍼가 회전하는 지렛대의 역할을 한다. 웨이퍼는 이러한 돌출 입자 위에 위치하여 클램핑 표면과 웨이퍼 간의 자유 공간을 허용한다. 이것은 클램프에 다른 유전체 층을 효과적으로 추가하여 전극과 웨이퍼 간의 거리를 증가시키며, 이들은 클램핑력을 감소시킨다. 웨이퍼의 표면 구조 및 편평도의 변화로 인하여 2개의 웨이퍼는 정확히 동일한 방식으로 돌출 입자 위에 위치하지 않는다. 결과적으로, 클램핑력 및 웨이퍼 당 발생하는 미립자의 수는 변하게 된다. 이러한 예리한 돌출 입자의 제거는 클램핑력의 9배 감소 및 미립자 수의 50배 이상의 감소를 유발했다.

바람직한 실시예에서, 상부 섹터 절연체(60)는 약 0.008 인치의 두께(D1)를 가진 고순도(99.5%) 알루미늄이다. 하부 섹터 절연체(80)는 약 0.1 인치의 두께(D2)를 가진 저순도 알루미늄일 수 있다. 경사면(214)은 약 0.035 인치의 폭을 가지며, 웨이퍼(100)에 대한 각도 α 는 약 5도이다. 결과적으로, 에지(212)는 약 0.004 인치 정도의 간격 S1 만큼 웨이퍼(100)로부터 이격되며, 에지(212)에 축적되는 미립자는 웨이퍼(100)와 접촉하지 않는다. 경사면(214)은 바람직하게는 섹터 어셈블리(20)의 측부(200)를 향해 전극(40)의 외측에 위치한다. 전술한 치수는 예시적인 것일 뿐 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니라는 것을 이해할 것이다.

본 발명의 다른 특징에 따르면, 저마찰, 고경도의 유전체 코팅(220)이 상부 섹터 절연체(60, 62, 64, 66, 68, 70) 각각의 상부면에 제공된다. 바람직한 실시예에서, 코팅(220)은 다이아몬드와 같은 비정질 탄소 코팅이다. 다른 적당한 코팅 재료로는 탄화 실리콘 및 질화 알루미늄 등이 있다. 코팅은 바람직하게는 약 0.5 마이크로미터 내지 약 5.0 마이크로미터 범위의 두께(D3)를 가지며, 더 바람직하게는 약 1.5 마이크로미터의 두께를 갖는다. 이에 따라 코팅(220)은 웨이퍼 클램프의 클램핑 표면(76)을 정의한다. 코팅(220)은 바람직하게는 상부 절연체 각각의 상부면을 피복하는 외에도 섹터 어셈블리 각각의 경사면(214) 및 측부(200)를 피복한다. 탄소 코팅은 공지 기술을 사용하여 컨포멀 플라즈마 유도 증착에 의해 피복될 수 있다.

코팅은 다수의 이점을 제공한다. 코팅은 플레튼의 클램핑 표면(76)과 웨이퍼(100) 간의 마찰을 감소시킨다. 따라서, 웨이퍼가 클램핑 표면에 대해 옆으로 이동하는 경우, 웨이퍼 상의 피쳐(feature)는 끊어져서 미립자가 되기보다는 미끄러지는 경향이 있다. 코팅은 전술한 바와 같이 대개는 알루미늄이나인 상부 섹터 절연체(60)의 입자 구조에 대한 밀봉을 제공한다. 이것은 미립자가 입자 구조로 연마되지 않고 그대로 유지되어 후에 배출된다는 것을 의미한다. 코팅의 부재하에 관측되는 갈색 얼룩은 코팅의 사용한 경우에는 관측되지 않는다.

코팅의 두께는 플레튼 상에서의 예리한 표면 피쳐의 반경을 코팅의 두께 만큼 증가시킨다. 코팅이 1.5 마이크로미터의 두께를 갖는 경우, 표면 피쳐의 반경은 반도체 웨이퍼 가공에서 가장 작고 가장 많은 미립자의 직경에 비해 한 오더(order)의 크기 만큼 증가된다. 표면 피쳐의 반경 증가는 피쳐와 웨이퍼 간에 더 큰 경사각을 형성하므로 피쳐를 절단하여 미립자를 생성하는 데 더 많은 에너지가 필요하게 된다. 웨이퍼는 파이기보다는 피쳐 위에서 미끄러지는 경향이 있다.

또한, 코팅은 섹터 어셈블리의 측부에 대한 밀봉을 제공한다. 특히, 코팅(220)은 섹터 어셈블리(20)의 측부(200)를 피복하며, 상부 섹터 절연체(60)와 하부 섹터 절연체(80) 사이의 계면을 밀봉한다. 도식된 바와 같이, 상부 및 하부 섹터 절연체는 접착제(108)를 사용하여 함께 고착된다. 코팅(220)은 저장 및 어셈블리 중에 존재할 수 있는 대기 중의 수증기가 섹터 어셈블리의 측부로 유입되는 것을 방지한다. 계면(224)을 따라 섹터 어셈블리로 유입되는 수증기는 (1)전극(40)의 에지가 부식되고, (2) 테프론 접착층이 팽창하며, (3) 섹터 어셈블리의 에지가 웨이퍼(100)의 방향으로 상향으로 굽어, 부식 및 수증기 흡수에 의해 발생하는 에지에서의 팽창에 기인한 웨이퍼의 손상을 잠재적으로 유발하며, (4) 충분한 수증기를 보유하여 전극에서 접지로의 통로가 형성되는 등의 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있다. 이 경우, 물은 순간적으로 끓어 절연체가 깨지며, 섹터 어셈블리의 상부가 측방향으로 제거된다.

본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 전극(40)은 바람직하게는 니오븀을 포함한다. 테프론 접착제에 의한 니오븀의 습윤성은 종래의 전극 재료의 습윤성에 비해 우수하다. 결과적으로, 섹터 어셈블리의 요소들은 더 확실하게 서로 고정된다. 또한, 니오븀 전극은 종래의 전극에 비해 낮은 비저항을 제공한다. 비저항이 낮은 전극은 탄소 코팅(220)의 전기적 영향을 보상한다. 탄소 코팅은 어느 정도는 플레튼 표면 상의 구조 전하의 제거자의 역할을 하는데, 이는 탄소 코팅이 알루미늄 표면보다 다소 전도성이 크기 때문이다. 결과적으로, 클램핑력은 탄소 코팅에 의해 다소 감소된다. 낮은 비저항의 니오븀 전극을 제공함으로써 클램핑 표면에 더 많은 전하가 제공된다. 따라서, 일부 전하가 제거되어도 클램핑력은 원하는 값으로 회복된다. 니오븀은 각 섹터 내의 전하를 균일하게 분배하는 이익을 제공하는 것으로 믿어진다. 이것은 웨이퍼 영역에 더욱 균일한 클램핑력이 미치도록 하여 웨이퍼 손상 및 미립자 생성을 일으킬 수 있는 국소화된 포인트 힘 집중의 양을 감소시킨다. 바람직한 실시예에서, 니오븀 전극은 99% 순도의 니오븀 소스로부터 0.13 오옴/스퀘어를 달성하는 두께 D4로 스퍼터링된다. 니오븀은 공정의 종료 부근에 추가되어 전극 표면 상에 질화 니오븀을 형성할 수 있으며, 이에 따라 낮은 표면 비저항을 제공할 수 있다. 다른 구조에서는 다른 비저항이 필요할 것으로 이해된다.

정전 웨이퍼 클램프가 에너지를 공급 받을 때, 웨이퍼는 교류 전기장으로부터 발생하는 힘에 의해 진동한다. 진동의 크기는 어느 정도 미립자 생성에 기여할 만큼 충분한 것으로 믿어진다. 진동의 크기는 종래의 정전 웨이퍼 클램프 상에서의 0.001 인치보다 작은 값으로 측정되었으며, 따라서 주입 공정에 직접 영향을 미치지 않는다. 그러나, 진동의 감소는 미립자 성능을 향상시키는 것으로 믿어진다. 종래의 웨이퍼 클램프의 섹터 어셈블리는 비교적 강한 에폭시에 의해 플레튼 베이스에 고정된다. 따라서, 섹터 어셈블리는 진동시 웨이퍼가 충돌하는 비교적 정지된 표면을 정의한다. 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 강한 에폭시는 탄성적인 저경도 접착제(230; 도 4)로 교체된다. 이것은 섹터 어셈블리가 플레튼 베이스(14)에 대해 매우 작은 양 만큼 이동하도록 한다. 정전기장이 활성화될 때, 웨이퍼는 섹터 어셈블리로 당겨지며, 섹터 어셈블리도 웨이퍼를 향해 약간 당겨지게 되어 웨이퍼가 이동하는 거리가 감소된다. 결과적으로, 웨이퍼는 낮은 속도 및 크게 감소된 힘으로 충돌한다. 또한, 충돌 에너지는 저경도 접착제의 감쇠 품질에 의해 다소 흡수된다. 적당한 저경도 접착제(50)의 일례는 경도 50의 실리콘 접착제이다.

종래의 웨이퍼 클램프에서, 플레튼 베이스(14)는 제조시 섹터 어셈블리를 배치하기 위한 섹터 형상의 리세스를 구비한다. 도 4에 가상선으로 도시된 각 리세스의 외측 립(lip; 240)이 섹터 어셈블리를 방사상으로 유지한다. 그러나, 섹터 어셈블리

가 접촉제로 리세스 안에 고정될 때, 립(240)과 섹터 어셈블리 사이에는 갇은 공간(242)이 남는다. 이 공간(242)은 미립자 저장소의 역할을 한다. 웨이퍼 클램프의 정전기장은 자유 미립자를 끌어 당겨 이들을 섹터 어셈블리 또는 그 근방에 퇴적시키며, 이들 미립자는 공간(242)에 떨어져 축적된다. 미립자는 립(240)에도 축적된다.

본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 플래튼 베이스의 립은 제거되거나 낮아져 종래의 웨이퍼 클램프보다 큰 간격으로 웨이퍼로부터 이격된다. 그래서, 미립자는 립 영역 및 립과 섹터 어셈블리 사이의 공간에 퇴적될 가능성이 적다. 이 영역에 퇴적된 미립자는 종래의 웨이퍼 클램프에서보다 웨이퍼로부터 더 이격된다. 또한, 플래튼의 주변부는 세정하기가 더 쉽다. 섹터 어셈블리는 제조 기술 분야에 공지되어 있는 바와 같이 지그를 사용한 조립 동안에 플래튼 베이스에 대해 배치될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예가 도시되고 설명되었지만, 첨부된 청구범위에 정의된 발명의 범위로부터 벗어나지 않고도 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 당업자는 이해할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

피가공물(workpiece)의 정전 클램핑을 위한 장치에 있어서,

피가공물을 수용하기 위한 전기 절연 클램핑 표면을 정의하는 플래튼 어셈블리(platen assembly) - 상기 플래튼 어셈블리는 상기 클램핑 표면의 아래에 위치하고 상기 클램핑 표면으로부터 전기적으로 절연된 전극, 및 상기 전극과 상기 클램핑 표면 사이의 유전체 층을 포함하며, 상기 유전체 층은 상기 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘(blunt) 제1 에지, 및 상기 피가공물로부터 이격된 제2 에지를 정의하도록 경사진 주변부를 가짐 -; 및

상기 클램핑 표면 상의 고정 위치에 상기 피가공물을 정전 클램핑하기 위하여 상기 전극에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 회로

를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 유전체층의 경사 주변부는 상기 클램핑 표면에 위치하는 피가공물에 대해 10도 이하의 각을 형성하는 경사면을 정의하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제2 에지는 상기 클램핑 표면 상의 피가공물로부터 0.004 인치 이상 이격되는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 유전체층의 경사 주변부는 상기 전극의 외측에 위치하는 경사면을 정의하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 유전체층은 알루미늄, 탄화 실리콘 및 질화 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 재료를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 유전체층은 알루미나를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 플래튼 어셈블리는 상기 알루미나 위에 위치하여 상기 클램핑 표면을 정의하는 저마찰, 고경도 유전체 코팅을 더 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 플래튼 어셈블리는 상기 알루미나 위에 위치하여 상기 클램핑 표면을 정의하는 다이아몬드와 같은 비정질 탄소 코팅을 더 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 탄소 코팅은 0.5 마이크로미터 내지 5.0 마이크로미터의 범위의 두께를 갖는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서, 상기 유전체층은 상기 클램핑 표면에 인접하는 측부를 포함하며, 상기 탄소 코팅은 상기 유전체층의 상기 측부를 피복하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 11.

제8항에 있어서, 상기 전극은 니오븀을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 12.

피가공물의 정전 클램핑을 위한 장치에 있어서,

피가공물을 수용하기 위한 전기 절연 클램핑 표면을 정의하는 플래튼 어셈블리 -상기 플래튼 어셈블리는 상기 클램핑 표면의 아래에 위치하고 상기 클램핑 표면으로부터 전기적으로 절연된 전극들, 상기 전극들 각각과 상기 클램핑 표면 사이에 배치된 상대적으로 두꺼운 유전체층 및 상기 유전체층의 위에 위치하여 상기 클램핑 표면을 정의하는 상대적으로 얇은 저마찰의 고경도 유전체 코팅을 포함하고, 상기 유전체 코팅은 비정질 탄소를 포함하고 0.5 마이크로미터 내지 5.0 마이크로미터 범위의 두께를 가짐-; 및

상기 클램핑 표면의 고정 위치에 상기 피가공물을 정전 클램핑하기 위하여 상기 전극에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 회로

를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 알루미늄, 탄화 실리콘 및 질화 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 재료를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 알루미늄을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 15.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 0.008 인치의 두께를 갖는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 상기 클램핑 표면에 인접하는 측부를 포함하고, 상기 유전체 코팅은 상기 측부를 피복하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 20.

제12항에 있어서, 상기 전극은 니오븀을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 21.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 0.008 인치의 두께를 갖는 알루미늄을 포함하고, 상기 전극은 니오븀을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 22.

제12항에 있어서, 상기 유전체층은 상기 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘 제1 에지, 및 상기 피가공물로부터 이격된 제2 에지를 정의하도록 경사진 주변부를 갖는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 경사 주변부는 상기 클램핑 표면에 위치하는 피가공물에 대해 10도 이하의 각을 형성하는 경사면을 정의하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 경사면은 상기 전극의 외측에 위치하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 25.

반도체 웨이퍼의 정전 클램핑을 위한 장치에 있어서,

플래튼 베이스 상에 장착된 복수의 섹터 어셈블리를 포함하는 플래튼-상기 섹터 어셈블리는 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 실질적으로 원형인 전기 절연 클램핑 표면을 정의하며, 상기 섹터 어셈블리 각각은 상기 클램핑 표면의 아래에 위치하고 상기 클램핑 표면으로부터 전기적으로 절연된 도전성 전극, 상기 전극과 상기 클램핑 표면 사이의 상부 유전체층 및 상기 전극과 상기 플래튼 베이스 사이의 하부 유전체층을 포함하고, 상기 상부 유전체층은 상기 클램핑 표면의 경계부를 형성하는 무딘 제1 에지 및 상기 반도체 웨이퍼로부터 이격된 제2 에지를 정의하도록 경사진 주변부를 가짐-; 및

상기 클램핑 표면 상의 고정 위치에 상기 반도체 웨이퍼를 정전 클램핑하기 위하여 상기 전극에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 회로

를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 26.

제25항에 있어서, 상기 상부 유전체층의 경사 주변부는 상기 클램핑 표면에 위치하는 반도체 웨이퍼에 대해 10도 이하의 각을 형성하는 경사면을 정의하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 27.

제25항에 있어서, 상기 제2 에지는 상기 클램핑 표면 상의 반도체 웨이퍼로부터 0.004 인치 이상 이격되는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 28.

제25항에 있어서, 상기 상부 유전체층의 경사 주변부는 상기 전극의 외측에 위치하는 경사면을 정의하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 29.

제25항에 있어서, 상기 상부 유전체층은 알루미늄을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 30.

제29항에 있어서, 상기 섹터 어셈블리 각각은 상기 상부 유전체층의 상부에 위치하여 상기 클램핑 표면을 정의하는 다이아몬드와 같은 비정질 탄소 코팅을 더 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 31.

제30항에 있어서, 상기 탄소 코팅은 0.5 마이크로미터 내지 5.0 마이크로미터 범위의 두께를 갖는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 32.

제30항에 있어서, 상기 섹터 어셈블리 각각은 상기 클램핑 표면에 인접하는 측부를 포함하고, 상기 탄소 코팅은 상기 섹터 어셈블리의 상기 측부를 피복하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 33.

제30항에 있어서, 상기 전극은 니오븀을 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 34.

제30항에 있어서, 상기 탄소 코팅은 1.5 마이크로미터의 두께를 갖는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 35.

제26항에 있어서, 상기 경사면은 상기 클램핑 표면 상에 위치하는 반도체 웨이퍼에 대해 5도의 각을 형성하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 36.

제26항에 있어서, 상기 무딘 에지는 상기 경사면과 상기 클램핑 표면 사이에 평탄한 변화를 형성하도록 혼합되고 폴리싱되는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 37.

제25항에 있어서, 상기 섹터 어셈블리 각각은 저경도 접착제에 의해 상기 플래튼 베이스에 고착되는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 38.

제25항에 있어서, 상기 플래튼 베이스는 잠재적으로 미립자를 축적할 수 있는 리세스를 방지하도록 구성된 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 39.

반도체 웨이퍼의 정전 클램핑을 위한 장치에 있어서,

플래튼 베이스 상에 장착된 복수의 섹터 어셈블리를 포함하는 플래튼 -상기 섹터 어셈블리는 반도체 웨이퍼를 수용하기 위한 실질적으로 원형인 전기 절연 클램핑 표면을 정의하며, 상기 섹터 어셈블리 각각은 상기 클램핑 표면의 아래에 위치

하고 상기 클램핑 표면으로부터 전기적으로 절연된 도전성 전극, 상기 전극 각각과 상기 클램핑 표면 사이의 두꺼운 상부 유전체층, 상기 상부 유전체층의 상부에 위치하여 상기 클램핑 표면을 형성하는 얇은 저마찰의 고정도 유전체 코팅 및 상기 전극과 상기 플래튼 베이스 사이의 하부 유전체층을 포함하고, 상기 유전체 코팅은 비정질 탄소를 포함하고 0.5 마이크로미터 내지 5.0 마이크로미터 범위의 두께를 가짐-; 및

상기 클램핑 표면 상의 고정 위치에 상기 반도체 웨이퍼를 정전 클램핑하기 위하여 상기 전극에 클램핑 전압을 인가하기 위한 클램핑 제어 회로

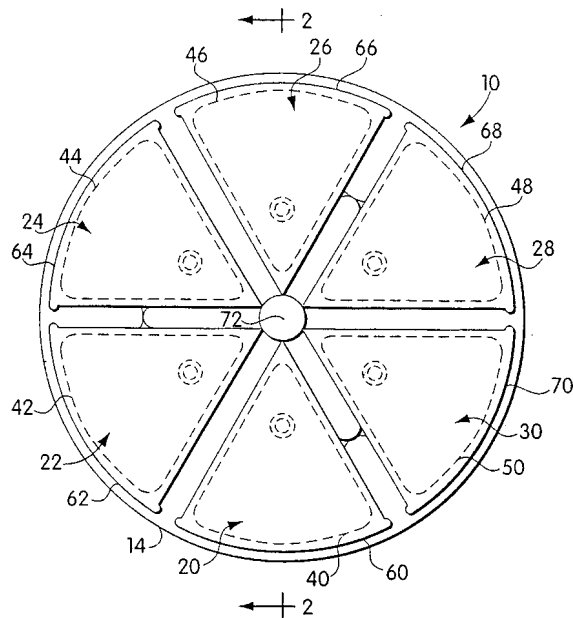
를 포함하는 정전 클램핑을 위한 장치.

청구항 40.

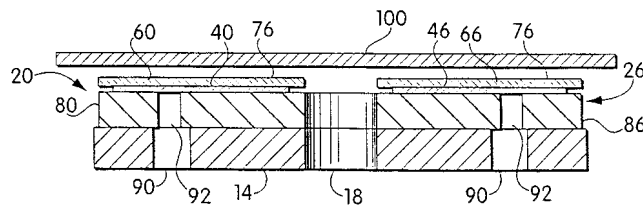
삭제

도면

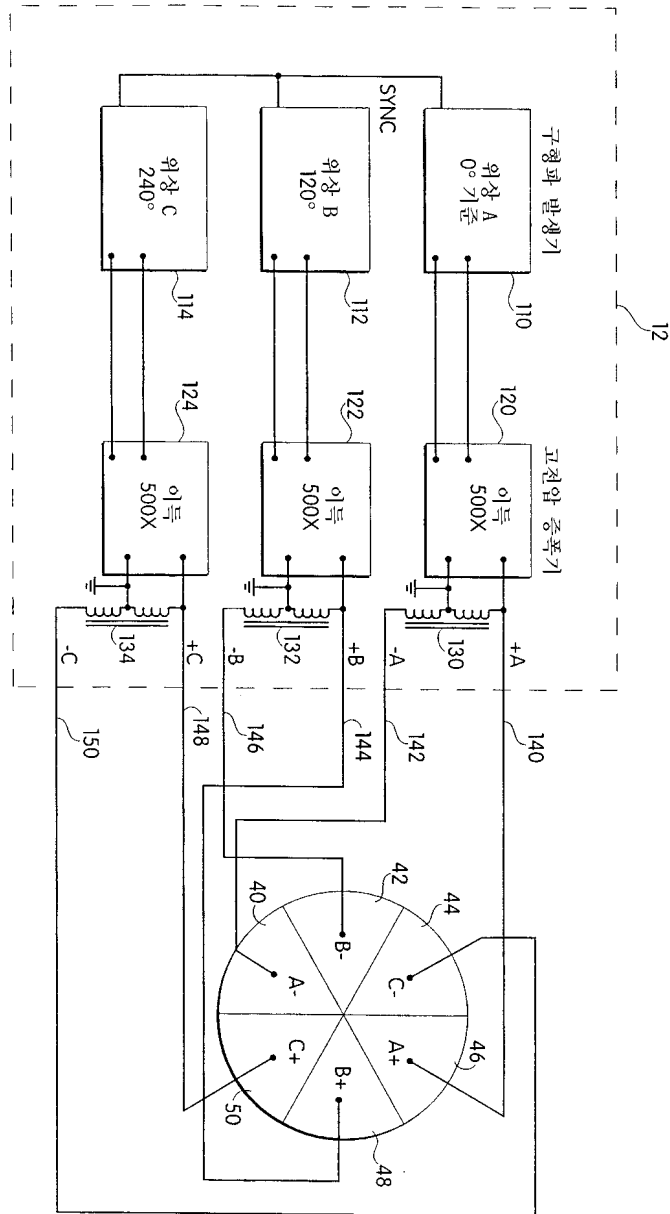
도면1



도면2



도면3



도면4

