(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0076032
(43) 공개일자 2010년07월05일

(51) Int. Cl.
H01L 21/302 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7010799
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년10월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2010년05월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/011830
(87) 국제공개번호 WO 2009/051763
국제공개일자 2009년04월23일
(30) 우선권주장
60/981,060 2007년10월18일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
데 라리오스 존 엠
미국 94303 캘리포니아주 팔로 알토 로마 베르데 애비뉴 941
프리어 에릭 엠
미국 95008 캘리포니아주 캠벨 웨스트 린컨 애비뉴 347 넘버 에이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

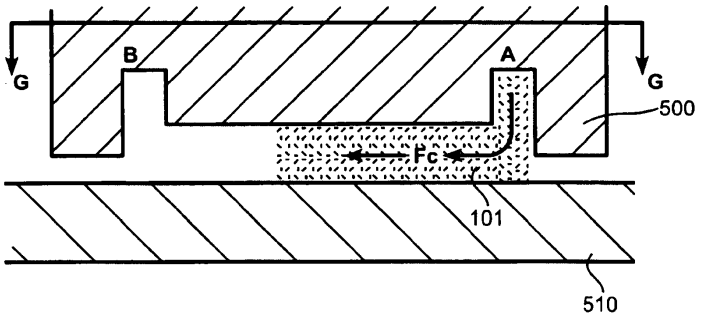
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 패터닝된 기판의 세정을 최적화하는 장치 및 방법

(57) 요 약

웨이퍼 표면을 세정하는 방법 및 장치가 특히 패터닝된 웨이퍼의 표면을 세정하기 위해 제공된다. 세정 장치는 우세한 패턴을 갖는 패터닝된 웨이퍼에 대면하는 표면 상에 채널을 가진 세정 헤드를 포함한다. 채널을 흐르는 세정 재료는 세정 헤드에 대해 특정 방향으로 배향되는 패터닝된 웨이퍼의 표면 상에 전단력을 가한다. 패터닝된 웨이퍼와 세정 헤드 사이의 특정 배향 및 전단력은 표면 오염물질의 제거 효율을 향상시킨다.

대 표 도 - 도5d



(72) 발명자

라브킨 마이클

미국 94087 캘리포니아주 써니베일 닉커보커 드라이브 1215

마크스 제프리

미국 94138 캘리포니아주 샌호세 글렌이글스 써클 5985

특허청구의 범위

청구항 1

패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 재료를 디스펜싱하는 세정 헤드로서,

상기 세정 헤드를 상기 표면에 근접하여 유지하는 암을 포함하며,

상기 세정 헤드는 상기 패터닝된 웨이퍼의 표면에 대면하는 복수의 채널을 가지며, 상기 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖고, 상기 2 개의 단 중 일단은 세정 재료를 디스펜싱하고, 상기 세정 재료는 상기 채널에서 상기 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐르며, 상기 디스펜싱 단은 상기 세정 재료의 공급부에 커플링되고, 상기 디스펜싱된 세정 재료는 상기 기판 상의 상기 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 상기 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질의 제거를 촉진하는, 세정 헤드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 채널은 서로 평행하며, 상기 복수의 채널은 상기 세정 헤드의 길이에 대해 약 0° 내지 약 180° 의 각도로 존재하는, 세정 헤드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 세정 재료에 의해 가해진 상기 전단력은 상기 패터닝된 웨이퍼와 상기 세정 헤드 사이의 이동 방향에 대해 법선인 성분을 포함하는, 세정 헤드.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 세정 재료는 1 상, 2 상 또는 3 상으로 이루어지는, 세정 헤드.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 세정 재료는 폼 (foam), 에멀젼 또는 겔인, 세정 헤드.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 패터닝된 웨이퍼는 우세한 패턴을 가지며, 상기 패터닝된 웨이퍼는 세정 동안 상기 세정 헤드에 대하여 특정 배향으로 배향되는, 세정 헤드.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 채널은 서로 평행하지 않은, 세정 헤드.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 채널은 나선형 패턴을 형성하는, 세정 헤드.

청구항 9

패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 재료를 디스펜싱하는 세정 헤드를 갖는 세정 시스

템으로서,

상기 패터닝된 웨이퍼를 상기 세정 헤드를 향하여 이동시키기 위한 이송 메커니즘; 및

상기 패터닝된 웨이퍼를 상기 세정 헤드에 대하여 특정 배향으로 유지하기 위한 웨이퍼 홀더로서, 상기 웨이퍼 홀더에 의해 유지되는 상기 패터닝된 웨이퍼는 상기 세정 헤드를 향하여 이동시키기 위한 상기 이송 메커니즘 상에 배치되는, 상기 웨이퍼 홀더를 포함하며,

상기 세정 헤드는 복수의 채널을 가지며, 상기 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖고, 상기 2 개의 단 중 일단은 상기 세정 재료를 디스펜싱하고, 상기 세정 재료는 상기 채널에서 상기 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐르며, 상기 디스펜싱 단은 상기 세정 재료의 공급부에 커플링되고, 상기 세정 헤드는 암에 의해 상기 패터닝된 웨이퍼의 표면에 근접하여 유지되며, 상기 디스펜싱된 세정 재료는 상기 기판 상의 상기 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 상기 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질을 제거하게 돕는, 세정 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상이한 채널 디자인을 가진 복수의 세정 헤드가 존재하며, 상기 세정 헤드는 상기 패터닝된 웨이퍼 상에서 최선의 오염물질 제거 효율을 달성하기 위해 상기 복수의 세정 헤드로부터 선택되는, 세정 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 채널은 서로 평행하며, 상기 복수의 채널은 상기 세정 헤드의 길이에 대해 약 0° 내지 약 180° 의 각도로 존재하는, 세정 시스템.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 세정 재료에 의해 가해진 상기 전단력은 상기 패터닝된 웨이퍼와 상기 세정 헤드 사이의 이동 방향에 대해 법선인 성분을 포함하는, 세정 시스템.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 세정 시스템에 2 개 이상의 세정 헤드가 존재하며, 각 세정 헤드는 상기 복수의 채널에 대해 고유한 디자인을 갖는, 세정 시스템.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 패터닝된 웨이퍼는 우세한 패턴을 가지며, 상기 패터닝된 웨이퍼는 세정 동안 상기 세정 헤드에 대하여 특정 배향으로 배향되는, 세정 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 우세한 패턴은 서로 평행한 복수의 라인인, 세정 시스템.

청구항 16

패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 헤드를 이용하여 세정 재료를 디스펜싱하는 방법으로서,

상기 패터닝된 웨이퍼를 상기 세정 헤드에 대해 특정 배향으로 웨이퍼 홀더에 배치하는 단계;

상기 웨이퍼 홀더와 함께 상기 패터닝된 웨이퍼를 상기 세정 헤드 하부에 배치하는 단계; 및

상기 세정 헤드로부터 상기 세정 재료를 디스펜싱하여 상기 패터닝된 웨이퍼를 세정하는 단계를 포함하며,

상기 세정 헤드는 복수의 채널을 가지며, 상기 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖고, 상기 2 개의 단 중 일단은 상기 세정 재료를 디스펜싱하고, 상기 세정 재료는 상기 채널에서 상기 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐르며, 상기 디스펜싱 단은 상기 세정 재료의 공급부에 커플링되고, 상기 디스펜싱된 세정 재료는 상기 기판 상의 상기 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 상기 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질을 제거하게 돕는, 세정 재료를 디스펜싱하는 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 웨이퍼 홀더와 함께 상기 패터닝된 웨이퍼를 상기 세정 헤드를 향하여 이동시키는 단계를 더 포함하는, 세정 재료를 디스펜싱하는 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 세정 재료에 의해 가해진 상기 전단력은 상기 패터닝된 웨이퍼와 상기 세정 헤드 사이의 이동 방향에 대해 법선인 성분을 포함하며, 상기 법선 성분은 오염물질 제거 효율을 향상시키는, 세정 재료를 디스펜싱하는 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 패터닝된 웨이퍼는 우세한 패턴을 가지며, 상기 패터닝된 웨이퍼는 세정 동안 상기 세정 헤드에 대하여 특정 배향으로 배향되며, 상기 특정 배향은 오염물질 제거 효율을 향상시키는, 세정 재료를 디스펜싱하는 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 우세한 패턴은 폴리실리콘 라인 또는 금속 배선에 의해 형성되는, 세정 재료를 디스펜싱하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 집적 회로, 메모리 셀 등과 같은 반도체 디바이스의 제작 시에, 반도체 웨이퍼 ("웨이퍼") 상에 피쳐들을 규정하기 위해 일련의 제조 동작이 수행된다. 웨이퍼 (또는 기판) 는 실리콘 기판 상에 규정된 멀티-레벨 구조 형태의 집적 회로 디바이스를 포함한다. 일 기판 레벨에서, 확산 영역을 가진 트랜지스터 디바이스가 형성된다. 후속 레벨에서, 배선 금속 라인이 패터닝되고 트랜지스터 디바이스에 전기적으로 접속되어, 원하는 집적 회로 디바이스를 규정한다. 또한, 패터닝된 도전층은 유전체 재료에 의해 다른 도전층들로부터 절연된다.

배 경 기 술

[0002] 일련의 제조 동작 중에, 웨이퍼 표면은 다양한 유형의 오염물질에 노출된다. 근본적으로 제조 동작 시에 존재하는 임의의 재료는 잠재적인 오염물질의 소스이다. 예를 들어, 오염물질의 소스는 무엇보다도 프로세스 가스, 화학물질, 증착 재료, 및 액체를 포함할 수도 있다. 다양한 오염물질은 웨이퍼 표면 상에 미립자 형태로 증착될 수도 있다. 미립자 오염물질이 제거되지 않는다면, 오염물질 근방 내의 디바이스는 동작하지 않을 가능성이 있을 것이다. 따라서, 웨이퍼 상에 규정된 피쳐를 손상시키지 않고 웨이퍼 표면으로부터 오염물질을 실질적으로 완전한 방식으로 세정할 필요가 있다. 그러나, 미립자 오염물질의 사이즈는 보통 웨이퍼 상에 제작된 피쳐들의 임계 치수 (Critical Dimension) 사이즈 정도이다. 웨이퍼 상의 피쳐에 악영향을 끼치지 않고 이러한 작은 미립자 오염물질의 제거는 매우 어려울 수 있다.

[0003] 종래의 웨이퍼 세정 방법은 웨이퍼 표면으로부터 미립자 오염물질을 제거하기 위해 기계적 힘에 많이 의존하였다. 피쳐 사이즈가 계속 감소하고 더 손상되기 쉬워짐에 따라, 웨이퍼 표면에의 기계적 힘의 인가로 인한

피쳐 손상의 가능성이 증가한다. 예를 들어, 고애스펙트비를 갖는 피쳐는 충분한 기계적 힘에 의해 영향을 받을 때 쓰러지거나 부서지기 쉽다. 피쳐 사이즈가 감소하는 쪽으로 이동함에 따라 미립자 오염물질의 사이즈가 감소되어, 세정 문제가 더욱 복잡해진다. 충분히 작은 사이즈의 미립자 오염물질은, 고애스펙트비 피쳐에 의해 둘러싸이게 되는 트렌치에서와 같이, 웨이퍼 표면 상의 영역에 도달하는 것이 어렵게 된다. 따라서, 현대의 반도체 제작 동안 오염물질의 효율적 및 비손상 제거는 웨이퍼 세정 기술에서의 계속적인 개선에 의해 충족될 계속적인 과제를 제시한다. 평판 디스플레이에 대한 제조 동작이 상기 논의된 집적 회로 제조의 동일한 결점으로부터 고생한다는 것을 알아야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 전술을 고려하여, 오염물질을 제거하는데 있어서 효과적이고 패터닝된 웨이퍼 상의 피쳐를 손상시키지 않는 패터닝된 웨이퍼를 세정하는 장치 및 방법의 필요성이 존재한다.

과제의 해결 수단

[0005] 대체로, 본 발명의 실시형태는 웨이퍼 표면, 특히 패터닝된 웨이퍼의 표면을 세정하는 향상된 방법 및 장치를 제공한다. 이 장치는 우세한 패턴 (predominant pattern) 을 갖는 패터닝된 웨이퍼에 대면하는 표면 상에 채널을 가진 세정 헤드를 포함한다. 채널을 흐르는 세정 재료는 세정 헤드에 대해 특정 방향으로 배향되는 패터닝된 웨이퍼의 표면 상에 전단력 (shear force) 을 가한다. 패터닝된 웨이퍼 및 세정 헤드의 특정 배향 및 전단력은 표면 오염물질의 제거 효율을 향상시킨다. 본 발명은 시스템, 방법 및 챔버로서 포함하는, 다수의 방식으로 구현될 수 있다는 것을 알아야 한다. 본 발명의 여러 발명적인 실시형태가 이하 설명된다.

[0006] 일 실시형태에서, 패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 재료를 디스펜싱하는 세정 헤드가 제공된다. 세정 헤드는 그 세정 헤드를 표면에 근접하여 유지하는 암 (arm) 을 포함한다. 세정 헤드는 패터닝된 웨이퍼의 표면에 대면하는 복수의 채널을 갖는다. 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖는다. 2 개의 단 중 일단은 세정 재료를 디스펜싱하며, 세정 재료는 채널에서 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐른다. 디스펜싱 단은 세정 재료의 공급부에 커플링된다. 디스펜싱된 세정 재료는 기판 상의 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질의 제거를 촉진한다.

[0007] 다른 실시형태에서, 패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 재료를 디스펜싱하는 세정 헤드를 갖는 세정 시스템이 제공된다. 이 세정 시스템은 패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드를 향하여 이동시키기 위한 이송 메커니즘을 포함한다. 이 세정 시스템은 또한 패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드에 대하여 특정 배향으로 유지하기 위한 웨이퍼 홀더를 포함한다. 웨이퍼 홀더에 의해 유지되는 패터닝된 웨이퍼는 일 세정 헤드를 향하여 이동시키기 위한 이송 메커니즘 상에 배치된다.

[0008] 세정 시스템은 복수의 채널을 갖는 세정 헤드를 더 포함한다. 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖는다. 2 개의 단 중 일단은 세정 재료를 디스펜싱하며, 세정 재료는 채널에서 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐른다. 디스펜싱 단은 세정 재료의 공급부에 커플링된다. 세정 헤드는 암에 의해 패터닝된 웨이퍼의 표면에 근접하여 유지된다. 디스펜싱된 세정 재료는 기판 상의 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질을 제거하게 돕는다.

[0009] 또 다른 실시형태에서, 패터닝된 웨이퍼의 표면 상의 오염물질을 제거하기 위해 세정 헤드를 이용하여 세정 재료를 디스펜싱하는 방법이 제공된다. 이 방법은 패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드에 대해 특정 배향으로 웨이퍼 홀더에 배치하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 웨이퍼 홀더와 함께 패터닝된 패턴을 세정 헤드 하부에 배치하는 단계를 포함한다. 이 방법은 세정 헤드로부터 세정 재료를 디스펜싱하여 패터닝된 웨이퍼를 세정하는 단계를 더 포함한다. 세정 헤드는 복수의 채널을 갖는다. 복수의 채널 각각은 2 개의 단을 갖는다. 2 개의 단 중 일단은 세정 재료를 디스펜싱하며, 세정 재료는 채널에서 디스펜싱 단으로부터 타단으로 흐른다. 디스펜싱 단은 세정 재료의 공급부에 커플링된다. 디스펜싱된 세정 재료는 기판 상의 복수의 채널 각각의 축을 따른 방향으로 전단력을 가하여 패터닝된 기판의 표면 상의 오염물질을 제거하게 돕는다.

[0010] 본 발명은 첨부 도면과 함께 다음의 상세한 설명에 의해 쉽게 이해될 것이며, 유사한 참조 번호는 유사한 구조상의 엘리먼트를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 오염물질 입자와 상호작용하는 3 상태 바디를 도시한 도면이다.

도 2a 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 재료의 고체 성분이 세정 재료의 기체 성분과 오염물질 사이에 개재되는 것을 도시한 도면이다.

도 2b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 도 2a 의 오염물질이 웨이퍼 표면으로부터 제거되는 것을 도시한 도면이다.

도 2c 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼를 세정하는 세정 시스템의 상면도를 도시한다.

도 2d 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 다수의 세정 재료 디스펜싱 홀을 가진 세정 헤드의 저면도이다.

도 2e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼 표면 상에 세정 재료 (101) 를 디스펜싱하는 세정 헤드의 측면도를 도시한다.

도 3a 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 일 예시적인 패터닝된 웨이퍼의 상면도를 도시한다.

도 3b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 확대된 디바이스 영역의 상면도를 도시한다.

도 3c 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 확대된 디바이스 서브-영역의 상면도를 도시한다.

도 3d 의 (A) 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 폴리실리콘 라인 상부에서 시계 방향으로 회전하는 세정 브러시의 일부를 도시한다.

도 3d 의 (B) 는 본 발명의 다른 실시형태에 따라, 폴리실리콘 라인 상부에서 시계 방향으로 회전하는 세정 브러시의 일부를 도시한다.

도 3e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 브러시에 의해 패터닝된 웨이퍼 상의 폴리실리콘 라인의 길이에 인가된 전단력의 각도에 대한 다이 상의 결함 카운트의 플롯을 도시한다.

도 3f 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 헤드 하부에서 이동하는 라인의 우세한 패턴을 가진 전술된 패터닝된 웨이퍼 (301) 를 도시한다.

도 3g 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 확대된 디바이스 영역을 도시한 도면이다.

도 4a 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 다수의 라인형 구조를 갖는 기판의 일 구획의 단면도를 도시한다.

도 4b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 다수의 라인형 구조를 갖는 기판의 일 구획의 단면도 위의 세정 재료를 도시한다.

도 4c 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼 표면 상의 일 위치에서의 전단력의 법선 성분과 평행 성분 사이의 관계를 도시한다.

도 4d 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼 표면 상의 다른 위치에서의 전단력의 법선 성분과 평행 성분 사이의 관계를 도시한다.

도 4e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 브러시 또는 세정 재료에 의해 기판 (또는 웨이퍼) 상의 피쳐 상에 인가된 전단력의 각도의 함수로서 결함 카운트의 2 개의 곡선을 도시한다.

도 5a 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 헤드의 3 차원 (3D) 뷰를 도시한다.

도 5b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 도 5a 의 세정 헤드의 상면도를 도시한다.

도 5c 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 도 5a 의 세정 헤드의 다른 3 차원 (3D) 뷰를 도시한다.

도 5d 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 도 5a 의 라인 G-G' 를 따라 절단되는 채널 (501) 의 단면도를 도시한다.

도 5e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 헤드 내의 채널의 일단으로부터 채널의 타단으로의 세정 재료의 흐름으로부터 발생하는 전단력을 도시한다.

도 5f 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 재료와 기판 사이의 상대 위치, 및 기판의 이동 방향을

도시한다.

도 5g 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 재료로 채워지게 되는 세정 바디를 가진 채널 (501) 을 도시한다.

도 5h 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 기판 상의 다양한 전단력 간의 관계를 도시한다.

도 5i 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼 표면 상의 라인형 피쳐 상에 인가되는 전단력을 도시한 도면이다.

도 6a 는 본 발명의 다른 실시형태에 따라, 세정 헤드와 기판 사이의 상대 위치, 및 기판의 이동 방향을 도시한다.

도 6b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 기판 표면 상의 전단력을 도시한 도면이다.

도 6c 는 본 발명의 다른 실시형태에 따라, 세정 헤드와 기판 사이의 상대 위치, 기판의 이동 방향 및 웨이퍼 상의 전단력을 도시한다.

도 6d 는 본 발명의 또 다른 실시형태에 따라, 세정 헤드와 기판 사이의 상대 위치, 기판의 이동 방향 및 웨이퍼 상의 전단력을 도시한다.

도 6e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 기판 상의 전단력을 도시한다.

도 7 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 웨이퍼를 세정하기 위해 선택될 다수의 세정 헤드를 가진 세정 시스템을 도시한다.

도 8 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 패터닝된 웨이퍼의 표면으로부터 오염물질을 세정하는 프로세스 흐름을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 웨이퍼 표면을 세정하는 방법 및 장치의 실시형태가 설명된다. 그러나, 본 발명이 이들 특정 상세의 일부 또는 전부 없이도 실시될 수도 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우에, 널리 공지된 프로세스 동작들은 본 발명을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위하여 상세하게 설명되지 않는다.

[0013] 본원에 설명된 실시형태는 오염물질을 제거하는데 효과적이고 일부가 고애스펙트비 피쳐를 포함할 수도 있는 패터닝된 웨이퍼 상의 피쳐를 손상시키지 않는 세정 장치 및 세정 방법을 제공한다. 실시형태가 반도체 세정 애플리케이션과 관련된 특정 실시예를 제공하지만, 이들 세정 애플리케이션은 기판으로부터의 오염물질의 제거를 요구하는 임의의 기술로 확장될 수도 있다.

[0014] 본원에 사용한 바와 같이, 일 실시형태에서, 세정 장치 및 방법은 기체상, 액체상 및 고체상을 포함하는 3 상태 세정 재료를 포함한다. 기체상 및 액체상은 고체상을 기판 표면 상의 오염물질 입자와 근접하게 있게 하는 매개물 (intermediary) 을 제공한다. 3 상태 바디 세정 재료의 조성 및 그의 메커니즘의 추가 설명에 대해서는, 발명의 명칭이 "Method for removing contamination from a substrate and for making a cleaning solution" 인 2006년 2월 3일자로 출원된 미국 특허출원 (11/346,894), 발명의 명칭이 "Cleaning compound and method and system for using the cleaning compound" 인 2006년 2월 3일자로 출원된 미국 특허출원 제 11/347,154호, 발명의 명칭이 "Method and Apparatus for removing contamination from a substrate" 인 2006년 1월 20일자로 출원된 미국 특허출원 (11/336,215), 및 발명의 명칭이 "Method and Material for Cleaning a Substrate" 인 2006년 9월 15일자로 출원된 미국 특허출원 (11/532,491) 을 참조한다. 3 상태 바디 세정 재료를 이용하는 장치 및 시스템의 추가 설명에 대해서는, 발명의 명칭이 "Method for removing contamination from a substrate and for making a cleaning solution" 인 2006년 2월 3일자로 출원된 미국 특허출원 (11/346,894) 을 참조한다.

[0015] 고체상은 세정 동안 입자와 상호작용하여 그들의 제거를 유발시킨다. 본원에 사용된 일 예로서 기판은 제한없이, 반도체 웨이퍼, 하드 드라이브 디스크 (hard drive disk), 광학 디스크 (optical disc), 유리 기판, 및 평판 디스플레이 표면, 액정 디스플레이 표면 등을 나타내며, 이들은 제조 또는 핸들링 동작 동안 오염될 수도 있다. 실제 기판에 의존하여, 표면은 상이한 방식으로 오염될 수도 있으며, 오염의 허용가능한 레벨은 기판이 핸들링되는 특정 산업에서 정의된다.

[0016] 도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 반도체 웨이퍼 ("웨이퍼") (105) 로부터 오염물질 (103) 을 제거하기

위한 3 상태 세정 재료 (101) 의 물리적 다이어그램 (physical diagram) 을 도시한 도면이다. 세정 재료 (101) 는 연속 액체 배지 (107), 고체 성분 (109) 및 기체 성분 (111) 을 포함한다. 고체 성분 (109) 및 기체 성분 (111) 은 연속 액체 배지 (107) 내에 분산된다.

[0017] 대체로, 연속 액체 배지 (107) 는 반도체 기판의 표면을 세정 및 준비하는데 유용할 수도 있는, 탈이온수, 탄화수소, 선택된 염기성 유체, 플루오르화수소산 (HF), 암모니아 및 다른 화학물질 및/또는 DI 수 내의 화학물질의 혼합물일 수도 있다. 특정 실시예에서, 연속 액체 배지 (107) 는 (탈이온되거나 다른 방법이 실시된) 물 단독으로 정의된 수성 액체이다. 다른 실시형태에서, 수성 액체는 물로 용해되는 다른 구성성분과 조합된 물로 정의된다. 또 다른 실시형태에서, 비수성 액체는 무엇보다도 탄화수소, 탄화플루오르, 미네랄 오일, 또는 알코올로 정의된다. 액체가 수성인지 비수성인지 여부에 관계없이, 액체는 이온성 또는 비이온성 용매 및 다른 화학 첨가물을 포함하도록 개질될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 액체에 대한 화학 첨가물은 공동-용매, pH 개질제 (예를 들어, 산 및 염기), 킬레이트 시약, 극성 용매, 계면 활성제, 수산화암모니아, 과산화수소, 플루오르화수소산, 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화테트라메틸암모늄 및 폴리머, 미립자 및 폴리펩티드와 같은 레올로지 개질제의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0018] 고체 성분 (109) 에 대한 재료는, 일 실시형태에서, 지방족 산, 카르복시산, 파라핀, 왁스, 폴리머, 폴리스티렌, 수지, 폴리펩티드 및 다른 점탄성 재료로 정의될 수도 있다. 일 실시형태에서, 고체 성분 (109) 에 대한 재료는 연속 액체 배지 (107) 내에서의 용해도 한계를 초과하는 농도로 존재해야 한다. 또한, 특정 고체 재료와 연관된 세정 효과가 온도, pH, 및 다른 환경적 조건의 함수로서 변할 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0019] 지방족 산은 본질적으로 탄소 원자가 열린 사슬을 형성하는 유기 화합물로 정의된 임의의 산을 나타낸다. 지방산은 고체 재료로서 이용될 수 있는 지방족 산의 일 예이다. 고체로서 이용될 수도 있는 지방산의 예는 무엇보다도 라우르산, 팔미트산, 스테아르산, 올레산, 리놀레산, 리놀렌산, 아라키돈산, 가돌레산, 에루신산, 부티르산, 카프로산, 카프릴산, 미리스트산, 마르가르산, 베헨산 (behenic acid), 리그노세르산, 미리스톨레산, 팔미톨레산, 네르반산 (nervanic acid), 파리나르산, 팀노돈산 (timnodonic acid), 브라스산 (brassic acid), 클루파노돈산, 리그노세르산, 세로트산, 및 이들의 혼합물을 포함한다. 일 실시형태에서, 고체 성분 (109) 은 C-1 에서 약 C-26 까지 연장하는 다양한 탄소 사슬 길이로 정의된 지방산의 혼합물을 나타낼 수 있다 (자연적으로 생기는 지방산은 단지 짝수의 탄소를 갖는다). 카르복시산은 본질적으로 하나 이상의 카르복시기 (COOH) 를 포함하는 임의의 유기산으로 정의된다. 카르복시산은 포화될 수 있고 또는 불포화될 수 있다. 그들은 단일의 탄소 사슬일 수 있고 분기될 수 있다 (branch). 카르복시산은 C-1 에서 약 C-100 까지 연장하는 다양한 탄소 사슬 길이의 혼합물을 포함할 수 있다. 또한, 카르복시산은 연속 액체 배지 (107) 에서의 용해성 한계를 넘는, 긴 사슬 알코올, 에테르 및/또는 케톤을 포함할 수 있다. 일 실시형태에서, 고체로서 이용된 지방산은 기판의 표면 상의 오염물질 입자와 접촉되게 될 때 계면 활성제로서의 역할을 한다.

[0020] 일 실시형태에서, 세정 재료 (101) 는 비뉴턴 유체이다. 본원에 사용한 바와 같이, 비뉴턴 유체는 인가된 전단 응력에 따라 점도가 변화하는 유체이다. 비뉴턴 유체는 점도의 뉴턴 법칙을 따르지 않는다. 전단 응력은 전단 속도의 비선형 함수이다. 겉보기 점도가 전단 속도에 따라 변화하는 방법에 의존하여, 흐름 작용 (flow behavior) 이 또한 변화할 것이다. 비뉴턴 유체의 일 예는 고체와 액체의 극한 사이의 중간 그라운드를 점유하는 연성 응집 물질 (soft condensed matter) 이다. 이들 유형의 재료는 항복 응력을 보일 수 있고 그 후 빙햄 소성유체 (Bingham Plastic Fluids) 라 불린다. 연성 응집 물질은 외부 응력에 의해 쉽게 변형가능하며, 연성 응집 물질의 예는 에멀젼, 겔, 콜로이드, 폼 (foam) 등을 포함한다. 에멀젼은 예를 들어, 치약, 마요네즈, 오일 인 워터 (oil in water) 등과 같은 섞이지 않는 액체의 혼합물이라는 것을 알아야 한다.

[0021] 도 2a 및 도 2b 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 재료 (101) 가 웨이퍼 (105) 로부터 오염물질 (103) 을 제거하도록 기능하는 방법을 도시한 도면이다. 도 2a 에 도시한 바와 같이, 세정 재료 (101) 의 액체 배지 (107) 내에서, 고체 성분 (109) 은 오염물질 (103) 과 기체 성분 (111) 사이에 개재된다. 액체 배지 (107) 내의 기체 성분 (111) 은 관련 표면 장력을 갖는다. 따라서, 기체 성분 (111) 이 고체 성분 (109) 에 대하여 하향으로 가압되는 경우에, 기체 성분 (111) 은 변형되고 고체 성분 (109) 상에 하향력 (F_D) 을 가한다. 법선 성분인 이 하향력 (F_D) 은 고체 성분 (109) 을 웨이퍼와 그 웨이퍼 상의 오염물질을 향하여 이동하게 한다. 고체 성분 (109) 이 억지로 오염물질 (103) 에 충분히 근접하게 되는 경우에 고체 성분 (109) 과 오염물질 (103) 사이의 상호작용이 발생할 수 있다. 이 거리는 약 10 나노미터 내에 있을 수도 있다. 고

체 성분 (109) 과 오염물질 (103) 사이의 상호작용은 또한 고체 성분 (109) 이 실제로 오염물질 (103) 과 접촉하는 경우에 발생할 수 있다. 이 상호작용은 고체 성분 (109) 이 오염물질 (103) 과 맞물리는 것으로도 지칭될 수도 있다. 고체 성분 (109) 과 오염물질 (103) 사이의 상호작용은 오염물질 (103) 과 웨이퍼 (105) 사이의 접착력은 물론 고체 성분 (109) 과 오염물질 (103) 사이의 임의의 반발력을 극복하기에 충분하다. 따라서, 고체 성분 (109) 이 웨이퍼 (105) 로부터 멀리 이동하게 되는 경우에, 고체 성분 (109) 과 상호작용한 오염물질 (103) 이 또한 웨이퍼 (105) 로부터 멀리 이동하게 되며, 즉, 도 2b 에 도시한 바와 같이 오염물질 (103) 은 웨이퍼 (또는 기판) (105) 로부터 세정된다. 고체 성분 및 부착된 오염물질 (103) 은 세정 재료 (101) 가 기판 표면으로부터 제거될 때 기판 표면으로부터 제거될 수 있다. 세정 재료 (101) 는 탈이온수 또는 소포제와 같은 유체 중에서 용해함으로써 기판 표면으로부터 제거될 수 있다.

[0022] 일 실시형태에서, 고체 성분 (109) 을 웨이퍼 (105) 로부터 이동시키는데 이용되는 힘은 고체 성분 (109) 과 오염물질 (103) 사이의 반데르발스 인력이다. 도 2b 에 도시한 바와 같이, 고체 성분 (109) 이 웨이퍼 (105) 로부터 멀리 이동되는 경우에, 고체 성분 (109) 에 결속된 오염물질 (103) 이 또한 웨이퍼 (105) 로부터 멀리 이동된다. 고체 성분 (109) 이 오염물질 (103) 과 상호작용하여 세정 프로세스에 영향을 미치기 때문에, 웨이퍼 (105) 에 걸친 오염물질 (103) 제거는 고체 성분 (109) 이 웨이퍼 (105) 에 걸쳐 얼마나 잘 분포되는지에 의존할 것이라는 것을 알아야 한다. 또한, 고체 성분 (109) 은 동일한 성분 모두와 비교하여 상이한 성분들의 혼합물일 수도 있다. 따라서, 세정 용액은 특정 목적을 위해 디자인될 수 있으며, 즉, 특정 오염물질을 목표로 삼을 수 있으며, 또는 세정 용액은 다수의 고체 성분이 제공되는 오염물질 타겟의 광범위 스펙트럼을 가질 수 있다.

[0023] 일 실시형태에서, 세정 재료 (101) 는 또한 전단력 (F_S) 을 받게 된다. 전단력 (F_S) 은 웨이퍼 (105) 의 표면에 걸쳐 세정 재료 (101) 를 이동시키는데 기여할 수 있다. 전단력 (F_S) 은 이하 설명한 바와 같이, 세정 재료 (101) 를 디스펜싱하는데 이용된 디스펜스 헤드 (미도시) 와 기판 (105) 사이의 상대 운동으로 인해 기판 표면 상에 어서트 (assert) 될 수 있다.

[0024] 도 2c 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 기판을 세정하는 시스템의 상면도의 단순화된 개략도 (200) 이다. 웨이퍼 (220) 는 세정 헤드 (210) 를 향하여 선형 방향으로 이동한다. 세정 헤드는 암 (250) 에 의해 유지된다. 세정 헤드 (210) 는 세정 재료 (101) 를 제공 (또는 디스펜싱) 한다. 일 실시형태에서, 세정 헤드 (210) 의 길이 (240) 는 웨이퍼 (220) 의 직경 (250) 보다 더 길다. 웨이퍼 (220) 는 세정 헤드 하부에서 단지 1 회만 이동된다. 다른 실시형태에서, 세정 헤드 (210) 의 길이 (240) 는 웨이퍼 (220) 의 직경 (250) 보다 더 짧다. 웨이퍼 (220) 는 웨이퍼 (220) 전체가 세정되는 것을 보장하기 위해 세정 헤드 (210) 하부에서 다수 회 이동된다.

[0025] 세정 재료 (101) 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 재료의 화학 조성 및 도포에 의존하여 폼, 에멀젼 또는 겔 중 어느 하나로서 디스펜싱될 수 있다. 세정 재료 (101) 는 1 상, 2 상 또는 다수 상으로 구성될 수 있다. 2 상 바디 세정 재료의 조성 및 그의 메커니즘의 추가 설명에 대해서는, 발명의 명칭이 "Method and System for Using a Two-phases Substrate Cleaning Compound" 인 2006년 9월 11일자로 출원된 미국 특허출원 (11/519,354) 을 참조한다.

[0026] 일 실시형태에서, 세정 재료 (101) 는 공급 라인 (260) 을 통하여, 압력을 가하게 될 수도 있는 저장소 (270) 로부터 전달된다. 대안으로, 세정 헤드 (210) 는 웨이퍼 (220) 가 움직이지 않거나, 또한 이동중인 동안 웨이퍼 (220) 위에서 이동할 수도 있다.

[0027] 도 2d 는 세정 재료 (101) 를 디스펜싱하기 위해 다수의 디스펜싱 홀 (211) 을 가진 세정 헤드 (210) 의 일 예시적인 저면도를 도시한다. 도 2e 는 표면 (221) 을 세정하기 위해 세정 헤드 (210) 하부에서 세정 재료 (101) 의 세정 바디 (230) 를 웨이퍼 (220) 의 표면 (221) 상에 디스펜싱하는 세정 헤드 (210) 의 측면도의 일 실시형태를 도시한다. 웨이퍼 (220) 는 세정 헤드 (210) 하부에서 화살표 (222) 에 의해 나타내진 방향으로 이동한다. 세정 바디 (230) 는 웨이퍼 (220) 가 세정 헤드 (210) 하부에서 이동할 때 표면 (221) 상에 세정 재료 (101) 의 트레일 (trail) (231) 을 남겨둔다. 세정 헤드 (210) 는 암 (250) 에 의해 웨이퍼 (220) 의 표면 (221) 에 근접하여 유지된다. 웨이퍼 (220) 와 세정 헤드 (210) 사이의 상대 운동은 웨이퍼 이동 방향 (222) 으로부터 180° 인 방향 (232) 으로 웨이퍼 (220) 의 표면 (221) 상에 세정 재료의 전단력을 초래한다. 세정 헤드 (210) 로부터 디스펜싱된 세정 재료 (101) 는 세정 바디 (230) 하부의 기판의 표면 (221) 상에 하향력을 가한다. 상기 언급한 바와 같이, 하향력은 기판 표면 상의 오염물질의 세정 재료 (101) 내의 고체 성분과의 부착을 지원한다. 오염물질은 세정 재료 (101) 내의 고체 성분과 오염물질의 부착으로 인해 기판

표면으로부터 제거된다.

[0028] 오염물질 (103) 은 표면 (221) 으로부터 제거되고 세정 재료 (101) 내에 혼합되며, 세정 재료가 웨이퍼 표면 (221) 으로부터 제거될 때 제거될 수 있다. 일 실시형태에서, 전단력은 웨이퍼 (220) 의 표면 (221) 으로부터 오염물질 (미도시) 의 제거에 기여한다. 오염물질의 제거 시의 전단력의 기여는 이하 설명될 것이다.

[0029] 도 3a 는 일 예시적인 패터닝된 웨이퍼 (301) 의 상면도를 도시한다. 웨이퍼 (301) 는 웨이퍼 (301) 전체를 채우는 다수의 다이 (302) 를 갖는다. 도 3a 에는 단지 일 예시적인 단일의 다이만이 도시된다. 다이 (302) 에는 다양한 임플란트, 어닐링, 세정, 패터닝, 증착, 에칭 및 다른 프로세스에 의해 형성되는 다수의 디바이스가 존재한다. 일부 프로세싱 단계에서, 격리되고 인접한 기판 표면보다 더 높은 디바이스 피처가 존재한다. 예를 들면, 폴리실리콘 패터닝 후에 폴리실리콘 구조 (또는 라인) 가 존재한다. 폴리실리콘 구조는 일 방향으로 배향된 좁고 긴 라인이다. 도 3a 에 있어서, 다이 (302) 내에는 일 예시적인 디바이스 영역 (303) 이 존재한다. 도 3b 는 확대된 디바이스 영역 (303) 의 상면도를 도시한다. 일 예시적인 디바이스 영역 (303) 에는, 디바이스 서브 영역 (304) 내의 폴리실리콘 구조와 같은 다수의 폴리실리콘 구조가 존재한다. 도 3c 는 확대된 디바이스 서브 영역 (304) 의 상면도를 도시한다. 디바이스 서브 영역 (304) 은 폴리실리콘 라인 (305) 과 같은 길고 좁은 폴리실리콘 라인으로 채워지게 된다. 패터닝된 웨이퍼 (301) 는 대부분 폴리실리콘 라인 (305) 과 동일한 방향으로 배향된 폴리실리콘 라인으로 채워지게 된다. 폴리실리콘 구조 (305) 와 동일한 방향으로 배향되지 않는 구조 (306) 와 같은 다른 폴리실리콘 구조가 존재할 수 있다. 그러나, 구조 (305) 와 동일한 방향으로 배향된 폴리실리콘 구조가 상기 기술에 의존하는 우세한 구조일 수 있다.

[0030] 개선된 디바이스 기술의 경우, 폴리실리콘 라인의 애스펙트비는 소스와 드레인 사이의 거리를 짧게 하여 디바이스 속도를 증가시키기 위한 폴리실리콘 라인의 폭의 계속적인 축소 때문에 매우 높을 수 있다. 그러나, 폴리실리콘 라인 저항률의 제약으로 인해, 폴리실리콘 구조의 두께는 급격히 축소되지 않을 수도 있다. 그 결과, 폴리실리콘 구조에 대한 애스펙트비가 증가된다. 고애스펙트비 구조는 기계적 힘에 의해 더 많이 손상될 수 있다. 금속 배선은 또한 고애스펙트비로 인해 기계적 힘에 의한 유사한 손상 우려에 직면할 수 있다.

[0031] 도 3d 의 (A) 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 폴리실리콘 라인 (311) 상부에서 긴 축 둘레를 회전하는 세정 브러시 (310) 의 일부를 도시한다. 폴리실리콘 라인 (311) 은 길이 L, 폭 W 및 높이 H 를 갖는다. 길이 L 은 폭 W 및 높이 H 보다 실질적으로 더 길다. 세정 브러시 (310) 의 일부는 폴리실리콘 라인 (311) 의 상부면 (312) 상에 힘 (313) 을 가한다. 그 힘 (313) 은 폴리실리콘 라인 (311) 의 길이 L 과 수직 (또는 90°) 이다.

[0032] 도 3d 의 (B) 는 폴리실리콘 라인 (311') 상부에서 긴 축 둘레를 회전하는 상기 설명된 세정 브러시 (310') 의 일부를 도시한다. 폴리실리콘 라인 (311') 은 또한 길이 L, 폭 W 및 높이 H 를 갖는다. 길이 L 은 폭 W 및 높이 H 보다 실질적으로 더 길다. 세정 브러시 (310') 의 일부의 길이는 폴리실리콘 라인 (311') 의 길이와 수직이다. 세정 브러시 (310') 는 폴리실리콘 라인 (311') 의 상부면 (312') 상에 힘 (315) 을 가한다. 그 힘 (315) 은 폴리실리콘 라인 (311') 의 길이 L 과 평행 (또는 0°) 하다.

[0033] 도 3e 는 세정 브러시에 의해 패터닝된 웨이퍼 상의 폴리실리콘 라인의 길이에 인가된 전단력의 각도에 대한 다이 상의 결함 카운트의 플롯을 도시한다. 세정 브러시와 폴리실리콘 라인 사이의 관계는 도 3d 의 (A) 및 (B) 에서 설명되었다. 결함 카운트의 데이터는 폴리실리콘 라인과 세정 브러시의 힘 사이의 각도의 함수로서 도 3e 에 도시된 곡선 (330) 을 따른다. 브러시가 폴리실리콘 라인과 수직이고 브러시 힘이 폴리실리콘 라인과 평행 (도 3e 의 곡선 (330) 에서 0°) 인 경우에, 결함 카운트는 거의 0 이다. 브러시 힘이 폴리실리콘 라인의 길이에 대해 0°(도 3d 의 (B) 에 도시된 관계) 에 있는 경우에 브러시는 폴리실리콘 라인을 손상시키지 않고 결함 카운트를 추가하지 않는다.

[0034] 결함 카운트는 폴리실리콘 라인의 길이와 브러시 힘 사이의 각도에 따라 증가한다. 결함 카운트는 도 3e 의 곡선 (330) 에서 알 수 있는 바와 같이 브러시 힘이 폴리실리콘 라인의 길이에 대해 90°에 있는 경우에 가장 높다. 도 3e 의 결과는 인가된 브러시 힘의 방향이 폴리실리콘 라인의 길이와 수직인 경우에 폴리실리콘 라인이 손상될 가능성이 더 많다는 것을 도시한다. 그 결과는 세정 동안 패터닝된 구조 상에 인가된 전단력의 각도가 패터닝된 구조 상에 행해진 손상의 양에 영향을 줄 수 있다는 것을 나타낸다. 도 3e 의 결과가 기판을 세정하기 위해 세정 브러시를 이용함으로써 수집되더라도, 결함 카운트에 대한 전단력의 각도의 영향은 상기 설명된 세정 재료 (101) 와 같은 세정 재료로 패터닝된 웨이퍼를 세정하는 것에 적용된다.

[0035] 도 3f 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정되도록 세정 헤드 (302) 하부에서 이동하는 패터닝된 웨이퍼 (301) 를 도시한다. 세정 헤드 (302) 는 암 (350) 에 의해 유지된다. 패터닝된 웨이퍼 (301) 는 다수의 다이 (302) 를 갖는다. 각 다이는 도 3a 내지 도 3c 에서 다이 (302) 내의 디바이스 영역 (303) 의 디바이스 서브 영역 (304) 에서 기술한 바와 같이 일 방향으로 폴리실리콘 라인 또는 금속 라인과 같은 우세한 라인 패턴을 갖는다. 도 3g 에 도시한 바와 같이 디바이스 서브 영역 (304) 의 폴리실리콘 라인 (305) 은 패터닝된 웨이퍼 (301) 의 이동 방향 (310) 과 평행하도록 배향된다. 웨이퍼 (301) 는 세정 헤드 (302) 의 길이와 수직인 방향 (310) 으로 이동된다. 웨이퍼 (301) 상의 다이 (302) 와 같은 다이의 배향과 상관하기 위해 웨이퍼 (301) 상에는 배향 마크 (340) 가 존재한다. 일 실시형태에서, 배향 마크 (340) 는 웨이퍼 상에 스크라이빙된 웨이퍼 ID (identification) 이다. 웨이퍼 (301) 는 웨이퍼 홀더 (320) 내에 유지된다. 웨이퍼 홀더 (320) 는 배향 마크 (340) 를 이용함으로써 웨이퍼 (301) 를 소정 배향으로 유지하도록 구성된다. 기판 홀더 (320) 및 배향 마크 (340) 는 프로세싱될 패터닝된 웨이퍼 (301) 를 특정 배향으로 위치지정하게 돕는다.

[0036] 도 4a 는 다수의 라인형 구조 (P_1, P_2 및 P_3) 를 갖는 기판 (420) 의 일 구획의 단면도를 도시한다. 라인 (P_1, P_2 및 P_3) 은 서로 평행하다. P_1 및 P_2 는 서로 근접한다. P_1 및 P_2 는 치밀한 패턴의 부분인 것으로 설명될 수 있다. P_3 은 격리되고 임의의 다른 융기된 구조에 근접하지 않는다. P_3 은 격리된 패턴의 부분인 것으로 설명될 수 있다. P_1 과 P_2 사이에는, P_1 과 P_2 사이의 표면 (402_I) 위에 오염물질 (C_1) 이 존재한다. 오염물질 (C_1) 은 라인 P_1 과 라인 P_2 에 근접한다. P_2 와 P_3 사이에는, 표면 (402_{II}) 위에 오염물질 (C_2) 이 존재한다. 오염물질 (C_2) 은 라인 P_2 이나 라인 P_3 중 어느 하나로부터 떨어져 있다.

[0037] 도 4b 는 상기 설명된 세정 재료 (101) 와 유사한 세정 재료 (401) 가 도 4a 의 기판 (420) 상에 도포되는 것을 도시한다. (기판 (420) 상에의 세정 재료 (401) 의 하향력으로 인해) 세정 재료 (401) 의 도포 후에, 오염물질 (C_1 및 C_2) 은 세정 재료 (401) 내의 고체 성분에 부착함으로써 표면 (402_I 및 402_{II}) 에서 박리된다. 오염물질 제거 메커니즘은 상기 설명되었다. 세정 재료 (401) 의 디스펜스 헤드 (미도시) 와 웨이퍼 (411) 사이의 상대 운동은 오염물질 (C_1) 에 대해 전단력 (F_{S1}) 을 초래하고 오염물질 (C_2) 에 대해 전단력 (F_{S2}) 을 초래한다. F_{S1} 은 라인 (P_1, P_2 및 P_3) 의 길이 방향과 평행한 성분 (F_{P1}), 및 라인 (P_1, P_2 및 P_3) 의 길이 방향에 대해 법선인 성분 (F_{N1}) 을 갖는다. 도 4c 는 F_{S1}, F_{P1} 및 F_{N1} 사이의 관계를 도시한다. 도 4d 는 F_{S2}, F_{P2} 및 F_{N2} 사이의 관계를 도시한다.

[0038] 전단력 (F_{S1} 및 F_{S2}) 은 도 2c 및 도 3f 에서 설명한 바와 같이 디스펜스 헤드에 대한 웨이퍼 (420) 의 상대 배향에 의존한다. 웨이퍼 (420) 가 도 3f 및 도 3g 에 도시한 바와 같이 디스펜스 헤드의 길이와 수직인 라인 (P_1, P_2 및 P_3) 을 갖도록 배향된다면, 전단력 (F_{S1} 및 F_{S2}) 은 넌제로 값을 가진 평행 성분 (F_{P1} 및 F_{P2}) 을 가질 것이다. F_{P1} 및 F_{P2} 는 P_1, P_2 및 P_3 의 길이와 평행하다. F_{N1} 및 F_{N2} 는 0 일 것이다. F_{N1} 및 F_{N2} 는 P_1, P_2 및 P_3 의 길이에 대해 법선이다. 웨이퍼 (420) 가 도 3f 및 도 3g 에서 90° 턴된 웨이퍼 (301) 의 경우에서처럼 디스펜스 헤드의 길이와 평행한 라인 (P_1, P_2 및 P_3) 을 갖도록 배향된다면, 전단력 (F_{S1} 및 F_{S2}) 은 넌제로 값을 가진 법선 성분 (F_{N1} 및 F_{N2}) 을 가질 것이다. F_{P1} 및 F_{P2} 는 0 일 것이다.

[0039] 전단력 (F_{S1} 및 F_{S2}) 은 각각 오염물질 (C_1 및 C_2) 을 P_1, P_2 및 P_3 구조로부터 멀리 제거하게 기여한다. 오염물질 (C_1 및 C_2) 이 P_1, P_2 및 P_3 와 같은 구조 근처에 남아있지 않는 것을 보장하기 위해, 오염물질 (C_1 및 C_2) 은 표면 (402_I 및 402_{II}) 과 같은 기판 표면으로부터 제거되어야 할 뿐만 아니라, 오염물질 (C_1 및 C_2) 은 오염물질 (C_1 및 C2) 이 기판 표면 상의 P_1, P_2 및 P_3 와 같은 구조에 재부착되는 것을 막기 위해 가능한 한 P_1, P_2 및 P_3 와 같은 구조로부터 멀리 이동되어야 한다. 전단력 (F_{S1} 및 F_{S2}) 과 같은 전단력은 오염물질 제거 효율 (CRE; Contaminant Removal Efficiency) 또는 입자 제거 효율 (PRE; Particle Removal Efficiency) 을 향상시키기 위해 오염물질 (C_1 및 C_2) 이 기판 표면 상의 P_1, P_2 및 P_3 와 같은 구조로부터 멀리 이동되게 도울 수 있다. 예를 들어, F_{N1} 이 0 에 근접하여서 F_{S1} 이 평행 성분 (F_{P1}) 만을 갖는다면, 오염물질 (C_1) 은 P_1 과 P_2 사이의 영역을 따라 또는 P_1 과 P_2 상부에 근접하게 이동할 것이며, 더 긴 기간 동안 P_1 및 P_2 에 계속 근접하게

있을 가능성이 있으며 린싱 후에 기판 표면 상에서, 심지어는 P_1 과 P_2 사이에서 오염물질 (C_1) 이 제거될 가능성을 증가시킬 것이다.

[0040] 그러나, F_{S1} 이 넌제로 법선 성분 (F_{N1}) 을 갖는다면, 오염물질 (C_1) 은 P_1 및 P_2 에 근접한 영역으로부터 P_2 와 P_3 사이의 영역으로 이동될 가능성이 더 많다. 오염물질 (C_1) 이 P_2 와 P_3 사이의 영역에 있는 경우에, 오염물질 (C_1) 은 세정 재료 (401) 가 린싱에 의해서와 같이 기판 (420) 의 표면으로부터 제거될 때 기판 (420) 의 표면에서 닦아내질 가능성이 더 많다. 오염물질 (C_2) 은 P_2 와 P_3 사이의 개방 영역에 있으며 그의 제거는 F_{S2} 가 넌제로 법선 성분 (F_{N2}) 을 갖는지 여부에 덜 영향을 받는다.

[0041] 상기 언급한 바와 같이, 전단력 (F_{S1}) 의 법선 성분 (F_{N1}) 은 오염물질 (C_1) 의 제거에 기여할 수 있다. 그러나, 도 3e 에서 앞서 언급한 바와 같이, 법선 전단력은 기판 표면 상의 구조의 손상에 기여하며 피쳐의 파괴로 인해 결함 카운트를 증가시킬 수 있다. 법선 전단력은 기존 오염물질의 세정 효율을 향상시킬 수 있으며, 동시에 구조를 손상시켜 추가적인 결함을 생성할 수 있다. 법선 전단력의 최적화는 최선의 세정 결과를 취득하기 위해 달성해야 한다.

[0042] 도 3e 에서 알 수 있는 바와 같이, 약 -20° 내지 약 20° 의 전단력 각도 사이의 영역은 표면 구조의 손상으로 인해 0 의 결함 카운트를 갖는다. 이 영역에서의 전단력 각도로 전단력을 인가하면, 표면 구조의 손상으로 인한 결함은 거의 존재하지 않으며, 또한 전단력의 법선 성분 (넌제로 각도) 은 기판 표면 상의 기존 오염물질의 제거에 기여할 수 있다. 도 4e 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 브러시 또는 세정 재료에 의해 기판 (또는 웨이퍼) 상의 피쳐 상에 인가된 전단력의 각도의 함수로서 결함 카운트의, 도 3e 의 곡선 (330) 과 유사한 2 개의 곡선 (451 및 452) 을 도시한다. 곡선 (451 및 452) 은 상이한 패턴을 가진 2 개의 기판을 위한 것이다. 기판 표면 상의 피쳐의 상이한 패턴은 전단력 각도에 대한 결함 카운트의 상이한 곡선을 초래할 것이다. 피쳐의 애스펙트비, 기판 표면 상의 피쳐의 패턴의 밀도 및 레이아웃은 곡선의 형상에 영향을 줄 것이다. 보다 균일하게 분포되고 밀접하게 패킹된 피쳐를 가진 패터닝된 웨이퍼는 곡선 (452) 의 영역 B-B' 과 같이 손상이 적은 더 넓은 전단력 각도 영역을 가질 가능성이 있을 것이다. 반대로, 격리되고 균일하게 분포되지 않은 피쳐를 가진 패터닝된 기판은, 영역 A-A' 와 같은 손상이 적은 더 좁은 전단력 각도 영역을 갖는, 곡선 (451) 과 유사한 결함 카운트의 곡선을 가질 가능성이 있을 것이다.

[0043] 곡선 (451 및 452) 각각은 낮은 결함 카운트를 갖는 거의 0° 각도의 평탄한 영역을 갖는다. 예를 들어, 곡선 (451) 은 각도 A 와 각도 A' 사이의 영역을 갖고, 곡선 (452) 은 각도 B 와 각도 B' 사이의 영역을 갖는다. 상기 설명한 바와 같이, 이들 영역 내에서는, 결함 카운트가 상당히 낮고 또한 이들 영역에서의 전단력은 각도가 0° 인 경우를 제외하고는 법선 성분 (넌제로 각도) 을 가질 것이다. 브러시나 세정 재료 중 어느 하나에 의해, 기판 표면 상에 이들 영역에서의 전단력 각도로 전단력을 인가하는 것은 피쳐에 대한 적은 손상으로 높은 오염물질 제거 효율 (CRE) 또는 입자 제거 효율 (PRE) 을 초래할 수 있다.

[0044] 2c 에서 상기 언급한 바와 같이, 웨이퍼 (220) 가 세정 헤드 (210) 하부에서 이동하는 경우에, 웨이퍼 (220) 와 세정 헤드 사이의 상대 운동은 방향 (232) 으로 표면 (221) 상의 세정 재료의 전단력을 초래한다. 또한, 도 3a 내지 도 3g 와 관련된 설명 및 논의는 세정 헤드 (302) 에 대한 패터닝된 웨이퍼 (301) 상의 우세한 패턴의 배향이 웨이퍼 (301) 상의 우세한 패턴 상의 전단력의 방향에 영향을 준다는 것을 나타낸다.

[0045] 웨이퍼 상의 우세한 패턴 상에 인가된 전단력 방향에 영향을 주는 세정 헤드에 대한 우세한 패턴의 배향에 더하여, 웨이퍼 (또는 웨이퍼 상의 패턴) 상에서의 전단력의 방향은 또한 세정 헤드의 디자인에 의해 변형될 수 있다. 도 5a 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 세정 헤드 (500) 의 3 차원 (3D) 뷰를 도시한다. 세정 헤드 (500) 는 세정 재료 (501) 를 디스펜싱하는 다수의 채널을 갖는다. 각 채널 (501) 은 2 개의 단, 즉, A 단 및 B 단을 갖는다. 세정 재료는 A 단으로부터 디스펜싱되고 B 단으로 흐른다. A 단은 도 2c 의 공급 라인 (260) 및 세정 재료 저장소 (270) 와 같은 세정 재료의 공급부에 커플링된다.

[0046] 도 5b 는 세정 헤드 (500) 의 상면도를 도시한다. 채널 (501) 의 축 (503) 은 세정 헤드의 폭 (504) 의 라인으로부터 각도 α 에 있다. 각도 α 는 약 0° 와 약 180° 사이이다. 도 5c 는 세정 헤드 (500) 의 다른 3D 뷰를 도시한다. 도 5c 는 채널 (501) 이 세정 헤드의 저면 (570) 상부에 융기되는 것을 도시한다. 세정 헤드 (500) 의 저면 상부의 채널 (501) 의 높이는 도 5c 에 도시한 바와 같이 C 이다.

[0047] 도 5d 는 도 5a 의 라인 G-G' 를 따라 절단되는 채널 (501) 의 단면도를 도시한다. 도 5d 에서, 세정 헤드

(500) 는 기판 (510) 상부에 배치되며, 이는 도 5a 에 도시되지 않았다. 세정 재료 (101) 는 A 단으로부터 디스펜싱되고 채널 (501) 에서 B 단을 향하여 흐른다. 세정 헤드 (500) 는 웨이퍼 (510) 상부에 배치된다.

도 5e 는 A 단과 B 단을 가진 채널 (501) 의 상면도를 도시한다. A 단에서 B 단으로의 세정 재료의 흐름은 도 5d 및 도 5e 에 도시한 바와 같이 기판 표면 상에 전단력 (F_C) 을 초래한다. 전단력 (F_C) 의 방향은 채널 (501) 의 축 (580) 을 따른다. A 단은 세정 재료 (101) 의 공급부에 커플링된다. 일 실시형태에서, B 단은 세정 재료를 제거하게 돕기 위해 진공에 커플링된다. 그러나, B 단에서의 진공은 채널 (501) 에서의 세정 재료의 흐름을 방해하지 않고 채널 (501) 과 웨이퍼 표면 사이의 재료 바디 내에 세정 재료의 공동 (void) 을 생성하지 않는다.

[0048] 채널 (501) 에서의 세정 재료의 흐름에 의한 전단력 (F_C) 에 더하여, 세정 헤드 (500) 하부에서의 기판 (510) 의 이동은 또한 기판 상의 세정 재료에 의해 전단력 (F_W) 을 도입한다. F_W 는 웨이퍼 이동 방향으로부터 방향 180° 에 있다. 도 5f 는 세정 헤드 (500) 와 기판 (510) 사이의 상대 위치, 및 기판 (510) 의 이동 방향 (520) 을 도시한다. 기판 (510) 은 디바이스 영역 (561) 과 같은 디바이스 영역을 가진 다이 (560) 와 같은 패터닝된 다이로 채워지게 된다.

[0049] 도 5g 는 세정 재료 (101) 로 채워지게 되는 세정 바디 (530) 를 가진 채널 (501) 을 도시한다. 세정 바디 (530) 는 A 단으로부터 B 단으로의 세정 재료의 흐름으로 인한 전단력 (F_C), 및 기판 (520; 미도시) 과 세정 헤드 (500) 사이의 상대 운동에 의해 야기된 전단력 (F_W) 을 가한다. 도 5h 는 F_C 및 F_W 가 기판 표면 상의 총 전단력 (F_T) 으로 결합되는 것을 도시한다. F_T 는 서로 수직인 2 개의 성분 (F_{TN} 및 F_{TP}) 을 갖는다. 도 5i 는 기판 (510) 상에 라인 형상 피처 (562) 를 가진 확대된 디바이스 영역 (561) 을 도시한다. 라인 형상 피처 (562) 는 세정 헤드 (500) 의 길이에 대해 법선이 되도록 배향된다. 총 전단력 (F_T) 은 라인 형상 피처 (562) 에 대한 법선 성분 (F_{TN}) 및 평행 성분 (F_{TP}) 을 갖는다. 도 5i 는 법선 성분 (F_{TN}) 이 도 4b 내지 도 4d 에서 상기 언급된 메커니즘에 의해 오염물질 (또는 입자 또는 결함) 을 다이 상의 피처로부터 멀리 제거하게 돕기 위해 웨이퍼 (또는 기판) 의 표면 상에의 채널에서의 세정 재료의 흐름에 의해 도입되었다는 것을 도시한다. 법선 성분 (F_{TN}) 의 크기는 채널의 수, 채널의 사이즈, 및 채널의 형상, 채널의 각도 α 및 세정 재료를 A 단으로부터 B 단으로 흐르게 함으로써 도입된 힘인 F_C 의 크기를 포함하는 세정 헤드의 디자인에 의해 영향을 받는다. 세정 재료의 속성 및 유량은 F_C 의 크기를 결정한다.

[0050] 세정 재료를 디스펜싱하기 위한 채널을 가진 세정 헤드의 다른 실시형태가 또한 가능하다. 도 6a 는 본 발명의 다른 실시형태에 따라, 세정 재료를 디스펜싱하기 위한 채널 (601) 을 가진 세정 헤드 (600) 의 상면도를 도시한다. 세정 헤드 (600) 하부에서, 기판 (610) 은 세정 헤드 (600) 의 길이와 수직인 방향 (620) 으로 이동한다. 이 실시형태에서, 채널 (601) 의 길이는 세정 헤드 (600) 의 길이와 평행하다. 채널 (601) 은 또한 세정 재료를 B 단으로 디스펜싱하는 A 단을 갖는다. A 단으로부터 B 단으로의 세정 재료의 흐름은 도 6b 에 도시한 바와 같이, 채널 (601) 에서의 A 단으로부터 B 단으로의 방향으로 세정 헤드 (600) 바로 아래의 기판 (610) 상에 전단력 (F_{C1}) 을 도입한다. 전단력 (F_{C1}) 에 더하여, 기판 (610) 의 표면은 또한 기판 (610) 과 세정 헤드 (600) 사이의 상대 이동으로 인해 다른 전단력 (F_{W1}) 을 경험한다. 전단력 (F_{W1}) 은 기판 (610) 의 이동 방향 (620) 과 반대 방향으로 존재한다. 도 6b 는 서로 수직인 2 개의 전단력 (F_{C1} 및 F_{W1}) 을 도시한다. 세정 헤드 (600) 의 디자인은 세정 헤드 (500) 의 디자인과 비교하여 웨이퍼의 이동에 의해 도입된 전단력에 대해 법선인 더 큰 전단력을 제공할 수 있다.

[0051] 도 6c 는 본 발명의 다른 실시형태에 따라, 세정 재료를 디스펜싱하기 위한채널 (601' 및 602'') 을 가진 세정 헤드 (600') 의 상면도를 도시한다. 세정 헤드 (600') 하부에서, 기판 (610) 은 세정 헤드 (600) 의 길이와 수직인 방향 (620) 으로 이동한다. 이 실시형태에서, 채널 (601' 및 602'') 의 길이는 세정 헤드 (600') 의 폭 (670) 의 라인으로부터 각도 α 에 있다. 채널 (601' 및 602'') 은 또한 B 단으로 세정 재료를 디스펜싱하는 A 단을 갖는다. A 단으로부터 B 단으로의 세정 재료의 흐름은 도 6c 에 도시한 바와 같이 채널 (601' 및 602'') 에서의 A 단으로부터 B 단으로의 방향으로 세정 헤드 바로 아래의 기판 상에 전단력 (F_{CU} 및 F_{CL}) 을 도입한다. 전단력 (F_{CU} 및 F_{CL}) 에 더하여, 기판 (610) 의 표면은 기판 (610) 과 세정 헤드 (600') 사이의 상대 이동으로 인해 다른 전단력 (F_{W2}) 을 경험한다. 전단력 (F_{W2}) 은 기판 (610) 의 이동 방향

(620) 과 반대 방향으로 존재한다. 도 6c 는 기판 (610) 의 상부 절반 (610_U) 의 표면이 2 개의 전단력 (F_{CU} 및 F_{W2}) 을 받게 되고, 기판 (610) 의 하부 절반 (610_L) 의 표면이 2 개의 전단력 (F_{CL} 및 F_{W2}) 을 받게 된다는 것을 도시한다. 채널 (601' 및 602'') 의 디자인은 잠재적으로 오염물질을 기판 (610) 의 외측 에지로 이동시키는 이점을 갖는다.

[0052] 도 6d 는 본 발명의 또 다른 실시형태에 따라, 세정 재료를 디스펜싱하기 위한 채널 (601^*) 을 가진 세정 헤드 (600^*) 의 상면도를 도시한다. 세정 헤드 (600^*) 는 암 (650) 에 의해 유지된다. 세정 헤드 (600^*) 하부에서, 기판 (610) 은 세정 헤드 (600^*) 의 길이와 수직인 방향 (620) 으로 이동한다. 이 실시형태에서, 채널 (601^*) 은 세정 헤드 (600^*) 의 중심에서 시작하여 나선형 형태로 배열된다. 채널 (601^*) 은 또한 B 단으로 세정 재료를 디스펜싱하는 A 단, D 단으로 세정 재료를 디스펜싱하는 C 단, 및 F 단으로 세정 재료를 디스펜싱하는 E 단을 갖는다. 세정 재료의 흐름은 도 6e 에 도시한 바와 같이 세정 헤드 바로 아래의 기판 상에 나선형 전단력 (F_{CS}) 을 형성한다. 전단력 (F_{CS}) 의 방향 및 크기는 세정 헤드 (600^*) 에 걸쳐 변한다. 전단력 (F_{CS}) 에 더하여, 기판 (610) 의 표면은 또한 기판 (610) 과 세정 헤드 (600^*) 사이의 상대 이동으로 인해 다른 전단력 (F_{W3}) 을 경험한다. 전단력 (F_{W3}) 은 기판 (610) 의 이동 방향 (620) 과 반대 방향으로 존재한다. 도 6e 는 세정 헤드 (600^*) 하부에 있는 기판 (610) 의 표면의 일부 상의 전단력 (F_{CS} 및 F_{W3}) 을 도시한다. F_{W3} 은 웨이퍼 (610) 전체에 인가된다. 도 6d 에 도시된 세정 헤드 디자인은 웨이퍼 표면 상에 나선형 전단력 요소를 인가하고 잠재적으로 오염물질 및 세정 재료를 웨이퍼의 에지를 향하여 이동시키는 이점을 갖는다.

[0053] 상기 언급한 바와 같이, 상이한 제품 (또는 디바이스) 에 대한 웨이퍼는 상이판 피쳐 패턴을 갖는다. 상이한 유형의 웨이퍼를 효과적으로 세정하기 위해, 상이한 세정 헤드가 상이한 웨이퍼 패턴에 대해 선택될 것이다. 도 7 은 세정 재료를 디스펜싱하기 위해 상이한 디자인의 채널을 갖는 다수의 세정 헤드 (701, 702 및 703) 를 가진 웨이퍼 세정 챔버 (700) 를 도시한다. 세정 헤드 (701, 702 및 703) 는 각각 암 (751, 752 및 753) 에 의해 적소에 유지된다. 웨이퍼 (710) 가 세정되도록 챔버 (700) 에 배치되는 경우에, 기판 (710) 상의 피쳐 패턴은 이미 알려져 있다. 웨이퍼 (710) 는 그 세정 헤드 (701, 702 및 703) 로 향하는 방향 (720) 으로 세정 헤드 (701, 702 및 703) 하부에서 표면 (770) 을 따라 이동된다. 일 실시형태에서, 표면 (770) 은 컨베이어 벨트 (760) 상에 있다. 제조 프로세싱 전에 수행되는 연구에 기초하여, 세정 헤드 (710) 는 기판 표면으로부터 오염물질을 제거하는데 가장 적합하고 웨이퍼 표면 상의 피쳐를 손상시키지 않는 채널을 갖는다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (710) 는 웨이퍼 상의 우세한 패턴을 세정 헤드에 대해 미리 설정된 각도로 정렬하기 위해 특정 배향으로 표면 (770) 을 따라 이동하도록 위치된다. 웨이퍼 상의 배향 구조는 배향을 돕는데 이용될 수 있다. 또한, 기판 홀더는 배향이 프로세싱 내내 유지되는 것을 보장하기 위해 이용될 것이다.

[0054] 도 8 은 패터닝된 웨이퍼의 표면으로부터 오염물질을 세정하는 프로세스 흐름 (800) 의 일 실시형태를 도시한다. 단계 801 에서, 패터닝된 웨이퍼는 웨이퍼 홀더에 의해 계속해서 유지된다. 일 실시형태에서, 패터닝된 웨이퍼는 각각에 피쳐의 우세한 패턴을 갖는다. 일 실시형태에서, 패터닝된 웨이퍼는 패터닝된 웨이퍼의 표면으로부터 오염물질을 세정하는 세정 헤드를 가진 우세한 패턴을 배향하기 위해 특정 배향으로 웨이퍼 홀더에 의해 유지된다. 단계 802 에서, 웨이퍼 홀더와 함께 패터닝된 웨이퍼는 세정 헤드 아래에 배치된다. 세정 헤드는 기판에 대면하는 세정 헤드의 표면 상에 다수의 채널을 갖는다. 일 실시형태에서, 각 채널은 2 개의 단을 갖는다. 다른 실시형태에서, 채널은 세정 헤드의 표면으로부터 리세스 (recess) 된다. 일 실시형태에서, 세정 헤드는 패터닝된 웨이퍼에 대해 최선인 채널 디자인을 갖도록 선택된다. 단계 803 에서, 웨이퍼 홀더와 함께 패터닝된 웨이퍼는 세정 헤드를 향하여 이동한다. 단계 804 에서, 세정 재료는 세정 헤드로부터 세정 헤드 하부의 웨이퍼 표면으로 디스펜싱되어 패터닝된 웨이퍼의 표면을 세정한다. 세정 재료는 각 채널의 일단으로부터 디스펜싱되며 각 채널의 타단으로 흐른다. 각 채널의 디스펜싱 단으로부터 타단으로의 세정 재료의 흐름은 각 채널의 축을 따라 전단력을 도입한다. 패터닝된 웨이퍼와 세정 헤드 사이의 상대 이동은 세정 헤드 하부의 웨이퍼 표면 상에 세정 재료의 전단력을 도입한다. 세정 재료에 의해 도입된 전단력은 상기 설명된 메커니즘에 의해 오염물질 제거 효율 (CRE) (또는 입자 제거 효율 (PRE)) 을 향상시킨다.

[0055] 상기 논의가 패터닝된 웨이퍼로부터 오염물질을 세정하는 것에 중심을 두고 있지만, 세정 장치 및 방법은 또한 패터닝되지 않은 웨이퍼로부터 오염물질을 세정하는데 이용될 수 있다. 또한, 상기 논의된 패터닝된 웨이퍼 상의 예시적인 패턴은 폴리실리콘 라인 또는 금속 라인과 같은 돌출 라인이다. 그러나, 본 발명의 개념은 우세한 패턴을 형성하는 리세스 피처에 적용될 수 있다. 예를 들어, CMP 후의 리세스 비아는 웨이퍼 표면 상에 패턴을 형성할 수 있고 채널의 가장 적합한 디자인이 최선의 오염물질 제거 효율을 달성하는데 이용될 수 있다. 또한, 돌출 라인은 반드시 직선이 아니다. L 형상 라인과 같이 비선형 피처가 또한 우세한 패턴을 형성할 수 있다.

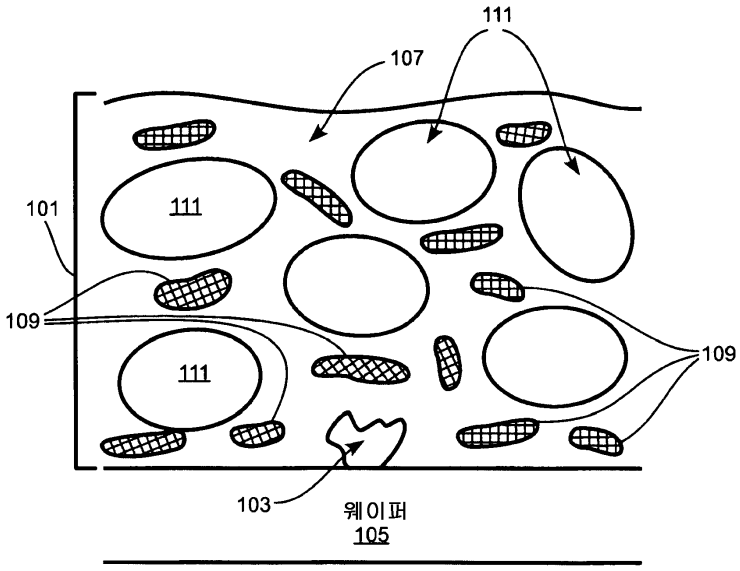
[0056] 본 발명의 개념은 상기 예시적인 실시형태에서 논의한 바와 같이 폼이나 에멀젼 중 어느 하나의 형태로 3 상태 세정 재료에만 적용되는 것은 아니다. 본 발명의 개념은 세정 헤드로부터 디스펜싱될 수 있고 세정 재료가 세정 헤드 내의 채널에서 이동하는 경우에 웨이퍼 표면 상에 전단력을 가할 수 있는 임의의 유형의 세정 재료에 적용된다.

[0057] 웨이퍼 상에 패턴을 가진 세정 헤드의 적합한 디자인은 최선의 세정 결과를 달성하기 위해 웨이퍼 상의 상이한 유형의 피처 패턴에 대해, 오염물질 제거 효율을 최대화하고 손상된 피처에 의해 도입된 결함을 최소화하는 것을 동시에 허용한다.

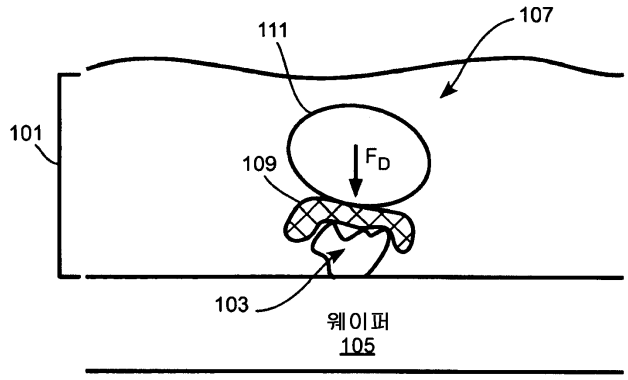
[0058] 본 발명의 몇몇 실시형태가 본원에 상세히 설명되었지만, 본 발명이 본 발명의 사상 또는 범위로부터 벗어남 없이 다수의 다른 특정 형태로 구체화될 수도 있다는 것이 당업자에 의해 이해되어야 한다. 따라서, 본 실시예 및 실시형태는 제한이 아닌 예시로서 간주될 것이며, 본 발명은 본원에 제공된 상세로 제한되지 않고 첨부된 특허청구의 범위 내에서 변형 및 실시될 수도 있다.

도면

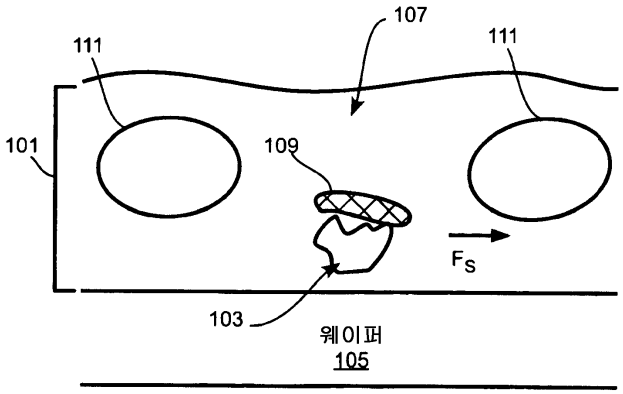
도면1



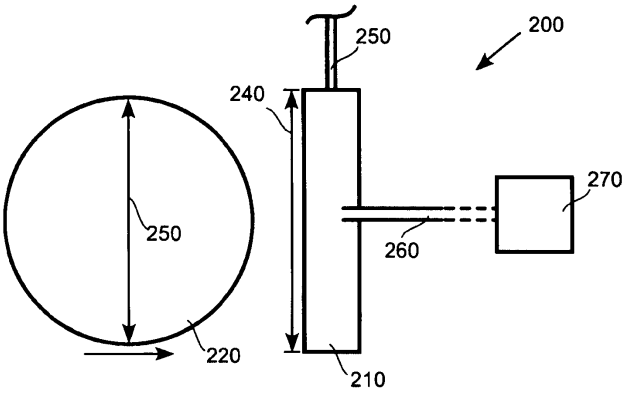
도면2a



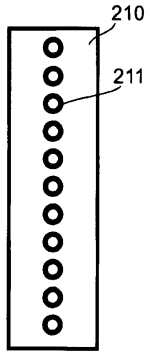
도면2b



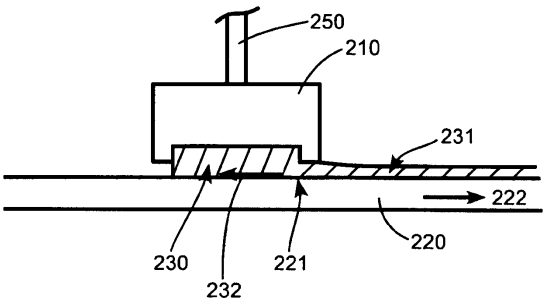
도면2c



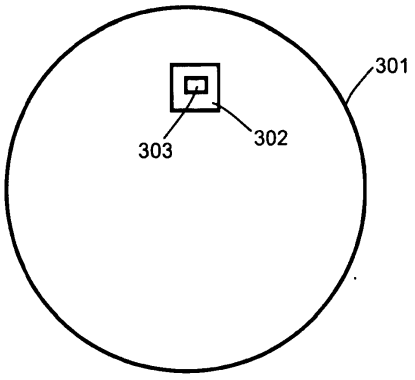
도면2d



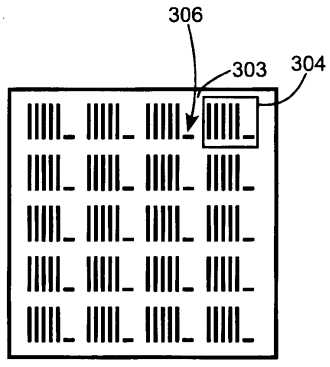
도면2e



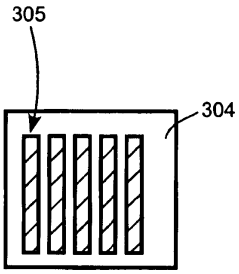
도면3a



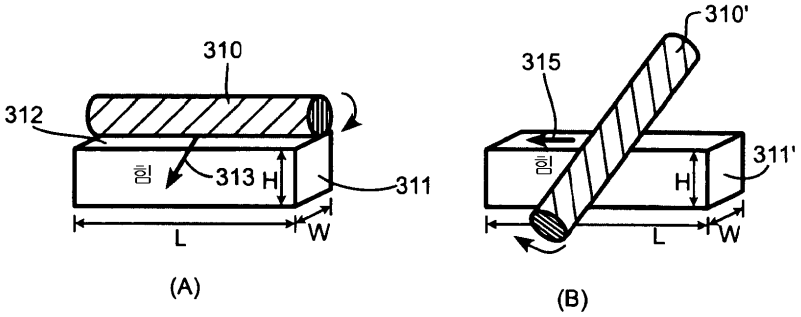
도면3b



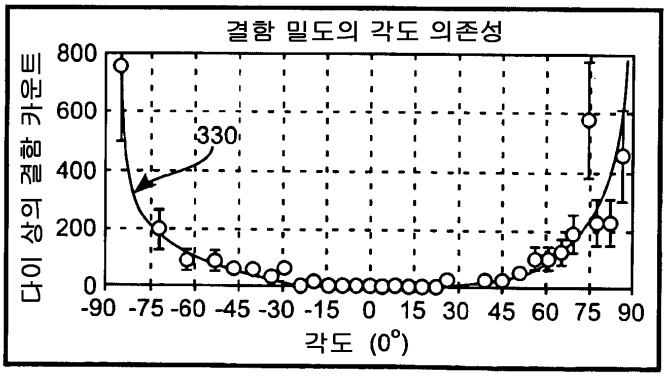
도면3c



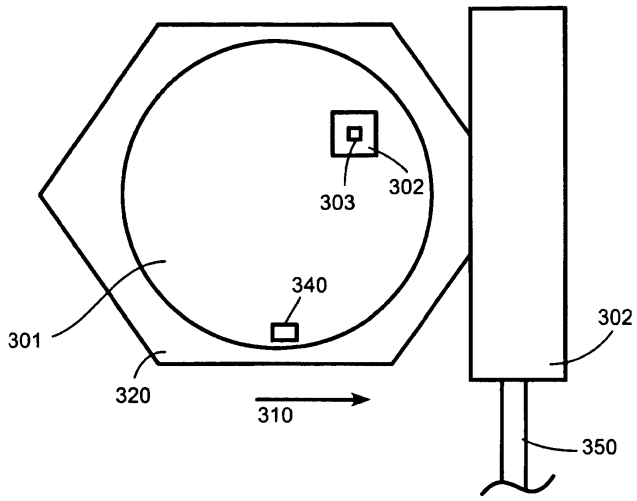
도면3d



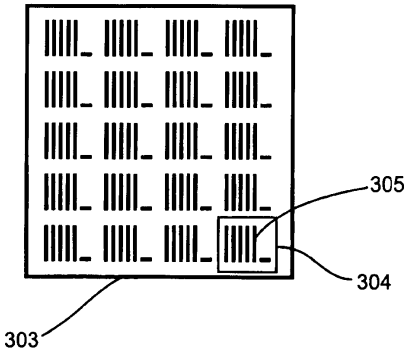
도면3e



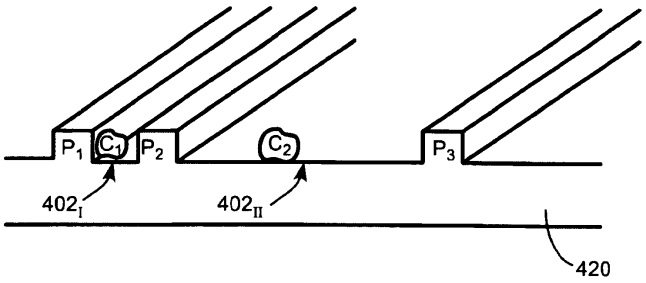
도면3f



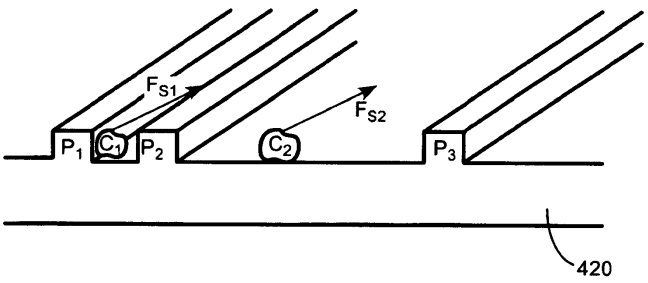
도면3g



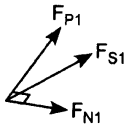
도면4a



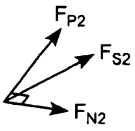
도면4b



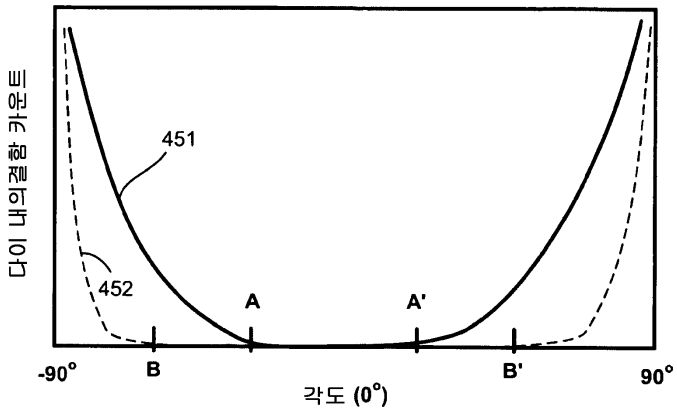
도면4c



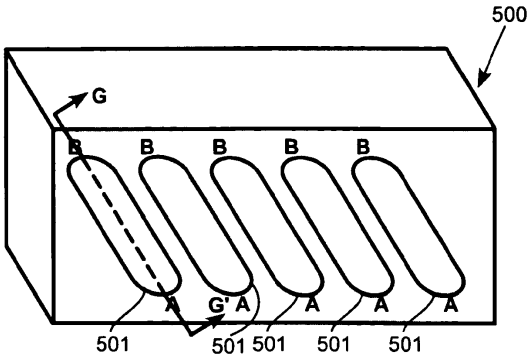
도면4d



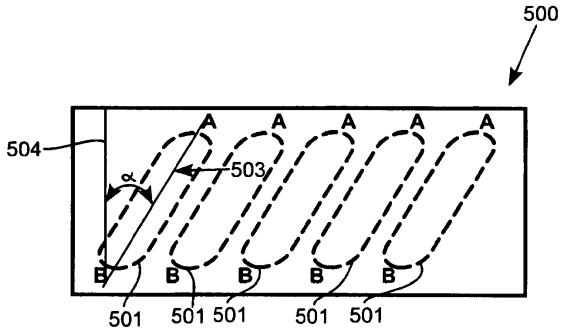
도면4e



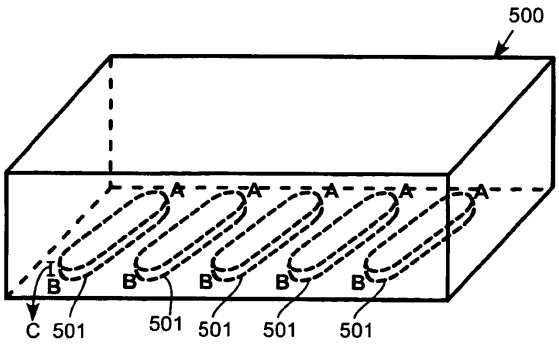
도면5a



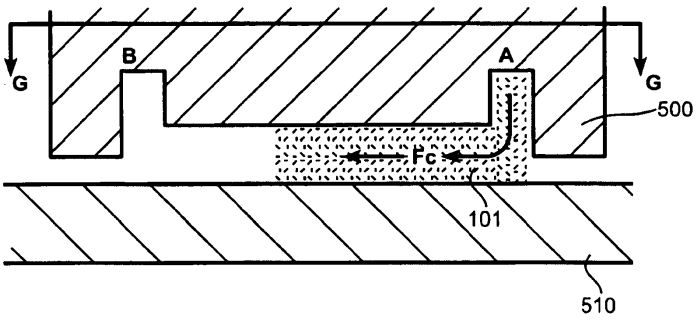
도면5b



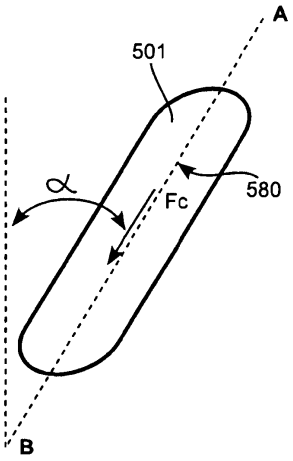
도면5c



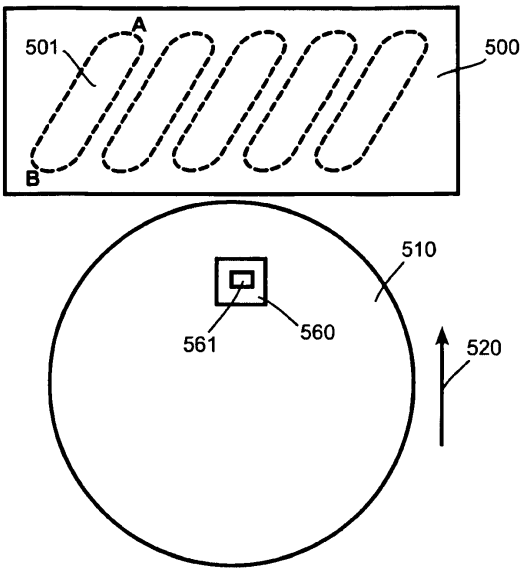
도면5d



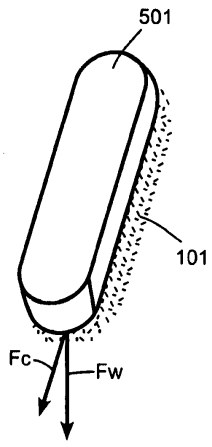
도면5e



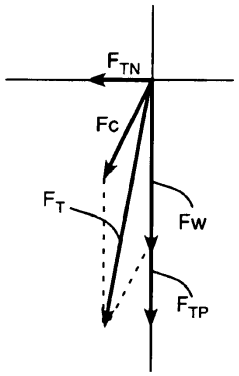
도면5f



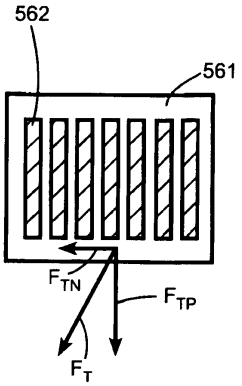
도면5g



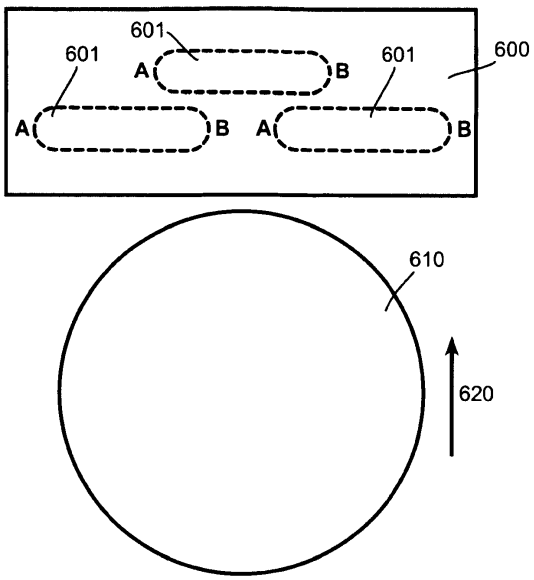
도면5h



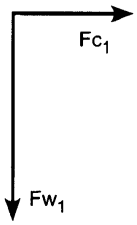
도면5i



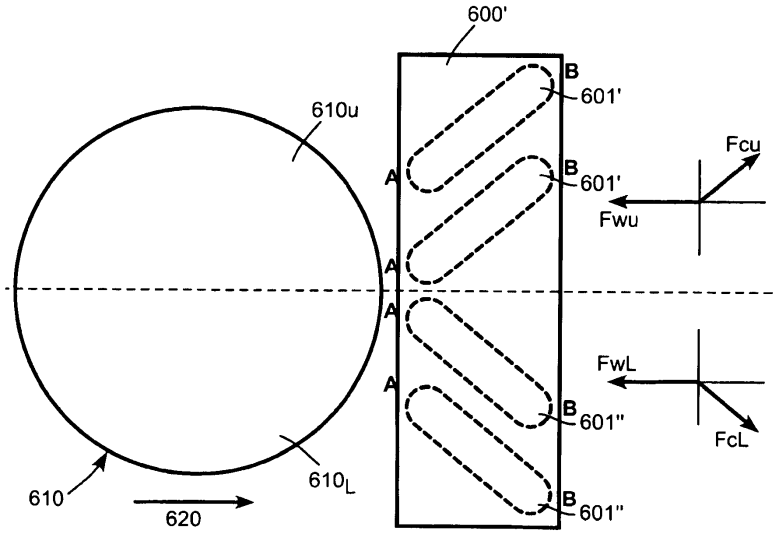
도면6a



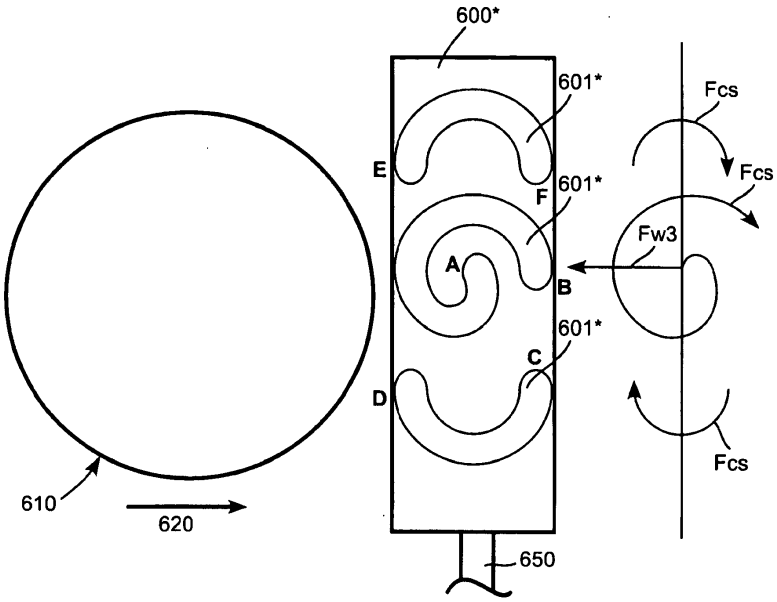
도면6b



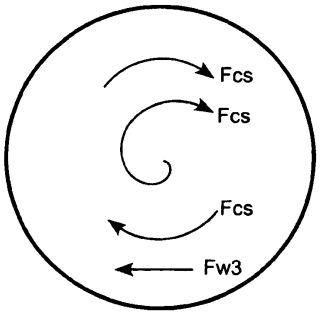
도면6c



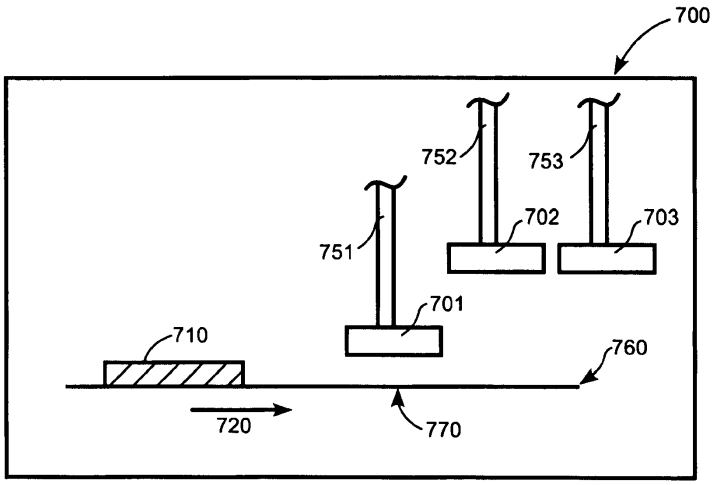
도면6d



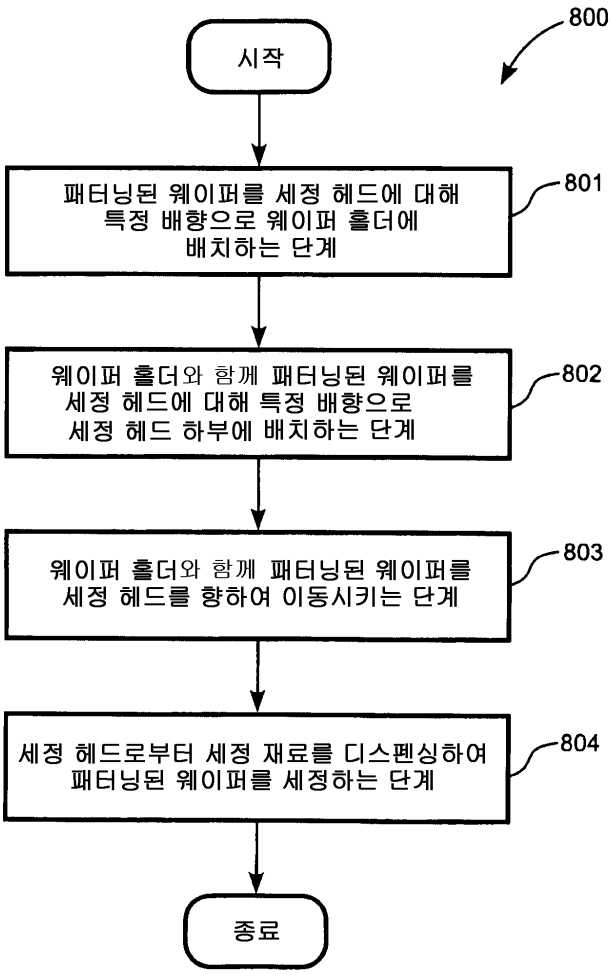
도면6e



도면7



도면8


800
시작
패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드에 대해 특정 배향으로 웨이퍼 홀더에 배치하는 단계
801
웨이퍼 홀더와 함께 패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드에 대해 특정 배향으로 세정 헤드 하부에 배치하는 단계
802
웨이퍼 홀더와 함께 패터닝된 웨이퍼를 세정 헤드를 향하여 이동시키는 단계
803
세정 헤드로부터 세정 재료를 디스펜싱하여 패터닝된 웨이퍼를 세정하는 단계
804
종료