



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098428
(43) 공개일자 2008년11월07일

(51) Int. Cl.

H01L 21/302 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7023182

(22) 출원일자 2008년09월23일

심사청구일자 2008년09월23일

번역문제출일자 2008년09월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/007199

국제출원일자 2007년03월23일

(87) 국제공개번호 WO 2007/111976

국제공개일자 2007년10월04일

(30) 우선권주장

60/785,921 2006년03월24일 미국(US)

(71) 출원인

어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 별명자

루, 웨이

미국 94538 캘리포니아 프레몬트 스프리 커몬 5711

탕, 지안쉬

미국 95123 캘리포니아 샌어제이 린 애브뉴 6203 (뒷면에 계속)

(74) 대리인

남상선

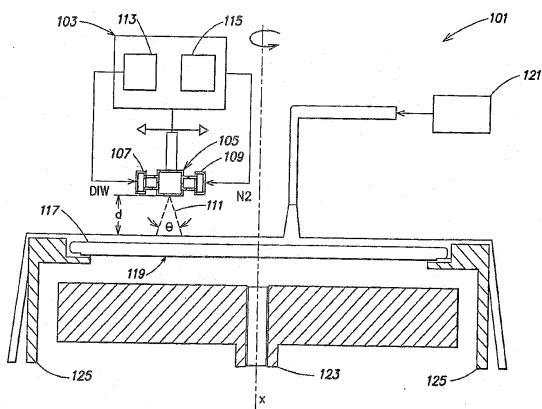
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 기판 세정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 제어기 및 제어기에 결합되는 노즐을 포함하는 기판 세정을 위한 방법, 장치, 및 시스템을 제공한다. 제어기는 기판 위로 균일한 유체 스프레이 패턴을 분배하도록 노즐을 지향하도록 한다. 제어기는 예정된 백분율의 액적이 예정된 크기 범위 내에 있도록 노즐의 하나 이상의 작동 매개변수를 조정함으로써 균일한 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 한다. 다양한 다른 양태가 공개된다.

대 표 도



(72) 발명자

코, 알렉산더 소우-캉

미국 95050 캘리포니아 산타 클라라 바레리 루쓰
코트 596

이, 웰슨, 에이.

미국 94061 캘리포니아 레드우드 시티 메드포드 애
브뉴 2773

시에, 보

미국 94086 캘리포니아 써니베일 사우쓰 올프 로드
925 아파트먼트 91

리, 존 챙-충

미국 94138 캘리포니아 샌어제이 파이어스톤 코트
5807

엔도, 릭, 알.

미국 94070 캘리포니아 산카를로스 선셋 드라이브
960

특허청구의 범위

청구항 1

기판 세정 장치로서,

제어기, 및

상기 제어기에 결합되는 노즐을 포함하며,

상기 제어기는 기판 상으로 균일한 유체 스프레이 패턴을 분배하도록 상기 노즐을 지향하도록 하고,

상기 제어기는 상기 노즐의 하나 이상의 작동 매개변수를 조정함으로써 균일한 유체 분무 패턴을 형성하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 노즐로의 유체 유량을 조정하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 기판 위로의 상기 노즐의 높이를 조정하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는 예정된 백분율의 액적이 예정된 크기 범위 내에 있도록 상기 노즐의 유체 유량 및 상기 기판 위로의 상기 노즐의 높이를 조정하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은 평면 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은 원형 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은 타원형 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,

기판 세정 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제어기에 결합되는 제 1 유체 공급원 및 상기 제어기에 결합되는 제 2 유체 공급원을 더 포함하는,
기판 세정 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 공급원은 액체를 제공하며 상기 제 2 공급원은 가스를 제공하는,
기판 세정 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 노즐에 대해 외부의 가스 및 액체를 혼합하도록 하는,
기판 세정 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 노즐에 대해 내부의 가스 및 액체를 혼합하도록 하는,
기판 세정 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

세정 동안 상기 기판으로 직접 유체를 공급하도록 하는 제 3 유체 공급원을 더 포함하는,
기판 세정 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 노즐을 상기 기판 위의 스위핑 운동으로 운동하도록 하는 액츄에이터를 더 포함하는,
기판 세정 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 기판을 지지 및 회전하도록 하는 지지판을 더 포함하는,
기판 세정 장치.

청구항 15

기판 세정 시스템으로서,

제 1 유체 공급원,

제 2 유체 공급원,

상기 제 1 유체 공급원으로 결합되는 제 1 유동 제어기,

상기 제 2 유체 공급원으로 결합되는 제 2 유동 제어기,

상기 제 1 및 제 2 유동 제어기에 결합되는 주 제어기,

상기 제 1 및 제 2 유동 제어기에 결합되고, 제 1 및 제 2 유체를 수용하여 상기 제 1 및 제 2 유체의 혼합물을 분배하도록 하는 노즐,

상기 노즐 및 상기 주 제어기에 결합되는 액츄에이터, 및

상기 노즐 아래 기판을 회전하도록 배치되는 기판 지지부를 포함하며,

상기 주 제어기는 상기 노즐을 통하여 유체 유량을 제어하기 위하여 상기 제 1 및 제 2 유동 제어기를 조정하며,

상기 주 제어기는 상기 기판 지지부 상의 기판과 상기 노즐 사이의 거리를 제어하도록 상기 액츄에이터를 조정하도록 하는,

기판 세정 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 유체 공급원은 액체를 제공하고 상기 제 2 유체 공급원은 가스를 제공하는,

기판 세정 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 노즐에 대해 외부의 가스 및 액체를 혼합하도록 하는,

기판 세정 시스템.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 노즐에 대해 내부의 가스 및 액체를 혼합하도록 하는,

기판 세정 시스템.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

세정 동안 상기 기판에 직접 유체를 제공하도록 하는 제 3 유체 공급원을 더 포함하는,

기판 세정 시스템.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 노즐은 평면형 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,

기판 세정 시스템.

청구항 21

제 15 항에 있어서,

상기 노즐은 원형 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,

기판 세정 시스템.

청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 노즐은 타원형 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 하는,
기판 세정 시스템.

청구항 23

기판 세정 방법으로서,

균일한 유체 스프레이 패턴을 발생하도록 노즐의 작동 매개변수를 조정하는 단계, 및
기판을 세정하도록 상기 균일한 유체 스프레이 패턴을 적용하는 단계를 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 노즐의 작동 매개변수를 조정하는 단계는 상기 노즐에 대한 유체 유량을 조정하는 단계를 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 노즐의 작동 매개변수를 조정하는 단계는 상기 기판 위로의 상기 노즐의 높이를 조정하는 단계를 포함하는,

기판 세정 방법.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 노즐의 작동 매개변수를 조정하는 단계는 예정된 백분율의 액적이 예정된 크기 범위 내에 있도록 상기 기판 위로의 상기 노즐의 높이 및 상기 노즐로의 유체 유량을 조정하는 단계를 포함하는,

기판 세정 방법.

청구항 27

제 23 항에 있어서,

상기 노즐로의 제 1 유체 및 제 2 유체를 공급하는 단계를 더 포함하며, 상기 제 1 유체는 액체이고 상기 제 2 유체는 가스인,

기판 세정 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 노즐에 대해 외부의 가스 및 액체를 혼합하는 단계를 더 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 기판으로 직접 제 3 유체를 인가하는 단계를 더 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 30

제 23 항에 있어서,

유체가 상기 노즐에 의해 분배될 때 상기 기판 위로 상기 노즐을 스위핑하는 단계를 더 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 31

제 23 항에 있어서,

유체가 상기 노즐에 의해 분배될 때 상기 노즐 아래 상기 기판을 회전하는 단계를 더 포함하는,
기판 세정 방법.

청구항 32

기판 세정 방법으로서,

균일한 유체 스프레이 패턴이 발생하도록 노즐로의 유체 유량 및 기판 위로의 상기 노즐의 높이를 조정하는 단계로서, 상기 유체 스프레이 패턴 내의 예정된 백분율의 액적이 예정된 크기 범위 내에 있는, 노즐로의 유체 유량 및 기판 위로의 상기 노즐의 높이를 조정하는 단계,

상기 기판을 세정하도록 기판 위로 상기 균일한 유체 스프레이 패턴을 스위핑하는 단계, 및
상기 기판을 회전하는 단계를 포함하는,
기판 세정 방법.

명세서

기술 분야

- <1> 본 발명은 본 명세서에서 전체적으로 참조되고 발명의 명칭이 "기판 세척 방법 및 장치"(서류 번호. 10841/L)이고 2006년 3월 24일 출원된 미국 가특허 출원 제 60/785,921호를 우선권으로 청구한다.
- <2> 본 발명은 반도체 기판 세정을 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 특별하게는 기판 세정에 이용되는 제트 스프레이에 관한 것이다.

배경 기술

- <3> 기판 세정은 반도체 장치 제조 공정의 중요한 단계이다. 기판이 부적절하게 세정되면, 기판에 형성된 하나 또는 그 이상의 장치가 손상될 수 있다. 결론적으로, 반도체 장치 제조 산출량은 부적절한 세정에 의해 역 효과를 일으킬 수 있다. 요구되는 것은 반도체 장치 제조 동안 기판을 신뢰성있고 효과적으로 세정하기 위한 개선된 방법이다.

발명의 상세한 설명

- <4> 일부 양태에서, 본 발명은 균일한 유체 스프레이 패턴을 형성하도록 노즐의 작동 매개 변수를 조절하는 단계, 및 기판을 세척하기 위해 균일한 유체 스프레이 패턴을 적용하는 단계를 포함한다.
- <5> 다른 양태에서, 본 발명은 제 1 유체 및 제 2 유체를 노즐로 공급하는 단계, 노즐로의 제 1 유체 및 제 2 유체의 유량(rate of flow)을 조정하는 단계, 기판 위의 노즐 높이를 조정하는 단계, 기판을 세정하도록 기판 위로 균일한 유체 스프레이 패턴을 스위핑(sweeping)하는 단계, 및 기판을 회전시키는 단계를 포함하며, 상기 노즐의 유량 및 높이를 조정하는 단계는 예정된 크기 범위 내에서 유체 스프레이 패턴 내에서 예정된 백분율의 액적(droplet)을 가지는 균일한 유체 스프레이 패턴을 초래하는 기판 세정 방법을 제공한다.
- <6> 또 다른 양태에서, 본 발명은 제어기 및 제어기에 결합된 노즐을 포함하는 기판을 세정하기 위한 장치를 제공한다. 제어기는 기판 상으로 균일한 유체 스프레이 패턴을 분배하도록 노즐로 지향되도록 한다. 제어기는 노즐의 하나 이상의 작동 매개변수를 조정함으로써 균일한 유체 스프레이 패턴을 형성하도록 한다.

- <7> 또 다른 양태에서, 본 발명은 제 1 유체 공급원, 제 2 유체 공급원, 제 1 유체 공급원에 결합되는 제 1 유동 제어기, 제 2 유체 공급원에 결합되는 제 2 유체 제어기, 제 1 및 제 2 유동 제어기에 결합되는 메인 제어기, 제 1 및 제 2 제어기에 결합되어 제 1 및 제 2 유체를 수용하고 제 1 및 제 2 유체의 혼합물을 분배하도록 하는 노즐, 노즐 및 주 제어기에 결합되는 액츄에이터, 및 노즐 아래 기판을 회전하도록 배치되는 기판 지지부를 포함하는 기판 세정 시스템을 포함한다. 주 제어기는 노즐을 통하여 유체 유량을 제어하도록 제 1 및 제 2 유동 제어기를 조정하도록 한다. 주 제어기는 노즐과 기판 지지부 상의 기판 사이의 거리를 제어하도록 액츄에이터를 조정하도록 한다. 주 제어기는 또한 예정된 백분율의 액적이 예정된 크기 범위 내가 되도록 제 1 및 제 2 유동 제어기 및 액츄에이터를 조정하도록 한다.
- <8> 본 발명의 다른 특징 및 양태는 아래의 상세한 설명, 첨부된 청구범위 및 첨부된 도면으로부터 더욱 충분히 명백하게 된다.
- ### 실시예
- <12> 본 발명은 반도체 장치 제조 동안 기판을 세정하기 위한 개선된 방법 및 장치를 제공한다. 예를 들면, 본 발명 및 장치는 세정 동안 기판 표면으로 매우 균일한 제트 스프레이를 제공할 수 있다. 아래 설명되는 바와 같이, 이같은 매우 균일한 제트 스프레이는 기판 표면으로부터 더욱 효과적으로 입자를 제거함으로써 기판 세정을 개선할 수 있다.
- <13> 하나 이상의 실시예에서, 매우 균일한 제트 스프레이의 예정된 백분율의 액적은 예정된 크기 범위 내에 있다. 또한, 매우 균일한 제트 스프레이의 예정된 백분율의 액적은 중간 속도의 스프레이의 예정 허용오차 내에 있다. 예를 들면, 제트 스프레이 내의 약 97%의 액적(droplet)은 직경이 약 1 내지 약 25 미크론일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 직경이 약 10 내지 약 22 미크론일 수 있으며, 약 95%의 액적이 액적의 중간 속도의 약 ± 5% 내에 있을 수 있다. 전형적인 중간 속도는 약 30 내지 100 meter/sec, 그리고 더욱 바람직하게는 약 70 meter/sec이다.
- <14> 매우 균일한 제트 스프레이를 달성하기 위하여, 하나 또는 그 이상의 스프레이 노즐 매개변수가 적용될 수 있다. 예를 들면, 스프레이 노즐로의 유체 유량 및/또는 스프레이 노즐과 기판 사이의 거리는 매우 균일한 제트 스프레이를 형성하도록 조정될 수 있다. 이 같은 매우 균일한 제트 스프레이는 효율이 개선될 수 있으며, 이 효율로 입자(예를 들면, 오염물)는 세정 동안 기판으로부터 제거된다. 부가적으로 또는 이와 달리, 매우 균일한 제트 스프레이는 기판을 더욱 효과적으로 세정함으로써 그 위에 형성된 기판 및/또는 장치에 대한 손상을 감소 및/또는 제거할 수 있다.
- <15> 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 기판을 세정하기 위한 시스템(101)을 도시한다. 기판은 예를 들면, 반도체 웨이퍼, 평판 디스플레이를 위한 유리판 등일 수 있다.
- <16> 도 1을 참조하면, 시스템(101)은 노즐(105)에 결합되고 기판(119)의 표면으로 스프레이 패턴을 제공하도록 노즐(105)을 적용하도록 제어 장치(103)를 포함할 수 있다. 스프레이 패턴은 일부 실시예에서 약 50°, 약 60° 또는 약 90° 일 수 있는(비록 더 큰 또는 더 작은 스프레이 각도(θ)가 적용될 수 있지만) 분기 스프레이 각도(θ)가 제공된다.
- <17> 적어도 일부 실시예에서, 노즐(105)은 휘툰(Wheaton), I11의 스프레이링 시스템 코.(Spraying System Co.)에 의해 제조되는 외부 혼합부를 구비한 모델 1/8JJ 고 성능 스프레이 세트-업 또는 내부 혼합부를 구비한 쿼크미스트(QuickMist) 압력 스프레이 세트-업과 같은 공기 분무 스프레이 노즐일 수 있다. 상술된 스프레이 노즐 둘다 평평한 크로스 섹션 스프레이 패턴을 구비한 분기 제트 스프레이를 제공할 수 있다. 다른 노즐 타입이 이용될 수 있다. 이 같은 실시예에서, 가속 튜브가 요구되지 않는다.
- <18> 도 1을 참조하면, 제어 장치(103)는 노즐(105)의 제 1 입력(107)에 결합될 수 있다. 또한, 제어 장치(103)는 노즐(105)의 제 2 입력(109)에 결합될 수 있다. 제어 장치(103)는 노즐(105)이 기판 표면(117)으로 목표 균일한 스프레이 패턴(111)을 제공할 수 있도록 예정된 유량으로 노즐(105)로 하나 또는 그 이상의 유체(예를 들면, 유리 또는 액체)를 제공하도록 적용될 수 있다. 예를 들면, 제어 장치(103)는 예정된 유량으로 제 1 입력(107)으로 탈이온수(DIW)와 같은, 제 1 유체, 및 예정된 유량(압력)으로 제 2 입력(109)으로 N₂와 같은 제 2 유체를 제공할 수 있다.
- <19> 일부 실시예에서, 제어 장치(103)는 노즐(105)의 제 1 입력(107)으로의 유체의 유동을 제어하기 위해 제 1 유동 제어기(113) 및 노즐(105)의 제 2 입력(109)로 유체의 유동을 제공하기 위해 제 2 유동 제어기(115)를 포함 및/

또는 제어할 수 있다. 예를 들면, 제 1 및 제 2 유동 제어기(113, 115)는 밸브, 맘스 유동 제어기 등일 수 있다.

- <20> 설명된 바와 같이, 노즐(105)은 노즐(105)의 제 1 및 제 2 입력(107, 109)으로 입력되는 유체가 분무 스프레이를 형성하도록 노즐(105) 내에 혼합되는, 내부 혼합을 적용할 수 있다. 이와 달리, 노즐(105)은 노즐(105)의 제 1 입력(107)으로 입력되는 유체가 분무 스프레이(예를 들면, 유체 입력은 노즐(105)로부터 나온 후 수렴 및 혼합할 수 있다)를 형성하도록 유체가 노즐(105)로부터 나온 후 노즐(105)의 제 2 입력(109)으로 유체 입력을 혼합하는, 외부 혼합을 적용할 수 있다. 예를 들면 외부 혼합 및 내부 혼합을 적용하는 종래의 분기 공기-분무 노즐이 이용될 수 있다(외부 혼합 노즐은 노즐 마모를 회피함으로써 더 긴 노즐 수명을 제공할 수 있으며, 따라서 본 발명의 일부 실시예에서 바람직하다).
- <21> 노즐(105)로 하나 또는 그 이상의 유체를 제공하는 것에 부가하여, 또는 하나의 선택으로서, 제어 장치(103)는 노즐(105)이 목표 균일 스프레이 패턴(111)을 제공할 수 있도록 세정되는 기판(119)의 표면(117)으로부터 노즐 거리(d)를 조정하도록 적용될 수 있다. 또한, 제어 장치(103)는 세정 동안 기판(119)의 표면(117)을 가로질러 노즐(105)을 이동 또는 스위핑하도록 제공할 수 있다(예를 들면, 하나 또는 그 이상의 모터, 리드 스크류, 등(도시안됨)을 경유하여). 부가하여 또는 선택적으로, 기판(119)은 노즐(105)에 대해 이동할 수 있다. 이러한 방식으로, 유체 스프레이 패턴(111)은 노즐(105)로부터 기판(119)의 표면(117)의 목표 부분(예를 들면, 전체 표면(117))으로 분배될 수 있다.
- <22> 도 1의 실시예에서, 단일 제어 장치(103)는 노즐(105)로 하나 또는 그 이상의 유체를 제공하고, 노즐 거리(d)를 조정하고 그리고 기판(119)의 표면(117)을 가로질러 노즐(105)을 이동하도록 적용된다. 일부 실시예에서, 상이한 제어 장치는 노즐 거리(d)를 조정하고 및/또는 세정 동안 기판(119)의 기판(117)을 가로질러 노즐(105)을 이동하도록 적용될 수 있다.
- <23> 부가적으로, 시스템(101)은 세정 동안 기판(119)의 표면(117)으로 유체를 제공하도록 적용되는 부가 유체 공급원(121)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 부가 유체 공급원(121)은 세정 동안 제 2 DIW 린스 또는 화학물 매체로서 기능할 수 있는 표면(117)으로 화학제의 용액 또는 DIW를 제공하도록 적용될 수 있다.
- <24> 시스템(101)은 기판(119)을 지지하도록 적용되는 지지부(123)를 포함할 수 있다. 부가적으로, 시스템(101)은 지지부(123)로부터 기판(119)을 상승 및 하강하도록 적용되는 핀(125)을 리프트할 뿐만 아니라 세정 동안 기판(119)을 회전하도록 포함 및/또는 결합될 수 있다. 하나 이상의 실시예에서, 4개의 리프트 핀이 이용될 수 있다. 더 적거나 더 많은 리프트 핀이 적용될 수 있다.
- <25> 일부 실시예에서, 지지 핀은 플레이트(지지부(123)와 같은)가 기판(119)의 후면(예를 들면, 하부면)을 향하여 이동하는 동안 고정되게 이용될 수 있어 플레이트(123)와 기판(119) 사이에 소형 캡을 형성하도록 한다. 캡은 기판(119)의 후축을 설정하도록 DIW 및/또는 하나 또는 그 이상의 화합물로 충전될 수 있다. 하나 이상의 실시예에서, 플레이트(123)는 기판의 후축을 세정하도록 캡 내의 유체를 메가소닉 에너지가 제공되고 및/또는 기판(119)으로 메가소닉 전력을 결합하는 메가소닉 변환기(megasonic transducer)를 포함할 수 있다.
- <26> 제어 장치(103)는 매우 균일한 스프레이(예를 들면, 제트 스프레이)를 형성하도록 유체 유동을 조정함으로써(예를 들면, 최적화) 및/또는 기판-노즐 간격(d)을 조정함으로써(예를 들면, 감소) 노즐(105)에 의해 제공되는 스프레이 패턴(111)을 튜닝(tune)하도록 적용될 수 있도록 매우 균일한 스프레이를 형성하도록 스프레이 이동 거리를 결정한다. 상술된 바와 같이 유체 유동 및/또는 기판 노즐 간격(d)을 조정함으로써, 노즐(105)에 의해 제공된 스프레이 패턴(111)은 더 많은 균일한 액적 크기를 포함할 수 있고 및/또는 더욱 균일한 속도 분포를 가질 수 있다. 또한, 기판 표면(117)으로 인가되는 스프레이의 속도가 증가할 수 있다. 이러한 방식으로, 본 방법 및 장치는 종래의 세정 시스템과 비교할 때 기판 표면으로 더욱 균일한 제트 스프레이를 제공할 수 있다. 예를 들면, 더욱 균일한 제트 스프레이는 더 작거나 더 빠른 액적을 포함할 수 있어, 세정 동안 취약한 피처(fragile feature)(예를 들면, 기판(119) 상에 형성된 트랜지스터)에 손상을 일으키지 않고, 입자 제거 효율(PRE)을 증가시킬 수 있다. 결론적으로, 본 방법 및 장치가 이용될 수 있어 습식 세정 공정에서 상업적 분기 스프레이 노즐을 튜닝하여 반도체 장치 제조 동안 손상 없이 기판 표면(117)으로부터 입자(예를 들면, 오염물)를 능동적으로 제거하도록 한다.
- <27> 추가 일 실시예로서, 제어 장치(103)는 외부 혼합 노즐에 대해 약 20 내지 약 180 시간 당 입방 피트(cubic feet per hour)(SCFH), 바람직하게는 약 160 SCFH의 유량, 약 70 psi의 압력을 그리고 내부 혼합 노즐에서 약 56 SCFH의 유량 약 50 psi의 압력을 제공하도록 적용될 수 있다. 제어 장치(103)는 또한 약 100 내지 약 200

ml/min 물 유량 약 25 내지 약 30 psi의 압력을 노즐(105)로 제공할 수 있어 노즐(105)이 매우 균일한 유체 제트 스프레이를 발생할 수 있다.

<28> 부가적으로 또는 이와 달리, 제어 장치(103)는 노즐(105)과 기관 표면(117) 사이의 높이(d)를 약 4인치 또는 그 미만(예를 들면 100 mm 또는 그 미만), 바람직하게는 외부 혼합 노즐에 대해 약 25 mm 및 바람직하게는 내부 혼합 노즐에 대해 약 16 mm가 되도록 조정할 수 있어, 매우 균일한 유체 제트 스프레이(111)가 발생될 수 있다(예를 들면, 종래의 시스템에 의해 생산된 스프레이에 비해 더욱 균일한 액적 크기 및 속도 분포를 가진 고속 제트 스프레이). 대조하면, 목표로하는 분야의 노즐과 같이 6 인치 이상일 수 있다.

<29> 하나의 전형적인 실시예에서, 제트 스프레이에서 약 97%의 액적은 직경이 약 1 내지 약 25 미크론, 그리고 더욱 바람직하게는 직경이 약 10 내지 약 22 미크론일 수 있으며, 약 95%의 액적이 액적의 중간 속도의 약 ± 5% 내에 있을 수 있다(예를 들면, 약 30 내지 약 100 meters/sec, 및 더욱 바람직하게는 약 70 meters/sec). 그러나, 상술된 백분율, 크기 범위, 중간 속도 범위 및 허용오차는 예시적이고, 더 크거나 더 작은 백분율, 크기 범위, 중간 속도 범위 및/또는 허용오차가 적용될 수 있다. 이 같은 작고 빠른 액적의 스프레이는 세정 동안 취약한 장치 피쳐의 손상을 일으키지 않고 PRE를 증가시킬 수 있다.

<30> 일부 실시예에서, 상술된 바와 같이 기관 세정 동안, 기관(119)은 약 750 rpm과 같은 적절한 속도로 회전할 수 있다(비록 더 빠르거나 더 느린 회전 속도가 적용될 수 있다). 부가적으로 또는 이와 달리, 기관 세정 동안, 화학제의 용액 및/또는 DIW의 제 2 유체 린스(rinse) 유동(예를 들면, 약 800 내지 약 2000 ml/min의 범위에서)이 기관(119) 상으로 분배될 수 있다(예를 들면, 부가 유체 공급원(121)으로부터). 예를 들면, 제 2 유체 린스는 기관(119)의 중앙 지점 또는 축선(x)로부터 약 20 mm의 위치(또는 소정의 다른 적절한 장소에)에 분배될 수 있다. 또한, 제어 장치(103)는 노즐(105)에 의해 제공되는 매우 균일한 스프레이 패턴(111)이 전후방으로 스위핑되도록 할 수 있다(예를 들면, 기관 애지로부터 기관 중앙 또는 역으로). 예를 들면, 노즐(105)은 표면(117)(예를 들면, 기관(119)의 전체 표면적)이 스프레이(111)에 균일하게 노출되도록 특별히 원하는 스위프 프로파일(sweep profile)로 분당 약 2 스위프의 스위프 비율로 스위핑될 수 있다. 다른 DIW 또는 화학 린스 비율 및/또는 노즐 스위프 비율이 이용될 수 있다.

<31> 본 방법 및 장치의 이용을 통하여, 유체 유동 및/또는 기관 노즐 간격은 종래의 시스템에 의해 제공된 스프레이 패턴에 비해 더 작은 스프레이 패턴(예를 들면, 기관과의 접촉 지점에서 약 5 mm 보다 작게) 및 더 빠른 액적을 포함하는 매우 균일한 제트 스프레이를 형성하도록 조정될 수 있다. 매우 균일한 제트 스프레이 패턴(111)은 기관(119) 상의 취약 피쳐를 손상시키지 않고 높은 효율로 입자(예를 들면, 오염물)를 제거할 수 있다. 시스템(101)은 적용된 유체 유동 및/또는 노즐 기관 거리(d)를 경유하여 상이한 습식 세정 분야에 대해 튜닝될 수 있어, 더 크거나 더 작은 퍼센티지의 입자가 제거될 수 있다. 매우 균일한 제트 스프레이(111)가 노즐 기관 간격(d)을 기초로 하여 타이트한(tight) 운동 에너지 분포(예를 들면, 약 0.1 erg/droplet과 약 1.6 erg/droplet 사이) 및 조정가능한 피크 에너지(예를 들면, 약 0.8 erg/droplet)를 가질 수 있다. 다른 에너지 분포 및/또는 피크 에너지가 이용될 수 있다.

<32> 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따라 기관을 세정하는 동안 도 1의 시스템에 의해 적용될 수 있는 전형적인 스프레이 패턴을 도시한다. 도 2a 내지 도 2c를 참조하여, 노즐(105)에 의해 제공되는 매우 균일한 스프레이 패턴(111)은 도 2a 내의 도면 부호(203)에 의해 표시된 바와 같이 평면형(예를 들면, 직사각형 또는 다른 형상), 도 2b 내의 도면 부호(205)에 의해 표시된 바와 같이 원형, 또는 도 2c 내의 도면 부호(207)에 의해 표시된 바와 같이 타원형 일 수 있다. 그러나, 상이한 형상의 스프레이 패턴이 제공될 수 있다.

<33> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 도 1의 시스템(101)에 의해 제공된 스프레이 패턴(301)의 전형적인 배향을 도시한다. 도 3을 참조하여, 노즐 스프레이 패턴(301)은 기관 세정 동안 배향될 수 있어 스프레이 패턴(301)의 스위프 길이(sweep length; 1)가 기관(119)의 y 축선과 일치할 수 있도록 하며, 기관(119)의 y 축선을 따라 스프레이 패턴이 스위핑될 수 있다. 일부 실시예에서, 비록 다른 스위프 길이가 이용될 수 있지만 스위프 길이(1)는 약 30 mm 일 수 있다. 예를 들면, 일부 실시예에서, 스위프 길이(1)는 노즐 기관 길이에 의해 조정가능하다. y 축선은 세정되도록 기관(119)의 방사형 방향을 따를 수 있다. 다른 배향 및 스위프 방향이 이용될 수 있다.

<34> 전술된 상세한 설명은 본 발명의 전형적인 실시예만 공개한다. 본 발명의 범위 내에 있는 상술된 장치 및 방법의 변형은 기술분야의 일반적인 기술자에게 명백하게 된다. 예를 들면, 순수한 DIW의 액체 유동, CO₂ 용존 DI 물, O₃-용존 DIW, 울트라(ultra) 희석(예를 들면, 1 ppm) NH₃-DIW 및/또는 소정의 다른 작용제 함유 DIW, 또는

다른 세정제가 노즐(105)을 경유하여 기판으로 제공될 수 있다.

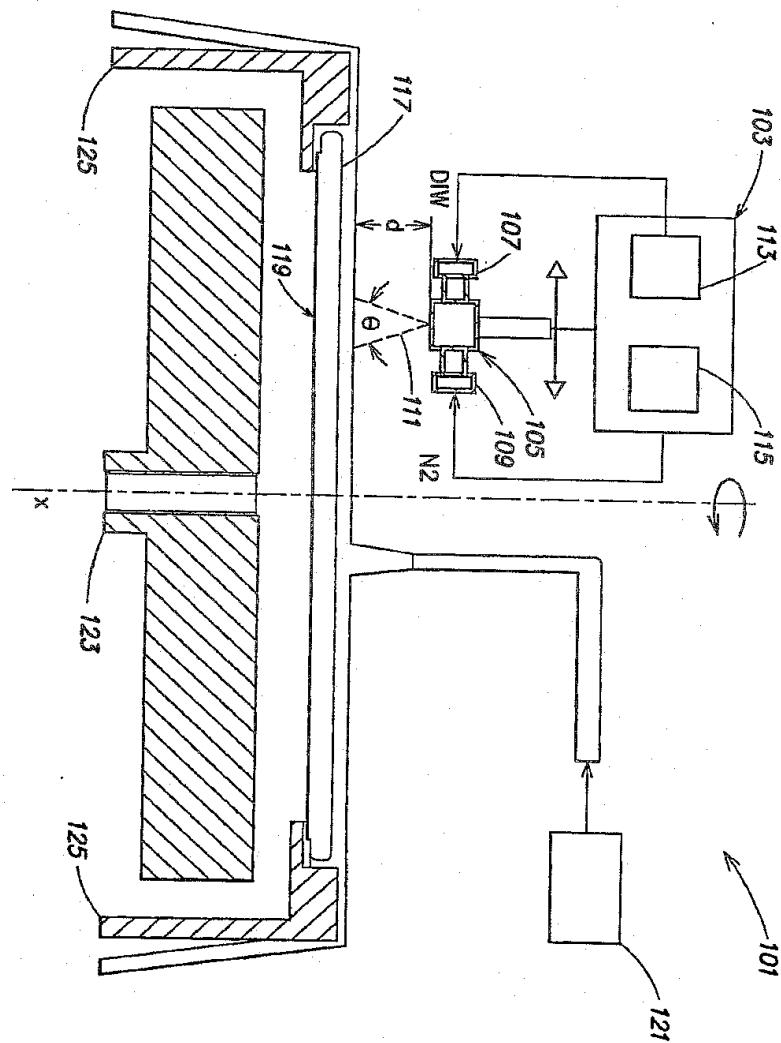
- <35> 하나의 전형적인 실시예에서, 약 95 mm 노즐 기판 거리에서, 단지 부가 유체 공급원(121)(도 1)으로부터 DI 물 유동으로 스프레이 린스 또는 노즐(105)로부터 스프레이 린스 없이 부가 유체 공급원(121)으로부터 세정 화학물 용액은 50% 이상의 PRE를 달성할 수 있다. 그러나, 부가 유체 공급원(121)으로부터 화학물 용액과 조합된 노즐(105)로부터 스프레이 린스가 약 95%로 PRE를 상승시킬 수 있다.
- <36> 일부 실시예에서, 단지 부가 유체 공급원(121)으로부터 DI 유동으로 스프레이 린스에 의해 PRE는 지수적으로 감소하고 노즐 기판 거리가 증가한다. 노즐(105)로부터 동일한 스프레이로, 거리는 손상 체제로부터 손상 없는 체제(damage-free regime) 내로 조정될 수 있다.
- <37> 도 1에 도시된 바와 같이 스프레이 린스로 세정 동안, 기판 회전 속도는 기판 표면의 상부 상에 액체 매체 필름의 두께를 제어하도록 조정될 수 있다. 더 두꺼운 매체 필름은 기판 표면 상의 취약 특징의 특별한 구선 보호 및/또는 기판 표면으로부터 나오는 더 향상된 입자의 운반을 제공할 수 있다. 더 두꺼운 매체 필름은 PRE를 상승하도록 노즐(105)로부터 고속 물 액적에 의해 기판 표면을 더욱 강력한 충격에 노출될 수 있다.
- <38> 따라서, 본 발명은 본 발명의 전형적인 실시예과 관련하여 공개되었지만, 다른 실시예는 후술되는 청구범위에 의해 형성된 바와 같이, 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

도면의 간단한 설명

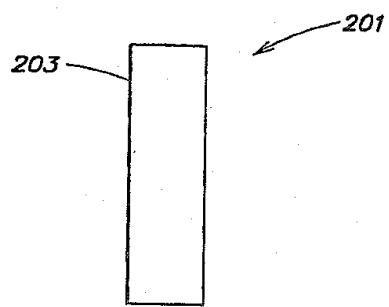
- <9> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 기판을 세정하기 위한 시스템을 도시하며,
- <10> 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 실시예에 따라 기판을 세정하는 동안 도 1의 시스템에 의해 제공되는 전형적인 스프레이 패턴을 도시하며,
- <11> 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 도 1의 시스템에 의해 제공되는 스프레이 패턴의 전형적인 배향을 도시한다.

도면

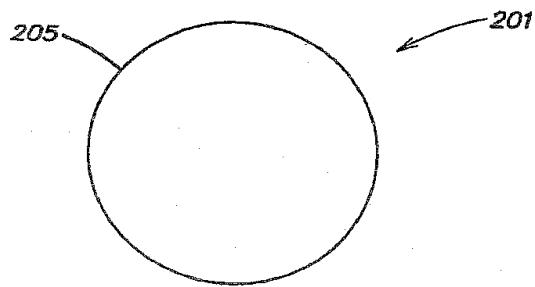
도면1



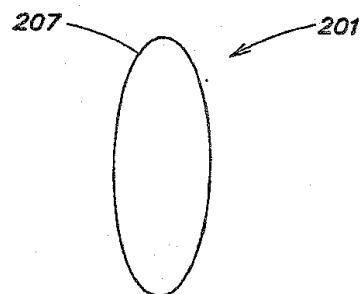
도면2a



도면2b



도면2c



도면3

