



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월07일
 (11) 등록번호 10-0808237
 (24) 등록일자 2008년02월21일

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01) *H01L 21/306* (2006.01)
B08B 3/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-7015685

(22) 출원일자 2004년10월01일

심사청구일자 2005년03월11일

번역문제출일자 2004년10월01일

(65) 공개번호 10-2004-0098040

(43) 공개일자 2004년11월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/003831

국제출원일자 2003년02월07일

(87) 국제공개번호 WO 2003/085705

국제공개일자 2003년10월16일

(30) 우선권주장

10/115,449 2002년04월03일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP10112454

US6227212

US4778532

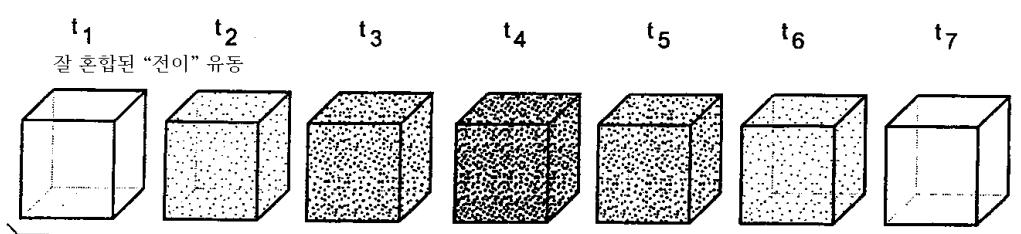
US5336371

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이용배

(54) 전이 유동에 의한 물체의 표면처리방법**(57) 요 약**

물체를 처리하는 방법이 제공된다. 이 방법에 있어서는, 처리 화학약품이 욕제의 와전류들에서 처리될 물체를 적어도 부분적으로 싸게 효과적인 상태를 하에서 조에 되입되고 비처리 액체를 욕제의 와전류들에서 처리될 물체를 적어도 부분적으로 싸게 효과적인 상태를 하에서 조 내로 도입함에 의해 추종된다. 이 방법을 실행하기 위한 장치가 또한 제공된다. 이 방법은 반도체 웨이퍼들이나 또는 유사한 기판들 따위를, 용액으로 처리함에 의해 정밀한 제조에 사용되는 물체들에 대하여 특히 유리하다.

대표도

(72) 발명자

개리, 더블유. 미첼코

미국 미네소타 55304, 햄 레이크, 141번 레인 노스
아이스트 1002

크리스티나, 에이. 래트만

미국 미네소타 55431, 블루밍تون, 드본셔 커브 1322

특허청구의 범위

청구항 1

- a) 비처리 액체의 욕 내로 물체를 제공하는 단계;
- b) 처리될 물체를 욕의 액체의 와류로 부분적으로 둘러싸는 조건하에서 처리화학약품을 욕으로 도입하는 단계; 및
- c) 처리될 물체를 욕 액체의 와류로 부분적으로 둘러싸는 조건하에서 비처리 액체를 욕으로 도입하는 단계;

로 구성된 처리될 표면을 갖는 물체의 표면처리방법.

청구항 2

- a) 물체를 비반응성의 유동 욕에 침잠되도록 하는 단계;
- b) 비반응성의 욕에서 제1 처리화학약품을 포함하는 욕으로 공간적으로 균일하게 욕을 전이시키는 단계; 및
- c) 제 1처리 화학약품을 포함하는 욕을 비반응성의 욕으로 공간적으로 균일하게 전이시키는 단계;

로 구성된 적어도 하나의 물체의 표면처리방법.

청구항 3

- a) 액체가 담겨진 욕에 물체를 침잠시키는 단계;
- b) 물체가 욕에 침잠되어있는 동안 처리화학약품을 욕으로 혼합되게 도입하여서 욕의 처리화학약품의 농도를 비단계적으로 증가시키는 단계; 및
- c) 물체가 처리화학약품을 함유하는 욕에 침잠되어있는 동안 액체를 욕으로 혼합되게 도입하여서 욕의 처리화학약품의 농도를 비단계적으로 감소시키는 단계;

로 구성된 적어도 하나의 물체의 표면처리방법.

청구항 4

- i. 비에칭액체의 욕으로 반도체 웨이퍼를 제공하는 단계;
- ii. 처리될 반도체 웨이퍼를 욕 액체의 와류로 부분적으로 둘러싸는 조건하에서 처리화학약품을 욕으로 도입하는 단계; 및
- iii. 처리될 반도체 웨이퍼를 욕 액체의 와류로 부분적으로 둘러싸는 조건하에서 비에칭액체를 욕으로 도입하는 단계;

로 구성된 처리될 표면을 갖는 인-프로세스 반도체 웨이퍼의 표면처리방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 예를 들면 세척을 위해 액체로 물체들을 처리하거나 물체의 표면 또는 표면들을 처리하는 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 초소형 전자기판 등과 같은 물체, 보다 상세하게는, 물체의 표면 또는 표면들을 액체로 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 본 발명은 원자료의 그대로 사용, 예칭, 피복 또는 접적회로 장치로서 트레이스(trace)나 도선으로 접적되었든지에 관계없는 반도체 웨이퍼나 기판, 리드 프레임, 의료장치, 디스크 및 헤드, 평판 표시장치, 초소형 전자 마스크, 초소형 기계장치, 초소형 광학장치처럼 용액으로 처리되는 물체들에 적용하기 위해 개발되었다. 이들 물체들은 소형화되고 있고, 생성 및 처리해야 할 극소장치들을 포함하기 때문에 처리하기가 점점 어려워지고 있다. 위와 같은 구성부품들을 적절히 생산하는 데는 정밀제조기술이 요구된다. 낮은 허용공차를 갖는 각종 재료들의 층과, 상기 물체들의 층들에 위치되는 극소장치들은 화학적 처리 및 예칭방법들에 의해 만들어진다. 최종의 초소형 전자장치 내 구성부품의 기능성을 얻기 위해서는 층들의 균일성과 정밀한 처리 양이 요구된다.

<3> 정밀한 제조공정 중에 물체들, 특히 반도체 웨이퍼를 처리하기 위한 여러 기술들이 개발되었다. 예를 들면, 반도체 웨이퍼들은 웨이퍼들의 분리처리를 제공하는 각 처리용기들의 일련의 내측 챔버들에 담겨지게 된다. 예를 들면, 웨이퍼는 먼저 산화물층이 형성되고, 다음에는 산화물의 일부 또는 전부를 예칭으로 벗겨내기 위해 산성 욕(acid bath)에 담겨진다. 이때 세척욕이 상기 산성욕에 뛰어들 수도 있다. 이와 같은 처리용기의 일 예는 배치공정(batch process)용 캐스케이드 액류공정(cascade liquid flow process)을 사용하는 형식이 있다. 전형적인 캐스케이드 액류공정에 있어서, 하나 이상의 웨이퍼들이 동시에 처리되기 위해 캐스케이드 용기 내에서, 예를 들면 웨이퍼처리 고정구, 카셋 또는 다른 홀더에 의해 지지된다. 캐스케이드 공정용기는 측벽들을 갖는 내측용기를 포함하는데, 액체는 측벽의 상부 가장자리를 넘어서 내측 용기 둘레에 마련된 하나 이상의 외측용기들 내로 흘러들어 간다. 액류는 내측용기, 예를 들면 용기 저부로 공급되고, 용기의 내측챔버를 채우고, 내측챔버의 상부 가장자리를 넘어 외측챔버 내로 폭포가 되어 떨어진다. 따라서 새 액체(예를 들면 청정수)는 내측챔버 내의 웨이퍼들을 세척하고 그리고 내측챔버로부터 외측챔버 내로 폭포가 되어 떨어지도록 공급될 수 있다. 액체는 이 공정 중 내측용기를 관류한다.

<4> 전자부품들의 처리를 위한 습식 처리방법은 미국특허 제5,817,185호에 기술되어 있다. 1단(column)의 46-56줄과 13단의 31-58줄을 참조하기 바란다. '185 특허는 동일온도에서 DI수(水;water)를 치환하기 위해 반응실에서 화학약품(들)을 사용하는 전통적인 습식처리방법들을 기재하고 있다. 이는 통상 화학약품들과 DI수

의 실질적인 혼합을 야기한다. 이 방법의 개량은 미국특허 제6,245,158호에 개시되어 있다. '158 특허는 혼합은 화학약품이 물로 연속하여 희석되게 하는데 "화학용액은 재활용하는 것이 환경적으로 바람직하고 비용적으로 효율적이기 때문에 이는 바람직하지 못하다. 더욱이, 혼합이 없을 때보다 혼합이 있을 때 세척하는 데 오래 걸린다."고 기재하고 있다. 2단의 18-36 줄을 참조하기 바란다. '158특허에서 제안된 해결책은 하나의 액체가 다른 액체와 혼합하는 것을 최소화하기 위해 처리용기의 저부로부터 보다 찬 액체를 도입하는 것 같이 액체의 온도를 선택적으로 제어하려는 것이다.

<5> 본질적으로, 액체들을 상대적으로 상호 격리되게 유지하기 위해 변수층(變水層) 원리(thermocline principle)가

사용된다. '158 특허에 개시된 이론 하에서는, 최소의 혼합이 일어나면, 화학용액은 플러그 유동(plug flow)기법에서처럼, 용기에서 신속히 제거된다. 진정한 플러그 유동상태를 얻기가 매우 어려우며 웨이퍼들의 비균질처리로 이어진다는 것이 관찰되었다. 따라서 웨이퍼의 일부분이 다른 부분들보다 오랜 기간 동안 또는 상이한 농도에서 애칭액에 노출될 수도 있어서, 웨이퍼의 측정위치에 따라 웨이퍼 성능에 차이를 야기한다.

발명의 상세한 설명

<6>

물체가 적어도 부분적으로 와류의 용액 중에서 처리되도록 하는데 효과적인 조건하에서 처리화학약품을 욕으로 도입하고, 다음에는 적어도 부분적으로 와류의 용액 중에서 처리되도록 하는데 효과적인 조건하에서 비처리 액을 욕으로 도입함으로써 놀랍게도 물체의 보다 균일한 처리가 얻어진다는 것이 발견되었다. 주어진 시간에 욕의 부피 전체에서 또는 적어도 처리될 물체 근방에서 가능한 한 비교적 일정하게 화학약품(들)이 혼합되었음을 의미하는, 공간적으로 농도가 균일한 욕을 제공한다. 간결하게 "균일"은 달리 규정되지 않는 한 "공간적으로 균일"을 의미한다.

<7>

사실상, 본 방법은 먼저 비반응성 욕을 하나 이상의 처리화학약품을 함유하는 욕으로 전이(transition)되게 하고, 다음에는 비처리액 욕으로 다시 전이되게 한다. 바람직하게, 물체(들)은 세척-처리-세척의 처리 내내 침잠되어 있다. 욕에 도입된 물질은 욕 내용물과 잘 혼합되어서 시간의 특정 점에서, 처리될 물체들 근방에서 그리고 바람직하게는 욕의 부피 전체에서 욕의 화학적 성질은 실질적으로 균일하다. 따라서 처리되는 전 표면들이 실질적으로 유사하게 처리되는 경향이 있다. 이것은 처리의 균일성에 있어서 상당한 개선의 결과를 초래한다.

<8>

이 "전이 유동(transition-flow)" 공정은 균일성이 우수한 애칭처리를 실행하는데 특히 유용하다. 이론에 얹매이지 않는다면, 그 어떤 처리화학약품도 포함하지 않는 용액으로부터 용액 내 처리 화학약품 농도의 실질적으로 균일한 증가로, 다음에는 용액의 처리 화학약품 농도의 실질적으로 균일한 감소로 이어지는 욕 내 물체 환경의 전이는 처리될 물체 상의 위치가 서로 달라도 전체적으로 처리결과에 있어서는 어떤 차이도 최소화된다고 믿어진다. 특히 농도의 증가 중 발생할 수 있는 그 어떠한 약간의 공간적으로 비균질성의 효과도 농도의 감소 중에서 발생하는 유사한 그러나 정반대의 비균질성에 의해서 상쇄된다고 믿어진다. 경우에 따라서는 하나 이상의 전이적 화학적 처리들 모두는, 있는 것이 바람직한 세척처리들 사이에서 발생하게 된다.

<9>

위에 기술된 바와 같은 방법을 실행하기 위한 장치가 또한 제공된다.

<10>

본 발명에 있어서, 농도의 균일한 전이들은, 액체 및/또는 가스의 흐름(들)을 충분한 속도와 운동량으로 용기내로 도입하여 와류가 적어도 부분적으로, 그리고 바람직하게는 실질적으로, 처리되는 물체(들)을 둘러싸도록 함으로써 얻어진다. 이들 와류는 욕을 관류하여 물체로 유동하여 혼합을 통해 액체 내 화학약품(들)의 농도를 균일하게 한다. 와류들은 액체들 (및/또는 있을 수 있는 경우에는 가스)을 혼합하는 방식으로 욕 내에 도입하기 위한 분무 오리피스의 사용같은 혼합장치에 의해 발생할 수 있다. 또는 펌프, 임펠러, 버블러(bubbler) 등이 혼합작용을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 혼합의 정도는 액체 내에 염료를 주입하고, 시각적으로 평가하거나 정량분석 기법을 사용하여 액체 욕의 여러 위치들에서의 염료의 양과 흐름을 측정하여 평가될 수 있다. 플루오레신(fluorescein) 염료의 나트륨염은 수중의 흐름 패턴들을 가시화하는 데 특히 유효하다.

<11>

본 발명은 물체를 유동성의 비반응성 욕에 침잠시키는 단계, 욕을 비반응성 욕으로부터 제1의 처리 화학약품을 포함하는 욕으로 공간적으로 균일하게 전이시키는 단계; 및 제1의 처리 화학약품을 함유하는 욕을 비반응성 욕으로 공간적으로 균일하게 전이시키는 단계를 포함하는 적어도 하나의 물체를 처리하는 방법을 제공한다. 또한 본 발명은 a)액체를 함유하는 욕에 물체를 침잠시키는 단계; b)욕에 물체가 침잠되어 있는 동안 욕 내로 처리화학약품을 혼합되게 도입하여서 욕의 화학약품의 농도를 비단계(non-step)적으로 증대시키는 단계; c)처리화학약품을 함유하는 욕에 물체가 침잠되어 있는 동안 욕의 화학약품의 농도가 비단계적으로 감소되도록 하는 조건 하에서 욕 내로 액체를 혼합되게 도입하는 단계들을 포함하는, 적어도 하나의 물체를 처리하는 방법을 제공한다.

<12>

본 발명은 행굼(rinsing), 세척(cleaning), 건조, 피복, 애칭 등의 단계들처럼, 용기 내에서 액체와의 접촉에 의해 하나 이상의 물체들이 습식공정에 의해 처리되는 어떤 상황에 있어서도 적용가능하다. 특히, 본 발명은 원재료 그대로 사용, 애칭, 피복 또는 접적회로 장치로서 도선이나 트레이스로 접적되었든 지에 관계없는 반도체 웨이퍼나 기판, 리드 프레임, 의료장치, 디스크 및 헤드, 평판 표시장치, 초소형 전자 마스크처럼 용액을 사용하는 정밀공정용 물체들의 처리에 관한 것이다. 반도체 웨이퍼의 경우 본 발명을 통해 놀라운 처리의 균일성이 가능하므로, 본 발명의 방법들은 인-프로세스(in-process) 반도체 웨이퍼들에 특히 유용하다. 본 발명의 공정을 적용하는데 특히 유용한 웨이퍼들은 얇은 유전재료에 대해 중대하거나 고도의 균일한 애칭들을 필요로 하

는 웨이퍼들을 포함한다. 또한, 본 발명의 공정은 멤스(MEMS ; Micro Electronic Mechanical System)와 같은, 삼차원의 초소형 기계장치들을 포함하는 웨이퍼들에 특히 유용하다. 삼차원의 초소형 기계장치들의 특정한 예로는 압력변환기들과 가속장치들을 포함한다. 본 발명의 공정은 광섬유 통신용 격자처럼 미소광학장치를 포함하는 디바이스(device)들에 특히 유용하다.

실시예

- <27> 첨부도면을 기초로 한 본 발명의 실시예들에 대한 하기의 상세한 설명에 의해 본 발명이 보다 잘 이해될 것이며, 본 발명의 전술한 장점 및 그 외의 장점들이 보다 명확해 질 것이다.
- <28> 본 발명은 처리될 물체들에 대해 놀랍도록 균일한 처리를 제공한다. 예를 들면, 예칭처리의 경우에 있어서 가능한 한 균일하게 예칭하는 것이 요구된다. 지나친 차이, 즉 불균일성은 저성능 또는 비작동 장치로 이어질 수 있다. 균일성은 처리될 물체의 장치크기가 작아질수록 특히 중요하다.
- <29> 도면들에서 동일한 참조번호는 동일한 구성요소들을 나타내며, 처리화학약품 농도의 균일한 증가와 후속되는 처리화학약품 농도의 균일한 감소에 의해 실질적으로 물체(들)의 균일한 처리를 제공하는, 하나 이상의 물체들을 처리하는 기기와 장치들이 설명된다.
- <30> 도 1은 액체(103)가 처리용기(100)의 내측챔버(113) 내에서, 반도체 웨이퍼(들)(102)와 같은, 하나 이상의 물체를 지나 유동해 갈 때, 원하는 바대로 액체를 혼합시키기 위해 고안된 본 발명에 따른 처리용기(100)의 개략도이다. 설명의 간략화를 위해, 처리될 물체들은 반도체 웨이퍼들로 언급될 것이다. 여기에서 설명된 위와 같은 방법과 장치는 전술한 발명의 개요부분과 본 상세한 설명부분에서 설명되는 것과 같이 광범위한 물체들의 처리에 유리하다는 것을 이해하게 될 것이다.
- <31> 먼저 내측챔버(113)는 비처리 액체(103)를 함유한다. 내측챔버(113)는 테이퍼지거나 내측챔버(113) 내의 코너들 같은 정지점들(dead spots)을 배제하도록 형성되는 것이 바람직하다. 본 발명의 목적상, "비처리 액체(non-treating liquid)"는 본 발명의 최초공정에서 실행되도록 의도된 처리공정을 수행하지 않는 액체이다. 바람직하게는, 비처리 액체는 처리될 물체의 화학적 및 물리적 특성들에 대해 실질적으로 비활성적이다. 반도체 웨이퍼들의 경우, 바람직한 비처리 액체들의 예들은, (여과 및/또는 탈이온 된 것이 바람직한) 물, 이소프로필 알코올, 에틸렌글리콜 같은 행굼 처리에 적당한 액체를 포함한다. 또는, 비처리 액체는 본 발명의 공정을 이용하여 실행될 최초의 처리공정이 아닌 다른 처리를 수행하기 위해 물체들과 상호작용하는 액체일 수도 있다. 물체에 대한 비처리 액체의 작용은, 설사 있다 하여도, 농도에 크게 민감하지 않아서 비처리 액체의 욕 내로 물체를 하강시키는 것처럼 임의의 방법으로 물체를 비처리 액체로 도입시 물체의 소망스런 특성에 변화를 초래하지 않는 것이 바람직하다. 물체에 대해 활성을 가지는 비처리 액체의 예들은 비처리 액체를 물체에 침잠시 그 침잠시간 내에 농도구배가 발생하여서 미처리 물체가 이 농도구배에 있게 하는 처리 또는 오존처리를 포함한다.
- <32> 비처리 액체는 소스(117)로부터 공급 파이프(115)를 통해 공급되며, 적당한 액체 분배 기구, 예를 들어 아래에 설명된, 액체분배헤드(325, 315 및 320)를 경유하여 내측챔버(113)에 도입될 수 있다. 비처리 액체는 행굼 기능을 제공하며, 또한 액체는 내측챔버(113) 내에서 반도체 웨이퍼(102)를 지나 유동해 간다. 소스(117)와 내측챔버(113) 사이에는, 선택에 따라, 적절한 필터들의 조합으로 이루어지는 필터 백크(filter bank)(도시하지 않음)와 같은 적당한 여과장치가 제공될 수 있다. 실질적으로, 약 0.5 마이크론 이상의 입자들, 바람직하게는 0.2 마이크론 이상의 입자들, 가장 바람직하게는 0.1 마이크론 이상의 입자들이 없는 초청정수(ultra-purified water)가 사용되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 1996.8.6 등록되었으며, 그 전 내용이 참고로 여기에 원용되는 "반도체 제조공정 중 초저입자수를 발생시키는 방법 및 장치" 제하의 미국특허 제5,542,441호에 기술되어 있는 것처럼, 종류 및/또는 탈이온화된 물이 충전된 필터를 통과할 수 있다. 이러한 필터백크는 초청정화 DI수(탈이온수)를 제공한다.
- <33> 처리용기(100)는 밀벽(106)과 함께 하나 이상의 웨이퍼(102)들과 액체(103)를 담기 위한 내측챔버(113)를 형성하는 연속하는 측벽(105)을 포함하는 구조로 이루어져 있다. 측벽(105)과 밀벽(106)은 적어도 그 내표면 상에서 액체(103)와 반응하지 않는 재료로 만들어지는 것이 바람직하다. 바람직한 재료로는 석영, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 페르플루오로알콕실비닐에테르(PFA), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVDF), 이들의 조합 등을 포함한다.
- <34> 처리용기(100)는 액체를 도입하고 배출시키기 위한 유동장치를 제공하는 구조로 이루어져 있다. 본 발명의 목적상 "유동장치(flow system)"은 처리용기로부터 액체의 배출과 함께 처리용기로 새로운 액체를 공급하는 장치

이다.

<35> 바람직하게, 처리용기(100)는, 발명의 배경부분에서 설명된 바와 같이, 측벽(105)과 밀벽(106)이 내측챔버(113)를 형성하며, 액체는 측벽(105)의 상부 가장자리를 넘어 내측챔버에서 외측챔버로 폭포가 되어 떨어지되 외측챔버는 외측용기(108)에 의해 형성되는 오버플로우 캐스케이드형 용기의 형태를 갖는다. 이러한 방식으로 연속적으로 공급되는 액체는 지지되어 있는 웨이퍼를 지나 훌러서 웨이퍼들을 행굼 및 세척한다. 어느 한순간, 유입 및 유출 유동은 서로 같을 수 있거나, 예를 들면 처리용기(100) 내 액체의 양을 조절할 필요가 있을 때는, 어느 하나가 다른 것보다 클 수도 있다. 바람직한 유동장치는 액체가 일정하게 처리용기(100)를 관류하며 처리용기(100)의 상부로 오버플로우하는 캐스케이드 유동에 도움이 되도록 사용될 수 있는 장치이다.

<36> 또는, 처리용기(100)는 임의의 다른 방법으로 내측챔버(113)를 관류하는 액체유동을 제공할 수 있다. 예를 들면, 내측챔버(113)는 액체가 그 내부에 하나 이상의 물체가 지지될 수 있는 밀폐챔버를 관류하도록 상판부가 밀봉되어 있고 적당한 위치(들)에 유출구가 형성될 수 있다. 액체는 하나 이상의 유입구를 통해 제공되며 하나 이상의 유출구를 통해 내측챔버(113)로부터 유출되는 것도 고려된다.

<37> 또는 물체들, 바람직하게는 반도체 웨이퍼(102)들이 내측챔버(113) 내에 지지되는 방식은 본 발명의 특징이 아니며 임의의 공지 또는 개량기술(미도시)이 본 발명에 따라 사용되도록 고려됨을 유의하라. 그러나 지지장치는 웨이퍼(들)의 표면을 따른 액체의 유동을 간섭하여 혼합을 방해하지 않는 것이 바람직하다. 더욱이 물체들은 원하는 결과를 내도록 결정된 임의의 다른 방향들로 지지될 수 있다.

<38> 본 발명에 따라서 하나 이상의 분배헤드(325, 315 및/또는 320)를 포함하는 분배헤드조립체(300)와 같은, 하나 이상의 액체분배장치가 처리용기(100)의 내측챔버(113) 내에 지지된다. 바람직한 실시예에서, 분배 헤드(325, 315 및 320)는 내측챔버(113)의 하부부분에 위치된다. 바람직하게는, 분배헤드(325, 315 및 320)는 웨이퍼(102)의 중앙지점 아래, 특히 웨이퍼(102)의 하부 1/3 지점 아래에 위치된다. 가장 바람직하게는, 중앙분배헤드(315)는 웨이퍼(102)의 중앙지점 직하에 위치되며, 측분배헤드(325, 320)는 중앙지점으로부터 처리될 물체의 전체 폭의 40~60%의 거리에, 또는, 도시된 실시예에서 원형의 반도체 웨이퍼(102) 직경의 40~60% 거리로 중앙분배헤드(315)의 양측으로 위치된다.

<39> 각 액체분배헤드(325, 315 및 320)는 공급파이프(115)를 통해 액체 소스(117)에 연결된다. 예시된 것처럼, 선택에 따라 공급파이프(115)는 액체혼합챔버(131)와 제2 공급파이프(129)를 경유하여 액체분배헤드(325, 315 및 320)로 연결된다. 제2 공급파이프(129)는 별도의 제3의 공급파이프(미도시)를 통해 분배헤드(325, 315 및 320)로 액체를 공급하기 위해 분할된다. 바람직하게는 각 액체분배헤드가 독립적인 제2 공급파이프들을 통해 액체혼합챔버(131)에 연결될 수도 있다. 제2 공급파이프(129) 및/또는 이로부터 분할되는 공급파이프는 액체(103)가 내측챔버(113) 내의 분배헤드(325, 315, 320)로 효과적으로 제공되기 위해 내측챔버(113)의 밀벽(106)을 통해 개구(미도시)로 공급되는 것이 바람직하다.

<40> 액체 혼합챔버(131)는 액체가 하나의 공급 파이프(115)로부터 공급되며 복수의 액체분배헤드(325, 315 및 320)로 균등하게 분배되는 수단을 제공한다. 이러한 액체혼합챔버(131)의 디자인은 공지의 것일 수 있으며, 각 제2 공급파이프(129)로 실질적으로 균등한 액체유동을 제공하는 것이 바람직하다. 더욱이 액체혼합챔버(131)는 하나 이상의 처리화학약품이 혼합되도록하거나 처리화학약품의 공급파이프(118)를 경유하여 처리화학약품의 소스(119)로부터 나오는 비처리 액체와 합류되도록 한다. 또한, 임의의 갯수의 공급파이프들이 하나 이상의 공통의 액체혼합챔버에 연결되고, 이 혼합챔버로부터 하나 이상의 액체들이 제2 공급파이프(129)를 통해 액체분배헤드(325, 315, 320)로 공급되는 것도 고려된다. 액체혼합챔버(131)에는 배풀(baffle), 임펠러 또는 혼합에 조력하는 다른 물리적 장치들이 제공될 수 있으며, 또는 상기 혼합챔버가 혼합에 조력하는 물리적 장치없이 처리 화학약품이 공급파이프(115)로 직접 주입되는 각 공급파이프(115)의 일 지점이 될 수도 있다. 이 실시예에서, 별도의 혼합장치 없이 액체가 공급파이프(115)를 훌러내려갈 때 혼합이 일어난다. 가장 바람직하게는, 액체분배헤드와 내측챔버의 기하학적 형상 및 그 내부의 물리적 장치들은 "정지점들", 즉 처리용기 내 비혼합 영역을 최소화하도록 배열 및 위치된다. 정지점들은 처리용기 내에 처리화학약품의 바람직하지 못한 잔류로 이어져서 액체농도의 비균일성을 초래하거나 행굼공정의 진행을 느리게 할 수 있다.

<41> 도 2는 본 발명의 바람직한 액체 분배헤드조립체(300)를 더 상세하게 보이는 측면도이다. 상기 조립체(300)는 중앙분배헤드(315)와 측분배헤드(320, 325)를 갖는 분배헤드동체(310)로 구성된다. 중앙분배헤드(315)로부터 처리용기의 내측챔버로 액체의 효과적인 분배를 제공하기 위해 중앙분배헤드(315)로부터 나오는 액체의 흐름을 인도하는 다수의 오리피스(330, 332, 334)가 제공된다. 바람직한 실시예에서, 중앙오리피스(332)는 액체의 흐름을 중앙분배헤드(315)로부터 수직으로 인도하고 측 오리피스(330, 334)는 액체의 흐름을 중앙류에 대해 각 α 와 β 로

인도한다. 바람직하게는 각 α 와 β 는 중앙오리피스(332)로부터 나오는 액체의 흐름에 대해 10-30도, 가장 바람직하게는 20-25도이다. 측분배헤드(320, 325)에는 마찬가지로 분배헤드로부터 액체의 흐름을 인도하는 오리피스(336, 338)의 열이 각각 제공된다. 오리피스(336, 338)는 분배헤드로부터 나오는 액체의 흐름을 수직으로부터 내측으로 경사지는 각 θ 로 인도하는 것이 바람직하다. 각 θ 는 수직으로부터 -10도에서 +25도, 보다 바람직하게는 -5도에서 +10도, 더욱 바람직하게는 +1도에서 +5도, 가장 바람직하게는 +3도이다. 양의 각은 액체의 흐름을 웨이퍼(102)로 향하게 하고 음의 각은 액체의 흐름을 챔버의 벽(145)을 향하게 한다.

<42> 오리피스들의 상대적 방향은, 당업자에게 알려진 것처럼 통상적인 경험에 따른 변경 또는 유체역학적인 계산에 의해 내측챔버의 형상, 처리될 물체의 크기와 방향, 및 챔버 내의 다른 액체분배헤드들의 상대적인 위치를 고려하여, 처리용기의 내측챔버에서 유입액체의 혼합을 최대화하도록 위치되는 것이 바람직하다. 분배헤드 또는 오리피스들이 처리용기의 내측챔버로 도입되는 액체의 효과적인 혼합을 제공할 수 있게 위치되도록 임의 갯수의 분배헤드 또는 오리피스들이 본 발명에 따라서 제공된다는 것이 이해될 것이다.

<43> 도 3은, 도 2에 보인 바와 같은 본 발명의 액체 분배헤드조립체(300)의 사시도이다. 도시된 실시예에서 분배헤드(315, 320 및 325)는 축방향으로 연장되며 다수의 오리피스들이 세척될 다수의 물체를 수용할 수 있는 처리용기의 내측챔버를 향해 효과적인 액체의 유동 및 혼합을 제공하도록 분배 헤드 내에 배열된다. 바람직하게는 각 분배 헤드는 각각의 열당 약 40-60개의 오리피스를 포함하며, 오리피스는 각각의 열 내 오리피스간 약 3-10mm 간격으로 배열되며 약 1-3mm의 직경을 갖는다. 도시된 바와 같이, 오리피스는 선형으로 그리고 규칙적인 간격배열로 제공된다. 5mm 간격(pitch)으로 캐리어에 고정된 300mm 직경의 웨이퍼를 처리할 때, 오리피스들은 캐리어의 웨이퍼 간격에 맞도록 직경은 약 2mm이고 5mm 간격으로 배열되는 것이 바람직하다. 또는 액체가 언급된 것처럼 균일한 농도의 처리화학약품을 갖는 욕을 제공하도록 내측챔버 내로 도입되는 한, 오리피스들은 비선형 및 비규칙적인 배열로 제공될 수 있다. 본 발명의 처리용기는 13, 25 또는 50 개의 웨이퍼들이 한번의 배치공정(batch process)으로 처리되는 것처럼, 다수의 물체를 수용하도록 디자인되는 것이 바람직하다. 바람직한 실시예에서 분배헤드조립체가 내측챔버(113)로 연장되지 않도록 분배 헤드들은 내측챔버(113)의 벽(105) 내에 위치된다. 액체는 내측챔버(113)를 관류하는 액체의 체적유동(bulk flow)에 비해 상대적으로 높은 속도로 내측챔버(113)로 도입된다. 유체는 적어도 약 1,000 cm/min, 보다 바람직하게는 적어도 약 4,000cm/min, 가장 바람직하게는 약 6,000cm/min의 속도로 욕으로 들어간다. 유체의 속도는 처리용기의 내측챔버(113) 내로 유체가 유입되는 지점에서 계산된다. 이것은 약 10-100cm/min, 보다 바람직하게는 약 20-50cm/min인 욕을 관류하는 액체의 체적유동속도와 대비된다. 욕을 관류하는 액체의 체적유동속도는 챔버의 단면적으로 챔버를 관류하는 액체의 체적유동률(volumetric flow rate)을 나누어서 얻어진다. 유체속도와 체적유속(bulk flow velocity)의 차이는 액체를 매우 효과적으로 혼합하는데 효과적인 와류(eddy current)를 내측챔버(113)에 발생시킨다. 따라서 유체는 오리피스와 웨이퍼 사이에 위치되며 와류가 혼합기능을 수행하는 것을 방해하는 배플(baffle), 디퓨저(diffuser), 또는 다른 감속수단들이 없는 위치에서 처리될 웨이퍼 근방으로 욕에 유입된다. 용기로 들어갈 때 유체속도와 체적유동속도의 비는 적어도 약 10:1, 보다 바람직하게는 적어도 약 50:1, 가장 바람직하게는 적어도 약 150:1이다.

<44> 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 처리물체에 대해 단계 (710)에서 출발하는 방법 (700)의 대표적 흐름도이다.

<45> 단계 (720)은 이전 공정단계를 거친 물체를 제공하는 것을 나타낸다. 물체는 하나 이상의 반도체 웨이퍼, 또는 다른 미세전자소자 또는 기판인 것이 바람직하다. 이전 공정단계는 액상 화학처리, 석판인쇄 공정(lithographic process), 기상 예칭이나 화학처리, 고온처리 또는 다른 공정단계를 포함할 수 있다. 이전 공정단계들은 챔버를 포함하는 장치의 다른 부분 또는 전이 예칭 챔버 그 자체 내 다른 공정 장치에서 수행될 수 있다.

<46> 단계 (730)에서, 물체는 전이 예칭챔버에 위치되며 비처리 액체(즉 DI수)에 침잠된다. 물체는 기존의 비처리 액체의 욕 내로 담궈지거나 텅빈 또는 반쯤 채워져 있으나 나중에 완전히 채워지는 챔버 내에 위치될 수 있다.

<47> 액체는 분배 헤드를 통해 챔버 내로 도입된다. 분배 헤드로부터 나오는 액체유동은 욕 전체에 걸쳐 비교적 균일한 액체조성을 유지하는 체적혼합(bulk-mixing)을 제공하도록 욕 내 와류를 만든다. 또한 다른 수단(예를 들면, 펌프에 의한 저순환 루프, 욕 내에 위치되는 임펠러, 욕 내에 위치되는 베블러, 욕 내에서 또는 욕 내와 욕 외로 웨이퍼들의 운동 등등)에 의해 욕에 혼합을 만들 수도 있다.

<48> 단계 (740)에 있어서는, 챔버 내로의 비처리 액체의 유동이 시작되며 욕의 유체역학상황이 수립될 때까지 계속된다. 잉여 액체는, 예를 들면 캐스케이드 오버플로우에 의해, 챔버로부터 제거될 수 있다. 바람직한 것은 아니나, 단계 (740)(후속공정통로 745)를 생략하고 실질적으로 욕 내 정지의, 비유동 액체를 갖는 단계 (750)를 시작하는 것이 가능하다.

- <49> 단계 (750)에서, 챔버 내로 처리화학약품(예를 들면, 희석된 HF)의 유동이, 선택에 따라 챔버 내로 비처리 액체의 유동을 정지 또는 감소시킨 채로, 시작된다. 처리화학약품은 여러 소스로부터 오는 유동들을 혼합하여 만들어지거나 비처리 액체의 유동 내로 처리액체의 농축물을 주입하여 만들어지는, 사전 혼합된 소스로부터 오거나 다른 소스로부터 올 수 있다. 처리화학약품의 혼합물이 여러 성분들을 혼합하여 만들어진다면, 혼합된 액체가 챔버 내로 전달되기 전에 완전히 혼합되는 것이 바람직하다; 챔버 내에서의 혼합이 가능하나 바람직한 것은 아니다. 그러나 이것은 그 조성이나 온도가 시간에 따라 변하는 처리화학약품의 사용을 배제하는 것은 아니다. 처리화학약품은 실질적으로 비반응성 욕으로부터 처리화학약품을 포함하는 욕으로 공간적으로 균일한 욕의 전이(transition)를 제공하는 방식으로 도입된다. 이 전이는 챔버를 관류하는 제1 액체와 제2 액체 사이에 식별할 수 있는 경계가 존재하는 플러그 유동(plug flow)과는 구별된다. 본 발명의 공정에서 이와 같은 경계는 실질적으로 제거된다.
- <50> 처리액체의 농축물을 비처리 액체의 욕으로 주입하여 처리화학약품을 만드는 것 또한 가능하다. 예를 들어 200 cc의 HF가 40 리터의 DI수 욕에 첨가되어 200:1 HF 애칭 용액을 만들 수 있다. 이 경우, 처리액체농축물을 욕 전체에 걸쳐 분산시키기 위해 액의 순환이 요구된다(예를 들면, 펌프에 의한 재순환 루프, 욕 내에 위치되는 임펠러, 욕 내에 위치되는 버블러, 욕 내에서 또는 욕 내와 욕 외로 웨이퍼들의 운동 등등).
- <51> 단계 (760)에서, 챔버 내로 처리화학약품의 유동은 정지되며 비처리 액체의 유동은 계속되거나 증가 또는 재개된다. 비처리 액체의 유동은 단계 (750)에서 들어와서 욕에 존재하는 처리화학약품을 희석시킨다. 비처리 액체의 유동은 욕 내 처리화학약품의 농도가 다음 공정단계를 시작할 수 있도록 용인되는 수준에 도달할 때까지 계속된다. 용인되는 수준은 처리화학약품의 농도와 조성, 및 다음 공정단계의 성질에 따라 크게 변할 수 있다. 예를 들면, 단계 (750)에서 들어온 처리화학약품을 단계 (760)에서 100배 희석은, 오존화된 물(ozonated water)을 사용하여 실리콘 웨이퍼 상에 산화물층을 다시 성장시키는 공정이 뒤따르는, 처리화학약품으로 200:1 HF를 사용하는 애칭의 경우 일반적으로 용인될 수 있을 것이다. 반대로 백만배 이상의 희석은, 표면활성제를 사용하는 건조공정이 뒤따르는, $H_2SO_4:H_2O_2$ 의 1:2 혼합물로의 처리 사이에 통상적으로 요구될 것이다.
- <52> 단계 (770)은 후속 공정 단계들을 표현한다. 전형적인 단계들은 오존화된 물로 물체 상의 산화물층의 성장, SC-1 화학물질(NH_4OH , H_2O_2 및 DI 수의 혼합물)로 산화물층의 성장 및 입자들의 제거, SC-2 화학물질($NaCl$, H_2O_2 및 DI 수의 혼합물)로 금속 오염물 제거, 표면 활성제로 물체의 건조 또는 다른 공정을 포함한다.
- <53> 단계 (799)는 전이애칭 챔버에서 수행된 공정순서의 종료를 나타낸다.
- <54> 본 발명에 대한 다양한 변형이 가능하다. 예를 들면, 단계 (735)와 (747)의 조합은 물체를 애칭 챔버로 공급하고, 이전의 처리화학약품을 애칭 챔버로 유동시키고, 즉각적으로 처리화학약품의 유동을 개시하는 것을 나타낸다. 예를 들면, 유기 오염물을 제거하기 위해 오존처리된 물을 챔버 내로 유동시킨 후 SiO_2 층을 애칭하기 위해 바로 희석 HF로 이행이 바람직 할 수도 있다.
- <55> 마찬가지로 처리화학약품의 유동을 정지하고 단계 (752)에서 처럼 물체를 기존 욕에 담그는 것이 바람직할 수 있다. 이 담금은 정지욕 또는 순환수단(예를 들면, 펌프에 의한 재순환 루프, 욕 내에 위치되는 임펠러, 욕 내에 위치되는 버블러, 욕내에의 또는 욕 내와 욕 외로 웨이퍼들의 운동 등등)을 갖는 욕에서 행해질 수 있다. 담금기간 단계 (752) 말에 처리화학약품의 유동이 재개되거나 비처리 액체의 유동이 개시될 수 있다.
- <56> 처리화학약품의 유동단계 (750) 후, 제 2의 처리화학약품으로의 처리단계 (758)가 공정단계 (757)에 의한 비처리 액체로의 중간처리 없이 또는 공정단계 (765)에 의한 비처리 액체의 중간처리가 있도록 실행될 수 있다. 또한 제3의 액체로 처리를 위해 단계 (758)을 반복하는 것 등이 가능하다. 예를 들면, 웨이퍼가 희석된 HF로 애칭된 후(단계 757) 즉시 실리콘 웨이퍼 표면으로부터 금속을 제거하기 위해(또는 금속의 침전을 방지하기 위해) DI 수에 HCl을 유동시키는 것이 바람직 할 수 있다.
- <57> 도 5는 처리용기(100)의 내측챔버(113)를 관류하는 액체(103)의 유동과 이상적인 혼합을 보여주는, 본 발명에 따른 도1의 처리용기(100)의 개략도이다. 처리용기를 지나는 액체의 유동은 액체소스(117)로부터 액체의 제공, 액체 혼합챔버(131)의 통과 및 액체분배헤드(325, 315, 320)로부터의 유출에 의해 수립된다. 액체분배헤드(325, 315, 320)에는 웨이퍼(들)(102)의 위치(들)에 균일한 액체조성을 제공하기 위한 유동패턴(135, 137, 139)이 수립되도록 오리피스들이 제공, 배열된다.
- <58> 대표적인 이상적 유동패턴이 도5에 예시되어 있다. 그러나 내측챔버(113) 내로 액체의 유동은 원하는 정도의 균일한 액체조성이 얻어지도록 하는 임의의 방향이 될 수 있다. 액체분배헤드(325, 315, 320)는 웨이퍼(102)로부터

적당히 이격되어 있어서, 내측챔버(113) 내로 도입되는 액체가 웨이퍼와 직접 접촉하지 않으나, 이미 내측챔버(113)에 위치된 액체와 적어도 어느 정도는 혼합될 수 있도록 하기에 충분한 기회를 갖는 것이 바람직하다. 액체분배헤드는 웨이퍼(102)로부터 적어도 약 10mm, 바람직하게는 적어도 약 15mm 이격되어 있다. 놀랍게도, 유입 액체를 웨이퍼로부터 멀어지게 인도하는 것보다 유입액체를 다소 웨이퍼를 향하도록 인도하여서 웨이퍼를 따라 처리 화학약품의 즉각적인 혼합 및 유동을 수립하는 것이 바람직하다는 것이 발견되었다. 예시된 유동패턴(135, 137, 139)은 처리용기의 내측챔버에 액체의 플러그 유동을 달성하려는 시도 없이 도입되는 새로운 액체와 처리용기의 내측챔버에 있는 기존의 액체를 웨이퍼의 표면을 따라 효과적으로 균일하게 혼합시키는 일련의 와류를 발생시킨다. 웨이퍼와 분배헤드의 간격은 내측챔버(113) 내 분배헤드의 위치와 방향에 따라 변할 수 있다. 예를 들면, 도시된 것처럼 측분배헤드(325, 320)는 유체흐름을 가장 짧은 통로를 따라 직접 웨이퍼(102)로 인도 하기보다는 다소 경사진 접근을 인도한다. 이처럼, 분배헤드(325, 315, 320)는 웨이퍼(102)로부터 약 20-40mm, 보다 바람직하게는 약 20-35mm 거리에 위치한다. 유동패턴(135, 137, 139)은 분배헤드(325, 315, 320)에서 웨이퍼(102)까지 약 10-50mm, 보다 바람직하게는 약 20-45mm 거리를 유동한다.

<59> 내측챔버(113)를 지나는 액체(103)의 유동이 수립된 후, 처리화학약품이 공급파이프(118)를 통해 처리화학약품 소스(119)로부터 액체 혼합챔버(131) 내로 도입된다. 처리화학약품은 웨이퍼(102)의 처리를 위한 최종 조성 내의 처리화학약품의 원하는 양을 제공하기 위해 사전에 결정된 비, 예를 들면 원하는 상대몰비, 몰비, 및/또는 질량유동률(mass flow rate),로 액체혼합챔버에서 비처리 액체와 혼합된다. 예를 들면, 바람직한 실시예에서 HF 49wt%를 함유하는 에칭용액의 0.1 내지 100부, 바람직하게는 1 내지 20부, 보다 바람직하게는 5 내지 10부가 물 1000부에 주입되고, 그 혼합물이 처리용기(100)의 내측챔버(113) 내로 도입된다. 이 액체는 20 내지 80 1/min, 바람직하게는 40 1/min와 같은 원하는 유동률로 내측챔버(113)로 도입된다. 또한 처리화학약품이 원하는 범위의 농도 프로필(profile)(즉, 시간의 함수로서 탱크 내 처리화학약품의 농도)을 제공하도록 다양한 농도로 여러 단계에서 도입될 수 있다는 것이 이해되질 것이다.

<60> 물체의 처리는 원하는 처리를 수행하는데 효과적인 하나 이상의 온도에서 수행된다. 어떤 경우에는, 고온 또는 상온에서 처리하는 것이 유리할 수 있다. 이처럼 상온의 표준공정은 18-25°C의 범위이나, 화학약품의 사용을 줄이기 위해 35-45°C의 온도에서 HF 에칭단계를 수행하는 것이 실공정에서는 바람직할 수도 있다. 본 처리공정의 일 실시예에서, 내측챔버(113)로의 액체의 도입은 정지되고, 웨이퍼들은 펌프에 의해 재순환되는 탱크 내 액체 또는 정지 속에 처리 중 침잠된다.

<61> 또한 다수의 처리화학약품이 동시에 또는 순차적으로 내측챔버(113) 내로 도입될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 비처리 액체소스(117)로부터 오는 비처리 액체의 유동은 완전히 정지되어서 처리화학약품의 소스(119)로부터 오는 처리화학약품의 농도는 회석되지 않는다. 선택에 따라서는 소스(119)로부터의 처리화학약품은 처리를 위한 원하는 농도수준으로 미리 회석될 수 있다. 액체 혼합챔버(131)로부터 내측챔버(113)로의 액체 유동시 처리화학약품의 농도는 점차적으로 변화되거나 급작스럽게 변환될 수 있다. 또 다른 실시예로 처리화학약품 HF는 별도의 도관을 통해 비처리 액체와 동시에 혼합되도록 직접 챔버로 도입될 수 있다.

<62> 액체분배헤드의 또 다른 배열들이 도 6A-F에 예시돼 있다. 이들은 하나 이상의 액체분배헤드들이 특수한 응용을 위해 제공될 수 있음을 예시한다. 도 6A에 도시된 실시예(610)에서 분배헤드(612, 614)는 내측챔버 내에 위치된다. 반면에 도 6B의 실시예(620)의 경우, 분배헤드(622, 624)는 내측챔버에 인접해 위치되어서 오리피스들이 유체흐름을 내측챔버 내로 인도한다. 도 6C의 실시예(630)의 경우는 유사하나 세개의 분배헤드(632, 634, 636)를 갖는다. 도 6D에 도시된 실시예(640)의 경우는 내측챔버의 측벽에 인접하여 이격되어 있는 분배헤드(642, 644)를 갖는다. 도 6E의 실시예(650)는 내측챔버의 측벽에 인접하여 챔버의 하부 근방에 위치되는 분배헤드(652, 654)를 보여준다. 끝으로 도 6F의 실시예(660)는 내측챔버의 측벽에 네개의 분배헤드(662, 664, 666, 668)들이 열을 이루어 배열되는 것을 보여준다. 하나 이상의 액체분배헤드가 처리용기의 구조적 디자인에 따라 그리고 서로에 대해 내측챔버 내에 혼합을 제공하도록 배열된다. 유사한 또는 상이한 크기의 임의 갯수의 액체분배헤드가 특정응용을 위해 필요하다면 제공될 수도 있을 것이다.

<63> 육 내로 도입되는 액체 유동의 분사방향은 화살표로 나타내었으며, 도 6에 원호를 갖는 두개의 화살표는 제트가 일정 범위의 가능한 각도로 들어갈 수 있음을 나타낸다. 도 6D, 6E, 5F에 나타낸 구성은 특히 특정 응용을 위해 적당한데, 이는 유체흐름을 도입하는 오리피스들이 내측챔버의 하부로부터 떨어져서 위치하기 때문이다. 이 위치는 메가소닉 에너지(megasoic energy)의 소스를 위한 바람직한 위치이다. 따라서 분배헤드들의 이러한 위치는 육의 하부에 위치된 메가소닉 에너지 변환기와의 간섭을 최소화한다.

<64> 도 7은 미국특허 제6,245,158호에 기술된 바와 같이, 처리물체에 대해 공기의 플러그 유동장치를 사용하는 처리

용기에 있어서 시간에 따른 내측챔버 내 처리화학약품의 농도를 나타낸 것이다. 여기서 처리화학약품의 존재여부, 위치, 및 상대적인 농도는 화학약품이 위치되는 처리용기의 내측챔버의 해당부분을 음영으로 나타내었다. 플러그 유동에서 시간 t_1 의 경우, 용액 내 처리화학약품의 농도는 0이다. 시간 t_2 에서 처리용액이 처리용기의 내측챔버의 바닥으로부터 처리용기의 내측챔버로 도입되며, 처리용기의 내측챔버 내 잉여액체는 처리용기의 내측챔버 상부로 흘러 넘친다. 처리용액은 처리용기의 내측챔버 내 기존 액체와 실질적으로 혼합되지 않도록 조심스럽게 도입되기 때문에, 두 용액 사이에 경계가 있게 된다. 따라서 처리용기의 내측챔버 바닥부분은 거의 원농도의 처리용액을 포함하며, 상부부분은 실질적으로 처리용액을 포함하지 않는다. 시간 t_3 에서, 처리용액은 처리용기의 내측챔버 바닥으로부터 상부로 연속 진행하며, 역시 처리용기의 내측챔버 내 기존 액체와는 혼합되지 않는다. 시간 t_4 에서, 처리용기의 내측챔버 전체가 원 농도의 처리용액을 포함한다. 시간 t_5 에서, 처리용액이 없는 액체가 처리용기의 내측챔버 바닥으로부터 내측챔버로 도입된다. 역시 액체는 처리용기의 내측챔버 내 기존 액체와 실질적으로 혼합되지 않도록 조심스럽게 도입되기 때문에, 내측챔버의 바닥부분은 실질적으로 처리화학약품을 포함하지 않으며, 내측챔버의 상부부분은 실질적으로 처리화학약품의 원 농도를 포함한다. 시간 t_6 에서, 처리화학약품이 없는 다른 액체가 처리용기의 내측챔버 바닥으로부터 상부로 연속 진행하여 처리화학약품을 포함하는 액체를 대체하며, 역시 처리용기의 내측챔버 내 두 액체 간에 실질적인 혼합은 없다. 시간 t_7 에서 처리화학약품 전체는 처리용기의 내측챔버로부터 제거된다.

<65>

도 8은 본 발명에 따른 균일한 전이 유동장치를 사용하는 처리용기의 내측챔버에 있어서 농도의 변화를 나타낸다. 여기서 처리화학약품의 존재여부, 위치 및 상대적인 농도는 화학약품이 위치되는 처리용기의 내측챔버의 해당부분을 음영으로 나타내었다. 시간 t_1 에서, 용액 내 처리화학약품의 농도는 0이다. 시간 t_2 에서, 처리용액이 바람직하게는 처리용기의 내측챔버 바닥으로부터 처리용기의 내측챔버로 도입되며, 처리용기의 내측챔버 내 잉여액체는 처리용기의 내측챔버 상부로 흘러 넘친다. 처리용액은 균일한 액 조성을 제공하도록 도입되므로, 처리화학약품은 처리용기의 내측챔버 내 기존액체와 완전히 혼합되며, 처리화학약품은 처리용기의 내측챔버 전체에 걸쳐서 존재하여 내측챔버의 전부분에서의 농도는 실질적으로 동일하다. 시간 t_3 에서, 보다 많은 처리용액이 처리용기의 내측챔버 바닥으로부터 내측챔버로 도입되며, 역시 완전히 혼합된다. 이때, 처리화학약품의 농도는 t_2 에서 관찰된 농도보다 높으며, 처리용기의 내측챔버 전체적을 보다 진한 음영으로 나타내었다. 시간 t_4 에서, 처리용기 내측챔버 전체는 처리용기의 내측챔버 내 물체의 처리에 요구되는 농도를 갖는 처리용액을 포함한다. 시간 t_5 에서 처리용액이 없는 액체가 내측챔버 바닥으로부터 내측챔버로 도입된다. 역시, 액체는 처리용기의 내측챔버 내 기존 액체와 완전 혼합되도록 조심스럽게 도입되므로, 처리화학약품은 내측챔버 전 영역에서 실질적으로 동일농도로 존재하며, 그 농도는 시간 t_4 에서의 내측챔버 내 처리화학약품의 농도보다 낮다. 시간 t_6 에서 처리화학약품이 없는 용액이 더욱 내측챔버로 도입되어서 균일농도의 내측챔버 내 처리화학약품을 더욱 희석시킨다. 시간 t_7 에서, 처리화학약품 전체는 점차적인 희석에 의해 처리용기의 내측챔버로부터 제거된다.

<66>

도 9에 본 발명에 따른 처리 장치 (1000)의 블록도가 예시되어 있다. 장치 (1000)는 본 발명에 따른 한 예로서 처리용기(1005)를 포함한다. 이러한 처리용기(1005)를 포함하는 임의 갯수의 다른 장치들이 제공될 수 있으며 임의 갯수의 다른 구성 또는 구성장치들이 필요에 따라 제공될 수 있음을 이해할 것이다.

<67>

장치(1000)는 처리용기(1005), 제어기(1009), 주입기(1007) 및 액체 소스(1001)를 포함한다. 또한 장치는 제어기(1009)와 도시된 바와 같은 다른 구동장치에 부착되는 다수의 유동 제어 밸브(1006)를 포함한다. 작동시 비처리 액체는 액체 소스(1001)로부터 장치로 들어간다. 소스(1001)의 제어 밸브(1006)는 제어기(1009)의 지시에 의해 비처리 액체의 유동을 제어한다. 비처리 액체는 DI수(탈이온수) 와 같은 비처리 액체를 포함한다.

<68>

처리화학약품이 비처리 액체와 함께 도입될 수 있도록 제어밸브(1006)가 주입기(1007)에도 연결되는 것이 바람직하다. 이 목적의 제어밸브(1006)는 액체 혼합챔버나 다른 곳에 제공될 수 있다. 전술한 바와 같이, 각 제어밸브는 라인(102)으로 나타낸 바와 같이 화학약품이 주입되는 때를 효과적으로 제어하며 원하는 유동을 제공하도록 제어기(1009)에 연결되는 것이 바람직하다. 제어기(1009)는 마이크로프로세서와 같은 공지의 제어장치를 포함할 수 있다. 또한 어떤 특정의 처리공정을 효과적으로 제어하기 위해 임의 갯수의 피드백 센서(1015)가 제어기(1009)에 연결될 수 있다.

<69>

또한 전술한 실시예는 다른 반도체 제조공정단계에서 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 본 세척기술이 다른 반

도체 공정 전에 응용될 수 있다. 이들 다른 공정들이 스탠리 울프(Stanley Wolf)와 리차드 엔. 타우버(Richard N. Tauber)가 쓴 VLSI 세대용 반도체 공정, 제1권 : 공정기술(Semiconductor Processing For The VLSI Era, Vol.1 : Process Technology)(1986)(이하 "울프")에 보다 상세히 기술되어 있다. 예를 들면, 본 기술이 프리-에피택셜(pre-epitaxial), 예비-확산(pre-diffusion), 프리-메탈(pre-metal), 프리-임플랜트(pre-implant), 프리-포토레지스트(pre-photoresist) 및 예비 희생 산화물 세척(pre sacrificial oxide cleaning)기술로서 적용된다.

<70> 다른 실시예에서, 본 세척기술은 선택된 반도체 제조공정의 수행 후에 적용될 수 있다. 이 제조공정의 예는 질화물 침전(nitride deposition), 정마(polynomial clean)(예를 들면 화학적-기계적 연마), 완충 산화물 에칭(buffered oxide etch), 및 금속침전을 포함한다. 이들 공정 역시 울프의 책에 보다 상세히 기술되어 있다.

<71> 특정응용에 따라서는 여기에 기술된 처리단계 전 또는 후에, 임의 갯수의 다른 단계들이 수행될 수 있다. 특히, 당업계에 공지된 후처리 단계들은 전술한 단계와 함께 사용시 특정한 유익함을 제공한다. 예를 들면, 플러그 유동 또는 플러그 유동 유사 조건을 사용하는 후속 행굼단계들은 행굼수(水) 사용의 감소로 이어진다. 이 실시예에서, 처리액체가 균일한 농도감소에 의해 처리용기의 내측챔버로부터 제거된 후, 일련의 여러 온도에서의 행굼 유동의 적용(미국특허 제6,245,158에 기술되어 있으며, 참고로 그 내용이 여기에서 원용됨)은 최종제품의 청정으로 이어지는 유익함을 제공한다. 유사하게, 전술한 것처럼 비처리 액체의 제거를 위해 표면 활성제를 사용하는 건조공정은 특정한 이익을 제공하다고 생각된다. 이러한 장치와 방법은 1998년 6월 30일 허여된 미국특허 제5,772,784호에 기재 및 예시되어 있으며, 그 전 내용이 참고로 여기에 원용되어 진다. 또한 여기에 기술된 공정은 공정 내 물체에 열, 음파 에너지(sonic energy) 등의 적용 같은 처리공정의 유효성을 증가시키는 다른 기술의 사용으로 증대될 수 있다.

<72> 본 발명의 원리가 다음의 적용예와 관련하여 설명되어 질 것이다. 본 발명의 방법은 광범위한 처리될 물체, 처리 및 비처리 액체에 적용할 수 있다. 그러나 간단하게 하기 위해, 적용예는 처리화학약품, 비처리 액체 및 물체를 각각 HF, DI수, 및 1000 Å의 SiO₂ 가 피복된 300 mm 직경 실리콘 웨이퍼를 사용한다. 예시적인 공정의 목적은 웨이퍼 표면을 피복하고 있는 SiQ 층을 균일하게 에칭하는 것이다.

<73> 실험 예 1: 화학약품의 농도 균일성 측정

<74> 본 발명의 목적을 위하여, 본 발명의 공정은 욕 내용물의 변화 중 처리 화학약품의 균일한 농도 증가 또는 감소가 관찰되도록 수행한다. 이러한 평가는 처리될 물체의 표면 근방에서 수행되는 것이 바람직하다. 공정 내 임의 시간에서, 처리화학약품의 농도가 처리될 물체의 표면근방에서 약 50% 이하, 바람직하게는 20% 이하로 변한다면 용액은 농도상 균일하다고 생각한다. 처리될 표면으로부터 면 욕의 영역은 관심사가 아니며 농도측정에 포함되지 않는다.

<75> 처리될 물체의 표면 근방 농도는 평가될 대표적인 지점에서의 액체의 전도도를 측정하는 것과 같은 적당한 기술에 의해 결정될 수 있다. 이러한 농도영역 내에서 HF 농도는 용액의 전도도에 거의 비례한다. 각 웨이퍼간 작은 간격으로 고정구에 배열된 다수의 반도체 웨이퍼의 경우, 소전극들이 인접한 웨이퍼들 사이로 삽입되며 국부적 전도도가 전기측정으로 결정될 수 있다.

<76> 예를 들면, 52, 300 mm 웨이퍼들이 카세트(Process Enhancement cassette ; Entegris, Chaska, Minnesota)에 장착되며 40 lpm으로 유동하는 40 1의 DI수(비처리 액체) 욕에 침잠되었다. 40 lpm의 DI수 내로 49 wt% HF를 200 cc/min으로 주입함으로써 200:1 희석 HF(처리화학약품)로의 전이가 수행되었다. 전도도 탐침은 3 mm 이격된 1 cm 길이의 두 전극으로 구성되며 도10에 도시된 위치들에서 인접한 웨이퍼 간의 틈에 걸쳐 위치되었다. 전도도는 1 KHz에서 1 v 피크 대 피크(peak to peak) 사인 파(Agilent 33120A 임의 파형 발생기 사용)를 인가하며 웨이브택(Wavetek) HD 160 디지털 전압기로 HF 주입 시작점에서 시작하여 매 4초당 전류를 측정함으로써 결정되었다.

<77> 도 10에서 알 수 있는 바와 같이, 각각의 측정 위치들에서의 농도는 균일하게 증가한다. 항상 웨이퍼 상의 어느 두 지점 간의 농도 변화는 20% 이하이다.

<78> 실험 예 2: 에칭의 균일성 측정

<79> 에칭의 경우, 에칭공정에 의해 제거된 물질의 양은 웨이퍼 표면상의 몇 개 지점에서 측정되었다. 적어도 9 내지 121 지점이 전형적이며, 49 지점에서의 측정이 바람직하다.

<80> 반도체 소자 제조에 사용되는 300 mm 직경의 실리콘 웨이퍼 상에 균일하게 분포된 49개 지점에서 SiO₂ 에칭 공정의 균일성을 측정하는 경우, 다음의 절차가 사용될 수 있다. 루돌프 리서치(Rudolph Research)사 등으로부터 구매할 수 있는 Rudolph Caliber 300 엘립소메터(ellipsometer)로 각 지점에서의 SiO₂ 초기두께가 측정되며, 측정값(사전값)들은 내장 컴퓨터에 저장된다. 그리고 웨이퍼는 SiO₂를 에칭하기 위해 처리 화학약품(통상적으로 희석된 HF)으로 처리되고, 행굼 및 건조된다. 웨이퍼 상의 동일한 49 지점들에서의 SiO₂ 두께가 엘립소메터로 재측정(사후값)된다. 웨이퍼 상의 49개 지점의 위치는 표준 49개 지점 패턴으로 정의되어 엘립소메터로 제공된다.

<81> 위치 n에서 에칭된 양, Delta_n은 위치 n에서의 사전값 및 사후값의 차이이다:

$$\Delta t_n = \text{pre}_n - \text{post}_n$$

<83> 에칭의 평균은 각 Delta_n의 산술평균이다:

$$\text{평균} = (1/n) \times \text{Delta}_n \text{의 합} (n = 1 \sim 49)$$

<85> 에칭의 분포폭은 delta의 최대값과 최소값의 차이이다:

$$\text{분포폭} = \text{delta}_{\max} - \text{delta}_{\min}$$

<87> 분포폭은 에칭공정의 균일성에 대한 중요한 값이다. 각 에칭공정의 성능(quality)은 통상 에칭의 평균과, 평균 이상 및 평균이하의 편차로 규정된다:

$$\text{평균} +/-(\text{분포폭}/2)$$

<89> 본 발명의 공정에 의해 얻어진 성능값(performance values)은 실리콘 웨이퍼로부터 SiO₂의 30 Å +/ - 1.5 Å 의 에칭이다. "에칭 균일성" 또는 "시그마"로 표시되는 또 다른 통상의 값은 에칭의 평균으로 나눈 delta_n의 표준 편차로 정의된다:

$$\text{시그마} = 100 \times (\text{delta}_n \text{의 표준 편차})/\text{평균}$$

<91> 결과들은 에칭의 평균효과 이상 및 이하로 물체의 표면으로부터 에칭된 물질의 양의 변화로 규정될 수 있다. 놀랍게도, 여기서 설명된 방법을 사용하는 에칭공정은 약 +/ - 4 옹스트롬 이하의 에칭변화, 더 바람직하게는 약 +/ - 2 옹스트롬 이하의 에칭변화를 얻을 수 있음이 발견되었다.

<92> 예로서, HF(처리화학약품)로부터 DI수(비처리 액체)로 행굼(전이-종료) 동안 생기는 에칭의 비균일성은 에칭공정의 그 부분 만을 수행하여 결정될 수 있다. 즉, 전이-종료(transition-out)는 사전에 혼합한 HF 욕에 웨이퍼를 침잠시키고 즉시 DI 수 행굼 단계를 시작함으로써 모사될 수 있다.

<93> 실험을 단행하기 위하여, 40 l 욕이 40 lpm의 DI수 내로 49% HF를 200 cc/min으로 혼합함으로써 200:1 HF 수용액으로 채워졌다. 욕과 액체 유동장치는 도1에 도4와 관련하여 기술된 바와 같다. 52, 300 mm 충진 웨이퍼(fill wafer)들이 공정 고정구에 장착되었다. 슬롯 2, 25 및 51 내의 충진 웨이퍼들은 약 1,000 Å의 SiO₂로 피복된 세개의 테스트 웨이퍼들로 대체하였다. 고정구는 폴리비닐리텐 플루오르화물(PVDF)로 구성되며 웨이퍼를 5 mm의 간격(pitch)으로 평행하게 유지한다. 웨이퍼는 HF 욕에 침잠되어 DI 수 행굼유동이 즉시 시작돼 300 초 동안 유지됨으로써 욕 내 HF 함유량은 무시할 정도로 된다. 웨이퍼는 웨이퍼의 노출된 부분에 IPA:N₂ 분위기를 제공하면서 탱크로부터 천천히 물을 배수함으로써 건조되었다. 40 lpm 및 78 lpm 행굼유동에 대한 데이터가 별도의 실험으로 얻어졌다.

<94> 비교를 위해, 웨이퍼는 액체순서를 제외하고는 동일 실험과정을 거치는 전이 에칭공정(transition etch process)을 통과하였다. 웨이퍼는 40 lpm의 DI수 유동으로 욕에 침잠되었다. 49% HF가 200 cc/min으로 250초 동안 DI수 내로 주입되었다. 주입말기에 웨이퍼를 행구기 위해 DI수가 300 초 동안 계속 유동되었다. 모든 경우에 있어서, 테스트 웨이퍼로부터 에칭된 산화물의 변화양은 전술한 바와 같이 측정되었다. 도 11, 12는 각 웨이퍼 상의 49개 지점 각각에 대한 결과를 보여준다. 이때 장치를 관류하는 액체의 체적유동은 각각 78 lpm 및 40 lpm 이었다. 각 테스트 웨이퍼에서 에칭된 산화물이 분포폭과 모든 웨이퍼의 모든 지점에서 에칭된 산화물의 분포폭은 표 1에 나타내었다.

<95> 이론에 속박되지 않는다면, 웨이퍼에서 에칭된 양의 변화는 HF가 DI수에 의해 희석/행굼되는 속도의 화학적 변

화로부터 기인하는 것으로 믿어진다. 급격한 희석영역은 HF 애칭용액이 존재하며 더 긴 시간 동안 작용할 수 있는 완만한 희석영역보다 덜 애칭된다. 78 1pm에서 각 영역은 40 1pm에서보다 더 빨리 행구어지기 때문에 78 1pm 행굼이 40 1pm 행굼보다 좋은 결과를 낳는다. 78 1pm에서는 느리게 행구어지는 영역 내 HF도 애칭을 수행할 시간이 적어서 40 1pm 경우의 동일영역에 비하여 비균일성 애칭을 발생할 시간이 적게 된다.

<96> 40 1pm의 체적유동에서 수행된 본 발명에 따른 애칭공정의 결과는 도13에 도시되어 있다. 40 1pm에서의 총 전이 애칭공정은 도 12에 도시된 산 애칭의 순차적 희석만을 갖는 공정보다 훨씬 양호한 성능을 보여준다. 이론에 속 박되지 않는다면, 전이-종료 부분(transition-out segment)에서의 변화는 전체 애칭공정의 전이-개시 부분(transition-in segment)에서의 대칭적 변화에 의해 부분적으로 보상된다고 믿어진다. 즉 HF 농도가 주입 초기 동안 가장 빨리 증가하는 영역은 일반적으로 HF 농도가 주입 말기동안 가장 빨리 감소하는 영역과 동일하다.

<97> 공지의 40 1pm 애칭공정(도 12)에 비해 40 1pm 전이 애칭공정(도 13)시 애칭

균일성의 4배 향상은 매우 극적이다. 공지 애칭공정의 애칭 균일성은 행굼 유동률을 증가시킴으로써 향상된다. (도 11 과 도 12를 비교하라). 공지 애칭공정의 애칭 균일성은 행굼 유동률에 역비례함을 가정하면(총 분포폭은 1/행굼 유동률에 비례), 본 발명의 40 1pm 전이 애칭공정은 공지의 160 1pm 애칭공정과 같은 성능을 낸다. 160 1pm의 행굼 유동은 DI수와 그 처리비용으로 인해 극히 바람직하지 않으며, 이러한 유동률을 얻으려면 대규모 시설이 요구된다.

표 1

<98> 행굼(전이-종료) 단계 중 웨이퍼들에 대한 애칭 엘타의 분포폭

공정	웨이퍼 2 분포폭 (Å)	웨이퍼 25 분 포폭 (Å)	웨이퍼 51 분포폭 (Å)	평균 분포폭 (Å)	전지점에 대한 총 분포폭 (Å)
78 1pm 행굼	4.5	4.0	5.2	4.6	5.5
40 1pm 행굼	7.0	8.4	10.2	8.5	10.3
행굼/애칭/ 행굼	2.4	2.4	1.7	2.2	2.5

<99> 실험 예 3: 소크(Soak)-애칭 및 별도의 재순환된 HF 욕에서의 애칭과 전이 애칭의 균일성의 측정

<100> 도 14는 세가지 방법으로 처리된 웨이퍼의 애칭 균일성을 보여준다:

- 비교 3A: 별도의, 전용의, 재순환 HF 욕에 침잠시켰으며, 행굼을 위해 유동수(flow water) 욕으로 이송된 웨이퍼(전용-욕 애칭);

<102> 삭제

<103> - 비교 3B: 사전혼합된 HF 욕에 침잠, 뒤이어 동일 욕에서 현장 행굼된 웨이퍼(소크-애칭); 및

<104> - 비교 3C: 유동 DI수에 침잠, 유동 HF로의 전이-개시 및 유동 DI수로의 전이-종료된 웨이퍼(본 발명의 전이 애칭)

<105> 전용-욕 처리를 위한 웨이퍼는 40 1pm으로 재순환되는 200:1 HF의 40 l 욕에 140 초 동안 침잠시키었다. 다음, 웨이퍼는 애칭/행굼/건조 탱크 내 40 l 행굼 욕으로 로봇이송되었으며, 여기서 300초 동안 40 1pm의 DI수가 오버플로우 되었다.

<106> 소크-애칭 처리 웨이퍼는 40 l 애칭/행굼/건조 탱크에서 전 공정이 진행되었다. 웨이퍼는 200:1 HF 정지욕에 140 초 동안 침잠되었다. 애칭공정 말기에 DI수가 300 초 동안 84 1pm으로 욕 내로 유동하였다..

<107> 전이 애칭처리의 웨이퍼 역시 40 l 애칭/행굼/건조 탱크 내에서 전 공정이 진행되었다. 웨이퍼는 40 1pm으로 유동하는 DI수에 침잠되었다. 그 후 200:1 HF를 형성하도록 HF가 40 1pm DI수 유동에 140 초 동안 주입되었다. HF 주입이 종료되고, 웨이퍼는 40 1pm DI수 유동 내에서 300 초 동안 행굼되었다. 모든 경우에 있어서, 테스트

웨이퍼로부터의 에칭된 산화물의 변화량은 전술한 바와 같이 측정되었다.

<108> 공정 데이터를 도 14에 보인다. 전이 에칭공정의 웨이퍼 균일성(2.1 Å 평균 최대-최소)은 재순환 HF 역의 것 (2.4 Å)보다 10% 이상 양호하며, 현장 소크-에칭의 것(4.0 Å)보다 훨씬 양호하다. 전이 에칭의 유리함은 40 lpm 전이 에칭(2.1 Å)이 40 lpm 소크-에칭(표 2에서 8.5 Å)과 비교 시 훨씬 극적이다. 더욱이 전이 에칭공정은 재순환 HF 에칭공정보다 양호한 결과를 나타내며, 단일 욕에서도 동일하다.

<109> 본 발명에 따른 장치와 방법의 특정 실시예들에 대한 상세한 설명이 전술되어 있으나, 다양한 변형, 대체구성이 사용될 수 있다. 예를 들면, 상세한 설명이 반도체 기판을 위한 장치와 방법으로 설명되었으나, 생 웨이퍼(raw wafer), 디스크와 헤드, 평판 표시장치, 마이크로전자 마스크, 및 헹굼, 건조, 세척 등의 단계와 같은 고순도 습식 공정을 요구하는 다른 응용을 포함하는 모든 초미세 장치와 기판의 제조에 본 발명이 적용될 수 있다. 또한, 도면들의 특정장치가 반도체용 에칭장치로 설명되었으나, 전기화학, 제약, 인쇄회로기판, 광학장치 및 액체 유동기술에 의해 제조물을 처리하기 위해 개선된 기술을 필요로 하는 다른 산업분야에 상기 장치들이 사용될 수 있다.

<110> 따라서 전술한 설명과 예시들은 첨부된 청구범위에 의해 규정되는 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 취급되어서는 않된다.

도면의 간단한 설명

<13> 도 1은 인-프로세스 반도체 웨이퍼처럼, 하나 이상의 물체들을 처리하기 위한, 본 발명에 따른 처리용기의 개략도이다;

<14> 도 2는 도 1의 용기에 사용된 본 발명의 바람직한 용액분배헤드 조립체의 측면도이다;

<15> 도 3은, 도 2에 보인 바와 같은 액체 분배 헤드의 사시도이다;

<16> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른, 물체들을 처리하기 위한 대표적인 방법에 대한 흐름도이다;

<17> 도 5는 작동중에 있는 내측챔버의 액체 흐름 패턴들을 보이는, 도 1에 보인 바와 같은 처리용기의 개략도이다;

<18> 도 6A-F는 작동중에 있는 내측챔버의 오리피스들의 또 다른 위치와 액체 유동패턴들을 보여주는, 처리용기의 개략도들이다;

<19> 도 7은 처리용기의 내측챔버에 있는 물체들을 처리하기 위하여 선행기술의 플러그 유동 장치를 사용하는 처리용기의 내측챔버의 농도변화도이다;

<20> 도 8은 본 발명에 따라 처리용기의 내측챔버의 물체들을 처리하기 위하여 균일한 "전이 유동"을 사용하는 처리용기의 내측챔버의 농도변화도이다;

<21> 도 9는 처리용기를 포함하는 본 발명에 따른 처리장치의 블록도이다;

<22> 도 10은 반도체 웨이퍼의 개략도와 함께, 지정된 샘플채취의 위치에 따라 측정된 HF 농도그래프이다;

<23> 도 11은 웨이퍼가 에칭욕에 침잠되고 뒤이어서 물로 희석되는 공지의 공정에서 에칭된 산화물 변화그래프이다;

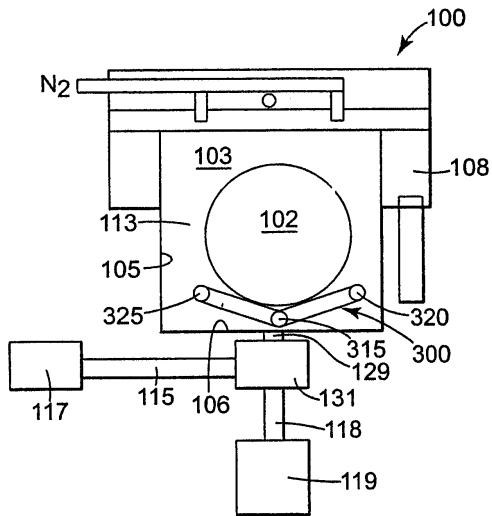
<24> 도 12는 웨이퍼가 에칭욕에 침잠되고 뒤이어서 물로 희석되는 공지의 공정에서 에칭된 산화물 변화그래프이다;

<25> 도 13은 본 발명의 공정에서 에칭된 산화물 변화그래프이다;

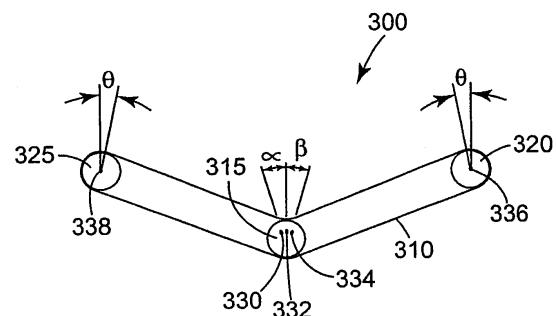
<26> 도 14는 세개의 서로 다른 방법으로 처리된 웨이퍼의 에칭의 균일성을 비교하는 그래프이다.

도면

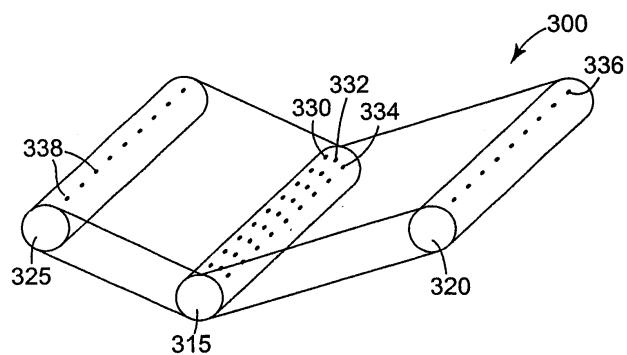
도면1



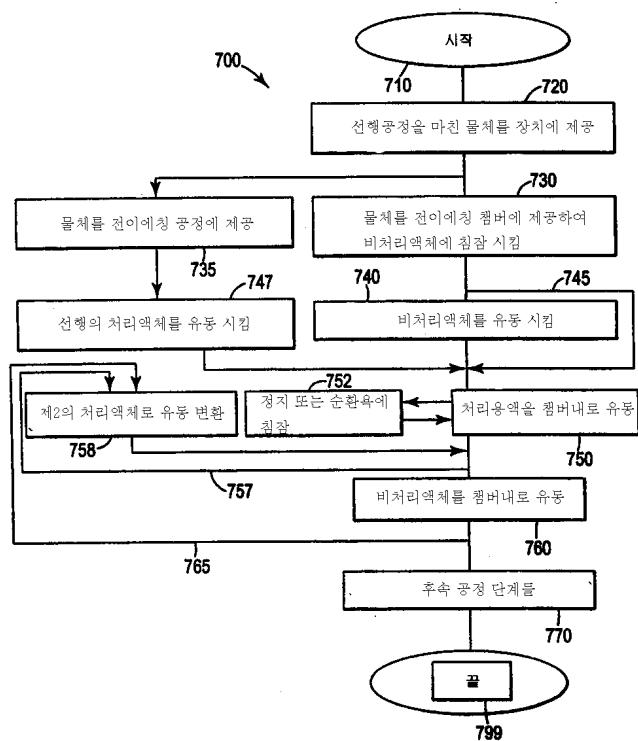
도면2



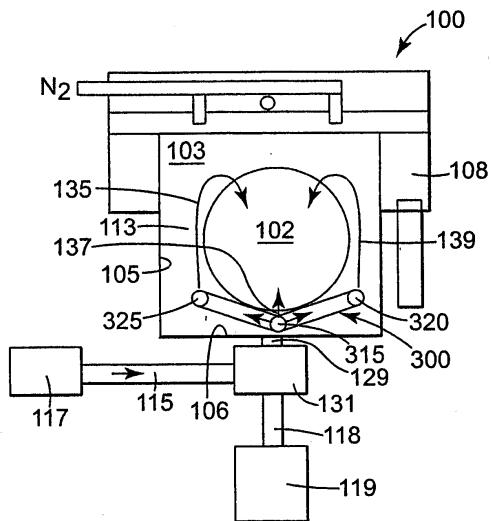
도면3



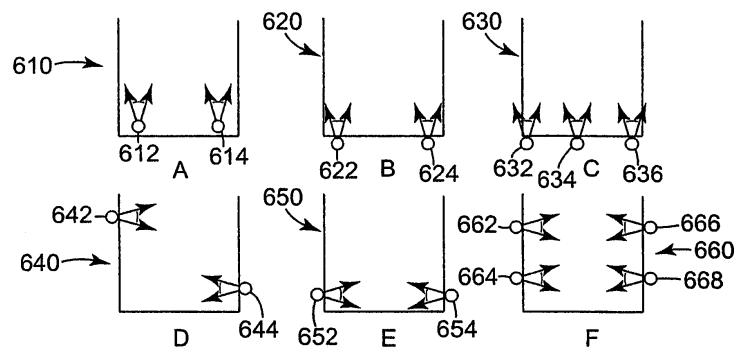
도면4



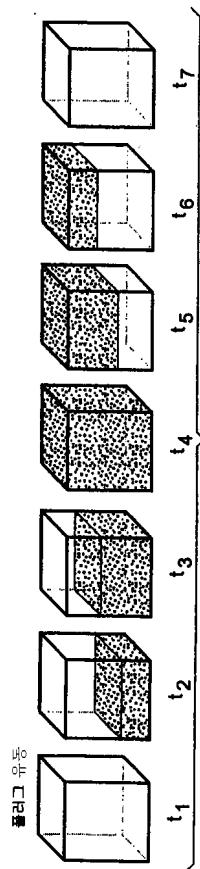
도면5



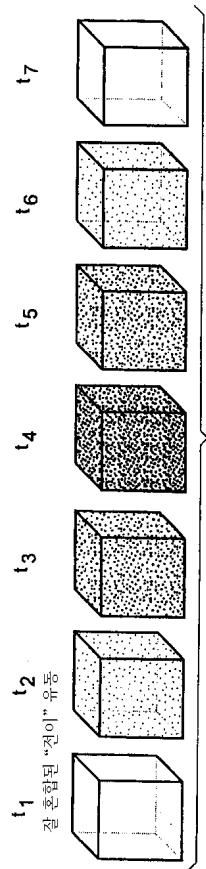
도면6



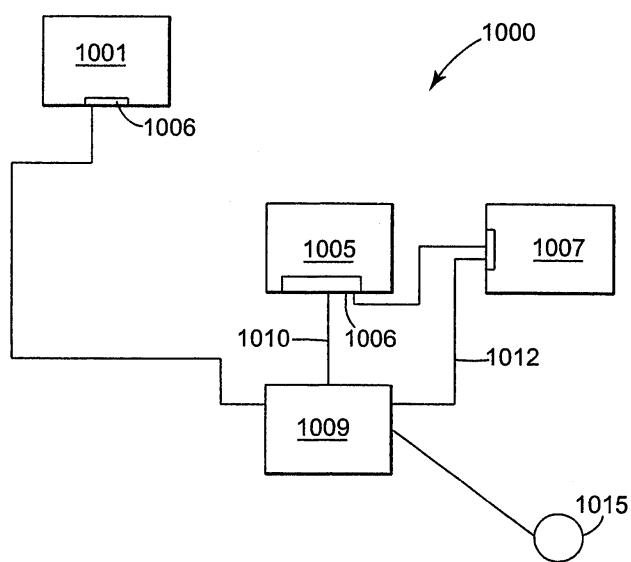
도면7



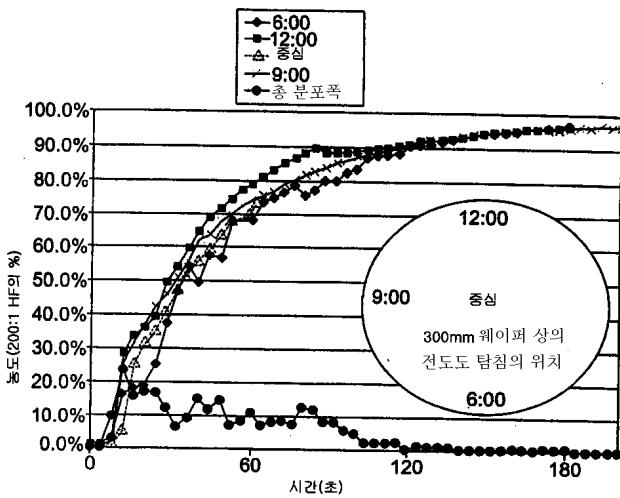
도면8



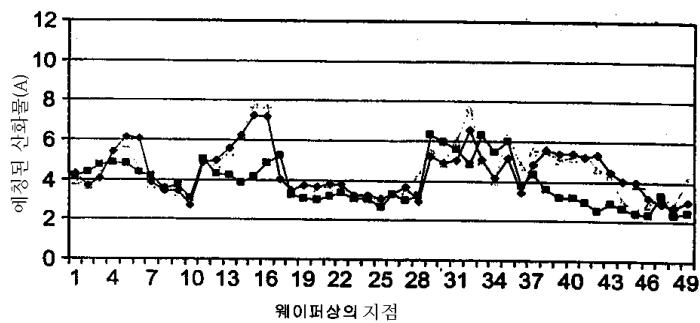
도면9



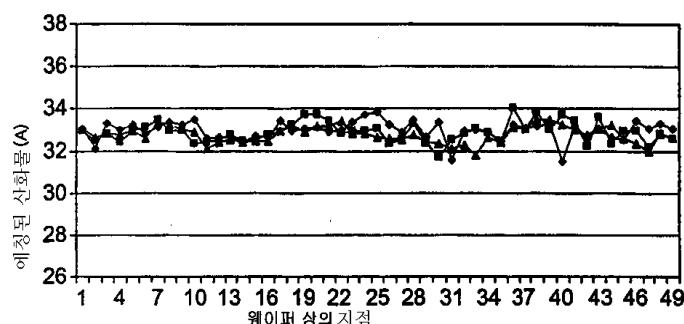
도면10



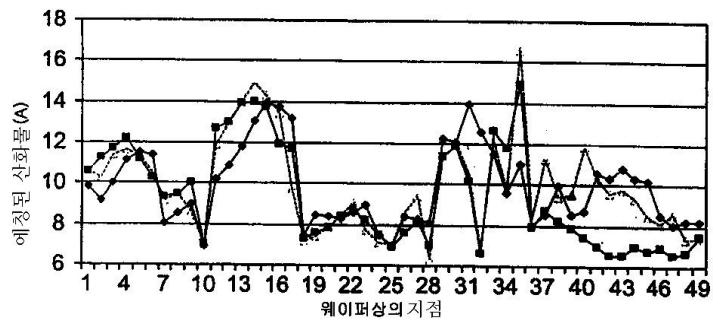
도면11



도면12



도면13



도면14

