



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월08일
(11) 등록번호 10-1047823
(24) 등록일자 2011년07월04일

(51) Int. Cl.

H01L 21/306 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7015921

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년02월12일

심사청구일자 2009년02월09일

(85) 번역문제출일자 2005년08월26일

(65) 공개번호 10-2005-0106457

(43) 공개일자 2005년11월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/004134

(87) 국제공개번호 WO 2004/077505

국제공개일자 2004년09월10일

(30) 우선권주장

10/376,498 2003년02월27일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US06136721 A1*

WO2001029873 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 14 항

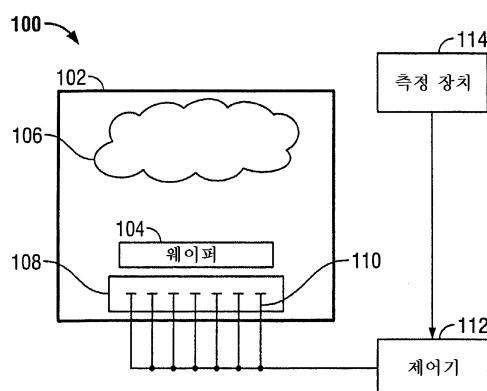
심사관 : 남인호

(54) 국부적인 웨이퍼 온도 제어에 의한 웨이퍼에 결친 임계 치수 변동 보상

(57) 요 약

본 발명은 측정 장치와, 에칭 챔버와, 제어기를 가지는, 웨이퍼와 같은 재료를 에칭하기 위한 에칭 시스템에 관한 것이다. 측정 장치는 복수의 기설정 위치에서 웨이퍼의 프로파일을 따라 임계 치수(CD) 시험 형상을 측정한다. 에칭 챔버는 측정 장치로부터 웨이퍼를 수납한다. 에칭 챔버는 웨이퍼를 지지하는 척과, 척 내에 배치된 복수의 가열 소자를 포함한다. 각각의 가열 소자는 웨이퍼 상의 각각의 기설정 위치에 인접하여 위치된다. 에칭 시스템 제어기는 특정 웨이퍼에 대해 실제로 측정된 CD들을 수납하기 위한 측정 장치에 결합된다. 에칭 시스템 제어기는 복수의 가열 소자에 결합된다. 제어기는 에칭 공정에 선행하는 리소그래피 공정에 의해 도입된 CD 변동을 보상하기 위해 에칭 공정의 에칭 특성에 따른 온도를 사용하여 복수의 기설정 위치 중 임계 치수 변동을 감소시키기 위한 공정 중에 각각의 가열 소자의 온도를 조절한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

일 재료의 웨이퍼를 예칭하는 예칭 시스템으로서,

복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 프로파일을 따라 상기 웨이퍼의 표면 상의 트렌치 깊이를 주기적으로 측정하는 측정 장치;

상기 웨이퍼를 지지하는 척과, 상기 척 내에 배치되고 상기 웨이퍼 상의 각각의 기설정 위치에 인접하게 각각 위치된 복수의 가열 소자를 구비하며, 상기 측정 장치로부터 상기 웨이퍼를 수용하는 예칭 챔버; 및

상기 측정 장치와 상기 복수의 가열 소자에 연결되어 있으며, 상기 측정된 트렌치 깊이에 기초하여 각각의 기설정 위치에 대한 국부적인 예칭 레이트를 계산하고, 상기 복수의 기설정 위치 사이에서의 국부적인 예칭 레이트의 변동을 감소시키기 위한 공정 중에 각각의 가열 소자의 온도를 조절하는 제어기를 포함하는, 예칭 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 기설정 위치는, 실질적으로 상기 웨이퍼의 전체 표면을 커버하는 복수의 인접 영역으로 그룹화되고, 각각의 영역은 상기 복수의 가열 소자 중 하나의 가열 소자와 관련되는, 예칭 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 웨이퍼의 표면은, 중심 영역과, 상기 중심 영역에 인접한 복수의 인접 영역을 포함하는, 예칭 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 측정 장치는, 분광 임계 치수(CD) 측정 시스템을 포함하는, 예칭 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 측정 장치는 간섭계를 포함하는, 예칭 시스템.

청구항 7

일 재료의 웨이퍼를 예칭하는 방법으로서,

복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 프로파일을 따라 상기 웨이퍼의 표면 상의 트렌치 깊이를 주기적으로 측정하는 단계;

상기 복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 하부측을 가열하는 단계; 및

상기 측정된 트렌치 깊이에 기초하여 각각의 기설정 위치에 대한 국부적인 예칭 레이트를 계산하는 단계;

상기 복수의 기설정 위치 사이에서의 국부적인 예칭 레이트의 변동을 감소시키기 위한 공정 중에 상기 가열을 조절하는 단계를 포함하는, 웨이퍼 예칭 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 기설정 위치는, 실질적으로 상기 웨이퍼의 전체 표면을 커버하는 복수의 인접 영역으로

그룹화되고, 각각의 영역은 하나의 가열 소자와 관련되는, 웨이퍼 에칭 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 웨이퍼의 표면은, 중심 영역과, 상기 중심 영역에 인접한 복수의 인접 영역을 포함하는, 웨이퍼 에칭 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 측정하는 단계는, 분광 임계 치수(CD) 측정 시스템을 사용하는 단계를 포함하는, 웨이퍼 에칭 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

일 재료의 웨이퍼를 에칭하는 장치로서,

복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 프로파일을 따라 상기 웨이퍼의 표면 상의 트렌치 깊이를 주기적으로 측정하는 수단;

상기 복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 하부측을 가열하는 수단;

상기 측정된 트렌치 깊이에 기초하여 각각의 기설정 위치에 대한 국부적인 에칭 레이트를 계산하는 수단; 및

상기 복수의 기설정 위치 사이에서의 국부적인 에칭 레이트의 변동을 감소시키기 위한 공정 중에 상기 가열을 조절하는 수단을 포함하는, 에칭 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 복수의 기설정 위치는 실질적으로 상기 웨이퍼의 전체 표면을 커버하는 복수의 인접 영역으로 그룹화되고, 각각의 영역은 하나의 가열 소자와 관련되는, 에칭 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 웨이퍼의 표면은, 중심 영역과, 상기 중심 영역에 인접한 복수의 인접 영역을 포함하는, 에칭 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

각각의 영역의 형상은 6각형인, 에칭 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

일 재료의 웨이퍼를 에칭하는 에칭 시스템으로서,

복수의 기설정 위치에서 상기 웨이퍼의 프로파일을 따라 상기 웨이퍼의 표면 상의 트렌치 깊이를 주기적으로 측정하는 측정 장치;

상기 웨이퍼를 지지하는 온도 제어된 척을 구비하며, 상기 측정 장치로부터 상기 웨이퍼를 수용하는 에칭 챔버; 및

상기 측정 장치와 상기 온도 제어된 척에 연결된 제어기를 포함하고,

상기 온도 제어된 척은 유체로 채워진 복수의 개별 영역을 포함하고, 각각의 영역에서의 상기 유체는 재순환 유체 온도 제어 시스템에 의해 선택된 온도로 독립적으로 가열되고,

상기 영역의 각각은 상기 웨이퍼 상의 각각의 기설정 위치에 인접하여 위치되며,

상기 제어기는 상기 측정된 트렌치 깊이에 기초하여 각각의 기설정 위치에 대한 국부적인 에칭 레이트를 계산하고, 상기 복수의 기설정 위치 사이에서의 국부적인 에칭 레이트의 변동을 감소시키기 위한 공정 중에 각각의 영역에서의 상기 유체의 온도를 조절하는, 에칭 시스템.

명세서

기술분야

[0001]

본 출원은 "소재 지지 표면에 걸쳐 공간 온도 분포를 제어하기 위한 방법 및 장치 (Method and Apparatus for controlling the spatial temperature distribution across the surface of a workpiece support)"라는 제목으로 발명자 네일 벤자민(Neil Benjamin)과 로버트 스테거(Robert Steger)의 공동 명의로 2001년 4월 30일에 출원된 미국 특허출원 제09/846,432호와 관련된 것이다. 또한, 본 출원은 "소재 지지 표면에 걸쳐 공간 온도 분포를 제어하기 위한 방법 및 장치 (Method and Apparatus for controlling the spatial temperature distribution across the surface of a workpiece support)"라는 제목으로 발명자 네일 벤자민과 로버트 스테거의 공동 명의로 2002년 2월 1일에 출원된 미국 특허출원 제10/062,395호와 관련된 것이다.

[0002]

본 발명은 플라즈마 공정 중에 기판에 걸쳐 에칭된 피처의 치수 변동을 초래하는 다른 비온도 효과를 보상하기 위해 플라즈마 프로세싱을 겪는 재료의 웨이퍼에 대한 온도 프로파일을 변동시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0003]

통상적인 플라즈마 에칭 장치는 반응 가스 또는 가스들이 흐르는 챔버가 있는 반응기를 포함한다. 챔버 내에는 통상적으로 무선 주파수 에너지에 의해 가스가 플라즈마로 이온화된다. 플라즈마 가스의 반응성 높은 이온은 집적 회로(IC)로 처리되는 반도체 웨이퍼의 표면 상에 폴리머 마스크 등의 재료와 반응할 수 있다. 에칭 전에, 웨이퍼가 챔버에 놓이고 척이나 홀더에 의해 적절한 위치에 보유되어, 웨이퍼의 상면이 플라즈마에 노출된다. 척은 등온면을 제공하며 웨이퍼에 대한 히트 싱크 역할을 한다. 당업계에 알려진 몇 가지 타입의 척(서셉터(susceptor)라고 불리기도 함)이 있다. 한가지 타입에서는 반도체 웨이퍼가 기계적 클램프에 의해 에칭을 위한 위치에 보유된다. 다른 타입의 척에서는 반도체 웨이퍼가 척과 웨이퍼 사이에 배치된 전계에 의해 발생된 정전기력에 의해 제 위치에 보유된다. 본 발명은 이러한 타입의 척 모두에 적용 가능하다.

[0004]

통상적인 플라즈마 에칭 작업에서, 플라즈마의 반응성 이온은 반도체 웨이퍼의 표면 상의 재료 부분과 화학적으로 반응한다. 대부분의 경우에서, 에칭된 피처가 거의 완벽한 정도로 균일한 것이 매우 바람직한데, 그 이유는 그렇지 않을 경우 제조되는 IC가 바람직한 표준에서 보다 벗어난 전자적 특성을 갖기 때문이다. 포토리소그래피 공정에서의 변동뿐만 아니라 에칭 공정에서의 변동은 에칭된 피처의 이상적인 치수에 변동을 초래할 수 있다. 뿐만 아니라, 웨이퍼의 직경 사이즈가 커짐에 따라 점점 더 큰 웨이퍼 내에서 IC의 균일성을 보장하는 문제는 더욱더 어려워진다. 리소그래피 공정의 변동으로 인해서 에칭 패턴을 한정하기 위한 웨이퍼 표면 상에 놓여지는 포토레지스트 마스크의 치수가 비이상적이 된다. 이렇게 이상적인 것에서 벗어나는 것은 피처의 평균 치수의 전체적인 시프트 뿐만 아니라 웨이퍼 표면 전체에 걸쳐 다수의 피처의 변동으로 볼 수 있다.

[0005]

웨이퍼 표면 상에서 다수의 위치에 테스트 화상을 한정하는 것이 일반적이며, 이러한 테스트 화상을 종종 "임계 치수 피처(critical dimension feature)" 또는 짧게 "CD"라고 칭한다. 포토 이미징 형성 공정 이후에 이러한 CD의 측정치는 리소그래피 작업으로부터 "CD 시프트(shift)"를 결정하는데 사용될 수 있다. 마찬가지로, 포토레지스트에서 CD의 측정치는 에칭 공정 후에 한정된 에칭 피처와 비교될 수 있으며, CD 시프트는 계산될 수 있고, 에칭 공정에 기여할 수 있다. 이러한 CD 시프트가 웨이퍼마다 안정적이며 웨이퍼 표면 상에서 균일한 것이 바람직하여서, 원래의 마스크 화상에 대한 단순한 보정 바이어스가 시스터매틱(systematic) CD 시프트를 보상하는데 사용될 수 있다.

[0006]

역사적으로, 이러한 전역적 시프트 보정은 실행 가능했지만, IC 최소 피처 치수가 0.10미크론 이하로 감소함에

따라, 시프트는 전역적으로 또는 웨이퍼 내에서 더 이상 충분히 제어 가능하지 않아, 이전의 간단한 마스크 보정이 부적절하게 된다. 아마도 로트(lot)에 의해 또는 개별 웨이퍼에 의해서도 포토리지스트 마스크의 CD 시프트를 측정하고, 이 정보를 이용하여 에칭 공정 내에서 CD 시프트를 변경하는 수단이 필요하다.

[0007] 플라즈마 에칭은 에칭과 증착의 조합 공정인 것으로 알려져 왔다. 피처 측벽에 대한 증착 공정은 피처 폭의 제어를 허용한다. 이 공정은 온도 의존적이지만 부품의 치수가 보다 큰 경우, 예를 들면 2미크론 초파인 경우, 효과는 라인 폭 제어와 관련하여 현저하지 않다. 그러나, 치수가 약 0.1미크론 미만으로 되면, 이 온도 의존성은 피처 폭 제어에 대해 현저한 효과를 갖게 된다.

[0008] 따라서, 웨이퍼의 특정 피처 치수에 기초한 반응성 이온 에칭 및 유사 공정 중 반도체 웨이퍼의 온도를 제어하는 방법 및 장치에 대한 요구가 존재한다. 본 발명의 주요 목적은 이러한 요구를 해결하는 것이며, 다른 관련된 장점을 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

[0009] 일 재료의 웨이퍼를 에칭하기 위한 에칭 시스템은 측정 장치, 에칭 챔버 및 제어기를 포함한다. 측정 장치는 복수의 기설정 위치에서 웨이퍼의 프로파일을 따라 임계 치수 테스트 피처를 측정한다. 에칭 챔버는 측정 장치로부터 웨이퍼를 수용한다. 에칭 챔버는 웨이퍼를 지지하는 척과, 척 내에 배치되는 복수의 가열 소자를 포함한다. 각 가열 소자는 웨이퍼 상의 각각의 기설정 위치에 인접하여 위치된다. 에칭 시스템 제어기는 특정 웨이퍼에 대한 실제 측정된 CD를 수용하도록 측정 장치에 연결된다. 에칭 시스템 제어기는 또한 복수의 가열 소자에 연결된다. 제어기는 에칭 공정에 선행하는 리소그래피 공정에 의해 도입되는 CD 변동을 보상하도록 에칭 공정의 온도 의존적 에칭 특성을 사용함으로써 복수의 기설정 위치 사이에서의 임계 치수의 변동을 감소시키기 위해 공정 중 각각의 가열 소자의 온도를 조절한다.

[0010] 본 명세서에 병합되어 그 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 하나 이상의 실시형태를 도시하며, 상세한 설명과 함께, 본 발명의 원리 및 구현예를 설명하도록 사용된다.

실시예

[0017] 본 발명의 실시형태들은 국부적인 웨이퍼 온도 조절에 의해 웨이퍼 상의 표면 프로파일 변동을 감소시키기 위한 시스템과 관련하여 본 명세서에 설명된다. 당해 분야의 숙련자들은 이하의 본 발명의 상세한 설명이 예시하기 위함이며 한정하는 것이 아님을 알 것이다. 본 발명의 다른 실시형태는 이러한 숙련자들에게 본 설명의 이점을 용이하게 제시할 것이다. 이하, 첨부 도면에서 도시된 바와 같이 본 발명의 구현예를 상세히 참조한다. 전체 도면 및 이하의 상세한 설명에서 동일한 도면 부호는 동일하거나 유사한 부분을 나타낸다.

[0018] 명료함을 위해, 본 명세서에 설명되는 구현예의 통상의 피처의 전부가 도시되지는 않는다. 물론, 실제 구현 예의 개발에 있어, 애플리케이션 및 비지니스 관련 제약에 순응하여 개발자의 특정 목표를 달성하도록 구현예가 특정한 결정이 이루어질 것이며, 이러한 특정 목표는 하나의 구현예에 따라, 그리고 개발자에 따라 변할 수 있다는 것을 알 것이다. 또한, 이러한 개발 효과는 복잡하고 시간 소모적이지만 이러한 이점을 갖는 당해 분야의 숙련자들에게는 통상의 책임일 것이다.

[0019] 도2(또는 사용되는 포토리지스트 및 에칭 화학에 대한 균등물)에 따라 웨이퍼 온도를 변경함으로써, 에칭 공정에서의 이러한 온도 의존 CD 시프트는 일반적으로 의도된 치수에 대한 최종 CD의 충실도를 개선시키기 위해 각각의 웨이퍼 또는 복수의 웨이퍼에서 사진석판 유도 CD 시프트를 보상하도록 사용될 수 있다.

[0020] 가까운 미래에, 각각의 웨이퍼에 개별적으로 수행되더라도 사진석판 공정으로부터 야기되는 CD 시프트를 보정하기 위한 단일의 전체적인 보정이 불충분해질 것으로 생각된다. 그것으로, 웨이퍼는 여러 세그먼트로 분할될 수 있고, 다중 국부적 CD 시프트가 계산될 수 있다. 이러한 데이터와 도2의 곡선을 사용하여, 국부적으로 웨이퍼에 대해 CD 시프트 보정을 수행하기 위해 다중 구역 가열 받침대가 사용될 수 있다.

[0021] 도1은 본 발명의 일 실시형태에 따라 웨이퍼(104)의 온도 및 에칭 레이트를 제어하는 에칭 시스템(100)을 도시한다. 에칭 시스템(100)은 반응 가스 또는 가스들의 흐름(미도시)이 흐르는 챔버(102)를 포함한다. 챔버(102) 내에서, 가스는 챔버(102)의 상부 원도우(미도시) 위에 인접 배치된 RF 안테나(미도시)에 의해 발생된 무선 주파수 에너지에 의해 플라즈마(106)로 이온화된다. 플라즈마(106)의 반응성 높은 이온은 처리되는 반도체 웨이퍼(104)의 표면과 반응할 수 있다. 예칭 이전에, 웨이퍼(104)는 챔버(102) 내에 위치되고 웨이퍼(104)의 상부면을 플라즈마(106)에 노출시키는 척(108)에 의해 적절한 위치로 유지된다.

- [0022] 여러 개의 가열 소자(110)는 척(108)의 기설정 위치에 배열된다. 예시를 목적으로, 가열 소자(110)는 필름 히터 또는 척(108)에 끼워질 수 있도록 충분히 작은 다른 타입의 히터를 포함할 수도 있다. 당해 분야의 숙련자들은 척(108)을 가열하는 방법이 여러 가지임을 인지할 것이다. 가열 소자(110) 배열의 예시는 도3에서 이하 도시된다. 가열 소자(110)는 각각의 가열 소자(110)의 온도를 조절하는 제어기(112)에 연결된다.
- [0023] 제어기(112)에 연결된 측정 장치(114)는 처리 전에 각각의 웨이퍼 상의 임계 치수인 테스트 피쳐 치수(CD)를 측정한다. 임계 치수 도량형 도구는 피쳐 프로파일의 변경을 검출하고 측정하는데 이용될 수도 있다. 예시를 위해, 측정 장치(114)는 필름 두께 및 필름 특성을 측정하기 위한 광학 기술인 분광 타원법(SE; spectroscopic ellipsometry)에 기초한 분광 CD 도량형 도구를 포함할 수도 있다. 측정 장치(114)는 (프로파일 상의 임의의 지점에서의) CD, 라인 높이 또는 트렌치 깊이, 및 특정 격자 타겟에 대한 분광 CD 측정치로부터의 측벽 각도를 결정할 수 있다. 또한, 웨이퍼의 단면 프로파일이 결정될 수도 있다. 측정 장치(114)는 웨이퍼(104) 상의 몇몇의 기설정 위치에서의 측정치를 포함하는 데이터를 제어기(112)로 전송한다. 측정치의 위치는 측정치의 개수에 따라 선택될 수도 있다. 웨이퍼(104) 상의 기설정 위치는 척(108) 상의 독립적인 열적 영역에 대응한다. 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자는, 전술된 상기 분광 CD 도량형 도구가 제한되도록 의도되지 않으며, 다른 측정 도구가 본 명세서에 기재된 발명의 개념으로부터 벗어나지 않고 이용될 수 있다는 것을 알 것이다.
- [0024] 제어기(112)는 공정하에서 웨이퍼의 온도와 피쳐 치수 측정치 사이의 관계를 포함하는 알고리즘을 포함한다. 예시를 위해, 도2는 CD 시프트와 웨이퍼 온도 사이의 관계의 일례의 그래프이다. 예를 들면, 이러한 관계는 실험적인 데이터로부터 얻어질 수도 있다. 일단 제어기(112)가 측정 장치(114)로부터 데이터를 수신하면, 제어기(112)는 측정된 데이터를 온도 데이터로 번역하도록 상기 알고리즘을 적용한다. 따라서, 웨이퍼(104) 상의 몇몇의 위치에서의 측정치를 포함하는 데이터는 측정된 웨이퍼(104)에 대한 맞춤(custom) 온도 프로파일을 산출하는데 이용될 수 있다. 따라서, 웨이퍼(104) 상의 특정 위치에서의 특정 측정치에 대해, 제어기(112)는 상기 정의된 관계에 따라 웨이퍼 상의 특정 위치에 대응하는 가열 소자(110)의 온도를 조절한다.
- [0025] 따라서, 예칭 시스템(100)은, 웨이퍼 상의 특정 피쳐 치수에 관한 정보를 수용한 후에, 각각의 웨이퍼에 대한 온도 프로파일을 실시간으로 동적 변경하는 피드포워드(feedforward) 시스템을 포함한다. 제어기(112)는 웨이퍼(104) 상의 기 설정 위치들 사이에서의 웨이퍼(104) 상의 임계 치수의 변동을 감소시키도록 공정 전에 그리고/또는 공정 동안에 각각의 가열 소자(110)의 온도를 조절한다.
- [0026] 측정 장치(114)는 웨이퍼(104) 상의 기설정 위치에서 피쳐 치수를 측정한다. 특히, 기설정 위치는 웨이퍼(104)의 표면 상에 펼쳐질 수도 있다. 각각의 기설정 위치 또는 기설정 위치의 그룹은 척(108)과 웨이퍼(104) 상의 영역을 나타낼 수도 있다. 도3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 척 상의 상이한 영역을 도시하는 개략도이다. 도3은 7개의 영역, 즉 척(300) 상의 중심에 있는 하나의 중심 6각형 영역(302)과, 중심 영역(302) 주위에 있는 6개의 인접 영역(304)을 갖는 척(300)을 도시한다. 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자는, 도시된 척 상의 영역이 제한되도록 의도되지 않고, 영역 또는 구역의 다른 구성이 본 명세서에 개시된 본 발명의 개념으로부터 벗어나지 않고 이용될 수 있는 것을 이해할 것이다. 척(300) 상의 각각의 영역은, 웨이퍼가 척(300)의 상부에 놓이기 때문에, 웨이퍼 상의 영역에 대응할 수도 있다. 척(300) 상의 각각의 영역은 그 자신의 가열 소자(미도시)와, 그 자신의 제어기(미도시)를 포함할 수도 있어서, 척(300) 상의 각각의 영역의 온도가 독립적으로 제어될 수도 있다.
- [0027] 측정 장치(114)는 웨이퍼(104) 상의 몇몇의 기설정 위치로부터 피쳐 치수를 측정할 수도 있다. 각각의 영역은, 측정 장치(114)가 웨이퍼(104) 상의 피쳐 치수를 측정하는 적어도 하나의 기설정 위치를 포함할 수도 있다. 하나 초과의 기설정 위치가 영역에 존재한다면, 그 영역으로부터의 측정치는 그 영역으로부터의 평균 측정치를 나타내는 샘플 평균에 포함된다.
- [0028] 예시를 위해, 예칭 시스템(100)은 후술하는 바와 같이 기능할 수도 있다. 측정 장치(114)는 기설정 위치에서 웨이퍼(104) 상의 피쳐 치수들을 측정한다. 각 기설정 위치는 웨이퍼(104) 상의 영역을 정의할 수 있다. 제어기(112)는 기설정 위치에서의 웨이퍼(104) 상의 피쳐 치수들을 포함하여 웨이퍼(104)에 관한 데이터를 측정 장치(114)로부터 수신한다. 제어기(112)는 피쳐 치수의 차이와 공정 동안의 웨이퍼의 온도 사이의 알려진 관계를 기초로 하여 데이터를 온도 프로파일로 번역한다. 온도 프로파일은 웨이퍼(104) 상의 각각의 측정된 기설정 위치에 대한 그리고 그에 따른 척(108) 상의 각각의 대응 영역에 대한 특정 온도를 포함한다. 따라서, 제어기(112)는 대응하는 가열 소자(110)를 조절함으로써 각 영역의 온도를 조절한다.

- [0029] 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 도4는 웨이퍼(404)의 온도 및 에칭 레이트를 제어하기 위한 에칭 시스템(400)을 도시하고 있다. 에칭 시스템(400)은 챔버(402)를 포함하는데, 이 챔버를 통해 (도시하지 않은) 반응 가스 또는 가스들이 흐른다. 챔버(402) 내에서, 챔버(402)의 (도시하지 않은) 상부 윈도우 위에 인접 배치된 (도시하지 않은) RF 안테나에 의해 발생되는 무선 주파수 에너지에 의해 가스가 플라즈마(406)로 이온화된다. 플라즈마(406)의 반응성 높은 이온들은 처리되는 반도체 웨이퍼(404)의 표면과 반응할 수 있다. 에칭 전에, 웨이퍼(404)는 챔버(402) 내에 위치되고, 웨이퍼(404)의 상부면을 플라즈마(406)에 노출하는 척(408)에 의해 적절한 위치로 유지된다.
- [0030] 여러개의 가열 소자(410)들이 척(408)에서의 기설정 위치에 배열된다. 예시를 위해, 가열 소자(410)는 필름 히터 또는 척(408)에 끼워질 수 있도록 충분히 작은 임의 다른 타입의 히터를 포함할 수도 있다. 가열 소자(410)는 각 가열 소자(410)의 온도를 조절하는 제어기(412)에 연결된다.
- [0031] 간섭계(416)는 여러 광섬유(418)들 중 하나로부터 간섭계(416)로 순차적으로 빛을 지향시키는 스위치(420)에 의해 주기적으로 여러 기설정 위치들에서의 에칭 깊이를 샘플링한다. 스펙트럼을 얻을 시간이 0.1초 미만이기 때문에, 웨이퍼는 1초 미만 동안 예를 들어 7개의 위치에 걸쳐 샘플링될 수 있다.
- [0032] 제어기(412)는 처리 중에 간섭계(416)로부터 데이터를 수신한다. 간섭계(416)는 에칭 공정 동안 웨이퍼(404)의 에칭 깊이를 측정한다. 웨이퍼(404)를 향하는 많은 광섬유(418)들이 챔버(402)의 상부에 위치된다. 도3에 도시된 바와 같이, 광섬유(418)의 개수는 척(408)에서의 가열 소자(410)의 개수 또는 척(408) 내의 열적 영역의 개수에 대응한다. 광학 스위치(420)는 광섬유(418)로부터 간섭계(416)로 정보를 중계한다. 광학 스위치 시간은 수 밀리초마다 예를 들어 0.1초마다 스캔함으로써 영역별로 웨이퍼(404)로부터의 신호들을 다중화한다.
- [0033] 따라서, 에칭 시스템(400)은 인-시추(in-situ) 피드백 시스템을 포함하는데, 여기서 이는 간섭계(416)로부터의 정보에 기초하여 각 웨이퍼에 대한 온도 프로파일을 실시간으로 동적 변경한다. 제어기(412)는 공정 전 및/또는 공정 동안 각 가열 소자(410)의 온도를 조절하여, 에칭 레이트를 국부적으로 변경함으로써, 웨이퍼(404) 상의 기설정 위치들 사이에서의 웨이퍼(404) 상의 트렌치 에칭 깊이의 변동을 감소시킨다.
- [0034] 도5는 본 발명의 다른 실시형태에 따라 웨이퍼의 온도 및 에칭 레이트를 제어하기 위한 시스템을 도시한 개략도이다. 에칭 시스템(500)은 웨이퍼(504)의 온도와 에칭 레이트를 제어한다. 에칭 시스템(500)은 챔버(502)를 포함하며, 이 챔버를 통해 (도시하지 않은) 반응 가스 또는 가스들이 흐른다. 챔버(502) 내에서, 챔버(502)의 (도시하지 않은) 상부 윈도우 위에 인접 배치된 (도시하지 않은) RF 안테나에 의해 발생되는 무선 주파수 에너지에 의해 가스들이 플라즈마(506)로 이온화된다. 플라즈마(506)의 반응성 높은 이온들이 처리되는 반도체 웨이퍼(504)의 표면과 반응할 수 있다. 에칭 전에, 웨이퍼(504)는 챔버(502) 내에 위치되고, 웨이퍼(504)의 상부면을 플라즈마(506)에 노출하는 척(508)에 의해 적절한 위치로 유지된다.
- [0035] 척(508)은 유체가 흐를 수도 있는 몇몇의 별개 영역을 포함할 수도 있다. 각 영역의 온도는 온도 제어기(510)를 이용하여 각 영역을 통해 흐르는 유체의 온도를 제어함으로써 독립적으로 조절될 수도 있다. 각 영역은 척(508) 상의 각 기설정 위치에 대응하도록 배열될 수도 있다. 각각의 온도 제어기(510)는 각 온도 제어기(510)를 조절하는 제어기(512)에 연결된다.
- [0036] 제어기(512)에 연결된 측정 장치(514)는 처리 전에 각 웨이퍼 상의 임계 치수인 테스트 피쳐 치수를 측정한다. 측정 장치(514)는 웨이퍼(504) 상의 몇몇 기설정 위치에서의 측정치를 포함하는 데이터를 제어기(512)로 전송한다. 웨이퍼(504) 상의 기설정 위치들은 척(508) 상의 다른 영역에 대응한다.
- [0037] 제어기(512)는 도2에 도시된 관계와 유사하게, 공정하에서 웨이퍼의 온도와 피쳐 치수 측정치 사이의 관계를 포함하는 알고리즘을 포함한다. 일단 제어기(512)가 측정 장치(514)로부터 데이터를 수신하면, 제어기(512)는 상기 알고리즘을 적용하여, 측정된 데이터를 온도 데이터로 변역한다. 그 결과, 웨이퍼(504) 상의 몇몇 위치들에서의 측정치를 포함하는 데이터는 측정된 웨이퍼(504)에 대한 맞춤 온도 프로파일을 산출하기 위해 사용될 수도 있다. 따라서, 웨이퍼(504) 상의 특정 위치에서의 특정 측정치에 대해, 제어기(512)는 상기 정의된 관계에 따라 웨이퍼 상의 특정 위치에 대응하는 가열 소자(510)의 온도를 조절한다.
- [0038] 따라서, 에칭 시스템(500)은 피드포워드 시스템을 포함하는데, 여기서 이는 웨이퍼 상의 특정 피쳐 치수에 관한 정보를 수용한 후에, 각 웨이퍼에 대한 온도 프로파일을 실시간으로 동적 변경한다. 제어기(512)는 공정에 선행하여 및/또는 공정 동안에 각 가열 소자(510)의 온도를 조절하여, 웨이퍼(504) 상의 기설정 위치들 사이에서의 웨이퍼(504) 상의 임계 치수의 변동을 감소시킨다.

[0039]

도6은 도1의 에칭 시스템을 사용하는 방법을 도시하고 있다. 복수의 위치들에서의 임계 치수 또는 다른 치수를 측정한다.

블록(602)에서, 제어기는 웨이퍼 상의 측정된 임계 치수들을 기초로 하여 온도 프로파일을 생성한다. 블록(606)에서, 플라즈마 에칭 시스템은 웨이퍼 상의 복수의 위치들과 대응하는 가열 소자들을 가진 척 상에 위치된 웨이퍼를 처리한다. 공정 동안에, 제어기는 생성된 온도 프로파일을 기초로 하여 가열 소자들의 온도를 조절한다.

[0040]

본 발명의 실시형태들과 용도 예들이 도시되고 설명되었으나, 전술된 실시형태 외에도 많은 변형 예들이 본 발명의 개념으로부터 벗어남 없이 가능하다는 것을 본 기술분야의 당업자는 알 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위의 사상에 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0011]

도1은 본 발명의 일 실시형태에 따라 공정 하에서 웨이퍼의 에칭 레이트 및 온도를 제어하기 위한 시스템을 도시하는 개략도이다.

[0012]

도2는 본 발명의 일 실시형태에 따라 에칭 공정 유도 CD 시프트와 웨이퍼 온도 사이의 관계의 일 예에 대한 그래프이다.

[0013]

도3은 본 발명의 일 실시형태에 따라 척 상의 상이한 영역을 도시하는 개략도이다.

[0014]

도4는 본 발명의 다른 실시형태에 따라 공정 하에서 웨이퍼의 에칭 레이트 및 온도를 제어하기 위한 시스템을 도시하는 개략도이다.

[0015]

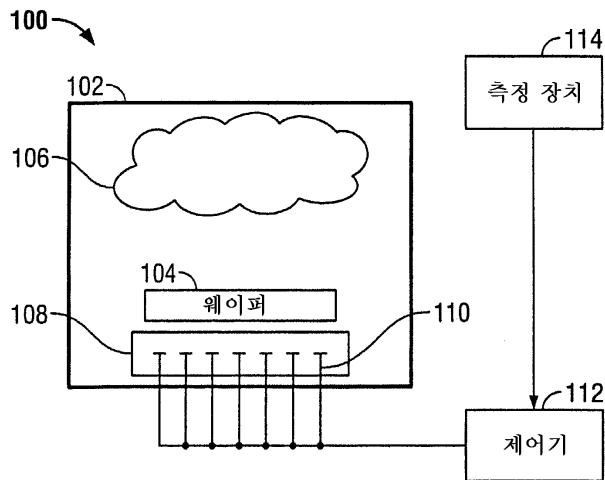
도5는 본 발명의 다른 실시형태에 따라 공정 하에서 웨이퍼의 에칭 레이트 및 온도를 제어하기 위한 시스템을 도시하는 개략도이다.

[0016]

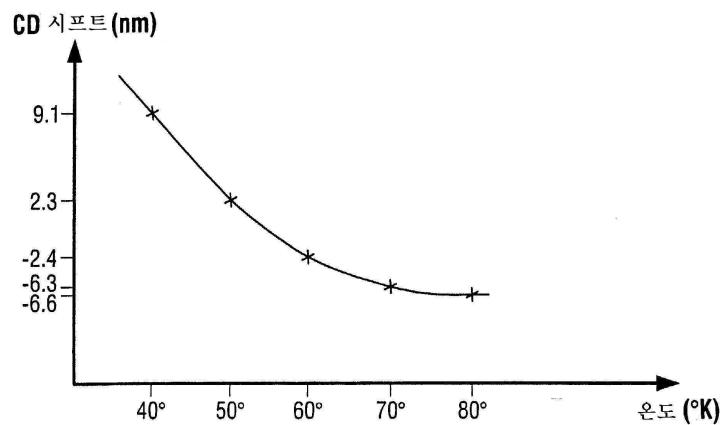
도6은 본 발명의 다른 실시형태에 따라 공정 하에서 웨이퍼의 에칭 레이트 및 온도를 제어하기 위한 방법을 도시하는 개략도이다.

도면

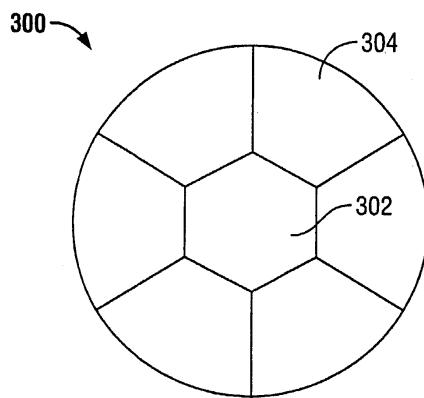
도면1



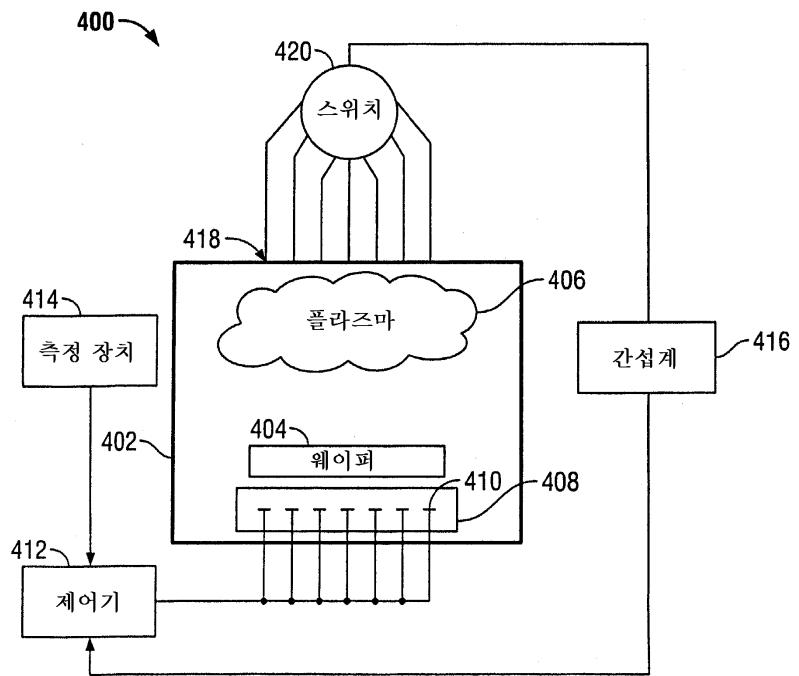
도면2



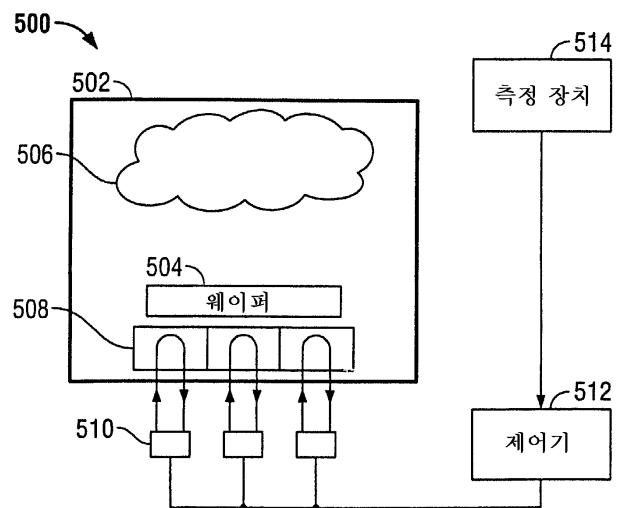
도면3



도면4



도면5



도면6

