



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년10월26일
(11) 등록번호 10-0990064
(24) 등록일자 2010년10월20일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7002028
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년07월31일
심사청구일자 2008년07월21일
(85) 번역문제출일자 2005년02월04일
(65) 공개번호 10-2005-0047091
(43) 공개일자 2005년05월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/024137
(87) 국제공개번호 WO 2004/017390
국제공개일자 2004년02월26일
(30) 우선권주장
10/219,995 2002년08월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20010018252 A1*
US20010050413 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

램 리써치 코퍼레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650

(72) 발명자

테일러, 유선 김

미국, 캘리포니아 95051, 산타 클라라, 샴락 애버뉴 1715

뉴엔, 웬디

미국, 캘리포니아 95148, 산 호세, 라스무스 씨클 3144

리, 크리스 지. 엔.

미국, 캘리포니아 94611, 오크랜드, 아이트켄 드라이브 6848

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 17 항

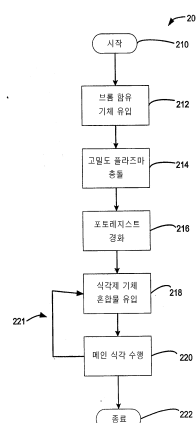
심사관 : 최정윤

(54) 식각 공정에서 포토레지스트를 경화하는 방법 및 조성물

(57) 요약

웨이퍼 위에 포토레지스트 재료의 패턴을 가지는 웨이퍼를 식각하는 방법이 개시되어 있다. 상기 방법은 브롬 함유 플라스마로 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계를 포함한다. 그런 다음 웨이퍼의 메인 식각이 이루어진다. 웨이퍼 상의 포토레지스트 재료의 패턴을 경화시키는 방법 또한 개시되어 있다. 상기 경화 방법은 브롬 함유 플라스마를 제공하는 단계와 포토레지스트 재료를 플라스마에 노출시키는 단계를 포함하는데, 포토레지스트 재료 아래에 있는 웨이퍼의 층이 완전히 식각되지 않는다. 고밀도 플라스마 처리 디바이스에서 웨이퍼 상에 있는 포토레지스트 재료를 경화시키는 플라스마의 조성물은 브롬을 포함한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

포토리저스트 재료의 패턴을 갖는 웨이퍼를 식각하는 방법으로서,

상기 웨이퍼를 플라즈마 식각 톨에 위치시키는 단계;

상기 웨이퍼가 상기 플라즈마 식각 톨에 있는 동안에, 식각 이전에 브롬 함유 플라즈마로 상기 포토리저스트 재료를 경화시키는 단계로서, 상기 브롬 함유 플라즈마의 브롬 화학종이 상기 포토리저스트 재료의 경화를 일으키고, 상기 경화 단계는,

상기 플라즈마 식각 톨에 브롬 함유 가스를 제공하는 단계와,

상기 브롬 함유 가스로부터 상기 플라즈마 식각 톨 내에 플라즈마를 생성하는 단계로서, 상기 브롬 함유 가스로부터 플라즈마의 밀도는 10^{10} ions/cm³ 보다 크고, 상기 경화 단계 동안에 600Å 이하의 포토리저스트 재료가 제거되는, 생성 단계를 포함하는, 경화 단계; 및

상기 경화된 포토리저스트 재료를 식각 마스크로 이용하여 상기 웨이퍼의 메인 식각을 수행하는 단계를 포함하는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 브롬 함유 플라즈마는 고밀도 플라즈마인, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 브롬 함유 플라즈마로 상기 포토리저스트 재료를 경화시키는 단계는 상기 포토리저스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 전체 층을 제거하지는 않는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 경화 단계 동안의 바이어스 전압은 상기 포토리저스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 전체 층을 완전히 식각(etch through)하기에는 부족한, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 경화 단계 동안 제거되는 상기 포토리저스트 재료는 300Å 이하인, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 경화 단계 동안 상기 포토리저스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 층의 두께의 85%이하가 제거되는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 경화 단계 동안 상기 포토리저스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 층의 두께의 60%이하가 제거되는,

웨이퍼 식각 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계 동안에 형성되는 플라즈마는 브롬화수소를 필수적으로 포함하는 가스로부터 형성되는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 포토레지스트 재료는 193nm 포토레지스트 재료와 248nm 포토레지스트 재료로 이루어진 군에서 선택되는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마는 1×10^{13} ions/cm² 미만의 플라즈마 밀도를 갖는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 12

웨이퍼 상의 포토레지스트 재료의 패턴을 경화시키는 방법으로서,

상기 웨이퍼를 플라즈마 식각 툴에 위치시키는 단계;

본질적으로 순수한 브롬 함유 가스를 상기 플라즈마 식각 툴 안에 제공하는 단계;

브롬 화학종을 갖고 1×10^{10} ions/cm² 보다 큰 밀도를 갖는 플라즈마로 상기 본질적으로 순수한 브롬 함유 가스를 활성화시키는 단계; 및

상기 포토레지스트 재료를 상기 플라즈마에 노출시키는 단계를 포함하고,

상기 포토레지스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 층은 완전히 식각(etch through)되지는 않고,

상기 노출시키는 단계는 상기 포토레지스트 재료를 경화하고, 상기 브롬 화학종은 상기 포토레지스트 재료의 경화를 일으키고, 상기 경화 동안에 600Å 이하의 포토레지스트 재료가 제거되는, 포토레지스트 재료 패턴의 경화 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 층은 ARC 층인, 포토레지스트 재료 패턴의 경화 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

포토레지스트 재료의 패턴을 갖는 웨이퍼를 식각하는 방법으로서,

상기 포토레지스트 재료 아래에 있는 상기 웨이퍼의 일 층을 식각하도록 활성화되는 플라즈마를 발생시키는 식각제 조성물을 제공하는 단계; 및

상기 포토레지스트 재료를 경화시키도록 활성화되는 브롬 함유 플라즈마를 제공하는 단계를 포함하고,

밀도가 10^{10} ions/cm² 보다 큰 고밀도의 플라즈마가 생성되고, 상기 경화 동안에 600Å 이하의 포토레지스트 재료가 제거되는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계는 0과 740W 사이의 바이어스 전력을 제공하는 단계를 포함하는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계 동안에 상기 플라즈마 식각 톨에 제공되는 모든 가스는 본질적으로 순수한 브롬 함유 가스인, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 메인 식각을 수행하는 단계는 상기 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계 동안에 제공되는 가스와의 상이한 에칭 가스를 이용하는, 웨이퍼 식각 방법.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 메인 식각을 수행하는 단계는 경화하는 가스와의 상이한 에칭 가스를 이용하는, 웨이퍼 식각 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본원 발명은 일반적으로 웨이퍼(wafer)를 식각(etching)하는 것과 관련되며, 더 상세하게는 반도체 디바이스 제조에 사용되는 웨이퍼를 식각하는 용도로 사용하기 위한 방법과 그 조성물에 관계된다.

배경기술

[0002] 포토리소그래피(photolithography)는 반도체 디바이스 제조에 있어서 포토레지스트 (photoresist) 재료를 패터닝(patterning)하는데 광범위하게 사용된다. 설계 규칙을 축소시켜 보다 소형의 반도체 디바이스를 제조할 수 있도록, 짧은 파장의 광으로 포토리소그래피를 수행하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 불화아르곤(ArF) 광원을 사용하는 193nm 리소그래피는 0.1 μ m ~ 0.07 μ m 크기를 얻는 데 사용될 수 있다. 포토레지스트 재료의 패턴이 웨이퍼 상에 제공된 이후에, 웨이퍼의 노출된 층이 식각(etch)될 수 있다.

[0003] 웨이퍼를 식각하는 플라즈마에 활성종(species)을 제공하기 위해 수많은 다른 화합물들 및 화합물들의 조합들이 과거에 사용되어져 왔다. 식각제 기체 조성물, 식각되는 재료, 식각을 수행하는 플라즈마 처리 디바이스의 작동 조건 간에는 복잡한 상호작용이 존재한다. 서로 다른 플라즈마 화학종들은 처리되는 웨이퍼에 대해 다른 효과를 제공하도록 활성화될 수 있다. 플라즈마 내의 브롬 화학종이 폴리실리콘 재료를 식각하도록 활성화됨으로써, 브롬화수소는 웨이퍼 내에 있는 폴리실리콘을 식각하기 위한 식각제로서 과거에 사용되어져 왔다.

[0004] 그러나 식각은 웨이퍼로부터의 디바이스 제조에 악영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 포토레지스트 재료 자체가 사실상 제거될 수 있는데, 이는 본질적으로 포토레지스트가 보호하고자 하는 영역을 노출시킬 수 있다. 또한 식각제는 포토레지스트 재료의 변형이나 비틀림을 일으킬 수 있는데, 또한 이로 인해, 에칭에 기인하는 특징형상(feature)들을 변형시킨다. 예를 들어, 직선 트랙(track)이 의도하는 특징형상은 포토레지스트 재료에 의해 잘 한정(define)될 수 있다. 그러나 실제 트랙을 한정하는 식각은 식각 메커니즘에 의해 일어난 포토레지스트 재료의 변형과 비틀림으로 인하여 사실상 물결모양의 트랙을 형성할 수 있다. 최악의 경우, 식각되는 특징형상들의 모양을 조절할 수 없게 되어, 디바이스 상의 결함이나 적어도 비재현성의 결과를 가져올 수 있다.

[0005] 상술한 바와 같이, 식각 공정에 의해 잘 재현되는 특징형상들을 한정하기 위해 단과장의 포토레지스트 재료를 사용할 수 있는 것이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

[0006] 포토레지스트 재료의 패턴을 가지는 웨이퍼를 식각하는 방법이 개시되어 있다. 상기 방법은 브롬 함유 플라즈마로 포토레지스트 재료를 경화시키는 단계를 포함한다. 그런 다음 웨이퍼의 식각이 이루어진다.

[0007] 웨이퍼상의 포토레지스트 재료의 패턴을 경화시키는 방법 또한 개시되어 있다. 상기 방법은 브롬 함유 플라즈마를 제공하는 단계를 포함한다. 포토레지스트 재료는 플라즈마에 노출되어 있다. 포토레지스트 재료 아래에 있는 웨이퍼의 층은 완전히 식각되지는 않는다.

[0008] 고밀도 플라즈마 처리 디바이스에서 웨이퍼 상에 있는 포토레지스트 재료를 경화시키는 플라즈마의 조성물은 브롬을 포함한다.

[0009] 포토레지스트 재료의 패턴을 가지는 웨이퍼를 식각하는 방법 또한 개시되어 있다. 상기 방법은 식각제 조성물을 제공하는 단계를 포함한다. 식각제 조성물은 포토레지스트 재료 아래에 있는 웨이퍼의 층을 식각하도록 활성화되는 플라즈마를 생성한다. 브롬 함유 플라즈마 또한 제공된다. 브롬 함유 플라즈마는 포토레지스트 재료를 경화시키도록 활성화된다.

[0010] 포토레지스트 재료의 패턴을 가지는 웨이퍼를 식각하는 조성물도 개시되어 있다. 그 조성물은 불화탄소(fluorocarbon) 또는 불화탄화수소(fluorohydrocarbon)와 브롬 함유 분자를 포함한다.

실시예

[0019] 본원 발명의 실시예는 도1과 2를 참조하면 잘 설명 될 수 있다. 도1은 반도체 디바이스를 제조하는 단계에서 웨이퍼(100)를 통한 개략적 단면을 보여준다. 반도체 디바이스에서 제조되는 특징형상은 193nm 포토레지스트 재료(102)에 의해 한정된다. 여기에서 193nm 포토레지스트 재료란 193nm의 파장을 가지는 방사에 의해 패터닝될 수 있는 포토레지스트 재료를 지칭하는데 이용된다. 이런 적합한 재료는 Sumitomo Corporation이 PAR 707, PAR 723, PAR 710이라는 상표명 하에 제공하는 지환식 메트아크릴레이트(alicyclic methacrylate, 아크릴레이트)를 포함한다. 다른 적절한 193nm 포토레지스트 재료는 JSR Corporation, Shipley Company, LLC와 Tokyo Ohka Kogyo Co.,Ltd., 등에 의해 제공되는 환식 올레핀/말레인 산 무수물(cyclic olefin/maleic anhydride, COMA)을 포함한다. 포토레지스트 특징형상(102)은 약 2600Å의 두께이다. 통상 193nm 포토레지스트 재료 층의 두께는 대략 2200Å에서 3300Å 사이이다. 선행기술에서 알려져 있는 포토 이미징(imaging) 프로세스는 포토레지스트 특징형상을 만드는데 사용될 수도 있으며, 이는 포토레지스트 마스크(mask)를 형성한다.

[0020] 포토레지스트 특징형상(102)은 ARC(anti reflection coating) 층(104)위에 있는데, 이는 통상 약 300 ~ 800Å 두께이다. ARC는 BARC(bottom antireflection coating)를 포함하며, 통상 포토레지스트 재료와 유사한 탄화수소계 재료이다. 웨이퍼(100)는 하드마스크 층(106)을 포함하고, 이는 질화실리콘(SiN)으로 이루어질 수도 있으며, 통상 대략 500 ~ 2000Å의 두께이다. 다른 방법으로는, 하드마스크 층은 TEOS(tetra ethyl oxysilicate), 산화실리콘, 또는 상기 재료들의 합성물이 될 수 있다. 폴리실리콘 층(112) 위에 위치하는 텅스텐(W) 층(108)과 질화텅스텐(WN) 층(110)은 디바이스의 속도를 향상시키기 위해 선택적으로 포함될 수 있다. 실리콘 기판(116) 위에 얇은 게이트 산화물 층(114) 층이 포함된다. 이런 웨이퍼 기판은 EDRAM 또는 DRAM 디바이스 제조에서 중간생산물이 된다.

[0021] 포토레지스트 재료(102)는 트랙의 특징형상을 결정하는데, 이는 웨이퍼의 식각에 의하여 띠줄(118,120)로 표시된 바와 같이 웨이퍼 위로 전달되게 되어있다. 포토레지스트 재료가 패터닝되어 생성하는 특징형상은 칩(chip)의 설계에 의존할 것이다. 서로 다른 형태의 특징형상은 포토레지스트 재료에 의해 한정될 수 있다. 예를 들어 포토레지스트 재료는 정공(hole) 또는 'T' 또는 'U' 모양의 특징형상을 한정할 수 있다. 도2에서는 식각될 수 있는 특징형상을 예칭할 수 있는 방법(200)을 설명하는 흐름도를 보여준다. 상기방법은 고밀도 플라즈마를 제공할 수 있는 임의의 플라즈마 식각 툴이나 디바이스를 사용하여 수행될 수 있다. 적절한 툴로는 캘리포니아 Fremont의 Lam Research Corporation에 의해 공급되는 TCP 계열의 플라즈마 처리 디바이스가 있다. Applied Materials, Inc이 공급하는 DPS 계열의 툴, Tokyo Electron Limited가 공급하는 SCCM 툴, Hitachi Ltd가 공급하는 ECR 계열의 툴 또한 적합하다.

[0022] 상기 방법(200)은 기본적으로 두 단계 방법이다. 제 1단계에서, 포토레지스트 재료(102)는 경화되고, 그렇지 않

은 경우에는 상당한 정도의 웨이퍼 식각 없이 안정화된다. 다음 단계에서, 웨이퍼는 실제로 식각되어 아래 층에서 포토레지스트 재료에 의해 보호되지 않는 재료를 의도적으로 제거한다. 브롬 함유 플라즈마에 의하여 제거된 어떤 재료도 포토레지스트 재료 층 아래에 있는 웨이퍼의 일 전체 층을 제거하려는 것은 아니고, 또는 제거하기에 충분하지 않아야 한다. 메인 식각 단계는 식각되는 구조적 특징형상이 한정되어 있는 웨이퍼의 층을 식각한다.

[0023] 방법의 시작단계(210)에서, 브롬 함유 기체는 플라즈마 식각 디바이스의 플라즈마 처리 챔버로 유입된다(212). 여기서, 브롬 함유 기체는 브롬화수소(HBr)이다. 플라즈마 처리 톨은 고밀도 플라즈마가 챔버안으로 충돌시킨 지속시킬 수 있는 조건(214)하에서 작동된다. 고밀도 플라즈마는 약 1×10^{10} ions/cm²보다 더 큰 밀도를 가지는 플라즈마인 것으로 생각된다. 고밀도 플라즈마는 $1 \times 10^{10} \sim 1 \times 10^{13}$ ions/cm² 범위의 밀도를 가질 수가 있다. 포토레지스트 재료는 플라즈마에 노출되며, 플라즈마 내부의 브롬은 활성을 띠어 포토레지스트 재료를 경화(216)시켜 포토레지스트 재료는 더 단단해지고 물리적으로 더욱더 강해진다. 고밀도 플라즈마는 포토레지스트 경화단계(curing), 사전-메인 식각 단계(216)에서 사용되는데, 플라즈마 처리 디바이스는 저압과 고전력에서 작동된다. 경화 단계에서의 브롬화수소(HBr)는 웨이퍼의 식각을 상당하는 수행하지 못하지만, 포토레지스트 재료(102)를 강하게 한다. 비록 브롬화수소가 플라즈마에 대한 브롬 화합종으로 바람직하지만, SiBr₄, CH₃Br, Br₂, C₂H₅Br, 다량의 브롬 함유 탄화수소와 같이 다른 브롬 함유 분자들도 플라즈마의 경화단계에서 사용될 수 있다. 또한 비록 플라즈마는 순수한 HBr이 바람직하지만, 비활성 기체와 같은 부가적인 분자들이 플라즈마 기체 혼합물 안에 포함될 수 있다. 그러한 경화용 혼합물이 탄화수소 및 불소 함유 분자들과 같이 다량의 활성 식각제를 갖지 않는 것이 바람직하다.

[0024] HBr 경화 단계에 대한 적절한 작동 조건의 예는 대략 5mT의 플라즈마 처리 챔버 압력, 1200W의 전력, 척 전극에 인가되는 사실상 0 바이어스 전압, 100sccm(standard cubic centimeters per minute)의 HBr 기체유량과 약 60 초의 경화시간이 될 것이다.

[0025] 경화단계 동안 사실상 어떤 재료도 제거되지 않는 것이 바람직하다. 그러나 메인 식각 단계 이전에 경화단계에서 ARC 층(104)과 포토레지스트 재료(102)로부터 어느 정도의 재료 제거가 일어날 수 있다.

[0026] 비록 웨이퍼를 지지하고 있는 척(chuck)에 대해 0볼트의 바이어스 전위(bias potential)가 임의 재료의 제거를 최소화하는데 도움을 주지만, 0 ~ 500V의 바이어스 전위(bias potential)가 사용될 수 있고, 0 ~ 250V의 바이어스 전위가 바람직하고, 0 ~ 30V의 바이어스 전위가 가장 바람직하다. 등가의 바이어스 전력의 범위는 각각 약 0 ~ 740W, 0 ~ 350W 그리고 0 ~ 40W 이다.

[0027] 또한, 미량의 재료 제거는 경화단계 동안 제거되는 포토레지스트 재료의 양에 기초하여 일어나는 것으로 보일 수 있다. 약 600Å 이하의 포토레지스트 재료가 손실될 수 있으며, 바람직하게는 약 500Å 이하, 더욱 바람직하게는 약 400Å 이하가 손실되며, 가장 바람직하게는 약 300Å 이하의 포토레지스트 재료가 손실된다. 처음에 존재하는 포토레지스트 재료의 두께 중 손실되는 포토레지스트 재료의 비율은 약 30%이하이며, 바람직하게는 약 12%, 가장 바람직하게는 약 5% 이하이다.

[0028] 미량의 재료제거는 또한 경화단계 동안 제거되는 ARC 층 재료의 양에 기초하여 일어나는 것으로 보일 수 있다. ARC 층 중 많아야 85%가 제거될 수 있으며, 바람직하게는 75%를 넘지 않고, 더욱 바람직하게는 70%, 가장 바람직하게는 60%를 넘지 않는다. ARC 층의 완전 에칭(etching through)이 사전-메인 식각 경화단계 동안 일어난다면 상당한 양의 식각이 일어났을 것으로 볼 수 있다.

[0029] 경화단계(216)가 완료된 후, HBr 플라즈마는 플라즈마 챔버로부터 펌핑되고, 식각제 기체 혼합물은 플라즈마 챔버 안으로 유입(218)되어 특징형상의 메인 식각을 시작한다. 웨이퍼의 의도된 층을 효과적으로 식각하기 위한 식각제 기체 혼합물의 조성이 선택된다. 웨이퍼(100)에서, 식각 되는 다음 층은 ARC 층(104)이다. ARC 재료를 식각하는 불소의 원천으로 다른 플루오르화카본을 사용할 수도 있지만, 적절한 식각제 기체 혼합물은 40sccm 유량의 CF₄와, 120sccm 유량의 He이다. 또 다른 실시예에서, HBr과 O₂의 혼합물 또는 Cl₂와 O₂의 혼합물이 ARC 층을 완전 식각하는데 사용될 수 있다. ARC 재료는 유기물 또는 무기물 일 수 있다. 플라즈마 식각 디바이스에 대한 예시적인 작동조건은 7mT의 플라즈마 챔버 압력, 600W의 TCP 전력, 척(chuck) 전극에 인가되는 100V의 바이어스 전압(~ 46W 바이어스 전력에 등가) 그리고 +30%의 오버식각 종료점이다. ARC 층은 메인 식각 단계(220)의 일부로서 식각되며, 포토레지스트 재료에 의하여 한정된 특징형상을 실제로 형성한다.

[0030] 본원 발명의 또 다른 실시예에서, ARC 층의 식각은 포토레지스트의 경화 단계 이전에 일어날 수 있다. 포토레지

스트 하에 있으며 포토레지스트에 의해 보호되지 않는 층들에 대한 메인 완전 식각은 포토레지스트의 경화단계 이후에 이루어진다.

- [0031] 또 다른 실시예에서, 포토레지스트 트립 단계가 방법에 포함될 수 있다. 그러면 경화단계는 ARC 식각과 트립 단계 이전에 또는 그 이후에 이루어지거나 또는 ARC 식각과 트립 단계 사이에 이루어질 수도 있다.
- [0032] 메인 식각(220)은 서로 다른 식각 화학적 작용과 작동조건이 웨이퍼의 서로 다른 층들을 식각하는데 사용되는 여러 단계를 포함할 수도 있다. 221 단계에 의해 지시된 바와 같이, 필요한 각각의 다른 메인 식각 단계에 대해 218과 220 단계가 반복된다. 하드마스크(106) 식각 단계의 식각제 기체 조성물은 40sccm 유량의 CF_4 와 20sccm 유량의 CH_2F_2 그리고 80sccm 유량의 He으로 구성된다. 적절한 플라즈마 처리 디바이스 작동 조건은 7mT의 압력, 1000W의 TCP 전력, 400V의 척 바이어스 전압(300W의 바이어스 전력에 등가)이다. 다른 기체들이 하드마스크 식각 기체 조성물에 사용될 수 있는데, CH_2F_2 대신에 CHF_3 를 사용할 수 있으며, 산소 및/또는 NF_3 가 추가될 수도 있다.
- [0033] 텅스텐(108), 질화텅스텐(110)과 그 밖의 다른 층들은 모두 당업자에게 잘 알려진 식각 화학반응을 사용하여 필요한대로 식각될 수 있다.
- [0034] 특징형상을 식각하기 이전에, 브롬 함유 플라즈마를 사용하여 포토레지스트 재료를 경화하는 것이 포토레지스트 재료의 붕괴와 뒤틀림을 감소시키는 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 이로 인해, 웨이퍼에서 식각되는 특징형상을 처음의 포토레지스트 재료 만큼 잘 한정함으로써, 변형된 특징형상을 유발했던 특징형상의 식각에 관한 문제점들을 제거한다. 예를 들어, 도 5a는 상기 설명된 방법에 따라 식각된 웨이퍼의 포토레지스트와 SiN 층들을 통한 단면도의 전자현미경 사진(502)을 보여주며, 도 5b는 투시도(504)를 보여준다. 알 수 있는 바와 같이, SiN 하드마스크 층(508)위에 존재하는 포토레지스트 재료(506)의 층은 1400Å의 깊이이고, 곧고 잘 한정된 특징형상이고 도 5c에 도시된 바와 같이 식각되어 있다.
- [0035] 도 3은 본원 발명의 다른 실시예를 설명하는 다른 웨이퍼(120)를 통한 단면도를 보여준다. 웨이퍼는 193nm 포토레지스트 특징형상(122)을 포함하는데, 특징형상은 ARC 층(124)위에 패터닝 되어있다. 폴리실리콘 재료의 층(126)은 실리콘 기관(130) 위에 있는 얇은 게이트 산화물 층(128) 상에 존재한다. 웨이퍼 층의 이러한 배열은 많은 다른 디바이스들의 제조에서 중간 단계를 설명해준다. 예를 들면, 중간 단계는 메모리 디바이스, 논리 디바이스 또는 eDRAM 조립 시 일 단계가 될 수 있다.
- [0036] 식각 방법은 서로 다른 식각 화학 작용이 폴리실리콘 층(126)에 대한 메인 식각 단계동안 사용된다는 것을 제외하고는 본질적으로 도2와 1을 참고하여 이미 설명한 것과 같다. 식각제 기체 조성물은 CF_4 , 염소, HBr, 산소 그리고 헬륨으로 이루어진다. 폴리실리콘에 대한 식각 화학 작용은 기술분야의 통상의 당업자에게 잘 알려져 있으므로 더 설명할 필요가 없다.
- [0037] 도4는 193nm 포토레지스트 재료를 경화시키기 위해 HBr을 사용하는 동안 특징형상을 식각하는 방법(300)의 다른 실시예를 설명하는 흐름도를 보여준다. 상기 방법은 HBr을 플라즈마 처리 디바이스로 유입(312)시키면서 시작된다(310). HBr은 플라즈마 내에서 Br 화학종의 원천으로서 기능하는데, 이는 포토레지스트 재료(122)를 경화시키도록 활성화된다. 식각제 기체 혼합물은 또한 HBr과 동시에 플라즈마 처리 챔버 내부 314로 유입된다. 식각제 기체 조성물은 식각되는 웨이퍼 층에 따라 달라지지만, CF_4 또는 다른 불화카본(fluorocarbon)이 식각제 기체로 사용될 때 불소 화학종과 같은 식각제 화학종의 적어도 하나의 원천을 포함할 것이다. 본원 발명의 또 다른 실시예에서, 불화탄화수소(hydrofluorocarbon)가 식각제 활성화종의 원천으로 사용될 수 있다. 이때 플라즈마 처리 디바이스를 저압과 고전력의 조건하에서 작동시켜 고밀도 플라즈마를 충돌시키고 유지시킨다(316). 불소 화학종이 포토레지스트 층 아래에서 웨이퍼의 층들을 식각해 내기 위해 식각제로서 활성화 상태인 동안, 플라즈마 내부에 존재하는 브롬 화학종은 포토레지스트 재료를 경화시키도록 활성화된다. 그리하여 특징형상의 식각이 이루어질 수 있으며(318), 포토레지스트 특징형상의 경화는 그 변형을 막고 잘 한정된 특징형상이 웨이퍼 안으로 확실히 전달되는 것을 돕는다. 식각 방법은 의도한 종료점에 도달하면 종료한다(320).
- [0038] 도 6a는 도 1에서 도시된 바와 같이 HBr을 첨가하여 SiN 하드마스크 층 식각을 한 후에 웨이퍼를 통한 단면의 전자현미경 사진(601)을 보여준다. 도 6b는 식각된 트렌치(trench)에 따른 투시도(602)를 보여주며, 도 6c는 SiN 층에 대해 결과로서 생성된 식각 프로파일(603)을 보여준다. 도 6a에서 볼 수 있듯이, 193nm 포토레지스트 재료를 경화시키기 위해 HBr을 첨가하면 하드마스크 식각이 완료된 후에 상당량의 포토레지스트 층 재료(604)가 존재하게 된다. 도 6b에서는 포토레지스트 재료가 별다른 뒤틀림도 없으며 잘 한정되어 있고, 직선이 식각으로

형성되었음을 보여준다. 도 6c에서 보는 바와 같이, SiN 층 프로파일(606)은 어느 정도 가늘어 지고 있다. 상기 방법은 기술한 첫번째 방법(200)만큼 훌륭한 SiN 층 식각 윤곽을 제공하지는 않으나, 그래도 포토레지스트의 변형과 붕괴를 제거해 준다.

[0039] 본원 발명을 193nm 포토레지스트 재료들과 관련하여 앞서 설명하였으나, 본원 발명에는 248nm를 비롯한 다른 DUV(deep Ultra Violet) 포토레지스트 재료들과 함께 사용될 수도 있다.

[0040] 특정한 디바이스를 만들기 위해 필요에 따라 본 발명의 방법에 다른 단계들을 추가할 수도 있다. 그러나 포토레지스트 재료를 경화하는 단계는 하부에 놓여있는 층에서 특징형상을 식각하기 전 또는 식각함과 동시에 이루어져야 한다.

산업상 이용 가능성

[0041] 비록 앞서 말한 발명을 명확히 이해하기 위해 어느 정도 자세하게 설명하였다고 해도, 어느 정도의 변화와 수정이 아래에 첨부된 특허청구범위 이내에서 이루어지는 것은 명백할 것이다. 그러므로 설명된 실시예들은 제한적인 것이 아닌 설명적인 것으로 받아들여야 하며, 본원 발명은 여기에 주어진 실시예에 제한되지 않지만, 다음의 특허청구범위 및 등가물에 의해 규정 되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 첨부된 도면과 함께 다음의 설명을 참조하면 본원 발명 및 본원 발명의 이점을 잘 이해할 수 있다.

[0012] 도1은 본 발명에 따른 방법이 이용될 수 있는 웨이퍼의 개략적인 단면도이다.

[0013] 도2는 본 발명의 방법의 일 예의 단계들을 도시한 흐름도이다.

[0014] 도3은 본 발명에 따른 방법이 이용될 수 있는 웨이퍼의 개략적인 단면도이다.

[0015] 도4는 본 발명의 방법의 추가 예의 단계들을 도시한 흐름도이다.

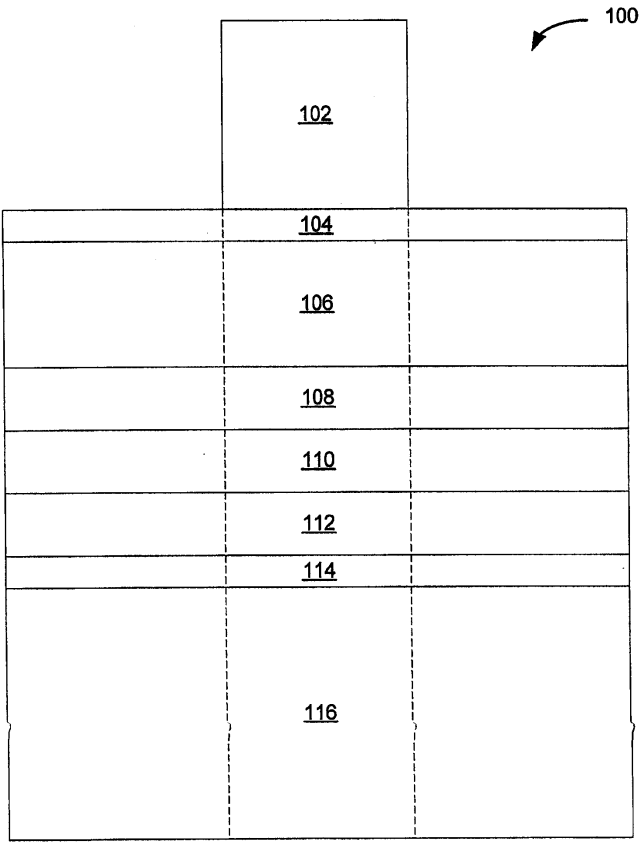
[0016] 도5a, 도b 및 도 5c는 각각 도2에서 설명된 방법에 따라 식각된 웨이퍼의 단면에 대한 전자 현미경 사진과 투시도를 보여준다.

[0017] 도6a, 도6b 및 도6c는 각각 도4에서 설명된 방법에 따라 식각된 웨이퍼의 단면에 대한 전자 현미경 사진과 투시도를 보여준다.

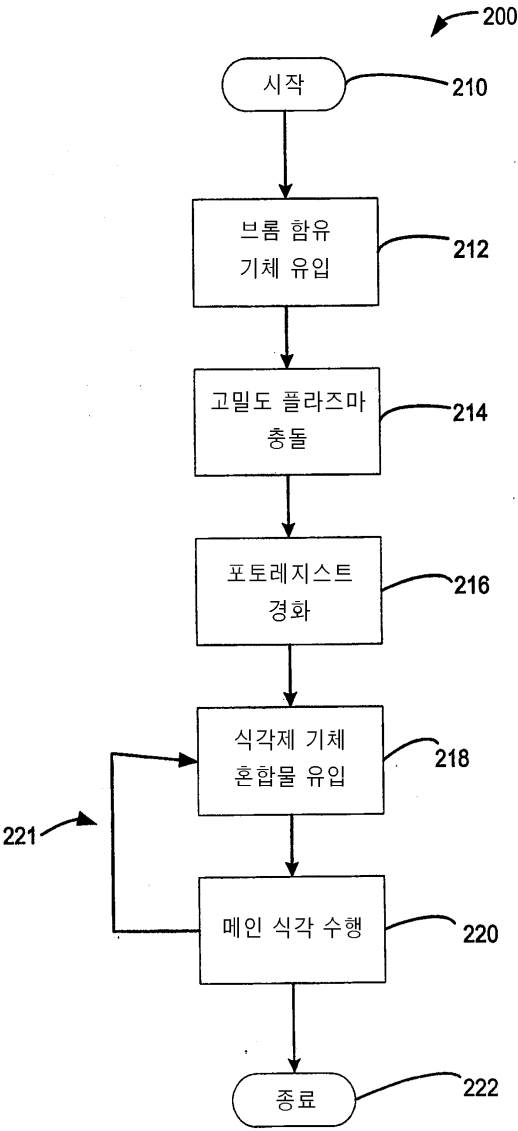
[0018] 도면에서, 동일 참조 부호는 동일 컴포넌트 및 구성요소를 지칭한다.

도면

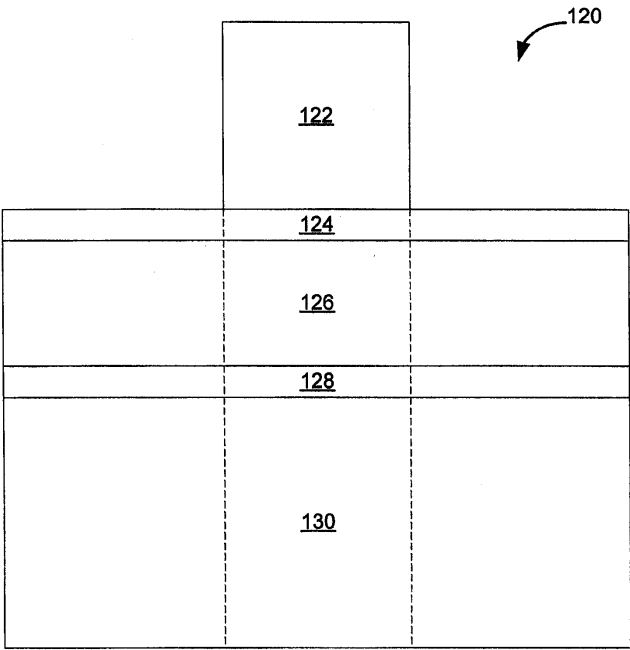
도면1



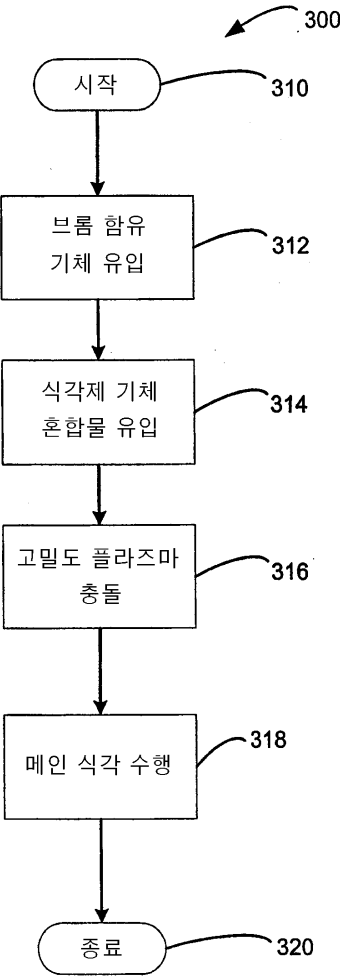
도면2



도면3



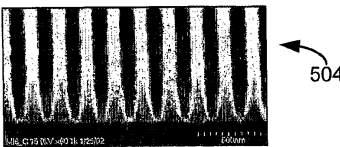
도면4



도면5a



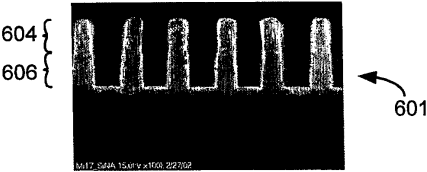
도면5b



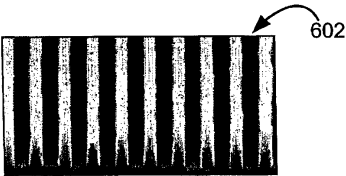
도면5c



도면6a



도면6b



도면6c

