

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷ (45) 공고일자 2005년12월14일
C23C 14/32 (11) 등록번호 10-0536604

(24) 등록일자 2005년12월07일

(21) 출원번호 10-2003-0056637

(65) 공개번호 10-2005-0017585

(22) 출원일자 2003년08월14일

(43) 공개일자 2005년02월22일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 차용원
경기도용인시수지구읍상현리85-6서원마을현대홈타운아파트202동2001호

나규태
서울특별시용산구이촌1동강촌아파트105동704호

(74) 대리인 임창현
권혁수
오세준
송윤호

심사관 : 조지훈

(54) 고밀도 플라즈마 증착법을 이용한 깎필 방법

요약

고밀도 플라즈마 증착법을 이용한 깎필 방법을 제공한다. 이 방법에 따르면 깎을 포함하는 기관의 상부에 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 포함하는 반응가스를 이용하여 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 증착한다. 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 NF₃를 포함하는 식각가스를 이용하여 소정 두께만큼 식각하고, 산소(O₂), 시레인(SiH₄) 및 불화질소(NF₃)를 반응가스로 이용하여 제1 고밀도 플라즈마 산화막 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 증착한다.

대표도

도 5

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 내지 도 4는 종래의 고밀도 플라즈마 증착법을 이용한 깎필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 갭필 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 갭필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 갭필 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 10 내지 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 갭필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 14는 트렌치 소자분리 기술에 적용된 본 발명의 제3 실시예에 따른 갭필 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 15 및 16은 본 발명의 제3 실시예에 따른 갭필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자의 제조방법에 관한 것으로서, 더 구체적으로 고밀도 플라즈마 증착법을 이용하여 기판 상에 형성된 패턴들 사이의 갭에 산화막을 채우기 위한 갭필 방법에 관한 것이다.

고밀도 플라즈마 증착법(HDPCVD; High Density Plasma Chemical Vapor Deposition)은 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)에 비하여 낮은 압력에서 높은 플라즈마 파워에 의해 플라즈마를 유도하기 때문에 반응챔버 내부에 높은 밀도의 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 또한, 증착막의 표면에 이온이 충돌함으로써 막의 증착과 동시에 식각이 이루어지고, 플라즈마의 진행방향에 수직인 면의 증착속도가 빠르기 때문에 우수한 갭 필 특성을 나타낸다.

그러나, 종래의 고밀도 플라즈마 증착법은 스퍼터된 물질이 반대편 측벽에 재증착되어 오버행을 형성하고, 오버행이 갭의 입구를 막아서 절연막 내에 보이드를 발생시키는 원인이 된다. 또한, 식각 소오스로 사용되는 아르곤의 높은 원자량으로 인하여 하지막이 식각되는 클리핑(clipping)이 발생하는 문제점을 가지고 있다.

이러한 고밀도 플라즈마 증착법의 문제점을 극복하기 위하여 미합중국 특허번호 6,395,150호 (U.S. Pat. No. 6,395,150 entitled "VERY HIGH ASPECT RATIO GAPFILL USING HDP")는 식각소오스로 작용하는 아르곤을 원자량이 작은 헬륨으로 치환함으로써 스퍼터되는 물질의 재증착을 감소시키는 방법을 개시하고 있다.

도 1 내지 도 4는 미합중국 특허번호 6,395,150호에 개시된 갭필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 1을 참조하면, 기판(100) 상에 회로 소자들(circuit elements; 520)이 그 사에 갭(510)을 만들면서 형성된다. 상기 회로 소자(520)는 트랜지스터, 컨덕터 또는 배선일 수 있다. 상기 갭(510)은 2.5:1 이상의 높은 종횡비를 가지고, 고밀도플라즈마 증착을 이용하여 채워진다.

도 2를 참조하면, 산소, 헬륨 및 시레인을 반응가스로 사용하여 절연막(525)를 계속 성장시킨다. 일반적인 고밀도 플라즈마 증착법과 달리 이 방법은 스퍼터링 소오스로 작용하는 아르곤을 사용하지 않고, 헬륨을 사용한다. 스퍼터링 소오스가 감소되더라도 회로 소자(520)의 모서리에는 패킷(530)이 형성된다. 그러나, 식각 물질이 줄어들었기 때문에 상기 패킷(530)은 상기 회로 소자(520)의 모서리로부터 먼 거리에 형성되어 더 많은 절연막(525)가 표면에 형성된다.

계속해서, 도 3 및 도 4를 참조하면, 아르곤을 헬륨으로 치환하여 증착한 결과 측벽의 재증착을 감소시켜 오버행(overhang) 또는 첨단(cusp)이 형성되는 것을 방지할 수 있고 보이드 또는 클리핑을 일으키지 않고 높은 종횡비의 갭을 매립한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 고밀도 플라즈마 산화막으로 보이드 없이 갭을 매립할 수 있는 방법을 제공하는데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 고밀도 플라즈마 산화막으로 하지막의 클리핑을 일으키지 않고 껍을 매립할 수 있는 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 기술적 과제들은 증착과 식각을 반복적으로 실시하는 고밀도 플라즈마 산화막 증착법에 의해 달성되어질 수 있다. 이 방법은 껍을 포함하는 기판의 상부에 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 포함하는 반응가스를 이용하여 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 것을 포함한다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 NF₃를 포함하는 식각가스를 이용하여 소정 두께만큼 식각하고, 산소(O₂), 시레인(SiH₄) 및 불화질소(NF₃)를 반응가스로 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 증착한다. 상기 제1 플라즈마 산화막 증착 및 식각과 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막 증착은 인-시튜로 진행할 수 있다.

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막은 상기 껍에 보이드가 발생하지 않을 만큼의 두께로 증착하는 것이 바람직하고, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막은 화학적 건식식각법(Chemical Dry Etching)을 이용하여 식각할 수 있다. 이 때, 불화질소(NF₃)와 함께 수소(H₂)를 식각가스에 더 포함할 수도 있다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막은 650℃ 내지 800℃에서 증착함으로써 하지막의 클리핑을 방지할 수 있다.

이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 층 및 영역들의 두께는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 또한, 층이 다른 층 또는 기판 "상"에 있다고 언급되어지는 경우에 그것은 다른 층 또는 기판 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 층이 개재될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 껍필 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 껍필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 5의 S1 및 도 6을 참조하면, 반도체 기판(100)에 껍(103)을 갖는 복수개의 패턴들(102)을 형성한다. 상기 패턴들(102)은 소자분리를 위한 트렌치 패턴, 트랜지스터의 게이트 패턴 또는 배선 패턴일 수 있다. 상기 껍(103)을 포함하는 기판(100)의 상부에 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)을 형성한다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 시레인 및 산소를 포함하는 반응가스를 사용하여 증착할 수 있다. 예컨대, 시레인 10 내지 300 sccm, 산소 10 내지 300 sccm, 헬륨 및 아르곤 중 한가지 또는 이들의 혼합가스 0 내지 500 sccm을 공급하고, 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 증착공정을 수행할 수 있다. 더 바람직하게는 산소와 시레인의 공급비(O₂/SiH₄)가 1.0 내지 2.5일 때 안정된 산화막을 증착할 수 있다. 이 때, 플라즈마 파워는 3000 내지 15000 Watt, 바이어스 파워는 0 내지 3000 Watt를 가해줄 수 있다. 시레인 및 산소는 증착 소오스로써 상기 기판(100)의 상부에 산화막을 증착시키고, 이와 동시에 산소 및 불활성 가스로 공급되는 헬륨 또는 아르곤은 이 산화막의 표면에 충돌하여 스퍼터링에 의해 증착된 산화막의 식각이 수행된다. 고밀도 플라즈마 산화막 증착 과정에서 스퍼터된 산화막은 반대편 측벽에 재증착되어 오버행(105)이 형성된다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 상기 오버행(105)에 의해 껍의 입구가 막혀 보이드가 발생되지 않을 만큼의 두께로 형성하는 것이 바람직하다. 따라서, 중형비가 높을 수록 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 얇게 형성하는 것이 바람직하다. 예컨대, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 껍 깊이의 10 내지 80 % 정도 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 증착 초기에 증착에 대한 식각 비(E/D비)를 낮춰 패턴들(102) 및 기판(100)의 표면이 손상되는 클리핑(clipping)이 발생하는 것을 방지하는 것이 바람직하다. E/D비는 바이어스 파워를 낮추거나, 원자량이 작은 헬륨을 불활성 가스로 사용함으로써 낮출 수 있다.

도 5의 S2 및 도 7을 참조하면, 불화질소(NF₃)를 포함하는 식각가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)을 소정 두께 식각한다. 이 때, 상기 오버행(105)을 제거하고 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)이 증착된 껍(103)의 중형비를 낮추기 위하여, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 화학적 건식식각법(chemical dry etching)을 사용하여 식각하는 것이 바람직하다. 상기 화학적 건식식각은 필요한 두께만큼 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)이 형성되면, 시레인의 공급을 중단하고 불화질소를 챔버내에 공급하는 것으로써 실시할 수 있다. 예컨대, 산소(O₂) 10 내지 300

sccm, 아르곤(Ar) 0 내지 500 sccm 및 불화질소(NF₃) 100 내지 500 sccm을 공급하고 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 식각공정을 수행할 수 있다. 이 때, 플라즈마 파워는 3000 Watt 내지 5000 Watt, 바이어스 파워는 0 내지 1500 Watt를 가해주는 것이 바람직하다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)의 일부분을 식각함으로써 상기 오버행(105)을 제거할 수 있다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)은 하지막의 손상을 방지하기 위하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104) 두께의 1 내지 30% 정도 식각하는 것이 바람직하다.

도 5의 S3 및 도 8을 참조하면, 불화질소(NF₃)를 포함하는 반응가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104)의 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106)을 증착한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106)은 상기 갭이 완전히 채워지도록 형성한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106)은 불화질소(NF₃), 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 반응가스로 사용하여 형성할 수 있다. 본 발명에서, 스퍼터에 의한 재증착을 방지하기 위하여 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106) 증착시 불활성 가스를 공급하지 않는 것이 바람직하다. 증착시 공급되는 불화질소(NF₃)에 의해 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106)은 증착과 동시에 화학적 식각된다. 따라서, 산소에 의해 오버행이 발생하더라도, 불화질소에 의해 식각이 동시에 수행되면서 산화막이 증착되기 때문에 오버행의 제거할 수 있고 매립성을 향상시킬 수 있다. 또한, 오버행의 제거 및 매립성의 향상은 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(104) 식각시 식각가스에 수소를 첨가함으로써 더욱 더 효과적으로 얻어질 수 있다. 오버행이 발생할 수 있는 산화막의 표면에 수소가 확산되어 있으면, 스퍼터된 라디칼과 수소가 결합하여 재증착이 방지된다.

상기 반응가스는 산소 10 내지 400 sccm, 시레인 10 내지 400 sccm, 불화질소 10 내지 300 sccm을 포함하고, 증착은 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 실시할 수 있다. 이 때, 증착과 동시에 스퍼터링 및 식각이 수행되도록 바이어스 파워를 10 내지 5000 Watt 인가하고, 플라즈마 파워는 3000 내지 15000 Watt를 인가하여 플라즈마를 유도할 수 있다. 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106) 증착시 불화질소에 의해 갭의 측벽이 손상될 수 있는데, 이는 증착공정의 온도를 높임으로써 방지할 수 있다. 예컨대, 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(106)의 증착은 650 °C 내지 800 °C에서 실시하는 것이 바람직하다. 더욱 더 바람직하게는 산소 및 시레인의 유량비(O₂/SiH₄)를 1.0 내지 2.5로 유지함으로써 안정된 산화막을 형성할 수 있고, 불화수소(NF₃)에 의한 식각과 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)의 증착이 적절하게 적용되기 위하여 불화수소(NF₃)

의 유량비($\frac{NF_3}{(NF_3+SiH_4+O_2)}$)는 0.1 내지 0.5로 유지하는 것이 바람직하다.

본 발명은 중형비가 높은 트렌치 영역에 절연막을 채우는 트렌치 소자분리 기술에 적용할 수 있다.

도 9는 트렌치 소자분리 기술에 적용된 본 발명의 제2 실시예에 따른 갭필 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 10 내지 도 13은 본 발명의 제2 실시예에 따른 갭필 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

도 9의 S11 및 도 10을 참조하면, 반도체 기판(200)에 하드 마스크막(202)을 형성하고, 상기 하드마스크막(202) 및 상기 반도체 기판(200)을 식각하여 복수개의 트렌치(204)를 형성한다. 도시하지는 않았지만, 상기 트렌치(204)를 형성한 후 식각손상을 치유하기 위한 열산화 공정이 수행되고, 상기 트렌치(204)가 형성된 기판의 전면에서 질화막 라이너를 콘포말하게 형성할 수 있다.

도 9의 S12 및 도 11을 참조하면, 상기 트렌치(204)를 포함하는 기판(200)의 상부에 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)을 형성한다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 시레인 10 내지 300 sccm, 산소 10 내지 300 sccm, 헬륨 및 아르곤 중 한가지 또는 이들의 혼합가스 0 내지 500 sccm을 공급하고, 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 증착할 수 있다. 바람직하게는 산소와 시레인의 공급비(O₂/SiH₄)가 1.0 내지 2.5일 때 안정된 산화막을 증착할 수 있다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206) 증착시 플라즈마 파워는 3000 내지 15000 Watt, 바이어스 파워는 0 내지 3000 Watt를 인가하여 플라즈마를 유도할 수 있다. 고밀도 플라즈마 산화막 증착 과정에서 스퍼터된 산화막은 반대편 측벽에 재증착되어 상기 트렌치(204)의 입구에 오버행(210)을 형성한다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 상기 오버행(210)에 의해 상기 트렌치(204)의 입구가 막혀 보이드가 발생되지 않을 만큼의 두께로 형성하는 것이 바람직하다. 예컨대, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 상기 트렌치(204) 깊이의 10 내지 80% 정도 형성되도록 하는 것이 바람직하다.

도 9의 S13 및 도 12를 참조하면, 불화질소(NF₃)를 포함하는 식각가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)을 소정 두께 식각한다. 이 때, 상기 오버행(210)을 제거하고 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)이 증착된 갭의 중형비를 낮추기 위하여, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 화학적 건식식각법(chemical dry etching)을 사용하

여 식각하는 것이 바람직하다. 상기 화학적 건식식각은 필요한 두께만큼 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)이 형성되면, 시레인의 공급을 중단하고 불화질소(NF₃)를 100 내지 500 sccm을 공급함으로써 실시할 수 있다. 상기 화학적 식각은 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 식각공정을 수행할 수 있다. 이 때, 플라즈마 파워는 3000 Watt 내지 5000 Watt, 바이어스 파워는 0 내지 1500 Watt를 가해주는 것이 바람직하다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)의 일부분을 식각함으로써 상기 오버행(210)을 제거할 수 있다. 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 하지막의 손상을 방지하기 위하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206) 두께의 1 내지 30% 정도 식각하는 것이 바람직하다.

도 9의 S14 및 도 13을 참조하면, 불화질소(NF₃)를 포함하는 반응가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)의 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)을 증착한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 상기 트렌치(204)가 완전히 채워지도록 형성한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 불화질소(NF₃), 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)를 반응가스로 사용하여 형성할 수 있다. 본 발명에서, 스퍼터에 의한 재증착을 방지하기 위하여 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212) 증착시 불활성 가스를 공급하지 않는 것이 바람직하다. 증착 시 공급되는 불화질소(NF₃)에 의해 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 증착과 동시에 화학적 식각된다. 따라서, 산소에 의해 오버행이 발생하더라도, 불화질소에 의해 식각이 동시에 수행되면서 산화막이 증착되기 때문에 오버행의 제거할 수 있고 매립성을 향상시킬 수 있다. 또한, 오버행의 제거 및 매립성의 향상은 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206) 식각시 식각가스에 수소를 첨가함으로써 더욱 더 효과적으로 얻어질 수 있다. 오버행이 발생할 수 있는 산화막의 표면에 수소가 확산되어 있으면, 스퍼터된 라디칼과 수소가 결합하여 재증착이 방지된다.

상기 반응가스는 산소 10 내지 400 sccm, 시레인 10 내지 400 sccm, 불화질소 10 내지 300 sccm을 포함하고, 증착은 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 실시할 수 있다. 이 때, 증착과 동시에 스퍼터링 및 식각이 수행되도록 바이어스 파워를 10 내지 5000 Watt 인가하고, 플라즈마 파워는 3000 내지 15000 Watt를 인가하여 플라즈마를 유도할 수 있다. 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212) 증착시 불화질소에 의해 껍의 측벽이 손상될 수 있는데, 이는 증착공정의 온도를 높임으로써 방지할 수 있다. 예컨대, 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)의 증착은 650 °C 내지 800 °C에서 실시하는 것이 바람직하다. 더욱 더 바람직하게는 산소 및 시레인의 유량비(O₂/SiH₄)를 1.0 내지 2.5로 유지함으로써 안정된 산화막을 형성할 수 있고, 불화수소(NF₃)에 의한 식각과 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)의 증착이 적절하게 적용되기 위하여 불화수소(NF₃)

의 유량비($\frac{NF_3}{(NF_3+SiH_4+O_2)}$)는 0.1 내지 0.5로 유지하는 것이 바람직하다.

본 발명에서, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막의 증착 및 식각과 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막의 증착은 동일한 챔버 내에서 인 시투로 실시할 수 있다. 이 경우, 제1 고밀도 플라즈마 산화막이 증착된 후 시레인의 공급을 중단하고 불화수소를 공급함으로써 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 식각할 수 있고, 소정시간동안 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 식각한 후 시레인을 공급하고 불활성 가스의 공급을 중단함으로써 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 형성할 수 있다. 이와 달리, 생산성(throughput)을 향상시키기 위하여 복수개의 챔버로 구성된 증착장비에서, 각각의 공정을 수행할 수도 있다. 이 경우, 제1 고밀도 플라즈마 산화막 증착 및 식각과 제2 고밀도 플라즈마 산화막의 증착을 복수개의 웨이퍼에서 동시에 실시할 수 있는 장점이 있다.

도 14는 트렌치 소자분리 기술에 적용된 본 발명의 제3 실시예에 따른 껍질 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 15 및 16은 본 발명의 제3 실시예에 따른 껍질 방법을 설명하기 위한 공정단면도들이다.

제3 실시예에서 반도체 기판에 트렌치를 형성하는 단계(S21 단계), 트렌치 내에 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 단계(S22 단계) 및 소정 두께의 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 식각하는 단계(S23)은 도 10 내지 도 12를 참조하여 설명한 상기 제2 실시예와 동일하게 실시한다.

도 14의 S24 및 도 15를 참조하면, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)을 소정 NF₃를 이용하여 화학적 식각한 후, 습식 식각법으로 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)의 일부분을 식각한다. 그 결과, 상기 트렌치의 껍의 중형비가 더욱 낮아지고, 상기 하드마스크막(202) 상부의 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)의 표면이 라운드된다. 라운드된 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)은 후속의 고밀도 플라즈마 증착시 반대편 측벽에 재증착을 줄일 수 있다. 상기 습식식각은 불산(HF), LAL(NH₄F와 HF의 혼합액) 또는 BOE(Bufferd Oxide Etchant)를 사용하여 실시할 수 있다.

도 14의 S25 및 도 16을 참조하면, 불화질소(NF₃)를 포함하는 반응가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206)의 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)을 증착한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 상기 트렌치(204)가 완전히 채워지도록 형성한다. 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 불화질소(NF₃), 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 반응가스로 사용하여 형성할 수 있다. 본 발명에서, 스퍼터에 의한 재증착을 방지하기 위하여 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212) 증착시 불활성 가스를 공급하지 않는 것이 바람직하다. 증착 시 공급되는 불화질소(NF₃)에 의해 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)은 증착과 동시에 화학적 식각된다. 따라서, 산소에 의해 오버행이 발생하더라도, 불화질소에 의해 식각이 동시에 수행되면서 산화막이 증착되기 때문에 오버행의 제거할 수 있고 매립성을 향상시킬 수 있다. 또한, 오버행의 제거 및 매립성의 향상은 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막(206) 식각시 식각가스에 수소를 첨가함으로써 더욱 더 효과적으로 얻어질 수 있다. 오버행이 발생할 수 있는 산화막의 표면에 수소가 확산되어 있으면, 스퍼터된 라디칼과 수소가 결합하여 재증착이 방지된다.

상기 반응가스는 산소 10 내지 400 sccm, 시레인 10 내지 400 sccm, 불화질소 10 내지 300 sccm을 포함하고, 증착은 1.5 내지 5.0 mTorr의 낮은 압력에서 실시할 수 있다. 이 때, 증착과 동시에 스퍼터링 및 식각이 수행되도록 바이어스 파워를 10 내지 5000 Watt 인가하고, 플라즈마 파워는 3000 내지 15000 Watt를 인가하여 플라즈마를 유도할 수 있다. 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212) 증착시 불화질소에 의해 갭의 측벽이 손상될 수 있는데, 이는 증착공정의 온도를 높임으로써 방지할 수 있다. 예컨대, 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막(212)의 증착은 650 °C 내지 800 °C에서 실시하는 것이 바람직하다. 더욱 더 바람직하게는 산소 및 시레인의 유량비(O₂/SiH₄)를 1.0 내지 2.5로 유지함으로써 안정된 산화막을 형성할 수 있고, 불화수소(NF₃)에 의한 식각과 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)의 증착이 적절하게 적용되기 위하여 불화수소(NF₃)

의 유량비($\frac{NF_3}{(NF_3+SiH_4+O_2)}$)는 0.1 내지 0.5로 유지하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

상술한 것과 같이 본 발명에 따르면, 높은 종횡비를 갖는 갭을 산화막으로 채우기 위해서, 소정두께의 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 형성하고, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막의 일부를 제거한 후 갭을 완전히 채우는 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 형성한다. 상기 고밀도 플라즈마 산화막의 일부를 제거하는 동안 갭의 입구에 형성된 오버행을 제거할 수 있고, 아르곤 또는 헬륨과 같은 불활성 가스를 첨가하지 않고, 불화질소를 반응가스에 첨가하여 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 형성함으로써 제2 고밀도 플라즈마 산화막 형성시 오버행의 형성을 억제할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판 상에 형성된 패턴들 사이의 갭을 산화막으로 매립함에 있어서,

상기 갭을 포함한 상기 기판의 상부에 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 포함하는 반응가스를 이용하여 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 단계;

불화질소(NF₃)를 포함하는 식각가스를 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 소정 두께만큼 식각하는 단계; 및

산소(O₂), 시레인(SiH₄) 및 불화질소(NF₃)를 반응가스로 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 단계를 포함하는 갭필 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막 증착 및 식각과 상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막 증착은 인-시튜로 진행되는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막은 상기 깎에 보이드가 발생하지 않을 만큼의 두께로 증착하는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막의 식각은 화학적 건식식각법(Chemical Dry Etching)을 이용하는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 식각가스는 산소(O₂) 및 아르곤(Ar)을 더 포함하며,

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막에 대한 식각은 산소(O₂) 10 내지 300 sccm, 아르곤(Ar) 0 내지 500 sccm 및 불화질소(NF₃) 100 내지 500 sccm 을 사용하는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 식각가스는 수소(H₂)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 식각하는 단계에서,

플라즈마 파워는 3000 Watt 내지 5000 Watt이고,

바이어스 파워는 0 내지 1500 Watt인 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막의 증착온도는 650℃ 내지 800℃인 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 형성하는 단계에서,

산소(O₂)의 공급량은 10 내지 400 sccm이고,

시레인(SiH₄)의 공급량은 10 내지 400 sccm이고,

불화질소(NF₃)의 공급량은 10 내지 300 sccm인 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

시레인 대비 산소의 유량비($\frac{O_2}{SiH_4}$)는 1 내지 2.5인 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 11.

제 9 항에 있어서,

반응가스 대비 불화질소의 유량비($\frac{NF_3}{(NF_3+SiH_4+O_2)}$)는 0.1 내지 0.5인 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막 증착 이전에,

습식 식각법을 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막의 일부분을 식각하는 단계를 더 포함하는 깎필 방법.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 습식 식각법은 불화수소, LAL 또는 BOE 용액을 이용하여 실시하는 것을 특징으로 하는 깎필 방법.

청구항 14.

기관 상에 형성된 패턴들 사이의 갭을 산화막으로 매립함에 있어서,

상기 갭을 포함한 상기 기관의 상부에 산소(O₂) 및 시레인(SiH₄)을 포함하는 반응가스를 사용하여 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 단계;

산소 및 불화질소(NF₃)를 포함하는 식각가스를 이용한 화학적 건식식각법으로 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 소정 두께만큼 식각하는 단계; 및

650℃ 내지 800℃의 증착온도에서, 산소(O₂), 시레인(SiH₄) 및 불화질소(NF₃)를 반응가스로 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막 상부에 제2 고밀도 플라즈마 산화막을 증착하는 단계를 포함하는 갭필 방법.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 식각 가스는 아르곤 가스(Ar)를 더 포함하며, 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막을 식각하는 단계에서, 플라즈마 파워는 3000 Watt 내지 500 Watt이고, 바이어스 파워는 0 내지 300 Watt이고, 산소(O₂)의 공급량은 10 내지 300 sccm이고, 아르곤(Ar)의 공급량은 0 내지 500 sccm이고, 불화질소(NF₃)의 공급량은 100 내지 500sccm인 것을 특징으로 하는 갭필 방법.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 식각가스는 수소(H₂)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 갭필 방법.

청구항 17.

제 14 항에 있어서,

상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막 증착단계에서,

시레인에 대한 산소의 유량비($\frac{O_2}{SiH_4}$)는 1 내지 2.5이고,

불화질소의 유량비($\frac{NF_3}{(NF_3+SiH_4+O_2)}$)는 0.1 내지 0.5인 것을 특징으로 하는 갭필 방법.

청구항 18.

제 14 항에 있어서,

상기 제2 고밀도 플라즈마 산화막 증착 이전에,

습식 식각법을 이용하여 상기 제1 고밀도 플라즈마 산화막의 일부분을 식각하는 단계를 더 포함하는 집필 방법.

청구항 19.

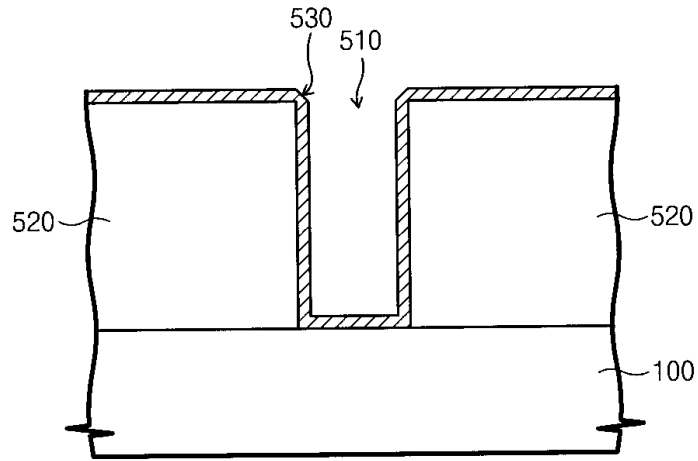
제 18 항에 있어서,

상기 습식 식각법은 불화수소, LAL 또는 BOE 용액을 이용하여 실시하는 것을 특징으로 하는 집필 방법.

도면

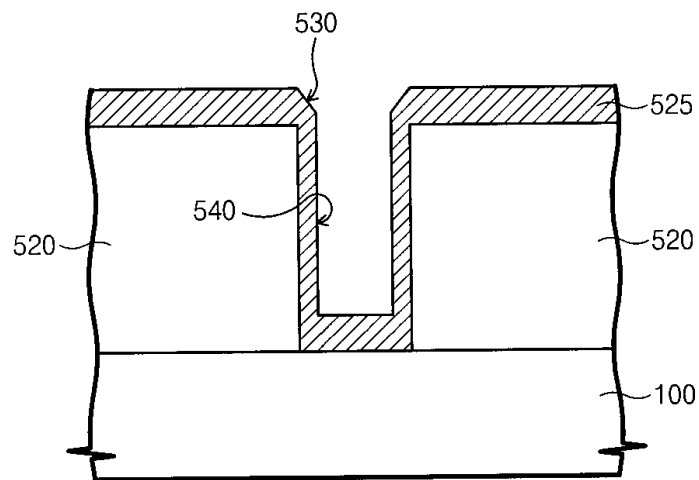
도면1

(종 래 기 술)



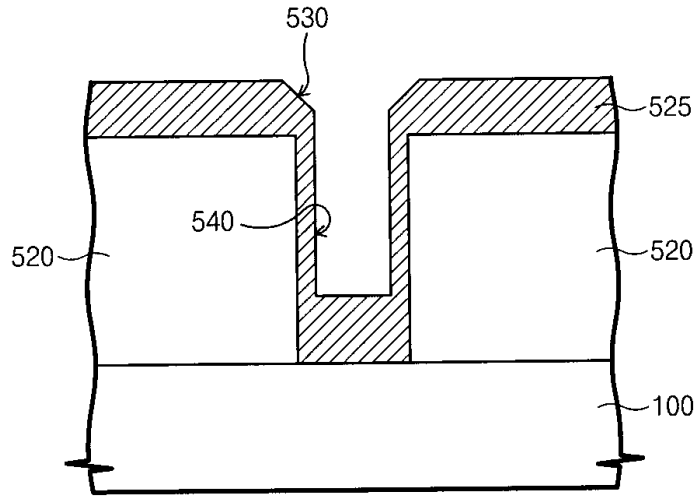
도면2

(종 래 기 술)



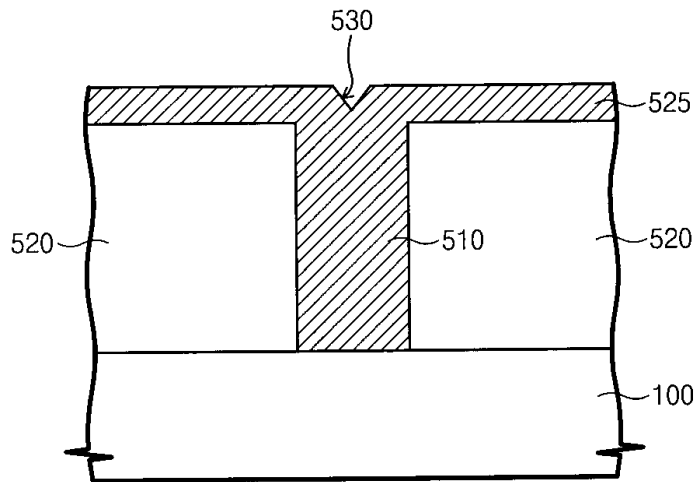
도면3

(종래 기술)

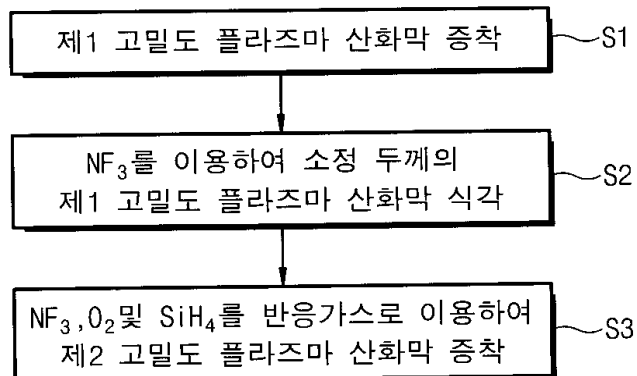


도면4

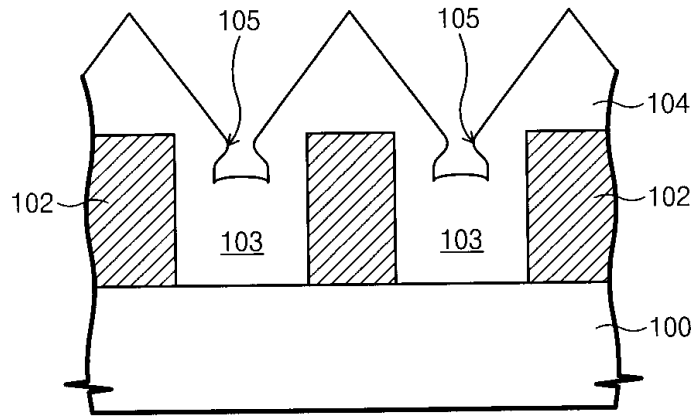
(종래 기술)



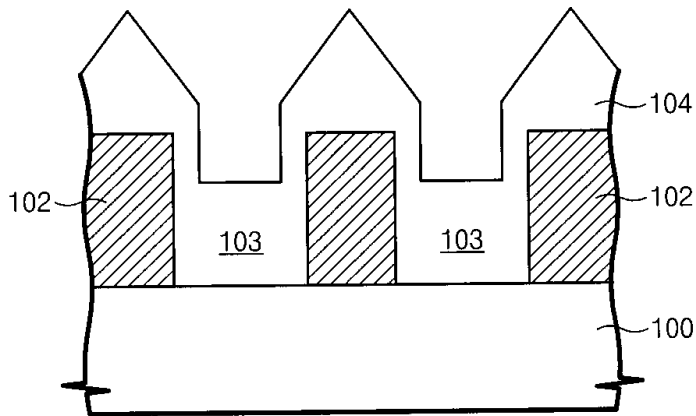
도면5



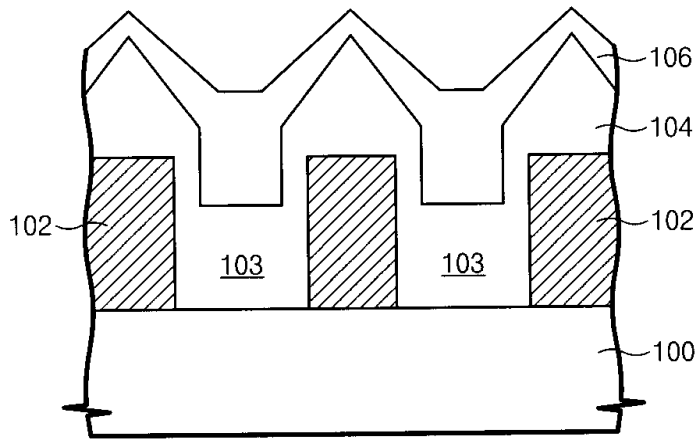
도면6



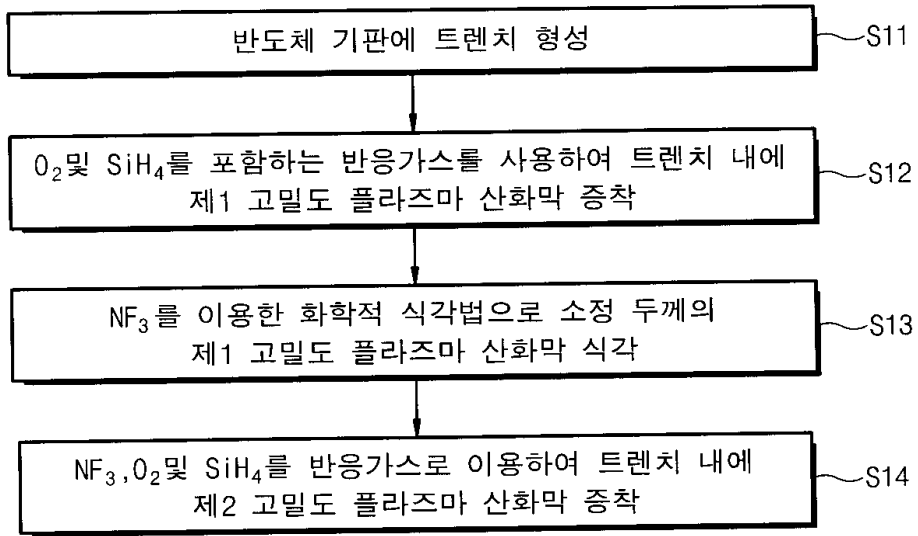
도면7



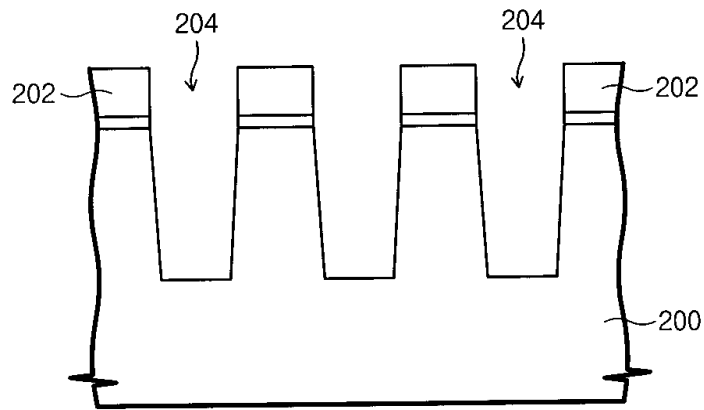
도면8



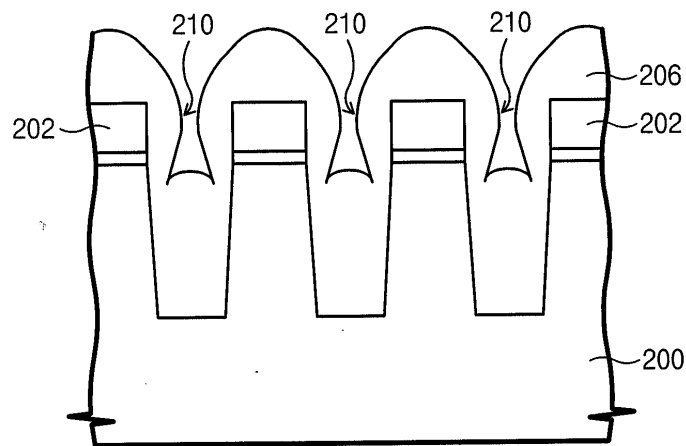
도면9



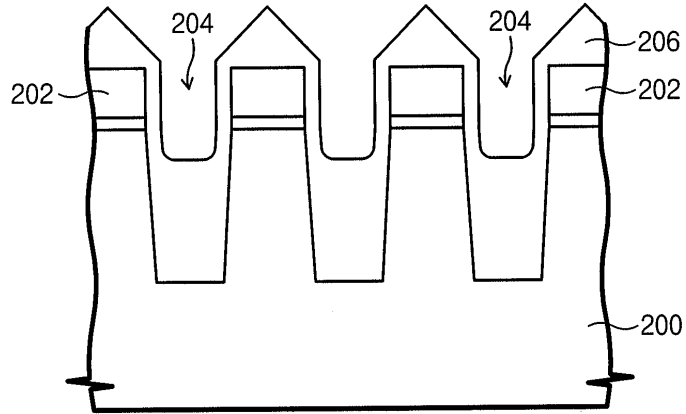
도면10



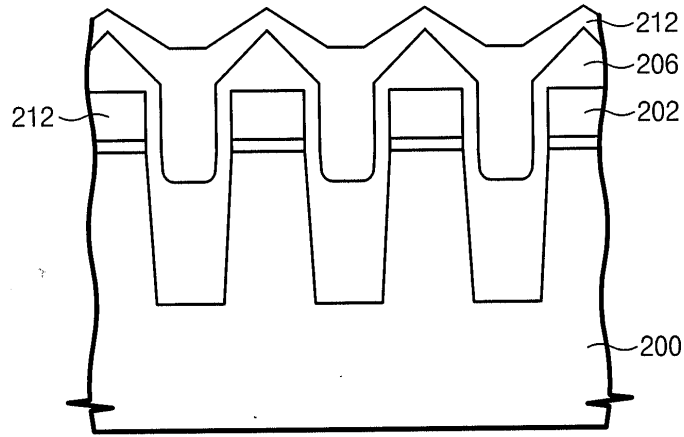
도면11



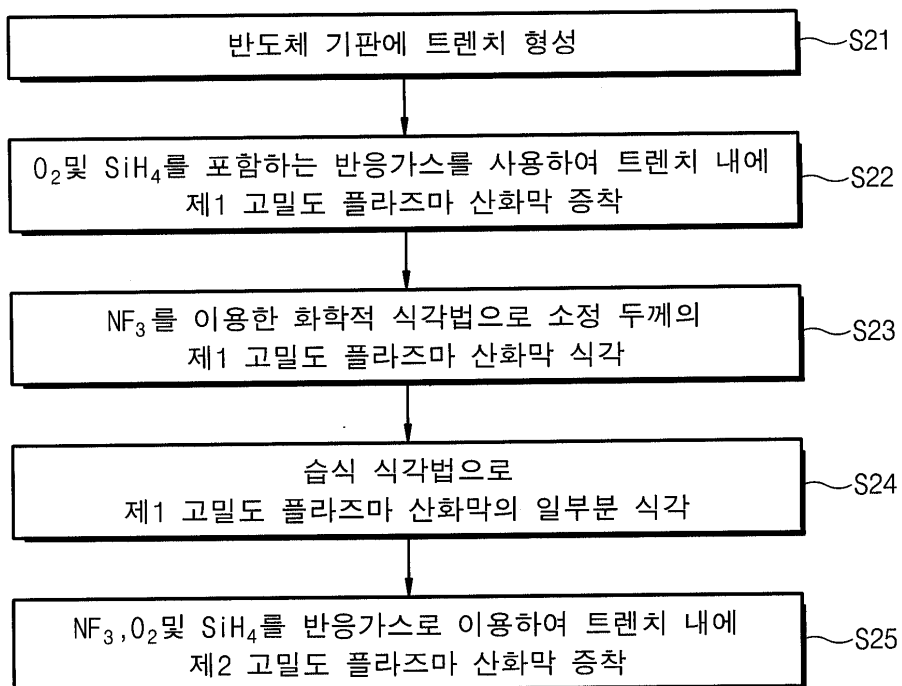
도면12



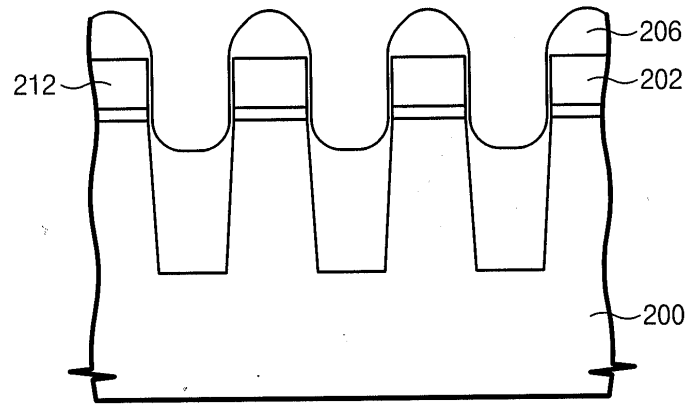
도면13



도면14



도면15



도면16

