



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0085929  
(43) 공개일자 2011년07월27일

(51) Int. Cl.

*H01L 21/302* (2006.01) *H01L 21/306* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0005479

(22) 출원일자 2011년01월19일  
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2010-009979 2010년01월20일 일본(JP)

(71) 출원인

도쿄엘렉트론가부시키가이샤

일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5쵸메 3반 1고

(72) 발명자

니시무라 에이이치

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미츠자와  
650 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내  
다하라 시게루

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미츠자와  
650 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내

야마시타 후미코

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미츠자와  
650 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내

(74) 대리인

제일광장특허법인

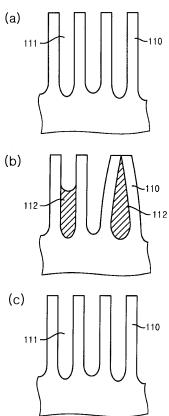
전체 청구항 수 : 총 8 항

#### (54) 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법 및 장치

#### (57) 요 약

본 발명은 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시킬 수 있는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법 및 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치를 제공한다. 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴 사이에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시키는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법으로서, 실리콘 기판을 챔버내에 수용하고, 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 공정을 갖는다.

#### 대 표 도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

실리콘 기판상에 예칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시키는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법으로서,

상기 실리콘 기판을 캠버내에 수용하고, 상기 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 공정을 갖는 것을 특징으로 하는

실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 패턴의 선폭이 32nm 이하인 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 가열공정에서의 가열 온도가 200°C 이상 500°C 이하인 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정과 상기 가열공정을 동시에 실행하는 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 이물이 규불화암모늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 이물이 이산화규소를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법.

## 청구항 8

실리콘 기판을 수용하는 챔버와,

상기 챔버내에 수용된 상기 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 기구와,

상기 챔버내에 HF 가스를 공급해서 상기 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 HF 가스 공급 기구를 구비하고,

상기 실리콘 기판을, 상기 가열기구에 의해서 가열하고, 상기 HF 가스 공급 기구에 의해서 HF 가스 분위기에 노출시키는 것에 의해, 상기 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴 사이에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시키는 것을 특징으로 하는

실리콘 기판상의 패턴 복구 장치.

## 명세서

### 기술분야

[0001]

본 발명은 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법 및 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002]

반도체 장치의 제조 공정에서는 실리콘 기판(반도체 웨이퍼)상에, 포토리소그래피(photolithography) 공정에 의해서 미세한 회로 패턴이 형성된다. 이 포토리소그래피 공정에서는 포토 레지스트(photoreist)의 도포, 노광, 현상 공정이나, 포토 레지스트 등을 마스크(mask)로 한 에칭(etching) 공정 등에 의해서 실리콘 기판상에 소정의 패턴(pattern), 예를 들면, 라인(line)이나 홀(hole) 등을 형성한다.

[0003]

이러한 포토리소그래피 공정에 있어서, 에칭을 실행할 때에, 패턴의 측벽에 폴리머(polymer)(소위, 측벽 폴리머(sidewall polymer))가 부착되는 경우가 있다. 이러한 측벽 폴리머를 제거하는 기술로서, 불화 수소와 메탄을 등으로 이루어지는 세정액에 의해서 세정하는 소위, 습식 세정(wet cleaning) 기술이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

[0004]

또한, 콘택트 홀(contact hole)내에 형성된 자연 산화막(native oxide film)을 제거하는 기술로서는 불화 수소 증기와 알코올 증기의 혼합 증기를 사용하는 것이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 2 참조).

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005]

(특허문헌 0001) 일본 특허공개공보 평성11-340183호

(특허문헌 0002) 일본 특허공개공보 평성5-47742호

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006]

상술한 바와 같이, 종래에, 포토리소그래피 공정의 도중에 발생하는 측벽 폴리머를 습식 세정에 의해 제거하는 기술이나, 콘택트 홀내에 형성된 자연 산화막을 증기에 의해서 제거하는 기술이 알려져 있다.

[0007]

그런데, 반도체 장치는 회로 패턴의 미세화가 진행됨에 따라, 포토리소그래피 공정에서 형성되는 패턴의

선풋이, 예를 들면, 56nm에서 43nm, 32nm 등으로 미세화되고 있다. 그리고, 이러한 패턴의 미세화를 실행하면 다음과 같은 문제가 발생한다.

[0008] 예를 들면, 실리콘 기판상에 선풋이 32nm 이하의 라인형상의 패턴을 형성하는 경우, 에칭 후에 대기중에 실리콘 기판을 방치해 두면, 패턴간의 공간(space)내에 성장한 이물(異物)에 의해서, 패턴간의 공간이 매립되어 버려 인접하는 패턴끼리가 이물로 접속된 상태가 되는 현상이 발생한다. 또한, 대기중에서의 방치 시간이 길어지면, 패턴간에 성장한 이물의 영향으로 패턴이 붕괴되어 버리는 현상도 발생한다. 이러한 이물은 에칭시에 패턴에 잔류하는 할로겐 원소 등이 공기 중의 암모니아 등과 반응해서 발생한 것으로 생각된다. 그리고, 패턴의 폭 및 공간의 폭이 아주 작기 때문에, 패턴간의 공간이 이물로 매립되어 버리거나, 패턴이 붕괴되어 버리는 등의 현상이 발생하는 것으로 추측된다.

[0009] 또한, 32nm 등의 미세 패턴의 경우, 습식 세정을 실행하면 세정시에 패턴끼리가 접착되는 현상이 발생한다. 이것은 주로 액체의 표면장력에 의해 도괴(倒壞)되는 것으로 생각되며, 그 밖에, 경우에 따라서는 워터마크(watermark) 잔류 성분이 접착제로서 작용하기 때문에 생각된다. 이 때문에, 32nm 등의 미세 패턴의 경우, 습식 세정을 실행하는 것은 어렵다.

[0010] 상기와 같이, 실리콘 기판상에 32nm 이하의 미세 패턴을 형성하는 경우, 패턴간의 공간이 이물에 의해서 매립되어 버리거나, 이물의 영향으로 패턴이 붕괴되어 버리는 등의 현상이 발생하는 경우가 있었다. 그리고, 32nm 이하의 미세 패턴의 경우, 습식 세정을 실행하는 것도 곤란하기 때문에, 종래에 이러한 현상이 발생한 실리콘 기판은 과기하였다. 이 때문에, 패턴간에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시킬 수 있는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법 및 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치의 개발이 요망되고 있었다.

[0011] 본 발명은 상기 종래의 사정에 대처해서 이루어진 것으로, 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거하여 해당 패턴의 형상을 회복시키는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법으로서, 상기 실리콘 기판을 챔버내에 수용하고, 상기 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법은 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거하여 해당 패턴의 형상을 회복시키는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법으로서, 상기 실리콘 기판을 챔버내에 수용하고, 상기 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치는 실리콘 기판을 수용하는 챔버와, 상기 챔버내에 수용된 상기 실리콘 기판을 160°C 이상으로 가열하는 가열 기구와, 상기 챔버내에 HF 가스를 공급해서 상기 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 HF 가스 공급 기구를 구비하고, 상기 실리콘 기판을, 상기 가열기구에 의해서 가열하고, 상기 HF 가스 공급 기구에 의해서 HF 가스 분위기에 노출시키는 것에 의해, 상기 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거하여 해당 패턴의 형상을 회복시키는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 실리콘 기판상에 에칭에 의해서 형성된 패턴의 사이에 성장한 이물을 제거해서 해당 패턴의 형상을 회복시킬 수 있는 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법 및 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시형태에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법을 설명하기 위한 패턴 구성예를 모식적으로 나타내는 도면이고,

도 2의 (a)~(c)는 본 발명의 일실시형태에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법을 설명하기 위한 도면이고,

도 3은 본 발명의 일실시형태에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치의 구성을 모식적으로 나타내는 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 상세이 도면을 참조해서 설명한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일실시형태에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법에 의해서 복구되는 패턴 구성의 일례를 모식적으로 나타낸다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 실리콘 기판(반도체 웨이퍼)(W)에는 일정 간격으로 일정 폭의 라인형상으로 형성된 패턴(pattern)(110)이 예칭에 의해 형성되어 있고, 패턴(110)의 사이에는 공간(111)이 형성되어 있다. 본 실시형태에서는 패턴(110) 및 공간(111)의 폭은 32nm 이하로 되어 있다.
- [0018] 이들 패턴(110)은, 예를 들면, 하측으로부터 차례로, 실리콘 기판(W)을 구성하는 단결정 실리콘층(100), SiO<sub>2</sub>층(101), 폴리 실리콘층(102), SiO<sub>2</sub>층(103), SiN층(104), SiO<sub>2</sub>층(105) 등으로 구성되어 있다.
- [0019] 다음에, 도 2를 참조하여, 본 발명의 일실시형태에 따른 실리콘 기판상의 패턴 복구 방법에 대해 설명한다. 도 2의 (a)에 나타내는 바와 같이, 예칭 공정 종료 후에 각 패턴(110)의 사이에는 공간(111)이 형성되고, 각 패턴(110)이 각각 분리된 상태로 되어 있다.
- [0020] 예칭 공정 종료 후, 대기중에 실리콘 기판(W)을 방치하면, 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같이, 패턴(110)의 사이에 이물(112)이 성장한다. 그리고, 도 2의 (b)중 좌측에 나타내는 바와 같이, 패턴(110) 사이의 공간(111)이 이물(112)에 의해서 매립되고, 인접하는 패턴(110)끼리가 이물(112)로 접속된 상태로 되는 현상이나, 도 2의 (b)중 우측에 나타내는 바와 같이, 이물(112)의 영향으로 패턴(110)이 붕괴된 상태로 되는 현상이 발생한다. 이러한 현상은 패턴(110) 및 공간(111)의 폭이 넓은 경우(예를 들면, 56nm 등의 경우)는 발생하는 일은 없었다.
- [0021] 상기의 이물(112)은 예칭시에 패턴(110)에 침투하는 할로겐 원소(불소 등)가 공기 중의 암모니아 등과 반응해서 발생한 것으로 생각된다. 패턴(110)을 형성하기 위한 플라즈마 예칭에서는 예칭 가스로서 불소를 포함하는 가스를 사용하는 경우가 많고, 이 경우, 이물(112)은 적어도 규불화암모늄(ammonium silicofluoride)을 포함하고 있는 것으로 추정된다. 또, 상기의 현상은, 예를 들면, 실리콘 기판(W)을 1개월 정도 공기 중에 방치하는 것에 의해서 발생한다. 또한, 도 2의 (a)에 나타내는 상태로부터, 높은 습도(습도 85%) 및 높은 온도(온도 85°C)의 가속 시험을 실행하면 24시간 정도에서 발생한다.
- [0022] 본 실시형태에서는 도 2의 (b)에 나타내는 상태로부터 패턴 복구를 실행하여, 패턴(110)의 사이에 성장한 이물(112)을 제거함으로써 해당 패턴(110)의 형상을 회복시키고, 도 2의 (c)에 나타내는 상태로 회복시킨다. 이 패턴 복구는 실리콘 기판(W)을 챔버내에 수용하고, 실리콘 기판(W)을 적어도 160°C 이상, 바람직하게는 200°C 이상 500°C 이하로 가열해서 이물(112)을 제거하는 것을 포함한다.
- [0023] 도 3은 본 실시형태에 이용하는 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치(120)의 구성을 나타내고 있다. 이 실리콘 기판상의 패턴 복구 장치(120)는 내부를 기밀하게 폐색 가능한 챔버(121)를 구비하고 있다.
- [0024] 챔버(121)내에는 실리콘 기판(W)을 탑재하기 위한 탑재대(122)가 마련되어 있다. 그리고, 이 탑재대(122)내에는 가열 수단으로서의 히터(heater)(도시하지 않음)가 마련되어 있다.
- [0025] 또한, 챔버(121)에는 챔버(121)내에 HF(불화 수소) 가스를 도입하기 위한 HF 가스 도입부(123) 및 열처리 분위기 가스(N<sub>2</sub>, Ar 등)를 도입하기 위한 열처리 분위기 가스 도입부(124)와, 챔버(121)내로부터 배기하기 위한 배기부(125)가 마련되어 있다. HF 가스 도입부(123)는 HF 가스 공급원(130)에 접속되고, 열처리 분위기 가스 도입부(124)는 N<sub>2</sub> 가스 공급원(131) 및 Ar 가스 공급원(132) 등에 접속되어 있고, 배기부(125)에는 도시하지 않는 진공 펌프가 접속되어 있다.
- [0026] 상기 구성의 실리콘 기판 상의 패턴 복구 장치(120)의 챔버(121)내에 실리콘 기판(W)을 반입하고, 탑재대(122) 상에 탑재하고, 실리콘 기판(W)을 적어도 160°C 이상으로 가열한다. 이 때, 챔버(121)내는, 예를 들면, 열처리 분위기 가스 도입부(124)로부터 도입한 N<sub>2</sub> 가스 분위기 또는 Ar 가스 분위기, 또는, 이들 혼합 가스 분위기로 하는 것이 바람직하다. 또한, 챔버(121)내를 대기 분위기로 해서 실리콘 기판(W)을 가열해도 좋다.
- [0027] 상압(常壓)에서의 규불화암모늄의 융점은 160°C이며, 규불화암모늄을 포함하는 이물(112)을 제거하기 위해서는 가열 온도를 160°C 이상으로 하는 것이 바람직하고, 200°C 이상 500°C 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 가열 온도를 200°C 이상으로 하는 것에 의해 효율적으로 이물(112)을 제거할 수 있다. 또한, 가열 온도의 상한을 500°C로 한 것은 가열 온도가 500°C를 넘게 되면, 반도체 장치를 구성하는 실리콘 기판(W)에 악영향을 미치기

때문이다.

[0028] 실험예 1로서, 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같은 상태가 된 실리콘 기판(W)을, 상압의 N<sub>2</sub> 가스 분위기에서 200 °C로 가열하여 180초간 패턴 복구를 실행하였다. 그 결과, 패턴(110) 사이에 성장한 이물(112)을 제거할 수 있고, 또한, 도 2의 (b)의 우측에 나타내는 바와 같이 패턴(110)이 붕괴된 상태로 된 것에 대해서는 패턴(110)을 원래의 상태로 되돌릴 수 있고, 패턴(110)의 형상을 도 2의 (c)에 나타내는 상태로 회복시킬 수 있었다. 또, 가열 온도를 300°C로 한 경우에 있어서도 마찬가지의 결과를 얻을 수 있었다.

[0029] 한편, 상기한 패턴 복구시에, 가열을 대기 분위기에서 실행한 경우, 가열 온도 200°C에서는 패턴 복구가 불완전 했지만, 가열 온도 300°C에서는 상기의 N<sub>2</sub> 가스 분위기의 경우와 마찬가지의 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 가열 공정은 감압 분위기에서 실행되어도 좋다.

[0030] 또한, 샘플에 따라서는 상기의 가열 공정만으로는 패턴(110) 사이에 성장한 이물(112)을 제거해서 해당 패턴(110)의 형상을 회복시키는 것이 불충분한 경우가 있다. 이러한 경우, 상기한 규불화암모늄 등과 대기 중의 수분이 반응하여, 이물(112)이 이산화규소를 포함하는 상태로 되어 있다고 생각된다.

[0031] 이 경우, 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정을 부가하는 것이 바람직하다. 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정에 의해서, 이산화규소로 되어 있는 이물(112)을 제거할 수 있기 때문이다.

[0032] 실제로, 실험예 2로서, 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같은 상태로 되어 있는 실리콘 기판에 대해, 이하의 조건에서, 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정과, 이것에 계속해서 가열 공정을 실시하고, 패턴 복구를 실행하였다.

[0033] (실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정)

[0034] 압력: 1330Pa(10Torr)

[0035] HF 가스 유량: 2800sccm

[0036] 온도 : -10°C

[0037] 시간 : 60초

[0038] (가열 공정)

[0039] 압력: 226Pa(1.7Torr)

[0040] 가스 유량: Ar=1700sccm + N<sub>2</sub>= 11.3리터/분

[0041] 온도: 200°C

[0042] 시간: 180초

[0043] 상기의 실험예 2에서는 패턴(110) 사이에 성장한 이물(112)을 제거할 수 있고, 또한, 도 2의 (b)의 우측에 나타내는 바와 같이 패턴(110)이 붕괴된 상태로 된 것에 대해서는 패턴(110)을 라인(line) 원래의 상태로 되돌릴 수 있으며, 패턴(110)의 형상을 회복시켜, 도 2의 (c)에 나타내는 상태로 할 수 있었다. 또, 상기 실험예 2에서는 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정을 실시한 후에 가열 공정을 실시했지만, 가열 공정을 실시한 후에 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정을 실시해도 좋다. 또한, 실리콘 기판을 HF 가스 분위기에 노출시키는 공정과 가열 공정을 동시에 실시해도 좋다.

[0044] 한편, HF 가스 분위기에 실리콘 기판을 노출시키는 경우, 잔류 불소의 반응에 의해서 기판의 실리콘계 재료에 결함이 발생되는 경우가 있기 때문에(예를 들면, 일본국 특허공개공보 평성8-264507호 참조), 그 방지를 위해 챔버(121)에 플라즈마 발생 기구를 탑재해서 수소원자를 함유하는 가스에 의한 플라즈마를 조사하는 등, 잔류 불소의 제거 공정을 추가해도 좋다.

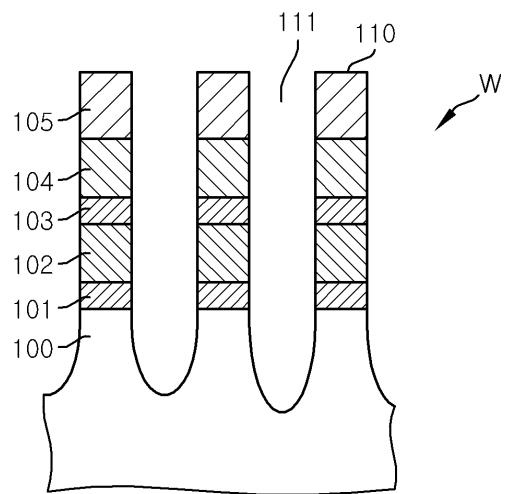
[0045] 이상, 본 발명을 실시형태 및 실시예에 대해 설명했지만, 본 발명은 이러한 실시형태 및 실시예에 한정되는 것은 아니고, 각종 변형이 가능한 것은 물론이다.

### 부호의 설명

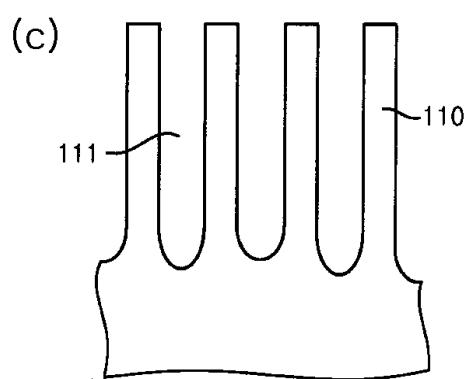
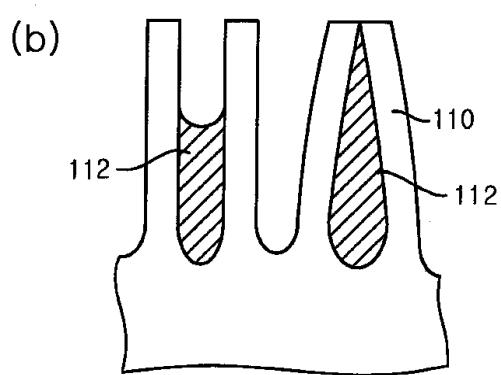
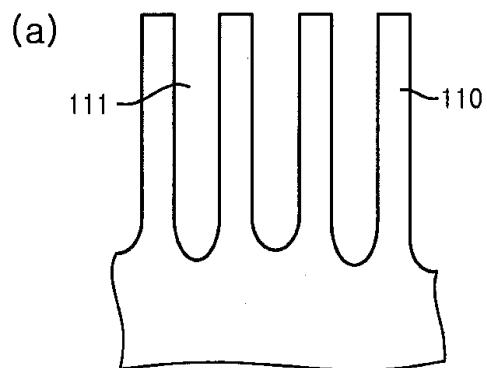
[0046] W: 실리콘 기판 110: 패턴 111: 공간(space) 112: 이물

도면

도면1



도면2



도면3

