(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0002973
(43) 공개일자 2014년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81C 1/00 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0070054
(22) 출원일자 2012년06월28일
심사청구일자 2012년06월28일

(71) 출원인
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
전북대학교산학협력단
전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
김현석
서울특별시 서초구 방배3동 래미안아트힐아파트 107동 801호
김용권
서울특별시 강남구 삼성로 151 선경아파트 12동 1105호(대치동, 선경아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김동진

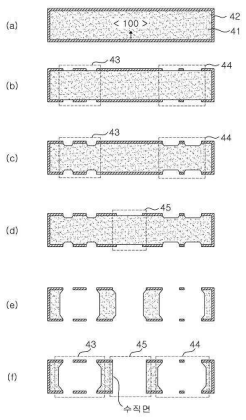
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법**

(57) 요 약

습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법이 제공된다. 수직 관통형 구조물을 제작하기 위한 제1마스크를 이용하여 수직 관통형 구조물에 해당하는 패턴을 기판의 양면에 동일하게 패터닝하는 단계와, 제1마스크에 의해 패터닝된 기판을 제1용액을 이용하여 식각하는 단계와, 수직 관통형 구조물에 포함된 기판의 식각을 중지하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

방용승

서울특별시 구로구 디지털로31길 90 삼성래미안아파트 115동 702호(구로동, 삼성래미안아파트)

김정무

전라북도 전주시 덕진구 전북대학교 공대 7호관 420호

지창현

서울특별시 서초구 효령로34길 79 삼익아파트 3동 1007호(방배동, 삼익아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

수직 관통형 구조물을 제작하기 위한 제1마스크를 이용하여 상기 수직 관통형 구조물에 해당하는 패턴을 상기 기판의 양면에 동일하게 패터닝하는 단계;

상기 제1마스크에 의해 패터닝된 기판을 제1용액을 이용하여 식각하는 단계; 및

상기 수직 관통형 구조물에 포함된 기판의 식각을 중지하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기판의 일부가 노출되는 패턴을 가지는 타이머-수직 관통형 구조물이 수직으로 관통하는 시점을 판단하는데 사용됨-를 상기 기판의 양면에 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계;를 더 포함하며,

상기 제1용액을 이용하여 식각하는 단계는, 상기 제1마스크와 상기 제2마스크에 의해 패터닝된 기판을 제1용액을 이용하여 식각 하는 단계이며,

상기 기판의 식각을 중지하는 단계는, 상기 타이머에 포함된 기판이 모두 식각되는 시점에 상기 수직 관통형 구조물에 포함된 기판의 식각을 중지하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이후,

상기 타이머가 형성된 기판의 양면을 동시에 식각하여 상기 타이머 중 <110> 방향에 해당하는 부분을 남겨두는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이전에, 상기 제1마스크가 <110> 방향에 일치하도록 상기 <110> 방향에 대한 기준 방향을 제시하는 기준 패턴을 상기 기판의 양면에 패터닝하는 단계; 및

상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이후, 상기 기준 패턴 중 상기 <110> 방향을 제외한 부분을 모두 식각하는 단계;를 더 포함하며,

상기 제1마스크를 통해 패터닝하는 단계는, 상기 기준 패턴의 <110> 방향에 상기 제1마스크가 일치하도록 한 후 패터닝하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1용액을 이용하여 식각하는 단계 이후,

상기 타이머에 포함된 기판이 모두 식각되기 이전에 상기 제1용액을 상기 제2용액으로 변경하여 상기 기판을 식각하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 식각하는 단계는 습식 식각 방식을 이용하여 상기 기판의 양면을 동시에 식각하는 것을 특징으로 하는 양

면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기판의 양면을 습식 식각하여 수직 관통형 구조물을 제작할 수 있는 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 건식 식각 방식은 MEMS(Micros Electro Mechanical System) 구조물 제작에 사용되는 실리콘을 식각하기 위한 방식 중 하나이다. 일반적으로, 건식 식각 방식은 식각 조건을 조절함으로써 등방성 식각과 수직 방향의 식각이 가능하며, DRIE(Deep Reactive Ion Etching) 방식이 대표적이다. DRIE 건식 식각 방식을 이용하여 실리콘을 식각하는 경우, 식각 형태가 실리콘 결정면의 영향을 받지 않으므로 원하는 형태로 쉽게 실리콘을 식각할 수 있다.

[0003] 그러나, DRIE 건식 식각 방식을 이용하기 위해서는 고가의 장비를 필요로 하며, 식각 공정에 소모되는 비용 역시 고가이므로, 실리콘이 적용되는 제품의 제작 단가를 습식 식각에 비해 크게 상승시킨다. 또한, DRIE 건식 식각 방식은 한 번에 한 장의 실리콘 웨이퍼만 공정할 수 있으므로, 습식 식각에 비해 긴 공정 소요 시간을 필요로 한다. 또한, DRIE 건식 식각 방식을 적용하는 경우, 실리콘의 식각 과정에서 온도 상승에 의해 열고립 현상이 발생하여 구조물의 너비가 감소하며, 식각되는 면적의 형태에 따라 식각 깊이가 달라지는 로딩 현상 및 바닥면 근처에서 구조물 안쪽 방향으로 의도치 않은 식각이 진행되는 푸팅 현상이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기판의 양면에 습식 식각 방식을 적용하여 수직 관통형 구조물을 제작할 수 있는 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법이 제공된다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수직 관통형 구조물을 제작하기 위한 제1마스크를 이용하여 상기 수직 관통형 구조물에 해당하는 패턴을 상기 기판의 양면에 동일하게 패터닝하는 단계; 상기 제1마스크에 의해 패터닝된 기판을 제1용액을 이용하여 식각하는 단계; 및 상기 수직 관통형 구조물에 포함된 기판의 식각을 중지하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법이 제공된다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법은, 상기 기판의 일부가 노출되는 패턴을 가지는 타이머-수직 관통형 구조물이 수직으로 관통하는 시점을 판단하는데 사용됨-를 상기 기판의 양면에 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계;를 더 포함하며, 상기 제1용액을 이용하여 식각하는 단계는, 상기 제1마스크와 상기 제2마스크에 의해 패터닝된 기판을 제1용액을 이용하여 식각 하는 단계이며, 상기 기판의 식각을 중지하는 단계는, 상기 타이머에 포함된 기판이 모두 식각되는 시점에 상기 수직 관통형 구조물에 포함된 기판의 식각을 중지하는 것일 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법은, 상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이후, 상기 타이머가 형성된 기판의 양면을 동시에 식각하여 상기 타이머 중 <110> 방향에 해당하는 부분을 남겨두는 단계;를 더 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법은, 상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이전에, 상기 제1마스크가 상기 <110> 방향에 일치하도록 상기 <110> 방향에 대한 기준 방향을 제시하는 기준 패턴을 상기 기판의 양면에 패터닝하는 단계; 및 상기 제2마스크를 통해 패터닝하는 단계 이후, 상기 기준 패턴 중 상기 <110> 방향을 제외한 부분을 모두 식각하는 단계;를 더 포함하며, 상기 제1마스크를 통해 패터닝하는 단계는, 상기 기준 패턴의 <110> 방향에 상기 제1마스크가 일치하도록 한 후 패터닝한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 양면 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법은, 상기 제1용액을 이용하여 식각하는 단계 이후, 상기 타이머에 포함된 기판이 모두 식각되기 이전에 상기 제1용액을 상기 제2용액으로 변경하여 상

기 기판을 식각하는 단계;를 더 포함한다.

[0010] 상기 식각하는 단계는 습식 식각 방식을 이용하여 상기 기판의 양면을 동시에 식각한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 습식 식각 방식 및 타이머 패턴을 이용하여 실리콘을 식각할 경우, 비스듬한 경사면이 아닌 수직한 형태의 관통형 구조물을 손쉽게 제작할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 습식 식각 방식을 이용함으로써 건식 식각 방식에 비해 공정 단가를 낮출 수 있고, 한 번에 여러 장의 실리콘 웨이퍼를 동시에 식각할 수 있으므로 평균 공정 시간을 단축시킬 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 습식 식각 방식을 이용함으로써 건식 식각 시 발생하는 로딩 현상, 열고립 현상 또는 푸팅 현상을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법을 간략히 설명하기 위한 도면,

도 3은 도 2를 참조하여 설명한 수직 관통형 구조물의 수직 측벽이 제작되는 과정의 입체도를 도시한 도면,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법을 자세히 설명하기 위한 도면,

도 5는 도 4의 (b) 단계에서 패터닝되는 기준 패턴을 도시한 도면,

도 6a는 도 4의 (b) 단계에서 기판의 양면에 패터닝된 타이머의 평면도,

도 6b는 타이머의 입체도를 도시한 도면, 그리고,

도 7은 도 4를 참조하여 설명한 과정에 의해 제작된 수직 관통형 구조물의 예를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0016] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0017] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0018] 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0019] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0020] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법을 간략히 설명하기 위한 도면으로서, 도 2는 도 1에 도시된 기판을 A-A' 방향으로 절단한 단면도이다.

[0021] 본 발명의 실시예에 따르면, <100> 실리콘 기판의 양면을 동일하게 패터닝하고, 패터닝된 기판의 양면을 동시에

습식 식각하여, 다각 형태의 수직 관통형 구조물을 제작할 수 있다. 다각 형태는 예를 들어 사각 형태일 수 있으며, 수직 관통형 구조물은 기판을 관통하는 면이 기판의 바닥과 수직을 이루도록 관통될 수 있다.

[0022] 이를 위해, 수직 관통형 구조물 제작을 위한 패턴이 식각 마스크를 통해 도 1 또는 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이 <110> 방향을 향한 형태로 기판의 양면에 동일하게 패터닝된다. 식각 마스크는 예를 들면 Si_3N_4를 이용할 수 있다. <100> 실리콘 기판에 식각 마스크에 의해 수직 관통형 구조물에 해당하는 패턴이 패터닝된 후, 실리콘을 KOH(Potasium Hydroxide) 수용액을 사용하여 습식 식각하면, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이 식각 마스크가 형성되지 않은 부분의 기판에서 경사면을 형성하며 식각이 진행된다. 이때, 습식 식각은 기판의 양면에서 동시에 진행된다.

[0023] 이후, 도 2의 (c)에 도시된 바와 같이 기판의 양면에서 진행된 식각에 의해 기판이 관통되면, KOH 용액의 식각 특성에 의해 <110> 방향으로의 식각이 일어난다. 일반적으로, 습식 식각 방식으로 실리콘을 식각하는 경우, 식각에 사용되는 용액의 종류에 따라 등방성 식각 또는 이방성 식각이 일어나게 된다. 이 중, 이방성 식각은 실리콘의 결정 방향에 따라 식각 속도가 다르다는 특성에서 기인하며, KOH 용액, TMAH 용액, EDP 용액 등을 사용할 경우 기판의 이방성 식각이 일어난다. 따라서, 식각이 진행되는 중 정확한 시간에 식각을 중단하게 되면, 도 2의 (d)에 도시된 바와 같이 기판과 구조물의 면이 직각을 이루는 수직 관통형 구조물이 제작될 수 있다.

[0024] 도 3은 도 2를 참조하여 설명한 수직 관통형 구조물의 수직 측벽이 제작되는 과정을 설명하기 위한 입체도를 도시한 도면이다.

[0025] 도 3에 도시된 기판은 실리콘이며, 기판의 상면과 하면에는 Si_3N_4 물질인 마스킹 층이 증착된다. 다만, 도 3에는 기판의 상면에만 마스킹 층이 증착되어 있으며, 하면에 증착되는 마스킹 층의 도시는 생략되었다. 또한, 도 3은 도 1에 도시된 기판을 A-A' 방향으로 절단한 경우 입체도이다.

[0026] 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 마스킹 층이 기판의 상면과 하면에 증착된 후, 수직 관통형 구조물 제작을 위한 식각 마스크가 <110> 방향을 향한 형태로 기판의 양면에 동일하게 패터닝된다. 수직 관통형 구조물에 해당하는 패턴이 패터닝된 후, 기판을 도 3의 (b)에 도시된 화살표 방향으로 기판의 양면에서 동시에 습식 식각하면, 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이 식각 마스크가 형성되지 않은 부분의 기판에서 약 54.74° 의 경사면이 형성되면서 식각이 진행된다.

[0027] 진행되는 식각에 의해 도 3의 (d)에 도시된 바와 같이 기판이 관통되면, KOH 용액의 식각 특성에 의해 <110> 방향으로의 식각이 일어나며, 수직 관통형 구조물의 측벽이 기준면과 수직을 이룰 때 식각을 중지함으로써 도 3의 (e)에서와 같은 수직 관통형 구조물이 제작된다.

[0028] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 습식 식각을 이용한 수직 구조물 제작 방법을 자세히 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 도 4의 (a)를 참조하면, 기판(41)의 <100> 방향으로 식각 용액에 의해서도 식각되지 않는 물질을 증착하여 막(42)을 형성한다. 형성되는 막(42)을 이루는 물질의 예로는 실리콘 나이트라이드(Si_3N_4) 물질을 들 수 있다.

[0030] 도 4의 (b)를 참조하면, 후술할 제2마스크가 <110> 방향에 일치하게 패터닝되도록 <110> 방향에 대한 기준 방향을 제시하는 기준 마스크를 이용하여 기준 패턴(43)을 기판(41)의 양면에 패터닝한다. 제작할 수직 관통형 구조물의 크기와 형태를 보다 정확히 하기 위해서는 <110> 방향에 일치되는 패터닝이 선행되어야 하며, 이를 위해, 도 4의 (b)와 같은 형태의 기준 마스크를 통해 양면이 대칭하는 기준 패턴(43)이 패터닝된다. 기준 패턴(43)은 Alignment Target이라고도 한다.

[0031] 또한, 도 4의 (b)를 참조하면, 기판(41)의 일부가 노출되는 패턴을 가지는 타이머(44)가 기판(41)에 형성되도록 기판(41) 중 일부의 양면을 제1마스크를 통해 패터닝한다. 제1마스크는 타이머(44)의 형태에 해당하는 패턴을 가지며, 기판(41) 또는 막(42)의 일부를 제1마스크에 맞게 패터닝(또는 마스킹)함으로써 타이머(44)가 형성된다. 즉, 제1마스크의 패터닝에 의해 기판(41)에는 양면이 대칭하는 타이머(44)가 형성된다.

[0032] 본 발명의 실시예에서 타이머(44)는 제작자가 수직 관통형 구조물이 기판(41)을 수직으로 관통하는 시점을 판단하는 기준으로 사용된다. 즉, 식각 용액을 이용하여 기판(41)의 습식 식각을 진행하는 동안 수직 관통이 완료되는 시점에 식각을 중단하기 위해 타이머(44)를 사용할 수 있으며, 이에 대해서는 도 4의 (e)를 참조하여 설명한다.

[0033] 또한, 타이머(44)가 패터닝되는 기판(41)의 두께는 일정하며, 식각은 기판(41)을 관통하는 방향으로 이루어지므로, 구조물(46)의 평면 넓이에 상관없이 기판(41)의 관통은 모든 구조물들에서 동시에 일어나게 된다. 따라서,

본 발명의 실시예에 따른 수직 관통형 구조물(46)이 형성되는데 소요되는 시간은 구조물(46)의 높이에 정비례하므로, 타이머(44) 역시 구조물(46)과 동일한 높이를 갖도록 패터닝된다.

[0034] 도 4의 (c)를 참조하면, 제1마스크와 기준 마스크를 이용하여 타이머(44)와 기준 패턴(43)이 패터닝된 후, 습식 식각 용액을 이용하여 기판(41)의 양면을 동시에 습식 식각한다. 이때, 습식 식각은 타이머(44) 중 <110> 방향에 해당하는 부분이 남겨지도록 진행되고, 또한 기준 패턴(43) 중 <110> 방향을 제외한 다른 부분은 모두 식각되도록 진행하여 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 <110> 방향의 패턴만 남도록 한다. 습식 식각 용액은 예를 들어 KOH 용액을 사용하나, 이에 한정되지 않고 기판(41)의 특성 또는 구조물을 제작하는 환경에 따라 적합한 용액을 사용할 수 있음은 물론이다.

[0035] 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 타이머(44)를 식각하는 이유는, 도 6a 및 도 6b를 참조하여 후술할 브리지들(44a, 44b)이 식각에 의해 수직이 되는 시점이, 제작하기 위한 구조물(46)이 수직이 되는 시점보다 더 빠르게 하기 위해서이다. 이는, 타이머(44)의 브리지들(44a, 44b)이 수직인 상태에서 추가적으로 식각이 더 진행되어야만 매스(mass)가 사라지기 때문이며, 결과적으로 제작하기 위한 구조물(46)이 수직이 됨과 동시에 타이머(44)의 매스가 사라지도록 하기 위해 도 4의 (c)와 같은 타이머(44)의 부분 식각이 필요하다.

[0036] 다시 말하면, '타이머(44)의 브리지들(44a, 44b)이 수직이 되는 시점=제작하기 위한 구조물(46)이 수직이 되기 이전의 시점'이며, '타이머(44)의 매스가 사라지는 시점(즉, 브리지들(44a, 44b)이 없어지는 시점)=구조물(46)이 수직으로 기판(41)을 관통하는 시점=식각을 중단하는 시점'이다.

[0037] 도 4의 (d)를 참조하면, 수직 관통형 구조물을 제작하기 위한 제2마스크를 도 4의 (c)단계에서 드러난 <110> 방향에 일치시켜 수직 관통형 구조물에 해당하는 구조물 패턴(45)을 기판(41)의 양면에 동일하게 패터닝한다. 즉, 제2마스크가 기준 패턴(43)을 참조하여 <110> 방향에 일치하도록 기판(41)에 정렬되면, 제2마스크를 통해 구조물 패턴(45)을 패터닝한다.

[0038] 도 4의 (e)를 참조하면, 제1마스크와 제2마스크를 통해 패터닝된 기판(41)을 제1용액을 이용하여 식각한다. 제1용액으로서 예를 들어 KOH 용액을 사용하며, 이에 한정되지 않고 기판(41)의 특성 또는 구조물을 제작하는 환경에 따라 적합한 용액을 사용할 수 있음은 물론이다. 제1용액을 이용하여 식각을 진행하면, 기판(41)의 양면에서 동시에 습식 식각이 진행되며, 결과적으로 수직 관통형 구조물(46)이 제작된다.

[0039] 도 4의 (f)를 참조하면, 타이머(44)에 포함된 기판이 모두 식각되는 시점에 수직 관통형 구조물(46)에 포함된 기판(41)의 식각을 중지한다. 특히, 도 4의 (f)에서 타이머(44)에 포함된 기판이 모두 식각되기 이전에, 기판(41)의 습식 식각에 사용된 제1용액을 제2용액으로 변경하여 기판(41)을 식각할 수 있다. 제1용액에서 제2용액으로 변경하는 이유는, 제1용액이 KOH 용액인 경우, KOH 용액으로 기판(41)을 식각하게 되면 구조물의 수직면(즉, 구조물 중 기판이 수직을 이루는 옆면)이 거칠어지므로, 옆면의 거칠기를 개선하기 위함이다. 제2용액은 예를 들어, KOH 용액과 IPA(Isopropyl Alcohol) 용액의 혼합물이거나 또는 TMAH(Tetra-Methyl Ammonium Hydroxide) 용액과 Triton 용액의 혼합물일 수 있다.

[0040] 도 5의 (a)는 도 4의 (b) 단계에서 패터닝되는 기준 패턴의 단면을 보여주며, 도 5의 (b)는 도 4의 (c) 단계에서 기준 패턴에 포함된 기판(41)이 습식 식각된 후 <110> 방향에 해당하는 부분만이 남아 있는 것을 보여준다.

[0041] 도 6a는 도 4의 (b) 단계에서 기판(41)의 양면에 패터닝된 타이머의 평면도, 도 6b는 타이머의 입체도를 도시한 도면이다.

[0042] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 타이머(44)는 두 개의 브리지들(Sacrificial Bridge)(44a, 44b)을 통해 기판(41)에 고정될 수 있다. 도 6b의 (a)는 타이머(44)의 식각이 진행되어 브리지들(44a, 44b)이 기판(41)의 바닥을 기준으로 수직이 된 상태를 보여준다. 이러한 상태에서 식각을 더 진행하게 되면, 타이머(44) 중 가운데의 매스 부분이 기판(41)에서 분리되어 사라지게 되며, 매스가 사라지는 것이 육안으로 확인되면 식각을 중단할 수 있다. 다시 설명하면, 타이머(44) 중 패턴 중앙의 매스는 식각이 완료되기 이전에는 육안으로 식별가능한 크기를 가지므로, 도 4의 (f)에 도시된 바와 같이 타이머(44)의 매스가 식각에 의해 사라지는 시점에 정확하게 구조물 패턴(45)의 식각을 중단할 수 있다. '타이머(44)의 매스가 사라지는 시점'은 기판(41)이 실리콘 물질로 이루어진 경우, 타이머(44)에 소속된 실리콘이 모두 식각되어 타이머(44)가 기판(41)으로부터 떨어져나간 시점을 의미한다.

[0043] 도 7은 도 4를 참조하여 설명한 과정에 의해 제작된 수직 관통형 구조물의 예를 보여주는 도면이다.

[0044] 도 7의 (a)를 참조하면, 수직 관통형 구조물은 사각 관통형 수직 구조물로서 정방형을 갖는다. 또한, 도 7의

(b)를 참조하면, 본 발명의 실시예에 의해 구조물을 제작하는 경우, 수직 관통형 구조물의 옆면이 기판을 기준으로 수직한 형태로 형성 형성되었음을 알 수 있다.

[0045] 위에서 설명한 본 발명의 실시예에 따르면, <100> 실리콘과 같은 물질로 이루어진 기판을 양면 패터닝한 후 양면 습식 식각을 함으로써, 다각형태의 수직 관통형 구조물을 제작할 수 있다.

[0046] 또한, 도 4에서 설명한 제1마스크와 기준 마스크가 한 장의 마스크로 통일된 경우 도 4의 (b)와 (c) 과정은 동시에 이루어질 수 있다. 이러한 경우, 수직 관통형 구조물을 제작하기 위한 전체 공정은 최소 2장의 마스크(기준 패턴과 타이머를 위한 마스크와, 구조물 패턴을 위한 마스크)를 사용하여 진행하며, 습식 식각을 적용함으로써 건식 식각 방식에 비해 공정 단가를 낮출 수 있고, 한 번에 여러 장의 실리콘 웨이퍼를 동시에 식각할 수 있으므로 평균 공정 시간을 단축시킬 수 있다.

[0047] 또한, 상기와 같은 구조물의 수직면이 요구되는 이유는, 부유식 구조물을 구동하여 가속도계나 자이로센서와 같은 멤스 구조물을 제작하는 경우, 수직면에 의한 평행판이 선행되어야만 리니어(linear)하게 DC 전압을 인가할 때 멤스 구조물이 구동될 수 있기 때문이다.

[0048] 상기와 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

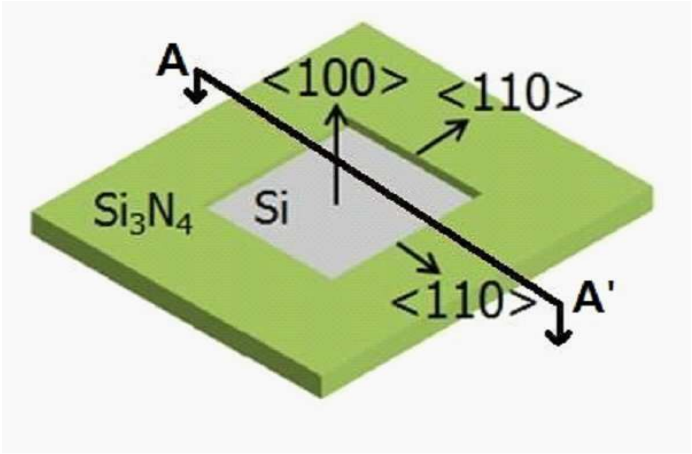
[0049] 41: 기판 42: 막

43: 기준 패턴 44: 타이머

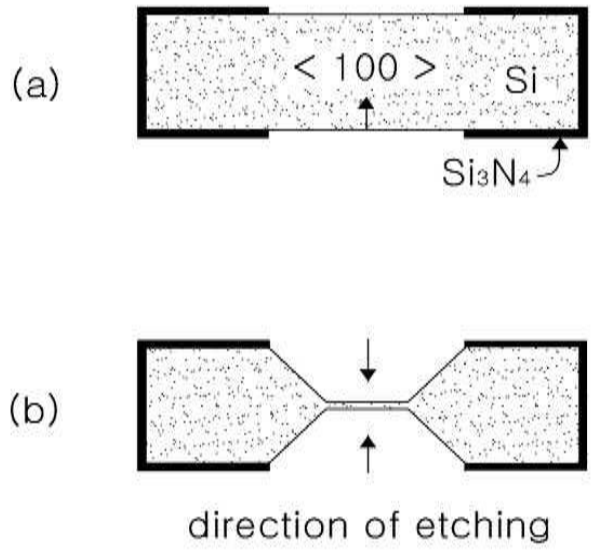
45: 구조물 패턴 46: 수직 관통형 구조물

도면

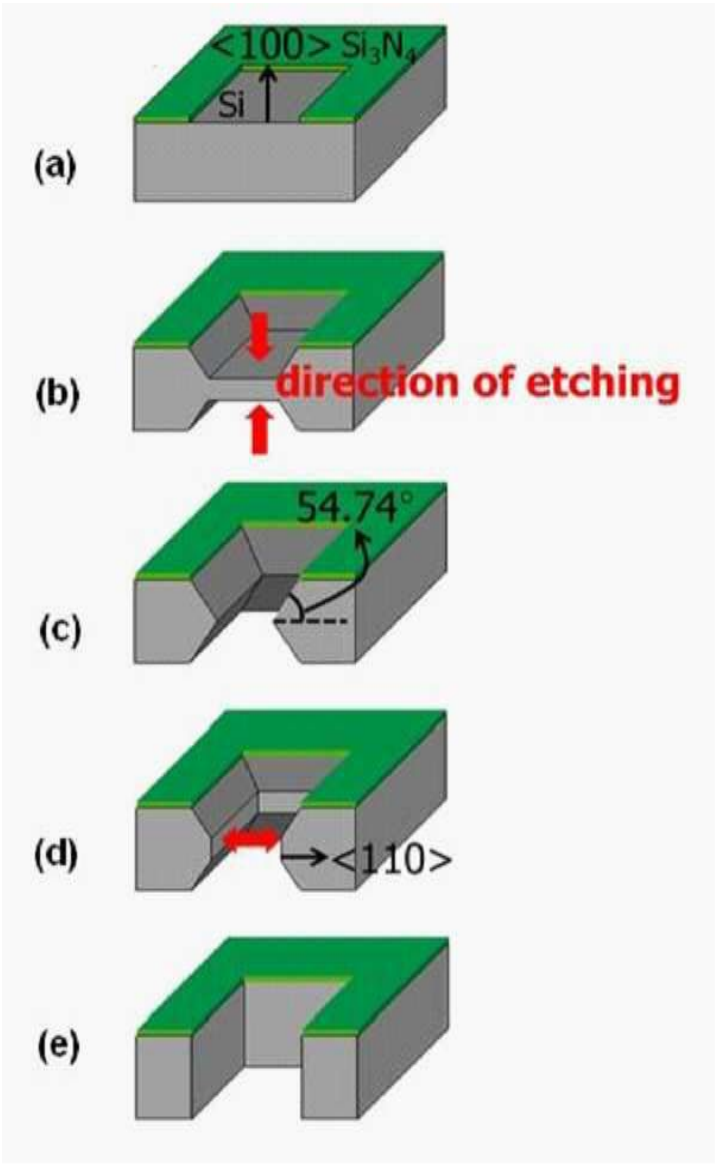
도면1



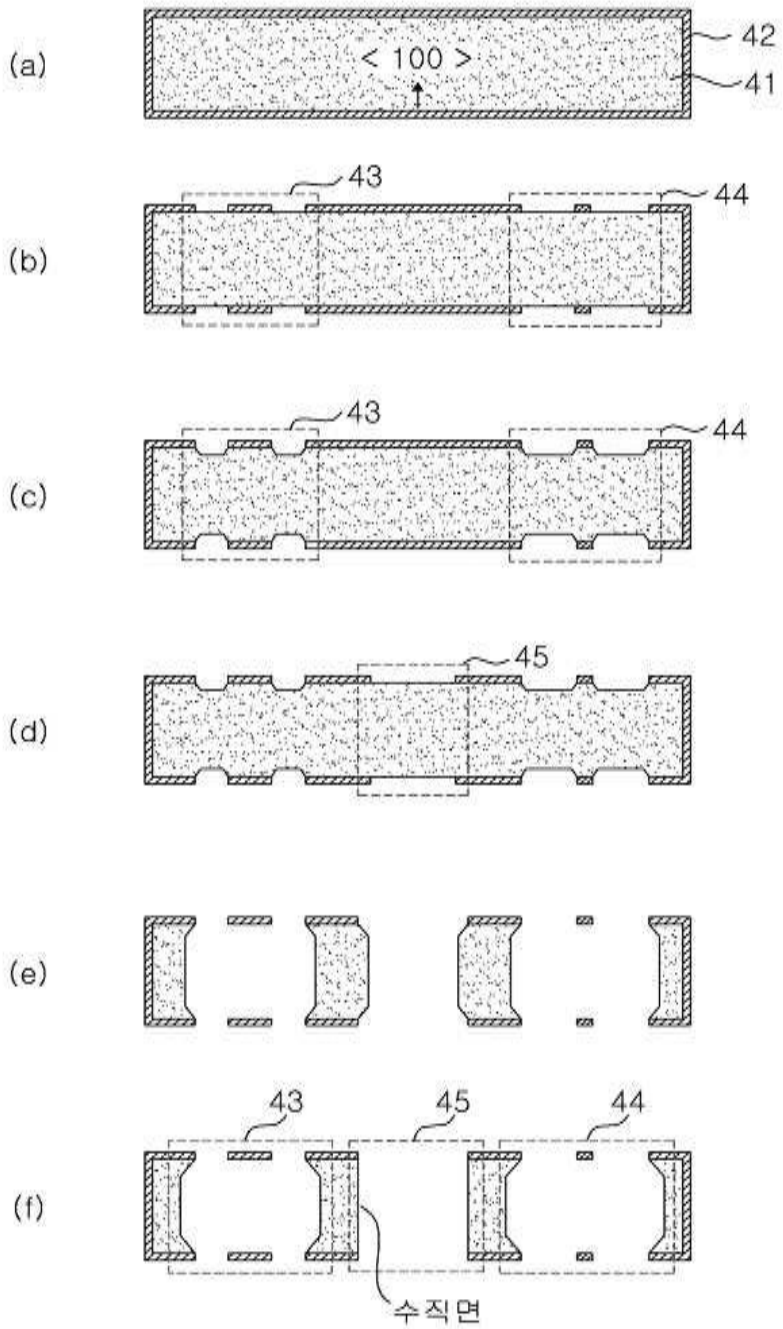
도면2



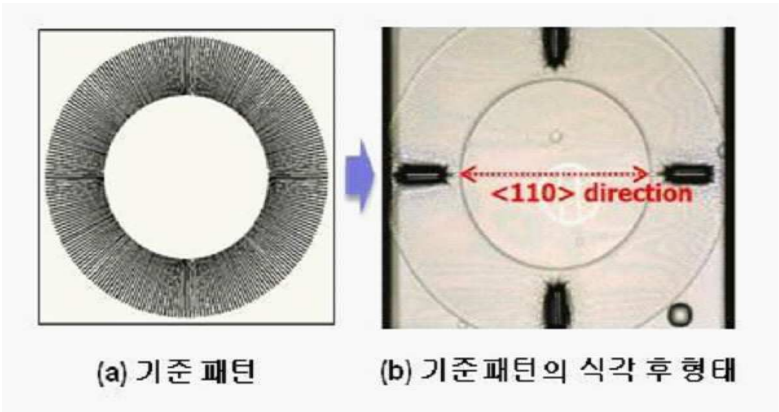
도면3



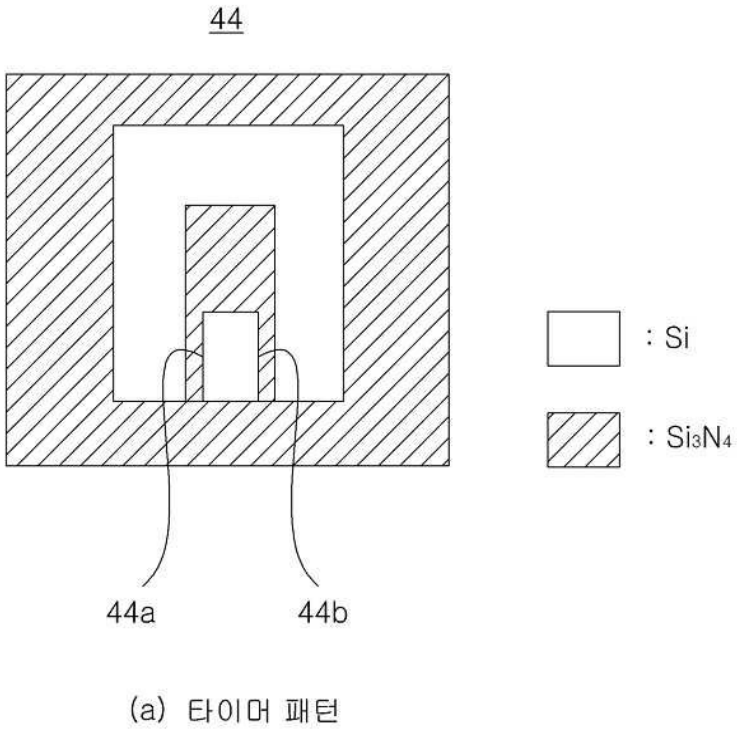
도면4



도면5

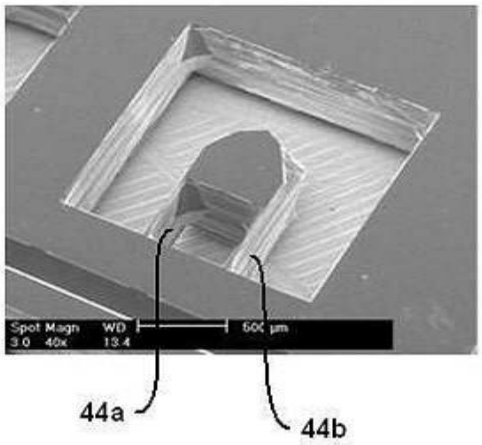


도면6a

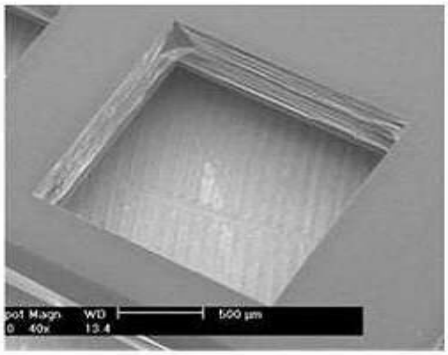


(a) 타이머 패턴

도면6b

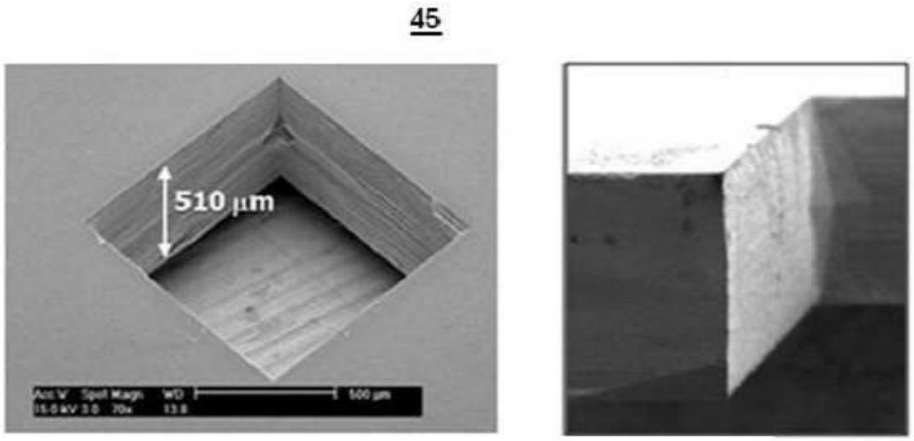


(a) 타이머 패턴의 식각 완료 전



(b) 타이머 패턴의 식각 완료 후

도면7



(a) 수직 관통형 구조물의 조감도

(b) 수직 관통형 구조물의 단면도