



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098796
(43) 공개일자 2008년11월12일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0044109

(22) 출원일자 2007년05월07일

심사청구일자 2008년02월04일

(71) 출원인

주식회사 하이닉스반도체

경기 이천시 부발읍 아미리 산136-1

(72) 발명자

김상민

서울 중랑구 면목6동 66-1번지 청백빌라 201호

(74) 대리인

신영무

전체 청구항 수 : 총 5 항

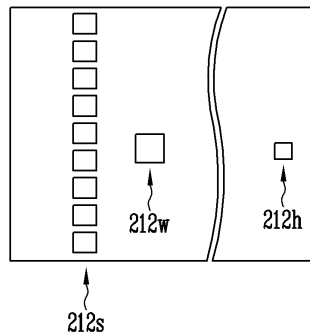
(54) 반도체 소자의 패턴 형성 방법

(57) 요약

본 발명은 반도체 소자의 패턴 형성 방법에 관한 것으로, 반도체 기판상에 포토레지스트를 도포하는 단계와, 상기 감광막을 라인 형태로 패터닝하기 위해 다수의 투광 패턴이 상기 라인 형태로 배열된 포토 마스크를 이용하여 노광 공정을 실시하는 단계 및 상기 노광 공정시 빛의 간섭 및 회절 현상에 의해 상기 포토 마스크의 상기 패턴 사이에 대응하는 상기 포토 레지스트 영역까지 노광되어 상기 포토 레지스트가 상기 라인 형태로 패터닝되는 단계를 포함하기 때문에, 균일한 라인 패턴을 형성할 수 있다.

대표도 - 도3

212



특허청구의 범위

청구항 1

반도체 기판상에 포토 레지스트를 형성하는 단계;

상기 포토 레지스트를 라인 형태로 패터닝하기 위해 다수의 투광 패턴이 상기 라인 형태로 배열된 포토 마스크를 이용하여 노광 공정을 실시하는 단계; 및

상기 노광 공정시 빛의 간섭 및 회절 현상에 의해 상기 포토 마스크의 상기 패턴 사이에 대응하는 상기 포토 레지스트 영역까지 노광되어 상기 포토 레지스트가 상기 라인 형태로 패터닝되는 단계를 포함하는 반도체 소자의 패턴 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 포토 레지스트에 형성된 패턴은 단면이 원인 다수의 패턴이 중첩되어 형성되는 반도체 소자의 패턴 형성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 패턴이 중첩되는 거리는 상기 패턴의 반지름의 1/3 내지 2/3가 되도록 상기 패턴이 형성되는 반도체 소자의 패턴 형성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 포토 레지스트에 형성된 패턴은 단면이 타원인 다수의 패턴이 중첩되어 형성되는 반도체 소자의 패턴 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 포토 레지스트를 패터닝한 후 상기 포토 레지스트에 대해 레지스트 플로우 공정을 실시하는 단계를 더욱 포함하는 반도체 소자의 패턴 형성 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 반도체 소자의 패턴 형성 방법에 관한 것으로, 특히 균일한 라인 패턴을 형성할 수 있는 포토 레지스트 패턴 형성 방법에 관한 것이다.
- <18> 통상적인 반도체 소자의 패턴 형성 공정에서는, 패턴을 형성하기 위한 소정의 피식각층, 예를 들면 실리콘막, 절연막, 또는 도전막 위에 포토리소그래피(photolithography) 공정으로 포토 레지스트 패턴을 형성한다. 그리고, 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 하여 피식각층을 식각하여 원하는 패턴을 형성한다.
- <19> 이러한 포토 리소그래피 공정은, 먼저 패턴 형성을 위한 웨이퍼상에 포토 레지스트를 스핀방식에 의해 균일하게 도포한다. 포토 레지스트란 특정 파장대의 빛을 받으면 노광(photo exposure) 반응을 하는 일종의 감광 고분자 화합물(photosensitive polymer)이다. 이때 노광 반응이라 함은 포토 레지스트의 일정 부분이 노광 되었을 때 노광된 부분의 폴리머(polymer) 사슬이 끊어지거나 혹은 더 강하게 결합하는 것을 의미한다. 일반적으로, 포토 레지스트는 노광된 부분의 폴리머 결합 사슬이 끊어지는 포지티브(positive) 포토 레지스트와, 노광되지 않은

부분의 폴리머 결합 사슬이 끊어지는 네거티브(negative) 포토 레지스트로 구분된다. 즉, 후속하는 현상 공정을 통해 포지티브 포토 레지스트는 노광지역이 현상되어 비노광지역의 패턴이 남게 되고, 네거티브 포토 레지스트는 비노광지역이 현상되어 노광지역의 패턴이 남게 된다.

<20> 이어서, 소프트 베이킹(soft bake)를 실시하여 포토 레지스트내에 약 80% 내지 90%가량 존재하는 용매인 솔벤트(solvent)를 열에너지에 의하여 증발시켜 감광막을 건조시키고, 접착도를 향상시키며 열에 의한 어닐링(annealing) 효과로 응력을 완화시킨다.

<21> 이어서, 노광 에너지에 의하여 포토 레지스트의 광화학 반응을 선택적으로 일으키도록 하는 노광 공정을 진행하여 포토 레지스트의 표면에 원하는 패턴의 잠사(latent image)를 형성한다. 노광 공정은 차광 패턴과 투광 패턴이 형성된 포토 마스크를 이용하여 포토 레지스트에 선택적으로 광원을 조사함으로써 원하는 잠사를 형성한다. 그리고, 이와 같이 원하는 패턴의 잠사를 형성한 웨이퍼를 핫 플레이트 오븐(Hot Plate Oven)에 삽입한 후, 약 90초 동안 노광 후 베이킹(Post Exposure Bake; PEB)공정을 진행한다. 이후에, 노광 공정을 통해 상대적으로 결합이 약해져 있는 부분의 포토 레지스트를 용제로 녹인다. 이러한 과정을 통해 형성된 포토 레지스트의 형상을 포토 레지스트 패턴이라 한다. 이때, 포지티브 포토 레지스트의 경우 감광 작용에 의해 풀어진 고분자 사슬 부분이, 네거티브 포토 레지스트의 경우 감광 작용에 의해 결합이 강해진 부분에 비해 상대적으로 결합이 약한 부분(노광되지 않은 부분)이 제거된다. 한편, 노광 공정시 포토 레지스트내에서 입사광과 반사광 사이의 상호간섭 현상에 의한 광감응제의 농도차에 의해 노출된 부분에 산(acid)가 발생하고, PEB 공정에서 얻어낸 열에너지에 의해 산이 촉매 작용을 하여 화학적 증폭작용에 의해 포토 레지스트를 선택적으로 제거하여 완전한 포토 레지스트 패턴을 형성하는 화학 증폭형 감광제도 있다.

<22> 그런데, 반도체 소자의 고집적화에 따라 더욱 작은 CD(Critical Dimension)의 디자인 룰(design rule)이 적용되고, 이에 따라 작은 개구 사이즈(opening size)를 가지는 콘택홀이나 작은 폭을 가지는 미세 패턴을 형성하는 기술이 요구되고 있다. 따라서 포토 리소그래피 공정시 미세하고 결합이 없는 포토 레지스트 패턴을 형성하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다.

<23> 이에 따라 포토 레지스트 패턴에 대해 레지스트 플로우 공정을 실시하여 더욱 미세한 포토 레지스트 패턴을 형성하는 방법이 제안되고 있다. 레지스트 플로우 공정은, 포토 레지스트의 유리전이온도 이상으로 열에너지를 인가하여 포토 레지스트 패턴이 열 플로우(thermal flow)되어 패턴이 축소됨으로써 더욱 미세한 포토 레지스트 패턴을 형성하는 공정을 의미한다.

<24> 도 1a는 레지스트 플로우 공정을 실시한 포토 레지스트의 콘택홀 패턴을 나타내는 사진이고, 도 1b는 레지스트 플로우 공정을 실시한 포토 레지스트의 라인 패턴을 나타내는 사진이다. 특히 도 1a 및 도 1b에서 화살표의 좌측에 위치한 사진은 레지스트 플로우 공정을 실시하기 전의 포토 레지스트 패턴이고, 화살표의 우측에 위치한 사진은 레지스트 플로우 공정을 실시한 후의 포토 레지스트 패턴을 나타낸다.

<25> 도 1a에 나타난 바와 같이, 이러한 레지스트 플로우 공정은 포토 레지스트에 형성된 콘택홀 패턴의 크기를 더욱 미세하게 하는 데는 적합하다. 하지만, 도 2a에 나타난 바와 같이, 포토 레지스트에 형성된 라인 패턴은 레지스트 플로우 공정 후에도 패턴의 크기가 축소되지 않고 오히려 패턴의 외곽 부분이 붕괴되는 문제점이 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<26> 본 발명은 다수의 콘택홀 패턴이 겹치면서 일렬로 형성된 라인 패턴의 포토 레지스트 패턴을 형성함으로써 레지스트 플로우 공정시 더욱 미세한 라인 패턴을 형성할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

<27> 본 발명에 따른 반도체 소자의 패턴 형성 방법은, 반도체 기판상에 포토레지스트를 도포하는 단계와, 상기 감광막을 라인 형태로 패터닝하기 위해 다수의 투광 패턴이 상기 라인 형태로 배열된 포토 마스크를 이용하여 노광 공정을 실시하는 단계 및 상기 노광 공정시 빛의 간섭 및 회절 현상에 의해 상기 포토 마스크의 상기 패턴 사이에 대응하는 상기 포토 레지스트 영역까지 노광되어 상기 포토 레지스트가 상기 라인 형태로 패터닝되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

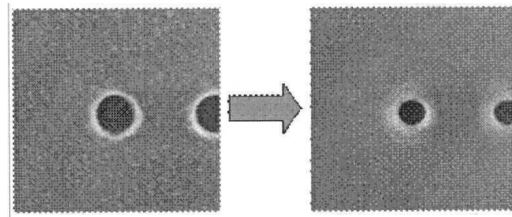
<28> 상기 포토 레지스트에 형성된 패턴은 단면이 원인 다수의 패턴이 중첩되어 형성될 수 있다. 상기 패턴이 중첩되는 거리는 상기 패턴의 반지름의 1/3 내지 2/3가 되도록 상기 패턴이 형성될 수 있다. 상기 포토 레지스트에 형

성된 패턴은 단면이 타원인 다수의 패턴이 중첩되어 형성될 수 있다. 상기 포토 레지스트를 패터닝한 후 상기 포토 레지스트에 대해 레지스트 플로우 공정을 실시하는 단계를 더욱 포함할 수 있다.

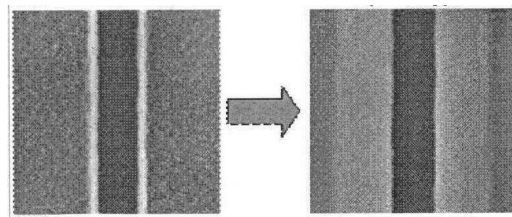
- <29> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.
- <30> 그러나, 본 발명은 이하에서 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범위는 본원의 특허 청구 범위에 의해서 이해되어야 한다.
- <31> 도 2는 본 발명에 따른 반도체 소자의 패턴 형성 방법을 설명하기 위하여 도시한 소자의 단면도이다.
- <32> 도 2를 참조하면, 통상의 공정 방법을 이용하여 반도체 기판(202)의 셀 영역에는 다수의 워드 라인(204c)이 형성되고, 각각의 워드 라인(204c) 양측에는 드레인 선택 라인(204d) 및 소스 선택 라인(204s)이 형성된다. 워드 라인(204c), 드레인 선택 라인(204d) 및 소스 선택 라인(204s)은 게이트 절연막, 전하 저장층, 유전체막 및 콘트롤 게이트층을 포함하는 적층막을 형성한 뒤 패터닝하여 형성할 수 있다. 또한 드레인 선택 라인(204d)과 소스 선택 라인(204s)은 유전체막의 일부를 제거하거나 콘택 플러그를 형성하여 상하부에 형성된 전하 저장층과 콘트롤 게이트층을 연결하여 형성할 수 있다. 한편, 주변 회로 영역에는 셀 영역에 형성된 워드 라인(204c), 드레인 선택 라인(204d) 및 소스 선택 라인(204s) 등에 동작 전압을 생성하기 위한 게이트 라인(204g)이 형성된다.
- <33> 이어서, 노출된 반도체 기판(202)에 대해 이온 주입 공정을 실시하여 셀 영역과 주변 회로 영역에 걸쳐 다수의 접합 영역(206d, 206s, 206w, 206h)을 형성한다. 특히, 셀 영역에서 형성되는 접합 영역 중 드레인 선택 라인(204d) 사이에 형성된 접합 영역(206d)는 드레인 영역이고, 소스 선택 라인(204s) 사이에 형성된 접합 영역(206s)은 공통 소스 영역이다. 또한 셀 영역에 형성된 접합 영역 중에는, 바이어스 전압이 인가되어 모든 워드 라인(204c)에 바이어스 전압이 균일하게 인가되도록 함으로써, 선택된 모든 워드 라인(204c)이 동일하게 소거되도록 하는 웰 픽업 영역(206w)도 포함된다. 그리고, 각각의 워드 라인(204c) 사이에도 접합 영역(도시되지 않음)이 형성된다.
- <34> 그리고, 셀 영역과 주변 회로 영역에 걸쳐 워드 라인(204c), 드레인 선택 라인(204d), 소스 선택 라인(204s) 및 게이트 라인(204g)을 포함하는 전체 구조상에는 절연막(208)이 형성된다. 이어서, 절연막(208) 상에는 포토 레지스트 패턴(210)이 형성된다. 포토 레지스트 패턴(210)은 셀 영역에서 소스 영역에 대응하는 부분이 오픈된 제1 개구(210s)와 웰 픽업 영역에 대응하는 부분이 오픈된 제2 개구(210w) 및 주변 회로 영역에서 접합 영역(206h)에 대응하는 부분이 오픈된 제3 개구(210h)를 포함한다. 또한, 포토 레지스트 패턴(210)을 평면에서 볼 때, 제1 개구(210s)는 소스 영역인 접합 영역(206s)의 형상을 따라 라인 형태로 형성되며, 제2 개구(210w)와 제3 개구(210h)는 콘택홀 형태로 형성될 수 있다. 이러한 포토 레지스트 패턴(210)의 형성 방법을 하기에서 상세히 설명한다.
- <35> 도 3은 본 발명에 따른 포토 레지스트 패턴(210)을 형성하기 위한 포토 마스크(212)를 나타낸 평면도이다. 도 4는 본 발명에 따라 형성된 포토 레지스트 패턴(210)을 나타낸 평면도이며, 도 5는 도 4의 A부분을 확대한 도면이다. 도 6은 본 발명에 따라 형성된 포토 레지스트 패턴(210)에 대해 레지스트 플로우 공정을 실시한 것을 나타낸 사진이다.
- <36> 도 3 내지 도 5를 참조하면, 포토 레지스트 패턴(210)을 형성하기 위한 포토리소그래피 공정에서 사용되는 포토 마스크(212)는, 포토 레지스트 패턴(210)에 형성되는 라인 형태인 제1 개구(210s)와 대응하는 제1 패턴(212s)과, 콘택홀 형태인 제2 개구(210w) 및 제3 개구(210h)와 각각 대응하는 제2 패턴(212w) 및 제3 패턴(212h)을 포함한다. 특히, 제1 패턴(212s)은 다수의 사각형이 일정한 간격을 가지며 일렬로 형성된다. 제1 패턴(212s), 제2 패턴(212w) 및 제3 패턴(212h)은 비투광성 패턴으로 한정되는 투광 패턴으로 형성된다.
- <37> 이와 같은 포토 마스크(212)를 절연막(208; 도 3 참조) 상에 형성된 포토 레지스트막과 노광 광원 사이에 위치시키고 포토 레지스트막에 대해 선택적인 노광 공정을 실시한다. 그리고, 포토 레지스트막에 대해 현상 공정을 실시하여 포토 레지스트 패턴(210)을 형성한다. 그러면, 노광 공정시 빛의 간섭과 회절 현상으로 인하여 포토 마스크(212)의 제1 패턴(212s) 사이에 대응하는 상기 포토 레지스트막까지 노광되어 상기 포토 레지스트막이 라인 형태로 패터닝된다. 즉, 포토 마스크(212)의 제1 패턴(212s)으로 형성되는 포토 레지스트 패턴(210)의 제1 개구(210s)는 다수의 콘택홀 패턴이 소정의 거리만큼 겹치면서 일렬로 형성된다. 즉, 제1 개구(210s)는 반지름

도면

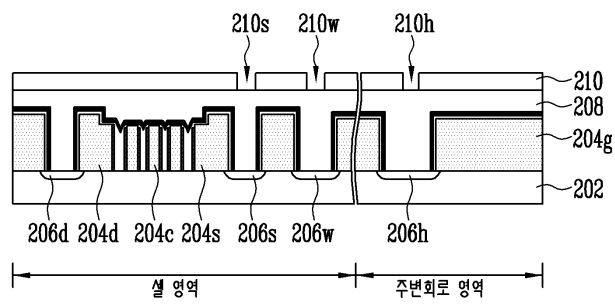
도면1a



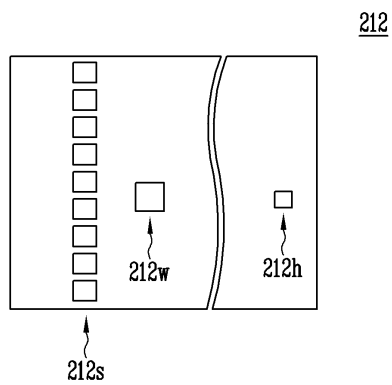
도면1b



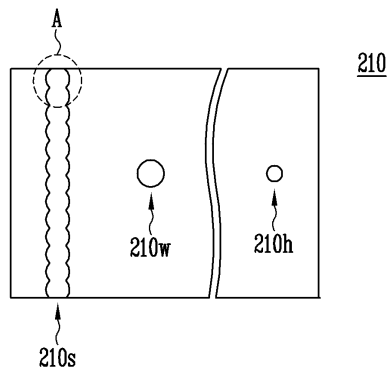
도면2



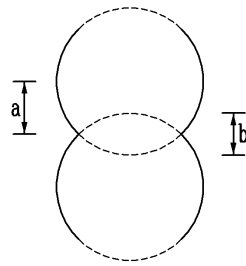
도면3



도면4



도면5



도면6

