



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098789
(43) 공개일자 2008년11월12일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0044095

(22) 출원일자 2007년05월07일

심사청구일자 2007년05월07일

(71) 출원인

동부일렉트로닉스 주식회사

서울 강남구 대치동 891-10

(72) 발명자

문주형

경기 안양시 만안구 안양1동 진흥아파트 124-108

(74) 대리인

김원준, 장성구

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 하프톤 위상반전마스크 및 그 제조방법

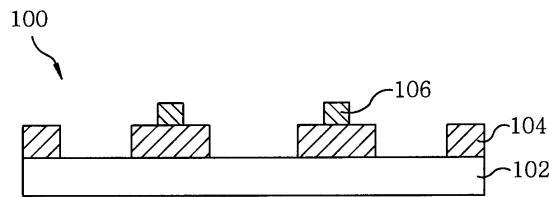
(57) 요약

본 발명은 반도체 소자 제조시 패턴 형성용으로 이용하는 하프톤(half tone) 위상반전마스크(Phase Shifting Mask : PSM) 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 하프톤 위상반전마스크는, 빛을 투과시키는 투명기판과, 투명기판상에 형성되어 빛의 위상을 반전시키는 위상반전패턴과, 위상반전패턴상의 중간 부분에 형성되어 빛을 차광시키는 차광패턴을 포함한다.

따라서, 인접하는 투광영역 사이의 중간 부분에서 사이드 로브(side lobe)가 발생하는 것을 방지할 수 있으므로, 제조되는 반도체 소자의 신뢰성 및 품질을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

빛을 투과시키는 투명기관과,
 상기 투명기관상에 형성되어 빛의 위상을 반전시키는 위상반전패턴과,
 상기 위상반전패턴상의 중간 부분에 형성되어 빛을 차광시키는 차광패턴을 포함하는 하프톤 위상반전마스크.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 차광패턴은,
 불투명(opaque)한 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 하프톤 위상반전마스크.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
 상기 차광패턴은,
 Cr 또는 CrO_x 성분을 포함하는 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 하프톤 위상반전마스크.

청구항 4

투명기관상에 위상반전막 및 차광막을 순차적으로 적층되게 형성하는 단계와,
 차광패턴을 형성할 영역만을 폐쇄하도록 상기 차광막 상부에 제1감광막 패턴을 형성하는 단계와,
 상기 제1감광막 패턴을 식각용 마스크로 이용하여 식각함으로써 상기 제1감광막 패턴 영역 이외의 상기 차광막을 제거하여 상기 차광패턴을 형성하는 단계와,
 상기 제1감광막 패턴을 제거하는 단계와,
 상기 차광패턴 하부측에만 보다 넓은 크기로 형성될 위상반전패턴의 영역만을 폐쇄하도록 상기 차광패턴을 포함하는 상기 위상반전막 상부에 제2감광막 패턴을 형성하는 단계와,
 상기 제2감광막 패턴을 식각용 마스크로 이용하여 식각함으로써 상기 제2감광막 패턴 영역 이외의 상기 위상반전막을 제거하여 상기 위상반전패턴을 형성하는 단계와,
 상기 제2감광막 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 하프톤 위상반전마스크 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 반도체 소자 제조시 패턴 형성용으로 이용하는 하프톤(half tone) 위상반전마스크(Phase Shifting Mask : PSM) 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 투광영역 주위에 사이드 로브(side lobe)가 발생되는 것을 방지할 수 있는 하프톤 위상반전마스크 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- <12> 일반적으로, 반도체 소자는 다양한 형태의 막이 다층 구조로 적층되는 형태를 갖으며, 이러한 다층 구조의 반도체 소자는 일련된 여러 단위공정들을 거쳐 제조된다.
- <13> 이때, 임의의 막에 대한 패터닝(patterning)은 통상 포토 리소그래피(photo-lithography) 공정과 뒤이은 식각(etching) 공정을 이용하며, 먼저 포토 리소그래피 공정을 통해 임의의 막 위에 감광막(photo-resist)을 도포하

고 이를 노광(exposure) 및 현상(developing)함으로써 임의의 막 상부에 원하는 형상의 감광막 패턴을 형성하며, 이와 같이 형성된 감광막 패턴을 이용하여 하부의 막을 선택적으로 식각하여 제거함으로써 수행된다.

- <14> 여기서, 도포된 감광막을 원하는 형상의 패턴으로 형성하기 위한 노광시에는 감광막을 선택적으로 감광시키기 위해 소정의 마스크(mask)를 이용하며, 해당 마스크는 광을 투과시키는 영역과 광을 차단시키는 영역으로 이루어진다.
- <15> 예전의 통상적인 바이너리(binary) 마스크는 단순히 투광영역과 차광영역으로 구성되어 빛을 영역별로 투과 및 차단하며, 그러나 빛의 간섭에 의해 경계부가 불명확해져 해상도(resolution)가 저하되므로, 근래의 고집적화된 반도체 소자에 필수적인 미세 패턴을 형성하는데 이용할 수 없었다.
- <16> 따라서, 이웃한 패턴간의 위상이 180°의 차이를 갖어 경계부에서의 상쇄 간섭에 의해 해상도를 높일 수 있는 위상반전마스크(Phase Shifting Mask : PSM)가 개발되었으며, 해당 위상반전마스크는 노광 파장보다 작은 크기를 해상할 수 있어 130nm급 이하의 반도체 소자 제조에 널리 이용되고 있다.
- <17> 이러한 위상반전마스크에는 위상반전 영역의 투과율이 100%인 얼터너티브(alternative) 위상반전마스크와 위상반전 영역의 투과율이 5~10% 정도인 하프톤(Half Tone : HT) 위상반전마스크가 있으며, 이 중 하프톤 위상반전마스크는 일명 감쇄형(attenuated) 위상반전마스크라고도 한다.
- <18> 도 1은 하프톤 위상반전마스크를 보여주는 단면도이다.
- <19> 하프톤 위상반전마스크(10)는, 빛을 100% 투과시키는 투명기관(12)과, 투명기관(12)상에 패턴닝되도록 형성되어 수% 투과되는 빛의 위상을 반전시키는 위상반전패턴(shifter)(14)을 포함한다.
- <20> 여기서, 투명기관(12)은 통상 석영(quartz), 글래스(glass) 재질 등으로 되고, 위상반전패턴(14)은 투과되는 빛의 위상을 반전시킬 수 있는 물질로서 통상 몰리브덴 실리콘 옥시나이트라이드(MoSiON)을 포함하는 재질로 이루어진다.
- <21> 따라서, 위상반전패턴(14)상의 개구부를 통해 투광영역이, 그리고 폐쇄부를 통해 위상반전영역이 형성되며, 투명기관(12)과 위상반전패턴(14)을 모두 포함하는 위상반전영역을 통과하는 빛과 투명기관(12)만의 투광영역을 통과하는 빛은 서로 180° 위상 차이를 갖음으로써, 경계부에서 서로 상쇄되어 감광막을 정확하게 노광시킬 수 있다.
- <22> 그러나, 이상과 같은 종래의 하프톤 위상반전마스크(10)는 다음과 같은 문제점이 있다.
- <23> 즉, 도 2의 그래프에 나타난 바와 같이, 투광영역과 위상반전영역은 서로간에 180° 위상 차이를 갖어 해상도를 향상시킬 수는 있으나, 빛의 강도(intensity) 측면에서는 위상반전영역을 통과한 빛도 어느 정도 세기를 갖게 됨으로써 문제를 야기한다.
- <24> 상세하게, 투광영역을 통과한 빛은 매우 큰 강도를 갖어 감광막 패턴을 원활히 감광시킴으로써 이후 현상시에 해당 영역이 이상 없이 제거되도록 하고, 위상반전영역을 통과한 빛은 강도를 갖지 않아 감광막 패턴을 감광시켜서는 안 되는데, 실제로는 서로 인접하는 양측 투광영역을 통과하는 빛이 위상반전영역에서 서로 합해져 어느 정도 강도를 갖으며, 특히 서로 합해짐에 따라 위상반전영역의 중간 부분에서 어느 정도 센 강도를 갖음으로써 해당 부분의 감광막 패턴을 감광시켜 이후 원하지 않는 패턴이 형성되도록 하는 사이드 로브(side lobe) 현상이 발생된다.
- <25> 즉, 반도체 기관상에 관통되는 홀(hole) 패턴을 형성하는 경우, 홀이 형성될 영역은 마스크(10)의 투광영역에 대응되고, 홀이 형성되지 않는 영역은 마스크(10)의 위상반전영역에 대응되는데, 사이드 로브 현상에 따라 홀 주위에 홀 만큼 깊지는 않으나 어느 정도 함몰되는 불필요한 패턴이 링(ring) 형태로 형성되어, 제조되는 반도체 소자의 신뢰성 및 품질을 저하시킨다.
- <26> 덧붙여, 물론 사이드 로브 현상은 투광영역이 서로 근접할수록, 즉 밀집된 패턴을 형성시 더욱 심하게 발생되며, 따라서 근래의 고집적화된 반도체 소자의 제조에서 심각한 문제로 대두된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <27> 본 발명은 상기와 같은 제반 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 위상반전패턴상의 중간 부분에 차광패턴을 형성함으로써 해당 중간 부분에서 사이드 로브가 발생하는 것을 방지할 수 있는 하프톤 위상반전마스크 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

<28> 본 발명의 상기 목적과 여러가지 장점은 이 기술분야에 숙련된 사람들에 의해 첨부된 도면을 참조하여 아래에 기술되는 발명의 바람직한 실시예로부터 더욱 명확하게 될 것이다.

발명의 구성 및 작용

<29> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하프톤 위상반전마스크는, 빛을 투과시키는 투명기관과, 투명기관상에 형성되어 빛의 위상을 반전시키는 위상반전패턴과, 위상반전패턴의 중간 부분상에 형성되어 빛을 차광시키는 차광패턴을 포함한다.

<30> 또한, 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하프톤 위상반전마스크 제조방법은, 투명기관상에 위상반전막 및 차광막을 순차적으로 적층되게 형성하는 단계와, 차광패턴을 형성할 영역만을 폐쇄하도록 차광막 상부에 제1감광막 패턴을 형성하는 단계와, 제1감광막 패턴을 식각용 마스크로 이용하여 식각함으로써 제1감광막 패턴 영역 이외의 차광막을 제거하여 차광패턴을 형성하는 단계와, 제1감광막 패턴을 제거하는 단계와, 차광패턴 하부측에 만 보다 넓은 크기로 형성될 위상반전패턴의 영역만을 폐쇄하도록 차광패턴을 포함하는 위상반전막 상부에 제2감광막 패턴을 형성하는 단계와, 제2감광막 패턴을 식각용 마스크로 이용하여 식각함으로써 제2감광막 패턴 영역 이외의 위상반전막을 제거하여 위상반전패턴을 형성하는 단계와, 제2감광막 패턴을 제거하는 단계를 포함한다.

<31> 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<32> 도 3은 본 발명에 따른 하프톤 위상반전마스크를 보여주는 단면도이고, 도 4는 그 평면도이다.

<33> 본 발명에 따른 하프톤 위상반전마스크(100)는, 빛을 100% 투과시키는 투명기관(102)과, 투명기관(102)상에 패턴닝되도록 형성되어 수% 투과되는 빛의 위상을 반전시키는 위상반전패턴(104)과, 위상반전패턴(104)상의 중간 부분에 형성되어 빛을 차광시키는 차광패턴(106)을 포함한다.

<34> 즉, 종래에 비해 추가적으로 위상반전패턴(104)상의 중간 부분에 차광패턴(106)이 형성되며, 해당 차광패턴(106)은 빛의 투과를 완벽하게 차단할 수 있도록 불투명(opaque)한 재질로 형성될 수 있고, 일 예로, Cr 또는 CrO_x를 포함하는 재질로 형성될 수 있다.

<35> 물론, 투명기관(102)은 종래와 같이 석영, 글래스 등의 재질로 형성될 수 있고, 위상반전패턴(104)은 MoSiON를 포함하는 재질로 형성될 수 있다.

<36> 이로써, 투명기관(102)만의 투광영역을 통과하는 빛과 투명기관(102)과 함께 위상반전패턴(104)에 의한 위상반전영역을 통과하는 빛은 종래와 동일하게 서로 180° 위상 차이를 갖음으로써 해상도를 향상시킬 수 있으면서, 위상반전영역의 중간 부분에 형성되는 차광패턴(106)에 의해 양측의 투광영역을 통과하는 빛이 합해져 위상반전영역의 중간 부분에서 강도가 강해지는 것을 원천적으로 막을 수 있음으로써 사이드 로브 현상을 방지할 수 있다.

<37> 덧붙여, 차광패턴(106)의 크기는 투광영역 및 위상반전영역의 크기에 따라 유동적으로 변화될 수 있다.

<38> 이하에서는 도 5를 참조로 본 발명에 따른 하프톤 위상반전마스크(100)의 제조방법에 대해 설명한다.

<39> 먼저, 도 5의 (a)와 같이, 석영 또는 글래스 등으로 되는 투명기관(102)상에 증착(deposition) 등의 방법을 이용하여 위상반전막(104a)과 차광막(106a)을 순차적으로 적층되게 형성한다.

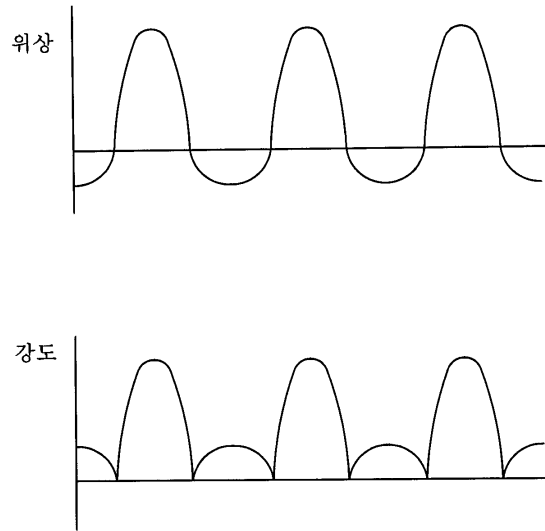
<40> 이때, 위상반전막(104a)은 MoSiON을 포함하는 재질로 형성하고, 차광막(106a)은 Cr 또는 CrO_x를 포함하는 재질로 형성할 수 있다.

<41> 그 후, 도 5의 (b)와 같이, 차광패턴(106)을 형성할 영역만을 폐쇄하도록 차광막(106a) 상부에 제1감광막 패턴(108)을 포토 리소그래프 공정을 통해 형성하며, 해당 포토 리소그래프 공정은 감광막 도포, 노광 및 현상의 일련된 과정으로 이루어진다.

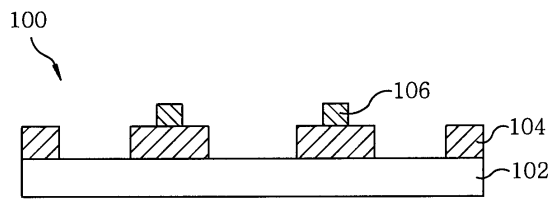
<42> 다음으로, 도 5의 (c)와 같이, 해당 제1감광막 패턴(108)을 식각용 마스크로 이용하여 식각함으로써 제1감광막 패턴(108) 영역 이외의 차광막(106a)을 선택적으로 제거함으로써 차광패턴(106)을 형성하며, 이때 식각은 이방성 특성을 갖는 건식 식각(dry etching)을 이용할 수 있다.

<43> 이어서, 도 5의 (d)와 같이, 이용하였던 제1감광막 패턴(108)을 제거하며, 이때 애싱(ashing)이나 습식 세정(wet cleaning) 등을 이용할 수 있다.

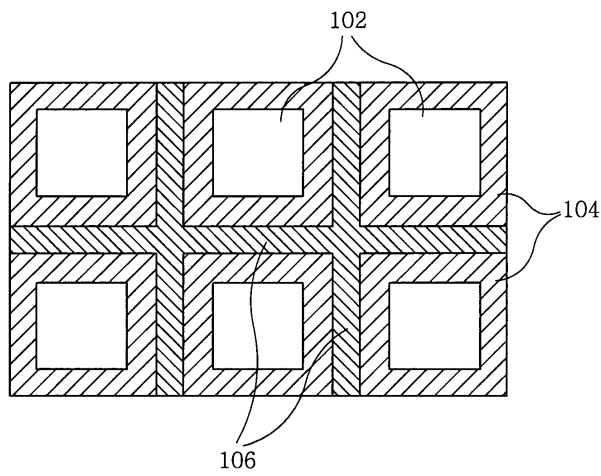
도면2



도면3



도면4



도면5

