



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년06월04일
(11) 등록번호 10-0901011
(24) 등록일자 2009년05월28일

- (51) Int. Cl.
G03F 1/00 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2004-7009144
(22) 출원일자 2004년06월11일
심사청구일자 2007년11월07일
번역문제출일자 2004년06월11일
(65) 공개번호 10-2004-0065266
(43) 공개일자 2004년07월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/039372
국제출원일자 2002년12월09일
(87) 국제공개번호 WO 2003/050616
국제공개일자 2003년06월19일
(30) 우선권주장
10/016,710 2001년12월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US5573890 A
US5783337 A
US5807649 A
US6077633 A

- (73) 특허권자
어드밴스드 마이크로 디바이시즈, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94088-3453 서니베일 원 에이엠
디 플레이스 메일 스톱68
(72) 발명자
루캉크토프피,
미국 캘리포니아 95120 산 호세 록하이븐 드라이브 1217
스펜스크리스트토프에이,
미국 캘리포니아 94087 서니베일 앤도버 드라이브 1145
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 24 항

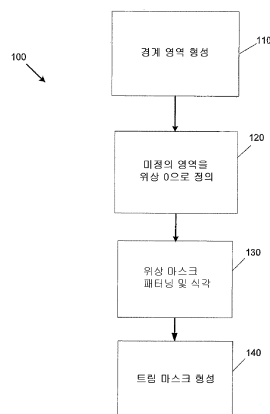
심사관 : 오현식

(54) 위상반전마스크 개선 방법

(57) 요약

본 발명은 위상 180 영역 주위에 크롬 경계를 이용하는 클리어 필드 위상반전 마스크 개선방법에 관한 것이다. 본 방법은 위상 180 영역의 가장자리를 구분하고, 상기 가장자리를 확장하고, 그리고 확장된 부분에 크롬을 병합하는 것을 포함한다. 또 다른 방법으로는 위상 180 데이터를 확대 및 축소하고, 그 차이를 취하고, 그리고 상기 차이에 크롬을 병합하는 것을 포함한다. 위상 마스크상의 크롬 영역은 마스크 상의 크롬이 석영 식각을 완전히 정의하게 하도록 함으로써 마스크 생성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1위상 영역 및 제2위상 영역을 포함하는 위상반전마스크를 설계하는 방법으로서,

- (a) 상기 위상반전마스크의 상기 제1위상 영역의 가장자리를 구분(identify)하는 단계와, 상기 제1위상 영역은 임계 영역 근처에 위치하며, 상기 구분된 가장자리는 상기 임계 폴리 영역에 인접한 상기 제1위상 영역의 가장자리가 아니며;
- (b) 상기 구분된 가장자리를 안팎으로 확장하여 상기 제1위상 영역의 가장자리를 따라 협폭 라인을 정의하는 단계와; 그리고
- (c) 상기 협폭 라인에 크롬을 형성하여 상기 제1위상 영역의 가장자리를 따라 크롬 경계를 형성하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 협폭 라인에 크롬을 형성하여 크롬 경계를 형성하는 단계는 상기 협폭 라인을 크롬 데이터베이스와 병합하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

- (a) 상기 제1위상 영역에 위상 극성을 할당하는 단계와;
- (b) 상기 제1위상 영역의 가장자리를 정의하는 단계와;
- (c) 상기 정의된 가장자리 주위에 경계를 설정하는 단계와; 그리고
- (d) 상기 설정된 경계의 외곽 영역을 위상 0으로 할당하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1위상 영역과 상기 제2위상 영역은 서로에 대해 위상 각도가 180도로 할당되는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1위상 영역과 상기 제2위상 영역 사이의 불필요한 패턴을 제거하도록 트림 마스크를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 협폭 라인의 폭은 최소 게이트 폭 치수를 갖는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 임계 영역 주변으로 경계를 정의하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 경계를 정의하는 단계는 위상 180인 가장자리 주변으로 경계를 정의하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

경계 영역을 정의하는 단계를 더 포함하며, 상기 경계 영역은 회로 성능과 수율에 최소의 영향을 미치는 영역인 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 경계 영역은 패터닝 및 검사가 가능한 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 제1위상 영역과 상기 제2위상 영역 사이의 불필요한 패턴을 제거하도록 트림 마스크를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전마스크 설계 방법.

청구항 12

공칭값 이하의 치수를 필요로 하는 게이트 및 다른 층의 패터닝을 향상시키도록 위상반전패턴을 형성하는 방법으로서,

- (a) 임계 게이트 영역을 정의하는 단계와;
- (b) 상기 임계 게이트 영역의 어느 한 쪽에 위상 영역을 형성하는 단계와, 여기서 상기 위상 영역은 제1위상 영역과 제2위상 영역을 포함하고;
- (c) 상기 임계 게이트 영역의 어느 한 쪽의 상기 위상 영역에 반대되는 위상 극성을 할당하는 단계와;
- (d) 할당된 위상 극성으로 위상 영역을 강화하는 단계와;
- (e) 위상 전이가 발생하게 될 경계 영역을 정의하는 단계와;
- (f) 다른 가장자리를 정의하도록 다각형을 형성함과 아울러 상기 정의된 경계 영역을 배제하는 단계와; 그리고
- (g) 상기 제1위상 영역의 가장자리를 따라 임의의 영역을 구축하여 상기 가장자리를 안팎으로 확장함으로써 크롬 경계를 형성하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 위상반전패턴 형성 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

- (a) 설계 룰 변동을 보정하는 단계와; 그리고
- (b) 적절한 패턴 형성이 가능하도록 광 근접 및 프로세스 보정을 위상 영역에 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전패턴 형성 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

원하는 패턴의 외곽으로 상기 제1위상 영역과 상기 제2위상 영역 사이의 불필요한 패턴을 제거하도록 트림 마스크를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위상반전패턴 형성 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 트림 마스크를 형성하는 단계는 상기 임의의 영역 및 상기 경계 영역을 확대(oversizing)함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 위상반전패턴 형성 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 크롬 경계는 위상 0 영역과 위상 180 영역 사이의 거리만큼의 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 위상반전패턴 형성 방법.

청구항 17

제1위상 영역의 가장자리 외곽 주변으로 크롬 경계를 갖는 클리어 필드 위상반전마스크를 강화하는 방법으로서,

(a) 제1위상 영역 및 제2위상 영역을 포함하는 위상 영역에 위상 극성을 할당하는 단계와;

(b) 상기 할당된 위상 영역의 가장자리를 정의하는 단계와;

(c) 상기 정의된 가장자리를 안팎으로 확장함으로써 상기 제1위상 영역의 상기 정의된 가장자리 주변으로 경계를 설정하는 단계와; 그리고

(d) 상기 제1위상 영역 주변으로 상기 경계에 크롬 경계를 형성하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 클리어 필드 위상반전마스크 강화 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 할당된 위상 영역의 가장자리를 정의하는 단계는 위상 전이가 발생하는 경계 영역을 정의하는 것과, 그리고 가장자리를 포함하지만 경계 영역을 배제하는 다각형을 형성하는 것을 포함하며, 여기서 상기 다각형은 상기 할당된 위상 영역과 병합되는 것을 특징으로 하는 클리어 필드 위상반전마스크 강화 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 제1위상 영역과 상기 제2위상 영역 사이의 불필요한 패턴을 제거하도록 트림 마스크를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클리어 필드 위상반전마스크 강화 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 트림 마스크를 형성하는 단계는 상기 경계 및 상기 경계 영역을 확대함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 클리어 필드 위상반전마스크 강화 방법.

청구항 21

집적회로 제조 공정용 마스크로서,

(a) 위상 0 영역의 제1가장자리와 위상 180 영역의 제1가장자리에 의하여 정의되는 임계 패턴 영역과; 그리고

(b) 상기 위상 180 영역의 상기 제1가장자리와는 다른 상기 위상 180 영역의 제2가장자리를 따라 위치하며 아울러 불투명 물질을 포함하는 크롬경계영역을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 집적회로 제조 공정용 마스크.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

위상이 0으로 정의된 영역의 외곽 영역을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 집적회로 제조 공정용 마스크.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 불투명 물질은 크롬인 것을 특징으로 하는 집적회로 제조 공정용 마스크.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 위상 0 영역과 상기 위상 180 영역은 서로에 대해 위상 각도가 180도로 할당되는 것을 특징으로 하는 집적 회로 제조 공정용 마스크.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 집적회로 및 집적회로 제조방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 위상 변이 패턴을 생성하여 공칭값 이하의 치수(sub-nominal dimension)를 필요로 하는 게이트 및 다른 층, 구조 혹은 영역의 패턴을 향상시키는 것에 관련된다.

배경기술

<2> 반도체 소자 또는 집적회로(ICs)는 트랜지스터 등과 같은 수백만의 소자를 포함할 수 있다. 초집적(ULSI) 회로는 상보형금속산화물반도체(CMOS) 전계효과트랜지스터(FET)를 포함할 수 있다. 종래의 시스템 및 방법에서 IC 상에 수백만의 소자를 제조할 수 있었지만, 여전히 IC 소자의 구성부품들의 크기를 줄여 IC 상에 소자 수를 더욱 증가시킬 필요가 있다.

<3> IC 소자의 구성부품들의 크기를 더욱 줄이는데 있어서의 하나의 제한 요소는 종래의 리소그래피 능력이다. 리소그래피는 패턴 또는 이미지를 하나의 매체로부터 다른 매체로 전사하는 공정이다. 종래의 IC 리소그래피는 자외선(UV) 감응 포토레지스트를 이용한다. 자외선을 레티클이나 마스크를 통해 상기 포토레지스트에 투사하여 IC 상에 소자 패턴을 형성한다. 종래의 IC 리소그래피 공정은 컨택(contact), 트렌치, 폴리실리콘 라인 또는 게이트 구조 등의 작은 부품들을 인쇄하는 능력에 있어서 한계가 있다.

<4> 일반적으로, 종래의 리소그래피 공정(예를 들면, 투사 리소그래피 및 EUV 리소그래피)은 작은 부품들을 최소 선폭으로 일관되게 제조하기에 충분한 분해능과 정확성을 갖고 있지 않는다. 오히려 광의 회절, 렌즈의 수차, 기계적 안정여부, 오염물질, 레지스트 물질의 광학적 특성, 레지스트 콘트라스트, 레지스트 스웰링(swelling), 레지스트의 열적인 흐름 등의 현상으로 인하여 분해능이 악화될 수 있다. 이러한 이유로, 컨택, 트렌치, 게이트 및 이에 따른 IC 소자의 임계 치수에는 한계가 있다.

<5> 예를 들어, 집적 회로 설계 최소 선폭이 0.5 micron 이하일 때, 광리소그래피 기술에서 최대 분해능을 얻으려면 사용된 렌즈 시스템의 최대 개구수(numerical aperture : NA)가 요구된다. 분해능을 높이면 집속특성이 나빠지고 집속특성을 높이면 분해능이 나빠지는데 그 이유는 사용된 렌즈 시스템의 초점심도(depth of field)는 개구수에 반비례하며 집적회로의 표면이 광학적으로 평탄하지 않기 때문이다. 결과적으로, 실현 가능한 최소 치수가 반도체 제조 공정상에서 감소되기 때문에 종래의 광리소그래피 기술은 한계에 이르렀다. 특히, 최소 선폭이 0.1micron에 이르면 종래의 광리소그래피 기술은 더이상 적용되기 어렵다.

<6> 최소 선폭을 줄이기 위하여 집적회로 제조업자들은 "위상반전"이라 불리는 기술을 개발하였다. 위상반전에서는 광리소그래피 마스크에서의 두 인접한 반투명 영역에 의한 상쇄 간섭(destructive interference)을 이용하여 포토레지스트 층에 비노출 영역을 만들어낸다. 위상반전은 마스크상의 반투명 영역을 통과하는 광이 파동 특성을 보여 마스크를 지나는 광의 위상이 광이 마스크 물질을 통과하는 거리의 함수가 되는 현상을 이용한다. 이 거리는 마스크 물질의 두께와 동일하다.

<7> 위상반전으로 인하여 마스크에 형성된 이미지의 품질 향상이 가능해졌다. 포토레지스트층에서 비노출 영역은 인접 개구(aperture)를 통과하는 광의 위상이 서로에 대해 180도 반전되는 특성을 갖는 인접 반투명 영역에서의 광의 간섭을 통해 얻어질 수 있다. 포토레지스트층에는 광의 상쇄 간섭에 의한 위상반전 영역의 가장자리를 따라 어두운 비노출 영역이 형성될 것이다.

<8> 위상반전 마스크는 이미 공지되어 있으며 B. J. Lin이 발표한 논문 "Phase-Shifting Masks Gain an Edge"(Circuits and Devices, March 1993, pp. 28-35)에 제시된 바와 같이 여러가지 구성에 이용된 바 있다.

앞서 설명된 구성은 교번 위상 반전 마스크(alternating Phase Shift Masking, alternating PSM)으로 언급되어 왔다.

- <9> 몇몇 경우에 있어서, 위상반전마스크 설계에 이용되는 위상반전 알고리즘은 활성층의 활성 영역을 넘어 연장되는 위상반전 영역을 정의한다. 예를 들어 폴리실리콘의 나머지 길이는 통상 필드 혹은 트림 마스크에 의하여 정의된다. 그러나 이러한 방법이 문제가 없는 것은 아니다. 예를 들어, 위상반전마스크와 필드마스크 사이에서의 정렬 오프셋(alignment offsets)은 폴리실리콘 라인이 위상반전 영역으로부터 필드마스크 영역으로 전이할 때 상기 폴리실리콘 라인들에서 꼬임 또는 핀치영역(kinks or pinched regions)이 생기게 한다. 또한, 상기 필드마스크는 활성 영역을 넘어선 폴리실리콘의 조밀하고도 좁은 라인의 인쇄에 활용되므로 필드마스크는 위상반전마스크 만큼이나 임계적이고 엄격하게 된다.
- <10> 폴리실리콘의 위상반전 패터닝, 즉 "폴리" 레이아웃은 생산성의 향상 및 더 작은 패턴 라인과 좁은 피치를 가능케 하는 것이 입증되었다. 이러한 항목들은 선호되는 선폭 및 피치가 줄어들에 따라 더욱 개선될 수 있겠지만, 여전히 몇가지 위험성과 복잡한 문제가 있다.
- <11> 위상반전층에 의한 종래의 패터닝은 단지 최소 영역 - 보통, 활성 패턴 위에 형성되는 폴리 게이트나 협폭의 폴리 - 만을 반전시켜 행해졌다. 활성 영역에서 떨어져 있는 폴리 라인 패턴은 보통 활성 영역상의 폴리 라인 패턴과 동일한 기준으로 설계된다. 따라서, 위상반전 패터닝과 바이너리(binary) 패터닝 간에 많은 전이가 존재할 수 있다. 이 전이 영역으로인해 선폭이 손실되고 소자의 누설을 증가시키게 된다.
- <12> 폴리실리콘 층에 대한 현재의 교번 위상 반전 마스크(alternating PSM) 설계는 종종 게이트 영역(즉, 폴리실리콘과 활성층의 교차점) 주변에 교번 위상 반전 영역을 적용하여 게이트 수축을 가능케 하는데 중점을 두고 있다. 이러한 교번 PSM 설계의 한 예가 Christopher A. Spence(본 발명의 발명자의 한 사람)이 발명하고 본 발명의 출원인에게 양도된 바 있는 발명의 명칭 METHOD OF OPTICAL LITHOGRAPHY USING PHASE SHIFT MASKING인 미국특허 제5,573,890호(이는 참고문헌으로서 본원에 인용하는 것임)에 기재되어 있다.
- <13> 전이 영역을 감소시키고 이 영역을 활성층 가장자리로부터 멀어지게 함으로써 폴리층 또는 폴리 패턴의 코너부를 확장시켜 선폭의 손실이 거의 없거나 무시할 만하게 하는 개선된 위상반전 방법이 개발되었다. 이러한 개선된 위상반전 방법의 예가 Todd P. Lukanc(본 발명의 발명자의 한 사람)이 발명하고 본 발명의 출원인에게 양도된 바 있는 발명의 명칭 PHASE SHIFT MASK AND SYSTEM AND METHOD FOR MAKING THE SAME인 2001년 1월 3일자 미국출원 제09/772,577호(이는 참고문헌으로서 본원에 인용하는 것임)에 기재되어 있다.
- <14> 상기 Lukanc 출원의 명세서에는 폴리 패턴의 일부분을 정의하고 매우 정교하게 제어된 임계 치수(Critical Dimension, CD)들을 갖는 바이너리 마스크 및 위상 마스크가 기재되어 있다. 상기 위상 마스크는 기본적으로 길고 폭이 좁은 개구부를 가지고 있어 패턴이 용이한 반면, 상기 바이너리 마스크는 격리 영역과 밀집 영역(isolated and dense areas) 모두에서 선폭이 좁을 뿐만 아니라 개구부도 작다. 따라서, 바이너리 마스크의 패터닝은 복잡하게 되고 이 기술로 윈도우를 제조하는 데는 한계가 있을 수 있다. 단순 위상 방법 및 상기 개선된 위상방법에서도 역시, 위상반전 마스크 및 바이너리 마스크는 중요하며, 서로 다른 최적화된 조명 및 패터닝 조건을 갖는다.
- <15> 다른 공지의 시스템에서는 게이트 중심의 방법 보다는 "노드(node)"에 기초한 방법을 이용하여 위상 반전을 모든 최소 폴리(minimum poly) 영역(필드 및 게이트 모두)에 적용하기 위한 위상 할당(phase assignment)을 생성한다. "노드"에 기초한 방법의 두 예로서, Galan 등이 발표한 "Applications of Alternating-Type Phase Shift Mask to Polysilicon Level for Random Logic Circuits", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 33 (1994) pp.6779-6784, Dec. 1994 및 Liebmann 등이 발명한 미국특허 제5,807,649호 LITHOGRAPHIC PATTERNING METHOD AND MASK SET THEREFOR WITH LIGHT FIELD TRIM MASK 가 있다.
- <16> 상기 공지 기술을 볼 때, 클리어 필드 위상반전마스크(PSM)와 필드 혹은 트림 마스크 방법을 개선시켜 보다 간단하고 더욱 신뢰할 만한 마스크 제조 및 보다 우수한 웨이퍼 이미징(wafer imaging)을 꾀할 필요가 있다. 또한, 위상반전마스크 구성요소들을 둘러싸으로써 광근접보정(optical proximity correction)(OPC)의 변화 또는 이용을 최소화시킬 필요가 있다. 뿐만 아니라, 공칭값 이하의 치수를 필요로 하는 게이트 및 다른 층들의 패터닝을 개선시키는 위상반전 패턴을 제공할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

- <17> 예시적인 실시시에는 제1위상 영역 주위에 크롬 경계를 이용하는 클리어 필드(clear field) 위상반전 마스크 개

선방법에 관련된다. 본 방법은 제1위상 패턴의 가장자리를 구분하고, 상기 가장자리를 확장하고, 그리고 확장된 부분에 크롬을 병합하는 것을 포함한다. 또 다른 방법으로는 제1위상 데이터를 확대 및 축소하고(oversizing and undersizing), 그 차이를 취하고, 그리고 상기 차이에 크롬을 병합하는 것을 포함한다. 위상 마스크상의 크롬 영역은 마스크 상의 크롬이 석영 식각을 완전히 정의하게 하도록 함으로써 마스크 생성을 향상시킬 수 있다.

- <18> 예시적인 실시예에는 집적회로 공정에 사용되는 위상반전마스크를 설계하는 방법에 관련된다. 본 방법은 위상반전마스크의 제1위상영역의 가장자리를 구분하고, 상기 구분된 영역을 확장하여 상기 제1위상영역의 가장자리를 따라 협폭 라인을 정의하고, 그리고 상기 협폭 라인에 크롬을 형성하여 상기 제1위상영역의 가장자리를 따라 크롬 경계를 형성하는 것을 포함한다. 상기 제1위상영역은 위상반전에 의해 정의될 필요가 있는 임계 폴리 또는 다른 영역 근처에 위치하며, 상기 구분된 가장자리는 상기 임계 영역 근처의 제1위상영역의 가장자리가 아니다.
- <19> 예시적인 다른 실시예에는 공칭값 이하의 치수를 필요로 하는 게이트 및 다른 층의 패턴을 향상시키는 위상반전 패턴 형성방법에 관련된다. 본 방법은 임계 게이트 영역을 정의하고, 상기 임계 게이트 영역의 어느 한 쪽에 위상 영역을 형성하고, 상기 임계 게이트 영역의 어느 한 쪽의 상기 위상 영역에 반대되는 위상 극성을 할당하고, 할당된 위상 극성으로 위상 영역을 강화하고, 위상 전이가 발생하게 될 브레이크 영역을 정의하고, 다른 가장자리를 정의하며 상기 브레이크 영역을 배제하는 다각형들을 형성하고, 그리고 제1위상 영역 외곽으로 경계 영역을 구축하여 크롬 경계를 형성하는 것을 포함한다.
- <20> 예시적인 다른 실시예에는 제1위상 영역의 가장자리 외곽으로 크롬 경계를 갖는 클리어 필드(clear field) 위상반전마스크 개선방법에 관련된다. 본 방법은 제1위상영역과 제2위상영역을 포함하는 위상 영역에 위상 극성을 할당하고, 할당된 위상영역의 가장자리를 정의하고, 제1위상영역의 가장자리 주위에 경계를 설정하고, 상기 제1위상영역 주위의 경계에 크롬 경계를 형성하는 것을 포함한다.
- <21> 예시적인 다른 실시예에는 집적회로 제조 공정에 사용되는 마스크에 관련된다. 본 마스크는 위상 0 영역의 제1가장자리와 위상 180 영역의 제1가장자리에 의하여 정의되는 임계 패턴 영역과, 상기 위상 180 영역의 제2가장자리 외곽에 위치하는 크롬경계영역을 포함하여 구성된다. 상기 위상 180 영역의 제2가장자리는 상기 위상 180 영역의 제1가장자리와는 다르며, 상기 크롬경계영역은 불투명 물질을 포함한다.
- <22> 본 발명의 기타 특징 및 이점은 첨부한 도면, 상세한 설명 및 특허청구범위로부터 당업자에게 명확하게 제시될 것이다.

실시예

- <28> 도 1은 위상반전마스크(PSM) 및 필드 즉 트림 마스크의 형성 또는 설계 방법을 예시적으로 보여주는 플로우차트(100)이다. 위상마스크상에 미리 정의된 일련의 위상 0 및 위상 180인 영역들은 임계 폴리 영역을 구분하는데 도움이 된다. 이러한 위상 0 및 위상 180인 영역들은 수기(hand drawing)로 하거나, 시중의 관련 소프트웨어 프로그램을 이용하거나, 혹은 상기 영역을 정의하는 최적화된 프로그램을 만들어 정의할 수 있다.
- <29> 단계 110에서, 최종 폴리 패턴을 정의하고 있지 않는 미리 정의된 위상 180인 영역의 가장자리 외곽으로 위상마스크상에 불투명 경계 영역이 형성된다. 상기 불투명 경계 영역은 수기로 또는 컴퓨터 소프트웨어 프로그램으로 정의될 수 있다. 정의된 상기 불투명 경계 영역을 임계 층 패턴에 병합함으로써 만들어지는 설계 데이터베이스는 "다이-투-데이터베이스(die-to-database)" 검사에 사용되어 마스크 제조 공정을 간편하게 할 수 있다는 점에서 유용하다. 단계 120에서는, (최종 폴리 패턴으로, 또는 위상 180인 영역으로, 혹은 크롬 경계 영역으로) 정의되지 않은 모든 영역을 위상 0으로 정의한다.
- <30> 단계 130에서는, 마스크상의 상기 크롬을 패턴하고 식각한다. 크롬 영역 형성의 일부분으로서 혹은 크롬 패턴링 후에, 레지스트층을 코팅하고 상기 레지스트층의 일부분을 선택적으로 제거하여 위상 180인 영역이 형성되도록 한다. 실질시예로서, 과도한 크기의 위상 180 패턴, 즉 위상 식각 영역을 정의하여 상기 레지스트가 제거되고 석영(quartz)이 식각되도록 한다. 이러한 과도한 크기의 레지스트 패턴은 상기 크롬에서 식각을 피할 것이 요구되는 임의의 개구부들을 덮는다. 건식 또는 습식 식각을 이용하여 위상 180 영역의 형성시 석영을 더 작은 두께로 식각한다. 위상 180 영역 및 위상 식각 영역의 형성에 대해서는 도 2와 관련하여 후술한다.
- <31> 단계 140에서는, 최종 폴리 패턴 외곽에 과도한 크기의 크롬 경계 영역인 개구부를 갖는 트림 마스크가 형성된다. 상기 트림 마스크의 개구부는 상기 경계 영역 보다 면적에 있어서 다소 크기 때문에, 트림 마스크의 개구부의 크기는 크게된다. 트림 마스크 공정에서 상기 트림 마스크의 개구부는 다소 작은 상기 경계 영역 위에 위치하게 된다. 예시적인 트림 마스크를 도 3과 관련하여 후술한다.

- <32> 도 2는 도 1과 관련하여 설명한 프로세스에 따라 형성 또는 설계된 위상 마스크(200)의 평면도이다. 위상 마스크(200)는 폴리 영역(210), 위상 180 영역(220), 위상 0 영역(230) 및 위상 180 경계 영역(240)을 포함한다. 폴리 영역(210)은 임계 폴리 영역이다. 위상 180 영역(220) 및 위상 0 영역(230)은 폴리 영역(210)을 정의하는데 도움이 되며, 수기나 위상마스크 설계용 컴퓨터 소프트웨어 프로그램을 이용하여 형성할 수 있다. 위상 180 경계 영역(240)은 정의된 위상 180 영역(220) 중에 폴리 패턴이 정의되지 않은 가장자리 외곽에 형성될 수 있다.
- <33> 위상 마스크(200)는 또한 상기 정의된 영역들 외곽의 영역(250)을 포함한다. 일실시예에서 상기 영역(250) 위상 0으로 할당된다.
- <34> 위상 식각 영역(260)은 위상 180 영역(220) 형성시 이용된 패턴을 정의하는 영역이다. 상기 위상 식각 영역(260)의 위치는 크롬 패턴에 자기정렬(self-aligned)되어 최초 크롬 패턴에 대한 식각 패턴의 정렬 오차를 피할 수 있다. 다른 실시예로서, 식각프로파일을 만들어 부분적으로 상기 크롬 아래에 있어 식각프로파일이 부분적으로 감추어지게 할 수도 있다. 부분적으로 감추어진 식각프로파일은 측벽 프로파일에 어느 정도의 변화를 허용한다.
- <35> 트림 마스크 개구부(270)는 필드 즉 트림 마스크가 적용될 때 노출되는 영역을 정의한다. 트림 마스크 개구부(270)에 해당하는 예시적인 트림 마스크가 도 3과 관련하여 기술된다.
- <36> 도 3은 필드 즉 트림 마스크(300)의 평면도이다. 도 2와 관련하여 기술된 위상마스크(200)를 이용하여 트림 마스크(300)가 형성되었다. 트림 마스크(300)는 도 2의 트림 마스크 개구부(270)에 해당하는 개구부(310)를 포함한다.
- <37> 도 4는 폴리아인(400) 및 트림 마스크(405)를 보여준다. 폴리아인(400)은 위상 180 영역(410)과 위상 0 영역(420)을 분리시킨다. 위상 180 영역(410) 가장자리를 따라 크롬 경계(430)가 위치한다. 크롬 경계(430)는 크롬 마스크가 석영 식각을 완전히 정의하도록 함으로써 마스크 생성을 개선시킬 수 있다.
- <38> 일실시예에서, 크롬 경계(430)는 위상 180 영역(410)의 가장자리를 구분하고, 이 가장자리를 안쪽과 바깥쪽으로 확장하여 협폭 라인을 정의하고, 그리고 상기 협폭 라인에 크롬을 형성함으로써 형성된다. 크롬 경계(430)의 폭은 최소 게이트 폭과 비슷한 치수의 폭 또는 임계 게이트가 형성되는 위상 0 영역과 위상 180 영역 사이의 폭이 될 수 있다. 또한, 크롬 경계(430)는 위상 180 데이터를 분석하고, 상기 데이터를 확대 및 축소하고(oversizing and undersizing), 그리고 그 차이를 취함으로써 생성될 수 있다.
- <39> 크롬 경계(430) 물질의 예로는 불투명성을 갖는 어떤 물질도 포함될 수 있다. 또한, 필요한 위상 조건을 만족시키는 물질로 당업자에게 알려진 다른 적절한 불투명 물질을 크롬 경계(430)에 이용할 수 있다.
- <40> 크롬 경계(430)는 크롬 마스크가 석영 식각을 충분히 정의하도록 하여 더 반복가능한 식각 프로파일이 가능하게 함으로써 마스크 생성을 향상시킬 수 있다는 이점이 있다. 또한, 위상 마스크 기록에 사용되는 크롬 데이터베이스는 다이-투-데이터베이스 검사에도 사용될 수 있다. 뿐만 아니라, 비록 폭이 좁긴 하지만, 크롬 경계(430)는 위상 식각 개구부의 정렬오차용 마진을 제공하기에 충분한 폭을 가질 수 있다. 크롬 경계(430)의 정의가 없다면, 마스크는 마스크 검사중에 위상 0 및 위상 180 사이의 전이시 검은 라인을 가지는 것으로 나타나 결함의 발생을 추측케 할 것이다.
- <41> 이상과 같이 도면을 참조하여 설명한 실시예는 예시적으로 제시된 것이다. 다른 실시예에서는 위상반전 영역을 형성하는 다른 기술을 포함할 수 있을 것이다. 또한, 다른 실시예에서는 위상 차이가 180이면 0과 180 이외의 다른 위상 각도를 이용할 수 있을 것이다. 본 발명은 특정 실시예에 한정되는 것은 아니며, 후술하는 청구범위 내에서 다양한 수정, 결합 및 치환이 가능하다.

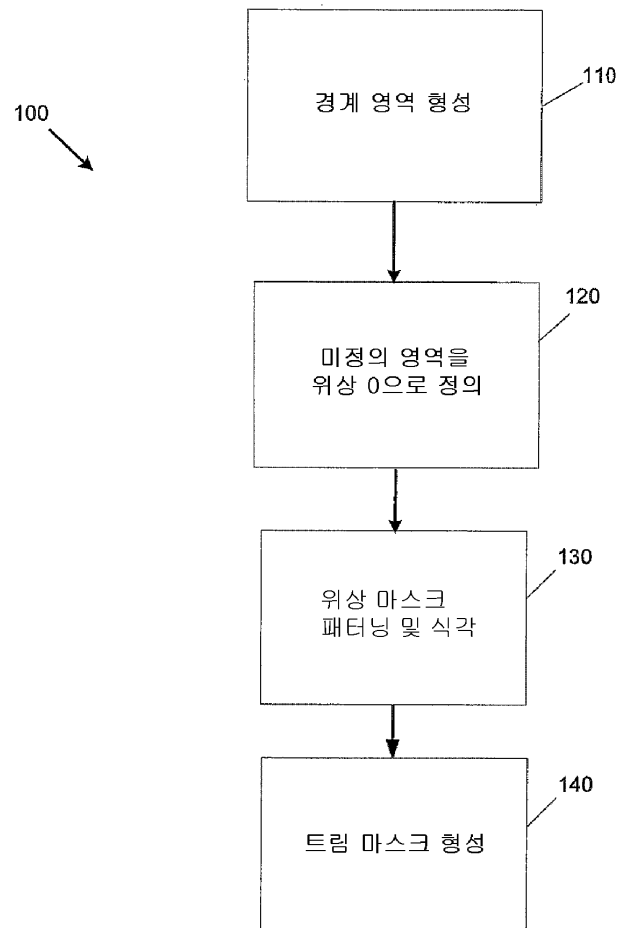
도면의 간단한 설명

- <23> 이하의 실시예는 다음의 도면을 수반하여 설명되며, 도면상에서 동일한 요소는 같은 번호로 나타낸다.
- <24> 도 1은 일실시예에 따른 위상반전마스크 형성방법의 단계를 설명하는 플로우차트이다.
- <25> 도 2는 일실시예에 따라 설계된 위상반전마스크의 평면도이다.
- <26> 도 3은 일실시예에 따른 도 2의 위상반전마스크를 이용하여 설계된 필드 즉 트림 마스크의 평면도이다.
- <27> 도 4는 일실시예에 따라 위상 180인 영역과 위상 0인 영역을 분리하는 폴리 라인 및 이에 대응하는 트림 마스크

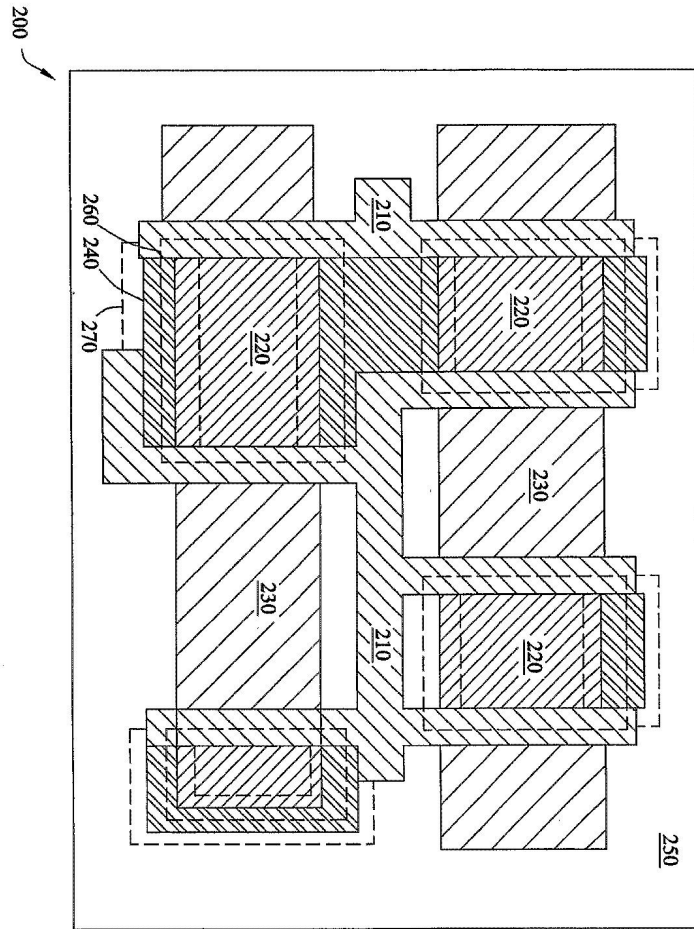
를 설명하는 블록도이다.

도면

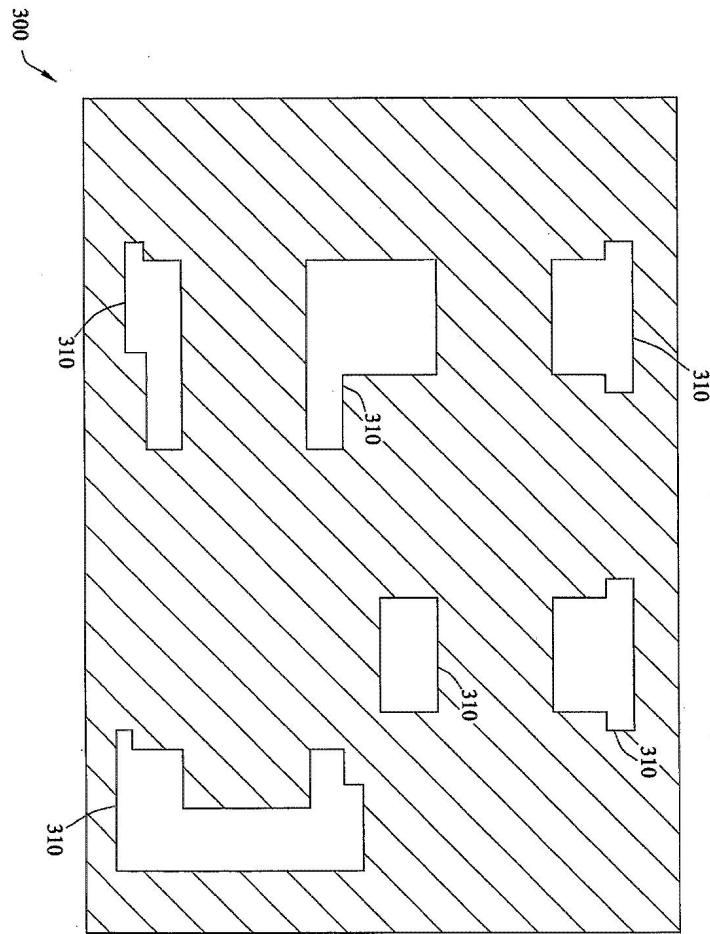
도면1



도면2



도면3



도면4

