

도2, 도5b

특허청구의 범위

청구항 1.

극자외선 리소그래피 마스크이며,
자외선 반사 구역을 포함하고,
반사 구역 및 산란 구역은 동일한 재료로 구성되는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 반사 구역은 몰리브덴 및 실리콘으로 구성되는 반사 다중층으로 구성되고, 상기 다중층은 반도체 웨이퍼를 프린트하기 위해 진입하는 발광 웨이브를 반사하도록 구성된 편평한 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 산란 구역은 몰리브덴 및 실리콘으로 구성되는 반사 다중층으로 구성되고, 상기 다중층은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 일정 각도로 구성된 경사진 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 각도는 상기 노출 광학의 수집 각도보다 큰 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 산란 구역은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 거친 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 산란 구역은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 지그재그식 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 산란 구역은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 만곡된 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크.

청구항 8.

극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법이며,

상기 방법은,

기판에 인접한 결정 실리콘층을 접합시키는 단계와,

상기 결정 실리콘층에 인접한 실리콘과 몰리브덴을 구비한 다중층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 다중층은 수평 부분과 불균일한 부분을 가진 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 결정 실리콘층은 상기 기판에 양극식으로 접합되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 10.

제8항에 있어서, 다중층을 형성하는 단계 이전에, 상기 방법은,

상기 결정 실리콘층 위로 하드마스크를 증착하는 단계와,

상기 하드마스크에 위로 포토레지스트 마스크를 증착하는 단계와,

상기 포토레지스트 마스크에 패턴을 형성하는 단계와,

상기 패턴을 상기 하드마스크로 전사하는 단계를 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 결정 실리콘층의 에칭된 구역에 불균일한 표면을 생성하도록 결정 실리콘층을 에칭하는 단계와,

상기 하드마스크를 제거하는 단계를 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 12.

제10항에 있어서, 상기 패턴은 플라즈마 에칭을 사용하여 상기 하드마스크에 전사되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 결정 실리콘층의 에칭은 이방성 실리콘 습식 에칭을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 습식 예칭은 알카리성 용액을 사용하여 수행되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 15.

제11항에 있어서, 상기 예칭은 상기 결정 실리콘층의 <100> 격자면을 따라 수행되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 16.

제8항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 거친 표면을 구비한 상기 불균일한 부분을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 17.

제8항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 지그재그식 표면을 구비한 상기 불균일한 부분을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 18.

제8항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 만곡된 표면을 구비한 상기 불균일한 부분을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 19.

극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법이며,

상기 방법은, 상기 마스크의 표면에 반사 구역을 형성하는 단계와,

상기 마스크의 상기 표면 상에 산란 구역을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 반사 구역 및 산란 구역은 동일한 재료로 구성되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서, 반사 구역을 형성하는 상기 단계에서,

상기 반사 구역은 몰리브덴과 실리콘을 구비한 다중층으로 형성되고, 상기 다중층은 노출 광학에 의한 수집과 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 위해 진입하는 발광을 반사시키도록 형성된 평평한 표면을 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 산란 구역을 형성하는 상기 단계에서,

상기 산란 구역은 몰리브덴과 실리콘을 구비한 다중층으로 형성되고, 상기 다중층은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 발광을 편향시키는 일정 각도로 형성된 경사진 표면으로 형성되는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 22.

제19항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 거친 표면을 구비하도록 산란 구역을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 23.

제19항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 지그재그식 표면을 구비한 산란 구역을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

청구항 24.

제19항에 있어서, 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 만곡된 표면을 구비한 산란 구역을 형성하는 단계를 더 포함하는 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 반사 마스크에 관한 것이고, 특히 광 산란 및 발광 반사 EUVL 마스크에 관한 것이다.

배경기술

반도체 산업에 걸쳐 웨이퍼를 이미지화하는 광 리소그래피 기술은 마스크로부터 웨이퍼로 화상을 전사하는 투과 마스크에 의존한다. 웨이퍼 이미지가 수축되기 때문에, 웨이퍼 레지스트를 이미지화하는 새로운 방법이 요구된다. 차세대 리소그래피에 대한 이와 유사한 대안은 이미지를 위해 극자외선(EUV)을 사용하는 것이다. 13.4nm EUV 파장에서, 물질은 전송 마스크를 형성하기에 너무 흡수성이 있어서, 반사 물질이 대신 사용된다. 도1에 도시된 마스크와 같은 종래 극자외선 리소그래피(EUVL) 마스크는 초저 팽창(ULE) 기판(10) 상에 반사 필름을 증착함으로써 형성된다. ULE 기판의 재료 특성은 본 기술분야에 공지되어 있다. 이 필름은 많은 다양한 재료로 구성될 수 있다. EUVL 마스크 응용물에 대해 가장 흔하게 채용되는 반사 브래그 미러는 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 (40이상과 같이 많은) 다중 교번식 이중층으로 형성되고, Mo/Si 다중층(20)으로 집합적으로 도시된 보호 Si 캡으로 마감된다. 베퍼층(30)과 흡수층(40)은 그 후 다중층 스택(20)에 증착된다. 추가층은 에칭 스텝 또는 도전성 검사/보수층을 제공하는 것과 같이 상이한 목적으로 캡핑/베퍼/흡수 스택 내의 임의 장소에 증착될 수 있다. 마스크 패턴은 표준 마스크 패터닝 프로세스를 사용한 레지스트층 상에 기록된다. 건식 에칭은 흡수층을 통해 그 패턴에 전사된다. 검사 및 보수는 흡수 패턴이 디자인 데이터와 정합하고 그 후 최종 패턴이 반사 다중층 표면을 노출시키도록 베퍼층을 통해 전사된다.

EUVL 마스크를 형성하고 사용할 때 고유의 많은 재료적 해결과제가 있다. 하나의 기초적인 마스크 문제는 이상적인 화학적 내구성, 집착, 건식 에칭 특성 및 광학 특성을 결합하는 흡수 및 베퍼 재료의 선택이다. 더욱이, 마스크 처리동안 캡핑층의 반사면의 질(이에 따라 반사율)을 유지시키는 것이 어렵다.

일반적으로, 종래 광학 마스크는 광을 차단하는 흡수 구역과 웨이퍼 위로 광이 통과하게 하는 전송 구역을 포함한다. 그러나, EUVL 시스템에 사용되는 마스크는 새로운 과제를 제공한다. EUVL 마스크가 반사적이기 때문에, EUV 발광은 그 패턴이 웨이퍼의 표면 위로 반사되도록 일정 각도로 마스크 표면에 노출되어야 한다. 특히, 노출된 반사면 위로 입사하는 광은 반사된다. 패턴화된 흡수 필름 위에 입사하는 광은 흡수되고 반사되지 않고, 이는 이미지화하는데 필수 요소이다. 이러한 흡수의 부산물은 발광이 마스크를 가열시키고 패턴 변형을 방지하고 또한 마스크 수명을 감소시키는 열 유도된 마모를 제한하도록 제어되어야 한다. 5도가 최적의 노출 각도라는 실험이 도시된다.

흡수 스택 높이는 무한이고 이미지화될 때 상승된 흡수제의 에지를 흐려지게하는 조명 각도하에 세도우(shadow)를 형성한다. 콘트라스트에서의 이러한 감소는 입사 노출광의 각도와 흡수 및 베퍼층 두께 모두의 함수이다. 패턴 에지에서 감소된 콘트라스트는 그것이 웨이퍼 상에 변형되거나 또는 크기가 다른 이미지를 가져올 수 있기 때문에 상당한 문제이다.

본 산업에서는 상술된 문제를 극복하는 것을 고려해왔으나, 완전한 해결책이 정의되지 않는다. 따라서, 종래 장치 및 처리의 한계로 인해, 표준 기술과 관련된 문제를 극복하는 신규한 EUVL 마스크에 대한 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 마스크 스택의 베터 및 흡수층 모두를 전체적으로 제거함으로써 상술된 문제를 해결한다. 본 발명은 광 산란 극자외선 리소그래피 마스크를 제공하고, 여기서 실리콘 몰리브덴 다중층은 EUV 발광이 노광이 웨이퍼 상에 충돌되는 영역에서 반사되고 광이 웨이퍼에 도달되지 않는 영역에서 산란되게 하는 패턴화된 블랭크 위로 증착된다. 웨이퍼 위로 광을 반사하려 하는 구역의 토포그래피는 편평한 구역으로 구성된다. 그러나, EUV 발광이 웨이퍼의 표면에 도달하지 않는 구역에, 토포그래피는 스텝퍼의 이미징 광학품으로부터 발광을 산란시키도록 구성되고 따라서 프린트되지 않는다.

특히, 본 발명은 자외선 반사 구역 및 자외선 산란 구역을 구비한 극자외선 리소그래피 마스크를 제공하고, 반사 구역과 산란 구역은 동일한 재료로 구성된다. 반사 구역은 몰리브덴 및 실리콘 다중층을 포함하고, 상기 다중층은 반도체 웨이퍼 위로 이미지화하기 위해 진입하는 자외선 발광 웨이브를 반사하도록 형성된 편평한 표면을 포함한다. 산란 구역은 몰리브덴 및 실리콘 다중층을 포함하고, 상기 다중층은 노출 광학에 의한 수집을 방지/회피하고 반도체 웨이퍼 위로의 이미지화를 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 평향시키도록 선택된 각도로 구성된 하나 이상의 경사진 표면을 포함하고, 상기 각도는 노출 광학의 수집 각도보다 크다. 다른 실시예에서, 산란 구역은 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하고 노출 광학에 의한 수집을 방지/회피하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 평향시키도록 구성된 거친 표면, 지그재그식 표면 및 만곡된 표면을 포함한다.

더욱이, 본 발명은 극저 팽창 기판, 극저 팽창 기판의 상부의 결정 실리콘층, 결정 실리콘층의 상부에 몰리브덴과 실리콘을 구비한 발광 반사 및 광 산란 다중층을 포함하는 광 산란 반사 마스크를 제공한다. 다중층은 수평 부분과 불균일한 부분을 구비하도록 아래놓인 실리콘층에 부합된다. 수평 부분은 반도체 웨이퍼 위로 진입하는 자외선 발광 웨이브를 반사하도록 구성된다. 일 실시예에서, 불균일한 부분은 광이 반도체 웨이퍼에 도달하는 것을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키는 각도로 배열된 경사진 구성을 포함한다. 다른 실시예에서, 불균일한 부분은 노출 광학에 의한 수집을 방지/회피하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 거친 표면을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 불균일한 부분은 출 광학에 의한 수집을 방지/회피하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 지그재그식 표면을 포함한다. 이와 달리, 불균일한 부분은 출 광학에 의한 수집을 방지/회피하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하도록 진입하는 자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 구성된 만곡된 표면을 포함한다.

본 발명의 다른 태양은 극저 팽창 기판의 상부에 결정 실리콘층을 양극식으로 접합하고 그 후 결정 실리콘층의 상부에 몰리브덴 및 실리콘을 구비한 등각의 다중층을 증착함으로써 극자외선 리소그래피 마스크를 형성하는 방법을 제공하고, 다중층은 웨이퍼에 충돌하지 않도록 광을 산란시키는 불균일한 부분과 웨이퍼 위로 광을 반사시키는 수평 부분을 구비한 표면을 포함한다. 반사 다중층을 증착하는 단계 이전에, 이 방법은 결정 실리콘층 위로 하드마스크를 증착하는 단계, 하드마스크 위로 포토레지스트 마스크를 증착하는 단계, 포토레지스트 마스크에서 패턴을 형성하는 단계, 그 패턴을 하드마스크로 전사하는 단계를 더 포함한다. 그 방법은 결정 실리콘층의 에칭된 구역에 불균일한 표면을 생성하도록 결정 실리콘층을 에칭하는 단계와 하드마스크를 제거하는 단계를 더 포함한다. 더욱이, 그 패턴은 플라즈마 에칭을 사용하여 하드마스크로 전사되고, 결정 실리콘의 에칭은 수용성 수산화 칼륨(KOH), 수산화 테트라메틸암모늄(TMAH) 또는 에틸렌 디아민 피로 케이트콜(EDP)과 같은 알카리성 용액을 사용하여 수행되는 이방성 습식 에칭을 포함한다. 더욱이, 에칭은 결정 실리콘층의 <100> 격자 평면을 따라 수행된다.

더욱이, 수평 부분은 반도체 웨이퍼를 프린팅하기 위해 진입하는 자외선 발광 웨이브를 반사시키도록 형성되고, 제1 실시 예에서, 불균일한 부분은 아래놓인 결정 실리콘층에 부합되는 경사진 표면을 포함하고, 그 경사진 표면은 반도체 웨이퍼로 프린팅을 방지하도록 진입하는 극자외선 발광 웨이브를 편향시키도록 일정 각도로 구성되고, 그 각도는 직각으로부터 54 도이다. 제2 실시예에서, 이 방법은 반도체 웨이퍼로의 프린팅을 방지하기 위해 진입하는 자외선 발광 웨이브를 평향시키도록 거친 표면을 갖는 불균일한 부분을 구성하는 단계를 포함한다. 제3 실시예에서, 이 방법은 반도체 웨이퍼로의 프린팅을 방지하기 위해 진입하는 자외선 발광 웨이브를 평향시키도록 지그재그식 표면을 갖는 불균일한 구역을 구성하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 이 방법은 반도체 웨이퍼로의 프린팅을 방지하기 위해 진입하는 자외선 발광 웨이브를 평향시키도록 만곡된 표면을 갖는 불균일한 구역을 구성하는 단계를 포함한다.

본 발명은 전술된 종래 EUVL 마스크가 가진 고유의 문제를 극복하고 마스크 스택 내의 버퍼 또는 흡수층에 대한 필요를 제거한다. 다중층이 마스크 제조시 최종 단계로 증착되기 때문에, 다중층은 표준 EUVL 마스크 처리에서 다중층을 열화시키고 결과적으로 마스크 반사율을 감소시키는 플라즈마 에칭, 습식 에칭 및 다중 세척되지 않는다. 본 발명에서, 더 높은 반사율은 반사와 산란 구역 사이의 마스크 콘트라스트를 증가시키고, 필요한 노출 시간을 감소시키고 마스크에 의해 흡수되는 발광의 양을 감소시킨다.

본 발명은 (결합된 결정 Si층을 포함할 수 있는) 기판과 흡수제 또는 버퍼층이 없는 다중층을 포함한다. 상승된 흡수제 스텝의 제거는 웨이퍼 프린팅동안 세도우 효과를 제거한다. 이는 다크로부터 반사 마스크로 급격한 전이를 가져오고 그 효과는 리소그래피 웨이퍼 상의 에지 콘트라스트의 향상시키는 것이다.

본 발명의 이러한 및 다른 태양은 다음의 설명 및 첨부 도면과 관련될 때 더 잘 이해된다. 그러나, 다음의 설명은 본 발명의 양호한 실시예 및 다수의 특정 상세한 설명을 지시하지만 예시적인 것이고 이에 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 많은 변화 및 변경이 본 기술사상 내의 본 발명이 기술범위 내에서 형성될 수 있고, 본 발명은 이러한 모든 변경을 포함한다.

본 발명은 도면을 참조하여 다음의 상세한 설명으로부터 더 잘 이해된다.

실시예

본 발명 및 다양한 특징 및 그 장점적인 상세한 설명이 다음의 설명에서 상세하게 및 첨부된 도면에 도시된 제한적이지 않은 실시예를 참조로 상세히 설명된다. 도면에 도시된 특징들은 반드시 비율에 맞게 도시된 것이 아니라는 것을 이해해야 한다. 공지된 부품 및 처리 기술의 설명은 불필요하게 본 발명을 명료하게 하기 위해 생략된다. 본 명세서에 사용된 예는 본 발명이 실시될 수 있는 방법의 이해를 용이하게 하고 본 기술분야의 당업자가 본 발명을 실시할 수 있도록 단지 의도된다. 따라서, 이 예는 본 발명의 범위를 제한하려고 의도되는 것은 아니다.

전술된 바와 같이, 표준 마스크 및 관련 제조 기술과 관련된 문제를 극복하는 신규한 EUVL 마스크 및 EUVL 마스크를 제조하는 방법에 대한 필요성이 있다. 이제 도면을 참조하여, 특히, 도2 내지 도5b를 참조하면, 본 발명의 양호한 실시예가 도시된다.

제1 실시예에서, 본 발명은 도2에 도시된 바와 같은 경사진 측벽으로 구성된 부분적으로 경사진 표면을 가진 EUVL 마스크를 제공한다. 도면에 명료하게 도시되지 않지만, 본 기술분야의 당업자는 경사진 측벽이 일반적으로 외팔보형(볼록하게 또는 오목하게) 형상일 수 있다는 것을 용이하게 이해한다. 도2에 도시된 바와 같이, 5도로 진입하는 EUV 발광은 실선 화살표로 도시되고, 보통 EUV 반사는 점선 화살표로 도시된다. 점선 화살표로 도시된 다중층(160)의 편평한 표면으로부터 반사되는 발광은 웨이퍼 상에 프린트된다. 경사진 측벽을 가진 패턴화된 영역에서, 발광은 웨이퍼 상에 프린트되지 않는 각도에서 편향된다. 평면 반사의 아웃이 도2에 도시된 점선 화살표로 도시된다.

본 발명은 결정 실리콘(110)의 층을 가진 ULE 기판(100)을 형성한다.

도3a 내지 도3e는 본 발명에 따른 EUVL 마스크를 제조할 때 포함되는 연속적인 처리 단계를 도시한다. 바람직하게, 본 발명은 도3a에 도시된 쿼츠에 실리콘 웨이퍼를 양극식으로 접합시킴으로써 쿼츠 기판(100) 상에 결정 실리콘(110)의 층을 결합한다. 양극 접합은 본 기술분야의 당업자에게 공지되어 있고, 미국 특허 제6,368,942호에 설명된 일반적인 처리를 포함할 수 있고, 이 전체 개시내용은 본 명세서에 참조로 병합된다.

본 발명의 다음의 단계는 도3b에 도시된 바와 같이 결정 실리콘층(110) 위로 하드마스크(120) 및 레지스트(130)를 중합시키는 단계를 포함한다. 그 후, 도3c에 도시된 바와 같이, 원하는 패턴은 레지스트(130)에 기록되고 그 패턴은 플라즈마에 칭을 통해 하드마스크(120)에 전사된다. 이는 하드마스크(120)에 개방된 구역(개구)을 형성하고, 개구(140)는 아래놓인 결정 실리콘(110)의 표면(115)에 하방으로 패턴화된다.

도3d에 도시된 바와 같은 다음 단계는 바람직하게는 수용성 수산화 칼륨(KOH), 수산화 테트라메틸암모늄(TMAH) 또는 에틸렌 디아민 피로케이트콜(EDP)과 같은 습식 에칭 용액으로 이방성으로 결정 실리콘(110)을 습식 에칭하는 것이다. 실리콘(110)은 결정 실리콘(110)에 의해 한정된 개방된 구역(140)에서 결정 실리콘(110)의 약 54도의 측벽 기울기를 바람직하게 제공하는 <100> 격자면을 따라 에칭되고(따라서, 개방식으로 경사진 구역(155)을 가져오고), 따라서 경사진 측벽(150)을 가져온다. 결정 실리콘의 <111> 결정면은 적어도 100 팩터(더욱 느림)에 의한 알카리성 용액에서 실리콘의 다른 결정면보다 훨씬 느리게 에칭된다. 따라서, <100> 실리콘에서, 54도의 각도를 가진 경사진 측벽(150)이 <111> 평면이 다른 결정면만큼 빠르게 에칭되기 않기 때문에 달성된다. 결국, 만약 이 특징물이 충분히 크거나 또는 실리콘이 충분히 두꺼우면, 그 반응은 자체 종결된다. 예를 들어 입사 EUVL 광을 흡수하거나 산란하는데 요구되는 개방 공간의 큰 구역이 있는 경우, 이 패턴은 반복될 수 있다. 이는 초점면으로부터 벗어나 EUV 광을 반사시키도록 함께 작용하는 다중 "우물"을 형성한다.

하드마스크(120)가 벗겨진 후, Mo/Si 다중층(160)은 결정 실리콘층(110) 위로 증착되고 결정 실리콘층(110)의 개방된 경사진 구역(155) 안으로 충전된다. 도3e에 도시된 바와 같이 Mo/Si 다중층(160)은 아래놓인 에칭된 결정 실리콘층(110)의 구성으로 가정되고 결정 실리콘층(110)의 아래놓인 경사진 구역(155) 위로 형성된 경사진 측벽(180)을 가진 경사진 구역(165)을 포함한다. 따라서, Mo/Si 다중층(160)은 경사진 구역(155)에 결정 실리콘층(110)을 완전히 충전시킨다. 더욱이, Mo/Si 다중층(160)은 불균일한 표면(불균일한 구역)(165) 사이에 형성된 선택적인 편평한(수준의) 표면(170)을 더 포함한다.

추가적으로, 도3에 도시된 바와 같이, 경사진 측벽(180)은 노출 광학에 의한 수집을 방지하고 반도체 웨이퍼 위로 프린팅을 방지하기 위해 진입하는 자외선 발광을 편향시키는 각도(Θ)로 형성되고, 여기서 각도(Θ)는 노출 광학의 수집 각도보다 더 크다. 일 실시예에서, 각도는 수직으로부터 54도인 Θ 의 각도에서 결정 실리콘층(110)을 에칭함으로써 형성된다. 반사 다중층은 아래놓인 결정 실리콘(110)에 등각이고 54도로 정합된다. 도4는 본 발명의 다른 실시예를 도시하고, Mo/Si 다중층(160)의 불균일한 부분(190)은 Mo/Si 다중층(160)의 표면(170)을 거칠게 함으로써 형성된다. 반사 이온 에칭 또는 습식 에칭을 포함하는 기술은 표면(170)을 거칠게 하도록 사용될 수 있다. 도4의 점선식의 타원형 씨를 내에 확대된 도면에 도시된 바와 같이, 불균일한 부분(190)은 지그재그식 표면으로 구성될 수 있다. 지그재그식 표면은 0.15nm RMS(루트 미인 스퀘어) 표면 거칠기 아래의 목표 사양으로부터 상당히 편향하는 임의 거칠기로 정의될 수 있다. 약 10nm의 거칠기는 입사 EUV 발광의 효율적인 반사를 방지한다. 거칠기는 상술된 이방성 습식 에칭으로 형성될 수 있는 경사진 표면의 마이크로 베전과 유사하고, 더 작은 크기로 동일한 목적을 제공한다.

도5a 및 도5b에서, 본 발명에 따른 EUVL 마스크를 형성하는 양호한 방법을 도시한 흐름도이 설명된다. 일반적으로, 도5a에 제공되듯이, EUVL 마스크를 형성하는 방법은 마스크의 표면 상에 발광 반사 구역(170)을 형성하는 단계(200)와, 마스크의 표면 상에 광 산란 구역(165, 190)을 형성하는 단계(210)를 포함하고, 상기 발광 반사 구역(170) 및 광 산란 구역(165, 190)은 동일한 재료(Mo/Si)(160)로 구성된다.

특히, 도5b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 EUVL 마스크를 형성하는 방법은 ULE 기판(100) 위에 결정 실리콘층(110)을 증착하는 단계(300), 결정 실리콘층(110) 위로 하드마스크(120)를 증착하는 단계(310), 하드마스크(120) 위로 포토레지스트 마스크(130)를 증착하는 단계(320), 포토레지스트 마스크(120)에 패턴을 형성하는 단계(330), 하드마스크(120)로 패턴을 전사시키는 단계(340), 결정 실리콘층(110)의 에칭된 구역(165)에 경사진 측벽(180)을 형성하기 위해 결정 실리콘층(110)을 에칭하는 단계(350), 하드마스크(120)를 제거하는 단계(360) 및 결정 실리콘층(110) 위로 Mo/Si 층(160)을 증착하는 단계(360)를 포함한다. Mo/Si 층(160)은 반도체 웨이퍼를 프린트하도록 진입하는 극자외선 발광 웨이브를 반사하도록 구성된 편평한 표면(170)을 더 포함한다. 더욱이, Mo/Si 층(160)은 결정 실리콘층(110)의 경사진 측벽(150)에 상응하는 경사진 측벽(180)을 더 포함한다. 더욱이, Mo/Si 층(160)의 경사진 측벽(180)은 반도체 웨이퍼로의 프린팅을 방지하도록 진입하는 극자외선 발광 웨이브를 편향시키기 위해 직각으로부터 적어도 54도의 각도로 구성된다.

본 발명은 전술된 종래 EUVL 마스크가 가진 고유의 문제를 해결하고 마스크 스택 내에 베퍼 또는 흡수층에 대한 필요를 제거한다. 다중층이 마스크 조립 시의 최종 단계로 증착되기 때문에, 다중층은 다중층을 열화시키고 결과적으로 마스크 반사율을 감소시키는 플라즈마 에칭, 습식 에칭 및 다중 세척되지 않는다. 이러한 높은 반사율은 반사와 산란 구역 사이에 마

스크 콘트라스트를 증가시키고, 필요한 노출 시간을 감소시키고, 마스크에 의해 흡수되는 발광량을 감소시킨다. 스텝퍼 처리량은 웨이퍼/시간과 같은 소정의 시간 기간에 프린트될 수 있는 웨이퍼의 수이다. 노출 시간을 감소시키는 것은 상술된 바와 같이 스텝퍼 처리량이 직접 증가할 때 증가한다.

더욱이, 본 발명의 마스크는 (결합된 결정 Si층을 포함할 수 있는) 기판(100)과 흡수제 또는 버퍼층없이 형성되는 다중층(160)을 포함한다. 상승된 흡수제 스택의 존재는 웨이퍼 프린팅하는 동안 세도우 효과를 제거한다. 이는 다크로부터 반사 마스크 구역으로 급격한 전이를 야기하고 이 영향은 리소그래피 웨이퍼 상에 에지 콘트라스트에서의 향상을 가져온다. 본 발명에 의해 달성되는 추가적인 장점은 발광이 반사되어 EUVL 마스크의 더 적은 가열이 있게 되고 이는 이미지 제어 및 수명에 대해 상당한 영향을 미친다.

일반적으로, 본 발명은 Mo/Si 층(160)이 증착되기 전에 생성되는 흡수 구역(110)을 포함하는 신규한 마스크를 포함한다. 페터닝은 EUV 광이 프린팅된 웨이퍼 표면에 도달하는 것이 의도되지 않는 구역(190)에서 마스크의 표면을 거칠게 하거나 또는 EUV 광이 프린팅된 웨이퍼 표면에 도달하는 것이 의도되지 않는 구역(165)에서 경사진 측벽(180)을 형성함으로써 달성될 수 있다. 반응성 이온 에칭 또는 습식 에칭 기술을 포함하는 기술은 경사진 측벽(180)을 생성하거나 또는 표면(190)을 거칠게 하는데 사용될 수 있다. 프린팅된 웨이퍼 표면에 반사되는 레벨 패턴(170)은 완만하고 편평하게 유지된다. 다중층 증착(370) 이후에, 불균일한 패턴화된 영역(165, 190)은 Mo/Si 층(160)의 반사 능력이 국부적으로 손상되기 때문에 EUVL 마스크의 흡수제로서 작용한다. 그러나, 상술된 바와 같이, 이러한 구역(165, 190)은 실제 EUV 광을 흡수하지 않고 웨이퍼 상에 포토레지스트를 형성하지 않는 각도에서 EUV 광을 편향시킨다.

특정 실시예의 상술된 설명은 현재 지식을 적용하여 다른 실시예가 일반적인 개념 내에서 이러한 특정 실시예와 같은 다양한 응용물에 대해 용이하게 변형 및/또는 적용될 수 있다는 본 발명의 일반적인 특성을 나타내는 것이고, 따라서, 이러한 적용 및 변형은 개시된 실시예의 등가 범위 및 의미 내에서 이해되어야 한다. 본 명세서에 사용된 용어 또는 구절은 설명을 위한 것이며 제한하려는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명은 양호한 실시예의 면에서 설명되었지만, 본 기술분야의 당업자는 본 발명은 첨부된 청구범위의 기술사상 및 기술범위 내에서 변형시켜 실시될 수 있다는 것을 이해한다.

도면의 간단한 설명

도1은 종래 EUVL 마스크의 개략 단면도이다.

도2는 본 발명의 실시예에 따른 EUVL 마스크의 개략 단면도이다.

도3a 내지 도3e는 본 발명의 실시예에 따른 EUVL 마스크의 제조시 연속적 처리 단계를 도시하는 개략 단면도이다.

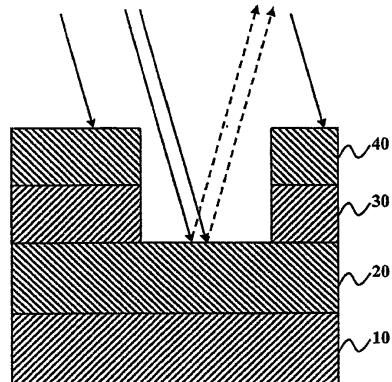
도4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 EUVL 마스크의 개략 단면도이다.

도5a 및 도5b는 본 발명의 바람직한 방법을 도시한 흐름도이다.

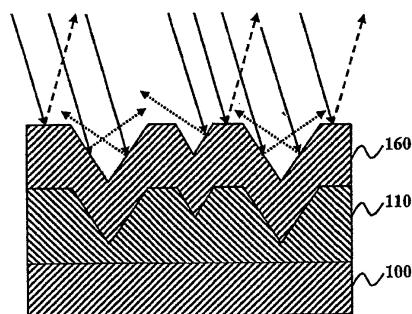
도면

도면1

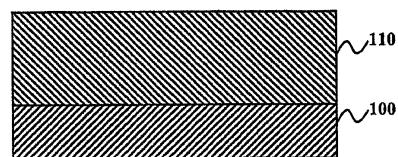
(종래 기술)



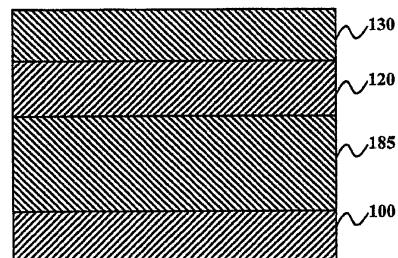
도면2



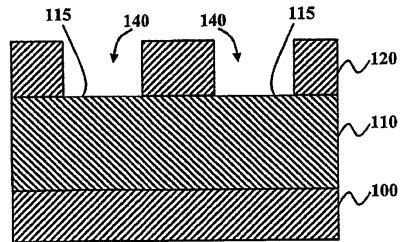
도면3a



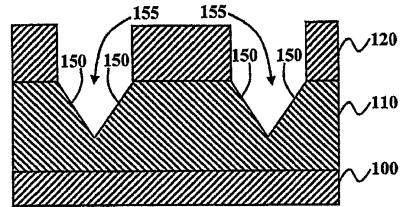
도면3b



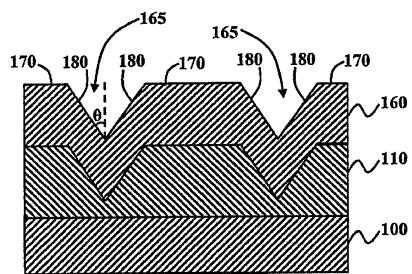
도면3c



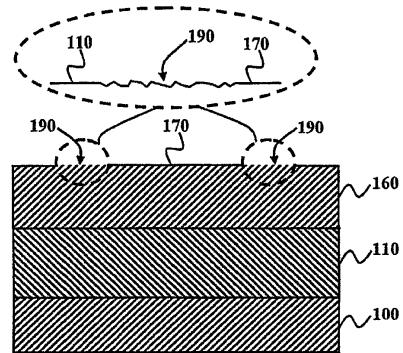
도면3d



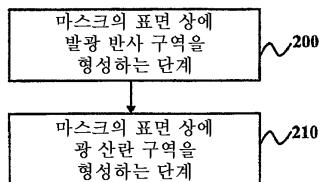
도면3e



도면4



도면5a



도면5b

