



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0053931
(43) 공개일자 2022년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/32 (2012.01) G03F 1/82 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G03F 1/32 (2013.01)
G03F 1/82 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0138292
(22) 출원일자 2020년10월23일
심사청구일자 2020년10월23일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
황보창권
인천광역시 연수구 먼우금로 126, 211동 604호(동춘동, 현대대림2차아파트)
김유덕
인천광역시 미추홀구 소성로 16(용현동)
(74) 대리인
양성보

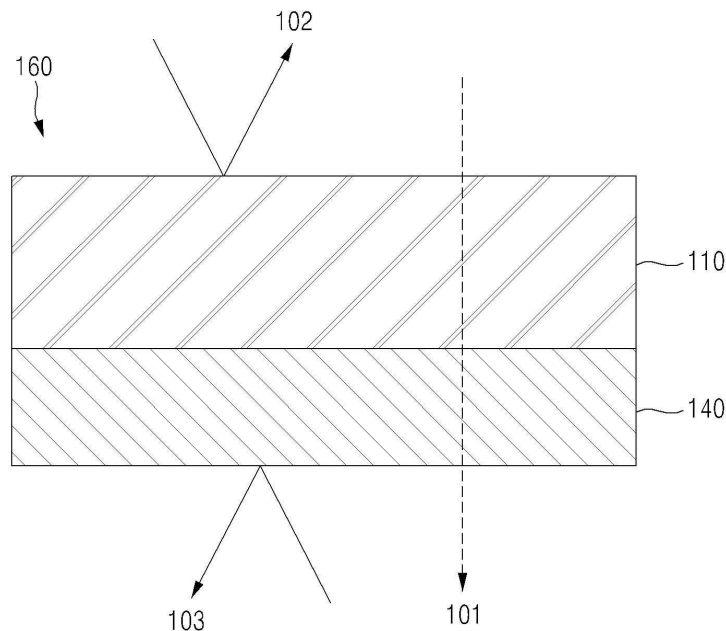
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역 투과율, 표면 반사율, 이면 반사율의 측정 및 계산 값을 이용하는 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법 및 장치

(57) 요약

감쇠형 위상반전 마스크 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역 투과율, 표면 반사율, 이면 반사율의 측정 및 계산 값을 이용하는 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법 및 장치가 제시된다. 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법은, 감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting (뒷면에 계속))

대표도 - 도2



mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 상기 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계; 측정 장치를 통해 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 단계; 및 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 상기 계산값을 상기 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

(72) 발명자

김태영

경상북도 영천시 임고면 윗덕수길 143(임고면)

김동규

서울특별시 강서구 강서로17라길 2, 다동 402호(화곡동, 복지아파트)

유지혜

인천광역시 남동구 호구포로 803, 2405동 3302호(구월동, 롯데캐슬골드2단지아파트)

최소영

서울특별시 은평구 진관4로 78-8, 701동 406호(진관동, 은평뉴타운상림마을)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1358101250
과제번호	62653-1
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	소재부품기술개발-소재부품패키지형
연구과제명	MPL용 ArF 블랭크 마스크 양산기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	에스케이씨(주)
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광 광 파장 영역에서 상기 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계;

측정 장치를 통해 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 단계; 및

상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 상기 계산값을 상기 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 단계

를 포함하는, 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

증착률과 증착 시간을 이용하여 상기 감쇠형 위상반전막의 두께를 예측하는 단계

를 더 포함하는, 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계는,

기관 위의 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 계산하여, 투과율 분포도, 표면 반사율 분포도, 이면 반사율 분포도, 그리고 투과율 및 표면 반사율 분포도 중 적어도 어느 하나 이상의 광학 특성 분포도를 구성하는 것

을 특징으로 하는, 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이의 증감을 이용하여 상기 감쇠형 위상반전막의 균일도를 판단하거나 균일도의 변화량을 판단하는 것

을 특징으로 하는, 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법.

청구항 5

감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광 광 파장 영역에서 상기 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 계산값 산정부;

측정 장치를 통해 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 측정값 산정부; 및

상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 상기 계산값을 상기 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 위상차 산정부

를 포함하는, 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 아래의 실시예들은 반도체 제작 공정 중 ArF 레이저 노광 공정용 포토마스크 제조를 위한 마스크 블랭크의 제작 기술 중 성능 평가 방법과 재현성의 개선에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역 투과율, 표면 반사율, 이면 반사율의 측정 및 계산 값을 이용하는 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] ArF 레이저를 이용한 노광 및 식각 공정은, 193 nm의 파장이 가지는 상대적으로 큰 최소 선폭 문제를 극복하기 위하여, 광원의 파장을 변경시키지 않고 식각 패턴의 선폭 한계를 줄일 수 있는 방법으로써, 담금(immersion) 노광 공정과 함께, 투과광의 진폭을 제어하는 바이너리마스크로부터, 위상과 진폭을 함께 조정하는 위상반전 마스크로 그 방식이 개선되어 왔으며, 교대형 위상반전 마스크(alternating phase shifting mask)에 비해 상대적으로 제작이 쉬운 감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask)가 널리 사용되고 있다.
- [0003] 감쇠형 위상반전 마스크는, 투과광의 위상과 투과율을 조정하여 노광 패턴의 최소 선폭을 감소시키는 반투과형 위상반전 패턴과 노광이 불필요한 영역의 광원을 차단시켜 식각 패턴의 임계치수(critical dimension, CD)의 오류를 줄이는 차광 패턴으로 구성되어 있으며, 그 중에서도 핵심적인 역할을 수행하는 감쇠형 위상반전 패턴은, 투과한 광원의 투과율이 약 1% ~ 20%이고, 공기를 지난 광원에 비해 위상차가 $160^{\circ} \sim 190^{\circ}$ 가 되도록 함으로써, 반도체 웨이퍼에 결상된 패턴의 선폭을 감소시킨다.
- [0004] 감쇠형 위상반전 포토마스크의 패턴이 식각되기 전 단계인 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크는 위상반전 패턴의 기반이 되는 위상반전막과 차광 패턴의 기반이 되는 차광막, 그리고 차광 패턴의 원활한 식각을 위해 포토레지스트 대신 식각 마스크 역할을 하는 하드마스크로 구성된다. 이러한 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크는 주로 합성 석영 위에 차광막, 위상반전막, 하드마스크 순의 증착 과정과 열처리 과정을 통해 제작되며, 이 과정에서 상기된 광학 특성뿐 아니라, 물리적, 화학적 특성을 포함한 감쇠형 위상반전 마스크의 성능을 좌우하는 대부분의 특성이 결정된다. 특히, 상기한 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 핵심적 특성인 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 위상 변조량(이하 위상차)과 투과율은 감쇠형 위상반전막의 두께와 굴절률 및 소멸계수에 따라 매우 민감하게 변화한다. 따라서 감쇠형 위상반전막의 제작 과정에 포함되어 있는 모든 공정 조건은 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크와 감쇠형 위상반전 마스크의 핵심적 성능인 위상차와 투과율을 변화시킬 수 있다.
- [0005] 그러므로 감쇠형 위상반전막의 모든 제작 조건은, 목표하는 광학 특성에 최적화된 상태에서 일정하게 유지되어야 하며, 제작 중 또는 완성된 위상반전막의 지속적인 광학 특성 평가를 통해 항상 감시되어야 한다.
- [0006] 그러나, 현재 대부분의 반도체 및 위상반전 포토마스크 제작 공정에 사용되고 있는 감쇠형 위상반전막의 투과율과 위상차의 평가에는 주변 환경의 변화에 민감한 고가의 레이저 간섭계 결상 장치가 사용되고 있으며, 식각 패턴의 형성이 동반되어야 하는 파괴검사의 일종이므로 제작 과정 중에는 감쇠형 위상반전막의 성능의 평가가 불가하여, 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 예기치 못한 제작 공정 변화에 대한 신속한 대응이 제한된다는 문제가 있다.
- [0007] 한국공개특허 특2001-0028191호는 이러한 CrAlON을 위상 쉬프트 물질로서 사용한 위상 쉬프트 마스크 및 그 제조방법에 관한 기술을 기재하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 특2001-0028191호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 실시예들은 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 제작 과정 중 광학적 성능 평가에 있어서, 별도의 레이저 간섭계 장치 또는 식각 패턴의 형성 과정 없이, 노광광 파장 영역에서 측정된 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율과 막 두께의 정보만을 이용하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 결정할 수 있는 체계를 구축하는 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법은, 감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 상기 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계; 측정 장치를 통해 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 단계; 및 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 상기 계산값을 상기 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 단계를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0011] 증착물과 증착 시간을 이용하여 상기 감쇠형 위상반전막의 두께를 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계는, 기관 위의 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 계산하여, 투과율 분포도, 표면 반사율 분포도, 이면 반사율 분포도, 그리고 투과율 및 표면 반사율 분포도 중 적어도 어느 하나 이상의 광학 특성 분포도를 구성할 수 있다.

[0013] 상기 감쇠형 위상반전막의 두께방향 막 조성이 균일하지 않을 경우, 상기 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이의 증감을 이용하여 상기 감쇠형 위상반전막의 균일도를 판단하거나 균일도의 변화량을 판단할 수 있다. 예를 들어, 상기 감쇠형 위상반전막은 단일 층으로 구성될 수 있으나, 산소 비율이 서로 다른 복수의 층으로도 구성될 수 있으며, 복수의 층으로 구성된 감쇠형 위상반전막의 경우 단일층으로 구성된 경우보다 상기 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이가 크다.

[0014] 다른 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치는, 감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 상기 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 계산값 산정부; 측정 장치를 통해 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 측정값 산정부; 및 상기 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 상기 계산값을 상기 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 위상차 산정부를 포함하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0015] 실시예들에 따르면 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 제작 공정 중 별도의 식각공정과 레이저 간섭계의 구축 없이 감쇠형 위상반전막의 위상차를 간단하게 평가할 수 있도록 하여, 예기치 못한 공정 조건 변화에 대한 빠른 대응이 가능해짐으로써 재현성과 품질을 향상시킬 수 있으며, 성능 평가의 빈도를 높임으로써 향상된 성능을 효과적으로 유지시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크를 나타내는 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 노광광 파장 영역 입사광의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치를 나타내는 블록도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 기관 위의 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 투과율 분포도, 표면 반사율 분포도, 이면 반사율 분포도 및 투과율과 표면 반사율 분

포도를 나타내는 도면이다.

도 7은 일 실시예에 따른 기관 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막을 나타내는 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 두께별 투과율 분포도 및 두께별 표면 반사율 분포도를 나타내는 도면이다.

도 9는 일 실시예에 따른 기관 위의 감쇠형 위상반전막의 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 10은 일 실시예에 따른 기관 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막의 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명한다. 그러나, 기술되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시예들에 의하여 한정되는 것은 아니다. 또한, 여러 실시예들은 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에서 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0019] 아래의 실시예에서는 최적화가 진행된 바 있는 공정 체계의 경우, 노광광 영역에서 감쇠형 위상반전막의 두께, 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율이 일정 범위 안에서 벗어나지 않는다는 특성을 활용하여, 감쇠형 위상반전막의 위상차를 제작 공정 중 또는 완성된 후에 합리적으로 결정할 수 있는 방법을 제안하였다.
- [0020]세부적으로는, 현재 널리 사용되고 있는 감쇠형 위상반전막의 제작 방법인 마그네트론 스퍼터링의 타겟의 종류와 스퍼터링 파워, 그리고 가스의 종류 및 유량 등의 공정 조건이 극단적으로 변화하지 않는 경우, 막 두께 스퍼터링 시간에 선형적으로 비례한다는 사실을 이용하여, 스퍼터링 시간에 해당하는 두께의 예측 값을 얻은 후, 일정 범위 안쪽의 굴절률 및 소멸계수에 해당하는 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 계산하여, 측정된 감쇠형 위상반전막의 투과율 및 표면 반사율과 비교함으로써 제작 과정 중에 감쇠형 위상반전막의 위상차를 일정 수준의 오차 범위 내에서 구할 수 있다.
- [0021]이러한 기술은 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크 제작 조건의 예기치 못한 변화를 공정 중에 평가함으로써 달성할 수 있는 재현성의 향상과 함께, 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 가장 핵심적인 특성인 노광광 파장 영역에서의 위상차를 제작 과정 중에 파악함으로써 얻는 성능 최적화 및 품질 향상에 기여하게 된다.
- [0023]도 1은 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크를 나타내는 도면이다.
- [0024]도 1을 참조하면, 감쇠형 위상반전막(110), 차광막(120) 및 하드마스크(130)가 투명 기관(140) 위에 증착된 형태의 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크(100)를 제작할 수 있다.
- [0025]도 2는 일 실시예에 따른 노광광 파장 영역 입사광의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 나타내는 도면이다.
- [0026]도 2를 참조하면, 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크(100)의 제작 과정 중 감쇠형 위상반전막(110)이 투명 기관(140) 위에 증착된 상태에서 노광광 파장 영역 입사광의 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)을 나타낸다.
- [0027]일 실시예에 따르면 감쇠형 위상반전막(110)과 차광막(120) 그리고 하드마스크(130)가 투명 기관(140)에 증착된 형태의 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크(100)의 제작 과정 중 감쇠형 위상반전막(110)과 투명 기관(140)으로만 이루어진 상태(이하 기관 위의 감쇠형 위상반전막(160))에 대한 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)을 광학 특성 분포도로 구성할 수 있다.
- [0028]보다 구체적으로, 기관 위의 감쇠형 위상반전막(160)에서 감쇠형 위상반전막(110) 방향으로 수직으로 입사하는 193-nm 파장 영역 투과율(101) $T_{cal}(n_{cal}, k_{cal}, d_{cal})$, 표면 반사율(102) $R_{film,cal}(n_{cal}, k_{cal}, d_{cal})$ 및 이면 반사율(103) $R_{subs,cal}(n_{cal}, k_{cal}, d_{cal})$ 을 감쇠형 위상반전막(110)의 임의의 막 두께 d_{cal} , 굴절률 n_{cal} , 그리고 소멸계수 k_{cal} 에 따라 계산하여 나타낸 광학 특성 분포도($d_{cal}=75nm$ 의 예)를 제공할 수 있다.
- [0029]이와 함께, 증착 조건에 따라 결정되는 소정의 증착률 P와 증착 시간 S를 이용하여 $d_{exp}=SXP$ 로 나타낼 수 있는

감쇠형 위상반전막(110)의 두께 d_{exp} 및 상기 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)의 측정값 T_{exp} , $R_{film,exp}$ 및 $R_{subs,exp}$ 을 상기 광학 특성 분포도와 대조하여 $(T_{exp}, R_{film,exp})=(T_{cal}, R_{film,cal})$ 에 해당하는 $(n_{cal}, k_{cal})=(n_{exp}, k_{exp})$ 를 얻은 후, $\Delta\phi_{exp}=2\pi(n_{exp}-1)d_{exp}/\lambda$ 로 계산된 감쇠형 위상반전막(110)의 위상차 $\Delta\phi_{exp}$ 를 결정하는 과정을 제공할 수 있다.

[0030] 계산된 광학 특성 분포도는 감쇠형 위상반전막(110)을 구성하는 물질에 따라 임의로 정한 굴절률 및 소멸계수의 범위에서 작성될 수 있다. 또한, 정해진 굴절률 및 소멸계수의 범위는 감쇠형 위상반전막(110)의 널리 사용되는 투과율의 범위 1% ~ 20% 및 위상차 $160^\circ \sim 190^\circ$ 를 모두 포함하는 범위로 설정할 수도 있다.

[0031] 그리고, 이면 반사율 분포도를 이용하여 얻은 이면 반사율(103)의 계산값 $R_{subs,cal}$ 와 측정값 $R_{subs,exp}$ 의 차이 $\Delta R_{subs}=(R_{subs,cal}-R_{subs,exp})/R_{subs,cal}$ 을 이용하여 감쇠형 위상반전막(110)의 두께 방향 균일성을 판단하는 과정을 제공할 수 있다.

[0033] 도 3은 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0034] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법은 감쇠형 위상반전 마스크(attenuated phase shifting mask) 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구하는 단계(S110), 측정 장치를 통해 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구하는 단계(S120), 및 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구하는 단계(S130)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0035] 실시예에 따라 증착물과 증착 시간을 이용하여 감쇠형 위상반전막의 두께를 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0036] 아래에서 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법의 각 단계를 설명한다.

[0038] 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법은 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치를 예를 들어 설명할 수 있다.

[0039] 도 4는 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치를 나타내는 블록도이다.

[0040] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치는 계산값 산정부(410), 측정값 산정부(420) 및 위상차 산정부(430)를 포함하여 이루어질 수 있다. 실시예에 따라 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 장치는 두께 예측값 산정부를 더 포함할 수 있다.

[0041] 단계(S110)에서, 계산값 산정부(410)는 감쇠형 위상반전 포토마스크의 패턴이 식각되기 전 단계인 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크 제작 공정을 위한 감쇠형 위상반전막의 노광광 파장 영역에서의 감쇠형 위상반전막의 두께, 굴절률 및 소멸계수에 따라 계산된 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 구할 수 있다. 이 때 감쇠형 위상반전막은 투명 기판 상에 구성될 수 있다.

[0042] 여기서, 계산값 산정부(410)는 투명 기판 위의 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 계산하여, 투과율 분포도, 표면 반사율 분포도, 이면 반사율 분포도, 그리고 투과율 및 표면 반사율 분포도 중 적어도 어느 하나 이상의 광학 특성 분포도를 구성할 수 있다. 또한, 두께별 광학 상수 분포도를 구성하여 두께 범위 내에 해당하는 감쇠형 위상반전막의 투과율을 확인할 수 있다. 두께별 투과율 분포도 또는 두께별 표면 반사율 분포도와 같이 다양한 두께에 대한 광학 특성을 하나의 도면으로 표현하는 경우, 특정 범위의 두께 내에서는 막 두께 변화에 따른 새로운 광학 특성 분포도의 작성 없이 사용이 가능하다.

[0043] 단계(S120)에서, 측정값 산정부(420)는 분광광도계 등과 같은 측정 장치를 통해 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율을 측정하여 측정값을 구할 수 있다.

[0044] 단계(S130)에서, 위상차 산정부(430)는 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산값을 측정값과 비교하여 감쇠형 위상반전막의 위상차를 기설정된 오차 범위 내에서 구할 수 있다. 감쇠형 위상반전

마스크 블랭크의 핵심적 특성인 위상반전막의 노광광 파장 영역에서 위상차와 투과율은 감쇠형 위상반전막의 두께와 굴절률 및 소멸계수에 따라 매우 민감하게 변화한다. 따라서 감쇠형 위상반전막의 제작 과정에 포함되어 있는 모든 공정 조건은 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크와 감쇠형 위상반전 마스크의 핵심적 성능인 위상차와 투과율을 변화시킬 수 있다.

[0045] 감쇠형 위상반전막의 두께방향 막 조성이 균일하지 않을 경우, 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이의 증감을 이용하여 감쇠형 위상반전막의 균일도를 판단하거나 균일도의 변화량을 판단할 수 있다. 예를 들어, 감쇠형 위상반전막은 단일 층으로 구성될 수 있으나, 산소 비율이 서로 다른 복수의 층으로도 구성될 수 있으며, 복수의 층으로 구성된 감쇠형 위상반전막의 경우, 단일층으로 구성된 경우보다 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이가 크다.

[0046] 한편, 실시예에 따라 두께 예측값 산정부는 증착률과 증착 시간을 이용하여 감쇠형 위상반전막의 두께를 예측할 수 있다. 이와 같이 증착률과 증착 시간을 활용하여 두께를 예측하여 사용할 경우 두께 측정 과정을 생략할 수 있다.

[0047] 또한, 감쇠형 위상반전막은 산소 비율이 서로 다른 복수의 층으로 구성될 수 있다. 복수의 층으로 구성된 감쇠형 위상반전막의 경우, 이면 반사율의 측정값과 이면 반사율 분포도의 값 차이의 증감을 이용하여 감쇠형 위상반전막의 균일도를 판단하거나 균일도의 변화량을 판단할 수 있다.

[0048] 아래에서 일 실시예에 따른 감쇠형 위상반전막의 광학상수 결정 방법 및 장치에 대해 보다 상세히 설명한다.

[0050] 도 5는 일 실시예에 따른 기판 위의 감쇠형 위상반전막의 투과율, 표면 반사율 및 이면 반사율의 계산을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 5를 참조하면, 기판 위의 감쇠형 위상반전막(160)의 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)을 계산할 수 있으며, 이를 위해 표 1과 같은 박막 전달 행렬 계산법 및 표 2와 같은 기판의 결맞음성 소거법을 이용할 수 있다.

[0052] [표 1]

$$\begin{aligned} Y_o &= N_o y_o = y_o \\ Y_s &= N_s y_o = n_s y_o \\ Y_f &= N_f y_o = (n_f - ik_f) y_o \\ \delta &= 2\pi N_f d_f / \lambda \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos\delta & i\sin\delta/Y_f \\ iY_f\sin\delta & \cos\delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y_s \text{ or } Y_o \end{bmatrix} \\ T_{\text{film,cal}}^o &= \frac{\text{Re}[Y_s]}{Y_o} \left| \frac{2Y_o}{BY_o + C} \right| \left| \frac{2Y_o}{BY_o + C} \right|^* \\ R_{\text{film,cal}}^o &= \left| \frac{BY_o - C}{BY_o + C} \right| \left| \frac{BY_o - C}{BY_o + C} \right|^* \\ R_{\text{subs,cal}}^o &= \left| \frac{BY_s - C}{BY_s + C} \right| \left| \frac{BY_s - C}{BY_s + C} \right|^* \end{aligned}$$

[0053]

[0054] [표 2]

$$R_s = \left| \frac{Y_s - Y_0}{Y_s + Y_0} \right| \left| \frac{Y_s - Y_0}{Y_s + Y_0} \right|, \quad T_s = 1 - R_s$$

$$T_{\text{film,cal}} = T_{\text{film,cal}}^0 T_s \sum_{m=1}^{\infty} (R_{\text{sub,cal}}^0 R_s)^{m-1} = \frac{T_{\text{film,cal}}^0 T_s}{1 - R_{\text{sub,cal}}^0 R_s}$$

$$R_{\text{film,cal}} = R_{\text{film,cal}}^0 + (T_{\text{film,cal}}^0)^2 R_s \sum_{m=1}^{\infty} (R_s R_{\text{sub,cal}}^0)^{m-1}$$

$$= \frac{R_{\text{film,cal}}^0 - R_s (R_{\text{film,cal}}^0 R_{\text{sub,cal}}^0 - (T_{\text{film,cal}}^0)^2)}{1 - R_{\text{sub,cal}}^0 R_s}$$

[0055]

[0056] 광학 특성 분포도에 표시된 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)은 표 1 및 표 2와 같은 광학 특성 계산법을 이용하여 계산하였으며, 이 때 광학 특성 계산법은 박막 전달 행렬 계산법과 투명 기판의 결맞음 성 소거법을 포함할 수 있다.

[0057] 여기서, N_0 , N_s , N_f 와 Y_0 , Y_s , Y_f 는 각각 공기, 투명 기판(140), 감쇠형 위상반전막(110)의 복소 굴절률(N)과 어드미턴스(Y)이며, δ 는 감쇠형 위상반전막(110) 내부에서의 위상 변위, 그리고 y_0 는 진공의 어드미턴스($1/377$ [1/Ω])이다. $T_{\text{film,cal}}^0$, $R_{\text{film,cal}}^0$ 및 $R_{\text{sub,cal}}^0$ 는 각각 기판의 두께가 무한히 두꺼운 경우 기판 위의 감쇠형 위상반전막(160)의 무한 기판 투과율(104), 무한 기판 표면 반사율(105) 및 무한 기판 이면 반사율(106)이다. 또한, T_s 와 R_s 는 각각 기판-공기 투과율(107) 및 기판-공기 반사율(108)이다.

[0059] 도 6은 일 실시예에 따른 투과율 분포도, 표면 반사율 분포도, 이면 반사율 분포도 및 투과율과 표면 반사율 분포도를 나타내는 도면이다.

[0060] 도 6을 참조하면, 막 두께가 75 nm인 경우를 예로 든, (a) 투과율 분포도, (b) 표면 반사율 분포도, (c) 이면 반사율 분포도 및 (d) 투과율과 표면 반사율 분포도로 이루어진 광학 특성 분포도를 나타낸다. 각각의 광학 특성은 경우에 따라 함께 표시될 수 있다.

[0061] 광학 특성 분포도는, 앞에서 설명한 소정의 증착률 P 와 증착 시간 S 의 곱으로 예측한 감쇠형 위상반전막(110)의 두께 $d_{\text{exp}}=SXP$ 를 이용하여, 현재 널리 사용되고 있는 폴리브덴 실리콘 질화물(MoSiON)의 193-nm 파장 영역 굴절률 $n=2.1\sim 2.9$ 와 소멸계수 $k=0.2\sim 0.9$ 의 범위 내에서 상기 계산법으로 얻은 기판 위의 감쇠형 위상반전막(160)의 (a) 투과율 분포도, (b) 표면 반사율 분포도 및 (c) 이면 반사율 분포도를 나타낼 수 있다. 상기 굴절률 및 소멸계수의 범위는, 널리 사용되는 감쇠형 위상반전막(110)의 투과율 1% ~ 5% 및 위상차 $160^\circ \sim 190^\circ$ 에 해당하는 영역을 모두 포함할 수 있다. 또한, 투과율과 표면 반사율을 함께 나타낸 (d) 투과율 및 표면 반사율 분포도를 나타낼 수도 있다.

[0063] 도 7은 일 실시예에 따른 기판 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막을 나타내는 도면이다.

[0064] 도 7을 참조하면, 앞에서 설명한 기판 위의 감쇠형 위상반전막(160)은 기판 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막(160a)으로 구성될 수 있다. 여기서, 산소 비율이 상대적으로 낮은 상층(111)과 산소 비율이 상대적으로 높은 하층(112)으로 구성된 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)으로 구성될 수 있다.

[0065] 도 8은 일 실시예에 따른 두께별 투과율 분포도 및 두께별 표면 반사율 분포도를 나타내는 도면이다.

[0066] 도 8을 참조하면, (a) 두께별 투과율 분포도와 (b) 두께별 표면 반사율 분포도를 나타낼 수 있다. 도면에 표시된 감쇠형 위상반전막 A, B의 경우와 같이, 두께별 광학 상수 분포도의 두께 범위 내에 해당하는 감쇠형 위상반

전막의 투과율(101)을 확인할 수 있다.

- [0067] 두께별 투과율 분포도 또는 두께별 표면 반사율 분포도와 같이 여러 가지 두께에 대한 광학 특성을 하나의 도면으로 표현하는 방법으로, 특정 범위의 두께 내에서는, 막 두께 변화에 따른 새로운 광학 특성 분포도의 작성 없이 사용이 가능하다.
- [0068] 감쇠형 위상반전막(110)이 단층으로 이루어져 있지 않고 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)과 같이 복수의 층으로 구성되어 있는 경우에는, 상기 감쇠형 위상반전막의 굴절률과 소멸계수 영역 $n=2.1\sim 2.9$, $k=0.2\sim 0.9$ 내에서 광학 특성 계산법으로 나타낼 수 있는 해가 존재하지 않는다. 다시 말해, 기관 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막(160a)의 투과율(101)과 표면 반사율(102)을 투과율 및 반사율 분포도에 대조하여 얻은 n_{exp} 와 k_{exp} 를 다시 이면 반사율 분포도에 대조하여 얻은 $R_{subs, cal}$ 은 기관 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막(160a)의 이면 반사율(103) 측정치 $R_{subs, exp}$ 와 대부분 일치하지 않는다. 이러한 결과는 감쇠형 위상반전막이 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)과 같이 막의 두께 방향 구성이 균일하지 않은 경우에 해당한다.
- [0069] 따라서, 이면 반사율(103)의 측정치와 이면 반사율 분포도를 이용하여 얻은 $\Delta R_{subs}=(R_{subs, cal}-R_{subs, exp})/R_{subs, cal}$ 의 증감을 이용하면 감쇠형 위상반전막의 균일도를 판단하거나 균일도의 변화량을 가늠할 수 있다.
- [0071] 본 실시예에서 제시하는 감쇠형 위상반전막(110)의 광학 상수 결정법의 실효성을 검증하기 위하여, 투명한 석영 기관 위에 물리브텐 실리콘 산화 질화물(MoSiON) 감쇠형 위상반전막(110) A, B, C를 물리브텐 실리사이드 타겟(Mo : Si = 11 at% : 89 at%)과 아르곤(Ar), 헬륨(He), 그리고 질소(N₂) 가스(Ar : He : N₂ = 1 : 10 : 10)를 이용한 펄스형 직류 전원 반응성 마그네트론 스퍼터링으로 제작하였다.
- [0072] 도 9는 일 실시예에 따른 기관 위의 감쇠형 위상반전막의 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타내는 도면이다.
- [0073] 도 9를 참조하면, 실리콘 기관 위에 제작된 단층형 감쇠형 위상반전막(110) A의 막 두께 방향의 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타낸다. 광전자 방출 분광 측정을 실시한 결과, A, B, C 모두 두께 방향 균일도가 양호한 것으로 나타났다. 또한, 스타일러스 프로파일러(DEKTAK 150)를 이용하여 막 두께를 측정한 결과, 각각 72.5 nm, 70.0 nm, 74.4 nm였다. 상기한 바와 같이, 증착률과 증착 시간을 활용하여 두께를 예측하여 사용할 경우 두께 측정 과정을 생략할 수 있다.
- [0074] 제작된 기관 위의 감쇠형 위상반전막(160) A, B, C에 대하여, 노광광의 파장에 해당하는 193 nm 파장에서의 투과율(101) T_{exp} , 표면 반사율(102) $R_{film, exp}$ 및 이면 반사율(103) $R_{subs, cal}$ 을 분광광도계(CARY 500)로 측정하였으며, 이 측정 결과를 투과율 분포도 및 표면 반사율 분포도와 대조하여 상기 감쇠형 위상반전막(110) A, B, C에 해당하는 각각의 굴절률 n_{exp} , 소멸계수 k_{exp} 및 위상차 $\Delta\phi_{exp}$ 를 구한 후, 이면 반사율 분포도와 대조하여 이면 반사율(103)의 계산값 $R_{subs, cal}$ 을 구하였다. 이 때, ΔR_{subs} 는 모두 0.007 이하였으며, 이는 후술하는 표 4에서 확인할 수 있다. 상기 광전자 방출 분광법으로 확인한 바와 같이 막 두께 방향 조성이 비교적 균일하다는 것을 나타낸다.
- [0075] 상기된 방법으로 구한 감쇠형 위상반전막(110)의 굴절률 n_{exp} , 소멸계수 k_{exp} 및 위상차 $\Delta\phi_{exp}$ 결과를 검증하기 위하여, 300~800 nm 파장 영역에서 측정한 A, B, C의 투과율(101), 표면 반사율(102) 및 이면 반사율(103)을 이용한 드루드-로렌츠 모델 맞춤 과정으로 193nm 파장에서의 굴절률 n_{DL} , 소멸계수 k_{DL} 및 위상차 $\Delta\phi_{DL}$ 를 구한 후, 상기한 n_{exp} , k_{exp} 및 $\Delta\phi_{exp}$ 와 비교한 결과 굴절률의 차이 $|n_{exp}-n_{DL}|$ 는 0.003 이하, 소멸계수의 차이 $|k_{exp}-k_{DL}|$ 는 0.002 이하, 그리고 위상차의 차이 $|\Delta\phi_{exp}-\Delta\phi_{DL}|$ 은 0.3° 이하였으며, 표 3과 같이 나타낼 수 있다.
- [0076] 표 3은 광학 특성 분포도와 드루드-로렌츠 모델 맞춤을 이용하여 구한 감쇠형 위상반전막(110)의 광학상수 및 위상차의 비교를 나타낸다.

[0077] [표 3]

#	d_{exp} (nm)	광학상수@ 193 nm					
		광학 특성 분포도 맞춤 결과			드루드-로렌츠 모델 맞춤 결과		
		n_{exp}	k_{exp}	$\Delta\phi_{exp}$ (°)	n_{exp}	k_{exp}	$\Delta\phi_{DL}$ (°)
A	72.5	2.268	0.576	171.4	2.265	0.577	171.1
C	70.0	2.328	0.591	173.2	2.327	0.591	173.2
B	74.4	2.271	0.569	176.3	2.273	0.571	176.6

[0078]

[0079] 본 실시예에서는 또한, 막 조성의 두께 방향 균일성과 상기 ΔR_{subs} 의 관계를 확인하기 위하여, 산소 원자 함량이 상대적으로 적은 상층(111)과 산소 원자 함량이 상대적으로 높은 하층(112)의 두 개의 층으로 구성된 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a) D를 몰리브덴 실리사이드 타겟(Mo : Si = 11 at% : 89 at%)과 아르곤(Ar), 헬륨(He), 그리고 질소(N₂) 가스(Ar : N₂ = 1 : 4)를 이용한 펄스형 직류 전원 반응성 마그네트론 스퍼터링으로 각 층별 증착 진공도를 다르게 조정함으로써 제작하였다.

[0080]

도 10은 일 실시예에 따른 기판 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막의 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타내는 도면이다.

[0081]

도 10을 참조하면, 실리콘 기판 위에 제작된 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)의 막 두께의 방향 광전자 방출 분광 측정 결과를 나타낸다. 광전자 방출 분광 측정을 실시한 결과, 산소 원자 비율 상대적으로 높은 하층(112)과 산소 원자 비율이 상대적으로 낮은 상층(111)이 형성된 것을 확인하였다. 또한, 스타일러스 프로파일러(DEKTAK 150)를 이용하여 측정한 막 두께는 76.2 nm였다. 상기 단층형 감쇠형 위상반전막(110)의 경우와 동일하게, 기판 위의 이중층형 감쇠형 위상반전막(160a)의 193 nm 파장 영역 투과율(T_{exp}, 표면 반사율(R_{film,exp} 및 이면 반사율(R_{subs,cal})을 분광광도계(CARY 500)를 이용하여 측정하였으며, 이 결과를 투과율 분포도 및 표면 반사율 분포도와 대조하여 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)의 굴절률 n_{exp} , 소멸계수 k_{exp} 및 위상차 $\Delta\phi_{exp}$ 를 구한 후, 다시 이면 반사율 분포도와 대조하여 이면 반사율(R_{subs,cal})을 구하였고, 이때 ΔR_{subs} 는 0.1785로써, 상기 단층형 감쇠형 위상반전막(110)의 경우와 비교하여 27배 이상 큰 것으로 나타나며, 표 4에서 확인할 수 있다.

[0082]

표 4는 일 실시예에 따른 단층형 감쇠형 위상반전막(110)과, 이중층형 감쇠형 위상반전막(110a)의 투과율(T_{exp}, 표면 반사율(R_{film,exp})의 측정치 T_{film,exp}, R_{film,exp}와, 이들을 각각의 두께에 맞는 투과율 및 표면 반사율 분포도와 대조하여 구한 굴절률과 소멸계수를 각각의 두께에 맞는 이면 반사율 분포표와 대조하여 구한 R_{subs,cal} 및 이면 반사율(R_{subs,cal})의 측정치와의 차이 ΔR_{subs} 의 비교를 나타낸다.

[0083]

[표 4]

#	d_{exp} (nm) (상층/하층)	투과율, 표면 반사율, 이면 반사율@ 193 nm				
		T _{film,exp} (T _{film,cal})	R _{film,exp} (R _{film,cal})	R _{subs,exp}	R _{subs,cal}	ΔR_{subs}
A	72.5	5.23 %	17.81 %	10.66 %	10.59 %	0.0066
B	70.0	5.32 %	18.82 %	11.20 %	11.22 %	0.0018
C	74.4	5.08 %	17.44 %	10.27 %	10.23 %	0.0039
D	76.2 (62.1 / 14.1)	10.89 %	17.62 %	6.81 %	8.29 %	0.1785

[0084]

[0085]

이와 같이, 실시예들은 감쇠형 위상반전 마스크 블랭크의 제작 공정 중 별도의 식각 공정과 레이저 간섭계의 구축 없이 감쇠형 위상반전막의 위상차를 간단하게 평가할 수 있도록 하여, 예기치 못한 공정 조건 변화에 대한 빠른 대응이 가능해짐으로써 재현성과 품질을 향상시킬 수 있으며, 성능 평가의 빈도를 높임으로써 향상된 성능을 효과적으로 유지시킬 수 있다.

[0087]

실시예들은 반도체 제작 공정 중 노광 공정에 사용되는 감쇠형 위상반전 포토마스크와 마스크 블랭크의 제작 공

정의 재현성 및 제품의 성능 향상에 활용될 수 있다. 이외에도, 교대형 위상반전 마스크 블랭크와 같은 기타 위상반전 마스크 블랭크의 제작에도 응용될 수 있으며, 반도체 공정 또는 광학 박막을 사용하는 모든 공정에 있어, 간단하고 경제적인 방법으로 광학상수를 결정함으로써 공정의 효율성을 향상시키는 과정에 응용될 수 있다.

[0088] 이상과 같이 실시예들은 위상반전 포토마스크 및 위상반전 마스크 블랭크의 제조 공정에 있어서, 식각 패턴의 형성과 레이어 간섭계를 활용하는 파괴적 특성 평가를 보조할 수 있는 방법을 제시하였으며, 이것은 기존 특성 평가 방식의 교체 과정 없이 공정에 적용이 가능하면서 생산 과정의 긍정적인 효과를 불러올 수 있는 방법이므로 관련 산업에 널리 이용될 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

[0090] 이상에서 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0091] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0092] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0093] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0094] 또한, 각 도면을 참조하여 설명하는 실시예의 구성 요소가 해당 실시예에만 제한적으로 적용되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상이 유지되는 범위 내에서 다른 실시예에 포함되도록 구현될 수 있으며, 또한 별도의 설명이 생략될지라도 복수의 실시예가 통합된 하나의 실시예로 다시 구현될 수도 있음은 당연하다.

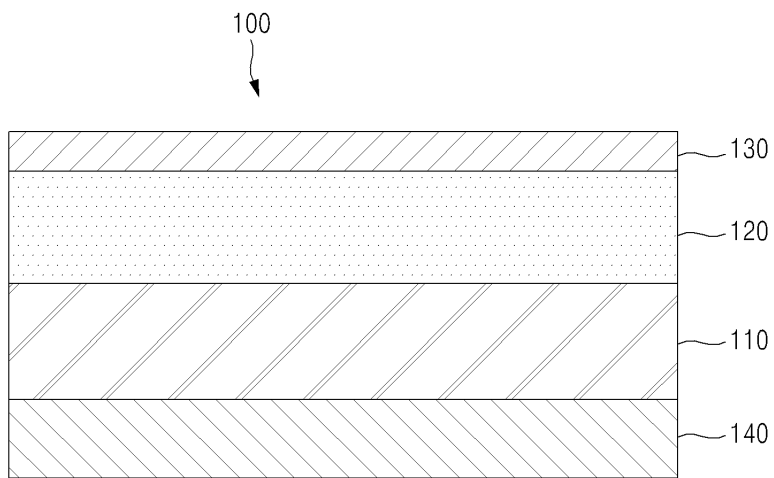
[0095] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일하거나 관련된 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0096] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

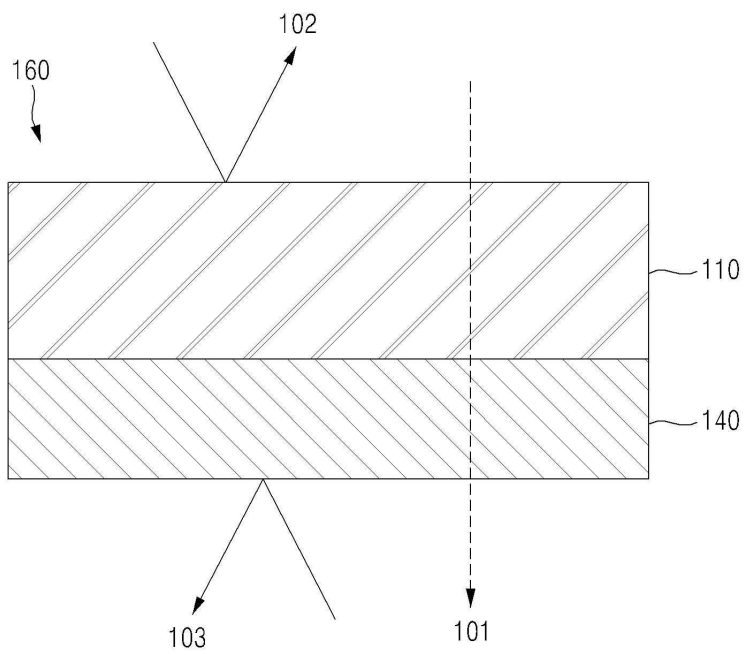
[0097] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

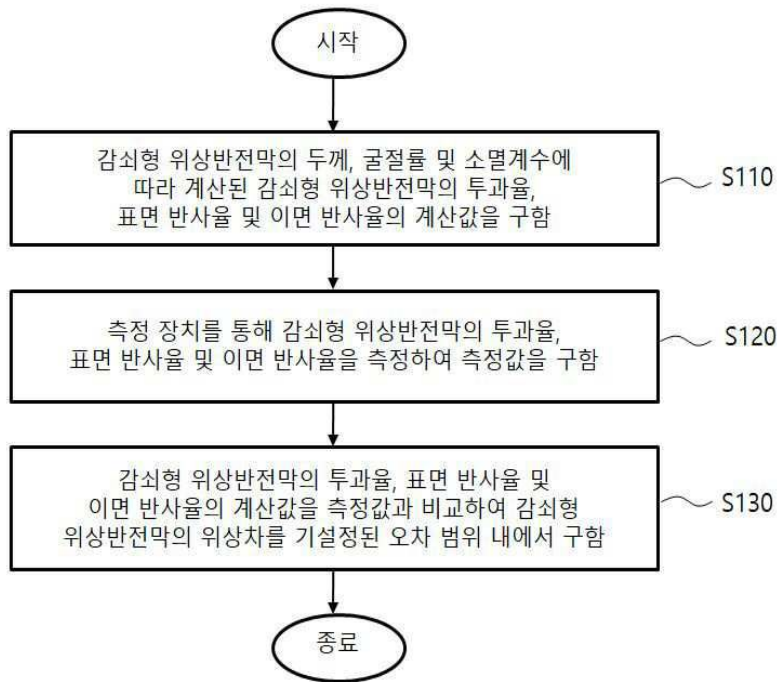
도면1



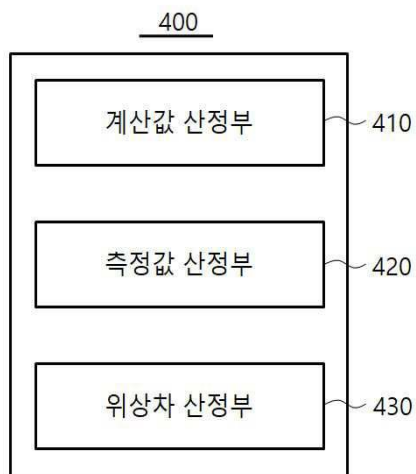
도면2



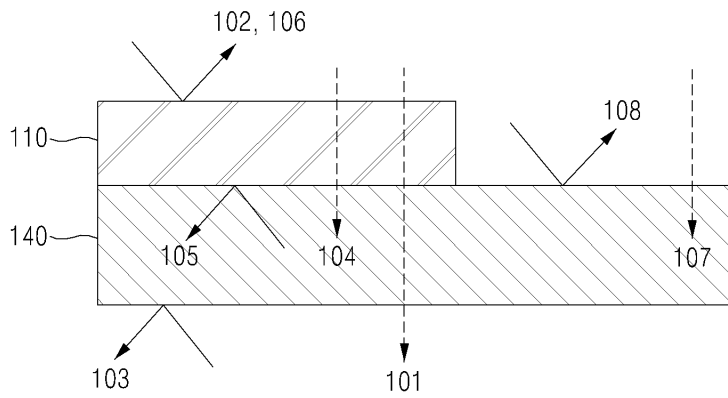
도면3



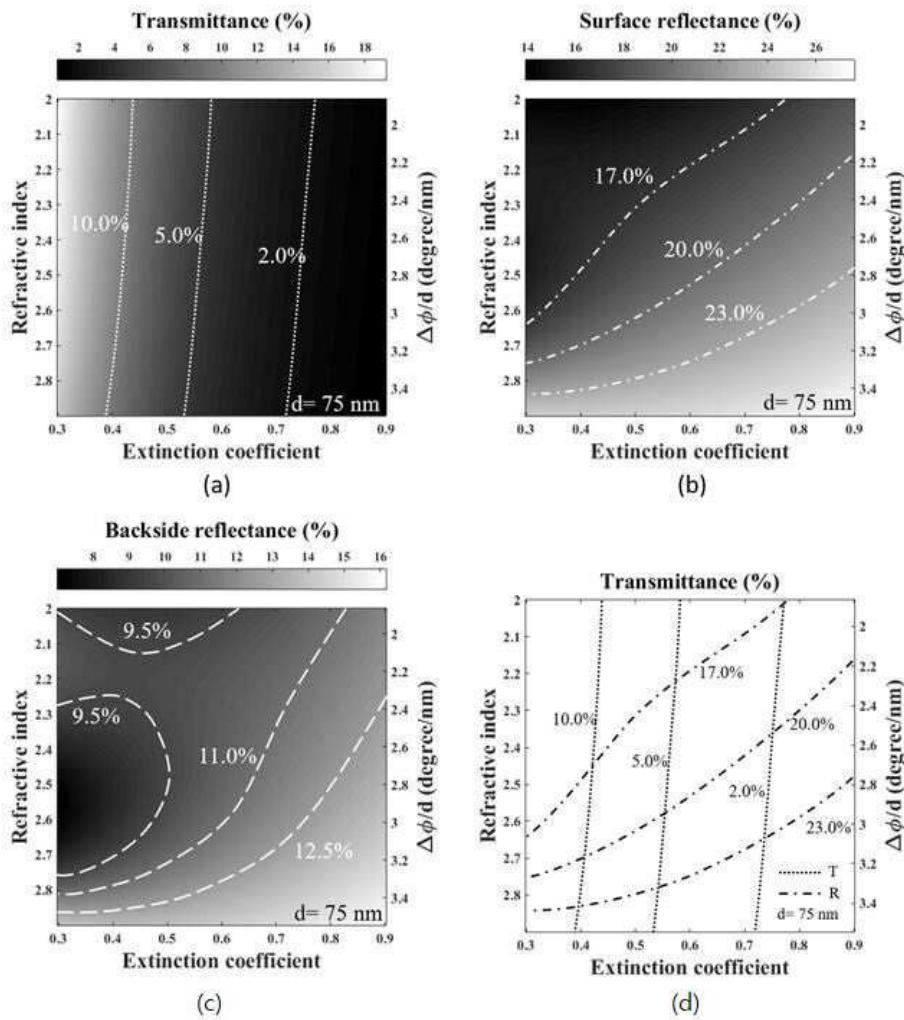
도면4



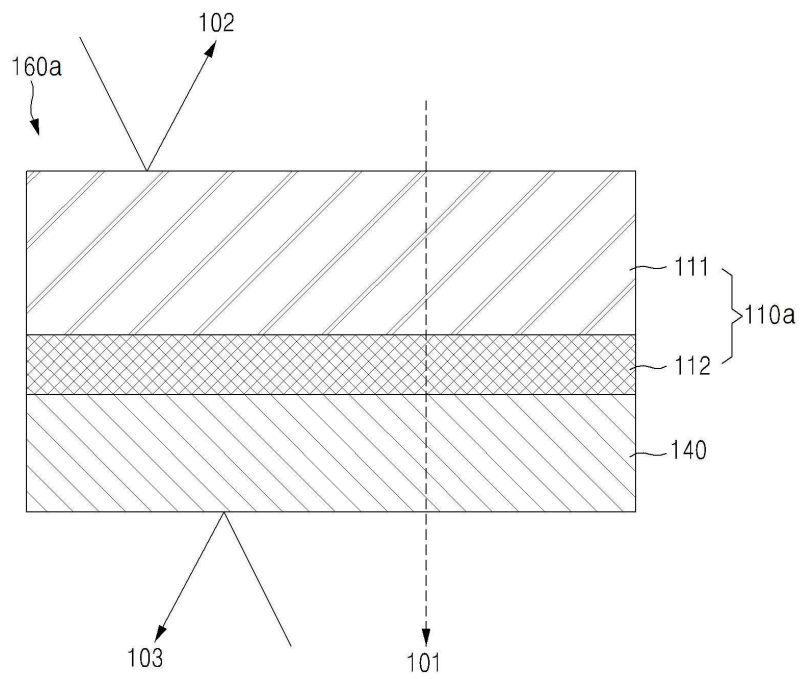
도면5



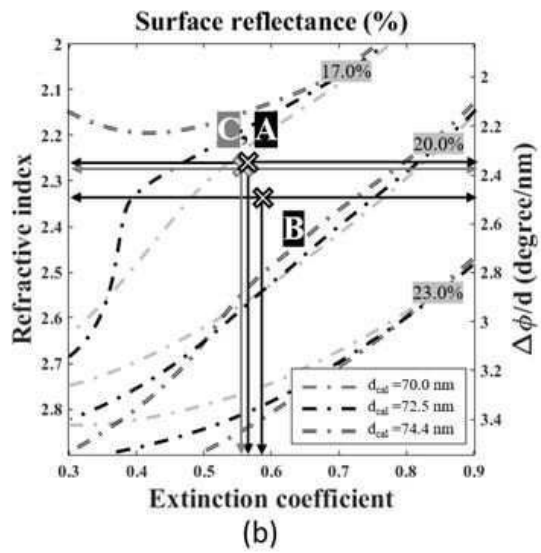
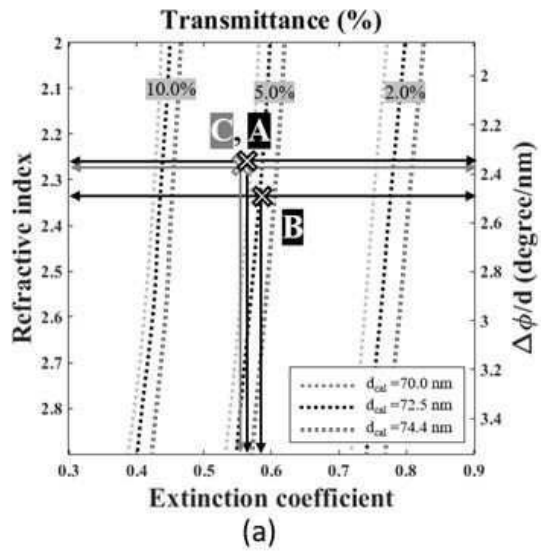
도면6



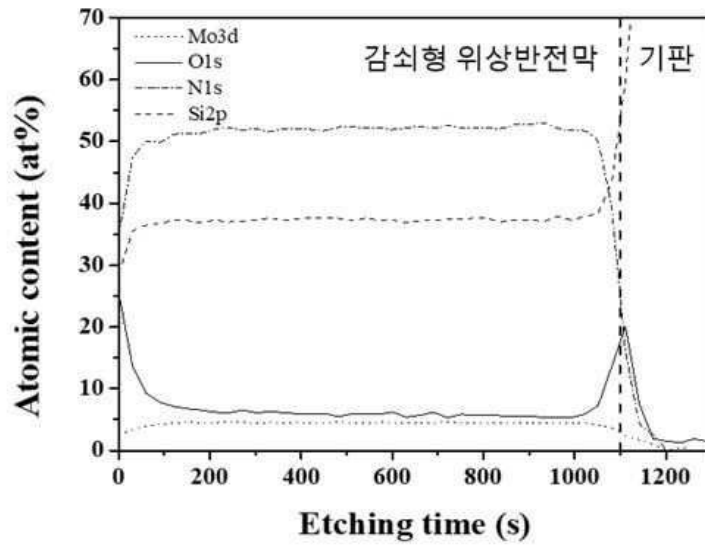
도면7



도면8



도면9



도면10

