



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0121663
(43) 공개일자 2022년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/70 (2012.01) G03F 1/26 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G03F 1/70 (2013.01)
G03F 1/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0082539
(22) 출원일자 2021년06월24일
심사청구일자 2021년06월24일
(30) 우선권주장
1020210025492 2021년02월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
황보창권
인천광역시 연수구 먼우금로 126, 211동 604호(동춘동, 현대대림2차아파트)
김태영
경상북도 영천시 임고면 윗덕수길 143(임고면)
(74) 대리인
양성보

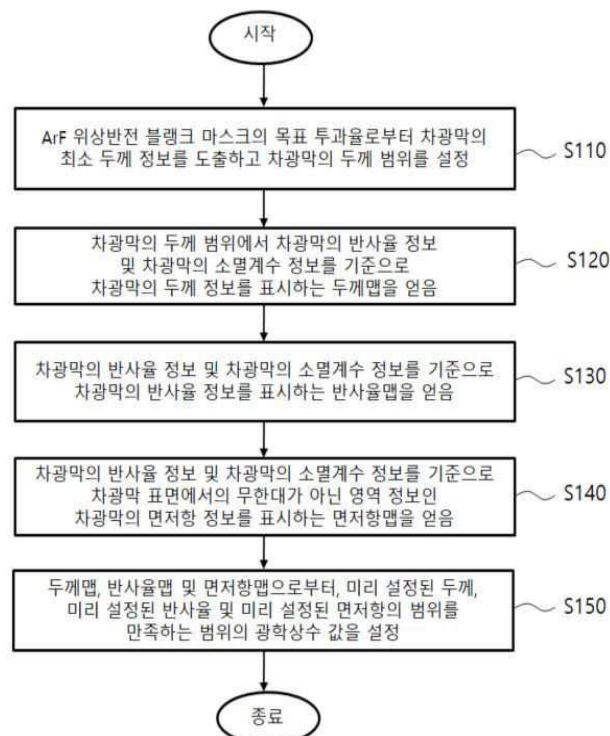
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치

(57) 요약

ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치가 제시된다. 일 실시예에 따른 위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법은, 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 상기 차광막의 최소 두께 정보를 도출(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계 단계; 상기 차광막의 두께 범위에서 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계 단계; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 반사율 설계 단계; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 면저항 설계 단계; 및 상기 두께맵, 상기 반사율맵 및 상기 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계 단계를 포함하여 상기 차광막을 설계할 수 있다.

(72) 발명자

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)

강희영

광주광역시 광산구 수완로48번길 15, 302호(수완동)

명세서

청구범위

청구항 1

위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법에 있어서,

상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 상기 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계 단계;

상기 차광막의 두께 범위에서 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계 단계;

상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 반사율 설계 단계;

상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 면저항 설계 단계; 및

상기 두께맵, 상기 반사율맵 및 상기 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계 단계

를 포함하여 상기 차광막을 설계하는, ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 차광막 두께 설계 단계는,

상기 노광광 파장에서 상기 블랭크 마스크가 갖는 목표 투과율로부터 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도 정보를 얻는 단계;

상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도에서 미리 정해진 ArF 위상반전 블랭크의 광학밀도를 빼서 차광막의 목표 광학밀도를 얻는 단계;

상기 차광막의 목표 광학밀도 이상의 광학밀도를 갖도록 상기 차광막의 최소 두께를 설정하는 단계; 및

상기 차광막의 적어도 최소 두께 이상의 두께를 상기 차광막의 두께 범위로 설정하는 단계

를 포함하는, ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 노광광은 193 nm 파장의 빛이고,

상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율은 0.1% 이하이고,

상기 차광막의 미리 설정된 두께 범위는 80 nm 이하이고,

상기 차광막의 미리 설정된 면저항 범위는 $1000 \Omega/\text{sq}$ 이하인 것

을 특징으로 하는, ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 차광막의 목표 광학밀도는 1.75 이상인 것을 특징으로 하는, ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법.

청구항 5

위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치에 있어서,

상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 상기 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계부;

상기 차광막의 두께 범위에서 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계부;

상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 표면 반사율 계산 산정부;

상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 유한 면저항 영역 산정부; 및

상기 두께맵, 상기 반사율맵 및 상기 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계부를 포함하여 상기 차광막을 설계하는, ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시예들은 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 회로를 구성하는 배선 패턴이 세선화되고, 층간 배선을 위한 콘택트 홀 패턴도 미세화되고 있다. 이러한 미세 가공을 가능하게 하는 포토리소그래피(photolithography) 기술에 대한 연구가 지속되고 있고 이를 위해서 포토 마스크의 중요성도 커지고 있다. 세선화된 배선 패턴이나 미세화된 콘택트 홀 패턴을 갖는 포토 마스크를 제조할 목적으로 보다 정확한 패턴을 형성할 수 있는 포토 마스크 블랭크를 설계하고자 하는 요구도 커지고 있다.

[0003] 마스크 패턴을 형성하기 위해서 투명 기판 상에 차광성의 막을 형성하고 포토레지스트 막을 형성한 후, 포토레지스트 막에 광을 조사하여 패턴을 형성하고 이를 현상하여 포토레지스트 패턴을 얻는다. 위상반전 마스크에는 하프톤형, 레벤슨형, 크롬리스형 등이 있다.

[0004] 미세한 패턴을 얻기 위해서는 통상 유기막으로 적용되는 포토레지스트의 박막화가 필요한데, 이는 차광막의 예칭 내성을 저해할 수 있어서 차광막에 대한 설계가 더욱 까다로워진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국내공개특허 제10-2017-0021193호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 실시예들은 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치에 관하여 기술하며, 보다 구체적으로 광학상수, 두께, 표면 반사율 및 면저항을 고려하는 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 및 그의 제조 기술을 제공한다.

[0007] 실시예들은 요구 두께 및 표면 반사율을 동시에 만족하며, 이론적으로 전기 전도가 불가하여 면저항이 무한대가 되는 영역을 제외함으로써, 차광막의 최적의 광학상수를 보다 빠르고 손쉽게 결정하고, 차광막을 효율적으로 설계할 수 있는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시예에 따른 위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법은, 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 상기 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계 단계; 상기 차광막의 두께 범위에서 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계 단계; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 반사율 설계 단계; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 면저항 설계 단계; 및 상기 두께맵, 상기 반사율맵 및 상기 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계 단계를 포함하여 상기 차광막을 설계할 수 있다.

[0009] 상기 차광막 두께 설계 단계는, 상기 노광광 파장에서 상기 블랭크 마스크가 갖는 목표 투과율로부터 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도 정보를 얻는 단계; 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도에서 미리 정해진 ArF 위상반전 블랭크의 광학밀도를 빼서 차광막의 목표 광학밀도를 얻는 단계; 상기 차광막의 목표 광학밀도 이상의 광학밀도를 갖도록 상기 차광막의 최소 두께를 설정하는 단계; 및 상기 차광막의 적어도 최소 두께 이상의 두께를 상기 차광막의 두께 범위로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 노광광은 193 nm 파장의 빛이고, 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율은 0.1% 이하이고, 상기 차광막의 미리 설정된 두께 범위는 80 nm 이하이고, 상기 차광막의 미리 설정된 면저항 범위는 $1000 \Omega/\text{sq}^\circ$ 이하일 수 있다.

[0011] 상기 차광막의 목표 광학밀도는 1.75 이상일 수 있다.

[0012] 다른 실시예에 따른 위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치는, 상기 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 상기 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계부; 상기 차광막의 두께 범위에서 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계부; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 표면 반사율 계산 산정부; 상기 차광막의 반사율 정보 및 상기 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 상기 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 유한 면저항 영역 산정부; 및 상기 두께맵, 상기 반사율맵 및 상기 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계부를 포함하여 상기 차광막을 설계할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 실시예들에 따르면 광학밀도(투과율), 광학상수, 면저항 등의 요건들을 일정 범위 내로 만족하면서 비교적 얇은 차광막을 전략적으로 설계할 수 있는 방법을 제공함으로써, 기존에는 설계 당시에 고려하지 않던 면저항까지 고려해서 차광막을 설계할 수 있고, 이론적으로 면저항이 무한대인 영역을 설계 대상에서 제외하여 설계를 보다 효율적으로 진행할 수 있는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막을 나타내는 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치를 나타내는 블록도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조를 위한 최소 두께, 최소 두께에 해당하는

표면 반사율, 유한한 면저항 분포도를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 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.
- [0017] 포토 마스크는 마스크 블랭크(블랭크 마스크)에 미리 정해진 패턴을 형성하여 반도체 리소그래피 공정에 적용된다. 포토 마스크 블랭크를 포토 마스크로 제조하는 과정 역시 리소그래피 공정에 따르며 미리 정해진 패턴으로 노광이 가능하도록 노광광을 통과시키거나 통과시키지 않는 영역을 마련하는 것이 필요하고, 반도체 패턴의 미세화와 함께 더욱 엄격한 조건의 물성이 요구된다.
- [0018] 블랭크 마스크의 면저항은 광학적 특성과 함께 고려되어야 할 중요한 요소 중 하나이다. 블랭크 마스크의 면저항 값은 $1,000 \Omega/\text{sq}$ 이하가 되는 것이 바람직하다. 이는 포토 마스크의 제작을 위한 전자빔 노광 과정에서 차지업(Charge Up) 현상 발생을 억제하기 위함이다. 차지업 현상이 발생하면, 패턴에 불량이 발생하거나, 패턴의 위치가 이동되어 불량을 발생시킬 수 있다. 기존에는 면저항을 고려하지 않고 광학상수 등 광학적 특징을 기준으로 차광막을 설계하였다. 이에, 이론적으로 면저항이 무한대가 되는 영역이 계산 가능하고, 이를 설계에 활용하여 효율적인 차광막 제조 방법 및 장치를 제공한다.
- [0020] 도 1은 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막을 나타내는 도면이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크(100)의 구조의 단면을 나타내며, 기판(110) 상에 위상반전막 및 차광막(130)이 차례로 배치될 수 있다. 여기서, 기판(110)은 투광성 기판일 수 있으며, 위상반전막(120)은 PSL로 나타낼 수 있고, 차광막(130)은 AL로 나타낼 수 있다. 또한, 총 광학밀도는 OD_{total} 로 나타낼 수 있다.
- [0022] 목적을 달성하기 위하여, 아래의 실시예들은 위상반전막(120) 및 차광막(130)을 포함하고 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크(100)에 적용되는 차광막(130) 및 이를 제조하는 방법을 제시한다.
- [0023] 한편, 광학밀도(투과율), 광학상수, 면저항 등의 요건들을 일정 범위 내로 만족하면서 보다 얇은 두께의 금속-반도체 화합물로 구성된 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막을 제공할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따른 차광막(130)은 박막 형태의 것으로, 박막은 금속 및 저마늄(Ge)을 포함하고, 질소, 탄소, 산소 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 저마늄(Ge)은 금속과 함께 적용되며, 금속은 예시적으로 크롬, 또는 탄탈이 적용될 수 있다. 저마늄(Ge)은 차광막(130)에 18 내지 24at%로 포함될 수 있다. 크롬(Cr)은 차광막(130)에 30 내지 40at%로 포함될 수 있다. 이러한 함량 범위로 소정의 면저항이 소정의 범위 이내이면서 보다 얇은 두께의 차광막(130)을 얻을 수 있다. 저마늄과 크롬의 함량은 스퍼터링 방식으로 박막이 제조될 때 타겟에 적용하는 파워 등을 조절하여 조절될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0026] 차광막(130)은 필요에 따라 질소, 탄소, 산소 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 더 포함할 수 있다. 질소는 22.5 at% 이상으로 포함될 수 있고, 산소는 10 내지 15 at%로 포함될 수 있다. 탄소는 5 내지 10at%로 포함될 수 있다. 이러한 특징을 갖는 차광막(130)은 광학특성과 저항특성이 모두 우수할 수 있다.
- [0027] 차광막(130)은 블랭크 마스크가 의도하는 광학밀도에 따라 달리 적용될 수 있으나, 예시적으로 광학밀도가 1.5 이상일 수 있고, 또한 1.75 이상일 수 있으며, 3 미만일 수 있다. 블랭크 마스크의 광학밀도 3 이상 (투과 0.01 이하)를 충족하기 위해 위상 반전막의 광학밀도가 1.25 (투과 0.056)일 경우, 차광막(130)의 광학밀도는 1.75 이상 (투과 0.017 이하)을 만족해야 한다.
- [0028] 차광막(130)은 ArF 노광광 파장 영역에서 굴절률이 1.4 내지 1.7일 수 있다. 차광막(130)은 ArF 노광광 파장

영역에서 소멸계수가 1.3 내지 1.9일 수 있다. 차광막(130)은 두께가 50 nm 이하일 수 있고, 40 nm 이하일 수 있으며, 10 nm 초과일 수 있다. 차광막(130)은 표면반사율이 50% 이하일 수 있고, 40% 이하일 수 있으며, 35% 이하일 수 있다. 또한, 차광막(130)은 표면반사율이 10% 초과일 수 있다. 차광막(130)의 면저항이 $1,000 \Omega/\text{sq}$ 이하일 수 있고, $800 \Omega/\text{sq}$ 이하일 수 있으며, $300 \Omega/\text{sq}$ 이하일 수 있다. 차광막(130)의 면저항은 $1 \Omega/\text{sq}$ 이상일 수 있다. 여기서, 차광막(130)은 단층일 수 있고, 다층일 수 있다. 이러한 특징을 갖는 차광막(130)은 보다 얇은 두께로 의도하는 광학밀도 등의 광학적 특성을 갖는 차광막(130)을 제공 가능하고, 낮은 표면반사율, 낮은 면저항을 갖는 저마늄(Ge)을 포함하는 차광막(130)의 제공이 가능하다. 이러한 차광막(130)은 위상 반전형 블랭크 마스크에 적용될 수 있고, 특히 ArF 파장을 적용하는 블랭크 마스크에 적용될 수 있다.

- [0030] 도 2는 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0031] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법은 두께 범위 설계 단계(S110), 차광막 두께 설계 단계(S120), 반사율 설계 단계(S130), 면저항 설계 단계(S140), 그리고 광학상수 설계 단계(S150)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0032] 보다 구체적으로, 일 실시예에 따른 위상반전막 및 차광막을 포함하고 특정 노광광에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법은, ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정하는 두께 범위 설계 단계(S110), 차광막의 두께 범위에서 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 차광막 두께 설계 단계(S120), 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 반사율 설계 단계(S130), 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻는 면저항 설계 단계(S140), 및 두께맵, 반사율맵 및 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 광학상수 설계 단계(S150)를 포함하여 차광막을 설계할 수 있다.
- [0033] 여기서, 측정된 두께 및 표면 반사율 및 면저항을 기반으로 기 제작된 차광막의 개선 방향을 고려할 수 있다. 또한, 활용 가능한 굴절률과 소멸계수의 범위 내에서 위상반전막의 투과율을 고려하여 결정된 차광막의 노광광 파장에서의 투과율을 충족하는 최소 두께, 그 최소 두께의 박막의 노광광 파장에서의 반사율, 굴절률과 소멸계수에 따른 유효 면저항 분포도 중 적어도 하나 이상의 특성 분포도를 구성할 수 있다. 또한, 두께, 표면 반사율 및 면저항의 측정값과 두께, 표면 반사율, 면저항의 분포도의 값을 차이를 이용하여 상기 차광막의 굴절률 및 소멸계수를 판단하거나 개선 방향을 판단할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 방법은 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치를 예를 들어 보다 구체적으로 설명할 수 있다.
- [0035] 도 3은 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치를 나타내는 블록도이다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조 장치(300)는 두께 범위 설계부(310), 차광막 두께 설계부(320), 반사율 설계부(330), 유한 면저항 영역 산정부(340), 그리고 광학상수 설계부(350)를 포함하여 이루어질 수 있다. 여기서, ArF 위상반전 블랭크 마스크는 위상반전막 및 차광막을 포함하고, 특정 노광광에 적용될 수 있다.
- [0037] 두께 범위 설계 단계(S110)에서, 두께 범위 설계부(310)는 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정할 수 있다.
- [0038] 두께 범위 설계부(310)는 블랭크 마스크의 목표 투과율로부터 차광막의 최소 두께 정보를 도출하고 차광막의 두께 범위를 설정할 수 있다.
- [0039] 블랭크 마스크의 목표 투과율은 노광광의 종류, 제조하고자 하는 블랭크 마스크의 특성 등에 따라 달라질 수 있으나, 예시적으로 193 nm의 ArF 노광광을 기준으로 광학밀도 3 이상일 수 있다. 또한, 광학밀도가 높아지면 블랭크 마스크의 전체적인 두께가 두꺼워질 수 있다는 점을 고려해 블랭크 마스크의 광학밀도는 3 내지 5의 범위

인 것이 좋다.

- [0040] ArF 위상반전 블랭크 마스크는 직선 또는 원형의 패턴을 반도체 제조 과정에서 웨이퍼 상에 노광하기 위해 적용되고, 광원에서 시작된 빛이 블랭크 마스크를 거쳐서 위상반전 등의 방식으로 일부 소광되는 등의 방식으로 웨이퍼 상에 패턴을 형성하기 때문에, 블랭크 마스크를 통과하면서 변화하는 노광광의 변화에 매우 민감하며, 이 영향을 최소화하기 위해서, 블랭크 마스크 자체의 두께를 얇게 하는 것이 좋다.
- [0041] 차광막 두께 설계 단계(S120)에서, 차광막 두께 설계부(320)는 차광막의 두께 범위에서 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻을 수 있다.
- [0042] 위상반전막과 위상반전막 상에 차광막이 배치되는 Ar 위상반전형 블랭크 마스크의 경우, 위상반전막은 목적하는 노광광의 파장에서 목적하는 위상반전 효과를 받기 위해 설계되며, 이에 따라 차광막 두께 설계부(320)에서 적합한 광학밀도가 설계될 수 있다.
- [0043] 구체적으로, 차광막 두께 설계 단계(S120)는, 노광광 파장에서 블랭크 마스크가 갖는 목표 투과율로부터 ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도 정보를 얻는 단계, ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 광학밀도에서 미리 정해진 ArF 위상반전 블랭크의 광학밀도를 빼서 차광막의 목표 광학밀도를 얻는 단계, 차광막의 목표 광학밀도 이상의 광학밀도를 갖도록 차광막의 최소 두께를 설정하는 단계, 및 차광막의 적어도 최소 두께 이상의 두께를 차광막의 두께 범위로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0044] 여기서, 노광광은 193 nm 파장의 빛이고, ArF 위상반전 블랭크 마스크의 목표 투과율은 0.1% 이하이고, 차광막의 미리 설정된 두께 범위는 80 nm 이하이고, 차광막의 미리 설정된 면저항 범위는 $1000 \Omega/\text{sq}$ 이하일 수 있다. 차광막의 목표 광학밀도는 1.75 이상일 수 있다.
- [0045] 예시적으로 투과율이 0.056(5.6%)인 위상반전막의 경우, 광학밀도(Optical Density, OD)와 투과율(transmittance, T)에 대한 아래 식 1을 적용하여 계산하면 1.25로 계산된다.
- [0046] [식 1]
- [0047]
$$OD = -\log_{10} T$$
- [0048] ArF 위상반전 블랭크 마스크의 총 광학밀도를 3 이상(투과율이 0.001, 0.1% 이하)으로 목표한 경우, 차광막의 최소 광학밀도는 블랭크 마스크의 목표 최소 광학밀도에서 위상반전막의 광학밀도를 뺀 값이 되어, 1.75 이상이 되며, 이를 투과율로 환산하면 차광막의 투과율은 0.017 이하, 즉 1.7% 이하가 된다. 구체적으로 차광막의 광학밀도는 1.75 내지 3일 수 있다.
- [0049] 차광막의 목표 광학밀도 이상의 광학밀도를 갖도록 차광막의 최소 두께(d)를 설정하는 과정은 노광광 파장에서 아래 식 2의 광학상수(N)를 활용해 얻어질 수 있다.
- [0050] [식 2]
- [0051]
$$N = n - ik$$
- [0052] 식 2에서, N은 광학상수(Optical constants), n은 굴절률(refractive index), 그리고 k는 소멸계수(extinction coefficient)이다.
- [0053] 도 4는 일 실시예에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조를 위한 최소 두께, 최소 두께에 해당하는 표면 반사율, 유한한 면저항 분포도를 나타내는 도면이다.
- [0054] 도 4를 참조하면, 5.6%의 투과율을 갖는 위상반전막을 적용할 경우에 따른 ArF 위상반전 블랭크 마스크용 차광막 제조를 위한 최소 두께, 최소 두께에 해당하는 표면 반사율, 유한한 면저항 분포도를 나타낸다. 도 4의 (a)는 두께맵의 예시($OD_{total}=3$, $T_{psl}=0.056$)이고, (b)는 반사율맵의 예시($OD_{total}=3$, $T_{psl}=0.056$)이며, (c)는 면저항맵의 예시($OD_{total}=3$, $T_{psl}=0.056$)이고, (d)는 두께맵, 반사율맵, 및 면저항맵이 하나로 표시된 것의 예시($OD_{total}=3$, $T_{psl}=0.056$)이다.
- [0055] 또한, 일정 범위 내의 굴절률과 소멸계수에서 두께(Physical thickness, d)의 분포를 다양한 프로그램을 활용해 도출할 수 있으며, 예시적으로 엘립소미터 등이 적용될 수 있다.
- [0056] 예시적으로, 입사각(Light incident angle)이 0도일 경우에, n이 0.5~4.0의 범위에서 Δn 이 0.1인 단위로, k가

0-4.0의범위에서 Δk 이 0.1인 단위로, 차광막의 두께 범위를 나타내면 도 2에 예시된 것과 같다.

[0057] 차광막 두께 설계 단계(S120)는 차광막의 두께 범위에서 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 두께 정보를 표시하는 두께맵을 얻는 단계이다. 구체적으로, 위에서 얻은 정보를 통해 굴절률과 소멸계수를 각각 축으로 하여 그래프 형태로 두께맵을 제공할 수 있다.

[0058] 도 4의 (a)에 예시된 두께맵은 블랭크 마스크 전체의 광학밀도가 3이고, 위상반전막의 광학밀도가 1.25인 경우에 차광막의 반사율과 소멸계수 변화에 차광막 두께의 분포를 나타낸 두께맵이다.

[0059] 포토 마스크 자체에 의해 발생하는 광학적인 결함을 감소시키기 위해서, 블랭크 마스크 자체의 두께는 얇게 구성되는 것이 좋다. 빛의 경로, 에칭 등의 블랭크 마스크에 가해지는 여러 조건을 고려할 때, 그리고 목적하는 포토 마스크의 물성을 얻기 위해, 차광막의 두께 자체가 점차 얇게 설계되고 있다. 예시적으로 차광막의 두께는 80 nm 이하일 수 있고, 60 nm 이하일 수 있다. 차광막의 두께는 20 nm 이상일 수 있다.

[0060] 반사율 설계 단계(S130)는 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻는 단계이다.

[0061] 보다 구체적으로, 반사율 설계 단계(S130)에서, 반사율 설계부(330)는 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막의 반사율 정보를 표시하는 반사율맵을 얻을 수 있다.

[0062] 도 3에 제시된 것과 같이, 예시적으로, 입사각(Light incident angle)이 0도일 경우에, n 이 0.5-4.0의범위에서 Δn 이 0.1인 단위로, k 가 0-4.0의범위에서 Δk 이 0.1인 단위로, 반사율 정보를 0.1 단위로 나타낼 수 있다.

[0063] 차광막의 반사율은 특성방정식(characteristic matrix) 등을 활용하여 얻어질 수 있고, 특성방정식은 아래 식 3으로 제시한다.

[0064] [식 3]

$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \delta & \frac{i \sin \delta}{Y_f} \\ i Y_f \sin \delta & \cos \delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ Y_s \end{bmatrix}$$

[0066] 식 3에서,

[0067] Y_s 은 기관매질의 어드미턴스이고, Y_f 은 차광막의 어드미턴스이고, δ 는 차광막의 광학 위상 두께이고, B와 C는 각각 입사매질-차광막 경계면에서 규격화된 전기장과 자기장이다.

[0068] 기관매질은 예시적으로 쿼츠일 수 있고, 입사매질은 공기일 수 있다.

[0069] Y_s , Y_f , 및 δ 는 아래 식 3-1, 3-2, 3-3, 및 3-4으로부터 얻을 수 있다.

[0070] [식 3-1]

$$Y_0 = N_0 y_0$$

[0072] [식 3-2]

$$Y_s = N_s y_0$$

[0074] [식 3-3]

$$Y_f = N_f y_0$$

[0076] [식 3-4]

$$\delta = 2\pi N_f d_f / \lambda$$

[0078] 식들에서, Y_0 은 입사매질의 어드미턴스이고, N_0 은 입사매질의 복소수 굴절률이고, y_0 은 진공의 어드미턴스로

$1/377[1/\Omega]$ 이다. N_s 은 기관매질의 복소수 굴절률이고, N_f 은 차광막의 복소수 굴절률이고, d_f 은 차광막의 두께(nm)이고, λ 은 대상 파장(nm)이다. 위에서 설명한 것과 중복되는 변수는 기재를 생략한다.

[0079] 차광막의 반사율(R)은 아래 식 4로부터 얻어질 수 있다.

[식 4]

$$R = |\rho|^2$$

[0082] 식 4에서, R은 차광막의 반사율이고, ρ 은 차광막의 반사계수로 아래 식 4-1로 얻어질 수 있다.

[식 4-1]

$$\rho = \frac{Y_0 - Y}{Y_0 + Y}$$

[0085] 식 4-1에서의 변수들은 위에서 설명한 것과 동일한 것은 그 기재를 생략한다. Y는 입사매질-차광막 경계면에서의 어드미턴스로 $Y=C/B$ 이다.

[0086] 차광막의 투과율(T)은 아래 식 5로부터 얻어질 수 있다.

[식 5]

$$T = \frac{\text{real}(Y_{\text{sub}})}{Y_0} \cdot |\tau|^2$$

[0089] 식 5에서 T는 차광막의 투과율이고, τ 는 차광막의 투과 계수로 아래 식 5-1로 얻어지고, Y_{sub} 는 차광막이 형성되는 기관의 어드미턴스이다.

[식 5-1]

$$\tau = (1 + \frac{Y_0 - Y}{Y_0 + Y})/B$$

[0092] 식 5-1에서 각 변수는 위에서 한 설명과 중복되는 것은 기재를 생략한다.

[0093] 차광막의 투과위상(φ_T)은 아래 식 6으로 얻어질 수 있다.

[식 6]

$$\varphi_T = -i \cdot \log \frac{\tau}{|\tau|}$$

[0096] 식 6에서, φ_T 은 투과위상이고, τ 는 차광막의 투과 계수이다.

[0097] 반사율이 높을 경우 고스트 이미지 등 결함을 초래할 가능성이 있으므로, 반사율이 낮은 것이 고품질로 평가될 수 있다.

[0098] 면저항 설계 단계(S140)에서, 유한 면저항 영역 산정부(340)는 차광막의 반사율 정보 및 차광막의 소멸계수 정보를 기준으로 차광막 표면에서의 무한대가 아닌 영역 정보인 차광막의 면저항 정보를 표시하는 면저항맵을 얻을 수 있다.

[0099] 면저항이 무한대가 아닌 영역은 반사율 맵에서 아래 식 7에 따른 조건을 만족하는 영역일 수 있다.

[0100] [식 7]

$$n^2 - k^2 < 1$$

[0102] 식 7에서, n은 반사율 맵에서 해당 지점에서의 차광막의 굴절률이고, k는 반사율 맵에서 해당 지점에서의 차광막의 소멸계수이다.

[0103] 면저항(시트저항, Rsq)은 아래 식 7-1로 계산될 수 있다.

[0104] [식 7-1]

$$R_{sq} = \frac{1}{\sigma_{DC} d_f}$$

[0106] 식 7-1에서,

[0107] Rsq은 차광막의 면저항[Ω/sq]이고, σ_{DC} 은 전기전도도(Electrical conductivity, 단위 Ω^{-1})이고, d_f 는 차광막의 두께[nm]이다.

[0108] 전기전도도 σ_{DC} 은 광학 상수(ϵ)에 대한 아래 식 7-2로부터, 관계식 1에 따라 얻어진다.

[0109] [식 7-2]

$$\epsilon = (n - ik)^2 = \epsilon_1 - i\epsilon_2$$

[0111] 식 7-2에서, ϵ 은 유전상수이고, n과 k는 위에서 정의한 바와 같으며, ϵ_1 과 ϵ_2 는 각각 유전상수의 실수부와 허수부를 의미한다.

[0112] [관계식 1]

$$n^2 - k^2 = \epsilon_1 = 1 - \frac{\sigma_{DC}\gamma/\epsilon_0}{\omega^2 + \gamma^2}$$

$$\sigma_{DC} = \frac{(1 - n^2 + k^2)(\omega^2 + \gamma^2)}{\gamma/\epsilon_0}$$

$$(1 - n^2 + k^2) = 0 \rightarrow \sigma_{DC} = 0 \rightarrow R_{sq} = \infty$$

[0116] 관계식 1에서, ω 은 각 진동수(angular frequency, 단위 rad/s)이고, γ 은 감쇠 상수(damping constant)이고, ϵ_0 은 진공의 유전율($=8.85418781762 \times 10^{-12}$ F/m)이다.

[0117] 위의 관계식 1에서 보인 것처럼, $[n^2 + k^2] = 1$ 인 지점에서 면저항이 무한대가 되며, 차광막의 반사율과 차광막의 소멸계수를 축으로 한 그래프에 면저항과 관련된 정보를 표시한 것을 면저항맵으로 적용할 수 있다. 면저항이 무한대인 범위를 표시하거나 이 범위를 제외한 영역을 표시한 것을 면저항맵으로 적용할 수 있으며, 다른 맵들과 중첩하여 표시한 것을 도 4의 (d)에 예시한다. 도면에서 선을 경계로 우측에 해당하는 영역은 다른 조건과 무관하게 면저항이 무한대가 되는 영역으로, 차광막 설계 시 해당 영역이 제외될 수 있다.

[0118] 차광막은 비교적 낮은 면저항을 갖는 것이 선호되며, 예시적으로 차광막의 면저항은 $1,000 \Omega/\text{sq}$ 이하일 수 있다. 차광막의 면저항은 $10 \Omega/\text{sq}$ 이상일 수 있다.

[0119] 광학상수 설계 단계(S150)는 두께맵, 반사율맵, 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및

미리 설정된 면저항 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정하는 단계이다.

- [0120] 보다 구체적으로, 광학상수 설계 단계(S150)에서, 광학상수 설계부(350)는 반사율맵 및 면저항맵으로부터, 미리 설정된 두께, 미리 설정된 반사율 및 미리 설정된 면저항의 범위를 만족하는 범위의 광학상수 값을 설정할 수 있으며, 이를 통해 차광막을 설계할 수 있다.
- [0121] 차광막 제조 방법에 따르면 굴절률, 소멸계수, 두께, 반사율, 및 면저항의 다양한 요소를 만족하는 차광막을 비교적 쉽게 설정할 수 있고, 이를 토대로 차광막을 제조할 수 있다.
- [0122] 차광막은 ArF 위상반전 블랭크 마스크에 적용되는 차광막이라면 제한 없이 적용 가능하다. 예시적으로, 차광막은 크롬 함유 차광막이 적용될 수 있다.
- [0123] 이하, 구체적인 실시예를 통해 보다 구체적으로 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 예시에 불과하며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0125] 도 1 내지 4를 참고하여, 설계의 예시를 제시한다.
- [0126] 가로, 세로, 두께가 각각 6인치, 6인치, 0.25 인치의 쿼츠 기판 상에, 광학밀도가 1.25(투과도가 0.056, 5.6%) 인 ArF 위상 반전막 상에 배치되는 차광막을 설계한다.
- [0127] ArF 위상 반전 블랭크 마스크 전체의 광학밀도가 3 이상으로 요구되므로, 목표 최소 광학밀도를 3으로 설정하면, 차광막의 광학밀도를 최소 1.75, 즉 1.75 이상의 광학밀도를 갖는 차광막의 특성 설계가 필요하다.
- [0128] 반사율을 x 축으로, 소멸계수를 y 축으로 두고, 반사율과 소멸계수를 각각 0.5 내지 4.0의 범위로 설정한 그래프 표시된 차광막의 두께 데이터로부터 차광막의 두께를 얻는다. 두께는 위에서 설명한 특성방정식을 통해 얻을 수 있고, 엘립소미터 등의 프로그램을 통해 계산될 수도 있으며, 도 4의 (a)와 같이 미리 준비된 그래프에서 선택되도록 할 수도 있다. 최근에는 보다 얇은 두께의 차광막이 선호되므로, 대략 80 nm 이하의 두께를 도 4의 (a)의 그래프에 도시한다.
- [0129] 반사율을 x 축으로, 소멸계수를 y 축으로 두고, 반사율과 소멸계수를 각각 0.5 내지 4.0의 범위로 설정한 그래프에 표시된 반사율 정보를 얻는다. 이는 위에서 설명한 식 등으로 얻을 수 있고, 도 4의 (b)과 같이 미리 준비된 그래프에서 그 값을 선택할 수도 있다.
- [0130] 면저항은 위의 소멸계수, 반사율 등의 정보를 이용하여, 위에서 설명한 방식으로 도 4의 (c)에 도시된 바와 같이 면저항이 무한대인 영역을 그래프(두께맵 또는 반사율맵)에 표시하고, 이 이외의 영역에서 차광막의 특성을 설계하는 방식이 적용될 수 있다.
- [0131] 도 4의 (d)에 나타난 것처럼, 두께맵, 반사율맵, 면저항맵이 하나의 그래프에 표시된 것을 자료로 활용하여, 원하는 두께와 광학적 특성 그리고 저항 특성을 갖는 동시에 만족하는 차광막을 설계할 수 있으며, 예시적으로 두께가 약 40 nm, 굴절률과 소멸계수가 각각 1.5 부근이며 비저항이 $0 \Omega\text{cm}$ 가 아닌 영역으로 설계될 수 있다. 이러한 방법을 적용하면 복잡한 특성을 모두 만족해야 하는 차광막을 보다 간단하게 설계할 수 있다.
- [0132] 이상과 같이, 실시예들에 따르면 요구 두께 및 표면 반사율을 동시에 만족하며, 이론적으로 전기 전도가 불가하여 면저항이 무한대가 되는 영역을 제외함으로써, 차광막의 최적의 광학상수를 보다 빠르고 손쉽게 결정하고, 차광막을 효율적으로 설계할 수 있다.
- [0134] 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.
- [0135] 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, 구성요

소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0136] 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.

[0137] 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.

[0138] 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.

[0139] 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.

[0140] 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.

[0141] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0142] 100: ArF 위상반전 블랭크 마스크

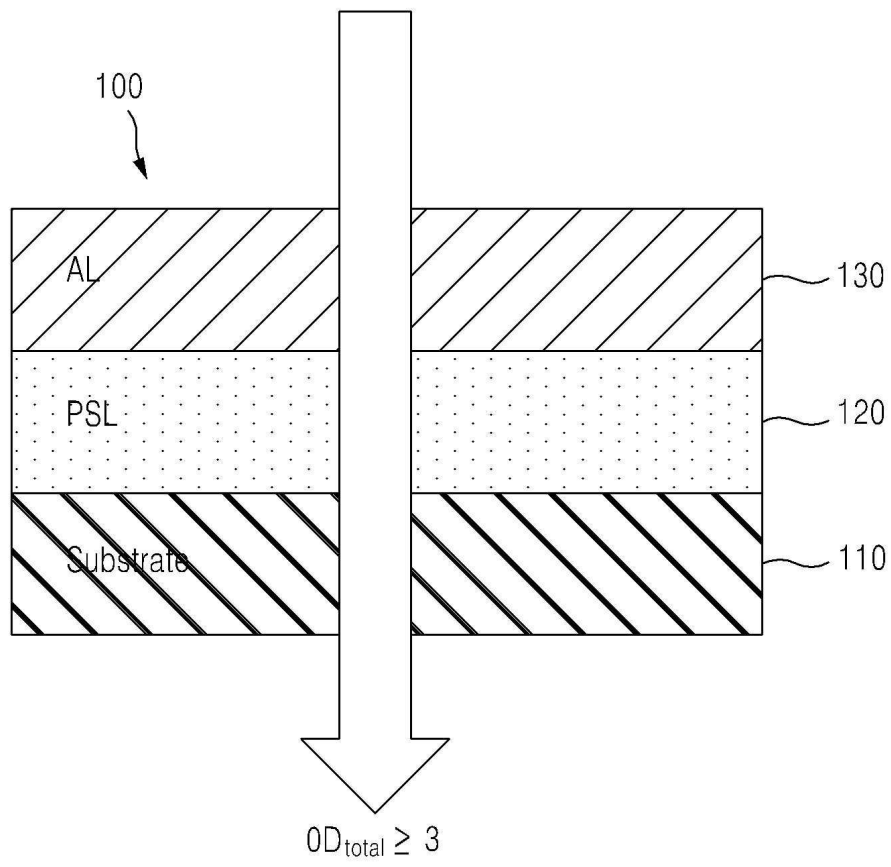
110: 기관

120: 위상반전막

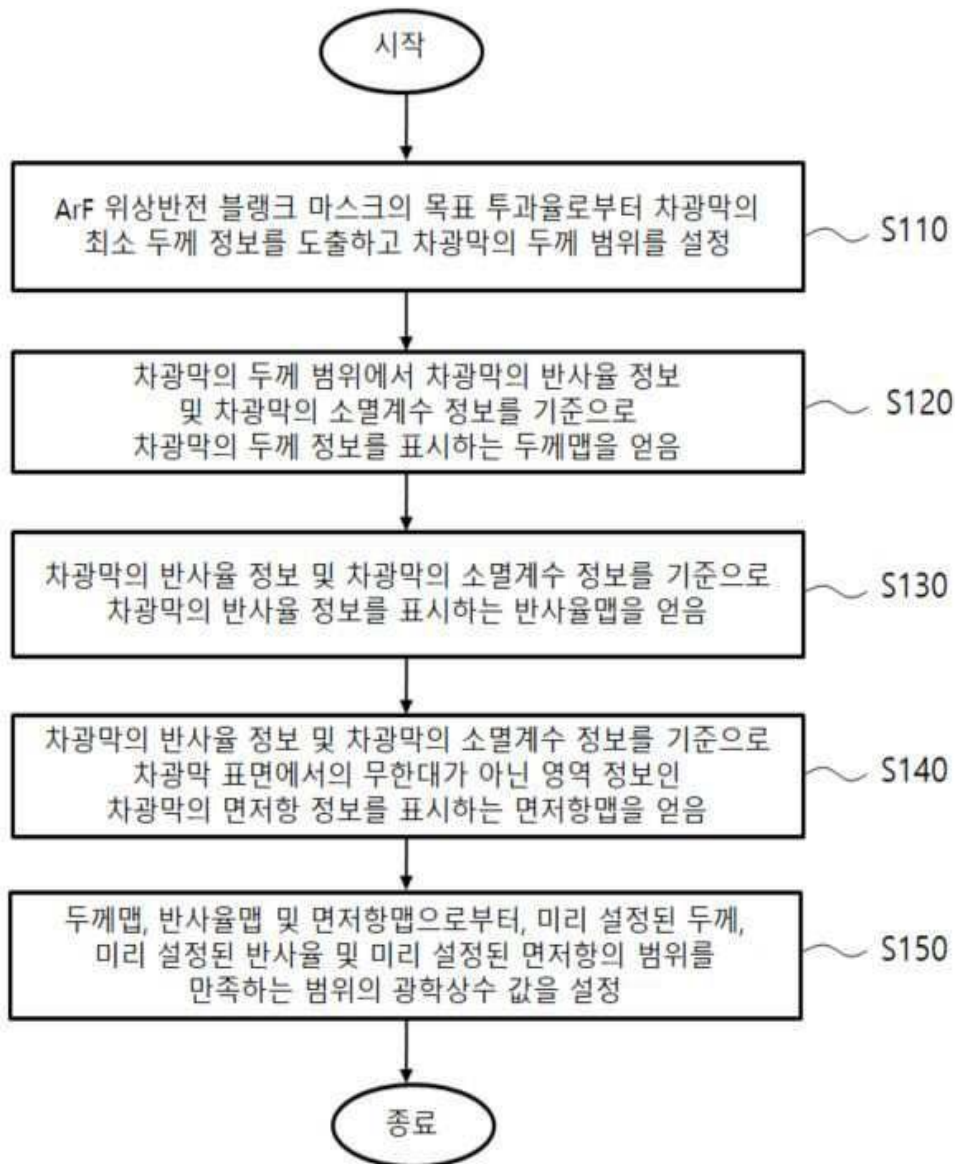
130: 차광막

도면

도면1



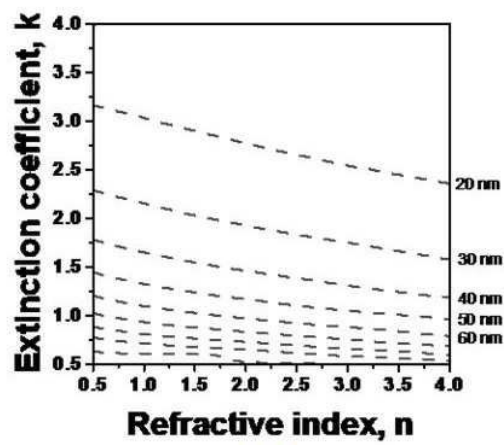
도면2



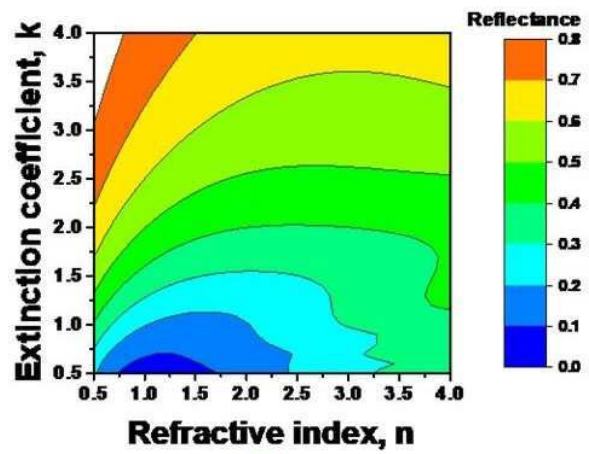
도면3



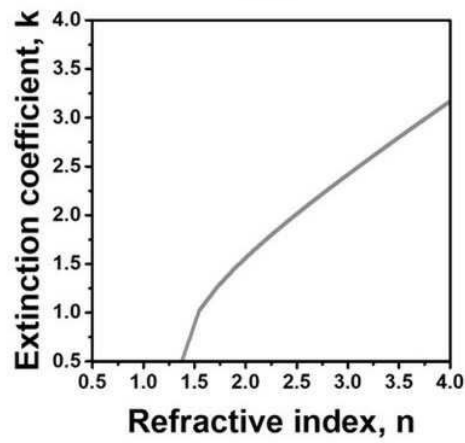
도면4



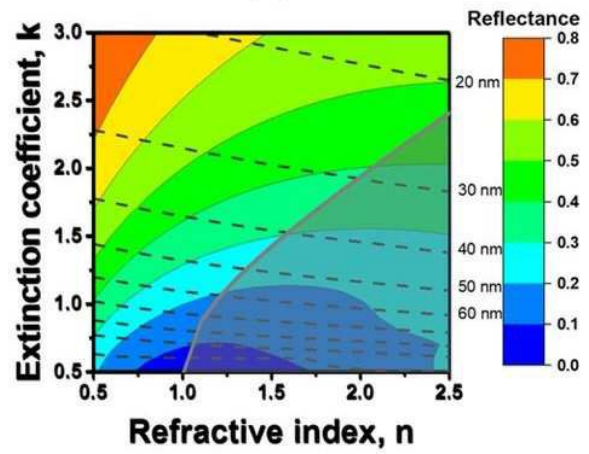
(a)



(b)



(c)



(d)