



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월22일
(11) 등록번호 10-2377297
(24) 등록일자 2022년03월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B42D 25/328 (2014.01) B42D 25/41 (2014.01)
B42D 25/435 (2014.01) B42D 25/445 (2014.01)
B42D 25/47 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
B42D 25/328 (2015.01)
B42D 25/41 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0094499
- (22) 출원일자 2021년07월19일
심사청구일자 2021년07월19일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020090054331 A*
KR1020190143075 A*
KR1020200015350 A*
KR1020200126567 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
(주) 나노메카
서울특별시 강남구 논현로80길 33, 104호 (역삼동)
- (72) 발명자
최진영
경기도 성남시 수정구 복정로72번길 14, 201호
김두환
서울특별시 영등포구 문래로 191 영등포 대성 그랑그루오피스텔 406호
- (74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 9 항

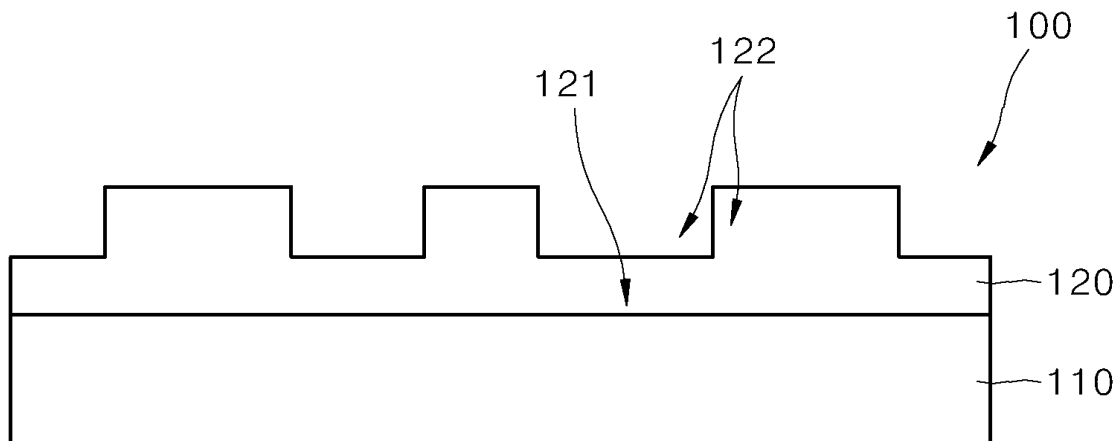
심사관 : 정원식

(54) 발명의 명칭 투과형 회절성 광학 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 회절 패턴은 복수 개의 층들을 포함하며, 상기 복수 개의 층들 사이의 두께 방향으로의 최소 간격(Δh)은 110 내지 160nm인 투과형 회절성 광학 소자와 그 제조 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B42D 25/435 (2015.01)

B42D 25/445 (2015.01)

B42D 25/47 (2015.01)

명세서

청구범위

청구항 1

회절 패턴을 포함하는 투과형 회절성 광학 소자에 있어서,
 상기 회절 패턴은 복수 개의 층들을 포함하며,
 상기 복수 개의 층들 사이의 두께 방향으로의 최소 간격(Δh)은 110 내지 160nm이고,
 상기 회절 패턴의 전체 높이(H)는 880 내지 1100nm인 투과형 회절성 광학 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

베이스;

상기 베이스 상에 위치하고, 회절 패턴을 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층;을 포함하고,
 상기 회절 패턴은 복수 개의 층들을 포함하며, 상기 복수 개의 층들 사이의 두께 방향으로의 최소 간격(Δh)은 110 내지 160nm이고,
 상기 회절 패턴의 전체 높이(H)는 880 내지 1100nm인 것;을 특징으로 하는 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 3 항에 있어서,
 상기 회절 패턴과 상기 베이스 사이에 위치하는 레지듀;를 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 6

제 3 항에 있어서,
 상기 베이스는 투명한 PET인 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 7

제 3 항에 있어서,
 상기 회절성 광학 소자층은 우레탄 계열 또는 아크릴 계열의 레진인 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 베이스의 하부에 위치하는 점착층, 접착층, 또는 양면 테이프를 추가로 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 베이스의 상부 및/또는 하부에 위치하는 인쇄층을 추가로 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름.

청구항 10

- (a) 원래의(original) 이미지 상을 푸리에 변환 및 역푸리에 변환을 통해 DOE(diffraction optical elements) 마스크로 변환하는 단계;
- (b) 상기 DOE 마스크를 3개의 DOE 단위 마스크로 분리하는 단계;
- (c) 상기 3개의 DOE 단위 마스크 각각을 제조하는 단계;
- (d) 상기 DOE 단위 마스크 각각을 순서대로 노광 및 에칭하여 실리콘 기판 상에 회절 패턴을 포함하는 마스터 스템프를 제조하는 단계;를 포함하는 투과형 회절성 광학 소자 제조 방법.

청구항 11

- (a) 원래의(original) 이미지 상을 푸리에 변환 및 역푸리에 변환을 통해 DOE(diffraction optical elements) 마스크로 변환하는 단계;
- (b) 상기 DOE 마스크를 3개의 DOE 단위 마스크로 분리하는 단계;
- (c) 상기 3개의 DOE 단위 마스크 각각을 제조하는 단계;
- (d) 상기 DOE 단위 마스크 각각을 순서대로 노광 및 에칭하여 실리콘 기판 상에 회절 패턴을 포함하는 마스터 스템프를 제조하는 단계;
- (e) 상기 마스터 스템프를 이용하여 회절성 광학 소자를 임프린팅하는 단계;를 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 투과형 회절성 광학 소자와 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 홀로그램이나 회절성 광학 소자는 위변조 방지 기술 분야나 깊이 측정 기술 분야 등에 사용되어 왔다.

[0003] 홀로그램은 입체상을 재현하는 간섭 줄무늬를 기록한 매체로, 홀로그래피의 원리를 이용하여 제조된다.

[0004] 보다 구체적으로 상기 홀로그램은 기준광과 동일한 진동수, 파장 및 위상을 가지는 재현광을 특정 각도로 상기 간섭 줄무늬에 입사(또는 조사)하여 특정 이미지를 재현(또는 구현)한다.

[0005] 그런데 상기 홀로그램은 상기 재현광이 반드시 기준광과 동일한 위상, 파장 및 진동수를 가져야 하므로 근본적

인 한계를 가진다.

- [0006] 나아가 홀로그램으로 기록될 수 있는 정보에는 한계가 있어 정교한 홀로그램을 제작하기 어려운 문제가 있다.
- [0007] 더 나아가 통상 홀로그램은 제작의 어려움으로 인해 제품의 일부 또는 제품 포장의 일부에만 위치하므로 손쉽게 제거가 가능하다는 문제가 있다.
- [0008] 상기 홀로그램의 문제점을 개선하기 위해 반도체 공정, 특히 미세 패턴 공정을 적용한 회절성 광학 소자가 개발되었다.
- [0009] 회절성 광학 소자는 일반적으로 투과형 회절성 광학 소자, 반투과형 회절성 광학 소자, 투과형 회절성 광학 소자 등으로 분류될 수 있다.
- [0010] 이 가운데 투과형 회절성 광학 소자는 최근 들어 웨어러블(wearable) 스마트 글라스나 AR/VR 등으로 점차 그 활용 분야가 넓어지고 있다.
- [0011] 특히 투과형 회절성 광학 소자는 자동차나 비행기 등의 운송수단의 유리면이나 헬멧 등에 빛을 조사하여 사용자에게 정보를 제공하는 필요한 정보나 이미지를 제공하는 기술 등에도 적용될 수 있다.
- [0012] 상기 회절성 광학 소자는 반도체 공정을 이용하므로 특히 미세 패턴 공정이 많아질수록 생산성이 낮아지게 된다.
- [0013] 보다 구체적으로 미세 패턴 공정이 많아지게 되면, 보다 선명하고 밝은 정보를 기록할 수 있으나 낮은 생산성은 회절성 광학 소자나 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 자체의 단가를 급격하게 높게 된다.
- [0014] 그 결과 예를 들어 회절성 광학 소자 자체의 제조 비용이 회절성 광학 소자가 부착된 제품 가격을 뛰어 넘는 문제가 발생한다.
- [0015] 반면 미세 패턴 공정이 적어지면, 기록된 정보의 선명도가 낮아지고 광효율이 감소하는 문제가 발생한다.
- [0016] 특히 투과형 회절성 광학 소자는 종래의 홀로그램이나 반사형 회절성 광학 소자와 달리 베이스 또는 기판의 뒷면에 이미지나 정보를 제공하므로 베이스 또는 기판에 의한 광흡수가 발생할 수 밖에 없다.
- [0017] 결국 투과형 회절성 광학 소자는 홀로그램이나 다른 회절성 광학 소자 대비 광효율이 저하될 가능성이 높으므로 광효율의 저하를 최소화할 필요가 더욱 높아진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명은 전술한 종래의 투과형 회절성 광학 소자의 문제점을 해결하기 위한 발명으로, 최대 광효율을 확보하면서 동시에 생산성이 우수한 투과형 회절성 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 또한 본 발명은 정보가 저장되는 정보 패턴부의 높이가 제어된 투과형 회절성 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0020] 또한 본 발명은 복잡한 이미지를 가지는 정보를 더욱 밝고 선명하게 구현할 수 있는 투과형 회절성 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자는 회절 패턴을 포함하고, 상기 회절 패턴은 복수 개의 층들을 포함하며, 상기 복수 개의 층들 사이의 두께 방향으로의 최소 간격(Δh)은 110 내지 160nm인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 이 때, 상기 회절 패턴의 전체 높이(H)는 800 내지 1100nm인 것이 바람직하다.
- [0023] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름은 베이스; 상기 베이스 상에 위치하고, 회절 패턴을 포함하는 투과형 회절성 광학 소자층;을 포함하고, 상기 회절 패턴은 복수 개의 층들을 포함하며, 상기 복수 개의 층들 사이의 두께 방향으로의 최소 간격(Δh)은 110 내지 160nm인 것을 특징으로 한다.

- [0024] 이 때, 상기 회절 패턴의 전체 높이(H)는 800 내지 1100nm인 것이 바람직하다.
- [0025] 이 때, 상기 회절 패턴과 상기 베이스 사이에 위치하는 레지듀;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0026] 이 때, 상기 베이스는 투명한 PET인 것이 바람직하다.
- [0027] 이 때, 상기 회절성 광학 소자층은 우레탄 계열 또는 아크릴 계열의 레진인 것이 바람직하다.
- [0028] 한편, 상기 베이스의 하부에는 점착층, 접착층, 또는 양면 테이프가 추가로 포함될 수 있다.
- [0029] 한편, 상기 베이스의 상부 및/또는 하부에는 인쇄층이 추가로 포함될 수 있다.
- [0030] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자의 제조 방법은, (a) 원래의 (original) 이미지 상을 DOE(diffraction optical elements) 마스크로 변환하는 단계; (b) 상기 DOE 마스크를 3개의 층으로 분리하는 단계; (c) 상기 3개의 층의 DOE 마스크 각각을 제조하는 단계; (d) 상기 DOE 마스크 각각을 순서대로 노광 및 에칭하여 상기 실리콘 기판 상에 회절 패턴을 포함하는 마스터 스텝프를 제조하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자층을 포함하는 필름 제조 방법은, (a) 원래의(original) 이미지 상을 DOE(diffraction optical elements) 마스크로 변환하는 단계; (b) 상기 DOE 마스크를 3개의 DOE 단위 마스크로 분리하는 단계; (c) 상기 3개의 DOE 단위 마스크 각각을 제조하는 단계; (d) 상기 DOE 단위 마스크 각각을 순서대로 노광 및 에칭하여 상기 실리콘 기판 상에 회절 패턴을 포함하는 마스터 스텝프를 제조하는 단계; (e) 상기 마스터 스텝프를 이용하여 회절성 광학 소자를 임프린팅하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명에 의하면, 광효율 특성이 우수하고 선명한 정보를 제공하면서 높은 생산성을 가지는 투과형 회절성 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.
- [0033] 구체적으로 본 발명에 따른 투과형 회절성 광학 소자는 높은 광효율로 선명한 정보를 제공할 수 있는 투과형 회절성 광학 소자를 제공할 수 있다.
- [0034] 또한 본 발명에 따른 투과형 회절성 광학 소자의 제조방법에 의하면, 생산성과 광효율 특성이 모두 우수한 투과형 회절성 광학 소자의 제조 방법을 저렴한 비용으로 제조할 수 있다.
- [0035] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름의 단면도이다.
- 도 2는 투과형 회절성 광학 소자(Diffractive Optical Element, 이하 광학회절소자 또는 DOE 라 한다)의 회절 패턴에 투과된 광의 위상차를 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 3은 종래의 홀로그래프를 촬영한 사진(a)과 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 촬영한 사진(b)이다.
- 도 4는 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 제조하는 방법 중 일부인 웨이퍼 제작 공정을 도시한다.
- 도 5는 원래의(original) 이미지 상을 DOE 마스크로 변환하는 단계를 나타낸다.
- 도 6은 상기 DOE 마스크를 복수 개의 단위 마스크로 분리 설계하는 단계를 나타낸다.
- 도 7은 상기 DOE 마스크의 각각의 단위 마스크를 레티클에 배열하는 예를 나타낸다.
- 도 8은 실리콘 기판 상에 노광하는 단계를 나타낸다.
- 도 9는 에칭하는 단계를 나타낸다.
- 도 10은 DOE 패턴 기판이 제조된 일례를 나타낸다.
- 도 11은 임프린팅 공정의 순서도를 나타낸다.

도 12는 상기 임프린팅 공정을 통해 제조된 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 최종 제품인 필름의 하나의 예를 도시한다.

도 13은 DOE 단위 마스크의 단계(step) 수에 따른 광효율을 시뮬레이션 한 결과를 도시한다.

도 14는 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)에 따른 광효율을 시뮬레이션 한 결과를 도시한다.

도 15는 DOE 단위 마스크의 단계에 따른 투과광의 상(이미지)를 도시한다.

도 16은 2개의 DOE 단위 마스크를 이용하였을 때 구현되는 이미지와 회절슬릿의 이미지를 도시한다.

도 17은 3개의 DOE 단위 마스크를 이용하였을 때 구현되는 이미지와 회절슬릿의 이미지를 도시한다.

도 18은 5개의 DOE 단위 마스크를 이용하였을 때 구현되는 이미지와 회절슬릿의 이미지를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0038] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다. 또한, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가질 수 있다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.

[0039] 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 다른 구성 요소가 "개재"되거나, 각 구성 요소가 다른 구성 요소를 통해 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0040] 본 출원에서 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 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0043] 본 발명은 서로 공존하기 어려운 상기 광효율과 생산성을 모두 만족시킬 수 있는 회절패턴을 가지는 투과형 회절성 광학 소자 및 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 발명하고자 한다.

[0045] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름의 단면도이다.

[0046] 상기 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름(100)은 베이스(110), 회절성 광학 소자층(120)를 포함한다.

[0047] 외부로부터 입사되는 가시 광, 엘이디 광 또는 레이저 광은 상기 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름(100)의 상기 회절성 광학 소자층(120)으로부터 대부분 투과되고 극히 일부는 반사된다.

- [0048] 이로써, 상기 베이스(110)의 하부를 특정 이미지로 구현할 수 있다.
- [0049] 특히 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름(100)은 반사형 또는 반투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 대비 광량의 손실이 클 수 있어서 투과형 회절성 광학 소자의 설계가 매우 중요하다.
- [0050] 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름의 경우, 회절성 광학 소자층을 통과한 투과 광은 베이스 필름이나 다른 적층된 필름에 의해 광 손실이 발생하기 때문이다.
- [0051] 이때, 특정 이미지는 진위 판정용 이미지나 사용자에게 제공될 이미지에 해당할 수 있다. 예를 들면, 상기 이미지는 진위 판정이 필요한 제품(대상체)의 제조 회사의 상표 또는 로고 등이나 사용자에게 제공될 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0052] 비한정적이고 구체적인 예로써 상기 베이스(110)는 고분자 물질로 이루어질 수 있다.
- [0053] 예를 들면, 상기 베이스(110)는 PET 재질로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0054] 비한정적이고 구체적인 예로써, PP, OPP, PVC 등의 합성 수지들 역시 상기 베이스로 사용 가능하다.
- [0055] 또한 상기 베이스(110)의 하면 상에는 비한정적인 예로써 접착층, 점착층 또는 양면 접착 테이프(미도시)가 위치할 수 있다.
- [0056] 상기 접착층, 점착층 또는 접착 테이프는 상기 베이스(110)를 포장지와 같은 특정 제품에 부착시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0057] 상기 베이스(110)의 상면(예를 들면 포장지의 경우 포장지의 외부 쪽의 면)에는 투과형 회절성 광학 소자층(120)이 위치될 수 있다.
- [0058] 상기 투과형 회절성 광학 소자층(120)은 그 상면에 회절 패턴(122)을 포함한다. 상기 회절 패턴(122)은 다양한 크기 및 형상을 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 회절 패턴(122)의 형상은 스트라이프 형상, 모자이크 형상, 피라미드 형상 등을 포함할 수 있다. 상기 회절 패턴(122)은 푸리에 변환 및 푸리에 역변환 과정을 포함하는 설계 알고리즘을 거쳐 특정 이미지를 구현하기 위한 회절 특성을 이용하기 위한 패턴으로 정의될 수 있다.
- [0059] 상기 회절성 광학 소자층(120) 상에 형성되는 상기 회절 패턴(122)은 높이(또는 필름을 기준으로 두께) 방향으로 프로파일을 가지게 된다.
- [0060] 상기 회절 패턴(122)은 상기 프로파일에 의해 특정 이미지를 구현할 수 있다.
- [0062] 도 2는 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름에 포함된 투과형 회절성 광학 소자층(120)의 회절 패턴(122)에 투과된 광의 위상차를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0063] 일반적으로 직진성을 가지는 가시 광(단일 파장이 아님) 또는 레이저와 같은 단일 파장의 광이 입사광으로 도 2에 도시된 바와 같은 높이 방향으로 프로파일을 가지는 구조물에 입사된 후 투과되면, 투과 광은 상기 프로파일 내의 높이 차(h)만큼 광의 경로 차가 발생하게 되고 상기 경로 차는 다시 투과 광의 위상 차이를 발생시킨다.
- [0064] 이때 상기 위상 차이는 투과 광의 보강 간섭 또는 상쇄 간섭을 일으키게 되어 상(image)을 형성하게 된다.
- [0065] 따라서 최종적으로 원하는 이미지의 상을 얻을 수 있도록 상기 회절 패턴(122)을 설계하게 되면, 상기 회절 패턴(122)은 자연 광 또는 단일 파장의 광과 같은 입사 광을 투과시켜 원하는 상을 가지는 투과광을 만들 수 있다.
- [0066] 이 때 상기 원하는 상을 가지는 투과 광의 품질은 투과 광의 광효율에 의해 결정된다.
- [0067] 상기 광효율은 일반적인 다른 효율과 유사하게 입사 광의 강도(intensity) 대비 광원점을 제외한 나머지 회절 패턴 이미지의 투과 광의 강도의 비(ratio)로 정의될 수 있다.
- [0068] 아래의 식 1은 투과형 회절성 광학 소자에서의 광효율을 수식으로 나타낸다.

[0070] [식 1]

the diffraction efficiency η at $z=0$ as

$$\eta = (bb^*L^2) \exp\{-[a + (1/c_0 - 1/c_1)\alpha]L\} \times \frac{\sinh^2\{[a \pm (1/c_0 - 1/c_1)\alpha]L/2\} + \sin^2(\Delta k_z L/2)}{\{[a \pm (1/c_0 - 1/c_1)\alpha]L/2\}^2 + (\Delta k_z L/2)^2},$$

[0071]

[0072] (식 1에 대한 보다 자세한 설명은 "Calculation of diffraction efficiency in hologram gratings attenuated along the direction perpendicular to the grating vector", J. of the optical society of America, pp. 280-287 vol. 63 No. 3, March 1973 참조)

[0074] 도 3은 종래의 홀로그램을 촬영한 사진(a)과 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 촬영한 사진(b)이다.

[0075] 종래의 홀로그램과는 달리 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름은 높이 방향으로 프로파일을 가짐을 알 수 있다.

[0076] 이 때 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름은 상기 프로파일을 구성하는 회절 패턴(122)을 포함하고, 상기 회절 패턴(122)은 다시 서로 다른 높이를 가지는 복수 개의 층을 포함한다.

[0077] 상기 회절 패턴(122)을 구성하는 복수 개의 층에서의 각 층은 상기 투과형 회절성 광학 소자의 전체 두께(H)에 비해 낮은 두께(h)를 가지며, 상기 각각의 층들이 가지는 두께(h)의 차이가 상기 프로파일을 구성하게 된다.

[0078] 한편 투과형 회절성 광학 소자는 후술할 임프린팅 공정 등의 특성으로 인해 상기 회절패턴의 하면에 레지듀(residue, 121)를 포함할 수 있다. 상기 레지듀(121)는 임프린팅 공정을 사용하여 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 제작하는 경우 임프린팅에 의해 패턴이 형성되지 않은 필름의 하부를 의미한다.

[0079] 상기 레지듀(121)의 두께는 공정 조건 등에 의해 최적화된다. 비록 상기 레지듀(121)가 투과형 회절성 광학 소자의 광특성에는 직접적으로 영향을 미치지 않는다 하더라도 상기 레지듀(121)는 투과형 회절성 광학 소자의 광특성에 간접적으로 영향을 미칠 수 있다.

[0080] 예를 들어 만일 상기 투과형 회절성 광학 소자가 표면이 울퉁불퉁한 표면에 부착되는 경우, 통상 레진으로 형성되는 상기 레지듀(121)의 소재의 특성으로 인해 상기 레지듀(121)는 마치 거울과 같은 기능을 수행할 수 있다. 따라서 울퉁불퉁한 소재에 입사된 입사광의 일부는 상기 레지듀(121)의 거울 효과로 인해 그 일부가 반사되어 회절성 광학 소자에 입사됨으로써 최종 관측되는 회절광의 강도 향상에 일정 부분 부정적으로 기여할 수 있다.

[0081] 그러나 상기 레지듀(121)는 투과형 회절성 광학 소자의 광특성에 직접적으로 영향을 미치지 않으므로, 이하 본 명세서에서 설명하는 투과형 회절성 광학 소자의 전체 두께(H) 및 회절 패턴(122)을 구성하는 각 층의 두께(h)에서는 상기 레지듀(121)의 두께는 포함되지 않는다. 다시 말하면 본 명세서에서 설명하는 투과형 회절성 광학 소자(120)의 전체 두께(H) 및 회절 패턴(122)을 구성하는 각 층의 두께(h)는 모두 레지듀(121)의 두께를 제외한 두께를 의미한다.

[0082] 이 때, 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름에서 상기 투과형 회절성 광학 소자의 전체 두께(H)는 880 내지 1,100nm 일 수 있다.

[0083] 만일 상기 두께(H)가 880nm보다 얇은 경우, 투과형 회절성 광학 소자의 기계적 안정성이 취약해지고 나아가 너무 얇은 두께로 인해 일부 광은 반사가 되어 투과형이 아닌 반투과형이 되거나 광효율이 낮아지는 문제가 있다.

[0084] 반면 만일 상기 두께(H)가 1,100nm보다 두꺼운 경우, 상기 회절성 광학 소자 자체로 흡수되는 입사 광이 많아져서 광효율이 저하되는 문제가 있다.

[0085] 한편 상기 도 2에서 도시된 바와 같이, 투과 광이 상(이미지)을 형성하기 위해서는 상기 투과형 회절성 광학 소자는 상기 프로파일을 가져야 한다.

[0086] 또한 위에서 기재한 바와 같이 상기 프로파일을 형성하기 위해, 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향

으로 최소 간격(Δh)를 가져야 한다.

- [0087] 이 때 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)은 28~550nm 일 수 있다.
- [0088] 만일 상기 최소 간격(Δh)이 28nm보다 얇은 경우, 마스터 스탬프를 제작하기 위한 반도체 공정 단계가 많아져서 생산성이 떨어지는 문제가 있다.
- [0089] 반면 만일 상기 최소 간격(Δh)이 550nm보다 두꺼운 경우, 투과광의 회절(diffraction)이 충분하지 아니하여 광 효율이 저하되는 문제가 있다.
- [0090] 상기 최소 간격(Δh)은 55~275nm 인 것이 바람직하다.
- [0091] 상기 최소 간격(Δh)은 110~160nm 인 것이 더욱 바람직하다.
- [0092] 특히 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)은 상기 광효율과 생산성(수율)에 직접적인 영향을 준다.
- [0093] 일반적으로 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)이 작을수록 광효율은 증가하고 투과광의 상이 보다 미세하고 선명해진다.
- [0094] 이와는 달리 임프린팅 등의 공정에 의해 실제로 구현되는 회절패턴 내의 상기 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)은 상기 최소 간격(Δh)이 작을수록 구현이 어려워질 뿐만 아니라 그에 따라 생산성이 저하되게 된다.
- [0095] 결국 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)의 변화에 따라 광효율과 생산성은 서로 트레이드 오프(trade-off) 관계를 가지게 된다.
- [0096] 다시 말하면, 상기 광효율과 생산성은 서로 공존하기 어려운 특성 관계에 있다.
- [0098] 한편 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름은 베이스와 상기 회절성 광학 소자층 이외에 추가적으로 광투과층, 접촉층, 점착층, 보호층을 더 포함할 수 있다.
- [0100] 도 4는 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 제조하는 방법 중 일부인 투과형 회절성 광학 소자를 제조하기 위한 웨이퍼 제작 공정을 도시한다.
- [0101] 도 5 내지 10은 상기 웨이퍼 제작 공정을 구성하는 각 단계를 도시한 것이다.
- [0103] 먼저 도 4에서 도시하는 바와 같이, 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 제조하는 방법은 (a) 원래의(original) 이미지 상을 DOE(diffraction optical elements) 마스크로 변환하는 단계; (b) 상기 DOE 마스크를 복수 개의 단위 마스크로 분리하는 단계; (c) 상기 DOE 단위 마스크의 각각의 층을 제조하는 단계; (d) 기판 상에 노광하는 단계; (e) 에칭하는 단계; (f) DOE 패턴 기판을 제조하는 단계;를 포함한다.
- [0105] 도 5는 원래의(original) 이미지 상을 DOE 마스크로 변환하는 단계를 나타낸다.
- [0106] 먼저 투과형 회절성 광학 소자에 의해 표시하고자 하는 원래의(original) 이미지는 푸리에 변환(Fourier transformation)을 통해 실제 광원(자연광 또는 레이저 광)에 의해 목표로 하는 효율 및 강도가 구해지는지를 시뮬레이션을 한다. 상기 광원의 비한정적이고 구체적인 예로써 상기 광원은 단파장의 녹색광일 수 있다. 특히 녹색광의 경우 자연광 중에서 관찰자인 인간의 눈에 가장 잘 띠 뿐만 아니라 다른 파장에 비해 빛의 강도가 크기 때문에 바람직하다.
- [0107] 상기 시뮬레이션 과정은 필요에 따라 생략될 수도 있다.
- [0108] 다음으로 목표로 하는 원래의 이미지의 타겟 강도를 설정한 후 이를 구현하기 위한 DOE 마스크를 얻기 위하여 역푸리에 변환(Inverse Fourier transformation)을 통해 DOE 마스크를 설계한다.
- [0110] 도 6은 상기 DOE 마스크를 복수 개의 단위 마스크로 분리 설계하는 단계를 나타낸다.
- [0111] 상기 DOE 마스크는 단수 개로 또는 복수 개의 단위 마스크로 설계될 수도 있다.
- [0112] 만일 DOE 마스크를 단수 개로 설계하게 되면, 최종 제품인 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 내에 포함되는 투과형 회절성 광학 소자 내의 회절 패턴(122)이 최종 이미지를 정확하게 표현해 낼 수 없다.(도 13의 2 level 참조)
- [0113] 반면 DOE 마스크를 지나치게 많은 개수(단계)로 설계하게 되면, 광 효율이나 관찰자에게 인식되는 선명도의 향

상은 달성하지 못하고 최종 제품인 투과형 회절성 광학 소자나 또는 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 내에 포함되는 회절 패턴(122)이 지나치게 정밀해지고 복잡해져서 생산성이 저하될 뿐만 아니라 수율에 문제가 발생하게 된다.

- [0115] 도 7은 상기 DOE 마스크의 각각의 단위 마스크를 레티클에 배열하는 예를 나타낸다.
- [0116] 도 8은 실리콘 기판 상에 노광하는 단계를 나타낸다.
- [0117] 도 9는 에칭하는 단계를 나타낸다.
- [0118] 도 7 내지 9에 도시된 바와 같이, 상기 복수 개의 단위 마스크는 통상적인 포토 리소그래피(photo lithography)를 통해 실리콘 웨이퍼 상에 회절 패턴(122)을 구현하게 된다.
- [0119] 구체적으로 레티클 원판 위로 광원(UV 또는 EUV 계열의 광원)을 노출시켜 감광액이 도포되어 있는 웨이퍼에 회절 패턴(122)을 형성할 수 있다.
- [0120] 보다 구체적으로 도 9에 도시된 바와 같이 각각의 단위 마스크를 이용하여 포토 리소그래피 공정을 복수 회 수행하게 되면, 최종 웨이퍼에는 서로 다른 두께를 가지는 각각의 층들을 포함하는 회절 패턴(122)이 형성된다.
- [0122] 도 10은 DOE 패턴 기판이 제조된 일례를 나타낸다.
- [0123] 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 DOE 마스크에 의해 제조된 실리콘 웨이퍼에는 도 9에서의 에칭하는 단계에 의해 도시된 개략도와 같은 서로 다른 두께를 가지는 각각의 층들을 포함하는 회절 패턴(122)이 형성됨을 알 수 있다.
- [0125] 한편 상기와 같은 방법에 의해 하나의 실리콘 기판 상에는 동일한 회절 패턴(122)을 가지는 단수 또는 복수 개의 동일한 마스터 스탬프(master stamp)가 형성될 수 있다.
- [0126] 이하 비한정적이고 구체적인 예로써, 상기 마스터 스탬프를 이용하여 임프린팅 공정을 통해 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 제조하는 방법을 보다 자세히 설명한다.
- [0128] 도 11은 임프린팅 공정의 순서도를 나타낸다.
- [0129] 도 12는 상기 임프린팅 공정을 통해 제조된 최종 제품의 하나인 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름의 하나의 예를 도시한다.
- [0130] 먼저 상기 웨이퍼 상에 위치하는 단수 또는 복수 개의 마스터 스탬프를 이용하여 원단 타일링(Tiling) 공정이 진행될 수 있다.
- [0131] 상기 타일링 공정은 레플리카를 이용하여 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름에 회절성 광학 소자의 회절 패턴(122)을 각인시키는데 이용될 수 있는 동판을 제작하기 위한 공정이다.
- [0132] 구체적으로 상기 타일링 공정에서는 기계 또는 수작업으로 상기 마스터 스탬프를 타일링 전용 필름 상에 복제한 후, 상기 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 크기에 맞게 타일링을 한다. 비한정적이면서 구체적인 예로써 상기 타일링은 폭 1,200mm 정도의 크기로 진행될 수 있으나, 최종 제품 및/또는 동판 등의 크기에 따라 조절이 가능하다.
- [0133] 상기 타일링된 상기 전용 필름은 후속 성형 공정에 사용되는 롤타입의 마스터 몰드의 제작에 이용되며 상기 마스터 몰드는 동판에 이식된다.
- [0135] 상기 타일링 공정에 의해 제조된 상기 동판은 후속 성형공정을 통해 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름에 투과형 회절성 광학 소자를 이식할 수 있다.
- [0136] 비한정적이고 구체적인 예로써 상기 성형 공정은 롤투롤(roll to roll) 공정이거나 롤투플레이트(roll to plate) 공정일 수 있다.
- [0137] 상기 성형 공정을 통해 제조되며 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 내에 위치하는 상기 투과형 회절성 광학 소자는 도 1 및 12에서 도시된 바와 같이 베이스 상에 위치한다.
- [0138] 따라서 상기 투과형 회절성 광학 소자의 제조를 위해 먼저 베이스와 상기 베이스 상에 위치하며 투과형 회절성 광학 소자가 형성될 수 있는 레진의 적층체가 상기 성형공정보다 먼저 진행되어야 한다.
- [0139] 이 때 상기 베이스는 본 발명의 회절성 광학 소자가 투과형이므로 광을 투과할 수 있는 투명도가 높은 필름이

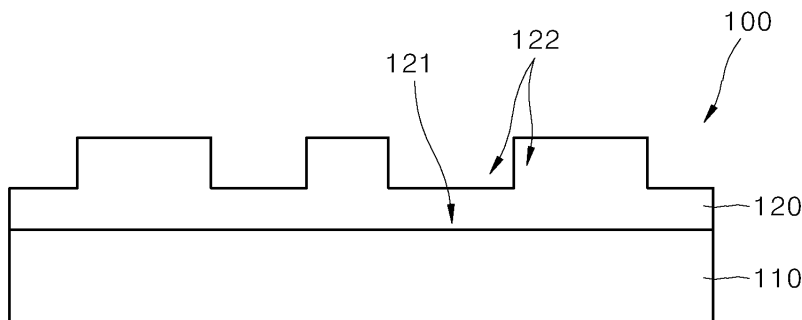
바람직하다.

- [0140] 비한정적이고 구체적인 예로써 PET 등이 이용될 수 있다.
- [0141] 비한정적이고 구체적인 예로써, PP, OPP, PVC 등의 합성 수지들 역시 상기 베이스로 사용 가능하다.
- [0142] 다만 PET의 경우, 투명도가 높을 뿐만 아니라 다른 올레핀계 고분자 대비 기계적 강성이 높으므로 베이스에 적합하다.
- [0143] 상기 베이스 상에 위치하는 투과형 회절성 광학 소자는 고분자 레진으로 제조될 수 있다.
- [0144] 이 때 상기 고분자 레진은 우레탄 계열 또는 아크릴 계열로 이루어질 수 있다.
- [0145] 이 때 상기 고분자 레진은 열경화 또는 UV 경화를 통해 curing 될 수 있다.
- [0146] 상기 베이스와 상기 레진의 적층체는 공급 롤러를 통해 롤 타입의 상기 마스터 몰드에 제공되고, 상기 성형 공정 동안 압연과 유사하에 일정한 힘을 상기 적층체에 가한 상태에서 작업 대상인 상기 적층체에 상기 마스터 몰드의 반대 패턴을 각인할 수 있다. 이를 통해 상기 적층체에는 투과형 회절성 광학 소자를 구성하는 회절 패턴 (122)이 형성될 수 있다.
- [0148] 나아가 상기 베이스의 하부 및/또는 상부에는 필요에 따라 제품의 식별력을 높일 수 있도록 상표 등이 인쇄된 인쇄층을 포함할 수 있다.
- [0149] 또한 투과형 광학 소자가 부착되는 부품에 상기 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름을 접착 내지는 점착 시킬 수 있도록 점착층 및/또는 점착층 및/또는 양면 테이프가 적층될 수 있다.
- [0151] 이하 실시예를 통해 본 발명의 투과형 회절성 광학 소자를 포함하는 필름 및 그 제조 방법을 설명하기로 한다.
- [0153] **실시예**
- [0154] 도 13은 DOE 단위 마스크의 단계(step) 수에 따른 광효율을 시뮬레이션 한 결과를 도시한다.
- [0155] 도 14는 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)에 따른 광효율을 시뮬레이션 한 결과를 도시한다.
- [0156] 상기 광효율은 상기 식 1을 바탕으로 Luen Soft사의 Virtual Lab Fusion(2nd Generation Technology Update) 프로그램을 이용하여 시뮬레이션된 결과이다.
- [0158] 먼저 도 13에 도시된 바와 같이, 상기 회절패턴을 구현하는 DOE 마스크의 단계가 증가할수록 광효율이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0159] 이 때 DOE 마스크의 단계가 1에서 3까지 증가함에 따라 광효율은 급격히 증가한다.
- [0160] 반면 DOE 마스크의 단계가 3에서 6까지 증가함에 따라 광효율은 거의 변화가 없거나 약간 증가하는 것으로 나타났다.
- [0161] 도 13의 결과는 DOE 마스크의 단계가 3 또는 4에서 광효율이 거의 포화(saturation)됨을 의미한다.
- [0163] 한편 도 14에 도시된 바와 같이, 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)이 얇을수록 광효율은 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0164] 도 13 및 14의 결과는 광효율이 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)에 대해 단 순히 선형적으로 변화하지 않음을 의미한다.
- [0165] 삭제
- [0166] 삭제
- [0167] 특히 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)이 110 내지 160nm인 경우, 광효율의 변화없이도 생산성이 우수한 회절패턴을 가질 수 있음을 의미한다.
- [0169] 도 15는 DOE 단위 마스크의 단계에 따른 투과광의 상(이미지)를 도시한다.

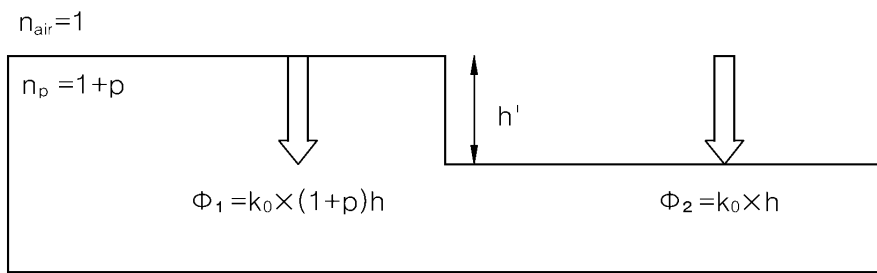
- [0170] 도 15는 관찰자가 실제로 관찰하는 투과광의 상을 직관적으로 나타낸다.
- [0171] 도 15에서 도시하는 바와 같이, 일정한 회절패턴의 전체 높이(H)에 대해 상기 회절패턴을 구성하는 층들이 증가할수록(다시 말하면 상기 회절패턴의 각각의 층들 사이의 두께 방향으로 최소 간격(Δh)이 감소할수록) 투과광의 상이 보다 선명해짐을 알 수 있다.
- [0172] 보다 구체적으로 살펴보면, 상기 회절패턴을 구성하는 층들이 2 레벨에서 8 레벨로 증가함에 따라 상기 투과광의 선명도는 급격히 개선되다가 그 후 32 레벨까지는 거의 변화가 없음을 알 수 있다.
- [0173] 도 15의 결과는 상기 도 13 및 14의 결과와 매우 잘 부합한다.
- [0174] 한편 입사광이 녹색광인 경우가 백색광인 경우보다 투과광의 상이 더욱 선명한 것을 알 수 있다. 이는 백색광의 경우 단일 파장이 아닌 여러 가지 파장이 혼합되어, 이로 인해 다양한 파장의 광들이 상호 간섭을 일으키기 때문이다.
- [0176] 도 16 내지 도 18은 DOE 단위 마스크의 개수에 따른 실제 구현되는 이미지 및 회절 슬릿의 예를 도시한다.
- [0177] 도 16에서 도시된 바와 같이 DOE 단위 마스크 2개를 이용하여 이미지를 구현하는 경우(4개의 서로 다른 높이를 가지는 회절 패턴(122)의 경우), 원하는 번개 이미지와 실제 구현되는 이미지는 서로 동일하지 않음을 알 수 있다.
- [0178] 반면 도 17 및 18에서 도시된 바와 같이 DOE 단위 마스크 3개(도 17, 8개의 서로 다른 높이를 가지는 회절 패턴(122)) 및 5개(도 18, 32개의 서로 다른 높이를 가지는 회절 패턴(122))를 이용하여 이미지를 구현하는 경우에는 모두 원하는 번개 이미지가 실제로 구현됨을 확인할 수 있으며, 나아가 회절 슬릿은 육안으로는 그 차이가 명확하게 구분되기 힘들 정도로 유사한 것을 확인할 수 있다.
- [0179] 도 16 내지 도 18의 결과는 앞에서 설명한 도 15의 결과를 직관적(시각적)으로 입증하는 것이라 할 수 있다.
- [0180]
- [0181] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

도면

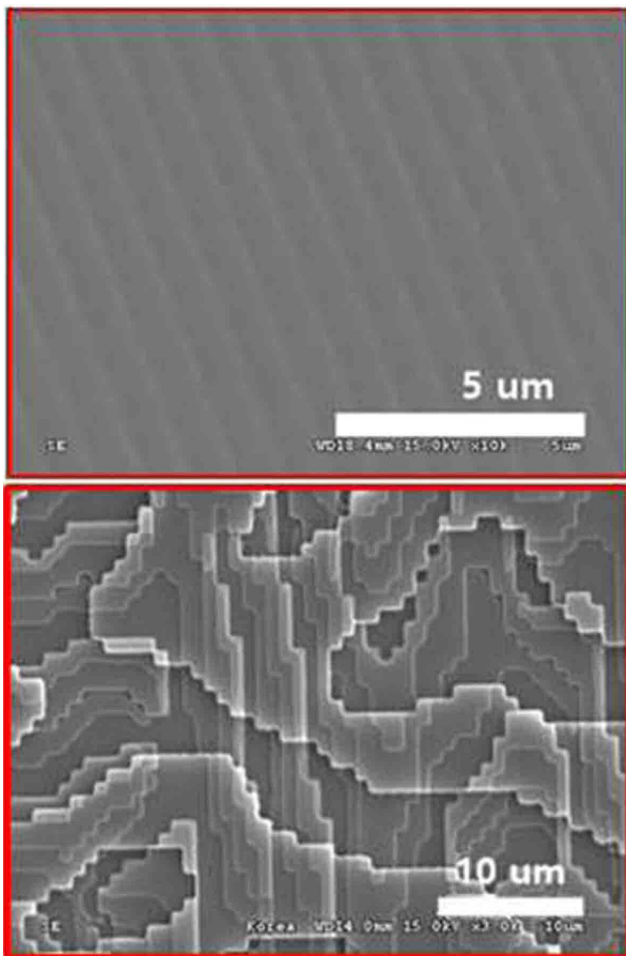
도면1



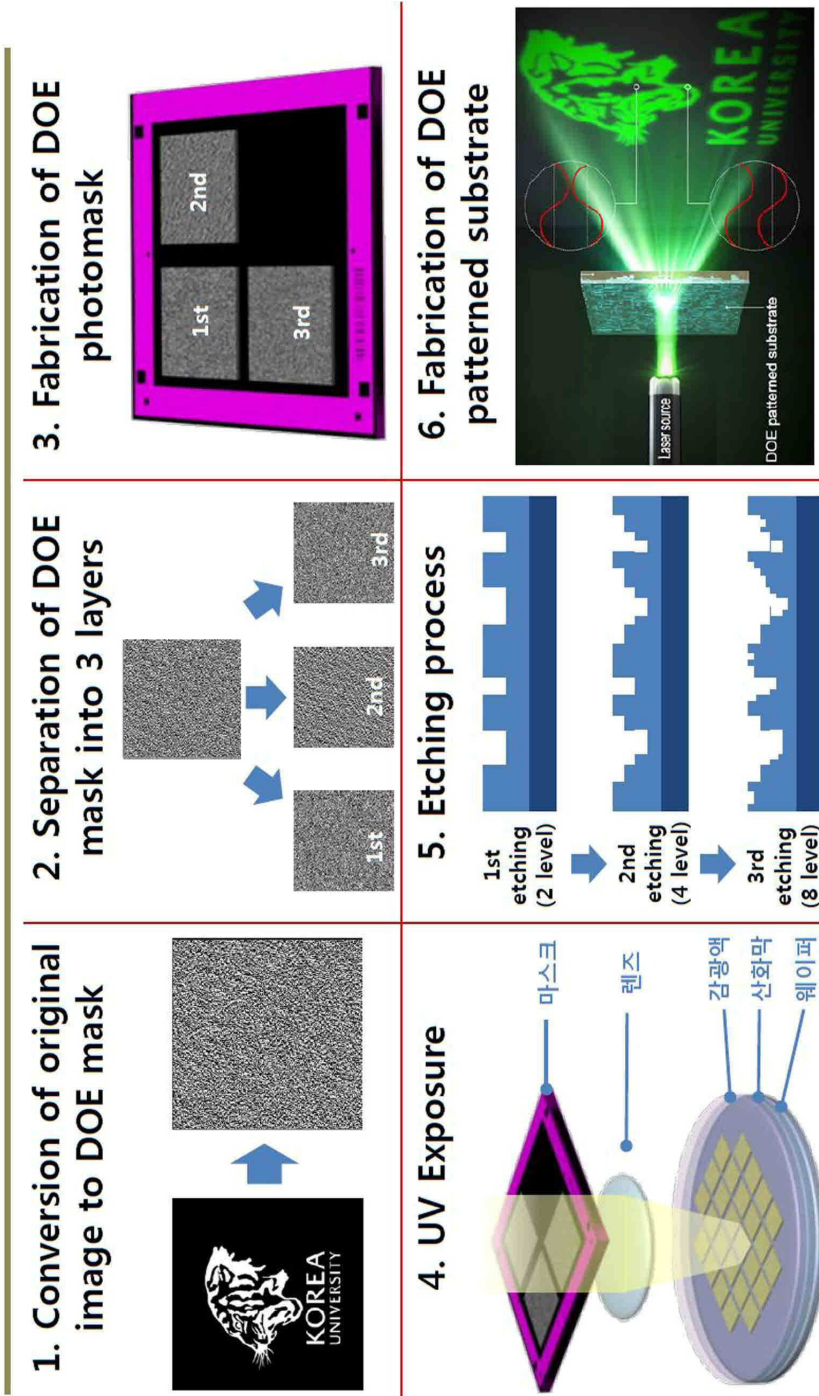
도면2



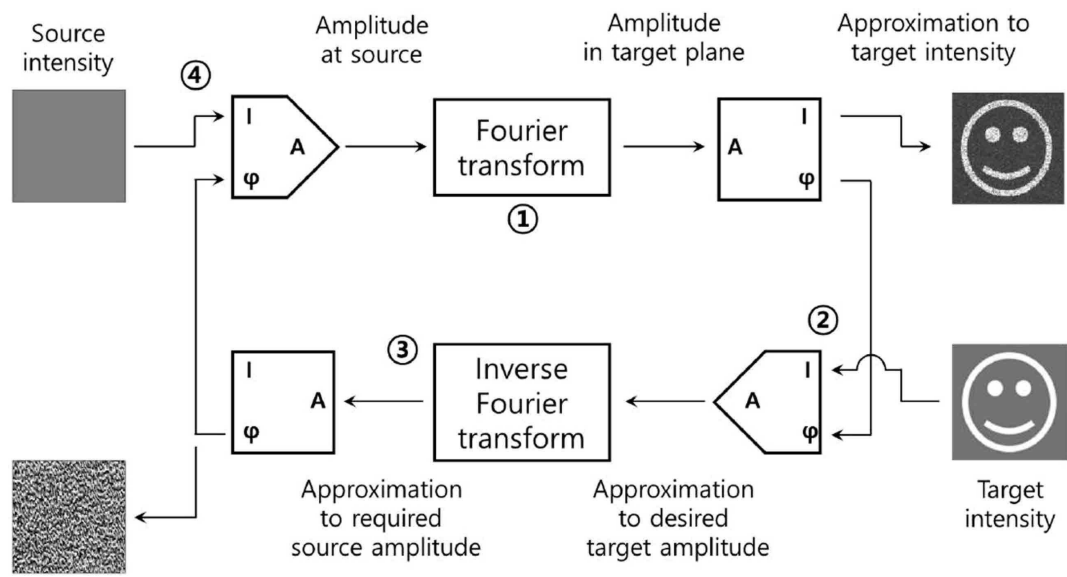
도면3



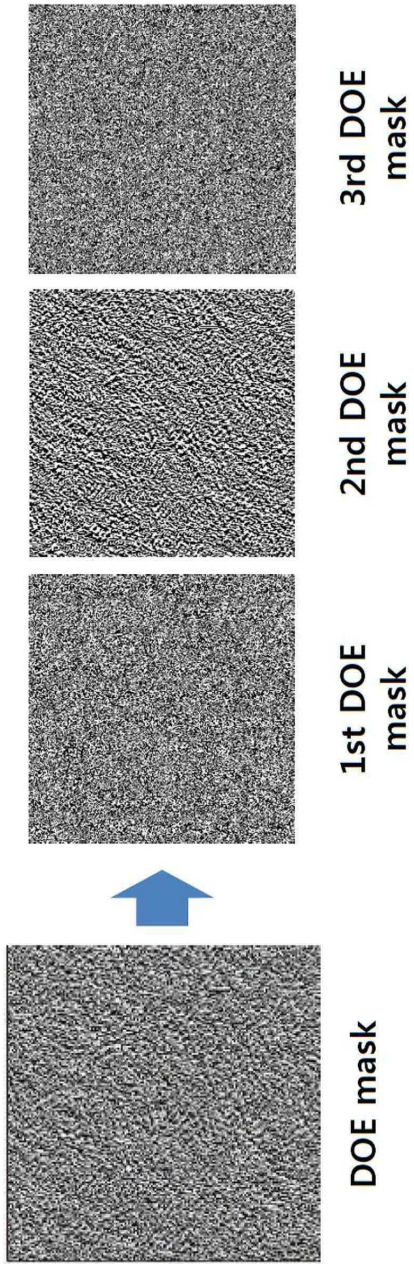
도면4



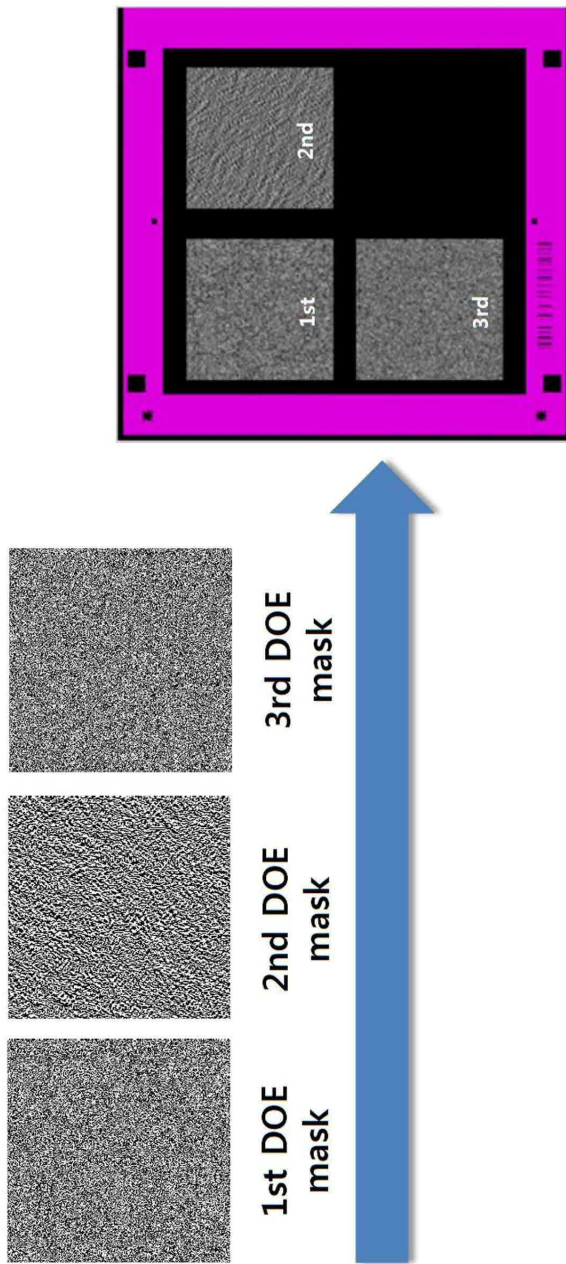
도면5



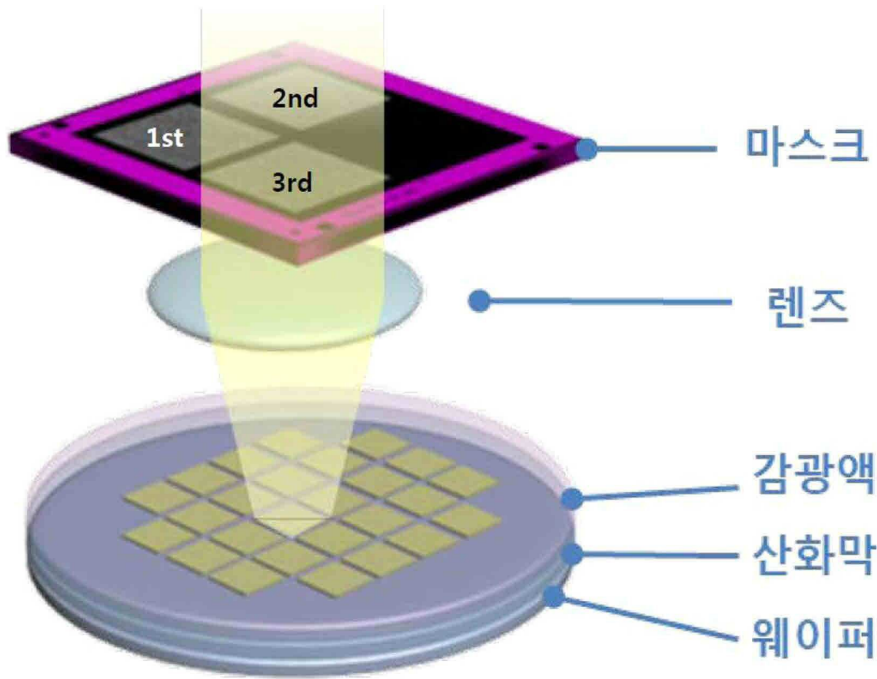
도면6



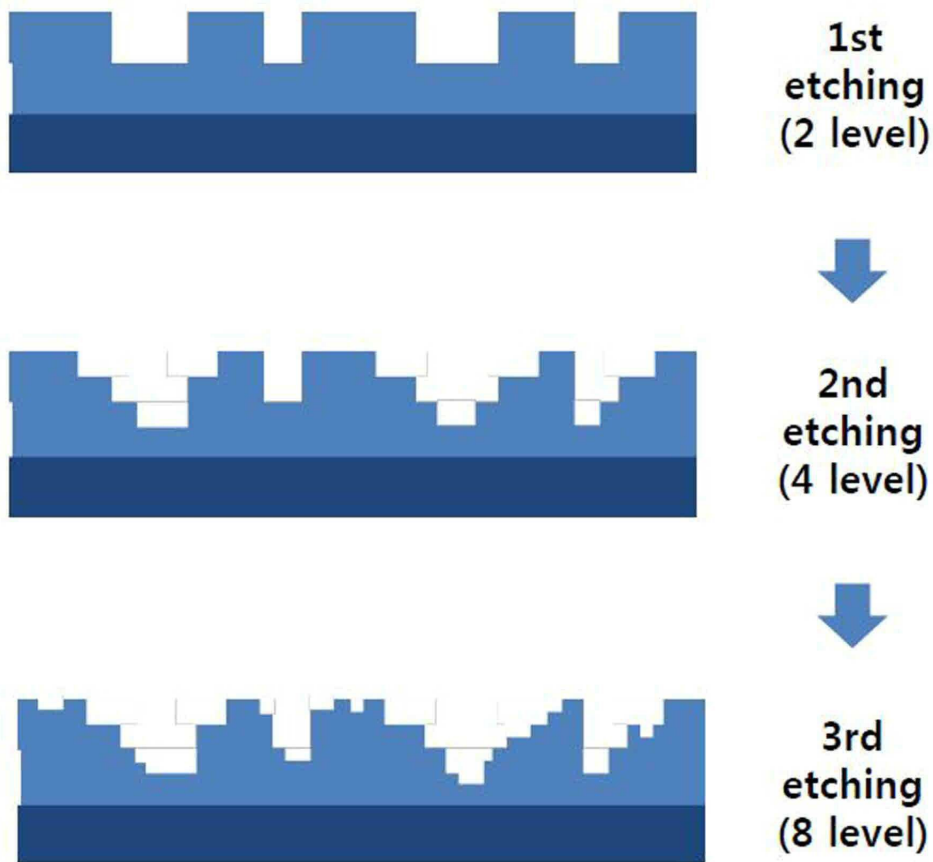
도면7



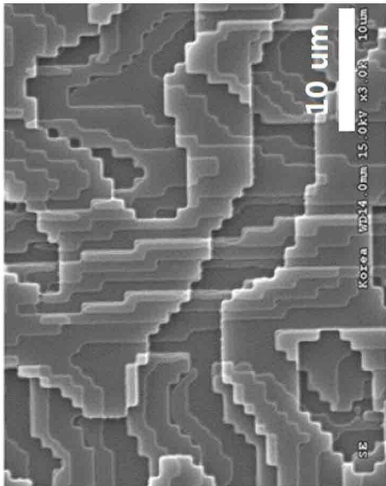
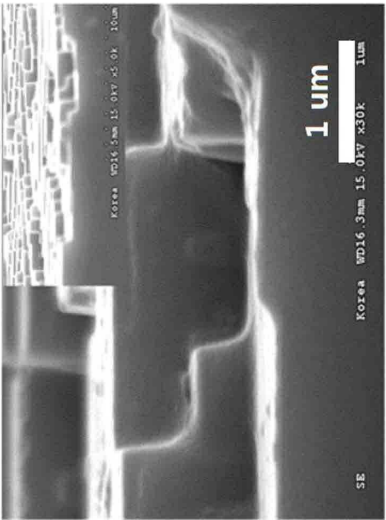
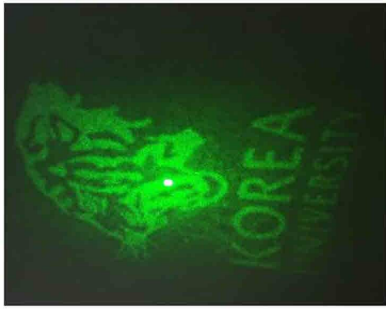
도면8



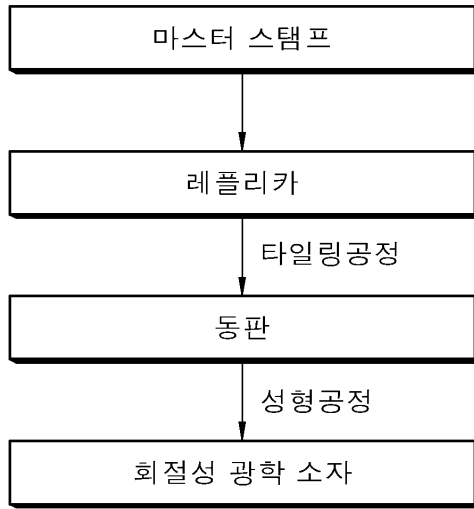
도면9



도면10



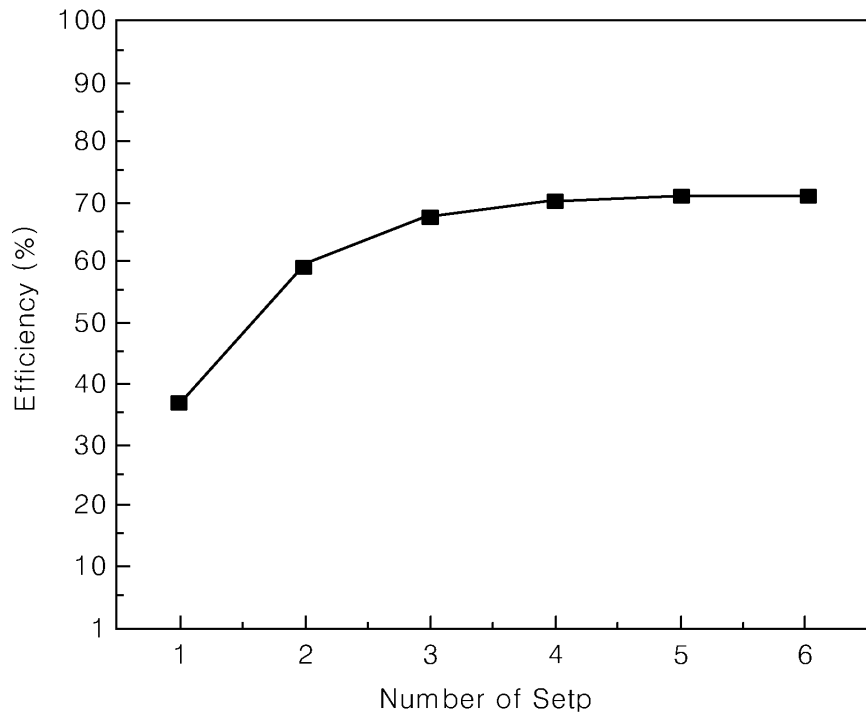
도면11



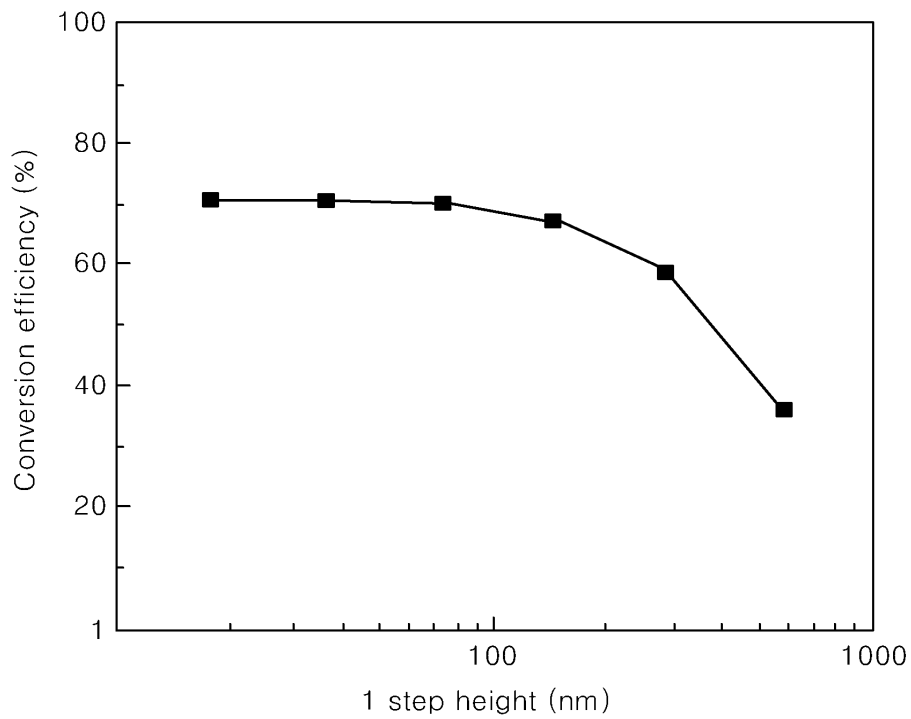
도면12



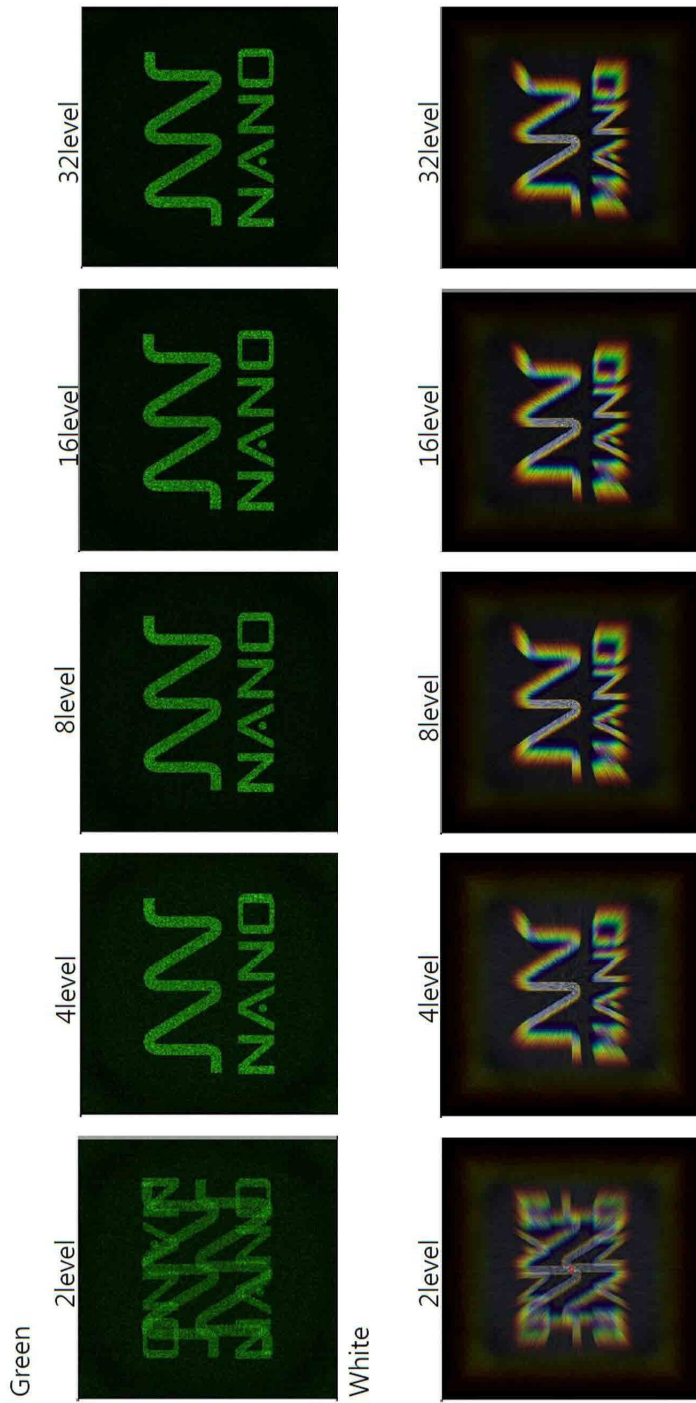
도면13



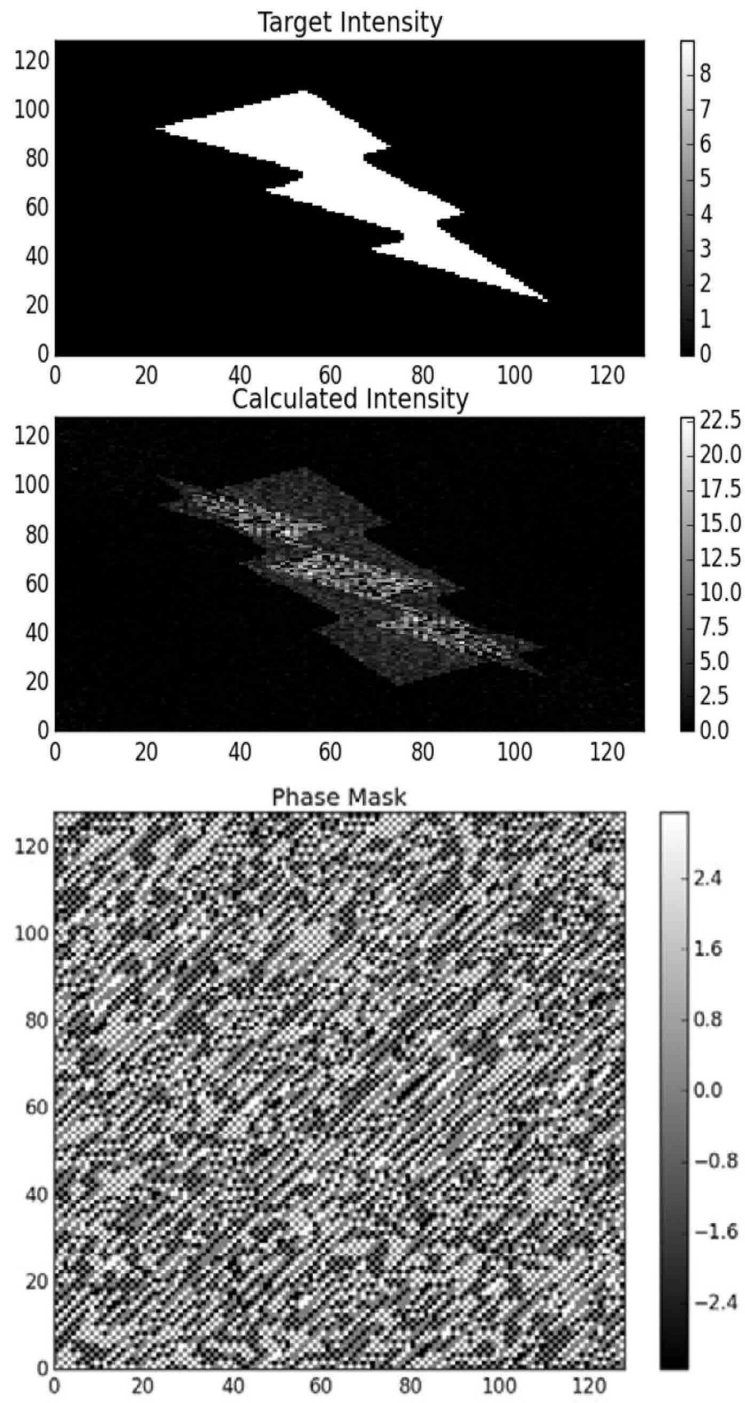
도면14



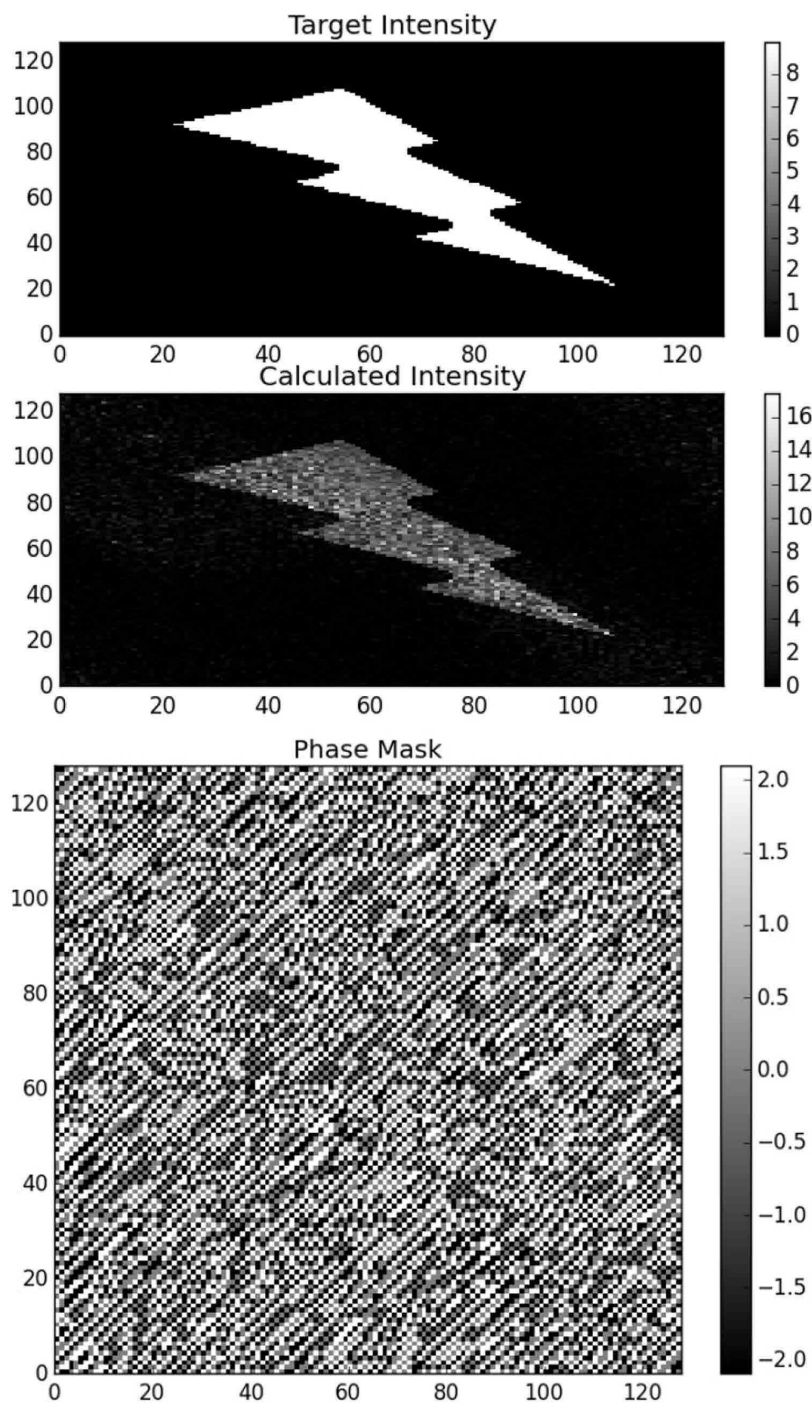
도면15



도면16



도면17



도면18

