(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월12일
(11) 등록번호 10-2326522
(24) 등록일자 2021년11월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/2012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7013579
(22) 출원일자(국제) 2017년09월15일
심사청구일자 2020년09월11일
(85) 번역문제출일자 2019년05월10일
(65) 공개번호 10-2019-0058655
(43) 공개일자 2019년05월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/051850
(87) 국제공개번호 WO 2018/075174
국제공개일자 2018년04월26일
(30) 우선권주장
62/409,533 2016년10월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20050270312 A1
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자
몰레큘러 임프린츠 인코퍼레이티드
미국 텍사스 (우편번호 78758) 오스틴 메트릭 블러바드 9801
(72) 발명자
싱, 비크람지트
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 불러바드 7500
루오, 강
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 불러바드 7500
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

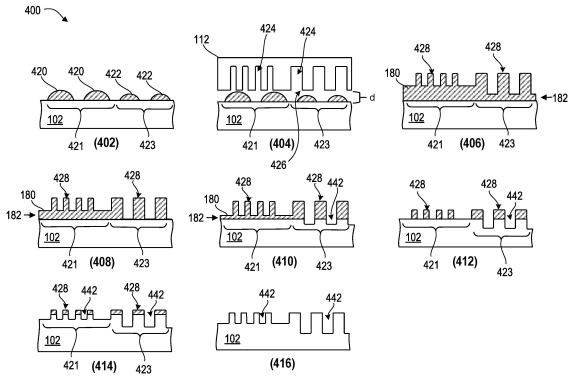
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **구조물들의 마이크로리소그래픽 제작**

(57) 요 약

본 발명은 기판 상에 형성된 임프린트 층들의 마이크로- 및 나노-패턴들 및 그런 층들을 형성하는 리소그래픽 방법들에 관한 것이다. 층들은 복수의 구조물들, 및 기판의 표면으로부터 구조물들의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)를 가진 잔류 층을 포함하고, 여기서 RLT는 미리정의된 패턴에 따라 기판의 표면에 걸쳐 가변한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G03F 7/2022 (2013.01)
G03F 7/7035 (2013.01)
H01L 21/027 (2013.01)

(72) 발명자
밀러, 마이클 네빈
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 불러바드 7500
양, 수키앙
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 불러바드 7500
쑤, 프랭크 와이.
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈 불러바드 7500

(56) 선행기술조사문헌
US20060076717 A1
US20090212012 A1
JP2015182278 A*
JP2007328096 A
JP2016058701 A*
JP2012019076 A*
JP평성02070412 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법으로서,

회절 효율 출력 맵에 기초하여 생성되는 미리결정된 패턴을 획득하는 단계;

기판의 표면 상에, 상기 미리결정된 패턴에 따라 임프린트 유체를 분배하는 단계 - 상기 임프린트 유체를 분배하는 단계는 방울들의 패턴으로 상기 임프린트 유체를 분배하는 단계를 포함하고, 상기 기판의 표면에 걸쳐 분배되는 방울들의 부피는 상기 미리결정된 패턴에 따라 가변함 -;

상기 임프린트 유체가 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 임프린트 유체를 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키는 단계; 및

상기 임프린트 유체를 패터닝된 층으로 고체화하고, 이에 의해 상기 패터닝된 층에:

상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들, 및

상기 기판의 표면으로부터 구조물의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)를 가진 잔류 층을 형성하는 단계 - 상기 패터닝된 층의 제1 부분의 제1 RLT는 상기 패터닝된 층의 제2 부분의 제2 RLT와 상이하고, 상기 제1 RLT 및 상기 제2 RLT는 상기 미리결정된 패턴에 의존함 -를 포함하고,

상기 회절 효율 출력 맵은 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들 및 균일한 RLT를 갖는 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴의 컬러 분포 또는 휘도 분포 중 적어도 하나를 나타내고,

상기 제1 RLT와 상기 제2 RLT 사이의 차이들은 상기 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴으로부터 생성되는 회절 패턴의 비효율성들을 보상하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 21

제20 항에 있어서,

상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 구역의 RLT는 상기 제1 RLT로부터 상기 제2 RLT로 점진적으로 가변하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 22

제20 항에 있어서,

상기 제1 RLT로부터 상기 제2 RLT로의 RLT의 변화는 상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 구역에서 단계적 변화인,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

제20 항에 있어서,

상기 방울들의 패턴은 미리결정된 구역에서 고정된 방울 밀도에 대응하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 25

제20 항에 있어서,

상기 방울들의 패턴은 미리정의된 구역에서 가변 방울 밀도에 대응하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 26

제20 항에 있어서,

상기 임프린트 유체를 분배하는 단계는 제팅 분배 시스템으로 상기 임프린트 유체를 분배하는 단계를 포함하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 27

제20 항에 있어서,

상기 패터닝된 층 및 상기 기판을 에칭하는 단계를 더 포함하고,

상기 기판 내로 에칭된 피처들의 깊이는 상기 RLT의 변동에 따라 가변하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 28

제20 항에 있어서,

상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들은 균일한 피처 깊이를 가지는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 29

제28 항에 있어서,

상기 임프린트 리소그래피 템플릿은 마스터(master) 템플릿이고 그리고 에칭 이후, 상기 기판은 서브-마스터 리소그래피 템플릿이며, 그리고

상기 방법은:

제2 기판의 표면 상에, 제2 임프린트 유체를 분배하는 단계 - 상기 제2 임프린트 유체의 부피는 상기 기판의 표면에 걸쳐 실질적으로 균일함 -; 및

상기 임프린트 유체가 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 제2 임프린트 유체를 상기 서브-마스터 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키고, 이에 의해 상기 제2 임프린트 유체에, 상기 서브-마스터 리소그래피 템플릿 내로 에칭된 피처들의 치수의 변동들에 따라 가변하는 RLT를 가진 잔류 층 및 구조물들을 형성하는 단계를 더 포함하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 30

제20 항에 있어서,

상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들은 가변 피처 깊이를 가지는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 31

삭제

청구항 32

제20 항에 있어서,

상기 구조물들은 나노-구조물들, 마이크로-구조물들, 또는 이들의 조합인,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 33

제20 항에 있어서,

상기 제1 RLT와 상기 제2 RLT 사이의 차이는 5 nm 내지 500 nm인,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 34

임프린트 유체를 패터닝하는 방법으로서,

회절 효율 출력 맵에 기초하여 생성되는 미리결정된 패턴을 획득하는 단계;

기판의 표면 상에, 상기 임프린트 유체를 분배하는 단계 - 상기 임프린트 유체의 부피는 상기 미리결정된 패턴에 따라 상기 기판의 표면에 걸쳐 가변하고, 상기 회절 효율 출력 맵은 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들 및 균일한 잔류 층 두께(RLT)를 갖는 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴의 컬러 분포 또는 휘도 분포 중 적어도 하나를 나타냄 -;

상기 임프린트 유체가 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 임프린트 유체를 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키고, 이에 의해 상기 임프린트 유체에, 상기 기판의 표면으로부터 구조물의 베이스로 연장되는 RLT를 가진 잔류 층 및 구조물들을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 RLT는 상기 임프린트 유체의 단위 면적당 부피에 따라 상기 기판의 표면에 걸쳐 가변하여 RLT 변동들을 생성하고, 상기 RLT 변동들은 상기 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴의 컬러 분포, 휘도 분포, 또는 이들 모두의 비-균일성들을 보상하는,

임프린트 유체를 패터닝하는 방법.

청구항 35

제34 항에 있어서,

상기 임프린트 유체를 분배하는 단계는 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들을 채우는 데 필요한 부피에 대응하는 상기 임프린트 유체를 미리정의된 패턴으로 분배하는 단계를 포함하는,

임프린트 유체를 패터닝하는 방법.

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

제20 항에 있어서,

상기 제1 RLT와 상기 제2 RLT 사이의 차이들은 균일한 RLT 회절 패턴들의 컬러 분포, 휘도 분포, 또는 이들 모두의 비-균일성들을 보상하는 대응하는 임프린트 유체 분배 패턴들로부터 생성되는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 39

삭제

청구항 40

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법으로서,

회절 효율 출력 맵에 기초하여 생성되는 미리결정된 패턴을 획득하는 단계;

제1 기판의 표면 상에 제1 임프린트 유체를 분배하는 단계 – 상기 제1 임프린트 유체의 부피는 상기 미리결정된 패턴에 따라 상기 제1 기판의 표면에 걸쳐 가변함 –;

상기 제1 임프린트 유체가 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 제1 임프린트 유체를 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키는 단계 – 상기 임프린트 리소그래피 템플릿은 마스터 템플릿이고 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면 내의 피처들은 균일한 피처 깊이를 가짐 –;

상기 제1 임프린트 유체를 제1 패터닝된 층으로 고체화하고, 이에 의해 상기 제1 패터닝된 층에:

상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들, 및

상기 제1 기판의 표면으로부터 구조물의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)를 가진 제1 잔류 층을 형성하는 단계 – 상기 제1 패터닝된 층의 제1 부분의 제1 RLT는 상기 제1 패터닝된 층의 제2 부분의 제2 RLT와 상이하고, 상기 제1 RLT 및 상기 제2 RLT는 상기 미리결정된 패턴에 의존함 –;

서브-마스터 리소그래피 템플릿을 생성하기 위해 상기 제1 기판을 에칭하는 단계;

제2 기판의 표면 상에 제2 임프린트 유체를 분배하는 단계 – 상기 제2 임프린트 유체의 부피는 상기 제2 기판의 표면에 걸쳐 실질적으로 균일함 –;

상기 제2 임프린트 유체가 상기 서브-마스터 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 제2 임프린트 유체를 상기 서브-마스터 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키는 단계;

상기 제2 임프린트 유체를 제2 패터닝된 층으로 고체화하고, 이에 의해 상기 제2 임프린트 유체에, 상기 서브-마스터 리소그래피 템플릿 내로 에칭된 피처들의 치수의 변동들에 따라 가변하는 RLT를 가진 제2 잔류 층 및 구조물들을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 회절 효율 출력 맵은 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들 및 균일한 RLT를 갖는 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴의 컬러 분포 또는 휘도 분포 중 적어도 하나를 나타내고,

상기 제1 RLT와 상기 제2 RLT 사이의 차이들은 상기 이전에 제작된 임프린트 리소그래피 회절 패턴으로부터 생성되는 회절 패턴의 비효율성들을 보상하는,

가변 깊이 패턴을 제작하는 방법.

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 출원은 2016년 10월 18일에 출원된 미국 가 출원 번호 제 62/409,533호의 출원일의 이익을 주장한다. 미국 출원 번호 제 62/409,533호의 내용들은 그 전체가 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0002] [0002] 본 발명은 원하는 기하학적 구조물들을 갖는 마이크로- 및 나노-구조물들, 및 그런 구조물들을 제작하는 마이크로리소그래픽(microlithographic) 방법들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] [0003] 나노-제작은 약 100 나노미터들 이하의 피처(feature)들을 가진 매우 작은 구조물들의 제작을 포함한다. 나노-제작이 상당한 영향을 미친 하나의 애플리케이션은 집적 회로들의 프로세싱에 있다. 반도체 프로세싱 산업은 기판 상에 형성된 단위 면적당 회로들을 증가시키면서 더 큰 생산 수율들을 얻으려고 계속 노력하고 있으며, 그러므로 나노-제작은 점점 중요해지고 있다. 나노-제작은 형성된 구조물들의 최소 피처 치수들의 계속적인 감소를 허용하면서 더 큰 프로세스 제어를 제공한다. 나노-제작이 이용되었던 다른 개발 영역들은 생명 공학, 광학 기술, 기계 시스템들 등을 포함한다.

[0004] [0004] 나노-제작은 기판 상에 마이크로- 및 나노-구조물들의 패턴들을 포함하는 재료의 층을 형성하기 위해 기판들을 프로세싱하는 것을 포함할 수 있다. 그런 구조물들을 형성하기 위한 하나의 예시적인 프로세스는 임프린트 리소그래피(imprint lithography)이다.

발명의 내용

[0005] [0005] 본 명세서는 기판에, 가변 에칭 깊이들을 갖는 피처들 및 두께가 가변하는 잔류 층을 가진 임프린트 층들에 마이크로- 및 나노-패턴들을 형성하는 것에 관한 것이다. 그런 마이크로- 및 나노-패턴들은 예컨대 광학 도파관들에 대해 더 효율적인 회절 패턴들을 제작하는 데 유용할 수 있다. 본 개시내용의 구현들은 미리정의된 패턴에 따라 기판의 표면에 걸쳐 임프린트 유체를 선택적으로 적용함으로써 가변 두께 잔류 층을 가진 임프린트 층들을 제작하는 방법을 포함한다. 예컨대, 기판 표면에 적용된 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨은 잔류 층 두께의 원하는 변동들의 패턴에 따라 가변될 수 있다. 본 개시내용의 구현들은 또한 기판을 에칭하기 위한 마스크로서 잔류 층 두께의 변동들을 가진 임프린트 패턴을 사용하여 기판에 가변 에칭 깊이들을 가진 피처들을 제작하는 방법을 포함한다.

[0006] [0006] 일반적으로, 본 명세서에 설명된 청구 대상의 혁신적인 양상들은 기판 표면 상에 미리결정된 패턴에 따라 임프린트 유체를 분배하는 동작들을 포함하는 방법들로 구현될 수 있다. 임프린트 유체가 임프린트 리소그래피 템플릿(template)의 표면의 피처들을 채우도록 임프린트 유체를 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키는 동작. 임프린트 유체를 패터닝된 층으로 고체화하고, 이에 의해 패터닝된 층(임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들에 대응하는 구조물들, 및 기판의 표면으로부터 구조물의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT: residual layer thickness)를 가진 잔류 층)을 형성하는 동작, 여기서 패터닝된 층의 제1 부분의 제1 RLT는 패터닝된 층의 제2 부분의 제2 RLT와 상이함. 이런 구현 및 다른 구현은 다음 특징들 중 하나 이상을 각각 선택적으로 포함할 수 있다.

[0007] [0007] 일부 구현들에서, 제1 부분과 제2 부분 사이의 구역의 RLT는 제1 RLT로부터 제2 RLT로 점진적으로 가변한다. 일부 구현들에서, 제1 RLT로부터 제2 RLT로 RLT의 변화는 제1 부분과 제2 부분 사이의 구역에서 단계적 변화이다.

[0008] [0008] 일부 구현들에서, 임프린트 유체를 분배하는 것은 방울(drop)들의 패턴으로 임프린트 유체를 분배하는 것을 포함하고, 여기서 기판의 표면에 걸쳐 분배된 방울들의 볼륨은 미리결정된 패턴에 따라 가변한다.

[0009] [0009] 일부 구현들에서, 방울들의 패턴은 미리결정된 구역에서 고정된 방울 밀도에 대응한다. 일부 구현들에서, 방울들의 패턴은 미리정의된 구역에서 가변 방울 밀도에 대응한다.

[0010] [0010] 일부 구현들에서, 임프린트 유체를 분배하는 것은 제팅(jetting) 분배 시스템으로 임프린트 유체를 분

배하는 것을 포함한다.

[0011] [0011] 일부 구현들에서, 방법은 패터닝된 층 및 기판을 에칭하는 것을 포함할 수 있고, 기판 내로 에칭된 피처들의 깊이는 RLT의 변동에 따라 가변한다.

[0012] [0012] 일부 구현들에서, 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들은 균일한 피처 깊이를 가진다.

[0013] [0013] 일부 구현들에서, 임프린트 리소그래피 템플릿은 마스터(master) 템플릿이고 그리고 에칭 이후, 기판은 서브-마스터 리소그래피 템플릿이다. 게다가, 방법은 제2 기판의 표면 상에 제2 임프린트 유체를 분배하는 것을 포함할 수 있고, 제2 임프린트 유체의 볼륨은 기판의 표면에 걸쳐 실질적으로 균일하다. 그리고, 임프린트 유체가 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 제2 임프린트 유체를 서브-마스터 템플릿의 표면과 접촉시키고, 이에 의해 제2 임프린트 유체에, 서브-마스터 템플릿 내로 에칭된 피처들의 치수의 변동들에 따라 가변하는 RLT를 가진 잔류 층 및 구조물들을 형성함.

[0014] [0014] 일부 구현들에서, 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들은 가변 피처 깊이를 가진다. 일부 구현들에서, 미리결정된 패턴은 회절 효율 출력 맵(map)과 대응한다.

[0015] [0015] 일부 구현들에서, 구조물들은 나노-구조물들이다. 일부 구현들에서, 구조물들은 마이크로-구조물들이다.

[0016] [0016] 일부 구현들에서, 제1 RLT와 제2 RLT 사이의 차이는 5 nm 내지 500 nm이다.

[0017] [0017] 본 명세서에 설명된 청구 대상의 다른 일반적인 양상은 기판의 표면 상에 임프린트 유체를 분배하는 동작들을 포함하는 방법들로 구현될 수 있고, 임프린트 유체의 볼륨은 미리결정된 패턴에 따라 기판의 표면에 걸쳐 가변한다. 상기 임프린트 유체가 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면의 피처들을 채우도록 상기 임프린트 유체를 상기 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉시키고, 이에 의해 상기 임프린트 유체에, 상기 기판의 표면으로부터 구조의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)를 가진 잔류 층 및 구조물들을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 RLT는 상기 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨에 따라 상기 기판의 표면에 걸쳐 가변하는,

[0018] [0018] 일부 구현들에서, 임프린트 유체를 분배하는 것은 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들을 채우는 데 필요한 볼륨에 대응하는 임프린트 유체를 미리정의된 패턴으로 분배하는 것을 포함한다.

[0019] [0019] 다른 일반적인 양상은 기판, 및 기판의 표면 상의 중합체 임프린트 레지스트(resist)를 포함하는 광학 디바이스로 구현될 수 있다. 중합체 임프린트 레지스트는 회절 패턴을 형성하는 복수의 구조물들, 및 기판의 표면으로부터 구조의 베이스로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)를 가진 잔류 층을 포함하고, RLT는 미리정의된 패턴에 따라 기판의 표면에 걸쳐 가변한다. 이런 구현 및 다른 구현은 다음 특징들 중 하나 이상을 각각 선택적으로 포함할 수 있다.

[0020] [0020] 일부 구현들에서, RLT의 변동들은 균일한 RLT를 가진 상이한 회절 격자의 회절 효율 매핑과 대응한다.

[0021] [0021] 일부 구현들에서, 중합체 임프린트 레지스트는 UV-NIL(Ultra Violet light curable Nano-Imprint Lithography) 레지스트이다.

[0022] [0022] 본 명세서에 설명된 청구 대상의 특정 구현들은 다음 장점들 중 하나 이상을 실현하도록 구현될 수 있다. 본 개시내용의 구현들은 임프린트 리소그래피 프로세스들을 사용하여 가변 잔류 층 두께를 가진 마이크로- 또는 나노-패터닝된 층들의 제작을 허용한다. 구현들은 기판(예컨대, Si 웨이퍼)의 상이한 구역들에 걸쳐 가변 RLT들을 가진 패턴들의 제작을 허용할 수 있다. 구현들은 더 효율적인 파(예컨대, 광학) 회절 패턴들의 제작을 허용할 수 있다. 구현들은 가변 피처 형상 프로파일들, 듀티 사이클(duty cycle) 및 피치(pitch)의 패턴 하에서 균일한(비-가변) RLT의 대면적 제작을 허용할 수 있다. 구현들은 기판들에 패터닝 피처들을 허용하고, 이어서 기판들은 볼륨 생산을 위한 서브-마스터 템플릿들로서 사용될 수 있다.

[0023] [0023] 본원에 사용된 바와 같이, "마이크로", "마이크로-구조" 및 "마이크로-피처"라는 용어들은 50 마이크로미터 이하인 적어도 하나의 치수를 가진 구조물들 또는 구조의 피처들을 나타낸다.

[0024] [0024] 본원에 사용된 바와 같이, "나노", "나노-구조" 및 "나노-피처"라는 용어들은 500 나노미터 이하인 적어도 하나의 치수를 가진 구조물들 또는 구조의 피처들을 나타낸다.

[0025] [0025] 본원에 사용된 바와 같이, "동일한(equal, same)", "실질적으로 동일한(substantially equal, substantially the same)", 또는 "균일한" 것으로서의 볼륨들, 패턴들 또는 치수들의 설명은 측정들에서의 동일

성을 정확하게 표시하도록 의도되지 않는다. 대신, 그런 설명들은 특정 경우에 사용되는 제작 또는 측정 장비의 품질 및 정밀도 및/또는 특정하게 설계된 디바이스 또는 임프린트 리소그래피 패턴을 생산하는 데 요구되는 합리적인 에러 허용오차들을 고려할 때 합리적인 에러 허용오차들 내에서 동등한 볼륨들, 패턴들 또는 치수들의 유사성을 표시하는 데 사용된다.

[0026] [0026] 본 명세서에서 설명된 청구 대상의 하나 이상의 실시예들의 세부사항들은 아래의 첨부 도면들 및 설명에서 설명된다. 청구 대상의 다른 잠재적인 특징들, 양상들 및 장점들은 설명, 도면들 및 청구항들로부터 자명하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] [0027] 도 1은 리소그래픽 시스템의 간략화된 측면도를 예시한다.

[0028] [0028] 도 2는 패터닝된 층이 그 위에 위치결정된 기판의 간략화된 측면도를 예시한다.

[0029] [0029] 도 3은 가변 잔류 층 두께(RLT)를 가진 패터닝된 층을 가진 기판의 간략화된 측면도를 예시한다.

[0030] [0030] 도 4a는 본 개시내용의 구현들에 따른 가변 RLT 패턴들 및 가변 에칭 깊이 패턴들을 제작하는 예시적인 프로세스를 예시한다.

[0031] [0031] 도 4b-도 4d는 도 4a에 도시된 프로세스에 대한 몇몇 예시적인 변동들을 예시한다.

[0032] [0032] 도 5는 본 개시내용의 구현들에 따른 다양한 예시적인 임프린트 유체 패턴들을 가진 기판들의 평면도들을 예시한다.

[0033] [0033] 도 6은 본 개시내용의 구현들에 따라 임프린트 유체에 가변 RLT 패턴들을 생산하는 데 사용될 수 있는 몇몇 예시적인 임프린트 리소그래피 템플릿 설계들을 예시한다.

[0034] [0034] 도 7은 본 개시내용의 구현들에 따른 가변 RLT 패턴들 및 가변 에칭 깊이 패턴들을 제작하는 예시적인 방법의 흐름도를 도시한다.

[0035] [0035] 도 8a-도 8b는, 가변 RLT들 또는 가변 에칭 깊이 피처들을 가진 패턴들이 사용될 수 있는 예시적인 디바이스들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] [0036] 기판에, 가변 에칭 깊이들을 갖는 피처들 및 두께가 가변하는 잔류 층을 가진 임프린트 층들에 마이크로- 및 나노-패턴들을 제작하는 다양한 예들. 그런 마이크로- 및 나노-패턴들은 예컨대 광학 도파관들에 대해 더 효율적인 회절 패턴들을 제작하는 데 유용할 수 있다. 일반적으로, 이들 예들은 기판에 걸쳐 두께가 가변하는 잔류 층을 가진 임프린트 층들을 제작하기 위해 미리정의된 패턴에 따라 기판의 표면에 걸쳐 임프린트 유체를 선택적으로 적용하는 것을 포함한다. 예컨대, 기판 표면에 적용된 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨은 잔류 층 두께의 원하는 변동들의 패턴에 따라 가변될 수 있다. 본 개시내용의 구현들은 또한 기판을 에칭하기 위한 마스크로서 잔류 층 두께의 변동들을 가진 임프린트 패턴을 사용함으로써 기판에 가변 에칭 깊이들을 가진 피처들을 제작하는 것을 포함한다.

[0029] [0037] 도 1은 기판(102) 상에 릴리프(relief) 패턴을 형성하는 임프린트 리소그래피 시스템(100)을 예시한다. 기판(102)은 기판 척(104)에 커플링될 수 있다. 일부 예들에서, 기판 척(104)은 진공 척, 핀-타입(pin-type) 척, 그루브(groove)-타입 척, 전자기 척 등을 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 기판(102) 및 기판 척(104)은 공기 베어링(106) 상에 추가로 위치결정될 수 있다. 공기 베어링(106)은 x-, y- 및/또는 z-축들을 중심으로 한 운동을 제공한다. 일부 예들에서, 기판(102) 및 기판 척(104)은 스테이지 상에 위치결정된다. 공기 베어링(106), 기판(102) 및 기판 척(104)은 또한 베이스(108) 상에 위치결정될 수 있다. 일부 예들에서, 로봇식 시스템(110)은 기판(102)을 기판 척(104) 상에 위치결정한다.

[0030] [0038] 기판(102)은 기판 척(104)에 대향하여 위치결정된 평면 표면(111)을 포함할 수 있다. 일부 예들에서, 기판(102)은 기판(102)에 걸쳐 실질적으로 균일한(일정한) 두께와 연관될 수 있다.

[0031] [0039] 임프린트 리소그래피 시스템(100)은 설계 고려사항들에 따라, 하나 이상의 롤러(roller)들(114)에 커플링되는 임프린트 리소그래피 가요성 템블릿(112)을 포함한다. 롤러들(114)은 가요성 템플릿(112)의 적어도 일부의 움직임을 제공한다. 그런 움직임은 기판(102)과 겹쳐서 가요성 템플릿(112)의 상이한 부분들을 선택적으

로 제공할 수 있다. 일부 예들에서, 가요성 템플릿(112)은 복수의 피처들, 예컨대 떨어져 이격된 리세스들 및 돌출부들을 포함하는 패터닝 표면을 포함한다. 그러나, 일부 예들에서, 피처들의 다른 구성들이 가능하다. 패터닝 표면은 기판(102) 상에 형성될 패턴의 기초를 형성하는 임의의 원래 패턴을 정의할 수 있다. 일부 예들에서, 가요성 템플릿(112)은 템플릿 척, 예컨대 진공 척, 핀-타입 척, 그루브-타입 척, 전자기 척 등에 커플링될 수 있다.

[0032] [0040] 임프린트 리소그래피 시스템(100)은 유체 분배 시스템(120)을 더 포함할 수 있다. 유체 분배 시스템(120)은 제팅 분배 시스템, 스프레이 분배 시스템 또는 슬롯-다이(slot-die) 코팅 시스템(그러나 이에 제한되지 않음)을 포함할 수 있다. 유체 분배 시스템(120)은 기판(102) 상에 중합화가능 재료(polymerizable material)(예컨대, "임프린트 유체")를 증착하는 데 사용될 수 있다. 중합화가능 재료는 기법들, 이를테면 방울 분배, 스핀-코팅, 딥(dip) 코팅, CVD(chemical vapor deposition), PVD(physical vapor deposition), 박막 증착, 후막 증착 등을 사용하여 기판(102) 상에 위치결정될 수 있다. 일부 예들에서, 중합화가능 재료는 복수의 액적(droplet)들로서 기판(102) 상에 위치결정된다. 예컨대, 유체 분배 시스템(120)은 미리결정된 패턴들에 따라 중합화가능 재료의 액적들을 분배하도록 구성된 제팅 분배 시스템일 수 있다.

[0033] [0041] 도 1 및 도 2를 참조하면, 임프린트 리소그래피 시스템(100)은 기판(102)을 향해 에너지를 지향시키도록 커플링된 에너지 소스(122)를 포함한다. 일부 예들에서, 롤러들(114) 및 공기 베어링(106)은 원하는 위치결정으로 가요성 템플릿(112)과 기판(102)의 원하는 부분을 위치결정하도록 구성된다. 임프린트 리소그래피 시스템(100)은 공기 베어링(106), 롤러들(114), 유체 분배 시스템(120) 및/또는 에너지 소스(122)와 통신하는 프로세서에 의해 조절될 수 있고, 그리고 메모리에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램 상에서 동작할 수 있다.

[0034] [0042] 일부 예들에서, 롤러들(114), 공기 베어링(106) 또는 둘 모두는 중합화가능 재료가 채워지는 가요성 템플릿(112)과 기판(102) 사이에 원하는 볼륨을 정의하기 위해 가요성 템플릿(112)과 기판(102) 사이의 거리를 가변시킨다. 예컨대, 가요성 템플릿(112)은 중합화가능 재료와 접촉한다. 원하는 볼륨이 중합화가능 재료에 의해 채워진 이후, 에너지 소스(122)는 에너지, 예컨대 광대역 자외선 방사선을 생성하여, 중합화가능 재료가 기판(102)의 표면과 가요성 템플릿(112)의 패터닝 표면의 일부의 형상에 일치하여 고체화 및/또는 교차 결합되게 하고, 이는 기판(102) 상에 패터닝된 층(150)을 정의한다. 일부 예들에서, 패터닝된 층(150)은 잔류 층(152) 및 돌출부들(154) 및 리세션(recession)들(156)로 도시된 복수의 구조물들을 포함할 수 있다. 잔류 층(152)은 기판(102)의 표면(158)으로부터 구조물들의 베이스(160)로 연장되는 잔류 층 두께(RLT)(T_1)를 가진다. RLT는 (자연적인 변동들을 고려하여) 기판에 걸쳐 실질적으로 균일하다.

[0035] [0043] 도 3은 가변 RLT(T_1 및 T_2)를 가진 패터닝된 층(180)을 가진 기판(102)의 간략화된 측면도를 예시한다. 잔류 층(182)은 미리결정된 패턴에 따라 기판에 걸쳐 가변하는 RLT를 가진다. 예시된 바와 같이, 잔류 층은 일 구역에서 두께(T_1) 및 다른 구역에서 상이한 두께(T_2)를 가진다. 게다가, 패터닝된 층(180)의 구조물들의 프로파일들은 패터닝된 층(180)에 걸쳐 RLT의 변동들에 따라 가변한다. 예컨대, RLT의 변동은 이웃하는 돌출부들(182a, 182b)의 종횡비를 대응하게 변화시키는 얕은 리세션들(184a) 및 깊은 리세션들(184b)을 생성한다.

[0036] [0044] 아래에 더 상세히 설명되는 기법들에 따라, 패터닝된 층(180)에 걸쳐 RLT들의 변동은 5 nm 내지 500 nm의 범위일 수 있다. 즉, T_1과 T_2 사이의 차이는 5 nm 내지 500 nm의 범위일 수 있다. 일부 구현들에서, 잔류 층(182)은 예컨대 도시된 바와 같이 RLT의 갑작스러운 변화 또는 단계적 변화를 가지도록 제작된다. 일부 구현들에서, 잔류 층(182)은 파선(186)에 의해 표시된 바와 같이 RLT의 점진적 변화를 가지도록 제작된다.

[0037] [0045] 일부 구현들에서, 잔류 층(182)은 (도 2에서와 같이) 균일한 RLT를 가지지만 가변 형상들, 듀티 사이클들 및/또는 피치들을 가진 돌출부들(182a, 182b)을 가지도록 제작된다. 듀티 사이클은 인접한 리세션(184a)에 대한 돌출부(182a)의 폭의 비율을 지칭한다. 예컨대, 본원에 개시된 기법들을 사용하여, 피처들은, 리세션(184a)에 대한 돌출부(182a)의 듀티 사이클이 다른 돌출부들 및 리세션들의 듀티 사이클과 상이하지만 여전히 균일한 RLT를 유지하도록 패터닝될 수 있다. 피치는 돌출부(182a, 182b)의 전체 폭 더하기 인접한 리세션(184a, 184b)의 폭을 지칭한다. 예컨대, 본원에 개시된 기법들을 사용하여, 피처들은, 돌출부들과 리세션들의 하나의 세트의 피치가 돌출부들 및 리세션들의 이웃하는 세트와 상이하면서 균일한 RLT를 유지하도록 패터닝될 수 있다.

[0038] [0046] 도 4a는 기판에, 임프린트 유체의 가변 RLT 패턴들 및 가변 에칭 깊이 패턴들을 제작하는 예시적인 프로세스(400)를 예시한다. 단계(402)에서, 분배 시스템은 임프린트 유체를 기판(102)에 적용한다. 임프린트 유체는 비-균일 패턴에 따라 기판(102)의 표면에 적용된다. 임프린트 유체는, 임프린트 유체의 단위 면적당 평균

볼륨이 미리결정된 패턴에 따라 기판에 걸쳐 가변하도록 적용된다. 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 변동은 부분적으로, 임프린트 유체에 제작된 패터닝된 층의 RLT의 변동들을 결정할 것이다.

[0039] [0047] 예컨대, 기판(102) 상에 분배되는 임프린트 유체의 볼륨은 임프린트 유체(420, 422)의 방울들을 가변 볼륨들로 적용함으로써 가변될 수 있다. 예컨대, 분배 시스템은 기판의 하나의 구역(421)에 큰 방울들(420)을 그리고 기판(102)의 다른 구역(423)에 더 작은 방울들(422)을 적용할 수 있다. 단위 면적당 임프린트 유체의 더 큰 볼륨들은 더 큰 RLT들을 생성하는 경향이 있는 반면, 단위 면적당 임프린트 유체의 더 낮은 볼륨들은 더 작은 RLT들을 생성하는 경향이 있다. 그러나, 임프린트 리소그래피 템플릿의 피처들의 크기 및 깊이는 또한 RLT에 영향을 미칠 수 있다. 상이한 임프린트 유체 분배 패턴들을 생성하기 위한 다양한 기법들은 도 5를 참조하여 아래에 더 상세히 설명된다.

[0040] [0048] 임프린트 유체는 벌크(bulk) 임프린트 레지스트 재료, 이를테면 이소보닐 아크릴레이트(IBOA), 메돌(Medol) 10, HDODA(hexanediol diacrylate), 이르가큐어(Irgacure) 907, 다로큐어(Darocur) 4265, MASURF FS-2000 계면활성제 2, n-헥실 아크릴레이트(hexyl acrylate), 에틸렌 글리콜 디아크릴레이트(ethylene glycol diacrylate), 또는 2-히드록시(hydroxy)-2-메틸(methyl)-1-페닐(phenyl)-프로판(propan)-1-원(one)(그러나 이들로 제한되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0041] [0049] 임프린트 유체는 컴퓨터 제어 분배 시스템, 예컨대 제팅 분배 시스템, 스프레이 분배 시스템 또는 슬롯-다이 코팅 분배 시스템에 의해 분배될 수 있다. 예컨대, 제팅 분배 시스템은, 제팅 헤드(head)(들)가 기판의 표면 위에서 이동될 때 액적 볼륨들을 제어함으로써 미리결정된 패턴들에 따라 기판 상에 임프린트 유체의 액적들을 분배하도록 제어될 수 있다. 스프레이 분배 시스템은, 임프린트 유체가 기판 상에 분배되는 동안, 기판의 위치를 결정하는 스테이지의 운동을 제어함으로써 단위 면적당 가변 볼륨들로 임프린트 유체를 분배하도록 제어될 수 있다. 슬롯-다이 코팅 시스템은 미리정의된 패턴에 따라 임프린트 유체를 분배하기 위해 스텐실(stencil)과 함께 사용될 수 있다.

[0042] [0050] 단계(404)에서, 임프린트 리소그래피 시스템은 가요성 템플릿(112)을 임프린트 유체(420, 422)에 적용한다. 즉, 가요성 템플릿(112)은 임프린트 유체(420, 422)와 접촉하게 된다. 가요성 템플릿은 템플릿(112)의 표면(426)의 리세션들(424)에 의해 정의된 피처들을 포함한다. 리세션들(424)은 임프린트 유체의 대응하는 형상들 및 크기들의 구조물들을 형성하기 위해 가변 형상들 및 크기들을 가질 수 있다. 템플릿(112)은 임프린트 유체와 접촉하고, 기판(102) 상의 임프린트 유체로부터 인접한 패터닝된 층(180)을 생성하기 위해, 임프린트 유체 방울들(420, 422)을 확산시킨다. 예컨대, 템플릿과 기판 사이의 거리("d")는 기판(102) 상의 임프린트 유체가 템플릿(112)의 표면(426)의 리세션들(424)에 입장하게 하도록 감소된다.

[0043] [0051] 템플릿(112)의 원하는 볼륨이 임프린트 유체(420, 422)에 의해 채워진 이후, 예컨대 원하는 거리("d")에 도달될 때, 임프린트 유체(420, 422)는 패터닝된 층(180)으로 고체화된다. 예컨대, 임프린트 유체(420, 422)는 임프린트 유체(420, 422)를 경화제(curing agent), 예컨대 자외선(UV) 에너지 소스에 노출시킴으로써 고체화될 수 있다. 경화제는 임프린트 유체가 중합화 및 교차 결합하게 한다.

[0044] [0052] 단계(406)에서, 템플릿(112)은 이제 고체화되어 패터닝된 층(180)으로부터 제거된다. 패터닝된 층(180)은 템플릿(112)의 개별 리세션들(424)에 대응하는 구조물들(428) 및 잔류 층(182)을 포함한다. 잔류 층의 두께는 기판(102)의 각각의 개별 구역 상에 분배된 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨에 관하여 가변한다. 임프린트 유체의 특성들로 인해, 임프린트 유체는 템플릿(112)의 리세션들(424)을 우선적으로 채우는 경향이 있어서, 각각의 구역에서 잔류 층(182)은 템플릿 리세션들(424)을 채우는 데 요구되지 않는 임프린트 유체의 과잉 볼륨에 의해 형성된다. 결과적으로, 기판(102)의 각각의 구역의 RLT는 그 구역에 분배되는 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨에 관련된다. 도시된 예에서, 임프린트 유체(420)의 큰 방울들이 분배된 구역(421)은, 임프린트 유체(422)의 더 작은 방울들이 분배된 구역(423)보다 더 두꺼운 RLT를 가진다.

[0045] [0053] 일부 구현들에서, 임프린트 유체는, (도 2 및 도 3을 참조하여 위에 논의된 바와 같이) 잔류 층(182)이 균일한 RLT를 가지게 유지하면서, 가변 형상들, 듀티 사이클들 및/또는 피치들을 가진 구조물들(428)을 갖는 패터닝된 층(180)을 제작하기 위해 미리결정된 패턴으로 적용될 수 있다. 예컨대, 임프린트 유체의 볼륨은, 구조물들(428)의 하나의 세트의 듀티 사이클이 균일한 RLT를 여전히 유지하면서 구조물들(428)의 다른 이웃하는 세트의 구조물들과 상이하도록 적용될 수 있다. 예컨대, 임프린트 유체 분배 패턴은, 높은 듀티 사이클 구조물들을 위해 템플릿(112)의 대응하는 부분을 채우는데 요구될 수 있는 임프린트 유체의 더 큰 볼륨을 차지(account for)하기 위해, 낮은 듀티 사이클을 가진 구조물들이 제작되는 영역에 비해 높은 듀티 사이클을 가진 구조물들(예컨대, 넓은 구조물들 및 좁은 리세션들)이 제작되는 기판의 영역에 더 많은 임프린트 유체를 적용하는 것을

요구할 수 있다. 유사하게, 일부 구현들에서, 임프린트 유체의 볼륨은, 구조물들(428)의 하나의 세트의 피치가 균일한 RLT를 여전히 유지하면서 구조물들(428)의 다른 이웃하는 세트의 피치와 상이하도록 적용될 수 있다.

[0046] [0054] 일부 구현들에서, 프로세스(400)는 패터닝된 층(180)을 형성한 이후 완료될 수 있다. 예컨대, 일부 애플리케이션들에서, 임프린트 유체의 패터닝된 층(180)은 광학 회절 패턴을 형성하는 데 사용될 수 있다. 다른 구현들에서, 패터닝된 층(180) 및 기판(102)은 기판(102) 자체에 마이크로- 또는 나노-구조물들(440)을 형성하기 위해 에칭될 수 있다(예컨대, 단계(416) 참조). 패터닝된 층(180)의 가변 RLT는 균일한 에칭 속도로 패터닝된 층(180) 및 기판(102)을 에칭하면서 기판(102)에 가변 에칭 깊이를 생성하는 역할을 할 수 있다.

[0047] [0055] 단계들((408)-(416))에서, 패터닝된 층(180) 및 기판(102)은 에칭된다. 패터닝된 층(180) 및 기판(102)은 습식 에칭 프로세스, 플라즈마 에칭 프로세스, 건식 에칭 프로세스 또는 이온 빔 에칭/밀링(milling) 프로세스(그러나 이들로 제한되지 않음)를 포함하는 에칭 프로세스들을 사용하여 에칭될 수 있다. 에칭 프로세스는 균일한 에칭 속도 프로세스일 수 있다. 단계들((408)-(416))은, 패터닝된 층(180) 및 기판(102)이 에칭될 때 가변 에칭 깊이들을 가진 기판(102)에 리세션들(442)의 형성을 예시한다. 단계(408)에서, 구역(423)의 잔류 층(182)은 구역(423)의 기판 표면이 노출되게 남겨지게 완전히 에칭된다. 단계(410)에서, 리세션들(442)은 구역(423)에서 기판(102)에 형성되기 시작하고, 잔류 층(182)의 일부는 구역(421)에서 여전히 남아있는다. 게다가, 구역(423)의 구조물들(428)에 대응하는, 구역(423)의 나머지 패터닝된 층(180)은 기판(102)의 밑에 있는 부분들이 에칭되는 것을 보호하고, 따라서 구역(423)에 기판 구조물들(440)이 형성되기 시작한다. 단계(412)에서, 구역(423)의 리세션들(442)은 더 깊게 에칭되고 기판(102)의 표면은 구역(421)에서 노출되게 된다. 단계(414)에서, 리세션들(442)은, 기판(102)이 구역(421)에서 에칭됨에 따라 구역(421)에 형성되기 시작하는 반면, 구역들(421 및 423)에서 나머지 패터닝된 층(180)은 기판 구조물들(440)을 형성할 기판(102)의 부분들을 보호한다. 단계(416)에서, 프로세스(400)가 완료된다. 패터닝된 층(180)은 완전히 에칭될 수 있거나, 또는 원하는 에칭 깊이에 도달될 때, 임의의 나머지 패터닝된 층(180)은 기판(102)으로부터 스트리핑(strip)될 수 있다.

[0048] [0056] 일부 구현들에서, 비-균일 에칭 속도를 가지는 에칭 프로세스 또는 에칭 재료는 패터닝된 층(180) 및 기판(102)을 에칭하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 패터닝된 레지스트 층 및 기판의 에칭 선택도는 1:1 내지 1:3의 패터닝된 층(예컨대, 레지스트) 대 기판의 에칭 선택 비율들을 달성하도록 조정될 수 있다. 다른 말로, 기판은 패터닝된 층보다 최대 3배 빠르게 에칭될 수 있다.

[0049] [0057] 도 4b-도 4d 각각은 임프린트 유체에 다양한 상이한 RLT 패턴들을 생성하는 데 사용될 수 있는 프로세스(400)의 단계들((402)-(406))에 대한 예시적인 변형을 예시한다. 도 4b는, 각각의 구역(422, 423)에 유사한 치수들을 가진 피처들(예컨대, 리세션들(424))을 가진 템플릿(112)이 사용될 때 기판(102)의 구역들(421 및 423)에 상이한 RLT들을 생성하는 데 사용될 수 있는 예시적인 단계들((402b)-(406b))을 예시한다. 달리 말하면, 도 4b에 예시된 기법은, 균일한 치수들의 균일한 피처들을 가진 템플릿(112)이 양쪽 구역들에 적용될 때 패터닝된 층(180)의 2 개의 구역들에 걸쳐 RLT의 변동을 초래할 것이다. 단계(402b)에서, 분배 시스템은, 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨이 구역(423)에서보다 구역(421)에서 더 큰 패턴으로 임프린트 유체를 분배한다. 예컨대, 기판의 구역(421)에 적용된 임프린트 유체의 방울들(420)은 기판(102)의 구역(423)에 적용된 방울들(422)보다 더 크다.

[0050] [0058] 단계(404b)에서, 유사한 치수들을 가진 리세션들(424)을 가진 가요성 템플릿(112)은 임프린트 리소그래피 시스템에 의해 임프린트 유체(420, 422)에 적용된다. 예컨대, 템플릿(112)의 리세션들(424)은, 임프린트 유체(420, 422)가 흐를 수 있는 것과 유사한 볼륨들을 가진다. 가요성 템플릿(112)이 임프린트 유체(420, 422)와 접촉하게 될 때, 각각의 구역(421, 423)으로부터의 유체는 템플릿(112)의 개별 리세션들(424)을 채운다. 구역(423)에 단위 면적당 임프린트 유체가 더 적기 때문에, 개별 템플릿 리세션들(424)이 채워지면 구역(423)에 잔류 층(183)을 형성하기 위한 유체가 또한 기판 상에 더 적게 남을 것이다. 결과적으로, 임프린트 유체(420, 422)가 고체화된 이후 그리고 템플릿(112)이 제거될 때, 단계(406b)에서, 이제 고체화되고 패터닝된 층(180)은 구역(421)에서보다 구역(423)에 더 얇은 RLT를 가질 것이다.

[0051] [0059] 도 4c는, 각각의 구역(422, 423)에 상이한 치수들을 가진 피처들(예컨대, 리세션들(424))을 가진 템플릿(112)이 사용될 때 기판(102)의 구역들(422 및 423)에 상이한 RLT들을 생성하는 데 사용될 수 있는 예시적인 단계들((402c)-(406c))을 예시한다. 달리 말하면, 도 4c에 예시된 기법은, 각각의 구역(421, 423)에 상이한 치수들을 가진 피처들을 가진 템플릿(112)이 기판(102)에 적용될 때 패터닝된 층(180)의 2 개의 구역들에 걸쳐 RLT의 변동을 초래할 것이다. 단계(402c)에서, 분배 시스템은, 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨이 구역(421)

및 구역(423) 둘 모두에 걸쳐 비교적 균일한 패턴으로 임프린트 유체를 분배한다. 예컨대, 구역들(421 및 423)에 적용된 임프린트 유체의 방울들(420)은 거의 동일한 볼륨을 가진다.

[0052] [0060] 단계(404c)에서, 임프린트 리소그래피 시스템에 의해 임프린트 유체(420)에 적용되는 가요성 템플릿(112)은 구역(421)에 더 작은 치수들(예컨대, 더 작은 총 볼륨)을 가진 리세션들(424) 및 구역(423)에 더 큰 치수들(예컨대, 더 큰 총 볼륨들)을 가진 리세션들(424)을 가진다. 가요성 템플릿(112)이 임프린트 유체(420, 422)와 접촉하게 될 때, 각각의 구역(421, 423)으로부터의 유체는 템플릿(112)의 개별 리세션들(424)을 채운다. 구역(423)에서 임프린트 유체에 적용되는 리세션들(424)의 볼륨들이 구역(421)에서 임프린트 유체에 적용되는 리세션들(424)의 볼륨들보다 더 크기 때문에, 개별 템플릿 리세션들(424)이 채워지면 구역(423)에 잔류 층(183)을 형성하기 위한 유체가 또한 기판 상에 더 적게 남을 것이다. 결과적으로, 임프린트 유체(420)가 고체화된 이후 그리고 템플릿(112)이 제거될 때, 단계(406c)에서, 이제 고체화되고 패터닝된 층(180)은 구역(421)에서보다 구역(423)에 더 얇은 RLT를 가질 것이다.

[0053] [0061] 도 4c에 예시된 기법은, 균일한 볼륨의 임프린트 유체가 구역들(421 및 423) 사이에서 단위 면적당 사용되는 것을 제외하고 도 4a의 단계들((402)-(406))에 예시된 기법과 유사하다. 따라서, 구역들(421 및 423) 사이에서 RLT의 차이는 도 4a에 도시된 차이보다 더 작을 수 있고, 여기서 더 큰 볼륨 템플릿 리세션들(424)이 적용되는 구역(423)에 단위 면적당 더 적은 볼륨의 임프린트 유체가 적용된다.

[0054] [0062] 도 4d는, 각각의 구역(422, 423)에 상이한 치수들을 가진 피처들(예컨대, 리세션들(424))을 가진 템플릿(112)이 적용될 때 기판(102)의 구역들(422 및 423)에 균일한 RLT들을 생성하는 데 사용될 수 있는 예시적인 단계들((402d)-(406d))을 예시한다. 달리 말하면, 도 4b에 예시된 기법은, 각각의 구역에 상이한 치수들을 가진 피처들을 가진 템플릿(112)이 기판(102)에 적용될 때 패터닝된 층(180)의 2 개의 구역들(421, 423)에 걸쳐 균일한 RLT를 초래할 것이다. 단계(402d)에서, 분배 시스템은, 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨이 구역(421)에서보다 구역(423)에서 더 큰 패턴으로 임프린트 유체를 분배한다. 예컨대, 기판의 구역(423)에 적용된 임프린트 유체의 방울들(420)은 기판(102)의 구역(421)에 적용된 방울들(422)보다 더 크다.

[0055] [0063] 단계(404d)에서, 임프린트 리소그래피 시스템에 의해 임프린트 유체(420, 422)에 적용되는 가요성 템플릿(112)은 구역(421)에 더 작은 치수들(예컨대, 더 작은 총 볼륨)을 가진 리세션들(424) 및 구역(423)에 더 큰 치수들(예컨대, 더 큰 총 볼륨들)을 가진 리세션들(424)을 가진다. 가요성 템플릿(112)이 임프린트 유체(420, 422)와 접촉하게 될 때, 각각의 구역(421, 423)으로부터의 유체는 템플릿(112)의 개별 리세션들(424)을 채운다. 각각의 구역(421, 423)에 적용된 임프린트 유체(420, 422)의 볼륨은 각각의 개개의 구역(421, 423)에 패터닝될 템플릿 피처들(예컨대, 리세션들(424))의 치수들에 맞추어질 수 있어서, 각각의 구역에 거의 동일한 RLT를 남기면서 대응하는 템플릿 구조물들을 채우기 위해 각각의 구역에 충분한 임프린트 유체가 존재한다. 예컨대, 구역(421)에 적용되는 임프린트 유체의 볼륨은 원하는 RLT에 필요한 볼륨 더하기 구역(421)에 적용될 템플릿(112)의 부분의 좁은 리세션들(424)을 채우는 데 요구되는 볼륨과 동일할 것이다. 마찬가지로, 구역(423)에 적용되는 임프린트 유체의 볼륨은 구역(421)의 볼륨과 동등한 RLT를 달성하는 데 필요한 볼륨 더하기 구역(423)에 적용될 템플릿(112)의 부분의 넓은 리세션들(424)을 채우는 데 요구되는 볼륨과 동일할 것이다. 결과적으로, 임프린트 유체(420, 422)가 고체화된 이후 그리고 템플릿(112)이 제거될 때, 단계(406d)에서, 이제 고체화되고 패터닝된 층(180)은 구역들(421 및 423)에 걸쳐 균일한 RLT이지만, 상이한 치수들을 가진 구조물들(428)을 가질 것이다.

[0056] [0064] 임프린트 유체 패턴들 및 임프린트 리소그래피 템플릿 패턴들의 몇몇 변동들(예컨대, 피처 기하학적 구조물들 및 치수들)이 논의되었지만, 임프린트 유체와 템플릿 패턴들의 많은 부가적인 조합들은 본 개시내용의 범위 내에 있고 그리고 임프린트 유체의 패터닝된 층들에 다양한 다른 패턴들의 구조물들 및 RLT들을 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0057] [0065] 도 5는 다양한 예시적인 임프린트 유체 분배 패턴들을 가진 기판들의 평면도들을 예시한다. 먼저 기판(500)을 참조하면, 임프린트 유체는 기판의 미리결정된 구역들의 단위 면적당 고정된 볼륨들에 따라 분배될 수 있다. 예컨대, 기판(500)은 상이한 임프린트 유체 분배 패턴을 각각 예시하는 3 개의 구역들(502, 504, 506)을 포함한다. 각각의 구역(502, 504, 506)은 동일한 임프린트 유체의 볼륨을 각각 가진 복수의 임프린트 유체 방울들(508, 510)을 포함한다. 그러나, 구역들(502 및 506)의 방울들(508)은 구역(504)의 방울들(510)보다 더 적은 임프린트 유체의 볼륨을 가진다. 게다가, 각각의 구역(502, 504, 506)은 임프린트 유체 방울들의 고정된 밀도를 가지지만 임프린트 유체의 단위 면적당 상이한 볼륨을 가진다. 구체적으로, 도시된 예에서, 임프린트 유체의 단위 면적당 볼륨은 각각의 구역에서 방울 밀도 및 방울 크기(또는 방울 볼륨)의 함수이다. 따라서, 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨은 방울 밀도, 방울 볼륨 또는 둘 모두를 가변시킴으로써 기판의 구역들 사이에

서 가변될 수 있다.

[0058] [0066] 예컨대, 구역(504)은 단위 면적당 가장 큰 임프린트 유체의 볼륨을 가지며, 구역(506)은 단위 면적당 최소의 임프린트 유체의 볼륨을 가지며, 그리고 구역(506)은 구역(504)보다 작지만 구역(506)보다 더 큰 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨을 가진다. 구역들(502 및 504) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 가변 방울 볼륨에 의해 임프린트 유체 패턴을 가변시키는 예이다. 즉, 구역들(502 및 504) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 각각의 개별 구역에서 임프린트 유체 방울들(508, 510)의 볼륨에 의해 정의된다. 예컨대, 구역들(502 및 504) 둘 모두는 동일한 방울들의 밀도(예컨대, 단위 면적당 방울들의 수)를 포함하지만, 구역(504)의 방울들(510)의 볼륨은 구역(502)의 방울들(508)의 볼륨보다 더 크다.

[0059] [0067] 구역들(502 및 506) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 가변 방울 밀도에 의해 임프린트 유체 패턴을 가변시키는 예이다. 즉, 구역들(502 및 506) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 각각의 개별 구역에서 임프린트 유체 방울들(508)의 밀도에 의해 정의된다. 예컨대, 구역들(502 및 506) 둘 모두는 동일한 방울 볼륨을 가지는 임프린트 유체 방울들(508)을 포함하지만, 구역(506)의 방울들(508)의 밀도는 구역(502)의 방울들(508)의 밀도보다 더 작다.

[0060] [0068] 구역들(504 및 506) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 방울 밀도 및 방울 볼륨 둘 모두를 가변시킴으로써 임프린트 유체 패턴을 가변시키는 예이다. 즉, 구역들(504 및 506) 사이에서 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨의 차이는 각각의 개별 구역에서 임프린트 유체 방울들(508, 510)의 볼륨 및 방울들(508, 510)의 밀도 둘 모두의 변동들에 의해 정의된다. 예컨대, 구역(504)의 방울들(510)은 구역(506)의 방울들(508)보다 더 큰 볼륨을 가질 뿐만 아니라 더 밀집된 패턴으로 적용된다.

[0061] [0069] 기판(525)을 참조하면, 임프린트 유체는 기판의 미리결정된 구역의 단위 면적당 가변 볼륨에 따라 분배될 수 있다. 예컨대, 기판(525)은 상이한 임프린트 유체 분배 패턴을 각각 예시하는 2 개의 구역들(530 및 532)을 포함한다. 각각의 구역(530, 532)은 복수의 임프린트 유체 방울들(534, 536, 538)을 포함한다. 구역(530)은 (구역(502)과 유사한) 단위 면적당 임프린트 유체의 고정된 볼륨을 가지며 구역(532)은 단위 면적당 임프린트 유체의 가변 볼륨을 가진다. 예컨대, 구역(532)은 화살표(540)의 방향으로 감소하는 볼륨 경사도를 형성하는 단위 면적당 임프린트 유체 볼륨을 가진다. 경사도는 구역의 방울들의 볼륨, 구역의 방울들의 밀도, 또는 둘 모두를 가변시킴으로써 형성될 수 있다. 구체적으로, 구역(532)은 방울 볼륨 및 방울 밀도 둘 모두를 가변시킴으로써 단위 면적당 임프린트 유체 볼륨을 가변시키는 예를 예시한다. 도시된 바와 같이, 임프린트 유체 방울들의 연속적인 행들은 화살표(540)의 방향으로 볼륨 및 밀도 둘 모두가 감소한다. 그런 패턴은 패터닝된 층에 연속적이거나 거의 연속적인 RLT 경사도를 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0062] [0070] 기판(575)은 회절 패턴의 회절 효율 출력 맵(550)에 대응하는 임프린트 유체 분배 패턴의 예를 예시한다. 기판(575)의 더 밝은 부분들(580)은 더 큰 볼륨의 임프린트 유체 방울들을 나타내고 더 어두운 부분들(582)은 더 작은 볼륨의 임프린트 유체 방울들을 나타낸다. 기판(575) 상에 분배된 단위 면적당 임프린트 유체의 볼륨은 회절 효율 맵(550)에 따라 가변한다. 회절 효율 맵(550)은 예컨대 균일한 RLT를 가진 임프린트 리소그래피 회절 패턴으로부터 생성될 수 있다. 기판(575) 상의 임프린트 유체 분배 패턴은, 기판(575) 상의 분배 패터닝에 의해 생성된 임프린트 리소그래피 회절 패턴으로 생성된 RLT의 변동들이 균일한 RLT 회절 패턴으로부터 생성된 회절 패턴의 비효율성들을 보상하도록 생성될 수 있다. 예컨대, RLT 변동들은 균일한 RLT 회절 패턴들의 컬러 및/또는 휘도 분포의 비-균일성들을 보상하는 대응하는 임프린트 유체 분배 패턴들로부터 생성될 수 있다.

[0063] [0071] 도 6 및 도 7은 임프린트 유체에 가변 RLT 패턴들을 생산하는 데 사용될 수 있는 몇몇 예시적인 임프린트 리소그래피 템플릿 설계들을 예시한다. 템플릿들은 마스터 또는 서브-마스터 템플릿들일 수 있다. 마스터 템플릿은 일반적으로 표면에 새로운 피처 설계로 생성된 제1 템플릿이다. 마스터 템플릿들은 예컨대 전자 빔 리소그래피에 의해 생성될 수 있다. 서브-마스터 템플릿은 일반적으로 마스터 템플릿의 복제본(replica) 또는 거의-복제본이다. 서브-마스터 템플릿은 임프린트 리소그래피 및 에칭 프로세스, 이를테면 위에 설명된 프로세스(400)로부터 생성될 수 있다. 더 구체적으로, 일부 구현들에서, 프로세스(400)는 균일한 에칭 깊이 피처들을 가진 마스터 템플릿으로부터 가변 에칭 깊이 피처들을 가진 서브-마스터 템플릿을 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0064] [0072] 예컨대, 도 6을 참조하면, 도 4a 및 프로세스(400)를 참조하여 설명된 템플릿(112)은 마스터 템플릿일 수 있다. 도시된 바와 같이, 템플릿(112)은 균일한 깊이를 가진 복수의 피처들(리세션들(424))을 포함한다. 템플릿(112)은 가변 RLT를 가진 잔류 층(182)을 가진 패터닝된 층(180)을 생성하기 위해 프로세스(400)(위에 논의됨)에 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 프로세스(400)는 마스터 템플릿(112)으로부터 가변 에칭 깊이들을

가진 피처들(624a, 624b)을 가진 서브-마스터 템플릿(612)을 생성하는 데 사용될 수 있다. 즉, 프로세스(400)가 (예컨대, 단계(416)에서) 완료될 때, 도 4a에 도시된 에칭된 기판(102)은 (템플릿(612)으로 도 6에 예시된) 완성된 서브-마스터 템플릿일 수 있다. 이어서, 프로세스(400)는 예컨대 패터닝된 층들, 이를테면 패터닝된 층(680)의 더 복잡한 구조적 기하학적 구조물들 및 패턴들을 생성하기 위해 서브-마스터 템플릿(612)을 사용하여 반복될 수 있다.

[0065] [0073] 예컨대, 임프린트 리소그래피 분배 시스템은 임프린트 유체를 새로운 기판(602)에 적용하는 데 사용될 수 있다. 기판(602) 상에 분배되는 임프린트 유체의 볼륨은 임프린트 유체(620, 622)의 방울들을 가변 볼륨들로 적용함으로써 가변될 수 있다. 예컨대, 분배 시스템은 기판의 하나의 구역(621)에 작은 방울들(620)을 그리고 기판(602)의 다른 구역(623)에 더 큰 방울들(622)을 적용할 수 있다. 템플릿(612)은 패터닝된 층(680)을 형성하기 위해 임프린트 유체에 적용되고 경화제는 패터닝된 층(680)을 고체화하기 위해 임프린트 유체에 적용될 수 있다(예컨대, 단계(404) 참조). 템플릿(612)의 가변 에칭 깊이 피처들(624a, 624b)과 가변 임프린트 유체 분배 볼륨들의 조합은 가변 RLT를 가진 잔류 층(682) 및 가변 높이를 가진 구조물들(684, 686, 688) 둘 모두를 가진 패터닝된 층을 생성하는 데 사용될 수 있다. 원한다면, 패터닝된 층(680) 및 기판(602)은 패터닝된 층(680) 상의 패턴을 기판(602)에 전사하기 위해 (예컨대, 단계들((408)-(416))을 참조하여 설명된 바와 같이) 에칭될 수 있다.

[0066] [0074] 일부 구현들에서, 가변 에칭 깊이 피처들(624a, 624b)을 가진 서브-마스터 템플릿은, 균일한 볼륨의 임프린트 유체가 적용될 때에도 가변 RLT들이 패터닝된 층에 생성될 수 있도록 사용된다. 예컨대, 임프린트 리소그래피 시스템은 균일한 볼륨으로 임프린트 유체를 새로운 기판(602)에 적용할 수 있다. 따라서, 방울들(620 및 622)의 볼륨 및 밀도는 임프린트 시스템의 허용오차들 내에서 균일할 수 있다. 패터닝된 층(680)을 형성하기 위해 템플릿(612)을 임프린트 유체에 적용하는 것은 템플릿의 피처들의 치수들에 따라 가변하는 RLT를 가진 잔류 층을 생성할 수 있다. 예컨대, 잔류 층은 템플릿의 피처들, 이를테면 더 깊은 에칭 깊이들을 가진 피처들의 볼륨들에 따라 가변하는 RLT를 가진다.

[0067] [0075] 일부 구현들에서, 본원에 설명된 기법들은 가변 피처 형상 프로파일들, 이를테면 계단형 형상 프로파일들을 가진 피처들을 포함하는 서브-마스터 템플릿들을 제작하는 데 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 본원에 설명된 기법들을 사용하여 제작된 서브-마스터 템플릿들은 큰 볼륨들의 패터닝된 기판들을 생성하기 위한 템플릿들로서 사용될 수 있다.

[0068] [0076] 도 7은 본 개시내용의 구현들에 따른 가변 RLT 패턴들 및 가변 에칭 깊이 패턴들을 제작하는 예시적인 방법(700)의 흐름도를 도시한다. 프로세스(700)는 논리 흐름 그래프에 배열된 참조 동작들의 집합으로 예시된다. 동작들이 설명되는 순서는 제한으로 이해되도록 의도되지 않고, 그리고 임의의 수의 설명된 동작들은 프로세스를 구현하기 위해 다른 순서들로 그리고/또는 동시로 조합될 수 있다.

[0069] [0077] 임프린트 유체는 미리결정된 패턴에 따라 기판 상에 분배된다(702). 예컨대, 임프린트 리소그래피 분배 시스템은 임프린트 유체를 기판에 적용하는 데 사용될 수 있다. 임프린트 유체는 비-균일 패턴에 따라 기판의 표면에 적용될 수 있다. 예컨대, 임프린트 유체는, 임프린트 유체의 단위 면적당 평균 볼륨이 미리결정된 패턴에 따라 기판에 걸쳐 가변하도록 적용될 수 있다. 게다가, 단위 면적당 임프린트 유체의 평균 볼륨은 위에 논의된 바와 같은 몇몇 상이한 기법들에 따라 가변될 수 있다.

[0070] [0078] 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면은 임프린트 유체와 접촉하게 된다(704). 예컨대, 임프린트 리소그래피 시스템은 유체 위에 템플릿을 겹치고 임프린트 유체를 접촉시키기 위해 템플릿과 기판 사이의 거리를 감소시킴으로써 임프린트 유체 상에 임프린트 리소그래피 템플릿을 가할 수 있다. 템플릿과 기판 사이의 거리는, 원하는 양의 임프린트 유체가 템플릿의 패터닝된 리세션들 내로 흐르는 것을 허용하는 원하는 거리에 도달할 때까지 추가로 감소될 수 있다.

[0071] [0079] 임프린트 유체는 패터닝된 층으로 고체화된다(706). 임프린트 리소그래피 시스템은 임프린트 유체를 경화제에 노출시킴으로써 임프린트 유체를 패터닝된 층으로 고체화할 수 있다. 예컨대, 템플릿과 기판 사이의 원하는 거리에 도달된 이후, 임프린트 유체는 임프린트 유체를 경화제에 노출시킴으로써 고체화될 수 있다. 경화제는 에너지 소스, 예컨대 임프린트 유체를 중합화 및 교차 결합함으로써 고체화하게 하는 UV 에너지 소스일 수 있다.

[0072] [0080] 패터닝된 층 및 기판은 선택적으로 에칭된다(708). 예컨대, 패터닝된 층이 고체화되고 템플릿이 제거된 이후, 패터닝된 층 및 기판은 에칭될 수 있다. 예시적인 에칭 프로세스들은 습식 에칭 프로세스들, 플라즈

마 에칭 프로세스들, 건식 에칭 프로세스들 및 이온 빔 에칭/밀링 프로세스들(그러나 이들로 제한되지 않음)을 포함한다. 에칭 프로세스는 균일한 에칭 속도 프로세스일 수 있어서, 패터닝된 층 및 밑에 있는 기판은 동일한 속도(예컨대, 1:1 에칭 선택 비율)로 에칭된다. 일부 구현들에서, 패터닝된 층과 기판의 에칭 선택도는 패터닝된 층(예컨대, 레지스트)과 기판 사이의 비-균일 에칭 속도들을 달성하기 위해 조정될 수 있다. 예컨대, 패터닝된 레지스트 층 및 기판의 에칭 선택도는 1:1 내지 1:3의 패터닝된 층(예컨대, 레지스트) 대 기판의 에칭 선택 비율들을 달성하도록 조정될 수 있다.

[0073] [0081] 기판에, 가변 에칭 깊이들을 갖는 피처들 및 두께가 가변하는 잔류 층을 가진 임프린트 층들의 마이크로- 및 나노-패턴들은 광학 디바이스들에 사용하기 위한 회절 패턴들을 생성하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 그런 마이크로- 및 나노-패턴들을 포함하는 회절 패턴들은 디바이스들, 이를테면 광학 파 가이드들에 사용되는 회절 렌즈들 또는 광학 커플러들에 대한 더 효율적인 광학 회절 패턴들을 제공할 수 있다.

[0074] [0082] 도 8a-도 8b는 비대칭 구조물들이 사용되는 예시적인 디바이스들을 도시한다. 도 8a는 광학 시스템(800)의 예의 사시도를 도시한다. 광학 시스템(800)은 예컨대, 한 쌍의 가상 현실 또는 증강 현실 안경으로 예시된 광학 투사 시스템이다. 예시적인 광학 시스템은 시스템(800)의 렌즈(804) 상에 이미지를 투사하기 위한 회절 렌즈들 및 커플러들을 포함할 수 있다. 시스템(800)은 (예컨대, 프로세서로부터) 데이터 표현 이미지를 수신하고 이미지를 시스템(800)의 렌즈(804) 상의 구역(802) 상으로 투사할 수 있다. 따라서, 사용자는 구역(802)에 투사될 뿐만 아니라 렌즈들(804)을 통해 볼 수 있는 장면 상에 오버레이(overlay)된 것으로 이미지를 볼 수 있다. 다른 예시적인 투사 시스템들은 비디오 투사기들, 모바일 비디오 투사기들, 헤드-업(heads-up) 디스플레이(예컨대, 차량들용 헤즈-업 디스플레이들), 현미경들, 망원경들 및 다른 광학 디바이스들(그러나 이들로 제한되지 않음)을 포함할 수 있다. 다른 예시적인 광학 시스템들(900)에서, 비대칭 구조물들은 반사 편광기 필름들(예컨대, GLAD 와이어 그리드 편광기들)에 사용될 수 있다. 예컨대, 비대칭 구조물들은 LCD 디스플레이 시스템들용 반사 편광 필름들, 이를테면 스마트폰들, LCD 모니터들, LCD 텔레비전들, 태블릿 컴퓨터들 등에 사용된 반사 편광 필름들에 사용될 수 있다.

[0075] [0083] 도 8b는 사용자의 눈의 전면에 위치결정될 수 있는 렌즈(852) 내의 이미지를 투사하기 위한 도파관(850)의 평면도를 도시한다. 예컨대, 도파관(850)은 증강 현실 이미지들을 사용자에게 제공하기 위해 한 쌍의 안경(854)에 부착될 수 있다. 도파관(850)은 프로세서로부터 이미지 데이터를 수신하고 도파관(850)의 렌즈(852) 내의 이미지를 투사한다.

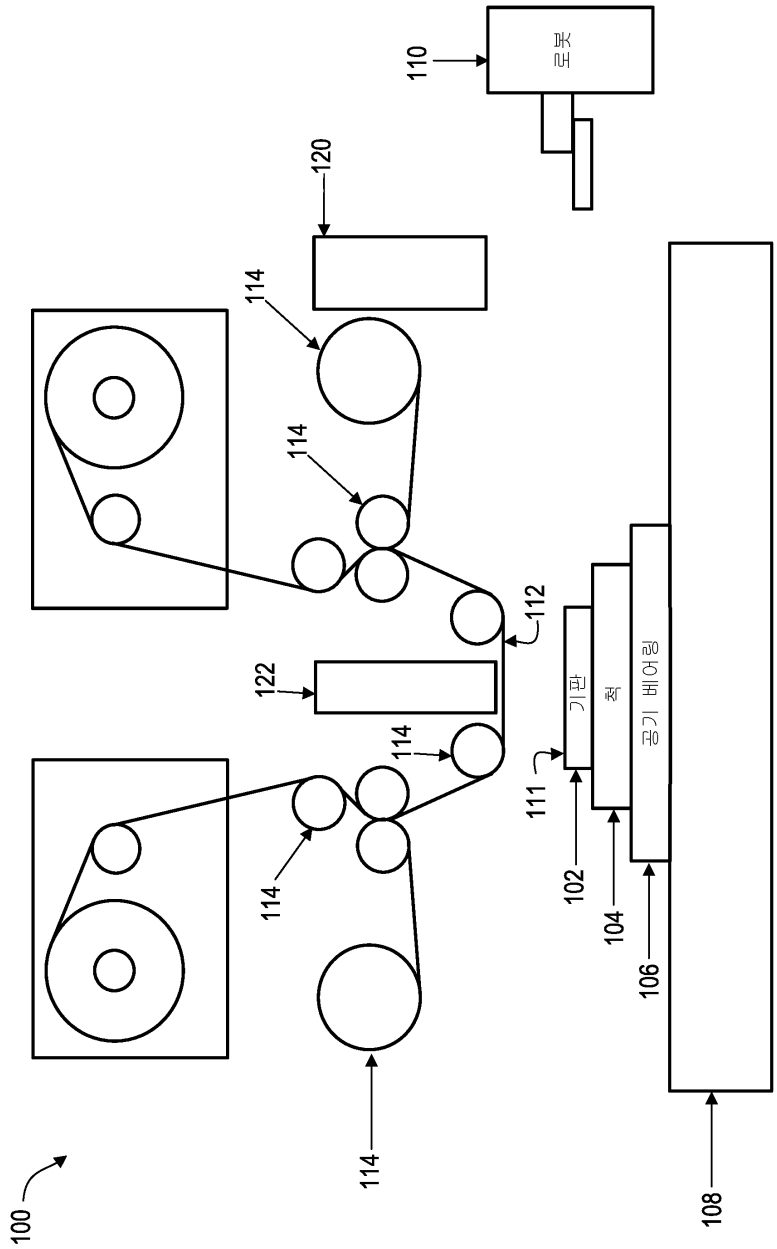
[0076] [0084] 투사 시스템(800) 및 도파관(850)의 회절 렌즈들 및 광학 커플러들은 (위에 논의된 바와 같이) 가변 RLT들을 가진 임프린트 유체의 패터닝된 층 또는 가변 피처 에칭 깊이들을 가진 패터닝된 기판으로 제작되는 회절 패턴들을 포함할 수 있다. 가변 RLT들 또는 에칭 깊이들을 가진 회절 패턴들은 그런 렌즈들 및 광학 커플러들의 회절 효율성을 개선하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 개선된 회절 효율성은 사용자에게 더 밝고, 더 잘 보이는 이미지들을 초래할 수 있다. 개선된 회절 효율성은 또한 증강 현실 및 다른 광학 시스템들에 대한 에너지 절약들을 초래할 수 있다.

[0077] [0085] 회절 패턴들이 광학 시스템들을 참조하여 설명되었지만, 본 개시내용의 구현들이 가시 광에 대한 회절 패턴들로 제한되지 않는 것이 이해되어야 한다. 대신, 본원에 설명된 패터닝된 층들 및 에칭된 기판들 및 이들을 제작하기 위한 프로세스들은 제작된 구조물들의 피처들에 대응하는 파장들을 가진 다양한 전자기 파들에 대한 회절 패턴들을 생성하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 본원에 설명된 패터닝된 층들 및 에칭된 기판들은 적외선(IR) 파장들 내지 자외선(UV) 파장들, 및 잠재적으로 X-선들 범위의 전자기 파들에 대한 회절 패턴들에서 기능적일 수 있다.

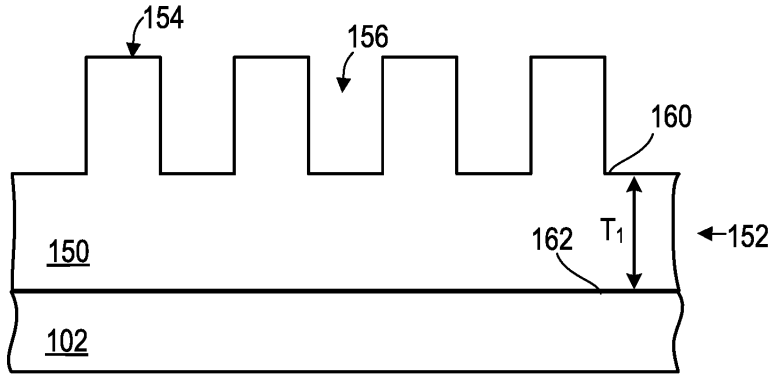
[0078] [0086] 다수의 예들이 예시 목적들을 위해 설명되었지만, 전술한 설명은 첨부된 청구항들의 범위에 의해 정의된 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다. 다음 청구항들의 범위 내에서 다른 예들 및 수정들이 존재하고 존재할 것이다.

도면

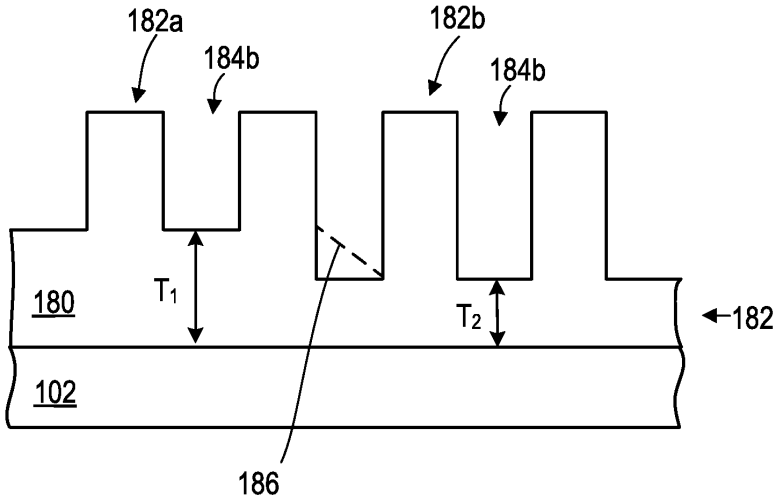
도면1


로봇
110
120
114
114
112
122
114
114
114
111
기판
칵
공기 베어링
102
104
106
108
100

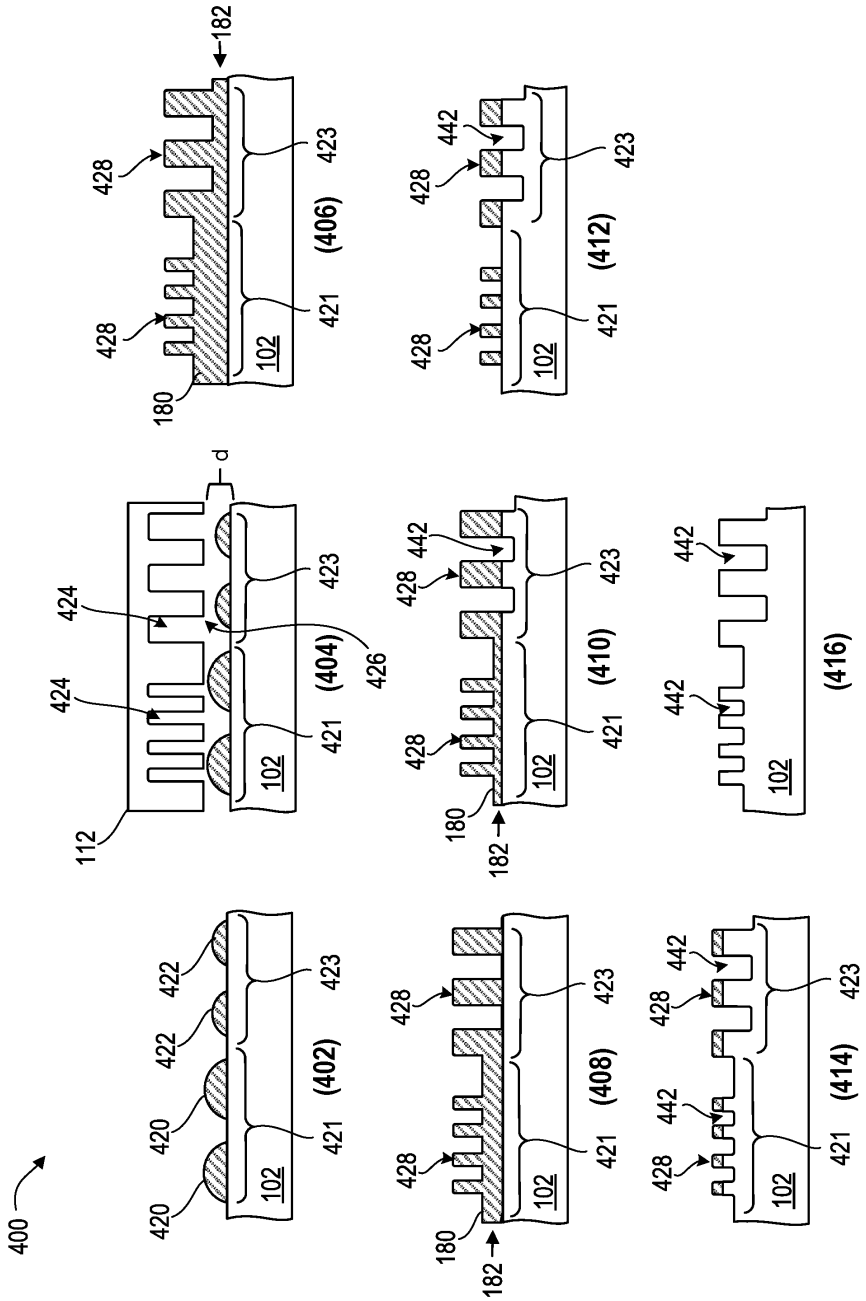
도면2


154
156
160
150
162
T1
152
102

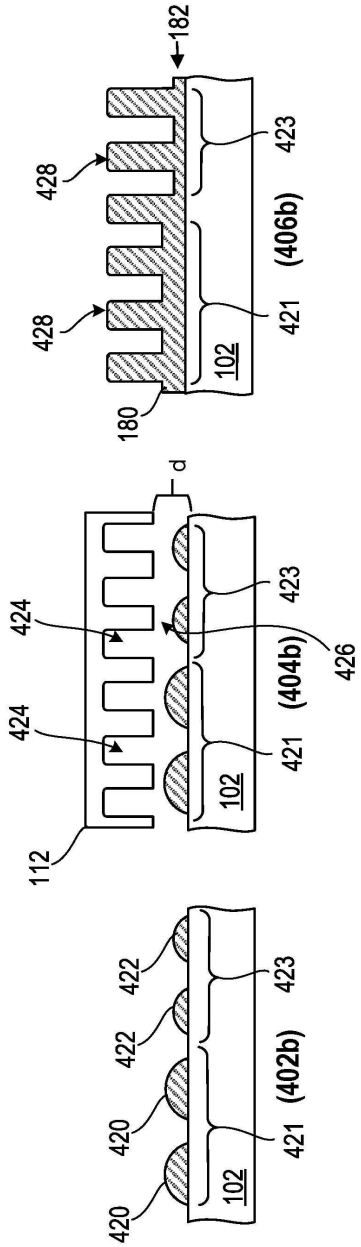
도면3


182a
184b
182b
184b
180
T1
T2
182
102
186

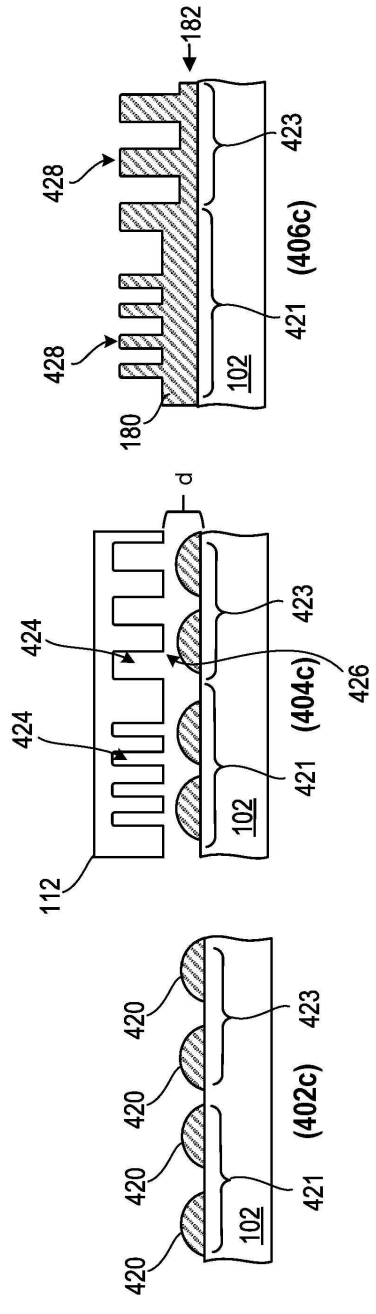
도면4a


400
420
422
422
423
421
102
(402)
112
424
424
426
d
(404)
180
182
428
428
423
421
102
(406)
428
442
423
421
102
(412)
428
442
423
421
102
(410)
180
182
442
442
102
(416)
428
442
423
421
102
(408)
180
182
428
442
428
442
423
421
102
(414)

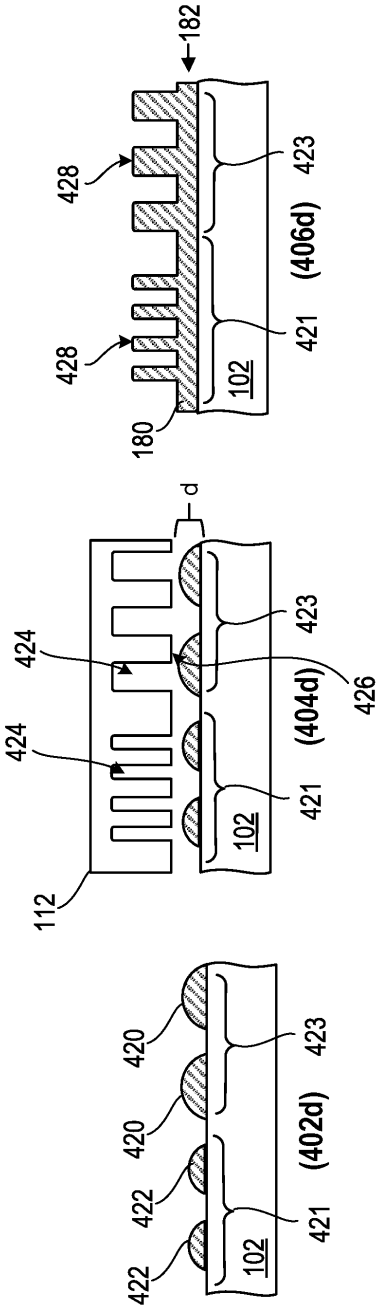
도면4b


182
428
428
423
(406b)
421
102
180
d
424
424
423
426
(404b)
421
102
112
422
422
420
420
423
(402b)
421
102

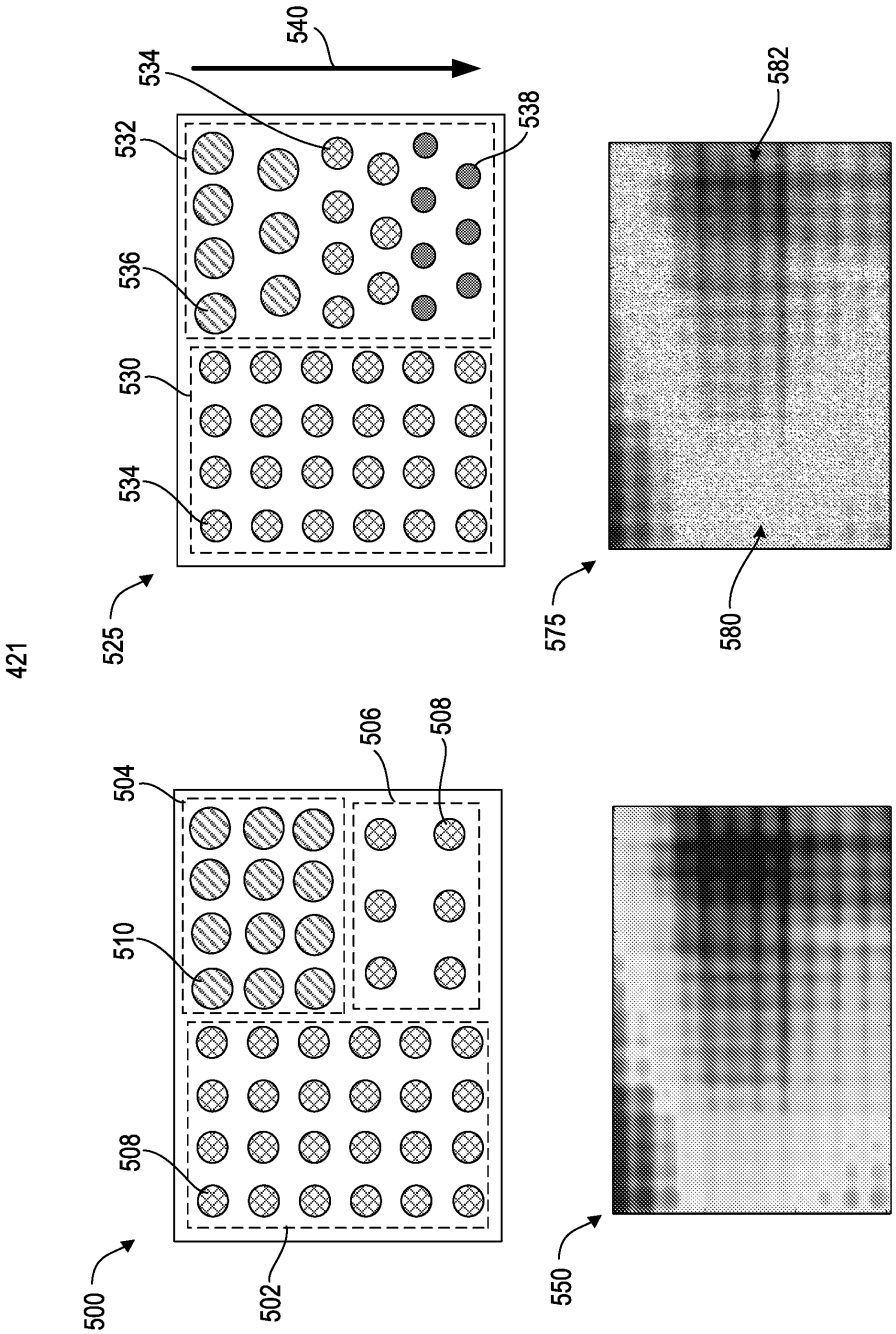
도면4c


182
428
428
180
423
(406c)
421
102
d
424
424
112
423
(404c)
426
421
102
420
420
420
420
423
(402c)
421
102

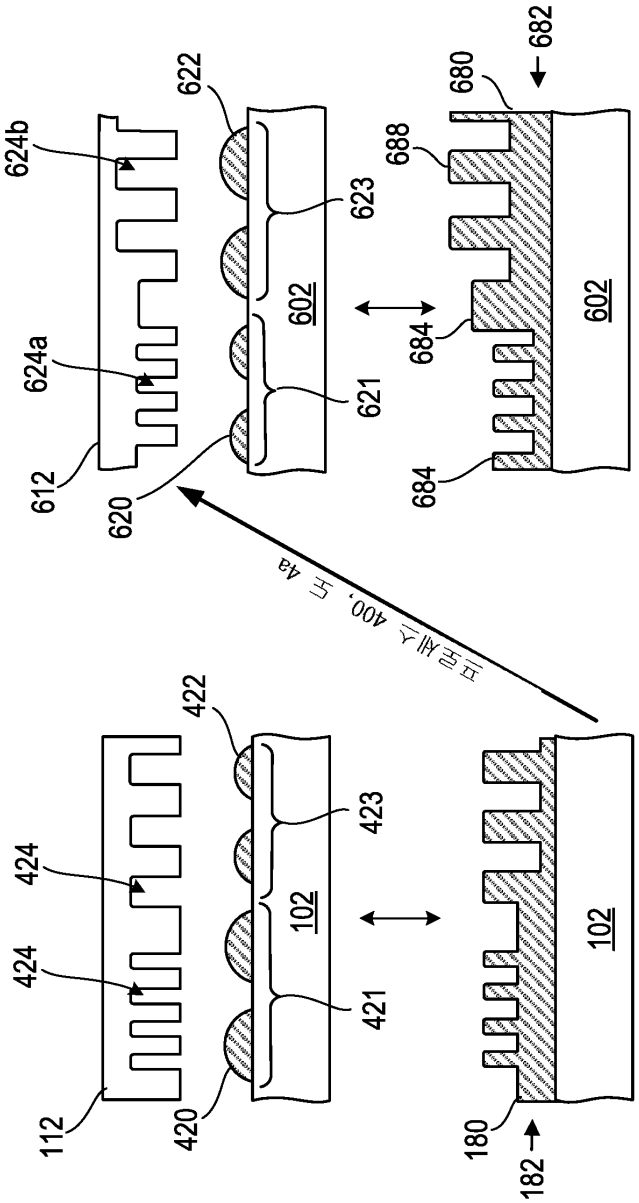
도면4d


182
428
428
423
(406d)
421
102
180
d
424
424
423
426
(404d)
421
102
112
420
420
422
422
423
(402d)
421
102

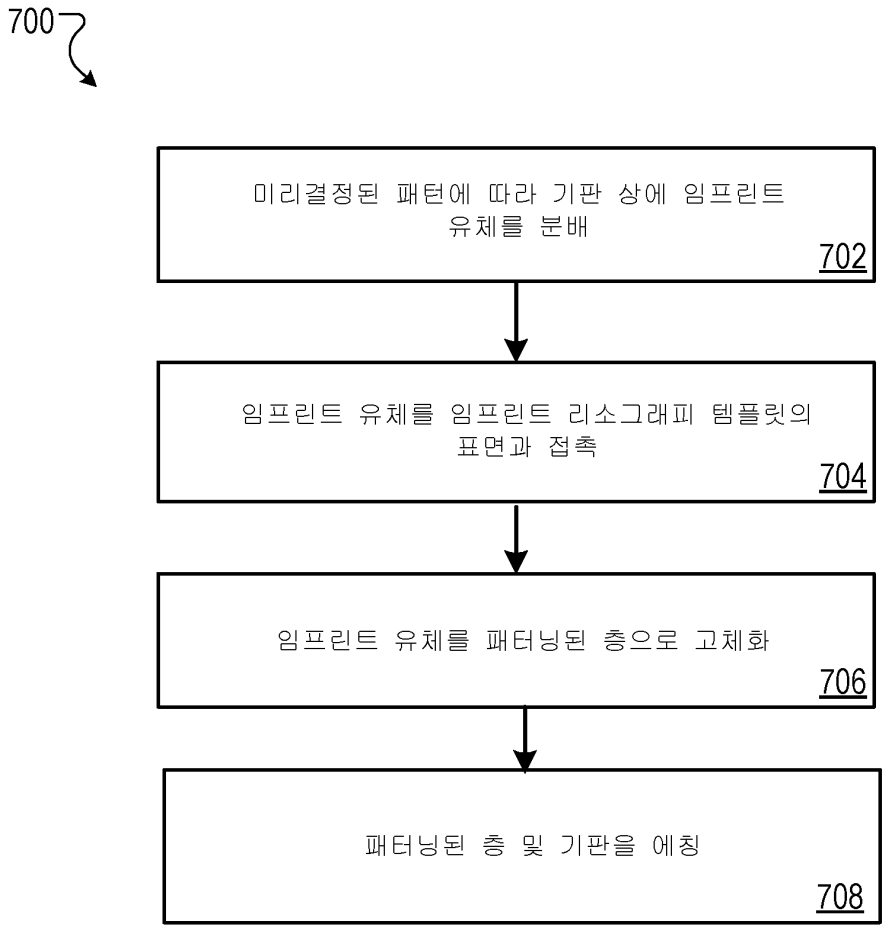
도면5


421
525
534
532
536
530
534
538
540
575
582
580
500
502
504
510
508
506
508
550

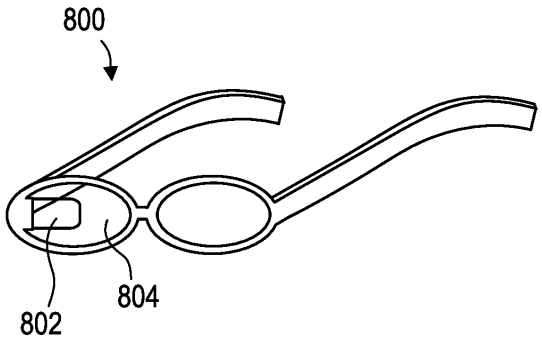
도면6


624b
624a
612
620
622
623
602
621
680
682
688
684
602
684
422
423
424
424
102
421
112
420
180
182
102
프로세스 400, 도 4a

도면7


700
미리결정된 패턴에 따라 기판 상에 임프린트 유체를 분배
702
임프린트 유체를 임프린트 리소그래피 템플릿의 표면과 접촉
704
임프린트 유체를 패터닝된 층으로 고체화
706
패터닝된 층 및 기판을 에칭
708

도면8a


800
802
804

도면8b

