



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0084437
(43) 공개일자 2016년07월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
G03F 9/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/70375 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7015230
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월10일
심사청구일자 2016년06월08일
- (85) 번역문제출일자 2016년06월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/071814
- (87) 국제공개번호 WO 2015/067433
국제공개일자 2015년05월14일
- (30) 우선권주장
61/901,968 2013년11월08일 미국(US)

- (71) 출원인
에이에스엠엘 네델란드 비.브이.
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
- (72) 발명자
부이스터, 산더 프레데릭
네덜란드 엔엘-5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
암베시, 다비드
네덜란드 엔엘-4814 게아 브레다 하크베크 3
- (74) 대리인
특허법인(유)화우

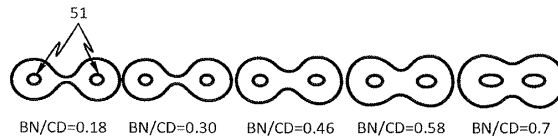
전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 발명의 명칭 **지향성 자가-조립을 위해 가이드 템플릿을 생성하는 방법론**

(57) 요약

리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피쳐들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 피쳐 가이드 템플릿을 설계하는 방법이 개시되고, 피쳐 가이드 템플릿은 병목부에 의해 결합되는 적어도 2 개의 부분들을 포함하며, 상기 방법은 적어도 상기 부분들 중 적어도 하나의 제 1 폭의 값, 병목부의 제 2 폭의 값, 또는 제 1 폭 및 제 2 폭 모두에 기초한 값을 포함한 피쳐 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 피쳐 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

G03F 9/7042 (2013.01)

H01L 21/0274 (2013.01)

G03F 2007/2067 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피처(feature)들을 형성하기 위해 블록 공중합체(block copolymer)의 자가-조립(self-assembly)을 안내하는 피처 가이드 템플릿(feature guiding template)을 설계하는 방법에 있어서,

상기 피처 가이드 템플릿은 병목부(bottleneck)에 의해 결합(join)되는 적어도 2 개의 부분들을 포함하며, 상기 방법은:

적어도 상기 병목부의 폭의 값, 또는 상기 병목부의 폭 및 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭을 모두 포함하거나 모두에 기초한 값을 포함한 상기 피처 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 상기 피처 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피처들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 피처 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 방법에 있어서,

상기 적어도 2 개의 피처들 중 다른 것은 감안하지 않고(without accounting for) 상기 적어도 2 개의 피처들 각각에 대한 가이드 템플릿을 결정하는 단계; 및

적어도 상기 피처 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 상기 피처 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 단계

를 포함하며, 상기 피처 가이드 템플릿은 2 이상의 피처들에 대한 가이드 템플릿들 각각의 결합인 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 특성은: 높이, 형상, 피처 간격, 재료, 측벽 각도 및/또는 계면 화학으로부터 선택되는 1 이상을 포함하는 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 2 개의 피처들은: 접촉홀(contact hole), 격리 트렌치(isolation trench), 비아(via), 리드(lead), 마스크 컷 라인(mask cut line), 및/또는 게이트 전극으로부터 선택되는 1 이상의 피처들을 포함하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 특성을 결정하는 단계는: 상기 피처들 중 적어도 하나의 배치 오차, 상기 블록 공중합체의 적어도 하나의 중합체의 화학적 조성, 상기 블록 공중합체의 구조, 상기 블록 공중합체의 두께, 상기 블록 공중합체의 어닐링 온도, 상기 블록 공중합체의 어닐링 속도, 및/또는 상기 블록 공중합체에 대한 용매로부터 선택되는 1 이상에 더 기초하는 방법.

청구항 6

제 2 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피처 가이드 템플릿은 병목부에 의해 결합되는 적어도 2 개의 부분들을 포함하는 방법.

청구항 7

제 2 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 지오메트리의 함수는 부분들 중 적어도 하나의 폭 및/또는 병목부의 폭을 포함하는 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 지오메트리의 함수는 부분들 중 적어도 하나의 폭과 병목부의 폭 간의 비를 포함하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 비는 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭에 대한 상기 병목부의 폭의 비인 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 비는 0.5보다 크지 않은 방법.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,
상기 비는 0.3보다 작지 않은 방법.

청구항 12

적어도 피처 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 상기 피처 가이드 템플릿의 기하학적 특성을 설계하는 단계를 포함한 방법에 있어서,
상기 피처 가이드 템플릿은 리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피처들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하고, 병목부에 의해 결합되는 적어도 2 개의 부분들을 포함하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 특성은: 높이, 형상, 측벽 각도 및/또는 피처 간격으로부터 선택되는 1 이상을 포함하는 방법.

청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,
상기 적어도 2 개의 피처들은: 접촉홀, 격리 트렌치, 비아, 리드, 마스크 컷 라인, 및/또는 게이트 전극으로부터 선택되는 1 이상의 피처들을 포함하는 방법.

청구항 15

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 특성을 설계하는 단계는: 상기 피처들 중 적어도 하나의 배치 오차, 상기 블록 공중합체의 적어도 하나의 중합체의 화학적 조성, 상기 블록 공중합체의 구조, 상기 블록 공중합체의 두께, 상기 블록 공중합체의 어닐링 온도, 상기 블록 공중합체의 어닐링 속도, 및/또는 상기 블록 공중합체에 대한 용매로부터 선택되는 1 이상에 더 기초하는 방법.

청구항 16

제 12 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지오메트리의 함수는 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭 및/또는 상기 병목부의 폭을 포함하는 방법.

청구항 17

제 12 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지오메트리의 함수는 상기 병목부의 폭의 값, 또는 상기 병목부의 폭 및 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭을 모두 포함하거나 모두에 기초한 값을 포함하는 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 값은 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭과 상기 병목부의 폭 간의 비인 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 비는 상기 부분들 중 적어도 하나의 폭에 대한 상기 병목부의 폭의 비인 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 비는 0.5보다 크지 않은 방법.

청구항 21

제 19 항 또는 제 20 항에 있어서,

상기 비는 0.3보다 작지 않은 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 비는 0.48 내지 0.52로부터 선택되는 방법.

청구항 23

명령어들이 저장되어 있는 컴퓨터 판독가능한 비-일시적 매체(computer readable non-transitory medium)에 있어서,

컴퓨터가 제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하게 하도록 구성되는 컴퓨터 판독가능한 비-일시적 매체.

청구항 24

컴퓨터 장치에 있어서:

프로세서 판독가능한 명령어들을 저장하는 물리적 메모리, 및

상기 물리적 메모리에 저장된 명령어들을 판독하고 실행하도록 배치되는 물리적 프로세서

를 포함하고, 상기 물리적 프로세서 판독가능한 명령어들은 제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하기 위해 상기 컴퓨터를 제어하도록 배치된 명령어들을 포함하는 컴퓨터 장치.

청구항 25

제 1 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항의 본 발명을 이용하여 설계되는 피쳐 가이드 템플릿.

청구항 26

제 25 항의 피쳐 가이드 템플릿을 이용하여 생성되는 집적 회로.

청구항 27

요소에 연결된 2 이상의 부분들을 포함한 피처 가이드 템플릿에 있어서,

상기 2 이상의 부분들 중 적어도 하나의 폭에 대한 상기 요소의 폭의 비는 0.3 내지 0.5로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 2 이상의 부분들 중 적어도 하나의 폭은 30 내지 60 nm로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 29

제 27 항 또는 제 28 항에 있어서,

1 이상의 요소의 폭은 9 내지 30 nm로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 30

제 27 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2 이상의 부분들 중 적어도 둘의 중심간 거리(center-to-center distance)는 22 내지 66 nm로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 31

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 약 0.5인 피처 가이드 템플릿.

청구항 32

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 0.49 내지 0.51로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 33

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 0.48 내지 0.52로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 34

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 0.47 내지 0.53으로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 35

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 0.46 내지 0.53으로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 36

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비는 0.45 내지 0.53으로부터 선택되는 피처 가이드 템플릿.

청구항 37

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2 이상의 부분들은 실질적으로 동일한 폭을 갖는 피처 가이딩 템플릿.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2013년 11월 8일에 출원된 미국 가출원 61/901,968의 이익을 주장하며, 이는 본 명세서에서 그 전문이 인용 참조된다.
- [0002] 본 발명은 블록 공중합체(block copolymer)의 자가-조립(self-assembly)에 의한 리소그래피 피처(lithography feature)의 형성을 설계하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 디바이스 제조를 위한 리소그래피에서는, 주어진 기관 영역의 피처들의 밀도를 증가시키기 위하여 리소그래피 패턴의 피처들의 크기를 감소시키려는 계속적인 요구가 존재한다. 나노-스케일에서의 임계 치수(CD)를 갖는 더 작은 피처들의 패턴들이 디바이스 또는 회로 구조들의 더 큰 집중도(concentrations)를 허용하여, 전자 및 다른 디바이스들에 대한 제조 비용과 크기 감소의 잠재적인 개선을 이끌어 낸다. 투영 포토리소그래피에서, 더 작은 피처들에 대한 압박은 침지 리소그래피 및 극자외(EUV) 리소그래피와 같은 기술들의 개발을 유도하였다.
- [0004] 대안예로서, 소위 임프린트 리소그래피는 일반적으로 기관 상으로 패턴을 전사하기 위해 [흔히, 임프린트 템플릿(imprint template)이라고 하는] "스탬프(stamp)"의 사용을 수반한다. 임프린트 리소그래피의 장점은, 피처들의 분해능이 예를 들어 투영 시스템의 개구수(numerical aperture) 또는 방사선 소스의 방출 파장에 의해 제한되지 않는다는 것이다. 대신에, 분해능은 주로 임프린트 템플릿의 패턴 밀도에 제한된다.
- [0005] 블록 공중합체 자가-조립
- [0006] 투영 포토리소그래피와 임프린트 리소그래피 둘 모두에 대하여, 예를 들어 임프린트 템플릿의, 예를 들어 디바이스 기관의, 또는 다른 기관들의 표면들의 고분해능 패턴링을 제공하는 것이 바람직하다. 블록 공중합체(BCP)의 자가-조립의 사용은, 종래 기술의 리소그래피 방법들에 의해 얻을 수 있는 것보다 더 작은 치수로 피처 분해능을 증가시키는 잠재적인 방법으로서, 또는 디바이스 기관들 또는 임프린트 템플릿들의 준비(preparation)를 위한 전자 빔 리소그래피와 같은 종래의 리소그래피 방법들에 대한 대안으로서 고려되었다.
- [0007] 자가-조립가능한 BCP는 수십 나노미터들 또는 심지어는 10 nm 미만의 치수를 갖는 질서배열된, 화학적으로 구별되는 도메인들(ordered, chemically distinct domains)을 형성하도록 상이한 화학적 성질의 공중합체 블록들의 상 분리(phase separation)를 유도하는 소정 온도[질서-무질서 전이 온도(order-disorder transition temperature: T_o/d)] 아래의 냉각 시 질서-무질서 전이를 겪을 수 있기 때문에 나노제작(nanofabrication)에 유용한 화합물이다. 도메인들의 크기 및 형상은 공중합체의 상이한 블록 타입들의 조성 및 분자량을 조작함으로써 제어될 수 있다. 도메인들 간의 계면들은 약 1 내지 5 nm 정도의 라인 폭 거칠기(line width roughness)를 가질 수 있으며, 공중합체의 블록들의 화학적 조성들의 개질(modification)에 의해 조작될 수 있다.
- [0008] 패턴 형성을 위해 자가-조립 템플릿으로서 BCP의 얇은 막을 이용하는 것의 실현가능성은 Chaikin 및 Register의, Science 276, 1401(1997)에 의해 입증되었다. 20 nm의 치수들을 갖는 도트들 및 홀들의 조밀한 어레이들이 폴리(스티렌-블록-이소프렌)의 얇은 막으로부터 실리콘 질화물 기관으로 전이되었다.
- [0009] BCP는 상이한 블록들을 포함하며, 그 각각은 통상적으로 1 이상의 동일한 단량체들을 포함하고 중합체 사슬(polymer chain)을 따라 나란히(side-by-side) 배치된다. 각각의 블록은 그 각각의 타입의 다수 단량체들을 포함할 수 있다. 그러므로, 예를 들어 A-B BCP가 A 블록(또는 각각의 A 블록)에 복수의 타입 A 단량체들을 가질 수 있고, B 블록(또는 각각의 B 블록)에 복수의 타입 B 단량체들을 가질 수 있다. 적절한 BCP의 일 예시로는, 예를 들어 폴리스티렌(PS) 단량체[소수성 블록(hydrophobic block)] 및 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 단량체[친수성 블록(hydrophilic block)]의 공유 결합된 블록들(covalently linked blocks)을 갖는 중합체가 있다. 상이한 소수성(hydrophobicity)/친수성(hydrophilicity)의 블록들을 갖는 다른 BCP들이 유용할 수 있다. 예를 들어, (A-B-C) BCP와 같은 삼중-블록(tri-block) 공중합체가 유용할 수 있으며, 교번하는 또는 주기적인 BCP, 예를 들어 $[-A-B-A-B-A-B-]_n$ 또는 $[-A-B-C-A-B-C-]_m$ (이때, n 및 m은 정수임)일 수 있다. 블록들은 선형 또는 분지형 방식(branched fashion)[예를 들어, 성형(star) 또는 분지형 구성]으로 공유 결합에 의해 서로 연결될 수 있다.

- [0010] BCP는 블록들의 부피율(volume fractions), 각 블록 타입 내의 중합도(degree of polymerization)(즉, 각각의 블록 내의 각각의 타입의 단량체들의 수), 및 용매 및 표면 상호작용들의 선택적 사용에 의존하여, 자가-조립 시 다수의 상이한 상들을 형성할 수 있다. 얇은 막에 적용될 때, 기하학적 한정(geometric confinement)은 형성되는 상들을 제한할 수 있는 추가 경계 조건들을 가질 수 있다. 일반적으로, 스피어형(spherical)[예를 들어, 큐빅(cubic)], 실린더형[예를 들어, 테트라고날(tetragonal) 또는 헥사고날(hexagonal)] 및 라멜라형(lamellar) 상들[즉, 큐빅, 헥사고날 또는 라멜라형 공간-충진 대칭(space-filling symmetry)을 갖는 자가-조립된 상들이 자가-조립된 BCP들의 얇은 막들에서 실제로 관찰된다.
- [0011] 관찰된 상 타입은 상이한 중합체 블록들의 상대 분자 부피율에 의존할 수 있다. 예를 들어, 80:20의 분자 부피비가 더 높은 부피 블록의 연속 도메인에 배치된 낮은 부피 블록의 불연속 스피어형 도메인들의 큐빅 상을 제공할 것이다. 부피 비가 70:30으로 감소할 때, 불연속 도메인들이 더 낮은 부피 블록의 실린더형인 실린더형 상이 형성될 것이다. 50:50 비에서, 라멜라형 상이 형성된다. 30:70의 비를 이용하면, 반전된(inverted) 실린더형 상이 형성될 수 있고, 20:80의 비에서 반전된 큐빅 상이 형성될 수 있다.
- [0012] 자가-조립가능한 중합체로서 사용하기에 적절한 BCP들은 폴리(스티렌-b-메틸메타크릴레이트), 폴리(스티렌-b-2-비닐피리돈), 폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리(스티렌-b-페로세닐디메틸실란), 폴리(스티렌-b-에틸렌옥사이드), 폴리(에틸렌옥사이드-b-이소프렌)을 포함하며, 이에 제한되지는 않는다. 기호 "b"는 "블록"을 나타낸다. 이들은 이중-블록(di-block) 공중합체 예시들이지만, 자가-조립은 삼중-블록, 사중-블록 또는 다른 다중-블록 공중합체를 채택할 수도 있음이 분명할 것이다.
- [0013] 기관 표면 상으로 (BCP와 같은) 중합체의 자가-조립을 안내 또는 지향(direct)하기 위해 사용되는 한 가지 방법은 그래포에피택시(graphoepitaxy)로 알려져 있다. 이 방법은 레지스트의 구성된 1 이상의 피쳐들[또는 레지스트로부터 기관 표면 상에 전사된 1 이상의 피쳐들, 또는 기관 표면 상에 증착된 필름 스택(film stack) 상에 전사된 1 이상의 피쳐들]을 이용하여 기관 상의 토폴로지 사전-패터닝(topological pre-patterning)에 의해 안내되는 BCP의 자가-조직화(self-organization)를 수반한다. 사전-패터닝은 기관 베이스 및 레지스트의 측벽, 예를 들어 한 쌍의 마주하는 측벽들(또는 필름 내에 형성된 측벽 또는 기관 내에 형성된 측벽)을 포함한 "후퇴부(recess)" 또는 포위부(enclosure)를 형성하는 데 사용된다.
- [0014] 전형적으로, 그래포에피택시 가이드 템플릿의 피쳐의 높이는 질서배열될 BCP 층의 두께 정도이므로, 예를 들어 약 20 nm 내지 약 150 nm일 수 있다.
- [0015] 라멜라형 자가-조립된 BCP는 후퇴부에 상이한 중합체 블록 도메인들의 인접한 라인들을 갖는 리소그래피 피쳐들의 평행한 선형 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, BCP가 중합체 사슬 내에 A 및 B 블록들을 갖는 이중-블록 공중합체인 경우, BCP는 각각의 후퇴부에서 질서배열된 층으로 자가-조립가능할 수 있고, 상기 층은 B 블록들의 제 2 도메인들과 교번하는, 규칙적으로 이격된(regularly spaced) A 블록들의 제 1 도메인들을 포함한다.
- [0016] 이와 유사하게, 실린더형 자가-조립된 BCP는 제 2 연속 도메인에 의해 둘러싸인 실린더형 불연속 제 1 도메인들을 포함한 리소그래피 피쳐들의 질서배열된 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, BCP가 중합체 사슬 내에 A 및 B 블록들을 갖는 이중-블록 공중합체인 경우, A 블록은 원형 후퇴부 내에서 실린더형 불연속 도메인들로 조립가능하고 B 블록의 연속 도메인에 의해 둘러싸일 수 있다. 대안적으로, A 블록은 선형 후퇴부 전체에 걸쳐 규칙적으로 이격된 실린더형 불연속 도메인들로 조립가능하고 B 블록의 연속 도메인에 의해 둘러싸일 수 있다.
- [0017] 그러므로, 그래포에피택시는 BCP 패턴이 개별 공중합체 패턴들의 도메인들로 후퇴부의 측벽(들)의 간격을 세분화하도록 라멜라형 또는 실린더형 상들의 자가-조직화를 안내하기 위해 사용될 수 있다.
- [0018] 나노제작에서 BCP 자가-조립의 사용을 구현하기 위한 공정에서, 기관에 대한 자가-조립 패턴의 바람직한 배향을 유도하기 위해, 그래포에피택시 가이드 템플릿의 일부분으로서, 중성 배향 제어 층(neutral orientation control layer)으로 기관이 개질될 수 있다. 자가-조립가능한 중합체 층들에 사용되는 몇몇 BCP들에 대하여, 배향을 유도할 수 있는 기관 표면과 블록들 중 하나 사이의 우선적인 상호작용이 존재할 수 있다. 예를 들어, 폴리스티렌(PS)-b-PMMA BCP에 대하여, PMMA 블록은 우선적으로 산화물 표면을 습식화할(즉, 산화물 표면과 높은 화학적 친화력을 가질) 것이며, 이는 표면의 평면에 실질적으로 평행하게 배향되어 놓이도록 자가-조립된 패턴을 유도하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 표면 상에 중성 배향 층을 증착하여 기관 표면을 두 블록들에 대해 중성화함으로써 실질적으로 수직 배향이 유도될 수 있으며, 다시 말해 중성 배향 층은 각각의 블록에 대해 유사한 화학적 친화력을 가져 두 블록들이 유사한 방식으로 표면에서 중성 배향 층을 습식화하게 된다. "수직 배향"은, 각각의 블록의 도메인들이 기관 표면에 나란히 위치되고 상이한 블록들의 인접한 도메인들 사이의 계

면 영역들이 표면의 평면에 실질적으로 수직으로 놓일 것을 의미한다.

- [0019] A 및 B 블록들을 갖는 이중-블록 공중합체를 정렬하기 위한 그래포에피택시 가이드 템플릿에서(여기서, 본질적으로 A는 친수성이고 B는 소수성임), 그래포에피택시 패턴은 소수성 측벽 피쳐들을 포함하고, 소수성 피쳐들 사이에 중성 배향 베이스를 가질 수 있다. B 도메인은 소수성 피쳐들 옆에 우선적으로 조립될 수 있으며, A 및 B 블록들의 수 개의 교번하는 도메인들이 그래포에피택시 가이드 템플릿의 피닝 피쳐들(pinning features) 사이의 중성 배향 구역에 걸쳐 정렬된다.
- [0020] 중성 배향 층은, 예를 들어 기관 표면에서 산화물에 대한 하이드록실 말단기 또는 몇몇 다른 반응성 말단기의 반응에 의해 기관에 공유 결합되는 랜덤 공중합체 브러시들(random copolymer brushes)의 사용에 의해 생성될 수 있다. 중성 배향 층 형성을 위한 다른 구성들에서, 가교결합가능한 랜덤 공중합체(crosslinkable random copolymer) 또는 적절한 실란[즉, (트리)클로로실란 또는 (트리)메톡시실란(또한, 실릴이라고도 알려짐)] 말단기와 같은 치환된 반응성 실란을 갖는 분자들이 자가-조립가능한 중합체의 층과 기관 표면 사이의 중간 층으로서 작용함으로써 표면을 중성화하는 데 사용될 수 있다. 이러한 실란계 중성 배향 층은 통상적으로 단분자층(monolayer)으로서 존재하는 반면, 가교결합가능한 중합체는 통상적으로 단분자층으로서 존재하지 않고, 통상적으로 약 40 nm 또는 그보다 얇은 층 두께, 또는 약 20 nm 또는 그보다 얇은 층 두께를 가질 수 있다.
- [0021] 자가-조립가능한 BCP의 얇은 층이 앞서 설명된 바와 같은 그래포에피택시 가이드 템플릿을 갖는 기관 상에 증착될 수 있다. 자가-조립가능한 중합체의 증착에 적절한 방법은 스핀-코팅인데, 이는 이 공정이 명확하게 정의된(well-defined) 균일한 얇은 층의 자가-조립가능한 중합체를 제공할 수 있기 때문이다. 증착된 자가-조립가능한 중합체 막에 대한 적절한 층 두께는 약 10 nm 내지 150 nm이다.
- [0022] BCP 막의 증착 후, 막은 여전히 무질서하거나 부분적으로만 질서배열될 수 있으며, 자가-조립을 촉진 및/또는 완성하기 위해 1 이상의 추가 단계들이 요구될 수 있다. 예를 들어, 자가-조립가능한 중합체는 용매 내의 용액으로서 증착될 수 있으며, 용매는 자가-조립 이전에, 예를 들어 증발에 의해 제거된다.
- [0023] BCP의 자가-조립은 다수의 작은 성분들(BCP)의 조립이 더 크고 더 복잡한 구조체(자가-조립된 패턴 내의 나노미터 크기의 피쳐들)의 형성을 유도하는 공정이다. 중합체의 자가-조립을 제어하는 물리적 현상(physics)으로부터 자연적으로 결합들이 발생한다. 자가-조립은, 고려중인 시스템에 대하여 플로리-허긴스 이론(Flory-Huggins theory)에 의해 설명되는 상 분리에 대한 구동력으로, A-B BCP의 A/A, B/B 및 A/B(또는 B/A) 블록 쌍들 사이의 상호작용들의 차이(즉, 상호간 화학적 친화력의 차이)들에 의해 구동된다. 그래포에피택시의 사용은 결합 형성을 크게 감소시킬 수 있다. 플로리-허긴스 상호작용 파라미터[카이 값(chi value)], 및 BCP 블록들의 중합도(N 값)는 특정 BCP의 자가-조립이 일어나는 치수들, 및 상 분리에 영향을 미치는 BCP의 파라미터들이다.
- [0024] 자가-조립을 겪는 중합체에 대하여, 자가-조립가능한 중합체는 질서-무질서 온도(T_o/d)를 나타낼 것이다. T_o/d 는 시차 주사 열량측정법(differential scanning calorimetry: DSC)과 같이 중합체의 질서/무질서 상태를 평가하기 위한 여하한의 적절한 기술에 의해 측정될 수 있다. 층 형성이 이 온도 아래에서 일어나는 경우, 분자들은 자가-조립하도록 구동될 것이다. 온도(T_o/d) 이상에서는, 무질서한 층이 층 내의 이웃하는 A-A 및 B-B 블록 쌍들 간의 우호적인 상호작용들에 기인한 엔탈피 기여(enthalpy contribution)보다 큰 무질서한 A/B 도메인들로부터의 엔트로피 기여(entropy contribution)로 형성될 것이다. 또한, 자가-조립가능한 중합체는 유리 전이 온도(glass transition temperature: T_g)를 나타낼 수 있으며, 이 온도 아래에서 중합체는 효과적으로 부동화(immobilize)되고, 이 온도 이상에서 공중합체 분자들은 이웃하는 공중합체 분자들에 대해 층 내에서 여전히 재배향(reorient)될 수 있다. 유리 전이 온도는 시차 주사 열량측정법(DSC)에 의해 적절히 측정된다.
- [0025] 앞서 설명된 바와 같은 질서배열(ordering) 동안 형성된 결합들은 어닐링에 의해 부분적으로 제거될 수 있다. [회전 대칭이 어긋난(violated), 예를 들어 디렉터(director)의 배향에 결합이 존재하는 라인 결합인] 회위(disclination)와 같은 결함은, 부호가 반대인 다른 또 다른 결함 또는 회위와 쌍을 이루므로써 소멸(annihilate)될 수 있다. 자가-조립가능한 중합체의 사슬 이동도가 결함 이동(defect migration) 및 소멸을 결정하는 인자일 수 있으므로, 사슬 이동도는 높지만 자가-조립된 질서배열된 패턴이 손실되지 않는 온도에서 어닐링이 수행될 수 있다. 이는 중합체에 대한 질서/무질서 온도(T_o/d) 위 또는 아래로 몇 °C까지의 온도를 의미한다.
- [0026] 질서배열 및 결함 소멸이 단일 어닐링 공정 내로 조합될 수 있거나, 복수의 공정들이 상이한 화학적 타입의 도메인들(상이한 블록 타입들의 도메인들)의 질서배열된 패턴을 갖는 BCP와 같은 자가-조립된 중합체의 층을 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0027] 자가-조립된 중합체 층으로부터, 자가-조립된 중합체가 증착되는 기판 내로 디바이스 구조(device architecture) 또는 토폴로지(topology)와 같은 패턴을 전사하기 위해, 통상적으로 제 1 도메인 타입이 소위 브레이크스루 에칭(breakthrough etching)에 의해 제거되어 제 2 도메인 타입의 피처들 사이에 기판이 드러난 상태에서 기판의 표면에 제 2 도메인 타입의 패턴을 제공할 것이다. 평행한 실린더형 상 도메인들을 갖는 패턴이 건식 에칭 또는 반응성 이온 에칭 기술을 이용하여 에칭될 수 있다. 라멜라형 상 도메인들을 갖는 패턴이 평행한 실린더형 상 도메인들의 에칭에 적절한 것들에 추가하여, 또는 이에 대안적으로 습식 에칭 기술을 이용할 수 있다.

[0028] 브레이크스루 에칭 후, 패턴은 제 2 도메인 타입이 견디는(resist), 및 이에 따라 표면이 드러난 기판 표면에 후퇴부들을 형성하는 에칭 수단을 이용하여 소위 전사 에칭(transfer etching)에 의해 전사될 수 있다.

[0029] 본 명세서에서는 설명이 그래포에피택시 가이드 템플릿들에 초점을 맞추지만, 가이드 템플릿이 그래포에피택시와 다른, 또는 이에 추가적인 기술을 수반할 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 가이드 템플릿은 가이드 템플릿의 화학적 표면 개질을 수반하는 케모에피택시 템플릿(chemoepitaxy template)일 수 있으며, 화학적 개질은 자가-조립의 안내를 용이하게 한다. 예를 들어, A 및 B 블록들을 갖는 이중-블록 공중합체를 정렬하기 위한 케모에피택시 가이드 템플릿에서(여기서, 본질적으로 A는 친수성이고 B는 소수성임), 템플릿의 표면은 소수성 피처들 사이에 중성 배향 베이스를 갖는 1 이상의 소수성 스트립들을 포함할 수 있다. 스트립들은 그래포에피택시 가이드 템플릿의 1 이상의 소수성 벽들과 유사한 기능을 갖는다.

[0030] 광 근접성 보정(optical proximity correction: OPC)

[0031] 일 예시로서, OPC는 기판 상에 투영된 디자인 패턴의 이미지의 1 이상의 피처들의 최종 크기 및 배치가 단순히 패터닝 디바이스에서의 디자인 패턴의 1 이상의 피처들의 크기 및 배치에만 의존하거나 이와 동일하지 않을 것이라는 사실을 설명한다. "마스크", "레티클", "패터닝 디바이스"라는 용어들은 본 명세서에서 교환가능하게 이용된다는 것을 유의한다. 또한, 마스크 및 레티클은 폭넓게 "패터닝 디바이스"라고 칭해질 수 있다. 또한, 리소그래피 시뮬레이션 및 최적화에서 물리적 패터닝 디바이스가 반드시 사용되는 것이 아니라 디자인 패턴이 물리적 패터닝 디바이스를 나타내도록 사용될 수 있기 때문에, 당업자라면 특히 리소그래피 시뮬레이션 및 최적화와 관련하여 "마스크", "패터닝 디바이스" 및 "디자인 패턴"이라는 용어가 교환가능하게 이용될 수 있다는 것을 알 것이다. 일부 디자인 패턴에 존재하는 작은 피처 크기들 및/또는 높은 피처 밀도들에 대해, 주어진 피처의 특정 에지의 위치는 다른 인접한 피처들의 존재나 부재에 의해 어느 정도 영향을 받을 수 있다. 이 근접 효과들은 한 피처에서 다른 피처로 커플링(couple)된 미세한 양의 방사선, 및/또는 회절 및 간섭과 같은 비-기하학적 광학 효과들로부터 일어난다. 이와 유사하게, 근접 효과들은 일반적으로 리소그래피에 따라오는 노광후 베이킹(post-exposure bake: PEB), 레지스트 현상, 및 에칭 동안의 확산 및 다른 화학적 영향들로부터 일어날 수 있다.

[0032] 실행가능한 시간 내에 제약 없이 비용 함수를 이용하여 소스 및 패터닝 디바이스의 동시 최적화를 허용하는 소스 및 패터닝 디바이스 최적화 방법 및 시스템이 PCT 특허 출원 공개공보 W02010/059954호에서 설명되고, 이는 본 명세서에서 그 전문이 인용참조된다.

[0033] 소스의 픽셀들을 조정함으로써 소스를 최적화하는 것을 수반하는 또 다른 소스 및 마스크 최적화 방법 및 시스템이 미국 특허 출원 공개공보 2010/0315614호에서 설명되고, 이는 본 명세서에서 그 전문이 인용참조된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0034] 본 발명은 지향성 자가-조립(directed self-assembly)을 위한 가이드 템플릿을 생성하는 방법을 제공하려는 것이다.

과제의 해결 수단

[0035] 일 실시예에 따르면, 리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피처들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 피처 가이드 템플릿을 설계하는 방법이 제공되고, 피처 가이드 템플릿은 병목부(bottleneck)에 의해 결합(join)되는 적어도 2 개의 부분들을 포함하며, 상기 방법은: 적어도 병목부의 폭의 값, 또는 병목부의 폭 및 부분들 중 적어도 하나의 폭을 모두 포함하거나 이에 기초한 값을 포함한 피처 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 피처 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.

- [0036] 일 실시예에 따르면, 리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피쳐들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 피쳐 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 방법이 제공되고, 상기 방법은: 적어도 2 개의 피쳐들 중 다른 것은 감안하지 않고(without accounting for) 적어도 2 개의 피쳐들 각각에 대한 가이드 템플릿을 결정하는 단계; 및 적어도 피쳐 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 피쳐 가이드 템플릿의 특성을 결정하는 단계를 포함하며, 피쳐 가이드 템플릿은 2 이상의 피쳐들에 대한 가이드 템플릿들 각각의 결합이다.
- [0037] 일 실시예에 따르면, 적어도 피쳐 가이드 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초하여 피쳐 가이드 템플릿의 기하학적 특성을 설계하는 것을 포함한 방법이 제공되고, 피쳐 가이드 템플릿은 리소그래피를 위한 디자인 레이아웃 내의 적어도 2 개의 피쳐들을 형성하기 위해 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하고, 병목부에 의해 결합되는 적어도 2 개의 부분들을 포함한다.
- [0038] 일 실시예에 따르면, 명령어들이 저장되어 있는 컴퓨터 판독가능한 비-일시적 매체(computer readable non-transitory medium)가 제공되고, 이는 컴퓨터가 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 방법을 수행하게 하도록 구성된다.
- [0039] 일 실시예에 따르면, 프로세서 판독가능한 명령어들을 저장하는 물리적 메모리, 및 물리적 메모리에 저장된 명령어들을 판독하고 실행하도록 배치되는 물리적 프로세서를 포함한 컴퓨터 장치가 제공되고, 물리적 프로세서 판독가능한 명령어들은 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 방법을 수행하기 위해 컴퓨터를 제어하도록 배치된 명령어들을 포함한다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 본 발명의 일 실시예를 이용하여 설계되는 피쳐 가이드 템플릿이 제공된다. 일 실시예에 따르면, 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 본 발명의 일 실시예를 이용하여 설계된 피쳐 가이드 템플릿을 이용하여 생성되는 집적 회로가 제공된다.
- [0041] 일 실시예에 따르면, 1 이상의 요소들에 연결된 2 이상의 부분들을 포함한 피쳐 가이드 템플릿이 제공되고, 2 이상의 부분들 중 하나의 폭에 대한 1 이상의 요소들의 폭의 비는 0.3 내지 0.5이다. 2 이상의 부분들 중 하나의 폭은 30 내지 60 nm일 수 있다. 1 이상의 요소들의 폭은 9 내지 30 nm일 수 있다. 2 이상의 부분들 중 둘의 중심간 거리(center-to-center distance)는 22 내지 66 nm일 수 있다.
- [0042] 본 명세서의 기재내용의 1 이상의 실시형태들은, 당업자에게 적절한 경우, 본 명세서에서 설명되는 여하한의 1 이상의 다른 실시형태들과, 및/또는 본 명세서에서 설명되는 여하한의 1 이상의 특징들과 조합될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 특정 실시예들을 설명할 것이다:
 - 도 1a 내지 도 1e는 가이드 템플릿에 의한 기관 상으로의 A-B 블록 공중합체의 지향성 자가-조립을 개략적으로 도시하는 도면;
 - 도 2는 기관 상의 복수의 A-B 블록 공중합체 피쳐들을 개략적으로 도시하는 도면;
 - 도 3은 도 1에 나타낸 바와 같은 블록 공중합체 피쳐의 형성의 개략적인 예시를 도시하는 도면;
 - 도 4는 패터닝 디바이스에서의 2 개의 피쳐들 및 그 피쳐들과 연계된 가이드 템플릿의 일 예시를 개략적으로 도시하는 도면;
 - 도 5는 가까운 공간 근접에서의 2 개의 피쳐들[예를 들어, 접촉홀(contact hole)들]의 기본적 피쳐(elemental feature)들의 예시적인 그룹에 대한 가이드 템플릿의 형상을 개략적으로 도시하는 도면;
 - 도 6은 상이한 BN/CD 비들을 갖는 일련의 가이드 템플릿들을 개략적으로 도시하는 도면;
 - 도 7은 도 6의 일련의 가이드 템플릿들에서의 타입 A 중합체 도메인의 배치 오차(PE)를 나타내는 도면;
 - 도 8은 일 실시예에 따른 방법의 흐름도;
 - 도 9는 일 실시예에 따른 방법의 흐름도;
 - 도 10은 수 개의 피쳐들에 대한 가이드 템플릿이 패터닝 디바이스에 대한 패턴으로 OPC에 의해 최적화되는 일 예시를 개략적으로 도시하는 도면;

도 11은 일 실시예에 따른 방법의 흐름도;

도 12는 자가-조립 공정 및 그 구성요소들을 설계하는 방법의 개략적인 다이어그램; 및

도 13은 일 실시예를 구현하기에 적절한 컴퓨터를 개략적으로 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 도 1a 및 도 1b는 BCP의 자가-조립을 이용한 리소그래피 공정이 적용되는 기판(1)의 일부분의 평면도 및 단면도이다. 기판(1)의 표면에 반사-방지 코팅이 존재할 수 있다. 반사-방지 코팅(존재하는 경우)은, 예를 들어 Rolla, Missouri의 Brewer Science Inc.로부터의 ARC 29와 같은 유기 재료일 수 있다. 반사-방지 코팅은, 예를 들어 SiC 또는 SiON과 같은 무기 재료일 수 있다. 중성 층이 반사-방지 코팅 상에 제공될 수 있다. 레지스트(2)의 층이 기판(1)에 적용된다. 레지스트(2)의 층은, 예를 들어 포토-레지스트일 수 있다. 일 실시예에서, 레지스트는 네거티브 톤 현상 레지스트(negative tone developed resist)(유기 현상액에 의해 현상되는 레지스트)이다. 이 타입의 레지스트는 통상적으로 블록 공중합체의 스핀 코팅에서 사용되는 유기 용매와 호환가능(compatible)하다. 레지스트(2)의 층은 블록 공중합체의 자가-조립에서 사용되는 접착홀[비아(via)] 후퇴부(5)를 형성하도록 패터닝된다. 후퇴부(5)는 포토리소그래피, 임프린트 리소그래피 또는 또 다른 리소그래피 공정에 의해 형성될 수 있다. 자가-조립을 위해, 후퇴부(5)는 레지스트 내에 있지 않아도 된다. 예를 들어, 후퇴부(5)는 예를 들어 (도 1a 및 도 1b에 나타낸 바와 같은) 레지스트(2) 내의 개구부(opening)를 통해 에칭함으로써 하부 층(lower layer)에 형성될 수 있다. 이후, 편의를 위해, 후퇴부(5)는 레지스트(2)에 있는 것으로서 설명되고 도시되지만, 필수적이지는 않다.
- [0045] 도 1c에서, 기판(1) 및 레지스트(2) 상으로 BCP 층(6)이 증착되었다. BCP 층(6)은 레지스트(2)의 최상부 상에서, 및 후퇴부(5) 내에서 균일한 두께를 갖는 것으로 도시된다. 도 1d 및 도 1e에서 -이는 각각 단면도 및 평면도임-, BCP 층(6)은 열적으로 어닐링되었다(이로 인해, BCP 재료의 자가-조립이 발생하게 됨). 열적 어닐링 공정(thermal annealing process)은 BCP 재료의 재분포를 야기하며, BCP 재료는 레지스트(2) 위의 구역으로부터 후퇴부(5) 내로 이동된다. 간명함을 위해, 모든 BCP 재료가 후퇴부(5) 내로 이동된 것으로 도시되었다. 하지만, 실제로는, 약간의 BCP 재료가 레지스트(2) 위의 구역에 남을 수 있다. 용매 어닐링(solvent annealing)이 열적 어닐링 대신에 사용될 수 있다(용매가 블록 공중합체를 팽윤시키고, 이로 인해 그 이동도가 증가하여 블록 공중합체의 재배열이 가능하도록 함).
- [0046] BCP 재료의 사용은 구성 중합체 재료(component polymer material)의 도메인들로 하여금 BCP 피처 내에서 자가-조립되게 한다. 예를 들어, 후퇴부(5) 내에 증착된 BCP는 중합체의 별개의 도메인들을 형성하였음을 알 수 있다. 타입 A 중합체 도메인(8)이 예를 들어 실린더로서 형성되고, 연속적인 타입 B 중합체 도메인(9)에 의해 둘러싸인다. 타입 A 중합체 도메인(8) 및 타입 B 중합체 도메인(9)은 후퇴부(5) 내에 BCP 피처(7)를 형성한다. 일 실시예에서, 타입 B 중합체 도메인(9)은 예를 들어 실린더로서 형성되고, 연속적인 타입 A 중합체 도메인(8)에 의해 둘러싸인다.
- [0047] 앞서 언급된 바와 같이, 중성 배향 층이 기판 상에 제공될 수 있다. 중성 배향 층은 타입 A 중합체 블록 및 타입 B 중합체 블록에 대해 유사한 화학적 친화력을 가져, 두 블록들이 유사한 방식으로 중성 배향 층을 습식화하도록 한다. 이는 수직 배향(즉, 기판의 표면에 실질적으로 수직임)을 갖는 타입 A 및 B 중합체들의 도메인들을 형성하도록 촉진할 수 있다. 중성 배향 층은, 2 개의 중합체 도메인들(8 및 9) 중 하나의 표면 에너지보다는 크고, 2 개의 중합체 도메인들(8 및 9) 중 다른 하나의 표면 에너지보다는 작은 표면 에너지를 가질 수 있다.
- [0048] 자가-조립을 안내하기 위해, 예를 들어 1 이상의 벽들의 간격에 의해 측방향 치수(lateral dimension)가 제어된다. 후퇴부(5)의 폭(예를 들어, 직경)은 예를 들어 약 70 나노미터일 수 있다. 후퇴부(5)의 폭은 예를 들어 약 20 나노미터 내지 약 100 나노미터의 범위 내에 있을 수 있다. 후퇴부(5) 내부의 타입 A 중합체 도메인(8)의 폭(예를 들어, 직경)은 예를 들어 약 30 나노미터일 수 있다. 후퇴부(5) 내부의 타입 A 중합체 도메인(8)의 폭(예를 들어, 직경)은 예를 들어 약 5 나노미터 내지 약 50 나노미터의 범위 내에 있을 수 있다.
- [0049] 또한, BCP 재료 두께는 자가-조립 공정에 영향을 준다. 후퇴부(5) 내의 BCP 층의 두께는 타입 A 및 타입 B 중합체의 별개의 도메인들의 형성을 위해 최적화될 수 있다.
- [0050] 복수의 BCP 피처(7)들이 단일 기판(1) 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, [도 1에 도시된 실린더형 BCP 피처(7)와 같은] 복수의 실린더형 BCP 피처들의 형성이 기판(1) 상에 형성될 수 있다. 도 2는 BCP의 자가-조립을 이용한 리소그래피 공정이 적용된 기판(1)의 더 큰 일부분을 개략적으로 도시하는 평면도이다. 레지스트(2)의

층이 기관(1)에 적용된다. 레지스트(2)의 층은 복수의 후퇴부(5)들로 패터닝된다. 기관(1) 상으로 BCP 층이 증착되고, BCP 층에 열적 어닐링 공정이 적용된다. 각각의 BCP 피처(7)가 후퇴부(5)들 각각 내에 형성된다. BCP 피처(7)들은 각각 타입 A 중합체 도메인(8) 및 타입 B 중합체 도메인(9)을 포함한다. 타입 A 중합체 도메인(8)은 예를 들어 실린더로서 형성되고, 연속적인 타입 B 중합체 도메인(9)에 의해 둘러싸인다. 타입 A 중합체 도메인(8)은, 예를 들어 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 단량체의 블록들을 포함할 수 있다. 타입 B 중합체 도메인(9)은, 예를 들어 폴리스티렌(PS) 단량체의 블록들을 포함할 수 있다. 자가-조립가능한 중합체들로서 사용하기에 적절한 블록 공중합체들은 폴리(스티렌-b-메틸메타크릴레이트), 폴리(스티렌-b-2-비닐피리돈), 폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리(스티렌-b-페로세닐디메틸실란), 폴리(스티렌-b-에틸렌옥사이드), 폴리(에틸렌옥사이드-b-이소프렌), 폴리(스티렌-b 디메틸실록산), 폴리(스티렌-b-락트산), 폴리(디메틸실록산-b-락트산)을 포함하며, 이에 제한되지는 않는다. 기호 "b"는 "블록"을 나타낸다. 이 앞선 블록 공중합체들은 이중-블록 공중합체들이지만, 자가-조립은 삼중-블록, 사중-블록 또는 다른 다중-블록 공중합체들을 채택할 수도 있다.

[0051] BCP 피처(7)는 타입 B 중합체 도메인(9)의 주변부(periphery) 주위에 위치되는 제 2 타입 A 중합체 도메인(예를 들어, PMMA 단량체의 블록들)을 더 포함할 수 있다. 제 2 타입 A 중합체 도메인은, 예를 들어 후퇴부(5)의 벽(들)과 접촉할 수 있다. 간명함을 위해, 제 2 타입 A 중합체 도메인은 도면들에 도시되지 않지만, 도시된 것과 다른 1 이상의 추가적인 중합체 도메인들이 여하한의 주어진 BCP 피처(7)에 존재할 수 있음을 이해할 것이다.

[0052] 기관에 타입 A 중합체 도메인이 위치되는 정확성은 자가-조립 블록 공중합체를 이용한 디바이스의 제조에 있어서 중요한 인자이다. 예를 들어, 기관(1) 상에 제 1 복수의 피처들을 패터닝함으로써 디바이스가 제조될 수 있다. 제 1 복수의 피처들은, 예를 들어 도 2에 도시된 타입 A 중합체 도메인(8)들과 일치할 수 있다. 이는, 예를 들어 레지스트(2), 타입 A 중합체 도메인(8)들 및 타입 B 중합체 도메인(9)들을 에칭 공정에 노출시킴으로써 달성될 수 있다. 에칭 공정은 타입 A 중합체 도메인(8)들을 제거할 수 있다. 그러므로, 에칭 공정은 타입 A 중합체 도메인(8)들 아래의 기관(1)의 구역들을 노출시킨다. 레지스트(2) 및 타입 B 중합체 도메인(9)들은 에칭 공정에 잘 견딜 수 있고, 제 자리에 남을 수 있다. 추가 에칭 공정이 기관의 노출된 구역들을 에칭하도록 수행되어, 타입 A 중합체 도메인(8)들과 일치하는 피처들을 기관으로 패터닝할 수 있다. 이 피처들은 예를 들어 집적 회로의 접촉홀들을 형성할 수 있다.

[0053] 레지스트(2) 및 타입 B 중합체 도메인(9)들은 후속하여 기관으로부터 제거될 수 있고, 새로운 레지스트(2)의 층이 기관(1) 상에 증착될 수 있다. 그 후, 새로운 레지스트(2)의 층에 제 2 복수의 후퇴부(5)들을 형성함으로써, 제 2 복수의 피처들이 기관(1)으로 패터닝될 수 있다. 그 후, BCP 층(6)이 기관(1) 상에 증착되고 어닐링 공정에 노출되어, 제 2 복수의 타입 A 중합체 도메인(8)들을 포함한 제 2 복수의 BCP 피처(7)들을 형성할 수 있다. 그 후, 1 이상의 에칭 공정들이 수행되어, 기관(1)으로 제 2 복수의 피처들을 패터닝할 수 있다. 제 2 복수의 피처들은 제 2 복수의 타입 A 중합체 도메인(8)들과 일치한다.

[0054] BCP를 이용하여 디바이스를 제조하는 경우, 예를 들어 복수의 피처들 중 한 피처가 복수의 피처들 중 또 다른 피처에 대해 정확히 정렬되는 것이 바람직하다. 추가적으로 또는 대안적으로, 예를 들어 제 1 복수의 피처들이 제 2 복수의 피처들에 대해 정확히 정렬되는 것이 바람직하다.

[0055] 일반적으로, 앞서 설명된 것과 다른 방법들 및 피처들을 이용하여 디바이스가 제조될 수 있다. 예를 들어, 도 1 및 도 2에 도시된 균일하게 배치된 실린더 형상들과 다른 형상 및/또는 구성을 갖는 BCP 피처가 기관으로 패터닝될 수 있다. 사실, 이 설명은 로직(logic) 및/또는 컷 마스크(cut mask) 적용들에서 접촉홀이 비아의 역할을 할 수 있는 접촉홀 형성의 예시를 고려하지만(예를 들어, 리소그래피 기술로 프린트된 접촉홀 형상이 블록 공중합체로 채워지는 경우에 접촉홀이 수축하여, 더 작은 접촉홀을 형성함), 본 명세서에 설명된 실시예들의 적용은 접촉홀 형성에 제한되지 않는다.

[0056] BCP 피처(7)가 열역학 시스템으로서 시뮬레이션될 수 있고, BCP 피처의 1 이상의 거시적 특성들이 통계 역학을 통해 결정될 수 있다. 예를 들어, 여하한의 이론에 얽매이지 않고, 도 3은 도 1에 나타난 바와 같은 단일 블록 공중합체 피처의 형성의 예시적인 화학적 성질의 개략적인 예시이다. 도 3은 이 경우, 예를 들어 실린더로서 형성되고 후퇴부(5) 내에서 연속적인 타입 B 중합체 도메인(9)에 의해 둘러싸인 타입 A 중합체 도메인(8)을 개략적으로 도시한다. 타입 A 중합체 도메인(8)은, 예를 들어 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 단량체를 포함할 수 있다. 타입 B 중합체 도메인(9)은, 예를 들어 폴리스티렌(PS) 단량체를 포함할 수 있다. 이 경우, 제 2 타입 A 중합체 도메인(예를 들어, PMMA)이 타입 B 중합체 도메인(9)의 주변부 주위에 위치된다. 제 2 타입 A 중합체 도메인은 후퇴부(5)의 벽(들)과 접촉한다.

[0057] 리소그래피 공정에서 BCP의 자가-조립을 이용하는 것은, 기관 상으로 전사될 원하는 패턴을 형성하기 위해 가이

딩 템플릿의 1 이상의 특성들(예를 들어, 높이, 형상, 피쳐 간격, 재료, 측벽 각도 및/또는 계면 화학 등)을 결정하는 연산적으로 저비용인 방법(computationally inexpensive method)으로부터 유리할 수 있다. 일 예시로서 도 1을 이용하면, 타입 A 중합체 도메인(8)들은 에칭에 의해 제거될 수 있고, 타입 A 중합체 도메인(8)들 아래의 기관의 영역이 추가 처리(예를 들어, 에칭, 증착)를 위해 노출될 수 있으며, 이로 인해 타입 A 중합체 도메인(8)들의 형상이 기관으로 전사된다. 후퇴부(5) - 이 예시에서는 가이드 템플릿 - 의 1 이상의 특성들이 타입 A 중합체 도메인(8)들의 위치 및 형상, 및 이에 따른 기관(1)으로 전사되는 패턴에 영향을 준다. 주어진 BCP를 이용하는 주어진 리소그래피 공정(예를 들어, 방사선 소스 형상, 파장, 리소그래피 투영 장치 내의 투영 광학기, 레지스트, 노광후 베이킹, 레지스트 현상, 에칭, 증착 등)에서, 기관(1)으로 전사되는 패턴이 원하는 패턴이기 위해, 후퇴부(5) - 이 예시에서는 가이드 템플릿 - 는 1 이상의 적절한 특성들을 갖추어야 한다.

[0058] 하지만, 가이드 템플릿의 이상적인 또는 원하는 특성들(예를 들어, 이상적인 또는 원하는 형상)을 결정하는 것이 어렵다. 이는 특히 비교적 가까운 근접에서의 복수의 기본적 피쳐들에 대해 그러하다. 이러한 피쳐들의 그룹에 대해, 각각의 피쳐가 자신의 별도 가이드 템플릿 구조체 내에 형성될 수 있고, 또는 공통 가이드 템플릿 구조체[예를 들어, 세장형(elongate shape)] 내에 형성될 수 있다. 하이브리드(hybrid)에서, 가이드 템플릿 구조체는 필수적으로 각각의 피쳐에 대한 부분들 및 부분들을 함께 연결하는 1 이상의 요소들(예를 들어, 1 이상의 병목부들)을 포함할 수 있다.

[0059] 사실, 예를 들어 (접촉홀들과 같은) 기본적 피쳐들의 그룹에 대한 가이드 템플릿의 이상적인 특성이 무엇인지는 알려져 있지 않다. (이후 더 상세히 설명되는 바와 같이) 덤벨 또는 피넷-유사 형상이 기본적 피쳐들의 그룹에 대한 가이드 템플릿에 적절할 수 있다. 하지만, 예를 들어 피쳐들의 배치 오차를 상당히 작게 유지하기 위해 부분들 및/또는 병목부의 어떠한 크기가 필요한지는 분명하지 않다. 따라서, 이러한 가이드 템플릿의 특성(예를 들어, 형상)을 결정하는 데 사용될 수 있는 인자 또는 함수, 및 특성을 결정하고 및/또는 가이드 템플릿을 설계하는 방법을 갖는 것이 바람직할 것이며, 이때 바람직하게는 가이드 템플릿이 (예를 들어, 리소그래피 프린팅을 이용하여) 비교적 쉽게 형성되고 자가-조립된 블록 공중합체 피쳐들의 작은 배치 오차를 실현할 수 있다.

[0060] 기관으로 전사되는 원하는 패턴으로부터 가이드 템플릿의 특성(및 이에 따른 설계)을 결정하는 한가지 방법은 가이드 템플릿에서의 자가-조립의 반복적인 제 1 원리 계산에 의존한다. 이 방법은 정확할 수 있지만, 잠재적으로 비현실적인 양의 연산 리소스들을 수반하는 정도까지 연산적으로 고가이고 시간 소모적일 수 있다.

[0061] 이 도출의 시간 및/또는 연산 비용들은 규칙(rule)-기반 접근법을 이용함으로써 감소될 수 있다. 구체적으로, 다양한 조건들 하에 기본적 피쳐들의 그룹에 대한 가이드 템플릿의 1 이상의 특성들이 반복적인 제 1 원리 계산 및/또는 본 명세서에서 설명되는 여하한의 방법들과 같은 엄격한 방법들을 포함하는 여하한의 적절한 방법을 이용하여 계산될 수 있다. 기본적 피쳐들의 그룹은, 흔히 디자인 레이아웃 및/또는 디자인 레이아웃 내의 반복 패턴들에 포함되는 패턴들, 예컨대 접촉홀, 격리 트랜치(isolation trench), 비아, 리드, 마스크 컷 라인, 게이트 전극 등을 포함할 수 있다.

[0062] 기본적 피쳐들의 그룹에 대한 가이드 템플릿의 특성의 계산은 기관에서의 기본적 피쳐들의 그룹의 제조가능성과 같은 많은 인자들을 고려할 수 있다. 도 4에 개략적으로 도시된 일 예시에서, 두 피쳐(34)들이 이 예시에서는 접촉홀들 사이의 거리(35)가 기관에서 신뢰성있게 제조되기에 너무 짧은 경우, 이 피쳐(34)들에 대한 가이드 템플릿들은 피쳐(또는 결합된) 가이드 템플릿(36)으로 합병(merge)될 수 있고, 피쳐(또는 결합된) 가이드 템플릿

(36)에 대한 곡률은 최대 곡률(37)보다 크지 않다. 최대 곡률은
$$\kappa_{\max} = \frac{4NA}{\lambda}$$
 이며, 이때 NA는 기관 상으로 가이드 템플릿의 패턴을 투영하는 투영 광학기의 개구수이고, λ 는 패턴을 투영하는 데 사용되는 방사선의 파장이다. 193 nm를 이용하는 DUV(deep ultraviolet) 방사선 리소그래피에서의 $1/\kappa_{\max}$ (예를 들어, 최소 곡선 반경)은 통상적으로 (1.35의 NA에 대해) 약 36 nm이다. 13.5 nm를 이용하는 극자외(EUV) 방사선 리소그래피에서의 $1/\kappa_{\max}$ (예를 들어, 최소 곡선 반경)은 통상적으로 (0.33의 NA에 대해) 약 10 nm이다.

[0063] 가이드 템플릿의 특성의 계산 시 고려될 수 있는 다른 인자들은 피쳐들 중 적어도 하나의 배치 오차, 블록 공중합체의 화학적 조성, 블록 공중합체의 구조(예를 들어, 선형, 성-형상 등), 블록 공중합체의 두께, 블록 공중합체의 어닐링 온도, 블록 공중합체의 어닐링 속도, 및/또는 블록 공중합체에 대한 용매를 포함할 수 있다.

[0064] 본 명세서의 실시예들에 다른 특징들, 예를 들어 최대 곡률, BCP의 화학적 조성(예를 들어, 블록 길이), 최소 에너지 위치로부터의 배치, 배치 오차가 적용될 수 있다. 더 상세한 내용들이 미국 특허 출원 제 61/874,854로, 제 61/874,875호, 및 제 61/680,042호에서 발견될 수 있고, 이들은 각각 본 명세서에서 그 전문

이 인용참조된다.

- [0065] 일 실시예에 따르면, 본 명세서의 여하한의 방법들에 따른 특성의 계산이 가이딩 템플릿의 지오메트리의 함수를 고려할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 가이딩 템플릿의 지오메트리의 함수는 제약을 가질 수 있다.
- [0066] 도 5는 가까운 공간 근접에서의, 예를 들어 2 개의 접촉홀들의 기본적 피쳐들의 예시적인 그룹에 대한 가이딩 템플릿(43)의 형상을 개략적으로 도시한다. 가이딩 템플릿(43)은 일반적으로 덤벨 또는 피넛과 형상이 유사하며, 1 이상의 병목부들에 의해 결합되는 적어도 2 개의 부분들(예를 들어, 원형 부분들)을 포함한다.
- [0067] 도 5를 고려하면, 가이딩 템플릿의 특성을 결정함에 있어서, 지오메트리의 함수는 예를 들어 부분들 중 1 이상의 폭(예를 들어, 직경)(CD)(44)(예를 들어, 가이딩 템플릿 부분의 내표면의 한 부분으로부터 내표면의 또 다른 부분까지의 폭이거나, 접촉홀의 외표면의 폭에 대응함), 부분들(예를 들어, 접촉홀들에 대한 가이딩 템플릿 후퇴부 부분들) 중 적어도 2 개 사이의 병목부의 폭(BN)(45), 부분들(예를 들어, 접촉홀들에 대한 가이딩 템플릿 후퇴부 부분들) 중 적어도 2 개의 중심간 거리(CC)(46), 및/또는 폭(45) 및 폭(44)의 함수(예를 들어, 비)일 수 있다. 일 실시예에서, 폭(CD)은 템플릿의 임계 치수일 수 있다. 일 실시예에서, 함수는 폭(44)에 대한 폭(45)의 비이고, 이는 CD로 BN을 나눔으로써 얻어지는 무차원수(즉, BN/CD 비)이며, 둘 모두 동일한 피쳐에 속한다. 일 실시예에서, 부분들은 실질적으로 동일한 값의 CD를 갖는다. 일 실시예에서, 부분들 중 하나의 CD의 값은 부분들 중 또 다른 것의 CD의 값의 95 내지 100 %, 90 내지 100 % 또는 85 내지 100 % 내에 있을 수 있다.
- [0068] 도 6은 상이한 BN/CD 비들을 갖는 일련의 가이딩 템플릿들을 개략적으로 도시하며, 상이한 CC 값들을 갖지만, 10 nm의 일정한 최소 반경 및 44 nm의 일정한 CD를 갖는다. 51과 같은 타원형 피쳐들은 각각의 가이딩 템플릿들에서의 BCP의 자가-조립에 의해 형성되는 타입 A 중합체 도메인들의 위치들을 개략적으로 표시한다.
- [0069] 도 7은 도 6의 일련의 가이딩 템플릿들에서의 타입 A 중합체 도메인의 배치 오차(PE)[열린 원(open circle)들, CD에 대해 44 nm의 값을 가짐], 및 상이한 CC 값들을 갖지만 10 nm의 일정한 최소 반경 및 54 nm의 일정한 CD를 갖는 상이한 BN/CD 비들을 갖는 일련의 가이딩 템플릿들에서의 타입 A 중합체 도메인들의 PE(열린 정사각형, CD에 대해 54 nm의 값을 가짐)를 나타내며, 이는 가이딩 템플릿들이 그 형상들에 있어서 강성(rigid)이라고 가정하여 시뮬레이션에 의해 결정된 바와 같다. 이 가정은 기관 내에 형성되는 가이딩 템플릿들에 대해 유효하지만, 비-강성 재료, 예를 들어 레지스트 층 내에 형성되는 가이딩 템플릿들에 대해서는 사실이 아닐 수 있다. 비-강성 가이딩 템플릿 재료에 대해, 비-강성을 설명하는 인자가 도입되어야 한다. 이 예시에서, 단일 접촉홀(폐쇄된 실린더)에 대한 배치 오차는 약 1.3 nm(3 시그마)이다.
- [0070] 도 7을 고려하면, BN/CD 비가 0.5보다 큰 경우, PE는 급격하게 증가하다. 그러므로, 0.5보다 큰 BN/CD 비를 갖는 가이딩 템플릿은 바람직하지 않다. BN/CD 비의 하한계(lower bound)는, 예를 들어 리소그래피 분해능(즉, 최대 곡률) 및/또는 확률적 영향[예를 들어, 산탄 잡음(shot noise)]에 의해 설정된다. 일 실시예에서, BN/CD 비의 하한계는 0.3이다.
- [0071] 여하한의 이론에 얽매이지 않고, 도 7에 나타난 배치 오차의 증가는 가이딩 템플릿의 지오메트리에 의해 조종(drive)되는 것으로 여겨진다. 더 작은 CD, 블록 공중합체 내의 더 짧은 중합체, 또는 비-선형 블록 공중합체가 더 작은 배치 오차를 초래할 수 있지만, 절대적인 동향은 동일하게 유지되는 것으로 나타나며, 즉 배치 오차는 BN/CD 비가 0.5보다 큰 경우에 크게 증가한다.
- [0072] 따라서, 부분들(예를 들어, 접촉홀들에 대한 가이딩 템플릿 후퇴부 부분들) 중 적어도 2 개 사이의 병목부의 폭(BN)(45), 및/또는 폭(45) 및 폭(44)의 함수(예를 들어, 비)는 가이딩 템플릿 형상에 대한 효과적인 디자인 파라미터일 수 있다. 이는 배치 오차 요건들로 인해 프린트가능한 가이딩 템플릿 형상에 대한 제약 또는 제한을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 파라미터는 BN/CD 비이다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.3 내지 0.5의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.48 내지 0.52의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.49 내지 0.51의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.47 내지 0.53의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.46 내지 0.53의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에서, BN/CD 비는 0.45 내지 0.53의 범위로부터 선택된다. 일 실시예에 따르면, 적어도 2 개의 부분들은 실질적으로 동일한 폭을 갖는다. 이 범위들은, 예를 들어 더 큰 공정 윈도우들을 제공하는 리소그래피 공정에 유리한 경향이 있다.
- [0073] 본 명세서에 설명된 바와 같이, 이러한 파라미터는 가이딩 템플릿의 특성(예를 들어, 디자인)을 결정하기 위해 규칙-기반 접근법에서 사용될 수 있다. 본 명세서에 설명된 바와 같이, 이러한 파라미터는 최적화-타입 공정에서 1 이상의 다른 파라미터들과 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 파라미터는 피쳐의 임계 치수가 최대

화되는 가이딩 템플릿 형상을 실현하는 데 사용될 수 있다.

[0074]

일 실시예에 따르면, 디자인 레이아웃의 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들에 대한 가이딩 템플릿의 1 이상의 특성을 결정하는 방법이 도 8에서 흐름도로 나타내어진다. 단계 801에서, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들을 포함한 디자인 레이아웃이 얻어진다. 예를 들어, 풀칩(full chip) 디자인이 접촉홀 구성을 위해 분석될 수 있고, 이는 적절한 알고리즘에 의해 추출될 수 있다. 단계 802에서, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들 각각에 대한 가이딩 템플릿의 특성이 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들 중 다른 것들을 감안하지 않고 결정된다. 단계 803에서, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들에 대한 각각의 가이딩 템플릿의 특성으로부터 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿의 특성이 결정된다. 예를 들어, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들 각각에 대한 가이딩 템플릿은 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿으로 결합(예를 들어, 합병)될 수 있다. 일 실시예에서, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿을 생성함에 있어서, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들의 각각의 가이딩 템플릿들 간의 갭들은 메워질(bridge) 수 있고, 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들의 각각의 가이딩 템플릿들 사이의 곡률은 평활화(smoothen)될 수 있다. 일 실시예에서, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿에 대한 곡률은 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿을 형성하기 위해 리소그래피에서 사용되는 파장 및 개구수의 함수인 최대 곡률을 초과하지 않는다. 일 실시예에서, 컴퓨터 알고리즘이 (1) 가이딩 템플릿을 발생시키는 리소그래피 공정에 의해 지지되는 피처들 간의 최소 갭, (2) 자가-조립 공정에 의해 정의되는 가이딩 템플릿 임계 치수(CD), 및 (3) 리소그래피 공정의 파장 및 개구수에 기초하여 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿 레이아웃을 발생시킨다. 일 실시예에서, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿 레이아웃은 본 명세서에 설명된 바와 같은 가이딩 템플릿의 지오메트리의 함수에 기초한다. 아래에서 더 설명되는 바와 같이, 가이딩 템플릿 레이아웃은 OPC 공정에서 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿은 예를 들어 도 5 및 도 6에서와 같은 테이블에서의 룩업(look-up)에 의해 결정될 수 있다. 이와 유사하게, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿이 2 이상의 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿들의 조합일 수 있고, 이는 예를 들어 도 5 및 도 6에서와 같은 테이블에서의 룩업에 의해 결정될 수 있다. 선택적인 단계 804에서, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿의 특성이 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿 내에 형성될 BCP 피처와 2 이상의 공간적으로 근접한 피처들 간의 차이를 결정하기 위해, 제 1 원리 계산을 포함한 여하한의 적절한 방법을 이용하여 검증(validate)된다. 차이가 임계치보다 큰 경우, 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿의 특성은 조정될 수 있다. 검증은 수반되는 작은 영역 및 가이딩 템플릿의 진보된 성질(advanced nature)로 인해 시간 소모적이거나 연산 집약적이지 않을 수 있다.

[0075]

일 실시예에 따르면, 디자인 레이아웃, 가이딩 템플릿, 및/또는 가이딩 템플릿에 대한 패터닝 디바이스 패턴을 설계하는 방법이 도 9에서 흐름도로 예시된다. 단계 901에서, 디자인 레이아웃이 얻어진다. 예를 들어, 풀칩 디자인이 접촉홀 구성을 위해 분석될 수 있고, 이는 적절한 알고리즘에 의해 추출될 수 있다. 단계 902에서, 디자인 레이아웃의 1 이상의 피처들에 대한 가이딩 템플릿의 1 이상의 특성이 본 명세서에 설명된 방법 및/또는 제 1 원리 계산과 같은 여하한의 적절한 방법을 이용하여 결정된다. 단계 903에서, 디자인 레이아웃, 가이딩 템플릿 및/또는 가이딩 템플릿을 형성하는 패터닝 디바이스 패턴의 1 이상의 특성이 OPC를 거친다. 일 실시예에서, OPC는 가이딩 템플릿을 이용한 BCP의 자가-조립의 시뮬레이션을 포함한다. 따라서, 일 실시예에서, OPC 비용 함수는 자가-조립 공정을 '인식(aware)'하며, 예를 들어 OPC는 캘리브레이션된 리소그래피 및 자가-조립 모델에 기초한다. 가이딩 템플릿이 OPC를 이용하여 최적화되더라도, 풀칩 OPC 실행 시간은 본 명세서에 설명된 바와 같은 방법을 이용하여 공칭(nominal) 가이딩 템플릿 형상을 정의함으로써 감소될 수 있으며, 이는 최종 최적화된 가이딩 템플릿 형상에 가깝다. 선택적인 단계 904에서, 디자인 레이아웃, 가이딩 템플릿 및/또는 가이딩 템플릿을 형성하는 패터닝 디바이스 패턴의 1 이상의 특성들이 OPC 후 검증된다. 일 실시예에서, 검증은 가이딩 템플릿을 이용한 BCP의 자가-조립의 시뮬레이션을 포함한다. 도 10에 나타난 일 예시에서, 설계된 바와 같은 피처(1001)들에 대한 가이딩 템플릿(1002)이 패터닝 디바이스에 대한 패턴(1003)으로 OPC에 의해 최적화된다. 자가-조립의 시뮬레이션은 가이딩 템플릿(1002)을 형성하는 패턴(1003)에 OPC가 적용된 후 피처(1001)들의 위치(1004)들을 나타낸다.

[0076]

일 실시예에 따르면, 디자인 레이아웃, 가이딩 템플릿, 및/또는 가이딩 템플릿에 대한 패터닝 디바이스 패턴을 설계하는 방법이 도 11에서 흐름도로 예시된다. 단계 1101에서, 디자인 레이아웃이 얻어진다. 예를 들어, 풀칩 디자인이 접촉홀 구성을 위해 분석될 수 있고, 이는 적절한 알고리즘에 의해 추출될 수 있다. 단계 1102에서, 디자인 레이아웃의 1 이상의 피처들에 대한 가이딩 템플릿의 1 이상의 특성이 본 명세서에 설명된 방법들 및/또는 제 1 원리 계산과 같은 여하한의 적절한 방법을 이용하여 결정되고, 본 명세서에 설명된 바와 같은 가이딩 템플릿의 지오메트리의 함수를 포함할 수 있다. 단계 1103에서, 디자인 레이아웃, 가이딩 템플릿 및/또는 가이딩 템플릿을 형성하는 패터닝 디바이스 패턴의 1 이상의 특성이 OPC를 거친다. 이 방법에서는, OPC가 가이딩 템플릿을 이용한 BCP의 자가-조립의 시뮬레이션을 포함할 필요가 없다. 선택적인 단계 1104에서, 디자인 레

이아웃, 가이딩 템플릿 및/또는 가이딩 템플릿을 형성하는 패터닝 디바이스 패턴의 1 이상의 특성들은 OPC 후 검증된다. 일 실시예에서, 검증은 가이딩 템플릿을 이용한 BCP의 자가-조립의 시뮬레이션을 포함한다.

[0077] 도 12를 참조하면, 자가-조립가능한 블록 공중합체를 이용한 구성요소(예를 들어, 디바이스)의 디자인 및/또는 제조의 디자인 프로세스의 일 실시예가 도시된다. 이 프로세스에서, 블록 공중합체가 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하기 위해 사용되는 패턴(예를 들어, 프린트된 리소그래피 패턴)과 어떻게 상호작용하는지의 예측이 제조에 앞서 이루어질 수 있다. 또한, 프로세스는 역문제(inverse problem)의 계산, 즉 블록 공중합체 피처가 어디에 위치되어야 하는지를 인지하고, 예를 들어 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하기 위해 사용될 패턴 및/또는 사용되어야 하는 블록 공중합체의 타입을 결정하는 계산을 가능하게 할 수 있다.

[0078] 단계 300에서, 1 이상의 자가-조립된 블록 공중합체 피처들의 원하는 배열/패턴의 초기 디자인이 제공된다. 또한, 프로세스 동안 초기 디자인이 어떠한 방식으로 재설계될 수 있는지에 대해 제공되는 1 이상의 제약들(규칙들)이 존재할 수 있다. 이러한 1 이상의 규칙들은, 예를 들어 어느 정도까지 특정 블록 공중합체 피처들이 시프트되고 여전히 만족스럽게 위치될 수 있는지를 나타낼 수 있다. 단계 300에서, 사용될 특정 블록 공중합체가 제공될 수 있다. 또한, 프로세스 동안 블록 공중합체가 어떠한 방식으로 재설계될 수 있는지에 대해 제공되는 1 이상의 제약들(규칙들)이 존재할 수 있다. 이러한 1 이상의 규칙들은, 1 이상의 중합체들이 블록 공중합체에 추가되든지, 그로부터 제거되든지, 또는 치환되든지 기타 등등의 방식으로, 예를 들어 어느 정도까지 블록 공중합체의 하나의 중합체의 비가 블록 공중합체의 또 다른 중합체에 대해 변화될 수 있는지를 나타낼 수 있다.

[0079] 단계 302에서, 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 기관 상의 가이딩 템플릿에 대한 디자인이 결정된다. 본 명세서에서 설명되는 1 이상의 방법들/모델들과 같이, 지향성 자가-조립 블록 공중합체 모델이 초기 디자인을 지향성 자가-조립 블록 공중합체 가이딩 템플릿으로 전환(translate)하기 위해 사용된다. 프로세스 동안 가이딩 템플릿이 어떠한 방식으로 설계 또는 재설계될 수 있는지에 대해 1 이상의 제약들(규칙들)이 존재할 수 있다. 이러한 1 이상의 규칙들은, 예를 들어 어느 정도까지 가이딩 템플릿의 후퇴부의 벽의 일부분이 벽의 또 다른 부분 또는 또 다른 벽에 가까울 수 있는지, 가이딩 템플릿의 지오메트리의 함수 등을 나타낼 수 있다. 일 실시예에서, 가이딩 템플릿 디자인에 대한 지향성 자가-조립 블록 공중합체 모델은 연산적으로 무거운 시뮬레이션들에 크게 의존하지 않는 고속 모델(fast model) 또는 규칙들의 세트이다. 가이딩 템플릿 디자인에 대한 고속 모델 또는 규칙들의 세트의 실시예에서, 모델은 복수의 상이한 표준 블록 공중합체 피처 패턴들 및 그 패턴을 형성하는 각각의 이러한 패턴에 대한 연계된 가이딩 템플릿 후퇴부 형상을 포함할 수 있다. 그 후, 모델은 복수의 상이한 표준 블록 공중합체 피처 패턴들 중 1 이상을 식별하기 위해 입력된 원하는 블록 공중합체 피처 패턴을 분석한 후, 연계된 가이딩 템플릿 후퇴부 형상을 전체 가이딩 템플릿 후퇴부 형상 디자인에 추가할 수 있다. 예를 들어, 도 12에서 알 수 있는 바와 같이, 단계 300에서의 디자인의 격리된 접촉홀들이 식별될 수 있고, 연계된 둥근 가이딩 템플릿들이 단계 302에서 가이딩 템플릿 디자인에 추가된다. 이와 유사하게, 단계 300에서의 디자인의 인접한 접촉홀들의 쌍이 식별될 수 있고, (본 명세서에 설명된 바와 같은) 피처(또는 결합된) 가이딩 템플릿들의 구성이 단계 302에서 가이딩 템플릿 디자인에 추가될 수 있다. 일 실시예에서, 가이딩 템플릿 디자인에 대한 고속 모델 또는 규칙들의 세트는 여하한의 시뮬레이션들을 수행하지 않고, 오히려 룩업 및/또는 공식 계산들에 전적으로 의존한다. 일 실시예에서, 가이딩 템플릿 디자인에 대한 고속 모델 또는 규칙들의 세트는 규칙-기반 모델이고, 즉 이는 규칙-기반 OPC와 유사하게, (모델-기반 OPC와 같이) 디자인들 및/또는 수정들을 구성하기 위해 광범위한 리소그래피 시뮬레이션 및 반복에 의존하는 것과 구별하여, 적용되어야 하는 디자인들 및/또는 수정들을 결정하기 위해 간단한 기하학적 규칙들에 의존한다.

[0080] 단계 304에서, 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 기관 상의 가이딩 템플릿을 생성하기 위해 사용되는 패터닝 디바이스의[예를 들어, 임프린트 템플릿의, 광학 리소그래피 마스크의, 전자 빔 라이터(electron beam writer)의, 등] 패턴이 결정된다. 또한, 단계 306에서, 패터닝 디바이스 패턴의 전사 및 프린팅이 시뮬레이션/계산되어, 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 기관 상의 프린트된 가이딩 템플릿에 이른다. ASML Tachyon 연산 리소그래피 소프트웨어 제품들과 같은 1 이상의 알려진 연산 리소그래피 제품들이, 패턴을 계산하고 패턴의 전사 및 프린팅을 시뮬레이션/계산하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스가 광학 리소그래피 마스크인 경우, 광 근접성 보정 제품이 마스크에 대한 마스크 패턴을 계산하는 데 사용될 수 있고, 이는 스캐터 바(scatter bars), 세리프(serifs) 등과 같은 1 이상의 레티클 향상 기술(RET)을 적용하는 것을 포함하며, 소스-마스크 최적화(SMO)가 마스크 패턴과 조명 파라미터들을 최적화하거나 매칭할 수 있고, 이는 모두 블록 공중합체 템플릿의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 기관 상의 원하는 가이딩 템플릿으로 패터닝 디바이스의 패턴을 프린트하는 것을 목표로 한다. 프로세스 동안 패터닝 디바이스의 패턴 및/또는 패터닝 디바이스 패턴의 전사 및 프린팅(예를 들어, 레지스트 선택, 조명, 등)이 설계 또는 재설계

될 수 있는 방식에 대해 1 이상의 제약들(규칙들)이 존재할 수 있다.

- [0081] 단계 308에서, 단계 306에서 결정되는 프린트된 패턴이 검증된다. 예를 들어, 배치 오차 검증 분석이 단계 306에서 결정되는 프린트된 패턴에 적용되는 블록 공중합체의 시뮬레이션/계산된 자가-조립에 대해 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 1 이상의 블록 공중합체 피쳐들의 배치 오차는, 예를 들어 본 명세서에서 각각 그 전문이 인용참조되는 2013년 8월 6일에 출원된 미국 특허 출원 US 61/862,853 및/또는 2013년 5월 30일에 출원된 미국 특허 출원 US 61/829,118에 설명된 방법들 중 1 이상을 이용하여 시뮬레이션 및/또는 계산되고, 1 이상의 블록 공중합체 피쳐들의 배치가 허용가능한지를 결정하기 위해 임계치와 비교된다. 일 실시예에서, 배치 오차 임계치는 5 nm 이하, 4 nm 이하, 3 nm 이하, 2 nm 이하, 또는 1 nm 이하이다. 프린트된 1 이상의 블록 공중합체 피쳐들을 정량화(quantify) 및 검증하고, 선택적으로 1 이상의 자가-조립된 블록 공중합체 피쳐들의 예상 치수들을 결정하기 위해 지향성 자가-조립 블록 공중합체 모델이 사용된다. 일 실시예에서, 지향성 자가-조립 블록 공중합체 모델은 연산적으로 무거운 시뮬레이션들에 크게 의존하지 않는 고속 모델 또는 규칙들의 세트이다. 고속 모델 또는 규칙들의 세트의 일 실시예에서, 다양한 단일 블록 공중합체 피쳐들(예를 들어, 다양한 크기의 접촉홀)의 배치 오차 및/또는 치수들은 다양한 주어진 블록 공중합체들에 대한 엄격한 및/또는 기판 시뮬레이션들에 기초하여 캘리브레이션된다.
- [0082] 310 지점에서, 프린트된 패턴이 (예를 들어, 배치 오차가 임계치 내에 있는 것과 같이 임계치 내에서) 허용가능한 것으로 결정되는 경우, 디자인 및 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들(예를 들어, 블록 공중합체 타입, 자가-조립 가이드 템플릿 디자인 등)은 312에서 수용될 수 있고, 예를 들어 가이드 템플릿에 대한 디자인, 디자인 프로세스 동안 선택되는 블록 공중합체 등을 이용하여 자가-조립이 진행될 수 있다.
- [0083] 단계 306에서 결정되는 프린트된 패턴이 허용가능하지 않은 것으로 결정되는 경우, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들(예를 들어, 블록 공중합체 타입, 자가-조립 가이드 템플릿 디자인 등)은 314에서 수정될 수 있다. 수정들은 많은 형태들을 취할 수 있고, 도 12에 도시된 연산 디자인 프로세스의 다양한 연결지점(junction)들에서 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 2 이상의 파라미터 조정들이 공동-최적화되어야 할 수 있고, 이 파라미터들 중 1 이상이 다른 것보다 더 크게 가중될 수 있다. 예를 들어, 조정이 가이드 템플릿의 형상의 조정 및 블록 공중합체의 물리적 파라미터의 조정을 수반할 수 있고, 이에 따라 어느 한 파라미터가 조정되는 양이 블록 공중합체의 물리적 파라미터의 조정보다 높거나 낮게 가이드 템플릿의 형상의 조정을 가중하여, 또는 가중하지 않고 여하한의 알려진 최적화 기술을 이용하여 수행될 수 있다. 여하한의 이 조정들은, 예를 들어 BCP 피쳐의 배치 오차의 양 또는 연계된 파라미터(예를 들어, 오프셋 양 및/또는 중합체 타입의 길이)에 기초하여 이루어질 수 있다.
- [0084] 일 실시예에서, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 블록 공중합체의 물리적 파라미터의 조정을 포함할 수 있다. 예를 들어, 물리적 파라미터의 조정은 블록 공중합체 내의 제 1 중합체 타입 및 제 2 중합체 타입의 양 사이의 비를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 물리적 파라미터의 조정은 블록 공중합체에 추가 중합체 타입을 추가하거나 블록 공중합체로부터 중합체 타입을 제거하는 것을 포함한다. 일 실시예에서, 물리적 파라미터의 조정은 블록 공중합체의 중합체 타입의 길이를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 물리적 파라미터의 조정은 제 1 중합체 타입과 제 2 중합체 타입 사이, 또는 제 2 중합체 타입과 블록 공중합체 피쳐의 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 가이드 템플릿의 일부분 사이의 반발성(repellence)을 조정하는 것을 포함할 수 있다. 블록 공중합체에 대한 조정은 예를 들어 단계 308에서 이루어질 수 있고, 그 후 프로세스는 단계 308로부터 조정된 블록 공중합체를 이용하여 진행된다. 대안적으로, 블록 공중합체에 대한 조정은 예를 들어 템플릿 디자인 단계가 블록 공중합체의 물리적 성질을 수반하는 경우에 단계 302에서 이루어질 수 있고, 그 후 프로세스는 단계 302로부터 조정된 블록 공중합체를 이용하여 진행된다.
- [0085] 일 실시예에서, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 기판 상의 가이드 템플릿을 생성하기 위해 사용되는 패턴링 디바이스(예를 들어, 임프린트 템플릿의, 광학 리소그래피 마스크의, 전자 빔 라이터의, 등) 패턴의 디자인을 조정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 마스크에 대해, 세리프 또는 스캐터 바와 같은 1 이상의 레티클 향상 기술들이 마스크 패턴에 적용될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 패턴링 디바이스 패턴의 전사 및 프린팅의 파라미터를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 마스크에 대해, 조명 형상, 조명 세기 등이 조정될 수 있다. 이 조정들은 예를 들어 단계 304 및/또는 단계 306에서 이루어질 수 있고, 그 후 프로세스는 그로부터 적용가능한 조정(들)을 이용하여 진행된다.
- [0086] 일 실시예에서, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 블록 공중합체 피쳐의 블록 공

중합체의 자가-조립을 안내하는 가이드 템플릿의 디자인을 조정하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 가이드 템플릿을 조정하는 것은 템플릿의 후퇴부 부분의 형상을 조정하는 것을 포함한다. 예를 들어, 레티클 향상 기술과 유사한 1 이상의 템플릿 향상 기술들이 가이드 템플릿 패턴에 적용될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 앞서 적용된 것과 상이한 기본적인 가이드 템플릿 형상이 특정 블록 공중합체에 적용될 수 있다. 예를 들어, 크게 오버랩된 더블 원형 후퇴부 가이드 템플릿 형상 또는 정사각형 후퇴부 형상이 단계 302에서의 템플릿 디자인에 나타난 바와 같은 둥근 후퇴부 형상 대신에, 단계 300에 나타난 디자인의 격리된 접촉홀에 대한 단계 302에서의 가이드 템플릿 디자인에 적용될 수 있다. 이 조정들은 예를 들어 단계 302에서 이루어질 수 있고, 그 후 프로세스는 그로부터 적용가능한 조정(들)을 이용하여 진행된다.

[0087] 일 실시예에서, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 단계 300에 나타난 블록 공중합체 피쳐들의 패턴의 디자인을 조정하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말하면, 블록 공중합체 피쳐들의 기본적인 디자인은 피쳐들이 실제로 생성되기에 서로 너무 가까울 수 있기 때문에 재설계되어야 할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 블록 공중합체 피쳐들의 패턴의 레이아웃은 피쳐 크기, 피쳐 피치, 피쳐 레이아웃 등에 관하여 변화될 수 있다. 이 조정들은 예를 들어 단계 300에서 이루어질 수 있고, 그 후 프로세스는 그로부터 적용가능한 조정(들)을 이용하여 진행된다.

[0088] 일 실시예에서, 디자인 및/또는 1 이상의 연계된 자가-조립 파라미터들의 조정은 제 1 중합체 타입 및/또는 제 2 중합체 타입에 대한, 블록 공중합체 피쳐의 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 가이드 템플릿의 일부분의 반발성을 조정하는 것을 포함할 수 있다.

[0089] 디자인 프로세스는 자가-조립된 블록 공중합체 피쳐들 중 하나의 원하는 배열/패턴을 실현하는 것에 관하여 설명되었지만, 프로세스는 에칭 등과 같은 후속 공정 단계들의 시뮬레이션 및/또는 모델링을 더 포함하도록 확대될 수 있다. 이러한 추가 공정 단계들의 결과들은 초기 디자인, 블록 공중합체의 타입, 블록 공중합체의 자가-조립을 안내하는 데 사용되는 가이드 템플릿 등을 더 개량(refine)하기에 적절하다면 프로세스로 피드백 또는 피드포워드될 수 있다.

[0090] 본 명세서에서 그 전문이 인용참조되는 미국 특허 출원 공개공보 2012/0331428에 설명된 기술들 및/또는 특징들 중 1 이상이 본 명세서에 설명된 바와 같은 방법에 통합될 수 있다.

[0091] 타입 A 중합체 도메인이라는 용어는 특정한 타입의 중합체 도메인에 제한되지 않아야 한다. 타입 A 중합체 도메인 및 타입 B 중합체 도메인은 단지 도면들을 참조하여 상이한 중합체 도메인들을 구별하기 위해 사용된다.

[0092] 앞서 설명된 바와 같은 실린더형 이외의 후퇴부, BCP 피쳐, 및/또는 제 1 도메인 형상이 일 실시예에 따라 사용(예를 들어, 시뮬레이션 및 설계)될 수 있다. 예를 들어, 스피어형, 타원형, 직사각형, 라멜라형, 큐빅, 테트라고날 또는 헥사고날 피쳐 형상이 피쳐 내의 중합체 도메인의 위치설정에서의 불확실성을 이용하여 시뮬레이션 및 설계될 수 있다. 선형 트랜치-유사 피쳐에 의해 결합되는 실린더형 피쳐들이 중합체 도메인 피쳐 위치 불확실성들을 이용하여 시뮬레이션 및 설계될 수 있다.

[0093] 앞서 언급된 바와 같이, 후퇴부의 측벽을 형성하는 레지스트의 사용은 제한적인 특징이라기보다는 일 예시인 것으로 의도된다. 예를 들어, 기관 자체의 패턴링 또는 기관 상에 증착되거나 성장된 층의 패턴링에 의해 후퇴부가 제공될 수 있다. 후퇴부가 자체로 BCP 재료의 자가-조립에 의해 제공될 수 있다.

[0094] 도 13은 컴퓨터(60)를 나타낸다. 컴퓨터(60)는 본 명세서에 설명된 여하한 방법들을 구현할 수 있으며, 이는 본 명세서에 설명된 여하한 방법들을 이용하여 BCP 피쳐의 시뮬레이션을 구현하고, 및/또는 가이드 템플릿을 계산하는 것을 포함한다. 컴퓨터(60)는 랜덤 액세스 메모리의 형태를 취할 수 있는 메모리(62)(예를 들어, 물리적 메모리)에 저장된 명령어들을 판독하고 실행하도록 구성되는 CPU(중앙 처리 유닛: 61)(예를 들어, 물리적 프로세서)를 포함한다. 메모리(62)는 CPU(61)에 의한 실행을 위한 명령어들 및 그 명령어들에 의해 사용되는 데이터를 저장한다. 예를 들어, 사용 시, BCP 피쳐 및/또는 연계된 파라미터들(예를 들어, 블록 공중합체 타입들, BCP 피쳐 디자인 형상 등)의 디지털 표현이, 컴퓨터가 본 명세서에 설명된 바와 같은 방법을 수행하게 하기 위해 적절한 명령어들과 함께 메모리(62)에 저장될 수 있다.

[0095] 컴퓨터(60)는, 예를 들어 하드 디스크 드라이브(63) 형태의 스토리지를 더 포함할 수 있다. BCP 피쳐 및/또는 연계된 파라미터들의 디지털 표현은 하드 디스크 드라이브(63)에 저장될 수 있다. 컴퓨터(60)는 컴퓨터(60)와 관련되어 사용되는 1 이상의 주변 디바이스들이 연결되는 I/O(입력/출력) 인터페이스(64)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(65)가 컴퓨터(60)로부터의 출력을 보여주기 위해 제공될 수 있다. 디스플레이(65)는 예를 들어 BCP 피쳐의 표현을 보여줄 수 있다. 추가적으로, 디스플레이(65)는 시뮬레이션된 BCP 피쳐의 처리에

의해 발생하는 1 이상의 이미지들, 또는 도 2에 나타낸 바와 같은 기관의 디자인을 보여줄 수 있다. 1 이상의 입력 디바이스들이 인터페이스(64)에 연결될 수 있다. 이러한 입력 디바이스는 컴퓨터(60)와의 사용자 상호작용을 허용하는 키보드(66) 및/또는 마우스(67)를 포함할 수 있다.

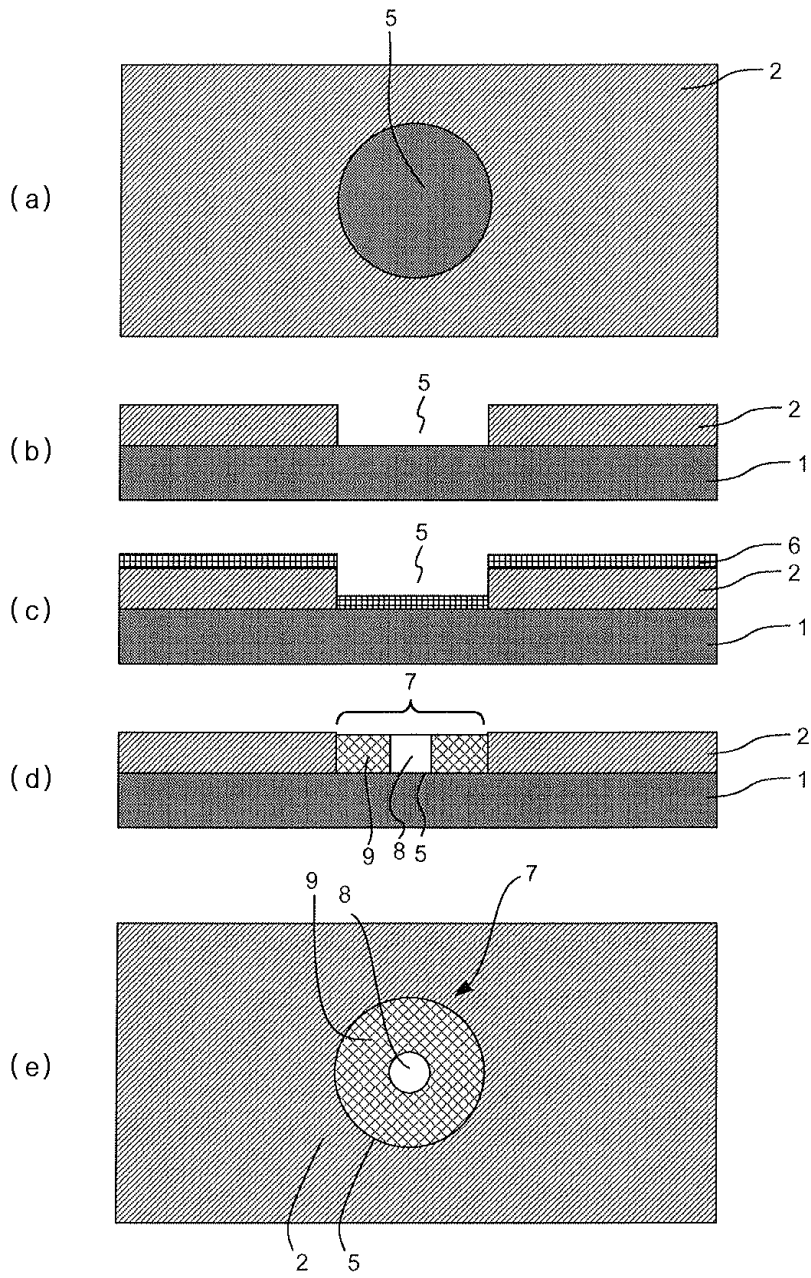
[0096] 다른 컴퓨팅 디바이스들로부터 데이터를 수신하고, 및/또는 다른 컴퓨팅 디바이스들에 데이터를 전송하기 위해 컴퓨터(60)로 하여금 적절한 컴퓨터 네트워크에 연결되게 하는 네트워크 인터페이스(68)가 제공될 수 있다. CPU(61), 메모리(62), 스토리지(63), I/O 인터페이스(64) 및 네트워크 인터페이스(68)는 버스(69)에 의해 함께 연결된다.

[0097] 본 발명의 실시형태들은 여하한 편리한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예가 유형 전달 매체(예를 들어, 디스크) 또는 무형 전달 매체(예를 들어, 통신 신호)일 수 있는 적절한 전달 매체에서 전달될 수 있는 1 이상의 적절한 컴퓨터 프로그램들에 의해 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예들은, 구체적으로 본 명세서에 설명된 바와 같은 방법을 구현하도록 배치된 컴퓨터 프로그램을 실행하는 프로그램가능한 컴퓨터의 형태를 취할 수 있는 적절한 장치를 이용하여 구현될 수 있다.

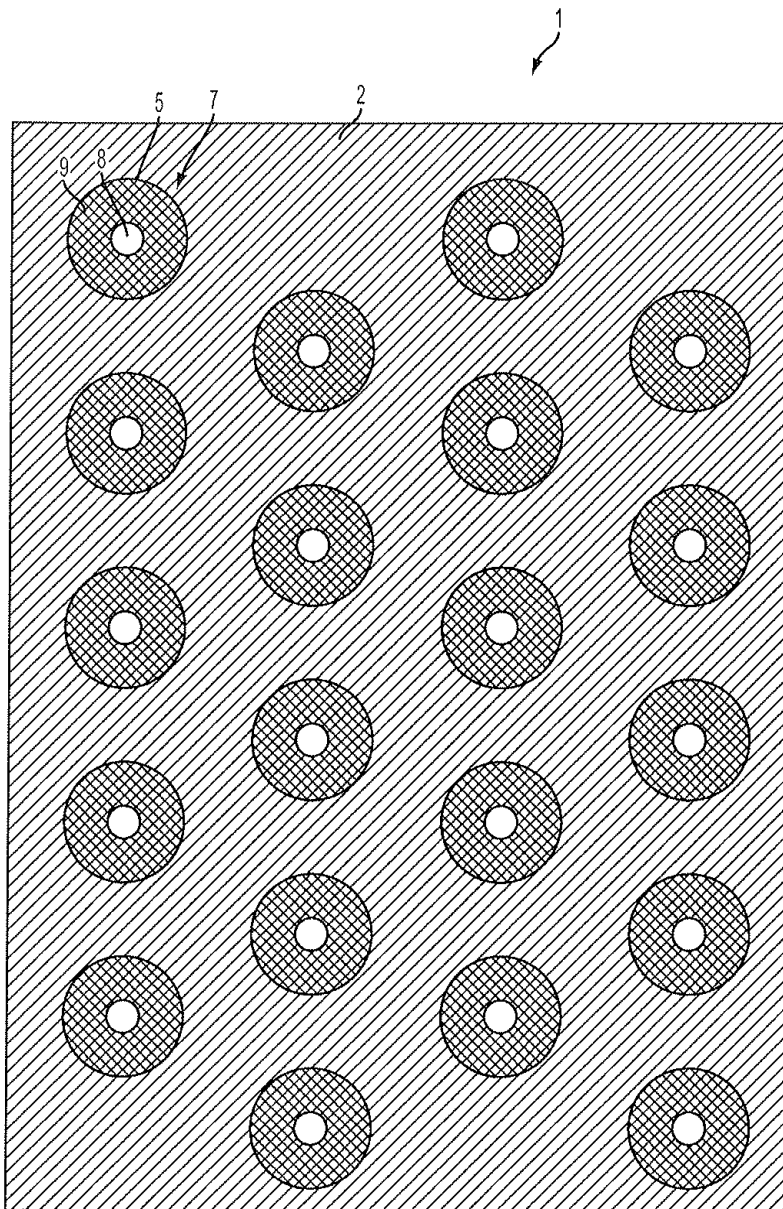
[0098] 이상, 본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만, 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 상기 서술내용은 예시를 위한 것이지, 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 당업자라면 첨부된 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 서술된 본 발명에 대한 변형예가 행해질 수 있다는 것을 분명히 알 것이다.

도면

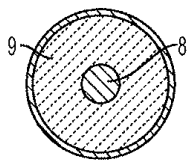
도면1



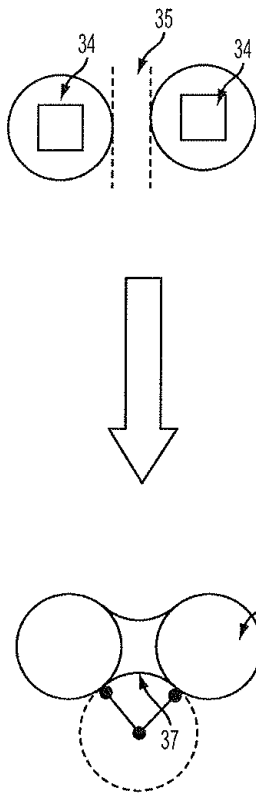
도면2



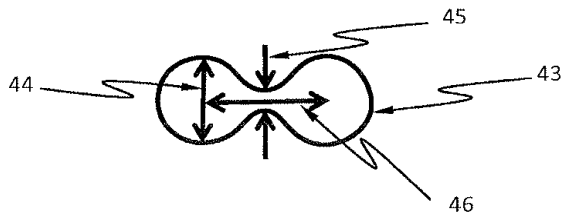
도면3



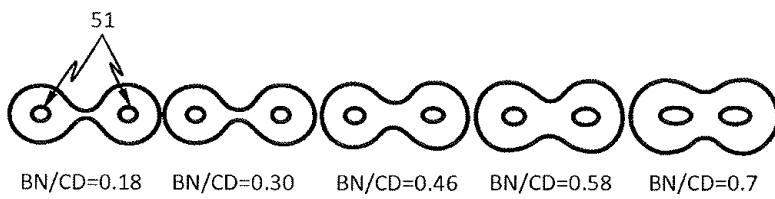
도면4



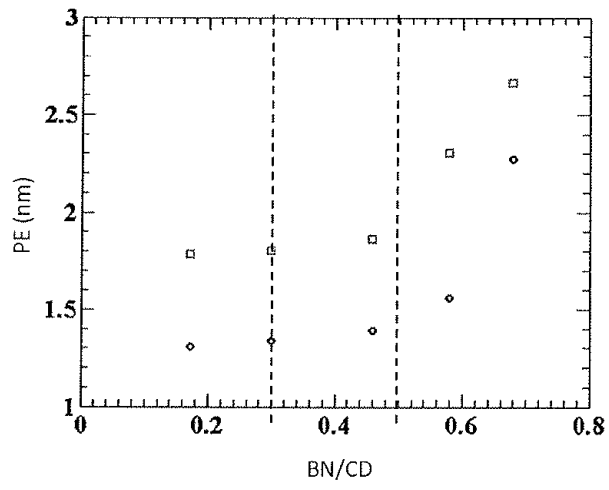
도면5



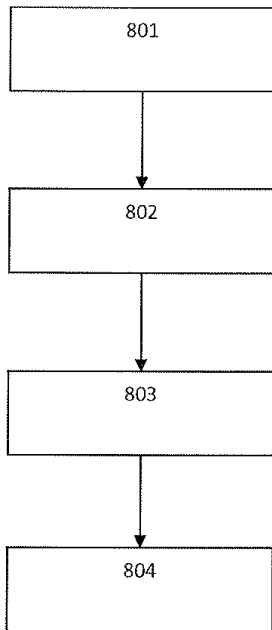
도면6



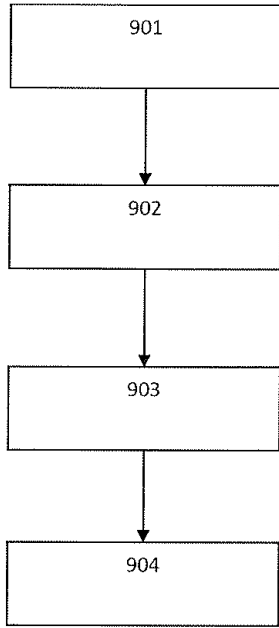
도면7



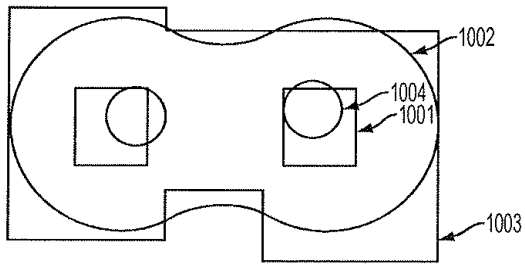
도면8



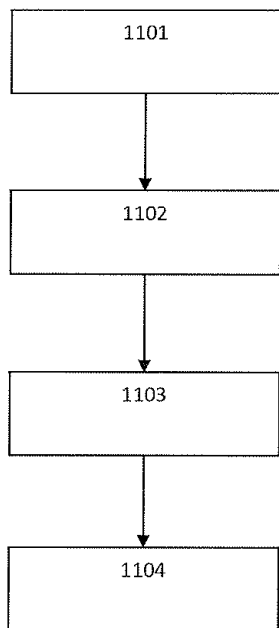
도면9



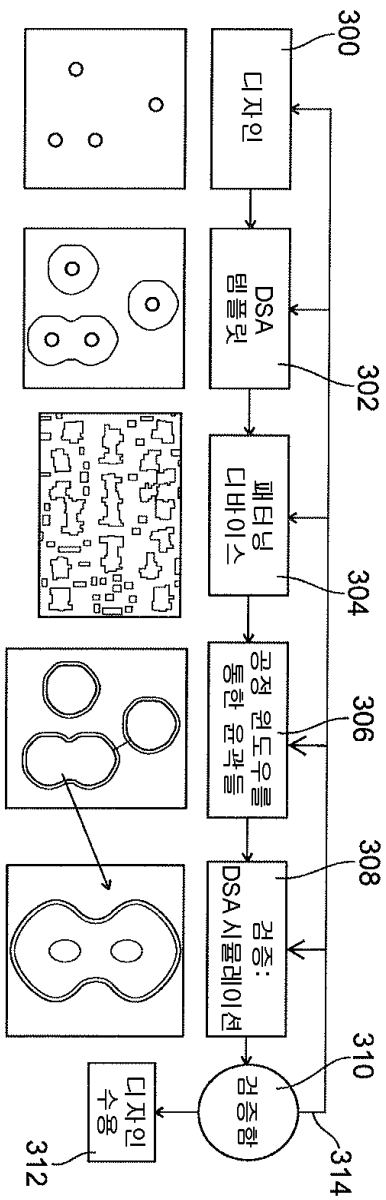
도면10



도면11



도면12



도면13

