



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월31일  
(11) 등록번호 10-1772993  
(24) 등록일자 2017년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 7/00 (2006.01) G03F 7/26 (2006.01)  
H01L 21/027 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-7019419  
(22) 출원일자(국제) 2011년02월04일  
심사청구일자 2016년01월22일  
(85) 번역문제출일자 2012년07월23일  
(65) 공개번호 10-2012-0125473  
(43) 공개일자 2012년11월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/023792  
(87) 국제공개번호 WO 2011/097514  
국제공개일자 2011년08월11일  
(30) 우선권주장  
61/301,895 2010년02월05일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020070027466 A\*  
US20050067379 A1  
W02005040932 A2  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
캐논 나노테크놀로지스 인코퍼레이티드  
미국 텍사스 78758-3605 오스틴 웨스트 브레이커  
레인 1807 빌딩 씨-300  
(72) 발명자  
셀리니디스 코스타  
미국 텍사스 78746 오스틴 사이프레스 포인트 웨  
스트 1919  
(74) 대리인  
송봉식, 정삼영

전체 청구항 수 : 총 19 항

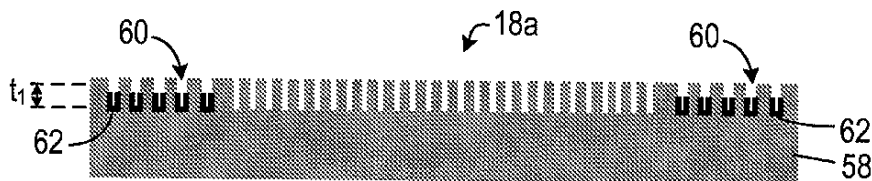
심사관 : 신상훈

(54) 발명의 명칭 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형

(57) 요약

고 콘트라스트 재료를 갖는 정렬 마크를 갖는 주형의 형성을 위한 시스템 및 방법이 기술된다. 고 콘트라스트 재료는 정렬 마크의 오목부 내에 위치될 수 있다.

대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- (a) 복수의 돌출부 및 오목부를 기관의 정렬 영역 및 특징부 영역에 형성하는 단계;
- (b) 상기 기관의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 고 콘트라스트 재료를 정렬 영역 상에 부착하는 단계;
- (c) 정렬 영역 및 특징부 영역 상에 층을 형성하는 단계;
- (d) 형성된 층의 일부를 형성된 층의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거하는 단계;
- (e) 고 콘트라스트 재료의 일부를 고 콘트라스트 재료의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거하는 단계; 및
- (f) 정렬 영역의 오목부의 형성된 층의 나머지 부분을 제거하여 정렬 영역의 오목부에 남아 있는 고 콘트라스트 재료를 노출시키는 단계를 포함하는, 임프린트 나노리소그래피 기관의 패턴형성 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 고 콘트라스트 재료를 특징부 영역 상에 부착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 형성된 층을 특징부 영역으로부터 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 형성된 층은 정렬 영역에 걸쳐 제 1 두께 및 특징부 영역에 걸쳐 제 2 두께를 가질 수 있고, 제 1 두께는 제 2 두께보다 더 큰 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서, 고 콘트라스트 재료를 특징부 영역으로부터 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 형성된 층은 기관 상에 중합성 재료를 디스펜스하고, 중합성 재료를 임프린트 주형과 접촉시키고, 중합성 재료를 고화시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 형성된 층은 스핀-온 공정에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 형성된 층은 패턴형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서, 형성된 층은 다른 에칭 속도를 갖는 적어도 두개의 다른 층들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서, 다른 층들 중 하나는 평탄화된 층이고 두 다른 층들 중 또 다른 층은 패턴형성된 층인 것을

특징으로 하는 방법.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서, 다른 층들의 적어도 둘 사이에 배치된 하드 마스크를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서, 다른 층들 중 하나는 평탄화된 층이고 두 다른 층들 중 또 다른 층은 패턴형성된 층인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 13

- (a) 복수의 돌출부 및 오목부를 기관의 정렬 영역 및 특징부 영역에 형성하는 단계;
- (b) 상기 기관의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 고 콘트라스트 재료를 정렬 영역 상에 부착하는 단계;
- (c) 중합성 재료를 기관 상에 디스펜스하고, 중합성 재료를 정렬 및 특징부 영역과 겹쳐서 임프린트 주형과 접촉시키되, 임프린트 주형은 정렬 영역과 겹쳐서 주형의 그 영역에서 투명하고 특징부 영역과 겹쳐서 주형의 그 영역에서 불투명하며, 정렬 영역 상에 중합성 재료를 고화시키기 위해 중합성 재료를 조사함으로써 정렬 영역 상에 층을 형성하는 단계;
- (d) 형성된 층의 일부를 형성된 층의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거하는 단계;
- (e) 고 콘트라스트 재료의 일부를 고 콘트라스트 재료의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거하는 단계; 및
- (f) 정렬 영역의 오목부의 형성된 층의 나머지 부분을 제거하여 정렬 영역의 오목부에 남아 있는 고 콘트라스트 재료를 노출시키는 단계를 포함하는, 임프린트 나노리소그래피 기관의 패턴형성 방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서, 고 콘트라스트 재료를 특징부 영역 상에 부착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서, 특징부 영역으로부터 고 콘트라스트 재료를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 16

제 13 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서, 형성된 층은 다른 에칭 속도를 갖는 적어도 두개의 다른 층들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서, 다른 층들의 적어도 둘 사이에 하드 마스크를 추가시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

제 1 항 또는 제 13 항에 있어서, 오목부 내에 고 콘트라스트 재료 위에 위치한 보호층을 더 포함하는 것을 특

징으로 하는 방법.

## 청구항 21

제 20 항에 있어서, 보호층은  $\text{SiO}_2$ , 비정질 Si,  $\text{SiN}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 및 SiC로 구성되는 군으로부터 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2010년 2월 5일 출원된 미국 가출원 제61/301,895호의 우선권을 주장하며, 이것은 모두 그 전체가 본원에 참고자료로 포함된다.

### 배경 기술

[0003] 나노-제작은 100 나노미터 이하 정도의 특징부를 가진 초소형 구조의 제작을 포함한다. 나노-제작이 상당한 영향을 미치는 한 용도는 집적회로 가공 분야이다. 반도체 가공 산업은 생산성을 높이기 위해 계속 박차를 가하고 있는 한편, 기판 위에 형성되는 단위 면적당 회로의 수는 증가하고 있다. 따라서, 나노-제작은 점점 중요해지고 있다. 나노-제작은 형성된 구조의 최소 특징부 치수를 계속 줄이면서 동시에 더 큰 공정 제어를 제공한다. 나노-제작이 사용되었던 다른 개발 분야들은 생물공학, 광학기술, 기계시스템 등을 포함한다.

[0004] 요즘 사용되고 있는 예시적 나노-제작 기술은 통상 임프린트 리소그래피라고 불린다. 예시적 임프린트 리소그래피 공정은 미국 특허공개 제2004/0065976호, 미국 특허공개 제2004/0065252호 및 미국 특허 제6,936,194호와 같은 많은 공보들에 상세히 기술되어 있으며, 이들은 모두 본원에 참고자료로 포함된다.

[0005] 상기 언급된 미국 특허공개 및 특허의 각각에 개시된 임프린트 리소그래피 기술은 성형성(중합성) 층에 릴리프 패턴을 형성하는 것과 릴리프 패턴에 대응하는 패턴을 하부 기판에 전사하는 것을 포함한다. 기판은 모션 스테이지에 결합되어, 원하는 위치를 얻음으로써 패턴형성 공정을 용이하게 할 수 있다. 패턴형성 공정은 기판과 이격되어 있는 주형 및 주형과 기판 사이에 적용되는 성형성 액체를 사용한다. 성형성 액체는 고화되어서 이 성형성 액체와 접촉하는 주형의 표면의 형상과 일치하는 패턴을 가진 단단한 층을 형성한다. 고화 후, 주형은 단단한 층으로부터 분리되어 주형과 기판이 이격된다. 다음에, 기판과 고화된 층에 추가의 공정을 행하여 고화된 층에 있는 패턴에 대응하는 릴리프 이미지를 기판에 전사한다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0006] 고 콘트라스트 재료를 갖는 정렬 마크를 갖는 주형 및 기판, 그리고 이러한 주형을 패턴형성 및 사용하기 위한 방법 및 시스템이 제공된다.

[0007] 한 양태에서, 임프린트 나노리소그래피 기판이 패턴형성된다. 돌출부 및 오목부가 기판의 정렬 영역 및 특징부 영역에 형성되고, 고 콘트라스트 재료가 적어도 정렬 영역에 걸쳐 부착된다. 다음에 정렬 및 특징부 영역 상에 층이 형성된다. 그 다음, 형성된 층의 일부는 형성된 층의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거된다. 마찬가지로, 고 콘트라스트 재료의 일부는 고 콘트라스트 재료의 나머지 부분이 정렬 영역의 오목부에만 남아 있도록 정렬 영역으로부터 제거된다. 그 다음 정렬 영역의 오목부에서 형성된 층의 나머지 부분을 제거하여 정렬 영역의 오목부에 남아 있는 고 콘트라스트 재료를 노출시킨다.

[0008] 다른 양태에서, 고 콘트라스트 재료는 특징부 영역 및/또는 형성된 층 상에 부착될 수 있거나 또는 고 콘트라스트 재료는 특징부 영역으로부터 제거될 수 있다. 또 다른 양태에서, 형성된 층은 정렬 영역에 걸쳐 제 1 두께 및 특징부 영역에 걸쳐 제 2 두께를 가질 수 있고, 제 1 두께는 제 2 두께보다 더 크다.

[0009] 더 이상의 양태에서, 형성된 층은 기판 상에 중합성 재료를 디스펜스하고, 중합성 재료를 임프린트 주형과 접촉시키고, 중합성 재료를 고화시킴으로써 형성될 수 있다. 다른 양태에서, 임프린트 주형은 정렬 영역과 겹쳐서 주형의 그 영역에서 투명할 수 있고 특징부 영역과 겹쳐서 주형의 그 영역에서 실질적으로 불투명할 수 있어서, 중합성 재료를 조사하는 것이 정렬 영역 상의 중합성 재료를 고화하나 중합성 재료는 정렬 영역에서 중합되지

않거나 단지 부분적으로 중합되어, 따라서 그것의 나중 제거를 쉽게 하도록 한다. 더욱 다른 양태에서, 형성된 층은 스핀-온 공정을 사용하여 형성될 수 있다.

- [0010] 다른 양태에서, 형성된 층은 패턴형성된다. 더욱 다른 양태에서, 형성된 층은 다른 에칭 속도를 갖는 적어도 두 개의 다른 층들로 만들어질 수 있다.
- [0011] 다른 양태에서, 층들 중 하나는 평탄화된 층인 반면에, 또 다른 층은 패턴형성된 층이다. 더 이상의 양태에서, 다른 층들 사이에 하드 마스크가 배치될 수 있다.
- [0012] 더 이상의 양태에서, 본체와 본체의 한 측면 상에 위치된 패턴형성된 표면을 갖는 몰드를 갖는 임프린트 주형이 제공된다. 몰드는 특징부 영역과 정렬 마크를 갖는 패턴형성된 표면을 가지며, 정렬 마크는 특징부 영역의 외부에 있다. 정렬 마크는 복수의 돌출부 및 오목부를 포함하고 고 콘트라스트 재료는 오목부에만 위치된다.
- [0013] 한 양태에서, 주형의 고 콘트라스트 재료는 주형 본체와는 다른 굴절률을 갖는다. 다른 양태에서, 보호층은 오목부 내에 고 콘트라스트 재료에 걸쳐 위치된다.
- [0014] 여기 기술된 양태 및 실시는 상기한 것 이외의 방식으로 조합될 수도 있다. 다른 양태, 특징, 및 이점들은 이하의 상세한 설명, 도면 및 특허청구범위로부터 명백할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0015] 본 발명의 특징 및 이점들이 상세히 이해될 수 있도록, 본 발명의 구체예의 더 구체적인 설명은 첨부된 도면에 예시된 구체예들을 참조하여 이루어질 수 있다. 그러나, 첨부된 도면은 본 발명의 전형적인 구체예를 예시할 뿐이며, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 생각되어서는 안 되고, 본 발명은 다른 동등하게 유효한 구체예들에 대해서도 인정될 수 있다는 것에 유념해야 한다.
- 도 1은 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.
- 도 2는 패턴형성된 층이 위에 있는, 도 1에 예시된 기관의 단순화된 측면도를 예시한다.
- 도 3a-3i는 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 예시적 형성방법을 예시한다.
- 도 4a-4b는 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 또 다른 예시적 형성방법을 예시한다.
- 도 5a-5d는 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 또 다른 예시적 형성방법을 예시한다.
- 도 6a-6e는 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 또 다른 예시적 형성방법을 예시한다.
- 도 7은 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 형성을 위한 패턴형성된 층의 적어도 일부의 에칭 속도를 변경시키는 방법을 예시한다.
- 도 8은 도 3 내지 7의 방법에 따라 형성된 주형의 예시적 사용을 예시한다.
- 도 9a-9b는 고 콘트라스트 정렬 마크를 갖는 주형의 또 다른 예시적 형성방법을 예시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 도면, 특히 도 1을 보면, 기관(12) 위에 릴리프 패턴을 형성하는데 사용되는 리소그래피 시스템(10)이 예시된다. 기관(12)은 기관 척(14)과 결합될 수 있다. 예시된 대로, 기관 척(14)은 진공 척이다. 그러나, 기관 척(14)은, 제한되는 것은 아니지만, 진공, 펀-타입, 홈-타입, 정전기, 전자기 및/또는 기타 등등을 포함하는 어떤 척일 수 있다. 예시적인 척들이 미국특허 제6,873,087호에 기재되어 있고, 이것은 본원에 참고자료로 포함된다.
- [0017] 기관(12)과 기관 척(14)은 스테이지(16)에 의해서 더 지지될 수 있다. 스테이지(16)는 x, y 및 z 축을 따라 병진 및/또는 회전 모션을 제공할 수 있다. 스테이지(16), 기관(12) 및 기관 척(14)은 또한 베이스(도시않음) 위에 위치될 수 있다.
- [0018] 주형(18)이 기관(12)으로부터 이격되어 있다. 주형(18)은 제 1 측면과 제 2 측면을 갖는 본체를 포함할 수 있으며, 한 측면은 거기서부터 기관(12)을 향해 연장되는 메사(20)를 갖는다. 메사(20)는 그 위에 패턴형성 표면(22)을 갖는다. 메사(20)는 또한 몰드(20)라고도 할 수 있다. 또는 달리, 주형(18)은 메사(20) 없이 형성될 수 있다.

- [0019] 주형(18) 및/또는 몰드(20)는, 제한되는 것은 아니지만, 용융-실리카, 석영, 규소, 유기 중합체, 실록산 중합체, 붕규산 유리, 플루오로카본 중합체, 금속, 강화 사파이어 및/또는 기타 등등을 포함하는 재료로 형성될 수 있다. 예시된 대로, 패턴형성 표면(22)은 복수의 이격된 홈(24) 및/또는 돌출부(26)에 의해 한정된 특징부를 포함하지만, 본 발명의 구체예는 이러한 구성형태(예를 들어, 평면 표면)에 제한되지는 않는다. 패턴형성 표면(22)은 기판(12) 위에 형성될 패턴의 기초를 형성하는 어떤 원 패턴을 한정할 수 있다.
- [0020] 주형(18)은 척(28)에 결합될 수 있다. 척(28)은, 제한되는 것은 아니지만, 진공, 편-타입, 홈-타입, 정전기, 전자기 및/또는 다른 유사한 척 타입으로 구성될 수 있다. 예시적인 척들은 미국특허 제6,873,087호에 더 기술되어 있으며, 이것은 본원에 참고자료로 포함된다. 또한, 척(28)은 임프린트 헤드(30)에 결합될 수 있으며, 이로써 척(28) 및/또는 임프린트 헤드(30)가 주형(18)의 움직임을 용이하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 시스템(10)은 유체 디스펜스 시스템(32)을 더 포함할 수 있다. 유체 디스펜스 시스템(32)을 사용하여 기판(12) 위에 성형성 재료(34)(예를 들어, 중합성 재료)를 부착할 수 있다. 성형성 재료(34)는 드롭 디스펜스, 스핀코팅, 딥코팅, 화학증착(CVD), 물리증착(PVD), 박막부착, 후막부착 및/또는 기타 등등과 같은 기술을 사용하여 기판(12) 위에 위치될 수 있다. 성형성 재료(34)는 설계 고려사항에 따라서 몰드(22)와 기판(12) 사이에 소정의 부피가 한정되기 전에 및/또는 한정된 이후에 기판(12) 위에 배치될 수 있다. 성형성 재료(34)는 바이오-도메인, 태양전지 산업, 배터리 산업 및/또는 기능성 나노입자가 필요한 다른 산업들에서 용도를 가진 기능성 나노입자일 수 있다. 예를 들어, 성형성 재료(34)는 미국특허 제7,157,036호 및 미국 특허공개 제2005/0187339호에 기술된 모노머 혼합물을 포함할 수 있으며, 이들은 모두 본원에 참고자료로 포함된다. 또는 달리, 성형성 재료(34)는, 제한되는 것은 아니지만, 생물재료(예를 들어, PEG), 태양전지 재료(예를 들어, N-타입, P-타입 재료) 및/또는 기타 등등을 포함할 수 있다.
- [0022] 도 1 및 2를 보면, 시스템(10)은 경로(42)를 따라 에너지(40)를 보내도록 결합된 에너지원(38)을 더 포함할 수 있다. 임프린트 헤드(30)와 스테이지(16)는 주형(18)과 기판(12)이 경로(42)와 겹쳐져 위치되도록 구성될 수 있다. 시스템(10)은 스테이지(16), 임프린트 헤드(30), 유체 디스펜스 시스템(32) 및/또는 에너지원(38)과 통신하는 프로세서(54)에 의해서 조절될 수 있으며, 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능한 프로그램으로 작동될 수 있다.
- [0023] 임프린트 헤드(30), 스테이지(16) 중 어느 하나, 또는 둘 모두는 몰드(20)와 기판(12) 사이의 거리를 변화시켜서 이들 사이에 소정의 부피를 한정할 수 있으며, 이 부피가 성형성 재료(34)로 채워진다. 예를 들어, 임프린트 헤드(30)가 주형(18)에 힘을 적용하여 몰드(20)가 성형성 재료(34)와 접촉될 수 있다. 소정의 부피가 성형성 재료(34)로 채워진 후, 에너지원(38)이 에너지(40), 예를 들어 자외선을 생성해서 성형성 재료(34)를 기판(12)의 표면(44) 및 패턴형성 표면(22)의 모양과 일치시켜 고화 및/또는 가교결합시키고, 이로써 기판(12) 위에 패턴형성된 층(46)이 한정된다. 패턴형성된 층(46)은 돌출부(50)와 홈(52)으로서 도시된 복수의 특징부 및 잔류 층(48)을 포함할 수 있으며, 돌출부(50)는 두께  $t_1$ 을 갖고, 잔류 층은 두께  $t_2$ 를 갖는다.
- [0024] 전술한 시스템 및 공정은 미국특허 제6,932,934호, 미국특허 제7,077,992호, 미국특허 제7,179,396호 및 미국특허 제7,396,475호에 언급된 임프린트 리소그래피 공정 및 시스템에도 또한 사용될 수 있으며, 이들은 모두 그 전체가 본원에 참고자료로 포함된다.
- [0025] 정렬 마크는 기판 상의 정밀한 위치에 패턴 전사를 용이하게 하기 위해 성형성 재료(34)를 임프린팅하기에 앞서 주형(18) 및 기판(12)을 정렬하는데 도움을 줄 수 있다. 패턴 전사의 용이성에 도움을 줄 수 있는 예시적 정렬 시스템 및 공정은 또한 미국 특허 제7,837,907호, 미국 특허 제7,780,893호, 미국 특허 제7,281,921호, 미국 출원 제11/373,533호, 미국 특허 제7,136,150호, 미국 특허 제7,070,405호, 및 미국 특허 제6,916,584호에 기술되어 있고; 이것들은 모두 여기에 그 전체가 참고자료로 포함된다. 일반적으로, 종래 기술 내에서, 이들 정렬 마크는 용융 실리카에 에칭될 수 있고, 매질은 성형성 재료(34)와 유사한 굴절률을 갖는다. 이런 이유로, 정렬 마크는 가시적이기 위해 성형성 재료(34)로부터 분리되어 남아있어야 한다. 예를 들면, 여기에 참고자료로 포함되는 미국 특허 제7,309,225호에 더 기술되는 바와 같이, 성형성 재료(34)로부터 정렬 마크를 분리하기 위해 트렌치가 사용될 수도 있다. 그러나, 트렌치를 위해 필요한 최소량의 공간은 일반적으로 전형적인 반도체 스크라이브 면적보다 더 크다. 예를 들면, 트렌치의 폭 더하기 정렬 마크와 간섭을 제거하는데 필요한 에지 사이의 최소 거리는 전형적인 스크라이브 면적보다 더 많은 공간을 요한다.
- [0026] 추가로, 이러한 트렌치의 제공은 균일성 및 지속적 특징부 밀도가 중대한 속성일 수 있는 화학적-기계적 평탄화(CMP) 및/또는 에칭 공정과 같은 일부 공정들에 유해할 수 있는 기판(12) 상의 큰 개방 공간들을 가져올 수 있



다. 트렌치 영역은 또한 결함에 주된 장소이다.

- [0027] 이러한 트렌치 또는 큰 개방 공간들에 대한 필요를 경감하기 위해, 정렬 마크는 고 콘트라스트 재료로 형성될 수 있다. 정렬 마크를 형성하기 위해 사용된 고 콘트라스트 재료는 성형성 재료(34)와 다른 굴절률을 가질 수 있다. 이런 이유로, 이들 정렬 마크는 정렬 공정을 위해 성형성 재료(34)의 존재하에 가시적일 수 있다.
- [0028] 고 콘트라스트 정렬 마크는 주형(18)의 주 특징부와 같은 단계에서 패턴형성될 수 있다. 같은 단계에서 패턴형성함으로써, 패턴 배치 오차는 최소화될 수 있다. 이들 정렬 마크는 일반적으로 기관(12)에 형성된 주 특징부와 실질적으로 같은 깊이로 에칭된다.
- [0029] 여기에 참고자료로 포함되는 미국 특허 공개 제2010/0092599호에 기술된 바와 같이, 고 콘트라스트 마크의 어떤 제작 방법은 주 패턴과 실질적으로 같은 단계의 동안에 패턴형성되어야만 한다. 주 패턴은 고 콘트라스트 정렬 마크를 위해 요구된 필름으로 패턴 전사하는 것이 매우 어려운 5 내지 32nm 범위의 특징부를 포함할 수 있다. 또한, 고 콘트라스트 정렬 마크를 형성하기에 가장 적합한 하드 마스크의 조성 및 두께는 주 특징부를 형성하기 위해 필요한 하드 마스크의 조성 및 두께와 다를 수 있다.
- [0030] 도3a-3i는 정렬 마크를 갖는 주형을 고 콘트라스트 재료로 형성하는 예시적 방법을 예시한다. 예시된 방법은 정렬 마크의 기관(12) 상의 형성을 보여주지만, 형성된 기관은 그 다음 그 자체가 주형으로서 유용할 것이라는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 기관(58) 상에서 정렬 마크(60)와 특징부(24a 및 26a)의 패턴형성은 단일 단계로 수행될 수 있다. 그러나, 고 콘트라스트 재료(HCM)는 별도의 층(62)으로서 제공될 수도 있다. 이것은 HCM 층이 재료 또는 조성 제한 또는 패턴형성된 층의 요건에 의해 구속받을 필요가 없기 때문에 유리하다. HCM 층(62)은 특징부(24a 및 26a)의 주 패턴 위에 등사(conformal) 부착으로서 제공될 수 있다. 정렬 마크(60)는 제 2 리소그래피 단계에 의해 차폐될 수 있다. 이 제 2 리소그래피 단계는 정렬 마크(60)의 선택적 피복물을 제공할 수도 있어서, 제거 공정 후, 정렬 마크(60)의 단지 오목부가 HCM을 포함할 수 있다.
- [0031] 도3a를 참고하면, 기관(58)은 그 위에 얇은 하드 마스크(68) 및 제 1 패턴 형성된 층(46a)을 형성할 수도 있다. 제 1 패턴 형성된 층(46a)은 제 1 리소그래피 공정으로 형성된 특징부(24a 및 26a) 및 정렬 마크(60)를 포함할 수 있다. 이 리소그래피 공정은 예를 들어서, 도 1 및 2와 관련하여 기술된 시스템(10) 및 공정들을 사용하는, 전자빔 임프린팅, 광학 리소그래피, 레이저 리소그래피, 나노임프린트 리소그래피, 등을 포함하나, 이에 제한되지 않는 어떤 패턴형성 방법도 이용할 수 있다. 정렬 마크(60) 및 특징부(24a 및 26a)는 같은 두께  $t_1$ 을 가질 수 있다.
- [0032] 특징부(24a 및 26a) 및 정렬 마크(60)의 형성은 기관(58)의 부분들을 정렬 영역(64) 및 주 특징부 영역(66)으로 구분할 수 있는데, 정렬 영역(64)은 정렬 마크(60)를 포함하고 주 특징부 영역(66)은 주 패턴의 특징부(24a 및 26a)를 포함한다. 도 3b를 참고하면, 특징부(24a 및 26a) 및 정렬 마크(60)는 기관(58)에 에칭된다. 특징부(24a 및 26a) 및 정렬 마크(60)의 에칭은 업계에서 알려진 여러가지 드라이에칭 공정들로 달성될 수 있다.
- [0033] 도3c를 참고하면, HCM 층(62)은 정렬 영역(64)의 적어도 일부 및/또는 주 특징부 영역(66)의 적어도 일부 위에 부착될 수 있다. HCM 층(62)은 탄탈, 텅스텐, 탄화규소, 비정질 규소, 크롬, 질화크롬, 몰리브덴, 폴리브덴 규소화물, 티타늄, 질화티타늄, 등을 포함하나, 이들에 제한되지 않는 재료로 형성될 수 있다. HCM 층(62)은 대략 2 nm 내지 50 nm 범위의 두께를 가질 수 있다.
- [0034] HCM 층(62)의 부착은 등사이거나 또는 지향적(directional)일 수 있다. 예를 들면, 한 구체예에서, HCM 층(62)은 도 3c-1에 예시된 바와 같이, 정렬 마크(60)의 오목부 내에 지향적으로 부착될 수 있다. 또 다른 구체예에서, HCM 층(62)은 도 3c에 예시된 바와 같이, 전체 정렬 영역(64) 및 전체 주 특징부 영역(66) 위에 등사 부착될 수 있다.
- [0035] 한 구체예에서, HCM 층(62)은 주 특징부 영역(66)을 포함하는 전체 패턴형성된 영역 위에 부착될 수 있고 후속 단계에서 선택적으로 제거된다. 이러한 선택적 제거는 주 특징부 영역(66) 내의 특징부의 치수에 실질적으로 영향을 미치지 않고 제공될 수 있다. 크게 선택적인 에칭 공정이 사용될 수 있다. 예를 들면, XeF<sub>2</sub> 기체가 사용될 수 있는데 그것은 일반적으로 용융 실리카 패턴에 궁극적으로 변화를 주지 않고 용융 실리카 표면으로부터 비정질-Si, Ta, TaN, MoSi, MO, 및 W의 제거에 효과적이기 때문이다. 또한, RIE Cl<sub>2</sub> 또는 O<sub>2</sub> 기체의 드라이에칭 공정들은 용융 실리카 표면으로부터 Cr, CrN, 및 CrO를 제거할 때 양호한 선택성을 나타내었기 때문에 그것들이 사용될 수 있다. 게다가, 습식 에칭 공정은 Cr7s Chrome 스트리퍼와 같은 용융 실리카로부터 선택적으로 HCM을 제거하기 위해 사용될 수 있다.

- [0036] 도 3d-3i는 전체 정렬 영역(64) 및 전체 주 특징부 영역(66) 위에 HCM 층(62)의 등사 부착에 관련된 공정을 또한 예시한다. 공정은 또한 도 3c-1에 묘사된 바와 같이, 정렬 영역(64) 위에 지향적으로 부착되고 주 특징부 위에 부착되지 않는 HCM 층에 따를 수 있음이 인식될 것이다.
- [0037] 도 3d에 예시된 바와 같이, 층(46b)은 도 1 및 2와 관련하여 기술된 시스템(10) 및 공정들을 사용하여 전체 정렬 영역(64) 및 주 특징부 영역(66) 상에 형성될 수 있다. 층(46b)은 정렬 영역(64) 및 주 특징부 영역(66)의 특징부들을 채운다. 예를 들면, 층(46b)은 정렬 마크(60)의 오목부를 채운다. 층(46b)은 정렬 영역(64) 위에 제 1 두께  $t_3$  및 주 특징부 영역(66) 위에 제 2 두께  $t_4$ 를 가질 수 있다. 제 1 두께  $t_3$ 는 제 2 두께  $t_4$ 보다 더 크거나 실질적으로 더 커서 정렬 마크(60) 위에 위치된 성형성 재료의 하나 이상의 블록 영역(70)을 형성한다. 예를 들면, 정렬 영역(63)에서 층(46b)의 제 1 두께  $t_3$ 는 대략 50 내지 300nm의 범위이고, 주 특징부 영역(66)에서 층(46b)의 두께  $t_4$ 는 블록 영역(70)을 형성하는 대략 0 내지 100nm의 범위일 수 있다( $t_4$ 의 두께는 실질적으로 재료일 수 있는데, 도 1에 나타난 유체 디스펜스 시스템(32)이 정렬 영역(64)의 위치를 타겟할 수 있기 때문이다). 대안으로는, 다른 리소그래피 방법이 층(46b) 및 블록 영역(70)을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 층(46b)은 도 4a에 예시된 바와 같이, 정렬 영역(64) 및 주 특징부 영역(66) 위에 스핀 코팅함으로써 적용된 평탄화 레지스트일 수 있다. 블록 영역(70)은 도 4b에 예시된 바와 같이, 주 특징부 영역으로부터 전적으로 층(46b)을 제거하기 위해 표준 리소그래피 가공처리에 의해 형성될 수 있다. 정렬 영역을 덮는 레지스트는 다음에 에칭에 의해 부분적으로 제거될 수 있고, 고 콘트라스트 재료(HCM)는 앞서 기술된 바와 같이, 정렬 영역의 오목부를 제외하고 실질적으로 제거될 수 있다.
- [0038] 어떤 경우에는, 주 특징부 영역을 더 선택적인 에칭 공정을 갖는 재료(90)로 채우는 것이 유리할 수도 있고 도 5a 내지 5d에 나타난 바와 같이 쉽게 제거될 수 있다. 이것이 유리할 때의 예는 주 특징부 영역에서의 재료가 정렬 영역과 비교하여 주 특징부 영역에서의 상당히 더 높은 애스펙트 비로 인해 제거하기가 더 어려운 경우이다. 이 경우에, 재료(90)의 제 1 층은 주 특징부에 적용되고 제 2 재료(46c)는 정렬 영역을 덮도록 패턴형성된다. 제 1 재료는 다음에 정렬 영역 위의 제 2 층이 소모되기 전에 완전히 주 특징부 영역으로부터 제거된다. 제 1 및 제 2 재료의 제거는 단지 정렬 영역의 오목부들이 도 3h와 유사하게 보호될 때까지 계속될 수 있다.
- [0039] 도 6a-6e는 정렬 영역 위에 더욱더 보호를 추가하기 위해 가능한 또 다른 방법을 나타낸다. 이 경우에 정렬 영역은 패턴형성된 재료(46c) 및 일시적 하드 마스크(100)에 의해 보호된다. 주 특징부 영역을 덮는 재료(90)는 다음에 정렬 영역 위의 충분한 보호와 함께 완전히 제거된다. 그 다음, 일시적 하드 마스크는 제거되어야 하고 정렬 마크를 덮는 재료는 도 3f-3i와 유사하게 가공처리될 수 있다.
- [0040] 일반적으로, 도 5a 및 5b, 또한 도 4a 및 4b에 제공된 방법은 스핀-온 레지스트, 베이킹, 및 현상 공정을 특징짓는다. 층(46c)은 실질적으로 균일한 두께를 갖는 층(46c) 내에서 정렬 영역(64) 및 패턴형성된 영역(66)에 적용될 수 있다. 블록 영역(70)은 층(46c)의 부분들의 후속 제거에 의해 형성될 수 있다. 블록 영역(70)은 임프린팅, 접촉 프린팅, 근접 프린팅, 환원 프린팅, 레이저 쓰기, e-빔 쓰기, 등을 포함하나 이에 제한되지 않는 다른 기술들에 의해 형성될 수 있다는 것을 주목해야 한다.
- [0041] 블록 영역(70)은 층(46c)의 부분들의 후속 제거의 동안에 정렬 마크(60)의 추가 차폐를 제공할 수 있다. 예를 들면, 제 2 리소그래피 공정의 동안에 도 3e-3g에서 층(46b)의 단계식 제거(예를 들면, 데스컴 에칭)에서 예시된 바와 같이 정렬 마크(60)의 선택적 피복물을 제공한다. 선택적 피복물은 정렬 마크(60)의 오목부 내에 잔류 재료 층(72)을 가져올 수도 있다. 잔류 재료 층(72)에 의해 차단되지 않은 HCM 층(62)의 부분들은 그 다음 도 3h에 예시된 바와 같이 스트립핑될 수도 있다. 추가로, 잔류 재료 층(72)은 제거되어, 도 3i에 예시된 바와 같이 정렬 마크(60)의 오목부 내에만 단지 위치된 HCM 층(62)을 갖는 정렬 마크(60)를 형성할 수도 있다. 정렬 마크(60) 및 특징부(24a 및 26a)는 같은 두께  $t_1$ 를 가질 수도 있다.
- [0042] 도 3i의 기관(58)은 임프린팅을 위한 주형으로서 사용될 수 있다. 도 8은 단지 정렬 마크의 오목부에 HCM 층(62)을 함유하는 정렬 마크(60)를 갖는 몰드(18a)를 갖는 주형을 사용하는 예시적 임프린팅 공정을 예시한다. 임프린팅 공정은 도 1 및 2와 관련하여 기술된 공정들과 유사할 수 있다. 성형성 재료(34)는 몰드(18a)와 기관(12) 간의 갭을 채운다. HCM 층(62)은 기관 정렬 마크(80)를 사용하여 주형(18a)을 기관(12)과 정렬하는 데에 있어서 정렬 마크(60)에 관해 가시성을 제공한다.
- [0043] 오목부 내에 위치된 HCM 층(62)을 갖는 정렬 마크(60)는 도 1 및 2와 관련하여 기술된 바와 같이 임프린팅 동안에 성형성 재료(34) 내에 매입된 정렬 마크(60)로도 정렬을 수행하기에 충분한 가시성을 제공할 수 있다. 이런 이유로, 정렬 마크(60)는 예를 들어서 트렌치 또는 다른 큰 개구부를 통해서와 같이, 성형성 재료(34)로부터 분



리되는 것이 필요하지 않을 수도 있다. 이러한 유체 장벽 특징의 제거는 전체 임프린트 스크라이브 폭을 실질적으로 감소시키고, 현존하는 반도체 가공처리로 통합을 위한 융통성을 제공하며, CMP 및 에칭 균일성에 관한 문제를 감소시킬 수 있고, 및/또는 기타등등이다. 또한, HCM 층이 정렬 마크의 표면에서 또는 돌출부 상에서 층으로서 존재하기 보다 정렬 마크의 오목부 내에 있기 때문에, HCM 층은 임프린팅 동안에 주형과 기관 사이의 소정의 간격 또는 갭을 손상하지 않는다. 이것은 최소한의 잔류층 두께를 가지고 패턴을 임프린팅하는 것을 허용한다. 그리고 앞서 언급한 바와 같이, HCM 층은 주 패턴으로 패턴형성되는 것을 필요로 하지 않기 때문에, HCM의 조성은 주 패턴 재료의 필요한 성능 특성에 의해 제한받을 필요가 없다.

[0044] 주형(18a)의 유용 수명을 연장시키기 위해, 주형을 임프린팅에 사용할 때, 또는 클리닝을 시킬 때, 등을 위해 HCM 층이 열화되는 것으로부터 보호하기 위해 오목부 내의 HCM 층 위에 보호층이 더 형성될 수 있다. 보호층은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiN}_2$ , 또는  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 또는 기타와 같은 산화물 또는 질화물 층으로 형성될 수 있고, 또는 비정질 Si 또는 SiC, 또는 기타로 형성될 수 있다. 보호층은 도 9a에 묘사된 바와 같이, 층(46)을 형성하기에 앞서, HCM 층(62) 위에 형성될 수 있고, 그 다음 후속 가공처리를 통해 부분적으로 제거되어 잔류 보호층 재료가 도 9b에 나타난 바와 같이 정렬 마크의 오목부에서만 존재하게 된다.

[0045] 도 5a-5d는 정렬 마크(60)의 오목부 내에 HCM 층(62)을 형성하는 또 다른 방법을 예시한다. 일반적으로, 평탄화 층(90)은 정렬 영역(64) 및 주 특징부 영역(66) 상에 위치될 수 있다. 평탄화 층(90)은 임프린트 리소그래피 공정, 스핀-온 공정, 또는 기타를 사용하여 위치시킬 수 있다. 평탄화 층(90)은 제 1 에칭 속도를 가질 수 있다. 패턴형성된 층(46c)은 도 1 내지 3과 관련하여 기술된 기술 및 시스템을 사용하여 평탄화 층(90) 상에 위치될 수 있다. 패턴형성된 층(46c)은 제 2 에칭 속도를 가질 수 있다. 평탄화 층(90)의 제 1 에칭 속도는 패턴형성된 층(46c)의 제 2 에칭 속도보다 더 높을 수 있고, 이런 이유로, 선택적 에칭이 각 재료에 대해 제공될 수 있다. 예를 들면, 유기 재료(예를 들면, m BARC, PBS 레지스트), 등이다. 예를 들면, 가교결합된 폴리머와 비교하여 2 내지 10배 더 높은 에칭 속도를 제공하는 재료가 사용될 수도 있다.

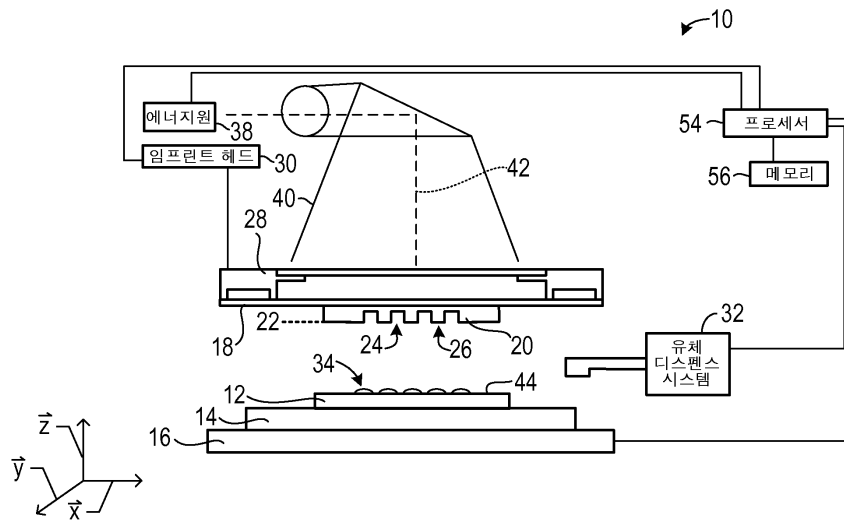
[0046] 도 6a-6e는 정렬 마크(60)의 오목부 내에 HCM 층(62)을 형성하는 또 다른 방법을 예시한다. 도 5a-5d와 유사하게, 평탄화 층(90)은 제 1 에칭 속도를 가질 수 있고 패턴형성된 층(46c)은 제 2 에칭 속도를 가질 수 있다. 평탄화 층(90)과 패턴형성된 층(46c) 사이에 하드 마스크 층(100)이 있을 수 있다. 일반적으로, 하드 마스크 층(100)은 패턴형성된 층(46c) 및/또는 평탄화 층(90)의 제거의 동안에 정렬 영역(64)의 차폐를 제공할 수 있다.

[0047] 도 7은 선택적 에칭 속도를 갖는 층(46d)을 제공하는 또 다른 예시적 방법을 예시한다. 일반적으로, 임프린트 마스크(120)가 층(46d)의 일부를 부분적으로 노출시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 임프린트 마스크(120)는 층(46d)의 주 특징부 영역(66)을 부분적으로 노출시키기 위해 사용되어 주 특징부 영역(66)에서의 층(46d)이 정렬 영역(64)에서의 층(46d)과 비교하여 높은 에칭 속도를 나타낸다. 임프린트 마스크(120)의 제 1 측면은 다른 위치들에서는 투명하게 남아 있으면서 조도 감소층(122)이 있는 위치에서는 마스크를 실질적으로 불투명하게 만드는 조도 감소층(122)을 포함할 수 있다. 조도 감소층(122)은 주 특징부 영역(66)의 길이 범위이어서 층(46d)이 에너지에 노출될 때, 조도 감소층(122)은 주 특징부 영역(66) 내의 층(46d)의 노출을 감소시키고, 층(46d)이 복사선에 노출될 때 정렬 마크(60) 내에서 고화하게 되나 층(46d)은 실질적으로는 고화하지 않게 된다. 선택적인 조도 감소는 따라서 주 특징부 영역(66)의 에칭 속도를 증가시킬 수 있다. 여기 기술된 것들과 같은 제거 기술이 이어서 사용되어 오목부 내에 HCM 층(62)을 갖는 정렬 마크(60)를 제공한다.

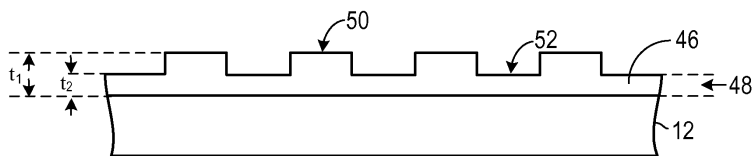
[0048] 여러가지 양태들의 더욱 변형 및 대안의 구체예들이 본 명세서에 비추어 당업자들에게 명백하다. 따라서, 이 설명은 예시로서만 해석되어야 한다. 여기에 나타내고 기술된 형태들은 구체예들의 예로서 취해져야 하는 것으로 이해해야 한다. 요소들 및 재료는 여기서 예시되고 기술된 것들을 대체할 수 있고, 부품 및 공정들이 역으로 될 수도 있고, 어떤 특징들은 독립적으로 이용될 수 있으며, 모두 본 명세서의 이익을 갖게 된 후 당업자에게 명백할 것이다. 다음의 특허청구범위에 기술된 개념과 범위로부터 벗어나지 않고 여기서 기술된 요소들에 변화를 가할 수 있다.

도면

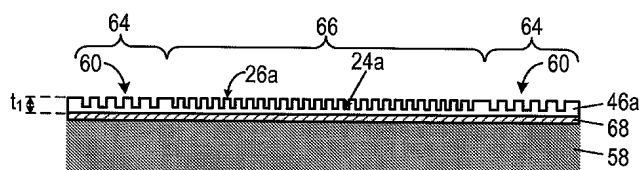
도면1



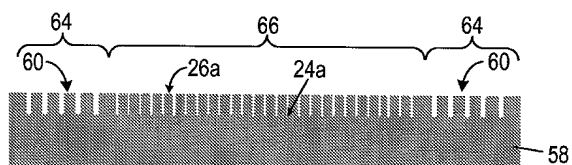
도면2



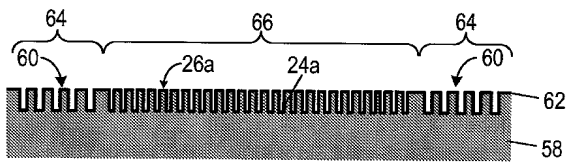
도면3a



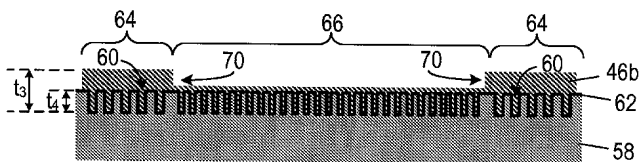
도면3b



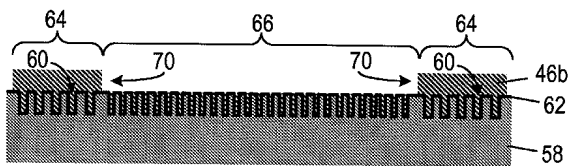
도면3c



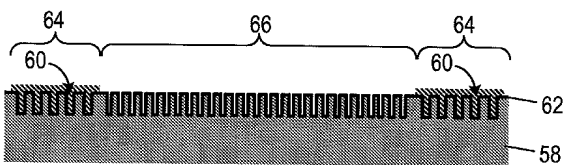
도면3d



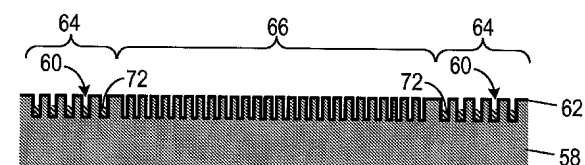
도면3e



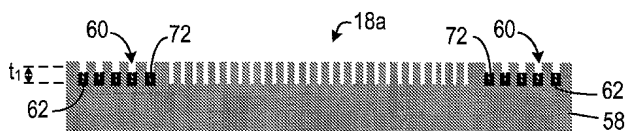
도면3f



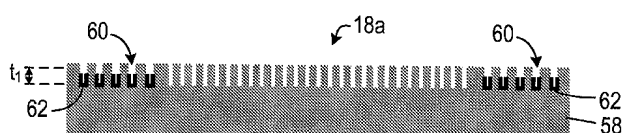
도면3g



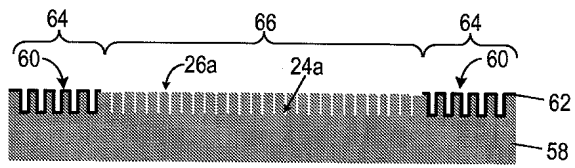
도면3h



도면3i

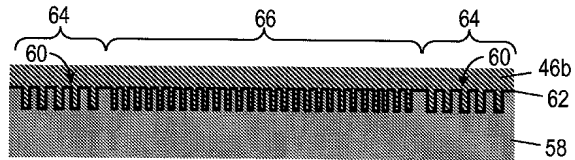


도면3j

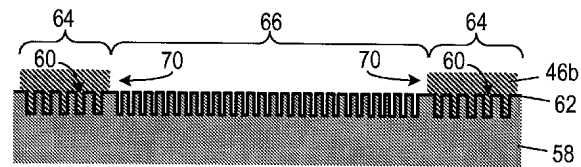


도 3C-1

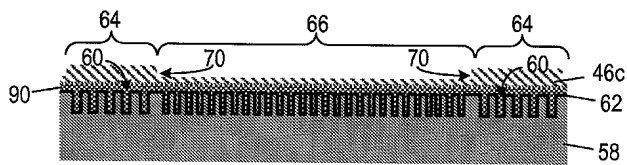
도면4a



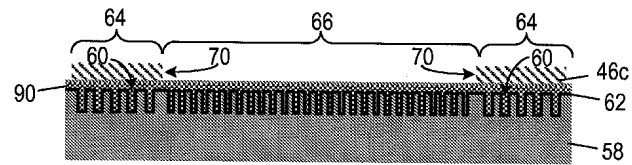
도면4b



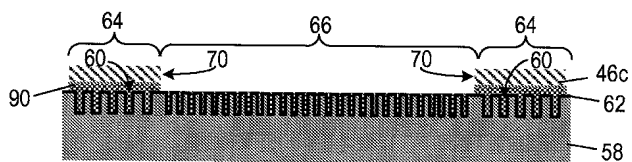
도면5a



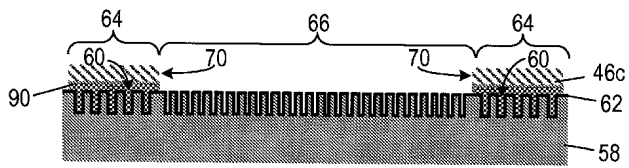
도면5b



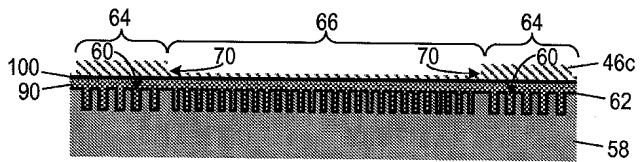
도면5c



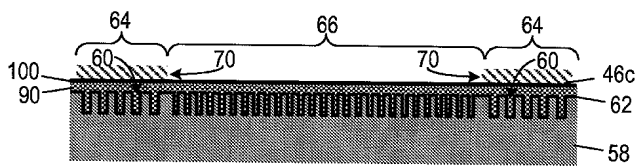
도면5d



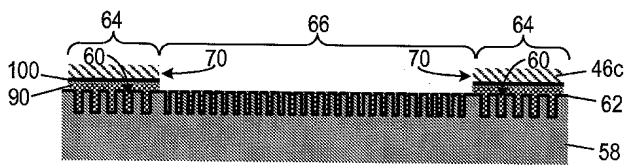
도면6a



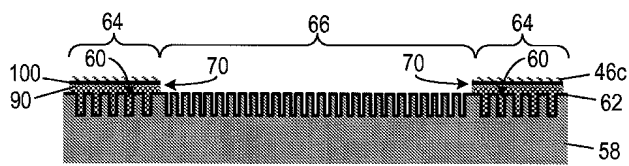
도면6b



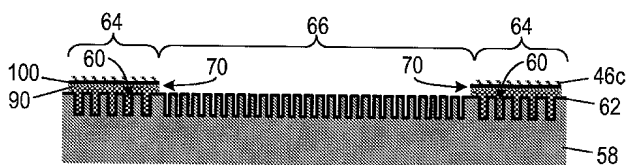
도면6c



도면6d

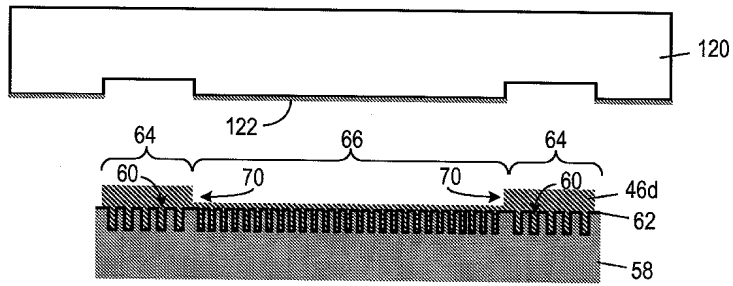


도면6e

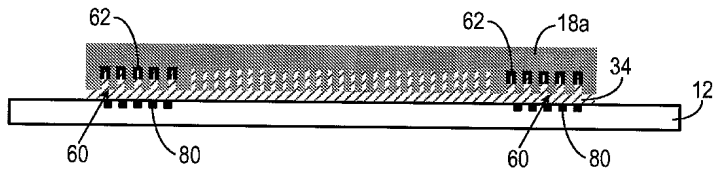




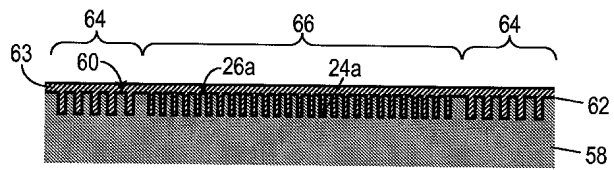
도면7



도면8



도면9a



도면9b

