



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월07일

(11) 등록번호 10-1886066

(24) 등록일자 2018년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 33/42 (2018.01) *B29C 33/38* (2018.01)
G03F 7/00 (2006.01) *B82Y 10/00* (2017.01)
B82Y 40/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

B29C 33/42 (2013.01)
B29C 33/38 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7026771(분할)

(22) 출원일자(국제) 2009년10월20일

심사청구일자 2017년09월22일

(85) 번역문제출일자 2017년09월22일

(65) 공개번호 10-2017-0113688

(43) 공개일자 2017년10월12일

(62) 원출원 특허 10-2011-7010168

원출원일자(국제) 2009년10월20일

심사청구일자 2014년10월14일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/005692

(87) 국제공개번호 WO 2010/047769

국제공개일자 2010년04월29일

(30) 우선권주장

61/107,238 2008년10월21일 미국(US)

12/581,236 2009년10월19일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

US20060192320 A1

US20050064344 A1

KR1020040084325 A

US20050193364 A1

(73) 특허권자

몰레큘러 임프린츠 인코퍼레이티드

미국 텍사스 (우편번호 78758) 오스틴 메트릭 블
러바드 9801

(72) 발명자

수 프랭크 와이.

미국 텍사스 78664 라운드 룩 하베이 폐닉 드라이
브 3814

스레니바산 시들가타 브이.

미국 텍사스 78750 오스틴 그랜드 오크 드라이브
10502

(74) 대리인

특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 12 항

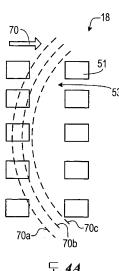
심사관 : 박종철

(54) 발명의 명칭 기판으로부터 템플레이트 분리 중의 응력 감소

(57) 요 약

임프린트 리소그래피 방법에서 임프린트 리소그래피 템플레이트와 패턴형성된 층의 분리는 템플레이트의 피쳐 및 /또는 패턴형성된 층의 피쳐에 응력을 가져올 수 있다. 이러한 응력은 템플레이트 상의 개방 영역을 최소화하고 개방 영역 내에 더미 피쳐를 포함시키고, 및/또는 템플레이트 상의 피쳐를 선택적 위치설정함으로써 감소될 수

(뒷면에 계속)

대 표 도

도 4A

있다.

(52) CPC특허분류

G03F 7/0002 (2013.01)

B82Y 10/00 (2013.01)

B82Y 40/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 클러스터를 포함하고, 각 클러스터는 적어도 하나의 조밀 피처 영역을 가지며, 상기 조밀 피처 영역은 0.5 내지 3의 애스펙트 비를 갖는 복수의 피처를 가지며, 각 클러스터는 길이를 갖는 개방 영역에 의해 분리되고, 상기 길이의 크기는 200 미크론 이하이며,

상기 조밀 피처 영역은 가변적 격자 길이를 갖는 적어도 하나의 피처를 포함하고, 상기 격자 길이는 각 피처의 중심을 향해 증가하는, 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 피처는 복수의 돌출부 및 복수의 오목부를 포함하는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 돌출부의 적어도 일부는 분리 전면에 대해 90도 미만의 각으로 위치되는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 각을 이룬 돌출부는 방사상 패턴을 이루는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 돌출부의 적어도 일부는 분리 전면에 수직으로 위치되는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 수직한 돌출부는 방사상 패턴을 이루는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 피처는 각 피처의 중심이 분리 전면을 향해 굽혀지도록 오목한 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 가변적 격자 폭은 분리 전면을 향해 증가하는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 길이의 크기는 100 미크론 이하인 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 길이의 크기는 분리 전면의 전파 속도를 감소시키도록 적응되는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 개방 영역은 적어도 하나의 더미 피처의 그룹을 포함하고, 그리고 상기 더미 피처는 개방 영

역 내의 주기적인 간격으로 위치되고, 상기 주기적 간격은 분리 전면의 전파 속도를 감소시키도록 적응되는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 제 1 조밀 피처 영역은 분리 전면에 평행하게 위치된 피처를 포함하고, 제 2 조밀 피처 영역은 분리 전면에 수직으로 위치된 피처를 포함하는 것을 특징으로 하는 임프린트 리소그래피 템플레이트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련출원의 참고

이 출원은 2008년 10월 21일에 출원된 미국 가출원 No. 61/107,238, 2009년 10월 19일에 출원된 미국 출원 No. 12/581,236의 35 U.S.C. § 119(e)(1) 하의 이익을 주장하며, 이들은 둘다 그 전체가 여기에 참고로 포함된다.

배경기술

[0003] 나노제작은 100 나노미터 이하의 크기의 피처(feature)들을 갖는 매우 작은 구조물의 제작을 포함한다. 나노제작이 꽤 큰 영향을 준 한가지 이용분야는 집적회로의 가공처리에서이다. 반도체 가공처리 산업은 기판 위에 형성된 단위 면적당 회로를 증가시키면서 더 큰 생산 수율을 위해 노력하기를 계속하며, 따라서 나노제작은 더욱 더 중요해지고 있다. 나노제작은 형성된 구조물의 최소 피처 치수의 계속된 감소를 허용하면서 더 큰 공정제어를 제공한다. 나노제작이 사용된 다른 개발 영역은 생명공학, 광학기술, 기계 시스템 등을 포함한다.

[0004] 오늘날 사용 중인 예가 되는 나노제작 기술은 통상 임프린트 리소그래피로 언급된다. 예가 되는 임프린트 리소그래피 공정은 미국 특허출원 공개 No. 2004/0065976, 미국 특허출원 공개 No. 2004/0065252, 및 미국 특허 No. 6,936,194와 같은 수많은 간행물에 상세히 기술되어 있는데, 이것들은 모두 여기에 참고문헌으로 포함된다.

[0005] 상기한 미국 특허출원 공개 및 특허의 각각에 개시된 임프린트 리소그래피 기술은 중합성 층에 양각 패턴의 형성과 양각 패턴에 대응하는 패턴을 하부(underlying) 기판에 전사하는 것을 포함한다. 기판은 원하는 위치를 얻기 위해 모션 스테이지에 결합시켜 패턴형성 공정을 용이하게 할 수 있다. 패턴형성 공정은 기판과 이격되어 있는 템플레이트 그리고 템플레이트와 기판 사이에 가해진 성형성 액체를 사용한다. 성형성 액체는 고화되어 성형성 액체와 접촉하는 템플레이트의 표면의 형상에 일치하는 패턴을 갖는 단단한 층을 형성한다. 고화 후, 템플레이트는 단단한 층으로부터 분리되어 템플레이트와 기판이 이격된다. 다음에 기판과 고화된 층은 고화된 층의 패턴에 대응하는 양각 이미지를 기판에 전사하기 위한 추가의 공정을 거치게 된다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명이 더욱 상세히 이해될 수 있도록, 본 발명의 구체예의 설명을 첨부 도면에 예시된 구체예를 참고하여 제공한다. 그러나, 첨부 도면은 본 발명의 단지 대표적인 구체예를 예시하는 것이며 따라서 범위를 제한하는 것으로 생각되지 않아야 한다.

도 1은 본 발명에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 2는 패턴형성 층이 위에 있는, 도 1에 나타낸 기판의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 3은 분리 중의 템플레이트 및 패턴형성된 층의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 4a는 이상적인 분리 전면을 갖는 템플레이트의 단순화된 위에서 본 도면을 예시한다.

도 4b는 분리 전면의 부분들이 다른 전파 속도를 갖는 분리 전면을 갖는 템플레이트의 단순화된 위에서 본 도면을 예시한다.

도 5a 및 도 5b는 조밀한 피처 영역들을 갖는 클러스터를 갖는 템플레이트의 단순화된 위에서 본 도면을 예시하며, 각 클러스터는 큰 개방 영역에 의해 분리되며 각 클러스터 내의 각 조밀한 피처 영역은 더 작은 개방 영역에 의해 분리된다.

도 6a 내지 도 6g는 다른 전파 속도를 갖는 분리 전면의 부분들을 갖는 분리 전면의 순차적인 이동을 예시한다.

도 7은 조밀한 피쳐 영역 내의 손상을 갖는 기판의 단순화된 위에서 본 도면을 예시한다.

도 8은 템플레이트의 예시적인 구체예의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 9는 도 8에 나타낸 템플레이트의 위에서 본 도면을 예시한다.

도 10은 템플레이트의 예시적인 구체예의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 11은 분리 전면에 평행한 조밀한 피쳐들의 연속 블록을 갖는 예시적인 템플레이트의 위에서 본 도면을 예시한다.

도 12는 분리 전면에 평행한 그리고 각을 이룬 조밀한 피쳐들의 연속 블록을 갖는 예시적인 템플레이트의 예시적인 구체예의 위에서 본 도면을 예시한다.

도 13은 분리 전면에 평행한 그리고 수직인 조밀한 피쳐들의 다수의 연속 블록을 갖는 템플레이트의 예시적인 구체예의 위에서 본 도면을 예시한다.

도 14는 분리 전면에 평행한 그리고 수직인 조밀한 피쳐들의 다수의 연속 블록을 갖는 템플레이트의 예시적인 구체예의 위에서 본 도면을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

도 1을 참고하면, 기판(12) 위에 양각 패턴을 형성하기 위해 사용된 리소그래피 시스템(10)이 예시되어 있다. 기판(12)은 기판 척(14)에 결합될 수도 있다. 예시하는 바와 같이, 기판 척(14)은 진공 척이다. 그러나, 기판 척(14)은 진공, 펀형, 흠형, 전자기, 및/또는 기타를 포함하나, 이에 제한되지 않는 어떤 척도 될 수 있다. 예가 되는 척들은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 6,873,087에 기술되어 있다.

[0008]

기판(12) 및 기판 척(14)은 스테이지(16)에 의해 더 지지될 수 있다. 스테이지(16)는 x-, y-, 및 z-축에 따라 움직임을 제공할 수 있다. 스테이지(16), 기판(12), 및 기판 척(14)은 또한 베이스(도시않음)에 위치될 수도 있다.

[0009]

기판(12)으로부터 이격되어 템플레이트(18)가 있다. 템플레이트(18)는 일반적으로 그로부터 기판(12)을 향하여 연장되는 메사(20)를 포함하고, 메사(20)는 그 위에 패턴형성 표면(22)을 갖는다. 또한, 메사(20)는 몰드(20)로도 언급된다. 템플레이트(18) 및/또는 몰드(20)는 용융 실리카, 석영, 규소, 유기 중합체, 실록산 중합체, 봉규산 유리, 플루오로카본 중합체, 금속, 경화 사파이어, 및/또는 기타를 포함하며 이들에 제한되지 않는 이러한 재료로부터 형성될 수 있다. 예시한 바와 같이, 패턴형성 표면(22)은 복수의 이격된 오목부(24) 및/또는 돌출부(26)에 의해 규정된 피쳐를 포함하나, 본 발명의 구체예는 이러한 구성들에 제한되지 않는다. 패턴형성 표면(22)은 기판(12)에 형성시킬 패턴의 토대를 형성하는 어떤 원래의 패턴도 규정할 수 있다.

[0010]

템플레이트(18)는 척(28)에 결합될 수도 있다. 척(28)은 진공, 펀형, 흠형, 전자기, 및/또는 다른 유사한 척 유형들로서 구성될 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 예가 되는 척들은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 6,873,087에 더 기술되어 있다. 또한, 척(28)은 임프린트 헤드(30)에 결합되어 척(28) 및/또는 임프린트 헤드(30)가 템플레이트(18)의 이동을 용이하게 하도록 구성될 수 있다.

[0011]

리소그래피 시스템(10)은 유체 분배 시스템(32)을 더 포함한다. 유체 분배 시스템(32)은 기판(12) 위에 중합성 재료(34)를 부착시키기 위해 사용될 수 있다. 중합성 재료(34)는 드롭 분배, 스피-코팅, 침지 코팅, 화학증착(CVD), 물리증착(PVD), 박막 부착, 후막 부착 및/또는 기타와 같은 기술들을 사용하여 기판(12)에 위치될 수 있다. 중합성 재료(34)는 설계 고려사항에 따라 몰드(20)와 기판(12) 사이에 원하는 공간이 규정되기 전 및/또는 후에 기판(12) 위에 배치될 수 있다. 중합성 재료(34)는, 모두 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 7,157,036 및 미국 특허출원 공개 No. 2005/0187339에 기술된 것과 같은 단량체를 포함할 수도 있다.

[0012]

도 1 및 도 2를 참고하면, 리소그래피 시스템(10)은 경로(42)를 따라 에너지(40)를 향하게 하도록 결합된 에너지지원(38)을 더 포함한다. 임프린트 헤드(30) 및 스테이지(16)는 경로(42)와 겹쳐서 템플레이트(18)와 기판(12)을 위치시키도록 구성될 수 있다. 리소그래피 시스템(10)은 스테이지(16), 임프린트 헤드(30), 유체 분배 시스템(32), 및/또는 에너지지원(38)과 통신되어 있는 프로세서(54)에 의해 조정될 수 있고, 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램에서 작동될 수 있다.

[0013]

임프린트 헤드(30), 스테이지(16), 또는 둘다는 몰드(20)와 기판(12) 사이의 거리를 다양하게 하여 그것들 사이

에 중합성 재료(34)가 채워지는 원하는 공간을 규정한다. 예를 들면, 임프린트 헤드(30)는 템플레이트(18)에 힘을 가하여 몰드(20)가 중합성 재료(34)와 접촉하도록 할 수도 있다. 원하는 공간이 중합성 재료(34)로 채워진 후에, 에너지원(38)은 에너지(40), 예를 들면, 광대역 자외선 복사선을 내어, 중합성 재료(34)를 고화 및/또는 가교결합되도록 일으켜 기판(12)의 표면(44)과 패턴형성 표면(22)의 형상에 일치하게 하여 기판(12) 위에 패턴 형성된 층(46)을 규정한다. 패턴형성된 층(46)은 잔류 층(48)과, 돌출부(50)와 오목부(52)로서 나타낸 복수의 피처를 포함할 수 있고, 돌출부(50)는 두께(t_1)를 갖고 잔류층(48)은 두께(t_2)를 갖는다.

[0014] 상기한 시스템 및 방법은 미국 특허 No. 6,932,934, 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0124566, 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0188381 및 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0211754에 언급된 임프린트 리소그래피 공정 및 시스템에서 또한 사용될 수 있고, 이를 각각은 여기에 참고문헌으로 포함된다.

[0015] 도 3을 참고하면, 템플레이트(18)는 패턴형성된 층(46) 및 템플레이트(18)의 분리 중에 특유한 도전을 제공할 수 있는 개방 영역(53)(예를 들면, 템플레이트(18)의 스트리트)과 조합하여 조밀 영역(51)(즉, 템플레이트(18)의 피처(24 및/또는 26)의 조밀 영역)을 함유할 수 있다. 예를 들면, 피처(24 및 26)의 에스펙트 비(피처 높이 대 폭의 비)가 대략 1:1과 같거나 및/또는 보다 크다면, 피처(24 및 26) 및/또는 피처(50 및 52)에 비틀림 및/또는 전단 응력을 제공하는 접착력 뿐만 아니라 템플레이트(18)와 패턴형성된 층(46) 간의 마찰력을 증가할 수 있다.

[0016] 패턴형성된 층(46)으로부터 템플레이트(18)의 분리는 일반적으로 접착력 및 마찰력을 수반하기 때문에, 분리 전면(70)은 균열의 전파와 유사하게 이동할 수 있다. 템플레이트(18)와 패턴형성된 층(46) 간의 분리 에너지는 파단 에너지와 유사한 것으로 생각될 수 있고 피처(24 및 26) 및/또는 피처(50 및 52)의 밀도에 의존하여 다른 크기들을 갖는다. 예를 들면, 도 3에서, 조밀 영역(51)의 분리 에너지는 크기 G_D 를 갖는 한편 개방 영역(53)의 분리 에너지는 크기 G_0 를 갖는다. 템플레이트(18)는 개방 영역(53)과 비교하여 실질적인 조밀 영역(51)을 포함하기 때문에, 템플레이트(18)가 조밀 영역(51) 및 개방 영역(53)을 통과함에 따라 분리 에너지에 있어서 큰 차이 ($\Delta G = G_D - G_0$)가 있다.

[0017] 패턴형성된 층(46)으로부터 템플레이트(18)의 분리는 균열 전파와 유사하게 이동하기 때문에, 분리 전면(70)은 일정한 시간 기간에 불연속일 수 있다. 추가로, 분리 전면(70)은 한번에 몇백 미크론을 점프할 수도 있다. 또한, 템플레이트(18) 및 패턴형성된 층(46)의 분리 전면(70)은 조밀 영역(51) 내에서 비교적 안정된 페이스(steady pace)로 이동할 수 있고; 그러나, 템플레이트(18) 및 패턴형성된 층(46)이 개방 영역(53) 내에서 분리하기 때문에, 분리 전면(70)의 전파 속도는 실질적으로 증가하고 및/또는 분리 전면(70)의 전파 속도는 조밀 영역(51)에서 실질적으로 감소할 수 있다. 조밀 영역(51) 및 개방 영역(53) 내의 분리 전면(70)의 대조적인 전파 속도는 피처(24 및 26) 및/또는 피처(50 및 52)에 비틀림 및/또는 전단 응력을 도입할 수 있다.

[0018] 도 4는 템플레이트(18)의 피처(24 및 26) 및/또는 피처(50 및 52)에서 일어날 수 있는 예시적인 비틀림 및/또는 전단 응력을 예시한다. 특히, 도 4a는 이상적인 분리 전면(70)을 예시한다. 예시된 바와 같이, 이상적인 분리 전면(70)은 조밀한 피처 영역(51)에서 및 개방 영역(53)에서 비교적 안정된 페이스로 이동할 수 있다. 예를 들면, 조밀 영역(51) 및 개방 영역(53)을 통해 전파하는 분리 전면(70a 및 70b)은 비교적 안정된 페이스로 이동할 수 있다. 추가로, 개방 영역(53)을 통해 전파하는 분리 전면(70c)도 또한 비교적 안정된 페이스로 이동할 수 있다. 그러나, 도 4b에 나타낸 바와 같이, 분리 전면(70d)은 이상을 따르는 것은 설사 있다하더라도 극히 드물고 조밀 영역(51)에서는 지연될 수 있고 및/또는 개방 영역(53)에서는 그 페이스를 증가시킨다.

[0019] 도 5a 및 도 5b를 참고하면, 템플레이트(18)는 조밀한 피처 영역(51) 및 개방 영역(53)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 템플레이트(18)는 도 5a에 나타낸 바와 같이 조밀한 피처 영역(51)을 갖는 클러스터(55)의 어레이를 구비할 수 있다. 예시적인 조밀한 피처 영역(51)은, 예를 들면, 약 32 nm 떨어져서 처한 32 nm 폭 선(1:1)을 갖는 격자(grating) 구조를 함유할 수 있고, 70 nm의 선 깊이를 가질 수 있다. 각 클러스터(55)는 개방 영역(53a)에 의해 분리될 수 있다. 예를 들면, 개방 영역(53a)은 길이 L_1 을 가질 수 있다(예를 들면, 예시적인 길이 L_1 은 대략 1 mm이다). 또한, 각 클러스터는 개방 영역(53b)에 의해 분리된 다수의 조밀 피처 영역(51)으로 형성될 수 있다(예를 들면, 예시적인 길이 L_2 는 대략 75 미크론이다). 예를 들면, 도 5b에서 예시된 바와 같이, 조밀 피처 영역(51a-51d)은 개방 영역(53b)(예를 들면, 스트리트)에 의해 분리될 수 있다. 개방 영역(53b)은 길이 L_2 (예를 들면, 대략 75 미크론)를 가질 수 있다.

[0020] 도 6a 내지 도 6g는 도 1 및 도 2와 관련하여 기술된 바와 같이 기판(12)으로부터 템플레이트(18)의 분리 동안에 분리 전면(70)의 전파를 예시한다. 도 6a 내지 도 6e에서 나타낸 바와 같이, 분리 전면(70)의 전파는 분리의

개시시에 실질적으로 안정된 페이스에 있다; 그러나, 분리 전면(70)이 조밀 영역(51) 및 개방 영역(53a 및 53b) 둘다를 통해 이동함에 따라, 분리 전면(70)의 페이스는 조밀 영역(51)에서는 감소할 수 있고 및/또는 개방 영역(53a 및 53b)에서는 증가할 수 있으며 자연 영역(57)을 가져와 도 6g에 나타내는 바와 같이 분리 전면은 이상적이지 못하다.

[0021] 자연 영역(57)은 도 1 및 도 2와 관련하여 기술된 바와 같이 기판에 형성된 피처(24 및/또는 26) 및/또는 피처(50 및 52)에 비틀림 및/또는 전단 응력을 야기할 수 있다. 이러한 비틀림 및/또는 전단 응력은 도 7에 나타낸 개방 영역(53b)에 비교하여 개방 영역(53a)에 인접한 영역에서 높아져 있다. 예를 들면, 본 출원인은 템플레이트(18) 상의 개방 영역(53a)(예를 들면, 약 1 mm로 길이를 갖는 개방 영역(53a))에 인접한 영역들을 20배 더 큰 배율로 확인하였고 기판(12)의 대응하는 영역들은 증가된 비틀림 및/또는 전단 응력을 받게 되는데 이것은 찢어짐을 가져올 수 있다; 그러나, 개방 영역(53b)(예를 들면, 1 mm보다 상당히 더 작은 길이를 갖는 개방 영역(53b))에 인접한 영역들은 실질적으로 찢어짐이 없다.

[0022] 도 1 및 도 2에 관하여 기술된 바와 같이 패턴형성 동안에 피처(24 및/또는 26) 및/또는 피처(50 및 52)상의 비틀림 및/또는 전단 응력은 여기서 기술된 바와 같이 템플레이트(18)의 개방 영역(예를 들면, 스트리트)을 최소화함으로써 및/또는 템플레이트(18)의 개방 영역에서 더미 피처(dummy features)를 제공함으로써 감소될 수 있다. 예를 들면, 비틀림 및/또는 전단 응력은 조밀 템플레이트(18)로 임프린팅하면서 이들 기술을 사용할 때 감소될 수 있는데 이때 돌출부(26)의 크기는 측면 치수(즉, 폭)가 대략 100 nm와 같거나 보다 작고, 오목부(24)의 측면 치수의 크기는 대략 1:2 피처 크기 대 공간 비 또는 더 조밀한 피처 영역(예를 들면 1:1)을 제공하고, 및/또는 애스펙트 비(즉, 피처 높이 나누기 피처 폭)는 대략 0.5 내지 3이다.

[0023] 도 8은 클러스터들(51a₁ 및 51a₂) 사이에 감소된 길이 개방 영역(53a)을 갖는 템플레이트(18)의 예시적인 구체예를 예시하며, 보다 구체적으로, 템플레이트(18)의 개방 영역(53a)은 대략 200 미크론 보다 작을 수 있다. 도면들은 비교적 주기적인 간격의 클러스터(55)를 예시하나, 클러스터(55), 피처 영역(51), 및/또는 개방 영역(53)은 비주기적 그룹일 수 있음을 주목해야 한다. 예를 들면, 클러스터(55) 내의 피처(24 및 26)는 불규칙한 간격(예를 들면, 산발적)으로 일어날 수 있다.

[0024] 한 구체예에서, 템플레이트(18)의 개방 영역(53)은 대략 100 미크론 미만이다. 템플레이트(18)의 개방 영역(53)을 대략 200 미크론 미만으로, 그리고 더욱더 대략 100 미크론 미만으로 제한하는 것은 피처(24 및 26) 및/또는 피처(50 및 52)에 도입된 비틀림 및/또는 전단 응력의 양을 실질적으로 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 분리 전면(70)이 개방 영역(53a)으로 전파함에 따라, 템플레이트(18) 및 패턴형성된 층(46)의 분리 속도는 실질적으로 증가할 수 있다; 그러나, 개방 영역(53a)이 대략 200 미크론 미만이기 때문에, 개방 영역(53a)의 짧은 거리에 걸쳐 분리 속도의 이러한 증가는 피처(24 및 26) 상에 추가의 비틀림 및/또는 전단 응력을 도입하기에 충분하지 않을 수도 있다. 추가로, 분리 전면(70)이 한번에 몇백 미크론을 점프할 수도 있기 때문에, 분리 전면(70)은 효과적으로 일시적으로 개방 영역(53a)을 우회하고 조밀 영역(51a₁ 및 51a₂) 간에 분리 속도를 유지한다.

[0025] 어떤 경우에는, 분리 전면(70)은 또한 템플레이트(18) 및 패턴형성된 층(46)의 분리 동안에 균일한 전파 속도를 갖지 않을 수도 있다. 예를 들면, 도 9는 템플레이트(18)의 위에서 본 도면을 예시하는데, 분리 전면(70)은 다른 전파 속도 P₁ 및 P₂를 포함한다. 예를 들면, 다른 전파 속도는 조밀 영역(51a₁) 및 개방 영역(53a)을 통해 동시에 이동하는 분리 전면(70)으로부터 결과될 수 있다. 분리 전면(70)이 개방 영역(53a)을 통해 이동하는 그것의 페이스를 증가시킨다면 P₂에 대한 전파 속도는 실질적으로 증가하여 비틀림 및/또는 전단 응력을 야기할 수 있다. 템플레이트(18)의 개방 영역(53a)을 대략 200 미크론 미만으로, 그리고 더욱더 대략 100 미크론 미만으로 제한함으로써, 분리 전면(70)은 빈번한 속도로 조밀 영역(51)에 직면하고 및/또는 전파 속도를 효과적으로 감소시킬 수 있는 감소된 개방 영역(53a)에 직면할 수 있다. 예를 들면, 속도 P₂로 전파하는 분리 전면(70)은 곧 조밀 영역(51a₂)에 직면하고 개방 영역(53a)의 크기는 감소되어, 효과적으로 속도 P₂를 감소시키며, 따라서 실질적인 비틀림 및/또는 전단 응력의 가능성을 감소시킨다.

[0026] 도 10은 더미 피처(60)를 갖는 템플레이트(18)의 또 다른 예시적인 구체예를 예시한다. 더미 피처(60)는 여기서 기술된 감소된 크기 개방 영역(53a)의 대신에 또는 그것과 조합하여 사용될 수 있다.

[0027] 더미 피처(60)는 일반적으로 피처(24 및 26)에 유사한 낮은 분해능의 저가의 필러(filler) 피처이다. 더미 피처(60)는 크기가 100 nm 내지 수십 미크론이다. 하나 이상의 더미 피처(60)가 개방 영역(53a) 내에 주기적 간격으로 놓여 더미 영역(61)을 규정한다. 예를 들면, 더미 피처(60)는 100 nm 또는 그 이상의 거리로 떨어져 놓여 도

10에 예시된 바와 같이 더미 영역(61)을 규정한다. 일반적으로, 더미 영역(61)은 더미 피처(60) 없이 개방 영역(53a)의 크기 G_0 보다 더 큰 크기 G_y 의 분리 에너지를 가질 수 있다. 이런 이유로, 분리 전면(70)의 전파 속도는 더미 피처(60) 없이 개방 영역(53a)을 통한 분리 전면(70)의 전파 속도와 비교하여 더미 영역(61) 내에서 더 작을 수 있다. 이것은 템플레이트(18) 및 패턴형성된 층(46)의 분리 동안에 피처(24 및 26)의 비틀림 응력을 감소 시킬 수 있다.

[0028] 원근법에 의한 분리력 F_s 으로부터, 분리 전면(70)은 반경 R 을 포함한다고 가정하면, 일반적으로 $\frac{\partial F}{\partial R}$ 에서, 최소의 변동이 일어나는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 더미 피처 없이, $\frac{\partial F}{\partial R}$ 은 분리 전면(70)이 조밀 영역(51)으로부터 개방 영역(53a)으로(예를 들면, 조밀 영역(51a₁)으로부터 개방 영역(53a)으로) 이동함에 따라 급격히 변화할 수 있다. 더미 피처(60)의 영역들의 면적당 분리력 F_s 은 조밀 영역(51) 및 개방 영역(53a)의 면적당 분리력 F_s 사이에 있을 수 있다. 이런 이유로, $\frac{\partial F}{\partial R}$ 에 있어서의 변동은 개방 영역(53a)에 더미 피처(60)를 삽입함으로써 감소될 수 있다.

[0029] 도 11 내지 도 14를 참고하면, 조밀 영역(51) 내의 템플레이트(18)의 피처(24 및/또는 26)의 위치설정은 비틀림 응력 및/또는 전단 응력을 감소시킬 수 있다. 조밀 영역(51) 내의 피처(24 및/또는 26)의 위치설정은 여기서 기술된 바와 같이 더미 피처(60)/더미 영역(61) 및/또는 최소화된 크기의 개방 영역(53a)의 대신에 또는 그와 조합하여 사용될 수 있다.

[0030] 도 11은 피처(24 및 26)를 갖는 예시적인 템플레이트(18)의 위에서 본 도면을 예시한다. 돌출부(26)는 격자(grating) 길이 H_L 및 격자 폭 H_P 에 의해 정의된다. 일반적으로, 격자 길이 H_L 는 돌출부(26)의 최장 치수와 연관될 수 있다. Landis, et al.에 의해 더욱 자세히 기술된 바와 같이, 격자 길이 H_L 치수에 평행한 분리 전면(70)을 갖는 것은 격자 폭 H_P 치수에 평행한 분리 전면(70)(또는 격자 길이 방향에 수직한 분리 전면(70))을 갖는 것과 비교하여 분리 에너지를 증가시킬 수 있다. 여기에 참고문헌으로 포함되는 S Landis, et al. *Quantitative characterizations of a nanopatterned bonded wafer: force determination for nanoimprint lithography stamp removal*, Nanotechnology, 2008, at 125305 참조.

[0031] 도 12는 피처(24 및 26)를 갖는 템플레이트(18)의 예시적인 구체예를 예시하며, 피처(26)는 격자 길이 H_L 및 격자 폭 H_P 에 의해 정의되고, 격자 길이 H_L 는 분리 전면(70)에 대해 각 Θ 으로 위치된다. 각을 이룬 피처(24 및 26)는 분리 에너지를 감소시킬 수 있다. 피처(24 및 26)는 대략 1:1의 공간 및 피처 폭과 대략 2:1의 애스펙트 비와 함께 대략 100 nm 미만 폭이다. 피처(24 및 26)는 대략 1 미크론 보다 큰 길이를 가질 수 있다. 추가로, 피처(24 및 26)는 연속 블록(74)을 형성할 수 있다.

[0032] 도 13은 분리 전면(70)에 대해 평행하고 수직한 위치로 교호하는 돌출부(26)의 격자 길이 H_L 치수를 갖는 템플레이트(18)의 예시적인 구체예를 예시한다. 예를 들면, 피처(24 및 26)는 분리 전면(70)에 평행하게 위치된 돌출부(26)의 격자 길이 H_L 치수를 갖는 연속 블록(76)과 분리 전면(70)에 수직하게 위치된 돌출부(26)의 격자 길이 H_L 치수를 갖는 피처(24 및 26)의 연속 블록(78)을 형성할 수 있다. 도 13에서 예시하는 바와 같이, 연속 블록(76a)은 분리 전면(70)에 평행하게 위치된 돌출부(26)의 격자 길이 H_{L1} 치수를 포함하며 연속 블록(76b)은 분리 전면(70)에 수직하게 위치된 돌출부(26)의 격자 길이 H_{L2} 치수를 포함하며 연속 블록(78b)은 분리 전면(70)에 수직하게 위치된 돌출부(26)의 격자 길이 H_{L4} 치수를 포함한다. 격자 길이 H_{L1} , H_{L2} , H_{L3} , 및/또는 H_{L4} 는 설계 고려사항에 따라 유사하거나 또는 다른 크기를 가질 수 있다. 추가로, 각 블록(76 또는 78) 내의 격자 길이 H_L 는 설계 고려사항에 따라 유사하거나 또는 다른 크기일 수 있다.

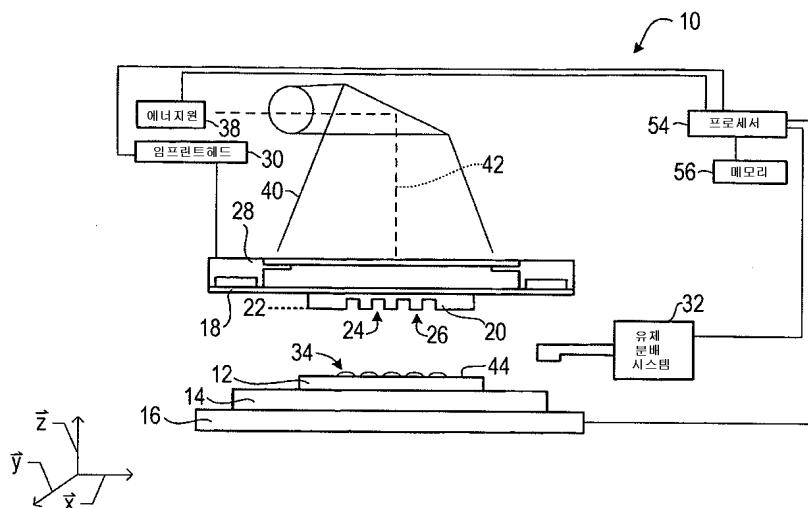
[0033] 블록(76 및 78)은 계속해서 교호(예를 들면, 평행, 수직, 평행, 수직)일 필요가 없다. 교호하는 블록(76 및 78)은 템플레이트(18)의 패턴 밀도를 유지하면서 분리 에너지가 감소되도록 설계될 수 있다. 어떤 수의 피처(24 및 26)도 블록(76 및/또는 78)내에 존재할 수 있다. 피처(24 및 26)는 대략 100 nm 미만 폭이고 대략 1:1의 공간 및 피처 폭 및 2:1의 애스펙트 비를 갖는다. 피처(24 및 26)는 대략 1 미크론 보다 큰 길이를 가질 수 있다.

[0034]

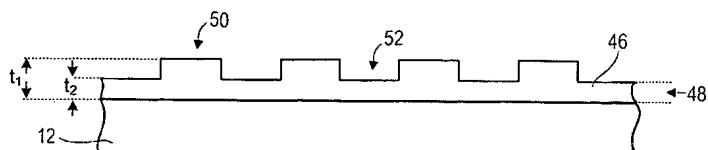
도 14는 방사상 형태로 분리 전면(70)에 대해 평행하고 수직한 위치로 교호하는 피처(24 및 26)를 갖는 템플레이트(18)의 예시적인 구체예를 예시한다. 예를 들면, 피처(24 및 26)는 분리 전면(70)에 평행하게 위치된 격자 길이 H_L 치수를 갖는 피처(24 및 26)의 연속 블록(82)과 분리 전면(70)에 수직하게 위치된 격자 길이 H_L 치수를 갖는 피처(24 및 26)의 연속 블록(84)을 형성할 수 있다. 추가로, 평행 및/또는 수직한 피처(24 및 26)는 방사상 패턴일 수 있다. 방사상 패턴은 격자 폭 H_P 의 크기가 피처(26)를 따라 다양할 수 있다는 것을 제공한다. 예를 들면, 연속 블록(84a)에 나타낸 바와 같이, 격자 폭 H_{P6} 치수는 돌출부(26)가 분리 전면(70)을 향해 연장됨에 따라 격자 길이 H_{L6} 를 따라 증가할 수 있다. 교호하는 평행 및 수직 위치들로 방사상 패턴으로 피처(24 및 26)를 제공하는 것은 패턴 밀도를 유지하면서 분리 에너지를 감소시킬 수 있다. 추가로, 피처(24 및 26)는 분리 에너지를 감소시키기 위해 오목 형태를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 연속 블록(84a)은 분리 전면(70)으로부터 멀리 연장되는 단부와 분리 전면(70)을 향하여 연장되는 피처(24 및 26)의 중심을 갖는 피처(24 및 26)를 포함할 수 있다.

도면

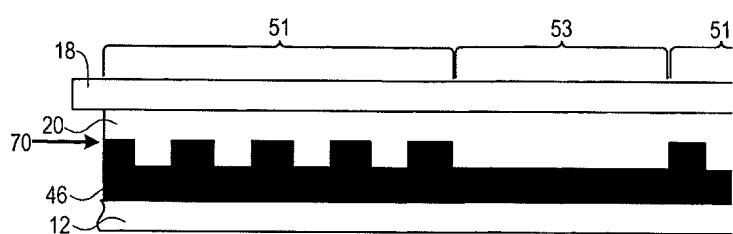
도면1



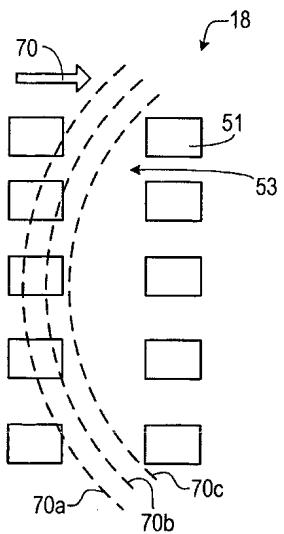
도면2



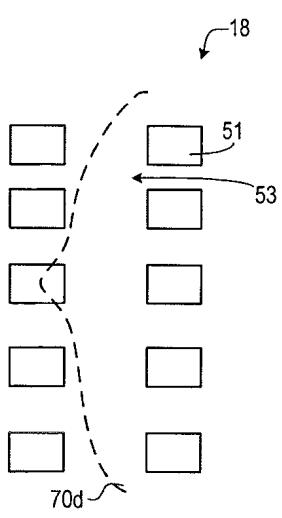
도면3



도면4

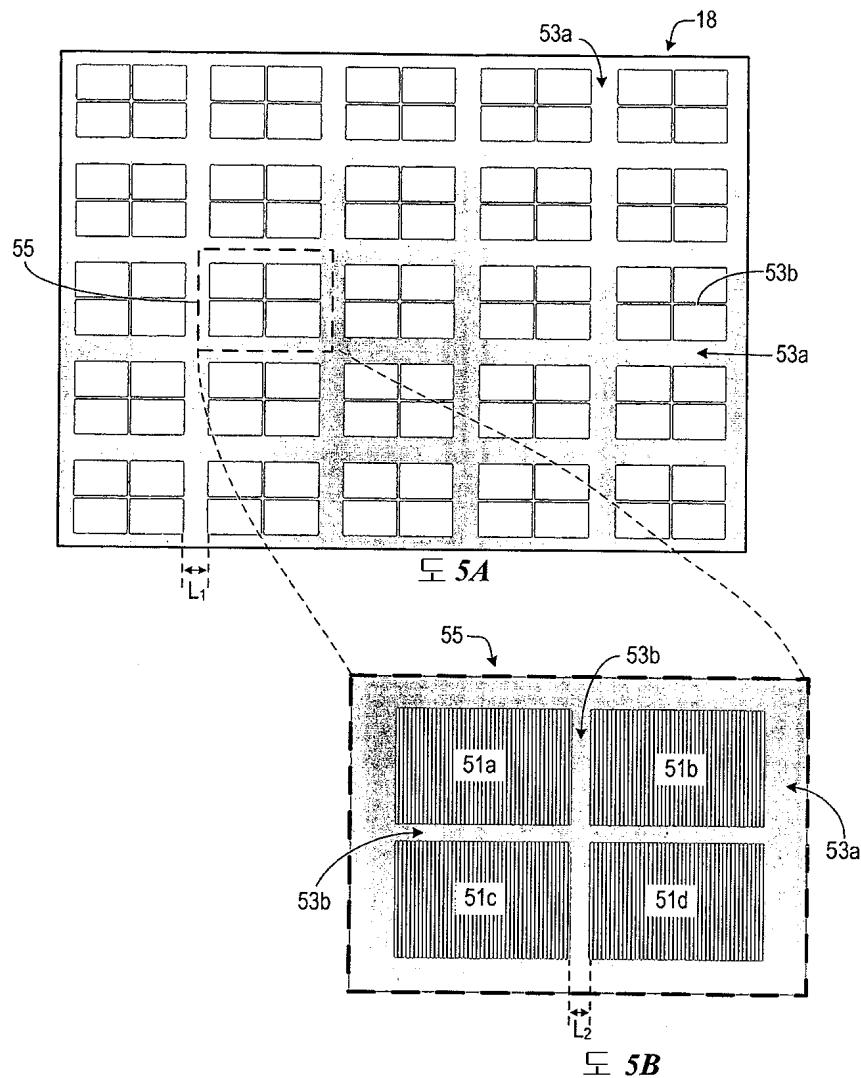


도 4A

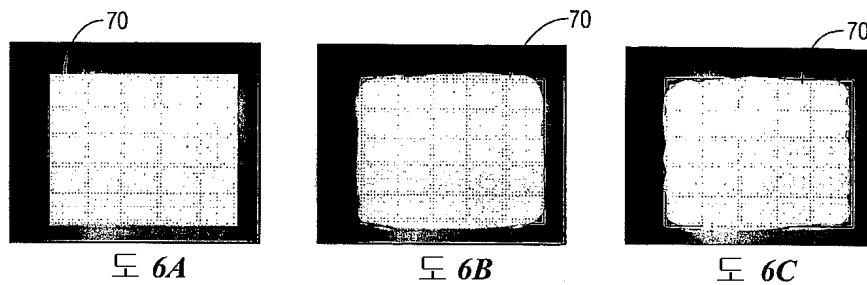


도 4B

도면5



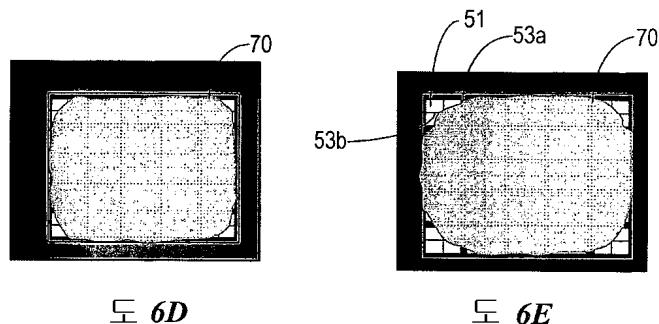
도면6



도 6A

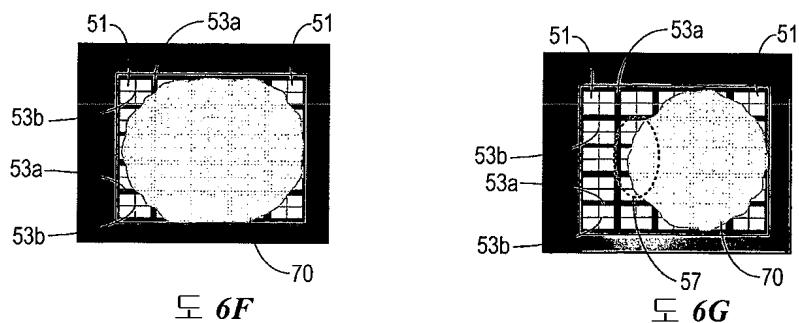
도 6B

도 6C



도 6D

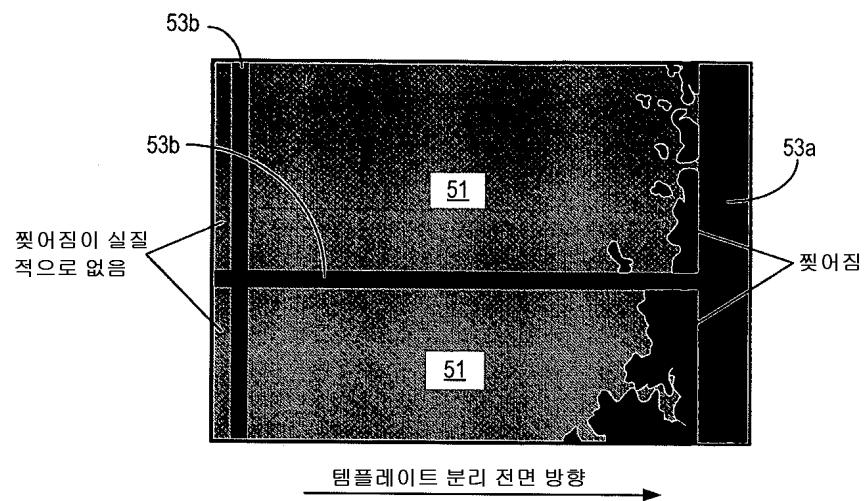
도 6E



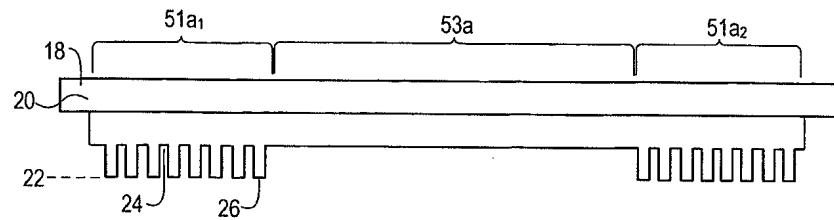
도 6F

도 6G

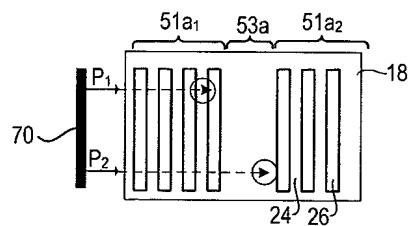
도면7



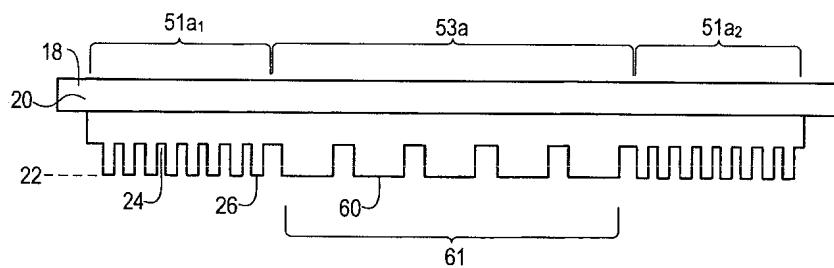
도면8



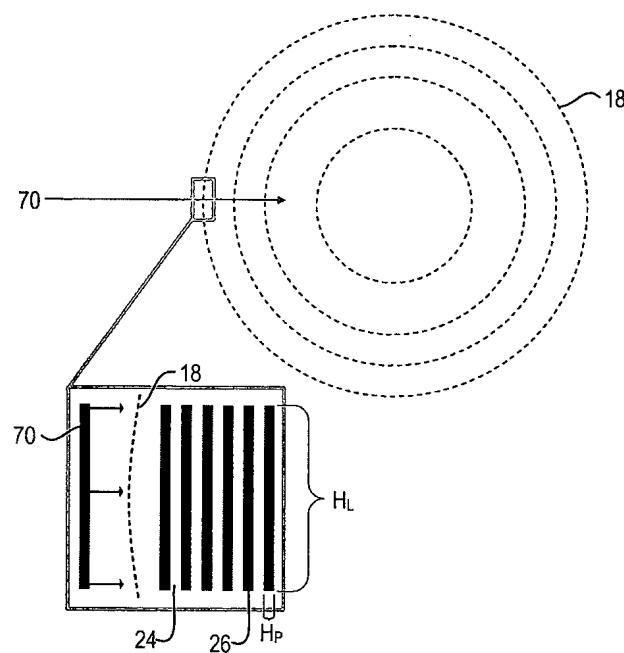
도면9



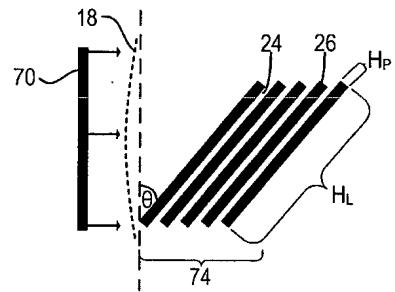
도면10



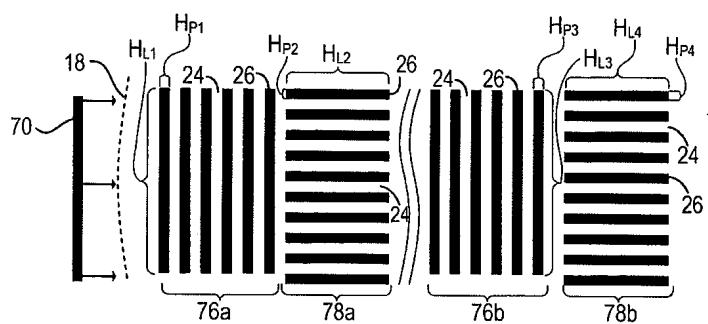
도면11



도면12



도면13



도면14

