



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월14일
(11) 등록번호 10-1767966
(24) 등록일자 2017년08월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 59/04 (2006.01) *B29C 43/46* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7022385
(22) 출원일자(국제) 2009년04월01일
 심사청구일자 2014년02월11일
(85) 번역문제출일자 2010년10월06일
(65) 공개번호 10-2011-0004380
(43) 공개일자 2011년01월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/002032
(87) 국제공개번호 WO 2009/123721
 국제공개일자 2009년10월08일
(30) 우선권주장
 12/415,563 2009년03월31일 미국(US)
 61/041,264 2008년04월01일 미국(US)
(56) 선행기술조사문현
 US07060324 B2
 US20070228589 A1*
 US05480596 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
캐논 나노테크놀로지즈 인코퍼레이티드
미국 텍사스 78758-3605 오스틴 웨스트 브레이커
레인 1807 빌딩 씨-300
보드 오브 리전츠 더 유니버시티 오브 텍사스 시
스템
미국 78701 텍사스주 오스틴 웨스트 7번 스트리트
201

(72) 발명자
스레니바산, 시들가타 브이.
미국 텍사스 78750 오스틴 그랜드 오크 드라이브
10502

싱할, 슈라완
미국 텍사스 78705 오스틴 이스트 30 스트리트
202 아파트 206
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
송봉식, 정삼영

전체 청구항 수 : 총 18 항

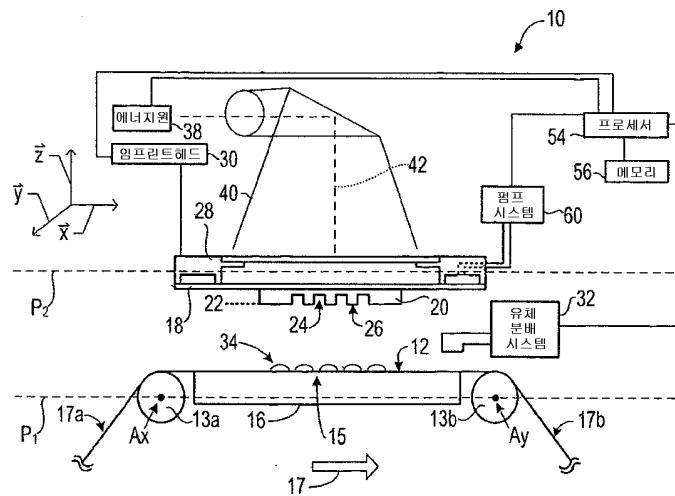
심사관 : 이정엽

(54) 발명의 명칭 큰 면적 를-대-를 임프린트 리소그래피

(57) 요약

중합성 재료의 접적들은 필름 시트에 패턴형성된다. 중합성 재료의 접적들은 필름 시트 위에 분배된다. 필름 시트 위의 중합성 재료의 접적들의 국소화된 포획이 최소화되고 접적들이 융합하여 연속층을 형성하도록 사전결정된 압력이 임프린트 리소그래피 템플레이트에 가해진다. 중합성 재료는 고화되어 잔류층과 적어도 하나의 피처를 갖는 패턴형성된 층을 형성한다.

대 표 도



(72) 발명자
최, 병진
미국 텍사스 78750 오스틴 메달리온 레인 11512

맥마킨, 이안 엠.
미국 텍사스 78731 오스틴 노스 캐피탈 오브 텍사
스 하이웨이 #1318 7700

명세서

청구범위

청구항 1

필름 시트 위에 중합성 재료를 패턴형성하는 방법으로서,

필름 시트 위에 중합성 재료의 다수의 점적들을 분배하는 단계;

가요성의 필름 시트를 편평한 구조로 유지하여, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트와 접촉하기 전에 필름 시트의 변형 및 필름 시트의 기복사이에서의 점적들의 국소화된 포획을 방지하는 단계;

제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트가 필름 시트 위의 중합성 재료의 점적들과 접촉하도록 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트에 힘을 가하는 단계; 그리고

중합성 재료를 고화하여 잔류층과 적어도 하나의 피처를 갖는 패턴형성된 층을 형성하도록 하는 단계를 포함하며,

상기 힘은 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트와 접촉 동안에 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록, 필름 시트의 기복사이에 중합성 재료의 점적들의 국소화된 포획을 최소화하도록 사전결정되어 있으며,

필름 시트는 제 1 롤러 및 제 2 롤러에 결합되고, 제 1 롤러 및 제 2 롤러는 서로에 대해 평행하게 위치되어 필름 시트의 제 1 부분이 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트에 평행하도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 필름 시트에 분배되었을 때 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록하기 위해 점적들을 분배하기에 앞서 필름 시트의 장력을 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 필름 시트의 장력을 조절하는 단계는 필름 시트의 인장 강도를 증가시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 필름 시트에 분배되었을 때 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록하기 위해 점적들을 분배하기에 앞서 중합성 재료의 표면 접촉각을 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 필름 시트에 분배되었을 때 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록하기 위해 점적들을 분배하기에 앞서 중합성 재료의 점도를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 필름 시트에 분배되었을 때 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록하기 위해 점적들을 분배하기에 앞서 중합성 재료의 점적들의 크기를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 필름 시트에 분배되었을 때 점적들이 융합하여 연속층을 형성하도록하기 위해 점적들을 분배하기에 앞서 중합성 재료의 배치를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트는 다수의 몰드를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트의 다수의 몰드는 유사한 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트의 다수의 몰드는 몰드의 제 2 서브세트에 상보인 몰드의 제 1 서브세트를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트에 인접한 척 시스템을 더 포함하며, 척 시스템은 다수의 챔버를 규정하도록 각 몰드와 겹쳐있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 각 챔버와 유체연통되어 있는 펌프 시스템을 더 포함하며, 펌프 시스템은 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트의 부분들이 필름 시트로부터 이격하여 굽혀지고 템플레이트의 부분들이 필름 시트를 향해 굽혀지도록 각 챔버를 진공상태로 제공할 수 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 각 챔버와 유체연통되어 있는 펌프 시스템을 더 포함하며, 펌프 시스템은 각 챔버를 압력상태로 제공할 수 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 패턴형성된 층 위에 제 2 패턴형성된 층을 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트로 패턴형성하는 단계를 더 포함하며, 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트는 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트와 패턴형성된 층의 형성 동안에 중합성 재료로부터 중심을 벗어나 위치되며, 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트로 패턴형성 동안에 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트는 패턴형성된 층으로부터 중심을 벗어나 위치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트는 필름 시트를 향해 연장되는 다수의 몰드와 몰드가 부재하는 다수의 부분들을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트는 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트의 상보체인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 패턴형성된 층을 패턴형성하기 위해 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트에 가해진 힘은 필름 시트가 편평하도록 필름 시트에서 기복을 최소화하도록 결정될 수 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 필름 시트는 제 1 롤러 및 제 2 롤러에 결합되고,

제 2 롤러에 의해, 패턴형성된 층과 제 2 패턴형성된 층을 갖는 필름 시트를 재포착하는 단계; 그리고

재포착에 앞서, 제 2 패턴형성된 층 위에 필름을 패턴형성하는 단계를 더 포함하며, 필름은 제 2 패턴형성된 층이 필름 시트의 재포착 동안에 손상되는 것으로부터 보호하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련출원의 참고

[0002] 이 출원은 2008년 4월 1일에 출원된 미국 가출원 No. 61/041,264; 2009년 3월 31일에 출원된 미국 출원 No. 12/415,563의 35 U.S.C. § 119(e)(1)하의 이익을 주장하며, 이것들은 모두 여기에 참고로 포함된다.

배경 기술

[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 성형성(중합성) 층에 양각 패턴의 형성과 양각 패턴에 대응하는 패턴을 아래 놓인 기판에 전사하는 것을 포함한다. 기판은 원하는 위치를 얻기 위해 모션 스테이지에 결합시켜 패턴형성 공정을 용이하게 할 수 있다. 패턴형성 공정은 기판과 이격되어 있는 템플레이트를 사용하고 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.

도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명이 더 상세히 이해될 수 있도록 본 발명의 구체예의 설명을 첨부 도면에 예시된 구체예를 참고하여 제공한다. 그러나, 첨부 도면은 본 발명의 단지 전형적인 구체예를 예시하는 것이며 따라서 범위를 제한하는 것으로 생각하지 않아야 함을 주의해야한다.

도 1은 종래 기술의 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 2는 본 발명의 구체예에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 3은 패턴형성 층이 위에 위치된 도 2에 나타낸 필름 시트의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 4는 도 2에 나타낸 롤러 어셈블리의 윗면도를 예시한다.

도 5는 필름 시트 위에 재료의 점적들의 국소화된 포획을 갖는 필름 시트의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 6a는 본 발명의 구체예에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 6b는 임프린트 리소그래피 템플레이트와 필름 시트 위의 재료 사이에 접촉을 제공하는 인가된 힘을 갖는 도 6a의 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 7a는 제 1 임프린트 리소그래피 템플레이트와 필름 시트 위의 재료 사이에 접촉을 제공하는 인가된 힘을 갖는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 7b는 제 2 임프린트 리소그래피 템플레이트와 필름 시트 위의 재료 사이에 접촉을 제공하는 인가된 힘을 갖는 도 7b의 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 8은 필름 시트 위에 패턴을 임프린팅하는 방법의 흐름도를 예시한다.

도 9는 다수의 몰드를 갖는 템플레이트의 윗면도를 예시한다.

도 10a는 본 발명의 구체예에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 10b는 한 구체예에 따라 필름 시트 위에 패턴을 임프린팅하는 몰드를 갖는 도 10a의 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 11은 몰드의 제 1 패턴을 갖는 제 1 템플레이트의 윗면도를 예시한다.

도 12는 도 11의 제 1 템플레이트의 몰드의 제 1 패턴에 상보인 몰드의 제 2 패턴을 갖는 제 2 템플레이트의 윗면도를 예시한다.

도 13은 다수의 템플레이트를 사용하여 필름 시트 위에 패턴을 임프린팅하는 방법의 흐름도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 도면, 특히 도 1을 참고하면, 도시한 것과 같은 리소그래피에 사용된 종래 기술의 롤러 어셈블리는 템플레이트를 사용하는데, 이것은 의도한 패턴의 충실도를 유지하면서 제작하기가 어렵다. 예를 들면, 시스템에 이러한 설계를 사용할 때, 패턴의 충실도는 서브-100nm 미만의 피쳐를 갖는 템플레이트에 대해서 손상된다. 추가로, 균일한 압력이 달성되기 어렵고, 이런 이유로, 이러한 롤러 어셈블리 시스템으로부터 형성된 패턴의 피쳐는 결과되는 불균일한 압력으로 인해 비틀리게 될 수 있다.

[0008] 도 2 내지 도 4를 참고하면, 본 발명에 따르는 필름 시트(12) 위에 양각 패턴을 형성하기 위해 사용된 리소그래피 시스템(10)이 예시되어 있다. 필름 시트(12)의 재료는 중합체 필름, 유리, 규소, 질화규소, Kevlar™ 보강된 중합체 필름, 알루미늄, 및/또는 유사한 재료를 포함하나 이에 제한되지 않는다. 필름 시트(12)의 두께는 설계 고려사항에 기초한다. 예를 들면, 필름 시트(12)는 대략 10 μm - 500 μm 의 두께를 갖는 얇은 필름 시트(12)일 수 있다. 필름 시트(12)는 크게 가요성일 수도 있다.

[0009] 필름 시트(12)는 하나 이상의 롤러(13)에 결합된다. 예를 들면, 도 2에 예시된 바와 같이, 필름 시트(12)는 롤러(13a 및 13b)에 결합될 수 있다. 도 7a 및 7b에 예시된 바와 같이, 필름 시트(12)는 롤러(13c, 13d 및 13e)에 결합될 수 있다. 설계 고려사항에 따라 어떠한 수의 롤러(13)도 사용될 수 있음을 주목해야 한다. 예를 들면, 도 7a 및 7b에서, 롤러(13d)는 필름 시트(12)의 총체적 및/또는 국소적 변형을 최소화하는 추가의 지지체를 제공할 수도 있다. 추가의 롤러(13)는 이러한 변형을 최소화하기 위해 더 이상의 지지체를 제공할 수도 있다.

[0010] 롤러(13)는 필름 시트(12)의 적어도 일부의 이동을 용이하게 할 수도 있다. 예를 들면, 도 2의 롤러(13a 및 13b)는 회전하여 화살표(17)의 방향으로 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 할 수 있다. 이러한 이동은 선택적으로 템플레이트(18)와 겹쳐서 필름 시트(12)의 다른 부분들을 제공할 수도 있다. 예를 들면, 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)은 템플레이트(18)와 겹쳐서 고정된 면적을 가질 수도 있다. 롤러(13)는 선택적으로 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 하여 필름 시트의 제 1 부분(15)이 패턴형성을 위해 템플레이트(18)와 겹쳐서 고정된 1 미터 곱하기 1 미터의 면적을 갖도록 할 수도 있다. 고정된 면적을 패턴 형성 후, 롤러(13)는 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 하여 템플레이트(18)로부터 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)을 중심을 벗어나게 할 수 있다. 설명을 간단하게 하기 위해, 롤러(13)는 리소그래피 공정 내에서 사용하기 위한 롤러들이 당업계에 잘 공지되어 있기 때문에 상세히(예를 들면, 직경, 실물 유형) 기술하지 않는다.

- [0011] 각 롤러(13)는 축(A_x)을 갖는다. 예를 들면, 도 2의 롤러(13a 및 13b)는 각각 축(A₁ 및 A₂)을 갖는다. 롤러(13)의 축(A_x)은 시스템(10) 내에서 서로에 대해 실질적으로 평행하게 위치될 수도 있다. 예를 들면, 롤러(13a 및 13b)는 실질적으로 평행하고 서로에 대해 같은 평면(P₁) 내에 위치되어 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)이 평면(P₂)에서 템플레이트(18)에 관하여 실질적으로 평행하도록 할 수 있다. 대안으로는, 롤러(13)의 축(A_x)은 실질적으로 평행하고 서로에 대해 다른 평면에 위치되어 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)이 평면(P₂)에서 템플레이트(18)에 관하여 각을 이루어 위치되도록 할 수도 있다. 각도는 설계 고려사항에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0012] 필름 시트(12)는 척(16)에 결합될 수도 있다. 척(28)은 진공, 핀형, 홈형, 정전, 전자기 및/또는 기타 유사한 척 유형들로서 구성될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예가 되는 척은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 6,873,087에 더 기술되어 있다. 한 구체예에서, 척(16)은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 출원 공개 No. 20070190200에 더 기술된 바와 같은 다공질 척일 수도 있다. 또 다른 구체예에서, 필름 시트(12)는 척(16)의 대신에 또는 척(16)에 더하여 중공의 또는 고형의 블록에 의해 지지될 수도 있다. 블록은 크기 및/또는 모양이 척(16)과 유사하고 일반적으로 필름 시트(12)의 총체적 및/또는 국소적 굽힘을 방지하기 위해 필름 시트에 지지체를 제공할 수도 있다.
- [0013] 템플레이트(18)는 그로부터 연장되어 필름 시트(12)를 향하여 메사(20)를 포함하고 메사(20)는 그 위에 패턴형 성 표면(22)을 갖는다. 메사(20)는 몰드(20) 또는 임프린트 몰드(20)로도 언급된다. 다르게는, 템플레이트(18)는 메사(20) 없이 형성될 수도 있다.
- [0014] 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. 템플레이트(18)의 두께는 설계 고려사항에 기초한다. 한 구체예에서, 템플레이트(18)는 대략 0.5mm의 두께를 가질 수 있다.
- [0015] 도 2 내지 도 4에서 예시한 바와 같이, 패턴형성 표면(22)은 다수의 이격된 후미부(24) 및/또는 돌출부(26)에 의해 규정된 피처를 포함하나, 본 발명의 구체예들은 이러한 구성에 제한되지 않는다. 패턴형성 표면(22)은 기판(12)에 형성시킬 패턴의 토대를 형성하는 어떤 원래의 패턴도 규정할 수 있다. 다르게는, 패턴형성 표면(22)은 실질적으로 평활하거나 및/또는 평면일 수 있다.
- [0016] 템플레이트(18)는 척(28)에 결합될 수 있다. 척(28)은 진공, 핀형, 홈형, 정전, 전자기, 및/또는 다른 유사한 척 유형들로서 구성될 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 예가 되는 척들은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 6,873,087에 또한 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.
- [0017] 시스템(10)은 유체 분배 시스템(32)을 더 포함한다. 유체 분배 시스템(32)은 필름 시트(12) 위에 중합성 재료(34)를 침착시키기 위해 사용될 수도 있다. 중합성 재료(34)는 적하 분배(drop dispense), 스픬-코팅, 딥 코팅, 화학증착(CVD), 물리증착(PVD), 박막 증착, 후막 증착 및/또는 기타와 같은 기술들을 사용하여 필름 시트(12)에 위치될 수 있다. 예를 들면, 중합성 재료(34)는, 둘다 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허출원 공개 No. 2005/0270312 및 미국 특허출원 공개 No. 2005/0106321에 기술된 것들과 같은 기술들을 사용하여 필름 시트(12) 위에 위치시킬 수 있다. 중합성 재료(34)는 설계 고려사항에 따라 원하는 공간이 메사(20)와 기판(12) 사이에 규정되기 전 및/또는 후에 필름 시트(12) 위에 배치될 수도 있다.
- [0018] 중합성 재료(34)는 다수의 이격된 점적들로서 필름 시트(12)의 제 1 부분(15) 위에 침착될 수 있다. 예를 들면, 중합성 재료(34)는 각 점적이 대략 1-200 피코리터 사이의 단위 부피를 갖는 침착된 점적들일 수 있다. 중합성 재료(34)의 점적들은 적하 패턴에 따라 필름 시트(12)의 제 1 부분 위에 침착될 수 있다. 적하 패턴은 설계 고려사항에 기초하고 및/또는 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허출원 공개 No. 2005/0270312에 기술된 것들과 같은 구체적인 특성을 제공하도록 결정된다.
- [0019] 중합성 재료(34)는, 둘다 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 7,157,036 및 미국 특허출원 공개 No. 2005/0187339에 기술된 것과 같은 모노머 혼합물을 포함할 수도 있다. 추가로, 임프린팅 후 젖음 및/또는 접착을 용이하게 하기 위해 필름 시트(12)는 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 공개 No. 2007/0114686에 기술된 조성물로 처리될 수도 있다..
- [0020] 도 2 내지 도 4를 참고하면, 시스템(10)은 경로(42)를 따라 에너지(40)를 향하게 하도록 결합된 에너지원(38)을 더 포함한다. 임프린트 헤드(30) 및/또는 롤러(13)는 경로(42)와 겹쳐서 템플레이트(18)와 필름 시트(12)의 제

1 부분(15)을 위치시키도록 구성될 수 있다. 시스템(10)은 롤러(13), 임프린트 헤드(30), 유체 분배 시스템(32), 펌프 시스템(60) 및/또는 에너지원(38)과 통신되어 있는 프로세서(54)에 의해 조정될 수 있고, 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램에서 작동할 수 있다.

[0021] 임프린트 헤드(30)는 몰드(20)와 필름 시트(12)의 제 1 부분(15) 간의 거리를 다양하게 하여 그것들 사이에 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 들어서 자외선 복사선을 내고, 이것이 중합성 재료(34)를 고화 및/또는 가교 결합되도록 일으켜 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)의 표면(44)과 패턴형성 표면(22)의 형상에 일치하게 하여 필름 시트(12)의 제 1 부분(15) 위에 패턴형성된 층(46)을 규정한다. 패턴형성된 층(46)은 잔류 층(48)과, 돌출부(50)와 후미부(52)로 나타낸 다수의 피치를 포함할 수도 있고, 돌출부(50)는 두께(t_1)를 갖고 잔류 층은 두께(t_2)를 갖는다.

[0022] 도 7a 및 7b를 참고하면, 다수의 템플레이트(18)가 필름 시트(12) 위에 패턴형성된 층(46)을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, 제 1 위치에서 제 1 템플레이트(18b)는 패턴형성된 층(46)의 제 1 부분(15)을 패턴형성할 수 있고 제 2 위치에서 제 2 템플레이트(18c)는 패턴형성된 층(46)의 제 1 부분(15)을 패턴형성할 수 있다. 패턴형성된 층(46)의 제 1 부분(15)은 제 1 템플레이트(18b)에 의해 패턴형성되어 필름 시트(12) 위에 제 1 층을 형성할 수 있고 제 2 템플레이트(18c)는 제 1 층 위에 직접 제 2 층을 패턴형성한다. 다르게는, 패턴형성된 층(46)의 제 1 부분(15)은 제 1 템플레이트(18b)에 의해 패턴형성되어 다수의 패턴형성된 면적들을 형성할 수 있고 제 2 템플레이트(18c)는 인접 면적들을 패턴형성한다.

[0023] 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)을 패턴형성한 후, 롤러(13)는 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 하여 필름 시트(12)의 제 1 부분(15)을 템플레이트(18)로부터 떨어져서 위치시키고(예를 들면, 중심을 벗어남) 필름 시트(12)의 제 2 위치는 템플레이트(18)와 겹쳐서 위치될 수도 있다. 예를 들면, 도 2에 예시된 바와 같이, 롤러(13a 및 13b)는 화살표(17)의 방향으로 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 하여 필름 시트의 제 1 부분(15)이 템플레이트(18)로부터 떨어져서 위치되고 필름 시트(12)의 제 2 부분(17a)이 템플레이트(18)와 겹쳐서 위치되도록 할 수 있다. 그 다음 필름 시트(12)의 제 2 부분(17a)은 패턴형성되고 롤러(13)는 필름 시트(12)의 이동을 용이하게 하여 필름 시트(12)의 또 다른 부분이 템플레이트(18)와 겹쳐서 위치되도록 할 수 있다. 이 공정은 원함에 따라 다수회 반복될 수도 있다.

[0024] 롤러(13)는 도 2에 예시된 바와 같이 필름 시트의 이동을 용이하게 하는 가이드로서의 역할을 하고 그리고/또는 롤러(13)는 패턴형성되지 않은 필름 시트(12) 및/또는 패턴형성된 필름 시트(12)를 보관할 수 있다. 예를 들면, 패턴형성되지 않은 필름 시트(12)는 롤러(13a)를 동심으로 둘러싸서 제 1 롤을 형성하고 패턴형성된 필름 시트(12)는 롤러(13b)를 동심으로 둘러싸서 제 2 롤을 형성할 수 있다.

[0025] 패턴형성된 층(46)은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 출원 공개 No. 2008/0308971에 기술된 바와 같은 보호용 필름에 의해 보호될 수도 있다. 이러한 보호용 필름은 패턴형성된 층(46) 및/또는 이어서 제작된 필름 시트(12) 위의 패턴들에 손상 없이 롤에 필름 시트(12)의 재포착(recapturing)을 제공할 수도 있다. 예를 들면, 재료는 패턴형성된 층(46) 및/또는 이어서 제작된 필름 시트(12) 위의 패턴들에 침착되고, 고화되고, 롤러(13b)에 재포착되어 필름 시트(12)를 보관할 수 있다.

[0026] 상기한 시스템 및 방법은 모두 여기에 참고문헌으로 포함되는 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 있다.

중합성 재료의 점적들의 융합

[0028] 도 2 및 도 5를 참고하면, 필름 시트(12)의 제 1 부분(15) 위에 위치된 점적들로 중합성 재료(34)를 분배 시에, 중합성 재료의 점적들은 필름 시트(12) 및/또는 몰드(20) 사이에 포획될 수도 있다. 예를 들면, 최소 두께를 갖는 필름 시트(12)(예를 들면, 대략 10 μm - 500 μm 의 얇은 필름 시트)는 중합성 재료(34)의 점적들의 중량을 지지할 수 없다. 이런 이유로, 필름 시트(12)는 점적들을 포획(trapping)하고 있는 점적들의 중량 하에 물결모양 즉 기복(起伏)을 형성할 수도 있다. 중합성 재료(34)의 점적들의 이러한 포획은 도 5에 예시된 바와 같이, 필름 시트(12)의 변형을 야기할 수도 있다. 변형을 방지하기 위해, 필름 시트(12)는 비교적 편평한 구조로 유지될 수도 있다(예를 들면, 필름 시트의 표면은 실질적으로 돌출부 및/또는 함몰부가 없다). 추가로, 점적들이 융합하여 연속 층을 형성하는 것은 최소화되고 및/또는 중합성 재료(34)의 점적들이 포획되고 필름 시트(12)를 변

형시키는 것을 방지한다.

[0029] 도 2 및 도 5 내지 7을 참고하면, 앞서 기술된 바와 같이, 임프린트 헤드(30)는 템플레이트(18)에 힘을 가하여 몰드(20)가 중합성 재료(34)를 접촉하도록 한다. 이 힘 및/또는 다른 외부 힘(총체적으로 여기서 인가된 힘 F 또는 힘 F이라 함)을 제어하여 필름 시트(12) 위의 중합성 재료(34)의 점적들의 국소화된 포획을 최소화할 수 있다. 예를 들면, 인가된 힘(F)의 크기를 제어하여(예를 들면, 최소화하여) 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 출원 공개 No. 2005/0061773에 또한 기술된 바와 같이 몰드(20) 및/또는 필름 시트(12)와 함께 중합성 재료(34)의 모세관 힘을 사용할 수 있다.

[0030] 인가된 힘(F)의 제어는 하기 식에 의해 결정될 수 있다:

$$F \propto h^3 v \mu \quad (\text{식 } 1)$$

[0032] 상기 식에서 h 는 점적들의 높이(예를 들면, 200 nm - 1000 nm이고, 바람직하게는 400 nm보다 크며), v 는 몰드(20)가 점적들과 접촉하는 속도(예를 들면, 20 - 100 $\mu\text{m/sec}$)이고; μ 는 점적들에서 중합성 재료의 점도(예를 들면, 0.5 cps - 200 cps)이다.

[0033] 추가로, 필름 시트(12)와 연관된 장력을 다양하게 함으로써 중합성 재료(34)의 점적들의 융합이 제공 및/또는 제어될 수 있다. 증가된 인장 강도는 필름 시트(12)를 섬유(예를 들면, 금속 섬유, 유리 섬유 및/또는 기타)로 보강함으로써 제공될 수도 있다. 섬유는 롤러(13)에 의해 제공된 인장력의 방향을 따라 정렬될 수도 있다. 한 구체예에서, 필름 시트(12)와 연관된 장력의 크기는 100 μm 의 두께, 1 m 의 폭, 및 1 - 200 MPa의 인장 강도를 갖는 필름 시트(12)에 대해 대략 1 내지 200 N일 수 있다.

[0034] 필름 시트(12) 위의 중합성 재료(34)의 표면 접촉각을 다양하게(예를 들면, 1° - 30°) 함으로써 중합성 재료(34)의 점적들의 융합이 또한 제공 및/또는 제어될 수도 있다. 표면 접촉각을 다양하게 하는 예가 되는 방법은 둘다 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 출원 일련 번호 12/336,821 및 미국 특허 출원 공개 No. 2006/0175736에 또한 기술되어있다.

[0035] 추가로, 중합성 재료(34)의 점도, 중합성 재료(34)의 점적들의 크기, 및/또는 필름 시트(12) 위의 중합성 재료(34)의 점적들의 배치를 조절함으로써 중합성 재료(34)의 점적들의 융합이 제공 및/또는 제어될 수도 있다. 예를 들면, 중합성 재료(34)의 점도는 1 cps - 200 cps로 다양할 수 있다. 점적들은 대략 10 μm - 100 μm 의 직경, 대략 20 nm - 1000 nm의 높이, 및/또는 대략 10 μm - 250 μm 의 점적들 간의 중심 대 중심 거리를 갖는 크기로 할 수 있다. 이를 요소들의 각각은 중합성 재료(34)의 점적들의 융합에 도움을 주도록 조절될 수 있다.

[0036] 도 8은 필름 시트 위에 중합성 재료(34)의 점적들의 포획을 최소화 및/또는 임프린트 리소그래피 공정의 동안에 필름 시트(12)의 변형을 최소화하기 위한 예가 되는 방법(80)의 흐름도를 예시한다. 단계 82에서, 필름 시트(12) 위의 중합성 재료(34)의 점적들의 배치를 위한 적하 패턴을 결정한다. 적하 패턴은 임프린트 리소그래피 공정의 동안에 몰드(20)에 의해 원하는 잔류층 두께 및 원하는 피처 형성을 제공하도록 결정한다. 추가로, 적하 패턴은 점적들의 추정 높이 및 중합성 재료(34)의 추정 점도를 사용하여 결정될 수도 있다. 단계 84에서, 몰드(20)를 중합성 재료(34)와 접촉시키는 추정 속도를 결정한다. 단계 86에서, 추정 높이, 추정 점도, 및 추정 속도를 사용하여 힘 F의 추정 크기를 결정한다. 단계 88에서, 적하 패턴에 기초하여 중합성 재료(34)를 필름 시트(12) 위에 분배한다. 단계 90에서, 추정 속도에 기초하여 몰드(20)를 중합성 재료(34)와 접촉시킨다. 점적들에 융합할 기회가 제공될 수 있다. 다르게는, 중합성 재료(34)의 점적들과 템플레이트(18)의 접촉에 앞서 중합성 재료(34)의 점적들이 융합하도록 조건들(예를 들면, 추정 높이, 추정 점도, 등)이 결정될 수도 있다. 단계 92에서, 필름 시트(12)의 변형 및/또는 패턴형성 층(46)의 연속성을 평가한다. 단계 94에서, 분배된 점적의 추정 높이 및 중합성 재료(34)의 추정 점도를 조절할 수 있고, 및/또는 몰드(20)의 중합성 재료(34)와의 접촉의 추정 속도를 변경하여 필름 시트(12)의 변형 및/또는 패턴형성 층(46)의 연속성의 평가에 기초하여 힘 F의 추정 크기를 조절할 수 있다. 단계 96에서, 필름 시트(12)의 변형 및/또는 패턴형성 층(46)의 연속성의 평가에 기초하여 필름 시트(12)의 장력, 중합성 재료(34)의 표면 접촉각 및/또는 적하 패턴에서 점적들의 적하 배치를 조절한다. 단계 98에서, 필름 시트(12)의 변형이 최소화되고 및/또는 패턴형성 층(46)의 원하는 연속성이 얻어질 때까지 단계 86-96을 반복한다.

큰 면적 패턴형성

[0038] 필름 시트(12) 위에 패턴형성할 때 처리량을 증가시키기 위해, 다수의 몰드(20) 및/또는 다수의 템플레이트(18) 구체예를 사용할 수 있다. 예를 들어서, 도 2, 9 및 10을 참고하면, 템플레이트(18)는 다수의 몰드(20)를 구비

할 수 있고 각 몰드(20)는 실질적으로 같은 시간 기간에서 및/또는 비교적 다른 시간 기간에서 필름 시트(12)를 패턴형성할 수 있다. 예를 들면, 도 9의 템플레이트(18a)는 다수의 몰드(20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 20g, 20h 및 20i)를 포함할 수도 있다. 몰드(20a-20i)는 도 2에 예시된 몰드(20)와 실질적으로 같을 수도 있다. 각 몰드(20a-20i)는 그 위에 형성된 실질적으로 같은 패턴 및/또는 그 위에 형성된 다른 패턴을 가질 수 있다. 예를 들면, 몰드(20b, 20d, 20f 및 20h)는 그 위에 형성된 실질적으로 같은 패턴을 가질 수 있고, MOLD₁(이하, 이를 제1 서브세트라고도 명함)으로 언급되며; 몰드(20a, 20c, 20e, 20g 및 20i)는 그 위에 형성된 실질적으로 같은 패턴을 가질 수 있고, MOLD₂(이하, 이를 제2 서브세트라고도 명함)로 언급된다. 더욱이 MOLD₂는 MOLD₁의 상보체일 수 있다. 템플레이트(18a)는 그 위에 위치된 어떤 수의 몰드(20)도 가질 수 있고, 몰드(20)는 설계 고려사항에 따라 패턴의 어떤 조합도 가질 수 있다.

[0039] 템플레이트 척(28) 및/또는 펌프 시스템(60)은 도 9에 나타낸 템플레이트(18a)의 형태를 제어할 수 있다. 템플레이트 척(28)의 적어도 일부, 및 템플레이트(18a)의 면적은 각 몰드(20)와 겹쳐서 챔버(62)를 규정할 수도 있다. 예를 들면, 템플레이트 척(28)의 적어도 일부, 및 템플레이트(18a)의 면적은 각 몰드(20a, 20b 및 20c)와 겹쳐서 각각 챔버(62a, 62b 및 62c)를 규정한다. 예시를 간단하게 하기 위해, 단지 챔버(62a-62c)를 도 10a 및 10b에 나타내었다; 그러나, 챔버(62d-62i)는 챔버(62a- 62c)와 실질적으로 유사할 수도 있음을 이해해야 한다.

[0040] 각 챔버(62)는 펌프 시스템(60)과 유체 연통되어 있을 수 있다. 펌프 시스템(60)은 각 챔버(62) 내에서 총체적으로 압력을 제어한다. 다르게는, 각 챔버(62)는 별개의 펌프 시스템(60)과 유체 연통되어 있을 수도 있다.

[0041] 펌프 시스템(60)은 각 챔버(62) 내에서 압력을 제어하여 실질적으로 같은 시간 기간에 및/또는 비교적 다른 시간 기간에 필름 시트(12)의 패턴형성을 제공하도록 한다. 예를 들면, 중합성 재료(34)는 필름 시트(12) 위에 분배되고, 펌프 시스템(60)은 도 10b에 예시한 바와 같이 몰드(20a)로 하여금 몰드(20b 및/또는 20c)와 다른 시간에서 필름 시트(12) 위에 중합성 재료(34)를 패턴형성하도록 제공한다. 예가 되는 패턴형성 기술은 미국 특허 출원 공개 No. 20070190200에 또한 기술되어 있다.

[0042] 도 7, 11 및 12를 참고하면, 또 다른 구체예에서, 시스템(10)은 적어도 두개의 템플레이트(18b 및 18c)를 포함할 수 있다. 템플레이트(18b 및 18c)는 여기에 기술된 것과 같은 템플레이트(18 및 18a)와 실질적으로 유사할 수도 있다.

[0043] 템플레이트(18b)는 템플레이트(18c)의 상보체일 수 있고, 그 역도 성립한다. 예를 들면, 몰드(20)가 실질적으로 부재인 템플레이트(18b)의 부분들(21)은 몰드(20)를 갖는 부분들(64)에 대응하는 템플레이트(18c)에서의 면적들을 가질 수 있다. 도 7, 11 및 12에 예시한 바와 같이, 템플레이트(18b)는 템플레이트(18c)의 부분들(21a, 21c, 21e, 21g 및 21i)에 대응하는 몰드(20a, 20c, 20e, 20g 및 20i)를 포함한다. 마찬가지로, 템플레이트(18c)는 템플레이트(18b)의 부분들(21b, 21d, 21f 및 21h)에 대응하는 몰드(20b, 20d, 20f 및 20h)를 포함한다.

[0044] 템플레이트(18b 및 18c)는 도 10에 관하여 상기한 시스템과 유사한, 챔버(62a-62i)를 규정하는 펌프 시스템(60)과 유체연통되어 있을 수 있다. 예를 들면, 템플레이트(18b)에 관하여, 템플레이트 척(28)의 적어도 일부와 템플레이트(18b)의 면적들은 몰드(20a, 20c, 20e, 20g 및 20i)의 각각과 겹쳐서 챔버(62a, 62c, 62e, 62g 및 62i)를 규정한다. 또한, 챔버(62a, 62c, 62e, 62g 및 62i)는 템플레이트(18c)의 부분들(21a, 21c, 21e, 21g 및 21i)과 겹쳐 있을 수 있다. 템플레이트(18c)에 관하여, 템플레이트 척(28)의 적어도 일부와 템플레이트(18c)의 면적은 몰드(20b, 20d, 20f 및 20h)의 각각과 겹쳐서 챔버(62b, 62d, 62f 및 62h)를 규정한다. 또한, 챔버(62b, 62d, 62f 및 62h)는 템플레이트(18c)의 부분들(21b, 21d, 21f 및 21h)과 겹쳐 있을 수 있다.

[0045] 도 13은 템플레이트(18b 및 18c)를 사용하여 필름 시트(12)를 패턴형성하는 방법(100)의 흐름도를 예시한다. 단계 102에서, 중합성 재료(34)를 필름 시트(12) 위에 분배한다. 단계 104에서, 펌프 시스템(60)은 템플레이트(18b)의 부분들(21b, 21d, 21f 및 21h)이 필름 시트(12)로부터 굽혀져, 몰드(20a, 20c, 20e, 20g 및 20i)가 필름 시트(12)를 향해 굽혀지는 결과가 되도록 챔버들(62b, 62d, 62f 및 62h)을 진공상태에 놓는다. 이런 이유로, 템플레이트(18b)의 부분들(21b, 21d, 21f 및 21h)은 중합성 재료(34)와 접촉되지 않으면서 템플레이트(18b)의 몰드(20a, 20c, 20e, 20g 및 20i)를 중합성 재료(34)와 접촉시킨다. 단계 106에서, 중합성 재료를 고화시켜 장기판 패턴을 형성한다. 어떤 패턴도 설계 고려사항에 기초하여 형성될 수 있음을 주목해야 한다. 예를 들면, 장기판 패턴의 제 1 부분이 형성되고 후속 템플레이트는 장기판 패턴의 제 2 부분을 제공한다. 선택적인 단계 108에서, 펌프 시스템(60)은 패턴형성된 층(46)과 템플레이트(18b)의 분리를 용이하게 하기 위해 챔버(62b, 62d, 62f 및 62h)를 압력 상태에 놓는다. 단계 110에서, 템플레이트(18b)를 제거한다. 단계 112에서, 중합성 재료(34)를 필름 시트(12) 위에 분배한다. 단계 114에서, 펌프 시스템(60)은 부분들(21a, 21c, 21e, 21g 및 21i)이

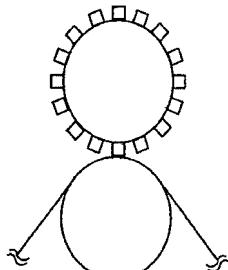
필름 시트(12)로부터 굽혀지고, 그 결과, 몰드(20b, 20d, 20f 및 20h)가 필름 시트(12)를 향해 굽혀지도록 챔버들(62a, 62c, 62e, 62g 및 62i)을 진공상태에 놓는다. 예를 들면, 부분들(21a, 21c, 21e, 21g 및 21i)은 중합성 재료(34)와 접촉되지 않으면서 몰드(20b, 20d, 20f 및 20h)를 중합성 재료(34)와 접촉시킨다. 선택적인 단계 116에서, 펌프 시스템(60)은 패턴형성된 층(46)과 템플레이트(18c)의 분리를 용이하게 하기 위해 챔버(62a, 62c, 62e, 62g 및 62i)를 압력 상태에 놓는다. 템플레이트(18c)는 템플레이트(18b)에 의한 중합성 재료(34)의 패턴형성에 앞서 중합성 재료(34)를 패턴형성할 수 있음을 주목해야 한다.

[0046]

필름 시트(12)의 패턴형성은 원하는 어떤 용도로도 사용될 수 있다. 예를 들면, 필름 시트(12)의 패턴형성은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 출원 일련 번호 12/324,120에 또한 기술되는 바와 같이 10nm-100nm의 피쳐 크기를 갖는 태양 전지를 나노구조화하는데 사용될 수 있다. 추가로, 필름 시트(12)의 패턴형성은 대략 50 nm - 500 nm의 크기를 갖는 편광기; 50 nm - 500 nm의 피쳐 크기를 갖는 광자 크리스탈; 대략 1 μm - 500 μm 의 크기를 갖는 마이크로 렌즈 구조물, 3차원 구조물 등과 같은 서브 파장 광자 디바이스를 나노패턴형성하는데 사용될 수 있다.

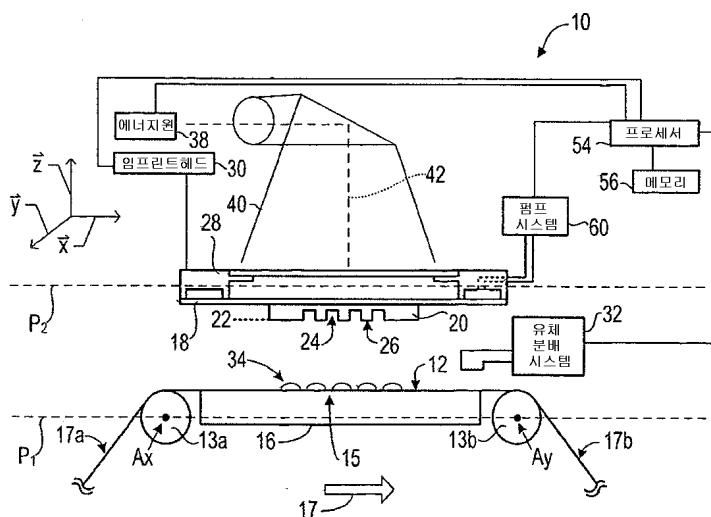
도면

도면1

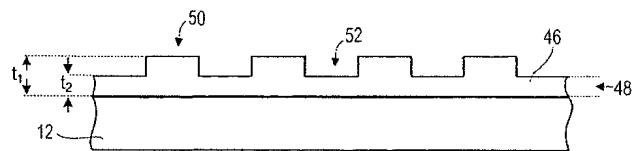


종래기술

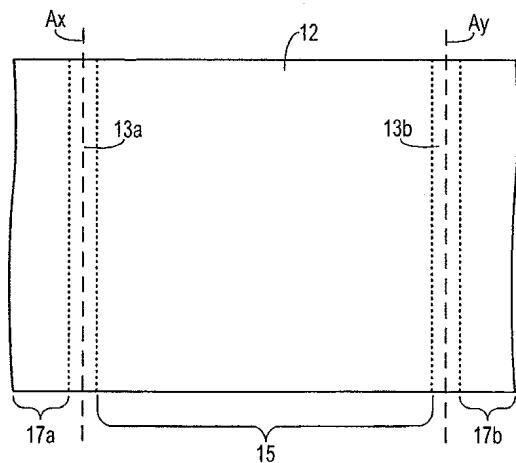
도면2



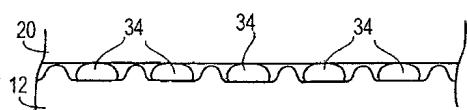
도면3



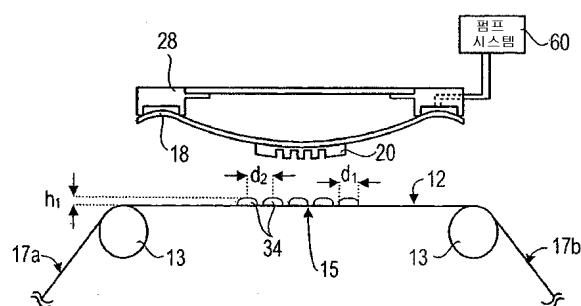
도면4



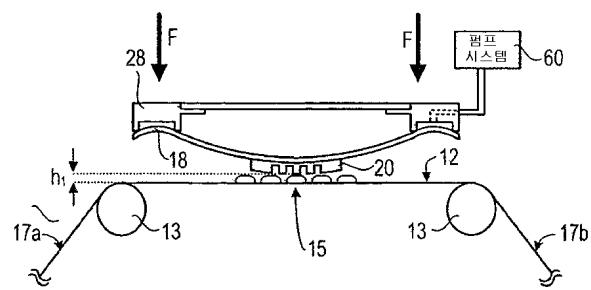
도면5



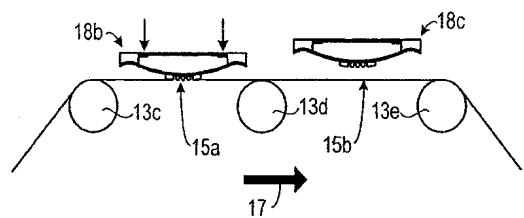
도면6a



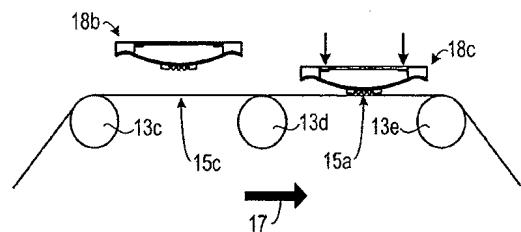
도면6b



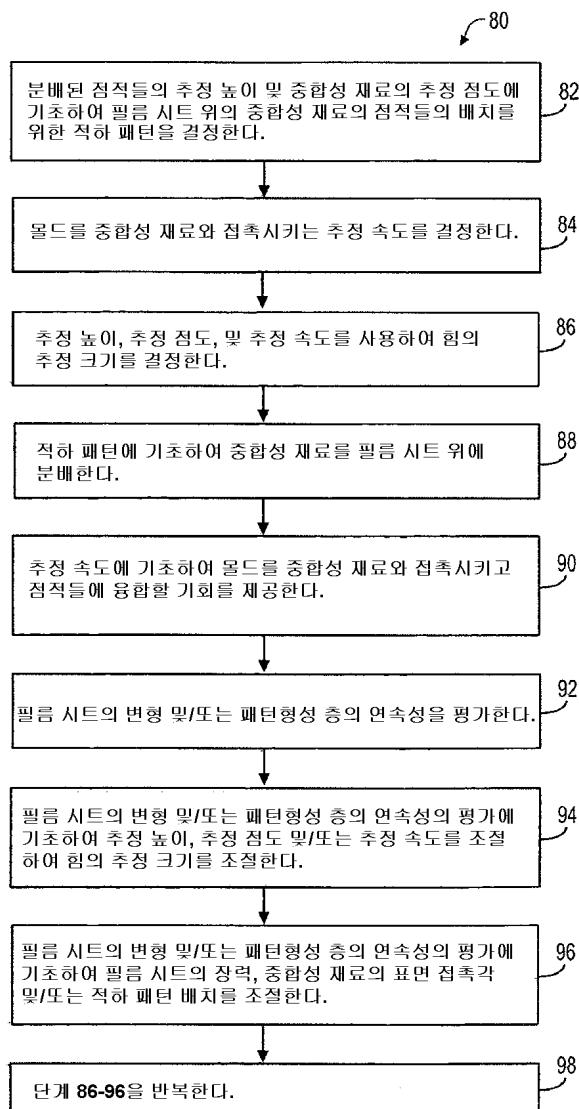
도면7a



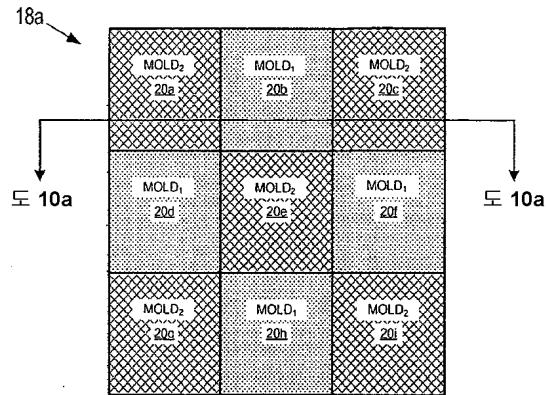
도면7b



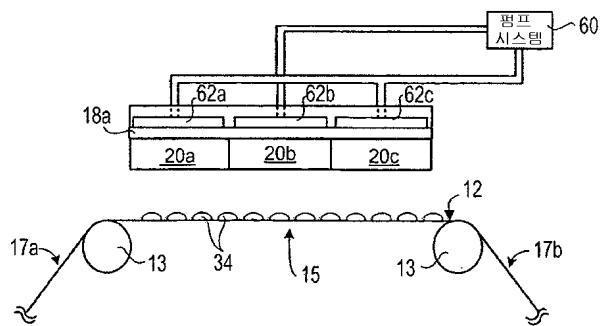
도면8



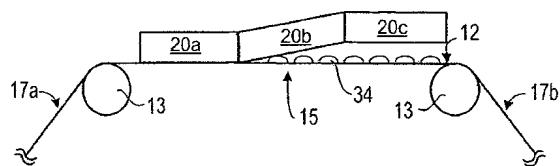
도면9



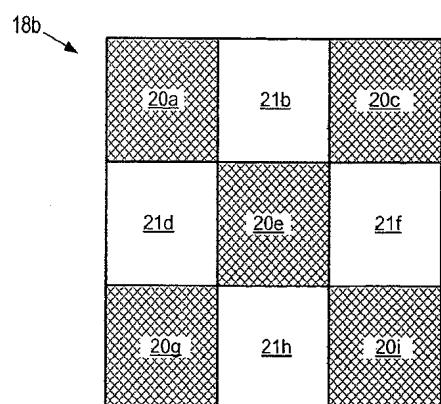
도면10a



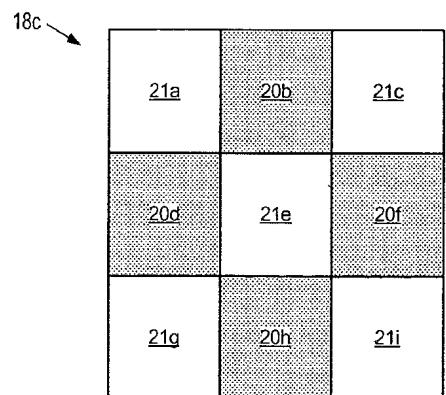
도면10b



도면11



도면12



도면13

