



등록특허 10-2065400



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월13일
(11) 등록번호 10-2065400
(24) 등록일자 2020년01월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03C 5/00 (2006.01) *B05D 5/00* (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01) *G03F 7/00* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03C 5/00 (2013.01)
B05D 5/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7011654(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년02월09일
심사청구일자 2016년05월02일
- (85) 번역문제출일자 2016년05월02일
- (65) 공개번호 10-2016-0054631
- (43) 공개일자 2016년05월16일
- (62) 원출원 특허 10-2010-7018535
원출원일자(국제) 2009년02월09일
심사청구일자 2014년02월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/000803
- (87) 국제공개번호 WO 2009/099666
국제공개일자 2009년08월13일
- (30) 우선권주장
61/027,153 2008년02월08일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
US20040065252 A1*
US20060177535 A1*
US20060266916 A1*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 11 항

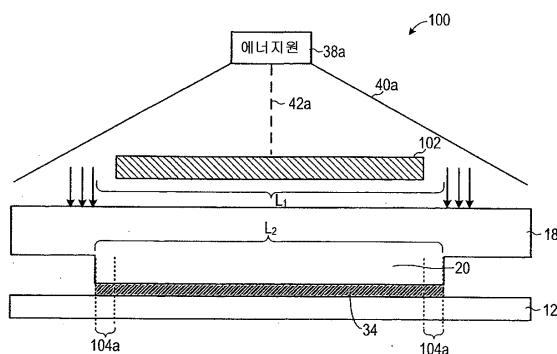
심사관 : 김한성

(54) 발명의 명칭 임프린트 리소그래피에서 압출물 감소

(57) 요약

에너지원과 임프린트 리소그래피 사이에 위치된 디바이스는 기판 위에 분배된 중합성 재료의 부분들에의 에너지의 노출을 차단할 수 있다. 에너지로부터 차단된 중합성 재료의 부분들은 유체로 남아 있는 한편, 나머지 중합성 재료는 고화된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

B29C 59/026 (2013.01)

G03F 7/00 (2013.01)

G03F 7/2022 (2013.01)

H01L 21/027 (2013.01)

(72) 발명자

페레즈, 조셉 지.

미국 텍사스 78754 오스틴 웨이워드 선 드라이브
2040

라브레이크, 드웨인 엘.

미국 텍사스 78613 세다 파크 토스카 코브 1907

맥마킨, 이안 매튜

미국 텍사스 78731 오스틴 노스 캐피탈 오브 텍사
스 하이웨이 #1318 7700

(30) 우선권주장

61/094,092 2008년09월04일 미국(US)

12/367,079 2009년02월06일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

임프린트 리소그래피 템플레이트의 메사 표면을 패턴형성시켜 상기 템플레이트의 원하는 임프린트 영역 내에 패턴형성된 피처와 메사 표면 경계에서 상기 패턴형성된 피처를 둘러싸는 제 1 미로 패턴을 포함하는 주변 피처를 제공하는 단계;

중합성 재료를 기판 위에 분배하는 단계; 그리고

임프린트 리소그래피 템플레이트의 메사를 기판과 접촉시키는 단계를 포함하고, 상기 미로 패턴이 메사 경계에서 기판 위의 메사 경계를 넘어서 분배된 중합성 재료의 전파를 늦추는 영역을 형성하고,

미로 패턴은 피처들의 주기적 어레이를 포함하며, 피처들은 거리를 두고 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 피처는 기하학적 형상을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 미로 패턴은 2 미크론의 폭, 2 미크론의 길이, 및 100 nm의 높이를 갖는 정사각형들의 주기적 어레이를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 거리는 0.8 미크론인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 미로 패턴은 해자를 형성하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 메사 위에 제 2 미로 패턴을 패턴형성하는 단계를 더 포함하고, 미로 패턴은 해자에 위치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

임프린트 리소그래피 템플레이트의 메사 표면을 패턴형성시켜 상기 템플레이트의 원하는 임프린트 영역 내에 패턴형성된 피처와 메사 표면 경계에서 상기 패턴형성된 피처를 둘러싸는 프랙탈 패턴을 포함하는 주변 피처를 제공하는 단계;

중합성 재료를 기판 위에 분배하는 단계; 그리고

임프린트 리소그래피 템플레이트의 메사를 중합성 재료와 접촉시키는 단계를 포함하고, 상기 프랙탈 패턴이 메사 경계에서 기판 위의 메사 경계를 넘어서 분배된 중합성 재료의 전파를 늦추는 영역을 형성하고,

프랙탈 패턴은 적어도 제 1 피처의 제 1 반복 및 제 2 피처의 제 2 반복을 포함하며,

제 1 피처의 피처 크기는 제 2 피처의 피처 크기보다 더 커서 제 1 반복과 제 2 반복 사이의 중합성 재료의 흐름이 감소되도록 하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 제 1 반복의 피처 및 제 2 반복의 피처는 기하학적 형상을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 중합성 재료의 흐름은 모세관 힘으로 인해 감소되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서, 중합성 재료가 분배됨에 따라 기판에 기체를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 중합성 재료의 흐름은 기체로 인해 감소되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명**기술 분야****관련출원의 참고**

[0001] 이 출원은 2008년 2월 8일에 출원된 미국 가출원 No. 61/027,153; 2008년 9월 4일에 출원된 미국 가출원 No. 61/094,092; 그리고 2009년 2월 6일에 출원된 미국 출원 No. 12/367,079의 35 U.S.C. § 119(e)(1)하의 이익을 주장하며, 이것들은 모두 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 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 접촉해 있는 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 본 발명의 구체예에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

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

도 3은 도 1에 나타낸 템플레이트 및 기판의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 4는 리소그래피 시스템에서 사용하기 위한 예가 되는 템플레이트의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 5a 및 도 5b는 리소그래피 시스템에서 사용하기 위한 예가 되는 마스킹 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 6은 마스킹 시스템을 사용하는 임프린트 리소그래피의 동안에 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법의 흐름도를 예시한다.

도 7a 및 도 7b는 리소그래피 시스템에서 사용될 수 있는 예가 되는 필터링 시스템을 예시한다.

도 7c는 필터링 시스템을 사용하는 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법의 흐름도를 예시한다.

도 8a 및 도 8b는 리소그래피 시스템에서 사용하기 위한 예가 되는 필터링 시스템을 예시한다.

도 9는 필터링 시스템을 사용하는 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법의 흐름도를 예시한다.

도 10a 및 도 10b는 기판의 하나 이상의 곡면 영역에의 에너지를 차단하기 위한 예가 되는 필터링 시스템을 예시한다.

도 11a 및 도 11b는 메사(mesa) 위의 예가 되는 미로 패턴을 예시한다.

도 12는 메사 위에 해자(moat)를 형성하는 예가 되는 미로 패턴을 예시한다.

도 13은 메사 위에 패턴형성된 예가 되는 미로 패턴 및 예가 되는 채널을 예시한다.

도 14는 다수의 어레이를 갖는 예가 되는 미로 패턴을 예시한다.

도 15는 다수의 어레이를 갖는 예가 되는 미로 패턴을 예시한다.

도 16은 미로 패턴을 사용하여 압출물의 형성을 감소 및/또는 방지하는 예가 되는 방법의 흐름도를 예시한다.

도 17a-c는 리소그래피 시스템에서 사용하기 위한 예가 되는 프랙탈(fractal) 구조물을 예시한다.

도 18은 프랙탈 구조물을 사용하여 압출물의 형성을 감소 및/또는 방지하는 예가 되는 방법의 흐름도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

상세한 설명

[0008]

도면, 특히 도 1을 참고하면, 기판(12)에 양각 패턴을 형성하기 위해 사용된 리소그래피 시스템(10)이 예시되어 있다. 기판(12)은 기판 척(14)에 결합될 수도 있다. 예시한 바와 같이, 기판 척(14)은 진공 척이다. 그러나, 기판 척(14)은 진공, 편형, 흠형, 정전, 전자기 및/또는 기타를 포함하는 어떤 척도 될 수 있고 이에 제한되지 않는다. 예가 되는 척은 본원에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 6,873,087에 기술되어 있다.

[0009]

기판(12)과 기판 척(14)은 스테이지(16) 위에 지지되어 있을 수 있다. 스테이지(16)는 x, y 및 z축을 따라 모션을 제공할 수 있다. 스테이지(16), 기판(12), 및 기판 척(14)은 또한 베이스(도시않음)에 위치될 수도 있다.

[0010]

기판(12)으로부터 이격되어 템플레이트(18)가 있다. 템플레이트(18)는 그로부터 연장되어 기판(12)을 향하여 메사(20)를 포함하고 메사(20)는 그 위에 패턴형성 표면(22)을 갖는다. 또한, 메사(20)는 몰드(20)로도 언급된다. 다르게는, 템플레이트(18)는 메사(20) 없이 형성될 수도 있다.

[0011]

템플레이트(18) 및/또는 메사(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 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.

[0012] 템플레이트(18)는 척(28)에 결합될 수 있다. 척(28)은 진공, 핀형, 흄형, 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 척(28) 및/또는 임프린트 헤드(30)가 템플레이트(18)의 움직임을 용이하게 하도록 구성되기 위해 임프린트 헤드(30)에 결합되어 있을 수 있다.

[0013] 시스템(10)은 유체 분배 시스템(32)을 더 포함한다. 유체 분배 시스템(32)은 기판(12)에 중합성 재료(34)를 침착시키기 위해 사용될 수도 있다. 중합성 재료(34)는 드롭 디스펜스, 분무 코팅, 스피-코팅, 딥 코팅, 화학증착 (CVD), 물리증착(PVD), 박막 증착, 후막 증착 및/또는 기타와 같은 기술들을 사용하여 기판(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 기판(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 기판(12) 위에 배치될 수도 있다. 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.

[0014] 도 1 및 도 2를 참고하면, 시스템(10)은 경로(42)를 따라 에너지(40)를 향하게 하도록 결합된 에너지원(38)을 더 포함한다. 임프린트 헤드(30) 및 스테이지(16)는 경로(42)와 겹쳐서 템플레이트(18) 및 기판(12)을 위치시키도록 구성될 수 있다. 시스템(10)은 스테이지(16), 임프린트 헤드(30), 유체 분배 시스템(32), 및/또는 에너지원(38)과 통신되어 있는 프로세서(54)에 의해 조정될 수 있고, 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 관독기능 프로그램에서 작동할 수 있다.

[0015] 임프린트 헤드(30)나, 스테이지(16)나, 아니면 둘다는 메사(20)와 기판(12) 간의 거리를 다양하게 하여 그들을 사이에 중합성 재료(34)가 채워지는 원하는 공간을 규정한다. 예를 들면, 임프린트 헤드(30)는 템플레이트(18)에 힘을 가하여 메사(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 가교결합되도록 일으켜 기판(12)의 표면(44)과 패턴형성 표면(22)의 형상에 일치하게 하여 기판(12) 위에 패턴형성된 층(46)을 규정한다. 패턴형성된 층(46)은 잔류 층(48)과, 돌출부(50)와 후미부(52)로 나타낸 다수의 피처를 포함할 수도 있고, 돌출부(50)는 두께(t_1)를 갖고 잔류 층은 두께(t_2)를 갖는다.

[0016] 상기한 시스템 및 방법은 또한 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 방법 및 시스템에 사용될 수도 있고, 이것들은 모두 여기에 참고문헌으로 포함된다.

[0017] 도 2 및 도 3을 참고로 하면, 패턴형성 층(46)의 형성의 동안에, 중합성 재료(34)는 기판(12) 위의 원하는 임프린트 영역(A_1) 내에서 템플레이트(18)의 피처(24 및 26)와 메사(20)의 가장자리 사이의 공간을 채운다. 예를 들면, 원하는 임프린트 영역(A_1)은 메사(20)의 경계들 사이에 있을 수 있다. 어떤 상황에서는, 중합성 재료(34)는 영역(A_1) 밖으로 흘러나오고 압출물 형성을 가져올 수 있다. 예를 들면, 기판(12) 위의 드롭 패턴이 템플레이트(18)와 중심에 오게 맞춰지지 않으면, 압출물이 메사(20)의 경계의 가장자리에서 형성될 수 있다. 압출물 형성은 템플레이트(18)와 패턴형성 층(46)의 분리의 동안에 입자 분무를 가져올 수도 있다. 추가로, 압출물은 패턴형성 층(46)의 크기를 제한할 수도 있고, 결함을 제공할 수도 있고, 템플레이트(18)의 수명을 감소시킬 수도 있고, 그리고/또는 후속 평탄화 발생과 함께 불균일한 패턴형성 층(46)을 가져올 수도 있다. 다음의 시스템 및 방법은 압출물을 감소 및/또는 방지하기 위해 단독으로 또는 조합하여 사용될 수도 있다.

[0018] 치수를 다양화함

[0019] 메사(20) 및/또는 원하는 임프린트 영역(A_1)의 치수를 다양화함으로써 압출물을 감소 및/또는 방지할 수 있다.

[0020] 한가지 예에서, 메사(20)와 나머지 템플레이트(18)(예를 들면, 템플레이트(18)의 본체) 간의 높이 비율을 다양하게 할 수 있다. 중합성 재료(34)가 템플레이트(18)의 피처(24 및 26)와 메사(20)의 가장자리 사이의 공간을 채움에 따라, 중합성 재료(34)는 기판의 원하는 임프린트 영역(A_1)의 외부에 축적되어 압출물을 형성할 수 있다. 예를 들면, 중합성 재료(34)의 축적은 중합성 재료(34)로 하여금 메사(20)와 실질적으로 같은 높이(h_1)로 상승하여 압출물을 형성하도록 야기할 수도 있다. 메사(20)의 높이(h_1)를 증가시킴으로써, 기판(12)의 원하는 임프린트 영역(A_1) 밖으로의 중합성 재료(34)의 축적의 영향을 감소시킬 수도 있다. 예를 들면, 메사(20)의 높

이(h_1)는 10의 인자 만큼(예를 들면, 대략 $15\mu\text{m}$ 내지 대략 $135\mu\text{m}$) 증가될 수 있다. 높이(h_1)의 증가는 기판(12)의 원하는 임프린트 영역 밖으로의 중합성 재료(34)의 축적을 지연시킬 수 있다. 이러한 지연은 또한 연속적 임프린트의 수를 증가시킬 수 있는데 이는 템플레이트(18)가 제거 및/또는 세정을 필요로 하기 전에 행해질 수 있다.

[0021] 또 다른 실시예에서, 압출은 기판(12)의 원하는 임프린트 영역(A_1)의 적어도 한 치수의 메사(20)의 적어도 한 치수에 대한 비율을 다양화하여 하나 이상의 압출 지대(60)를 형성함으로써 감소 및/또는 방지될 수 있다. 예를 들면, 도 4에 예시된 바와 같이, 기판(12)의 원하는 임프린트 영역(A_1)의 길이(L_1)는 압출 지대(60)가 형성될 수 있도록 메사(20)의 길이(L_2)보다 작을 수도 있다. 압출 지대(60)는 대략 $50\mu\text{m}$ 내지 $300\mu\text{m}$ 의 거리(d_1)를 가질 수 있다. 예를 들면, 압출 지대(60)의 거리(d_1)은 대략 $300\mu\text{m}$ 일 수 있다. 메사(20) 및/또는 원하는 임프린트 영역(A_1)의 치수를 다양화함으로써 유사한 및/또는 다른 거리(d_1)들을 갖는 다수의 압출 지대(60)가 형성될 수도 있음을 주목해야 한다.

마스킹

[0023] 도 1, 도 5a 및 도 5b를 참고하면, 마스킹 시스템(100)이 시스템(10)에서 사용될 수 있다. 마스킹 시스템(100)은 압출물 형성을 감소 및/또는 방지할 수 있다. 마스킹 시스템(100)은 마스크(102) 및 에너지원(38a)을 포함한다. 에너지원(38a)은 경로(42a)에서 에너지(40a)(예를 들면, 자외선 복사선)를 제공한다. 템플레이트(18) 및 기판(12)은 경로(42a)와 겹쳐 있을 수도 있다. 에너지원(38a)은 도 1에 나타낸 에너지원(38)과 유사할 수도 있음을 주목해야 한다. 또 다르게는, 에너지원(38a)에 더하여 또는 그 대신으로 도 1에 나타낸 에너지원(38)이 경로(42a)를 따라 에너지(40a)를 제공할 수도 있다.

[0024] 마스크(102)는 경로(42a)에서 에너지(40a)의 일부를 차단할 수도 있다. 예를 들면, 마스크(102)는 마스크(102)의 길이(L_1)가 메사(20)의 길이(L_2)보다 작아 밴드(104a) 내의 중합성 재료(34)의 노출을 제공하도록 제조될 수 있다. 밴드(104a)는 마스크(102)에 의해 실질적으로 차단해제되어 남아 있는 메사(20)의 적어도 한 가장자리로부터 결과될 수 있다. 밴드(104a)는 대략 $2\text{--}10\mu\text{m}$ 의 최소 폭(w_1)을 가질 수 있다. 예를 들면, 밴드(104a)는 대략 $3\mu\text{m}$ 의 폭(w_1)을 가질 수 있다. 폭(w_1)은 용도 및 설계 고려사항에 따라 더 커질 수도 있음을 주목해야 한다.

[0025] 마스크(102)는 밴드(104a) 내의 중합성 재료(34)를 제외하고 메사(20)와 기판(12) 사이의 중합성 재료(34)의 노출을 차단한다. 이런 이유로, 밴드(104a) 내의 중합성 재료(34)는 경화 및/또는 고화될 수 있는 한편, 메사(20)와 기판(12) 사이의 나머지 중합성 재료(34)가 유체 형태로 남을 수도 있다. 밴드(104a) 내의 고화된 중합성 재료(34)는 따라서 원하는 임프린트 영역(A_1)(예를 들면, 메사(20)의 경계) 내에 유체 중합성 재료(34)를 감금할 수 있다. 그 다음, 마스크(102)를 제거할 수 있고 메사(20)의 경계 내의 중합성 재료(34)는 도 5b에 예시된 바와 같이 경화 및/또는 고화될 수 있다.

[0026] 마스크(102)를 통과하는 에너지(40a)는 그것이 전파함에 따라 반사 및/또는 회절될 수 있음을 주목해야 한다. 예를 들면, 마스크(102)를 통과하는 에너지(40a)는 마스크(102)와 템플레이트(18) 사이의 분리 거리를 전파함에 따라 회절될 수 있다. 이러한 반사 및/또는 회절은 불선명 상태(blurring)를 가져올 수도 있다. 이런 이유로, 불선명 상태를 감소 또는 제거하기 위해 리소그래피에 대한 투영 광학이 사용될 수도 있다. 예를 들면, $0.5\mu\text{m}$ 리소그래피를 위한 투영 선택이 사용될 수도 있다. 대안으로는, 불선명 상태를 감소 및/또는 제거하기 위해 마스크(102)를 템플레이트(18)에 가깝게 접근하여 놓을 수도 있다.

[0027] 도 6은 마스킹 시스템(100)을 사용하는 임프린트 리소그래피의 동안에 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법(110)의 흐름도를 예시한다. 단계 112에서, 메사(20)는 경로(42)를 따라 기판(12)과 겹쳐서 위치될 수 있다. 단계 114에서, 마스킹 시스템(100)의 마스크(102)는 에너지원(38a)과 메사(20) 사이에 위치시킬 수도 있다. 마스크(102)의 위치설정은 메사(20)와 기판(12) 사이에 밴드(104a)를 제공할 수도 있는데 이것은 에너지원(38a)이 활성 상태에 있을 때 에너지(40a)에 노출된다. 밴드(104a)는 에너지(40a)에의 노출로부터 실질적으로 차단해제될 수도 있다. 단계 116에서, 중합성 재료(34)는 기판(12) 위에 분배된다. 단계 118에서, 템플레이트(18)와 기판(12) 간의 거리는 메사(20)가 중합성 재료(34)와 접촉하도록 감소된다. 단계 120에서, 에너지원(38a)은 경로(42a)에서 에너지(40a)를 제공하여 밴드(104a) 내의 중합성 재료(34)를 경화 및/또는 고화시킨다. 차단해제된 밴드(104) 밖의 메사(20)와 기판(12) 사이의 중합성 재료(34)가 유체 형태로 남을 수도 있다. 단계 122에서 마스크(102)는 제거된다. 단계 124에서, 메사(20)와 기판(12) 사이의 중합성 재료(34)가 경화 및/또는 고화된다.

필터링

- [0029] 도 7a 및 7b는 시스템(10)에서 사용될 수 있는 예가 되는 필터링 시스템(130)을 예시한다. 필터링 시스템(130)은 압출물 형성을 감소 및/또는 방지한다. 필터링 시스템(130)은 제 1 필터(132), 제 2 필터(134), 및 에너지원(38b)을 포함한다. 에너지원(38b)은 경로(42b)를 따라 에너지(40b)를 제공한다.
- [0030] 에너지(40b)는 하나 이상의 파장 λ 을 갖는다. 여기 기술된 것과 같은 파장 λ 은 단일 파장이거나 또는 파장 범위일 수 있다. 메사(20) 및 기판(12)은 경로(42b)와 겹쳐 있을 수 있다. 에너지원(38b)은 도 2 및 도 5a에 나타낸 에너지원(38 및/또는 38a)과 유사함을 주목해야 한다.
- [0031] 필터(132 및 134)는 어떤 적합한 필터도 될 수 있다(예를 들면, 광학 필터). 예를 들면, 제 1 필터(132) 및/또는 제 2 필터(134)는 박막 간섭 필터일 수 있다. 제 1 필터(132)는 λ_2 의 파장을 갖는 에너지(40b)는 차단하면서 파장(λ_1)을 갖는 에너지(40b)는 투과할 수 있다. 제 2 필터(134)는 파장(λ_1)을 갖는 에너지(40b)를 차단할 수 있다. 어떤 구체예에서는, 파장(λ_1) 및/또는 파장(λ_2)은 약 180 nm 내지 약 430 nm의 파장 범위에 있을 수 있다. 예를 들면, 한 실시예에서, 파장(λ_1)은 약 310 nm 내지 약 360 nm의 범위를 가질 수 있고, 파장(λ_2)은 약 200 nm 이하일 수도 있다. 단지 2개의 필터(132 및 134)를 기술하였으나, 기술된 필터링 시스템(130)에 따라 추가의 필터를 사용할 수도 있음을 주목해야 한다.
- [0032] 제 2 필터(134)는 템플레이트(18)에 포함될 수도 있다. 예를 들면, 템플레이트(18)는 중공일 수도 있고 제 2 필터(134)는 메사(20)에 인접하여 위치될 수도 있다. 대안으로는, 제 2 필터(134)가 템플레이트(18)에 인접하여 위치될 수도 있다.
- [0033] 제 1 필터(132)는 제 1 필터(132)의 길이(L_3)가 제 2 필터(134)의 길이(L_4)보다 크도록 제조될 수 있다. 예를 들면, 제 2 필터(134)의 길이(L_4)는 제 1 필터(132)의 길이(L_3)보다 작아서 밴드(104b)를 형성할 수 있다. 밴드(104b)는 폭(w_2)을 갖는다. 예를 들면, 밴드(104b)의 최소 폭(w_2)은 대략 2-10 μm 일 수 있다. 폭(w_2)은 용도 및 설계 고려사항에 따라 더 커질 수도 있음을 주목해야 한다.
- [0034] 제 2 필터(134)에 대한 제 1 필터(132)의 위치설정은 밴드(104b)를 형성할 수 있다. 예를 들면, 제 1 필터(132)는 제 2 필터(134)와 겹쳐 놓이므로 파장(λ_2)을 갖는 에너지(40b)가 제 1 필터(132)에 의해 차단되고 파장(λ_1)을 갖는 에너지(40b)가 제 2 필터(134)에 의해 필터링된 메사(20)와 기판(12) 사이의 영역을 차단하여 밴드(104b)를 형성하도록 한다. 결국, 임프린팅의 동안에, 밴드(104b)로 퍼지는 중합성 재료(34)는 파장(λ_1)을 갖는 에너지(40b)에 의해 경화 및/또는 고화된다. 다음에 제 1 필터(132)가 제거되어 모든 나머지 중합성 재료(34)를 파장(λ_2)을 갖는 에너지(40b)에 노출시킨다. 제 2 필터(134)는 파장(λ_2)을 갖는 에너지(40b)를 투과하기 때문에, 메사(20)와 기판(12) 간의 중합성 재료(34)는 경화 및/또는 고화될 수 있다.
- [0035] 도 7c는 필터링 시스템(130)을 사용하는 임프린트 리소그래피의 동안에 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법(150)의 흐름도를 예시한다. 단계 152에서, 메사(20)는 경로(42b)를 따라 기판(12)과 겹쳐 위치될 수 있다. 단계 154에서, 필터(132 및 134)는 에너지원(38b)과 메사(20) 사이에 위치될 수 있다. 필터(132 및 134)의 위치설정은 에너지원(38b)이 활성 상태에 있을 때 에너지(40b)에 노출되는 메사(20)와 기판(12) 사이에 밴드(104b)를 제공할 수 있다. 예를 들면, 밴드(104b)는 에너지(40b)에의 노출로부터 실질적으로 차단해제될 수도 있다. 단계 156에서, 중합성 재료(34)는 기판(12) 위에 분배될 수도 있다. 단계 158에서, 템플레이트(18)와 기판(12) 간의 거리는 메사(20)가 중합성 재료(34)와 접촉하도록 감소될 수도 있다. 단계 160에서, 필터(132 및 134)는 활성화될 수 있다. 단계 162에서, 에너지원(38b)은 경로(42b)에서 에너지(40b)를 제공하여 밴드(104b) 내의 중합성 재료(34)를 경화 및/또는 고화시킨다. 차단해제된 밴드(104b) 밖의 메사(20)와 기판(12) 사이의 중합성 재료(34)가 유체 형태로 남을 수도 있다. 단계 164에서, 적어도 하나의 필터(132 및/또는 134)가 불활성화될 수도 있다. 단계 166에서, 메사(20)와 기판(12) 사이의 중합성 재료(34)가 경화 및/또는 고화된다.
- [0036] 도 8a 및 도 8b는 시스템(10)에서 사용되는 예가 되는 필터링 시스템(200)을 예시한다. 필터링 시스템(200)은 압출물 형성을 감소 및/또는 방지한다. 필터링 시스템(200)은 적어도 하나의 전기변색(electrochromic) 창(202), 전압원(204), 및 에너지원(38d)을 포함한다. 일반적으로 전기변색 창(202)은 전압원(204)으로부터 전압V의 인가시 불투명하게 된다. 일단 불투명해지면, 전기변색 창(202)은 템플레이트(18) 및/또는 기판(12)의 적어도 일부의 에너지(40d)에의 노출을 차단한다.
- [0037] 전기변색 창(202)은 전압에 반응하여 착색된 반투명 상태와 투명 상태 사이의 불투명도를 변경시킬 수 있다. 이 성질은 임프린트 필드의 한 영역을 차단하고 다른 영역은 에너지(40d)에 노출시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0038] 에너지원(38d)은 경로(42d)를 따라 템플레이트(18) 및/또는 기판(12)에 에너지(40d)를 제공한다. 일반적으로, 템플레이트(18)는 기판(12)과 겹쳐 놓이고 에너지(40d)는 경로(42d)를 따라 제공된다. 에너지원(38d)은 에너지

원(38a, 38b, 및/또는 38c)과 유사하다. 대안으로, 에너지원(38a, 38b, 및/또는 38c)은 시스템(200)에서 사용될 수 있다.

[0039] 전기변색 창(202)의 적어도 한 영역(206)은 기판(12) 및/또는 템플레이트(18)와 겹쳐 있을 수 있다. 전기변색 창(202)의 영역(206)은 기판(12)에 임프린팅하는 원하는 영역의 길이(L_6)보다 작은 길이(L_5)를 가질 수 있다. 전기변색 창(202)의 영역(206)의 길이(L_5)와 기판(12)의 원하는 영역의 길이(L_6) 간의 차이는 밴드(104d)를 형성할 수 있다. 예를 들면, 차이는 메사(20)의 주변 둘레에 밴드(104d)를 제공할 수 있다. 밴드(104d)는 폭(w_3)을 갖는다. 예를 들면, 밴드(104d)는 2-10 μm 의 폭(w_3)을 가질 수 있다. 폭(w_3)은 용도 및/또는 설계 고려사항에 따라 더 커질 수도 있음을 주목해야 한다.

[0040] 임프린팅 동안에, 중합성 재료(34)가 기판(12)을 가로질러 퍼짐에 따라, 전압 V이 전기변색 창(202)에 인가된다. 전기변색 창(202)의 영역(206)은 불투명해진다. 불투명한 영역(206)으로, 밴드(104d)는 에너지(40d)에 노출되고 템플레이트(18)와 기판(12) 간의 나머지 영역은 영역(206)에 의해 에너지(40d)로부터 차단된다. 결국, 밴드(104d)로 퍼지는 중합성 재료(34)는 경화 및/또는 고화될 수 있는 한편, 템플레이트(18)와 기판(12) 간의 나머지 중합성 재료(34)가 유체 형태로 남을 수 있다. 유체로 남아있는 중합성 재료(34)는 밴드(104a) 내의 고화된 중합성 재료(34)에 의해 메사(20)의 경계 내에 감금될 수 있다. 이것은 임프린트 리소그래피 동안에 유체 형태의 중합성 재료(34)가 메사(20)의 경계 밖으로 이끌려 나오는 것을 방지한다. 전기변색 창(202)을 꺼서도 8a에 예시한 바와 같이 템플레이트(18)와 기판(12) 사이의 나머지 영역을 노출시켜 모든 나머지 중합성 재료(34)를 에너지(40d)에 노출시킬 수 있다.

[0041] 도 9는 시스템(200)을 사용하여 압출물 형성을 방지하는 예가 되는 방법(220)의 흐름도를 예시한다. 단계 222에서, 템플레이트(18)와 기판(12)은 경로(42d) 또는 에너지원(38d)에서 겹쳐 놓일 수 있다. 단계 224에서, 전기변색 창(202)은 기판(12)과 겹쳐 놓여 밴드(104d)를 형성할 수 있다. 단계 226에서, 중합성 재료(34)는 기판(12) 위에 분배된다. 단계 228에서, 전압이 전기변색 창(202)에 인가되어 불투명한 영역(206)을 제공한다. 단계 230에서, 에너지(40d)는 경로(42d)를 따라 인가되어 밴드(104d)에서 중합성 재료(34)를 경화시킨다. 단계 232에서, 전압 V는 제거되어 나머지 중합성 재료(34)를 경화 및/또는 고화시킨다.

[0042] 도 10a 및 도 10b는 기판(12)의 하나 이상의 곡면 영역(252)을 차단하여 에지-필드 임프린팅의 동안에 스텝-대-에지 노출 제어를 제공하기 위한 예가 되는 시스템(250)을 예시한다. 일반적으로, 시스템(250)은 전기변색 필름(254)을 포함한다. 전기변색 필름(254)의 적어도 한 영역(256)은 전압에 반응하여 에너지(40)에 불투명하게 된다. 예를 들면, 전기변색 필름(254)의 영역(256)은 전압에 반응하여 불투명해지고 에너지원(38e)으로부터의 에너지(40e)에의 노출로부터 기판(12)(예를 들면 원형 웨이퍼)의 가장자리를 차단한다. 추가로, 시스템(250)은 렌즈(258)의 사용을 포함할 수도 있다. 렌즈(258)는 전기변색 필름(254)과 템플레이트(18) 사이에 삽입된다. 예를 들면, 렌즈(258)는 음영 가장자리를 예리하게 하기 위해 전기변색 필름(254)과 템플레이트(18) 사이에 삽입될 수 있다.

미로 패턴

[0043] 도 1, 도 2 및 도 11a-b를 참고하면, 미로 패턴(300)의 형성은 임프린팅 동안에 중합성 재료(34)가 메사(20)의 경계 밖으로 누출되는 것을 방지할 수 있다. 도 11은 메사(20) 위에 패턴형성된 예가 되는 미로 패턴(300)을 예시한다. 일반적으로, 미로 패턴(300)은 피처(304)의 어레이(302)를 포함한다. 미로 패턴(300)은 메사(20)의 경계에 가해져서 중합성 재료(34)가 미로 패턴(300)의 피처(304)에 이를 때, 피처(304)는 중합성 재료(34)의 전파를 늦추거나 또는 중지시키도록 한다. 예를 들면, 중합성 재료(34)의 전파는 기판(12) 위에서 중합성 재료(34)의 피처 동안의 큰 모세관 힘과 비교하여 비교적 작은 모세관 힘에 의해 느려질 수 있다. 추가로, 전파는 기체의 확산 속도에 기초하여 피처(304)에 포함된 기체(예를 들면, He)의 큰 포켓에 의해 느려질 수 있다.

[0044] 피처(304)는 어떤 기하학적 형상 및/또는 화려한(fanciful) 형상일 수도 있다. 예를 들면, 도 11은 정사각형 피처(304)를 갖는 미로 패턴(300)을 예시한다. 정사각형 피처(304)는 길이(L_7)(예를 들면, 2 μm), 폭(w_7)(예를 들면, 2 μm), 및 높이 h_7 (예를 들면, 100 nm)을 갖는다. 피처(304)는 거리(d_7)(예를 들면, 0.8 μm) 만큼 다른 피처와 거리를 두고 떨어져 있다. 피처(304)는 도 11a에 예시된 바와 같이 정렬되거나 또는 도 11b에 예시된 바와 같이 지그재그로 될 수도 있다. 피처는 임프린트 리소그래피를 포함하나 이에 제한되지 않는 기술들을 사용하여 기판(12) 위에 패턴형성될 수 있다.

[0045] 일반적으로, 미로 패턴(300)은 충전 인자 f(예를 들면, 50%)를 가질 수 있다. 일반적으로 충전 인자 f는 미로

패턴(300)의 일부 내의 피처(304)의 전체 면적과 미로 패턴(300)의 그 부분의 전체 면적 간의 비율이다. 미로 패턴(300)은 피처(304)에 따라 포지티브 또는 네거티브 톤을 가질 수 있다. 예를 들면, 피처(304)가 오목하면, 미로 패턴은 포지티브이다. 피처(304)가 평면(20)에 서있으면, 미로 패턴은 네거티브이다. 충전 인자 f 및 높이 h_7 를 갖는 포지티브 톤을 갖는 미로 패턴(300)은 중합성 재료(34)가 문턱값 부피 Vo 보다 작거나 같은 부피 V 를 가지면 최소의 또는 거의 제로의 잔류 총(48) 두께(t_2)를 형성할 수 있다. 여기서 문턱값 부피 Vo 는 다음과 같다:

[0047] (수학식 1)

$$Vo = h \times f \times S$$

[0049] 상기 식에서 S 는 템플레이트(18)의 면적이다.

[0050] 최소의 또는 거의 제로의 잔류 총(48) 두께(t_2)(도 2에 도시함)는 어떤 상황에서는 미로 패턴(300)을 포함하는 폐사(30)의 경계에 대해서는 요구되지 않을 수도 있다. 예를 들면, 최소의 두께(t_2)는 여분의 양의 피처(24 및/또는 26)를 갖는 템플레이트(18)에 대해서는 요구되지 않을 수도 있다. 이들 상황하에서, 템플레이트(18)는 더 빠른 속도로 채울 수도 있는 매우 낮은 밀도의 피처(24 및/또는 26) 또는 작은 피처(24 및/또는 26)를 가질 수도 있다. 더 적은 양의 중합성 재료(34)가 낮은 밀도의 피처(24 및/또는 26)를 갖는 템플레이트(18)에 대해 요구될 수도 있다. 폐사(20)의 경계 밖으로 중합성 재료의 퍼짐을 감소 또는 중지시키기 위해 타이밍 기술이 사용될 수도 있다. 예를 들면, 템플레이트(18)는 7초의 속도로 채워질 수 있다. 이 시간 안에, 미로 패턴(300)의 피처(304)는 중합성 재료(34)가 미로 패턴(300)을 포화시킬 때까지 중합성 재료의 느린 전파를 나타낸다. 이런 이유로, 중합성 재료(34)의 전파는 임프린팅 과정의 초기 단계에서 미로 패턴(300)에 의해 지체될 수 있다.

[0051] 예를 들면, 중합성 재료(34)는 블랭크 템플레이트(18)와 균일하게 분배될 수 있고 50 nm 미만의 두께(t_2)를 갖는 잔류 총을 형성하는 전체 부피를 갖는다.

[0052] 미로 패턴(300)은 해자를 형성하기 위해 또는 하나 이상의 분리 홈(예를 들면, 채널)들을 갖는 해자를 보호하기 위해 사용될 수 있다. 도 12는 해자(310)를 형성하는 예가 되는 미로 패턴(300a)를 예시한다. 미로 패턴(300a)은 어레이(302a) 또는 피처(304a)(예를 들면, 정사각형)들을 포함한다. 해자(310)는 폐사(20)의 경계 밖으로 중합성 재료(34)의 퍼짐을 감소 또는 방지할 수 있다.

[0053] 미로 패턴(300)에 더하여 해자(310)의 오염을 감소 또는 방지하기 위해 추가의 특징들을 제공할 수도 있다. 예를 들면, 도 13은 해자(310b)의 주변에 홈(312)의 사용을 예시한다. 홈(312)은 여기에 참고로 포함되는 미국 특허 No. 7,309,225에 기술된 기술을 사용하여 형성될 수 있다.

[0054] 어떤 상황에서는, 홈(312)은 오염될 수도 있고 중합성 재료(34)가 해자(310b)로 누출될 수도 있다. 도 14는 각각 피처(304c 및 304d)를 갖는 다수의 어레이(302c 및 302d)를 갖는 예가 되는 미로 패턴(300c)을 예시한다. 어레이(302c 및/또는 302d)는 해자(310c) 내에 및/또는 하나 이상의 중요 피처(314)(예를 들면, 정렬 마크) 둘레에 위치될 수 있다. 피처(304c 및/또는 304d)는 어떤 기하학적 형상 및/또는 화려한 형상일 수 있다..

[0055] 폐사(20)는 패턴형성된 다수의 어레이(302)를 가질 수 있다. 예를 들면, 도 15는 패턴형성된 어레이(302e-302h)를 갖는 폐사(20)를 예시한다. 다수의 어레이(302)는 중합성 재료(34)가 폐사(20)의 부분들을 채우는 것을 감소 및/또는 방지할 수 있다.

[0056] 도 16은 하나 이상의 미로 패턴(300)을 사용하여 압출물의 형성을 감소 및/또는 방지하는 예가 되는 방법(400)의 흐름도를 예시한다. 단계 302에서, 미로 패턴을 폐사(20)의 영역에 적용한다. 단계 404에서, 중합성 재료는 기판(12) 위에 분배될 수 있다. 단계 406에서, 템플레이트(18)는 중합성 재료(34)와 접촉하여 위치될 수 있다. 미로 패턴(300)은 중합성 재료(34)의 전파를 감소 및/또는 방지하고 이런 이유로 중합성 재료(34)가 폐사(20)의 경계 밖으로 누출되는 것을 감소 및/또는 방지할 수 있다.

[0057] 프랙탈 구조물

[0058] 도 17a 및 도 17b를 참고하면, 프랙탈 구조물(500)이 시스템(10)에서 사용될 수 있다. 예를 들면, 프랙탈 구조물(500)은 임프린팅 동안에 중합성 재료(34)의 전파를 감소 및/또는 방지하기 위해 템플레이트 폐사(20) 위에 패턴형성될 수 있다. 일반적으로, 프랙탈 구조물(500)은 중합성 재료(34)를 고려한 영역에서 모든 피처(502)의 전체 주변 길이를 증가시키며, 증가/감소된 모세관 경로로 인해 중합성 재료(34)의 표면 에너지를 증가시키고, 그리고/또는 중합성 재료(34)의 과잉의 부피 V 를 흡수하여 중합성 재료(34)의 감소된 전파를 가져온다. 예를 들

면, 중합성 재료(34)는 프랙탈 구조물(500)과 접촉할 때 높은 표면 에너지를 가질 수 있다. 높은 표면 에너지는 중합성 재료(34)의 전파를 감소시키는 반발력 효과를 제공할 수 있다.

[0059] 도 17a는 예가 되는 프랙탈 구조물(500a 및 500b)을 예시한다. 프랙탈 구조물(500a 및 500b)은 피처(502)를 포함한다. 피처(502)는 어떤 기하학적 형상 및/또는 화려한 형상도 될 수 있다. 예를 들면, 도 17a에서 피처(502a-c)는 직사각형이고 도 17b에서 피처(502d)는 정사각형이다.

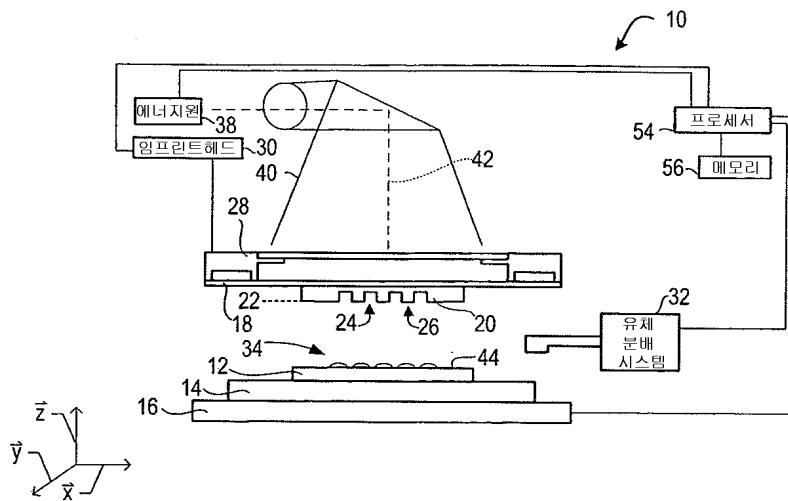
[0060] 피처(502)는 각 반복이 감소된 크기를 갖는 반복들로 형성될 수 있다. 예를 들면, 프랙탈 구조물(500a)의 제 1 반복은 피처(502a)를 포함하고; 프랙탈 구조물(500a)의 제 2 반복은 피처(502b)를 포함하고; 프랙탈 구조물(500a)의 제 3 반복은 피처(502c)를 포함한다. 다수회 반복은 피처(502)의 크기가 감소될 때 피처(502)의 전체 주변 길이를 증가시킨다(예를 들면, 프랙탈 기하학의 고유 성질). 작은 간격을 갖는 큰 주변을 갖는 패턴들과 큰 간격을 갖는 작은 주변을 갖는 패턴들 간의 차이는 다른 모세관 힘과 유체 전파의 속도론을 가져올 것이다. 이런 이유로, 유체 전파의 속도의 변화는 유체 유량 및/또는 압출물 형성을 제어하기 위해 사용될 수 있다.

[0061] 프랙탈 구조물(500)은 중합성 재료(34)의 전파를 감소 및/또는 방지하기 위해 기체와 조합하여 사용될 수 있다. 예를 들면, 프랙탈 구조물의 경계는 하나 이상의 채널을 형성할 수 있다. 이를 채널은 기체 포켓을 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 17a 및 17c에 예시한 바와 같이, 프랙탈 패턴(500)의 피처(502)들 간의 브리지(504)는 기체 장벽으로서 작용할 수 있다. 그 결과, 중합성 재료(34)의 전파는 감소될 수도 있다. 또한, 피처(502)의 크기를 감소시키는 것은 기체 포획을 개선시킬 수 있다. 예를 들면, 도 17a의 프랙탈 패턴(500b)은 중심을 향해 감소된 선형 크기를 갖는 피처(502)의 반복을 제공한다. 중합성 재료(34)는 더 강한 모세관 힘으로 인해 더 신속하게 작은 영역들을 채울 수 있다(예를 들면 재료는 중심 영역에서 더 빠른 속도로 채워진다). 이것은 중합성 재료(34)가 여전히 흐르고 있는 더 큰 영역에서 기체의 포획을 가져올 수 있다.

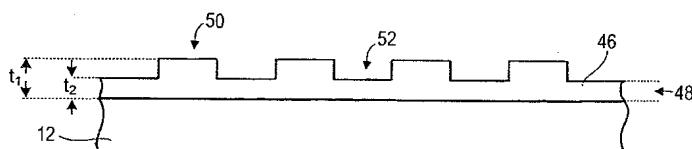
[0062] 도 18은 프랙탈 구조물(500)을 사용하여 압출물의 형성을 감소 및/또는 방지하는 예가 되는 방법(550)의 흐름도를 예시한다. 단계 552에서, 프랙탈 구조물(500)은 메사(20) 위에 제공될 수 있다. 단계 554에서, 중합성 재료(34)는 기판(12) 위에 분배될 수도 있다. 메사(20) 위의 프랙탈 구조물(500)은 중합성 재료(34)의 전파를 감소 및/또는 방지하고 중합성 재료(34)가 메사(20)의 경계 밖으로 퍼지는 것을 감소 및/또는 방지할 수 있다.

도면

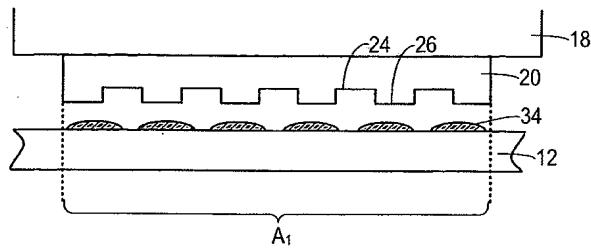
도면1



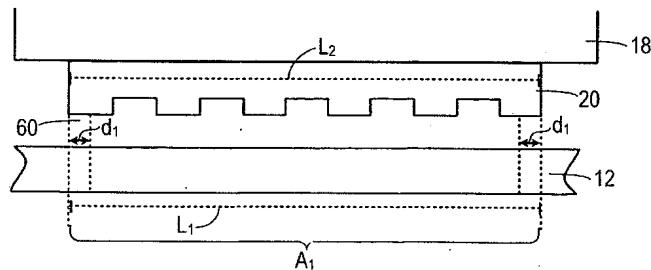
도면2



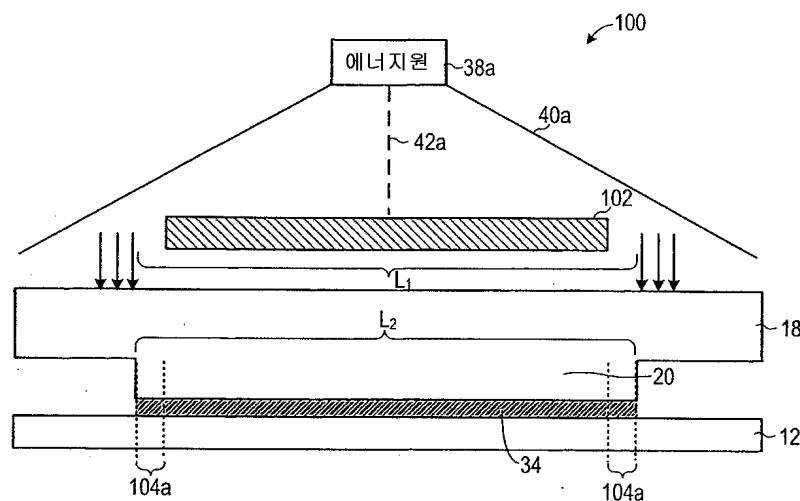
도면3



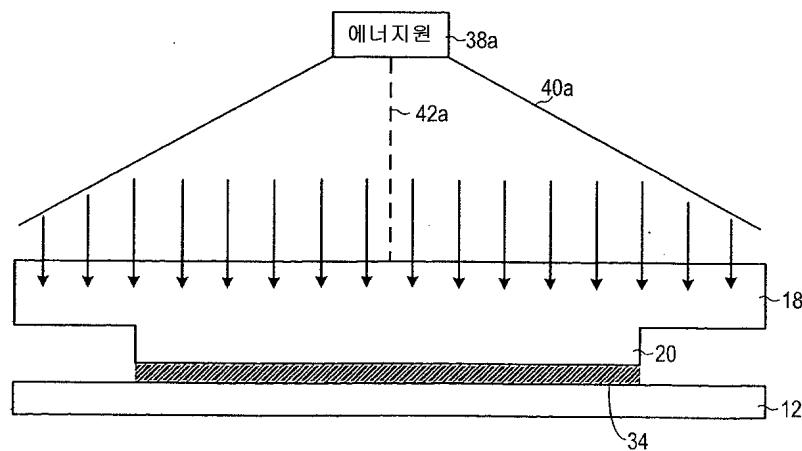
도면4



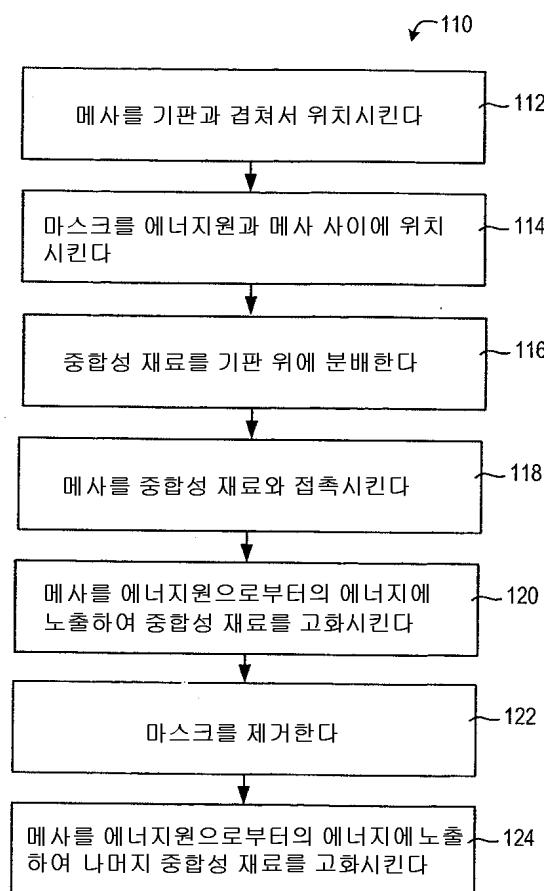
도면5a



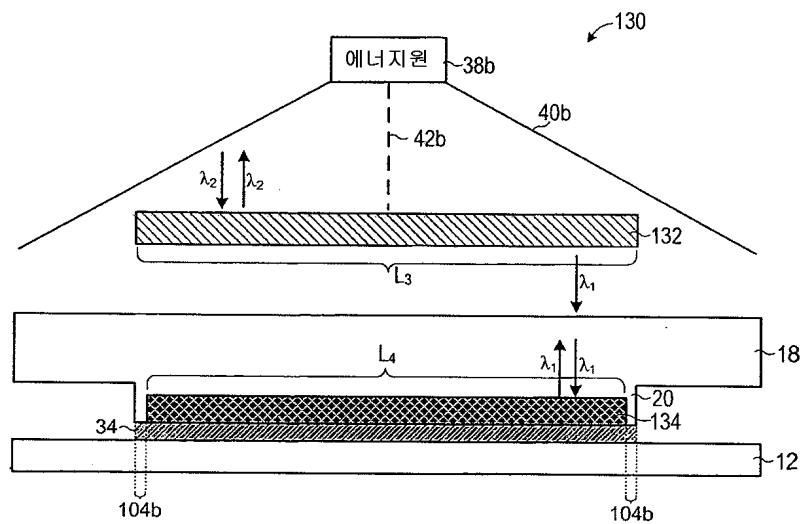
도면5b



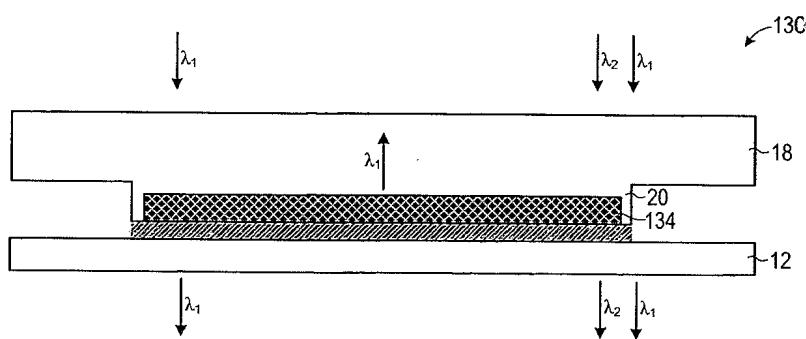
도면6



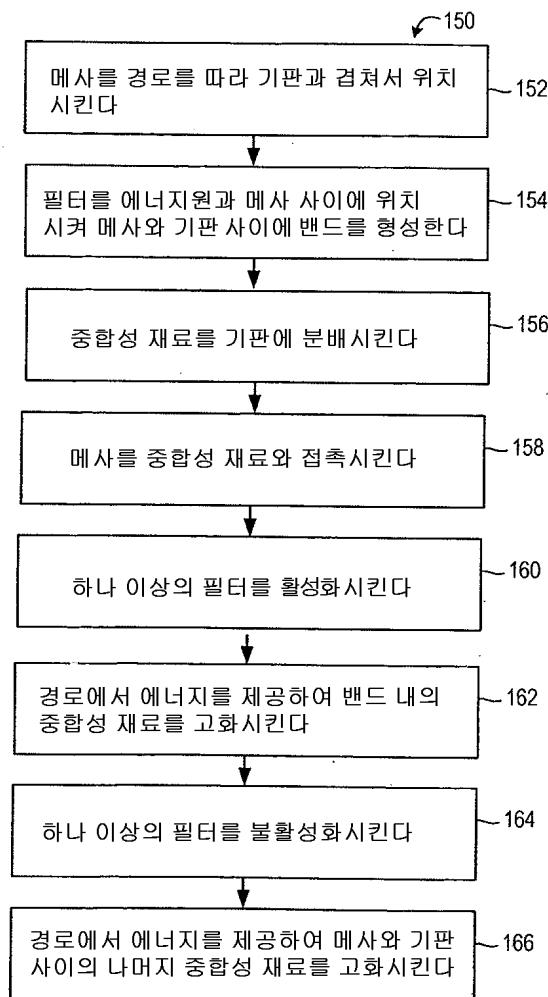
도면7a



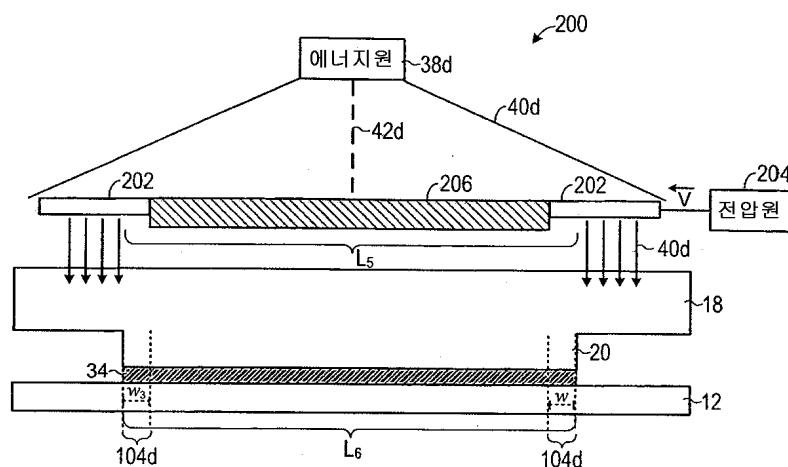
도면7b



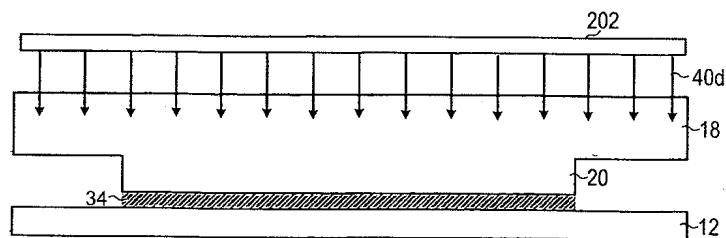
도면7c



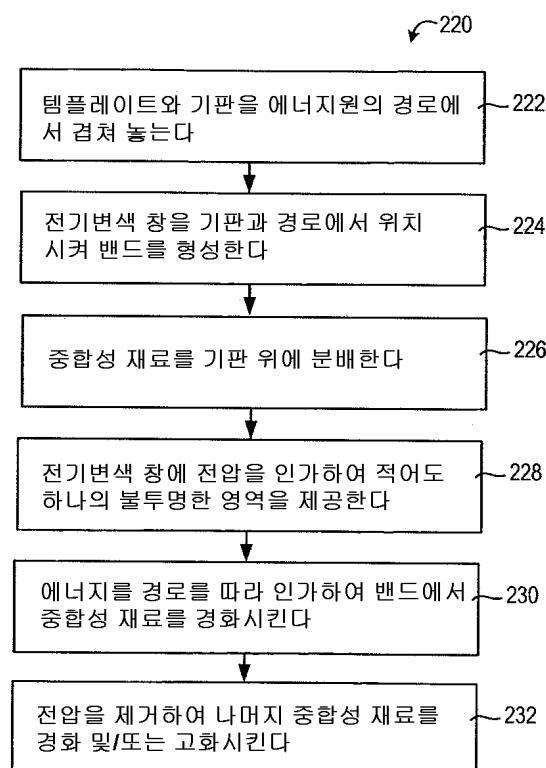
도면8a



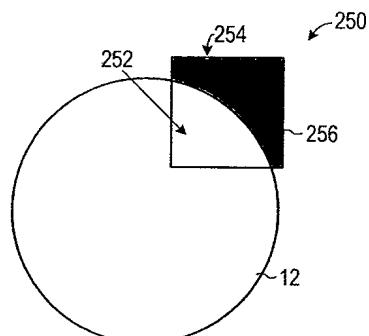
도면8b



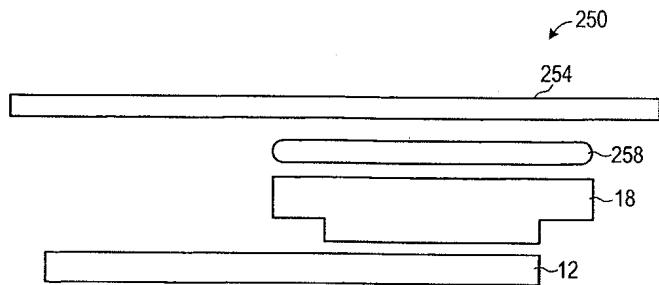
도면9



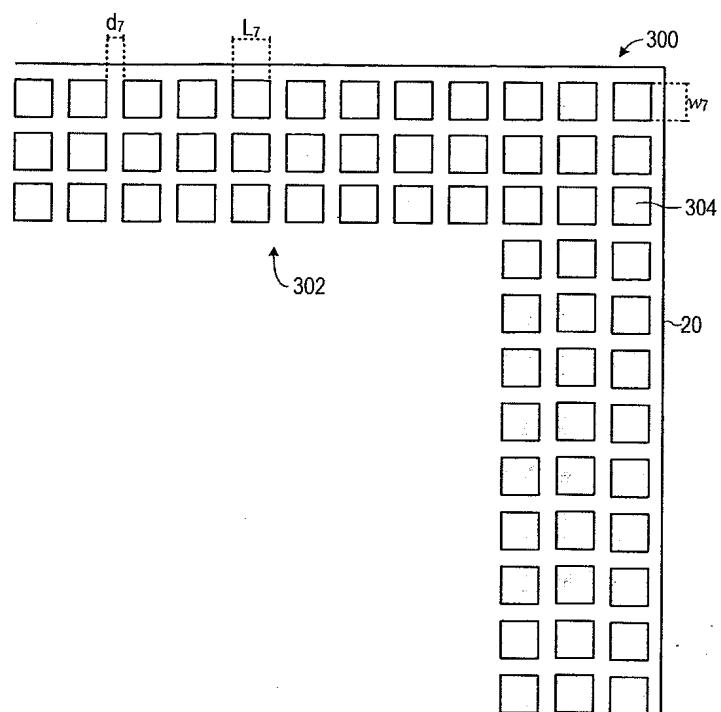
도면10a



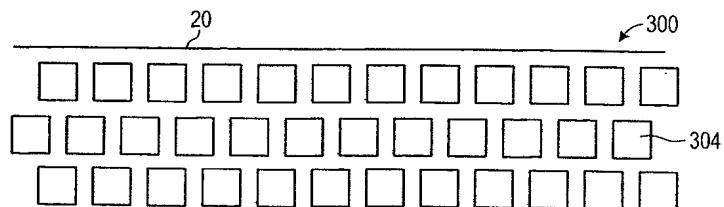
도면10b



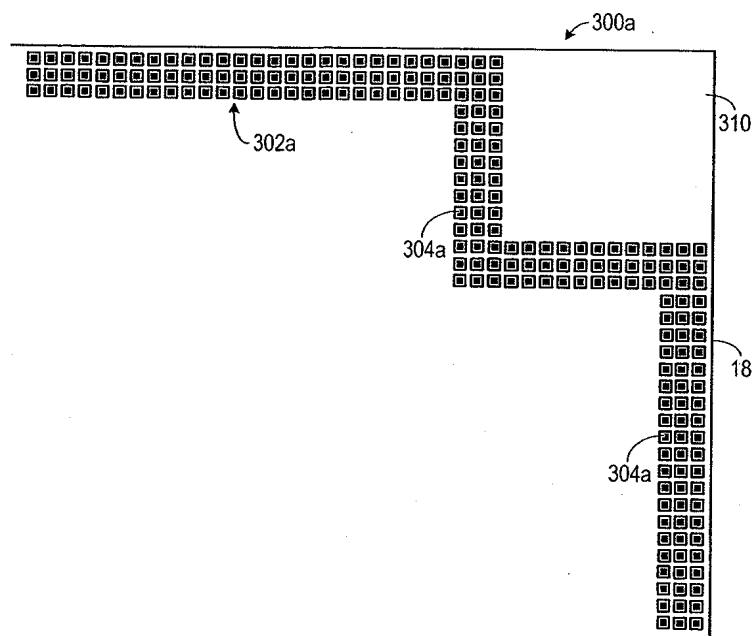
도면11a



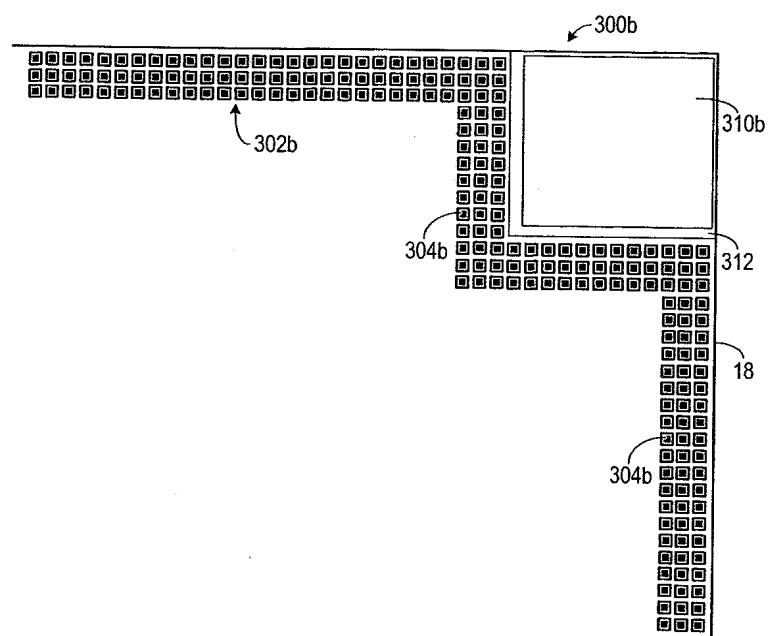
도면11b



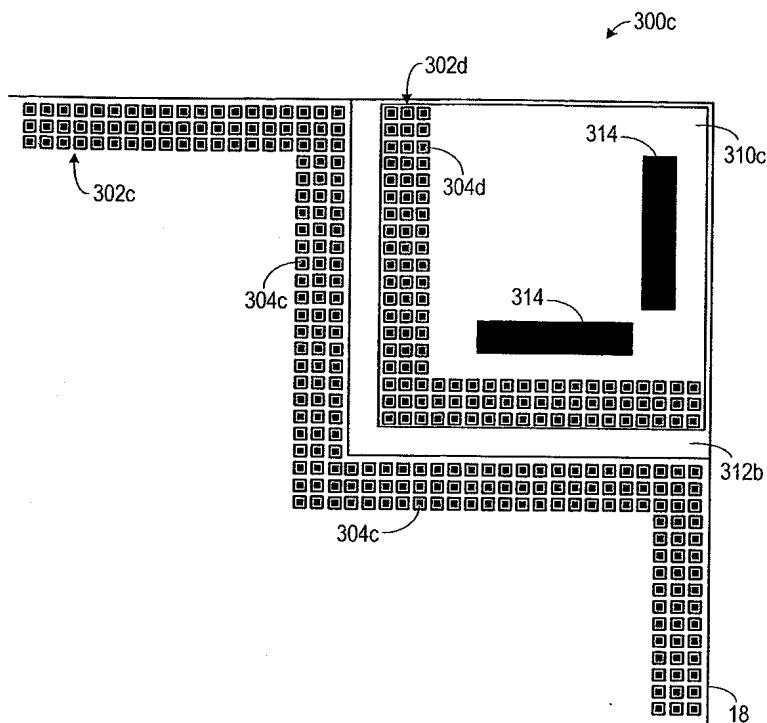
도면12



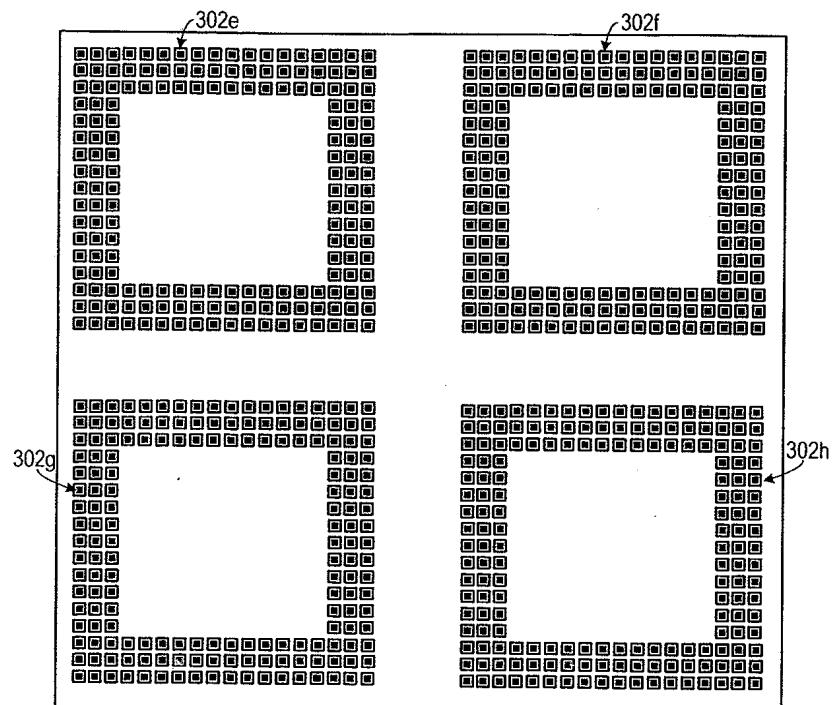
도면13



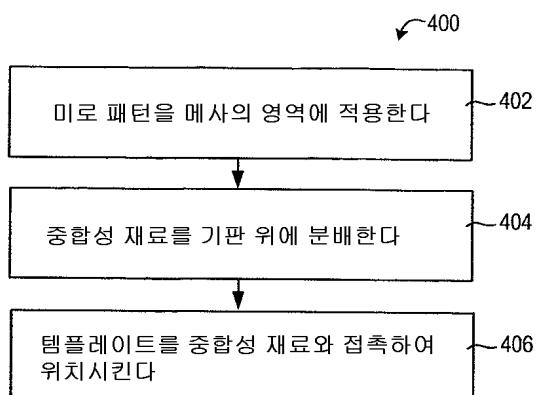
도면14



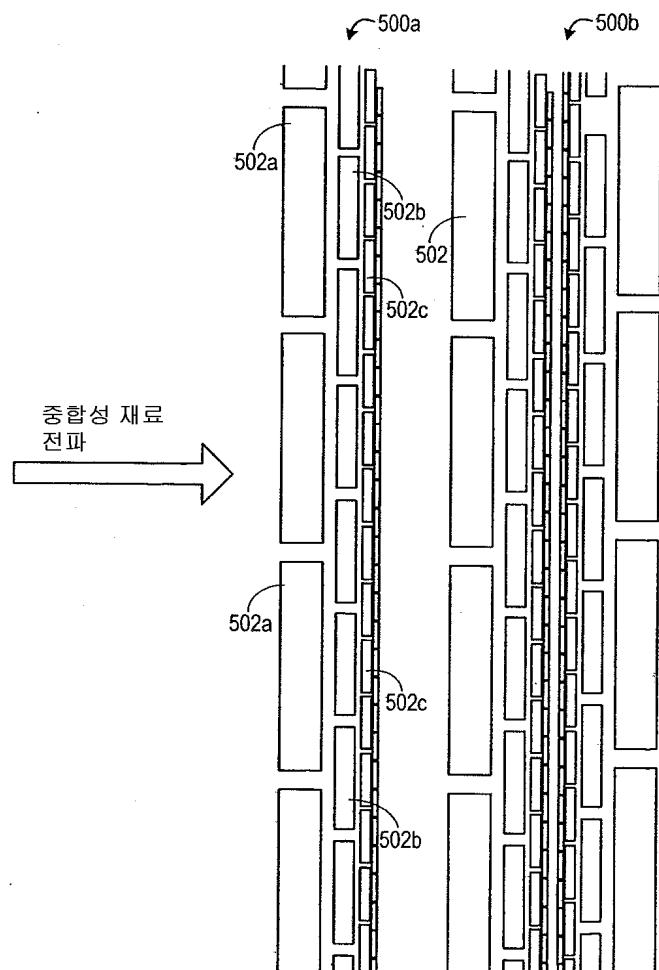
도면15



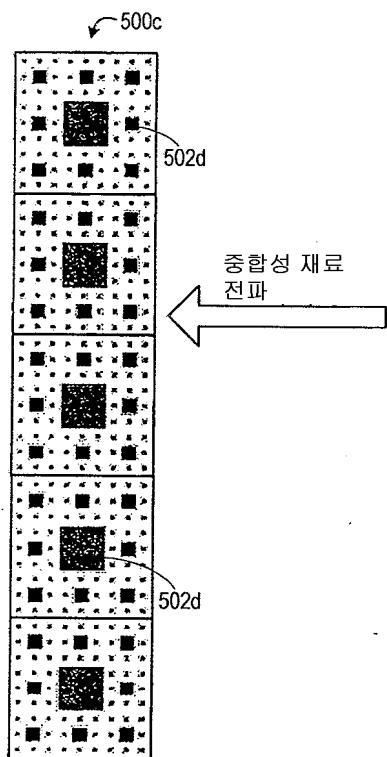
도면16



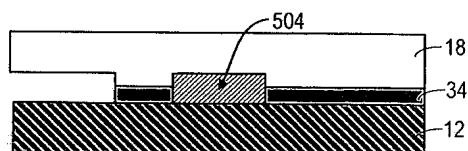
도면17a



도면17b



도면17c



도면18

