(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월27일
(11) 등록번호 10-2317458
(24) 등록일자 2021년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) *G03F 7/16* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/161 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7008169
(22) 출원일자(국제) 2018년08월23일
심사청구일자 2020년03월20일
(85) 번역문제출일자 2020년03월20일
(65) 공개번호 10-2020-0038306
(43) 공개일자 2020년04월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/047723
(87) 국제공개번호 WO 2019/067118
국제공개일자 2019년04월04일
(30) 우선권주장
62/565,363 2017년09월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070138699 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고
(72) 발명자
파텔 메율 엔.
미국 78758 텍사스주 오스틴 웨스트 브레이커 레인 씨-300 1807
플레쳐 에드워드 브라이언
미국 78758 텍사스주 오스틴 웨스트 브레이커 레인 씨-300 1807
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 이중희

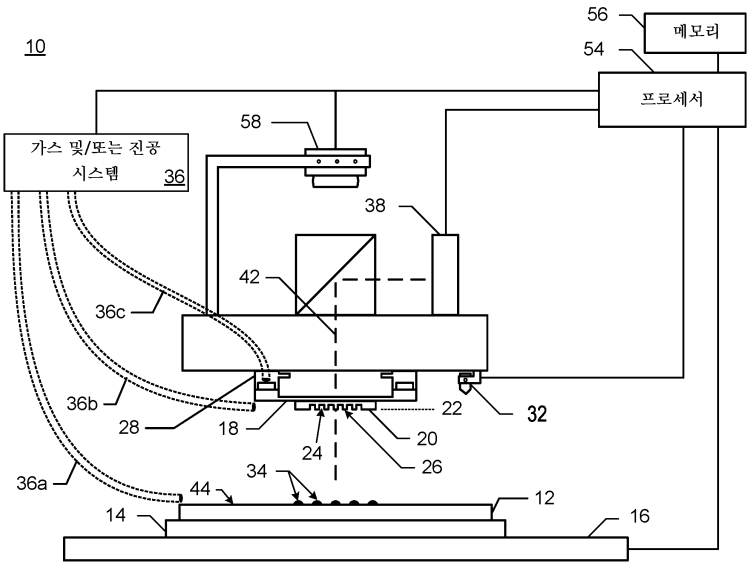
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **임프린팅 방법 및 장치**

(57) 요 약

임프린팅을 위한 방법, 시스템 및 제어기. 성형가능 재료의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포한다. 성형가능 재료의 부분 압력이 유체-가스 계면에서 발현된다. 템플릿의 메사의 임프린팅 표면의 일부가 초기 접촉 시간에 액적과 접촉된다. 액적은 병합되고 임프린트 에지 계면을 향해 유동한다. 초기 접촉 시간 전에 제1 가스는 임프린트 영역으로 유동한다. 제2 가스가 초기 접촉 시간 후에 임프린트 에지 계면 및 템플릿과 기판 사이의 영역 내로 유동한다. 템플릿 및 제2 가스의 유동은 임프린트 에지 계면에서의 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부에서 성형가능 재료의 부분 압력을 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시킨다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G03F 7/2012 (2013.01)
(72) 발명자
바메스버거 세스 제이.
미국 78758 텍사스주 오스틴 웨스트 브레이커 레인 씨-300 1807
아길리 알리레자
미국 78758 텍사스주 오스틴 웨스트 브레이커 레인 씨-300 1807

(56) 선행기술조사문헌
US20150123312 A1
US20100270705 A1
US20100104852 A1
US20130320589 A1
US9636851 B2
US9694535 B2
US9381540 B2
US9227361 B2

명 세 서

청구범위

청구항 1

임프린트 방법이며,

성형가능 재료의 복수의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포하는 단계로서, 상기 성형가능 재료의 부분 압력이 상기 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 생성되는, 도포 단계;

템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 상기 성형가능 재료의 복수의 액적과 접촉시켜서, 상기 성형가능 재료의 복수의 액적이 병합되게 하고 상기 임프린팅 표면의 메사 측벽과 상기 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하는 단계;

상기 초기 접촉 시간 이전에 시작되는, 상기 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하는 단계; 및

상기 초기 접촉 시간 이후에, 상기 임프린트 에지 계면 및 상기 템플릿과 상기 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하는 단계를 포함하며,

상기 제2 가스의 유동 및 상기 템플릿은, 상기 임프린트 에지 계면에서의 상기 유체-가스 계면에 인접한 상기 간극 영역의 일부에서 상기 성형가능 재료의 부분 압력을 상기 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성되는, 임프린트 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 가스는 산소, 청정 건조 공기, 질소, 아르곤, 이산화탄소, 및 헬륨 중 하나인, 임프린트 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

제2 가스는 상기 제1 가스와는 상이한, 임프린트 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 가스는 헬륨이며, 상기 제2 가스는 산소, 청정 건조 공기, 질소, 아르곤, 및 이산화탄소 중 하나인, 임프린트 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 가스는 상기 템플릿의 에지로부터 상기 제1 영역 내로 유동하고;

상기 제2 가스는 상기 템플릿의 에지로부터 상기 간극 영역을 통해 그리고 상기 메사 측벽을 향해 유동하며,

상기 간극 영역은 상기 템플릿의 에지로부터 상기 메사 측벽으로의 상기 제2 가스의 유동을 감소시키지 않는 두께를 갖도록 구성되는, 임프린트 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 가스는 상기 템플릿의 복수의 구멍을 통해 상기 간극 영역 내로 유동하며,

상기 제2 가스의 상기 간극 영역 내로의 유동은, 가스를 상기 간극 영역의 내부 및 외부로 순환시키도록 구성되

어, 상기 임프린트 에지 계면에서의 상기 유체-가스 계면에 인접한 상기 간극 영역의 일부에서 상기 성형가능 재료의 부분 압력을 상기 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키는, 임프린트 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 가스는 상기 복수의 구멍을 통해서 상기 간극 영역의 내부 및 외부의 양쪽 모두로 유동하고;

상기 복수의 구멍 중 하나 이상에 정압(positive pressure)이 인가되고;

상기 복수의 구멍 중 하나 이상에 부압(negative pressure)이 인가되며;

상기 정압 및 상기 부압의 순 압력(net pressure)이 제로 또는 제로 미만인, 임프린트 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2 가스의 유량은 상기 제1 가스의 유량보다 낮은, 임프린트 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2 가스의 유동은 상기 초기 접촉 시간에 또는 그 후에 시작되며;

상기 제2 가스의 유동은 피드백 기반 정렬 기간의 시작 시에 감소되거나 또는 종료되는, 임프린트 방법.

청구항 10

임프린팅 장치 제어기이며,

메모리; 및

명령어를 임프린팅 장치로 송신하도록 구성되는 프로세서로서, 상기 명령어는:

성형가능 재료의 복수의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포하기 위한 명령어로서, 상기 성형가능 재료의 부분 압력이 상기 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 생성되는, 명령어;

템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 상기 성형가능 재료의 복수의 액적과 접촉시켜서, 상기 성형가능 재료의 복수의 액적이 병합되게 하고 상기 임프린팅 표면의 메사 측벽과 상기 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하기 위한 명령어;

상기 초기 접촉 시간 이전에 시작되는, 상기 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하기 위한 명령어; 및

상기 초기 접촉 시간 이후에, 상기 임프린트 에지 계면 및 상기 템플릿과 상기 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하기 위한 명령어를 포함하는,

프로세서를 포함하며,

상기 제2 가스의 유동 및 상기 템플릿은, 상기 임프린트 에지 계면에서의 상기 유체-가스 계면에 인접한 상기 간극 영역의 일부에서 상기 성형가능 재료의 부분 압력을 상기 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성되는, 임프린팅 장치 제어기.

청구항 11

물품을 제조하는 방법이며,

기판을 패터닝하는 단계로서,

성형가능 재료의 복수의 액적을 상기 기판의 임프린트 영역에 도포하는 단계로서, 상기 성형가능 재료의 부분 압력이 상기 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 생성되는, 도포 단계;

템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 상기 성형가능 재료의 복수의 액적과 접

촉시켜서, 상기 성형가능 재료의 복수의 액적이 병합되게 하고 상기 임프린팅 표면의 메사 측벽과 상기 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하는 단계;

상기 초기 접촉 시간 이전에 시작되는, 상기 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하는 단계; 및

상기 초기 접촉 시간 이후에, 상기 임프린트 에지 계면 및 상기 템플릿과 상기 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하는 단계를 포함하며,

상기 제2 가스의 유동 및 상기 템플릿은, 상기 임프린트 에지 계면에서의 상기 유체-가스 계면에 인접한 상기 간극 영역의 일부에서 상기 성형가능 재료의 부분 압력을 상기 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성되는,

기판을 패터닝하는 단계; 및

상기 물품을 제조하기 위해 상기 기판에 대해 추가적인 처리를 행하는 단계를 포함하는, 물품을 제조하는 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 특허 출원은 2017년 9월 29일자로 출원된 미국 가출원 제62/565,363호에 대한 우선권을 주장하며, 이는 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0002] 본 개시내용은 나노임프린트 시스템에서의 가스의 유동을 제어하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 나노-제조(nano-fabrication)는 약 100 나노미터 이하의 피처(feature)를 갖는 매우 소형 구조체의 제조를 포함한다. 나노-제조가 상당한 영향을 끼쳐온 하나의 적용예는 집적 회로의 처리이다. 반도체 가공 산업은 반도체 웨이퍼 등의 기판 상에 형성되는 단위 면적당 회로를 증가시키면서 생산 수율을 높이고자 계속 노력하고 있으며; 따라서, 나노-제조가 점점 더 중요해지고 있다. 나노-제조는 형성되는 구조체의 최소 피처 치수의 계속적인 감소를 허용하면서 더 큰 공정 제어를 제공한다.

[0004] 현재 사용중인 예시적인 나노-제조 기술은 통상적으로 나노임프린트 리소그래피라 칭한다. 나노임프린트 리소그래피는, 예를 들어, CMOS 로직, 마이크로프로세서, NAND 플래시 메모리, NOR 플래시 메모리, DRAM 메모리, MRAM, 3D 크로스-포인트 메모리, Re-RAM, Fe-RAM, STT-RAM 등과 같은 집적 디바이스의 층을 제조하는 것을 포함하는 다양한 용례에서 유용하다. 예시적인 나노임프린트 리소그래피 공정이 미국 특허 제8,349,241호, 미국 특허 제8,066,930호 및 미국 특허 제6,936,194호 등의 많은 공보에 상세히 기술되어 있으며, 이들 모두는 본원에 참조로 통합되어 있다.

[0005] 전술한 미국 특허 각각에 개시된 나노임프린트 리소그래피 기술은 성형가능 재료 상에 임프린트 템플릿을 가압하는 단계를 포함한다. 임프린트 템플릿이 성형가능 재료 내로 가압된 후에, 성형가능 재료는 패턴을 형성하도록 임프린트 템플릿 내의 만입부 내로 유동한다. 성형가능 재료는 또한 템플릿의 에지를 향해 유동한다. 임의의 과잉의 성형가능 재료가 템플릿으로부터 압출될 수 있다. 성형가능 재료가 임프린트 템플릿 내의 만입부 모두를 충전한 후에, 성형가능 재료는 경화된다. 경화 공정은 또한 압출된 성형가능 재료를 경화시킬 수 있다. 경화된 압출된 성형가능 재료는 템플릿에 점착될 수 있고 후속 압인에서 결함을 유발할 수 있다. 이러한 압출된 재료가 경화되거나 압출되는 것을 방지하는 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 적어도 제1 실시예는 임프린트 방법일 수 있다. 임프린트 방법은 성형가능 재료의 복수의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 성형가능 재료의 부분 압력은 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 발현된다. 임프린트 방법은, 템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 성형가능 재료의 복수의 액적과 접촉시켜서 성형가능 재료의 복수의 액적이 병합되게 하고 임프린팅 표면의 메사 측벽과 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 임프린트 방법은, 초기 접촉 시간 전에 시작되는 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 임프린트 방법은, 초기 접촉 시간 후에, 임프린트 에지 계면 및 템플릿과 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 템플릿 및 제2 가스의 유동은 임프린트 에지 계면에서 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부분에서 성형가능 재료의 부분 압력을 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0007] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스는 산소, 청정 건조 공기, 질소, 아르곤, 이산화탄소 및 헬륨 중 하나일 수 있다. 제2 가스는 제1 가스와는 상이할 수 있다. 제1 가스는 헬륨일 수 있으며, 제2 가스는 산소, 청정 건조 공기, 질소, 아르곤 및 이산화탄소 중 하나일 수 있다.

[0008] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스는 템플릿의 에지로부터 제1 영역 내로 유동할 수 있다. 제2 가스가 템플릿의 에지로부터 간극 영역을 통해서 그리고 메사 측벽을 향해서 유동할 수 있다. 간극 영역은 템플릿의 에지로부터 메사 측벽까지 제2 가스의 유동을 실질적으로 감소시키지 않을 정도로 충분히 큰 두께를 갖도록 구성될 수 있다.

[0009] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스 및 제2 가스 모두는 동일한 가스 노즐을 통해 템플릿의 에지를 향해 유동할 수 있다.

[0010] 제1 실시예의 일 양태에서, 간극 영역의 두께는 100㎛ 이상일 수 있다.

[0011] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스는 템플릿 내의 복수의 구멍을 통해 간극 영역 내로 유동할 수 있다. 간극 영역 내로의 제2 가스의 유동은 간극 영역 내부 및 외부로 가스를 순환시켜, 임프린트 에지 계면의 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부 내의 성형가능 재료의 증기압 미만으로 성형가능 재료의 부분 압력을 감소시키도

록 구성될 수 있다.

[0012] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스는 템플릿의 복수의 구멍을 통해 그리고 템플릿의 에지로부터 제1 영역 내로 유동할 수 있다.

[0013] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스는 템플릿의 에지로부터 제1 영역 내로 유동할 수 있다.

[0014] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스는 템플릿의 복수의 구멍을 통해 유동할 수 있다.

[0015] 제1 실시예의 양태에서, 간극 영역은 메사 측벽, 기판, 템플릿 면, 및 템플릿 면의 에지에 의해 경계지어질 수 있다.

[0016] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스는 복수의 구멍을 통해 간극 영역의 내부 및 외부로 유동할 수 있다. 정압이 복수의 구멍 중 하나 이상에 인가된다. 부압이 복수의 구멍 중 하나 이상에 인가된다. 정압 및 부압의 순 압력은 제로 또는 제로 미만일 수 있다.

[0017] 제1 실시예의 양태에서, 순 압력은 시간 평균 압력일 수 있다.

[0018] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스의 유량은 제1 가스의 유량보다 낮을 수 있다.

[0019] 제1 실시예의 양태에서, 제1 가스는 임프린트 영역으로부터 바람직하지 않은 가스를 변위시킬 수 있다. 바람직하지 않은 가스는 중합을 억제할 수 있다. 제2 가스는 바람직하지 않은 가스이거나 이를 포함한다. 제2 가스는 성형가능 재료가 임프린트 필드 내의 관심 영역을 충전한 후에 유동하기 시작할 수 있다.

[0020] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스는 산소, 청정 건조 공기(CDA) 및 산소 함유 혼합물 중 하나일 수 있다.

[0021] 제1 실시예의 양태에서, 제2 가스의 유동은 초기 접촉 시간에 또는 그 후에 시작될 수 있다. 제2 가스의 유동은 피드백 기반 정렬 기간의 시작 시에 감소 또는 종료될 수 있다.

[0022] 적어도 제2 실시예는 메모리; 및 명령어를 임프린팅 장치에 송신하도록 구성되는 프로세서를 포함하는 임프린팅 장치 제어기일 수 있다. 프로세서는 성형가능 재료의 복수의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포하기 위한 명령어를 송신할 수 있으며, 성형가능 재료의 부분 압력은 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 발현된다. 프로세서는 템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 상기 성형가능 재료의 상기 복수의 액적과 접촉시켜서, 상기 성형가능 재료의 상기 복수의 액적이 병합되게 하고 상기 임프린팅 표면의 메사 측벽과 상기 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하기 위한 명령어를 송신할 수 있다. 프로세서는 상기 초기 접촉 시간 이전에 시작되는, 상기 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하기 위한 명령어를 송신할 수 있다. 프로세서는 상기 초기 접촉 시간 이후에, 상기 임프린트 에지 계면 및 상기 템플릿과 상기 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하기 위한 명령어를 송신할 수 있다. 템플릿 및 제2 가스의 유동은 임프린트 에지 계면에서 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부분에서 성형가능 재료의 부분 압력을 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0023] 적어도 제3 실시예는 물품을 제조하는 방법일 수 있다. 제조 방법은 기판을 패터닝하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 기판을 패터닝하는 단계는 성형가능 재료의 복수의 액적을 기판의 임프린트 영역에 도포하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 성형가능 재료의 부분 압력은 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 발현된다. 상기 기판을 패터닝하는 단계는, 템플릿 상의 메사의 임프린팅 표면의 일부를 초기 접촉 시간에 성형가능 재료의 복수의 액적과 접촉시켜서, 성형가능 재료의 복수의 액적이 병합되게 하고 임프린팅 표면의 메사 측벽과 기판 사이의 임프린트 에지 계면을 향해 유동하게 하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 기판을 패터닝하는 단계는, 상기 초기 접촉 시간 이전에 시작되는, 상기 임프린트 영역을 포함하는 제1 영역으로 제1 가스가 유동하게 하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 기판을 패터닝하는 단계는, 상기 초기 접촉 시간 이후에, 상기 임프린트 에지 계면 및 상기 템플릿과 상기 기판 사이의 간극 영역의 적어도 일부를 포함하는 제2 영역으로 제2 가스가 유동하게 하는 단계를 포함할 수 있다. 템플릿 및 제2 가스의 유동은 임프린트 에지 계면에서 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부분에서 성형가능 재료의 부분 압력을 성형가능 재료의 증기압 미만으로 감소시키도록 구성될 수 있다. 상기 제조 방법은 물품을 제조하기 위해서 상기 기판에 대해 추가적인 처리를 행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] 본 개시내용의 이들 및 다른 목적, 특징 및 장점은, 첨부 도면 및 제공된 청구항과 함께 고려될 때, 본 개시내용의 예시적인 실시예에 대한 다음의 상세한 설명을 읽음으로써 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 본 발명의 특징 및 장점이 상세히 이해될 수 있도록, 첨부 도면에 도시되는 실시예를 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 첨부 도면은 단지 본 발명의 대표적인 실시예를 예시하고 있을 뿐이며, 따라서 본 발명은 동일하게 유효한 다른 실시예를 인정할 수 있으므로, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것을 유의하여야 한다.

도 1은 기판으로부터 이격된 몰드 및 템플릿을 갖는 나노임프린트 리소그래피 시스템의 예시이다.

도 2는 응고된 패터닝된 층이 위에 형성된 기판의 예시이다.

도 3a 내지 도 3c는 기판; 템플릿; 응고되지 않은 성형가능 재료; 및 압출된 성형가능 재료의 예시이다.

도 4는 기판; 템플릿; 응고되지 않은 성형가능 재료; 압출된 성형가능 재료; 및 증기를 갖는 간극 영역의 예시이다.

도 5a 내지 도 5f는 실시예에서 사용될 수 있는 예시적인 템플릿의 예시이다.

도 6a 내지 도 6c는 타이밍 다이어그램의 예시이다.

도 7a 내지 도 7c는 임프린팅 공정의 예시이다.

도 8a 및 도 8b는 임프린팅 공정의 결과의 예시이다.

도면 전체에 걸쳐, 동일한 참조 번호 및 문자는, 다르게 언급되지 않는 한, 도시되는 실시예의 유사한 특징, 요소, 성분 또는 부분을 지시하도록 사용된다. 또한, 이제 본 개시내용을 도면을 참조하여 상세히 설명하지만, 이는 도시된 예시적인 실시예와 관련하여 이루어진다. 첨부된 청구범위에 의해 규정된 본 개시내용의 진정한 범위 및 사상 내에서 설명된 예시적인 실시예에 대해 변경 및 수정이 이루어질 수 있는 것으로 의도된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 압출을 효과적으로 제어하는 방법이 필요하다.

[0027] 제1 실시예

[0028] 도 1은 실시예가 구현될 수 있는 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)의 예시이다. 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 기판(12) 상에 릴리프 패턴을 형성하기 위해 사용된다. 기판(12)은 반도체 웨이퍼와 같은 평면형 표면일 수 있다. 기판(12)은 기판 척(14)에 결합될 수 있다. 기판 척(14)은 진공 척, 핀-타입, 홈-타입, 정전기식, 전자기식 및/또는 등등일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 기판(12) 및 기판 척(14)은 위치설정 스테이지(16)에 의해 더 지지될 수 있다. 스테이지(16)는 x, y, z, Θ 및 ϕ축 중 하나 이상을 따라 병진 및/또는 회전 운동을 제공할 수 있다. 또한 스테이지(16), 기판(12) 및 기판 척(14)은 베이스(도시되지 않음) 상에 위치설정될 수 있다.

[0030] 템플릿(18)이 기판(12)으로부터 이격된다. 템플릿(18)은 제1 측면과 제2 측면을 갖는 본체를 포함할 수 있으며, 하나의 측면은 기판(12)을 향해 연장되는 메사(20)를 갖는다. 메사(20)는 패터닝 표면(22)(임프린팅 표면 또는 임프린트 표면이라고도 지칭됨)을 가질 수 있다. 또한, 메사(20)는 몰드(20)라고 지칭될 수 있다.

[0031] 템플릿(18) 및/또는 몰드(20)는 용융-실리카, 석영, 실리콘, 유기 중합체, 실록산 중합체, 붕규산 유리, 플루오로카본 중합체, 금속, 경화 사파이어 및/또는 등등을 포함하지만 이에 한정되지 않는 재료로 형성될 수 있다. 패터닝 표면(22)은 복수의 이격된 함몰부(24) 및/또는 돌출부(26)에 의해서 형성된 피처를 포함하지만, 본 발명의 실시예는 그러한 구성으로 제한되지 않는다(예를 들어, 평면형 표면). 패터닝 표면(22)은, 기판(12) 상에 형성하고자 하는 패턴의 기초를 형성하는 임의의 원판 패턴을 형성할 수 있다. 이격된 함몰부(24) 및/또는 돌출부(26)는 전체 패터닝 표면(22) 또는 패터닝 표면(22)의 임프린트 영역에만 걸쳐서 퍼져 있을 수 있다. 임프린트 영역은 패터닝되며 성형가능 재료(34)로 충전되도록 의도된 영역일 수 있다.

[0032] 템플릿(18)은 템플릿 척(28)에 결합될 수 있다. 템플릿 척(28)은 진공식, 핀-타입, 홈-타입, 정전기식, 전자기식 및/또는 다른 유사한 척 타입일 수 있지만 이에 한정되지 않는다. 또한, 템플릿 척(28)은 임프린트 헤드에 결합될 수 있고, 임프린트 헤드는 다시 브리지에 이동가능하게 결합될 수 있기 때문에, 템플릿 척(28), 임프린트 헤드 및 템플릿(18)은 적어도 z축 방향 및 잠재적으로는 다른 방향 및/또는 각도로 이동가능하다.

[0033] 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 유체 분배 시스템(32)을 더 포함할 수 있다. 유체 분배 시스템(32)은 기판(12) 상에 성형가능 재료(34)(예를 들어, 중합성 재료)를 성형가능 재료의 복수의 액적으로서 퇴적시키기 위해 사용될 수 있다. 부가적인 성형가능 재료(34)는 또한 액적 분배, 스핀-코팅, 딥 코팅, 화학기상증착(CVD), 물리기상증착(PVD), 박막 퇴적, 후막 퇴적, 및/또는 등등과 같은 기술을 사용하여 기판(12) 상으로 위치설정될 수 있다. 성형가능 재료(34)는, 설계 고려사항에 따라 몰드(22)와 기판(12) 사이에 원하는 체적이 형성되기 전 및/또는 후에 기판(12) 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 성형가능 재료(34)는 미국 특허 7,157,036호 및 미국 특허 8,076,386호에 설명된 바와 같은 단량체 혼합물을 포함할 수 있으며, 이들 모두는 본원에 참고로 통합된다.

[0034] 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 프로세서(54)와 통신하는 가스 및/또는 진공 시스템(36)과 같은 임프린트 필드 분위기 제어 시스템을 포함할 수 있으며, 일례가 본원에 참조로 통합되는 미국 특허 공보 제2010/0096764호에 설명되어 있다. 가스 및/또는 진공 시스템(36)은 가스가 상이한 시간 및 상이한 영역에서 유동하게 하도록 구성되는 펌프, 밸브, 솔레노이드, 가스 공급원, 가스 배관 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 가스 및/또는 진공 시스템(36)은 가스를 기판(12)의 에지로 및 에지로부터 운반하며, 기판(12)의 에지에서의 가스의 유동을 제어함으로써 임프린트 필드 분위기를 제어하는 가스 운반 시스템(36a)에 연결될 수 있다. 가스 및/또는 진공 시스템(36)은 가스를 템플릿(18)의 에지로 및 에지로부터 운반하며, 템플릿(18)의 에지에서의 가스의 유동을 제어함으로써 임프린트 필드 분위기를 제어하는 가스 운반 시스템(36b)에 연결될 수 있다. 가스 및/또는 진공 시스템(36)은 가스를 템플릿(18)의 상부로 및 상부로부터 운반하고 템플릿(18)을 통한 가스의 유동을 제어함으로써 임프린트 필드 분위기를 제어하는 가스 운반 시스템(36c)에 연결될 수 있다. 가스 운반 시스템(36a, 36b, 및 36c) 중 1개, 2개 또는 3개는 임프린트 필드 내의 그리고 그 주위의 가스의 유동을 제어하도록 조합되어 사용될 수 있다.

[0035] 성형가능 재료(34)와 임프린트 필드 분위기의 경계에 유체-가스 계면이 형성된다. 온도 및 임프린트 필드 분위기에 따라서, 성형가능 재료(34)의 일부 부분이 증발하고 성형가능 재료의 부분 압력이 성형가능 재료의 유체-가스 계면에서 발현된다. 이 부분 압력에 대한 상한은 온도 의존적인 성형가능 재료의 증기압(포화 압력)이다. 성형가능 재료의 부분 압력이 성형가능 재료의 증기압에 접근함에 따라, 순 증발 속도는 부분 압력이 증기압과 동일할 때에 결국 정지될 때까지 느려진다.

[0036] 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 경로(42)를 따라 에너지를 지향시키는 에너지 공급원(38)을 추가로 포함할 수 있다. 임프린트 헤드 및 스테이지(16)는 경로(42)와 중첩되게 템플릿(18) 및 기판(12)을 위치설정하도록 구성될 수 있다. 카메라(58)도 마찬가지로 경로(42)와 중첩되게 위치설정될 수 있다. 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 스테이지(16), 임프린트 헤드, 유체 분배 시스템(32), 공급원(38) 및/또는 카메라(58)와 통신하는 프로세서(54)에 의해 조절될 수 있으며, 비일시적 컴퓨터 판독가능 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램에 따라 동작할 수 있다.

[0037] 임프린트 헤드와 스테이지(16) 중 어느 하나 또는 양자 모두는, 성형가능 재료(34)에 의해 충전되는 원하는 체적을 형성하기 위해 몰드(20)와 기판(12) 사이의 거리를 변화시킨다. 예를 들어, 임프린트 헤드는 몰드(20)가 성형가능 재료(34)에 접촉하도록 템플릿(18)에 힘을 가할 수 있다. 원하는 체적이 성형가능 재료(34)로 충전된 후, 공급원(38)은 에너지, 예를 들어 자외 방사선을 생성하여, 성형가능 재료(34)가 응고되고 및/또는 가교-결합되게 하여 기판(12)의 표면(44) 및 패터닝 표면(22)의 형상에 일치되게 하고, 기판(12) 상에 패터닝된 층(46)을 형성한다. 패터닝된 층(46)은 잔류층(48) 및 돌출부(50)와 함몰부(52)로서 도시되는 복수의 피처를 포함할 수 있고, 도 2에 도시되는 바와 같이 돌출부(50)는 임프린트 두께(h_1)를 갖고 잔류층은 잔류층 두께(h_2)를 갖는다.

[0038] 도 3a 내지 도 3c는 템플릿(20)이 도 2의 패터닝된 층(46)을 생성하기 위해 어떻게 사용될 수 있는지의 예시이다. 템플릿(18)은 성형가능 재료(34)와 접촉하게 된다. 압력이 템플릿(18)에 가해질 때, 성형가능 재료(34)는 임프린트 영역을 넘어서 압출된다. 성형가능 재료(34)는 메사 측벽을 타고 오르고 UV 경화 후에 응고되어 압출 결함(358)을 형성할 수 있다. 분리 후에, 압출 결함(358)은 템플릿(18) 또는 기판(12)에 부착된다. 어느 경우든, 압출은 수율 및/또는 템플릿 수명에 영향을 미칠 수 있는 다양한 임프린트 및 임프린트후 결함을 초래할 수 있다. 압출 결함(358)은 템플릿(20) 상에 축적될 수 있고, 후속의 임프린트 중에 떨어질 수 있다. 압출 결함(358)은 기판(12)으로부터의 템플릿(12)의 분리 중에 기판(12)으로부터 분리되고, 기판(12)의 상이한 영역 상에 떨어질 수 있다. 압출 결함은 스핀 코팅의 균일성과 같은 이후의 공정에 영향을 미칠 수 있고 및/또는 추후의 에칭 공정에 영향을 미칠 수 있다.

[0039] 메사(20)가 성형가능 재료(34)와 접촉한 후에, 성형가능 재료는 도 3a 내지 도 3c에 도시되는 바와 같이 메사 영역 외부로 압출될 수 있고 메사 측벽을 타고 오를 수 있다. 도 3a에 도시되는 바와 같이, 메사(20)의 외측의 템플릿 영역의 템플릿 면(359)과 기판(12) 사이에는 h_3의 간극 높이를 갖는 작은 간극이 있다. 간극 높이(h_3)는 약 30㎛일 수 있다. 간극의 좁음으로 인해, 성형가능 재료 증기는 템플릿 아래의 간극 영역 전체에 걸쳐 그 증기압에 도달하는 메사 측벽 주위의 영역을 신속하게 포화시킬 수 있다. 이는 성형가능 재료(34)와 메사의 초기 접촉시에 조기에 발생한다. 메사의 에지에서의 성형가능 재료(34)는 메사 에지 부근의 작은 간극 영역에서 성형가능 재료 증기의 부분 압력과 평형 상태가 되고, 따라서, 메사 측벽으로부터의 성형가능 재료(34)의 추가적인 증발이 억제된다. 간극 높이(h_3)가 작을 때, 간극 영역의 외부로부터 간극 영역 내로의 가스의 유동에 대해 저항이 높다. 본 출원인은, 간극 영역이 짧은 높이(30㎛ 정도)를 갖는 경우에, 템플릿의 외측 에지로부터 메사 측벽(462)으로의 유동 가스에 대해 높은 저항이 있다는 것을 발견하였다. 본 출원인은 템플릿 에지로부터 메사 측벽(462)까지의 거리를 감소시키는 것이 이러한 저항을 감소시킨다는 것을 발견하였다. 본 출원인은 또한 간극 영역의 높이를 증가시키는 것이 저항을 감소시킨다는 것을 발견하였다.

[0040] 본 출원인은, 도 4에 도시되는 바와 같이, 정압 및/또는 부압으로 간극 영역(460) 내에서 가스 유동을 생성하는 것이 간극 영역(460) 내의 그리고 메사 측벽(462)의 또는 그 부근의 성형가능 재료 증기의 부분 압력을 감소시킨다는 것을 발견하였다. 간극 영역(460)은 기판(12), 메사 측벽(462), 템플릿 면(359) 및 템플릿 에지에 의해 경계지어질 수 있다. 본 출원인은, 성형가능 재료 증기의 부분 압력을 감소시키는 것이 메사 측벽(462)을 가질 수 있거나 또는 거기에 부착될 수 있는 성형가능 재료(34)의 증발을 가능하게 한다는 것을 발견하였다. 메사 측벽(462)에서의 증발 속도는 가스 유동, 성형가능 재료(34)의 증기압, 및 메사 측벽(462) 상의 성형가능 재료(34)의 표면적 대 체적비와 같은 다수의 인자에 의존한다. 임프린트 에지 계면은 잔류층이 메사의 에지 이상으로 연장될 때 메사 측벽(462)의 에지 및 기판(12)에 의해 경계지어지는 잔류층의 영역일 수 있다. 성형가능 재료가 메사의 에지를 넘어 연장되지 않는 경우에, 임프린트 에지 계면은 간극 영역(460)의 분위기와 접촉하는 임프린트 영역 외측의 잔류층의 부분이다.

[0041] 메사 측벽(462) 상에 성형가능 재료(34)가 거의 없거나 전혀 없다면, 경화 및 분리 후에 생성되는 압출(358)은 거의 없거나 전혀 없을 것이다. 또한, 가스의 유동은 전체 템플릿(18) 영역에서 성형가능 재료 증기의 부분 압력을 감소시키는 것을 돕는다. 성형가능 재료 증기의 부분 압력이 감소되면, 템플릿(18) 상의 성형가능 재료 증기의 퇴적이 방지 및/또는 실질적으로 제한된다. 가스 유동을 제공하기 위해서 진공이 이용될 때, 성형가능 재료 증기가 처리 챔버 체적으로부터 제거되어 도구를 청정하게 유지할 수 있다. 메사 에지에서 가스를 순환시킴으로써, 압출이 감소되거나 완전히 제거될 수 있고, 성형가능 재료 증기가 템플릿(18)에 부착될 가능성이 감소될 수 있다. 이는 더 적은 결함을 초래하고 템플릿(18)의 수명을 증가시키는데 도움이 될 수 있는데, 이는 템플릿이 빈번하게 클리닝될 필요가 없기 때문이다. 성형가능 재료 증기의 부분 압력은 임프린트 에지 계면에서 포화된다. 부분 압력은 임프린트 에지 계면으로부터 템플릿 에지까지는 약간 감소하고, 간극 영역 외측에서는 부분 압력은 제로로 빠르게 감소한다. 임프린트 에지 계면에서 유체-가스 계면에 인접한 간극 영역의 일부에 또는 그 바로 근처에서 성형가능 재료 증기를 포함하지 않는 가스를 유동시킴으로써, 성형가능 재료의 부분 압력이 증기압으로 포화된 영역에서, 성형가능 재료의 부분 압력은 감소될 수 있고, 성형가능 재료 증기는 포화된 영역으로부터 새로운 불포화 영역으로 확산될 것이다. 이것은 임프린트 에지 계면에서의 성형가능 재료의 추가 증발을 가능하게 하고, 따라서 압출(358)이 발생하는 것을 감소시키거나 제거한다.

[0042] 도 5a는 일례가 본원에 참조로 통합되는 미국 특허 제9,227,361호에 설명되어 있는 제1 실시예에서 사용될 수 있는 템플릿(18)의 예시이다. 템플릿(18)은 가스 운반 시스템(36c)에 연결되는 복수의 구멍(564)을 포함할 수 있다. 구멍(564)은 코어-아웃 영역(566)의 외측인 영역에서 템플릿(18)을 통해 기계가공될 수 있다. 구멍(564)은 가스가 템플릿(18)을 통과할 수 있게 하는 임의의 개구를 지칭하고, 반드시 잘-규정된 직경을 갖는 개구를 지칭하지 않는데, 이는 가스가 간극 영역(460) 내로 갈 수 있게 하는 임무를 달성하는 다른 기하구조 역시 본 실시예의 상황에서 이러한 기준을 충족하기 때문이다.

[0043] 도 5a에 도시되는 바와 같이, 구멍(564)은 코어 아웃 영역(566)의 에지로부터 40 ㎜까지의 코어 아웃 영역(566)에 인접하게 위치될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 구멍(564)은 코어 아웃 영역(566) 내에 위치될 수 있다. 대안적인 실시예는 코어 아웃 영역(566)을 포함하지 않고, 구멍(564)은 메사(20)에 인접하게, 템플릿 에지 부근에, 또는 그 사이의 임의의 위치에 위치된다. 도 5a에 도시되는 바와 같이, 템플릿(18)은 4 개의 구멍(564)을 포함할 수 있다. 대안적인 실시예는 추가적인 구멍(564)을 포함할 수 있으며, 예를 들어 템플릿(18)은 2, 4, 8,16 또는 32개의 구멍을 포함할 수 있다. 도 5b는 B-B 선을 따라 템플릿(18)을 통과하는 구멍을 도시하는 템

플릿(18)의 단면도이다. 도 5b는 템플릿(18)의 측면에 있는 2개의 구멍(564)과 템플릿(18)의 코어 아웃 영역 뒤의 하나의 구멍(564)(점선)을 도시하고 있다. 도 5c는, 간극의 높이(h_3)가 30㎛인 기판(12) 위의 가스의 속도를 도시하는 도 5a에 도시되는 영역(C)의 수치적 시뮬레이션이고, 가스는 0.05 slpm(분당 표준 리터)에서 구멍(564)을 통해 유동한다. 도 5c에서, 속도는 기판(12) 위에 15㎛로 도시된다.

[0044] 도 5a에 도시되는 바와 같이, 구멍(564)은 메사(20)에 대해 대칭 라인 상에 위치될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 구멍(564)은 메사(20)의 코너와 같은 다른 위치에 위치된다. 일 실시예에서, 구멍(564)은, 템플릿(18)의 구조적 무결성을 손상시키지 않으면서, 코어 아웃 영역(566) 외측에서 또는 코어 아웃 영역(566)에 근접하여 ~1 ㎜에 위치될 수 있다.

[0045] 구멍(564)의 목적은, 가스가 템플릿(18)의 본체를 통해 그리고 간극 영역(460) 및/또는 메사 측벽(462) 내로 운반될 수 있고, 템플릿(18)의 본체를 가로질러 압력차를 생성함으로써 가스 유동이 얻어질 수 있는 도관을 제공하는 것이다. 예를 들어, 가스가 구멍의 상류에 가압되면, 가스는 기판(12)을 향해 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 간극 내로 유동할 것이다. 압력이 진공을 인가함으로써 템플릿(18)의 상류에서 감소되면, 간극의 가스가 구멍을 향해 유동할 것이다. 미국 특허 제7,462,028호는 본원에 참조로 통합되는 활성 영역의 압력을 낮추기 위해 부분 진공이 적용되는 구멍을 갖는 템플릿의 예를 설명하고 있다. 일 실시예에서, (주위에 대한) 정압 및 부압 모두가 구멍(564)에 인가된다. 하나의 구멍은 정압에서 동작할 수 있는 한편, 다른 구멍은(주위에 대해) 감소된 압력 또는 부압에서 동작한다.

[0046] 일 실시예에서, 가스 유동은 질량 유동 제어기; 압력 센서; 압력 조절기, 솔레노이드 밸브, 및 가스 및/또는 진공 시스템(36) 내로 통합되는 가스의 유동을 제어하기 위한 다른 방법 중 하나 이상과 통신할 수 있는 프로세서(54)에 의해 각각의 구멍에서 개별적으로 제어된다. 구멍(564)을 통과하는 가스는 하나 이상의 건조제, 필터, 정화기, 및 온도 제어 시스템의 사용에 의해 임프린트 공정을 위해 조절될 수 있다.

[0047] 제2 실시예

[0048] 제2 실시예는 다른 템플릿 디자인을 사용할 수 있다. 예를 들어, 하나의 템플릿 설계는 30㎛보다 크고 약 100 ㎛ 이상일 수 있는, 도 3b에 도시되는 바와 같은 간극 높이(h_3)를 갖는 깊은 에칭 메사를 포함할 수 있다. 간극 높이(h_3)의 이러한 증가는 임의의 압출된 재료(358)의 노출 표면적에 대해 도 4에 도시되는 간극 영역(460)의 체적을 증가시킨다. 성형가능 재료의 주어진 증기압에 대해, 이러한 체적의 증가는 비례적인 더 큰 체적의 성형가능 재료가 메사 에지로부터 증발될 수 있게 한다. 다른 템플릿 설계는 만입된 메사 측벽(462)을 포함하는 도 3c에 도시되는 바와 같은 이중 에지 메사를 포함할 수 있다. 또 다른 템플릿 설계에서, 메사 측벽은 압출의 감소를 돕기 위해 만곡되거나 경사질 수 있다. 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 더 큰 간극(예를 들어, 100 ㎛)은 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 가스 유동에 대한 저항을 감소시킨다. 템플릿(18)의 외측으로부터 메사 측벽(462)까지의 길이를 감소시키는 것은 또한 저항을 감소시킨다. 가스 운반 시스템(36b)으로부터의 가스 유동은 또한 간극을 향하는 노즐을 사용하여 템플릿(18) 영역 외측으로부터 도입될 수 있다. 템플릿(18) 주위에 위치설정된 임의의 수의 노즐(예를 들어, 4개 또는 20개의 노즐)이 메사 측벽을 향해 지향될 수 있다. 예를 들어, 도 5d는 12개의 노즐을 포함하는 실시예를 도시한다. 노즐은 가스 유동이 실질적으로 메사 측벽을 향해 지향되도록 위치설정될 수 있다. 노즐은 또한 템플릿(18)에 대해 소정 각도로 위치설정될 수 있고, 가스 유동을 메사 측벽을 향해 재지향시키기 위해 기판(12) 표면을 사용할 수 있다. 가스 운반 시스템(36c)으로부터 가스를 수용하는 노즐은 가스 유동이 템플릿(18)으로부터 편향되어 메사 측벽을 향해 지향되도록 기판(12) 주위에 위치설정될 수 있다. 노즐에 인가되는 정압 또는 부압 또는 그 조합이 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 가스 유동을 발현시키기 위해 사용될 수 있다. 도 5e 내지 도 5f는 기판(12) 위의 가스의 속도를 도시하는 도 5d에 도시되는 영역(D)의 수치적 시뮬레이션이고, 가스는 측면당 15 slpm으로 노즐(36b)을 통해 유동한다. 도 5e 내지 도 5f에서, 속도는 기판(12) 위의 간극 내의 중간-평면에서 도시되어 있다. 도 5e에서, 간극의 높이(h_3)는 30㎛이다. 한편, 도 5f에서, 간극의 높이(h_3)는 250㎛이다. 메사를 둘러싸는 간극 영역에서의 속도는 30㎛ 경우보다 250㎛ 경우에서 훨씬 더 높다는 것에 유의한다.

[0049] 가스 유동의 속도 및 지속시간은 성형가능 재료(34) 증발이 메사 측벽(462) 상에서 발생하는 속도에 영향을 미칠 수 있다. 가스가 구멍(564)을 통해 유동하는 실시예에서, 가스 유동의 속도는 0.001 slpm 내지 1 slpm의 범위일 수 있다. 가스가 도 5d에 도시되는 바와 같이 템플릿 에지를 따라 유동하는 실시예에서, 가스 유동의 속도는 1 slpm 내지 100 slpm의 범위일 수 있다. 가스 유동의 하한은 성형가능 재료의 증기압 및 템플릿(18)의 기하구조에 의해 결정되고, 성형가능 재료의 부분 압력을 감소시키는 가스 유동의 능력에 의존한다. 가스 유동

의 상한은 템플릿(18)의 안정성과, 가스 유동에 응답한 이동에 저항하는 템플릿(18)의 능력에 의해 결정된다. 유동의 지속시간은 0.005sec(초) 내지 5sec의 범위일 수 있다. 다른 실시예에서, 유동의 지속시간은 5sec 초과이다. 일례로서, 가스 유량은 메사 측벽에서 성형가능 재료를 증발시키기 위해 0.5sec의 시간 동안 0.03slpm일 수 있다. 다른 예로서, 가스 유량은 메사 측벽에서 성형가능 재료를 증발시키기 위해 0.5sec의 시간 동안 0.005slpm일 수 있다. 가스 유량 및 유동의 지속시간은 가스 유동의 부재 시에 형성되는 압출의 크기에 기초할 수 있다. 가스 유동이 높을수록 압출되는 재료가 더 제한될 수 있다. 실시예에서, 성형가능 재료의 부분 압력이 성형가능 재료의 증기압의 1%, 10%, 20%, 50%, 70%, 또는 90%까지 감소되도록 가스의 유동이 설정될 수 있다. 성형가능 재료의 부분 압력이 낮을수록, 성형가능 재료가 압출되지 않는 것을 보장하기 위해 가스가 유동할 필요가 있는 시간이 짧아진다. 과도하게 많은 성형가능 재료가 증발되거나 중독(poison)되기 전에, 가스가 유동을 정지해야 하거나 또는 가스 유동이 감소되어야 한다.

[0050] 일 실시예에서, 가스 유동은 메사(20)의 성형가능 재료(34)와의 초기 접촉이 이루어지는 것과 동시에 도입된다. 일 실시예에서, 가스 유동은 메사(20)가 성형가능 재료(34)와 완전히 접촉된 후에 중단된다. 일 실시예에서, 가스 유동은 유체 충전 시간 동안 중단된다. 일 실시예에서, 가스 유동은 유체 충전 기간의 종료시에 중단된다. 일 실시예에서, 가스 유동은 UV 경화 동안 중단된다. 일 실시예에서, 가스 유동은 UV 경화의 종료시에 중단된다.

[0051] 실시예에서, 압출 제어 가스로 간주될 수 있는 성형가능 재료(34)를 증발시키기 위해 사용되는 가스의 유형은 청정 건조 공기(CDA); 질소; 산소; 이산화탄소; 아르곤; 및 헬륨 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 가스는 순수 가스, 상이한 가스들의 조합, 또는 직렬로 사용되는 상이한 가스들일 수 있다. 가스의 온도는 실온(20℃ 내지 25℃)을 넘어 조절될 수 있다. 실시예에서, 성형가능 재료(34)가 증발되는 속도를 증가시키기 위해서, 가스의 온도가 100℃까지 증가된다.

[0052] 제3 실시예

[0053] 제3 실시예에서, 가스는 산소 또는 산소 함유 혼합물과 같은 경화 억제제이고, 가스가 유동하는 타이밍 및 가스 유량은 가스가 압출된 성형가능 재료(358) 내로만 확산되고 임프린트 영역 아래로는 실질적으로 확산되지 않도록 되어 있다. 예를 들어, 성형가능 재료는 산소가 존재할 때 중독될 수 있다. 산소는 성형가능 재료 내의 라디칼과 반응함으로써 라디칼 중합 억제제가 될 수 있다. 라디칼 숫자가 낮아진 상태에서, UV 경화 동안의 체인 전파는 압출된 재료가 중합되지 않는 지점까지 감소될 수 있다. 산소의 일정한 공급은 성형가능 재료(34)가 경화되는 것을 방지할 수 있다. 중독된 성형가능 재료는, 체인 전파가 억제되기 때문에 경화된 압출을 형성하지 않으므로, UV 경화 후에 액체로 남는다. 중독된 성형가능 재료는 또한 메사 측벽으로부터 계속 증발될 것이다. 본 실시예에서, 산소 또는 산소 함유 혼합물의 유동은, 메사(20)가 성형가능 재료(34)와 완전히 접촉하게 되어, 임프린트 영역 아래의 성형가능 재료가 중독되지 않도록 주의 깊게 시기조절되어야 한다.

[0054] 실시예에서, 가스 전달 및 가스 유동의 방법은 기판(12) 상의 임프린트 필드의 위치에 의존한다. 예를 들어, 임프린트 필드에 있어서, 템플릿(18)의 일부분 아래에는 기판(12)이 존재하지 않으며, 따라서 그 부분에는 간극 영역(460)이 없다. 이 경우에, 구멍(564) 중 하나 이상은 메사 측벽(462)을 향하는 유동 가스에 효과적이지 않을 수 있다. 이 경우, 외부 노즐은 메사와 기판의 에지와의 교차부로 가스를 향하게 하도록 위치설정될 수 있다.

[0055] 제1 예시적인 실시예에서, 헬륨은 ~0.03slpm의 속도로 4개의 구멍(564) 각각으로 유동한다. 가스 유동은 메사(20)가 성형가능 재료(34)와 0.5sec의 지속시간 동안 완전히 접촉하고 나서 0.1초 후에 시작된다. 다른 예시적인 실시예에서, 헬륨은 ~0.005slpm의 속도로 4개의 구멍(564) 각각으로 유동한다.

[0056] 제2 예시적인 실시예에서, CDA가 2개의 구멍(564)을 통해 흐르고, 2개의 다른 구멍(564)을 통해 진공이 인가된다. CDA를 제공하는 구멍(564)은 메사(20)의 대향 측면 상에 있을 수 있다. 진공을 제공하는 구멍(564)은 또한 메사(20)의 대향 측면 상에 있을 수 있다. 각각의 구멍(564)은 메사(20)의 상이한 측면 상에 있을 수 있다. 구멍(564)은 CDA가 메사 주위에 원형 방식으로 유동하도록 위치설정될 수 있다. 가스 유동은 0.2sec의 지속시간 동안 초기 접촉하고 나서 0.1초 후에 시작될 수 있다.

[0057] 제3 예시적인 실시예에서, CDA는 메사 측벽(462)을 향해 지향된 메사 영역(20) 외부에 위치된 노즐을 통해 유동한다. h_3가 100㎛보다 큰 깊은 에칭 메사 템플릿(18)을 사용하여, CDA는 메사(20)가 성형가능 재료(34)와 완전히 접촉한 후에 메사 측벽에서의 성형가능 재료 부분 압력을 감소시키기에 충분한 속도로 20개의 노즐(메사(20)의 각 측면에 5개)을 통해 송출된다. 노즐은 UV 경화 후까지 유지될 수 있고, 이 시점에서 이들 노즐은 중

지될 수 있다.

[0058] 도 6a 내지 도 6c는, 대략적 정렬; 산소 등의 큰 분자를 변위시키기 위한 임프린트 영역에서의 가스(헬륨 등)의 유동; 템플릿의 성형가능 재료와의 초기 접촉; 성형가능 재료가 확산되고 압축되는 충전 시간; 템플릿의 성형가능 재료와의 최종 접촉; 압출된 재료를 증발 또는 중독시키기 위한 가스의 유동; 피드백 기반 정렬; 및 경화를 포함하지만 이것으로 제한되지 않는 임프린팅 공정의 다양한 단계의 타이밍 및 배치의 예시이다.

[0059] 도 7a는 임프린트 공정(700a)의 예시이다. 제1 단계(S702)는 도 6a에 도시된 바와 같이 시간 T0 전에 기판(12)의 임프린트 필드 상으로 성형가능 재료(34)를 분배하는 것을 포함할 수 있다. 그리고, 템플릿(18)은 도 6a에 도시되는 바와 같이 시간 T_0에서 시작하는 단계 S704에서의 대략적 정렬 공정에서의 이전의 위치설정 정보에 기초하는 비-피드백 기반 공정에서 임프린트 필드의 전반적인 영역으로 갈 수 있다. 대략적 정렬 공정은 공정의 다른 단계가 시작되는 동안 계속될 수 있다. 대략적 정렬 공정은 도 6a에 도시된 바와 같이 단계 S712의 피드백 기반 정렬이 시작되는 시간 T_6에 또는 시간 T_6 전의 임의의 시간에 종료될 수 있다.

[0060] 단계 S706a에서, 변위 가스는 가스 운반 시스템(36a 및/또는 36b)을 통해 템플릿(18) 주위에서 변위 가스를 유동시킴으로써 도 6a에 도시된 바와 같이 시간 T_1에서 시작하여 임프린트 필드 영역 내로 유동한다. 실시예에서, 변위 가스는 헬륨이다. 변위 가스는, 템플릿의 만입부 및 다른 피처의 충전을 간섭하지 않으며, 충전을 방해할 수 있는 산소 및/또는 다른 큰 분자를 변위시키는 가스이다. 예를 들어, 헬륨은 성형가능 재료(34) 및 템플릿(18) 모두를 용이하게 통과한다. 다른 가스는 성형가능 재료(34) 및 템플릿(18)의 특성에 따라 선택될 수 있다. 변위 가스의 추가적인 특징은 또한 단계 S716 동안 성형가능 재료의 경화를 억제할 수 있는 가스를 변위시키는 것일 수 있다. 변위 가스의 유동은 임프린트 영역 내의 중합을 간섭할 수 있는 가스가 존재하지 않는 것을 보장하기 위해 성형가능 재료(34)가 경화된 후까지 지속적으로 계속될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 변위 가스는 충분한 양의 가스가 변위된 후의 임의의 시간에, 바람직하게는 시간 T_2 또는 시간 T_4 후에 정지될 수 있다. 가스를 조기에 정지시키는 것의 장점은 변위 가스와는 상이한 활성을 갖는 가스를 도입하거나 또는 변위 가스를 보전하는 것일 수 있다.

[0061] 단계 S708에서, 템플릿(18)의 임프린팅 표면(22)의 일부가 도 6a에 도시되는 바와 같이 시간 T_2에서 기판(12) 상의 성형가능 재료(34)와 초기 접촉될 수 있다. 그 직후에, 단계 S710에서, 템플릿(18)의 임프린팅 표면(22)의 나머지 부분은, 전체 임프린팅 표면(22)이 성형가능 재료(34)와 접촉하게 되는, 도 6a에 도시되는 바와 같은 시간 T_4까지, 제어된 방식으로 기판(12) 상의 성형가능 재료(34)와 서서히 접촉할 수 있다. 임프린팅 표면(22)의 상이한 부분들이 성형가능 재료(34)와 접촉할 수 있고, 이는 성형가능 재료(34)가 제어된 방식으로 확산되게 하고, 가능하게는 도 6a에 도시되는 바와 같이 시간 T_2로부터 시간 T_6까지 연장되는 충전 시간 동안 압출되게 한다. 시간 T_6은 시간 T_4 이후다.

[0062] 단계 S712에서, 간극 영역(460) 내로 압출 제어 가스를 배출함으로써 압출된 성형가능 재료(34)의 경화를 억제하거나 또는 증발시키기 위해 압출 제어 가스가 배출될 수 있다. 압출 제어 가스는 가스 운반 시스템(36b 및/또는 36c)을 통해 배출될 수 있다. 압출 제어 가스는 도 6a에 도시되는 바와 같이 시간 T_2로부터 시간 T_7까지의 시간 기간 동안 배출될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 압출 제어 가스는 시간 T_3, T_4, 또는 T_5에서 유동을 시작한다. 대안적인 실시예에서, 압출 제어 가스는 시간 T_6, T_7, 또는 T_8에서 유동을 정지한다. 단계 S714에서, 시간 T_6과 시간 T_7 사이의 기간 동안 기판(12) 및 템플릿(18)의 단계 S714에서의 피드백 기반 정렬의 정밀도를 향상시키기 위해 압출 제어 가스의 배출 속도가 감소될 수 있다. 일단 시스템이 정렬되면, 단계 S716에서 성형가능 재료(34)는 시간 T_7와 시간 T_8 사이의 기간 동안 경화된다. 성형가능 재료(34)가 단계 S718에서 경화된 후, 템플릿(18)은 시간 T_8 후에 기판(12)으로부터 분리될 수 있다. 일 실시예에서, 제조 물품(반도체 디바이스)을 생성하기 위해 부가적인 처리가 기판(12) 상에서 행해진다. 실시예에서, 각각의 임프린팅 필드는 복수의 디바이스를 포함한다.

[0063] 추가의 처리는 패터닝된 층(46)의 패턴에 대응하는 기판(12) 내로 릴리프 이미지를 전사하는 에칭 공정을 포함할 수 있다. 추가적인 처리는 또한 예를 들어 경화, 산화, 층 형성, 퇴적, 도핑, 평탄화, 에칭, 성형가능 재료 제거, 다이싱, 본딩, 및 패키징 등을 포함하는, 물품 제조를 위한 공지된 단계 및 공정을 포함할 수 있다. 기판(12)은 복수의 물품(장치)을 생성하도록 처리될 수 있다.

[0064] 도 7b는 제1 또는 제2 실시예와 조합되어 사용될 수 있는 방법(700a)과 실질적으로 유사한 대안적인 방법(700b)의 예시이다. 대안적인 방법(700b)에서, 변위 가스 및 압출 제어 가스는 동일한 가스이고, 도 6b에 도시되는 타이밍 다이어그램에 따른 단계 S704a와 실질적으로 유사한 단계 S704b 동안에 유동된다. 방법(700b)은 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 가스의 유동에 대해 더 작은 저항성을 갖는 템플릿(18)과 기판(12) 사이의 더 큰 간극(예를 들어, 100㎛)을 갖는 템플릿과 조합하여 사용될 수 있고, 구멍(564)을 포함하지 않을 수 있다. 또한, 방법(700b)은 가스가 템플릿(18)의 구멍(564)을 통해 유동하는 좁은 간극을 갖는 실시예와 함께 사용될 수 있다.

[0065] 도 7c는 제1 또는 제2 실시예와 조합하여 사용될 수 있는, 방법(700b)과 실질적으로 유사한 대안적인 방법(700c)의 예시이다. 대안적 방법(700c)에서, 압출 제어 가스는 도 6c의 타이밍 다이어그램에 도시되는 바와 같이 단계 S710 전에 또는 그와 동시에 유동하기 시작한다. 이 경우, 압출 제어 가스가 시간 T_2 전에 배출되며, 압출 제어 가스는 성형가능 재료(34)가 만입부를 충전하는 것을 방해하지 않고 경화 공정을 간섭하지 않는 가스(헬륨 등)이다.

[0066] 프로세서(54)는 임프린트 장치(10)의 다양한 구성요소에 명령어를 송신함으로써 방법(700a, 700b, 및/또는 700c)을 구현하도록 구성될 수 있다. 방법(700a, 700b, 및/또는 700c)은 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장된 일련의 컴퓨터 판독가능 명령으로서 저장될 수 있다.

[0067] 제4 실시예

[0068] 출원인은 구멍(564)을 통한 가스의 공급 및 배출이 기판(12)과 템플릿 면(359) 사이에 압력을 발생시킬 수 있다고 판단하였다. 기판(12)과 템플릿 면(359) 사이의 이러한 압력은 템플릿(18)을 보유지지하는 임프린트 헤드 및 기판 척(14)의 양쪽 모두에 힘을 발생시킬 수 있다. 이러한 힘은 보상되지 않는 한 힘 제어 동안에 임프린트 헤드 및 기판 척(14) 중 하나 또는 양쪽 모두의 변위를 초래할 수 있다. 예를 들어, 시간 T_4 이후 50msec에서 시작하여 550msec 동안 구멍(564)을 통해 1구멍 당 ~0.05slpm의 CDA을 공급함으로써 에지 압출을 성공적으로 제거할 수 있다. 이러한 조건하에서, 템플릿(18)은 대략 9㎛만큼 상방향으로 이동할 수 있고, 이는 에지로부터의 코너 박리를 초래할 수 있다. 이러한 변위는 나노임프린트와 같은 작은 임프린트를 처리할 때 많은 결함을 유발할 수 있다.

[0069] 실시예는, 구멍(564)에 공정 가스를 공급할 때, 템플릿 면(359)과 기판(12) 사이의 순 제로 압력 분포를 생성하기 위해 균형된 압력 및/또는 유동 접근법을 사용함으로써 이 변위를 방지할 수 있다. 간극 영역(460) 내에서 순 제로 압력 불균형을 생성하는 하나의 방법은 180° 이격된 2개의 구멍에 정압을 공급하는 것이며, 180° 이격된 다른 2개의 구멍에도 동일한 크기의 부압을 공급한다. 더 일반적으로, 짝수의 구멍(564)이 중심축 주위로 균일하게 분산될 수 있다. 정압 및 부압은 짝수의 구멍 사이에서 교번적으로 인가될 수 있다. 교번하는 구멍에 인가되는 압력의 절대값은 실질적으로 동일한 크기를 가질 수 있다. 본 출원인은 이러한 방법에 의해 템플릿(18) 또는 기판 척(14)의 수직 변위가 최소화될 수 있다는 것을 발견하였다.

[0070] 제3 방법은 가스(헬륨 등)를 구멍(564) 중 하나에만 공급하는 것을 포함할 수 있으며, 나머지 구멍(예를 들어, 3개)에는 가스 유동에 의한 순 힘이 제로가 될 정도만큼만의 진공이 공급된다. 하나의 대안에서, 진공은 다른 구멍 각각에 균일하게 공급된다. 제2 대안에서, 진공은 다른 구멍에 균일하게 공급되지 않는다.

[0071] 제4 방법은 간극 영역에서 부압을 의도적으로 생성하기 위해 순 정압보다 큰 순 부압을 구멍(564) 또는 구멍(564)의 조합에 공급하는 것을 포함할 수 있다. 이 방법의 장점은 패터닝 표면(22)의 코너가 박리되는 것을 방지하는 것을 도울 수 있다는 것이다.

[0072] 제5 방법은 시간 평균 제로 순 압력 체계를 갖는 것을 포함할 수 있다. 이 제5 방법은 모든 구멍(564)을 가로지르는 시간 평균 압력이 제로 또는 약간 음이 되도록 정압과 부압 사이의 전환을 포함할 수 있다. 예를 들어, 모든 구멍(564)에는 초기에 정압(즉, 250msec 동안 10kPa) 및 그후 동일한 시간의 기간 동안 반대 압력(즉, 250msec 동안 -10kPa)이 공급된다. 이는 웨이퍼와 마스크 사이의 시간 평균 제로 순 압력을 초래한다. 가스 및 진공 시스템(36) 및 가스 운반 시스템(36c)은 압력과 진공 사이를 전환하는 고속-작용 스위치를 포함할 수 있다. 이들 방법은 충전, 정렬 및 경화 단계 중 하나 이상 중에 템플릿(18)의 구멍(564)을 통해 가스를 유동시킴으로써 유발될 수 있는 충전, 결함, 이미지 배치 오버레이 및 정렬에 대한 임의의 부정적 영향을 최소화할 수 있다.

[0073] 도 8a는 일 실시예에 따른 가스가 순환되지 않는 임프린트 공정의 결과의 예시이며, 스트리트(street)와 임프린

트 영역 사이의 압출을 주목한다. 도 8b는 일 실시예에 따른 가스가 순환되는 임프린트 공정의 결과의 예시이며, 스트리트와 임프린트 영역 사이의 압출 결핍을 주목한다.

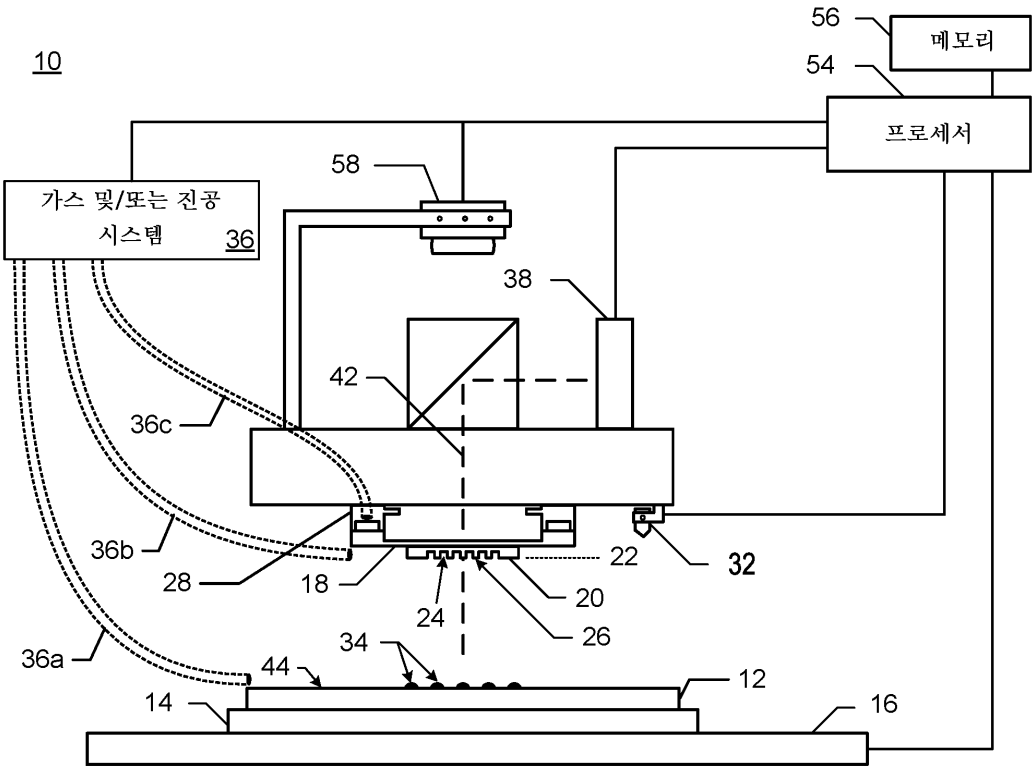
[0074] 피에조 유체 분배 시스템(32)을 수반하는 나노임프린트 리소그래피 시스템(10)은 기판 상에(CMOS) 로직; 마이크로프로세서; NAND 플래시 메모리; NOR 플래시 메모리; DRAM 메모리; MRAM; 3D 크로스-포인트 메모리; Re-RAM; Fe-RAM; STT-RAM; 광전자장치 및 나노임프린트 리소그래피가 제조 공정의 일부로 사용되는 기타 디바이스 같은 디바이스를 제조하기 위해 사용될 수 있다.

[0075] 다른 기판 재료는 유리; 용융 실리카; GaAs; GaN; InP; 사파이어, AlTiC; 및 해당 분야에 잘 공지된 다른 기판을 포함할 수 있지만 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 기판 상에 제조된 디바이스는 패터닝된 매체, 전계 효과 트랜지스터 디바이스, 이종구조 전계 효과 트랜지스터, 발광 다이오드, 판독/기입 헤드 등을 포함한다.

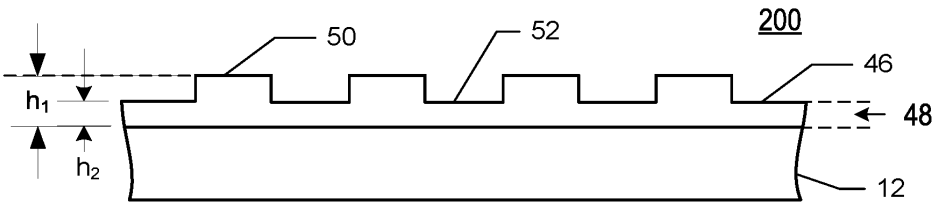
[0076] 이 설명의 견지에서 통상의 기술자에게는 다양한 양태에 대한 추가적인 변형예 및 대안적인 실시예가 명백할 것이다. 따라서, 이 설명은 단지 예시로서 해석되어야 한다. 본원에 도시되고 설명된 형태는 실시예의 예로서 간주되어야 한다는 것을 이해하여야 한다. 요소 및 재료는 본원에 도시되고 설명된 것에 대해 대체될 수 있고, 부품 및 공정은 반대로 될 수 있으며, 일부 특징은 독립적으로 이용될 수 있으며, 이들 모두는 본 설명의 도움을 받은 후에 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

도면

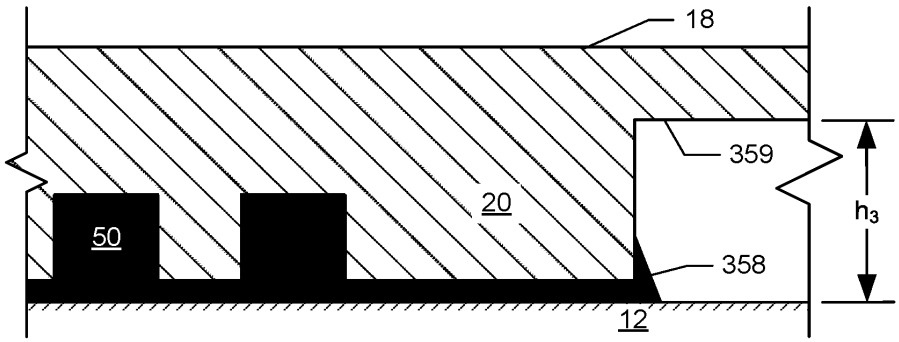
도면1



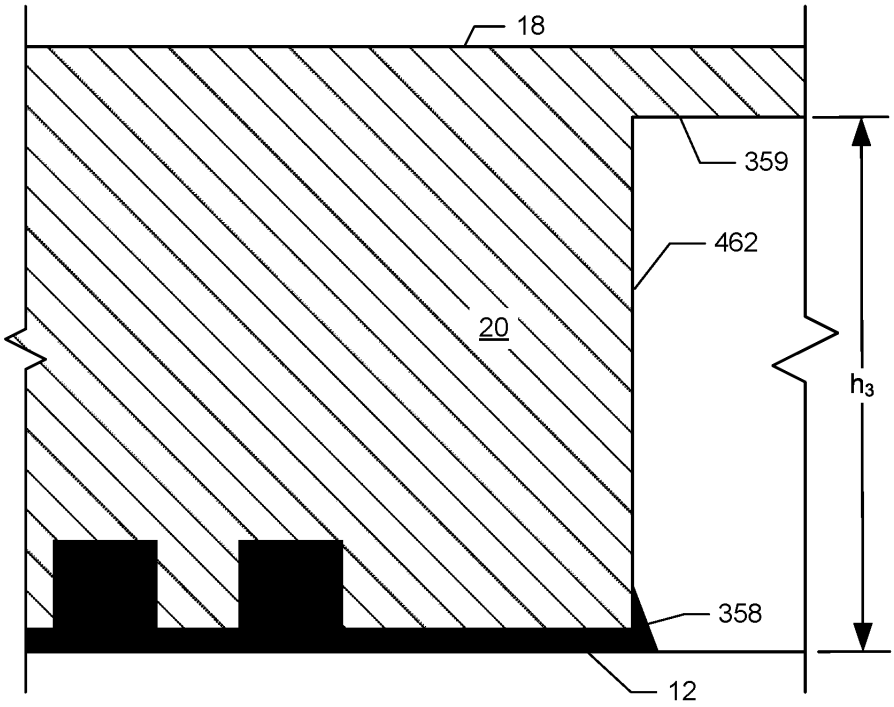
도면2



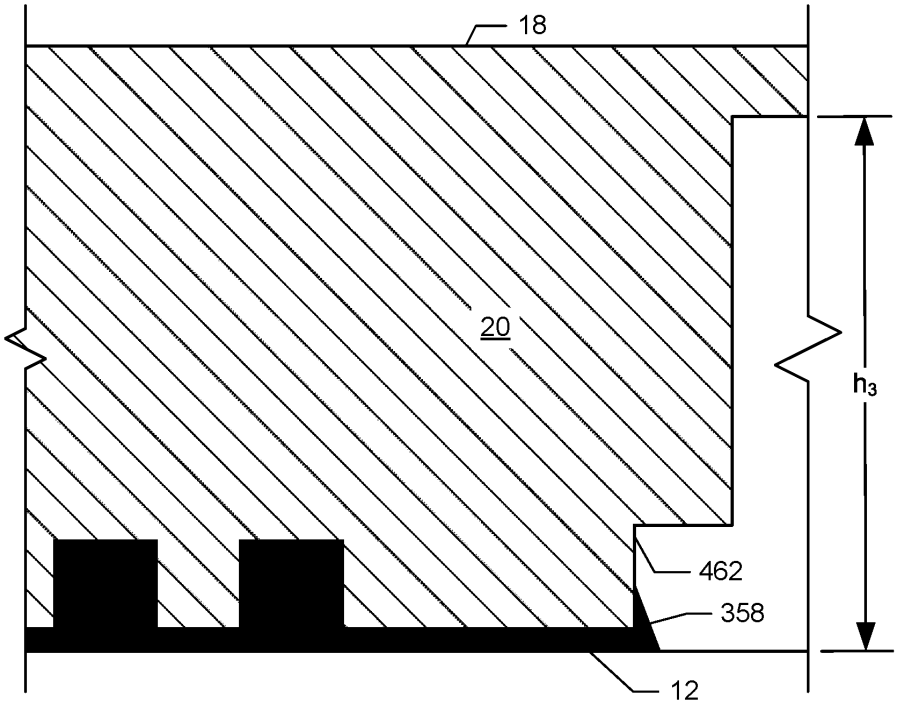
도면3a



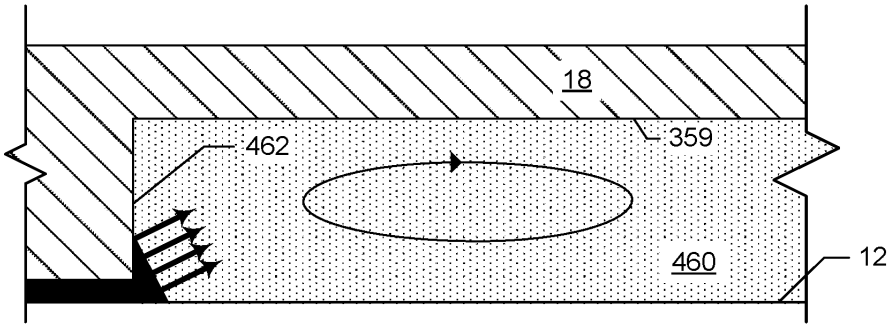
도면3b



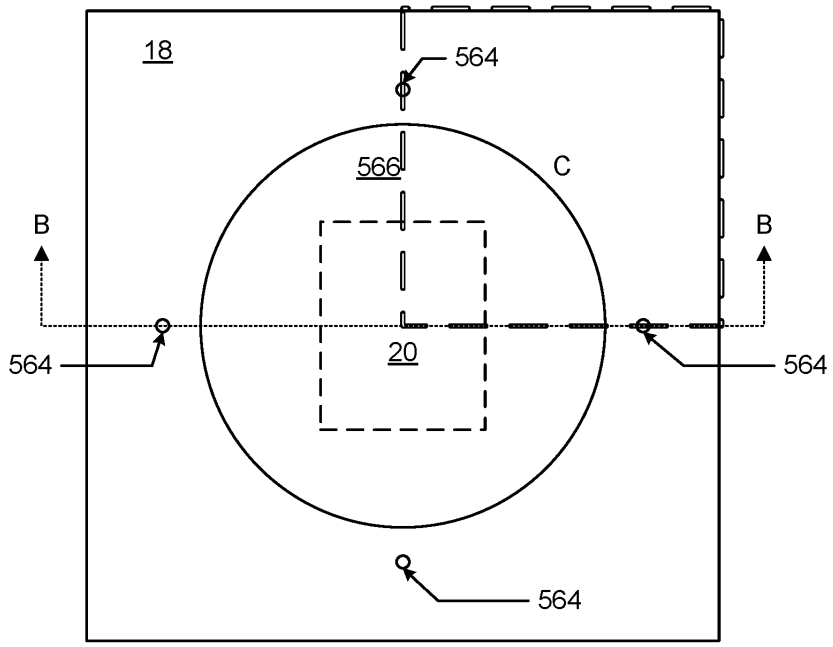
도면3c



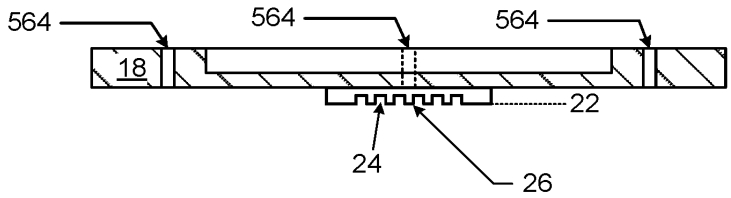
도면4



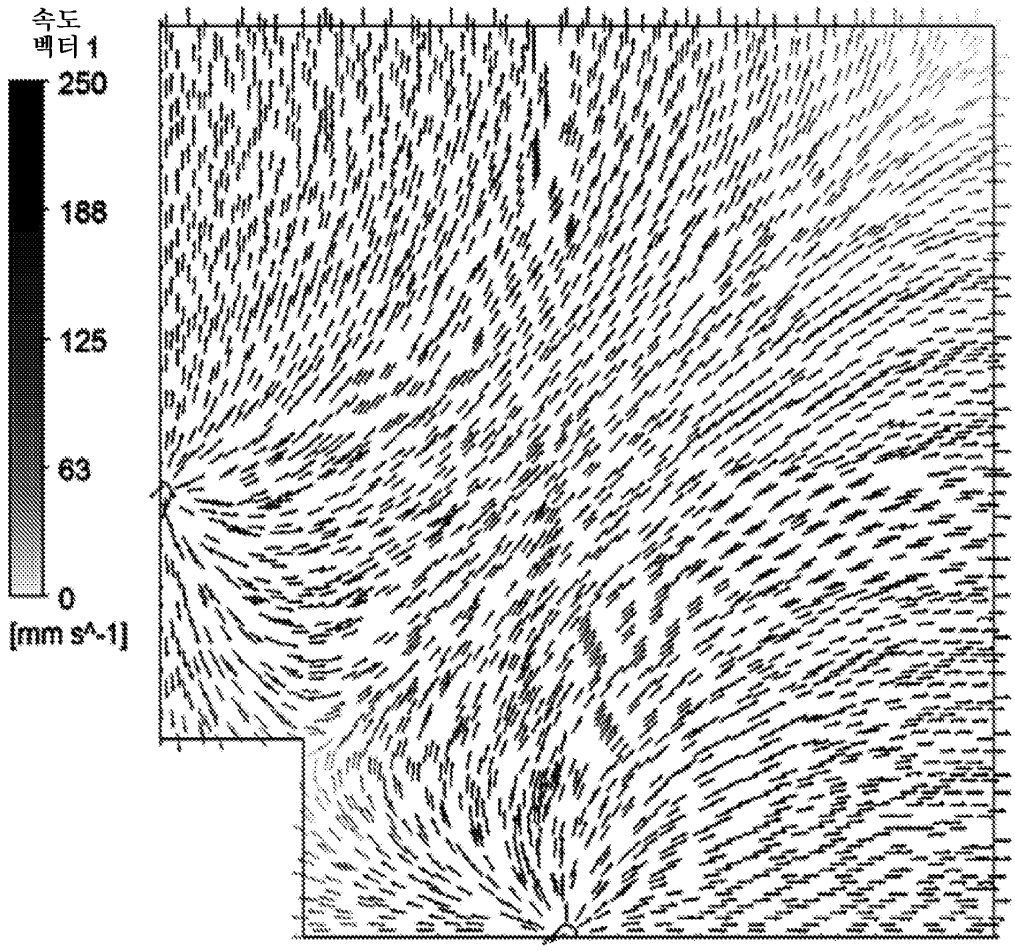
도면5a



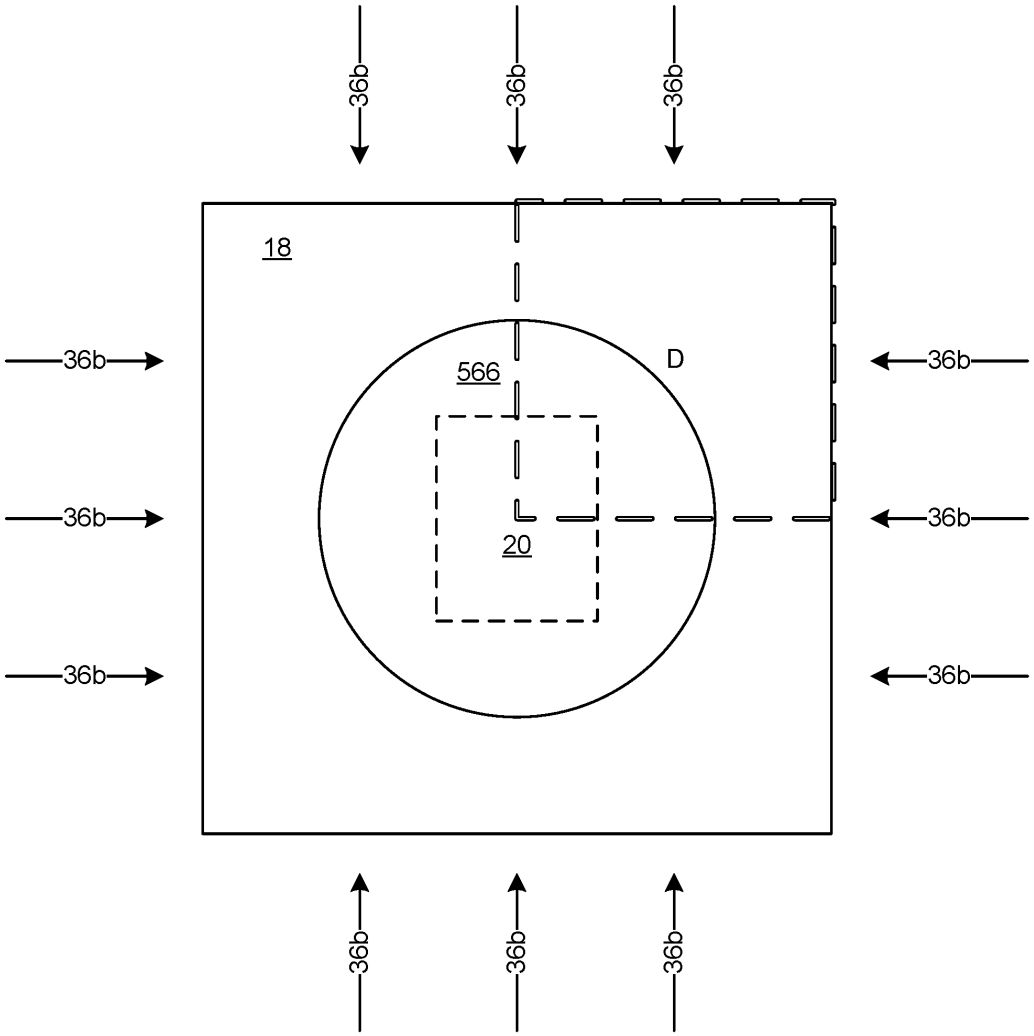
도면5b



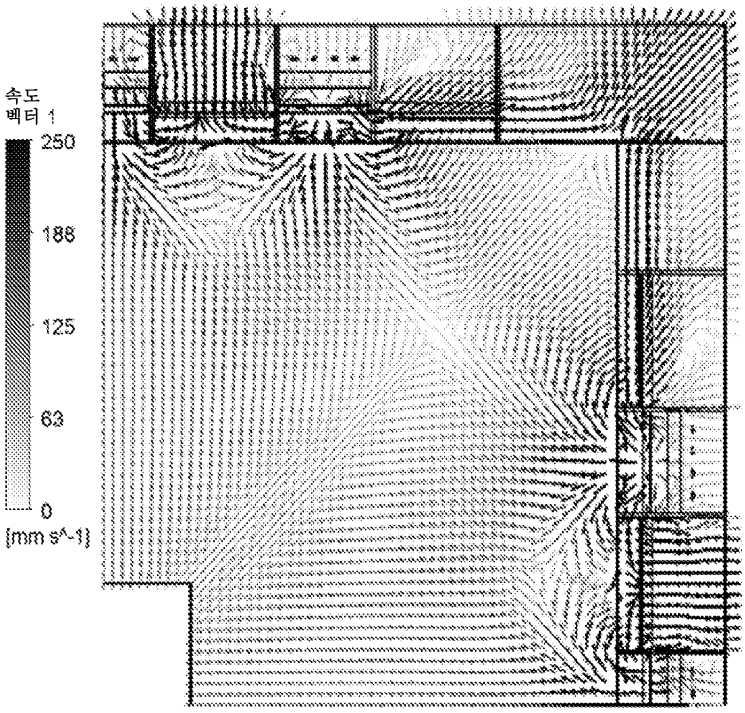
도면5c



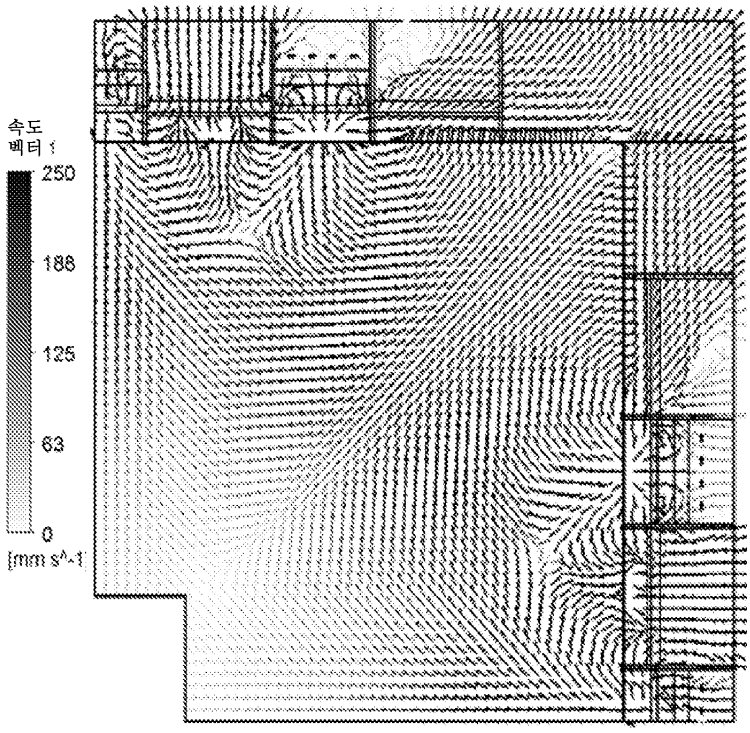
도면5d



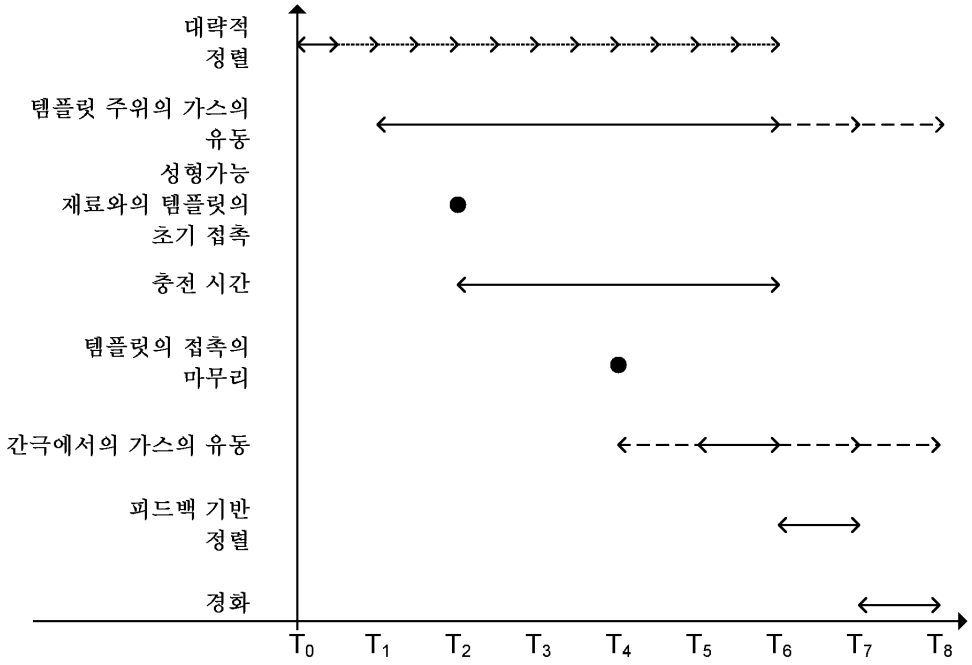
도면5e



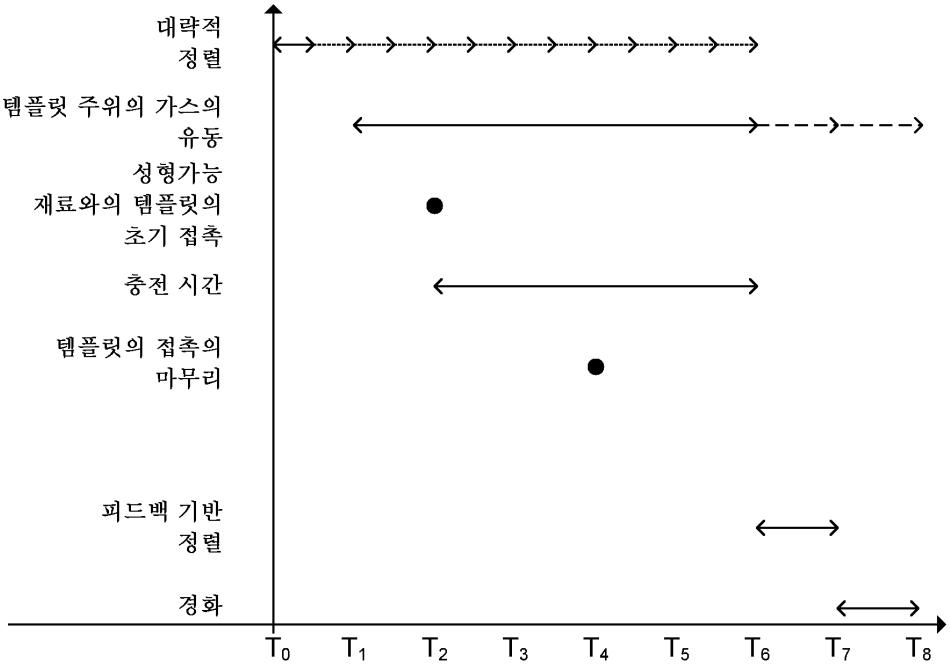
도면5f



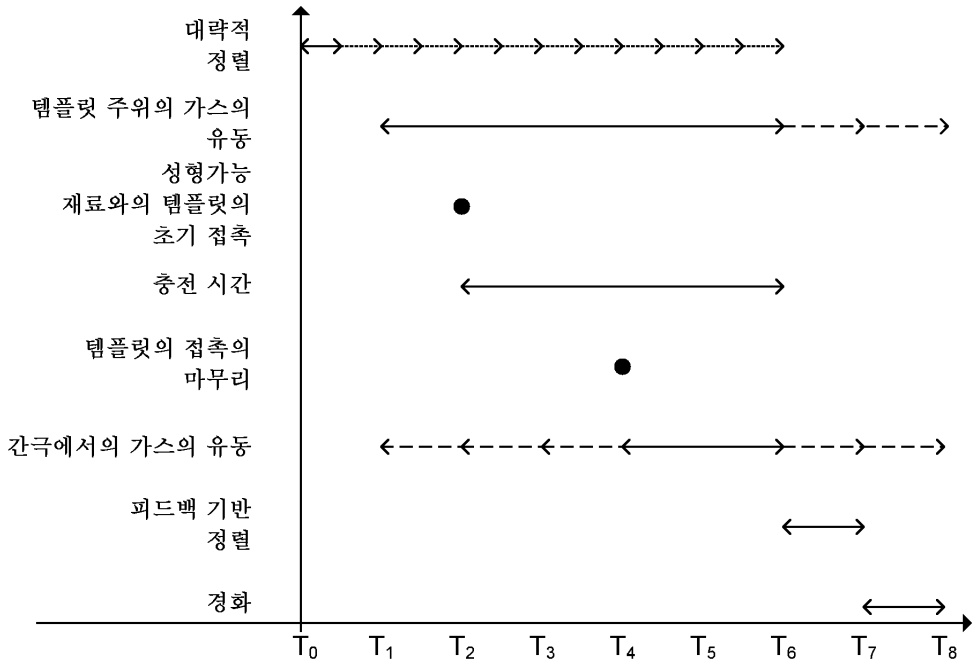
도면6a


대략적
정렬
템플릿 주위의 가스의
유동
성형가능
재료와의 템플릿의
초기 접촉
충전 시간
템플릿의 접촉의
마무리
간극에서의 가스의 유동
피드백 기반
정렬
경화
T0
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8

도면6b

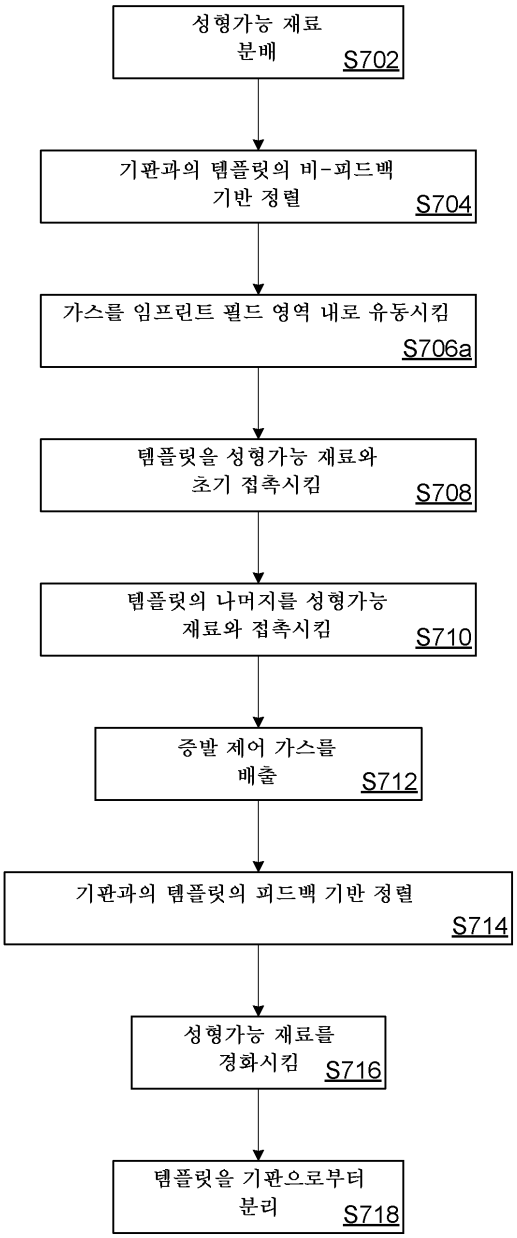

대략적
정렬
템플릿 주위의 가스의
유동
성형가능
재료와의 템플릿의
초기 접촉
충전 시간
템플릿의 접촉의
마무리
피드백 기반
정렬
경화
T0
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8

도면6c


대략적
정렬
템플릿 주위의 가스의
유동
성형가능
재료와의 템플릿의
초기 접촉
충전 시간
템플릿의 접촉의
마무리
간극에서의 가스의 유동
피드백 기반
정렬
경화
T0
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8

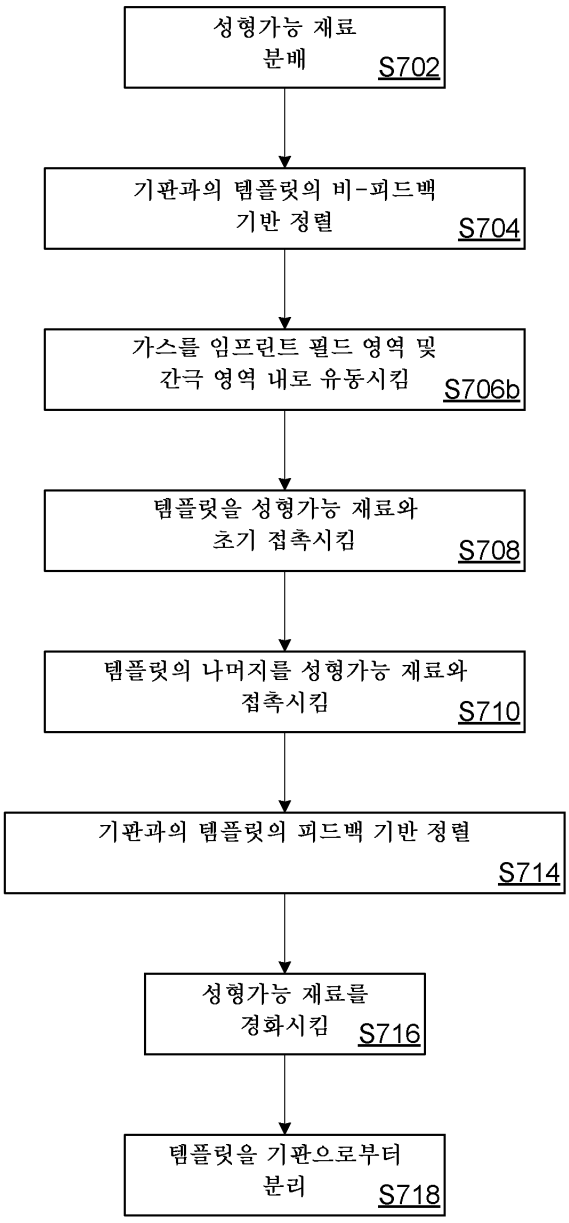
도면7a

700a


성형가능 재료 분배
S702
기판과의 템플릿의 비-피드백 기반 정렬
S704
가스를 임프린트 필드 영역 내로 유동시킴
S706a
템플릿을 성형가능 재료와 초기 접촉시킴
S708
템플릿의 나머지를 성형가능 재료와 접촉시킴
S710
증발 제어 가스를 배출
S712
기판과의 템플릿의 피드백 기반 정렬
S714
성형가능 재료를 경화시킴
S716
템플릿을 기판으로부터 분리
S718

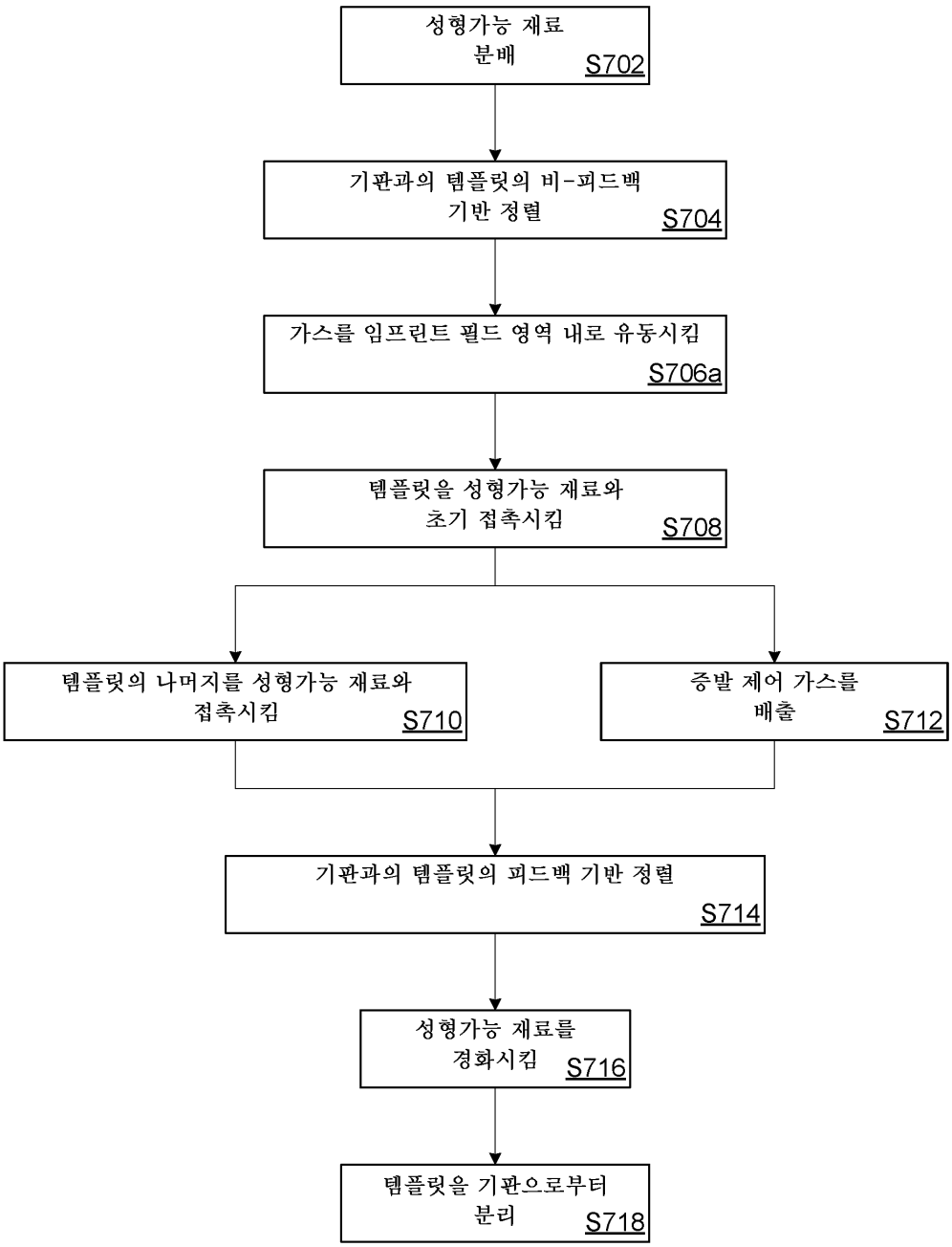
도면7b

700b

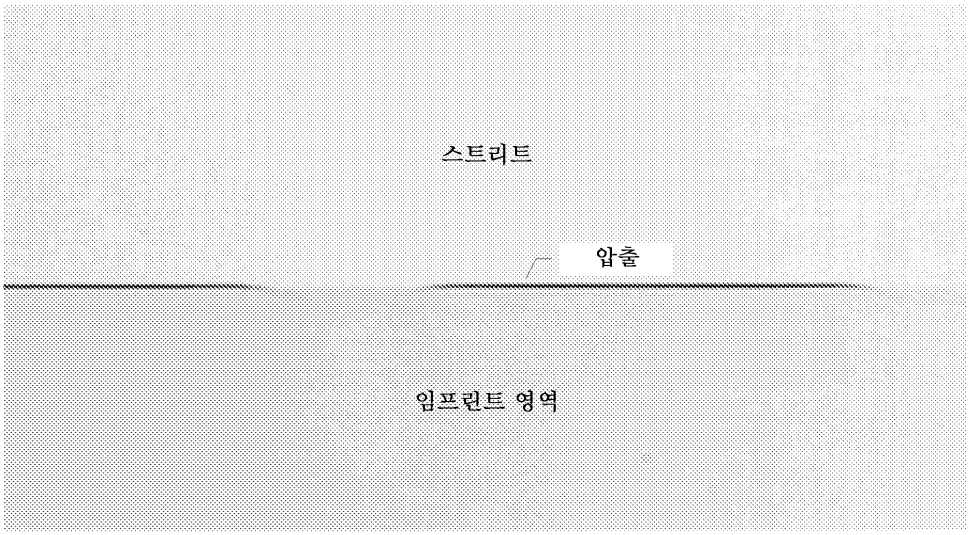
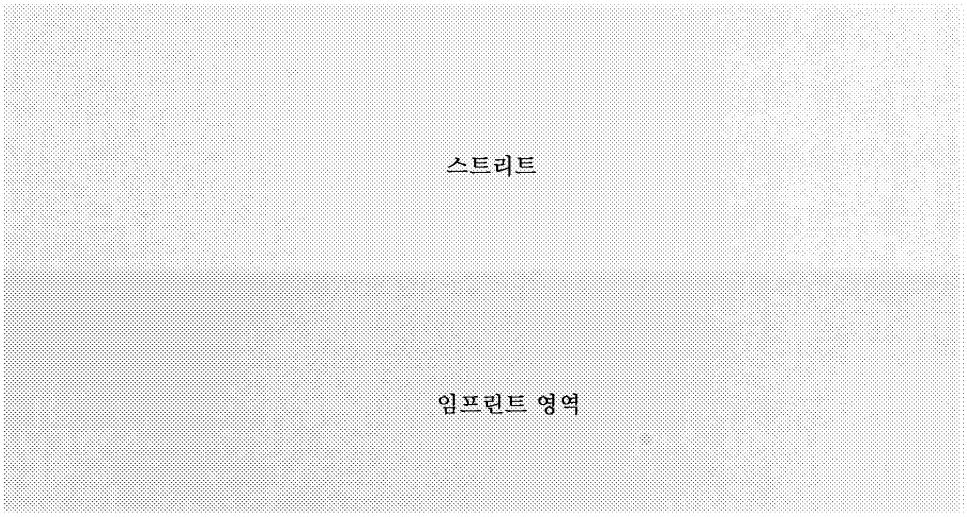

성형가능 재료 분배
S702
기판과의 템플릿의 비-피드백 기반 정렬
S704
가스를 임프린트 필드 영역 및 간극 영역 내로 유동시킴
S706b
템플릿을 성형가능 재료와 초기 접촉시킴
S708
템플릿의 나머지를 성형가능 재료와 접촉시킴
S710
기판과의 템플릿의 피드백 기반 정렬
S714
성형가능 재료를 경화시킴
S716
템플릿을 기판으로부터 분리
S718

도면7c

700c


성형가능 재료 분배
S702
기판과의 템플릿의 비-피드백 기반 정렬
S704
가스를 임프린트 필드 영역 내로 유동시킴
S706a
템플릿을 성형가능 재료와 초기 접촉시킴
S708
템플릿의 나머지를 성형가능 재료와 접촉시킴
S710
증발 제어 가스를 배출
S712
기판과의 템플릿의 피드백 기반 정렬
S714
성형가능 재료를 경화시킴
S716
템플릿을 기판으로부터 분리
S718

도면8a



도면8b