



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0026063  
(43) 공개일자 2020년03월10일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/00 (2006.01)<br/>G03F 7/16 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G03F 7/70141 (2013.01)<br/>G03F 7/0002 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0102092<br/>(22) 출원일자 2019년08월21일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장<br/>16/118,794 2018년08월31일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>캐논 가부시끼가이샤<br/>일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고</p> <p>(72) 발명자<br/>타박콜리 커마니 가리에할리 아미르<br/>미국 78708 텍사스주 오스틴 피오 박스 81536</p> <p>(74) 대리인<br/>장수길, 이중희</p> |
|--|---|

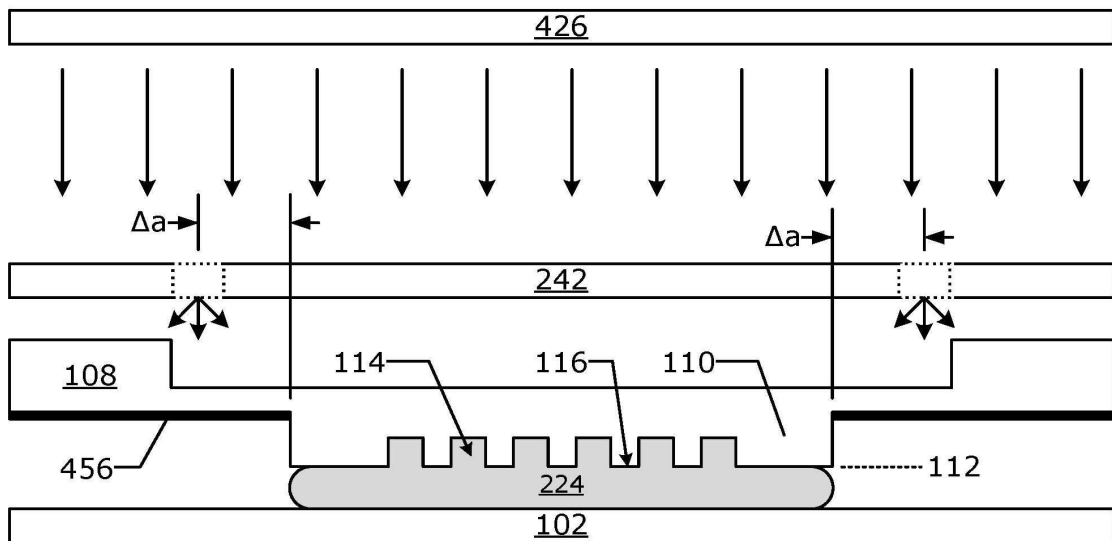
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **임프린트 필드의 에지를 구배 선량으로 조명하기 위한 시스템 및 방법**

**(57) 요약**

기판 상의 성형가능 재료를 템플릿에 의해 임프린팅하는 시스템 및 방법. 성형가능 재료를 겔화 방사선 분포 패턴으로 조명한다. 겔화 방사선 분포 패턴은 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 겔화 선량을 갖는다.

**대표도** - 도4f



(52) CPC특허분류

*G03F 7/168* (2013.01)

*G03F 7/203* (2013.01)

*G03F 7/707* (2013.01)

*H01L 21/027* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

템플릿으로 성형가능 재료를 임프린팅하도록 구성된 임프린팅 시스템이며, 상기 임프린팅 시스템은, 상기 템플릿을 보유지지하도록 구성되는 템플릿 척과;

기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 척과;

템플릿을 상기 기관 상의 상기 성형가능 재료에 접촉시키도록 구성되는 위치결정 시스템과;

- 상기 템플릿은 패턴링 특징부를 포함하는 패턴 영역을 가짐 -;
- 상기 패턴 영역은 상기 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함함 -;
- 상기 경계 에지는 복수의 코너 및 상기 복수의 코너의 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함함 -;

상기 성형가능 재료를 겔화(gelling) 방사선 분포 패턴으로 조명하도록 구성된 조명 시스템

- 상기 조명 시스템은 복수의 개구를 갖고, 상기 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 상기 템플릿의 상기 복수의 코너 중의 2개의 코너로부터 등거리에 위치됨 -;

- 상기 겔화 방사선 분포 패턴은 상기 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 구배 선량을 갖는 겔화 선량을 가짐 -

을 포함하는 임프린팅 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구배 선량은 상기 경계 에지의 상기 복수의 코너의 각각에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 점진적으로 변화하는 임프린팅 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 구배 선량은 상기 경계 에지의 상기 복수의 코너의 각각에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 단계적으로 변화하는 임프린팅 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 조명 시스템은 상기 패턴 영역을 겔화 방사선 분포 패턴으로 조명하도록 더 구성되는 임프린팅 시스템.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 조명 시스템은,

상기 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하는 화학 에너지 공급원과;

공간 필터로서,

상기 화학 에너지 공급원과 상기 템플릿 사이의 광학 경로 내의 제1 위치; 및

상기 화학 에너지 공급원과 상기 템플릿 사이의 상기 광학 경로 내가 아닌 제2 위치

에 배치되도록 구성되는, 공간 필터를 포함하고;

상기 공간 필터가 상기 제1 위치에 있을 때, 상기 화학 에너지 공급원은 상기 템플릿의 상기 경계 에지에서 상

기 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하도록 구성되며;

상기 공간 필터가 상기 제2 위치에 있을 때, 상기 화학 에너지 공급원은 상기 패턴 영역 내에 상기 경화 방사선 분포 패턴을 생성하도록 구성되는 임프린팅 시스템.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 복수의 개구 중의 각각의 개구는 상기 공간 필터가 상기 제1 위치에 있을 때 상기 템플릿의 상기 경계 에지로부터 오프셋되는 임프린팅 시스템.

**청구항 7**

제4항에 있어서, 상기 조명 시스템은,

상기 경화 방사선 분포 패턴을 생성하는 제1 화학 에너지 공급원과;

상기 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하는 제2 화학 에너지 공급원을 포함하는 임프린팅 시스템.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 제2 화학 에너지 공급원은 복수의 에너지 공급원을 포함하고, 상기 복수의 에너지 공급원의 각각은 상기 복수의 개구 중의 하나의 개구와 연관되고, 상기 복수의 에너지 공급원 중의 각각의 에너지 공급원은 상기 복수의 코너 중의 2개의 코너에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지 중 하나의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 점진적으로 변화하는 상기 구배 선량의 일부를 생성하는 임프린팅 시스템.

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 제2 화학 에너지 공급원은 복수의 에너지 공급원을 포함하고, 상기 복수의 에너지 공급원의 각각은 상기 복수의 개구 중의 하나의 개구와 연관되고, 상기 복수의 에너지 공급원 중의 각각의 에너지 공급원은 상기 복수의 코너 중의 2개의 코너에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지 중 하나의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 단계적으로 변화하는 상기 구배 선량의 일부를 생성하는 임프린팅 시스템.

**청구항 10**

패터닝 특징부를 포함하는 패턴 영역을 갖는 템플릿에 의해 기관 상의 성형가능 재료를 임프린팅하도록 구성되는 임프린팅 방법이며, 상기 패턴 영역은 상기 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함하고, 상기 경계 에지는 복수의 코너 및 상기 복수의 코너의 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함하고, 상기 방법은,

상기 템플릿을 상기 기관 상의 상기 성형가능 재료에 접촉시키는 단계와;

겔화 방사선 분포 패턴으로 상기 성형가능 재료를 조명하는 단계로서, 상기 겔화 방사선 분포 패턴은 상기 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 구배 선량을 갖는 겔화 선량을 갖는, 조명 단계와;

- 상기 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 개구로부터 나오고, 상기 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 상기 템플릿의 상기 복수의 코너 중의 2개의 코너로부터 등거리에 위치됨 -

상기 패턴 영역을 경화 방사선 분포 패턴으로 조명하는 단계를 포함하는 임프린팅 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 구배 선량은 상기 경계 에지의 상기 복수의 코너의 각각에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 점진적으로 변화하는 임프린팅 방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 구배 선량은 상기 경계 에지의 상기 복수의 코너의 각각에서의 상기 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 상기 중심에서의 상기 피크 겔화 선량까지 단계적으로 변화하는 임프린팅 방법.

**청구항 13**

제10항에 있어서, 상기 방법은

상기 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 화학 에너지 공급원과 상기 템플릿 사이의 광학 경로 내의 제1 위치에 공간 필터를 배치하는 단계와;

상기 패턴 영역을 상기 경화 방사선 분포 패턴으로 조명하기 위해 상기 화학 에너지 공급원과 상기 템플릿 사이의 상기 광학 경로 내가 아닌 제2 위치에 상기 공간 필터를 배치하는 단계를 더 포함하는 임프린팅 방법.

**청구항 14**

제10항에 있어서,

제1 화학 에너지 공급원이 상기 패턴 영역을 상기 경화 방사선 분포 패턴으로 조명하기 위해 사용되며;

제2 화학 에너지 공급원이 상기 패턴 영역을 상기 경화 방사선 분포 패턴으로 조명하기 위해 사용되는 임프린팅 방법.

**청구항 15**

임프린팅 방법에 의해 물품을 제조하는 방법이며, 상기 임프린팅 방법은 패턴링 특징부를 포함하는 패턴 영역을 갖는 템플릿으로 기관 상의 성형가능 재료를 임프린팅하도록 구성되고, 상기 패턴 영역은 상기 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함하고, 상기 경계 에지는 복수의 코너 및 상기 복수의 코너의 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함하고, 상기 물품을 제조하는 방법은,

상기 템플릿을 상기 기관 상의 상기 성형가능 재료에 접촉시키는 단계와;

겔화 방사선 분포 패턴으로 상기 성형가능 재료를 조명하는 단계로서, 상기 겔화 방사선 분포 패턴은 상기 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 상기 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 구배 선량을 갖는 겔화 선량을 갖는, 조명 단계와;

- 상기 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 개구로부터 나오고, 상기 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 상기 템플릿의 상기 복수의 코너 중의 2개의 코너로부터 등거리에 위치됨 -

상기 패턴 영역을 경화 방사선 분포 패턴으로 조명하는 단계와;

상기 패턴이 형성된 상기 기관을 처리하는 단계로서, 상기 물품은 상기 처리된 기관으로부터 제조되는, 처리 단계를 포함하는 물품을 제조하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시내용은 임프린팅 필드의 에지를 조명하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 나노-제조(nano-fabrication)는 100 나노미터 이하 정도의 특징부를 갖는 매우 소형 구조체의 제조를 포함한다. 나노-제조가 상당한 영향을 끼쳐온 하나의 용례는 집적 회로의 제조이다. 반도체 가공 산업은 기관에 형성된 단위 면적 당 회로를 증가시키면서 더 큰 생산 수율을 얻기 위해서 계속 노력하고 있다. 나노-제조에서의 개선은 형성된 구조물의 최소 특징부 치수의 지속적인 감소를 허용하면서도 더 큰 공정 제어 및/또는 개선된 처리량을 제공한다.

[0003] 오늘날 사용되는 하나의 나노-제조 기술은 통상적으로 나노임프린트 리소그래피라 지칭된다. 나노임프린트 리소그래피는 예를 들어 통합된 디바이스의 하나 이상의 층을 제조하는 것을 포함하는 다양한 용례에서 유용하다. 통합된 디바이스의 예는 CMOS 로직, 마이크로프로세서, NAND 플래시 메모리, NOR 플래시 메모리, DRAM 메모리, MRAM, 3D 크로스-포인트 메모리, Re-RAM, Fe-RAM, STT-RAM, MEMS 등을 포함하지만 이들로 제한되지 않는다. 예시적인 나노임프린트 리소그래피 시스템 및 공정이 미국 특허 제8,349,241호, 미국 특허 제8,066,930호, 및 미국 특허 제6,936,194호에 상세히 설명되어 있으며, 이들 모두는 본 명세서에 참조로 통합되어 있다.

[0004] 전술한 특허의 각각에 개시된 나노임프린트 리소그래피 기술은 성형가능 재료 (중합가능) 층 내에 릴리프 패턴

을 형성하는 것 그리고 릴리프 패턴에 대응하는 패턴을 하부 기판 내로 그리고/또는 하부 기판 상으로 전사하는 것을 포함한다. 패턴닝 공정은 기판으로부터 이격된 템플릿을 사용하며, 템플릿과 기판 사이에 성형가능 액체가 도포된다. 성형가능 액체는 성형가능 액체에 접촉하는 템플릿의 표면의 형상과 일치하는 패턴을 갖는 고품층을 형성하도록 응고된다. 응고 이후, 템플릿은 템플릿 및 기판이 이격되도록 응고된 층으로부터 분리된다. 기판 및 응고된 층은 그 후 응고된 층의 패턴에 대응하는 릴리프 상을 기판에 전사하기 위해 에칭 공정 같은 추가적인 공정을 거친다. 패턴닝된 기판은 예를 들어, 경화, 산화, 층 형성, 퇴적, 도핑, 평탄화, 에칭, 성형가능 재료 제거, 다이싱, 본딩, 및 패키징 등을 포함하는 디바이스 (물품) 제조를 위한 공지된 단계 및 공정을 더 거칠 수 있다.

[0005] 상기 임프린팅 공정은 성형가능 재료가 템플릿 아래로부터 누출될 때 압출물을 생성할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0006] 적어도 제1 실시예는 성형가능 재료를 템플릿으로 임프린팅하도록 구성된 임프린팅 시스템일 수 있다. 임프린팅 시스템은 템플릿을 보유지하하도록 구성된 템플릿 척을 포함할 수 있다. 임프린팅 시스템은 기판을 보유지하하도록 구성된 기판 척을 더 포함할 수 있다. 임프린팅 시스템은 상기 기판 상의 성형가능 재료와 템플릿을 접촉시키도록 구성된 위치결정 시스템을 더 포함할 수 있다. 템플릿은 패턴닝 특징부를 포함하는 패턴 영역을 가질 수 있다. 패턴 영역은 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함할 수 있다. 경계 에지는 복수의 코너와 복수의 코너 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함할 수 있다. 임프린팅 시스템은 겔화 방사선 분포 패턴으로 성형가능 재료를 조명하도록 구성된 조명 시스템을 더 포함할 수 있다. 조명 시스템은 복수의 개구를 포함할 수 있다. 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 템플릿의 복수의 코너 중 2개의 코너로부터 등거리에 위치될 수 있다. 겔화 방사선 분포 패턴은 경계 에지의 복수의 코너 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 선량을 갖는 겔화 선량을 가질 수 있다.

[0007] 제1 실시예의 일 양태에서, 구배 선량은 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량으로 점진적으로 변화할 수 있다.

[0008] 제1 실시예의 일 양태에서, 구배 선량은 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량으로 단계적으로 변화할 수 있다.

[0009] 제1 실시예의 일 양태에서, 임프린팅 시스템은 성형가능 재료를 분배하도록 구성된 분배기를 더 포함할 수 있다.

[0010] 제1 실시예의 일 양태에서, 조명 시스템은 또한 겔화 방사선 분포 패턴을 패턴 영역에 조명하도록 구성될 수 있다.

[0011] 제1 실시예의 일 양태에서, 조명 시스템은 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하는 화학 에너지 공급원; 및 화학 에너지 공급원과 템플릿 사이의 광학 경로 내의 제1 위치와 화학 에너지 공급원과 템플릿 사이의 광학 경로 내가 아닌 제2 위치에 배치되도록 구성될 수 있는 공간 필터를 포함할 수 있다. 공간 필터가 제1 위치에 있을 때, 화학 에너지 공급원은 템플릿의 경계 에지에서 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하도록 구성된다. 공간 필터가 제2 위치에 있을 때, 화학 에너지 공급원은 패턴 영역 내에 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하도록 구성된다.

[0012] 제1 실시예의 양태에서, 공간 필터는 복수의 개구를 포함할 수 있다.

[0013] 제1 실시예의 양태에서, 복수의 개구 중 각각의 개구는 공간 필터가 제1 위치에 있을 때 템플릿의 경계 에지로부터 오프셋될 수 있다.

[0014] 제1 실시예의 양태에서, 템플릿은 복수의 경계 에지에 의해 경계 지어진 영역의 외측의 겔화 방사선 분포 패턴을 흡수 또는 반사하는 광 차단 재료를 포함할 수 있다.

[0015] 제1 실시예의 일 양태에서, 복수의 개구의 각각은 타원형, 직사각형 또는 원형일 수 있다.

- [0016] 제1 실시예의 일 양태에서, 조명 시스템은 경화 방사선 분포 패턴을 생성하는 제1 화학 에너지 공급원; 및 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하는 제2 화학 에너지 공급원을 포함할 수 있다.
- [0017] 제1 실시예의 일 양태에서, 조명 시스템은 제1 화학 에너지 공급원 및 제2 화학 에너지 공급원 모두로부터의 에너지를 단일 광학 경로 상으로 조합하는 광학 조합기를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 제1 실시예의 양태에서, 제2 화학 에너지 공급원은 복수의 에너지 공급원을 포함한다. 복수의 에너지 공급원의 각각은 복수의 개구 중 하나의 개구와 연관될 수 있다. 복수의 에너지 공급원 중 각각의 에너지 공급원은, 복수의 코너 중 2개의 코너에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지 중 하나의 중심에서의 피크 겔화 선량으로 점진적으로 변화하는 구배 선량의 일부를 생성한다.
- [0019] 제1 실시예의 일 양태에서, 제2 화학 에너지 공급원은 복수의 에너지 공급원을 포함할 수 있다. 복수의 에너지 공급원의 각각은 복수의 개구 중 하나의 개구와 연관될 수 있다. 복수의 에너지 공급원 중 각각의 에너지 공급원은 복수의 코너 중 2개의 코너에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지 중 하나의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 단계적으로 변화하는 구배 선량의 일부를 생성한다.
- [0020] 적어도 제2 실시예는 패턴링 특징부를 포함하는 패턴 영역을 갖는 템플릿으로 기관 상에 성형가능 재료를 임프린팅하도록 구성된 임프린팅 방법일 수 있다. 패턴 영역은 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함할 수 있다. 경계 에지는 복수의 코너와 복수의 코너 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 템플릿을 상기 기관 상의 성형가능 재료와 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 성형가능 재료를 겔화 방사선 분포 패턴으로 조명하는 단계를 더 포함할 수 있다. 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화하는 구배 선량을 갖는 겔화 선량을 가질 수 있다. 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 개구로부터 나올 수 있다. 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 템플릿의 복수의 코너 중 2개의 코너로부터 등거리에 위치될 수 있다. 상기 방법은 경화 방사선 분포 패턴으로 패턴 영역을 조명하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 제2 실시예의 일 양태에서, 구배 선량은 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량으로 점진적으로 변화할 수 있다.
- [0022] 제2 실시예의 일 양태에서, 구배 선량은 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량으로 단계적으로 변화할 수 있다.
- [0023] 제2 실시예의 일 양태에서, 상기 방법은 화학 에너지 공급원과 템플릿 사이의 광학 경로 내의 제1 위치에 공간 필터를 배치하여 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 경화 방사선 분포 패턴으로 패턴 영역을 조명하기 위해 화학 에너지 공급원과 템플릿 사이의 광학 경로 내가 아닌 제2 위치에 공간 필터를 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 제2 실시예의 일 양태에서, 제1 화학 에너지 공급원이 경화 방사선 분포 패턴으로 패턴 영역을 조명하기 위해서 사용될 수 있다. 제2 화학 에너지 공급원이 경화 방사선 분포 패턴으로 패턴 영역을 조명하기 위해서 사용될 수 있다.
- [0025] 적어도 제3 실시예는 임프린팅 방법으로 물품을 제조하는 방법일 수 있다. 임프린팅 방법은 패턴링 특징부를 포함하는 패턴 영역을 갖는 템플릿을 사용하여 성형가능 재료를 기관 상에 임프린팅하도록 구성될 수 있다. 패턴 영역은 패턴 영역을 둘러싸는 경계 에지를 포함한다. 경계 에지는 복수의 코너와 복수의 코너의 각각을 연결하는 복수의 에지를 포함한다. 물품을 제조하는 방법은 템플릿을 기관 상의 성형가능 재료와 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다. 물품을 제조하는 방법은 성형가능 재료를 겔화 방사선 분포 패턴으로 조명하는 단계를 더 포함할 수 있다. 겔화 방사선 분포 패턴은, 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심에서의 피크 겔화 선량까지 변화할 수 있는 구배 선량을 갖는 겔화 선량을 갖는다. 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 개구로부터 나올 수 있다. 복수의 개구 중의 각각의 개구는 겔화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용되는 템플릿의 복수의 코너 중 2개의 코너로부터 등거리에 위치될 수 있다. 물품을 제조하는 방법은 경화 방사선 분포 패턴으로 패턴 영역을 조명하는 단계를 더 포함할 수 있다. 물품을 제조하는 방법은 패턴이 형성된 기관을 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다. 물품은 처리된 기관으로부터 제조될 수 있다.
- [0026] 본 개시내용의 이들과 다른 목적, 특징 및 장점은 첨부 도면 및 제공된 청구항과 함께 취해질 때 본 개시내용의 예시적인 실시예에 대한 이하의 상세한 설명을 판독하면 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0027] 본 발명의 특징 및 장점이 상세히 이해될 수 있도록, 첨부 도면에 도시된 실시예를 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 첨부 도면은 단지 본 발명의 전형적인 실시예를 예시하고 있을 뿐이며, 본 발명은 동일하게 유효한 다른 실시예를 허용할 수 있으므로, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안된다는 것에 유의해야 한다.

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

도 2는 템플릿 아래의 성형가능 재료의 확산을 도시하는 확산 카메라로부터의 스냅샷의 예시이다.

도 3a 내지 도 3c는 성형가능 재료가 경계 에지의 상이한 부분을 향해 확산할 때의 성형가능 재료의 현미경사진이다.

도 4a 내지 도 4i는 실시예에서 사용되는 공간 필터, 방사선 분포, 및 시스템의 예시이다.

도 5a 내지 도 5c는 실시예에서 사용되는 성형가능 재료의 점도, 선량, 강도 및 노광 시간의 예시이다.

도 6은 실시예에서 사용되는 방법의 예시이다.

도면에 걸쳐, 동일한 참조 번호 및 문자는 달리 언급되지 않는 한 도시된 실시예의 유사한 특징, 요소, 성분 또는 부분을 나타내기 위해 사용된다. 또한, 이제 본 개시내용은 도면을 참조하여 상세히 설명되지만, 이는 예시된 예시적인 실시예와 관련하여 이루어진다. 첨부된 청구항에 의해 정의된 본 개시내용의 진정한 범위 및 사상 내에서 설명된 예시적인 실시예에 대해 변경 및 수정이 이루어질 수 있는 것으로 의도된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0028] 전처리된 패터닝 표면을 보호하면서 측벽 상에 압출물이 형성되는 것을 방지하거나 측벽으로부터 압출물을 제거하는 시스템 및/또는 방법이 요구된다.

[0029] 나노임프린트 시스템

[0030] 도 1은 실시예가 구현될 수 있는 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)의 예시이다. 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)은 기관(102) 상에 릴리프 패턴을 형성하기 위해 사용된다. 기관(102)은 기관 척(104)에 결합될 수 있다. 기관 척(104)은 진공 척, 핀-타입 척, 홈-타입 척, 정전식 척, 전자기식 척, 및/또는 기타 등등일 수 있지만 이에 한정되지 않는다.

[0031] 기관(102) 및 기관 척(104)은 기관 위치결정 스테이지(106)에 의해 더 지지될 수 있다. 기관 위치결정 스테이지(106)는 x, y, z,  $\theta$  및  $\phi$  축 중 하나 이상을 따라 병진 및/또는 회전 운동을 제공할 수 있다. 기관 위치결정 스테이지(106), 기관(102), 및 기관 척(104)은 또한 기부(도시되지 않음) 상에 위치될 수 있다. 기관 위치결정 스테이지는 위치결정 시스템의 일부일 수 있다.

[0032] 템플릿(108)이 기관(102)으로부터 이격되어 있다. 템플릿(108)은 기관(102)을 향해서 연장되는 (몰드로도 지칭되는) 메사(110)를 갖는 본체를 포함할 수 있다. 메사(110)는 그 위에 패터닝 표면(112)을 가질 수 있다. 대안적으로, 템플릿(108)이 메사(110) 없이 형성될 수 있고, 그러한 경우에 기관(102)에 대면하는 템플릿의 표면은 몰드(110)와 동등하고, 패터닝 표면(112)은 기관(102)에 대면하는 템플릿(108)의 해당 표면이다.

[0033] 템플릿(108) 및/또는 몰드(110)는 용융 실리카, 석영, 실리콘, 유기 폴리머, 실록산 폴리머, 붕규산염 유리, 플루오로카본 폴리머, 금속, 경화 사파이어 및/또는 기타 등등을 포함하지만 이것으로 제한되지 않는 재료로 형성될 수 있다. 패터닝 표면(112)은 복수의 이격된 템플릿 리세스(114) 및/또는 템플릿 돌출부(116)에 의해 형성된 패턴 영역의 특징부를 포함하지만, 본 발명의 실시예는 이러한 구성으로 한정되지 않는다(예를 들어, 평면형 표면). 패터닝 표면(112)은 기관(102) 상에 형성된 패턴의 기초부를 형성하는 패턴을 형성한다. 대안적인 실시예에서, 패터닝 표면(112)은 특징부가 없으며, 이 경우에 기관 상에 평면형 표면이 형성된다. 경계 에지는 패터닝 표면(112)의 패터닝 영역을 둘러싼다. 경계 에지는 복수의 코너(사변형(즉, 직사각형) 패터닝 영역을 위한 4개의 코너) 및 복수의 에지에 의해 형성된다. 경계 에지의 각각의 에지는 2개의 코너를 연결한다. 일 실시예에서, 메사(110)의 에지 및 코너는 경계 에지를 형성한다. 일 실시예에서, 경계 에지는 메사(110)의 에지 및 코너로부터 삼입된다.

[0034] 템플릿(108)은 템플릿 척(118)에 결합될 수 있다. 템플릿 척(118)은 진공 척, 핀-타입 척, 홈-타입 척, 정전식

척, 전자기식 척 및/또는 다른 유사 척 타입일 수 있지만 이것으로 한정되지 않는다. 템플릿 척(118)은 템플릿(108)에 걸쳐 변화하는 템플릿(108)에 응력, 압력 및/또는 변형을 가하도록 구성될 수 있다. 템플릿 척(118)은 임프린트 헤드에 결합될 수 있으며, 임프린트 헤드는 다시 템플릿 척(118), 임프린트 헤드, 및 템플릿(108)이 적어도 z 축 방향, 및 잠재적으로 다른 방향(예를 들어 x, y,  $\theta$ , 및  $\phi$  축)으로 이동가능하도록 브리지(120)에 이동가능하게 결합될 수 있다. 위치결정 시스템은, 브리지를 기관에 대해 이동시키거나 또는 템플릿을 브리지에 대해 이동시킴으로써 템플릿(108)을 이동시키는 하나 이상의 모터를 포함할 수 있다.

[0035] 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)은 유체 분배기(122)를 더 포함할 수 있다. 유체 분배기(122)는 또한 브리지에 이동가능하게 결합될 수 있다. 일 실시예에서, 유체 분배기(122) 및 템플릿 척(120)은 하나 이상의 위치결정 구성요소를 공유한다. 대안적인 실시예에서, 유체 분배기(122) 및 템플릿 척(120)은 서로 독립적으로 이동한다. 유체 분배기(122)는 액체 성형가능 재료(124)(예를 들어, 중합가능 재료)를 패턴으로 기관(102) 상에 퇴적시키기 위해 사용될 수 있다. 부가적인 성형가능 재료(124)가 또한 액적 분배, 스핀-코팅, 팁 코팅, 화학기상증착(CVD), 물리기상증착(PVD), 박막 퇴적, 후막 퇴적, 및/또는 기타 등등과 같은 기술을 이용하여 기관(102) 상에 배치될 수 있다. 성형가능 재료(124)는 설계 고려사항에 따라 요구 체적이 몰드(112)와 기관(102) 사이에 형성되기 전 및/또는 후에 기관(102) 상으로 분배될 수 있다. 성형가능 재료(124)는, 모두 본원에서 참조로 통합되는 미국 특허 제7,157,036호 및 미국 특허 제8,076,386호에서 설명된 바와 같은 단량체를 포함하는 혼합물을 포함할 수 있다.

[0036] 상이한 유체 분배기(122)는 성형가능 재료(124)를 분배하기 위해 상이한 기술을 사용할 수 있다. 성형가능 재료(124)가 분출가능할 때, 잉크젯 타입 분배기가 성형가능 재료를 분배하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 열 잉크 분출, 마이크로전기기계 시스템(MEMS) 기반 잉크 분출, 및 압전 잉크 분출이 분출가능 액체를 분배하기 위한 통상적인 기술이다.

[0037] 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)은 화학 에너지를 노광 경로(128)를 따라 안내하는 에너지 공급원(126)을 더 포함할 수 있다. 임프린트 헤드 및 기관 위치결정 스테이지(106)는 템플릿(108) 및 기관(102)을 노광 경로(128)와 중첩되게 위치결정하도록 구성될 수 있다. 카메라(136)는 카메라(136)의 촬영 필드가 노광 경로(128)와 중첩하도록 마찬가지로 위치결정될 수 있다. 노광 경로 및 카메라(136)의 광학 경로는 빔 조합기/스플리터, 이색성 조합기, 또는 타일링된 개구와 조합될 수 있다.

[0038] 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)은 기관 위치결정 스테이지(106), 임프린트 헤드, 유체 분배기(122), 공급원(126) 및/또는 카메라(136)와 같은 하나 이상의 구성요소 및/또는 서브시스템과 통신하는 하나 이상의 프로세서(132)(제어기)에 의해 조절, 제어 및/또는 관리될 수 있으며, 비일시적 컴퓨터 관독가능 메모리(134)에 저장된 컴퓨터 관독가능 프로그램 내의 명령어에 기초하여 동작할 수 있다. 프로세서(132)는 CPU, MPU, GPU, ASIC, FPGA, DSP, 및 범용 컴퓨터 중 하나 이상일 수 있거나 하나 이상을 포함할 수 있다. 프로세서(132)는 목적형 구축 제어기일 수 있거나 또는 제어기가 되도록 구성될 수 있는 범용 컴퓨터 디바이스일 수 있다. 비일시적 컴퓨터 관독가능 메모리의 예는 RAM, ROM, CD, DVD, 블루-레이, 하드 드라이브, 네트워크형 부착 스토리지(NAS), 인터넷 연결형 비일시적 컴퓨터 관독가능 저장 디바이스, 및 인터넷 연결형 비일시적 컴퓨터 관독가능 저장 디바이스를 포함하지만 이것으로 한정되지 않는다.

[0039] 임프린팅 방법

[0040] 임프린팅 방법은 성형가능 재료를 기관 상에 분배하는 단계를 포함할 수 있다. 위치결정 시스템은 그 다음에 성형가능 재료(124)에 의해 충전되는 요구 체적을 규정하기 위해 임프린트 헤드, 기관 위치결정 스테이지(106) 또는 이들 양자 모두를 이동시켜 몰드(110)의 패터닝 표면(112)과 기관(102) 사이의 거리를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 임프린트 헤드는 몰드(110)가 성형가능 재료(124)와 접촉되도록 템플릿(108)에 힘을 가할 수 있다. 요구 체적이 성형가능 재료(124)로 충전된 후에, 공급원(126)은 에너지, 예를 들어 화학 방사선(UV)을 생성하여, 성형가능 재료(124)가 경화, 응고, 및/또는 교차 결합되게 하여 기관 표면(130) 및 패터닝 표면(112)의 형상에 일치되게 하여, 기관(102) 상에 패터닝된 층을 형성한다. 템플릿(108)이 기관(102) 상의 패터닝된 층을 형성하는 성형가능 재료(124)와 접촉하는 동안 성형가능 재료(124)는 경화된다. 이와 같이, 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)은 임프린팅 공정을 사용하여 패터닝 표면(112) 내의 패턴의 반전물인 리세스 및 돌출부를 갖는 패터닝된 층을 형성한다.

[0041] 임프린팅 방법은 전체 기관을 기초로 또는 기관 표면(130)을 가로질러 확산되어 있는 복수의 임프린트 필드(즉, 샷 영역)에서 반복적으로 수행될 수 있다. 임프린트 필드의 각각은 메사(110) 또는 단지 메사(110)의 패턴 영역과 동일한 크기일 수 있다. 메사(110)의 패턴 영역은 디바이스의 특징부이거나 이후에 디바이스의 특징부를

형성하기 위해 후속 공정에서 사용되는 기관(102) 상의 패턴을 임프린팅하기 위해 사용되는 패턴링 표면(112)의 영역이다. 메사(110)의 패턴 영역은 압출을 방지하기 위해 사용되는 유체 제어 특징부를 포함하거나 포함하지 않을 수 있다. 대안적인 실시예에서, 기관(102)은 기관(102)과 동일한 크기인 오직 하나의 임프린트 필드 또는 메사(110)에 의해 패턴링되는 기관(102)의 영역을 갖는다. 대안적인 실시예에서, 임프린트 필드는 중첩된다. 임프린트 필드의 일부는 기관(102)의 경계와 교차하는 부분 임프린트 필드일 수 있다.

[0042] 패턴링된 층은 각각의 임프린트 필드의 기관 표면(130) 상의 최고 지점 위에 잔류 층 두께(RLT)를 갖는 잔류 층을 갖도록 형성될 수 있다. 패턴링된 층은 또한 소정 두께를 갖는 잔류 층 위로 연장되는 돌출부와 같은 하나 이상의 특징부를 포함할 수 있다. 이들 돌출부는 메사(110) 내의 리세스(114)와 일치한다.

[0043] 압출

[0044] 임프린팅 공정 동안, 압출물이 형성될 수 있는데, 예를 들어 성형가능 재료(124)는 침윤 또는 증착 중 하나 또는 양자 모두를 통해 메사 측벽(452) 상에 축적될 수 있다. 출원인은 측벽 상에 또는 기관 상의 임프린트 필드를 둘러싸는 영역 상에 압출물이 형성되는 것을 방지하는 것이 유리하다는 것을 발견하였다. 성형가능 재료는 템플릿 아래의 패턴 영역 내에서 확산하여 경계 에지에 접근하고 마지막으로 경계 코너에 도달한다. 성형가능 재료가 경계 코너에 도달하기 전에 경계 에지의 에지를 넘어 확산되면, 압출물이 형성될 수 있다.

[0045] 에지 겔화

[0046] 압출물을 방지하는데 도움이 되는 하나의 방법은 성형가능 재료가 경계 에지에 도달함에 따라 성형가능 재료를 부분적으로 경화시켜 성형가능 재료를 증점시키는 것이다(즉, 겔화). 성형가능 재료는 성형가능 재료를 경화 선량보다 작은 화학 방사선의 겔화 선량에 노광시킴으로써 부분적으로 경화될 수 있다. 일 실시예에서, 화학 방사선은 시준되지 않은 UV 광이다. 출원인은 성형가능 재료가 경계 에지의 중심에 도달할 때보다 성형가능 재료가 코너에 도달할 때 성형가능 재료가 더 빠른 속도로 유동하게 하는 것이 유리하다는 것을 발견하였다. 출원인은, 코너에 도달할 때까지 점진적으로 감소하는, 경계 에지의 각각의 중심 부근에서 강도 피크를 갖는 확산 스폿으로 경계 에지의 각각을 조명함으로써 이를 달성하는 방법을 발견하였다. 대안적인 실시예에서, 강도는 경계 에지 중심(448)에서의 피크로부터 단계적으로 변화한다. 이는 단계적인 감쇠 변동을 갖는 공간 필터를 사용함으로써 달성될 수 있다. 이러한 유형의 겔화 방사선 분포 패턴으로 조명되는 동안 그리고 조명된 이후에, 에지의 중간은 코너보다 느린 유동 속도를 갖는다. 출원인은 이것이 압출물을 줄일 수 있고 코너에서 미충전 겔화의 수를 감소시킬 수 있다는 것을 발견하였다.

[0047] 임프린팅 공정 동안, 성형가능 유체는 임프린트 필드의 패턴 영역으로부터 임프린트 필드의 경계 에지로 확산한다. 임프린트 필드의 경계 에지 상의 상이한 위치의 충전 사이에 시간 지연이 있을 수 있다. 이 시간 지연은 도 2에 도시된 바와 같이 에지의 중간으로부터 코너까지의 거리에 따라 증가할 수 있다. 도 2는 템플릿(108) 아래에서 확산되고 패턴 영역의 충전의 다양한 지점에서 경계 에지(238)에 접근하는, 카메라(136)에 의해 얻어지는, 성형가능 재료(124)의 스냅 샷을 도시한다. 경계 에지(238)는 점선으로 도시되어 있다. 도 2에 도시된 패턴 영역은 4개의 경계 코너(240)를 갖는 직사각형이다.

[0048] 성형가능 재료는 기관 상의 소정의 액적 패턴으로 기관 상의 임프린트 필드에 복수의 액적으로서 분배될 수 있다. 기관 임프린트 필드 상의 액적 패턴. 압출물을 방지하기 위해, 액적 패턴은 경계 에지까지 줄곧 연장되지 않을 수 있고, 본 명세서에 참조로 통합되는 미국 특허 공개 2018/0162014에 설명된 바와 같이 경계 에지로부터 삽입되는 액적 에지 압출물(DEE)로 제한될 수 있다. 성형가능 재료(124)가 에지를 충전하는 데 작은 시간 구간이 소요된다. 경계 코너(240)를 충전하기 위해 DEE를 갖는 액적 패턴이 확립되는 경우, 경계 에지(238)를 따라 압출물이 발생할 수 있다. 그러나, DEE를 갖는 액적 패턴이 압출을 방지하도록 확립되면, 경계 코너는 충전되지 않을 수 있다.

[0049] 도 3a 내지 도 3c는 임프린트 필드의 경계 에지(238)를 따른 경화된 성형가능 재료의 현미경사진이다. 도 3a 내지 도 3c에 도시된 예에서, 템플릿(108)은 경계 에지(238)에 유체 제어 특징부(FCF)를 포함한다. FCF는 일부 템플릿이 포함하며 템플릿 아래에서의 성형가능 재료의 유동을 변화시키기 위해 사용되는 특징부이다. 예를 들어, FCF는 기관과 템플릿 사이의 간극을 변화시킴으로써 성형가능 재료가 템플릿 아래에서 유동하는 상대 속도 및 방향을 변화시킬 수 있다. 간극을 변화시키는 것은 또한 성형가능 재료가 느끼는 모세관 압력을 변화시킨다. 모세관 압력이 변화하면, 성형가능 재료가 FCF를 통과할 때 성형가능 재료가 느끼는 차등 가속도 또한 변화한다. 일 실시예에서, 패턴 영역은 FCF를 포함한다. 도 3a는 경계 에지(238)의 중심 부근의 경계 에지(238)에서의 경화된 성형가능 재료의 현미경사진이다. 도 3b는 경계 에지(238)의 중심으로부터 떨어져 있는

경계 에지(238)에서의 경화된 성형가능 재료의 현미경사진이다. 도 3c는 경계 코너(240) 부근의 경계 에지(238)에서의 경화된 성형가능 재료의 현미경사진이다. 도 3a에 도시된 암선은 성형가능 재료로 부분적으로 충전되어 있는 경계 에지의 중간 부분 부근의 FCF의 일부이다. 도 3b는 경계 에지의 중간 부분으로부터 멀리 이동함에 따라 FCF의 성형가능 재료가 적어진 것을 도시한다. 도 3c는 코너에 접근함에 따라 성형가능 재료가 경계 에지에 도달하지 않고 코너 부근의 패턴 영역이 충전되지 않은 상태로 남아 있는 것을 도시한다.

[0050] 본 출원인은 경계 에지의 중심 부근의 성형가능 재료(124)의 확산이 경계 에지의 코너 부근에서 성형가능 재료의 확산에 비해 느려지는 경우 더 양호한 임프린트가 얻어진다고 판단하였다. 일 실시예에서, 유체는 겔화 방사선 분포 패턴을 사용함으로써 차등적으로 느려진다.

[0051] 일 실시예에서, 겔화 방사선 분포 패턴은 복수의 개구(444)를 포함하는 공간 필터(442)에 의해 생성된다. 일 실시예에서 사용될 수 있는 공간 필터(442)의 예가 도 4a 및 도 4c에 도시되어 있다. 겔화 방사선 분포 패턴(446)의 예가 도 4b 및 도 4d에 도시되어 있다. 도 4b 및 도 4d의 파선은 경계 에지(238)를 나타낸다. 겔화 방사선 분포 패턴(446)은 복수의 확산 스폿(도 4b 및 도 4d의 4개의 스폿)을 포함한다. 각각의 개구(444)의 중심은 경계 에지로부터 오프셋되고, 각각의 개구에 의해 생성된 피크 강도는 도 4b 및 도 4d에 도시된 바와 같이 임프린팅 필드의 외부에 있다. 각각의 개구(444)의 중심은 경계 에지로부터 오프셋되지만, 각각의 개구의 중심은 또한 도 4a 내지 도 4h에 도시된 바와 같이 경계 에지 중심(448)과 정렬된다.

[0052] 일 실시예에서, 개구(444)는 원형(도 4a) 또는 타원형(도 4c), 직사각형, 정사각형, 또는 일부 다른 형상일 수 있다. 일 실시예에서, 개구(444) 중 하나 이상은 크기가 조정가능할 수 있다. 일 실시예에서, 저장도 화학 방사선 공급원은 공간 필터(442)의 개구(444)를 통과한다. 일 실시예에서, 패턴 영역을 경화시키기 위해 사용되는 화학 방사선 공급원은 또한 공급원(126)으로부터의 방사선을 공간 필터(442)를 통과시킴으로써 겔화 방사선 분포 패턴(446)을 생성하기 위해 사용된다.

[0053] 방사선 분포 패턴(446)의 총 강도는 강도 필터를 통해 방사선을 통과시킴으로써 또는 공급원(126)의 구동 전류를 감소시킴으로써 감소될 수 있다. 일 실시예에서, 화학 방사선 공급원은 비기준 화학 방사선 공급원이다. 일 실시예에서, 저장도 펄스 광 공급원이 겔화 방사선 분포 패턴(446)을 생성하기 위해 사용되며, 별도의 고강도 화학 방사선 공급원이 경화 방사선 분포 패턴을 생성하기 위해 사용된다. 일 실시예에서, 경화 방사선 분포 패턴은 패턴 영역을 가로질러 성형가능 재료를 경화시키기 위해 충분히 높은 강도를 갖는다. 일 실시예에서, 겔화 방사선 공급원은 수렴 공급원 또는 발산 공급원일 수 있다. 일 실시예에서, 겔화 방사선 공급원은, 도 4b 및 도 4d에 도시된 바와 같이, 경계 에지를 따른 강도 플롯(450)에 의해 도시된 바와 같이 에지의 중간이 코너보다 더 높은 강도를 갖도록 변화가능한 에지를 따른 강도를 갖는 방사선 분포 패턴(446)을 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 공간 필터가 사용되지 않고, 그 대신에 복수의 저장도 화학 방사선 공급원이 사용된다. 복수의 저장도 화학 방사선 공급원의 각각은 경계 에지로부터 오프셋된 방사선 분포 패턴(446)의 일부를 생성한다.

[0054] 겔화 화학 방사선이 개구를 통해 성형가능 재료(124)에 도달함에 따라, 경계 에지(238)를 따른 성형가능 재료(124)의 점도는 불균일한 방식으로 증가한다. 경계 에지 중심(448)의 점도는 경계 에지 코너(240)에서 점도가 증가하는 속도보다 더 빠르게 증가한다. 이 겔화 방사선 분포 패턴은 성형가능 재료가 실질적으로 동시에 경계 에지의 모든 부분들에 도달할 수 있게 한다.

[0055] 도 5a는 본 출원의 출원인에 의해 2017년 12월 11일자로 출원되고 본원에 참조로 통합되는 미국 특허 출원 15/837,898에 개시된 바와 같이 화학 방사선 노광 선량의 함수로서 2개의 성형가능 재료 제제(#1 및 #2)에 대한 점도 데이터를 도시하는 차트이다. 본 출원인은 이들 재료에 대한 적절한 화학 방사선 선량은 도 5a에 예시된 바와 같이 대응하는 범위 #1 및 #2에 의해 개략적으로 나타난다고 판단하였다. 양 재료의 원래의 성형가능 재료 점도는 화학 방사선에 노광되기 전에 약 10 mPa·s이다. 본 출원인은 적절한 화학 방사선 선량의 범위는 성형가능 재료 점도가 원래의 성형가능 재료 점도(11 또는 100 내지 1000 mPa·s)의 1.1x 또는 10x 내지 100x로 변경되는 것이라고 판단했다. 화학 방사선 공급원은 50 내지 500 mW/cm<sup>2</sup>의 광 강도를 가질 수 있다. 1.0 또는 1.5 - 3.5 mJ/cm<sup>2</sup>의 노광 선량을 생성하기 위해, ~ 2 또는 3 msec 내지 70 msec의 범위의 노광 시간이 필요하다. 이러한 노광 시간은 확산 단계 동안 패턴 영역 외부의 성형가능 재료를 겔화시키지만 동시에 이를 완전히 경화시키지 않을 수 있는 화학 방사선의 겔화 선량을 제공한다. 겔화 선량은 대략 유체를 완전히 경화시키는 데 필요한 총 화학 방사선 선량의 1% 내지 4%이다. 겔화 선량은 제1 선량 범위 내에 있는 선량이다. 제1 선량 범위의 하한은 중합이 일어나기 시작하는 개시 선량보다 큰 선량, 예를 들어 대략 1 mJ/cm<sup>2</sup>이다. 방사선이 중합 개시점 미만일 때 다른 화학 반응이 중합 반응을 켜칭(quench)시킨다. 제1 선량 범위의 상한은 유체가 고체로 변환되기 시작하고 정렬 및 공극 제거 공정을 방해하는 선량이다. 제2 선량 범위는 제1 선량 범위

보다 높은 결화 선량이고, 유체를 실질적으로 응고(결화)시키는데 필요한 총 화학 방사선 선량을 포함한다.

[0056] 하기 표 1은 유체 #1 및 #2에 대한 예시적인 실시예에서 사용될 수 있는 화학 방사선 선량 범위 및 점도 범위의 예시이다. 결화 선량은 성형가능 재료가 더 점성적이 되는 범위 내에 있다. 유체는 여전히 이동할 수 있지만 확산률(속도)은 현저히 감소한다.

표 1

유체	중점 선량	상대 점도 증가	점도 범위(mPa·s)
#1	1.4 - 3.5 mJ/cm <sup>2</sup>	1.1x - 100x	11 내지 1000
#2	1 - 2.5 mJ/cm <sup>2</sup>	1.1x - 100x	11 내지 1000

[0058] 본 출원인은 성형가능 재료가 템플릿(18)과 기관(12) 사이에 끼워질 때 성형가능 재료가 확산되는 속도는 성형가능 재료의 점도에 대략 반비례한다고 판단했다. 따라서, 점도를 1.1x, 1.5x, 2x, 5x 또는 10x 내지 25x, 50x 또는 100x의 범위로 증가시키면 성형가능 재료 유동률(속도)이 감소하고 유동률은 원래 값의 1% 내지 10% 또는 90%로 감소한다. 예를 들어, 점도는 대략 10%, 20%, 50%, 200%, 500%, 1000% 등으로 증가될 수 있다. 점도는 압출물이 실질적으로 제거되도록 증가될 수 있다. 이는 성형가능 재료가 더 천천히 유동할 뿐만 아니라 모세관 슬릿(메사(110)와 기관(102) 사이의 공간)으로부터 유출되는 성형가능 재료의 양이 상당히 감소되어 메사 에지에서 임의의 상당한 체적의 성형가능 재료가 축적되는 것을 허용하지 않기 때문에 압출물의 형성을 감소시킬 수 있다.

[0059] 화학 방사선에 의한 조명 전에, 성형가능 재료(124)의 점도는 약 10 센티푸아즈(cPs)일 수 있다. 도 5b 내지 도 5c는 10 센티푸아즈의 초기 점도를 갖는 성형가능 재료(124)에 대한 레오미터 데이터에 기초하여 추정된 점도의 대략 4X, 10X, 및 50X의 증가를 달성하기 위한 요구 강도 및 노광 시간의 차트이다. 일 실시예에서, 에지에서 성형가능 재료를 결화하기 위한 노광 시간은 충전 시간 및 처리량에 따라 ~1 - 2 ms 또는 최대 50 ms 정도 일 수 있다. 일 실시예에서, 결화 노광 시간은 1, 2, 25, 50, 100, 또는 500 ms이다.

[0060] 도 4e는 템플릿(108) 위에 위치한 공간 필터(442)의 예시이다. 공간 필터(442)는 하나 이상의 미러에 의해 굴곡될 수 있는 광학 경로를 따라 템플릿(108)으로부터 더 멀리 떨어져 위치될 수도 있다. 도 4e에 도시된 바와 같이, 공간 필터(442)는 광학 경로를 따라 저에너지 화학 에너지 공급원(426)과 템플릿(108) 사이에 위치된다. 도 4e에 도시된 바와 같이, 개구(444)의 중심이 메사 측벽(452)으로부터 멀리 거리(Δa)로 오프셋될 수 있고, 그에 따라 강도 분포(450)가 메사 측벽(452)에서 생성된다. 일 실시예에서, 패터닝 표면(112)과 메사 측벽(452)의 교차부는 경계 에지(238)와 일치한다. 메사 측벽(452)은 도 4e에 도시된 바와 같이 패터닝 표면(112)을 템플릿(108)의 오목면(454)에 연결할 수 있다. 일 실시예에서, 오목면(454)은 차단 코팅(456)으로 코팅될 수 있다. 차단 코팅(456)은 도 4f에 도시된 바와 같이 경계 에지의 외부에 있는 결화 방사선을 반사, 감쇠 또는 흡수할 수 있고, 이에 의해 도 4g 내지 도 4h에 도시된 바와 같은 결화 방사선 분포 패턴(446)이 생성될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 차단 코팅(456)은 템플릿(108)의 다른 부분에 위치된다. 대안적인 실시예는 경계 에지를 넘는 결화 방사선을 차단하는 추가의 공간 필터를 포함할 수 있다. 대안적인 실시예는 공급원이 조합되어 도 4i에 도시된 바와 같이 결화 방사선 분포 패턴(446)을 생성하도록 발산하거나 수렴하고 위치되는 다수의 저장도 화학 방사선 공급원(426a)을 포함할 수 있다. 도 4b, 도 4d, 도 4g 및 도 4h는 경계 코너(240)에서 최소 선량을 갖는 결화 방사선 분포 패턴(446)을 개시하며, 대안적인 실시예는 경계 코너(240)로부터 삽입되는 최소 선량을 가질 수 있다.

[0061] 제조 방법

[0062] 도 6은 나노임프린트 리소그래피 시스템(100)을 사용할 수 있는 제조 방법(600)의 예시이다. 제조 방법(600)은 프로세서(132)가 임프린팅 파라미터를 수신하는 정보 수신 단계(S602)를 포함할 수 있다. 프로세서(132)는 임프린팅 파라미터를 수신하고, 이들을 메모리(134)에 저장하며, 템플릿(108)에 의해 생성되는 패턴에 맞춰지도록 임프린팅 공정을 조정할 수 있다. 임프린팅 공정은 또한 패턴이 적용되는 기관(102)의 세부사항에 맞춰질 수 있다.

[0063] 제조 방법(600)은 또한 기관 수용 단계(S604)를 포함할 수 있다. 임프린팅 시스템(100)은 기관 저장부(예컨대, 웨이퍼 캐리어 또는 웨이퍼 카세트)로부터 기관 척(104)으로 하나 이상의 기관(102)을 전달함으로써 단계 S604를 수행하는 하나 이상의 기관 취급 로봇을 포함하거나 이러한 하나 이상의 기관 취급 로봇과 통신할 수 있다.

기관 척(104)은 진공 압력, 전방 대면 클램프, 핀 및 탭을 포함하지만 이에 한정되지 않는 다양한 기술 중 하나 이상을 사용하여 기관(102)을 보유지지할 수 있다.

- [0064] 제조 방법(600)은 또한 기관 상의 임프린트 필드가 유체 분배 시스템(122) 아래에 위치되도록 위치결정 시스템이 기관 척(104) 및/또는 유체 분배기(122)를 이동시키며, 단계 S602-4 이후에 수행되는 단계 S606을 포함할 수 있다. 기관(102)은 복수의 임프린팅 필드를 포함하는 그리드로 분할될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 기관은 복수의 임프린트 필드로 분할되지 않고, 전체 기관은 한번에 임프린팅된다. 대안적인 실시예에서, 단계 S606가 생략되고, 기관은 성형가능 재료(122)로 사전-코팅된다. 제조 방법(600)은 또한 기관이 성형가능 재료(124)로 사전-코팅되지 않는 한 성형가능 재료(124)를 임프린트 필드 상에 분배하는 분배 단계(S608)를 포함할 수 있다.
- [0065] 제조 방법(600)은 또한 단계 S602-6 후에 템플릿의 패터닝 표면(122) 아래에 임프린트 필드가 위치되도록 기관(102) 및/또는 템플릿(108)을 단계 S610에서 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0066] 제조 방법(600)은 패터닝 표면(112)이 단계 S602-8 후에 초기 접촉 시간( $T_c$ )에서 성형가능 재료(124)와 접촉하는 접촉 단계(S612)를 포함한다. 일 실시예에서, 이동 단계(S610)는 패터닝 표면(122)이 성형가능 재료(124)가 퇴적되어 있는 임프린팅 필드에서 기관 표면(130)에 접근하도록 템플릿 척(118)을 하방으로 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0067] 제조 방법(600)은 템플릿(108)이 시간  $T_h$ 까지 유지 기간 동안 성형가능 재료(124)와 접촉하여 유지되는 템플릿 보유지지 단계(S614)를 포함한다. 성형가능 재료(124)는 모세관 압력으로 인해 및/또는 템플릿(108)에 의해 가해지는 압력으로 인해 확산될 수 있다.
- [0068] 제조 방법(600)은 템플릿(108)의 패터닝 영역이 기관(102) 상의 임프린트 필드와 정렬되는 정렬 단계(S616)를 포함할 수 있다. 정렬 단계(S616)는 기관(102) 및 템플릿(108) 상의 정렬 마크를 사용할 수 있다. 정렬 단계(S616)는 브리지에 의해 템플릿 척(118)을 이동시키는 단계 및 기관 위치결정 스테이지(106)에 의해 기관(102)을 이동시키는 단계 중 하나 또는 그 양자 모두를 포함할 수 있다. 정렬 단계(S616)는 단계 S612가 시작되기 전 또는 후에 개시될 수 있다. 정렬 단계(S616)는 설정 기간 동안 또는 정렬 임계치가 충족될 때까지 연속적으로 수행될 수 있다. 정렬 단계(S616)는 다른 단계(즉, 단계 S612, S614, 및 S618)가 수행되는 동안 수행될 수 있다. 정렬 단계(S616)는 초기 접촉 시간( $T_c$ ) 전 및/또는 후에 수행될 수 있다. 정렬 단계(S616)는 수동적 정렬 및 능동적 정렬 모두를 포함할 수 있다.
- [0069] 제조 방법(600)은 프레임 겔화 단계(S618)를 포함한다. 프레임 겔화 단계(S618) 이전에, 공간 필터(442)가 단계 S617에서 화학 방사선 공급원과 템플릿(108) 사이에 배치될 수 있다. 프레임 겔화 단계(S618)는 유지 단계(S614) 동안 경계 에지(238)를 노광시킴으로써 수행될 수 있다. 프레임 겔화 단계(S618)는 겔화 방사선 분포 패턴으로 성형가능 재료를 조명하는 단계를 포함할 수 있다. 겔화 방사선 분포 패턴은 도 6의 저부의 선량 강도 플롯에 도시된 바와 같이 경화 선량보다 작은 겔화 선량을 갖는다. 겔화 방사선 분포 패턴은 도 4b, 도 4d 및 도 4g 내지 도 4h에 도시된 바와 같이 경계 에지의 복수의 코너의 각각에서의 최소 겔화 선량으로부터 경계 에지의 각각의 중심의 피크 겔화 선량까지 점진적으로 변화하는 구배 선량을 갖는다. 각각의 코너는 고유한 최소 겔화 선량을 가질 수 있다. 최소 겔화 선량은 제로이거나 또는 제로가 아닐 수 있다. 대안적인 실시예에서, 최소 겔화 선량은 성형가능 재료를 겔화하기 위해 요구되는 겔화 선량 임계치보다 낮다. 각각의 경계 에지 중심(448)은 고유한 피크 겔화 선량을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 피크 겔화 선량은 성형가능 재료를 겔화하기 위해 요구되는 겔화 선량 임계치 미만 그리고 성형가능 재료를 겔화하는데 요구되는 겔화 선량 임계치 초과이다. 겔화 방사선 분포 패턴은 도 4b, 도 4d, 도 4g 및 도 4h에 도시된 바와 같이 경계 에지에서 피크로부터 패터닝 영역 내부의 제로까지 강도가 점진적으로 감소하면서 패터닝 영역 내로 연장될 수 있다.
- [0070] 제조 방법(600)은 경화 단계(S620)를 포함할 수 있으며, 성형가능 재료(124)는 응고 시간( $T_s$ )에서 경화된다. 경화 단계(S620) 이전에, 공간 필터(442)는 단계 S619에서 화학 방사선 공급원과 템플릿(108) 사이로부터 제거될 수 있다. 성형가능 재료(124)를 응고시키는 방법은 열을 인가하는 단계, 압력을 인가하는 단계, 광에 대한 노광, 및 화학물질에 대한 노출 중 하나 이상으로 포함하지만 이에 한정되지 않는다. 응고는 본 문맥에서 응고된 성형가능 재료가 적어도 다음 처리 단계까지 그 형상을 실질적으로 유지하는 것을 의미한다. 일 실시예에서, 성형가능 재료(124)는 템플릿(108)을 통해 경로(128)를 따라 에너지 공급원(126)으로부터의 화학 방사선에 성형가능 재료(124)를 노광시킴으로써 응고된다. 경화 단계(S620)의 종료는 보유지지 기간( $T_h$ )의 끝을 나타낼 수 있다. 응고 시간( $T_s$ )은 템플릿(108)이 정렬되고 임의의 결함 유발 가스가 임프린트 필드로부터

실질적으로 퍼지되기 까지의 초기 접촉 시간( $T_c$ ) 이후의 설정 기간에 발생할 수 있으며, 그래서 결함이 억제치 미만이 된다.

[0071] 제조 방법(600)은 템플릿 해방 단계(S622)를 포함하며, 템플릿(108)은 응고된 성형가능 재료로부터 분리된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 모터가 템플릿(108)을 응고된 성형가능 재료로부터 멀리 상승시키기 위해서 사용될 수 있다. 해방 단계(S622) 후에, 공정은 단계 S624에서 추가적인 필드가 존재하는지를 확인하고, 존재하는 경우 공정은 단계 S606에서 다시 시작되고 단계 S606 내지 S624가 반복된다.

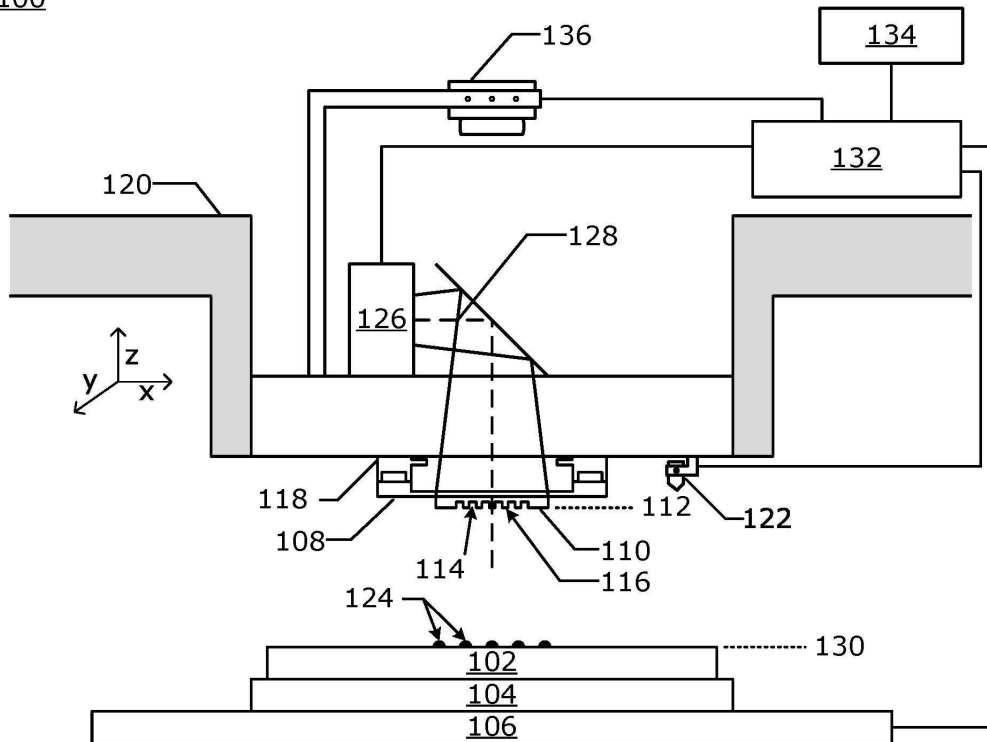
[0072] 추가 필드가 존재하지 않으면, 기판은 단계 S626에서 추가 처리를 거친다. 단계 S626의 추가적인 처리는 패턴닝된 층 내의 패턴에 대응하는 기판 내로 릴리프 상을 전사하기 위한 에칭 공정을 포함할 수 있다. 단계 S626의 추가적인 공정은, 예를 들어 경화, 산화, 층 형성, 퇴적, 도핑, 평탄화, 에칭, 성형가능 재료 제거, 다이싱, 본딩, 및 패키징 등을 포함하는 물품 제조를 위한 공지된 단계 및 공정을 또한 포함할 수 있다. 기판(102)은 복수의 물품(장치)을 생성하도록 처리될 수 있다.

[0073] 이 설명을 견지에서 다양한 양태에 대한 추가적인 변형예와 대안적인 실시예가 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 따라서, 이 설명은 단지 예시로서 해석되어야 한다. 본원에 도시되고 설명된 형태는 실시예의 예로서 간주되어야 한다는 것을 이해해야 한다. 요소 및 재료는 본원에 도시되고 설명된 것에 대해 대체될 수 있고, 부품 및 공정은 반대로 될 수 있으며, 소정 특징은 독립적으로 이용될 수 있으며, 이들 모두는 본 설명의 도움을 받은 후에 통상의 기술자에게 명확할 것이다.

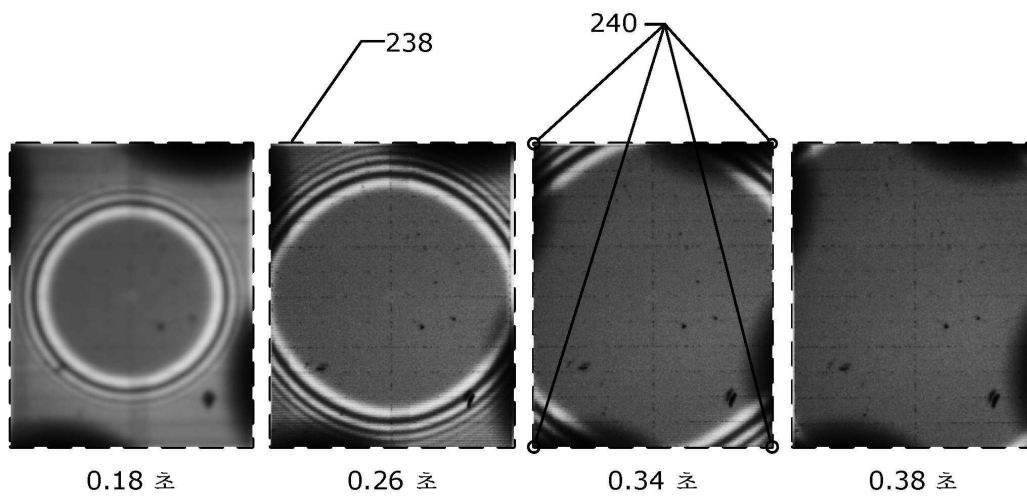
도면

도면1

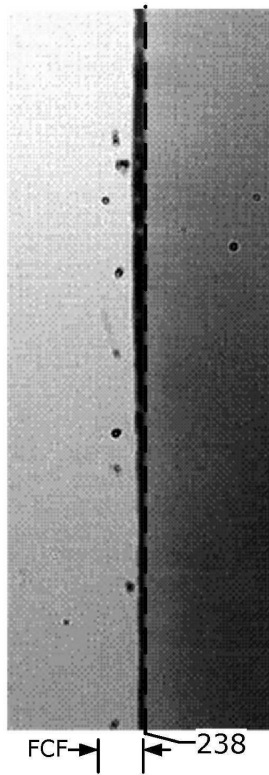
100



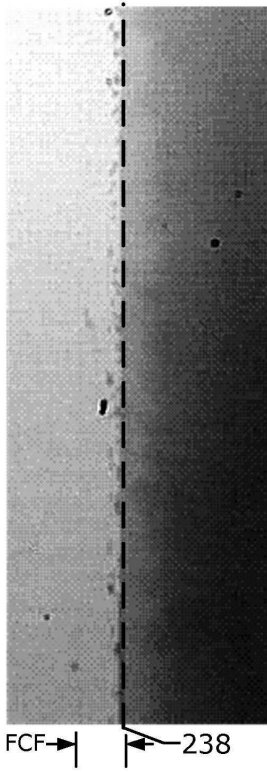
도면2



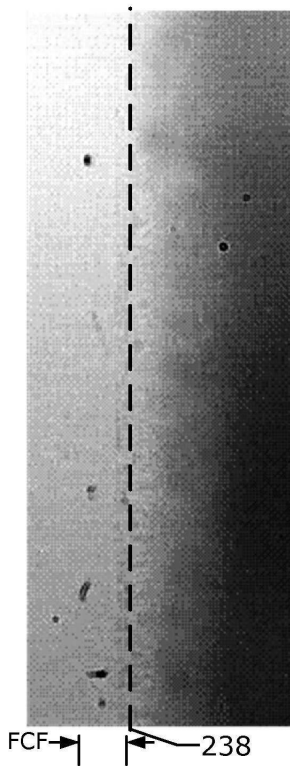
도면3a



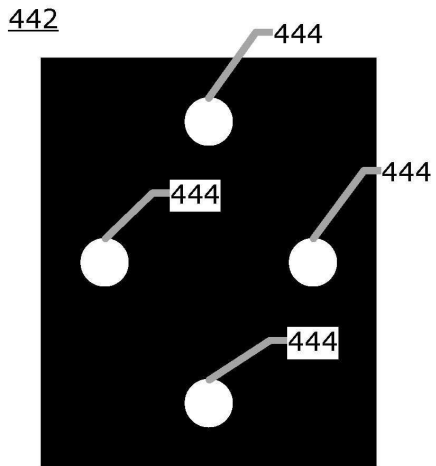
도면3b



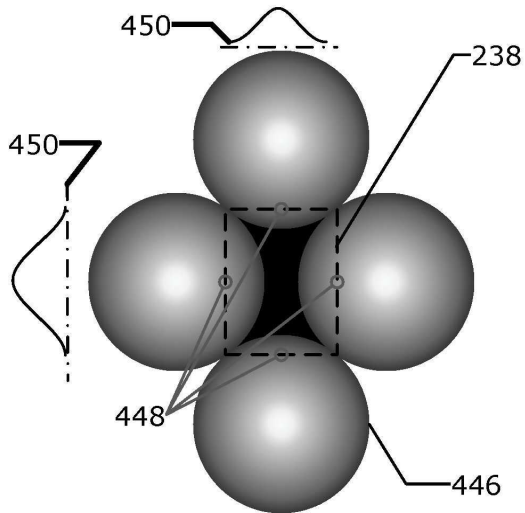
도면3c



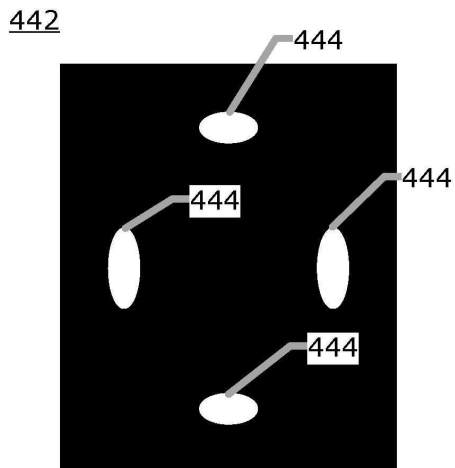
도면4a



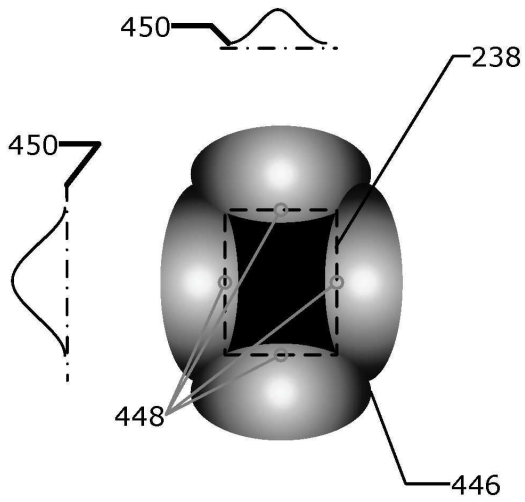
도면4b



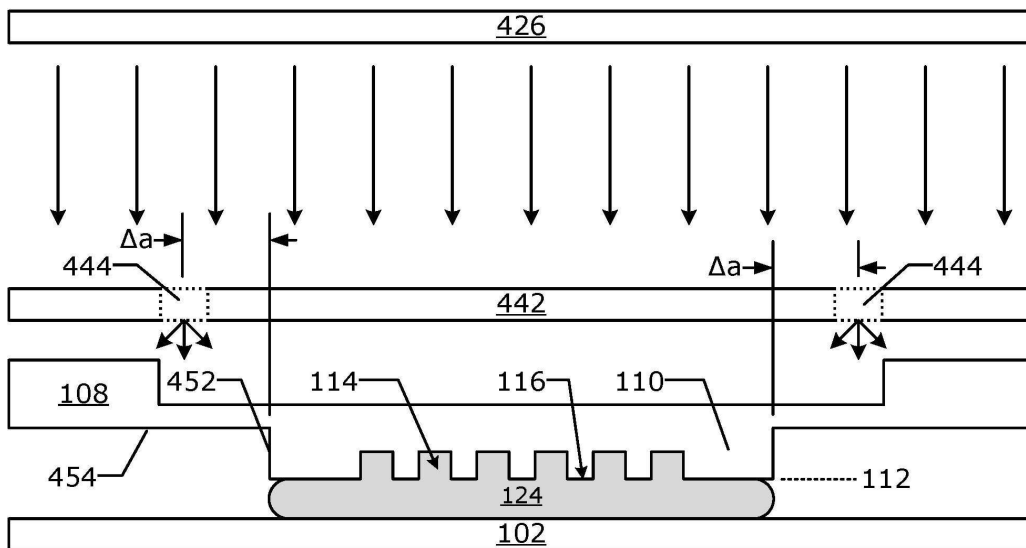
도면4c



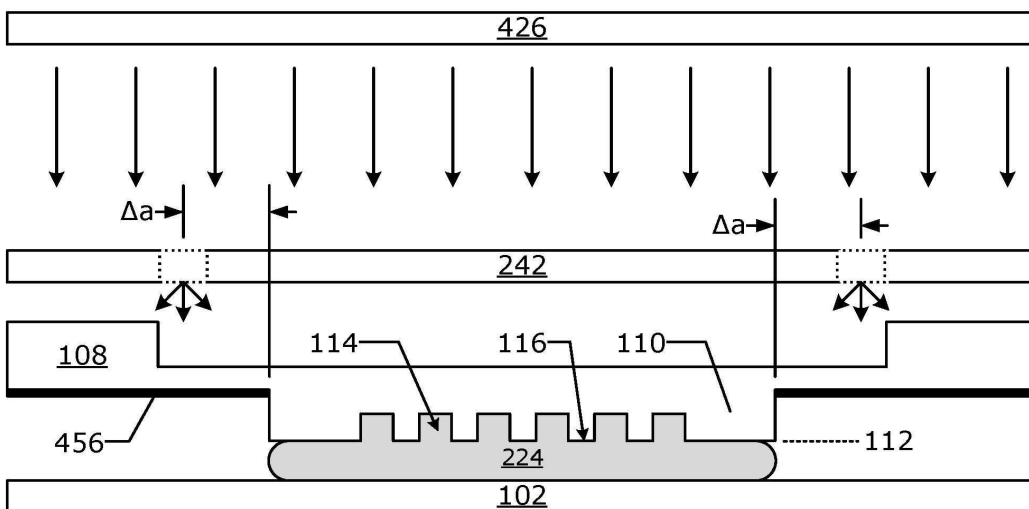
도면4d



도면4e

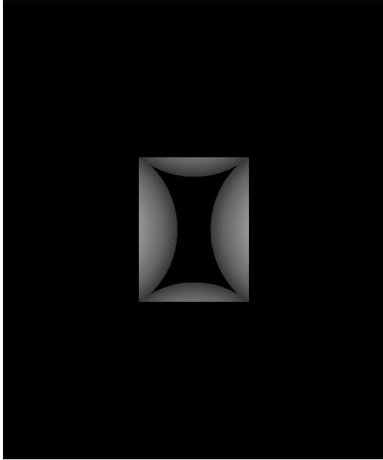


도면4f



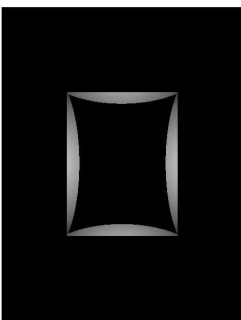
도면4g

446

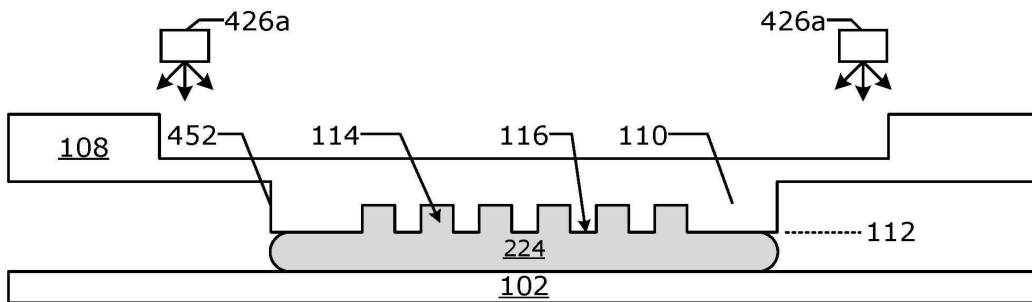


도면4h

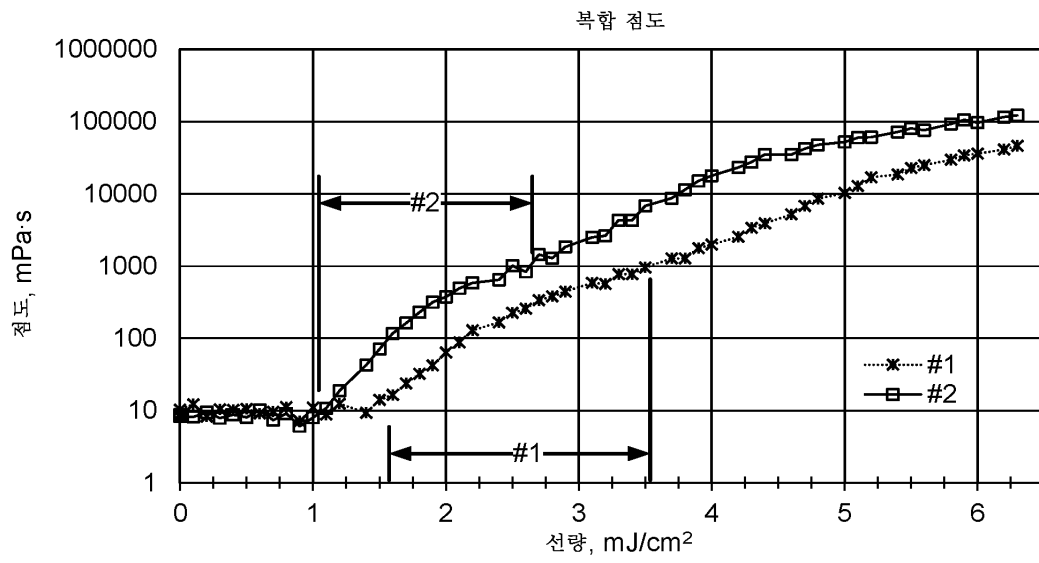
446



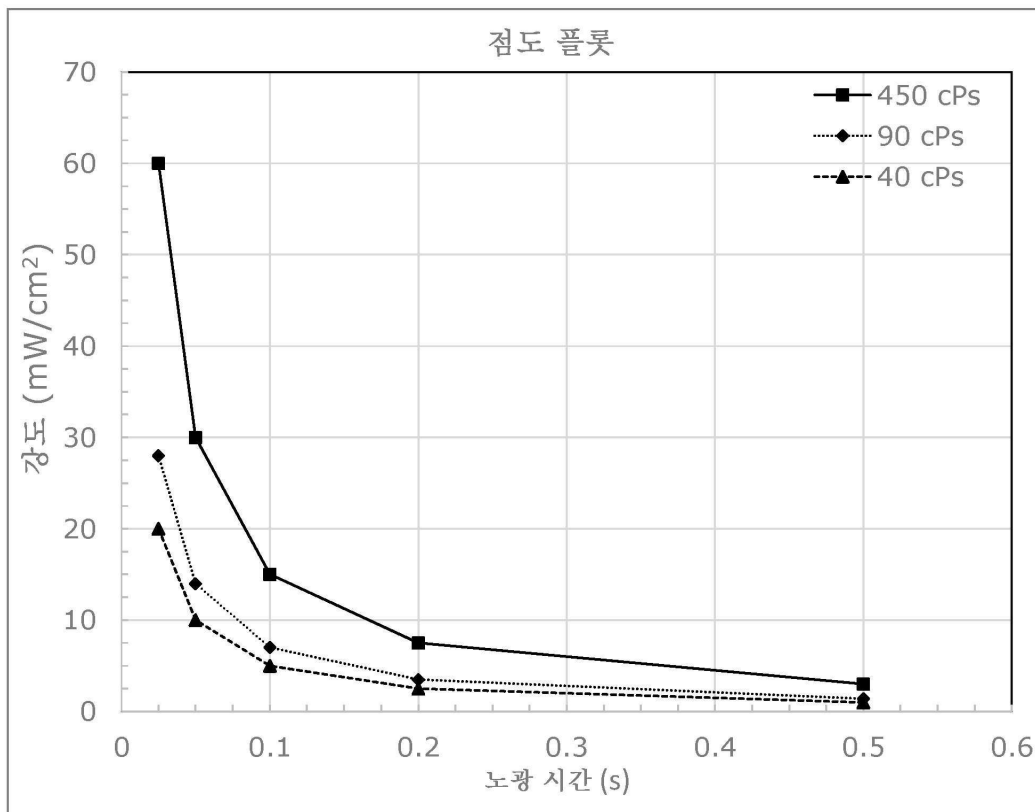
도면4i



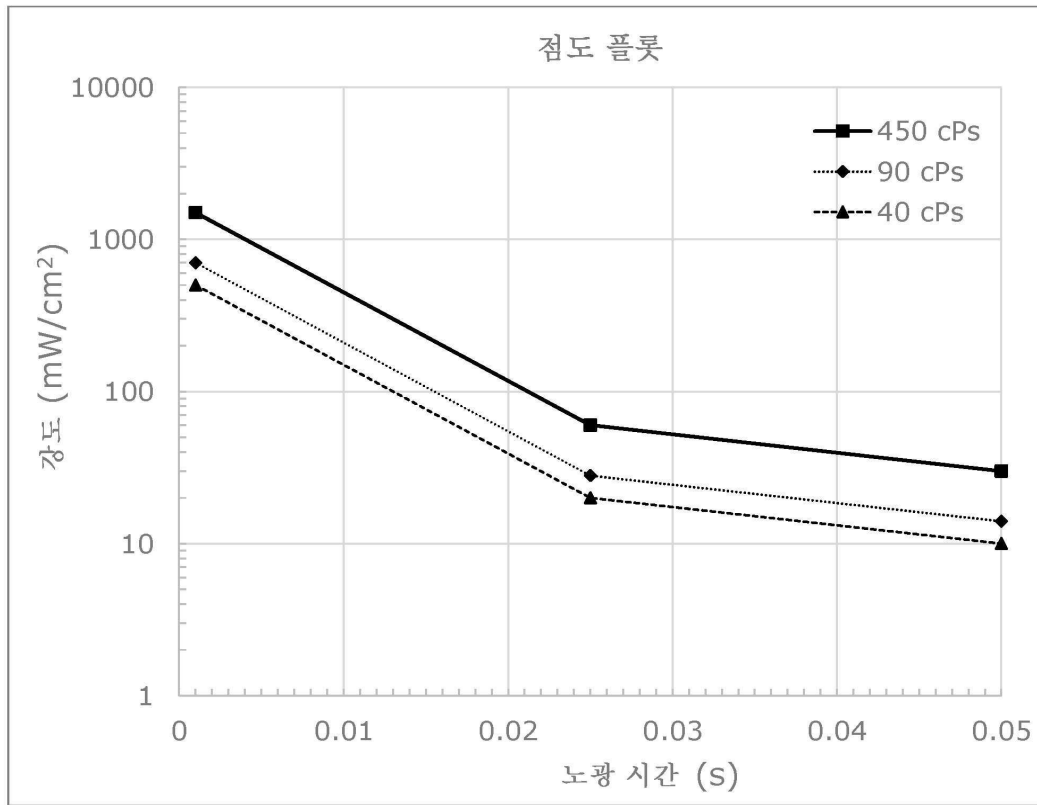
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

600		임무	시간
단계	내용		
S602	임프린팅 파라미터 수신		
S604	기판 수용		
S606	임프린트 웰드를 분배 위치로 이동		
S608	유체 분배		
S610	임프린트 웰드를 임프린트 위치로 이동		
S612	성형가능 재료를 템플릿과 접촉시킴		
S614	템플릿을 보유하지		
S616	템플릿을 정렬		
S617	웰터 배치		
S618	프레임 겹화		
S619	웰터 제거		
S620	경화		
S622	해방		
S624	다음 웰드? 기판 처리		
선량 강도			