



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월07일
(11) 등록번호 10-1743979
(24) 등록일자 2017년05월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 33/42 (2006.01) *B29C 33/38* (2006.01)
G03F 7/00 (2006.01) *B82Y 10/00* (2017.01)
B82Y 40/00 (2017.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7010792
(22) 출원일자(국제) 2009년10월21일
심사청구일자 2014년10월16일
(85) 번역문제출일자 2011년05월12일
(65) 공개번호 10-2011-0074582
(43) 공개일자 2011년06월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/005723
(87) 국제공개번호 WO 2010/047790
국제공개일자 2010년04월29일
(30) 우선권주장
12/582,041 2009년10월20일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문현
JP2006035041 A
JP4792028 B2
US20060187253 A1
US20070076040 A1

(73) 특허권자
캐논 나노테크놀로지즈 인코퍼레이티드
미국 텍사스 78758-3605 오스틴 웨스트 브레이커
레인 1807 빌딩 씨-300
(72) 발명자
트러스켓 반 엔.
미국 텍사스 78723 오스틴 스케일스 스트리트
4212
존슨 스티븐 씨.
미국 텍사스 78757 오스틴 메디슨 애비뉴 1712
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송봉식, 정삼영

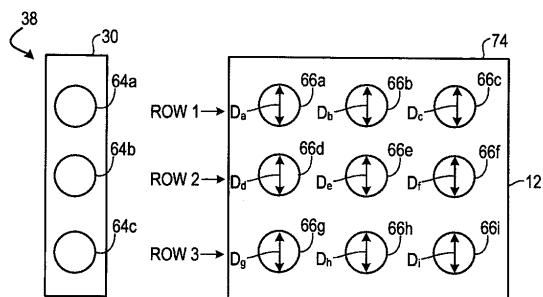
전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 박종철

(54) 발명의 명칭 유체 분배 장치 캘리브레이션

(57) 요약

기판 상에 실질적으로 균일한 점적들을 제공하도록 분배 헤드를 캘리브레이션하는 시스템 및 방법이 기술된다.

대 표 도 - 도6

(72) 발명자

크후스나트디노브 니야즈

미국 텍사스 78681 라운드 록 랜치파크 트레일
3257

심프슨 로간

미국 텍사스 78615 쿠프랜드 카메론 로드 20700

(30) 우선권주장

61/107,360 2008년10월22일 미국(US)

61/107,837 2008년10월23일 미국(US)

61/109,608 2008년10월30일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

유체 분배 장치 내의 복수의 분배 헤드를 캘리브레이션하는 방법으로서,

유체 분배 장치 내에, 평탄한 표면을 갖는 몰드를 위치시키는 단계;

복수의 분배 헤드에 가해진 전압을 변경시켜, 가해진 각 전압에 대해, 기판 상의 복수의 분배 헤드로부터 중합성 재료의 복수의 점적들을 분배하고; 중합성 재료를 몰드의 평탄한 표면과 접촉시키고 중합성 재료를 고화시켜 기판 상에 패턴형성된 층을 형성하고; 패턴형성된 층의 잔류층 두께를 측정하는 단계;

가해진 각 전압으로부터 측정된 잔류층 두께로부터, 원하는 잔류층 두께를 결정하여 복수의 분배 헤드의 각 분배 헤드가 같은 부피를 분배하도록 하는 단계;

원하는 잔류층 두께와 연관된 가해진 전압을 결정하여 원하는 전압을 규정하는 단계; 그리고

복수의 분배 헤드를 업데이트하여 거기에 원하는 전압이 가해지도록 하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 기판을 몰드로 패턴형성하여, 원하는 잔류층 두께가 가해진 원하는 전압을 갖는 복수의 분배 헤드 각각에 대해 같다는 것을 증명하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

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

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 상호관련출원

[0002] 이 출원은 2008년 10월 22일에 출원된 미국 가출원 No. 61/107,360; 2008년 10월 23일에 출원된 미국 가출원 No. 61/107,837; 2008년 10월 30일에 출원된 미국 가출원 No. 61/109,608; 및 2009년 10월 20일에 출원된 미국 출원 No. 12/582,041의 우선권을 주장하며, 이들은 모두 여기에 참고로 포함된다.

배경 기술

[0003] 나노제작은 100 나노미터 이하의 크기의 피처(feature)들을 갖는 매우 작은 구조물의 제작을 포함한다. 나노제작이 꽤 큰 영향을 준 한가지 이용분야는 침적회로의 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 리소

그래피 공정은 미국 특허출원 공개 No. 2004/0065976, 미국 특허출원 공개 No. 2004/0065252, 및 미국 특허 No. 6,936,194와 같은 수많은 간행물에 상세히 기술되어 있는데, 이것들은 모두 여기에 참고문헌으로 포함된다.

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

도면의 간단한 설명

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

도 1은 본 발명의 한 구체예에 따르는 리소그래피 시스템의 단순화된 측면도를 예시한다.

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

도 3은 유체 분배 시스템 즉 유체 분배 장치의 예시적인 구체예의 단순화된 측면도를 예시한다.

도 4는 도 3의 유체 분배 장치에 의해 제공된 예시적인 이미지를 예시한다.

도 5는 분배 헤드에 가해진 전압과 기판 위의 점적의 적하 부피 간의 관계 및 분배 헤드에 가해진 전압과 기판 위의 점적의 적하 직경 간의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 6은 예시적인 유체 분배 장치 및 관련 이미지를 예시한다.

도 7은 도 6에 예시된 열들의 평균 점적 직경의 표이다.

도 8은 실질적으로 균일한 점적들을 제공하기 위해 유체 분배 장치를 캘리브레이션하는 예시적 방법의 흐름도를 예시한다.

도 9는 점적들의 적하 부피를 계산하기 위한 방법의 흐름도를 예시한다.

도 10은 점적들의 적하 부피를 계산하기 위한 추가적 방법의 흐름도를 예시한다.

도 11은 기판 위에 위치된 점적을 예시한다.

도 12는 분배 헤드의 매칭 방법의 흐름도를 예시한다.

도 13은 분배 헤드에 가해진 전압과 잔류층 두께 간의 관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

리소그래피 시스템

[0008] 도 1을 참고하면, 기판(12) 위에 양각 패턴을 형성하기 위해 사용된 리소그래피 시스템(10)이 예시되어 있다. 기판(12)은 기판 척(14)에 결합될 수도 있다. 예시하는 바와 같이, 기판 척(14)은 진공 척이다. 그러나, 기판 척(14)은 진공, 펀형, 흡형, 전자기, 및/또는 기타를 포함하나, 이에 제한되지 않는 어떤 척도 될 수 있다. 예가 되는 척들은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 6,873,087에 기술되어 있다.

[0009] 기판(12) 및 기판 척(14)은 스테이지(16)에 의해 더 지지될 수 있다. 스테이지(16)는 x-, y-, 및 z-축에 따라 움직임을 제공할 수 있다. 스테이지(16), 기판(12), 및 기판 척(14)은 또한 베이스(도시않음)에 위치될 수도 있다.

[0010] 기판(12)으로부터 이격되어 템플레이트(18)가 있다. 템플레이트(18)는 일반적으로 그로부터 기판(12)을 향하여 연장되는 메사(20)를 포함하고, 메사(20)는 그 위에 패턴형성 표면(22)을 갖는다. 또한, 메사(20)는 몰드(20)로도 언급된다. 템플레이트(18) 및/또는 몰드(20)는 용융 실리카, 석영, 규소, 유기 중합체, 실록산 중합체, 봉규산 유리, 플루오로카본 중합체, 금속, 경화 사파이어, 및/또는 기타를 포함하며 이들에 제한되지 않는 이러한

재료로부터 형성될 수 있다. 예시한 바와 같이, 패턴형성 표면(22)은 복수의 이격된 오목부(24) 및/또는 돌출부(26)에 의해 규정된 피처를 포함하나, 본 발명의 구체예는 이러한 구성들에 제한되지 않는다. 패턴형성 표면(22)은 기판(12)에 형성시킬 패턴의 토대를 형성하는 어떤 원래의 패턴도 규정할 수 있다.

[0011] 템플레이트(18)는 척(28)에 결합될 수도 있다. 척(28)은 진공, 펀형, 홈형, 전자기, 및/또는 다른 유사한 척 유형들로서 구성될 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 예가 되는 척들은 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 6,873,087에 더 기술되어 있다. 또한, 척(28)은 임프린트 헤드(30)에 결합되어 척(28) 및/또는 임프린트 헤드(30)가 템플레이트(18)의 이동을 용이하게 하도록 구성될 수 있다.

[0012] 시스템(10)은 유체 분배 장치(32)를 더 포함한다. 유체 분배 장치(32)는 기판(12) 위에 중합성 재료(34)를 부착시키기 위해 사용될 수 있다. 중합성 재료(34)는 드롭 분배, 스픬-코팅, 침지 코팅, 화학증착(CVD), 물리증착(PVD), 박막 부착, 후막 부착 및/또는 기타와 같은 기술들을 사용하여 기판(12)에 위치될 수 있다. 중합성 재료(34)는 설계 고려사항에 따라 몰드(20)와 기판(12) 사이에 원하는 공간이 규정되기 전 및/또는 후에 기판(12) 위에 배치될 수 있다. 중합성 재료(34)는, 모두 여기에 참고문헌으로 포함되는 미국 특허 No. 7,157,036 및 미국 특허출원 공개 No. 2005/0187339에 기술된 것과 같은 단량체를 포함할 수도 있다.

[0013] 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)와 기판(12)을 위치시키도록 구성될 수 있다. 시스템(10)은 적어도 스테이지(16), 임프린트 헤드(30), 유체 분배 장치(32), 및/또는 에너지원(38)과 통신되어 있는 프로세서(54)에 의해 조정될 수 있고, 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램에서 작동될 수 있다.

[0014] 임프린트 헤드(30), 스테이지(16), 또는 둘다는 몰드(20)와 기판(12) 사이의 거리를 다양하게 하여 그것들 사이에 중합성 재료(34)가 채워지는 원하는 공간을 규정한다. 예를 들면, 임프린트 헤드(30)는 템플레이트(18)에 힘을 가하여 몰드(20)가 중합성 재료(34)와 접촉하도록 할 수도 있다. 원하는 공간이 중합성 재료(34)로 채워진 후에, 에너지원(38)은 에너지(40), 예를 들면, 광대역 자외선 복사선을 내어, 중합성 재료(34)를 고화 및/또는 가교결합되도록 일으켜 기판(12)의 표면(44)과 몰드(20)의 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 오목부(52)로서 나타낸 복수의 피처를 포함할 수 있고, 돌출부(50)는 두께(t_1)를 갖고 잔류층(48)은 두께(t_2)를 갖는다.

[0015] 상기한 시스템 및 방법은 미국 특허 No. 6,932,934, 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0124566, 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0188381 및 미국 특허 출원 공개 No. 2004/0211754에 언급된 임프린트 리소그래피 공정 및 시스템에서 또한 사용될 수 있고, 이를 각각은 여기에 참고문헌으로 포함된다.

유체 분배 장치(32)

[0017] 위에서 기술한 바와 같이, 중합성 재료(34)는 유체 분배 장치(32)를 사용하여 몰드(20)와 기판(12) 사이의 공간에 가해진다. 도 3은 유체 분배 장치(32)의 예시적 구체예를 예시한다. 유체 분배 장치(32)는 분배 헤드(60) 및 노즐 시스템(62)을 포함한다. 노즐 시스템(62)은 원하는 구체적인 실시에 따라 단일 팀(64) 또는 복수의 팀(64)을 포함한다. 예를 들면, 도 3은 복수의 팀(64)을 포함하는 노즐 시스템(62)을 예시한다. 일반적으로, 중합성 재료(34)는 분배 헤드(60)를 통해 전파하고 노즐 시스템(62)의 팀(64)으로부터 밖으로 나간다. 팀(64)은 분배 축(65)을 규정하고 이곳에서 중합성 재료(34)가 기판(12) 위에 위치된다. 팀(64)과 기판(12) 간의 거리 d_s 는 뒤김 및/또는 적하 위치 표류를 방지될 수 없다면 최소화하도록; 기체가 존재하는 것이 방지될 수 없다면 최소화하도록; 및/또는 다른 유사한 설계 고려사항에 따라 선택될 수 있다. 또한, 도 4를 참고하면, 각 점적(66)은 직경 D와 그와 관련된 부피 V_D 를 갖는다. 한 예로, 점적(66)의 부피 V_D 는 대략 1-1000 피코리터 정도이고 직경 D는 대략 1 미크론 내지 1 mm 정도이다.

[0018] 중합성 재료(34)는 기판(12)에 점적(66) 또는 복수의 점적(66)으로서 유체 분배 장치(32)에 의해 기판(12) 위에 위치될 수 있다. 기판(12)에 중합성 재료(34)를 부착하는 예시적인 점적 기술은 모두 여기에 참고로 포함되는 미국 특허 공개 No. 2005/0270312 및 미국 특허 공개 No. 2005/0106321에 상세히 기술되어 있다.

[0019] 도 3 및 도 4를 참고하면, 유체 분배 장치(32)는 시각 시스템(70)을 또한 포함한다. 시각 시스템은 기판(12)상의 점적(66)의 적어도 하나의 이미지(74)를 제공하기 위해 현미경(72)(예를 들면, 광학 현미경)을 포함할 수 있다. 현미경(72)은 프로세서(54)에 의해 조절될 수 있고, 또한 메모리(56)에 저장된 컴퓨터 판독가능 프로그램에서 작동할 수 있다. 프로세서(54)는 현미경(72)에 의해 제공된 점적(66)의 이미지(74)를 평가할 수 있다. 대안

으로, 점적(66)의 이미지(74)의 평가는 사용자에 의해 수작업으로 제공될 수 있다. 현미경(72) 및/또는 프로세서(54)는 분배 헤드(60)로부터 점적(66)의 분배를 제어하기 위해 피드백을 제공할 수도 있다.

[0020] 분배 헤드(60)에 가해진 전압을 다양하게 하기

분배 헤드(60)는 분배 헤드(60)에 가해진, 그리고 더 이상의 구체예에서 각 팀(64)에 가해진 전압 V_i 을 다양화함으로써 점적(66)의 부피 V_D 를 제어할 수 있는 액체 분배 액추에이터를 포함할 수 있다. 구체예에서, 분배 헤드(60)는 마이크로-솔레노이드 밸브 또는 피에조-구동된 디스펜서를 포함할 수 있다. 피에조-구동된 디스펜서는 텍사스 주 플라노 시의 MicroFab Technologies, Inc.로부터 상업적으로 이용가능하다.

액체 분배 액추에이터를 사용하는데 있어서, 분배 헤드(60)에 가해진 전압 V_i 의 크기는 각 점적(66)에 대한 점적 부피 V_D 및 점적 직경 D 과 상관될 수 있다. 더 이상의 구체예에서, 전압 V_i 은 각 점적(66)에 대한 점적 부피 V_D 및 점적 직경 D 을 직접 제어할 수 있다. 도 5의 그래프에 예시된 바와 같이, 전압 V_i 및 점적 부피 V_D 는 분배 헤드(60)에 가해진 전압 V_i 의 증가가 숫자 68로 예시한 바와 같이 점적 부피 V_D 의 증가를 가져오도록 실질적으로 선형 관계에 의해 정의 될 수 있다. 추가로, 전압 V_i 및 점적 직경 D 은 분배 헤드(60)에 가해진 전압 V_i 의 증가가 숫자 69로 예시한 바와 같이 점적 직경 D 의 증가를 가져오도록 실질적으로 선형 관계에 의해 정의 될 수 있다. 이를 관계에 기초하여, 점적 직경 D 을 분석하여 점적(66)에 대한 목표(targeted) 부피 V_T 를 가져오는 전압 V_i 을 제공하며, 목표 부피 V_T 는 점적(66)에 대한 원하는 부피이다.

도 6 및 도 7을 참고하면, 이미지(74)에서 점적 직경 D 의 분석은 점적(66)에 대한 목표 부피 V_T 를 제공하기 위해 분배 헤드(60)에 가해진 전압 V_i 를 캘리브레이션하기 위해 사용될 수 있다.

다수의 분배 헤드(64)를 사용하여 기판(12)을 임프린팅할 때, 각 분배 헤드(64)에 의해 분배된 적하 부피 V_D 를 매칭하는 것이 요망될 수도 있다. 점적(66)을 가로지르는 적하 부피 V_D 를 다르게 하는 것은 패턴형성된 층(46)의 도 2에 나타낸 다양한 잔류층 두께 t_2 를 가져오고, 궁극적으로 바람직하지 않은 패턴 전사 문제를 가져올 수 있다.

한 예로, 하나 이상의 점적(66)에 대한 목표 부피 V_T 를 산정한다. 부피 V_D 를 갖는 점적(66)은 초기 전압 V_i 에 기초하여 분배된다. 한 구체예에서, 점적(66)은 각 점적(66)이 다른 점적(66)과의 접촉 확률을 최소화하면서 기판(12) 위에 퍼질 수 있다. 더 이상의 구체예에서, 점적(66)은 각 점적(66)이 다른 점적(66)과 접촉하지 않고 기판(12) 위에 퍼질 수 있도록 부착될 수 있다. 점적(66)은 원하는 어떤 패턴으로도 기판(12) 위에 부착될 수 있음을 주목해야 한다. 도 6에 예시된 3×3 그리드 패턴의 사용은 예시와 설명을 단순하게 하기 위해서이다.

점적(66)의 적하 패턴의 선택적인 현미경 분석이 제공될 수 있다. 이러한 현미경 분석은 충실도에 대해 적하 패턴을 평가할 수 있다. 예를 들면, 점적(66)의 적하 패턴은 점적(66)이 정렬되는지 및/또는 적하 패턴 내의 어떤 점적(66)이 비뚤어진 가장자리를 포함하는지를 결정하기 위해 평가될 수 있다. 이 현미경 분석은 초기 전압 V_i 을 결정하기 위해 프레스크린(pre-screen)으로서 사용될 수 있다. 그러나, 현미경 분석은 팀(64)에 가해지는 현전압 V_i 를 결정하기 위해 임프린트 공정의 동안에 어떤 간격으로도 수행될 수 있다.

각 점적(66)에 대해, 그것의 점적 직경 D 이 산정될 수 있다. 더 나아가서, 3×3 그리드의 각 열 1-3에 대해 평균 점적 직경 D_{AVG} 이 결정될 수 있다. 평균 점적 직경 D_{AVG} 에 기초하여, 유체 분배 장치(32)를 캘리브레이션하여 각 팀(64)에 대한 전압 V_i 를 조절하여 조절된 전압 $V_{i,ADJ}$ 를 제공한다. 전압 V_i 에 대한 이러한 조절은 목표 부피 V_T 가 각 점적(66)에 도달할 때까지 평균 점적 직경 D_{AVG} 을 증가시키거나 아니면 감소시키도록 행해질 수 있다.

도 7은 도 6의 열 1-3에 대해 초기 전압 V_i , 평균 점적 직경 D_{AVG} , 및 목표 부피 V_T 에 대한 예시적인 값을 제공하는 표를 예시한다. 나타낸 바와 같이, 이미지(74)의 열 1-3에서 점적(66)에 대한 목표 부피 V_T 는 5.0 pL 일 수 있다. 같은 이미지(74) 내의 점적들은 다른 목표 부피 V_T 를 가질 수도 있음을 주목해야 한다.

도 7에서, 열 1-3을 가로질러 가해진 초기 전압 V_i 은 다양한 평균 점적 직경 D_{AVG} 을 제공한다. 예를 들면, 팀(64a)에 가해진 초기 전압 V_i 은 $281.1 \mu\text{m}$ 의 평균 점적 직경을 갖는 점적을 제공한다; 그러나, 팀(64b 및 64c)에 가해진 같은 초기 전압 V_i 은 각각 $272.9 \mu\text{m}$ 및 $331.0 \mu\text{m}$ 의 평균 점적 직경을 갖는 점적을 제공한다. 만약 열 1의 평균 점적 직경 D_{AVG} 이 목표 부피 V_T 를 제공한다면, 초기 전압 V_i 은 팀(64b)으로 증가되어 열 2의 평균

점적 직경 D_{AVG} 의 증가를 제공하고, 텁(64c)으로 감소되어 열 3의 평균 점적 직경 D_{AVG} 의 감소를 제공할 수 있다. 실질적으로 열 1-3을 가로지르는 평균 점적 직경 D_{AVG} 을 실질적으로 같은 것은 점적(66)으로 하여금 목표 부피 V_T 에 실질적으로 균등한 부피 V_D 를 갖도록 제공할 수 있다.

[0030] 유체 분배 장치(32)를 캘리브레이션하는 방법

도 8은 실질적으로 같은 목표 부피 V_T 를 갖는 점적(66)을 제공하기 위해 유체 분배 장치(32)를 캘리브레이션하기 위한 예시적 방법의 흐름도를 예시한다. 예시적 방법의 세부 사항은 이하에 기술된다. 그러나, 행위가 기술되는 순서는 제한으로 해석됨을 의도하지 않으며 기술된 행위의 어떤 횟수로도 다른 순서로 및/또는 병행하여 조합하여 공정을 실시할 수도 있다. 더욱이, 어떤 행위들은 상황에 따라 수정될 수도 있고, 및/또는 전적으로 생략될 수도 있음을 이해하여야 한다.

[0032] 단계 82에서, 텁(64a-64c)을 갖는 분배 헤드(60)에 초기 전압 세팅 Vi 을 제공한다. 한 예로, 각 열 1-3에 대한 초기 전압 세팅 Vi 은 대략 21.7 V이다.

[0033] 단계 84에서, 분배 헤드(60)는 중합성 재료(34)의 점적(66)을 기판(12) 상에 패턴으로 위치시킨다. 각 점적(66)은 점적 직경 D 에 의해 규정될 수 있다. 한 예로, 도 7에서, 분배 헤드(60)는 기판(12) 상에 점적(66a-i)을 부착시키고, 각 점적(66a-i)은 그와 관련된 점적 직경 D_{A-i} 를 갖는다.

[0034] 단계 86에서, 중합성 재료(34)를 고화 및/또는 가교결합시킨다. 단계 86은 선택적일 수 있음을 주목하는 것이 유용할 수 있다.

[0035] 단계 88에서, 도 3에 나타낸 시각 시스템(70)은 분석을 위해 기판(12)상의 점적(66)의 적어도 하나의 이미지(74)를 제공한다. 이미지(74)는 단일 점적(66), 몇개의 점적(66), 또는 모든 점적(66)을 묘사할 수 있다.

[0036] 단계 90에서, 이미지(74)는 프로세서(54)에 의해 평가되어 각 점적(66)에 대한 적하 직경 D 및 이미지(74) 및/또는 열 내의 점적(66)의 수를 제공한다. 추가로, 이미지(74)의 둘 이상의 부분들에 대해 평균 점적 직경 D_{AVG} 가 결정될 수 있다. 예를 들면, 점적 직경 D_{AVG} 는 도 7에서 예시된 각 열 1-3에 대해 결정된다.

[0037] 단계 92에서, 점적(66) 간의 평균 점적 직경 D_{AVG} 을 비교하여 조절된 전압 Vi_{ADJ} 을 결정한다. 예를 들면, 각 열 1-3에 대한 평균 점적 직경 D_{AVG} 을 비교하고 가해진 초기 전압 Vi 를 증가시키거나 감소시켜 각 열에 대한 조절된 전압 Vi_{ADJ} 을 제공한다.

[0038] 단계 94에서, 유체 분배 장치(32)는 각 열에 대한 조절된 전압 Vi_{ADJ} 을 사용하여 점적(66)을 분배한다. 단계 96에서, 이미지(74) 내의 점적(66)에 대한 목표 부피 V_T 가 얻어질 때까지 조절된 전압 Vi_{ADJ} 을 사용하여 단계 84-92를 반복한다.

[0039] 단계 98에서, 유체 분배 장치(32)는 블랭크 기판(12) 상에 목표 부피 V_T 를 갖는 점적(66)을 분배하고 블랭크(실질적으로 평탄한) 몰드(20)로 임프린트하여 잔류층을 형성한다. 한 예로, 이미지(74)에서 점적(66)은 실질적으로 균일하여 목표 부피 V_T 를 갖는다.

[0040] 단계 100에서, 도 2에 나타낸 잔류층 두께 t_2 를 측정하고 평가하여, 패턴형성된 층(46)의 어떤 변동이 있다면 그 변동이 바람직한지 또는 대략 +/- 10 nm 이하의 목표 허용오차 내에 있는지를 결정한다.

[0041] 단계 102에서, 필요에 따라 전압의 미세한 조절을 하여 원하는 잔류층 두께 t_2 를 얻는다.

[0042] 분배 헤드의 매칭

[0043] 점적(66)을 가로지르는 적하 부피 V_D 를 다르게 하는 것은 패턴형성된 층(46)의 도 2에 나타낸 다양한 잔류층 두께 t_2 를 가져오고, 궁극적으로 바람직하지 않은 패턴 전사 문제를 가져올 수 있다.

[0044] 다수의 분배 헤드(60)를 사용하여 기판(12)을 임프린팅할 때, 각 분배 헤드(60)는 실질적으로 같은 적하 부피 V_D 를 분배("적하 부피 V_D 를 매칭")하는 것이 요망될 수도 있다.

[0045] 적하 부피를 매칭하지 않는 것은 패턴형성된 층(46)의 매칭되지 않은 막 두께를 가져올 수 있고, 이것은 패턴

전사 문제를 이끌 수 있다.

- [0046] 이전의 기술은 적하 부피의 미세한 조절을 제공하지 않았다. 즉, 막 두께의 변화가 점적(66)의 적하 패턴을 변경하는 것을 통해 이루어졌다. 이것은 적하 패턴 제작 공정을 좌절시켰고 따라서, 적하 패턴은 개개의 디스펜서 및 툴에 맞춤제작되어야 했다. 레시피 이동성은 문제가 되지 않았다.
- [0047] 이 목적으로, 도 12는 각 분배 헤드(60)를 매칭하는 방법에 대한 흐름도를 예시하며, 여기서는 각 분배 헤드(60)에 의해 분배된 적하 부피를 매칭하기 위해 전압 조절이 사용된다. 예시적 방법의 세부 사항을 이하에 기술한다. 그러나, 행위가 기술되는 순서는 제한으로 해석됨을 의도하지 않으며 기술된 행위의 어떤 횟수로도 다른 순서로 및/또는 병행하여 조합하여 공정을 실시할 수도 있다. 더욱이, 어떤 행위들은 상황에 따라 수정될 수도 있고, 및/또는 전적으로 생략될 수도 있음을 이해하여야 한다.
- [0048] 단계 150에서, 패턴을 포함하지 않는(즉, 실질적으로 평탄한) 몰드(20)를 리소그래피 시스템(10) 내에 위치시킨다.
- [0049] 단계 152에서, 기판(12)을 일련의 디스펜서 전압 V_i 를 포함하는 몰드(20)로 패턴형성시키고 각 디스펜서 전압 V_i 에 대해, 패턴형성된 층(46)의 잔류층 두께 t_2 를 측정한다.
- [0050] 단계 154에서, 잔류층 두께 t_2 대 디스펜서 전압 V_i 를 도시한다. 도 13은 여러가지 적하 패턴 그리드 밀도에 대한 잔류층 두께 대 전압 상관관계의 그래프를 예시한다.
- [0051] 단계 156에서, 각 디스펜서 전압 V_i 에 대해 측정된 잔류층 두께로부터 분배 헤드(60)에 매칭하는 원하는 잔류층 두께 t_2 를 결정한다. 즉, 각 분배 헤드(60)는 실질적으로 같은 부피를 분배한다.
- [0052] 단계 158에서, 도 13의 도시로부터(단계 154 참조) 각 분배 헤드(60)에 대해 원하는 잔류층 두께 t_2 (단계 156 참조)를 달성하기 위한 전압 V_i 를 결정한다.
- [0053] 단계 160에서, 각 분배 헤드(60)에 대한 전압 V_i 를 업데이트한다.
- [0054] 단계 162에서, 기판(12)을 몰드(20)로 패턴형성하여 잔류층 두께 t_2 는 새로운 전압 세팅에서 모든 분배 헤드(60)에 대해 실질적으로 같음을 확인한다.
- [0055] 점적(66)의 적하 부피 V_D 를 계산하기
- [0056] 도 9는 점적(66)의 적하 부피 V_D 를 계산하는 예시적 방법의 흐름도를 예시한다. 이 공정은 온라인 또는 오프라인에서 행해질 수 있다. 예시적 방법의 세부 사항을 이하에 기술한다. 그러나, 행위가 기술되는 순서는 제한으로 해석됨을 의도하지 않으며 기술된 행위의 어떤 횟수로도 다른 순서로 및/또는 병행하여 조합하여 공정을 실시할 수도 있다. 더욱이, 어떤 행위들은 상황에 따라 수정될 수도 있고, 및/또는 전적으로 생략될 수도 있음을 이해하여야 한다.
- [0057] 단계 102에서, 실질적으로 같은 적하 부피 V_D 의 점적(66)을 함유하는 적하 패턴이 만들어진다.
- [0058] 단계 104에서, 단계 102에서 적하 패턴을 만들기 위해 사용되는 분배 헤드(60)를 확인한다.
- [0059] 단계 106에서, 만들어진 적하 패턴을 유체 분배 장치(32)에 로딩한다. 한 구체예에서, 유체 분배 장치(32)는 공기 흐름 없는 환경 내에서 세팅되거나, 또는 분배 공정을 공기 흐름으로부터 차단한다. 또한, 기판(12)을 유체 분배 장치(32) 내에 위치시킨다.
- [0060] 단계 108에서, 기판(12)의 질량 M_s 를 점적(66)이 그 위에 위치되기 전에 기록한다.
- [0061] 단계 110에서, 점적(66)을 기판(12)에 위치시킨다. 점적(66)은 밸런스 측정 장치(도시않음)에 의해 측정가능한 질량이 제공될 때까지 기판(12)에 위치될 수 있다. 실시에 있어서, 대략 50회 보다 많이 한다. 기판(12)에 위치되는 점적(66)의 수는 N_D 로 정의된다.
- [0062] 단계 112에서, 기판(12)에 위치된 점적(66)과 기판(12)의 질량을 측정하고 M_t 로 정의한다.
- [0063] 단계 114에서, 점적(66)의 부피 $V_{\text{점적}}$ 를 다음과 같이 계산한다:

[0064] $V_{\text{점적}} = M_T - M_S$ (1)

[0065] 단계 116에서, 점적(66)의 평균 적하 부피 V_{AVG} 를 다음과 같이 계산한다:

[0066] $V_{\text{AVG}} = V_{\text{점적}} / N_D$ (2)

[0067] 도 10은 점적(66)의 적하 부피 V_D 를 계산하는 또 다른 방법의 흐름도를 예시한다. 보다 구체적으로는, 더 큰 부피를 갖는(예를 들면, 대략 10 pL보다 큰) 점적(66)에 대해서는, 점적(66)의 측면 프로파일을 이미지화한 다음 위에서 (점적(66) 위에서) 본 이미지화를 사용하여 그것의 기하학적 구조로부터 점적 부피 V_D 를 백아웃한다. 예시적 방법의 세부 사항을 이하에 기술한다. 그러나, 행위가 기술되는 순서는 제한으로 해석됨을 의도하지 않으며 기술된 행위의 어떤 횟수로도 다른 순서로 및/또는 병행하여 조합하여 공정을 실시할 수도 있다. 더욱이, 어떤 행위들은 상황에 따라 수정될 수도 있고, 및/또는 전적으로 생략될 수도 있음을 이해하여야 한다.

[0068] 단계 118에서, 실질적으로 같은 적하 부피 V_D 의 점적(66)을 함유하는 적하 패턴이 만들어진다.

[0069] 단계 120에서, 점적(66)을 분배 헤드(60)를 통해 기판(12)에 위치시킨다.

[0070] 단계 122에서, 시각 시스템(70)을 사용하여 기판(12) 상의 점적(66a)의 프로파일의 적어도 하나의 이미지(74)를 제공한다.

[0071] 단계 124에서, 이제 이미지(74)의 점적(66a)을 측정한다. 보다 구체적으로는, 도 11에 나타낸 바와 같이, 점적(66a)의 높이 h , 점적(66a)의 반경 r , 그리고 점적(66a)의 원의 반경 R_c 이 얻어진다.

[0072] 단계 126에서, 점적(66a)(구형 캡)의 부피를 다음과 같이 계산한다:

$$\begin{aligned} V_{\text{구형 캡}} &= \frac{1}{3} \pi h^2 (3R_c - h) \\ &= \frac{1}{6} \pi h (3r^2 + h^2) \end{aligned}$$

[0073]

[0074] 도 10의 흐름도의 공정을 N 횟수(N 점적(66)에 대해) 반복하고, 따라서, V_{AVG} 를 계산한다.

[0075] 더욱 더 이상의 구체예에서, 점적(66)이 공중에 있는 동안(분배 헤드(60)로부터 분배되기 때문임) 점적(66)의 적하 부피 V_D 를 계산한다. 보다 구체적으로는, 이미지(72)는 점적(66a)이 기판(12)과의 상호작용없이 구형이기 때문에 얻어진다. 점적(66a)의 부피는 다음과 같이 계산된다:

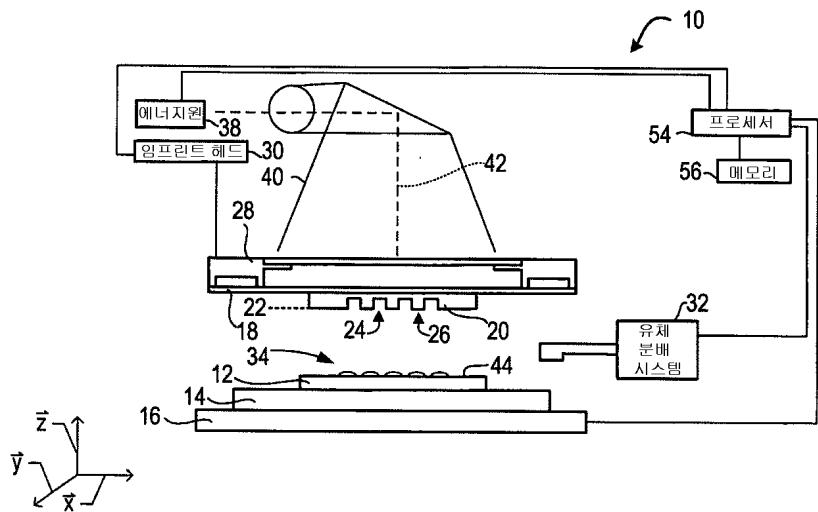
$$V_{\text{적하}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

[0076] 결론

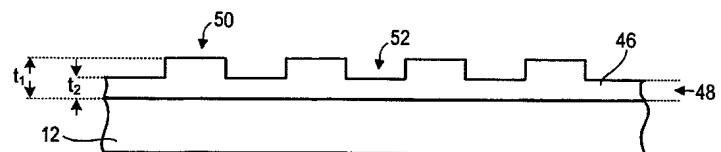
[0077] 구조적 특징 및/또는 방법에 특정한 언어로 구체예들을 기술하였으나, 첨부된 특허청구범위의 주제는 반드시 기술된 특정한 특징 또는 방법에 제한되지 않음을 이해해야 한다. 오히려, 특정한 특징 및 방법은 원격 자동 준비 및 출원의 공개를 제공하기 위한 예시적인 실시로서 개시된다.

도면

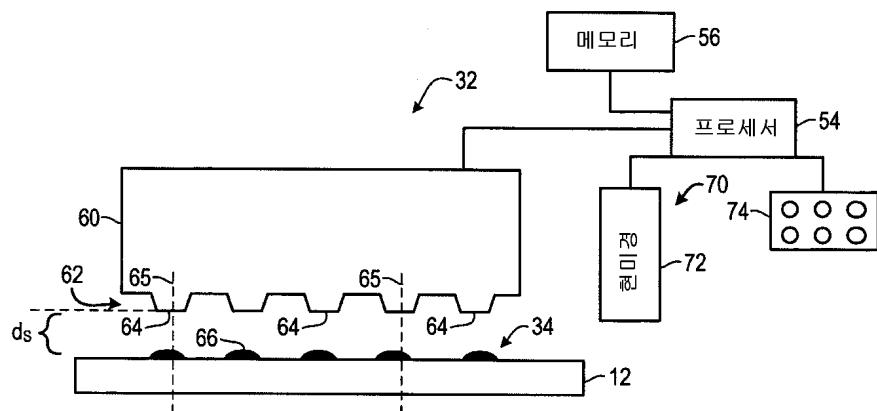
도면1



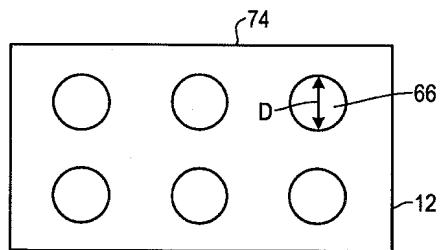
도면2



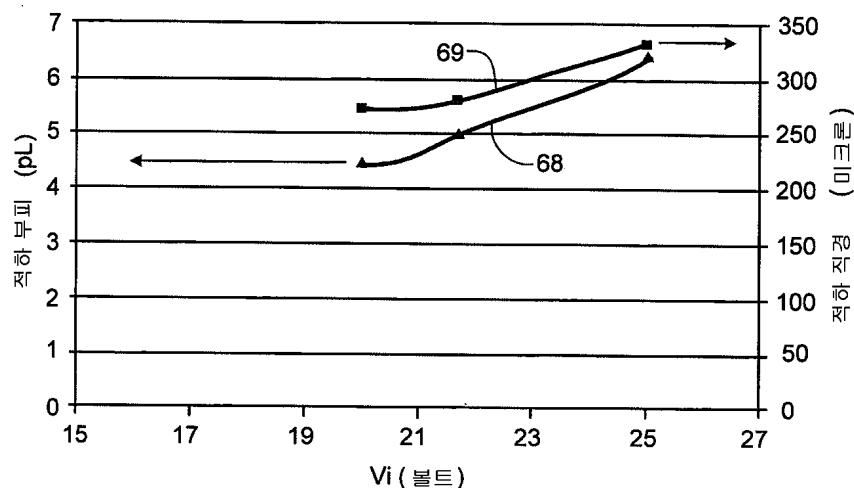
도면3



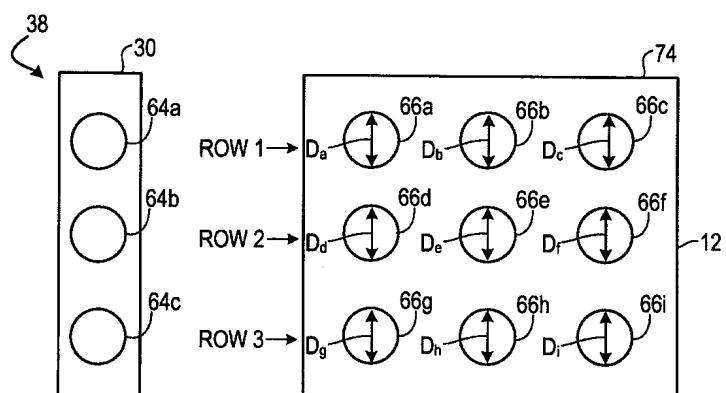
도면4



도면5



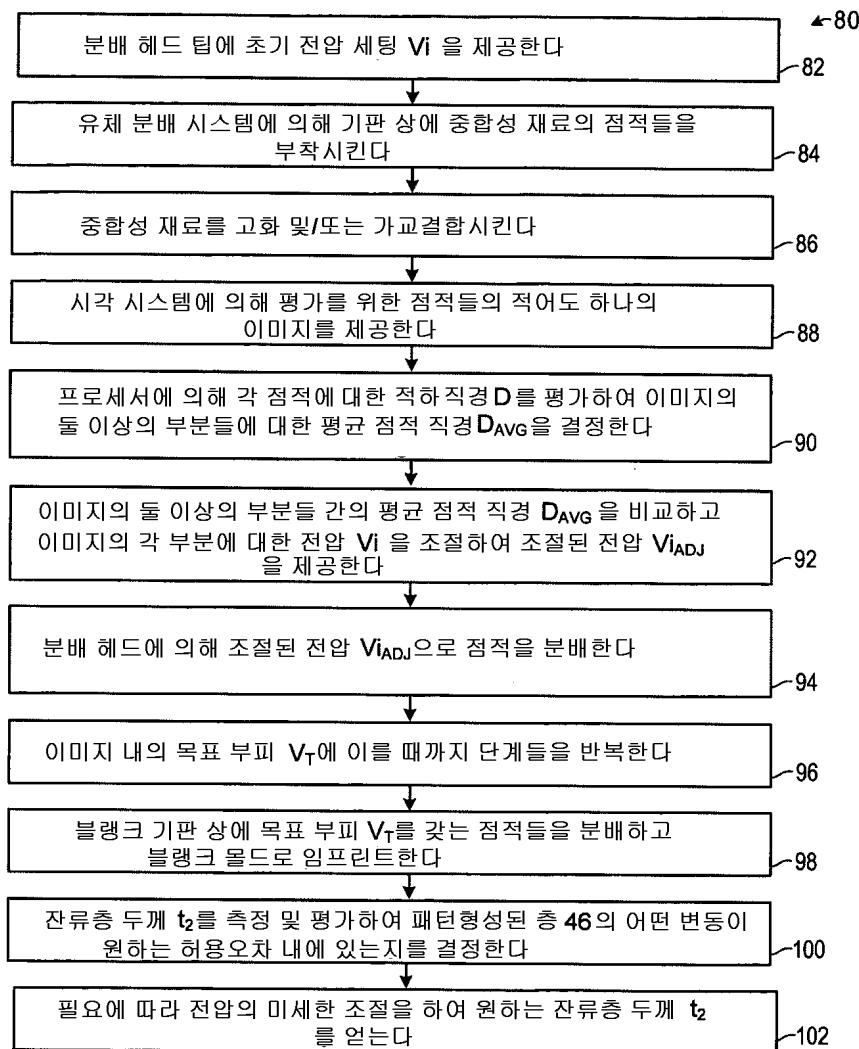
도면6



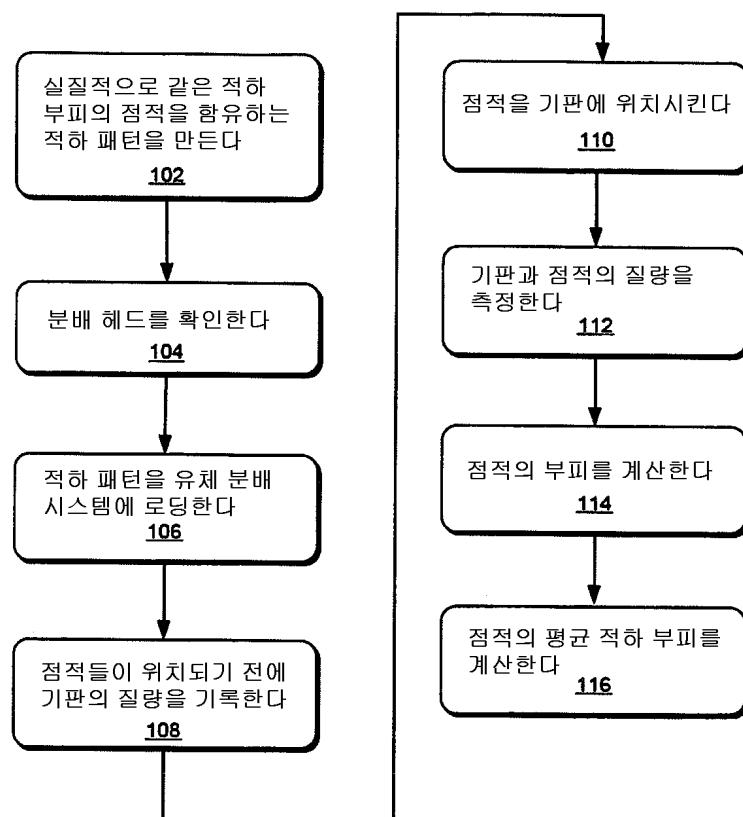
도면7

| 목표 5.0pL (Vi) | 초기 전압 (Vi) | 평균 점적 직경 D_{AVG} | 전압 조절 |
|---------------|------------|--------------------|-------|
| 열 1 | 21.7 | 281.1 μ m | |
| 열 2 | 21.7 | 272.9 μ m | 전압 증가 |
| 열 3 | 21.7 | 331.0 μ m | 전압 감소 |

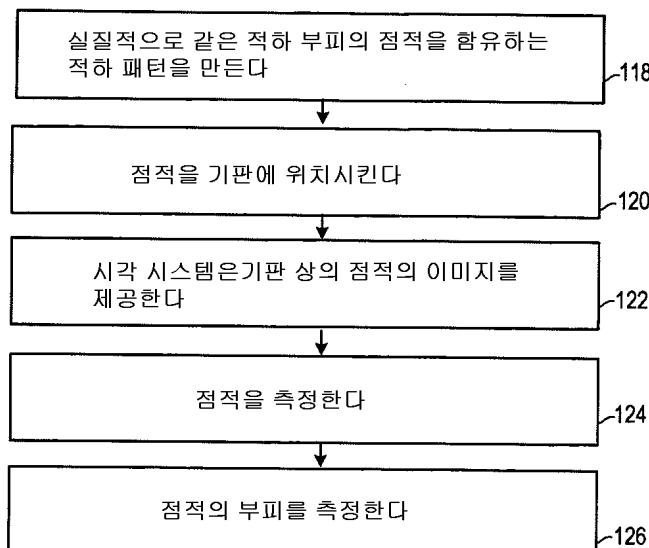
도면8



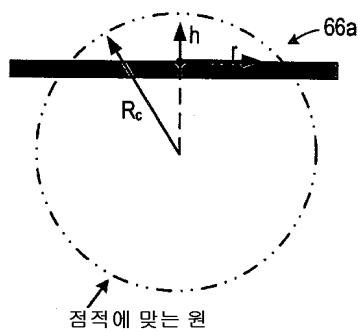
도면9



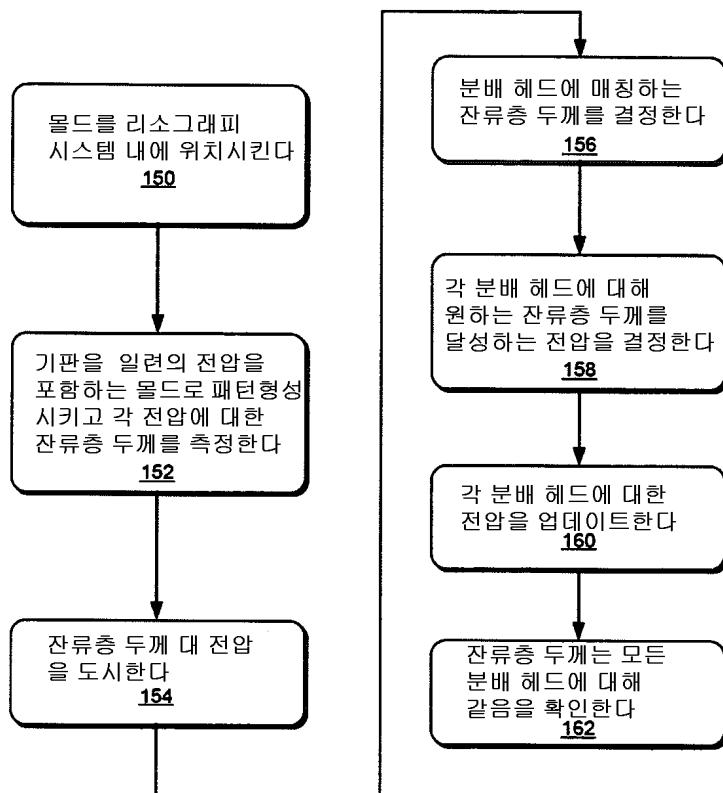
도면10



도면11



도면12



도면13

