



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월29일  
(11) 등록번호 10-2271105  
(24) 등록일자 2021년06월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B29C 64/393 (2017.01) A61J 3/00 (2006.01)  
B29C 64/165 (2017.01) B33Y 50/02 (2015.01)  
B33Y 80/00 (2015.01)
- (52) CPC특허분류  
B29C 64/393 (2017.08)  
A61J 3/007 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0123831
- (22) 출원일자 2017년09월26일  
심사청구일자 2020년09월22일
- (65) 공개번호 10-2018-0041566
- (43) 공개일자 2018년04월24일
- (30) 우선권주장  
15/294,676 2016년10월14일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020160093549 A  
W02016068915 A1

- (73) 특허권자  
제록스 코포레이션  
미국 06851-1056 코네티컷주 노워크 메리트 7 201  
피.오. 박스 4505
- (72) 발명자  
패트리시아 제이. 도날드슨  
미합중국 14534 뉴욕 피츠포드 마쉬 로드 1248
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 10 항

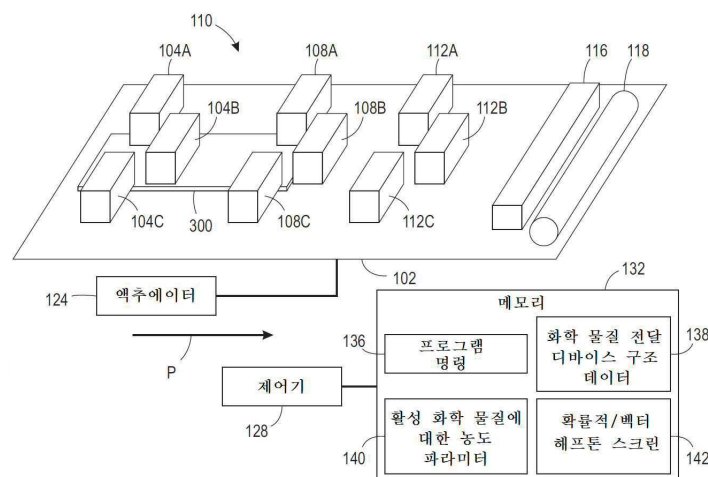
심사관 : 이태우

(54) 발명의 명칭 **해프톤 스크리닝을 사용하여 화학 물질 전달 디바이스를 적층식으로 제조하기 위한 시스템 및 방법**

(57) 요약

활성 화학 물질을 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 형성하는 방법은, 확률적 해프톤 스크린을 사용하고 상기 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터를 참조하여 해프톤 이미지 데이터를 생성하는 단계를 포함한다. 상기 방법은, 상기 농도 파라미터에 대응하는 상기 활성 화학 물질의 농도를 갖는 상기 화학 물질 전달 디바이스를 생성하기 위해, 상기 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 담체를, 상기 해프톤 이미지 데이터에 기초하여, 상기 화학 물질 전달 디바이스 내에 형성된 복수의 공동의 일부 내로 토출하는 단계를 더 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B29C 64/165* (2017.08)

*B33Y 50/02* (2013.01)

*B33Y 80/00* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

3 차원 물체 프린터로서,

지지 부재;

제 1 활성 화학 물질을 포함하는 제 1 화학 물질 담체 (chemical carrier) 를 상기 지지 부재를 향해 토출하도록 구성된 적어도 제 1 이젝터; 및

상기 적어도 제 1 이젝터 및 메모리에 동작 가능하게 연결된 제어기

를 포함하고, 상기 제어기는,

상기 지지 부재 상에 위치된 화학 물질 전달 디바이스 내의 기재 (substrate) 의 제 1 구역 내의 제 1 활성 화학 물질에 대한 제 1 농도 파라미터를 수신하고;

상기 메모리에 저장된 확률적 해프톤 스크린 (stochastic halftone screen) 을 사용하여 그리고 상기 제 1 농도 파라미터를 참조하여, 상기 제 1 활성 화학 물질을 수용하는 기재 내에 형성된 복수의 공동의 제 1 부분의 위치에만 대응하는 복수의 활성화된 픽셀을 포함하는 해프톤 이미지 데이터를 생성하고;

상기 제 1 농도 파라미터에 대응하는 상기 제 1 활성 화학 물질의 농도를 갖는 상기 화학 물질 전달 디바이스를 생성하기 위해, 상기 적어도 제 1 이젝터를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 제 1 화학 물질 담체를, 상기 해프톤 이미지 데이터를 참조하여, 상기 기재 내의 상기 공동들의 상기 제 1 부분 내의 각 공동 내로 토출하도록

구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

부형제 물질을 방출하여 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 기재를 형성하도록 구성된 분배기를 더 포함하고;

상기 제어기는 상기 분배기에 동작 가능하게 연결되고,

상기 분배기를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 상기 미리 결정된 부피의 상기 제 1 화학 물질 담체를 토출하기 전에, 상기 지지 부재 상에 상기 부형제 물질의 복수의 층으로부터 상기 기재를 형성하도록

더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 분배기는,

분말화된 부형제 물질을 상기 지지 부재를 향해 방출하도록 구성된 스프레더 (spreader); 및

미리 결정된 패턴으로 액체 바인더를 토출하여 상기 부형제 물질의 부분들을 결합시켜 상기 기재를 형성하도록 구성된 적어도 제 2 이젝터

를 더 포함하는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 4**

제 2 항에 있어서,

상기 분배기는 상기 부형제 물질의 액체 점적 (liquid drop) 을 미리 결정된 패턴으로 상기 지지 부재를 향해 토출하여 상기 기재를 형성하도록 구성된 적어도 제 2 이젝터를 더 포함하는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 화학 물질 전달 디바이스의 복수의 구역에 대한 상기 제 1 활성 화학 물질의 복수의 농도 파라미터를 수신하고;

상기 복수의 농도 파라미터를 참조하여 상기 메모리에 저장된 상기 확률적 해프톤 스크린을 사용하여 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 복수의 구역에 대한 상기 해프톤 이미지 데이터를 생성하고;

상기 적어도 제 1 이젝터를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 상기 미리 결정된 양의 상기 제 1 화학 물질 담체를, 상기 복수의 농도 파라미터에 대응하는 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 복수의 구역에 걸쳐 농도 구배를 갖게, 상기 기재 내의 상기 공동들의 상기 제 1 부분 내로 토출하도록

더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

제 2 활성 화학 물질을 포함하는 제 2 화학 물질 담체를 상기 지지 부재를 향해 토출하도록 구성된 적어도 제 2 이젝터; 및

상기 적어도 제 2 이젝터에 동작 가능하게 연결된 제어기

를 포함하고, 상기 제어기는,

화학 물질 전달 디바이스 내의 기재의 제 1 구역 내의 제 2 활성 화학 물질에 대한 제 2 농도 파라미터를 수신하고;

상기 메모리에 저장된 확률적 해프톤 스크린을 사용하여 그리고 상기 제 2 농도 파라미터를 참조하여, 상기 제 2 활성 화학 물질을 수용하는 기재 내에 형성된 복수의 공동의 제 2 부분의 위치에만 대응하는 제 2 복수의 활성화된 픽셀을 포함하는 해프톤 이미지 데이터를 생성하고;

상기 제 2 농도 파라미터에 대응하는 상기 제 2 활성 화학 물질의 농도를 갖는 상기 화학 물질 전달 디바이스를 생성하기 위해, 상기 적어도 제 2 이젝터를 동작시켜, 상기 제 2 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 제 2 화학 물질 담체를, 상기 해프톤 이미지 데이터를 참조하여, 상기 기재 내의 상기 공동들의 상기 제 2 부분 내의 각 공동 내로 토출하도록

더 구성되고, 상기 확률적 해프톤 스크린은 확률적 벡터 해프톤 스크린을 더 포함하는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 제어기는 임의의 제 1 복수의 활성화된 픽셀에 대응하지 않는 상기 기재 내의 공동들에 대응하는 해프톤 이미지 데이터의 위치에만 제 2 복수의 활성화된 픽셀을 생성하도록 더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

부형제 물질을 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 기재를 향해 방출하도록 구성된 분배기를 더 포함하고;

상기 제어기는 상기 분배기에 동작 가능하게 연결되고,

상기 분배기를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 상기 제 1 화학 물질 담체를 수용하지 않는 상기 복수의 공동의 임의의 공동 내에 상기 부형제 물질을 형성하도록

더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

부형제 물질을 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 기재를 향해 방출하도록 구성된 분배기를 더 포함하고;

상기 제어기는 상기 분배기에 동작 가능하게 연결되고,

상기 분배기를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 상기 미리 결정된 부피의 상기 화학 물질 담체를 토출한 후에, 상기 복수의 공동을 커버하기 위해 상기 복수의 공동 및 상기 기재에 걸쳐 부형제 물질의 복수의 층을 형성하고 또한 상기 화학 물질 전달 디바이스의 상기 기재의 다른 층 내에 다른 복수의 공동을 형성하도록

더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는

상기 제 1 농도 파라미터를 참조하여 상기 기재의 복수의 층에서 공동의 3 차원 배열에 대응하는 3 차원 헤프톤 이미지 데이터를 생성하고;

상기 적어도 제 1 이젝터를 동작시켜, 상기 제 1 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 제 1 화학 물질 담체를, 상기 기재의 하나의 층 내에 형성된 복수의 공동에 대응하는 상기 3 차원 헤프톤 이미지 데이터의 2 차원 배열을 참조하여, 각각의 상기 공동들의 상기 제 1 부분 내로 토출하도록

더 구성되는, 3 차원 물체 프린터.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 적층식 제조(additive manufacturing) 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 3차원 물체 프린터를 사용하여 화학 물질의 제어된 방출을 제공하는 기재(substrate)를 갖는 정제(tablet) 또는 다른 물품을 제조하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 적층식 제조라고도 알려진 3차원 인쇄는 사실상 임의의 형상의 디지털 모델로부터 3차원 입체물을 제조하는 공정이다. 많은 3차원 인쇄 기술은 적층식 제조 디바이스가 이전에 증착된 층들 위에 부품의 연속적인 층들을 형성하는 적층식 공정을 사용한다. 이러한 기술 중 일부는 하나 이상의 프린트헤드가 연속적인 물질 층들을 토출하는 잉크젯 인쇄를 사용한다. 3차원 인쇄는 절단(cutting)이나 천공(drilling)과 같은 절삭 공정(subtractive process)에 의해 작업물로부터 물질을 제거하는 것에 주로 의존하는 전통적인 물체 형성 기술과 구별된다.

[0003] 적층식 제조 시스템은 광범위한 물품을 생산할 수 있는데, 일부 제안된 사용에는 약물을 전달하기 위해 가용성 기재에 또는 보다 광범위하게 화학 물질 전달 디바이스(chemical delivery device)에 화학 물질을 캡슐화하는 것을 포함한다. 적층식 제조 시스템은 용매에 용해(dissolve)되는 기재의 부형제 물질에 현탁되는 "활성 화학 물질(active chemical)"을 화학 물질 전달 디바이스 내에 증착시킨다. 본 명세서에 사용된 "활성 화학 물질"이라는 용어는, 화학 물질 전달 디바이스가 용매에 용해될 때, 시간에 따라 제어된 방출을 위해 화학 물질 전달 디바이스 내에 매립된 임의의 화학 물질을 지칭한다. 본 명세서에 사용된 "부형제 물질"이라는 용어는, 화학 물질 전달 디바이스의 구조를 형성하고, 하나 이상의 활성 화학 물질을 캡슐화하며, 화학 물질 전달 디바이스가 용매에 용해되거나 온도로-제어되는 화학 물질의 방출 공정으로 녹을 때 화학 물질 전달 디바이스 내에서 활성 화학 물질의 방출을 제어하는 하나 이상의 유형의 물질을 지칭한다. 많은 실시예에서, 부형제 물질은 활성 화학 물질과 실질적으로 반응하지 않지만, 부형제 물질은 화학 물질 전달 디바이스의 사용 동안 활성 화학 물질을 방출하도록 화학 물질 전달 디바이스를 용해시키는 일부 형태의 용매에 가용성이다. 물, 산, 염기, 극성 용매 및

비극성 용매, 또는 상이한 용도를 위한 임의의 다른 적합한 용매를 포함하는 다양한 용매에 용해되는 부형제 기재 물질은 이 기술 분야에 알려져 있다. 옥수수 전분 및 마이크로결정 셀룰로오스는 활성 화학 성분을 위한 부형제 물질로서 통상적으로 사용되는 물질의 2가지 예이지만, 다른 물질은 다양한 화학 물질 전달 디바이스에 사용되는, 젤라틴, UV-경화성 중합체 등을 포함하는 중합체 등을 포함할 수 있다. 일부 형태의 부형제 물질은 화학 물질 전달 디바이스의 통상적인 주위 저장 온도보다 높은 상승된 용융 온도와 같은 동작 온도에서 용해 또는 분해하는 것에 의해 용해되어 활성 화학 물질을 전달한다.

[0004] 기재가 용해될 때, 활성 화학 물질은 화학 물질 전달 디바이스 주위의 매질 내로 방출되고 화학 반응을 생성한다. 이러한 디바이스의 응용에는 사람 및 수의학에서 약물의 전달, 농업 및 원예에서 비료 및 농약의 전달, 물 또는 다른 유체의 흐름을 추적하기 위한 염료 방출, 및 산업 공정에서 활성 화학 물질의 전달을 포함하지만 이들로 국한되지 않는다.

[0005] 종래 기술의 적층식 제조 시스템이 화학 물질 전달 디바이스를 생산할 수 있지만, 일부 형태의 화학 물질 전달 디바이스는 적절한 동작을 위해 추가적인 구조적 요소를 필요로 한다. 예를 들어, 일부 시간-방출 화학 물질 전달 디바이스는 시간에 따라 변하는 활성 화학 물질의 투여량을 전달하기 위해 활성 화학 물질의 특정 농도 구배를 필요로 한다. 일부 경우에, 활성 화학 물질이 불균일한 방식으로 정제의 부피 내에 분배되어 있는 경우, 정제는 활성 화학 물질을 원하는 율(rate)로 전달하지 못한다. 예를 들어, 정제가 용해되는 동안 일부 시점에서 정제가 의도된 것보다 더 높은 농도로 활성 화학 물질을 전달할 때 정제로부터 방출되는 율이 너무 높을 수 있다. 또한, 정제가 소화된 후 특정 시점에서 정제가 너무 낮은 농도로 활성 화학 물질을 전달하는 경우 방출되는 율이 너무 낮을 수 있다. 추가적으로, 일부 정제는 정제 상태에 있는 동안에는 혼합되어서는 안 되지만 일단 정제가 용해되면 혼합되어야 하는 2가지 이상의 유형의 활성 화학 물질을 포함한다. 그 결과, 활성 화학 물질을 정확히 분배하는 정제를 제조할 수 있는 적층식 제조 공정 및 시스템을 개선하는 것이 유리할 것이다.

**발명의 내용**

[0006] 일 실시예에서, 3차원 물체 프린터로 화학 물질 전달 디바이스를 제조하는 방법이 개발되었다. 상기 방법은 상기 화학 물질 전달 디바이스 내의 기재의 제1 구역 내의 제1 활성 화학 물질에 대한 제1 농도 파라미터를 제어기로 수신하는 단계, 확률적 헤프톤 스크린(stochastic halftone screen)을 사용하여 그리고 상기 제1 농도 파라미터를 참조하여 상기 제어기로 헤프톤 이미지 데이터를 생성하는 단계로서, 상기 헤프톤 이미지 데이터는 상기 제1 활성 화학 물질을 수용하는 기재 내에 형성된 복수의 공동의 제1 부분의 위치에만 대응하는 복수의 활성화된 픽셀을 포함하는, 상기 헤프톤 이미지 데이터를 생성하는 단계, 및 상기 제1 농도 파라미터에 대응하는 상기 제1 활성 화학 물질의 농도를 갖는 상기 화학 물질 전달 디바이스를 생성하기 위해, 적어도 제1 이젝터(ejector)에 의해, 상기 제1 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 제1 화학 물질 담체(chemical carrier)를, 상기 헤프톤 이미지 데이터를 참조하여, 상기 기재 내의 상기 공동들의 상기 제1 부분 내의 각 공동 내로 토출하는 단계를 포함한다.

[0007] 다른 실시예에서, 화학 물질 전달 디바이스를 제조하도록 구성된 3차원 물체 프린터가 개발되었다. 상기 3차원 물체 프린터는 지지 부재, 제1 활성 화학 물질을 포함하는 제1 화학 물질 담체를 상기 지지 부재를 향해 토출하도록 구성된 적어도 제1 이젝터, 및 상기 적어도 하나의 이젝터 및 메모리에 동작 가능하게 연결된 제어기를 포함한다. 상기 제어기는, 상기 지지 부재 상에 위치된 화학 물질 전달 디바이스 내의 기재의 제1 구역 내의 제1 활성 화학 물질에 대한 제1 농도 파라미터를 수신하고, 상기 메모리에 저장된 확률적 헤프톤 스크린을 사용하여 그리고 상기 제1 농도 파라미터를 참조하여 헤프톤 이미지 데이터를 생성하되, 상기 헤프톤 이미지 데이터는 상기 제1 활성 화학 물질을 수용하는 기재 내에 형성된 복수의 공동의 제1 부분의 위치에만 대응하는 복수의 활성화된 픽셀을 포함하는, 상기 헤프톤 이미지 데이터를 생성하고, 상기 제1 농도 파라미터에 대응하는 상기 제1 활성 화학 물질의 농도를 갖는 상기 화학 물질 전달 디바이스를 생성하기 위해, 상기 적어도 제1 이젝터를 동작시켜, 상기 제1 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 제1 화학 물질 담체를, 상기 헤프톤 이미지 데이터를 참조하여, 상기 기재 내의 상기 공동들의 상기 제1 부분 내의 각 공동 내로 토출하도록 구성된다.

**도면의 간단한 설명**

[0008] 적어도 하나의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스를 제조하는 적층식 제조 디바이스 또는 프린터의 전술한 양태 및 다른 특징은 첨부된 도면과 관련하여 취해진 다음의 설명에서 설명된다.

도 1은 화학 물질 전달 디바이스를 형성하도록 구성된 3차원 물체 프린터의 도면이다.

도 2는 화학 물질 전달 디바이스를 형성하는 공정의 블록도이다.

도 3a는 각 공동이 활성 화학 물질을 수용할 수 있는 화학 물질 전달 디바이스의 하나의 층에 형성된 공동들의 평면도이다.

도 3b는 도 3a의 화학 물질 전달 디바이스의 제1 단면도이다.

도 3c는 도 3a의 화학 물질 전달 디바이스의 제2 단면도이다.

도 4는 화학 물질 전달 디바이스 내의 활성 화학 물질의 분배에 대응하는 헤프톤 이미지 데이터에 대한 농도 그래프를 도시한 도면이다.

도 5는 화학 물질 전달 디바이스의 기재의 구역 내의 2개의 상이한 활성 화학 물질에 대한 이미지 데이터의 헤프톤 스크린 및 대응하는 배열의 샘플을 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 본 명세서에 개시된 디바이스의 환경 및 디바이스의 상세에 대한 일반적인 이해를 위해 도면을 참조한다. 도면에서, 동일한 참조 부호는 동일한 요소를 나타낸다.

[0010] 본 명세서에 사용된 "헤프톤 스크린"이라는 용어는 화학 물질 전달 디바이스와 같은 3차원 인쇄물을 형성하기 위해 물질의 분배를 제어하는데 사용되는 수치 임계값의 2차원 또는 3차원 배열을 지칭한다. 헤프톤 스크린 내의 각 항목은 본 명세서에서 "도트(dot)"이라고 지칭된다. 이 도트는 2차원 헤프톤 스크린을 위한 2차원 공간으로 배열되거나 또는 3차원 헤프톤 스크린을 위한 3차원 공간으로 배열된다. "도트 중심"이라는 용어는 도트 중심의 값에 기초하여 임계값이 각각 할당된 다수의 도트들의 그룹에 대한 중심 위치로 기능하는 단일 도트를 지칭한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 제어기는 도트 중심에서 특정 임계값을 생성하고, 도트 중심 주위로 동일한 임계값을 갖는 도트들의 세트를 "성장"시킨다. 다른 구성에서, 활성 화학 물질을 수용하는 후보인 공동에 대응하는 도트 중심은 공동을 캡슐화하는 부형체 물질에 대응하는 고정 값을 갖는 "가드(guard)" 도트들에 의해 둘러싸인다. 도트 중심은, 활성 화학 물질의 농도 파라미터 및 도트 중심에서의 임계값에 기초하여, 활성 화학 물질을 선택적으로 수용하는 최종 이미지 데이터 및 헤프톤 스크린 내의 위치에 대응한다. 각 주변 도트는 활성 물질이 화학 물질 전달 디바이스 내에 캡슐화되는 것을 보장하기 위해 부형체 물질을 수용하고 활성 물질을 수용하지 못하는 위치에 대응한다.

[0011] 아래에서 보다 상세히 설명된 바와 같이, 프린터는 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터 데이터와 함께 헤프톤 스크린을 사용하여 "헤프톤 이미지 데이터" 또는 보다 간단히 "이미지 데이터"를 생성한다. 이 이미지 데이터는, 본 명세서에서 "픽셀"로 지칭되는 이미지 데이터 내의 각 위치에 따라 화학 물질 전달 디바이스 내의 물질의 유형을 지정하는 위치의 2차원 또는 3차원 배열을 포함한다. 이미지 데이터 내의 각 픽셀은 헤프톤 스크린 내의 하나의 도트의 위치에 대응한다. 그러나, 헤프톤 스크린의 도트들에서 임계값들 대신에, 이미지 데이터 내의 각 픽셀은 농도 파라미터에 대응하는 활성 화학 물질의 농도 레벨에 따라 화학 물질 전달 디바이스를 형성하기 위해 프린터가 방출하는 하나의 유형의 부형체 물질 또는 활성 물질을 지정하는 값을 포함한다. 본 명세서에서 사용된 픽셀이라는 용어는 3차원 인쇄물에 대한 모델의 형상 및 구조를 형성하는 3차원 부피 단위를 지칭하는 "복셀(voxel)"(volumetric-pixel)이라는 용어의 일반적인 의미를 또한 포함한다. 3차원 물체 프린터는 이미지 데이터를 사용하여 이젝터들 또는 다른 물질 분배기들의 동작을 제어하여, 화학 물질 전달 디바이스 내에 구조물을 형성하고 활성 화학 물질을 분배한다.

[0012] 본 명세서에 사용된 "확률적 헤프톤 스크린"이라는 용어는 도트 중심들이 2차원 또는 3차원 공간에 걸쳐 균일한 크기로 그리고 의사-랜덤하게 분배되는 헤프톤 스크린을 지칭한다. 전통적인 고정 주파수 헤프톤 스크린은 일반적으로 통상 결정 격자(crystalline lattice)에 기초하여 고정 점들에 도트 중심들의 세트를 수립한다. 일반적인 헤프톤 스크린은 2차원의 정사각형 또는 육각형 격자의 정점들에 (또는 입방체의 정점에 또는 3차원의 밀집 구체(close-packed sphere)의 중심들에) 도트 중심들을 놓을 수 있다. 고정 주파수 헤프톤 스크린은 기존 도트 중심 옆에 추가적인 도트들을 추가하는 것에 의해 "온(on)"인 도트의 수를 증가시킨다. 확률적 스크린은 일반적으로 이전의 도트 중심에 인접하지 않은 추가적인 도트 중심들을 추가하는 것에 의해 특정 임계값 또는 임계값들의 범위에 대응하는 도트의 수를 증가시킨다.

[0013] 본 명세서에 사용된 "벡터(vector) 헤프톤 스크린"이라는 용어는 화학 물질 전달 디바이스의 제조 공정 동안 상이한 활성 화학 물질들이 혼합되는 것을 방지하기 위해 단일 헤프톤 스크린이 다수의 유형의 활성 화학 물질들을 상이한 위치들에 위치시키는 일종의 헤프톤 스크린을 지칭한다. 이 벡터 헤프톤 스크린은, 다중-컬러 프린터

(예를 들어, 시안, 마젠타, 옐로우, 블랙) 프린터에서 각 컬러가 개별적인 헤프톤 스크린을 가지고서 프린터가 "컬러 분리(color separation)"라고도 종종 지칭되는 각 컬러에 대한 이미지 데이터의 개별 세트를 생성하는, 인쇄된 이미지들과 연관된 많은 종래 기술의 헤프톤 스크린과는 상이하다. 종래의 인쇄에서, 많은 인쇄된 이미지는 컬러 이미지를 인쇄할 때 때때로 바람직한 인쇄된 이미지의 일부로서 종이 시트(sheet) 상의 동일한 물리적 위치에 2개의 컬러의 잉크를 인쇄하는 다수의 컬러 분리 방식의 헤프톤 이미지 데이터를 포함한다. 그러나, 많은 화학 물질 전달 디바이스의 실시예에서, 활성 화학 물질들은 화학 물질 전달 디바이스로부터 방출될 때만 혼합되어야 하기 때문에, 상이한 컬러들의 잉크와 유사한 상이한 활성 화학 물질들은 단일 물리적 위치에 인쇄되어서는 안 된다. 이와 대조적으로, 벡터 헤프톤 스크린들은 다수의 활성 화학 물질이 단일 위치에 인쇄되는 것을 방지하는 단일 헤프톤 스크린을 사용하여 다수의 활성 화학 물질을 사용하는 화학 물질 전달 디바이스들을 형성할 수 있게 한다.

[0014] 벡터 헤프톤 스크린을 사용하여, 제어기는 각 활성 화학 물질의 농도 파라미터 값에 기초하여 상이한 활성 화학 물질들에 상이한 임계값 범위들을 할당한다. 벡터 헤프톤 내의 각 도트 중심이 많아야 하나의 유형의 활성 화학 물질에 할당되거나 또는 임의의 활성 화학 물질에 대응하지 않는 도트들에 대한 부형제 물질에 할당될 수 있도록 임계값 범위들은 중첩(overlap)되지 않는다. 헤프톤 스크린의 각 도트 위치에서, 제어기는 헤프톤 스크린에서 임계값을 식별하고, 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 "스택된(stacked)" 임계값 레벨들에 기초하여 많아야 하나의 활성 화학 물질에 대응하는 이미지 데이터의 픽셀을 생성한다. 임의의 활성 화학 물질에 대한 범위들에 대응하지 않는 임계값들을 갖는 헤프톤 도트들의 경우 제어기는 픽셀을 채우는 부형제 물질에 대응하는 이미지 데이터 픽셀을 생성한다.

[0015] 도 5와 관련하여 이하에서 보다 상세히 설명된 바와 같이, 헤프톤 스크린의 하나의 실제적인 실시예는 임계값(0 내지 255)의 8-비트 수치 범위를 갖는 도트들을 포함한다. 제어기는 농도 파라미터를 선택적으로 백분율 값으로 수신하고, 농도 파라미터의 크기에 기초하여 8-비트 수치 범위의 중첩되지 않거나 "스택된" 부분들을 각 농도 파라미터에 할당한다(예를 들어, 화학 물질 A → 0-63의 경우 25%, 화학 물질 B → 64-104의 경우 16%, 나머지 값 105 → 255의 경우 부형제 물질). 제어기는 상이한 위치들에서 벡터 헤프톤 스크린들의 도트 값들을 사용하여 도트의 값 및 각각의 화학 물질의 수치 범위들에 기초하여 하나의 화학 물질에 각 도트를 할당함으로써 이미지 데이터 내의 각 대응하는 픽셀에 인쇄될 화합물을 결정한다(예를 들어, 24의 도트 값 → 화학 물질 A에 대한 이미지 데이터 픽셀; 134의 도트 값 → 부형제 물질의 이미지 데이터 픽셀). 벡터 헤프톤 스크린 내의 임계값들의 통계적 분배(statistical distribution)는 다수의 화학 물질이 화학 물질 전달 디바이스의 각 구역 내에 균일하게 분배되는 것을 보장한다. 따라서, 벡터 헤프톤 스크린 및 대응하는 헤프톤 공정은 화학 물질 전달 디바이스를 제조하는 공정 동안 활성 화학 물질들이 혼합되는 것을 방지하는 하나 이상의 활성 화학 물질의 분배에 대응하는 이미지 데이터의 생성을 가능하게 한다.

[0016] 본 명세서에서 사용된 "확률적 헤프톤 스크린" 및 "벡터 헤프톤 스크린"이라는 용어는 헤프톤 스크린들의 상호 배타적인 특성을 지칭하지 않는다. 대신, 하나의 헤프톤 스크린은 확률적 벡터 헤프톤 스크린을 형성하는 전술된 확률적 속성과 벡터 속성을 모두 가질 수 있다. 예를 들어, 단일 활성 화학 물질만을 사용하는 화학 물질 전달 디바이스에서, 확률적 헤프톤 스크린은 각 구역 내의 단일 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터에 기초하여 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구역들 내에 단일 활성 화학 물질의 분배를 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 생산할 수 있게 한다. 단일 화학 물질 구성의 헤프톤 스크린은 선택적으로 벡터 헤프톤 스크린이지만, 단일 활성 화학 물질만이 있기 때문에 벡터 특성은 필요치 않다. 2개 이상의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스를 생산할 때, 프린터는 확률적 벡터 헤프톤 스크린을 사용한 헤프톤 공정을 사용하여 화학 물질 전달 디바이스 내의 2개 이상의 활성 화학 물질의 분배를 제어한다.

[0017] 본 명세서에 사용된 "공정 방향(process direction)"이라는 용어는 3차원 물체 형성 공정 동안 하나 이상의 프린트헤드를 지나 지지 부재가 이동하는 방향을 지칭한다. 지지 부재는 인쇄 공정 동안 3차원 물체를 유지한다. 일부 실시예에서, 지지 부재는 금속판과 같은 평면 부재인 반면, 다른 실시예에서 지지 부재는 3차원 물체 인쇄 공정 동안 물체의 형성을 지지하는 회전 원통 부재이거나 또는 다른 형상을 갖는 부재이다. 일부 실시예에서, 프린트헤드들은 정지 상태로 유지되는 반면, 지지 부재와 물체는 프린트헤드를 지나 이동한다. 다른 실시예에서, 프린트헤드들은 이동하는 반면, 지지 부재는 고정된 채 유지된다. 또 다른 실시예에서, 프린트헤드와 지지 부재는 모두 이동한다.

[0018] 본 명세서에 사용된 "교차-공정 방향(cross-process direction)"이란 용어는 지지 부재의 평면에서 공정 방향과 수직인 방향을 지칭한다. 2개 이상의 프린트헤드 내의 이젝터들은 프린트헤드의 어레이가 2차원 평면 구역에 걸쳐 부형제 물질 또는 활성 화학 물질의 인쇄된 패턴을 형성하도록 교차-공정 방향으로 정렬(registered)될 수

있다. 3차원 물체 인쇄 공정 동안, 프린트헤드는 부형제 물질의 점적(drop)을 토출하여 화학 물질 전달 디바이스 내의 구조 및 공동들의 연속적인 층을 형성한다.

[0019] 본 명세서에 사용된 "z-축"이라는 용어는 3차원 물체 프린터에서 공정 방향에, 교차-공정 방향에, 및 지지 부재의 평면에 수직인 축을 지칭한다. 3차원 물체 인쇄 공정의 시작시에, z-축을 따른 분리는 3차원 인쇄된 화학 물질 전달 디바이스 내에 부형제 물질 층들을 형성하는 프린트헤드와 지지 부재 사이의 분리 거리를 지칭한다. 프린트헤드의 이젝터들이 각 부형제 물질 층을 형성하므로 프린터는 프린트헤드와 최상층 사이의 z-축 분리를 조정하여 인쇄 동작 동안 프린트헤드와 물체의 최상층 사이의 거리를 실질적으로 일정하게 유지한다. 일부 실시예에서, 지지 부재는 z-축 분리를 유지하기 위해 인쇄 동작 동안 프린트헤드로부터 멀어지는 방향으로 이동하는 반면, 다른 실시예에서는 프린트헤드는 z-축 분리를 유지하기 위해 부분적으로 인쇄된 물체 및 지지 부재로부터 멀어지는 방향으로 이동한다.

[0020] 도 1은 3차원 물체 프린터(100) 또는 보다 간단히 프린터(100)로서 구현된 적층식 제조 디바이스를 도시한다. 프린터(100)는 프린트헤드를 동작시켜 적어도 하나의 유형의 부형제 물질로 형성된 구조물 내에 캡슐화된 하나 이상의 활성 화학 물질을 포함하는 3차원 인쇄된 화학 물질 전달 디바이스(300)를 형성하도록 구성된다. 프린터(100)는 지지 부재(102), 프린트헤드 어레이(104A 내지 104C, 108A 내지 108C, 및 112A 내지 112C), 자외선(UV) 경화 디바이스(116), 제어기(128), 메모리(132) 및 평탄화기(leveler)(118)를 포함한다. 도 1의 예시적인 실시예에서, 복수의 부형제 물질 층으로 형성된 3차원 화학 물질 전달 디바이스(300)를 형성하는 동안의 3차원 물체 프린터(100)가 도시된다. 화학 물질 디바이스(300)는 프린트헤드 어레이(104A-104C 및 108A-108C) 내의 하나 이상의 이젝터들이 화학 물질 전달 디바이스(300)의 서로 다른 구역들의 농도 파라미터를 참조하여 공동들의 부분 내로 토출하는 화학 물질 담체의 점적 형태로 활성 화학 물질을 수용하는 다수의 공동 층을 포함한다.

[0021] 도 1의 실시예에서, 지지 부재(102)는 공정 방향(P)으로 이동하는 금속판과 같은 평면 부재이다. 프린트헤드 어레이(104A-104C, 108A-108C, 및 112A-112C), UV 경화 디바이스(116) 및 평탄화기(118)는 인쇄 영역(printing zone)(110)을 형성한다. 지지 부재(102)는 공정 방향(P)으로 인쇄 영역(110)을 통해 활성 화학 물질로 채워진 공동들과 함께 이전에 형성된 임의의 부형제 물질 층을 운반한다. 인쇄 동작 동안, 지지 부재(102)는 화학 물질 전달 디바이스(300) 내에 부형제 물질 및 활성 화학 물질의 연속적인 층들을 형성하기 위해 프린트헤드를 다수회 통과시키는 미리 결정된 공정 방향 경로로 이동한다. 일부 실시예에서, 부재(102)와 유사한 다수의 부재는 캐루셀(carousel) 또는 유사한 구성으로 인쇄 영역(110)을 통과한다. 하나 이상의 액추에이터는 인쇄 방향(P)으로 인쇄 영역(110)에 걸쳐 지지 부재(102)를 이동시킨다. 도 1의 실시예에서, 액추에이터는 또한 화학 물질 전달 디바이스(300)를 형성하기 위해 각 부형제 물질 층을 지지 부재(102)에 도포한 후 인쇄 영역(110) 내의 구성 요소로부터 멀어지는 Z 방향으로 지지 부재(102)를 이동시킨다. 액추에이터는 지지 부재(102)를 Z 방향으로 이동시켜 화학 물질 전달 디바이스(300)의 최상층과 인쇄 영역(110) 내의 구성 요소 사이에 균일한 분리를 유지한다.

[0022] 프린트헤드 어레이(104A-104C, 108A-108C, 및 112A-112C) 내의 각 프린트헤드는 적어도 하나의 이젝터를 포함한다. 도 1의 예시적인 프린트헤드 실시예에서, 각 프린트헤드는 예를 들어 압전 또는 열 변환기(transducer)를 사용하여 액체의 점적을 토출하는 이젝터들의 2차원 어레이를 포함한다. 많은 실제적인 실시예에서, 각 프린트헤드는 선형 인치당 수 백 또는 수 천 개의 물질 점적(DPI)을 인쇄할 수 있는 밀도를 갖는 이젝터 어레이를 포함한다. 도 1에 도시된 프린터(100)는 제1 활성 화학 물질의 점적을 토출하도록 구성된 프린트헤드 어레이(104A-104C), 및 제2 활성 화학 물질의 점적을 토출하도록 구성된 프린트헤드 어레이(108A-108C)를 갖는 2가지 상이한 유형의 활성 화학 물질의 점적을 토출한다. 프린트헤드 어레이(112A-112C)는 활성 화학 물질을 수용하는 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 공동들을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 구조를 형성하는 중합체 물질과 같은 부형제 물질의 점적을 토출한다.

[0023] 많은 실시예에서, 활성 화학 물질은 프린트헤드(104A-104C 및 108A-108C) 내의 잉크젯을 통해 액체 점적으로 토출하기 위해 화학 물질 담체에 용해되거나 현탁된다. 일부 구성에서, 화학 물질 담체는 공동 내에 활성 화학 물질을 남겨두기 위해 각 공동을 밀봉하기 전에 화학 물질 전달 디바이스(300)의 공동들 내에서 증발하지만, 다른 실시예에서는 화학 물질 담체는 공동 내에 액체 상태로 남아 있다. 화학 물질 담체의 정확한 제형이 상이한 유형들의 화학 물질 전달 디바이스들에서는 변할 수 있지만, 화학 물질 담체는 일반적으로 액체 형태의 부형제 물질이다. 즉, 화학 물질 전달 디바이스가 용해되어 활성 화학 물질을 방출할 때, 화학 물질 담체는 활성 화학 물질과 상호 작용하지 않거나 화학 반응의 특성을 실질적으로 변화시키지 않는다. 물론, 일부 활성 화학 물질은 프린터(100)의 프린트헤드들 및 이젝터들과 호환 가능한 액체 형태로 이미 이용 가능하다. 이러한 구성에서, 화

학 물질 담체 및 활성 화학 물질은 동일한 물질이다.

- [0024] 프린트헤드 어레이(104A-104C, 108A-108C, 및 112A-112C) 각각은 3개의 프린트헤드를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 대안적인 구성은 교차-공정 방향으로 상이한 크기들을 갖는 인쇄 영역들을 수용하기 위해 더 적은 수의 프린트헤드 또는 더 많은 수의 프린트헤드를 포함할 수 있다. 프린터(100)의 대안적인 실시예는 활성 화학 물질들의 상이한 조합들을 처리하기 위해 더 많거나 더 적은 수의 프린트헤드 어레이를 포함한다. 프린트헤드 어레이(104A-104C, 108A-108C, 및 112A-112C)는 프린터(100)에서 동작하는 동안 정지 상태로 유지되지만, 대안적인 프린터 실시예에서는 교차-공정 방향(CP)으로, 공정 방향(P)으로, 또는 교차-공정 방향과 공정 방향으로 이동하는 하나 이상의 프린트헤드를 포함한다. 이동하는 프린트헤드는 3차원 화학 물질 전달 디바이스의 구조를 형성하고, 화학 물질 전달 디바이스 내에 활성 화학 물질을 증착시킨다. 추가적으로, 도 1은 예시적인 목적을 위해 단일 화학 물질 전달 디바이스(300)를 도시하지만, 많은 실제적인 실시예에서 프린터(100)는 도 1에 도시된 프린트헤드 어레이를 사용하여 평균적인 사람이 삼킬 수 있는 다수의 정제를 포함하는 부형제 물질의 시트와 같은 다수의 화학 물질 전달 디바이스를 동시에 형성한다. 더 큰 부형제 물질 시트는 이후 프린터(100)의 동작 완료 후에 개별 화학 물질 전달 디바이스들로 기계적으로 분리된다.
- [0025] 도 1에 도시된 프린터(100)의 실시예에서, 프린트헤드(112A-112C)는 부형제 물질을 위한 분배기로서 작용한다. 인쇄 영역(110)에 대한 대안적인 구성에서, 부형제 분말 분배기는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 상부 표면을 덮는 얇은 분말 층으로서 부형제 물질을 방출하는 스프레더(spreader)(미도시)를 포함한다. 분말 분배기는 UV 경화 디바이스(116)와 유사한 구성으로 인쇄 영역(110)에 걸쳐 위치된다. 프린트헤드(112A 내지 112C) 내의 이젝터들은 분말을 화학 물질 전달 디바이스의 내구성 부분에 결합시키고 경화하기 위해 액체 바인더 물질의 점적을 각 분말 층의 선택된 위치 상으로 토출한다. UV 경화 디바이스(116)는 일부 실시예에서 선택적으로 바인더를 경화시킨다. 바인더를 수용하지 않는 과량의 분말은 화학 물질 전달 디바이스(300)로부터 제거되어, 프린트헤드 어레이(104A-104C 및 108A-108C)로부터 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 담체를 수용하는 공동을 노출시킨다.
- [0026] 프린터(100)에서, UV 경화 디바이스(116)는 교차-공정 방향(CP)으로 인쇄 영역(110)에 걸쳐 UV 광을 생성하는 자외선 광원이다. UV 경화 디바이스(116)로부터 UV 광이 화학 물질 전달 디바이스(300)의 최상층에 있는 부형제 물질을 경화시켜 화학 물질 전달 디바이스(300)의 내구성 부분을 형성한다. UV 경화 공정은 부형제 물질을 고화(solidify)시켜 추가적인 부형제 물질 층을 수용하고 어레이(104A-104C 및 108A-108C)와 같은 하나 이상의 프린트헤드 어레이 내 이젝터들로부터 토출되는 활성 화학 물질을 갖는 액체 화학 물질 담체를 포함할 수 있는 공동들의 어레이들을 형성한다.
- [0027] 본 명세서에 사용된 "평탄화기"라는 용어는 UV 경화 디바이스(116)가 부형제 물질을 경화시키기 전에 화학 물질 전달 디바이스 내의 각 부형제 물질 층의 최상부 표면과 맞물리도록 구성된 부재를 지칭한다. 프린터(100)에서, 평면화기(planarizer)로도 지칭되는 평탄화기(118)는 압력을 가하고 선택적으로 열을 가하여, 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 부형제 물질의 최상부 층을 고르게(smooth) 하고, 이후 인쇄 영역(110)을 통과하는 동안 부형제 물질의 추가적인 층을 수용하는 균일한 표면을 형성한다. 일부 실시예에서, 평탄화기(118)는 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 부형제 물질이 평탄화기(118)의 표면에 접촉하는 것을 방지하기 위해 낮은 표면 에너지 물질로 코팅된 롤러이다. 인쇄 영역(110) 내의 다른 구성 요소들은 화학 물질 전달 디바이스(300)로부터 Z 방향으로 미리 결정된 거리를 유지하지만, 평탄화기(118)는 인쇄 영역(110)을 적어도 일부 통과하는 동안 화학 물질 전달 디바이스(300)와 맞물려 부형제 물질의 최상부 층을 고르게 한다.
- [0028] 제어기(128)는 프린터(100)를 동작시키도록 구성된, 마이크로프로세서, 마이크로제어기, 전계 프로그래밍 가능한 게이트 어레이(FPGA), 주문형 집적 회로(ASIC) 또는 임의의 다른 디지털 로직과 같은 디지털 로직 디바이스이다. 프린터(100)에서 제어기(128)는 지지 부재(102), 프린트헤드 어레이(104A-104C, 108A-108C, 및 112A-112C)를 포함하는 프린트헤드 어레이들, UV 경화 디바이스(116) 및 평탄화기(118)의 움직임을 제어하는 하나 이상의 액추에이터에 동작가능하게 연결된다. 제어기(128)는 메모리(132)에 동작가능하게 더 연결된다. 프린터(100)의 실시예에서, 메모리(132)는 랜덤 액세스 메모리(RAM) 디바이스와 같은 휘발성 데이터 저장 디바이스, 및 비-휘발성 데이터 저장 디바이스, 예를 들어, 솔리드-스태이트 데이터 저장 디바이스, 자기 디스크, 광학 디스크, 또는 임의의 다른 적절한 데이터 저장 디바이스를 포함한다. 메모리(132)는 프린터(100) 내의 구성 요소들을 동작시키기 위해 제어기(128)를 동작시키기 위한 프로그래밍된 명령(136)을 저장한다. 메모리(132)는 또한 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동들의 특정 배열을 포함하는 하나 이상의 유형의 화학 물질 전달 디바이스의 형상과 구조의 3차원(3D) 표현을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스 구조 데이터(138)를 저장한다. 화학 물질 전달 디바이스 구조 데이터(138)는 예를 들어 화학 물질 전달 디바이스(300)를 제조하기 위해 프린터(100)가 형

성하는 각 부형제 물질 층에 대응하는 복수의 2차원 이미지 데이터 패턴을 포함한다. 메모리(132)는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 하나 이상의 구역 내의 적어도 하나의 활성 화학 물질의 농도 레벨을 지정하는 농도 파라미터(140)를 더 저장한다. 메모리(132)는 또한 하나 이상의 확률적 또는 벡터 헤프톤 스크린(142)을 저장한다. 아래에서 보다 상세히 설명된 바와 같이, 확률적 또는 벡터 헤프톤 스크린은 프린터(100)가 화학 물질 전달 디바이스(300) 내에 형성된 공동들의 상이한 부분들에 활성 화학 물질의 분배를 제어할 수 있게 한다. 제어기(128)는 저장된 프로그램 명령(136)을 실행하여 프린터(100) 내의 구성 요소들을 동작시켜 화학 물질 전달 디바이스(300) 내에 부형제 물질의 3차원 구조를 형성한다. 또한, 제어기(128)는 저장된 프로그램 명령을 실행하여 헤프톤 이미지 데이터를 생성하고, 화학 물질 전달 디바이스(300)의 상이한 구역들에 대한 헤프톤 스크린(142) 및 농도 파라미터 데이터(140)에 기초하여 활성 화학 물질의 점적을 화학 물질 전달 디바이스(300) 내에 형성된 공동들의 부분들 내로 토출하는 것을 제어한다.

[0029] 도 2는 하나 이상의 형태의 부형제 물질로 형성된 기재 내의 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 농도 레벨의 범위를 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 형성하는 공정(200)을 도시한다. 아래 설명에서, 동작 또는 기능을 수행하는 공정(200)에 대한 언급은, 저장된 프로그램 명령을 실행하여 적층식 제조 디바이스 내 구성 요소들과 관련하여 기능 또는 동작을 수행하는 3차원 물체 프린터와 같은 적층식 제조 디바이스 내의 제어기의 동작을 지칭한다. 공정(200)은 예시를 위한 목적으로 도 1의 3차원 물체 프린터와 관련하여 설명된다.

[0030] 공정(200) 동안, 프린터(100)는 공정(200) 동안 프린터(100)로부터 활성 화학 물질을 수용하는데 이용 가능한 복수의 노출된 공동들을 갖는 부형제 물질로부터 화학 물질 전달 디바이스 내의 기재 층을 선택적으로 형성한다 (블록 204). 일 실시예에서, 프린터(100)는 프린트헤드(112A-112C)를 보완하는 스프레더를 사용하여 분말화된 부형제 물질로부터 기재를 형성한다. 제어기(128)는 프린트헤드(112A-112C)와 같은 프린트헤드의 일 그룹 내의 이젝터들을 동작시켜 부형제 물질의 경화된 층을 형성하기 위해 바인더 물질을 미리 결정된 패턴으로 토출한다. 제어기(128)는 화학 물질 전달 디바이스 구조 데이터(138)에 기초하여 프린트헤드(112A-112C) 내의 이젝터들을 동작시켜 공동들의 미리 결정된 구조 및 배열을 갖는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 각 층을 형성한다. 또한, 제어기(128)는 바인더 물질을 수용하지 않는 위치의 기재 내에 공동들을 형성하며, 여기서 프린터(100)가 공동층을 형성한 후에 바인더를 수용하지 않는 과량의 분말은 제거된다. 프린터(100)는 일반적으로 각 공동의 바닥 및 측벽들을 형성하는 부형제 물질의 복수의 층으로부터 공동들의 각 세트를 형성한다.

[0031] 또 다른 실시예에서, 프린터(100) 내의 하나 이상의 프린트헤드 어레이는 예를 들어 UV 경화성 중합체 또는 다른 적합한 부형제 물질을 사용하여 부형제 물질의 다수의 층으로부터 기재 및 공동들을 형성하도록 경화되는 부형제 물질의 점적을 토출한다. 제어기(128)는 화학 물질 전달 디바이스 구조 데이터(138)를 사용하여 프린트헤드(112A-112C)로부터 부형제 물질의 점적의 토출을 제어하여 공동들의 미리 결정된 형상 및 배열을 갖는 화학 물질 전달 디바이스의 층들을 형성한다. 또 다른 실시예에서, 프린터(100) 이외의 디바이스가 기재 및 공동들을 형성한다. 프린터(100)는 지지 부재(102) 상에 노출된 공동들을 갖는 기재를 수용한다.

[0032] 도 3a 내지 도 3c는 공동의 다수의 층을 갖는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 일례를 도시한다. 도 3a는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 하나의 층 내에 형성된 공동(324)과 같은 공동의 어레이를 갖는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 기재의 평면도를 도시한다. 도 3의 예에서, 프린터(100)는 도 3a에 도시된 공동들의 부분 내로 토출되는 활성 화학 물질에 대한 헤프톤 이미지 데이터를 생성하도록 구성된다. 도 3a의 예시적인 실시예에서, 프린터(100)는 노출된 층 내 3개의 상이한 구역(304, 308 및 312)들에 대해 상이한 농도 파라미터를 수신한다. 도 3a는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 하나의 층 내의 구역(304 내지 312)들을 도시하지만, 많은 실시예에서 이 구역들은 화학 물질 전달 디바이스(300)의 다수의 층 내에 형성된 공동들을 통해 연장되어 3차원 구역들을 형성한다. 또한, 도 3a는 예시적인 목적을 위해 3개의 구역(304 내지 312)을 도시하고 있지만, 대안적인 구성은 상이한 수의 구역을 포함할 수 있고, 나아가 화학 물질 전달 디바이스(300)에 걸쳐 다양한 농도 파라미터의 구배를 더 포함할 수 있다.

[0033] 도 3b 및 도 3c는 라인(340)을 따라 취한 화학 물질 전달 디바이스(300)의 일부 단면도를 도시한다. 도 3b는 공동(324)을 포함하는 노출된 공동의 하나의 층을 도시하며, 여기서 노출된 공동은 액체 화학 물질 담체 및 활성 화학 물질의 점적을 수용하기 위해 대략 반구형 형상이다. 화학 물질 전달 디바이스는 공동(332)을 포함하는 3차원 배열로 된 공동의 다수의 층을 포함한다. 도 3c는, 부형제 물질이 공동(324)을 포함하는 상부 층을 형성하되, 화학 물질 담체 및 활성 화학 물질이 공동으로 들어가서 공동을 실질적으로 채울 수 있을 만큼 충분히 큰 개구가 각 노출된 공동의 상부에 거의 전체적으로 형성된 다른 구성을 도시한다. 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 부형제 물질은 공동의 하부 층을 밀봉한다. 일부 실시예에서, 프린터(100)는 인쇄 영역(110)에 걸쳐 지지 부재(102) 및 화학 물질 전달 디바이스(300)를 다수 회 이동시켜, 부형제 물질로부터 다수의 공동 층을 갖는 구

조를 제공하는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 구조를 형성한다. 프린터(100)는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 각 층 내의 노출된 공동들의 선택된 부분을 채우기 위해 활성 화학 물질의 점적을 토출한다. 화학 물질 전달 디바이스(300)의 상이한 구역들에 대한 헤프톤 이미지 데이터를 생성하고, 확률적 헤프톤 스크린 또는 벡터 헤프톤 스크린을 사용하여 공동의 상이한 세트들에 하나 이상의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 담체를 토출하는 프린터(100)의 동작이 아래에서 보다 상세히 제시된다.

[0034] 화학 물질 전달 디바이스(300)의 구조를 형성하는 부형체 물질은 공동들 사이에 유체가 연통되는 것을 방지하기 위해 각 공동을 서로 격리시킨다. 구체적으로, 부형체 물질이 용해되어 유체적으로 결합된 공동들이 노출될 때 부형체 물질은 활성 화학 물질의 예상된 방출보다 더 큰 방출을 할 수 있는 유체 채널이 공동들 사이에 형성되는 것을 방지한다. 추가적으로, 2개 이상의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스에서, 격리된 공동들은 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 부형체 물질이 용해되기 전에 활성 화학 물질들이 결합되는 것을 방지한다. 도 3b 및 도 3c는 구형 형상의 공동들을 도시하지만, 화학 물질 전달 디바이스(300)는 상이한 유형의 화학 물질 전달 디바이스들에 대한 편평한 회전 타원체(oblate spheroid) 및 원통형 공동들을 포함하여 상이한 크기 및 형상을 갖는 공동들을 포함할 수 있다.

[0035] 도 3a에 도시된 바와 같이, 화학 물질 전달 디바이스(300)는 다수의 구역(304 내지 312)을 포함하고, 프린터(100)는 기체의 다수의 구역 내의 농도 파라미터 데이터를 처리하여, 활성 화학 물질들의 상이한 밀도들을 각 구역 내의 공동으로 전달할 수 있게 하는 헤프톤 이미지 데이터를 생성한다. 예를 들어, 하나의 화학 물질 전달 디바이스 구성에서, 농도 파라미터는 최외측 구역(304)으로부터 중간 구역(308)을 통해 최내측 구역(312)으로 가면서 증가한다. 각 구역의 부피가 외부 구역(304)으로부터 중심 구역(312)으로 가면서 감소하기 때문에, 농도 레벨을 적절히 선택하는 것에 의해, 화학 물질 전달 디바이스(300)가 용해할 때, 화학 물질 전달 디바이스(300)는 실질적으로 일정한 율로 활성 화학 물질을 방출할 수 있게 된다. 물론, 대안적인 구성에서, 농도 파라미터는, 화학적 전달 디바이스(300)가 용해될 때, 화학 물질 전달 디바이스(300)가 하나 이상의 활성 화학 물질을 시간에 따라 다양한 율로 방출할 수 있게 하는 구배를 포함하는 다양한 방법으로 활성 화학 물질에 대한 방출 율에 영향을 미칠 수 있다.

[0036] 화학 물질 전달 디바이스(300)는 약물 정제 및 다른 화학 물질 정제와 종종 관련된 형상으로 원통체의 각 단부에 2개의 반구를 갖는 원통형 중심을 갖게 형성되지만, 프린터(100)는 화학 물질 전달 디바이스 및 개별 공동들의 다양한 형상 및 크기를 갖는 기체를 형성하도록 구성된다. 화학 물질 전달 디바이스(300)는 다양한 농도의 활성 화학 물질을 수용하기 위해 공동들을 갖는 복수의 층을 갖는 3차원 디바이스의 단지 예시적인 실시예에 불과하다.

[0037] 다시 도 2를 참조하면, 공정(200)은 프린터(100)가 화학 물질 전달 디바이스의 하나 이상의 구역 내의 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 농도 레벨을 지정하는 농도 파라미터 데이터를 수신할 때 계속된다(블록 208). 농도 파라미터들은 대응하는 활성 화학 물질을 수용하는 화학 물질 전달 디바이스의 주어진 구역 내의 공동들의 비율을 지정하는 수치 값을 포함한다. 프린터(100)에서, 제어기(128)는 메모리(132)로부터 저장된 농도 파라미터 데이터(140)를 수신한다. 농도 파라미터는 화학 물질 전달 디바이스(300)의 적어도 하나의 구역 내의 하나 이상의 활성 화학 물질에 대응한다. 일 실시예에서, 각 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터는 0% 내지 100%의 범위에서 백분율로 지정되고, 여기서 0%는 화학 물질 전달 디바이스의 특정 구역에 활성 화학 물질이 없는 것을 나타내고, 100%는 이 구역에서 이용가능한 모든 공동이 활성 화학 물질을 수용하고 있는 것을 나타내고, 중간 백분율은 이 구역에서 화학 물질을 수용하는 구역 내의 공동의 특정 개수에 대응하는 것을 나타낸다. 일부 화학 물질 전달 디바이스는 2개 이상의 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터를 갖는 구역을 포함한다. 기체가 화학 물질 전달 디바이스의 구역 내의 모든 활성 화학 물질에 대해 충분한 공동 위치를 갖는 것을 보장하기 위해 농도 파라미터들의 합은 100% 또는 일부 다른 미리 결정된 최대 파라미터 값을 초과하지 않는다.

[0038] 도 4는 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구역들 내의 2개의 상이한 활성 화학 물질(화학 물질 A 및 화학 물질 B)에 대한 농도 파라미터의 그래프(400)를 도시한다. 도 4에서 3차원 원통형 부피의 총 40개의 구역은 도 3의 디바이스(300)와 같은 화학 물질 전달 디바이스의 형상에 근사하다. 각 구역은 원통체(x-인덱스 1)의 중심을 둘러싸는 구역으로부터 시작하여 원통체(x-인덱스 40)의 외부로 연장되는 3차원 동심 쉘에 대응한다. 도 4의 예는 2개의 상이한 활성 화학 물질에 대한 농도 구배를 도시한다. 본 명세서에서 사용된 "농도 구배"라는 용어는 화학 물질 전달 디바이스 내의 다수의 구역에 대한 복수의 농도 파라미터에 기초하여 프린터(100)가 생성하는 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구역들에 걸쳐 분배되는 활성 화학 물질의 농도 레벨의 변화를 지칭한다. 상이한 농도 구배들은 화학 물질 디바이스가 용해될 때 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구성들이 실질적으로 일

정한 율, 증가하는 율 또는 감소하는 율, 또는 심지어는 진동하는 율로 활성 화학 물질을 방출할 수 있게 한다.

[0039] 도 4의 예에서, 제1 활성 화학 물질(A)에 대한 농도 구배는 화학 물질 전달 디바이스의 중심으로부터 디바이스의 외측을 향해 가면서 감소하는 농도를 지정하는 반면, 제2 활성 화학 물질(B)에 대한 농도 구배는 화학 물질 전달 디바이스의 중심으로부터 디바이스의 외측을 향해 가면서 증가하는 농도 구배를 지정한다. 대안적인 농도 구배는 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구역들에 걸쳐 농도의 비-선형 및 비-단조 변화를 형성하는 복수의 농도 파라미터를 포함한다. 도 4는 대략 원통형 형상을 갖는 화학 물질 전달 디바이스 내의 3차원 구역들에 걸친 농도 구배를 도시하지만, 유사한 농도 구배들이 넓은 범위의 형상을 갖는 화학 물질 전달 디바이스에도 적용 가능하다. 도 3a의 화학 물질 전달 디바이스(300)의 또 다른 근사는 2개의 구체를 갖는 원통체로서 화학 물질 전달의 부피를 모델링한다:  $V = (4\pi r^2 + 2\pi rh) \delta r$ . 다양한 화학 물질 전달 디바이스의 3차원 기하 구조에 대한 유사한 근사는 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자에게 알려져 있다.

[0040] 다시 도 2를 참조하면, 공정(200)은 프린터(100) 내의 제어기(128)가 기체에 대응하는 이미지 데이터의 각 구역 내의 하나 이상의 농도 파라미터를 참조하여 확률적 헤프톤 스크린(이 스크린은 다수의 화합물이 인쇄되고 있는 경우 벡터 헤프톤 스크린일 수도 있음)을 사용하여 헤프톤 이미지 데이터를 생성할 때 계속된다(블록 212). 제어기(128)는 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터에 기초하여 헤프톤 스크린들 내의 대응하는 도트들의 임계값 및 활성 화학 물질들 및 부형제 물질들의 임계값 범위를 사용하여 이미지 데이터의 픽셀들을 생성한다. 본 명세서에 사용된 "활성화된 픽셀"이라는 용어는 활성 화학 물질을 수용하는 헤프톤 이미지 데이터의 픽셀 위치를 지칭하는 반면, 화학 물질 전달 디바이스의 구조를 형성하는 나머지 픽셀은 비활성 또는 부형제 물질을 수용한다. 2개 이상의 활성 화학 물질을 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 형성하는 공정(200)의 실시예에서, 제어기(128)는 벡터 헤프톤 스크린을 사용하여 이미지 데이터의 임의의 주어진 픽셀 위치 내에 단 하나의 활성 화학 물질을 갖는 이미지 데이터를 생성한다. 프린터(100)는 또한 이하에서 보다 상세히 설명된 바와 같이 활성화된 픽셀이 아닌 나머지 픽셀에 대한 부형제 물질의 점적을 토출한다. 헤프톤 이미지 데이터는 활성 화학 물질을 수용하는 기체 내에 형성된 복수의 공동의 일부의 위치에만 대응하는 복수의 활성화된 픽셀을 포함한다. 일부 구성에서 하나의 구역은 하나의 활성 화학 물질을 수용하는 반면, 다른 구성에서는 단일 구역이 2개 이상의 활성 화학 물질을 수용한다. 전술된 바와 같이, 확률적 벡터 헤프톤 스크린은 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동들의 물리적 배열에 대응하는 픽셀의 분배를 갖는 헤프톤 이미지 데이터를 생성하는 임계값들을 갖는 도트들의 배열을 포함한다.

[0041] 헤프톤 공정은 화학 물질 전달 디바이스의 기체 내에 노출된 공동들의 위치에 대응하는 픽셀들의 미리 결정된 배열을 갖는 헤프톤 이미지 데이터를 생성한다. 분배되는 화학 물질들이 표적 용매에서 부형제 물질과 동일한 용해 율을 갖지 않는 경우, 또는 접촉하지 않아야 하는 다수의 화학 물질이 포함된 경우, 헤프톤 스크린은 또한 화학 물질 전달 디바이스 내의 상이한 공동들에 대응하는 도트들을 둘러싸는 미리 결정된 임계값 또는 값들의 범위를 갖는 "가드" 도트들을 포함한다. 이 가드 도트들은 활성 화학 물질에 전혀 대응하지 않는 고정 값을 가진다. 프린터(100)는, 활성 화학 물질의 점적을 수용하지 않는 기체 내의 벽들 및 다른 구조물의 위치에 대응하고, 공동들의 위치를 둘러싸는 대응하는 "가드" 픽셀들을 포함하는 가드 도트들에 기초하여 헤프톤 이미지 데이터를 생성한다. 도 5에서 헤프톤 스크린은 화학 물질 전달 디바이스(300)의 하나의 층 내의 공동들의 배열에 대응하는 가드 도트들의 배열을 포함한다. 이 가드 도트들에는 미리 결정된 값 또는 값들의 범위(예를 들어, 도 5의 예에서 255)가 할당되어 있고 이는 활성 화학 물질이 아닌 부형제 물질을 인쇄하는데에만 사용되는 것을 보장한다.

[0042] 헤프톤 스크린을 생성하기 위해, 제어기(128)는 메모리(132)의 헤프톤 스크린 데이터(142)에 저장된 미리 결정된 헤프톤 스크린 데이터를 사용하거나, 또는 제어기(128)는, 공동에 대응하고 활성 화학 물질을 수용하는 후보인 각 도트에 대한 의사-랜덤 수치 임계값을 생성한다. 화학 물질 전달 디바이스의 구역이 100% 농도로 포화된 경우를 제외하고, 각 구역 내의 공동들의 일부만이 활성 화학 물질을 수용한다. 나머지 공동은 비어 있거나 또는 프린터(100)는 빈 공동을 화학 물질 전달 디바이스(300)를 형성하는 부형제 물질로 채우거나, 또는 물, 글리세린, 트리글리세라이드 또는 다른 액체와 같은 비활성 물질로 채운다. 충전 물질은 화학 물질 디바이스가 용해되는 환경의 화학적 특성에 의존한다. 일부 실시예에서, 용액 내에 활성 화학 물질을 유지하는 화학 물질 담체는 또한 프린터 내의 이젝터들이 임의의 용해된 활성 화학 물질 없이 화학 물질 담체를 토출할 때 비활성 액체로서 작용한다. 제어기(128)는 헤프톤 스크린 도트 값들 및 임계값 범위들에 기초하여 상이한 활성 화학 물질들을 수용하는 픽셀들의 부분을 식별하기 위해 아래에서 설명된 임계값 지정 공정을 사용한다.

[0043] 도 5는 공정(200) 동안 프린터(100)가 사용하는 화학 물질 전달 디바이스의 하나의 구역의 단일 층에 대응하는

2차원 헤프톤 스크린(500)을 도시한다. 헤프톤 스크린(500)은 하나 이상의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스를 생산하는데 사용하기에 적절한 확률적 벡터 헤프톤 스크린의 예시적인 실시예이다. 프린터(100)에서, 메모리(132)는 헤프톤 스크린(500) 및 선택적으로 추가적인 2차원 또는 3차원 헤프톤 스크린을 헤프톤 스크린 데이터(142)와 함께 저장한다. 도 5는 또한 헤프톤 이미지 데이터에 분배된 2개의 상이한 활성 화학 물질들에 대한 농도 파라미터를 나타내는 표(550)를 도시한다. 헤프톤 스크린 데이터(500)는 각 도트가 0 내지 255의 값을 취하는 8-비트 수치 범위로 인코딩되지만, 다른 실시예는 상이한 범위들을 사용하고 가드 도트들에는 대안적인 구성에서 0과 같은 상이한 값들이 할당될 수 있다. 도 5에서, 값(255)을 갖는 도트들은 각각 화학 물질 전달 디바이스의 기재 내의 공동들 이외의 벽들 또는 특징부들의 위치에 대응하는 가드 도트들이며, 프린터(100)는 활성 화학 물질들의 점적을 가드 도트들에 대응하는 위치로 토출하지 않는다. 도 5는 활성 화학 물질들에 대한 각 잠재적인 위치들 주위에 가드 도트들의 단일 세트를 도시하지만, 대안적인 실시예는 기재 내의 공동들의 크기 및 배열에 기초하여 다른 개수의 가드 도트를 사용한다. 일부 실시예는 활성 화학 물질의 위치들을 분리시키는 것이 특정 화학 물질 전달 디바이스에 필요치 않은 경우 가드 도트를 생략한다. 추가적으로, 헤프톤 스크린(500)이 각 공동에 대해 단일 도트를 도시하지만, 상이한 헤프톤 스크린 실시예에서는 상이한 크기 및 형태의 공동들에 대한 도트 배열을 포함한다.

[0044] 도 5는 더 큰 3차원 화학 물질 전달 디바이스의 단일 층의 구역에 대응하는 2차원 헤프톤 스크린(500)을 도시하지만, 프린터(100)에서 헤프톤 스크린 데이터(142)는 전형적으로 다수의 층에 걸쳐 화학 물질 전달 디바이스의 3차원 구역을 형성하기 위해 다수의 층을 포함하는 3차원 헤프톤 스크린들을 포함한다. 헤프톤 스크린의 일부 층은 프린터(100)가 화학 물질 전달 디바이스 내의 이전에 채워진 공동들 위에 부형제 물질의 보호 층들을 형성할 수 있게 하기 위해 부형제 물질에 대응하는 가드 도트들만을 포함할 수 있다. 3차원 헤프톤 스크린의 실시예에서, 헤프톤 스크린(500)은 다층의 헤프톤 스크린 내의 하나의 층을 나타낸다. 동작 동안, 프린터(100)는 각 층에 대해 더 큰 3차원 헤프톤 스크린의 하나의 선택된 2차원 헤프톤 스크린 부분을 사용하여 화학 물질 전달 디바이스의 각 층을 형성한다.

[0045] 일 실시예에서, 헤프톤 스크린은 인쇄 공정 전에 메모리(132)에 저장된다. 후술된 바와 같이, 프린터는 반복적인 공정으로 하나의 헤프톤 스크린을 타일화(tile)하여, 넓은 범위의 화학 물질 디바이스의 형상과 크기를 위해 화학 물질 전달 디바이스에 의해 점유된 3차원 구역을 커버하여, 비교적 작은 헤프톤 스크린이 더 큰 화학 물질 전달 디바이스의 하나 이상의 구역 내의 이미지 데이터를 형성하는데 사용될 수 있게 한다. 제어기(128)는 농도 파라미터 데이터에 기초하여 활성 화학 물질들을 수용하는 임계값 범위들을 조정하여, 프린터(100)가 단일 헤프톤 스크린을 사용하여 화학 물질 전달 디바이스의 상이한 구역들 내의 하나 이상의 활성 화학 물질에 대해 상이한 화학 물질 농도 구배를 갖는 인쇄된 화학 물질 전달 디바이스 및 이미지 데이터를 생성하게 한다. 다른 실시예에서, 제어기(128)는 인쇄 공정 동안 헤프톤 스크린 임계값들을 생성한다. 제어기(128)는 완전히 랜덤한 수를 사용하여 달성될 수 있는 것보다 더 균일한 분배를 생성하기 위해 의사-랜덤 방식으로 스크린의 도트 중심들 내의 수치 값들을 생성한다. 예를 들어, 의사-랜덤 공정을 사용하여, 제어기(128)는, 인접한 공동들이 동일한 활성 화학 물질을 수용할 가능성을 증가시키는, 인접한 공동들이 유사한 헤프톤 레벨들을 가질 확률이 순전히 랜덤한 공정으로부터 예상되는 것보다 적게 되는 도트들에 대한 임계값들을 생성한다. 가드 도트들을 사용하는 실시예에서, 제어기(128)는 의사-랜덤 공정만을 사용하여 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동과 정렬되는 도트 중심에 대한 임계값을 생성하고 가드 도트(예를 들어, 도 5의 255의 도트 값)는 고정된 값에 유지된다.

[0046] 공정(200) 동안, 제어기(128)는, 구역 내의 각 활성 화학 물질에 대한 농도 파라미터들에 기초하고 그리고 구역 내의 각 공동에 대한 도트 위치에 할당된 헤프톤 스크린 내의 임계값들에 기초하여 헤프톤 이미지 데이터의 부분들 내의 하나 이상의 활성 화학 물질에 대한 활성화된 픽셀을 생성한다. 표(550)에 도시된 바와 같이, 제1 활성 화학 물질(화학 물질 A)에 대한 농도 파라미터는 32%이며, 제어기(128)는 도 5의 0 내지 255의 미리 결정된 스케일을 사용하여 0 내지 81(예를 들어, 256개의 사용 가능한 값 중 약 32%)의 임계값 범위를 생성한다. 따라서, 제어기는 0 내지 81의 수치 값을 갖는 헤프톤 스크린(500) 내의 도트의 위치에 대응하는 제1 활성 화학 물질에 할당된 헤프톤 이미지 데이터 내에 활성화된 픽셀을 생성한다. 표(550)는 제2 활성 화학 물질(화학 물질 B)에 대한 23%의 다른 농도 파라미터를 포함하고, 제어기(128)는 제2 활성 화학 물질에 대한 82-140(예를 들어, 제1 화학 물질의 임계값 범위와 중첩되는 것을 피하기 위해 +82의 오프셋을 갖는 256개의 값 중 대략 23%)의 제2 수치 범위를 생성한다. 제1 활성 화학 물질 및 제2 활성 화학 물질에 대한 수치 범위들은 이 수치 범위들이 중첩되지 않는다는 것을 의미하는 "스택"되어 있어서, 제어기(128)는 이미지 데이터(500)에서 헤프톤 스크린 내의 임의의 후보 도트(예를 들어, 가드 값(255)을 갖지 않는 도트)에 대해 많아야 하나의 활성 화학 물질을 선택하는 것을 보장한다. 141 내지 255의 수치 도트 임계 값을 갖는 기재 내의 공동들에 대응하는 나머지 도트들은 제1 또는 제2 활성 화학 물질 중 어느 것도 수용하지 않고, 제어기(128)는 이들 픽셀을 도 5에서 "비활성"으로

분류하고, 이것은 활성 화학 물질들을 수용하지 않은 공동을 부형제 물질 또는 다른 비활성 물질이 채워야 하는 것을 나타낸다.

- [0047] 예를 들어, 헤프톤 스크린 데이터(500)는 수치 임계값(22)을 갖는 도트(504)를 포함한다. 제어기(128)는 농도 파라미터에 기초하여 제1 활성 화학 물질에 대한 임계값 및 임계값 범위에 기초하여 헤프톤 이미지 데이터에 제1 활성 화학 물질에 대한 활성화된 픽셀을 생성한다. 유사하게, 제어기(128)는 수치 임계값(101)을 갖는 도트(508)에 대응하는 제2 활성 화학 물질에 대한 활성화된 픽셀을 생성한다. 제어기(128)는, 도트(512)가 활성 화학 물질의 임계값 내에 속하지 않기 때문에 수치 값(175)을 갖는 도트(512)에 대응하는 활성화된 픽셀을 생성하지 않는다. 대신, 제어기(128)는 활성 화학 물질을 수용하지 않은 공동을 채우기 위해 부형제 물질 또는 다른 비활성 물질에 할당된 픽셀을 생성한다. 유사하게, 제어기는 값(255)을 갖는 모든 가드 도트에 대해 부형제 물질에 대응하는 이미지 데이터 픽셀을 생성한다.
- [0048] 다층의 화학 물질 전달 디바이스에서, 프린터(100)는 선택적으로 다층의 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동의 3차원 배열에 대응하는 미리 형성된 3차원 헤프톤 스크린을 생성하거나 사용한다. 3차원 헤프톤 스크린은 도 5에 도시된 도트의 2차원 배열과 유사한 구성으로 활성 물질 및 가드 도트들을 수용하는 후보인 도트 위치들을 포함한다. 3차원 헤프톤 스크린은 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동들의 상이한 층들에 대응하는 도 5의 평면 스크린(500)과 유사한 다수의 도트 평면들을 포함한다. 3차원 헤프톤 스크린이 인쇄될 물체보다 작은 경우, 제어기(128)는 공간 충전 타일링 공정을 사용하여 헤프톤 스크린의 다수의 복사본을 타일링하여 화학 물질 전달 디바이스의 3차원 부피를 완전히 감싸는 더 큰 스크린을 생성한다. 동작 동안, 프린터(100)는 프린터(100) 내의 프린트헤드(104A-104C 및 108A-108C)와 같은 프린트헤드에 노출된 개구를 갖는 공동의 2차원 배열을 갖는 개별 층에 대한 활성 화학 물질 또는 화학 물질의 점적을 토출한다. 따라서, 프린터(100)는 일부 실시예에서 3차원 헤프톤 이미지 데이터를 생성하지만, 프린터(100)는 2차원 층으로 각각 배열된 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동의 개별 층으로 활성 물질을 토출한다.
- [0049] 대안적인 실시예에서, 제어기(128)는 3차원 화학 물질 전달 디바이스의 구역들을 화학 물질 전달 디바이스 내에 형성된 공동들의 각 층에 대응하는 일련의 2차원 구역들로 더 분할한다. 제어기(128)는 2차원 층에 걸친 농도 파라미터들 및 구배들에 기초하여 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동들의 각 층에 대한 도트들의 2차원 배열로서 헤프톤 스크린을 생성하거나 또는 메모리(132)로부터 로드(load)한다. 공정(200)의 어느 실시예든 프린터(100)가 하나 이상의 활성 화학 물질의 다양한 분배를 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 형성할 수 있게 한다.
- [0050] 다시 도 2를 참조하면, 공정(200)은 프린터가 헤프톤 이미지 데이터를 참조하여 활성화된 픽셀들 중 하나에 대응하는 기재 내의 공동들의 부분 내의 각 공동 내로 미리 결정된 양의 활성 화학 물질을 토출하기 위해 적어도 하나의 이젝터를 동작시킬 때 계속된다(블록 216). 예를 들어 프린터(100)를 사용하여, 제어기(128)는 프린트헤드 어레이(104A-104C) 내의 이젝터들을 동작시켜 헤프톤 이미지 데이터에서 제1 활성 화학 물질에 대한 활성화된 픽셀의 위치에 대응하는 공동들의 제1 부분 내의 각 공동을 채운다. 프린트헤드(104A-104C) 내의 이젝터들은 이미지 데이터 내의 활성화된 픽셀에 대응하는 각 공동 내로 미리 결정된 양의 화학 물질 담체 및 제1 활성 화학 물질을 토출하여, 화학 물질 전달 디바이스의 각 구역이 농도 파라미터에 대응하는 활성 화학 물질의 농도를 갖는 것을 보장한다. 프린터(100)에서, 제어기(128)는 프린트헤드(108A 내지 108C) 내의 이젝터들을 동작시켜, 프린트헤드(104A-104C)의 동작과 유사한 방식으로, 제2 활성 화학 물질을 포함하는 미리 결정된 양의 화학 물질 담체를 제2 활성 화학 물질에 대한 활성화된 픽셀에 대응하는 공동들의 제2 부분 내로 토출한다. 예를 들어 도 3a 및 도 5를 참조하면, 제어기(128)가 헤프톤 스크린(500)을 사용하여 생성하는 이미지 데이터 내의 활성화된 픽셀들 각각은 화학 물질 전달 디바이스(300)의 구역(304)과 같은 하나의 구역 내의 공동들의 노출된 층 내의 하나의 공동과 정렬된다. 프린트헤드(104A-104C 및 108A-108C) 내의 이젝터들은 제1 및 제2 활성 화학 물질들에 각각 대응하는 공동들 내로 미리 결정된 양의 화학 물질 담체 및 활성 화학 물질들을 토출하여 활성 화학 물질들의 적절한 농도로 화학 물질 전달 디바이스(300) 내의 층의 각 구역을 형성한다.
- [0051] 공정(200)은 화학 물질 전달 디바이스 내의 임의의 추가적인 층에 대해 전술된 바와 같이 계속된다(블록 220). 프린터(100)는 화학 물질 전달 디바이스 내의 노출된 공동들을 밀봉하기 위해 부형제 물질의 추가적인 층을 도포하고, 활성 화학 물질들을 수용하는 임의의 공동 내에 활성 화학 물질들을 캡슐화하고, 화학 물질 전달 디바이스 구조 데이터(138)에 기초하여 부형제 물질로부터 공동의 다른 층을 형성하여 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동의 다른 층을 형성한다(블록 224). 도 2의 예시적인 실시예에서, 제어기(128)는 화학 물질 전달 디바이스의 각 층에 대해 헤프톤 이미지 데이터 내에 활성화된 픽셀을 개별적으로 생성하는 공정(200)의 실시예에 대해 블록(208 내지 216)과 관련하여 설명된 공정을 반복한다. 다른 구성에서, 공정(200)은, 화학 물질 전달 디바이스의 그 다음 층의 공동 내로 활성 화학 물질들의 토출을 제어하기 위해, 3차원 헤프톤 데이터의 더 큰 세트

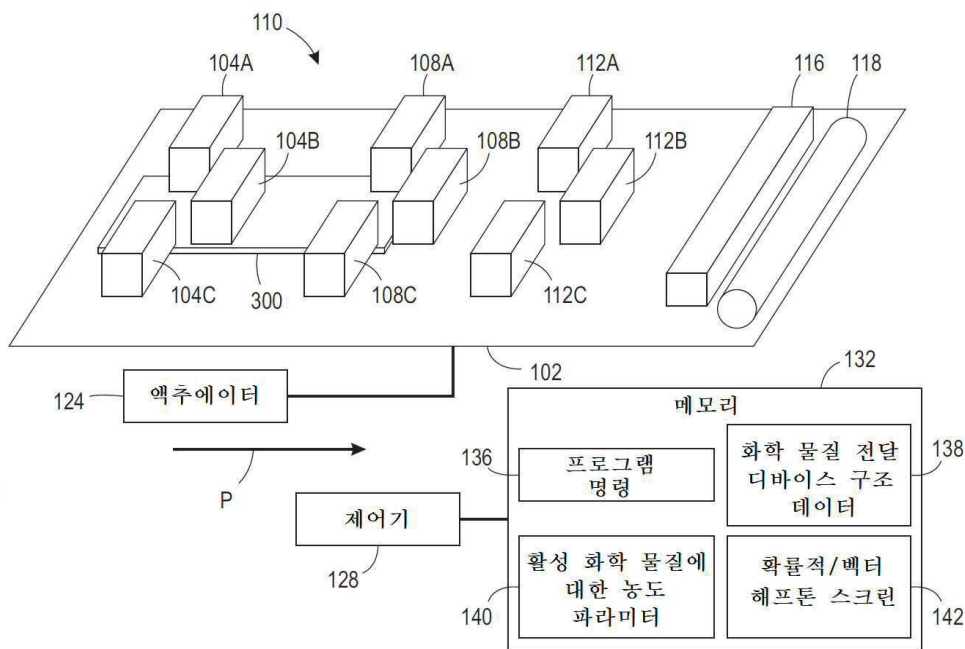
내의 헤프톤 데이터의 다른 2차원 배열과 같은, 이전에 생성된 헤프톤 데이터를 사용하여 블록(216)을 반복한다. 공정(200)은 화학 물질 전달 디바이스 내의 공동의 추가적인 층들이 남지 않을 때 종료되고(블록 220), 프린터(100)는 부형제 물질로 공동의 최종 층을 밀봉한다(블록 228).

[0052] 프린터(100) 및 공정(200)은, 하나 이상의 활성 화학 물질을 다양한 율로 방출하고, 화학 물질 전달 디바이스가 용해될 때까지 활성 화학 물질들 사이의 화학적 격리를 갖는 다수의 유형의 활성 화학 물질을 포함하는 화학 물질 전달 디바이스를 적층식 제조 방식으로 생산할 수 있다. 본 명세서에 설명된 시스템 및 방법은 3차원 물체 프린터(100)를 최소로 재구성하여 상이한 형상 및 크기를 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 생산할 수 있다. 추가적으로, 프린터(100)는, 화학 물질 전달 디바이스의 구조에 걸쳐 활성 화학 물질들의 분배를 조정하기 위해 농도 파라미터들의 상이한 세트를 사용하거나 또는 대체 헤프톤 스크린을 사용함으로써 상이한 동작 특성들을 갖는 화학 물질 전달 디바이스를 생산할 수 있다.

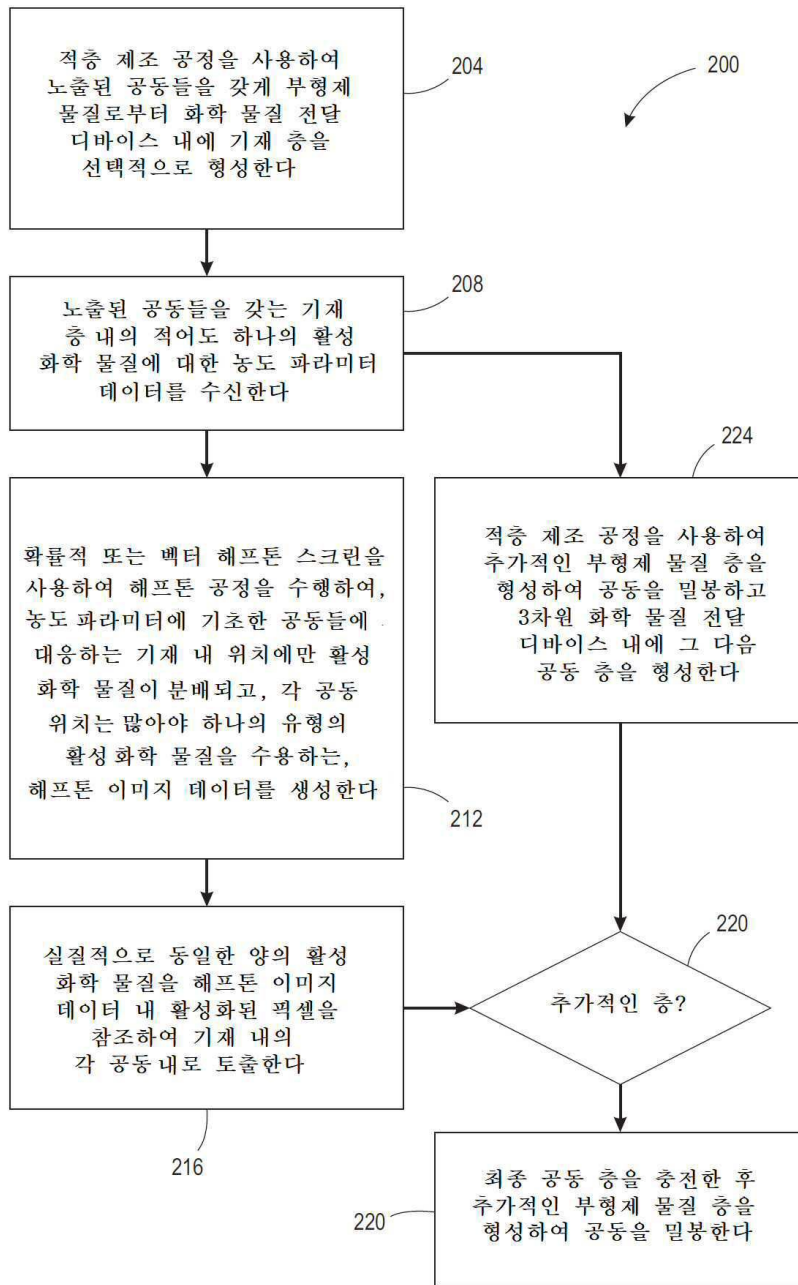
[0053] 상기 개시된 및 다른 특징 및 기능의 변형예 또는 그 대안은 다른 많은 상이한 시스템, 응용 또는 방법으로 바람직하게 결합될 수 있는 것으로 이해된다. 현재 예상되거나 또는 예상되지 못한 다양한 대안, 수정, 변형 또는 개선이 이후 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자에 의해 이루어질 수 있으며 이는 이후 청구범위에 포함되는 것으로 의도된다.

**도면**

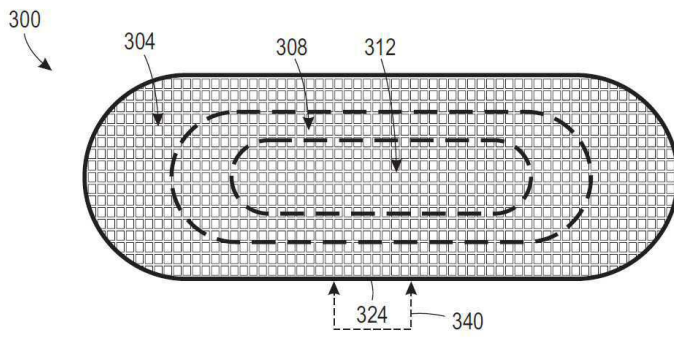
**도면1**



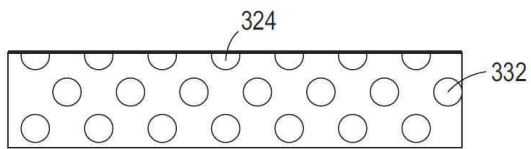
도면2



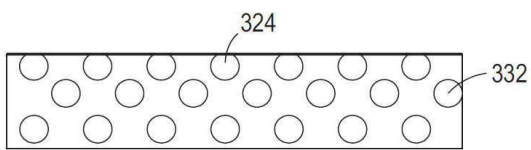
도면3a



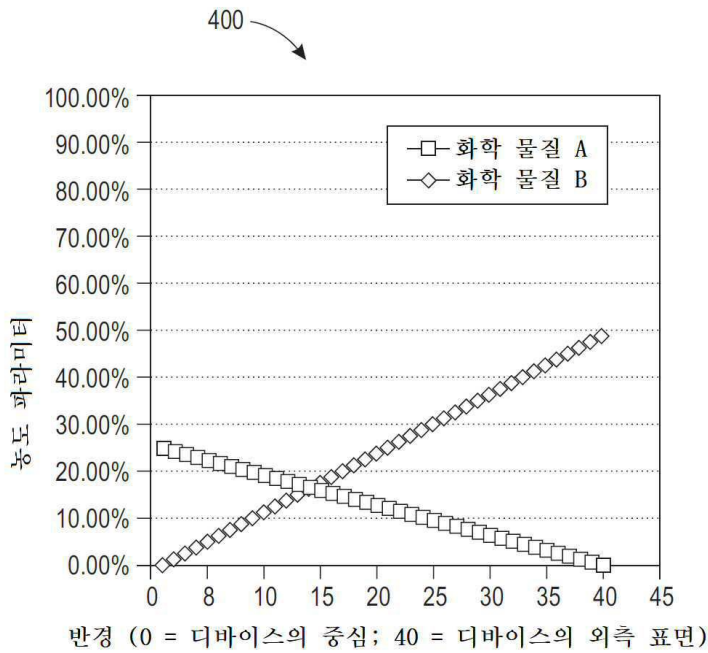
도면3b



도면3c



도면4



도면5

활성 화학 물질	농도 파라미터	최소 HT 레벨	최대 HT 레벨
A	32%	0	81
B	23%	82	140
불활성	45%	141	255

