



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0102984
(43) 공개일자 2017년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/342 (2014.01) B23K 26/06 (2014.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B23K 103/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/342 (2015.10)
B23K 26/0648 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7022327
(22) 출원일자(국제) 2016년01월05일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년08월10일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2016/050007
(87) 국제공개번호 WO 2016/116921
국제공개일자 2016년07월28일
(30) 우선권주장
62/105,761 2015년01월21일 미국(US)

(71) 출원인
오르보테크 엘티디.
이스라엘 81102 야브네 피.오.박스 215 인터스트리얼 존
(72) 발명자
코틀러 즈비
이스라엘, 텔 아비브 6299516, 페이벨 스트리트 14
제노우 마이클
이스라엘, 하시모나임 7312700, 하레보나 스트리트 17
(74) 대리인
강명구

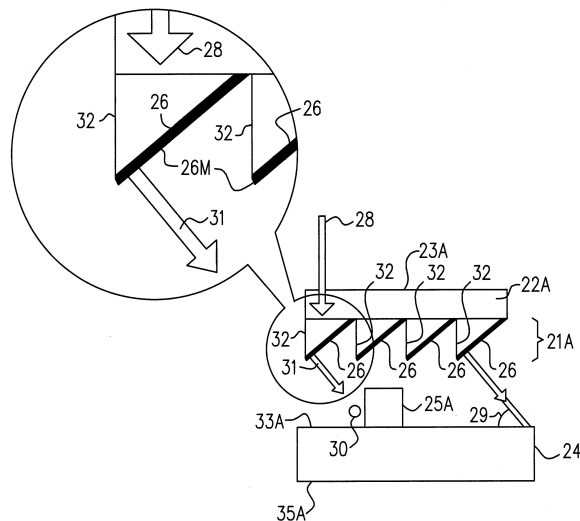
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 경사진 LIFT 제팅

(57) 요약

어셉터 표면 상에 재료 증착을 위한 장치는 제2 표면의 적어도 일부가 어셉터 표면에 평행하지 않도록 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 제2 표면 상에 도너 필름을 포함하는 투명 도너 기관을 포함한다. 장치는 추가로 어셉터 표면 상에 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 어셉터 표면에 평행하지 않은 제2 표면의 일부 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 광학 조립체를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B33Y 30/00 (2013.01)

B23K 2203/42 (2015.10)

명세서

청구범위

청구항 1

어셈블리 표면 상에 재료 증착을 위한 장치로서,

제2 표면의 적어도 일부가 어셈블리 표면에 평행하지 않도록 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 제2 표면 상에 도너 필름을 포함하는 투명 도너 기관,

어셈블리 표면 상에 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 어셈블리 표면에 평행하지 않은 제2 표면의 일부 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 광학 조립체를 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 제2 표면은 주기적 구조물을 포함하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 제2 표면은 다중-패킷형 구조물을 포함하는 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 제2 표면은 상이한 각각의 도너 필름으로 코팅되고 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 포함하는 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 제2 표면은 제1 및 제2 패킷을 포함하고 단지 제1 패킷만이 도너 필름으로 코팅되는 장치.

청구항 6

재료 증착을 위한 장치로서,

제2 표면의 적어도 일부가 비평면형이도록 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 제2 표면의 비-평면형 부분 상에 도너 필름을 포함하는 투명 도너 기관, 및

어셈블리 표면 상에 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 제2 표면의 비-평면형 부분 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 광학 조립체를 포함하는 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 제2 표면은 주기적 구조물을 포함하는 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 제2 표면은 곡선형 구조물을 포함하는 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 제2 표면은 다중-패킷형 구조물을 포함하는 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 제2 표면은 상이한 각각의 도너 필름으로 코팅되고 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 포함하는 장치.

청구항 11

제9항에 있어서, 제2 표면은 제1 및 제2 패킷을 포함하고 단지 제1 패킷만이 도너 필름으로 코팅되는 장치.

청구항 12

재료 증착을 위한 방법으로서,

제1 및 제2 패킷 상에 도너 필름을 포함하고 제2 표면 상에서 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 가지며 대향하는 제1 및 제2 표면을 갖는 투명 도너 기관을 제공하는 단계,

제2 표면이 어셉터 기관을 향하여 대향하고 어셉터 기관에 근접하게 도너 기관을 배열하는 단계, 및

어셉터 기관 상으로 제1 및 제2 패킷 상의 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 제2 표면의 제1 및 제2 패킷에 대해 선택된 위치에서 도너 필름 상에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 제1 및 제2 패킷 상에서 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출은 동시에 수행되는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 제1 및 제2 패킷 상에서 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출은 순차적으로 수행되는 방법.

청구항 15

재료 증착을 위한 방법으로서,

제2 표면 상에 도너 필름을 가지며 대향하는 제1 및 제2 표면을 갖는 투명 도너 기관을 제공하는 단계,

어셉터 표면에 대해 경사각으로 배향되고 제2 표면이 어셉터 기관을 향하여 대향하며 어셉터 표면의 어셉터 표면에 근접하게 도너 기관을 배열하는 단계, 및

제2 표면이 경사각을 배향된 상태에서 어셉터 표면 상으로 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적 배출을 유도하기 위하여 도너 필름 상에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하는 방사선 빔을 지향하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 도너 기관을 배열하는 단계는 어셉터 표면 상에 토포그래픽 특징의 3-차원(3D) 형상을 식별하는 단계 및 3D 형상에 대해 응답하여 도너 기관을 배향하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 제2 표면은 곡선형 구조물을 포함하는 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 도너 기관의 제2 표면은 다중-패킷형 구조물을 포함하는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 다중-패킷형 구조물은 도너 필름으로 코팅되고 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 포함하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 3D 형상으로 제1 및 제2 패킷의 도너 필름으로부터 액적을 동시에 배출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 21

제19항에 있어서, 3D 형상으로 제1 및 제2 패킷의 도너 필름으로부터 액적을 순차적으로 배출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 22

제15항에 있어서, 도너 기관의 제2 표면은 주기적 구조물을 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 본 발명은 레이저 직접 기록(laser direct writing)에 관한 것으로, 특히 레이저 유도 순방향 전송을 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레이저 유도 순방향 전송(LIFT)은 금속 및 중합체와 같은 다양한 재료를 직접 인쇄를 위한 기술이다. LIFT는 높은 인쇄 품질을 제공하지만 첨단 전자 장치는 균일하게 코팅하기가 어려운 3차원(3D) 패턴을 포함한다. 종래 기술의 예가 아래에 제공된다.

[0003] 듀이겐(Duignan)의 미국 특허 제6,792,326호(본원에 참조 문헌으로 포함됨)는 기관, 증착 층을 갖는 재료 캐리어, 및 재료 캐리어 요소를 향하여 지향되는 레이저 빔을 갖는 소형 구조물 제조를 위한 재료 전달 시스템을 기술한다. 시스템은 부가적인 작동 모드 또는 감산 모드로 작동하여 작동 모드가 변경될 때 공작물을 공구에서 제거할 필요가 없다.

[0004] 오영(Auyeung) 등의 미국 특허 제6,805,918호(본원에 참조 문헌으로 포함됨)에는 리올로지 유체의 레이저 전사 및 증착을 위한 방법을 기재하며, 레이저 에너지는 리올로지 유체를 포함하는 타겟 기관을 타격하여 리올로지 유체의 일부가 수용 기관 상으로 증발되지 않은 리올로지 유체가 추진되고 리올로지 유체의 일부가 증발한다.

[0005] 후양(Huang)의 미국 특허 제7,277,770호(본원에 참조 문헌으로 포함됨)는 컴퓨터-지원 설계(CAD)에 따라 미세 전자 장치의 기관 표면 상에 원하는 회로 구성요소를 제조하기 위한 직접 기록 공정 및 장치를 기술한다.

[0006] 바비아즈(Babiarz) 등의 미국 특허 출원 공보 제2005/0095367호(본원에 참조 문헌으로 포함됨)는 기관의 표면 상에 점성 재료를 비접촉 방식으로 분배하는 방법을 개시하며, 이는 기관의 표면에 비수직인 분사 방향으로 점성 재료 유동을 지향하는 노즐을 갖는 제팅 밸브를 이용한다. 수직이 아닌 분사 방향으로 인해 액체가 기관 상에 감소된 습윤 영역을 생성한다.

[0007] 본 특허 출원에 참고 문헌으로 포함된 문헌은 본 명세서에서 명시적으로 또는 암시적으로 행해지는 정의와 상충되는 방식으로 이들 통합된 문서에서 임의의 용어가 정의되는 한, 본 명세서의 정의만을 고려해야 한다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 실시 형태는 어셉터 표면 상에 재료 증착을 위한 장치는 제2 표면의 적어도 일부가 어셉터 표면에 평행하지 않도록 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 제2 표면 상에 도너 필름을 포함하는 투명 도너 기관을 포함한다. 장치는 추가로 어셉터 표면 상에 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 어셉터 표면에 평행하지 않은 제2 표면의 일부 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 광학 조립체를 포함한다.

[0009] 일부 실시예에서, 제2 표면은 주기적 구조물을 포함한다. 다른 실시예에서, 제2 표면은 다중-패킷형 구조물을 포함한다. 다른 실시 형태에서, 제2 표면은 상이한 각각의 도너 필름으로 코팅되고 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 포함한다. 대안의 실시 형태에서, 제2 표면은 제1 및 제2 패킷을 포함하고 단지 제1 패킷만이 도너 필름으로 코팅된다. 실시 형태에서, 제2 표면은 곡선형 구조물을 포함한다.

[0010] 본 발명의 실시 형태에 따라서, 추가로 재료 증착을 위한 장치가 제공되며, 이 장치는 제2 표면의 적어도 일부가 비평면형이도록 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 제2 표면의 비-평면형 부분 상에 도너 필름을 포함하는 투명 도너 기관을 포함한다. 장치는 추가로 어셉터 표면 상에 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을

유도하기 위하여 제2 표면의 비-평면형 부분 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 광학 조립체를 포함한다.

[0011] 본 발명의 실시 형태에 따라서, 추가로 재료 증착을 위한 방법이 제공되며, 상기 제1 및 제2 패킷 상에 도너 필름을 포함하고 제2 표면 상에서 상반된 각도로 배향된 제1 및 제2 패킷을 가지며 대향하는 제1 및 제2 표면을 갖는 투명 도너 기관을 제공하는 단계, 제2 표면이 어셉터 기관을 향하여 대향하고 어셉터 기관에 근접하게 도너 기관을 배열하는 단계, 및 어셉터 기관 상으로 제1 및 제2 패킷 상의 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도하기 위하여 제2 표면의 제1 및 제2 패킷에 대해 선택된 위치에서 도너 필름 상에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하도록 방사선 빔을 지향하는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명의 실시 형태에 따라서, 추가로 재료 증착을 위한 방법이 제공되며, 제2 표면 상에 도너 필름을 가지며 대향하는 제1 및 제2 표면을 갖는 투명 도너 기관을 제공하는 단계, 어셉터 표면에 대해 경사각으로 배향되고 제2 표면이 어셉터 기관을 향하여 대향하며 어셉터 표면의 어셉터 표면에 근접하게 도너 기관을 배열하는 단계, 및 제2 표면이 경사각을 배향된 상태에서 어셉터 표면 상으로 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적 배출을 유도하기 위하여 도너 필름 상에 충돌하고 도너 기관의 제1 표면을 통과하는 방사선 빔을 지향하는 단계를 포함한다.

[0013] 본 발명은 도면과 함께 이하의 실시예에 대한 상세한 설명으로부터 더욱 완전히 이해 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기관 상에 직접 기록을 위한 시스템의 도식적인 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 도 1의 시스템의 세부사항을 도시하는 도식적인 측면도.

도 3 내지 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 비평면형 레이저 유도 순방향 전송(LIFT)의 세부사항을 도시하는 도식적인 단면도.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 어셉터 기관에 평행하지 않은 비-평면형 LIFT 도너의 세부사항을 도시하는 도식적인 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에 기술되는 본 발명의 실시예는 레이저 유도 순방향 전송(Laser-Induced Forward Transfer, LIFT) 기술의 능력 및 유용성을 향상시키는 방법 및 장치를 제공한다. 이들 실시예에 의해 제공되는 향상은 다양한 유형의 기관을 포함하는 전자 회로에 인쇄, 특히 3 차원(3D) 구조물 상에 인쇄하는 데 유용하다. 그러나, 개시된 기술은 이들 특정 응용 문맥에 결코 제한되는 것은 아니며, 본 명세서에 기술된 실시예의 양태는 전자 회로 기관 이외의 기관 상의 LIFT-기반 인쇄에 대해서도 필요하다면 적용될 수 있다. 향상된 기능에는 금속 및 비금속 재료의 인쇄가 포함된다. 전형적인 LIFT-기반 시스템에서, 도너 표면(도너 표면)과 어셉터 기관(acceptor substrate) 사이의 거리가 짧기 때문에 기관 상에서의 인쇄 품질이 높아진다. 그러나, 기관상의 3D 구조물 상에 인쇄하는 것은 두 가지 목적, 즉 도너 표면과 어셉터의 하부 표면 사이의 가능한 긴 거리(어셉터 상에 낮은 인쇄 품질을 산출함) 및 기관의 3D 구조물의 수직 측벽의 가능한 열악한 코팅("단계 커버리지(step coverage)")을 갖는다.

[0016] 하기에 기술되는 본 발명의 실시예는 상이하고 신규한 유형의 도너 구조 및 배향, 및 LIFT 시스템의 상응하는 작동 방법을 제공함으로써 이들 제한 중 일부를 극복한다. 일부 실시예에서, 투명 도너 기관은 대향하는 제1 및 제2 표면을 가지며 이에 따라 제2 표면의 적어도 일부가 어셉터 표면에 평행하지 않고 그 위에 도너 필름을 포함한다. 광학 조립체는 방사선 빔이 도너 기관의 제 1 표면을 통과하도록 지향하여 어셉터 표면에 평행하지 않은 제2 표면의 부분 상의 위치에서 도너 필름 상에 충돌하도록 구성된다. 충돌은 금속 및 중합체와 같은 용융 재료의 액적을 도너 필름으로부터 어셉터 표면으로 방출하도록 유도한다.

[0017] 다른 실시예에서, 제 2 표면은 다중면, 주기 구조를 포함하며, 패킷 중 적어도 일부는 도너 필름으로 코팅된다.

[0018] 다중 패킷 구조는 제 1 실질적으로 유사한 패킷 및 제 2 실질적으로 유사한 패킷을 포함하고, 제 1 및 제 2 면은 대향 각도로 배향되고 상이한 각각의 도너 필름으로 코팅된다.

[0019] 또 다른 실시예에서, 도너의 제 2 표면은 기관의 수평 표면에 평행하지 않은 제 1 실질적으로 동일한 패킷 및 제 2 실질적으로 유사한 패킷뿐만 아니라 기관의 수평 표면에 평행하지 않은 제 3 실질적으로 유사한 패킷을 포함하며, 상기 제3 패킷은 도너 필름으로 코팅되지 않은 기관의 수평 표면에 평행하다. 제3 패킷은 도너를 통하

여 LIFT 공정의 적소의 검사를 위해 사용된다. 다른 실시예에서, 제 2 표면은 곡선 구조를 포함한다.

- [0020] 다른 실시예에서, 투명 도너 기관은 대향하는 제 1 및 제 2 표면을 가지며, 제 2 표면의 적어도 일부가 비평면이고 제 2 표면의 비평면 부분 상에 도너 필름을 갖는다. 광학 조립체는 방사선 빔을 지향하여 도너 기관의 제 1 표면을 통과하고 제 2 표면의 비평면 부분 상의 위치에서 도너 필름에 충돌하고, 이에 따라 어셉터 표면 상으로 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도한다.
- [0021] 시스템 설명
- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기관(24) 상에 직접 기록하기 위한 시스템의 개략적인 도면이다. 이 시스템 및 그 구성 요소는 여기에 기술된 기술이 구현 될 수 있는 환경을 설명하기 위해서만 여기에 도시된다. 이러한 기술은 다른 유형의 다른 적절한 구성을 사용하여 유사하게 수행될 수 있다.
- [0023] 도 1의 시스템은 장착 표면(14) 상에 고정되는 평판 디스플레이(FPD) 또는 인쇄 회로 기관(PCB)과 같은 전자 회로(12)의 기관(24) 상에서 작동하는 인쇄 및 직접 기록 장치(10) 주위에 장착된다. 일반 LIFT 공정에서 공정 기관(24)은 리시버 또는 어셉터로 지칭된다. 용어 "평판 디스플레이", "FPD", "인쇄 회로 기관" 및 "PCB"는 증착을 위해 사용된 기관 재료 및 공정의 유형을 고려하지 않고 금속과 같은 전도성 재료 또는 유전체 및 중합체와 같은 비-전도성 재료가 증착되는 일반적으로 임의의 종류의 유전체 또는 금속 또는 반도체 기관으로 지칭된다. 장치(10)는 다양한 기관 또는 임의의 다른 전자 장치 상에 금속 회로의 인쇄와 같은 새로운 층을 증착시키는데 사용될 수 있다.
- [0024] 장치(10)는 레이저 유도 레이저 전송(LIFT) 용 레이저 및 광학기를 포함하는 광학 조립체(16)를 포함한다. 광학 조립체(16) 및 그 동작은 아래의 도 2를 참조하여 설명된다. 일부 실시예에서, 예를 들어 PCB 또는 FPD 또는 임의의 다른 적용 가능한 장치 상의 패터닝 또는 층 증착과 같은 장치(10)에 의해 수행되는 것과 같은 직접 인쇄 응용은 적소(in-situ)(즉, 인쇄 공정 중에 모니터링 및 검사), 통합(즉, LIFT 공정의 완료 바로 직후 모니터링 및 검사 선택 장치) 또는 독립형 진단 시스템에 의한 오프라인일 수 있는 다른 진단 기능을 포함할 수 있다.
- [0025] 브리지의 형태인 위치 설정 조립체(20)는 장치(10)의 축을 따른 직선 운동에 의해 당해 기관(24) 상의 관련 위치에 걸쳐 광학 조립체(16)를 위치시킨다. 다른 실시예에서, 위치 설정 조립체(20)는 정적 조립체(16) 및 회로(12) 아래의 하나의(X) 축, 2개의(X, Y) 축 또는 3개의(X, Y, Z) 축을 따라 이동 스테이지와 같은 다른 형태일 수 있다. 제어 유닛(27)은 후술하는 바와 같이 광학 및 위치 설정 조립체의 작동을 제어하고 필요한 검사, 인쇄, 패터닝 및/또는 다른 제조 및 수리 작업을 수행하기 위해 온도 제어와 같은 부가 기능을 수행한다. 전형적으로, 제어 유닛(27)은 사용자 인터페이스 및 소프트웨어와 함께 디스플레이(36) 및 프로세서(34)를 포함하는 범용 컴퓨터를 포함한 운용자 단말기(23)와 통신한다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(10), 특히 광학 조립체(16)의 상세를 나타내는 개략적인 측면도이다. 레이저(13)는 펄스화 된 방사선을 방출하며, 이는 광학 장치(15)에 의해 포커싱된다. 레이저는 예를 들어 주파수가 2 배로 증가된 펄스형 Nd:YAG 레이저를 포함할 수 있고, 레이저의 펄스 진폭은 제어 장치(27)에 의해 편리하게 제어될 수 있다.(제어 유닛(27)은 또한 펄스 지속 시간을 제어하기 위해 가능할 수도 있음). 광학 장치(15)는 레이저 빔에 의해 형성된 초점의 위치 및 크기를 조정하기 위해 유사하게 제어될 수 있다.
- [0027] 일부 실시예에서, 상이한 빔 특성을 갖는 부가적인 레이저(도시되지 않음) 또는 임의의 다른 조명 소스(예를 들어, LED 또는 램프)가 사용될 수 있다. 추가 레이저는 다른 파장 및 다른 광학 장치로 작동할 수 있으며, 예를 들어 표면 검사 용으로 사용될 수 있다.
- [0028] 광학 조립체(16)는 LIFT 구성으로 도 2에 도시된다. 광학 장치(15)는 기관(17) 상에 증착된 하나 이상의 도너 필름(18)을 갖는 도너 기관(17)을 포함하는 도너(19) 상에 레이저(13)로부터의 빔을 포커싱한다. 전형적으로, 기관(17)은 유리 또는 플라스틱 시트와 같은 투명 광학 재료, 또는 실리콘 웨이퍼 또는 가요성 플라스틱 포일과 같은 다른 유형의 투명 기관을 포함한다. 레이저(13)로부터의 빔은 회로(12)의 기관(24) 상의 선택된 위치와 정렬되고(위치 설정 조립체(20)에 의해), 도너(19)는 기관으로부터 원하는 간격 폭(D)으로 위치 위에 위치된다. 전형적으로, 이 간격 폭은 적어도 0.1mm이고, 본 발명자들은 레이저 빔 파라미터의 적절한 선택에 따라 0.2mm 또는 심지어 0.5mm 이상의 간격 폭이 사용될 수 있다는 것을 발견했다.
- [0029] 광학 장치(15)는 기관(17)의 외부 표면을 통해 레이저 빔을 필름(18) 상에 포커싱함으로써, 용융된 재료의 액적을 필름으로부터 간격을 가로질러 및 장치 기관(예를 들어, 구조화된 층(25)) 상으로 배출한다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 비평면형 LIFT 도너(22A)의 세부사항을 나타내는 개략적인 단면도이다. 도너

(22A)는 레이저 빔(28)에 대해 투과성이고, 전형적으로 레이저 빔(28)에 수직이고 기관(24)에 평행한 평면형 제1(상부) 표면(23A) 및 기관(24)을 대향하는 제2(하부) 표면(21A)을 포함한다. 일 실시예에서, 도너(22A)의 하부 표면은 비평면형이고 기관(24)에 평행하지 않은 2개 이상의 패킷을 포함한다. 도 3의 예에서, 도너(22A)의 하부 표면은 실질적으로 유사한 패킷(32) 및 실질적으로 유사한 패킷(26)을 포함한다. 패킷(32)은 전형적으로 레이저(28)와 평행하고, 패킷(26)은 기울기(구배)를 가지며 각각의 재료의 다층 스택 또는 단일의 층을 형성하기 위하여 재료(26M)의 하나 이상의 필름으로 코팅된다. 개시 및 청구 범위에서, 패킷은 평평하고 평면인 표면을 갖는 것으로 고려된다.

[0031] LIFT 공정 중에, 레이저 빔(28)은 도너(22A) 상에 펄스형 방사선을 제공한다. 방사선은 표면(23A)을 통과하여 선택된 패킷(26)의 도너 필름에 충돌한다. 선택된 패킷이 기관(24)의 어셉터 표면(33A)과 평행하지 않기 때문에, 여기서는 기관의 기저 표면(35A)에 평행한 것으로 고려되고, 도너 필름으로부터의 용융 재료의 액적(30)이 기관(24)의 어셉터 표면(33A)에 각도(29)로 배출된다. 기관(24)의 어셉터 표면(33A)은 또한 본 명세서에서 기관의 상부 표면(33A)으로 지칭된다. 전형적으로, 액적(30)의 배출은 패킷(26)에 수직이며 화살표(31)로 표시된다. 따라서, 레이저 빔(28)이 기관(24)에 수직이지만, 기관(24) 상의 구조물(25A)의 측면 상에 액적(30)을 증착시키도록 패킷(26)의 기울기는 도시된 경사진 배출을 야기한다. 도면에 도시된 바와 같이, 구조물(25A)은 어셉터 표면(33A), 즉 기저 표면(35A)에 평행하지 않은 측면과 같은 표면을 갖는다. 이하의 설명에서, 다른 구조물(25B, 25C, 25D, 25E)은 기관(24) 상에 장착된다. 다른 구조물은 여기에 기술된 구조물(25A)과 동일한 특성을 가지며, 즉 기관(24)의 기저 표면에 평행하지 않은 표면을 갖는다. 도 3의 예에서, 코팅된 패킷으로부터의 액적 배출 각도는 주로 도너(22A)의 설계에 의해 설정된다. 전형적인 LIFT 공정에서, 도너(22A)와 기관(24)(및 구조물(25A)) 간의 작은 거리는 기관(24) 및 구조물(25A)에서 높은 인쇄 품질을 산출한다. 또한, 다중 패킷 구조물은 패킷 각각에 수직인 미리 정해진 원하는 방향으로 쉽게 분사할 수 있고, 이에 따라 3D 구조물의 측면의 높은 코팅 균일성이 가능하다.

[0032] 일부 실시예에서, 도너(22A)의 하부 표면은(도 3에 도시된 바와 같이) 주기적 구조물을 포함한다. 다른 실시예에서, 도너(22A)의 하부 표면의 구조물은 도너(22A)의 하부 표면을 따라 상이한 기울기의 패킷을 갖는 비-주기적 구조물을 가질 수 있다. 즉 구조물은 도너(22A)의 중심으로부터 도너의 에지까지 상이할 수 있다. 예를 들어, 도너(22A)의 에지에서의 패킷의 경사 각도는 중심에서의 패킷의 각도보다 더 가파를 수 있다.

[0033] 대안의 실시예에서, 도너(22A)의 하부 표면은 도 5와 관련하여 설명되는 바와 같이 2개 초과 패킷을 포함할 수 있다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 비평면 LIFT 도너(22B)의 세부사항을 도시한 개략적인 단면도이다. 도너(22B)는 레이저 빔(28)(도 4에 도시되지 않음)에 대해 투과성이 있다. 도너(22B)의 상부 표면(23B)은 기관(24)의 상부 표면(33A)에 평행하다. 도너(22B)의 하부 표면(21B)은 비평면형이고, 기관(24)의 어셉터 표면(33A)에 평행하지 않은 실질적으로 유사한 패킷(40) 및 실질적으로 유사한 패킷(42)과 같은 다중 패킷 구조물을 포함한다. 따라서 각각의 패킷은 기관(24)의 어셉터 표면에 대해 상이한 기울기를 갖는다. 일 실시예에서, 패킷은 빔(28)에 대해 반드시 동일하지는 않지만 대향하는 동일한 각도(예를 들어, $+45^\circ$ 및 -30°)로 배향된다. 두 패킷은 도 3과 관련하여 기술된 바와 같은 재료(26M)와 같이 상이한 각각의 도너 필름 및 다른 재료로 코팅될 수 있다.

[0034] 이러한 이중 재료 구조물은 리소그래피, 직접 증발(금속 코팅의 경우)과 같은 다양한 기법에 의해, 또는 각 패킷에 코팅된 상이한 재료를 갖는 2-각(bi-angled)(예를 들어 피라미드형) 구조물을 배치함으로써 제조될 수 있다.(일부 실시예에서, 일부 패킷이 코팅되지 않은 상태로 남겨질 수 있음) LIFT 작동 중에 2가지의 재료는 예를 들어, 평행한 2개 이상의 빔을 사용함으로써 실질적으로 동시에 배출될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 고 반복률 레이저가 동시에 분사를 효과적으로 달성하도록 스캐닝될 수 있다. 동시 배출은 기관(24) 상에 혼합된 재료(예를 들어, 화합물)를 형성하는데 사용될 수 있다. 또한, 대안으로 또는 추가로, 두 재료는 연속적으로 인쇄되어 혼합 재료의 구조물을 형성할 수 있다.

[0035] 패킷(40, 42)이 기관(24)의 표면에 평행하지 않기 때문에, 도너 필름으로부터의 용융된 재료의 액적(30)의 배출은 기관(24)의 표면에 대하여 각도(즉 도 3의 각도(29))로 수행된다. 일 실시예에서, 두 패킷(40, 42)은 유사하거나 상이한 재료에 의해 형성된 필름으로 코팅된다. 대안의 실시예에서, 단지 하나의 패킷(예를 들어, 패킷(40))만이 필름으로 코팅된다. 패킷(40)으로부터 액적(30)의 배출은 화살표(41)로 도시되고, 액적(30)은 구조물(25B)의 좌측 측면을 코팅하기 위하여 표면(40)에 대해 전형적으로 직각으로 배출된다. 화살표(43)는 구조물(25B)의 우측 측면을 코팅하기 위하여 전형적으로 패킷(42)에 대해 직각 배출 각도로 패킷(42)으로부터의 액적(30)의 배출을 도시한다. 두 배출 모두 도너(22B)의 상부 표면에 평행한 기관(24) 및 구조물(25B)의 상부 표면

을 코팅한다.

- [0036] 일부 실시예에서, 액적(30)의 배출은 동시에 수행되고, 각 패킷 상의 상이한 재료의 경우, 액적(30)의 배출은 기관(24) 상의 각각의 재료의 혼합된 필름(예를 들어, 화합물 또는 알로이)을 형성할 수 있다. 다른 실시예에서, 패킷(40)으로부터의 액적(30)의 배출은 패킷(42)으로부터의 액적(30)의 배출 이전 또는 이후에 수행된다. 패킷(40, 42) 상의 다른 재료의 경우, 액적(30)의 순차적인 배출은 기관(24) 상의 동일한 층에 다층 구조물 또는 혼합 재료의 구조물을 형성할 수 있다. 액적의 배출 각도는 각각의 패킷(40, 42)의 기울기에 의해 정해진다. 일부 실시예에서, 패킷(40, 42) 상의 코팅된 재료는 기관(24) 및 구조물(25B)에 걸쳐 동일한 재료를 인쇄하기 위하여 유사하다. 다른 실시예에서, 코팅된 재료는 기관(24) 및 구조물(25B) 상에 혼합된 및 다층 재료를 인쇄하기 위하여 상이할 수 있다.
- [0037] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 비평면형 LIFT 도너(22C)의 세부사항을 도시하는 개략적인 단면도이다. 도너(22C)는 레이저 빔(28)에 투과성이 있다(도 5에 도시되지 않음). 일부 실시예에서, 도너(22C)는 후술하는 바와 같이 LIFT 공정 검사를 위해 사용될 수 있는 LED 또는 램프와 같은 또 다른 레이저 또는 다른 조명 소스에 대해 투과성으로도 구성될 수 있다.
- [0038] 도너(22C)의 상부 표면(23C)은 기관(24)의 상부 표면(33A)에 평행하다. 도너(22C)의 하부 표면(21C)은 기관(24)의 표면(33A 및 35A)에 평행하지 않은 실질적으로 유사한 패킷(50) 및 실질적으로 유사한 패킷(52)을 및 표면(33A)에 평행한 실질적으로 유사한 패킷(54)을 포함한다.
- [0039] 도 4를 참조하여 기술된 바와 같이, 패킷(50, 52)은 각각의 패킷 상에 동일한 재료 또는 상이한 재료로 코팅될 수 있다. 일부 실시예에서, 패킷(54)은 코팅되지 않고, LIFT 인쇄 공정의 품질을 모니터링하기 위하여 LIFT 공정 중에 적소 검사를 위해 사용될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 코팅되지 않은 패킷은 등록(registration) 및/또는 정렬과 같은 부가적인 검사 응용을 위해 사용될 수 있다. 코팅되지 않은 패킷을 통한 검사는 배출을 위해 사용되는 것과 동일한 레이저 또는 전술한 바와 같은 추가의 레이저(도 5에 도시되지 않음) 또는 임의의 다른 적합한 조명 소스(예를 들어, LED 또는 램프)를 사용할 수 있다.
- [0040] 다른 실시예에서, 패킷(54)은 화살표(55)에 의해 도시된 배출에서 전형적으로 기관(24)에 수직하게 배출될 재료로 코팅될 수 있다. 패킷(50, 52)(각각 화살표(51 및 53)로 도시됨)으로부터의 배출은 전형적으로 각각 패킷(50, 52)에 수직이다. 화살표(51)는 패킷(50)으로부터의 액적(30)이 구조물(25C)의 상부 표면 및 좌측 측벽을 코팅하는 것을 도시한다. 화살표(55)는 액적(30)이 구조물(25C)의 상부 표면을 코팅하는 것을 도시한다. 화살표(53)는 액적(30)이 구조물(25C)의 우측 표면을 코팅하는 것을 도시한다. 패킷(50, 52)의 배출 각도는 주요하게 패킷의 각각의 기울기에 의해 설정된다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 비평면형 LIFT 도너(22D)의 세부사항을 도시한 개략적인 단면도이다. 도너(22D)는 레이저 빔(28)에 대해 투과성이다. 도너(22C)의 상부 표면(23D)은 기관(24)의 상부 표면(33A)에 평행하다. 도너(22D)의 하부 표면(21D)은 도너(22D)의 평평한 하부 표면(77) 상에 도너 필름1으로 코팅된 하나 이상의 곡선형 구조물(71)을 포함한다. 곡선형 구조물(71)은 각각 두께(h) 및 폭(L)을 갖는다. 구조물(71)은 또한 본원에서 요소(71)로 지칭된다. 예로서, 4개의 곡선형 요소(71)가 도 6에 도시되며, 동일한 곡률 반경(73)을 갖는 각각의 구의 섹션으로 가정된다.
- [0042] 그러나, 요소(71)는 실질적으로 임의의 곡선형 표면을 포함할 수 있고, 예를 들어, 원통의 섹션 또는 타원형과 같은 다른 곡선형 대상물의 섹션을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 요소(71)는 표면(21D) 상에 주기적인 방식으로 배열될 수 있거나, 비-주기적으로 배열될 수 있다.
- [0043] 전형적으로, 각 요소(71)의 폭(L)은 요소(71)에 충돌 할 때 빔(28)의 스팟의 왜곡을 방지하기 위하여 동일한 요소의 두께(h)보다 실질적으로 두껍다. 실시예에서, 200 μm 내지 300 μm 또는 이 초과와 도너(22D)와 표면(33A) 사이의 간격(79)에 대해 두께(h)는 약 100 μm 이하이다. 이러한 두께 및 간격의 값은 도너(22D)와 기관(24) 사이의 인쇄 조건이 실질적으로 균일함을 보장한다.
- [0044] 요소(71)의 곡률 및 요소에 충돌하는 빔(28)의 위치는 요소로부터의 액적(30)의 배출 각도(θ_e)를 형성하며, 전형적으로는 액적은 충돌 영역에 수직으로 배출된다. 따라서, 조작자는 기관 상의 원하는 위치에 대해 주어진 액적(30)의 요구되는 배출 각도를 달성하도록 곡선형 도너 상의 빔(28)의 위치를 제어할 수 있다. 일반적으로, 빔(28), 도너(22D) 및/또는 기관(24)의 위치를 제어함으로써, 조작자는 액적(30)의 배출 각도를 연속 범위 내의 임의 각도로 선택할 수 있고, 따라서 표면(33A) 및 구조물(25D) 상에 각각의 액적(30)의 랜딩 위치 및 랜딩 각도(landing angle)를 변경할 수 있다. 일 실시예에서, 연속적인 범위의 배출 각도는 빔(28)에 대해 +30° 내지

-30° 로 측정된다.

[0045] 예를 들어, 빔(28)이 요소(71)의 중심(여기서는 표면(33A)에 평행한 것으로 가정)에 충돌할 때, 화살표(72)로 도시된 바와 같이 전형적으로 액적(30)이 표면(33A)에 수직으로 배출된다. 이 경우, 액적은 구조물(25D)의 상부 표면 또는 표면(33A)을 코팅한다. 빔(28)이 요소(71)의 우측 측면에 충돌할 때, 화살표(74)에 의해 도시된 바와 같이, 도너 필름으로부터의 액적(30)의 배출이 소정 각도로 수행된다. 이 경우, 액적은 구조물(25D)의 좌측 측벽 상에 또는 어셉터 표면(33A)에 대해 비-수직 각도(예컨대, 도 3에 기재된 각도(29))로 떨어진다. 유사하게, 빔(28)이 요소(71)의 좌측 측면에 충돌할 때, 도너 필름으로부터의 액적(30)의 배출은 화살표(76)에 의해 도시된 바와 같이, 빔이 요소의 우측 측면에 충돌할 때 상반된 각도로 수행된다. 이 경우, 액적은 구조물(25D)의 우측 측벽 상에 또는 어셉터 표면(33A)에 대한 상반된 각도(화살표(74)로 도시된 예시와 비교하여)로 떨어진다.

[0046] 요소(71)의 밀접 패킹 시에, 폭(L)은 요소(71)의 두께(h) 및 최대 허용 배출 각도로 지시된다. θ_m 가 최대 배출 각도인 경우, 그 뒤에 요소(71)의 폭(요소의 경우 구의 섹션)은 하기 등식으로 주어진다:

$$L = \frac{2\sin(\theta_m)}{1 - \cos(\theta_m)} h$$

[0047]

[0048] 따라서 두께(h)를 100 μ m로 설정하고 최대 배출 각도가 30° 인 것으로 가정할 때, 곡선형 표면 폭(L)은 전형적인 스팟 크기보다 실질적으로 큰 약 750 μ m이다. 유사한 고려 사항이 다른 컴팩트한 곡선형 구조물 경우에도 적용된다

[0049] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 기관(24)의 표면(33A, 35A)과 평행하지 않은 비평면형 LIFT 도너(22E)의 세부 사항을 도시하는 개략적인 단면도이다. 도너(22E)는 도너(22E)의 평면 상부 표면(23E)과 기관(24)의 표면(33A 및 35A)에 평행한 수평선 사이에서 측정된 경사각(66)으로 기울어진다. 표면(23E)은 도너(22E)의 한정된 평면 표면으로서 기능을 하고, 경사각(66)은 표면(23E)과 기관(24)의 표면(33A, 35A)에 평행한 선 사이에 있다. 도너(22E)는 레이저 빔(28)에 대해 투과성이고, 도너 필름으로 코팅되고 경사각으로 기관(24)과 대향하는 하부 표면(21E)을 포함한다. 구조물(25E)은 기관(24) 상에 위치되며, 전형적으로 도 7에 도시된 바와 같이 3차원(3D) 구조물을 갖는다.

[0050] 실시예에서, 장치(10)(도 1)의 사용자(11)는 도너(22E)를 배치하고 구조물(25E)의 3D 구조물 상에 토포그래픽 특징을 식별하며, 이에 따라 도너의 하부 표면이 표면에 대해 기울어진, 즉 비-수직인 각도로 3D 구조물의 표면을 향한다. 도너(22E) 및 기관(24)이 위치되면, 사용자는 도너(22E)의 하부 표면에 전형적으로 수직인 도너 필름으로부터 재료를 3D 구조물을 상으로 배출하도록 도너(22E) 상에 빔(28)을 충돌시킨다. 예를 들어 각도(66)가 10° 이고 액적(30)이 도너(22E)의 하부 표면에 수직으로 배출되면 액적은 기관(24)의 표면(33A)에 대해 측정된 80도너(22E)의 각도(90° -10°)로 구조물(25E)의 상부 표면에 떨어지고 기관(24)에 평행한 수평 선에 대해 100° 로 배출될 것이다.

[0051] 일부 실시예에서, 도너(22E)의 표면(21E)은 전형적으로 도너 필름으로 코팅된 패킷(62, 64)과 같은 다중 패킷을 포함한다. 다른 실시예에서, 표면(21E)은 평면형(즉, 패킷을 포함하지 않음)이고, 도너 필름으로 코팅된다.

[0052] LIFT 공정 중에, 레이저 빔(28)은 도너(22E) 상에 펄스형 방사선을 방출한다. 방사선은 표면(23E)을 통과하고 도너(22E)의 하부 표면 상의 도너 필름에 충돌하여 도 7의 예시에서 구조물(25E)의 상부 표면과 기관(24)의 표면(33A)의 일부를 포함하는 어셉터 표면 상으로 도너 필름으로부터 용융된 재료의 액적의 배출을 유도한다.

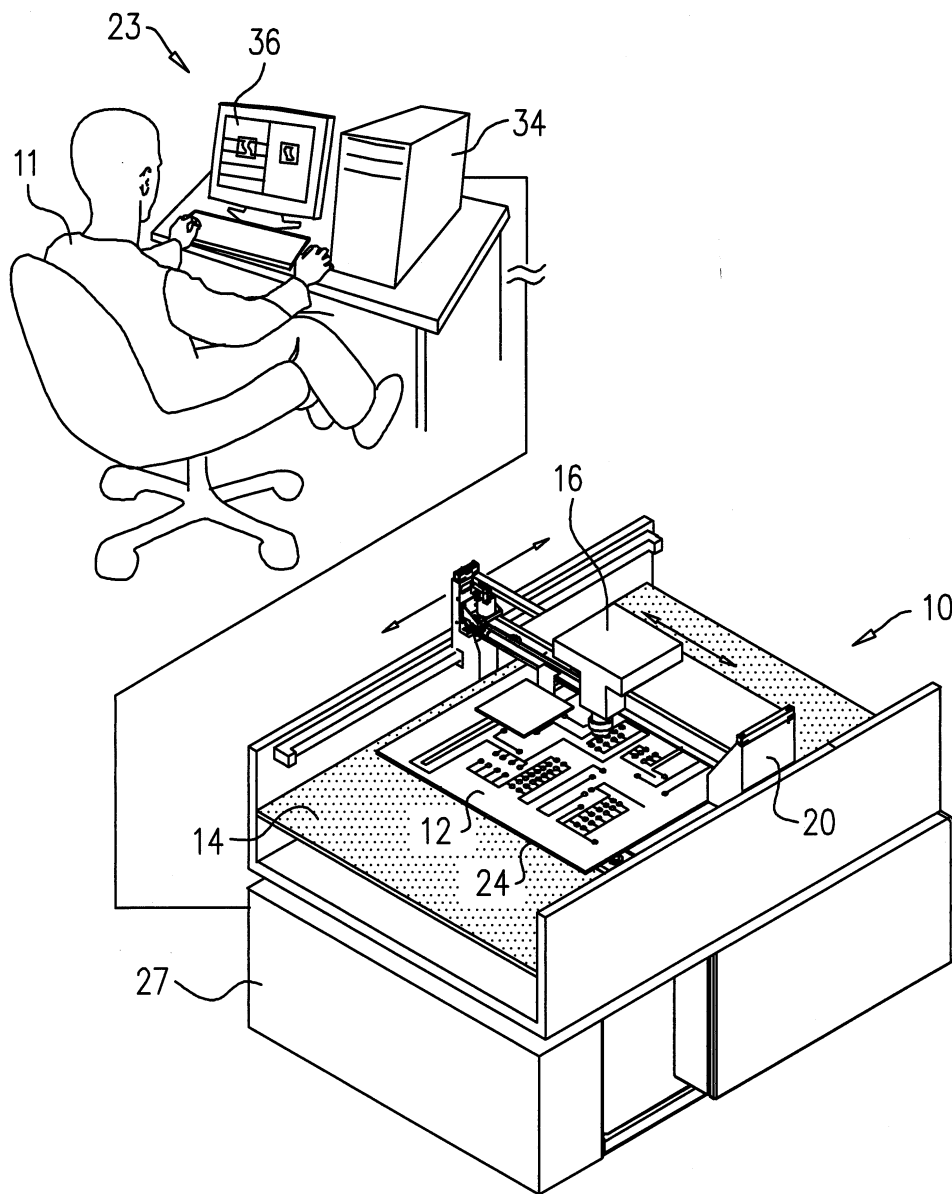
[0053] 도너(22E)의 평면형(비-패킷형) 표면(21E)의 제1 경우에서, 도너 필름으로부터의 배출 각도는 도너를 가로질러 일정하고, 따라서 빔(28)은 각도 90° +각도(66)로 구조물(25E)을 향하여 액적으로 배출한다. 결과적으로, 액적(66)은 비수직 각도로 기관(24)의 상부 표면 상에 그리고 구조물(25E) 상에 떨어진다. 상기 예에서 기재된 바와 같이, 각도(66)는 10° 이고, 이에 따라 도너(22E)로부터 배출 각도는 100° 이고, 구조물(25E)의 상부 표면 상에서 랜딩 각도는 80° 이다. 기관(24)의 표면에 수직인 구조물(25E)의 측벽에 대한 액상의 랜딩의 경우, 랜딩 각도는 전형적으로 측벽의 표면에 대해 10° 가 될 것이다. 제2 경우(도 7에 도시 됨)에 있어서, 도너(22E)의 하부 표면은 실질적으로 유사한 패킷(62) 및 실질적으로 유사한 패킷(64)을 포함한다. LIFT 공정 동안이 실시예에서, 빔(28)은 표면(23E)을 통과하고 구조물(25E)의 수평 상부 표면 및 우측 측벽을 향하여 액적(30)의 배출을 야기하도록(화살표(68)로 도시됨) 패킷(62)의 도너 필름에 충돌한다. 이 경우에, 배출 및 랜딩 각도는 표면(21E)에

대해 패킷(62)의 경사각 및 각도(66)에 의존된다.

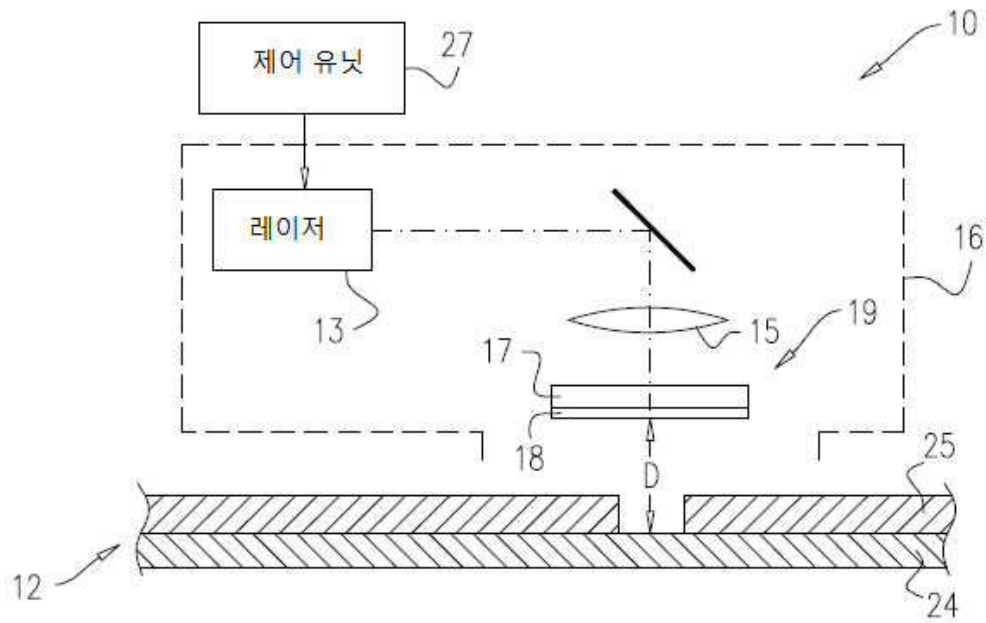
- [0054] 예를 들어, 각도(66)가 10° 인 경우, 패킷(62)의 각도는 도너(22E)의 하부표면에 대해 60° 이며, 배출은 패킷(62)의 표면에 대해 수직이고, 패킷(62)(화살표 68)으로부터 배출 각도는 도너(22E)의 하부 표면에 대해 160° 인 $10^\circ + 60^\circ + 90^\circ$ 와 동일하다. 구조물(25E)의 상부 표면에서 액적(30)의 랜딩 각도는 20° ($90^\circ - 70^\circ$)가 될 것이며, 구조물(25E)의 좌측 수직 측벽 상에서의 랜딩 각도는 70° 가 될 것이다.
- [0055] 유사하게, 빔(28)은 도너(22E)의 상부 표면을 통과하고 구조물(25E)의 수평 상부 표면 및 우측 측벽을 향하여 액적(30)의 배출을 야기하도록(화살표(70)로 도시됨) 패킷(64)의 도너 필름에 충돌한다.
- [0056] 양 실시예에서, 0이 아닌 경사각(66)은 평행한 도너-대-어셉터 구성과 비교하여 기관(24)에 더 근접한 도너(22E) 상의 특정 위치를 제공한다. 도너와 어셉터 사이의 거리가 짧을수록 LIFT 공정에서 높은 인쇄 품질을 얻을 수 있다.
- [0057] 도 7에서, 도너 (22E)의 좌측 측면은 경사각(66)으로 인해 우측 측면보다 낮고, 패킷(62, 64)와 함께, 도너(22E) 상의 필름과 구조물(25E)(이러한 짧은 거리에서의 구조물(25E) 상의 액적(30)의 높은 인쇄 품질을 제공하기 위해) 사이에 짧은 거리가 제공될 수 있다. 경사 실시예는 구조물(25E)의 우측 측면이 구조물의 좌측 측면보다 더 높은, 도 7에 도시된 바와 같이 구조물(25E)을 가로질러 불균일한 높이의 경우에 높은 인쇄 성능을 제공한다.
- [0058] 도 7에 도시된 바와 같이, 도너 (22E)의 하부 표면 상의 다중-패킷형 구조물 및 0이 아닌 경사각의 조합은 구조물(25E)의 특정 토폴로그래피에 대해 LIFT 공정을 적응시키는 유연성을 제공한다. 예를 들어, 도 7에서 가장 높은 3D 구조물이 구조물(25E)의 우측 측면에 있고 따라서 도너(22E)가 왼쪽으로 하향 경사진다. 3D 구조물이 구조물(25E)의 좌측 측면에서 더 높은 반대의 경우에, 도너(22E)는 우측으로 하향 경사질 수 있고, 이는 경사각(66)이 도 7에 도시된 각도와 상반됨을 의미한다. 예를 들어, 10° 대신에 각도(66)는 -10° (또는 170°)일 것이다. 도너의 적응 가능한 경사각과 다중-패킷형 구조물의 조합은 구조물(25E)과 도너(22E)의 표면(21E) 사이의 작은 거리를 달성하기 위해 사용될 수 있는 유연성을 제공하여, 임의의 유형의 구조물(25E)의 3D 특징에 대한 높은 인쇄 품질을 제공한다.
- [0059] 앞서 기재된 실시예가 예시로서 언급된 것이며, 본 발명은 앞서 구체적으로 도시되고 기재된 바에 한정되지 않음이 자명할 것이다. 오히려, 본 발명의 범위는 앞서 기재된 다양한 특징들의 조합과 하위 조합뿐 아니라 해당 분야의 통상의 기술자에게 자명하고 선행 기술에서 제시되지 않은 변형 및 수정을 모두 포함할 수 있다.

도면

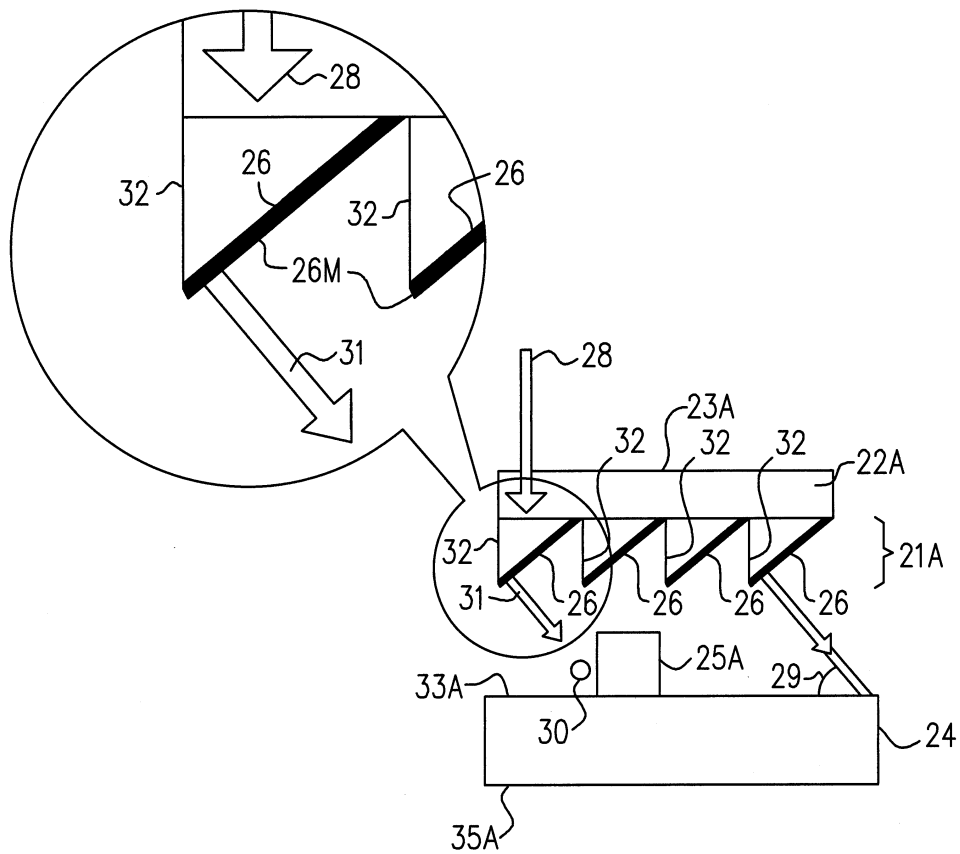
도면1



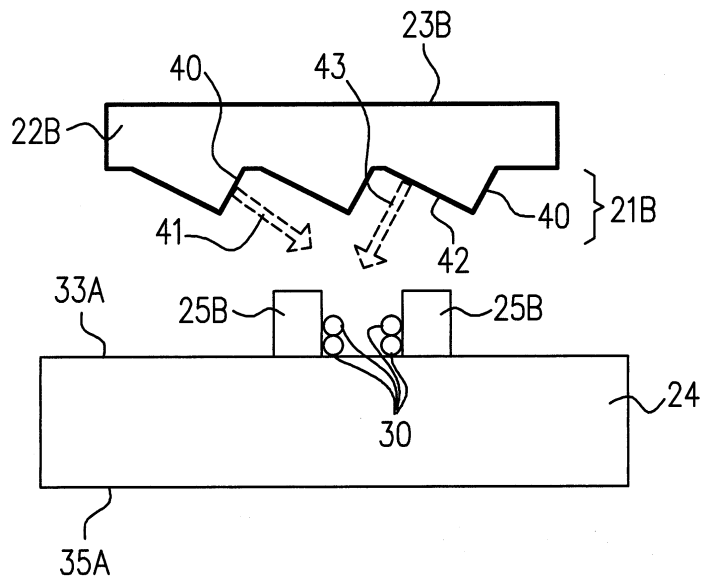
도면2



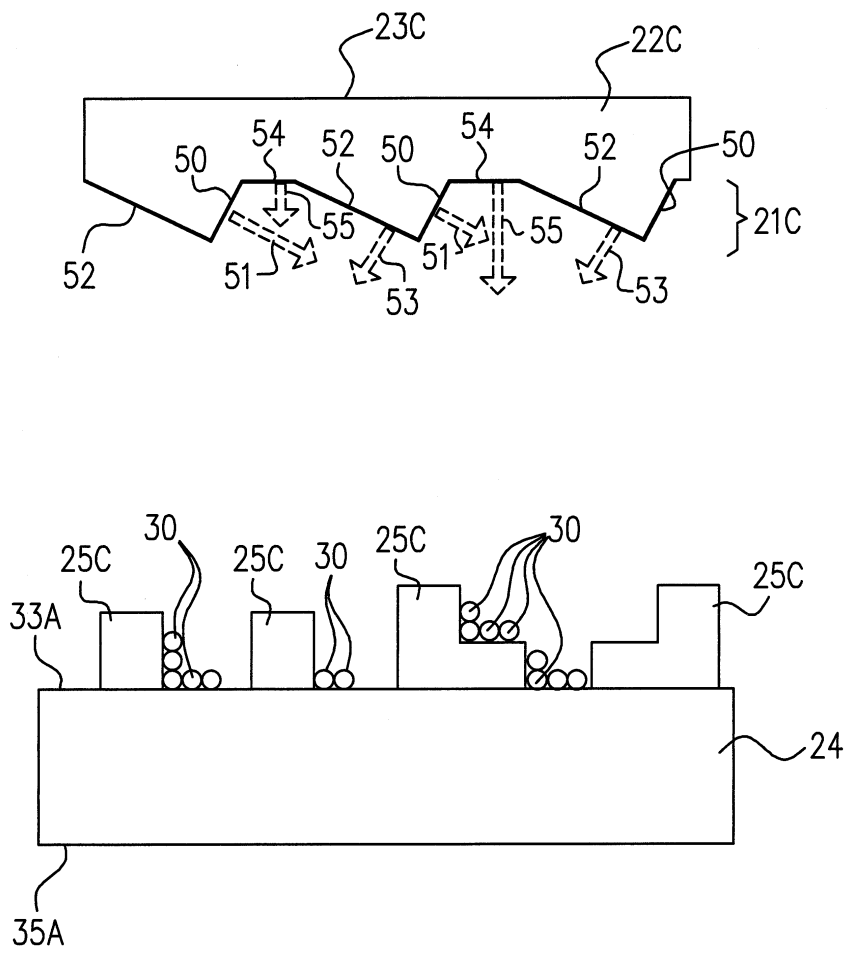
도면3



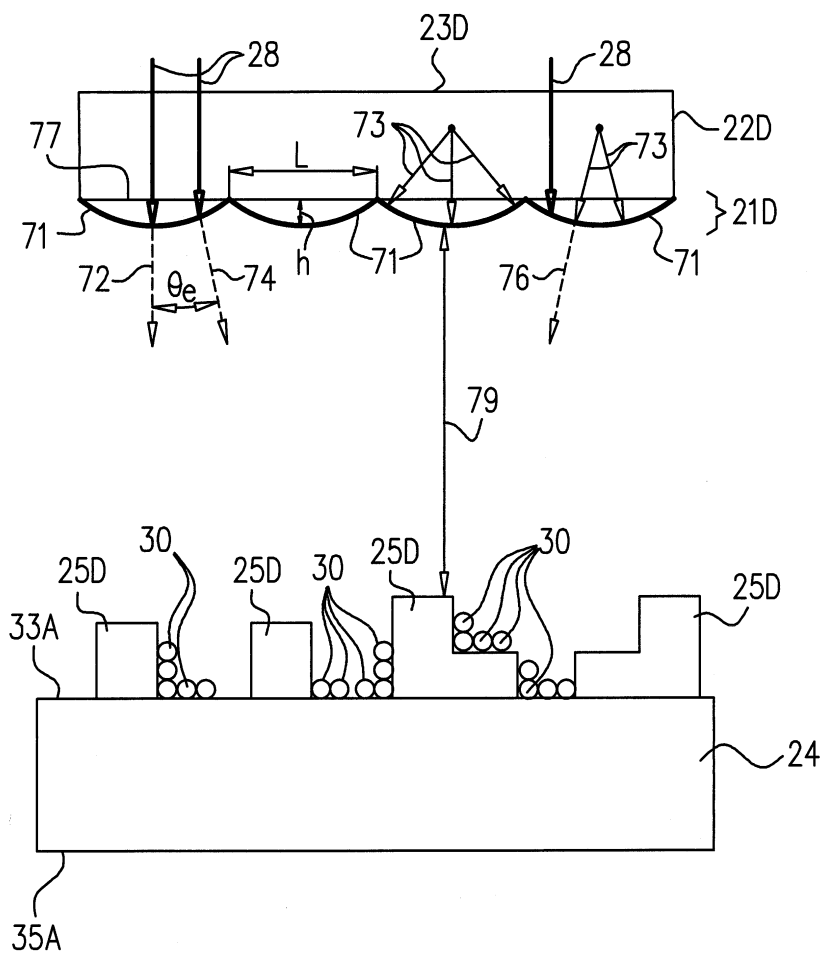
도면4



도면5



도면6



도면7

