



(12) 등록특허공보(B1)

(24) 등록일자 2024년02월14일

- (73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
- (72) 발명자
오릴랄, 마헨드라 씨.
미국 95050 캘리포니아주 산타 클라라 시빅 센터
드라이브 넘버602 1700
- 마이클슨, 티모시
미국 95054 캘리포니아주 산타 클라라 그레이트
아메리카 파크웨이 넘버110 5001
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 백만기

심사관 : 박환수

연마 패드의 연마 층을 제조하는 방법은 3D 프린터로 복수의 층을 연속하여 퇴적하는 단계 - 복수의 연마 층 중의 각각의 층은 제1 노즐로부터 베이스 재료를 방출하고 제2 노즐로부터 첨가제 재료를 방출하는 것에 의해 퇴적됨 - 및 베이스 재료 및 첨가제 재료를 고체화하여, 고체화된 패드 재료를 형성하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

B24B 37/245 (2013.01)

B24B 37/26 (2013.01)

(72) 발명자

크리쉬난, 카시라만

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 칼레 비스타 베르데 2119

바자즈, 라지브

미국 94539 캘리포니아주 프리몬트 스카이 로드 43651

파티반들라, 나그 비.

미국 94566 캘리포니아주 플레젠튼 비에라 3951

레드필드, 다니엘

미국 95037 캘리포니아주 모간 힐 켈리 파크 서클 1445

레데커, 프레드 씨.

미국 94536 캘리포니아주 프리몬트 수 드라이브 1801

멘크, 그레고리 이.

미국 94566 아리조나주 플레젠튼 그린우드 로드 1833

명세서

청구범위

청구항 1

연마 패드를 제조하는 방법으로서,

적층 제조 시스템의 프린트 헤드를 사용하여 복수의 연마 패드 층을 연속하여 형성하는 단계를 포함하고,

연마 패드 층을 형성하는 단계는:

상기 프린트 헤드의 하나 이상의 노즐 중 하나로부터 베이스 재료를 포함하는 액적들을 방출하는 단계;

상기 프린트 헤드의 상기 하나 이상의 노즐 중 하나로부터 첨가제 재료를 포함하는 액적들을 방출하는 단계 - 상기 첨가제 재료를 포함하는 상기 액적들은 상기 베이스 재료를 포함하는 상기 액적들과 무관하게 상기 프린트 헤드로부터 방출되고, 상기 첨가제 재료의 액적들은 상기 연마 패드에 걸쳐서 방출되어 구역들을 형성하고, 상기 구역들 중 적어도 2개는 상이한 특성들을 가짐 -; 및

상기 방출된 상기 베이스 재료 및 상기 첨가제 재료의 액적들을 폴리머화시켜, 상기 첨가제 재료와 가교결합되는 상기 베이스 재료의 폴리머 매트릭스를 포함하는 상기 연마 패드 층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 하나 이상의 노즐 중 하나로부터 상기 첨가제 재료의 액적들을 방출하는 단계는 상기 폴리머화된 베이스 재료 내에 배치되거나 상기 폴리머화된 베이스 재료와 가교결합되는 상기 첨가제 재료의 국소적 농도를 제어하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 상기 연마 패드의 다공성(porosity)을 변경하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 UV 경화가능 폴리우레탄 아크릴레이트를 포함하는, 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 UV 경화가능 폴리우레탄 아크릴레이트는 속이 빈 나노 입자들을 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 압전 재료(piezoelectric material)를 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 연마 패드 층 상에 복수의 층을 연속적으로 퇴적하여 그와 일체로 백킹 층(backing layer)을 형성하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 백킹 층을 형성하는 단계는,

상기 프린트 헤드의 상기 하나 이상의 노즐 중 하나로부터 상기 베이스 재료의 조성과 다른 재료의 조성을 포함하는 액적들을 방출하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 연마 패드 층은 30 쇼어 D 내지 90 쇼어 D의 쇼어 D 경도(Shore D hardness)를 갖는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 연마 패드 층은 50 쇼어 D 내지 65 쇼어 D의 쇼어 D 경도를 갖는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 연마 패드 층은 26 쇼어 A 내지 95 쇼어 A의 쇼어 A 경도를 갖는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 첨가제 재료의 상기 액적들은 상기 베이스 재료의 상기 액적들을 방출하는 데 사용되는 상기 하나 이상의 노즐과 다른 하나 이상의 노즐을 사용하여 방출되는, 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 첨가제 재료의 퇴적 레이트는 상기 베이스 재료의 퇴적 레이트와 무관한, 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 다공성, 강성(stiffness), 표면 에너지, 연마성(abrasiveness), 전도율(conductivity), 및 화학적 작용성(chemical functionality)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 상기 연마 패드 층의 적어도 하나의 속성을 변경하는, 방법.

청구항 15

연마 패드로서,

연마 층을 포함하고,

상기 연마 층은 프린터로 퇴적된 복수의 층을 포함하고, 상기 복수의 층 중의 제1 층은,

폴리머 매트릭스를 형성하는 폴리머화된 베이스 재료; 및

상기 폴리머 매트릭스 내에서 상기 베이스 재료와 가교결합되는 첨가제 재료 - 상기 베이스 재료와 가교결합되는 상기 첨가제 재료는 상기 연마 패드에 걸쳐서 구역들을 형성하고, 상기 구역들 중 적어도 2 개는 상이한 특성들을 가지고, 상기 폴리머 매트릭스 내에서 상기 베이스 재료와 가교결합되는 상기 첨가제 재료는 농도가 국소적으로 제어됨 -

를 포함하는, 연마 패드.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 상기 연마 층의 열 전도율을 변경하는, 연마 패드.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 상기 연마 층의 다공성을 변경하는, 연마 패드.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 첨가제 재료는 UV 경화가능 폴리우레탄 아크릴레이트를 포함하는, 연마 패드.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 UV 경화가능 폴리우레탄 아크릴레이트는 속이 빈 나노 입자들을 포함하는, 연마 패드.

청구항 20

제15항에 있어서,

상기 연마 층과 일체로 형성된 백킹 층을 더 포함하고, 상기 백킹 층은 상기 연마 층의 상기 베이스 재료와 다른 재료로 형성되는, 연마 패드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 화학적 기계적 연마에서 이용되는 연마 패드들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노미터 및 더 작은 피쳐들을 신뢰가능하게 생성하는 것은 반도체 디바이스들의 차세대 VLSI(very large scale integration) 및 ULSI(ultra large-scale integration)를 위한 핵심적인 기술 과제들 중 하나이다. 그러나, 회로 기술의 한계들이 확장됨에 따라, VLSI 및 ULSI 상호접속 기술의 치수 축소는 처리 능력에 대한 추가의 요구들을 발생시켰다. 기관 상에서의 게이트 구조물들의 신뢰가능한 형성은 VLSI 및 ULSI의 성공을 위해, 그리고 개별 기관들 및 다이의 회로 밀도 및 품질을 증가시키려는 지속적인 노력을 위해 중요하다.

[0003] 집적 회로는 통상적으로 실리콘 웨이퍼 상에 전도체, 반도체 또는 절연체 층들을 순차적으로 퇴적(deposition)함으로써 기관 상에 형성된다. 다양한 제조 프로세스들은 기관 상의 층의 평탄화를 필요로 한다. 예를 들어, 일부 응용들, 예를 들어, 패터닝된 층의 트랜치 내에 비아, 플러그 및 라인을 형성하기 위한 금속 층의 연마에 있어서, 패터닝된 층의 최상부면이 노출될 때까지, 위에 놓인 층이 평탄화된다. 다른 응용들, 예를 들어 포토 리소그래피를 위한 유전체 층의 평탄화에서는, 아래에 놓인 층 위에 원하는 두께가 남을 때까지, 위에 놓인 층이 폴리싱된다.

[0004] 화학적 기계적 연마(CMP)는 기관 상에 퇴적된 재료의 층을 평탄화 또는 연마하기 위해 고밀도 집적 회로의 제조에서 흔하게 이용되는 프로세스이다. 캐리어 헤드는 내부에 보유된 기관을 CMP 시스템의 연마 스테이션에 제공할 수 있고, 기관을 이동 중인 연마 패드에 대해 제어가능하게 압박할 수 있다. CMP는 연마 유체가 존재하는 동안 기관의 피쳐 면(feature side)과의 접촉을 제공하고 연마 패드에 대해 기관을 이동시키는 것에 의해 효과적으로 이용된다. 재료는 화학적 및 기계적 활동의 조합을 통해, 연마 표면과 접촉하는 기관의 피쳐 면으로부터 제거된다.

[0005] 화학적 기계적 연마 프로세스의 하나의 목적은 연마 균일성이다. 기관 상의 상이한 영역들이 상이한 속도들로 연마된다면, 기관의 일부 영역들에서 지나치게 많은 재료가 제거("과잉 연마")되거나 지나치게 적은 재료가 제거("과소 연마")될 가능성이 있다. 종래의 연마 패드들은 "표준" 패드들 및 고정 연마재 패드들(fixed-abrasive pads)을 포함한다. 표준 패드는 내구성있는 조면화된 표면(durable roughened surface)을 갖는 폴리우레탄 연마 층을 갖고, 또한 압축가능한 백킹 층을 포함할 수 있다. 반면에, 고정 연마재 패드는 포함 매체(containment media) 내에 유지된 연마재 입자들을 갖고, 대체로 압축불가능한 백킹 층 상에서 지지될 수 있다. 연마 패드는 동작 및 요구되는 결과에 따라 고유하게 선택될 수 있다.

[0006] 연마 패드들은 전형적으로 폴리우레탄 재료들을 성형(molding), 주조(casting), 또는 소결(sintering)함으로써 만들어진다. 성형의 경우에서, 연마 패드들은 예를 들어 사출 성형(injection molding)에 의해 한 번에 하나씩 만들어질 수 있다. 주조의 경우에서는, 액체 프리커서가 케이크(cake)로 주조 및 경화되고, 그 케이크가 후속하여 개별 패드 단편들로 슬라이싱된다. 다음으로, 이러한 패드 단편들은 최종 두께로 머시닝될 수 있다. 홈들은 연마 표면 내에 머시닝될 수 있거나, 사출 성형 프로세스의 일부로서 형성될 수 있다. 연마 패드들의 형성은 시간 소모적이고, 연마 패드가 CMP용으로 허용가능하게 되기 전에 복수의 단계를 필요로 한다.

[0007] 그러므로, 향상된 연마 패드가 필요하다.

발명의 내용

[0008] 3D 프린터로 복수의 층을 연속하여 퇴적하는 단계를 포함하는 연마 패드를 제조하는 방법이 개시된다. 복수의 연마 층 중의 각각의 층은 제1 노즐로부터 베이스 재료(base material)를 방출하고 제2 노즐로부터 첨가제 재료(additive material)를 방출함으로써 퇴적된다. 베이스 재료 및 첨가제 재료가 고체화되어, 고체화된 패드 재료를 형성하는 것이 개시된다.

도면의 간단한 설명

[0009] 위에서 언급된 실시예들의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 실시예들의 더 구체적인 설명은 일부가 첨부 도면들에 도시되어 있는 실시예들을 참조할 수 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 실시예들의 전형적인 예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야 한다.

도 1a는 예시적인 연마 패드의 개략적인 측면면도이다.

도 1b는 다른 예시적인 연마 패드의 개략적인 측면면도이다.

도 1c는 또 다른 예시적인 연마 패드의 개략적인 측면면도이다.

도 2는 화학적 기계적 연마 스테이션의 개략적인 측면도이며, 부분적으로는 단면을 보여준다.

도 3은 도 1a의 연마 패드를 제조하기 위한 3D 프린터를 도시하는 개략적인 측면면도이다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 구성요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 일 실시예의 구성요소들 및 특징들은 추가 언급 없이도 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있을 것으로 예상된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 연마 균일성을 제공하기 위해, 기관 표면에 걸쳐서 균일한 압력이 인가될 수 있도록, 연마 패드는 연마 중인 기관과의 균일한 접촉을 형성할 필요가 있다. 패드들의 두께에 있어서의 편차는 기관 표면에 걸쳐서 불균일한 압력을 생성할 수 있다. 두께에서의 작은 편차조차도 인가되는 압력에서의 편차를 야기하고, 그에 따라, 불균일한 제거는 물론, 기관 표면 상의 마이크로 스크래치(micro-scratches)와 같은 더 높은 결함을 야기한다. 이러한 효과는 경성(hard)의 연마 패드들에 대해 더 심각하며, 낮은 압력의 연마 프로세스들에서도 더 심각하다. 연성의 연마 패드가 더 큰 두께 편차들을 수용할 수 있긴 하지만, 패드 내에 홈을 형성하는 프로세스는 연성의 연마 패드들 내에 불균일을 발생시킬 가능성이 더 크다.

[0011] 향상된 두께 균일성을 제공할 수 있는 연마 패드 제조 기술은 3D 프린팅이다. 3D 프린팅 프로세스에서, 예를 들어 액체인 패드 프리커서의 얇은 층이 점진적으로 퇴적되고 용융되어, 완전한 3차원 연마 패드를 형성한다.

[0012] 일례에서, 연마 패드의 연마 층을 제조하는 방법은 3D 프린터로 복수의 층을 연속하여 퇴적하는 단계를 포함하고, 복수의 연마 층 중의 각각의 층은 액체 패드 재료 프리커서를 노즐로부터 방출하고 패드 재료 프리커서를 고체화하여, 고체화된 패드 재료를 형성하는 것에 의해 퇴적된다.

[0013] 본 발명의 구현들은 이하의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 복수의 층 중의 각각의 층의 두께는 연마 층의 전체 두께의 50% 미만일 수 있다. 복수의 층 중의 각각의 층의 두께는 연마 층의 전체 두께의 1% 미만일 수 있다. 복수의 층의 적어도 일부에 패턴을 형성하기 위해 컴퓨터 상에서 실행되는 3D 드로잉 프로그램으로 패드 재료 프리커서의 방출을 제어함으로써, 연마 층 내에 리세스들이 형성될 수 있다. 리세스들은 연마 패드의 전체 수평 표면적의 10% - 75%일 수 있다. 리세스들 사이의 평탄부들(plateaus)은 0.1 내지 2.5mm의 횡방향 치수를 가질 수 있다. 리세스들은 0.25 내지 1.5mm의 깊이를 가질 수 있다. 리세스들은 0.1mm 내지 2mm의 가장 넓은 횡방향 치수를 가질 수 있다. 리세스들은 원통형, 각뿔대(truncated pyramid), 또는 프리즘 중 하나 이상의 형상을 가질 수 있다. 리세스들은 홈들일 수 있다. 패드 재료 프리커서를 고체화하는 것은 패드 재료 프리커서를 경화하는 것을 포함할 수 있다. 패드 재료 프리커서를 경화하는 것은 자외선(UV) 경화를 포함할 수 있다. 패드 재료 프리커서는 우레탄 아크릴레이트 올리고머 또는 아크릴레이트 모노머를 포함할 수 있다. 고체화된 패드 재료는 폴리우레탄을 포함할 수 있다. 고체화된 패드 재료 내에 연마재 입자들이 공급될 수 있다. 연마재 입자들은 금속 산화물 입자들일 수 있다. 연마 패드의 백킹 층은 3D 프린터로 복수의 층을 연속하여 퇴적함으로써 형성될 수 있다. 백킹 층을 형성하는 것은 백킹 층의 복수의 층을 연마 층의 복수의 층과는 다른

양만큼 경화하는 것을 포함할 수 있다. 백킹 층을 형성하는 것은 패드 프리커서 재료와는 다른 재료를 주입하는 것을 포함할 수 있다. 고체화된 연마 재료는 일부 영역들에서는 약 30 내지 약 90의 쇼어 D 경도를 가질 수 있는 한편, 패드의 다른 영역들에서는 약 26 내지 약 95의 쇼어 A 경도를 가질 수 있다. 패드 재료 프리커서는 용해된 패드 재료일 수 있고, 패드 재료 프리커서를 고체화하는 것은 용해된 패드 재료를 냉각하는 것을 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 이점들은 이하의 것들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 연마 패드는 매우 엄격한 허용오차, 즉 양호한 두께 균일성을 갖고서 제조될 수 있다. 홈들은 두께 균일성을 왜곡시키지 않고서 연마 패드 내에 형성될 수 있다. 기판에 걸친 연마 균일성은 0.8 psi 미만, 또는 심지어는 0.5 psi 또는 0.3 psi 미만과 같은 낮은 압력들에서 특히 향상될 수 있다. 패드 제조 프로세스는 상이한 연마 패드 구성 및 홈 패턴들에 맞춰 적응가능하다. 연마 패드는 더 빠르고 더 저렴하게 제조될 수 있다.

[0015] 도 1a - 도 1c를 참조하면, 연마 패드(18)는 연마 층(22)을 포함한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 연마 패드(18)는 연마 층(22)으로 이루어진 단층 패드일 수 있고, 또는 도 1c에 도시된 바와 같이, 연마 패드(18)는 연마 층(22) 및 적어도 하나의 백킹 층(20)을 포함하는 다층 패드일 수 있다. 하나 이상의 실시예에서, 백킹 층(20) 및 연마 층(22)은 연마 패드(18)를 3D 프린팅하는 동안 함께 일체로 형성될 수 있다.

[0016] 연마 패드(18)는 제1 구역(42), 제2 구역(41), 및 제3 구역(43)과 같은 하나 이상의 구역을 가질 수 있다. 구역들(42, 41, 43)은 상이한 특성들을 갖는 불연속 영역들일 수 있다. 하나 이상의 구역(42, 41, 43)은 연마 패드(18)의 속성들을 변경하기 위해 각각의 구역에 통합된 첨가제들을 가질 수 있다. 예를 들어, 구역들(41 및 43)은 구역(42)보다 강성일 수 있다. 구역들(42, 41, 43)은 또한 상이한 연마재, 열 또는 다른 속성들을 가질 수 있다. 이것은 구역들(42, 41, 43) 중 적어도 2개에서 상이한 유형들 및/또는 양들의 첨가제들을 이용함으로써 달성될 수 있다.

[0017] 연마 층(22)은 연마 프로세스에서 불활성인 재료일 수 있다. 연마 층(22)의 재료는 플라스틱, 예를 들어 폴리우레탄일 수 있다. 일부 구현들에서, 연마 층(22)은 비교적 내구성 있고 경성인 재료이다. 예를 들어, 연마 층(22)은 쇼어 D 스케일에서, 약 30 쇼어 D 내지 약 90 쇼어 D, 예를 들어 약 50 쇼어 D 내지 약 65 쇼어 D의 경도를 가질 수 있다. 다른 더 연성인 영역들에서, 연마 층(22)은 약 26 쇼어 A 내지 약 95 쇼어 A의 쇼어 A 경도를 가질 수 있다.

[0018] 도 1a에 도시된 바와 같이, 연마 층(22)은 균질 조성물의 층일 수 있고, 또는 도 1b에 도시된 바와 같이, 연마 층(22)은 플라스틱 재료, 예를 들어 폴리우레탄의 매트릭스(29) 내에 유지된 연마재 입자들(28)을 포함할 수 있다. 연마재 입자들(28)은 매트릭스(29)의 재료보다 경성이다. 연마재 입자들(28)은 연마 층의 약 0.05 중량(wt)% 내지 약 75 wt%를 이룰 수 있다. 예를 들어, 연마재 입자들(28)은 연마 층(22)의 약 1 wt% 미만, 예를 들어 약 0.1 wt% 미만일 수 있다. 대안적으로, 연마재 입자들(28)은 연마 층(22)의 약 10 wt% 초과, 예를 들어 약 50 wt% 초과일 수 있다. 연마재 입자들의 재료는 금속 산화물, 예컨대 세리아, 알루미늄, 실리카, 또는 그들의 조합일 수 있다.

[0019] 연마 층(22)은 80 밀(mil) 이하, 예를 들어 50 밀 이하, 예를 들어 25 밀 이하의 두께 D1을 가질 수 있다. 컨디셔닝 프로세스는 연마 표면(24)을 마모시키는 경향이 있기 때문에, 연마 층(22)의 두께는 연마 패드(18)에 유효 서비스 수명, 예를 들어 3000회의 연마 및 컨디셔닝 사이클을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0020] 미시적 규모(microscopic scale)에서, 연마 층(22)의 연마 표면(24)은 거친 표면 텍스처, 예를 들어 2-4 마이크로미터 rms를 가질 수 있다. 예를 들어, 연마 층(22)은 거친 표면 텍스처를 생성하도록 그라인딩 또는 컨디셔닝 프로세스에 종속될 수 있다. 추가로, 3D 프린팅은 예를 들어 약 200 마이크로미터까지의 소형의 균일한 피쳐들을 제공할 수 있다.

[0021] 연마 표면(24)이 미시적 규모에서 거칠 수 있긴 하지만, 연마 층(22)은 연마 패드 자체의 거시적 규모에서는 양호한 두께 균일성을 가질 수 있다 [이러한 균일성은 연마 층의 최하부면에 대한 연마 표면(24)의 높이에서의 전역적 편차를 지칭하며, 연마 층 내에 의도적으로 형성된 임의의 거시적 홈들 또는 천공들은 계수(count)하지 않는다]. 예를 들어, 두께 불균일성은 약 1 밀 미만일 수 있다.

[0022] 선택적으로, 연마 표면(24)의 적어도 일부는 슬러리를 운반하기 위해 내부에 형성된 복수의 홈(26)을 포함할 수 있다. 홈들(26)은 거의 모든 패턴, 예컨대 동심 원들, 직선들, 망상선형(cross-hatched), 나선형, 및 그와 유사한 것일 수 있다. 홈들이 존재한다고 가정하면, 연마 표면(24), 즉 홈들(26) 사이의 평탄부들은 연마 패드(18)의 전체 수평 표면적의 약 25-90%일 수 있다. 따라서, 홈들(26)은 연마 패드(18)의 전체 수평 표면적의

10%-75%를 점유할 수 있다. 홈들(26) 사이의 평탄부들은 약 0.1 내지 2.5mm의 횡방향 폭을 가질 수 있다.

[0023] 일부 구현들에서, 예를 들어 백킹 층(20)이 존재하는 경우, 홈들(26)은 연마 층(22)을 완전하게 관통하여 연장될 수 있다. 일부 구현들에서, 홈들(26)은 연마 층(22)의 두께의 약 20-80%, 예를 들어 약 40%를 통해 연장될 수 있다. 홈들(26)의 깊이는 약 0.25mm 내지 약 1mm일 수 있다. 예를 들어, 약 50 밀 두께의 연마 층(22)을 갖는 연마 패드(18) 내에서, 홈들(26)은 약 20 밀의 깊이 D2를 가질 수 있다.

[0024] 백킹 층(20)은 연마 층(22)보다 더 연성이고 더 압축가능할 수 있다. 백킹 층(20)은 쇼어 A 스케일에서 80 쇼어 A 이하의 경도, 예컨대 약 60 쇼어 A 미만의 경도를 가질 수 있다. 백킹 층(20)은 연마 층(22)보다 더 두껍거나 더 얇거나 연마 층과 동일한 두께를 가질 수 있다.

[0025] 예를 들어, 백킹 층(20)은 압력 하에서 셀들이 붕괴되고 백킹 층이 압축되도록, 공극들을 갖는 폴리실리콘 또는 폴리우레탄과 같은 개방 셀 또는 폐쇄 셀 폼(foam)일 수 있다. 백킹 층을 위한 적절한 재료는 코네티컷 Rogers의 Rogers Corporation으로부터의 PORON 4701-30, 또는 Rohm & Haas로부터의 SUBA-IV이다. 백킹 층의 경도는 층 재료 및 다공성(porosity)의 선택에 의해 조절될 수 있다. 대안적으로, 백킹 층(20)은 연마 층과 동일한 프리커서로 형성되고 동일한 다공성을 갖지만, 상이한 경화 정도를 가져서 상이한 경도를 가질 수 있다.

[0026] 이제 도 2를 참조하면, 하나 이상의 기관(14)은 CMP 장치의 연마 스테이션(10)에서 연마될 수 있다. 연마 스테이션(10)은 회전가능한 플레이트(16)를 포함할 수 있고, 그 플레이트 상에는 연마 패드(18)가 배치된다. 연마 단계 동안, 연마 액체(30), 예컨대 연마제 슬러리는 슬러리 공급 포트 또는 결합된 슬러리/세정 암(slurry/rinse arm)(32)에 의해 연마 패드(18)의 표면에 공급될 수 있다. 연마 액체(30)는 연마제 입자들, pH 조절제, 및/또는 화학적으로 활성인 성분들을 포함할 수 있다. 추가로, 연마 스테이션(10)은 연마 패드(18)를 주사하기 위한 레이저(31)를 가질 수 있다. 레이저(31)는 연마 패드(18)가 사용으로 인해 마모될 때 연마 패드를 재컨디셔닝하기 위해 이용될 수 있다.

[0027] 기관(14)은 캐리어 헤드(34)에 의해 연마 패드(18)에 맞닿아 유지된다. 캐리어 헤드(34)는 지지 구조물, 예를 들어 캐러셀에 매달리고, 캐리어 헤드가 축(38)에 관하여 회전할 수 있도록, 캐리어 구동 샤프트(36)에 의해 캐리어 헤드 회전 모터에 연결된다. 연마 액체(30)의 존재 하에서, 연마 패드(18)와 기관(14)의 상대적 이동은 기관(14)의 연마를 야기한다.

[0028] 연마 패드(18)는 3D 프린팅 프로세스로 제조될 수 있다. 연마 패드들(18)을 3D 프린팅하기 위한 적절한 기술들은 다른 기술들 중에서도, 지향성 에너지 퇴적(directed energy deposition), 파우더 베드 퓨전(powder bed fusion), 또는 시트 라미네이션(sheet lamination)을 일반적으로 포함할 수 있다. 예를 들어, 폴리젯 3D 기술은 16 마이크로미터(0.0006") 정도로 얇은 층들을 이용하는 층 부가 기술(layer additive technology)이다. 폴리젯(PolyJet) 신속 시제품화 프로세스는 연마 패드(18) 내에 고도로 세부적이고 정밀한 층들을 만들기 위해 UV 경화가능한 재료와 결합된 고해상도 잉크젯 기술을 이용한다. 다른 예에서, 3D 프린터는 층들 내에서 재료를 부가적으로 내려놓기 위해 FDM(fused deposition modeling)을 이용한다. 연마 패드 재료의 필라멘트 또는 와이어가 코일로부터 언와인딩되고 함께 용융되어 연마 패드를 생성한다. 또 다른 예에서, 3D 프린터는 바인더(binder)를 파우더 베드 내에 잉크젯팅한다. 이러한 기술은 "바인더 젯팅(binder jetting)" 또는 "드롭-온-파우더(drop-on-powder)"라고 알려져 있다. 파우더 베드는 연마 패드를 생성하기 위해 베이스 재료들뿐만 아니라 첨가제들을 포함할 수 있다. 잉크젯 프린트 헤드는 파우더의 베드를 가로질러 이동하여, 액체 바인딩 재료를 선택적으로 퇴적한다. 파우더의 얇은 층이 완성된 섹션을 가로질러 펼쳐지고, 각각의 층이 최종 층에 부착될 때마다 프로세스가 반복된다. 다른 예에서, 연마 패드는 선택적 레이저 소결을 이용하여 3D 프린팅될 수 있다. 레이저 또는 다른 적절한 전력 소스는 3D 모델에 의해 정의되는 파우더 내의 지점들을 레이저로 자동적으로 겨냥함으로써, 파우더화된 재료를 소결시킨다. 레이저는 재료를 함께 바인딩하여 고체 구조물을 생성한다. 층이 완성되면, 구축 플랫폼(build platform)은 아래로 이동하고, 재료의 새로운 층이 소결되어 연마 패드의 다음 단면을 형성한다. 이러한 프로세스의 반복은 한 번에 한 층씩 연마 패드를 구축한다. SLM(selective laser melting)은 유사한 개념을 이용하지만, SLM에서는 재료가 소결되기 보다는 완전히 용해되고, 그에 의해 다른 속성들 중에서도 상이한 결정 구조, 다공성을 허용한다. 다른 예에서, 연마 패드는 스테레오리소그라피[배트 포토폴리머화(Vat Photopolymerization)]를 이용하여 3D 프린팅된다. 배트 포토폴리머화 프로세스는 포토폴리머 또는 광반응성 수지의 배트 내에서 재료의 층들을 선택적으로 경화하기 위해, 광, 예컨대 UV 레이저 또는 다른 유사한 전력 소스를 이용하여 연마 패드를 구축한다. 다른 스테레오리소그라피 기술은 디지털 광 처리이다. 디지털 광 처리(DLP: digital light processing)는 객체의 단면의 이미지를 포토폴리머의 배트 내에 투영하기

위해 프로젝터를 이용한다. 광은 그 이미지 내에서 지정된 영역만을 선택적으로 단단하게 한다. 다음으로, 가장 최근에 프린팅된 층은 프린트와 프로젝터 사이의 새롭게 생성된 공간을 채우기 위한 단단하게 되지 않은 포토폴리머(unhardened photopolymer)를 위한 자리를 남기도록 재위치지정된다. 이러한 프로세스의 반복은 한 번에 한 층씩 객체를 구축한다. DLP를 이용하여 생성되는 층은 30 마이크로미터 미만의 층 두께를 가질 수 있다. 다른 예에서, 시트 라미네이션을 이용하여 연마 패드가 생성된다. 연마 패드는 재료의 시트들을 서로의 최상부에 적층하고 재료의 시트들을 함께 바인딩함으로써 제조된다. 다음으로, 3D 프린터는 연마 패드의 아웃라인을 바인딩된 재료의 시트들로 슬라이싱한다. 이러한 프로세스의 반복은 한 번에 한 층(시트)씩 연마 패드를 구축한다. 또 다른 예에서, 연마 패드들은 DEP(directed energy deposition)를 이용하여 생성된다. DEP는 재료들을 용해시킴으로써 용융하기 위해 포커싱된 열 에너지가 이용되는, 가법적 제조 프로세스이다. 재료는 전자 빔에 의해 생성되는 용해된 풀(molten pool) 내로 피딩될 수 있고, 전자 빔은 다음으로 컴퓨터에 의해, 구축 플랫폼 상에서 연마 패드의 층을 형성하기 위해 돌아다니도록 안내된다. 예시적인 기술들은 다른 3D 프린팅 기술들과 같이 연마 패드를 3D 프린팅하는 데에 적합하다는 점을 알아야 한다.

[0029] 첨가제들은 연마 패드에 걸쳐 베이스 재료 내에서 균질 농도를 갖거나 갖지 않을 수 있음을 알아야 한다. 첨가제들의 농도는 연마 패드의 상이한 영역들 내에서 점진적으로 달라질 수 있다. 상이한 농도의 영역들은 방사상(radial), 방위각(azimuthal), 극선(polar), 그리드(grid), 또는 다른 공간적 관계를 가질 수 있다. 예를 들어, 첨가제들의 농도는 연마 패드에 걸쳐서 에지-대-중심 관계(edge-to-center relationship)로 점진적으로 감소하거나 증가할 수 있다. 다르게는, 첨가제들은 패드에 걸쳐서 수평 방향(91)(도 1c에 도시됨)으로 불연속 증분들로 증가할 수 있다. 추가로, 첨가제들은 패드에 걸쳐서 수직 방향(92)(도 1c에 도시됨)으로 불연속 증분들로 증가할 수 있다.

[0030] 도 3을 참조하면, 연마 패드(18)의 연마 층(22)은 폴리젯 프린팅과 같은 3D 프린팅 프로세스를 이용하여 제조될 수 있다. 제조 프로세스에서, 재료의 얇은 층들은 점진적으로 퇴적되고 용융된다. 예를 들어, 액적들(52)이 액적 방출 프린터(55)의 노즐(54A)로부터 방출되어 층(50)을 형성할 수 있다. 액적 방출 프린터(55)는 잉크젯 프린터와 유사하지만, 잉크가 아닌 패드 프리커서 재료를 이용한다.

[0031] 액적 방출 프린터(55)는 제어기(60), 프린트 헤드(61), 및 에너지 소스(62)를 가질 수 있다. 제어기(60)는 지지체(59) 상에 재료를 퇴적하고 에너지 소스(62)로 재료를 경화하도록 프린트 헤드(61)를 지향시키도록 구성된 처리 유닛일 수 있다. 에너지 소스(62)는 퇴적된 재료를 경화하기 위해 에너지의 빔을 지향시키도록 구성된 UV 광, 예컨대 레이저일 수 있다. 프린트 헤드(61) 및 에너지 소스(62)는 지지 메커니즘(51)에 걸쳐 병진한다(화살표 A로 도시됨). 다르게는, 지지체(59)는 프린트 헤드(61) 및 에너지 소스(62)에의 평면적 접근을 제공하기 위해 아티클레이트 articulate)될 수 있다.

[0032] 프리커서 소스(58)는 노즐(54A)에의 유체 연결(71)을 갖는다. 첨가제 소스(57)는 노즐(54A)에의 유체 연결(72A)을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 액적들(52A)은 프리커서 소스(58)로부터의 패드 프리커서 재료, 및 첨가제 소스(57)로부터의 첨가제 재료를 포함할 수 있다. 다르게는, 첨가제 소스(57)는 첨가제 노즐(54B)과 같은 별개의 노즐에의 유체 연결(72B)을 가질 수 있다. 첨가제 노즐(54B)은 노즐(54A)로부터의 액적들(52A)과 함께 층(50)을 형성하도록 액적들(52B)을 퇴적할 수 있다. 다른 실시예에서, 액적들(52A)은 프리커서 소스(58)로부터의 프리커서 재료를 포함하고, 액적들(52B)은 첨가제 소스(57)로부터의 첨가제 재료를 포함한다. 첨가제 노즐(54B)은 첨가제가 층(50)을 형성하기 위해 도포될 때 첨가제의 국소적 농도를 제어한다.

[0033] 액적들(52A, 52B)은 지지체(59) 상에 재료의 제1 층(50A)을 형성할 수 있다. 후속하여 퇴적된 층들(50B)에 대하여, 노즐들(54A, 54B) 중 하나 또는 둘 다는 이미 고체화된 재료(56) 상에 방출할 수 있다. 각각의 층(50)이 고체화된 후, 다음으로, 완전한 3차원 연마 층(22)이 제조될 때까지, 이전에 퇴적된 층 위에 새로운 층이 퇴적된다. 각각의 층은 컴퓨터와 같은 제어기(60) 상에서 실행되는 3D 드로잉 컴퓨터 프로그램에 저장된 패턴으로 노즐들(54A 및 54B)에 의해 도포된다. 각각의 층(50)은 연마 층(22)의 전체 두께의 50% 미만, 예를 들어 10% 미만, 예를 들어 5% 미만, 예를 들어 1% 미만일 수 있다.

[0034] 지지체(59)는 강성 베이스(rigid base), 또는 가요성 필름, 예컨대 스테이지 방출(stage release)을 위한 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 또는 압력 민감 접착제(PSA: pressure sensitive adhesive)의 층일 수 있다. 지지체(59)가 PSA 필름인 경우, 지지체(59)는 연마 패드(18)의 일부분을 형성할 수 있다. 예를 들어, 지지체(59)는 백킹 층(20), 또는 백킹 층(20)과 연마 층(22) 사이의 층일 수 있다. 대안적으로, 연마 층(22)은 지지체(59)로부터 제거될 수 있다.

[0035] 액적들(52)로 형성되는 층들(50)이 고체화된 재료(56)로 변환되는 것은 폴리머화에 의해 달성될 수 있다. 예를

들어, 패드 프리커서 재료의 층(50)은 모노머일 수 있고, 모노머는 자외선(UV) 경화에 의해 인-시튜 폴리머화될 수 있다. 추가로, 첨가제들은 층(50) 내의 온도 또는 자기적 속성들을 생성하거나 연마성(abrasiveness), 강성(stiffness)을 변경하기 위해 UV 경화가능한 폴리머-무기물 블렌드(UV curable polymer-inorganic blend)의 다공성을 생성하기 위한, UV 경화가능한 포말(UV curable foam)일 수 있다. 패드 프리커서 재료는 실질적으로 퇴적 직후에 경화될 수 있고, 또는 패드 프리커서 재료의 전체 층(50)이 퇴적될 수 있고, 다음으로 전체 층(50)이 동시에 경화될 수 있다. 대안적으로, 액적들(52A, 52B)은 냉각 시에 고체화되는 폴리머 용해물(polymer melt)일 수 있다. 대안적으로, 연마 층(22)은 파우더의 층을 확산시키고, 파우더의 층 상에 바인더 재료의 액적들(52A)을 방출함으로써 생성될 수 있다. 파우더는 연마 패드의 특성들을 국소적으로 증강시키기 위해 첨가제 소스(57)로부터 입수가 가능한 것들과 유사한 첨가제들을 포함할 수 있다.

[0036] 앞에서 논의된 바와 같이, 첨가제 소스(57)는 연마 패드(18)의 층(50) 내에 특정한 속성들 또는 특성들을 도입하기 위해 하나 이상의 첨가제를 제공한다. 예를 들어, 첨가제들은 연마 패드 다공성, 강성, 표면 에너지, 연마성, 전도율, 화학적 작용성(chemical functionality), 또는 CMP 동작들을 증강시키기 위한 특성들의 다른 조합을 변경할 수 있다. 예를 들어, 첨가제들은 마찰력/온도 의존성 재료 강성 편차(friction/temperature dependent material stiffness variation)를 제공하는데, 즉 마찰력 또는 온도가 증가할 때, 첨가물들은 베이스 재료가 더 강성으로 되고, 그에 따라 연마 패드(18)가 더 강성으로 되어, 예를 들어 디싱(dishing)을 감소시키게 한다. 첨가제들은 연마 패드(18)의 하나보다 많은 속성 또는 특성을 증강시킬 수 있고, 도 1c에 도시된 구역들(41, 42, 43)과 같이, 연마 패드(18)에 걸쳐 불균일하게 프린팅될 수 있다. 예를 들어, 하나의 위치에 더 많은 첨가제들이 첨가되어, 더 적은 첨가제들을 갖는 제2 위치에 비해 연마 패드(18)가 더 강성으로 되게 할 수 있다. 첨가제들은, 연마 패드와 그 위에서 처리되는 기관의 계면에서 변화할 수 있는 내재된 화학적 작용성을 제공할 수 있다. 예를 들어, 첨가제는 기관의 표면을 연화(softening)시키는 것과 같이 기관의 표면과 반응하여, 기관 표면의 기계적 연마를 용이하게 할 수 있다. 이하에서는 3D 프린팅된 패드 내에서 달성되는 고유의 특성들과, 그러한 특성들을 야기하기 위해 이용되는 첨가제들이 논의된다.

[0037] 다공질(poromeric) 연마 패드들은 잉크젯 버블(inkjet bubbles), 발포 UV 경화가능 피쳐(foamed UV curable features), 반응성 젯팅(reactive jetting), 또는 공극들을 생성하기 위한 다른 기술들과 같이 첨가제들을 이용하여 생성될 수 있다. 점성 제제(viscous formulation)의 신속한 혼합, 및 그에 바로 후속하는 UV 경화에 의해 기포들(air bubbles)을 제자리에 트랩핑함으로써, 최종 경화된 재료 내에서 연마 패드의 다공성이 달성될 수 있다. 대안적으로, 불활성 가스(예를 들어, 질소)의 작은 버블들이 첨가제로서 사용되어, 제제에 도입되고 혼합되고 즉시 경화될 수 있다. 공극들은 폴리에틸렌 글리콜(PEG), 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 약 5nm - 약 50 μ m 직경의 속이 빈 입자(hollow particles) 또는 미세 구체(microspheres), 예를 들어 젤라틴, 키토산, 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 다공성 나노입자(mesoporous nanoparticles), 카르복실 메틸 셀룰로오스(CMC), 거대기 공성 하이드로젤(macroporous hydrogels) 및 에멀전 미세 구체(emulsion microspheres)와 같은 포로젠들을 추가함으로써 달성될 수 있다. 대안적으로, 리칭 기술(leeching technique)은 코-포로젠(co-porogens)으로서의 소금 미립자(NaCl) 및 PEG의 조합에 의해 이용될 수 있으며, 여기서 소금은 공극들을 형성하기 위해 후속하여 리칭된다(leached out).

[0038] 또한, 다공성은 [예를 들어, 광산 발생기(photoacid generator)의 도움으로] 가스를 발생시키고 발포(foaming)하는 UV 활성화 종들(UV activated species)을 추가함으로써, 예를 들어, 2,2'-아조비스아이소부티로니트릴(Azobisisobutyronitrile: AIBN)과 같은 열 개시자(thermal initiator)의 추가에 의해 달성될 수 있다. UV에의 노출 시에, 가교결합의 발열성 반응은 UV 경화가능 제제의 온도가 상승되게 하고, 이것은 AIBN을 활성화하며, 이에 의해, 경화 프로세스 동안 트랩핑되어 공극들을 남기는 N_2 가스가 발생된다. 다르게는, UV 경화가능 폴리우레탄 아크릴레이트(PUA)는 미세공극들을 발생시키기 위한 속이 빈 나노 입자들을 가질 수 있다.

[0039] 첨가제들은 또한 연마 패드의 연마재 품질을 증강시키기 위해 이용될 수 있다. 예시적인 무기물(세라믹) 입자들은 연마 패드의 프린팅에서 첨가제로서 이용될 수 있다. 세라믹 입자들은 연마 패드의 연마재 특성들을 변경할 수 있다. 세라믹 입자들은 SiO_2 , CeO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , $BaTiO_3$, HfO_2 , $SrTiO_3$, ZrO_2 , SnO_2 , MgO , CaO , Y_2O_3 , $CaCO_3$, Si_3N_4 를 포함할 수 있다. UV 경화가능 폴리머-무기물 블렌드가 여전히 잉크젯팅 가능하도록, 세라믹 입자들의 크기, 즉 직경은 약 2nm 내지 약 1 μ m 범위일 수 있다. 또한, 세라믹 입자들은 코어 또는 셸을 구성하는 2개의 금속 산화물의 임의의 조합을 갖는 코어 셸 입자들(core shell particles)일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, UV 경화가능하고 잉크젯팅 가능한 혼합물은 40-60% 아크릴레이트 모노머/반응성 희석제(reactive

thinner), 0.1-10% 세리아(세라믹) 나노입자, 0-10% 포로젠(속이 빈 미세 구체), 0.5-5% 광 개시자(photo initiator), 및 0.1-0.5%의 열 억제자(thermal inhibitor), 예를 들어 하이드로퀴논 모노메틸 에테르(mono-methyl ether of hydroquinone: MEHQ)와 혼합된 10-60wt%의 폴리우레탄 아크릴레이트 올리고머 수지를 포함한다. 제제는 약 24mN/m의 표면 에너지와 함께 약 25℃ 내지 약 80℃의 온도에서 약 10-20cP의 점성을 산출해낸다.

[0040] 첨가제들은 층의 폴리머 매트릭스 내로 가교결합되도록 활성화될 수 있다. 연마 패드의 표면은 프로세스에서 폴리머 매트릭스를 절제하여 연마재 입자들을 노출시키는 레이저를 포함하는 CMP 패드 컨디셔너에 의해 활성화될 수 있다. CMP 패드 컨디셔너는 연마 패드 내의 상이한 첨가제들을 활성화하기 위한 다양한 출력(power)의 하나 이상의 파장으로 구성될 수 있다. 추가로, 레이저 소스는 주사 메커니즘[도 2에 도시된 레이저(31)]에 결합되어, 연마 패드 표면에 걸쳐 주사하고, 연마 패드(18)가 사용으로 인해 마모될 때 연마 층(22) 상에서 입수 가능하게 되는 연마재 입자들과 같은 첨가제들을 활성화하기 위해 될 수 있다.

[0041] 첨가제들은 또한 열 전도성일 수 있고/있거나 연마 패드의 열 전도율을 증강시킬 수 있다. 연마 패드 내의 열 전도성 첨가제들은 기관 상에서 국소화된 온도 의존성 연마 결과들(localized temperature dependent polishing results)을 발생시키기 위해, 상이한 온도 프로파일들을 갖는 국소화된 영역들을 기관 상에 제공할 수 있다. 열 전도성 나노 입자들(NP)이 첨가제들로서 이용될 수 있고, Au, Ag, Pt, Cu, 이러한 금속 NP들의 조합들을 포함하는 합금 NP들(PtAu, PtAg 등), 카본 블랙, 카본 나노튜브, 및 Fe 코어-카본 셸과 같은 코어 셸 NP들을 포함할 수 있다.

[0042] 전도성 첨가제들과 마찬가지로, 자성 첨가제들이 연마 패드 내에 포함될 수 있다. 기관에 대한 연마 힘들의 국소적 제어를 위해 상이한 자기장들의 영역들을 생성하기 위해, 외부적으로 발생하는 자기장이 연마 패드에 대한 국소적인 힘에 추가되거나 연마 패드 대한 국소적인 힘을 발생시킬 수 있다. 자성 입자들은 Fe, Ni, Co, Gd, Dy 및 이러한 금속들의 합금들은 물론, Fe_2O_3 , $FeOFe_2O_3$, $NiOFe_2O_3$, $CuOFe_2O_3$, $MgOFe_2O_3$, $MnBi$, $MnSb$, $MnOFe_2O_3$, $Y_3Fe_5O_{12}$, CrO_2 , $MnAs$, 및 EuO 와 같은 강자성 입자들을 포함할 수 있다.

[0043] 첨가제들은 또한 압전 첨가제들(piezoelectric additives)을 포함할 수 있다. 압전 첨가제들은 연마 결과들을 국소적으로 증강시키기 위한 작은 진동들을 유도하기 위해 연마 패드 내에서 활성화될 수 있다. 압전 재료들은 다른 적절한 재료들 중에서도, 토르말린, 석영, 토파즈, 주석산나트륨칼륨 4수화물(sodium potassium tartrate tetrahydrate), PVDF, $GaPO_4$, $La_3Ga_5SiO_{14}$, $BaTiO_3$, $Pb[Zr_xTi_{1-x}]O_3$ - 여기서 $0 \leq x \leq 1$ 임 - , $KNbO_3$, $LiNbO_3$, $LiTaO_3$, Na_2WO_3 , $Ba_2NaNb_5O_{15}$, $Pb_2KNb_5O_{15}$, ZnO , $((K,Na)NbO_3)$, $BiFeO_3$, $NaNbO_3$, $Bi_4Ti_3O_{12}$, $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ 를 포함할 수 있다.

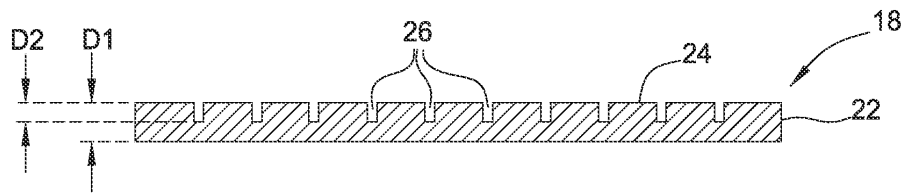
[0044] 입자 형태의 첨가제들은 미리 형성된 입자들로서, 또는 대응하는 무기물 졸-겔 반응을 위한 무기물 프리커서로서 재료에 추가될 수 있는데, 예를 들어 염화 티탄 및 티탄 에톡사이드(titanium ethoxide)를 추가하면 TiO_2 입자들의 형성이 야기될 것이다. 후자가 덜 고가이고, 프로세스의 비용을 더 감소시킬 수 있다. 이것의 주된 이점은 모든 물질들이 하나의 용액 내에서 한 번에 혼합될 수 있다는 것이다[따라서, 원 포트 합성(one-pot synthesis)].

[0045] 첨가제들의 분포를 갖는 연마 패드를 3D 프린팅하기 위한 다수의 구현은 연마 패드의 물리적 특성 프로파일을 조정하고, 그에 따라 연마 결과들을 조정하도록 설계된다. 그럼에도 불구하고, 본 명세서의 개시내용의 교시 내에 있는 다양한 수정들이 이루어질 수 있음이 이해될 것이다. 연마 패드는 원형 또는 특정한 다른 형상일 수 있다. 접착 층은 패드를 플레이트에 고정하기 위해 패드의 최하부면에 도포될 수 있고, 접착 층은 연마 패드가 플레이트 상에 놓이기 전에 제거가능한 라이너에 의해 커버될 수 있다. 추가로, 수직 위치지정의 용어들이 이용되지만, 연마 표면 및 기관은 수직 배향으로 또는 소정의 다른 배향으로 역전될 수 있음을 이해해야 한다.

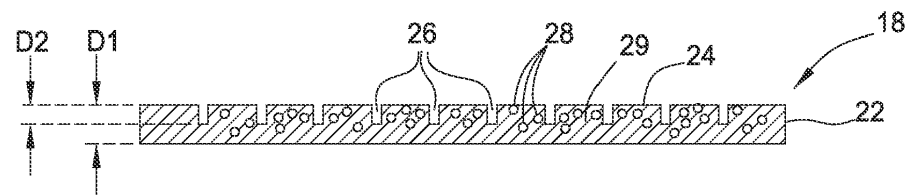
[0046] 상술한 것은 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 다른 실시예들 및 추가의 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 만들어질 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

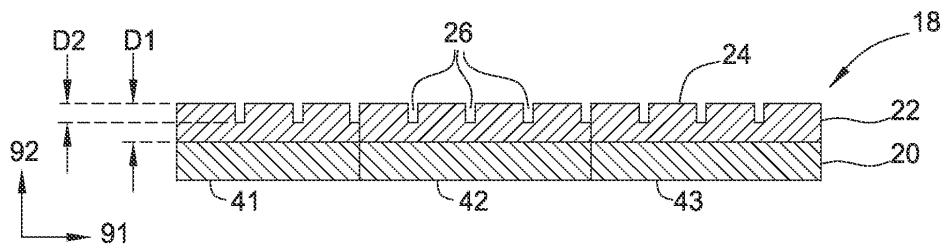
도면 1a



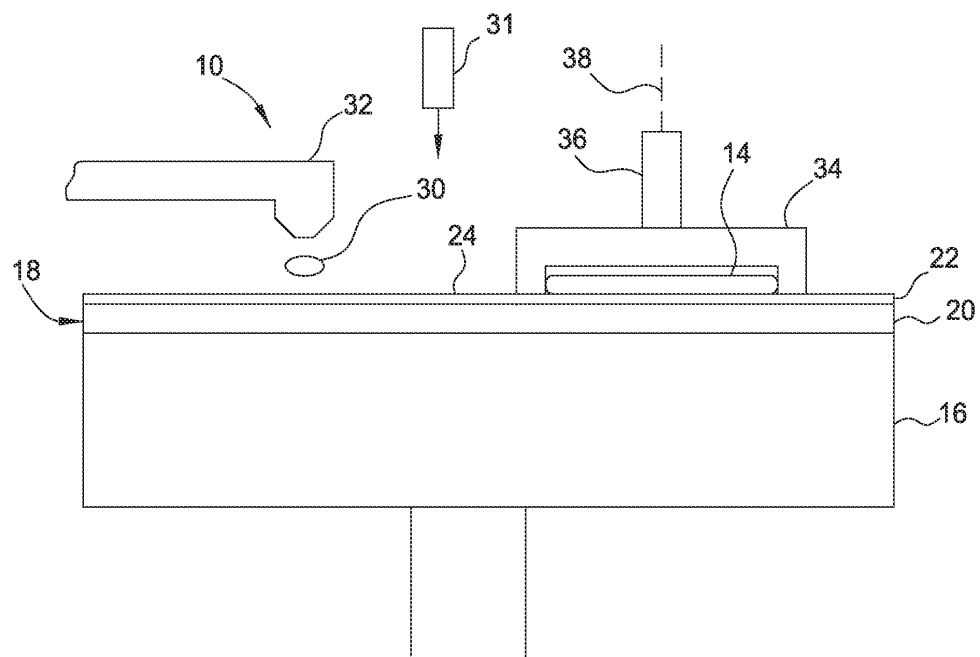
도면 1b



도면 1c



도면2



도면3

