



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0015167
(43) 공개일자 2024년02월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24D 18/00 (2006.01) B24B 37/22 (2012.01)
B24B 37/24 (2012.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
B24D 18/0045 (2013.01)
B24B 37/22 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7002717(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년04월24일
심사청구일자 2024년01월23일
- (62) 원출원 특허 10-2022-7028958
원출원일자(국제) 2015년04월24일
심사청구일자 2022년08월22일
- (85) 번역문제출일자 2024년01월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/027473
- (87) 국제공개번호 WO 2016/060712
국제공개일자 2016년04월21일
- (30) 우선권주장
62/065,193 2014년10월17일 미국(US)
62/065,270 2014년10월17일 미국(US)

- (71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
- (72) 발명자
마자즈, 라지브
미국 94539 캘리포니아주 프리몬트 스카이 로드
43651
크리쉬난, 카시라만
미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 칼레 메사 알
타 2142
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 백만기

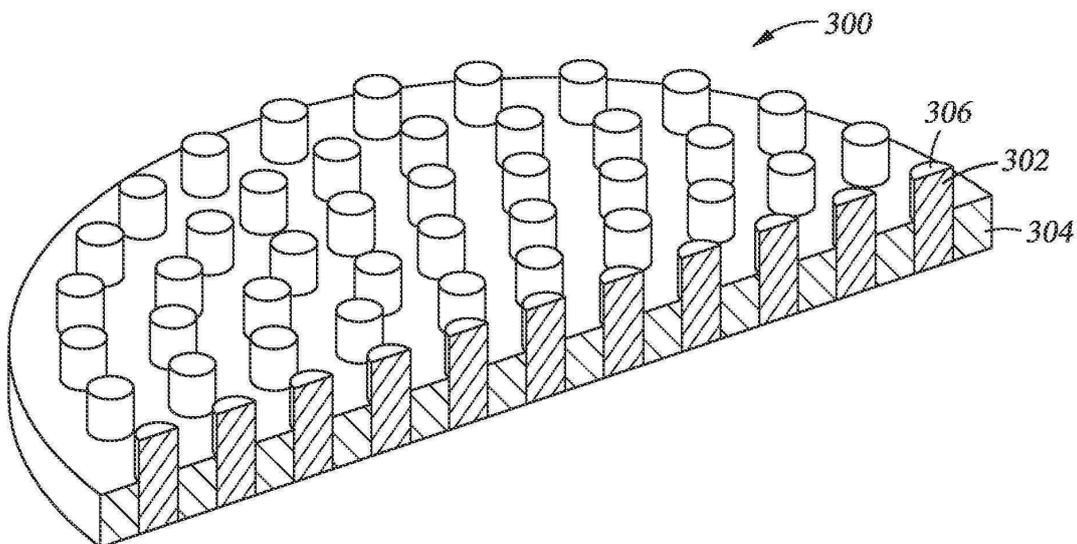
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **에디티브 제조 프로세스들을 이용한 복합 재료 특성들을 갖는 CMP 패드 구성**

(57) 요약

본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 복합 패드 바디를 포함하는 폴리싱 패드들, 및 이러한 폴리싱 패드들을 형성하기 위한 방법들을 제공한다. 일 실시예는 복합 패드 바디를 포함하는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 패드 바디는 제1 재료나 제1 재료 조성물로 형성된 하나 이상의 제1 피쳐; 및 제2 재료나 제2 재료 조성물로 형성된 하나 이상의 제2 피쳐를 포함하고, 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는, 제1 재료나 제1 재료 조성물 및 제2 재료나 제2 재료 조성물을 포함하는 복수의 층을 퇴적함으로써 형성된다.

대표도 - 도3a



(52) CPC특허분류

B24B 37/24 (2013.01)

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 80/00 (2013.01)

(72) 발명자

오릴랄, 마헨드라 씨.

미국 95050 캘리포니아주 산타 클라라 시빅 센터
드라이브 넘버 602 1700

레드필드, 다니엘

미국 95037 캘리포니아주 모건 힐 켈리 파크 서클
1445

레데커, 프레드 씨.

미국 94536 캘리포니아주 프리몬트 수 드라이브
1801

파티반들라, 나그 비.

미국 94566 캘리포니아주 플레젠티 비에라 3951

멘크, 그레고리 이.

미국 94566 캘리포니아주 플레젠티 그린우드 로드
1833

펑, 제이슨 지.

미국 95050 캘리포니아주 산타 클라라 아파트먼트
43 로얄 드라이브 2050

페리, 러셀 에드워드

미국 94566 캘리포니아주 플레젠티 디어 크릭 코트
1001

다벤포트, 로버트 이.

미국 95032 캘리포니아주 로스 가토스 이스트뷰 드
라이브 14650

명세서

청구범위

청구항 1

폴리싱 패드로서,

제1 재료를 포함하는 베이스 재료 층; 및

상기 제1 재료와 상이한 제2 재료를 포함하는 복수의 피쳐들 - 상기 복수의 피쳐들은 상기 베이스 재료 층으로부터 연장되어 폴리싱 표면을 형성함 - 을 포함하고,

상기 베이스 재료 층 및 상기 복수의 피쳐들은 순차적으로 적층된 프린팅된 층들에 의해 형성되고 상기 순차적으로 적층된 프린팅된 층들의 경화 중에 함께 접합되며,

상기 복수의 피쳐들 각각의 일부는 상기 베이스 재료 층 내에 형성되어 상기 복수의 피쳐들 각각과 상기 베이스 재료 층 사이의 경계를 정의하고, 상기 경계는 상기 제1 재료로부터 상기 제2 재료까지의 재료 조성의 경사 (gradient)를 포함하는, 폴리싱 패드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 재료 조성의 경사는 폴리싱 패드의 폴리싱 표면에 평행한 반경 방향으로 연장되는, 폴리싱 패드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 재료 조성의 경사는 상기 복수의 순차적으로 적층된 프린팅된 층들 중 하나의 층의 상이한 부분들 내에 형성되는, 폴리싱 패드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 피쳐들의 쇼어 경도(Shore hardness)는 상기 베이스 재료 층의 쇼어 경도보다 큰, 폴리싱 패드.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 피쳐들은 40 쇼어 D 스케일 내지 90 쇼어 D 스케일의 경도를 갖는, 폴리싱 패드.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 재료는 폴리우레탄 아크릴레이트, 폴리에스테르 아크릴레이트, 폴리카보네이트 아크릴레이트, 또는 이들의 조합을 포함하는, 폴리싱 패드.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 재료는 폴리우레탄 아크릴레이트, 폴리에스테르 아크릴레이트, 폴리카보네이트 아크릴레이트, 또는 이들의 조합을 포함하는, 폴리싱 패드.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제2 재료는 아크릴레이트 재료를 포함하는, 폴리싱 패드.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 재료는 아크릴레이트 재료를 포함하는, 폴리싱 패드.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 복수의 피쳐들은 세그먼트화된 나선형 패턴으로 배열되는, 폴리싱 패드.

청구항 11

폴리싱 패드를 형성하는 방법으로서,

복수의 제1 층들을 연속적으로 퇴적하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 제1 층들의 개별 층들을 퇴적하는 단계는,

상이한 재료의 프리커서 조성물들의 복수의 액적들 각각을 이전에 형성된 제1 층의 표면 상으로 분배하는 단계;
및

상기 분배된 액적들을 전자기 에너지, 열 에너지, 또는 이들의 조합에 노출시키는 단계

를 포함하고,

상기 복수의 제1 층들의 개별 층들은, 제1 재료를 포함하는 하나 이상의 영역 및 제2 재료를 포함하는 하나 이상의 영역을 포함하고, 상기 제1 재료를 포함하는 하나 이상의 영역과 상기 제2 재료를 포함하는 하나 이상의 영역 사이에 경계가 정의되고, 상기 경계는 상기 제1 재료로부터 상기 제2 재료까지의 재료 조성의 경사를 포함하고,

상기 제2 재료는 상기 제1 재료와 상이하고,

상기 제1 재료를 포함하는 상기 하나 이상의 영역, 상기 제1 재료로부터 상기 제2 재료까지의 재료 조성의 경사를 포함하는 상기 경계, 및 상기 제2 재료를 포함하는 상기 하나 이상의 영역은 연속적인, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 재료는 적어도 2개의 상이한 프리커서 조성물들의 각각의 복수의 액적들을 분배함으로써 형성되는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 재료는 적어도 2개의 상이한 프리커서 조성물들의 각각의 복수의 액적들을 분배함으로써 형성되는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 복수의 제1 층들을 연속적으로 퇴적하는 단계는 상기 제1 재료를 포함하는 복수의 폴리싱 피쳐들 및 상기 제2 재료를 포함하는 하나 이상의 베이스 피쳐의 적어도 일부를 형성하고, 상기 복수의 폴리싱 피쳐들과 상기 하나 이상의 베이스 피쳐 사이에 상기 경계가 형성되고, 상기 복수의 폴리싱 피쳐들의 상기 적어도 일부에서의 상기 하나 이상의 베이스 피쳐는 단일 베이스 층을 형성하는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 단일 베이스 층 상에 폴리싱 층을 형성하는 단계를 더 포함하고,
 상기 폴리싱 층은 상기 복수의 폴리싱 피쳐들의 적어도 일부를 포함하고,
 상기 폴리싱 층을 형성하는 단계는 복수의 제2 층들을 연속적으로 퇴적하는 단계를 포함하고,
 상기 복수의 제2 층들에서 상기 제1 재료를 포함하는 영역들은 상기 복수의 제1 층들에서 상기 제1 재료를 포함하는 영역들과 정렬되어 상기 복수의 폴리싱 피쳐들을 형성하고,
 상기 복수의 제2 층들의 개별 층들을 퇴적하는 단계는,
 상기 단일 베이스 층에서 상기 제1 재료를 형성하기 위해 사용되는 상기 프리커서 조성물 또는 상기 프리커서 조성물들의 복수의 액적들을 이전에 형성된 제1 또는 제2 층의 표면 상에 분배하는 단계; 및
 상기 분배된 액적들을 전자기 에너지, 열 에너지, 또는 이들의 조합에 노출시키는 단계를 포함하는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,
 상기 제1 재료는 적어도 2개의 상이한 프리커서 조성물들의 각각의 복수의 액적들을 분배함으로써 형성되는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,
 상기 복수의 폴리싱 피쳐들의 적어도 일부는 상기 단일 베이스 층 위로 연장되어 상기 폴리싱 패드의 불연속적인 폴리싱 표면을 형성하는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 18

제15항에 있어서,
 상기 하나 이상의 베이스 피쳐는 상기 복수의 폴리싱 피쳐들보다 낮은 경도 값을 갖는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,
 상기 제1 재료는 아크릴레이트를 포함하는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

청구항 20

제11항에 있어서,
 상기 제1 재료는 하나 이상의 열가소성 폴리머를 포함하는, 폴리싱 패드를 형성하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 명세서에 개시된 실시예들은 일반적으로 화학 기계적 폴리싱(CMP) 프로세스들에서 이용되는 폴리싱 제품들(polishing articles)의 제조에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 본 명세서에 개시된 실시예들은 복합 폴리싱 패드들에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002] 화학 기계적 폴리싱(CMP)은 반도체 디바이스들의 제조 동안 기판들을 평탄화하기 위해 흔히 이용된다. CMP 동안, 처리 중인 기판은 디바이스 표면이 회전 폴리싱 패드에 대하여 배치된 상태로 캐리어 헤드 상에 장착된다. 캐리어 헤드는 폴리싱 패드에 대하여 디바이스 표면을 푸시하기 위해 기판 상에 제어가능한 부하를 제공한다. 연마 입자들(abrasive particles)을 갖는 슬러리와 같은 폴리싱 액체가 전형적으로 폴리싱 패드의 표면에 공급된다. 폴리싱 패드들은, 전형적으로 특정량의 기판들을 폴리싱한 이후에 마모되어 교체될 필요가 있는 소모품들이다.

[0003] 폴리싱 패드들은 전형적으로 폴리우레탄 재료들을 성형, 캐스팅 또는 소결함으로써 제조된다. 성형의 경우에, 폴리싱 패드들은 예를 들어 사출 성형에 의해 한번에 하나씩 제조될 수 있다. 캐스팅의 경우에, 액체 프리커서가 캐스팅되어 케이크로 경화되는데, 이 케이크는 후속하여 개별적인 패드 조각들로 슬라이싱된다. 다음에, 이러한 패드 조각들은 최종 두께로 기계가공될 수 있다. 흠들이 사출 성형 프로세스의 일부로서 형성되거나 또는 폴리싱 표면 내로 기계가공될 수 있다. 이러한 폴리싱 패드들을 제조하는 방법들은 고비용이 소요되며 시간 소모적이다. 이러한 방법들에 의해 제조된 폴리싱 패드들은 종종 불균일한 폴리싱 결과들을 산출한다. 예를 들어, CMP 동안, 기판 상의 상이한 영역들은 상이한 속도들로 폴리싱되어, 일부 영역들에서는 너무 많은 재료가 제거되게 하거나("과다 폴리싱(overpolishing)") 또는 다른 영역들에서는 너무 적은 재료가 제거되게 할 수 있다("과소 폴리싱(underpolishing)").

[0004] 그러므로, 개선된 폴리싱 균일성을 제공하는 폴리싱 패드, 및 개선된 폴리싱 패드를 제조하기 위한 방법이 또한 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 복합 패드 바디(composite pad body)를 포함하는 폴리싱 패드들, 및 이러한 폴리싱 패드들을 형성하기 위한 방법들을 제공한다.

[0006] 일 실시예는 복합 패드 바디를 포함하는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 패드 바디는 제1 재료나 제1 재료 조성물(first composition of materials)로 형성된 하나 이상의 제1 피쳐; 및 제2 재료나 제2 재료 조성물로 형성된 하나 이상의 제2 피쳐를 포함하고, 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는, 제1 재료나 제1 재료 조성물 및 제2 재료나 제2 재료 조성물을 포함하는 복수의 층을 퇴적함으로써 형성된다.

[0007] 다른 실시예는 폴리싱 패드를 형성하기 위한 방법을 제공한다. 이 방법은 타겟 두께에 도달할 때까지 3D 프린터로 복수의 복합 층을 퇴적하는 단계를 포함한다. 복수의 복합 층 각각을 퇴적하는 단계는 하나 이상의 제1 영역 상에 제1 재료나 제1 재료 조성물을 퇴적하는 단계; 및 하나 이상의 제2 영역 상에 제2 재료나 제2 재료 조성물을 퇴적하는 단계를 포함하고, 하나 이상의 제1 영역 및 하나 이상의 제2 영역은 연속 영역을 형성한다. 이 방법은, 제1 재료나 제1 재료 조성물의 하나 이상의 제1 피쳐 및 제2 재료나 제2 재료 조성물의 하나 이상의 제2 피쳐를 갖는 복합 패드 바디를 형성하기 위해 복합 층들을 응고시키는 단계를 더 포함하고, 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는 단일 바디(unitary body)를 형성한다.

[0008] 다른 실시예는 복합 패드 바디를 갖는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 패드 바디는 폴리싱 표면을 형성하는 복수의 폴리싱 피쳐 - 복수의 폴리싱 피쳐는 제1 재료로 형성됨 -; 및 제2 재료로 형성된 하나 이상의 베이스 피쳐를 포함하고, 하나 이상의 베이스 피쳐는 단일 바디를 형성하기 위해 복수의 폴리싱 피쳐를 공동으로 둘러싼다.

[0009] 일 실시예는 복합 폴리싱 패드 바디를 포함하는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 폴리싱 바디는 제1 재료로 형성된 하나 이상의 제1 피쳐; 및 제2 재료로 형성된 하나 이상의 제2 피쳐를 포함한다. 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는, 제1 재료 및 제2 재료를 포함하는 복수의 층을 퇴적함으로써 형성된다.

[0010] 일 실시예에서, 제1 재료는, 제3 재료 및 제4 재료의 액적들을 퇴적함으로써 형성되는 제1 재료 조성물을 포함한다. 일 실시예에서, 제2 재료는, 제5 재료 및 제6 재료의 액적들을 퇴적함으로써 형성되는 제2 재료 조성물을 포함한다.

[0011] 또 다른 실시예는 폴리싱 패드를 형성하는 방법을 제공한다. 이 방법은 타겟 두께에 도달하도록 3D 프린터로 복수의 복합 층을 퇴적하는 단계를 포함한다. 복수의 복합 층을 퇴적하는 단계는 표면의 하나 이상의 제1 영역 위에 제1 재료를 퇴적하는 단계; 및 표면의 하나 이상의 제2 영역 위에 제2 재료를 퇴적하는 단계를 포함하고, 하나 이상의 제1 영역 및 하나 이상의 제2 영역은 복수의 복합 층 중의 각각의 복합 층의 연속 부분을 형성한다. 이 방법은, 제1 재료를 포함하는 하나 이상의 제1 피쳐 및 제2 재료를 포함하는 하나 이상의 제2 피

처를 갖는 복합 패드 바디를 형성하기 위해 복수의 복합 층을 응고시키는 단계를 더 포함한다. 하나 이상의 제 1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는 단일 바디를 형성한다.

도면의 간단한 설명

[0012]

위에서 언급된 본 개시내용의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명은 실시예들을 참조할 수 있으며, 그들 중 일부는 첨부 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 예시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 고려되어서는 안 된다는 점에 유의해야 한다.

도 1은 폴리싱 스테이션의 개략적인 단면도이다.

도 2a는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 2b는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 상면도이다.

도 2c는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 단면도이다.

도 2d는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 단면도이다.

도 3a는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 3b는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 상면도이다.

도 3c는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 단면도이다.

도 4는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 5는 본 개시내용의 실시예에 따른 하나 이상의 관측 윈도우를 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 6은 본 개시내용의 실시예에 따른 지지 발포체 층(supporting foam layer)을 포함하는 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 7은 본 개시내용의 실시예에 따른 다수의 구역을 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 단면도이다.

도 8은 본 개시내용의 실시예에 따른 도 7의 폴리싱 패드의 부분 확대 단면도이다.

도 9는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 10은 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 단면 사시도이다.

도 11은 도 10의 폴리싱 패드의 부분 단면도이다.

도 12는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드들을 제조하기 위한 장치의 개략적인 단면도이다.

도 13은 본 개시내용의 실시예에 따른 2가지 재료의 조성물로 형성된 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 부분 단면도이다.

도 14a 내지 도 14o는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른 폴리싱 패드 설계들의 개략도들이다.

도 15a 및 도 15b는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른 복합 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드의 개략도들이다.

도 16a 및 도 16b는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른 복합 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드의 개략도들이다.

도 17a 및 도 17b는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른 복합 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드의 개략도들이다.

도 18a 및 도 18b는 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 따른 복합 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드의 개략도들이다.

도 19는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 스테이션의 개략적인 단면도이다.

도 20a는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드 제조 시스템의 개략적인 사시도이다.

도 20b는 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 폴리싱 패드 제조 시스템의 개략도이다.

도 21a는 본 개시내용의 실시예에 따른 3D 프린팅 스테이션의 개략도이다.

도 21b는 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 3D 프린팅 스테이션의 개략도이다.

도 22는 본 개시내용의 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 사시도이다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 공통 단어들 이용되었다. 일 실시예에 개시된 요소들은 구체적인 언급 없이도 다른 실시예들에서 유익하게 이용될 수 있다고 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 개시내용은 폴리싱 제품들 및 이러한 폴리싱 제품들의 제조 방법들뿐만 아니라, 기관들을 폴리싱하고, 기관들의 폴리싱 이전에, 동안에 그리고 이후에 폴리싱 제품들을 컨디셔닝하는 방법들에 관한 것이다.

[0014] 본 개시내용의 실시예들은 복합 패드 바디를 갖는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 패드 바디는 적어도 2가지 상이한 재료로 형성된 이산 피쳐들(discrete features)을 포함한다. 폴리싱 패드는 본 개시내용의 실시예들에 따라 3차원(3D) 프린팅 프로세스에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 복합 패드 바디는 3D 프린터에 의해 복수의 층 - 각각의 층은 상이한 재료들 또는 상이한 재료 조성물들의 영역들로 이루어짐 - 을 연속적으로 퇴적함으로써 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 복수의 층은 다음에 경화에 의해 응고될 수 있다. 복합 패드 바디에서의 이산 피쳐들은 상이한 재료들 또는 상이한 재료 조성물들로 동시에 형성될 수 있다. 3D 프린팅의 퇴적 및 경화 프로세스는 이산 피쳐들이 함께 견고하게 접합되는 것을 허용한다. 이산 피쳐들의 기하형상은 3D 프린팅 프로세스를 이용하여 쉽게 제어될 수 있다. 상이한 재료들 또는 상이한 재료 조성물들을 선택함으로써, 이산 피쳐들은 타겟 패드 특성들을 획득하기 위해 상이한 기계적, 물리적, 화학적 및/또는 기하형상 특성들을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 복합 바디는 상이한 기계적 특성들을 갖는 점탄성 재료들로 형성될 수 있다. 예를 들어, 복합 바디는, 상이한 저장 탄성률들 및 상이한 손실 탄성률들을 갖는 점탄성 재료들로 형성될 수 있다. 결과적으로, 복합 패드 바디는 제1 재료나 제1 재료 조성물로 형성된 일부 탄성 피쳐들(elastic features), 및 제1 재료나 제1 재료 조성물보다 더 경성인 제2 재료나 제2 재료 조성물로 형성된 일부 경질 피쳐들(hard features)을 포함할 수 있다.

[0015] 도 1은 폴리싱 스테이션(100)의 개략적인 단면도이다. 폴리싱 스테이션(100)은 기관 폴리싱을 수행하기 위해 폴리싱 시스템에서 이용될 수 있다. 폴리싱 스테이션(100)은 플레튼(102)을 포함한다. 플레튼(102)은 중앙 축(104)을 중심으로 회전할 수 있다. 폴리싱 패드(106)가 플레튼(102) 상에 배치될 수 있다. 폴리싱 패드(106)는 본 개시내용의 실시예들에 따른 복합 폴리싱 바디를 포함할 수 있다. 폴리싱 패드(106)는 기관들에 접촉하여 기관들을 처리하도록 구성된 폴리싱 표면(112)을 포함한다. 플레튼(102)은 폴리싱 동안 폴리싱 패드(106)를 지지하며 폴리싱 패드(106)를 회전시킨다. 캐리어 헤드(108)가 폴리싱 패드(106)의 폴리싱 표면(112)에 대하여 처리 중인 기관(110)을 유지할 수 있다. 캐리어 헤드(108)는 기관(110)과 폴리싱 패드(106) 사이에 상대적인 모션들을 발생시키기 위해 스윙핑 모션으로 이동하고/하거나 중앙 축(114)을 중심으로 회전할 수 있다. 폴리싱 동안, 연마 슬러리와 같은 폴리싱 유체(116)가 전달 암(118)에 의해 폴리싱 표면(112)에 공급될 수 있다. 폴리싱 액체(116)는 기관의 화학 기계적 폴리싱을 가능하게 하기 위해 화학적 활성 성분들, pH 조절제 및/또는 연마 입자들을 함유할 수 있다.

[0016] 폴리싱 패드들

[0017] 도 2a는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(200)의 개략적인 단면 사시도이다. 폴리싱 패드(200)는 화학 기계적 폴리싱에 의해 기관들을 폴리싱하기 위해 폴리싱 스테이션(100)과 같은 폴리싱 스테이션에서 이용될 수 있다.

[0018] 폴리싱 패드(200)는 복합 패드 바디(202)를 포함한다. 복합 패드 바디(202)는 하나 이상의 경질 피쳐(204) 및 하나 이상의 탄성 피쳐(206)를 포함한다. 경질 피쳐들(204) 및 탄성 피쳐들(206)은 복합 패드 바디(202)를 형성하기 위해 경계들에서 함께 접합되는 이산 피쳐들이다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)은 약 40 쇼어 D 스케일 내지 약 90 쇼어 D 스케일의 경도를 가질 수 있다. 탄성 피쳐들(206)은 약 26 쇼어 A 스케일 내지 약 95 쇼어 A 스케일의 경도 값을 가질 수 있다.

[0019] 복합 패드 바디(202)는 3D 프린팅 또는 다른 적합한 기술들에 의해 형성될 수 있다. 복합 패드 바디(202)는,

3D 프린터에 의해 퇴적되는, 복합 패드 바디(202)의 설계에 따라 탄성 피쳐들(206)의 영역들 및/또는 경질 피쳐들(204)의 영역들을 각각 포함하는 복수의 층을 포함할 수 있다. 다음에, 복수의 층은 응고되어 타겟 경도를 달성하기 위해 예를 들어 UV 광에 의해 또는 열원에 의해 경화될 수 있다. 퇴적 및 경화 이후에, 함께 접합되거나 결합되는 경질 피쳐들(204)과 탄성 피쳐들(206)을 포함하는 단일 복합 패드 바디(202)가 형성된다.

[0020] 타겟 폴리싱 프로세스를 달성하기 위해 탄성 피쳐들(206) 및 경질 피쳐들(204)에 대해 상이한 기계적 특성들을 갖는 재료들이 선택될 수 있다. 탄성 피쳐들(206) 및 경질 피쳐들(204)의 동적 기계적 특성들은 피쳐 형성 프로세스 동안 이용되는 상이한 경화 프로세스들을 선택하고/하거나 상이한 재료들을 선택하는 것에 의해 달성될 수 있다. 일 실시예에서, 탄성 피쳐들(206)은 더 낮은 경도 값 및 더 낮은 값의 영률을 가질 수 있는 한편, 경질 피쳐들(204)은 더 높은 경도 값 및 더 높은 값의 영률을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 저장 탄성률 및 손실 탄성률과 같은 동적 기계적 특성들은 폴리싱 패드의 폴리싱 표면 내의 또는 이러한 폴리싱 표면에 걸친 탄성 피쳐들(206) 및 경질 피쳐들(204)의 물리적 레이아웃, 패턴 또는 조합에 의해 그리고/또는 각각의 피쳐 내에서 조정되거나 제어될 수 있다.

[0021] 경질 피쳐들(204)은 하나 이상의 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 경질 피쳐들(204)은 타겟 특성들을 달성하기 위해 2개 이상의 폴리머의 혼합물 또는 단일 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)은 하나 이상의 열가소성 폴리머로 형성될 수 있다. 경질 피쳐들(204)은 열가소성 폴리머들, 예컨대 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethyl methacrylate), 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리옥시메틸렌, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리페닐렌 술파이드, 폴리에테르 술폰, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리에테르이미드, 폴리아미드, 멜라민, 폴리에스테르, 폴리술폰, 폴리비닐 아세테이트, 플루오르화 탄화수소(fluorinated hydrocarbons) 등, 및 이들의 아크릴레이트, 코폴리머, 그라프트(grafts) 및 혼합물로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)은 아크릴레이트로 형성될 수 있다. 예를 들어, 경질 피쳐들(204)은 폴리우레탄 아크릴레이트, 폴리에테르 아크릴레이트 또는 폴리에스테르 아크릴레이트일 수 있다. 다른 실시예에서, 경질 피쳐들(204)은 하나 이상의 열경화성 폴리머, 예컨대 에폭시, 페놀수지(phenolics), 아민, 폴리에스테르, 우레탄, 실리콘, 및 이들의 아크릴레이트, 혼합물, 코폴리머 및 그라프트를 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 경질 피쳐는 모의 플라스틱 3D 프린팅 재료로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 폴리싱 프로세스를 증대시키기 위해 경질 피쳐들(204)에 연마 입자들이 매립될 수 있다. 연마 입자들을 구성하는 재료는 금속 산화물, 예컨대 세리아, 알루미늄, 실리카, 또는 이들의 조합, 폴리머, 금속간 화합물(inter-metallic) 또는 세라믹일 수 있다.

[0023] 탄성 피쳐들(206)은 하나 이상의 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 탄성 피쳐들(206)은 타겟 특성들을 달성하기 위해 2개 이상의 폴리머의 혼합물 또는 단일 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 탄성 피쳐들(206)은 열가소성 폴리머들 중 하나 이상으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 탄성 피쳐들(206)은 열가소성 폴리머들, 예컨대 폴리우레탄, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리아크릴로니트릴, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리옥시메틸렌, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리페닐렌 술파이드, 폴리에테르 술폰, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리에테르이미드, 폴리아미드, 멜라민, 폴리에스테르, 폴리술폰, 폴리비닐 아세테이트, 플루오르화 탄화수소 등, 및 이들의 아크릴레이트, 코폴리머, 그라프트 및 혼합물로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 탄성 피쳐들(206)은 아크릴레이트로 형성될 수 있다. 예를 들어, 탄성 피쳐들(206)은 폴리우레탄 아크릴레이트, 폴리에테르 아크릴레이트 또는 폴리에스테르 아크릴레이트일 수 있다. 다른 실시예에서, 탄성 피쳐들(206)은 열가소성 엘라스토머로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 탄성 피쳐들(206)은 고무-유사(rubber-like) 3D 프린팅 재료로 형성될 수 있다.

[0024] 경질 피쳐들(204)은 일반적으로 탄성 피쳐들(206)보다 더 경질이고 더 강성인 한편, 탄성 피쳐들(206)은 경질 피쳐들(204)보다 더 연질이고 더 가요성이다. 경질 피쳐들(204) 및 탄성 피쳐들(206)의 재료들 및 패턴들은 폴리싱 패드(200)의 "튜닝된(tuned)" 벌크 재료를 달성하도록 선택될 수 있다. 이러한 "튜닝된" 벌크 재료로 형성된 폴리싱 패드(200)는 개선된 폴리싱 결과들, 감소된 제조 비용, 연장된 패드 수명과 같은 다양한 이점들을 갖는다. 일 실시예에서, 전체적으로 폴리싱 패드 또는 "튜닝된" 벌크 재료는 약 65 쇼어 A 내지 약 75 쇼어 D의 경도를 가질 수 있다. 폴리싱 패드의 인장 강도(tensile strength)는 5MPa 내지 약 75MPa일 수 있다. 폴리싱 패드는 약 5% 내지 약 350%의 파단 연신율(elongation to break)을 가질 수 있다. 폴리싱 패드는 약 10MPa 초과의 전단 강도(shear strength)를 가질 수 있다. 폴리싱 패드는 약 5MPa 내지 약 2000MPa의 저장 탄성률을 가질 수 있다. 폴리싱 패드는 25°C 내지 90°C의 온도 범위에 걸쳐 안정적인 저장 탄성률을 가질 수 있고, 그에 의해 E30/E90에서의 저장 탄성률 비율은 약 6 내지 약 30의 범위 내에 있고, 여기서 E30은 30°C에서의

저장 탄성물이고, E90은 90℃에서의 저장 탄성물이다.

- [0025] 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204) 및 탄성 피쳐들(206)의 재료들은 폴리싱 슬러리로부터의 공격에 대해 내화학성이다. 다른 실시예에서, 경질 피쳐들(204) 및 탄성 피쳐들(206)의 재료들은 친수성이다.
- [0026] 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204) 및 탄성 피쳐들(206)은 원형 복합 패드 바디(202)를 형성하도록 교대로 배열되는 교대 동심 링들일 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)의 높이(210)는, 경질 피쳐들(204)의 상부 표면들(208)이 탄성 피쳐들(206)로부터 돌출하도록 탄성 피쳐들(206)의 높이(212)보다 더 높다. 경질 피쳐들(204)과 탄성 피쳐들(206) 사이에 홈들(218) 또는 채널들이 형성된다. 폴리싱 동안, 경질 피쳐들(204)의 상부 표면들(208)은 기관에 접촉하는 폴리싱 표면을 형성하는 한편, 홈들(218)은 폴리싱 유체를 보유한다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)은, 홈들(218) 및/또는 채널들이 복합 패드 바디(202)의 최상부 표면 상에 형성되도록 복합 패드 바디(202)에 평행한 평면에 수직인 방향에서 탄성 피쳐들(206)보다 더 두껍다.
- [0027] 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204)의 폭(214)은 약 250 마이크로미터 내지 약 2 밀리미터일 수 있다. 경질 피쳐들(204) 사이의 피치(216)는 약 0.5 밀리미터 내지 약 5 밀리미터일 수 있다. 각각의 경질 피쳐(204)는 약 250 마이크로미터 내지 약 2 밀리미터의 범위 내의 폭을 가질 수 있다. 폭(214) 및/또는 피치(216)는 가변 경도의 구역들에 대해 폴리싱 패드(200)의 반경에 걸쳐 변화할 수 있다.
- [0028] 전통적인 폴리싱 패드들과 비교하여, 본 개시내용의 복합 폴리싱 패드(200)는 수개의 이점을 갖는다. 전통적인 폴리싱 패드들은 일반적으로 기관들을 폴리싱하기 위한 타겟 경도 또는 영률을 획득하기 위해 발포체와 같은 연질 재료로 형성된 서브패드에 의해 지지되는 연마 재료들 및/또는 텍스처화된 폴리싱 표면을 갖는 폴리싱 층을 포함한다. 영률, 저장 탄성률 및 손실 탄성률과 같은 다양한 기계적 특성들을 갖는 재료들을 선택하고, 피쳐들의 치수와 간격을 조정하거나 상이한 피쳐들의 배열을 변화시킴으로써, 서브패드를 이용하지 않고 복합 패드 바디(202)에서 바람직한 경도, 동적 특성들 및/또는 기계적 특성들이 달성될 수 있다. 그러므로, 폴리싱 패드(200)는 서브패드들을 제거함으로써 소유 비용을 감소시킨다. 추가적으로, 폴리싱 패드(200)의 경도 및 연마성(abrasiveness)은 상이한 경도 및 연마성을 갖는 피쳐들을 혼합함으로써 튜닝될 수 있으며, 따라서 폴리싱 성능을 개선할 수 있다.
- [0029] 본 개시내용에 따른 복합 폴리싱 패드들은, 패턴 변화 및/또는 피쳐 크기 변화에 의해, 경질 피쳐들(204)과 같은 표면 피쳐들 및 탄성 피쳐들(206)과 같은 베이스 재료에 걸쳐, 영률 또는 저장 탄성률 및 손실 탄성률과 같은 가변 기계적 특성들을 가질 수 있다. 폴리싱 패드들에 걸친 기계적 특성들은 타겟 특성들을 달성하기 위해 대칭 또는 비대칭, 균일 또는 불균일일 수 있다. 표면 피쳐들의 패턴은, 폴리싱 패드에 걸쳐, 영률 또는 저장 탄성률 및 손실 탄성률과 같은 미리 결정된 기계적 특성들과 같은 타겟 특성을 달성하기 위해서 방사형, 동심형, 직사각형 또는 랜덤일 수 있다.
- [0030] 일 실시예에서, 경질 피쳐들 및 탄성 피쳐들은, 복합 폴리싱 패드의 강도를 개선하고 복합 폴리싱 패드의 물리적 무결성을 개선하기 위해 인터로킹될 수 있다. 경질 피쳐들과 탄성 피쳐들의 인터로킹은 폴리싱 패드의 전단 강도 및/또는 인장 강도를 증가시킬 수 있다.
- [0031] 도 2b는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(200b)의 개략적인 부분 상면도이다. 폴리싱 패드(200b)는, 인터로킹하는 경질 피쳐들(204b)과 탄성 피쳐들(206b)을 폴리싱 패드(200b)가 포함한다는 점을 제외하고는, 도 2a의 폴리싱 패드(200)와 유사하다. 경질 피쳐들(204b) 및 탄성 피쳐들(206b)은 복수의 동심 링을 형성할 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204b)은 돌출 수직 리지들(220)을 포함할 수 있고, 탄성 피쳐들(206b)은 이러한 수직 리지들(220)을 수용하기 위한 수직 리세스들(222)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 탄성 피쳐들(206b)이 돌출 리지들을 포함할 수 있는 한편, 경질 피쳐들(204b)이 리세스들을 포함한다. 탄성 피쳐들(206b)을 경질 피쳐들(204b)과 인터로킹하게 함으로써, 폴리싱 패드(200b)는 CMP 프로세스 및/또는 재료 핸들링 동안 발생할 수 있는 가해진 전단력에 대하여 기계적으로 더 강할 것이다.
- [0032] 도 2c는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(200c)의 개략적인 부분 단면도이다. 폴리싱 패드(200c)는, 인터로킹하는 경질 피쳐들(204c)과 탄성 피쳐들(206c)을 폴리싱 패드(200c)가 포함한다는 점을 제외하고는, 도 2a의 폴리싱 패드(200)와 유사하다. 경질 피쳐들(204c) 및 탄성 피쳐들(206c)은 복수의 동심 링을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204c)은 돌출 측벽들(224)을 포함할 수 있는 한편, 탄성 피쳐들(206c)은 경질 피쳐들(204c)을 수용하기 위한 리세스 측벽들(225)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 탄성 피쳐들(206c)이 돌출 측벽들을 포함할 수 있는 한편, 경질 피쳐들(204c)이 리세스 측벽들을 포함한다. 탄성 피쳐들(206c)을 돌출 측벽들에 의해 경질 피쳐들(204c)과 인터로킹하게 함으로써, 폴리싱 패드(200c)는 증가된 인장 강도를 획득

한다. 추가적으로, 인터로킹하는 측벽들은 폴리싱 패드(200c)가 갈라지는 것을 방지한다.

- [0033] 도 2d는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드의 개략적인 부분 단면도이다. 폴리싱 패드(200d)는, 상이하게 구성된 인터로킹 피쳐들을 폴리싱 패드(200d)가 포함한다는 점을 제외하고는, 도 2c의 폴리싱 패드(200c)와 유사하다. 폴리싱 패드(200d)는 경질 피쳐들(204d) 및 탄성 피쳐들(206d)을 포함할 수 있다. 경질 피쳐들(204d) 및 탄성 피쳐들(206d)은 복수의 동심 링을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(204d)은 수평 리지들(226)을 포함할 수 있는 한편, 탄성 피쳐들(206d)은 경질 피쳐들(204d)의 수평 리지들(226)을 수용하기 위한 수평 리세스들(227)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 탄성 피쳐들(206d)이 수평 리지들을 포함할 수 있는 한편, 경질 피쳐들(204d)이 수평 리세스들을 포함한다. 일 실시예에서, 도 2b의 인터로킹 피쳐들과 같은 수직 인터로킹 피쳐들, 및 도 2c 및 도 2d의 인터로킹 피쳐들과 같은 수평 인터로킹 피쳐들이 결합되어, 폴리싱 패드를 형성할 수 있다.
- [0034] 도 3a는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(300)의 개략적인 단면 사시도이다. 폴리싱 패드(300)는 베이스 재료 층(304)으로부터 연장되는 복수의 표면 피쳐(302)를 포함한다. 표면 피쳐들(302)의 상부 표면들(306)은 폴리싱 동안 기판과 접촉하기 위한 폴리싱 표면을 형성한다. 표면 피쳐들(302) 및 베이스 재료 층(304)은 상이한 특성들을 갖는다. 예를 들어, 표면 피쳐들(302)은 폴리싱 패드(200)의 경질 피쳐(204)를 위한 재료들과 같은 경질 재료로 형성될 수 있는 한편, 베이스 재료 층(304)은 폴리싱 패드(200)의 탄성 피쳐(206)를 위한 재료들과 같은 탄성 재료로 형성될 수 있다. 폴리싱 패드(300)는 폴리싱 패드(200)와 유사하게 3D 프린팅에 의해 형성될 수 있다.
- [0035] 일 실시예에서, 표면 피쳐들(302)은 실질적으로 동일한 크기를 가질 수 있다. 대안적으로, 표면 피쳐들(302)은, 폴리싱 패드(300)에 걸쳐, 가변 영률 또는 가변 저장 탄성률 및 가변 손실 탄성률과 같은 가변 기계적 특성을 생성하기 위해 크기가 변화할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에서, 표면 피쳐들(302)은 폴리싱 패드(300)에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있다. 대안적으로, 표면 피쳐들(302)은 폴리싱 패드(300)에서 타겟 특성들을 달성하기 위해 불균일한 패턴으로 배열될 수 있다.
- [0037] 도 3a에서, 표면 피쳐들(302)은 베이스 재료 층(304)으로부터 돌출하는 원형 컬럼들인 것으로 도시되어 있다. 대안적으로, 표면 피쳐들(302)은 임의의 적합한 형상, 예를 들어 타원형(oval), 정사각형, 직사각형, 삼각형, 다각형 또는 불규칙한 단면을 갖는 컬럼들을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 표면 피쳐들(302)은 폴리싱 패드(300)의 경도를 튜닝하기 위해 상이한 형상들을 가질 수 있다.
- [0038] 도 3b는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(300b)의 개략적인 부분 상면도이다. 폴리싱 패드(300b)는, 베이스 재료 층(304b)과 인터로킹하는 복수의 표면 피쳐(302b)를 폴리싱 패드(300b)가 포함한다는 점을 제외하고는, 도 3a의 폴리싱 패드(300)와 유사하다. 일 실시예에서, 복수의 표면 피쳐(302b) 각각은 돌출 수직 리지들(310)을 포함할 수 있고, 베이스 재료 층(304b)은 이러한 수직 리지들(310)을 수용하기 위한 수직 리세스들(312)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 베이스 재료 층(304b)이 돌출 리지들을 포함할 수 있는 한편, 표면 피쳐들(302b)이 리세스들을 포함한다. 표면 피쳐들(302b)을 베이스 재료 층(304b)과 인터로킹하게 함으로써, 폴리싱 패드(300b)는 가해진 전단력 하에서 기계적으로 더 강해진다.
- [0039] 도 3c는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(300c)의 개략적인 부분 단면도이다. 폴리싱 패드(300c)는, 베이스 재료 층(304c)과 인터로킹하는 복수의 표면 피쳐(302c)를 폴리싱 패드(300c)가 포함한다는 점을 제외하고는, 도 3a의 폴리싱 패드(300)와 유사하다. 일 실시예에서, 복수의 표면 피쳐(302c) 각각은 돌출 수평 리지들(314)을 포함할 수 있고, 베이스 재료 층(304c)은 이러한 수평 리지들(314)을 수용하기 위한 수평 리세스들(316)을 포함할 수 있다. 대안적으로, 베이스 재료 층(304c)이 돌출 리지들을 포함할 수 있는 한편, 표면 피쳐들(302c)이 리세스들을 포함한다. 베이스 재료 층(304c)을 돌출 측벽들의 이용에 의해 표면 피쳐들(302c)과 인터로킹하게 함으로써, 폴리싱 패드(300c)는 증가된 인장 강도를 획득한다. 추가적으로, 인터로킹 측벽들은 CMP 처리 동안 또는 CMP 패드의 핸들링 동안 폴리싱 패드(300c)가 갈라지는 것을 방지한다.
- [0040] 다른 실시예에서, 도 3b의 인터로킹 피쳐들과 같은 수직 인터로킹 피쳐들 및 도 3c의 인터로킹 피쳐들과 같은 수평 인터로킹 피쳐들이 결합되어, 폴리싱 패드를 형성할 수 있다.
- [0041] 도 4는 본 개시내용의 일 실시예에 따른 폴리싱 패드(400)의 개략적인 단면 사시도이다. 폴리싱 패드(400)는, 폴리싱 패드(200)의 탄성 피쳐들(206)과 유사하게 탄성이며 연결된 베이스 층(402)을 포함한다. 탄성 피쳐들(206)과 유사하게, 베이스 층(402)은 하나 이상의 엘라스토머 폴리머로 형성될 수 있다. 폴리싱 패드(400)는 베이스 층(402)으로부터 연장되는 복수의 표면 피쳐(406)를 포함한다. 표면 피쳐들(406)의 외측 표면들(408)은

연질 재료 또는 연질 재료 조성물로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 표면 피쳐들(406)의 외측 표면들(408)은 베이스 층(402)과 동일한 재료 또는 동일한 재료 조성물로 형성될 수 있다. 표면 피쳐들(406)은 내부에 매립된 경질 피쳐(404)를 또한 포함할 수 있다. 경질 피쳐들(404)은 표면 피쳐들(406)보다 더 경질인 재료 또는 재료 조성물로 형성될 수 있다. 경질 피쳐들(404)은 폴리싱 패드(200)의 경질 피쳐들(204)의 재료 또는 재료들과 유사한 재료들로 형성될 수 있다. 매립된 경질 피쳐들(404)은 표면 피쳐들(406)의 유효 경도를 변경하고, 따라서 폴리싱을 위한 원하는 타겟 패드 경도를 제공한다. 폴리싱 중인 기관 상의 평탄화를 개선하고 결함들을 감소시키기 위해 외측 표면(408)의 연질 폴리머 층이 이용될 수 있다. 대안적으로, 동일한 이점을 제공하기 위해 본 개시내용의 다른 폴리싱 패드들의 표면들 상에 연질 폴리머 재료가 프린팅될 수 있다.

[0042] 도 5는 하나 이상의 관측 윈도우(510)를 갖는 폴리싱 패드(500)의 개략적인 단면 사시도이다. 폴리싱 패드(500)는 패드 바디(502)를 가질 수 있다. 패드 바디(502)는 하나 이상의 탄성 피쳐(506), 및 폴리싱을 위해 탄성 피쳐들(506)로부터 연장되는 복수의 경질 피쳐(504)를 포함할 수 있다. 탄성 피쳐들(506) 및 경질 피쳐들(504)은 폴리싱 패드(200)의 탄성 피쳐들(206) 및 경질 피쳐들(204)을 위한 재료들과 유사한 재료들로 형성될 수 있다. 경질 피쳐들(504)은 본 개시내용에 따라 임의의 적합한 패턴들로 배열될 수 있다.

[0043] 하나 이상의 관측 윈도우(510)는 폴리싱 중인 기관의 관측을 허용하기 위해 투명 재료로 형성될 수 있다. 관측 윈도우들(510)은 탄성 피쳐(506) 또는 경질 피쳐(504)의 부분들에 접하고/하거나 이들을 통하여 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 관측 윈도우(510)는 실질적으로 투명한 재료로 형성될 수 있고, 따라서 CMP 광학 종료점 검출 시스템에서 이용하기 위한 레이저 및/또는 백색 광원으로부터 방출되는 광을 투과시킬 수 있다. 일 실시예에서, 관측 윈도우(510)는 투명 3D 프린팅 포토폴리머로 형성될 수 있다. 일례에서, 관측 윈도우(510)는 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 관측 윈도우(510)는, 공기/윈도우/물 계면으로부터의 반사들을 감소시키고 기관으로의/으로부터의 관측 윈도우(510)를 통한 광의 투과를 개선하기 위해 높은 광학적 투명도(optical clarity)를 갖고 폴리싱 슬러리의 굴절률과 대략 동일한 낮은 굴절률을 갖는 재료로 형성된다. 광학적 투명도는 종료점 검출 시스템의 광학 검출기에 의해 이용되는 광 빔의 파장 범위에 걸쳐 적어도 약 25%(예를 들어, 적어도 약 50%, 적어도 약 80%, 적어도 약 90%, 적어도 약 95%)의 광 투과를 제공할 정도로 충분히 높아야 한다. 전형적인 광학 종료점 검출 파장 범위는 가시 스펙트럼(예를 들어, 약 400nm 내지 약 800nm), 자외선(UV) 스펙트럼(예를 들어, 약 300nm 내지 약 400nm) 및/또는 적외선 스펙트럼(예를 들어, 약 800nm 내지 약 1550nm)을 포함한다.

[0044] 도 6은 백킹 층(backing layer)(606)을 포함하는 폴리싱 패드(600)의 개략적인 단면 사시도이다. 폴리싱 패드(600)는 베이스 재료 층(604), 및 베이스 재료 층(604)으로부터 돌출되는 복수의 표면 피쳐(602)를 포함한다. 폴리싱 패드(600)는, 베이스 재료 층(604)에 부착된 백킹 층(606)을 갖는다는 점을 제외하고는, 위에서 설명된 폴리싱 패드들(200, 300, 400, 500)과 유사할 수 있다. 백킹 층(606)은 폴리싱 패드(600)에 대해 원하는 압축성을 제공할 수 있다. 백킹 층(606)은 원하는 동적 재료 특성들(예를 들어, 저장 탄성률 및 탄성 계수(elastic modulus))을 갖고/갖거나 원하는 경도를 달성하기 위해 폴리싱 패드(600)의 전체 기계적 특성들을 변경하는데 또한 이용될 수 있다. 백킹 층(606)은 80 미만의 쇼어 A 스케일의 경도 값을 가질 수 있다.

[0045] 일 실시예에서, 백킹 층(606)은 보이드들을 갖는 폴리우레탄 또는 폴리실리콘과 같은 연속 기포형(open-cell) 또는 독립 기포형(closed-cell) 발포체로 형성될 수 있고, 그에 의해 압력 하에서, 기포들이 붕괴되고, 백킹 층(606)이 압축된다. 다른 실시예에서, 백킹 층(606)은 천연 고무, 에틸렌 프로필렌 디엔 모노머(EPDM) 고무, 니트릴, 또는 폴리클로로프렌(네오프렌)으로 형성될 수 있다.

[0046] 도 7은 다수의 구역을 갖는 폴리싱 패드(700)의 개략적인 단면도이다. 폴리싱 패드(700)는 폴리싱 동안 기관의 중앙 영역에 접촉하는 영역들 및 기관의 에지 영역들에 접촉하는 영역들에서 상이한 특성들을 갖도록 설계될 수 있다. 도 7은 폴리싱 패드(700)에 대하여 기관(110)을 위치시키는 캐리어 헤드(108)를 개략적으로 예시한다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드(700)는 백킹 층(704) 상에 배치된 복합 패드 바디(702)를 포함할 수 있다. 복합 패드 바디(702)는 3D 프린팅에 의해 제조될 수 있다. 도 7에 도시된 바와 같이, 폴리싱 패드(700)는 폴리싱 패드의 반경을 따라 외측 에지 구역(706), 중앙 구역(708) 및 내측 에지 구역(710)으로 분할될 수 있다. 외측 에지 구역(706) 및 내측 에지 구역(710)은 폴리싱 동안 기관(110)의 에지 영역에 접촉하는 한편, 중앙 구역(708)은 폴리싱 동안 기관의 중앙 영역에 접촉한다.

[0047] 폴리싱 패드(700)는, 에지 폴리싱 품질을 개선하기 위해서 에지 구역들(706, 710)에서 중앙 구역(708)과는 상이한 기계적 특성들, 예컨대 영률 또는 저장 탄성률 및 손실 탄성률을 갖는다. 일 실시예에서, 에지 구역들(706, 710)은 중앙 구역(708)보다 더 낮은 영률을 가질 수 있다.

[0048] 도 8은 외측 에지 구역(706) 및 중앙 구역(708)에 대한 예시적인 설계들을 나타내는 폴리싱 패드(700)의 부분 확대 단면도이다. 외측 에지 구역(706)은 베이스 재료 층(806) 및 복수의 표면 피쳐(804)를 포함한다. 표면 피쳐들(804)은 베이스 재료 층(806)보다 더 경질인 재료들로 형성될 수 있다. 중앙 구역(708)은 베이스 재료 층(808) 및 복수의 표면 피쳐(802)를 포함한다. 표면 피쳐들(802)은 베이스 재료 층(808)보다 더 경질인 재료들로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 중앙 구역(708)은 베이스 재료 층(808) 아래에 로킹 층(810)을 포함할 수 있다. 로킹 층(810)은 표면 피쳐들(302) 또는 경질 피쳐들(204)을 위한 재료와 같은 경질 재료로 형성될 수 있다. 복수의 표면 피쳐(802)는 안정성을 개선하기 위해 로킹 층(810) 상에 프린팅될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 중앙 구역(708)에서의 표면 피쳐들(802)은 외측 에지 구역(706)에서의 표면 피쳐들(804)보다 크기가 더 크다. 일 실시예에서, 외측 에지 구역(706)에서의 표면 피쳐들(804)의 피치는 중앙 구역(708)에서의 표면 피쳐들(802)의 피치보다 더 작을 수 있다.

[0049] 도 9는 2개의 상이한 폴리싱 표면(902, 904)을 갖는 폴리싱 패드(900)의 개략적인 단면도이다. 폴리싱 패드(900)는 이산 피쳐들을 포함하는 복합 폴리싱 패드이다. 폴리싱 표면들(902, 904)은 상이한 패턴들 및/또는 상이한 경도 및 연마성을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 폴리싱 표면(902)은 기관을 폴리싱하기 위한 경질의 연마 표면일 수 있고, 폴리싱 표면(904)은 연질 버프 표면일 수 있다. 폴리싱 중에, 폴리싱 패드(900)가 그 중앙 축(예를 들어, 이 도면의 페이지 밖으로 연장되는 폴리싱 패드의 중심)을 중심으로 회전하는 동안, 기관(110)은 폴리싱 패드의 각각의 회전 중에 2개의 폴리싱 표면(902, 904)에 교대로 노출된다. 폴리싱 표면(902)이 벌크 폴리싱을 수행하도록 구성되고, 폴리싱 표면(904)이 버프 폴리싱을 수행하도록 구성되는 경우, 폴리싱 패드(900)는 각각의 회전에서 벌크 폴리싱 및 버프 폴리싱 양쪽 모두를 수행하고, 따라서 2-스테이지의 폴리싱이 동시에 수행되는 것을 가능하게 한다.

[0050] 도 10은 폴리싱 패드(1000)의 개략적인 단면도이다. 폴리싱 패드(1000)는 2개 이상의 복합 패드 바디(1002, 1006, 1004)를 포함할 수 있다. 복합 패드 바디들(1002, 1004, 1006)은 3D 프린팅에 의해 형성될 수 있다. 복합 패드 바디들(1002, 1004, 1006)은 위에 형성된 동일하거나 상이한 패턴을 가질 수 있다. 복합 패드 바디들(1002, 1004, 1006)은 폴리싱 패드(1000)를 형성하기 위해 서로 견고하게 연결되도록 로킹 피쳐들(1008, 1010)을 포함할 수 있다. 다중 복합 패드 바디 구성은 폴리싱 패드 제조 및/또는 이송에 대해 유연성을 제공한다.

[0051] 도 11은 본 개시내용의 일 실시예에 따른 로킹 피쳐를 도시하는 복합 패드 바디들(1002 및 1004)의 부분 단면도이다. 예를 들어, 로킹 피쳐(1008)는 수평 리지일 수 있는 한편, 로킹 피쳐(1010)는 수평 리지를 수용하기 위한 수평 리세스일 수 있다. 임의의 적합한 로킹 피쳐들이 복합 패드 바디들(1002, 1004, 1006)을 접합하는데 이용될 수 있다.

[0052] **3D 프린팅 스테이션들**

[0053] 도 12는 본 개시내용에 따른 폴리싱 패드들을 제조하기 위한 3D 프린팅 스테이션(1200)의 개략적인 단면도이다. 폴리싱 패드(200)는 지지체(1202) 상에 프린팅될 수 있다. 폴리싱 패드(200)는 CAD(computer-aided design) 프로그램으로부터 액적 토출 프린터(1206)에 의해 형성된다. 액적 토출 프린터(1206) 및 지지체(1202)는 프린팅 프로세스 동안 서로에 대해 이동할 수 있다.

[0054] 액적 토출 프린터(1206)는 액체 프리커서들을 분배하기 위한 노즐들을 갖는 하나 이상의 프린트 헤드일 수 있다. 도 12의 실시예에서, 액적 토출 프린터(1206)는 노즐(1210)을 갖는 프린트 헤드(1208) 및 노즐(1212)을 갖는 프린트 헤드(1214)를 포함한다. 노즐(1210)은 연질 또는 탄성 재료와 같은 제1 재료에 대한 액체 프리커서를 분배하도록 구성될 수 있는 한편, 노즐(1212)은 경질 재료와 같은 제2 재료에 대한 액체 프리커서를 분배하는데 이용될 수 있다. 다른 실시예에서, 액적 토출 프린터(1206)는 2개보다 많은 재료로 폴리싱 패드들을 형성하기 위해 2개보다 많은 프린트 헤드를 포함할 수 있다. 액체 프리커서들은 폴리싱 패드(200)를 형성하기 위해 선택된 위치들이나 영역들에서만 분배될 수 있다. 이러한 선택된 위치들은 집합적으로 베이스 재료 층 및 표면 피쳐들의 타겟 프린팅 패턴을 형성하고, 다음에 액적 토출 프린터(1206)를 제어하는 전자 제어기(1204)(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 판독되는 CAD 호환 파일로서 저장될 수 있다.

[0055] 본 명세서에 설명된 바와 같은 3D 프린팅 프로세스들은, 다른 3D 퇴적 또는 프린팅 프로세스들 중에서, 폴리젯 퇴적(polyjet deposition), 잉크젯 프린팅, 용융 퇴적 모델링(fused deposition modeling), 바인더 분사(binder jetting), 분말 베드 융합(powder bed fusion), 선택적 레이저 소결(selective laser sintering), 스테레오리소그래피, 액층 광중합 디지털 광 처리(vat photopolymerization digital light processing), 시트 라미네이션(sheet lamination), 지향성 에너지 퇴적(directed energy deposition)을 포함하지만, 이에 제한되지

는 않는다.

- [0056] 3D 프린팅 이후에, 폴리싱 패드들은 경화에 의해 응고될 수 있다. 경화는 프린팅된 폴리싱 패드들을 경화 온도로 가열함으로써 수행될 수 있다. 대안적으로, 경화는 프린팅된 폴리싱 패드를 자외선 광원에 의해 발생된 자외선 광 빔에 노출시킴으로써 수행될 수 있다.
- [0057] 3D 프린팅은 상이한 재료들 및/또는 상이한 재료 조성물들로 형성된 이산 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드들을 생산하기 위한 편리하고 고도로 제어가능한 프로세스를 제공한다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드의 탄성 피쳐들 및/또는 경질 피쳐들은 단일 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드의 탄성 피쳐들은 프린트 헤드(1210)로부터 분배된 제1 재료로 형성될 수 있다. 폴리싱 패드의 경질 피쳐들은 프린트 헤드(1212)로부터 분배된 제2 재료의 액적들로 형성될 수 있다.
- [0058] 다른 실시예에서, 탄성 피쳐들 및/또는 경질 피쳐들은 2개 이상의 재료의 혼합물로 형성될 수 있다. 도 13은 2가지 재료의 조성물로 형성된 경질 피쳐들(1304a, 1304b)을 갖는 폴리싱 패드(1300)의 개략적인 부분 단면도이다. 경질 피쳐들(1304a, 1304b)은 제1 재료와 제2 재료의 혼합물로 형성될 수 있다. 제1 재료는 프린트 헤드(1210)와 같은 제1 프린트 헤드에 의해 액적들(1316)의 형태로 분배될 수 있고, 제2 재료는 프린트 헤드(1212)와 같은 제2 프린트 헤드에 의해 액적들(1318)의 형태로 분배될 수 있다. 액적들(1316)과 액적들(1318)의 혼합물로 경질 피쳐(1304a)를 형성하기 위해서, 프린트 헤드(1212)가 먼저 경질 피쳐(1304a)에 대응하는 픽셀들과 정렬하고, 미리 결정된 픽셀들 상에 액적들(1318)을 분배할 수 있다. 다음에, 프린트 헤드(1210)가 경질 피쳐(1304a)에 대응하는 픽셀들과 정렬하고, 미리 결정된 픽셀들 상에 액적들(1316)을 분배할 수 있다. 결과적으로, 액적들(1316)과 액적들(1318)을 포함하는 층이 경질 피쳐(1304a)에 추가된다. 따라서, 폴리싱 패드는 하나 이상의 재료의 액적들을 퇴적함으로써 형성되는 제1 재료 조성물을 포함하는 제1 재료, 및 하나 이상의 상이한 재료의 액적들을 퇴적함으로써 형성되는 제2 재료 조성물을 포함하는 제2 재료로 형성될 수 있다.
- [0059] 경질 피쳐(1304a, 1304b)의 특성들은 제1 재료 및 제2 재료의 비율 및/또는 분포에 따라 조정되거나 튜닝될 수 있다. 일 실시예에서, 경질 피쳐들(1304a, 1304b)의 조성은 액적들(1316, 1318)의 크기, 위치, 속도 및/또는 밀도를 선택함으로써 제어된다.
- [0060] 경질 피쳐들(1304a, 1304b)은 동일한 조성들을 가질 수 있다. 대안적으로, 각각의 경질 피쳐(1304a, 1304b)는 개별화된 조성들을 가질 수 있다. 유사하게, 탄성 피쳐들(1306)도 재료들의 혼합물로 형성될 수 있다. 각각의 탄성 피쳐(1306)의 조성은 타겟 특성들을 달성하기 위해 또한 개별화될 수 있다. 피쳐들(1304a, 1304b)을 형성하는데 있어서 2가지 재료만이 이용되지만, 본 개시내용의 실시예들은 복수의 재료로 폴리싱 패드 상에 피쳐들을 형성하는 것을 포괄한다. 일부 구성들에서, 폴리싱 패드에서의 경질 및/또는 탄성 피쳐의 조성은 아래에 추가로 논의되는 바와 같이 폴리싱 표면에 평행한 평면 내에서 그리고/또는 폴리싱 패드의 두께를 통하여 조정된다.
- [0061] **폴리싱 패드 패턴들**
- [0062] 도 14a 내지 도 14o는 본 개시내용의 실시예들에 따른 폴리싱 패드 설계들의 개략도들이다. 도 14a 내지 도 14o 각각은, 기판에 접착하여 기판을 폴리싱하기 위한 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o)을 나타내는 백색 영역들(백색 픽셀들의 영역들), 및 베이스 피쳐들(1404a-1404o)을 나타내는 흑색 영역들(흑색 픽셀들의 영역들)을 갖는 픽셀 차트들을 포함한다. 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o)은 폴리싱 패드(200)의 경질 피쳐들(204)과 유사할 수 있다. 베이스 피쳐들(1404a-1404o)은 폴리싱 패드(200)의 탄성 피쳐들(206)과 유사할 수 있다. 일반적으로, 백색 영역들은, 백색 영역들 사이의 흑색 영역들에 채널들이 형성되도록 흑색 영역들 위로 돌출된다. 폴리싱 슬러리가 폴리싱 동안 이 채널들을 통해 유동할 수 있으며 이 채널들에 보유될 수 있다. 도 14a 내지 도 14o에 도시된 폴리싱 패드들은 3D 프린터를 이용하여 복수의 재료 층을 퇴적함으로써 형성될 수 있다. 복수의 층 각각은, 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o) 및 베이스 피쳐들(1404a-1404o)을 형성하기 위해 2개 이상의 재료를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o)은, 폴리싱 패드의 최상부 표면 상에 홈들 및/또는 채널들이 형성되도록 복수의 재료 층에 평행한 평면에 수직인 방향에서 베이스 피쳐들(1404a-1404o)보다 더 두꺼울 수 있다.
- [0063] 도 14a는 복수의 동심 폴리싱 피쳐(1402a)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400a)의 개략적인 픽셀 차트이다. 폴리싱 피쳐들(1402a)은 동일한 폭의 동심 원들일 수 있다. 일 실시예에서, 베이스 피쳐들(1404a)도 폴리싱 피쳐들(1402a)의 피치가 반경 방향을 따라 일정하도록 동일한 폭을 또한 가질 수 있다. 폴리싱 동안, 폴리싱 피쳐들(1402a) 사이의 채널들은 폴리싱 슬러리를 보유하고, 폴리싱 패드가 중앙 축(즉, 동심 원들의 중심)을 중심으로

회전하는 것에 의해 발생된 원심력으로 인해 폴리싱 슬러리가 급속하게 손실되는 것을 방지한다.

[0064] 도 14b는 동심 원들로 배열된 복수의 세그먼트화된 폴리싱 피쳐(1402b)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400b)의 개략적인 픽셀 차트이다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b)은 실질적으로 동일한 길이를 가질 수 있다. 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b)은 복수의 동심 원을 형성할 수 있다. 각각의 원에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b)은 각각의 동심 원 내에 균등하게 분포될 수 있다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b)은 반경 방향으로 동일한 폭을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b)은 동심 원의 반경에 관계없이 실질적으로 동일한 길이(예를 들어, 폴리싱 패드의 중심 영역을 제외하고는 동등한 아크 길이)를 각각 갖는다. 일 실시예에서, 복수의 동심 원 사이의 베이스 피쳐들(1404b)은 동심 원들의 피치가 일정하도록 동일한 폭을 또한 가질 수 있다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402b) 사이의 갭들은 원 간에 엇갈리게 배치되어, 폴리싱 패드가 중앙 축을 중심으로 회전하는 것에 의해 발생된 원심력 하에서 폴리싱 슬러리가 폴리싱 패드 밖으로 직접 유출되는 것을 방지할 수 있다.

[0065] 도 14c는 베이스 피쳐들(1404c) 위에 형성된 복수의 동심 폴리싱 피쳐(1402c)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400c)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14c의 패드 설계는, 폴리싱 피쳐들(1402c)의 폭들이 반경 방향을 따라 점진적으로 변화한다는 점을 제외하고는, 도 14a의 패드 설계(1400a)와 유사하다. 일 실시예에서, 폴리싱 피쳐들의 폭들은 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지를 향하여 감소하는 한편, 이웃 폴리싱 피쳐들(1402c) 사이의 거리는 일정하게 유지된다. 폴리싱 피쳐들(1402c)의 폭의 변화는, 폴리싱 패드가 중심 축을 중심으로 회전하고 있는 동안 폴리싱 패드의 다양한 반경방향 위치들에서 폴리싱되고 있는 기관의 선형 속도에서의 차이를 보상하는데 이용될 수 있다.

[0066] 도 14d는 베이스 피쳐들(1404d) 위에 형성된 복수의 동심 폴리싱 피쳐(1402d)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400d)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14d의 패드 설계는, 폴리싱 피쳐들(1402d)이 원형 대신에 타원형이라는 점을 제외하고는, 도 14a의 패드 설계(1400a)와 유사하다. 타원형 폴리싱 피쳐들(1402d)은 폴리싱 패드 상의 임의의 반경방향 위치가 다수의 치수 및 배향의 폴리싱 피쳐들을 갖는 것을 허용하고, 따라서 폴리싱 균일성을 개선할 것이다.

[0067] 도 14e는 베이스 피쳐들(1404e) 위에 형성된 복수의 동심 타원형 폴리싱 피쳐(1402e)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400e)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14e의 패드 설계는, 타원형 폴리싱 피쳐들(1402e)이 반경 방향을 따라 폭이 변화한다는 점을 제외하고는, 도 14d의 패드 설계(1400d)와 유사하다. 가변 폭을 갖는 타원형 폴리싱 피쳐들은 폴리싱 패드 상의 반경방향 위치가 폴리싱 동안 기관에 접촉하는 폴리싱 피쳐들에서 더 큰 변화를 갖는 것을 허용하고, 따라서 폴리싱 균일성을 개선할 것이다.

[0068] 도 14f는 베이스 피쳐들(1404f) 위에 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f)을 갖는 폴리싱 패드 설계(1400f)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14f에서, 폴리싱 패드(1400f)는 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지까지 연장되는 4개의 나선형 폴리싱 피쳐(1402f)를 갖는다. 4개의 나선형 폴리싱 피쳐가 도시되어 있지만, 더 적거나 더 많은 개수의 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f)이 유사한 방식으로 배열될 수 있다. 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f)은 나선형 채널들을 정의한다. 일 실시예에서, 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f) 각각은 일정한 폭을 갖는다. 일 실시예에서, 나선형 채널들도 또한 일정한 폭을 갖는다. 폴리싱 동안, 폴리싱 패드는 나선형 채널들에 폴리싱 슬러리를 보유하기 위해 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f)의 방향과는 반대 방향으로 중앙 축을 중심으로 회전할 수 있다. 예를 들어, 도 14f에서, 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f) 및 나선형 채널들은 반시계 방향으로 형성되고, 따라서 폴리싱 동안 폴리싱 패드는 시계 방향으로 회전되어, 나선형 채널들 내에 그리고 폴리싱 패드 상에 폴리싱 슬러리를 보유할 수 있다. 일부 구성들에서, 나선형 채널들 각각은 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지까지 연속적이다. 이러한 연속적인 나선형 채널들은 임의의 폴리싱 폐기물과 함께 폴리싱 슬러리가 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지까지 유동하는 것을 허용한다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드는 나선형 폴리싱 피쳐들(1402f)과 동일한 방향으로(예를 들어, 도 14f에서는 반시계 방향으로) 폴리싱 패드를 회전시킴으로써 세정될 수 있다.

[0069] 도 14g는 베이스 피쳐들(1404g) 상에 나선형 패턴으로 배열되는 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402g)을 갖는 폴리싱 패드 설계(1400g)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14g의 폴리싱 패드는, 나선형 폴리싱 피쳐들(1402g)이 세그먼트화되어 있다는 점을 제외하고는, 도 14f의 폴리싱 패드와 유사하다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402g)은 실질적으로 동일한 길이이다. 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402g)은 각각의 나선형 폴리싱 피쳐를 따라 균등하게 분포될 수 있다. 일부 실시예들에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402g)은 각각 나선 방향으로 실질적으로 동일한 길이를 가질 수 있다.

- [0070] 도 14h는 베이스 피쳐들(1404h) 상에 나선형 패턴으로 배열되는 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402h)을 갖는 폴리싱 패드 설계(1400h)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14h의 폴리싱 패드는, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402h)이 길이가 변화한다는 점을 제외하고는, 도 14g의 폴리싱 패드와 유사하다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402h)의 길이는 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지 영역으로 갈수록 증가한다.
- [0071] 도 14i는 베이스 피쳐들(1404i) 상에 나선형 패턴으로 배열되는 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402i)을 갖는 폴리싱 패드 설계(1400i)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14i의 폴리싱 패드는, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402i)의 반경방향 피치가 변화한다는 점을 제외하고는, 도 14g의 폴리싱 패드와 유사하다. 일 실시예에서, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402i)의 반경방향 피치는 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지 영역으로 갈수록 감소한다.
- [0072] 도 14j는 베이스 피쳐들(1404j) 상에 나선형 패턴으로 배열되는 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402j)을 갖는 폴리싱 패드 설계(1400j)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14j의 폴리싱 패드는, 세그먼트화된 폴리싱 피쳐들(1402j)의 반경방향 피치가 폴리싱 패드의 중심으로부터 폴리싱 패드의 에지 영역으로 갈수록 증가한다는 점을 제외하고는, 도 14i의 폴리싱 패드와 유사하다.
- [0073] 도 14k는 베이스 피쳐들(1404k)에 형성된 복수의 이산 폴리싱 피쳐(1402k)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400k)의 개략적인 픽셀 차트이다. 일 실시예에서, 복수의 폴리싱 피쳐(1402k) 각각은 원통형 포스트일 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 폴리싱 피쳐(1402k)는 폴리싱 표면의 평면에서 동일한 치수를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 원통형 폴리싱 피쳐(1402k)는 동심 원들로 배열될 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 원통형 폴리싱 피쳐(1402k)는 폴리싱 표면의 평면에 대해 규칙적인 2D 패턴으로 배열될 수 있다.
- [0074] 도 14l은 베이스 피쳐들(1404l) 위에 형성된 복수의 이산 폴리싱 피쳐(1402l)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400l)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14l의 폴리싱 패드는, 도 14l의 이산 폴리싱 피쳐들(1402l) 각각이 폴리싱 표면에 대하여 내부에 형성된 함몰부를 갖거나 중공 원통형 포스트일 수 있다는 점을 제외하고는, 도 14k의 폴리싱 패드와 유사하다. 중공 원통형 포스트들은 일부 폴리싱 슬러리가 내부에 보유되는 것을 허용한다.
- [0075] 도 14m은 베이스 피쳐들(1404m) 위에 형성된 복수의 이산 폴리싱 피쳐(1402m)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400m)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14m의 폴리싱 패드는, 도 14m의 일부 폴리싱 피쳐들(1402m)이 연결되어 하나 이상의 폐쇄 원을 형성할 수 있다는 점을 제외하고는, 도 14k의 폴리싱 패드와 유사하다. 하나 이상의 폐쇄 원은 폴리싱 동안 폴리싱 슬러리를 보유하기 위해 하나 이상의 댐을 생성할 수 있다.
- [0076] 도 14n은 베이스 피쳐들(1404n)에 형성된 복수의 이산 폴리싱 피쳐(1402n)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400n)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14n의 폴리싱 패드는, 도 14n의 일부 폴리싱 피쳐들(1402n)이 연결되어 하나 이상의 나선형 체인을 형성할 수 있다는 점을 제외하고는, 도 14m의 폴리싱 패드와 유사하다. 하나 이상의 나선형 체인은 폴리싱 슬러리 보유 및 폴리싱 패드 세정을 돕기 위해 폴리싱 슬러리의 유체 유동을 안내할 수 있다.
- [0077] 도 14o는 복수의 이산 폴리싱 피쳐(1402o) 및 베이스 피쳐(1404o)를 갖는 폴리싱 패드 설계(1400o)의 개략적인 픽셀 차트이다. 도 14o의 폴리싱 패드는, 도 14o의 이산 폴리싱 피쳐들(1402o) 각각이 Applied Materials, Inc.의 로고의 형상으로 이루어진다는 점을 제외하고는, 도 14k의 폴리싱 패드와 유사하다. 도 14o는 본 개시 내용의 실시예들이 임의의 적합한 설계, 패턴 및/또는 배열을 갖는 폴리싱 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드들을 포괄한다는 점을 입증한다.
- [0078] 도 14a 내지 도 14o의 설계들에서의 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o)은 동일한 재료 또는 동일한 재료 조성물로 형성될 수 있다. 대안적으로, 도 14a 내지 도 14o의 설계들에서의 폴리싱 피쳐들(1402a-1402o)의 재료 조성 및/또는 재료 특성은 폴리싱 피쳐마다 변화할 수 있다. 개별화된 재료 조성 및/또는 재료 특성은 폴리싱 패드들이 특정 요구에 대해 맞춤화되는 것을 허용한다.
- [0079] 폴리싱 피쳐들이 2가지 상이한 3D 프린팅 재료로 형성될 때, 폴리싱 피쳐는 2개의 프린트 헤드를 이용하여 적어도 2개의 중첩된 이미지를 프린팅함으로써 제조될 수 있다. 도 15a-도 15b 내지 도 18a-도 18b는 복합 폴리싱 피쳐들을 갖는 폴리싱 패드들에 대한 설계들의 예들을 제공한다. 도 15 내지 도 18에서, 백색 픽셀 마크는 재료의 액적이 분배되는 곳인 한편, 흑색 픽셀 마크는 폴리싱 패드를 형성하는데 이용되는 하나 이상의 층 내에 어떠한 재료도 분배되지 않는 곳이다. 이러한 기술들의 이용에 의해, 완전한 폴리싱 패드의 적어도 일부를 형성하는데 이용되는 프린팅된 층들 중 하나 이상에는 재료 조성에서의 경사(gradients)가 형성될 수 있다. 폴리싱 패드 내의 프린팅된 층들 중 하나 이상의 프린팅된 층의 맞춤화된 조성은 폴리싱 패드의 전체 기계적 특성들을 조정 및 맞춤화하기 위해 이용될 수 있다.

- [0080] 이러한 기술들의 이용에 의해, 일부 실시예들에서, 폴리싱 패드의 폴리싱 표면의 평면에서(예를 들어, 반경 방향으로) 또는 폴리싱 패드의 폴리싱 표면에 수직인 방향(예를 들어, 도 15 내지 도 18에 도시된 예시들에 수직인 방향)으로 재료 조성에서의 경사를 형성하는 것이 바람직하다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드의 폴리싱 표면에 수직인 방향으로, 위에서 논의되는 경질 및/또는 탄성 피처의 재료 조성에서의 경사를 형성하는 것이 바람직하다. 일례에서, 폴리싱 패드의 베이스 근처(예를 들어, 폴리싱 표면의 반대편)에 있는 프린팅된 층들에 탄성 피처들을 형성하는데 이용되는 재료의 더 높은 농도를 갖고, 폴리싱 패드의 폴리싱 표면 근처에 있는 프린팅된 층들에 경질 피처들을 형성하는데 이용되는 재료의 더 높은 농도를 갖는 것이 바람직하다. 다른 예에서, 폴리싱 패드의 베이스 근처에 있는 프린팅된 층들에 경질 피처들을 형성하는데 이용되는 재료의 더 높은 농도를 갖고, 폴리싱 패드의 폴리싱 표면의 근처에 있는 프린팅된 층들에 탄성 피처들을 형성하는데 이용되는 재료의 더 높은 농도를 갖는 것이 바람직하다.
- [0081] 적층되는 3D 프린팅된 층들의 재료 특성 및/또는 재료 조성에서의 경사는 하나의 방향에서 고농도로부터 저농도로 변화할 수도 있고, 그 반대일 수도 있다. 일부 경우에, 폴리싱 패드 내의 하나 이상의 영역은 고/저/고 또는 저/고/저 농도 경사와 같이 더 복잡한 농도 경사를 포함할 수 있다. 하나의 구성에서, 농도 경사는 형성된 폴리싱 패드의 각각의 연속적인 층에서 제2 프린팅된 컴포넌트에 대한 제1 프린팅된 컴포넌트의 위치 및/또는 양을 변화시킴으로써 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 층은 1:1의 제1 프린팅된 컴포넌트 대 제2 프린팅된 컴포넌트의 비율을 갖고, 제2 층에서는 2:1의 제1 프린팅된 컴포넌트 대 제2 프린팅된 컴포넌트의 비율을 갖고, 제3 층에서는 3:1의 제1 프린팅된 컴포넌트 대 제2 프린팅된 컴포넌트의 비율을 가질 수 있다. 경사는 퇴적된 층의 평면 내에서의 프린팅된 액적들의 배치를 조정함으로써 단일 층의 상이한 부분들 내에 또한 형성될 수 있다.
- [0082] 도 15a 및 도 15b는 복합 피처들을 갖는 폴리싱 패드의 픽셀 차트들을 반영하는 흑백 비트맵 이미지들이다. 도 15a 및 도 15b에서, 백색 픽셀 마크는 재료의 액적이 분배되는 곳인 한편, 흑색 픽셀 마크는 어떠한 재료도 분배되지 않는 곳이다. 도 15a는 폴리싱 패드에 대한 제1 재료의 픽셀 차트(1500a)이고, 도 15b는 동일한 폴리싱 패드에 대한 제2 재료의 픽셀 차트(1500b)이다. 제1 재료는 픽셀 차트(1500a)에 따라 제1 프린트 헤드에 의해 분배될 수 있고, 제2 재료는 픽셀 차트(1500b)에 따라 제2 프린트 헤드에 의해 분배될 수 있다. 2개의 프린트 헤드는 복수의 이산 폴리싱 피처를 형성하기 위해 픽셀 차트들(1500a, 1500b)을 함께 중첩한다. 폴리싱 패드의 에지 영역 근처에 있는 폴리싱 피처들은 제2 재료보다 제1 재료를 더 많이 포함한다. 폴리싱 패드의 중심 영역 근처에 있는 폴리싱 피처들은 제1 재료보다 제2 재료를 더 많이 포함한다. 이 예에서, 각각의 폴리싱 피처는 제1 재료 및 제2 재료의 고유 조성을 갖는다.
- [0083] 도 16a 및 도 16b는 복합 피처들을 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 픽셀 차트들(1600a, 1600b)이다. 도 16a는 폴리싱 패드에 대한 제1 재료의 픽셀 차트(1600a)이고, 도 16b는 동일한 폴리싱 패드에 대한 제2 재료의 픽셀 차트(1600b)이다. 도 16a 및 도 16b에 따른 폴리싱 패드는, 폴리싱 피처들이 도 16a 및 도 16b에서 더 크다는 점을 제외하고는, 도 15a 및 도 15b의 폴리싱 패드와 유사하다.
- [0084] 도 17a 및 도 17b는 복합 피처들을 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 픽셀 차트들(1700a, 1700b)이다. 도 17a는 폴리싱 패드에 대한 제1 재료의 픽셀 차트(1700a)이고, 도 17b는 동일한 폴리싱 패드에 대한 제2 재료의 픽셀 차트(1700b)이다. 도 17a 및 도 17b에 따른 폴리싱 패드는, 폴리싱 피처들의 조성이 폴리싱 패드에 걸쳐 좌측과 우측 간에 변화한다는 점을 제외하고는, 도 15a 및 도 15b의 폴리싱 패드와 유사하다.
- [0085] 도 18a 및 도 18b는 복합 피처들을 갖는 폴리싱 패드의 개략적인 픽셀 차트들(1800a, 1800b)이다. 도 18a는 폴리싱 패드에 대한 제1 재료의 픽셀 차트(1800a)이고, 도 18b는 동일한 폴리싱 패드에 대한 제2 재료의 픽셀 차트(1800b)이다. 도 18a 및 도 18b에 따른 폴리싱 패드는, 폴리싱 피처들이 도 18a 및 도 18b에서 더 크다는 점을 제외하고는, 도 17a 및 도 17b의 폴리싱 패드와 유사하다.
- [0086] 폴리싱 피처들의 조성은 임의의 적합한 패턴으로 변화할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 위에서 설명된 폴리싱 패드들은 2가지 종류의 재료로 형성되는 것으로 도시되어 있지만, 3가지 이상의 종류의 피처를 포함하는 복합 폴리싱 패드들은 본 개시내용의 범위 내에 있다.
- [0087] 도 14a 내지 도 14e에서의 폴리싱 패드들과 같은 폴리싱 패드의 임의의 설계들에서의 폴리싱 피처들의 조성들은 도 15 내지 도 18에서의 폴리싱 패드들과 유사한 방식으로 변화될 수 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0088] **애디티브 제조 및 경화 기술들**
- [0089] 도 19는 플래튼 어셈블리(1911) 위에 위치한 캐리어 헤드 어셈블리(1900)를 갖는 예시적인 CMP 스테이션(1902)

의 단면도를 도시한다. 캐리어 헤드 어셈블리(1900)는 일반적으로 캐리어 헤드(1921)에 결합된 구동 시스템(1901)을 포함한다. 구동 시스템(1901)은 캐리어 헤드(1921)의 회전 속도 및 방향을 제어하기 위해 구동 시스템(1901)에 신호를 제공하는 제어기(도시되지 않음)에 결합될 수 있다. 구동 시스템(1901)은 일반적으로 캐리어 헤드(1921)에 적어도 회전 모션을 제공하고, 플래튼 어셈블리(1911)를 향하여 추가적으로 작동될 수 있어, 캐리어 헤드(1921)에 보유된 기관(1914)의 피쳐 면(1904)이 처리 동안 CMP 스테이션(1902)의 패드 어셈블리(1913)의 처리 표면(1925)에 대하여 배치되게 할 수 있다. 전형적으로, 기관(1914) 및 처리 패드 어셈블리(1913)는 기관(1914)의 피쳐 면(1904)으로부터 재료를 제거하기 위해 서로에 대해 회전된다. 프로세스 파라미터들에 종속하여, 캐리어 헤드(1921)는 플래튼 어셈블리(1911)의 회전 속도 초과이거나, 미만이거나 또는 이 회전 속도와 동등한 회전 속도로 회전된다. 캐리어 헤드 어셈블리(1900)는 또한 고정된 상태로 유지될 수 있고, 처리 동안 경로에서 이동할 수 있다. 캐리어 헤드 어셈블리(1900)는 처리 동안 패드 어셈블리(1913)의 처리 표면(1925)에 걸쳐 궤도 또는 스위핑 모션을 또한 제공할 수 있다. 패드 어셈블리(1913)는 접촉제 층(1906)을 이용하여 플래튼 어셈블리(1911)의 상부 표면에 해제가가능하게 결합되도록 되어 있을 수 있다. 패드 어셈블리(1913)는 일반적으로 처리 표면(1925), 접촉제 층(1906)을 포함하고, 선택적인 백킹 층(1907)을 포함할 수 있다.

[0090] 플래튼 어셈블리(1911)는 베이스(1908) 상에 회전가능하게 배치되고, 전형적으로 베어링(1938)에 의해 베이스(1908) 위에 지지되어, 플래튼 어셈블리(1911)가 베이스(1908)에 대해 회전되게 할 수 있다. 플래튼 어셈블리(1911)는 금속이나 강성 플라스틱과 같은 강성 재료로 제조될 수 있으며, 일 실시예에서는 플래튼 어셈블리(1911)는 CPVC와 같은 유전체 재료로 제조되거나 코팅되는 상부 표면을 갖는다. 플래튼 어셈블리(1911)는 원형, 직사각형 또는 다른 평면 형태를 가질 수 있다.

[0091] 폴리싱 유체가 폴리싱 유체 소스(1948)로부터 적절한 배관 및 제어를 통해 CMP 스테이션(1902)의 처리 패드 어셈블리(1913) 위에 위치된 노즐(1917)로 제공될 수 있다. 도 19에 도시된 실시예에서, 폴리싱 유체(1941)는 노즐(1917)로부터 제공된다. 폴리싱 유체(1941)는 플래튼 립(1958)에 의해 수용될 수 있다. 폴리싱 유체(1941)는 탈이온수(DIW), 또는 물(예를 들어, DIW)로 주로 구성되는 다른 폴리싱 유체, 또는 DIW에 비말동반된 연마 입자들을 갖는 슬러리일 수 있다.

[0092] 패드 어셈블리(1913)의 처리 표면(1925)은 기관(1914)의 폴리싱을 용이하게 하기 위해 그 상부 표면 상에 형성된 패터닝된 표면(1951)을 더 포함할 수 있다. 패터닝된 표면(1951)의 패턴들은 처리 표면(1925) 위로 연장되는 복수의 작은 돌출부를 포함할 수 있다. 돌출부들은 타원형, 원형, 직사각형, 육각형, 팔각형, 삼각형 또는 이들의 조합과 같은 임의의 기하학적 형태를 취할 수 있으며, 본 명세서에 설명된 바와 같은 3차원 프린팅 프로세스에 의해 형성될 수 있다. 패터닝된 표면(1951)은 패드 어셈블리(1913)의 처리 표면(1925)과 상호작용하도록 위치된 컨디셔닝 디바이스(1955)를 이용하여 유지 및/또는 리프레시될 수 있다. 일 실시예에서, 컨디셔닝 디바이스(1955)는 전자기 에너지 소스(1959)를 포함한다. 전자기 에너지 소스(1959)는 일 실시예에서는 레이저이고, 전자기 에너지의 하나 이상의 빔(1960)을 처리 표면(1925)을 향하여 방출하는데 이용된다. 전자기 에너지의 하나 이상의 빔(1960)은 패터닝된 표면(1951)을 유지하거나 리프레시하기 위해 처리 표면(1925)의 다수의 영역을 선택적으로 가열 및/또는 절제하는데 이용된다. 일부 실시예들에서, 전자기 에너지 소스(1959)는 처리 표면(1925)의 이산 영역들을 선택적으로 가열함으로써 패드 어셈블리(1913)의 처리 표면(1925)을 튜닝하는데 이용될 수 있다.

[0093] 도 20a는 플래튼 어셈블리 상에서 이용될 수 있는 패드 어셈블리, 예를 들어 도 19의 플래튼 어셈블리(1911)에서 이용되는 패드 어셈블리(1913)를 준비하기 위한 패드 제조 시스템(2000A)의 일 실시예의 개략적인 등축도이다. 일 실시예에서, 패드 제조 시스템(2000A)은 일반적으로 피드 섹션(2002), 프린트 섹션(2004) 및 경화 섹션(2006)을 포함한다. 패드 제조 시스템(2000A)은 도 19의 플래튼 어셈블리(1911)에서 패드 어셈블리(1913)로서 이용될 수 있는 복수의 프린팅된 패드(2008)를 생산하는데 이용된다. 도시되지 않았지만, 패드 제조 시스템(2000A)은 롤-투-롤 폴리싱 시스템에서 이용하기 위한 패드를 프린팅하도록 또한 수정될 수 있다.

[0094] 패드 제조 시스템(2000A)은 적어도 2개의 롤러(2014) 사이에 배치된 웹(2012)을 포함하는 컨베이어(2010)를 또한 포함한다. 롤러들(2014) 중 하나 또는 양자는 A로 표시된 화살표에 의해 도시되어 있는 방향으로 롤러들(2014) 및/또는 웹(2012)을 회전시키는 구동 모터(2015)에 결합될 수 있다. 피드 섹션(2002), 프린트 섹션(2004) 및 경화 섹션(2006)은 제어기(2011)에 동작가능하게 결합될 수 있다. 컨베이어(2010)는 제어기(2011)에 의해 연속적으로 또는 간헐적으로 이동하도록 동작될 수 있다.

[0095] 피드 섹션(2002)은 컨베이어(2010)에 동작가능하게 결합되는 공급 롤(2016)을 포함할 수 있다. 공급 롤(2016)

은 폴리머 재료, 예를 들어 이축 배향된 폴리에틸렌 테레프탈레이트(biaxially-oriented polyethylene terephthalate)(BoPET)와 같은 백킹 재료(2017)일 수 있다. 공급 롤(2016)은 모션 제어 디바이스(2020)에 의해 구동되거나 제어되는 피드 롤러(2018) 상에 배치될 수 있다. 모션 제어 디바이스(2020)는 모터일 수 있고/있거나, 공급 롤(2016)의 풀림 속도가 구동 모터(2015) 및/또는 웹(2012)에 의해 구동되도록 공급 롤(2016) 상에 미리 결정된 장력을 제공하는 브레이크 시스템을 포함할 수 있다. 피드 섹션(2002)은 예비처리 디바이스(pretreatment device)(2022)를 또한 포함할 수 있다. 예비처리 디바이스(2022)는 프린트 섹션(2004)에서의 프린팅 이전에 백킹 재료(2017) 상으로 코팅을 스프레이하거나 다른 방식으로 제공하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예비처리 디바이스(2022)는 프린트 섹션(2004)에서의 프린팅 이전에 백킹 재료(2017)를 가열하는데 이용될 수 있다.

[0096] 프린트 섹션(2004)은 피드 섹션(2002)의 다운스트림에 배치된 3D 프린팅 스테이션(2024)을 포함한다. 프린트 섹션(2004)은 하나 이상의 프린트 헤드(2027)를 이용하여, 백킹 재료(2017) 상으로 패터닝된 표면(2028)을 제공한다. 프린트 섹션(2004)은, 백킹 재료(2017) 및 웹(2012)에 대해 프린트 헤드들(2027)을 이동시키는데 이용될 수 있는 모션 제어 디바이스(2032)에 결합되는 이동가능한 플랫폼(2030)을 포함할 수 있다.

[0097] 프린트 헤드들(2027)은 패터닝된 표면(2028)을 형성하는데 이용될 수 있는 프린트 재료들을 갖는 재료 소스(2025)에 결합될 수 있다. 프린트 재료들은 폴리머 재료들, 예컨대 폴리우레탄, 폴리카보네이트, 플루오로폴리머, PTFE, PTFA, 폴리페닐렌 술폰(PPS) 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예들은 폴리비닐 알코올, 펙틴, 폴리비닐 피롤리돈, 하이드록시에틸셀룰로오스, 메틸셀룰로오스, 하이드로프로필메틸셀룰로오스, 카르복시메틸셀룰로오스, 하이드록시프로필셀룰로오스, 폴리아크릴산, 폴리아크릴아미드, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리하이드록시에테르아크릴레이트, 전분, 말레산 코폴리머, 폴리에틸렌 산화물, 폴리우레탄 및 이들의 조합, 또는 위에서 설명된 다른 재료들 중 임의의 것을 또한 포함한다.

[0098] 일 실시예에서, 폴리머 재료는 백킹 재료(2017) 상에 베이스 재료로서 퇴적될 수 있다. 형성되는 폴리머 재료는 개방 구멍형(open-pored) 또는 폐쇄 구멍형(closed-pored) 폴리우레탄 재료를 포함할 수 있으며, 내부에 산재되어 있는 나노스케일 입자들을 포함할 수 있다. 이러한 입자들은 유기 나노입자들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 나노입자들은 분자 또는 원소 고리들 및/또는 나노구조들을 포함할 수 있다. 예들은 탄소(C)의 동소체, 예컨대 탄소 나노튜브 및 다른 구조, 5개의 결합(오각형), 6개의 결합(육각형) 또는 6개보다 많은 결합을 갖는 분자 탄소 고리를 포함한다. 다른 예들은 풀러렌-유사 초분자(fullerene-like supramolecules)를 포함한다. 다른 실시예에서, 나노스케일 입자들은 세라믹 재료, 알루미늄, 유리(예를 들어, 실리콘 이산화물(SiO₂)), 및 이들의 조합이나 유도체일 수 있다. 다른 실시예에서, 나노스케일 입자들은, 다른 산화물들 중에서, 금속 산화물, 예컨대 티타늄(IV) 산화물 또는 티타늄 이산화물(TiO₂), 지르코늄(IV) 산화물 또는 지르코늄 이산화물(ZrO₂), 이들의 조합 및 이들의 유도체를 포함할 수 있다.

[0099] 프린트 헤드들(2027)에 의해 형성된 패터닝된 표면(2028)은, 우레탄, 멜라민, 폴리에스테르, 폴리술폰, 폴리비닐 아세테이트, 플루오르화 탄화수소 등, 및 이들의 혼합물, 코폴리머 및 그래프트로부터 형성될 수 있는 폴리머 매트릭스와 같은 복합 베이스 재료를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 폴리머 매트릭스는 폴리에테르계 액체 우레탄으로부터 형성될 수 있는 우레탄 폴리머를 포함한다. 액체 우레탄은 다관능성 아민, 디아민, 트리아민, 또는 다관능성 하이드록실 화합물 또는 혼합 관능기 화합물(mixed functionality compounds), 예컨대 경화될 때 가교 결합된 폴리머 네트워크 및 우레아 링크들을 형성하는 우레탄/우레아 가교 결합된 조성들의 하이드록실/아민과 반응할 수 있다.

[0100] 경화 섹션(2006)은 하우징(2034) 내에 또는 상에 배치될 수 있는 경화 디바이스(2033)를 포함한다. 하우징(2034)은, 백킹 재료(2017) 상의 패터닝된 표면(2028) 및 웹(2012)이 그 아래를 지나갈 수 있도록 웹(2012) 위에 배치된다. 경화 디바이스(2033)는 열 오븐, 자외선(UV) 광 방출기 또는 이들의 조합일 수 있다. 일 실시예에서, 경화 디바이스(2033)는, 패터닝된 표면(2028)을 형성하는, 프린트 헤드들(2027)에 의해 퇴적된 재료를 경화시키는데 이용될 수 있는 전자 빔 방출기(2038) 및 레이저 소스(2036) 중 하나 또는 양자를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 전자 빔 방출기가 이용될 때, 패드 제조 시스템(2000A)은 압력이 제어될 수 있는 인클로저에 위치될 수 있다. 레이저 소스(2036) 및 전자 빔 방출기(2038)는 단독으로 또는 열이나 UV 에너지와 조합하여 이용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 소스(2036) 및 전자 빔 방출기(2038)는 패터닝된 표면(2028)의 특정 부분들이 타겟화되는 스폿 경화 프로세스에서 이용될 수 있다. 레이저 소스(2036) 또는 전자 빔 방출기(2038)에 의한 스폿 타겟화는 주변 부분들보다 더 경질이거나 덜 압축성일 수 있는 이산 영역들의 표면을 생성하기 위해 패터닝된 표면(2028)의 이산 영역들을 가열할 수 있다. 레이저 소스(2036)는 패터닝된 표면

(2028)의 부분들을 절제하여 그 위에 미세 텍스처를 생성하는데 또한 이용될 수 있다.

- [0101] 도 20b는 패드 제조 시스템(2000B)의 다른 실시예의 개략적인 측면도이다. 패드 제조 시스템(2000B)은, 도 20a의 패드 제조 시스템(2000A)과 유사할 수 있는 피드 섹션(2002), 프린트 섹션(2004) 및 경화 섹션(2006)을 갖는 컨베이어(2010)를 포함한다. 패드 제조 시스템(2000B)은 롤-투-롤 시스템에서 이용하기 위한 폴리싱 제품(2029)을 제조하는데 이용하기 위한 권취 섹션(2009)을 또한 포함할 수 있다. 권취 섹션(2009)은, 패터닝된 표면(2028)이 위에 프린팅되어 있는 폴리싱 제품(2029)이 권취될 수 있는 권취 롤(2040)을 포함한다. 권취 롤(2040)은 롤-투-롤 플랫폼 어셈블리에서 공급 롤(2016)로서 이용되도록 패드 제조 시스템(2000A)으로부터 제거될 수 있다. 제조 동안, 권취 롤(2040)은 모션 제어 디바이스(2042)에 결합될 수 있다. 모션 제어 디바이스(2042)는 모터일 수 있고/있거나, 권취 롤(2040)의 권취 속도를 제어하는 브레이크 시스템을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 패드 제조 시스템(2000B)은 도 19의 플랫폼 어셈블리(1911)에서 패드 어셈블리(1913)로서 이용될 수 있는 복수의 프린팅된 패드(2008)(도 20a에 도시되어 있음)를 프린팅하는데 이용된다.
- [0102] 패드 제조 시스템(2000B)은, 컨베이어(2010) 위에서 권취 롤(2040)까지 이동하는 웨브(2012)를 제어가능하게 풀어주는 공급 롤(2016)을 포함한다. 웨브(2012)는 도 20a에서 설명된 백킹 재료(2017)와 유사한 백킹 재료일 수 있다. 컨베이어(2010) 및 권취 롤(2040)뿐만 아니라 웨브(2012)의 모션은 도 20a에서 설명된 패드 제조 시스템(2000A)과 유사한 모션 제어 디바이스들 및 제어기에 의해 제어될 수 있으며, 그 설명은 간결성을 위해 도 20b에서 생략된다.
- [0103] 패드 제조 시스템(2000B)은 피드 섹션(2002)과 프린트 섹션(2004) 사이에 위치한 선택적인 예비처리 섹션(2044)을 포함한다. 예비처리 섹션(2044)은 웨브(2012) 상에 접착제 또는 릴리즈 층(release layer)을 형성하는데 이용될 수 있다. 대안적으로, 3D 프린팅 스테이션(2024)을 이용하여 프린트 섹션(2004)에서 접착제 또는 릴리즈 층이 형성될 수 있다. 예비처리 섹션(2044)이 이용될 때, 웨브(2012) 상에 층 또는 층들을 퇴적하는데 슬롯/다이 코터(2046)가 이용될 수 있다. 추가적으로, UV 광 또는 가열 요소들을 이용하는 경화 스테이션(2048)이 슬롯/다이 코터(2046)에 의해 퇴적된 재료를 경화시키는데 이용될 수 있다.
- [0104] 이 실시예에서, 3D 프린팅 스테이션(2024)은 프린트 헤드들(2026)의 어레이를 포함한다. 프린트 헤드들(2026)은 선택적으로 웨브(2012) 상에 접착제 또는 릴리즈 층을 형성하는데 이용될 수 있을 뿐만 아니라, 웨브(2012) 상에 패터닝된 표면(2028)을 형성하는데 이용될 수 있다. 일례에서, 프린트 헤드들(2026)의 다수의 로우 및 컬럼은 컨베이어(2010)의 폭 및 컨베이어(2010)의 길이의 일부에 걸쳐질 수 있다. 일부 실시예들에서, 프린트 헤드들(2026) 중 하나 이상은 컨베이어(2010)에 대해 이동가능할 수 있다. 프린트 헤드들(2026)은 도 20a에서 설명된 바와 같이 재료 소스(2025)에 결합될 것이다.
- [0105] 경화 섹션(2006)은 선택적인 전자기 에너지 소스(2050) 및 열 경화 디바이스(2052) 중 하나 또는 양자를 포함할 수 있다. 전자기 에너지 소스(2050)는 도 20a에서 설명된 바와 같이 레이저 소스 또는 전자 빔 방출기 중 하나 또는 이들의 조합일 수 있다. 열 경화 디바이스(2052)는 오븐 또는 UV 광 어레이일 수 있다.
- [0106] 패드 권취 섹션(2009)은 폴리싱 제품(2029)이 권취될 수 있는 권취 롤(2040)을 포함한다. 권취 롤(2040)은 롤-투-롤 플랫폼 어셈블리에서 공급 롤로서 이용되도록 패드 제조 시스템(2000A)으로부터 제거될 수 있다.
- [0107] 도 21a는 도 20a의 패드 제조 시스템(2000A) 또는 도 20b의 패드 제조 시스템(2000B)에서 이용될 수 있는 3D 프린팅 스테이션(2024A)의 일 실시예의 개략적인 단면도이다. 도 21a는 3D 프린팅 프로세스를 이용하여 제조된 폴리싱 패드(2102)의 일 실시예의 일부를 도시한다. 폴리싱 패드(2102)는 도 19에서 설명된 패드 어셈블리(1913), 프린팅된 패드(2008)(도 20a에 도시되어 있음) 또는 폴리싱 제품(2029)(도 20b에 도시되어 있음)일 수 있다. 3D 프린팅은, 폴리싱 층 내의 특정 위치들에 매립된 연마재들을 갖는 폴리싱 제품들을 생산하기 위한 편리하고 고도로 제어가능한 프로세스를 제공한다. 폴리싱 패드(2102)는, 도 20a의 백킹 재료(2017) 또는 도 20b의 웨브(2012)일 수 있는 지지체(2100) 상에 프린팅될 수 있다.
- [0108] 도 21a를 참조하면, 적어도 폴리싱 패드(2102)의 폴리싱 층(2105)이 3D 프린팅 프로세스를 이용하여 제조된다. 제조 프로세스에서, 지지체가 A로 표시된 화살표를 따라(X 방향으로) 이동되는 동안 얇은 재료 층들이 지지체(2100) 상에 점진적으로 퇴적되어 융합된다. 예를 들어, (도 20a의 재료 소스(2025)로부터의) 패드 프리커서 재료의 액적들(2110)은 복수의 층(2120A, 2120B 및 2122)을 형성하기 위해 액적 토출 프린터(2115)의 노즐(2126)로부터 토출될 수 있다. 이 층들은, 다른 층들이 위에 순차적으로 퇴적되는 것을 가능하게 하는 패드 프리커서 재료를 포함하는 응고된 재료(2125)를 형성할 수 있다. 액적 토출 프린터(2115)는 잉크젯 프린터와 유사할 수 있지만, 잉크보다는 패드 프리커서 재료를 이용한다. 노즐(2126)은 제조 동안 지지체(2100)가 X 방향

으로 연속적으로 또는 간헐적으로 이동되는 동안 X 및 Y 방향 중 하나의 방향으로 또는 양 방향으로 병진이동될 수 있다.

- [0109] 일례에서, 지지체(2100) 상에 액적들(2110)의 토출에 의해 제1 층(2120A)이 퇴적될 수 있다. 층들(2120B 및 2122)(그들 사이의 다른 층들은 간결성을 위해 언급되지 않음)과 같은 후속 층들은 응고 이후에 제1 층(2120A) 상에 퇴적될 수 있다. 각각의 층이 응고된 이후에, 다음에 완전한 3차원 폴리싱 층(2105)이 제조될 때까지, 이전에 퇴적된 층 위에 새로운 층이 퇴적된다. 응고는 중합에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 패드 프리커서 재료의 층들은 모노머일 수 있고, 모노머는 UV 경화에 의해 또는 열적으로 인-시튜로 중합될 수 있다. 패드 프리커서 재료는 퇴적 시에 즉시 효과적으로 경화될 수 있거나, 또는 패드 프리커서 재료의 전체 층이 퇴적될 수 있고, 다음에 모든 퇴적된 층들이 동시에 경화될 수 있다.
- [0110] 각각의 층은 제어기(2111) 상에서 제공되는 3D 드로잉 컴퓨터 프로그램에 저장된 패턴으로 노즐(2126)에 의해 도포될 수 있다. 각각의 층(2120A, 2120B 및 2122)은 폴리싱 층(2105)의 전체 두께의 50% 미만 또는 이러한 전체 두께 미만일 수 있다. 일례에서, 각각의 층(2120A, 2120B 및 2122)은 폴리싱 층(2105)의 전체 두께의 10% 미만, 예를 들어 폴리싱 층(2105)의 전체 두께의 5% 미만, 예컨대 약 1% 미만일 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 층의 두께는 약 30 마이크로미터 내지 약 60 마이크로미터 이하, 예컨대 수 나노미터(예를 들어, 1 내지 100 나노미터) 정도, 심지어는 피코스케일 치수(예를 들어, 10^{-12} 미터)의 두께를 포함할 수 있다.
- [0111] 지지체(2100)는 강성 베이스, 또는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)의 층과 같은 가요성 막일 수 있다. 지지체(2100)가 막인 경우, 지지체(2100)는 선택적으로 폴리싱 패드(2102)의 일부를 형성할 수 있다. 예를 들어, 지지체(2100)는 백킹 층(2017), 또는 백킹 층(2017)과 폴리싱 층(2105) 사이의 층일 수 있다. 대안적으로, 폴리싱 층(2105)은 지지체(2100)로부터 제거될 수 있고, 층들(2120A 및 2120B)은 백킹 층(2017)을 형성할 수 있다.
- [0112] 일부 실시예들에서, 연마 입자들은 패드 프리커서 재료의 액적들(2110)에 분산될 수 있다. 연마 입자들은 층들 각각의 형성 동안 폴리싱 층(2105) 내로 국부적으로 분배될 수 있다. 연마 입자들의 국부적인 분배는 응집의 최소화를 도울 수 있다. 일부 실시예들에서, 연마 입자들은 액체 열경화성 폴리머 프리커서와 사전 혼합될 수 있다. 열경화성 폴리머 프리커서와 연마 입자들의 혼합물의 연속 교반은 잉크젯 프린터들에서 이용되는 잉크 안료들을 균질화하는데 이용되는 장치와 유사하게 입자들의 응집을 방지한다. 추가로, 혼합물의 연속 교반은 프리커서 재료에서의 연마 입자들의 상당히 균일한 분포를 보장한다. 이것은 폴리싱 층을 통한 입자들의 더 균일한 분포를 초래할 수 있는데, 이는 개선된 폴리싱 균일성을 초래할 수 있으며, 응집의 회피를 또한 도울 수 있다.
- [0113] 사전 혼합된 혼합물은 특정 패턴에 따라 단일 노즐(예를 들어, 노즐(2126))로부터 분배될 수 있다. 예를 들어, 사전 혼합된 혼합물은 폴리싱 층(2105)의 두께 전체에 걸쳐 매립된 연마 입자들의 균일한 분포를 갖는 균질의 폴리싱 층(2105)을 생성하도록 균일하게 분배될 수 있다.
- [0114] 도 21b는 도 20a의 패드 제조 시스템(2000A) 또는 도 20b의 패드 제조 시스템(2000B)에서 이용될 수 있는 3D 프린팅 스테이션(2024B)의 일 실시예의 개략적인 단면도이다. 도 21b는 3D 프린팅 프로세스를 이용하여 제조된 폴리싱 패드(2132)의 다른 실시예의 일부의 단면도를 도시한다. 폴리싱 패드(2132)는 도 19에서 설명된 패드 어셈블리(1913), 프린팅된 패드(2008)(도 20a에 도시되어 있음) 또는 폴리싱 제품(2029)(도 20b에 도시되어 있음)일 수 있다.
- [0115] 도 21b에 도시된 바와 같이, 폴리싱 패드(2132)는 CAD 프로그램으로부터의 명령어들에 기초하여 홈들(2155)에 의해 분리된 복수의 구조물(2150)을 포함하도록 액적 토출 프린터(2115)에 의해 형성된다. 이 구조물들(2150) 및 홈들(2155)은 폴리싱 층(2105)을 형성할 수 있다. 서브층(2130)이 액적 토출 프린터(2115)에 의해 폴리싱 제품으로 또한 형성될 수 있다. 서브층(2130)은 (도 20a에 도시된) 백킹 층(2017)일 수 있다. 예를 들어, 서브층(2130) 및 폴리싱 층(2105)은 액적 토출 프린터(2115)에 의해 무중단 동작(uninterrupted operation)으로 제조될 수 있다. 서브층(2130)은 상이한 프리커서 및/또는 상이한 양의 경화, 예를 들어 UV 복사의 상이한 세기 또는 지속시간을 이용함으로써 폴리싱 층(2105)과는 상이한 경도를 구비할 수 있다. 다른 실시예들에서, 서브층(2130)은 통상의 프로세스에 의해 제조된 다음, 폴리싱 층(2105)에 고정된다. 예를 들어, 폴리싱 층(2105)은 감압성 접착제(pressure sensitive adhesive)와 같은 얇은 접착제 층에 의해 서브층(2130)에 고정될 수 있다.
- [0116] 도 21b에서, 노즐(2135)을 갖는 프린트 헤드(2126A)는 순수 액체 열경화성 폴리머 프리커서를 분배하는데 이용될 수 있는 한편, 노즐(2135)을 갖는 프린트 헤드(2126B)는 내부에 연마 입자들(2145)이 함유되어 있는 용융된

열가소성 수지(molten thermoplastic) 또는 액체 열경화성 폴리머 프리커서를 분배하는데 이용될 수 있다. 연마 입자들(2145)의 액적들(2140)은 폴리싱 패드(2132) 상의 선택된 위치들에서만 분배될 수 있다. 이러한 선택된 위치들은 집합적으로 연마 입자들의 타겟 프린팅 패턴을 형성하고, 다음에 액적 토출 프린터(2115)를 제어하는 전자 제어기(예를 들어, 제어기(2111))에 의해 관독되는 CAD 호환 파일로서 저장될 수 있다. 다음에, 노즐(2135)이 CAD 호환 파일에 의해 특정된 위치로 병진이동될 때에만 사전 혼합된 혼합물을 분배하도록 액적 토출 프린터(2115)로 전자 제어 신호들이 송신된다.

[0117] 대안적으로, 액체 열경화성 폴리머 프리커서를 이용하는 대신에, 연마 입자들(2145)은 용융된 열가소성 수지와 사전 혼합될 수 있다. 이 실시예에서, 연마 입자들(2145)을 갖는 혼합물은 또한 분배되기 이전에 연속 교반된다. 혼합물이 타겟 프린팅 패턴에 따라 액적 토출 프린터(2115)로부터 분배된 이후에, 혼합물의 용융된 부분은 냉각 및 응고되고, 연마 입자들(2145)은 제자리에서 동결된다. 혼합물의 연속 교반은 프리커서 재료에서의 연마 입자들(2145)의 상당히 균일한 분포를 보장한다. 이것은 폴리싱 층을 통한 입자들(2145)의 더 균일한 분포를 초래할 수 있는데, 이는 개선된 폴리싱 균일성을 초래할 수 있으며, 응집을 또한 최소화할 수 있다.

[0118] 액체 열경화성 폴리머 프리커서가 이용될 때의 경우와 유사하게, 열가소성 혼합물은 전체 폴리싱 층(2105)에 걸쳐 연마 입자들(2145)의 균일한 분포를 생성하도록 균일하게 분배될 수 있다. 대안적으로, 연마 입자들을 함유하는 열가소성 혼합물은, CAD 호환 파일로서 저장되고 액적 토출 프린터(2115)를 구동하는데 이용되는 전자 제어기에 의해 관독되는 연마 입자들(2145)의 타겟 프린팅 패턴에 따라, 폴리싱 층(2105)의 선택된 위치들에서만 분배될 수 있다.

[0119] 프린트 헤드(2126B)에 결합된 노즐(2135)로부터의 현탁액으로 연마 입자들을 분배하는 것보다는, 연마 입자들은 프린트 헤드(2126B)의 노즐(2135)로부터 분말 형태로 직접 분배될 수 있는 한편, 프린트 헤드(2126A)의 노즐(2135)은 패드 폴리머 프리커서를 분배하는데 이용된다. 일 실시예에서, 폴리머 프리커서는 연마 입자들(2145)이 퇴적된 폴리머 재료 내로 분배되기 이전에 분배되고, 다음에 혼합물이 후속하여 경화된다.

[0120] 3D 프린팅이 연마 입자들(2145), 예를 들어 알루미늄, 세리아, 및 응집되기 쉬운 다른 것들을 이용하여 폴리싱 패드(2132)를 구성하는데 특히 유용하지만, 이러한 접근법은 다른 연마 입자들을 분배하는데 이용될 수 있다. 따라서, 연마 입자들은 실리카, 세라믹 산화물, 금속 및 경질 폴리머를 포함할 수 있다.

[0121] 액적 토출 프린터(2115)는 중공 코어를 갖는 입자들(2145) 또는 중실(solid)인 입자들(2145)을 퇴적할 수 있다. 액적 토출 프린터(2115)는 상이한 타입의 입자들을 또한 분배할 수 있는데, 그 일부는 폴리싱 중인 기관과의 화학 반응들뿐만 아니라 폴리싱 패드(2132)의 층 또는 층들 상에서 타겟 변화를 생성하기 위해 CMP 처리 동안 화학 반응들을 겪을 수 있다. CMP 처리에서 이용되는 화학 반응들의 예들은, 수산화 칼륨, 수산화 암모늄 중 하나 이상을 수반하는 10-14의 염기성(basic) pH 범위 내에서 발생하는 화학적 프로세스들, 및 슬러리의 제조자에 의해 이용되는 다른 사유(proprietary) 화학적 프로세스들을 포함한다. 아세트산, 시트르산과 같은 유기산을 수반하는 2-5의 산성 pH 범위 내에서 발생하는 화학적 프로세스들은 CMP 처리에서 또한 이용된다. 과산화수소를 수반하는 산화 반응들도 또한 CMP 처리에서 이용되는 화학 반응들의 예들이다. 연마 입자들(2145)은 기계적 연마 기능들을 제공하는데 또한 이용될 수 있다. 입자들(2145)은 최대 1 밀리미터 이하, 예컨대 10 마이크로미터 이하, 예를 들어 1 마이크로미터 이하의 크기를 가질 수 있다. 입자들(2145)은 상이한 형태를 가질 수 있는데, 예를 들어 입자들(2145)은 둥근형(round), 긴형(elongated) 또는 패싯형(faceted)일 수 있다.

[0122] 3D 프린팅 접근법은, 폴리싱 층(2105)의 패턴들에서 엄격한 허용오차가 달성되고, 층별 프린팅 접근법(layer-by-layer printing approach)으로 인해 폴리싱 층(2105)에 매립되는 연마 입자들(2145)의 분포에서 높은 허용오차가 달성되는 것을 허용한다.

[0123] **폴리싱 패드들**

[0124] 도 22는 도 19에서 설명된 패드 어셈블리(1913), 프린팅된 패드(2008)(도 20a에 도시되어 있음) 또는 폴리싱 제품(2029)(도 20b에 도시되어 있음)으로서 이용될 수 있는 폴리싱 패드(2200)의 일 실시예의 일부를 도시한다. 폴리싱 패드(2200)는 도 20a 및 도 20b의 패턴링된 표면(2028)을 형성하는 폴리싱 표면(2205)을 포함한다. 폴리싱 표면(2205)은 폴리싱 재료(2270)에 형성된 복수의 구멍(2232)을 포함한다. 폴리싱 재료(2270)는, CMP 프로세스들에서 이용되는 화학적 및 물리적 요소들에 대한 저항성을 위해 선택되는 적합한 접착제(2219)에 의해 백킹 재료(2222)에 바인딩될 수 있다. 폴리싱 패드(2200)에서의 구멍들(2232)은 실질적으로 원형 또는 타원형 형상이지만, 원뿔 또는 중공 절두체(hollow frustum), 즉 실질적으로 평행한 평면들 사이의 원뿔과 같은 다른 환형의 기하학적 형상을 포함할 수 있다. 폴리싱 패드(2200)는 도 14a 내지 도 14o에 예시된 폴리싱 패드 설계

들 또는 본 명세서에 설명된 다른 설계들 중 임의의 것에 매칭하도록 또한 형성될 수 있다.

[0125] 일 실시예에서, 구멍들(2232)은, 슬러리 보유를 증대시키고 폴리싱 패드(2200)의 롤링을 돕기 위한 크기 및/또는 간격을 갖는 중공(즉, 빈 공간)일 수 있다. 다른 실시예들에서, 구멍들(2232)은 폴리싱 재료(2270)(제2 재료(2212))와는 상이한 제1 재료(2210)로 적어도 부분적으로 채워질 수 있다. 제1 재료(2210)는 제2 재료(2212)와 비교하여 불 때 경화 방법에 대해 상이한 반응성을 갖는 폴리머 재료일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 제2 재료(2212)는 UV 에너지로 경화가능할 수 있는 한편, 제1 재료(2210)는 UV 에너지에 의해 크게 영향을 받지 않는다. 그러나, 제1 재료(2210)는 일 실시예에서 열적으로 경화될 수 있다. 다른 실시예들에서, 제1 재료(2210) 및 제2 재료(2212)는 상이한 속도로 경화될 수 있다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드(2200)는 제1 재료(2210) 및 제2 재료(2212)를 이용하여 차별 경화될(differentially cured) 수 있다. 차별 경화의 일례에서, 폴리싱 패드(2200)의 제1 재료(2210) 및 제2 재료(2212)는 제1 재료(2210)를 경화하지 않는 UV 에너지로 경화될 수 있다. 이것은 제2 재료(2212)를 제1 재료(2210)보다 더 경질로 만들 수 있는데, 이는 제1 재료(2210)가 제2 재료(2212)보다 더 점성이므로 폴리싱 패드(2200)에 압축성 및/또는 가요성을 추가할 수 있다.

[0126] 일 실시예에서, 제1 재료(2210)는, 제1 재료(2210)가 내부에 배치되어 있는 구멍들(2232)을 더 경질이지만 여전히 제2 재료(2212)보다는 더 연질이며 더 압축성있게 만들도록 열적으로 경화된다. 다른 실시예에서, 구멍들(2232)에서의 제1 재료(2210)는 기관 폴리싱 프로세스 동안 마찰에 의해 생성된 열에 의해 열적으로 경화된다. 이 실시예에서, 제1 재료(2210)는 제2 재료(2212)보다 더 경질로 경화될 수 있고, 따라서 주변 제2 재료(2212)보다 더 경질인 도메인들을 폴리싱 표면(2205) 상에 형성할 수 있다.

[0127] 다른 실시예들에서, 제1 재료(2210)는, 제2 재료(2212)와 비교하여 불 때, 전자기 에너지 소스(1959)(도 19에 도시되어 있음)로부터의 에너지의 빔 또는 빔들과 같은 전자기 에너지와 상이한 반응성을 가질 수 있다. 상이한 반응성은 폴리싱 표면(2205) 상에 마이크로텍처를 형성하는데 이용될 수 있다. 제1 재료(2210)와 제2 재료(2212) 사이의 상이한 반응성은, 제1 재료(2210)가 제2 재료(2212)보다 더 빠른 속도로 절제되거나 또는 그 반대인 것을 제공할 수 있다. 구멍들(2232)은 폴리싱 패드(2200)의 폴리싱 표면(2205) 내에 마이크로미터 크기 또는 나노 크기 도메인들을 형성하는 마이크로미터 크기 또는 나노 크기 재료들일 수 있다. 일 실시예에서, 구멍들(2232)은 약 150 마이크로미터 내지 약 10 마이크로미터 이하의 평균 직경을 포함할 수 있다.

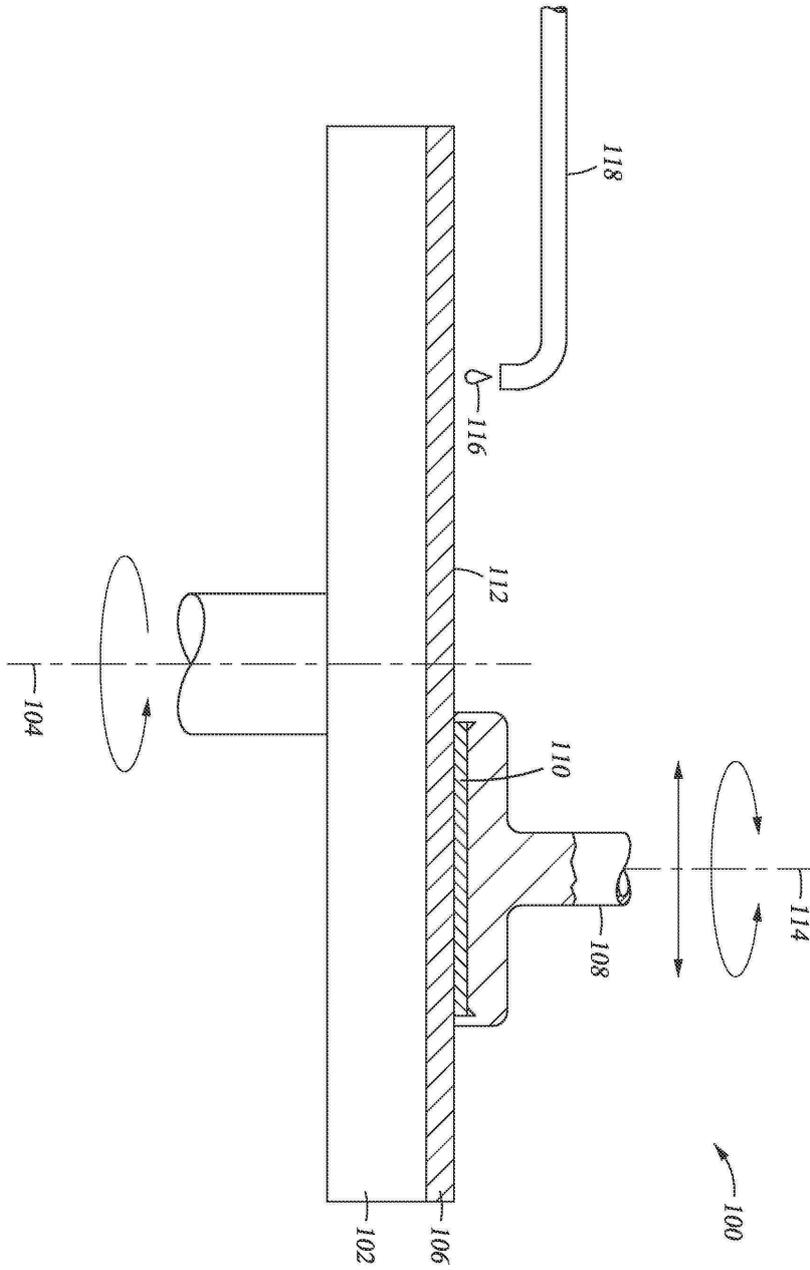
[0128] 본 개시내용의 일 실시예는 복합 패드 바디를 포함하는 폴리싱 패드를 제공한다. 복합 패드 바디는 제1 폴리머 재료로 형성된 하나 이상의 제1 피쳐; 및 제2 폴리머 재료로 형성된 하나 이상의 제2 피쳐를 포함한다. 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는, 제1 폴리머 재료 및 제2 폴리머 재료를 포함하는 복수의 층을 퇴적함으로써 형성된다. 제1 피쳐들 또는 제2 피쳐들 중 하나는 그들 사이에 차별 경도 또는 다른 유용한 재료 특성을 제공하도록 차별 경화된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는 패드 바디에 걸쳐 교대로 배열된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐는, 홈들 및/또는 채널들이 복합 패드 바디의 최상부 표면 상에 형성되도록 하나 이상의 제2 피쳐보다 더 두껍다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐는 하나 이상의 제2 피쳐에 의해 분리되는 복수의 동심 링을 포함한다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐는 하나 이상의 제2 피쳐에 의해 둘러싸인 복수의 컬럼을 포함한다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐 및 하나 이상의 제2 피쳐는 3D 프린팅에 의해 형성된다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드는 에지들에서 함께 접합되는 2개 이상의 복합 패드 바디를 더 포함한다. 일 실시예에서, 폴리싱 패드는 서브패드 바디를 더 포함하고, 복합 패드 바디는 서브패드 바디 위에 형성된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 제1 피쳐는 제3 재료가 내부에 배치되어 있는 구멍을 포함한다. 제3 재료는 열 경화 재료(thermally cured material)이다. 일 실시예에서, 제1 폴리머 재료는 제1 영률을 가지며, 제2 폴리머 재료는 제2 영률을 갖는다. 일 실시예에서, 제1 재료는 제2 재료보다 더 높은 탄성 계수를 갖는다.

[0129] 본 명세서에 설명된 폴리싱 패드들은 원형 형상이지만, 본 개시내용에 따른 폴리싱 입자들은 폴리싱 동안 선형으로 이동하도록 구성된 폴리싱 웨브들과 같이 임의의 적합한 형상을 포함할 수 있다.

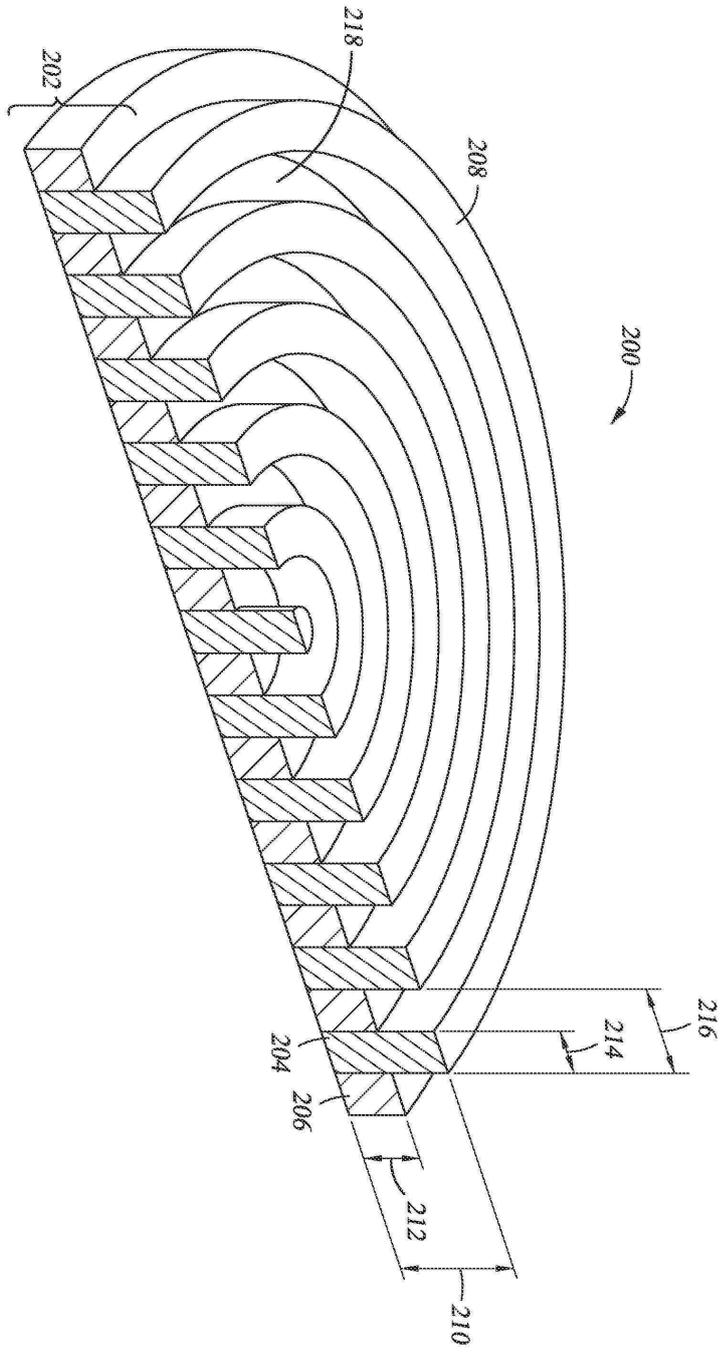
[0130] 전술한 것은 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 실시예들 및 추가 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 고안될 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

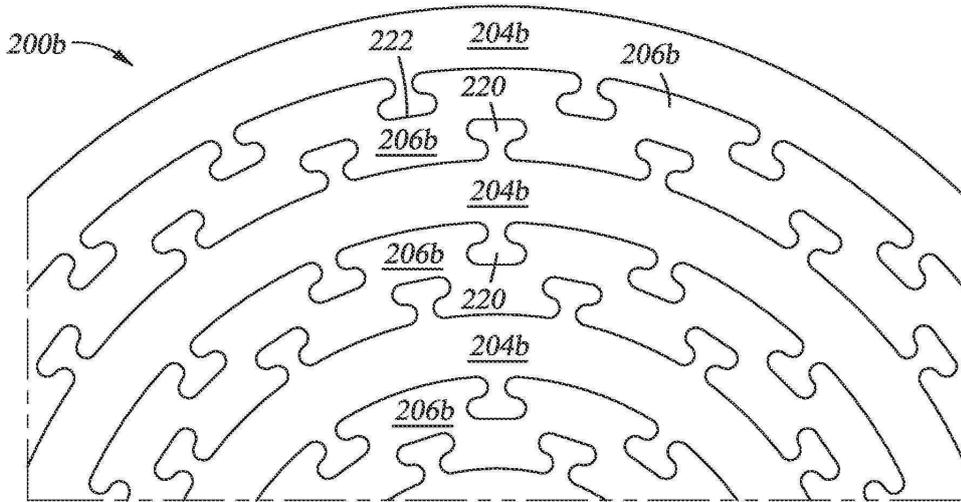
도면1



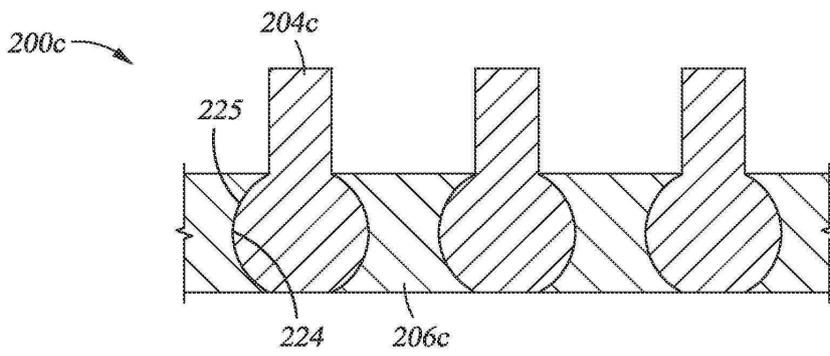
도면2a



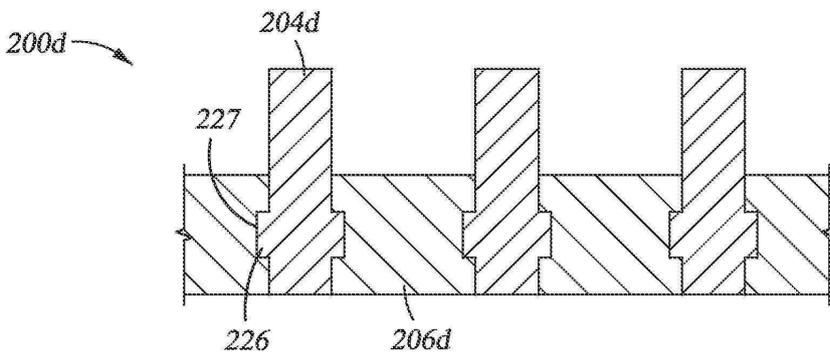
도면2b



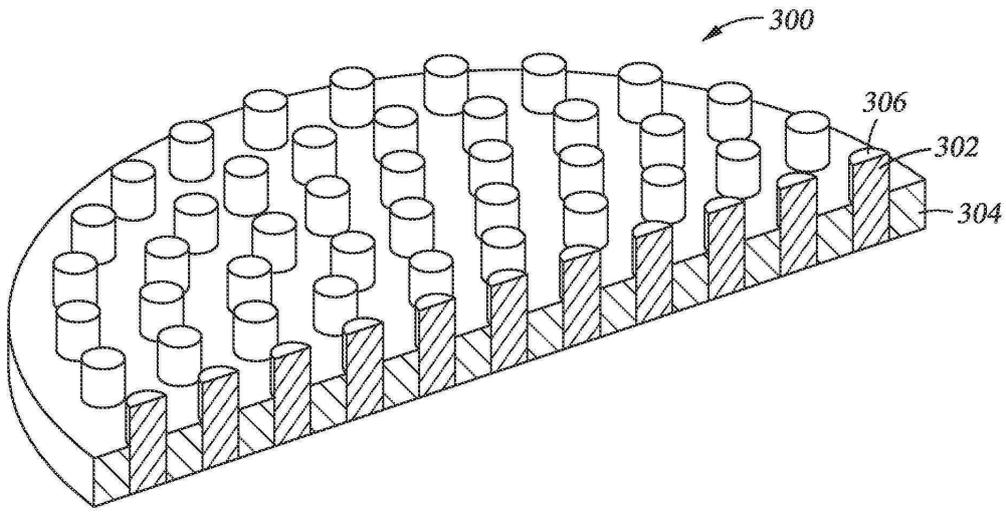
도면2c



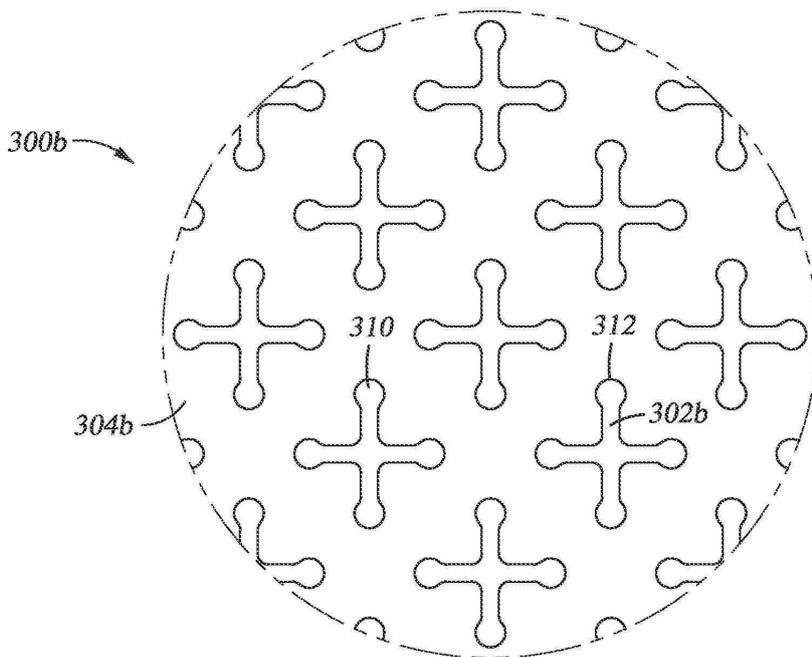
도면2d



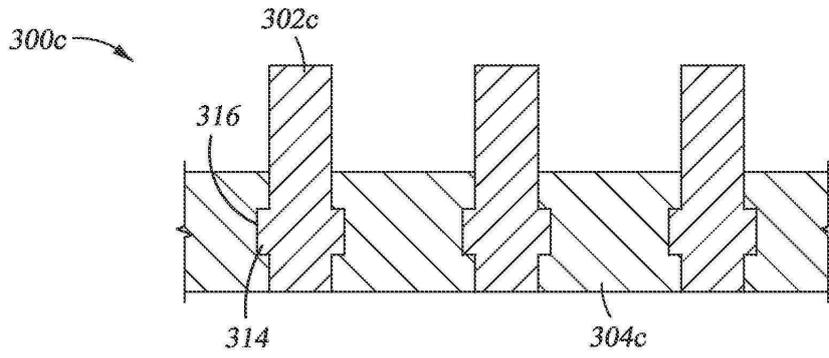
도면3a



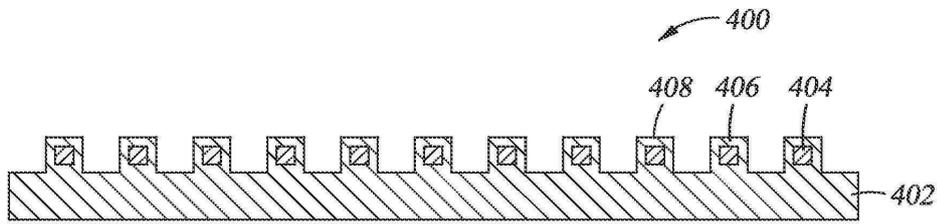
도면3b



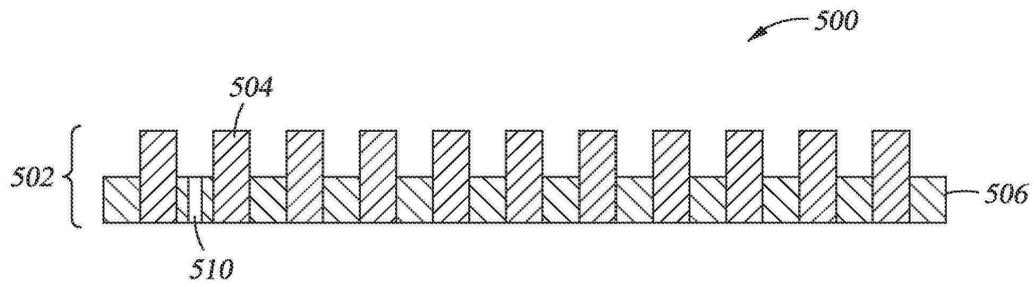
도면3c



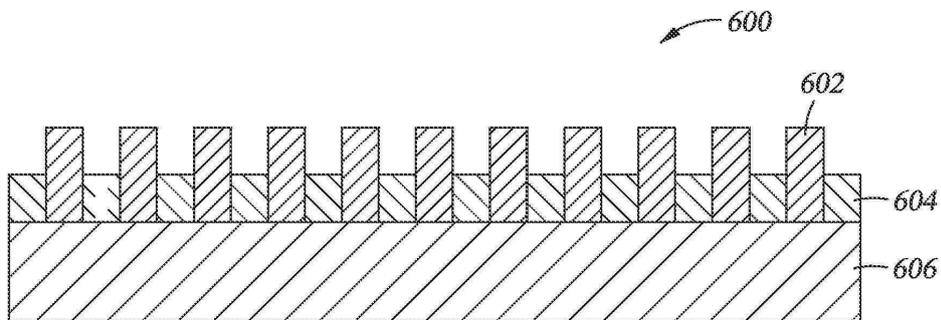
도면4



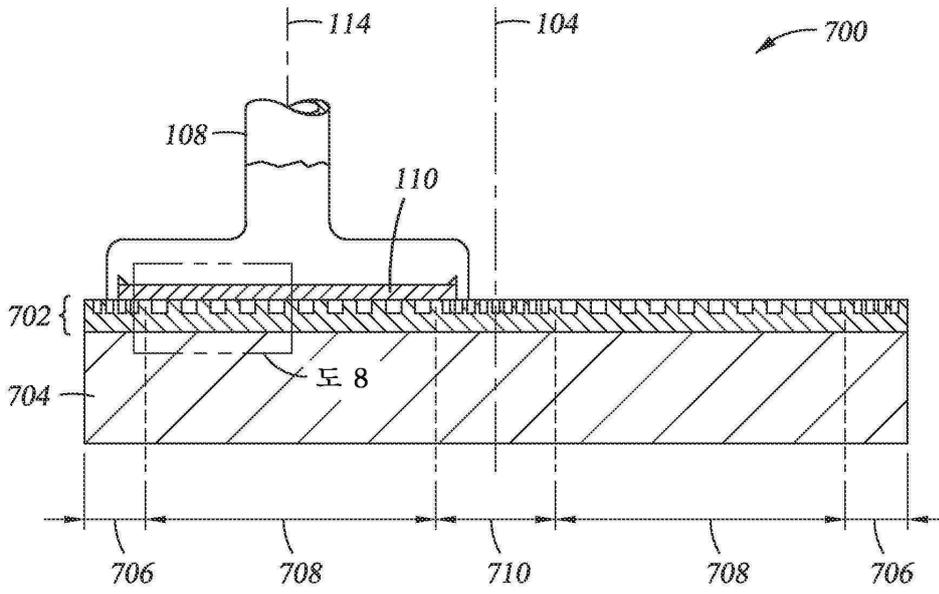
도면5



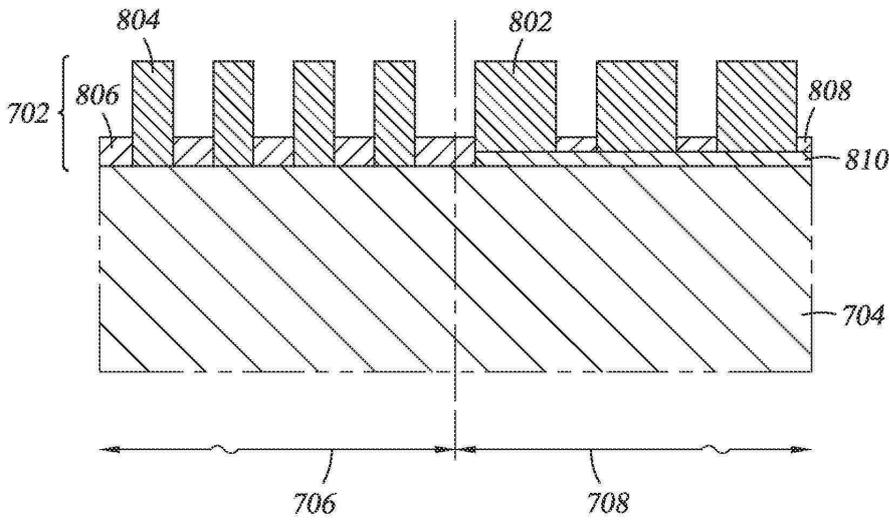
도면6



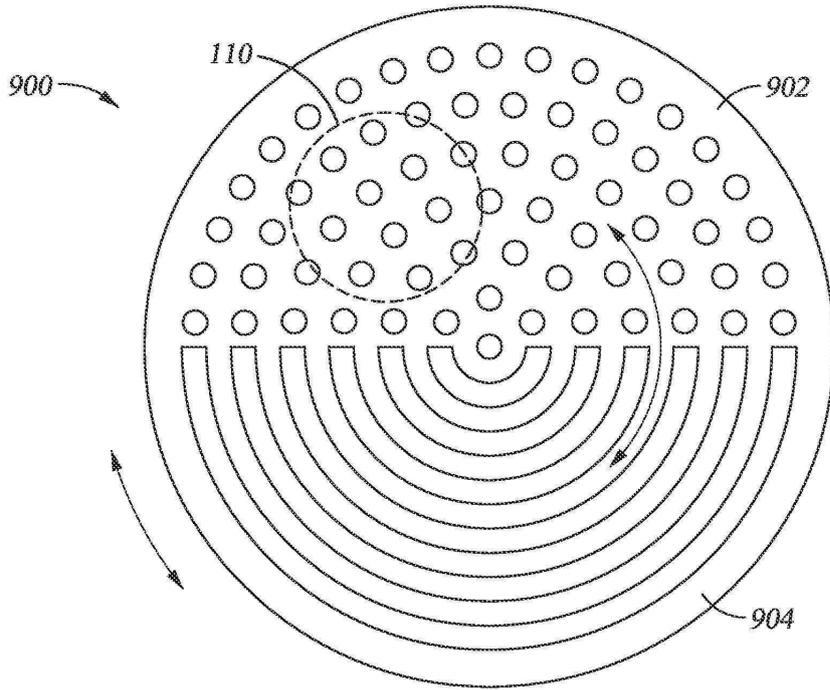
도면7



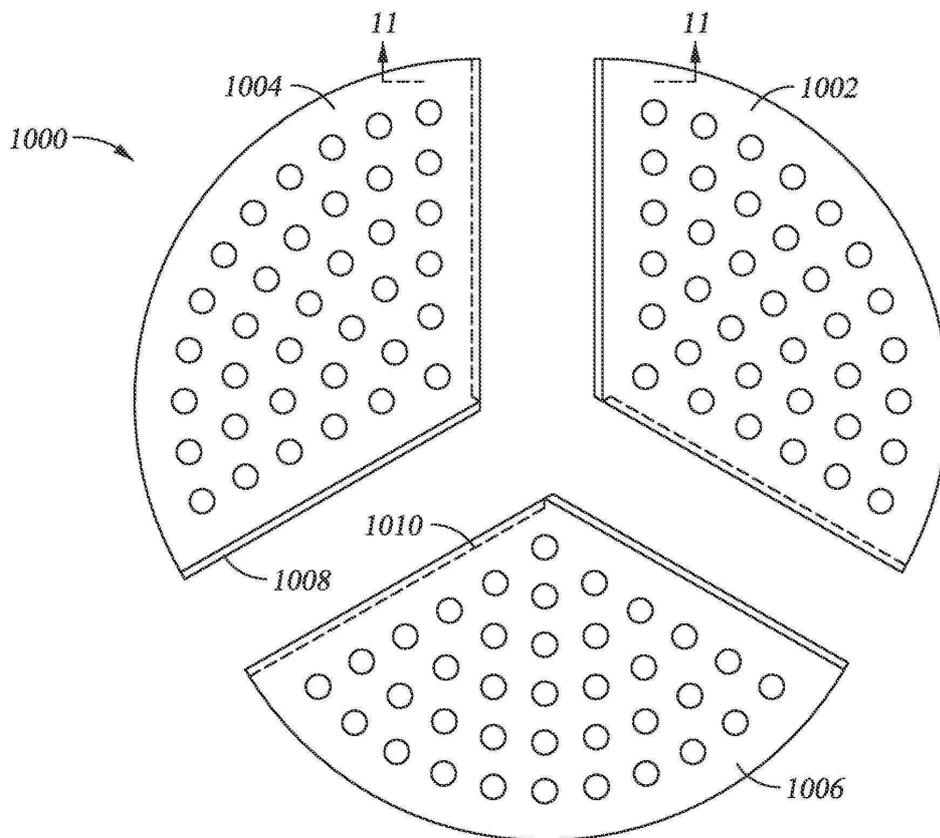
도면8



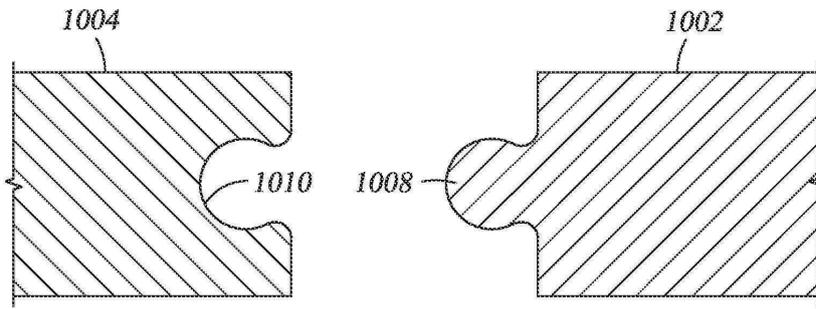
도면9



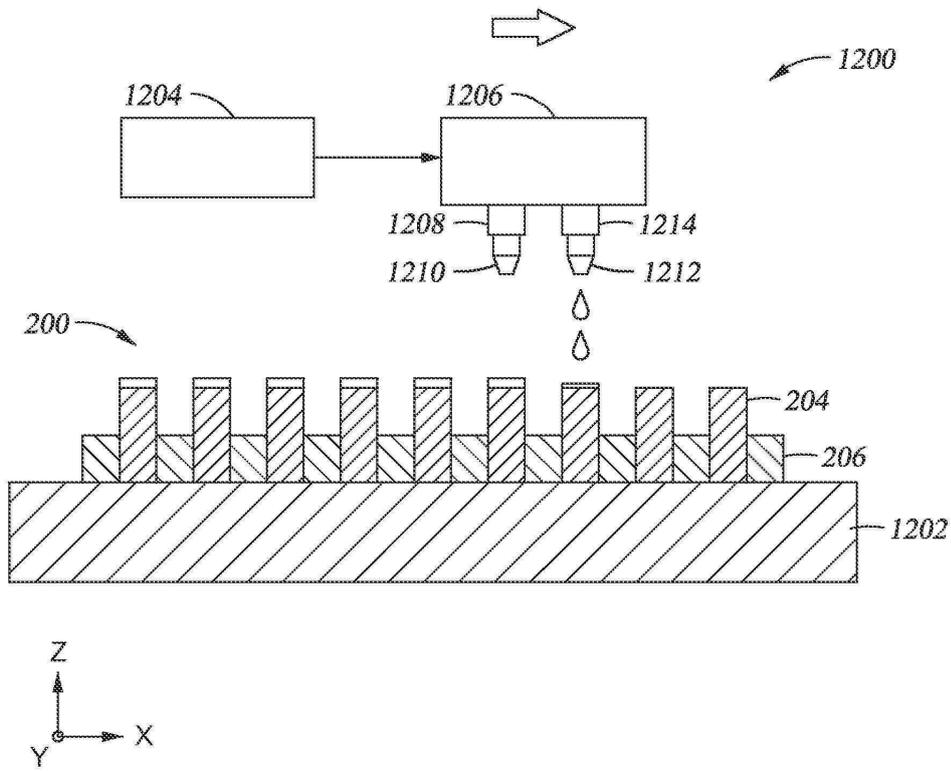
도면10



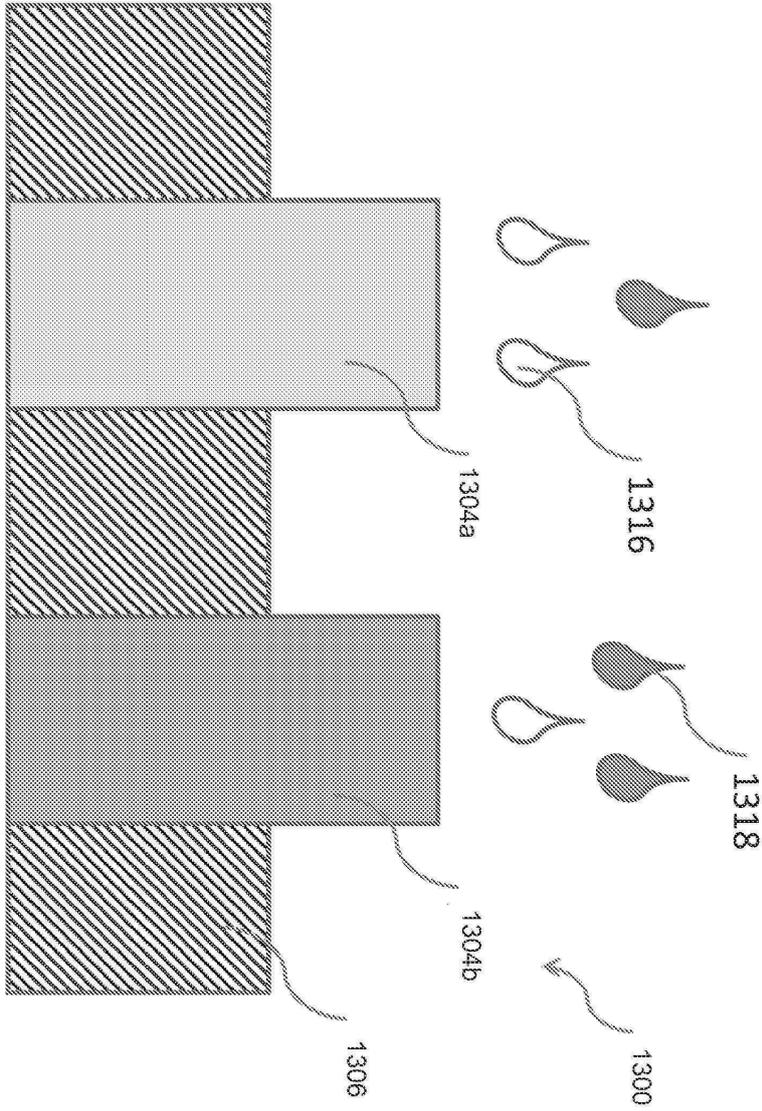
도면11



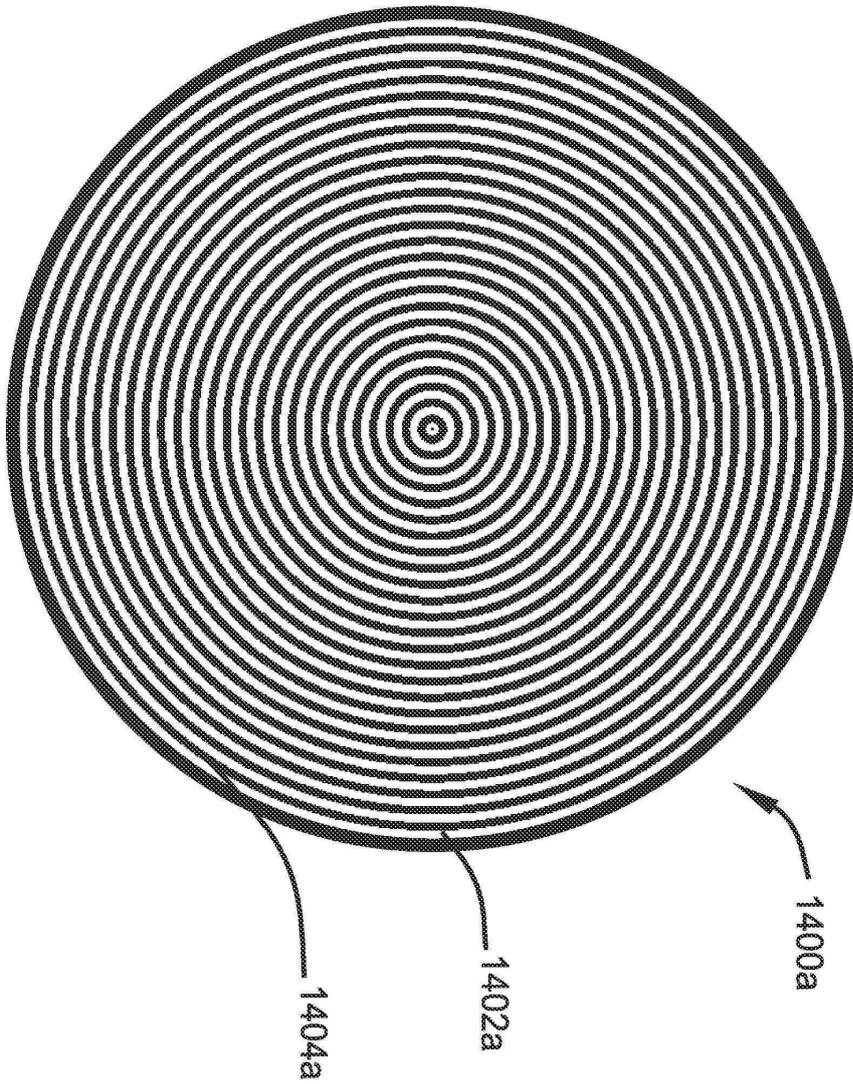
도면12



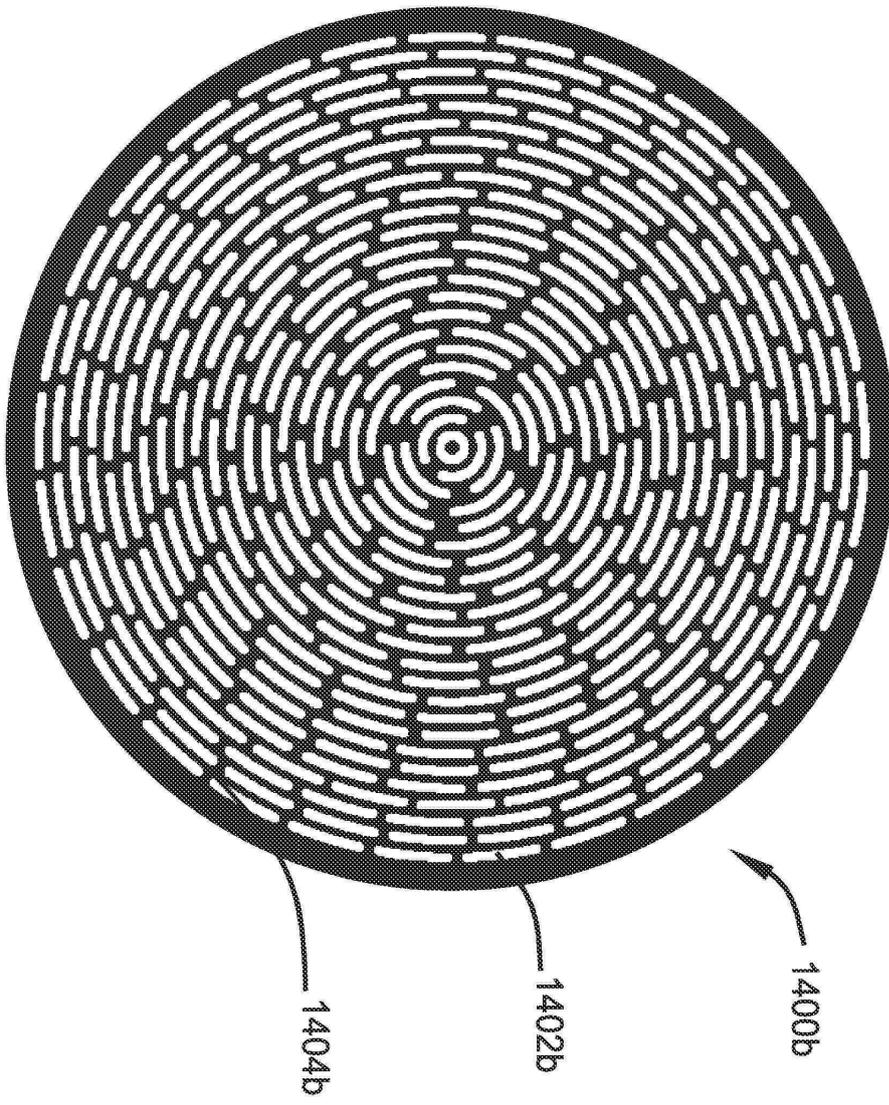
도면13



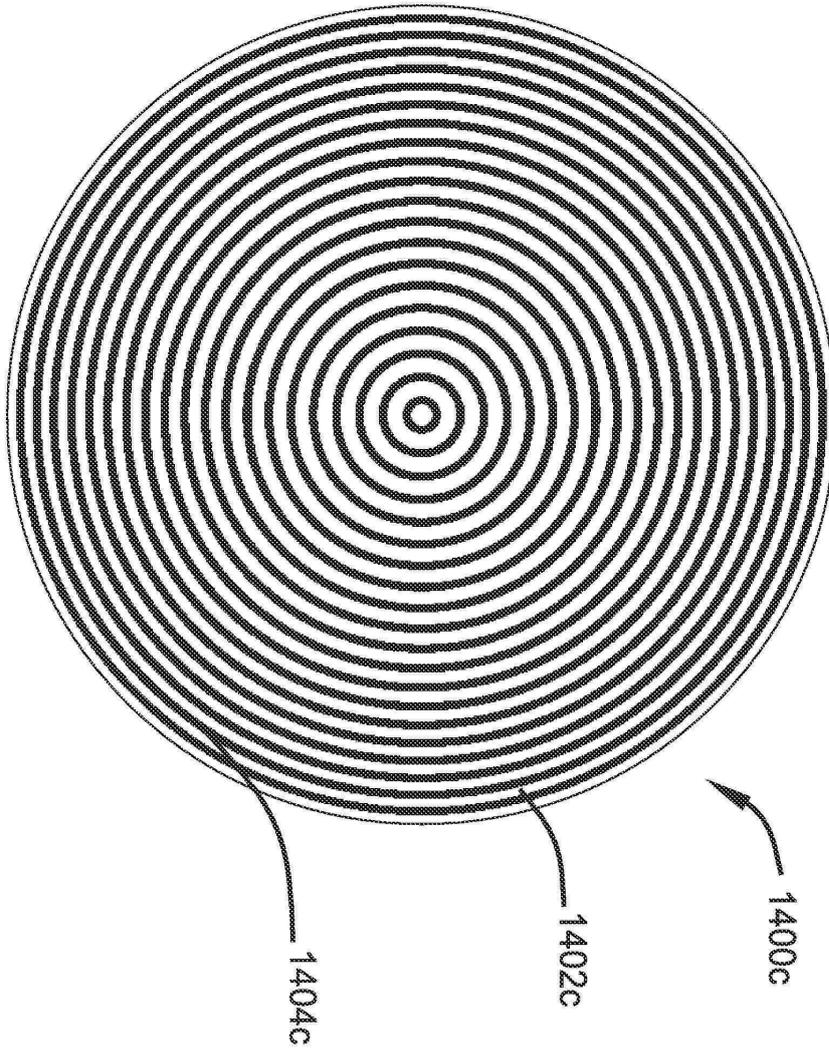
도면14a



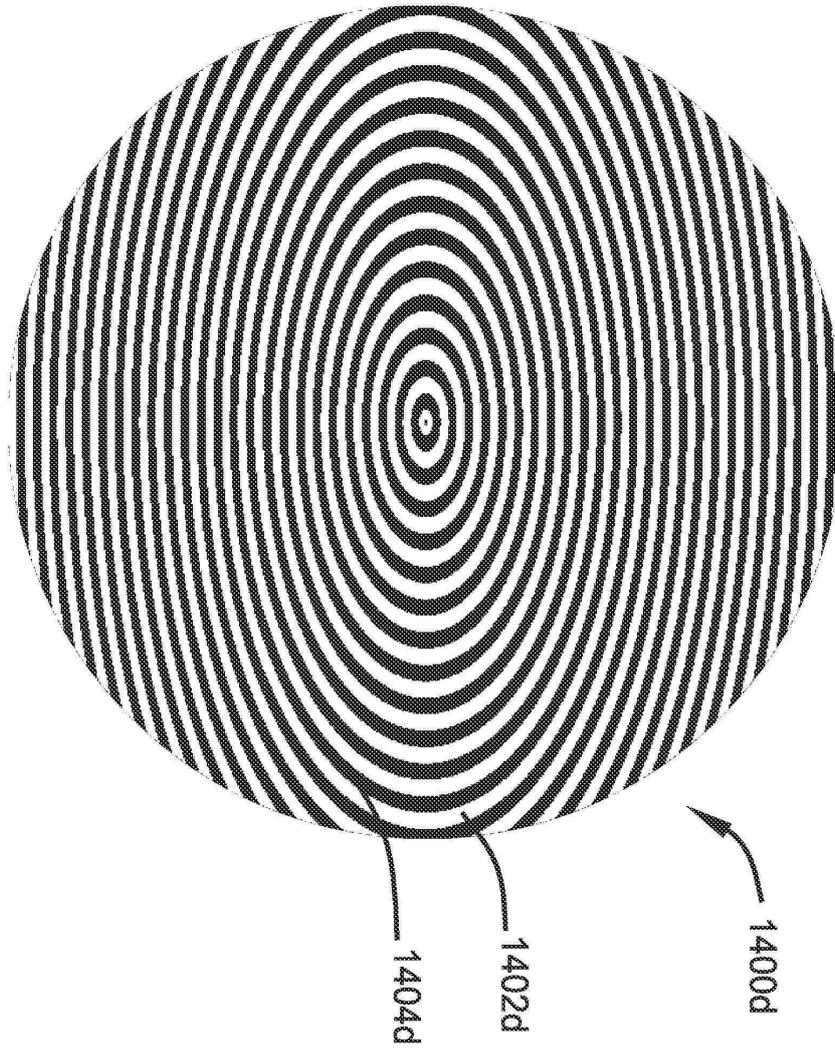
도면14b



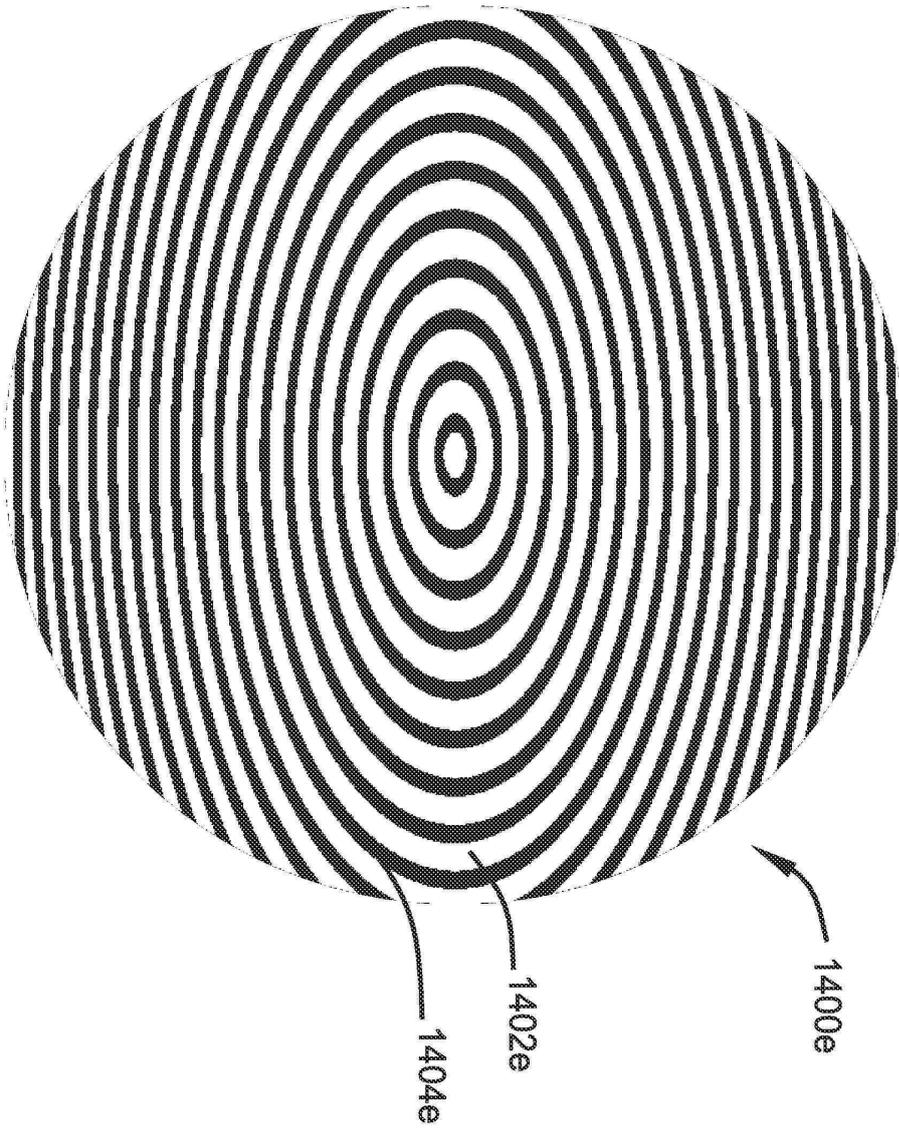
도면14c



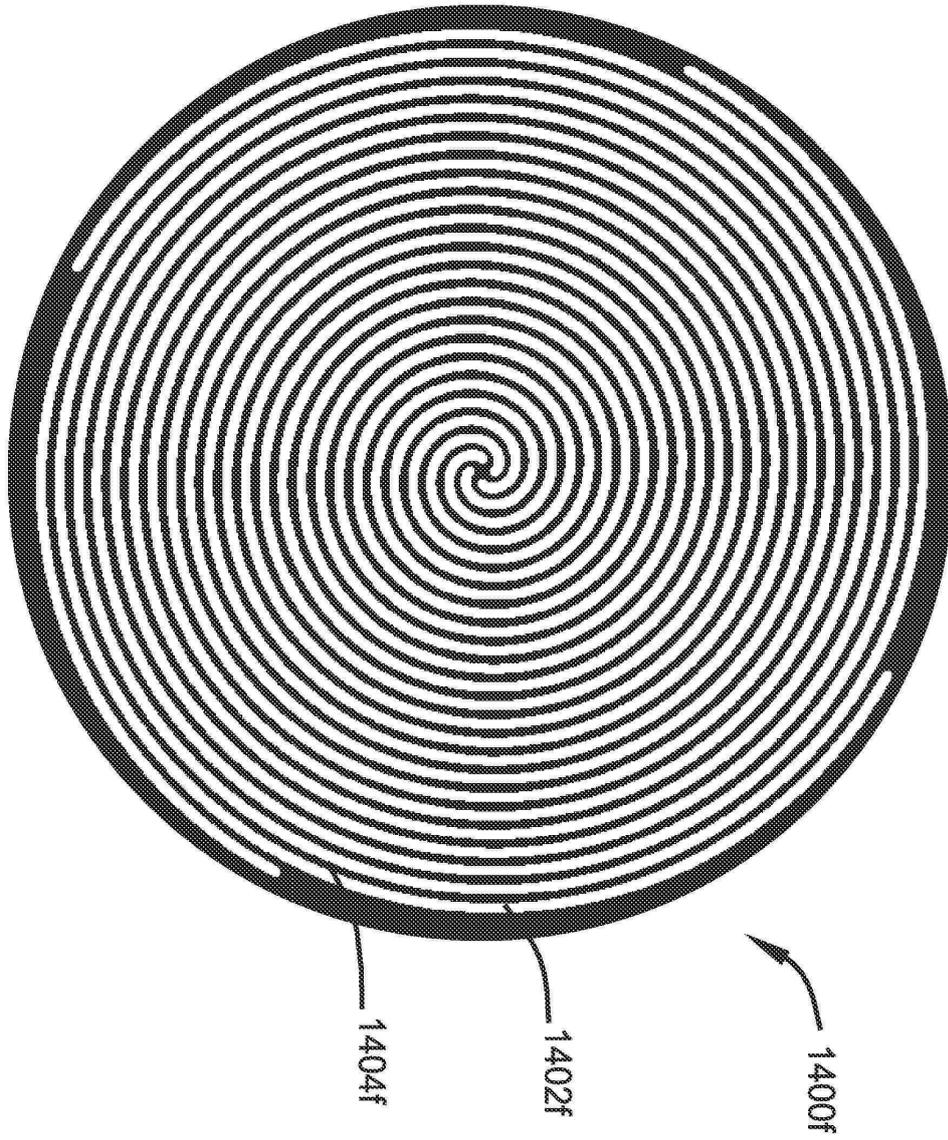
도면14d



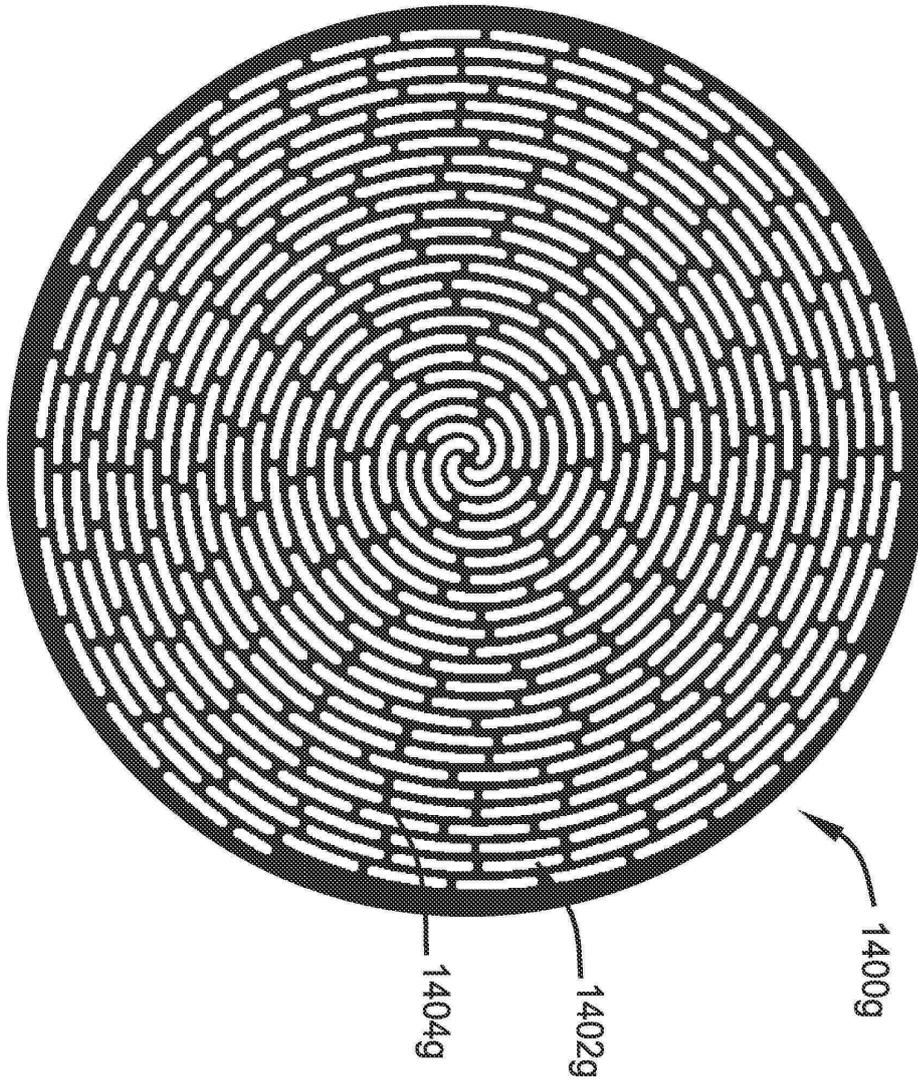
도면14e



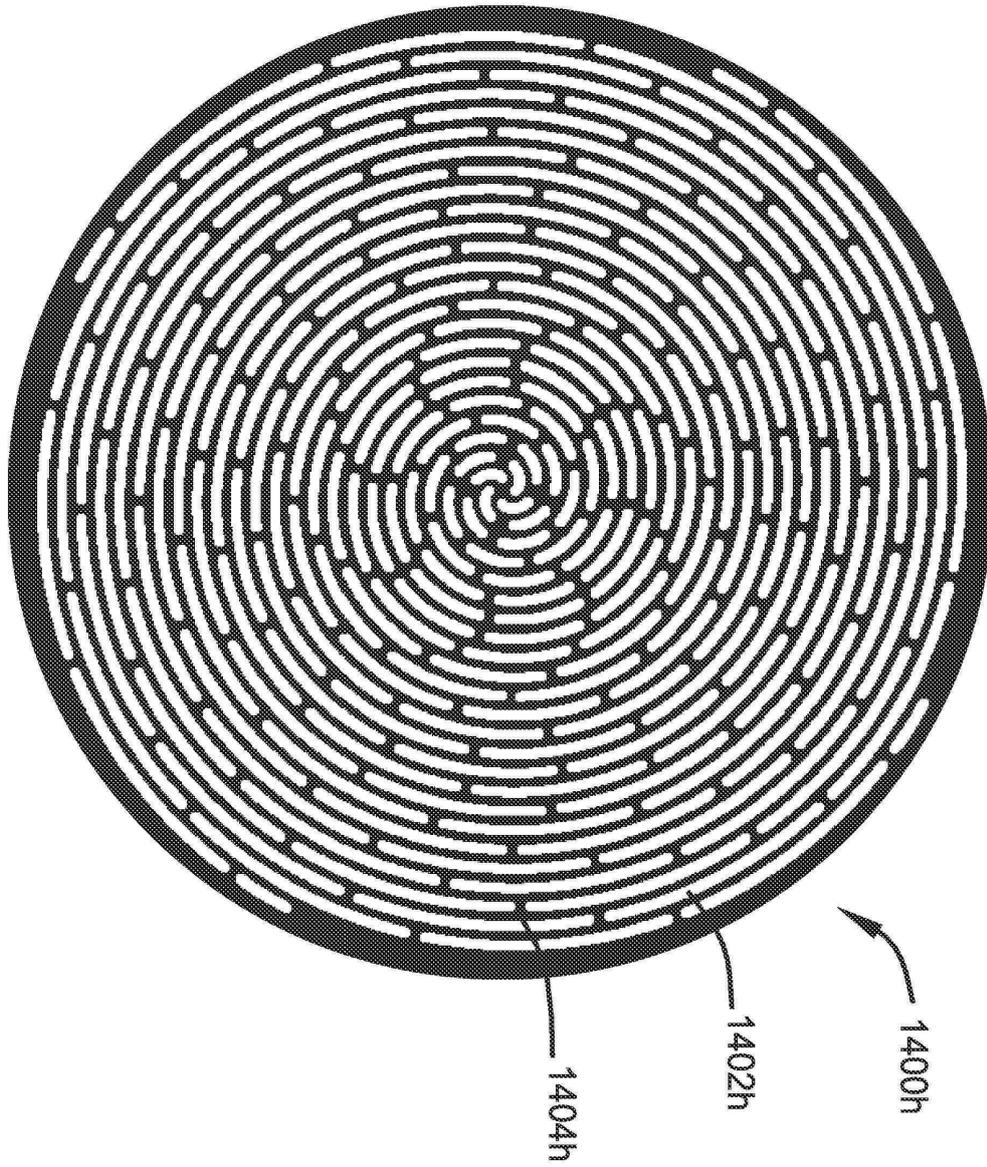
도면14f



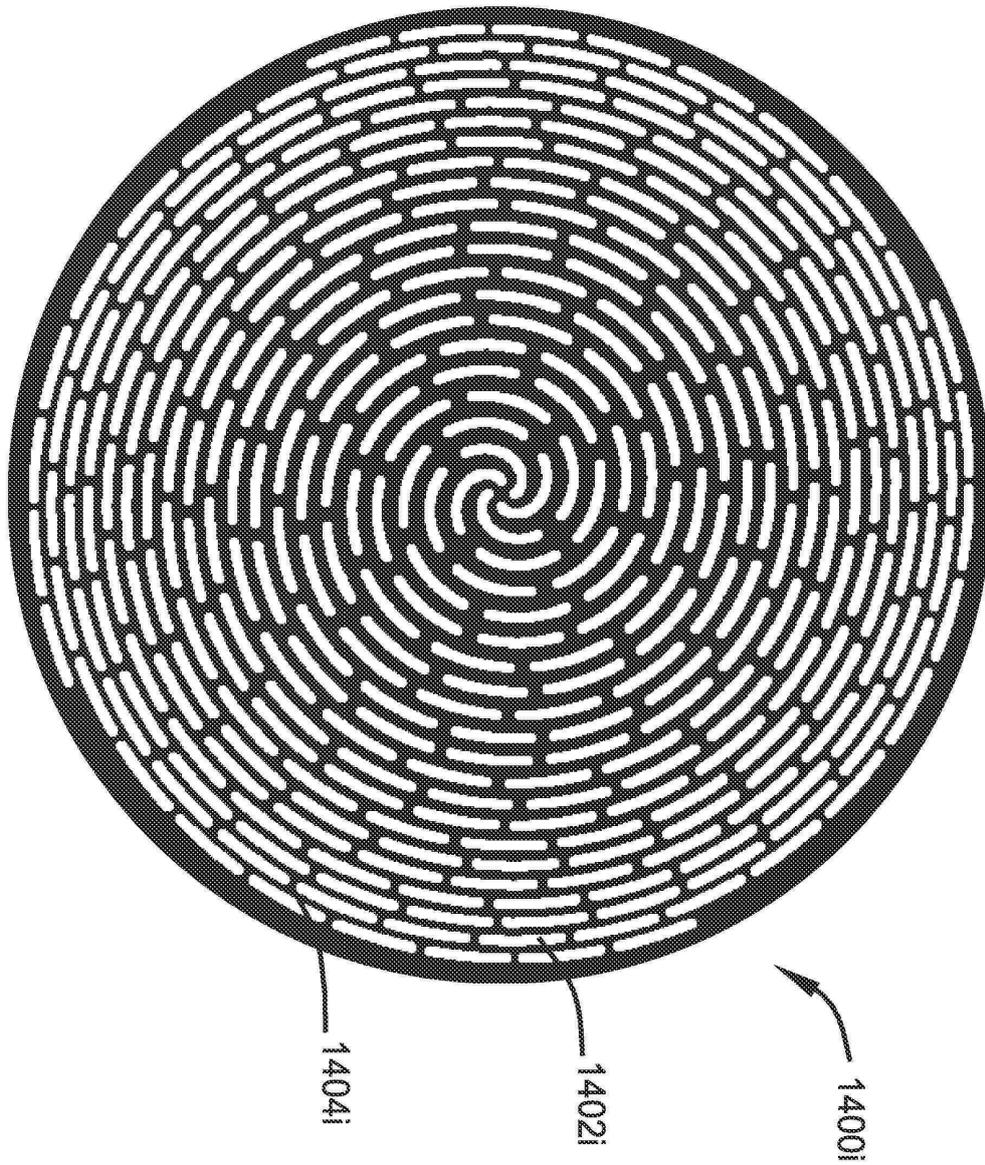
도면14g



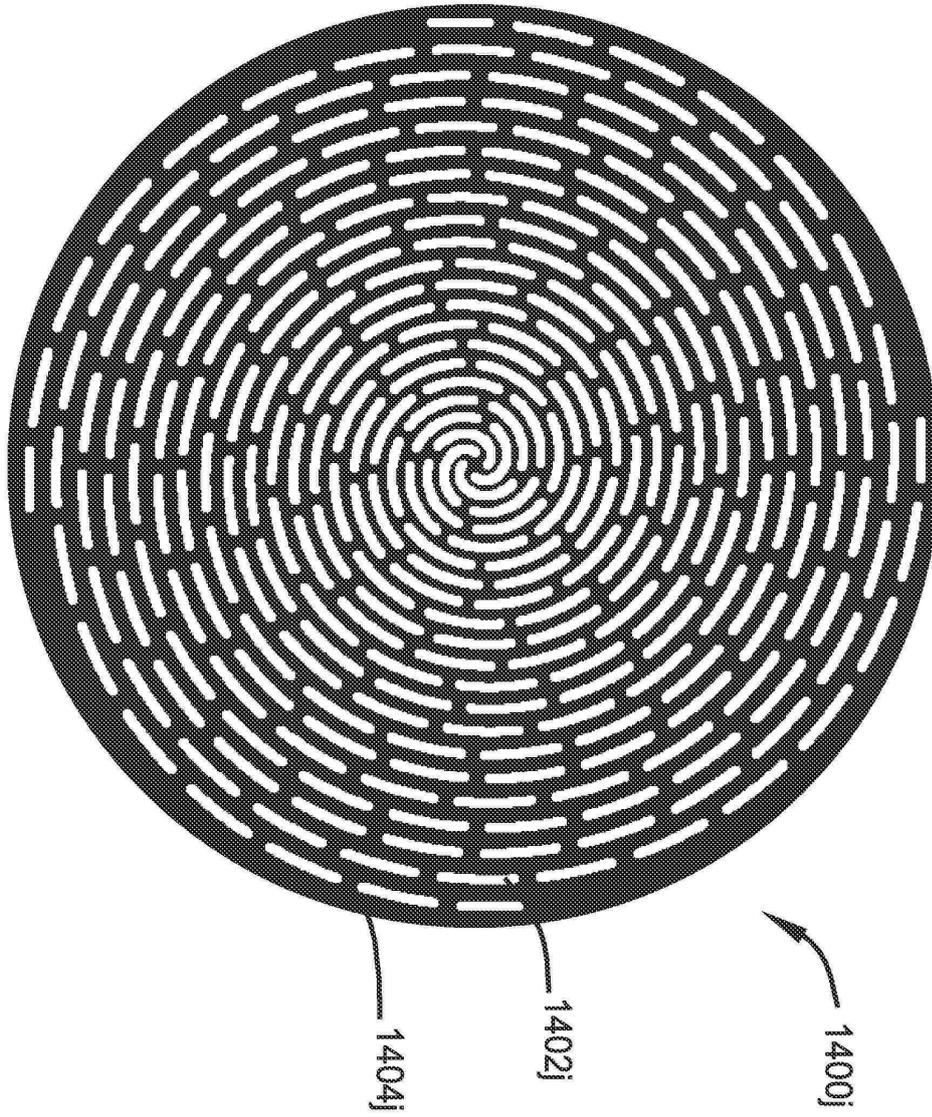
도면14h



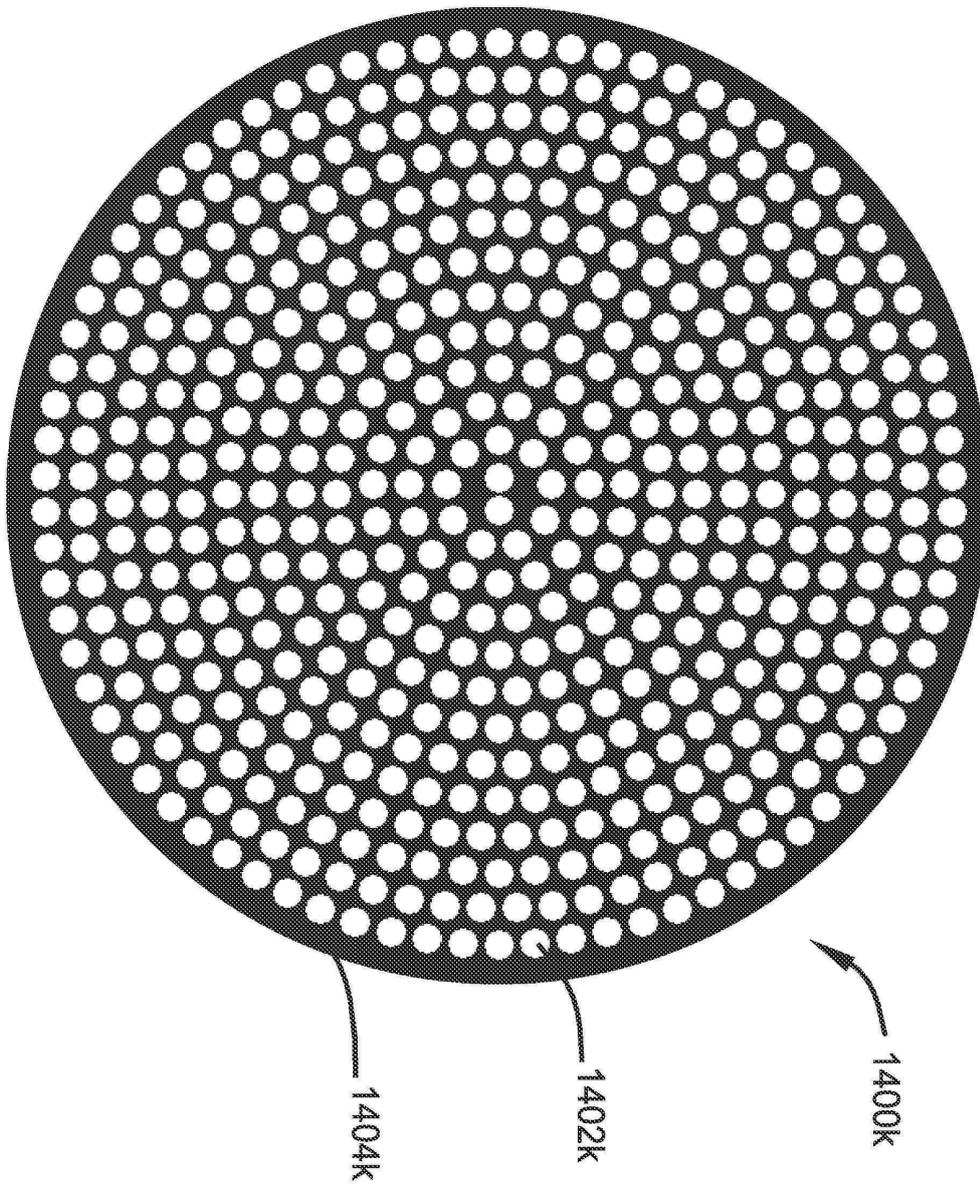
도면14i



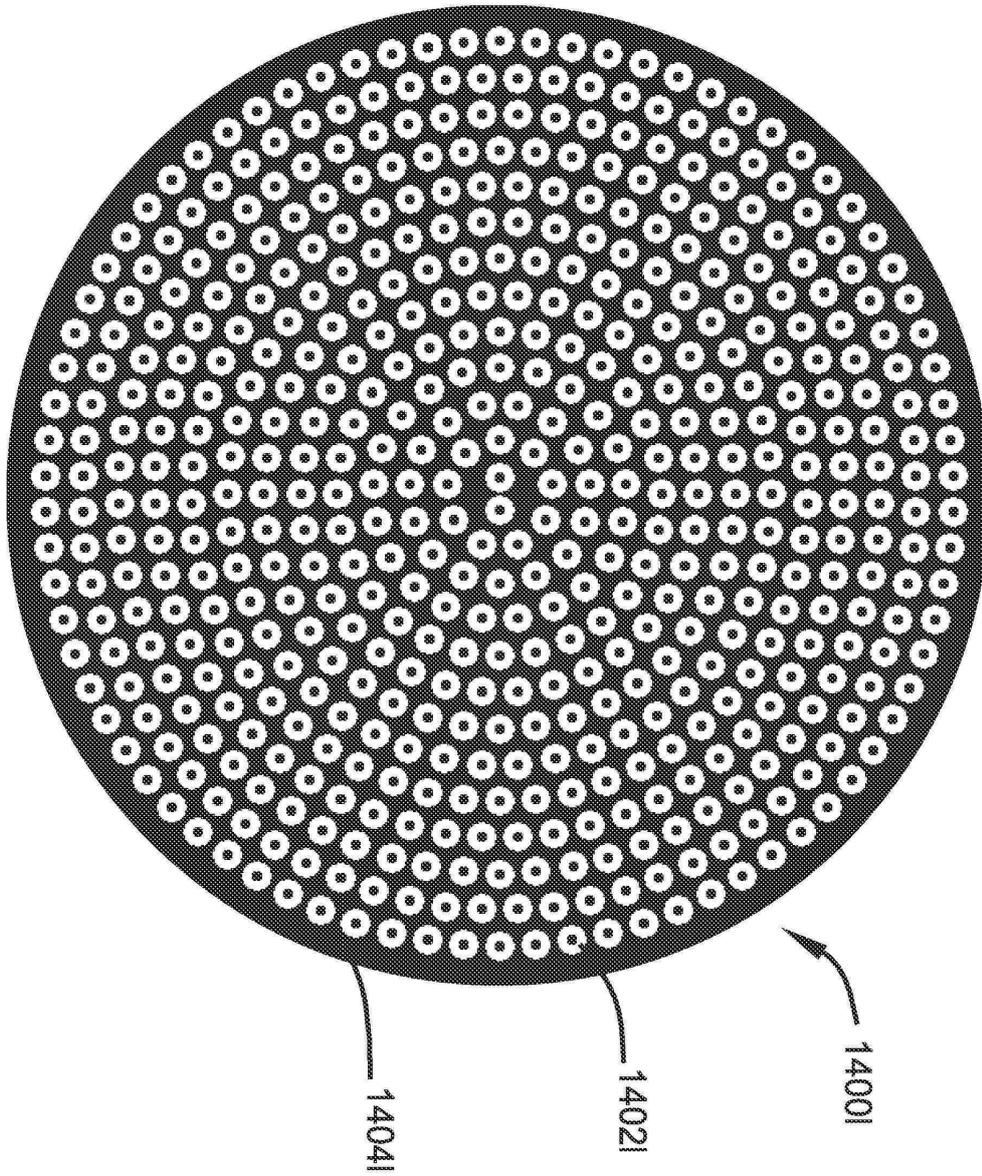
도면14j



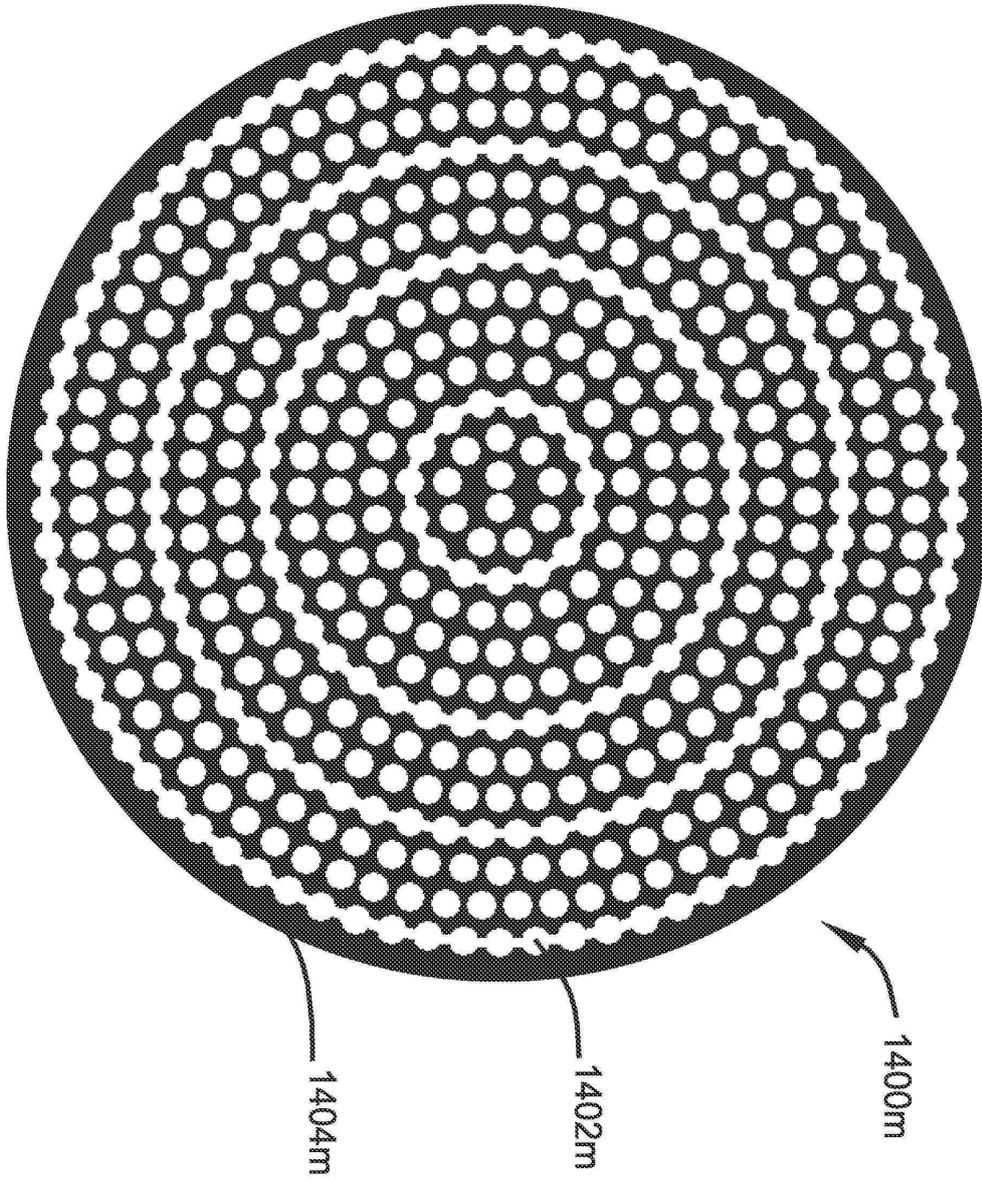
도면14k



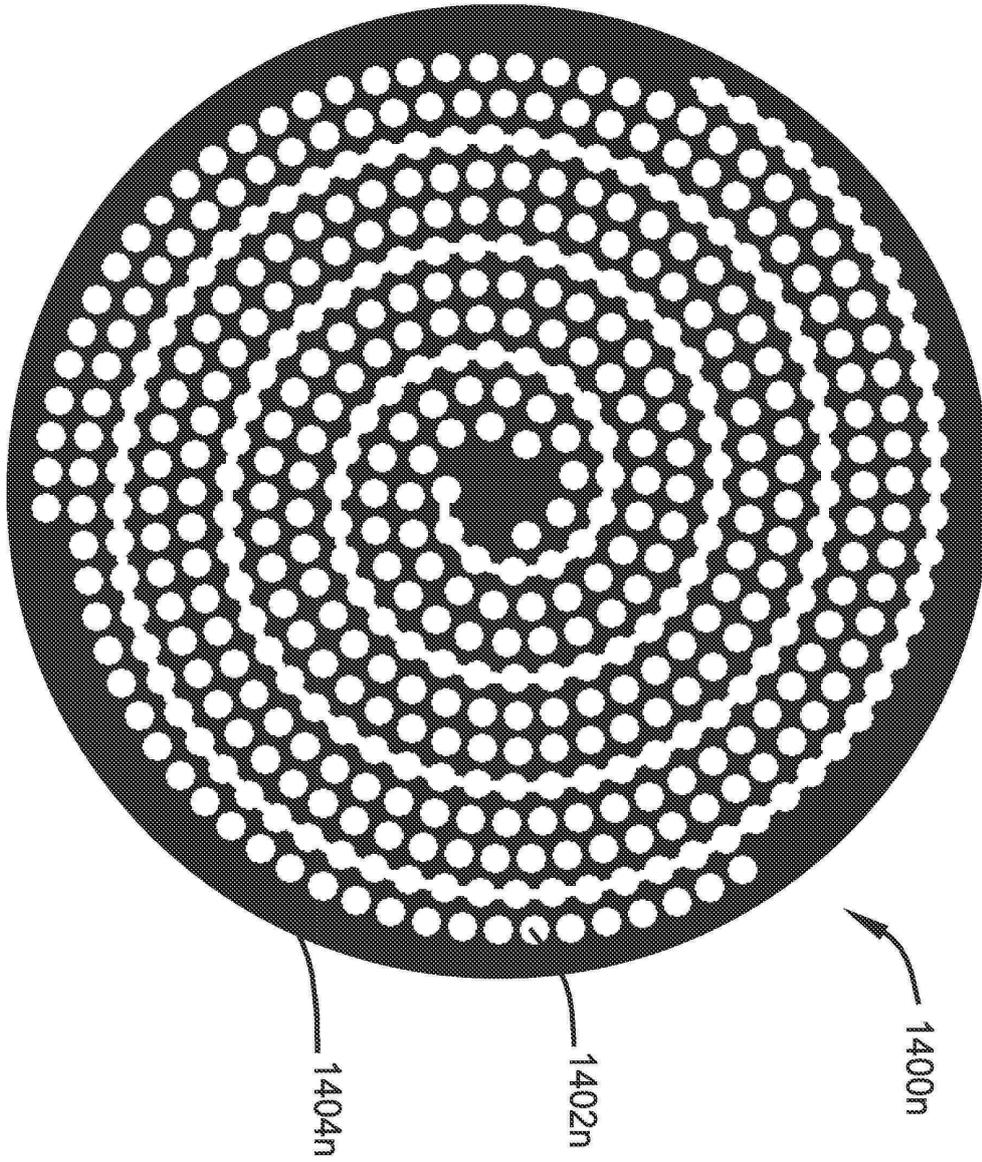
도면141



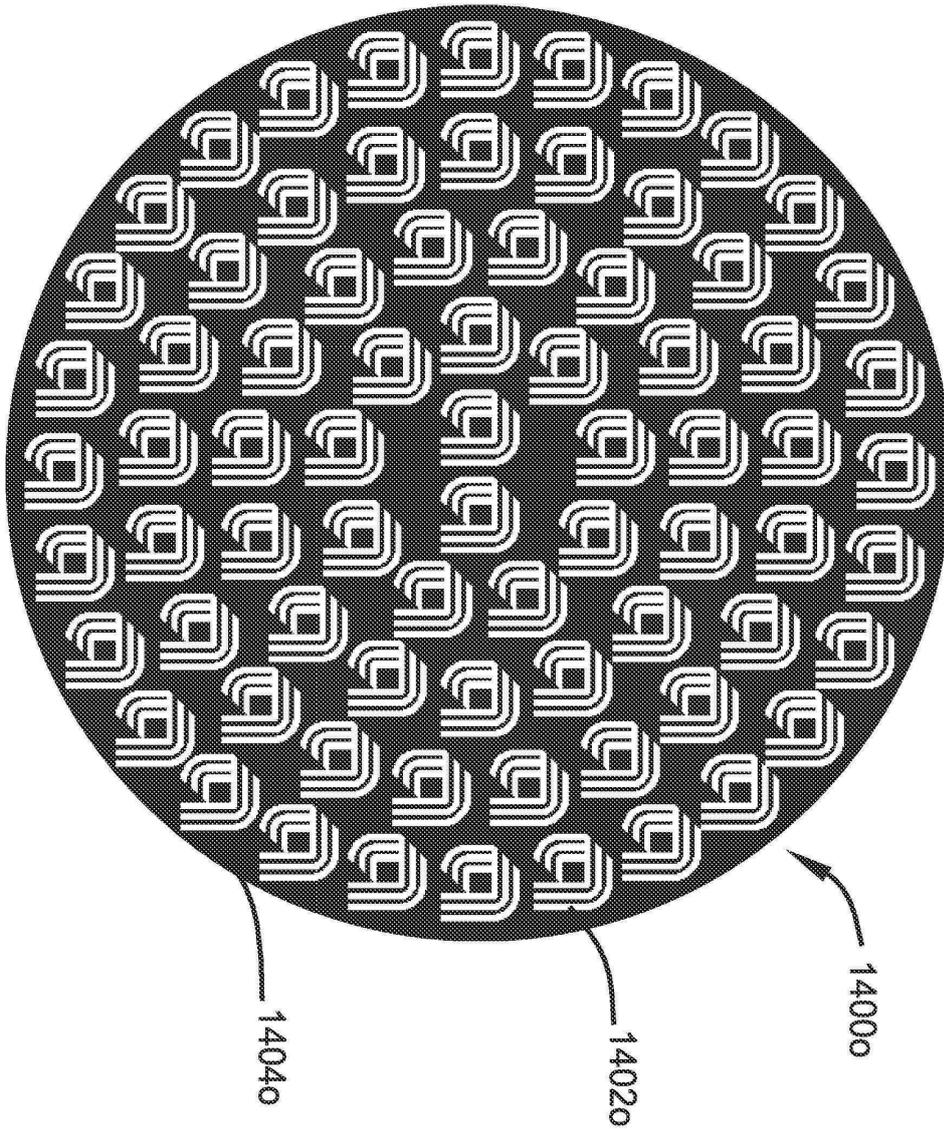
도면14m



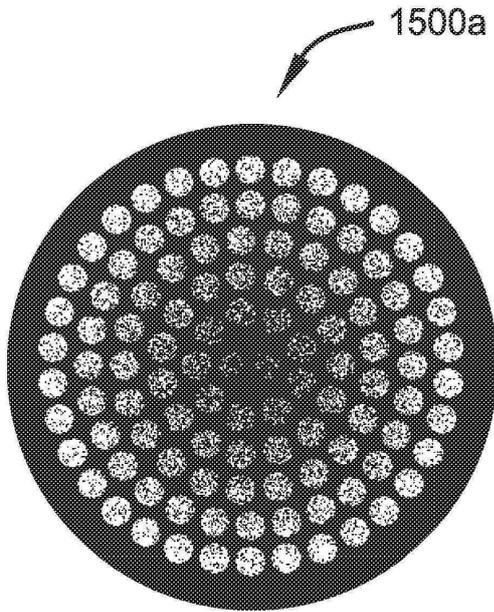
도면14n



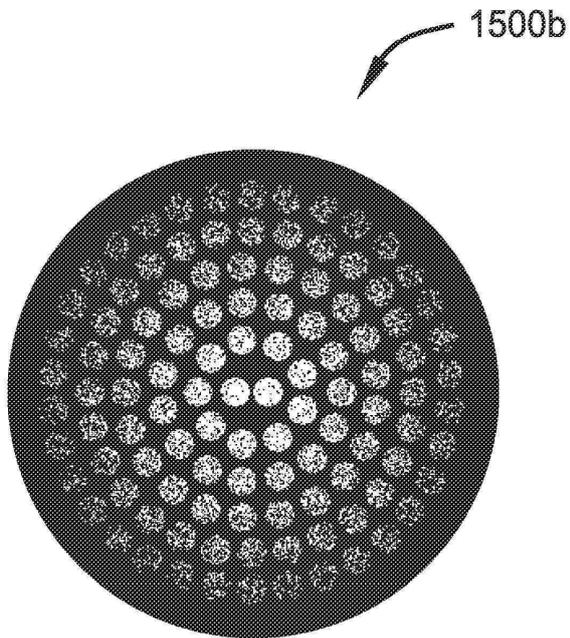
도면14o



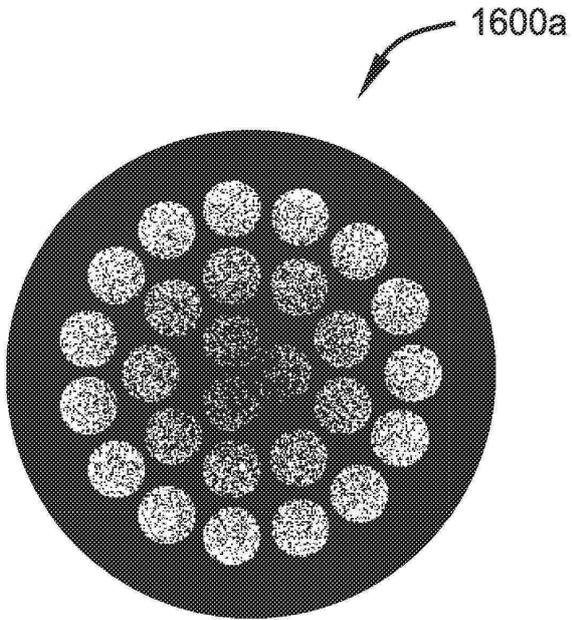
도면15a



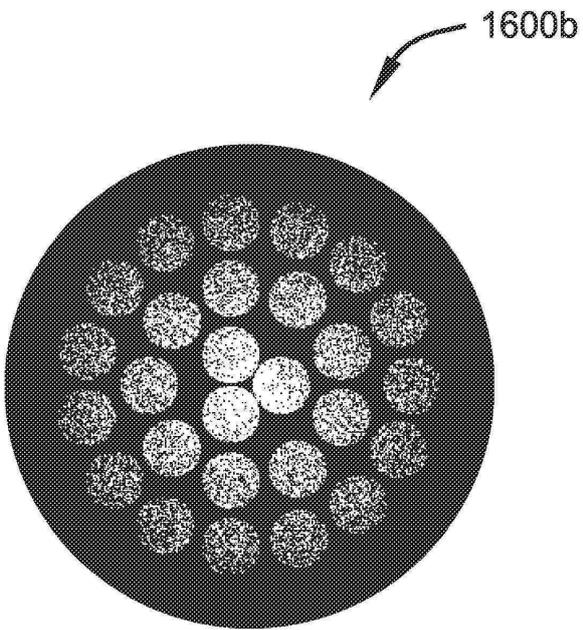
도면15b



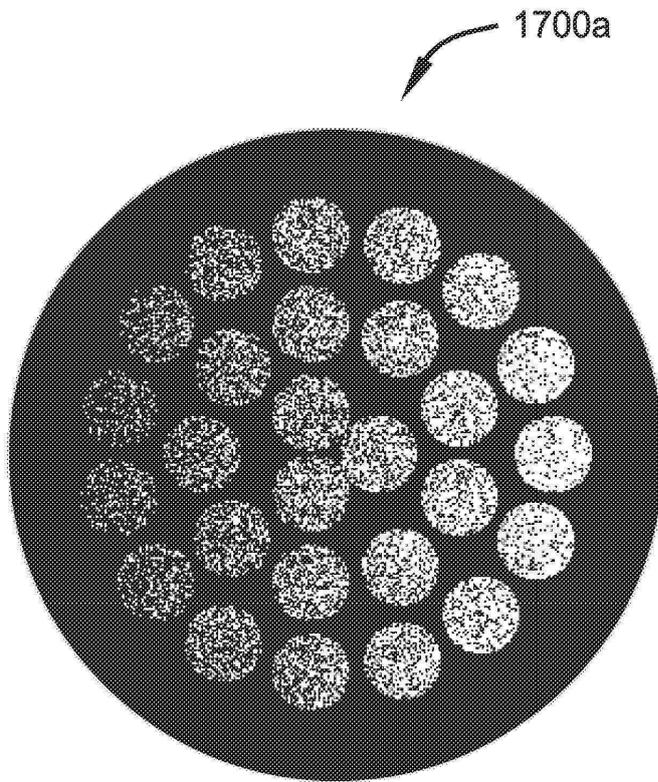
도면16a



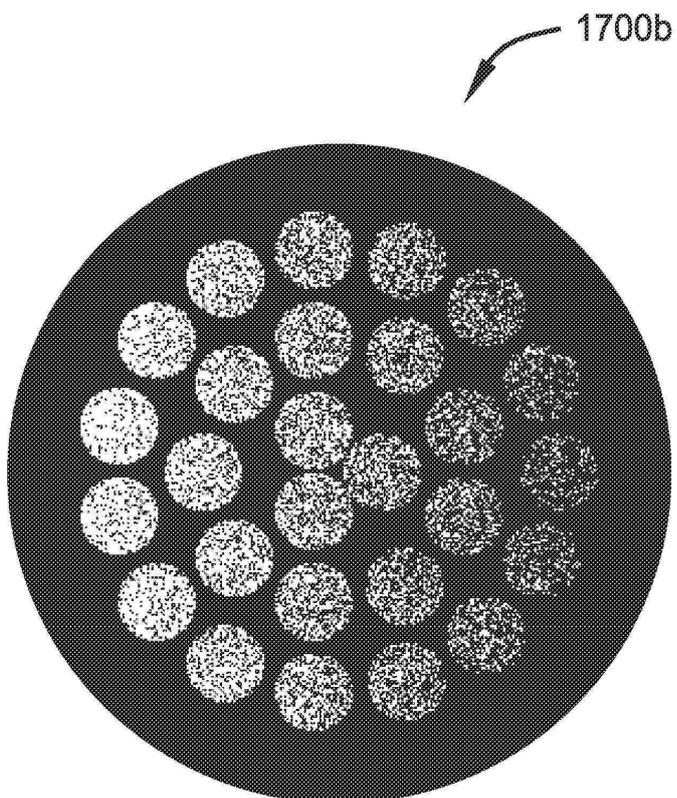
도면16b



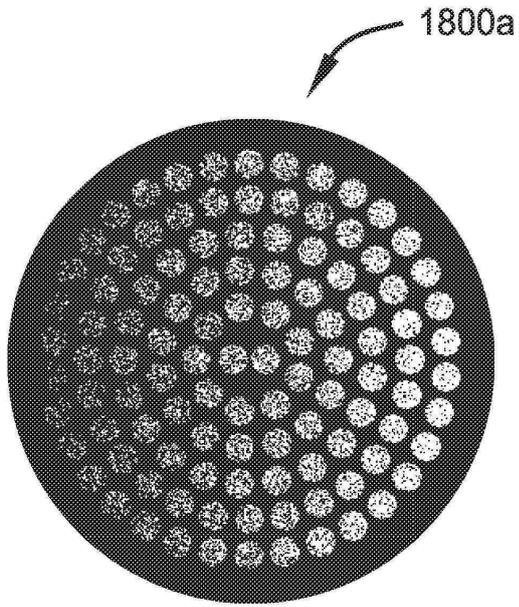
도면17a



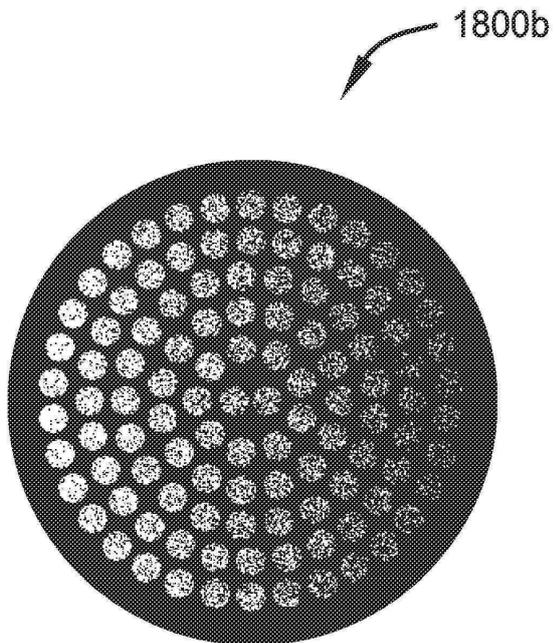
도면17b



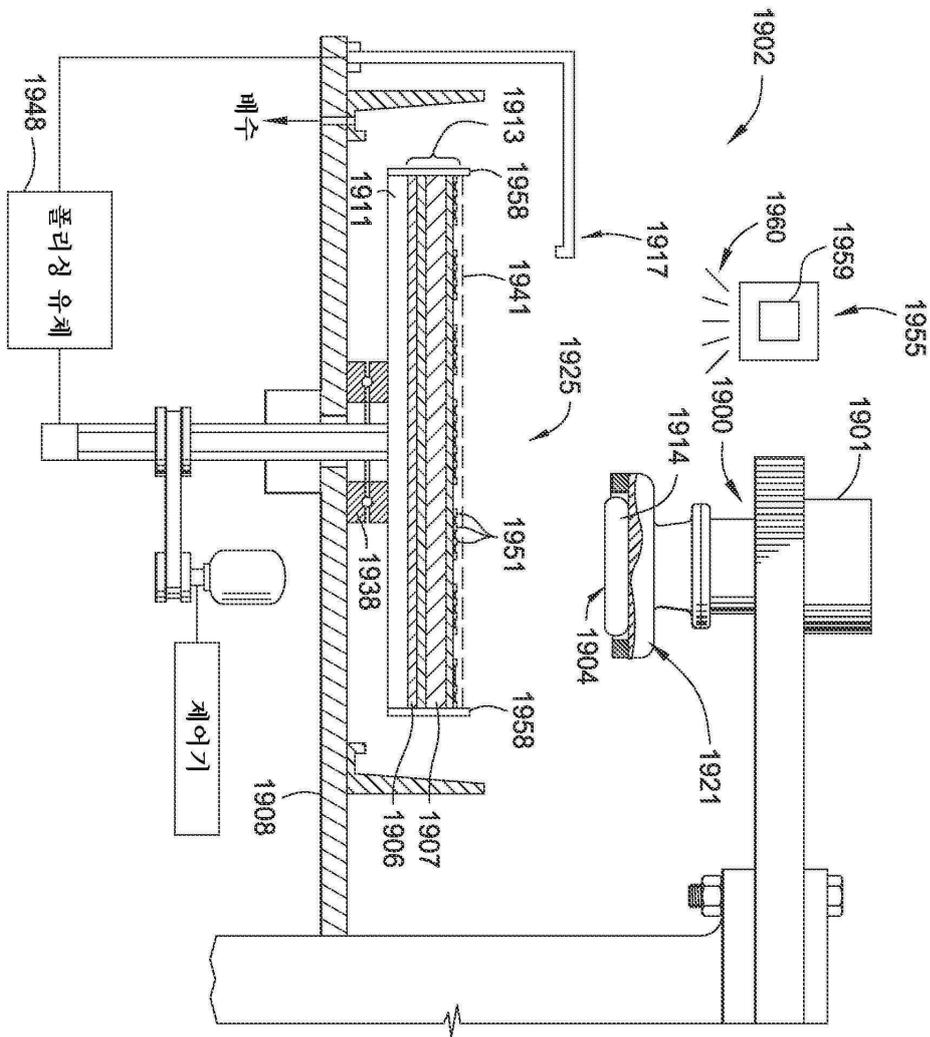
도면18a



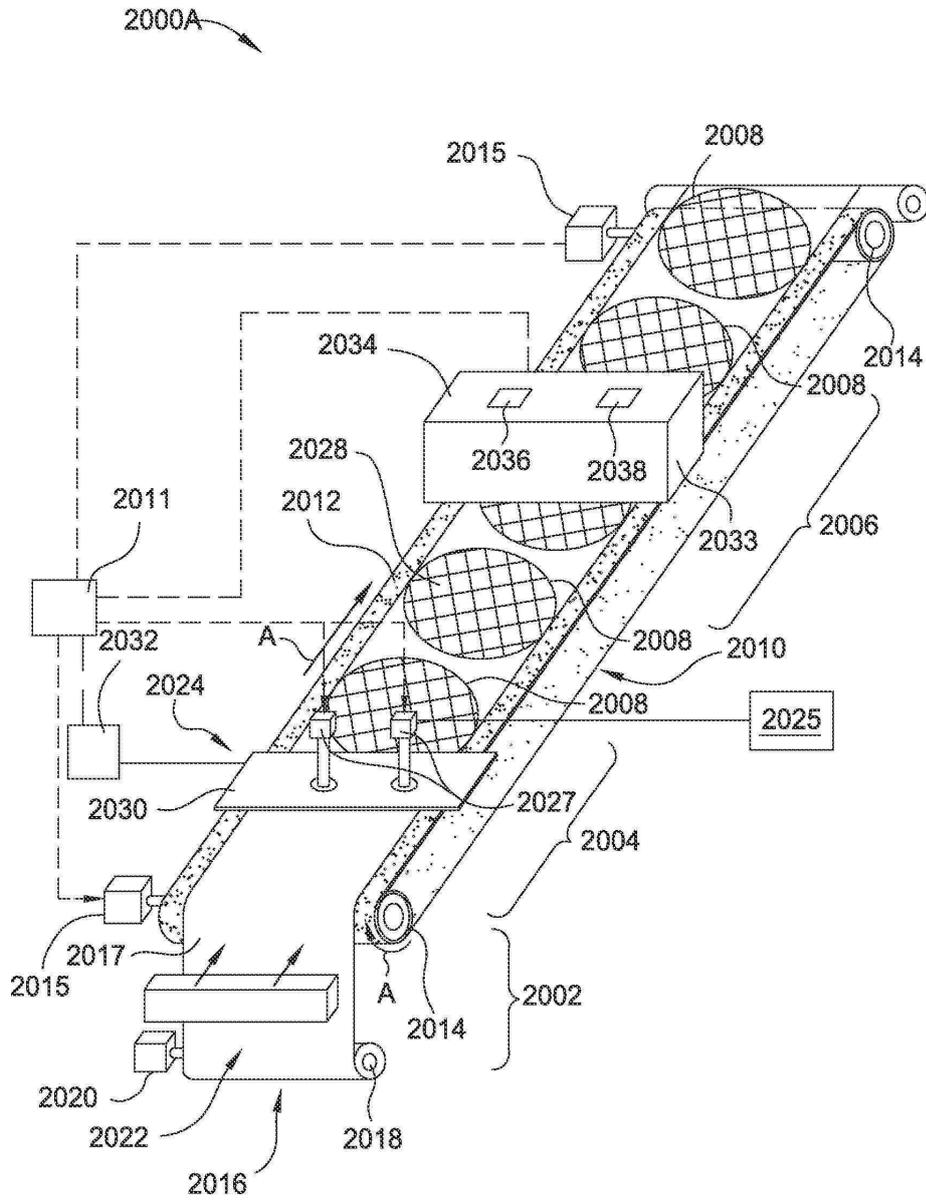
도면18b



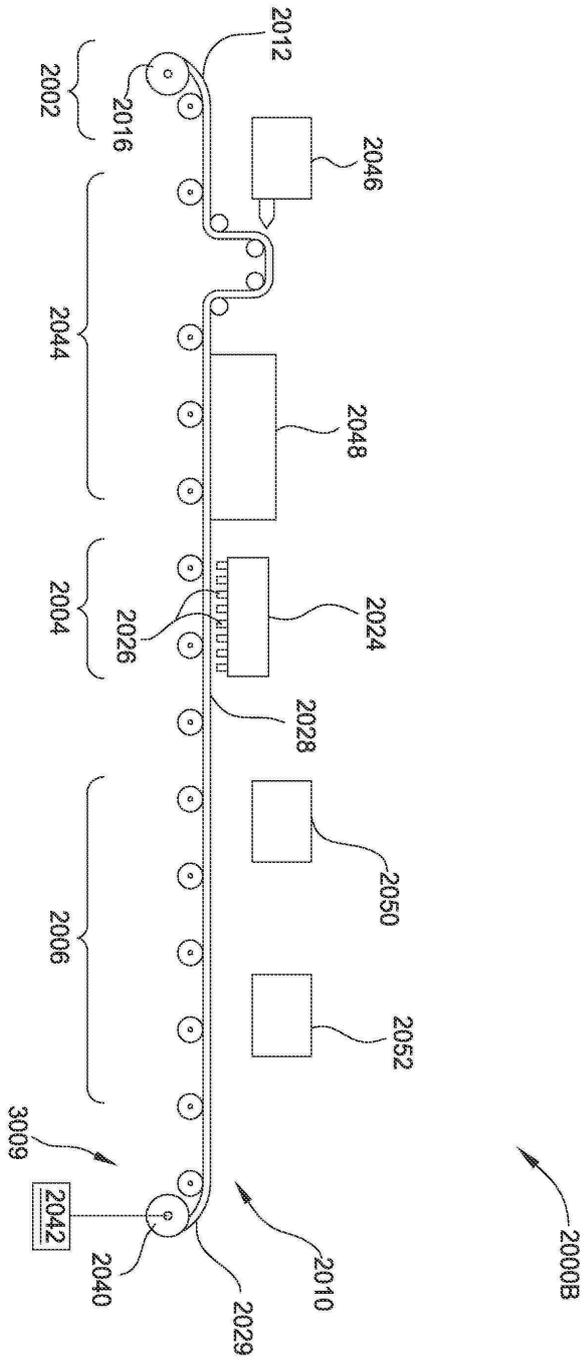
도면19



도면20a



도면20b



도면22

