



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월29일

(11) 등록번호 10-2608124

(24) 등록일자 2023년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 37/26 (2012.01) **B24B 37/16** (2012.01)
B24B 37/22 (2012.01)

(52) CPC특허분류
B24B 37/26 (2013.01)
B24B 37/16 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7004255

(22) 출원일자(국제) 2018년08월02일

심사청구일자 2021년07월29일

(85) 번역문제출일자 2020년02월13일

(65) 공개번호 10-2020-0037269

(43) 공개일자 2020년04월08일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2018/055815

(87) 국제공개번호 WO 2019/026021

국제공개일자 2019년02월07일

(30) 우선권주장

62/541,362 2017년08월04일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160142346 A*

WO2017062719 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

메이어 케네스 에이 피

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

설리반 존 제이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

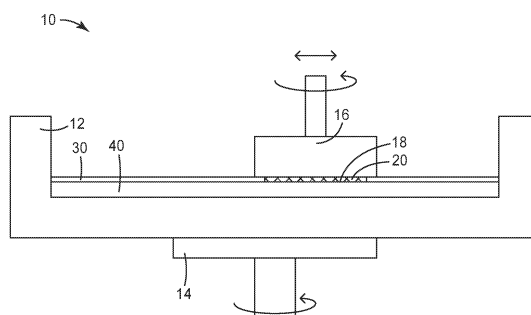
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 이길호

(54) 발명의 명칭 향상된 동일 평면성을 갖는 미세복제된 폴리싱 표면

(57) 요약

물품은 복수의 채널에 의해 분리된 복수의 융기된 셀을 포함하는 폴리싱 층을 포함한다. 복수의 융기된 셀 각각은 미세구조화된 작업 표면, 실질적으로 수직인 채널 표면, 및 작업 표면의 에지와 채널 표면의 상부 에지 사이의 오프셋 표면을 포함한다. 미세구조화된 작업 표면은 복수의 미세구조체를 포함한다. 복수의 미세구조체의 상부는 상부 평면을 한정하고 복수의 미세구조체의 기부는 기부 평면을 한정한다. 실질적으로 수직인 채널 표면은 복수의 채널의 채널의 벽을 한정하고 채널 표면은 채널 평면을 한정한다. 오프셋 표면은 변위된 재료의 비평면 부분을 포함한다. 변위된 재료는 기부 평면 아래에 있거나 상부 평면으로부터 허용오차 내에 있는 변위 평면을 한정한다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

B24B 37/22 (2013.01)

(72) 발명자

루엑 브라이언 더블유

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

레후 두이 케이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

무라디안 데이비드 제이.

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

슬라마 데이비드 에프

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

물품으로서,

복수의 채널에 의해 분리된 복수의 융기된 셀(raised cell)을 포함하는 폴리싱 층(polishing layer)을 포함하며, 복수의 융기된 셀 각각은,

복수의 미세구조체(microstructure)를 포함하는 미세구조화된 작업 표면(microstructured working surface) - 복수의 미세구조체의 상부는 상부 평면을 한정하고 복수의 미세구조체의 기부는 기부 평면을 한정함 -;

복수의 채널의 채널의 벽을 한정하는 수직인 채널 표면 - 채널 표면은 채널 평면을 한정함 -; 및

작업 표면의 에지와 채널 표면의 상부 에지 사이의 오프셋 표면(offset surface)을 포함하고,

오프셋 표면은 변위된 재료의 비평면 부분(nonplanar portion)을 포함하고, 변위된 재료의 피크(peak)는 작업 표면에 평행한 변위 평면을 한정하고,

변위 평면은 오프셋 표면 상에 있고, 기부 평면 아래에 있는, 물품.

청구항 2

제1항에 있어서,

폴리싱 층과는 상이한 열팽창 계수를 갖는, 폴리싱 층 아래의 제2 층을 추가로 포함하는, 물품.

청구항 3

시스템으로서,

기판(substrate)을 유지하도록 구성된 캐리어 조립체(carrier assembly);

제1항의 물품을 포함하는 폴리싱 패드;

폴리싱 패드에 결합된 플래튼(platen);

유체 성분 및 연마 성분을 포함하는 폴리싱 용액을 포함하며,

폴리싱 패드를 기판에 대해 이동시키도록 구성되는, 시스템.

청구항 4

방법으로서,

주 표면(major surface)을 갖는 기판을 제공하는 단계;

제1항의 물품을 포함하는 폴리싱 패드를 제공하는 단계;

유체 성분 및 연마 성분을 포함하는 폴리싱 용액을 제공하는 단계; 및

폴리싱 패드와 기판의 주 표면 사이에 상대 운동이 존재하는 동안 기판의 주 표면을 폴리싱 패드 및 폴리싱 용액과 접촉시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항의 물품의 작업 표면, 채널 표면, 및 오프셋 표면에 대응하는 구조화된 표면을 갖는, 미세복제 공구(microreplication tool).

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

- [0001] 화학적 기계적 폴리싱(CMP)은 표면의 토포그래피(topography)를 평활화하기 위한 공정이다. 폴리싱 패드가 고속으로 회전되고 물품이 폴리싱 패드의 표면에 대해 가압된다. 연마 슬러리가 폴리싱 패드와 물품 사이의 접촉 표면에 추가된다. 연마 슬러리는 물품과 접촉하고 물품으로부터 재료를 제거한다.
- [0002] CMP는 집적 회로의 제조에 사용될 수 있다. 예를 들어, 집적 회로의 제조 동안, 산화물 층이 리소그래피에 의해 생성된 트렌치(trench)를 가질 수 있고 구리 층이 트렌치를 충전하기 위해 산화물 층 상에 침착될 수 있다. CMP 공정은 집적 회로의 표면 상의 임의의 과량의 구리를 제거하여 산화물 층을 노출시키고 트렌치 내에 격리된 구리 와이어를 남길 수 있다. 훨씬 더 복잡한 집적 회로에서 반도체 제조가 더 작고 더 고밀도의 특징부로 이동함에 따라, 감소된 허용오차(tolerance)에서 더 많은 수의 평탄화 단계가 요구될 수 있다.

발명의 내용

- [0003] 본 개시의 실시예에 따르면, 물품은 폴리싱 층(polishing layer)을 포함한다. 폴리싱 층은 복수의 채널에 의해 분리된 복수의 융기된 셀(raised cell)을 포함한다. 복수의 융기된 셀 각각은 미세구조화된 작업 표면(microstructured working surface), 실질적으로 수직인 채널 표면, 및 작업 표면의 에지와 채널 표면의 상부 에지 사이의 오프셋 표면(offset surface)을 포함한다. 미세구조화된 작업 표면은 복수의 미세구조체(microstructure)를 포함한다. 복수의 미세구조체의 상부는 상부 평면을 한정하고 복수의 미세구조체의 기부는 기부 평면을 한정한다. 실질적으로 수직인 채널 표면은 복수의 채널의 채널의 벽을 한정하고 채널 표면은 채널 평면을 한정한다.
- [0004] 몇몇 예에서, 시스템은 기판(substrate)을 유지하도록 구성된 캐리어 조립체(carrier assembly), 전술된 물품을 포함하는 폴리싱 패드, 폴리싱 패드에 결합된 플레이트(platen), 및 유체 성분 및 연마 성분을 포함하는 폴리싱 용액을 포함한다. 시스템은 폴리싱 패드를 기판에 대해 이동시키도록 구성된다.
- [0005] 몇몇 예에서, 방법은 주 표면(major surface)을 갖는 기판, 전술된 물품을 포함하는 폴리싱 패드, 및 유체 성분 및 연마 성분을 포함하는 폴리싱 용액을 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 폴리싱 패드와 기판의 주 표면 사이에 상대 운동이 존재하는 동안 기판의 주 표면을 폴리싱 패드 및 폴리싱 용액과 접촉시키는 단계를 추가로 포함한다.
- [0006] 본 발명의 하나 이상의 실시예의 상세 사항이 첨부 도면 및 아래의 설명에서 기술된다. 본 발명의 다른 특징,

목적 및 이점이 설명 및 도면으로부터, 그리고 청구범위로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007]

도면에서의 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다. 점선은 선택적 또는 기능적 구성요소를 나타내는 반면, 파선은 보이지 않는 구성요소를 나타낸다.

도 1은 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 물품 및 방법을 이용하기 위한 예시적인 폴리싱 시스템의 개략도를 예시한다.

도 2는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 폴리싱 패드의 일부의 상면 사시도를 예시한다.

도 3a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 헤링본 패턴(herringbone pattern)으로 배열된 복수의 직선형 연속 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다.

도 3b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 크로스 해치 패턴(cross-hatch pattern)으로 배열된 복수의 직선형 연속 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다.

도 3c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 크로스 해치 패턴으로 배열된 복수의 만곡된 연속 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다.

도 3d는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 크로스 해치 패턴으로 배열된 복수의 직선형 불연속 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다.

도 4a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 사시도를 예시한다.

도 4b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 오프셋 체적(offset volume)을 갖는 예시적인 셀의 사시도를 예시한다.

도 4c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 오프셋 체적을 갖는 예시적인 셀의 측면도를 예시한다.

도 5a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5d는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5e는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5f는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 5g는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 예시적인 셀의 개략 단면도를 예시한다.

도 6a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 미세구조체를 갖는 표면 층의 부분의 개략 단면도를 예시한다.

도 6b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 미세구조체 및 공동(cavity)을 갖는 표면 층의 부분의 개략 단면도를 예시한다.

도 6c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 연마 입자를 포함하는 연마 복합체의 미세구조체를 갖는 표면 층의 부분의 개략 단면도를 예시한다.

도 6d는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 돌기(asperity) 및 세공(pore)을 포함하는 미세구조체를 갖는 셀의 작업 표면의 부분의 개략 단면도를 예시한다.

도 7은 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 기판을 폴리싱하기 위한 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 8a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 주사 전자 현미경 사진이다.

도 8b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 높이 맵(height map)이다.

도 8c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 도 8b의 셀의 높이 맵의 단면이다.

도 9a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 높이 맵이다.

도 9b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 접촉 면적의 시뮬레이션된 맵이다.

도 10a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 높이 맵이다.

도 10b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀의 접촉 면적의 시뮬레이션된 맵이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 화학적 기계적 폴리싱(CMP) 공정은 연마 슬러리를 물품의 표면에 대해 접촉시킴으로써 물품으로부터 재료를 제거할 수 있다. CMP 폴리싱 패드는 CMP 폴리싱 패드 상에 미세구조화된 표면을 생성하는 미세복제 기술을 사용하여 제조될 수 있다. 미세복제는 생산 공구 내에 중합체를 캐스팅하거나 성형함으로써 토포그래피 특징부가 마련되는 제조 기술을 포함할 수 있다. 이러한 미세복제 기술은 중합체를 변위시킴으로써 미세구조체를 생성할 수 있다. 예를 들어, 엠보싱에서, 중합체 용융물이 네거티브 주형(negative mold) 상으로 압출될 수 있다. 압력이 중합체 용융물에 가해져, 중합체 용융물을 미세구조체에 대응하는 네거티브 주형의 토포그래피 특징부 내로 강제할 수 있다. 예를 들어, 세공 또는 공동을 형성하도록 구성된 미세복제 공구는 재료를 변위시켜 세공 또는 공동을 형성할 수 있다. 중합체 용융물은 냉각되어 미세구조체를 갖는 고체 중합체 필름을 형성할 수 있다. 생산 공구로부터의 중합체의 제거 시, 일련의 토포그래피 특징부가 중합체의 표면 내에 존재한다.
- [0009] 미세복제 공정 동안 중합체가 변위될 때, 변위된 중합체는 폴리싱 패드 상에 불균일한 유효 폴리싱 표면을 생성하는 융기된 또는 침강된 구조체를 형성할 수 있다. 예를 들어, 위의 엠보싱 예에서, 트렌치를 형성하도록 구성된 미세복제 공구 내의 돌출부는 중합체가 트렌치를 생성하는 데 사용되는 공구 리지(ridge)를 따라 중합체 필름의 에지 및 모서리에서 응집되도록 충분한 중합체를 변위시켜, 에지 및 모서리가 돌출부의 에지에 대응하는 영역에서 융기되게 할 수 있다. 폴리싱 또는 사진 폴리싱 동안, 이러한 융기된 에지 및 모서리는 폴리싱 표면의 나머지 부분보다 먼저 또는 그보다 더 큰 정도로 마모되어서, 제거율을 낮추고 기관의 불균일한 폴리싱을 야기할 수 있는 불균일한 폴리싱 표면을 생성할 수 있다.
- [0010] 임의의 특정 이론으로 제한되지 않지만, 중합체의 응집에 대한 하나의 기여자는 미세복제 공구에서의 새그(sag)에 의해 야기되는 뒤틀림에 기인할 수 있는 것으로 이론화된다. 예를 들어, 원통형 롤은 하기의 식에서와 같이 미세복제 공구의 곡률에 의해 생성된 새그를 가질 수 있다:

$$SAG = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

- [0011]
- [0012] 위의 식에서, SAG는 공구의 새그를 나타내고, R은 공구의 반경을 나타내고, D는 다운툴 차원(downtool dimension)에서의 셀의 길이를 나타낸다. 150 mm 곡률 반경을 갖는 4.2 mm 렌즈의 경우, 새그는 약 15 마이크로미터일 수 있다. 결합에 있어서의 중합체의 응집에 대한 다른 기여자는 냉각 시의 중합체의 팽창 및/또는 수축에 기인할 수 있다.
- [0013] 중합체의 변위에 대한 다른 기여자는 2개 이상의 층들 사이의 열팽창 계수(CTE) 불일치에 기인할 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드는 폴리싱 층, 및 폴리싱 층과는 상이한 CTE를 갖는 서브패드(subpad) 또는 접착제 층과 같은 하나 이상의 2차 층을 가질 수 있다. 제조 동안, 폴리싱 패드의 폴리싱 층은 미세구조체가 그 상에 복제되고 후속하여 냉각되는 고온 중합체 용융물일 수 있다. 냉각 동안, 폴리싱 층은 2차 층과는 상이한 레이트로 수축하여, 중합체의 변위를 야기할 수 있다. 중합체는, CTE 불일치의 방향에 따라, 양의 변위 또는 피크(peak), 또는 음의 변위 또는 트로프(trough)를 형성함으로써 변위될 수 있다. 이러한 중합체 변위는 압출과 같은, 중합체를 직접 변위시키는 미세복제 방법뿐만 아니라, 압축 성형과 같은, 중합체를 직접 변위시키지 않는 미세복제 방법에 적용될 수 있다.
- [0014] 도 8a는 셀의 에지를 따른 과도한 중합체의 응집에 의해 야기된 결함을 갖는 예시적인 컨디셔닝된 셀을 예시하는 주사 전자 현미경 사진이다. 예시적인 컨디셔닝된 셀은 융기된 돌기 및 침강된 세공을 포함하는 미세구조체를 갖는다. 컨디셔닝 동안, 폴리싱 패드의 폴리싱 표면은 연삭되어 조도 또는 돌기 높이와 같은 특정 폴리싱 특성을 위한 융기된 돌기의 표면을 노출시킬 수 있다. 셀의 모서리에서의 과도한 중합체 결함은 결함 부근의 미세구조체가 융기되거나 침강되게 하며, 이는 컨디셔닝된 표면의 더 긴 컨디셔닝 기간 및 비-평면성을 야기한다. 도 8b는 융기된 결함을 포함하는 셀의 높이 맵인 반면, 도 8c는 도 8b의 셀의 높이 맵의 단면이다. 도 8b에서 볼 수 있는 바와 같이, 폴리싱 패드 상의 셀의 에지는 셀의 2개의 측부에서 융기된다. 이러한 융기된 에

지는 폴리싱 패드를 생성하는 데 사용된 미세복제 공구의 후단 에지(trailing edge)에 대응할 수 있으며, 여기서 재료가 결함을 형성할 가능성이 가장 크다. 도 8c에서 볼 수 있는 바와 같이, 에지에서의 폴리싱 패드의 높이는 폴리싱 패드의 나머지보다 상당히 더 높으며, 따라서 다른 돌기가 컨디셔닝되기 전에 에지에서의 돌기들 사이의 랜드(land)에 도달할 수 있다.

[0015] 본 개시는 폴리싱 패드의 유효 폴리싱 표면 상의 동일 평면성을 향상시키도록 구성된 특징부를 갖는 폴리싱 패드에 관한 것이다. 폴리싱 패드는 채널에 의해 분리된 복수의 폴리싱 셀을 포함할 수 있다. 폴리싱 셀은 작업 표면 및 작업 표면에 인접한 오프셋 체적을 가질 수 있다. 이러한 오프셋 체적은 폴리싱 패드의 미세복제 동안 또는 그 후에 변위되는 중합체를 위한 팽창 또는 수축 체적으로서의 역할을 할 수 있다. 결과적인 폴리싱 패드는 컨디셔닝 및 브레이크-인(break-in) 시간을 감소시키는 더 균일한 패드 두께를 가질 수 있으며, 이는 추가로 슬러리 소비를 감소시키고 패드 수명을 증가시킬 수 있다. 전술된 폴리싱 패드를 생산하도록 구성된 복제 공구는 정밀한 설계를 가질 수 있고, 폴리싱 패드를 제조하기 위한 유효 작업 표면의 일관된 복제를 생산할 수 있다.

[0016] CMP 공정은 본 명세서에서 논의되는 물품 및 기술을 사용하여 기관으로부터 재료를 제거할 수 있다. 도 1은 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 물품 및 방법을 이용하기 위한 예시적인 폴리싱 시스템(10)의 개략도를 예시한다. 시스템(10)은 플레튼(12), 구동 조립체(14), 캐리어 조립체(16), 기관(20), 폴리싱 용액(30), 및 폴리싱 패드(40)를 포함할 수 있다. 플레튼(12)은 폴리싱 패드(40)를 수용하고/하거나 고정하도록 구성될 수 있다. 구동 조립체(14)는 플레튼(12)에 결합되고, 플레튼(12) 및 이에 상응하여 폴리싱 패드(40)를 회전시키도록 구성될 수 있다. 캐리어 조립체(16)는 기관(20)에 결합되고, 기관(20)을 회전시키고, 폴리싱 패드(40)의 평면을 가로질러 기관(20)을 이동시키고, 기관(20)의 폴리싱 표면(18)에서 폴리싱 패드(40)에 대해 기관(20)을 가압하도록 구성될 수 있다. 폴리싱 용액(30)과 폴리싱 패드(40)는, 단독으로 또는 조합하여, 폴리싱 표면(18)에서 기관(20)의 재료를 제거할 수 있다.

[0017] 원형의 단면(single-sided) 폴리싱 시스템(10)이 전술되었지만, 다른 폴리싱 시스템이 사용될 수 있다. 예를 들어, 양면(double-sided) 폴리셔에서와 같이, 하나 초과와 폴리싱 패드가 기관과 접촉할 수 있다. 다른 예시적인 시스템은 진동 폴리셔, 양면 폴리셔 등을 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

[0018] 기관은 그에 대해 폴리싱 및/또는 평탄화가 바람직한 임의의 기관일 수 있다. 예를 들어, 기관은 금속, 금속 합금, 금속 산화물, 세라믹, 중합체 등일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 본 개시의 방법은 초경질 기관, 예를 들어 사파이어, 규소, 탄화규소, 석영, 규산염 유리 등을 폴리싱하는 데 특히 유용할 수 있다. 기관은 폴리싱될 하나 이상의 표면을 포함할 수 있다.

[0019] 폴리싱 패드(40)는 감소된 재료 변위 결함을 갖는 균일한 폴리싱 표면을 제공하는 복수의 셀 및 채널로 구성된 폴리싱 층을 포함할 수 있다. 도 2는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 폴리싱 패드(40)의 폴리싱 층(46)의 상면 사시도를 예시한다. 폴리싱 층(46)은 복수의 채널(42)에 의해 분리된 복수의 융기된 셀(50)을 포함할 수 있다. 복수의 셀(50)의 각각의 셀은 미세구조화된 작업 표면(44)을 포함할 수 있다. 작업 표면(44)은 폴리싱되는 기관의 표면에 인접하고 그와 적어도 부분적으로 접촉할 폴리싱 층(46)의 표면을 나타낼 수 있다. 크기 때문에 명시적으로 도시되어 있지 않지만, 각각의 미세구조화된 작업 표면(44)은, 도 5a 내지 도 5d에서 추가로 묘사될 바와 같이, 작업 표면(44)으로부터 연장되는 복수의 미세구조체를 포함할 수 있다.

[0020] 복수의 셀(50)은 기관으로부터 재료를 제거하고, 폴리싱 패드(40)의 수명에 걸쳐 폴리싱 패드(40)를 위한 실질적으로 일관된 작업 표면(44)을 제공하도록 구성될 수 있다. 실질적으로 일관된 작업 표면은 실질적으로 균일한 평면을 갖는 폴리싱 표면일 수 있으며, 따라서 폴리싱 패드(40) 상의 균일한 압력은 폴리싱 동안 기관 상에 큰 국소 압력 변조를 생성하지 않는다. 복수의 셀(50)은, 아래의 도 3a 및 도 3b에서 더 상세히 묘사될 바와 같이, 셀의 폴리싱 수명 내내 각자의 셀의 작업 표면(44) 아래에 제조 결함을 수용하기 위한 오프셋 체적을 제공함으로써 제조 결함의 부정적 표면 효과를 감소시키도록 구성될 수 있다. 복수의 셀(50)은 폴리싱 층(46)의 표면의 일부 또는 전부에 걸쳐 분포될 수 있다. 복수의 셀(50)의 셀들 사이의 공간은 복수의 채널(42)의 채널을 형성할 수 있다.

[0021] 복수의 셀(50)은 다양한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 복수의 셀(50)은 돌출부 마모, 압력 프로파일, 지탱 면적, 채널 체적, 표면적, 채널 면적, 광학 슬러리 유동, 셀 높이 등과 같은 다양한 인자를 위해 구성된 형상 및 크기를 가질 수 있다. 복수의 셀의 형상은 다각형, 예를 들어 직사각형 및 삼각형; 둥근 형상, 예를 들어 원형 및 타원형; 및 반복 패턴에 의해 형성될 수 있는 다른 형상을 포함할 수 있지만, 이로 제한되지 않는다. 몇몇 예에서, 셀(50)은 셀 높이, 셀 폭, 및 셀 길이를 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 셀 길이 또는 직경은 100 μm 내

지 1 cm의 범위일 수 있고, 셀 폭 또는 직경은 100 μm 내지 1 cm의 범위일 수 있다. 몇몇 예에서, 셀 높이는 폴리싱 패드(40)의 수명 내내 각자의 셀 각각 상에 미세구조화된 작업 표면(44)을 수용하도록 선택되어, 각각의 셀이 미세구조체를 포함하고 폴리싱 패드(40)를 위한 원하는 마모량을 제공하기에 충분히 두꺼울 수 있다. 몇몇 예에서, 셀 높이는 복수의 채널의 하나 이상의 채널 벽을 수용하도록 구성되어, 복수의 채널의 각각의 채널은 폴리싱 슬러리를 원하는 레이트로 수용 및 이송하기에 충분한 높이를 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 셀 높이는 복수의 셀(50)이 폴리싱 동안 충분히 이동할 수 있게 하도록 구성될 수 있으며, 따라서 폴리싱력은 이동하지 않을 수 있는 셀보다 접촉 표면에 걸친 더 정규화된 힘 분포를 가질 수 있다. 예를 들어, 더 큰 셀 높이는 폴리싱 패드가 더 많은 가요성 및 뒤튤럼을 가질 수 있게 할 수 있으며, 이는 더 균일한 폴리싱 표면을 생성할 수 있다. 몇몇 예에서, 셀 높이는 10 μm 내지 1 mm의 범위일 수 있다.

[0022] 복수의 채널(42)은 폴리싱 동안 폴리싱 슬러리를 수용 및 이송하도록 구성될 수 있다. 복수의 채널(42)은 폴리싱 유체의 원하는 유체 유동 특성, 예컨대 유량, 소비된 연마제 제거, 재료 제거 등에 따라 구불구불한 경로를 따라 폴리싱 유체를 안내하도록 구성된 형상 및 패턴을 가질 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 유체를 보전하기 위해 폴리싱 패드(40)로부터의 폴리싱 유체의 유동을 감소시키는 것이 요구될 수 있다. 복수의 채널은 폴리싱 유체를 위한 구불구불한 경로를 생성하도록 구성될 수 있으며, 따라서 폴리싱 유체 보유 시간이 증가된다. 다른 예에서, 폴리싱 패드(40)의 폴리싱 표면으로부터의, 소비된 폴리싱 유체 및/또는 제거된 폴리싱 패드 또는 기판 재료의 유동을 증가시키는 것이 요구될 수 있다. 복수의 채널은 폴리싱 용액의 유동 속도를 감소시키고/시키거나 폴리싱 용액이 작업 표면(44)으로 역류할 수 있게 하도록 구성될 수 있다. 복수의 채널(42)은 개선된 폴리싱 용액 분포 및 폴리싱 층 가요성을 제공할 뿐만 아니라 폴리싱 패드로부터의 부스러기(swarf) 제거를 용이하게 할 수 있다.

[0023] 복수의 채널(42)은 채널 폭 및 채널 높이에 있어서의 변화를 포함한 다양한 크기를 가질 수 있다. 복수의 채널(42)의 높이 및 폭은 폴리싱 패드 속도, 폴리싱 용액 점도, 폴리싱 용액 연마제 크기, 및 폴리싱 표면 접촉, 폴리싱 유체 이송 등에 영향을 미치는 다른 인자를 포함한 다양한 인자에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 복수의 채널(42)의 폭은, 특정 폴리싱 패드 속도 및 폴리싱 유체 점도에 대해, 폴리싱 유체가 폴리싱 표면으로 적절하게 이송될 수 있도록 선택될 수 있다. 몇몇 예에서, 채널 폭은 약 100 μm 내지 약 20 mm의 범위일 수 있다. 몇몇 예에서, 채널 높이는 약 50 μm 내지 약 15 mm의 범위이거나, 셀의 높이까지일 수 있다.

[0024] 복수의 셀(50)과 복수의 채널(42)은 상부 주 표면(44) 상에 패턴을 형성할 수 있다. 패턴은 폴리싱 패드 속도, 폴리싱 유형(예컨대 회전형 또는 선형), 및 폴리싱 동안 폴리싱 표면 접촉 및/또는 폴리싱 용액 이송에 영향을 미치는 다른 인자를 포함한 다양한 인자에 기초하여 선택될 수 있다. 몇몇 예에서, 복수의 셀(50)은 대칭 패턴을 형성하도록 상부 주 표면(44)에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있는 반면, 몇몇 예에서, 복수의 셀(50)은 비대칭 패턴을 갖거나 패턴을 갖지 않을 수 있다. 몇몇 예에서, 복수의 셀(50)과 복수의 채널(42)의 패턴은 복수의 채널(42) 내에서의 유체 보유 시간이 증가되도록 채널의 경로를 생성하도록 구성된다. 몇몇 예에서, 도 2의 예에 예시된 바와 같이, 패턴은 헤링본 패턴이다.

[0025] 도 3a 내지 도 3d는 다양한 패턴의 복수의 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다. 도 3a는 헤링본 패턴으로 배열된 복수의 직선형 불연속 채널(42A)을 갖는 폴리싱 층(46A)의 다이어그램이다. 헤링본 패턴은 하드 스톱(hard stop) 및 방향의 변화를 포함하는 구불구불한 경로를 갖는다. 도 3b는 크로스 해치 패턴으로 배열된 복수의 직선형 연속 채널(42B)을 갖는 폴리싱 층(46B)의 다이어그램이다. 크로스 해치 패턴은 도 3a의 헤링본 패턴처럼 구불구불한 경로를 갖지 않을 수 있지만, 그것은 미세복제 공구를 사용하여 제조하기가 더 간단할 수 있다. 도 3c는 크로스 해치 패턴으로 배열된 복수의 만곡된 연속 채널(42C)을 갖는 폴리싱 층(46C)의 다이어그램이다. 복수의 만곡된 연속 채널(42C)은 연속적인 사인파형 미세복제 공구로부터의 미세복제를 허용하면서 더 구불구불한 경로를 생성할 수 있다. 도 3d는 크로스 해치 패턴으로 배열된 복수의 직선형 불연속 채널을 갖는 폴리싱 층의 다이어그램이다.

[0026] 다시 도 2를 참조하면, 폴리싱 패드(40)는 다양한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 폴리싱 패드(40)는 플랫(12)의 형상 또는 구동 조립체(14)의 이동과 같은, 시스템(10)의 특징과 양립가능한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 폴리싱 패드(40)는 원형 폴리싱 형태에서와 같이 원형 형상을, 시트(sheet) 또는 벨트 폴리싱 형태에서와 같이 직사각형 형상을, 등등을 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 폴리싱 패드(40)는 25 내지 100 cm의 범위의 직경 또는 500 내지 7500 cm²의 범위의 표면적을 가질 수 있다.

[0027] 폴리싱 패드(40)는 특정 기판을 폴리싱하기 위한 임의의 적합한 두께를 가질 수 있다. 폴리싱 패드(40)의 두께는 폴리싱 층(46)의 강성에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 결국 폴리싱 결과, 특히 폴리싱되는 기판(20)의 평면

성 및/또는 평탄성에 영향을 미칠 수 있다. 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드 층의 두께는 0.125 mm 내지 10 mm의 범위이다. 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드 배열의 형상은 다층 폴리싱 패드 배열이 그 상에 장착될 플레이트(12)의 형상에 정합할 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드 배열은 다층 폴리싱 패드 배열이 그 상에 장착될 플레이트의 직경에 대응하는 직경을 갖는 원 또는 환형의 형상으로 구성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드 배열은 $\pm 10\%$ 의 허용오차 내에서 플레이트(12)의 형상에 정합할 수 있다.

[0028] 폴리싱 패드(40)는 예를 들어 성형, 압출, 엠보싱 및 이들의 조합을 포함한 형성 동안 재료를 변위시키는 다양한 방법에 따라 형성될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 폴리싱 층(46) 및 임의의 다른 폴리싱 패드 층은 중합체 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드(40)의 폴리싱 층(46)은 열가소성 물질, 예를 들어 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리카르보네이트, 폴리우레탄, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리설폰, 폴리에테르 케톤, 폴리에테르 에테르 케톤, 폴리이미드, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리스티렌, 폴리옥시메틸렌 플라스틱 등; 열경화성 물질, 예를 들어 폴리우레탄, 에폭시 수지, 페녹시 수지, 페놀 수지, 멜라민 수지, 폴리이미드 및 우레아-포름알데하이드 수지, 방사선 경화 수지, 또는 이들의 조합으로부터 형성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드 층들 중 임의의 것은 예를 들어 구리, 주석, 아연, 은, 비스무트, 안티몬 또는 이들의 합금과 같은 연결 금속 재료로부터 형성될 수 있다. 폴리싱 패드 층은 단지 하나의 재료 층으로만 본질적으로 이루어질 수 있거나, 다층 구성을 가질 수 있다.

[0029] 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드(40)는 하나 이상의 추가 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드는 감압 접착제, 핫 멜트 접착제, 또는 에폭시와 같은 접착제 층을 포함할 수 있다. 패드에 더 큰 강성을 부여할 수 있는 열가소성 층, 예를 들어 폴리카르보네이트 층과 같은 "서브 패드"가 전반적인 평면성을 위해 사용될 수 있다. 서브 패드는 또한 압축성 재료 층, 예를 들어 발포형 재료 층을 포함할 수 있다. 열가소성 재료 층과 압축성 재료 층 둘 모두의 조합을 포함하는 서브 패드가 또한 사용될 수 있다.

[0030] 이전 실시예는 평면인 폴리싱 층(46)을 갖는 폴리싱 패드에 관하여 설명되었지만, 본 개시의 범위로부터 벗어남이 없이 임의의 수의 비-평면 배향이 채용될 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 예를 들어, 폴리싱 층(46)은 연속 벨트의 형태일 수 있다. 그러한 비-평면 폴리싱 패드는 폴리싱 패드가 폴리싱될 기관과 접촉하도록 폴리싱 패드를 회전시킬 수 있는 적절한 캐리어 조립체(예를 들어, 플레이트(12) 또는 액슬(axel))에 결합될 수 있다.

[0031] 폴리싱 층(46)은 중합체 시트로부터 형성될 수 있다. 폴리싱 층(46)의 형성 동안, 복수의 셀(50)의 미세구조화된 작업 표면(44)을 포함해 복수의 채널(42) 및 복수의 셀(50)을 생성하도록, 또는 열 팽창 또는 수축을 통해, 재료가 변위될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 이러한 재료는 에지와 같은 셀(50)의 부분에서 모이거나 후퇴하여, 작업 표면(44)이 결함을 갖게 할 수 있다. 폴리싱 표면에서의 이러한 결함을 감소시키기 위해, 미세복제 공구는 폴리싱 표면 아래에서 셀(50)의 에지를 따른 결함을 수용하거나 최소화하도록 셀(50)을 설계함으로써 이러한 결함을 보상할 수 있다. 셀(50)은 변위되는 재료가 오프셋 체적 내에 모일 수 있도록 오프셋 체적을 생성하도록 구조화될 수 있으며, 이는 폴리싱 중에 재료의 표면 접촉 효과를 감소시키거나 제거할 수 있다. 도 3a 및 도 3b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 셀(50)의 사시도를 예시한다. 이들 예에서, 셀(50)은 제조 동안의 재료의 변위 및/또는 팽창을 보상하는 특징부를 포함할 수 있다.

[0032] 도 4a는 셀(50)에 대한 셀 설계의 사시도를 예시한다. 도 4a의 예에서, 셀(50)은 미세복제 공구가 생산하도록 설계된 이상화된 셀 설계일 수 있다. 아래의 도 4b에 예시된 바와 같이, 변위된 재료는 셀(50)의 에지에 모일 수 있으며, 따라서 셀(50)의 표면들이 거칠거나, 변경되거나, 달리 도 4a의 설계와 일관되지 않고/않거나 평면 외일 수 있다. 셀(50)은 도 2의 폴리싱 층(46)의 복수의 셀(50)로부터의 셀일 수 있다. 셀(50)은 미세구조화된 작업 표면(44), 실질적으로 수직인 채널 표면(52), 및 작업 표면(44)의 에지와 채널 표면(52)의 상부 에지 사이의 오프셋 표면(54)을 포함할 수 있다.

[0033] 작업 표면(44)은 도 1의 기관(20)과 같은 기관과 접촉하고, 폴리싱 용액 층의 미세구조체 및/또는 연마재를 사용하여 기관을 폴리싱하도록 구성될 수 있다. 몇몇 예에서, 작업 표면(44)은 실질적으로 평면이어서, 작업 표면(44)에 걸쳐 접촉력이 비교적 일정할 수 있다. 작업 표면(44)은 아래의 도 6a 내지 도 5d에서 묘사될 바와 같이 돌기 및 세공과 같은 미세구조체를 포함할 수 있다. 도 4a의 예에서, 작업 표면(44)은 길이(60) 및 폭(64)을 갖는 직사각형이지만, 다른 예에서, 작업 표면(44)은 원형 형상, 삼각형 형상, 또는 폴리싱을 위한 임의의 다른 유용한 형상과 같은 다른 형상을 가질 수 있다. 비스듬한 오프셋 표면(54)을 갖는 예에서, 길이(60) 및 폭(64)의 치수는 작업 표면(44)이 감소됨에 따라 폴리싱 동안 증가할 수 있다.

[0034] 셀(50)은 채널 표면(52)에 의해 측방향으로 바인딩될 수 있다. 채널 표면(52)은 도 2의 복수의 채널(42)의 채널을 위한 벽으로서의 역할을 하도록 구성될 수 있다. 채널 표면(52)은 복수의 채널(42)의 채널의 벽을 한정할

수 있다. 도 4a의 예에서, 채널 표면(52)은 셀(50)의 직사각형 형상을 형성하도록 4개의 별개의 표면을 포함하지만, 다른 예에서, 채널 표면(52)은 원형 형상, 삼각형 형상, 또는 임의의 다른 유용한 형상과 같은 다른 형상을 형성할 수 있다. 몇몇 예에서, 채널 표면(52)은 작업 표면(44)과 동일한 형상을 경계짓는다. 몇몇 예에서, 채널 표면(52)은 작업 표면(44)의 평면에 실질적으로 수직일 수 있다. 각각의 채널 표면(52)은 채널 평면을 한정할 수 있다. 오프셋 표면(54)은, 아래의 도 4c에서 더 상세히 묘사될 바와 같이, 작업 표면(44)의 평면으로부터 오프셋 표면의 최대 설계 깊이(68)까지의 깊이를 나타내는 오프셋 깊이(68)를 가질 수 있다.

[0035] 오프셋 표면(54)은 작업 표면(44)의 에지와 채널 표면(52)의 상부 에지 사이의 셀(50)의 표면에 의해 한정될 수 있다. 오프셋 표면(54)은, 아래의 도 5a 내지 도 5g에서 묘사될 바와 같이, 다양한 표면 배향을 포함할 수 있다. 작업 표면(44)의 에지는 채널 표면(52)의 인접 평면으로부터 오프셋 길이(62) 및 오프셋 폭(66)만큼 오프셋될 수 있다. 비스듬한 오프셋 표면(54)을 갖는 예에서, 오프셋 길이(62) 및 오프셋 폭(66)의 치수는 작업 표면(44)이 감소됨에 따라 폴리싱 동안 감소할 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 폭(66) 및/또는 오프셋 길이(62)는 약 10 μm 내지 1 mm일 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 폭(66) 및/또는 오프셋 길이(62)는 작업 표면(44)의 폭(60) 및/또는 길이(64)의 약 1% 내지 약 50%일 수 있다.

[0036] 오프셋 표면(54)은 폴리싱 층(46)의 셀(50)의 제조 동안의 변위된 재료를 수용하기 위한 오프셋 체적을 형성하도록 구성될 수 있다. 도 4b는 오프셋 체적(56)을 갖는 셀(50)의 사시도를 예시한다. 오프셋 체적(56)은 작업 표면(44)에 인접한 체적을 나타낼 수 있다. 변위된 재료(58)는 오프셋 체적(56) 내에 그리고 오프셋 표면(54) 위에 점선으로 표시된, 셀(50)의 제조 동안 변위되는 재료를 나타낼 수 있다. 오프셋 체적(56)은 폴리싱 층(46)의 셀(50)의 제조 동안의 변위된 재료(58)를 수용하도록 구성될 수 있다. 변위된 재료(58)가 오프셋 표면(54)으로부터 분리된 것으로서 예시되어 있지만, 실제로, 변위된 재료(58)의 표면은 오프셋 표면(54)의 일부를 형성할 수 있다.

[0037] 오프셋 체적(56)은 작업 표면(44)의 평면, 채널 표면(52)의 평면, 및 오프셋 표면(54)에 의해 한정될 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 체적(56)은 작업 표면(44)의 동일 평면성으로부터 오프셋된 체적일 수 있다. 예를 들어, 오프셋 체적(56)은, 예컨대 재료 제거로 인한, 변위된 재료의 팽창을 위한 빈 체적일 수 있거나, 예컨대 CTE 불일치로 인한, 변위된 재료의 수축을 위한 중실 재료일 수 있다. 몇몇 예에서, 작업 표면(44)의 평면은 작업 표면(44)의 예상 최소 높이를 나타낼 수 있는데, 이는 작업 표면(44)이 마모될 수 있는 최대 깊이에 상관될 수 있다. 예를 들어, 작업 표면(44)은 작업 표면(44)이 실질적으로 셀(50)의 오프셋 표면(54) 상의 결함의 최대 예상 높이 - 이를 넘어서는, 오프셋된 표면의 결함은 작업 표면(44)이 마모됨에 따라 폴리싱을 방해할 수 있음 - 위에 있도록 구성될 수 있다. 작업 표면(44)이 마모될 수 있는 최대 깊이는 임계 깊이 - 이를 넘어서는, 폴리싱 결과는 받아들이기 수 없는 것으로 간주됨 - 와 상관되는 깊이일 수 있다. 예를 들어, 작업 표면(44)의 평면에 또는 그 위에 있는 결함은, 그러한 결함이 소량인 한, 폴리싱에 실질적으로 영향을 미치지 않는 경미한 폴리싱 효과를 야기할 수 있다. 몇몇 예에서, 작업 표면(44)의 평면은 예상 브레이크-인 높이를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드(40)의 컨디셔닝 동안, 작업 표면(44)은 특정 텍스처 또는 세트의 작업 표면 특성을 달성하도록 마모될 수 있다. 결함 높이가 상당히 클 수 있는(예컨대, 5 μm 초과) 예의 경우, 작업 표면(44)의 평면은 브레이크-인 후에 결함이 실질적으로 작업 표면(44) 아래에 유지되도록 브레이크-인 높이를 고려할 수 있다. 결함 높이가 상당히 작을 수 있는(예컨대, 5 μm 미만) 예의 경우, 작업 표면(44)의 평면은 결함으로부터 임계치 내에 있어, 결함이 브레이크-인 동안 제거되고 브레이크-인 후에 작업 표면(44)의 비-평면성을 생성하지 않을 수 있다.

[0038] 변위된 재료(58)는 셀(50)의 에지에 축적된 변위된 재료의 양을 나타낼 수 있다. 도 4b의 예에서 볼 수 있는 바와 같이, 변위된 재료(58)의 높이는 작업 표면(44)의 높이 또는 작업 표면(44)의 의도된 최종 작업 두께보다 작으며, 따라서, 폴리싱 동안, 작업 표면(44)은 변위된 재료(58) 위에 또는 실질적으로 위에(예컨대, 기판과 접촉하는 변위된 재료(58)의 10% 미만) 평면을 형성할 것이다. 변위된 재료(58)는 전형적으로 미세복제 공구의 구성으로 인해 셀(50)의 에지에 위치될 수 있지만, 변위된 재료는 오프셋 체적(56)의 임의의 부분 내로 연장되고 임의의 토포그래피 구성을 취할 수 있다. 변위된 재료는

[0039] 작업 표면(44)과 변위된 재료(58) 사이의 깊이 관계가 도 4c에 예시될 수 있다. 도 4c는 오프셋 체적을 갖는 예시적인 셀의 측면도를 예시한다. 상부 평면(83), 채널 평면(55), 및 오프셋 표면(54)은 오프셋 체적(56)을 한정할 수 있다. 작업 표면(44)은 미세구조화된 작업 표면(44)을 형성하는 복수의 미세구조체(82)를 포함할 수 있다. 복수의 미세구조체(82)의 상부는 상부 평면(83)을 정의할 수 있고 복수의 미세구조체(82)의 기부는 기부 평면(85)을 형성할 수 있다. 기부 평면(85)은 상부 평면(83)으로부터의 기부 평면 깊이(87)를 가질 수 있다. 폴리싱 동안, 작업 표면(44)의 평면의 높이는 상부 평면(83)으로부터 기부 평면(85)까지 감소될 수 있다. 기부

평면 깊이(87)는 작업 표면(44)이 마모될 수 있는 깊이를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 기부 평면 깊이(87)는 복수의 미세구조체(82)의 평균 높이일 수 있다. 폴리싱 일관성 없음을 감소시키기 위해, 변위된 재료(58)는 기부 평면(85) 아래로 국한될 수 있다.

[0040] 오프셋 표면(54)은 작업 표면(44)의 평면으로부터 오프셋 표면의 최대 설계 깊이(68)까지의 깊이를 나타내는 오프셋 깊이(68)를 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 깊이는 작업 표면(44)으로부터의 실제 최대 거리일 수 있다. 최대 설계 깊이는 오프셋 표면(54)의 최대 설계 깊이(68)를 나타내는 작업 표면(44)에 평행한 오프셋 평면(53)을 형성할 수 있다.

[0041] 오프셋 표면(54)은 변위된 재료(58)의 비평면 부분(nonplanar portion)을 포함할 수 있다. 비평면 부분은 설계된 오프셋 표면(54)의 실질적으로 평면외인 부분을 포함할 수 있다. 변위된 재료(58)의 피크는 작업 표면(44)에 평행한 변위 평면(57)을 한정할 수 있다. 변위 평면(57)은 상부 평면(82) 아래에 변위 깊이(59)를 형성할 수 있다. 몇몇 예에서, 변위 평면(57)은 기부 평면(85) 아래에 있으며, 따라서 변위된 재료(58)가 폴리싱을 실질적으로 방해하지 않는다. 몇몇 예에서, 변위된 재료(58)는 변위된 재료(58)의 체적의 90% 초과가 오프셋 평면(53)과 기부 평면(85) 사이에 있는 경우 실질적으로 기부 평면(85) 아래에 있을 수 있다. 몇몇 예에서, 변위된 재료는 기부 평면(85) 위의 변위된 재료(58)의 표면적이 작업 표면(44)의 표면적의 5% 미만인 경우 실질적으로 기부 평면(85) 아래에 있을 수 있다.

[0042] 몇몇 실시예에서, 변위된 재료(58)는 폴리싱 층(46) 및 제2 층과의 CTE 불일치로 인해 융기된 또는 함몰된(depressed) 특징부일 수 있다. 예를 들어, 폴리싱 패드(40)는 폴리싱 층과는 상이한 열팽창 계수를 갖는 폴리싱 층 아래의 제2 층을 포함할 수 있다. 열팽창 계수가 제2 층보다 폴리싱 층(46)에 대해 더 높을 때, 변위된 재료(58)는 채널 표면(52)을 따른 그리고 오프셋 표면(54) 아래의 융기된 특징부를 포함할 수 있다. 열팽창 계수가 제2 층보다 폴리싱 층(46)에 대해 더 낮을 때, 변위된 재료(58)는 채널 표면(52)을 따른 그리고 오프셋 표면(54) 아래의 함몰된 특징부를 포함할 수 있다.

[0043] 도 4a 내지 도 4c가 변위된 재료(58)를 작업 표면(44) 아래로 제한하도록 구성된 오프셋 표면(54)에 관하여 기술되었지만, 몇몇 예에서, 오프셋 표면(54)은 변위된 재료(58)가 작업 표면(44)과 실질적으로 동일 평면 상에 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 변위된 재료(58)는 특정 오프셋 체적(56)을 충전하는 것으로 예상될 수 있다. 오프셋 표면(54)은 변위 평면(57)이 허용오차 내에 있는 상부 평면(83) 위의 변위 깊이(59) 또는 변위 높이를 갖도록 구성될 수 있다. 허용오차는 폴리싱 패드(40)의 컨디셔닝 동안 작업 표면(44)이 감소될 컨디셔닝 깊이와 상관될 수 있다. 예를 들어, 허용오차 내에서 변위된 재료(58)를 생성할 수 있는 오프셋 표면(54)의 구성에 대해 아래의 도 5f 및 도 5g를 참조한다. 몇몇 예에서, 변위 깊이(59)는 5 μm 미만일 수 있다. 몇몇 예에서, 변위 깊이(59)는 기부 평면 깊이(87) 또는 복수의 미세구조체(82)의 평균 높이보다 클 수 있다.

[0044] 오프셋 표면(54)은 다양한 표면 배향을 가질 수 있다. 전술된 바와 같이, 오프셋 표면(54)의 토폴로지는 제조 동안 재료가 변위됨에 따라 설계된 그대로의 형상으로부터 변경될 수 있다. 오프셋 표면(54)은 변위된 재료(58)가 실질적으로 기부 평면(85) 아래에 수용될 수 있거나 변위된 재료(58)가 실질적으로 상부 평면(83)으로부터 허용오차 내에 있을 수 있도록 구성될 수 있다.

[0045] 오프셋 표면(54)은 작업 표면(44)의 평면에 실질적으로 평행하거나("수평"), 작업 표면(44)의 평면에 실질적으로 수직이거나("수직"), 만곡되거나, 경사지거나, 단차 형성되거나(steped), 등등이거나 또는 그러하도록 설계된 하나 이상의 표면을 가질 수 있다. 도 5a, 도 5b, 도 5c, 도 5d, 도 5e, 도 5f 및 도 5g는 단위 셀(50)이 대안적인 오프셋 표면 구성을 갖는 폴리싱 패드(40)의 설계의 다이어그램이다. 도 5a 내지 도 5g의 특징부는 반드시 일정한 축척으로 작성된 것은 아니다. 도 5a는 폴리싱 패드(40)의 표면 특징부에 관하여 기술될 수 있지만, 유사한 특징부가 도 5b 내지 도 5g뿐만 아니라 도시되지 않은 실시예에 존재할 수 있다는 것이 이해된다.

[0046] 도 5a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 수직 성분 및 수평 성분을 갖는 오프셋 표면을 포함하는 셀(50A)의 개략 단면도를 예시한다. 셀(50A)은 작업 표면(44), 채널 표면(52), 및 오프셋 표면(54A)을 포함할 수 있다. 작업 표면(44)의 평면, 채널 표면(52)의 평면, 및 오프셋 표면(54A)은 오프셋 체적(56A)을 한정할 수 있다. 셀(50A)은 셀(50A)의 서로 반대측들에 있는 2개의 채널 표면(52) 사이의 단면적(70)을 포함할 수 있다. 오프셋 표면(54A)은 실질적으로 수직인 성분 및 실질적으로 수평인 성분을 포함할 수 있다. 오프셋 표면(54A)의 수직 및 수평 성분들은 셀 형성 동안 변위되는 변위된 재료(58A)가 실질적으로 오프셋 체적(56A)으로 제한될 수 있도록 오프셋 체적(56A)을 제공하도록 구성될 수 있다. 몇몇 예에서, 셀(50)은 작업 표면(44)과 단면적(70)이 특정 비(ratio)를 갖도록 설계될 수 있다.

- [0047] 셀(50)의 형성 동안, 재료는 미세구조화된 작업 표면(44), 오프셋 표면(54) 및 복수의 채널(42)의 형성으로 인해 변위될 수 있다. 변위되는 재료의 양을 감소시키는 것은 감소된 오프셋 체적 및/또는 더 큰 작업 표면적을 가능하게 할 수 있다. 몇몇 예에서, 셀의 오프셋 표면은 오프셋 체적(56)을 생성하기 위해 제거되는 재료의 양을 감소시키도록 경사질 수 있다. 도 5b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 경사진 오프셋 표면을 포함하는 셀(50B)의 개략 단면도를 예시한다. 오프셋 표면(54B)은 작업 표면(44)의 에지로부터 채널 표면(52)의 에지까지의 경사진 표면을 포함할 수 있다. 몇몇 예에서, 경사진 오프셋 표면(54B)은 평평한 표면일 수 있다. 경사진 오프셋 표면(54B)은 작업 표면(44)의 에지에서 더 작은, 그리고 변위된 재료(58B)가 응집될 가능성이 더 많은 채널 표면(52)의 에지에서 더 큰 오프셋 체적(56B)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 채널 표면(52)의 에지에서의 오프셋 체적(56B)의 높이는 거의 셀(50A)의 오프셋 체적(56A)의 높이만큼 높을 수 있는 반면, 오프셋 체적(56B)은 오프셋 체적(56A)보다 실질적으로 작아, 더 적은 재료 변위를 야기할 수 있다.
- [0048] 폴리싱 동안, 작업 표면(44)이 마모될 때 작업 표면(44)의 일관된 면적을 갖는 것이 요구될 수 있다. 예를 들어, 도 5b의 셀(50B)을 갖는 폴리싱 패드는 오프셋 표면(54B)이 즉시 아래로 경사지는 것으로 인해 작업 표면(44B)의 증가된 표면적을 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 표면은 오프셋 체적(56)을 생성하기 위해 제거되는 재료의 양을 감소시키면서 작업 표면(44)의 일관된 면적을 제공하도록 구성될 수 있다. 도 5c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 실질적으로 수직인 상부 부분 및 실질적으로 경사진 하부 부분을 갖는 오프셋 표면을 포함하는 셀(50C)의 개략 단면도를 예시한다. 오프셋 표면(54C)은 작업 표면(44)이 마모될 때 작업 표면(44)의 실질적으로 일정한 표면적을 제공하도록 구성된 실질적으로 수직인 상부 부분을 포함할 수 있다. 오프셋 표면(54C)은 또한, 위의 도 5b에서 설명된 바와 같이, 오프셋 체적(56C)을 생성하기 위한 변위된 재료(58C)의 양을 감소시키기 위한 실질적으로 경사진 하부 부분을 포함할 수 있다.
- [0049] 셀(50)의 형성 동안, 재료는 채널 표면(52) 부근의 오프셋 표면(54)의 에지로 변위될 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 표면은 오프셋 체적(56)을 생성하기 위해 제거되는 재료의 양을 추가로 감소시키기 위해 만곡될 수 있다. 도 5d는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 실질적으로 수직인 상부 부분 및 만곡된 하부 부분을 갖는 오프셋 표면을 포함하는 셀(50D)의 개략 단면도를 예시한다. 오프셋 표면(54D)은 오프셋 체적(56D)을 생성하기 위한 변위된 재료(58D)의 양을 추가로 감소시키기 위한 만곡된 하부 부분을 포함할 수 있다. 예를 들어, 채널 표면(52)의 에지에서의 오프셋 체적(56D)의 높이는 거의 셀(50C)의 오프셋 체적(56C)의 높이만큼 높을 수 있는 반면, 만곡된 오프셋 체적(56D)은 평평한 경사진 오프셋 체적(56C)보다 작아, 더 적은 재료 변위를 야기할 수 있다.
- [0050] 셀(50)을 형성하는 데 사용되는 몇몇 미세복제 공구는 경사진 또는 만곡된 오프셋 표면(54)을 용이하게 또는 정밀하게 형성하지 못할 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 표면(54)은 평평한 수직 및 수평 표면을 사용하여 오프셋 체적(56)을 생성하기 위해 변위되는 재료의 양을 감소시키기 위해 단차 형성될 수 있다. 도 5e는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 단차 형성된 오프셋 표면(54E)을 포함하는 셀(50E)의 개략 단면도를 예시한다. 단차 형성된 오프셋 표면(54E)은 셀(50B)에서와 같이 작업 표면(44)의 에지에서 더 작고 채널 표면(52)의 에지에서 더 큰, 그러나 평평한 수직 및 수평 표면을 갖는 공구에 의해 형성된 오프셋 체적(56E)을 형성할 수 있다. 단차 형성된 오프셋 표면(54E)은 도 5e에 도시된 바와 같이 균일한 간격을 포함할 수 있거나, 단차 형성된 오프셋 표면(54E)의 진행이 비선형이도록(예컨대, 만곡되도록) 균일하지 않은 간격을 포함할 수 있다.
- [0051] 셀 형성 동안 또는 그 후에, 폴리싱 층(46)과 제2 층 사이의 CTE 불일치는 변위된 재료가 오프셋 체적 내로 팽창하거나 수축되게 할 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 표면(54)은 오프셋 체적(56) 내로의 또는 밖으로의 팽창 또는 수축을 고려하도록 구성될 수 있다. 도 5f는 볼록한 만곡된 오프셋 표면(54F)을 포함하는 셀(50F)의 단면도를 예시한다. 변위된 재료(58F)는 오프셋 체적(56F) 내로 팽창할 수 있다. 도 5g는 오목한 만곡된 오프셋 표면(54G)을 포함하는 셀(50G)의 단면도를 예시한다. 변위된 재료(58G)는 오프셋 체적(56G) 밖으로 수축될 수 있다. 오프셋 체적(56A 내지 56F)과는 대조적으로, 오프셋 체적(56G)은 작업 표면(44)으로부터 오프셋되고 변위된 재료가 그로부터 밖으로 수축될 수 있는 재료의 체적이다. 결과적인 변위된 재료(58F 또는 58G)가 상당히 작은 경우, 오프셋 표면(56F 또는 56G)은 작업 표면(44)과 실질적으로 동일 평면 상에 있을 수 있고 폴리싱 결합을 야기하는 것을 회피하기 위해 실질적으로 작업 표면(44) 아래에 있지 않을 수 있다.
- [0052] 셀(50)은 다양한 오프셋 길이, 오프셋 폭, 및 오프셋 높이를 가질 수 있다. 오프셋 길이 및 오프셋 폭은 변위될 것으로 예상되는 재료의 양, 재료 열팽창 계수, 작업 표면(44)의 원하는 표면적, 채널 폭 및 높이, 미세구조체의 높이 등을 포함하지만 이로 제한되지 않는 다수의 인자에 기인하여 선택될 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 길이, 폭, 또는 직경은 10 μm 내지 1 mm의 범위일 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 길이, 폭, 또는 직경은 셀

길이, 폭, 또는 직경의 1% 내지 50%일 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 높이는 각자의 셀 각각 상에 미세구조화된 표면을 수용하도록 구성되어, 각각의 셀이 폴리싱 패드(40)를 위한 원하는 마모량을 제공하기에 충분히 두꺼울 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 높이는 작업 표면(44)의 복수의 미세구조체의 평균 높이보다 작을 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 높이는 복수의 채널의 하나 이상의 채널 벽을 수용하도록 구성되어, 복수의 채널의 각각의 채널은 폴리싱 유체를 원하는 레이트로 수용 및 이송하기에 충분한 높이를 가질 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 높이는 셀 높이 또는 채널 높이 및 폭과 상관될 수 있다. 예를 들어, 셀 높이 또는 채널 높이 및 폭이 증가함에 따라, 미세복제 동안 더 많은 재료가 변위되어, 더 큰 오프셋 체적 및 대응하는 오프셋 높이를 필요로 할 수 있다. 몇몇 예에서, 오프셋 높이와 셀 폭은 1:5 내지 1:50의 범위의 비를 가질 수 있다.

[0053] 다시 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 폴리싱 층(46)을 형성하기 위한 미세복제 공구는 작업 표면(44)에 대응하는 구조화된 표면, 채널 표면(52), 및 오프셋 표면(54)으로 구성될 수 있다. 구조화된 표면은 미세복제 동안의 재료의 변위를 수용할 수 있는 오프셋 표면(54)에 대응하는 부분으로 구성될 수 있다. 몇몇 예에서, 구조화된 표면은 변위 평면(57)이 기부 평면(85) 아래에 있도록 오프셋 표면(54)에 대응하는 부분으로 구성될 수 있다. 몇몇 예에서, 구조화된 표면은 변위 깊이(59)가 상부 평면(83)으로부터 허용오차 내에 있도록 오프셋 표면(54)에 대응하는 부분으로 구성될 수 있다.

[0054] 폴리싱 층(46)은 미세구조화된 작업 표면(44)을 포함할 수 있다. 폴리싱 층(46)의 셀(50)은 각각의 셀(50)의 작업 표면(44)의 평면으로부터 연장되는 복수의 미세구조체를 포함할 수 있다. 몇몇 예에서, 복수의 미세구조체는 폴리싱 용액의 연마 입자와 인터페이싱하여 기관(20)으로부터 재료를 제거하도록 구성될 수 있다. 몇몇 예에서, 복수의 미세구조체는 기관(20)과 직접 인터페이싱하여 기관(20)으로부터 재료를 제거하는 연마제로서 구성될 수 있다.

[0055] 몇몇 실시예에서, 미세구조체는 평평한 또는 윤곽 형성된(contoured) 표면(예컨대, 만곡된 표면, 표면 만입부(indentation) 등)를 갖는 기관(20)과 접촉하여 그의 폴리싱을 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 도 6a는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른, 돌기(82A)를 포함하는 미세구조체를 갖는 셀(50)의 작업 표면의 개략 단면도를 예시한다. 도 6a의 예에서, 돌기(82A)는 폴리싱 패드(40)의 셀(50)과 일체로 형성되거나 그에 결합될 수 있다. 몇몇 예에서, 돌기(82A)는 폴리싱 요소에 굴곡을 부여하도록 구성된 스템(stem)을 포함할 수 있으며, 따라서 미세구조체가 표면 윤곽을 갖는 기관의 폴리싱을 수용하도록 구부러질 수 있다. 돌기(82A)는 볼록한, 구형, 반구형, 오목한, 컵 형상의, 직사각형, 정사각형, 또는 임의의 다른 원하는 단면 형상인 단면 형상을 가질 수 있다. 미세구조체는 작업 표면에 걸쳐 무작위로 배열될 수 있거나, 작업 표면에 걸쳐 패턴, 예를 들어 반복 패턴으로 배열될 수 있다. 패턴은 정사각형 어레이, 육각형 어레이 등을 포함하지만 이로 제한되지 않는다. 미세구조체의 예에 대해, 본 명세서에 참고로 포함되는 국제 공개 특허 출원 공개 제2016/183126 A1호를 참조한다.

[0056] 몇몇 예에서, 폴리싱 패드(40)는 미세구조체를 형성하기 위해 폴리싱 패드(40)의 셀의 작업 표면 내로 연장되는 공동에 의해 형성되는 복수의 미세구조체를 포함할 수 있다. 도 6b는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 돌기(82B) 및 공동(84)을 포함하는 미세구조체를 갖는 셀(50)의 작업 표면의 부분의 개략 단면도를 예시한다. 공동은 폴리싱 패드(40) 내로 임의의 원하는 거리로 연장될 수 있다(폴리싱 패드(40)를 완전히 통과하는 것을 포함함 그리고 그에 의해 공동을 통한 슬러리의 유동을 허용함). 공동(84)은 임의의 크기 및 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 공동(84)의 형상은 정육면체, 원통형, 프리즘형, 반구형, 직사각형, 피라미드형, 절두 피라미드형, 원추형, 절두 원추형, 십자형, 아치형인 또는 평평한 저부 표면을 가진 포스트(post)-유사, 또는 이들의 조합과 같은 다수의 기하학적 형상 중에서 선택될 수 있다. 대안적으로, 공동(84)들 중 일부 또는 전부는 불규칙한 형상을 가질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 공동(84)들 각각은 동일한 형상을 갖는다. 대안적으로, 임의의 수의 공동(84)이 임의의 수의 다른 공동과는 상이한 형상을 가질 수 있다. 공동(84)은 공동이 행 및 열로 정렬되거나, 패턴(예를 들어, 소용돌이, 나선, 코르크 스크류(corkscrew), 또는 격자 방식)으로 분포되거나, "무작위" 어레이(즉, 조직화된 패턴이 아님)로 분포되는 배열로 제공될 수 있다. 미세구조체 공동의 예에 대해, 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 출원 공개 제2016/0221146 A1호를 참조한다.

[0057] 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드(40)는 고정형 연마 패드일 수 있고, 복수의 미세구조체는 연마 입자를 포함하는 연마 복합재일 수 있다. 도 6c는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 연마 입자(86)를 포함하는 연마 복합재의 돌기(82C)를 포함하는 미세구조체를 갖는 셀(50)의 작업 표면의 부분의 개략 단면도를 예시한다. 고정형 연마 패드는 연마 입자의 층이 하나 이상의 수지 또는 결합체 층에 의해 패키징(backing)에 유지된 종래의 연마 시트와 같은 2차원일 수 있거나, 그것은 수지/연마 복합재 - 연마 입자의 새로운 층을 노출시키기 위해 수지/연마 복합재가 사용 및/또는 드레싱(dressing) 동안 마모될 수 있게 하기에 적절한 높이를 가짐 - 을 형성하

는, 그 안에 분산된 연마 입자를 포함하는 수지 또는 결합제 층과 같은 3차원 고정형 연마재일 수 있다. 연마 물품은 제1 표면 및 작업 표면을 갖는 3차원의 텍스처화된 가요성 고정형 연마재 구성을 포함할 수 있다. 작업 표면은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합재를 포함할 수 있다. 정밀하게 형상화된 연마 복합재는 수지 상(phase) 및 연마재 상을 포함할 수 있다. 연마 복합재 미세구조체의 예에 대해, 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 제7,160,178 B2호를 참조한다. 정밀하게 형상화된 연마 복합재는 3차원의 텍스처화된 가요성 고정된 연마재 구성을 형성하도록 어레이로 배열될 수 있다. 연마 물품은 패턴화된 연마재 구성을 포함할 수 있다. 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가 가능한 상표명 트라이액트(TRIZACT) 연마재 및 트라이액트 다이아몬드 타일 연마재로 입수가 가능한 연마 물품이 예시적인 패턴화된 연마재이다. 패턴화된 연마 물품은 정밀하게 정렬되고 다이, 주형, 또는 다른 기술로부터 제조된 연마 복합재의 모놀리식 열(monolithic row)을 포함한다. 그러한 패턴화된 연마 물품은 마모시키거나, 폴리싱하거나, 동시에 마모시키고 폴리싱할 수 있다.

[0058] 몇몇 실시예에서, 폴리싱 패드(40)는 돌기 및/또는 세공을 포함하는 미세구조체를 가질 수 있다. 도 6d는 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 돌기(82D) 및 세공(88)을 포함하는 미세구조체를 갖는 셀(50)의 작업 표면의 부분의 개략 단면도를 예시한다. 세공(88)의 형상은 원통, 반구, 정육면체, 직각 프리즘, 삼각 프리즘, 육각 프리즘, 삼각 피라미드, 4면, 5면 및 6면 피라미드, 절두 피라미드, 원주, 절두 원주 등을 포함할 수 있지만 이로 제한되지 않는다. 모든 세공(88)의 형상이 모두 동일할 수 있거나 조합이 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 세공(88)의 깊이는 각각의 정밀하게 형상화된 세공에 인접한 랜드 영역의 두께보다 작을 수 있는데, 즉 정밀하게 형상화된 세공은 랜드 영역의 전체 두께를 통과하는 관통 구멍이 아니다. 이는 세공이 유체를 포획하여 작업 표면에 근접하게 유지하는 것을 가능하게 한다. 세공(88)은 폴리싱 층의 표면에 걸쳐 균일하게 분포될 수 있는데, 즉 단일 면 밀도(areal density)를 가질 수 있거나, 폴리싱 층의 표면에 걸쳐 상이한 면 밀도를 가질 수 있다. 세공(88)은 폴리싱 층의 표면에 걸쳐 무작위로 배열될 수 있거나, 폴리싱 층에 걸쳐 패턴, 예컨대 반복 패턴으로 배열될 수 있다. 패턴은 정사각형 어레이, 육각형 어레이 등을 포함하지만 이로 제한되지 않는다. 패턴들의 조합이 사용될 수 있다. 돌기 및 세공의 예에 대해, 본 명세서에 참고로 포함되는 국제 공개 특허 출원 공개 제2015/153601 A1호를 참조한다.

[0059] 몇몇 실시예에서, 폴리싱 용액(30)이 폴리싱 작업에서 폴리싱 패드(40)와 함께 사용될 수 있다. 본 개시의 폴리싱 용액(30)(일반적으로 "슬러리"로 지칭됨)은 연마 복합재가 그 안에 분산 및/또는 현탁된 유체 성분을 포함할 수 있다.

[0060] 다양한 실시예에서, 유체 성분은 비수성 또는 수성일 수 있다. 비수성 유체 성분은 알코올, 아세테이트, 케톤, 유기 산, 에테르, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 수성 유체 성분은 (물에 더하여) 상기에 기재된 비수성 유체들 중 임의의 것을 포함한 비수성 유체 성분을 포함할 수 있다. 유체 성분이 수성 유체 및 비수성 유체 둘 모두를 포함하는 경우, 결과적인 유체 성분은 균질할 수 있는데, 즉 단일 상 용액일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 유체 성분은 연마 복합재 입자가 유체 성분에서 불용성이도록 선택될 수 있다.

[0061] 몇몇 실시예에서, 유체 성분은 예를 들어 분산 보조제, 리올로지 개질제, 부식 억제제, pH 조절제, 계면활성제, 킬레이팅제/착화제, 부동태화제, 발포 억제제 및 이들의 조합과 같은 하나 이상의 첨가제를 추가로 포함할 수 있다. 분산 보조제는 일관되지 않은 또는 바람직하지 않은 폴리싱 성능으로 이어질 수 있는, 슬러리 내의 응집 입자의 새깅(sagging), 침강, 침전 및/또는 플록화(flocculation)를 방지하기 위해 종종 첨가된다. 유용한 분산제는 아민 분산제를 포함할 수 있는데, 이는 상대적으로 높은 분자량의 지방족 또는 지환족 할로겐화물과 아민의 반응 생성물이다. 리올로지 개질제는 전단 박화제 및 전단 증점제를 포함할 수 있다. 전단 박화제는 폴리올레핀 중합체 재료 상에 코팅된 폴리아미드 왁스를 포함할 수 있다. 증점제는 건식(fumed) 실리카, 수용성 중합체, 및 비-수성 중합체를 포함할 수 있다. 유체 성분에서 첨가될 수 있는 부식 억제제는 금속을 분해할 수 있는 폴리싱 공정의 산성 부산물을 중화시킬 수 있는 알칼리 재료, 예를 들어 트라이에탄올아민, 지방 아민, 옥틸아민 옥타노에이트, 및 도데세닐 석신산 또는 무수물 및 지방산, 예컨대 올레산과 폴리아민의 축합 생성물을 포함한다. 사용될 수 있는 적합한 pH 조절제는 알칼리 금속 수산화물, 알칼리 토금속 수산화물, 염기성 염, 유기 아민, 암모니아 및 암모늄 염을 포함한다. 완충제 시스템이 또한 이용될 수 있다. 완충제는 산성에서 거의 중성 내지 염기성까지의 범위에 걸쳐도록 조정될 수 있다. 사용될 수 있는 계면활성제는 이온성 계면활성제 및 비이온성 계면활성제를 포함한다. 비이온성 계면활성제는 친수성 및 소수성 세그먼트를 함유하는 중합체를 포함할 수 있다. 이온성 계면활성제는 양이온성 계면활성제 및 음이온성 계면활성제 둘 모두를 포함할 수 있다. 음이온성 계면활성제는 물에서 양친매성 음이온, 및 일반적으로 알칼리 금속(Na⁺, K⁺) 또는 4차 암모늄인 양이온으로 해리된다. 계면활성제는 단독으로 또는 둘 이상의 조합으로 사용될 수 있다.

[0062] 착화제, 예를 들어 리간드 및 킬레이팅제가 유체 성분에 포함될 수 있는데, 특히 응용이 금속 마무리 또는 폴리싱 - 여기서 사용 동안 금속 부스러기 및/또는 금속 이온이 유체 성분에 존재할 수 있음 - 에 관련될 때 그러할 수 있다. 금속의 산화 및 용해가 착화제의 첨가에 의해 향상될 수 있다. 이들 화합물은 수성 및 비-수성 액체 중의 금속 또는 금속 산화물의 용해도를 증가시키기 위해 금속에 결합될 수 있다. 착화제는 하나의 카르복실기(즉, 1 작용성 카르복실산) 또는 복수의 카르복실산 기(즉, 다작용성 카르복실산)를 갖는 카르복실산 및 그의 염을 포함할 수 있다. 부동태화제가 유체 성분에 첨가되어 폴리싱되는 기관(20) 상에 부동태화 층을 생성할 수 있으며, 그에 의해 기관(20)으로부터의 재료의 제거율을 변경하거나, 기관(20)이 2개 이상의 상이한 재료를 포함하는 표면을 포함하는 경우, 하나의 재료의 다른 재료에 대한 제거율을 조정할 수 있다. 사용될 수 있는 발포 억제제는 실리콘; 에틸 아크릴레이트와 2-에틸헥실아크릴레이트의 공중합체; 및 해유화제를 포함한다. 유체 성분에 유용할 수 있는 다른 첨가제는 산화제 및/또는 표백제, 이를테면 예를 들어 과산화수소, 질산 및 전이 금속 착물, 예컨대 질산제2철; 윤활제; 살생물제; 비누 등을 포함한다. 다양한 실시예에서, 폴리싱 용액 중의, 첨가제 부류의 농도, 즉 단일 첨가제 부류로부터의 하나 이상의 첨가제의 농도는 폴리싱 용액의 중량을 기준으로 적어도 약 0.01 중량% 그리고 약 20 중량% 미만일 수 있다.

[0063] 연마 복합재는 다공성 세라믹 연마 복합재를 포함할 수 있다. 다공성 세라믹 연마 복합재는 다공성 세라믹 매트릭스 중에 분산된 개별 연마 입자를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "세라믹 매트릭스"는 유리질 세라믹 재료 및 결정질 세라믹 재료 둘 모두를 포함한다. 예시적인 실시예에서, 세라믹 매트릭스의 적어도 일부는 유리질 세라믹 재료를 포함한다. 다양한 실시예에서, 세라믹 매트릭스는 금속 산화물, 예를 들어 산화알루미늄, 산화붕소, 산화규소, 산화마그네슘, 산화나트륨, 산화망간, 산화아연, 및 이들의 혼합물을 포함하는 유리를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "다공성"은 그의 덩어리(mass) 전반에 걸쳐 분포된 세공 또는 공극을 갖는 것을 특징으로 하는 세라믹 매트릭스의 구조를 기술하기 위해 사용된다. 세공은 복합재의 외부 표면으로 개방되거나 밀봉될 수 있다. 세라믹 매트릭스 내의 세공은 복합재로부터의 사용된(즉, 무딘) 연마 입자의 방출로 이어지는 세라믹 연마 복합재의 제어식 분해에 도움이 되는 것으로 여겨진다. 세공은 또한 연마 물품과 작업물 사이의 계면으로부터의 부스러기 및 사용된 연마 입자의 제거를 위한 경로를 제공함으로써 연마 물품의 성능(예컨대, 절삭률 및 표면 마무리)을 증가시킬 수 있다. 공극은 복합재의 약 적어도 4 체적% 그리고 복합재의 95 체적% 미만으로 포함될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 연마 입자는 다이아몬드, 입방정계 질화붕소, 용융 산화알루미늄, 세라믹 산화알루미늄, 열처리 산화알루미늄, 탄화규소, 탄화붕소, 알루미늄나 지르코니아, 산화철, 세리아, 석류석, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다양한 실시예에서, 본 개시의 연마 복합재 입자는 또한 선택적인 첨가제, 예를 들어 충전제, 커플링제, 계면활성제, 발포 억제제 등을 포함할 수 있다. 이들 재료의 양은 원하는 특성을 제공하도록 선택될 수 있다.

[0064] 연마 복합재는 연마 복합재 중 하나 이상(최대 전부)이 공동 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있도록 폴리싱 패드(40)의 미세구조체의 크기 및 형상에 대해 크기설정되고 형상화될 수 있다. 더 구체적으로, 연마 복합재는 연마 복합재 중 하나 이상(최대 전부)이, 공동에 의해 또는 미세구조체들 사이에 완전히 수용될 때, 공동 개구 또는 미세구조체 간극을 넘어 연장되는 적어도 일부를 갖도록 공동 또는 미세구조체에 대해 크기설정되고 형상화될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 어구 "완전히 수용된"은, 그것이 공동 또는 미세구조체 간극 내에서의 복합재의 위치와 관련될 때, 복합재가 (아래에 논의되는 바와 같이 폴리싱 작업 중에 존재하는 것과 같은) 비-파괴적 압축력의 인가 시에 공동 또는 미세구조체 간극 내에서 달성할 수 있는 가장 깊은 위치를 지칭한다. 이러한 방식으로, 하기에서 더 상세히 논의될 바와 같이, 폴리싱 작업 중에, 폴리싱 용액(30)의 연마 복합재 입자는 공동 또는 미세구조체 간극 내에 수용되고 (예컨대, 마찰력을 통해) 그에 의해 유지되어서, 연마 작업 표면으로서 기능할 수 있다.

[0065] 다양한 실시예에서, 연마 복합재 입자는 정밀하게 형상화되거나 불규칙하게 형상화(즉, 비-정밀하게 형상화)될 수 있다. 정밀하게 형상화된 세라믹 연마 복합재는 임의의 형상(예컨대, 정육면체, 블록-유사, 원통형, 프리즘형, 피라미드형, 절두 피라미드형, 원추형, 절두 원추형, 구형, 반구형, 십자형, 또는 포스트-유사)일 수 있다. 연마 복합재 입자는 상이한 연마 복합재 형상들 및/또는 크기들의 혼합일 수 있다. 대안적으로, 연마 복합재 입자는 동일한(또는 실질적으로 동일한) 형상 및/또는 크기를 가질 수 있다. 비-정밀하게 형상화된 입자는 회전 타원체를 포함하는데, 이는 예를 들어 분무 건조 공정으로부터 형성될 수 있다. 다양한 실시예에서, 유체 성분 중의 연마 복합재의 농도는 적어도 0.065 중량% 그리고 6.5 중량% 미만일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 세라믹 연마 복합재 및 그의 제조에 사용되는 이형제(parting agent) 둘 모두가 유체 성분에 포함될 수 있다. 이들 실시예에서, 유체 성분 중의 연마 복합재 및 이형제의 농도는 적어도 0.1 중량% 그리고 10 중량% 미만일 수 있다.

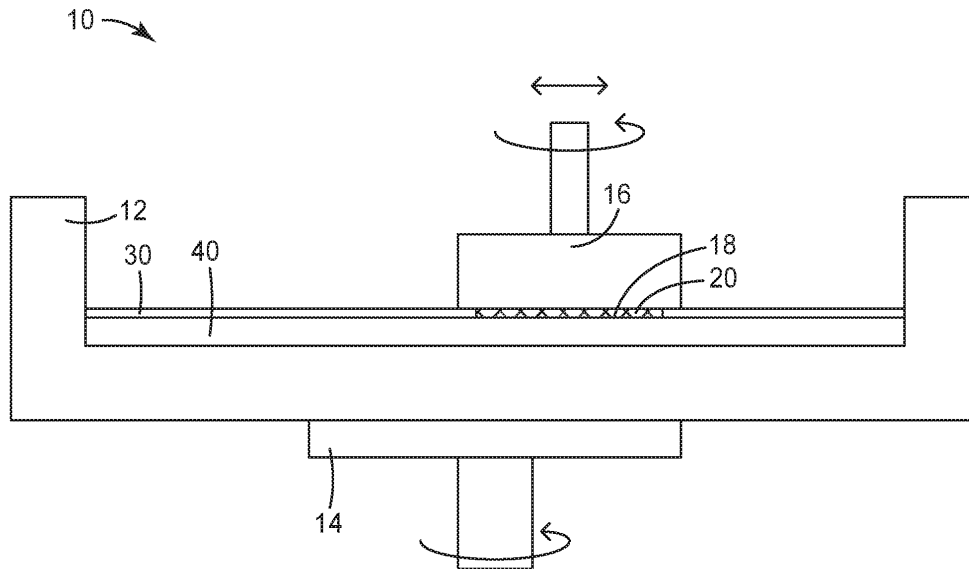
- [0066] 몇몇 실시예에서, 본 개시의 연마 복합체 입자는 연마 슬러리에 유익한 특성을 부여할 시약으로 (예를 들어, 공유결합적으로, 이온적으로, 또는 기계적으로) 표면 개질될 수 있다. 예를 들어, 유리의 표면은 적절한 표면 pH를 생성하도록 산 또는 염기로 에칭될 수 있다. 공유결합적으로 개질된 표면은 입자를 하나 이상의 표면 처리제를 포함하는 표면 처리제와 반응시킴으로써 생성될 수 있다. 표면 처리제는 그것이 개질하고 있는 표면의 소수성 또는 친수성 성질을 조정하기 위해 사용될 수 있다. 스퍼터링, 진공 증발, 화학 증착(CVD) 또는 용융 금속 기술이 사용될 수 있다.
- [0067] 본 개시는 또한 본 명세서에서 논의된 바와 같은 폴리싱 패드를 사용하여 기판을 폴리싱하는 방법에 관한 것이다. 도 7은 본 명세서에서 논의되는 몇몇 실시예에 따른 기판을 폴리싱하기 위한 예시적인 방법의 흐름도이다. 방법은 도 1에 관하여 설명된 것과 같은 폴리싱 시스템을 사용하여, 또는 임의의 다른 종래의 폴리싱 시스템, 예를 들어 단면 또는 양면 폴리싱 및 래핑(lapping)을 이용하여 수행될 수 있다.
- [0068] 몇몇 실시예에서, 기판을 폴리싱하는 방법은 폴리싱될, 기관(20)과 같은, 기판을 제공하는 단계(90)를 포함할 수 있다. 방법은 각각 폴리싱 패드(40) 및 폴리싱 용액(30)과 같은 폴리싱 패드를 제공하는 단계(92) 및 폴리싱 용액을 제공하는 단계(94)를 추가로 포함할 수 있다. 방법은 폴리싱 패드와 기관 사이에 상대 운동이 존재하는 동안 기관의 표면을 폴리싱 패드 및 폴리싱 용액과 접촉시키는 단계(96)를 추가로 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1의 폴리싱 시스템을 참조하면, 캐리어 조립체(16)는 플레이트(12)이 캐리어 조립체(16)에 대해 이동(예를 들어, 병진 및/또는 회전)됨에 따라 폴리싱 용액(30)의 존재 하에 (플레이트(12)에 결합될 수 있는) 폴리싱 패드(40)의 폴리싱 표면(18)에 맞대어 기관(20)에 압력을 가할 수 있다. 또한, 캐리어 조립체(16)가 플레이트(12)에 대해 이동(예를 들어, 병진 및/또는 회전)될 수 있다. 압력 및 상대 운동의 결과로서, 연마 입자(폴리싱 패드(40) 및/또는 폴리싱 용액(30) 내에/상에 포함될 수 있음)는 기관(20)의 표면으로부터 재료를 제거할 수 있다.
- [0069] 예시적인 실시예에서, 본 개시의 시스템 및 방법은 조정질 기관, 예를 들어 사파이어, A 평면, R 평면 또는 C 평면의 마무리에 특히 적합하다. 마무리된 사파이어 결정, 시트 또는 웨이퍼는 예를 들어 발광 다이오드 산업 및 모바일 핸드헬드 장치용 커버 층에 유용하다. 그러한 응용에서, 본 시스템 및 방법은 재료의 지속적인 제거를 제공한다. 더욱이, 본 개시의 시스템 및 방법은 전통적으로 이용되는 큰 연마 입자 크기로 달성되는 것에 상응하는 제거율을 제공하는 동시에, 전통적으로 이용되는 작은 입자 크기로 달성되는 것에 필적하는 표면 마무리를 제공할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 또 추가로, 본 개시의 시스템 및 방법은 고정형 연마 패드에서 요구되는 것과 같은, 패드의 대규모 드레싱 없이 지속적인 제거율을 제공할 수 있다.
- [0070] 본 개시의 실시가 이하의 상세한 예와 관련하여 추가로 기술될 것이다. 이들 예는 다양한 특정한 그리고 바람직한 실시예 및 기술을 추가로 예시하기 위해 제공된다. 그러나 여전히 본 개시의 범위 내에 있으면서 많은 변형 및 수정이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0071] **예**
- [0072] **폴리싱 패드 제조**
- [0073] 폴리싱 패드를 다음과 같이 제조하였다. 미국 특허 제6,285,001호에 기재된 바와 같이 폴리카르보네이트의 시트를 레이저 어블레이션하여 마스터 공구(master tool)를 형성하였다. 마스터 공구를 니켈로 도금하여 니켈 네거티브를 형성하였다. 몇 개의 니켈 네거티브를 형성하고 함께 용접하여 엠보싱 롤(embossing roll)을 형성하였다. 엠보싱 롤을 열가소성 폴리우레탄에 대한, 미국 특허 출원 공개 제2010/0188751호에 기재된 바와 같은, 엠보싱 공정에서 사용하여 폴리싱 층을 형성하였다. 폴리싱 층의 변형들이 아래에서 설명될 것이다.
- [0074] **오프셋 제적**
- [0075] 몇몇 예에서, 폴리싱 층은 전술된 바와 같이 미세복제 동안의 중합체 변위를 위한 오프셋 제적을 생성하는 리세스된 에지(recessed edge)를 갖는 셀을 가질 수 있다. 제1 예에서, 폴리싱 층을 기부 층의 에지로부터 15 마이크로미터 높이 및 500 마이크로미터 오프셋만큼 리세스시켰다. 제2 예에서, 폴리싱 층을 기부 층의 에지로부터 30 마이크로미터 높이 및 750 마이크로미터 오프셋만큼 리세스시켰다.
- [0076] 도 9a는 제1 예의 폴리싱 패드 내의 셀의 높이 맵이다. 도 9b는 10 마이크로미터의 마모 후의 제1 예의 폴리싱 패드 내의 셀의 접촉 면적의 시뮬레이션된 맵이다. 도 9b의 점들은 폴리싱 패드가 웨이퍼와 접촉할 영역들을 예시한다. 도 9b에서 볼 수 있는 바와 같이, 작업 층은 웨이퍼와의 불균일한 접촉을 갖고 기부 층은 좌측 및 상부 에지에서 웨이퍼와의 상당한 접촉을 갖는다.

[0077] 도 10a는 제2 예의 폴리싱 패드 내의 셀의 높이 맵이다. 도 10b는 10 마이크로미터의 마모 후의 제2 예의 폴리싱 패드 내의 셀의 접촉 면적의 시뮬레이션된 맵이다. 도 10b에서 볼 수 있는 바와 같이, 작업 층은 웨이퍼와의 균일한 접촉을 갖고 기부 층은 제1 예보다 상당히 더 낮은 접촉을 갖는다.

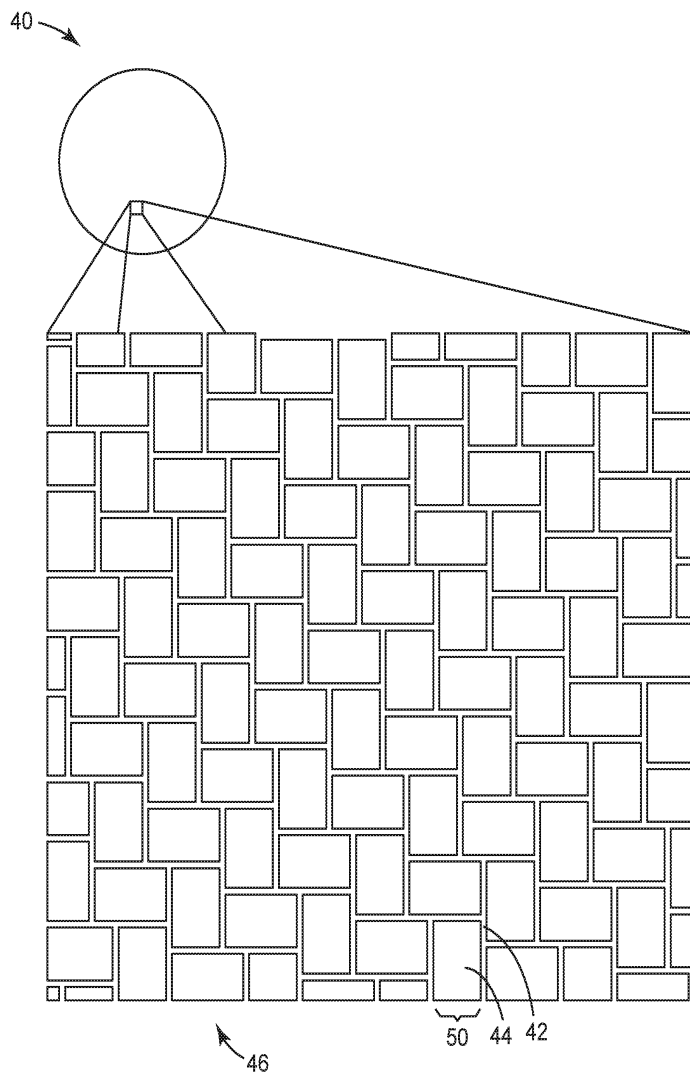
[0078] 본 발명의 다양한 실시예가 설명되었다. 이들 및 다른 실시예는 하기 청구범위의 범위 내에 있다.

도면

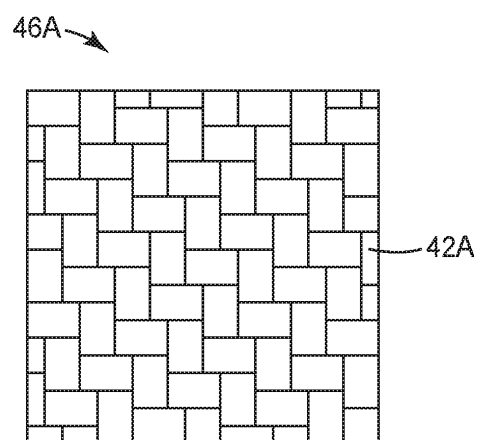
도면1



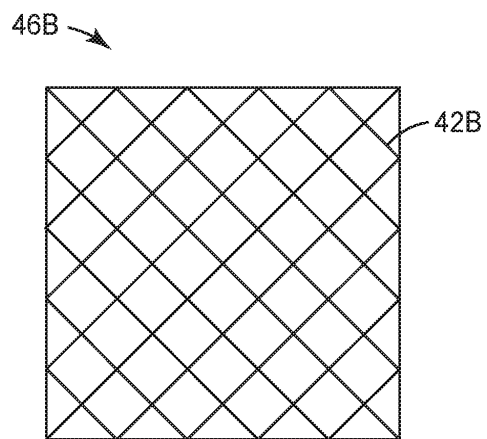
도면2



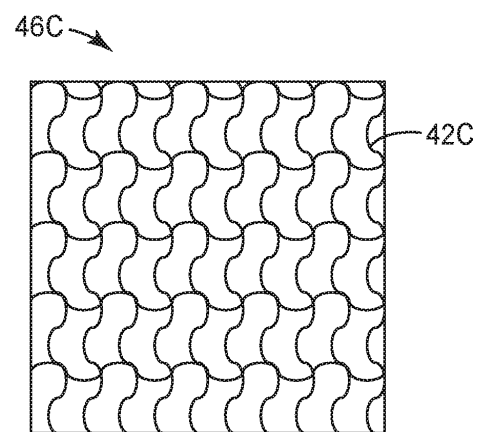
도면3a



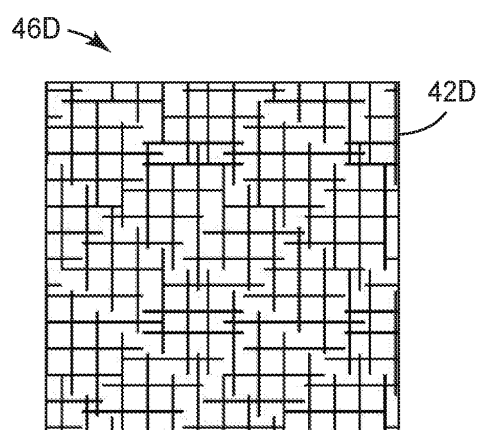
도면3b



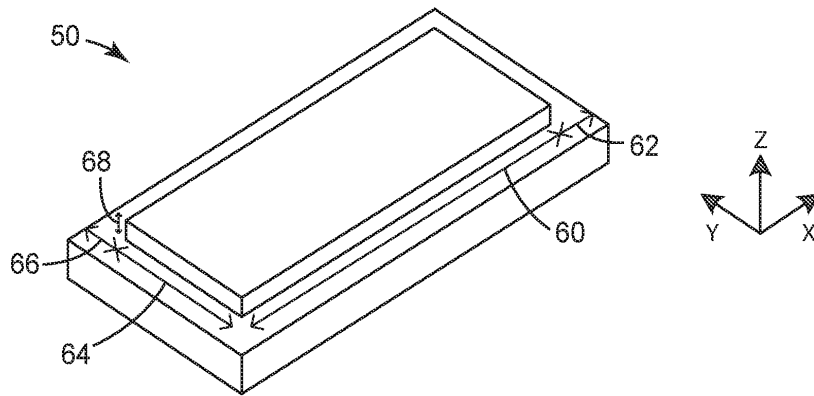
도면3c



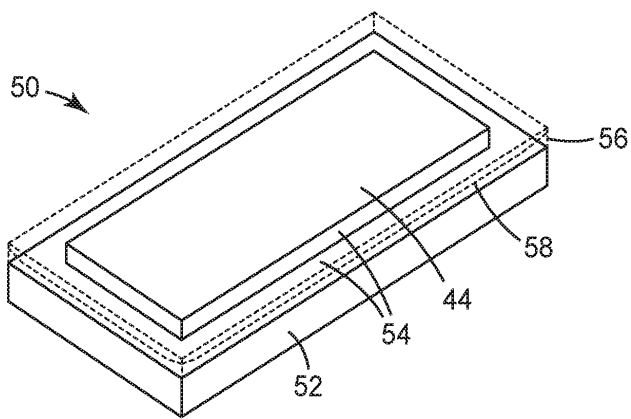
도면3d



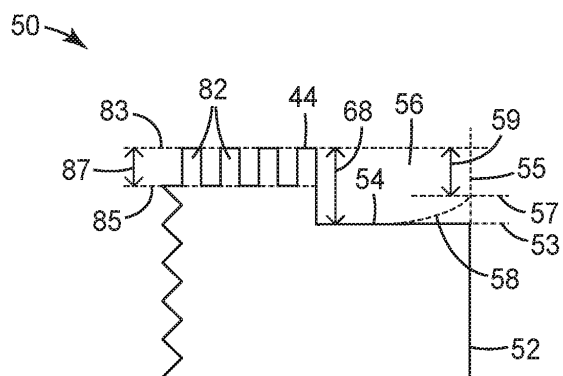
도면4a



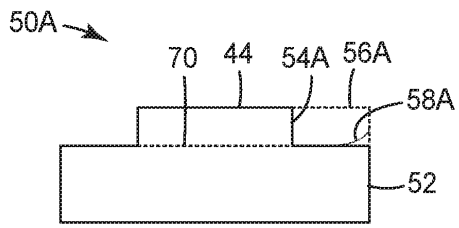
도면4b



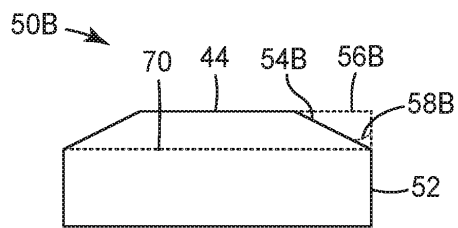
도면4c



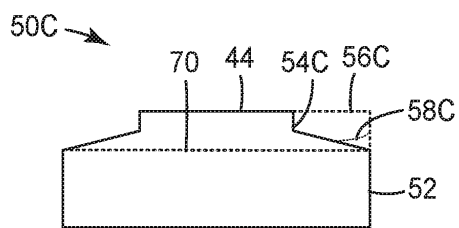
도면5a



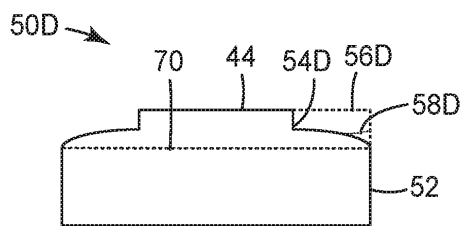
도면5b



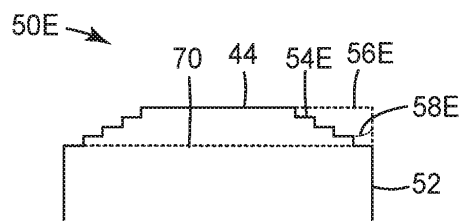
도면5c



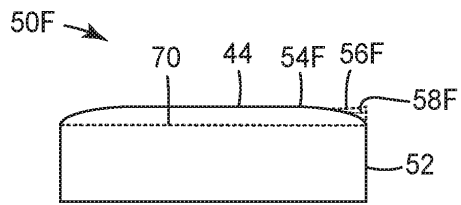
도면5d



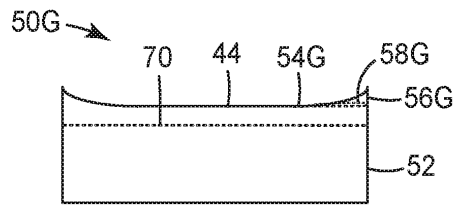
도면5e



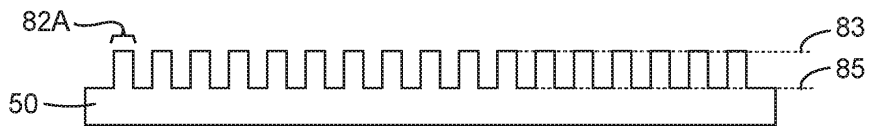
도면5f



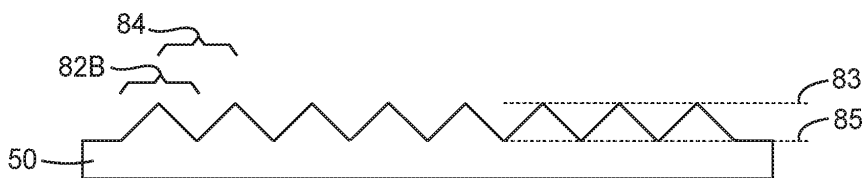
도면5g



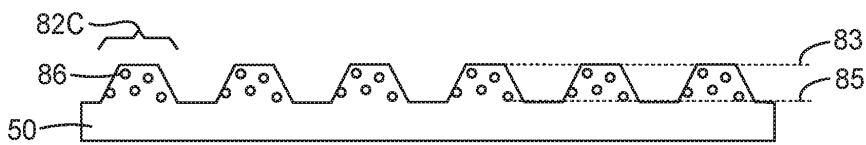
도면6a



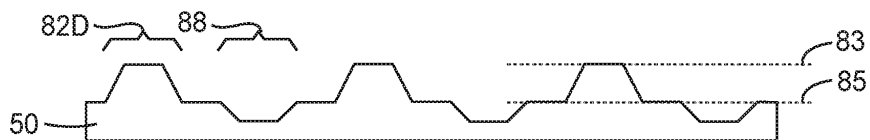
도면6b



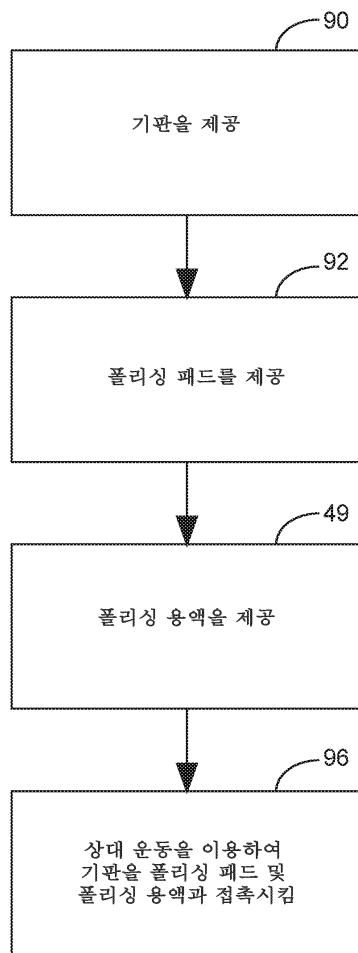
도면6c



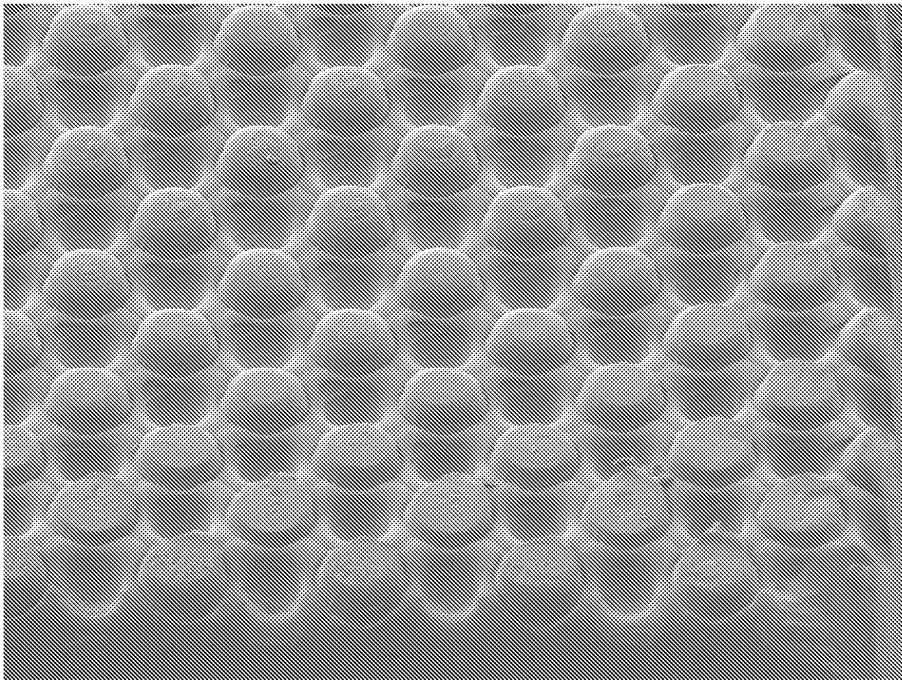
도면6d



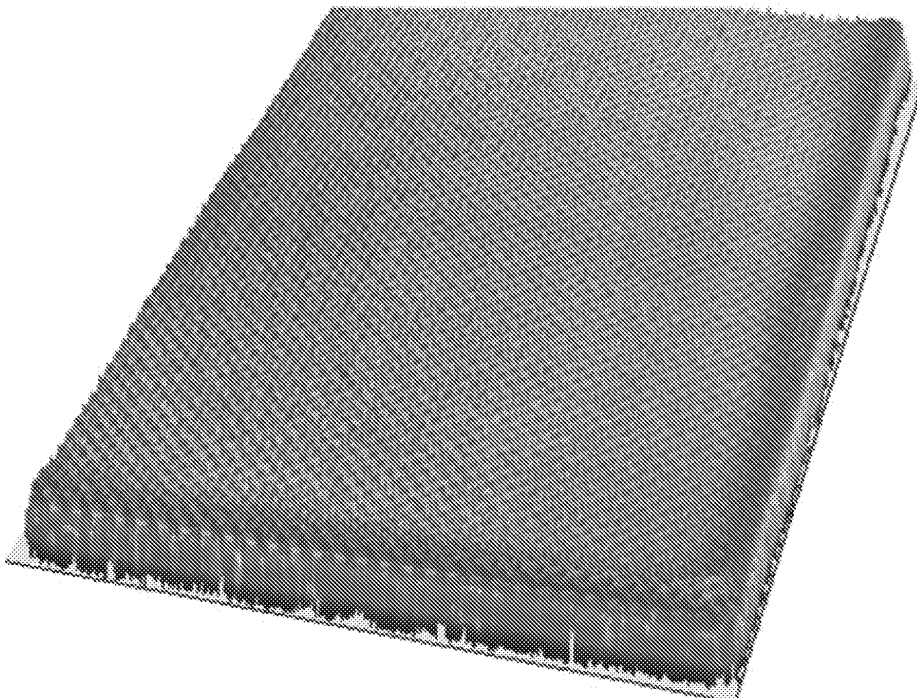
도면7



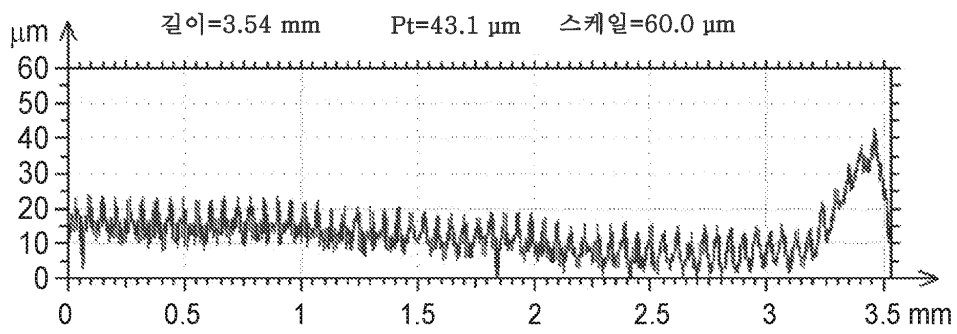
도면8a



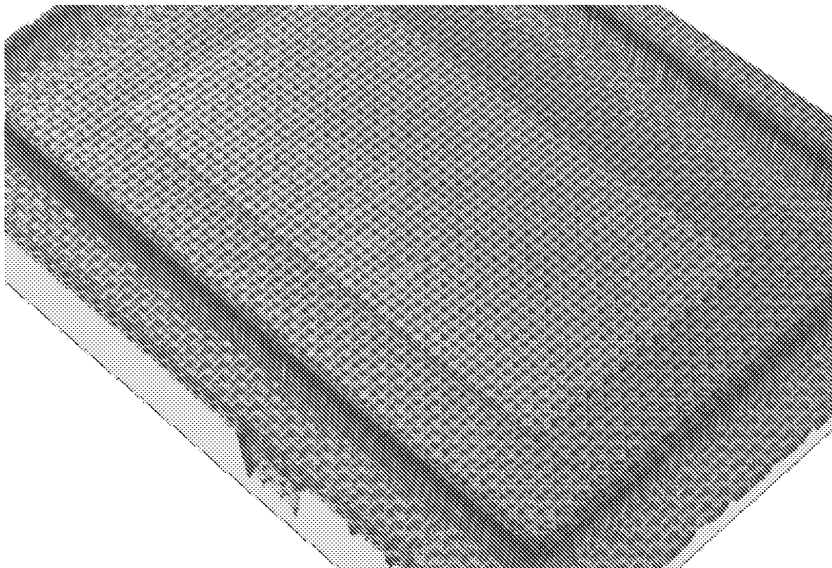
도면8b



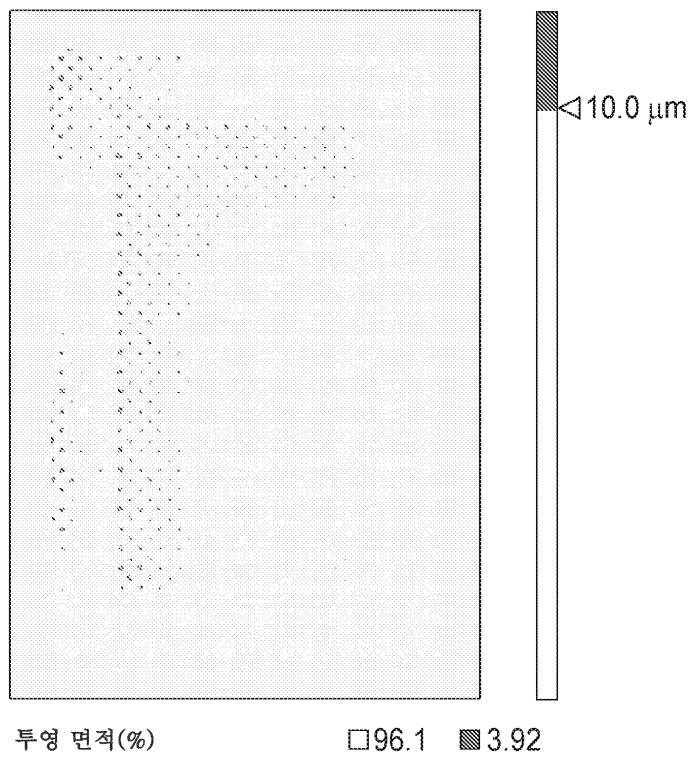
도면8c



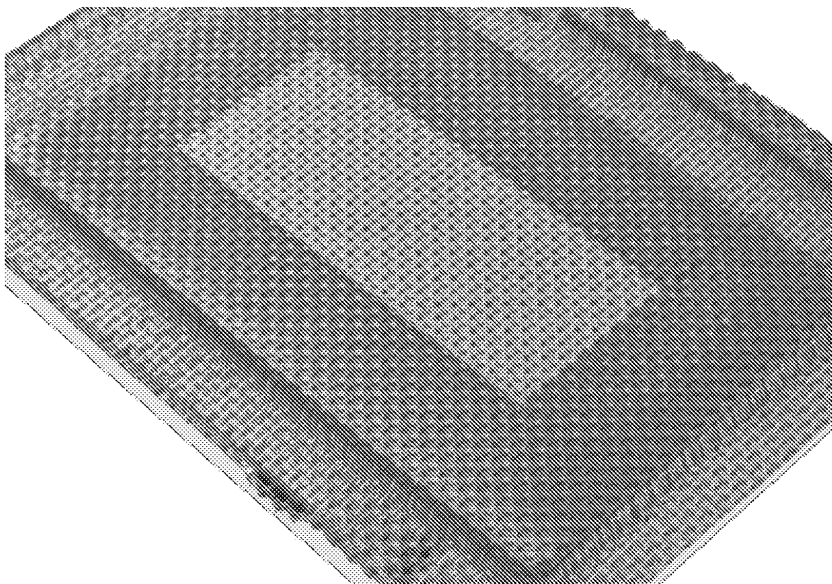
도면9a



도면9b



도면10a



도면10b

