



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월04일
(11) 등록번호 10-2713740
(24) 등록일자 2024년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 7/24 (2006.01) B24B 1/00 (2024.01)
B24B 19/03 (2006.01) B24B 27/033 (2006.01)
B24B 29/00 (2006.01) B24B 41/047 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B24B 7/24 (2013.01)
B24B 1/00 (2024.01)

(21) 출원번호 10-2020-7034543

(22) 출원일자(국제) 2019년04월29일

심사청구일자 2022년04월27일

(85) 번역문제출일자 2020년12월01일

(65) 공개번호 10-2021-0002699

(43) 공개일자 2021년01월08일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2019/053483

(87) 국제공개번호 WO 2019/211719

국제공개일자 2019년11월07일

(30) 우선권주장

62/665,065 2018년05월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP07195275 A*

JP2006326795 A*

US20170106501 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 발명자

스벤텍 브루스 에이

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

로퍼 스티븐 씨

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

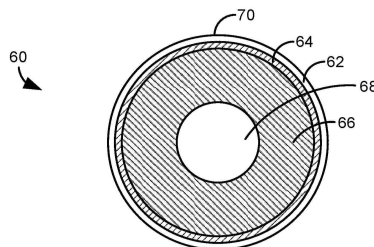
심사관 : 이준희

(54) 발명의 명칭 정합가능 연마 용품

(57) 요약

본 발명은 접촉 표면을 갖는 연마 층, 연마 층에 결합된 제1 층, 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함하는 연마 용품을 제공한다. 제1 층은 예를 들어 제2 층보다 더 높은 경도를 통해 연마 층에 접촉 압력을 제공하도록 구성된다. 제2 층은 예를 들어 제1 층보다 더 높은 압축성을 통해 연마 층에 정합성을 제공하도록 구성된다. 생성된 연마 용품은 전술된 다층 구성을 사용하지 않는 연마 용품에 비해 기재 둘레에서의 증가된 정합성, 감소된 히스테리시스, 개선된 제거 속도 일관성, 및/또는 개선된 수명을 갖고서 기재에 대하여 일관된 접촉 압력을 가할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B24B 19/03 (2013.01)
B24B 27/033 (2013.01)
B24B 29/00 (2013.01)
B24B 41/047 (2013.01)

(72) 발명자

자비드 사마드

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

베어드 데이비드 지

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

명세서

청구범위

청구항 1

연마 회전 공구(abrasive rotary tool)로서,

접촉 표면을 갖는 연마 층;

연마 회전 공구를 위한 회전축을 한정하는 공구 샹크(shank) - 여기서, 연마 층의 접촉 표면은 연마 회전 공구의 회전축에 평행함 -;

연마 층에 결합되고, 80 이하의 쇼어(Shore) A 경도를 갖는 제1 층; 및

제1 층에 결합된 제2 층

을 포함하고,

제2 층의 쇼어 A 경도는 제1 층의 쇼어 A 경도보다 작고,

연마 층의 접촉 표면은, 기재의 제1 코너의 일부분 및 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나 및 에지 표면을 연마하거나, 또는 제1 코너의 일부분과 제1 주 표면의 일부분, 및 제2 코너의 일부분과 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나 및 에지 표면을 동시에 연마하도록 변형되는, 연마 회전 공구.

청구항 2

연마 회전 공구로서,

접촉 표면을 갖는 연마 층;

연마 회전 공구를 위한 회전축을 한정하는 공구 샹크(shank) - 여기서, 연마 층의 접촉 표면은 연마 회전 공구의 회전축에 평행함 -;

연마 층에 결합된 제1 층; 및

제1 층에 결합된 제2 층

을 포함하고,

제2 층은 25% 편향(deflection)에서의 압축성(compressibility)이 1.5 MPa 이하이고, 제1 층의 25% 편향에서의 압축성은 제2 층의 25% 편향에서의 압축성보다 크고,

연마 층의 접촉 표면은, 기재의 제1 코너의 일부분 및 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나 및 에지 표면을 연마하거나, 또는 제1 코너의 일부분과 제1 주 표면의 일부분, 및 제2 코너의 일부분과 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나 및 에지 표면을 동시에 연마하도록 변형되는, 연마 회전 공구.

청구항 3

삭제

청구항 4

조립체로서,

컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더 및 기재 플랫폼(platform)을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템;

기재 플랫폼에 고정되는 기재; 및

제1항 또는 제2항의 연마 회전 공구

를 포함하는, 조립체.

청구항 5

기재를 폴리싱하기 위한 방법으로서,

컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더 및 기재 플랫폼을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 제공하는 단계;

제1항 또는 제2항의 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계;

제1 주 표면, 제2 주 표면, 및 에지 표면을 갖는 기재 - 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고, 에지 표면은 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성함 - 를 제공하는 단계; 및

컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 제1 코너의 일부분 및 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나 및 에지, 그리고 선택적으로 제1 주 표면의 일부분 및 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나를 연마하는 단계

를 포함하는, 방법.

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
- 청구항 28
- 삭제
- 청구항 29
- 삭제
- 청구항 30
- 삭제
- 청구항 31
- 삭제
- 청구항 32
- 삭제
- 청구항 33
- 삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연마재 및 연마 공구에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 터치스크린 스마트폰 및 태블릿과 같은 핸드헬드 전자장치(handheld electronics)는 흔히 장치에 내구성 및 광학적 투명성을 제공하기 위해 커버 유리(cover glass)를 포함한다. 커버 유리의 제조는 각각의 커버 유리 내의 특징부의 일관성 및 대량 생산을 위해 컴퓨터 수치 제어(computer numerical control, CNC) 기계가공을 사용할 수 있다. 커버 유리의 주연부의 에지 마무리는 강도 및 장식적 외양을 위해 중요하다. 전형적으로, 금속 접합된 다이아몬드 공구와 같은 다이아몬드 연마 공구가 커버 유리를 기계가공하는 데 사용된다. 이들 공구는 비교적 긴 시간 동안 지속할 수 있고, 높은 절삭 속도에서 효과적일 수 있다. 그러나, 공구는 응력 집중 지점이 되는 미세균열을 커버 유리 내에 남길 수 있으며, 이는 유리의 강도를 상당히 감소시킬 수 있다. 커버 유리의 강도 또는 외양을 개선하기 위해, 에지가 폴리싱될 수 있다. 예를 들어, 산화세륨과 같은 폴리싱 슬러리가 전형적으로 유리 커버를 폴리싱하는 데 사용된다. 그러나, 슬러리-기반 폴리싱은 느릴 수 있으며 다수의 폴리싱 단계를 필요로 할 수 있다. 부가적으로, 슬러리 폴리싱 장비는 크고, 고가이며, 폴리싱되는 특정 특징부에 특유할 수 있다. 전체적으로, 슬러리 폴리싱 시스템 자체는 낮은 수율을 초래하고, 연마되는 기재(substrate)의 둥근 코너를 생성하며, 노동 요건을 증가시킬 수 있다.

발명의 내용

- [0003] 본 발명은 일반적으로 기재 상에서 개선된 접촉력 및 접촉 길이 제어를 갖는 연마 용품에 관한 것이다. 예시적인 연마 용품은 접촉 표면을 갖는 연마 층, 연마 층에 결합된 제1 층, 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함한다. 제1 층은 일반적으로 예를 들어 제2 층보다 더 높은 경도를 통해 기재에 대하여 연마 층에 접촉 압력을 제공하도록 구성된다. 제2 층은 일반적으로 예를 들어 제1 층보다 더 높은 압축성(compressibility)을 통해 기재에 대한 연마 층의 정합성(conformability)을 제공하도록 구성된다. 생성된 연마 용품은 전술된 다층 구성을 사용하지 않는 연마 용품과 비교하여 기재 둘레에서의 증가된 정합성, 감소된 히스테리시스, 개선된 제거 속도 일관성, 및/또는 개선된 수명을 갖고서 기재에 대하여 일관된 접촉 압력을 가할 수 있다.
- [0004] 일 실시 형태에서, 연마 용품은 연마 층, 연마 층에 결합된 제1 층, 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함한다. 제2 층은 접촉 표면을 갖는다. 제1 층은 80 이하 이하의 쇼어(Shore) A 경도(예컨대, ASTM D2240을 사용하여 측정됨)를 갖는다. 제2 층은 제1 층의 쇼어 A 경도보다 작은 쇼어 A 경도를 갖는다.
- [0005] 다른 실시 형태에서, 연마 용품은 접촉 표면을 갖는 연마 층; 연마 층에 결합된 제1 층; 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함하고, 제2 층은 25% 편향(deflection)에서의 압축성이 1.5 MPa 이하이고, 제1 층의 25% 편향에서의 압축성은 제2 층의 25% 편향에서의 압축성보다 크다.
- [0006] 일부 실시 형태에서, 연마 회전 공구(abrasive rotary tool)는 공구 샹크(shank), 및 공구 샹크에 결합된 전술된 어느 하나의 연마 용품을 포함한다. 공구 샹크는 회전 공구를 위한 회전축을 한정한다. 연마 용품의 접촉 표면은 공구 샹크로부터 멀리 향한다.
- [0007] 일부 실시 형태에서, 조립체는 연마 회전 공구, 컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더, 및 기재 플랫폼(platform)을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 포함한다. 기체가 기재 플랫폼에 고정된다. 연마 회전 공구는 전술된 어느 하나의 연마 용품을 포함한다.
- [0008] 다른 실시 형태에서, 본 발명은 기재를 연마하기 위한 방법을 제공하며, 본 방법은 컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더 및 기재 플랫폼을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 제공하는 단계를 포함한다. 본 방법은 전술된 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계를 더 포함한다. 본 방법은 제1 주 표면(major surface), 제2 주 표면, 및 에지 표면을 갖는 기재를 제공하는 단계를 더 포함한다. 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고, 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성한다. 본 방법은 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기체의 제1 코너의 일부분 및 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나 및 에지를 연마 회전 공구의 연마 층으로 연마하는 단계를 더 포함한다. 일부 실시 형태에서, 연마 회전 공구의 연마 층은 제1 코너의 일부분과 제1 주 표면의 일부분, 및 제2 코너의 일부분과 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나 및 에지를 동시에 연마한다.
- [0009] 본 발명의 하나 이상의 실시 형태의 상세내용은 첨부된 도면 및 하기 상세한 설명에서 언급된다. 본 발명의 다른 특징, 목적 및 이점이 설명 및 도면으로부터, 그리고 청구범위로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도면에서의 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다. 점선은 선택적 또는 기능적 구성요소를 나타내는 반면, 파선은 보이지 않는 구성요소를 나타낸다.
 - 도 1a는 기재를 연마하기 위한 조립체를 도시하는 도면.
 - 도 1b는 기재를 연마하기 위한 회전 공구를 도시하는 도면.
 - 도 1c는 기재를 연마하는 회전 공구를 도시하는 도면.
 - 도 2는 기재를 연마하기 위한 연마 용품의 평단면도.
 - 도 3은 전자 구성요소를 위한 커버 유리를 도시하는 도면.
 - 도 4a는 기재를 연마하기 위한 연마 회전 공구의 측단면도.
 - 도 4b는 기재를 연마하는 연마 회전 공구의 일부분의 측단면도.
 - 도 5a는 기재를 연마하기 위한 연마 회전 공구의 측단면도.

- 도 5b는 기재를 연마하는 연마 회전 공구의 일부분의 측면면도.
- 도 6은 기재를 연마하기 위한 예시적인 기술을 도시하는 흐름도.
- 도 7은 기재를 연마하고 기재 상에 작용하는 힘을 측정하기 위한 시스템을 도시하는 도면.
- 도 8a는 비교예 1의 연마 용품의 평단면도.
- 도 8b는 비교예 2의 연마 용품의 평단면도.
- 도 8c는 실시예 3의 연마 용품의 평단면도.
- 도 9는 비교예 1, 비교예 2 및 실시예 3의 연마 용품들의 예시적인 압력 대 시간 다이어그램.
- 도 10은 비교예 1, 비교예 2 및 실시예 3의 연마 용품들의 압력 대 맞물림 깊이의 예시적인 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 발명은 개선된 제거, 제거 속도 일관성 및 수명을 갖는 연마 용품을 기술한다.
- [0012] 흔히, 연마 공구는 상이한 구성요소들 및/또는 하나의 구성요소의 상이한 표면들을 연마하는 데 사용될 수 있다. 하나 이상의 압축가능 배킹(backing) 층을 갖는 연마 공구는 하나 이상의 기재 표면 상에서의 토폴로지 변동(topology variation)을 제거하기에 충분한 접촉 압력을 제공하지 않을 수 있다. 또한, 압축가능 재료들은 일관되지 않는 연마를 야기할 수 있는 그들의 시간-의존적 점탄성 특성으로 인해 변형 동안에 응력 완화를 흔히 나타낸다. 한편, 적어도 하나의 더 경질인 배킹 층을 갖는 연마 공구는 높은 히스테리시스(hysteresis), 더 낮은 정합성, 및/또는 힘의 인가에서의 높은 변동을 나타낼 수 있으며, 이는 또한 일관되지 않는 연마를 야기할 수 있다.
- [0013] 본 명세서에 논의된 바와 같이, 본 발명의 연마 용품은 기재의 표면에 더 정합가능하고, 연마 용품의 더 적은 마모를 갖는 더 일관된 제거 및 제거 속도를 위해 더 일관된 접촉 압력을 제공할 수 있다. 일 실시 형태에서, 연마 용품은 연마 층, 연마 층에 결합된 제1 층, 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함한다. 연마 층은 기재와 접촉하고 기재로부터 재료를 제거하도록 구성된다. 제1 층은, 예를 들어 비교적 높은 경도, 낮은 압축성, 낮은 응력 완화 및/또는 낮은 두께를 갖는 재료를 통해, 기재에 대항한 연마 층을 위한 일관된 접촉 압력을 제공하도록 구성될 수 있다. 제2 층은 연마 층을 비교적 낮은 경도, 높은 압축성 및/또는 높은 두께를 갖는 재료와 같은 기재에 대항하여 정합시키도록 일반적으로 구성된 압축가능 층일 수 있다. 제1 층에 의해 일반적으로 제공되는 일관된 접촉 압력과 제2 층에 의해 일반적으로 제공되는 정합성의 조합은 연마 층이 기재로부터 더 일관되게 재료를 제거할 수 있게 할 수 있고 연마 용품의 수명을 연장시킬 수 있다.
- [0014] 도 1a는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12) 및 기계가공 시스템 제어기(14)를 포함하는 조립체(10)를 도시한다. 제어기(14)는 기계가공 시스템(12)의 회전 공구 홀더(20) 내에 장착되는 회전 공구(18)를 이용하여 기계가공 시스템(12)이 기재(16)를 기계가공, 연삭 또는 연마하게 하기 위하여 제어 신호를 기계가공 시스템(12)에 송신하도록 구성된다. 일 실시 형태에서, 기계가공 시스템(12)은 라우팅(routing), 선삭(turning), 드릴링(drilling), 밀링(milling), 연삭, 연마, 및/또는 다른 기계가공 작업을 수행할 수 있는, 3, 4 또는 5축 CNC 기계와 같은 CNC 기계에 해당할 수 있고, 제어기(14)는 하나 이상의 회전 공구(18)를 이용하여 기재(16)의 기계가공, 연삭 및/또는 연마를 수행하기 위한 명령을 회전 공구 홀더(20)에 내리는 CNC 제어기를 포함할 수 있다. 제어기(14)는 범용 컴퓨터 실행 소프트웨어를 포함할 수 있고, 그러한 컴퓨터는 CNC 제어기와 조합되어 제어기(14)의 기능을 제공할 수 있다.
- [0015] 기재(16)는 기계가공 시스템(12)에 의한 기재(16)의 정밀 기계가공을 용이하게 하는 방식으로 기재 플랫폼(platform)(22)에 장착 및 고정된다. 기재 유지 고정구(24)가 기재(16)를 기재 플랫폼(22)에 고정시키고, 기재(16)를 기계가공 시스템(12)에 대해 정밀하게 위치시킨다. 기재 유지 고정구(24)는 또한 기계가공 시스템(12)의 제어 프로그램을 위한 기준 위치를 제공할 수 있다. 본 명세서에 개시된 기술이 임의의 재료의 피가공물에 적용될 수 있지만, 기재(16)는 전자 장치를 위한 구성요소일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기재(16)는 전자 장치의 투명한 디스플레이 요소, 예를 들어 전자 장치를 위한 커버 유리, 또는 더 구체적으로는 스마트폰 터치 스크린의 커버 유리일 수 있다.
- [0016] 일부 실시 형태에서, 기재(16)는 제1 주 표면(48)(예컨대, 기재(16)의 상부), 제2 주 표면(50)(예컨대, 기재(16)의 저부), 및 하나 이상의 에지 표면(46)(예컨대, 기재(16)의 측면)을 포함할 수 있다. 기재의 에지 표면

의 면적은 전형적으로 기재의 제1 주 표면 및/또는 제2 주 표면의 면적보다 작다. 일부 실시 형태에서, 기재의 제1 주 표면의 면적에 대한 기재의 에지 표면의 비 및/또는 기재의 제2 주 표면의 면적에 대한 기재의 에지 표면의 비는 0.00001 초과, 0.0001 초과, 0.0005 초과, 0.001 초과, 0.005 초과 또는 심지어 0.01 초과; 0.1 미만, 0.05 미만, 또는 심지어 0.02 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 및/또는 제2 주 표면에 수직으로 측정된 에지 표면의 두께(T)는 5 mm 이하, 4 mm 이하, 3 mm 이하, 2 mm 이하 또는 심지어 1 mm 이하이다. 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너(54)를 형성하고, 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너(56)를 형성한다. 일부 실시 형태에서, 에지 표면은 주 표면들 각각에 실질적으로 직각일 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "코너"는 기재(16)의 에지 표면과 기재(16)의 제1 주 표면 및 제2 주 표면 중 어느 하나 사이의 임의의 표면, 에지, 또는 평면 내 다른 변화를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 제1 및/또는 제2 코너는 날카로운 에지(예컨대, 에지 표면의 두께보다 실질적으로 작은 곡률 반경을 가짐), 평탄한 표면, 만곡된 코너, 다수의 표면, 모따기된 코너, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 기재(16)의 연마 동안, 제1 및 제2 코너들은 연마 동안 재료가 제거될 때 곡률 및/또는 표면적이 증가하는 작은 표면 또는 날카로운 에지로서 시작할 수 있다. 기재(16)의 추가의 실시 형태가 이하에서 도 1c, 도 3, 도 4b, 및 도 5b에서 묘사될 것이다.

[0017] 도 1의 실시 형태에서, 회전 공구(18)는 연마 용품(26)을 포함하는 것으로 예시된다. 이러한 실시 형태에서, 연마 용품(26)은 커버 유리 내의 구멍 및 에지 특징부와 같은, 기재(16)의 기계가공된 특징부의 표면 마무리를 개선하기 위해 이용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 상이한 회전 공구(18)들이 연속하여 사용되어 기계가공된 특징부의 표면 마무리를 반복적으로 개선할 수 있다. 예를 들어, 조립체(10)는 제1 회전 공구(18) 또는 회전 공구(18)들의 세트를 사용한 황삭 연삭 단계(coarser grinding step)에 이은 제2 회전 공구(18) 또는 회전 공구(18)들의 세트를 사용한 정삭 연마 단계(finier abrading step)를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 보다 적은 회전 공구(18)들을 사용한 반복적인 연삭 및/또는 연마 공정을 용이하게 하기 위해 단일 회전 공구(18)가 상이한 연마 수준들을 포함할 수 있다. 이들 실시 형태 각각은, 기재 내의 특징부의 기계가공 후에 표면 마무리를 개선하기 위해 단지 단일 연삭 단계만이 사용되는 다른 실시 형태와 비교하여, 기재의 특징부의 기계가공 후에 기재를 마무리하고 폴리싱하기 위한 사이클 시간을 감소시킬 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기재는 상이한 회전 공구(18)들의 반복 전체에 걸쳐 기재 유지 고정구(24)에 고정된 상태로 유지될 수 있다.

[0018] 일부 실시 형태에서, 조립체(10)를 사용한 연삭 및/또는 연마 후에, 기재가 예컨대 표면 마무리를 추가로 개선하기 위한 별개의 폴리싱 시스템을 사용하여 폴리싱될 수 있다. 일반적으로, 폴리싱 전에 표면 마무리가 우수할수록, 폴리싱 후에 원하는 표면 마무리를 제공하는 데 필요한 시간이 적어진다. 조립체(10)로 기재(16)의 에지를 연마하기 위해, 제어기(14)는 회전 공구 홀더(20)가 회전 공구(18)를 회전시킬 때 연마 용품(26)을 기재(16)의 하나 이상의 특징부에 대해 정밀하게 적용하라는 명령을 회전 공구 홀더(20)에 내릴 수 있다. 이러한 명령은 예를 들어 회전 공구(18)의 단일 연마 용품(26)으로 기재(16)의 특징부의 윤곽을 정밀하게 따르라는 명령뿐만 아니라, 하나 이상의 회전 공구(18)의 다수의 연마 용품(26)을 기재(16)의 상이한 특징부들에 반복적으로 적용하라는 명령을 포함할 수 있다.

[0019] 도 1b는 공구 생크(40) 및 연마 용품(26)을 포함하는 회전 공구(18)를 도시한다. 공구 생크(40)는 회전 공구(18)를 위한 회전축(42)을 한정한다. 연마 용품(26)은 공구 생크(40)에 결합된다. 연마 용품(26)은 공구 생크(40)로부터 멀리 향하는 접촉 표면(44)을 갖는 연마 층을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 접촉 표면(44)의 평면은 회전축(42)에 실질적으로 평행(예컨대, 5도 이내)할 수 있다. 일부 실시 형태(도 1b에 도시되지 않음)에서, 접촉 표면(44)의 평면과 회전축(42) 사이의 끼임각이 5도 내지 90도, 5도 내지 85도, 5도 내지 80도 또는 심지어 5도 내지 70도일 수 있다.

[0020] 도 1c는 기재(16)를 연마하는 회전 공구(18)를 도시한다. 기재(16)는 제1 주 표면(48), 제1 주 표면(48)의 반대편의 제2 주 표면(50), 및 에지 표면(46)을 포함한다. 에지 표면(46)은 제1 주 표면(48)과 교차하여 제1 코너(54)를 형성하고, 제2 주 표면(50)과 교차하여 제2 코너(56)를 형성한다. 일부 실시 형태에서, 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나는 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나를 포함한다.

[0021] 회전 공구(18)는 회전축(42)을 중심으로 회전하여, 접촉 표면(44)이 에지 표면(46), 그리고 선택적으로 제1 코너(54) 및 제2 코너(56) 중 적어도 하나, 그리고 선택적으로 제1 및 제2 주 표면(48, 50)들 중 적어도 하나에서 기재(16)와 접촉하게 한다. 회전 공구(18)는 기재(16)의 에지(46) 상에 접촉 압력을 가하여, 접촉 표면(44)이 기재(16)에 대향하여 변형되고 제1 및 제2 코너들 중 적어도 하나 및 에지 표면(46)과 접촉할 수 있게 한다. 접촉 표면(44)이 제1 및 제2 코너들 중 어느 하나 또는 둘 모두 및 에지 표면(46)과 접촉할 때, 접촉 표면(44)

은 제1 및 제2 코너들 중 어느 하나 또는 둘 모두 및 에지 표면(46)으로부터 재료를 제거한다.

[0022] 본 명세서에서 논의된 실시 형태들에 따르면, 연마 용품(26)은 기재(16)의 적어도 하나의 에지에 정합하고 일정 기간에 걸쳐 기재(16)의 에지의 하나 이상의 표면에 대항하여 일관된 접촉 압력을 인가하도록 구성된다. 도 2에서 추가로 묘사되는 바와 같이, 연마 용품(26)은 연마 층, 연마 층에 결합된 제1 층, 및 제1 층에 결합된 제2 층을 포함한다. 연마 층은 기재(16)와 접촉하고 기재(16)로부터 재료를 제거하도록 구성될 수 있다. 제1 층은 기재(16)에 대항하여 연마 층을 위한 일관된 접촉 압력을 대체로 제공하도록 구성된 층일 수 있다. 제2 층은 기재(16)에 대항하여 연마 층을 대체로 정합시키도록 구성된 압축가능 층일 수 있다. 제1 층에 의해 제공되는 일관된 접촉 압력과 제2 층에 의해 제공되는 정합성의 조합은 연마 층이 기재(16)로부터 더 일관되게 재료를 제거하게 할 수 있고 연마 용품(26)의 수명을 연장시킬 수 있다.

[0023] 도 2는 기재를 연마하기 위한 연마 용품(60)의 평단면도를 도시한다. 연마 용품(60)은, 예를 들어 도 1a 내지 도 1c의 연마 용품(26)으로서 사용될 수 있다. 연마 용품(60)은 연마 층(62), 연마 층(62)에 결합된 제1 층(64), 제1 층(64)에 결합된 제2 층(66), 및 제2 층(66)에 의해 둘러싸인 코어 영역(68)을 포함한다. 코어 영역(68)은, 예를 들어 도 1b 및 도 1c의 공구 생크(40)와 같은 공구 생크, 또는 공구 생크를 부착하기 위한 표면을 포함할 수 있다. 연마 층(62)은 접촉 표면(70)을 포함한다.

[0024] 도 2의 실시 형태에서, 제1 층(64)은 접촉 표면(70)의 반대편의 연마 층(62)의 표면에 결합된다. 일부 실시 형태에서, 선택적인 제1 접착제 층이 연마 층(62)과 제1 층(64) 사이에 배치된다. 제2 층(66)은 제1 층(66)과 코어 영역(68) 사이에 배치되고, (연마 층(62)의 반대편의) 제1 층(64)의 표면 및 코어 영역(68) 내의 공구 생크의 표면 중 하나 또는 둘 모두에 결합될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 선택적인 제2 접착제 층이 제1 층(64)과 제2 층(66) 사이에 배치된다. 일부 실시 형태에서, 선택적인 제3 접착제 층이 제2 층(66)과 코어 영역(68) 사이에 배치된다. 일 실시 형태에서, 연마 용품(60)은, 예를 들어 제2 층(66)을 제공하고, 제2 층(66) 상에 제1 층(64)을 침착시키고, 제1 층(64) 상에 연마 층(62)을 침착시킴으로써, 다층 시트(sheet)로서 조립될 수 있다. 다층 시트는 절단되고 공구 생크와 같은 코어 영역(68)에 접착될 수 있다.

[0025] 제1 층(64) 및 제2 층(66)은, 이하에서 추가로 설명되는 바와 같이, 제1 층(64) 및 제2 층(66)의 특징부들을 포함하지 않는 연마 용품보다, 연마 층(62)의 접촉 표면(70)에 더 일관된 접촉 압력 및 더 높은 정합성을 제공하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 제1 층(64) 및 제2 층(66)의 재료들의 다양한 특성 및 구성이 기재에 대항한 접촉 표면(70)의 접촉 압력 일관성 및 정합성을 개선하도록 선택될 수 있다. 이하에서 설명되는 바와 같이, 제1 층(64) 및 제2 층(66)의 특성들은 연성(softness), 경도, 압축성, 완화 모듈러스(relaxation modulus)(예컨대, 응력 완화 모듈러스), 두께, 및 제1 층(64) 및/또는 제2 층(66) 각각의 접촉 압력 및 정합성에 영향을 미칠 수 있는 다른 특성을 포함할 수 있지만, 이로 한정되지 않는다.

[0026] 임의의 특정 이론으로 제한됨이 없이, 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)은 기재에 대항하여 접촉 표면(70)에서 연마 층(62)을 위한 높은 접촉 압력을 주로 제공하도록 선택될 수 있는 반면, 제2 층(66)은 기재에 대항하여 연마 층(62)을 위한 높은 정합성을 주로 제공하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 접촉 압력이 더 집중된 특성으로서 실현될 수 있어, 높은 접촉 압력에 유리한 재료가 유리하게는 제1 층(64)에서와 같이 연마 층(62)의 표면 부근에 위치될 수 있다. 한편, 정합성이 더 분포된 특성으로서 실현될 수 있어, 높은 정합성에 도움이 되는 재료가 유리하게는 제2 층(66)에서와 같이 연마 층(62)으로부터 멀리 위치될 수 있다. 이러한 구성에서, 제1 층(64)은 접촉 표면(70) 부근에서 높은 접촉 압력 및 대응하는 높은 제거 속도를 제공할 수 있는 반면, 제2 층(66)은 적어도 부분적으로 연마 용품(60)의 더 높은 정합성에 기인한 접촉 표면(70)으로부터의 접촉 압력의 더 일관된 인가 및 기재에 대항한 접촉 표면(70)의 높은 정합성 및 대응하는 더 높은 접촉 길이를 제공함으로써 제1 층(64)을 지지할 수 있다. 전술된 바와 같이, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 둘 모두의 사용은 연마 용품(60)이 연마 층(62)의 접촉 표면(70)에 일관된 접촉 압력을 제공할 수 있게 한다. 이것은 연마 층이 기재의 비평탄 표면(예컨대, 기재 코너)으로부터 재료를 균일하게 연마하게 할 수 있는데, 이는 그렇지 않을 경우 달성될 수 없을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각은 다층 그 자체를 포함할 수 있다.

[0027] 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각은 연성에 따라 선택된 재료로 구성될 수 있다. 재료의 연성은 재료의 접촉 압력 및 정합성과 상관될 수 있으며; 일반적으로, 더 연질의 재료는 더 낮은 접촉 압력 및 더 높은 정합성을 가질 수 있다. 연성은 제1 층(64) 및 제2 층(66)의 각각의 재료의 다양한 특성에 의해 나타내어지고 이에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 더 연질의 재료는 더 낮은 경도(쇼어 A 또는 쇼어 00와 같은 임의의 적절한 경도 스케일을 사용하여 나타내어짐)를 갖는 재료, 더 낮은 탄성 모듈러스를 갖는 재료, 더 높은 압축성(전형적으로 재료의 푸아송 비(Poisson's ratio) 또는 편향을 통해 정량화됨)를 갖는 재료, 또는 개질된 구조물을 갖는, 예

를 들어 폼(foam)과 같은 복수의 가스 함유물을 포함하는, 음각된 구조물을 포함하는 등의 재료일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)의 재료는 제1 층(64)의 재료보다 더 연질일 수 있다. 예를 들어, 제1 층(64) 및 제2 층(66)의 각각의 재료의 동일한 크기의 블록에 인가되는 동일한 압축력은 제1 층(64)의 더 경질인 재료보다 제2 층(66)의 더 연질의 재료에 대해 인가된 힘의 방향으로 더 큰 변형을 초래할 수 있다.

[0028] 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각은 정도에 따라 선택된 재료로 구성될 수 있다. 정도는 힘에 응답하여 변형되는 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각의 척도를 나타낼 수 있다. 일부 경우에, 정도는 제1 층 및 제2 층에 대해 상이한 스케일들(예컨대, 제1 층에 대한 쇼어 A 듀로미터(durometer) 및 층에 대한 쇼어 00)을 사용하여 가장 적절하게 측정될 수 있다.

[0029] 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)의 정도, 예를 들어 쇼어 A 정도는 제1 층(64)의 정도보다 작다. 예를 들어, 제1 층(64)이 60 쇼어 A 듀로미터의 정도를 갖는 재료(예컨대, ASTM D2240을 사용하여 측정됨)를 포함할 때, 제2 층(66)의 정도는 60 쇼어 A 듀로미터 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)은 30 쇼어 A 초과 및 약 80 쇼어 A 미만, 또는 약 40 쇼어 A 초과 및 약 70 쇼어 A 미만인 정도를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 약 50 쇼어 A 미만, 또는 약 20 쇼어 A 미만, 또는 약 10 쇼어 A 미만인 정도를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각의 정도는 제1 층(64)에 대한 제2 층(66)의 정도의 특정 비와 같이 서로에 대해 표현될 수 있다. 예를 들어, 제2 층(66)의 쇼어 A 정도에 대한 제1 층(64)의 쇼어 A 정도의 비는 1 초과 및 8 미만, 또는 심지어 2 초과 및 7 미만이다.

[0030] 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각은 압축성에 따라 선택된 재료로 구성될 수 있다. 압축성은 압력에 응답하여 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각의 재료의 상대적 변화의 척도를 나타낼 수 있는 반면, 용어 "압축가능" 또는 "비-압축가능"은 압축성의 재료 특성을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 용어 "실질적으로 비-압축가능"은 약 0.45 초과의 푸아송 비를 갖는 재료를 지칭한다. 재료의 압축성은 재료를 기준 편향(예컨대, 25% 편향)으로 압축하는 데 필요한 특정 압력으로서 표현될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 층의 압축성은, 층이 폼인 경우 ASTM D3574에 따른 압축력 편향 시험 또는 그의 변형된 버전을 통해, 그리고 층이 예를 들어 스펀지 또는 팽창성 고무와 같은 가요성 다공질 재료인 경우 ASTM D1056에 따른 압축-편향 시험을 통해 측정될 수 있다.

[0031] 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)의 압축성은 제1 층(64)의 압축성보다 작다. 예를 들어, 제2 층(66)은 제1 층(64)의 25% 편향에서의 압축성보다 작은, 25% 편향에서의 압축성을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)의 푸아송 비는 제1 층(64)의 푸아송 비보다 작다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 약 1.5 MPa(220 psi) 미만, 약 1.1 MPa(160 psi) 미만, 약 0.31 MPa(45 psi) 미만의 25% 편향에서의 압축성, 및/또는 약 0.5 미만, 약 0.4 미만, 0.3 미만 또는 바람직하게는 약 0.1 미만인 푸아송 비를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각의 재료의 압축성은 제2 층(66)에 대한 제1 층(64)의 압축성의 특정 비와 같이 서로에 대해 표현될 수 있다. 예를 들어, 제2 층의 25% 편향에서의 압축성에 대한 제1 층의 25% 편향에서의 압축성의 비는 1 초과 및 200 미만, 선택적으로 150 미만, 100 미만, 50 미만, 20 미만 또는 심지어 10 미만, 또는 심지어 2 초과 및 200 미만, 선택적으로 150 미만, 100 미만, 50 미만, 20 미만 또는 심지어 10 미만이다.

[0032] 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)은 실질적으로 비-압축가능일 수 있는데, 예컨대 접촉 압력에 응답한 재료의 상대 체적 변화가 5% 미만, 2% 미만, 1% 미만, 0.5% 미만, 또는 0.2% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 실질적으로 비-압축가능일 수 있지만, 원하는 정합성을 제공하기에 충분히 연질일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 원하는 정합성을 제공하기 위해 패터닝되거나 3D 인쇄되거나 엠보싱되거나 음각된 실질적으로 비-압축가능인 재료로 제조된 층일 수 있다.

[0033] 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 탄성 변형에 따라 선택된 재료로 구성될 수 있다. 탄성 변형은 제2 층(66)의 재료가 변형된 후에 그의 원래 상태로 회복되는 능력을 나타낼 수 있다. 제2 층(66)의 재료는 탄성적으로 변형가능할 수 있는데, 예컨대 변형된 후에 그의 원래 상태로 실질적으로 100%(예컨대, 90% 이상, 95% 이상, 99% 이상, 99.5% 이상, 또는 99.9% 이상) 회복될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 원하는 정합성을 제공하도록 압축가능할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 각각은 완화 모듈러스, 예컨대 응력 완화 모듈러스에 따라 선택된 재료로 구성될 수 있다. 완화 모듈러스는 시간-의존적 점탄성 특성의 척도를 나타낼 수 있다. 본 개시 내용에서, 완화 모듈러스는 백분율로 표현되며, 하기 수학적식을 사용하여 응력 완화 시험(예컨대, ASTM D6048을 사용하여 측정됨)으로부터 제공되는 완화 모듈러스 대 시간 곡선으로부터 결정된다:

[0034] 완화 모듈러스(%) = (순간 모듈러스 - 일정한 압축 변형률 하에 2분 완화 후의 모듈러스)/순간 모듈러스 × 100.

- [0035] 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및 제2 층(66) 중 적어도 하나는 25% 미만의 완화 모듈러스를 갖는다.
- [0036] 일부 실시 형태에서, 제1 층(64) 및/또는 제2 층(66)은 다양한 두께를 위해 구성될 수 있다. 도 2의 실시 형태에서, 제1 층(64)은 제1 두께를 갖고, 제2 층(64)은 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)의 제1 두께는 3 mm 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)의 제1 두께는 약 0.005 인치(0.125 mm) 내지 약 0.300 인치(7.5 mm), 또는 바람직하게는 약 0.005 인치(0.125 mm) 내지 약 0.080 인치(2 mm)의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)의 제1 두께 및 제2 층(66)의 제2 두께는 제2 두께에 대한 제1 두께의 비와 같은 상대 두께에 따라 선택될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 두께에 대한 제1 두께의 비는 0.75 미만이다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)의 제2 두께 대 제1 층(64)의 제1 두께의 비는 약 3:1 이상, 약 5:1 이상, 약 7:1 이상, 또는 약 10:1 이상일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)의 제1 두께에 대한 제2 층(66)의 제2 두께의 비는 100/1 미만, 50/1 미만 또는 심지어 20/1 미만일 수 있다. 제1 층(64)은 상기에 논의된 하나 이상의 특성을 갖는 다양한 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(64)은 탄성중합체, 천(fabric), 또는 부직포 재료 중 적어도 하나를 포함한다. 적합한 탄성중합체는, 예를 들어 니트릴, 플루오로탄성중합체, 클로로프렌, 에피클로로하이드린, 실리콘, 우레탄, 폴리아크릴레이트, EPDM(에틸렌 프로필렌 다이엔 단량체) 고무, SBR(스티렌부타디엔 고무), 부틸 고무, 나일론, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에스테르, 폴리우레탄 등과 같은 열경화성 탄성중합체를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층의 밀도는 0.8 g/cm³ 초과, 0.85 g/cm³ 초과, 0.9 g/cm³ 초과, 0.95 g/cm³ 초과, 1.0 g/cm³ 초과, 1.1 g/cm³ 초과 또는 심지어 1.2 g/cm³ 초과; 2.0 g/cm³ 미만, 1.8 g/cm³ 미만, 1.6 g/cm³ 미만, 1.4 g/cm³ 미만 또는 심지어 1.2 g/cm³ 미만일 수 있다.
- [0037] 제2 층(66)은 상기에 논의된 하나 이상의 특성을 갖는 다양한 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 50 미만의 쇼어 A 경도를 갖는 고무, 천 또는 부직포 층, 음각되거나 구조화되거나 3D 인쇄되거나 엠보싱된 탄성중합체, 또는 폼 중 하나를 포함한다. 적합한 폼은, 예를 들어 합성 또는 천연 폼, 열성형된 폼, 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리에테르, 충전된 또는 그래프팅된(grafted) 폴리에테르, 점탄성 폼, 멜라민 폼, 폴리에틸렌, 가교결합된 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 실리콘, 이오노머 폼 등을 포함하는 개방 셀형 또는 폐쇄 셀형일 수 있다. 제2 층은 또한 발포 탄성중합체; 예를 들어 아이소프렌, 네오프렌, 폴리부타디엔, 폴리아이소프렌, 폴리클로로프렌, 천연 고무, 니트릴 고무, 폴리비닐 클로라이드 및 니트릴 고무를 포함한 가황 고무(vulcanized rubber); EPDM(에틸렌 프로필렌 다이엔 단량체)과 같은 에틸렌-프로필렌 공중합체; 및 부틸 고무(예컨대, 아이소부틸렌-아이소프렌 공중합체)를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 다양한 압축가능 구조물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 층(66)은, 예를 들어 스프링, 부직포, 천, 공기 블래더(bladder) 등과 같은 임의의 적합한 압축가능 구조물을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층(66)은 원하는 푸아송 비, 압축성 및 탄성 응답을 제공하도록 3D 인쇄될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 층의 밀도는 0.2 g/cm³ 초과, 0.25 g/cm³ 초과, 0.3 g/cm³ 초과, 0.35 g/cm³ 초과, 0.4 g/cm³ 초과, 0.45 g/cm³ 초과 또는 심지어 0.50 g/cm³ 초과; 1.2 g/cm³ 미만, 1.0 g/cm³ 미만, 0.95 g/cm³ 미만, 0.90 g/cm³ 미만, 0.85 g/cm³ 미만, 0.80 g/cm³ 미만, 0.75 g/cm³ 미만, 또는 심지어 0.70 g/cm³ 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 층의 밀도는 제2 층의 밀도보다 크다.
- [0038] 연마 층(62)은 접촉 표면(70)을 포함한다. 접촉 표면(70)은 기재의 하나 이상의 표면과 접촉하고 이를 연마하도록 구성된다. 연마는 연삭, 폴리싱, 및 기재로부터 재료를 제거하는 임의의 다른 작용을 포함할 수 있다. 당업자에 의해 인식되는 바와 같이, 접촉 표면(70)과 함께 연마 층(62)은 예컨대 성형(molding), 압출, 엠보싱 및 이들의 조합을 포함하는 다양한 방법에 따라 형성될 수 있다.
- [0039] 연마 층(62)은 기부 층, 예컨대 배킹 층; 및 접촉 층을 포함할 수 있다. 기부 층은 중합체 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 기부 층은 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 등과 같은 열가소성 물질; 폴리우레탄, 에폭시 수지 등과 같은 열경화성 물질; 또는 이들의 임의의 조합으로 형성될 수 있다. 기부 층은 임의의 개수의 층을 포함할 수 있다. 기부 층의 두께 (즉, 제1 주 표면 및 제2 주 표면에 수직인 방향으로의 기부 층의 치수)는 10 mm 미만, 5 mm 미만, 1 mm 미만, 0.5 mm 미만, 0.25 mm 미만, 0.125 mm 미만, 또는 0.05 mm 미만일 수 있다.
- [0040] 일부 실시 형태에서, 연마 층(62)의 접촉 표면(70)은 미세구조화된(microstructured) 표면을 포함한다. 미세구조화된 표면은 기재의 하나 이상의 표면 상의 접촉 표면(70)의 접촉 압력을 증가시키도록 구성된 미세구조체들을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 미세구조화된 표면은 연마 표면(29)의 최외측 연마 재료 사이의 공간을 차지하는(interspaced) 복수의 공동(cavity)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공동의 형상은 입방형, 원통형,

프리즘형, 반구형, 직사각형, 피라미드형, 절두 피라미드형, 원추형, 절두 원추형, 십자형, 아치형 또는 편평한 저부 표면을 가진 지주(post)-유사형, 또는 이들의 조합과 같은 다수의 기하학적 형상 중에서 선택될 수 있다. 대안적으로, 공동들 중 일부 또는 전부가 불규칙한 형상을 가질 수 있다. 다양한 실시 형태에서, 공동을 형성하는 측면 또는 내부 벽 중 하나 이상이 상부 주 표면에 대해 수직할 수 있거나, 대안적으로 어느 한 방향으로 테이퍼 형성될(tapered)(즉, 공동의 저부를 향해 또는 공동의 상부를 향해 - 주 표면을 향해 - 테이퍼 형성될) 수 있다. 테이퍼를 형성하는 각도는 약 1 내지 75도, 약 2 내지 50도, 약 3 내지 35도, 또는 약 5 내지 15도의 범위일 수 있다. 공동들의 높이 또는 깊이는 1 마이크로미터 이상, 10 마이크로미터 이상, 또는 500 마이크로미터 이상, 또는 1000 마이크로미터 이상; 10 mm 미만, 5 mm 미만, 또는 1 mm 미만일 수 있다. 공동들의 높이는 동일할 수 있거나, 또는 공동들 중 하나 이상이 임의의 개수의 다른 공동들과 상이한 높이를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 공동들은 공동들이 정렬된 횡렬(row) 및 종렬(column)로 있는 배열로 제공될 수 있다. 일부 경우에, 공동의 하나 이상의 횡렬이 공동의 인접한 횡렬과 직접 정렬될 수 있다. 대안적으로, 공동의 하나 이상의 횡렬이 공동의 인접한 횡렬로부터 오프셋될(offset) 수 있다. 다른 실시 형태에서, 공동들은 나선형(spiral), 헬릭스형(helix), 코르크스크류형(corkscrew) 방식 또는 격자(lattice) 방식으로 배열될 수 있다. 또 다른 실시 형태에서, 복합체들이 "랜덤" 어레이(즉, 조직화된 패턴이 아님)로 배치될 수 있다.

[0041] 일부 실시 형태에서, 접촉 표면(70)의 미세구조화된 표면은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체를 포함한다. "정밀하게 형상화된 연마 복합체"는 복합체를 주형으로부터 제거한 후에 유지되는 주형 공동의 역상인 성형된 형상을 갖는 연마 복합체를 지칭하는데; 바람직하게는, 본 명세서에 전체적으로 참고로 포함된 미국 특허 제 5,152,917호(파이퍼(Pieper) 등)에 기술된 바와 같이, 복합체는 연마 용품이 사용되기 전에는 형상의 노출된 표면 위로 돌출된 연마 입자가 실질적으로 없다. 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 연마 입자들 및 고정된 연마재를 형성하는 수지/결합제의 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 접촉 표면(70)은 연마 입자들의 층이 하나 이상의 수지 또는 다른 결합제 층에 의해 배경에 유지되는 연마 시트와 같은 2차원 연마 재료로서 형성될 수 있다. 대안적으로, 접촉 표면(70)은 내부에 분산된 연마 입자들을 포함하는 수지 또는 다른 결합제 층과 같은 3차원 연마 재료로서 형성될 수 있고, 성형 또는 엠보싱 공정을 통해 (미세구조화된 표면을 형성하는) 3차원 구조물로 형성되며, 예를 들어 3차원 구조물을 고화시키고 유지하기 위해 수지의 경화, 가교결합 및/또는 결정화가 뒤따른다. 3차원 구조물은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체를 포함할 수 있다. 두 실시 형태에서, 접촉 표면(70)은 연마 복합체가 사용 및/또는 드레싱(dressing) 동안에 마모되어 연마 입자의 새로운 층을 노출시키는 것을 허용하도록 적절한 높이를 갖는 연마 복합체를 포함할 수 있다. 연마 용품은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체를 포함하는 3차원 텍스처화된(textured) 가요성의 고정된 연마재 구성을 포함할 수 있다. 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 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 상표명 트라이잭트(TRIZACT) 패턴화된 연마재 및 트라이잭트 다이아몬드 타일 연마재(diamond tile abrasive)로 입수가 가능한 연마 용품이 예시적인 패턴화된 연마재이다. 패턴화된 연마 용품은 정밀하게 정렬되고 다이, 주형, 또는 다른 기술로부터 제조된 연마 복합체의 모놀리식 횡렬(monolithic row)을 포함한다.

[0042] 각각의 정밀하게 형상화된 연마 복합체의 형상은 특정 응용(예컨대, 피가공물 재료, 작업 표면 형상, 접촉 표면 형상, 온도, 수지 재료)에 대해 선택될 수 있다. 각각의 정밀하게 형상화된 연마 복합체의 형상은 임의의 유용한 형상, 예컨대 입방형, 원통형, 프리즘형, 평행 직육면체형(right parallelepiped), 피라미드형, 절두 피라미드형, 원추형, 반구형, 절두 원추형, 십자형, 또는 말단부를 가진 지주-유사형 섹션일 수 있다. 복합체 피라미드는 예를 들어 3개, 4개의 측면, 5개의 측면, 또는 6개의 측면을 가질 수 있다. 기부에서의 연마 복합체의 단면 형상은 말단부에서의 단면 형상과 상이할 수 있다. 이들 형상들 사이의 전이(transition)는 매끄럽고 연속적일 수 있거나, 별개의 단계로 이루어질 수 있다. 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 또한 상이한 형상들의 혼합을 가질 수 있다. 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 횡렬, 나선형, 헬릭스형, 또는 격자 방식으로 배열될 수 있거나, 랜덤으로 배치될 수 있다. 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 유체 유동을 안내하고/하거나 부스러기 제거를 용이하게 하도록 의도되는 설계로 배열될 수 있다.

[0043] 정밀하게 형상화된 연마 복합체는 연마 용품 내에 미리 결정된 패턴으로 또는 미리 결정된 위치에 배열(set out)될 수 있다. 예를 들어, 연마 용품이 배킹과 주형 사이에 연마재/수지 슬러리 또는 연마재/수지 전구체 슬러리를 제공함으로써 제조될 때, 일단 연마재/수지 슬러리 또는 연마재/수지 전구체가 고화되면, 정밀하게 형상화된 연마 복합체들의 미리 결정된 패턴은 주형의 패턴에 대응할 것이다. 수지 전구체는, 예를 들어 수지 전구체를 경화시킴으로써, 고화될 수 있다. 수지는, 결정화 가능한 수지인 경우, 예를 들어 그의 유리 전이 온도 및 용융 온도 초과로 처리되고 있는 것으로 가정하여, 냉각에 의해 고화될 수 있다. 따라서, 패턴은 연마 용품

들 간에 재현가능하다. 미리 결정된 패턴은 복합체들이 정렬된 횡렬 및 종렬, 또는 교번하는 오프셋된 횡렬 및 종렬과 같은 설계된 어레이임을 의미하는 어레이 또는 배열일 수 있다. 다른 예에서, 연마 복합체들은 "랜덤" 어레이 또는 패턴으로 배열될 수 있다. 이것은 복합체들이 전술된 바와 같은 횡렬 및 종렬의 규칙적인 어레이가 아님을 의미한다. 그러나, 이러한 "랜덤" 어레이는 정밀하게 형성화된 연마 복합체의 위치가 미리 결정되고 주형에 대응한다는 점에서 미리 결정된 패턴인 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 본 발명의 연마 용품은 연마 재료를 포함할 수 있다. 접촉 표면(70)을 형성하는 연마 재료는 수지와 같은 중합체 재료, 예컨대 경화된 수지 전구체를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 수지는 경화된 또는 경화성 유기 재료를 포함할 수 있다. 경화의 방법은 중요하지 않으며, 화학 방사선, 예컨대 UV 광 또는 열과 같은 에너지를 통한 경화를 포함할 수 있다. 적합한 수지/수지 전구체의 예는, 예를 들어 아미노 수지, 알킬화 우레아-포름알데하이드 수지, 멜라민-포름알데하이드 수지, 알킬화 벤조구아나민-포름알데하이드 수지, 아크릴레이트 수지(아크릴레이트 및 메타크릴레이트를 포함함), 페놀 수지, 우레탄 수지, 및 에폭시 수지를 포함한다.

[0045] 연마 재료에 적합한 연마 입자의 예는 입방정계 질화붕소, 용융 산화알루미늄, 세라믹 산화알루미늄, 열처리 산화알루미늄, 백색 용융 산화알루미늄, 흑색 탄화규소, 녹색 탄화규소, 이붕소화티타늄, 탄화붕소, 질화규소, 탄화텅스텐, 탄화티타늄, 다이아몬드, 입방정계 질화붕소, 육방정계 질화붕소, 알루미늄나 지르코니아, 산화철, 세리아(ceria), 가넷(garnet), 용융 알루미늄나 지르코니아, 알루미늄계 졸 겔 유도된 연마 입자 등을 포함한다. 알루미늄나 연마 입자는 금속 산화물 개질제를 함유할 수 있다. 다이아몬드 및 입방정계 질화붕소 연마 입자는 단결정질 또는 다결정질일 수 있다. 적합한 무기 연마 입자의 다른 예는 실리카, 산화철, 크로미아, 세리아, 지르코니아, 티타니아, 산화주석, 감마 알루미늄 등을 포함한다. 연마 입자는 연마 응집체(agglomerate) 입자일 수 있다. 연마 응집체 입자는 전형적으로 복수의 연마 입자, 결합제, 및 선택적인 첨가제를 포함한다. 결합제는 유기 및/또는 무기일 수 있다. 연마 응집체들은 랜덤으로 형성화될 수 있거나, 이들과 연관된 미리 결정된 형상을 가질 수 있다.

[0046] 일부 실시 형태에서, 수지, 연마 입자, 및 수지 내에 분산된 입자의 추가적인 첨가제를 포함하는 연마 재료(즉, 연마 복합체 재료)는 제1 층(64) 상의 코팅일 수 있다. 일부 특정 실시 형태에서, 연마 재료가 기부 층 상에 침착될 수 있으며, 기부 층은 연마 재료와 기부 층 사이에 프라이머(primer) 층을 포함할 수 있다. 기부 층 자체는 제1 층(64) 및 제2 층(66)과 같은 유연성 층 위에 위치될 수 있으며, 이때 접촉제가 기부 층을 유연성 층에 고정시킨다. 조합된 연마 재료 코팅, 기부 층, 및 제1 및 제2 층(64, 66)들은 이어서 코어 영역(68)에 적용되어, 회전 공구 상에 접촉 표면(70)의 형상을 형성할 수 있다.

[0047] 다양한 실시 형태에서, 본 명세서에 기술된 바와 같은 연마 용품은 커버 유리의 에지 연삭에 특히 적합한 연마 회전 공구의 접촉 표면을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 도 3은 전자 장치, 예를 들어 휴대 전화, 개인용 음악 플레이어 또는 다른 전자 장치를 위한 커버 유리인 커버 유리(80)를 도시한다. 일부 실시 형태에서, 커버 유리(80)는 전자 장치를 위한 터치스크린의 구성요소일 수 있다. 커버 유리(80)는 1 mm 미만인 두께를 갖는 알루미늄나-실리케이트계 유리일 수 있지만, 5 mm 미만, 4 mm 미만, 3 mm 미만 또는 심지어 2 mm 미만의 두께와 같은 다른 구성이 또한 가능하다.

[0048] 커버 유리(80)는 제2 주 표면(84)의 반대편의 제1 주 표면(82)을 포함한다. 항상은 아니지만 일반적으로, 주 표면(82, 84)은 평탄 표면이다. 에지 표면(86)이 주 표면(82, 84)의 주연부를 따르며, 주연부는 둥근 코너(90)들을 포함한다. 에지 표면(86)은 제1 코너에서 제1 주 표면(82)과 교차하고 제2 코너에서 제2 주 표면(84)과 교차하며, 제1 및 제2 코너들은 일반적으로 기재의 전체 주연부 둘레에서 연장된다.

[0049] 균열에 대한 증가된 저항 및 개선된 외양을 제공하기 위해, 주 표면(82, 84) 및 에지 표면(86)을 포함한 커버 유리(80)의 표면들이 커버 유리(80)의 제조 동안에 실현가능한 정도로 매끄럽게 되어야 한다. 게다가, 본 명세서에 개시된 바와 같이, 연마 용품(예컨대, 미세 등급 연마 입자를 갖는 연마 용품), 예를 들어 도 2에 관하여 기술된 것을 갖는 회전 공구가, 폴리싱 등급 연마 입자를 갖는 연마 용품을 통해 폴리싱하기 전에 CNC 기계를 사용하여, 주 표면(82, 84)들의 교차부에 형성되는 에지 표면(86) 및 에지 표면(86)의 코너와 같은 에지 표면의 조도(roughness)를 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 중간 연삭 단계가 커버 유리(80)의 원하는 표면 마무리 품질을 제공하는 폴리싱 단계의 폴리싱 시간을 감소시킬 수 있고, 이는 제조 시간을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라, 커버 유리(80)의 제조를 위한 더 정밀한 치수 제어를 제공할 수 있다. 미세 등급 연마 입자의 입자 크기는 폴리싱 등급 연마 입자의 입자 크기보다 클 수 있다.

[0050] 도 4a는 기재를 연마하기 위한 연마 회전 공구(101)의 측면 사시도를 도시한다. 연마 회전 공구(101)는 공구 샙크(108)에 결합된 연마 용품(100)을 포함한다. 연마 용품(100)은 연마 층(102), 제1 층(104), 및 제2 층

(106)을 포함한다. 연마 회전 공구(101)의 구성요소들은 도 2의 연마 용품(60)의 구성요소들과 유사할 수 있다. 예를 들어, 연마 층(102), 제1 층(104), 및 제2 층(106)은 연마 층(62), 제1 층(64), 및 제2 층(66)과 유사하거나 동일할 수 있다. 연마 회전 공구(110)는 회전축(112)을 중심으로 회전하도록 구성된다. 연마 층(102)은 공구 생크(108)로부터 멀리 향하는 접촉 표면(110)을 포함한다. 접촉 표면(110)의 평면은 회전축(112)에 평행하다.

[0051] 도 4b는 기재(114)를 연마하는 연마 회전 공구(101)의 일부분의 단면 사시도를 도시한다. 기재(114)는 제1 주 표면(116), 제2 주 표면(118), 및 에지 표면(120)을 포함한다. 에지 표면(120)은 제1 주 표면(116)과 교차하여 제1 코너(122)를 형성하고, 제2 주 표면(116)과 교차하여 제2 코너(124)를 형성한다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 제1 층(104) 및 제2 층(106)은 연마 층(102)의 접촉 표면(110)을 에지(120)에, 그리고 선택적으로 기재(114)의 제1 코너(122) 및 제2 코너(124) 중 적어도 하나에 실질적으로 정합시키도록 구성된다. 예를 들어, 접촉 표면(110)은 제1 코너(122)의 일부분 및 제2 코너(124)의 일부분뿐만 아니라, 제1 주 표면(116)의 일부분 및 제2 주 표면(118)의 일부분 둘 모두와 접촉할 수 있다. 이와 같이, 연마 회전 공구(101)의 작동 동안, 접촉 표면(110)은 에지, 제1 코너(122)의 일부분, 제1 주 표면(116)의 일부분, 제2 코너(124)의 일부분 또는 제2 주 표면(118)의 일부분, 또는 이들의 임의의 조합을 동시에 연마할 수 있다.

[0052] 도 5a는 기재를 연마하기 위한 연마 회전 공구(131)의 측면 단면 사시도를 도시한다. 연마 회전 공구(131)는 공구 생크(138)에 결합된 연마 용품(130)을 포함한다. 연마 용품(130)은 연마 층(132), 제1 층(134), 및 제2 층(136)을 포함한다. 연마 회전 공구(131)의 구성요소들은 도 2의 연마 용품(60)의 구성요소들과 유사할 수 있다. 예를 들어, 연마 층(132), 제1 층(134), 및 제2 층(136)은 연마 층(62), 제1 층(64), 및 제2 층(66)과 유사하거나 동일할 수 있다. 연마 회전 공구(131)는 회전축(142)을 중심으로 회전하도록 구성된다. 연마 층(132)은 공구 생크(138)로부터 멀리 향하는 접촉 표면(140)을 포함한다. 도 5a의 예에서, 접촉 표면(140)은 회전축(142)에 평행한 것이 아니라 오히려 접촉 표면(140)의 평면과 회전축(142) 사이의 끼임각으로 있다. 일부 실시 형태에서, 끼임각은 약 5도 내지 약 90도일 수 있다. 접촉 표면(140)이 회전축(142)과 평행하지 않게 함으로써, 접촉 표면(140)은 다양한 표면을 상이한 각도들에서 연마하도록 구성될 수 있다.

[0053] 생크의 치수는 특별히 한정되지 않는데; 생크는 기계가공 기기, 예컨대 CNC 기계의 회전가능 척(chuck)에서의 본 발명의 연마 공구, 예컨대 연마 회전 공구의 장착을 용이하게 하도록 설계된다. 공구 생크의 재료는 열가소성 물질 및 금속, 예컨대 강철, 스테인리스강, 알루미늄 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 생크의 형상은 특별히 한정되지 않는다. 생크는 형상이 균일한 직경을 갖는 원통형일 수 있거나, 형상이 2개 이상의 균일한 직경을 갖는 원통형일 수 있다. 예를 들어, 생크는 10 mm 이하, 8 mm 이하 또는 심지어 6 mm 이하의 직경을 갖는 원통형 형상의 섹션을 포함하도록 제조될 수 있고, 15 mm 이상, 20 mm 이상 또는 심지어 25 mm 이상의 직경을 갖는 제2 원통형 형상의 섹션을 가질 수 있다. 더 작은 직경의 원통형 영역은 스템(stem)으로 지칭될 수 있고, 더 큰 직경의 원통형 영역은 몸체로 지칭될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 생크는 원통형 형상의 영역, 및 원추형 또는 절두원추형 형상의 영역을 포함할 수 있다. 원통형 형상의 영역의 직경은 원추형 형상의 영역의 최대 직경보다 작을 수 있다.

[0054] 도 5b는 기재(144)를 연마하는 연마 회전 공구(131)의 일부분의 단면 사시도를 도시한다. 기재(144)는 제1 주 표면(146), 제2 주 표면(148), 및 에지 표면(150)을 포함한다. 에지 표면(150)은 제1 주 표면(146)과 교차하여 만곡된 제1 코너(152)를 형성하고, 제2 주 표면(148)과 교차하여 만곡된 제2 코너(154)를 형성한다. 도 5b의 예에서, 기재(144)는 제1 및 제2 코너(152, 154)들이 도 4b에 도시된 제1 코너(122) 및 제2 코너(124)와 같은 날카로운 코너로부터 둥근 코너들로 연마될 수 있도록 중간 연마 수준에 있을 수 있다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 제1 층(134) 및 제2 층(136)은 연마 층(132)의 접촉 표면(140)을 기재(144)의 제1 코너(152) 및 제2 코너(154) 중 적어도 하나에 실질적으로 정합시키도록 구성된다. 예를 들어, 접촉 표면(140)은 제1 주 표면(146)의 일부분, 제1 코너(152)의 일부분, 및 선택적으로 에지 표면(150)의 일부분과 접촉한다. 이와 같이, 연마 회전 공구(131)의 작동 동안, 접촉 표면(140)은 제1 코너(152)의 일부분, 제1 주 표면(146)의 일부분, 및 선택적으로 에지 표면(150)의 일부분을 동시에 연마할 수 있다.

[0055] 도 6은 기재를 연마하기 위한 예시적인 기술을 도시하는 흐름도이다. 도 6의 기술이 도 1a의 작업자-조작식(operator manipulating) 조립체(10)를 참조하여 기술될 것이지만, 다른 조립체 및 작업 행위자(agent of operation)가 이용될 수 있다. 작업자는 컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더(20) 및 기재 플랫폼(22)을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12)을 제공한다(160). 작업자는 도 1b의 회전 공구(18)와 같은 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12)의 회전 공구 홀더(20)에 고정시킨다(162). 작업자는 제1 주 표면, 제2 주 표면, 및 에지 표면을 갖는 기재(16)를 제공하는데, 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고,

에지 표면은 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성한다(164).

[0056] 작업자는 기재(16)의 (1) 제1 코너의 일부분 및 (2) 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나를 연마 회전 공구(18)의 연마 용품(26)으로 연마하기 위하여, 예를 들어 제어기(14)를 통해, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12)을 작동시킨다. 이러한 방식으로, 연마 회전 공구(18)의 연마 용품(26)은 (1) 제1 코너의 일부분과 제1 주 표면의 일부분, 및 (2) 제2 코너의 일부분과 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나를 동시에 연마한다(166). 예를 들어, 작업자가 제1 코너의 일부분을 연마하고자 하는 실시 형태에서, 작업자는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12)을 작동시켜 에지 표면의 일부분, 제1 주 표면의 일부분, 및 제1 코너의 일부분을 연마하여, 생성된 연마된 제1 코너가 더 매끄러워지게 할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나는 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나이다. 연마 회전 공구의 연마 층은 이어서 기재의 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나를 연마할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 기재(16)는 정지 상태에 있고, 연마 회전 공구(18)의 회전축은 기재의 평면에 직각이다. 예를 들어, 연마 회전 공구(18)의 연마 용품(26)은 에지 표면, 제1 코너의 일부분, 제2 코너의 일부분, 및 제1 및 제2 주 표면들의 일부분들과 접촉하여, 제1 코너와 제2 코너 둘 모두를 동시에 연마함으로써 연마 시간을 감소시킬 수 있다.

[0057] 도 6의 실시 형태에서, 작업자는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템(12)을 계속 작동시켜 기재(16)의 다른 부분들, 예를 들어 제1 주 표면 및 제2 주 표면을 연마할 수 있어, 다른 표면들이 연마될 때까지 기재(16)가 기재 유지 고정구(24)에 고정된 상태로 유지될 수 있게 한다. 작업자는 기재 플랫폼으로부터 기재를 제거할 수 있다(168).

[0058] 다른 실시 형태에서, 본 발명은 기재를 연마하기 위한 2개 이상의 연마 공구를 포함하는 다단계 공정을 포함하는, 기재를 연마하는 방법을 제공한다. 본 방법은 단일의 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 이용하며, 연마 공구들이 순차적으로 사용될 수 있다. 연마 공구들은 전형적으로 상이한 연마 특성들을 가지는데, 즉 각각의 연마 공구의 연마 층은 상이한 연마 특성들을 가져, 더 높은 제거 속도 단계 및 뒤이은 더 낮은 제거 속도 단계가 얻어지게 하며, 더 낮은 제거 속도 단계는 높은 제거 속도 단계 후의 기재 표면 조도보다 더 낮은 기재 표면 조도를 제공할 수 있다. 공구의 연마 특성은 광물 유형 및/또는 입자 크기(입도 크기)의 조절을 포함한, 당업계에 공지된 기술들에 의해 조절될 수 있다. 연마되는 기재는, 연마 공구 및/또는 대응하는 연마 파라미터를 변화시키면서, 공정 동안 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템에서 유지될 수 있다. 기재를 공구에서 유지하는 것은 효율을 개선하는데, 그 이유는 기재가 기계로부터 제거되고, 이어서 제2 연마 단계를 적용할 제2 기계에 재장착되어 그의 위치가 재정렬될 필요가 없기 때문이다. 일 실시 형태에서, 본 발명은 기재를 연마하는 방법으로서, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 제공하는 단계; 제1 연마 회전 공구, 예를 들어 본 발명의 실시 형태들 중 임의의 하나의 실시 형태에 따른 제1 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계; 에지 표면을 갖는 기재, 예를 들어 본 발명의 기재들 중 임의의 하나의 기재에 따른 기재를 제공하고, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 기재 홀더 내에 기재를 고정하는 단계; 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제1 연마 회전 공구로 연마하는 단계; 회전 공구 홀더로부터 제1 회전 연마 공구를 제거하는 단계; 제2 연마 회전 공구, 예를 들어 본 발명의 실시 형태들 중 임의의 하나의 실시 형태에 따른 제2 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계; 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제2 연마 회전 공구로 연마하는 단계 - 기재는 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제2 연마 회전 공구로 연마하기 전에 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템으로부터 제거되지 않음 - 를 포함하는 방법을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제1 연마 회전 공구로 연마한 후의 기재 에지의 표면 마무리가, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제2 연마 회전 공구로 연마한 후의 기재 에지의 표면 마무리보다 크다. 본 방법은 선택적으로, 회전 공구 홀더로부터 제2 회전 연마 공구를 제거하는 단계; 제3 연마 회전 공구, 예를 들어 본 발명의 실시 형태들 중 임의의 하나의 실시 형태에 따른 제3 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계; 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제3 연마 회전 공구로 연마하는 단계 - 기재는 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제3 연마 회전 공구로 연마하기 전에 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템으로부터 제거되지 않음 - 를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제2 연마 회전 공구로 연마한 후의 기재 에지의 표면 마무리가, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 에지 표면의 적어도 일부분을 제3 연마 회전 공구로 연마한 후의 기재 에지의 표면 마무리보다 크다.

[0059] 본 발명의 선택된 실시 형태는 하기를 포함하지만 이로 한정되지 않는다:

- [0060] 제1 실시 형태에서, 본 발명은 연마 용품으로서,
- [0061] 접촉 표면을 갖는 연마 층;
- [0062] 연마 층에 결합되고, 80 이하의 쇼어 A 경도를 갖는 제1 층; 및
- [0063] 제1 층에 결합된 제2 층을 포함하고, 제2 층의 쇼어 A 경도는 제1 층의 쇼어 A 경도보다 작은, 연마 용품을 제공한다.
- [0064] 제2 실시 형태에서, 본 발명은 제1 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층의 경도는 50 미만의 쇼어 A 경도인, 연마 용품을 제공한다.
- [0065] 제3 실시 형태에서, 본 발명은 제1 또는 제2 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층의 쇼어 A 경도에 대한 제1 층의 쇼어 A 경도의 비는 1 초과 및 8 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0066] 제4 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제3 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층은 제1 두께를 갖고, 제2 층은 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는, 연마 용품을 제공한다.
- [0067] 제5 실시 형태에서, 본 발명은 제4 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 두께는 3 mm 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0068] 제6 실시 형태에서, 본 발명은 제4 또는 제5 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 두께에 대한 제1 두께의 비는 0.75 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0069] 제7 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제6 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층은 탄성중합체, 천, 또는 부직포 재료 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0070] 제8 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제7 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층은 50 미만의 쇼어 A 경도를 갖는 고무, 천 또는 부직포 층, 음각되거나 구조화되거나 3D 인쇄되거나 엠보싱된 탄성중합체, 또는 폼 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0071] 제9 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제8 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 연마 층과 제1 층 사이에 배치된 접착제를 더 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0072] 제10 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제9 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층과 제2 층 사이에 배치된 접착제를 더 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0073] 제11 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제10 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 연마 층의 접촉 표면은 미세구조화된 표면을 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0074] 제12 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제11 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 접촉 표면은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체들을 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0075] 제13 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제12 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층 및 제2 층 중 적어도 하나는 25% 미만의 완화 모듈러스를 갖는, 연마 용품을 제공한다.
- [0076] 제14 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제13 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층 및 제2 층은 연마 층의 접촉 표면을 기재의 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나에 실질적으로 정합시킴으로써 구성되고, 기재는 제1 주 표면, 제2 주 표면, 및 에지 표면을 포함하며, 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고, 에지 표면은 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성하며, 제1 및 제2 주 표면들에 수직으로 측정된 에지 표면의 두께는 5 mm 이하인, 연마 용품을 제공한다.
- [0077] 제15 실시 형태에서, 본 발명은 제14 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나는 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0078] 제16 실시 형태에서, 본 발명은 연마 용품으로서,
- [0079] 접촉 표면을 갖는 연마 층;
- [0080] 연마 층에 결합된 제1 층; 및
- [0081] 제1 층에 결합된 제2 층을 포함하고, 제2 층은 25% 편향에서의 압축성이 1.5 MPa 이하이고, 제1 층의 25% 편향에서의 압축성은 제2 층의 25% 편향에서의 압축성보다 큰, 연마 용품을 제공한다.

- [0082] 제17 실시 형태에서, 본 발명은 제16 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층의 25% 편향에서의 압축성은 1.1 MPa 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0083] 제18 실시 형태에서, 본 발명은 제16 또는 제17 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층의 25% 편향에서의 압축성에 대한 제1 층의 25% 편향에서의 압축성의 비는 1 초과 및 200 미만, 선택적으로 150 미만, 100 미만, 50 미만, 20 미만, 또는 심지어 10 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0084] 제19 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제18 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층은 제1 두께를 갖고, 제2 층은 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는, 연마 용품을 제공한다.
- [0085] 제20 실시 형태에서, 본 발명은 제19 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 두께는 3 mm 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0086] 제21 실시 형태에서, 본 발명은 제19 또는 제20 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 두께에 대한 제1 두께의 비는 0.75 미만인, 연마 용품을 제공한다.
- [0087] 제22 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제21 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층은 탄성중합체, 천, 또는 부직포 재료 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0088] 제23 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제22 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제2 층은 50 미만의 쇼어 A 경도를 갖는 고무, 천 또는 부직포 층, 음각되거나 구조화되거나 3D 인쇄되거나 엠보싱된 탄성중합체, 또는 폼 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0089] 제24 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제23 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 연마 층과 제1 층 사이에 배치된 접착제를 더 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0090] 제25 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제24 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층과 제2 층 사이에 배치된 접착제를 더 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0091] 제26 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제25 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 연마 층의 접촉 표면은 미세구조화된 표면을 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0092] 제27 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제26 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 접촉 표면은 복수의 정밀하게 형상화된 연마 복합체들을 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0093] 제28 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제27 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층 및 제2 층 중 적어도 하나는 25% 미만의 완화 모듈러스를 갖는, 연마 용품을 제공한다.
- [0094] 제29 실시 형태에서, 본 발명은 제16 내지 제28 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 층 및 제2 층은 연마 층의 접촉 표면을 기재의 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나에 실질적으로 정합시키도록 구성되고, 기재는 제1 주 표면, 제2 주 표면, 및 에지 표면을 포함하며, 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고, 에지 표면은 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성하며, 제1 및 제2 주 표면들에 수직으로 측정된 에지 표면의 두께는 5 mm 이하인, 연마 용품을 제공한다.
- [0095] 제30 실시 형태에서, 본 발명은 제29 실시 형태에 따른 연마 용품으로서, 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나는 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나를 포함하는, 연마 용품을 제공한다.
- [0096] 제31 실시 형태에서, 본 발명은 연마 회전 공구로서,
- [0097] 회전 공구를 위한 회전축을 한정하는 공구 생크; 및
- [0098] 공구 생크에 결합된 실시 형태 1 내지 실시 형태 30 중 어느 한 실시 형태의 연마 용품을 포함하고, 연마 용품의 접촉 표면은 공구 생크로부터 멀리 향하는, 연마 회전 공구를 제공한다.
- [0099] 제32 실시 형태에서, 본 발명은 제31 실시 형태에 따른 연마 회전 공구로서, 연마 용품의 접촉 표면은 회전 공구의 회전축에 평행한, 연마 회전 공구를 제공한다.
- [0100] 제33 실시 형태에서, 본 발명은 제31 실시 형태에 따른 연마 회전 공구로서, 연마 용품의 접촉 표면과 회전축 사이의 끼임각이 5도 내지 90도인, 연마 회전 공구를 제공한다.
- [0101] 제34 실시 형태에서, 본 발명은 조립체로서,

- [0102] 컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더 및 기재 플랫폼을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템;
- [0103] 기재 플랫폼에 고정되는 기재; 및
- [0104] 실시 형태 1 내지 실시 형태 30 중 어느 한 실시 형태의 연마 용품을 포함하는 연마 회전 공구를 포함하는, 조립체를 제공한다.
- [0105] 제35 실시 형태에서, 본 발명은 제34 실시 형태에 따른 조립체로서, 연마 회전 공구는 연마 회전 공구를 위한 회전축을 한정하는 공구 생크를 더 포함하고, 연마 용품은 공구 생크에 결합되며, 연마 용품의 접촉 표면은 공구 생크로부터 멀리 향하는, 조립체를 제공한다.
- [0106] 제36 실시 형태에서, 본 발명은 제35 실시 형태에 따른 조립체로서, 연마 용품의 접촉 표면은 회전 공구의 회전축에 평행한, 조립체를 제공한다.
- [0107] 제37 실시 형태에서, 본 발명은 제35 실시 형태에 따른 조립체 공구로서, 연마 용품의 접촉 표면과 회전축 사이의 끼임각이 5도 내지 90도인, 조립체 공구를 제공한다.
- [0108] 제38 실시 형태에서, 본 발명은 제34 내지 제37 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른 조립체 공구로서, 기재는 전자 장치용 구성요소인, 조립체 공구를 제공한다.
- [0109] 제39 실시 형태에서, 본 발명은 제38 실시 형태에 따른 조립체 공구로서, 전자 장치용 구성요소는 투명 디스플레이 요소인, 조립체 공구를 제공한다.
- [0110] 제40 실시 형태에서, 본 발명은 기재를 폴리싱하기 위한 방법으로서,
- [0111] 컴퓨터-제어식 회전 공구 홀더 및 기재 플랫폼을 포함하는 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 제공하는 단계;
- [0112] 제31항 내지 제33항 중 어느 한 항의 연마 회전 공구를 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 회전 공구 홀더에 고정시키는 단계;
- [0113] 제1 주 표면, 제2 주 표면, 및 에지 표면을 갖는 기재 - 에지 표면은 제1 주 표면과 교차하여 제1 코너를 형성하고, 에지 표면은 제2 주 표면과 교차하여 제2 코너를 형성함 - 를 제공하는 단계;
- [0114] 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 제1 코너의 일부분 및 제2 코너의 일부분 중 적어도 하나 및 에지를 연마 회전 공구의 연마 층으로 연마하는 단계 - 선택적으로, 연마 회전 공구의 연마 층은 제1 코너의 일부분과 제1 주 표면의 일부분, 및 제2 코너의 일부분과 제2 주 표면의 일부분 중 적어도 하나 및 에지를 동시에 연마함 - 를 포함하는, 방법을 제공한다.
- [0115] 제41 실시 형태에서, 본 발명은 제40 실시 형태에 따른, 기재를 폴리싱하기 위한 방법으로서,
- [0116] 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 기재의 제1 주 표면 및 제2 주 표면 중 적어도 하나를 연마하는 단계; 및
- [0117] 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템을 작동시켜 제1 주 표면 및 제2 주 표면 중 적어도 하나를 연마한 후에 기재 플랫폼으로부터 기재를 제거하는 단계를 더 포함하는, 방법을 제공한다.
- [0118] 제42 실시 형태에서, 본 발명은 제40 또는 제41 실시 형태에 따른, 기재를 폴리싱하기 위한 방법으로서, 제1 코너 및 제2 코너 중 적어도 하나는 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나이고, 연마 회전 공구의 연마 층은 기재의 모따기된 코너 및 만곡된 코너 중 적어도 하나를 연마하는, 방법을 제공한다.
- [0119] 제43 실시 형태에서, 본 발명은 제40 내지 제42 실시 형태들 중 어느 한 실시 형태에 따른, 기재를 폴리싱하기 위한 방법으로서, 컴퓨터-제어식 기계가공 시스템의 작동 동안, 기재는 정지 상태에 있고, 연마 회전 공구의 회전축은 기재의 평면에 직각인, 방법을 제공한다.
- [0120] **실시예**
- [0121] 본 발명의 실시가 이하의 상세한 실시예들과 관련하여 추가로 기술될 것이다. 이들 실시예는 다양한 구체적이고 바람직한 실시 형태 및 기술을 추가로 예시하기 위해 제공된다. 그러나, 본 발명의 범주 내에 남아 있는 채로 많은 변형 및 수정이 이루어질 수 있음이 이해되어야 한다.
- [0122] 도 7은 본 명세서에 논의된 바와 같은 기재(176)에 대항한 연마 용품(186)에 대한 힘 측정치를 결정하기 위한 실험 시스템(170)의 개략도이다. 시스템(170)은 CNC 기계(172) 및 CNC 기계 제어기(174)를 포함한다. 제어기

(174)는 CNC 기계(172)의 회전 공구 홀더(180) 내에 장착되는 회전 공구(178)를 이용하여 CNC 기계(172)가 기재(176)를 기계가공, 연삭 또는 연마하게 하기 위하여 제어 신호를 CNC 기계(172)에 송신하도록 구성된다. CNC 기계(172)는 라우팅, 선삭, 드릴링, 밀링, 연삭, 연마, 및/또는 다른 기계가공 작업들을 수행할 수 있고, 제어기(174)는 하나 이상의 회전 공구(178)로 기재(176)의 기계가공, 연삭 및/또는 연마를 수행하기 위해 회전 공구 홀더(180)에 명령을 내리는 CNC 제어기를 포함할 수 있다. 제어기(174)는 범용 컴퓨터 실행 소프트웨어를 포함할 수 있고, 그러한 컴퓨터가 CNC 제어기(174)와 조합되어 CNC 제어기(174)의 기능을 제공할 수 있다. 회전 공구(178)는 연마 용품(186)을 포함한다. 연마 용품(186)은 본 발명의 연마 용품들 중 임의의 연마 용품일 수 있다.

[0123] 기재(176)는 CNC 기계(172)에 의한 기재(176) 상의 접촉력의 측정을 용이하게 하는 방식으로 기재 홀더(도시되지 않음)에 의해, 예를 들어 흡입 또는 다른 유지 기구(mechanism)를 통해 힘 게이지(182)에 장착된다. 힘 게이지(182)는 하나의 방향으로 기재(176)에 의해 받아들여지는 접촉력을 측정하도록 구성된다. 힘 게이지(182)는 힘 게이지(182)로부터 힘 측정치들을 수신하도록 구성된 컴퓨터(184)에 통신가능하게 결합될 수 있다. 힘 게이지(182)는 CNC 기계 제어기(174)에 통신가능하게 결합된 CNC 기계 기부(188)에 결합될 수 있다.

[0124] 도 8a 내지 도 8c는 각각 비교예 1, 비교예 2, 및 실시예 3의 연마 용품들을 도시한다.

[0125] 시험 방법

[0126] 쇼어 A 경도 시험 방법

[0127] ASTM D2240, 개정판 15의 절차에 따라, 미국 일리노이주 버팔로 그로브 소재의 렉스 게이지 컴퍼니(Rex Gauge Company)로부터 입수가능한 쇼어 A 듀로미터 게이지, 모델 1500, 타입 A를 사용하여 쇼어 A 경도를 측정하였다. 비교예 2의 고무 샘플을 7.2 mm 두께를 위한 3개의 적층된 층을 사용하여 시험하였다.

[0128] 압축성 시험 방법

[0129] 25% 편향에서의 압축성을 결정하기 위한 압축성 시험을, (폼 재료를 위한) ASTM D3574 및 (고무 재료를 위한) ASTM D575의 일반적인 절차들에 따라, 미국 미네소타주 에덴 프레리, 테크놀로지 드라이브 14000 소재의 엠티에스 시스템즈 코퍼레이션(MTS Systems Corp.)으로부터 입수가능한 엠티에스 인사이트 일렉트로메카니컬 테스트 시스템(INSIGHT Electromechanical Testing System)을 사용하여 수행하였다. 하기 변경을 가지고 ASTM D575의 절차를 수행하였다: 1 인치(2.54 cm) 미만의 두께의 샘플들로 변경되고 3개 미만의 샘플로 변경됨. 비교예 2의 고무 샘플을 이러한 변경된 ASTM D3574 방법에 의해 시험하였으며, 이때 샘플은 0.2 mm/sec의 압축성을 갖는, 2.4 mm 두께를 갖는 31 mm 직경의 디스크였다. 하기 변경을 가지고 ASTM D3574의 절차를 수행하였다: 1 인치(2.54 cm) 미만의 두께의 샘플들로 변경되고 3개 미만의 샘플로 변경됨. 비교예 1의 폼을 이러한 방법에 의해 시험하였으며, 이때 샘플은 0.2 mm/sec의 압축성을 갖는, 7.5 mm 두께를 갖는 31 mm 직경의 디스크였다.

[0130] 비교예 1은 도 8a에 도시된 바와 같은, 연마 층(192), 및 코어 영역(198) 둘레의 지지 층(196)을 포함하는 연마 용품(190)을 포함한다. 연마 층은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 쓰리엠 어드헤시브 트랜스퍼 테이프(Adhesive Transfer Tape) 9472LE를 이용하여 지지 층에 부착된다. 지지 층(196)은 페쇄-셀 폴리우레탄 폼으로 구성된다. 미국 위스콘신주 유니온 그로브 써틴쓰 애비뉴 1440 소재의 아메리칸 롤러 코퍼레이션(American Roller Corp)으로부터 입수가능한 페가수스(PEGASUS) 롤러로부터 폼을 획득하였다. 폼은 2층 유연성 롤러 커버의 내측 층이었고, 10 쇼어 A의 경도, 25 mm의 두께, 및 2.4 psi(0.0165 MPa)의 25% 편향에서의 압축성을 가졌다. 연마 층(192)은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 쓰리엠 578XA-TP2 트라이액트(TRIZACT) 연마재로 구성된다. 이어서, 비교예 1의 연마 용품을 생크, 즉 1 인치(2.54 cm) 직경의 몸체 및 6 mm 직경의 스템을 갖는 알루미늄 생크에 장착하였다. 지지 층의 내측 표면을 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 쓰리엠 어드헤시브 트랜스퍼 테이프 9472LE를 사용하여 생크 몸체의 원통형 표면에 부착하였다.

[0131] 비교예 2는 도 8b에 도시된 바와 같은, 연마 층(202), 및 코어 영역(208) 둘레의 지지 층(204)을 포함하는 연마 용품(200)을 포함한다. 연마 층은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 쓰리엠 어드헤시브 트랜스퍼 테이프 9472LE를 이용하여 지지 층에 부착된다. 지지 층(204)은 우레탄 고무 층으로 구성된다. 미국 위스콘신주 유니온 그로브 써틴쓰 애비뉴 1440 소재의 아메리칸 롤러 코퍼레이션으로부터 입수가능한 페가수스 롤러로부터 고무 층을 획득하였다. 고무 층은 2층 유연성 롤러 커버의 외측 층이었고, 60 쇼어 A의 경도, 2.4 mm의 두께, 및 1.5 MPa의 25% 편향에서의 압축성을 가졌다. 연마 층(202)은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능한 쓰리엠 578XA-TP2 트라이액트 연마재로 구성된다. 이어서, 비

교예 2의 연마 용품을 생크, 즉 1 인치(2.54 cm) 직경의 몸체 및 6 mm 직경의 스템을 갖는 알루미늄 생크에 장착하였다. 지지 층의 내측 표면을 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 쓰리엠 어드헤시브 트랜스퍼 테이프 9472LE를 사용하여 생크 몸체의 원통형 표면에 부착하였다.

[0132] 실시예 3은 도 8c에 도시된 바와 같은, 연마 층(212), 제1 층(214), 및 코어 영역(218) 둘레의 제2 층(216)을 포함하는, 본 명세서에서 논의된 바와 같은 예시적인 연마 용품(210)을 예시한다. 제1 층(214)은 60 쇼어 A의 경도 및 2.4 mm의 두께를 갖는, 비교예 2에서 기술된 바와 같은 우레탄 고무 층으로 구성된다. 제2 층(216)은 10 쇼어 A의 경도 및 25 mm의 두께를 갖는, 비교예 1에서 기술된 바와 같은 페쇄-셀 폴리우레탄 폼 층으로 구성되어, 제2 층(216)은 제1 층(214)보다 더 큰 두께 및 더 낮은 경도를 갖는다. 연마 층(212)은 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 쓰리엠 578XA-TP2 트라이젝트 연마재로 구성된다. 이어서, 실시예 3의 연마 용품을 생크, 즉 1 인치(2.54 cm) 직경의 몸체 및 6 mm 직경의 스템을 갖는 알루미늄 생크에 장착하였다. 제2 층의 내측 표면을 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 쓰리엠 어드헤시브 트랜스퍼 테이프 9472LE를 사용하여 생크 몸체의 원통형 표면에 부착하였다.

[0133] 각각의 회전 공구를 CNC 밀링 기계 스피들에 장착하고 1000 rpm으로 회전시켰다. 공구의 외측 표면을 힘 게이지 상에 장착된 기재와 접촉시켰고, 이때 예지는 장착부의 예지 위에서 노출되었다. 물/냉각제 혼합물을 접촉 위치에 적용하였다. 맞물림의 깊이, 즉 맞물림 깊이를 일련의 단계들에서 증가시켰고, 각각의 단계에서의 체류 시간(dwell time)이 5초였다. 이어서, 맞물림 깊이를 일련의 단계들에서 감소시켰으며; 또한, 각각의 단계에서의 체류 시간은 5초였다. 비교예 1의 경우, 맞물림 깊이는 750 마이크로미터, 1500 마이크로미터, 2250 마이크로미터, 1500 마이크로미터 및 750 마이크로미터였다. 비교예 2 및 실시예 3의 경우, 맞물림 깊이는 250 마이크로미터, 500 마이크로미터, 750 마이크로미터, 500 마이크로미터 및 250 마이크로미터였다. 연성 지지 층, 예컨대 비교예 1의 지지 층의 경우, 심지어 큰 맞물림 깊이도 유용한 연마 공정을 제공하기 위한 연마 압력을 생성할 수 없다.

[0134] 도 9는 각각 비교예 1, 비교예 2, 및 실시예 3의 예시적인 힘 다이어그램들을 도시한다. 각각의 플롯은 x-축 상의 시간 및 y-축 상의 압력을 나타낸다. 각각의 각각의 연마 용품에 인가된 힘으로부터 압력을 계산하였고, 맞물림 깊이로부터 덮인 면적을 계산하였다. 임계치 A 및 임계치 B는 연마에 대한 최소 및 최대 임계치들을 각각 나타낸다.

[0135] 도 9에 보이는 바와 같이, 비교예 2는 그래프 내의 임계치 A와 임계치 B 사이의 원하는 작동 윈도우에서 안정적이지 않다. 예를 들어, 점 C와 비교한 그래프 상의 점 B뿐만 아니라 점 D와 비교한 점 A에서의 맞물림 깊이에서의 압력차의 비교에 의해 히스테리시스가 도 9에서 예시될 수 있다. 부가적으로, 딱 5초에 걸친 높은 완화가 점 A 및 점 B에서 나타난다. 그러한 높은 완화 및 히스테리시스는 시간 경과에 따른 불균일한 연마로 이어질 수 있다. 또한, 점 A에서 측정된 압력이 목표 압력 범위 내에 있지만, 점 A로부터 점 D까지의 선으로 나타낸 바와 같이, 재료 완화가 높고 압력이 임계치 아래로 떨어져, 연마 공정이 불안정하고 일관되지 않게 할 것이다.

[0136] 대조적으로, 실시예 3은 연마재 및 연마 공정에 대해 이상적인 넓은 작동 압력 범위를 갖고서 개선된 성능을 갖는다. 실시예 3은 연마 층(212), 제1 층(214), 및 제2 층(216)의 특정 특성들과 같은 특정 구성요소의 관점에서 기술되었지만, 개선된 성능은 본 명세서에 기술된 바와 같은 매우 다양한 재료로부터 기인할 수 있다.

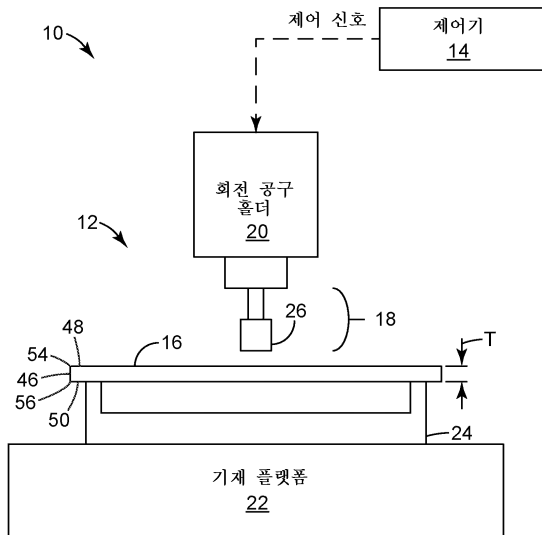
[0137] 도 10은 비교예 1, 비교예 2, 및 실시예 3의 맞물림 깊이와 비교한 압력의 예를 도시한다. 도 10의 비교예 1에서 나타난 바와 같이, 하나 이상의 연결 압축가능 폼 층(들)으로 제조된 연마 용품은 기재 표면 상의 토폴로지 변동을 제거하기에 충분한 접촉 압력을 제공할 수 없기 때문에 연마 공정에서 실현가능하지 않을 수 있다. 기재 표면 내로의 이러한 공구 유형의 심지어 과도한 변위도 연마 공정을 위한 필요한 압력을 구축가능하지 않을 수 있다.

[0138] 한편, 도 10의 비교예 2에서 나타난 바와 같이, 경질 배킹 층만을 갖는 연마 공구(200)는 일관되지 않는 연마를 야기할 수 있는, 높은 히스테리시스, 더 낮은 정합성, 및/또는 높은 압력 변동을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 고무 층만을 갖는 연마 회전 공구를 구비하는 비교예 2의 압력-맞물림의 깊이 곡선은 매우 급격한데, 즉 이는 비교예 1과 비교하여 더 큰 기울기를 갖는다. 이와 같이, 공구 런-아웃(run-out), 피공작물 표면 불균일성, 또는 임의의 다른 외란(disturbance)으로부터 기인하는 맞물림 깊이 값의 작은 변화는 접촉 압력의 상당한 변화로 이어질 수 있으며, 이는 연마 균일성에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 경질 고무 재료들은 일관되지 않는 연마를 야기할 수 있는 그들의 시간-의존적 점탄성 특성으로 인해 변형 동안에 응력 완화를 흔히 나타낸다.

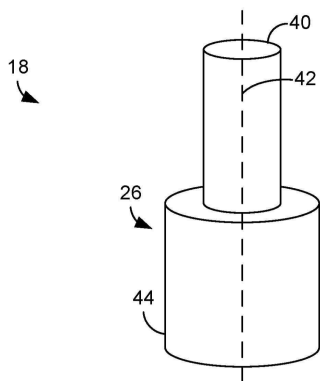
- [0139] 대조적으로, 도 10의 실시예 3에서 나타난 바와 같이, 연질 내측 층 및 경질 외측 층으로 제조된 연마 공구(210)는 연마 공정에서 필요한 제어되고 일관된 접촉 압력을 제공하였다. 실시예 3은, 도시된 바와 같이, 그의 접촉 압력-맞물림의 깊이 관계로 인해, 균일한 표면 마무리를 제공하는 낮은 히스테리시스, 낮은 완화, 양호한 정합성, 및 낮은 압력 변동을 갖는다.
- [0140] 연마 공구(310)의 작동 동안, 개선된 압력 대 맞물림의 깊이는 바람직한 공정 작동 윈도우 내에서 작동할 수 있다. 예를 들어, 압력이 너무 낮으면, 재료 제거는 낮을 수 있다. 한편, 압력이 너무 높으면, 연마재는 조기에 마모되거나, 기재의 영역들의 제어되지 않은 연마에서 기재로부터 너무 많은 재료를 제거할 수 있다. 도 10은 재료 제거 속도가 적절하게 일관되고 적절히 높을 수도 있도록 하는 바람직한 공정 작동 윈도우의 예를 도시한다.
- [0141] 본 발명의 다양한 실시 형태가 기술되었다. 이들 및 다른 실시 형태는 하기 청구범위의 범주 내에 있다.

도면

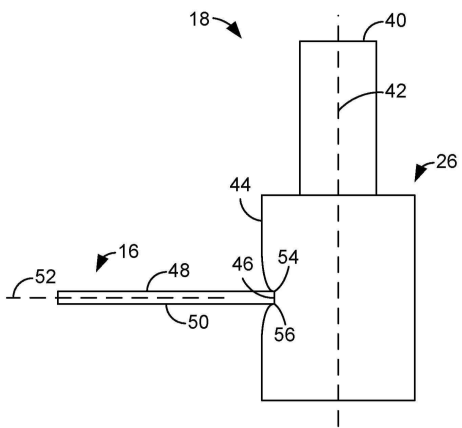
도면1a



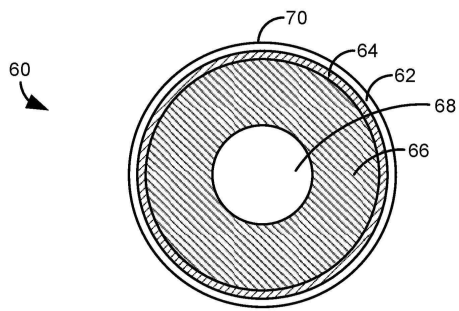
도면1b



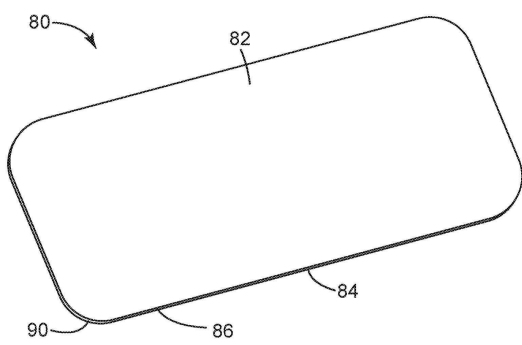
도면1c



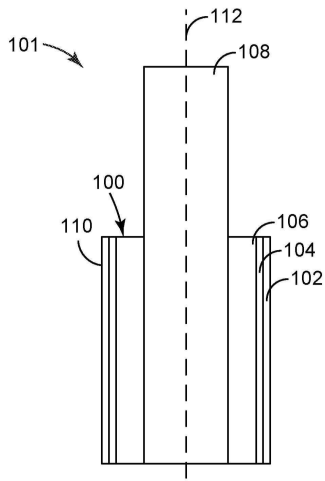
도면2



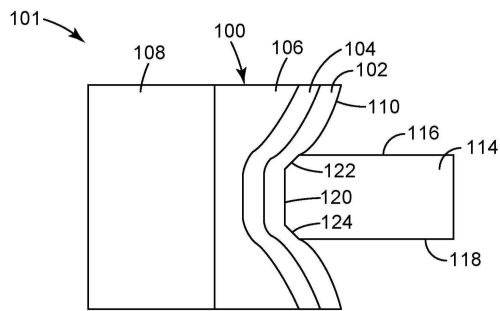
도면3



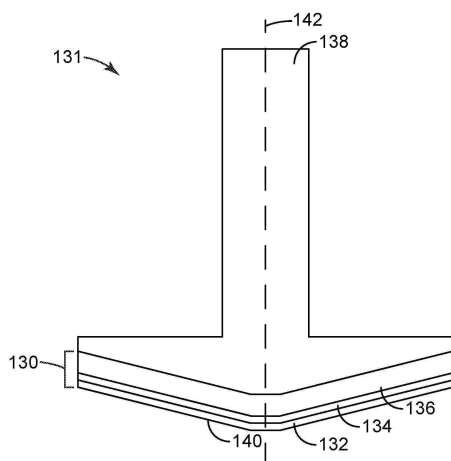
도면4a



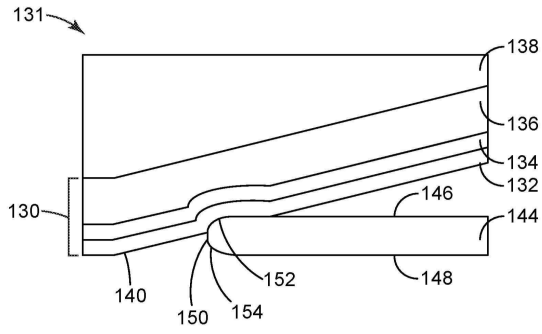
도면4b



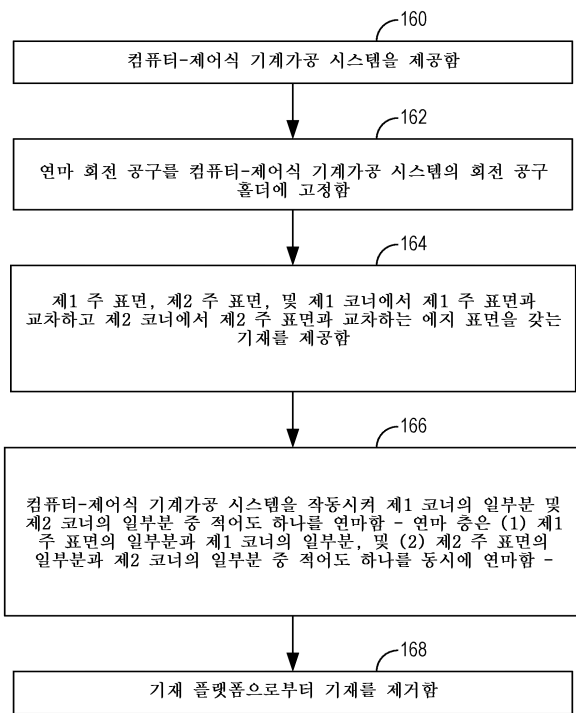
도면5a



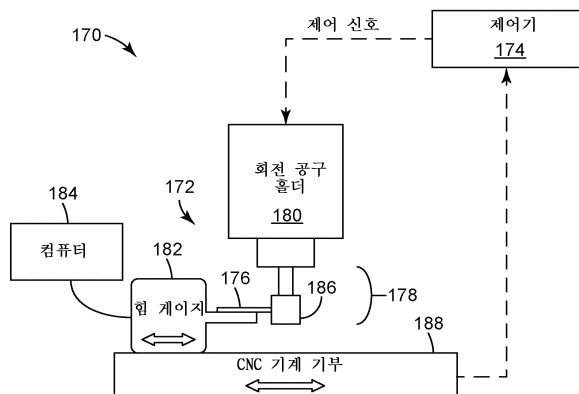
도면5b



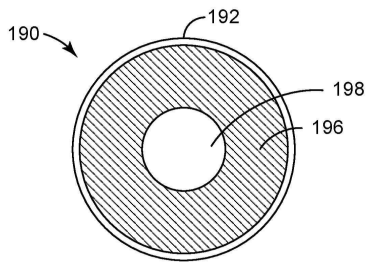
도면6



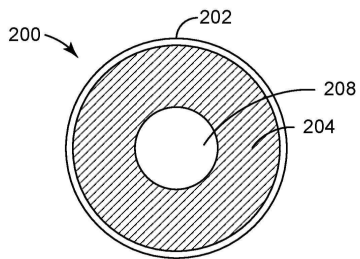
도면7



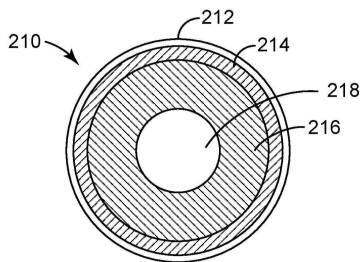
도면8a



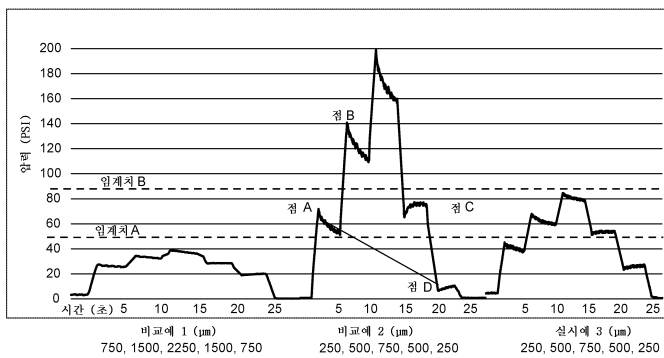
도면8b



도면8c



도면9



도면10

