



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월22일
(11) 등록번호 10-2759345
(24) 등록일자 2025년01월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 37/04 (2006.01) B24B 37/10 (2012.01)
B24B 37/30 (2012.01) B24B 37/34 (2012.01)
B24B 57/02 (2006.01) HO1L 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B24B 37/042 (2013.01)
B24B 37/102 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7011710
(22) 출원일자(국제) 2021년08월19일
심사청구일자 2023년04월05일
(85) 번역문제출일자 2023년04월05일
(65) 공개번호 10-2023-0061535
(43) 공개일자 2023년05월08일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/046605
(87) 국제공개번호 WO 2022/072079
국제공개일자 2022년04월07일
(30) 우선권주장
63/075,607 2020년09월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070238399 A1
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 17 항

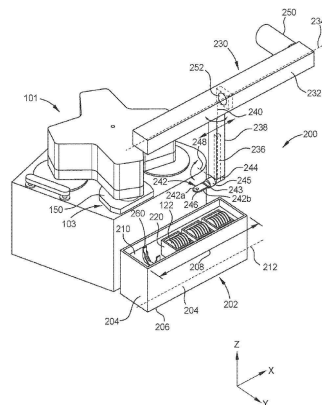
(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
오, 정훈
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스
인코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)
가젠드라, 마노즈 에이.
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스
인코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남
심사관 : 최정섭

(54) 발명의 명칭 CMP 프로세싱을 위한 방법들 및 기판 핸들링 시스템들

(57) 요약

실리콘 카바이드(SiC) 기판의 대향하는 표면들의 순차적인 단면 CMP 프로세싱을 위한 시스템 및 방법이 개시된다. 방법은 기판의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함하며, 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플레튼들 중 대응하는 회전가능 연마 플레튼들 상에 배치된다. 방법은 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기판을 기판 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기판 정렬 스테이션으로 이송하는 단계를 포함한다. 방법은 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기판을 기판 정렬 스테이션으로부터 기판 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계를 포함한다. 방법은 기판의 제2 표면을 복수의 연마 플레튼들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

- B24B 37/30* (2013.01)
- B24B 37/34* (2013.01)
- B24B 57/02* (2013.01)
- H01L 21/02013* (2013.01)
- H01L 21/02016* (2013.01)
- H01L 21/02019* (2013.01)
- H01L 21/02024* (2013.01)

(72) 발명자

가르시아, 존 앤서니

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스 인
코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

마일랍파나할리 나라싱가이아, 체탄 쿠마르

인도 560066 벵갈루루 화이트필드 로드 익스플로러
빌딩 씨드 플로어 유닛 5 어플라이드 머티어리얼스
인디아 프라이빗리미티드 (내)

차반, 산제이 바누라오

인도 560066 벵갈루루 화이트필드 로드 익스플로러
빌딩 씨드 플로어 유닛 5 어플라이드 머티어리얼스
인디아 프라이빗리미티드 (내)

도발, 가간

인도 560066 벵갈루루 화이트필드 로드 익스플로러
빌딩 씨드 플로어 유닛 5 어플라이드 머티어리얼스
인디아 프라이빗리미티드 (내)

발라쿠마르, 마노즈

인도 560066 벵갈루루 화이트필드 로드 익스플로러
빌딩 씨드 플로어 유닛 5 어플라이드 머티어리얼스
인디아 프라이빗리미티드 (내)

레이튼, 제이미 스투어트

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스 인
코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

응우옌, 반 에이치.

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스 인
코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

(56) 선행기술조사문헌

- US20090061739 A1
- US20140154036 A1
- KR1020170113314 A
- US20170287759 A1
- US20080157455 A1
- KR1020090020167 A
- KR1020170081227 A
- KR1020190109487 A

명세서

청구범위

청구항 1

기관 연마 시스템(substrate polishing system)으로서,

기관 정렬 스테이션(substrate alignment station);

회전가능 연마 플래튼(polishing platen)을 각각 포함하는 복수의 연마 스테이션(polishing station)들;

기관 캐리어 로딩 스테이션(substrate carrier loading station);

제1 면 및 상기 제1 면의 반대측에 있는 제2 면을 갖는 엔드 이펙터(end effector)를 포함하는 기관 핸들러(substrate handler); 및

기관 프로세싱 방법(substrate processing method)에 대한 명령들이 저장되는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하며,

상기 방법은, 순차적으로,

(a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드(polishing pad)들 중 하나에 대해 압박(urgings)하는 단계 - 상기 복수의 연마 패드들은 상기 복수의 회전가능 연마 플래튼들 중 대응하는 회전가능 연마 플래튼들 상에 배치됨 -;

(b) 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 상기 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계;

(c) 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및

(d) 상기 기관의 제2 표면을 상기 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는, 상기 엔드 이펙터의 상기 제1 면 및 상기 제2 면의 배향이 뒤집혀서(reversed) 이에 따라 상기 기관의 상기 제1 표면 및 상기 제2 표면의 배향이 또한 뒤집히도록, 상기 엔드 이펙터를 회전시키는 단계를 포함하는,

기관 연마 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 기관 핸들러는 기관 홀딩 영역에 배치된 기관 카세트(substrate cassette)와 상기 기관 정렬 스테이션 사이의 오버헤드 트랙(overhead track)을 따라 이동가능한 아암(arm)을 더 포함하며, 상기 엔드 이펙터는 상기 아암에 회전가능하게 커플링되는,

기관 연마 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 오버헤드 트랙은 상기 기관 홀딩 영역을 한정하는 베이슨(basin)의 제1 길이방향 축과 정렬되고, 상기 엔드 이펙터는 상기 제1 길이방향 축에 실질적으로 직교하는 제2 축을 중심으로 회전가능한,

기관 연마 시스템.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 기관을 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 상기 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 (b) 단계는 상기 엔드 이펙터를 상기 기관의 제2 표면과 결합하는 단계를 포함하며,

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는,

상기 엔드 이펙터의 제1 면 및 상기 엔드 이펙터의 제2 면의 배향을 뒤집기 위하여, 상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 180° 만큼 회전시키는 단계; 및

회전 후에, 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 상기 기관의 제1 표면에 결합하는 단계를 포함하는, 기관 연마 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 기관 핸들러는 상기 아암에 대해 상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 회전시키도록 구성된 리스트 조립체(wrist assembly)를 더 포함하는,

기관 연마 시스템.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 기관 캐리어 로딩 스테이션은 로드 컵(load cup)을 포함하며,

상기 방법은,

상기 기관을 상기 복수의 연마 스테이션들 중 하나로부터 상기 로드 컵으로 이송하는 단계 - 상기 기관의 제1 표면은 이송 후에 상기 로드 컵에 대해 하향 배향(face down orientation)으로 향함 -; 및

상기 기관을 상기 로드 컵으로부터 상기 복수의 연마 스테이션들 중 하나로 이송하는 단계 - 상기 기관의 제2 표면은 이송 전에 상기 로드 컵에 대해 하향 배향으로 향함 - 를 더 포함하는,

기관 연마 시스템.

청구항 7

기관을 프로세싱하기 위한 방법으로서,

(a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계 - 상기 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플레이트들 중 대응하는 회전가능 연마 플레이트들 상에 배치됨 -;

(b) 제1 면 및 상기 제1 면의 반대측의 제2 면을 갖는 엔드 이펙터의 상기 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계;

(c) 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및

(d) 상기 기관의 제2 표면을 상기 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는, 상기 엔드 이펙터의 상기 제1 면 및 상기 제2 면의 배향이 뒤집혀서(reversed) 이에 따라 상기 기관의 상기 제1 표면 및 상기 제2 표면의 배향이 또한 뒤집히도록, 상기 엔드 이펙터를 회전시키는 단계를 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 아암에 회전가능하게 커플링되고,

상기 방법은,

상기 기관 정렬 스테이션과 기관 카세트 사이의 오버헤드 트랙을 따라 상기 아암을 이동시키는 단계를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 아암은 상기 오버헤드 트랙의 제1 축을 따라 이동하고,

상기 방법은,

상기 엔드 이펙터를 상기 제1 축에 실질적으로 직교하는 제2 축을 중심으로 회전시키는 단계를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 기관을 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 상기 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 (b) 단계는 상기 엔드 이펙터를 상기 기관의 제2 표면과 결합하는 단계를 포함하며,

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는,

상기 엔드 이펙터의 제1 면 및 상기 엔드 이펙터의 제2 면의 배향을 뒤집기 위하여, 상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 180° 만큼 회전시키는 단계; 및

회전 후에, 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 상기 기관의 제1 표면에 결합하는 단계를 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 리스트 조립체에 의해 상기 아암에 회전가능하게 커플링되고,

상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 회전시키는 단계는 상기 아암에 대해 상기 리스트 조립체를 회전시키는 단계를 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 12

제7 항에 있어서,

상기 기관 캐리어 로딩 스테이션은 로드 컵을 포함하며,

상기 방법은,

상기 기관을 복수의 연마 스테이션들 중 하나로부터 상기 로드 컵으로 이송하는 단계 - 상기 기관의 제1 표면은 이송 후에 상기 로드 컵에 대해 하향 배향으로 향함 -; 및

상기 기관을 상기 로드 컵으로부터 상기 복수의 연마 스테이션들 중 하나로 이송하는 단계 - 상기 기관의 제2 표면은 이송 전에 상기 로드 컵에 대해 하향 배향으로 향함 - 를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하기 위한 방법.

청구항 13

기관 프로세싱 방법에 대한 명령들이 저장되는 컴퓨터 판독가능 매체로서,

상기 방법은,

(a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계 - 상기 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플레이트들 중 대응하는 회전가능 연마 플레이트들 상에 배치됨 -;

(b) 제1 면 및 상기 제1 면의 반대측의 제2 면을 갖는 엔드 이펙터의 상기 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계;

(c) 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및

(d) 상기 기관의 제2 표면을 상기 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는, 상기 엔드 이펙터의 상기 제1 면 및 상기 제2 면의 배향이 뒤집혀서(reversed) 이에 따라 상기 기관의 상기 제1 표면 및 상기 제2 표면의 배향이 또한 뒤집히도록, 상기 엔드 이펙터를 회전시키는 단계를 포함하는,

컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 아암에 회전가능하게 커플링되고,

상기 방법은,

상기 기관 정렬 스테이션과 기관 카세트 사이의 오버헤드 트랙을 따라 상기 아암을 이동시키는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 아암은 상기 오버헤드 트랙의 제1 축을 따라 이동하고,

상기 방법은,

상기 엔드 이펙터를 상기 제1 축에 실질적으로 직교하는 제2 축을 중심으로 회전시키는 단계를 더 포함하는,

컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 기관을 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 상기 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 (b) 단계는 상기 엔드 이펙터를 상기 기관의 제2 표면과 결합하는 단계를 포함하며,

상기 기관을 상기 기관 정렬 스테이션으로부터 상기 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 (c) 단계는,

상기 엔드 이펙터의 제1 면 및 상기 엔드 이펙터의 제2 면의 배향을 뒤집기 위하여, 상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 180° 만큼 회전시키는 단계; 및

회전 후에, 상기 엔드 이펙터의 제1 면을 상기 기관의 제1 표면에 결합하는 단계를 포함하는,

컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 리스트 조립체에 의해 상기 아암에 회전가능하게 커플링되고,

상기 엔드 이펙터를 상기 제2 축을 중심으로 회전시키는 단계는 상기 아암에 대해 상기 리스트 조립체를 회전시키는 단계를 포함하는,

컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원에 설명된 실시예들은 일반적으로 전자 디바이스들의 제조에 사용되는 화학 기계적 연마(CMP; chemical mechanical polishing) 시스템들 및 프로세스들에 관한 것이다. 특히, 본원의 실시예들은 실리콘 카바이드(SiC) 기판과 같은 기판의 대향하는 표면들의 순차적인 단면 CMP 프로세싱을 위한 기판 핸들링 방식(substrate handling scheme)들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화학 기계적 연마(CMP)는 통상적으로 결정질 실리콘(Si) 기판 표면 상에 증착된 재료 층을 평탄화하거나 연마하기 위해 반도체 디바이스들의 제조에 사용된다. 전형적인 CMP 프로세스에서, 기판은 연마 유체의 존 하에서 회전하는 연마 패드를 향해 기판의 후면을 가압하는 기판 캐리어(substrate carrier)에 유지된다. 일반적으로, 연마 유체는 하나 이상의 화학 구성성분들의 수용액 및 수용액에 현탁된 나노스케일 연마 입자(nanoscale abrasive particle)들을 포함한다. 연마 유체 및 기판과 연마 패드의 상대 운동에 의해 제공되는 화학적 및 기계적 활동의 조합을 통해 연마 패드와 접촉하는 기판의 재료 층 표면에 걸쳐 재료가 제거된다.

[0003] CMP는 또한 결정질 실리콘 카바이드(SiC) 기판들의 준비에도 사용될 수 있으며, SiC 기판들은, 그 고유한 전기적 및 열적 특성들로 인해, 진보된 고전력 및 고주파 반도체 디바이스 응용들에서 Si 기판들보다 우수한 성능을 제공한다. SiC 기판은 전형적으로 단결정 잉곳(single crystal ingot)으로부터 슬라이스되어, 실리콘 종단 표면(Si 표면) 및 Si 표면의 반대측에 있는 탄소 종단 표면(C 표면)을 갖는 원형 웨이퍼를 제공한다. 그런 다음, Si 표면 및 C 표면 각각은 전형적으로 그라인딩(grinding), 래핑(lapping) 및 CMP 프로세싱 동작들의 조합을 사용하여 원하는 두께 및 표면 마무리로 프로세싱된다. 예를 들어, Si 표면 및 C 표면 중 하나 또는 모두를 평탄화하여, 이전의 그라인딩 및/또는 래핑 동작들에 의해 유발되는 표면 아래 손상을 제거하고, 그리고/또는 SiC 기판 상에서의 후속 에피택셜 SiC 성장을 위해 SiC 기판을 준비하기 위해 CMP 프로세스가 사용될 수 있다.

[0004] Si 및 C 표면들의 CMP 프로세스는 예를 들어 양면 연마 시스템을 사용하여 동시에 수행되거나, 단면 연마 시스템을 사용하여 순차적으로 수행될 수 있다. 상이한 원자 조성 및 그에 따른 CMP 프로세스에 대한 상이한 반응성으로 인해, 동일한 연마 파라미터들에 대해 Si 및 C 표면들에 대한 상이한 연마 결과들, 예컨대 재료 제거 속도 및 마무리된 표면 거칠기가 달성된다. Si 및 C 표면들의 순차적인 단면 연마는 유리하게는, 양면 연마와 비교하여 개선된 표면 마무리 결과들을 제공하기 위해 그것과 함께 사용되는 개개의 CMP 프로세스들의 미세 튜닝(fine tuning)을 허용한다.

[0005] 반도체 디바이스 제조에서 CMP 프로세싱에 이전에 사용된 용도변경된 단면 연마 시스템들은 SiC 기판 준비에 요망되는 미세 제어를 제공한다. 불행하게도, Si 기판들 상의 반도체 디바이스들의 제조에 사용되는 단면 연마 시스템들의 기판 핸들러(substrate handler)들은 전형적으로 기판 표면의 일 면, 예를 들어 전자 디바이스들이 상부에 형성된 기판의 활성 표면만을 연마하도록 구성된다. 따라서, Si 표면에 이은 C 표면 또는

그 반대의 순차적인 단면 연마를 용이하게 하기 위해, SiC 기관들은 전형적으로 제1 표면(Si 표면 또는 C 표면)이 연마된 후에 CMP 시스템들로부터 제거되고, 그것들의 기관 홀더(substrate holder)에서 뒤집히며, 제2 표면(연마되지 않은 나머지 Si 또는 C 표면)의 연마를 위해 CMP 시스템으로 복귀된다.

[0006] [0006] 순차적인 단면 CMP 프로세스들 사이에서 SiC 기관들의 배향을 그것들의 기관 홀더에서 뒤집는 것은 전형적으로 수동으로 수행된다. 불행하게도, 수동 핸들링은 노동 집약적이며, 프로세싱 동안에 바람직하지 않은 에러들 및 지연들과, 이와 연관된 기관 프로세싱 비용들의 대응하는 증가를 초래할 수 있다.

[0007] [0007] 따라서, 당업계에서는 상기의 문제점들을 해결하기 위한 장치 및 방법들이 요구된다.

발명의 내용

[0008] [0008] 본 개시내용은 일반적으로 전자 디바이스들의 제조에 사용되는 화학 기계적 연마(CMP) 시스템들 및 프로세스들에 관한 것이다. 특히, 본 개시내용은 단면 연마 시스템에서 실리콘 카바이드(SiC) 기관의 대향 표면들의 순차적인 단면 CMP 프로세싱과 함께 사용하기 위한 기관 핸들링 방식에 관한 것이다.

[0009] [0009] 일 실시예에서, 기관 연마 시스템은 기관 홀딩 영역을 한정하는 베이슨(basin)을 포함하며, 베이슨은 하나 이상의 기관 카세트들을 수용하도록 크기설정되고, 기관 카세트들 각각은 복수의 기관들을 홀딩하도록 구성된다. 시스템은 기관 홀딩 영역에 배치된 기관 정렬 스테이션, 회전가능 연마 플래튼을 각각 포함하는 복수의 연마 스테이션들, 및 기관 캐리어 로딩 스테이션을 포함한다. 상기 시스템은 캐리지 조립체로부터 현수된 복수의 기관 캐리어들 - 캐리지 조립체는 복수의 연마 스테이션들과 기관 캐리어 로딩 스테이션 사이에서 복수의 기관 캐리어들 중 개별 기관 캐리어들을 이동시키기 위해 캐리지 축을 중심으로 회전가능함 -, 제1 면 및 제1 면의 반대측에 있는 제2 면을 갖는 엔드 이펙터를 포함하는 기관 핸들러, 및 기관 프로세싱 방법에 대한 명령들이 저장되는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함한다. 기관 프로세싱 방법은, 순차적으로, (a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박(urgency)하는 단계 - 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플래튼들 중 대응하는 회전가능 연마 플래튼들 상에 배치됨 -; (b) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계; (c) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 정렬 스테이션으로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및 (d) 기관의 제2 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함한다.

[0010] [0010] 다른 실시예에서, 기관 프로세싱 방법은, (a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계 - 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플래튼들 중 대응하는 회전가능 연마 플래튼들 상에 배치됨 -; (b) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계; (c) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 정렬 스테이션으로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및 (d) 기관의 제2 표면을 복수의 연마 플래튼들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함한다.

[0011] [0011] 또 다른 실시예에서, 컴퓨터 판독가능 매체에는 기관 프로세싱 방법에 대한 명령들이 저장된다. 기관 프로세싱 방법은, (a) 기관의 제1 표면을 복수의 연마 패드들 중 하나에 대해 압박하는 단계 - 복수의 연마 패드들은 복수의 회전가능 연마 플래튼들 중 대응하는 회전가능 연마 플래튼들 상에 배치됨 -; (b) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 캐리어 로딩 스테이션으로부터 기관 정렬 스테이션으로 이송하는 단계; (c) 엔드 이펙터의 제1 면을 사용하여, 기관을 기관 정렬 스테이션으로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션으로 이송하는 단계; 및 (d) 기관의 제2 표면을 복수의 연마 플래튼들 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0012] [0012] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시내용의 단지 전형적인 실시예들만을 예시하는 것이므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0013] 도 1a는 일 실시예에 따른, 본원에 제시된 방법들을 실시하는 데 사용될 수 있는 예시적인 연마 스테이션의 개략적인 측면도이다.

[0014] 도 1b는 일 실시예에 따른, 본원에 제시된 방법들을 실시하는 데 사용될 수 있는 다중 스테이션 연마

시스템의 일부의 개략적인 평면도이다.

[0015] 도 1c는 일 실시예에 따른, 도 1b의 기관 캐리어 로딩 스테이션의 개략적인 측면면도이다.

[0016] 도 2a는 일 실시예에 따른, 도 1b의 다중 스테이션 연마 시스템의 개략적인 등각도이고, 본원에 제시된 방법들을 실시하는 데 사용될 수 있는 기관 핸들링 시스템을 더 포함한다.

[0017] 도 2b 내지 도 2d는 일 실시예에 따른, 도 2a의 기관 핸들링 시스템의 엔드 이펙터의 운동 정도들을 개략적으로 예시한다.

[0018] 도 3은 일 실시예에 따른, 도 2의 기관 핸들링 시스템과 함께 사용될 수 있는 기관 정렬 스테이션의 개략적인 측면면도이다.

[0019] 도 4는 일 실시예에 따른, 기관을 프로세싱하기 위한 방법을 예시하는 다이어그램이다.

[0020] 도 5a는 일 실시예에 따른, 도 4의 방법을 실시하는 데 사용될 수 있는 연마 스테이션의 개략적인 측면도이다.

[0021] 도 5b 내지 도 5d는 일 실시예에 따른, 도 2의 다중 스테이션 연마 시스템의 개략적인 등각도들이고, 도 4에 제시된 방법의 다양한 양상들을 예시한다.

[0022] 도 5e는 일 실시예에 따른, 도 4의 방법을 실시하는 데 사용될 수 있는 연마 스테이션의 개략적인 측면도이다.

[0023] 도 6a는 하나 이상의 실시예들에 따른 예시적인 기관 핸들러 조립체의 개략적인 등각도이다.

[0024] 도 6b는 도 6a에 도시된 예시적인 엔드 이펙터의 확대 등각도이다.

[0025] 도 6c는 도 6b의 섹션 라인 6-6'을 따라 취한 예시적인 회전 액추에이터의 확대 단면도이다.

[0026] 도 6d는 도 6c의 회전 액추에이터의 등각도이다.

[0027] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들은 추가의 언급없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있는 것으로 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] [0028] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 전자 디바이스들의 제조에 사용되는 화학 기계적 연마(CMP) 시스템들 및 프로세스들에 관한 것이다. 특히, 본 개시내용의 실시예들은 실리콘 카바이드(SiC) 기관의 순차적인 단면 CMP 연마를 위한 기관 플립핑(substrate flipping)에 관한 것이다.

[0014] [0029] 도 1a는 본원에 제시된 방법들을 실시하는 데 사용될 수 있는 일 실시예에 따른 연마 스테이션(100a)의 개략적인 측면면도이다. 도 1b는 복수의 연마 스테이션(polishing station)(100a 내지 100c)을 포함하는 다중 스테이션 연마 시스템(101)의 일부의 개략적인 평면도이며, 연마 스테이션(100b, 100c) 각각은 도 1a에 설명된 연마 스테이션(100a)과 실질적으로 유사하다. 도 1b에서, 도 1a에 설명된 연마 스테이션(100a)에 대한 구성요소들의 적어도 일부는 시각적 혼란을 줄이기 위해 복수의 연마 스테이션들(100a 내지 100c)에 도시되어 있지 않다.

[0015] [0030] 도 1a에 도시된 바와 같이, 연마 스테이션(100a)은 플래튼(platen)(102), 플래튼(102)에 커플링된 제1 액추에이터(actuator)(104), 플래튼(102) 상에 배치되고 그에 고정된 연마 패드(106), 연마 패드(106) 위에 배치된 유체 전달 아암(fluid delivery arm)(108), 기관 캐리어(substrate carrier)(110)(단면으로 도시됨), 및 패드 컨디셔너 조립체(pad conditioner assembly)(112)를 포함한다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 기관 캐리어(110)가 연마 패드(106) 위에 배치되고 그와 대면하도록 캐리지 조립체(carriage assembly)(115)(도 1b)의 캐리지 아암(carriage arm)(113)으로부터 현수된다. 캐리지 조립체(115)는 기관 캐리어 로딩 스테이션(substrate carrier loading station)(103)(도 1b) 사이 및/또는 다중 스테이션 연마 시스템(101)의 연마 스테이션들(100a 내지 100c) 사이에서 기관 캐리어(110) 및 따라서 그에 척킹된 기관(122)을 이동시키기 위해 캐리지 축(C)을 중심으로 회전가능하다. 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)은 기관 캐리어(110)에 기관(122)을 로딩하기 위한 로드 컵(load cup)(150)(가상선으로 도시됨)을 포함한다.

[0016] [0031] 기관 연마 동안, 제1 액추에이터(104)는 플래튼(102)을 플래튼 축(A)을 중심으로 회전시키는 데 사용되

며, 기관 캐리어(110)는 플레튼(102) 위에 배치되고 그와 대면하여 있다. 기관 캐리어(110)는 내부에 배치된 기관(122)의 연마될 표면(가상선으로 도시됨)을 연마 패드(106)의 연마 표면에 대해 압박하는 동시에 캐리어 축(B)을 중심으로 회전하는 데 사용된다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 하우징(housing)(111), 하우징(111)에 커플링된 환형 유지 링(annular retaining ring)(115), 및 유지 링(115)의 내경에 걸쳐 있는 멤브레인(membrane)(117)을 포함한다. 유지 링(115)은 기관(122)을 둘러싸고 연마 동안에 기관(122)이 기관 캐리어(110)로부터 미끄러지는 것을 방지한다. 멤브레인(117)은 기관(122)에 하향력(downward force)을 인가하고 기관 로딩 동작들 동안에 그리고/또는 기관 연마 스테이션들 사이에서 기관을 기관 캐리어(110) 내로 로딩(척킹)하는 데 사용된다. 예를 들어, 연마 동안, 멤브레인(117)에 하향력을 가하고 따라서 멤브레인(117)과 접촉하는 기관(122)에 하향력을 가하기 위해 전형적으로 가압 가스가 캐리어 챔버(119)에 제공된다. 연마 전후에, 멤브레인(117)이 상향으로 편향되어 멤브레인(117)과 기관(122) 사이에 저압 포켓(low pressure pocket)을 생성하도록 진공이 챔버(119)에 인가되어, 따라서 기관(122)을 기관 캐리어(110) 내에 진공 척킹할 수 있다.

[0017] [0032] 기관(122)은 유체 전달 아암(108)에 의해 제공되는 연마 유체의 존재 하에서 패드(106)에 대해 압박된다. 전형적으로, 회전하는 기관 캐리어(110)는 플레튼(102)의 내부 반경과 외부 반경 사이에서 요동하여, 연마 패드(106)의 표면에 대한 불균일한 마모를 부분적으로 감소시킨다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 제1 액추에이터(124)를 사용하여 회전되고, 제2 액추에이터(126)를 사용하여 요동된다.

[0018] [0033] 여기서, 패드 컨디셔너 조립체(112)는 연마 패드(106)에 대해 압박되어 그 표면을 재생(rejuvenate)하고 그리고/또는 그로부터의 연마 부산물들 또는 다른 파편을 제거할 수 있는 고정된 연마 컨디셔닝 디스크(abrasive conditioning disk)(120), 예를 들어 다이아몬드 함침 디스크를 포함한다. 다른 실시예들에서, 패드 컨디셔너 조립체(112)는 브러시(brush)(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0019] [0034] 여기서, 다중 스테이션 연마 시스템(101) 및/또는 그것의 개별 연마 스테이션들(100a 내지 100c)의 동작은 시스템 제어기(136)(도 1a)에 의해 용이해진다. 시스템 제어기(136)는 메모리(142)(예를 들어, 비휘발성 메모리) 및 지원 회로들(144)과 함께 동작가능한 프로그램가능 중앙 프로세싱 유닛(CPU(140))을 포함한다. 지원 회로들(144)은 통상적으로 CPU(140)에 커플링되고, 기관 연마 프로세스의 제어를 용이하게 하기 위해 연마 시스템(101)의 다양한 구성요소들에 커플링된 캐시(cache), 클록 회로(clock circuit)들, 입력/출력 서브시스템들, 전력 공급부들 등, 및 이들의 조합들을 포함한다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, CPU(140)는 다양한 연마 시스템 구성요소들 및 서브-프로세서들을 제어하기 위해 프로그램가능 논리 제어기(PLC; programmable logic controller)와 같은, 산업 환경에서 사용되는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서 중 하나이다. CPU(140)에 커플링된 메모리(142)는 비일시적인 것이고, 전형적으로 랜덤 액세스 메모리(RAM; random access memory), 판독 전용 메모리(ROM; read only memory), 플로피 디스크 드라이브, 하드 디스크 또는 임의의 다른 형태의 로컬 또는 원격 디지털 저장장치와 같은 쉽게 입수가 가능한 메모리 중 하나 이상이다.

[0020] [0035] 본원에서, 메모리(142)는 CPU(140)에 의해 실행될 때, 연마 시스템(101)의 동작을 용이하게 하는 명령들을 포함하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체들(예를 들어, 비휘발성 메모리)의 형태이다. 메모리(142) 내의 명령들은 본 개시내용의 방법들을 구현하는 프로그램과 같은 프로그램 제품의 형태(예를 들어, 미들웨어 애플리케이션(middleware application), 장비 소프트웨어 애플리케이션(equipment software application) 등)이다. 프로그램 코드는 다수의 상이한 프로그래밍 언어들 중 어느 하나를 따를 수 있다. 일 예에서, 본 개시내용은 컴퓨터 시스템과 함께 사용하기 위해 컴퓨터 판독가능 저장 매체들에 저장된 프로그램 제품으로서 구현될 수 있다. 프로그램 제품의 프로그램(들)은 실시예들(본원에 설명된 방법들을 포함함)의 기능들을 한정한다.

[0021] [0036] 예시적인 컴퓨터 판독가능 저장 매체들은, (i) 정보가 영구적으로 저장되는 기록불가 저장 매체들(예를 들어, 컴퓨터 내의 판독-전용 메모리 디바이스들, 예컨대 CD-ROM 드라이브에 의해 판독가능한 CD-ROM 디스크들, 플래시 메모리, ROM 칩들 또는 임의의 유형의 고체-상태 비휘발성 반도체 메모리); 및 (ii) 변경가능한 정보가 저장되는 기록가능 저장 매체들(예를 들어, 디스켓 드라이브 또는 하드-디스크 드라이브 내의 플로피 디스크들, 또는 임의의 유형의 고체-상태 랜덤-액세스 반도체 메모리)을 포함한다(그러나 이에 제한되지 않음). 그러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체들은, 본원에 설명된 방법들의 기능들을 지시하는 컴퓨터 판독가능 명령들을 갖는 경우에, 본 개시내용의 실시예들이 된다.

[0022] [0037] 도 1c는 일 실시예에 따른, 도 1b의 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)의 개략적인 측면면도이다. 도 1c에 도시된 바와 같이, 로드 컵(150)은, 상부에 배치된 연마될 기관(122)을 기관 캐리어(110) 내로 로딩하고 그로부터 연마될 기관(122)을 언로딩하기 위한 페디스털(pedestal)(152)을 포함한다. 페디스털(152)은 Z 방향으로, 즉 그 위에 배치된 기관 캐리어(110)를 향해 그리고 그로부터 멀리 이동가능하다. 여기서, 로드 컵(150)은

페디스털(152)을 둘러싸는 슈라우드(shroud)(154)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 로드 컵(150)은 기관 캐리어(110)의 표면들을 향해 세정 유체, 예를 들어 탈이온수를 지향시켜서 상부에 축적된 연마 유체를 제거하기 위해 페디스털(152)의 반경방향 내측에 포지셔닝된 하나 이상의 노즐(nozzle)들(도시되지 않음)을 더 포함한다.

[0023] [0038] 여기서, 기관(122)은 연마될 표면 하향 배향(surface-to-be-polished face down orientation)으로 페디스털(152)로 그리고 페디스털(152)로부터 이송된다. 예를 들어, 여기서 기관(122)의 연마될 제1 표면(122a)은 페디스털(152)과 접촉하고 따라서 그와 대면하고, 제1 표면의 반대측에 있는 기관(122)의 제2 표면(122b)은 페디스털(152)로부터 멀리 그리고 기관 캐리어(110)를 향해 향하여 있다.

[0024] [0039] 일부 실시예들에서, 기관(122)은 결정질 실리콘 카바이드(SiC) 기관일 수 있으며, 제1 표면(122a)이 실리콘 중단 표면(Si 표면)이고 제2 표면(122b)이 탄소 중단 표면(C 표면)이거나, 또는 그 반대이다. 그러한 실시예들에서, 제1 표면(122a)이 "하향 배향(face down orientation)"으로 향하도록, 즉 페디스털(152)의 기관 캐리어 대면 표면과 접촉하도록 기관(122)을 로딩함으로써 제1 표면(122a)이 먼저 연마될 수 있다. 여기서, 기관(122)은 기관 핸들링 시스템(substrate handling system)(200)(도 2에 도시됨)의 엔드 이펙터(242)를 사용하여 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로 이송된다. 그런 다음, 페디스털(152)이 상승되고 그리고/또는 기관 캐리어(110)가 하강되며, 기관(122)은 기관 캐리어(110) 내로 진공 척킹된다. 기관 캐리어(110)는 하나 이상의 연마 스테이션들(100a 내지 100c) 사이에서 기관(122)을 이동시키고 기관(122)의 제1 표면(122a)을 하나 이상의 연마 패드(106)에 대해 압박하는 데 사용된다.

[0025] [0040] 제1 표면(122a)이 연마되면, 기관 캐리어(110)는 기관 캐리어 로딩 스테이션(103) 위의 포지션으로 복귀되고, 기관(122)은 제1 표면 하향 배향으로 기관 캐리어(110)로부터 페디스털(152)의 표면으로 이송된다. 전형적으로, 기관(122)의 제2 표면(122b)을 연마하는 것은 제2 표면(122b)이 페디스털(152)에 대해 하향 배향이 되도록 기관(122)의 배향을 뒤집거나 플립핑하는 것을 포함한다. 예를 들어, 기관(122)은 제1 표면(122a)이 기관 캐리어(110)와 대면하고 제2 표면(122b)이 페디스털(152)과 접촉하도록 플립핑될 수 있다. 기관(122)을 플립핑한 후에, 기관(122)은 제2 표면(122b)이 연마 스테이션들(100a 내지 100c) 중 하나 이상에서 연마될 수 있도록 제2 표면 하향 배향으로 기관 캐리어(110) 내로 로딩된다. 제1 표면(122a) 및 제2 표면(122b)의 순차적인 단면 연마를 용이하게 하기 위해 기관(122)의 배향을 뒤집는 방법, 즉, 기관(122)을 플립핑하는 방법이 도 4에 제시되어 있다.

[0026] [0041] 도 2a는 일 실시예에 따른, 본원에 제시된 방법들을 실시하는 데 사용될 수 있는 기관 핸들링 시스템(200)을 추가로 예시하는 다중 스테이션 연마 시스템(101)의 개략적인 등각도이다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 기관 핸들링 시스템(200)은 일반적으로 베이슨(basin)(202), 기관 핸들러 조립체(230) 및 정렬 스테이션(260)을 포함한다. 베이슨(202)은 복수의 기관 수송 용기들, 예를 들어 카세트(cassette)들(220)을 수용하도록 크기설정한 기관 홀딩 영역(208)을 한정하는 벽들(204) 및 베이스(base)(206)를 특징으로 한다. 사용 중일 때, 베이슨(202)은 전형적으로 탈이온수와 같은 유체(210)를 수용하고, 기관 홀딩 영역(208)에 배치된 하나 이상의 카세트들(220)은 유체(210)에 잠긴다. 여기서, 유체(210)는 프로세싱 동작들 사이에서 연마될 기관들 및 연마된 기관들을 습윤 상태로 유지하고, 독립형 CMP 후 세정 시스템(도시되지 않음)에서의 CMP 후 세정을 위해 기관들이 제거될 수 있기 전에 연마 유체들이 상부에서 건조되는 것을 방지하는 데 사용된다. 하나 이상의 카세트(220)는 베이슨(202)의 제1 길이방향 축(212)을 따라 정렬된다. 본원에서, 각각의 카세트(220)는 연마 시스템(101)에서의 프로세싱을 위해 복수의 기관들(122)을 홀딩하도록 구성된다. 예를 들어, 200 mm 직경의 기관들을 연마하도록 구성된 CMP 시스템의 경우, 각각의 카세트(220)는 전형적으로 약 25 개의 기관들을 홀딩하도록 구성된다.

[0027] [0042] 기관 핸들러 조립체(230)는 베이슨(202) 위에 배치된 오버헤드 트랙(overhead track)(232)을 포함한다. 여기서, 오버헤드 트랙(232)은 베이슨(202)의 제1 축(212)에 실질적으로 평행한 제2 축(234)을 따라 배향된다. 하나 이상의 실시예들에서, 오버헤드 트랙(232)은 수평으로 배향될 수 있으며, 즉 제2 축(234)은 중력 방향에 직교한다. 기관 핸들러 조립체(230)는 하우징(238) 내부에 적어도 부분적으로 배치되는 아암(236)을 더 포함하며, 하우징(238)은 Z-방향으로 이동가능한 아암(236)을 안내한다. 예를 들어, 여기서 아암(236)은 제3 축(240)을 따라 베이슨(202)을 향해 그리고 그로부터 멀리 이동될 수 있으며, 제3 축(240)은 오버헤드 트랙(232)의 제2 축(234)에 직교한다. 아암(236)은 하우징(238)에 대해 제3 축(240)을 따라 베이슨(202)을 향해 그리고 그로부터 멀리 신장가능하다. 하나 이상의 실시예들에서, 아암(236)은 수직으로, 즉, 중력 방향에 평행하게 배향될 수 있다.

[0028] [0043] 여기서, 기관 핸들링 시스템(200)은 리스트 조립체(wrist assembly)(244)에 의해 아암(236)의 제1 단

부 또는 하단부에 커플링되는 엔드 이펙터(242)를 더 포함한다. 기관 핸들링 시스템(200)은 엔드 이펙터(242)와 리스트 조립체(244) 사이에 커플링된 블레이드 마운트(blade mount)(243) 및 회전 액추에이터(245)를 더 포함한다. 일 실시예에서, 엔드 이펙터(242)는 엔드 이펙터(242)의 기관 핸들링 표면, 여기서는 제1 면(242a)에 형성된 포트(port)(246)를 갖는 진공 블레이드이다. 포트(246)는 포트(246)를 통해 진공 압력을 인가하기 위한 저압 펌프(도시되지 않음)에 유체적으로 커플링된다. 엔드 이펙터(242)의 기관 핸들링 표면, 여기서는 제1 면(242a)이 기관(122)의 표면에 근접하거나 접촉할 때, 기관(122)의 표면과 결합(engage)시키기 위해 진공 압력이 사용된다. 예를 들어, 엔드 이펙터(242)는 기관 홀딩 영역(208) 내로 하강되고 카세트들(220) 중 하나에 홀딩된 기관(122)에 인접하게 배치될 수 있다. 이러한 포지션에서, 기관(122)의 표면을 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)에 결합하기 위해 진공 압력이 인가될 수 있다. 전형적으로, 기관들(122)은 카세트들(220)이 베이스(202)에 배치될 때 카세트들(220)에서 실질적으로 수직 배향으로 배치되며, 실질적 수직은 중력 방향의 약 20° 이내이다. 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 전형적으로 기관(122)의 표면과 평행하여 그 사이의 진공 결합을 용이하게 한다. 따라서, 아암(236)이 상향으로 그리고 카세트(220)로부터 멀리 상승될 때, 엔드 이펙터(242) 및 이와 진공 결합된 기관(122)은 실질적으로 수직 배향으로 배치된다. 여기서, 리스트 조립체(244)는, 단독으로 또는 아암(236)과 조합하여, 엔드 이펙터(242)에 적어도 하나의 이동 정도(degree of movement)를 제공한다. 이동 정도는 엔드 이펙터(242)가 베이스(202)을 향해 또는 그로부터 멀리 신장될 때 아암(236)에 의해 제공되는 수직 병진이동(전술함), 또는 제2 액추에이터(252)에 의해 제공되는 아암(236)의 회전(후술함)에 추가된다. 적어도 하나의 이동 정도는 도 2b에 개략적으로 예시되어 있다.

[0029] [0044] 도 2b는 엔드 이펙터(242)를 수직 또는 실질적으로 수직 배향으로부터 수평 배향으로 이동시키는 데 사용되는 이동 정도를 도시한다. 수직 또는 실질적으로 수직 배향은 기관(122)을 카세트(220)로 그리고 카세트(220)로부터, 그리고/또는 기관 정렬 스테이션(260)으로 그리고 기관 정렬 스테이션(260)으로부터 이송하는 데 사용된다. 수평 배향은 페디스털(152) 상에 기관(122)을 포지셔닝하거나 페디스털(152)로부터 기관(122)을 제거하는 데 사용된다. 예를 들어, 도 2b에서, 리스트 조립체(244)는 엔드 이펙터(242)를 제4 축(248)을 중심으로 이동시키고, 따라서 그에 고정된 기관(122)을 제1 포지션(249a)과 제2 포지션(249b) 사이에서 스윙(swing)하도록 구성된다. 여기서, 제4 축(248)은 아암(236)의 제3 축(240)에 직교한다. 하나 이상의 실시예들에서, 제4 축(248)은 수평으로 배향될 수 있다. 제1 포지션(249a)에서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 베이스(202)의 제1 축(212) 및/또는 오버헤드 트랙(232)의 제2 축(234)에 평행하다. 제2 포지션(249b)에서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 엔드 이펙터(242)가 아암(236)으로부터 베이스(202)을 향해 연장되도록 아암(236)의 제3 축(240)에 평행하다. 제2 포지션(249b)에서, 엔드 이펙터(242)는 전술한 바와 같이 기관(122)과 진공 결합하기 위해 베이스(202) 내로 하강되도록 포지셔닝된다.

[0030] [0045] 여기서, 회전 액추에이터(245)는, 단독으로 또는 블레이드 마운트(243)와 조합하여, 엔드 이펙터(242)에 적어도 하나의 이동 정도를 제공한다. 이동 정도는 엔드 이펙터(242)가 베이스(202)을 향해 또는 그로부터 멀리 신장될 때 아암(236)에 의해 제공되는 수직 병진이동(전술함), 또는 제2 액추에이터(252)에 의해 제공되는 아암(236)의 회전(후술함), 또는 리스트 조립체(244)에 의해 제공되는 제4 축(248)을 중심으로 한 엔드 이펙터(242)의 이동에 추가된다. 적어도 하나의 이동 정도가 도 2c 및 도 2d에 개략적으로 예시되어 있다. 도 2c 및 도 2d는 도 2c에 도시된 제1 배향(251a)과 도 2d에 도시된 제2 배향(251b) 사이에서 엔드 이펙터(242)를 제5 축(253)을 중심으로 회전 또는 피봇시키는 데 사용되는 운동 정도를 도시한다. 여기서, 제5 축(253)은 리스트 조립체(244)의 제4 축(248)에 직교한다. 하나 이상의 실시예들에서, 제5 축(253)은 수직으로 배향될 수 있다. 여기서, 회전 액추에이터(245)는 엔드 이펙터(242)를 제5 축(253)을 중심으로 약 180° 만큼 회전시켜서 엔드 이펙터의 제1 및 제2 면들(242a, 242b)의 배향을 뒤집도록 구성된다. 예를 들어, 제1 배향(251a)에서, 엔드 이펙터의 제1 면(242a)은 -X 방향을 향하고 엔드 이펙터의 제2 면(242b)은 +X 방향을 향하여 있다. 그러나, 제2 배향(251b)에서, 엔드 이펙터(242)의 배향은 엔드 이펙터의 제1 면(242a)이 +X 방향을 향하고 엔드 이펙터의 제2 면(242b)이 -X 방향을 향하도록 뒤집힌다. 일부 다른 실시예들에서, 회전 액추에이터(245)는 엔드 이펙터(242)를 제5 축(253)을 중심으로 약 180° 이상, 예컨대 약 180° 내지 약 360° 만큼 회전 또는 피봇시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 회전 액추에이터(245)는 엔드 이펙터(242)를 시계 방향, 반시계 방향 또는 둘 모두로 회전 또는 피봇시킬 수 있다.

[0031] [0046] 여기서, 기관 핸들러 조립체(230)는 오버헤드 트랙(232)을 따라 아암(236)을 이동시키기 위한 제1 액추에이터(250)를 더 포함한다. 전형적으로, 기관 핸들러 조립체(230)는 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)의 페디스털(152) 상에의 기관(122)의 포지셔닝을 용이하게 하기 위해 아암(236)을 제3 축(240)을 중심으로 회전시키기 위한 구동 조립체와 같은 제2 액추에이터(252)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 제2 액추에이터(252)는 오버헤

드 트랙(232)을 따라 아암(236)과 함께 제2 액추에이터(252)가 이동하도록 제1 액추에이터(250)에 커플링된다.

[0032] [0047] 정렬 스테이션(260)은 제1 축(212)을 따라 복수의 카세트들(220)과 정렬하여 베이스(202)에 배치된다. 정렬 스테이션(260)은 엔드 이펙터(242), 및 따라서 기관(122)이 제2 포지션(249b)에 배치될 때 엔드 이펙터(242)로부터 기관(122)을 수용하도록 포지셔닝 및 배향된다. 여기서, 정렬 스테이션(260)은 기관 홀딩 영역(208)에 배치되어 유체(210)에 잠겨 있다. 대안적으로, 정렬 스테이션(260)은 기관 홀딩 영역(208) 외부에 포지셔닝될 수 있다. 정렬 스테이션(260)은 도 4의 방법(400)을 용이하게 하기 위해 기관(122)을 일시적으로 홀딩하는 데 사용된다. 예를 들어, 여기서 정렬 스테이션(260)은 제1 표면(122a)의 연마와 제2 표면(122b)의 연마 사이에서 기관 배향의 뒤집기 또는 플립핑을 지원하는 데 사용된다. 기관 배향을 뒤집는 것 또는 플립핑하는 것은 전형적으로 제1 배향(251a)으로 배치된 엔드 이펙터(242)를 사용하여 정렬 스테이션(260)에 기관을 포지셔닝하는 것, 엔드 이펙터(242)로부터 기관(122)의 제1 또는 제2 표면(122a 또는 122b)을 분리하는 것, 엔드 이펙터를 제2 배향으로 포지셔닝하기 위해 엔드 이펙터(242)를 제5 축(253)을 중심으로 180° 만큼 회전 또는 피봇시키는 것, 및 이어서, 엔드 이펙터(242)에 의해 기관(122)의 대향 표면(122a 또는 122b)과 재결합하는 것을 포함한다.

[0033] [0048] 도 3은 일 실시예에 따른, 도 2의 기관 핸들링 시스템(200)과 함께 사용될 수 있는 기관 정렬 스테이션(260)의 개략적인 측면면도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 정렬 스테이션(260)은 단부 플랜지(end flange)들(264)을 갖는 프레임(frame)(262)을 포함한다. 프레임(262)은 직립 및/또는 실질적으로 수직 배향으로 기관을 지지하도록 형성된다. 프레임(262)은 그 하단부가 폐쇄되어 기관(122)을 지지한다. 프레임(262)은 그 상단부가 개방되어, 기관(122)이 프레임(262)으로부터 제거되고 위에서 프레임(262) 내로 삽입될 수 있게 한다. 단부 플랜지들(264)은 프레임(262)의 주변 부분을 에워싼다. 단부 플랜지들(264)은 기관(122)을 실제로 파지하지 않고 직립 배향으로 기관(122)을 지지하도록 구성된다. 따라서, 단부 플랜지들(264)은 기관(122)의 예지들을 지지하도록 형성된다. 대안적으로, 프레임(262)은 그 하단부에 기관(122)을 수용하기 위한 슬롯(slot)을 포함할 수 있으며, 단부 플랜지들(264)은 생략될 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 프레임(262) 및/또는 단부 플랜지들(264)은 더 짧을 수 있으며, 예를 들어 기관(122)의 하부 약 3/4 이하, 예컨대 기관(122)의 하부 약 1/2 이하, 예컨대 기관(122)의 기관(122)의 하부 약 1/4 이하를 감쌀 수 있다. 일부 실시예들에서, 프레임(262)은 (예를 들어, 기관 홀딩 영역(208)에서) 정렬 스테이션(260)을 기관 핸들링 시스템(200)에 부착하기 위해 베이스(266)에 부착될 수 있다.

[0034] [0049] 도 4는 일 실시예에 따른, 기관(122)을 프로세싱하기 위한 방법(400)을 예시하는 다이어그램이다. 도 5a 내지 도 5e는 일 실시예에 따른, 도 4의 방법(400)의 양상들을 예시하는 데 사용된다. 일부 실시예들에서, 방법(400)의 하나 이상의 활동들은 시스템 제어기(136)의 컴퓨터 판독가능 매체에 명령들로서 저장된다. 일반적으로, 방법(400)은 기관(122)의 제1 표면(122a)을 연마하는 단계, 기관 핸들링 시스템(200)을 사용하여 기관(122)의 배향을 뒤집는 단계, 즉 기관(122)을 플립핑하는 단계, 및 기관(122)의 제2 표면(122b)을 연마하는 단계를 포함한다. 유익하게는, 방법(400)은 연마 시스템(101)으로부터 기관(122)을 제거하지 않고 수행된다.

[0035] [0050] 활동(402)에서, 방법(400)은 기관(122)의 제1 표면(122a)을 복수의 연마 패드들(106) 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함하며, 복수의 연마 패드들(106)은 복수의 회전가능 연마 플레이트들(102) 중 대응하는 회전가능 연마 플레이트들 상에 배치된다. 기관(122)의 제1 표면(122a)을 연마 패드(106)에 대해 압박하는 것이 도 5a에 도시되어 있다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 압박 동안에 기관(122)의 제2(대향) 표면(122b)과 결합하며, 예를 들어 제2 표면(122b)은 멤브레인(117)과 접촉한다.

[0036] [0051] 활동(404)에서, 방법(400)은 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)을 사용하여 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로부터 기관 홀딩 영역(208)에 배치된 기관 카세트(220)로 기관(122)을 이송하는 단계를 포함한다. 여기서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 이송 동안에 기관(122)의 제2 표면(122b)과 결합한다. 엔드 이펙터(242)는 제1 면(242a)과 대향하는 제2 면(242b)을 갖는다. 도 5b는 기관(122)이 기관 카세트(220)로 이송되는 것을 도시한다.

[0037] [0052] 활동(404)에서 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로부터 기관 카세트(220)로 기관(122)을 이송하는 단계는 전형적으로 엔드 이펙터(242)를 페디스털(152) 상에 포지셔닝된 기관(122)에 결합하는 단계를 포함한다. 페디스털 상에 기관(122)을 포지셔닝하기 위해, 기관(122)은 기관 캐리어(110)로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)의 로드 컵(150)(도 1c)으로 이송된다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 기관 캐리어 로딩 스테이션(103) 위에 기관 캐리어(110)를 포지셔닝하도록 캐리지 축(C)을 중심으로 이동된다. 페디스털(152) 및 기관 캐리어(110) 중 하나 또는 모두는 그 사이에서 기관(122)을 이송하기 위해 서로에 대해 이동된다. 예를 들어, 여기서

기관(122)의 제1 표면(122a)은 페디스털(152)과 접촉하게 되고, 기관 캐리어(110)로부터 기관(122)의 제2 표면(122b)을 분리함으로써 페디스털(152)로 이송된다. 그런 다음, 로드 컵(150) 및 기관 캐리어(110) 중 하나 또는 모두는 엔드 이펙터(242)에 의한 기관(122)에 대한 접근을 용이하게 하기 위해 기관(122)과 기관 캐리어(110) 사이에 갭(gap)을 형성하도록 서로에 대해 이동된다.

[0038] [0053] 엔드 이펙터(242)를 기관(122)에 결합하는 단계는, 대체로 수평 포지션에 배치된 엔드 이펙터(242)를, 기관(122)이 상부에 배치된 페디스털(150)과 기관 캐리어(110) 사이의 갭 내로 스윙시키기 위해 아암(236)을 제3 축(240)을 중심으로 회전시키는 단계를 포함한다. 그런 다음, 엔드 이펙터(242) 및 페디스털(152) 중 하나 또는 모두, 및 상부에 배치된 기관(122)은 기관(122)의 제2 표면(122b)이 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)과 접촉하게 하기 위해 서로에 대해, 즉 서로를 향해 이동된다.

[0039] [0054] 엔드 이펙터(242)를 기관(122)에 결합한 후에, 아암(236)은 제3 축(240)을 중심으로 회전되어 엔드 이펙터(242) 및 그에 결합된 기관(122)을 제1 포지션(249a)으로 스윙시킨다(도 2a는 기관(122)이 엔드 이펙터 상에 배치되지 않은 상태의 제1 포지션(249a)을 도시함). 제1 포지션(249a)에서, 엔드 이펙터(242) 및 기관(122)은 기관 홀딩 영역(208) 위에 배치된다. 전형적으로, 아암(236)은 오버헤드 트랙(232)을 따라 이동되어, 엔드 이펙터(242) 및 따라서 그에 결합된 기관을, 카세트(220)의 원하는 "개방" 포지션 위에, 즉 기관(122)이 이송될 카세트(220)의 원하는 슬롯이 있는 포지션 위에 포지셔닝한다. 기관(122)을 카세트(220)의 원하는 개방 포지션과 정렬하는 것은 엔드 이펙터(242)와 기관(122)이 기관 홀딩 영역(208) 내로 하강되게 포지셔닝되도록 엔드 이펙터(242)를 리스트 조립체(244)의 제4 축(248)을 중심으로 제2 포지션(249b)으로 스윙시키는 것을 더 포함한다. 기관(122)이 원하는 개방 포지션과 정렬되면, 아암(236)은 제3 축(240)을 따라 카세트(220)를 향해 신장되어 기관(122)을 카세트(220) 내에 포지셔닝한다. 기관(122)이 카세트(220)의 원하는 개구에 포지셔닝되면, 기관(122)은 그들 사이의 진공을 해제함으로써 엔드 이펙터(242)로부터 분리되고, 엔드 이펙터(242)는 아암(236)을 상향으로 수축시킴으로써 카세트로부터 제거된다.

[0040] [0055] 활동(406)에서, 방법(400)은 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)을 사용하여 기관(122)을 기관 카세트(220)로부터 기관 정렬 스테이션(260)으로 이송하는 단계를 포함한다. 여기서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 이송 동안에 기관(122)의 제2 표면(122b)과 결합한다.

[0041] [0056] 활동(406)에서 기관(122)을 기관 카세트(220)로부터 기관 정렬 스테이션(260)으로 이송하는 단계는 전형적으로 엔드 이펙터(242)를 기관 카세트(220)에 포지셔닝된 기관(122)에 결합하는 단계를 포함한다(도 5b 참조). 여기서, 기관(122)의 제1 표면(122a)은 전자 디바이스들이 상부에 제조되는 디바이스측 표면이고, 제2 표면(122b)은 비-디바이스측 표면 또는 후측 표면이다. 일반적으로, 기관 카세트(220)로부터 기관(122)을 피킹(picking)하고 기관을 기관 카세트(220)로 복귀시킬 때, 엔드 이펙터(242)는 기관 핸들링 유발 결합들, 예를 들어 디바이스측 표면 상의 스크래치(scratch)들을 회피하기 위해 제2 표면(122b)과만 결합한다. 2 개의 기관 표면들의 순차적인 연마를 용이하게 하기 위해 기관(122)의 배향을 뒤집는 것은 엔드 이펙터(242)를 각각의 표면에 결합시키는 것을 필요로 한다. 따라서, 비-디바이스 표면 또는 제2 표면(122b)은 전형적으로, 엔드 이펙터(242)에 의해 제1 표면(122a)에 대해 유발되는 임의의 표면 손상이 표면의 연마 동안에 제거될 수 있도록 먼저 연마된다.

[0042] [0057] 일반적으로, 기관 카세트(220)는 기관들(122)이 수직에 대해 약 3° 내지 약 5° 로 -x 방향으로 경사지도록 베이슨(202)에 안착된다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 기관들(122)의 제1 표면(122a)은 tx 방향을 향하고, 기관들(122)의 제2 표면(122b)은 -x 방향을 향하여 있다. 따라서, 기관들(122)은 -x 방향을 향하여 있는 면인 제2 표면(122b)으로부터 픽업된다. 기관 카세트(220)에서 기관(122)의 제2 표면(122b)과 결합한 후에, 아암(236)은 제3 축(240)을 따라 카세트(220)로부터 멀리 수축된다. 일부 실시예들에서, 엔드 이펙터(242)는 회전 액추에이터(245)를 사용하여 제2 배향(251b)(도 2d)으로부터 제1 배향(251a)(도 2c)으로 제5 축(253)을 중심으로 회전 또는 피벗된다. 일부 실시예들에서, 엔드 이펙터(242)는 엔드 이펙터(242)를 제5 축(253)을 중심으로 회전시키기 전에, 리스트 조립체(244)를 사용하여 제1 및 제2 포지션들(249a, 249b)(도 2b) 사이의 중간 포지션으로 제4 축(248)을 중심으로 이동된다. 여기서, 아암(236)은 기관 정렬 스테이션(260) 위에 아암(236)을 포지셔닝하고 따라서 그와 기관(122)을 정렬시키도록 오버헤드 트랙(232)을 따라 이동된다. 그런 다음, 아암(236)은 도 5c에 도시된 바와 같이 기관(122)을 프레임(262)에 포지셔닝하기 위해 제3 축(240)을 따라 기관 정렬 스테이션(260)을 향해 신장된다. 이러한 포지션에서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 기관(122)의 제2 표면(122b)과 대면한다. 기관(122)이 프레임(262)에 포지셔닝되면, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 기관(122)으로부터 분리되고, 아암(236)은 오버헤드 트랙(232)을 향해 상향으로 수축된다.

- [0043] [0058] 일부 실시예들에서, 기관(122)을 기관 카세트(220)로 이송하지 않고, 예를 들어 기관(122)의 제1 표면(122a)이 연마되어야 하는 경우에, 기관(122)은 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)을 사용하여 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로부터 기관 정렬 스테이션(260)으로 이송된다.
- [0044] [0059] 활동(408)에서, 방법(400)은 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)을 사용하여 기관(122)을 기관 정렬 스테이션(260)으로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로 이송하는 단계를 포함한다. 여기서, 기관(122)을 기관 정렬 스테이션(260)으로부터 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로 이송하는 단계는 이송 동안에 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)이 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합하도록 기관(122)에 대한 엔드 이펙터(242)의 배향을 변경하는 단계를 포함한다. 도 5d는 제1 면(242a)이 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합되는 제2 배향(251b)(도 2d 참조)으로 배치된 엔드 이펙터(242)를 도시한다. 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)을 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합하는 것은 제2 표면(122b) "하향" 배향으로 페디스털(152)(도 1c) 상에 기관(122)을 포지셔닝하는 것을 용이하게 한다.
- [0045] [0060] 전형적으로, 활동(406)에서 기관(122)으로부터 엔드 이펙터(242)를 분리한 후에(도 5c 참조), 아암(236)은 기관 정렬 스테이션(260)으로부터 멀리 이동되어 엔드 이펙터(242)와 기관 정렬 스테이션(260) 및/또는 그에 배치된 기관(122) 사이에 간극을 제공한다. 일부 실시예들에서, 아암(236)은 엔드 이펙터(242)와 기관(122) 사이에 간극을 제공하도록 제3 축(240)을 따라 수축될 수 있다. 일부 실시예들에서, 엔드 이펙터(242)는 회전 액추에이터(245)를 사용하여 제1 배향(251a)(도 2c)으로부터 제2 배향(251b)(도 2d)으로 제5 축(253)을 중심으로 회전 또는 피봇된다. 일부 다른 실시예들에서, 엔드 이펙터(242)의 배향을 변경하는 단계는 엔드 이펙터(242)를 제1 배향(251a)(도 2c)과 제2 배향(251b)(도 2d) 사이에서 이동시키기 위해 아암(236)을 제3 축(240)을 중심으로 회전 또는 피봇시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 아암(236)은 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)이 기관(122)의 제2 표면(122b)으로부터 멀리 향하도록 제3 축(240)을 중심으로 약 180° 만큼 회전 또는 피봇된다. 일부 실시예들에서, 아암(236)은 약 180° 이상, 예컨대 약 180° 내지 약 360° 만큼 회전된다. 일부 실시예들에서, 아암(236)은 시계 방향, 반시계 방향, 또는 둘 모두로 회전된다. 일부 실시예들에서, 제3 축(240)에 대한 아암(236)의 제2 배향은 제3 축(240)에 대한 아암(236)의 제1 배향과 반대이다.
- [0046] [0061] 여기서, 활동(408)은 엔드 이펙터(242)가 기관 정렬 스테이션(260) 위를 통과할 때까지 오버헤드 트랙(232)의 제2 축(234)을 따라 아암(236)을 이동시키는 것을 포함한다. 이러한 포지션에서, 제2 배향(251b)으로 배치된 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 기관(122)의 제1 표면(122a)과 대면한다(도 5d 참조). 아암(236)은 엔드 이펙터의 배향을 제1 배향(251a)으로부터 제2 배향(251b)으로 변경하기 이전, 이후 또는 그와 동시에 제2 축(234)을 따라 이동될 수 있다. 활동(408)은 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합하도록 엔드 이펙터(242)를 포지셔닝하기 위해 제3 축(240)을 따라 아암(234)을 신장시키는 것, 및 기관(122)의 제1 표면(122a)에 엔드 이펙터(242)를 결합하는 것을 더 포함한다.
- [0047] [0062] 이러한 포지션으로부터, 기관(122)을 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)으로 이송하는 것은 역순으로 활동(404)을 수행하는 것을 포함한다. 여기서, 엔드 이펙터(242)의 제1 면(242a)은 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합한다. 따라서, 엔드 이펙터(242)가 기관 캐리어 로딩 스테이션(103)에 근접할 때, 기관의 제2 표면(122b)은 로드 컵(150)의 페디스털(152)이 기관(122)의 제2 표면(122b)과 결합하고 기관 캐리어(110)가 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합하도록 하향 배향으로 향한다. 따라서, 기관 캐리어(110)가 연마 패드(106) 위에 기관 캐리어(110)를 포지셔닝하도록 캐리지 축(C)을 중심으로 이동될 때, 기관(122)의 제2 표면(122b)은 도 5e에 도시된 바와 같이 연마 패드(106)와 대면한다.
- [0048] [0063] 도 5e는 활동(410)을 예시하는 연마 스테이션(100a)의 개략적인 측면도이다. 활동(410)에서, 방법(400)은 기관(122)의 제2 표면(122b)을 복수의 연마 패드들(106) 중 하나에 대해 압박하는 단계를 포함한다. 여기서, 기관 캐리어(110)는 압박 동안에 기관(122)의 제1 표면(122a)과 결합하며, 예를 들어 제1 표면(122a)은 멤브레인(117)과 접촉한다.
- [0049] [0064] 유익하게는, 방법(400)은 프로세싱 시스템으로부터 기관을 제거하지 않고 기관의 대향 표면들의 연속적인 단면 CMP 프로세스들 사이에서 기관 홀더에서의 SiC 기관들의 배향을 뒤집는 데 사용될 수 있다. 따라서, 방법(400)은 바람직하게는 프로세싱 동안의 바람직하지 않은 에러들 및 지연들과, 이와 연관된 기관 프로세싱 비용들의 대응하는 증가를 감소 및/또는 제거한다.
- [0050] [0065] 도 6a는 도 2a에 도시된 다중 스테이션 연마 시스템의 기관 핸들러 조립체(200)를 대신할 수 있는 예시적인 기관 핸들러 조립체(630)의 등각도이다. 기관 핸들러 조립체(630)는 일반적으로 오버헤드 트랙(632), 하우징(638), 엔드 이펙터(642), 및 제1 및 제2 액추에이터들(650, 652)을 포함한다. 여기서, 오버헤드 트랙

(632)은 제2 축(234)을 따라 배향된 제1 및 제2 레일(rail)들(632a, 632b)을 포함한다. 캐리지 조립체(639)는 제1 및 제2 레일들(632a, 632b)을 따라 이동가능하다. 하우징(638)은 캐리지 조립체(639)의 베이스에 커플링되고 그와 함께 이동가능하다. 캐리지 조립체(639)는 내부에 배치된 아암(도시되지 않음)을 포함하여 하우징(638)을 제3 축(240)을 중심으로 회전시키기 위한 제2 액추에이터(652)를 포함한다. 여기서, 제1 액추에이터(650)는 오버헤드 트랙(632)의 제1 및 제2 레일들(632a, 632b) 사이에 포지셔닝된다. 제1 액추에이터(650)는 제1 레일(632a)을 따라 움직이는 벨트(651)를 구동한다. 벨트(651)는 캐리지 조립체(639)를 제1 및 제2 레일들(632a, 632b)을 따라 이동시키도록 캐리지 조립체(639)에 커플링된다. 엔드 이펙터(642)는 아암(도시되지 않음) 및 리스트 조립체(644)를 통해 하우징(638)에 커플링된다.

[0051] [0066] 도 6b는 엔드 이펙터(642)를 포함하는 도 6a의 일부의 확대 등각도이다. 여기서, 엔드 이펙터(642)는 제1 면(642a)(상향으로 향하여 도시됨)을 갖는 진공 블레이드이다. 블레이드 마운트(643)가 엔드 이펙터(642)를 리스트 조립체(644)에 커플링한다. 블레이드 마운트(643)는 엔드 이펙터(642)의 제2 면(642b)에 형성된 포트(도시되지 않음)에 진공 압력을 공급하기 위한 커넥터(connector)(643a)를 포함한다. 회전 액추에이터(645)는 블레이드 마운트(643)와 리스트 조립체(644) 사이에 커플링된다. 회전 액추에이터(645)는 제1 배향(251a)과 제2 배향(251b) 사이에서 제5 축(253)을 중심으로 한 엔드 이펙터(642)의 회전을 구동한다(도 2c 및 도 2d). 회전 액추에이터(645)는 제5 축(253)을 중심으로 한 엔드 이펙터(642)의 회전을 구동하기 위한 복수, 여기서는 한 쌍의 공압 커넥터들(645a)을 포함한다.

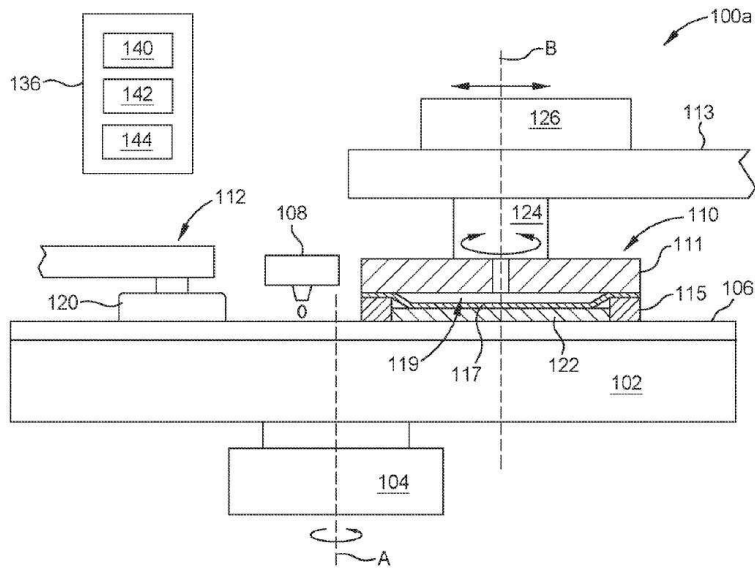
[0052] [0067] 여기서, 매퍼(mapper)(647)는 엔드 이펙터(642)에 대해 대체로 직교 배향으로 배치된 아암에 커플링된다. 전형적으로, 아암 및 엔드 이펙터(642) 둘 모두가 제4 축(248)을 중심으로 스윙되므로, 아암은 엔드 이펙터(642)에 대하여 대체로 직교 배향을 유지한다. 매퍼(647)는 복수의 기관들(122)을 추적하는 데 사용될 수 있는 하나 이상의 센서들(647a)을 포함한다. 매퍼(647)의 감지 기능은, 시스템 제어기(136)와 조합하여, 하나 이상의 카세트들(220)에 각각의 기관(122)을 위치시키는 것, 하나 이상의 카세트들(220) 내의 각각의 기관(122)에 번호를 매기는 것, 하나 이상의 카세트들(220) 내의 각각의 기관(122)의 위치를 시스템 제어기(136)의 메모리에 저장하는 것, 프로세싱 전체에 걸쳐 각각의 기관(122)을 추적하는 것, 및 각각의 기관(122)을 하나 이상의 카세트들(220) 내의 개개의 위치로 복귀시키는 것 중 하나 이상을 수행하는 데 사용될 수 있다. 여기서, 매퍼(647)는 회전 액추에이터(645)와 일체형이며, 그에 따라 회전 액추에이터(645) 및 매퍼(647)는 고정된 상대 포지션을 갖는다. 회전 액추에이터(645)와 매퍼(647)가 일체로 형성되는 실시예들에서, 매퍼(647)의 감지 반복성이 향상된다. 일부 다른 실시예들에서, 매퍼(647)는 아암(638), 오버헤드 트랙(632), 또는 기관 핸들러 조립체(630)의 다른 구성요소에 커플링된다.

[0053] [0068] 도 6c는 도 6b의 섹션 라인 6-6'을 따라 취한 예시적인 회전 액추에이터(645)의 확대 단면도이다. 도 6d는 도 6c의 회전 액추에이터(645)의 등각도이다. 회전 액추에이터(645)는 베어링 하우징(bearing housing)(645b) 및 그 내부에 배치된 베어링들(645c)을 포함한다. 베어링들(645c)은 베어링 하우징(645b)과 블레이드 마운트(643)의 베어링 샤프트(bearing shaft)(643b) 사이에 배치된다. 엔드 이펙터(642)가 커플링된 회전 액추에이터(645)는 한 쌍의 공압 커넥터들(645a) 중 제1 공압 커넥터를 사용하여 제1 방향으로 회전된다. 회전 액추에이터(645)는 한 쌍의 공압 커넥터들(645a) 중 제2 공압 커넥터를 사용하여 반대의 제2 방향으로 회전된다. 회전 액추에이터(645)는 회전 액추에이터(645) 및 그에 부착된 엔드 이펙터(642)의 포지션을 감지하기 위한 하나 이상의 센서들(645d)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 센서들(645d)은 자기 기반 근접 센서들, 예를 들어 홀 효과 센서(Hall Effect sensor)들이다. 센서들(645d)은 엔드 이펙터(642)가 원하는 포지션으로 회전되었는지, 예를 들어 플립핑되었는지 여부를 나타내도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 한 쌍의 커넥터들(645a)에 커플링된 공압 시스템의 공기 압력의 급격한 강하 또는 급격한 상승은 회전 액추에이터(645)의 회전 문제를 나타낸다.

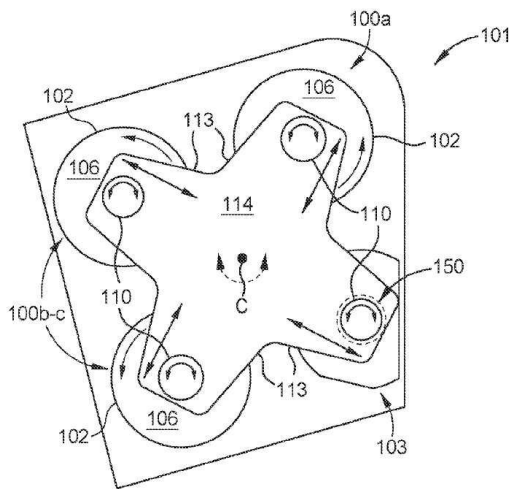
[0054] [0069] 전술한 바가 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 그리고 추가적인 실시예들이, 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않으면서 안출될 수 있으며, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

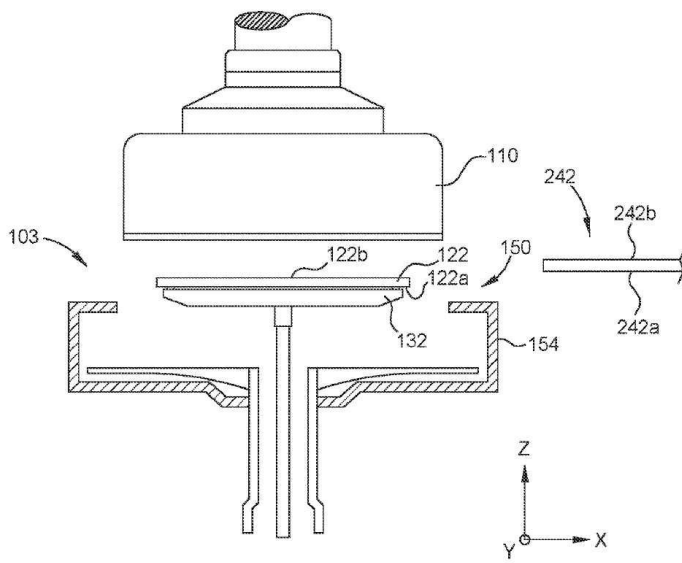
도면1a



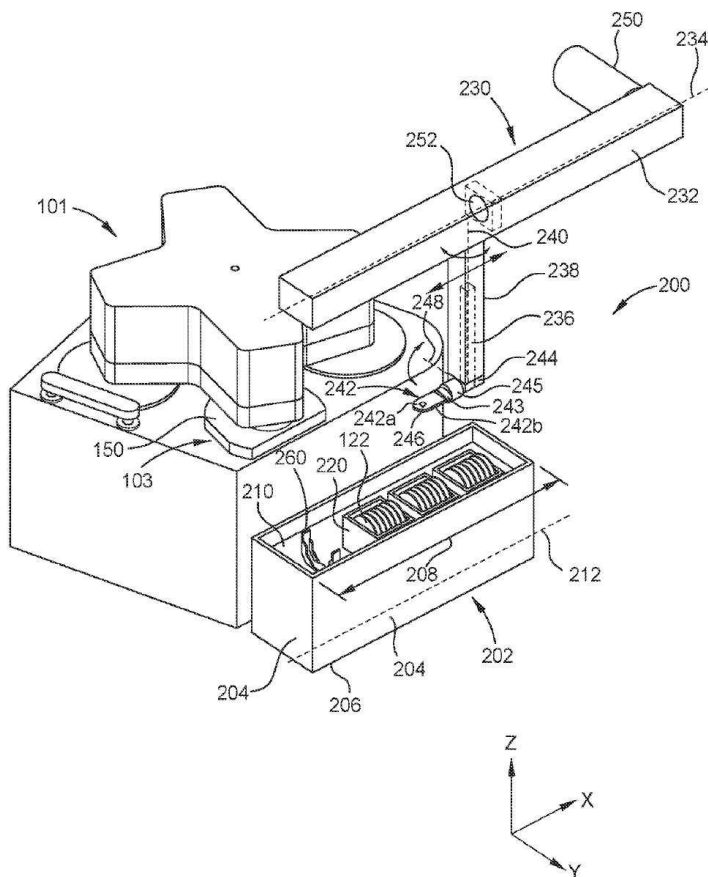
도면1b



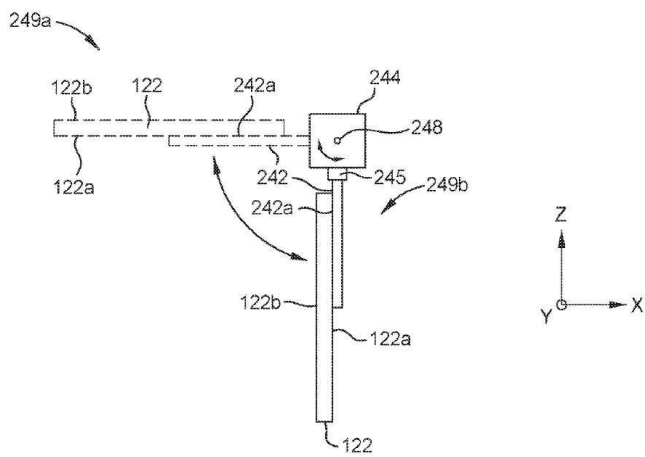
도면1c



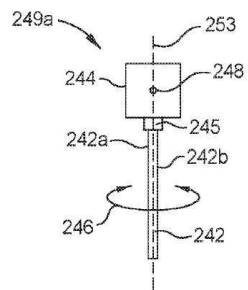
도면2a



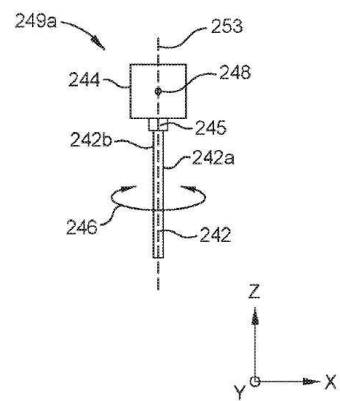
도면2b



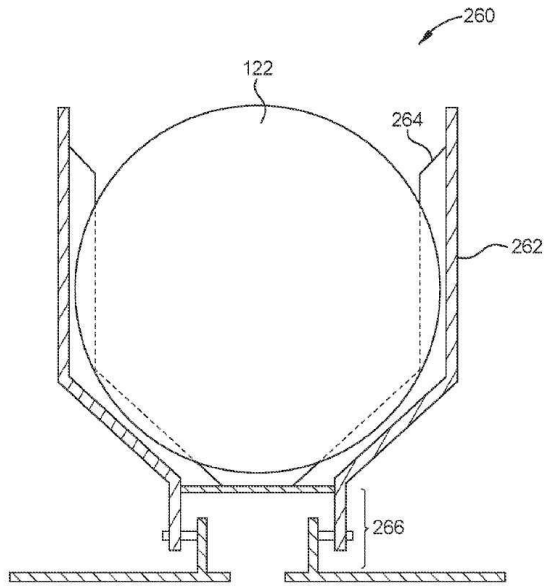
도면2c



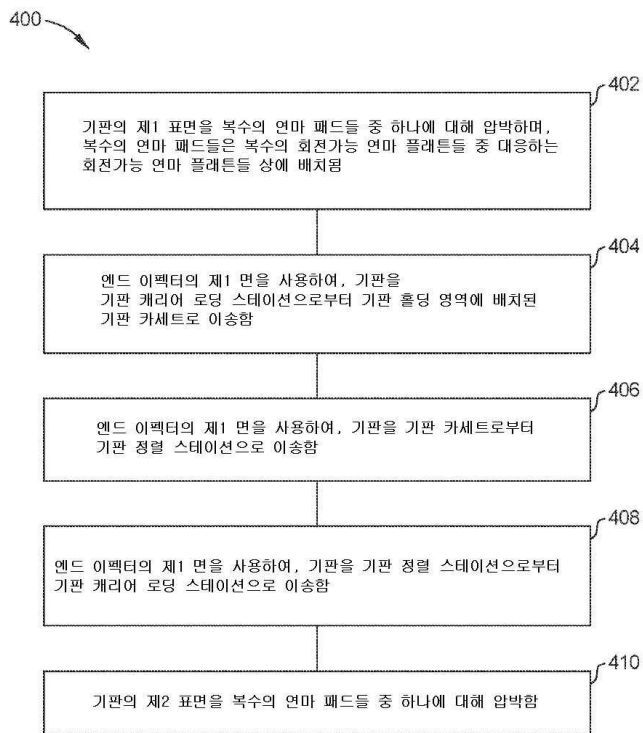
도면2d



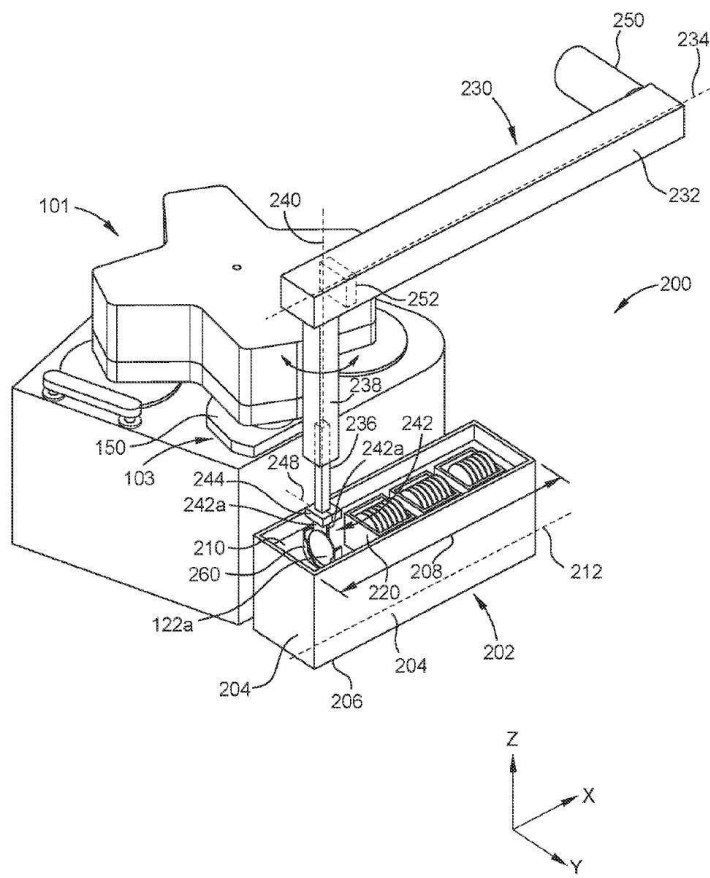
도면3



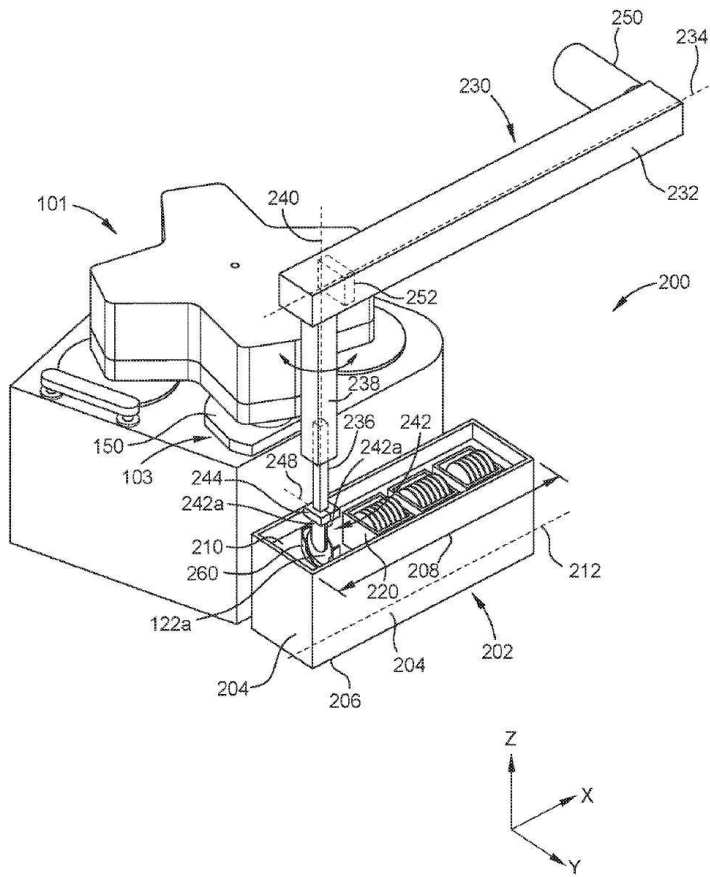
도면4



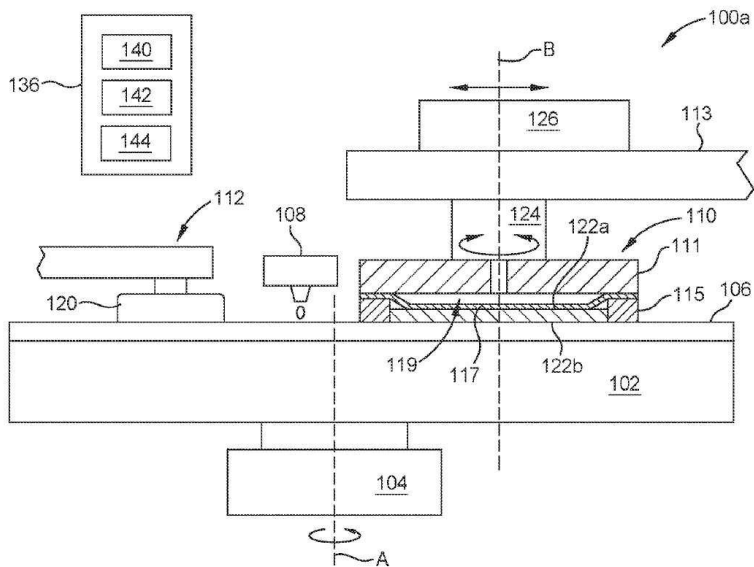
도면5c



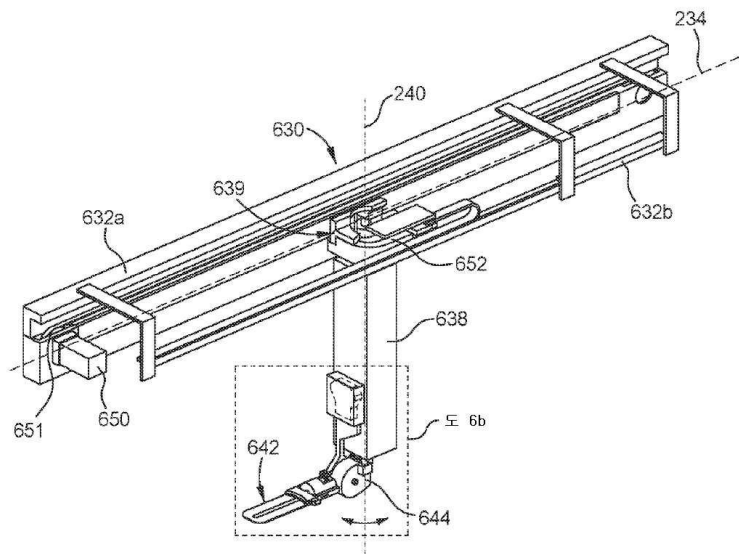
도면5d



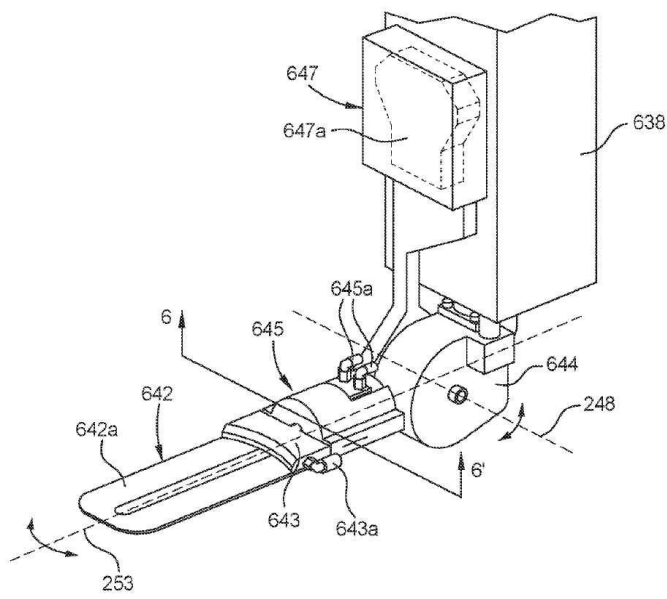
도면5e



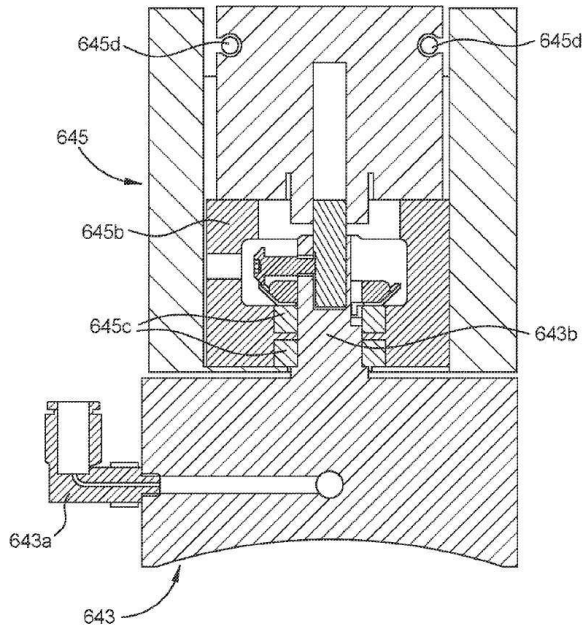
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d

