(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0037406
(43) 공개일자 2020년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/2834 (2013.01)
G01R 31/2806 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7007838
(22) 출원일자(국제) 2018년08월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년03월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/046734
(87) 국제공개번호 WO 2019/046016
국제공개일자 2019년03월07일
(30) 우선권주장
15/688,104 2017년08월28일 미국(US)

(71) 출원인
테라다인 인코퍼레이티드
미국 01864 매사추세츠주 노스 리딩 엔알700-2-3 리버파크 드라이브 600
(72) 발명자
보이어 데이비드 폴
영국 비엔16 4엘엘 리틀햄프턴 애런델 로드 68
페이 지안파
미국 매사추세츠 01835 해버힐 사우쓰 메릴 스트리트 81
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인와이에스장

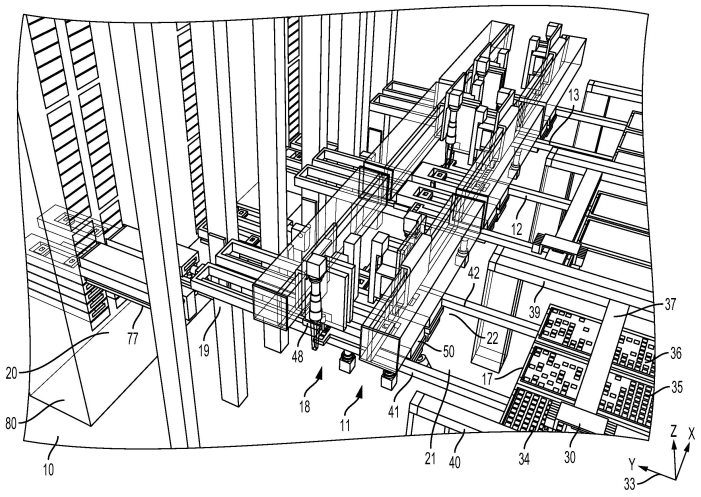
전체 청구항 수 : 총 65 항

(54) 발명의 명칭 **로봇 장치를 채용한 자동 테스트 시스템**

(57) 요 약

예시적인 테스트 시스템은 제 1 레벨의 정밀도로 장치 상에서 동작하도록 구성된 로봇 장치 및 제 1 레벨의 정밀도보다 낮은 정밀도 레벨에서 동작하도록 구성된 스테이지를 포함한다. 각각의 스테이지는 인접한 스테이지 사이에서 장치를 전달하도록 구성된 병렬 경로를 포함할 수 있다.

대 표 도



(72) 발명자

토스카노 존 피.

미국 매사추세츠 01501 오번 힐탑 팜 알디. 22

캠벨 필립

미국 뉴햄프셔 03110 베드퍼드 라이스 레인 15

카르발류 발퀴리오 나자레

미국 매사추세츠 01854 로웰 로렌 웨이 16

명 세 서

청구범위

청구항 1

테스트 시스템으로서,

제 1 레벨의 정밀도로 장치 상에서 동작하도록 구성된 로봇 장치; 및

상기 제 1 레벨의 정밀도보다 낮은 레벨의 정밀도로 동작하도록 구성된 스테이지들을 포함하고, 상기 스테이지 각각은 인접한 스테이지들 사이에서 상기 장치들을 전달하도록 구성된 병렬 경로를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 피시험 장치를 유지하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어를 더 포함하고,

상기 스테이지는:

테스트 슬롯을 포함하는 테스트 랙;

상기 테스트 캐리어를 수용하고, 상기 테스트 캐리어를 플립핑(flip)하고, 상기 테스트 캐리어를 회전시키고 그리고 상기 테스트 캐리어를 회전시킨 후 상기 테스트 슬롯 내로 상기 테스트 캐리어를 밀어 넣도록 구성된 테스트 암으로서, 상기 테스트 암은 연장되어 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 공기 제어되는 푸셔를 포함하는 것인, 상기 테스트 암;

상기 테스트 캐리어를 밀기 위해 상기 푸셔로 공기를 전달하는 공압 시스템으로서, 상기 공압 시스템은 상기 푸셔를 이동시키기 위해 공기를 전달하고 상기 테스트 암으로 전기 신호를 전달하고 상기 테스트 암으로부터 전기 신호를 받도록 구성된 적어도 하나의 회전 케이블을 포함하는 것인, 상기 공압 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 회전 케이블은 튜브에 의해 둘러싸인 전기 도관을 포함하고, 상기 튜브는 공기를 상기 푸셔로 전달하기 위한 공기 소스에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 푸셔는 상기 캐리어를 밀기 위해 상기 캐리어 상의 부재와 맞닿도록 구성된 헤드를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어이고;

상기 푸셔는 상기 테스트 캐리어를 회전시키기 전에 상기 테스트 슬롯 내에서 제 2 테스트 캐리어의 부재와 맞닿도록 구성되며, 상기 제 2 테스트 캐리어는 상기 테스트 슬롯으로부터 상기 제 2 테스트 캐리어를 릴리스하기 위해 작동되는 릴리스 버튼을 포함하고; 그리고

상기 테스트 암은 상기 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 공기 제어식 익스텐더, 상기 푸셔에 근접하게 위치하는 공기 호스에 연결하기 위해 상기 테스트 암을 따라 적어도 부분적으로 이동하도록 제어 가능한 공기 포트를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 공기 제어식 익스텐더는 연결 후 상기 공기 호스로부터 공기를 수용하고, 공기의 수신에 응답하여 바깥쪽으로 연장되어 상기 릴리스 버튼을 작동시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 테스트 암은 상기 푸셔가 상기 제 2 테스트 캐리어상의 부재와 맞닿게 하기 위해 지면에 대해 수직 성분을 갖는 방향으로 이동하도록 구성되고; 그리고

상기 푸셔는 상기 부재와 맞닿고 상기 공기 제어식 익스텐더가 상기 릴리스 버튼을 작동시킨 후 후퇴하도록 구성되며, 상기 푸셔는 후퇴하여 상기 제 2 테스트 캐리어가 상기 테스트 슬롯을 떠나게 하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 테스트 암은 상기 테스트 암의 일 측에 상기 제 2 테스트 캐리어를 유지하고, 후퇴 후 회전하여 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣기 위해 상기 제 1 테스트 캐리어를 위치조절하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣은 후, 상기 테스트 암은 다른 테스트 캐리어를 수용하기 위한 위치에 도달하도록 플립 및 회전하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 회전 케이블은 상기 테스트 암의 플립핑에 따라 변하는 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지들은 장치를 운반하기 위한 장치 셔틀을 포함하고;

상기 로봇 장치는 테스트 캐리어와 상기 장치 셔틀 사이에서 상기 장치를 이동시키는 로봇을 포함하고;

상기 장치 셔틀은 테스트되지 않은 장치들 중 제 1 장치를 상기 로봇을 포함하는 상기 테스트 시스템의 일 스테이지를 향해 이동시키도록 구성되며, 상기 장치 셔틀은 제 1 차원으로 이동하도록 구성되고; 그리고

상기 로봇은 상기 제 1 장치를 상기 장치 셔틀로부터 상기 테스트 캐리어로 이동시키도록 구성되며, 상기 로봇은 상기 제 1 차원과 상이한 제 2 차원으로 이동하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 장치의 이미지를 캡처하도록 구성된 카메라를 더 포함하고, 상기 로봇은 캡처된 이미지에 기초하여 제어가능한 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 카메라는 상기 로봇 아래에 있고 지면에 대해 위쪽을 향하는 적어도 제 1 카메라, 및 상기 로봇 위에 있고 지면에 대해 아래쪽을 향하는 적어도 제 2 카메라를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 시스템은 16 평방 미터 미만, 10 평방 미터 미만, 9 평방 미터 미만, 또는 8 평방 미터 미만의 풋프린트를 갖는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 상기 테스트 시스템은 48 입방 미터 미만의 부피를 갖는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

피시험 장치를 유지하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어를 더 포함하고; 그리고

상기 스테이지들은:

테스트 슬롯을 포함하는 테스트 랙; 및

상기 테스트 캐리어를 수용하고, 상기 테스트 캐리어를 플립핑하고, 상기 테스트 캐리어를 회전시키고 그리고 상기 테스트 캐리어를 회전시킨 후 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성된 테스트 암을 포함하고,

상기 테스트 암은 연장되어 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성된 푸셔를 포함하고, 상기 푸셔는 상기 캐리어상의 부재와 맞닿아 상기 캐리어를 밀도록 구성된 헤드를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어이고;

상기 푸셔는 상기 테스트 캐리어를 회전시키기 전에 상기 테스트 슬롯 내의 제 2 테스트 캐리어의 부재와 맞닿게 구성되며, 상기 제 2 테스트 캐리어는 상기 테스트 슬롯으로부터 상기 제 2 테스트 캐리어를 릴리스하도록 작동하기 위한 릴리스 버튼을 포함하고; 그리고

상기 테스트 암은 상기 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 액추에이터는 상기 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 자극에 응답하여 바깥쪽으로 연장되도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 테스트 암은 상기 푸셔가 상기 제 2 테스트 캐리어 상의 부재와 맞닿게 하기 위해 지면에 대해 수직 성분을 갖는 방향으로 이동하도록 구성되고; 그리고

상기 푸셔는 상기 부재와 맞닿고 상기 액추에이터가 상기 릴리스 버튼을 작동시킨 후 후퇴하도록 구성되고, 상기 푸셔는 후퇴하여 상기 제 2 테스트 캐리어가 상기 테스트 슬롯을 떠나게 만드는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 푸셔는 상기 제 2 테스트 캐리어가 상기 테스트 슬롯을 떠나게 한 후, 연장되어 상기 제 1 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 테스트 슬롯은 상기 제 2 테스트 캐리어의 제거와 상기 제 1 테스트 캐리어의 삽입 사이의 시간을 제외하고 테스트 동안 점유 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 22

제 16 항에 있어서, 상기 테스트 랙은 복수의 테스트 슬롯을 포함하고, 상기 복수의 테스트 슬롯 각각에 대해, 상기 테스트 암은 다음 테스트 슬롯을 서비스하기 전에 테스트된 장치를 담고 있는 테스트 캐리어를 제거하고 테스트되지 않은 장치를 담고 있는 테스트 캐리어를 삽입하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 23

제 62 항에 있어서, 상기 테스트 슬롯은 상기 테스트 캐리어가 상기 테스트 슬롯으로 진입한 때 상기 테스트 캐리어가 맞닿는 가이드를 포함하고, 상기 가이드는 상기 푸셔가 상기 테스트 캐리어를 계속 미는 동안 상기 테스트 캐리어를 제 위치로 안내하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 푸셔는 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯으로 밀어 넣기 위해 단일 차원으로 연장되도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 상기 푸셔는 상기 단일 차원 이외의 차원으로의 상기 테스트 캐리어의 이동과 무관하게 상기 단일 차원으로 밀도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 26

제 16 항에 있어서, 상기 스테이지들은 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 암에 유지하기 위한 캐리어 홀더를 포함하고, 상기 테스트 캐리어는 적어도 상기 단일 차원으로의 상기 테스트 캐리어의 이동을 가능하게 하는 홈을 포함하고; 그리고

상기 푸셔는 상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 슬롯으로 밀어 넣기 위해 상기 캐리어 홀더를 통해 연장되도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 27

제 1 항에 있어서,

테스트된 장치 또는 테스트될 장치를 유지하기 위한 테스트 캐리어를 더 포함하고,

상기 스테이지들은:

테스트 슬롯; 및

테스트 암으로서,

상기 테스트 캐리어와 짝을 이루는 푸셔로서, 상기 푸셔는 상기 테스트 슬롯에 대해 상기 테스트 캐리어를 이동시키도록 연장 및 후퇴 가능한 것인 상기 푸셔; 및

상기 테스트 캐리어를 상기 테스트 암 상에 유지하기 위한 캐리어 홀더로서, 상기 캐리어 홀더는 상기 테스트 캐리어를 유지하고 상기 테스트 캐리어를 상기 캐리어 홀더 내에 유지하기 위한 스프링 탑재된 그리퍼를 포함하는 것인 상기 캐리어 홀더

를 포함하는 상기 테스트 암을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기 테스트 캐리어는 홈을 포함하고; 그리고

상기 그리퍼는 상기 암에 가해지는 외력 없이 상기 테스트 캐리어를 제자리에 유지하기 위해 상기 테스트 캐리어의 상기 홈과 맞물리도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 그리퍼는 상기 테스트 캐리어를 수용하기 위해 그리고 상기 테스트 캐리어를 릴리스하기 위해 연장하도록 상기 그리퍼를 펼치도록 구성된 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 테스트 캐리어는 홈을 포함하고; 그리고

상기 그리퍼는 상기 그리퍼에 가해지는 외력 없이 상기 테스트 캐리어를 제자리에 유지함과 동시에, 상기 캐리

어 홀더의 종방향 차원을 따라 가해지는 힘에 응답한 상기 테스트 캐리어의 이동을 여전히 허용하도록 상기 테스트 캐리어와 맞물리도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 31

제 27 항에 있어서, 상기 스테이지들은 캐리어 셔틀을 포함하고, 상기 캐리어 셔틀은 상기 그리퍼가 개방되도록 하여 상기 테스트 캐리어를 수용하기 위한 영역을 확장시키기 위해 플랜지와 맞물리는 포스트를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 32

제 27 항에 있어서, 상기 캐리어 홀더는 제 1 캐리어 홀더이고, 상기 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어이고, 상기 테스트 시스템은 제 2 테스트 캐리어를 포함하고; 그리고

상기 테스트 암은 상기 테스트 암 상에 상기 제 2 테스트 캐리어를 유지하기위한 제 2 캐리어 홀더를 포함하고, 상기 캐리어 홀더는 상기 제 2 테스트 캐리어를 유지하고 상기 캐리어 홀더 내에 상기 제 2 테스트 캐리어를 유지하기 위해 스프링 장착된 제 2 그리퍼를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 33

제 32 항에 있어서, 상기 테스트 암은 제 1 면 및 제 2 면을 포함하고, 상기 제 1 면은 상기 제 1 캐리어 홀더를 유지하고, 상기 제 2 면은 상기 제 2 캐리어 홀더를 유지하고, 상기 제 1 캐리어 홀더 및 상기 제 2 캐리어 홀더는 반대 방향을 향하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 34

제 27 항에 있어서, 상기 스테이지들은:

상기 푸셔가 따라서 이동하도록 구성된 트랙; 및

상기 푸셔가 완전히 연장된 때 상기 푸셔의 일부가 접하는 종단 블록을 포함하고, 상기 푸셔는 상기 푸셔가 적어도 부분적으로 연장될 때 상기 종단 블록과 맞 닿는 하나 이상의 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 종단 블록은 상기 푸셔가 완전히 연장된 때 상기 하나 이상의 스프링과 맞닿도록 배열된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 36

제 34 항에 있어서, 상기 하나 이상의 스프링은 2개의 스프링인 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 37

제 34 항에 있어서, 상기 스프링은 상기 푸셔가 적어도 부분적으로 연장될 때 적어도 부분적으로 압축하도록 구성되고 배열된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 38

제 34 항에 있어서, 상기 스테이지들은:

상기 푸셔를 연장 및 후퇴시키도록 제어하는 공압 시스템을 포함하고, 상기 공압 시스템은 상기 푸셔를 연장시키기 위해 공기를 수용하는 공기 밸브를 포함하고; 그리고

상기 하나 이상의 스프링은 상기 푸셔의 움직임과 반대 방향으로 상기 푸셔에 힘을 가하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 39

제 34 항에 있어서, 상기 테스트 암은 상기 테스트 캐리어를 수용하고, 상기 테스트 캐리어를 수용한 후, 상기 테스트 슬롯에 삽입하기 위해 상기 테스트 캐리어를 위치조절하기 위해 플립 및 회전하도록 구성된 것을 특징으

로 하는 테스트 시스템.

청구항 40

제 1 항에 있어서,

테스트할 장치를 수용하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어로서, 상기 테스트 소켓은 전기적 연결부를 포함하는 것인 상기 테스트 캐리어;

상기 장치가 상기 전기적 연결부에 전기적으로 연결되도록 압력을 가하기 위해 상기 장치와 접촉하는 소켓 캡; 및

상기 소켓 캡과 맞닿도록 상기 소켓 캡에 대해 이동 가능한 액추에이터를 더 포함하고,

상기 스테이지들은 상기 테스트 캐리어를 수용하기 위한 표면을 갖는 캐리어 셔틀을 포함하고, 상기 표면은 상기 공기가 상기 테스트 캐리어를 띄우도록 하고, 또는 상기 테스트 캐리어를 유지하도록 공기를 흡입하기 위한 포트를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 41

제 40 항에 있어서, 상기 스테이지들은 상기 장치와의 접점으로부터 상기 소켓 캡을 제거하는 동안 상기 테스트 캐리어를 띄우도록 공기를 강제하고, 그 이후에는 공기를 흡입하는 공기 제어 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 42

제 41 항에 있어서, 상기 액추에이터는:

회전 가능한 키 요소;

상기 키 요소에 대해 배열된 툴링 볼; 및

블록을 포함하고, 상기 툴링 볼은 상기 블록에 고정되고, 상기 키 요소는 상기 블록을 통과하고 상기 블록에 대해 이동 가능한 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 43

제 42 항에 있어서, 상기 소켓 캡은 키네매틱 마운트를 포함하고, 상기 키네매틱 마운트는:

상기 툴링 볼과 맞물리도록 구성되고 배열된 홈을 포함하는 제 1 구조물로서, 상기 제 1 구조물은 홀을 가지며, 상기 홀 및 상기 키 요소는 상기 키 요소가 상기 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖는 것인, 상기 제 1 구조물;

홀을 갖는 제 2 구조물로서, 상기 홀 및 상기 키 요소는 상기 키 요소가 상기 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖고, 상기 키 요소는 상기 제 2 구조물과 맞물리기 위해 회전하도록 구성된 것인, 상기 제 2 구조물; 및

상기 제 1 구조물 및 상기 제 2 구조물에 의해 제어 가능한 적어도 하나의 압축 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 44

제 43 항에 있어서, 상기 액추에이터 및 상기 공기 제어 시스템은 함께 작동하여:

상기 공기 제어 시스템은 공기가 상기 테스트 캐리어를 띄우도록 하고;

상기 액추에이터는 소켓 캡과 맞물려 상기 툴링 볼을 상기 홈 쪽으로 가압하고 상기 키 요소가 상기 제 1 및 제 2 구조물을 통과하게 하고;

상기 액추에이터는 상기 키 요소를 회전시키고;

상기 키 요소는 상기 제 2 요소에 대해 잡아 당기고, 상기 툴링 볼은 상기 홈 쪽으로 밀어 상기 압축 스프링을 압축하고;

상기 액추에이터는 상기 소켓 캡을 장치 위 제위치로 이동시켜 상기 소켓 캡이 상기 테스트 캐리어에 연결되게 하고; 그리고

상기 소켓 캡이 상기 테스트 캐리어에 연결된 후, 상기 액추에이터는 후퇴하는 것을 포함하는 작동을 야기하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 45

제 41 항에 있어서, 상기 공기 제어 시스템은 상기 소켓 캡이 상기 장치로부터 제거되는 동안 상기 포트를 빠져나온 공기가 상기 테스트 캐리어를 띄우고, 그 후에 상기 포트를 통해 공기를 흡입하여 상기 테스트 캐리어를 유지시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 46

제 40 항에 있어서, 상기 스테이지들은 상기 테스트 소켓을 포함하는 상기 테스트 시스템의 한 스테이지를 향하여 그리고 그로부터 멀어지도록 상기 장치를 이동시키는 장치 셔틀을 포함하고; 그리고

상기 로봇 장치는 상기 장치 셔틀과 상기 테스트 소켓 사이에서 상기 장치를 이동시키는 로봇을 포함하고, 상기 로봇은 상기 테스트 시스템의 상기 스테이지 내에 있는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 47

제 40 항에 있어서, 상기 로봇은 제 1 차원으로 이동하도록 구성되고, 상기 장치 셔틀은 상기 제 1 차원과 상이한 제 2 차원으로 이동하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 48

제 47 항에 있어서, 상기 로봇은 상기 테스트 소켓 내의 설치 전 또는 후에 상기 장치를 회전시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 49

제 40 항에 있어서, 상기 액추에이터는 공압 시스템을 이용하여 제어 가능한 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 50

제 1 항에 있어서,

테스트할 장치를 수용하기 위한 테스트 소켓으로서, 상기 테스트 소켓은 전기적 연결부를 포함하는 것인, 상기 테스트 소켓;

상기 장치가 상기 전기적 연결부에 전기적으로 연결되도록 압력을 가하기 위해 상기 장치와 접촉하는 소켓 캡; 및

상기 소켓 캡과 맞닿도록 상기 소켓 캡에 대해 이동 가능한 액추에이터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 51

제 50 항에 있어서, 상기 액추에이터는:

회전 가능한 키 요소;

상기 키 요소에 대해 배열된 툴링 볼; 및

블록을 포함하고, 상기 툴링 볼은 상기 블록에 고정되고, 상기 키 요소는 상기 블록을 통과하고 상기 블록에 대해 이동 가능한 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 52

제 51 항에 있어서, 상기 소켓 캡은 키네매틱 마운트를 포함하고, 상기 키네매틱 마운트는:

상기 툴링 볼과 맞물리도록 구성되고 배열된 홈을 포함하는 제 1 구조물로서, 상기 제 1 구조물은 홀을 가지며, 상기 홀 및 상기 키 요소는 상기 키 요소가 상기 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖는 것인, 상기 제 1 구조물;

홀을 갖는 제 2 구조물로서, 상기 홀 및 상기 키 요소는 상기 키 요소가 상기 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖고, 상기 키 요소는 상기 제 2 구조물과 맞물리기 위해 회전하도록 구성된 것인, 상기 제 2 구조물; 및

상기 제 1 구조물 및 상기 제 2 구조물에 의해 제어 가능한 적어도 하나의 압축 스프링을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 53

제 52 항에 있어서, 상기 액추에이터는 함께 작동하여:

상기 액추에이터는 상기 소켓 캡과 맞물려 상기 툴링 볼을 상기 홈 쪽으로 가압하고 상기 키 요소가 상기 제 1 및 제 2 구조물을 통과하게 하고;

상기 액추에이터는 상기 키 요소를 회전시키고;

상기 키 요소는 상기 제 2 요소에 대해 잡아 당기고, 상기 툴링 볼은 상기 홈 쪽으로 밀어 상기 압축 스프링을 압축하고;

상기 액추에이터는 상기 소켓 캡을 장치 위 제위치로 이동시켜 상기 소켓 캡이 상기 테스트 캐리어에 연결되게 하고; 그리고

상기 소켓 캡이 상기 테스트 캐리어에 연결된 후, 상기 액추에이터는 후퇴하는 것을 포함하는 작동을 야기하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 54

제 53 항에 있어서, 상기 키에 대해 등거리에 배치된 3 개의 툴링 볼이 존재하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 55

제 1 항에 있어서, 상기 스테이지들은:

테스트된 장치 및 테스트될 장치를 보유하는 트레이로서, 상기 트레이는 셀을 포함하고, 각각의 셀은 단일 장치를 유지하기 위한 것인, 상기 트레이; 및

테스트된 장치 또는 테스트될 장치를, 테스트된 장치를 수용하거나 테스트될 장치를 내보내도록 구성된 상기 테스트 시스템의 한 스테이지와 상기 트레이 사이에서 운반하기 위한 장치 셔틀;

상기 트레이와 상기 장치 셔틀 사이에서 상기 장치를 이동시키는 로봇;

상기 트레이의 셀을 이미지화하기 위한 하나 이상의 카메라; 및

이미지 데이터에 기초하여 장치를 포함하지 않는 트레이의 셀을 찾고, 장치를 포함하지 않는 상기 셀의 위치에 기초하여 상기 로봇이 이동하도록 제어하는 하나 이상의 프로세싱 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 56

제 55 항에 있어서, 상기 로봇은 상기 트레이의 각각의 셀에 도달하기 위해 2 차원으로 이동하도록 구성된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 57

제 55 항에 있어서, 상기 로봇은 테스트된 장치를 장치를 포함하지 않는 셀에 놓기 위해 이동하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 58

제 55 항에 있어서, 상기 스테이지들은:

테스트될 장치의 트레이를 수용하고 테스트된 장치의 트레이를 수용하기 위한 로딩 스테이션을 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 59

제 55 항에 있어서,상기 트레이는:

테스트될 장치를 담는 제 1 트레이;

테스트되고 테스트를 통과한 장치를 담는 제 2 트레이; 및

테스트되고 테스트를 통과하지 못한 장치를 담는 제 3 트레이를 포함하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 60

제 55 항에 있어서, 상기 테스트 시스템은 16 평방 미터 미만, 10 평방 미터 미만, 9 평방 미터 미만 또는 8 평방 미터 미만의 풋 프린트를 갖는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 61

제 55 항에 있어서, 상기 테스트 시스템은 48 입방 미터 미만의 부피를 갖는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 62

제 55 항에 있어서, 상기 로봇은 제 1 로봇이고;

상기 로봇 장치는 상기 장치 셔틀과 테스트 캐리어 사이에서 장치를 이동시키기 위한 제 2 로봇을 포함하고,

상기 제 1 로봇은 상기 제 2 로봇보다 낮은 정밀도로 동작하는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 63

제 55 항에 있어서, 상기 셀 중 하나의 셀은 테이퍼형 에지를 갖고, 상기 테이퍼형 에지는 상기 셀 내에 수용된 장치를 휴지 포지션으로 퍼널링(funnel)하기 위한 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 64

제 55 항에 있어서, 상기 하나 이상의 프로세싱 장치는 장치를 이미 포함하는 셀에 장치를 놓지 않게 이동하도록 상기 로봇을 제어하도록 프로그래밍된 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

청구항 65

제 55 항에 있어서, 상기 하나 이상의 프로세싱 장치는 상기 하나 이상의 카메라로부터 이미지 데이터를 수신하도록 프로그래밍되어 있고, 상기 이미지 데이터는 상기 트레이의 셀들을 나타내고, 상기 이미지 데이터는 실시간으로 수신되는 것을 특징으로 하는 테스트 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 명세서는 일반적으로 자동화 테스트 시스템 및 그 구성 요소에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 시스템 레벨 테스팅(SLT: System-level testing)은 장치의 개별 구성 요소가 아닌 전체 장치를 테스트하는 것을 포함한다. 장치가 한 벌의 시스템 수준 테스트를 통과하면 장치의 개별 구성 요소가 올바르게 작동하는 것으로 간주된다. 장치의 복잡성 및 장치 내부 구성 요소의 수가 증가함에 따라, SLT가 더욱 널리 보급되고 있다. 예

를 들어, ASIC(application-level integrated circuit)과 같은 칩-구현 시스템은 그 시스템을 구성하는 구성 요소들이 올바르게 기능하고 있는지를 판정하기 위해 시스템 레벨에서 테스트될 수 있다.

[0003] SLT 시스템은 충분한 테스트 속도와 처리량을 제공하기 위해 전통적으로 큰 설치 공간을 필요로 한다. 예를 들어, 일부 SLT 시스템은 수십 평방 미터로 측정 되는 공간을 차지할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 예시적인 테스트 시스템은 제 1 레벨의 정밀도로 장치 상에서 동작하도록 구성된 로봇 장치, 및 제 1 레벨의 정밀도보다 낮은 레벨의 정밀도로 동작하도록 구성된 스테이지들을 포함한다. 스테이지 각각은 인접한 스테이지들 사이에서 장치들을 전달하도록 구성된 병렬 경로를 포함한다. 이 예시적인 테스트 시스템은 아래의 특징 중 하나 이상을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0005] 예시적인 테스트 시스템은 피시험 장치를 유지하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어를 포함할 수 있다. 스테이지는 테스트 슬롯을 포함하는 테스트 랙; 테스트 캐리어를 수용하고, 테스트 캐리어를 플립핑(flip)하고, 테스트 캐리어를 회전시키고 그리고 테스트 캐리어를 회전시킨 후 테스트 슬롯 내로 테스트 캐리어를 밀어 넣도록 구성된 테스트 암으로서, 테스트 암은 연장되어 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 공기 제어되는 푸셔를 포함하는 것인, 상기 테스트 암; 테스트 캐리어를 밀기 위해 푸셔로 공기를 전달하는 공압 시스템을 포함할 수 있다. 공압 시스템은 푸셔를 이동시키기 위해 공기를 전달하고 테스트 암으로 전기 신호를 전달하고 테스트 암으로부터 전기 신호를 받도록 구성된 적어도 하나의 회전 케이블을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 회전 케이블은 튜브에 의해 둘러싸인 전기 도관을 포함할 수 있고, 튜브는 공기를 푸셔로 전달하기 위한 공기 소스에 연결되어 있다. 푸셔는 캐리어를 밀기 위해 캐리어 상의 부재와 맞닿도록 구성된 헤드를 포함할 수 있다.

[0006] 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어일 수 있다. 푸셔는 테스트 캐리어를 회전시키기 전에 테스트 슬롯 내에서 제 2 테스트 캐리어의 부재와 맞닿도록 구성될 수 있다. 제 2 테스트 캐리어는 테스트 슬롯으로부터 제 2 테스트 캐리어를 릴리스하기 위해 작동되는 릴리스 버튼을 포함할 수 있다. 테스트 암은 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 공기 제어식 익스텐더를 포함할 수 있다. 포트는 푸셔에 근접하게 위치하는 공기 호스에 연결하기 위해 테스트 암을 따라 적어도 부분적으로 이동하도록 제어 가능할 수 있다. 공기 제어식 익스텐더는 연결 후 공기 호스로부터 공기를 수용하고, 공기의 수신에 응답하여 바깥쪽으로 연장되어 릴리스 버튼을 작동시키도록 구성될 수 있다.

[0007] 테스트 암은 푸셔가 제 2 테스트 캐리어상의 부재와 맞닿게 하기 위해 지면에 대해 수직 성분을 갖는 방향으로 이동하도록 구성될 수 있다. 푸셔는 부재와 맞닿고 공기 제어식 익스텐더가 릴리스 버튼을 작동시킨 후 후퇴하도록 구성될 수 있다. 푸셔는 후퇴하여 제 2 테스트 캐리어가 테스트 슬롯을 떠나게 하도록 구성될 수 있다. 테스트 암은 테스트 암의 일 측에 제 2 테스트 캐리어를 유지하고, 후퇴 후 회전하여 테스트 슬롯 내로 밀어 넣기 위해 제 1 테스트 캐리어를 위치조절하도록 구성될 수 있다. 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내로 밀어 넣은 후, 테스트 암은 다른 테스트 캐리어를 수용하기 위한 위치에 도달하도록 플립 및 회전하도록 구성될 수 있다. 회전 케이블은 테스트 암의 플립핑에 따라 변하는 직경을 가질 수 있다.

[0008] 예시적인 테스트 시스템에서, 스테이지들은 장치를 운반하기 위한 장치 셔틀을 포함할 수 있고; 로봇 장치는 테스트 캐리어와 장치 셔틀 사이에서 장치를 이동시키는 로봇을 포함할 수 있고; 장치 셔틀은 테스트되지 않은 장치들 중 제 1 장치를 로봇을 포함하는 테스트 시스템의 일 스테이지를 향해 이동시키도록 구성될 수 있다. 장치 셔틀은 제 1 차원으로 이동하도록 구성될 수 있다. 로봇은 제 1 장치를 장치 셔틀로부터 테스트 캐리어로 이동시키도록 구성될 수 있다. 로봇은 제 1 차원과 상이한 제 2 차원으로 이동하도록 구성될 수 있다.

[0009] 예시적인 테스트 시스템에서, 카메라가 장치의 이미지를 캡처하도록 구성된다. 로봇은 캡처된 이미지에 기초하여 제어 가능할 수 있다. 카메라는 로봇 아래에 있고 지면에 대해 위쪽을 향하는 하나 이상의 제 1 카메라(들), 및 로봇 위에 있고 지면에 대해 아래쪽을 향하는 하나 이상의 제 2 카메라(들)를 포함할 수 있다. 테스트 시스템은 16 평방 미터 미만, 10 평방 미터 미만, 9 평방 미터 미만, 또는 8 평방 미터 미만의 풋프린트를

가질 수 있다. 테스트 시스템은 48 입방 미터 미만의 부피를 가질 수 있다.

[0010] 예시적인 테스트 시스템에서, 테스트 캐리어는 피시험 장치를 유지하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어를 포함하고; 스테이지들은: 테스트 슬롯을 포함하는 테스트 랙; 및 테스트 캐리어를 수용하고, 테스트 캐리어를 플립핑하고, 테스트 캐리어를 회전시키고 그리고 테스트 캐리어를 회전시킨 후 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성된 테스트 암을 포함한다. 테스트 암은 연장되어 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성된 푸셔를 포함할 수 있다. 푸셔는 캐리어상의 부재와 맞닿아 캐리어를 밀도록 구성된 헤드를 포함할 수 있다. 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어일 수 있고; 푸셔는 테스트 캐리어를 회전시키기 전에 테스트 슬롯 내의 제 2 테스트 캐리어의 부재와 맞닿게 구성될 수 있다. 제 2 테스트 캐리어는 테스트 슬롯으로부터 제 2 테스트 캐리어를 릴리스하도록 작동하기 위한 릴리스 버튼을 포함할 수 있다. 테스트 암은 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 액추에이터를 포함할 수 있다. 액추에이터는 릴리스 버튼을 작동시키기 위한 자극에 응답하여 바깥쪽으로 연장되도록 구성될 수 있다.

[0011] 테스트 암은 푸셔가 제 2 테스트 캐리어 상의 부재와 맞닿게 하기 위해 지면에 대해 수직 성분을 갖는 방향으로 이동하도록 구성될 수 있다. 푸셔는 부재와 맞닿고 액추에이터가 릴리스 버튼을 작동시킨 후 후퇴하도록 구성될 수 있고, 푸셔는 후퇴하여 제 2 테스트 캐리어가 테스트 슬롯을 떠나게 만든다. 푸셔는 제 2 테스트 캐리어가 테스트 슬롯을 떠나게 한 후, 연장되어 제 1 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내로 밀어 넣도록 구성될 수 있다. 테스트 슬롯은 제 2 테스트 캐리어의 제거와 제 1 테스트 캐리어의 삽입 사이의 시간을 제외하고 테스트 동안 점유 상태를 유지할 수 있다. 테스트 랙은 복수의 테스트 슬롯을 포함하고, 복수의 테스트 슬롯 각각에 대해, 테스트 암은 다음 테스트 슬롯을 서비스하기 전에 테스트된 장치를 담고 있는 테스트 캐리어를 제거하고 테스트되지 않은 장치를 담고 있는 테스트 캐리어를 삽입하도록 구성될 수 있다.

[0012] 테스트 슬롯은 테스트 캐리어가 테스트 슬롯으로 진입한 때 테스트 캐리어가 맞닿는 가이드를 포함할 수 있다. 가이드는 푸셔가 테스트 캐리어를 계속 미는 동안 테스트 캐리어를 제 위치로 안내하기 위한 것일 수 있다. 푸셔는 테스트 캐리어를 테스트 슬롯으로 밀어 넣기 위해 단일 차원으로 연장되도록 구성될 수 있다. 푸셔는 단일 차원 이외의 차원으로의 테스트 캐리어의 이동과 무관하게 단일 차원으로 밀도록 구성될 수 있다.

[0013] 스테이지들은 테스트 캐리어를 테스트 암에 유지하기 위한 캐리어 홀더를 포함할 수 있다. 테스트 캐리어는 적어도 단일 차원으로의 테스트 캐리어의 이동을 가능하게 하는 홈을 포함할 수 있다. 푸셔는 테스트 캐리어를 테스트 슬롯으로 밀어 넣기 위해 캐리어 홀더를 통해 연장되도록 구성될 수 있다.

[0014] 예시적인 테스트 시스템에서, 테스트 캐리어는 테스트된 장치 또는 테스트될 장치를 유지할 수 있고; 그리고 스테이지들은: 테스트 슬롯; 및 테스트 암으로서, 테스트 캐리어와 짝을 이루는 푸셔로서, 푸셔는 테스트 슬롯에 대해 테스트 캐리어를 이동시키도록 연장 및 후퇴 가능한 것인 상기 푸셔; 및 테스트 캐리어를 테스트 암 상에 유지하기 위한 캐리어 홀더로서, 캐리어 홀더는 테스트 캐리어를 유지하고 테스트 캐리어를 캐리어 홀더 내에 유지하기 위한 스프링 탑재된 그리퍼를 포함하는 것인 상기 캐리어 홀더를 포함하는 상기 테스트 암을 포함할 수 있다. 테스트 캐리어는 홈을 포함하고; 그리고 그리퍼는 암에 가해지는 외력 없이 테스트 캐리어를 제자리에 유지하기 위해 테스트 캐리어의 홈과 맞물리도록 구성될 수 있다.그리퍼는 테스트 캐리어를 수용하기 위해 그리고 테스트 캐리어를 릴리스하기 위해 연장하도록 그리퍼를 펼치도록 구성된 스프링을 포함할 수 있다. 그리퍼는 그리퍼에 가해지는 외력 없이 테스트 캐리어를 제자리에 유지함과 동시에, 캐리어 홀더의 종방향 차원을 따라 가해지는 힘에 응답한 테스트 캐리어의 이동을 여전히 허용하도록 테스트 캐리어와 맞물리도록 구성될 수 있다.

[0015] 스테이지들은 캐리어 셔틀을 포함할 수 있다. 캐리어 셔틀은 그리퍼가 개방되도록 하여 테스트 캐리어를 수용하기 위한 영역을 확장시키기 위해 플랜지와 맞물리는 포스트를 포함할 수 있다. 캐리어 홀더는 제 1 캐리어 홀더일 수 있고, 테스트 캐리어는 제 1 테스트 캐리어일 수 있고, 그리고 테스트 시스템은 제 2 테스트 캐리어를 포함할 수 있다. 테스트 암은 테스트 암 상에 제 2 테스트 캐리어를 유지하기 위한 제 2 캐리어 홀더를 포함할 수 있다. 캐리어 홀더는 제 2 테스트 캐리어를 유지하고 캐리어 홀더 내에 제 2 테스트 캐리어를 유지하기 위해 스프링 장착된 제 2 그리퍼를 포함할 수 있다.

[0016] 테스트 암은 제 1 면 및 제 2 면을 포함할 수 있다. 제 1 면은 제 1 캐리어 홀더를 유지하기 위한 것이고, 제 2 면은 제 2 캐리어 홀더를 유지하기 위한 것이다. 제 1 캐리어 홀더 및 제 2 캐리어 홀더는 반대 방향을 향한다.

[0017] 스테이지들은: 푸셔가 따라서 이동하도록 구성된 트랙; 및 푸셔가 완전히 연장된 때 푸셔의 일부가 접하는 종단

블록을 포함할 수 있다. 푸셔는 푸셔가 적어도 부분적으로 연장될 때 종단 블록과 맞닿는 하나 이상의 스프링을 포함할 수 있다. 종단 블록은 푸셔가 완전히 연장된 때 하나 이상의 스프링과 맞닿도록 배열될 수 있다. 하나 이상의 스프링은 2개의 스프링을 포함할 수 있다. 스프링은 푸셔가 적어도 부분적으로 연장될 때 적어도 부분적으로 압축하도록 구성되고 배열될 수 있다.

[0018] 스테이지들은 푸셔를 연장 및 후퇴시키는 공압 시스템을 포함할 수 있다. 공압 시스템은 푸셔를 연장시키기 위해 공기를 수용하는 공기 밸브를 포함할 수 있다. 하나 이상의 스프링은 푸셔의 움직임과 반대 방향으로 푸셔에 힘을 가하도록 구성될 수 있다. 테스트 암은 테스트 캐리어를 수용하고, 테스트 캐리어를 수용한 후, 테스트 슬롯에 삽입하기 위해 테스트 캐리어를 위치조절하기 위해 플립 및 회전하도록 구성될 수 있다.

[0019] 예시적인 테스트 시스템은: 테스트할 장치를 수용하기 위한 테스트 소켓을 포함하는 테스트 캐리어로서, 테스트 소켓은 전기적 연결을 포함하는 것인 상기 테스트 캐리어; 장치가 전기적 연결에 전기적으로 연결되도록 압력을 가하기 위해 장치와 접촉하는 소켓 캡; 및 및 소켓 캡과 맞닿도록 소켓 캡에 대해 이동 가능한 액추에이터를 포함할 수 있다. 스테이지들은 테스트 캐리어를 수용하기 위한 표면을 갖는 캐리어 셔틀을 포함할 수 있고, 표면은 테스트 캐리어를 띄우도록 공기를 강제하고, 또는 테스트 캐리어를 유지하도록 공기를 흡입하기 위한 포트를 포함한다. 스테이지들은 테스트 캐리어 내의 장치로부터 소켓 캡을 제거하는 동안 테스트 캐리어를 띄우도록 공기를 강제하고, 그 이후에는 공기를 흡입하는 공기 제어 시스템을 포함할 수 있다.

[0020] 액추에이터는: 회전 가능한 키 요소; 키 요소에 대해 배열된 툴링 볼; 및 블록을 포함할 수 있고, 툴링 볼은 블록에 고정되고, 키 요소는 블록을 통과하고 블록에 대해 이동 가능하다.

[0021] 소켓 캡은 키네매틱 마운트를 포함할 수 있고, 이 키네매틱 마운트는: 툴링 볼과 맞물리도록 구성되고 배열된 홈을 포함하는 제 1 구조물로서, 제 1 구조물은 홀을 가지며, 홀 및 키 요소는 키 요소가 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖는 것인, 상기 제 1 구조물; 홀을 갖는 제 2 구조물로서, 홀 및 키 요소는 키 요소가 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖고, 키 요소는 제 2 구조물과 맞물리기 위해 회전하도록 구성된 것인, 상기 제 2 구조물을 포함한다. 적어도 하나의 압축 스프링은 제 1 구조물 및 제 2 구조물에 의해 제어 가능할 수 있다.

[0022] 액추에이터 및 공기 제어 시스템은 함께 작동하여: 공기 제어 시스템은 테스트 캐리어를 띄우도록 공기를 강제하고; 액추에이터는 소켓 캡과 맞물려 툴링 볼을 홈 쪽으로 가압하고 키 요소가 제 1 및 제 2 구조물을 통과하게 하고; 액추에이터는 키 요소를 회전시키고; 키 요소는 제 2 요소에 대해 잡아 당기고, 툴링 볼은 홈 쪽으로 밀어 압축 스프링을 압축하고; 액추에이터는 소켓 캡을 장치 위 제위치로 이동시켜 소켓 캡이 테스트 캐리어에 연결되게 하고; 그리고 소켓 캡이 테스트 캐리어에 연결된 후, 액추에이터는 후퇴하는 것을 포함하는 작동을 야기하도록 구성될 수 있다. 공기 제어 시스템은 소켓 캡이 장치로부터 제거되는 동안 포트를 빠져나온 공기를 강제하여 테스트 캐리어를 띄우고, 소켓 캡이 제 위치에 고정된 때 포트를 통해 공기를 흡입하여 테스트 캐리어를 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0023] 스테이지들은 테스트 소켓을 포함하는 테스트 시스템의 한 스테이지를 향하여 그리고 그로부터 멀어지도록 장치를 이동시키는 장치 셔틀을 포함할 수 있다. 로봇 장치는 장치 셔틀과 테스트 소켓 사이에서 장치를 이동시키는 로봇을 포함할 수 있다. 로봇은 테스트 시스템의 상기 스테이지 내에 있을 수 있다. 로봇은 제 1 차원으로 이동하도록 구성될 수 있고, 장치 셔틀은 제 1 차원과 상이한 제 2 차원으로 이동하도록 구성될 수 있다. 로봇은 테스트 소켓 내의 설치 전 또는 후에 장치를 회전시키도록 구성될 수 있다. 액추에이터는 공압 시스템을 이용하여 제어 가능할 수 있다.

[0024] 예시적인 테스트 시스템은 테스트할 장치를 수용하기 위한 테스트 소켓을 포함할 수 있다. 테스트 소켓은 전기적 연결; 장치가 전기적 연결에 전기적으로 연결되도록 압력을 가하기 위해 장치와 접촉하는 소켓 캡; 및 소켓 캡과 맞닿도록 그리고 소켓 캡을 압축시키고 릴리스하기 위해 소켓 캡에 대해 이동 가능한 액추에이터를 포함한다. 액추에이터는: 회전 가능한 키 요소; 키 요소에 대해 배열된 툴링 볼; 및 블록을 포함할 수 있고, 툴링 볼은 블록에 고정되고, 키 요소는 블록을 통과하고 블록에 대해 이동 가능하다.

[0025] 소켓 캡은 키네매틱 마운트를 포함하고, 키네매틱 마운트는: 툴링 볼과 맞물리도록 구성되고 배열된 홈을 포함하는 제 1 구조물로서, 제 1 구조물은 홀을 가지며, 홀 및 키 요소는 키 요소가 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖는 것인, 제 1 구조물; 및 홀을 갖는 제 2 구조물로서, 홀 및 키 요소는 키 요소가 홀을 통과할 수 있도록 상보적인 형상을 갖고, 키 요소는 제 2 구조물과 맞물리기 위해 회전하도록 구성된 것인, 제 2 구조물을 포함한다. 적어도 하나의 압축 스프링을 제 1 구조물 및 제 2 구조물에 의해 제어 가능할 수 있다.

[0026] 액추에이터는 함께 작동하여: 액추에이터는 소켓 캡과 맞물려 툴링 볼을 홈 쪽으로 가압하고 키 요소가 제 1 및 제 2 구조물을 통과하게 하고; 액추에이터는 키 요소를 회전시키고; 키 요소는 제 2 요소에 대해 잡아 당기고, 툴링 볼은 홈 쪽으로 밀어 압축 스프링을 압축하고; 액추에이터는 소켓 캡을 장치 위 제위치로 이동시켜 소켓 캡이 테스트 캐리어에 연결되게 하고; 그리고 소켓 캡이 테스트 캐리어에 연결된 후, 액추에이터는 후퇴하는 것을 포함하는 작동을 야기하도록 구성될 수 있다. 키에 대해 등거리에 배치된 3 개의 툴링 볼이 존재할 수 있다.

[0027] 스테이지들은: 테스트된 장치 및 테스트될 장치를 보유하는 트레이로서, 트레이는 셀을 포함하고, 각각의 셀은 단일 장치를 유지하기 위한 것인, 트레이; 및 테스트된 장치 또는 테스트될 장치를, 테스트된 장치를 수용하거나 테스트될 장치를 내보내도록 구성된 테스트 시스템의 한 스테이지와 트레이 사이에서 운반하기 위한 장치 셔틀; 트레이와 장치 셔틀 사이에서 장치를 이동시키는 로봇; 트레이의 셀을 이미지화하기 위한 하나 이상의 카메라; 및 이미지 데이터에 기초하여 장치를 포함하지 않는 트레이의 셀을 찾고, 장치를 포함하지 않는 셀의 위치에 기초하여 로봇이 이동하도록 제어하는 하나 이상의 프로세싱 장치를 포함할 수 있다. 로봇은 트레이의 각각의 셀에 도달하기 위해 2 차원으로 이동하도록 구성될 수 있다. 로봇은 테스트된 장치를 장치를 포함하지 않는 셀에 놓기 위해 이동하도록 구성될 수 있다. 스테이지들은 테스트될 장치의 트레이를 수용하고 테스트된 장치의 트레이를 수용하기 위한 로딩 스테이션을 포함할 수 있다.

[0028] 트레이는: 테스트될 장치를 담는 제 1 트레이; 테스트되고 테스트를 통과한 장치를 담는 제 2 트레이; 및 테스트되고 테스트를 통과하지 못한 장치를 담는 제 3 트레이를 포함할 수 있다. 테스트 시스템은 16 평방 미터 미만, 10 평방 미터 미만, 9 평방 미터 미만 또는 8 평방 미터 미만의 풋 프린트를 가질 수 있다. 예시적인 테스트 시스템은 48 입방 미터 미만의 부피를 가질 수 있다. 로봇은 제 1 로봇일 수 있고; 로봇 장치는 장치 셔틀과 테스트 캐리어 사이에서 장치를 이동시키기 위한 제 2 로봇을 포함할 수 있다. 제 1 로봇은 제 2 로봇보다 낮은 정밀도로 동작할 수 있다.

[0029] 셀 중 하나의 셀은 테이퍼형 에지를 가질 수 있고, 테이퍼형 에지는 셀 내에 수용된 장치를 휴지 포지션으로 퍼널링하기 위한 것이다. 하나 이상의 프로세싱 장치는 장치를 이미 포함하는 셀에 장치를 놓지 않게 이동하도록 로봇을 제어하도록 프로그래밍될 수 있다. 하나 이상의 프로세싱 장치는 하나 이상의 카메라로부터 이미지 데이터를 수신하도록 프로그래밍될 수 있고, 이미지 데이터는 트레이의 셀들을 나타내고, 이미지 데이터는 실시간으로 수신된다.

[0030] 요약 섹션을 포함하여, 본 명세서에서 설명된 임의의 2 개 이상의 특징들은 본 명세서에서 구체적으로 설명되지 않은 구현예를 형성하기 위해 결합될 수 있다.

[0031] 본 명세서에 서술된 시스템 및 기술 또는 프로세스, 또는 그 일부는 하나 이상의 비일시적 기계 판독 가능 저장 매체에 저장되고 본 명세서에 서술된 동작들을 제어(예를 들어, 조정)하기 위해 하나 이상의 프로세싱 장치 상에서 실행 가능한 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품으로 구현되거나 컴퓨터 프로그램 제품에 의해 제어될 수 있다. 본 명세서에 서술된 시스템 및 기술 및 프로세스, 또는 그 일부는 다양한 동작을 구현하기 위해 실행 가능한 명령어를 저장하기 위한 메모리 및 하나 이상의 프로세싱 장치를 포함할 수 있는 전자 시스템, 장치, 방법으로 구현될 수 있다.

[0032] 하나 이상의 구현예의 세부 사항은 첨부된 도면 및 이하 설명에서 설명된다. 다른 특징, 목적 및 장점은 상세한 설명 및 도면 및 청구 범위로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1 내지 19는 예시적인 동작 과정 동안 순차적인 시간 인스턴스의 예시적인 테스트 시스템의 일부를 도시하는 사시도 블록도이다.

도 20은 2 개의 슬라이스를 포함하는 예시적인 테스트 시스템의 사시도이다.

도 21은 예시적인 트레이 셀의 절취 측면도이다.

도 22는 예시적인 테스트 캐리어의 사시도이다.

도 23은 테스터 로딩 스테이지 아래에 위치한 카메라에 의해 캡처된 장치의 전기 컨택트의 이미지의 일례이다.

도 24는 테스터 로딩 스테이지 위에 위치한 카메라에 의해 캡처된 테스트 캐리어 내 소켓의 전기 컨택트의 이미지의 일례이다.

도 25는 테스터 로딩 스테이지 위에 위치한 카메라에 의해 캡처된 테스트 캐리어 내 장치의 이미지의 일례이다.

도 26은 예시적인 테스트 시스템에 포함된 예시적인 테스트 암 및 예시적인 그리퍼의 사시도이다.

도 27은 예시적인 테스트 시스템 내의 테스트 캐리어 내 소켓을 덮는 예시적인 소켓 캡의 상부 사시도이다.

도 28은 예시적인 소켓 캡의 저면 사시도이다.

도 29는 예시적인 소켓 캡을 포함하는 절취도이다.

도 30 및 31은 예시적인 소켓 캡과 맞물리는 예시적인 액추에이터를 도시한 절취도이다.

도 32는 예시적인 액추에이터의 사시도이다.

도 33 및 34는 예시적인 푸셔 및 테스트 암의 사시도이다.

도 35는 예시적인 푸셔 상의 예시적인 스프링의 사시도이다.

도 36 및 37은 예시적인 릴리스 버튼을 포함하는 예시적인 테스트 슬롯에 장착된 예시적인 테스트 캐리어의 사시도이다.

도 38 및 39는 회전식 구성으로 장착된 예시적인 테스트 암, 예시적인 푸셔 및 예시적인 호스 및 케이블의 사시도이다.

도 40은 2 개의 예시적인 테스트 캐리어 셔틀을 도시한 사시도이며, 하나는 테스트 캐리어를 갖고 있고 다른 하나는 테스트 캐리어를 갖고 있지 않다.

도 41은 예시적인 교정 프로세스를 도시한 흐름도이다.

도 42는 장치를 유지하도록 구성된 트레이 내의 예시적인 배열 셀의 실제 형상의 블록도이다.

도 43은 장치를 셀 내외로 이동시키기 위해 로봇에 의해 인지되는 트레이 내의 배열 셀의 기하학적 구조의 블록도이다.

도 44는 예시적인 교정 장치의 블록도이다.

도 45는 트레이에서 셀의 실제 지오메트리 위에 오버레이된 트레이 내의 셀의 인지된 지오메트리를 도시하는 블록도이다.

각 도면에서 동일한 참조 번호는 동일한 요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이제, 테스트 시스템 및 그 구성 요소의 예시적인 구현예가 설명된다. 일부 구현예에서, 테스트 시스템은 속도 또는 처리량을 희생시키지 않으면서 크기가 제한된다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 테스트 시스템은 16 평방 미터($16m^2$) 미만의 풋 프린트 및 48 입방 미터($48m^3$) 미만의 부피를 가질 수 있다. 테스트 시스템은 또한 10 분 내에 개별 장치를 테스트하고 동시에 수십, 수백 또는 수천 개의 장치를 테스트하도록 구성될 수 있다. 그러나, 본 명세서에 기술된 예시적인 테스트 시스템은 임의의 특정 크기, 테스트 속도 또는 처리량으로 제한되지 않는다. 일부 구현예에서, 테스트 시스템은 SLT 시스템이다. 그러나, 본 명세서에 설명된 구성 요소 및 특징은 임의의 적절한 테스트 상황에서 실현될 수 있다.

[0035] 일부 구현예에서, 예시적인 테스트 시스템은 모듈식이며, 테스트 시스템이 다양한 테스트 요구사항들을 수용할 수 있게 한다. 테스트 시스템의 각 유닛은 슬라이스라 불린다. 2 개 이상의 슬라이스들은 테스트 동작들을 수행하기 위해 협력하거나(예를 들어, 의존적으로) 또는 독립적으로 동작하도록 결합되고 제어될 수 있다. 일부 구현예에서, 테스트 시스템의 슬라이스는 16 평방 미터($16m^2$) 미만의 풋 프린트 및 48 입방 미터($48m^3$) 미만의 부피를 가질 수 있다. 일부 구현예에서, 테스트 시스템의 슬라이스는 $10m^2$ 미만, 또는 $9m^2$ 미만, 또는 $8m^2$ 미만, 예컨대 약 $7.2m^2$의 풋 프린트를 갖는다.

[0036] 도 1 내지 19는 예시적인 테스트 시스템의 다양한 작동 위치를 보여준다. 이들 도면은 먼저 예시적인 테스트 시스템의 구성 요소를 설명하는데 사용된다. 이와 관련하여, 도 1 내지 20은 테스트 시스템(10)의 일부일 수 있는 예시적인 슬라이스(11)를 도시한다. 다른 슬라이스는 도 1에서만 12와 13으로 라벨링된다. 이 예에서,

테스트 시스템(10)은 SLT 테스트 시스템이며; 그러나 이 시스템은 모든 테스트 환경에서 사용될 수 있다. 예시적인 테스트 시스템(10)은 슬라이스 당 5 스테이지(또는 구역)를 포함하고; 그러나, 테시트 시스템에는 임의의 적절한 수의 스테이지들이 포함될 수 있다. 도 1 내지 20의 예시적인 구현예에서, 5 스테이지는 입력/출력(I/O) 스테이지(14)(도 20 참조, 도 1 내지 19에는 도시되지 않ㅇ음), 운반 스테이지(17), 로딩 스테이지(18), 및 삽입 스테이지(19) 및 테스트 스테이지(20)를 포함한다. 다양한 스테이지의 정의는 제한적인 것으로 의도된 것이 아니며, 하나 이상의 구성 요소는 2 이상의 스테이지에서 기능을 수행할 수 있다. 일부 구현예에서, 각각의 스테이지들은 각각의 정밀도 레벨로 동작하도록 구성된다. 예를 들어, 로딩 스테이지에서 더 높은 정밀도 레벨(예를 들어, 마이크로미터 레벨)이 사용될 수 있는 반면, 일부 또는 모든 다른 단계에서는 더 낮은 정밀도 레벨이 사용될 수 있다. 본 명세서에 설명된 바와 같이, 기계적 구성 요소와 같은 시스템 구성 요소는 일부 스테이지에서 더 낮은 정밀도 레벨를 가능하게 하는 허용공차 내에서 작동하도록 구성될 수 있다. 더 높은 정밀도를 요구할 수 있는 스테이지로 격하(relegating)시킴으로써, 일부 경우에 테스트 시스템의 비용과 복잡성이 제어될 수 있다.

[0037] 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 테스트 시스템의 각각의 스테이지들은 독립적으로 그리고 동시에 동작할 수 있다. 도 1 내지 도 19의 예에서, 각각의 스테이지는 2 개의 병렬 경로(21 및 22)를 포함한다. 이 병렬 경로는 인접한 스테이지 간에 장치를 전달하는 자동화를 포함한다. 독립적으로, 동시에, 및 병렬 경로로의 이러한 각 스테이지들의 동작은 일부 유사한 테스트 시스템보다 더 높은 테스트 처리량과 속도를 지원할 수 있다. 이와 관련하여, 테스트 처리량은 한 시간과 같은, 단위 시간당 테스트되는 장치의 관점에서 측정될 수 있다. 더욱이, 기능들을 스테이지별로 나눔으로써, 각 스테이지는 제한되거나 감소된 속도로 동작할 수 있다. 결과적으로 테스트중인 장치를 손상시킬 수 있는 기회가 줄어든다. 일부 구현예에서, 장치들을 이동시키는 각각의 스테이지들은 장치들을 로드 및 언로드하고 장치들을 운반하는 기능을 포함한다.

[0038] 도 20의 예에서, I/O 스테이지(14)는 테스트되는 장치의 트레이를 수용하고, 테스트되지 않은 장치의 트레이를 테스트 시스템에 제공하기 위한 피더(feeder)를 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 일부 구현예에서, 트레이가 아래의 예시적인 구현예에서 설명되지만, 장치들은 트레이 대신 테이프 및 릴 공급 장치를 사용하여 로딩될 수도 있다. 도 20의 예에서, 슬라이스 당 3 개의 피더(23, 24, 25)가 존재하지만; 시스템은 3 개의 피더와 함께 사용하도록 제한되지 않는다. 제 1 피더(23)는 테스트되지 않은 장치를 포함하는 트레이 용이며; 제 2 피더(24)는 테스트를 통과하지 못한 테스트된 장치를 포함하는 트레이 용이고, 제 3 피더(25)는 테스트를 통과한 장치를 포함하는 트레이 용이다. 이 예에서, 피더(23)는 테스트되지 않은 장치의 트레이와 함께 수동으로 적재된다. 테스트되지 않은 장치를 포함하는 트레이 스택 중 하나의 트레이가 피더(23)로부터 운반 스테이지(17)로 공급된다. 해당 트레이 상의 모든 장치가 테스트를 위해 전달되고 트레이가 비어진 후, 그 트레이는 피더로 들어가고 테스트되지 않은 장치가 포함된 새 트레이가 운반 스테이지로 공급된다. 예에서, 피더(24 및 25)는 빈 트레이와 함께 수동으로 로딩된다. (일부 구현에서) 테스트 후 장치가 해당 트레이 상에 로딩되고 트레이가 가득찬 후, 그 트레이는 피더로 들어가고 새 빈 트레이가 I/O 스테이지로부터 피더(24 또는 25) 중 하나로부터 운반 스테이지로 공급된다. 이 예에서, 피더(24 및 25)의 작동은 테스트를 통과 한 장치를 포함하는 트레이와 테스트를 통과하지 않은 장치를 포함하는 트레이에 대해 동일하다.

[0039] 일부 구현예에서, 각각의 트레이는 테스트될 장치를 보유하기 위한 셀 또는 테스트된 장치를 보유하기 위한 셀을 포함한다. 도 21에 도시된 바와 같이, 셀(27)은 테이퍼 형상의 에지를 포함할 수 있으며, 테이퍼 형상의 에지는 셀의 상부 부근에서 더 넓고 셀 내로 깊어질수록 감소된다. 테이퍼 형상의 에지는 셀에 수용된 장치를 휴지 포지션(resting position)으로 퍼널링(funnel)하도록 구성된다. 예를 들어, 아래에 설명한 바와 같이, 테스트된 장치는 트레이 내의 셀로 반환된다. 장치가 셀에 놓여질 때 테이퍼 형상의 에지는 장치를 셀 내의 휴지 포지션으로 퍼널링 또는 안내한다. 이 유형의 테이퍼 형상의 에지를 사용하면 운반 스테이지에서 덜 정밀한 로봇을 사용하는 것이 가능해진다. 즉, 이러한 폭 및 테이퍼 형상의 에지는 트레이에 장치를 놓는 로봇이 덜 정밀하게 작동하는 것을 가능하게 하는 허용공차를 초래한다.

[0040] 이 예에서, 운반 스테이지(17)는 운반 로봇(30) 및 2 개의 장치 셔틀(31, 32)(예를 들어, 도 2 및 8)을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 이 2 개의 장치 셔틀은 후술하는 로딩 스테이지(18) 내외로의 병렬 운반 경로를 제공하고, 일부 예에서 테스트 처리량 및 리던던트 신뢰성을 지원한다. 운반 로봇(30)은 트레이(34)(예를 들어,도 2)로부터 테스트되지 않은 장치를 선택하고 장치 셔틀(31 및 / 또는 32)(예를 들어,도 8)에 테스트되지 않은 장치를 놓도록 제어 가능하다. 운반 로봇(30)은 장치 셔틀(31 및 32)로부터 테스트된 장치를 선택하고, 특정 장치가 테스트를 통과했는지 또는 테스트를 통과하지 못했는지에 따라 테스트된 장치를 트레이(35 또는 36) 중 적절한 하나의 트레이에 놓도록 제어 가능하다. 일부 구현예에서, 운반 로봇(30)은 공기 흡입을 통해

또는 기계적 그립 또는 다른 기계적 메커니즘을 사용하여 장치를 집고 유지할 수 있다. 일부 구현예에서, 운반 로봇은 장치들을 집어 들고, 유지하고, 놓기 위한 8 개의 픽-앤-플레이스(pick-and-place) 액추에이터를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 운반 로봇은 장치를 집어 들고, 유지하고, 놓기 위한 8개 보다 많거나 적은 픽-앤-플레이스 액추에이터를 포함할 수 있다.

[0041] 예로서, 운반 로봇(30)은 트레이(34)의 셀로부터 테스트되지 않은 장치를 집어 들고 그 장치를 장치 셔틀(31) 상에 놓도록 구성 및 제어 가능하다. 이 예에서, 운반 로봇(30)은 장치 셔틀(31 또는 32)로부터 테스트된 장치를 집어 들고, 테스트된 장치를 트레이(35 또는 36)의 셀에 놓도록 구성 및 제어 가능하다. 전술한 바와 같이, 트레이 셀은 테이퍼 형상의 에지를 가질 수 있으며, 이는 테스팅된 장치를 트레이상의 셀에 놓을 때 정밀도의 필요성을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 테이퍼 형상의 에지는, 장치를 트레이의 셀에 놓을 때 운반 로봇이, 예를 들어, 10 분의 1 밀리미터 이상 벗어나는 것을 허용할 수 있고, 여전히 그 장치가 셀 내의 휴지 포지션에 도달하게 할 수 있다. 즉, 이와 같은 구현예에서, 운반 로봇은 테이퍼 형상의 에지에 의해 편차가 수정되는 것에 의해, 장치를 위치시키고 10 분의 1 밀리미터 이상 목표 위치로부터 벗어날 수 있다.

[0042] 도 1 내지 도 20의 예에서, 운반 로봇(30)은 2 차원으로 이동 가능하다. 도 1의 범례 33을 참조하면, 운반 로봇(30)은(지면에 대하여) 데카르트 X 차원 및(지면에 대하여) 데카르트 Y 차원으로 이동 가능하다. X 및 Y 차원에서의 이동은 운반 로봇(30)이 운반 스테이지에서 트레이(34, 35 및 36)의 모든 셀에 도달할 수 있게 한다(예를 들어, 도 2 참조). 이 예에서, X 차원의 이동은 측방향 트랙(37)에 의해 가능해진다. 예를 들어, 운반 로봇(30)은 X 차원에서 측방향 트랙(37)을 따라 이동하도록 제어 가능하다. 이 예에서, Y 차원의 이동은 종방향 트랙(39, 40)에 의해 가능해진다. 측방향 트랙(37) 및 종방향 트랙(39, 40)은 함께 H-바를 형성한다. 이 예에서,(운반 로봇(30)을 유지하는) 측방향 트랙(37)은 Y 차원으로 종방향 트랙(39, 40)을 따라 이동하도록 제어 가능하다. 일부 구현예에서, 운반 로봇(30)은 측방향 트랙(37)이 종방향 트랙(39, 40)을 따라 이동함과 동시에 측방향 트랙(37)을 따라 이동하도록 제어 가능하다. 결과적으로, 개별 셀포에 도달하는데 걸리는 시간이 감소될 수 있다. 운반 로봇의 X 및 / 또는 Y 이동을 구현하기 위해 다른 적절한 메커니즘이 사용될 수 있다.

[0043] 도 1 내지 20의 예에서, 2 개의 장치 셔틀(31 및 32)이 존재한다. 이 예에서, 각각의 장치 셔틀(31 및 32)은 Y 차원으로 이동하도록 제한되지만; 일부 구현예에서 그렇지 않을 수도 있다. 예를 들어, 장치 셔틀(31 및 32)은 운반 스테이지와 로딩 스테이지 사이에서 트랙(41 및 42)(예를 들어,도 1 참조)을 따라 각각 이동하도록 구성된다. 이 예에서, 각각의 장치 셔틀은 각각의 장치를 유지하기 위한 다수의 리셉터클을 포함한다. 예를 들어, 장치 셔틀(31)은 4 개의 리셉터클을 포함하지만; 장치 셔틀은 4 개 이상의 리셉터클 또는 4 개 이하의 리셉터클을 포함할 수도 있다. 운반 로봇(30)은 기술된 바와 같이 장치 셔틀 리셉터클과 트레이 셀 사이에서 장치를 이동시킨다.

[0044] 일부 구현예에서, 2 개의 장치 셔틀들은 병렬로, 독립적으로, 및/또는 동시에 동작하도록 구성되고 제어될 수 있다. 예를 들어, 운반 로봇은 다른 장치 셔틀에서 테스트된 장치를 제거함과 동시에 하나의 장치 셔틀에 테스트될 장치를 제공할 수 있다. 2 개의 장치 셔틀은 로딩 스테이지와 운반 스테이지 사이에서 독립적으로, 병렬로 및/또는 동시에 이동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나의 장치 셔틀은 운반 스테이지로부터 그리고 로딩 스테이지로 및 테스트 스테이지로 테스트될 장치를 운반할 수 있고 동시에, 다른 장치 셔틀은 로딩 스테이지로부터 및 운반 스테이지로 테스트된 장치를 운반한다. 또한, 한 장치 셔틀은 고정되어 있고 다른 장치 셔틀은 움직이고 있을 수도 있다. 예를 들어, 하나의 장치 셔틀은 테스트될 장치를 받고 다른 장치 셔틀은 장치들을 로딩 스테이지로 또는 로딩 스테이지로부터 운반할 수 있다.

[0045] 트레이의 이미지를 연속적으로, 주기적으로 또는 간헐적으로 캡처하기 위해 하나 이상의 카메라가 트레이(34, 35, 36)를 보유한 영역 위에 위치될 수 있다. 카메라는 어느 트레이의 어느 셀이 비어 있고 어느 셀의 트레이가 가득 찼는지를 파악하기 위해, 적어도 부분적으로, 트레이의 이미지를 캡처하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 설명한 바와 같이, 트레이(35 및 36)의 셀은 운반 로봇(30)으로부터 테스트된 장치를 수용한다. 운반 로봇(30)이 2 개의 장치를 동일한 셀에 배치할 가능성을 감소시키기 위해, 카메라는 시스템 작동 동안 트레이의 이미지를 캡처한다. 하나 이상의 컴퓨팅 시스템(45)("컴퓨터 시스템"으로 지칭됨, 예를 들어, 도 20 참조)은 본 명세서에 설명된 바와 같이 테스트 시스템(10)의 동작을 제어하고, 카메라에 의해 캡처된 이미지를 수신하고 캡처된 이미지를 사용하여 운반 로봇의 동작을 제어한다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템은 장치를 이미 포함하지 않은 것으로 확인된 셀에만 장치를 놓도록 운반 로봇을 제어하도록 프로그래밍될 수 있다. 이 특징을 구현하기 위해, 트레이 셀의 이미지가 캡처되는 속도는 운반 로봇이 트레이의 셀로 테스트된 장치를 운반하는 속도 이상일 수 있다. 컴퓨팅 시스템과 테스트 시스템 사이의 통신은 개념적으로 도 20에서 화살표(46)로 표시된다.

[0046] 카메라에 의해 캡처된 이미지는 또한 운반 스테이지 내외로의 트레이의 공급을 촉발(trigger)하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 캡처된 이미지는 트레이(34)의 모든 셀이 비었을 때(예를 들어, 테스트되지 않은 모든 장치가 로딩 단계로 이동된 경우)를 식별할 수 있으며, 이는 트레이(34)의 피더(24) 로의 이동 및 테스트되지 않은 장치의 새로운 트레이의 운반 스테이지로의 이동을 촉발할 수 있다. 예를 들어, 캡처된 이미지는 트레이(35 또는 36)의 모든 셀이 가득 찬 경우를 식별할 수 있으며, 이는 트레이(35 또는 36)를 각각의 피더(24 또는 25)로 되돌아오는 이동, 테스트되지 않은 장치의 새로운 트레이의 운반 스테이지로의 이동을 촉발할 수 있다.

[0047] 일부 구현예에서, 로딩 스테이지(18)는 로딩 로봇(48, 49)(예를 들어, 도 1 및 8 참조) 및(50 및 51)과 같은 테스트 캐리어(예를 들어, 도 3 참조)에 장치들을 로딩하고 그로부터 장치를 언로딩하는 영역을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 이 예에서는 슬라이스 당 2 개의 로딩 로봇이 존재하지만, 테스트 시스템은 적절한 수의 로딩 로봇을 포함할 수 있다. 이 예에서, 로딩 로봇(48, 49)은 X 차원으로(및 여기에 기술된 바와 같은 장치에 대한 픽-앤-플레이스 동작을 수행하기 위해 Z 차원으로) 이동하도록 구성된다. 대조적으로, 이 예에서, 장치 셔틀은 Y 차원으로 이동하도록 제한된다. 이 예에서, 각각의 로딩 로봇(48, 49)은 상이한 각각의 트랙(54, 55)을 따라 이동하도록 구성된다(예를 들어, 도 8 참조). 로딩 로봇은 로딩 스테이지에 있을 때 장치를 테스트 캐리어(50, 51) 내외로 이동시키도록 제어 가능하다. 예를 들어, 각각의 로딩 로봇은 장치 캐리어와 테스트 캐리어의 소켓 사이에서 장치를 이동 시키도록 구성될 수 있다.

[0048] 도 22는 테스트 캐리어(56)의 예를 도시한다. 일부 구현예에서, SLT 소켓 및 전자 기기들은 테스트 캐리어에 집중되며, 이는 자체-포함(self-contained)되고, 휴대용이며, 제거 가능하다. 일부 구현예에서, 테스트 캐리어는 테스트 캐리어의 장치에 연결되도록 설정 가능한 전기 인터페이스를 포함한다. 예를 들어, 이 인터페이스는 다양한 상이한 전기 인터페이스에 연결되도록 구성될 수 있다. 도 22의 예에서, 테스트 캐리어(56)는 테스트 캐리어의 종방향 차원을 따라 배열된 2 개의 소켓(58, 59)을 포함한다. 2 개의 테스트 소켓이 도 22의 예에 도시되어 있지만, 테스트 캐리어의 다른 구현예는 2 개 이상의 소켓을 포함할 수도 있다. 각 테스트 소켓은 대응하는 장치를 유지한다.

[0049] 일부 구현예에서, 테스트 소켓은 장치 특정이다. 예를 들어, 테스트 소켓은 피시험 장치(DUT) 상의 대응하는 전기 접점에 상보적인 전기 접점을 포함할 수 있다. 여러가지 중에서도, 로딩 로봇은 테스트되지 않은 장치를 테스트 소켓에 놓고 테스트된 장치를 테스트 소켓에서 제거하도록 구성될 수 있다. 테스트 소켓은 테스트 캐리어 내에 상감(inlaid)되고, 피시험 장치를 제 위치로 안내하여 캐리어 소켓의 전기 접점과 피시험 장치의 전기 접점을 정렬할 수 있는 벽을 포함한다. 예를 들어, 전기 접점이 비교적 큰 일부 구현예에서, 로딩 로봇은 높은 수준의 정밀도를 요구하지 않을 수 있고, 테스트 소켓 벽은 캐리어 소켓 및 피시험 장치의 전기 접점이 정렬되도록 피시험 장치를 제 위치로 안내하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

[0050] 예를 들어, 전기 접점이 비교적 작은 일부 구현예에서, 장치를 테스트 소켓에 보다 정확하게 배치하는 것이 필요할 수도 있다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 로딩 로봇은 장치를 테스트 소켓에 배치할 때 마이크로미터(μm) 수준의 정밀도로 작동하도록 제어 가능할 수 있다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 로딩 로봇들은 1μm, 2μm, 3μm, 4μm, 5μm, 6μm, 7μm, 8μm, 9μm, 10μm 등의 정밀도로 작동하도록 제어될 수 있다. 즉, 일부 구현예에서, 로딩 로봇은 수 마이크로미터 이상의 크기로 목표 위치로부터 벗어나지 않도록 요구받을 수 있다. 일부 구현예에서, 로딩 스테이지 만이, 예를 들어, 마이크로미터 수준까지 높은 수준의 정밀도를 요구하는 로봇 및/또는 기계를 포함한다. 일부 구현예에서, 나머지 스테이지들은 로딩 스테이지보다 덜 정밀하게 동작할 수 있다. 일부 구현예에서 로딩 스테이지로 더 높은 정밀도를 격하시킴으로써, 시스템 비용과 복잡성이 포함될 수 있다.

[0051] 일부 구현예에서, 로딩 스테이지 위 및 아래에 위치한 카메라들을 사용하여 정밀도가 지원될 수 있다. 예를 들어, 로딩 스테이지 위의 카메라는 테스트 캐리어의 소켓에 있는 전기 접점의 이미지(61)(도 24)를 캡처할 수 있고, 로딩 스테이지 아래의 카메라는 피시험 장치의 상보적인 전기 접점의 이미지(60)(도 23)를 캡처할 수 있다. 이 이미지들은 이미지상의 전기 접점을 정렬할 수 있는 컴퓨팅 시스템에 제공될 수 있고, 테스트 소켓 내의 적절한 위치에 적절한 정밀도로 장치를 배치하도록 로딩 로봇을 제어할 수 있다. 배치 후, 테스트 소켓 내의 장치의 다른 이미지(62)를 캡처하고(도 25), 그 장치가 사전 정의된 그리드 패턴(64)에 정렬되는지 확인함으로써 정렬이 확인될 수 있다. 일부 구현예에서, 카메라는 테스트 소켓에 배치하기 전 및 테스트 소켓에 배치한 후에 장치의 이미지를 캡처하도록 구성되고 제어되는 룩업 카메라(적재 스테이지 아래) 및 룩 다운 카메라(로드 단계 위)를 포함한다. 테스트 시스템의 동작을 제어하는 컴퓨팅 시스템은 캡처된 이미지를 수신하고 장치의 사이드 솔더 패드 및 바닥 사이드 솔더 볼 사이의 오프셋을 계산하도록 프로그래밍될 수 있다. 컴퓨팅 시스템은 계산된 오프셋을 사용하여 로딩 로봇을 제어하여 장치를 테스트 소켓에 배치한 다음 소켓 캡을 장치 상에 배치할 수

있다. 일부 구현에서, 전술한 특징들은 장치를 테스트 소켓 내에 위치시키기 위해 장치 에지 정렬에만 의존하지 않고 로딩 스테이지가 장치 및 소켓 캡을 정확하게 위치시킬 수 있게 한다.

[0052] 일부 구현예에서, 제 1 카메라는 각각의 로딩 로봇 상에 장착되고 따라서 X 차원을 따라 이동될 수 있고, 제 1 카메라는 소켓들 위에 있으므로 소켓들에 초점을 맞출 수 있다. 일부 구현예에서, 제 2 카메라는 각각의 로딩 로봇 아래에 장착되고 진공 팁 상에 보유된 장치 아래에 이미지를 생성하기 위해 각각의 로봇의 진공 팁에 초점이 맞춰진다. 각 로딩 로봇의 위치는 X, Z 차원 및 피치(pitch), 요우(yaw) 및 롤(roll)로 조정 가능하다. 캐리어 셔틀은 Y-차원 조정을 제공하도록 제어 가능하다. 일부 구현예에서, 제 2 카메라는 고적 장착되는 반면에, 각각의 제 1 카메라는 설명된 바와 같이 로딩 로봇과 함께 이동 가능하다.

[0053] 테스트되지 않은 장치가 테스트 소켓 내에서 휴지 포지션에 도달한 후, 여러가지 중에서도 테스트 소켓 내의 전기 접점이 테스트 캐리어 내의 상보적인 전기 접점과 정합되게 하도록 장치에 압력을 가하기 위해, 테스트 소켓 위에 소켓 캡이 배치된다. 일부 구현예에서, 소켓 캡은 테스트 동안 장치에 의해 사용 가능한 실행 가능 명령들을 저장하는 메모리를 포함할 수 있다. 예를 들어, 실행 가능한 명령은 동작 명령, 및 테스트 루틴 등을 포함할 수 있다. 따라서, 소켓 캡은 또한 장치 및/또는 테스트 캐리어상의 상보적인 전기 접점과 정합하는 전기 접점을 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 소켓 캡은 다양한 전기적 연결을 구현하기 위해 장치에 약 35 파운드(lbs)의 힘을 가한다; 그러나 연결을 구현하기 위해 임의의 적절한 양의 힘이 가해질 수 있다. 일부 구현예에서, 본 명세서에 기술된 바와 같이, 소켓 캡은 압축 스프링을 통해 힘을 가하는 키네매틱 마운트(kinematic mount)일 수 있거나 키네매틱 마운트를 포함할 수 있다. 소켓 캡 및 그것의 로딩 로봇에 의한 테스트 소캣 내의 설치의 예시는 아래에 설명된다.

[0054] 도 1 내지 도 19를 다시 참조하면, 예시적인 로딩 로봇(48)은 순차적으로 동작을 수행하고, 일부 구현예에서는 빈 손으로는 동작하지 않는다. 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 테스트 캐리어는 삽입 스테이지(19) 및 로딩 스테이지(18) 사이에서 이동하는 캐리어 셔틀 상에 유지된다. 일부 구현예에서, 슬라이스 당 2 개의 캐리어 셔틀(73, 74)(예를 들어,도 6)이 존재하지만; 테스트 시스템은 2 개의 캐리어 셔틀과 함께 사용하도록 제한되지 않는다. 캐리어 셔틀은 트랙(65, 66)을 따라 Y 차원으로 각각 이동한다. 캐리어 셔틀은 삽입 스테이지(19)의 테스트 암과 로딩 스테이지(18)의 로딩 로봇(48, 49) 사이에서 테스트 캐리어를 운반하도록 구성된다. 도 40을 참조하면, 각 캐리어 셔틀은 테스트 캐리어를 수용하는 그것의 표면에 공기 포트(152)를 포함한다. 이 공기 포트는 포트를 통해 가압된 공기를 강제하여 테스트 캐리어를 적절한 시간에 띄우고, 포트를 통해 공기를 흡입하여 진공을 생성하고 테스트 캐리어를 적절한 시간에 제자리에 고정시킨다. 예를 들어, 공기 포트는 소켓 캡을 제거하는 동안 캐리어 셔틀의 포트를 통해 가압 공기를 강제하여 셔틀 내에 테스트 캐리어를 띄운다. 캐리어 셔틀은 포트를 통해 공기를 흡입하여, 테스트되지 않은 장치를 소켓에 배치하고 소켓 캡을 교체하기 위해 소켓 캡을 제거한 후 테스트 캐리어를 제자리에 고정시킨다.

[0055] 일부 구현예에서, 로딩 및 언로딩 동안, 각각의 로딩 로봇은 상이한 테스트 캐리어상에서 직경 방향으로 대향하는(예를 들어, 대각선으로 위치된) 테스트 소켓을 서비스한다. 예를 들어, 도 3에서, 로딩 로봇(49)은 테스트 캐리어(50)의 테스트 소켓(67)을 서비스하는 반면, 로딩 로봇(48)은 캐리어 테스트 캐리어(51)의 테스트 소켓(68)을 서비스한다. 테스트 슬롯을 서비스하는 것은 테스트 슬롯에 장치를 추가하는 것, 테스트 슬롯에서 장치를 제거하는 것, 테스트 소켓에 소켓 캡을 추가하는 것 및/또는 테스트 소켓으로부터 소캣 캡을 제거하는 것을 포함 하지만 이에 제한되지 않는, 테스트 슬롯과 관련하여 임의의 적절한 동작을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 상이한 로딩 로봇은 테스트 캐리어가 서비스하는 동작의 적어도 일부 동안 띄워져 있기 때문에 일부 구현예에서 상이한 테스트 캐리어 상의 직경방향으로-대향하는(예컨대, 대각선으로 위치한) 테스트 슬롯을 서비스한다. 예를 들어, 도 3에서, 테스트 캐리어(50 및 51)는 아래 설명된 이유로 적절한 시간에 띄워질 수 있다. 결과적으로, 테스트 캐리어(50)는 로딩 로봇(49)이 테스트 소켓(67)을 서비스할 때 흔들리면서(wobble) 이동할 수 있다. 이러한 움직임은 동일한 테스트 캐리어상의 다른 테스트 소켓(70)의 위치에 영향을 줄 수 있다. 일부 구현예에서, 동일한 테스트 캐리어를 동시간에 서비스하는 2 개의 상이한 로딩 로봇들에 의해 야기될 수 있는 에러를 피하기 위해, 컴퓨팅 시스템은 로봇들이 동시간에 동일한 테스트 캐리어를 서비스하지 않도록 로봇을 제어한다. 일부 구현예에서, 로봇들은 동시에 상이한 테스트 캐리어상의 상이한 테스트 소켓들을 서비스하기 위해 병렬로 동작하도록 제어된다. 예시적인 로딩 스테이지(18)의 기하학적 구조로 인해, 로딩 로봇은 상이한 테스트 캐리어 상의 직경 방향으로 대향하는(예를 들어, 대각선으로 위치한) 테스트 소켓을 서비스한다. 일부 구현예에서, 상이한 기하학적 구조를 갖는 테스트 시스템은 상이하게 배치된 테스트 소켓이 동시에 병렬로 서비스될 수 있게 한다.

[0056] 일부 구현예에서, 로딩 로봇은 순차적으로 동작들을 수행하고 빈손으로 동작하지 않는다. 언급한 바와 같이,

각각의 로딩 로봇은 피시험 장치를 테스트 캐리어 및 장치 셔틀 사이에서 이동 시키도록 구성되고 제어 가능하다. 예시적인 동작 시퀀스에서, 예를 들어 도 11에 도시된 바와 같이, 캐리어 셔틀(73)은 삽입 스테이지에서 로딩 스테이지로 이동한다. 캐리어 셔틀(73)은 그것의 테스트 소켓 내에 테스트된 장치를 갖는 테스트 캐리어(88)를 포함한다. 도 12 내지 16에 도시된 바와 같이, 로딩 로봇(48)은 테스트 소켓으로부터 테스트된 장치를 제거하고 테스트되지 않은 장치를 테스트 소켓에 배치하도록 테스트 소켓(89)을 서비스한다. 동작 순서는 다음을 포함한다. 적절한 경우, 특정 동작에 대한 세부 정보가 아래에 제공된다. 이 예에서, 각각의 로딩 로봇은 2 개의 피커 헤드를 포함한다. 그 중 하나는 장치를 제거하고 교체하기 위한 것이고 다른 하나는 소켓 캡을 제거하고 교체하기 위한 것이다. 캐리어 셔틀은 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 띄운다. 로딩 로봇(48)의 소켓 피커 헤드는 테스트 소켓의 소켓 캡(도 12에 도시되지 않음)에 고정되고, 테스트 캐리어가 가압 공기 상에 떠 있는 동안 소켓 캡을 제거한다. 이러한 플로팅(floating)은 테스트 소켓 내의 장치에 연결된 테스트 캐리어 내의 회로 보드가 손상될 가능성을 줄일 수 있다. 그 다음, 테스트 캐리어가 후속 작업을 위해 제자리에 유지됨을 보장하기 위해, 이 예에서 캐리어 셔틀 포트를 통해 공기가 흡입되어 테스트 캐리어를 제자리에 고정시키기 위해 진공을 생성한다.

[0057] 한편, 소켓 캡은 로딩 로봇의 소켓 픽커 헤드에 의해 그것이 테스트 소켓으로 교체될 때까지 고정된다. 소켓 피커 헤드가 여전히 소켓 캡을 잡고있는 동안, 동일한 로딩 로봇(48)의 장치 피커 헤드는 테스트 소켓(89)(예를 들어, 도 12 참조)에서 테스트된 장치를 제거하고 X 차원 및 Z 차원으로 이동하여 테스트된 장치를 장치 셔틀(31) 위에 놓는다. 장치 셔틀의 위치에서, 장치 피커 헤드는 테스트된 장치를 장치 셔틀의 빈 리셉터클로 언로드하고, 장치 피커 헤드는 장치 셔틀의 다른 리셉터클로부터 테스트되지 않은 장치를 픽업한다. 로딩 로봇은 테스트되지 않은 장치를 빈 테스트 소켓 위의 위치로 옮기고(도 13 및 14), 장치 피커 헤드는 테스트되지 않은 장치를 적절한 정밀도로 빈 테스트 소켓에 배치한다. 일부 구현예에서, 본 명세서에 설명된 바와 같이 로딩 스테이지 위 및 아래의 카메라로부터의 이미지들에 기초하여 배치가 컴퓨터 제어된다. 일부 구현예에서, 장치 피커 헤드는 테스트 소켓 내에 지정된 방향으로 장치를 배향시키기 위해 테스트 캐리어 내에 배치되기 전에 테스트되지 않은 장치를 회전 시키도록 구성된다.

[0058] 테스트되지 않은 장치가 테스트 소켓에 배치된 후 동일한 로딩 로봇의 소켓 피커 헤드는 소켓 캡(76)을 테스트 소켓 위에 배치한(도 15, 16 및 17). 소켓 캡, 장치 및 테스트 소켓의 전기 접점이 전기 연결을 생성하여 신호가 통과하도록하기 위해 아래에 설명된 압축 스프링을 사용하여 적절한 힘을 가한다. 로딩 로봇(48)에 의해 테스트 소켓(89)을 서비스 한 후에, 동일한 테스트 캐리어의 다른 테스트 소켓은 로딩 로봇(49)에 의해 서비스된다. 이 예에서, 동일한 테스트 캐리어의 두 테스트 소켓 모두 테스트되지 않은 장치를 포함한 후, 테스트 캐리어는 삽입 스테이지로 운반된다. 또한, 전술한 바와 같이, 테스트 캐리어로부터 테스트된 장치는 장치 셔틀에 의해 적절한 트레이에 배치하기 위해 운반 스테이지로 운반된다. 컴퓨팅 시스템은 테스트된 장치가 테스트를 통과했는지 또는 실패했는지를 추적하고, 본 명세서에 설명된 운반 로봇을 제어하여 각 장치를 적절한 트레이에 놓는다.

[0059] 설명한 바와 같이, 캐리어 셔틀은 테스트 스테이지를 로딩 스테이지로부터 삽입 스테이지로 이송하도록 구성되고 제어 가능하다. 일부 구현예에서, 삽입 스테이지는 로딩 스테이지보다 더 낮은 정밀도 스테이지이며, 삽입 스테이지는 로딩 스테이지보다 편차에 대한 더 높은 허용공차로 동작하도록 구성되고 제어된다. 즉, 로딩 스테이지는 단지 수 마이크로미터의 편차를 허용할 수 있지만, 삽입 스테이지는, 예를 들어 10 분의 1 밀리미터, 수 밀리미터 이상의 측면에서 편차를 허용할 수 있다. 이 예에서 삽입 스테이지의 역학은 설명한 이유로 편차에 대해 이러한 더 높은 허용공차를 지원한다.

[0060] 삽입 스테이지는 테스트 암(77, 78)을 포함하지만 이에 제한되지 않는다(예를 들어, 도 5 참조). 각각의 테스트 암(77, 78)은 캐리어 셔틀로부터 테스트 캐리어를 수용하고 테스트 캐리어를 테스트 랙(80)의 목표 테스트 슬롯에 삽입하도록 구성 및 제어 가능하다. 테스트 랙(80)은 수직으로 접근 가능한 테스트 슬롯을 포함하는 도 1 내지 도 20에 도시된 바와 같이 3 차원 구조이다. 일부 구현예에서, 테스트 랙은 테스트 캐리어에 대한 물리적 지원을 제공하고 테스트 캐리어 내의 장치와의 통신을 가능하게 하며 테스트 작업의 데이터 수집 및 제어를 구현한다. 일부 구현예에서, 테스트 랙은, 예를 들어, 에어 푸셔, 팬, 또는 다른 대류 또는 전도성 가열 및/또는 냉각 장치의 사용을 통해 테스트 캐리어 내의 장치의 열 테스트 특성을 제어하도록 구성된다.

[0061] 도 1 내지 20의 예에서, 슬라이스 당 2 개의 테스트 암(77, 78)이 도시되어 있으나; 테스트 시스템은 임의의 적절한 수의 테스트 암을 포함할 수 있다. 테스트 암은 테스트 캐리어를 테스트 랙 내의 테스트 슬롯에 삽입하고, 테스트 랙 내의 테스트 슬롯으로부터 테스트 캐리어를 추출 또는 제거하기 위해 모든 3 차원으로(X,

Y 및 Z, 본 명세서에 설명된 방식으로 회전 및 플립핑하는 것을 포함) 이동 가능하다.

[0062] 각 테스트 암은 2 개의 테스트 캐리어를 테스트 암의 각 면 또는 측면에 하나씩 동시에 보유하도록 구성되어 있다. 일부 구현예에서, 테스트 암(예를 들어, 77)의 각 측면은 테스트 캐리어를 수용, 유지 및 방출하기 위한 도 26의 그리퍼(80)와 같은 캐리어 홀딩 리셉터클을 포함한다. 이 예에서, 그리퍼는 스프링 장착되어 캐리어 셔틀로부터 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 수용하고 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를(동일하거나 다른) 캐리어 셔틀로 방출한다. 도 26의 예에서, 그리퍼(80)는 테스트 암에 가해지는 외부력 없이도 테스트 캐리어를 제위치에 고정시키기 위해 테스트 캐리어(84)의 측면 상의 각각의 홈과 맞물리도록 구성된 2 개의 스프링 장착 플랜지(81, 82)를 포함한다. 이 그리퍼는 플랜지를 확장하여 테스트 캐리어를 수용한 후 테스트 케리어를 유지하기 위한 위치로 제위치로 스냅백(snap back)하도록 구성된 스프링을 포함한다. 플랜지는 또한 테스트 캐리어를 하방하기 위해 펼쳐지도록 제어 가능하다. 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 캐리어 셔틀은 각각의 그리퍼의 개폐를 제어하도록 구성될 수 있다.

[0063] 테스트 랙(80)은 복수의 테스트 슬롯을 포함한다. 각 테스트 슬롯은 테스트 캐리어 상의 테스트 소켓 내의 장치를 테스트하고 테스트 결과를 테스트 시스템을 제어하는 컴퓨팅 시스템에 다시 보고하도록 구성 및 제어 가능할 수 있다. 컴퓨팅 시스템은 본 명세서에 기술된 바와 같이 어느 장치가 테스트를 통과했는지, 어느 장치가 테스트에 실패했는지를 추적하고 그에 따라 장치를 분류한다. 테스트 랙 내의 테스트 슬롯은 테스트 암에 의해 서비스된다. 일부 구현예에서, 테스트 동안, 테스트 슬롯들이 테스트 캐리어들이 슬롯에서 교환되는 짧은 시간을 제외하고는 테스트 슬롯은 항상 점유된 상태를 유지한다. 예를 들어, 테스트 암은 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 유지하고 테스트 슬롯에 도착하고, 테스트 슬롯에서 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 추출하고, 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 다른 테스트 캐리어가 추출된 동일한 테스트 슬롯으로 삽입할 수 있다. 따라서, 테스트 캐리어의 제거 및 삽입 사이의 시간을 제외하고, 테스트 슬롯은 계속 채워져 있다. 테스트 랙 내의 각 테스트 슬롯은 테스트 처리량을 향상시키기 위해 이러한 방식으로 서비스될 수 있다. 테스트 캐리어를 삽입하고 추출하는 방법의 예는 다음과 같다.

[0064] 예시적인 동작에서, 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어는 테스트 슬롯으로부터 추출되어 테스트 암의 한 측면 상의 제 1 그리퍼에 유지된다. 이 때, 테스트 암은 또한 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 테스트 암의 반대 측면 상의 제 2 그리퍼에서 유지한다. 테스트 캐리어를 유지하는 테스트 암의 적어도 일부는 테스트 슬롯으로 삽입하기 위해 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 위치시키기 위해 현재 개방된 테스트 슬롯 앞에 있는 동안(예컨대, 약 180°) 회전한다. 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어는 본 명세서에서 푸셔(아래에서 더 자세히 설명 됨)라고 칭하는 공기 제어식 암을 사용하여 테스트 슬롯으로 밀어 넣어지고, 제 2 그리퍼를 빈 상태로 남겨두고 새 테스트 캐리어를 받도록 준비된다.

[0065] 그 다음, 테스트 암은 캐리어 셔틀로부터 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 픽업하고, 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를(동일한 또는 상이한) 캐리어 셔틀 상에 배치하기 위해 이동한다(예컨대, 플리핑 및 회전한다). 이 예에서, 테스트 캐리어는 도 17 및 18과 관련하여 설명한 바와 같이 회전(예를 들어, 약 180°) 및 플리핑한다. 회전은 테스트 암의 종방향 축을 중심으로 하며 플리핑은 X 차원의 회전을 포함한다. 이러한 이동의 결과로, 빈 제 2 그리퍼는 캐리어 셔틀로부터 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 픽업할 수 있는 위치에 있다. 따라서, 제 2 그리퍼는 캐리어 셔틀로부터 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 픽업하도록 제어된다. 그 다음, 테스트 암은 캐리어 셔틀 상에 배치하기 위해 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 위치조절하기 위해 캐리어 셔틀 위 또는 그 부근의 한 지점에서 그것의 종방향 축을 따라 회전한다. 테스트 캐리어를 유지하는 제 1 그리퍼가 개방되어, 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어는 캐리어 셔틀 상에 놓이게 된다. 그 후, 캐리어 셔틀은 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 로딩 스테이지로 운반한다.

[0066] 따라서, 이때, 제 1 그리퍼는 비어 있고 제 2 그리퍼는 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 보유한다. 따라서, 테스트 암은 회전하고 플립핑하여, 다른 테스트 슬롯을 서비스하기 위해 테스트 암을 위치조절한다. 테스트 암은 또한 서비스될 목표 테스트 슬롯 앞에서 자신을 위치조절하기 위해 수직으로 이동할 수 있다. 이러한 회전 및 플리핑은 테스트 암을 캐리어 셔틀 위로 위치조절하기 위해 수행되는 회전 및 플리핑과는 반대이다. 따라서, 테스트 암은 목표 테스트 슬롯으로부터 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 추출하거나 수용하도록 위치조절된다. 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어는 그 전에 비어 있는 제 1 그리퍼에 수용된다. 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 받은 후, 그 테스트 암은 회전하여 테스트되지 않은 장치를 포함하는 제 2 그리퍼 내의 테스트 캐리어를 동일한 테스트 슬롯으로 삽입할 위치로 테스트 캐리어를 위치조절한다. 그 후, 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어는 그 테스트 슬롯으로 푸시되고, 전술한 동

작은 슬롯별로 반복된다.

[0067] 언급한 바와 같이, 테스트 랙 내의 각각의 테스트 슬롯에 액세스하기 위해 테스트 암은 X 및 Y 차원과 직교하는 Z 차원으로 이동하도록 구성된다. 이를 위해, 각각의 테스트 암(77, 78)은 대응하는 트랙(84, 85)(예를 들어, 도 18 참조) 상에 장착될 수 있고, Z-차원 이동 뿐만 아니라 회전 및 플립핑 동작을 구현하는 데 필요한 X-차원 Y-차원을 이동을 구현하도록 로봇식으로 제어될 수 있다. 이 예에서 Z 차원은 X 및 Y 차원과는 상이한 평면에 있다. 일부 구현예에서, 각각의 테스트 암은 X 방향으로, 예를 들어, 테스트 랙을 가로 질러, 또는 Y 방향으로(테스트 랙 안팎으로) 이동하도록 구성될 수 있다.

[0068] 테스트 스테이지는 테스트 랙 및 그 내부의 슬롯을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 앞서 설명한 바와 같이, 테스트 랙(80)은 테스트 캐리어 내의 장치에 대한 테스트 동작을 구현하기 위한 전자 기기를 포함한다. 일부 구현예에서, 테스트 스테이지는 로딩 스테이지보다 더 낮은 정밀도 스테이지이며, 테스트 스테이지는 로딩 스테이지 보다 편차에 대한 더 높은 허용공차로 동작하도록 구성된다. 즉, 로딩 스테이지는 단지 수 마이크로미터의 편차를 허용할 수 있지만, 삽입 스테이지는, 예를 들어, 10 분의 1 밀리미터, 수 밀리미터 또는 그 이상의 관점에서 편차를 허용할 수 있다. 이 예에서, 테스트 스테이지와 삽입 스테이지의 기계들은 이러한 높은 허용공차를 지원한다. 예를 들어, 아래 설명한 바와 같이, 삽입 스테이지는 테스트 캐리어를 그리퍼를 통해 테스트 슬롯으로 밀어 넣거나 테스트 캐리어를 시험 슬롯으로부터 그리퍼로 끌어 당기는 푸싱 메커니즘 또는 푸셔를 포함할 수 있다.

[0069] 일부 구현예에서, 푸셔는 오직 하나의 자유도를 따라 테스트 캐리어를 정확하게 밀고 당길 수 있고, 동시에 테스트 캐리어가 다른 5 자유도로 비교적 느슨한 방식으로 이동하는 것을 가능하게 한다. 경우에 따라, 이 구성은 테스트 캐리어를 테스트 랙에 로딩하기 위한 비전 시스템 및 정밀 로봇의 필요성을 줄이거나 없앨 수 있다. 예를 들어, 푸셔는 테스트 캐리어를 한 차원(예를 들어, Y 차원)으로 밀거나 당길 수 있으며, 이 예에서는 엄격한 서보 제어를 포함하지 않는다. 푸셔는 다른 차원으로의 테스트 캐리어의 다른 이동을 허용하므로 테스트 캐리어가 흔들릴 수 있다. 그러나,이 테스트 캐리어의 흔들림은 테스트 시스템 설계에서 고려되고 해결된다. 예를 들어, 각 테스트 슬롯은 테스트 캐리어를 테스트 슬롯으로 퍼널링하기 위한 가이드로서 구성된 벽을 포함하여, 테스트 캐리어가 결국 테스트 캐리어 상의 전기 접점이 테스트 캐리어 내의 상보적인 전기 접점과 정합할 수 있는 휴지 포지션에 도달하게 한다. 이 가이드는 삽입 과정이 정밀하게 구현되지 않더라도 테스트 캐리어가 휴지 포지션에 도달할 수 있도록 한다. 따라서, 일부 구현예에서, 1 차원으로 밀고 비교적 큰 허용공차로 작동하는 테스트 캐리어 내에서 가이드를 사용함으로써, 테스트 시스템은 덜 정밀한 로봇을 사용하여 테스트 처리량 및 속도를 유지하면서 비용을 제어할 수 있다. 일부 구현예에서, 1 자유도로 작동하는 푸셔 및 테스트 슬롯 내의 테스트 캐리어를 지향하도록 구성된 가이드를 사용하면, 캐리어의 후면에서 전기 연결을 비교적 정확하게 정렬하는 작업을 수행하기 위한 저비용의 자동화 솔루션을 구현할 수 있게 된다. 일부 구현예에서, 테스트 슬롯 및 테스트 캐리어는 플라스틱으로 제조될 수 있다. 일부 구현예에서, 플라스틱은 저비용일 수 있다.

[0070] 후속 설명은 I/O 스테이지에서, 테스트를 거쳐, I/O 스테이지로 되돌아가는 도 1 내지 19의 예시적인 시스템을 통한 장치들을 따른다.

[0071] 도 1에서, 테스트되지 않은 장치는 장치 셔틀(31)을 통해 운반 스테이지에서 로딩 스테이지로 이동되었다. 로딩 스테이지에서, 로딩 로봇(48)은 장치를 테스트 캐리어(50)에 로딩한다. 도 2에서, 장치 셔틀(31)은 운반 스테이지로 다시 이동한다. 도 3에서, 다른 장치는 운반 로봇(30)에 의해 픽업되어 장치 셔틀(31)로 이동된다. 도 4에서, 장치 셔틀(31)은 다른 장치를 운반 스테이지에서 로딩 스테이지로 운반한다. 도 5에서, 소켓 캡은 소켓(70) 내의 장치에 고정된다. 로딩 스테이지 위 및 아래에 있는 카메라는 테스트 캐리어에 배치하기 전후의 장치 이미지를 캡처하고 테스트 시스템을 제어하는 컴퓨팅 시스템은 마이크로미터 수준의 정밀도로 로딩 로봇을 제어하여 장치와 소켓 캡을 적절한 정밀도로 배치한다. 본 명세서에 기술한 바와 같이, 이 시점에서, 테스트 캐리어는 흡입에 의해 생성된 진공을 사용하여 캐리어 셔틀(73) 상에 제자리에 유지된다.

[0072] 테스트 캐리어(50)의 두 소켓 모두에 테스트될 장치가 로딩된 후, 소켓 캐리어는 도 6에 도시된 바와 같이 캐리어 셔틀(73)에 의해 삽입 스테이지로 운반된다. 거기서, 진공이 해제되어, 테스트 캐리어(50)가 도 7 및 8에 도시된 바와 같이 테스트 암(77)의 그리퍼에 의해 픽업 가능하게 된다. 도 7 및 도 8의 예에서, 테스트 암(77)은 그리퍼(예를 들어, 도 26의 그리퍼(80))가 테스트 캐리어(50)와 맞물릴 수 있게 하고 테스트 캐리어를 이동시키기 위해 제자리로 이동한다.

[0073] 도 9에 도시된 바와 같이, 테스트 암(77)은 그 종방향 축을 따라 회전하여 도 10에 도시된 바와 같이 캐리어 셔틀(65) 상에 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어(88)를 배치시킨다. 따라서, 테스트 랙(80)으로의 이동을

위해 테스트 암(77)의 다른 그리퍼는 비어있다. 테스트 암(77)은 테스트 랙의 슬롯 앞의 위치로 이동하여 슬롯으로부터 테스트 캐리어를 추출하고, 테스트되지 않은 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 테스트 슬롯에 삽입한다. 도 11 내지 13에 도시된 바와 같이, 테스트 암의 이동은 테스트 암(77)이 슬롯(90)의 전방에 위치되어 슬롯으로부터 테스트(93) 캐리어를 제거하도록, 테스트 캐리어를 유지하는 테스트 암의 일부를 종방향 축을 따라 회전시키는 것, 및 테스트 암을 플리핑하는 것(예를 들어, 테스트 암을 X 축을 따라 약 180° 회전시키는 것)을 포함한다. 도 13 및 14에 도시된 바와 같이, 테스트 암(77)은 테스트 캐리어(93)에 연결하기 위해 푸셔(94)를 연장시키고, 테스트 암(77)을 테스트 암(77)의 그리퍼 내로 끌어 당기도록 푸셔(94)를 후퇴시킨다.

[0074] 도 13 내지 16의 포지션에서, 테스트 암은 테스트 슬롯(90)으로부터 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어(93)를 추출하고, 도 15에 도시된 바와 같이 추출에 이어 회전한다. 이 회전은 도 16에 도시된 바와 같이 푸셔(94)를 통해 슬롯(90)을 삽입하기 위해 테스트 캐리어(50)를 위치조절한다. 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어(93)는 이 시점에 슬롯 위에 있다. 그 후, 테스트 캐리어(50) 내의 장치의 테스트는 테스트 슬롯에서 수행된다. 한편, 도 17 내지 도 19에 도시된 바와 같이, 테스트 암(77)은 캐리어 셔틀에 대해 스스로 위치조절하기 위해 플리핑 및 회전한다.

[0075] 보다 구체적으로, 테스트 슬롯 내로의 새로운 테스트 캐리어의 추출 및 후속 삽입 후, 테스트 캐리어(93)를 유지하는 테스트 암(77)의 일부분은 캐리어 셔틀로부터 새로운 테스트 캐리어를 픽업하기 위해 그것의 빈 그리퍼를 위치조절하기 위해 종방향 축을 따라 회전하고 플리핑한다(예컨대, X-축을 따라 회전한다). 그 다음, 캐리어 셔틀로부터 새로운 테스트 캐리어를 픽업 한 후, 테스트 암은 제자리에서 회전하여 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 캐리어 셔틀 상에 배치한다.

[0076] 로딩 스테이지에서, 테스트된 장치는 테스트 캐리어(88)와 같은 테스트 캐리어로부터 제거되어 장치 셔틀(31) 상에 배치된다. 예시적인 구현예에서, 캐리어 셔틀 내의 포트는 외부로 공기를 강제하여 캐리어 셔틀이 장치 캐리어 상에 떠 있게 만든다. 테스트 캐리어가 가압 공기 상에 떠 있는 동안, 로딩 로봇의 소켓 피커 헤드는 장치 위에 소켓 캡을 결합시키고 본 명세서에 설명된 바와 같이 소켓 캡을 제거한다. 그 다음, 소켓 캡은 본 명세서에 기술된 바와 같이 테스트 캐리어 상에 후속 배치를 위해 소켓 피커 헤드에 의해 유지된다. 이 시점에, 캐리어의 포트는 공기를 흡입하여 테스트 캐리어를 제자리에 고정시키는 진공을 생성한다. 로딩 로봇의 장치 피커 헤드는 테스트 소켓으로부터 테스트된 장치를 제거한다. 설명한 바와 같이, 진공 흡입은 장치 피커 헤드에 의해 이동 중에 장치를 픽업하고 유지하기 위해 사용될 수 있고, 기계적 파지 메커니즘은 장치 피커 헤드에 의해 이동 중에 장치를 픽업하고 유지하기 위해 사용될 수 있고, 진공 흡입과 하나 이상의 기계적 요소의 조합이 장치 피커 헤드에 의해 이동 중에 장치를 픽업하고 유지하기 위해 사용될 수 있다. 어느 경우든, 장치 피커 헤드는 테스트된 장치를 장치 셔틀의 빈 리셉터클로 이동시킨다. 테스트 시스템의 동작을 제어하는 컴퓨팅 시스템은 장치 셔틀의 어느 리셉터클이 비어 있는지를 추적하고 그에 따라 로딩 로봇을 제어할 수 있다.

[0077] 일부 구현예에서, 모든 테스트되지 않은 장치가 장치 셔틀에서 제거되고 테스트된 장치가 장치 셔틀의 리셉터클에 배치된 후, 테스트 시스템의 작동을 제어하는 컴퓨팅 시스템은 장치 셔틀을 제어하여 로딩 스테이지로부터 운반 스테이지로 이동시킨다. 운반 스테이지에서, 운반 로봇(30)은 장치 셔틀로부터 테스트된 장치를 제거하고, 장치가 테스트를 통과했는지 또는 테스트를 통과하지 못했는지에 기초하여 장치를 적절한 트레이에 놓는다. 설명한 바와 같이, 운반 스테이지에서 하나 이상의 카메라는 테스트된 장치의 배치를 위해 트레이 내의 개방 셀을 추적한다. 트레이가 가득 차거나 적어도 부분적으로 가득 차면 테스트된 장치를 포함하는 트레이가 피더로 다시 이동될 수 있다.

[0078] 도 27을 참조하면, 일부 구현예에서, 소켓 캡(100)은 압축 스프링을 통해 소켓 내 장치에 힘을 가하는 키네마틱 마운트일 수 있거나, 키네마틱 마운트를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, 키네마틱 마운트는 소켓 캡의 상부에 내장되고, 키네마틱 마운트의 도킹 동안 테스트 캐리어를 띄우기 위해 에어-플로트 베어링이 채용된다. 일부 구현예에서, 키네마틱 마운트는 소켓과 소켓 캡을 정확하게 정렬하기 위한 순수한 기계적 메커니즘이다. 일부 구현예에서, 키네마틱 마운트와의 정렬 후 테스트 캐리어로부터 장치를 로딩 및 언로딩하는 동안 흡입(예컨대, 척(chuck))하여 테스트 캐리어를 고정시키기 위해 동일한 에어 베어링 내에 진공 시스템이 사용된다. 일부 구현예에서, 설명한 바와 같이, 테스트 캐리어는 2 개의 테스트 소켓을 포함하고, 별도의 소켓 캡이 각 테스트 소켓에 부착될 수 있다. 일부 구현예에서, 소켓 캡은 연결(또는 래칭) 프로세스 동안 떠 있어, 소켓 캡을 소켓에 연결하는 동작이 소켓 캡의 정밀 배치 동안 장치 위치를 방해하지 않도록 한다. 이와 관련하여, 툴링 볼은 임의의 높이로 낮아질 수 있고, 이어서 툴링 볼이 소켓 캡을 소켓 캡 액추에이터에 정렬시킬 수 있도록 테스트 캐리어가 위로 띄워질 수 있다. 일부 구현예에서, 이러한 플로팅은 소켓 캡에, 그리고 이어서 테스트 캐리어 내의 회로 기판에 과도한 하향 힘이 가해져 테스트 캐리어 내의 회로 보드 내에서 구리 추적의 미세 변형 파괴

를 야기하는 것을 테스트 캐리어에서의 수직 공차가 방지할 수 있음을 보장한다. 일부 구현예에서, 일단 테스트 캐리어가 고유 한 위치에 정렬되면, 이 위치는 플로팅 메커니즘에 부압을 가함으로써(예를 들어, 공기를 흡입하여 진공을 생성함으로써) 유지되어, 테스트 캐리어가 캐리어 셔틀의 베이스에 고정되게 한다.

[0079] 설명한 바와 같이, 소켓 캡은 테스트 캐리어의 소켓 내에 있는 장치에 접촉하고, 압력에 응답하여 그 장치가 테스트 캐리어 및 / 또는 소켓 캡 내의 전기 연결부에 전기적으로 연결되도록 구성된다. 본 명세서에 기술된 바와 같이 소켓 캡이 압력을 가할 수 있도록 소켓 캡과 맞물리도록 액추에이터가 소켓 캡에 대해 이동 가능할 수 있다. 아래에 도 32와 관련하여 설명한 바와 같이, 액추에이터는 키 요소 및 툴링 볼을 포함할 수 있다. 도 28 내지 도 31을 참조하면, 소켓 캡(100)은 툴링 볼과 맞물 리도록 구성되고 배열된 홈(101, 102, 103)을 갖는 상부 플레이트(99)를 포함한다. 상부 플레이트는 키 요소가 적절한 배향에 있을 때 키 요소가 구멍을 통과할 수 있도록 키 요소에 상보적인 형상을 갖는 구멍(98)을 포함한다.

[0080] 도 29 및 도 31을 참조하면, 예시적인 소켓 캡은 또한 키 요소에 의해 맞물릴 수 있는 중앙 플런저(104)를 포함한다. 중앙 플런저(104)는 탑 플레이트를 통과 한 키 요소를 수용하기 위한 구멍을 포함한다. 도 29 및 도 32를 참조하면, 키 요소 및 플런저 구멍은 키 요소가 적절한 방향에 있을 때 키 요소가 플런저 구멍을 통과할 수 있도록 상보적인 형상(97)을 갖는다. 키 요소는 플런저 구멍 내에서 회전하여 플런저 내의 노치와 맞물리도록 회전하도록 구성된다. 즉, 플런저 구멍 내에서 회전될 때, 키 요소는 구멍 밖으로 미끄러질 수 없고, 오히려 플런저에 연결되어 플런저가 상방의 힘에 반응하여 움직이게 만든다. 소켓 캡은 또한 액추에이터에 의해 제어되는 압축 스프링(106)을 포함한다.

[0081] 도 32를 참조하면, 액추에이터(107)는 회전 가능한 키 요소(109), 키 요소에 대해 배열된 툴링 볼(110, 111, 112); 및 툴링 볼이 고정되는 블록(114)을 포함한다. 키 요소는 블록을 통해 그리고 툴링 볼에 대해 이동 가능하다. 도 30 및 도 31을 참조하면, 액추에이터(107)는 플런저(104) 내부의 키 요소를 이동시키고 플런저(104) 내부의 키 요소를 회전시키도록 제어 가능하다. 한편, 툴링 볼은 도 30 및 31에 도시된 바와 같이 홈과 맞물린다. 그 다음, 이 예에서, 액추에이터는 툴링 볼을 홈에 대해 하방으로 밀고 플런저(104)와 함께 키 요소를 상방으로 당길수 있도록 제어된다. 이것은 소켓 캡 내의 압축 스프링(106)이 압축되게 한다. 이러한 방식으로 압축 스프링이 압축되면, 소켓 캡은 상당한 힘을 가하지 않고도 소켓 내의 장치 위에 정확하게 위치될 수 있다. 소켓 캡이 제 위치에 놓이면, 압축 스프링을 해방하여 적절한 힘이 가해질 수 있다.

[0082] 이와 관련하여, 액추에이터는 로딩 로봇의 소켓 피커 헤드의 일부일 수 있다. 소켓 피커 헤드는 소켓 캡을 테스트되지 않은 장치를 포함하는 소켓 위에 놓는다. 소켓 캡은 소켓 캡을 테스트 소켓 내에 제 위치에 물리적으로 유지하는 플랜지(118, 119)를 포함한다. 플랜지를 통해 소켓에 소켓 캡을 물리적으로 연결한 후, 액추에이터는 해방되어 압축 스프링이 해방되어 화살표(120) 방향으로 하방으로 힘을 가하게 만든다(도 29). 이 힘은 소켓 캡 내의 테스트 캐리어, 장치 및 / 또는 메모리 사이에 연결을 만들기에 충분하다. 예를 들어, 도 28 및 도 29에 도시된 바와 같이, 소켓 캡은, 예를 들어, 인터포저(124)를 통해 테스트될 장치의 상면 상의 상보적인 핀에 연결되는 핀을 포함하는 메모리 스택(122)을 포함한다. 스프링의 압축력은 이러한 핀들을 장치에 연결하고 장치상의 핀을 테스트 캐리어 상에 있고 테스트될 장치 아래에 위치하는 회로 기판 상의 상보적인 핀들에 연결할 수 있게 해준다.

[0083] 설명한 바와 같이, 일부 구현예에서, 테스트 암은 테스트 슬롯 내로 연장하여 테스트 캐리어를 밀도록 구성되는 푸셔를 포함한다. 일부 구현예에서, 푸셔는 단지 하나의 차원(예를 들어, Y 차원)으로 이동하고, 단지 하나의 자유도로 테스트 캐리어를 테스트 슬롯으로 푸시한다. 결과적으로, 장치가 테스트 슬롯으로 이동하는 동안, 테스트 캐리어는 다른 자유도로 흔들릴 수 있다. 그러나, 테스트 캐리어가 직접 테스트 슬롯 내에 또는 깔때기 내에서 테스트 슬롯, 벽 또는 가이드와 맞물리면, 테스트 캐리어는 테스트 슬롯 내에서 휴지 포지션이 된다. 푸셔에 의해 가해지는 힘은(테스트 슬롯 내의 장치로의 전기 경로의 일부인) 테스트 캐리어 상의 전기 접점이 테스트 슬롯 내의 상보적인 전기 접점에 연결되게 만든다. 장치의 테스트는 이들 전기 경로를 따라, 그리고 슬롯 내에 있는 하나 이상의 컨트롤러로부터 테스트 컴퓨팅 시스템으로 신호를 전송함으로써 수행될 수 있다.

[0084] 도 33 및 34는 예시적인 테스트 암(77)상의 푸셔의 예시적인 구현예를 도시한다. 푸셔(125)는 테스트 캐리어를 테스트 슬롯에 로드하거나 테스트 슬롯으로부터 테스트 캐리어를 추출하기 위해 테스트 캐리어와 맞물리는 히치(hitch) 또는 헤드(126)를 포함한다. 일부 구현예에서, 이 헤드는 테스트 캐리어와의 최소한의 기계적 맞물림을 적용하여 그것을 단일 평면에서만 고정시켜, 테스트 슬롯으로부터의 로드 및 언로드되는 동안 캐리어가 자유롭게 떠 있는 것을 가능하게 한다. 이와 관련하여, 도 34는 테스트 암(77)의 그리퍼(80)에 유지된 테스트 캐리어(122)의 일부를 도시한다. 이 예에서 그리퍼(160)는 비어있다. 이와 관련하여, 테스트 캐리어를 유지하기

위한 그리퍼를 포함하는 테스트 암의 일부는 테스트 슬롯 내로 삽입하기 위해 시험 캐리어를 포함하는 그리퍼 및 비어 있는 그리퍼 중 하나와 푸셔를 정렬시키기 위해(예를 들어, 종방향 축을 따라 약 180°) 회전하도록 구성된다.

[0085] 푸셔(125)가 테스트 캐리어를 포함하는 그리퍼에 정렬될 때, 일부 구현예에서, 푸셔는 1 차원(예를 들어, Y 차원)으로 이동하고, 테스트 캐리어를 단지 1 자유 도로 테스트 슬롯으로 강제하도록 구성된다. 전술한 바와 같이, 그리퍼는 테스트 캐리어(56)의 홈(128)과 같은 테스트 캐리어의 측면 내의 홈과 맞물린다(예를 들어, 도 22 참조). 이 홈은 그루브는 가해진 힘에 응답하여 Y 차원으로의 테스트 캐리어의 이동을 가능하게 한다. 따라서, 다른 차원 또는 자유도로의 이동을 억제하면서, 그리퍼는 여전히 푸셔가 테스트 캐리어를 그리퍼로부터 테스트 슬롯으로 강제하는 것을 가능하게 한다. 전술한 바와 같이, 테스트 슬롯 내의 벽 또는 가이드는 테스트 캐리어를 테스트 슬롯 내에서 휴지 포지션이 되게 안내하거나 퍼널링한다. 따라서, 테스트 캐리어는 다른 자유도로 흔들릴 수 있지만, 이 흔들림은 테스트 슬롯 내의 가이드에 의해 완화되며, 슬롯으로의 테스트 캐리어의 삽입 또는 테스트 슬롯과 테스트 캐리어 사이의 정확한 전기적 연결을 방해하지 않는다.

[0086] 도 33 및도 34를 다시 참조하면, 푸셔(125)는 트랙(130)에 기계적으로 연결되고 트랙(130)을 통해 Y 차원으로 이동하도록 구성된다. 그리퍼의 길이의 전부 또는 일부를 따라 도 33 및 34에 도시된 완전히 수축된 위치로부터 헤드(126)가 테스트 슬롯의 방향으로 요소(134)와 만나는 완전히 연장된 위치(예를 들어, 도 2 및 13에 도시된 푸셔(94))까지 이동할 수 있고, 또는 요소(134)를 지나 이동할 수도 있다. 완전히 연장된 위치에서, 푸셔는 테스트 슬롯에 테스트될 장치를 포함하는 테스트 캐리어의 삽입을 완료했거나, 또는 이미 테스트 슬롯에 있는 테스트된 장치를 포함하는 테스트 캐리어를 추출할 준비가 되어 있다.

[0087] 도 33, 34 및 35에 도시된 바와 같이, 푸셔는 푸셔가 적어도 부분적으로 또는 완전히 연장된 때 요소(134)와 맞물리도록 하나 이상의 스프링(137a, 137b)을 포함하는 종단(termination) 블록(136a, 136b)을 포함한다. 예를 들어, 푸셔가 연장됨에 따라, 푸셔의 일부는 스프링(136a, 136b)이 요소(134)와 맞물릴 때까지 트랙(130)을 따라 이동한다. 스프링은 푸셔가 완전히 또는 적어도 부분적으로 연장된 때 요소(134)에 대해 가압되어 푸셔의 종료 속도를 제어한다. 또한, 후술하는 바와 같이, 푸셔(125)는 공압식으로 제어된다. 일부 구현예에서, 푸셔의 모든 운동 방향은 밸브를 통과하는 공기를 통해 생성되며; 따라서, 푸셔를 연장하기 위한 밸브와 푸셔를 수축시키기 위한 별도의 밸브가 존재하는데, 단 래치 해제 액추에이터는 내부 스프링에 의해 후퇴하므로 연장을 제어하는 하나의 밸브만 가진다. 이 예에서, 푸셔는 그것을 제어하는 밸브가 2 개의 선택 가능한 공기압력을 공급받기 때문에 스프링(136a, 136b) 상에서 정지한다. 푸셔를 연장하기 위해 하나의 저압이 선택되지만, 이 압력은 스프링을 압축시키기에는 너무 낮다. 스프링이 압축될 필요가 있다면, 이 저압은 고압으로 전환되고, 스프링은 압축되며, 푸셔의 이동의 마지막 부분이 테스트 랙을 향하여 발생한다.

[0088] 도 33 및 34에 도시된 바와 같이, 푸셔는 테스트 캐리어상의 부재와 맞물려 캐리어를 푸시하거나 테스트 슬롯으로부터 테스트 캐리어를 추출하도록 구성된 헤드(126)를 포함한다. 테스트 슬롯 내에 테스트 캐리어를 체결하기 위해, 푸셔를 포함한 테스트 암은 헤드를 테스트 캐리어 상의 상보적인 커넥터와 맞물리게 하기 위해 Z-차원으로(일부 구현예에서, 테스트 랙에 대해 하방 및 상방으로) 이동하도록 구성된다. 도 36 및 37은 테스트 슬롯에 배치된 테스트 캐리어(141) 상의 이러한 상보 적 커넥터(140)의 일례를 도시한다. 일부 구현예에서, 테스트 캐리어는 테스트 슬롯 내에 기계적으로 유지된다. 테스트 캐리어 상의 릴리스 버튼은 사용된 때(예컨대, 눌러진 때) 테스트 캐리어를 테스트 슬롯으로부터 추출할 수 있다.

[0089] 도 36 및도 37을 참조하면, 푸셔는 테스트 캐리어가 테스트 랙으로부터 추출될 수 있도록 릴리스 버튼을 작동시키도록 제어 가능한 더 작은 공기 제어식 익스텐더(143a, 143b)를 포함한다. 공기 제어식 익스텐더는 푸셔(125)가 연장되고 공기 제어식 익스텐더(143a, 143b)가 작동될 때 공기 제어식 익스텐더가 릴리스 버튼을 작동시켜 테스트 랙 내에 테스트 캐리어를 유지하는 기계를 해방시키도록, 릴리스 버튼(144a, 144b)에 대해 상보적인 위치에 배치된다. 이 동작 후에, 푸셔(125)는 수축하고, 테스트 암 상의 그리퍼(160)와 같은 빈 그리퍼로 테스트 캐리어를 끌어당긴다.

[0090] 공기 제어식 익스텐더는 공압 시스템을 사용하여 제어될 수 있다. 일부 구현예에서, 공기 제어식 익스텐더를 작동시키는데 사용되는 공기는 푸셔(125)가 연장될 때만 공급된다. 도 26, 38 및 39를 참조하면, 커넥터(144)는 요소(134)에 근접하여 위치된다. 푸셔(125)가 트랙(130)을 통해 연장된 위치(예를 들어, 완전히 연장된 위치)로 이동함에 따라, 커넥터(144)는 푸셔와 함께 이동하는 공기 공급 포트(145)와 체결된다. 공기 공급 포트는 압축 공기 공급을 유도하는 공기 호스에 이어진 리드를 포함한다. 일부 구현예에서, 이 구성의 목적은 이동하는 또는 휘어지는 케이블 또는 튜브가 적거나 없는 비교적 매우 밀집된 공간에서 운동 축을 달성하는 것이다.

푸셔가 완전 연장에 도달하면, 공기 공급 포트(145)는 커넥터(144)와 정합된다. 그 다음, 이러한 정합을 통해, 공기 제어식 익스텐더에 공기가 제공될 수 있으며, 이는 익스텐더가 테스트 캐리어 상에 위치한 릴리스 버튼을 가동 및 작동시키게 만든다. 도 26 및 38의 예에서, 공기 제어식 익스텐더로 제어하기 위한 단일 커넥터(144) 및 공기 공급 포트(145)가 존재한다. 그러나, 일부 구현예에서, 예를 들어, 종단 블록의 각 측면에 하나씩과 같이, 2 이상의 커넥터 및 공기 공급 포트가 존재할 수도 있다. 전술 한 구성은 장점을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 푸셔가 연장될 때만 공기 공급기를 연결함으로써, 테스트 암이 회전하고 플립핑할 때 테스트 암의 길이를 따라 에어 호스가 움직일 필요가 없다. 결과적으로 호스가 찢어지거나 분리됨으로 인한 오작동 변경이 줄어든다.

[0091] 앞서 언급한 바와 같이, 일부 구현예에서, 푸셔는 공압 시스템을 사용하여 제어된다. 공기는 회전식 와인딩에 고정된 공기 호스를 통해 푸셔에 도달한다. 이와 관련하여, 일부 종래의 케이블 관리 시스템은 X 축 및 Z 축을 따라 추가 공간을 필요로 하므로 슬라이스의 풋 프린트를 증가시킨다. 그러나, 도 39에 도시된 바와 같이, 예시적인 에어 호스(150)는 테스트 암이 테스트 스테이지와 로딩 스테이지 사이에서 이동(예를 들어, 회전 및 플립핑)함에 따라 증가 또는 감소하는 반경을 갖는 나선형 형태로 감길 수 있다. 예를 들어, 테스트 암이 테스트 랙을 향하면 나선형으로 감긴 호스가 느슨하게 감겨 반경이 더 커질 수 있다. 예를 들어, 테스트 암이 로딩 스테이지를 향할 때 나선형으로 감긴 호스가 더 단단히 감겨 반경이 더 작아 질 수 있다. 예시적인 시스템은 이러한 유형의 와인딩으로 제한되지 않으며; 시스템의 풋 프린트, 시스템의 크기 또는 시스템의 기하학적 구조를 줄이기 위해 적절한 유형의 나선형 또는 회전식 와인딩이 사용될 수 있다.

[0092] 일부 구현예에서, 개별 에어 호스는 리본 케이블과 같이 상호 연결된다. 일부 구현예에서, 개별 에어 호스는 분리되어 있다. 일부 구현예에서, 각각의 에어 호스는 에어 호스를 통해 종 방향으로 뻗은 하나 이상의 전기 케이블(예를 들어, 하나 이상의 권선형 케이블)을 포함한다. 전기 케이블은 그들의 동작을 제어하기 위해 테스트 암과 같은 테스트 시스템의 구성 요소로 신호를 보내고 받을 수 있다. 전기 케이블이 공기 호스 내에 있으므로, 전기 케이블은 또한 회전식 호스를 포함하는 나선형 또는 회전식 와인딩의 일부이다. 따라서, 전기 케이블에 의해 차지되는 공간의 양도 감소될 수 있다. 일부 구현예에서, 튜브는 다중 채널 튜브 리본이며, 일부 채널은 압축 공기를 전달하는 데 사용되며, 다른 채널은 어셈블리의 정적 측면과 동적 측면(또는 시스템의 고정 부분과 회전 부분) 사이에 전기적 신호를 전달할 목적의 고-가요성 케이블을 라우팅하는데 사용된다.

[0093] 도 39를 참조하면, 테스트 암(77)은 2 개의 그리퍼(80 및 160)를 포함하는 것으로 도시되어있다. 이 예에서, 각각의 그리퍼는 스프링이 장착되어 있고 테스트 캐리어를 체결 또는 해방시키기 위해 펼쳐져 열리도록 또는 테스트 캐리어를 유지하기 위해 닫히도록 구성된 2개의 플랜지(예컨대, 81, 82(도 26))를 포함하는 버터 플라이 구성을 갖는다. 일부 구현예에서, 그리퍼는 열리거나 닫히기 위해(예를 들어, 플랜지를 펼치거나 닫기 위해) 전기적으로 전력을 공급받지 않는다. 대신에, 일부 구현예에서,이 기능은 캐리어 셔틀에서 제공된다. 예를 들어, 도 39에 도시된 바와 같이, 플랜지의 단부는 각각 구멍(161a, 161b, 161c, 161d)을 포함한다. 로딩 스테이지에 위치한 때, 그리퍼 내의 구멍과 짝을 이루는, 캐리어 셔틀 상의 또는 캐리어 셔트에 연결된 상보적인 포트는 전기적 신호 또는 공압에 응답하여 바깥쪽으로 연장되며, 이는 그리퍼가 이전에 잡고있었던 테스트 캐리어를 그리퍼가 놓게 만든다. 설명한 바와 같이, 테스트 캐리어는 추가 처리를 위해 캐리어 셔틀 상에 배치될 수 있다. 그리퍼를 개폐하기 위한 포스트는 전기적으로 또는 공압식으로 작동될 수 있다.

[0094] 일부 구현예에서, 운반 로봇은 다양한 트레이 상의 장치들을 픽업, 유지 및 배치하기 위해 그리고 병렬 경로상의 장치 셔틀 내의 장치들을 픽업, 유지 및 배치하기 위해 교정될 수 있다. 운반 로봇의 예시적인 구현예는 XY 평면이라 불리는, 바닥에 평행한 평면을 포함하는 3 개의 직교 축으로 이동하도록 구성된 8 개의 픽-앤-플레이스 액추에이터를 포함한다. 이 액추에이터는 Z 차원을 따라 위아래로 움직일 수도 있다(도 1의 범례 참조). 예시적인 교정 프로세스는 XY 평면에서의 교정을 포함한다. 운반 로봇의 예시적인 구현예에서, 8 개의 픽-앤-플레이스 액추에이터는 그 자체가(이 예에서는 X 및 Y 차원의) 2 자유도를 갖는 갠트리 시스템(H 바) 상에 장착된 헤드 상에 장착된다. API(application programming interface)는 호출 프로그램이 운반 로봇의 헤드에게 X와 Y 차원 모두로 지정된 거리(예컨대, 밀리미터 또는 서브 밀리미터 단위)를 이동하도록 지시하는 것을 가능하게 한다. 허용 가능한 오차 범위 내에서 헤드의 움직임이 반복될 수 있다. 그러나, 갠트리 자체의 조립 및 설계로 인해 발생하는 부정확성으로 인해, 헤드가 X 및 / 또는 Y 차원으로 이동하는 실제 거리는 수용 가능한 한도(예컨대, 밀리미터 이하 수준) 내에서 정확하지 않을 수 있고, 헤드의 시작 및 끝 위치에 따라 달라질 수도 있다. 또한, 각각의 개별 트레이 피더는 갠트리 시스템에 대해 충분히 정확하게 배치되지 않을 수 있다. 트레이는 완벽한 사각형이 아닐 수도 있다. 이러한 모든 오류 원인은 3 개의 피더 중 어느 하나로부터 트레이 내의 의 셀 위치에 대해 또는 운반 로봇에 의해 서비스되는 장치 셔틀의 리셉터클(다른 유형의 셀)에 대하여 정확하

게 픽앤 플레이스 액추에이터를 위치 조절하는 것을 어렵게 만든다.

[0095] 일부 구현예에서, 본 명세서에 설명된 예시적인 교정 프로세스는 직교(예를 들어, XY) 축으로 이동하기 위한 자유도함 함께 로봇 헤드에 장착된 픽 앤 플레이스 액추에이터 세트에 대하여 트레이의 형상 및 위치를 학습하기 위해 기계적 및 실행 가능한 툴 및 절차를 이용한다. 일부 구현예에서, 교정 프로세스는 픽 앤 플레이스 액추에이터가 움직이는 축과 목표 트레이 자체 상에서 측정된 거리 사이의 균일한 관계를 요구하지 않는다. 일부 구현예에서, 교정 프로세스는 픽-앤-플레이스 액추에이터에 의해 처리되는 장치의 치수들과 무관하다. 일부 구현예에서, 교정 프로세스는 각각의 피더로부터 각각의 트레이 내에 포함될 수 있는 장치의 수량과 무관하다.

[0096] 도 41을 참조하면, 예시적인 교정 프로세스(200)는 운반 로봇에 의해 인지되는 셀들의 배열의 기하학적 구조를 판정하는 단계(201)를 포함한다. 예를 들어, 전술 한 것과 같은 부정확성으로 인해, 운반 로봇은 실제와는 다르게 배열의 기하학적 구조를 인지할 수 있다. 결과적으로, 교정이 없으면 운반 로봇은 장치를 잘못된 셀에 넣을 수 있다. 예를 들어, 도 42에 도시된 바와 같이, 셀의 트레이는 실제 기하학적 구조(210)를 가질 수 있으나; 로봇은 도 43의 기하학적 구조(211)와 같은 상이한 기하학적 구조를 갖는 것으로 셀의 트레이를 인지할 수 있다. 이러한 예에서, 트레이의 로봇에 의한 인지는 트레이상의 상이한 셀의 좌표를 로봇이 잘못 식별하는 것을 포함한다.

[0097] 교정 프로세스를 수행하는 컴퓨터 시스템은 실제 기하학적 구조(210)의 형상 및 좌표를 메모리에 저장한다. 교정을 수행하는 컴퓨터 시스템은 또한 인지된 기하학적 구조(211)의 형상 및 좌표를 메모리에 저장한다. 일부 구현예에서, 트레이와 같은 셀들의 배열의 인지된 기하학적 구조는 교정 전에 판정된다. 예를 들어, 일부 구현예에서, 트레이와 동일한 기하학적 구조를 갖는 교정 장치가 인지된 기하학적 구조를 판정하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 44에 도시된 바와 같이, 교정 장치(212)는 4 개와 같은 미리 정의된 개수의 구멍(213a, 213b, 213c, 213d)(스케일링되지 않음)을 포함한다. 운반 로봇이 장치를 인지하는 방법을 결정하기 위해, 기술자는 운반 로봇을 각 구멍으로 수동으로 이동하고 동일한 픽 앤 플레이스 액추에이터를 사용하여 액추에이터를 각 구멍에 삽입할 수 있다. 컴퓨터 시스템은 각 구멍에서의 좌표를 기록하고, 도 43의 인지된 기하학적 구조(211)를 구성한다. 실제 기하학적 구조와 인지된 기하학적 구조 간의 불일치는 로봇 내 오류 또는 위에서 설명한 다른 오류로 인한 것일 수 있다. 이 인지된 기하학적 구조는 교정 장치와 동일한 치수를 갖는 각 트레이에 사용된다. 또한, 도 44의 교정 장치에는 4 개의 구멍만이 도시되어 있지만, 인지된 기하학적 구조를 판정하기 위해 임의의 적절한 수의 구멍이 사용될 수 있다.

[0098] 실제 기하학적 구조(210)를 인지된 기하학적 구조(211)와 비교함으로써, 이 예에서 인지된 기하학적 구조는 실제 기하학적 구조의 왜곡된 버전이라는 것이 명백하다. 이 예에서, 인지된 기하학적 구조는 불규칙하게 늘어나고 왜곡되지만, 다른 로봇은 동일한 기하학적 구조를 다르게 인지할 수 있으며 반드시 도 43에 도시된 방식일 필요는 없다. 교정 프로세스는 트레이 또는 셔틀의 각 셀에 대해, 실제 기하학적 구조에서 셀의 예상(예를 들어, 실제) 위치와 인지된 기하학적 구조에서의 셀의 인지된 위치 사이의 오프셋을 식별한다. 이 오프셋은 X 차원 및 Y 차원 오차 값을 포함할 수 있다. 이러한 X 차원 및 Y 차원 오차 값은 로봇이 실제 위치에 도달하기 위해 인지된 위치의 좌표 값에 추가될 수 있다.

[0099] 다시 도 41을 참조하면, 교정 프로세스(200)는 트레이와 같은 셀의 배열 중에서 목표 셀의 예상 위치를 판정하는 단계(202)를 포함한다. 언급한 바와 같이, 트레이의 실제 기하학적 구조는 메모리에 저장된다. 따라서, 컴퓨터 시스템은 저장된 기하학적 구조에 기초하여 특정 셀의 예상 위치를 식별할 수 있다. 예를 들어, 저장된 기하학적 구조는 셀이 규칙적인 직사각형 그리드 패턴으로 배열되어 있음을 나타낼 수 있고, 이 규칙적인 그리드 패턴은 N 개의 행과 M 개의 열의 셀들을 포함하고, 셀들은 행과 열에 의해 식별되고, 행과 열에 대한 대응하는 좌표가 저장된다. 이 정보를 알면, 컴퓨터 시스템은 액세스될 셀에 기초하여 목표 셀의 예상 위치를 판정할 수 있다. 예상되는 위치는 목표 셀 내의 중앙 또는 다른 사전 결정된 위치일 수 있고, 중앙 또는 사전 결정된 위치에 대해 교정이 수행될 수 있다. 이것은, 일부 예에서, 픽-앤-플레이스 액추에이터가 중앙 또는 사전 결정된 위치에 있는 장치와 접촉할 가능성을 높이기 위해 수행된다. 일부 예에서, 에지 또는 다른 비선호 위치로부터 장치를 들어올리는 것은 그것의 셔틀 상의 또는 트레이로의 배치에 나쁜 영향을 줄 수 있으며, 이는 셀 내의 중심 또는 다른 사전 결정된 위치에 대해 교정이 수행될 수 있는 이유이다.

[0100] 교정 프로세스(200)는 로봇에 의해 인지되는 셀 배열의 기하학적 구조에 기초한 예상된 위치로부터의 오프셋을 판정한다(203). 일부 구현예에서, 오프셋을 판정하는 것은 실제 기하학적 구조와 인지된 기하학적 구조 간의 제 1 차원(예컨대, X 차원)의 차이를 기초로 제 1 차원 오차를 계산하는 것; 및 실제 기하학적 구조와 인지된 기하학적 구조 간의 제 2 차원(예컨대, Y 차원)의 차이를 기초로 제 2 차원 오차를 계산하는 것을 포함하지만,

이에 제한되는 것은 아니다. 오프셋은 제 1 차원 오차와 제 2 차원 오차의 조합을 포함하고, 로봇이 셀의 예상된 위치에 도달할 수 있도록 로봇의 인지된 셀 위치의 좌표와 결합될 수 있다.

[0101] 도 45는 예시적인 구현예에서 X 차원 오차 및 Y 차원 오차가 어떻게 판정되는지를 개념적으로 도시한다. 도 45는 셀 배열의 실제 기하학적 구조(210) 및 실제 기하학적 구조 내의 목표 셀의 실제(또는 예상된) 위치(214)를 도시한다. 도 45는 또한 실제 기하학적 구조(210) 상에 오버레이된 셀들의 배열의 기하학적 구조(211) 및 인지된 기하학적 구조 내의 목표 셀의 인지된 위치(215)를 도시한다. 언급된 바와 같이, 인지된 위치는, 교정 없이, 운반 로봇이 실제(예상된) 위치(214)로 향하는 장치를 전달할 위치이다. 이 예에서, 특정 로봇에 대한 각 실제 위치/인지된 위치 쌍에 대해 보정이 수행된다.

[0102] 따라서, X 차원 오차를 얻기 위해, 컴퓨터 시스템은 실제 위치(214)를 통해 수평선(216)을 시뮬레이션한다. 도 45에 도시된 바와 같이, 거리 d_1 및 d_2는 X 차원에서의 실제 위치와 인지된 기하학적 구조(211)의 에지 사이에서 판정된다. 수평 라인(216)을 따른 실제 기하학적 구조(210)의 에지 및 거리 d_1 및 d_2간의 차이는 X 차원에서의 오차 e_1, e_2를 구성한다. X 차원에서의 총 오차는 e_1과 e_2의 합이며, 둘 중 하나는 인지된 기하학적 구조의 에지가 살제 기하학적 구조의 에지의 내부에 속하는지 벗어나는지에 기초하여 양의 값 또는 음의 값이 할당된다. 이 예에서, Y 차원 오차를 구하기 위해, 컴퓨터 시스템은 실제 위치(214)를 통해 수직선(217)을 시뮬레이션한다. 도 45에 도시된 바와 같이, 거리 d_3 및 d_4는 Y 차원에서의 실제 위치와 인지된 기하학적 구조(211)의 에지 사이에서 판정된다. 수직선(217)을 따른 실제 기하학적 구조(210)의 에지 및 거리 d_3 및 d_4 간의 차이는 Y 차원에서의 오차 e_3, e_4를 구성한다. Y 차원의 총 오차는 e_3 및 e_4의 합이며, 둘 중 하나는 인지된 기하학적 구조의 에지가 살제 기하학적 구조의 에지의 내부에 속하는지 벗어나는지에 기초하여 양의 값 또는 음의 값이 할당된다.

[0103] X 차원 및 Y 차원에서의 오차의 조합은 오프셋을 구성한다. 운반 로봇은 오프셋에 기초하여 교정될 수 있다(204). 예를 들어, 운반 로봇이 목표 셀로 이동하도록 제어되는 경우, 컴퓨터 시스템은 운반 로봇이 실제/예상된 위치에 있는 목표 셀로 이동하고 목표 셀에 도달할 수 있게 하기 위해 운반 로봇에 의해 인지된 목표 셀의 좌표를 오프셋(예컨대, X 및 Y 차원에서의 오차)과 결합하도록 프로그램된다. 예를 들어, X 차원에서의 오차는 인지된 위치의 X 좌표에 가산되거나 감산될 수 있고, Y 차원에서의 오차는 인지된 위치의 Y 좌표에 가산되거나 감산될 수 있다. 일부 구현예에서, 가중 인자들 또는 곱셈기는 X 및 / 또는 Y 차원에서의 오차에 적용될 수 있다. 일부 구현에서, 운반 로봇은 밀리미터 미만의 정밀도로 교정된다. 예를 들어, 운반 로봇은 적어도 0.1 밀리미터의 정확도로 교정될 수 있다. 예를 들어, 운반 로봇은 운반 로봇이 그것의 예상된 위치로부터 0.1밀리미터 이하의 위치에 있는 셀 내로 장치를 위치조절하도록 교정 및 제어될 수 있다.

[0104] 일부 구현예에서, 운반 로봇은 복수의, 예컨대, 앞서 언급한 바와 같이 8개의 픽-앤-플레이스 액추에이터를 포함한다. 전술한 오프셋은 복수의 픽-앤-플레이스 액추에이터 중 지정된 하나의 액추에이터과 관지하여 판정될 수 있다. 운반 로봇을 교정하는 것은 지정된 헤드와 상이한 복수의 헤드 중 제 2 헤드를 교정하는 것을 포함할 수 있다. 제 2 헤드는 상기 오프셋 및 지정된 헤드와 제 2 헤드 사이의 위치 차이에 대응하는 제 2 오프셋 모두에 기초하여 교정될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템은 운반 로봇상의 헤드들 사이의 거리를 알 수 있다. 오프셋은 지정된 헤드와 관련지어 판정될 수 있다. 제 2 헤드의 위치를 판정할 때 제 2 헤드(예를 들어, 인접한 헤드) 및 지정된 헤드 사이의 거리를 반영하는 추가 오프셋이 적용될 수도 있다. 예를 들어, X 차원 오차 및 Y 차원 오차를 추가하는 것 외에도, 지정된 헤드 이외의 헤드에 대한 교정을 수행할 때, 인지된 좌표에 추가적인 X 및/또는 Y 차원 오프셋이 적용될 수 있다.

[0105] 교정 프로세스(200)가 운반 로봇과 관련하여 설명되었지만, 예시적인 교정 프로세스는 임의의 적절한 로봇 또는 시스템과 함께 사용될 수 있다.

[0106] 본 명세서에 설명된 예시적인 시스템은 하드웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합을 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 시스템에 의해 구현 및/또는 제어될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 기술된 것과 같은 시스템은 자동화된 요소의 동작을 제어하기 위해 시스템의 다양한 지점에 위치하는 다양한 제어기 및/또는 프로세싱 장치를 포함할 수 있다. 중앙 컴퓨터는 다양한 컨트롤러 또는 프로세싱 장치 간의 동작을 조정할 수 있다. 중앙 컴퓨터, 컨트롤러 및 프로세싱 장치는 다양한 자동화 요소의 제어 및 조정을 수행하기 위해 다양한 소프트웨어 루틴을 실행할 수 있다.

[0107] 본 명세서에 서술된 예시적인 시스템들은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 프로덕트, 예컨대, 하나 이상의 데이터

프로세싱 장치, 예컨대, 프로그래밍 가능한 프로세서, 컴퓨터, 복수 컴퓨터, 및/또는 프로그래밍 가능한 로직 컴포넌트에 의해 실행되고, 그 동작을 제어하기 위해, 하나 이상의 비일시적 기계 판독 가능 매체와 같은, 하나 이상의 정보 캐리어에 실재적으로(tangibly) 내장된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 사용하여, 적어도 부분적으로 제어될 수 있다.

[0108] 컴퓨터 프로그램은 컴파일 또는 해석된 언어를 포함하여, 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있으며, 독립형 프로그램 또는 모듈, 구성요소, 서브 루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 다른 장치를 포함하여, 임의의 형태로 배포될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 한 컴퓨터 또는 한 사이트의 여러 컴퓨터에서 실행되거나 여러 사이트에 분산되어 네트워크로 상호 연결되어 배포될 수도 있다.

[0109] 테스트의 전부 또는 일부를 구현하는 것과 관련된 동작은 본 명세서에 기술된 기능을 수행하기 위해 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행하는 하나 이상의 프로그램 가능 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 테스트의 전부 또는 일부는 특수 목적 논리 회로, 예를 들어 FPGA(field programmable gate array) 및 / 또는 ASIC(application-specific integrated circuit)을 사용하여 구현될 수 있다.

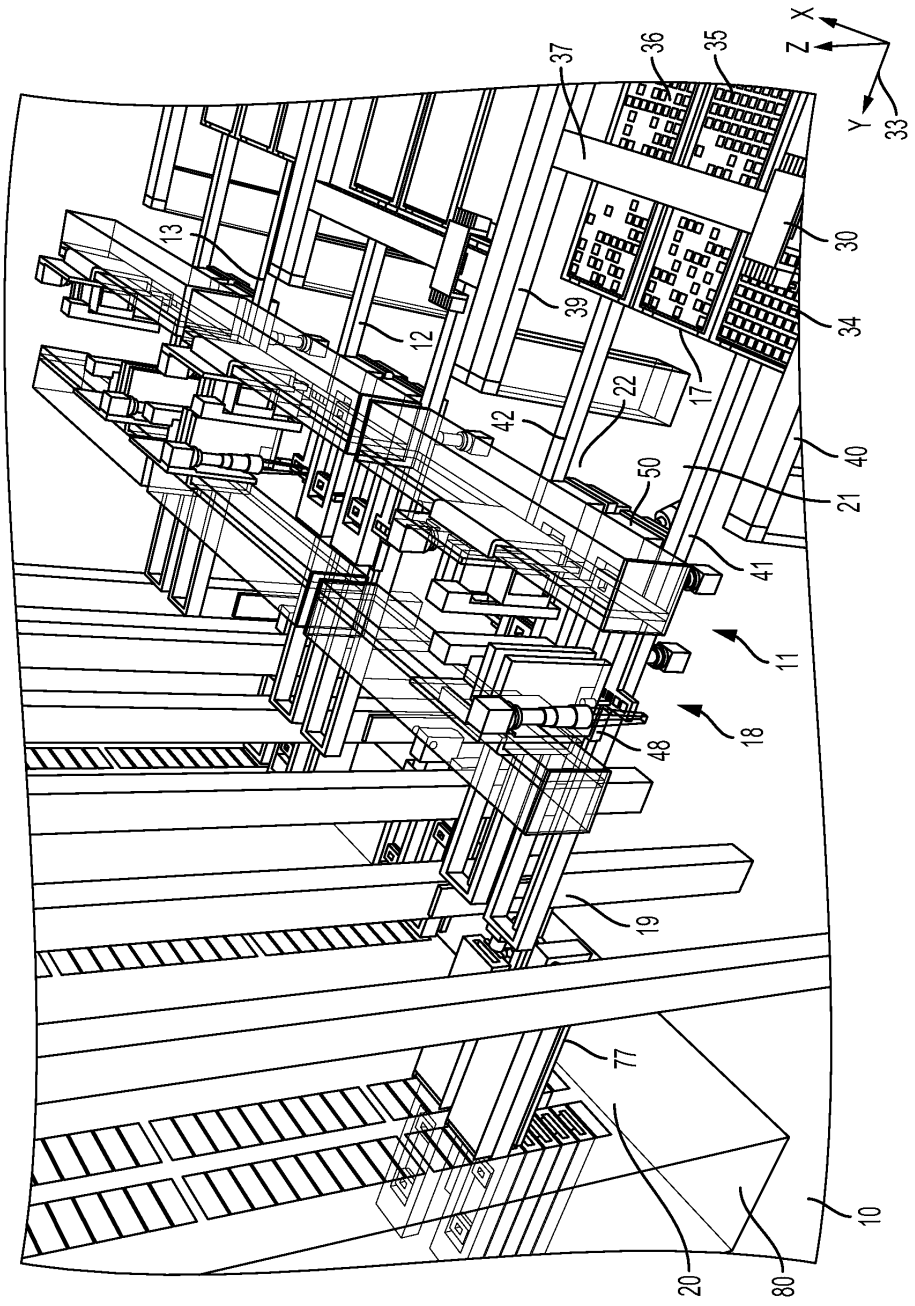
[0110] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적합한 프로세서는 예로서 범용 마이크로 프로세서 및 특수 목적 마이크로 프로세서, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 저장 영역 또는 랜덤 액세스 저장 영역 또는 이 둘 모두로부터 명령 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터(서버 포함)의 요소들은 명령을 실행하기 위한 하나 이상의 프로세서 및 명령 및 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 저장 영역 장치를 포함한다. 일반적으로, 컴퓨터는 또한 하나 이상의 기계 판독 가능 저장 매체, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크 또는 광 디스크와 같은 데이터를 저장하기 위한 대용량 저장 장치로부터 데이터를 수신 또는 저장 장치로 데이터를 송신 또는 송수신하기 위해 저장 장치를 포함하거나 저장 장치에 동작적을 연결될 것이다. 컴퓨터 프로그램 명령 및 데이터를 구현하기에 적합한 기계 판독 가능한 저장 매체는, 예를 들어, EPROM, EEPROM 및 플래시 저장 영역 장치와 같은 반도체 저장 영역 장치; 자기 디스크, 예를 들어, 내부 하드 디스크 또는 제거 가능 디스크; 자기-광 디스크; 및 CD-ROM 및 DVD-ROM 디스크를 포함하는 모든 형태의 비 휘발성 저장 영역을 포함한다.

[0111] 본 명세서에 사용된 임의의 "전기 연결"은 개재 구성 요소를 포함하거나 포함하지 않지만 직접 연결된 신호를 연결된 구성 요소 사이에 흐르게 하는 직접 물리적 연결 또는 유선 또는 무선 연결을 의미할 수 있다. 달리 언급되지 않는 한, 신호가 흐를 수 있게 하는 전기 회로를 포함하는 모든 "연결"은 전기적 연결이며, "전기"라는 단어가 "연결"을 수정하는 데 사용되는지 여부에 관계없이 반드시 직접 물리적 연결인 것은 아니다.

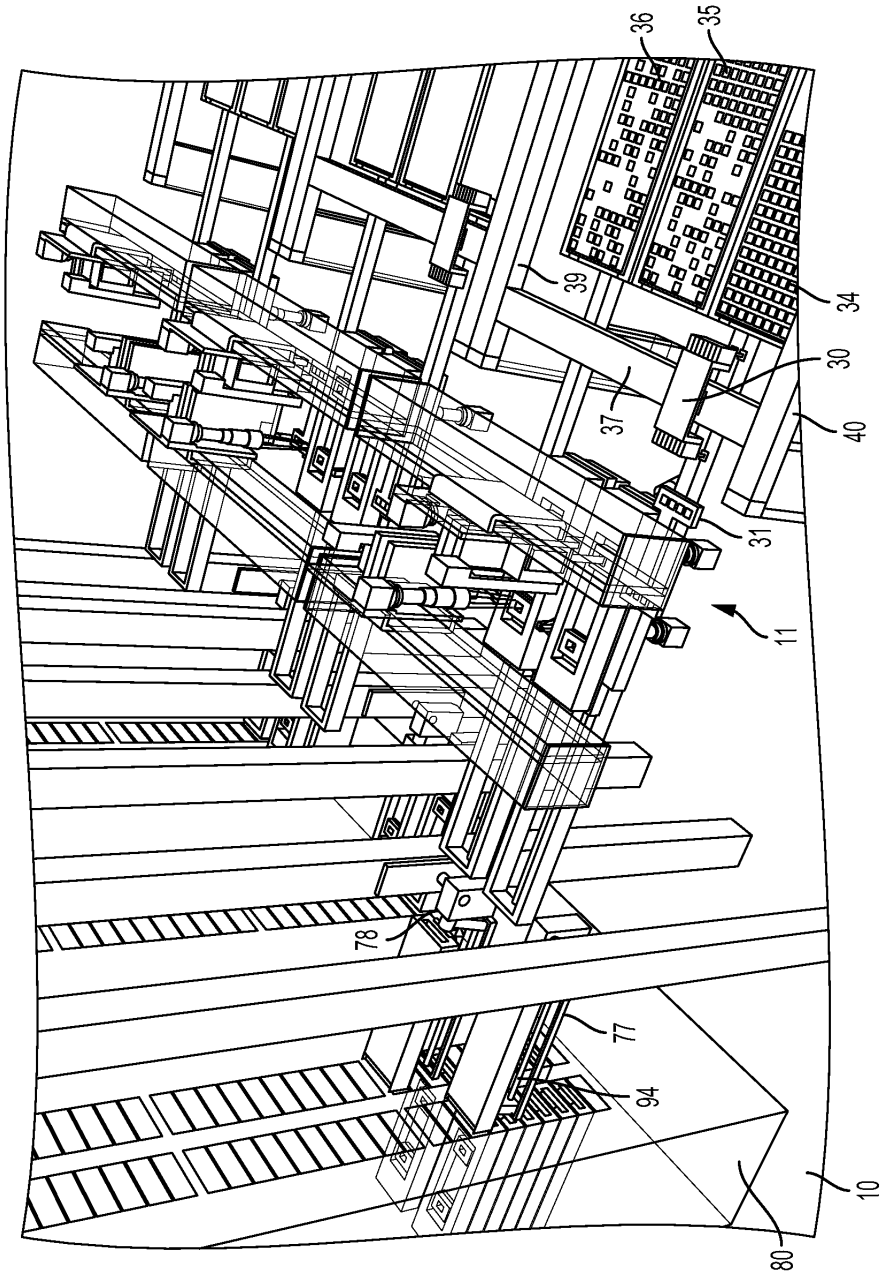
[0112] 본 명세서에 설명된 상이한 구현예의 요소들은 앞서 구체적으로 설명되지 않은 다른 실시예를 형성하기 위해 조합될 수 있다. 요소들은 그들의 동작에 나쁜 영향을 미치지 않으면서 본 명세서에 설명된 구조에서 제외될 수 있다. 또한, 다양한 개별 요소들이 하나 이상의 개별 요소로 결합되어 본 명세서에 기술된 기능들을 수행할 수 있다.

도면

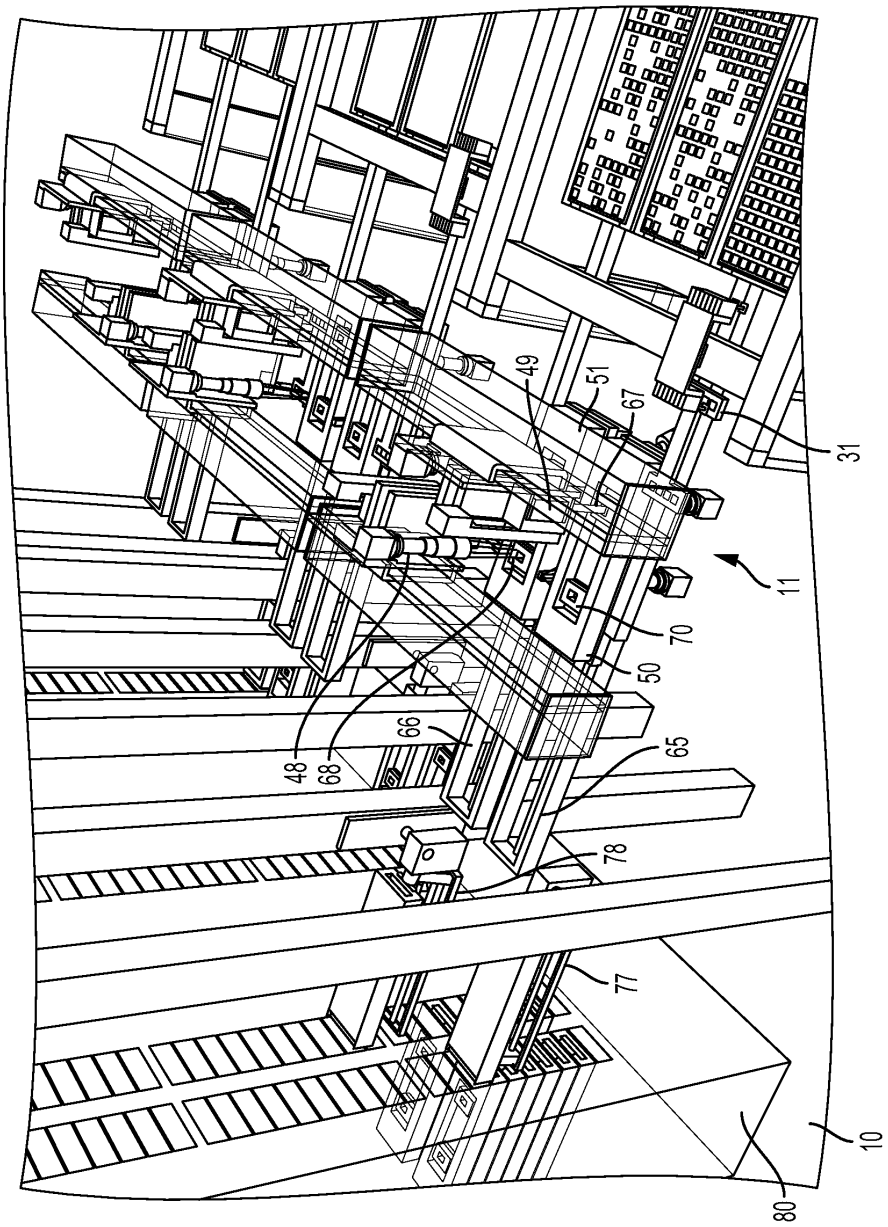
도면1


Z
X
Y
33
37
36
35
30
34
13
12
39
17
22
42
40
50
21
41
11
18
48
19
77
10
20
80

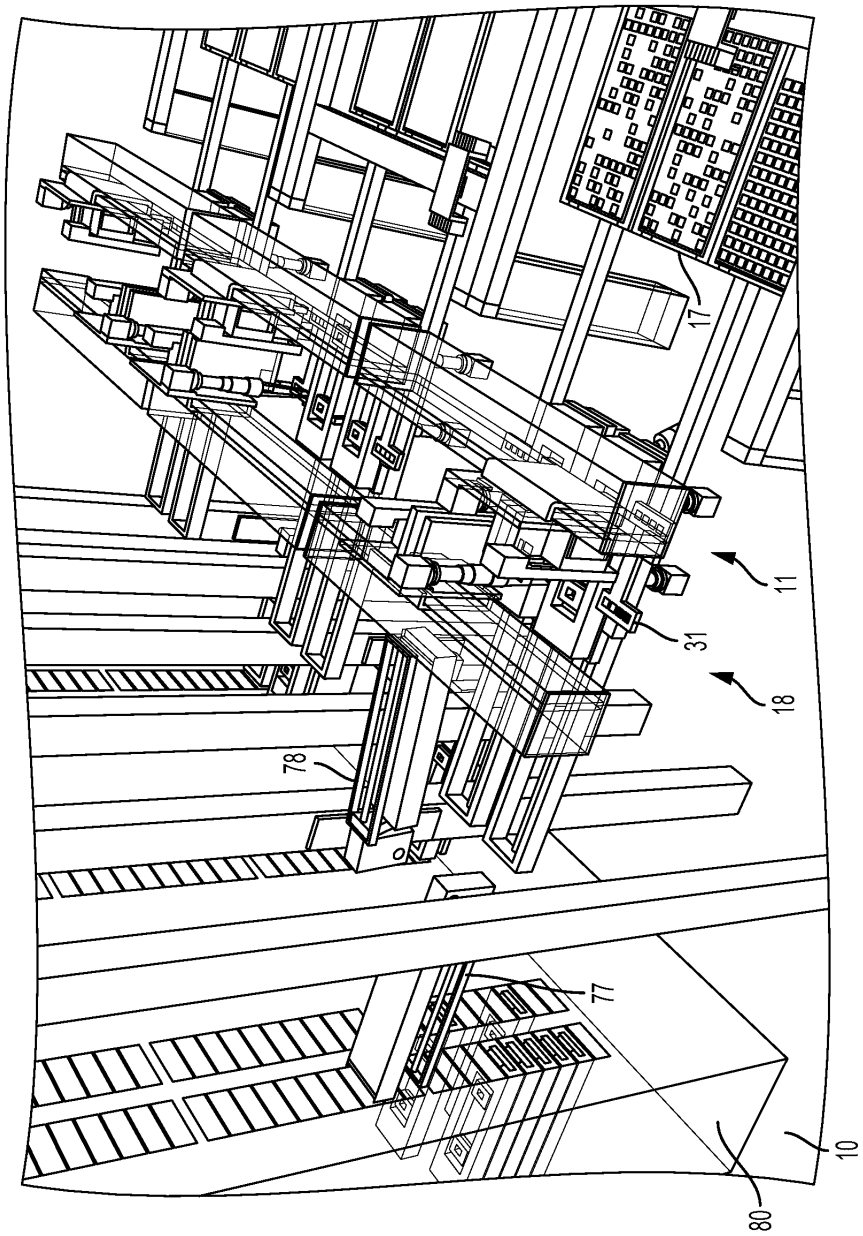
도면2



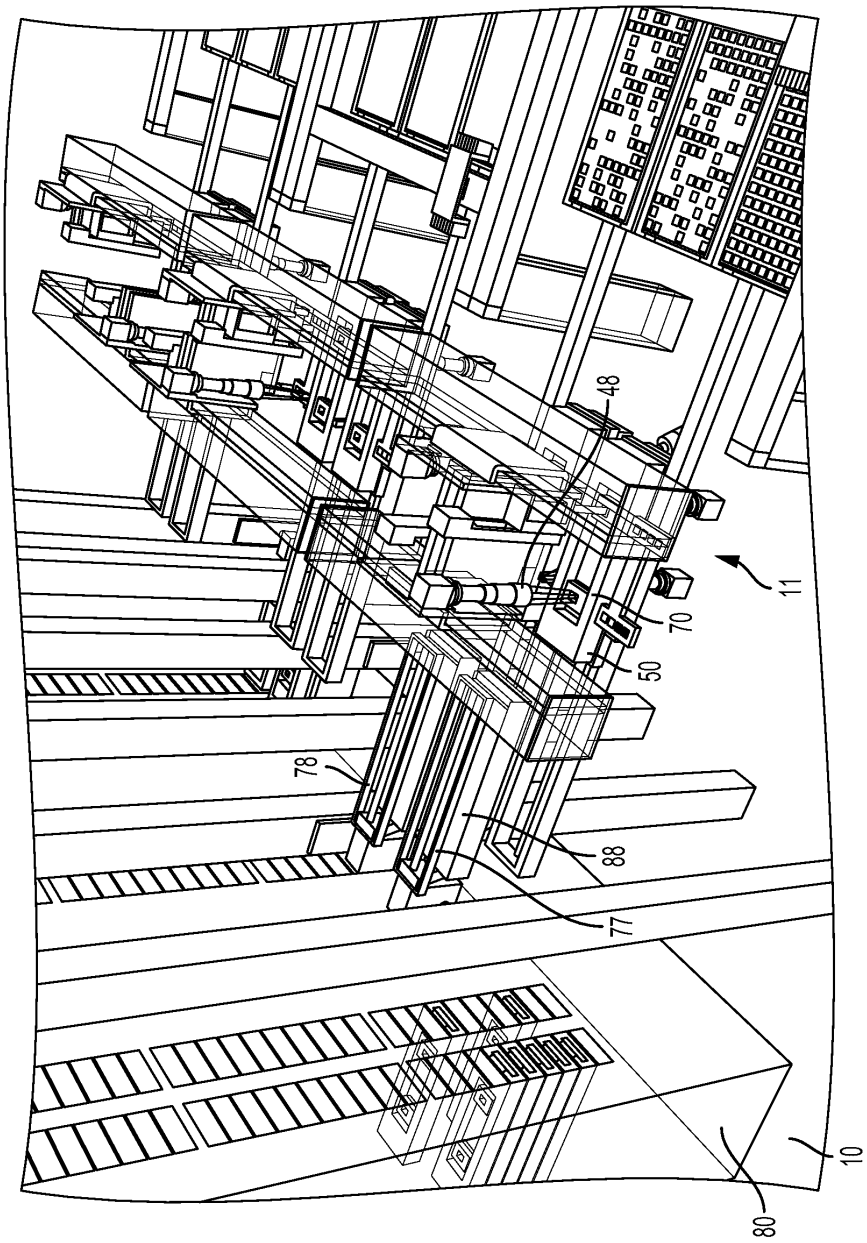
도면3



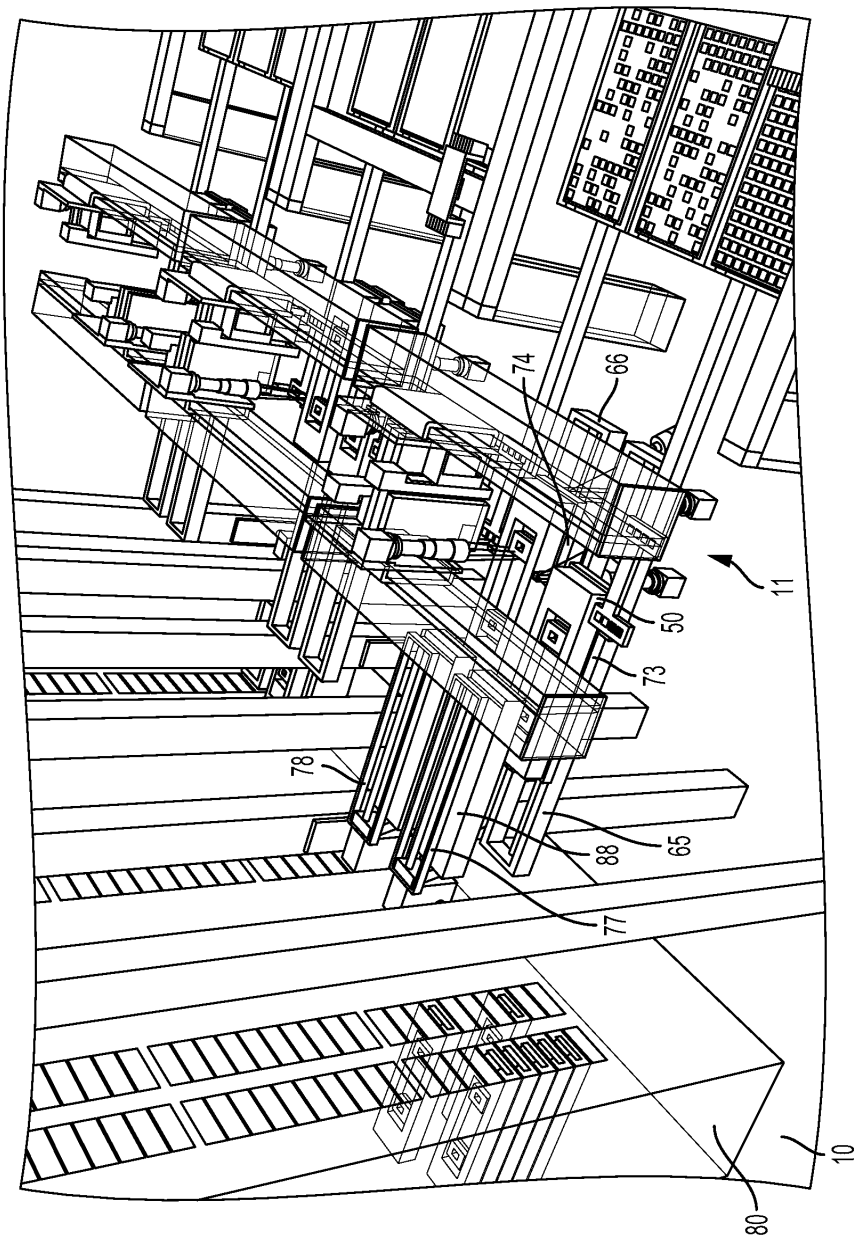
도면4



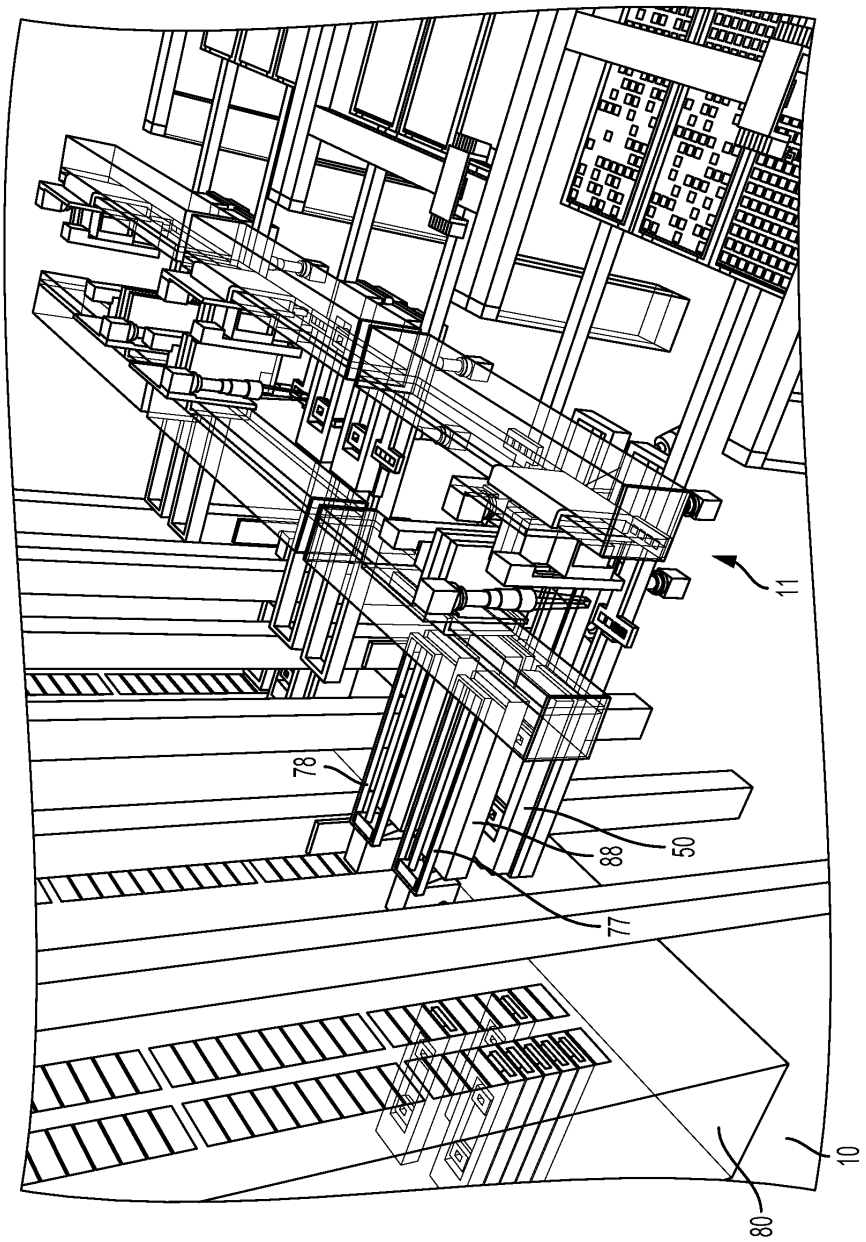
도면5



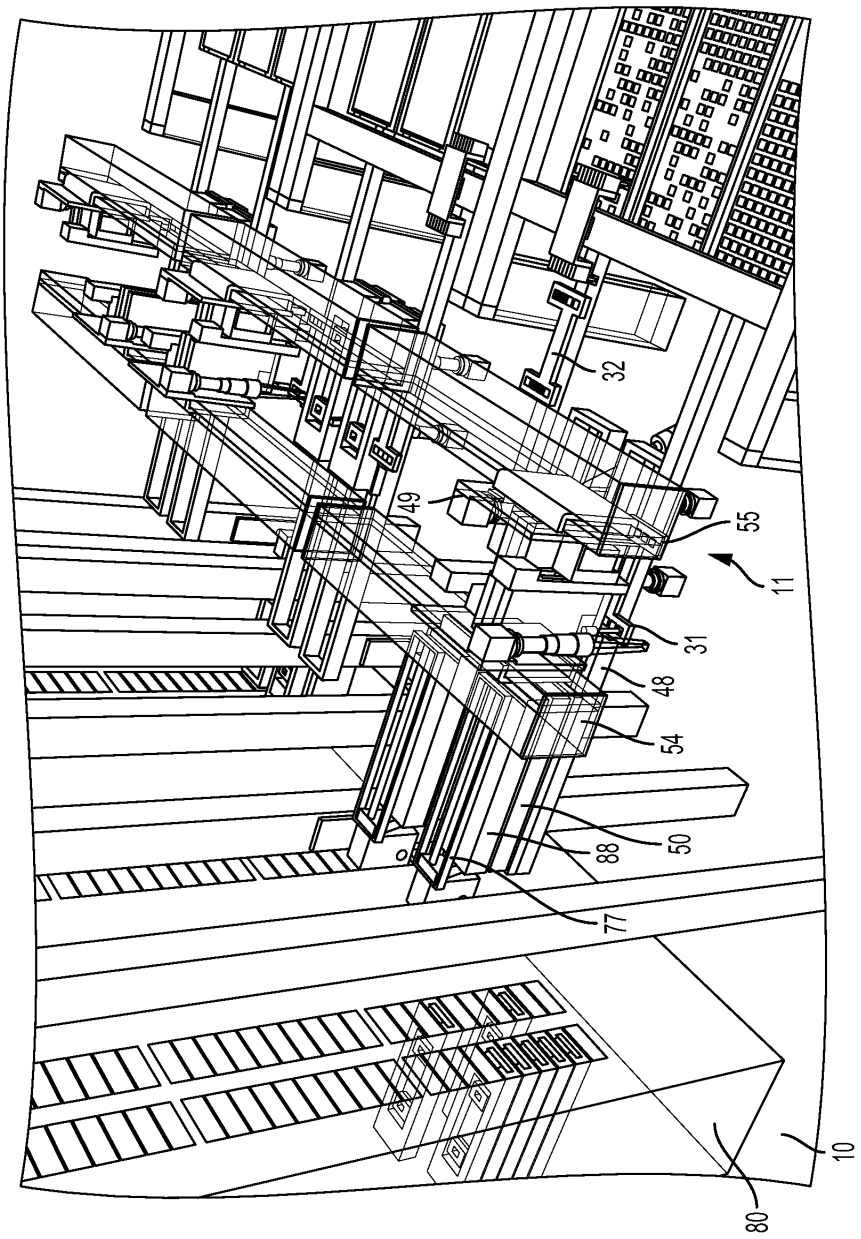
도면6



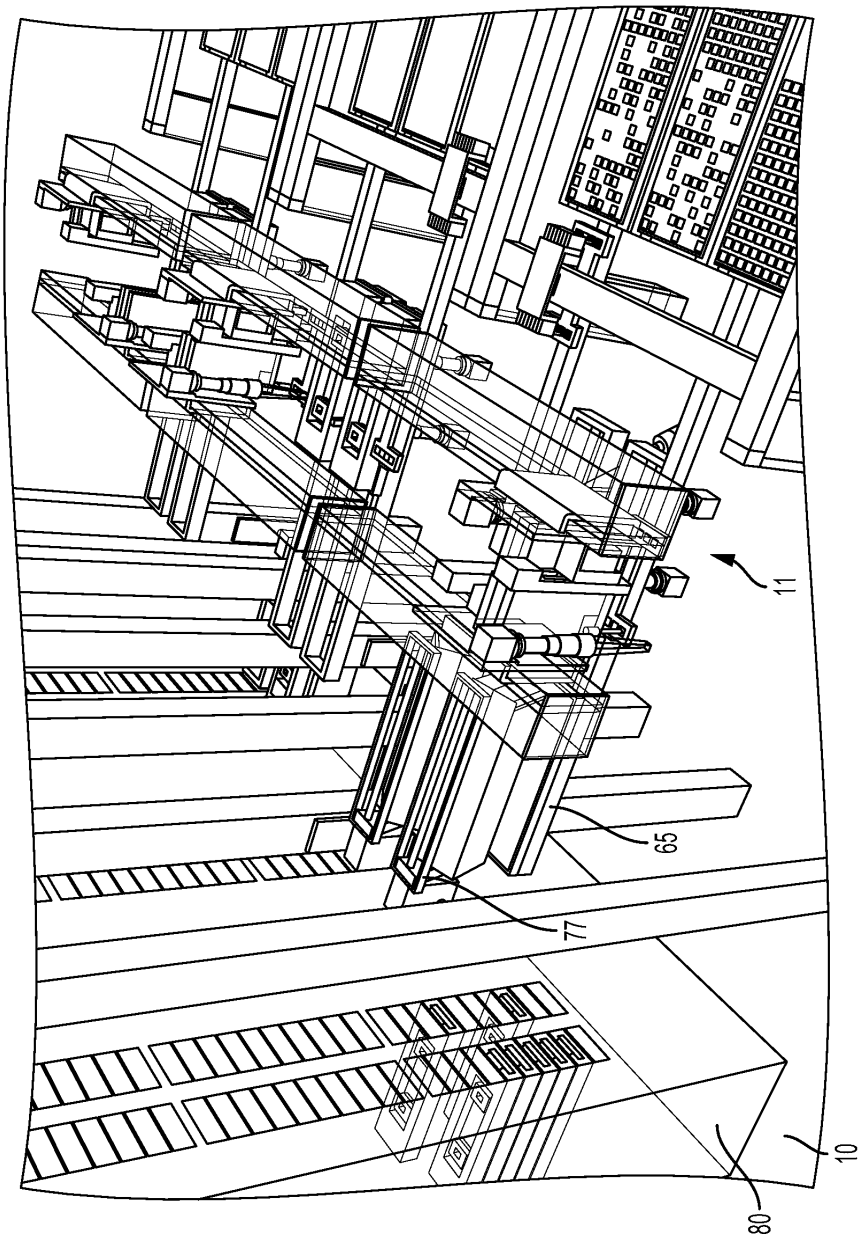
도면7



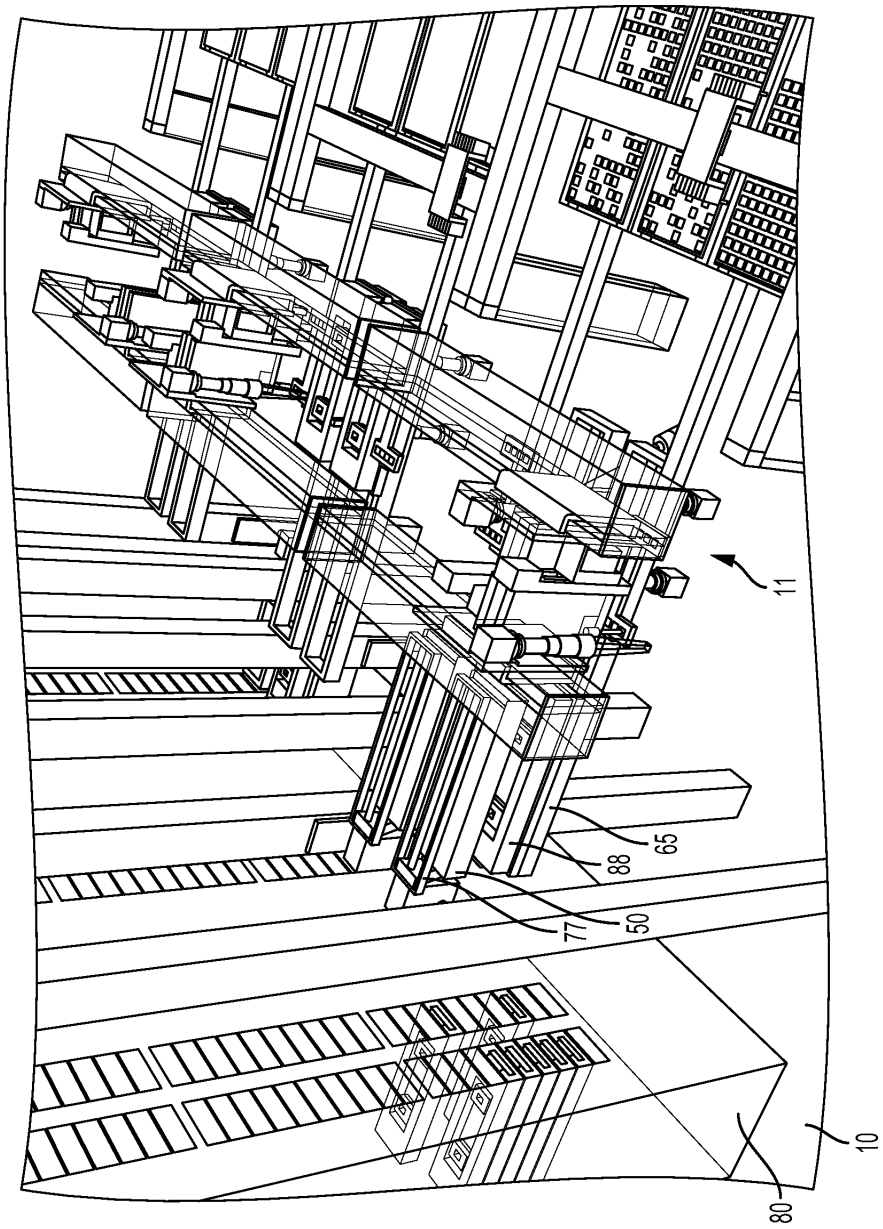
도면8



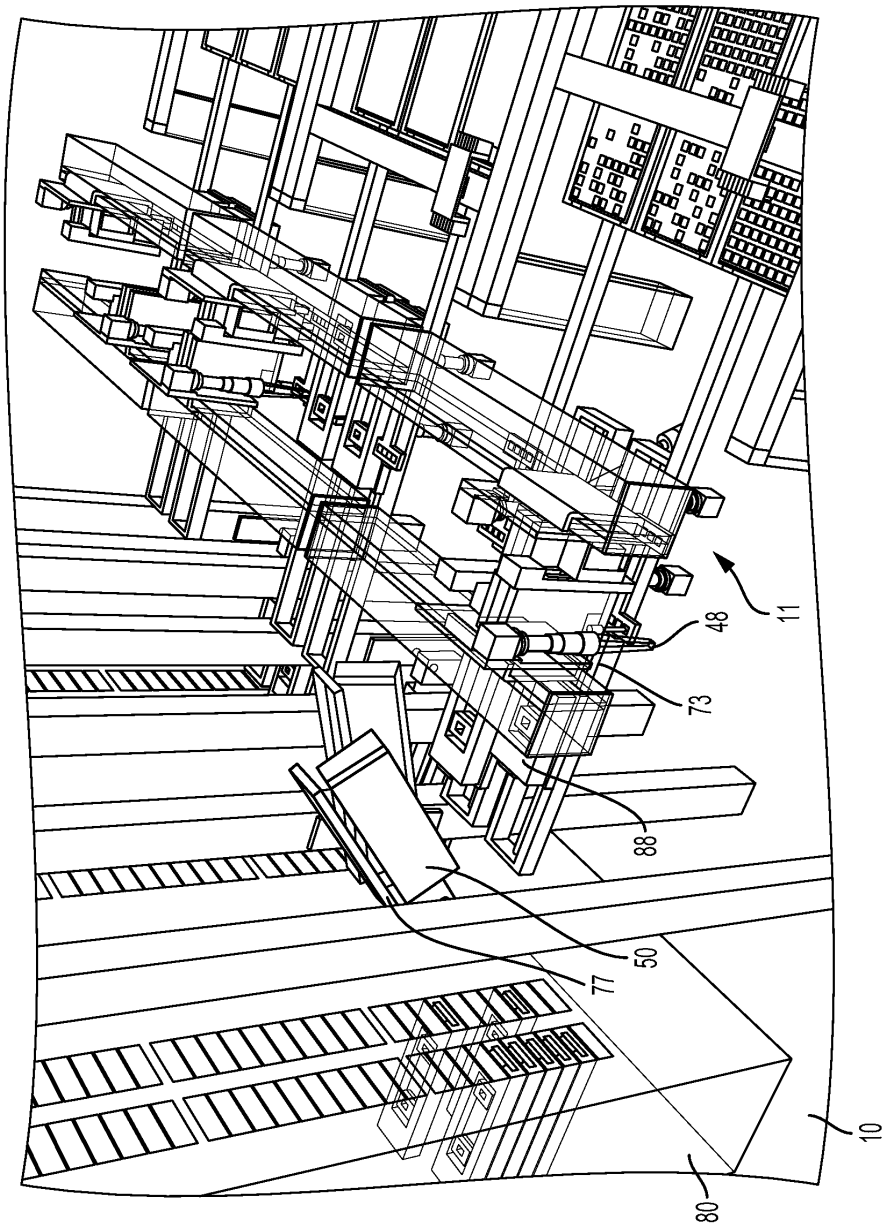
도면9



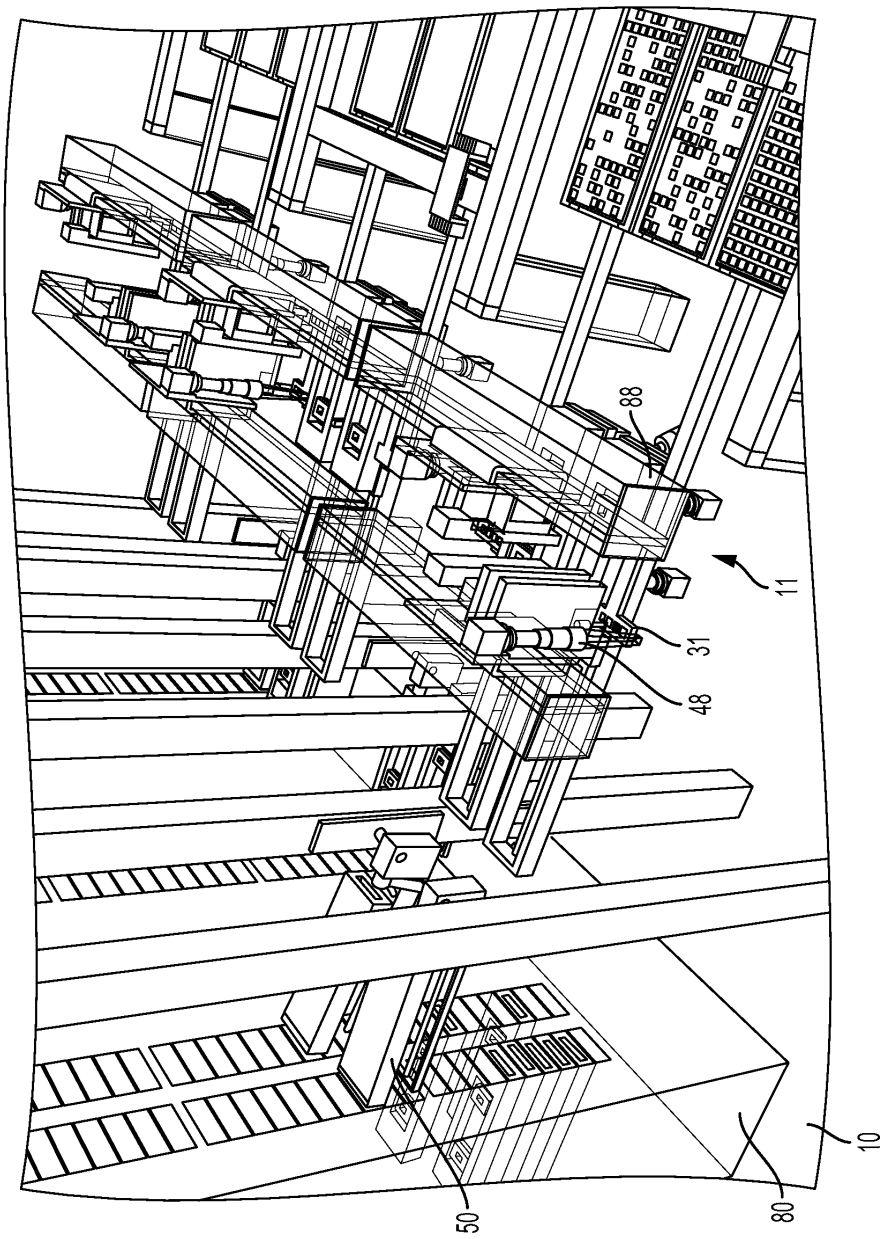
도면10



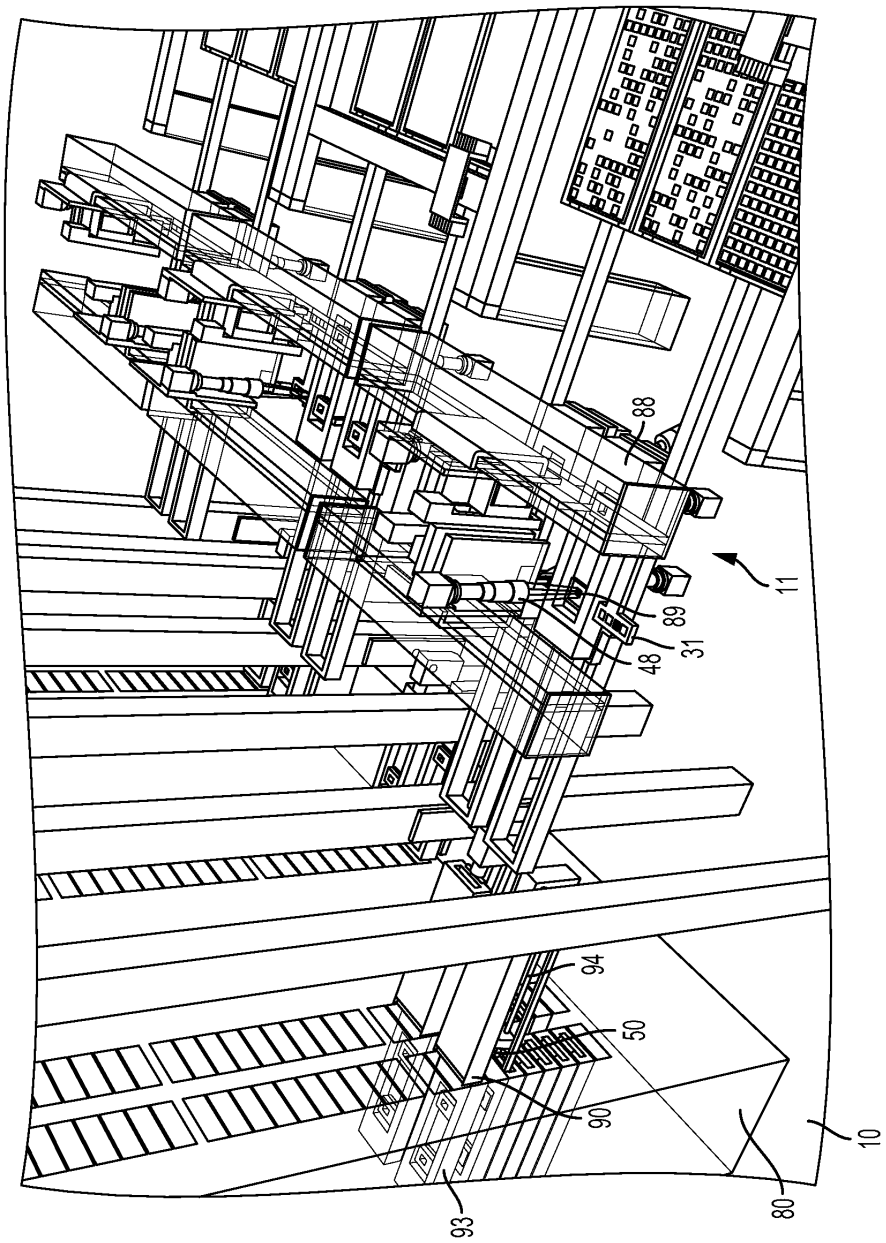
도면11



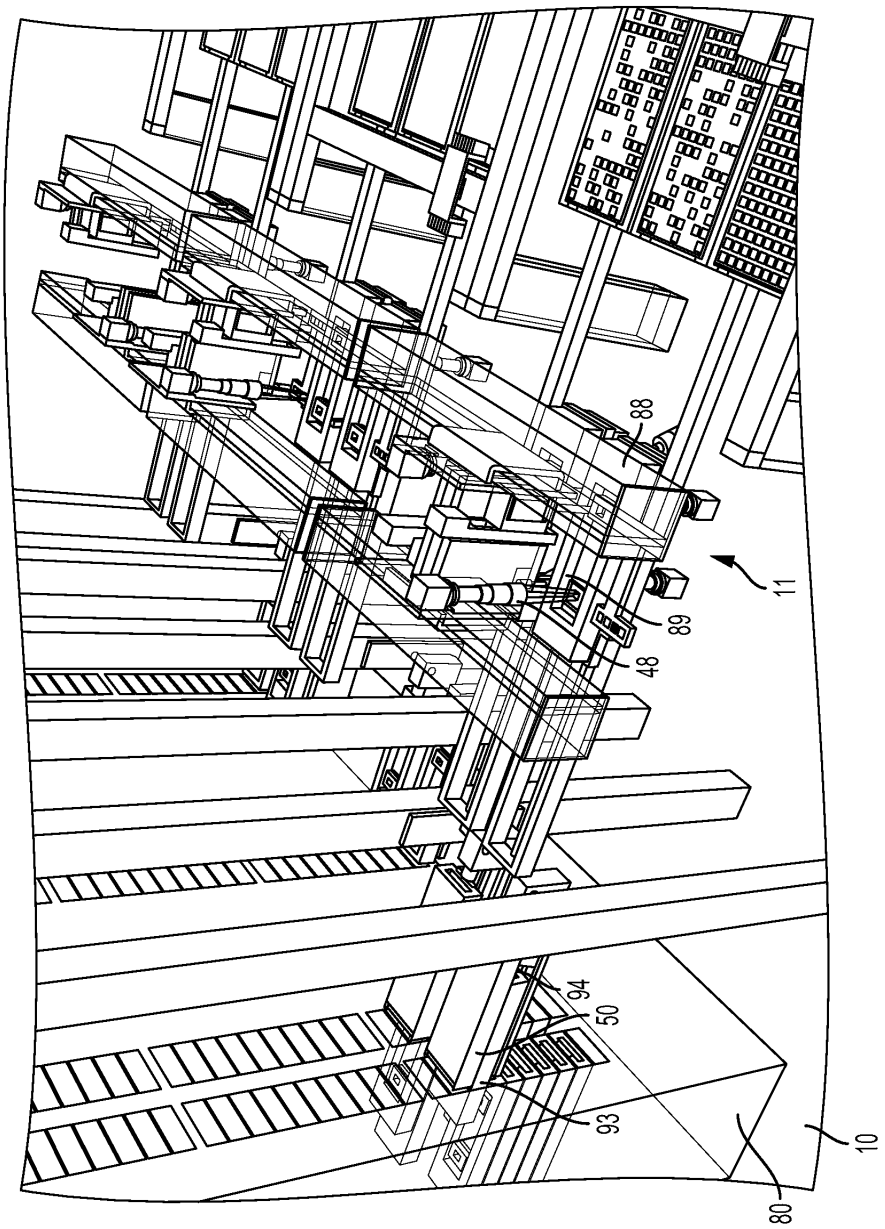
도면12



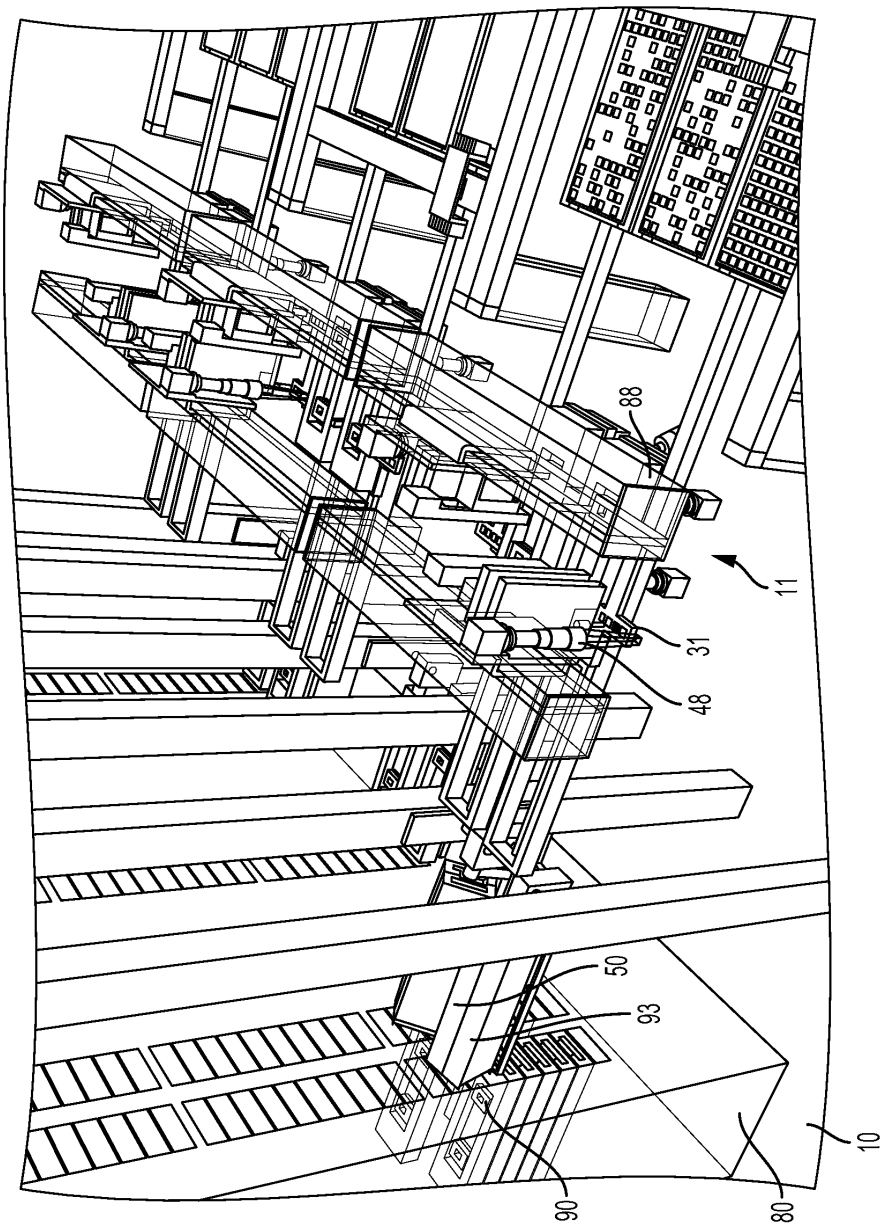
도면13



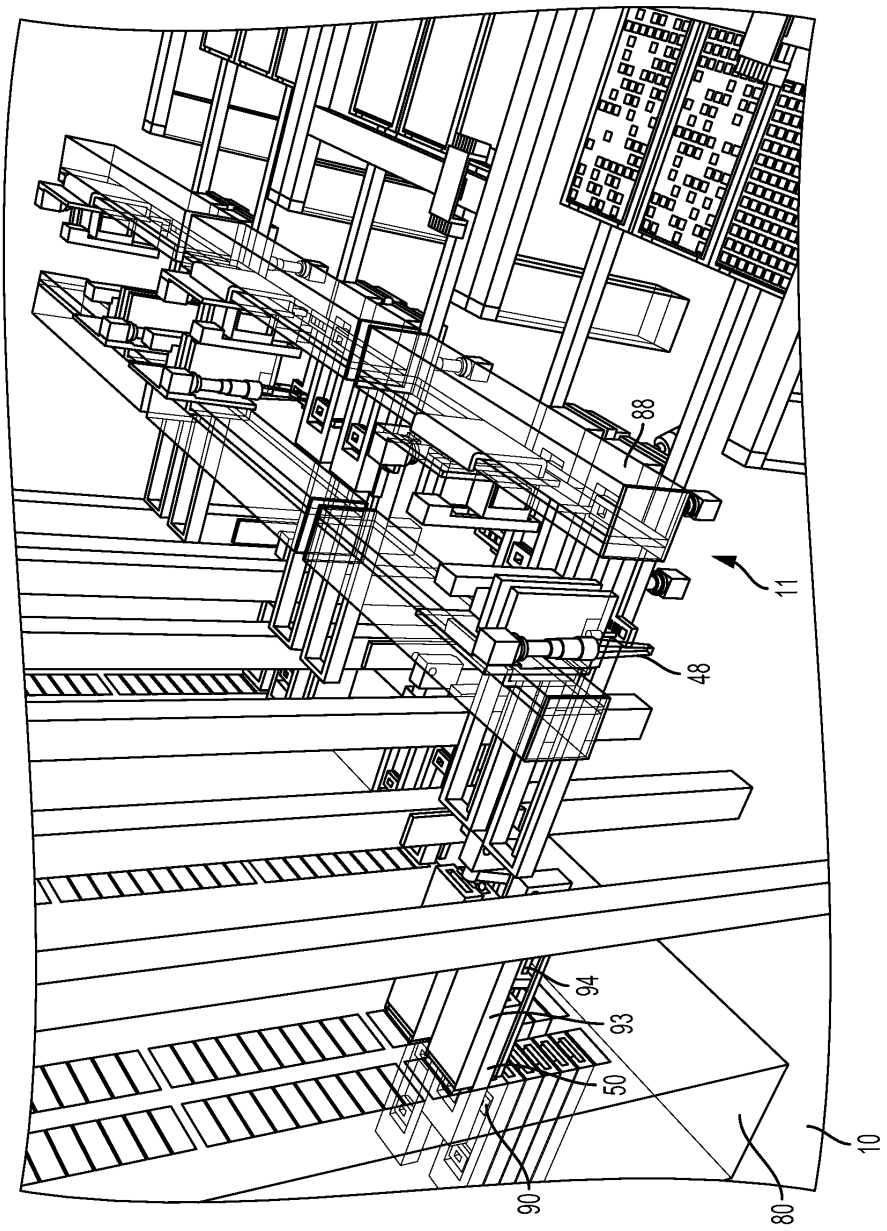
도면14



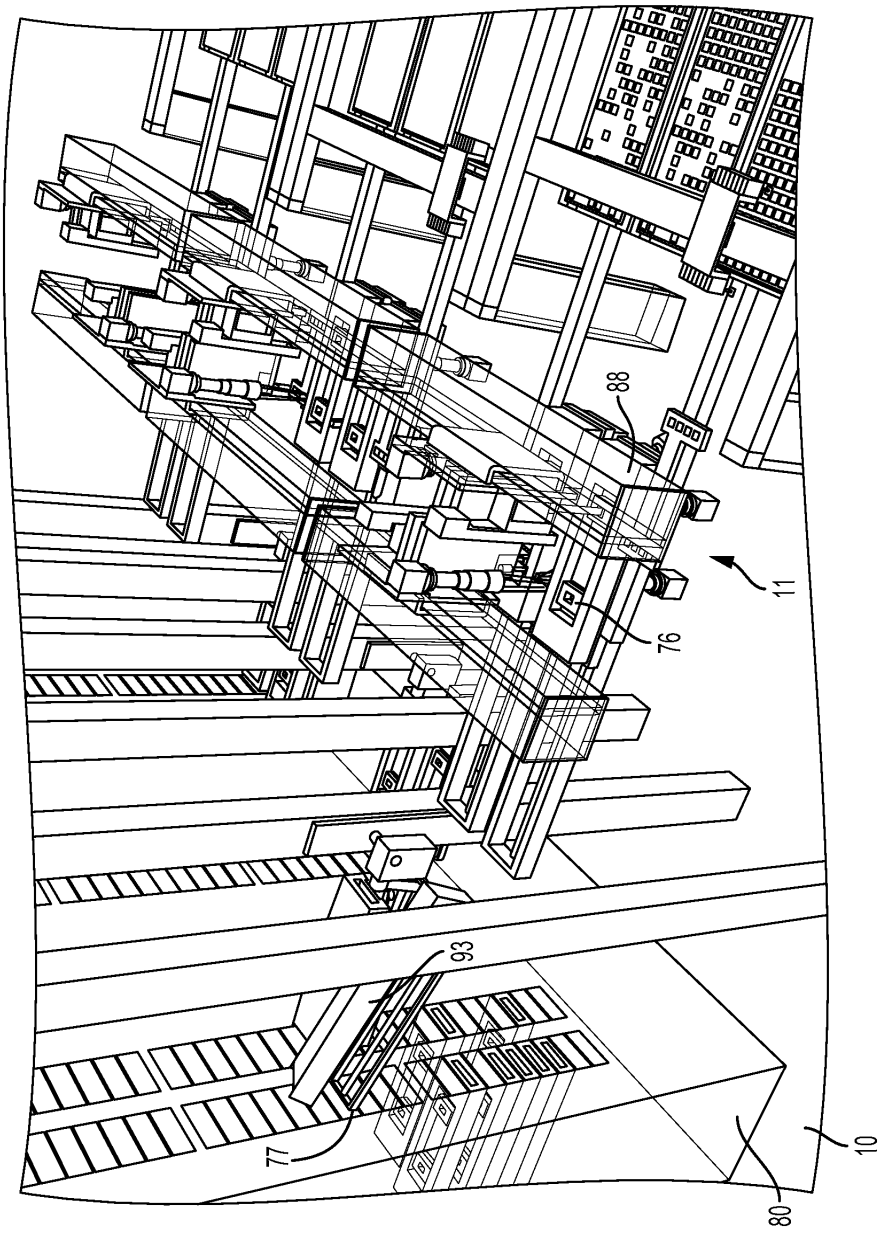
도면15



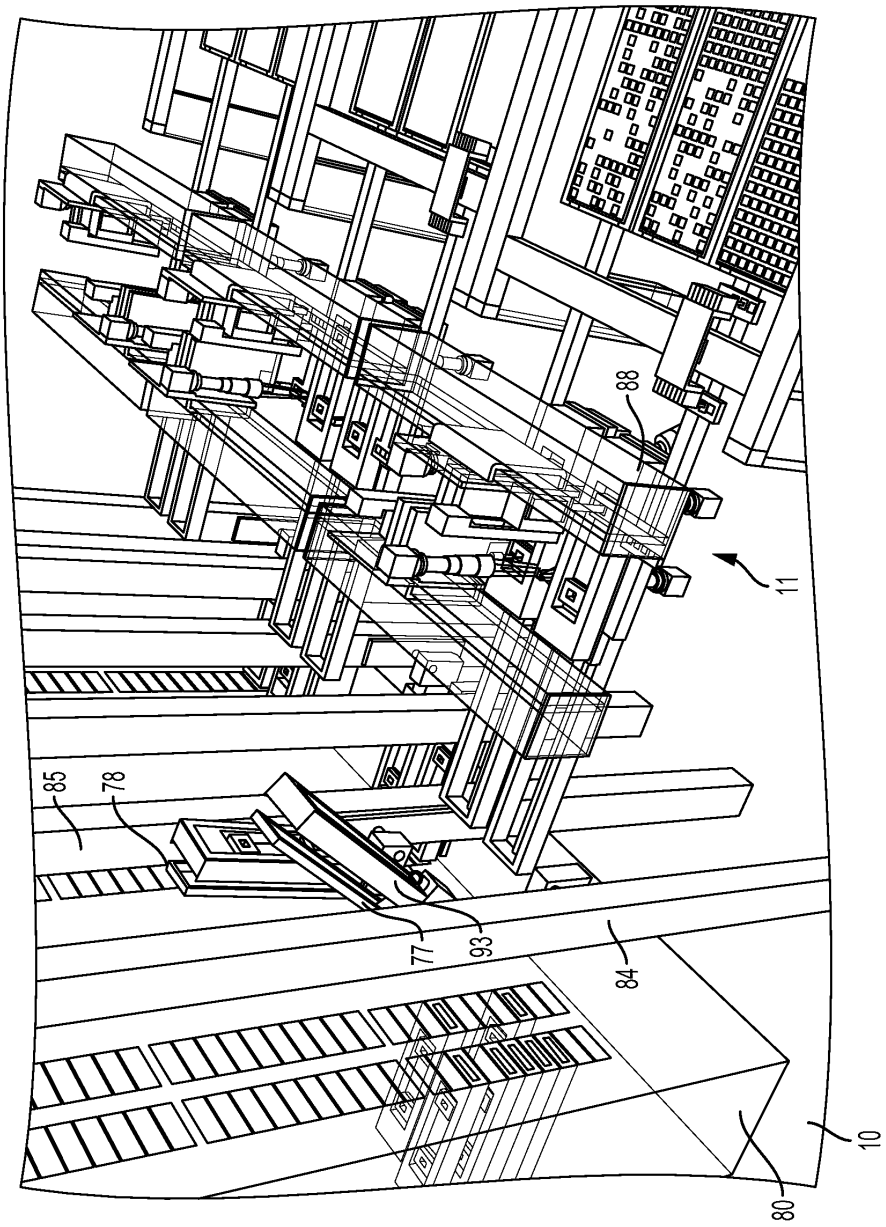
도면16



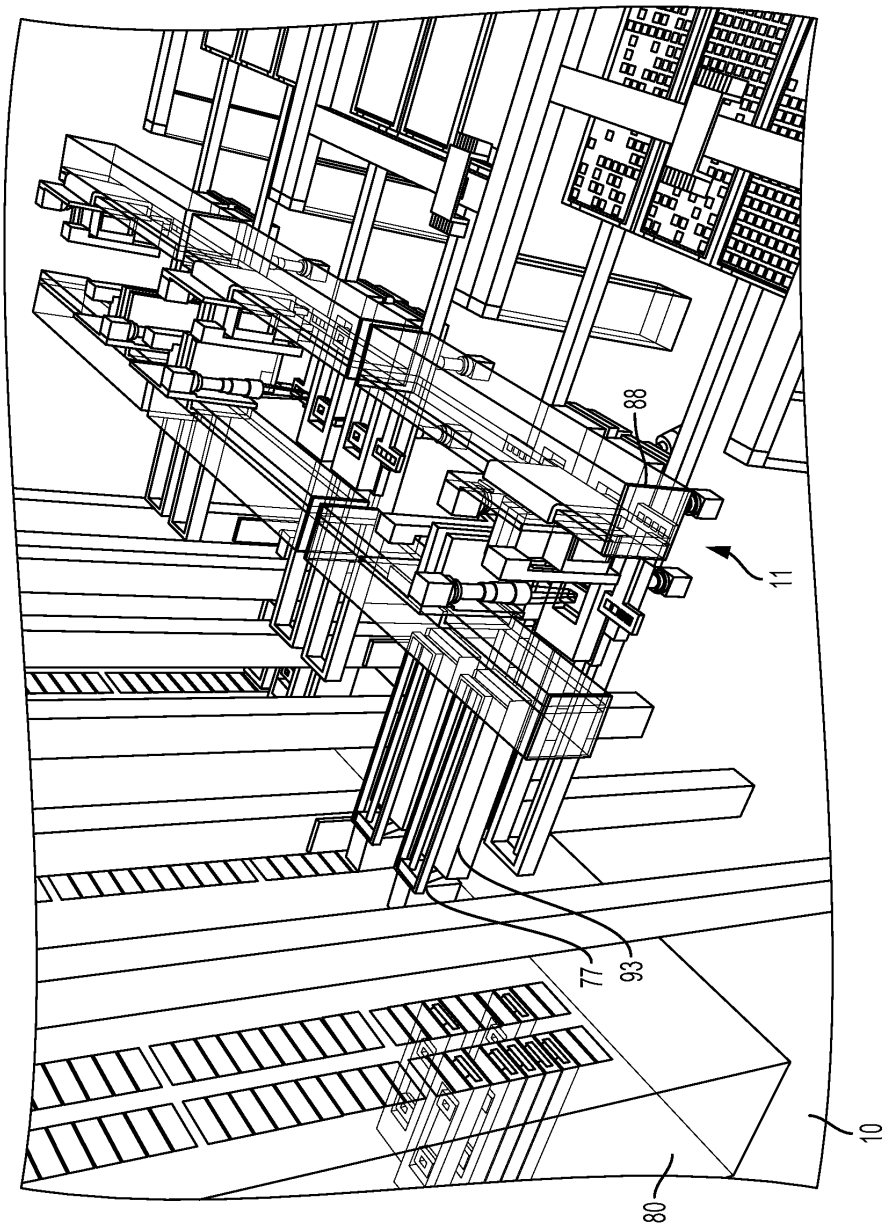
도면17



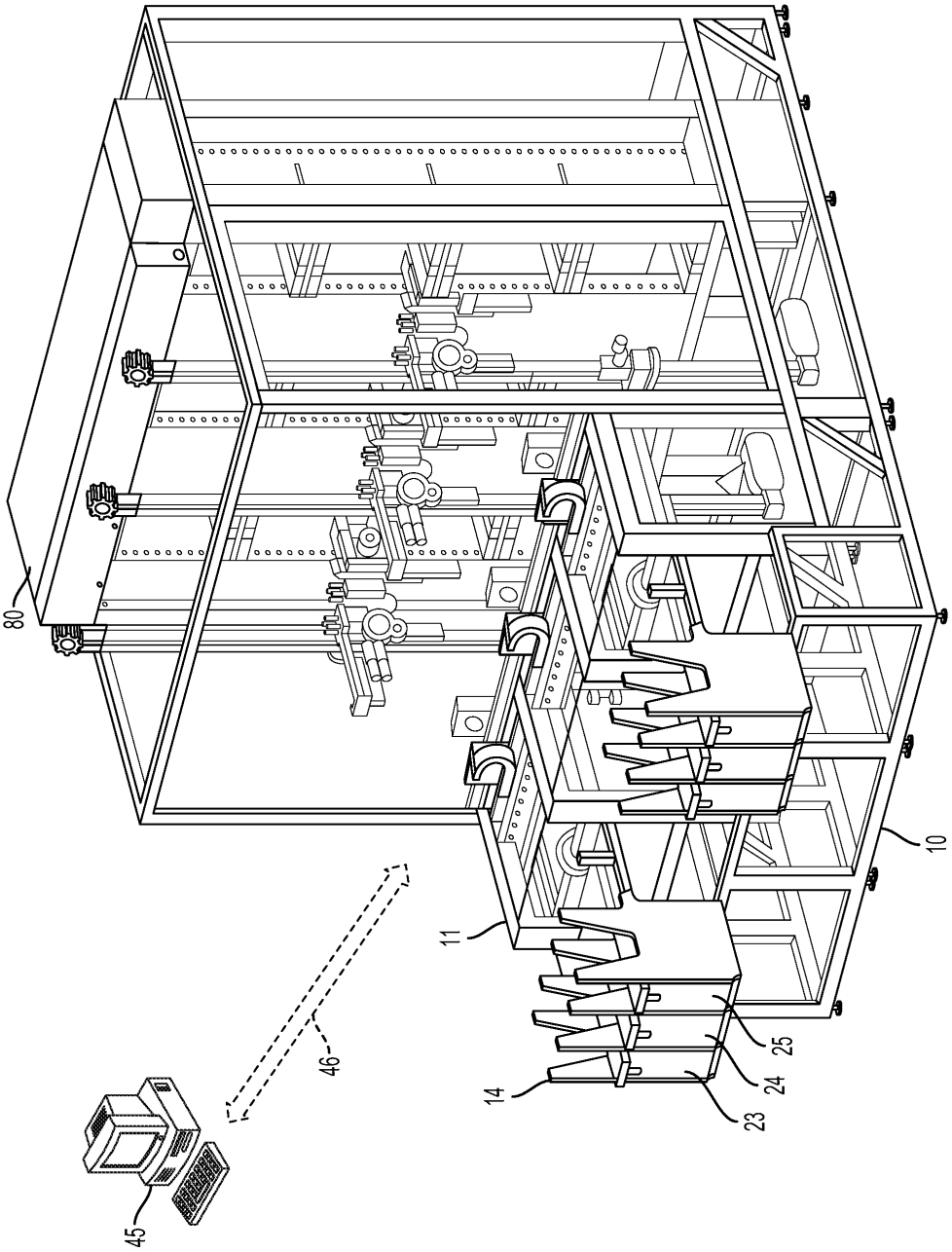
도면18



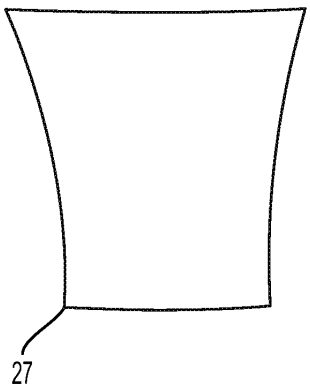
도면19



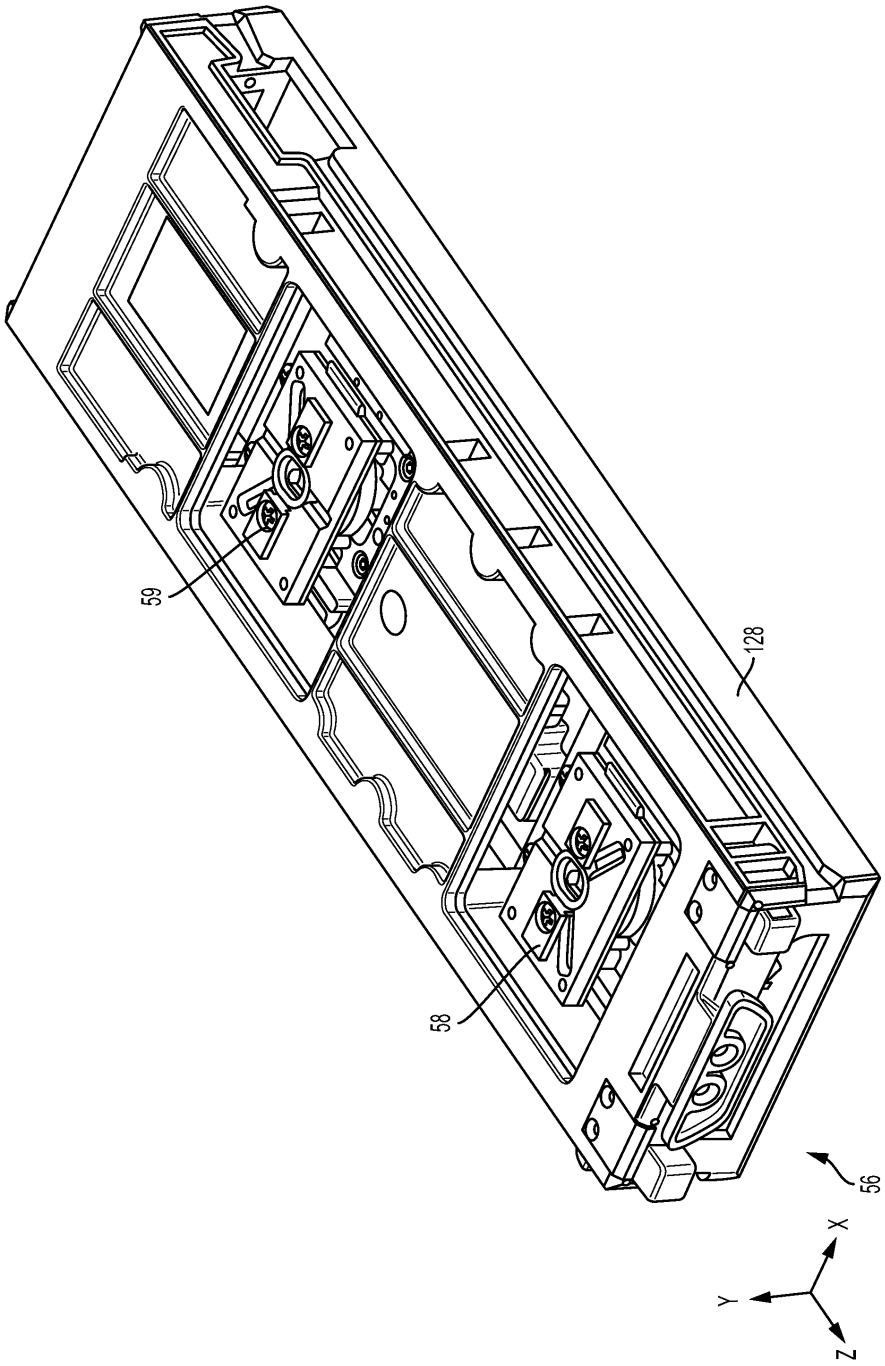
도면20



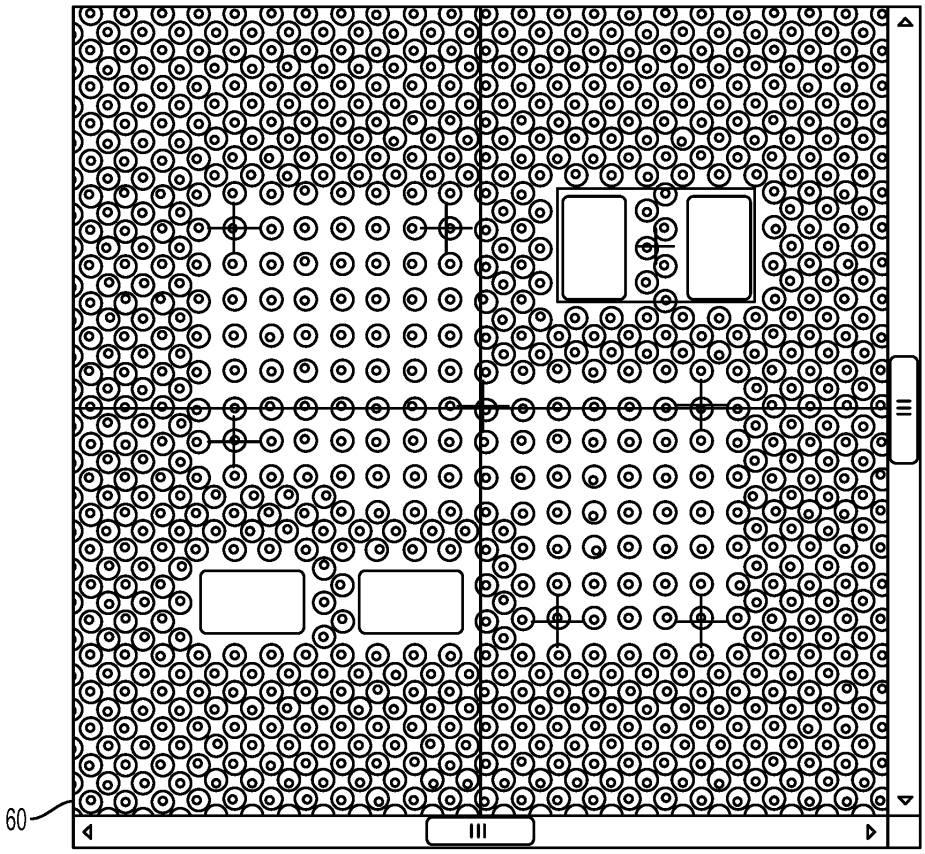
도면21



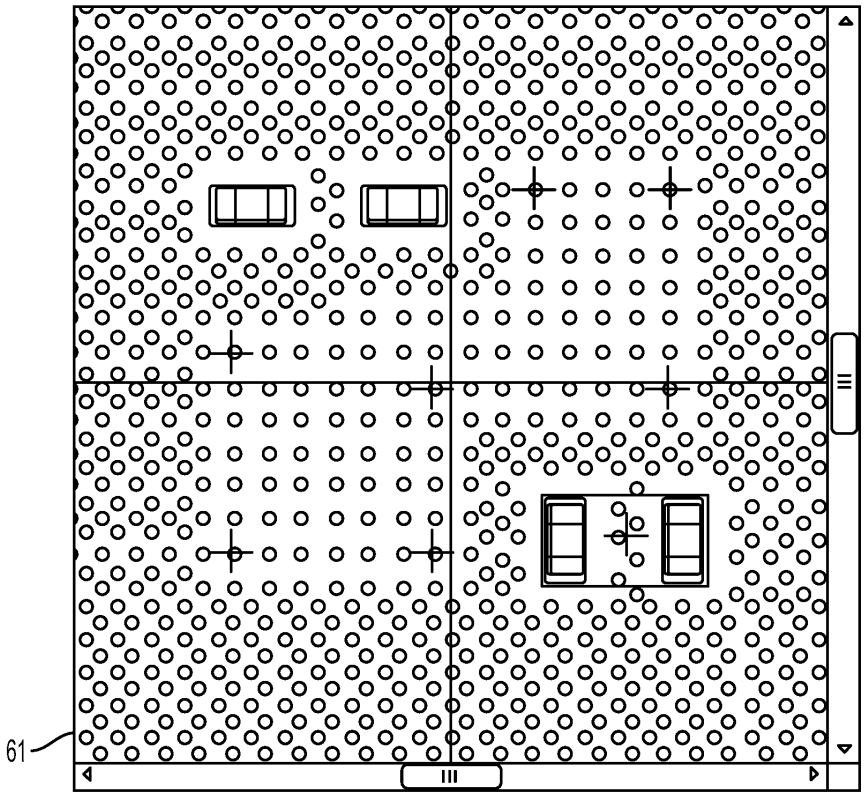
도면22



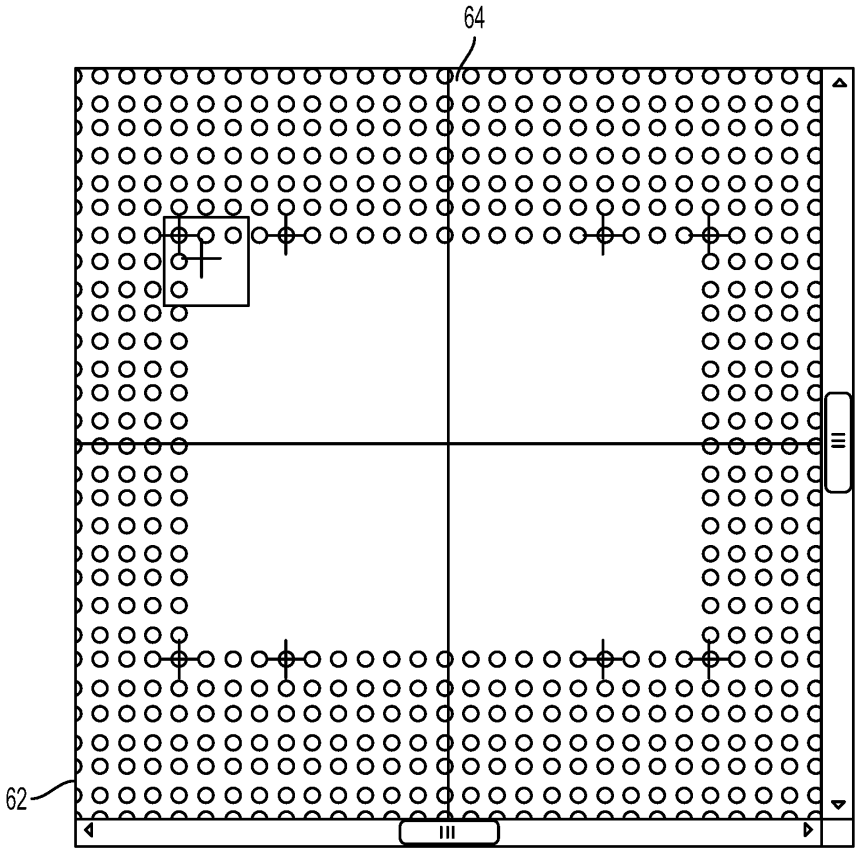
도면23



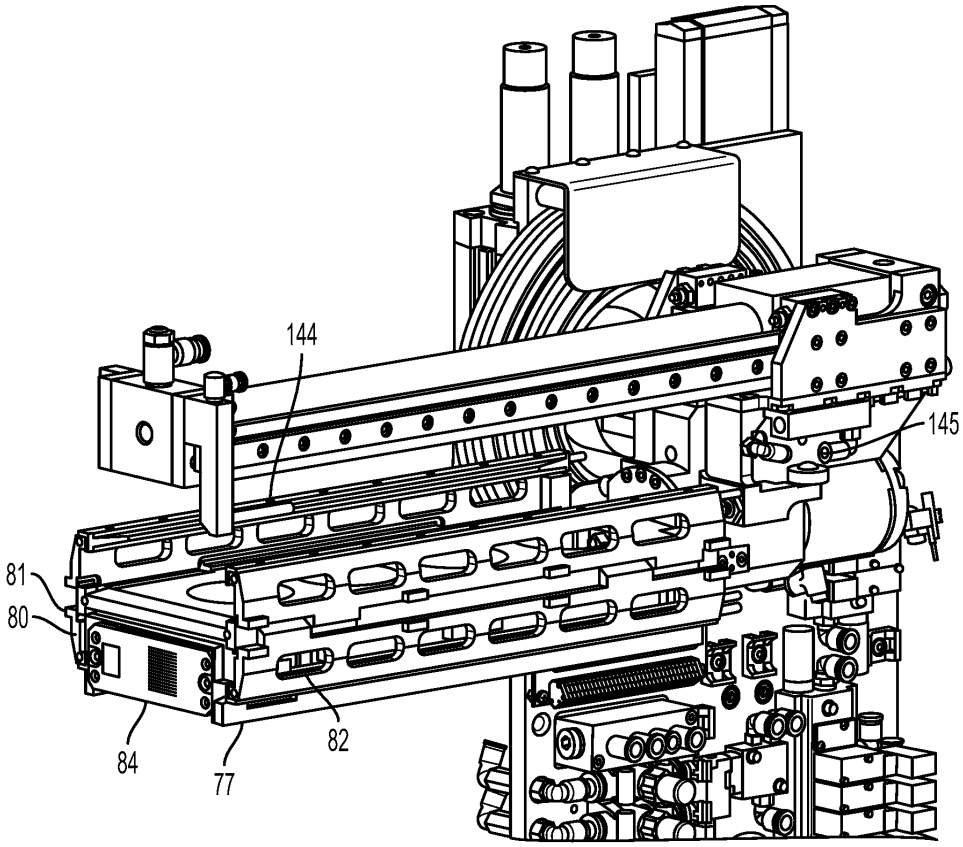
도면24



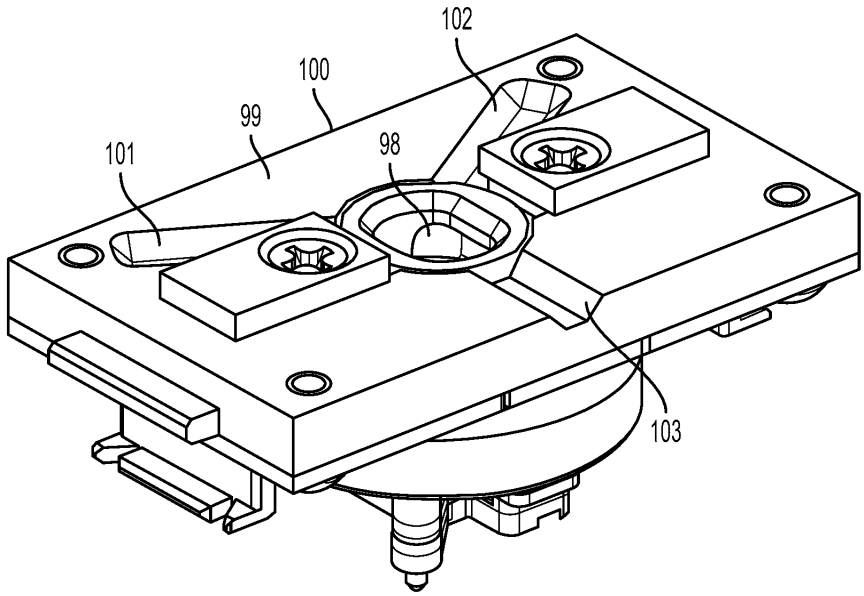
도면25



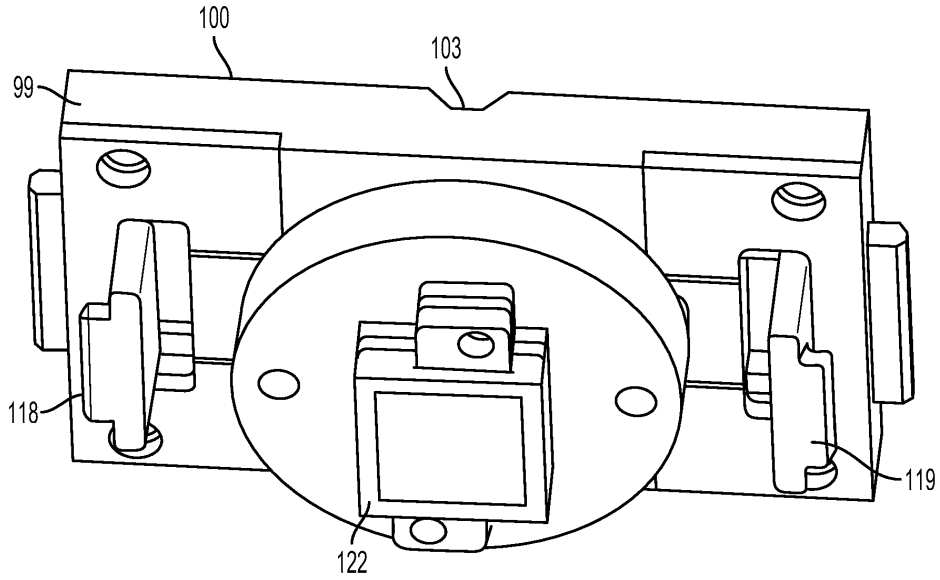
도면26



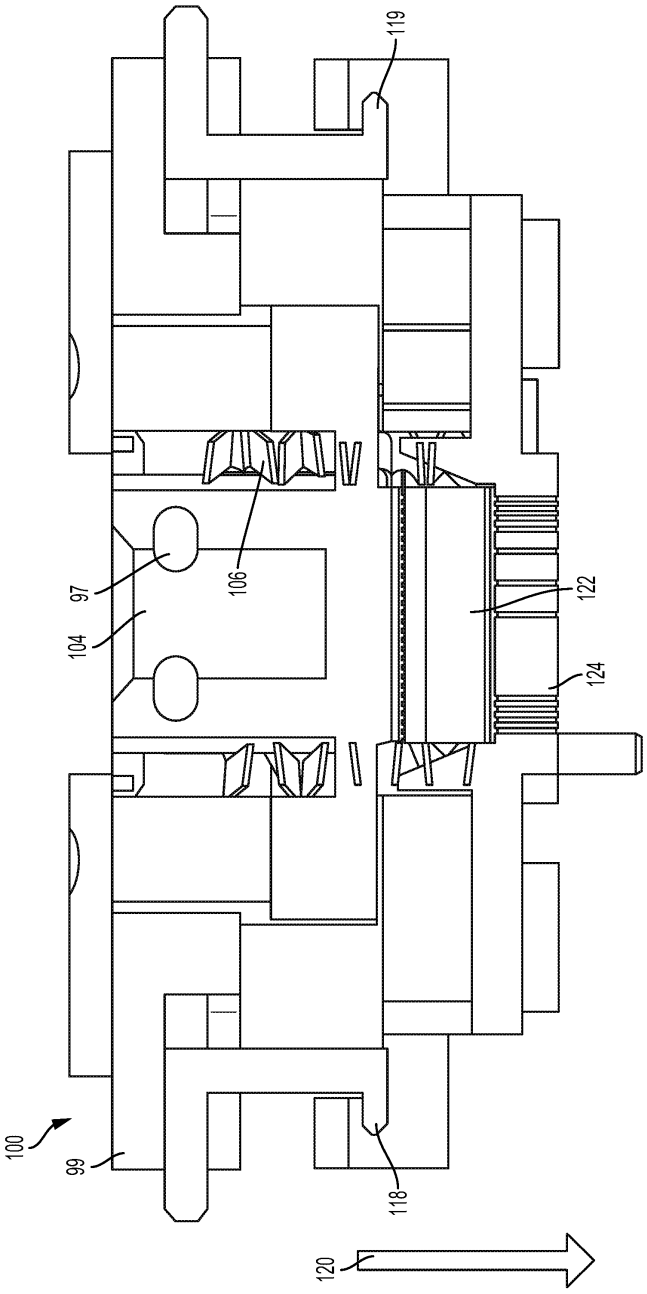
도면27



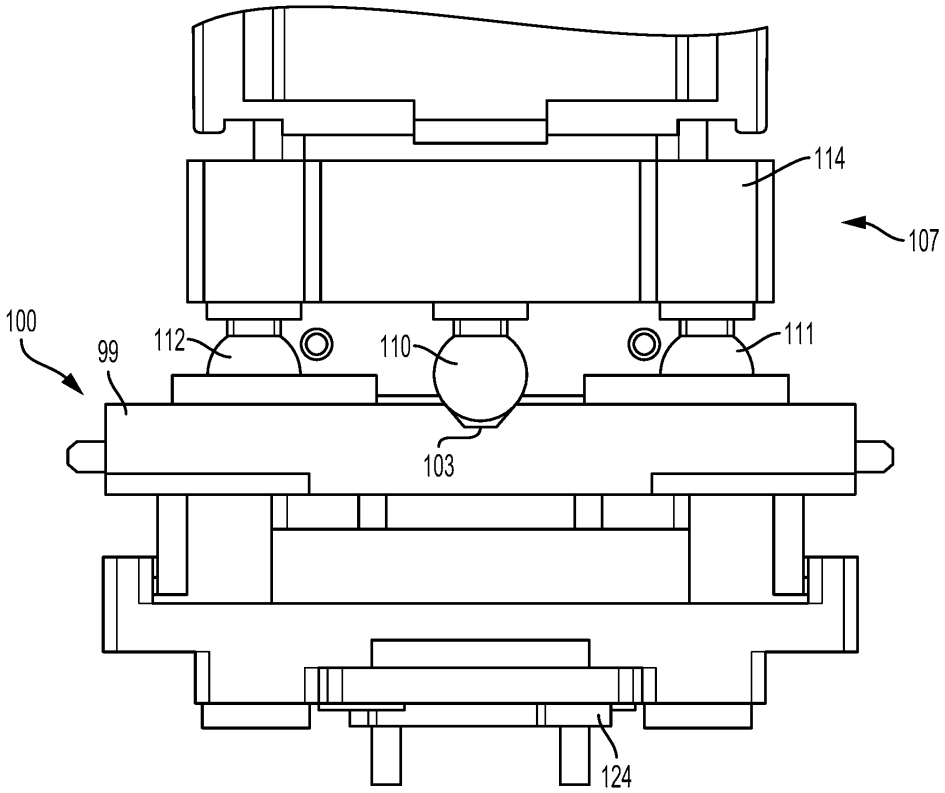
도면28



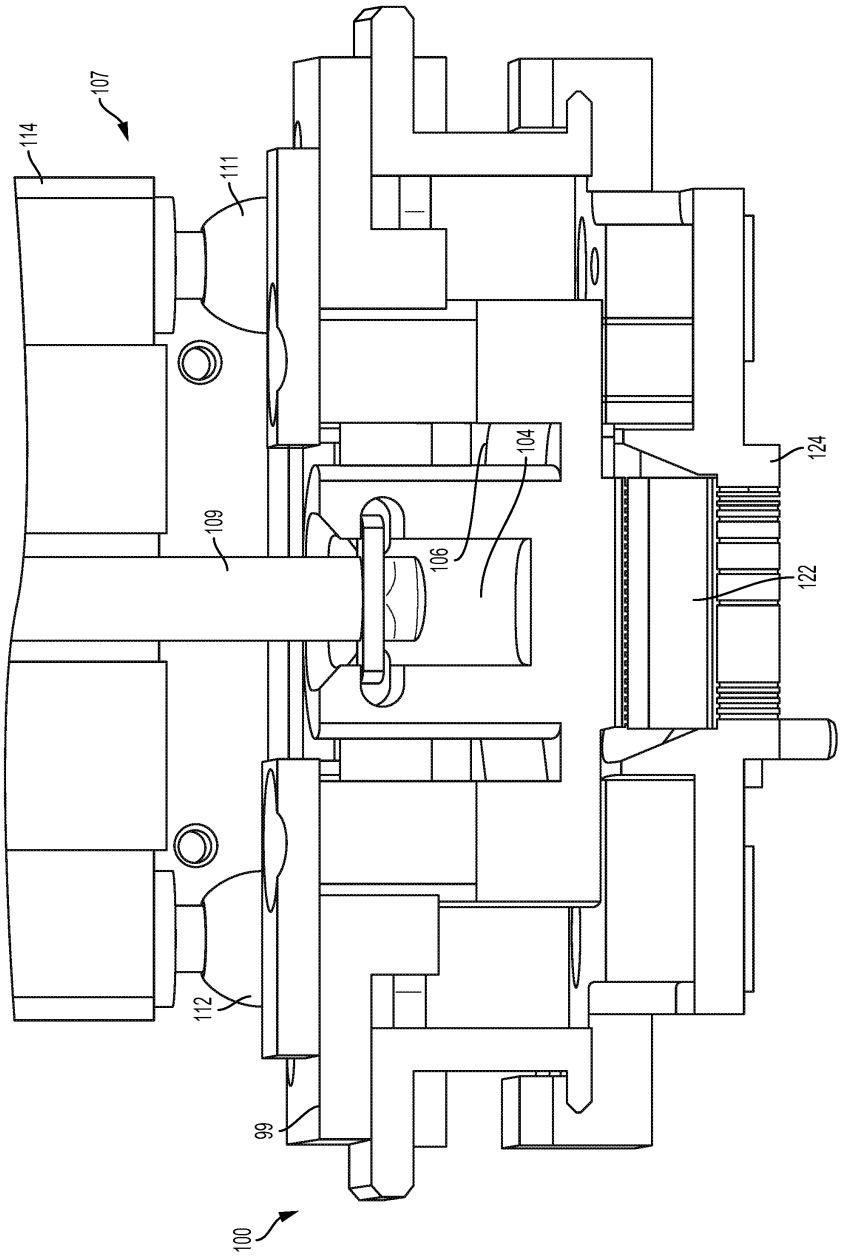
도면29



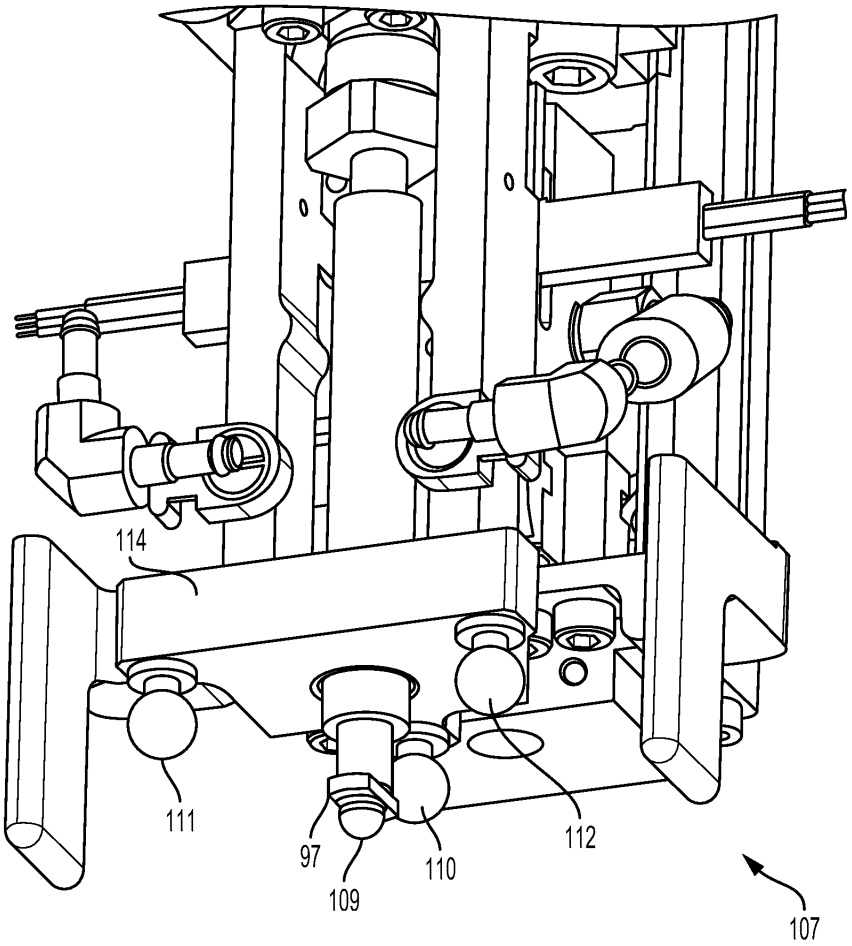
도면30



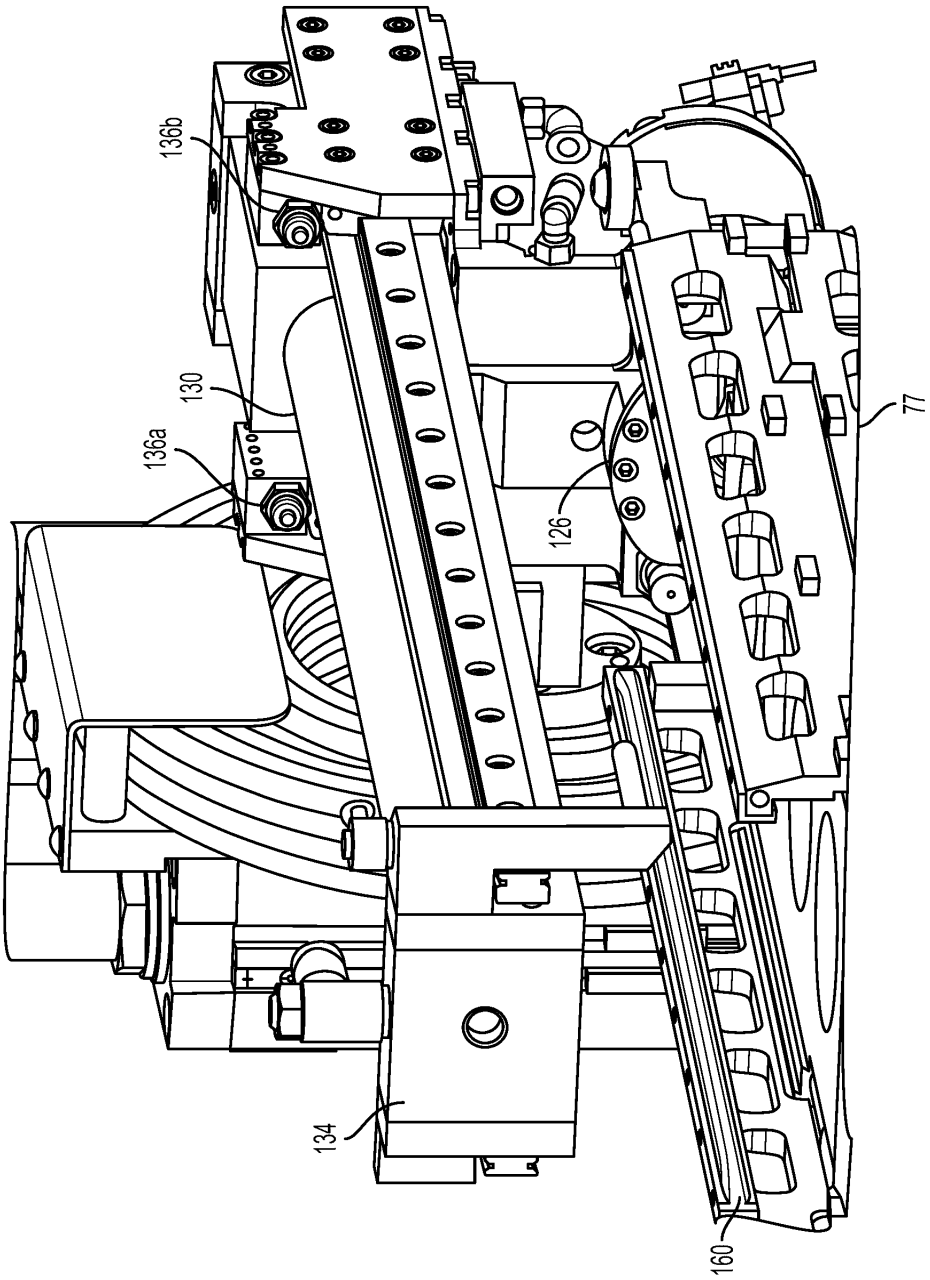
도면31



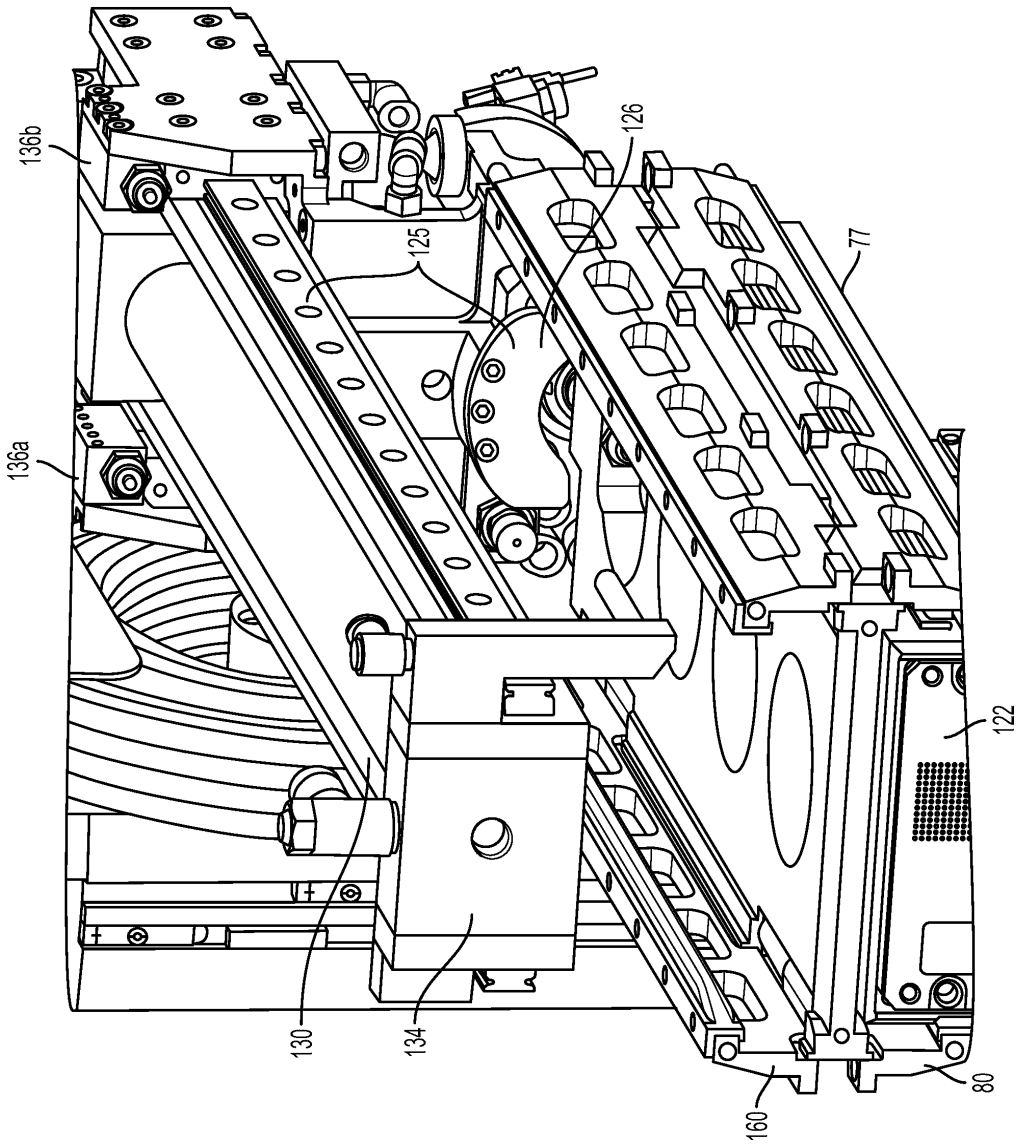
도면32



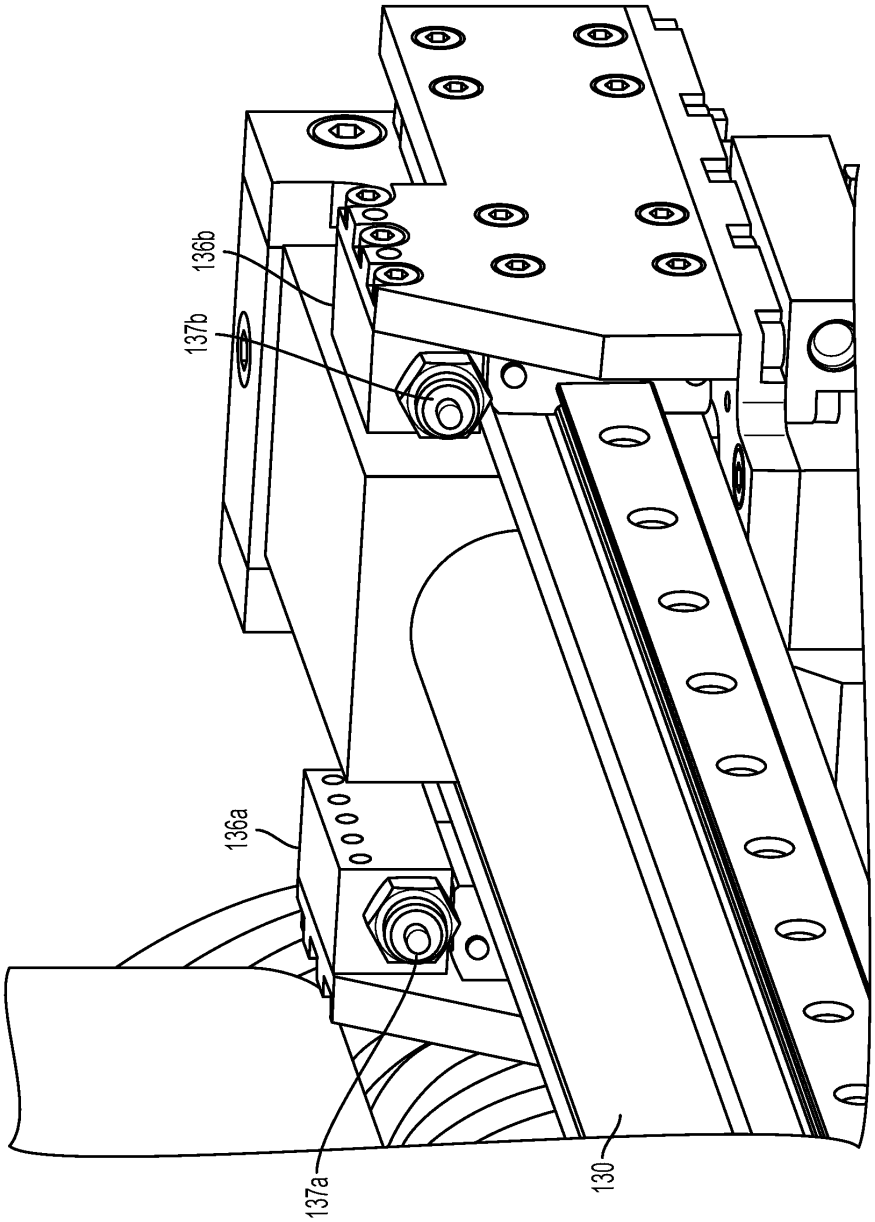
도면33



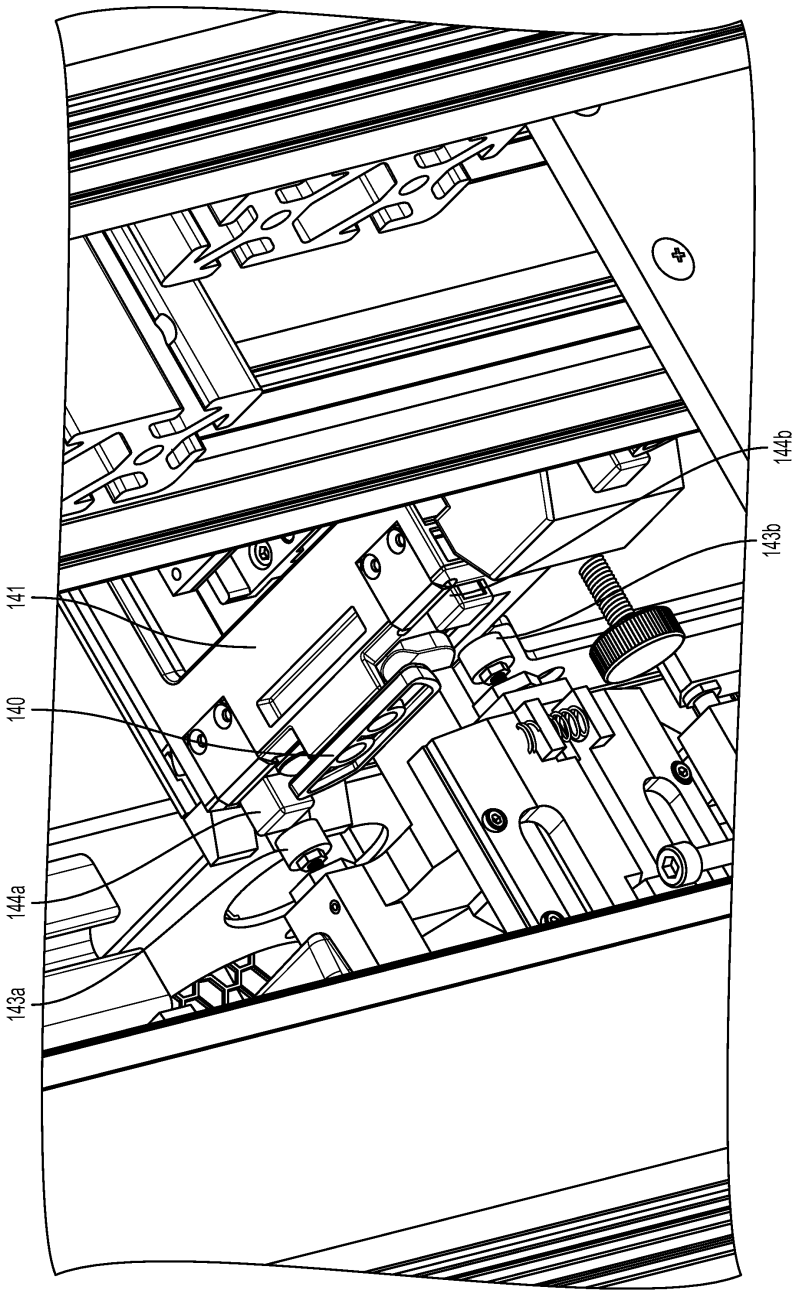
도면34



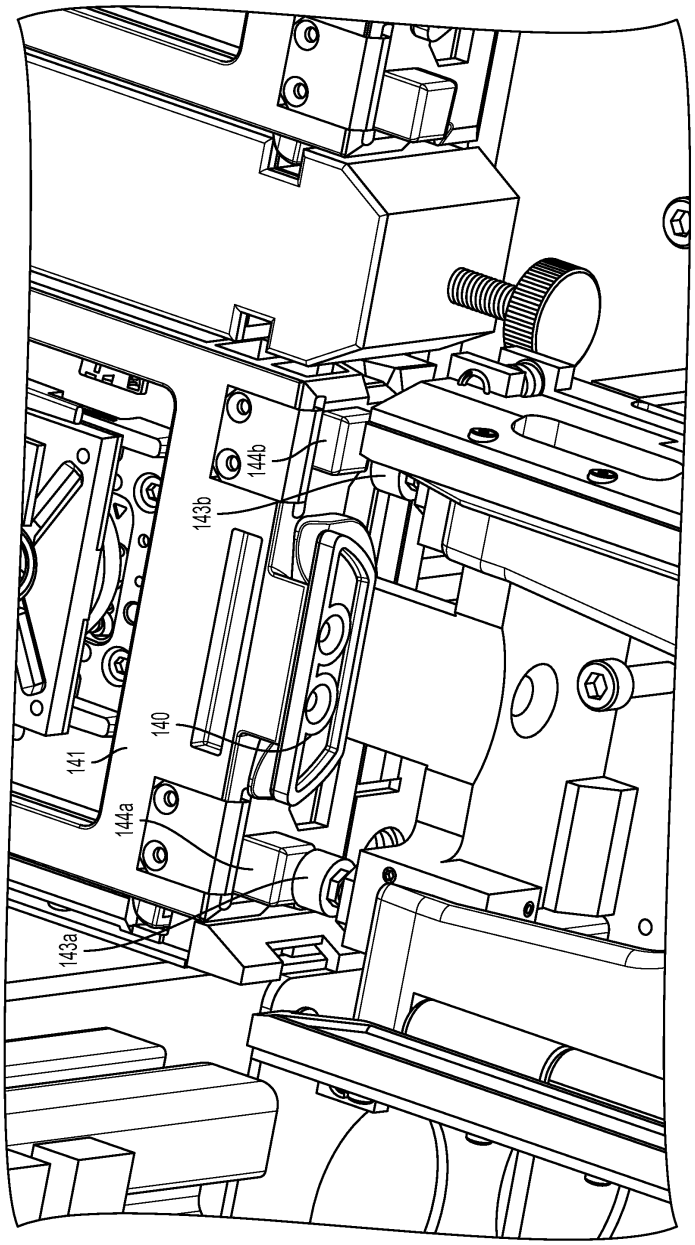
도면35



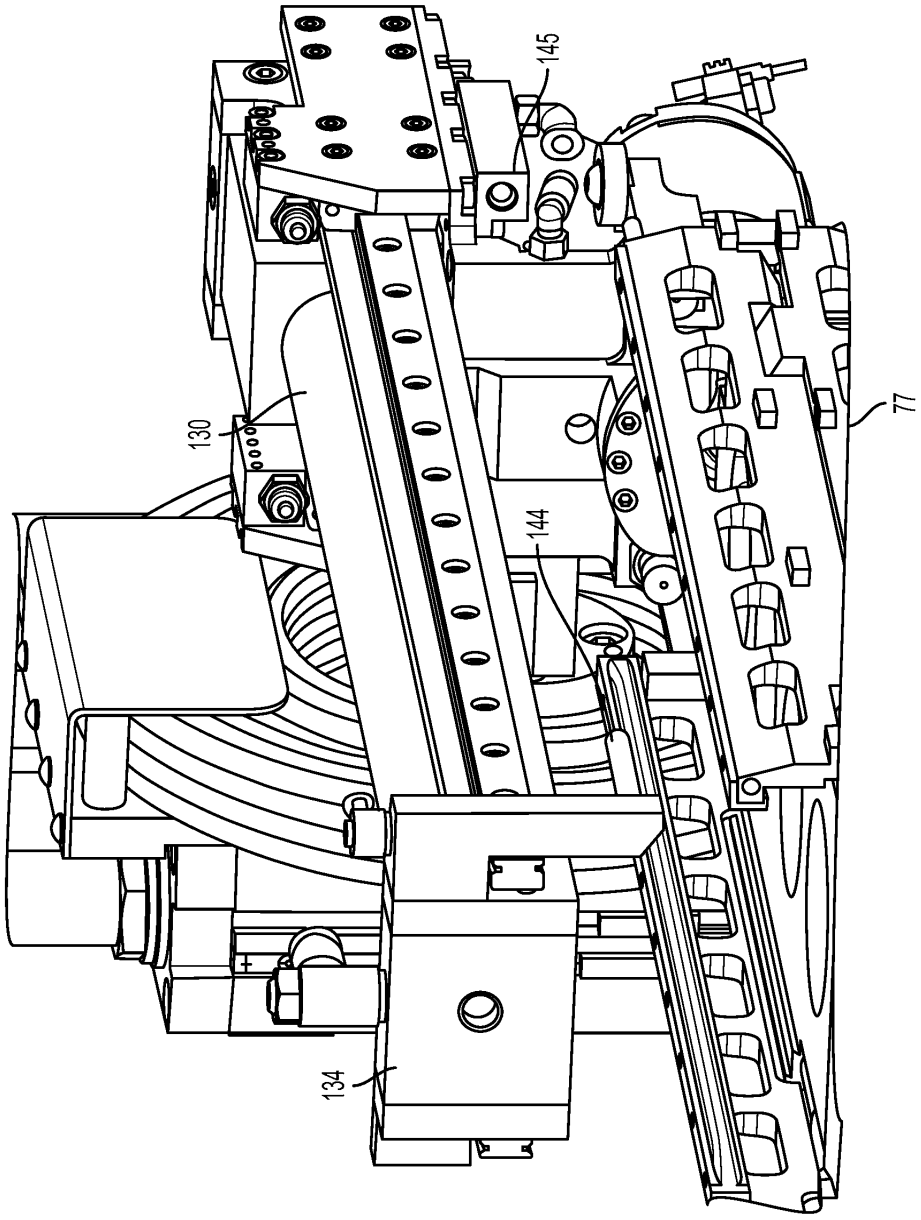
도면36



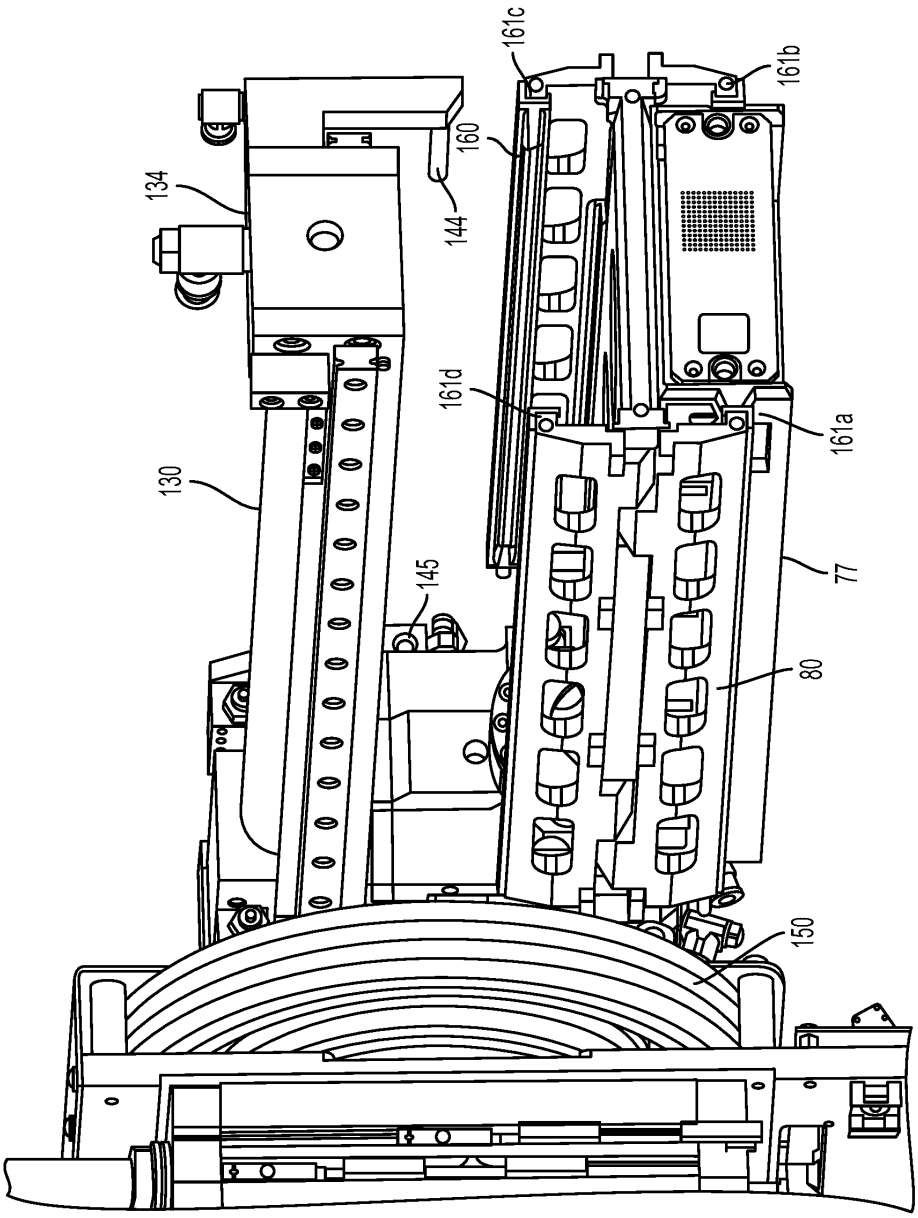
도면37



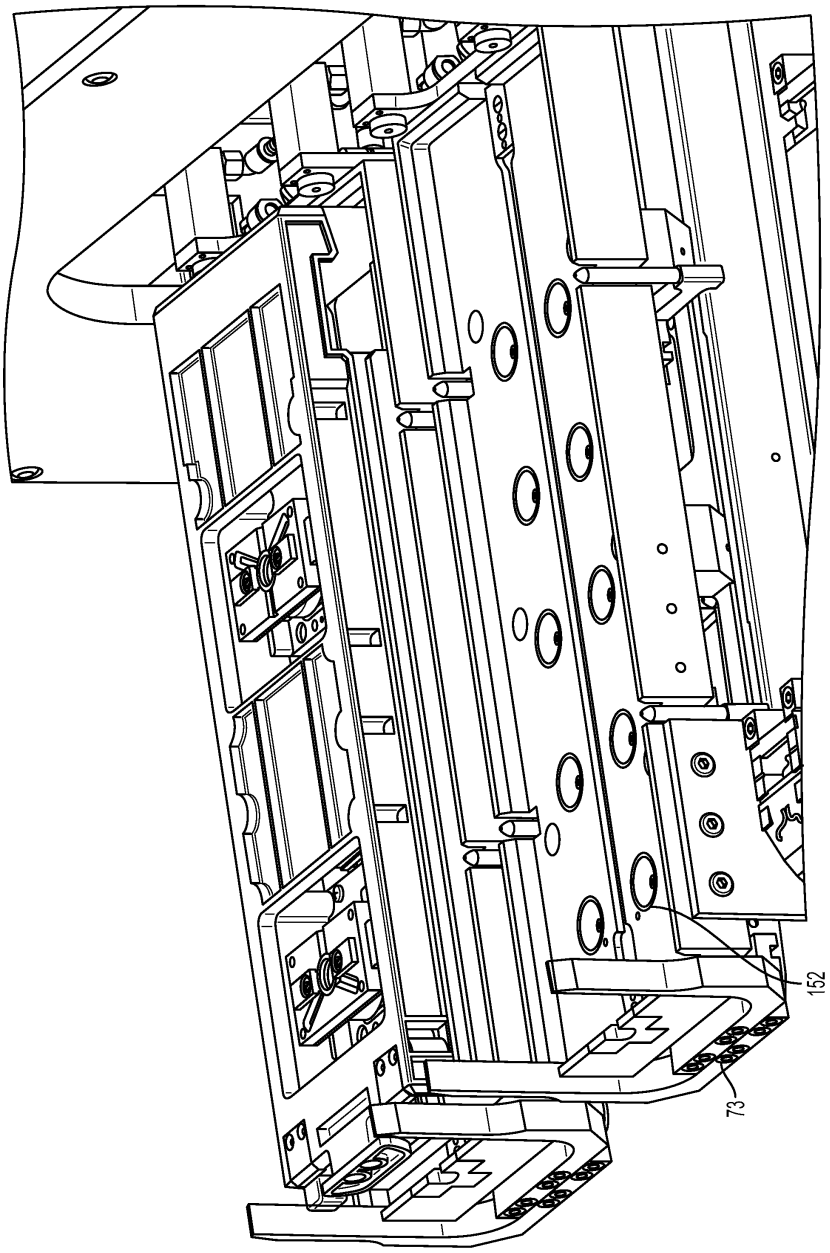
도면38



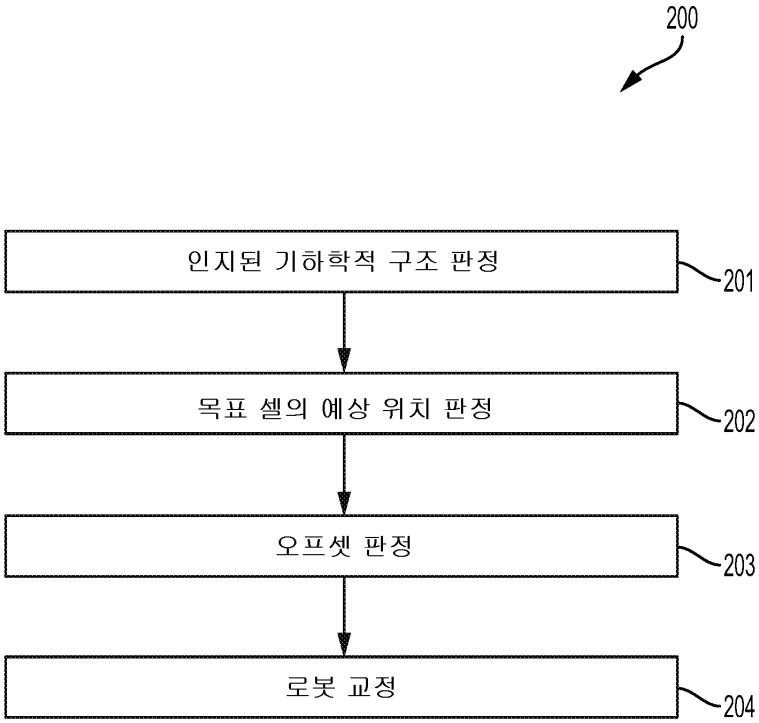
도면39



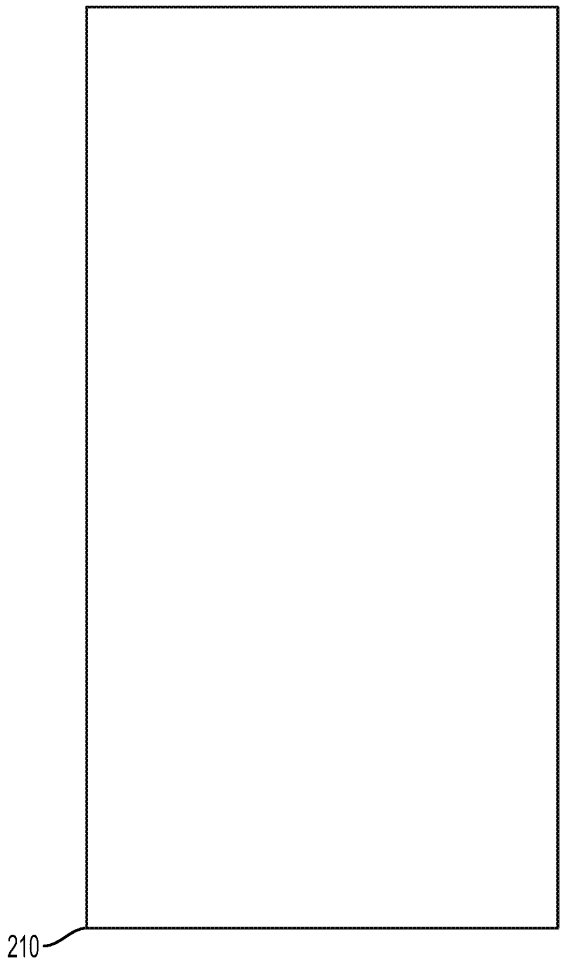
도면40



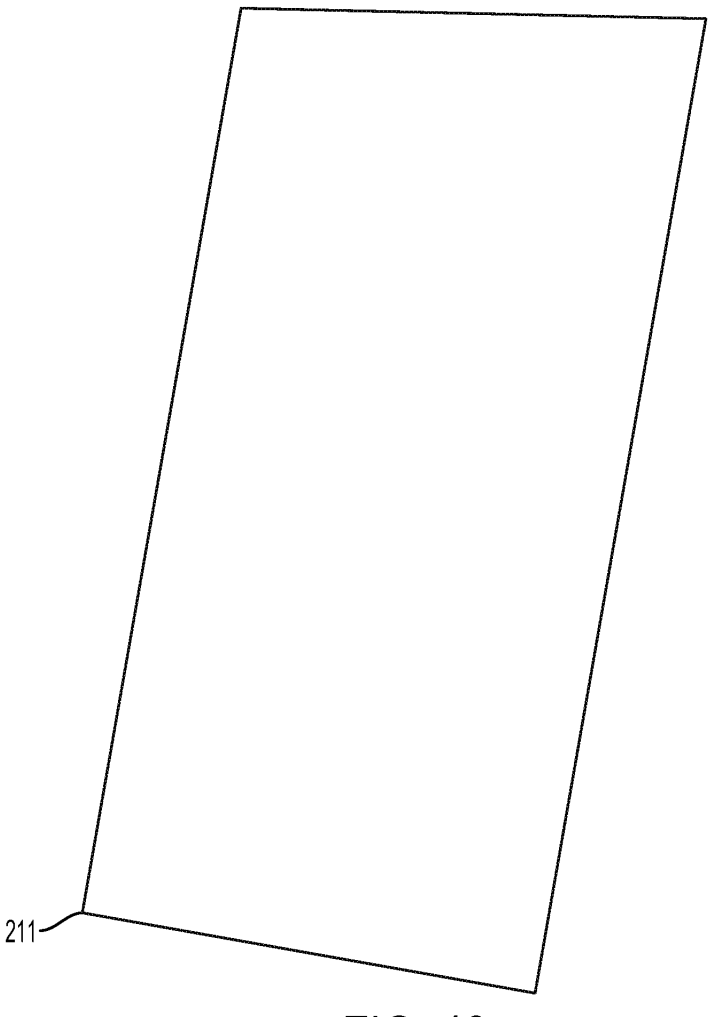
도면41



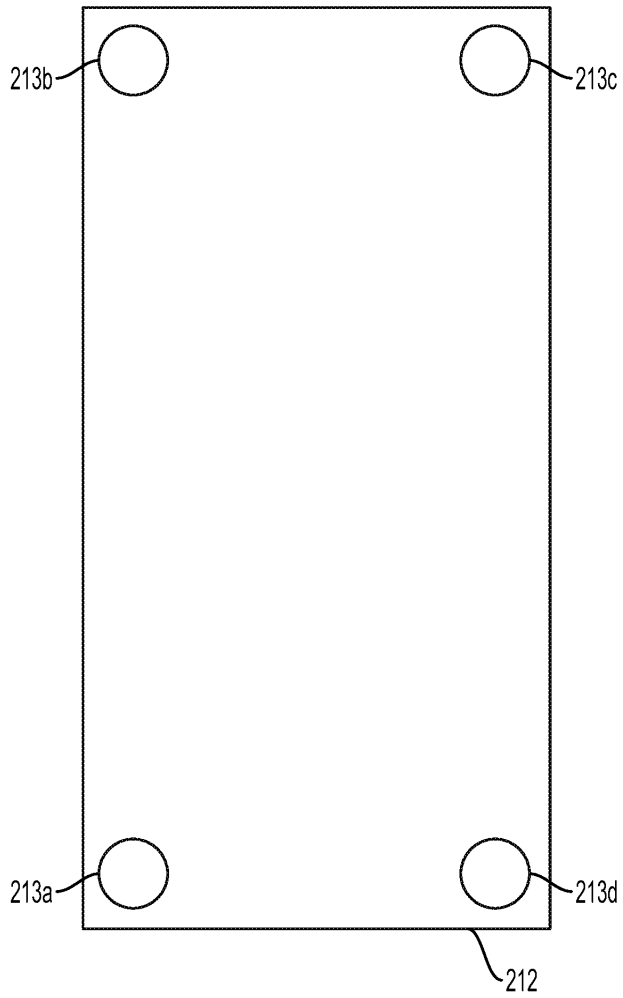
도면42



도면43



도면44



도면45

