



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0122460
(43) 공개일자 2022년09월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B25J 11/00 (2006.01) B25J 15/00 (2006.01)
 B25J 19/02 (2006.01) B25J 5/00 (2006.01)
 B25J 9/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)
 F17C 13/00 (2006.01) F17C 13/04 (2006.01)
 F17C 13/08 (2006.01) F17C 13/12 (2006.01)
 H01L 21/67 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 B25J 11/0025 (2013.01)
 B25J 15/0052 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0123173
- (22) 출원일자 2021년09월15일
 심사청구일자 2021년09월15일
- (30) 우선권주장
 1020210025968 2021년02월25일 대한민국(KR)
 1020210101013 2021년07월30일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
- (72) 발명자
 변경섭
 경기도 수원시 영통구 신원로136번길 26, Y동 40
 2호(신동)
- 구인욱
 서울특별시 은평구 연서로11길 10(구산동)
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 리엔텍특허법인

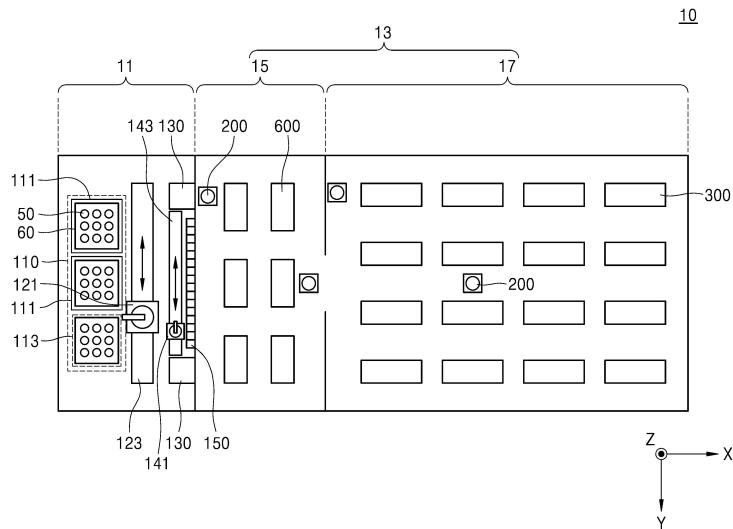
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 가스 용기 이송용 이송 로봇, 가스 공급 캐비닛, 및 이들을 포함하는 가스 공급 시스템

(57) 요약

본 발명의 기술적 사상은 가스 용기가 적재된 크래들이 로딩되는 크래들 로더, 상기 가스 용기를 검사하도록 구성된 검사 버퍼 챔버, 상기 크래들과 상기 검사 버퍼 챔버 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 로딩/언로딩 로봇을 포함하는, 로딩/언로딩 스테이지; 및 상기 가스 용기를 임시 보관하는 스토리지 큐, 상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛, 및 상기 검사 버퍼 챔버와 상기 스토리지 큐 사이 및 상기 스토리지 큐와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하도록 구성된 이송 로봇을 포함하는, 가스 공급 스테이지;를 포함하는 가스 공급 시스템을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B25J 19/023 (2013.01)
B25J 5/007 (2013.01)
B25J 9/0018 (2013.01)
B25J 9/1664 (2013.01)
B25J 9/1697 (2013.01)
F17C 13/002 (2013.01)
F17C 13/04 (2013.01)
F17C 13/084 (2013.01)
F17C 13/123 (2013.01)

(72) 발명자

김동원

경기도 수원시 영통구 영통로241번길(신동)

김민영

경기도 화성시 동탄원천로 354-11(능동)

김의

서울특별시 용산구 이촌로 181, 102동 1104호(이촌동, 한강대우아파트)

김종규

경기도 수원시 영통구 신원로 124-1(신동)

소진호

서울특별시 광진구 자양로19길 28-3, 203호(자양동)

안병준

경기도 수원시 영통구 덕영대로1499번길 50, 703호(망포동)

허영호

경기도 수원시 권선구 권중로 136, 511동 704호(권선동, 신동아아파트)

황범수

서울특별시 서초구 강남대로39길 15-10, 한라비발디 스튜디오193 922호(서초동)

명세서

청구범위

청구항 1

가스 용기가 적재된 크래들이 로딩되는 크래들 로더, 상기 가스 용기를 검사하도록 구성된 검사 버퍼 챔버, 상기 크래들과 상기 검사 버퍼 챔버 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 로딩/언로딩 로봇을 포함하는, 로딩/언로딩 스테이지; 및

상기 가스 용기를 임시 보관하는 스토리지 큐, 상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛, 및 상기 검사 버퍼 챔버와 상기 스토리지 큐 사이 및 상기 스토리지 큐와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하도록 구성된 이송 로봇을 포함하는, 가스 공급 스테이지;를 포함하고,

상기 가스 공급 캐비닛은,

내부 공간을 제공하는 캐비닛 프레임;

상기 가스 용기가 안착되는 베이스 플레이트;

상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼;

상기 가스 용기의 밸브 구조체의 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치와 상기 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 차단하는 폐쇄 위치 사이에서 상기 밸브 구조체를 조작하는 밸브 조작 모듈; 및

상기 밸브 노즐의 출구를 개폐하는 엔드캡을 상기 밸브 노즐에 체결 및 분리하는 엔드캡 홀더와, 상기 밸브 노즐에 분리 가능하게 체결되며 상기 밸브 노즐의 유로와 연통하는 가스 노즐을 가지는 커넥터 홀더를 포함하는, CGA(Compressed Gas Association) 홀딩 모듈;을 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 로딩/언로딩 로봇은 상기 가스 용기의 바닥부를 지지하는 바닥 지지 구조 및 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 로딩/언로딩 로봇은 상기 가스 용기의 상기 밸브 구조체를 덮도록 상기 가스 용기에 분리 가능하게 체결되는 밸브캡을 상기 가스 용기로부터 분리하도록 구성되고,

상기 로딩/언로딩 로봇은 상기 밸브캡의 양각 구조에 맞물린 상태에서 상기 밸브캡을 회전시키도록 구성된 너트 러너를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 검사 버퍼 챔버는,

상기 가스 용기가 안착되고, 상기 가스 용기가 회전되도록 회전하는 베이스 플레이트;

상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼; 및

비전 센서;

를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 스테이지는 상기 스토리지 큐를 포함하는 버퍼 스테이지와 상기 가스 공급 캐비닛을 포함하는 캐비닛 스테이지를 포함하고,

상기 버퍼 스테이지는 상기 로딩/언로딩 스테이지와 상기 캐비닛 스테이지 사이에 배치된 가스 공급 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 스토리지 큐는,

내부 공간을 제공하는 프레임;

상기 프레임의 상기 내부 공간 내에 제공되고, 상기 가스 용기가 안착되는 베이스 플레이트;

상기 프레임의 상기 내부 공간 내에 제공되고, 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼; 및

상기 가스 용기의 식별 태그를 센싱하고, 상기 프레임 내에 이동 가능하게 장착된 바코드 리더기;

를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 캐비닛 프레임 내에 이동 가능하게 장착되고, 상기 CGA 홀딩 모듈을 파지하는 클램핑 기구 및 상기 CGA 홀딩 모듈에 분리 가능하게 삽입되는 동력 전달 샤프트를 포함하는 체결 모듈을 더 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 캐비닛 프레임 내에 제공되고, 상기 CGA 홀딩 모듈이 거치되는 거치대를 더 포함하고, 상기 거치대는 상기 커넥터 홀더에 분리 가능하게 체결되는 플러그를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 캐비닛 프레임 내에 제공되고, 하나 이상의 가스켓을 공급하는 가스켓 매거진을 더 포함하고,

상기 체결 모듈은 상기 가스켓 매거진에서 공급된 가스켓을 파지하고 파지된 가스켓을 상기 커넥터 홀더의 상기 가스 노즐의 단부에 삽입하도록 구성된 가스켓 그리퍼를 더 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 체결 모듈은,

방폭 케이스;

상기 방폭 케이스 내에 배치된 비전 센서; 및

상기 비전 센서의 광 경로에 설치되며, 상기 비전 센서의 활상 범위가 조절되도록 회전하는 거울;

을 더 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 캐비닛은 상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 가열시키도록 구성된 히팅 자켓 기구를 더 포함하고,

상기 히팅 자켓 기구는 가열 요소를 포함하고 상기 가스 용기에 접촉되는 히팅 자켓 몸체를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 캐비닛은 상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 냉각시키도록 구성된 쿨링 자켓 기구를 더 포함하고,

상기 쿨링 자켓 기구는 냉각 코일을 포함하고 상기 가스 용기에 접촉되는 쿨링 자켓 몸체를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 밸브 구조체는 상기 밸브 구조체 내의 가스 유동 경로를 개폐하는 다이어프램의 동작을 공압으로 제어하도록 구성된 공압식 밸브이고,

상기 밸브 구조체는 상기 다이어프램이 상기 가스 유동 경로를 개방하는 열림 위치와 상기 다이어프램이 상기 가스 유동 경로를 폐쇄하는 닫힘 위치 사이에서 전환하는 잠금 핸들을 포함하고,

상기 밸브 조작 모듈은,

상기 캐비닛 프레임 내에서 이동하고, 상기 베이스 플레이트에 안착된 상기 가스 용기의 상기 밸브 구조체에 도킹되는 이동 몸체; 및

상기 밸브 구조체의 상기 잠금 핸들을 상기 열림 위치와 상기 닫힘 위치 사이에서 회전시키는 작동 레버;

를 포함하고,

상기 밸브 조작 모듈은 상기 작동 레버가 상기 잠금 핸들을 상기 열림 위치에 위치시켰을 때 상기 밸브 구조체 내의 공압 라인으로 상기 다이어프램을 동작시키기 위한 공압을 제공하는 가스 공급 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 이송 로봇은,

상기 가스 공급 스테이지 내에서 주행하도록 구성된 로봇 본체;

상기 로봇 본체에 연결되고, 상기 가스 용기를 지지하도록 구성된 지지 구조;

상기 지지 구조에 지지된 상기 가스 용기의 상기 밸브 구조체를 덮는 밸브 보호 커버;

상기 밸브 보호 커버가 상기 가스 용기의 상기 밸브 구조체를 덮는 장착 위치와, 상기 가스 용기의 상기 밸브 구조체로부터 이격된 대기 위치 사이에서, 상기 밸브 보호 커버를 이동시키도록 구성된 이동 블록; 및

상기 장착 위치에 위치된 상기 밸브 보호 커버를 상기 가스 용기에 고정시키는 고정 프레임;

을 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 이송 로봇은 상기 지지 구조에 지지된 상기 가스 용기의 높이를 검출하도록 구성된 위치 검출 센서를 더 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 밸브 보호 커버는 상기 가스 용기의 밸브의 측면을 덮는 측벽과 상기 가스 용기의 밸브의 상부를 덮는 상부벽을 포함하고,

상기 측벽에는 상기 밸브 보호 커버의 이동 동안 상기 가스 용기의 밸브가 통과하는 개구부가 형성된 가스 공급 시스템.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 로딩/언로딩 스테이지는 상기 가스 용기가 적재된 상기 크래들을 보관하고 냉각시키도록 구성된 냉각 챔버를 더 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 18

가스 용기가 반입 및 반출되는 로딩/언로딩 스테이지; 및

상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛과, 상기 로딩/언로딩 스테이지와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 이송 로봇을 포함하는 가스 공급 스테이지;를 포함하고,

상기 가스 용기의 밸브 구조체는 상기 가스 용기에 분리 가능하게 결합된 밸브캡에 덮이고,

상기 로딩/언로딩 스테이지는,

상기 가스 용기를 파지하기 위한 그리퍼를 포함하는 용기 파지용 엔드 이펙터와, 상기 밸브캡을 파지하기 위한 밸브캡 파지용 엔드 이펙터가 거치되는 엔드 이펙터 거치대; 및

상기 용기 파지용 엔드 이펙터 및 상기 밸브캡 파지용 엔드 이펙터 중 하나가 장착되며, 상기 가스 용기의 이송 작업 및 상기 가스 용기에 대한 상기 밸브캡의 분리 및 체결 작업을 수행하는 로딩/언로딩 로봇;을 포함하고,

상기 로딩/언로딩 로봇은, 비전 센서와, 상기 밸브캡의 양각 구조에 맞물린 상태에서 상기 밸브캡을 회전시키도록 구성된 너트 러너를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 19

가스 용기가 반입 및 반출되는 로딩/언로딩 스테이지; 및

상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛과, 상기 로딩/언로딩 스테이지와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 이송 로봇을 포함하는 가스 공급 스테이지;를 포함하고,

상기 가스 공급 캐비닛은,

내부 공간을 제공하는 캐비닛 프레임;

상기 가스 용기가 안착되는 베이스 플레이트;

상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼;

상기 가스 용기의 밸브 구조체의 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치와 상기 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 차단하는 폐쇄 위치 사이에서 상기 밸브 구조체를 조작하는 밸브 조작 모듈;

상기 밸브 노즐의 출구를 개폐하는 엔드캡을 상기 밸브 노즐에 체결 및 분리하는 엔드캡 홀더와, 상기 밸브 노즐에 분리 가능하게 체결되며 상기 밸브 노즐의 유로와 연통하는 가스 노즐을 가지는 커넥터 홀더를 포함하는, CGA(Compressed Gas Association) 홀딩 모듈;

상기 캐비닛 프레임 내에 이동 가능하게 장착되고, 상기 CGA 홀딩 모듈을 파지하는 클램핑 기구 및 상기 CGA 홀딩 모듈에 분리 가능하게 삽입되는 동력 전달 샤프트를 포함하는, 체결 모듈; 및

상기 캐비닛 프레임 내에 제공되고, 상기 CGA 홀딩 모듈이 분리 가능하게 체결되는 플러그를 포함하는 거치대;를 포함하는 가스 공급 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 캐비닛 프레임 내에 수용 가능한 상기 가스 용기의 개수는 2개 이상이고,

상기 캐비닛 프레임 내에 수용 가능한 상기 가스 용기의 개수는 상기 밸브 조작 모듈의 개수 및 상기 CGA 홀딩 모듈의 개수와 동일한 가스 공급 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 가스 용기 이송용 이송 로봇, 가스 공급 캐비닛, 및 이들을 포함하는 가스 공급 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조공정에 이용되는 가스는 가스 용기에 고압으로 충전된 상태로 가스 공급 시스템 내로 반입된다. 가스 용기를 가스 공급 캐비닛에 장착한 후, 가스 용기 내의 가스는 가스 공급 라인을 통해 반도체 제조공정을 수행하는 다른 설비로 공급될 수 있다. 일반적으로, 가스 용기의 이송 작업, 가스 용기를 가스 공급 캐비닛에 장착하는 작업 등 가스 용기를 다루는 일련의 과정은 작업자의 수작업으로 이루어졌다. 무거운 가스 용기를 다루는 작업으로 인해 작업자가 상해를 입을 위험이 있고, 또한 독성 및/또는 가연성의 가스가 누출되는 경우 안전 사고 및 화재위험이 존재하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 기술적 사상이 해결하고자 하는 과제는 가스 용기 이송용 이송 로봇 및 가스 공급 캐비닛을 포함하는 가스 공급 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 기술적 사상은 가스 용기가 적재된 크래들이 로딩되는 크래들 로더, 상기 가스 용기를 검사하도록 구성된 검사 버퍼 챔버, 상기 크래들과 상기 검사 버퍼 챔버 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 로딩/언로딩 로봇을 포함하는, 로딩/언로딩 스테이지; 및 상기 가스 용기를 임시 보관하는 스토리지 큐, 상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛, 및 상기 검사 버퍼 챔버와 상기 스토리지 큐 사이 및 상기 스토리지 큐와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하도록 구성된 이송 로봇을 포함하는, 가스 공급 스테이지;를 포함하고, 상기 가스 공급 캐비닛은, 내부 공간을 제공하는 캐비닛 프레임; 상기 가스 용기가 안착되는 베이스 플레이트; 상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼; 상기 가스 용기의 밸브 구조체의 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치와 상기 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 차단하는 폐쇄 위치 사이에서 상기 밸브 구조체를 조작하는 밸브 조작 모듈; 및 상기 밸브 노즐의 출구를 개폐하는 엔드캡을 상기 밸브 노즐에 체결 및 분리하는 엔드캡 홀더와, 상기 밸브 노즐에 분리 가능하게 체결되며 상기 밸브 노즐의 유로와 연통하는 가스 노즐을 가지는 커넥터 홀더를 포함하는, CGA(Compressed Gas Association) 홀딩 모듈;을 포함하는 가스 공급 시스템을 제공한다.

[0005] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 기술적 사상은 가스 용기가 반입 및 반출되는 로딩/언로딩 스테이지; 및 상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛과, 상기 로딩/언로딩 스테이지와 상기 가스 공급 캐비닛 사이에서 상기 가스 용기를 이송하는 이송 로봇을 포함하는 가스 공급 스테이지;를 포함하고, 상기 가스 용기의 밸브 구조체는 상기 가스 용기에 분리 가능하게 결합된 밸브캡에 덮이고, 상기 로딩/언로딩 스테이지는, 상기 가스 용기를 파지하기 위한 그리퍼를 포함하는 용기 파지용 엔드 이펙터와, 상기 밸브캡을 파지하기 위한 밸브캡 파지용 엔드 이펙터가 거치되는 엔드 이펙터 거치대; 및 상기 용기 파지용 엔드 이펙터 및 상기 밸브캡 파지용 엔드 이펙터 중 하나가 장착되며, 상기 가스 용기의 이송 작업 및 상기 가스 용기에 대한 상기 밸브캡의 분리 및 체결 작업을 수행하는 로딩/언로딩 로봇;을 포함하고, 상기 로딩/언로딩 로봇은, 비전 센서; 및 상기 밸브캡의 양각 구조에 맞물린 상태에서 상기 밸브캡을 회전시키도록 구성된 너트 리너를 포함하는 가스 공급 시스템을 제공한다.

[0006] 상술한 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 기술적 사상은 가스 용기가 반입 및 반출되는 로딩/언로딩 스테이지; 및 상기 가스 용기가 장착되는 가스 공급 캐비닛과, 상기 로딩/언로딩 스테이지와 상기 가스 공급 캐비닛 사이

에서 상기 가스 용기를 이송하는 이송 로봇을 포함하는 가스 공급 스테이지;를 포함하고, 상기 가스 공급 캐비닛은, 내부 공간을 제공하는 캐비닛 프레임; 상기 가스 용기가 안착되는 베이스 플레이트; 상기 베이스 플레이트 상에 안착된 상기 가스 용기를 파지하는 그리퍼; 상기 가스 용기의 밸브 구조체의 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치와 상기 밸브 노즐을 통한 가스의 방출을 차단하는 폐쇄 위치 사이에서 상기 밸브 구조체를 조작하는 밸브 조작 모듈; 상기 밸브 노즐의 출구를 개폐하는 엔드캡을 상기 밸브 노즐에 체결 및 분리하는 엔드캡 홀더와, 상기 밸브 노즐에 분리 가능하게 체결되며 상기 밸브 노즐의 유로와 연통하는 가스 노즐을 가지는 커넥터 홀더를 포함하는, CGA(Compressed Gas Association) 홀딩 모듈; 상기 캐비닛 프레임 내에 이동 가능하게 장착되고, 상기 CGA 홀딩 모듈을 파지하는 클램핑 기구 및 상기 CGA 홀딩 모듈에 분리 가능하게 삽입되는 동력 전달 샤프트를 포함하는, 체결 모듈; 및 상기 캐비닛 프레임 내에 제공되고, 상기 CGA 홀딩 모듈이 분리 가능하게 체결되는 플러그를 포함하는 거치대;를 포함하는 가스 공급 시스템을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0007]

- 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 시스템을 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 가스 용기 및 밸브캡을 나타내는 사시도이다.
- 도 3은 로딩/언로딩 스테이지의 크래들 보관부의 일부를 나타내는 사시도이다.
- 도 4는 로딩/언로딩 스테이지의 로딩/언로딩 로봇의 용기 파지용 엔드 이펙터를 나타내는 사시도이다.
- 도 5는 로딩/언로딩 스테이지의 밸브캡 조작 로봇의 밸브캡 파지용 엔드 이펙터를 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 검사 버퍼 챔버의 베이스 플레이트 및 그리퍼를 나타내는 사시도이다.
- 도 7은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 시스템을 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- 도 8은 도 7의 로딩/언로딩 로봇을 나타내는 사시도이다.
- 도 9는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 용기 이송용 이송 로봇을 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- 도 10a는 도 9의 이송 로봇의 밸브 보호 커버가 가스 용기에 장착된 상태를 보여주는 측면도이다.
- 도 10b는 도 9의 이송 로봇의 밸브 보호 커버가 가스 용기로부터 분리된 상태를 보여주는 측면도이다.
- 도 11는 도 9의 이송 로봇의 밸브 보호 커버가 가스 용기에 장착된 상태를 보여주는 사시도이다.
- 도 12는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 버퍼 스테이지의 스토리지 큐를 나타내는 사시도이다.
- 도 13은 스토리지 큐의 베이스 플레이트, 그리퍼, 및 바코드 리더기를 나타내는 사시도이다.
- 도 14는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 스테이지의 가스 공급 캐비닛을 나타내는 사시도이다.
- 도 15는 가스 공급 캐비닛의 제1 용기 지지 모듈 및 밸브 조작 모듈을 나타내는 사시도이다.
- 도 16은 제1 용기 지지 모듈의 베이스 플레이트를 나타내는 사시도이다.
- 도 17은 제1 용기 지지 모듈의 히팅 자켓 기구를 나타내는 사시도이다.
- 도 18은 제1 용기 지지 모듈의 그리퍼를 나타내는 사시도이다.
- 도 19a는 가스 공급 캐비닛의 제2 용기 지지 모듈을 나타내는 사시도이다.
- 도 19b는 도 19a의 제2 용기 지지 모듈의 쿨링 자켓 기구를 나타내는 사시도이다.
- 도 20 및 도 21은 가스 공급 캐비닛의 밸브 조작 모듈을 나타내는 사시도들이다.
- 도 22는 밸브 조작 모듈이 가스 용기의 밸브 구조체에 도킹된 모습을 개략적으로 나타내는 측면도이다.
- 도 23은 CGA 홀딩 모듈이 거치대에 거치된 모습을 나타내는 사시도이다.
- 도 24는 CGA 홀딩 모듈의 사시도이다.
- 도 25는 가스 공급 캐비닛 내에 제공된 체결 모듈 및 CGA 홀딩 모듈을 나타내는 사시도이다.
- 도 26은 체결 모듈을 나타내는 사시도이다.

도 27은 CGA 홀딩 모듈이 체결 모듈에 장착된 모습을 나타내는 사시도이다.

도 28은 가스켓 피더를 나타내는 사시도이다.

도 29는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 캐비닛의 일부를 개략적으로 나타내는 구성도이다.

도 30은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 체결 모듈의 일부를 나타내는 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 기술적 사상의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 도면 상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고, 이들에 대한 중복된 설명은 생략한다.
- [0009] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 시스템(10)을 개략적으로 나타내는 구성도이다. 도 2는 가스 용기(50) 및 밸브캡(80)을 나타내는 사시도이다.
- [0010] 도 1 및 도 2를 참조하면, 가스 공급 시스템(10)은 로딩/언로딩 스테이지(11) 및 가스 공급 스테이지(13)를 포함할 수 있다. 가스 공급 스테이지(13)는 하나 이상의 스토리지 큐(storage queue)(600)가 배치되는 버퍼 스테이지(15)와, 하나 이상의 가스 공급 캐비닛(300)이 배치되는 캐비닛 스테이지(17)를 포함할 수 있다. 버퍼 스테이지(15)는 로딩/언로딩 스테이지(11)와 캐비닛 스테이지(17) 사이에 배치될 수 있다. 가스 공급 시스템(10)에서, 캐비닛 스테이지(17)가 가장 큰 면적을 차지하고, 버퍼 스테이지(15)가 캐비닛 스테이지(17) 다음으로 큰 면적으로 차지하며, 로딩/언로딩 스테이지(11)가 가장 작은 면적을 차지할 수 있다. 가스 공급 시스템(10)은 반도체 제조설비의 가스룸에 설치될 수 있다.
- [0011] 로딩/언로딩 스테이지(11)는 외부에서 제공된 가스 용기(50)가 로딩되거나, 가스 용기(50)를 외부로 언로딩하는 스테이지이다. 로딩/언로딩 스테이지(11)는 가스가 충전된 가스 용기(50)를 가스 공급 스테이지(13)에 제공하거나, 가스가 소진된 가스 용기(50)를 가스 공급 스테이지(13)로부터 제공 받을 수 있다.
- [0012] 가스 공급 캐비닛(300)에는 각각 하나 이상의 가스 용기(50)가 장착될 수 있다. 하나의 가스 공급 캐비닛(300)에 장착되는 가스 용기(50)의 개수는 반도체 공정에 필요한 각종 가스의 사용량 및 교체 주기에 따라 적절하게 조절될 수 있다. 가스 공급 캐비닛(300)은 반도체 공정을 수행하도록 구성되는 반도체 제조설비(예를 들어, 증착 챔버, 식각 챔버 등과 같은 공정 챔버)로 가스를 공급하도록 구성될 수 있다. 가스 공급 캐비닛(300)은 가스 연결 배관을 통해 반도체 제조설비에 연결될 수 있다. 가스 공급 캐비닛(300)에 장착된 가스 용기(50)로부터 방출된 가스는 상기 가스 연결 배관을 통해 상기 반도체 제조설비로 공급할 수 있다.
- [0013] 버퍼 스테이지(15)는 캐비닛 스테이지(17)와 로딩/언로딩 스테이지(11) 사이에 배치될 수 있으며, 가스 용기(50)를 임시로 수용하도록 구성된 스토리지 큐(600)를 포함할 수 있다. 다른 예시적인 실시예들에서, 캐비닛 스테이지(17)는 로딩/언로딩 스테이지(11)에 직접 연결될 수 있으며, 버퍼 스테이지(15)는 생략될 수도 있다.
- [0014] 가스 공급 시스템(10)은 가스 공급 스테이지(13) 내에서 가스 용기(50)를 이송하도록 구성된 이송 로봇(200)을 포함할 수 있다. 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)를 홀딩하고, 가스 용기(50)를 홀딩한 상태에서 이동하여 가스 용기(50)를 이송할 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 이송 로봇(200)은 로딩/언로딩 스테이지(11)의 검사 버퍼 챔버(130)로부터 가스 용기(50)를 전달받고, 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600) 또는 가스 공급 캐비닛(300)으로 이송할 수 있다. 이송 로봇(200)은 스토리지 큐(600)와의 상호 인터페이스를 통해 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600)의 내의 적재 예정 포트에 로딩시키거나, 가스 공급 캐비닛(300)과의 상호 인터페이스를 통해 가스 용기(50)를 가스 공급 캐비닛(300)의 적재 예정 포트에 로딩시킬 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 가스가 소진된 가스 용기(50)를 전달받고, 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600) 또는 검사 버퍼 챔버(130)로 이송할 수 있다.
- [0015] 가스 용기(50)에는 반도체 공정에 사용되는 가스가 저장될 수 있다. 예를 들어, 가스 용기(50)에는 불활성, 독성, 부식성, 및/또는 가연성의 성상을 갖는 다양한 종류의 가스가 저장될 수 있다. 가스 용기(50)는 예를 들어 2.3L 내지 49L 사이의 용적을 가질 수 있다. 예를 들어, 가스 용기(50)는 47L의 용적을 가질 수 있다. 가스 공급 캐비닛(300)이 1~20개의 가스 용기(50)를 수용하도록 구성된 경우, 일반적으로 하루 1번 이상의 가스 용기(50)의 교체 작업이 요구될 수 있다. 물론, 가스 공급 캐비닛(300)에 대한 가스 용기(50)의 교체 주기는 반도체 공정 상황에 따라서 달라질 수 있다.
- [0016] 가스 용기(50)는 가스의 방출을 제어하기 위한 밸브 구조체(51)가 제공될 수 있다. 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)는 공압식 밸브(또는, 공기 자동식 밸브)를 포함할 수 있다. 예컨대, 밸브 구조체(51)는 밸브 구조체(51)

내의 가스 유동 경로를 개폐하도록 구성된 다이어프램의 동작을 공압으로 제어하도록 구성될 수 있다. 예컨대, 다이어프램은 공압에 의해 승강되도록 구성되며, 다이어프램의 승강에 의해 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 개폐될 수 있다. 예컨대, 다이어프램이 제1 위치에 위치되어 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 개방시키는 경우, 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 허용될 수 있다. 다이어프램이 상기 제1 위치로부터 하강된 제2 위치에 위치되어 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 폐쇄하는 경우, 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 차단될 수 있다. 이하에서, 밸브 구조체(51)의 개방 위치 또는 개방 상태는 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로가 개방되어 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 허용되었을 때의 위치 또는 상태로 정의한다. 그리고, 밸브 구조체(51)의 폐쇄 위치 또는 폐쇄 상태는 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로가 폐쇄되어 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 차단되었을 때의 위치 또는 상태로 정의한다.

[0017] 밸브 구조체(51)는 밸브 헤드(52), 공압 연결부(55), 잠금 핸들(56), 및 엔드캡(59)을 포함할 수 있다.

[0018] 공압 연결부(55)는 밸브 헤드(52)의 상단에 제공될 수 있다. 공압 연결부(55)는 밸브 구조체(51) 내의 공압 라인에 연결될 수 있으며, 외부에서 제공된 공압을 밸브 구조체(51) 내의 공압 라인에 전달하기 위한 유로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 외부에서 제공된 공압은 공압 연결부(55) 및 밸브 구조체(51) 내의 공압 라인을 통해 밸브 구조체(51)의 다이어프램에 작용할 수 있다. 외부에서 제공된 공압이 공압 연결부(55)를 통해 다이어프램에 작용하는 경우, 다이어프램은 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 폐쇄하여, 밸브 구조체(51)를 폐쇄 상태에 있게 한다.

[0019] 잠금 핸들(56)은 다이어프램의 동작을 선택적으로 구속할 수 있다. 잠금 핸들(56)은 밸브 헤드(52)의 상단에 배치될 수 있으며, 공압 연결부(55)를 둘러싸는 형상을 가질 수 있다. 잠금 핸들(56)은 밸브 헤드(52)에 회전 가능하게 설치되며, 잠금 핸들(56)의 회전에 의해 다이어프램의 동작이 허용되거나 다이어프램의 동작이 제한될 수 있다. 예를 들어, 잠금 핸들(56)은 다이어프램의 승강 동작을 허용하는 열림 위치와, 다이어프램의 승강 동작을 제한하는 닫힘 위치 사이에서 회전할 수 있다. 잠금 핸들(56)이 다이어프램의 승강 동작을 허용하는 열림 위치에 있는 경우, 다이어프램의 위치는 외부에서 제공된 공압에 의해 결정될 수 있다. 잠금 핸들(56)이 다이어프램의 승강 동작을 제한하는 닫힘 위치에 있는 경우, 다이어프램은 잠금 핸들(56)에 가압되어 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 폐쇄할 수 있다. 잠금 핸들(56)이 닫힘 위치에 있는 동안, 밸브 구조체(51)는 폐쇄 위치에 있으므로, 밸브 구조체(51)를 통한 가스 방출이 차단된다. 따라서, 가스 용기(50)의 운반 중에 잠금 핸들(56)은 닫힘 위치에 위치되며, 가스 용기(50)의 이송 중에 발생하는 진동 등에 의한 다이어프램 자체의 손상 및/또는 다이어프램을 지지하는 탄성체의 손상으로 인한 가스의 누출을 방지한다. 이하에서, 밸브 구조체(51)의 강제 폐쇄 위치 또는 강제 폐쇄 상태는 잠금 핸들(56)이 닫힘 위치에 위치되어 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 차단되었을 때의 위치 또는 상태로 정의한다.

[0020] 엔드캡(59)은 밸브 노즐(53)의 출구를 개폐할 수 있다. 엔드캡(59)은 밸브 노즐(53)에 분리 가능하게 체결될 수 있다. 엔드캡(59)은 밸브 노즐(53)에 나사 결합될 수 있다.

[0021] 밸브 헤드(52)에는 얼라인 구조가 제공될 수 있다. 상기 얼라인 구조는 밸브 헤드(52)의 외주면에 제공된 띠홈(groove), 또는 특정 형태의 구조일 수 있다. 밸브 헤드(52)의 얼라인 구조는 외부 기기의 비전 센서(vision sensor)에 의해 센싱될 수 있다. 상기 비전 센서는 카메라, 이미지 센서 등을 포함할 수 있다. 상기 비전 센서에서 밸브 헤드(52)의 얼라인 구조가 센싱하여 얻은 정보를 기초로, 밸브 구조체(51)의 위치 및 자세를 검출할 수 있고 외부 장치와 밸브 구조체(51) 간의 얼라인을 수행할 수 있다. 물론, 얼라인 구조는 비전 센서 외에 다른 기타 센서에 의해 센싱될 수도 있다. 또한, 밸브 헤드(52)에는 가스 용기(50)에 대한 정보(예를 들어, 가스의 성상) 등에 관련된 QR 코드가 부착될 수 있다.

[0022] 가스 용기(50)에는 밸브 구조체(51)를 덮어 보호하기 위한 밸브캡(80)이 분리 가능하게 체결될 수 있다. 외부에서 로딩/언로딩 스테이지(11)로 제공되는 가스 용기(50)에는 밸브캡(80)이 체결되어 있다. 가스 용기(50)가 로딩/언로딩 스테이지(11)로부터 가스 공급 스테이지(13)로 반입되기 전에, 밸브캡(80)은 가스 용기(50)로부터 분리된다. 그리고, 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로부터 다시 로딩/언로딩 스테이지(11)로 이송되면, 가스 용기(50)에 밸브캡(80)을 체결한 이후 가스 용기(50)를 외부로 반출한다.

[0023] 밸브캡(80)은 밸브 구조체(51)의 아래에 있는 가스 용기(50)의 목 부분에 제공된 넥링(54)에 분리 가능하게 체결될 수 있다. 밸브캡(80)은 넥링(54)에 나사 결합될 수 있다. 즉, 밸브캡(80)의 내주면에 제공된 나사산과 넥링(54)의 나사산 맞물리는 것에 의해 밸브캡(80)이 넥링(54)에 체결될 수 있다. 넥링(54)은 밸브캡(80)의 나사산과 넥링(54)의 나사산이 맞물리는 위치로 밸브캡(80)을 가이드하기 위한 도그 포인트를 가질 수 있다. 또한, 밸브캡(80)의 상부에는 육각 형태의 양각 구조(81)가 제공될 수 있다.

- [0024] 이하에서, 가스 공급 시스템(10)의 일 동작 예를 간략히 설명한다.
- [0025] 가스 용기(50)가 적재된 크래들(60)은 작업자에 의해 로딩/언로딩 스테이지(11)로 입고된다. 로딩/언로딩 스테이지(11)에서는, 로딩/언로딩 로봇(121)을 이용하여 가스 용기(50)를 크래들(60)로부터 검사 버퍼 챔버(130)로 이송하는 단계, 가스 용기(50)로부터 밸브캡(80)을 분리하는 단계, 및 검사 버퍼 챔버(130)에서 가스 용기(50)를 검사하는 단계, 검사를 통과한 가스 용기(50)를 가스 공급 스테이지(13)로 반입하는 단계를 차례로 수행한다.
- [0026] 이송 로봇(200)은 가스 공급 스테이지(13)의 버퍼 스테이지(15)로 이동하여 로딩/언로딩 스테이지(11)에서 제공된 가스 용기(50)를 전달 받고, 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600) 또는 가스 공급 캐비닛(300)으로 이송한다. 가스 공급 캐비닛(300)에 가스 용기(50)가 로딩되면, 가스 공급 캐비닛(300)에서 밸브 구조체(51)로부터 엔드캡(59)을 분리 작업, 가스 공급 캐비닛(300)의 가스 노즐과 가스 용기(50)의 밸브 노즐(53) 간의 연결 작업, 가스 공급 전 작업(예를 들어, 퍼지, 가압/감압 테스트), 밸브 구조체(51)를 개방 상태로 전환 후 가스 용기(50)의 가스를 가스 소비처인 제조 설비로 공급하는 작업이 수행된다.
- [0027] 가스 공급 캐비닛(300)에 로딩된 가스 용기(50)의 가스가 소진된 경우, 가스 공급 캐비닛(300)은 무게 센서 또는 압력 센서 등으로 가스 용기(50)의 교체 시기를 판단하며, 가스 용기(50)의 교체가 필요한 경우 이를 상위 시스템에 이를 보고한다. 가스 공급 캐비닛(300)에서는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 폐쇄 위치로 전환하는 작업, 가스 공급 캐비닛(300)의 가스 노즐과 가스 용기(50)의 밸브 노즐(53)을 분리하는 작업, 및 밸브 구조체(51)에 엔드캡(59)을 체결하는 작업을 수행하여, 가스 용기(50)의 언로딩 작업을 준비한다. 가스 용기(50)를 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 언로딩시키기 위한 준비가 완료되면, 상기 상위 시스템이 이송 로봇(200)에 가스 용기(50)의 언로딩 작업을 할당하며, 작업이 할당된 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300)으로 이동하여 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 가스 용기(50)를 언로딩한다. 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600) 또는 검사 버퍼 챔버(130)로 이송할 수 있다. 가스 용기(50)가 스토리지 큐(600)로 이송된 경우, 가스 용기(50)는 스토리지 큐(600)에서 임시로 보관되며, 적절한 시기에 검사 버퍼 챔버(130)로 이송된다. 로딩/언로딩 스테이지(11)는 검사 버퍼 챔버(130)로 반출된 가스 용기(50)에 밸브캡(80)을 체결한 후에, 가스 용기(50)를 크래들(60)로 이송한다.
- [0028] 한편, 상기 상위 시스템은 가스 공급 시스템(10)을 이용한 공정 전반을 제어하도록 구성되며, 메인 제어부로 지칭될 수도 있다. 예를 들어, 상기 상위 시스템은 각종 프로그래밍 명령들(programming instructions)이 저장된 ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory) 등의 메모리 장치와, 상기 메모리 장치에 저장된 프로그래밍 명령들 및 외부에서 제공된 신호를 처리하도록 구성된 마이크로 프로세서, CPU(Central Processing Unit), GPU(Graphics Processing Unit) 등의 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 상기 상위 시스템은 전기적 신호를 수신 및 송신하기 위한 수신기 및 전송기를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 상위 시스템은 일련의 알고리즘과 시퀀스를 갖는다. 상위 시스템은 설비들(즉, 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 로딩/언로딩 스테이지(11)) 각각으로부터 포트의 상태 정보와 가스 용기(50)의 재하 정보를 보고 받는다. 보고는 로딩/언로딩, 설비의 상태 변경 등 설비에 변경이 있을 경우 이루어지거나, 또는 주기적으로 이루어질 수 있다. 상위 시스템은 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 조건이 미리 결정된 조건을 만족할 경우, 한 설비로부터 다른 설비로 가스 용기(50)를 이송하는 작업을 스케줄링 한다.
- [0030] 로딩/언로딩 조건과 통신 시나리오의 가스 용기(50)의 이송 출발점이 되는 시작 설비와 가스 용기(50)의 이송 도착점이 되는 도착 설비의 조합에 따라 달라진다. 가스 용기(50)가 가스 공급 시스템(10)에 반입되어 반출되기까지의 일련의 순서로 설비를 조합하자면, 설비 조합 1(시작 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11), 도착 설비: 스토리지 큐(600)), 설비 조합 2(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 가스 공급 캐비닛(300)), 설비 조합 3(시작 설비: 가스 공급 캐비닛(300), 도착 설비: 스토리지 큐(600)), 및 설비 조합 4(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11))가 있다.
- [0031] 각 설비 조합의 로딩/언로딩 조건은 다음과 같다.
- [0032] 설비 조합 1(시작 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11), 도착 설비: 스토리지 큐(600))의 경우, 스토리지 큐(600)에 여유 공간이 있고 로딩/언로딩 스테이지(11)로부터 가스 용기(50)의 반입 요청이 있는 경우, 가스 용기(50)의 이송 작업이 생성된다.
- [0033] 설비 조합 2(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 가스 공급 캐비닛(300))의 경우, 가스 공급 캐비닛(300)의 하나 이상의 포트가 빈 상태이고 가스 공급 캐비닛(300)의 전체 포트들이 미동작 상태일 때, 가스 용기

(50)의 이송 작업이 생성된다. 이 때, 가스 공급 캐비닛(300)에 두 개 이상의 포트가 비었을 경우, 포트가 비었던 기간이 더 긴 포트로 가스 용기(50)를 이송한다. 공급 가능한 가스 용기(50)가 여러 개인 경우, 유통기한이 가장 짧은 가스 용기(50)를 먼저 사용한다.

- [0034] 설비 조합 3(시작 설비: 가스 공급 캐비닛(300), 도착 설비: 스토리지 큐(600))의 경우, 가스 공급 캐비닛(300)의 하나 이상의 포트가 가스 용기(50)의 탈착 상태(discharged event)에 해당하고 가스 공급 캐비닛(300)의 전체 포트들이 미동작 상태일 때, 가스 용기(50)의 이송 작업이 생성된다. 여기서, 가스 용기(50)의 탈착 상태는 가스 공급 캐비닛(300)의 포트에서 가스 용기(50)에 대한 언로딩 작업이 진행 중이거나 가스 용기(50)에 대한 언로딩 작업이 완료된 상태를 의미한다. 이 때, 가스 공급 캐비닛(300)에 두 개 이상의 포트가 가스 용기(50) 탈착 상태일 경우에는 가스 용기(50) 탈착 상태가 가장 오래된 것부터 이송 작업을 한다. 또한, 스토리지 큐(600)의 빈 포트가 두 개 이상일 경우, 포트가 비었던 기간이 더 긴 포트로 가스 용기(50)를 이송한다.
- [0035] 설비 조합 4(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11))의 경우, 검사 버퍼 챔버(130)가 비어 있고 로딩/언로딩 스테이지(11)로부터 가스 용기(50)의 이송 요청이 있을 때, 가스 용기(50)의 이송 작업이 생성된다.
- [0036] 각 설비 조합의 로딩/언로딩 통신 시나리오는 가스 용기(50)를 이송하는 로딩/언로딩 시나리오와 각 설비의 세부 시나리오를 포함한다. 상기 로딩/언로딩 시나리오는 취득(acquire) 시나리오와 디포짓(deposit) 시나리오를 포함한다. 취득 시나리오는 가스 용기(50)의 이송 출발점이 되는 시작 설비에서 가스 용기(50)의 QR 정보를 확인하고, 확인된 QR 정보가 상위 시스템의 정보와 동일한지 확인한(verify) 후에 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)를 전달 받는 시나리오를 의미한다. 디포짓 시나리오는 가스 용기(50)를 전달받은 이송 로봇(200)을 가스 용기(50)의 이송 도착점이 되는 도착 설비의 적재 예정 포트에 이동시키고, 가스 용기(50)의 정보를 확인한 후에 설비의 적재 예정 포트에 가스 용기(50)를 전달하는 시나리오를 의미한다. 로딩/언로딩 시나리오에서, 가스 용기(50)의 QR 정보 확인이 실패하는 ID Read Fail 등의 문제가 발생했을 경우 및/또는 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)의 이송 중에 비정상 보고를 하는 경우, 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600)로 대체 반송하고 이에 대하여 작업자에게 알려 작업자가 추후 가스 용기(50)의 상태를 확인하도록 한다.
- [0037] 각 설비 조합별 로딩/언로딩 시나리오는 다음과 같다.
- [0038] 설비 조합 1(시작 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11), 도착 설비: 스토리지 큐(600))의 경우, 검사 버퍼 챔버(130)에서 가스 용기(50)가 본 가스 공급 시스템(10)에서 핸들링 가능한 표준 사양에 부합하는지 여부, 즉 Spec In 여부를 확인한다. 검사 버퍼 챔버(130)에서 Spec in으로 판단된 경우, 가스가 충전된 가스 용기(50)를 검사 버퍼 챔버(130)에서 취득(acquire)하여 스토리지 큐(600)에 디포짓(deposit)한다. 검사 버퍼 챔버(130)에서 Spec out으로 판단된 경우, 해당 가스 용기(50)를 비상용 크래들(60)로 반출한다. 설비 조합 2(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 가스 공급 캐비닛(300))의 경우, 스토리지 큐(600)로부터 가스가 충전된 가스 용기(50)를 이송 로봇(200)이 취득하여, 가스 공급 캐비닛(300)에 디포짓한다. 설비 조합 3(시작 설비: 가스 공급 캐비닛(300), 도착 설비: 스토리지 큐(600))의 경우, 가스 캐비닛으로부터 가스가 소진된 가스 용기(50)를 이송 로봇(200)이 취득하여, 스토리지 큐(600)에 디포짓한다. 설비 조합 4(시작 설비: 스토리지 큐(600), 도착 설비: 로딩/언로딩 스테이지(11))의 경우, 스토리지 큐(600)로부터 가스가 소진된 가스 용기(50)를 취득하여, 로딩/언로딩 스테이지(11)의 반출구로 디포짓한다.
- [0039] 도 3은 로딩/언로딩 스테이지(11)의 크래들 보관부(110)의 일부를 나타내는 사시도이다. 도 4는 로딩/언로딩 스테이지(11)의 로딩/언로딩 로봇(121)의 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 나타내는 사시도이다. 도 5는 로딩/언로딩 스테이지(11)의 밸브캡 조작 로봇(141)의 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)를 나타내는 사시도이다. 도 6은 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131) 및 그리퍼(133)를 나타내는 사시도이다.
- [0040] 이하에서, 도 1 내지 도 6을 참조하여, 로딩/언로딩 스테이지(11)의 세부 구성에 대해 상세히 설명한다.
- [0041] 로딩/언로딩 스테이지(11)는 크래들 보관부(110), 로딩/언로딩 로봇(121), 검사 버퍼 챔버(130), 밸브캡 조작 로봇(141) 및 밸브캡 보관함(150)을 포함할 수 있다.
- [0042] 가스 용기(50)는 크래들(60)에 적재되어 로딩/언로딩 스테이지(11)에 반입 및 반출된다. 크래들(60)에는 1개 내지 30개 사이 또는 4개 내지 20개 사이의 가스 용기(50)가 적재될 수 있다. 크래들(60)은 입출구를 개폐하는 도어(65)를 포함한다. 로딩/언로딩 로봇(121)은 도어(65)를 올리거나 내려 크래들(60)의 입출구를 개폐한다. 크래들(60)은 지게차로 운반되어 크래들 보관부(110)의 크래들 로더(111)에 안착되는데, 정해진 위치에 크래들(60)이 안착될 수 있도록 크래들(60)의 꺾어는 안착 가이드(61)가 제공될 수 있다. 가스 용기(50)가 놓이는 크래들

(60)의 바닥에는 로딩/언로딩 로봇(121)에 체결된 용기 파지용 엔드 이펙터(191)의 바닥 지지 구조(1911)가 삽입될 수 있는 개구부가 형성되어 있다. 또한, 크래들(60)은 가스 용기(50)가 안착되는 위치를 가이드함과 동시에 가스 용기(50)가 전도되지 않도록 가스 용기(50)의 측부를 지지할 수 있는 위치 가이드(63)를 포함할 수 있다.

[0043] 크래들 보관부(110)는 크래들(60)이 탑재되는 크래들 로더(111)를 포함할 수 있다. 크래들(60)은 지게차로 운반되어 크래들 보관부(110)의 크래들 로더(111)에 안착될 수 있다. 크래들 보관부(110)에는 하나 이상의 크래들 로더(111)가 제공되며, 하나의 크래들 로더(111)에는 하나의 크래들(60)이 탑재될 수 있다. 예를 들어, 로딩/언로딩 로봇(121)의 주행 경로를 따라 복수의 크래들 로더(111)가 배열될 수 있다. 크래들 로더(111)는 크래들 로더(111)의 정해진 안착 위치에 크래들(60)이 정렬되는 것을 돕기 위한 안착 가이드(1111)를 포함할 수 있다. 크래들(60)은 크래들(60)의 안착 가이드(61) 및 크래들 로더(111)의 안착 가이드(1111)에 의해 크래들 로더(111)의 정해진 안착 위치에 정렬되어 안착될 수 있다. 또한, 크래들 로더(111)에는 범퍼 형태의 센서가 제공되며, 크래들 로더(111)의 상기 범퍼 형태의 센서로부터 의도치 않은 충격이 감지된 경우, 로딩/언로딩 로봇(121)의 작업이 일시 정지될 수 있다. 또한, 크래들 로더(111)에는 작업자의 접근을 감지할 수 있는 레이저 커튼 등의 동작 감지 센서가 제공되며, 상기 동작 감지 센서에서 작업자의 접근이 감지되는 경우 로딩/언로딩 로봇(121)의 작업은 정지될 수 있다.

[0044] 일부 예시적인 실시예들에서, 크래들 보관부(110)는 크래들(60)에 적재된 가스 용기(50)의 보관 온도를 유지하기 위한 냉각 챔버(113)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 냉각 챔버(113)는 적어도 하나의 크래들(60)이 보관될 수 있는 내부 공간을 가지며, 내부 공간의 온도를 조절하기 위한 냉각 모듈(예를 들어, 냉매를 이용한 냉각 사이클을 수행하도록 구성된 장치)를 포함할 수 있다. 상기 냉각 챔버(113)는 가스 용기(50)에 포함된 가스의 종류에 따라 적정 보관 온도로 냉각 챔버(113)의 내부 온도를 조절하도록 구성될 수 있다. 특히, 가연성의 가스가 충전된 가스 용기(50)가 적재된 크래들(60)의 경우, 가스 용기(50)가 로딩/언로딩 로봇(121)에 의해 이송되기 전까지 크래들 보관부(110)의 상기 냉각 챔버(113) 내에 보관될 수 있다. 예를 들어, 냉각 챔버(113)의 내부 공간의 온도는 약 2℃ 내지 약 5℃ 사이의 범위로 설정될 수 있다.

[0045] 로딩/언로딩 로봇(121)은 크래들(60)과 검사 버퍼 챔버(130) 사이에서 가스 용기(50)의 이송을 담당할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(121)은 일 방향으로 연장된 제1 가이드 레일(123)에 주행 가능하게 장착되어, 제1 가이드 레일(123)의 연장 방향을 따라 선형 이동하도록 구성될 수 있다. 또한, 로딩/언로딩 로봇(121)은 크래들(60)의 도어(65)를 개폐하는 작업, 가스 용기(50)를 파지 및 홀딩하는 작업, 가스 용기(50)를 목표 위치로 운반하는 작업 등을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0046] 예시적인 실시예들에서, 로딩/언로딩 로봇(121)은 수직 다관절 로봇(vertical articulated robot)일 수 있으며, 로봇 암의 끝단에 마련된 엔드 이펙터 어댑터를 통해 장착된 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 포함할 수 있다. 용기 파지용 엔드 이펙터(191)는 가스 용기(50)의 바닥면을 지지하는 바닥 지지 구조(1911)와, 가스 용기(50)의 측면을 파지하도록 구성된 그리퍼(1913)를 포함할 수 있다. 상기 그리퍼(1913)는 가스 용기(50)의 측면을 접촉 및 지지할 수 있는 핑거(또는, 그리퍼 몸체)와, 상기 핑거를 구동시키는 액츄에이터를 포함할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(121)은 가스 용기(50)가 이송에 적합한 자세로 파지될 수 있도록, 용기 파지용 엔드 이펙터(191)의 자세 및 위치를 조정할 수 있다.

[0047] 실시예들에서, 로딩/언로딩 로봇(121)은 용기 파지용 엔드 이펙터(191)의 그리퍼(1913)로 풀-그립(full-grip) 기능, 세미-그립(semi-grip) 기능, 및 언-그립(un-grip) 기능을 수행할 수 있다. 풀-그립 기능(풀-그립 자세)은 그리퍼(1913)의 핑거가 가스 용기(50)의 측면에 밀착된 자세를 유지하는 것으로, 가스 용기(50)의 운반 중에 가스 용기(50)의 전도를 방지하기 위해 그리퍼(1913)는 풀-그립 자세로 유지될 수 있다. 세미-그립 기능(세미-그립 자세)은 그리퍼(1913)의 핑거가 가스 용기(50)에 접촉하지 않되 가스 용기(50)의 전도를 방지할 수 있도록 가스 용기(50)로부터 일정 거리(예를 들어, 약 5mm 내지 약 30mm 사이)를 유지하는 자세를 유지하는 것이다. 언-그립 기능(언-그립 자세)은 그리퍼(1913)의 핑거가 가스 용기(50)로부터 충분히 이격되어 그리퍼(1913)로부터 가스 용기(50)의 이탈이 허용되는 자세를 유지하는 것이다. 상기 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행하기 위해, 그리퍼(1913)의 핑거의 동작 및 자세는 액츄에이터에 의해 제어될 수 있다.

[0048] 상기 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능에 대한 설명은, 뒤에서 설명되는 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133), 이송 로봇(200)의 그리퍼(216), 스토리지 큐(600)의 그리퍼(623), 가스 공급 캐비닛(300)의 제1 용기 지지 모듈(350)의 그리퍼(352), 제2 용기 지지 모듈(350a)의 상부 그리퍼(383) 및 하부 그리퍼(384) 등 가스 용기(50)를 파지하도록 구성된 그리퍼에 실질적으로 동일 또는 유사하게 적용될 수 있다.

- [0049] 로딩/언로딩 로봇(121)은 크래들(60)의 위치 및/또는 크래들(60)에 보관된 가스 용기(50)의 위치를 검출하기 위한 비전 센서 및 거리 센서를 포함할 수 있다. 상기 비전 센서는 카메라, 이미지 센서 등을 포함할 수 있다. 비전 센서 및 거리 센서를 이용하여 검출된 크래들(60)의 위치 및 가스 용기(50)의 위치를 기반으로, 로딩/언로딩 로봇(121)은 가스 용기(50)를 파지하기에 적합한 자세로 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 움직인 후에, 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 이용하여 가스 용기(50)를 파지할 수 있다. 또한, 로딩/언로딩 로봇(121)은 비전 센서에서 감지된 결과를 기초로 미리 지정된 위치값으로 이동하거나, 비전 센서에서 감지된 결과를 기초로 크래들(60)의 도어(65)를 감지할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(121)에는 크래들(60)에 가스 용기(50)의 적재 여부를 센싱하도록 구성된 재하감지 센서가 설치될 수 있으며, 상기 재하감지 센서를 통해 가스 용기(50)의 이중적재 등의 사고를 방지할 수 있다. 또한 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)에는 근접 센서가 설치되어, 로딩/언로딩 로봇(121)이 다른 구조물과 인터페이스되는 과정에서 로딩/언로딩 로봇(121)의 엔드 이펙터가 다른 구조물과 충돌하는 것을 방지한다. 또한, 로딩/언로딩 로봇(121)은 비상상황에 가스 용기(50)가 전도되는 것을 방지하기 위한 안전 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 비상상황에도 가스 용기(50)가 전도되는 것을 방지하기 위한 안전 장치로서, 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)는 비상 상황에서도 가스 용기(50)를 파지할 수 있도록 상시 폐쇄(normal closed) 타입의 액츄에이터에 의해 동작하도록 설계될 수 있고, 비상 상황에서도 가스 용기(50)를 떨어뜨리지 않도록 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)에는 리니어 모션 브레이크가 적용될 수 있다.
- [0050] 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로 로딩되기 전에, 가스 용기(50)를 검사하도록 구성될 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)를 수용할 수 있는 내부 공간을 포함할 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)는 제1 가이드 레일(123)을 따라 주행하는 로딩/언로딩 로봇(121)의 주행 경로의 일 측에 배치될 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)는 제1 가이드 레일(123)과 마주하는 일 측면에 설치된 전면 도어부와, 가스 공급 스테이지(13)에 마주하는 타 측면에 설치된 후면 도어부를 포함할 수 있다. 전면 도어부 및 후면 도어부는 자동으로 개폐될 수 있다. 전면 도어부 및 후면 도어부는 로딩/언로딩 로봇(121), 이송 로봇(200) 등의 의도치 않은 충돌을 감지하기 위한 충돌 감지 센서를 포함할 수 있고, 의도치 않은 충돌이 감지된 경우 정지하도록 설계되었다.
- [0051] 검사 버퍼 챔버(130)의 내부 공간에는, 가스 용기(50)가 안착되는 베이스 플레이트(131)와, 가스 용기(50)를 파지하기 위한 그리퍼(133)가 제공될 수 있다. 상기 베이스 플레이트(131)는 가스 용기(50)의 바닥면의 양 측부를 지지하며, 베이스 플레이트(131)에는 로딩/언로딩 로봇(121)의 바닥 지지 구조(1911) 및 이송 로봇(200)의 바닥 지지 구조(215)가 삽입될 수 있는 개구부가 형성될 수 있다. 상기 베이스 플레이트(131)는 회전 액츄에이터에 의해 수직 방향을 회전 축으로 하여 회전할 수 있다. 상기 그리퍼(133)는 가스 용기(50)의 측면을 접촉 및 지지할 수 있는 핑거(또는, 그리퍼 몸체)와, 상기 핑거를 구동시키는 액츄에이터를 포함할 수 있다. 또한, 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)는 수직 방향으로 움직일 수 있는 구동축이 포함되어 있다. 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)는 승강 액츄에이터에 의해, 가스 용기(50)를 파지한 상태로 일정 거리(예를 들어, 50mm 내지 100mm)를 승하강 할 수 있다.
- [0052] 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)와 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913) 사이에서 이송되는 동안, 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)와 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913) 중 적어도 하나는 세미-그립 자세로 유지되어 가스 용기(50)의 전도를 방지한다. 좀 더 구체적으로, 로딩/언로딩 로봇(121)의 바닥 지지 구조(1911)가 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)의 개구부에 삽입되어 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131) 상에 가스 용기(50)가 위치되면, 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)가 세미-그립 자세인 동안 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)는 풀-그립 자세에서 세미-그립 자세로 전환하며, 이후 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)가 세미-그립 자세를 유지하는 동안 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)가 풀-그립 자세로 전환하여 가스 용기(50)를 파지한다. 가스 용기(50)가 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)에 파지되면, 로딩/언로딩 로봇(121)은 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)를 언-그립 자세로 전환한 후에 다른 작업 위치로 이동한다. 반대로, 로딩/언로딩 로봇(121)이 검사 버퍼 챔버(130)로부터 가스 용기(50)를 언로딩하는 경우를 예로 들면, 로딩/언로딩 로봇(121)의 바닥 지지 구조(1911)가 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)의 개구부에 삽입되어 가스 용기(50)의 아래에 위치되면, 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)가 세미-그립 자세인 동안 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)는 풀-그립 자세에서 세미-그립 자세로 전환하며, 이후 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)가 세미-그립 자세를 유지하는 동안 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)가 풀-그립 자세로 전환하여 가스 용기(50)를 파지한다. 가스 용기(50)가 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913)에 파지되면, 로딩/언로딩 로봇(121)은 가스 용기(50)를 목표 위치로 이송한다.
- [0053] 가스 공급 시스템(10)에서, 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 작업 시 가스 용기(50)의 전도를 방지하기 위하여, 가

스 용기(50)를 전달받는 측의 그리퍼가 세미-그립 자세를 유지하는 동안 가스 용기(50)를 전달하는 측의 그리퍼는 풀-그립 자세에서 세미-그립 자세로 전환하는 단계, 가스 용기(50)를 전달하는 측의 그리퍼가 세미-그립 자세를 유지하는 동안 가스 용기(50)를 전달받는 측의 그리퍼가 풀-그립 자세로 전환하여 가스 용기(50)를 파지하는 단계, 및 가스 용기(50)를 전달하는 측의 그리퍼는 언-그립 자세로 전환하는 단계가 차례로 수행될 수 있다. 이러한, 가스 용기(50)의 전도를 방지하기 위한 일련의 과정은, 이송 로봇(200)과 검사 버퍼 챔버(130) 간의 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 작업, 이송 로봇(200)과 스토리지 큐(600) 간의 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 작업, 및 이송 로봇(200)과 가스 공급 캐비닛(300) 간의 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 작업에 실질적으로 동일 또는 유사하게 적용될 수 있다.

[0054] 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로 로딩되기 전에, 가스 용기(50)의 정상 정보, 무게 등을 검사할 수 있다. 예를 들어, 검사 버퍼 챔버(130)의 내부에는 가스 용기(50)의 바코드, QR 코드 등의 식별 태그 식별할 수 있는 비전 센서(135)가 제공될 수 있으며, 검사 버퍼 챔버(130)의 비전 센서(135)는 가스 용기(50)의 바코드, QR 코드 등의 식별 태그를 읽어 가스 용기(50)의 정상 및 정보를 검사할 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)의 비전 센서(135)는 이미지 센서, 카메라 등을 포함할 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)의 비전 센서(135)는 주행축이 설치되어 검사 버퍼 챔버(130) 내에서 이동할 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)의 비전 센서(135)를 적절한 위치로 이동시켜, 높이 및 형상이 다른 가스 용기(50)에 대한 정상 및 정보를 검사할 수 있다.

[0055] 또한, 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 기울기를 검출하도록 구성될 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 기울기를 검출하며, 예를 들어 검출된 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 기울기가 기준값으로부터 일정 각도(예를 들어, ± 3 도)를 벗어난 경우, 가스 용기(50)는 반출될 수 있다.

[0056] 또한, 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)의 무게를 검출할 수 있는 무게 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 무게 센서는 검사 버퍼 챔버(130) 내에서 가스 용기(50)가 안착되는 베이스 플레이트(131)에 장착될 수 있고, 베이스 플레이트(131) 상에 놓인 가스 용기(50)의 무게를 검출하도록 구성될 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)는 무게 센서를 이용하여 가스 용기(50)의 가스 충전량을 검출할 수 있다. 만약, 가스 용기(50)의 가스 충전량이 미리 결정된 기준에 미달한 것으로 판단된 경우, 가스 용기(50)는 가스 공급 스테이지(13)로 이송되지 않고 로딩/언로딩 로봇(121)에 의해 크래들 보관부(110)로 반출될 수 있다.

[0057] 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)는 액츄에이터에 의해 회전 하도록 구성되며, 베이스 플레이트(131) 상에 탑재된 가스 용기(50)를 회전시켜 가스 용기(50)의 밸브 노즐(53)의 출구의 방향이 비전 센서(135)에 의해 센싱 가능한 위치로 가스 용기(50)를 정렬시킬 수 있다. 또한, 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)는 비전 센서(135)가 검사 버퍼 챔버(130)에 입고된 가스 용기(50)의 형상 또는 바코드를 인식할 수 있는 적정 위치로 가스 용기(50)를 정렬시킬 수 있다. 또한, 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)는 로딩/언로딩 로봇(121)의 그리퍼(1913) 또는 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 인터페이스 가능한 위치로 회전될 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)의 양쪽에는 QR코드 등의 식별 수단이 제공되며, 로딩/언로딩 로봇(121) 또는 이송 로봇(200)은 상기 식별 수단을 센싱하여 검사 버퍼 챔버(130)의 베이스 플레이트(131)와 인터페이스 가능한 위치로 정렬될 수 있다.

[0058] 밸브캡 조작 로봇(141)은 가스 용기(50)가 검사 버퍼 챔버(130) 내에 수용되어 있는 동안에, 가스 용기(50)에 체결되어 밸브 구조체(51)를 덮고 있는 밸브캡(80)을 가스 용기(50)로부터 분리하는 분리 동작 및/또는 상기 밸브캡(80)을 가스 용기(50)에 체결시키는 체결 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 밸브캡(80)과 가스 용기(50)의 넥링(54) 간의 나사 결합이 해제되도록 밸브캡(80)을 회전시키거나, 밸브캡(80)이 가스 용기(50)의 넥링(54)에 체결되도록 밸브캡(80)을 회전시킬 수 있다.

[0059] 가스 용기(50)는 밸브캡(80)이 가스 용기(50)의 넥링(54)의 나사산에 맞물려 체결된 상태로 로딩/언로딩 스테이지(11)로 반입된 후, 검사 버퍼 챔버(130)의 내부로 이송된다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로 로딩되기 전에 밸브캡(80)을 가스 용기(50)로부터 분리할 수 있다. 또한, 가스가 소진된 가스 공급 스테이지(13)로부터 반출된 가스 용기(50)가 검사 버퍼 챔버(130) 내에서 대기하고 있을 때, 밸브캡 조작 로봇(141)은 로딩/언로딩 로봇(121)에 의해 가스 용기(50)가 크래들(60)로 이송되기 전에 가스 용기(50)에 밸브캡(80)을 체결할 수 있다.

[0060] 예시적인 실시예들에서, 밸브캡 조작 로봇(141)은 수직 다관절 로봇일 수 있으며, 로봇 암의 끝단에 마련된 엔드 이펙터 어댑터를 통해 장착된 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)를 포함할 수 있다. 밸브캡 파지용 엔드 이펙터

터(193)는 밸브캡(80)을 파지하도록 구성된 그리퍼(1933)를 포함할 수 있다. 상기 그리퍼(1933)는 가스 용기(50)의 측면을 접촉 및 지지할 수 있는 핑거(또는, 그리퍼 몸체)와, 상기 핑거를 구동시키는 액츄에이터를 포함할 수 있다.

[0061] 또한, 밸브캡 조작 로봇(141)은 밸브캡(80)의 체결 및 분리 작업을 수행하기 한 너트 러너(1413)를 포함할 수 있다. 상기 너트 러너(1413)는 액츄에이터에 의해 회전하도록 구성될 수 있다. 상기 너트 러너(1413)는 밸브캡(80)의 양각 구조(81)에 맞물릴 수 있는 형태의 홈을 가질 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은, 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)의 그리퍼(1933)가 밸브캡(80)을 파지하고 있는 동안, 너트 러너(1413)를 이용하여 밸브캡(80)의 체결 및 분리 동작을 수행할 수 있다. 상기 너트 러너(1413)를 밸브캡(80)의 양각 구조(81)에 맞물리도록 위치시킨 상태에서, 상기 너트 러너(1413)를 체결 방향으로 회전시켜 밸브캡(80)을 가스 용기(50)에 체결할 수 있다. 또한, 상기 너트 러너(1413)를 밸브캡(80)의 양각 구조(81)에 맞물리도록 위치시킨 상태에서, 상기 너트 러너(1413)를 체결 방향의 반대 방향으로 회전시켜 밸브캡(80)과 가스 용기(50) 간의 나사 결합을 해제할 수 있다.

[0062] 밸브캡(80) 분리 및 체결 작업 중에, 밸브캡(80)과 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51) 간의 물리적인 간섭에 의해 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)가 파손되는 문제가 발생할 수 있다. 밸브캡(80) 분리 및 체결 작업 중 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)가 파손되는 것을 방지하기 위해, 밸브캡 조작 로봇(141)의 그리퍼(1933)의 그리퍼 몸체는 수지 계열의 물질로 구성되어 일정 수준 이상의 외력이 가해지면 파손되도록 구성될 수 있다. 이 경우, 밸브캡(80)과 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)가 간섭되었을 때, 그리퍼(1933)의 그리퍼 몸체가 먼저 파손되어 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 파손이 방지될 수 있다.

[0063] 밸브캡 조작 로봇(141)은 비전 센서(1411)를 포함할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)의 비전 센서(1411)는 이미지 센서, 카메라 등을 포함할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)의 비전 센서(1411)는 밸브캡(80)의 특정 부분의 형상을 인식함으로써, 밸브캡(80)의 위치를 검출할 수 있다. 예를 들어, 밸브캡 조작 로봇(141)의 비전 센서(1411)는 밸브캡(80)의 윗단에 있는 육각형의 양각 구조(81)를 인식하여 밸브캡(80)의 위치를 검출하거나 나사산이 형성된 가스 용기(50)의 넥링(54)에 대한 위치 정보를 검출할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 비전 센서(1411)를 통해 검출된 밸브캡(80)의 위치 정보 및/또는 가스 용기(50)의 넥링(54)에 대한 위치 정보를 기초로 그리퍼(1933) 및/또는 너트 러너(1413)의 위치를 조절할 수 있다. 추가적으로, 비전 센서(1411)로 밸브캡(80)의 QR 코드를 읽어, 밸브캡(80)에 대한 정보 및 밸브캡(80)의 장착 여부를 확인할 수 있다.

[0064] 밸브캡(80)을 가스 용기(50)의 넥링(54)으로부터 분리할 때, 밸브캡 조작 로봇(141)의 비전 센서(1411)로 밸브캡(80)의 QR 코드를 읽을 수 있고, 밸브캡 조작 로봇(141)의 거리 센서로 측정하여 밸브캡(80)의 상단에 세 점을 밸브캡(80)의 자세(예를 들어, 기울어짐)를 검출할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 검출된 밸브캡(80)의 자세를 기초로 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)의 위치를 보정한 후, 너트 러너(1413)를 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 도킹시키고, 밸브캡(80)을 가스 용기(50)로부터 분리할 수 있다. 밸브캡(80)을 가스 용기(50)의 넥링(54)으로부터 체결할 때, 밸브캡 조작 로봇(141)의 비전 센서(1411)를 통해 가스 용기(50)의 넥링(54)의 중심 위치를 찾고, 밸브캡 조작 로봇(141)의 거리 센서로 가스 용기(50)의 넥링(54)의 자세(예컨대, 기울어짐)를 검출할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 검출된 가스 용기(50)의 넥링(54)의 자세를 기초로 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)의 위치를 보정한 후 너트 러너(1413)를 이용하여 밸브캡(80)을 가스 용기(50)의 넥링(54)에 체결한다.

[0065] 밸브캡 조작 로봇(141)은 일 방향으로 연장된 제2 가이드 레일(143)에 주행 가능하게 설치될 수 있다. 예를 들어, 밸브캡 조작 로봇(141)은 제2 가이드 레일(143)을 따라 선형 이동하도록 구성될 수 있다. 밸브캡 보관함(150)은 제2 가이드 레일(143)의 일측에 배치될 수 있다. 밸브캡 보관함(150)은 하나 이상의 밸브캡(80)이 보관될 수 있도록 서로 구획된 하나 이상의 보관 위치를 포함할 수 있다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 가스 용기(50)로부터 밸브캡(80)을 분리한 후, 밸브캡 보관함(150)의 보관 위치들 중 어느 하나로 밸브캡(80)을 이송할 수 있다. 밸브캡 보관함(150)의 하나 이상의 보관 위치 각각에는, 해당 보관 위치에 대한 정보를 식별하기 위한 식별 마크가 제공될 수 있다.

[0066] 밸브캡 조작 로봇(141)은 가스 용기(50)로부터 밸브캡(80)을 분리한 이후, 상위 시스템을 통해 밸브캡 보관함(150)의 보관 위치들 중에서 비어있는 보관 위치에 대한 정보를 얻고, 이로부터 밸브캡(80)이 이송될 타겟 보관 위치를 결정한다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 제2 가이드 레일(143)을 따라 이동한 후에, 밸브캡(80)을 결정된 타겟 보관 위치 내에 안착시킨다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 비전 센서(1411)를 통해 타겟 보관 위치에 제공된 식별 마크를 읽어, 해당 밸브캡(80)이 보관된 타겟 보관 위치에 대한 정보를 저장한다. 가스 공급 스테이지(13)로

부터 반출된 가스 용기(50)가 검사 버퍼 챔버(130) 내에 로딩된 경우, 밸브캡 조작 로봇(141)은 앞서 저장된 밸브캡(80)의 타겟 보관 위치에 대한 정보를 기초로 밸브캡(80)이 보관되어 있는 타겟 보관 위치로 이동하여 밸브캡(80)을 파지하고, 이후 검사 버퍼 챔버(130)로 이동하여 밸브캡(80)을 가스 용기(50)에 체결시킬 수 있다.

- [0067] 이하에서, 로딩/언로딩 스테이지(11)에서, 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로 이송되는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0068] 먼저, 하나 이상의 가스 용기(50)가 탑재된 크래들(60)이 크래들 보관부(110)로 반입된다. 가스 용기(50)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 덮고 있는 밸브캡(80)이 가스 용기(50)에 체결된 상태로 크래들(60)에 적재되어 운반될 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(121)은 크래들(60)에 탑재된 하나의 가스 용기(50)를 파지한 이후, 파지된 가스 용기(50)를 검사 버퍼 챔버(130)의 내부로 이송한다.
- [0069] 다음으로, 검사 버퍼 챔버(130)는 해당 가스 용기(50)의 적합성을 검사한다. 검사 버퍼 챔버(130)는 가스 용기(50)의 바코드를 읽어 가스 용기(50)에 담긴 가스의 종류 등을 검사하고, 가스 용기(50)의 무게를 측정하여 가스 용기(50)의 가스 충전량이 미리 결정된 기준값 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [0070] 만약, 검사 버퍼 챔버(130)에서 가스 용기(50)가 적합한 것으로 판단된 경우, 밸브캡 조작 로봇(141)은 검사 버퍼 챔버(130) 내에 대기하고 있는 가스 용기(50)로부터 밸브캡(80)을 분리한 후, 밸브캡(80)을 밸브캡 보관함(150)의 비어있는 보관 위치에 이송한다. 가스 용기(50)로부터 밸브캡(80)을 분리한 이후, 검사 버퍼 챔버(130)의 후면 도어부를 개방하고, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133) 간의 상호 인터페이스를 통해 가스 용기(50)는 이송 로봇(200)으로 반출된다. 만약, 검사 버퍼 챔버(130)에서 가스 용기(50)가 부적합한 것으로 판단된 경우, 로딩/언로딩 로봇(121)은 검사 버퍼 챔버(130) 내의 가스 용기(50)를 크래들(60)로 이송한다.
- [0071] 이하에서, 가스 공급 스테이지(13)로부터 반출된 가스 용기(50)가 크래들(60)로 이송되는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0072] 가스 공급 스테이지(13)의 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)를 검사 버퍼 챔버(130)의 내부로 반입시킨다. 밸브캡 조작 로봇(141)은 해당 가스 용기(50)에 대응된 밸브캡(80)이 보관되어 있는 밸브캡 보관함(150)의 보관 위치로 이동하여 밸브캡(80)을 파지한 이후, 다시 검사 버퍼 챔버(130)를 향해 이동하고, 밸브캡(80)을 검사 버퍼 챔버(130) 내에 대기하고 있는 가스 용기(50)에 체결시킬 수 있다. 가스 용기(50)에 밸브캡(80)이 체결되면, 검사 버퍼 챔버(130)의 전면 도어부가 개방되고, 로딩/언로딩 로봇(121)은 가스 용기(50)를 파지한 후 크래들(60)로 이송한다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 시스템(10a)을 개략적으로 나타내는 구성도이다. 도 8은 도 7의 로딩/언로딩 로봇(170)을 나타내는 사시도이다.
- [0074] 도 7 및 도 8에 도시된 가스 공급 시스템(10a)은, 로딩/언로딩 스테이지(11a)에서 로딩/언로딩 로봇(170)이 밸브캡 조작 로봇(도 1의 141)이 담당하는 기능을 더 수행하도록 구성된 점과, 로딩/언로딩 스테이지(11a)에 엔드 이펙터 거치대(180)가 제공된 점을 제외하고는, 도 1 내지 도 6을 참조하여 설명된 가스 공급 시스템(10)과 실질적으로 동일 또는 유사할 수 있다. 이하에서, 앞서 설명된 것과 중복된 설명은 생략한다.
- [0075] 도 7 및 도 8을 도 2 내지 도 6과 함께 참조하면, 로딩/언로딩 로봇(170)은 크래들(60)과 검사 버퍼 챔버(130) 사이에서 가스 용기(50)를 이송하는 작업과, 가스 용기(50)에 대한 밸브캡(80)의 체결/분리하는 작업을 담당할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 서로 다른 2가지 작업을 모두 수행하기 위해 각 작업을 수행하기에 적합한 종류의 엔드 이펙터를 사용할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 각 작업에 적합한 엔드 이펙터를 장착 및 탈착하기 위한 오토 툴 체인저(172)를 구비할 수 있다. 가스 용기(50)의 이송 작업을 수행할 때, 로딩/언로딩 로봇(170)은 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 장착할 수 있다. 밸브캡(80)의 체결/분리 작업을 수행할 때, 로딩/언로딩 로봇(170)은 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)를 장착할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 제1 가이드 레일(123)을 따라 주행하여, 엔드 이펙터 거치대(180), 검사 버퍼 챔버(130), 및 밸브캡 보관함(150)으로 이동할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 비전 센서(171), 거리 센서, 엔드 이펙터의 장착 및 탈착을 위한 오토 툴 체인저(172), 너트 러너(173)를 포함할 수 있다.
- [0076] 용기 파지용 엔드 이펙터(191) 및 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)는 검사 버퍼 챔버(130)의 일측에 마련된 엔드 이펙터 거치대(180)에 보관될 수 있다. 엔드 이펙터 거치대(180)는 각종 엔드 이펙터의 적재 여부를 확인하도록 구성된 적재 감지 센서를 포함할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 정해진 위치값에 따라 엔드 이펙터 거치대(180)로 이동한 후, 오토 툴 체인저(172)를 이용하여 각 작업에 맞는 엔드 이펙터를 장착 및 탈착할 수 있

다.

- [0077] 이하에서, 로딩/언로딩 스테이지(11a)에서, 가스 용기(50)가 가스 공급 스테이지(13)로 이송되는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0078] 작업자는 지게차 등을 이용하여 크래들(60)을 보관부의 크래들 로더(111)로 이송한다. 이송된 크래들(60)은 크래들 로더(111)에 제공된 위치 가이드(63)를 통해 목표 위치에 안착한다. 작업자가 티칭 펜던트와 같은 조작 장치를 통해 로딩/언로딩 로봇(170)에 반입 명령을 인가하면, 로딩/언로딩 로봇(170)은 크래들 로더(111)로 이동한다.
- [0079] 크래들 로더(111)로 이동한 로딩/언로딩 로봇(170)은 비전 센서(171)를 이용하여 크래들(60)에 보관된 가스 용기(50)의 개수, 가스 용기(50) 및 크래들(60)의 위치 정보를 파악한다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 크래들(60)의 상부에서 지정된 경로를 따라 이동하면서 비전 센서(171)로 가스 용기(50)의 밸브캡(80)에 제공된 QR 코드를 읽을 수 있다.
- [0080] 크래들(60)로부터 가스 용기(50)를 반출하기 위하여, 로딩/언로딩 로봇(170)을 엔드 이펙터 거치대(180)로 이동하는 단계, 오토 툴 체인저(172)를 이용하여 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 로딩/언로딩 로봇(170)에 장착하는 단계, 비전 센서(171)에서 읽은 위치 정보 또는 미리 지정된 위치 정보로 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 이동시켜 크래들(60)의 도어(65)를 개방하는 단계, 크래들(60)의 바닥에 제공된 개구부에 용기 파지용 엔드 이펙터(191)의 바닥 지지 구조(1911)를 진입시킨 후 용기 파지용 엔드 이펙터(191)로 가스 용기(50)를 파지하는 단계, 및 파지된 가스 용기(50)를 크래들(60)로부터 반출하는 단계가 차례로 수행될 수 있다.
- [0081] 로딩/언로딩 로봇(170)은 크래들(60)로부터 반출된 가스 용기(50)를 검사 버퍼 챔버(130)로 이송한다. 로딩/언로딩 로봇(170)에 장착된 용기 파지용 엔드 이펙터(191)의 그리퍼(1913)는 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)와 인터페이스하여 가스 용기(50)를 검사 버퍼 챔버(130) 내에 로딩한다. 이후, 로딩/언로딩 로봇(170)은 오토 툴 체인저(172)를 이용하여, 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 로봇 암으로부터 분리하고 로봇 암에 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)를 로딩/언로딩 로봇(170)에 장착한다.
- [0082] 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)가 로딩/언로딩 로봇(170)에 장착되면, 로딩/언로딩 로봇(170)은 검사 버퍼 챔버(130)로 이동한다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 밸브캡(80)의 상단에 제공된 양각 구조(81)를 비전 센서(171)로 인식하여 밸브캡(80)의 위치를 파악하고, 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)로 밸브캡(80)을 파지한 상태에서 너트 러너(173)를 이용하여 밸브캡(80)을 가스 용기(50)로부터 분리한다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 분리된 밸브캡(80)을 밸브캡 보관함(150)의 지정된 위치에 보관한다.
- [0083] 검사 버퍼 챔버(130)는 전면 도어부를 닫고, 검사 버퍼 챔버(130)의 내부에 제공된 비전 센서(135)를 이용하여 가스 용기(50)에 대한 검사 작업을 수행한다. 검사 버퍼 챔버(130)는 베이스 플레이트(131)를 회전시키면서 가스 용기(50)의 전체 형상에 대해서 검사할 수 있다. 비전 센서(135)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 센싱하여, 가스 용기(50)가 가스 공급 시스템(10a)에서 사용하기에 적합한 용기에 해당하는지 확인한다.
- [0084] 또한, 검사 버퍼 챔버(130)는 밸브 노즐(53)의 출구 방향을 확인한다. 검사 버퍼 챔버(130)에서 밸브 노즐(53)의 출구 방향이 미리 정해진 방향에 정렬되어야만, 스토리지 큐(600)에 가스 용기(50)가 입고될 때 스토리지 큐(600)의 바코드 리더기(625)로 밸브 노즐(53)의 QR 코드를 읽을 수 있다. 따라서, 검사 버퍼 챔버(130)는, 이송 로봇(200)이 검사 버퍼 챔버(130)로부터 가스 용기(50)를 반출하기 전에, 베이스 플레이트(131)를 회전시켜 가스 용기(50)의 밸브 노즐(53)의 출구 방향을 조절할 수 있다.
- [0085] 한편, 밸브 노즐(53)의 출구 방향의 조절을 위해 베이스 플레이트(131)를 회전시키는 과정에서 베이스 플레이트(131)의 회전 방향의 다른 위치가 변경되어, 베이스 플레이트(131)의 회전 방향에 따른 위치가 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)와 이송 로봇(200)의 그리퍼(216) 간의 인터페이스가 불가능한 위치에 있을 수 있다. 이 경우, 승강 동작이 가능한 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)를 이용하여 가스 용기(50)를 베이스 플레이트(131)로부터 들어올린 후, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133) 간의 인터페이스가 가능한 위치로 베이스 플레이트(131)의 회전 방향에 따른 위치를 조절할 수 있다. 이후, 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)를 하강시켜 가스 용기(50)를 베이스 플레이트(131)에 안착시키면, 밸브 노즐(53)의 출구 방향이 미리 정해진 방향에 정렬되는 것 동시에 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133) 간의 인터페이스가 가능한 위치로 베이스 플레이트(131)의 회전 방향에 따른 위치를 조절될 수 있다.
- [0086] 가스 용기(50)에 대한 검사가 완료되면, 검사 버퍼 챔버(130)는 이송 로봇(200)을 호출하고, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)는 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)와 인터페이스하여 가스 용기(50)를 전달받는다. 이송 로봇

(200)은 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600) 또는 가스 공급 캐비닛(300)으로 운반하게 된다.

- [0087] 이하에서, 가스 공급 스테이지(13)로부터 반출된 가스 용기(50)가 크래들(60)로 이송되는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.
- [0088] 가스가 소진된 가스 용기(50)는 이송 로봇(200)에 의하여 검사 버퍼 챔버(130)로 운반된다. 검사 버퍼 챔버(130)의 그리퍼(133)는 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 인터페이스하여 가스 용기(50)를 전달받는다. 검사 버퍼 챔버(130)에 가스 용기(50)가 로딩되면, 로딩/언로딩 로봇(170)은 밸브캡 보관함(150)에 보관된 밸브캡(80)을 파지하여 검사 버퍼 챔버(130)로 가지고 온다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 비전 센서(171)를 통해 가스 용기(50)의 넥링(54)의 중심 위치를 찾고, 밸브캡 조작 로봇(141)의 거리 센서로 가스 용기(50)의 넥링(54)의 자세(예컨대, 기울어짐)를 검출할 수 있다. 로딩/언로딩 로봇(170)은 검출된 가스 용기(50)의 넥링(54)의 자세를 기초로 밸브캡(80)의 나사산과 가스 용기(50)의 넥링(54)의 나사산이 맞물릴 수 있는 위치에 밸브캡(80)을 정렬시킨 후, 너트 러너(173)를 이용하여 밸브캡(80)을 가스 용기(50)의 넥링(54)에 체결한다. 밸브캡(80)이 가스 용기(50)의 넥링(54)에 체결되면, 로딩/언로딩 로봇(170)은 오토 툴 체인저(172)로 밸브캡 파지용 엔드 이펙터(193)를 용기 파지용 엔드 이펙터(191)로 교체하고, 용기 파지용 엔드 이펙터(191)를 이용하여 밸브캡(80)이 체결된 가스 용기(50)를 크래들(60)로 이송한다.
- [0089] 도 9는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 용기(50) 이송용 이송 로봇(200)을 개략적으로 나타내는 구성도이다. 도 10a는 도 9의 이송 로봇(200)의 밸브 보호 커버(220)가 가스 용기(50)에 장착된 상태를 보여주는 측면도이고, 도 10b는 도 9의 이송 로봇(200)의 밸브 보호 커버(220)가 가스 용기(50)로부터 분리된 상태를 보여주는 측면도이다. 도 11은 도 9의 이송 로봇(200)의 밸브 보호 커버(220)가 가스 용기(50)에 장착된 상태를 보여주는 사시도이다.
- [0090] 도 9, 도 10a, 도 10b, 및 도 11를 도 1 내지 도 6과 함께 참조하면, 가스 공급 스테이지(13)에는 가스 용기(50)를 이송하도록 구성된 이송 로봇(200)이 배치될 수 있다. 이송 로봇(200)은 로딩/언로딩 스테이지(11)로부터 로딩된 가스 용기(50)를 가스 공급 스테이지(13) 내에 배치된 가스 공급 캐비닛(300)으로 이송하거나, 가스가 소진된 가스 용기(50)를 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 반출하여 로딩/언로딩 스테이지(11)로 이송하는 역할을 담당할 수 있다.
- [0091] 이송 로봇(200)은 가스 공급 스테이지(13) 내에서 주행하도록 구성된 로봇 본체(210)를 포함할 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 로봇 본체(210)의 바닥 부분에는 구동 모터에 연결된 주행 바퀴(211)가 마련될 수 있다.
- [0092] 로봇 본체(210)는 가스 용기(50)를 지지할 수 있다. 로봇 본체(210)는 로봇 암(213)과, 로봇 암(213)에 연결된 지지 구조(214)를 포함할 수 있다. 로봇 암(213)은 액츄에이터에 연결되어, 수평 및/또는 수직 방향으로 이동하도록 구성될 수 있다. 지지 구조(214)는 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)를 이송하는 동안에 가스 용기(50)를 지지하도록 구성될 수 있다. 또한, 지지 구조(214)는 틸팅축을 포함하며, 지지 구조(214)는 가스 용기(50)의 기울어짐 또는 이송 로봇(200)의 제작 오차에 의한 기울어짐을 보상하기 위해 필요한 경우 틸팅될 수 있다.
- [0093] 지지 구조(214)는, 예를 들어 가스 용기(50)의 바닥면을 지지하는 바닥 지지 구조(215)와, 가스 용기(50)를 파지하는 그리퍼(216)를 포함할 수 있다. 상기 그리퍼(216)는 가스 용기(50)의 측면을 접촉 및 지지할 수 있는 핑거(또는, 그리퍼 몸체)와, 상기 핑거를 구동시키는 액츄에이터를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 그리퍼(216)는 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행할 수 있다. 그리퍼(216)는 가스 용기(50)의 측부를 파지하도록 구성될 수 있다. 지지 구조(214)의 그리퍼(216)는 액츄에이터에 의해 구동되며, 가스 용기(50)에 밀착되어 가스 용기(50)를 접촉 지지하는 풀-그립 자세와, 가스 용기(50)의 반입 및 반출이 허용될 수 있도록 가스 용기(50)로부터 이격된 언-그립 자세 사이에서 전환하도록 구성될 수 있다. 또한, 이송 로봇(200)의 주행 방향과 지지 구조가 가스 용기(50)를 적재하는 방향은 수직을 이룰 수 있다. 이 경우, 주행 방향으로 움직이던 이송 로봇(200)이 급정지를 하여도, 지지 구조에 적재된 가스 용기(50)가 지지 구조로부터 이탈하는 것을 방지할 수 있다.
- [0094] 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)의 상측에 구비된 밸브 구조체(51)를 덮어 보호하도록 구성된 밸브 보호 커버(220)와, 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)에 고정시키기 위한 고정 프레임(230), 및 밸브 보호 커버(220)를 이동시키는 이동 블록(240)을 포함할 수 있다.
- [0095] 밸브 보호 커버(220)는 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)를 이송하는 동안에 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 덮어 보호할 수 있다. 밸브 보호 커버(220)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 덮음으로써, 가스 용기(50)의 이송 동안에 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)로 충격이 가해지는 것을 막을 수 있다. 밸브 보호 커버(220)는

가스 용기(50)를 둘러싸는 형태를 가질 수 있다. 예를 들면, 밸브 보호 커버(220)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 측부를 덮는 측벽과, 밸브 구조체(51)의 상부를 덮는 상부벽을 포함할 수 있다. 밸브 보호 커버(220)는 이송 로봇(200)에 의한 가스 용기(50)의 이송 동안에 가스 용기(50)에 장착되어 밸브 구조체(51)를 보호하고, 가스 용기(50)를 이송하고 있지 않은 시기에는 로봇 본체(210)의 적정 위치에 보관되어 대기할 수 있다.

[0096] 이동 블록(240)은 밸브 보호 커버(220)를 이동시킬 수 있다. 이동 블록(240)은 액츄에이터(243)에 의해 선형 이동하도록 구성될 수 있다. 이동 블록(240)은 밸브 보호 커버(220)가 탈착 가능하게 결합되는 고정 패드(241)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 밸브 보호 커버(220)는 가스 용기(50)를 이송하고 있지 않은 시기에는 이동 블록(240)의 고정 패드(241)에 부착된 상태로 대기할 수 있다. 밸브 보호 커버(220)가 고정 패드(241)에 부착되어 있을 때, 이동 블록(240)은 선형 이동함으로써 밸브 보호 커버(220)를 선형 이동(예를 들어, 전진 또는 후진)시킬 수 있다.

[0097] 예를 들어, 밸브 보호 커버(220)는 지지 구조(214)에 탑재된 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)로부터 이격된 대기 위치와, 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 덮도록 위치된 장착 위치 사이에서 이동할 수 있다. 밸브 보호 커버(220)의 측벽에는 개구부(221)가 형성될 수 있다. 밸브 보호 커버(220)가 이동 블록(240)과 함께 이동하는 동안, 가스 용기(50) 및/또는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)는 밸브 보호 커버(220)의 개구부(221)를 통과할 수 있다. 밸브 보호 커버(220)의 개구부(221)는 가스 용기(50) 및/또는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)와의 간섭을 방지하기에 적합한 사이즈로 형성될 수 있다.

[0098] 고정 프레임(230)은 밸브 보호 커버(220)의 하부에 결합될 수 있으며, 밸브 보호 커버(220)와 함께 이동할 수 있다. 고정 프레임(230)은 가스 용기(50)에 선택적으로 고정되어, 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)에 고정시키거나 밸브 보호 커버(220)가 가스 용기(50)로부터 분리 가능한 상태로 만들 수 있다. 예를 들어, 고정 프레임(230)은 밸브 보호 커버(220)에 연결된 상부 프레임(232)과, 가스 용기(50)의 넥링(54)의 하측에 맞물려 고정되는 하부 프레임(231)과, 상기 상부 프레임(232)과 하부 프레임(231) 사이에서 수직 이동하도록 구성된 가압 슬라이더(233)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가압 슬라이더(233)는 상부 프레임(232)과 하부 프레임(231) 사이에서 연장된 수직 가이드에 수직 이동 가능하게 설치되며, 가압 슬라이더(233)의 수직 방향에 따른 위치는 액츄에이터(245)에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 액츄에이터(245)에 연결된 조작 몸체는 조작 레버(235)를 회전시켜, 가압 슬라이더(233)를 상승 또는 하강시킬 수 있다. 밸브 보호 커버(220)가 장착 위치에 위치시킨 후에, 하부 프레임(231)이 가스 용기(50)의 넥링(54)의 하측에 있는 걸림턱에 걸려 고정되면, 가압 슬라이더(233)가 하방 이동하여 가스 용기(50)의 넥링(54)의 상측을 눌러 가압하는 것에 의해 고정 프레임(230)이 가스 용기(50)에 고정될 수 있으며, 고정 프레임(230)에 결합된 밸브 보호 커버(220)도 가스 용기(50)에 고정될 수 있다.

[0099] 일부 실시예들에서, 밸브 보호 커버(220)에는 가스 용기(50)의 위치를 검출하기 위한 위치 검출 센서(270)가 구비될 수 있다. 상기 위치 검출 센서(270)는 가스 용기(50)의 수평 위치 및/또는 수직 위치를 감지할 수 있다. 상기 위치 검출 센서(270)는, 예를 들어 광 센서, 이미지 센서 등을 포함할 수 있다.

[0100] 예시적인 실시예들에서, 위치 검출 센서(270)는 지지 구조(214)에 지지된 가스 용기(50)의 높이를 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 위치 검출 센서(270)는 고정 프레임(230)을 이용하여 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)에 장착하기 전에 지지 구조(214)에 지지된 가스 용기(50)의 수직 위치를 검출하며, 이송 로봇(200)은 검출된 가스 용기(50)의 수직 위치를 기반으로 지지 구조(214)에 연결된 로봇 암(213)을 이용하여 지지 구조(214)의 수직 위치를 조절할 수 있다. 지지 구조(214)의 수직 위치는 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)에 장착하기에 적절한 위치로 조절될 수 있다.

[0101] 예시적인 실시예들에서, 위치 검출 센서(270)는 가스 용기(50)의 넥링(54)의 수평 위치 및/또는 수직 위치를 검출할 수 있다. 위치 검출 센서(270)는 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)의 넥링(54)에 장착하기 위해 넥링(54)의 수직 위치를 검출할 수 있다. 지지 구조(214)의 수직 위치는 검출된 넥링(54)의 수직 위치를 기반으로 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)의 넥링(54)에 장착하기에 적절한 위치로 조절될 수 있다.

[0102] 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)의 안전한 이송을 위한 안전장치를 포함할 수 있다. 이송 로봇(200)은 충돌을 감지할 수 있는 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이송 로봇(200)은 이송 로봇(200)의 외관을 이루는 프레임에 장착된 범퍼 형태의 충돌 감지 센서를 포함할 수 있다. 또한, 이송 로봇(200)은 주변의 장애물을 감지할 수 있는 장애물 감지 센서를 포함할 수 있다. 상기 장애물 감지 센서는 예를 들어, 스캐너 센서를 포함할 수 있다. 충돌 감지 또는 장애물 감지가 일정 시간(예, 5 ~ 10초 이상) 지속될 경우, 이송 로봇(200)은 작업을 중지하며, 외부 명령에 의해 다시 작업을 재개할 수 있다. 이송 로봇(200)의 충돌 감지 상황 또는 장애물 감지 상황

을 실시간 또는 추후 확인할 수 있도록 이송 로봇(200)에는 CCTV, 센서 등의 촬상 장치가 설치될 수 있다. 촬상 장치는 이송 로봇(200)의 전후진 및 로딩/언로딩 작업 방향으로 외부 상황을 녹화 또는 센싱할 수 있다. 이송 로봇(200)의 가스 용기(50)의 이송 작업 중에 충돌이 발생할 경우, 지지 구조(214)는 액츄에이터의 토크/가속도 등의 변화를 통해서 이를 감지할 수 있다. 지지 구조(214)에서 충돌이 감지된 경우, 설비 간 가스 용기(50)의 반입/반출 작업을 진행하고 있는 상황을 제외하고 지지 구조(214)는 미리 지정된 대기 위치로 복귀되는 기능을 포함할 수 있다. 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)에는 가스 용기(50)의 적재 여부를 감지할 수 있는 재하 감지 센서가 제공될 수 있다.

[0103] 이송 로봇(200)은 방폭에 대한 추가적인 안전 장치를 포함할 수 있다. 이 경우, 이송 로봇(200)에 대한 별도의 방폭 설계를 하지 않았음에도 이송 로봇(200)을 가스 공급 스테이지(13)에서 사용할 수 있다. 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)에 가스 용기(50)가 적재되어 있을 때, 가스 용기(50)를 향해 바람을 불어 주어 가스 응집을 막고 환기 기능을 향상시키는 환기 장치가 설치될 수 있다. 이송 로봇(200)에는 외부 명령에 의해 전원이 종료되는 전원 차단 기능이 탑재되어 있다. 로딩/언로딩 스테이지(11) 또는 가스 공급 스테이지(13)에서 가스 누출 등의 위험이 발생할 경우, 이송 로봇(200)을 제어하는 상위 시스템은 이송 로봇(200)의 전원을 종료하여 점화원을 제거할 수 있다. 전원 차단 기능으로 이송 로봇(200)의 전원이 종료될 때는, 이송 로봇(200)에서 가연성 가스에 대한 점화원의 역할을 할 수 있는 특정 부분의 전원이 차단되도록 할 수 있다. 따라서, 이송 로봇(200)은 폭발 위험상황과 시공간적으로 분리하여 가연성의 가스가 충전된 가스 용기(50)를 핸들링하는 가스 공급 스테이지(13)에서 이송 로봇(200)이 점화원 역할하여 폭발을 일으킬 가능성을 차단할 수 있다.

[0104] 로딩/언로딩 스테이지(11)로부터 반입된 가스 용기(50)를 가스 공급 캐비닛(300) 내에 장착하기 위해, 이송 로봇(200)이 검사 버퍼 챔버(130)에서 제공된 가스 용기(50)를 파지하는 단계, 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)가 덮이도록 가스 용기(50)에 밸브 보호 커버(220)를 장착하는 단계, 가스 용기(50)를 홀딩한 상태로 가스 공급 캐비닛(300)으로 이동하는 단계, 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)로부터 분리하는 단계, 및 가스 공급 캐비닛(300)의 내부로 가스 용기(50)를 반입시키는 단계를 차례로 수행할 수 있다.

[0105] 또한, 가스 공급 캐비닛(300)에서 가스가 소모된 가스 용기(50)를 로딩/언로딩 스테이지(11)로 반출하기 위해, 이송 로봇(200)이 가스 공급 캐비닛(300)내의 가스 용기(50)를 파지하는 단계, 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)가 덮이도록 가스 용기(50)에 밸브 보호 커버(220)를 장착하는 단계, 가스 용기(50)를 홀딩한 상태로 로딩/언로딩 스테이지(11)의 검사 버퍼 챔버(130)로 이동하는 단계, 밸브 보호 커버(220)를 가스 용기(50)로부터 분리하는 단계, 및 검사 버퍼 챔버(130)의 내부로 가스 용기(50)를 반입하는 단계를 차례로 수행할 수 있다.

[0106] 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130)에 대해 가스 용기(50)를 반입 및 반출하는 작업을 수행한다. 이송 로봇(200)이 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130)에 가스 용기(50)를 반입하는 작업은 로드 인터페이스(load interface)라 하고, 반대로 이송 로봇(200)이 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130)로부터 가스 용기(50)를 반출하는 작업은 언로드 인터페이스(unload interface)라 한다.

[0107] 두 인터페이스(즉, 로드 인터페이스 및 언로드 인터페이스)는 공통적으로 인터페이스 전, 인터페이스 중, 및 인터페이스 후 각각의 시기에 재하 감지센서, 이중반입 센서 등을 활용하여 가스 용기(50)의 적재 상태를 확인하는 것을 포함할 수 있다. 두 인터페이스는 인터페이스 시 QR 코드 리더, 거리 센서 등을 활용하여, 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130) 각각의 용기 적재 포트에 탑재된 가스 용기(50) 위치를 검출하는 것을 포함할 수 있다. 또한, 두 인터페이스는 그리퍼 등의 파지 수단에 의한 가스 용기(50)의 과도한 구속을 방지하기 위하여, 그리퍼의 세미-그립 기능을 포함할 수 있다. 두 인터페이스는 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130) 각각과 이송 로봇(200) 간의 통신을 통해 서로의 진행 단계를 확인하면서 수행되며, 이러한 통신을 위하여 PIO(Parallel Input/Output) 센서 등을 활용할 수 있다. 두 인터페이스가 진행되는 동안 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130)에서 알람 발생 시 통신을 통해 이송 로봇(200)도 해당 상황을 인지하게 된다. 해당 알람이 현장 확인 및 작업자의 판단이 필요한 경우, 두 인터페이스의 진행은 정지되고 다른 이송 작업도 시작되지 않는다.

[0108] 두 인터페이스에서, 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 검사 버퍼 챔버(130) 각각의 도어에 구비된 QR 코드를 확인한다. 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 검사 버퍼 챔버(130) 각각의 도어에는 도착지 정보가 담긴 QR코드 등이 부착되어 있다. 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)의 로딩/언로딩 작업을 개시하기 전에, QR 코드를 확인하여 얻은 도착지 정보와 상위 시스템으로부터 받은 목적지 정보를 비교하여, 목표한 작업 위치로 도착하였는지 확인할 수 있다.

- [0109] 이송 로봇(200)은 이송 로봇(200)의 로봇 암(213) 및/또는 지지 구조(214)에 제공된 QR 리더기 및/또는 거리 센서 등을 활용하여, 이송 로봇(200)과 인터페이스되는 설비(즉, 가스 공급 캐비닛(300), 스토리지 큐(600), 및 검사 버퍼 챔버(130) 중 어느 하나)에서 가스 용기(50)가 안착되는 베이스 플레이트의 위치를 검출하고, 검출된 베이스 플레이트의 위치를 기초로 이송 로봇(200)의 로봇 암(213)의 위치를 보정한다. 해당 설비의 도어가 개방되면 이송 로봇(200)의 로봇 암(213) 및/또는 지지 구조(214)에 설치된 거리 센서를 이용하여 해당 설비의 베이스 플레이트의 센싱 플레이트로부터의 거리를 센싱하고 베이스 플레이트의 틀어진 각도를 측정한다. 베이스 플레이트의 틀어짐이 허용 각도 범위(예컨대, $\pm 10^\circ$)를 벗어나 지지 구조(214)와 베이스 플레이트 간의 인터페이스가 불가능할 경우에는 알람이 발생할 수 있다. 이송 로봇(200)의 로봇 암(213)은 베이스 플레이트에 제공된 QR코드를 확인하여, 가스 용기(50)가 탑재되는 탑재 위치에 대한 위치 정보(예컨대, 수평 방향에 대한 위치 정보 및 수직 방향에 대한 위치 정보)를 검출할 수 있다. 검출된 가스 용기(50)의 탑재 위치에 대한 위치 정보를 기초로 지지 구조(214)의 위치 보정값을 결정될 수 있다.
- [0110] 로드 인터페이스는 다음의 과정을 거친다. 이송 로봇(200)의 주행 여부, 이송 로봇(200)의 로봇 암(213) 위치 등 안전 상태를 확인하는 단계, 가스 용기(50)의 반입 작업이 수행되는 해당 설비의 도어의 QR 코드를 인식하여 목표된 작업 위치에 도착하였는지 확인하는 단계, 해당 설비의 도어를 개방하는 단계, 해당 설비에서 가스 용기(50)가 탑재되는 베이스 플레이트의 위치를 검출하는 단계, 검출된 베이스 플레이트의 위치를 기초로 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)의 위치를 보정하는 단계, 해당 설비의 그리퍼에 세미-그립 자세를 적용하는 단계, 이송 로봇(200)에 세미-그립 자세를 적용하는 단계, 해당 설비의 그리퍼에 풀-그립 자세를 적용하는 단계, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)에 언-그립 자세를 적용하는 단계, 이송 로봇(200)의 로봇 암(213)을 대기 위치로 복귀하는 단계, 이송 로봇(200)의 이송 암(213)의 위치 및 가스 용기(50)의 적재 상태 등 안전상태 확인 단계가 차례로 수행될 수 있다.
- [0111] 언로드 인터페이스는 다음의 과정을 거친다. 이송 로봇(200)의 주행 여부 또는 이송 로봇(200)의 로봇 암(213)의 위치 등 안전상태를 확인하는 단계, 가스 용기(50)의 반출 작업이 수행되는 해당 설비의 도어의 QR 코드를 인식하여 목표된 작업 위치에 도착하였는지 확인하는 단계, 해당 설비의 도어를 개방하는 단계, 해당 설비에서 가스 용기(50)가 탑재된 베이스 플레이트의 위치를 검출하는 단계, 검출된 베이스 플레이트의 위치를 기초로 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)의 위치를 보정하는 단계, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)에 세미-그립 자세를 적용하는 단계, 해당 설비의 그리퍼에 세미-그립 자세를 적용하는 단계, 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)에 풀-그립 자세를 적용하는 단계, 해당 설비의 그리퍼에 언-그립 자세를 적용하는 단계, 이송 로봇(200)의 로봇 암(213)을 대기 위치로 복귀하는 단계, 이송 로봇(200)의 이송 암(213)의 위치 및 가스 용기(50)의 적재 상태 등 안전상태 확인 단계가 차례로 수행될 수 있다.
- [0112] 이송 로봇(200)은 이송 로봇(200)의 배터리 잔량이 일정 수치 이하(예컨대, 10% 이하)로 떨어진 경우, 자동으로 가스 공급 스테이지(13)에 제공된 충전소로 이동하도록 구성될 수 있다. 이송 로봇(200)은 배터리 잔량이 일정 수치 이상(예컨대, 90% 이상)이 될 때까지 충전을 계속한 후에, 가스 용기(50)의 이송 작업을 수행하도록 구성될 수 있다. 이송 로봇(200)이 충전소로 이동하면, 센서 등을 활용해 충전소에 도킹할 수 있는 정위치로 이송 로봇(200)이 이동했는지 여부를 확인할 수 있다. 이송 로봇(200)이 정위치에 도킹된 것이 확인되면, 충전소의 충전기로부터 충전암이 뺀 나와 이송 로봇(200)의 충전용 전극에 연결되어 이송 로봇(200)의 배터리에 대한 충전이 시작된다. 이송 로봇(200)의 전극은 전극 덮개에 의해 개폐되며, 충전 시에만 전극 덮개가 열린다. 상기 충전암에는 플렉서블 구조가 적용되어, 이송 로봇(200)과 충전기 사이의 위치 오차가 있는 경우에도, 충전암의 변형을 통해 충전암과 이송 로봇(200)의 전극 간의 접촉이 실현될 수 있다. 충전기는 과전류, 과전압, 및/또는 과온도에 대한 비상 정지 기능을 포함할 수 있다. 충전암에는 이송 로봇(200)의 도킹 시 충전암의 단자의 노출을 차단하도록 구성된 차단 구조가 제공되어, 미지의 물건 혹은 작업자와의 접촉으로 인한 감전 사고를 방지한다.
- [0113] 도 12는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 버퍼 스테이지(15)의 스토리지 큐(600)를 나타내는 사시도이다. 도 13은 스토리지 큐(600)의 베이스 플레이트(621), 그리퍼(623), 및 바코드 리더기(625)를 나타내는 사시도이다.
- [0114] 도 12 및 도 13을 도 1 및 도 2와 함께 참조하면, 스토리지 큐(600)는 로딩/언로딩 스테이지(11)에서 반입된 가스 용기(50) 및/또는 가스 공급 캐비닛(300)에서 가스가 소진된 가스 용기(50)가 저장되는 저장소일 수 있다. 검사 버퍼 챔버(130)로부터 이송된 가스 용기(50)는 가스 공급 캐비닛(300)으로 이송되기 전에 스토리지 큐(600)에 임시 보관될 수 있다. 또한, 가스 공급 캐비닛(300)에서 가스가 소진된 가스 용기(50)는 로딩/언로딩

스테이지(11)로 반출되기 전에 스토리지 큐(600)에 임시 보관될 수 있다.

- [0115] 스토리지 큐(600)는 하나 이상의 가스 용기(50)가 수용될 수 있는 내부 공간을 제공하는 프레임(610)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 스토리지 큐(600) 프레임(610)은 복수의 포트를 제공하며, 복수의 포트 각각에는 하나의 가스 용기(50)가 로딩될 수 있다. 스토리지 큐(600)는 자동으로 내부 공간을 개폐하도록 동작하는 하나 이상의 슬라이딩 도어(620)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스토리지 큐(600)는 복수의 슬라이딩 도어(620)를 포함하며, 스토리지 큐(600)의 복수의 포트 중 하나의 포트는 복수의 슬라이딩 도어(620) 중 어느 하나에 의해 개폐될 수 있다. 슬라이딩 도어(620)는 압력 등의 변화를 검출하여 이송 로봇(200) 또는 작업자와의 충돌을 감지하고, 감지된 결과에 따라 슬라이딩 도어(620)의 동작을 신속히 제어할 수 있는 안전 장치를 포함할 수 있다.
- [0116] 스토리지 큐(600)는 베이스 플레이트(621), 그리퍼(623), 및 바코드 리더기(625)를 포함할 수 있다.
- [0117] 스토리지 큐(600)의 베이스 플레이트(621)는 가스 용기(50)의 바닥을 지지할 수 있다. 베이스 플레이트(621)는 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)와 인터페이스 할 수 있는 구조를 가질 수 있다. 스토리지 큐(600)의 베이스 플레이트(621)는 가스 용기(50)의 바닥의 양측을 지지하며, 스토리지 큐(600)의 베이스 플레이트(621)의 중심부에는 이송 로봇(200)의 바닥 지지 구조(215)가 삽입 가능한 개구부가 제공될 수 있다. 베이스 플레이트(621)의 양측에는 이송 로봇(200)의 거리 센서에 의해 센싱되는 센싱 플레이트 및/또는 QR코드가 부착되어, 이송 로봇(200)과 베이스 플레이트(621) 간의 정렬을 돕는다.
- [0118] 스토리지 큐(600)의 그리퍼(623)는 가스 용기(50)가 전도되지 않도록 가스 용기(50)를 파지할 수 있다. 그리퍼(623)는 스토리지 큐(600)의 내측 벽에 장착될 수 있다. 그리퍼(623)는 전술한 바와 같이 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행할 수 있다. 또한, 그리퍼(623)는 가스 용기(50)의 적재 여부를 감지할 수 있는 재하감지 센서를 포함할 수 있다.
- [0119] 바코드 리더기(625)는 상기 프레임(610)에 이동 가능하게 장착될 수 있다. 바코드 리더기(625)는 구동축을 포함하며, 액츄에이터에 의해 스토리지 큐(600)의 내부 공간에서 이동할 수 있다. 하나의 바코드 리더기(625)로 하나 이상의 가스 용기(50)의 바코드, QR 코드 등의 식별 태그 등을 센싱할 수 있다. 바코드 리더기(625)는 가스 용기(50)의 식별 태그를 센싱하여, 가스 용기(50)의 정보를 확인할 수 있다. 바코드 리더기(625)의 이동은 공압 액츄에이터에 의해 실현될 수 있다. 공압 액츄에이터는 스토리지 큐(600) 내에 제공된 복수의 포트 사이에서 바코드 리더기(625)를 이동시킬 수 있다. 바코드 리더기(625)는 스토리지 큐(600)의 복수의 포트들을 이동하면서, 스토리지 큐(600)의 복수의 포트들에 로딩된 가스 용기들(50)의 QR 코드들을 리딩한다. 스토리지 큐(600) 내에 제공된 복수의 포트들 각각의 포트의 시작 위치(즉, 이웃하는 2개 포트들 간의 경계)와 끝 위치(즉, 이웃하는 2개 포트들 간의 경계)에 바코드 리더기(625)의 이동을 감지하는 근접 센서들이 설치될 수 있다. 공압 액츄에이터의 스트로크 구간은 이웃한 근접 센서들 사이의 구간으로 분리될 수 있다. 바코드 리더기(625)는 스토리지 큐(600)의 하나의 포트의 시작 위치에서 끝 위치에 도달할 때까지 가스 용기(50)의 QR 코드를 리딩하기 위한 시도를 한다.
- [0120] 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600)의 포트에 로딩하는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다. 이송 로봇(200)이 스토리지 큐(600)의 해당 포트에 도착하면, 스토리지 큐(600)는 해당 포트의 슬라이딩 도어(620)를 개방한다. 이송 로봇(200)은 스토리지 큐(600)의 베이스 플레이트(621)에 부착된 QR 코드 등을 확인하여 이송 로봇(200)의 위치를 조절한다. 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 스토리지 큐(600)의 그리퍼(623)가 인터페이스 하여, 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600)의 해당 포트에 로딩한다. 가스 용기(50)가 스토리지 큐(600)의 해당 포트에 로딩되면, 스토리지 큐(600)는 해당 포트의 슬라이딩 도어(620)를 닫고, 바코드 리더기(625)를 구동하여 입고된 가스 용기(50)의 QR 코드를 확인한다.
- [0121] 이송 로봇(200)이 가스 용기(50)를 스토리지 큐(600)의 포트로부터 언로딩하는 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다. 가스 공급 캐비닛(300)에 가스가 충전된 가스 용기(50)를 로딩하기 위해 또는 검사 버퍼 챔버(130)로 가스가 소진된 가스 용기(50)를 반출하기 위해, 가스 용기(50)는 스토리지 큐(600)로부터 반출된다. 스토리지 큐(600)는 바코드 리더기(625)를 구동하여 반출될 가스 용기(50)의 QR 코드를 확인한다. 이송 로봇(200)이 해당 포트에 도착하면 스토리지 큐(600)는 해당 포트의 슬라이딩 도어(620)를 개방한다. 이송 로봇(200)의 그리퍼(216)와 스토리지 큐(600)의 그리퍼(623)가 인터페이스 하여, 가스 용기(50)를 이송 로봇(200)으로 이송한다. 가스 용기(50)가 스토리지 큐(600)의 해당 포트로부터 언로딩되면, 스토리지 큐(600)는 해당 포트의 슬라이딩 도어(620)를 닫는다.
- [0122] 도 14는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 스테이지(13)의 가스 공급 캐비닛(300)을 나타내는 사

시도이다. 도 15는 가스 공급 캐비닛(300)의 제1 용기 지지 모듈(350) 및 밸브 조작 모듈(320)을 나타내는 사시도이다.

- [0123] 도 14 및 도 15를 도 1 및 도 2와 함께 참조하면, 가스 공급 캐비닛(300)은 캐비닛 프레임(310), 제1 용기 지지 모듈(350), 밸브 조작 모듈(320), CGA(Compressed Gas Association) 홀딩 모듈(도 25의 330 참조), 및 체결 모듈(도 25의 340의 참조)을 포함할 수 있다.
- [0124] 캐비닛 프레임(310)은 하나 이상의 가스 용기(50)가 수용될 수 있는 내부 공간을 제공할 수 있다. 예를 들어, 캐비닛 프레임(310)은 복수의 포트를 제공하며, 복수의 포트 각각에는 하나의 가스 용기(50)가 로딩될 수 있다. 복수의 가스 용기(50)는 캐비닛 프레임(310) 내에 일 열(column)로 배열될 수 있다. 캐비닛 프레임(310)은 자동으로 내부 공간을 개폐하도록 동작하는 하나 이상의 슬라이딩 도어(311)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 슬라이딩 도어(311)는 캐비닛 프레임(310)의 전면부에 설치될 수 있다. 하나 이상의 슬라이딩 도어(311)는 액츄에이터에 의해 구동될 수 있다. 예를 들어, 캐비닛 프레임(310)은 복수의 슬라이딩 도어(311)를 포함하며, 캐비닛 프레임(310)의 복수의 포트 중 하나의 포트는 복수의 슬라이딩 도어(311) 중 어느 하나에 의해 개폐될 수 있다. 가스 용기(50)의 반입 및 반출 시, 해당 포트를 개폐하는 슬라이딩 도어(311)가 자동으로 열릴 수 있다. 캐비닛 프레임(310)의 천장부에는 가이드 레일(도 25의 394)이 설치될 수 있다. 가이드 레일(394)은 수평 방향으로 선형적으로 연장될 수 있고, 체결 모듈(340)의 선형 이동을 가이드하도록 구성될 수 있다.
- [0125] 슬라이딩 도어(311)는 압력 등의 변화를 검출하여 이송 로봇(200) 또는 작업자와의 충돌을 감지하고, 감지된 결과에 따라 슬라이딩 도어(311)의 동작을 신속히 제어할 수 있는 안전 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 슬라이딩 도어(311)는 압력 등의 변화를 검출하여 이송 로봇(200) 또는 작업자와의 충돌을 감지하는 압력 센서 등의 센싱 수단을 포함할 수 있다.
- [0126] 또한, 슬라이딩 도어(311)는 공압 액츄에이터에 의해 동작할 수 있다. 상기 공압 액츄에이터의 동작 압력을 제어하여, 슬라이딩 도어(311)의 위치를 정밀 제어할 수 있다. 상기 공압 액츄에이터의 동작 압력을 제어하여, 슬라이딩 도어(311)의 이동 경로의 특정 지점에 슬라이딩 도어(311)를 정지시킬 수 있다. 또한, 슬라이딩 도어(311)의 이동 경로의 특정 지점에 슬라이딩 도어(311)를 신속히 정지시키기 위해, 슬라이딩 도어(311)는 스톱퍼 액츄에이터에 더 연결될 수 있다.
- [0127] 도 16은 제1 용기 지지 모듈(350)의 베이스 플레이트(351)를 나타내는 사시도이다. 도 17은 제1 용기 지지 모듈(350)의 히팅 자켓 기구(354)를 나타내는 사시도이다. 도 18은 제1 용기 지지 모듈(350)의 그리퍼(352)를 나타내는 사시도이다.
- [0128] 도 16 내지 도 18을 도 1 및 도 2와 함께 참조하면, 제1 용기 지지 모듈(350)은 베이스 플레이트(351), 그리퍼(352), 및 히팅 자켓 기구(354)를 포함할 수 있다.
- [0129] 베이스 플레이트(351)는 가스 용기(50)의 바닥 부분을 지지할 수 있다. 베이스 플레이트(351)는 캐비닛 프레임(310)의 바닥 부분 상에 배치되며, 베이스 플레이트(351)의 상면 상에 가스 용기(50)가 안착될 수 있다. 상기 베이스 플레이트(351)는 가스 용기(50)의 바닥면의 양 측부를 지지하며, 베이스 플레이트(351)에는 이송 로봇(200)의 바닥 지지 구조(215)가 삽입될 수 있는 개구부가 형성될 수 있다. 베이스 플레이트(351) 내에는 로드 셀 등의 무게 센서가 제공될 수 있다. 무게 센서는 가스 용기(50)의 무게를 측정하도록 구성되며, 무게 센서에서 얻어진 가스 용기(50)의 무게를 기초로 가스 용기(50) 내의 잔존 가스량을 검출할 수 있다. 또한, 베이스 플레이트(351)에는 정렬 마크가 더 형성될 수도 있다. 가스 용기(50)가 이송 로봇(200)에 의해 제1 용기 지지 모듈(350)로 반입될 때, 이송 로봇(200)은 베이스 플레이트(351)에 제공된 정렬 마크를 감지하여 가스 용기(50)와 베이스 플레이트(351)를 정렬시킬 수 있다.
- [0130] 베이스 플레이트(351)는 패시브하게 회전하도록 구성될 수 있다. 베이스 플레이트(351)는 가스 용기(50)의 회전에 연동하여 패시브하게 회전할 수 있다. 예를 들어, 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)에 의해 베이스 플레이트(351) 상에 안착된 가스 용기(50)의 회전 방향에 따른 위치가 검출되면, 그리퍼(352)는 가스 용기(50)의 회전 방향에 따른 위치가 조절되도록 가스 용기(50)를 회전시킬 수 있다. 이 때, 베이스 플레이트(351)는 가스 용기(50)의 회전에 연동하여 패시브하게 회전할 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 베이스 플레이트(351)에는 회전 잠금 기능이 포함되어, 베이스 플레이트(351)의 회전을 제한할 필요가 있는 경우 또는 베이스 플레이트(351)의 회전 각도가 허용 범위를 벗어난 경우 상기 잠금 기능에 의해 베이스 플레이트(351)의 회전이 제한될 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 상기 베이스 플레이트(351)는 회전 액츄에이터에 연결되어 능동적으로 회전하도록 구성될 수도 있다.

- [0131] 그리퍼(352)는 캐비닛 프레임(310) 내에 수용된 가스 용기(50)를 파지함으로써, 가스 용기(50)의 전도를 방지할 수 있다. 제1 용기 지지 모듈(350)은 하나 이상의 그리퍼(352)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 용기 지지 모듈(350)은 가스 용기(50)의 측면의 하부를 파지하는 그리퍼(352)와, 가스 용기(50)의 측면의 상부를 파지하는 그리퍼(352)를 포함할 수 있다. 그리퍼(352)는 한 쌍의 그립핑 암(3521) 및 그립핑 롤러들(3523)을 포함할 수 있다. 그립핑 암들(3521)은 에어 실린더와 같은 액츄에이터에 연결되어 이동할 수 있다. 그립핑 롤러들(3523)은 각 그립핑 암(3521)에 회전 가능하게 설치될 수 있다. 그립핑 롤러들(3523)은 가스 용기(50)를 접촉 지지할 수 있다. 그리퍼(352)를 이용하여 가스 용기(50)를 파지할 때, 그립핑 롤러들(3523)이 가스 용기(50)의 외면에 밀착되어 가스 용기(50)를 안정적으로 파지할 수 있다.
- [0132] 그리퍼(352)는 앞서 설명된 바와 같이 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행할 수 있다. 그리핑 암들(3521)이 풀-그립 자세에 있을 때, 그리핑 암들(3521)은 가스 용기(50)의 측면에 밀착될 수 있다. 그리핑 암들(3521)이 언-그립 자세에 있을 때, 그리핑 암들(3521)은 그리퍼(352)에 대한 가스 용기(50)의 이탈이 허용되도록 가스 용기(50)로부터 충분히 이격될 수 있다. 그리핑 암들(3521)이 세미-그립 자세에 있을 때, 그리핑 암들(3521)은 가스 용기(50)의 전도를 방지할 수 있도록 가스 용기(50)로부터 일정 거리(예를 들어, 약 5mm 내지 약 30mm 사이) 이격될 수 있다.
- [0133] 그립핑 암(3521)의 그립핑 롤러(3523)의 회전 동작은 액츄에이터(3525)에 의해 제어될 수 있다. 그립핑 롤러(3523)는 가스 용기(50)에 접촉된 상태로 회전하여 가스 용기(50)를 회전시킬 수 있다. 예를 들어, 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)에 의해 베이스 플레이트(351) 상에 안착된 가스 용기(50)의 회전 방향에 따른 위치가 검출되면, 그립핑 롤러(3523)를 회전시켜 가스 용기(50)의 회전 방향에 따른 위치를 조절할 수 있다. 또한, 그리퍼(352)는 가스 용기(50)의 적재 여부를 감지할 수 있는 재하감지 센서를 포함할 수 있다.
- [0134] 히팅 자켓 기구(354)는 가스 용기(50)의 외면의 적어도 일부를 감싸도록 배치될 수 있다. 히팅 자켓 기구(354)는 가스 용기(50)를 가열하도록 구성될 수 있다. 히팅 자켓 기구(354)는 가스 용기(50)를 선택적으로 가열하여, 가스 용기(50) 내의 액화 가스를 기화시킬 수 있다. 히팅 자켓 기구(354)는 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)와, 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)를 회동시키도록 구성된 액츄에이터(3543)를 포함할 수 있다.
- [0135] 히팅 자켓 몸체(3541)는 열선 등의 가열 요소(heating element)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 히팅 자켓 몸체(3541)는 전기저항식 히터를 포함할 수 있다. 히팅 자켓 몸체(3541)는 가스 용기(50)의 외면을 부분적으로 감싸는 형태일 수 있다. 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)는 액츄에이터(3543)에 의해 수직 방향을 회전축으로 하여 회동하도록 구성될 수 있다. 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)는 액츄에이터(3543)에 의해 오르러지거나 벌어지도록 움직일 수 있다. 예를 들어, 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)는 가스 용기(50)의 측면을 둘러싸도록 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)가 오르려진 자세에 있는 닫힌 위치와, 가스 용기(50)의 반입 및 반출이 허용되도록 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)가 벌어진 자세에 있는 열린 위치 사이에서 전환할 수 있다. 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)가 상기 닫힌 위치에 있을 때, 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)는 액츄에이터(3543)에 의해 가스 용기(50)에 밀착될 수 있다. 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)가 상기 닫힌 위치에 있을 때, 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)에 있는 가열 요소를 구동시켜 가스 용기(50)를 가열시킬 수 있다.
- [0136] 도 19a는 가스 공급 캐비닛(300)의 제2 용기 지지 모듈(350a)을 나타내는 사시도이다. 도 19b는 도 19a의 제2 용기 지지 모듈(350a)의 쿨링 자켓 기구(382)를 나타내는 사시도이다.
- [0137] 도 19a 및 도 19b에 도시된 제2 용기 지지 모듈(350a)은 도 15 내지 도 18에 도시된 제1 용기 지지 모듈(350)과는 다르게, 히팅 자켓 기구(354)를 대신하여 가스 용기(50)를 냉각시키도록 구성된 쿨링 자켓 기구(382)를 포함하는 점을 제외하고는 대체로 유사할 수 있다. 이하에서, 앞서 설명된 것과 중복된 설명은 생략하거나 간단히 한다.
- [0138] 도 19a 및 도 19b를 도 1, 도 2 및 도 14와 함께 참조하면, 제2 용기 지지 모듈(350a)은 가스 용기(50)가 안착되는 베이스 플레이트(351), 쿨링 자켓 기구(382), 상부 그리퍼(383), 및 하부 그리퍼(384)를 포함할 수 있다.
- [0139] 쿨링 자켓 기구(382)는 가스 용기(50)의 적어도 일부를 감싸도록 배치될 수 있다. 쿨링 자켓 기구(382)는 가스 용기(50)에 충전된 가스의 온도가 미리 정해진 목표 온도 범위 이내로 유지되도록, 가스 용기(50)를 냉각시킬 수 있다. 특히, 가스 용기(50) 내에 인화성 가스가 충전되어 있는 경우, 쿨링 자켓 기구(382)는 가스 용기(50)를 미리 정해진 온도 이하로 냉각시켜, 가스 용기(50) 내의 가스의 온도를 공정 조건에 필요한 적정 온도로 유지할 수 있다.
- [0140] 쿨링 자켓 기구(382)는 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)와, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)를 회동시키도록 구성된

액츄에이터를 포함할 수 있다. 상기 쿨링 자켓 몸체(3821)는, 예를 들어 단열재를 포함할 수 있다. 쿨링 자켓 몸체(3821)는 냉매가 유동하는 냉각 코일(3822)을 포함할 수 있다. 쿨링 자켓 기구(382)는 쿨링 자켓 몸체(3821)에 구비된 냉각 코일(3822)로 냉매를 순환시킴으로써, 가스 용기(50)를 냉각시킬 수 있다. 예를 들어, 제 2 용기 지지 모듈(350a)은 냉각 코일(3822)로 냉매를 순환시키기 위한 냉각 사이클을 수행하기 위한 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 용기 지지 모듈(350a)은 압축기, 응축기, 팽창 밸브, 및 증발기로 구성된 냉각 사이클을 수행하도록 구성된 냉각 모듈을 포함하며, 상기 냉각 코일(3822)은 냉매 사이클의 증발기로 기능할 수 있다.

[0141] 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 회동 동작은 앞서 설명된 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(도 17의 3541)의 회동 동작과 실질적으로 동일 또는 유사할 수 있다. 예를 들어, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)는 가스 용기(50)의 측면을 둘러싸도록 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 오므려진 자세에 있는 닫힌 위치와, 가스 용기(50)의 반입 및 반출이 허용되도록 한 쌍의 히팅 자켓 몸체(3541)가 벌어진 자세에 있는 열린 위치 사이에서 전환할 수 있다. 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 상기 닫힌 위치에 있을 때, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)에 있는 냉각 코일(3822)로 냉매를 순환시킴으로써, 가스 용기(50)를 냉각시킬 수 있다.

[0142] 쿨링 자켓 기구(382)는 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 닫힌 위치에 있을 때 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)를 결합시키기 위한 잠금 장치(385)를 포함할 수 있다. 잠금 장치(385)는 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821) 중 어느 하나에 구비된 제1 세그먼트와, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821) 중 다른 하나에 구비되어 상기 제1 세그먼트와 걸림 고정될 수 있는 제2 세그먼트를 포함할 수 있다. 예를 들면, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 액츄에이터에 의해 열린 위치에서 닫힌 위치로 전환되었을 때, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 단부들은 서로 접하도록 위치될 수 있다. 이 때, 잠금 장치(385)의 제1 세그먼트가 제2 세그먼트에 체결됨으로써, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)는 닫힌 상태로 견고하게 고정될 수 있다.

[0143] 예시적인 실시예들에서, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 단부들에는 각각 패킹(3823)이 설치될 수 있다. 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 닫힌 위치에 있을 때, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 단부들에 설치된 패킹들(3823)이 서로 밀착되어, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)에 둘러싸인 내부 공간의 냉기가 외부로 빠져나가는 것을 방지할 수 있다. 또한, 상부 그리퍼(383)에 접하는 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 상부 테두리 및 하부 그리퍼(384)에 접하는 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 하부 테두리 각각에도 패킹(3823)이 배치될 수 있다. 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)가 닫힌 위치에 있을 때, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 상부 테두리에 배치된 패킹(3823)은 상부 그리퍼(383)에 밀착될 수 있고, 한 쌍의 쿨링 자켓 몸체(3821)의 하부 테두리에 배치된 패킹(3823)은 하부 그리퍼(384)에 밀착될 수 있다.

[0144] 상부 그리퍼(383)는 베이스 플레이트(351) 상에 안착된 가스 용기(50)를 파지할 수 있다. 상부 그리퍼(383)는 쿨링 자켓 기구(382) 상에 배치되며, 가스 용기(50)의 측면을 둘러쌀 수 있다. 상기 상부 그리퍼(383)는 한 쌍의 상부 그립핑 몸체(3831)를 포함할 수 있다. 상기 한 쌍의 상부 그립핑 몸체(3831)는 액츄에이터에 연결되어 이동할 수 있다. 상기 상부 그리퍼(383)는 앞서 설명된 바와 같이 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행할 수 있다. 상부 그립핑 몸체들(3831)이 풀-그립 자세에 있을 때, 상부 그립핑 몸체들(3831)은 가스 용기(50)의 측면에 밀착될 수 있다. 상부 그립핑 몸체들(3831)이 언-그립 자세에 있을 때, 상부 그립핑 몸체들(3831)은 상부 그리퍼(383)에 대한 가스 용기(50)의 이탈이 허용되도록 가스 용기(50)로부터 충분히 이격될 수 있다. 상부 그립핑 몸체들(3831)이 세미-그립 자세에 있을 때, 상부 그립핑 몸체들(3831)은 가스 용기(50)의 전도를 방지할 수 있도록 가스 용기(50)로부터 일정 거리(예를 들어, 약 5mm 내지 약 30mm 사이) 이격될 수 있다.

[0145] 쿨링 자켓 기구(382)에 둘러싸인 가스 용기(50)의 표면을 제1 측면이라 할 때, 상부 그립핑 몸체들(3831)은 가스 용기(50)의 제1 측면보다 위에 있는 가스 용기(50)의 표면을 둘러쌀 수 있다. 상부 그립핑 몸체들(3831)은, 예를 들어 단열재를 포함할 수 있다.

[0146] 예시적인 실시예들에서, 상부 그리퍼(383)는 상부 그립핑 몸체(3831)에 배치된 상부 그립핑 롤러(3833)를 포함할 수 있다. 상부 그립핑 롤러(3833)는 상부 그립핑 몸체(3831)에 장착될 수 있다. 상부 그립핑 롤러(3833)는 상기 한 쌍의 상부 그립핑 몸체(3831)가 풀-그립 자세에 있을 때 상기 가스 용기(50)에 밀착되도록 상부 그립핑 몸체(3831)에 설치될 수 있다. 상부 그립핑 롤러(3833)는 액츄에이터에 연결되어 회전(또는, 롤링)하도록 구성될 수 있다. 상기 한 쌍의 상부 그립핑 몸체(3831)가 풀-그립 자세에 있을 때, 상부 그립핑 롤러(3833)는 가스 용기(50)에 밀착된 상태로 제1 회전 방향 또는 이에 반대된 제2 회전 방향으로 회전함으로써, 가스 용기(50)를 회전시킬 수 있다. 상부 그립핑 롤러(3833)는 가스 용기(50)를 회전시켜, 가스 용기(50)의 회전 방향에 따른 위

치를 조정할 수 있다. 또한, 상부 그리퍼(383)는 가스 용기(50)의 적재 여부를 감지할 수 있는 재하감지 센서를 포함할 수 있다.

[0147] 또한, 상부 그리퍼(383)는 가스 용기(50)의 표면에 발생한 결로를 제거할 수 있는 에어 블로워(air blower)를 포함할 수 있다. 상기 에어 블로워는 가스 용기(50)의 표면으로 에어를 분사하여, 가스 용기(50)의 표면에 생긴 결로를 제거할 수 있다. 쿨링 자켓 기구(382)가 가스 용기(50)를 냉각시키는 경우, 가스 용기(50)의 표면에 결로가 생길 수 있고, 가스 용기(50)의 표면에 생긴 결로는 상부 그립핑 롤러(3833)와 가스 용기(50) 사이의 마찰력을 약화시키며, 상부 그립핑 롤러(3833)와 가스 용기(50) 사이의 마찰력의 약화는 상부 그립핑 롤러(3833)에 의한 가스 용기(50)의 회전을 어렵게 한다. 상기 에어 블로워는 가스 용기(50)의 표면에 생긴 결로를 제거하여, 결로로 인하여 상부 그립핑 롤러(3833)에 의한 가스 용기(50)의 회전이 방해되는 것을 방지할 수 있다.

[0148] 하부 그리퍼(384)는 베이스 플레이트(351) 상에 안착된 가스 용기(50)를 파지할 수 있다. 하부 그리퍼(384)는 쿨링 자켓 기구(382) 아래에 배치되며, 가스 용기(50)의 측면을 둘러쌀 수 있다. 하부 그리퍼(384)는 한 쌍의 하부 그립핑 몸체(3841)를 포함할 수 있으며, 상기 한 쌍의 하부 그립핑 몸체(3841)는 액츄에이터에 연결되어 이동할 수 있다. 상기 하부 그리퍼(384)는 앞서 설명된 바와 같이 풀-그립 기능, 세미-그립 기능, 및 언-그립 기능을 수행할 수 있다. 하부 그립핑 몸체들(3841)이 풀-그립 자세에 있을 때, 하부 그립핑 몸체들(3841)은 가스 용기(50)의 측면에 밀착될 수 있다. 하부 그립핑 몸체들(3841)이 언-그립 자세에 있을 때, 하부 그립핑 몸체들(3841)은 하부 그리퍼(384)에 대한 가스 용기(50)의 이탈이 허용되도록 가스 용기(50)로부터 충분히 이격될 수 있다. 하부 그립핑 몸체들(3841)이 세미-그립 자세에 있을 때, 하부 그립핑 몸체들(3841)은 가스 용기(50)의 전도를 방지할 수 있도록 가스 용기(50)로부터 일정 거리(예를 들어, 약 5mm 내지 약 30mm 사이) 이격될 수 있다.

[0149] 쿨링 자켓 기구(382)에 둘러싸인 가스 용기(50)의 표면을 제1 측면이라 할 때, 하부 그립핑 몸체들(3841)은 가스 용기(50)의 제1 측면보다 아래에 있는 가스 용기(50)의 표면을 둘러쌀 수 있다. 하부 그립핑 몸체들(3841)은, 예를 들어 단열재를 포함할 수 있다.

[0150] 예시적인 실시예들에서, 가스 용기(50)의 측면 전체는, 하부 그리퍼(384)의 하부 그립핑 몸체들(3841), 쿨링 자켓 기구(382), 및 상부 그리퍼(383)의 상부 그립핑 몸체들(3831)에 의해 덮일 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 하부 그리퍼(384), 쿨링 자켓 기구(382), 및 상부 그리퍼(383)는 밸브 구조체(51)를 제외한 가스 용기(50)의 외면 전체를 덮도록 구성될 수 있다.

[0151] 예시적인 실시예들에서, 하부 그리퍼(384)는 하부 그립핑 몸체(3841)에 배치된 하부 그립핑 롤러(3843)를 포함할 수 있다. 하부 그립핑 롤러(3843)는 하부 그립핑 몸체(3841)에 장착될 수 있다. 하부 그립핑 롤러(3843)는 상기 한 쌍의 하부 그립핑 몸체(3841)가 풀-그립 자세에 있을 때 상기 가스 용기(50)에 밀착되도록 하부 그립핑 몸체(3841)에 설치될 수 있다. 하부 그립핑 롤러(3843)는 액츄에이터에 연결되어 회전(또는, 롤링)하도록 구성될 수 있다. 상기 한 쌍의 상 하부 그립핑 몸체(3841)가 풀-그립 자세에 있을 때, 하부 그립핑 롤러(3843)는 가스 용기(50)에 밀착된 상태로 제1 회전 방향 또는 이에 반대된 제2 회전 방향으로 회전함으로써, 가스 용기(50)를 회전시킬 수 있다. 또한, 하부 그리퍼(384)는 가스 용기(50)의 적재 여부를 감지할 수 있는 재하감지 센서 및 가스 용기(50)의 표면으로 에어를 분사하도록 구성된 에어 블로워를 포함할 수 있다.

[0152] 일부 예시적인 실시예들에서, 가스 공급 스테이지(13)에 제공된 복수의 가스 공급 캐비닛(300) 중 적어도 하나에는 히팅 자켓 기구(도 15의 354)를 포함하는 제1 용기 지지 모듈(도 15의 350)이 배치되고, 복수의 가스 공급 캐비닛(300) 중 다른 하나에는 쿨링 자켓 기구(382)를 포함하는 제2 용기 지지 모듈(350a)이 배치될 수 있다. 일부 예시적인 실시예들에서, 하나의 가스 공급 캐비닛(300)에는 히팅 자켓 기구(도 15의 354)를 포함하는 제1 용기 지지 모듈(도 15의 350) 및 쿨링 자켓 기구(382)를 포함하는 제2 용기 지지 모듈(350a)이 배치될 수도 있다.

[0153] 도 20 및 도 21은 가스 공급 캐비닛(300)의 밸브 조작 모듈(320)을 나타내는 사시도들이다. 도 22는 밸브 조작 모듈(320)이 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 도킹된 모습을 개략적으로 나타내는 측면도이다.

[0154] 도 20 내지 도 22를 도 1, 도 2, 도 14 및 도 15와 함께 참조하면, 밸브 조작 모듈(320)은 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 조작하여, 밸브 구조체(51)를 개폐할 수 있다. 밸브 조작 모듈(320)은 가스 공급 캐비닛(300)의 각 포트에 한 개씩 설치되어 있다. 밸브 조작 모듈(320)의 개수는 캐비닛 프레임(310)에 수용 가능한 가스 용기(50)의 개수와 동일할 수 있다. 각 밸브 조작 모듈(320)은 대응된 하나의 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 개폐를 담당할 수 있다.

- [0155] 밸브 조작 모듈(320)은 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치, 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 차단되는 폐쇄 위치, 잠금 핸들(56)이 단힘 위치에 위치되어 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출을 허용하는 개방 위치, 및 밸브 노즐(53)을 통한 가스의 방출이 차단되는 강제 폐쇄 위치 중 어느 하나로 밸브 구조체(51)를 조작할 수 있다.
- [0156] 밸브 조작 모듈(320)은 수직 방향으로 연장된 가이드 레일(321), 가이드 레일(321)에 이동 가능하게 장착된 이동 몸체(323)를 포함할 수 있다. 이동 몸체(323)는 가이드 레일(321)을 따라 승강 이동하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 이동 몸체(323)는 액츄에이터에 연결되며, 액츄에이터에 의해 가이드 레일(321)을 따라 승강하도록 구성될 수 있다. 이동 몸체(323)의 수직 방향에 따른 위치는 액츄에이터에 의해 조절될 수 있다.
- [0157] 이동 몸체(323)는 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 접촉되거나 인접된 도킹 위치와, 상기 도킹 위치로부터 상방으로 이격된 대기 위치 사이에서 이동할 수 있다. 이동 몸체(323)의 도킹 위치는, 이동 몸체(323)가 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 도킹되는 위치일 수 있다. 이동 몸체(323)가 도킹 위치에 있을 때, 밸브 조작 모듈(320)을 이용한 밸브 구조체(51)의 조작이 수행될 수 있다. 이동 몸체(323)의 대기 위치는, 가스 용기(50)의 반입 및 반출 동안 또는 체결 모듈(340)의 동작 동안, 다른 부품 또는 가스 용기(50)와의 간섭을 회피하기 위한 위치일 수 있다.
- [0158] 이동 몸체(323)는 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55)에 공압을 제공하기 위한 공압 연결부(327)를 포함할 수 있다. 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327)는 공압이 제공되는 유로를 포함할 수 있다. 이동 몸체(323)가 도킹 위치에 있을 때, 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327)는 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55)에 연결될 수 있다. 밸브 조작 모듈(320)의 공압 펌프에서 생성된 공압은, 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327) 및 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55)를 통해, 밸브 구조체(51) 내의 공압 라인에 제공될 수 있다. 밸브 구조체(51)의 다이어프램은 밸브 조작 모듈(320)의 공압 펌프로부터 제공된 공압에 의해 동작하여 다이어프램은 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로 개폐하게 된다. 예컨대, 외부에서 제공된 공압이 다이어프램에 작용하는 경우, 다이어프램은 밸브 구조체(51) 내의 가스 유동 경로를 폐쇄하여, 밸브 구조체(51)를 폐쇄 상태에 있게 한다. 밸브 조작 모듈(320)은 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327) 및 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55)가 상호 연결되어 있을 때, 밸브 구조체(51)에 대한 공압 공급을 제어하여, 밸브 구조체(51)의 개폐를 조절할 수 있다.
- [0159] 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327)의 단부 및/또는 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55)의 단부에는 피팅(fitting)이 설치될 수 있다. 이동 몸체(323) 및/또는 밸브 구조체(51)에 제공된 피팅은 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327)와 밸브 구조체(51)의 공압 연결부(55) 간의 수평 방향에 따른 오정렬을 보상할 수 있도록 수평 방향에 대해서 일정한 자유도를 갖도록 설계되어 있다. 또한, 밸브 조작 모듈(320)이 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 공압을 제공할 때 발생하는 반발력에 의해서 이동 몸체(323)가 밀리는 것을 방지하기 위해, 이동 몸체(323) 및/또는 밸브 구조체(51)에 제공된 피팅은 공압의 반발력에 의해서 이동 몸체(323)와 밸브 구조체(51)가 분리되는 것을 차단하는 잠금 장치를 포함할 수 있다.
- [0160] 밸브 조작 모듈(320)은 밸브 구조체(51)의 잠금 핸들(56)에 맞물리며 잠금 핸들(56)을 회전시키도록 구성된 작동 레버(325)를 포함할 수 있다. 작동 레버(325)는 잠금 핸들(56)을 열림 위치와 단힘 위치 사이에서 회전시키도록 구성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 잠금 핸들(56)이 다이어프램의 승강 동작을 제한하는 단힘 위치에 있는 경우, 밸브 구조체(51)는 강제 폐쇄 상태에 위치되어 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)을 통한 가스 방출이 제한된다. 잠금 핸들(56)이 다이어프램의 승강 동작을 허용하는 열림 위치에 있는 경우, 밸브 구조체(51)의 개폐는 이동 몸체(323)의 공압 연결부(327)를 통해 제공되는 공압에 의해 결정될 수 있다.
- [0161] 작동 레버(325)는 이동 몸체(323)에 제공되며, 액츄에이터(3251)에 의해 회전할 수 있다. 이동 몸체(323)가 도킹 위치에 있을 때, 작동 레버(325)는 잠금 핸들(56)에 맞물리도록 위치된다. 작동 레버(325)가 잠금 핸들(56)에 맞물려 있을 때, 액츄에이터(3251)에 의해 작동 레버(325)가 회전하면, 작동 레버(325)에 맞물린 잠금 핸들(56)은 열림 위치와 단힘 위치 사이에서 회전하게 된다.
- [0162] 작동 레버(325)와 액츄에이터(3251) 사이에는 작동 레버(325)와 액츄에이터(3251) 간의 동력 전달을 연결 또는 차단할 수 있는 클러치 장치가 설치될 수 있다. 밸브 조작 모듈(320)의 작동 레버(325)가 밸브 구조체(51)의 잠금 핸들(56)과 맞물려 있는 동안, 가스 용기(50)의 정렬 등의 작업을 위해 가스 용기(50)를 회전시키는 경우, 잠금 핸들(56)은 정지 상태의 액츄에이터(3251)에 연결된 작동 레버(325)에 가압되어 의도치 않게 열림 위치로 회전될 수 있다. 이러한 잠금 핸들(56)의 의도치 않은 회전을 방지하기 위해, 가스 용기(50)의 회전 시 클러치 장치는 작동 레버(325)와 액츄에이터(3251) 사이에 동력 전달을 차단할 수 있다. 작동 레버(325)와 액츄에이터(3251) 사이에 동력 전달이 차단된 경우, 작동 레버(325)는 액츄에이터(3251)의 구동 상태와 무관하게 자유롭게

회전 가능한 상태가 되며, 가스 용기(50)의 회전 동안 잠금 핸들(56)은 작동 레버(325)에 의해 열림 위치로 회전되지 않는다.

- [0163] 도 23은 CGA 홀딩 모듈(330)이 거치대(391)에 거치된 모습을 나타내는 사시도이다. 도 24는 CGA 홀딩 모듈(330)의 사시도이다.
- [0164] 도 23 및 도 24를 도 1, 도 2, 도 14 및 도 15와 함께 참조하면, CGA 홀딩 모듈(330)은 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333)를 포함할 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)은 가스 공급 캐비닛(300)의 각 포트에 한 개씩 설치되어 있다. CGA 홀딩 모듈(330)의 개수는 캐비닛 프레임(310) 내에 수용 가능한 가스 용기(50)의 개수와 동일할 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)은 캐비닛 프레임(310)의 내벽 상에 설치된 거치대(391)의 플러그(3911)에 분리 가능하게 장착될 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)은 체결 모듈(340)에 의해 적정 위치로 이동될 수 있다.
- [0165] 커넥터 홀더(331)는 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)의 유로에 연통되는 가스 노즐(3313)을 포함할 수 있다. 가스 노즐(3313)은 가스가 유동하는 유로를 가지며, 가스 공급 캐비닛(300)의 외부의 가스 연결 배관에 연결될 수 있다. 커넥터 홀더(331)가 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)에 체결되었을 때, 밸브 노즐(53)을 통해 방출된 가스는 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313) 및 가스 공급 캐비닛(300)의 외부의 가스 연결 배관을 통해 가스가 소비되는 반도체 제조설비로 제공될 수 있다.
- [0166] 커넥터 홀더(331)가 밸브 구조체(51)에 체결 및 분리되는 것에 의해 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)과 가스 노즐(3313)이 서로 연통하거나 분리될 수 있다. 커넥터 홀더(331)의 단부에는 밸브 노즐(53)에 체결 및 분리되는 너트 기구(3311)가 마련될 수 있다. 너트 기구(3311)는 외부에서 제공된 동력에 의해 회전하여, 밸브 노즐(53)에 체결되거나 분리될 수 있다. 너트 기구(3311)는 가스 노즐(3313)을 포함할 수 있다. 너트 기구(3311)가 밸브 노즐(53)에 체결되었을 때, 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)과 밸브 노즐(53)의 출구가 연통될 수 있다. 커넥터 홀더(331)는 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)과 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313) 간의 체결 및 분리 작업을 수행할 수 있다.
- [0167] 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)과 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313) 간의 체결 작업을 수행하기 위해, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53)을 일직선 상에 정렬시키는 단계, 커넥터 홀더(331)가 밸브 노즐(53)에 맞물리도록 커넥터 홀더(331)를 이동시키는 단계, 커넥터 홀더(331)의 너트 기구(3311)를 체결 회전 방향으로 회전시켜 너트 기구(3311)를 밸브 노즐(53)에 체결시키는 단계가 차례로 수행될 수 있다. 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)과 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313) 간의 분리 작업을 수행하기 위해, 너트 기구(3311)를 체결 방향의 반대 방향으로 회전시켜 너트 기구(3311)를 밸브 노즐(53)로부터 분리하는 단계, 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)로부터 멀어지는 방향으로 이동시키는 단계가 차례로 수행될 수 있다. 커넥터 홀더(331)는 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결을 위한 커넥터 홀더(331)의 직선 이동 방향 및 상기 직선 이동 방향에 기울어진 방향에 대해 자유도를 가지도록 설계되어, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 위치 오정렬을 보상할 수 있다.
- [0168] 엔드캡 홀더(333)는 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)에 체결하는 엔드캡(59) 체결 작업 및 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 분리하는 엔드캡(59) 분리 작업을 수행할 수 있다. 엔드캡(59) 체결 작업은 밸브 노즐(53)의 출구가 폐쇄되도록 밸브 노즐(53)에 엔드캡(59)을 체결하는 것을 포함할 수 있다. 엔드캡(59) 분리 작업은 밸브 노즐(53)의 출구가 개방되도록, 엔드캡(59)을 체결 방향의 반대 방향으로 회전시켜 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 분리하는 것을 포함할 수 있다.
- [0169] 엔드캡(59)에 대한 분리 작업을 수행하기 위해, 엔드캡 홀더(333)는 밸브 노즐(53)에 체결된 엔드캡(59)에 접근하여 엔드캡(59)을 파지하는 단계, 및 엔드캡(59)을 파지한 상태에서 회전하여 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 분리하는 단계를 차례로 수행할 수 있다. 엔드캡 홀더(333)는 밸브 노즐(53)로부터 분리된 엔드캡(59)을 파지하여 보관할 수 있다. 또한, 엔드캡(59)에 대한 체결 작업을 수행하기 위해, 엔드캡 홀더(333)에 파지된 엔드캡(59)과 밸브 노즐(53)을 일직선 상에 정렬시키는 단계, 엔드캡(59)이 밸브 노즐(53)에 맞물리도록 엔드캡(59)을 이동시키는 단계, 엔드캡(59)을 체결 방향으로 회전시켜 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)에 체결하는 단계를 차례로 수행할 수 있다. 엔드캡 홀더(333)는 엔드캡 홀더(333)와 밸브 노즐(53) 간의 체결을 위한 엔드캡 홀더(333)의 직선 이동 방향 및 상기 직선 이동 방향에 기울어진 방향에 대해 자유도를 가지도록 설계되어, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 위치 오정렬을 보상할 수 있다.
- [0170] 도 25는 가스 공급 캐비닛(300) 내에 제공된 체결 모듈(340) 및 CGA 홀딩 모듈(330)을 나타내는 사시도이다. 도 26은 체결 모듈(340)을 나타내는 사시도이다. 도 27은 CGA 홀딩 모듈(330)이 체결 모듈(340)에 장착된 모습을

나타내는 사시도이다. 도 28은 가스켓 피더(395)를 나타내는 사시도이다.

- [0171] 도 25 내지 도 28을 도 1, 도 2, 도 14 및 도 15와 함께 참조하면, 체결 모듈(340)은 주행 기구(393)에 연결될 수 있다. 주행 기구(393)는 캐비닛 프레임(310) 내에서 수평 방향으로 연장된 가이드 레일(394)을 따라 수평 방향으로 체결 모듈(340)을 이동시킬 수 있다. 또한, 주행 기구(393)는 캐비닛 프레임(310)의 높이 방향인 수직 방향으로 체결 모듈(340)을 이동시킬 수 있다. 주행 기구(393)는 주행 모터 등의 액츄에이터를 포함할 수 있다.
- [0172] 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지 및 홀딩하기 위한 클램핑 기구(341)를 포함할 수 있다. 상기 클램핑 기구(341)는 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하는 클램핑 암과, 상기 클램핑 암에 연결된 액츄에이터를 포함할 수 있다. 체결 모듈(340)은 가스 용기(50)의 로딩 시 또는 가스 용기(50)의 로딩 작업 시작 클램핑 기구(341)에 파지된 CGA 홀딩 모듈(330)을 적정 위치로 이동시킬 수 있다. 또한, 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치를 검출하기 위한 비전 센서(343)를 포함할 수 있다. 체결 모듈(340)은 클램핑 기구(341)로 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하기 전에, 비전 센서(343)를 이용하여 CGA 홀딩 모듈(330)에 부착된 비전 마크(339)를 센싱하여 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치를 검출할 수 있다.
- [0173] CGA 홀딩 모듈(330)은 구동에 필요한 동력을 체결 모듈(340)로부터 제공받도록 구성될 수 있다. 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)에 분리 가능하게 삽입되며, 체결 모듈(340) 내에 액츄에이터에서 발생된 동력을 CGA 홀딩 모듈에 전달하는 동력 전달 샤프트(342)를 포함할 수 있다. 좀 더 구체적으로, 체결 모듈(340)의 동력 전달 샤프트(342)가 CGA 홀딩 모듈(330)에 삽입되며, 체결 모듈(340) 내에 구비된 액츄에이터에서 제공된 동력은 동력 전달 샤프트(342)를 통해 CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333)로 전달될 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)이 클램핑 기구(341)에 파지되면, 체결 모듈(340)은 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)에 연결하여, CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333)의 동작을 위한 동력을 CGA 홀딩 모듈(330)에 전달할 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)은 체결 모듈(340)로부터 전달 받은 동력으로 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333)를 구동하여, 플러그(3911)와 CGA 홀딩 모듈(330) 간의 체결/분리 작업, 엔드캡(59) 체결/분리 작업, 및 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)과 밸브 노즐(53) 간의 체결/분리 작업을 수행할 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)을 이용한 작업이 모두 완료되면, 체결 모듈(340)은 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)로부터 분리하고, CGA 홀딩 모듈(330)을 대기 위치 또는 다른 작업이 필요한 캐비닛 프레임(310) 내의 다른 포트에 이송할 수 있다.
- [0174] 예시적인 실시예들에서, 체결 모듈(340)은 거리 센서와 틸팅 메커니즘(344)을 포함할 수 있다. 거리 센서는 밸브 헤드(52)의 하나 이상의 위치와 체결 모듈(340) 간의 거리를 센싱하고, 센싱된 밸브 헤드(52)의 하나 이상의 위치와 체결 모듈(340) 간의 거리를 기초로 밸브 구조체(51)의 기울기를 검출할 수 있다. 틸팅 메커니즘(344)은 체결 모듈(340)의 부품 및 체결 모듈(340)에 파지된 CGA 홀딩 모듈(330)을 틸팅 방향으로 이동시킬 수 있다. 상기 틸팅 메커니즘(344)은 액츄에이터를 포함할 수 있다. 틸팅 메커니즘(344)은 거리 센서로부터 검출된 밸브 구조체(51)의 기울기를 기초로, 체결 모듈(340)의 각 구성 및 CGA 홀딩 모듈(330)을 원하는 방향으로 틸팅시킬 수 있다. 가스 용기(50)의 바닥면 기울기 또는 가스 용기(50) 외주면의 기울기에 따라, 밸브 구조체(51)가 기준 위치에 대해 기울어질 수 있다. 가스 용기(50)의 기울어짐은 CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333) 각각과 밸브 구조체(51) 간의 체결 작업에 어려움을 야기할 수 있다. 그러나, 엔드캡(59)의 위치 검출 및/또는 밸브 노즐(53)의 위치 검출 시, 검출된 밸브 구조체(51)의 기울기에 따라 CGA 홀딩 모듈(330)의 자세를 조절하여, CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331) 및 엔드캡 홀더(333) 각각과 밸브 구조체(51) 간의 체결 작업의 정밀도가 향상될 수 있다.
- [0175] 또한, 가스 공급 캐비닛(300)의 캐비닛 프레임(310)의 안쪽에는 레퍼런스 마크가 부착될 수 있다. 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)는 상기 레퍼런스 마크를 센싱하여 레퍼런스 마크의 위치 정보를 검출할 수 있다. 검출된 레퍼런스 마크의 위치 정보와 초기 레퍼런스 마크의 위치 정보를 비교하여, 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)의 틀어짐 또는 체결 모듈(340)의 경시 변화를 확인할 수 있다. 또한, 검출된 레퍼런스 마크의 위치 정보와 초기 레퍼런스 마크의 위치 정보를 비교하여, 체결 모듈(340)의 경시 변화에 따른 위치 틀어짐을 비전 센서(343)를 이용한 위치 검출 작업의 보정값으로 사용할 수 있다.
- [0176] 체결 모듈(340)은 가스 노즐(3311)에 가스켓(gasket)을 삽입/제거할 수 있는 가스켓 그리퍼(345)를 포함할 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)는 가스켓을 파지할 수 있으며, 액츄에이터에 의해 이동하도록 구성될 수 있다. 체결 모듈(340)의 클램핑 기구(341)가 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하고 있을 때, 가스켓 그리퍼(345)는 가스켓을 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)의 단부에 가스켓을 삽입할 수 있다. 체결 모듈(340)의 클램핑 기구(341)가 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하고 있을 때, 가스켓 그리퍼(345)는 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)의 단부에 삽입

된 가스켓을 가스 노즐로부터 분리할 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)는 공압 액츄에이터에 의해 이동하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 가스켓 그리퍼(345)가 가스켓의 삽입을 위해 가스 노즐로 도킹하는 과정에서, 가스켓 그리퍼(345)에는 공압 액츄에이터의 구동에 의해 가스 노즐(3313)을 계속해서 밀고 있는 힘이 작용하게 된다. 가스켓 그리퍼(345)에 작용하는 힘에 의해 가스켓 그리퍼(345)의 핑거와 가스 노즐이 마찰되며, 가스켓 그리퍼(345)의 핑거가 풀-그립 자세로부터 언-그립 자세로 전환되지 못할 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)의 핑거가 풀-그립 자세로부터 언-그립 자세로 전환되지 못하는 문제를 방지하기 위해, 가스켓 그리퍼(345)를 구동하기 위한 공압 액츄에이터에는 배기 타입의 솔레노이드 밸브가 적용될 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)가 가스켓을 가스 노즐(3313)의 가스켓 삽입 위치에 안착시키면, 공압 액츄에이터를 배기 상태로 전환하여 가스켓 그리퍼(345)가 가스 노즐(3313)을 미는 힘을 줄일 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)가 가스 노즐(3313)을 미는 힘이 적정 수준으로 줄어들면, 가스켓 그리퍼(345)의 핑거가 풀-그립 자세로부터 언-그립 자세로 전환이 용이하게 이루어질 수 있다. 또한, 가스켓 그리퍼(345)는 별도의 센서 없이 일련의 시퀀스로 가스 노즐(3313)에 가스켓이 안착되었는지 여부를 감지할 수 있다. 가스켓 그리퍼(345)로 가스켓을 가스 노즐(3313)에 삽입한 후에, 가스켓 그리퍼(345)는 가스켓 그리퍼(345)의 핑거를 풀-그립 자세로 유지한 상태에서 가스 노즐로 도킹한다. 이 때, 가스켓 그리퍼(345)는 가스켓을 파지하고 있지 않는다. 만약, 가스켓이 가스 노즐(3313)의 미리 정해진 가스켓 삽입 위치에 삽입되어 있는 경우, 가스켓 그리퍼(345)는 가스 노즐(3313)의 가스켓 삽입 위치까지 진입하지 못한다. 만약, 가스켓이 가스 노즐(3313)의 가스켓 삽입 위치에 삽입되어 있지 않은 경우, 가스켓 그리퍼(345)는 가스 노즐(3313)의 가스켓 삽입 위치까지 진입할 수 있다. 즉, 가스켓 그리퍼(345)가 가스 노즐(3313)의 가스켓 삽입 위치까지 진입 가능한지 여부를 판단하여, 가스 노즐(3313)에 가스켓이 장착되었는지 여부를 검출할 수 있다.

[0177] 가스 공급 캐비닛(300)은 캐비닛 프레임(310) 내에 제공된 가스켓 피더(gasket feeder)(395)를 포함할 수 있다. 가스켓 피더(395)는 체결 모듈(340)의 가스켓 그리퍼(345)에 새로운 가스켓을 공급하고 사용을 마친 폐가스켓을 보관할 수 있다. 가스켓 피더(395)는 가스 공급 캐비닛(300)의 캐비닛 프레임의 내벽 상에 설치될 수 있다. 가스켓 피더(395)는 하나 이상의 구동축을 포함하며, 체결 모듈(340)과 인터페이스할 수 있는 위치로 이동할 수 있다. 가스켓 피더(395)는 하나 이상의 가스켓을 보관하고 가스켓 그리퍼(345)에 가스켓을 공급하는 가스켓 매거진(3951)을 포함할 수 있다. 가스켓 매거진(3951)은 가스켓 피더(395)의 장착 위치에 분리 가능하게 장착될 수 있다. 작업자 또는 로봇은 가스켓이 소진된 가스켓 매거진(3951)을 가스켓 피더(395)의 장착 위치로부터 탈착하고, 새로운 가스켓이 저장된 새로운 가스켓 매거진(3951)을 가스켓 피더(395)의 장착 위치에 장착할 수 있다. 가스켓 매거진(3951)은 저장된 가스켓을 공급 위치로 이동시키는 탄성체 또는 액츄에이터를 가질 수 있다. 체결 모듈(340)의 가스켓 그리퍼(345)가 가스켓 피더(395)에 인터페이스하였을 때, 가스켓 그리퍼(345)는 가스켓 매거진(3951)의 공급 위치에 있는 가스켓을 파지할 수 있다. 가스켓 피더(395)는 가스켓 매거진(3951) 내 잔여 가스켓 수량을 확인하고 가스켓이 모두 소진될 경우 알람을 발생시키는 센서를 포함할 수 있다. 또한, 가스켓 피더(395)는 폐가스켓을 보관할 수 있는 가스켓 폐기함(3953)을 포함할 수 있다. 가스켓 폐기함(3953)에 보관된 폐가스켓은 작업자 또는 로봇에 의해서 한꺼번에 폐기될 수 있다.

[0178] 이하에서, CGA 홀딩 모듈(330)과 플러그(3911) 간의 체결 및 분리 작업을 보다 상세히 설명한다.

[0179] CGA 홀딩 모듈(330)은 가스 용기(50)가 로딩되기 전에는 캐비닛 프레임(310) 내의 플러그(3911) 상에 체결된 상태로 대기한다. CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331)가 플러그(3911)에 체결 및 분리되는 것에 의해, CGA 홀딩 모듈(330)이 플러그(3911)에 체결 및 분리될 수 있다. CGA 홀딩 모듈(330)과 플러그(3911)의 체결 및 분리는 일련의 작업을 통해 이루어진다.

[0180] 먼저, CGA 홀딩 모듈(330)과 플러그(3911)의 분리를 위해, 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 CGA 홀딩 모듈(330)의 비전 마크(339)를 센싱하여 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치를 확인하는 단계, 체결 모듈(340)의 클램핑 기구(341)로 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하는 단계, 체결 모듈(340)의 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)에 연결하는 단계, 동력 전달 샤프트(342)를 통해 커넥터 홀더(331)를 구동하여 커넥터 홀더(331)와 플러그(3911) 간의 결합을 해제하는 단계가 차례로 수행될 수 있다. 커넥터 홀더(331)와 플러그(3911) 간의 결합을 해제하는 단계에서, 체결 모듈(340)은 상대적으로 높은 토크로 커넥터 홀더(331)를 체결 방향의 역방향으로 회전시켜 커넥터 모듈과 플러그(3911) 간의 결합을 1차 해제하고, 상대적으로 낮은 토크로 커넥터 홀더(331)를 체결 방향의 역방향으로 더 회전시켜 커넥터 홀더(331)를 플러그(3911)로부터 완전히 분리할 수 있다.

[0181] 체결 모듈(340)은 플러그(3911)으로부터 분리된 CGA 홀딩 모듈(330)을 가스 용기(50)로 이송하며, CGA 홀딩 모듈(330)을 이용하여 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 대한 각종 작업을 수행한다. 이후, 가스가 소진된 가스 용기(50)가 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 언로딩되면, 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)을 다시 플러그(3911)에 체결한다. 체결 모듈(340)이 CGA 홀딩 모듈(330)을 플러그(3911)으로 이송하며, 하나 이상의 액츄에이

터를 포함하는 거치대(391)도 체결 모듈(340)과 인터페이스되는 위치로 플러그(3911)를 이동시킨다. 체결 모듈(340)은 커넥터 홀더(331)의 너트 기구(3311)를 역회전시켜 너트 기구(3311)와 플러그(3911)의 나사산을 맞물리게 한 후에, 너트 기구(3311)를 정방향으로 회전시켜 너트 기구(3311)와 플러그(3911)를 체결할 수 있다. 너트 기구(3311)의 회전 수 등을 통해 너트 기구(3311)가 플러그(3911)에 거의 체결된 것으로 인식되면, 너트 기구(3311)에 상대적으로 높은 토크를 인가하여 너트 기구(3311)와 플러그(3911)의 체결을 완료할 수 있다.

[0182] 한편, CGA 홀딩 모듈(330)은 체결 모듈(340)에 체결되어, 엔드캡(59) 분리 작업, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결 작업, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 분리 작업, 및 엔드캡(59) 체결 작업을 차례로 수행할 수 있다.

[0183] 이하에서, CGA 홀딩 모듈(330)을 이용한 엔드캡(59) 분리 작업을 보다 상세히 설명한다.

[0184] 먼저, 체결 모듈(340)은 지정된 위치에서 비전 센서(343)를 이용하여 밸브 구조체(51)에 부착된 QR 코드를 센싱하여, 밸브 구조체(51)의 종류, 및 가스 용기(50)의 다른 센싱 필요 위치(예를 들어, 밸브 헤드(52)에 제공된 얼라인 구조)의 위치를 검출한다. 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)는 밸브 구조체(51)의 얼라인 구조를 센싱하여 밸브 구조체(51)의 위치 및 자세(예를 들어, 수직 및 수평 방향에 따른 위치들, 기울기 등)를 검출할 수 있다. 검출된 밸브 구조체(51)의 위치 및 자세에 대한 정보를 기초로, 체결 모듈(340)은 비전 센서(343)가 엔드캡(59)을 센싱할 수 있는 위치로 이동한 후, 비전 센서(343)로 엔드캡(59)의 위치(예를 들어, 엔드캡(59)의 중심)를 검출할 수 있다. 체결 모듈(340)은 검출된 엔드캡(59)의 위치를 기초로, 엔드캡 홀더(333)와 엔드캡(59)을 정렬시킨다. 엔드캡 홀더(333)의 위치 검출 시, 엔드캡(59)에 대한 위치 정보값이 특정값에 수렴할 때까지 비전 센서(343)를 이용한 센싱 시퀀스를 반복적으로 여러 차례 수행할 수 있다.

[0185] 엔드캡(59)의 위치 검출이 완료되면, 체결 모듈(340)은 가스 용기(50)의 밸브 노즐(53)의 출구가 개방되도록, 밸브 노즐(53)로부터 엔드캡(59)을 분리한다. 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)을 전진시켜, 가스 용기(50)의 엔드캡(59)을 엔드캡 홀더(333)로 감싼다. 엔드캡 홀더(333)가 엔드캡(59)을 감싸는 적정 위치로 엔드캡 홀더(333)를 진입시키기 위해, 엔드캡 홀더(333)를 정회전시키는 동시에 엔드캡 홀더(333)에 전진 방향의 토크를 인가하는 단계와, 엔드캡 홀더(333)에 인가되는 전진 방향의 토크를 제거하고 엔드캡 홀더(333)를 역회전시키는 단계를 반복할 수 있다. 엔드캡 홀더(333)의 진입이 완료되면, 체결 모듈(340)은 동력 전달 샤프트(342)를 통해 엔드캡 홀더(333)에 상대적으로 높은 토크를 인가하여 밸브 노즐(53)에 대한 엔드캡 홀더(333)의 결합을 1차 해제하고, 이후 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 완전히 분리될 때까지 동력 전달 샤프트(342)를 통해 엔드캡 홀더(333)에 상대적으로 낮은 토크를 인가할 수 있다. 엔드캡(59)이 밸브 노즐(53)로부터 완전히 분리된 이후에도, 엔드캡(59)이 엔드캡 홀더(333)로부터 이탈되는 것을 방지하기 위해 엔드캡 홀더(333)를 계속 회전시켜 엔드캡(59)에 원심력을 가할 수 있다. 추가적으로 엔드캡(59) 분리 작업 또는 그외 다른 작업 중에 엔드캡 홀더(333)로부터 엔드캡(59)이 이탈되는 것을 방지하기 위해, 엔드캡(59)에 고무링 등의 탄성체를 부착할 수 있다.

[0186] 이하에서, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결 작업을 보다 상세히 설명한다.

[0187] 먼저, 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 밸브 노즐(53)의 위치를 검출한다. 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 밸브 노즐(53)의 출구의 원 형상을 센싱하여 밸브 노즐(53)의 위치(예컨대, 밸브 노즐(53)의 출구의 중심 위치)를 검출하며, 검출된 밸브 노즐(53)의 위치에 커넥터 홀더(331)를 정렬시킨다. 밸브 노즐(53)의 위치 검출 시, 밸브 노즐(53)에 대한 위치 정보값이 특정값에 수렴할 때까지 비전 센서(343)를 이용한 센싱 시퀀스를 반복적으로 여러 차례 수행할 수 있다.

[0188] 밸브 노즐(53)의 위치 검출이 완료되면, 체결 모듈(340)은 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)과 밸브 노즐(53)의 유로가 연결되도록 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)에 체결한다. 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)을 전진시켜 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)을 향해 전진시키면서, 커넥터 홀더(331)의 너트 기구(3311)를 체결 방향의 역방향으로 회전시킨다. 너트 기구(3311)가 역방향으로 회전하는 동안, 커넥터 홀더(331)의 너트 기구(3311)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산의 시작점이 맞닿을 경우 체결 모듈(340)의 속도가 변하므로, 너트 기구(3311)의 회전 속도 변화를 검출하여 커넥터 홀더(331)의 너트 기구(3311)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산의 시작점이 맞닿았는지 여부를 검출할 수 있다. 너트 기구(3311)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산의 시작점이 맞닿은 것이 확인되면, 추가로 너트 기구(3311)를 역회전시켜 너트 기구(3311)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산을 정렬하며, 이후 너트 기구(3311)를 체결 방향으로 회전시켜 너트 기구(3311)를 밸브 노즐(53)에 체결시킨다. 너트 기구(3311)의 총 회전 수 등을 통해 너트 기구(3311)가 밸브 노즐(53)에 거의 체결된 것으로 인식되면, 너트 기구(3311)에 상대적으로 높은 토크를 인가하여 너트 기구(3311)와 밸브 노즐

(53) 간의 체결을 완료할 수 있다. 만일, 너트 기구(3311)의 총 회전 수가 완료 조건을 충족하지 않은 상태에서 너트 기구(3311)가 더 이상 회전하지 않는 경우, 중간 끼임이 발생한 것으로 판단한다. 중간 끼임이 발생된 경우, 너트 기구(3311)를 역회전시켜 밸브 노즐(53)로부터 분리한 후에 다시 너트 기구(3311)와 밸브 노즐(53) 간의 체결을 시도한다.

[0189] 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결이 완료되면, 밸브 조작 모듈(320)을 이용하여 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)를 개방 상태로 만든다. 밸브 구조체(51)가 개방 상태가 됨에 따라, 밸브 노즐(53)을 통해 방출된 가스는 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)으로 공급된다.

[0190] 이하에서, 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 분리 작업을 보다 상세히 설명한다.

[0191] 가스 용기(50)의 가스가 소진되면, 가스 용기(50)의 무게 또는 가스 공급 압력의 변화가 발생하게 된다. 가스 용기(50)의 무게 또는 가스 공급 압력의 변화가 감지되면, 가스 공급 캐비닛(300)은 밸브 구조체(51)를 통한 가스 방출이 제한되도록 밸브 조작 모듈(320)로 밸브 구조체(51)를 강제 폐쇄한다. 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 CGA 홀딩 모듈(330)의 비전 마크(339)를 센싱하여 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치 정보를 검출하고, 검출된 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치 정보를 기초로 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하기에 적절한 위치로 체결 모듈(330)을 이동시킨다. 이후, 클램핑 기구(341)로 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하고, 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)에 연결한다. 체결 모듈(340)은 상대적으로 높은 토크로 커넥터 홀더(331)를 체결 방향의 역방향으로 회전시켜 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 결합을 1차 해제하고, 상대적으로 낮은 토크로 커넥터 홀더(331)를 체결 방향의 역방향으로 더 회전시켜 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)로부터 완전히 분리한다.

[0192] 이하에서, CGA 홀딩 모듈(330)을 이용한 엔드캡(59) 체결 작업을 보다 상세히 설명한다.

[0193] 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 분리 작업이 완료되면, 밸브 노즐(53)의 출구가 폐쇄되도록 밸브 노즐(53)에 엔드캡(59)을 체결하는 작업이 진행된다. 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 밸브 노즐(53)의 위치를 검출한 후, 엔드캡(59)을 파지하고 있는 엔드캡 홀더(333)를 밸브 노즐(53)을 향해 전진시키면서 엔드캡 홀더(333)를 역방향으로 회전시킨다. 엔드캡 홀더(333)를 역방향으로 회전시키면서, 엔드캡 홀더(333)의 회전 속도의 변화를 검출하여 엔드캡 홀더(333)에 지지된 엔드캡(59)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산의 시작점이 맞는지 여부를 확인한다. 엔드캡(59)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산의 시작점이 맞았는 것이 확인되면, 추가로 엔드캡 홀더(333)을 체결 방향의 역방향으로 더 회전시켜 엔드캡(59)의 나사산과 밸브 노즐(53)의 나사산을 정렬하고, 이후 체결 방향으로 엔드캡 홀더(333)을 회전시켜 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)에 체결시킨다. 엔드캡(59)의 회전 수(또는, 엔드캡 홀더(333)의 회전 수) 등을 통해 엔드캡(59)이 밸브 노즐(53)에 거의 체결된 것으로 인식되면, 엔드캡 홀더(333)에 상대적으로 높은 토크를 인가하여 엔드캡(59)과 밸브 노즐(53) 간의 체결을 완료할 수 있다. 만일, 엔드캡(59)의 회전 수가 완료 조건을 충족하지 않은 상태에서 엔드캡(59)이 이상 회전하지 않는 경우, 중간 끼임이 발생한 것으로 판단된다. 중간 끼임이 발생된 것으로 판단된 경우, 엔드캡(59)을 체결 방향의 역방향으로 회전시켜 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 분리한 후에, 다시 엔드캡(59)과 밸브 노즐(53) 간의 체결을 시도한다.

[0194] 엔드캡(59)과 밸브 노즐(53) 간의 분리 작업이 완료되면, 체결 모듈(340)은 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)로부터 분리한 후에 후진 이동하여 CGA 홀딩 모듈(330)로부터 분리된다. 체결 모듈(340)로부터 분리된 CGA 홀딩 모듈(330)은 가스 용기(50)에 체결된 상태로 대기하게 된다. 이 경우, 엔드캡은 엔드캡 홀더(333)에 의해서 지지되므로, 엔드캡이 밸브 노즐(53)로부터 분리되는 것을 방지할 수 있다.

[0195] 가스 공급 캐비닛(300)에서, 가스 용기(50)의 자동 교체 작업은 아래와 같은 시퀀스로 진행될 수 있다.

[0196] 이송 로봇(200)이 스토리지 큐(600) 또는 검사 버퍼 챔버(130)로부터 가스 공급 캐비닛(300)으로 가스 용기(50)를 운반해오면, 가스 공급 캐비닛(300)에 대한 가스 용기(50)의 로딩 작업이 시작된다. 이송 로봇(200)이 가스 공급 캐비닛(300)의 포트 앞에 도착하여 신호를 보내면, 가스 공급 캐비닛(300)은 해당 포트의 슬라이딩 도어(311)를 개방하고 이송 로봇(200)은 가스 용기(50)를 해당 포트에 로딩한다. 제1 용기 지지 모듈(350)의 그리퍼(352)는 가스 용기(50)를 전달 받아 파지한 후, 가스 용기(50)의 중심축이 미리 결정된 기준 방향과 일치하도록 가스 용기(50)의 위치 정렬을 위한 센터링 작업을 수행한다. 가스 용기(50)가 보다 정밀하게 정렬되도록, 제1 용기 지지 모듈(350)의 그리퍼(352)는 가스 용기(50)를 파지하지 않는 자세(언-그립 자세 또는 세미-그립 자세) 및 가스 용기(50)를 파지하는 풀-그립 자세를 반복하거나 가스 용기(50)를 한 바퀴 이상 회전시킬 수도 있다.

[0197] 가스 용기(50)가 가스 공급 캐비닛(300)에 로딩 되기 전 또는 이후에, 체결 모듈(340)은 해당 포트로 이동하여,

해당 포트의 플러그(3911)에 장착된 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지한 후 CGA 홀딩 모듈(330)을 플러그(3911)으로부터 분리한다. 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)에 새로운 가스켓을 삽입할 필요한 경우, 체결 모듈(340)은 해당 포트에 이동하기 전에 가스켓 피더(395)에서 새로운 가스켓을 공급받아 올 수도 있다. 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)을 플러그(3911)으로부터 분리한 뒤, 새로운 가스켓을 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)에 삽입할 수 있다.

- [0198] 가스 용기(50)에 대한 센터링 이후에, 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)의 밸브 헤드(52)에 부착된 QR코드를 읽기 위해, 가스 용기(50)를 회전시키면서 체결 모듈(340)의 비전 센서(343)로 밸브 헤드(52)를 센싱한다. 밸브 헤드(52)에 부착된 QR 코드를 센싱하여, 가스 용기(50)에 대한 정보를 확인하고, 엔드캡(59)의 위치를 검출한다. 엔드캡(59)의 위치가 검출되면, CGA 홀딩 모듈(330)의 엔드캡 홀더(333)를 이용하여 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)로부터 분리한다.
- [0199] 다음으로, 엔드캡(59)이 분리되어 노출된 밸브 노즐(53)의 위치를 검출한 후, CGA 홀딩 모듈(330)의 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)에 체결한다. 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결 작업을 완료되면, 체결 모듈(340)은 CGA 홀딩 모듈(330)로부터 동력 전달 샤프트(342)를 분리하고 대기 위치로 이동한다.
- [0200] 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53) 간의 체결 작업이 완료된 후, 밸브 조작 모듈(320)의 이동 몸체(323)가 가스 용기(50)의 밸브 구조체(51)에 도킹된다. 이동 몸체(323)가 밸브 구조체(51)에 도킹됨에 따라, 이동 몸체(323)의 공압 공급부의 밸브 구조체(51)의 공압 공급부가 상호 연결되어 밸브 조작 모듈(320)로부터 제공된 공압이 밸브 구조체(51)의 내부의 공압 라인으로 공급 가능한 상태가 된다. 다음으로, 가스 공급 전 작업(예를 들어, 퍼지, 가압/감압 테스트 등)을 수행한 후, 밸브 조작 모듈(320)은 밸브 구조체(51)의 잠금 핸들(56)을 열림 위치로 위치시키고 밸브 구조체(51)의 공압 라인에 공압을 공급하여, 밸브 구조체(51)를 개방 상태로 만든다. 밸브 구조체(51)가 개방 상태가 됨에 따라, 밸브 구조체(51)의 밸브 노즐(53)을 통해 가스가 방출될 수 있다. 제1 용기 지지 모듈(350)에 구비된 히팅 자켓 기구(354) 또는 제2 용기 지지 모듈(350a)에 구비된 쿨링 자켓 기구(382)는 반도체 공정에 요구되는 적정 온도를 가스 용기(50)의 온도를 조절할 수 있다.
- [0201] 가스 공급 캐비닛(300)의 베이스 플레이트(351)의 무게 센서에서 감지된 가스 용기(50)의 무게 변화 또는 가스 공급 캐비닛(300)의 가스 공급 라인에 설치된 압력 센서의 압력 변화를 통해, 가스 소진 시기를 검출할 수 있다. 무게 센서 등을 통해 가스 용기(50)의 교체가 필요한 것으로 판단되면, 가스 공급 캐비닛(300)의 밸브 조작 모듈(320)은 밸브 구조체(51)의 공압 라인에 대한 공압 공급을 차단하고 잠금 핸들(56)을 닫힘 위치에 위치시켜, 밸브 구조체(51)를 폐쇄 상태로 만든다.
- [0202] 밸브 구조체(51)가 폐쇄 상태로 전환되면, 가스 공급 캐비닛(300)의 체결 모듈(340)은 언로딩될 가스 용기(50)가 로딩된 포트에 이동하며, CGA 홀딩 모듈(330)의 비전 마크(339)를 비전 센서(343)로 확인하여 CGA 홀딩 모듈(330)의 위치를 확인한다. CGA 홀딩 모듈(330)의 위치가 확인되면, 체결 모듈(340)은 클램핑 기구(341)로 CGA 홀딩 모듈(330)을 파지하고, 동력 전달 샤프트(342)를 CGA 홀딩 모듈(330)에 연결한다. 체결 모듈(340)은 커넥터 홀더(331)를 구동시켜 커넥터 홀더(331)를 밸브 노즐(53)로부터 분리한다.
- [0203] 커넥터 홀더(331)와 밸브 노즐(53)이 분리되면, 체결 모듈(340)은 비전 센서(343)로 밸브 노즐(53)의 위치를 검출한 후에, 엔드캡 홀더(333)에 파지된 엔드캡(59)을 밸브 노즐(53)에 체결한다.
- [0204] 밸브 노즐(53)에 엔드캡(59)이 체결되면, 베이스 플레이트(351)와 이송 로봇(200)의 지지 구조(214)가 인터페이스할 수 있도록 제1 용기 지지 모듈(350)의 베이스 플레이트(351)의 위치를 조절한다. 상위 시스템은 이송 로봇(200)에게 가스 공급 캐비닛(300)에 대한 가스 용기(50)의 언로딩 작업을 할당하며, 작업이 할당된 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300)으로 이동하게 된다. 이송 로봇(200)이 가스 공급 캐비닛(300)에 도착하면, 가스 공급 캐비닛(300)은 해당 포트의 슬라이딩 도어를 개방하고, 이송 로봇(200)은 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 전달 받아 파지한다. 가스 용기(50)가 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 언로딩되면, 가스 공급 캐비닛(300)은 해당 포트의 슬라이딩 도어(311)를 폐쇄한다. 또한, 가스 용기(50)가 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 언로딩되면, 체결 모듈(340)은 커넥터 홀더(331)의 가스 노즐(3313)의 폐가스켓을 제거하고, CGA 홀딩 모듈(330)을 플러그(3911)에 체결하며, 이후 가스켓 피더(395)로 이동하여 폐가스켓을 가스켓 피더(395)의 가스켓 폐기함(3953)에 폐기한다.
- [0205] 도 29는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 캐비닛(300)의 일부를 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- [0206] 도 29를 참조하면, 가스 공급 캐비닛(300)은 캐비닛 프레임(310)에 장착된 가스 센서(410), 배기부(420), 및 비

활성 가스 공급부(430)를 포함할 수 있다.

- [0207] 가스 센서(410)는 캐비닛 프레임(310) 내의 가스를 감지하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 가스 센서(410)는 캐비닛 프레임(310) 내의 가스 조성을 검출하고 특정 가스의 농도를 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 가스 센서(410)는 캐비닛 프레임(310) 내에 가연성 가스, 독성 가스 등 인체에 유해하거나 폭발 위험이 있는 가스의 농도를 검출할 수 있다. 예를 들어, 가스 센서(410)는 접촉 연소 방식(Catalytic Combustion), 반도체 방식, 열전도도 방식, 정전위전해 방식, 적외선 방식의 센서들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 가스 센서(410)에서 검출된 캐비닛 프레임(310) 내의 가스 조성에 대한 정보를 기반으로, 가스 용기(50)로부터 가스가 누설되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0208] 배기부(420)는 캐비닛 프레임(310)의 배기 포트(317)를 통해, 캐비닛 프레임(310) 내의 가스를 배기하도록 구성될 수 있다. 배기부(420)는 배기 펌프와, 배기 펌프와 캐비닛 프레임(310)의 배기 포트(317)를 연결하는 배기 라인을 포함할 수 있다.
- [0209] 비활성 가스 공급부(430)는 캐비닛 프레임(310)의 유입 포트(318)를 통해, 캐비닛 프레임(310) 내에 비활성 가스를 공급할 수 있다. 예를 들어, 비활성 가스 공급부(430)는 캐비닛 프레임(310) 내에 질소 가스를 공급하도록 구성될 수 있다. 비활성 가스 공급부(430)는 비활성 가스가 저장된 가스 소스와, 상기 가스 소스와 캐비닛 프레임(310)의 유입 포트(318)를 연결하는 가스 공급 라인을 포함할 수 있다.
- [0210] 예시적인 실시예들에서, 가스 센서(410)로부터 캐비닛 프레임(310) 내에 특정 가스가 기준치 이상으로 검출된 경우, 가스 공급 캐비닛(300)의 제어부 또는 상위 시스템은 배기부(420)를 동작시켜 캐비닛 프레임(310) 내의 가스를 급속 배기하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 가스 센서(410)가 가스 용기(50)로부터 가스가 누설되고 있는 것을 감지한 경우에, 배기부(420)는 캐비닛 프레임(310) 내에 있는 가연성 또는 독성의 가스를 제거할 수 있다.
- [0211] 예시적인 실시예들에서, 가스 센서(410)로부터 캐비닛 프레임(310) 내에 특정 가스가 기준치 이상으로 검출된 경우, 가스 공급 캐비닛(300)의 제어부 또는 상위 시스템은 비활성 가스 공급부(430)를 동작시켜 캐비닛 프레임(310) 내부에 비활성 가스를 공급할 수 있다. 예를 들어, 가스 센서(410)가 가스 용기(50)로부터 가연성 가스가 누설되고 있는 것을 감지한 경우에, 비활성 가스 공급부(430)는 캐비닛 프레임(310) 내에 비활성 가스를 공급함으로써, 캐비닛 프레임(310) 내의 내부 압력을 높이고, 이로써 화재를 일으키는 산소와 같은 외부 공기의 유입을 방지할 수 있다.
- [0212] 가스 공급 캐비닛(300)은 전장 부품(441)을 수용하는 방폭함(440)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 방폭함(440) 내에는 카메라, 포토 센서 또는 레이저 센서와 같은 광원 센서, 오토스위치, 버튼류, 블랙박스, 가스 센서, 모터 또는 에어 실린더와 같은 각종 액츄에이터가 구비될 수 있다. 상기 방폭함(440)은 전장 부품(441)에서 발생하는 전기적 스파크가 인화성 가스와 만나 화재가 발생할 위험을 방지할 수 있다. 또한, 방폭함(440)의 외부에서 화재가 발생하더라도, 방폭함(440) 내의 전장 부품(441)은 화염에 노출되지 않으므로 더 큰 화재가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 더 나아가, 가스 공급 캐비닛(300)에 구비되는 각종 전장 부품은 저전력 또는 저전류로 동작하는 부품일 수 있다. 가스 공급 캐비닛(300)에 구비된 전장 부품이 비교적 낮은 저전력 또는 저전류에서 동작하므로, 전기적 스파크 등으로 인한 발화 위험을 줄일 수 있다.
- [0213] 도 30은 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 체결 모듈(340a)의 일부를 나타내는 구성도이다.
- [0214] 도 30을 참조하면, 체결 모듈(340a)은 체결 모듈(340a)을 구성하는 부품들의 적어도 하나를 수용하는 방폭 케이스(347)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 방폭 케이스(347)는 체결 모듈(340a)에 구비된 카메라, 포토 센서 또는 레이저 센서와 같은 광원 센서, 오토스위치, 버튼류, 블랙박스, 가스 센서, 모터 또는 에어 실린더와 같은 각종 액츄에이터 중 어느 하나를 수용하기 위한 밀폐 공간을 제공할 수 있다. 예시적인 실시예들에서, 체결 모듈(340a)의 비전 센서(343)는 방폭 케이스(347) 내에 수용될 수 있다. 비전 센서(343)는 방폭 케이스(347)의 윈도우(3471)를 통해 센싱 대상을 촬상하도록 구성될 수 있다. 방폭 케이스(347)의 윈도우(3471) 근방에는, 회전 운동 가능하도록 구성된 거울(348)이 배치될 수 있다. 거울(348)은 비전 센서(343)의 광 경로에 배치되며, 비전 센서(343)의 촬상 영역이 조절되도록 회전할 수 있다.
- [0215] 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 가스 공급 시스템(10)에 의하면, 가스 용기(50)를 핸들링하는 전 과정, 즉, 로딩/언로딩 스테이지(11)에 반입된 이송 용기를 가스 공급 스테이지(13)의 가스 공급 캐비닛(300)으로 이송하여 가스 공급 캐비닛(300) 내에 장착하는 작업, 가스 공급 캐비닛(300) 내에서 가스 용기(50)를 교체하는 작업, 가스가 소모된 가스 용기(50)를 가스 공급 캐비닛(300)으로부터 반출하여 로딩/언로딩 스테이지(11)로 반

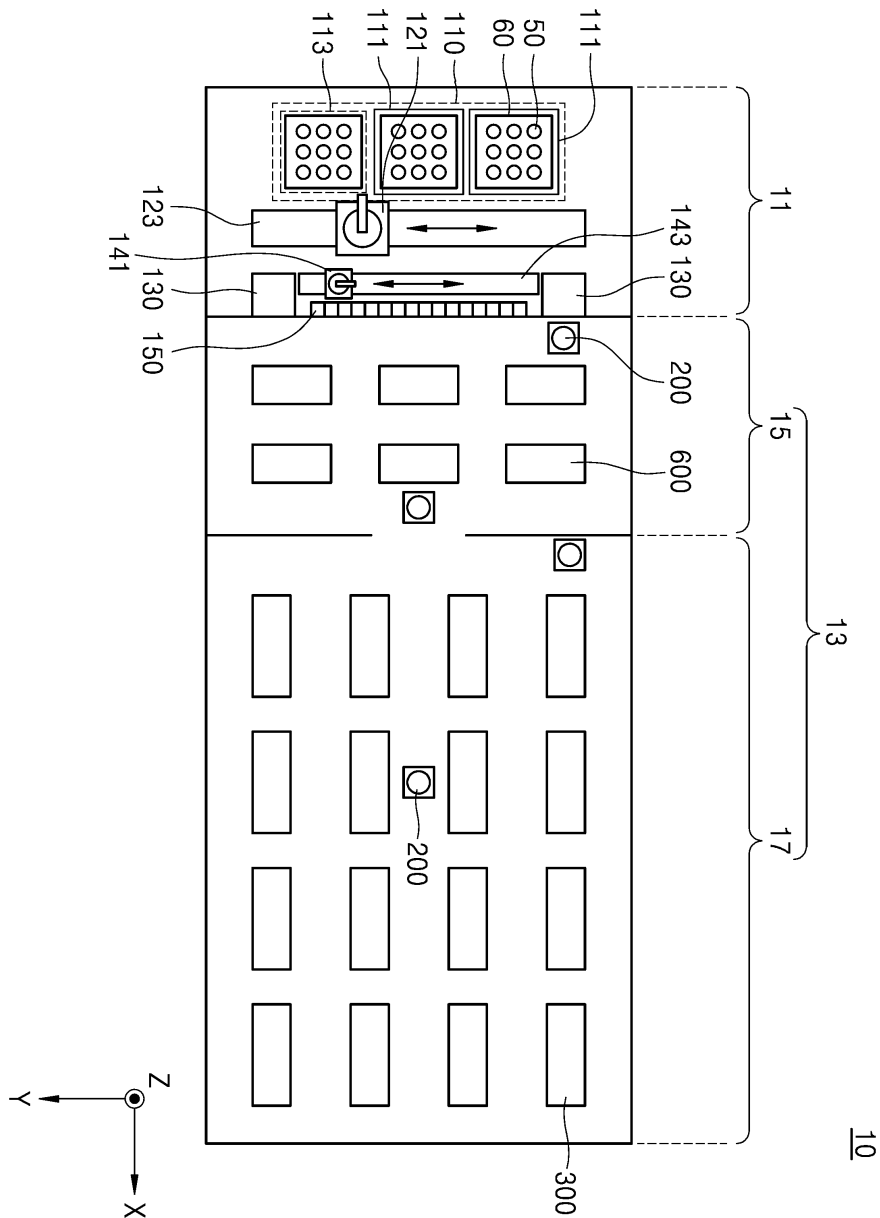
출하는 작업 등을 자동화할 수 있으므로, 가연성 가스, 독성 가스 등 인체에 유해하거나 폭발 위험이 있는 가스로 인하여 발생하는 작업자의 안전 문제를 방지할 수 있다.

부호의 설명

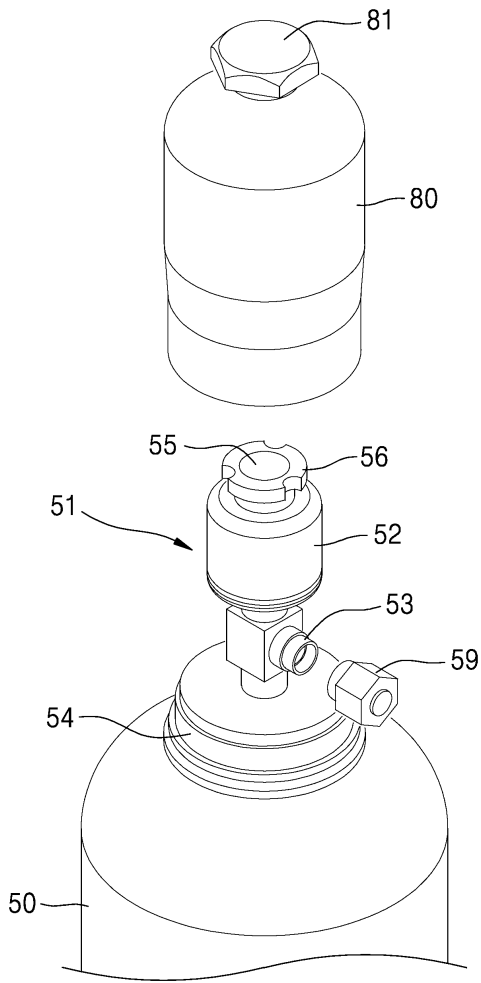
- 10: 가스 공급 시스템 11: 로딩/언로딩 스테이지
- 13: 가스 공급 스테이지 200: 이송 로봇
- 300: 가스 공급 캐비닛

도면

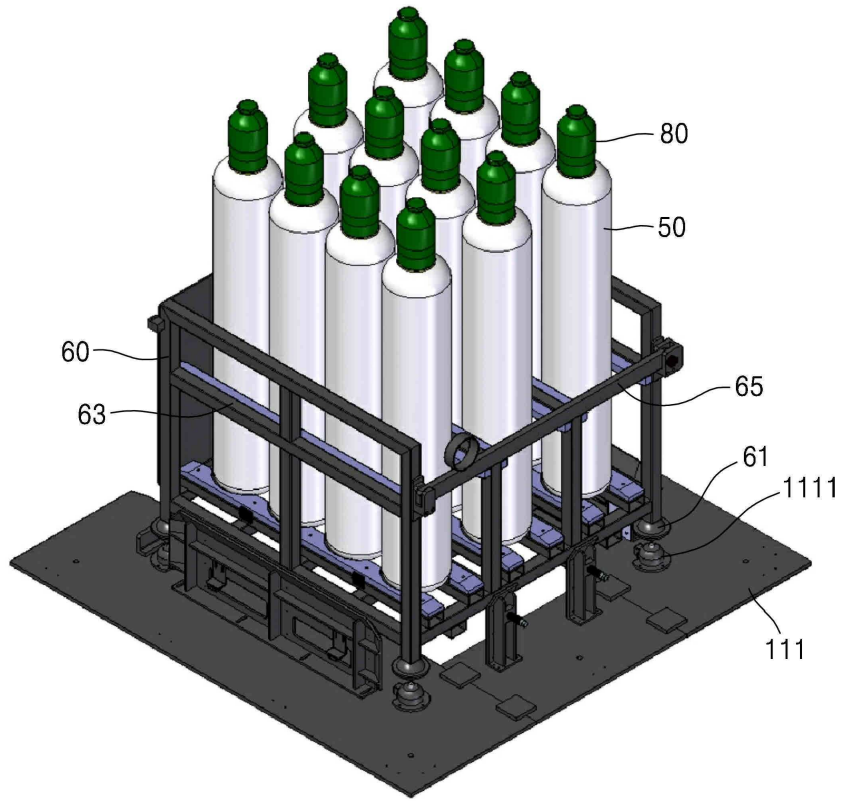
도면1



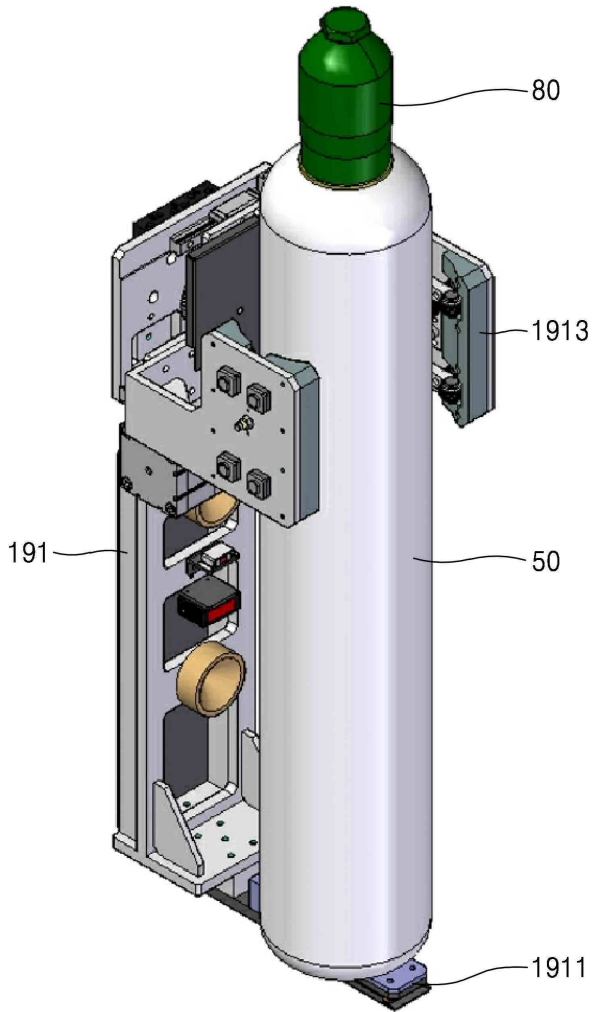
도면2



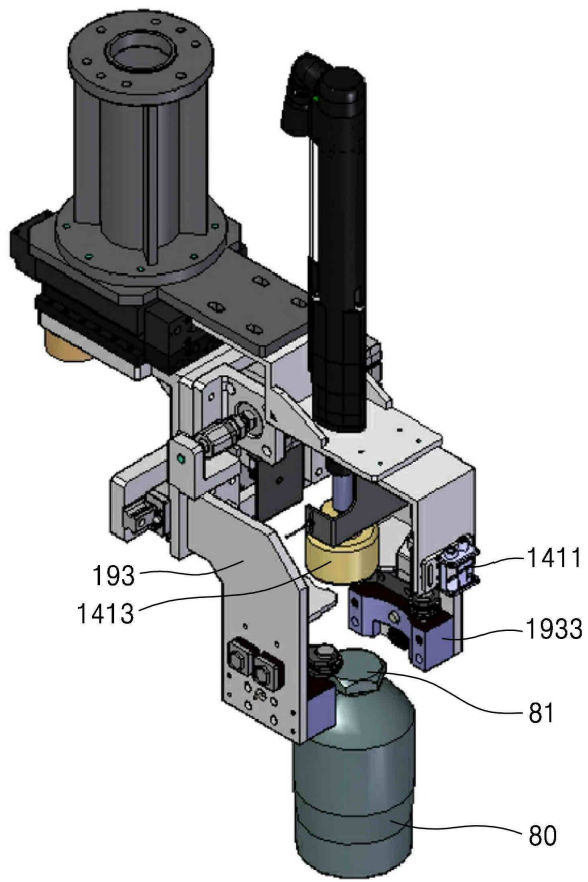
도면3



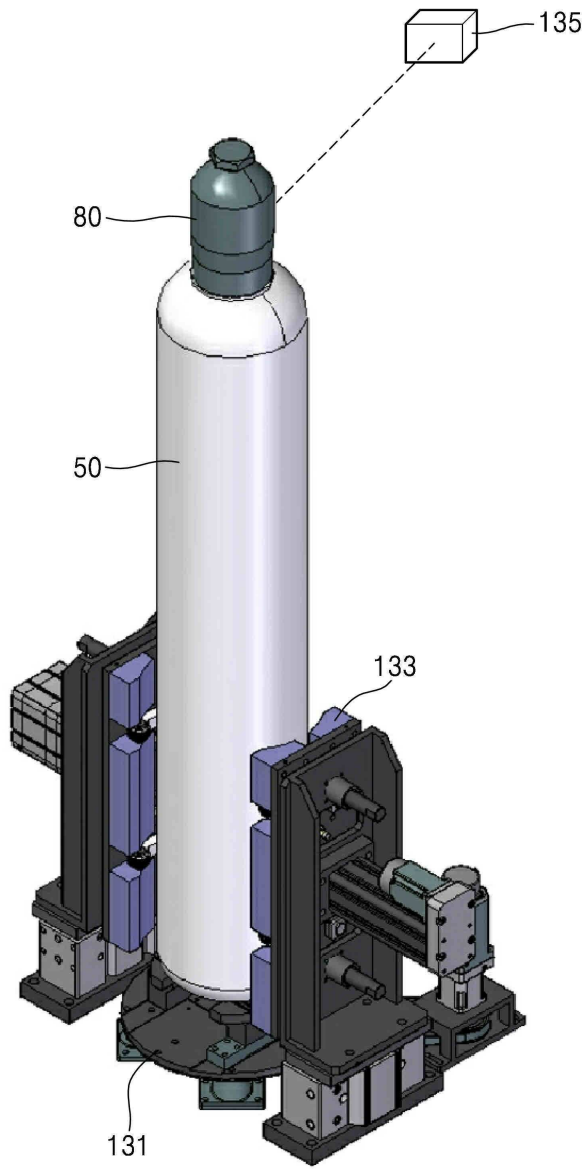
도면4



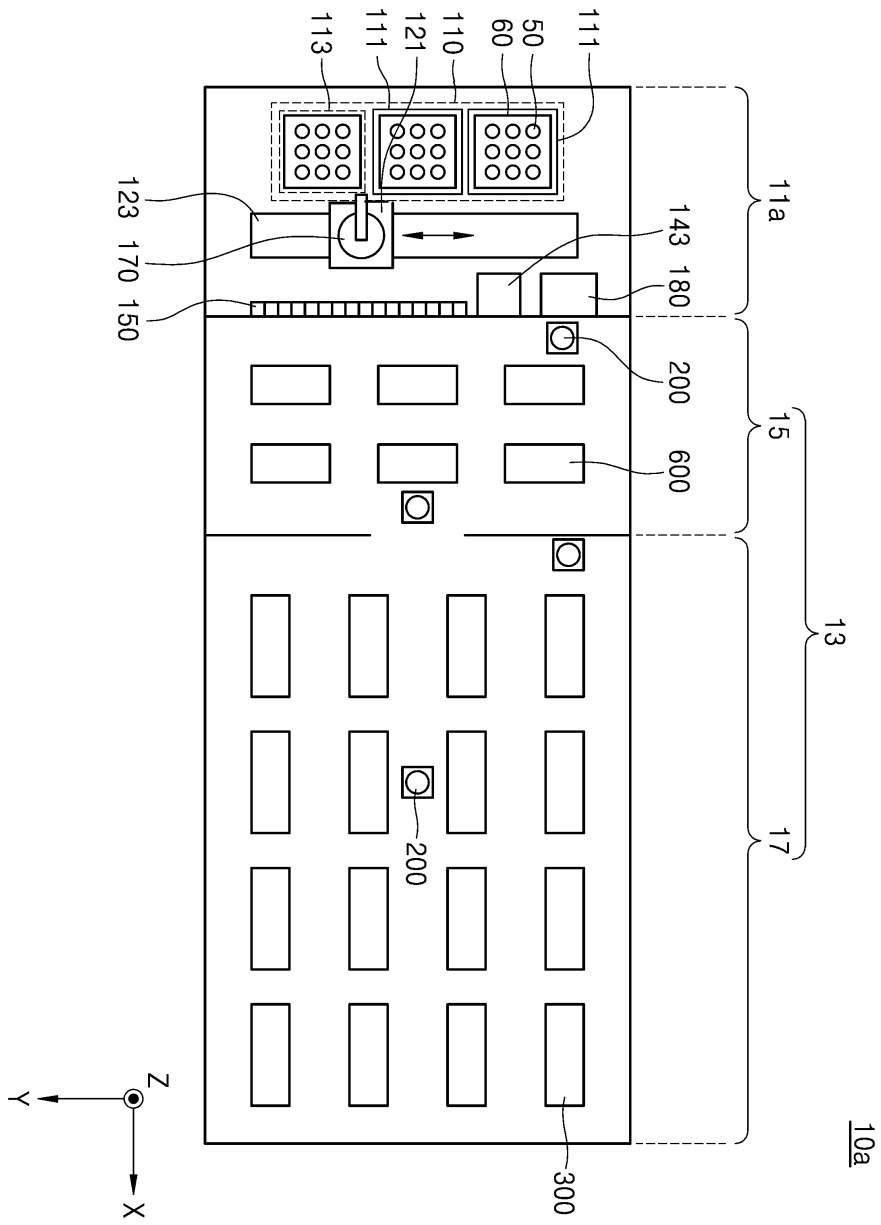
도면5



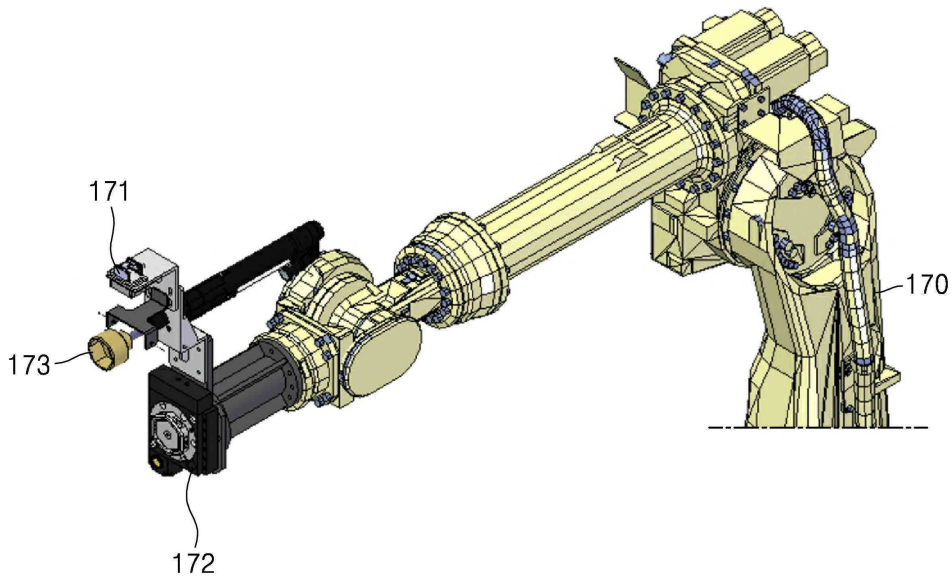
도면6



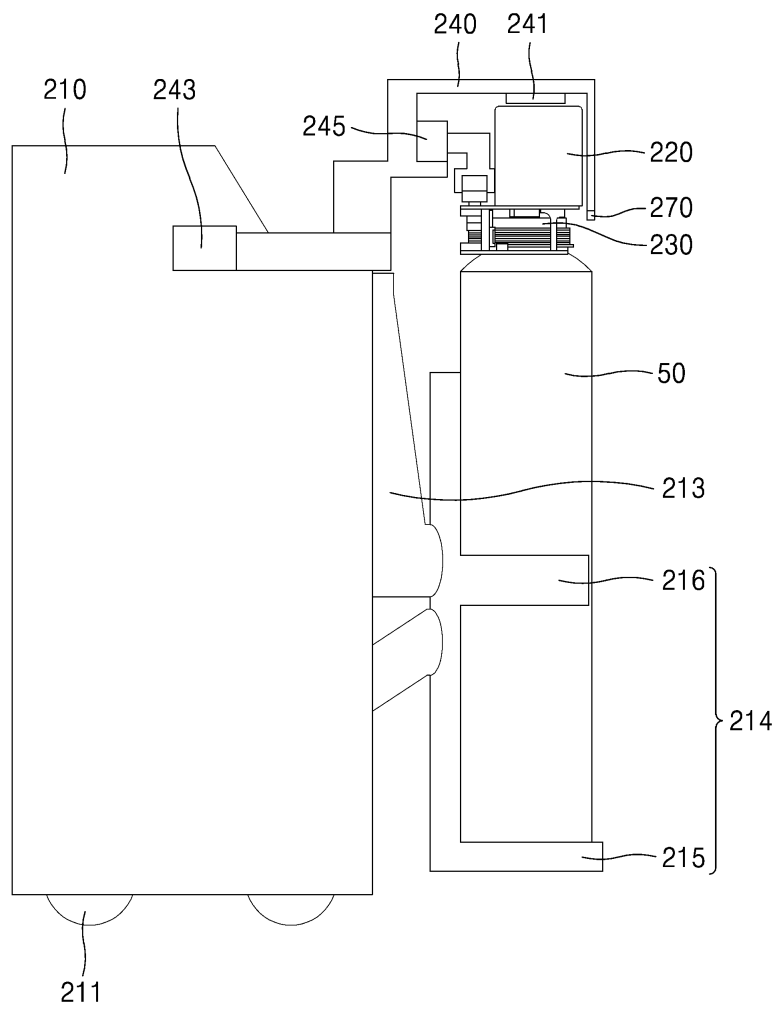
도면7



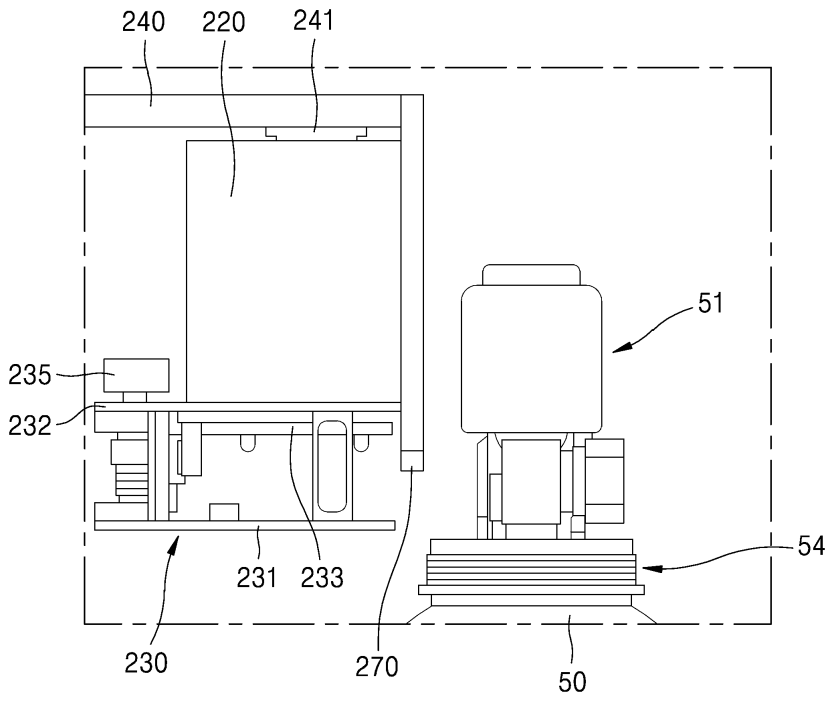
도면8



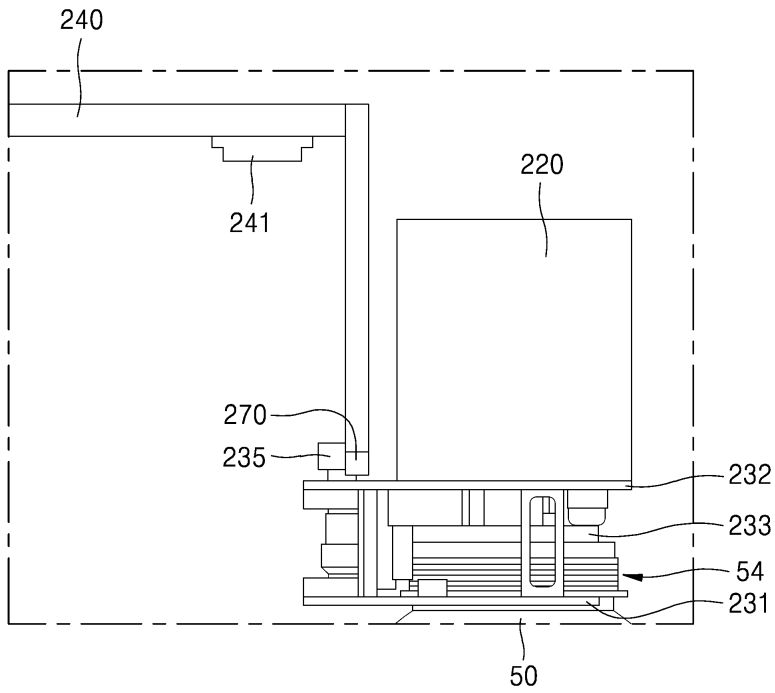
도면9



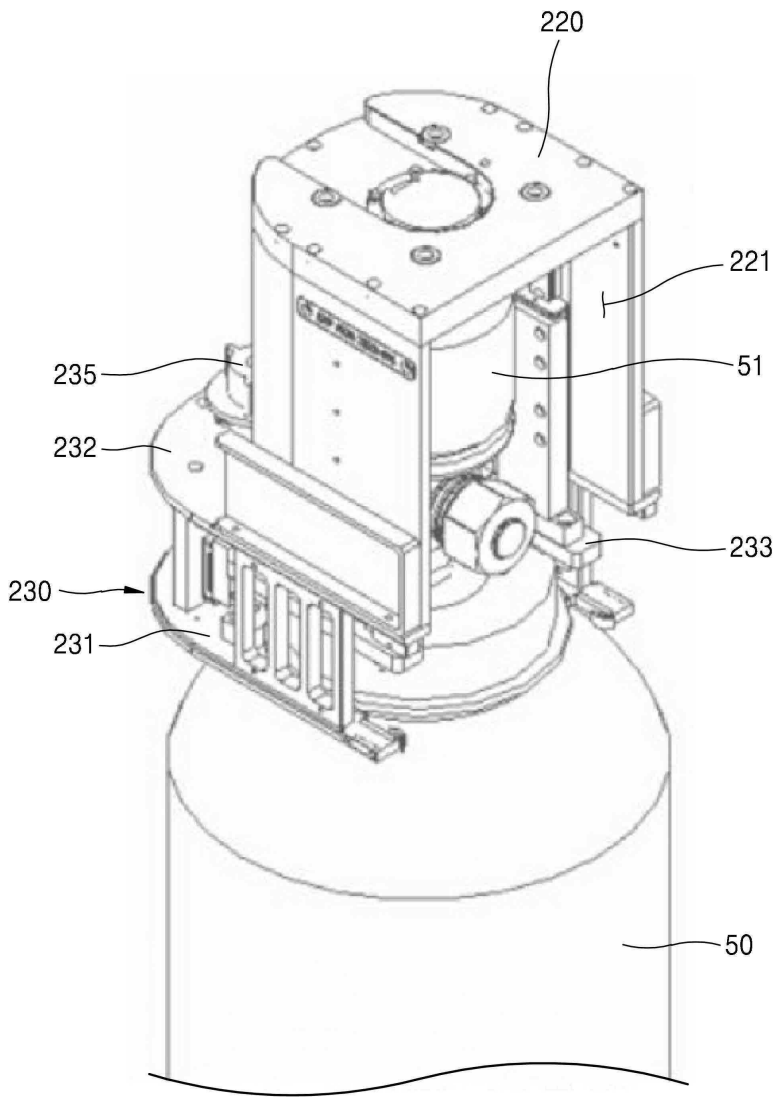
도면10a



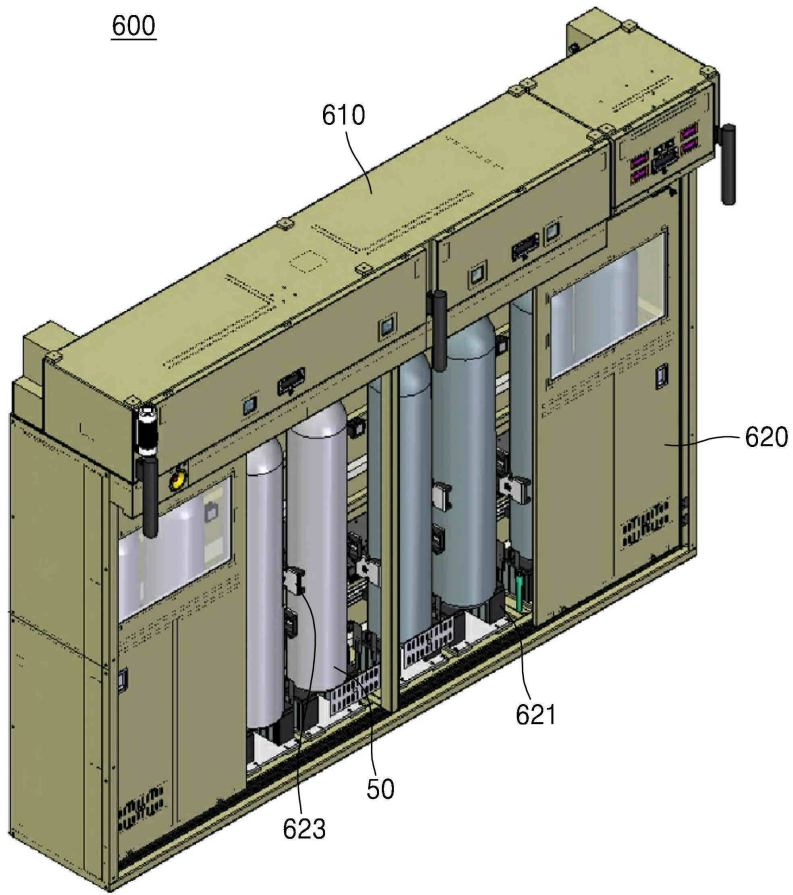
도면10b



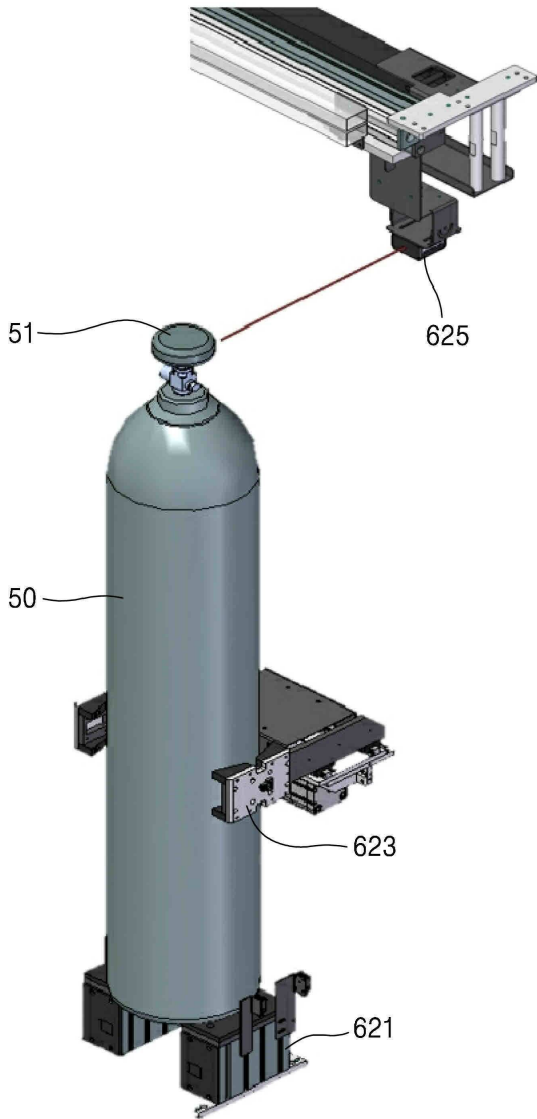
도면11



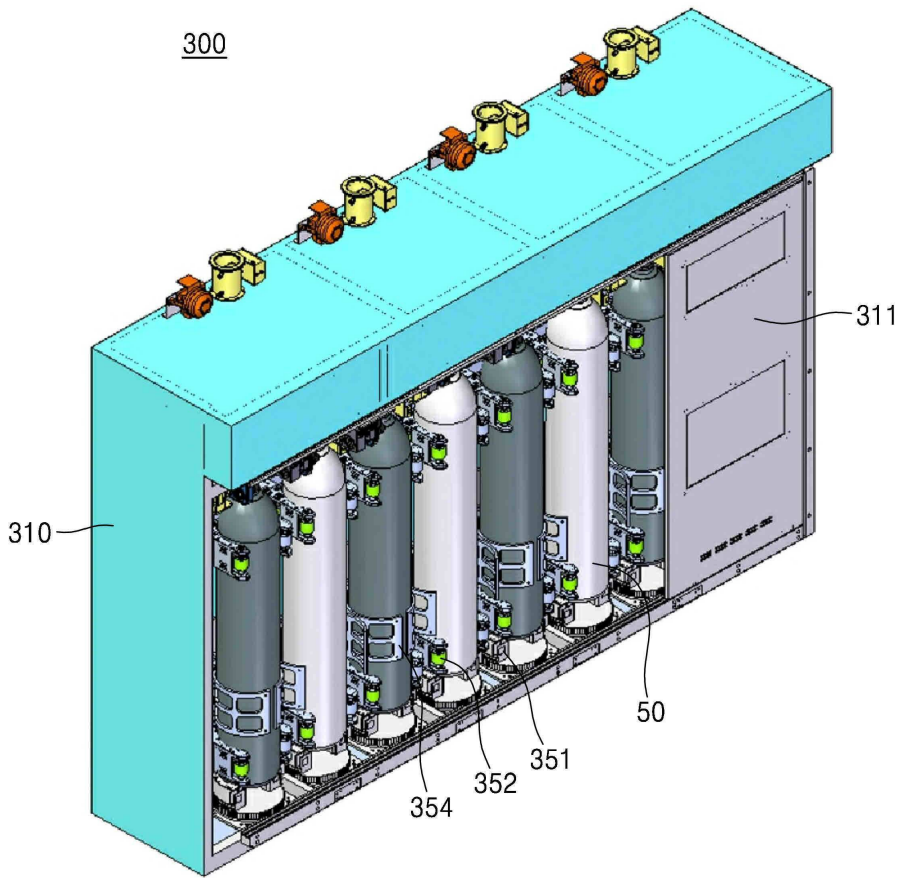
도면12



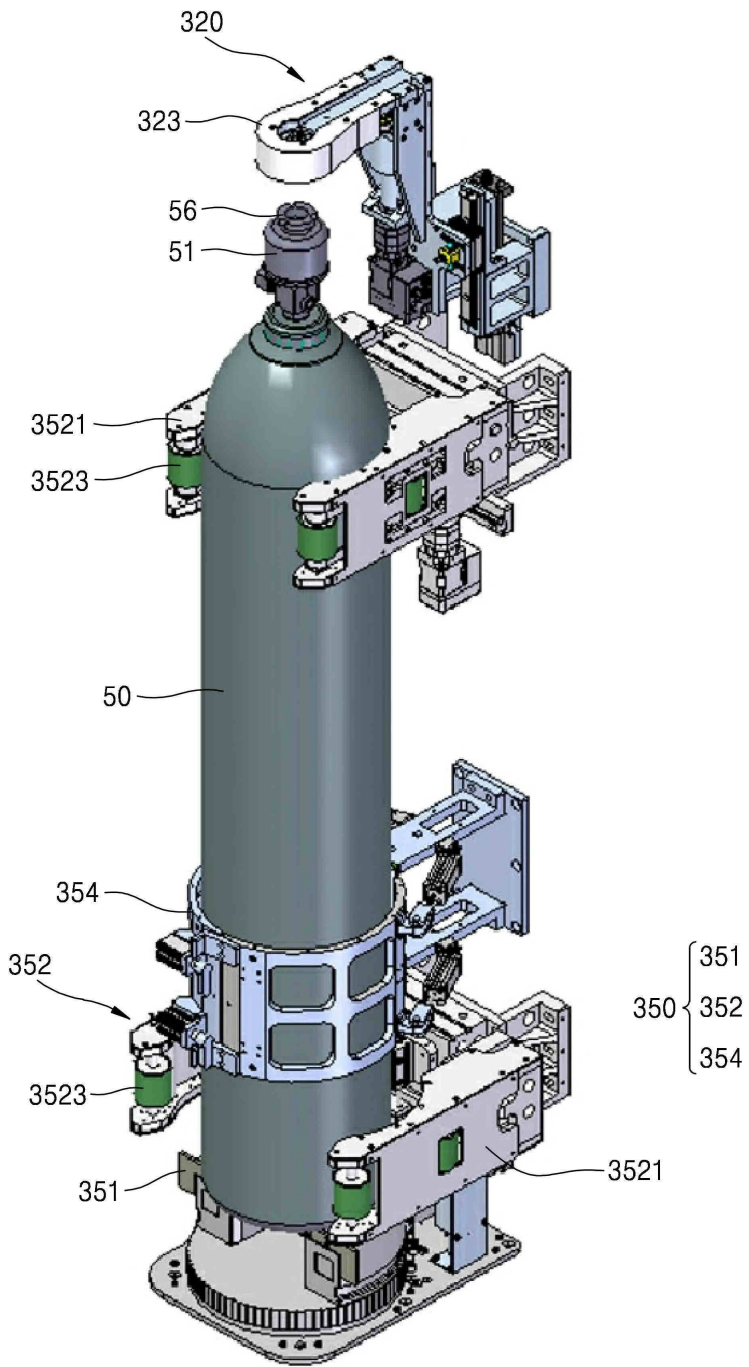
도면13



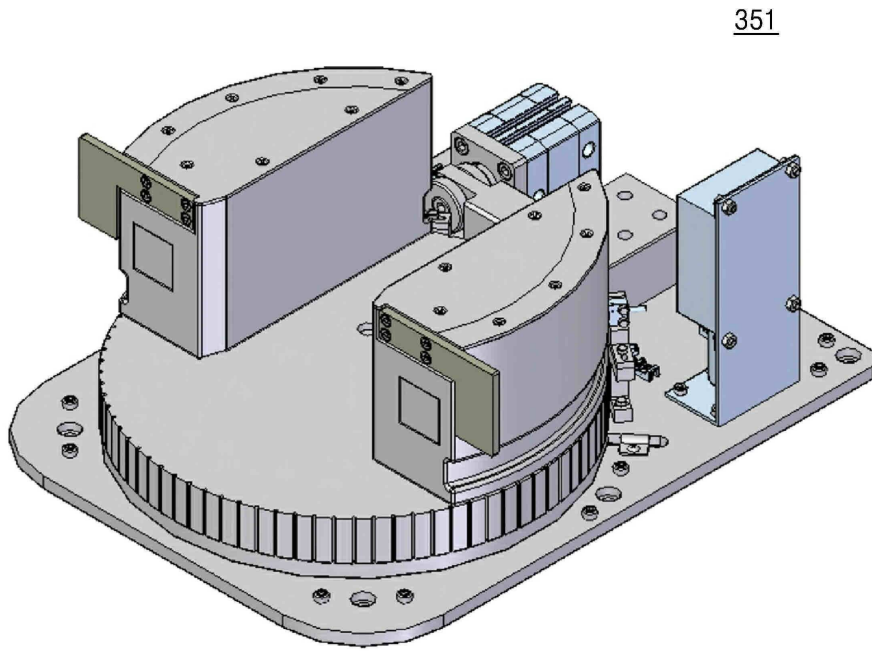
도면14



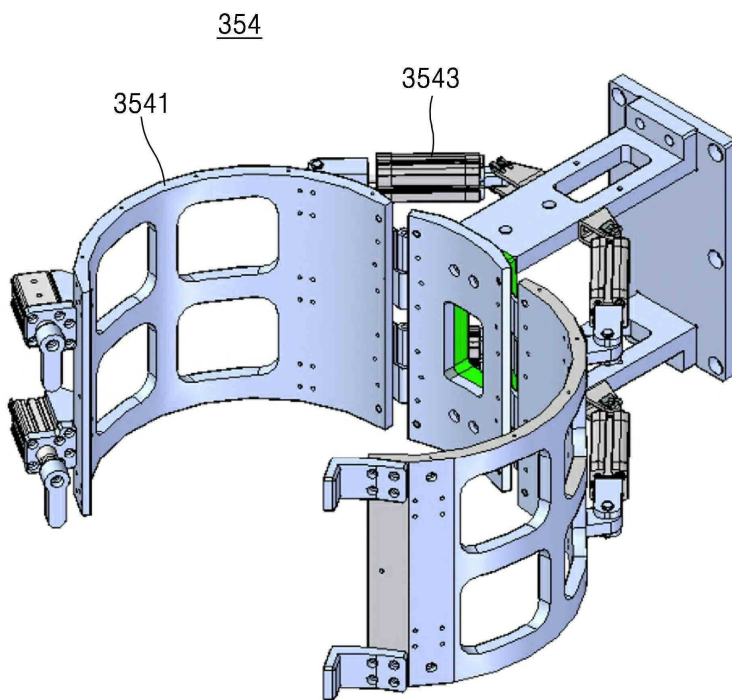
도면15



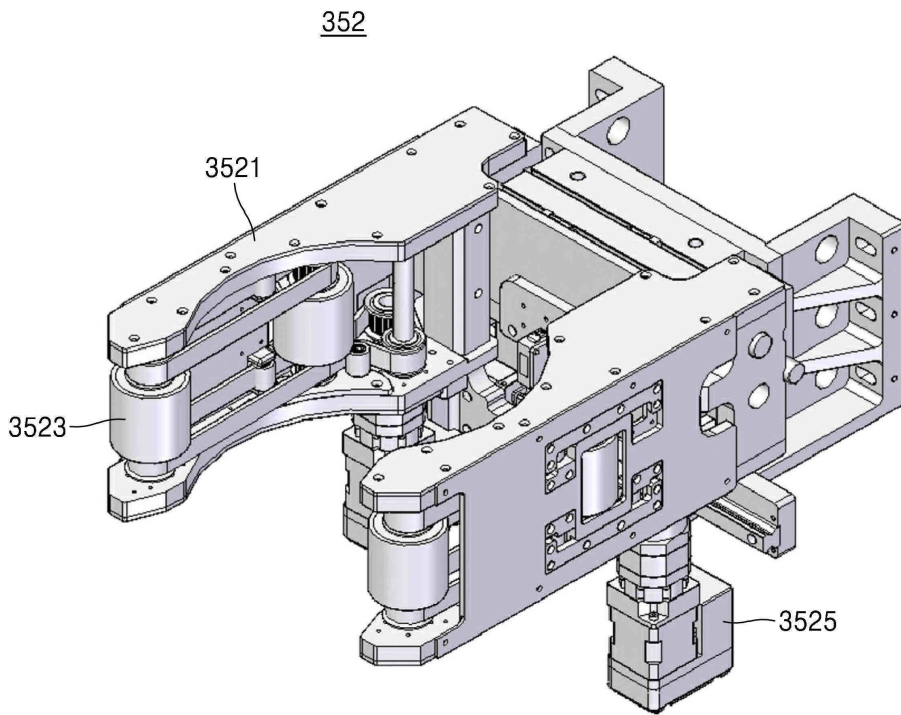
도면16



도면17

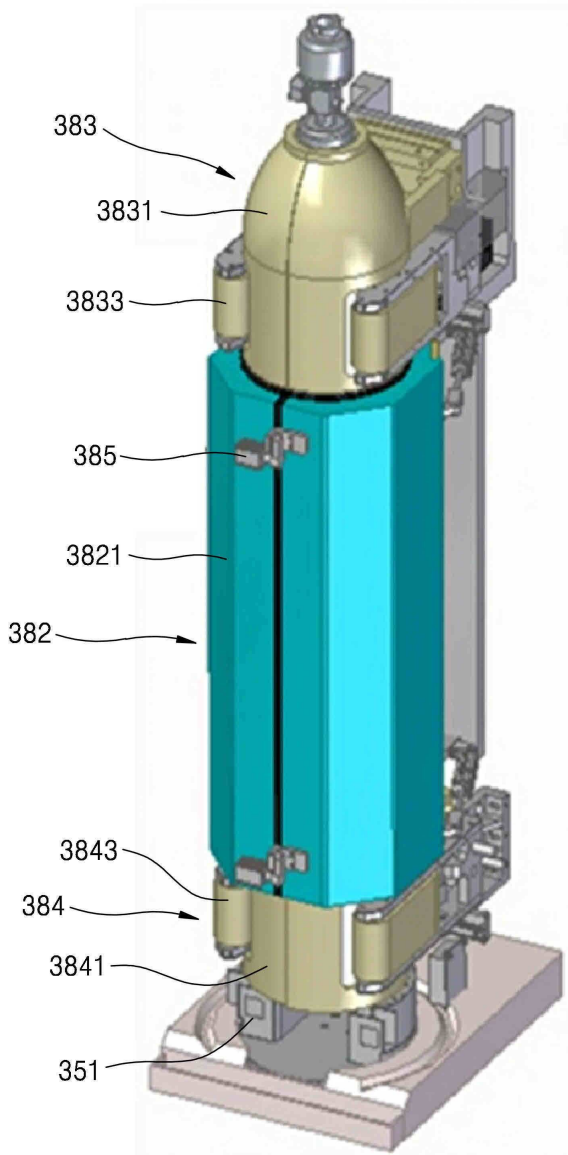


도면18

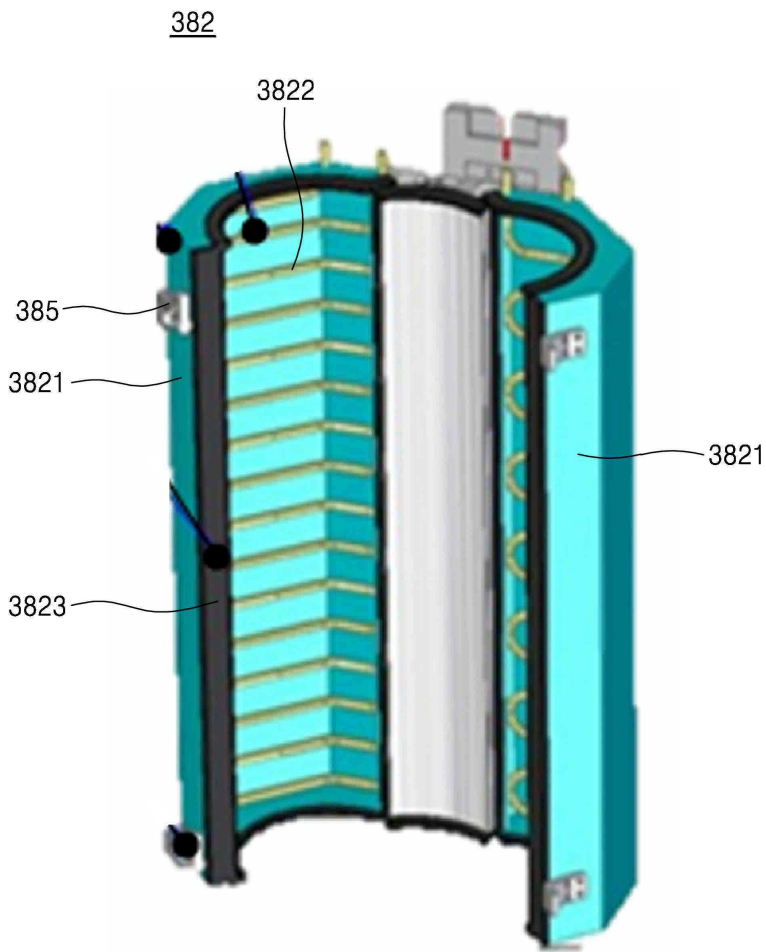


도면19a

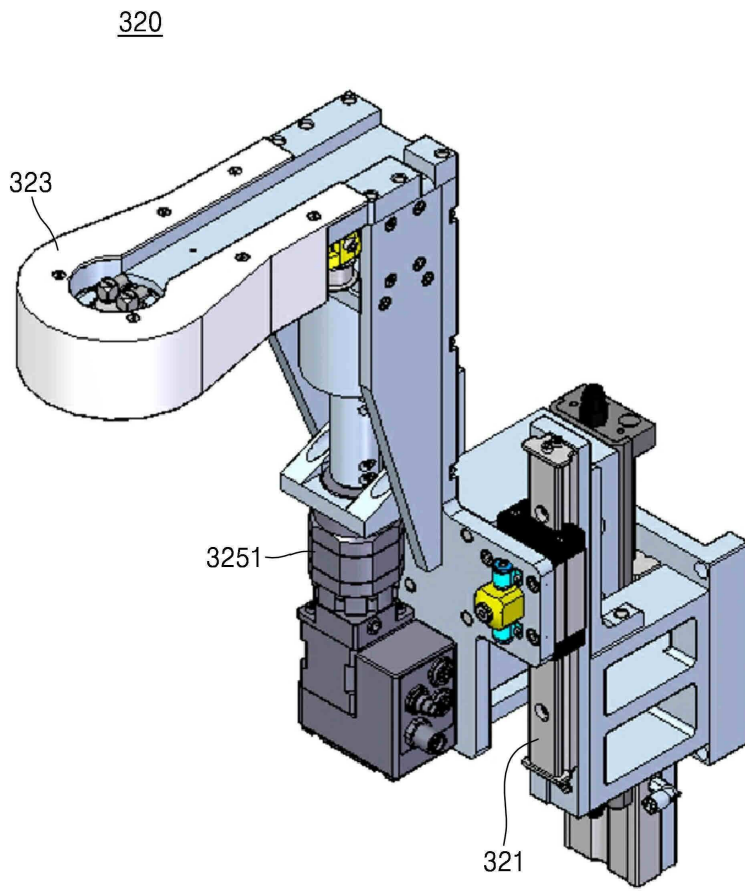
350a



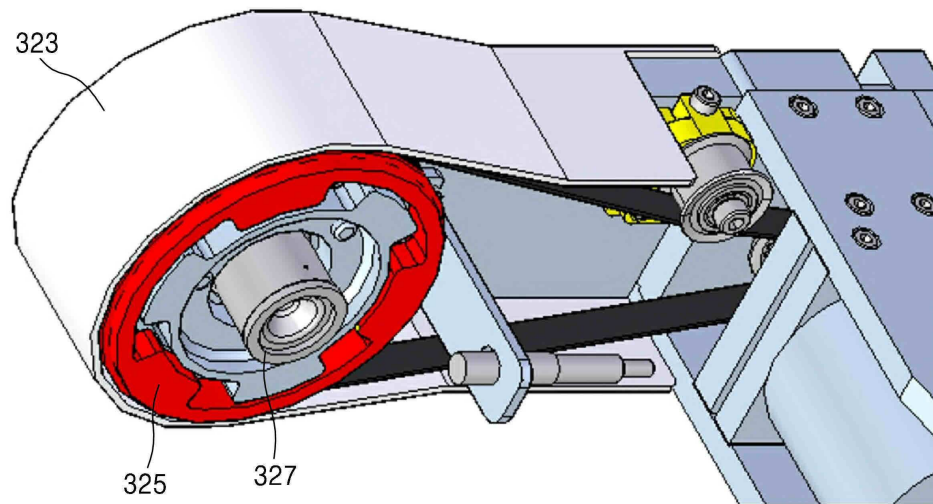
도면19b



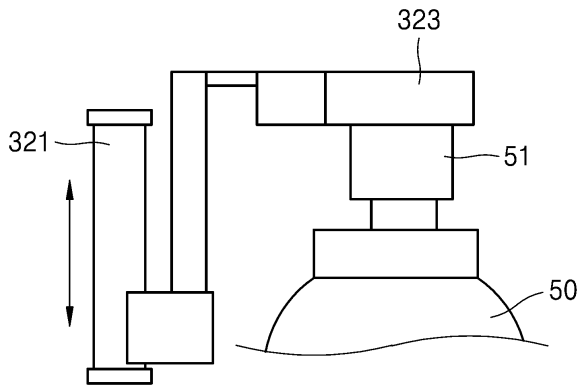
도면20



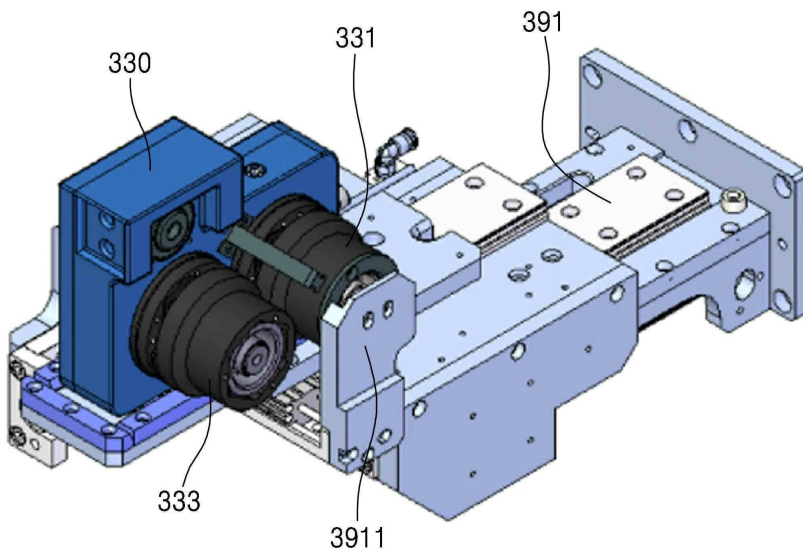
도면21



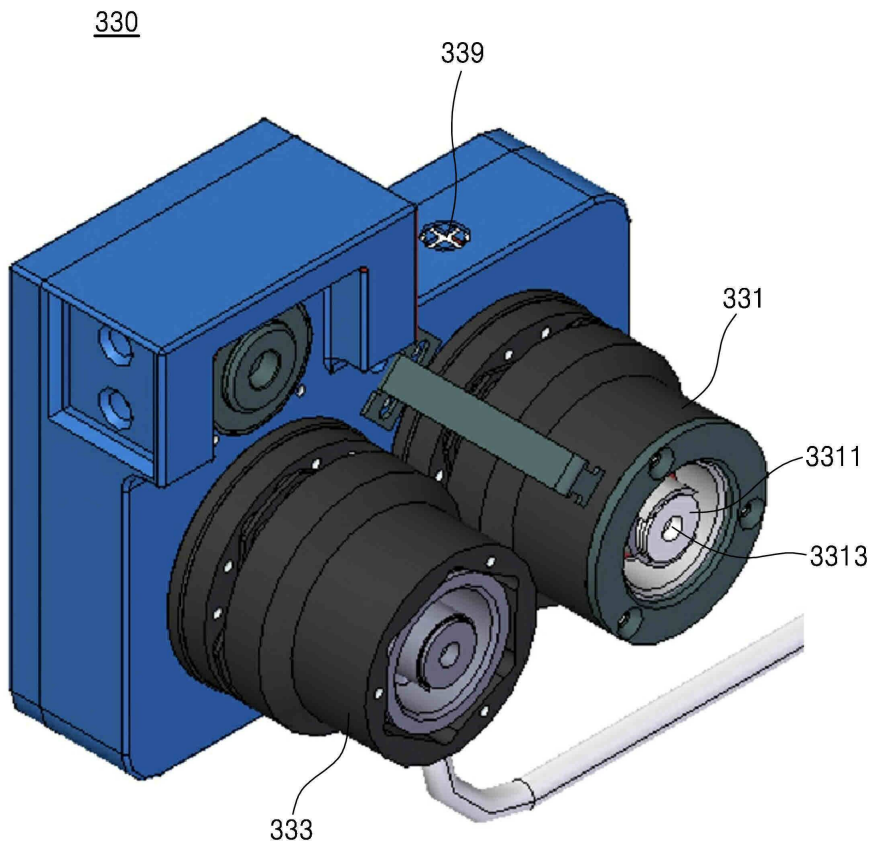
도면22



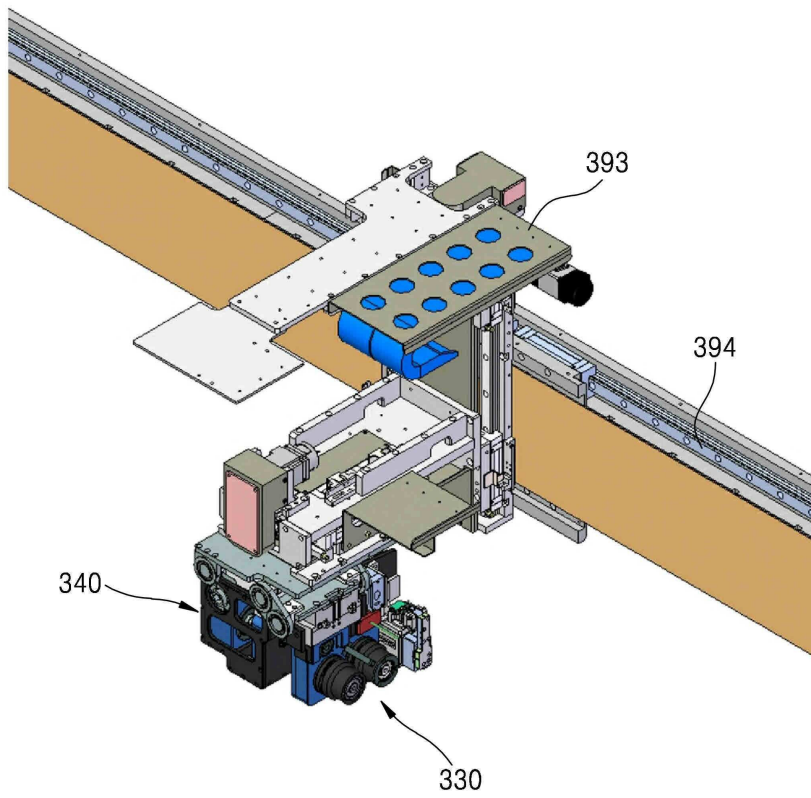
도면23



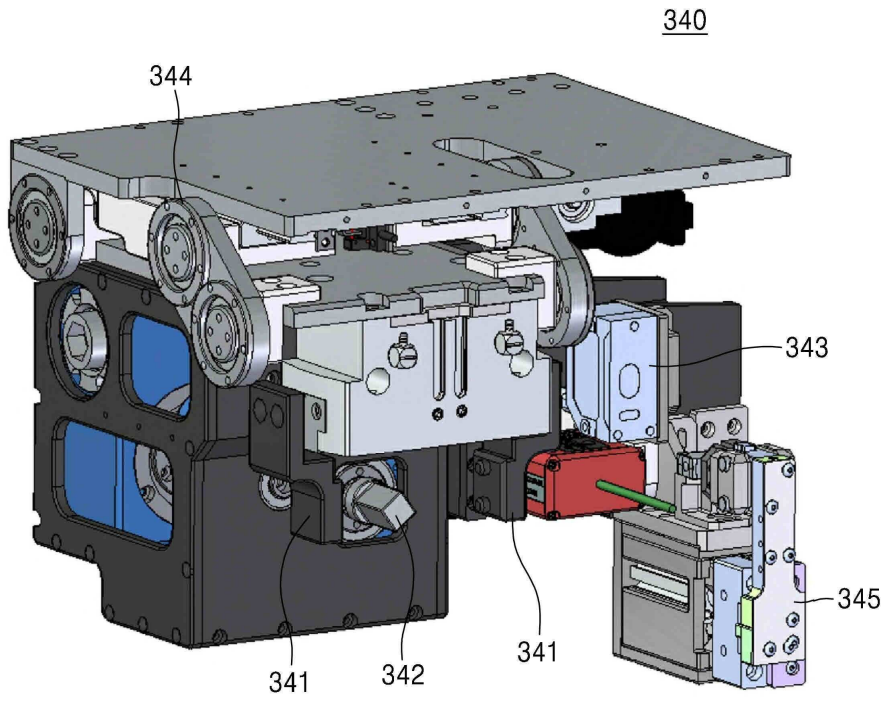
도면24



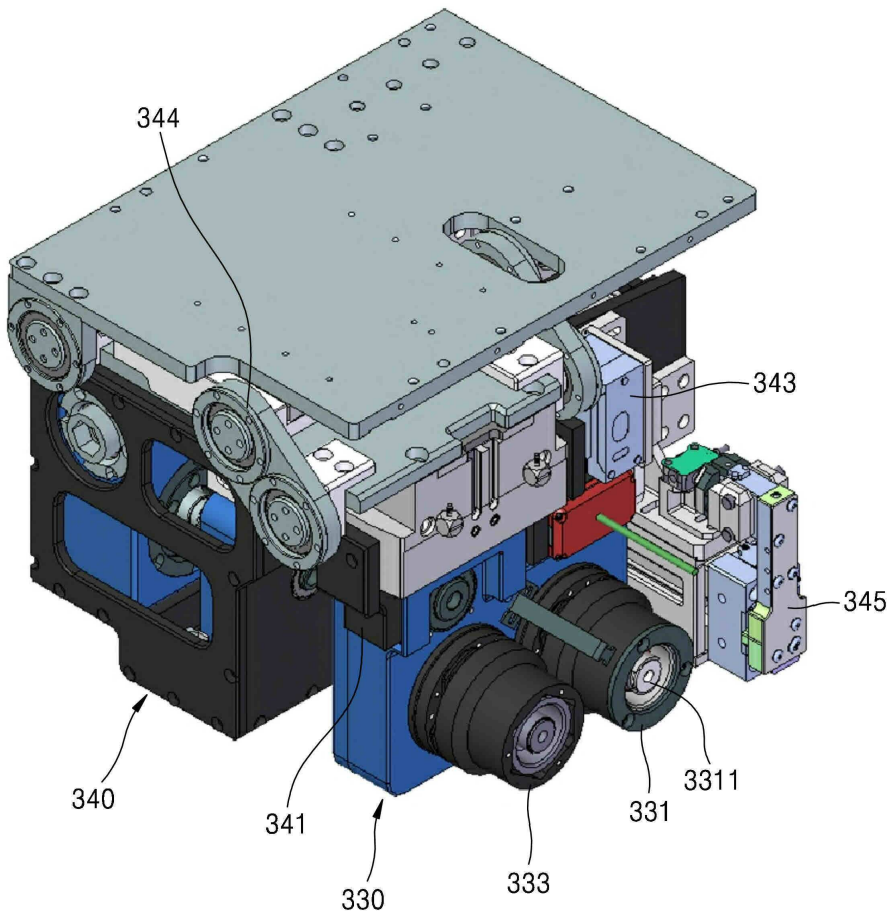
도면25



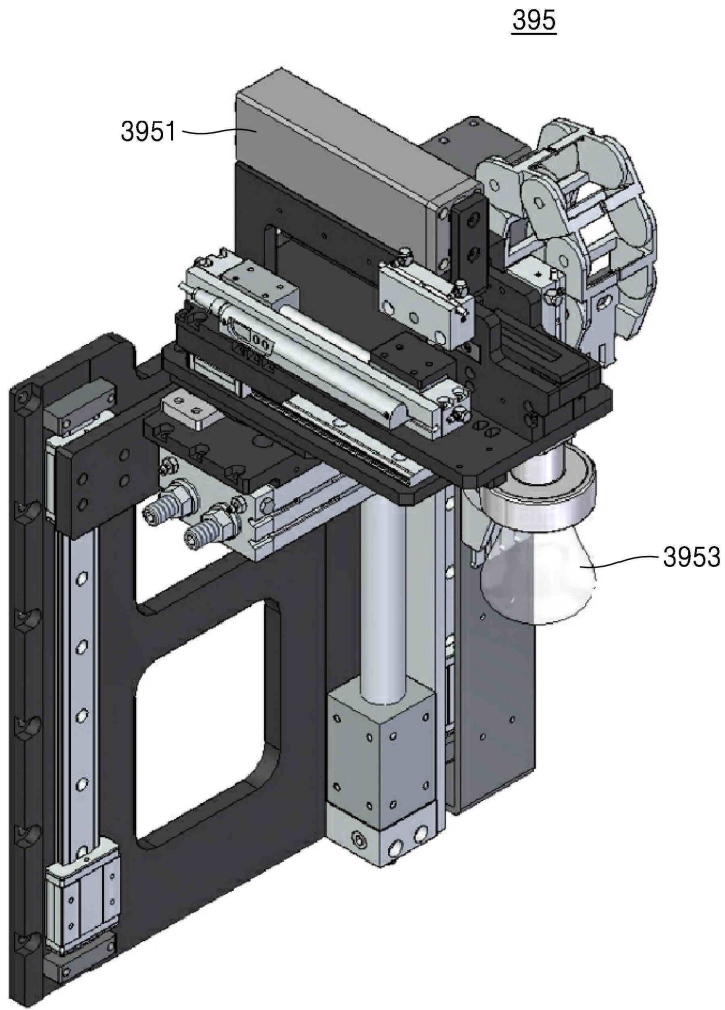
도면26



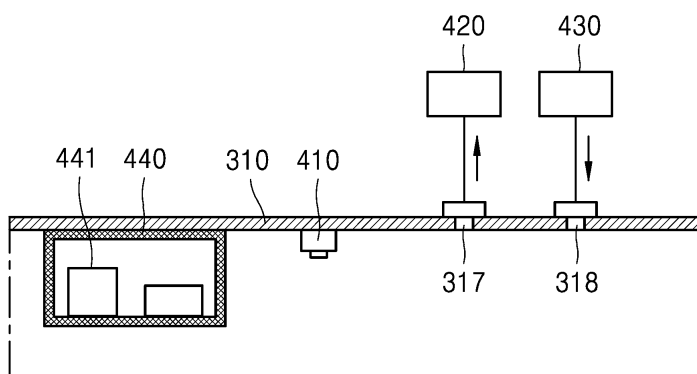
도면27



도면28



도면29



도면30

