



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0123110
(43) 공개일자 2014년10월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A47L 9/28 (2006.01) B25J 5/00 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01) G01J 1/00 (2006.01)
G01C 21/00 (2006.01) G01L 5/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7026403(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년05월09일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2014-7007440
원출원일자(국제) 2008년05월09일
심사청구일자 2014년04월18일
(85) 번역문제출일자 2014년09월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/063174
(87) 국제공개번호 WO 2008/141131
국제공개일자 2008년11월20일
(30) 우선권주장
60/917,065 2007년05월09일 미국(US)
60/938,699 2007년05월17일 미국(US)

(71) 출원인
아이로보트 코퍼레이션
미국 01730 매사추세츠주 베드포드 크로스바이 드
라이브 8
(72) 발명자
슈니트만 마크
미국 02139 매사추세츠주 캠브리지 노포크
에스티. #2 338
듀브로브스키 지브탄 에이.
미국 02451 매사추세츠주 왈탐 링컨 스트리트 17
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 안국찬

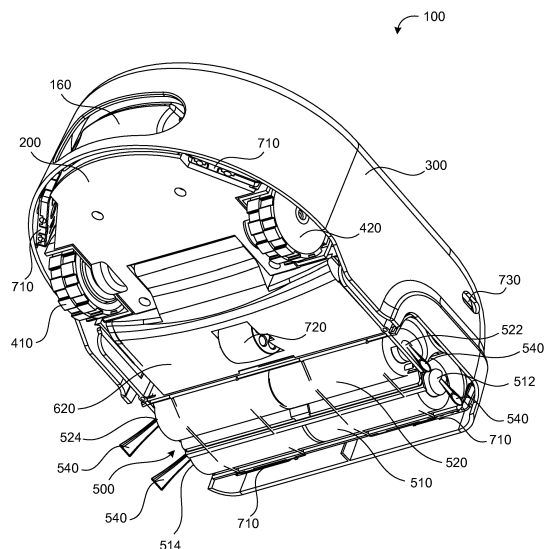
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 소형 자율 커버리지 로봇

(57) 요약

본 발명의 자율 커버리지 로봇(100, 101)은 전방부 및 후방부(210, 220)를 갖는 새시(200) 및 새시(200)에 의해 지지되는 구동 시스템(400)을 포함한다. 새시(200)의 전방부(210)는 실질적으로 장방형 형상을 갖는다. 로봇(100, 101)은 새시(200)의 전방부(210) 상에 장착되는 청소 조립체(500) 및 청소 조립체(500)에 인접하여 배치되고 회전어진 부스러기들을 수용하도록 구성되는 통(610)을 포함한다. 통 덮개(620)는 새시(200)의 하부(203)에 피벗 가능하게 부착되고, 통(610)에 의해 형성되는 개구(612)의 폐쇄를 제공하는 제1 폐쇄 위치와 통 개구(612)로의 통로를 제공하는 제2 개방 위치 사이를 회전하도록 구성된다. 로봇(100, 101)은 새시(200)에 부착되는 본체(300) 및 본체(300)의 상부(305)에 배치되는 핸들(330)을 포함한다. 통 덮개 해제부(630)는 실질적으로 핸들(330) 근처로부터 작동 가능하다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

맘멘 제프리 더블유.

미국 01886 매사추세츠주 웨스트포드 보보링크 로드 3

솔로책 아론

미국 02145 매사추세츠주 서머빌 센트럴 에스티.
#2 200

특허청구의 범위

청구항 1

자율 커버리지 로봇이며,

전방 에지를 갖는 실질적으로 장방형인 전방부 및 프로파일 원을 형성하는 반경에 의해 규정된 실질적으로 원호형인 후방부를 갖는 새시와,

새시의 전방부 및 새시의 측방향 측면을 따르는 장방형 범퍼로써, 충돌에 반응하여 이동가능한 범퍼와,

범퍼내의 근접 센서와,

범퍼에 연결된 충돌 센서로써, 각각의 충돌 센서는 진행 방향 및 진행 방향에 수직 방향으로 범퍼의 움직임을 검출하도록 구성되는, 충돌 센서와,

새시의 후방부를 통해 연장하는 구동축을 따라 자동적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함하는 구동 시스템과,

새시에 피봇 가능하게 부착되는 부재에 배치되며 구동축에 평행한 횡축을 따르는 아이들러 바퀴로써, 상기 부재는 로봇의 구동 방향에 수직인 축에 대해 피봇 가능하도록 구성되는, 아이들러 바퀴와,

새시의 전방부를 따르는 청소 조립체로써, 청소 조립체는 범퍼 후방에서 롤러 브러시를 포함하고, 아이들러 바퀴는 로봇 전방의 코너를 청소하기 위해 청소 조립체를 보유하는 새시의 전방부가 아이들러 바퀴 전방의 청소 표면 위에서 지지되도록 우측 및 좌측 구동 바퀴의 전방 및 청소 조립체의 후방에 있으며, 새시의 측방향 측면들 중 하나에 평행한 벽을 감지하기 위해 근접 센서 및 충돌 센서가 각각 배열되는, 청소 조립체를 포함하는

자율 커버리지 로봇.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 마루 또는 다른 표면을 청소하기 위한 자율 커버리지 로봇에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자율 로봇은 지속적인 인간의 지휘 없이 비정형적 환경(unstructured environment)에서 원하는 임무를 수행할 수 있는 로봇이다. 많은 종류의 로봇은 어느 정도 자율성을 갖는다. 상이한 로봇들은 상이한 방식으로 자율성을 가질 수 있다. 자율 커버리지 로봇은 하나 이상의 임무를 수행하기 위해 지속적인 인간의 지휘 없이 작업 표면을 횡단한다. 가정, 사무실 및/또는 소비자 지향적 로보틱스의 분야에서, 진공 청소, 마루 세척, 순찰, 잔디 깎기 및 기타 임무와 같은 가사 기능을 수행하는 모바일 로봇이 폭넓게 적용되어 왔다.

[0003] 마루를 청소하기 위한 모바일 로봇은 예를 들어 존스(Jones) 등에 허여된 미국 특허 제6,883,201호("존스 특허")에 설명되어 있으며, 여기에는 회전 브러시, 진공 또는 기타 청소 기구를 사용하여 부스러기를 제거하면서 마루를 횡단하는 자율 마루 청소 로봇이 개시되어 있다. 존스 특허는 또한 특히 장애물 주위를 자유롭게 기동하도록 회전할 수 있는 3개의 바퀴에 의해 지지되는 대체로 둥근 형상 인자(form factor)를 가진 로봇을 개시한다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 본원에는 경재(hardwood) 또는 카펫이 깔린 마루와 같은 마루, 주방용조리대(countertop) 및 다른 관련 표면을 청소하기 위한 소형 모바일 로봇이 개시되어 있다. 이 로봇은 벽의 에지 또는 코너를 따라 청소하는 것을 용이하게 하는 장방형 전방 형상 인자를 갖는다. 일례에서, 로봇은 둥근 섹션과 장방형 섹션을 모두 포함하며, 장방형 섹션 내의 청소 기구는 장방형 섹션의 양 측면 코너에 근접하게 배치된다. 장점으로써, 로봇은 청소 기구가 벽 코너 또는 벽 에지 안으로 연장되는 상태로 벽 코너 또는 벽 에지와 장방형 섹션이 동일면에 오도록 기

동할 수 있다.

[0005] 일 태양에서, 자율 커버리지 로봇은 전방부 및 후방부를 가진 새시와 새시에 의해 운반되는 구동 시스템을 포함한다. 새시의 전방부는 실질적으로 장방형 형상을 갖는다. 로봇은 새시의 전방부 상에 장착된 청소 조립체 및 청소 조립체에 인접하게 배치된 통을 포함한다. 통은 청소 조립체에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 구성된다. 새시의 하부에는 통 덮개가 피봇 가능하게 부착되고, 이것은 통에 의해 형성된 개구의 폐쇄를 제공하는 제1 폐쇄 위치와 통의 개구로의 통로를 제공하는 제2 개방 위치 사이에서 회전하도록 구성된다. 로봇은 새시에 부착되는 본체와 본체의 상부에 배치되는 핸들을 포함한다. 통 덮개 해제부는 제1 위치와 제2 위치 사이에서의 통 덮개의 움직임을 제어하도록 구성된다. 통 덮개 해제부는 실질적으로 핸들 근처로부터 작동 가능하다.

[0006] 이러한 개시된 태양의 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 통 덮개 해제부는 통 덮개를 제1 폐쇄 위치에 잠그는 잠금된 제1 위치와 통 덮개가 제2 개방 위치로 이동하는 것을 허용하는 결합해제된 제2 위치 사이에서 이동하도록 구성된다. 통 덮개 해제부는 스프링 편향식 랫치일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 통 덮개 해제부는 랫치를 작동시키도록 구성되고 핸들 상에 배치되는 버튼을 포함함으로써, 손으로 쥐고 있는 동안 통 덮개 해제부를 작동시킬 수 있게 한다. 몇몇 실시예에서, 구동 시스템은 새시의 후방부에 회전 가능하게 장착되어 차등적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함한다. 구동 시스템은 로봇을 제자리에서 피봇하게 기동시키는 것이 가능하다.

[0007] 다른 태양에서, 자율 커버리지 로봇은 전방부 및 후방부를 갖는 새시와 새시의 후방부에 의해 지지되는 구동 시스템을 포함한다. 구동 시스템은 청소 표면 위로 로봇을 기동시키도록 구성된다. 로봇은 구동 시스템과 통신하는 제어기를 포함한다. 제어기는 로봇을 제자리에서 피봇하게 기동시키도록 구성된다. 로봇은 새시의 전방부 상에 장착된 청소 조립체를 포함한다. 로봇은 여러 방향으로의 이동을 검출하도록 구성되고 제어기와 통신하는 충돌 센서를 포함한다. 본체가 유연성 있게 새시에 부착되고 실질적으로 새시를 덮는다. 본체와의 접촉은 검출을 위해 충돌 센서로 전달된다. 제어기는 충돌 센서로부터 수신한 신호에 응답하여 로봇의 구동 방향을 변경하도록 구성된다. 충돌 센서는 센서 베이스, 센서 베이스에 인접하여 위치하고 본체에 연결되는 센서 슈라우드, 센서 슈라우드에 의해 수납되는 방출기 및 센서 베이스에 의해 지지되는 적어도 3개의 검출기를 포함한다. 방출기는 센서 베이스에 신호를 방출하고, 검출기는 방출된 신호를 검출하도록 구성된다. 센서 슈라우드의 움직임은 검출기 위로 방출되는 신호의 움직임을 야기한다. 몇몇 실시예에서, 로봇은 청소 조립체에 인접하여 위치되고 청소 조립체에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 구성되는 통을 포함한다.

[0008] 개시된 태양의 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 충돌 센서는 충돌 센서를 중심으로 한 본체의 360° 에 걸친 움직임을 검출한다. 바람직하게는, 충돌 센서는 서로에 대해 장방형 구조로 배열된 4개의 검출기를 포함한다. 센서 슈ra우는 방출기가 센서 베이스 상에 방출하는 신호가 통과하는 오리피스스를 형성한다. 방출기는 적외선 방출기를 포함하고, 검출기는 적외선 검출기를 포함하며, 오리피스스는 센서 베이스 상으로의 방출신호를 시준(collimate)한다. 몇몇 예에서, 로봇은 두 방향을 따라 본체 움직임을 한정하도록 구성되는 범퍼 안내부를 포함한다. 범퍼 안내부는 본체에 의해 형성되고 새시 상에 배치되는 안내 핀을 수용하도록 구성되는 2개의 직교 홈을 포함할 수 있다. 전방부는 몇몇 실시예에서 실질적으로 장방형 형상을 갖는다. 구동 시스템은 몇몇 실시예에서 대응하는 우측 및 좌측 모터에 의해 차등적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함한다.

[0009] 또 다른 태양에서, 자율 커버리지 로봇은 전방부 및 후방부를 갖는 새시와 새시의 후방부에 의해 지지되는 구동 시스템을 포함한다. 전방부는 실질적으로 장방형 형상을 가지며, 새시의 후방부는 원호 형상을 갖는다. 구동 시스템은 청소 표면 위로 로봇을 기동시키도록 구성되고, 대응하는 우측 및 좌측 모터에 의해 차등적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함한다. 로봇은 구동 시스템과 통신하는 제어기를 포함한다. 제어기는 로봇이 제자리에서 피봇하게 기동시키도록 구성된다. 로봇은 새시의 전방부 상에 장착된 청소 조립체를 포함한다. 로봇은 제어기와 통신하는 가속도계를 포함하고, 제어기는 가속도계로부터 수신되는 신호에 응답하여 구동 시스템을 제어한다. 몇몇 실시예에서, 로봇은 청소 조립체에 인접하여 배치되고 청소 조립체에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 구성되는 통을 포함한다.

[0010] 개시된 태양의 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제어기는 갑작스러운 속도 변화를 나타내는 가속도계로부터 수신된 신호에 응답하여 로봇의 구동 방향을 변경한다. 제어기는 로봇의 정지상태(stasis)를 나타내는 가속도계로부터 수신되는 신호에 응답하여 로봇의 구동 방향을 변경한다. 제어기는 최대 속도를 나타내는 가속도계로부터 수신된 신호에 응답하여 로봇의 구동 속도를 감소시킨다. 몇몇

실시예에서, 최대 속도는 약 200mm/s 내지 약 400mm/s이다.

- [0011] 개시된 태양의 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 청소 조립체는 실질적으로 새시의 전방 에지 근처에 회전 가능하게 장착되는 제1 롤러 브러시를 포함한다. 청소 조립체는 제1 롤러 브러시에 대해 실질적으로 평행하게 그리고 후방에 장착되는 제2 롤러 브러시를 포함할 수 있고, 제1 롤러 브러시와 제2 롤러 브러시는 반대 방향으로 회전한다. 통은 제1 및 제2 롤러 브러시 후방에 그리고 구동 시스템의 전방에 배치된다. 각각의 롤러 브러시는 본체의 측방향 연장부 너머로 연장되는 롤러 브러시의 각각의 단부로부터 연장되는 우측 및 좌측 단부 브러시를 포함하고, 각각의 단부 브러시는 롤러 브러시에 의해 형성되는 종방향 축으로부터 0도 내지 약 90도의 각도(Φ)로 연장된다. 다른 실시예에서, 청소 조립체는 실질적으로 새시의 전방 에지 근처에 회전 가능하게 장착되는 전방 롤러 브러시 및 실질적으로 새시의 좌우 측면 에지 근처의 전방 브러시에 대해 직각으로 회전 가능하게 장착되는 좌우 측면 롤러 브러시를 포함한다. 통은 전방 롤러 브러시의 후방에 그리고 실질적으로 좌우 측면 롤러 브러시 사이에 그리고 구동 시스템의 전방에 배치된다.
- [0012] 다른 태양에서, 자율 커버리지 로봇은 전방부 및 후방부를 가진 새시와 새시의 후방부에 의해 지지되는 구동 시스템을 포함한다. 전방부는 실질적으로 장방형인 형상을 가지며, 후방부는 원호형 형상을 갖는다. 구동 시스템은 청소 표면 위로 로봇을 기동시키도록 구성되고, 대응하는 우측 및 좌측 모터에 의해 차동적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함한다. 로봇은 구동 시스템과 통신하는 제어기를 포함한다. 제어기는 로봇을 제자리에서 피봇하게 기동시키도록 구성된다. 로봇은 새시의 전방부 상에 장착되는 청소 조립체를 포함하고, 실질적으로 새시의 전방 에지 근처에 회전 가능하게 장착되는 제1 롤러 브러시와 실질적으로 제1 롤러 브러시에 대해 평행하게 그리고 후방에 회전 가능하게 배치되는 제2 롤러 브러시를 포함한다. 제1 롤러 브러시와 제2 롤러 브러시는 반대 방향으로 회전한다. 청소 조립체의 후방에는 통이 배치되고, 이것은 청소 조립체에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 구성된다. 새시의 하부에 통 덮개가 피봇 가능하게 부착되고, 이것은 통에 의해 형성되는 개구의 폐쇄를 제공하는 제1 폐쇄 위치와 통의 개구로의 통로를 제공하는 제2 개방 위치 사이에서 회전하도록 구성된다. 로봇은 제1 위치와 제2 위치 사이에서의 통의 움직임을 제어하도록 구성되는 통 덮개 해제부를 포함한다. 새시에는 핸들이 배치된다. 통 덮개 해제부는 실질적으로 핸들 근처로부터 작동 가능하다. 본체가 새시에 유연성 있게 부착되며, 이것은 실질적으로 새시를 덮는다. 본체는 핸들과 새시에 대해 이동 가능하다. 로봇은 제어기와 통신하고 여러 방향으로의 이동을 검출하도록 구성되는 충돌 센서를 포함한다. 본체와의 접촉은 검출을 위해 충돌 센서로 전달된다. 제어기는 충돌 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 로봇의 구동 방향을 변경하도록 구성된다.
- [0013] 개시된 태양의 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 충돌 센서는 센서 베이스, 센서 베이스에 인접하여 위치하고 본체에 연결되는 센서 슈라우드, 센서 슈라우드에 의해 수납되는 방출기 및 센서 베이스에 의해 지지되는 적어도 3개의 검출기를 포함한다. 방출기는 센서 베이스 상에 신호를 방출하고 검출기는 방출된 신호를 검출한다. 센서 슈라우드의 이동은 검출기 위로의 방출신호의 이동을 유발한다.
- [0014] 몇몇 실시예에서, 로봇은 본체의 이동을 두 방향으로 제한하도록 구성되는 범퍼 안내부를 포함한다. 범퍼 안내부는 본체에 의해 형성되고 새시 상에 배치되는 안내 핀을 수용하도록 구성되는 2개의 직교하는 홈들을 포함할 수 있다.
- [0015] 로봇은 통 덮개 상에 배치되는 아이들러(idler) 바퀴를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 새시의 후방부는 실질적으로 반원형인 형상을 가지며, 아이들러 바퀴는 구동 바퀴의 전방에 있는 실질적으로 반원형인 후방부의 반경의 적어도 1/3 위치에 있다.
- [0016] 구체적인 예에서, 구동 바퀴는 청소 조립체의 후방부로 9cm 내에 배치된다. 로봇은 새시의 후방부에서 실질적으로 우측 및 좌측 바퀴 사이에 배치되는 전력원을 포함할 수 있다. 전력원은 통에 인접하여 그 후방에 배치된다. 청소 조립체는 제1 및 제2 롤러 브러시를 구동하도록 구성되는 브러시 모터를 더 포함한다. 몇몇 예에서, 브러시 모터는 실질적으로 새시의 전방 에지 근처에 배치된다. 제1 롤러 브러시는 실질적으로 새시의 전방 에지 근처에 배치될 수 있다.
- [0017] 개시된 실시예들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 우측 및 좌측 구동 바퀴는 새시의 후방부에 회전 가능하게 장착되고, 구동 시스템은 로봇을 제자리에서 피봇하게 기동시킬 수 있다. 바람직하게는, 새시의 후방부는 원호 형상을 갖지만, 장방형 또는 다각형과 같은 다른 형상도 가능하다. 몇몇 실시예에서, 새시의 후방부는 실질적으로 반원형 형상이며, 우측 및 좌측 구동 바퀴의 축은 새시의 후방부에 의해 형성되는 중심 축 상에 또는 그 후방에 배치된다. 몇몇 실시예에서, 새시와 본체는 합하여 23cm 미만의 길

이와 19cm 미만의 폭을 갖는다.

- [0018] 몇몇 실시예에서, 로봇은 로봇의 주 측면에 의해 지지되는 적어도 하나의 근접 센서를 포함한다. 적어도 하나의 근접 센서는 실질적으로 본체 근처에 있는 장애물에 응답한다. 제어기는 적어도 하나의 근접 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 구동 방향을 변경한다.
- [0019] 몇몇 실시예에서, 로봇은 본체의 전방부에 의해 지지되고 실질적으로 본체의 전방부 근처에 배치되는 적어도 하나의 클리프 센서를 포함한다. 적어도 하나의 클리프 센서는 로봇의 전방에 있는 잠재적인 클리프에 응답한다. 구동 시스템은 잠재적인 클리프를 나타내는 클리프 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 구동 방향을 변경한다. 몇몇 예에서, 로봇의 전방부의 우측 및 좌측 코너에 우측 및 좌측 클리프 센서가 배치된다. 이것은 구동 바퀴가 클리프 에지에 근접하는 것을 방지하기 위해 전방 코너 중 어느 하나가 클리프 에지 주위를 선회하였을 때를 로봇이 검출할 수 있게 한다. 몇몇 실시예에서, 로봇은 본체의 후방부에 의해 지지되고 실질적으로 본체의 후방 에지 근처에 배치되는 적어도 하나의 클리프 센서를 포함한다. 적어도 하나의 클리프 센서는 로봇의 후방에 있는 잠재적인 클리프에 응답한다. 구동 시스템은 잠재적인 클리프를 나타내는 클리프 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 구동 방향을 변경한다. 몇몇 예에서, 우측 및 좌측 구동 바퀴의 바로 뒤에 우측 및 좌측 후방 클리프 센서가 배치된다. 이것은 구동 바퀴가 로봇의 후방 중심부 앞의 클리프 에지를 만나는, 소정 각도 또는 원호 형태의 후진 구동시에 로봇이 클리프 에지를 검출하는 것을 가능하게 한다.
- [0020] 몇몇 실시예에서, 로봇은 통 덮개 상에 배치되는 아이들러 바퀴를 포함한다. 바람직하게는, 새시의 후방부는 실질적으로 반원형 형상을 가지며, 이것은 로봇이 새시의 후방부의 어느 부분도 검출된 장애물에 걸리지 않고 제자리에서 회전하는 것을 가능하게 한다. 아이들러 바퀴는 구동 바퀴의 전방에 있는 실질적으로 반원형 후방부의 반경의 적어도 1/3 위치에 있다. 몇몇 예에서, 아이들러 바퀴는 아이들러 바퀴 내에 또는 그 위에 배치되는 자석 및 아이들러 바퀴가 회전할 때 자석을 검출하기 위해 바퀴에 인접하여 배치되는 자석 검출기를 포함하는 정지상태 검출기이다.
- [0021] 상술한 실시예들 중 임의의 것과 조합 가능한 더 포괄적인 다른 태양에서, 자율 커버리지 로봇은 새시 및 새시에 의해 지지되는 구동 시스템을 포함한다. 구동 시스템은 청소 표면 위로 로봇을 기동시키도록 구성된다. 몇몇 예에서, 구동 시스템은 차등적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴를 포함하지만, 스킵드 스티어 트랙(skid steer track)과 같은 로봇을 구동하는 다른 수단도 적용 가능하다. 몇몇 예에서, 새시는 전방부 및 후방부를 포함하고, 전방부는 실질적으로 장방형 형상을 갖는다. 선택적으로, 후방부는 원호 형상을 가질 수 있다.
- [0022] 몇몇 실시예에서, 로봇은 새시의 전방부 상에(예를 들어, 실질적으로 새시의 전방 에지 근처) 장착되는 청소 조립체를 포함한다. 청소 조립체에 인접하여 통이 배치되며, 이것은 청소 조립체에 의해 휘어지진 부스르기들을 수용하도록 구성된다. 몇몇 예에서, 로봇에 통 덮개가 피봇 가능하게 부착되고, 이것은 통에 의해 형성되는 개구의 폐쇄를 제공하는 제1 폐쇄 위치와 통의 개구로의 통로를 제공하는 제2 개방 위치 사이에서 회전하도록 구성된다. 다른 예에서, 통 덮개는 로봇에 활주 가능하게 부착되고, 제1 폐쇄 위치와 제2 개방 위치 사이를 활주한다.
- [0023] 몇몇 실시예에서, 본체가 새시에 부착된다. 본체는 새시의 프로파일에 일치할 수 있다. 몇몇 예에서, 본체는 새시에 유연성 있게 또는 이동 가능하게 부착된다. 로봇은 로봇을 운반하기 위한 핸들을 포함할 수 있다. 핸들은 본체 상에 또는 새시 상에 배치될 수 있다. 핸들이 새시 상에 배치되면, 본체는 핸들 및/또는 새시에 대해 이동하는 것이 허용된다. 로봇은 제1 위치와 제2 위치 사이에서의 통 덮개의 움직임을 제어하도록 구성되는 통 덮개 해제부를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 통 덮개 해제부는 실질적으로 핸들 근처로부터 작동 가능하다. 그러나, 통 덮개 해제부는 실질적으로 통 덮개 근처로부터 또는 통 덮개 상에서 작동 가능하다.
- [0024] 몇몇 실시예에서, 로봇은 여러 방향으로의 이동을 검출하도록 구성될 수 있는 충돌 센서를 포함한다. 몇몇 예에서, 본체와의 접촉은 검출을 위해 충돌 센서로 전달된다. 로봇은 충돌 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 로봇의 구동 방향을 변경하도록 구성되는 제어기를 포함할 수 있다. 몇몇 예에서, 로봇은 제어기와 통신하는 가속도계를 포함하며, 제어기는 가속도계로부터 수신된 신호에 응답하여 구동 시스템을 제어한다.
- [0025] 개시된 하나 이상이 실시예의 상세는 첨부된 도면 및 이하의 설명에 나타나 있다. 다른 특징, 목적 및 이점은 상세한 설명, 도면 및 청구범위로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 소형 자율 커버리지 로봇의 상부 사시도이다.

- 도 2는 도 1에 도시된 로봇의 하부 사시도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 로봇의 평면도이다.
- 도 4는 도 1에 도시된 로봇의 저면도이다.
- 도 5는 도 1에 도시된 상부의 분해도이다.
- 도 6은 도 1에 도시된 로봇의 정면도이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 로봇의 배면도이다.
- 도 8은 통 덮개가 개방 위치에 있는, 도 1에 도시된 로봇의 좌측면도이다.
- 도 9는 도 1에 도시된 로봇의 우측면도이다.
- 도 10은 소형 자율 커버리지 로봇의 상부 사시도이다.
- 도 11a는 정지상태 검출기의 측면도이다.
- 도 11b는 소형 자율 커버리지 로봇의 평면 개략도이다.
- 도 11c는 소형 자율 커버리지 로봇의 측면 개략도이다.
- 도 12a는 벽을 따르며 문지르는 소형 자율 커버리지 로봇의 평면도이다.
- 도 12b는 벽에 충돌하는 소형 자율 커버리지 로봇의 평면도이다.
- 도 13a는 범퍼 안내부를 가진 소형 자율 커버리지 로봇의 평면 개략도이다.
- 도 13b는 충돌 센서의 측면 단면도이다.
- 도 13c는 범퍼 안내부를 가진 충돌 센서 시스템의 평면 개략도이다.
- 도 13d는 충돌 센서 시스템의 사시도이다.
- 도 14는 도 3에 도시된 소형 세척 로봇의 도면의 윤곽을 음영으로 나타내는 다이어그램이다.
- 도 15는 전방향 센서의 분해 사시도이다.
- 도 16은 도 15에 도시된 전방향 센서의 측면도이다.
- 도 17은 소형 자율 커버리지 로봇의 상부 사시도이다.
- 도 18은 도 17에 도시된 로봇의 하부 사시도이다.
- 도 19는 도 17에 도시된 로봇의 평면도이다.
- 도 20은 도 17에 도시된 로봇의 저면도이다.
- 도 21은 도 17에 도시된 상부 분해도이다.
- 도 22는 도 17에 도시된 로봇의 정면도이다.
- 도 23은 도 17에 도시된 로봇의 배면도이다.
- 도 24는 통 덮개가 개방 위치에 있는, 도 17에 도시된 로봇의 좌측면도이다.
- 도 25는 도 17에 도시된 로봇의 우측면도이다.
- 도 26은 벽 에지를 따라 횡단하는 장방형 형태를 가진 소형 청소 로봇의 사시도이다.
- 도 27은 벽 코너와 동일면에 오도록 항행하는 소형 청소 로봇의 평면도이다.
- 도 28은 둥근 로봇이 횡단할 수 없는 갭을 도시하는, 벽 코너와 동일면에 오도록 항행하는 둥근 로봇의 평면도이다.
- 도 29 내지 도 32는 자율 커버리지 로봇을 위한 제어 회로의 개략도를 총계적으로 도시한다.
- 도 33은 자율 커버리지 로봇의 거동 시스템을 위한 소프트웨어 구조의 개략도이다.

여러 도면에서 유사한 도면부호는 유사한 요소를 지시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 자율 커버리지 로봇(100)은 전방부(210) 및 후방부(220)를 가진 새시(200)를 포함한다. 새시(200)의 전방부(210)는 실질적으로 장방형인 형상을 갖는다. 도시된 예에서, 새시(200)의 후방부(220)는 원호 형상을 갖지만[예를 들어, 도시된 예에서 후방부(220)는 둥글다], 후방부(220)는 장방형 형상, 삼각형 형상, 날카로운 형상 또는 파동 형상과 같은 기타 형상을 가질 수 있으며, 이것에 한정되지 않는다.
- [0028] 도 1 및 도 5를 참조하면, 로봇(100)은 실질적으로 새시(200)의 윤곽을 따르도록 구성되는 본체(300)를 포함한다. 본체(300)는 새시(200) 위로 이동할 수 있도록 (예를 들어, 스프링 또는 탄성 요소에 의해) 새시(200)에 유연성 있게 연결될 수 있다. 몇몇 예에서, 핸들(330)이 본체(300)의 상부에 배치되거나 본체(300)의 상부에 의해 형성될 수 있다. 다른 예에서, 핸들(330)은 새시(200)의 상부(205)에 고정되는 장착 부재(332)에 고정되거나 또는 그것으로부터 연장된다. 장착 부재(332)는 제거 가능할 수 있고, 상이한 구성을 갖거나 또는 다른 구성요소[예를 들어, 상이한 핸들(330) 및/또는 센서]를 지지하는 다른 장착 부재(332)로 교체될 수 있다. 본체(300)는 장착 부재(332) 및 새시(200)에 대해 이동한다. 도시된 예에서, 본체(300)는 장착 부재(332) 아래에 떠있다. 장착 부재(332)는 원형이며, [예를 들어 본체(300)의 하부(303)를 따라] 본체와 접촉하는 것으로 인해 본체 이동에 대해 360도의 변위 제한(예를 들어 2mm 내지 4mm의 범위 이동)을 제공하기 위해, 본체(300)의 상부(305)에 의해 형성되는 각각의 개구로부터 오프셋되도록 크기가 결정될 수 있다(도 8 참조). 로봇(100)[새시(200) 및 본체(300)를 포함함]은 길이가 23cm 미만이고 폭이 19cm 미만인 점유 면적을 갖는다.
- [0029] 도 4 및 도 5를 참조하면, 로봇(100)은 새시(200)에 의해 운반되고 청소 표면 위로 로봇(100)을 기동시키도록 구성되는 구동 시스템(400)을 포함한다. 도시된 예에서, 구동 시스템(400)은 우측 및 좌측 구동 모터(412, 422)에 의해 각각 차동적으로 구동되는 우측 및 좌측 구동 바퀴(410, 420)를 포함한다. 구동 모터(412, 422)는 도시된 예에서 로봇(100)의 점유 면적을 작게 유지하는 것에 일조하도록 각자의 구동 바퀴(410, 420) 위에 장착된다. 그러나, 다른 실시예들은 각자의 구동 바퀴(410, 420)에 인접하여(예를 들어, 동축으로) 장착되는 구동 모터(412, 422)를 갖는다. 몇몇 예에서, 로봇은 구동 바퀴(410, 420)와 각자의 구동 모터(412, 422) 사이에 결합되는 기어 박스(414, 424)를 포함한다. 기어 박스(414, 424)와 구동 모터(412, 422)는 약 200mm/s 내지 약 400mm/s(바람직하게는 306mm/s)의 최대 속도와 약 500mm/s²의 최대 가속도로 로봇을 추진하도록 구성된다. 몇몇 실시예에서, 구동 바퀴(410, 420)의 중심 차축(axle)은 후술되는 청소 조립체(500)의 후방으로 9cm(바람직하게는 8cm) 내에 배치된다. 로봇(100)은 구동 시스템(400)과 통신하는 제어기(450)를 포함한다. 제어기(450)는 로봇(100)을 제자리에서 피벗하게 기동시키도록 구성된다.
- [0030] 로봇의 직경부 상에 배치되는 구동 바퀴를 가진 통상적인 원통형 로봇의 이점은 장애물의 존재 시에 회전이 방해받지 않는다는 것이다. 이것은 로봇의 전방에 물체가 검출되지 않을 때까지 제자리에서의 간단하고 효과적인 탈출 전략-회전을 가능하게 한다. 로봇이 비원통형이거나 또는 바퀴의 회전축이 로봇의 직경부 상에 있지 않으면, 로봇이 물체와 접촉하면서 회전할 때 로봇에 가해지는 법선 및 접선 방향 힘이 변한다. 그러한 비통상적 로봇이 임의적인 충격을 벗어날 수 있는 것을 보장하기 위해, 환경에 의해 로봇에 가해지는 힘 및 토크는 로봇 동작을 멈추기 위해 로봇이 발생시키는 힘 및 토크와 결합될 수 없다. 실제로 있어서, 이것은 로봇 형상이 (셀 순응 거리 내에서) 일정한 폭을 가져야 하고, 로봇의 바퀴가 측방향 동작이 가능해야 한다는 것을 의미한다. 그리하여 특정 형상은 최대 측방향 바퀴 힘 및 최대 허용 환경 마찰 계수에 있어서 상이한 요건을 갖는다. 그러나, 몇몇 예에 개시된 로봇(100)은 코너 안까지 안전하게 청소하는 것이 가능하도록 장방형 전방부(210)를 갖는다.
- [0031] 도 4에 도시된 예를 다시 참조하면, 새시(200)의 후방부(220)의 실질적으로 반원형인 프로파일을 형성하는 프로파일 원(221)이 새시(200)의 전방부(210) 내로 연장되며, 이것은 중심축(223)을 갖는다. 구동 바퀴(410, 420)는 프로파일 원(221)의 중심축(223) 상에 또는 실질적으로 그 근처에 위치한다. 도시된 예에서, 구동 바퀴(410, 420)는 프로파일 원(221)의 중심축(223)의 약간 후방에 위치한다. 구동 바퀴(410, 420)를 프로파일 원(221)의 중심축(223) 상에 또는 그 후방에 위치시킴으로써, 로봇(100)은 새시(200)의 후방부(220)가 장애물에 걸리는 일 없이 제자리에서 회전할 수 있다.
- [0032] 도 2, 도 4 및 도 5 내지 도 9를 참조하면, 로봇(100)은 실질적으로 새시(200)의 전방 예지(202) 근처에 있는 새시(200)의 전방부(210) 상에 장착되는 청소 조립체(500)를 포함한다. 도시된 예에서, 청소 조립체(500)는 서로에 대해 실질적으로 평행하게 그리고 회전 가능하게 장착되는 제1 및 제2 롤러 브러시(510, 520)를 포함한다.

롤러 브러시(510, 520)는 기어 박스(532)에 의해 롤러 브러시(510, 520)의 중간부에 결합되는 청소 모터(300)에 의해 구동된다. 새시(200)의 전방부(210)로 청소 조립체(500)를 제한하고 소형 로봇이 비교적 작은 점유 면적을 갖도록 유지하는데 일조하기 위해 청소 모터(530)는 롤러 브러시(510, 520) 위에 위치한다. 각각의 롤러 브러시(510, 520)는 롤러 브러시(510, 520)의 각각의 종방향 단부(512, 514, 522, 524)에 배치되는 단부 브러시(540)를 포함할 수 있다. 각각의 단부 브러시(540)는 롤러 브러시(510, 520)에 의해 형성되는 종방향 축(513, 523)과 0도 내지 약 90도(바람직하게는 45도)인 각도(Φ)로 배치된다. 단부 브러시(540)는 (예를 들어, 벽을 청소하기 위해) 로봇(100)에 인접한 물체 상에 있거나 그 물체를 따라 존재하는 부스러기들을 휘젓도록 새시(200)와 본체(300) 너머로[예를 들어, 우측 및 좌측 예지(306, 308) 너머로] 연장된다. 청소 조립체(500)의 다른 실시예가 로봇(100)의 다른 실시예를 참조하여 이하에 설명될 것이다.

[0033] 도 1 내지 도 5, 도 8 및 도 10을 참조하면, 로봇(100)은 청소 조립체(500)에 인접하여 배치되고 청소 조립체(500)에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 구성되는 통 조립체(600)를 포함한다. 몇몇 예에서, 새시(200)는 부스러기 챔버 또는 통(610)을 형성한다(도 10 참조). 다른 예에서, 통(610)은 새시 아래에 배치되고 청소 조립체(500)에 의해 휘저어진 부스러기들을 수용하도록 위치된다. 도시된 예에서, 통(610)은 실질적으로 청소 조립체(500)와 구동 시스템(400) 사이에 위치한다. 구체적으로, 통(610)은 구동 바퀴(410, 420)의 전방에 그리고 롤러 브러시(510, 520)의 후방에 있다.

[0034] 바람직하게는, 부스러기 챔버/통(610)은 새시(200)에 의해 형성되고, 따라서 새시(200)와 일체로 형성된다. 대안적인 구성에서, 로봇(101)은 부스러기 챔버/통(610)의 역할을 하는 모듈형의 제거 가능한 카트리지 또는 백을 포함할 수 있고, 따라서 사용자는 카트리지 또는 백을 제거하고 비움으로써 부스러기를 제거할 수 있다. 카트리지 또는 백(610)은 새시(200)에 제거 가능하게 고정된다.

[0035] 통 덮개(620)가 새시(200)의 하부(203)에 피봇 가능하게 부착되고, 이것은 통(610)에 의해 형성되는 개구(612)의 폐쇄를 제공하는 제1 폐쇄 위치와 통 개구(610)로의 통로를 제공하는 제2 개방 위치 사이를 회전하도록 구성된다. 몇몇 예에서, 통 덮개(620)는 하나 이상의 힌지(622)에 의해 새시(200)에 해제 가능하게 연결된다. 통 조립체(600)는 제1 위치와 제2 위치 사이에서의 통 덮개(620)의 움직임을 제어하도록 구성되는 통 덮개 해제부(630)를 포함한다. 통 덮개 해제부(630)는 통 덮개(620)를 제1 폐쇄 위치에 잠그는 제1 잠금 위치와 통 덮개(620)가 제2 개방 위치로 이동하는 것을 허용하는 제2 결합해제 위치 사이를 이동하도록 구성된다(도 8 참조). 통 덮개 해제부(630)는 실질적으로 핸들(330) 근처로부터 또는 핸들(330)에서 작동 가능하고, 따라서 핸들(330)을 쥐고 있는 동안 통 덮개 해제부(630)의 작동을 허용한다. 이것은 사용자가 한 손으로 로봇(100)을 핸들(330)을 통해 집어들고, 로봇(100)을 쓰레기통(도시되지 않음) 위로 들어서, 핸들(330)을 쥔 손과 동일한 손으로 통 덮개 해제부(630)를 작동시켜 통 덮개(620)를 해제하고 통(610)의 내용물을 쓰레기통 속으로 비울 수 있게 한다. 몇몇 실시예에서, 통 덮개 해제부(630)는 내리누르거나(예를 들어, 버튼) 잡아올림으로써(예를 들어, 방아쇠) 끌어당기는 것이 가능한 스프링 편향식 랫치 또는 랫칭 버튼이다.

[0036] 로봇(100)은 구동 시스템(400) 및/또는 제어기(450)와 통신하고 새시(200)에 제거 가능하게 고정되는 전력원(160)(예를 들어, 배터리)을 포함한다. 도 2, 도 4, 도 5, 도 7 및 도 8에 도시된 예에서, 전력원(160)은 새시(200)의 후방부(220)에 의해 형성되는 전력 리셉터클(260)에 의해 수용된다. 몇몇 예에서, 전력원(160)은 실질적으로 제어기(450) 아래에 그리고 우측 및 좌측 구동 바퀴(410, 420) 사이에 배치되는 한편, 실질적으로 새시(200)의 중심에 또는 실질적으로 구동 바퀴(410, 420)에 의해 형성되는 제1 횡방향 축(415)과 자유 바퀴(722)[예를 들어, 정지상태 바퀴(722)]에 의해 형성되는 제2 횡방향 축(425) 사이에 로봇(100)의 무게 중심을 배치하기에 충분한 거리만큼 전방으로 연장된다. 전력원(160)의 중량이 후방으로 너무 멀리 위치되면, 청소 조립체(500) 위로 충분한 중량이 존재하지 않아, 새시(200)의 전방부(210)가 상방으로 기울어질 수 있다. 비교적 작은 점유 면적을 가진 소형 로봇(100)이기 때문에, 기능성을 유지하면서 로봇(100)의 작은 크기를 달성하기 위해서는 새시(200) 상의 또는 새시(200) 내의 구성요소들의 배치가 중요하다. 도 5 및 도 8을 참조하면, 부스러기 챔버/통(610)은 전력원(160)을 전방에 배치하는 것을 방해한다[예를 들어, 전력원(160)은 새시(200)의 후방부(210)에 위치되는 것으로 제한됨]. 그럼에도 불구하고, 전력원(160)은 구동 바퀴(410, 420)들 사이에 그리고 가능한 한 전방에 위치하여, 실질적으로 통(610)에 맞닿음으로써 구동 바퀴(410, 420)에 의해 형성되는 제1 횡방향 축(415)의 전방에 로봇의 무게 중심이 위치되게 한다. 무게 중심을 구동 바퀴(410, 420)의 전방에 배치함으로써, (예를 들어, 문턱을 넘어갈 때) 로봇(100)이 상방 및 후방으로 기울어질 가능성이 작다.

[0037] 도 1 내지 도 11을 참조하면, 로봇(100)은 제어기(450)와 통신하는 내비게이션 센서 시스템(700)을 포함하고, 이것은 로봇(100)이 주변/환경을 인식하고 주변/환경의 감지에 따라 명령된 방식 또는 거동으로 반응하는 것을 가능하게 한다. 거동 제어에 대한 설명은 본원에 참조로 포함되는 존스(Jones), 플룬(Flynn) 그리고 시거

(Sieger)의 "모바일 로봇(Mobile Robots)"(Inspiration to Implementation second edition, 1999, A K Peters, Ltd.)에 상세히 개시되어 있다. 내비게이션 센서 시스템(700)은 하나 이상의 클리프 센서(710), 정지 상태 검출기(720), 근접 센서(730), 적어도 하나의 충돌 센서(800) 및/또는 전방향(omni-directional) 수신기(900)를 포함한다. 내비게이션 센서 시스템(700)으로부터의 입력을 사용하여, 제어기(450)는 로봇(100)에 의해 수행될 명령을 생성한다. 그 결과, 로봇(100)은 자율적으로 표면을 청소할 수 있다.

[0038] 클리프 센서(710)는 로봇(100)이 일련의 계단을 마주치는 경우와 같은, 로봇(100)이 마루 또는 작업 표면의 에지와 마주치는 경우를 감지하는데 사용될 수 있다. 로봇(100)은 에지가 검출되면 이동 방향을 변경하는 것과 같은 동작을 취하게 하는 거동을 가질 수 있다. 도 2, 도 4, 도 5 및 도 10에 도시된 예에서, 로봇(100)의 본체(300)는 본체(300)의 주변부를 따라 4개의 클리프 센서(710)를 수납하고 있으며, 2개의 클리프 센서(710)는 (바람직하게는 전방 외측 코너 또는 측방향 에지 근처에서) 실질적으로 본체(300)의 전방부(310)의 전방 에지(302)를 따르고, 2개의 클리프 센서(710)는 (바람직하게는 후방 외측 코너 또는 측방향 에지 근처에서) 실질적으로 본체(300)의 후방부(320)의 후방 에지(304)를 따른다(도 4 참조). 각각의 클리프 센서(710)는 신호를 보내는 방출기(712) 및 반사된 신호를 검출하도록 구성되는 수신기(714)를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 클리프 센서(1074)가 장착 장치 내에 설치될 수 있고, 장착 장치는 센서를 안정화하고 보호하며, 센서를 장착 장치의 바닥에 설치된 윈도우를 향하도록 위치시킨다. 센서와 함께, 장착 장치 및 윈도우는 클리프 센서 유닛을 포함한다. 클리프 센서(710)의 신뢰성은 먼지의 축적을 감소시킴으로써 증가될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 정전기 방지 재료와 같이 먼지의 축적을 방지하는 재료로 구성된 경사진 몰딩 내에 장착되는 쉘드를 포함하는 장착 장치의 바닥에 윈도우가 설치될 수 있다. 쉘드 구성요소 및 몰딩은 서로 용접될 수 있다. 먼지 및 오물 축적의 감소를 더욱 촉진하기 위해, 쉘드는 경사면에 장착되어 먼지가 보다 용이하게 미끄러져 내리도록 할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 주 클리프 센서(710)가 고장나는 경우에 마루 에지를 검출하기 위해 보조 클리프 센서(710)가 기존의 클리프 센서(710) 뒤에 배치될 수 있다.

[0039] 일정한 폭의 형상을 갖는 로봇들은 각자의 형상의 중심 궤적(centroid locus)을 중심으로 제자리에서 회전할 수 있다. 일정한 폭을 가진 형상은 경계에 닿은 2개의 대향하는 평행선들 사이의 거리에 의해 측정된 폭이 이들 2개의 평행선들의 방향에 관계없이 동일한 볼록 평면 형상이다. 주어진 방향으로의 형상의 폭은 그 방향에 직각인 평행선들 사이의 직각 거리로서 정의된다. 뮐로(reuleaux) 삼각형은 (원 다음으로) 일정한 폭을 가진 형상의 가장 단순한 예이다. 그러나, 도시된 예에서, 로봇(100)은 새시(200)의 장방향 전방부(210)를 가지며, 따라서 일정한 폭을 가진 로봇이 아니며, 이는 특히 골(canyon)을 통과하는 상황과 같은 다양한 고착 위치로부터 빠져나가기 위해 로봇이 제자리에서 회전하는 것을 방해한다. 골을 통과하는 상황은 로봇(100)이 로봇(100)보다 약간 넓은 폭을 가진 (측벽을 가진) 좁은 복도 또는 (측면 클리프를 가진) 플랭크(plank)를 지나갈 때 발생한다. 로봇(100)이 복도 또는 플랭크의 끝에 도달하면, 로봇은 후진에 의해서만 복도 또는 플랭크를 빠져나갈 수 있다. 로봇(100)이 제자리에서 회전(예를 들어 180도)을 시도하면, 로봇의 코너 중 하나는 벽에 부딪히거나 클리프로부터 물러설 것이다. 클리프의 경우에, 실질적으로 본체(300)의 후방 에지(304)를 따라 또는 새시(200)의 후방 에지(204)를 따라 클리프 센서(710)를 배치하면 로봇(100)이 클리프로부터 물러서지 않고 지능적으로 후진하는 것이 가능하다. 마찬가지로, 이하에 설명되는 충돌 센서(800)는 후방 충돌을 검출하여, 로봇(100)이 좁은 복도를 빠져나올 수 있게 한다.

[0040] 도 2, 도 4, 도 5 및 도 11a를 참조하면, 정지상태 검출기(720)는 로봇(100)이 이동할 때 또는 정지해 있을 때를 나타낸다. 도시된 예에서, 정지상태 검출기(720)는 바퀴(722)에 매설되거나 또는 그 위에 배치되는 자석(724)을 가진 정지상태 바퀴(722)를 포함한다. 자기 수신기(726)(예를 들어, 인덕터)가 자석(724)의 통과를 검출하기 위해 바퀴(722)에 인접하여 위치한다. 자기 수신기(726)는 자석(724)이 자기 수신기(726)를 통과하는 때를 나타내는 출력 신호를 제어기(450)에 제공한다. 제어기(450)는 자기 수신기(726)의 출력 신호 및 정지상태 바퀴(722)의 원주에 기초하여 로봇(100)이 얼마나 빨리 그리고 얼마나 멀리 이동하는지를 판단하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 정지상태 검출기(720)는 적어도 2개의 상이한 반사 특성(예를 들어 흰색 및 검정색)을 가진 원주 표면을 가진 정지상태 바퀴(722)를 포함한다. 정지상태 방출기 및 수신기의 쌍(예를 들어, 적외선)이 정지상태 바퀴(722)에 인접하여 배치된다. 정지상태 방출기는 정지상태 바퀴(722)의 원주 표면 상에 신호를 방출하도록 구성되고, 정지상태 수신기는 정지상태 바퀴(722)의 원주 표면으로부터 반사되는 신호를 검출 또는 수신하도록 구성된다. 정지상태 검출기(720)는 로봇(100)이 이동하는지 여부 또는 이동 속도까지도 판단하기 위해 반사 상태와 비반사 상태 사이의 변화를 감지한다.

[0041] 역시 로봇(100)의 소형성과 구성요소들의 촘촘한 배치로 인해, 정지상태 바퀴(722)는 안정적인 지면 접촉을 위한 제3 바퀴의 역할을 한다. 정지상태 바퀴(722)가 청소 조립체(500)의 전방에 배치된다면, 그것은 지향성 바

퀴가 아니라, 로봇(100)이 회전할 때 원호를 그리며 견인되는 다리(caster) 바퀴여야 한다. 그러나, 코너를 완전히 청소하기 위해 새시(200)의 장방형 전방부(210)를 필요로 하는 것은 청소 조립체(500)의 전방에 정지상태 바퀴(722)를 배치하는 것(예를 들어, 이것은 장방형이 아닌 다른 형상을 갖게 한다)을 방해한다. 청소 및 브러시 회전에 적절한 높이까지 새시(200)의 전방부(210)를 들어올리기 위해 구동 바퀴(410, 420)의 전방에 바퀴가 필요하다.

[0042] 도 4를 다시 참조하면, 정지상태 바퀴(722)는 통 덮개(620)에서 청소 조립체(500)의 바로 후방에 그리고 구동 시스템(400) 및 전력원(160)의 전방에 배치된다. 정지상태/아이들러 바퀴(722)는 구동 바퀴(410, 420)의 전방, 프로파일 원(221)의 중심축(223)의 전방에 그리고 프로파일 원(221) 내에 위치한다. 이와 같이 정지상태 바퀴(722)를 위치시키면 로봇(100)이 실질적으로 정지상태 바퀴(722)를 구름 방향으로 견인하는 일 없이 제자리에서 회전하는 것이 가능하고, 또한 새시(200)의 전방부(210)에 지지 및 안정성을 제공하는 것이 가능하다. 바람직하게는, 정지상태 바퀴(722)는 중심축(223)의 반경의 적어도 1/3 위치에 있다. 정지상태 바퀴(722) 및 전력원(160)을 전방에 위치시키는 것은 청소 조립체(500)에 의해 방해받는다. 따라서, 청소 조립체(500)의 크기를 줄이면 정지상태 바퀴(722) 및 전력원(160)을 더욱 전방에 배치할 수 있거나 또는 로봇(100)의 전체 길이를 감소시키는 것이 가능하다.

[0043] 도 11b 및 도 11c에 도시된 예는 작은 구조와 이동의 안정성을 달성하기 위한 로봇(100) 내의 구성요소들의 배치를 도시한다. 여기서, LD는 편평한 클리프 검출기(710A, 710B)의 두께이고, CH는 청소 헤드(500)의 전후방향 길이이고, WB는 축거, RD는 경사 클리프 검출기(710C, 710D)의 전후방향 길이이고, WT는 바퀴 트랙이고, CR은 원의 반경(> 1/2 바퀴 트랙)이며, 묘비 모양의 로봇(100)은 ① LD+CH+WB+CR보다 크고, ② 1.4CR 이하인 길이를 가지며, ③ 여기서 $RD < 1/2 CR$, $WB > 1/3 CR$ 이고 CG는 WB 내에 있다. 위의 관계를 만족시키기 위한 구성요소들의 배치는 구동 바퀴(410, 420)의 전방에 그리고 원의 반경 CR 내에 무게 중심(105)을 배치하는 것이다. 도면은 또한 무게 중심(165)을 갖는 전력원(160) 및 무게 중심(517)을 갖는 브러시 모터(515)를 포함하는 가장 무거운 구성요소들 중 두 개의 배치를 또한 도시한다. 브러시 모터(515)는 전력원(160)의 무게를 상쇄하기 위해 그 무게 중심(517)이 가능한 한 전방에 배치되도록 가능한 한 전방에 위치한다. 유사하게, 전력원(160)은 그 무게 중심(165)이 가능한 한 전방에 배치되도록 가능한 한 전방에 위치한다. 그러나, 전력원(160)을 전방에 배치하는 것은 일반적으로 청소 조립체(500) 및 통(610)에 의해 방해받는다.

[0044] 도 1, 도 5 및 도 9를 참조하면, 근접 센서(730)는 장애물이 로봇(100)에 접근 또는 근접하였을 때를 판단하는데 사용될 수 있다. 근접 센서(730)는 예를 들어 로봇(100)의 주어진 범위 내에 물체가 있을 때 신호를 제공하는 적외선 또는 초음파 센서일 수 있다. 도시된 예에서, 근접 센서(730)는 벽과 같은 물체가 측면에 근접하였을 때를 검출하기 위해 로봇(100)의 측면(예를 들어, 우측면) 상에 배치된다.

[0045] 바람직한 실시예에서, 도시된 바와 같이, 근접 센서(730)를 가진 로봇(100)의 측면이 로봇(100)의 주 측면이며, 이 경우에는 주 이동 방향(105)에 대해 우측이다. 몇몇 예에서, 벽 근접 센서(730)는 벽의 예상 위치에서 제한된 교차 체적이 발생하도록 시준된 방출기와 검출기의 쌍으로 이루어진 적외선 센서이다. 이 포거스 포인트는 로봇 전진 동작의 방향으로 구동 바퀴(410, 420)보다 대략 3인치(7.62cm) 앞에 있다. 벽의 반경방향 검출 범위는 약 0.75인치(1.905cm)이다. 근접 센서(730)는 벽 추종 거동을 실행하는데 사용될 수 있으며, 벽 추종 거동의 예는 전체 내용이 본원에 참조로 포함된 미국 특허 제6,809,490호에 설명되어 있다.

[0046] 몇몇 실시예에서, 근접 센서(730)는 실질적으로 평행하게 배치되는 방출기 및 검출기를 포함한다. 방출기는 검출기의 검출 필드에 대해 실질적으로 평행하게 투사되는 방출 필드를 갖는다. 근접 센서(730)는 검출된 물체(예를 들어, 벽)까지의 거리를 판단하는 제어기(450)에 신호를 제공한다. 근접 센서(730)는 정밀하게 검출하기 위해 그리고 제어기(450)가 물체의 거리를 판단할 수 있도록 하기 위해 캘리브레이팅될 필요가 있다. 근접 센서(730)를 인접 물체의 알베도(albedo)(예를 들어, 색상 또는 반사도)로 캘리브레이팅하기 위해, 로봇(100)은 그 주 측면 상에서 물체에 충돌하고 반사 특성을 기록한다. 적외선 방출기 및 검출기의 예에서, 제어기(450)는 벽으로 추정되는 물체와의 접촉 순간에 반사 강도를 기록한다. 본체(300)의 예지와 근접 센서(730) 사이의 공지된 캘리브레이션 거리에서의 기록된 반사 강도에 기초하여, 제어기(450)는 벽을 따라 주행하면서 벽까지의 거리를 판단할 수 있다. 제어기(450)는 벽으로부터 특정 거리에서 구동하도록 그리고 그에 따라서 벽을 따라가도록 구동 모터(412, 422)에 서보 제어를 실시할 수 있다. 로봇(100)은 주기적으로 벽을 향해 회전하여 벽에 측면 충돌하고 근접 센서(730)를 다시 캘리브레이팅할 수 있다. 근접 센서(730)가 벽의 부재를 감지하면, 로봇(100)은 벽을 재인식했을 때 근접 센서(730)를 다시 캘리브레이팅할지를 결정할 수 있다.

[0047] 로봇(100)은 근접 센서(730)를 사용하여 주 측면에서 능동적으로 벽을 따라갈 수 있다. 로봇(100)은 주 측면이

아닌 측면에서 [또는, 근접 센서(730)가 존재하지 않거나 능동형이 아닌 경우에는 주 측면에서] 수동적으로 벽을 따라갈 수 있다. 물체에 충돌한 후에[예를 들어, 충돌 센서(800)에 의해 감지됨], 로봇(100)은 물체가 벽이라고 가정하고 벽을 따라가도록 회전할 수 있다. 로봇(100)은 본체(300)의 전방 코너가 물체/벽에 걸리지 않도록 회전 전에 후퇴할 수 있고, 따라서 충돌 센서(800)를 전방으로 다시 작동개시할 수 있다. 회전 후에(예를 들어, 약 90도), 로봇(100)은 (예를 들어, 벽을 따라) 직선으로 주행하고, 벽을 따르며 문지르기 위해 벽을 향해 약간 회전한다. 로봇(100)은 이하에 설명되는 다방향 충돌 센서(800)를 통해 측면 충돌을 검출함으로써 벽을 따르며 문지르고 있음을 감지할 수 있다. 로봇(100)은 충돌 센서(800)가 특정 시간 동안 로봇(100)의 현재 벽 추종 측면 상에서 측면 충돌을 더 이상 검출하지 않을 때까지 계속 수동적으로 벽을 따라갈 수 있다.

[0048] 로봇(100)은 부분적으로 본체(300)의 편평한 측면 및 구동 바퀴(410, 420)의 후방 배치로 인해 수동적으로 벽을 따라갈 수 있다. 편평한 측면은 로봇(100)이 (예를 들어, 실질적으로 벽에 대해 평행하게) 벽을 따르며 문지르는 것을 가능하게 한다. 새시(200)의 후방부(220)에 구동 바퀴(410, 420)를 위치시키면 로봇(100)이 새시(200)의 전방부(210)를 벽을 향해 선회하는 것이 가능하다. 도 12a를 참조하면, 벽(30)과 접촉하면서 이동하는 로봇(100)은 두 가지 힘, 즉 벽에 대해 법선 방향의 힘(F_n) 및 벽에 대해 접선 방향의 힘(F_t)을 받는다. 이러한 힘은 로봇의 자연 회전 중심인, 바퀴들 사이의 중간 지점을 중심으로 대향 토크를 발생시킨다. 토크(τ)는 다음과 같다.

[0049]
$$\tau = rF(\cos\theta \sin\theta - \mu \sin^2\theta)$$

[0050] 여기서, μ 는 벽과 로봇 사이의 마찰 계수이다. μ 의 값이 주어지면, 토크가 균형을 이루는 임계 각도 θ_c 가 존재한다. $\theta < \theta_c$ 인 경우에, 방정식 우측의 제1 항이 더 크고, 로봇은 벽과 정렬하는 경향이 있다. $\theta > \theta_c$ 인 경우에, 제2 항이 더 크며, 로봇(100)은 벽을 향해 회전하는 경향이 있다.

[0051] 개시된 묘비석 모양의 로봇과 같은 특정 로봇의 기하학적 형상은 θ_c 에 유용한 값을 달성할 수 있다. 표준적인 원통형 기하학적 형상은 벽에 대한 로봇의 접근 각도에 관계없이 $\pi/2$ 인 θ_c 를 갖는다. 따라서, 수동적인 벽 추종은 이러한 구성으로는 달성될 수 없다. 성공적인 수동적 벽 추종을 위해서는, 로봇의 자연 회전축과 벽과의 접촉점 사이의 오프셋이 로봇 동작이 벽과 정렬될 때 가능한 한 전방에 있어야 한다. 또한, 수동 복원을 허용하는 최대 벽 단차 높이가 중요 고려사항이며, 이것은 로봇 형상에 영향을 받는다.

[0052] 몇몇 예에서, 로봇(100)은 반수동적으로 벽을 따라갈 수 있다. 로봇(100)은 측면 근접 센서(730)를 가진 주 측면에서 벽을 따라간다. 출동 센서(800) 또는 접근 센서(730)에 의해 벽으로 추정되는 물체를 검출한 후에, 로봇(100)은 회전하여 로봇(100)의 주 측면을 추정된 벽과 정렬시킨다. 그 후 로봇(100)은 벽을 따르며 문지르기 위해 벽을 향해 약간 회전한 채로 벽을 따라 주행하도록 진행한다. 로봇(100)은 충돌 센서(800) 또는 접근 센서(730)를 통해 벽과의 접촉을 감지함으로써 벽과의 접촉을 유지하고, 제어기(450)는 벽을 따라 주행하도록 서보 제어 또는 구동 모터(412, 422)를 실행한다.

[0053] 도 12b에 도시된 것과 같은 몇몇 예에서, 로봇(100)은 벽 추종을 돕기 위해 로봇(100)의 전방 코너들 중 한쪽 또는 양쪽에 배치되는 접촉 요소(180)(예를 들어, 베어링, 부상 또는 연성 접촉점)를 포함한다. 바람직하게는, 접촉 요소(180)는 적어도 로봇(100)의 주 측면의 전방 코너 상에 배치된다. 로봇(100)이 벽을 따라 이동함에 따라서, 로봇은 단순히 벽을 따르며 문지르는 대신에 접촉 요소(180)에 의해 벽과 접촉한다. 몇몇 실시예에서, 접촉 요소(180)는 수직 축을 따르고 그리고 본체(300) 너머로 연장되는 측면 브러시이다. 측면 브러시는 벽과 로봇 본체(300) 사이에 완충 공간을 유지한다.

[0054] 충돌 센서(800)는 로봇(100)이 물리적으로 물체와 만났을 때를 판단하는데 사용된다. 그러한 센서는 로봇(100)이 장애물과 만났을 때를 판단하기 위해 로봇(100) 내의 물리적 변위 또는 전기용량(capacitance)과 같은 물리적 성질을 사용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 충돌 센서(800)는 본체(300)의 주연부 둘레에 배치되는 수축 센서를 포함한다. 바람직한 실시예에서, 충돌 센서(800)는 새시(200) 위로의 본체(300)의 이동을 검출하도록 구성된다. 도 5, 도 10 및 도 13a 내지 도 13d를 참조하면, 로봇(100)의 본체(300)는 범퍼로서 기능하며, 하나 이상의 탄성 요소(309)(예를 들어, 스프링, 가요성 핀, 엘라스토머 패그 등)에 의해 새시(200)에 유연성 있게 결합된다(도 5 참조). 탄성 요소(309)는 범퍼 스타일의 본체(300)가 적어도 두 방향(바람직하게는 세 방향)으로 이동하는 것을 가능하게 한다. 몇몇 예에서, 충돌 센서(800)는 동일하게 이격되어 배치된 적어도 3개(바람직하게는 4개)의 검출기(820)(예를 들어, 광 검출기와 같은 광 또는 적외선 검출기)를 지지하는 충돌 센서 베이스(810)를 포함한다. 도시된 예에서, 충돌 센서 베이스(810)는 검출기(820)를 지지하는 인쇄 회로 기판이다.

인쇄 회로 기판-충돌 센서 베이스(810)는 제어기(450)와 통신하고 제어기(450)기를 지지할 수 있다. 충돌 센서(800)는 충돌 센서 베이스(810) 위에 위치하여 그것을 덮는 공동(832)을 형성하는 충돌 센서 슈라우드(830)를 포함한다. 충돌 센서 슈라우드(830)는 공동(832)의 벽(836)을 통해 충돌 센서 슈라우드(830)에 의해 형성되는 오리피스(834)를 통해 신호(842)(예를 들어, 광)를 방출하는 방출기(840)(예를 들어, 광 또는 적외선 방출기)를 수납한다. 오리피스(834)는 유도된 경로를 갖도록 신호(842)를 시준한다. 충돌 센서 슈라우드(830)가 충돌 센서 베이스(810) 위로 이동함에 따라, 신호(842)는 검출기(820) 위로 이동하고, 이것은 제어기(450)에 대응 신호(예를 들어, 신호 강도에 비례함)를 제공한다. 검출기 신호에 기초하여, 제어기(450)는 새시(200) 위로의 본체(300)의 이동 방향을 그리고 최적으로 이동 속도를 판단하도록 구성된다. 충돌 센서(800)는 충돌 센서 베이스(810) 위로의 충돌 센서 슈라우드(830)의 360도에 걸친 이동을 검출할 수 있다. 구동 시스템(400) 및/또는 제어기(450)는 검출기(820)로부터 수신되는 검출기 신호에 응답하여 로봇(100)의 구동 방향을 변경하도록 구성된다.

[0055] 도 13a 및 도 13c에 도시된 예에서, 충돌 센서(800)는 두 개의 이동 방향을 따라 본체(300)를 안내하는 범퍼 안내부(850)를 포함한다. 상술한 바와 같이, 본체(300)는 본체(300)가 병진 및 회전 모두에 의해 변위될 수 있게 하는 탄성 요소(309)에 의해 새시에 결합된다. 범퍼 안내부(850)는 [새시(200)에 대해] 이동하지 않는 새시(200) 상의 적어도 하나의 안내 핀(854)에 정합되는, [새시(300)에 대해] 범퍼(300)와 함께 이동하는 부재에 형성되는 "T"자형이거나, 십자형이거나 또는 직교하는 홈(852)들로서 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 범퍼 안내부(850)는 새시(200)의 일 부분에 형성되고, 안내 핀(854)은 범퍼 본체(300)에 고정된다. 범퍼(300)가 변위될 때, 범퍼 안내부(850)는 충돌을 있는 그대로 "병진(translate)"시키거나 또는 그렇지 않은 경우에 회전 성분을 감소시키거나 회전을 병진으로 안내하는 범퍼 안내부(850)의 암(arm)을 따르는 영역에서 범퍼(300)를 안내하여, 충돌 센서(800)의 검출을 개선하는 경향이 있다.

[0056] 도 5, 도 10 및 도 13d에 도시된 예에서, 충돌 센서(800)는 충돌 센서 슈라우드(830)와 범퍼 스타일의 본체(300) 사이에 범퍼 커넥터 암(850)을 포함한다. 범퍼 커넥터 암(850)은 본체(300)의 이동을 충돌 센서 슈라우드(830)에 전달한다. 충돌 센서 슈라우드(830)는 충돌 센서 베이스(710)에 고정될 수 있고, 충돌 센서 슈라우드(830)가 충돌 센서 베이스(810)에 대한 탄성 편향에 의해 이동할 수 있도록 탄성 재료로 이루어질 수 있다. 다른 예에서, 충돌 센서 슈라우드(830)는 충돌 센서 베이스(710) 위에 위치하고, 충돌 센서 베이스(810)에 대해 자유롭게 이동하는 것이 허용된다.

[0057] 로봇(100)은 전방 구동 방향을 가지며, 새시(200)의 전방부(202) 위로 본체(300)의 상부(305) 상에 전방향 수신기(900)를 지지한다. 도 1은 로봇(100)의 최상위 부분인, 로봇(100) 상의 전방향 수신기(900)의 예시적인 위치를 도시한다. 전방향 수신기(900)는 로봇(100)이 내비게이션 비콘(beacon)(도시되지 않음)에 근접하였을 때를 감지하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 전방향 수신기(900)는 방출의 강도를 나타내는 신호를 제어 시스템에 중계할 수 있고, 여기서 더 강한 신호는 내비게이션 비콘에 더 근접하였음을 나타낸다.

[0058] 도 14 내지 도 16은 전방향 수신기(900)의 사시도, 측면도 및 단면도를 도시한다. 전방향 수신기(900)는 하우징(910), 원추형 반사기(920) 및 방출신호 수신기(930)를 포함한다. 하우징(910)은 상부(912)와 내측 공동(916)을 갖는다. 상부(912)는 방출신호가 내측 공동(916) 안으로 전달되는 것을 허용한다. 원추형 반사기(920)는 하우징(910)의 상부(912)에 떨어지는 방출신호를 내측 공동(916) 안으로 반사하기 위해 공동(916)의 상부 표면에 배치된다. 방출신호 수신기(930)는 내측 공동(916) 내에서 원추형 반사기(920) 아래에 배치된다. 몇몇 실시예에서, 전방향 수신기(900)는 적외선(IR)의 전송을 수신하도록 구성된다. 그러한 경우에, 안내부(940)(예를 들어, 광 파이프)가 원추형 반사기(920)로부터 반사되는 방출신호를 안내하여 방출신호 수신기(930)로 보낼 수 있다.

[0059] 제어기(450)는 방위 설정 및 속도 설정에 따라 로봇(100)을 추진하도록 구성될 수 있다. 내비게이션 센서 시스템(700)으로부터 수신된 신호는 명령된 속도 또는 로봇(100)의 방위를 변경하는 것과 같이 제어 시스템에 의해 장애물에 대처하는 명령을 내리는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 근처에 있는 벽에 기인한 근접 센서(730)로부터의 신호는 제어 시스템이 감속을 명령하도록 할 수 있다. 다른 예로서, 장애물과의 마주침에 기인한 충돌 센서(800)로부터의 충돌 신호는 제어 시스템이 방위의 변경을 명령하도록 할 수 있다. 다른 예로서, 로봇(100)의 속도 설정은 접촉 센서에 응답하여 감소될 수 있고, 그리고/또는 로봇(100)의 방위 설정은 근접 센서(730)에 응답하여 변경될 수 있다.

[0060] 제어기(450)는 로봇(100)의 속도 설정을 조절하도록 구성되는 제1 독립 거동 루틴 및 로봇(100)의 방위 설정을 변경하도록 구성되는 제2 독립 거동 루틴을 포함할 수 있고, 제1 독립 거동 루틴과 제2 독립 거동 루틴은 동시

에 또는 서로 독립적으로 실행되도록 구성될 수 있다. 제1 독립 거동 루틴은 근접 센서(730)를 등록(register)하도록 구성될 수 있고, 제2 독립 거동 루틴은 충돌 센서(800)를 등록하도록 구성될 수 있다. 본원에 설명된 로봇(100)의 실시예들은 부분적으로만 거동에 기초한 또는 전혀 거동에 기초하지 않은 제어를 사용할 수 있지만, 거동에 기초한 제어는 로봇이 튼튼할 뿐만 아니라(즉, 멈추거나 고장나지 않음) 안전하도록 제어하는데 효과적이다.

[0061] 도 17 내지 도 25는 자율 커버리지 로봇(101)의 다른 실시예를 도시한다. 로봇(101)은 전방부(210) 및 후방부(220)를 가진 새시(chassis)(200)와 실질적으로 새시(200)의 윤곽을 따르도록 구성되는 전방부(301) 및 후방부(303)를 갖는 본체(body)(300)를 포함한다. 새시(200)의 전방부(210)는 실질적으로 장방형 형상을 가지며 후방부(220)는 타원 형상을 갖는다. 본체(300)의 전방부(301)는 새시(200)에 유연성 있게 연결될 수 있다. 핸들(handle)(330)이 본체(300)의 후방부(303)의 상부(305) 상에 배치되거나 또는 그것에 의해 형성된다.

[0062] 예시적인 구성에서, 로봇(101)의 형상 인자는 약 15cm의 직경과 약 7.5cm의 높이이며, 충전을 필요로 하기 전에 약 6시간 동안 청소하는 배터리 전력을 갖는다. 또한, 예를 들어, 로봇(101)은 약 45분 내에 하나의 평균 크기 방의 마루 또는 몇 개의 작은 구역을 효과적으로 청소할 수 있다.

[0063] 도 18, 도 20 및 도 21을 참조하면, 로봇(101)은 상술한 바와 같이 새시(200)에 의해 지지되는 구동 시스템(drive system)(400)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 구동 모터(driver motor)(412, 422)는 각각의 구동 바퀴(driver wheel)(410, 420)와 인접하여 그리고 일직선으로(예를 들어, 동축으로) 배치된다. 몇몇 예에서, 로봇은 구동 바퀴(driver wheel)(410, 420)와 그 각각의 구동 모터(driver motor)(412, 422) 상에 결합되는 기어 박스(gear box)(414, 424)를 포함한다. 로봇(101)은 구동 시스템(drive system)(400)과 통신하는 제어기(controller)(450)를 포함한다. 제어기(controller)(450)는 로봇(101)을 제자리에서 피벗하게 기동시키도록 구성된다.

[0064] 로봇(101)은 새시(chassis)(200)의 전방부(210) 상에 장착된 청소 조립체(cleaning assembly)(500)를 포함하고, 청소 조립체(cleaning assembly)(500)는 새시(chassis)(200)의 전방 예지(front sensor)(202)에 실질적으로 근접하여 그리고 실질적으로 평행하게 회전 가능하도록 장착되는 제1 전방 롤러 브러시(front roller brush)(510)를 포함한다. 청소 조립체(cleaning assembly)(500)는 실질적으로 본체(body)(300)의 우측 및 좌측 예지(right and left side sensor)(306, 308) 근처에서 전방 롤러 브러시(front roller brush)(510)에 직각으로 회전 가능하게 장착되는 제2 및 제3 측면 롤러 브러시(side roller brush)(550, 560)를 포함한다. 롤러 브러시(roller brush)(510, 550, 560)는 기어 박스(gear box)(532)에 의해 롤러 브러시(roller brush)(510, 550, 560)에 결합되는 청소 모터(cleaning motor)(530)에 의해 구동된다. 청소 모터(cleaning motor)(530)는 전방 롤러 브러시(front roller brush)(510)의 후방에 그리고 측면 롤러 브러시(side roller brush)(550, 560)들 사이에 위치한다.

[0065] 로봇(101)은 바람직한 실시예에서 한 종류의 청소 기구만을 포함한다. 예를 들어, 도 18에 도시된 로봇(101)은 전방 롤러 브러시(front roller brush)(510) 및 측면 롤러 브러시(side roller brush)(550, 560)를 위한 강모 브러시(stiff bristles)를 포함한다. 강모 브러시(stiff bristles)를 위한 예를 들어 아이로봇 코포레이션에 의해 판매되는 SCOOBA(등록상표) 로봇에서 볼 수 있는 브러시(brush) 롤러와 유사할 수 있거나 또는 예를 들어 ROOMBA(등록상표) 로봇에 사용되는 R2 또는 R3 브러시 타입과 유사할 수 있다. 일 실시예에서, 브러시는 브러시로부터 부스러기들을 제거하기 위해 사용자에게 의해 요구되는 유지관리 빈도를 최소화하기 위해 브러시 둘레를 단단히 감싸는 경향이 있는 긴 모발 또는 섬유들을 굽어모으지 않는다. 대안적으로, 로봇(101)은 특히 진공 및 강모 브러시와 같은 둘 이상의 다양한 청소 기구를 포함할 수 있다.

[0066] 몇몇 예에서, 전방 롤러 브러시(front roller brush)(510) 및 측면 롤러 브러시(side roller brush)(550, 560)는 작업 표면에 대해 평행한 수평 축을 중심으로 각각 회전함으로써, 수평 청소 조립체(cleaning assembly)(500)를 제공하지만, 커버리지 로봇(100)의 주 작업 폭은 수직 회전 브러시, 왕복 브러시, 순환 벨트 부재 및 기타 공지된 청소 실시예를 포함할 수 있고, 진공의 장소에는 브러시를 포함하지 않을 수 있다. 각각의 롤러 브러시(roller brush)(510, 520, 550, 560)는 종방향 회전축을 형성하는 원통형 본체를 가질 수 있다. 강모가 원통형 본체에 반경방향으로 부착되고, 몇몇 예에서, 가요성 플랩이 원통형 본체를 따라 종방향으로 부착된다. 롤러 브러시(roller brush)(510, 520, 550, 560)가 회전함에 따라서, 강모와 가요성 플랩은 작업 표면 상의 부스러기들을 이동시켜, 로봇(100)의 통(housing)(610)으로 유도한다. 진공 유닛을 포함하는 예에서, 브러시(brush)(510, 520, 550, 560)는 또한 청소 로봇(100) 아래의 흡입 경로를 향해 부스러기 또는 먼지를 유도할 수 있다. 습식 청소 로봇의 경우에, 브러시(brush)(510, 520, 550, 560)는 문지르기 기능을 가질 수 있으며, 진공 또는 다른 제여기가 문지르기 후에 사용 유체를 모을 수 있다.

[0067] 도시된 예에서, 브러시(brush)(510, 550, 560)와 같은 청소 조립체(cleaning assembly)(500)의 유효 구성요소들은 새시(chassis)(200)의 전방부(210)의 최전방 코너를 향해 배치된다. 그 결과, 도 27에 도시된 바와 같이, 새시(chassis)(200)의 장방형 전방부(210)가 덮을 수 있는 마루의 면적이 최대화되고, 덮이지 않는 마루의 부분은 최소화된다.

[0068] 2개 이상의 다양한 청소 기구들의 조합(예를 들어, 롤러 브러시와 진공; 또는 특히 2개 이상의 저장 챔버를 필요로 할 수 있는 습식 및 건식 청소 기구 등)이 아닌 청소 조립체(cleaning assembly)(500)와 같은 단일 청소 기구만을 포함함으로써

써, 로봇(101)은 다른 것들에 비해 더욱 소형으로 만들어질 수 있다.

- [0069] 도 18, 도 20, 도 21 및 도 24를 참조하면, 로봇(101)은 상술한 바와 같은 통 조립체(600)를 포함한다. 도시된 예에서, 새시(200)는 청소 조립체(500)와 구동 시스템(400) 사이에 위치하는 부스러기 챔버 또는 통(610)을 형성한다. 구체적인 예에서, 통(610)은 구동 바퀴(410, 420)의 전방에 그리고 전방 롤러 브러시(510)의 후방에 있다. 전방 롤러 브러시(510) 및 측면 롤러 브러시(550, 560)가 마루에 대해 회전함에 따라, 이들은 부스러기들을 휘저어, 흡입 슬롯 또는 롤러 브러시(510, 550, 560)로부터 부스러기 챔버(610)로 진행되는 임의의 적절한 개구를 통해 로봇(101) 내의 부스러기 챔버/통(610) 안으로 쓸어 넣는다.
- [0070] 도시된 예에서 통 덮개(620)는 하나 이상의 힌지(622)(예를 들어, 리빙 힌지, 페그 및 소켓 등)에 의해 새시(200)에 해제 가능하게 연결된다. 몇몇 실시예에서, 통 덮개 해제부(630)는 실질적으로 핸들(330) 근처로부터 또는 핸들(330)에서 작동 가능하여, 핸들(330)을 쥐고 있는 동안 통 덮개 해제부(630)의 작동을 가능하게 한다. 다른 실시예에서, 통 덮개 해제부(630)는 통 덮개(620) 근처에서 또는 통 덮개(620) 상에서 작동 가능하고, 따라서 사용자는 한 손으로 핸들(330)을 쥐고 다른 손으로 통 덮개 해제부(630)를 통해 통 덮개(620)를 개방한다(도 24 참조). 몇몇 실시예에서, 통 덮개 해제부(630)는 스프링 편향식 랫치이거나 또는 내리누르거나(예를 들어, 버튼) 상방으로 잡아올림으로써(예를 들어, 방아쇠) 끌어당길 수 있는 랫칭 버튼이다.
- [0071] 도시된 예에서, 로봇(101)은 본체(300)의 상부(305)에 배치되거나 또는 그것에 의해 형성되는 핸들(330)을 포함한다. 사용자는 핸들(330)을 쥐고 로봇(101)을 들어서 수동으로 운반할 수 있다. 또한, 로봇(101)은 핸들(330)에 근접한 하나 이상의 버튼(632)을 포함할 수 있다. 사용자의 손이 핸들(330)에 의해 로봇(101)을 잡고 있는 한 손으로 동안 버튼(632)을 작동시킬 수 있는 것이 바람직하다. 버튼(632)은 통 덮개(620)를 폐쇄 위치에 유지하고 통 덮개(620)를 해제하여 개방 위치로 이동시키는 것을 제어하도록 구성되는 통 덮개 해제부(630)를 작동시키도록 구성된다. 도 24에 도시된 예에서, 사용자가 버튼(632)을 작동시키면, 통 덮개 해제부(630)는 결합 해제되고 통 덮개(620)가 힌지(622)를 중심으로 선회하여 개방된다. 통 덮개(620)가 개방 위치에 있을 때, 부스러기 챔버/통(610)의 내용물은 중력의 작용으로 로봇(101) 밖으로 떨어질 수 있다. 로봇(101)은 부스러기 챔버(610) 내의 부스러기의 무게가 예를 들어 통 덮개(620)를 선회시키기에 충분하지 않은 경우에 통 덮개(620)가 개방되는 것을 보장하기 위한 스프링을 또한 포함할 수 있다.
- [0072] 로봇(101)은 구동 시스템(400) 및/또는 제어기(450)와 통신하고 새시(200)에 제거 가능하게 고정되는 전력원(160)(예를 들어, 배터리)을 포함한다. 도 20 및 도 21에 도시된 예에서, 전력원(160)은 새시(200)의 후방부(220)에 의해 형성되는 전원 리셉터클(260)에 의해 수용된다. 전원 리셉터클(260) 내의 전력원(160)을 유지하고 그리고/또는 덮기 위해 전원 덮개(262)가 새시(200)에 대해 해제 가능하게 고정된다. 도시된 예에서, 전력원(160)은 새시(200)의 후방부(220)에서 구동 바퀴(410, 420)의 후방에 위치한다. 이 위치에서, 전력원(160)의 중량은 청소 조립체(500)의 중량을 상쇄하여, 로봇(101)의 무게 중심을 실질적으로 새시(200)의 중심 부근에 위치시킨다.
- [0073] 로봇(101)의 작은 치수는 로봇(101)이 의자, 테이블, 소파 또는 다른 가사 물품과 같은 잠재적인 장애물 하에서 항행하고 이들 도달하기 어려운 영역에서의 마루 청소를 수행하는 것을 가능하게 한다. 또한, 로봇(101)은 바로 머리 위를 스캔하는 소나 레인지 파인더(sonar range finder) 또는 감광 다이오드와 같은, 상부 표면에 배치된 간극(clearance) 센서를 포함할 수 있다. 간극 센서가 예를 들어 2피트(60.96cm)의 역치 거리 내에 물체가 존재하는 것을 검출하면, 로봇(101)은 머리 위 공간에 아무것도 없을 때까지 계속 이동할 수 있다. 따라서, 로봇(101)은 예를 들어 가구 아래에서 "길을 잃어(lost)" 사용자의 시야에서 사라지는 것을 피할 수 있다.
- [0074] 구동 시스템(400)이 마루 위에서 로봇(101)을 추진할 때, 전방 롤러 브러시(510)는 구동 바퀴(410, 420)와 동일한 방향으로 회전하지만 부스러기들을 부스러기 챔버(610) 안으로 쓸어 넣기 위해 마루 위를 가로지르는 로봇(101)의 속도보다 빠른 속도로 회전하는 것이 바람직하다. 또한, 측면 브러시(550, 560)들은 또한 동시에 내측으로 부스러기들을 쓴다. 일례에서, 브러시(510, 550, 560)의 강모는 바퀴(410, 420)의 범위 너머로 약 0.015인치 내지 약 0.025인치(0.0381cm 내지 0.0635cm)만큼 하방으로 연장되는 한편 약 600 내지 약 1600RPM으로 회전할 수 있다.
- [0075] 로봇(101)의 형상 인자는 다리 바퀴 또는 다른 지지 구조체를 생략함으로써 더욱 소형화될 수 있다. 로봇(101)의 양 측면에 배치되는 측면 브러시(550, 560)뿐만 아니라 전방 브러시 롤러(510)의 폭으로 인해, 로봇(101)은 로봇(101)의 균형 또는 안정성에 크게 영향을 주는 일 없이 구동 바퀴(410, 420)를 제외한 제3 다리 바퀴 또는 자유 바퀴를 생략할 수 있다. 대안적으로, 로봇(101)은 도 18, 도 20 및 도 22 내지 도 25에 도시된 바와 같이, 새시(200)의 전방부(210)의 양극단 코너에 근접하여 배치되는 지지 베어링(490)을 더 포함할 수 있다.

지지 베어링(490)은 폴리플루오로에틸렌 또는 폴리옥시메틸렌 폴리머와 같은 매끈하고 그리고/또는 자체 윤활성인 재료로 이루어진 단일 강성 부재를 포함할 수 있거나, 또는 지지 베어링(490)은 로봇(101)이 기울어지거나 또는 균형을 잃는 것을 방지하는 한편 로봇(101)이 마루를 횡단할 때 낮은 마찰 저항을 제공하기 위한 롤러 베어링 또는 임의의 다른 적절한 기구를 포함할 수 있다.

[0076] 도 21을 참조하면, 로봇(101)은 로봇(101)이 주변/환경을 인식하고 주변/환경의 감지에 따라 사전 설정된 방식 또는 거동으로 반응하는 것을 가능하게 하는 제어기(450)와 통신하는 내비게이션 센서 시스템(700)을 포함한다. 도시된 예에서, 내비게이션 센서 시스템(700)은 하나 이상의 충돌 센서(800) 및/또는 정지상태 검출기(720)를 포함한다. 내비게이션 센서 시스템(700)으로부터의 입력을 사용하여, 제어기(450)는 로봇(101)에 의해 수행되어야 할 명령을 생성한다. 그 결과, 로봇(101)은 자율적인 방식으로 표면을 청소할 수 있다.

[0077] 충돌 센서(800)는 로봇(100)이 물리적으로 물체와 마주쳤을 때를 판단하는데 사용된다. 그러한 센서는 로봇(100)이 장애물과 마주쳤을 때를 판단하기 위해 로봇(100) 내의 물리적 변위 또는 전기용량(capacitance)과 같은 물리적 성질을 사용할 수 있다. 도 21에 도시된 예에서, 충돌 센서(800)는 새시(200)와 본체(300)의 전방부(301) 사이에서 새시(200)의 전방부(210)의 주변부 둘레에 배치되는 수축 스위치이다. 장애물과의 접촉이 충돌 센서(800)에 전달되도록 본체(300)의 전방부(301)는 유연성 있게 또는 활주 가능하게 새시(200)에 부착된다. 바람직한 실시예에서, 로봇은 새시(200)의 전방 코너에 배치되는 충돌 센서(800)들을 포함하고, 적어도 하나의 충돌 센서(800)는 각각의 코너의 각각의 측면에 배치되고, 따라서 로봇(100)이 충돌의 방향 및/또는 위치를 판단할 수 있게 한다. 본체(300)의 전방부(301)는 범퍼의 움직임을 감지하기 위해 실질적으로 범퍼의 두 단부에 센서(800)를 가진 하나의 기계적 범퍼로서 작용한다. 본체(300)의 전방부(301)가 압축되면, 센서 작동 간의 타이밍이 사용되어 로봇(101)이 장애물과 접촉하는 대략적인 각도가 계산된다. 본체(300)의 전방부(301)가 우측 으로부터 가압되면, 범퍼의 순응성 및 충돌 검출기의 기하학적 형상에 기인하여 우측 충돌 센서가 먼저 충돌을 검출하고 이어서 좌측 충돌 센서가 충돌을 검출한다. 이러한 방식으로, 2개의 충돌 센서만으로 충돌 각도의 근사치를 구할 수 있다.

[0078] 로봇(101)은 작고 가벼운 형태를 갖는 것이 바람직하기 때문에, 로봇(101)에 의해 운반되는 운동량은 표준적인 크기의 로봇보다 더 작다. 따라서, 로봇(101)은 "가벼운 접촉(light touch)" 또는 비접촉 충돌 센서를 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 로봇(101)은 적어도 하나의 수평축을 따라 로봇의 가속도를 감지하기 위해 제어기(450)(도 21 참조)와 통신하는 하나 이상의 가속도계(458)를 포함할 수 있다. 미리 정한 역치를 초과하는 가속도가 검출되면, 마치 범퍼 스위치가 작동된 것처럼 로봇(101)이 응답할 수 있다. 그 결과, 로봇(101)은 전통적인 접촉 스위치 타입의 충돌 센서를 생략할 수 있다.

[0079] 몇몇 예에서, 로봇(101)은 정지상태 검출기(720)로서 가속도계(458)를 활용할 수 있다. 그 이득으로서, 정지상태 검출을 위해 가속도계 데이터를 처리하는 것은 약 30헤르쯔의 처리 속도만을 요구할 수 있다. 예를 들어, 로봇(101)이 마루 위를 이동할 때, 진동에 의해 가속도계(458)는 특정 증폭 프로파일의 가속도를 검출한다. 그러나, 로봇(101)이 이동을 멈추면, 정상 상태 때문에 또는 장애물에 의해 차단되었기 때문에, 가속도계(458)에 의해 검출되는 진동의 진폭은 감소한다. 따라서, 로봇(101)은 예를 들어 정지상태 탈출 거동에 따라 그러한 감소된 가속도에 응답할 수 있다. 충돌 검출 및/또는 정지상태 검출 모두를 목적으로 하는 단일 가속도계(458)를 감시함으로써, 로봇(101)은 충돌 스위치 및/또는 다른 정지상태 검출 하드웨어를 생략할 수 있고, 따라서 잠재적으로는 로봇(101) 내에 더 작은 공간이 요구된다.

[0080] 도 26 내지 도 28을 참조하면, 로봇(100, 101)은 마루로부터 부스러기 챔버/통(610) 안으로 부스러기를 모으면서 타일, 경계 또는 카펫과 같은 마루 표면 위를 항행할 수 있다. 로봇(100, 101)이 코너를 향해 항행하면, 전방 롤러 브러시(510), 단부 브러시(540) 또는 측면 롤러 브러시(550, 560)는 각각 코너의 측면들과 동일 평면에 있는 영역을 효과적으로 청소할 수 있다. 이에 비해, 도 28에 도시된 바와 같은 둥근 외곽선을 가진 로봇(10)은 코너(9220)에 접근할 수 있지만, 코너(9220)에서 교차하는 벽(9241, 9242)과 동일 평면에 오도록 이동할 수 없다. 그 결과, 둥근 외곽선을 갖는 로봇(10)은 코너(9290)와 맞닿은 켜기형 영역(9290)을 효과적으로 청소할 수 없다. 도 26에 도시된 바와 같이, 로봇(100, 101)은 직선 경로를 따라 항행하는 한편 벽(9241)이 마루(9250)와 교차하는 벽 에지(9210)와 실질적으로 동일 평면에 있는 상태를 유지한다. 로봇(100, 101)은 바람직하게는 새시(200)의 전방부(210) 내에 배치되거나 또는 그 안에서 작동하는 하나 이상의 충돌 센서(800, 1800)를 포함하고, 로봇(100, 101)이 벽(9241)에 부딪힐 때, 로봇(100, 101)은 예를 들어 벽(9241)에 대해 실질적으로 평행하게 이동하도록 그 방위를 조정할 수 있다.

[0081] 로봇(101)의 작동은 바람직하게는 로봇의 센서로부터 입력을 수신하고 로봇(101)의 모터 또는 다른 출력 장치를

작동시키는데 적합한 FREESCALE(등록상표) QG8 또는 다른 마이크로제어기와 같은 마이크로제어기(450)에 의해 제어된다. 예를 들어, 도 29 내지 도 32에 도시된 바와 같이, 마이크로제어기(450)는 충돌 센서(800)로부터의 입력을 수신하고 우측 및 좌측 구동 바퀴(410, 420)에 결합된 구동 모터(412, 422)에 제어 신호를 출력한다. 대안적으로, 마이크로제어기 또는 다른 제어 회로가 사용될 수 있다. 로봇(101)은 거동 기반의 제어 소프트웨어를 실행할 수 있거나, 또는 특히 간단한 단일 스레드(single threaded) 제어 루프를 따라 작동할 수 있다.

[0082] 새시(200)의 전방부(210)의 장방형 외곽선은 새시(200)의 코너들이 충돌 센서 또는 클리프 센서에 의해 검출되지 않았을 수 있는 장애물과 충돌하게 할 수 있고, 반대로 둥근 외곽선을 가진 로봇은 그러한 위험이 없이 자유롭게 회전할 수 있으며, 로봇(101)은 바람직하게는 제자리에서 회전하는 동안 검출된 충돌에 대해서 회전을 멈추고 반대 방향으로 똑바로 후퇴하는 것으로 응답한다. 그 결과, 로봇(101)은 새시(200)의 전방부(210)의 장방형 코너에도 불구하고 이탈이 불가능하게 끼거나 걸리는 가능성이 감소할 수 있다. 대안적으로, 로봇(101)은 예를 들어 ROOMBA(등록상표) 또는 SCOوبا(등록상표) 로봇과 대체로 유사한 제어 소프트웨어에 따라 거동할 수 있다.

[0083] 다른 예에 따르면, 로봇(100, 101)은 청소 사이클을 완료한 후에 보관을 위해 크래들(cradle) 또는 베이스 스테이션으로 자동으로 복귀할 수 있다. 로봇(100, 101)은 또한 탑재된 배터리의 충전을 위한 전기적 인터페이스를 포함할 수 있다. 또한, 크래들 또는 베이스 스테이션은 로봇(100, 101)의 "홈(home)" 위치 아래에 위치한 리셉터클을 포함할 수 있다. 로봇(100, 101)이 홈 위치에 있는 크래들 및 정류소와 인터페이스 결합할 때, 로봇(100, 101)은 자동으로 통 덮개 해제부(630)를 작동시켜 부스러기 챔버(610)로부터 로봇(100, 101) 아래에 위치한 크래들의 리셉터클에 부스러기들을 비울 수 있다.

[0084] 전방향 수신기(900)를 사용하는 로봇 실시예에서, 베이스 스테이션은 전방향 빔 방출기 및 2개의 내비게이션 필드 방출기를 포함할 수 있다. 로봇(100)은 베이스 스테이션과 도킹될 때까지 도킹 방향과 정렬된 중첩하는 필드들의 측방향 필드 에지들 중 하나를 검출하고 이것을 따라 전진함으로써 베이스 스테이션을 향해 기동할 수 있다. 로봇(100)은 전방향 수신기(900)에 의해 베이스 스테이션의 방출신호를 검출하고, 적어도 하나의 필드 방출신호의 외측 측방향 필드 에지를 검출하도록 기동할 수 있다. 그 후 로봇(100)은 외측 측방향 필드 에지를 따라 중첩하는 필드들의 정렬된 측방향 필드 에지까지 전진할 수 있다. 정렬된 측방향 필드 에지를 검출하면, 로봇(100)은 베이스 스테이션과 도킹될 때까지 정렬된 측방향 필드 에지를 따라 전진한다.

[0085] 도 33은 제어기(450) 내의 거동 소프트웨어 구조를 나타내는 블록 다이어그램이다. 거동 소프트웨어 구조는 목표 지향 거동을 포함한다. 로봇(100, 101)은 제어기(450) 내의 중재기(arbiter)(1005)에 의해 실행되는 다수의 거동을 갖는 제어 및 소프트웨어 구조를 채용한다. 중재기(1005)는 구동 모터(412, 422)와 통신하는 모터 구동부(1010)에 명령을 내린다. 센서 동작에 응답하여 중재기(1005)에 거동이 입력된다. 일 실시예에서, 모든 거동은 서로에 대해 고정적인 상대 우선권을 갖는다. 중재기(1005)는 (이 경우에) 거동이 갖는 전체 세트의 인에이블링 조건(enabling condition)을 인식하고, 인에이블링 조건을 수행한 것들 중에서 최우선권을 갖는 거동을 선택한다. 도 33에 도시된 다이어그램이 반드시 로봇(100, 101)의 (고정적인) 우선권 서열을 반영하는 것은 아니다. 감소하는 우선권 순으로, 거동은 대체로, 탈출 및/또는 회피 거동(클리프를 회피하거나 코너를 탈출하는 것 등) 및 작업 거동(예를 들어, 벽 추종, 바운싱 또는 직선 주행)으로 분류된다. 로봇(100, 101)의 이동은 존재하는 경우에 거동이 중재되는 동안 발생한다. 중재기(1005)에 하나 이상의 거동이 존재하는 경우에, 임의의 대응하는 요구 조건이 만족되는 한 더 높은 우선권을 가진 거동이 실행된다. 예를 들어, 클리프 회피 거동(1400)은 클리프 검출 센서에 의해 클리프가 검출되지 않으면 실행되지 않지만, 클리프 회피 거동(1400)의 실행은 항상 충족된 인에이블링 조건을 갖는 다른 거동의 실행보다 앞선다.

[0086] 반응 거동은 그들의 인에이블링 조건 또는 트리거(trigger)처럼 다양한 센서 및 현상의 검출부를 갖지만, 일반적으로는 (임의적인) 시퀀스 상태를 갖지는 않는다. 도 33에 도시된 바와 같이, 이들은 클리프 센서(710), 정지상태 검출기(720), 측면 근접 센서(730), 충돌 센서(800) 및/또는 [예를 들어, (커버리지 트리거로 간주될 수 있는) 가상의 벽 신호의 검출을 위한] 전방향 수신기(900)와 같은 장애물 회피 및 검출을 위한 센서를 포함한다. 이러한 유형의 센서들은 인에이블링 조건뿐만 아니라 거동이 예측 가능하게 그리고 모든 가용 정보 [예를 들어, 1-피트 "참/거짓(true/false)" 신호로의 변환, 센서 그룹으로부터의 강도 또는 시간의 차이에 기초한 충돌 또는 입사 예상 각도의 기록, 또는 이력, 평균, 주기 또는 변동 정보]에 기초하여 작용하는 것을 돕는 기록 데이터를 생성할 수 있는 필터, 조절부 및 드라이버에 의해 감시되고 조절된다.

[0087] 실제의 물리적 센서가 조절부 및 드라이버로부터 합성된 "가상" 센서에 의해 구조적으로 표시될 수 있다. 추가의 "가상" 센서는 모터의 과전류, 로봇(100, 101)의 정지상태 또는 정체 조건, 전전량분석(coulometry)을 통한

배터리 충전 상태 및 다른 가상 센서의 "가상 N"과 같은, 로봇(100, 101) 상에서 고유수용(proprioceptive)되거나 또는 해석된 검출가능한 또는 해석된 물리적 성질로부터 합성된 것들이다.

[0088] 몇몇 실시예에서, 로봇(100)은 우선권이 높은 것에서 낮은 것의 순으로 열거된 이하의 거동들을 포함한다: 1) 사용자 인터페이스 그룹(1100), 2) 공장 테스트 그룹(1200), 3) 후진 충돌 추종 그룹(1300), 4) 클리프 회피 그룹(1400), 5) 바운스 후방(1500), 6) 충돌 추종 그룹(1600), 7) 바운스(1700), 및 8) 구동부(1800). 거동 그룹은 전체적인 거동을 실시하기 위해 함께 작용하는 거동들의 세트를 지칭한다. 예를 들어, "사용자 인터페이스 그룹" 거동은 로봇이 쉬는 동안 사용자 인터페이스를 조작하는 3개의 거동으로 이루어진 세트이다.

[0089] 로봇은 사용자가 로봇(100)과 상호작용하는 것을 허용하기 위한, 도 1 및 도 17에 도시된 예에서 단일 청소/전원 버튼인 사용자 인터페이스(370)를 포함할 수 있다. 우선권이 높은 것에서 낮은 것의 순서인 다음의 사용자 인터페이스 그룹 거동(1100)의 하위 거동은 단일 청소/전원 버튼으로서 실시되는 사용자 인터페이스(370)를 실시한다: 1) 사용자 오프(1110), 2) 사용자 시작(1120) 및 3) 사용자 아무것도 하지 않음(1130). 우선권이 높은 것에서 낮은 것의 순서인 다음의 공장 테스트 그룹 거동(1200)의 하위 거동들은 품질 제어 목적의 공장 테스트 모드를 실시한다: 1) 공장 테스트 완료(1210), 2) 공장 테스트 진행(1220) 및 3) 공장 테스트(1230).

[0090] 우선권이 높은 것에서 낮은 것의 순서인 다음의 하위 거동들은 후진 충돌 추종 탈출 거동(1300)을 실시한다: 1) 후진 충돌 추종 탈출 선회(1310), 2) 후진 충돌 추종 회전 이탈(1320) 및 3) 후진 충돌 추종 원호 진입(1330). 새시(200)의 전방부(210)의 장방형 형상으로 인해, 로봇(100)이 회전하기에 너무 좁은 공간(예를 들어, 주차 공간) 안으로 주행하는 것이 가능하다. 이들 감금 구역은 골(canyon)로 지칭된다. "골(canyon)"이라는 용어는 일반적으로 임의의 좁은 감금의 원인을 지칭한다. 클리프가 유사하게 로봇(100)을 좁은 공간에 가두면, 이것은 플랭크(plank)로 지칭된다. 이들 감금 장애물을 탈출하기 위한 전략은 동일하기 때문에, 지향성 클리프 센서 및 충돌 센서 데이터는 이하의 설명의 기초가 되는 4개의 "지향성 감금" 센서에 집계된다. 4개의 센서는 전방 좌측, 전방우측, 후방좌측 및 후방우측에 있다. 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)이 로봇(100)을 시계방향으로 회전시키면서 후방으로 구동하고 있는 경우에, 후진 충돌 추종의 방향은 시계방향이다. 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)이 로봇(100)을 반시계방향으로 회전시키면서 후방으로 구동하고 있는 경우에, 후진 충돌 추종의 방향은 시계방향이다.

[0091] 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)은 로봇(100)이 골의 존재를 추론하기에 충분한 각도 진전에 의해 제자리에서 회전하게 한다. 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)을 위한 활성화 조건은 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)의 종료시에 평가된다. 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)이 준비된 후에, 그것은 1회 실행되고, 그 후 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)이 다시 준비되기 전까지 무력화된다. 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)의 시작시에, 탈출 각도가 120도 내지 160도의 무작위 수로 설정된다. 그 후 로봇(100)은 탈출 각도가 얻어질 때까지 후진 충돌 추종 방향의 반대 방향으로 제자리 회전을 한다. 제자리에서 회전하는 동안 임의의 후방 방향성 감금 원인이 출현하면, 로봇(100)은 그것을 회피하기 위해 전방으로 이동한다. 전방 방향성 감금 원인과 마주치면, 제자리 회전이 중지된다. 제자리 회전이 완료된 후에, 다음의 순서로서 탈출의 성공이 판단된다. 먼저, 전방 감금 원인의 검출로 인해 제자리 회전이 중지되면, 제자리 회전의 각도 진전이 80도 내지 120도의 무작위 수를 발생시킴으로써 계산된 최소 탈출 각도와 비교된다. 각도 진전이 이 크기를 초과하지 않으면, 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)을 위한 유사한 기동이 수행된다. 이것은 후진 충돌 추종을 지속하는데 도움이 되는 배향으로 로봇(100)을 복귀시키기 위해 이루어진다. 둘째로, 제자리 회전이 전방 감금 원인의 검출로 인해 중지되고, 각도 진전이 위에서 계산된 최소 탈출 각도를 초과하지만 거동의 시작시에 계산된 탈출 각도에 못 미치는 경우에, 다음의 것들이 이루어진다. 후진 충돌 추종 활성화는 취소되고, 회전을 중지시킨 감금 원인이 충돌이었다면 전방 출동 추종이 개시된다. 이것은 로봇(100)이 새로운 골을 검출하여 후진 충돌 추종을 재개시키는 일 없이 궁지를 빠져나가는 길을 찾을 가능성을 향상시킬 것이다. 셋째로, 거동의 시작시에 계산된 탈출 각도를 얻음으로써 제자리 회전이 완료되면, 후진 충돌 추종 활성화는 취소된다.

[0092] 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)은 장애물을 향해 다시 원호를 그리며 이동하는 동안 전진이 이루어지도록 로봇(100)을 장애물에 대해 배향하려 한다. 원형 로봇처럼 단순히 제자리에서 회전하는 것은 이 로봇(100)에 있어서 충분하지 않은데, 이는 새시(200)의 장방형 전방부(210)가 어떤 지점에서 장애물과 부딪쳐 로봇(100)이 제자리에서 더 회전하는 것을 막기 때문이다. 이러한 문제를 피하기 위해, 로봇(100)은 장애물로부터의 공간을 유지하기 위해 작은 원호를 따른다. 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)은 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)에서 수행되는 원호를 따른 후퇴 후에 시작되고, 후방 범퍼가 활성화됨으로써 종료된다. 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)의 제1 임무는 범퍼(300)를 후방 충돌로부터 해방시키는 것이다. 이것은 범퍼(300)가 해방될 때까지 로봇(100)을 구동시킴으로써 이루어진다. 이러한 과정 중에, 전방 감금 원인은 다음의 방식으로

취급된다. 전방 좌측 감금 원인은 로봇(100)이 시계방향으로 회전하게 한다. 전방 우측 감금 원인은 로봇(100)이 반시계방향으로 회전하게 한다. 범퍼(300)가 해방된 후에, 로봇(100)은 억제된 무작위 원호 반경 및 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)의 다음 반복을 위해 로봇(100)을 재배향하도록 로봇(100)이 전방으로 이동해야 하는 각도 진전을 계산한다. 로봇(100)은 계산된 각도 진전이 달성될 때까지 이 원호를 따라 이동한다. 그러는 동안, 로봇(100)은 로봇(100)의 대향 측면 상의 전방 감금 센서(710, 730, 800)[예를 들어, 클리프 센서(710), 근접 센서(730), 및/또는 충돌 센서(800)]에 응답한다. 이것이 검출되면, 로봇(100)은 그것이 따라가는 원호와 동일한 회전 방향으로 제자리 회전한다. 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)은 계산된 각도 진전이 달성되거나 또는 추종되는 장애물과 동일한 측면에 있는 로봇(100)의 전방 감금 센서(710, 730, 800)가 작동개시할 때 종료된다. 거동의 종료시에, 무작위 수 생성기가 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)을 개시할지를 결정하는데 사용된다. 최소한, 후진 충돌 추종 탈출 선회 거동(1310)을 개시할 확률은 약 20%일 것이다. 후진 충돌 추종 회전 이탈 거동(1320)의 각도 진전이 약 2도 내지 약 5도이면, 확률은 약 50%까지 증가한다. 각도 진전이 2도 미만이면, 확률은 약 100%이다.

[0093] 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)은 완만하게 시작해서 거동 중의 시간 경과에 따라 점점 더 급격해지는 원호를 그리며 후방으로 구동함으로써 로봇(100)의 일 측면에 장애물을 근접 유지시키면서 전진을 시도한다. 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)은 로봇(100)이 후진 충돌 추종 모드(1300)에 있고 다른 후진 충돌 추종 거동(1310, 1320) 중 어느 것도 활성화되어 있지 않을 때 실행된다. 원호를 그리며 이동하는 동안, 로봇(100)은 장애물과 반대인 로봇(100)의 측면 상의 전방 감금 센서(710, 730, 800)[예를 들어, 클리프 센서(710), 근접 센서(730), 및/또는 충돌 센서(800)]에 응답할 것이다. 이것은 추종하는 원호에 반대인 회전 방향으로 제자리 회전함으로써 이루어진다. 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)은 후방 감금 센서(710, 800)[예를 들어, 클리프 센서(710) 및/또는 충돌 센서(800)]가 작동개시되거나 또는 120의 각도 진전에 걸쳐 원호가 만들어졌을 때 종료된다.

[0094] 클리프 회피 그룹 거동(1400)은 우선권이 높은 것에서 낮은 것의 순서인 다음의 하위 거동을 포함한다: 1) 클리프 회피 후방(1410) 및 2) 클리프 회피(1420). 도 4를 참조하면, 바람직한 실시예에서, 로봇(100)은 로봇(100)의 전방 우측, 전방 좌측, 후방 우측 및 후방 좌측 극단에 위치한 4개의 클리프 센서(710)를 갖는다. 전방 우측 센서 및 전방 좌측 센서(710A, 710B)는 로봇(100)의 각각의 전방 코너들 중 어느 하나가 클리프 위로 이동하였을 때를 검출한다. 구동 시스템(400)은 전방 에지 근처에 위치한 청소 조립체(500)의 후방에 위치하기 때문에, 로봇(100)은 인지할 수 있을 만큼 로봇(100)이 클리프 에지 위로 이동하기 전에 후퇴할 수 있다. 후방 우측 및 후방 좌측 클리프 센서(710C, 710D)는 각각의 우측 및 좌측 구동 바퀴(410, 420)의 바로 뒤에 위치한다. 그 결과, 후방 우측 및 후방 좌측 클리프 센서(710C, 710D)는 클리프의 앵글 오프(angle off)에서 역방향으로 주행하는 것을 방지하기 위해 구동 바퀴(410, 420)가 클리프 에지 위로 이동하기 전에 로봇(100)의 후방부가 클리프 에지 위로 이동할 때를 검출한다. 로봇(100)이 새시(200)의 후방부(220)의 중심부만을 따라서 후방 클리프 센서(710)를 포함한다면, 로봇(100)은 소정 각도로 역방향으로 주행하고 클리프 에지를 검출하기 전에 클리프 에지 위로 구동 바퀴(410, 420)를 이동시킬 수 있다.

[0095] 클리프 회피 후방 거동(1410)은 후방 클리프 센서(710C, 710D)가 작동개시될 때면 언제든지 실행된다. 전방 클리프 센서(710A, 710B)는 또한 이 거동(1410) 내에서 취급되는데, 그 이유는 이 거동(1410)이 클리프 회피(1420)보다 우선권이 높기 때문이다. 클리프 회피 후방 거동(1410)의 시작시에, 시계방향 또는 반시계 방향의 탈출 방향이 선택된다. 결정은 다음의 순서로 이루어진다. 1) 전방좌측 클리프 센서(710B)가 작동개시되면, 시계방향으로 설정된다. 2) 전방우측 클리프 센서(710A)가 작동개시되면, 반시계방향으로 설정된다. 3) 후방우측 클리프 센서(710C)가 작동개시되면, 시계방향으로 설정된다. 4) 후방 좌측 클리프 센서(710D)가 작동개시되면, 반시계방향으로 설정된다. 방향이 설정된 후에, 로봇(100)은 구동 바퀴(410, 420)를 중심으로 하는 원호를 따라 특정 방향으로 회전한다. 이동하는 동안, 전방 클리프 센서(710)가 감시되고 다음과 같이 이동 방향을 변경하는데 사용된다. 전방 우측 클리프 센서(710A)가 작동개시되면, 로봇(100)은 제자리에서 반시계방향으로 회전한다. 전방좌측 클리프 센서(710B)가 작동개시되면, 로봇(100)은 제자리에서 시계방향으로 회전한다. 로봇(100)은 양쪽 후방 클리프 센서(710C, 710D)가 작동개시되기 전까지는 상술한 바와 같이 계속 이동한다.

[0096] 클리프 회피 거동(1420)은 로봇(100)의 전방 클리프 센서(710A, 710B)만을 조종하고, 일반적으로는 로봇(100)이 전방으로 주행할 때 실행된다. 클리프 회피 거동(1420)의 시작시에, 탈출 방향은 어느 전방 클리프 센서(710A, 710B)가 작동개시되었는지에 기초하여 선택된다. 전방좌측 클리프 센서(710B)만이 작동개시되면, 반시계방향 탈출 방향이 선택된다. 전방우측 클리프 센서(710A)만이 작동개시되면, 시계방향 탈출 방향이 선택된다. 전방 클리프 센서(710A, 710B) 모두가 작동개시되면, 탈출 방향은 무작위적으로 선택된다. 탈출 각도는 약 25도 내

지 약 50도에서 무작위적으로 선택된다. 클리프 회피 거동(1420)은 양쪽의 전방 클리프 센서(710A, 710B)가 작동개시되기 전까지는 직선으로 후퇴함으로써 시작된다. 그 후, 로봇(100)은 탈출 각도가 달성될 때까지 제자리에서 회전한다. 전방 클리프 센서(710A, 710B) 중 임의의 것이 제자리 회전의 일부로서 다시 작동개시되면, 전체 클리프 회피 거동(1420)이 다시 작동개시되고 따라서 재실행된다.

[0097] 바운스 후방 거동(1500)은 범퍼(300)가 후방 방향으로부터 활성화될 때 실행된다. 이것은 로봇(100)이 바운스 거동(1700)의 일부로서 범퍼(300)의 전방부를 해방하기 위해 후방으로 주행할 때 가장 일반적으로 발생한다. 로봇(100)은 범퍼(300)가 해방될 때까지 전방으로 주행하고, 그 후 곧 수행될 제자리 회전이 후방 충격을 개시할 가능성을 감소시키기 위해 전방으로 5mm 더 진행한다. 제자리 회전을 위한 회전 방향은 원래의 후방 범퍼 히트의 방향에 기초하여 결정된다. 히트가 로봇(100)의 후방우측 측면으로부터 기원하면, 반시계방향이 선택된다. 히트가 로봇(100)의 후방좌측 측면으로부터 기원하면, 시계방향이 선택된다. 히트가 후방의 중심부에서 있었다면, 방향은 무작위적으로 선택된다. 탈출 각도는 약 10도 내지 약 200도에서 무작위적으로 선택된다. 로봇(100)은 탈출 각도가 얻어질 때까지 선택된 방향으로 회전한다.

[0098] 충돌 추종 그룹(1600)은 우선권이 높은 것에서 낮은 것으로 순서인 다음의 하위 거동을 포함한다: 1) 충돌 추종 벽 정렬(1610), 2) 충돌 추종 원호 진입(1620). 충돌 추종은 어질러진 구역을 탈출하고 청소하는데 사용된다. 충돌 추종은 또한 로봇(100)을 마루 공간을 통해 고르게 산개하는 것을 목표로 벽을 따라가기 위해 사용된다.

[0099] 충돌 추종 벽 정렬 거동(1610)은 벽과 같은 장애물과 로봇(100)의 측면을 정렬하도록 설계된다. 충돌 추종 방향이 시계방향이면, 목표는 로봇의 좌측면이 벽을 향하도록 하는 것이다. 충돌 추종 방향이 반시계방향이면, 목표는 로봇의 우측면이 벽을 향하도록 하는 것이다. 충돌 추종이 가능해지면, 충돌 추종 벽 정렬 거동(1610)은 전방 충돌이 개시될 때 시작된다. 범퍼 히트의 위치는 로봇(100)이 충돌 추종 원호 진입 거동(1620)의 다른 반복을 수행하기 전에 제자리에서 얼마나 많이 회전해야 하는지를 결정하는데 사용된다. 범퍼(300)가 장애물 가까이 있어서는 안되는 범퍼(300)의 측면 상에서 작동개시되는 경우에, 로봇(100)은 약 25도 내지 약 45도의 제자리 회전 목표를 설정한다. 이러한 큰 증분은 정렬 프로세스 중에 시간을 절약한다. 장애물에 가까이 있어야 하는 측면 상에서 범퍼(300)가 작동개시되면, 로봇(100)은 범퍼(300)를 더욱 장애물 쪽으로 선회시키는 방향으로 제자리 회전한다. 이러한 기동의 목표는 범퍼(300)가 맞물려서 머무르려하는지 또는 해방되려 하는지를 알아보는 것이다. 범퍼가 해방되면, 이는 로봇(100)이 여전히 벽에 대해 그리 작은 각도에 있지 않다는 것을 말하며, 약 5도 내지도 약 25도의 제자리 회전 목표가 선택된다. 그렇지 않은 경우, 로봇(100)은 아마도 벽에 대해 작은 각도에 있고, 약 1도 내지 약 5도의 제자리 회전 목표가 선택된다. 제자리 회전 목표가 5도보다 크게 선택되면, 로봇(100)은 범퍼(300)가 해방될 때까지 후진한다. 로봇(100)은 목표 각도가 얻어질 때까지 로봇(100)의 전방을 장애물로부터 멀리 선회시키는 방향으로 제자리에서 회전한다. 범퍼(300)가 제자리 회전 동안 작동개시되면, 로봇(100)은 그것을 해방하기에 충분하게 후진한다.

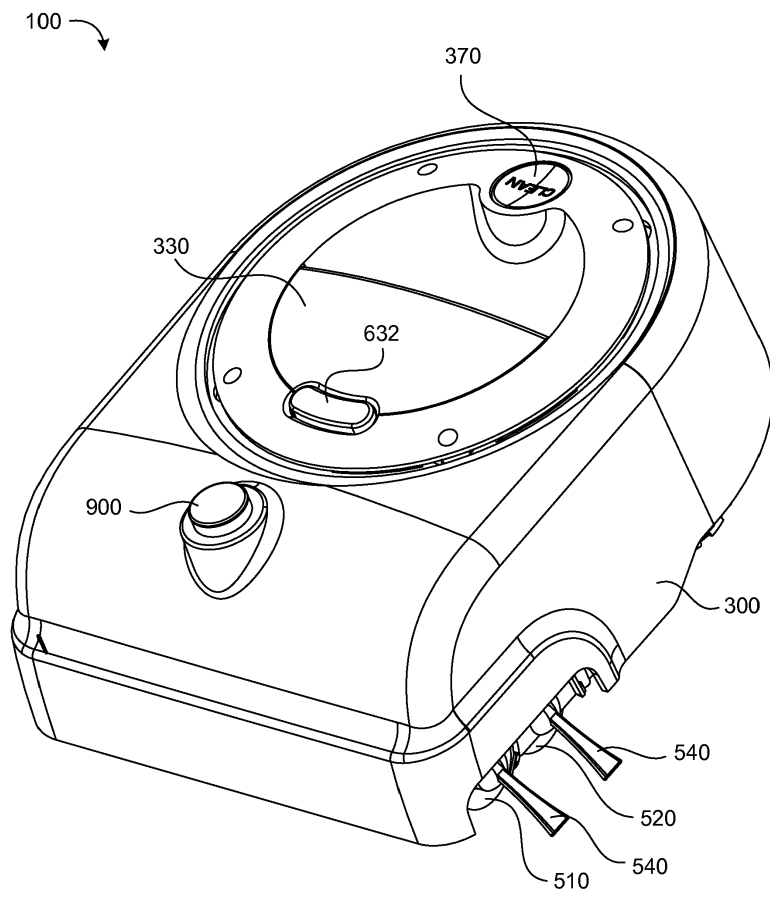
[0100] 충돌 추종 원호 진입 거동(1620)은 충돌 추종 모드(1600)가 작동 가능해지고 충돌 추종 벽 정렬(1610)이 활성화되어 있지 않을 때 작동한다. 로봇(100)은 먼저 전진을 위해 완만한 원호를 그리며 전방으로 주행한다. 더 많은 시간이 흐름에 따라서, 원호는 점차로 작아져서 로봇(100)을 장애물과 다시 접촉시킨다. 이것은 장애물을 매우 근접하여 추종할 수 있게 하여, 로봇(100)이 그 주위의 길을 찾는 것을 돕는다. 충돌 추종 모드(1600)가 어질러진 공간을 통해 기동하도록 선택되면, 로봇(100)은 약 100도의 각도 진전까지는 범퍼 히트 없이 원호 운동을 계속할 수 있다. 그 시점에서, 충돌 추종(1600)이 로봇 탈출로 인해 종료된 것으로 간주된다. 충돌 추종 모드(1600)가 로봇(100)을 공간을 통해 산개하는 것을 돕도록 선택되면, 로봇은 벽 코너에서의 회전을 허용하도록 약 210도까지 범퍼 히트 없이 원호 운동을 계속할 수 있다. 그 시점에서, 벽을 놓친 것으로 간주하여, 충돌 추종 거동(1600)을 종료한다.

[0101] 바운스 거동(1700)은 범퍼(300)가 전방 방향으로부터 활성화될 때 작동한다. 로봇(100)은 범퍼(300)가 해방될 때까지 후방으로 주행한다. 그 후 로봇(100)은 곧 수행될 제자리 회전이 범퍼(300)를 전방으로부터 작동개시시킬 가능성을 줄이기 위해 후방으로 30mm 더 진행한다. 이러한 큰 추가의 간극은 제자리에서 회전할 때 범퍼(300)의 코너가 선회하여 장애물과 접촉할 가능성을 발생시키는 범퍼(300)의 전방부의 장방형 형상 때문에 요구된다. 제자리 회전을 위한 회전 방향은 범퍼(300)의 원래 전방 히트의 방향에 기초하여 결정된다. 히트가 로봇(100)의 전방우측면으로부터 기원하는 경우에, 반시계방향이 선택된다. 히트가 로봇(100)의 전방좌측면으로부터 기원하는 경우에, 시계방향이 선택된다. 히트가 전방의 중심부에 있는 경우에, 방향은 무작위적으로 선택된다. 탈출 각도는 약 10도 내지 약 200도에서 무작위적으로 선택된다. 로봇(100)은 탈출 각도가 얻어질 때까지 선택된 방향으로 회전한다.

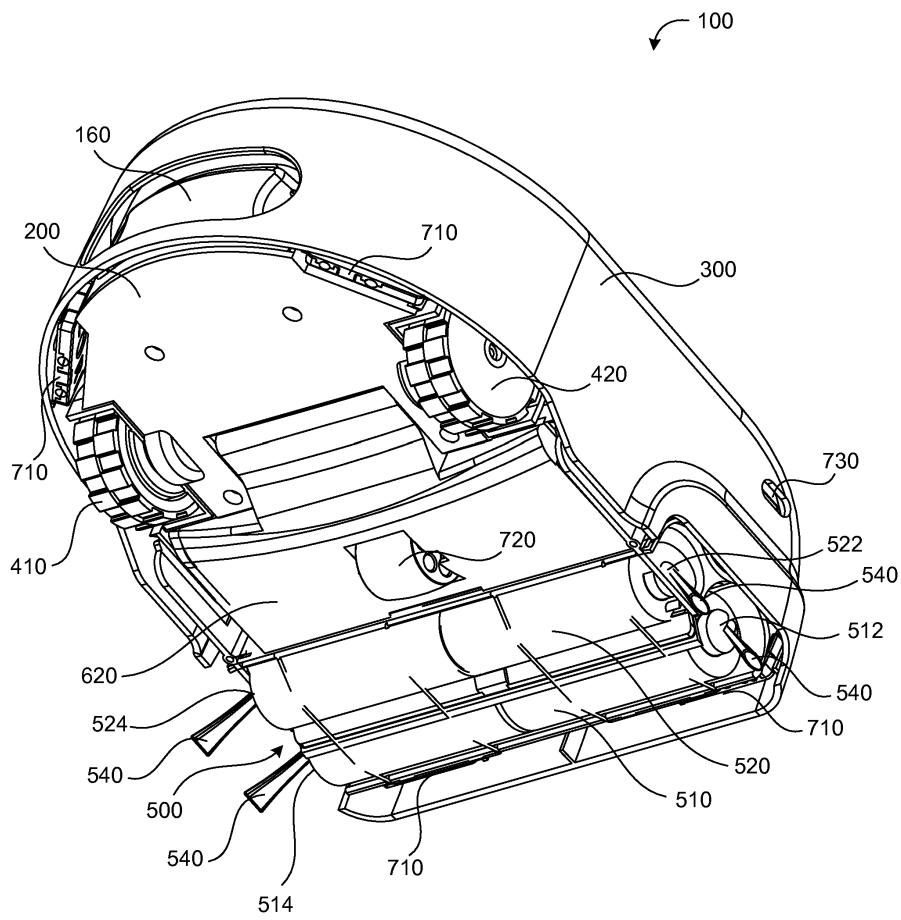
- [0102] 구동 거동(1800)은 다른 거동이 활성화되어 있지 않을 때 작동할 수 있다. 로봇(100)은 다른 거동을 작동개시시키는 사건을 겪기 전까지 직선으로 주행한다.
- [0103] 로봇(100)은 일반적으로 반응 거동으로 간주되지 않는 "평행" 프로세스인 동시 프로세스(2000)를 유지한다. 상술한 바와 같이, 필터, 조절부(2400) 및 구동부(2500)가 로(raw) 신호를 해석하고 변환할 수 있다. 이들 프로세스는 반응 거동으로 간주되지 않으며, 모터 구동부 또는 다른 액추에이터에 대해 직접 제어를 행사하지 않는다.
- [0104] 몇몇 평행 프로세스(2000)는 다양한 거동의 활성화 및 실행에 있어서 중요하다. 이들 프로세스는 예를 들어 64 헤르츠의 주파수에서 평가되는 소프트웨어 유한 상태 기계(finite state machine)이다. 기간은 처리 인터벌로 지칭된다.
- [0105] 몇몇 실시예에서, 로봇(100)은 골을 식별하는 골 검출 프로세스(2100)를 포함한다. 골은 4개의 신호를 감시함으로써 밝혀진다. 이들 각각의 신호는 모든 처리 인터벌마다 평가된다. 입력 신호가 참이면, 출력 신호는 참이 된다. 입력 신호의 100개의 연속 처리 인터벌이 거짓이 된 후에, 출력 신호는 거짓이 된다. 4개의 입력 신호는 다음과 같이 평가된다: 1) 전방좌측 클리프 센서(710B)가 활성화되고 전방우측 클리프 센서(710A)는 비활성화되거나 또는 후방좌측 클리프 센서(710D)가 활성화되고 전방우측 클리프 센서(710C)는 비활성화된다. 2) 전방우측 클리프 센서(710A)가 활성화되고 전방좌측 클리프 센서(710B)는 비활성화되거나 또는 후방우측 클리프 센서(710C)가 활성화되고 후방좌측 클리프 센서(710D)는 비활성화된다. 3) 범퍼(300)가 로봇(100)의 전방좌측 면에서 가압된다. 4) 범퍼(300)가 로봇(100)의 전방우측면에서 가압된다. 이들 신호의 처리된 버전은 각각 다음과 같이 지칭된다. 1) 클리프 좌측 홀드, 2) 클리프 우측 홀드, 3) 충돌 좌측 홀드, 4) 충돌 우측 홀드. 클리프 좌측 홀드 또는 충돌 좌측 홀드가 참이고 클리프 우측 홀드 또는 충돌 우측 홀드가 참이면 골이 검출된다. 골이 검출되면, 후진 충돌 추종 그룹(1300)이 작동 가능해진다.
- [0106] 몇몇 실시예에서, 로봇(100)은 전진 프로세스(2200)를 포함한다. 전진 프로세스(2200)에서, 모든 처리 인터벌마다, 로봇(100)의 전진이 축적기에 추가되고, 1밀리미터에 대응하는 고정적인 거리가 차감된다. 축적기가 100밀리미터에 도달하면, 전진은 참인 것으로 밝혀진다. 축적기는 200밀리미터를 넘지 못하도록 되어 있다. 전진이 10초 동안 참이면, 후진 충돌 추종 그룹(1300)은 로봇(100)이 이동중인 과도하게 어질러진 환경을 탈출하도록 작동 가능해진다.
- [0107] 몇몇 실시예에서, 로봇(100)은 후진 충돌 추종 원호 진입 전진 프로세스(2300)를 포함한다. 로봇(100)이 후진 충돌 추종 모드(1300)에 있는 동안, 후진 충돌 추종 원호 진입 거동(1330)의 각각의 반복의 전진은 로우 패스 필터(low pass filter)에 입력된다. 후진 충돌 추종의 시작시에, 이 필터는 60밀리미터로 초기화된다. 출력이 50밀리미터 아래로 떨어지면, 원호 진입 전진이 불충분한 것으로 간주된다. 이것은 후진 충돌 추종 방향, 즉 주 장애물이 있는 것으로 추정되는 로봇(100)의 측면에서의 토글을 촉발한다.
- [0108] 상술한 것들과 조합 가능한 기타 로봇 상세 및 특징은 본원과 동시에 출원된 "AUTONOMOUS COVERAGE ROBOT(자율 커버리지 로봇)"라는 명칭의 미국 특허 출원 번호 제_____호 및 "AUTONOMOUS COVERAGE ROBOT SENSING(자율 커버리지 로봇 센싱)"이라는 명칭의 미국 특허 출원 번호 제_____호에서 찾아볼 수 있으며, 이들의 전체 내용은 본원에 참조로 인용된다.
- [0109] 다수의 실시예들이 설명되었다. 그렇지만, 개시내용의 사상 및 범위 내에서 다양한 수정이 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 다른 실시예들은 다음의 청구범위 내에 있다.

도면

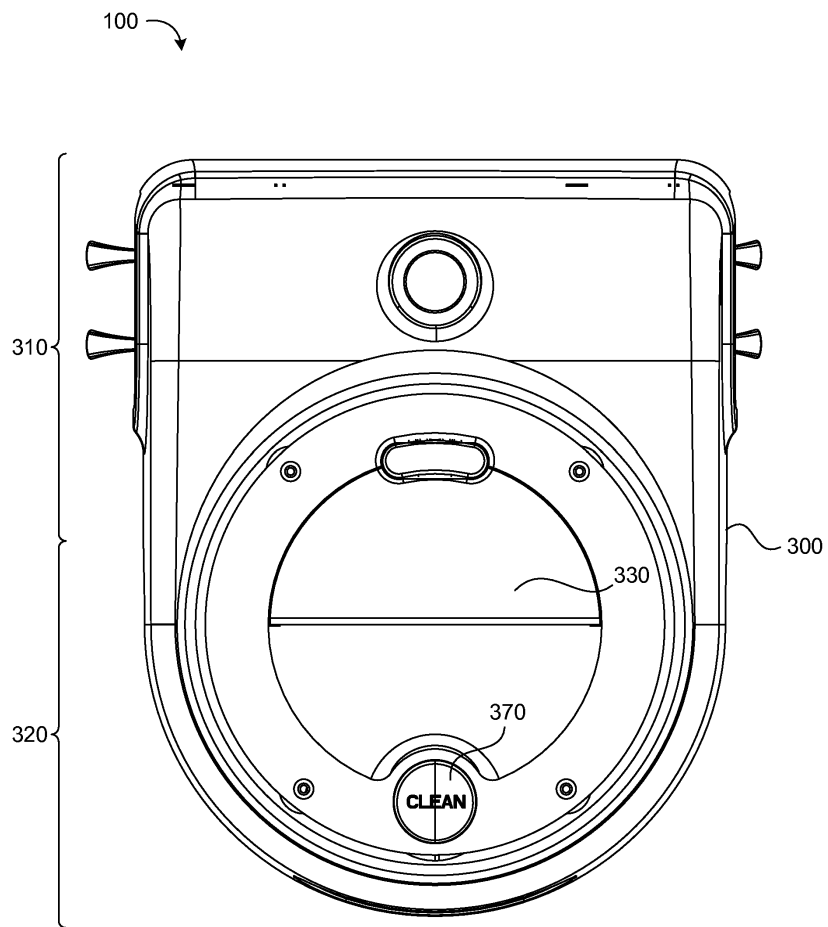
도면1



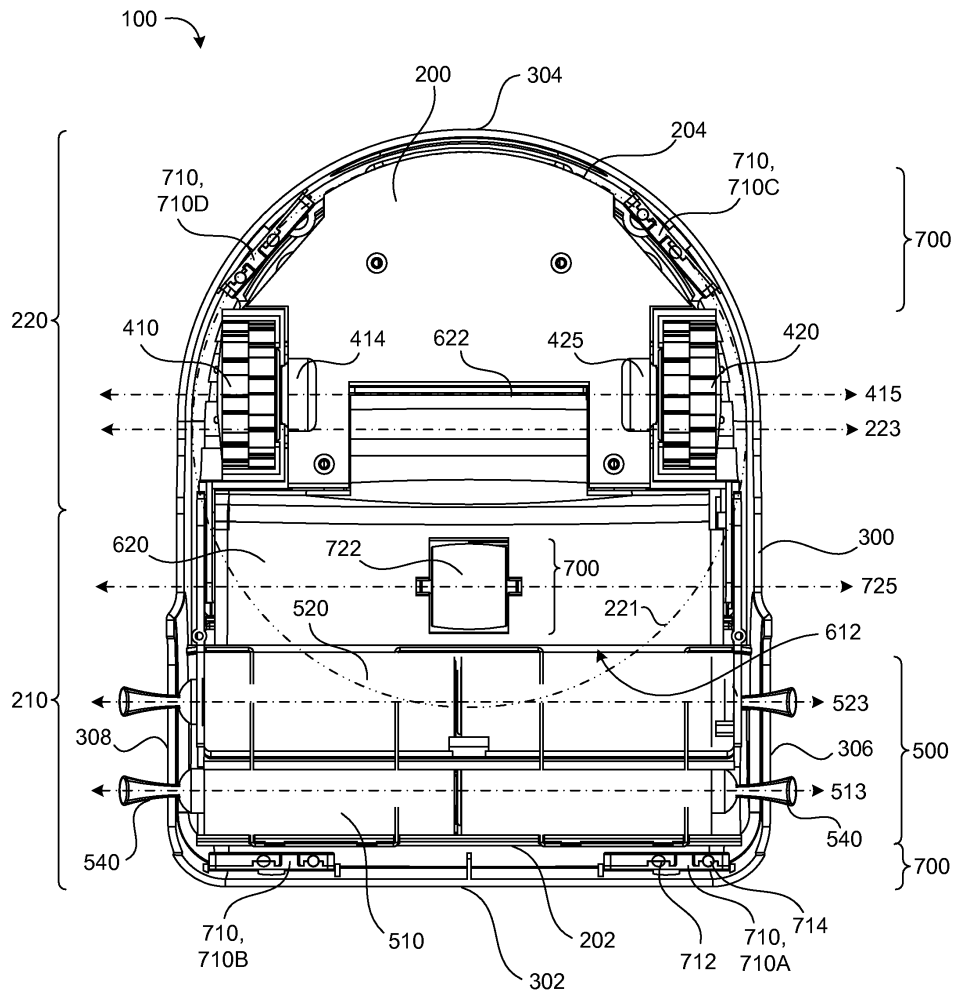
도면2



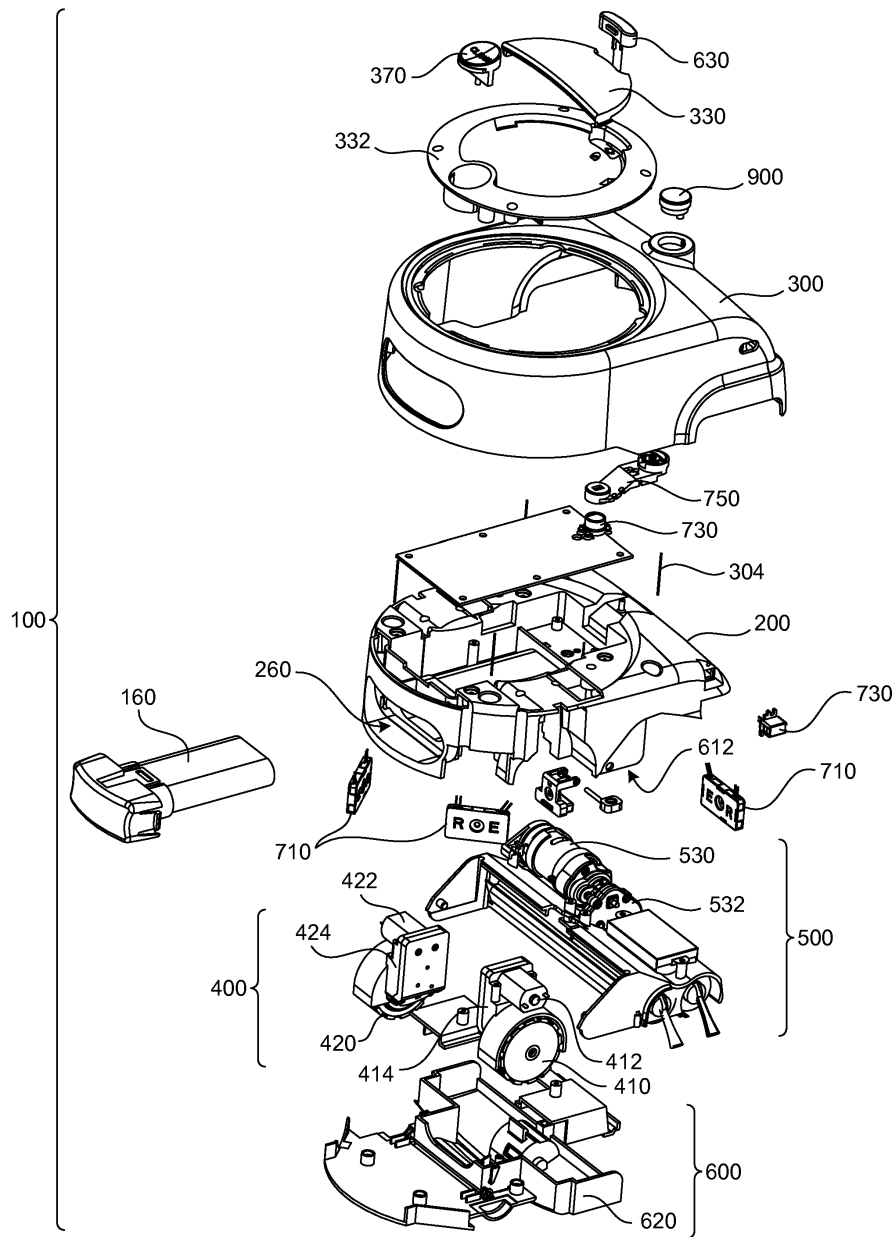
도면3



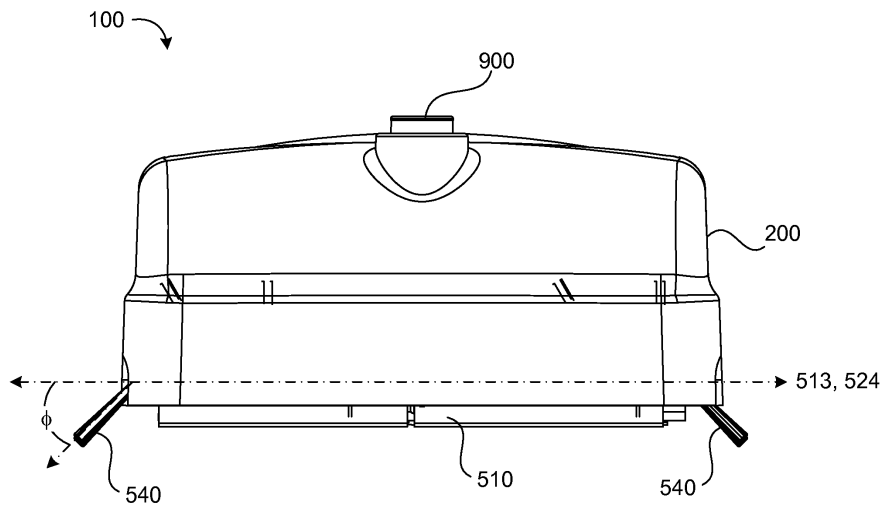
도면4



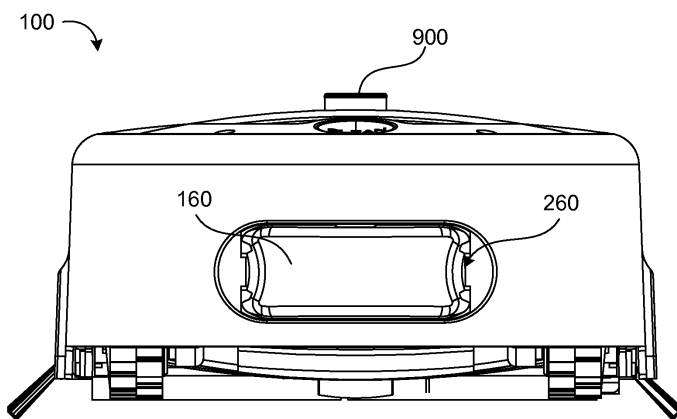
도면5



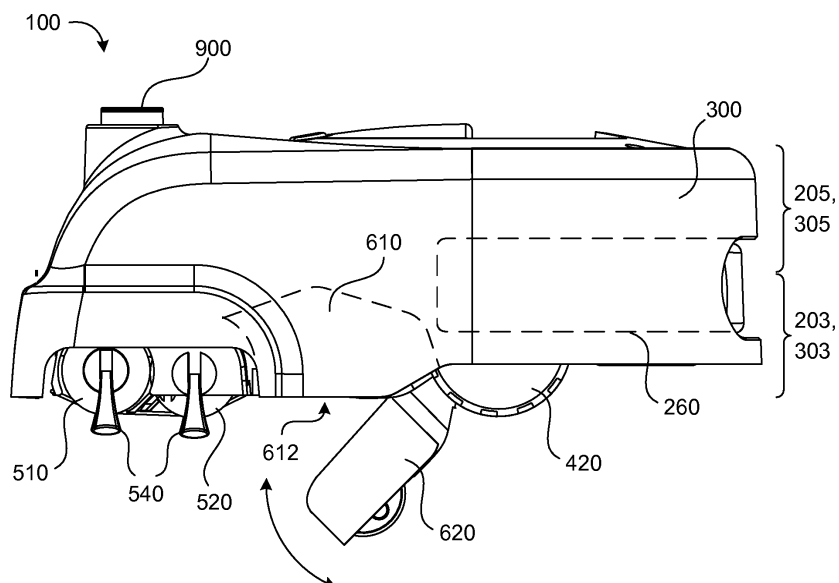
도면6



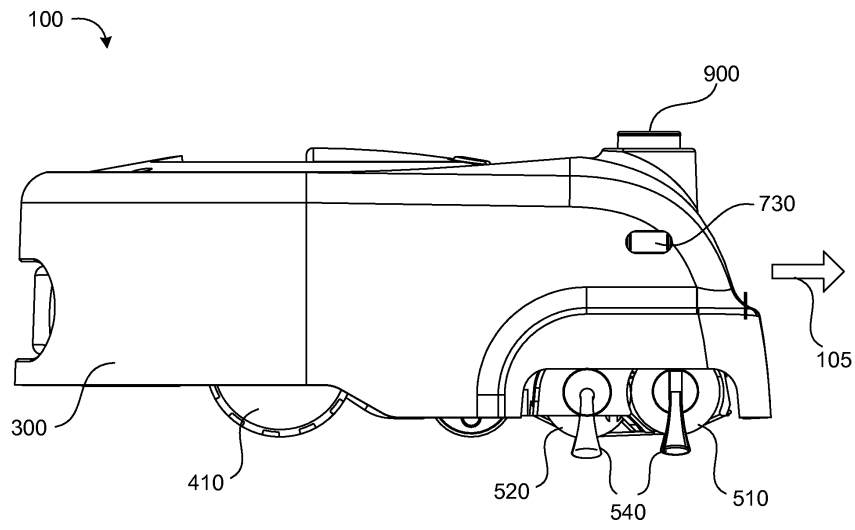
도면7



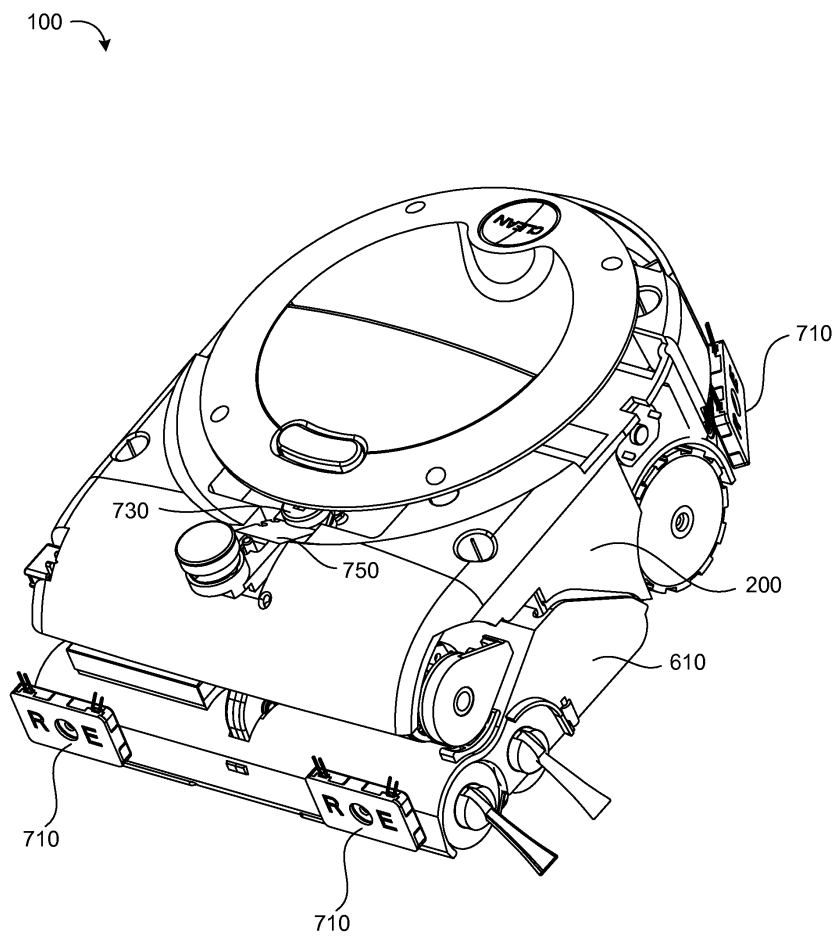
도면8



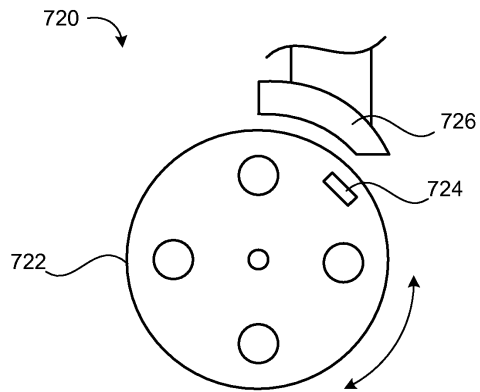
도면9



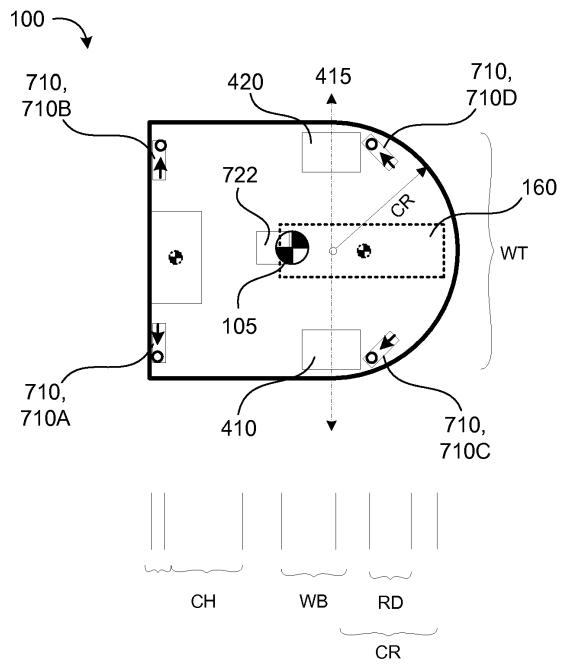
도면10



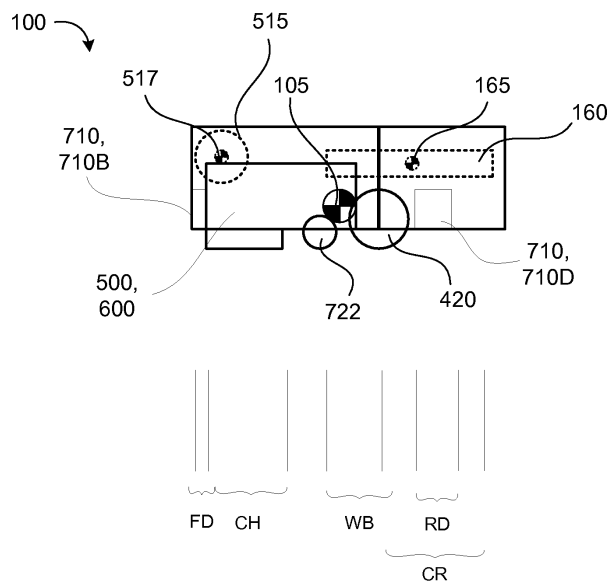
도면11a



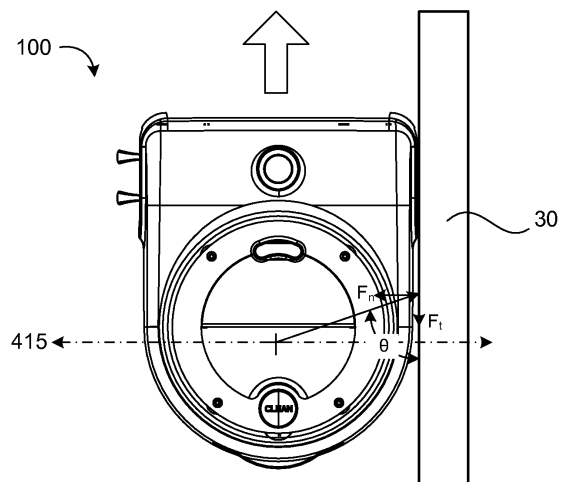
도면11b



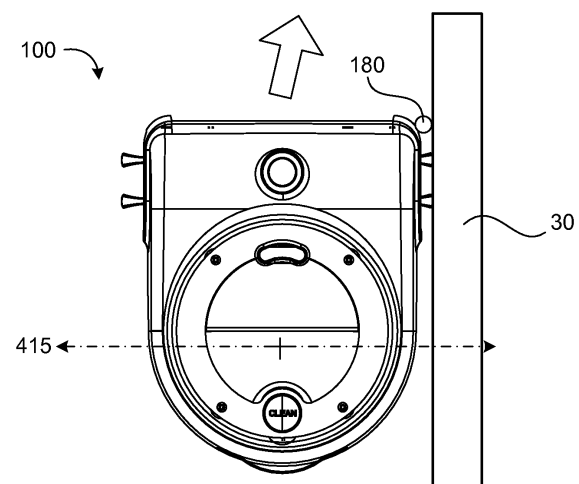
도면11c



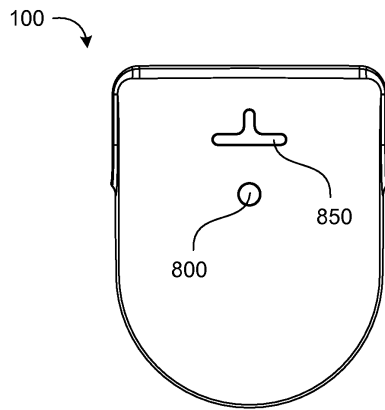
도면12a



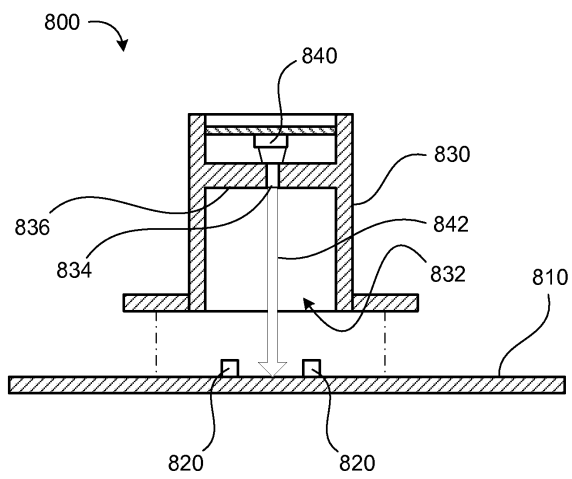
도면12b



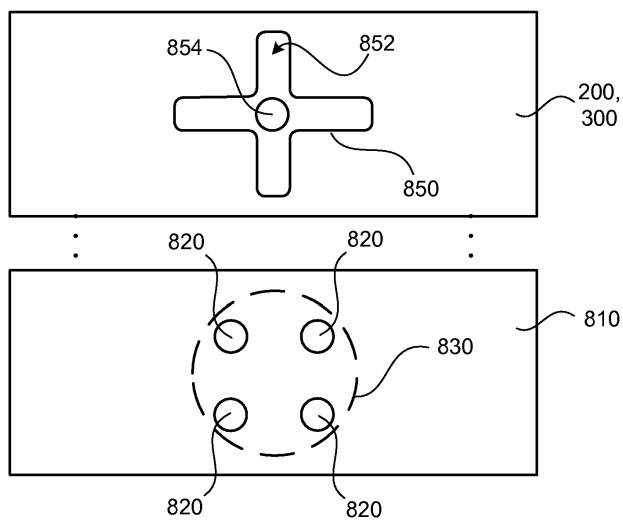
도면13a



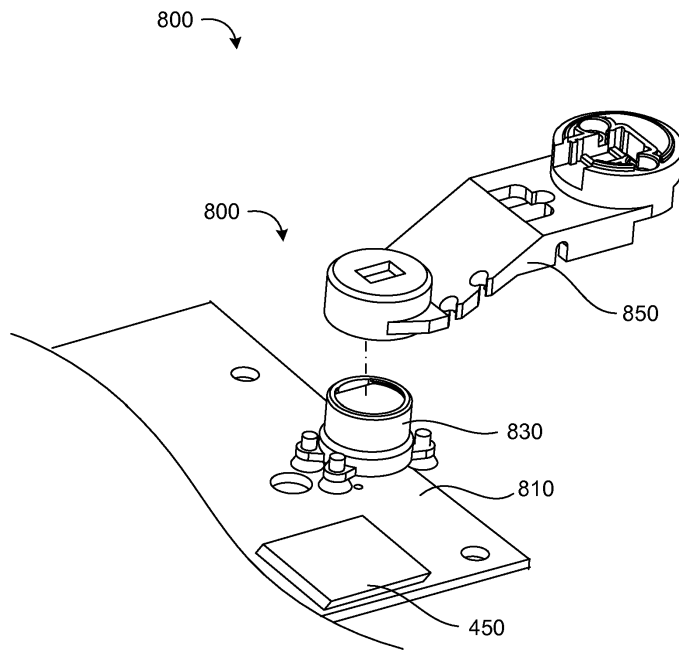
도면13b



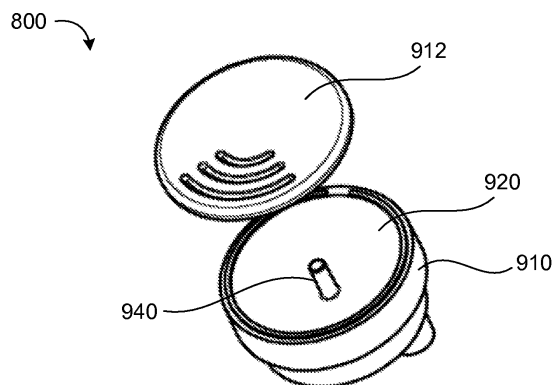
도면13c



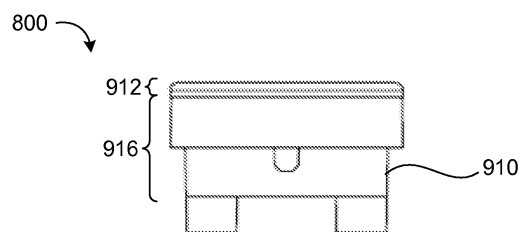
도면13d



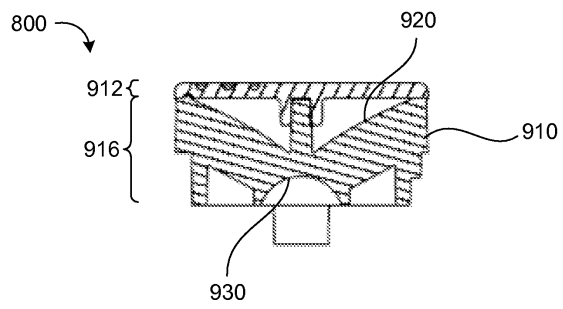
도면14



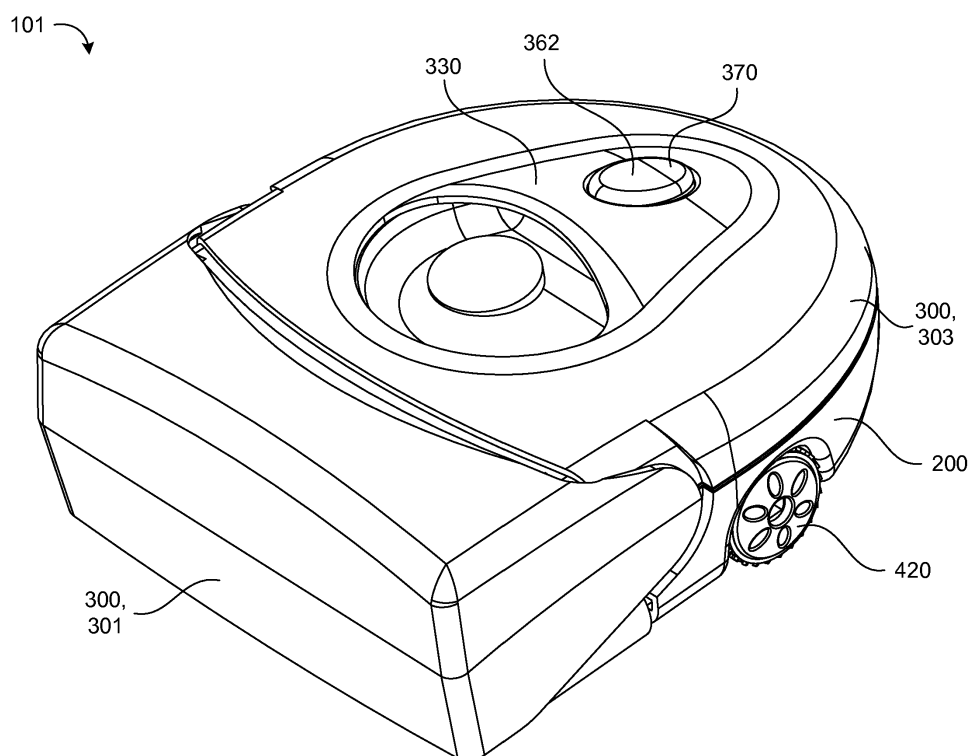
도면15



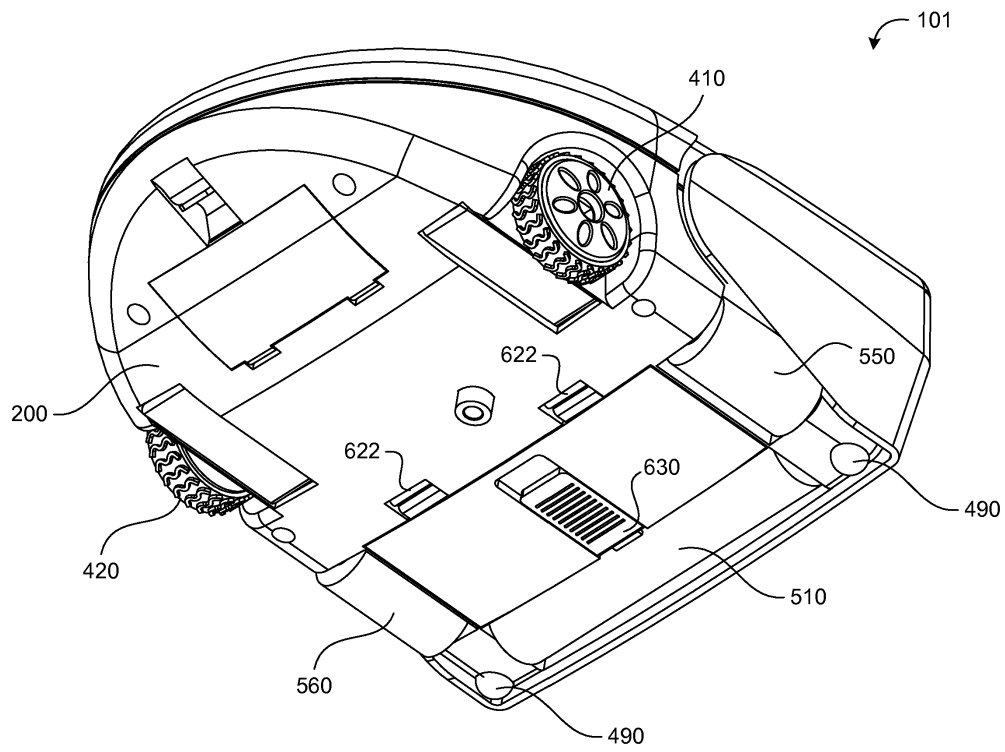
도면16



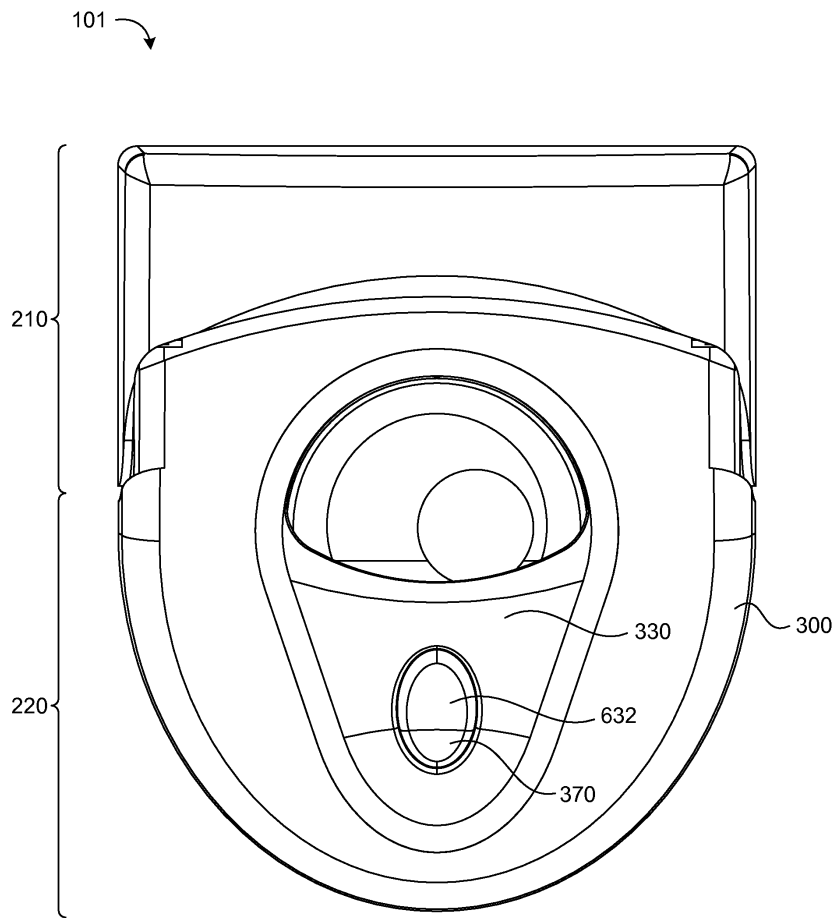
도면17



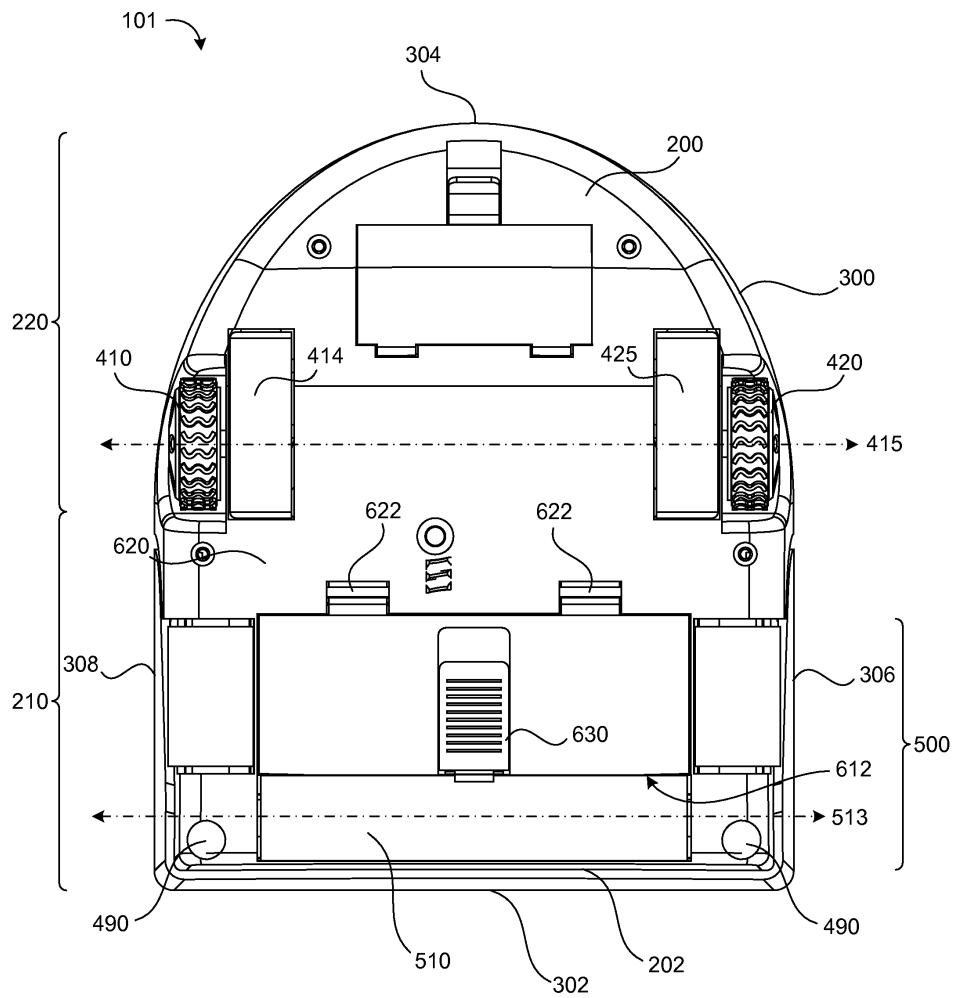
도면18



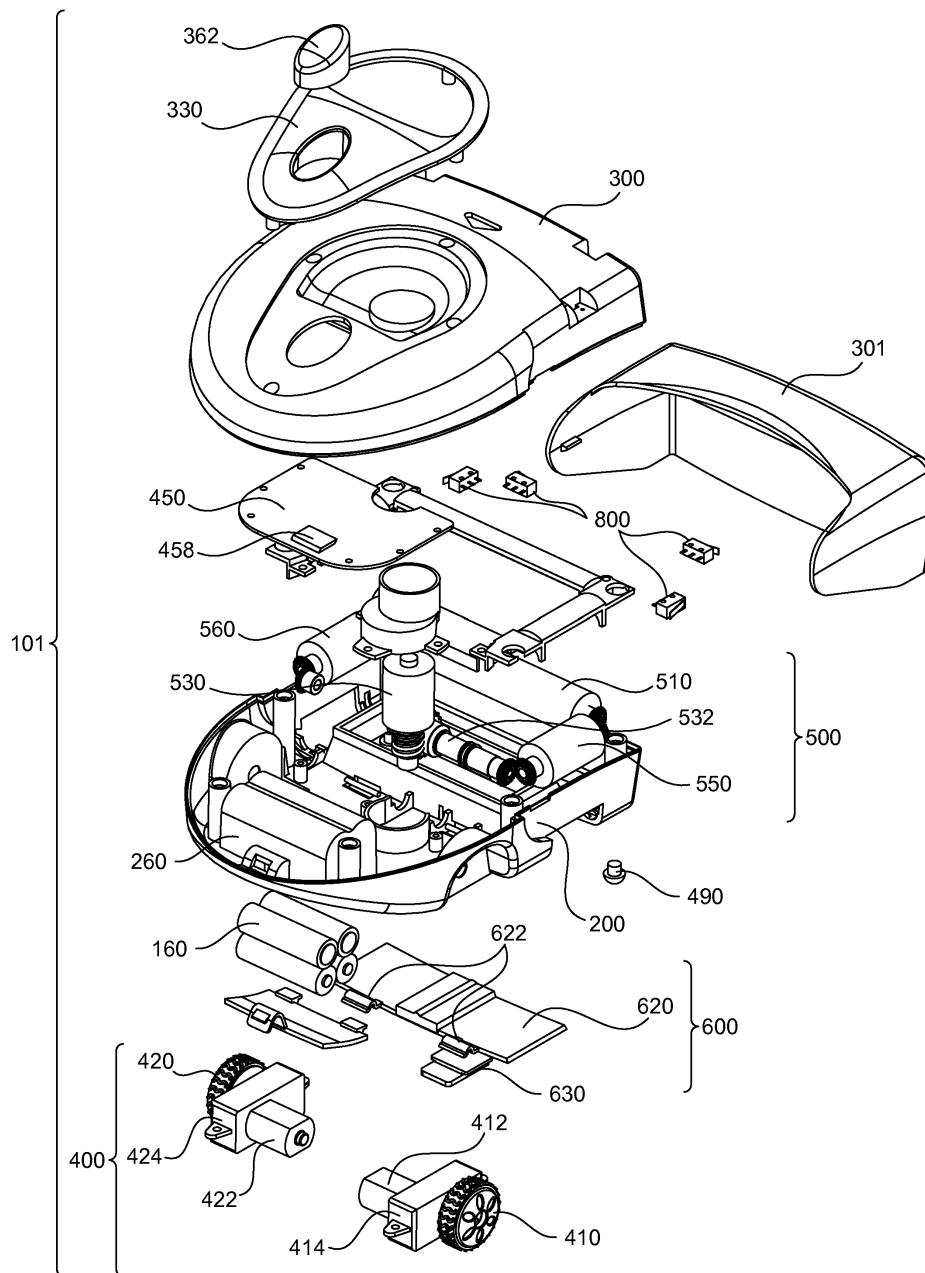
도면19



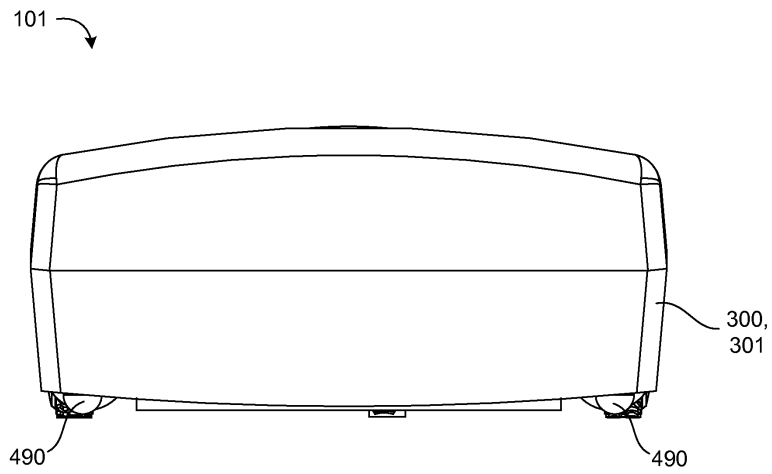
도면20



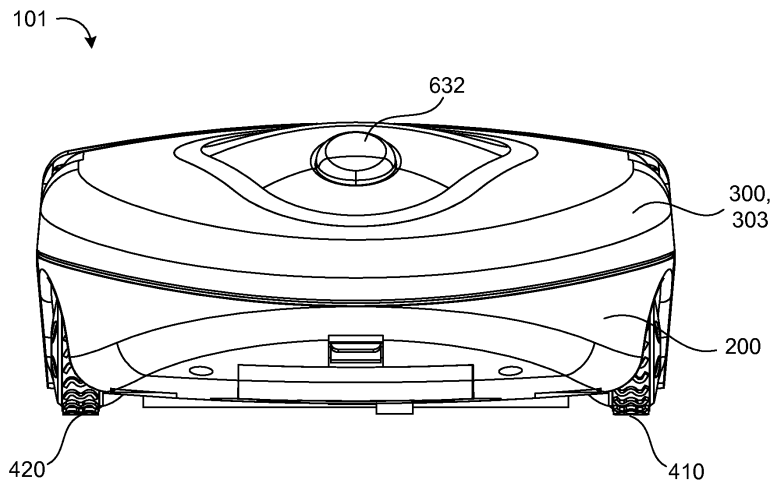
도면21



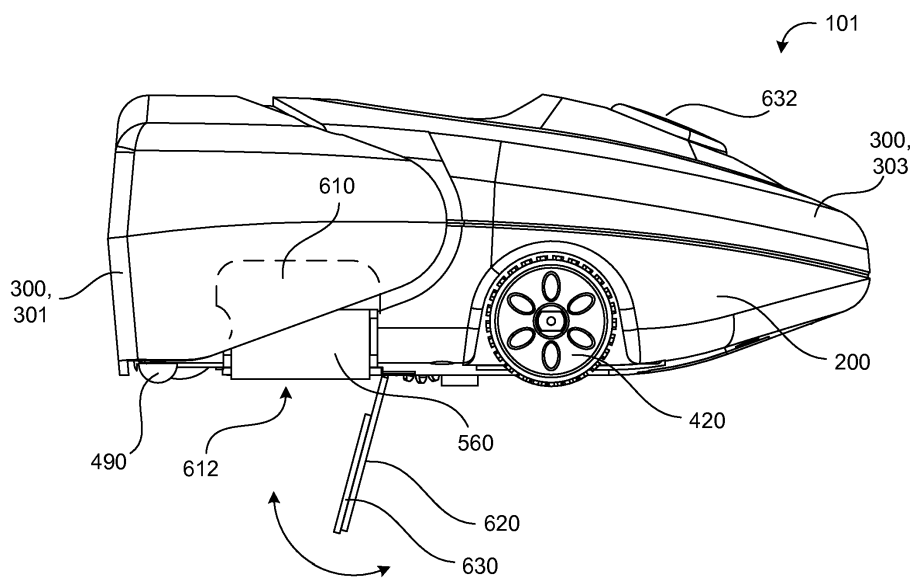
도면22



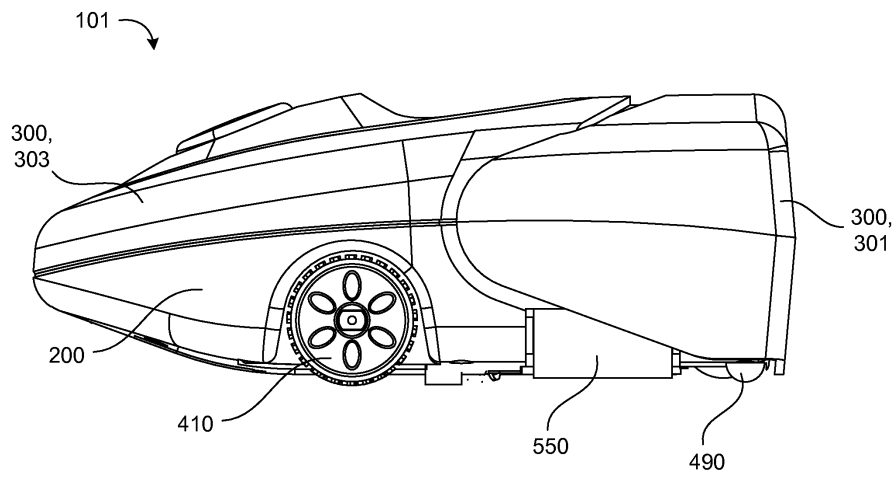
도면23



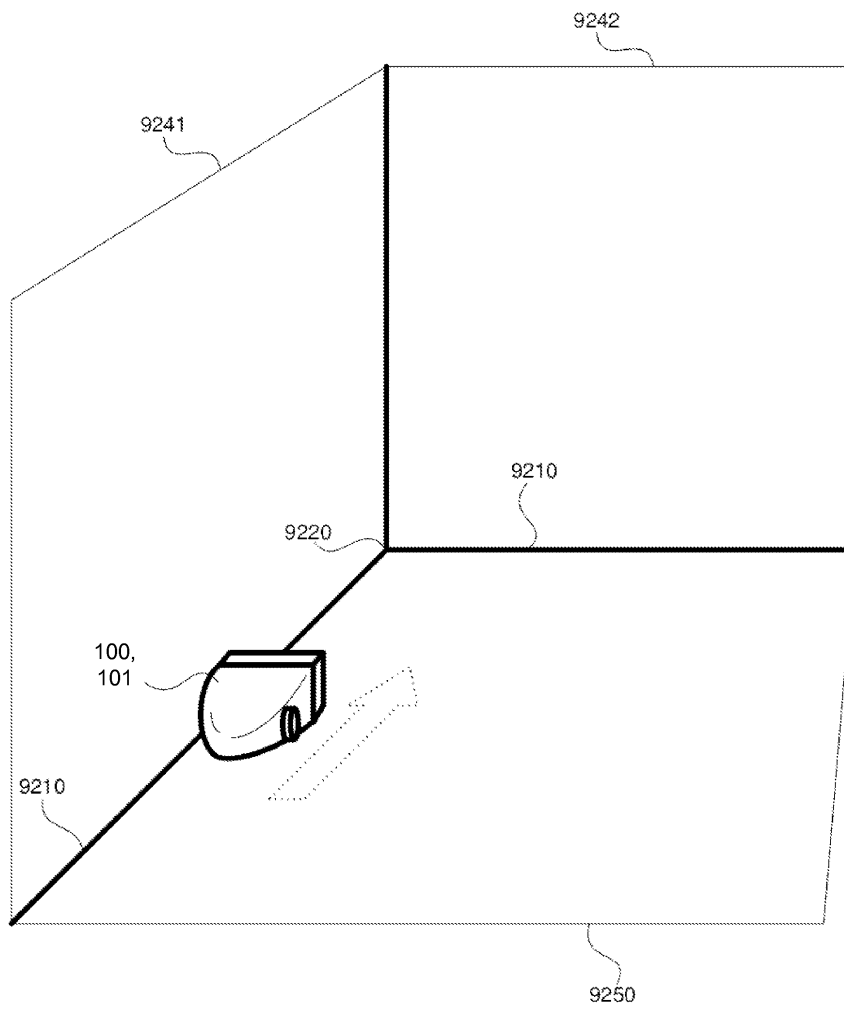
도면24



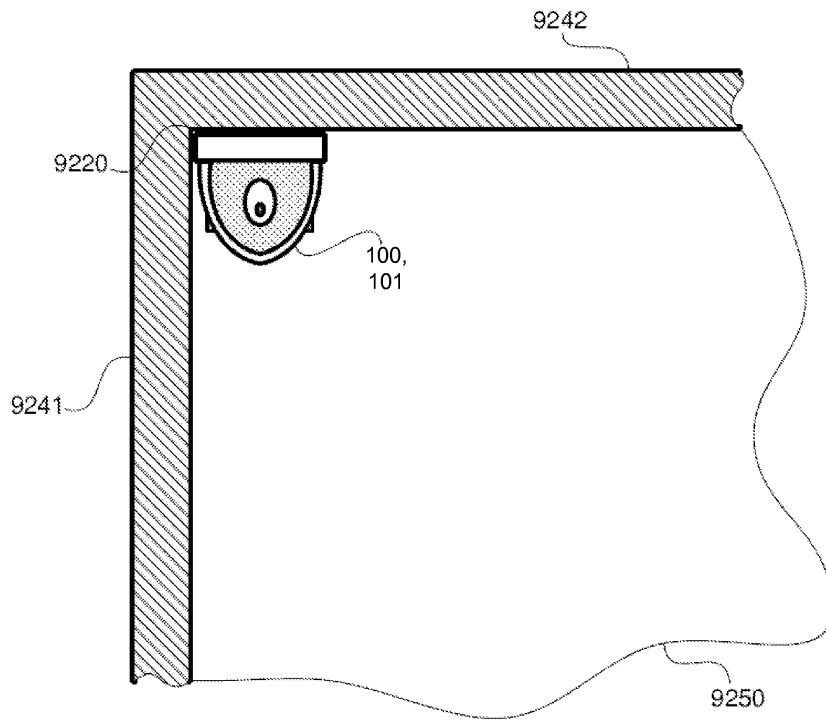
도면25



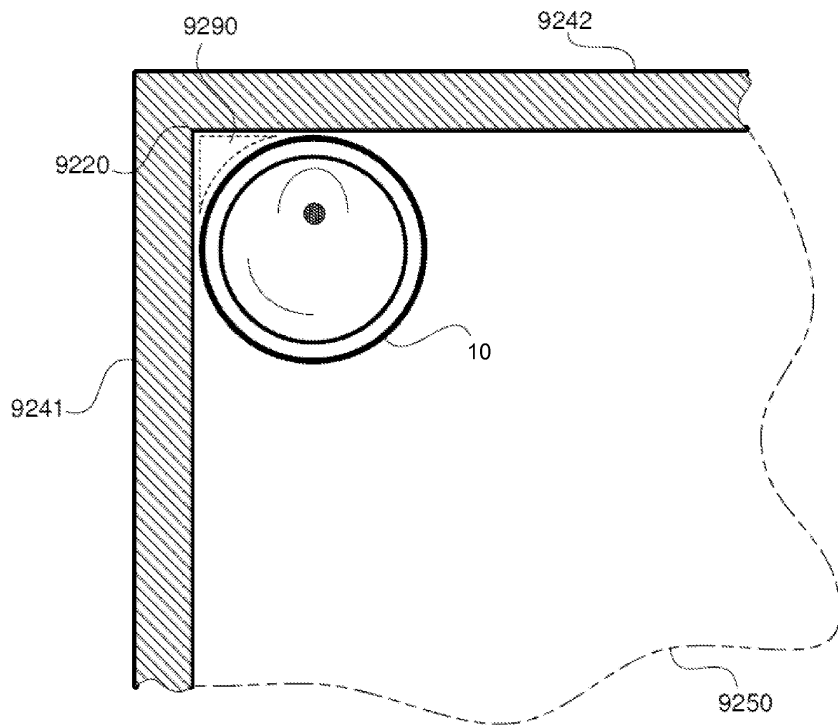
도면26



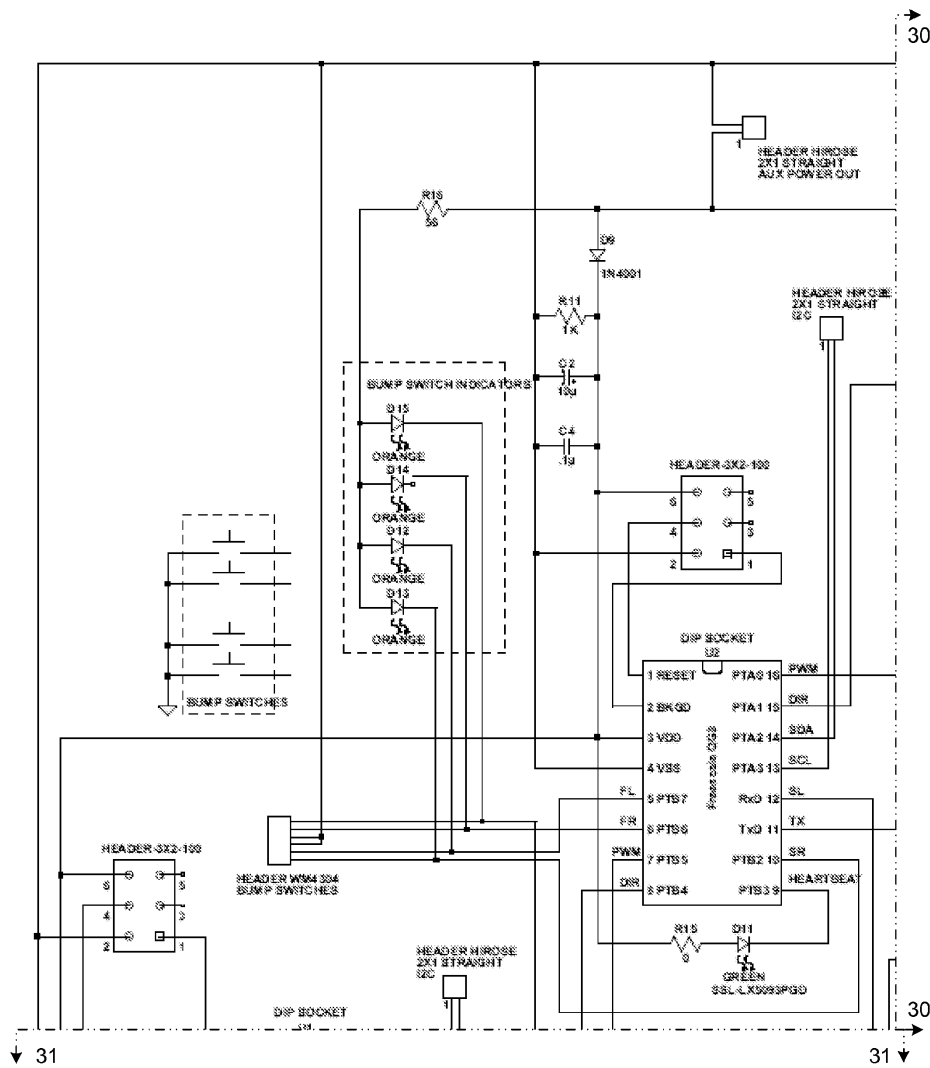
도면27



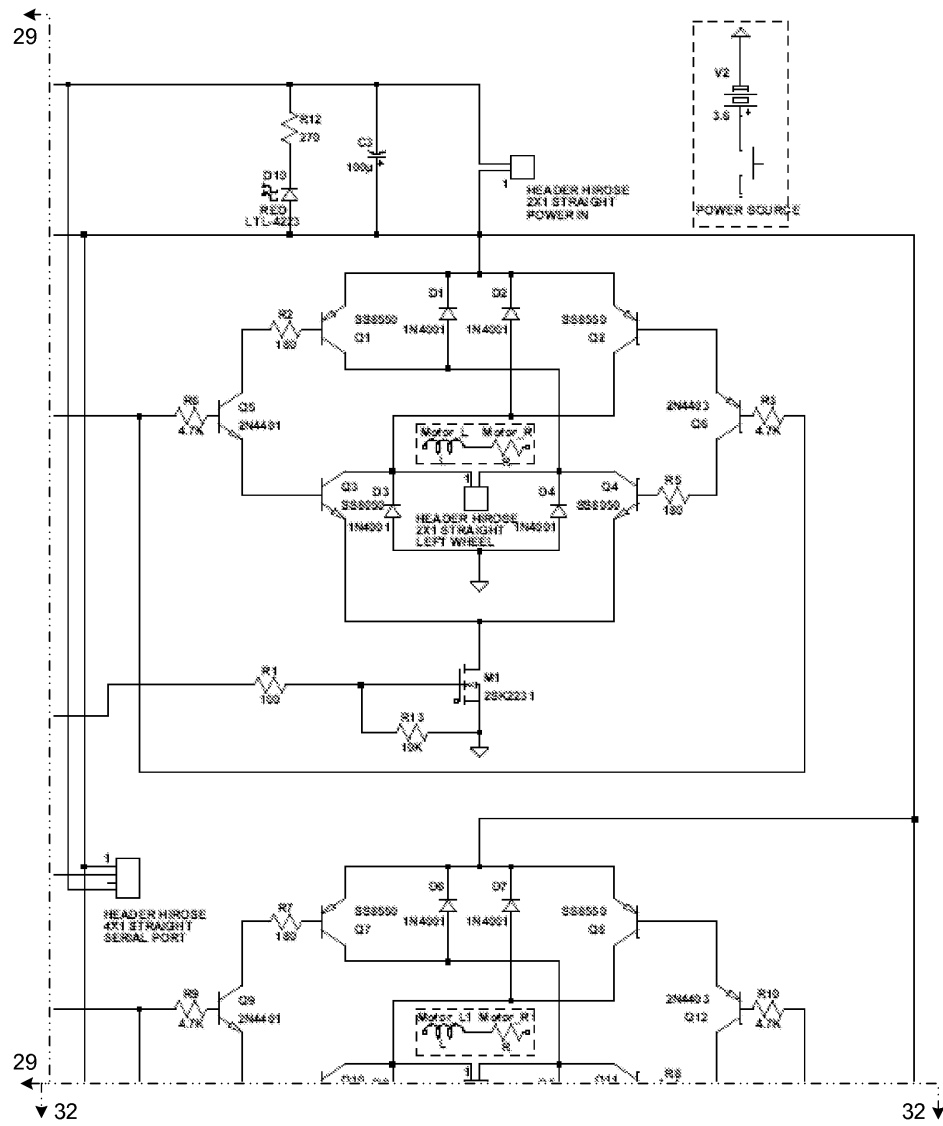
도면28



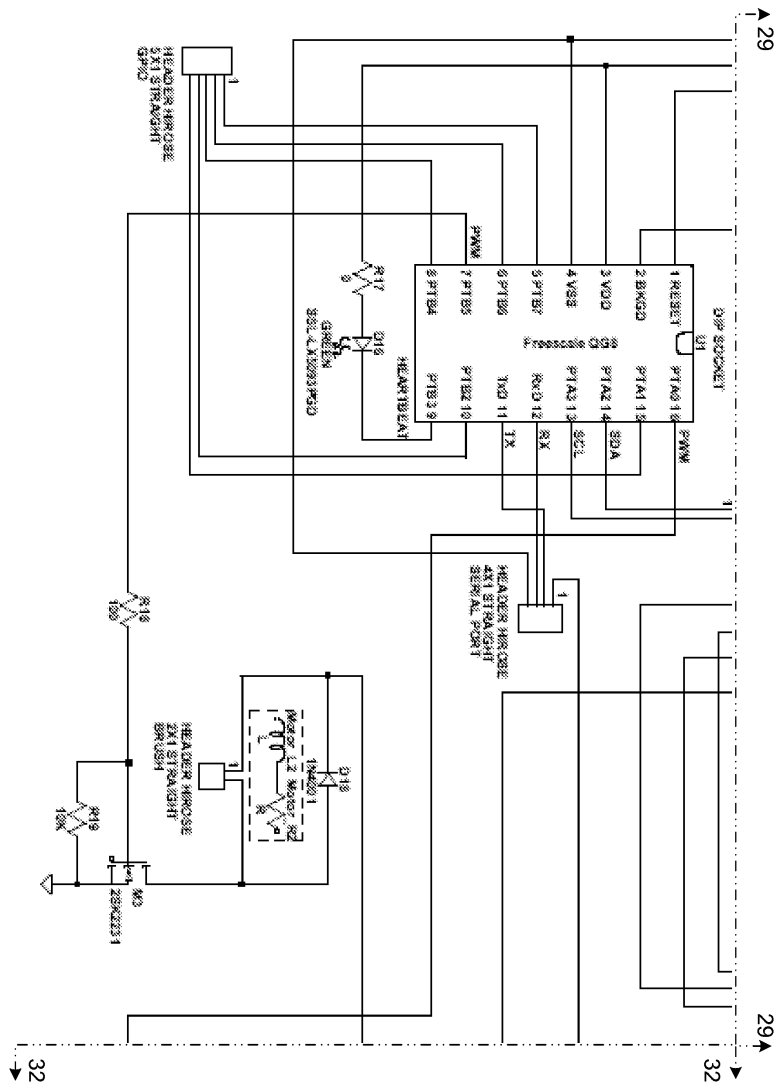
도면29



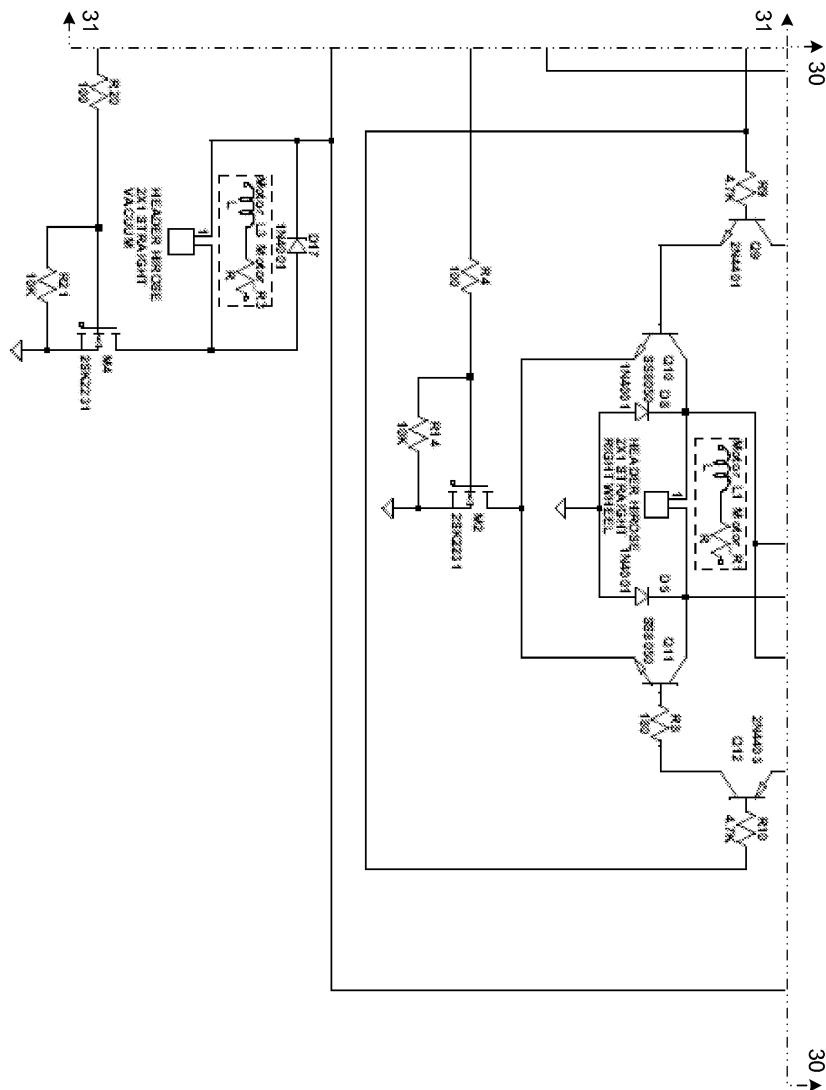
도면30



도면31



도면32



도면33

