



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월21일  
 (11) 등록번호 10-1214715  
 (24) 등록일자 2012년12월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G05D 1/02* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2008-7016058
- (22) 출원일자(국제) 2006년12월04일  
 심사청구일자 2010년03월19일
- (85) 번역문제출일자 2008년07월01일
- (65) 공개번호 10-2008-0072961
- (43) 공개일자 2008년08월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2006/046400
- (87) 국제공개번호 WO 2007/065033  
 국제공개일자 2007년06월07일
- (30) 우선권주장  
 60/741,442 2005년12월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 US20050000543 A1
- 전체 청구항 수 : 총 15 항

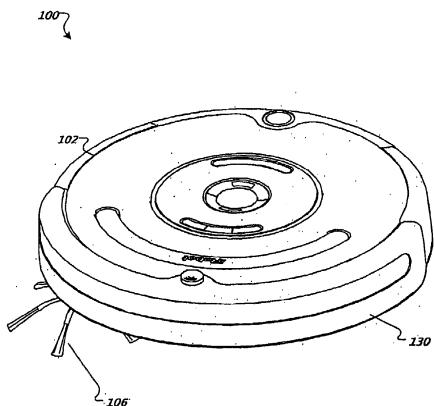
- (73) 특허권자  
**아이로보트 코퍼레이션**  
 미국 01730 매사추세츠주 베드포드 크로스바이 드  
 라이브 8
- (72) 발명자  
**스벤드센 셀마**  
 미국 01810 매사추세츠주 안도버 카메론 로드 7  
**오직크 다니엘 엔.**  
 미국 02459 매사추세츠주 뉴톤 와렌 스트리트 131  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**한국찬, 양영준**

심사관 : 문형섭

(54) 발명의 명칭 커버리지 로봇 이동성

**(57) 요약**

자동 커버리지 로봇은 새시(102), 로봇을 조종하는 구동 시스템(104), 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316) 및 에지 청소 헤드와 연관된 모터 전류를 감시하고 로봇을 바닥을 가로지르게 조종하는 것을 계속하면서 높아진 모터 전류에 응답하여 에지 청소 헤드 모터에 역바이어스를 가하도록 구성되는 제어부(108)를 포함한다. 다른 태양에서, 자동 커버리지 로봇은 충돌 센서(132)와 근접 센서(134)를 포함한다. 구동 시스템은 계속하여 로봇을 진로 설정에 따라 전진시키면서 전방에서의 잠재적 장애물의 검출을 나타내는 근접 센서(134)로부터의 신호에 응답하여 속도 설정을 저감하도록 구성된다. 또한, 구동 시스템은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서(132)로부터 수신된 신호에 응답하여 진로 설정을 변경하도록 구성된다.

**대 표 도 - 도1**

(72) 발명자

**캐세이 크리스토퍼 웨.**

미국 02421 매사추세츠주 렉싱تون 콘코드 애버뉴  
155

**카프르 디팍 라메쉬**

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 유닛 #씨 메이  
플우드로드 10648

**캠프벨 토니 웰.**

미국 01463 매사추세츠주 웨피렐 하버 스트리트 54

---

**원 치경**

미국 01876 매사추세츠주 테옥스버리 윈드햄 로드  
42

**모스 크리스토퍼 존**

미국 02148 매사추세츠주 말렌 글렌 스트리트 130

**버넷 스코트**

미국 01821 매사추세츠주 빌레리카 페데랄 스트리  
트 3

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

자동 커버리지 로봇(100, 200, 258, 270, 300)이며,

섀시(102)와,

섀시(102)에 장착되어 로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 조종하도록 구성되는 구동 시스템(104)과,

섀시 상에 장착되어, 비수평축에 대하여 회전하도록 에지 청소 헤드 모터(118)에 의해 구동되며, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥면에 맞닿도록 섀시(102)의 측방 범위 너머로 연장되는 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)와,

섀시(102) 상에 장착되어 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)와 연관된 모터 전류를 감시하도록 구성되는 제어부(108)를 포함하며,

제어부(108)는 바닥을 가로질러 로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 조종하는 것을 계속하면서 높아진 모터 전류에 응답하여 에지 청소 헤드 모터(118)에 역바이어스를 가하도록 구성되는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 제어부(108)는 높아진 에지 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 후방으로 이동시키고, 구동 방향을 변경한 다음, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 전방으로 이동시키는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 섀시의 주변 에지 너머로 연장되는 강모(122A-F)를 갖춘 브러시(120)를 포함하고 그리고/또는 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 로봇(100, 200, 258, 270, 300)의 주변 에지에 배치되는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 수직인 축을 중심으로 회전하는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 제1 및 제2 단부를 가지는 적어도 하나의 브러시 요소(122A-F)를 포함하고, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 적어도 하나의 브러시 요소(122A-F)가 작업면에 수직인 회전축을 중심으로 회전하도록 섀시(102) 상에 장착되는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 인접한 브러시 요소와 120도의 각도(106d)를 각각 형성하는 세 개의 브러시 요소(122A-C)를 포함하거나, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 인접한 브러시 요소와 60도의 각도(106e)를 각각 형성하는 여섯 개의 브러시 요소(122A-F)를 포함하는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 에지 청소 헤드(124)는 섀시의 주변 에지 너머로 연장되는 회전 가능한 고무걸레(126)를 포함하고 그리고/또는 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 에지 청소 헤드의 회전시에 섀시(102)의 주변 에지 너머로 연장되는 복수의 흡수성 섬유를 포함하는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 섀시(102) 상에 장착되고 로봇(100, 200, 258, 270, 300)이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥면에 맞닿도록 수평축을 중심으로 회전하도록 구동되는 메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272,

302)를 더 포함하고, 제어부(108)는 바닥을 가로질러 로봇을 조종하는 것을 계속하면서 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272, 302)에 역바이어스를 가하도록 구성되고, 제어부(108)는 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 후방으로 이동시키고, 구동 방향을 변경한 다음, 로봇을 전방으로 이동시키며,

메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272, 302)는,

작업면에 평행한 종방향의 회전축을 한정하는 원통형 본체(117, 202, 246, 24, 276, 278, 304, 306)와,

원통형 본체(117, 202, 246, 24, 276, 278, 304, 306)에 배치된 강모(115)와,

원통형 본체(117, 202, 246, 24, 276, 278, 304, 306)를 따라 종방향으로 배치된 가요성 플랩(113)을 포함하는 자동 커버리지 로봇.

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

### 청구항 11

자동 커버리지 로봇(100, 200, 258, 270, 300)의 얹힘을 해제하는 방법이며,

로봇(100, 200, 258, 270, 300)을 바닥면 위에 위치시키는 단계와,

로봇이 비수평축을 중심으로 회전하면서 자동적으로 로봇 전방 방향으로 바닥면을 가로지르는 것을 허용하는 단계를 포함하며,

에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)가 로봇의 샐시(102) 상에 장착되고, 에지 청소 헤드 모터(118)에 의해 구동되며, 바닥면에 맞닿으면서 샐시(102)의 측방 범위 너머로 연장되고,

로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 바닥면을 가로질러 로봇을 조종하는 것을 계속하면서 높아진 에지 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드 모터(118)에 역바이어스를 독립적으로 제공하는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

### 청구항 12

제11항에 있어서, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)에 역바이어스를 독립적으로 제공하기 전에 전방 방향으로 자신의 이동을 결정하는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

### 청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 2초의 시간 동안, 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)의 회전을 독립적으로 역전시키는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

### 청구항 14

제11항 또는 제12항에 있어서, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)에 대하여 역바이어스를 제공한 후, 반대 방향으로 이동하고, 주행 방향을 변경한 다음, 이 주행 방향으로 이동하는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

### 청구항 15

제11항 또는 제12항에 있어서, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 샐시(102)의 주변 에지 너머로 연장되는 강모를 갖춘 브러시를 포함하고 그리고/또는 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 수직인 축을 중심으로 회전하고 그리고/또는 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 제1 및 제2 단부를 가지는 적어도 하나의 브러시 요소(122A-F)를 포함하고, 에지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 적어도 하나의 브러시 요소(122A-F)가 작업면에

수직인 회전축을 중심으로 회전하도록 새시(102) 상에 장착되는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

#### 청구항 16

제11항 또는 제12항에 있어서, 예지 청소 헤드(124)는 새시(102)의 주변 예지 너머로 연장되는 회전 가능한 고무걸레(126)를 포함하고 그리고/또는 예지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)는 예지 청소 헤드(106, 214, 274, 316)의 회전시에 새시(102)의 주변 예지 너머로 연장되는 복수의 흡수성 섬유를 포함하는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

#### 청구항 17

제11항 또는 제12항에 있어서, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 새시(102) 상에 장착되고 로봇이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥면에 맞닿도록 수평축을 중심으로 회전하도록 구동되는 메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272, 302)를 더 포함하고, 로봇은 바닥을 가로질러 조종을 계속하면서 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 독립적으로 메인 청소 헤드에 역바이어스를 제공하고, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272, 302)를 독립적으로 역바이어스시키기 전에 전방 방향으로의 로봇 이동을 결정하고 그리고/또는 로봇은 2초의 시간 동안에 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 헤드의 회전을 독립적으로 역전시키며, 로봇(100, 200, 258, 270, 300)은 메인 청소 헤드(111, 206, 242, 272, 302)에 역바이어스를 가한 후, 역방향으로 이동하고, 주행 방향을 변경한 다음, 이주행 방향으로 이동하는 자동 커버리지 로봇 얹힘 해제 방법.

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

삭제

#### 청구항 26

삭제

#### 청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 로봇에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자동 커버리지 로봇에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 자동 로봇은 일정한 체계가 없는 환경에서 계속적인 인간의 안내 없이도 원하는 임무를 수행할 수 있는 로봇이다. 많은 종류의 로봇들은 어느 정도까지는 자동적이다. 상이한 로봇들은 상이한 방식으로 자동적일 수 있다. 자동 커버리지 로봇은 인간의 안내 없이 작업면을 가로지르며 하나 이상의 임무를 수행한다. 집, 사무실 및/또는 소비자-지향 로봇공학 분야에서, 진공청소, 바닥청소, 순찰, 잔디깎기 및 그 밖의 임무들과 같은 가사 기능을 수행하는 이동 가능한 로봇은 널리 적용되어 왔다.

## 발명의 상세한 설명

[0003] 자동 커버리지 로봇은 작업시 많은 장애물을 만나게 된다. 작업을 계속하기 위해서, 로봇은 장애물을 계속해서 회피할 필요가 있는데, 직물, 실, 또는 그 밖의 뒤얽히게 만드는 부드러운 매체에 의해 포획될 때 이로부터 풀려나야 한다.

[0004] 일 태양에서, 자동 커버리지 로봇은 새시, 새시에 장착되고 로봇을 조종하도록 구성되는 구동 시스템, 새시에 의해 보유되는 에지 청소 헤드 및 새시에 의해 보유되는 제어부를 포함한다. 에지 청소 헤드는 에지 청소 헤드 모터에 의해 구동되며 비수평축을 중심으로 회전할 수 있다. 에지 청소 헤드는 로봇이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥면에 맞닿도록 새시의 측방 범위 너머로 연장된다. 에지 청소 헤드는 로봇의 주변 에지 상에 또는 그 근처에 배치될 수 있다. 로봇 작업을 제어하는 제어부에서의 브러시 제어 공정은, 구동 공정들과 별개로, 에지 청소 헤드와 연관된 모터 전류를 감시하도록 구성된다. 제어부에서의 브러시 제어 공정은 또한 바닥을 가로질러 로봇을 조정하는 것을 계속하여 중단되지 않는 바닥 커버리지 또는 청소 또는 동작 거동을 수행함과 동시에, 급격한 상승(예컨대 모터 전류의 순간적이거나 신속한 증가)을 검출한 후 (실질적으로 중립에서 회전시키고 그리고/또는 끈, 실 또는 기타 얹힌 매체를 푸는 것과 동일한 속도로 회전하도록 구동되기 위해) 이전 청소 방향에 반대 방향으로 에지 청소 헤드 모터 또는 일반적으로 모터 전류가 높아진 모터에 역바이어스를 하도록 구성된다. 일 실시예에서, 에지 청소 헤드 모터의 전류가 높아진 다음 수행되는 제어부에서의 브러시 제어 공정은 (실질적으로 중립에서 회전시키고 그리고/또는 끈, 실 또는 기타 얹힌 매체를 푸는 것과 동일 속도로 회전하도록 구동하기 위해) 에지 청소 헤드 모터에 역바이어스를 하며, 차후에 또는 동시에 직접 또는 관리 공정을 거쳐 간접적으로 구동 모터 제어 공정으로 신호를 전달함으로써, 로봇이 실질적으로 후방 구동하여 구동 방향을 변경하고 로봇을 전방 이동시킴과 동시에 풀럼이 발생할 수 있게 된다.

[0005] 일 실시예, 에지 청소 헤드는 새시의 주변 에지 너머로 연장되는 강모를 갖는 브러시를 포함한다. 일 예에서, 에지 청소 헤드는 제1 및 제2 단부를 갖는 적어도 하나의 브러시 요소를 포함하며, 브러시 요소는 작업면에 수직인 제1 단부에 대하여 회전축을 한정한다. 에지 청소 헤드는 실질적으로 수직의 축에 대하여 회전할 수 있다. 일 예에서, 에지 청소 헤드는 세 개의 브러시 요소를 포함하되, 각각의 브러시 요소는 인접한 브러시 요소와 약 120도의 각도를 형성한다. 다른 예에서, 에지 청소 헤드는 여섯 개의 브러시 요소들을 포함하되, 각각의 브러시 요소는 인접한 브러시 요소와 약 60도의 각도를 형성한다.

[0006] 다른 실시예에서, 에지 청소 헤드는 새시의 주변 에지 너머로 연장되는 회전 가능한 고무걸레를 포함한다. 이 회전 가능한 고무걸레는 습식 청소, 표면 처리 등에 사용될 수 있다.

[0007] 다른 실시예에서, 에지 청소 헤드는 청소 헤드의 회전시 새시의 주변 에지 너머로 연장되는 복수의 흡수성 섬유를 포함한다. 복수의 흡수성 섬유는 얼룩을 닦고 바닥을 청소하고 표면을 처리하기 위한 자루걸레와 같이 사용될 수 있다.

[0008] 로봇은 새시에 의해 보유되는 다수의 청소 헤드(예컨대 2개 또는 세 개의)를 포함할 수 있다. 일 예에서, 로봇은 새시에 의해 보유되는 메인 청소 헤드와, 로봇에 의해 덮여진 장소를 가로질러 연장되어 로봇의 주 작업폭을 형성하고 로봇이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥면에 맞닿도록 수평축을 중심으로 회전하도록 구동될 수 있는 청소 헤드를 더 포함한다. 메인 청소 헤드는 작업면에 평행한 길이 방향의 회전축을 한정하는 원통체와, 원통체 상에 배치된 강모와, 원통체를 따라 길이 방향으로 배치된 가요성 플랩을 포함할 수 있다. 제어부에서의 브러시 제어 공정은, 동작 제어 공정이 독립적으로 계속하여 로봇을 바닥을 가로지르게 조종하는 동안, 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 (실질적으로 중립에서 회전시키고 그리고/또는 끈, 실 또는 기타 얹힌 매체를 푸는 것과 동일한 속도로 회전하도록 구동하기 위해) 메인 청소 헤드의 회전을 역전시키도록 구성된다. 다른 예에서, 로봇은 새시에 의해 보유되고 로봇이 바닥을 가로지르게 조종되는 동안 바닥의 표면에 맞닿

도록 하기 위해 수평축을 중심으로 회전하도록 구동되는 두 개의 메인 청소 브러시를 포함한다. 두 개의 메인 청소 브러시는 동일하거나 반대 방향으로 회전할 수 있다.

[0009] 다른 태양에서, 자동 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 푸는 방법은 로봇을 바닥면 위에 위치시키는 단계를 포함하는데, 이 로봇은, 새시에 의해 보유되고 에지 청소 헤드 모터에 의해 구동되는 에지 청소 헤드를 비-수평 축을 중심으로 회전시키면서 로봇 전방 방향으로 바닥면을 가로질러 자동적으로 가로지른다. 에지 청소 헤드는 바닥면에 맞닿으면서 새시의 측방 범위 너머로 연장된다. 로봇은 계속하여 바닥면을 가로질러 조종하면서 높아진 에지 청소 헤드의 전류에 응답하여 (실질적으로 중립에서 회전시키고 그리고/또는 끈, 실 또는 기타 얹힌 매체를 푸는 것과 동일한 속도로 회전하도록 구동하기 위해) 에지 청소 헤드 모터에 독립적으로 역바이어스를 제공한다.

[0010] 일 실시예에서, 로봇의 제어부에서의 브러시 제어 공정은 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드의 회전을 역전시키기 전에 로봇 전방으로의 이동을 (로봇의 동작 제어에 독립하여) 결정한다. 로봇의 브러시 제어 공정은 (로봇의 동작 제어에 독립하여) 소정 기간 동안에 높아진 에지 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드의 회전을 역전시킬 수 있다. 일 예에서, 브러시 제어 공정이 에지 청소 헤드의 회전을 역전시킨 후에, 브러시 제어 공정은 로봇을 역방향으로 이동시키고 구동 방향을 변경하고 이 변경된 구동 방향으로 이동시키기 위한 신호를 로봇의 동작 제어 공정으로 직접 또는 관리 공정을 통해 전달할 수 있다.

[0011] 다른 실시예에서, 로봇은 새시에 의해 보유되는 메인 청소 브러시를 또한 포함하며, 메인 청소 브러시는 로봇이 바닥을 가로질러 조종되는 동안 바닥에 맞닿도록 수평축을 중심으로 회전하도록 구동될 수 있다. 로봇은 계속하여 바닥면을 가로질러 조종하면서 높아진 메인 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 브러시의 회전을 독립적으로 역전시킨다. 로봇의 브러시 청소 공정은 높아진 메인 청소 브러시 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 브러시의 회전을 독립적으로 역전시키기 전에 로봇 전방 방향으로의 이동도 결정할 수 있다. 또한, 로봇의 브러시 청소 공정은 소정 기간 또는 간격 동안에 메인 청소 브러시의 회전을 역전시킬 수도 있다.

[0012] 다른 태양에서, 자동 커버리지 로봇은 구동 시스템, 충돌 센서 및 근접 센서를 포함한다. 구동 시스템은 진로 (방향 전환) 설정 및 속도 설정에 따라 로봇을 조종하도록 구성되어 있다. 충돌 센서는 로봇 전방에 있는 장애물과의 충돌에 반응한다. 근접 센서는 근접하지만 로봇과 접촉하지 않는 거리, 예컨대 2.52 내지 25.4 cm(1-10 인치), 바람직하게는 2.52 내지 10.2 cm(1-4 인치)인 거리에 있는 로봇 전방의 장애물에 반응한다. 구동 시스템의 동작 제어 공정은, 진로 설정에 따라 로봇을 전진시키는 것을 포함하여, 청소 또는 커버리지 공정을 계속하면서 잠재적 장애물의 검출을 나타내는 근접 센서로부터의 신호에 응답하여 속도 설정을 저감하도록 구성될 수도 있다. 더욱이, 구동 시스템의 동작 제어 공정은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서로부터 수신 신호에 응답하여 진로(방향 전환) 설정을 변경하도록 구성될 수도 있다.

[0013] 어떤 경우에, 구동 시스템의 동작 제어 공정은 장애물의 주변을 따라가기 위해 충돌 센서 및 하나 이상의 측면 근접 센서에서 수신된 신호에 응답하여 진로 설정을 변경하도록 구성될 수 있다. 다른 경우에, 구동 시스템은 로봇이 장애물에서 벗어나도록 하기 위해 충돌 센서 및 근접 센서에서 수신된 신호에 응답하여 진로 설정을 변경하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 구동 시스템은 로봇을 소정의 토오크(예컨대 모터 전류 또는 모터 저항)로 조종하도록 구성되고, 구동 시스템은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서로부터의 수신 신호에 응답하여 모터 전류 또는 모터 저항의 설정을 변경하도록 구성되어 있다. 구동 시스템은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서로부터의 수신 신호에 응답하여 모터 전류 또는 모터 저항의 설정을 증가시킬 수도 있다.

[0014] 근접 센서는 그 전체 내용이 본 출원에서 원용된 미국 특허 제6,594,844호의 "로봇 장애물 검출 시스템(Robot obstacle detection system)"에 개시된 것과 실질적으로 같이, 서로에 대해 고정된 거리에 수렴하도록 서로를 향해 진행하는 적어도 하나의 적외선 방사기 및 수신기 쌍의 복수의 세트를 포함할 수 있다. 대안으로, 근접 센서는 소나 장치를 포함할 수도 있다. 충돌 센서는 스위치, 용량성 센서 또는 다른 접촉 검출 장치를 포함할 수도 있다.

[0015] 로봇은 바닥에 위치될 수 있다. 다른 태양에서, 바닥 위에서 물체에 대한 자동 커버리지 로봇의 구동 방법은 로봇이 청소 모드에서 최대 청소 속도로 바닥을 자동적으로 가로지르게 하는 것을 포함한다. 로봇 전방에서 물체의 접근을 검출하면, 로봇은 로봇이 물체와의 접촉을 검출할 때까지 물체 쪽으로 향하는 것을 계속하면서 청소 속도를 저감된 청소 속도로 저감시킨다. 물체와의 접촉을 검출하면, 로봇은 물체에 대하여 방향을 전환하여 물체의 바로 옆을 청소하는데, 선택적으로 실질적으로 저감된 청소 속도로 청소한다. 로봇은 물체의 바로 옆을 청소하면서 물체의 주변을 따라간다. 물체의 주변을 떠날 때, 로봇은 속도를 최대 청소로 증가시킬 수 있다. 로봇은 물체로부터 실질적으로 일정한 추종 거리를 유지시킬 수 있거나, 에지 청소 헤드 또는 브러시가 로봇 본

체의 추종 측면을 지난 연장되는 범위보다 작은 추종 거리를 유지시키거나, 초기의 저감된 청소 속도에 응답하여 물체의 바로 옆을 청소하면서 물체와 실질적으로 접촉할 수 있다. 일 예에서, 물체로부터의 추종 거리는 실질적으로 물체와 접촉한 실질적으로 바로 다음의 로봇과 물체 사이의 거리이다. 다른 예에서, 물체로부터의 추종 거리는 약 0 내지 5.08 cm(0 내지 2 인치)이다.

[0016] 하나의 경우에, 로봇은 물체와의 접촉에 응답하여 물체 주변에서 이동하는 조종을 수행한다. 이 조종은 로봇이 물체 주위에서 실질적으로 반원형 경로 또는 일련의 교번하는 부분적인 나선(예컨대 점차 감소하는 반경을 갖는 원호)으로 이동하는 것을 포함할 수 있다. 대안으로서, 조종은 로봇을 물체에서 벗어나게 이동한 다음 물체에 사실상 접하는 방향으로 이동시키는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 로봇 전방의 물체의 근접을 검출하면, 로봇은 최대 청소 속도를 저감된 속도로 일정 비율, 기하급수적 비율, 비선형 비율 또는 그 밖의 비율로 저감시킬 수 있다. 또한, 물체와의 접촉을 검출하면, 로봇은 전동부, 메인 브러시, 또는 측면 브러시 모터의 토오크(예컨대 모터 전류) 설정을 증가시킬 수 있다.

[0018] 다른 태양에서, 자동 로봇은 새시, 새시 위에 장착되고 로봇을 조종하도록 구성되는 구동 시스템 및 새시에 의해 보유되고 로봇 아래의 바닥면을 검출하도록 구성된 바닥 근접 센서를 포함한다. 바닥 근접 센서는 광선을 바닥면 쪽으로 진행시키도록 구성된 광선 방사기와, 새시의 하향 수용부에 장착되어 바닥면에서 진행된 광선의 반사에 응답하는 광선 수신기를 포함한다. 바닥 근접 센서는 실질적으로 밀폐된 유닛(예컨대 하방으로)일 수 있으며, 수용부 내에 퇴적물, "깔개 보풀", 머리카락 또는 집안 먼지의 축적을 방지하기 위해 수용부의 하단부를 가로질러 배치된 전방 및 후방 에지를 갖는 광선-투과성 커버를 또한 포함할 수 있다. 이 커버는 대전방지 물질로 만들어진 렌즈를 포함할 수 있다. 커버의 전방 에지, 즉, 로봇 이동 방향으로의 커버의 에지는, 로봇의 선단 에지에서 후방 에지보다 높은 위치에 있다. 수용부의 저면은 쇄기 형상일 수 있다. 일 실시예에서, 바닥 근접 센서는 미국 특허 제 6,594,844호, "로봇 장애물 검출 시스템(Robot obstacle detection system)"에 개시된 바와 실질적으로 같이 적어도 하나의 적외선 방사기 및 수신기 쌍을 포함한다.

[0019] 일 실시예에서, 로봇의 구동 시스템은 새시에 현수된 적어도 하나의 피구동 훨파, 새시에 의해 보유되고 훨들 중 하나에 인접하게 에워싸인 적어도 하나의 훨-바닥 근접 센서를 포함하되, 훨-바닥 근접 센서는 훨에 인접한 바닥면을 검출하도록 구성된다. 구동 시스템은 바닥 근접 센서로부터 수신된 신호에 응답하여 검출된 벼랑에서 멀어지게 로봇을 조종하도록 구성되는 제어부를 더 포함할 수 있다. 어떤 경우에, 구동 시스템은 훨 중 하나의 근처에 수용되고 훨의 새시에 대한 실질적인 하방 변위에 반응하는 훨 강하 센서를 포함한다. 구동 시스템은 모든 훨이 강하할 때 바닥 근접 센서의 작업성을 검증하는 검증 시스템을 포함할 수 있다. 이 검증은 로봇이 사람에 의해 바닥으로부터 들어 올려진 결과 모든 훨이 강하할 것이라는 추론에 근거한 것이며, 모든 바닥 근접 센서가 바닥면을 기록하지 않는 것(또는 반사가 측정되지 않거나 반사가 너무나 강한 것)을 확인하기 위해 검사한다. 바닥면 또는 너무나 강한 반사(예컨대 차단된 센서를 지시)를 기록하는 센서는 차단된 것으로 간주된다. 이런 검출에 응답하여, 로봇은 바닥 근접 센서가 청소되어야 하는 것을 표시 또는 표시등이 나타내는 유지보수 보고 활동을 시작할 수 있다. 이런 검출에 응답하여 로봇은 모든 바닥 근접 센서가 깨끗하고 제대로 작용한다는 것을 검증 과정이 판단할 때까지 전방 동작을 금지할 것이다. 각각의 훨-바닥 및 훨 강하 근접 센서는 적어도 하나의 적외선 방사기 및 수신기 쌍을 포함할 수 있다.

## 실시예

[0048] 도1 내지 도3은 예시적인 자동 커버리지 로봇(100)의 상부 사시도, 저부 사시도 및 분해도이다. 로봇(100)은 새시(102), 구동 시스템(104), 에지 청소 헤드(106a) 및 제어부(108)를 구비한다. 구동 시스템(104)은 새시(102) 위에 장착되며 로봇(100)을 조종하도록 설정된 차동 구동장치(로봇의 중심 직경 근처에서 독립적으로 속도 제어 가능한 좌우 훨)이다. 에지 청소 헤드(106a)는 로봇(100) 아래와 로봇(100) 근처의 먼지와 잔해물을 제거하기 위해 새시(102)의 측면 에지 너머로 연장하도록, 보다 상세하게는 로봇이 전방으로 청소할 때 메인 청소 헤드(106b)의 청소 경로 내로 먼지와 잔해물을 쓸어내도록 장착된다. 일부 실시예에서, 메인 또는 에지 청소 헤드(106b, 106a)는 표면 처리를 수행하기 위해 사용될 수도 있다. 제어부(108, 도9A에도 도시됨)는 새시(102)에 의해 보유되며 센서의 판독 또는 지시에 기초하여 로봇(100)의 구성요소로 명령을 제공하도록 거동 기반 로봇공학에 의해 제어됨으로써, 후술하는 바와 같이, 자동적인 방식으로 바닥을 청소하거나 처리한다. 배터리(109)는 로봇(100)과 그 보조 시스템에 대하여 동력원을 제공할 수 있다. 바닥 커버(110)는 로봇(100)의 내부를 먼지와 잔해물로부터 보호할 수 있다.

[0049] 구동 시스템(104)은 좌측 구동 훨 조립체(112), 우측 구동 훨 조립체(114) 및 캐스터 훨 조립체(116)를 포함한다. 구동 훨 조립체(112, 114)와 캐스터 훨 조립체(116)는 새시(102)에 연결되어 로봇(106)을 지지한다. 제어

부(108)는 구동 시스템에 명령을 제공하여 훨(112, 114)을 전방 또는 후방으로 구동시켜 로봇(100)을 조종할 수 있다. 예컨대 양쪽 훨 조립체를 전방으로 향하게 하여, 로봇(100)의 전방 동작을 야기하는 명령이 제어부(108)에 의해 발생될 수 있다. 다른 예로, 우측 훨 조립체(114)가 후방 구동되는 동안 좌측 훨 조립체(112)를 좌측 방향으로 향하게 하여 위에서 봤을 때 로봇(100)이 시계방향으로 회전하게 하는 결과하는 야기하는 좌측 회전을 위한 명령이 발생될 수 있다.

[0050] 도4 및 도5는 새시(102)에 대한 부착을 거쳐 로봇(100)의 메인 청소 헤드(106b)에 결합될 수 있는 메인 청소 브러시(111)의 전방 사시도 및 분해도이다. 본 명세서에 기재된 바와 같은 로봇과 청소 헤드의 일반 구조는 그 전체 내용이 본 출원에서 원용되는 미국 특허 제6,883,201호에 기재된 것과 특별히 언급되는 것을 제외하고는 유사하다. 일반적으로, 로봇 브러시가 끈, 실, 머리카락, 동물의 털 또는 장식 술로 뒤얽히면, 브러시 모터는 과전류 또는 온도 상승을 겪을 수 있으며, 또한 에너지 소모의 증가, 불충분한 청소, 브러시의 성능 저하 또는 고장을 야기할 수 있다. 로봇이 이렇게 제어되거나 뒤얽힘 물품이 무겁거나 고착되면, 로봇은 제자리에 유지될 수 있으며, 센서가 정지 상태를 검출하는 데 이용되는 경우, 이동을 정지시켜 청소를 못하게 한다. 작동 과정 중에 정지된 로봇은 자동 기능을 계속하기 위해서 "구조(rescue)"되어서 청소되어야 한다. 이론적으로, 구동 훨, 캐스터, 통 고무걸레(bin squeegee) 및 청소 헤드 구동열(역전-구동장치)에서의 정역학적 또는 동역학적 마찰에 대응하기 위해 부가적인 에너지 소모가 있을 수 있다. 동물의 털/장식 술/끈은 청소 브러시의 최소 권취 직경부[예컨대 브러시(111)가 강모만을 포함한다면, 일반적으로 브러시(111)의 코어]의 둘레에 단단히 권취 수 있다. 청소 브러시(111)의 최소 직경부가 견고한 경우(탄성이 아님), 예컨대 브러시가 동물의 털/장식 술/끈을 풀기 위해 청소 헤드 내에서 반대로 회전될 때, 바닥과 접촉하는 브러시와 청소 헤드의 기어열에서의 정역학적 또는 동역학적 마찰을 극복하기 위해 부가적인 에너지가 필요할 수 있다. 장식 술 또는 실이 브러시에 계속 감기면 뒤얽힘을 없애기 위해 브러시(111)를 청소 헤드(106b)에서 제거해야만 한다. 메인 청소 헤드(111)는 청소 헤드 본체(117)를 따라 배열된 배플 또는 연질 플랩(113) 및 강모(115)를 갖는다. 청소 헤드(117)의 길이 방향을 따라 배치된 연질 플랩(113)은 정역학적 마찰을 최소화한다. 청소 헤드 본체(117)는 로봇(100)이 바닥을 가로질러 이동하는 동안 바닥면과 맞닿을 수 있도록 그 수평축을 중심으로 회전됨으로써 배플(113)과 강모(115)가 바닥의 표면에 있을 수 있는 먼지와 잔해물을 휘젓게 한다. 제어부(108)는 로봇(100)이 바닥을 가로질러 이동하도록 개별적인 동작 제어 거동을 실행함에 따라 계속하여 청소 사이클 또는 다른 사이클을 수행함과 동시에, 메인 청소 헤드 모터 전류가 급격하게 상승하거나 높아지면 메인 청소 헤드(111)의 회전을 역전시키도록 (즉, 로봇이 전방으로 이동함에 따라 뒤얽힌 것을 끌어내어 풀 때 청소 브러시가 자유롭게 회전할 수 있도록 하기에 충분한 역전 전류를 제공하도록) 구성될 수 있다. 이 경우, 연질 플랩(113)의 림(116)은 청소 헤드(111)의 최소 직경부가 될 수 있다. 림(116)은 가요성을 가지므로(유연하고 연질임), 잠재적으로 로봇(100)이 동을 시작하는 데 필요한 에너지로부터 전환하는 에너지를 변형에 거의 필요로 하지 않는다. 정역학적 마찰을 하는 브러시 기어열에서의 순간 지연은 로봇(100)이 이동을 다시 시작하기 위한 기회를 제공하여 브러시의 뒤얽힘 폴림을 용이하게 할 수 있다. 마찬가지로, 끈 또는 동물의 털은 [코어(117)와 같은 코어 또는 심지어 더 작은 코어에 비해] 림(116)의 대경부에 덜 뒤얽히게 될 수 있는데, 이는 단지 브러시(111)가 뒤얽힌 끈 또는 장식 술의 단위 길이당 많은 회전을 하지 않기 때문이다. 또한, 플랩(113)의 길이방향으로 만곡된 특성은 로봇의 설정된 이동과 뒤얽힌 청소 헤드(111)의 후진 구동으로의 역전 사이의 순간 지연 중에 장식 술/동물의 털이 풀리도록 가압하는 스프링으로 작용한다. 강모(115)는 청소하는 데 주로 사용될 수 있는 반면, 플랩(113)은 뒤얽힘을 풀기 위해 주로 사용될 수 있다. 이는 뒤얽힌 실이 끊어져서 청소 헤드(111) 내에 플랩(113)에 의해 유지되더라도 로봇(100)이 계속 청소할(깔개를 교반하는) 수 있도록 한다. 본 명세서에 기재된 것과 결합 가능한 기타 로봇의 상세와 특징은 그 전체 내용이 본 명세서에 원용된 미국 출원 제60/747,791호에서 확인할 수 있다.

[0051] 도6A 및 도6B는 에지 청소 헤드(106)의 상부 사시도 및 분해도를 도시한다. 에지 청소 헤드(106a)는 새시(102)에 의해 보유되며 에지 청소 헤드 모터(118)와 구동 변속기(119)에 의해 구동되어 브러시(120)를 비수평축에 대하여 회전시킨다. 브러시(120)는 새시(102)의 주변 에지 너머로 연장되는 브러시 요소(122A-F)를 갖는다. 각각의 브러시 요소(122A-F)는 인접한 브러시 요소들과 약 60도의 각도를 형성하며 그 선단은 요소들의 축을 따라 연장된 강모로 이루어져 있다. 브러시(120)는 수직축을 중심으로 회전될 수 있으므로, 브러시 요소(122A-F)의 단부가 작업면에 직각으로 이동한다. 에지 청소 헤드(106)는 로봇(100)의 에지 근처에 위치될 수 있으므로 브러시(120)가 새시(102)의 에지 너머의 먼지와 잔해물을 쓸어낼 수 있다. 몇몇 실시예에서, 에지 청소 헤드(106)는 로봇의 수직축에서 오프셋된(기울어진) 축을 중심으로 작동한다. 도6C에 개략적인 형태로 도시된 바와 같이, 브러시(106)는 전방 및 양측 방향으로 모두 기울어질 수 있으므로(즉, 라인에 대한 훨 접촉 평면에 대하여 이 평면 내에서의 주행 방향으로부터 약 45도 하방으로 경사짐), 로봇 주변의 외부로부터 주작업 공간 쪽으로 잔해물을 모으지만, 일단 이렇게 모아진 잔해물을 어지럽히거나 잔해물을 로봇의 작업 공간으로부터 배출

하지 않는다. 오프셋된 축은 청소 헤드(106)의 기울어짐을 샐그(shag)와 같은 다양한 종류의 깔개에 맞추기 위해 설정하도록 선택적으로 조정 가능하다.

[0052] 예지 청소 헤드의 다른 구성이 또한 로봇(100)에 사용될 수 있다. 예컨대 예지 청소 헤드는 120도씩 균일하게 이격된 세 개의 브러시 요소들을 가질 수 있다. 도7은 회전 가능한 고무결레(126)가 브러시 대신 사용되는 예지 청소 헤드(124)의 다른 예를 도시한다. 다른 구성에서, 예지 청소 헤드는 샐시(102)의 주변 예지 너머로 연장되는 하나 이상을 흡수성 섬유를 가질 수 있다.

[0053] 도8A는 자동 커버리지 로봇(100)에 사용될 수 있는 범퍼(130)를 도시한다. 도8B는 범퍼(130) 내에 수납될 수 있는 근접 센서(134)를 도시한다. 구동 시스템(104)은 진로 설정과 속도 설정에 따라 로봇(100)을 조종하도록 구성되어 있다. 근접 센서(134)는 로봇 전방의 잠재 장애물을 검출할 수 있다.

[0054] 도9A는 로봇(100)의 전장품을 도시한다. 로봇(100)은 범퍼 마이크로-제어부(107A)와 통신하는 제어부(103)를 포함하며, 이들은 함께 전방향성 수신기, 지향성 수신기, 벽 근접 센서(134) 및 범퍼 스위치(132)를 제어한다. 제어부(103)는 벼랑 센서(140)와 각각의 모터들의 모터 전류 센서를 포함한 모든 다른 센서의 입력을 감시한다.

[0055] 로봇(100)의 방향과 속도의 제어는 본 명세서에 그 전체가 원용된 미국 특허 제6,809,490호 및 6,781,338호에 전체적으로 개시된 커버리지 및 한정을 위한 거동 기반 로봇공학의 원리에 따라 조정부에 의해 선택된 동작 제어 거동에 의해 조종되어[제어부(108)에 의해 수행됨], 근접 센서(134)가 잠재 장애물을 검출할 때 로봇의 속도를 감소시킨다. 제어부(108)에 의해 수행된 동작 거동은 또한 동역학적 충돌 센서(132)가 로봇(100)의 장애물과의 충돌을 검출할 때 로봇(100)의 속도를 변경할 수 있다. 따라서, 도9a를 참조하면, 로봇(100)은 운전 또는 직선 거동(900)을 수행함으로써 바닥면을 가로지른다. 로봇(100)이 근접 센서(134)를 통해 근접을 검출했지만 아직 장애물과 접촉하지 않았을 때, 로봇(100)은 완만 접촉 절차(902)(거동 또는 거동의 일부일 수 있거나 하나 이상의 거동에 의해 형성될 수 있음)를 수행하며, 이때 로봇(100)은 최대 청소 속도로 장애물로 전진하지 않지만, 대신에 그 접근 속도를 약 300 mm/sec의 최대 청소 속도에서 제어기(108)를 거쳐 자제적인 장애물 쪽으로 가면서 약 100 mm/sec의 낮은 속도로 저감시켜서, 충돌이 발생하더라도 충돌이 덜 시끄럽게 하고 표면을 덜 훼손하도록 한다. 이에 의해 전체 소음, 로봇(100)에 대한 잠재 손상 또는 충돌하는 물체가 저감될 것이다. 로봇(100)이 동역학적 충돌 센서(132)를 통해 물체와의 접촉을 검출하면, 로봇(100)은 다음 절차들, 즉, 되돌아오는 절차(910), 장애물 주변을 따라가는 절차(912), 구동 방향을 변경하여 물체로부터 멀리 이동하는 절차(914) 또는 물체에 접근하고 그것(예컨대 벽)을 따라가기 위해 곡선 운동하도록 구동 방향을 변경하는 절차 중 하나를 수행한다. 되돌아오는 절차(910)는 로봇(100)이 물체를 따라 되돌아오도록 이동하는 것을 수반한다. 장애물 주변을 따라가는 절차(912)는 로봇(100)이 근접 센서(134)를 사용하여 미리 정해진 거리에서 물체의 주변을 따라가서, 예컨대 물체에 근접하여 청소하고 그리고/또는 벽의 맨 가장자리를 청소하는 것을 수반한다. 로봇(100)은 방을 계속 청소하는데, 전방에서 근접한 물체(벽, 테이블, 의자, 소파, 또는 다른 장애물일 수 있음)를 검출하더라도, 동일 방향으로의 청소작업을 속도가 저감되면서도 차단 없이 계속한다. 소정의 그리고/또는 일정하지 않은 경우, 로봇(100)은 물체와 충돌하면 메인 청소 헤드(106b)의 예지가 가능한 한 벽에 근접하게 하도록 제자리에서 방향을 바꾸고, 필수적으로 저감된 청소 속도로 로봇 측면의 물체를 따라가서 측면/예지 브러시(106a)가 바닥과 벽 또는 장애물 사이의 구석으로부터 잔해물 또는 오물을 수집한다. 로봇(100)이 일단 벽을 떠나면, 소정 범위 내에서 소정의 그리고/또는 일정하지 않은 경과 후에, 로봇(100)은 그 속도를 최대 청소 속도로 증가시킨다. 다른 경우에, 로봇은 물체와 충돌하면, 물체 또는 벽에서 방향이 빗나갈 때까지 제자리에서 방향을 바꾸고, 즉시 물체 또는 벽에서 멀어지게 최대 청소 속도로 전진한다.

[0056] 로봇(100)은 제어부(103)에 거동적인 소프트웨어 아키텍처를 채용한다. 본 명세서에서 검토한 로봇(100)의 실시예가 거동 기반 제어를 일부만 사용하거나 전혀 사용하지 않을 수도 있지만, 거동 기반 제어는 로봇을 강건하게(즉, 움직이지 못하거나 고장나지 않게) 할 뿐만 아니라 안전하게 제어하는 데에 있어 효과적이다. 로봇(100)은 제어부(103) 내에서 조정부에 의해 수행되는 수많은 거동을 갖는 제어 및 소프트웨어 아키텍처를 채용한다. 거동은 센서의 경우에 응답하여 조정부로 들어간다. 일 실시예에서, 모든 거동은 서로에 대하여 고정된 상대적인 우선권을 갖는다. 조정부(이 경우)는 가능화 조건을 인식하고, 이 거동은 가능화 조건의 전체 세트를 가지며, 이행된 가능화 조건을 갖는 것들 중에서 최우선권을 갖는 거동을 선택한다. 우선권을 감소시키기 위해, 일반적으로 거동은 회피 및/또는 회피 거동(예컨대 벼랑을 회피하거나 구석을 피하는 것) 및 작업 거동(예컨대 벽을 따라가거나, 되돌아오거나 또는 일직선으로 구동하는 것)으로 분류된다. 거동은 상이한 회피[예컨대 미국 특허 제6,809,490호에 개시된 바와 같이 어떤 회피 거동을 억제하는 구석 회피, 협곡 타지 않기, 움직이지 못하는 상태, "벌리스틱(ballistic)"의 일시적인 파이어 및 포겟(fire-and-forget) 이동을 포함함], 벼랑 회피, 가상 벽 회피(실제 벽은 게이트웨이 비임을 갖춘 표지일 수 있음), 스폰 커버리지(나선형 또는 좌우교

대의 패치와 같은 한정된 패턴으로 포함함), 정렬(장애물이 예를 들어 내부 구석을 따라가는 동안에 마주치는 전방 장애물과 정렬하기 위해 측면 근접 센서를 사용하여 제자리에서 회전함), 따라가기(실질적으로 평행하거나 측면 근접 센서를 사용하여 장애물을 따라 가는 충돌 또는 로봇의 측면으로 연장되는 범퍼 중 하나 또는 모두를 나타냄), "되돌아오기"(로봇이 물체에 충돌한 후 발생하는 거동) 위해 충돌에 응답함, 그리고 구동(주행)을 포함할 수 있다. 로봇의 이동은, 만약 있다면, 거동이 조정되는 동안에 발생한다. 하나 이상의 거동이 조정된다면, 대응하는 요구 조건이 만족되는 한, 최우선권을 갖는 거동이 수행된다. 예컨대 벼랑 회피 거동은 벼랑이 벼랑 검출 센서에 의해 검출되지 않는 한 수행되지 않지만, 벼랑 회피 거동의 수행은 가능화 조건을 만족시킨 다른 거동의 수행에 항상 우선한다.

[0057] 반응적 거동은, 그 가능화 조건 또는 자극과 같이, 다양한 센서와 현상의 검출을 갖는다. 이것들은 전방 근접 검출(다중), 전방 충돌 검출(다중), 벼랑 센서(다중), 가상 벽 신호(이것은 대신 커버리지 자극으로 간주될 수 있음)와 같은 장애물 회피 및 검출을 위한 센서들을 포함한다. 이런 종류의 센서들은 필터, 조절기 및 그 구동 장치에 의해 측정되어 조절되며, 이는 거동이 예상대로 그리고 모든 입수가능한 정보(예컨대 1-비트의 "진위(true/false)" 신호로의 변환, 충돌 가능 각도 또는 강도에 근거한 입사각 또는 일군의 센서들과 상이한 시간의 기록, 또는 이력, 평균치, 주파수, 또는 편차 정보)에 의해 거동이 수행하는 것을 보조하는 기록 데이터 뿐만 아니라 가능화 조건을 발생시킬 수 있다.

[0058] 실제의 물리적 센서들은 조절기와 구동장치로부터 합성된 "가상" 센서에 의해 아키텍처로 나타내질 수 있다. 모터의 과전류, 로봇(100)의 정체 또는 움직이지 못하는 상태(휠 엔코더 또는 카운터로부터 관찰되는 주행기록의 결여를 측정함으로써), 전량(電量) 분석을 통한 배터리 충전 상태 및 다른 가상의 센서와 같이 검출 가능하거나 해석되는 물리적 특성으로부터 합성되는 부가적인 "가상" 센서는 로봇(100)에 대하여 자기 수용적이거나 해석된다.

[0059] 또한, 반응 거동은 찾아야 하거나 따라가야 하는 검출된 현상을 나타내는 가능화 조건에 따라 수행할 수 있다. 광선이나 무선(RF, 음파) 신호는 방향성 없이 검출될 수 있으며 그리고/또는 어떤 경우에는 방향성을 가지고 검출될 수 있다. 방향성을 주는 원격 광선 또는 마커(역반사의, 차별성 있는, 절대적인, 또는 시각적 경계표에 의해 자연 인식되는 바 코드)는 귀환 또는 상대적인 이동을 허용할 수 있으며, 방향성이 없다면 그럼에도 불구하고 로봇(100)은 검출된 신호의 존재, 부재 및/또는 상대적 강도에 따라 서보 제어하도록 이동할 수 있다. 로봇(100)으로부터의 광선의 반사, 예지 또는 라인도 마찬가지로 검출될 수 있으며, 이런 신호에 따라 서보 제어 함으로써 수행되는 거동[로봇(100)에 의해 따라가는 장애물과 같은]을 따라간다. 잔해물 또는 인공물 신호는 로봇에 의해 수집되거나 방해되는 잔해물 또는 물체를 관측함으로써 수집될 수 있으며, 이 신호는 스포트 커버리지 패턴을 제어하는 반응 거동을 위한 가능화 조건일 수 있다.

[0060] 로봇(100)은 일반적으로 반응 거동으로 간주되지 않는 동시 발생 공정, 즉 "병렬" 공정을 유지한다. 스케줄러는 예컨대 조정부 및 거동을 포함하는 대부분의 다른 공정에 프로세서 시간을 협력적이거나 다른 다중처리 방식으로 할당할 필요가 있다. 입수 가능한 스레딩(threading)이 많을수록 더 적은 공정이 스케줄러에 의해 관리될 수 있다. 주지된 바와 같이, 필터와 조절기와 전동부는 원신호(raw signal)를 해석하여 전달한다. 이런 공정들은 반응 거동으로 간주되지 않으며 모터 구동장치 또는 다른 액추에이터에 대하여 직접 제어를 수행하지 않는다. 또한, 본 실시예에서, 브러시 모터 제어부(들)는 메인 및 측면 브러시들을 제어하지만, 이들은 대안으로서 전용 브러시 거동 및 브러시 제어 조정부에 의해 제어될 수 있다.

[0061] 다른 예에 따르면, 완만 접촉 절차(902)는 약 2.54 내지 25.4 cm(1 내지 10 인치)[바람직하게는, 2.52 내지 10.2 cm(1 내지 4인치). 이 거리는 IR 근접 또는 크로스-비임(cross-beam) 센서(134)의 유효 범위 내에 있지만 피검출 장애물과의 충돌 전에 이동 로봇(100)의 속도를 낮추기에 충분한 시간을 갖고도록 선택됨]로부터 시작되어야 하는(즉, 수신기가 서로를 향해 경사진 방사기와 수신기의 중첩 공간에서 시작하는 반사로부터 수신할 때) 적외선 근접 센서(134)를 채용할 수 있다. 종래의 근접 센서들은 장애물의 알베도(albedo)에 따라 신호 강도를 복원하며, 크로스-비임 센서(134)는 수신기와 방사기의 비임/필드가 교차하는 센서로부터의 특정 거리로 들어가는 다양한 알베도에 대한 경계가 될 수 있다. 부가적으로, 근접하게 검출된 벽에 근거하여 속도를 낮추는 것은 충돌 센서(132)와 관계없이 사용자에 의해 억제되거나 금지될 수 있다. 제어부(108)는 로봇의 하강 속도를 꾸준히 저감하여 충분하게 속도를 낮춘 다음 천천히 운전시킬 수 있다. 제어부(108)는 약 7.6 cm(3 인치)에 걸쳐 천천히 S-곡선을 수행하며, 약 3 인치에 걸쳐 꾸준하지만 가속 또는 감속하면서 속도를 낮출 수 있다. 예컨대 공황, 정체, 막힘 상태, 반-협곡타기와 같은 회피 거동 동안 로봇은 어떠한 회피 거동 또는 회피 거동을 위한 가능화 조건으로서 일반적으로 근접 센서(134)를 사용하지 않음으로써 근접 센서(134)를 사실상 차단할 수

있다.

[0062] 구동 시스템(104)은 전방 장애물의 검출을 나타내는 근접 센서(134)로부터의 신호에 응답하여 속도 설정을 저감하도록 구성될 수 있으며, 이와 동시에 현재의 진로 설정에 따라 로봇(100)을 전진시켜 바닥 또는 표면 작업을 계속한다. 구동 시스템(104)은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서(132)로부터 수신한 신호에 응답하여 진로 설정을 변경하도록 구성될 수 있다. 예컨대 구동 시스템(104)은 충돌 센서(132)와 근접 센서(134)로부터 수신한 신호에 응답하여 진로 설정을 변경하도록 구성될 수 있음으로 해서 로봇(100)은 장애물의 주변을 따라가게 된다. 다른 예에서, 구동 시스템(104)은 로봇(100)이 장애물로부터 멀리 떨어지게 향하게 하기 위해 진로를 변경하도록 구성될 수 있다.

[0063] 근접 센서(134)는 하나 이상의 적외선 방사기 및 수신기 쌍들을 포함할 수 있다. 예컨대 조절된 방사기 및 표준 수신기가 사용될 수 있다. 가벼운 파이프(도시하지 않음), 조준 또는 확산 렌즈, 프레넬(Fresnel) 또는 회절 렌즈는 어떤 경우에 더욱 균일한 광 패턴 또는 더욱 집중되거나 높은 확률/높은 충돌 영역에서 더욱 검출될 것 같은 광 패턴을 인접한 전방으로 제공함으로써 눈에 보이지 않는 얼룩을 제거하는 데에 사용될 수 있다. 대안으로서, 어떤 경우에는 소나 장치 또는 다른 종류의 근접 센서를 사용할 수 있다.

[0064] 일부 실시예에서, 동역학적 충돌 센서(132)는 기계식 스위치(130)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에, 충돌 센서(132)는 전기 용량성 센서를 포함할 수 있다. 다른 종류의 접촉 센서들도 사용될 수 있다.

[0065] 구동 시스템(104)은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서(132)로부터의 수신 신호에 응답하여 로봇(100)의 토오크(또는 모터 전류) 설정을 조종하도록 구성될 수 있다. 예컨대 구동 시스템(104)은 장애물과의 접촉을 나타내는 충돌 센서로부터의 수신 신호에 응답하여 토오크(또는 모터 전류)를 증가시킬 수 있다.

[0066] 바닥 위에서 물체에 대하여 자동 커버리지 로봇을 구동하는 다른 예시적 방법에서, 로봇(100)은 초기에 바닥 위에 위치될 수 있으며(또는 예를 들어 로봇 자체가 충전 도크에서 출발한다면, 이미 바닥 위에 있을 수 있음), 로봇(100)은 청소 모드에서 최대 청소 속도로 자동적으로 바닥을 가로지를 수 있다. 로봇(100)이 로봇(100) 전방의 근접 물체를 감지하면, 로봇은 청소 속도를 저감시키며(예컨대 저감된 청소 속도로), 충돌을 검출할 때까지 바닥 위에서 물체 쪽으로의 이동 및 작업/청소를 계속하는데, 충돌은 물체와의 충돌일 수 있지만 다른 물체일 수 있다. 물체와의 충돌을 검출하면, 로봇(100)은 충돌한 물체에 대하여 방향을 바꾸어서 물체 옆에서, 즉 물체를 따라 청소한다. 로봇(100)은, 예컨대 물체를 따르거나 물체 옆에서 청소하면서 물체 주변을 따라 후행한다. 다른 경우에, 로봇(100)은 물체와의 접촉에 응답하여 물체 옆에서 청소하면서 물체로부터 어느 정도 일정한 후행 거리를 유지할 수 있다. 물체로부터의 후행 거리는 물체와의 접촉 직후의 로봇(100)과 물체 사이의 거리일 수 있으며, 예컨대 0 내지 5 cm(0 내지 2 인치)일 수 있다. 이 거리는 선택적으로 측면 또는 에지 브러시 유닛(106a)이 로봇의 측면 넘어로 연장된 거리보다 작다.

[0067] 일부 예에서, 로봇(100)은 물체와의 접촉에 응답하여 물체의 주위에서 이동하도록 조종할 수 있다. 예컨대 로봇(100)은 물체의 주위에서 어느 정도 반원 경로 또는 연속적으로 교번하는 부분적인 나선(예컨대 반경이 점진적으로 감소하는 원호)으로 이동할 수 있다. 다른 경우에, 로봇(100)은 물체로부터 멀리 떨어지게 이동한 다음 물체에 어느 정도 접하는 방향으로 이동할 수 있다.

[0068] 로봇(100)은 청소 속도를 일정 비율로, 예컨대 비선형 또는 기하급수적인 비율로 감소된 속도로 감소시킬 수 있다. 로봇(100)의 최대 청소 속도는 약 300 mm/s 일 수 있고, 로봇(100)의 저감된 청소 속도는 약 100 mm/s 일 수 있다.

[0069] 도10은 인접한 바닥을 검출하기 위해 로봇(100)에 사용될 수 있는 동역학적 충돌 센서(132), 바닥 근접 센서(140) 및 부착 브레이스(142)를 도시한다. 동역학적 충돌 센서(132)는 로봇(100)과 로봇 전방 경로에 있는 물체 사이의 충돌을 검출할 수 있다. 바닥 근접 센서는 새시(102)에 의해 보유될 수 있으며, 로봇(100)이 일련의 계단과 같은 "벼랑"의 근처에 있을 때를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 바닥 근접 센서(140)는 벼랑이 검출되었는지의 여부를 나타내는 신호를 제어부(108)로 전송할 수 있다. 제어부(108)는 바닥 근접 센서(140)로부터의 신호에 기초하여 벼랑을 회피하기 위해 구동 시스템(104)에게 속도 또는 속력을 변경하도록 명령한다.

[0070] 도11 및 도12는 바닥 근접 센서(140)의 측면도 및 분해도이다. 바닥 근접 센서(140)는 전방부(144), 후방부(146), 방사기(148), 수신기(150) 및 커버(152)를 갖춘 본체를 구비한다. 방사기(148)와 수신기(150)는 적외선을 방사하고 수신할 수 있다. 방사기(148)와 수신기(150)는 전방 및 후방 본체부(144, 146) 내에서 정렬되어, 그 축들이 가까운 바닥 거리에 있는 로봇(100) 아래의 지점에서 직선 정렬하도록 하는 각도로 정렬된다.

[0071] 도13은 커버(152)의 분해도를 도시한다. 커버(152)는 렌즈(154)와 커버 본체(156)로 구성되어 있다. 렌즈

(152)는 자외선에 대하여 투과성일 수 있으며, 커버 본체(156)는 방사기(148)로부터 전송된 방사광의 접속을 용이하게 하기 위해 불투과성일 수 있다. 커버(152)의 전방 에지(158)는 면지가 쌓이는 것을 감소시키도록 돋고 센서(140)가 바닥에 바르게 있을 때 광이 대부분 수신기(150)에 의해 수신되고 센서(140)가 "벼랑"에 있을 때 저감된 양이 수신되도록 보장하기 위해 후방 에지(159)보다 높게 위치된다. 일부 실시예에서, 커버(152)는 대전방지 폴리카보네이트, 산화구리 도핑되거나 코팅된 폴리카보네이트, 제너럴 일렉트릭사(General Electric, Inc.)로부터 구입할 수 있는 대전방지 렉산(Lexan) "LNP", 대전방지 폴리에틸렌, 대전방지 ABS/폴리카보네이트 합금 등의 물질과 같은 대전방지 특성(소산성 또는 도전성)을 갖는 물질을 사용하여 구성된다. 일 예는 대전방지 파우더와 혼합된 ABS 747 및 PC 114R 또는 1250Y를 포함한다. 바람직하게는, 로봇의 외피, 새시 및 다른 부품들은 또한 대전방지 커버(152)를 접지하기 위해 적어도 부분적으로 대전방지(예컨대 대전방지 ABS), 소산성 및/또는 도전성이다. 커버(152)는 또한 여하한 도전 경로에 의해서도 지면에 접지될 수 있다. 커버리지 로봇(100)이 바닥을 가로지르면, 대전방지 특성을 갖는 커버(152)는 정전기로 대전될 수 있으며(예컨대 마찰을 통해), 이로써 반대로 대전된 보풀과 같은 잔해물을 축적하게 되며, 이는 방사기(148)와 수신기(150)의 검출 시야를 방해할 수 있다.

[0072]

바닥 근접 센서(140)가 바닥 위에 적절히 위치된 경우에, 방사기(148)에서 방사된 광선은 바닥에서 반사되어 수신기(150)로 반환됨으로써 제어부(108)에 의해 판독가능한 신호를 발생시킨다. 바닥 근접 센서(140)가 바닥 위에 있지 않은 경우에, 수신기(150)에 의해 수신되는 광선의 양은 감소되어서, 제어부(108)에 의해 벼랑으로 해석될 수 있는 신호를 발생시킨다.

[0073]

도14는 캐스터 휠 조립체(116)의 예를 도시하는 분해도이다. 캐스터 휠(116)은 새시(102)와 커버리지 로봇(100)으로부터 개별적으로 그리고 독립적으로 제거가능하다. 캐스터 휠 조립체(116)는 캐스터 휠 하우징(162), 캐스터 휠(164), 휠-강하 센서(166) 및 휠-바닥 근접 센서(168)를 포함한다.

[0074]

캐스터 휠 하우징(162)은 캐스터 휠(164), 휠-강하 센서(866) 및 휠-바닥 근접 센서(168)를 보유한다. 캐스터 휠(164)은 캐스터 휠 하우징(162) 내에서 수직축을 중심으로 방향을 바꾸고 수평축을 중심으로 회전한다.

[0075]

휠-강하 센서(166)는 새시(102)에 대한 캐스터 휠(164)의 하방 이동을 검출한다. 휠-강하 센서(166)는 캐스터 휠(164)이 작업면과 접촉하는지 여부를 결정한다.

[0076]

휠-바닥 근접 센서(168)는 캐스터 휠(164)에 인접하게 수용된다. 휠-바닥 근접 센서(168)는 새시(102)에 대한 바닥의 근접도를 검출한다. 휠-바닥 근접 센서(168)는 적외선(IR) 방사기와 IR 수신기를 포함한다. IR 방사기는 IR 신호를 발생한다. IR 신호는 작업면에서 반사한다. IR 수신기는 반사된 IR 신호를 검출하여 작업면의 근접도를 결정한다. 대안으로서, 휠-바닥 근접 센서(168)는 가시 광선 센서와 같은 다른 종류의 센서를 사용할 수도 있다. 휠-바닥 근접 센서(168)는 커버리지 로봇(100)이 계단의 단 또는 선반과 같은 작업면에서 벼랑 아래로 이동하는 것을 방지한다. 소정 실시예에서, 구동 휠 조립체(114, 116)는 각각 휠-바닥 근접 센서를 포함한다.

[0077]

도15는 휠-강하 센서(166)의 예를 도시하는 분해도이다. 휠-강하 센서(806)는 하우징(173) 내에 IR 방사기(170)와 IR 수신기(172)를 포함한다. IR 방사기(170)는 IR 신호를 발생한다. IR 신호는 캐스터 휠(164)로부터 반사된다. IR 수신기(172)는 반사된 IR 신호를 검출하여 캐스터 휠(164)의 수직 위치를 결정한다.

[0078]

도16은 캐스터 휠 조립체(116)의 예를 도시하는 단면도이다. 이 도면은 IR 신호를 반사하는 캐스터 휠(164)의 상부면(174)을 도시한다. IR 수신기(172)는 반사된 IR 신호를 사용하여 캐스터 휠(164)의 수직 위치를 결정한다.

[0079]

어떤 경우에, 구동 시스템(104)은 모든 휠들이 강하할 때 바닥 근접 센서들의 작동 성능을 검증하는 검증 시스템을 더 포함한다. 이 검증은 강하된 모든 휠들이 사람에 의해 로봇이 바닥에서 들어 올려진 결과일 것이라는 추론에 근거한 것이고, 모든 바닥 근접 센서들이 바닥면을 기록하지 않는 것을(반사가 측정되지 않거나 반사가 지나치게 강함) 인식하기 위해 검사한다. 바닥면 또는 지나치게 강한 반사를 기록하는 센서(예컨대 막혀진 센서를 표시함)는 막힌 것으로 간주된다. 이런 검출에 응답하여, 로봇은 유지보수 보고 활동을 시작할 수 있으며, 여기에서 바닥 근접 센서들이 청소되어야 하는 것을 표시 또는 광선이 나타낸다. 이런 검출에 응답하여, 로봇은 모든 바닥 근접 센서들이 깨끗하고 작용한다는 것을 검증 과정이 결정할 때까지 전방 동작을 금지할 것이다. 예컨대 기계식 스위치 센서는 위치(176)에서 캐스터 휠(168) 상부에 위치될 수 있는데, 이는 캐스터가 눌릴 때(예컨대 바닥에 의해 상방으로 밀림) 기계식 스위치 센서를 닫히게 하여, 캐스터 휠(164)이 바닥 위에 있다는 교류 신호를 제어부(108)에 제공한다.

- [0080] 때로, 자동 커버리지 로봇은 그 자체가 깔개의 단부에 있는 장식물 또는 풀려 있는 신발의 신발 끈과 같은 외부 물체와 뒤얽힌 것을 발견할 수 있다. 자동 커버리지 로봇(로봇(100)과 같은)의 뒤얽힘을 푸는 방법은 로봇(100)을 바닥면 위에 위치시키는 것을 포함할 수 있으며, 이는 로봇 자체가 도크로부터 출발하는 순간을 포함하는 것으로 간주되어야 한다(예컨대 상당한 지연 후이지만 바닥 위에 위치됨). 로봇(100)은 청소 헤드(106a, 106b)를 작동시키면서 바닥면을 가로질러 전방으로 자동적으로 이동한다. 로봇(100)은 바닥면을 가로질러 변경되지 않은 방향으로 조종하는 것을 계속하고 중단 없이 바닥을 작업하고 그리고/또는 청소를 하면서 측정된 모터 전류의 증가(예컨대 문지방에서의 좌절 또는 증가, 소정의 경사지의 급격한 증가)에 응답하여 에지 청소 헤드 모터(118)에 역바이어스를 가한다.
- [0081] 어떤 경우에, 로봇(100)은 (동작 거동에 의한 전방 동작 제어와는 독립적으로) 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 에지 청소 헤드(106a)의 회전을 역전시키기 전에 전방 이동할 수도 있다. 로봇(100)은 소정 기간 동안에 에지 청소 헤드(106a)의 증가된 모터 전류에 응답하여 에지 청소 헤드(106a)의 회전을 독립적으로 역전시킬 수도 있다. 증가된 전류에 대한 기간은 예컨대 초단위로 구체화될 수 있다. 에지 청소 헤드(106)의 회전을 역전시킨 후, 로봇(100)은 반대 방향으로 이동하고 그 주행 방향을 변경하고 새로운 방향으로 이동할 수 있다.
- [0082] 특정 조합에서, 로봇은 로봇의 중간을 가로질러 예컨대 로봇의 작업 경로를 가로지르는 방향으로 또는 메인 구동 훨에 사실상 평행한 방향으로 연장된 메인 청소 헤드(106b)뿐만 아니라 로봇의 바깥쪽 측면에 배열된 에지 청소 헤드를 포함하며, 청소 헤드는 로봇의 곁에서 청소하도록 측 방향에서 로봇의 주변을 넘어 연장된다(로봇의 본체의 저면에 대해서만 대향됨). 메인 청소 헤드(106b)는 적어도 하나의 회전식 피구동 브러시(111)를 포함하고, 에지 청소 헤드(106a)는 적어도 하나의 회전식 피구동 브러시(120)를 포함한다.
- [0083] 도9C에 도시된 바와 같이, 메인 청소 헤드(106b)는 예컨대 브러시 모터 제어 공정(930)에 의해 제어된다. 브러시 모터 제어 공정은 메인 청소 헤드의 모터의 전류 센서를 감시하여, 급격한 전류 상승(예컨대 문지방, 소정량의 통합되거나 다르게 결정된 경사 위로의 돌출 또는 상승)이 발생하면, 로봇이 전방으로 이동하는지를 선택적으로 검사한다(예컨대 공정, 전방 동작을 나타내는 플래그를 감시하거나 메인 구동 모터를 직접 감시함으로써). 로봇(100)이 전방으로 이런 동작을 중단하지 않고 이동한다면(로봇 동작이 개별적인 거동 제어 구동에 의해 제어됨에 따라 이런 이동 가능성으로부터 선택적으로 분리됨), 브러시 모터 제어 공정(930)은 브러시 모터에 역바이어스를 인가할 것이다.
- [0084] 역바이어스는 브러시에 대하여 동일하게 뒤얽힌 끈, 실 또는 장식술을 반대 방향으로 감는 것을 막하기 위해 모터를 반대 방향으로 급격히 회전시키지 않는다. 대신에, 브러시 모터 제어 공정(930)은 브러시의 회전을 중립 근처에서 유지시키기에 충분히 약한 전압을 인가한다. 로봇(100)이 전방으로 이동하면, 뒤얽힘을 풀기 위해 브러시에 대하여 끈, 실 또는 장식술을 당기는 것은 (예컨대 반대의 기계 이득으로 기어박스의 후진 구동을 허용하는 모터와 브러시 사이의 감속 기어박스 때문에) 모터에 감소된 토크를 반대 방향으로 전달하기만 하지만, 역바이어스와 조합되면, 예컨대 로봇이 끈 또는 실 또는 장식술이 고정된 곳에서 더욱 멀리 멀어지게 이동함에 따라 보다 많은 인장력이 코드 또는 실에 의해 가해짐으로써, 감소된 토크는 뒤얽힌 브러시의 보조적이지만 저속 풀림 속도를 증가시키게 된다.
- [0085] 역바이어스는 시간이 지날 때까지 또는 모터에 당김 또는 끼임 하중(예컨대 뒤얽힘)이 검출되지 않을 때까지 계속되는데, 여기에서 이 공정은 종결되고 청소 헤드는 표면을 청소하기 위한 방향으로 정상 회전을 다시 시작한다.
- [0086] 에지 청소 헤드(106a)의 에지 브러시(120)는 에지 브러시 모터 제어 공정(960)에서 사실상 동일한 제어를 하는데, 이때 에지 브러시(120)의 회전은 유사한 방식으로 역전된다(962, 도9b에도 도시됨).
- [0087] 따라서, 메인 청소 헤드(106b)와 에지 청소 헤드(106a) 모두의 브러시들은 서로에 대해 그리고 로봇의 이동에 대해 독립적으로 제어되며, 각각은 서로 감시하거나 방해하지 않고 풀릴 수 있다. 어떤 경우에, 각각은 동시에 뒤얽히게 될 것이며, 독립적이지만 동시적인 제어는 이들이 동시에 풀리거나 자체-청소하는 것을 허용한다. 또한, 브러시 모터가 반응 제어하에 있도록 함으로써(구동 모터의 상태 또는 다른 전체 로봇의 상태를 기다리지 않고) 그리고 약간의 역바이어스만으로 브러시는 급격한 전류 상승이 검출되어 뒤얽힘을 조기에 발견하자마자 풀도록 할 수 있지만, 유사한 뒤얽힘 문제를 반대 방향으로 야기하기에 충분한 정도로 반대로 이동하지 않을 것이다.
- [0088] 어떤 경우에, 동작 제어는 독립적이고 브러시의 상태를 감시하지 않기 때문에, 로봇(100)은 전방으로 이동을 계속하고 청소 헤드(106b)는 로봇(100)이 어느 정도 전방으로 전진한 후 메인 청소 헤드(111)의 회전을 역전시키

기 시작한다. 어떤 경우에, 로봇(100)은 소정 기간 동안 높아진 청소 헤드 모터의 전류에 응답하여 메인 청소 헤드(111)의 회전을 역전시킬 수 있다. 메인 청소 헤드(111)의 회전을 역전시킨 후, 로봇(100)은 반대 방향으로 이동하고 구동 방향을 변경하고 이 구동 방향으로 이동할 수 있다.

[0089] 도17A 내지 도17H는 다양한 형상의 청소 헤드를 갖는 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 풀기 위한 방법의 예를 도시한다. 일반적으로, 청소 헤드는 전기 모터에 의해 구동될 수 있는 롤러를 가진다. 먼지와 잔해물은 청소 헤드에 의해 수집되고 용기에 최적되어 차후에 수동 또는 자동 처리된다. 커버리지 로봇의 명령을 변경하기 위한 구동 모터의 제어를 위해 그리고 브러시 롤러를 교반하는 제어를 위해 전자 제어 장치가 제공될 수 있다. 이런 방법은 커버리지 로봇이 뒤얽힘 상황을 마주친 다음 실시되지 않은 청소 작업을 다시 시작하는 것을 허용할 수 있다.

[0090] 도17A는 작업면과 접선으로 접촉하는 교반 롤러(202)를 갖춘 커버리지 로봇(200)의 청소 헤드(201)의 측면도를 도시한다. 롤러(202)는 먼지(203)를 브러시 캠버(206)에 합체된 흡입 덕트(204) 쪽으로 털어낸다. 공기 흡입 흐름을 사용함으로써, 수집된 잔해물(210)는 용기(212)로 운반될 수 있다.

[0091] 롤러(202)의 이동이 소정의 또는 설정 가능한 범위로 막히거나 방해되면, 청소 헤드(201)는 중단됨으로써 방해를 해제하기에 충분한 최소한의 동력이 롤러(202)에 반대 방향으로 인가되게 하여 로봇(200)을 반대 방향으로 나아가게 할 수 있다. 예컨대 끈이 롤러(202)에 감겨졌다면, 롤러(202)는 로봇(200)이 후퇴함에 따라 자유롭게 되고 방향 전환되어 끈이 풀리게 한다. 다음, 로봇(200)은 원래의 회전 방향으로 롤러(202)의 작업을 재개하여 로봇의 동작을 원래 방향으로 재개할 수 있다.

[0092] 도17B는 브러시 롤러(214)를 부가한 로봇(200)을 사용하여 뒤얽힘을 푸는 것의 다른 예를 도시한다. 브러시 롤러(214)는 동일하거나 상이한 모터에 의해 구동될 수 있으며 작업면에 수직으로 회전할 수 있다. 브러시 롤러(214)는 먼지(216)를 로봇(200)의 에지로부터 롤러(202)의 수집 영역(218)으로 보낸다.

[0093] 이 예에서, 롤러(202 또는 212)의 이동이 소정의 또는 설정 가능한 범위로 막히거나 방해되면, 청소 헤드(201)는 중단됨으로써 방해를 해제하기에 충분한 최소한의 동력이 롤러(202, 212)에 반대 방향으로 인가되게 하여 로봇(200)을 반대 방향으로 나아가게 할 수 있다. 예컨대 끈이 롤러(202 또는 212)에 감겨졌다면, 롤러(202 또는 212)는 로봇(200)이 후퇴함에 따라 자유롭게 되고 방향 전환하게 되어 끈이 풀리게 한다. 다음, 로봇(200)은 원래의 회전 방향으로 롤러(202, 212)의 작업을 재개하여 로봇의 동작을 원래 방향으로 재개할 수 있다.

[0094] 도17C는 커버리지 로봇(240)의 저면도와 그 안의 청소 헤드(242)의 측면도를 도시한다. 제1 브러시 롤러(244)와 제2 브러시 롤러(246)는 작업면과 접선으로 접촉한다. 롤러들(244, 246)은 작업면을 교반하고 그 사이에 간한 잔해물(248)를 브러시 캠버(252) 내에 합체된 흡입 덕트(250) 쪽으로 역동적으로 들어올리기 위해 단일 또는 다중 모터에 의해 회전될 수 있다. 공기 흡입 흐름(254)에 의해 수집된 잔해물(256)는 용기(258)로 운반될 수 있다.

[0095] 롤러(244, 246)의 이동이 소정의 또는 설정 가능한 범위로 막히거나 방해되며, 롤러(202, 212)는 중단됨으로써 방해를 해제하기에 충분한 최소한의 동력이 롤러(202, 212)에 반대 방향으로 인가되게 하여, 화살표(260)로 도시된 바와 같이 로봇(240)을 전방으로 전진하도록 하고 원래의 회전 방향으로 롤러 모터의 작업을 재개할 수 있다.

[0096] 도17D는 로봇(240)이 이동을 위해 변경된 예시적인 방법을 수행하는 것을 도시한다. 교반 롤러(244, 246)의 이동이 소정의 또는 설정 가능한 범위로 막히거나 방해되면, 롤러(244, 246)은 자유롭게(즉, 적극적으로 구동되지 않게) 될 것이다. 다음, 로봇(240)은 방해를 해제하기에 충분한 최소한의 동력이 롤러(244, 246)에 반대 방향으로 인가되게 하여, 화살표(262)로 도시된 바와 같이, 방향을 역전시킬 수 있으며, 이때 롤러(244, 246)는 그 원래의 회전 방향으로 다시 맞물릴 수 있으며, 로봇(240)은 그 원래의 방향(화살표(264)로 도시됨)으로 구동을 재개할 수 있다.

[0097] 도17E는 세 개의 롤러를 구비한 커버리지 로봇(270)의 측면도를 도시한다. 로봇(270)은 청소 헤드(272)와 측면 브러시(274)를 가지고 있다. 청소 헤드(272)는 정상 교반 롤러(276)와 반대-회전 교반 롤러(278)를 가지고 있다. 교반 롤러들(276, 278)은 서로에 대하여 그리고 작업면에 대하여 평행하게 회전 구동될 수 있으며, 브러시 롤러(274)는 전기 모터(들)(도시하지 않음)에 의해 작업면에 수직으로 구동될 수 있다. 브러시 롤러(274)는 작업면을 미리 쓸어내어 먼지와 잔해물을 화살표(279)에 의해 도시된 바와 같이 교반 롤러(276, 278) 쪽으로 밀어낸다. 교반 롤러(276, 278)는 먼지(280)를 브러시 캠버(284) 내에 합체된 흡입 덕트(282) 쪽으로 밀어낸다. 공기 흡입 흐름을 사용함으로써, 수집된 잔해물(288)은 용기(290)로 운반될 수 있다.

- [0098] 교반 롤러(276, 278)의 이동이 소정의 또는 설정가능한 범위로 막히거나 방해되면, 롤러 모터(들)는 막힘 또는 방해를 제거하기 위해 멈춰지거나 반대 방향으로 일시적으로 작동될 수 있다. 그후, 롤러 모터(들)는 원래의 회전 방향으로의 작업을 재개할 수 있다.
- [0099] 도17F는 커버리지 로봇(270)의 뒤얽힘을 풀기 위한 방법의 다른 예를 도시한다. 교반 롤러(276, 278)의 이동이 소정의 또는 설정가능한 범위로 막히거나 방해되면, 롤러 모터(들)는 멈춰지거나 반대 방향으로 일시적으로 작동될 수 있다. 그후, 롤러 모터(들)는 롤러(276, 278)를 원래의 회전 방향으로 구동시키는 것을 재개하면서 동시에 로봇(270)의 이동 방향을 역전시키거나 그 축에 대해 비틀림 동작을 부여할 수 있다. 다음, 로봇(270)은 원래 방향으로 동작을 재개할 수 있다.
- [0100] 도17G는 두 개의 롤러와 두 개의 공기 덕트를 갖는 커버리지 로봇(300)의 측면도 및 저면도이다. 로봇(300)은 청소 헤드(302), 정상 교반 롤러(304), 및 반대-회전 교반 롤러(306)를 갖는다. 교반 롤러(304, 306)는 전기 모터(들)(도시되지 않음)에 의해 서로 대하여 그리고 작업면에 평행하게 회전 구동될 수 있다.
- [0101] 롤러(304, 306)는 먼지와 잔해물(307)를 브러시 챔버(312)에 합체된 1차 공기 덕트(308) 쪽으로 역동적으로 들어올려 밀어낼 수 있다. 롤러(304, 306)에 의해 통과된 먼지와 잔해물은 롤러 뒤에 위치된 2차 공기 덕트(310)과 마주칠 수 있다. 공기 흡입 모터(도시되지 않음)에 의해 발생된 흡입 흐름은 수집된 먼지와 잔해물을 덕트(308, 310)를 통해 용기(314)로 운반할 수 있다. 관련된 전자 제어 장치들은 로봇(300)의 방향 전환을 위해 그리고 교반 롤러(304, 306)의 직접적인 제어를 위해 모터를 구동하는 제어를 제공한다.
- [0102] 교반 롤러(304, 306)의 이동이 막히거나 방해되면, 제어 장치는 하나 이상의 멈춤 단계 또는 롤러 모터(들)에 반대 방향으로 최소한의 동력을 인가하는 단계를 실행한 다음, 롤러 모터를 원래의 회전 방향으로 작동시키는 것을 재개한다. 동시에, 로봇(300)은 그 방향을 적어도 순간적으로 역전시켜서 그 축에 대하여 비틀림 동작을 부여한 다음 그 원래 방향으로의 동작을 재개할 수 있다.
- [0103] 도17H는 브러시 롤러(316)를 부착한 로봇(300)을 포함하여, 뒤얽힘을 푸는 방법의 다른 예를 도시한다. 브러시 롤러(316)는 수직 회전축을 가지며 기존 또는 전용 전기 모터에 의해 구동될 수 있다. 브러시 롤러(316)는 작업면을 미리 쓸어내어 먼지와 잔해물(318)를 교반 롤러(304, 306) 쪽으로(화살표(318)에 의해 도시된 바와 같이) 밀어낼 수 있다. 다음, 먼지와 잔해물은 전술한 바와 같이 제거될 수 있다.
- [0104] 교반 롤러(304, 306)의 이동이 막히거나 방해되면, 제어 장치는 롤러 모터(들)를 멈추거나 롤러 모터(들)에 반대 방향으로 최소한의 동력을 인가한 다음, 롤러 모터를 원래의 회전 방향으로 작동시키는 것을 재개할 수 있다. 동시에, 로봇(300)은 그 방향을 적어도 순간적으로 역전시켜서 그 축에 대하여 비틀림 동작을 부여한 다음 그 원래 방향으로의 동작을 재개할 수 있다.
- [0105] 본 명세서에 결합될 수 있는 다른 로봇의 상세 및 특징은 본 출원과 동시에 출원된 이하의 미국 특허 출원으로서, 출원번호가 \_\_\_\_\_호로 부여되고 발명의 명칭이 "자동 커버리지 로봇 구동 시스템(AUTONOMOUS COVERAGE ROBOT NAVIGATION SYSTEM)"인 출원, 출원번호가 \_\_\_\_\_호로 부여되고 발명의 명칭이 "모듈 로봇(MODULAR ROBOT)"인 출원, 및 출원번호가 \_\_\_\_\_호로 부여되고 발명의 명칭이 "로봇 시스템(ROBOT SYSTEM)"인 출원에서 찾을 수 있으며, 상기한 출원들의 전체 내용은 추가적인 참고문헌으로서 사용될 수 있다.
- [0106] 많은 예가 설명되었다. 그럼에도 불구하고 이하의 청구범위의 사상과 범위를 벗어나지 않는 한 다양한 변경이 만들어질 수 있음을 알 수 있을 것이다. 따라서, 다른 예들은 이하의 청구범위의 범위 내에 있다.

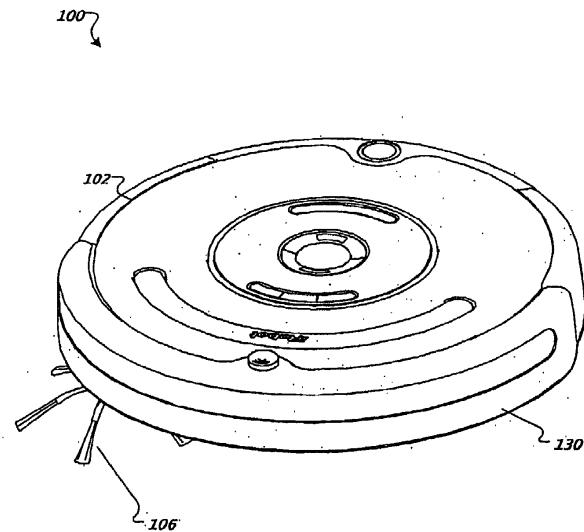
### 도면의 간단한 설명

- [0020] 도1은 예시적인 자동 커버리지 로봇의 상부 사시도를 도시한다.
- [0021] 도2는 예시적인 자동 커버리지 로봇의 저부 사시도를 도시한다.
- [0022] 도3은 예시적인 자동 커버리지 로봇의 분해도를 도시한다.
- [0023] 도4는 자동 커버리지 로봇에 결합될 수 있는 예시적인 메인 청소 헤드의 전면 사시도를 도시한다.
- [0024] 도5는 자동 커버리지 로봇에 사용될 수 있는 예시적인 메인 청소 헤드의 분해도를 도시한다.
- [0025] 도6A는 회전 가능한 브러시를 사용하는 예시적인 에지 청소 헤드의 상부 사시도를 도시한다.
- [0026] 도6B는 예시적인 청소 헤드의 분해도를 도시한다.

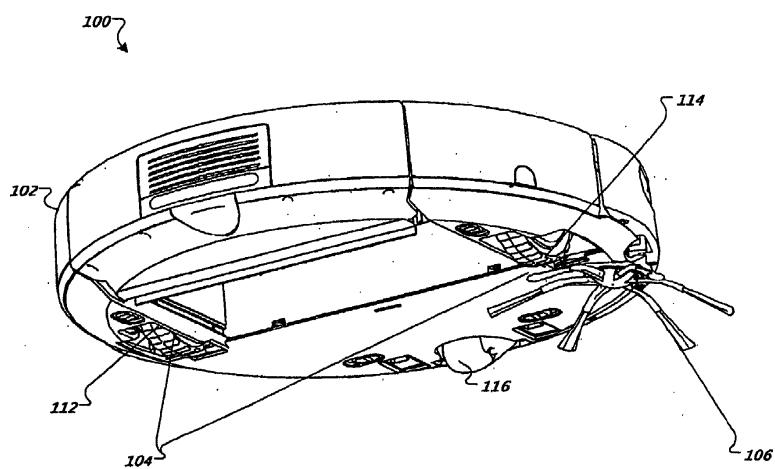
- [0027] 도6C는 예시적인 예지 청소 헤드의 틸트(tilt)의 개략도를 도시한다.
- [0028] 도7은 회전 가능한 고무걸레를 갖춘 예지 청소 헤드의 예를 도시한다.
- [0029] 도8A는 자동 커버리지 로봇에 사용될 수 있는 범퍼를 도시한다.
- [0030] 도8B는 동역학적 충돌 센서와 근접 센서를 도시한다.
- [0031] 도9A는 예시적인 로봇의 블럭도를 도시하고, 도9B와 도9c는 동작 제어 및 브러시 작동을 설명하는 순서도를 도시한다.
- [0032] 도10은 인접한 바닥을 검출하는 데 사용될 수 있는 바닥 근접 센서와 부착 브레이스를 도시한다.
- [0033] 도11 및 도12는 바닥 근접 센서의 측면도 및 분해도를 도시한다.
- [0034] 도13은 도11 및 도12에서 도시된 바닥 근접 센서에 사용된 커버의 분해도를 도시한다.
- [0035] 도14는 캐스터 휠 조립체의 예를 도시하는 분해도이다.
- [0036] 도15는 휠-강하 센서의 예를 도시하는 분해도이다.
- [0037] 도16은 캐스터 휠 조립체의 예를 도시하는 단면도이다.
- [0038] 도17A 내지 도17H는 다양한 형상의 청소 헤드를 갖는 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 풀기 위한 방법의 예를 도시한다.
- [0039] 도17A는 교반 롤러를 갖춘 커버리지 로봇과 사용될 수 있는 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시한다.
- [0040] 도17B는 교반 롤러와 브러시 롤러를 갖춘 커버리지 로봇과 사용될 수 있는 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시한다.
- [0041] 도17C는 이중 교반 롤러를 갖춘 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시하는 측면도 및 저면도이다.
- [0042] 도17D는 도17C에 도시된 로봇의 뒤얽힘을 푸는 다른 방법을 도시한다.
- [0043] 도17E는 두 개의 교반 롤러와 한 개의 브러시 롤러를 갖춘 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시한다.
- [0044] 도17F는 커버리지 로봇의 뒤얽힘을 푸는 다른 하나의 방법을 도시한다.
- [0045] 도17G는 두 개의 롤러와 두 개의 에어 덕트를 갖춘 커버리지 로봇(300)의 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시하는 측면도 및 저면도이다.
- [0046] 도17H는 두 개의 교반 롤러, 한 개의 브러시 롤러 및 두 개의 공기 덕트를 갖춘 로봇(300)의 뒤얽힘을 푸는 방법을 도시하는 측면도 및 저면도이다.
- [0047] 여러 도면들에서 동일한 부재 번호는 동일한 요소를 나타낸다.

도면

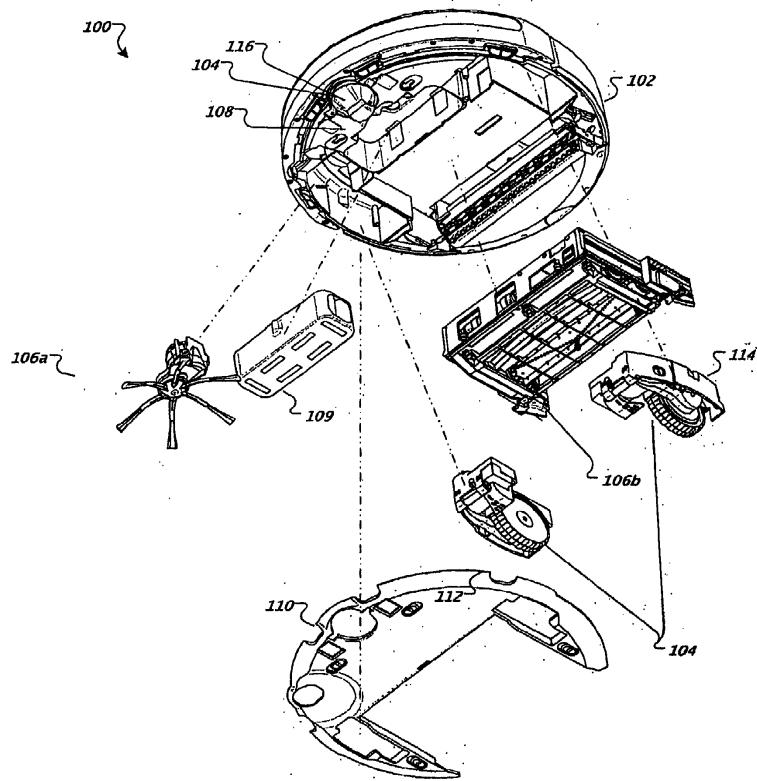
도면1



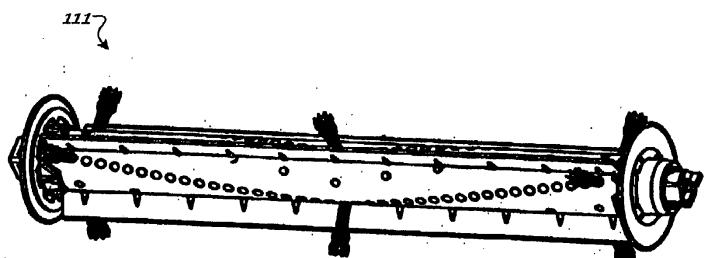
도면2



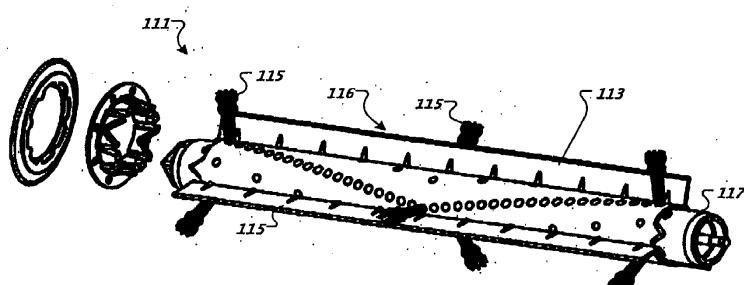
도면3



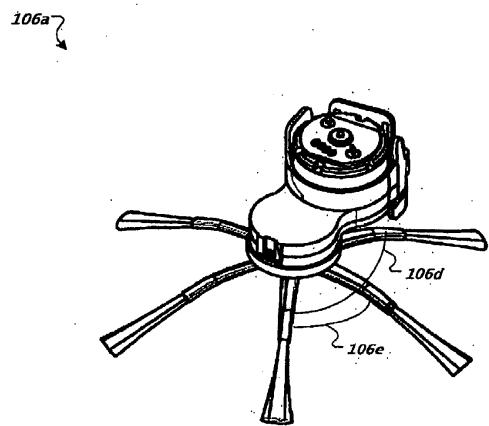
도면4



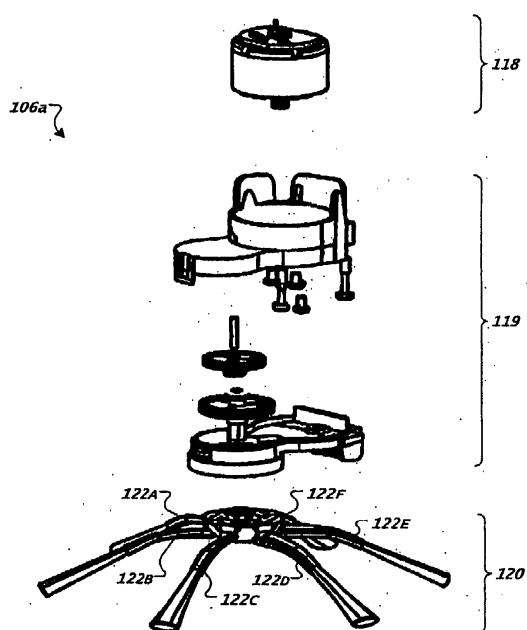
도면5



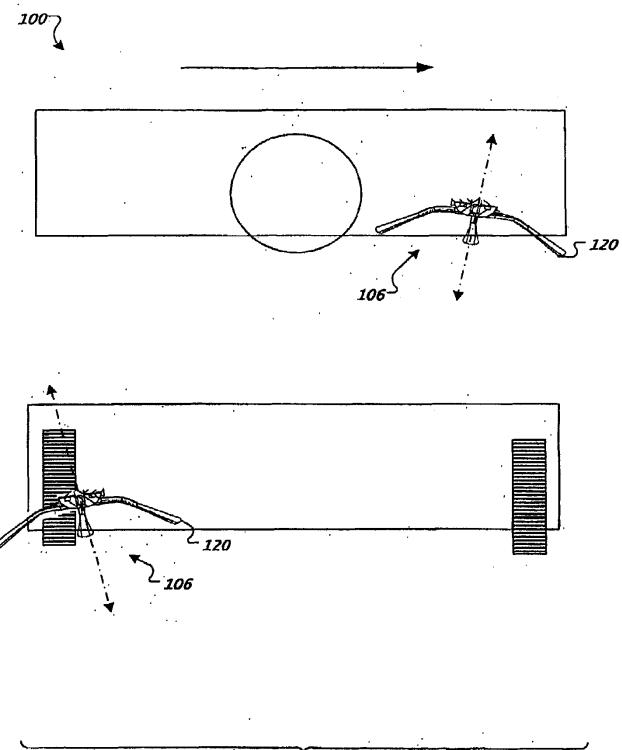
도면6A



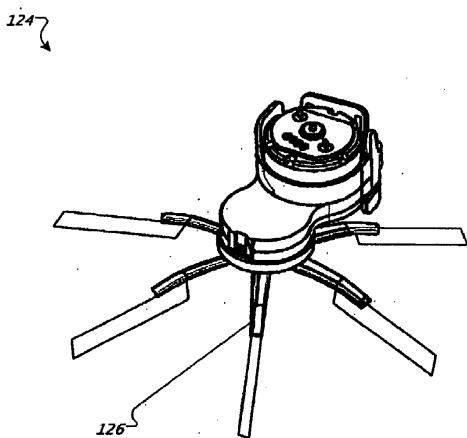
도면6B



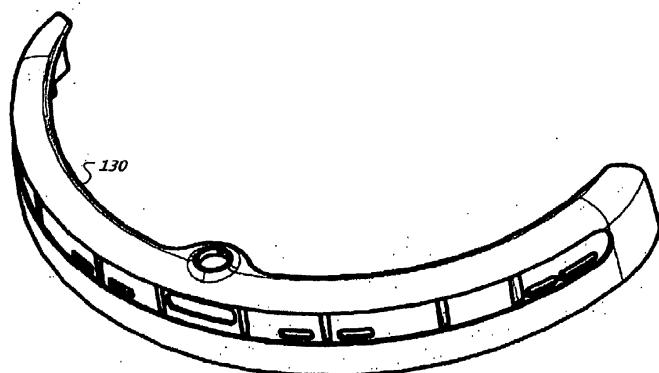
도면6C



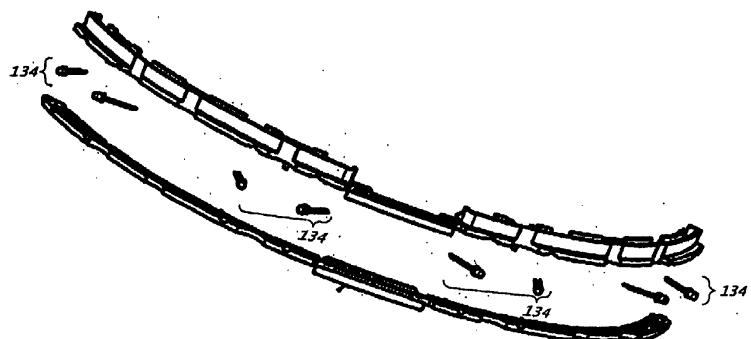
도면7



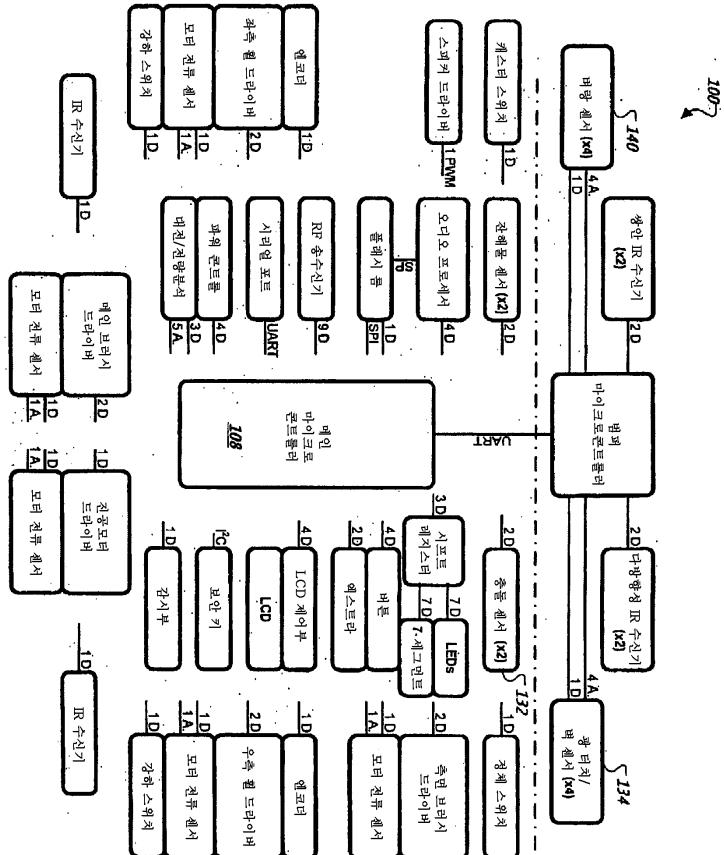
도면8A



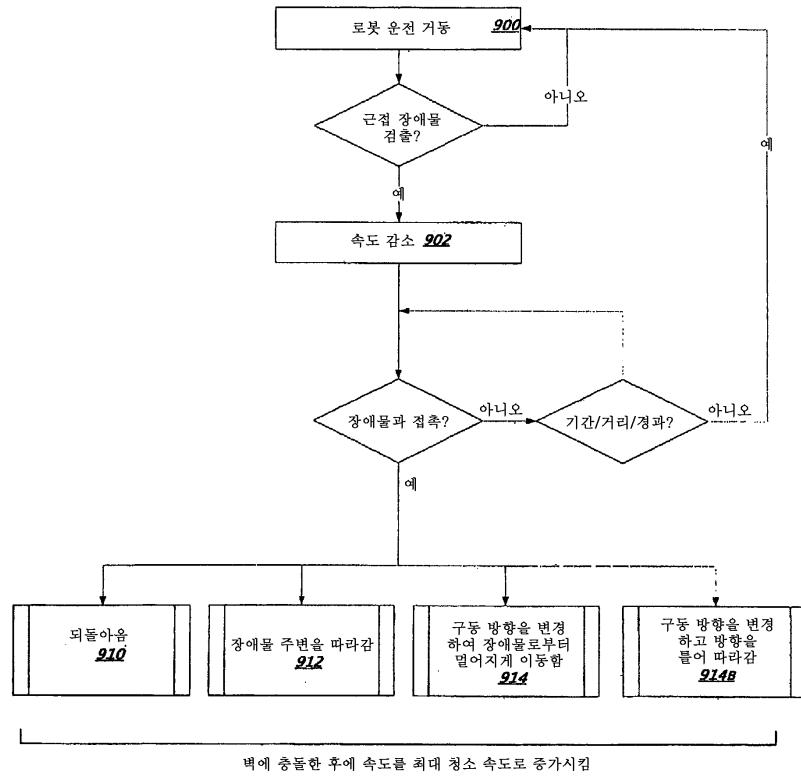
도면8B



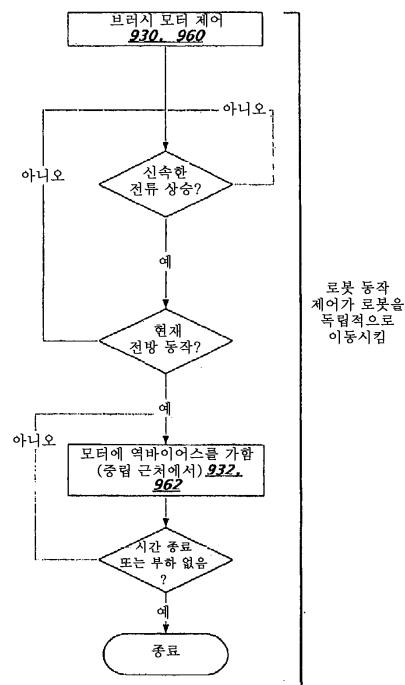
도면9A



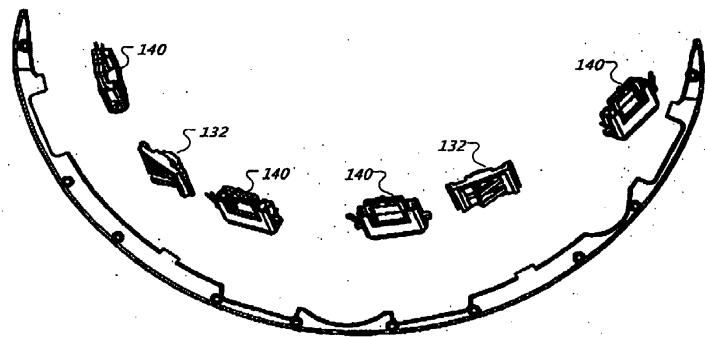
## 도면9B



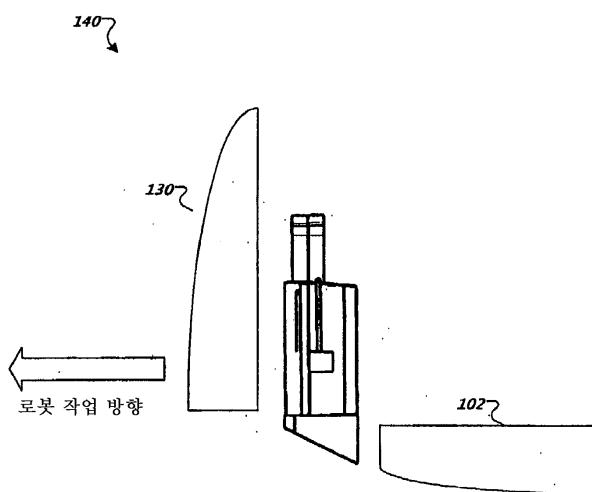
## 도면9C



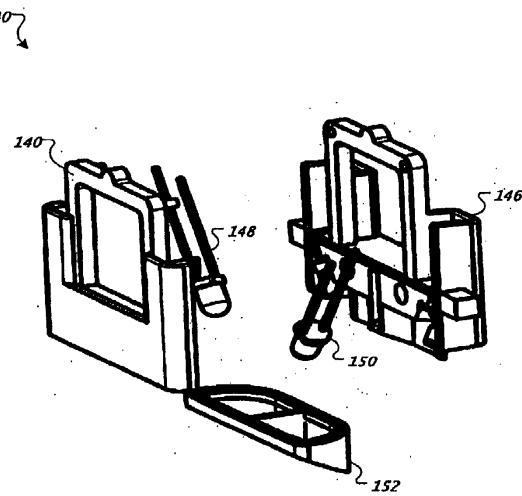
도면10



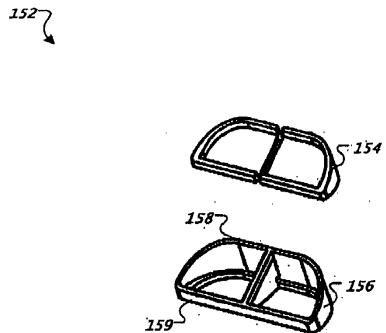
도면11



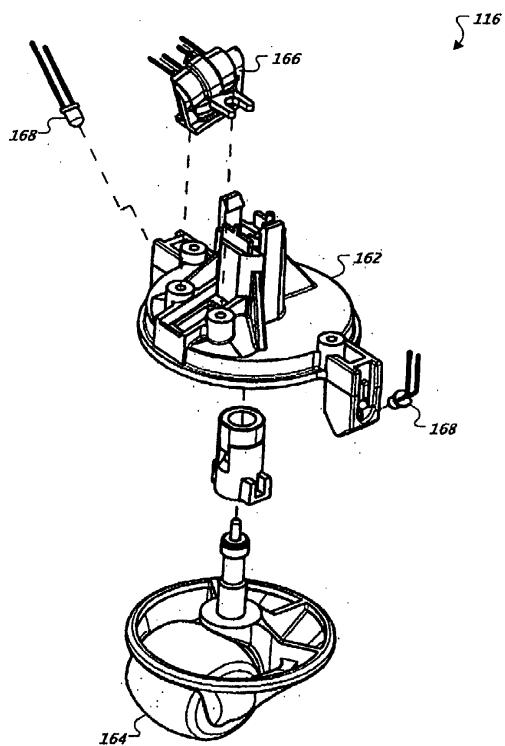
도면12



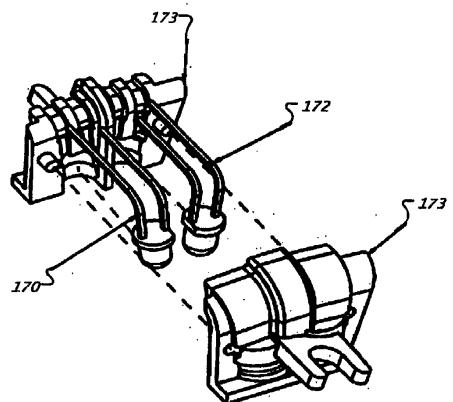
도면13



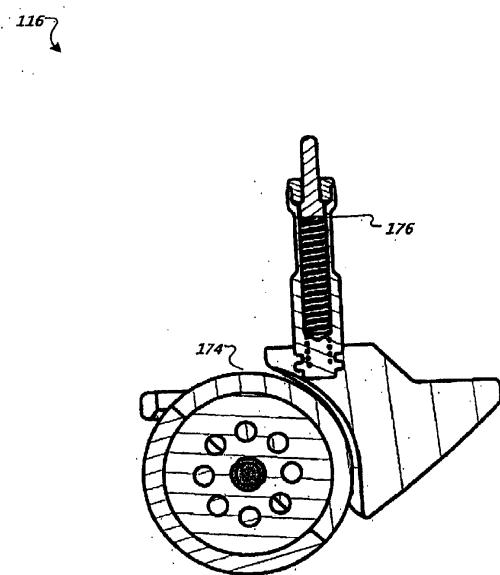
도면14



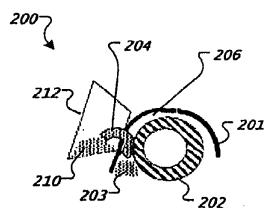
도면15



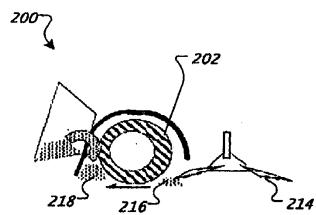
도면16



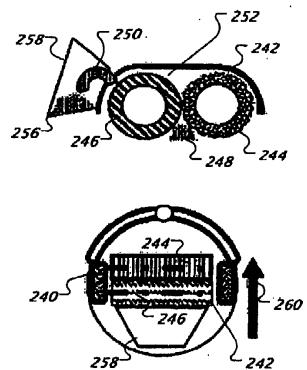
도면17A



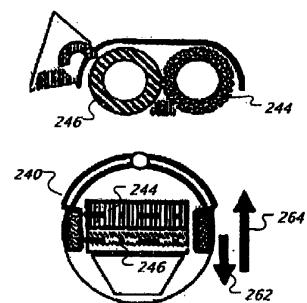
도면17B



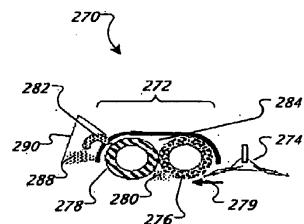
도면17C



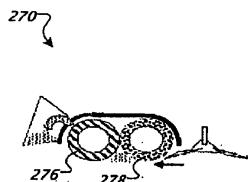
도면17D



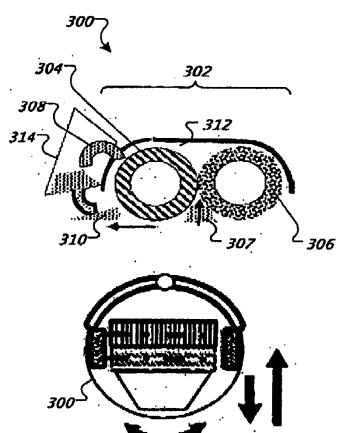
도면17E



도면17F



도면17G



도면17H

