



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월04일
(11) 등록번호 10-1497883
(24) 등록일자 2015년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7004446(분할)
(22) 출원일자(국제) 2004년01월21일
심사청구일자 2014년03월21일
(85) 번역문제출일자 2014년02월20일
(65) 공개번호 10-2014-0040861
(43) 공개일자 2014년04월03일
(62) 원출원 특허 10-2013-7023507
원출원일자(국제) 2004년01월21일
심사청구일자 2013년10월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/001504
(87) 국제공개번호 WO 2005/081074
국제공개일자 2005년09월01일
(56) 선행기술조사문헌
WO2003015220 A1
WO2004006034 A1

(73) 특허권자
아이로보트 코퍼레이션
미국 01730 매사추세츠주 베드포드 크로스바이 드
라이브 8
(72) 발명자
코헨, 데이비드, 에이.
미국 02445 매사추세츠주 브루클린 앵글우드 예비
뉴 넘버 6 25
오지크, 다니엘
미국 02459 매사추세츠주 뉴튼 위렌 스트리트 131
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
주성민, 백만기, 이중희

전체 청구항 수 : 총 12 항

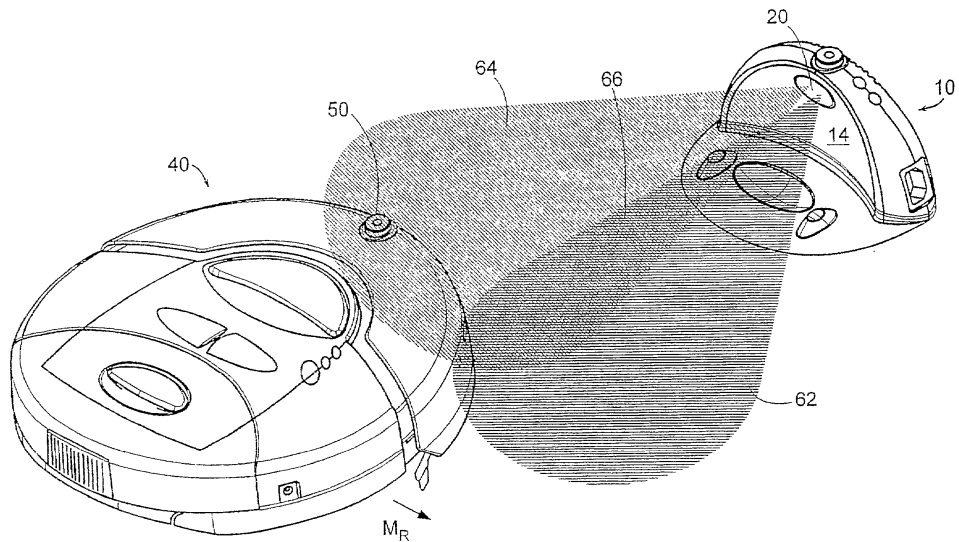
심사관 : 문형섭

(54) 발명의 명칭 자율 로봇을 도킹시키는 방법

(57) 요약

로봇 장치를 베이스 스테이션에 도킹시키는 방법은 온-보드 배터리의 저 에너지 레벨을 탐지하는 단계, 베이스 스테이션에 의해 방출된 두 적외선 빔 사이에서 탐지된 중첩부에 관련하여 로봇의 방향을 결정하는 단계, 로봇과 베이스 스테이션의 충전 단자들 간의 접촉을 탐지하는 단계, 온-보드 배터리를 충전하는 단계, 진공 청소 등의 로봇의 작업을 재개하는 단계를 포함한다. 또한 로봇과 베이스 스테이션 간의 우연한 접촉을 방지하기 위한 회피 신호를 방출하기 위한 시스템과, 로봇 장치를 베이스 스테이션에 정확하게 도킹시키기 위한 귀환 신호를 방출하기 위한 시스템이 개시되어 있다.

대표도 - 도4a



(72) 발명자

부, 클라라

미국 02138 매사추세츠주 캠브릿지 렉싱턴 애비뉴
96

런치, 제임스

미국 01833 매사추세츠주 조지타운 파지오 팜 로드
6

매스, 필립, 알.

미국 80205 콜로라도주 덴버 캘리포니아 스트리트
3051

특허청구의 범위

청구항 1

베이스 스테이션에서 장치의 배터리를 충전하는 방법으로서,

상기 베이스 스테이션의 충전 접촉부들에서 비-충전(non-charging) 센싱 에너지를 제공하는 단계;

상기 베이스 스테이션 내의 제1 회로 - 상기 제1 회로는 상기 장치 내의 보완적인 제2 충전 회로와 결합됨 - 를 포함하는 분압기를 사용하여 특정 부하를 인식함으로써 상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들에 걸쳐서 상기 장치의 도킹을 확인하는 단계;

상기 특정 부하를 인식하는 것에 응답하여, 상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들로부터의 에너지를 상기 배터리를 충전하는 데에 이용가능한 충전 에너지로 증가시키는 단계;

상기 장치의 충전 접촉부들에서 상기 충전 에너지의 존재를 탐지하는 단계; 및

상기 장치의 상기 충전 접촉부들에서 상기 충전 에너지의 상기 존재를 탐지하는 것에 응답하여, 충전 에너지가 상기 장치에 에너지를 공급할 수 있도록 상기 장치 내의 스위치를 제어하는 단계를 포함하는 배터리 충전 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 장치 내의 충전 레벨을 판정하는 단계; 및

상기 충전 레벨이 미리 결정된 역치보다 낮은 때에 상기 장치 내의 상기 배터리의 충전을 허용하는 단계를 더 포함하는 배터리 충전 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 장치는 자율 이동 장치를 포함하는, 배터리 충전 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

인간들, 동물들 또는 전기적 도전 물체들에 의한 접촉의 경우에 상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들을 안전하게 하도록 상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들에서의 상기 비-충전 센싱 에너지의 양을 제한하는 단계를 더 포함하는 배터리 충전 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 비-충전 센싱 에너지는 5볼트 및 1mA의 최대 단락 전류 흐름으로 제한되는, 배터리 충전 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 장치의 도킹을 확인하는 단계는 상기 장치 내의 저항성 부하 및 상기 베이스 스테이션 내의 저항을 사용하여 고 임피던스 분압기를 형성하는 단계를 포함하는, 배터리 충전 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 장치의 도킹을 확인하는 단계는 마이크로프로세서를 이용하여 상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들에 걸친 전압을 지속적으로 검사하는 단계를 포함하는, 배터리 충전 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 베이스 스테이션의 상기 충전 접촉부들로부터의 에너지는, 상기 장치의 제어 회로들을 동작시키기에 충분한 에너지를 보장하도록 상기 장치의 배터리 레벨에 상관없이 미리 결정된 역치보다 높게 유지되는, 배터리 충전 방법.

청구항 9

베이스 스테이션에서 장치를 충전하기 위한 시스템으로서,

장치; 및

베이스 스테이션을 포함하고,

상기 베이스 스테이션은,

복수의 제1 충전 접촉부들;

특정 부하를 인식하는 것에 의해 상기 제1 충전 접촉부들에 걸쳐서 상기 장치의 도킹을 확인하기 위한 제1 회로; 및

상기 특정 부하가 인식된 후에 상기 장치로의 전류 흐름을 허용하도록 구성되는 베이스 스테이션 스위칭 회로를 포함하고,

상기 장치는,

배터리;

상기 특정 부하의 일부를 제공하도록 구성되는 제2 회로;

상기 제1 충전 접촉부들과 결합(mate)되도록 적용된 복수의 제2 충전 접촉부들;

상기 배터리로의 전류 흐름을 허용하도록 구성되는 장치 스위칭 회로; 및

상기 제2 충전 접촉부들에 걸리는 충전 전압의 존재를 탐지하도록 구성되는 마이크로프로세서를 포함하고,

상기 제1 회로 및 제2 회로는 함께 상기 특정 부하를 생성하는 분압기를 형성하는, 충전 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 베이스 스테이션의 상기 제1 회로는 상기 배터리 내 충전 레벨을 판정하고, 상기 제1 충전 접촉부들에 제공되는 전력 레벨을 제어하는, 충전 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 회로는, 상기 제2 충전 접촉부들과 결합될 때 상기 제1 충전 접촉부들에 걸리는 미리 결정된 전압을 측정하면 비-충전 센싱 에너지로부터 상기 제1 충전 접촉부들에 제공되는 충전 전류로 변화하도록 구성되는, 충전 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 장치로의 전류 흐름은, 상기 장치의 제어 회로들을 동작시키기에 충분한 에너지를 보장하도록 상기 장치의 배터리 레벨에 상관없이 미리 결정된 역치보다 높게 유지되는, 충전 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 로봇 시스템에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 자율 로봇의 오토-도킹(auto-docking) 및 에너지 관리 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자동화 로봇 및 로봇 장치는 오늘날 보다 널리 보급되고 있으며, 전통적으로 일상적인, 시간-소모적인, 또는 위험하다고 생각되는 작업을 수행하는데 이용된다. 프로그래밍 기술이 향상됨에 따라, 로봇 연료보급, 테스트, 및 점검 등의 작업을 위해 최소한의 인간과의 대화를 필요로 하는 로봇 장치에 대한 요구가 증가된다. 목표하는 로봇은 인간의 어떤 보조 또는 개입도 필요로 하지 않고 자율적으로 작동하는, 단번에 구성될 수 있는 로봇이다.

[0003] 로봇 장치 및 연관된 제어, 항법 시스템, 및 이전 방향으로 이동하는 기타 관련 시스템이 개발되고 있다. 예를 들어, 미국특허 제6,594,844호는 로봇 장애물 탐지 시스템을 개시하고 있으며, 그 내용의 전부가 참조로서 본원에 인용된다. 추가적인 로봇 제어 및 항법 시스템이 미국특허출원 제10/167,851호, 제10/056,804호, 제10/696,456호, 제10/661,835호, 제10/320,729호에 개시되어 있으며, 그 내용의 전부가 참조로서 본원에 인용된다.

[0004] 일반적으로, 자율 로봇 장치는 베이스 스테이션 또는 도킹 스테이션에서 재충전되는 온-보드(on-board) 전력 유닛(통상적으로 배터리를 포함한다. 로봇들이(예컨대, 무선 신호, 추측 항법(dead reckoning), 초음파 빔, 무선 신호에 결합된 적외선 빔 등)으로 도킹 또는 탐색함에 있어 사용하는 방법과 충전 스테이션의 타입은 효율성과 응용에 따라 상당히 다양하다. 로봇이 동작하는 지면 아래에 와이어를 매립시키는 것이 일반적이거나, 적용 시에는 분명히 한계가 있는데, 왜냐하면 빌딩의 바닥에 또는 도로면 아래에 안내 와이어를 설치하는 것은 비용이 많이 들기 때문이다. 안내 와이어가 표면에 설치되는 경우, 그 안내 와이어는 로봇 자체에 의해 또는 다른 통행체에 의해 손상을 입을 수 있다. 또한, 와이어는 베이스 스테이션이 재배치되면 이동될 필요가 있다. 따라서, 베이스 스테이션이 로봇 장치를 유인하기 위한 빔 또는 비콘(beacon)을 방출하는 것이 보다 바람직하다. 그러나, 이런 장치는 여전히 수많은 동작적인 한계들을 나타낸다.

[0005] 방출 신호를 이용하는 베이스 스테이션은 여전히 로봇과 베이스 스테이션 간의 적절한 결합(mating)에 의해 안전하고 효과적인 충전을 보장하기 위해 종종 추가적인 안전장치를 요구한다. 일부 베이스 스테이션은 충전하는 동안 로봇의 이탈(dislocation)을 방지하는 기계적인 잠금 장치를 요구하거나, 로봇이 스테이션에 접촉하도록 길을 안내하는 상승된 안내 표면 등의 다른 구성부품을 요구한다. 이런 구성부품은 베이스 스테이션의 크기를 증가시키면서도, 소비 시장에서의 자동화 로봇의 중요한 고려사항, 즉 미학적인 면을 감소시킬 수 있다. 베이스 스테이션 크기의 증가에 의해 또한 전형적으로 가정 내에서의 신중한 배치가 보다 어렵게 되고, 청소에 이용될 수 있는 바닥 영역이 감소된다. 또한, 현존하는 베이스 스테이션은 일반적으로 동작하는 동안 그 자신들과 로봇과의 접촉을 방지하기 위한 기능이 부족하여, 베이스 스테이션 또는 로봇 중 어느 하나가 손상되거나 베이스 스테이션이 이탈할 가능성을 증가시킨다. 이런 의도하지 않은 충돌에 의해 베이스 스테이션을 재배치시키거나 손상된 구성부품을 수리하기 위해 인간의 개입이 요구될 수 있다.

[0006] 이런 한계사항은 현재 인간 개입으로부터 자유로운 진정한 독립적인 자율 로봇을 창조하는데에 걸림돌이 된다. 따라서, 베이스 스테이션의 위치에 관계없이 베이스 스테이션과 로봇의 적절한 결합을 보장할 수 있는 것이 필요하다. 또한, 베이스 스테이션과 로봇 간의 충돌을 제거하여 베이스 스테이션의 우연한 이탈을 방지할 수 있는 시스템이 바람직하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0007] 일 양상에서, 본 발명은 적어도 하나의 에너지 저장 유닛과 신호 탐지기를 포함하는 로봇 장치의 에너지 관리 방법에 관한 것이다. 본 방법은 로봇 장치와 결합하기 위한 베이스 스테이션을 제공하는 단계-상기 베이스 스테이션은 제1 신호 방출기와 제2 신호 방출기를 포함하는 복수의 신호 방출기를 가짐-; 에너지 저장 유닛에 저장된 에너지의 양을 판정하는 단계-상기 에너지 양은 적어도 고 에너지 레벨과 저 에너지 레벨에 의해 특징화됨-; 및 저장된 에너지 양에 적어도 부분적으로 기초하여, 로봇 장치에 의해 소정의 작업을 수행하는 단계를 포함한다. 전술한 양상의 다양한 실시예들에서, 저장된 에너지의 양 또는 장치의 작업 주기를 판정하는데 전량 분

석(電量分析:coulometry) 또는 시간 주기 설정(setting a time period)이 이용된다.

- [0008] 전술한 양상의 다른 실시예에서, 소정의 작업을 수행하는 단계는 저장된 에너지의 양이 고 에너지 레벨을 초과할 때 발생하고, 소정의 작업에는 신호 탐지기에 의한 베이스 스테이션 회피 신호의 수신에 응답하여, 베이스 스테이션으로부터 멀어지는 로봇 장치의 이동이 포함된다. 또 다른 실시예는 신호 탐지기에 의한 베이스 스테이션 귀환 신호(homing signal)의 수신에 응답하여, 로봇 장치를 베이스 스테이션에 되돌리는 단계 및/또는 저장된 에너지의 양이 고 에너지 레벨 미만일 때 로봇 장치를 베이스 스테이션에 되돌리는 단계를 포함한다. 전술한 양상의 다른 실시예에서, 로봇 장치를 베이스 스테이션에 되돌리는 단계는 저장된 에너지의 양이 저 에너지 레벨 미만일 때 발생하고, 소정의 작업에는 로봇 장치에 의한 에너지 사용의 감소가 포함된다. 다양한 실시예에는 베이스 스테이션을 효율적으로 위치찾기 위해 로봇 장치의 이동 특성을 변경하는 단계, 접촉에 의해 장치를 충전하는 단계, 및/또는 소정의 작업 또는 다른 작업을 재개하는 단계를 더 포함한다.
- [0009] 다른 양상에서, 본 발명은 제1 신호 방출기 및 제2 신호 방출기를 포함하는 복수의 신호 방출기를 가지는 베이스 스테이션에 로봇 장치를 도킹시키는 방법에 관한 것이다. 본 방법은 (i)제1 신호 방출기에 의해 전송된 제1 신호와, 및 (ii)제2 신호 방출기에 의해 전송된 제2 신호에 관련하여, 로봇 장치의 방향을 결정하는 단계와, 및 로봇 장치가 베이스 스테이션에 접근할 때, 제1 신호 및 제2 신호에 관련하여 로봇 장치의 방향을 유지하는 단계를 포함한다. 전술한 양상에서, 본 방법의 소정의 실시예는 제1 신호와 제2 신호 간의 중첩(overlap)을 로봇 장치에 의해 탐지하는 단계; 신호 중첩에 의해 적어도 부분적으로 정의된 경로를 로봇 장치가 따라가는 단계; 및 로봇 장치를 베이스 스테이션에 도킹시키는 단계를 포함한다. 다른 관련된 실시예는 신호 중첩에 의해 적어도 부분적으로 정의된 경로를 따라가는 단계에서, 로봇 장치의 속도를 감소시키는 단계를 포함한다.
- [0010] 전술한 양상에서, 본 방법의 다양한 실시예는 또한 로봇 장치를 베이스 스테이션에 도킹시키는 단계 동안에, 로봇 장치와 베이스 스테이션상의 충전 단자와의 접촉을 탐지하는 단계, 및 로봇 장치의 이동을 중지시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예에서는, 추가적으로 또는 대안으로 로봇 장치의 이동을 중지시키는데 하나 이상의 온-보드 촉각 센서(tactile sensors)의 접촉을 이용할 수 있다. 다른 실시예는 로봇 장치를 충분히 충전하는 단계 및/또는 로봇 장치를 여러 충전 레벨 중 하나로 충전하는 단계를 포함한다. 소정의 실시예는 충전 완료 시에, 소정의 작업 또는 새로운 작업의 재개를 허용한다.
- [0011] 본 발명의 다른 양상에서, 본 방법은 로봇 장치의 외부 단자에 접촉하기 위한 충전 단자, 제1 신호 방출기, 및 제2 신호 방출기를 포함하는 베이스 스테이션을 포함하는 자율 시스템에 관한 것이다. 상기 양상의 소정의 실시예는 제1 신호 방출기가 베이스 스테이션 회피 신호를 전송하고, 제2 신호 방출기가 베이스 스테이션 귀환 신호를 전송하는 것을 제안한다. 다른 실시예에서, 귀환 신호는 동일하거나 상이할 수 있는 한 쌍의 신호이다. 한 쌍의 신호는 한 쌍의 방출기에 의해 방출된다. 일부 실시예에서, 신호들은 중첩될 수 있고, 광 신호일 수 있다.
- [0012] 상기 양상의 소정의 실시예는 소정의 작업을 수행하기 위한 로봇 장치를 더 포함하고, 이 로봇 장치는 충전 단자에 접촉하기 위한 외부 단자를 가진 적어도 하나의 에너지 저장 유닛과, 적어도 하나의 신호 탐지기를 가진다. 소정의 실시예에서, 적어도 하나의 신호 탐지기는 적어도 하나의 광 신호를 탐지하도록 적응된다. 로봇 장치는, 소정의 실시예에서, 다수의 방출기에 의해 생성된 신호들을 구별하는 기능을 가진다.
- [0013] 본 발명의 다른 양상은 적어도 하나의 에너지 저장 유닛과 신호 탐지기를 가지는 로봇 장치; 제1 신호 방출기와 제2 신호 방출기를 포함하는 복수의 신호 방출기를 가지는, 로봇 장치와 결합하기 위한 베이스 스테이션; 및 에너지 저장 유닛에 저장된 에너지의 양을 판정하기 위한 프로세서를 포함하는 에너지 관리자에 관한 것이다. 전술한 양상의 소정의 실시예는 저장된 에너지의 양 또는 장치의 작업 주기를 판정하기 위해 전량 분석 또는 시간 주기 설정을 이용한다. 다른 실시예에서, 제1 신호 방출기는 회피 신호를 전송하여 로봇 장치의 이동을 베이스 스테이션과 멀어지는 방향으로 제한하고, 제2 신호 방출기는 귀환 신호를 전송하여 로봇 장치의 이동을 베이스 스테이션으로 향하도록 한다.
- [0014] 본 발명의 다른 양상은 신호 탐지기를 포함하는 로봇 장치와, 제1 신호 방출기 및 제2 신호 방출기를 포함하는 베이스 스테이션을 포함하는 귀환 시스템에 관한 것이다. 전술한 양상의 소정의 실시예는 제1 신호 방출기와 제2 신호 방출기에 의해 전송된 신호를 중첩시킨다. 다른 실시예는 베이스 스테이션상의 충전 단자와, 로봇 장치상의 충전 단자를 더 포함한다.
- [0015] 본 발명의 추가적인 양상은 제1 신호와 제2 신호가 중첩되도록, 외부로 투사되는 제1 신호를 전송하는 제1 신호 방출기와, 외부로 투사되는 제2 신호를 전송하는 제2 신호 방출기를 포함하는 베이스 스테이션의 귀환 시스템에

관한 것이다. 다른 양상은 제1 장치와 제2 장치 중 적어도 하나의 이동을 제한하기 위한 회피 시스템에 관한 것으로, 본 회피 시스템은 신호를 방출하는 제1 장치와 그 신호를 수신하는 제2 장치를 포함하여 제1 장치와 제2 장치 중 적어도 하나의 이동을 제한하게 된다.

[0016] 본 발명의 다른 양상은 로봇 장치용의, 기초판(base plate)과 보강벽(backstop)을 포함하는 베이스 스테이션에 관한 것이고, 기초판의 상측에 위치한 전기적 접촉부; 보강벽상에 위치한 제1 신호 방출기-이 방출기에 의해 전송된 신호는 로봇 장치를 베이스 스테이션의 소정의 거리 내로 들어가지 않도록 제한시킴-; 및 제2 신호 방출기와 제3 신호 방출기-제2 신호 방출기와 제3 신호 방출기에 의해 전송된 복수의 신호는 로봇 장치의 적어도 하나의 전기적 접촉부를 베이스 스테이션의 적어도 하나의 전기적 접촉부에 접촉시키도록 안내함-를 포함한다.

[0017] 본 발명의 다른 양상은 장치의 배터리를 충전하는 방법에 관한 것이고, 본 방법은 충전기의 충전 단자에 저 전력을 제공하는 단계, 충전기에 연관된 매개변수의 소정의 크기 및 소정의 변화량 중 적어도 하나를 감시함으로써 장치의 존재를 탐지하는 단계, 및 배터리를 충전하기 위해 충전 단자로의 전력을 증가시키는 단계를 포함한다. 상기 양상에서, 본 방법의 일 실시예는 장치의 충전 레벨을 판정하는 단계, 및 그 충전 레벨이 소정의 임계치 미만일 때 장치에서의 배터리 충전을 허용하는 단계를 더 포함한다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예는 이동 장치를 충전하기 위한 시스템에 관한 것이고, 본 시스템은 제1 충전 단자를 포함하는 고정된 충전기와; 충전기에 연관된 매개변수의 소정의 크기 및 소정의 변화량 중 적어도 하나를 감시함으로써 장치의 존재를 탐지하기 위한 회로와; 배터리, 및 제1 충전 단자에 결합되도록 적응된 제2 충전 단자를 포함하는 이동 장치를 가진다. 상기 양상의 다양한 실시예는 회로가 배터리의 충전 레벨을 판정하고 제1 충전 단자에 제공되는 전력 레벨을 제어하는 시스템을 포함한다. 다른 실시예는 회로가 제2 충전 단자에 결합될 때의 제1 충전 단자에 걸리는 소정의 전압을 측정함에 의해, 제1 충전 단자에 공급되는 전력 레벨을 증가시키는 시스템을 포함한다.

[0019] 도면에서, 동일한 참조 부호는 일반적으로 다른 도면들에 걸쳐서 동일한 부품을 지칭한다. 도면이 반드시 일정한 비율로 축소/확장될 필요는 없으나, 일반적으로 본 발명의 원리를 예시할 때 강조되어 도시된다. 하기의 상세한 설명에서, 본 발명의 다양한 실시예가 하기의 도면을 참조하여 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 베이스 스테이션의 개략적인 투시도.
 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 로봇 장치의 개략적인 투시도.
 도 2b는 도 2a의 로봇 장치의 개략적인 측면도.
 도 3은 베이스 스테이션에 의해 전송되고 로봇 장치에 의해 탐지되는, 본 발명의 일 실시예에 따른 회피 신호를 표시하고, 로봇 장치와 베이스 스테이션을 표시하는 개략적인 투시도.
 도 4a 내지 도 4c는 베이스 스테이션에 의해 전송되고 로봇 장치에 의해 탐지되는, 본 발명의 일 실시예에 따른 귀환 신호를 표시하는 개략적인 투시도.
 도 5는 도킹 또는 결합 위치에서의 로봇 장치와 베이스 스테이션의 개략적인 투시도.
 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 회피 알고리즘의 흐름도.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 관리 알고리즘의 흐름도.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 개략적인 충전기 회로의 실시예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 베이스 스테이션(10)의 개략적인 투시도이다. 베이스 스테이션(10)은 거의 수평인 기초판(12)과 거의 수직인 보강벽(14)을 포함한다. 베이스 스테이션(10)은 하기에 기술된 원하는 구성 부품과 시스템에 충분한 공간을 제공하도록 다양한 형태와 크기를 가질 수 있다. 기초판(12)은 베이스 스테이션(10)이 놓여지는 지표면에 일반적으로 평행하지만, 보강벽(14)을 향하여 약간 위쪽으로 기울어질 수 있다. 기초판(12)의 상승 각도를 최소화함으로써, 로봇 장치(도 2a 및 도 2b)를 베이스 스테이션(10)에 쉽게 도킹시킬 수 있다. 전기적인 충전 접촉부(16)는 기초판(12)의 윗면에 위치되어, 이 접촉부가 로봇 장치의 밑면상의 대응하는 접촉부(도 2b)에 접촉하게 된다. 접촉부(16) 또는 로봇상의 접촉부는 고정되거나 연성을 가질 수 있다.

도시된 실시예에서, 두 접촉부(16)(하나는 양, 하나는 음)는 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)에 도킹할 때 완성된 회로를 적절하게 탐지하는데 활용된다. 이런 회로 인식 순서는 하기에 보다 상세히 기술된다. 그러나, 다른 실시예에서, 하나의 접촉부(16) 또는 2개 보다 많은 접촉부가 이용될 수 있다. 로봇 접촉부 중 하나가 손상, 오염 또는 방해받게 되는 경우 추가적인 접촉부에 의해 중복성이 제공될 것이다. 이에 의해 로봇은 이런 상황이 발생한 이후라도 적절하게 자체적으로 도킹하고 재충전하게 된다. 다른 실시예에서는 배터리를 충전하기 위한 두 접촉부(16)와, 장치들 간에 데이터 및 정보를 전송하기 위한 추가적인 접촉부를 이용한다.

[0022]

접촉부(16)는 로봇상의 대응하는 접촉부에 신뢰성 있게 반복적으로 접촉되도록 크기가 결정되고 위치된다. 예를 들어, 접촉부(16)는 로봇 접촉부와와의 접촉을 보장하기 위해 예컨대, 돔(domed) 형태로, 기초판(12) 위로 확대되거나 커질 수 있다. 또한, 접촉부(16)는 보다 큰 상승 각도의 기초판(12)상에 평평하게 같은 높이로 장착될 수 있거나, 평면인 또는 실제로 거의 상승되지 않은 기초판(12) 위로 돌출할 수 있다. 응용 분야에 따라, 기초판(12)의 상승 각도는 0° 에서 20° 및 그 이상 다양할 수 있다. 도 1에 도시된 실시예는 또한 로봇의 전면 캐스터(caster)를 수용하도록 치수가 정해진, 두 접촉부(16) 사이에 있는, 기초판(12)의 함몰부(26)를 포함한다. 함몰부(26)는 충전 접촉부(16)의 구성과 결합하여, 베이스 스테이션(10)과 로봇과의 충전 접촉부들 간의 적절한 정렬 및 정합(registration)을 보장한다. 또한, 함몰부(26)는 로봇의 전면 캐스터상의 하나 이상의 대응하는 접촉부에 결합하도록 배치된 하나 이상의 접촉부(16)를 포함할 수 있다.

[0023]

보강벽(14)은 다수의 베이스 스테이션(10) 구성요소에 위치를 제공한다. 구체적으로, 도시된 실시예에서, 보강벽(14)은 상부 신호 방출기(18), 전면 신호 방출기(20), 다수의 지시자 LED(22), 및 교류 플러그 콘센트(24)를 포함한다. 상부 신호 방출기(18)는 일반적으로 로봇이 진공 청소하기 등의 작업을 수행하면서, 우연히 베이스 스테이션(10)과 직접 접촉하게 되는 것을 방지하기 위해 회피 신호(도 3 참조) 등의 제1 신호를 베이스 스테이션(10) 근처의 주변 지역에 생성한다. 상부 신호 방출기(18)는 일반적으로 회피 신호를 전송하기 위해 파라볼라 반사경을 이용한다. 이런 실시예에서, 회피 신호는 렌즈를 향해있는 단일의 LED에 의해 방출되며, 이 렌즈는 파라볼라 반사경을 그 초점을 중심으로 회전시킴으로써 그 기하학적 형상이 결정된다. 이런 파라볼라 반사경은 다수의 방출기를 필요로 하지 않고, 회피 신호(60)를 360° 패턴으로 투사한다. 단일 LED 대신에 단일 수신기가 사용되는 유사한 구성이 로봇상의 탐지기에 이용될 수 있다.

[0024]

상부 신호 방출기(18)의 위치가 다양할 수 있지만, 보강벽(14)의 상부에 방출기(18)를 위치시켜서, 베이스 스테이션(10) 주변의 연속되는 360° 영역에 회피 신호를 전송한다. 또한, 모서리, 벽면, 또는 벽 근처에 설치되도록 설계된 베이스 스테이션은 방해받지 않는 측면을 따라서만 실제로 회피 신호를 투사할 수 있다. 전면 신호 방출기(20)는 귀환 빔(도 4a 내지 도 4c 참조) 등의 하나 이상의 추가적인 신호를 투사하여 로봇 장치가 재충전을 위해 베이스 스테이션(10)에 도킹하는 동안 또는 비사용 기간 동안 그 자신의 방향을 결정해준다. 당연히, 베이스 스테이션(10)에 올바르게 위치되면, 방출기(18 및 20)의 기능을 수행하는데 하나의 방출기를 사용할 수 있다. 회피 신호 및 귀환 빔이 하기에 보다 상세히 기술된다.

[0025]

도 2a 및 도 2b는 베이스 스테이션(10)에 결합하도록 적응된 자율 로봇(40) 등의 로봇 장치의 개략적인 투시도이다. 자율 로봇(40)에 대한 이후의 상세한 설명에서, 전문용어 "전방으로/앞으로(forward/fore)"의 사용은 일반적으로 로봇(40)의 주된 움직임 방향을 지칭하고, 전문용어 포엠티 축(fore-aft axis)(도 2a의 참조 부호 "FA")은 움직임(포엠티 축 FA의 화살촉에 의해 지시됨)의 전방 방향을 정의하고, 이는 로봇(40)의 포엠티 지름에 일치한다.

[0026]

도시된 실시예에서, 로봇(40)의 하우징 하부구조(42)는 새시(44), 커버(46), 및 교체가능한 범퍼(48)를 포함한다. 새시(44)는 특히 로봇 장치(40)를 작동시키는 다양한 서브시스템의 소자들을 장착 또는 집적시키기 위한 복수의 사전에 형성된 오목부(wells), 리세스, 및 구조 부재를 포함하는 단일 소자인 플라스틱 등의 물질로 주조될 수 있다. 이런 서브시스템은 마이크로프로세서, 전력 서브시스템(다양한 서브시스템과 구성부품에 대한 하나 이상의 전원을 포함함), 모티브(motive) 서브시스템, 센서 서브시스템, 및 작업-특정 구성부품 서브시스템을 포함할 수 있다. 새시(44)에 장착되는 소자와 구성부품으로의 접근과 보호를 제공하고 새시(44)와의 구성시에 보완적인 커버(46)는 단일 소자인 플라스틱 등의 물질로 주조될 수 있다. 새시(44)와 커버(46)는 임의의 적합한 수단(예컨대, 스크류)에 의해 분리가능하게 결합되어 통합되고, 결합 시에 새시(44)와 커버(46)는 포엠티 축 FA를 따라 전반적으로 대칭적인 원통형 구조를 가진 최소 높이의 구조적인 외피(envelope)를 형성한다.

[0027]

전반적으로 활 모양의 구성을 가진 교체가능한 범퍼(48)는 외측으로 연재하도록 새시(44)의 전방부에서 이동가능하게 결합하여 장착된다.("정상적인 작동 위치"). 교체가능한 범퍼(48)의 장착 구성은 범퍼(48)가 소정의 질량의 고정된 물체 또는 장애물을 만날 때마다 (정상적인 작동 위치로부터) 새시(44) 쪽으로 변위되고("변위 위

치"), 고정된 물체 또는 장애물과의 접촉이 종결될 때 정상적인 작동 위치로 되돌아오게 된다(이는 범퍼(48)의 이러한 변위에 응답하여, 로봇(40)으로 하여금 고정된 물체 또는 장애물을 피해서 그 작업 루틴을 지속하도록 하는 "바운스(bounce)" 모드를 구현하는 제어 시퀀스의 동작 때문임).

[0028] 로봇 장치(40)에는 한 쌍의 탐지기(50 및 52)가 장착된다. 로봇 장치(40)의 이런 실시예에서, 탐지기(50 및 52)는 베이스 스테이션(10)상의 방출기(18 및 20)로부터 투사된 신호를 수신한다. 다른 실시예에서는, 단일 탐지기가 베이스 스테이션(10)상의 두 방출기(18 및 20)로부터의 신호를 수신하거나, 2개 보다 많은 탐지기가 사용될 수 있다. 소정의 실시예에서, 탐지기(50 및 52)는 표준 적외선("IR") 탐지기 모듈로서, 전(全)방향성 렌즈에 관련되는 광 다이오드와 관련된 증폭 및 탐지 회로를 포함하며, 여기서 전 방향성이란 실제로 단일 평면을 가리킨다. IR 탐지기 모듈은 이스트 다이내믹사(East Dynamic Corporation)에 의해 제조된 타입(p/n IRM-8601S)일 수 있다. 그러나, 변조 또는 피크(peak) 탐지 과장에 상관없이, 베이스 스테이션(10)상의 방출기(18 및 20)가 로봇(40)상의 탐지기(50 및 52)에 매칭되도록 적용되는 한, 어떤 탐지기라도 이용될 수 있다. 다른 실시예에서, IR 광트랜지스터는 전기적인 증폭 소자 없이 또는 이와 함께 이용될 수 있고, 마이크로프로세서의 아날로그 입력에 직접 연결될 수 있다. 신호 처리가 로봇(40)에서의 IR 광의 세기를 측정하는데 이용될 수 있어, 이는 로봇(40)과 IR 광원 사이의 거리에 대한 추정치를 제공하게 된다. 또한, 무선 주파수, 자기장, 및 초음파 센서와 변환기가 이용될 수 있다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 탐지기(50)가 축 FA상의 화살표에 의해 나타난 주된 운행 방향으로 정의된 바와 같이 로봇(40)의 전면을 향하여 로봇(40)의 최고 지점에 장착된다.

[0029] 탐지기(50)가 그늘을 피하기 위해 로봇(40)의 최고 지점에 장착되지만, 어떤 응용에서는 작동의 곤란함을 방지하기 위해 탐지기 및/또는 로봇(40)의 높이를 최소화하여 로봇(40)이 장애물 아래로 통과하도록 하는 것이 바람직하다. 소정의 실시예에서, 탐지기(50)는 로봇(40)이 고체의 쪽 뻗어나온 물체 아래를 지날 때, 탐지기가 그 로봇(40)의 몸체 내로 함몰되도록 스프링식으로 장착될 수 있다.

[0030] 당업자는 다른 실시예에서, 다수의 탐지기가 사용될 수 있음을 인식할 것이다. 이런 실시예는 다수의 측면-장착형 센서 또는 탐지기를 이용하는 것을 포함할 것이다. 센서 각각은 모든 센서들의 집합적인 시계가 단일의, 상단 장착형 센서의 시계에 대응하는 그런 방식으로 방향이 결정될 수 있다. 단일의, 전 방향성 탐지기가 최적 성능을 위해 로봇의 최고 지점에 장착되므로, 다수의 측면-장착형 탐지기들을 통합함으로써 로봇의 측면(profile)을 낮추는 것이 가능하다.

[0031] 로봇 장치(40)의 하부구조는 전반적으로 참조 부호(54)에 의해 나타난다. 하나 이상의 충전 접촉부가 하부구조(54)에 존재하는데, 충전 접촉부는 베이스 스테이션(10)의 전기적인 접촉부(16)의 위치에 대응하는 그런 위치로 구성된다. 일반적으로, 로봇 장치상의 충전 접촉부는 그 위치 또는 방향에 상관없이, 베이스 스테이션(10)상에 존재하는 충전 접촉부와 유사하다. 소정의 실시예에서, 베이스 스테이션(10) 또는 로봇(40)상의 충전 접촉부는 접촉할 때 광범위한 유연성(compliance)을 허용하도록 더 커질 수 있다. 또한, 로봇(40)의 모티브 및 작업 특정 구성부품이 하부구조(54)에 위치된다. 모티브 구성부품은 로봇(40)의 비용 또는 의도된 응용에 기초하여, 원하는 대로, 모터, 바퀴, 구동축, 또는 트랙을 임의 조합하는 것을 포함할 수 있고, 이들 모두는 공지되어 있는 것들이다. 모티브 구성부품은 이런 실시예에서 로봇(40)을 구동하고, 기초판(12)상의 함몰부(26)와 결합하는 적어도 하나의 캐스터(56)를 포함할 수 있다. 로봇 장치(40)에 적합한 작업들이 실질적으로 제한되지 않으므로, 이들 작업을 수행하는 구성요소 역시 제한되지 않는다. 예를 들어, 로봇 장치(40)는 바닥 왁스칠, 바닥 광내기, 바닥 세척, 빙판 제조기(ice resurfacing)(상표명 Zamboni® 하에서 제조된 장비에 의해 전형적으로 수행됨), 쓸기 및 진공 청소하기, 미손질된 바닥 문지르기(sanding) 및 얼룩/페인트 도포, 빙판 녹이기 및 눈 제거, 벌초 등에 사용될 수 있다. 임의 개수의 구성요소가 이런 작업에 필요할 수 있고, 필요할 때 로봇 장치(40)에 각각 통합될 수 있다. 간략히 하기 위해, 본원은 대표적인 소정의 작업으로서 진공 청소를 기술할 것이다. 그렇더라도 본원에 개시된 에너지 관리 및 자동-도킹 기능은 다양한 로봇 시스템에 걸쳐 폭넓은 응용이 이루어질 것임이 분명하다.

[0032] 로봇 장치(40)는 작업 영역을 효과적으로 진공 청소하기 위해 다양한 거동 모드를 사용한다. 거동 모드는 병렬로 동작될 수 있는 제어 시스템의 계층이다. 마이크로프로세서는 센서 시스템으로부터의 입력에 기초하여 어느 정해진 시나리오에서 하나 이상의 우세한 거동 모드를 식별하고 구현하기 위해 우선순위 중재 방법을 실행하도록 동작한다. 마이크로프로세서는 또한 베이스 스테이션(10)과의 회피, 귀환, 및 도킹 조작법을 조정하도록 동작된다.

[0033] 일반적으로, 기술된 로봇 장치(40)의 거동 모드는 (1)적용범위(coverage) 거동 모드; (2)탈출(escape) 거동 모

드; 및 (3) 안전(safety) 거동 모드로 특징화될 수 있다. 적용범위 거동 모드는 주로 로봇 장치(40)가 효율적이고 효과적인 방식으로 자신의 동작을 수행할 수 있도록 설계되지만, 탈출 및 안전 거동 모드는 센서 시스템으로부터의 신호가 로봇 장치(40)의 정상 동작이 손상되었거나(예를 들어, 장애물을 만난 경우) 손상되었을 수 있다고(예를 들어, 쇠약해짐(drop-off)이 탐지된 경우) 나타낼 때 구현되는 우선적인 거동 모드이다.

[0034]

대표적이며 예시적인 로봇 장치(40)의 (진공청소를 위한) 적용범위 거동 모드는 (1) 특정지점 적용범위(Spot Coverage) 패턴; (2) 장애물-따라가기(또는 모서리-청소(cleaning)) 적용범위 패턴, 및 (3) 공간 적용범위(Room Coverage) 패턴을 포함한다. 특정지점 적용범위 패턴은 로봇 장치(40)가 예를 들어 왕래가 잦은 곳(high-traffic area)과 같이 정의된 작업 영역 내의 제한된 영역을 청소하게 하는 것이다. 소정의 실시예에서 특정지점 적용범위 패턴은 나선형 알고리즘에 의해 구현된다(그러나 다각형과 같은 다른 타입의 자가-한정된(self-bounded) 영역 알고리즘이 이용될 수 있다). 로봇 장치(40)의 바깥쪽 방향으로의 나선형 이동 또는 안쪽 방향으로의 나선형 이동을 일으키는 나선형 알고리즘은 마이크로프로세서로부터 모티브 시스템으로의 제어 신호에 의해 이 나선형의 회전(turn) 반경/반경들을 이동 거리 또는 시간의 함수로서 변경하도록 구현된다(따라서 로봇 장치(40)의 나선형 이동 패턴을 감소/증가시킨다).

[0035]

로봇 장치(40)는 소정의 또는 임의 기간 동안, 소정의 또는 임의 거리에서(예를 들어, 최대 나선형 거리), 및/또는 예를 들어, 하나 이상의 장애물 탐지 시스템의 활성화와 같은 특정 이벤트가 발생할 때까지(집합적으로 천이 상태), 특정특정지점 적용범위 패턴으로 동작한다. 일단 천이 상태가 일어나면, 로봇 장치(40)는 다른 거동 모드, 예를 들어, 직선 거동(Straight Line) 모드(로봇 장치(40)의 일 실시예에서, 직선 거동 모드는 낮은 우선 순위를 가지며, 대략 0.306m/s인 미리 설정된 속도로 대략 직선으로 로봇을 작동시키는 디폴트 거동임) 또는 직선 거동 모드와 결합한 바운스 거동 모드로의 천이를 구현할 수 있다. 바운스(Bounce) 거동 모드는 로봇(40)이 고정된 물체 또는 장애물을 피해 로봇의 작업 루틴을 계속할 수 있게 하는 기본 기능이다. 회피는 장애물이 더 이상 탐지되지 않을 때까지(즉, 범퍼(48)를 더 이상 누르지 않을 때까지) 일련의 회전(turn)들을 실행함으로써 수행된다.

[0036]

천이 상태가 로봇 장치(40)가 장애물을 만나게 된 결과라면, 로봇 장치(40)는 다른 거동 모드로 변이하는 대신에 다른 액션을 취할 수 있다. 로봇 장치(40)는 순간적으로 장애물을 피하거나 탈출하고 나선형 알고리즘의 제어 하에 동작하는 것을 재개할 수 있는 거동 모드를 구현할 수 있다.(즉, 동일한 방향으로 나선형 동작(spiraling)을 계속할 수 있다). 또는, 로봇 장치(40)가 순간적으로 장애물을 피하거나 탈출하고 나선형 알고리즘의 제어 하에 동작하는 것을 재개할 수 있는 거동 모드를 구현할 수 있다(그러나 반대방향-반사적 나선형 동작임).

[0037]

장애물-따라가기(Obstacle-Following) 적용범위 패턴은 로봇 장치(40)가 예를 들어, 벽으로 한정된 방과 같은 정의된 작업 영역의 경계, 및/또는 정의된 작업 영역 내의 장애물(예를 들어, 가구)의 경계를 청소하게 한다. 바람직하게는, 로봇 장치(40)는 벽 하나 또는 가구 하나와 같은 장애물에 관련하여 자신의 위치를 지속적으로 유지하는 데에 장애물-따라가기 시스템을 이용하여, 로봇 장치(40)의 움직임이 로봇으로 하여금 장애물의 경계에 인접하여 이동하거나 부수적으로 이 경계를 따라서 청소를 하게 한다. 장애물-따라가기 거동 패턴을 구현하는 데에 장애물-따라가기 시스템의 다른 실시예들이 이용될 수 있다.

[0038]

소정의 실시예에서, 장애물-따라가기 시스템은 장애물의 존재 또는 부재를 탐지하도록 동작한다. 대안적인 실시예에서, 장애물-따라가기 시스템은 장애물을 탐지한 다음 장애물과 로봇 장치(40) 간의 소정의 거리를 유지하도록 동작할 수 있다. 제1 실시예에서, 마이크로프로세서는, 장애물-따라가기 시스템으로부터의 신호에 응답하여, 작은 시계방향 또는 작은 반시계방향 회전을 구현하여 장애물과 관련된 자신의 위치를 유지하도록 동작한다. 로봇 장치(40)는 로봇 장치(40)가 장애물 탐지로부터 비-탐지로(반사에서 비-반사로) 천이할 때 작은 시계방향 회전을 구현하거나 로봇 장치(40)가 비탐지로부터 탐지로(비-반사에서 반사로) 천이할 때 작은 반시계방향 회전을 구현한다. 장애물로부터 소정의 거리를 유지시키기 위해 로봇 장치(40)에 의해 유사한 회전 거동이 구현된다.

[0039]

로봇 장치(40)는 소정 또는 임의 기간 동안, 소정 또는 임의 거리로(예를 들어, 최대 또는 최소 거리), 및/또는 예를 들어, 하나 이상의 장애물 탐지 시스템의 활성화와 같은 특정 이벤트가 소정의 횟수만큼 발생할 때까지(집합적으로 천이 상태), 장애물-따라가기 거동 모드로 동작한다. 소정의 실시예에서, 마이크로프로세서는 로봇 장치(40)가 장애물-따라가기 거동 모드에서 장애물-탐지 시스템을 활성화할 때 정렬(Align) 거동 모드를 구현하게 할 것이며, 여기서 로봇(40)은 로봇 장치(40)와 장애물을 정렬하도록 최소 각도 반시계방향 회전을 구현한다.

- [0040] 로봇 장치(40)는 벽, 계단, 장애물 또는 다른 장벽(예를 들어, 로봇 장치(40)가 달리 경계되지 않은 구역을 지나가는 것을 방해하는 실질적인 벽 설비)에 의해 경계된 임의의 정의된 작업 영역을 청소하는 데에 공간 적용범위 패턴을 이용할 수 있다. 공간 적용범위 패턴의 소정의 실시예는 직선 거동 모드와 결합된 임의-바운스 거동 모드를 포함한다. 먼저, 로봇 장치(40)는 장애물을 만날때까지 직선 거동 모드의 제어(동일한 방향으로 동일한 회전 속도로 동작하는 바퀴) 하에 이동한다. 장애물은 베이스 스테이션 회피 신호의 탐지 또는 벽과의 물리적 접촉에 의해 지시될 수 있다. 하나 이상의 장애물 탐지 시스템이 활성화될 때, 마이크로프로세서는 활성화된 장애물 탐지 시스템에 기초하여 새로운 방향의 수용가능한 범위를 계산하도록 동작한다. 마이크로프로세서는 수용가능한 범위 내로부터 새로운 진로(heading)를 선택하고 시계방향 또는 반시계방향 회전을 구현하여 최소 이동으로 새로운 진로를 수행한다. 일부 실시예에서, 로봇 장치(40)의 청소 효율을 증가시키기 위하여 전진 이동 이후에 새로운 회전 진로가 있을 수 있다. 새로운 진로는 수용가능한 범위의 진로들 중에서 임의로 선택될 수 있거나 가우스 분포(Gaussian distribution)와 같은 몇몇의 통계적 선택 방법에 기초할 수 있다. 공간 적용범위 거동 모드의 다른 실시예에서, 센서 시스템으로부터의 입력 없이 임의로 또는 소정의 시간마다 진로를 변경하도록 마이크로프로세싱 유닛이 프로그래밍될 수 있다.
- [0041] 로봇 장치(40)는 소정 또는 임의 기간 동안, 소정 또는 임의 거리로(예를 들어, 최대 또는 최소 거리), 및/또는 예를 들어, 장애물 탐지 시스템의 활성화와 같은 특정 이벤트가 소정의 횟수만큼 발생할 때까지(집합적으로 천이 상태) 공간 적용범위 거동 모드로 동작한다.
- [0042] 로봇 장치(40)의 소정의 실시예는, 회전(Turn) 거동 모드, 에지(Edge) 거동 모드, 바퀴 드롭(Wheel Drop) 거동 모드, 및 저속(Slow) 거동 모드인 4개의 탈출 거동 모드를 포함한다. 당업자라면 로봇 장치(40)는 다른 거동 모드를 이용할 수 있다고 인식할 것이다. 예를 들어, (몇 가지 종류의 간섭을 나타내는) 작업 구성부품 중 하나가 현재 상승 상태에 있으면 그 응답으로, 하나 이상의 이들 거동 모드가 구현될 수 있고, 포워드 범퍼(48)는 소정의 기간 동안, 또는 바퀴-드롭 이벤트 탐지 시에 눌리고 있는 상태에 있다.
- [0043] 회전 거동 모드에서, 로봇 장치(40)는 (예를 들어, 정상 회전 속도의 2배인)고속으로 시작하여, (정상 회전 속도의 1/2인) 저속, 즉 작은 패닉 회전 및 큰 패닉 회전으로 각각 감소하면서, 임의 방향으로 제자리에서 회전한다. 작은 패닉 회전들은 45° 내지 90°의 범위에 있는 것이 바람직하며, 큰 패닉 회전들은 90° 내지 270° 내의 범위에 있는 것이 바람직하다. 회전 거동 모드는 로봇 장치(40)가 (예를 들어, 카펫의 고 지점과 같은) 표면 장애물에 달라붙는 것, (예를 들어, 돌출과 같은) 다른 장애물 밑에 달라붙는 것, 또는 한정된 영역에 갇히는 것(trapped)을 방지할 수 있다.
- [0044] 에지 거동 모드에서, 로봇 장치(40)는 임의의 장애물 탐지 유닛의 활성화 없이 소정의 각도로 회전될 때까지, 또는 로봇 장치(40)가 에지 거동 모드의 초기화 이후에 소정의 각도로 회전될 때까지 장애물의 에지를 따라간다. 에지 거동 모드는 로봇 장치(40)가 한정된 영역으로부터 탈출하는 최소 가능 입구를 통해 이동할 수 있게 한다.
- [0045] 바퀴 드롭 거동 모드에서, 마이크로프로세서는 메인 바퀴 드라이브 조립 방향을 순간적으로 뒤집은 다음 이를 멈춘다. 활성화된 바퀴 드롭 센서가 소정의 시간 내에 비활성화된다면, 마이크로프로세서는 바퀴 드롭 센서의 활성화 이전에 실행되고 있었던 거동 모드를 다시 구현한다.
- [0046] 예를 들어, 바퀴 드롭 센서 또는 클리프(cliff) 탐지기의 활성화와 같은 소정의 이벤트의 응답으로, 저속 거동 모드는 소정의 거리 동안 로봇 장치(40)의 속도를 늦춘 다음 자신의 정상 동작 속도로 다시 높이도록 구현된다.
- [0047] 예를 들어, 대응하는 전자 모터가 일시적으로 싸이클링이 정지되게 하는 바퀴 대(stall) 또는 작업 성분의 시리즈, 또는 소정 시간 주기보다 오랫동안 활성화된 클리프 탐지 센서 또는 바퀴 드롭 센서와 같은 센서 서브시스템에 의해 안전 조건이 탐지되면, 로봇 장치(40)는 일반적으로 정지 상태로 사이클링된다. 또한, 가청 알람이 생성될 수 있다.
- [0048] 로봇 장치(40)에 대한 전형적인 거동 모드의 기술한 설명은 로봇 장치(40)에 의해 구현될 수 있는 동작 모드의 타입을 대표하고자 한다. 당업자라면 상술한 거동 모드가 다른 결합으로 구현될 수 있고 다른 모드가 특정 응용 시에 원하는 결과를 달성하도록 정의될 수 있다고 인식할 것이다.
- [0049] 유리하게도 항법 제어 시스템은 로봇 장치(40)의 청소 효율을 향상시키기 위하여, 결정적인 구성요소를 로봇 장치(40)에 의해 자율적으로 구현되는 임의 움직임에 포함하는 움직임 알고리즘에 (로봇 장치(40)의 이동을 제어하는 제어 신호의 형태로) 추가함으로써 로봇 장치(40)와 결합하여 이용될 수 있다. 항법 제어 시스템은 항법 제어 알고리즘의 지시 하에서 동작한다. 항법 제어 알고리즘은 소정의 트리거링 이벤트의 정의를 포함한다.

- [0050] 광범위하게 기술된, 항법 제어 시스템은 항법 제어 알고리즘의 지시 하에서 로봇 장치(40)의 이동 행위를 감시한다. 일 실시예에서, 이하 더 후술될 바와 같이 감시된 이동 행위는 로봇 장치(40)의 "상태 이력"에 관련하여 정의된다. 다른 실시예에서, 감시된 이동 행위가 로봇 장치(40)의 "순간적인 위치"에 관련하여 정의된다.
- [0051] 소정의 트리거링 이벤트는 로봇 장치(40)의 이동 행위의 특정 발생 또는 조건이다. 소정의 트리거링 이벤트를 실현할 때, 항법 제어 시스템은 로봇 장치(40)의 제어 신호를 생성하고 통신하도록 동작한다. 제어 신호에 응답하여, 로봇 장치(40)에 제어 신호에 의해 규정된 행동, 즉 규정된 행동을 실행 또는 구현하도록 동작한다. 이 규정된 행동은 로봇 장치(40)의 이동 행위의 결정적인 구성요소를 나타낸다.
- [0052] 로봇 장치(40)가 진공 청소를 하고 있을 때, 주기적으로 고정된 베이스 스테이션(10)에 접근할 것이다. 베이스 스테이션(10)과의 접촉은 베이스 스테이션에 손상을 입혀거나 도킹을 불가능하게 하는 영역으로 베이스 스테이션을 이동시킬 수 있다. 그러므로, 회피 기능이 바람직하다. 우연한 접촉을 피하기 위해, 베이스 스테이션(10)은 도 3에 도시된 바와 같이 회피 신호(60)를 생성할 수 있다. 회피 신호(60)는 보강벽(14)의 상부의 방출기(18)로부터 전송되고 있다고 도시된다. 베이스 스테이션(10)으로부터의 회피 신호(60)의 반경 범위는 사전 정의된 공장 설정, 사용자 설정, 및 다른 고려사항에 따라 다양할 수 있다. 최소한, 회피 신호(60)는 로봇(40)과의 의도되지 않는 접촉으로부터 베이스 스테이션(10)을 보호하기에 충분한 거리만을 반영하기만 하면 된다. 회피 신호(60)는 적용에 따라 베이스 스테이션(10) 주위로부터 확장되어 베이스 스테이션(10)으로부터의 수 피트 이상까지 이를 수 있다.
- [0053] 여기서, 회피 신호(60)는 전 방향성(즉, 신호 평면) 적외선 빔으로서 도시되지만, 복수의 단일한 고정된 빔 또는 신호와 같은 다른 신호가 고려될 수 있다. 그러나 고정된 빔이 이용된다면, 충분한 개수가 베이스 스테이션(10) 주변의 충분한 적용범위를 제공하여 로봇 장치(40)가 빔들과 만나는 기회를 증가시킬 수 있다. 로봇 장치(40)의 탐지기(50)가 방출기(18)로부터의 회피 신호(60)를 수신할 때, 로봇 장치(40)는 필요하다면 베이스 스테이션(10)을 피하도록 자신의 항로(course)를 변경할 수 있다. 대안으로, 로봇 장치(40)가 베이스 스테이션(10)을 (재충전 또는 다른 도킹을 위하여) 능동적 또는 수동적으로 찾고 있다면, 이하 도 4a 및 도 4b에 관련하여 기술될 귀환 신호를 만나는 경우를 증가시키는 방식으로 베이스 스테이션(10)을 회전시키기 등을 행하여, 이 장치는 베이스 스테이션(10) 쪽으로 자신의 항로를 변경할 수 있다.
- [0054] 소정의 실시예에서, Waitrony p/n IE-320H와 같은 콜리메이트된(collimated) IR 방출기가 이용된다. 태양광 및 다른 IR 소스로부터의 잠재적인 간섭 때문에, 원격 제어, PDA 및 다른 IR 통신 장치와 같은 대부분의 IR 장치는 변조될 수 있는 신호를 방출한다. 본원에서, 방출기(18, 20)는 빔을 38kHz에서 변조한다. 본 발명의 실시예에서, 일반적인 IR 비트 스트림의 주파수와는 다른, 예를 들어 500 Hz의 주파수에서 빔을 더 변조하여 다른 IR 장비와의 간섭을 방지한다. 일반적으로, 회피 신호(60)가 코딩되고, 귀환 신호(62, 64)도 코딩된다. 로봇(40)이 복수의 코드를 동시에 수신하더라도, 로봇(40)이 각 신호의 존재를 탐지할 수 있도록 비트 인코딩 방법 및 2진 코드가 선택된다.
- [0055] 회피 신호(60)로부터의 IR 방사 측정 가능 레벨이 탐지기(50)에 탐지될 때마다, 로봇의 IR 회피 거동이 트리거된다. 일 실시예에서, 이 거동은 IR 신호가 탐지가능한 레벨 이하로 떨어질 때까지 로봇(40)으로 하여금 제자리에서 왼쪽으로 회전하게 한다. 그 다음 로봇(40)은 자신의 이전 이동을 재개한다. 왼쪽으로 회전하는 것은 특정 시스템에서 바람직하는데, 이는 종래에 로봇이 다음 동작 중에 모든 객체를 자신의 오른쪽으로 가져가려 시도를 할 수 있기 때문이다. 로봇의 회피 거동은 회피 신호(60)를 탐지 시 왼쪽으로 회전하는 경우 자신의 다른 거동과 일치된다. 일 실시예에서, 탐지기(50)는 그라디언트 탐지기로서 작용한다. 로봇(40)이 높은 IR 세기의 영역을 만나면, 로봇(40)은 제자리에서 돈다. 탐지기(50)가 로봇(40)의 앞에 장착되고 로봇(40)은 후방으로 이동하지 않기 때문에, 탐지기(50)는 증가하는 IR 세기를 항상 로봇(40)의 다른 부분이 보기 전에 "본다". 그러므로, 제자리에서 도는 것은 탐지기(50)를 감소된 세기 영역으로 이동하게 한다. 그 다음 로봇(40)이 전방으로 이동할 때는, 반드시 감소된 IR 세기의 영역으로 -회피 신호(60)와 멀어지며- 이동한다.
- [0056] 다른 실시예에서, 베이스 스테이션(10)은 상이한 전력 레벨에서 복수의 코딩된 방출기 또는 시분할 시스템을 이용하여 자신의 전력 레벨을 변화시키는 방출기를 포함한다. 이들은 로봇(40)이 그 공간에서 원거리로부터 베이스 스테이션(10) 방향으로 이동할 수 있게 하는 집중적인 코딩된 신호 고리를 생성한다. 그러므로, 로봇(40)은 항상 베이스 스테이션(10)의 존재를 인식할 수 있어, 베이스 스테이션(10)을 찾아내고, 도킹하고, 얼마나 넓은 공간을 청소할 것인지 결정하는 것을 용이하게 한다. 또는, 로봇(40)은 IR 필드를 통해 자신의 움직임을 이용하여 IR 에너지의 그라디언트를 측정한다. 그라디언트의 부호가 음수일 때(즉, 움직임에 따라 탐지된 에너지가 감소할 때), 로봇(40)은 (IR 소스로부터 멀리 떨어져) 직진한다. 그라디언트의 부호가 양수일 때(에너지가 증

가할 때), 로봇(40)은 회전한다. 넷(net) 효과는 회피 신호(60)의 소스로부터 탈출하는 로봇(40)으로 "그라디언트 하강 알고리즘"을 구현하는 것이다. 이러한 그라디언트 방법은 방출된 신호의 소스를 찾는 데에 또한 이용될 수 있다. 변화하는 전력 레벨에서의 동심원 고리(concentric ring)는 미처리 신호 세기를 결정하기 위한 수단 없이도 이러한 가능성을 용이하게 한다.

[0057] 회피 거동의 제어 로직의 일 실시예의 흐름도가 도 6a에 도시된다(100). 로봇(40)은 탐지기(50)에 의해 탐지된 신호가 회피 신호(60)인지를 판정한다(단계(110)). 회피 신호(60)가 탐지되면, 로봇(40)은 회전 방향을 선택한다(단계(120)). 그 다음 로봇(40)은 회피 신호(60)가 더 이상 탐지되지 않을 때까지 선택된 방향으로 회전하기 시작한다(단계(130)). 일단 회피 신호(60)가 더 이상 탐지되지 않으면, 로봇(40)은 20° 와 같은 추가적인 양만큼 회전을 계속하거나(단계(140)) 로봇은 0° 및 135° 간에 임의적으로 회전할 수 있다.

[0058] 흐름도의 단계(120)에서, 도 6b에 도시된 흐름도에 나타난 방향 선택 알고리즘(120a)이 이용된다. 로봇의 제어 로직은 로봇의, 빔과의 독립적인 대화를 추적한다. 로봇(40)은 먼저 하나씩 카운터를 증가시킨다(단계(122)). 홀수 번째 대화에서, 로봇(40)은 무작위로 새로운 회전 방향을 선택한다(단계(124 및 126)). 짝수 번째 대화에서, 로봇(40)은 자신의 가장 최근의 회전 방향을 다시 이용한다. 대안으로, 로봇(40)은 임의로 어떤 방향으로 회전될지를 선택할 수 있다. 로봇은 충분한 거리를 이동할 때까지 그 방향으로 회전하는 것을 계속할 것이다.

[0059] 다른 실시예에서, 로봇(40)은 항상 단일 방향으로 회전하거나 임의로 방향을 선택할 수 있다. 로봇(40)이 항상 한 방향으로 회전할 때, 빔으로부터 멀어지고, 공간 내의 다른 장애물과 부딪히고, 빔쪽으로 돌아오고, 다시 빔을 만나고, 멀어지고, 다시 부딪히는 과정을 무한히 반복하는 루프에 갇힐 수 있다. 게다가, 로봇(40)이 한 방향으로만 회전할 때, 결국에는 바닥의 특정 영역을 진공 청소하는 것을 실패할 수 있다. 그러므로, 로봇의 작업이 마침내 공간 전체에 대한 작업을 완료해야 하는 경우, 하나의 회전 방향은 최적이 되지 않을 수 있다. 방향이 전적으로 임의로 선택된다면, 로봇(40)은 빔을 만나기 때문에 종종 앞뒤로 회전할 수 있다.

[0060] 도 6a를 다시 참조하면, 단계(140)의 실시예에서, 로봇(40)은 회피 신호(60)가 상실되는 지점으로부터 20° 를 더 회전할 수 있다. 회전의 호는 특정 로봇(40) 및 응용에 따라 달라질 수 있다. 추가적인 회전은 로봇(40)이 먼저 회피 신호(60)를 만난 이후에 즉시 이 신호를 다시 만나는 것을 방지하도록 돕는다. 다양한 적용에서, 추가적인 이동 량(선형 또는 회전)은 소정의 거리, 각 또는 시간일 수 있거나, 그렇지 않으면 임의 구성요소를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 로봇의 회피 거동은 회피 신호(60)가 더 이상 탐지되지 않을 때까지, 로봇의 방향을 반대로 하는 것을 포함할 수 있거나, 상술한 바와 같이 로봇은 회피 신호(60)를 상실한 후에 임의로 0° 와 135° 간에 회전할 수 있다.

[0061] 도 4a 내지 도 4c는 귀환 신호(62, 64)를 이용함으로써 베이스 스테이션(10)을 찾는 여러 단계로 로봇 장치(40)를 도시한다. 로봇 장치(40)는 자신의 배터리를 재충전시켜야될 필요성을 탐지하거나, 공간을 진공청소하는 것을 완료했을 때 베이스 스테이션(10)을 찾을 수 있다. 상술한 바와 같이, 일단 로봇 장치(40)가 회피 신호(60)(및 그러므로 베이스 스테이션(10))의 존재를 탐지했다면, 로봇은 귀환 신호(62, 64)를 탐지하는 데에 필요한 만큼 움직일 수 있다. 상술한 회피 신호(60)에서와 같이, 원하는 경우 투사된 범위 및 귀환 신호(62, 64)의 방향은 달라질 수 있다. 그러나 더 긴 신호가 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)을 찾을 기회를 효과적으로 증가시킬 수 있음을 유의한다. 더 긴 신호는 또한 로봇 장치(40)가 특히, 임의로 베이스 스테이션(10)을 찾는 것이 지나치게 시간 낭비일 수 있는 큰 공간에 배치되었을 때 유용할 수 있다. 응용에 따라서, 기초판(12)의 앞 주변의 대략 6인치로부터 기초판(12) 주변의 몇몇의 피트 이상까지 확장되는 있는 귀환 신호(62, 64) 범위가 고려된다. 자연적으로 귀환 신호(62, 64)의 각 너비는 응용에 따라 달라질 수 있지만 5° 내지 60° 이상까지의 각 너비가 고려된다. 상술한 바와 같이 그라디언트 거동 또한 로봇이 베이스 스테이션을 찾는 것을 돕는데 이용될 수 있다.

[0062] 항법 비콘으로서 동작하는 것 외에도, 귀환 신호(62, 64)(및 회피 신호(60)까지도)는 프로그래밍 데이터, 고장 안전 및 진단 정보, 도킹 제어 데이터 및 정보, 유지보수 및 제어 시퀀스 등을 포함하는 정보를 전송하는 데에 이용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 베이스 스테이션(10)으로부터 특정 정보를 접촉할 때 특정 액션을 취하는 로봇(40)에 대비되어, 이들 신호는 로봇의 반응을 구술하는 제어 정보를 제공할 수 있다. 이러한 경우, 로봇(40)은 베이스 스테이션(10)에 대한 슬레이브(slave) 이상으로 기능을 하여, 송신된 신호가 지시하는 바와 같이 동작한다.

[0063] 로봇(40)은 전체적인 기계적 안내 특징이 필요 없이 정확하고 반복적으로 자신의 베이스 스테이션(10)과의 도킹을 수행한다. 2개의 귀환 신호(62, 64)는 예를 들어 적색 신호(62) 및 녹색 신호(64)로서 로봇 장치에 의해 구별될 수 있다. IR 빔은 일반적으로 신호를 제공하는 데에 이용되지만, 그 자체로써는 가시적이지 않다. 색 구

별은 단지 예시를 위하여 주어진 것이며, 임의의 "색"(즉, 신호 비트 패턴)이 이용되고 로봇 장치(40)에게 제공되어 이 로봇 장치(40)는 어떤 신호가 특정 방향으로 방향을 짓는지 인식할 수 있다. 대안으로, 신호(62, 64)는 상이한 파장을 이용하거나 상이한 반송 주파수(예를 들어, 380 kHz VS 38 kHz 등)를 이용함으로써 구별될 수 있다.

[0064] 그러므로, 로봇 장치(40)가 도킹할 필요가 있거나 이를 원할 때, 탐지기(50)가 베이스 스테이션(10)으로부터 전송된 적색 신호(62)를 수신한다면, 로봇의 오른쪽에 적색 신호(62)를 유지하도록 이동하고, 탐지기(50)가 베이스 스테이션(10)으로부터 전송된 녹색 신호(64)를 탐지한다면, 로봇의 왼쪽의 녹색 신호(64)를 유지하도록 이동한다. 이 2개의 신호가 중첩되는 곳("황색" 구역(66))에서, 로봇(40)은 베이스 스테이션이 근처에 있다는 것을 알고 그 다음 도킹을 할 수 있다. 이러한 시스템은 황색 구역(66)을 실제 가능한 만큼 가늘게 하도록 최적화되어 적절한 방향과 로봇(40)의 접근 및 성공적인 도킹을 보장할 수 있다. 또는, 적색 신호(62) 및 녹색 신호(64)가 단일 신호에 의해 교체될 수 있는데, 로봇은(40) 도킹될 때까지 이 신호를 따를 것이다.

[0065] 도 4a 내지 도 4c는 2개의 신호를 이용하는 여러 단계로 도킹 프로시저를 도시한다. 도 4a에서, 탐지기(50)는 녹색, 즉 왼쪽 신호(64) 필드에 있고, 따라서 로봇 장치(40)는 로봇(40)의 왼쪽으로의 녹색 신호(64)를 유지하기 위하여 오른쪽을 향하여, M_r 방향으로 이동할 것이다(실제로, 로봇(40)은 탐지기(50)의 왼쪽으로의 녹색 신호(64)를 유지하도록 이동한다). 마찬가지로, 도 4b에서, 탐지기(50)는 적색, 즉 오른쪽 신호(62) 필드에 있으며, 따라서 로봇 장치(40)는 탐지기(50)의 오른쪽으로의 이 적색 신호(64)를 유지하기 위하여 왼쪽을 향하여, M_l 방향으로 이동할 것이다. 결국, 도 4c에서, 탐지기(50)는 황색 구역(66)을 만났다. 이 시점에서, 로봇 장치(40)는 베이스 스테이션(10)을 바로 향하는 방향 M_r 로 이동할 것이다. 베이스 스테이션(10)에 접근할 때, 로봇 장치(40)는 자신의 접근 속도를 늦추고/거나 진공청소를 중단하거나, 문제가 없는 도킹을 보장하기 위한 다른 기능을 수행할 수 있다. 이들 동작은 로봇(40)이 회피 신호(60)를 탐지할 때, 즉 베이스 스테이션(10)에 근접하다는 것을 인식할 때, 또는 어느 정도의 다른 소정의 시점에서, 예를 들어, 방출기(62, 64)로부터의 신호에 대한 변경 시에 일어날 수 있다.

[0066] 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)을 정확하게 도킹하는 것을 보장하기 위한 다양한 방법이 고려된다. 예를 들어, 로봇(40)은 로봇(40)에게 베이스 스테이션(10)에 접촉했다는 신호인 범퍼(48)를 누를 때까지(황색 구역(66) 내의 베이스 스테이션(10)을 향하여 이동하는 것을 계속할 수 있다. 다른 실시예에서는 로봇(40)이 최종 지점에 도달할 때 충전 접촉부(16)를 접촉하도록 조정된 시점에서 황색 구역(66)이 종료되도록 귀환 신호(62, 64)를 중첩시킨다. 다른 실시예들에서는 단순히, 로봇(40)의 전기 접촉부가 베이스 스테이션(10) 상의 전기 접촉부(16)에 접촉할 때 로봇(40)을 중지시킨다. 이것은 로봇(40)이 접촉부(16) 위를 이동하면서, 접촉부(16)를 청소하고 전기적 접촉 보전성을 개선하는 와이핑 액션을 제공할 것을 보장할 것이다. 이것은 또한, 베이스 스테이션(10)이 로봇의 범퍼(48)를 누르는 데 필요한 힘에 저항할 필요가 없기 때문에, 베이스 스테이션(10)이 더 가벼워지게 할 수 있다. 도 5는 베이스 스테이션(10)에 완전히 도킹된 로봇 장치(40)를 도시한다. 본래, 이 프로시저는 또한, 탐지기(52), 또는 탐지기 둘 다의 결합을 이용할 수 있다.

[0067] 이러한 본 발명의 실시예는 회피와 귀환 둘 다에 대한 IR 신호의 사용을 설명하지만, 본 발명의 시스템 및 방법은 이러한 목표를 달성하기 위해 다른 신호를 이용할 수 있다. 그러나, 다른 유형의 파는 단점을 가질 수 있다. 예를 들어, 무선파는 지향성으로 만들기에 더 어렵고 비용이 많이 들며, 가시 광은 다수의 소스로부터의 간섭을 겪고 사용자를 혼란시킨다. 음파도 이용될 수 있지만, 마찬가지로 소리를 순수하게 지향성으로 만들기 어려우며, 그러한 파는 더 산란되고 반사되는 경향이 있다.

[0068] 도 7은 진공 청소 동안의 로봇 장치(40)의 제어 시퀀스(200)를 나타내는 개략도를 도시한다. 일반적으로, 제어 시퀀스(200)는 로봇 장치(40)의 측정된 에너지 레벨에 기초한 3개의 서브시퀀스를 포함한다. 이것은 일반적으로 고 에너지 레벨(210), 중 에너지 레벨(220) 및 저 에너지 레벨(230)로서 참조된다. 고 에너지 레벨 서브시퀀스(210)에서, 로봇 장치(40)는 소정의 작업, 이 경우에서는, 진공 청소(상술된 바와 같이 다양한 거동 모드를 이용함)를 수행하면서 베이스 스테이션을 피한다(단계(212)). 베이스 스테이션(212)을 피할 때, 로봇 장치(40)는 회피 거동을 수행하고, 계속해서 정상적으로 동작한다. 이 프로세스는 로봇 장치(40)가 자신의 에너지 레벨을 계속해서 검사하는 동안 계속된다. 전량 분석(즉, 전원에 일정하게 들어오고 나가는 전류의 측정)과 같이 전원의 에너지 레벨을 검사하거나(단계(214)), 단순히 전원에 남아있는 전압을 측정하기 위해 다양한 방법이 이용될 수 있다. 로봇 장치(40)의 다른 실시예는 단순히 타이머, 및 메모리 내에 저장된 참조표를 이용하여, 로봇 장치(40)가 상이한 에너지 레벨 서브시퀀스에 진입하기 전에 얼마나 오래 동작할 수 있는지를 판정할 수 있다. 또 다른 실시예에서는 단순히, 로봇(40)이 어떤 에너지 레벨 서브시퀀스에서 동작하는지를 결정하지 않고

서, 재충전 이전에 소정의 시간 주기 동안 로봇(40)을 동작시킬 수 있다. 로봇(40)이 액체연료 또는 가스연료로 작동하면, 이 레벨은 또한, 본 기술분야에 알려진 장치들에 의해 측정될 수 있다.

[0069] 남아있는 에너지가 소정의 고 레벨 이하로 떨어지면, 로봇(40)은 중 에너지 레벨 서브시퀀스(220)에 진입한다. 로봇(40)은 상술된 단계(214)의 방법을 채용하면서, 계속해서 진공 청소하고 자신의 에너지 레벨을 검사한다(단계(224)). 그러나, 중 에너지 레벨(220)에서, 로봇(40)은 베이스 스테이션(10)을 "수동적으로 탐사한다(단계(222))". 베이스 스테이션(10)을 수동적으로 탐사하는 동안, 로봇(40)은 자신의 이동 특성을 바꾸지 않는다. 오히려, 로봇(40)은 운 좋게 회피 신호(60) 또는 귀환 신호(62, 64)(이들 신호 각각은 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)에 궁극적으로 도킹할 때까지 후속될 수 있음)를 탐지할 때까지 거의 정상 거동 모드를 유지한다. 다시 말하면, 로봇이 정상적으로 행하는 것과 같이 베이스 스테이션(10)을 회피하기 보다 수동적으로 탐사하는 동안(222), 회피 신호(60)를 탐지하면, 귀환 신호(62 또는 64)를 탐지할 때까지 이동 특성을 변경하여, 로봇이 도킹하게끔 해준다.

[0070] 또는, 로봇(40)은 그것이 미리정해진 저 레벨 이하의 에너지 레벨(224)을 기록할 때까지 계속해서 이러한 중 에너지 레벨 서브시퀀스(220)에서 동작한다. 이 때, 로봇(40)은 동작 및 이동 특성의 변화에 의해 특징화된 저 레벨 서브시퀀스(230)에 진입한다. 에너지를 보존하기 위해, 로봇(40)은 모든 부차적인 시스템, 및 진공 청소와 같은 동작에 전원을 제공하는 것을 중단하여, 그것이 베이스 스테이션(10)에 대한 "능동적인 탐사(단계(232))"을 위해 가능한 한 많은 에너지를 보존하게 해준다. 능동적 탐사(단계(232)) 동안, 로봇(40)은 베이스 스테이션(10)을 찾을 기회를 증가시키기 위해 자신의 이동 특성을 변경할 수 있다. 그것은 "벽 따라가기(wall following)"와 같은 더 신중한 모드를 위해, 나선 운동(베이스 스테이션의 위치를 알아내는 기회를 반드시 더 높이는 것은 아님)을 채용하는 것과 같은 거동 모드를 중단시킬 수 있다. 이러한 신중한 탐사는 로봇(40)이 회피 신호(60) 또는 귀환 신호(62, 64)를 검색함으로써 베이스 스테이션(10)의 존재를 탐지할 때까지 계속될 것이다. 명백히, 남아있는 전력이 임계 레벨에 도달할 때 알람을 울리거나, 베이스 스테이션(10)의 위치를 다시 알아내는 데 도움을 주기 위해 베이스 스테이션(10)의 마지막 접촉 이후에 로봇(40)이 취한 경로를 재구성하는 추가의 서브시퀀스가 통합될 수 있다.

[0071] 로봇(40)은 또한, 그것의 할당된 작업(예를 들어, 공간을 진공 청소하는 것)을 완료하였다고 판정했기 때문에 도킹할 수도 있다. 로봇(40)은 공간 크기에 관한 고려, 총 실행 시간, 총 운행 거리, 먼지 감지 등을 포함하여 다양한 요인에 기초하여 이러한 판정을 내릴 수 있다. 다르게, 로봇은 베이스 스테이션(10) 및/또는 벽 및 큰 물체를 기준점으로서 이용하여 공간-맵핑 프로그램을 채용할 수 있다. 로봇이 자신의 작업을 완료하였다고 판정할 때, 로봇(40)은 베이스 스테이션(10)을 빨리 찾기 위해 자신의 이동 특성을 변경할 것이다.

[0072] 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)과 접촉하면, 로봇은 스스로 자발적으로 재충전될 수 있다. 베이스 스테이션(10) 내의 회로는 로봇(40)의 존재를 탐지하고, 충전 전압을 접촉부(16)로 전환시킨다. 그 후, 로봇(40)은 충전 전압의 존재를 탐지하고, 자신의 내부 트랜지스터 전력 스위치를 배터리로의 전류가 흐르도록 전환시킨다. 일 실시예에서, 베이스 스테이션(10)은 정-전류 유형의 스위칭 충전기를 포함한다. 최대 전류는 단락 상태하에서 회로도 약 1.25 amps로 제한된다. 무부하 단자의 최대 전압은 약 22Vdc로 제한된다. 이 정-전류 충전 회로는 베이스 스테이션(10) 상의 접촉부(16), 또는 로봇(40)의 하부구조(54) 상의 접촉부에 의해 제공된 전기적 연결을 통해 로봇(40) 내의 배터리를 충전하는 데 사용된다. 이러한 충전 시퀀스의 일 실시예는 이하에 상세히 설명된다.

[0073] 일반적으로, 로봇(40)이 베이스 스테이션(10)으로부터 멀어지는 동안, 충전 접촉부(16)는 1mA의 최대 단락 전류 흐름으로 제한된 5볼트를 제공할 것이다. 이러한 저 전압/저 전류 "감지" 상태는 접촉부(16)에서 이용가능한 에너지의 양을 제한하기 때문에, 그들이 인간, 동물 및 전기적 도전 물체에 의해 접촉되는 경우 안전하게 해준다. 로봇(40)의 하부구조(54) 상의 접촉부는 베이스 스테이션(10) 상에 접촉부(16)를 접촉시킬 때, 베이스 스테이션(10) 내의 저항과 함께 고 임피던스 분압기를 생성하는 정확한 저항성 부하를 제공한다. 접촉부(16)에 걸리는 전압을 지속적으로 검사하는 마이크로프로세서는 이러한 더 저 전압을 인지한다. 이 분압기는 허용오차가 가감된 특정 전압을 생성한다. 마이크로프로세서는 전압이 특정 범위 내로 떨어졌다고 판정하면, 로봇(40)이 존재한다고 탐지한다. 그 후, 마이크로프로세서는 더 높은 전압/전류 전하(로봇의 내부 배터리를 충전할 수 있음)를 충전 접촉부(16)에 전달하는 트랜지스터 스위치를 켜다. 또는, 로봇(40) 및/또는 베이스 스테이션(10)은 IR 빔을 통해 신호를 송신함으로써 충전 회로의 보전성을 검증하여, 로봇(40)이 사실상 도킹되었음을 확인할 수 있다.

[0074] 도 8은 충전기 회로도의 일 실시예를 도시한다. 베이스 스테이션에 의해 제공되는 5볼트를 이용하여, J25가 초

기의 저 전압 상태와 접촉할 때, 트랜지스터(Q48 및 Q5)를 오프로 유지하는 것이 저항 분할기(R101 및 R116)의 일이다. 이 분할기는 또한, 저항(R224)과 병렬인 저항(R101 및 R116)의 공지된 임피던스와 트랜지스터(Q48)의 베이스-이미터 다이오드 드롭을 제공한다. 이 테브나그 임피던스는 도킹 스테이션 내의 저항과 직렬을 이루어, 분압기를 형성한다. 도킹 스테이션 내의 윈도우 비고기 회로는 분할기에 의해 생성된 특정 전압을 찾는다. 베이스 스테이션이 이러한 임피던스가 (임의의 다른 도전체가 아닌) 로봇일 것이라고 결정하면, 베이스 스테이션은 완전한 22볼트 활성화된 1.25Amp 충전 전압을 로봇에 전달한다.

[0075] 더 높은 전압의 개시 시에, 저항(R101 및 R224)의 분할기는 트랜지스터(Q48 및 Q5)를 각각 켜기 위한 요건을 충족하는 정도이다. 그것은, 온-보드 로봇 전자부품에만 전류가 흐르게 하여, 로봇의 프로세서가 실제로 고갈된 배터리로 인해 작동하지 않을 때 활성화 되게 해주는 트랜지스터들의 이러한 결합이다.

[0076] 동작하면, 로봇의 프로세서는 저항(R113 및 D15)를 통해 베이스 스테이션 전압의 존재를 탐지할 수 있고, 구동 중이라면, 그 구동 모터를 끈다. 충전 접촉부 상에서 안정적이면, 내부의 로봇 배터리를 측정하고, 배터리 내에 전류가 흐르게 해줄 때 언제 충전 제어 주기가 필요하고 어떤 유형의 충전 제어 주기가 필요한지를 결정하는 것이 로봇 프로세서의 일이 된다. 예를 들어, 배터리가 12 볼트이면, FET U9를 통해 연속적으로 배터리에 전류가 흐르게 해주기 위해서 프로세서 제어를 통해 트랜지스터(Q45 및 Q47)를 켜는 것이 허용가능하다.

[0077] 그러나, 배터리 전압이 5볼트 미만인 것으로 간주되면, 일반적으로, 연속적으로 배터리에 전체 전류가 흐르게 해주는 것은 바람직하지 못할 것이다. 이 조건이 고려되는 이유는, DOC 내의 전원이 정전류 충전기이며, 이것은 배터리 내에 1.25A를 흘려주기 위해 자신의 출력 전압을 배터리 전압보다 약간 더 높게 조정할 것이라는 사실에 있다. 일부 경우에, 이것은 배터리 전압 자체보다 더 높은 밀리볼트일 수 있고, 저 전압, 예를 들어, 3볼트의 배터리의 경우에는, 출력 전압이 온-보드 베이스 스테이션 및 로봇 전자부품 스위치를 동작시키는 데 필요한 필수적인 5볼트 미만으로 떨어지게 할 것이다.

[0078] 이러한 경우에, 로봇 프로세서는 펄스 폭 변조를 트랜지스터(Q47)에 관련된 충전기 제어 라인에 전달하여, 로봇과 베이스 스테이션 둘 다의 에너지 저장 커패시터가 각각의 전자부품이 충전 펄스를 통해 계속해서 적절히 동작하게 하는 데 충분한 전하를 유지하도록 한다. 에너지 저장 커패시터는 펄스 폭 변조 충전 주기의 오프 시간 동안 보충되어, 다음의 충전 펄스를 유지할 준비를 한다. 이런 시나리오는 연속적인 전하가 공급 전압을 임계 레벨까지 더 이상 떨어뜨릴 수 없어 전하 제어가 정적 레벨이 될 수 있는 시점까지 배터리가 충전될 때까지 계속된다.

[0079] 이러한 실시예에서 이러한 펄스 폭 변조 프로세스는 소프트웨어 제어에 의존하기 때문에, 베이스 스테이션과 로봇 둘 다의 프로세서의 건강 검사가 중요하다. 충전을 위해 전송된 요건은 트랜지스터(Q45)를 통해 충전기 "감시인(watchdog)"이 통합되어, 이러한 신호 라인 상의 정적인 고 상태 또는 저 상태가 배터리로의 전류 흐름을 불가능하게 하도록 한다. 임의의 전류가 흐르게 하기 위해 이 제어 라인에 연속적으로 펄스를 공급하여, 정전기의 방전, 또는 충전 프로파일을 잘못 다룸으로써 일어난 다른 배터리 관련 이벤트로 인한 프로세서 래치업(latch up)의 대부분의 경우를 제거하는 것이 로봇 프로세서의 요건이다. 물론, 다른 제어 및 관련 장애 시 안전 방법도 사용될 수 있다.

[0080] 설명된 충전 시퀀스는 충전 접촉부(16)가 노출되고 전류가 통하더라도 특정 안전 특징들을 제공한다. 5볼트의 감지 전압이 존재할 때(즉, 로봇(40)이 도킹되지 않을 때) 접촉부(16)에 걸린 특정 전압 강하를 일으키는 데 특정 저항이 요구되기 때문에, 낮은 감지 전류는 해롭지 않으므로 우발적인 접촉으로 인한 전기 충격의 위험은 없다. 또한, 감지 전류는 소정의 범위에 진입하지 못하기 때문에, 베이스 스테이션(10)은 고 전압/전류 레벨로 전환하지 못할 것이다. 베이스 스테이션(10)은 로봇(40)이 존재한다고 판정한 경우, 충전 전압/전류를 전달한다. 이 충전 전류는 최대 약 22볼트/1.25 amps로 제한된다. 충전 전류의 전달 동안 부주의한 접촉이 일어난 경우(로봇 새시(44)는 접촉부(16)를 효과적으로 차단하기 때문에 가망성 적음)에도, 전달된 전압은 비교적 낮기 때문에, 심각한 충격 위험을 제공하지 않을 것이다.

[0081] 일정 간격으로 로봇(40)을 점검하는 베이스 스테이션(10)에 의해, 작으면 분당 1회만큼부터 초당 10회 이상만큼 크게까지 다른 안전 레벨이 공급된다. 따라서, (동물 또는 인간에 의해) 베이스 스테이션(10)으로부터 로봇(40)이 제거되는 경우에, 충전 전류는 즉시 차단될 수 있다. 접촉부(16)가 도킹된 로봇(40)과 단락되는 경우(의도적으로 또는 우발적으로, 예를 들어, 로봇(40)이 잔해를 충전 접촉부(16)로 끌어드리는 경우) 이러한 동일한 조건이 적용된다.

[0082] 이러한 충전 시퀀스의 추가적 안전 특징은 의도적인 단락 또는 산화로 인한 접촉부(16)의 과열을 방지한다. 이

러한 작업을 수행하기 위해 열 회로 차단기 또는 유사 장치뿐만 아니라, 온도 측정 서브루틴이 장착된 마이크로 프로세서가 채용될 수 있다. 그러나, 회로 차단기는 마이크로프로세서 또는 소프트웨어 장애의 경우, 접촉 온도를 제어한다는 장점을 제공한다. 또한, 베이스 스테이션(10) 회로는 시스템 장애 시에 온도 측정 서브루틴 또는 회로 차단기를 리셋하는 타이머를 통합할 수 있다. 이러한 안전 제어는 상술된 "감시인"에 통합될 수 있다.

[0083]

베이스 스테이션(10)에 도킹되는 동안, 로봇(40)은 또한, 다른 유지 또는 진단 점검을 수행할 수 있다. 특정 실시예에서, 로봇(40)은 자신의 전원을 완전히 재충전할 수도 있고, 여러 요인에 기초하여 부분적으로만 충전할 수도 있다. 예를 들어, 루트-추적 서브루틴의 사용을 통해 로봇(40)이 공간의 작은 부분만이 여전히 진공 청소를 필요로 한다고 판정하면, 로봇은 완전한 공간 청소로 되돌아가기 전에 최소 충전만을 취할 수 있다. 그러나, 로봇(40)이 완전한 공간 청소로 되돌아가기 전에 전체 충전을 필요로 한다면, 그 옵션도 이용가능하다. 로봇(40)이 도킹 전에 공간 진공 청소를 완료하였으면, 그것은 도킹하고, 완전히 재충전되고, 다음 청소 주기를 시작하라는 신호(내부 또는 외부)를 기다리면서 대기할 수 있다. 이러한 대기 모드 동안, 로봇(40)은 그 에너지 레벨을 계속해서 측정하고, 소정의 양 이하의 에너지 레벨에 도달할 때 충전 시퀀스를 시작할 수 있다. 또는, 로봇(40)은 일정하거나 거의 일정한 유지 충전(trickle charge)을 지속시켜 자신의 에너지 레벨을 피크로 또는 거의 피크로 유지할 수 있다. 도킹 위치에 있는 동안, 진단 기능, 내부 메커니즘 청소, 네트워크와의 통신, 또는 데이터 조작 기능과 같은 다른 거동도 수행될 수 있다.

[0084]

지금까지 본 발명의 예시적이고 바람직한 실시예로서 간주된 것에 대해 설명하였지만, 본 기술분야에 숙련된 자들에게 있어서는, 본 명세서의 가르침으로부터 본 발명의 다른 변경이 명백해질 것이다. 개시된 제조 및 구조의 특정 방법은 본질적으로 예시적인 것이며, 제한적인 것으로 간주되지 않는다. 따라서, 첨부된 청구범위에서, 모든 그러한 수정을 본 발명의 취지 및 범주 내에 속하는 것으로서 보호하는 것이 요구된다. 따라서, 다음의 청구범위에서 정의되고 식별된 본 발명이 보호받도록 요구되는 것이다.

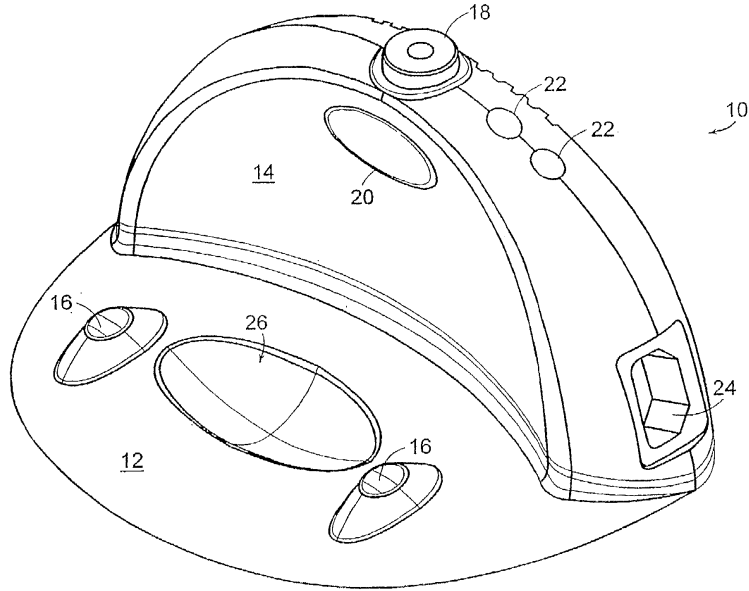
부호의 설명

[0085]

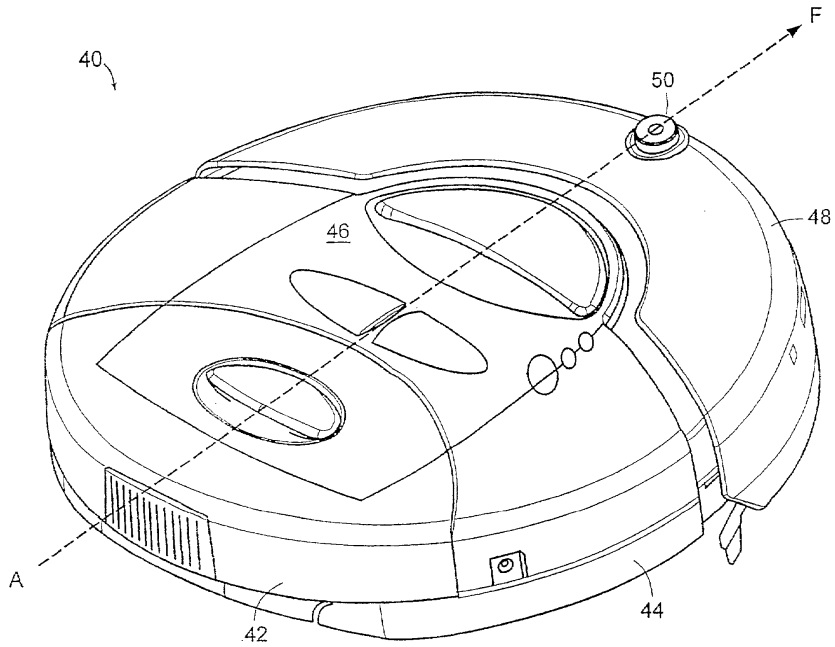
- 10: 베이스 스테이션
- 12: 기초판
- 14: 보강벽
- 16: 접촉부
- 18: 상부 신호 방출기
- 20: 전면 신호 방출기
- 22: 지시자 LED
- 24: 교류 플러그 콘센트
- 26: 함몰부
- 40: 로봇 장치
- 50, 52: 탐지기
- 62, 64: 귀환 신호

도면

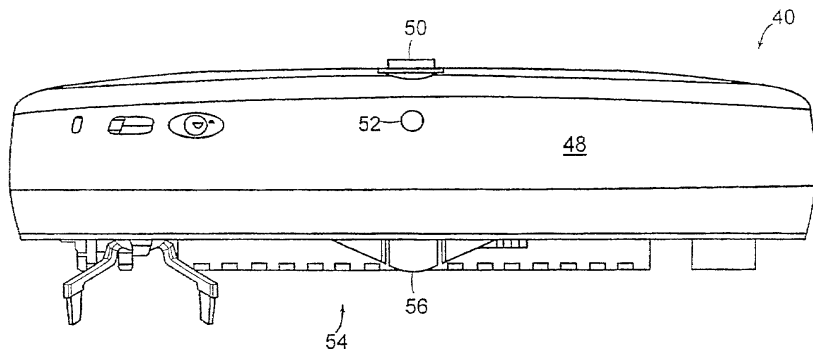
도면1



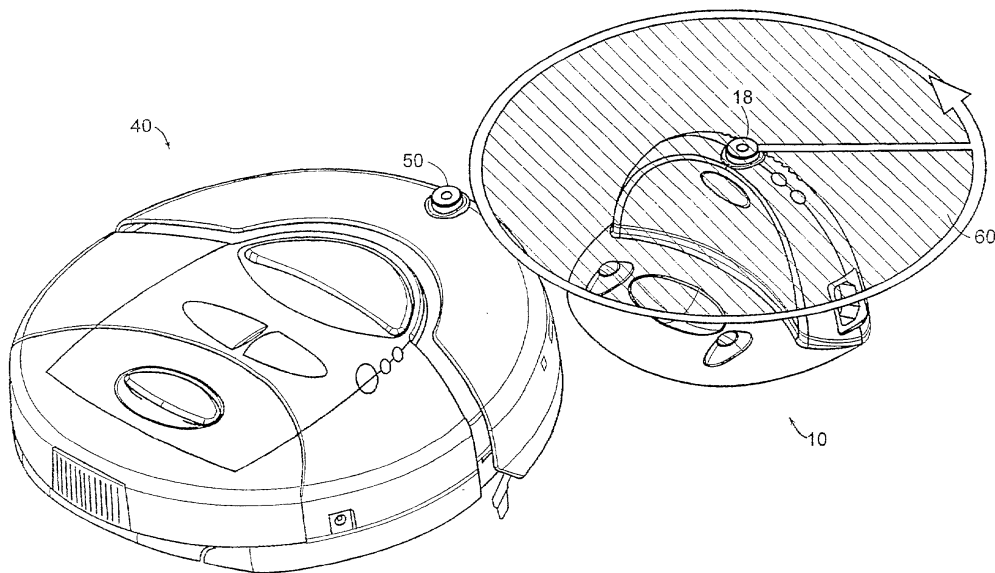
도면2a



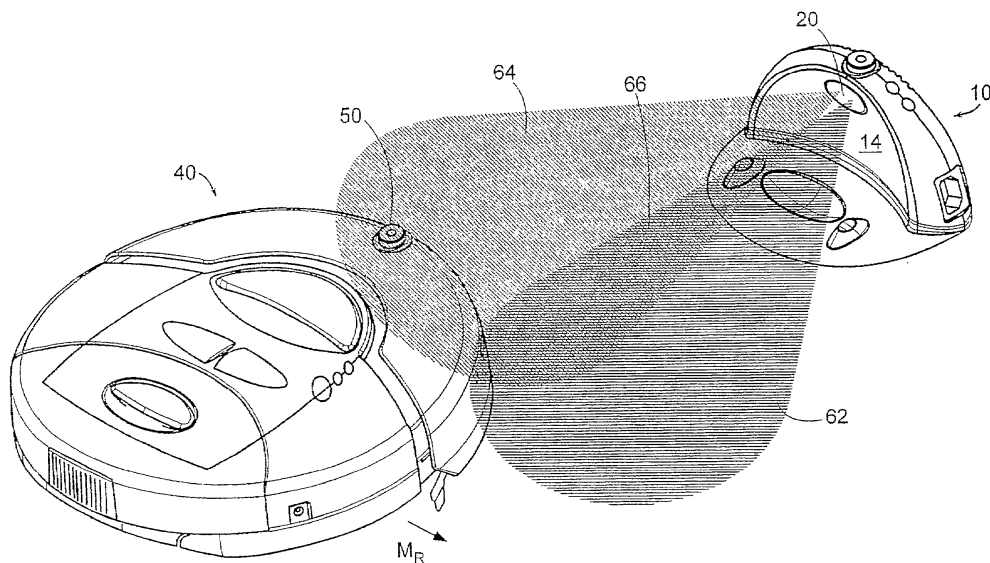
도면2b



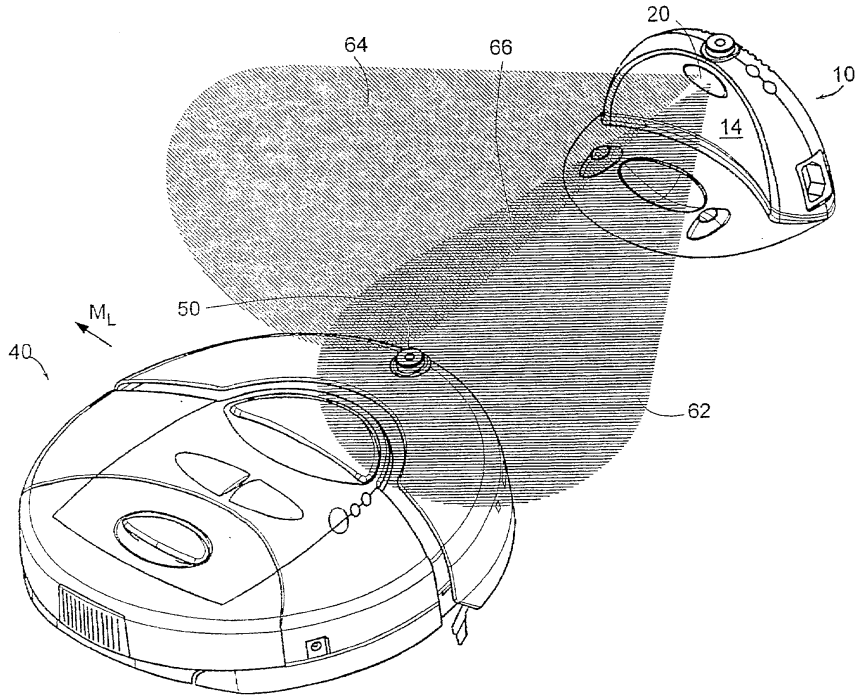
도면3



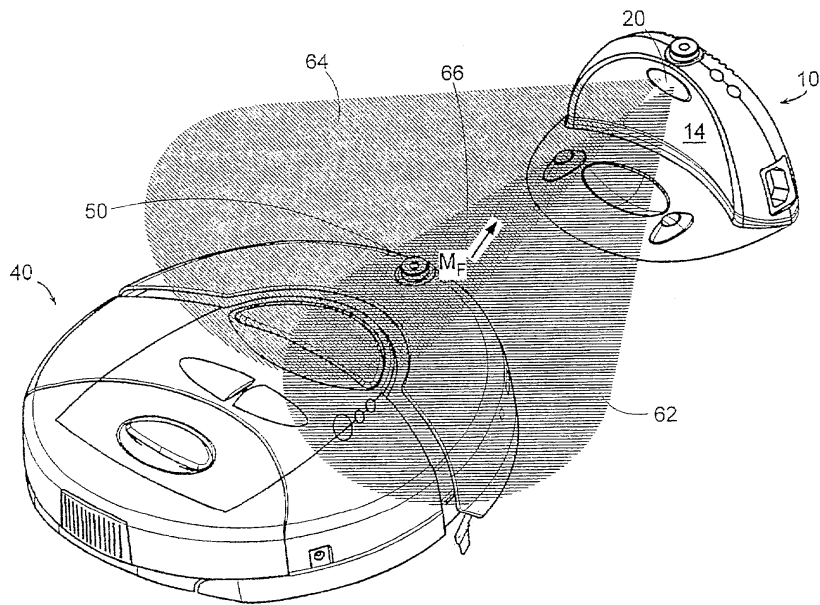
도면4a



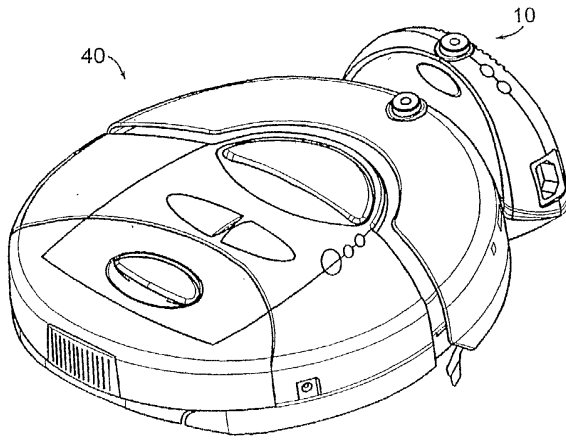
도면4b



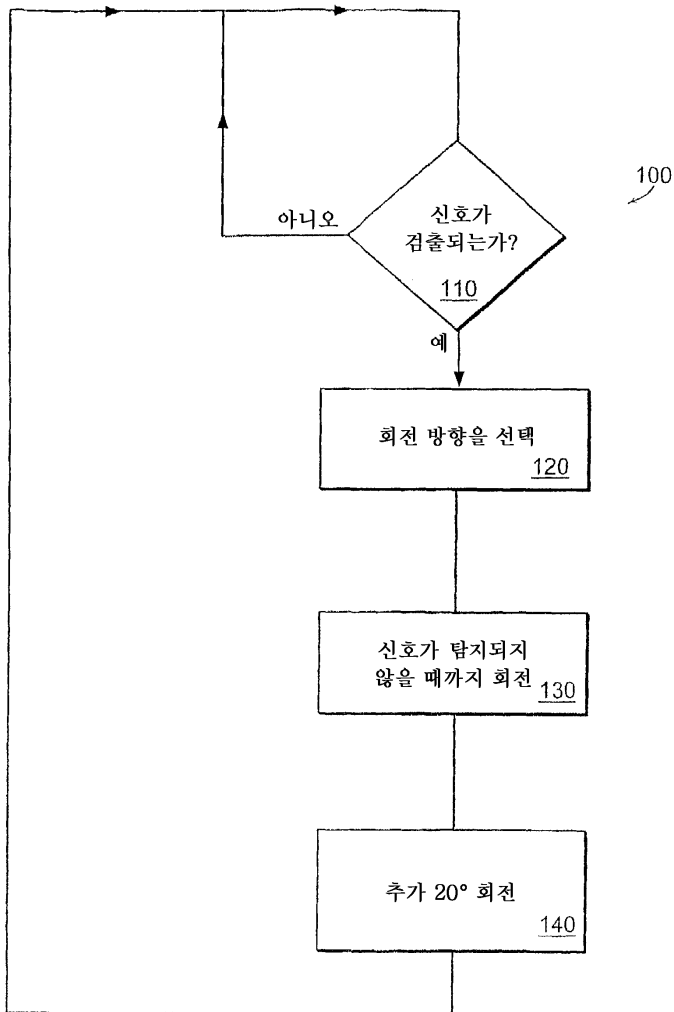
도면4c



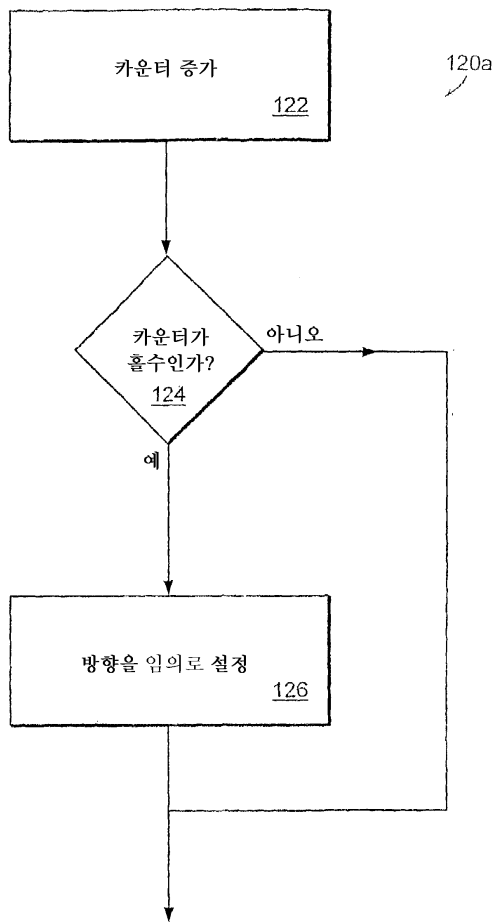
도면5



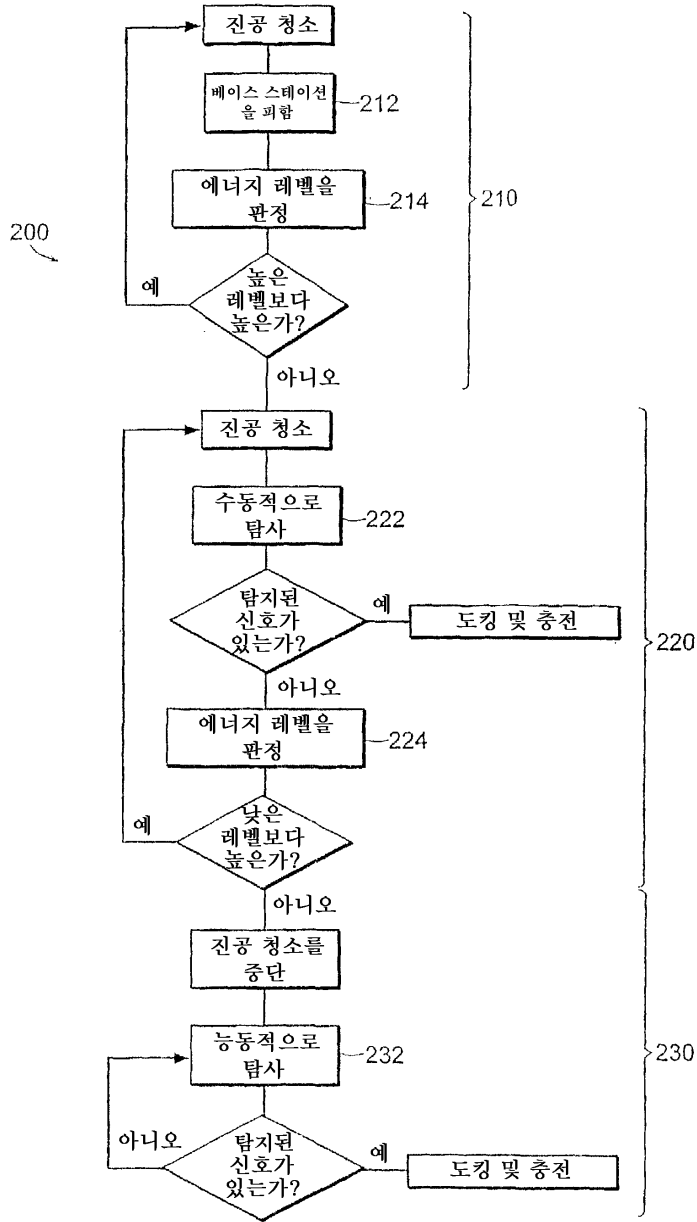
도면6a



도면6b



도면7



도면8

