



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월24일

(11) 등록번호 10-2401899

(24) 등록일자 2022년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 11/00 (2006.01) **B25J 19/02** (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01) **B25J 9/16** (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 11/0085 (2013.01)
B25J 19/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0176754
(22) 출원일자 2015년12월11일
심사청구일자 2020년09월07일
(65) 공개번호 10-2016-0121373
(43) 공개일자 2016년10월19일
(30) 우선권주장
14/682,658 2015년04월09일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013510377 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
아이로보트 코퍼레이션
미국 01730 매사추세츠주 베드포드 크로스바이 드
라이브 8
(72) 발명자
윌리엄스 마커스
미국 02460 매사추세츠주 뉴튼 오스틴 스트리트
76
루 핑-홍
미국 02465 매사추세츠주 뉴튼 리버 스트리트 58
존슨 조셉 엠.
미국 02062 매사추세츠주 노르우드 윌폴 스트리트
120
(74) 대리인
양영준

전체 청구항 수 : 총 28 항

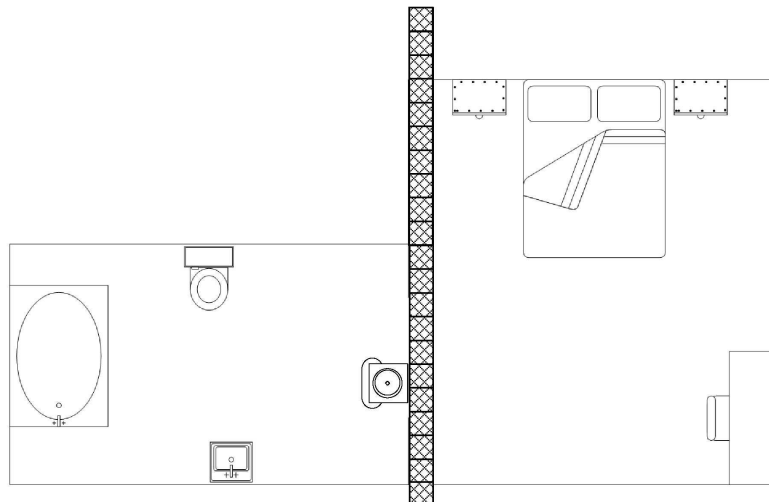
심사관 : 신호영

(54) 발명의 명칭 이동형 로봇의 이동 제한

(57) 요약

로봇은 표면에 대해 이동 가능한 본체, 표면 상의 초기 위치에서의 본체의 배향에 기초하여 정보를 출력하기 위한 본체 내의 하나 이상의 측정 장치, 및 정보에 기초하여 본체의 배향을 결정하고 본체의 배향 및 초기 위치에 기초하여 배리어를 넘는 본체의 이동을 방지함으로써 영역으로의 본체의 이동을 제한하기 위한 본체 내의 제어기를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 9/0003 (2013.01)

B25J 9/1664 (2013.01)

B25J 9/1666 (2013.01)

B25J 9/1676 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009301247 A

KR101021267 B1

KR1020090077547 A

KR100997656 B1

JP2006346767 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

로봇이며,

표면에 대해 이동 가능한 본체,

표면 상의 로봇의 초기 위치에서의 로봇의 초기 배향에 기초하여 정보를 출력하기 위한, 본체 내의 하나 또는 그 이상의 측정 장치, 및

상기 정보에 기초하여 초기 배향을 결정하고, 로봇의 이동을 표면의 영역 내에서 제어하는, 본체 내의 제어기를 포함하고,

제어기는, 로봇이 초기 위치에 있고 초기 배향을 향하고 있을 때, 로봇의 폭에 걸쳐 그리고 로봇의 제1 측면 및 제2 측면을 넘어 연장되는 라인에 대응하는 가상의 배리어를 정의하고, 라인의 방향은 로봇의 초기 배향에 기초하고, 라인의 위치는 로봇의 초기 위치에 기초하고,

배리어를 넘는 로봇의 이동을 제한하는, 로봇.

청구항 2

제1항에 있어서,

배리어는 출입구를 통해 연장되고, 로봇의 초기 위치는 출입구 내에 있는, 로봇.

청구항 3

제1항에 있어서,

로봇은 전방부 및 후방부를 포함하고,

라인은 로봇의 후방부에 평행하게 연장되고,

제어기는 배리어를 가로지르지 않고 영역 내에서 로봇을 이동시키도록 구성되는, 로봇.

청구항 4

제1항에 있어서,

라인은 로봇의 후방부에 접하는, 로봇.

청구항 5

제1항에 있어서,

라인은 로봇 상의 시각적 표시기와 일직선으로 정렬되어 있는, 로봇.

청구항 6

제1항에 있어서,

라인은 로봇의 후방부에 평행하게 연장되는 제1 라인에 대응하고,

배리어는 로봇의 후방부에 수직으로 연장되는 제2 라인으로 정의되는, 로봇.

청구항 7

제6항에 있어서,

로봇이 초기 위치에 있고 초기 배향을 향하고 있을 때, 로봇의 후방부는 제1 라인에 인접하고, 로봇의 측방부는

제2 라인에 인접하는, 로봇.

청구항 8

제6항에 있어서,

제어기는

초기 배향에 대해 각도를 이루어 회전하는 것, 및

배리어에 대해 실질적으로 평행한 경로를 따라서 표면의 영역을 횡단하는 것

을 포함하는 작동을 수행하도록 로봇을 제어함으로써 배리어를 넘는 로봇의 이동을 제한하도록 프로그래밍되는, 로봇.

청구항 9

제1항에 있어서,

배리어를 정의하는 것은

영역을 나타내는 맵을 형성하는 것, 및

로봇이 초기 위치에 있을 때, 로봇이 횡단하는 것이 금지되는 위치를 나타내는 배리어의 표시를 맵 상에 지정하는 것

을 포함하는, 로봇.

청구항 10

제9항에 있어서,

배리어의 표시는 배리어에 대응하는 좌표를 횡단 불가능한 것으로서 지정함으로써 지정되는, 로봇.

청구항 11

제1항에 있어서,

제어기가 로봇의 초기 배향을 결정하고 로봇의 이동을 제한하는 것은 핸드셰이크 모드로의 진입시 수행되도록 프로그래밍되고, 제어기는 로봇의 하나 또는 그 이상의 사용자-개시 동작에 응답하여 핸드셰이크 모드를 인식하도록 프로그래밍되는, 로봇.

청구항 12

제1항에 있어서,

로봇이 영역 내에서 이동하는 동안 표면을 청소하도록 구성된 청소 시스템을 더 포함하는, 로봇.

청구항 13

제12항에 있어서,

청소 시스템은 로봇의 전방부에서 청소 패드를 지지하도록 구성된 습식 청소 시스템을 포함하는, 로봇.

청구항 14

제1항에 있어서,

로봇이 초기 위치에 위치해 있을 때, 청소 동작을 개시하고, 배리어를 정의하는 것을 개시하는 버튼을 더 포함하는, 로봇.

청구항 15

제1항에 있어서,

제어기는, 영역의 적어도 안쪽 부분을 커버하기 위하여 커버리지 구동으로, 그리고 영역의 둘레를 추종하기 위

하여 벽 추종 거동으로, 표면을 가로질러 로봇을 구동시키도록 구성되고, 둘레는 적어도 부분적으로 초기 배향 및 초기 위치에 따라 정의되는, 로봇.

청구항 16

제15항에 있어서,
본체에 대해 이동 가능한 범퍼; 및
본체에 대한 범퍼의 압박을 나타내는 신호를 생성하는 센서를 더 포함하고,
제어기는 신호에 따라 벽 추종 거동을 개시하도록 구성되는, 로봇.

청구항 17

제15항에 있어서,
제어기는 커버리지 거동 중에 로봇을 콘로우 패턴(cornrow pattern)으로 구동시키도록 구성되는, 로봇.

청구항 18

제15항에 있어서,
제어기는 커버리지 거동이 완료된 후에 벽 추종 거동을 개시하도록 구성되는, 로봇.

청구항 19

제1항에 있어서,
표시기용 라이트를 더 포함하고,
제어기는 표시기용 라이트를 점등시켜 라인의 위치를 나타내는 기준선을 표시하도록 구성되는, 로봇.

청구항 20

제1항에 있어서,
제어기는 표면을 가로지르는 로봇의 자율 이동을 개시하도록 구성되고,
배리어는 표면을 가로지르는 본체의 자율 이동이 개시되기 전에 정의되는, 로봇.

청구항 21

제9항에 있어서,
제어기는 원격 컴퓨팅 디바이스가 맵의 표시 및 배리어의 표시를 디스플레이하도록, 맵을 나타내는 데이터 및 배리어의 표시를 나타내는 데이터를 원격 컴퓨팅 디바이스에 송신하도록 구성되는, 로봇.

청구항 22

제1항에 있어서,
제어기는, 로봇이 초기 위치에 위치하고, 초기 배향을 향하고 있을 때,
배리어를 정의하는 것을 개시하는 지시를 받고,
배리어를 정의하기 위해 지시를 실행하도록 구성되는, 로봇.

청구항 23

로봇이며,
표면에 대해 이동 가능한 본체,
표면 상의 로봇의 초기 위치에서의 로봇의 초기 배향에 기초하여 정보를 출력하기 위한, 본체 내의 하나 또는 그 이상의 측정 장치, 및

상기 정보에 기초하여 초기 배향을 결정하고, 로봇의 이동을 표면의 영역 내에서 제어하는, 본체 내의 제어를 포함하고,

제어기는, 로봇이 초기 위치에 위치해 있을 때 가상의 배리어를 정의하고, 배리어는 로봇의 후방부에 평행한 제 1 라인을 따라 연장되고 로봇의 초기 배향 및 로봇의 초기 위치에 기초하고,

제1 라인에 평행한 제2 라인과 일직선으로 정렬되어 있는 로봇의 시각적 표시기를 점등시키고,

배리어를 넘는 로봇의 이동을 제한하는, 로봇.

청구항 24

제23항에 있어서,

제어기가 초기 배향을 결정하고 로봇의 이동을 제한하는 것은 핸드셰이크 모드로의 진입시 수행되도록 프로그래밍되고, 제어기는 로봇의 하나 또는 그 이상의 사용자-개시 동작에 응답하여 핸드셰이크 모드를 인식하도록 프로그래밍되는, 로봇.

청구항 25

제23항에 있어서,

로봇이 영역 내에서 이동하는 동안 표면을 청소하도록 구성된 청소 시스템을 더 포함하는, 로봇.

청구항 26

제25항에 있어서,

청소 시스템은 로봇의 전방부에서 청소 패드를 지지하도록 구성된 습식 청소 시스템을 포함하는, 로봇.

청구항 27

제23항에 있어서,

로봇이 초기 위치에 위치해 있을 때, 청소 동작을 개시하고, 배리어를 정의하는 것을 개시하는 버튼을 더 포함하는, 로봇.

청구항 28

제23항에 있어서,

제어기는, 로봇이 초기 위치에 위치하고, 초기 배향을 향하고 있을 때,

배리어를 정의하는 것을 개시하는 지시를 받고,

배리어를 정의하기 위해 지시를 실행하도록 구성되는, 로봇.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 일반적으로 이동형 로봇의 이동 제한에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동형 로봇은 그 주변 내의 대상물, 장애물, 벽, 및 다른 구조부에 의해 규정되는 표면 주위에서 기동할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇의 이동을 그 주변의 특정 구역으로 제한하는 것이 바람직할 수 있다. 이를 위해, 로봇이 제한된 구역으로 지나가는 것을 방지하도록 배리어들이 세워질 수 있다. 예를 들어, 로봇에 의해 검출 가능한 비콘(beacon)이 로봇이 제한된 구역으로 진입하는 것을 방지하기 위해 환경 내에 위치될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0003] 예시적인 로봇은 벽, 장애물, 또는 다른 표면과 같은 구조적 경계부가 존재하지 않더라도, 이들 영역으로의 진입을 방지하기 위해 횡단 불가능한 환경의 영역을 식별할 수 있다. 로봇은 이들 영역으로의 이동을 방지하기 위해 가상 배리어를 생성할 수 있다. 다양한 기술이 이러한 가상 배리어를 생성하기 위해 여기에 설명된다.
- [0004] 예시적인 로봇은 표면에 대해 이동 가능한 본체, 표면 상의 초기 위치에서의 본체의 배향에 기초한 정보를 출력하기 위한, 본체 내부의 하나 이상의 측정 장치, 및 정보에 기초하여 본체의 배향을 결정하고 초기 위치 및 본체의 배향에 기초한 배리어를 넘는 본체의 이동을 방지함으로써 본체의 이동을 소정 영역으로 제한하기 위한 본체 내부의 제어기를 포함한다. 예시적인 로봇은 홀로 또는 조합하여 하나 이상의 다음 특징부를 포함할 수 있다.
- [0005] 배리어는 출입구를 통해 연장될 수 있고, 로봇의 초기 위치는 출입구 내부에 위치될 수 있다. 본체는 전방부 및 후방부를 포함할 수 있다. 배리어는 로봇의 후방부에 평행한 라인을 따라 연장될 수 있다. 라인은 로봇의 후방부에 대해 접선일 수 있다. 라인은 로봇 상의 시각적 지시기에 의해 표시되는 위치에서 로봇의 본체와 교차할 수 있다. 배리어는 로봇의 후방부에 평행하게 연장되는 제1 라인 및 로봇의 후방부에 수직으로 연장되는 제2 라인을 포함할 수 있다. 로봇의 초기 위치는 본체의 후방부를 제1 라인에 인접하게 그리고 본체의 측부를 제2 라인에 인접하게 위치시킬 수 있다. 제어기는 초기 배향에 대해 각도를 이루어 회전하고 배리어에 실질적으로 평행한 경로를 따라서 표면의 영역을 횡단하는 것을 포함하는 작동을 수행하도록 본체를 제어함으로써 본체의 이동을 제한하도록 프로그래밍될 수 있다.
- [0006] 제어기는 세정될 영역을 나타내는 맵을 생성하고 로봇이 횡단하는 것이 금지되는 위치를 나타낼 수 있는 가상 배리어를 맵 상에 지정하는 것을 포함하는 작동을 수행함으로써 본체의 이동을 제한하도록 프로그래밍될 수 있다. 배리어는 배리어에 대응하는 좌표를 횡단 불가능한 것으로서 지정함으로써 지정될 수 있다.
- [0007] 배향을 결정하고 이동을 제한하는 작동은 핸드셰이크(handshake) 모드로의 진입에 따라 실행될 수 있다. 제어기는 로봇에 대한 하나 이상의 사용자-개시 작동에 응답하여 핸드셰이크 모드를 인식하도록 프로그래밍될 수 있다.
- [0008] 또 다른 예시적인 로봇은 본체 아래의 표면을 따라서 이동 가능한 본체, 및 표면에 비해 상방을 지향하며, 구조부에 고정된 마커의 하나 이상의 이미지를 캡처하도록 구성된 카메라, 및 하나 이상의 이미지에 기초하여 마커의 위치를 식별하고 하나 이상의 조건이 충족될 때까지 적어도 마커의 위치에 의해 규정된 배리어를 넘는 표면의 지역으로의 본체의 이동을 방지하기 위한, 본체 내의 제어기를 포함한다. 예시적인 로봇은 홀로 또는 조합하여 하나 이상의 다음 특징부를 포함할 수 있다.
- [0009] 마커는 적외선 이미지 마커를 포함할 수 있고, 카메라는 적외선 카메라일 수 있다. 마커는 구조에 대응하는 위치의 명칭, 구조의 명칭, 또는 구조에 대응하는 위치의 명칭 및 구조의 명칭 모두를 나타내는 기계-판독 가능 정보를 포함할 수 있다. 위치의 명칭 및 구조의 명칭 중 적어도 하나는 전송되어 모바일 디바이스 상에 표시될 수 있다.
- [0010] 제어기는 표면의 적어도 일부를 나타내는 맵을 생성하는 단계, 마커의 위치에 기초하여 맵 상의 마커를 식별하는 단계, 컴퓨터 메모리에 맵을 저장하는 단계, 및 컴퓨터 메모리에, 맵 상의 마커의 위치를 넘는 표면의 지역으로의 본체의 이동을 금지하는 것을 나타내는 데이터를 저장하는 단계를 포함하는 작동을 수행하도록 프로그래밍될 수 있다. 제어기는 마커의 하나 초과와 이미지에 기초하여 마커의 위치를 식별하고 하나 초과와 이미지에 기초하여 식별될 때 마커의 위치를 넘는 표면의 지역으로의 본체의 이동을 방지하도록 프로그래밍될 수 있다. 제어기는 하나 이상의 조건을 충족할 때, 이미지 마커의 위치에 의해 규정되는 배리어를 넘는 표면의 지역으로의 본체의 이동을 허용하고 적어도 배리어를 하나 이상의 조건이 충족될 때까지 다시 가로지르는 본체의 이동을 방지하도록 프로그래밍될 수 있다.
- [0011] 로봇은 맵을 컴퓨터 네트워크를 통해 하나 이상의 원격 컴퓨팅 장치로 무선 전송하기 위해 컴퓨터 네트워크와 통신하는 송신기를 포함할 수 있다. 하나 이상의 조건은 로봇이 배리어 내의 표면의 영역의 적어도 특정 비율을 횡단하는 것을 포함할 수 있다. 하나 이상의 조건은 로봇이 배리어 내의 표면의 영역의 적어도 특정 비율을

2회 횡단하는 것을 포함할 수 있다.

- [0012] 로봇에 의해 횡단 가능한 환경의 적어도 일부의 점유 그리드를 생성하는 예시적인 방법은 로봇 내의 제어기에 의해 환경 내의 로봇의 위치 및 배향을 결정하는 단계, 및 제어기에 의해 횡단 불가능한 셀의 배리어를 점유 그리드에 채우는 단계를 포함한다. 횡단 불가능한 셀의 배리어는 적어도 로봇의 위치 및 배향에 기초한다.
- [0013] 환경 내의 로봇에 대한 점유 그리드를 생성하는 또 다른 예시적인 방법은 로봇의 카메라에 의해 환경 내의 하나 이상의 구조부 상의 하나 이상의 제거 가능한 마커의 하나 이상의 특징부를 검출하는 단계, 및 로봇 상의 제어기에 의해 하나 이상의 특징부에 기초하여 셀의 라인이 횡단 불가능하다는 것을 점유 그리드 상에 나타내는 단계를 포함한다. 예시적인 방법은 홀로 또는 조합으로 다음의 특징부의 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0014] 방법은 하나 이상의 특징부의 하나 이상의 이미지를 생성하는 단계, 하나 이상의 변환된 이미지를 생성하기 위해 하나 이상의 이미지에 아핀(affine) 변환을 적용하는 단계, 및 하나 이상의 변환된 이미지가 하나 이상의 저장된 이미지와 충분히 부합하는 것을 확인하는 단계를 포함한다. 점유 그리드 상에 나타내는 단계는 하나 이상의 변환된 이미지가 하나 이상의 저장된 이미지와 충분히 부합하는지를 확인하는 것에 응답하여 수행될 수 있다.
- [0015] 상기 내용의 장점은 다음을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 사용자는 로봇 및 로봇이 이를 통해 운행하는 지역을 제어할 수 있다. 로봇은 지역 내의 대상물에 대한 손상 위험을 감소시키면서 로봇이 자유롭게 이동할 수 있는 지역에 제한될 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇은 자동적으로 기능하고 사용자는 로봇이 방을 커버할 때 로봇의 특정 지역 외부에 로봇을 유지하기 위해 로봇을 모니터링할 필요가 없다.
- [0016] 본 요약 부분을 포함한, 본 명세서에 개시된 임의의 둘 이상의 특징부는 여기에 구체적으로 설명되지 않은 구현예를 형성하도록 조합될 수 있다.
- [0017] 여기에 설명된 로봇 및 기술, 또는 그 일부는 하나 이상의 비일시적 기계-판독 가능 저장 매체에 저장된 명령어를 포함하고, 여기에 설명된 작동을 제어(예를 들어, 조정)하기 위해 하나 이상의 처리 장치 상에서 실행 가능한 컴퓨터 프로그램 제품에 의해 제어될 수 있다. 여기에 설명된 로봇, 또는 그 일부는 실행 가능한 명령어를 저장하여 다양한 작동을 실행하는 하나 이상의 처리 장치 및 메모리를 포함할 수 있는 전자 시스템 또는 장치의 일부 또는 모두로서 구현될 수 있다.
- [0018] 하나 이상의 구현예의 세부 내용이 첨부 도면 및 상세한 내용에 개시된다. 다른 특징 및 이점은 설명 및 도면으로부터, 및 청구항으로부터 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 방 안의 로봇의 도면을 도시한다.
- 도 2a는 로봇의 사시도를 도시한다.
- 도 2b는 도 2a의 로봇의 절결 측면도를 도시한다.
- 도 3a는 또 다른 로봇의 사시도를 도시한다.
- 도 3b는 도 3a의 로봇의 측면도를 도시한다.
- 도 4는 이동형 로봇과 함께 사용하기 위한 예시적인 제어 시스템이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 이동형 로봇이 로봇에 대해 비가시적인 또는 가상 배리어를 생성하는 프로세스를 도시하는 흐름도 및 설명도를 포함한다.
- 도 6a 내지 도 6c는 이동형 로봇이 로봇에 대해 비가시적인 또는 가상 배리어를 생성하는 또 다른 프로세스를 도시하는 흐름도 및 설명도를 포함한다.
- 도 7a 내지 도 7c는 이동형 로봇이 로봇에 대해 비가시적인 또는 가상 배리어를 생성하는 또 다른 프로세스를 도시하는 흐름도 및 설명도를 포함한다.
- 도 8a 및 도 8c는 이동형 로봇이 로봇에 대해 비가시적인 또는 가상 배리어를 생성하는 또 다른 프로세스를 도시하는 흐름도 및 설명도를 포함한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 상이한 도면들에서의 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다.
- [0021] 마루, 카페트, 잔디, 또는 다른 재료와 같은 표면을 통과(또는 운행)하고 진공, 습식 또는 건식 세정, 연마, 등을 포함하지만 이에 한정되지 않는 다양한 작동을 수행하도록 구성되는 예시적인 로봇이 여기에 설명된다. 여기에 설명된 예시적인 로봇의 이동은 제한적일 수 있다. 예를 들어, 로봇은 로봇이 횡단할 수 없는 경계부를 규정하는 가상 배리어를 세울 수 있다. 예를 들어, 사용자는 로봇이 특정 공간으로 진입하는 것을 방지하도록 가상 배리어에 대한 위치를 선택할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 로봇은 욕실에 위치되고 가상 배리어는 로봇이 침실로 진입하는 것을 방지하기 위해 생성된다(해칭된 사각형으로 도시됨). 여기에 설명된 바와 같이, 가상 배리어는 (예를 들어, 로봇의 배향 및 위치에 기초하여) 로봇 자체에 의해, 또는 로봇이 횡단할 수 없는 가상 배리어 규정시 로봇이 인지 가능한 마커 등의 하나 이상의 요소와 조합된 로봇에 의해 생성될 수 있다. 마커는 초기 사용 도중 로봇이 초기에 마커를 검지한 이후 제거될 수 있다. 따라서, 마커는 로봇의 후속 사용을 위해 환경에 남아 있을 필요가 없다.
- [0022] 로봇은 가상 배리어를 생성하기 위한 다른 프로세스를 구현할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇은 로봇의 환경의 맵으로서 기능하는 점유 그리드 상에 가상 배리어의 위치를 기록하고, 이에 의해 그 운행 동안 그리고/또는 임무들 사이에서 가상 배리어의 위치를 메모리에 유지할 수 있다. 점유 그리드는 5 내지 50cm 크기 범위의 셀의 어레이로서의 환경의 맵일 수 있고 각각의 셀은 확률값(예를 들어, 셀이 점유되는 확률) 또는 셀의 상태를 나타내는 다른 정보를 보유한다. 점유 그리드는 환경 내의 그 위치에서의 장애물의 존재를 각각 나타내는 이진 랜덤 변수의 균등하게 이격된 필드로서 환경의 맵을 나타낼 수 있다. 여기에 설명된 몇몇 예는 로봇에 환경의 맵을 제공하기 위해 점유 그리드를 사용하지만, 다른 맵핑 기술이 사용될 수 있다. 예를 들어, 가상 배리어가 둘 이상의 좌표로 구성되는 라인 세그먼트 또는 셋 이상의 좌표로 구성되는 가상 다각형으로 표시되는 그래프 등의 상이한 맵 표현이나, 임의의 다른 기하학적 형상 또는 "라소(lasso)" 형상이 여기에 설명되는 방법 및 시스템과 함께 사용될 수 있다.
- [0023] 가상 배리어는 로봇이 특정 영역에 진입 또는 떠나는 것을 방지, 예를 들어, 세정 로봇이 욕실 영역으로부터 거실 영역까지 이동하는 것을 방지할 수 있다. 가상 배리어는 하나 이상의 조건의 충족시, 로봇이 가상 배리어를 횡단하는 것이 허용될 수 있는 점에서 일시적일 수 있다. 예를 들어, 로봇이 방의 전체를 세정한다고 결정하는 경우, 이후 로봇은 방의 출구를 가로질러 위치된 가상 배리어를 횡단하도록 허용될 수 있다. 본 예에서, 로봇은 (예를 들어, 로봇의 충전 베이스가 방에 위치되어 있지 않은 한) 가상 배리어로 인해 이전에 세정된 방으로 다시 횡단하는 것이 금지될 수 있다.
- [0024] 여기에 설명된 기술은 방을 운행함으로써 방의 마루 표면을 세정할 수 있는 자율 이동형 로봇을 포함한, 임의의 적절한 유형의 로봇 또는 다른 장치의 이동을 제한하도록 사용될 수 있다. 이러한 로봇의 예는 도 2a에 도시된 마루 세정 로봇(100)이다. 로봇(100)은 본체(102), 전방부(104), 및 후방부(106)를 포함한다. 로봇(100)은 본체(102)에 의해 규정된 3 개의 상호적인 수직 축: 횡단 축(X), 전방부-후방부 축(Y), 및 중앙 수직 축(Z)에 관해 이동의 다양한 조합을 통해 물리적 환경의 마루 표면을 가로질러 이동할 수 있다. 전방부-후방부 축(Y)을 따르는 전방 구동 방향은 F로 지정되고(이후 전방으로 지칭됨), 전방부-후방부 축(Y)을 따르는 후방 구동 방향은 A로 지정된다(이후 후방으로 지칭됨). 횡단 축(X)은 로봇(100)의 우측(R)과 좌측(L) 사이에서 연장된다.
- [0025] 사용자 인터페이스(110)는 본체(102)의 상부 부분에 위치되고, 하나 이상의 사용자 명령을 수행하고 그리고/또는 디스플레이 로봇 상태를 표시하도록 구성된다. 본체(102)의 상부 부분은 또한 로봇(100)이 환경의 이미지를 캡처하도록 사용할 수 있는 카메라(109)를 포함할 수 있다. 로봇은 카메라(109)에 의해 캡처된 이미지에 기초하여 환경 내의 특징부를 검출할 수 있다. 카메라(109)는 카메라(109)가 환경의 벽 표면의 이미지를 캡처할 수 있도록 로봇을 지지하는 표면(예를 들어, 마루)에 대해 상향으로 각도를 이룰 수 있다. 여기에 설명된 바와 같이, 몇몇 구현예에서, 카메라(109)는 환경의 벽(또는 다른) 표면 상의 스티커 또는 다른 시각적 식별 장치와 같은 사용자-위치 설정 가능하고 제거 가능한 배리어 식별 마커를 검출하고, 이들 배리어 식별 마커에 기초하여 로봇(100)이 횡단하지 않도록 지시되는 가상 배리어를 생성할 수 있다.
- [0026] 로봇(100)의 우측의 벽 충돌 센서(113)는 로봇(100)이 벽을 충돌하는 시기를 결정하는데 사용하기 위한 신호를 출력할 수 있는 IR 센서를 포함할 수 있다. 로봇(100)의 좌측(L)은 또한 이 유형의 벽 충돌 센서를 가질 수 있다. 본체(102)의 전방 부분(104)은 범퍼(115)를 포함하고, 범퍼는 로봇(100)의 구동 경로의 장애물을 감지하는데 사용된다. 범퍼(115) 및/또는 로봇 본체(102)는 장애물과의 접촉에 기초한 압축 등의, 로봇 본체(102)에 대한 범퍼(115)의 압축을 검출하는 센서를 포함할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇(100)의 상부는 환경 내의 대상물로부터 방출되는 적외선을 검출할 수 있는 전방향성 적외선(IR) 송수신기(118)를 포함한다. 이들 센서는

환경 내의 경계부 또는 장애물에 관하여 지시를 로봇(100)에게 제공하기 위해 다른 사용자 입력과 협동할 수 있다.

[0027] 도 2b를 참조하면, 전방 롤러(122a) 및 후방 롤러(122b)는 부스러기를 세정 표면으로부터 회수하도록 협동한다. 더 상세하게, 후방 롤러(122b)는 반시계 방향 센스(CC)로 회전하고, 전방 롤러(122a)는 시계 방향 센스(C)로 회전한다. 로봇(100)은 로봇 본체(102)의 후방 부분(106)을 지지하도록 배치된 캐스터 휠(130)을 추가로 포함한다. 로봇 본체(102)의 저부 부분은 로봇(100)이 마루 표면(10)을 운행할 때 로봇 본체(102)를 지지하는 휠(124)을 포함한다. 휠(124)이 구동될 때, 회전 인코더(112)는 휠을 구동하는 모터 샤프트의 위치를 측정하고, 이는 로봇(100)에 의해 이동된 거리를 추정하도록 사용될 수 있다.

[0028] 로봇 본체(102)의 저부는 광원 및 저-해상도 카메라를 포함하는 광학 마우스 센서(133)를 포함한다. 로봇(100)은 로봇(100)이 환경 주위를 운행할 때 x 및 y 방향의 드리프트를 추정하기 위해 광학 마우스 센서(133)를 사용할 수 있다.

[0029] 로봇 본체(102)는 추가로 (i) x, y, 및 z 가속도 및 (ii) x-, y-, 및 z-축 중심 회전(예를 들어, 피칭, 요잉, 및 롤링)을 각각 측정하기 위해 관성 측정 유닛(IMU)(134), 예를 들어, 3-축 가속도계 및 3-축 자이로스코프를 수용한다. IMU(134)의 가속도계는 x 및 y 방향의 드리프트를 추정하는 데 사용될 수 있고, IMU(134)의 자이로스코프는 로봇(100)의 배향(θ)에서의 드리프트를 추정하는데 사용될 수 있다. 이들 측정 장치, 예를 들어, IMU(134), 광학 마우스 센서(133), 및 회전 인코더(112)는 제어기가 환경 내의 로봇(100)의 대략적인 위치 및 배향을 결정하기 위해 사용하는 로봇의 위치 및 배향에 관한 정보(예를 들어, 신호로서 표현되는 측정치)를 제어기에 제공하도록 협동한다. 몇몇 구현예에서, 이들 측정 장치는 하나의 장치 내에 또는 2개의 장치 내에 결합될 수 있다.

[0030] 도 3a 및 도 3b는 여기에 설명된 예시적 기술에 따라서 가상 배리어를 생성할 수 있는 이동형 로봇의 또 다른 예를 도시한다. 도 3a를 참조하면, 몇몇 구현예에서, 이동형 로봇(200)의 중량은 5 lb 미만(예를 들어, 2.26 kg 미만)이다. 로봇(200)은 마루 표면을 운행하고 세정하도록 구성된다. 로봇(200)은 예를 들어 x, y, 및 θ 성분을 갖는 구동 명령에 기초하여 마루 표면을 가로질러 로봇(200)을 기동시킬 수 있는 구동부(미도시)에 의해 지지되는 본체(202)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 로봇 본체(202)는 정사각형 형상을 갖고, X-축 및 Y-축을 규정한다. X-축은 우측 방향(R) 및 좌측 방향(L)을 규정한다. Y-축은 로봇(200)의 후방 방향(A) 및 전방 방향(F)을 규정한다. 또한 도 3b를 참조하면, 로봇 본체(202)의 저부 부분(207)은 부착형 세정 패드(220)를 보유하고, 이는 로봇(200)의 전방 부분(204)을 지지한다. 저부 부분(207)은 로봇(200)이 마루 표면을 운행할 때 로봇 본체(202)의 후방 부분(206)을 회전식으로 지지하는 휠(221)을 포함한다. 이동형 로봇(200)은 또한 여기에 설명된 바와 같이, 로봇의 현재 배향 및 위치를 나타내는 정보를 제어기에 출력하기 위해, IMU, 광학 마우스 센서, 및 회전 인코더를 포함할 수 있다.

[0031] 본체(202)는 길이방향(A, F) 또는 측방향(L, R)의 충돌을 검출할 수 있는 가동 범퍼(210)를 포함한다. 즉, 범퍼(210)는 로봇의 본체(202)에 대해 이동 가능하고, 이 이동은 범퍼(210)가 압축되는 시기를 검출함으로써 충돌을 검출하도록 사용될 수 있다.

[0032] 로봇(200)의 상부 부분(208)은 사용자가 로봇(200)을 운송하기 위한 손잡이(235)를 포함한다. 사용자는 로봇(200)을 온 및 오프 상태로 하고, 예를 들어, 세정 작업을 시작하거나 점유 그리드 내의 가상 배리어를 표시하도록 로봇(200)에 지시하기 위해 세정 버튼(240)을 누를 수 있다. 몇몇 구현예에서, 상부 부분(208)은 또한 광(242a, 242b) 또는 로봇 본체(202)의 후방측(202A)에 평행한 라인을 따라 정렬된 다른 시각적 표시기를 포함한다. 광(242a, 242b)은 발광 다이오드(LED)일 수 있다. 여기에 설명된 바와 같이, 광(242a, 242b)은 사용자가 로봇(200)의 점유 그리드 내의 가상 배리어의 배치를 결정하기 위한 기준 라인으로서 기능할 수 있다.

[0033] 도 4를 참조하면, 로봇(예를 들어, 로봇(100), 로봇(200), 및 여기에 설명된 것들을 포함하는 다른 적절한 이동형 로봇)은 전력 시스템(350), 구동부(360), 네비게이션 시스템(370), 센서 시스템(380), 통신 시스템(385), 제어 회로(390)(여기에서 또한 제어기로도 지칭됨), 및 메모리 저장 요소(395)를 포함하는 예시적인 제어 시스템(300)을 포함한다. 전력원을 포함하는 전력 시스템(350)은 로봇에 의해 작동 가능한 시스템에 전력을 제공한다.

[0034] 구동부(360)는 마루 표면을 가로질러 로봇을 기동시킬 수 있다. 구동부(360)는 휠이 마루 표면을 따라 임의의 구동 방향으로 로봇을 추진할 수 있도록 휠(예를 들어, 휠(124, 221))을 구동하기 위해 모터를 제어할 수 있다. 휠은 로봇이 각각 구동 휠에 공급되는 구동 레벨에 기초하여 방향 전환할 수 있도록 상이하게 작동될 수 있다.

- [0035] 제어기(390) 상에서 실행되는 거동-기반 시스템일 수 있는 네비게이션 시스템(370)은 로봇이 환경을 운행하기 위해 구동부(360)를 사용할 수 있도록 구동 시스템(360)에 지시를 보낼 수 있다. 네비게이션 시스템(370)은 구동 명령을 구동부(360)에 발행하기 위해 센서 시스템(380)과 통신한다.
- [0036] 몇몇 구현예에서, 센서 시스템(380)은 로봇에 배치된 센서(예를 들어, 장애물 검출 센서, 휠 인코더(112), 광학 마우스 센서(133), IMU(134))를 포함하고, 센서는 환경 내의 구조적 요소의 특징부와 관련된 데이터를 나타내는 신호를 생성하며, 이에 의해 방 또는 셀의 완전한 커버리지를 가능하게 하기 위해 환경 주위를 운행하도록 사용되는 모드 또는 거동을 네비게이션 시스템(370)이 결정하게 할 수 있다. 모드 또는 거동은 벽 표면, 장애물 표면, 낮은 돌출부, 랙지, 및 평탄하지 않은 마루 표면을 포함하는, 환경 내의 잠재적 장애물을 회피하는 데 사용될 수 있다. 센서 시스템(380)은 로봇이 환경 내에서 취할 수 있는 작용(예를 들어, 네비게이션 작용, 구동 작용)에 대해 지능적인 결정을 하는데 충분한 로봇의 환경 인식을 생성한다. 센서 시스템(380)은 로봇이 환경의 점유 그리드를 생성하게 하도록 데이터를 수집한다.
- [0037] 몇몇 구현예에서, 센서 시스템(380)은 장애물 검출 장애물 회피(ODOA) 센서, 거리측정 소나 센서, 인접 센서, 레이더 센서, LIDAR(광 검출 및 거리측정(Light Detection And Ranging), 이는 먼 표적의 범위 및/또는 다른 정보를 찾기 위해 산란광의 특성을 측정하는 광 리모트 감지를 수반할 수 있음) 센서, 카메라(예를 들어, 카메라(109), 용적 측정점 클라우드 이미징, 3차원(3D) 이미징 또는 깊이 맵 센서, 가시광 카메라 및/또는 적외선 카메라), 및 캐스터 휠(예를 들어, 캐스터 휠(130))에 의해 작동 가능한 휠 강하 센서를 포함할 수 있다. 센서 시스템(380)은 또한 통신 센서, 네비게이션 센서, 접촉 센서, 레이저 스캐너, 및/또는 로봇의 네비게이션, 장애물의 검출, 및 다른 임무를 용이하게 하기 위해 다른 센서를 포함할 수 있다. 인접 센서는 접촉 센서(예를 들어, 용량 센서 또는 기계적 스위치 센서와 같이 물리적 배리어에 의한 로봇 상의 범퍼의 충격을 검출하는 센서) 및/또는 로봇이 대상을 근처에 인접하는 시기를 검출하는 인접 센서의 형태를 취할 수 있다.
- [0038] 제어기(390)는 입력 및 출력 파라미터를 제공하고 수신하기 위해 각각의 시스템과 통신함으로써 로봇의 다른 시스템과 작동한다. 제어기(390)는 전력 시스템(350), 구동 시스템(360), 네비게이션 시스템(370), 센서 시스템(380), 통신 시스템(385), 및 메모리 저장 요소(395) 사이의 통신을 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 제어기(390)는 전력 충전 모드에 진입하기 위해 전방 구동 방향(F)으로 로봇을 이동시키도록 구동 시스템(360)의 모터에 전력을 제공하고, 그리고/또는 개별 시스템에 특정 전력 레벨(예를 들어, 전체 전력의 비율)을 제공하도록 전력 시스템(350)에 지시할 수 있다. 제어기(390)는 또한 모바일 디바이스나 중앙 컴퓨터 네트워크와 통신할 수 있는 송신기를 포함하는 무선 송신기를 포함할 수 있는 통신 시스템(385)을 작동시킬 수 있다. 여기에 설명된 바와 같이, 제어기(390)는 로봇의 세정 작동 동안 생성되는 점유 그리드를 중앙 컴퓨터 네트워크 또는 개별 모바일 디바이스에 업로드할 수 있다. 통신 시스템(385)은 또한 사용자로부터 지시를 수신할 수 있다.
- [0039] 제어기(390)는 환경을 맵핑하고 로봇을 환경의 맵에 대해 정규적으로 재국지화하는 지시를 실행할 수 있다. 거동은 벽 중동 거동 및 커버리지 거동을 포함한다.
- [0040] 일반적으로, 벽 중동 거동 동안, 로봇은 환경 내의 벽, 장애물(예를 들어, 가구, 아침식사 바아, 캐비닛 토우 킥, 등)이나 다른 구조(예를 들어, 벽난로 노, 계단 에지, 등)를 검출하고(예를 들어, 범퍼(115)를 사용함), 벽, 장애물 또는 다른 구조부의 윤곽을 중동한다.
- [0041] 커버리지 거동 동안, 제어기는 환경의 마루 표면을 커버하고(예를 들어, 그 범위를 횡단 또는 운행함) 세정하도록 로봇에 지시한다. 로봇은 좌우 교대 또는 콘로우(cornrow) 패턴, 나선형 패턴, 또는 의사 난수 바운스 커버리지(pseudo-random bounce coverage)와 같은 커버리지 경로 기술을 사용하여 환경의 마루 표면을 커버할 수 있다. 로봇이 마루를 커버할 때, 제어기(390)는 점유 그리드를 생성할 수 있다.
- [0042] 몇몇 구현예에서, 제어기(390)는 로봇의 위치 및 배향(자세)을 결정(예를 들어, 추정)하는데 사용될 수 있는 오도메트리(odometry)를 생성하기 위해 예를 들어 인코더(112), 광학 마우스 센서(133), 및 IMU(134)로부터 정보(예를 들어, 신호)를 사용할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 IMU(134)의 3-축 자이로스코프로부터 자이로스코프 신호를 수신할 수 있다. 자이로스코프 신호는 로봇이 마루 표면을 운행할 때 로봇의 본체의 배향 및 위치에 기초할 수 있다. 제어기는 또한 로봇에 의해 이동된 거리에 기초하여 인코더 신호를 전달하는, 인코더(112)로부터의 신호를 사용하는 추정치를 향상시킬 수 있다. 유사하게, 광학 마우스 센서(133)는 로봇이 마루 표면 주위를 운행할 때 로봇의 드리프트의 양을 결정하는 데 사용될 수 있는 신호를 생성한다.
- [0043] 메모리 저장 요소(395)는 로봇이 운행하는 방 또는 방들의 점유 그리드를 저장한 맵핑 모듈(397)을 포함할 수 있다. 점유 그리드는 세정 작동 이후 통신 시스템(385)을 사용하는 원격 컴퓨팅 장치에 업로드될 수 있다. 몇

몇 구현예에서, 점유 그리드는 가상 맵을 포함하고, 가상 맵은 제어기(390)에 의해 생성되며 로봇(100)이 미리 정해진 경계부, 물리적 경계부, 및 다른 경계부(예를 들어, 가상 또는 사용자-형성된 배리어 또는 경계부) 내에서 운행하도록 지시하는 제어기(390)에 의해 사용된다. 점유 그리드는 환경의 물리적 레이아웃을 포함할 수 있다. 예를 들어, 점유 그리드는 영역의 물리적 레이아웃을 나타내는 데이터를 포함하며 개방 영역 및 장애물 모두를 나타낼 수 있다. 점유 그리드는 환경의 경계부, 내부의 장애물의 경계부, 세정 작동의 개시 전에 생성되는, 환경 내의 물리적 장애물에 대응하거나 대응하지 않을 수 있는 경계부, 및/또는 로봇에 의해 횡단되는 내부 마루 공간을 포함할 수 있다.

[0044] 점유 그리드는 위치 특성 맵으로서 데이터베이스 기술을 사용하여, 다양한 관련 데이터 구조를 사용함으로써 또는 임의의 다른 데이터 조직 방법을 제한 없이 포함하는 임의의 적절한 방식으로 구현될 수 있다. 따라서, 결과로 나타나는 맵은 가시적인 맵일 필요는 없으나, 비-일시적인 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 데이터를 통해 규정될 수 있다. 맵은 정밀도 및/또는 정확도의 상이한 정도에 의해 실제 표면에 대응할 수 있다. 정밀도는 예를 들어 표면의 일부에 대응하는 별개의 맵 셀을 사용하여 예를 들어 영향을 받을 수 있다. 표면의 10cm × 10cm 부분 또는 표면의 5cm × 5cm 부분에 각각 대응할 수 있는 이들 셀의 크기(예를 들어-이들은 정사각형이거나 심지어 모두 동일한 크기일 필요는 없음)는 관측되는 입도성에 대한 제한을 부과함으로써 정밀도에 영향을 줄 수 있다. 정확도는 여기에 언급된 다양한 다른 인자를 포함한, 센서 품질 등에 의해 영향을 받을 수 있다.

[0045] 몇몇 구현예에서, 점유 그리드는 셀의 2D 그리드를 포함하는 점유 그리드이고, 각각의 셀은 이동 또는 세정을 위한 영역의 상태를 나타내는 관련 변수를 갖는다. 점유 그리드의 각각의 셀은 셀이 횡단 가능한지 또는 횡단 불가능한지 여부를 나타내는 값이 할당될 수 있다. 그리드의 각각의 셀은 환경 내의 선택된 원점(0, 0) 셀에 기초하여 (x, y) 좌표가 할당될 수 있다. 선택된 원점은 예를 들어, 로봇의 충전 도크 또는 방 내의 특정 위치일 수 있다. 각각의 셀은 다른 셀의 변과 일치하는 4변을 갖는 정사각형 영역을 나타낼 수 있다. 셀은 몇몇 구현예에서 1 내지 100cm의 변 길이를 가질 수 있다. 예를 들어, 그리드는 각각 10cm × 10cm의 셀의 그리드일 수 있다. 점유 그리드의 셀은 세정 작동 이전 그리고 세정 동작 도중 채워질 수 있다. 몇몇 경우에서, 하나의 세정 작동으로부터 채워진 셀은 저장되어 후속 세정 작동을 위해 사용될 수 있다. 세정 작동 전에, 점유 그리드의 하위 셀은 횡단 불가능한 것으로서 표시될 수 있다. 몇몇 경우에서, 셀은 로봇에 대해 횡단 불가능한 경계부를 나타내는 사용자-형성 가상 배리어를 형성한다(예를 들어, 가상 배리어가 점유 그리드 내의 횡단 불가능한 셀의 라인에 의해 규정될 수 있음). 여기에 설명된 바와 같이, 셀은 이전의 세정 작동의 일부로서 표시될 수 있고, 또는 로봇은 횡단 불가능한 것으로서 점유 그리드의 몇몇 셀을 미리 채우기 위해 지시를 수신할 수 있다. 또 다른 구현예에서, 점유 그리드는 가상 배리어가 2 이상 좌표에 의해 규정된 라인 세그먼트, 3 이상 좌표에 의해 규정된 가상 다각형, 또는 다중 좌표에 의해 규정된 임의의 다른 기하학적 형상 또는 "라소" 형상으로서 표시되는 점유 그래프일 수 있다.

[0046] 세정 작동 동안, 제어기(390)는 로봇에 의해 횡단되는 각각의 셀의 (x, y) 좌표를 저장한다. 벽 충돌 거동 동안, 예를 들어 제어기(390)는 로봇의 풋프린트 하에서 횡단 가능한 셀로서 모든 셀을 표시할 수 있고, 로봇(100)이 벽을 통과할 수 없는 것을 나타내는 횡단 불가능한 것으로서 충돌되는 벽에 대응하는 모든 셀을 표시할 수 있다. 여기에 설명된 바와 같이, 제어기(390)는 환경 내의 구조적 요소(예를 들어, 벽, 장애물, 등)의 특징부를 나타내는 셀의 특징 시퀀스, 조합, 그룹 등을 인식하도록 구성될 수 있다. 몇몇 구현예에서, 맵에서 셀의 값을 측정하기 전에, 제어기(390)는 알려지지 않은 모든 셀의 값을 미리 설정할 수 있다. 이후, 로봇이 벽 충돌 거동 동안 또는 커버리지 거동 동안 구동할 때, 그 경로를 따르는 모든 셀의 값은 횡단 가능으로 설정되고, 셀의 위치는 원점까지의 거리에 의해 결정된다. 세정 작동 동안 몇몇 경우에서, 센서 시스템(380)은 방에 위치된 특징부(예를 들어, 마커)에 추가로 또는 대안적으로 응답할 수 있고, 제어기(390)는 특징부 감지에 기초하여 점유 그리드 내의 가상 배리어를 나타낼 수 있다.

[0047] 여기에 설명된 바와 같이 횡단 불가능한 것으로서 셀을 표시하는 것에 추가로, 가상 배리어 및 횡단 불가능한 셀을 생성하는 여러 방법이 또한 여기에 설명된다. 세정 작동 동안, 제어기는 횡단 불가능한 것으로서 점유 그리드에 지정된 영역을 회피하도록 로봇에 지시할 수 있다. 점유 그리드가 로봇 상에(예를 들어, 메모리 저장 요소(395) 상에) 자주 저장되는 동안, 점유 그리드는 통신 시스템(385)을 통해 전송되고 네트워크 서버, 모바일 디바이스 또는 다른 원격 컴퓨팅 장치에 저장될 수 있다.

[0048] 본 개시 내용의 예는 환경 및 환경에 대해 대응하는 점유 그리드를 개시한다. 도 5a, 도 5b, 도 6a, 도 6b, 도 7a, 도 8a 및 도 8b의 점유 그리드는 횡단 불가능한 영역을 식별하기 위한 해칭된 셀, 횡단 가능한 영역을 식별하기 위한 블랭크 셀, 및 알려지지 않은 영역을 식별하기 위해 셀에 의해 표시되지 않은 영역을 사용한다. 대

응하는 점유 그리드에 도시된 로봇은 환경 내의 로봇의 현재 위치의 제어기의 추정치를 식별한다.

- [0049] 도 5a, 도 5b, 도 6a, 도 6b, 도 7a, 도 8a 및 도 8b에 개시된 점유 그리드는 몇몇 구현예에서 환경의 횡단 가능한 그리고 횡단 불가능한 영역을 나타내기 위해 셀을 포함하는 점유 그리드의 예를 도시하지만, 제어기는 환경 내의 위치에 대응하는 대응 값에 의존하는 점유 그리드를 생성할 수 있다. 예를 들어, 가상 배리어는 로봇이 횡단할 수 없는 라인 또는 구역의 정점을 나타내는 2 이상의 2차원 좌표의 세트일 수 있다.
- [0050] 몇몇 구현예에서, 로봇은 환경 내의 여러 개의 방을 세정하기 위해 다중 세정 작동을 실행할 수 있다. 도 5a를 참조하면, (예를 들어, 도 5a의 부분(421)에 도시된 바와 같이) 로봇(400)이 제1 방(412) 및 제2 방(414)을 포함하는 환경(410)의 마루 표면(10) 주위에서 운행할 때, 로봇(400)의 제어기(390)는 환경(410)의 대응하는 점유 그리드(420)(예를 들어, 도 5a의 부분(423)에 도시된 바와 같이, 메모리 저장 요소(395)에 저장된 점유 그리드)를 생성한다. 출입구(415)는 제1 방(412) 및 제2 방(414)을 분리한다. 여기에 더 구체적으로 설명되는 바와 같이, 로봇(400)은 먼저 제1 방(412)을 세정하고 이후 제1 방(412)로 복귀하지 않고 제2 방(414)의 세정으로 진행할 수 있다.
- [0051] 로봇(400)은 경로(425)를 따르는 콘로우 패턴을 실행한다. 경로(425)는 일반적으로 제1 구역(430a)으로 제한될 수 있다. 구역(430a, 430b)은 로봇(400)이 환경을 분할하기 위해 설정한 동일 폭의 구역일 수 있다. 구역은 임의로 선택될 수 있고, 따라서 환경 내부의 물리적 경계부, 장애물, 또는 구조부에 대응하거나 대응하지 않을 수 있다.
- [0052] 로봇(400)이 경로(425)를 따라 콘로우 패턴을 실행함으로써 커버리지 거동을 중동할 때, 자체를 구역(430a)에 제한하기 위해, 로봇(400)은 그 자체가 환경의 구역(430b)으로 진입하는 것을 멈출 수 있다. 제어기(390)는 구역(430b)에 진입하는 것을 회피하고 콘로우 패턴의 랭크(rank)의 실행 동안 주위에서 방향 전환되도록 로봇(400)에 지시할 수 있다. 점유 그리드(420)에서, 제어기(390)는 환경의 벽에 대응하는 횡단 불가능한 셀을 나타내고 커버리지 거동 동안 로봇(400)이 커버할 수 있는 영역으로서 횡단 가능한 셀을 나타낸다.
- [0053] 제어기(390)가 로봇(400)이 구역(430a)의 횡단 가능한 영역을 커버할 수 있다고 결정하는 경우, 로봇(400)은 환경(410), 예를 들어 구역(430b)의 또 다른 구역으로 전진하기 위해 벽 중동 거동을 실행할 수 있다. 제어기(390)는 로봇(400)이 하나 이상의 조건을 충족하는 것을 결정함으로써 로봇(400)이 제1 구역(430a)을 커버하는 것을 완료했다고 결정할 수 있다. 도 5b를 참조하면, 부분(421)에 도시된 바와 같이, 로봇(400)은 벽 중동을 실행하기 위해 경로(440)를 중동할 수 있다. 로봇(400)은 초기 위치(440a)에서 개시되고, 초기 위치는 커버리지 거동을 완료할 때 로봇(400)의 위치에 대응한다. 경로(440)을 따르는 위치(440b)에서, 로봇(400)은 제1 구역(430a)으로부터 제2 구역(430b)으로 횡단한다. 이 시점에서, 제어기(390)는 로봇(400)이 새로운 구역으로 진입한 것을 결정한다. 제어기(390)는 예를 들어, 로봇(400)이 횡단 가능한 셀로부터 알려지지 않은 셀로 이동된 것을 결정하는 결정을 행할 수 있다. 제어기(390)는 또한 로봇(400)이 제1 구역(430a)을 떠나고 제2 구역(430b)으로 진입한 것을 결정할 수 있다.
- [0054] 로봇(400)이 세정 작동을 이미 실행한 구역(430a)로 복귀하는 것을 방지하기 위해, 부분(423)에 도시된 바와 같이, 제어기(390)는 로봇(400)이 이미 세정한 구역을 표시하는 가상 배리어(450)를 형성할 수 있다. 예를 들어, 제어기(390)는 로봇(400)이 영역으로 복귀하는 것을 금지하기 위해 이미 세정된 영역의 위치 또는 경계부를 식별하도록 점유 그리드(420)를 갱신할 수 있다. 세정(예를 들어, 비-도킹) 작동 동안에 그리고/또는 세정 작동 동안 로봇(400)이 이들 셀을 다시 세정하는 것을 금지하도록 점유 그리드(420) 내의 모든 세정된 셀을 표시할 수 있다. 몇몇 예에서, 제어기(390)는 점유 그리드(420) 내의 횡단 불가능한 것으로서 방(412)의 주연부를 형성하는 주연 셀을 표시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 제어기(390)는 로봇(400)이 이미 세정한 구역으로 로봇(400)이 복귀하는 것을 멈추기 위해 구역(430a)의 횡단 가능한 셀을 횡단 불가능한 것으로서 표시한다. 다른 경우에서, 제어기(390)는 구역(430a) 내의 모든 셀을 횡단 불가능한 것으로서 나타낼 수 있다.
- [0055] 도 5c를 참조하면, 흐름도(460)는 로봇이 제1 영역 및 제2 영역을 세정하는 방법을 설명한다. 작동(462)에서, 로봇은 제1 영역의 제1 세정 작동을 실행한다. 로봇은 로봇의 제어기에 의해 발행된 지시에 응답하여 제1 세정 작동을 실행할 수 있다. 로봇은 여기에 설명된 커버리지 거동을 실행할 수 있고, 이는 제1 영역을 커버하기 위해 콘로우 패턴 또는 다른 패턴을 중동하는 것을 포함할 수 있다. 로봇이 커버리지 거동을 수행할 때, 제어기는 로봇에(예를 들어, 제어기에 의해 작동 가능한 메모리 저장 요소에) 저장된 점유 그리드 내에 횡단 가능한 것으로서 로봇에 의해 이동되는 제1 영역의 부분에 대응하는 셀을 표시할 수 있다. 세정 작동은 로봇(100) 등의 건식 세정 로봇, 로봇(200) 등의 습식 세정 로봇, 환경 주위로 운행하도록 구성된 또 다른 이동형 로봇에 의해 실행될 수 있다.

- [0056] 작동(464)에서, 로봇은, 제어기를 통해, 제1 세정 작동이 완료된 것을 결정한다. 제어기는 여기에 설명된 하나 이상의 조건에 기초하여 완료를 결정할 수 있다.
- [0057] 작동(466)에서, 로봇은 제2 영역으로 운행한다. 몇몇 예에서, 로봇은 제2 영역을 식별하기 위해 제1 영역의 주변부를 횡단할 수 있다. 다른 예에서, 제1 영역은 인위적으로 경계가 형성될 수 있고(예를 들어, 최대 폭), 제2 영역은 제1 영역에 인접한 구역일 수 있다. 제어기는 네비게이션을 수행하도록 로봇에 지시할 수 있다. 일반적으로, 제어기는 로봇이 이미 세정한 영역을 떠났고 세정되지 않은 영역으로 진입한 것을 결정하도록 모색할 수 있다. 제어기는 로봇이 제1 영역의 세정 작동을 완료한 이후 주변부를 횡단하도록 로봇에 지시할 수 있다. 제어기는 로봇이 하나 이상의 조건을 이행한 것을 검출한 것에 기초하여 로봇이 세정 작동을 완료한 것을 결정할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇은 로봇이 제1 방의 영역의 특정 비율, 예를 들어, 50% 내지 75%, 75% 내지 100%, 100% 내지 150%, 150% 내지 200%, 250% 내지 300%를 커버할 때까지 세정 작동을 계속할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇은 영역을 다수회, 예를 들어, 1회, 2회, 3회, 또는 4회 구비할 때까지 세정 작동을 계속할 수 있다. 바람직한 커버리지를 완료할 때, 제어기는 가상 배리어를 횡단하고 제2 방의 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에 지시할 수 있다.
- [0058] 몇몇 구현예에서, 로봇은 로봇이 소정의 하한 충전율, 예를 들어, 10%, 5%, 또는 이하에 도달할 때까지 세정 작동을 계속할 수 있다. 하한 충전율에 도달할 때, 제어기는 로봇의 배터리를 재충전하기 위해 충전 도크 또는 충전 스테이션으로 복귀하도록 로봇에 지시할 수 있다. 이러한 구현예에서, 로봇은 충전 도크로 복귀하기 위해 점유 그리드에 저장된 가상 배리어를 횡단할 수 있다.
- [0059] 몇몇 경우에서, 제1 영역은 방이고 따라서 제1 영역의 주변부는 방의 벽에 대응할 수 있다. 다른 구현예에서, 제1 영역은 (여기에서 설명된 바와 같이) 구역이고, 제1 구역의 주변부는 제1 구역의 확대부의 에지에 대응할 수 있다. 도 5a 내지 도 5b를 참조하여 설명된 바와 같이, 로봇(400)이 벽 종동 거동을 실행할 때, 제어기(390)는 예를 들어, (i) 로봇(400)이 제1 구역(430a)을 떠난 것을 검출하거나, (ii) 로봇(400)이 횡단 가능한 셀로부터 알려지지 않은 셀로 이동된 것을 검출함으로써 로봇이 제1 방(412) 또는 제1 구역(430a)의 주변부를 횡단한 것을 결정할 수 있다. 로봇은 제어기로부터 지시에 응답하여 제1 영역의 주변부를 횡단할 수 있다.
- [0060] 작동(468)에서, 제어기는 예를 들어 제1 영역 및 제2 영역을 분리하는 가상 배리어를 형성한다. 제어기는 제어기에 의해 작동 가능한 메모리 저장 요소에 저장된 점유 그리드 상에 가상 배리어를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구현예에서, 제어기는 제1 영역의 횡단 가능한 셀(예를 들어, 횡단 가능한 셀의 행 또는 열, 셀의 행 또는 열을 형성하는 둘 이상의 횡단 가능한 셀)에 인접한 알려지지 않은 셀이 횡단 불가능한 것(예를 들어, 횡단 불가능한 셀이 가상 배리어를 형성함)을 점유 그리드 상에서 나타낼 수 있다. 그 결과, 횡단 불가능한 셀은 횡단 불가능한 셀의 행 또는 열을 형성할 수 있다. 점유 그리드에 의존하지 않는 경계부를 규정하는 다른 방법이 또한 사용될 수 있다. 몇몇 경우에서, 제어기는 알려지지 않은 셀에 인접한 제1 영역의 횡단 가능한 셀이 이제 횡단 불가능한 것을 나타낼 수 있다.
- [0061] 작동(470)에서, 로봇은 가상 배리어를 횡단하지 않고 제2 영역을 세정하도록 제2 세정 작동을 실행한다. 예를 들어, 로봇은 제1 영역의 주변부를 표시하는 가상 배리어를 횡단하지 않고 제2 영역을 세정할 수 있다. 제어기는 제2 세정 작동을 실행하도록 로봇에 지시를 발행할 수 있다. 제2 세정 작동은 커버리지 거동의 실행일 수 있다. 자체가 제1 구역에 진입하는 것을 방지하기 위해, 제어기는 로봇이 작동(468)에 형성된 가상 배리어를 횡단하는 것을 방지할 수 있다.
- [0062] 몇몇 예에서, 사용자는 로봇에 대한 가상 경계부를 설정하는 것을 요구할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 특정 방 또는 영역 외부에 로봇을 유지하는 것을 원할 수 있다. 사용자가 가상 경계부의 위치를 형성하게 하는 것은 로봇이 세정하는 장소의 추가적인 제어를 사용자에게 제공하는 이점을 제공할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 제어기는 환경의 영역 내에 로봇의 네비게이션을 한정하도록 사용자로부터 지시를 수신할 수 있다. 사용자는 로봇 상의 센서를 트리거링함으로써(예를 들어, 하나 이상의 버튼을 누름) 지시를 전달할 수 있다. 몇몇 경우에서, 사용자는 가상 배리어의 위치를 형성하기 위해 무선 접속을 사용하여 제어기에 지시를 전달하도록 스마트폰, 태블릿, 또는 다른 연산 장치와 같은 모바일 디바이스를 사용할 수 있다. 사용자는 로봇이 출입구를 통해 방을 떠나지 못하게 하도록 모색할 수 있고, 따라서 로봇이 출입구를 통해 떠나는 것을 방지하는, 출입구에 위치한 가상 배리어를 생성하도록 제어기에 지시할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 사용자는 로봇 이동을 제한하기 위해 로봇의 사용자 인터페이스를 통해 정보를 입력한다.
- [0063] 도 6a 내지 도 6c에 도시된 예에서, 사용자는 로봇(200)이 환경(502)의 마루 표면(10)을 세정하는 세정 작동을 실행하기 전에 환경(502) 내에 로봇(예를 들어, 도 3a 내지 도 3b에 관해 설명된 로봇(200))을 배치한다. 로봇

(200)의 제어기(예를 들어, 제어기(390))는 환경(502)에 대응하는 점유 그리드(518)를 생성한다. 본 예에서, 사용자는 순차적으로 제1 세정 작동 동안 제1 방(504)을 세정하고 제2 세정 작동 동안 제2 방(506)을 세정하도록 원할 수 있다. 사용자는 1회의 세정 작동에서, 로봇(200)이 환경(502) 내의 제2 방(506)을 세정하지 않고 제1 방(504)을 세정하게 하도록 모색할 수 있다.

[0064] 도 6a를 참조하면, 사용자는 부분(521)에 도시된 바와 같이, 로봇(200)의 본체(202)의 후방측(202A)이 환경(502) 내의 벽(512) 및 출입구(517)에 평행하게 배치되도록 환경(502) 내에 로봇(200)을 위치 설정한다. 이후 사용자는 부분(523)에 도시된 바와 같이, 점유 그리드(518) 내에 가상 배리어(516)를 생성하도록 제어기(390)에 지시를 발행한다. 몇몇 예에서, 가상 배리어(516)는 환경(502) 내의 로봇(200)의 초기 위치 및 배향에 기초하여 횡단 불가능한 셀의 라인(예를 들어, 행 또는 열)으로서 점유 그리드(518) 내에 나타낼 수 있다. 가상 배리어(516)는 로봇(200)의 후방측(202A)과 평행할 수 있다.

[0065] 몇몇 경우, 가상 배리어(516)는 로봇(200)의 후방측(202A)을 통과한다. 다른 경우에서, 가상 배리어(516)는 로봇 본체와 교차하고, 예를 들어, 가상 배리어는 광(242a, 242b)을 통과하여 사용자가 광을 가상 배리어의 위치와 정렬할 수 있게 한다. 따라서, 광(242a, 242b)은 가상 배리어(516)의 위치의 시각적인 표시기로서 기능할 수 있다. 가상 배리어(516)는 로봇(200)이 환경(502)의 방(506) 안으로 출입구(517)를 통해 제1 방(504)을 통과하는 것을 방지할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇은 로봇(200)이 출입구(517)를 통과하는 것을 방지하는 가상 배리어(516)를 제어기가 생성하도록 출입구(517)에 배치될 수 있다.

[0066] 사용자는 로봇을 재위치 설정하지 않고 가상 배리어(516)를 생성하도록 제어기로의 지시를 완료한 이후, 방(504) 내의 세정 작동을 개시할 수 있다. 이제 도 6b를 참조하면, 로봇(200)이 세정 작동을 시작할 때, 로봇(200)은 로봇(200)의 전방 구동 방향(F)이 가상 배리어(516)와 평행하도록(예를 들어, 도 6b의 부분(523)에 도시된 바와 같이) 90도 방향 전환할 수 있다. 90도 방향 전환은 커버리지 거동에서, 로봇(200)이 가상 배리어(516)에 인접한 콘로우 패턴의 제1 행을 실행하는 것을 보장한다. 몇몇 경우에서, 드리프트는 콘로우 패턴의 제1 행에 최소한으로 영향을 미치고, 로봇(200)이 가상 배리어(516)에 평행한 제1 행을 실행하게 하는 것은 유리하며, 이는 로봇(200)이 가상 배리어를 횡단하지 않을 것이기 때문이다. 게다가, 90도 방향 전환은 콘로우 패턴의 180도 방향 전환이 가상 배리어(516)에서 발생하는 것을 방지한다. 로봇(200)이 방향 전환한 이후, 로봇(200)은 이후 커버리지 거동을 실행하도록 진행할 수 있다(예를 들어, 콘로우 패턴을 수행). 몇몇 경우에서, 로봇(200)은 전방 구동 방향으로 짧은 거리(예를 들어, 2 내지 5cm, 5 내지 10cm, 10 내지 15cm)를 이동한 후, 로봇(200)의 측방향 측을 가상 배리어(516)에 평행하게 정렬하도록 90도 방향 전환될 수 있다. 예를 들어, 로봇은 시각적 표시기(예를 들어, 광(242a, 242b))와 로봇(200)의 후방측 사이의 거리에 의해 전방으로 이동할 수 있다.

[0067] 사용자는 다수의 방법 및 기구를 통해 로봇(200)에 지시를 제공할 수 있다. 제어기는 가상 배리어로 점유 그리드를 채우도록 제어기가 준비되는 핸드셰이크 또는 가상 배리어 모드에 로봇(200)을 배치하는 트리거에 대응할 수 있다. 로봇(200)이 핸드셰이크 모드일 때, 제어기는 가상 배리어(516)를 배치한다. 트리거는 (예를 들어, 여기에 설명된 바와 같이, 적절한 센서를 사용하여 접지를 감지함으로써 결정되는 바와 같이) 예를 들어 로봇이 접지에 있거나 접지에서 떨어지는 동안 동시에 로봇(200)의 범퍼(210)를 압축하고 로봇(200)의 세정 버튼을(240)을 누르는 사용자일 수 있다. 사용자는 또한 트리거를 토글링하고 핸드셰이크 모드를 개시하도록 다양한 방식으로 로봇(200)을 조작할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 로봇(200)을 흔드는 것에 의해 로봇(200)의 가속도계 또는 자이로스코프를 트리거링할 수 있고, 흔들림 감지시, 로봇(200)은 가상 배리어들의 하나 또는 양쪽을 배치하도록 핸드셰이크 모드로 진입한다. 몇몇 경우에서, 사용자는 모바일 디바이스를 사용하여 로봇(200)에 지시할 수 있다. 사용자는 환경 내에 로봇(200)을 위치 설정하고, 예를 들어 모바일 디바이스에 로딩된 어플리케이션을 사용함으로써 로봇(200)에 지시할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇을 핸드셰이크 모드에 배치시, 제어기는 가상 배리어를 생성하기 위해 사용자로부터 추가 지시를 기다린다. 사용자는 - 핸드셰이크 모드에 진입하도록 로봇에 지시한 이후 - 점유 그리드 내에 가상 배리어(516)를 배치하도록 또 다른 지시를 발행할 수 있다.

[0068] 몇몇 구현예에서, 제어기는 수직이거나 그렇지 않은 경우 제1 가상 배리어(516)에 대해 각도를 이룰 수 있는 제2 가상 배리어를 생성할 수 있다. 제2 가상 배리어는 세정하기 어려운 영역 또는 깨지기 쉬운 가구 또는 가정용 품목을 갖는 영역일 수 있는 구역으로부터 로봇을 제한할 수 있다. 제2 가상 배리어는 점유 그리드(518) 내의 횡단 불가능한 셀의 가상 배리어일 수 있다. 가상 배리어는 로봇(200)의 초기 위치 및/또는 배향에 기초하여 생성될 수 있다. 몇몇 예에서, 제1 및 제2 가상 배리어는 횡단 불가능한 셀의 L 형상을 형성할 수 있다. 몇몇 경우에서, 제2 가상 배리어는 로봇 본체(202)의 우측(202R) 또는 좌측(202L)과 일치할 수 있다. 다른 예에서, 제어기는 제2 가상 배리어가 광(242a) 또는 광(242b)을 통과하도록 제2 가상 배리어를 생성할 수 있다. 제

여기는 제1 가상 배리어를 생성하는 지시에 응답하여 제2 가상 배리어를 생성할 수 있다. 다른 구현예에서, 제어기는 가상 배리어를 생성하기 위해 사용자로부터의 제2 지시에 응답하여 제2 가상 배리어를 생성한다. 몇몇 경우에서, 제어기는 사용자가 로봇을 제1 시간 동안 또는 제2 시간 동안 핸드셰이크 모드에 배치할 때 제2 가상 배리어를 배치한다. 제어기가 두 개의 가상 배리어를 생성하는 경우, 로봇(200)은 가상 배리어(516)에 평행하게 되도록 방향 전환 없이 세정 작업을 개시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇(200)은 로봇(200)이 생성된 가상 배리어와 평행하도록 방향 전환함으로써 세정 작업을 개시할 수 있다.

[0069] 도 6c를 참조하면, 흐름도(560)는 사용자로부터의 지시에 기초하여 로봇이 가상 배리어를 생성하는 방법을 설명한다. 흐름도는 사용자에게 의해 실행되는 작업에 대응하는 사용자 작동(565) 및 로봇에 의해 실행되는 작업에 대응하는 로봇 작동(570)을 포함한다.

[0070] 작동(572)에서, 사용자는 환경 내에 로봇을 위치 설정한다. 로봇의 위치는 로봇의 개시 위치 및 가상 배리어의 위치 모두로서 기능할 것이다. 따라서, 로봇이 횡단(예를 들어, 이를 가로질러 가상 배리어가 세워짐)하는 것을 사용자가 원하지 않는 경우, 사용자는 로봇 상의 특징부가 환경의 예지와 정렬(예를 들어, 평행)되도록 로봇을 위치 설정할 수 있다. 예를 들어, 여기에 설명된 바와 같이, 특징부는 로봇 상의 광 또는 로봇 본체의 표면일 수 있다. 몇몇 경우에서, 사용자는 로봇이 환경의 두 개의 예지를 횡단하지 않도록 두 개(예를 들어 수직)의 가상 배리어를 생성하길 원할 수 있고, 이러한 경우, 로봇은 가상 배리어의 위치 및 배향을 각각 나타내는 두 개의 특징부를 가질 수 있다.

[0071] 작동(574)에서, 사용자는 가상 배리어 모드에 진입하도록 로봇에 지시한다. 사용자는 로봇이 핸드셰이크 모드에 진입하도록 트리거링하는 여기에 설명된 임의의 방법 또는 다른 적절한 방법을 사용하여 이 지시를 발행할 수 있다. 작동(576)에서, 로봇의 제어기는 지시를 수신하고 로봇을 가상 배리어 모드에 배치한다.

[0072] 작동(578)에서, 사용자는 가상 배리어를 생성하도록 로봇에 지시한다. 가상 배리어를 생성하기 위한 지시는 로봇을 가상 배리어 모드에 배치(예를 들어, 로봇을 핸드셰이크 모드에 배치)하는 지시일 수 있다. 몇몇 경우, 사용자는 - 로봇을 가상 배리어 모드에 배치하는 지시와 달리 - 가상 배리어를 생성하기 위해 후속 지시를 발행할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 가상 배리어를 생성하는 지시를 보내기 위해 추가 센서를 트리거링할 수 있다.

[0073] 작동(580)에서, 제어기는 가상 배리어를 생성하는 지시를 수신한다. 제어기는 센서가 여기에 설명된 방식으로 트리거링되는 것을 감지함으로써 지시를 수신할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇은 제어기가 사용자로부터 지시를 수신하기 위해 모바일 디바이스와 통신하게 하는 무선 송신기를 포함할 수 있다.

[0074] 작동(582)에서, 제어기는 가상 배리어를 생성한다. 예를 들어, 제어기는 가상 배리어의 일부로서 점유 그리드의 셀을 규정할 수 있다. 예를 들어, 가상 배리어는 횡단 불가능한 것으로서 지정된 하나 이상의 셀에 대응할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 가상 배리어는 점유 그리드 내의 셀의 관점에서 규정되지 않을 수 있다. 대신에, 가상 배리어는 점유 그리드 상의 좌표 또는 점유 그리드의 상황(context) 내부 또는 외부에 있는 몇몇 다른 특징부에 기초하여 규정될 수 있다. 예를 들어, 가상 배리어는 로봇의 초기 배향 및 위치에 기초하여 규정된다. 이러한 배향의 측정은 예를 들어, 로봇의 본체 내에 수용된 자이로스코프로부터 출력되는 신호에 기초하여 획득될 수 있다. 제어기는 핸드셰이크를 즉시 뒤따르는 점유 그리드에서 로봇 또는 그 일부의 초기 위치를 알 수 있다. 이 정보, 즉 배향과 초기 위치를 사용하여, 제어기는 로봇이 횡단할 수 없는 점유 그리드(또는 다른 곳) 상에 경계부(예를 들어 직선)를 규정함으로써 가상 배리어를 생성할 수 있다. 몇몇 경우에서 제어기는 여기에 설명된 바와 같이 하나보다 많은 가상 배리어를 생성할 수 있다. 몇몇 예에서, 사용자는 로봇 상에서 직접적으로 또는 원격 인터페이스를 통해 제어기에 적절한 파라미터를 제공함으로써 가상 배리어의 길이를 선택할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 로봇이 도어를 통과하는 것을 금지하기 위해 3 내지 5 피트(0.9 내지 1.6 미터)의 배리어 길이를 선택할 수 있다. 몇몇 예에서, 사용자는 개방 공간을 세분하기 위해 셀의 전체 길이 배리어를 행/열에 배치하도록 로봇에 지시할 수 있다. 또 다른 경우에서, 사용자는 로봇이 횡단할 수 없는 네 개의 가상 배리어를 형성하도록 로봇을 둘러싸는 직사각형 구역을 선택할 수 있다.

[0075] 작동(584)에서, 제어기는 가상 배리어의 생성의 시각적 표시를 제공할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 로봇의 광을 조명하도록 지시할 수 있거나 가청 경고를 발행할 수 있다.

[0076] 작동(586)에서, 사용자는 환경을 세정하도록 로봇에 지시한다. 사용자는 로봇 상의 세정 버튼을 누름으로써 또는 모바일 디바이스를 사용하여 로봇을 원격으로 제어함으로써 로봇에 지시할 수 있다. 가상 배리어는 사용자의 모바일 디바이스 상에 표시되는 맵 상에 표시될 수 있다.

- [0077] 작동(588)에서, 제어기는 가상 배리어를 횡단하지 않고 환경을 세정하는 지시를 수신한다. 로봇은 환경의 마루 표면을 커버하도록 콘로우 거동 또는 다른 이동 패턴을 실행함으로써 환경을 세정하는 지시를 실행할 수 있다. 제어기는 로봇의 전방 구동 방향이 가상 배리어에 평행하게 방향 전환하도록 로봇에 지시할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 제어기는 로봇을 가상 배리어에 평행하게 배향하기 위해 실질적으로 90도 방향 전환하도록 로봇에 지시한다.
- [0078] 도 6a 내지 도 6c에 설명된 예는 도 3a 내지 도 3b에 설명된 로봇(200)을 사용하여 설명되었으나, 다른 구성을 갖는 로봇(100) 또는 다른 이동형 로봇이 여기에 설명된 방법을 용이하게 구현할 수 있다. 도 6a 내지 도 6c의 방법을 구현하는데 사용되는 로봇은 사용자가 가상 배리어의 배치를 위한 기준으로서 사용할 수 있는 다른 특유한 표면 또는 특징부를 가질 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇(200)이 정사각형 로봇으로 설명되었으나, 여기에 설명된 방법을 구현하는 로봇은 둥글거나 삼각형 로봇일 수 있다. 그 결과, 생성되는 가상 배리어는 로봇의 후방면에 접선일 수 있다. 로봇은 또한 가상 배리어를 생성하도록 제어기에 지시하기 위해 사용자가 트리거링할 수 있는 추가 또는 대안적인 센서를 가질 수 있다.
- [0079] 가상 배리어를 생성하기 위해 여기에 설명된 방법은 로봇이 세정 작동을 개시하기 전에 발생할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 로봇은 로봇이 가상 배리어를 생성하거나 추가의 가상 배리어(들)이 세정 동안 생성될 수 있기 전에 세정 작동을 시작하고 환경 주위를 운행한다. 예를 들어, 로봇은 환경에 위치된 특징부, 마커, 또는 다른 시각적 표시부를 검출할 수 있고 가상 배리어에 의해 점유 그리드를 채움으로써 또는 로봇이 횡단할 수 없는 하나 이상의 가상 배리어(들)를 규정함으로써 특징부에 대응할 수 있다. 이러한 표시부의 예는 식별 가능한 머신인 태그 또는 스티커일 수 있고, 환경에 위치 설정될 수 있다.
- [0080] 로봇(100)은, 상술된 바와 같이, 환경의 벽 표면을 촬상하는 카메라(109)를 포함한다. 예에서, 도 7a를 참조하면, 로봇(100)은 세정 작동의 일부로서(예를 들어, 부분(621)에 도시된 바와 같이) 환경(602)의 마루 표면(10)을 따라서 커버리지 거동을 실행한다. 콘로우 패턴 실행시, 로봇(100)은 경로(604)를 중동하고 횡단 가능하거나 횡단 불가능한 것으로서(예를 들어, 부분(623)에 도시된 바와 같이) 점유 그리드(606)의 셀을 지정한다. 환경(602)은 제1 방(607) 및 제2 방(608)을 포함한다. 로봇(100)은 제1 방(607)을 세정하기 위해 세정 작동을 실행한다. 경로(604)를 따라서, 로봇(100)은 카메라(109)를 사용하여 환경(602)의 벽 표면(609)(예를 들어, 벽 표면의 이미지의 캡처)을 감지한다.
- [0081] 경로(604)를 따르는 지점(604a)에서, 로봇(100)은 벽 표면(609)에 위치된 마커(610a, 610b)를 검출한다. 사용자는 로봇(100)이 환경의 구역으로 진입하는 것을 제한하기 위해 마커(610a, 610b)를 벽 표면(609) 상에 배치한다. 예를 들어, 마커(610a, 610b)는 로봇(100)에 의해 횡단 가능한 영역이 로봇(100)의 점유 그리드(606) 내에 횡단 불가능한 것으로서 표시되어야 하는 것을 나타낼 수 있다. 마커(610a, 610b)는 예를 들어 접촉제 또는 고정된 백킹을 통해 벽 표면(609)에 고정될 수 있다. 마커(610a, 610b)는 환경(602)의 표면에 컵을 고정하기 위해 흡입력을 생성할 수 있는 흡입 컵을 포함할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 마커(610a, 610b)는 정상 조건 하에서 사람이 인지할 수 없는, 로봇(100)의 적외선 송수신기에 의해 검출 가능할 수 있는 적외선 도트 또는 잉크를 포함한다.
- [0082] 도 7a 내지 도 7b에 도시된 예에서, 특징부는 제1 방(607)을 제2 방(608)에 연결하는 출입구(611)이다. 사용자는, 로봇(100)이 벽 표면(609)을 향해 상향으로 각도를 이루는 카메라(109)를 사용하여 마커(610a, 610b)를 검출할 수 있도록 벽 표면(609) 상에서 마루 표면 위쪽으로 대략 1m 내지 2m에 마커(610a, 610b)를 배치한다. 몇몇 예에서, 마커(610a, 610b)는 출입구 위쪽에 있을 수 있고, 또는 출입구 내측에 배치될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 상향 각도를 이루는 카메라(109)가 마커(610a, 610b)를 검출할 수 있도록 수평 표면을 따라서 출입구 위쪽으로 그리고 마루 표면을 향해 아래쪽을 대면하게 마커(610a, 610b)를 배치할 수 있다. 출입구(611)에 인접한 마커(610a, 610b)의 배치는 가상 배리어의 위치를 형성하고 로봇(100)이 단지 제1 방(607)을 세정하고 제2 방(608)에는 진입하지 않는 점을 보장할 수 있다.
- [0083] 지점(604a)에서의 경로(604)를 따라서, 또한 이제 도 7b를 참조하면, 로봇(100)은 카메라(109)를 사용하여 벽 표면(609) 상의 마커(610a, 610b)를 검출한다. 마커(610a, 610b)는 카메라(109)에 의해 감지될 수 있는 특유한 특징부 또는 기계-판독 가능 정보를 포함한다. 따라서, 몇몇 마커(610a, 610b)는 가상 배리어의 위치를 나타낼 수 있고, 다른 마커는 다른 유형의 정보를 로봇(100)에게 중계하는 데 사용될 수 있다. 기계-판독 가능 정보 또는 특징부는 환경 내의 구조부 또는 장애물에 대응하는 위치의 명칭을 나타낼 수 있다. 몇몇 경우에서, 기계-판독 가능 정보는 환경 내의 구조부 또는 장애물에 대응하는 위치의 명칭을 나타낼 수 있다. 특징부 또는 기계-판독 가능 정보는 카메라(109)에 의해 검출될 수 있는 색, 이미지 또는 다른 특성일 수 있다. 그리고 몇

몇 구현예에서, 카메라(109)는 가시 광선 범위의 외측의 방사선에 반응할 수 있고, 따라서 또한 예를 들어 마커(610a, 610b)의 적외선 특성을 검출할 수 있다. 마커(610a, 610b)를 검출하는 센서로서 카메라(109)가 설명되었으나, 몇몇 구현예에서, 로봇(100)은 초음파, 적외선, 및 다른 방향성 비임 센서와 같이 마커(610a, 610b)를 검출하는 다른 센서를 사용할 수 있다.

[0084] 특유한 특징부는 환경(602) 및/또는 벽 표면(609)의 특성을 나타낼 수 있다. 이들 특징부는 가상 배리어를 형성하는 것에 추가로 또는 대안으로서 식별 목적을 위해 사용될 수 있다. 메모리 저장 요소(395)는 제어기(390)가 활성화된 마커(610a, 610b)를 비교할 수 있는 기준 특징부의 라이브러리를 포함할 수 있다. 제어기(390)는 이후 마커(610a, 610b)가 기준 특징부의 라이브러리 내에 특징부를 포함하는지 여부를 결정할 수 있다.

[0085] 몇몇 예에서, 마커(610a, 610b)의 특징부는 이를 통해 로봇(100)이 운행하는 환경(602)이 주방, 욕실, 침실, 거실 등과 같은 특정 방인 것을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 마커(610a, 610b)는 제1 방(607)이 주방인 것을 나타내는 냉장고 아이콘, 및 제2 방이 거실인 것을 나타내는 텔레비전 아이콘을 포함할 수 있다. 몇몇 경우, 마커(610a, 610b)는 마커(610a, 610b)들 사이에 일 유형의 구조부가 존재하는 것을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 몇몇 경우에서, 마커(610a, 610b)는 출입구(611)가 마커(610a, 610b)들 사이에 놓이는 것을 나타낼 수 있다. 다른 경우에서, 마커(610a, 610b)는 로봇이 세정하기 어려운 영역 또는 깨지기 쉬운 가구나 가정용 품목을 갖는 영역에 진입하지 않도록 환경(602)에 배치될 수 있다. 마커(610a, 610b)는 카메라(109)에 의해 활성화될 수 있는 램프, 가구 또는 다른 가정용 대상물에 배치될 수 있다. 예를 들어, 일 유형의 마커는 마커로부터 미리 규정된 거리(예를 들어, 0.25m 내지 0.5m, 0.5m 내지 1m, 1m 내지 1.5m)의 출입 금지 지역을 형성할 수 있다. 마커(610a, 610b)는 특정한 방에 대한 특정한 이미지 또는 특정 속성에 대한 특정한 색을 가질 수 있다. 몇몇 구현예에서, 마커(610a, 610b)는 마커(610a, 610b)의 특유한 특징부로서 기능하는 특유한 이미지를 포함할 수 있다.

[0086] 특유한 특징부는 또한 마커(610a, 610b)가 표시하는 방의 명칭, 마커(610a, 610b)가 표시하는 장애물의 명칭, 또는 마커(610a, 610b)가 표시하는 위치의 명칭일 수 있다. 예를 들어, 로봇(100)이 이전의 세정 작동으로부터 발생된 맵을 갖는 구현예에서, 마커(610a, 610b)는 로봇(100)이 주방에 있는 것을 나타낼 수 있고, 이후 로봇(100)은 이전에 생성된 주방에 대응하는 맵을 사용할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇(100)은 마커(610a, 610b)를 검출할 때까지 세정 작동을 시작하지 않을 수 있다. 로봇(100)이 마커(610a, 610b)를 검출할 때, 로봇(100)은 마커(610a, 610b)로부터의 정보에 기초하여 세정 작동을 시작할 수 있다. 특유한 특징부에 의해 제공되는 정보는 사용자가 정보를 관측하고 정보에 기초하여 로봇(100)의 작동을 선택하도록 모바일 디바이스에 전송될 수 있다.

[0087] 제어기는 마커(610a, 610b)를 식별하기 전에 마커(610a, 610b)의 생성된 이미지를 사후 처리할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 이미지 개정을 위해 아핀 변환 또는 몇몇 다른 컴퓨터 비전 프로세스를 사용하여 이미지를 개정할 수 있다. 마커(610a, 610b)의 이미지를 변환한 이후, 제어기는 로봇(100)이 마커(610a, 610b)를 검출한 것을 확인하기 위해 예를 들어 로봇(100)의 메모리 저장 요소(395)의 기준 특징부의 라이브러리 내에 저장된 기준 이미지와 이미지를 비교할 수 있다. 비교는 또한 제어기(390)가 마커(610a, 610b)에 의해 제공된 정보의 유형(예를 들어, 환경(602) 및 벽 표면(609)의 속성)을 결정하게 할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 마커(610a, 610b)는 각각 다양한 유형의 정보를 이송하는 여러 부분을 가질 수 있다. 마커(610a, 610b)의 각각의 하나의 부분은 로봇(100)이 현재 존재하는 제1 방(607)의 유형을 나타낼 수 있고, 마커(610a, 610b)의 각각의 또 다른 부분은 출입구(611)에 연결된 제2 방(608)의 유형을 나타낼 수 있다.

[0088] 마커(610a, 610b)가 가상 배리어를 형성하는데 사용되는 예에서, 마커(610a, 610b)를 검출하고 로봇이 마커(610a, 610b)를 검출한 것을 확인할 때, 로봇(100)은 마커(610a, 610b)의 위치에 기초하여 점유 그리드(606) 내에 가상 배리어(612)(예를 들어, 횡단 불가능한 셀의 세트)를 지정할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 마커(610a) 및 마커(610b) 모두를 통과하는 라인(614)을 계산할 수 있다. 라인(614)은 제어기가 점유 그리드(606) 내에 지정하는 가상 배리어(612)와 평행하다. 점유 그리드(606)의 가상 배리어(612)가 마커(610a, 610b)들 사이에 위치되는 것으로 도시되었으나, 몇몇 구현예에서, 마커(610a, 610b)를 감지하는 것으로부터 생성되는 가상 배리어(612)는 마커(610a, 610b)를 연결하는 라인(614)보다 긴 길이에 걸쳐질 수 있다.

[0089] 마커(610a, 610b)는 출입구(611)가 마커(610a, 610b)들 사이에 존재하는 것을 로봇(100)에게 나타낼 수 있다. 이러한 경우에서, 제1 방(607)의 세정 작동 종료시, 로봇(100)은 후속 세정 작동에서, 가상 배리어(612)로 이동하고 후속 세정 작동을 시작하여 제2 방(608)을 세정한다. 가상 배리어(612)는 지속될 수 있으나, 가상 배리어(612)의 우측 상의 제1 방(607)을 세정하는 대신, 로봇(100)은 제2 방(608)을 세정한다.

[0090] 로봇(100)은 하나 이상의 조건이 충족될 때까지 물리적 벽 표면(609) 및 가상 배리어(612)의 경계부 내의 제1

방(607)을 계속 세정할 수 있다. 하나 이상의 조건은 예를 들어, 규정된 영역의 비율 및/또는 여기에 설명된 다른 조건을 커버하는 것을 포함할 수 있다.

- [0091] 몇몇 구현예에서, 로봇(100)은 후속 세정 작동의(예를 들어, 지속적인 점유 그리드의) 가상 배리어(612)를 기억할 수 있다. 사용자는 로봇(100)이 마커(610a, 610b)를 검출할 때 제1 세정 작동 이후 마커(610a, 610b)를 제거할 수 있고, 제1 세정 작동의 일부로서 가상 배리어(612)는 지속된다. 로봇(100)은 예를 들어 가상 배리어(612)를 저장하고, 후속 세정 작동을 위해 이를 사용한다. 제1 방(607)의 후속 세정 작동을 시작할 때, 로봇(100)은 제1 방(607)에 잔류하고 출입구(611)를 통해 제2 방(608)으로 진행하지 않는다.
- [0092] 도 7c를 참조하면, 흐름도(660)는 로봇에 저장된 점유 그리드에 가상 배리어를 생성하도록 로봇에 지시하기 위해 환경 내의 마커를 사용하는 방법을 설명한다. 흐름도(660)는 사용자에게 의해 실행되는 작업에 대응하는 사용자 작동(665) 및 로봇에 의해 실행되는 작업에 대응하는 로봇 작동(670)을 포함한다.
- [0093] 작동(672)에서, 사용자는 마커를 환경에 배치한다. 사용자는 출입구, 문지방, 또는 다른 개구와 같이 사용자가 로봇이 횡단하기를 원하지 않는, 환경 내에 특정 특징부를 측부에 위치시키도록 마커를 배치한다. 마커는 방 품목을 식별하기 위해 환경 내의 표면에 배치될 수 있다. 표면은 환경에서 벽, 장애물 또는 다른 대상물의 표면일 수 있다.
- [0094] 작동(674)에서, 사용자는 제1 세정 작동을 시작하도록 로봇에 지시한다. 사용자는 제1 세정 작동을 시작하도록 로봇에 지시하기 위해 모바일 디바이스를 사용할 수 있거나 로봇 상의 버튼을 누를 수 있다.
- [0095] 작동(676)에서, 로봇의 제어기는 제1 세정 작동을 시작하는 지시를 수신한다. 작동(678)에서, 로봇은 제1 세정 작동을 실행한다. 몇몇 경우에서, 제어기는 예를 들어 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시함으로써 제1 세정 작동을 시작한다. 세정 작동 동안, 로봇은 여기에 설명된 바와 같이, 환경의 마루 표면을 커버하기 위해 콘로우 패턴 또는 몇몇 다른 이동 패턴을 실행할 수 있다.
- [0096] 작동(680)에서, 로봇은 환경 내의 마커를 검출한다. 제어기는 마커를 검출하기 위해 로봇 상의 카메라, 초음파 센서, 또는 몇몇 다른 센서를 사용할 수 있다. 몇몇 경우에서, 여기에 설명된 바와 같이, 카메라는 마커의 색, 이미지, 또는 다른 특유한 특징부를 검출할 수 있다. 제어기는 마커의 검출에 대응하는 카메라로부터의 이미지 데이터를 수신할 수 있다.
- [0097] 작동(682)에서, 제어기는 검출되는 마커가 가상 배리어 마커인지 여부를 결정한다. 제어기는 또한 검출된 마커의 이미지 데이터를 사후-처리하고 이미지 데이터가 검출된 마커로부터 제어기가 예측할 수 있는 기준 이미지에 대응하는지 여부를 결정할 수 있다. 제어기는 제어기에 의해 작동 가능한 메모리 저장 요소에 저장된 라이브러리 내의 기준 이미지와 이미지 데이터를 비교할 수 있다. 제어기는 검출된 마커가 가상 배리어, 위치, 또는 환경에 관한 정보를 나타내는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0098] 검출된 마커가 가상 배리어 마커인 것으로 제어기가 결정하는 경우, 작동(684)에서, 제어기는 점유 그리드 내에 예를 들어 검출된 마커의 위치에 대응하는 가상 배리어를 생성한다. 여기에 설명된 바와 같이, 가상 배리어는 점유 그리드 상에 표시된 횡단 불가능한 셀의 세트에 대응할 수 있다. 몇몇 경우에서, 횡단 불가능한 배리어의 길이 또는 폭은 마커 상에서 검출되는 특유한 특징부에 의존할 수 있다. 검출된 마커가 가상 배리어 마커가 아닌 것으로 제어기가 결정하는 경우, 작동(686)에서, 제어기는 검출된 마커에 관한 데이터를 점유 그리드에 저장한다. 데이터는 예를 들어 방의 명칭, 검출된 마커의 위치의 명칭일 수 있다. 몇몇 구현예에서, 제어기는 제어기가 검출된 마커를 잘못 식별하고 검출된 마커가 환경에 관한 정보를 나타내지 않는 것을 결정할 수 있다. 몇몇 예에서, 제어기는 검출된 마커가 가상 배리어, 및 방의 명칭 또는 검출된 마커의 위치와 관련된 데이터 모두를 나타내는 것을 결정할 수 있다.
- [0099] 작동(688)에서, 제어기는 제1 세정 작동이 완료되는지 여부를 결정한다. 제어기는 여기에서 설명된 바와 같이 로봇이 하나 이상의 조건을 충족하는지 여부를 평가할 수 있다. 제어기가 제1 세정 작동이 완료된 것을 결정하는 경우, 작동(690)에서, 로봇은 제1 세정 작동을 완료한다. 제어기가 제1 세정 작동이 완료되지 않은 것을 결정하는 경우, 작동(692)에서, 로봇은 제1 세정 작동을 계속한다. 제어기는 제1 세정 작동을 계속할 것을 로봇에게 지시할 수 있다. 이후 로봇은 환경 내의 마커를 계속 검출할 수 있고, 몇몇 경우, 로봇은 제1 세정 작동을 계속한 후 추가의 마커를 검출하지 않고서 제1 세정 작동을 완료하고, 작동(690)으로 진행한다.
- [0100] 몇몇 구현예에서, 제어기는 후속 세정 작동에서 사용되도록 가상 배리어를 저장할 수 있다. 그 결과, 작동(694)에서, 사용자는 마커를 환경으로부터 제거할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 사용자는 마커를 환경 내에 유지할 수 있고, 로봇의 카메라에 의한 마커의 후속적 검출은 카메라가 마커를 검출하는 신뢰성을 증가시킬 수

있다.

- [0101] 이후, 작동(696)에서, 사용자는 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 사용자는 로봇이 제1 세정 작동 동안 세정한 환경에서 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시한다. 다른 경우에서, 사용자는 세정 작동을 또 다른 환경에서 시작하도록 로봇에게 지시한다. 작동(698)에서, 제어기는 제1 세정 작동 동안 생성된 점유 그리드를 사용하여 제2 세정 작동을 시작하는 지시를 수신한다. 이후 제어기는 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시한다. 로봇이 작동(678 및 692) 동안 세정된 환경에서 제2 세정 작동을 시작하는 경우, 로봇은 동일한 영역을 세정하고 가상 배리어를 횡단하지 않는다. 로봇이 제2 세정 작동을 또 다른 환경에서 시작하는 경우, 로봇은 제1 세정 작동 동안 세정된 영역과 상이한 영역을 세정할 수 있고, 가상 배리어는 로봇이 작동(678 및 692) 동안 세정된 영역으로 복귀하는 것을 효과적으로 방지한다.
- [0102] 도 7a 내지 도 7c에 설명된 예는 도 2a 내지 도 2b에서 설명된 로봇(100)에 관해 설명되었으나, 다른 적절한 구성을 갖는 다른 이동형 로봇이 여기에 설명된 방법을 구현할 수 있다. 예를 들어, 로봇(200)은 여기에 설명된 기능을 실행할 수 있는 카메라를 포함할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 카메라(109)는 제어기가 출입구(예를 들어, 벽의 일부를 통해 마루로부터 연장되는 직사각형 개구)의 기하학적 특징부를 식별하기 위해 사용할 수 있는 이미지를 캡처할 수 있다. 이후 제어기는 카메라(109)에 의해 검출된 출입구 기하학적 형상의 위치에 대응하는 가상 배리어를 배치할 수 있다.
- [0103] 로봇(100)은, 여기에 설명된 바와 같이, 환경으로 방출되는 적외선을 검출하는 적외선 송수신기(118)를 포함한다. 도 8a를 참조하면, 게이트웨이 비콘(701)은 (예를 들어, 도 8a의 부분(721)에 도시된 바와 같이) 제1 방(704) 및 제2 방(706)을 포함하는 환경(702)의 마루 표면(10)에 위치된다. 출입구(707)는 제1 방(704)을 제2 방(706)으로부터 분리한다. 게이트웨이 비콘(701)은 적외선 송수신기(118)에 의해 검출 가능한 적외선 게이트웨이 비임(708)을 방출한다. 사용자는 게이트웨이 비콘(701)을 환경(702) 내에 배치할 수 있고 게이트웨이 비임(708)이 특정 방향을 가리키도록 게이트웨이 비콘(701)을 배향시킬 수 있다. 예를 들어, 게이트웨이 비임(708)은 출입구(707)의 길이를 가로질러 지향될 수 있다.
- [0104] 제1 방(704)을 세정하는 동안, 로봇(100)은 경로(709)의 형태의 콘로우 패턴을 실행할 수 있다. 로봇(100)이 경로(709)를 따라서 제1 방(704) 주위를 운행하는 경우, 로봇(100)이 게이트웨이 비임(708)을 통과할 때 로봇(100)은 예를 들어 적외선 송수신기(118)를 사용하여 게이트웨이 비임(708)을 검출할 수 있다. 로봇(100)은 게이트웨이 비임(708)을 검출하고 로봇(100)이 게이트웨이 비임(708)을 검출하는 위치를 (예를 들어, 도 8a의 부분(723)에 도시된 바와 같이) 로봇(100)의 점유 그리드(712)의 가상 배리어(710)(횡단 불가능한 세트)로서 해석할 수 있다. 도 8a는 경로(709)가 게이트웨이 비임(708) 근처를 통과하는 것을 도시하지만, 다른 구현예에서, 경로(709)는 게이트웨이 비임(708)을 통과할 수 있다. 따라서 게이트웨이 비콘(701) 및 그 게이트웨이 비임(708)은 로봇(100)이 출입구(707)를 통과하는 것을 방지한다.
- [0105] 로봇(100)에 관해 도 8b를 참조하면, 후속 세정 작동에서, 로봇(100)은 가상 배리어(710)의 위치를 (예를 들어, 도 8b의 부분(723)에 도시된 바와 같이) 지속된 맵의 일부로서 예를 들어 메모리 또는 원격 컴퓨팅 장치에 저장할 수 있다. 그 결과, 도 8a에서 환경(702)에 배치된 게이트웨이 비콘(701)이 후속 세정 작동을 위한 환경으로부터 제거될 때, 로봇(100)은 그 자체가 가상 배리어(710)을 횡단하는 것을 여전히 방지할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇(100)은 제1 방(704)에 배치되며 제2 방(706) 내로 가상 배리어(710)를 횡단하지 않고서 제1 방(704)을 다시 세정할 수 있다. 다른 경우에서, 로봇(100)은 제2 방(706)에 배치될 수 있고 제1 방(704)을 다시 세정하지 않고 제2 방(706)을 세정할 수 있다.
- [0106] 도 8c를 참조하면, 흐름도(760)는 로봇에 저장된 점유 그리드 내에 가상 배리어를 생성하도록 로봇에 지시하기 위해 환경 내의 게이트웨이 비콘을 사용하는 방법을 설명한다. 흐름도(760)는 사용자에게 의해 실행되는 작업에 대응하는 사용자 작동(765) 및 로봇에 의해 실행되는 작업에 대응하는 로봇 작동(770)을 포함한다.
- [0107] 작동(772)에서, 사용자는 게이트웨이 비콘을 환경에 배치한다. 사용자는 출입구, 문지방, 또는 다른 개구와 같이 사용자가 횡단하기를 원하지 않는 환경 내에 특정 특징부 또는 위치를 게이트웨이 비임이 표시하도록 게이트웨이 비콘을 환경의 마루 표면 상에 배치할 수 있다.
- [0108] 작동(774)에서, 사용자는 제1 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시한다. 사용자는 제1 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시하기 위해 로봇의 버튼을 누르거나 모바일 디바이스를 사용할 수 있다.
- [0109] 작동(776)에서, 로봇의 제어기는 제1 세정 작동을 시작하는 지시를 수신한다. 작동(778)에서, 제어기는 제1 세정 작동을 시작한다.

- [0110] 작동(780)에서, 로봇의 송수신기는 환경 내의 게이트웨이 비임을 검출한다. 송수신기는 적외선 송수신기일 수 있다.
- [0111] 작동(782)에서, 제어기는 점유 그리드 또는 다른 지속적인 맵 내에 가상 배리어를 생성한다. 가상 배리어는, 여기에 설명된 바와 같이, 점유 그리드 상에 표시되는 횡단 불가능한 셀의 라인에 대응할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 가상 배리어는 점유 그리드의 라인 또는 곡선을 규정하는 좌표의 세트일 수 있다. 몇몇 경우에서, 횡단 불가능한 배리어의 길이 또는 폭은 작동(780)에서 게이트웨이 비임을 검출할 때 로봇이 감지하는 신호의 강도에 의존할 수 있다.
- [0112] 작동(784)에서, 제어기는 제1 세정 작동을 완료한다. 제어기는 예를 들어 규정된 영역의 비율을 커버하는 것 그리고/또는 여기에 설명된 다른 조건을 이행하는 것과 같이 예를 들어 로봇이 하나 이상의 조건을 충족하는 것을 결정함으로써 제1 세정 작동을 완료할 수 있다.
- [0113] 몇몇 구현예에서, 로봇은 후속 세정 작동에서 사용되는 지속적인 맵에 가상 배리어를 저장할 수 있다. 그 결과, 작동(786)에서, 사용자는 게이트웨이 비콘을 환경으로부터 제거할 수 있다. 이후, 작동(788)에서, 사용자는 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에게 지시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 사용자는 제1 세정 작동 동안 로봇이 세정한 환경에서 제2 세정 작동을 시작하도록 로봇에 지시한다. 다른 경우에서, 사용자는 또 다른 환경에서 세정 작동을 시작하도록 로봇에 지시한다. 작동(790)에서, 로봇은 제1 세정 작동 동안 생성되는 점유 그리드를 사용하여 제2 세정 작동을 시작한다. 로봇이 작동(778)동안 세정된 환경에서 제2 세정 작동을 시작하는 경우, 로봇은 일반적으로 동일 영역을 세정하고 가상 배리어를 횡단하지 않는다. 로봇이 제2 세정 작동을 또 다른 환경에서 시작하는 경우, 로봇은 제1 세정 작동 동안 세정된 지경과 상이한 영역을 세정할 수 있고, 가상 배리어는 로봇이 작동(778)동안 세정된 영역으로 복귀하는 것을 효과적으로 방지한다.
- [0114] 도 8a 내지 도 8c에 설명된 예는 도 2a 내지 도 2b에서 설명된 로봇(100)을 사용하여 설명되지만, 다른 적절한 구성을 갖는 다른 이동형 로봇이 여기에 설명된 방법을 구현할 수 있다. 예를 들어, 로봇(200)은 여기에 설명된 기능을 실행할 수 있는 적외선 송수신기를 포함할 수 있다.
- [0115] 여기에서 생성된 가상 배리어는 직선 벽으로 설명되었으나, 몇몇 구현예에서, 가상 배리어는 원형일 수 있다. 예를 들어, 로봇을 도 6a 내지 도 6c에 관해 설명된 핸드셰이크 모드로 배치하는 것은 예를 들어 로봇을 원형 영역 러그에 제한할 수 있는 실질적으로 원형의 가상 배리어를 제어기가 생성하도록 할 수 있다. 몇몇 경우에서, 사용자는 로봇의 통신 시스템과 통신할 수 있는 이동형 컴퓨팅 디바이스를 사용하여 원형 가상 배리어를 생성하도록 제어기에게 지시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 로봇은 예를 들어 규정된 영역의 비율을 커버하는 것 및/또는 여기에 설명된 다른 조건을 이행하는 것과 같이 로봇이 하나 이상의 조건을 이행한 것을 제어기가 결정할 때까지 세정 작동을 원형 영역 내에서 계속할 수 있다. 다른 예에서, 가상 배리어는 원형의 출입 금지 지역을 형성할 수 있다.
- [0116] 제어기는 가상 배리어를 사용하여 환경을 개별적으로 커버되는 둘 이상의 구역으로 분할할 수 있다. 예를 들어, 가상 배리어는 환경을 2개의 구역으로 분할할 수 있고, 하나의 구역은 예를 들어, 주방, 욕실, 카페트, 등에 대응하고, 두번째 구역은 침실, 거실, 견목 마루, 등에 대응한다. 제어기는 하나의 세정 작동에서 제1 구역을 세정하고 후속 세정 작동에서 제2 구역을 세정하도록 로봇에 지시할 수 있다. 몇몇 경우에서, 제어기는 로봇이 구역에서 세정 작동을 다수 회 반복할 수 있는 심화 세정 모드에서 일 구역을 세정하도록 로봇에게 지시할 수 있다. 몇몇 구현예에서, 사용자는 주방, 침실, 또는 욕실과 같이 가정 내의 특정 방으로서 환경의 개별 구역을 라벨링할 수 있다. 여기에 설명된 바와 같이, 제어기는 또한 제어기가 라벨을 환경의 구역과 관련시키게 할 수 있는 마커(610a, 610b) 내의 특징부를 검출할 수 있다. 이후 사용자는 이동형 컴퓨팅 장치를 사용하여 라벨링된 구역을 세정하도록 로봇에게 지시할 수 있다. 사용자는 또한 로봇이 라벨링된 또 다른 구역을 세정하는 동안 라벨링된 구역에 출입하지 않도록 로봇에 지시할 수 있다.
- [0117] 여기에 설명된 적어도 몇몇 예에서 가상 배리어는 국지화를 위해 로봇에 의해 사용되는 점유 그리드에 저장되었으나, 가상 배리어는 국지화 및 네비게이션을 위해 로봇에 의해 사용되는 다른 유형의 맵에 저장될 수 있다.
- [0118] 시스템은 하나 이상의 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그래밍 가능한 프로세서, 컴퓨터, 다중 컴퓨터 및/또는 프로그래밍 가능한 로직 구성요소에 의한 실행을 위해 또는 이의 작동을 제어하기 위해, 적어도 부분적으로 하나 이상의 컴퓨터 프로그램 제품, 예를 들어, 하나 이상의 비일시적 기계-판독 가능 매체와 같은 하나 이상의 정보 캐리어에 명백히 매립된 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 사용하여 제어 또는 구현될 수 있다.
- [0119] 컴퓨터 프로그램은, 컴파일되거나 인터프리팅된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기입될

수 있으며, 독립 프로그램으로서, 또는 모듈, 컴퓨터, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적절한 기타 유닛으로서를 포함하여 임의의 적절한 형태로 배치될 수 있다.

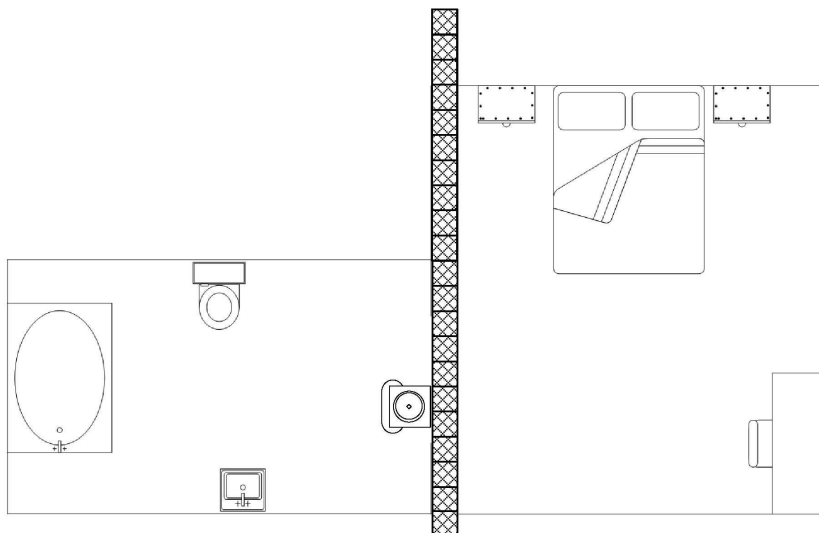
[0120] 여기에 설명된 제어 기구의 모두 또는 일부를 구현하는 것과 관련된 작용은 여기에 설명된 기능을 실행하기 위해 하나 이상의 컴퓨터 프로그램을 실행하는 하나 이상의 프로그래밍 가능한 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 여기에 설명된 제어 기구의 일부 또는 모두는 특수 목적 논리 회로, 예를 들어 FPGA(field programmable gate array) 및/또는 ASIC(application-specific integrated circuit)을 사용하여 구현될 수 있다.

[0121] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적합한 프로세서는, 예로서 일반적인 목적 및 특수 목적 모두의 마이크로프로세서, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 어느 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 읽기 전용 저장 영역 또는 랜덤 액세스 저장 영역 또는 이들 모두로부터 지시 및 데이터를 수신할 수 있다. 컴퓨터의 요소는 명령어를 실행하기 위한 하나 이상의 프로세서 및 명령어 및 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 저장 영역 장치를 포함한다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하기 위해 대량 PCB, 예를 들어 자기, 광자기 디스크 또는 광 디스크와 같은 하나 이상의 기계-판독 가능 저장 매체를 포함하거나, 이로부터 데이터를 수신하도록 작동식으로 결합되거나, 이에 데이터를 전송하거나, 또는 이들 모두일 수 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어 및 데이터를 저장하는데 적합한 컴퓨터 판독가능 매체는 예로서 반도체 저장 영역 장치, 예를 들어 EPROM, EEPROM, 및 플래시 저장 영역 장치를 포함하는 비휘발성 저장 영역; 자기 디스크, 예를 들어, 내부 하드 디스크 또는 착탈식 디스크; 자기 광 디스크; 및 CD-ROM 및 DVD-ROM 디스크의 모든 형태를 포함한다.

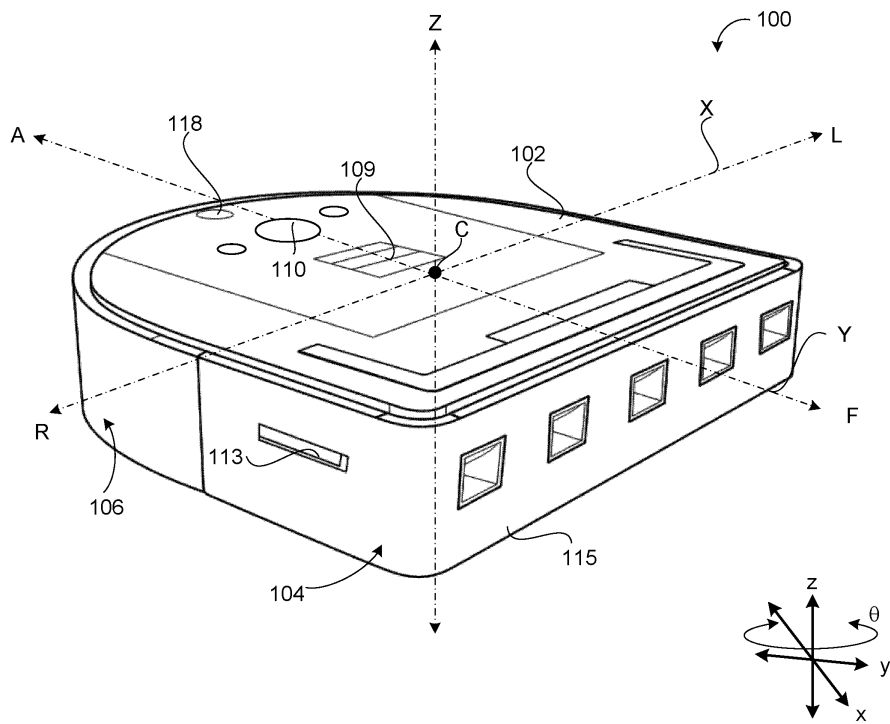
[0122] 여기에 설명된 상이한 구현예들의 요소들이 조합되어 위에 구체적으로 제시되지 않은 다른 실시예들을 형성할 수 있다. 요소들은 여기에 설명된 구조부들 외부에 그들의 작동에 악영향을 미치지 않고서 남겨질 수 있다. 게다가, 다양한 개별 요소들은 여기에 설명된 기능들을 수행하기 위해 하나 이상의 개별 요소로 조합될 수 있다.

도면

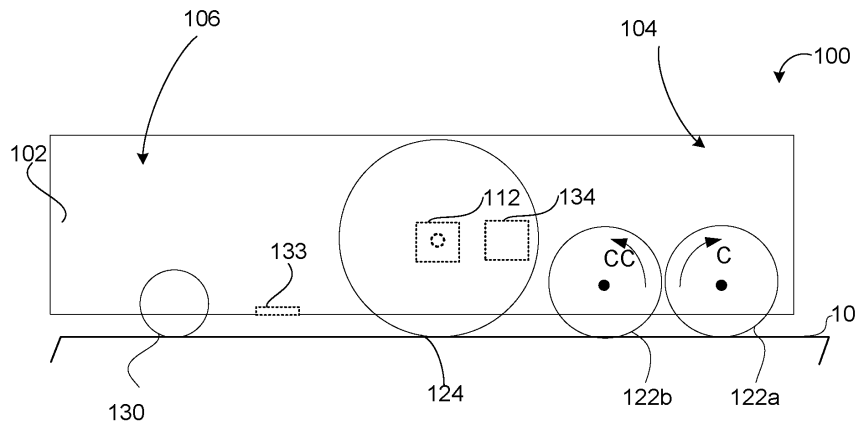
도면1



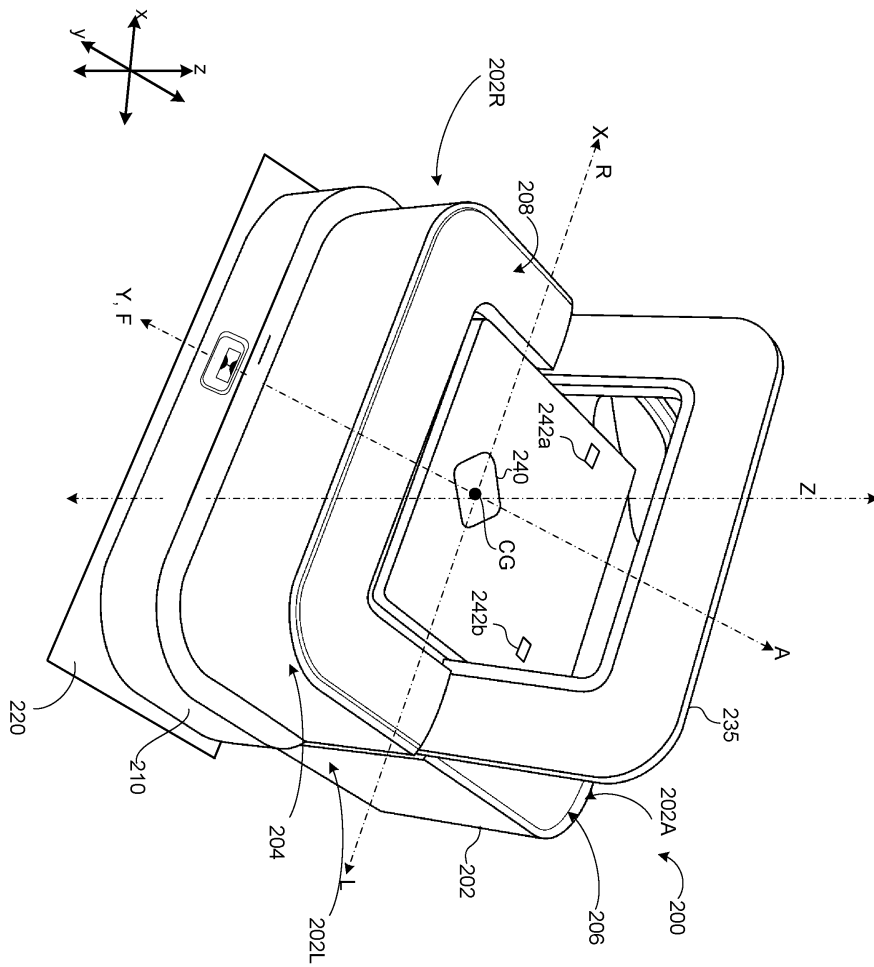
도면2a



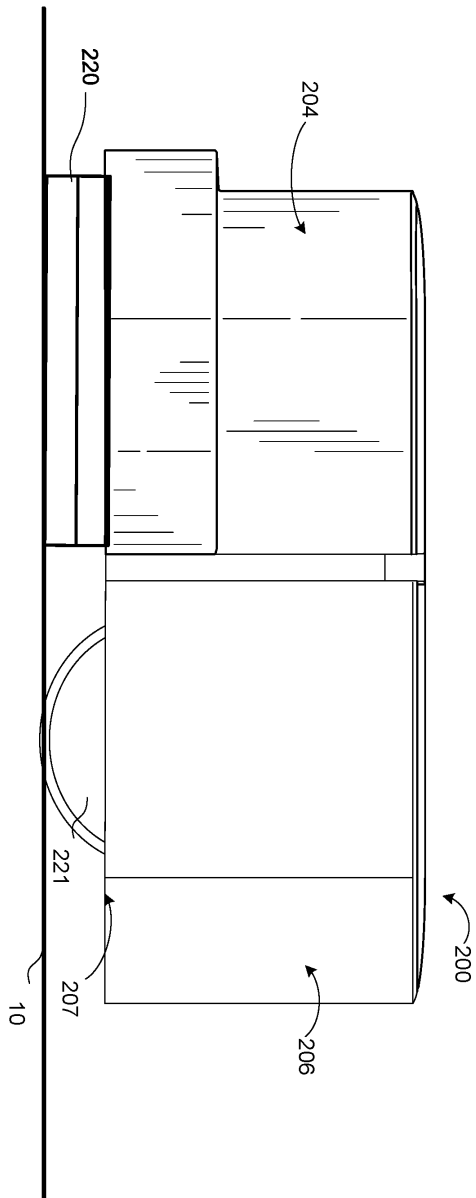
도면2b



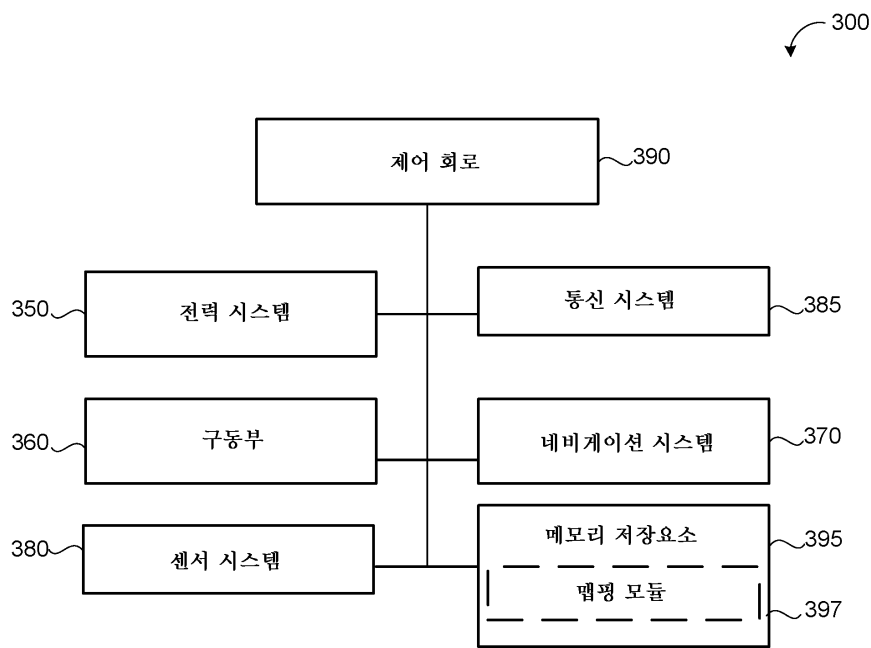
도면 3a



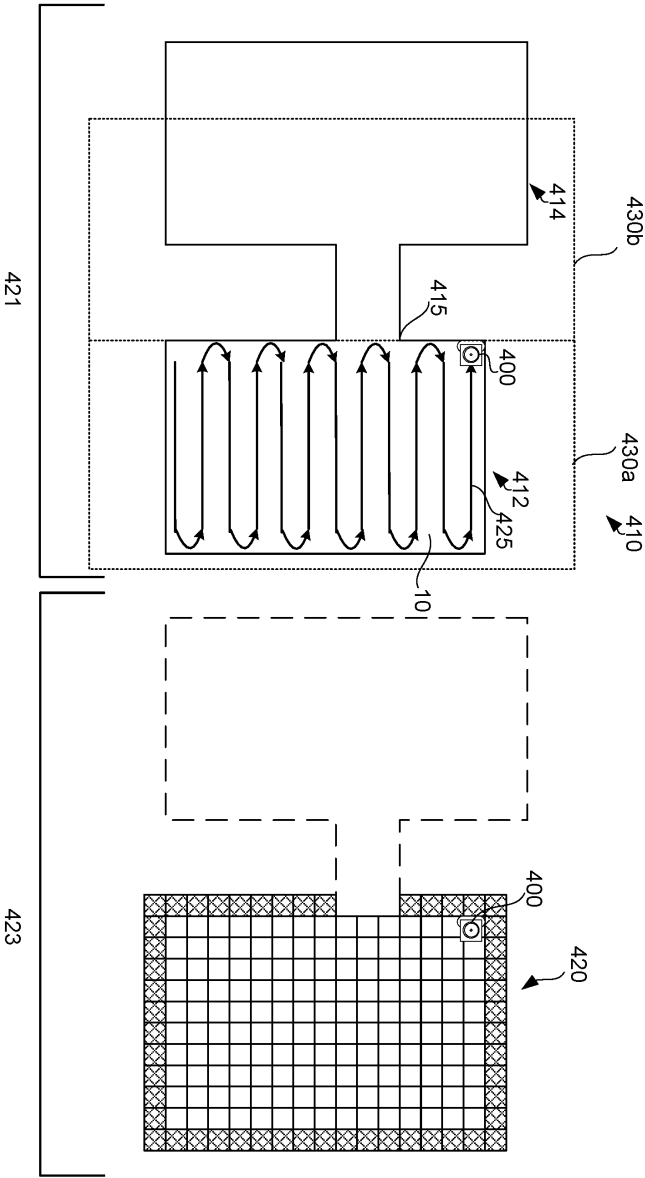
도면3b



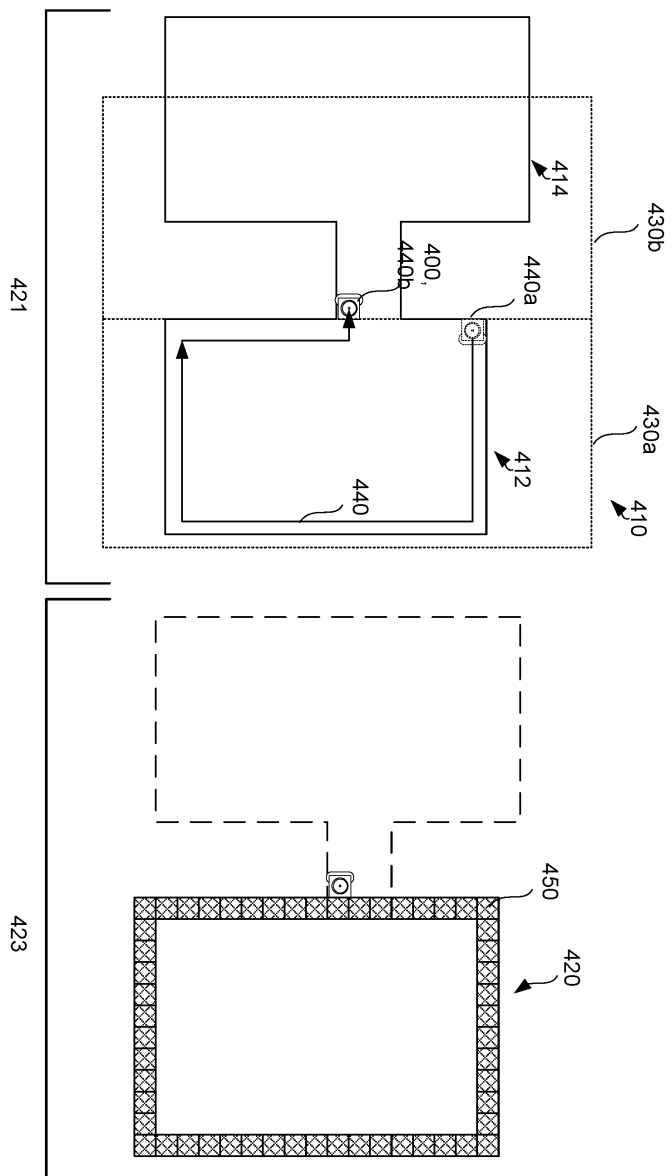
도면4



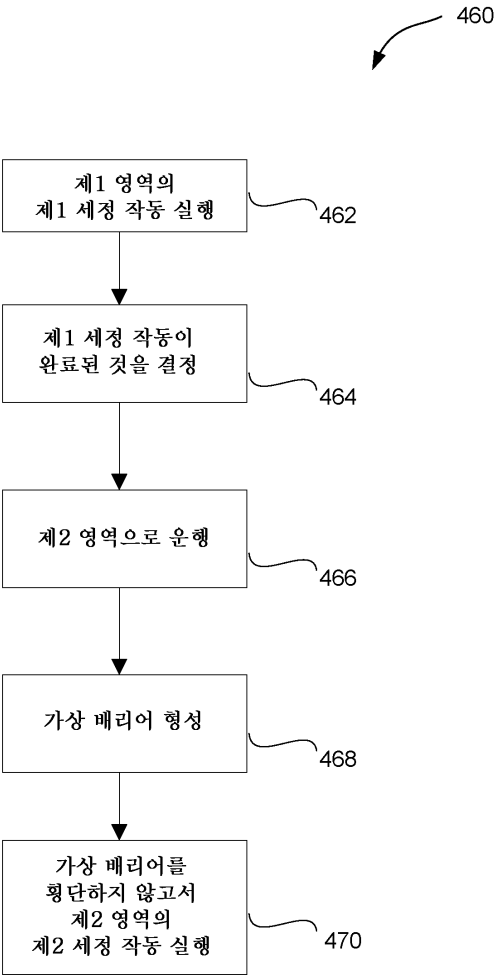
도면5a



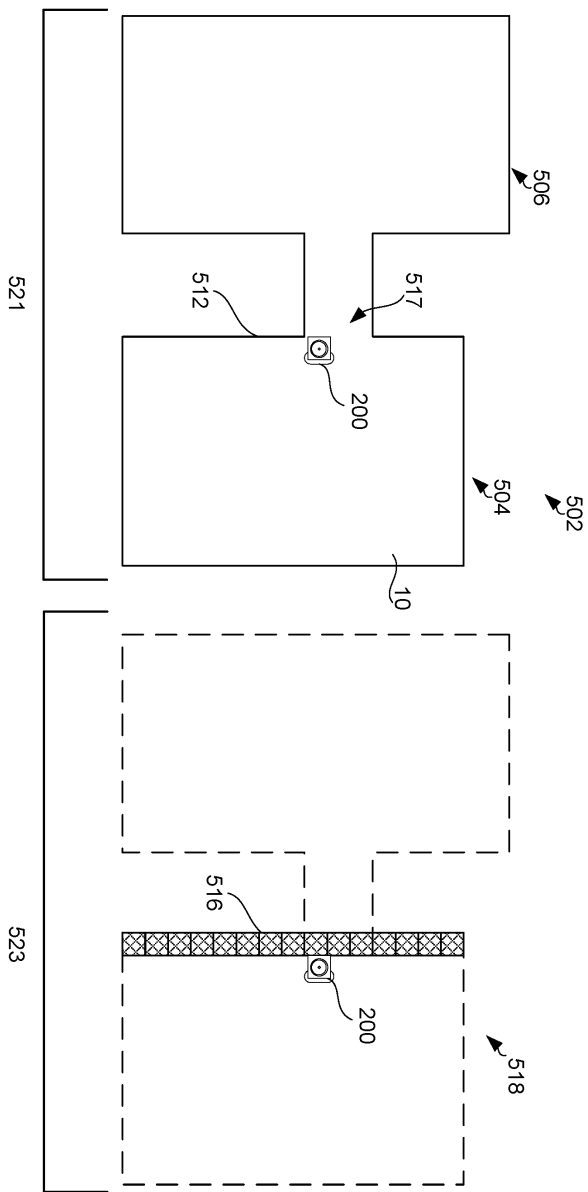
도면 5b



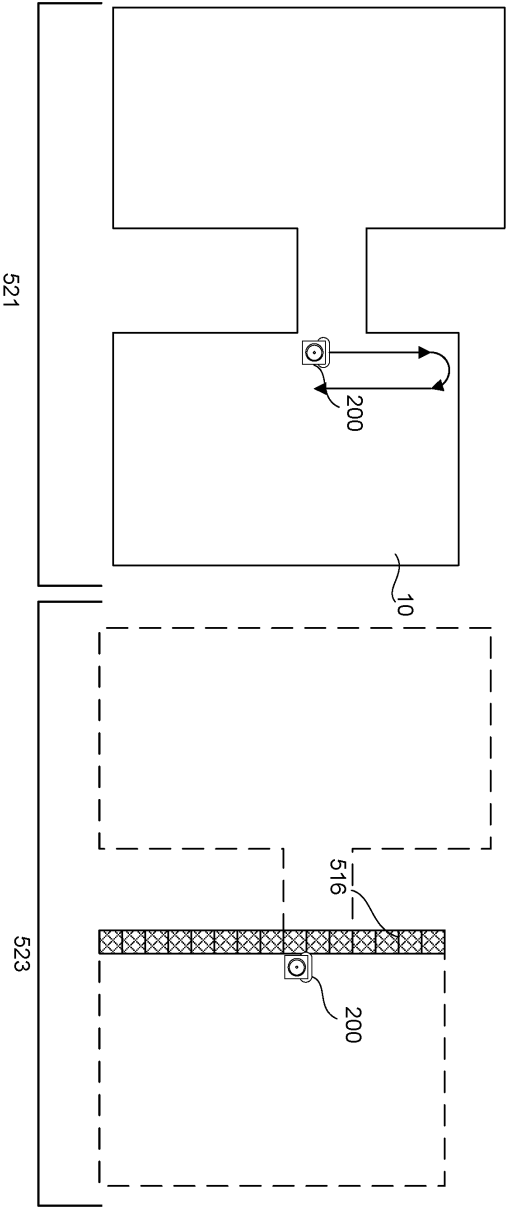
도면5c



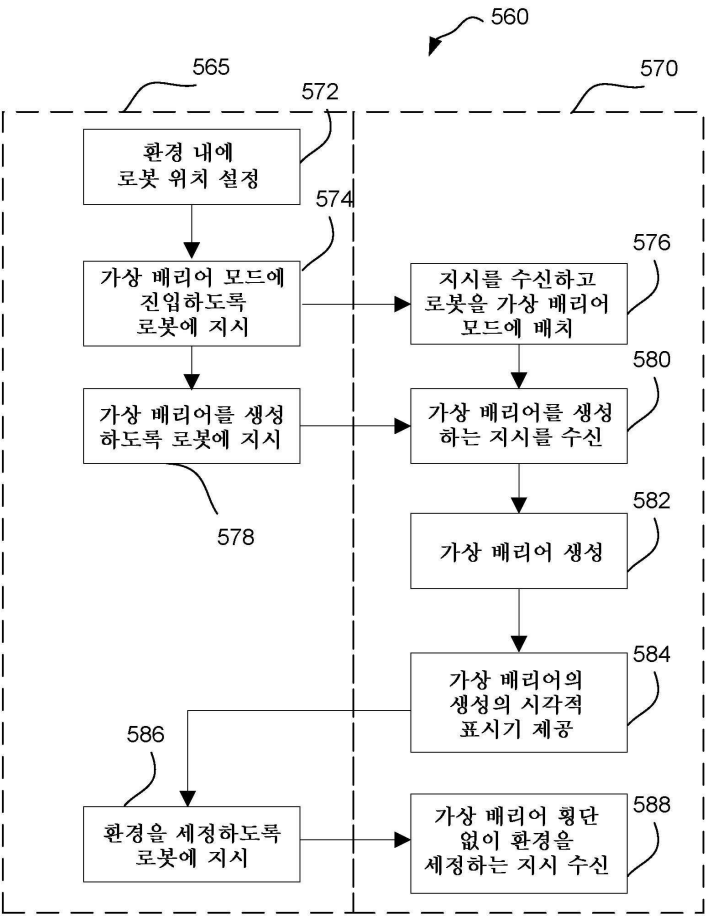
도면6a



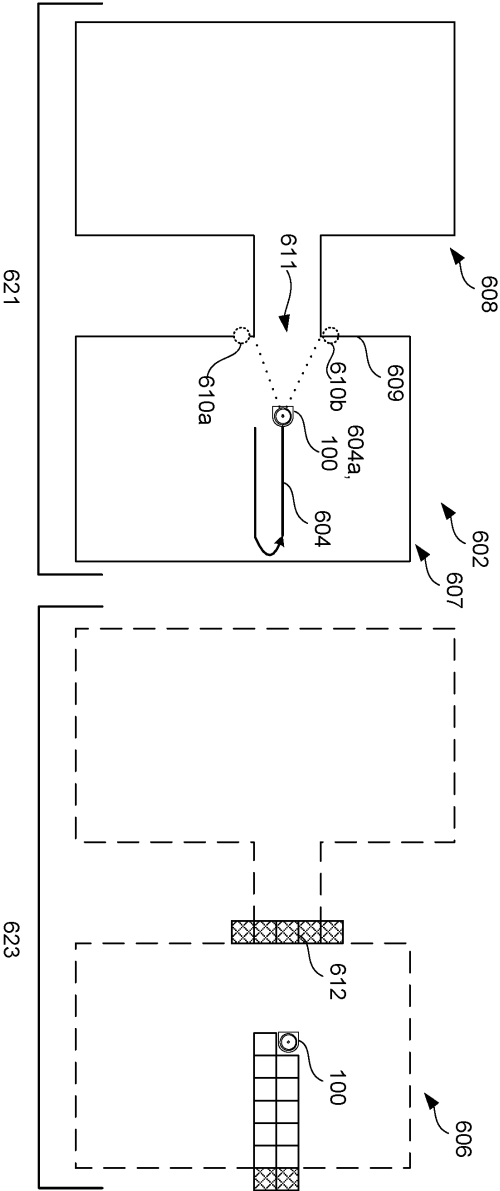
도면6b



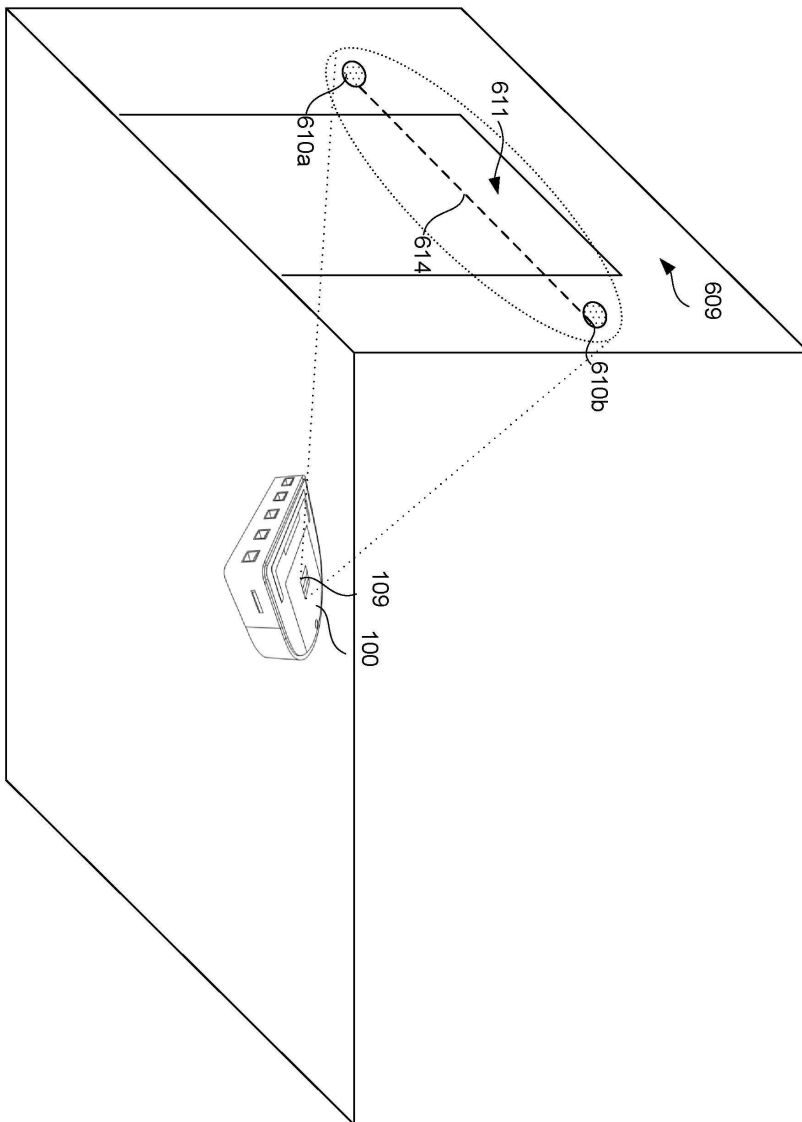
도면6c



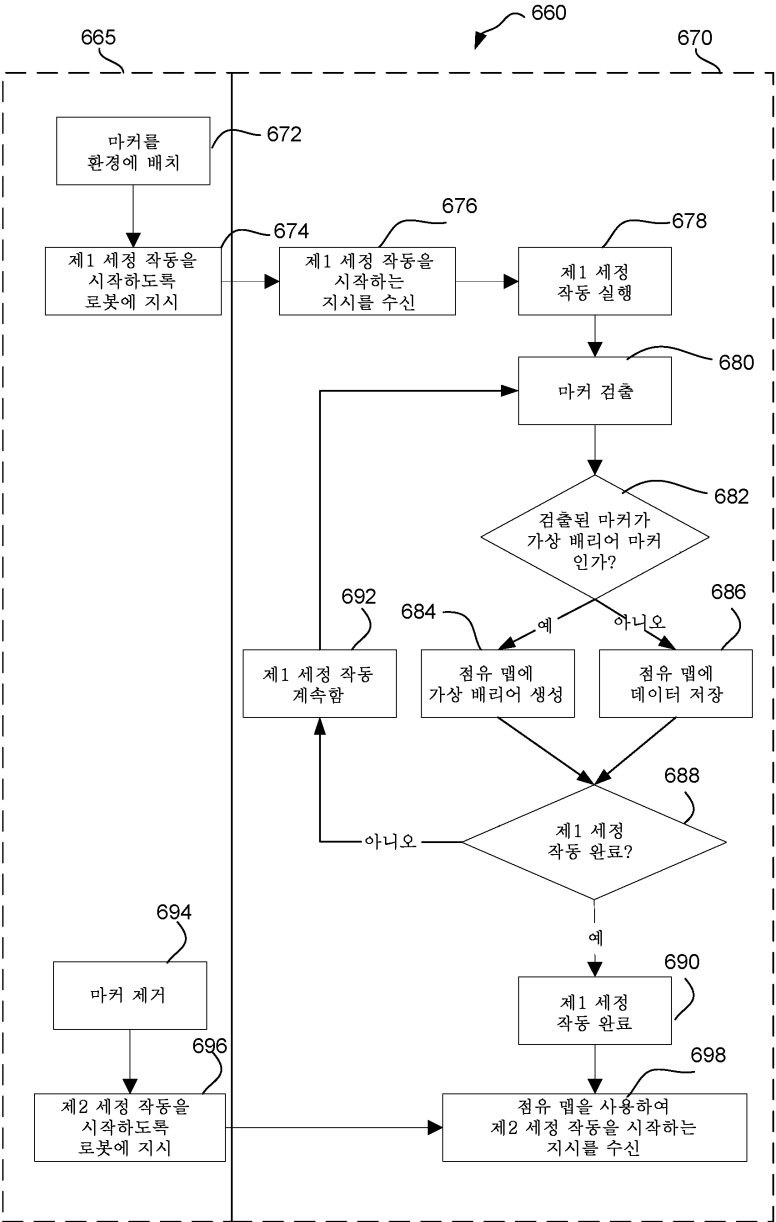
도면7a



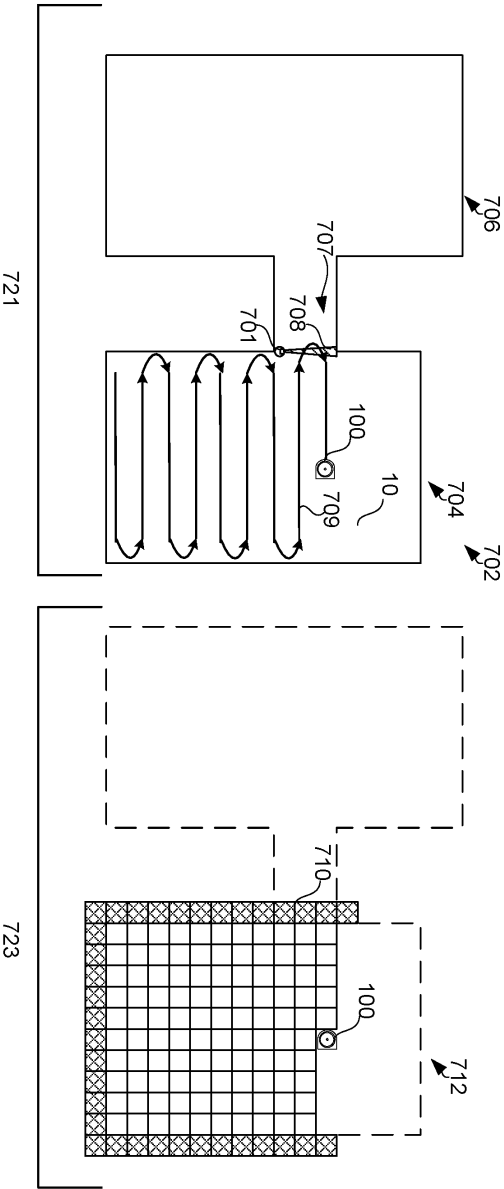
도면7b



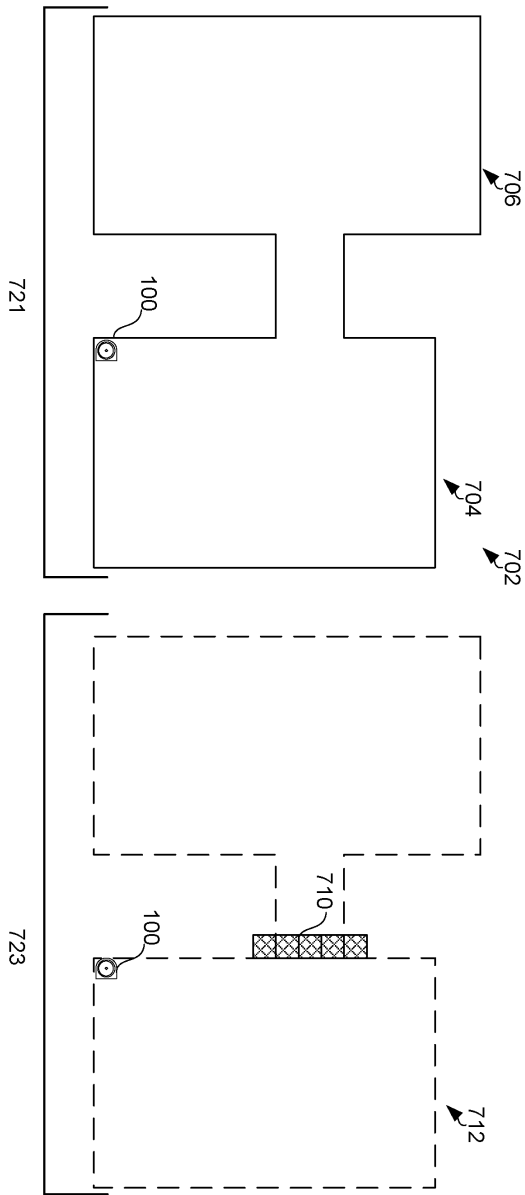
도면7c



도면8a



도면8b



도면8c

