



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0109247
(43) 공개일자 2012년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 13/08 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0027744
(22) 출원일자 2011년03월28일
심사청구일자 2011년03월28일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
정우진
서울특별시 종로구 사직로8길 4, 광화문스페이스
본 103-402 (사직동)
이현석
서울특별시 양천구 신목로16길 30, 105동 1902호
(신정동, 목동현대아파트)
(74) 대리인
특허법인남춘

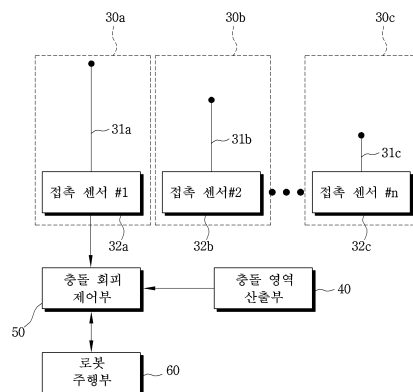
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 이동 로봇의 장애물 회피 시스템

(57) 요약

본 발명은 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 관한 것으로서, 상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향에서 상호 상이한 접촉 위치에서 장애물과의 접촉이 가능하도록 상기 자율 이동 로봇 외측으로 돌출되어 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하여 장애물을 감지하는 다수의 유연 접촉 감지 모듈과; 상기 자율 이동 로봇의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하는 충돌 영역 산출부와; 상기 다수의 유연 접촉 감지 모듈 중 상기 접촉 위치가 상기 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈들의 감지 결과만을 장애물과의 접촉으로 인식하는 충돌 회피 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 상호 상이한 접촉 위치에서 접촉이 가능한 유연 접촉 감지 모듈을 이용하여 이동 로봇의 주행 속도 및/또는 주행 방향에 적응적으로 장애물과의 접촉을 감지하여 장애물과의 충돌을 회피할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 ITAC7000100100050001000100100

부처명 정보통신산업진흥원

연구사업명 융복합형 로봇 전문인력 양성...

연구과제명 실내외 로봇자율주행 기술개발을 통한 수요지향적 글로벌 리더 양성

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2011.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 있어서,

상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향에서 상호 상이한 접촉 위치에서 장애물과의 접촉이 가능하도록 상기 자율 이동 로봇 외측으로 돌출되어 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하여 장애물을 감지하는 다수의 유연 접촉 감지 모듈과;

상기 자율 이동 로봇의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하는 충돌 영역 산출부와;

상기 다수의 유연 접촉 감지 모듈 중 상기 접촉 위치가 상기 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈들의 감지 결과만을 장애물과의 접촉으로 인식하는 충돌 회피 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 각 유연 접촉 감지 모듈은,

상기 자율 이동 로봇으로부터 해당 접촉 위치까지 돌출 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하는 유연 접촉 부재와;

상기 자율 이동 로봇에 설치되어 상기 유연 접촉 부재의 변형을 감지하는 접촉 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 각 유연 접촉 감지 모듈은,

상기 자율 이동 로봇으로부터 해당 접촉 위치까지 돌출 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하는 유연 접촉 부재와;

해당 접촉 위치에서 장애물과 접촉이 가능하도록 상기 유연 접촉 부재의 가장자리 영역에 설치되어 장애물과의 접촉을 감지하는 접촉 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 다수의 접촉 위치는 복수개의 상기 접촉 위치가 하나의 그룹을 형성하는 다수의 접촉 그룹으로 구분되며;

상기 유연 접촉 부재들은,

하나의 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들이 상기 자율 이동 로봇으로부터 동일한 이격 거리에 위치하고, 상호 상이한 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들 간에 상기 자율 이동 로봇으로부터 상이한 이격 거리에 위치하도록 상기 자율 이동 로봇으로부터 돌출되어 형성되는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

하나의 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들에 대응하는 상기 유연 접촉 부재들은 상기 자율 이동 로봇으로부터 방사상으로 돌출되어 형성되는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 유연 접촉 부재들은 상호 상이한 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들 간에 지면으로부터 상호 상이한 높이에 위치하도록 상기 자율 이동 로봇으로부터 돌출되어 형성되는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 7

자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 있어서,

탄성 재질로 마련되어 상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향을 향해 연장 형성된 접촉 밴드 부재와, 상기 접촉 밴드 부재의 외측면을 따라 장애물과의 상호 상이한 다수의 접촉 위치가 형성되도록 상기 접촉 밴드 부재의 외측면을 따라 설치되는 접촉 센서와, 상기 접촉 밴드 부재의 상기 자율 이동 로봇 외부로의 노출량을 조절하여 상기 접촉 위치를 가변시키는 밴드 조절 유닛을 갖는 유연 접촉 감지 모듈과;

상기 자율 이동 로봇의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하는 충돌 영역 산출부와;

상기 접촉 센서의 상기 접촉 위치가 상기 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어나도록 상기 유연 접촉 감지 모듈을 제어하는 충돌 회피 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 밴드 조절 유닛은,

상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향을 향해 양측에 각각 한 쌍씩 설치되어 상기 접촉 밴드 부재를 사이에 두고 회전하여 상기 접촉 밴드 부재의 상기 자율 이동 로봇 외부로의 노출량을 조절하는 복수의 밴드 조절 롤러와;

상기 복수의 밴드 조절 롤러 중 적어도 어느 하나를 회전시키는 롤러 구동부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 접촉 밴드 부재에는 길이 방향을 따라 형성되어 상기 밴드 조절 롤러의 회전이 안내되는 가이드 홈이 형성되며;

상기 접촉 센서는 상기 밴드 조절 롤러와의 접촉이 발생하지 않도록 상기 가이드 홈의 외측에 배치되는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 밴드 조절 롤러에는 회전 방향을 따라 센서 안내 홈이 형성되며;

상기 접촉 센서는 상기 밴드 조절 롤러와의 접촉이 발생하지 않도록 상기 밴드 조절 롤러 사이에서 상기 센서 안내 홈을 따라 이동하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

청구항 11

제1항 또는 제7항에 있어서,

상기 충돌 영역 산출부는 상기 자율 이동 로봇의 조향 방향을 반영하여 상기 충돌 가능 영역을 산출하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 상호 상이한 접촉 위치에서 접촉이 가능한 유연 접촉 감지 모듈을 이용하여 이동 로봇의 주행 속도 및/또는 주행 방향에 적응적으로 장애물과의 접촉을 감지하여 장애물과의 충돌을 회피할 수 있는 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 이동 로봇의 주행과 관련하여 주변 장애물을 감지하여 충돌을 회피하는 기술로는 적외선 센서, 초음파 센서, 터치 센서 등 다양한 센서를 이용한 기법들이 널리 사용되고 있다.
- [0003] 그러나 연기가 자욱한 화재 현장이나 미세 먼지 농도가 높은 탄광과 같은 환경에서는 Time of Flight 방식을 사용하는 적외선 센서, 초음파 센서, 레이저 센서는 불확실성이 높아지고, 심한 경우에는 센서 자체가 반응하지 않는 경우도 발생하게 된다. 이와 같은 상황에서는 장애물을 감지하고 이동 로봇의 적절한 대응 방식을 찾는 것이 어렵다.
- [0004] 따라서 Time of Flight 방식의 센서가 작동하기 어려운 환경에서 장애물을 감지하기 위해서는 직접 접촉을 통해 장애물을 감지하는 접촉 센서를 사용하는 것이 효과적이다.
- [0005] 이와 같은 접촉 센서의 단점은 감지 범위가 작다는데 있으며, 그 감지 범위 또한 고정되어 있는 단점이 있다. 접촉 센서의 감지 범위를 넓이기 위한 시도로 곤충의 더듬이나 수염 형태의 접촉 센서를 부착하여 먼 거리의 장애물을 감지하는 기술이 제안되었다. 그러나 접촉 센서에 의해 감지되는 거리가 고정되어 있는 단점은 여전히 가지고 있는 문제점이 있다.
- [0006] 한편, 영국의 셰필드, 브리스틀, 웨스트잉글랜드 대학교 공동 연구진은 수염 형상을 모터를 이용하여 능동적으로 움직이게 함으로써 주변의 장애물을 인식하는 스크래치 봇(Scratch Bot)을 발표한 바 있다.
- [0007] 그런데, 스크래치 봇(Scratch Bot)의 경우, 여러 방향으로 장착된 수염 형상의 접촉 센서가 길게 늘어져 있어야 하므로 노이즈가 발생할 가능성이 높다. 즉, 이동 로봇의 주행 방향과 관계없는 방향에서 접촉 센서가 감지되는 경우, 충돌 가능성이 없음에도 불구하고 장애물로 인식하여 정지하게 되는 비효율적인 주행이 이루어질 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 상호 상이한 접촉 위치에서 접촉이 가능한 유연 접촉 감지 모듈을 이용하여 이동 로봇의 주행 속도 및/또는 주행 방향에 적응적으로 장애물과의 접촉을 감지하여 장애물과의 충돌을 회피할 수 있는 이동 로봇의 장애물 회피 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 있어서, 상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향에서 상호 상이한 접촉 위치에서 장애물과의 접촉이 가능하도록 상기 자율 이동 로봇 외측으로 돌출되어 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하여 장애물을 감지하는 다수의 유연 접촉 감지 모듈과; 상기 자율 이동 로봇의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하는 충돌 영역 산출부와; 상기 다수의 유연 접촉 감지 모듈 중 상기 접촉 위치가 상기 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈들의 감지 결과만을 장애물과의 접촉으로 인식하는 충돌 회피 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 의해서 달성된다.
- [0010] 여기서, 상기 각 유연 접촉 감지 모듈은 상기 자율 이동 로봇으로부터 해당 접촉 위치까지 돌출 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하는 유연 접촉 부재와; 상기 자율 이동 로봇에 설치되어 상기 유연 접촉 부재의 변형을 감지하는 접촉 센서를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 각 유연 접촉 감지 모듈은 상기 자율 이동 로봇으로부터 해당 접촉 위치까지 돌출 형성되어 장애물

과의 접촉시 탄성적으로 변형하는 유연 접촉 부재와; 해당 접촉 위치에서 장애물과 접촉이 가능하도록 상기 유연 접촉 부재의 가장자리 영역에 설치되어 장애물과의 접촉을 감지하는 접촉 센서를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 다수의 접촉 위치는 복수개의 상기 접촉 위치가 하나의 그룹을 형성하는 다수의 접촉 그룹으로 구분되며; 상기 유연 접촉 부재들은 하나의 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들이 상기 자율 이동 로봇으로부터 동일한 이격 거리에 위치하고, 상호 상이한 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들 간에 상기 자율 이동 로봇으로부터 상이한 이격 거리에 위치하도록 상기 자율 이동 로봇으로부터 돌출되어 형성될 수 있다.

[0013] 그리고, 하나의 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들에 대응하는 상기 유연 접촉 부재들은 상기 자율 이동 로봇으로부터 방사상으로 돌출되어 형성될 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 유연 접촉 부재들은 상호 상이한 상기 접촉 그룹에 속하는 상기 접촉 위치들 간에 지면으로부터 상호 상이한 높이에 위치하도록 상기 자율 이동 로봇으로부터 돌출되어 형성될 수 있다.

[0015] 한편, 상기 목적은 본 발명의 다른 실시 형태에 따라, 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 있어서, 탄성 재질로 마련되어 상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향을 향해 연장 형성된 접촉 밴드 부재와, 상기 접촉 밴드 부재의 외측면을 따라 장애물과의 상호 상이한 다수의 접촉 위치가 형성되도록 상기 접촉 밴드 부재의 외측면을 따라 설치되는 접촉 센서와, 상기 접촉 밴드 부재의 상기 자율 이동 로봇 외부로의 노출량을 조절하여 상기 접촉 위치를 가변시키는 밴드 조절 유닛을 갖는 유연 접촉 감지 모듈과; 상기 자율 이동 로봇의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하는 충돌 영역 산출부; 상기 접촉 센서의 상기 접촉 위치가 상기 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어나도록 상기 유연 접촉 감지 모듈을 제어하는 충돌 회피 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자율 이동 로봇의 장애물 회피 시스템에 의해서도 달성될 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 밴드 조절 유닛은 상기 자율 이동 로봇의 주행 가능 방향을 향해 양측에 각각 한 쌍씩 설치되어 상기 접촉 밴드 부재를 사이에 두고 회전하여 상기 접촉 밴드 부재의 상기 자율 이동 로봇 외부로의 노출량을 조절하는 복수의 밴드 조절 롤러와; 상기 복수의 밴드 조절 롤러 중 적어도 어느 하나를 회전시키는 롤러 구동부를 포함할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 접촉 밴드 부재에는 길이 방향을 따라 형성되어 상기 밴드 조절 롤러의 회전이 안내되는 가이드 홈이 형성되며; 상기 접촉 센서는 상기 밴드 조절 롤러와의 접촉이 발생하지 않도록 상기 가이드 홈의 외측에 배치될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 밴드 조절 롤러에는 회전 방향을 따라 센서 안내 홈이 형성되며; 상기 접촉 센서는 상기 밴드 조절 롤러와의 접촉이 발생하지 않도록 상기 밴드 조절 롤러 사이에서 상기 센서 안내 홈을 따라 이동할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 충돌 영역 산출부는 상기 자율 이동 로봇의 조향 방향을 반영하여 상기 충돌 가능 영역을 산출할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 상기와 같은 구성을 통해, 상호 상이한 접촉 위치에서 접촉이 가능한 유연 접촉 감지 모듈을 이용하여 이동 로봇의 주행 속도 및/또는 주행 방향에 적응적으로 장애물과의 접촉을 감지하여 장애물과의 충돌을 회피할 수 있는 이동 로봇의 장애물 회피 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 이동 로봇의 장애물 회피 시스템의 구성을 도시한 도면이고,
 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 장애물 회피 시스템의 유연 접촉 부재가 이동 로봇에 설치된 예를 도시한 도면이고,
 도 4 내지 도 6은 이동 로봇의 주행 메커니즘의 예를 설명하기 위한 도면이고,
 도 7 및 도 8은 본 발명에 따른 장애물 회피 시스템의 충돌 영역 산출부에 의해 산출된 충돌 가능 영역의 예를 도시한 도면이고,

도 9 내지 도 11은 본 발명에 따른 장애물 회피 시스템의 복수의 유연 접촉 부재의 동작 예를 설명하기 위한 도면이고,

도 12 내지 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 로봇의 장애물 회피 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 이동 로봇(100)의 장애물 회피 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 이동 로봇(100)의 장애물 회피 시스템은 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a, 30b, 30c), 충돌 영역 산출부(40) 및 충돌 회피 제어부(50)를 포함한다.
- [0024] 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a, 30b, 30c)은 이동 로봇(100)의 주행 가능 방향에서 상호 상이한 접촉 위치에서 장애물과의 접촉이 가능하도록 이동 로봇(100)으로부터 돌출 형성된다. 그리고, 각각의 유연 접촉 감지 모듈(30a, 30b, 30c)은 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하여 장애물과의 접촉을 감지하게 된다.
- [0025] 여기서, 본 발명에 따른 각각의 유연 접촉 감지 모듈(30a, 30b, 30c)은 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)와, 접촉 센서(32a, 32b, 32c)를 포함할 수 있다. 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)가 이동 로봇(100)에 설치된 예를 도시한 도면이다.
- [0026] 도 2 및 도 3을 참조하여 설명하면, 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)는 이동 로봇(100)으로부터 해당 접촉 위치까지 돌출 형성되어 장애물과의 접촉시 탄성적으로 변형하게 된다. 이 때, 다수의 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)는 이동 로봇(100)의 주행 가능 방향을 고려하여 상호 상이한 접촉 위치에서 장애물과의 접촉이 발생하도록 이동 로봇(100)에 설치되는데, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 이동 로봇(100)으로부터의 이격 거리와 이동 로봇(100)을 중심으로하는 방사상의 방향으로 다양한 접촉 위치가 발생하도록 설치된다.
- [0027] 보다 구체적으로 설명하면, 다수의 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)에 의해 발생하는 다수의 접촉 위치는 복수개의 접촉 위치가 하나의 그룹을 형성하는 다수의 접촉 그룹으로 구분될 수 있다. 도 2 및 도 3에서는 이동 로봇(100)으로부터 일정한 이격 거리에 위치하는 접촉 위치들을 하나의 접촉 그룹으로 구분하여, 3개의 접촉 그룹이 형성되는 예를 도시하고 있다.
- [0028] 여기서, 하나의 접촉 그룹에 속하는 접촉 위치에 대응하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들은 동일(또는 일정 범위 내, 이하 동일)한 길이로 이동 로봇(100)의 로봇 본체(110)로부터 돌출 형성되어, 해당 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들이 형성하는 접촉 위치, 즉 동일한 접촉 그룹에 속하는 접촉 위치들이 이동 로봇(100)으로부터 동일한 이격 거리에 위치하게 된다.
- [0029] 그리고, 하나의 접촉 그룹에 속하는 접촉 위치들을 형성하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들은, 도 2에 도시된 바와 같이, 이동 로봇(100)으로부터 방사상으로 돌출되어 형성되는데, 이는 이동 로봇(100)의 주행 가능 방향, 즉 전진 방향과 조향 방향이 고려되어 형성된다.
- [0030] 또한, 서로 다른 접촉 그룹에 속하는 접촉 위치들 간은 이동 로봇(100)으로부터 상이한 이격 거리에 위치되도록 마련되는 바, 서로 다른 접촉 그룹에 속하는 접촉 위치를 형성하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c) 간의 길이는 상호 상이하게 된다.
- [0031] 여기서, 도 3에 도시된 바와 같이, 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들 중 같은 접촉 그룹에 속하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들은 지면으로부터 동일한 높이에 위치되도록 이동 로봇(100)에 설치되고, 서로 다른 접촉 그룹에 속하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들 간은 지면으로부터 상호 상이한 높이에 위치하도록 이동 로봇(100)의 로봇 본체(110)에 설치된다. 도 3에서는 다수의 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)가 3개의 접촉 그룹을 형성하도록 마련되는 것을 예로 하고 있으며, 이동 로봇(100)으로부터 동일한 이격 거리에 접촉 위치를 형성하는 접촉 그룹 단위로 지면으로부터 3단으로 배치되는 것을 예로 하고 있다.
- [0032] 상기와 같은 구성에 따라, 이동 로봇(100)으로부터 가정 멀리 떨어진 위치에 접촉 위치를 형성하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들이 장애물과 가장 먼저 접촉이 발생하게 되며, 이동 로봇(100)으로부터 가장 가까운 위치에 접촉 위치를 형성하는 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)들이 동일한 조건에서 장애물과 가장 늦게 접촉 발생하게 된다.
- [0033] 한편, 유연 접촉 감지 모듈(30a, 30b, 30c)의 접촉 센서(32a, 32b, 32c)는 장애물과 유연 접촉 부재(31a, 31b, 31c)

의 접촉을 감지하게 된다. 본 발명에 따른 접촉 센서(32a,32b,32c)는 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)와 장애물과의 접촉시 발생하는 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)의 변형을 감지하는 것을 예로 한다. 예컨대, 본 발명에 따른 접촉 센서(32a,32b,32c)가 각 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)와 이동 로봇(100)의 로봇 본체(110)가 연결되는 부분에 설치되어, 장애물과의 접촉시 발생하는 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)의 변형에 따라 온오프되는 스위치 형태로 마련될 수 있다.

[0034] 또한, 접촉 센서(32a,32b,32c)는 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)의 가장자리 영역, 즉 해당 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)가 형성하는 접촉 위치 부근에 설치되어 장애물과의 접촉을 감지하도록 마련될 수 있다. 이 때 접촉 센서(32a,32b,32c)는 감압식 센서와 같이 물체와의 접촉을 감지할 수 있는 형태로 마련될 수 있다.

[0035] 한편, 충돌 영역 산출부(40)는 이동 로봇(100)의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출한다. 또한, 충돌 영역 산출부(40)는 충돌 가능 영역을 산출하는데 있어 이동 로봇(100)의 조향 방향을 반영하여 충돌 가능 영역을 산출할 수 있다.

[0036] 즉, 충돌 영역 산출부(40)는 이동 로봇(100)의 제동 거리와 관련된 이동 로봇(100)의 주행 속도에 따라 결정되는 제동 거리와, 조향 방향에 기초하여 이동 로봇(100)이 현재 주행 중 장애물을 감지한 후 제동할 때 충돌이 발생하는 충돌 가능 영역을 산출하게 된다.

[0037] 이하에서는 본 발명에 따른 충돌 영역 산출부(40)가 이동 로봇(100)의 주행 속도에 따른 제동 거리, 그리고 조향 방향에 기초하여 충돌 가능 영역을 산출하는 방법에 대해 상세히 설명한다.

[0038] 본 발명에 따른 이동 로봇(100)은, 도 4에 도시된 바와 같이, 2-륜 차동 주행 방식이 적용되는 것을 예로 한다. 도 4에서, V_l 과 V_r 은 각각 왼쪽 바퀴(120)와 오른쪽 바퀴(121)의 속력이며, S_l 과 S_r 은 각각 왼쪽 바퀴(120)와 오른쪽 바퀴(121)의 이동 거리이다. D 는 이동 로봇(100)의 두 바퀴(120,121) 간의 윤거이며, O 는 중심점이다.

[0039] 도 4에 도시된 이동 로봇(100)에서 감속이 없는 상태에서 단위 시간 t 동안의 이동 거리와 선속도와 관계는 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있다. 여기서, S_r 과 S_l 이 같다면 이동 로봇(100)의 중심점 O 의 이동 거리 S_0 는 S_r 및 S_l 과 같게 된다.

[0040] [수학식 1]

$$\begin{cases} S_r = V_r t \\ S_l = V_l t \end{cases}$$

[0041]

[0042] 반면, S_r 과 S_l 들 중 어느 하나가 더 크다면 이동 로봇(100)은, 도 5에 도시된 바와 같은 곡선 궤적을 그리며 선회 운동을 하게 된다. 도 5에 도시된 바와 같은 선회 운동에서의 이동 로봇(100)의 중심점 O 의 이동 거리 S_0 는 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있다.

[0043] [수학식 2]

$$S_0 = \frac{S_l + S_r}{2}$$

[0044]

[0045] 여기서, 이동 로봇(100)의 순간 회전 중심 I 를 중심으로 선회각 θ 의 크기로 선회할 경우, 선회각 θ 는 [수학식 3]과 같이 나타낼 수 있다.

[0046] [수학식 3]

$$\theta = \frac{S_l - S_r}{d}$$

[0047]

[0048] 여기서, [수학식 2]와 [수학식 3]을 이용하여 중심점 O 의 회전 반경 R 을 정리하면 [수학식 4]와 같이 나타낼 수 있다.

[0049] [수학식 4]

$$R = \frac{d(S_1 + S_r)}{2(S_1 - S_r)}$$

[0050]

[0051] 이 때, 이동 로봇(100)이 감가속도 a 로 감속한다고 가정하면, S_1 및 S_r 은 감가속도 a 를 포함한 [수학식 5]와 같이 표현될 수 있다. 그리고, 이동 로봇(100)의 회전 반경 R 과 선회각 θ 을 계산하기 위해 [수학식 3] 및 [수학식 4]에 [수학식 5]를 대입하게 되면, 이동 로봇(100)의 감속시의 회전 반경 및 선회각을 계산할 수 있게 된다.

[0052] [수학식 5]

$$\begin{cases} S_r = V_r t - \frac{1}{2} a t^2 \\ S_1 = V_1 t - \frac{1}{2} a t^2 \end{cases}$$

[0053]

[0054] 한편, 이동 로봇(100)의 중심점 O 와, 임의의 순간 중심 I 를 기준으로 하는 선회각 θ 와 회전 반경 R 로 선회 운동을 할 때 이동 로봇(100)의 운동을 해석하기 위해서는 일정한 좌표 평면의 개념이 필요하다.

[0055] 도 6에 도시된 바와 같이, 절대 좌표계 내에서 초기 중심점 O 의 좌표를 원점이라고 가정하면, 단위 시간 또는 샘플링 타임(Sampling time)의 한 주기가 경과된 후 좌표는 원점 O 에서 P 로 이동하게 된다. 이 때 P 의 좌표는 중심점의 회전 반경 R 과 선회각 θ 로 정리되며, [수학식 6]과 같이 나타낼 수 있다.

[0056] [수학식 6]

$$P(R(1 - \cos \theta), R \sin \theta)$$

[0057]

[0058] 그리고, 회전 반경 R 과 선회각 θ 에 대한 [수학식 3] 및 [수학식 4]를 [수학식 6]에 대입하면, 한 주기 후의 중심점 O 의 좌표 P' 는 이동 로봇(100)의 2개의 바퀴(120, 121)의 이동 거리에 대한 식으로 정리되며, [수학식 7]과 같이 나타낼 수 있다.

[0059] [수학식 7]

$$P\left(\frac{d(S_1 + S_r)}{2(S_1 - S_r)}\left(1 - \cos\left(\frac{S_1 - S_r}{d}\right)\right), \frac{d(S_1 + S_r)}{2(S_1 - S_r)}\sin\left(\frac{S_1 - S_r}{d}\right)\right)$$

[0060]

[0061] 여기서, 좌표 P 에서 다시 한 주기가 지난 후의 좌표는 [수학식 7]을 통해 계산할 수 있다. 이 때, 이동 로봇(100)의 중심점 O 의 좌표계는 선회각 θ 만큼 회전하게 되므로, 그 다음 주기의 중심점 좌표 P' 를 절대 좌표계에 나타내기 위해서는 선회각 θ 를 감안하여 회전 좌표 변환을 수행하여야 한다.

[0062] 좌표 P 에서 한 주기가 경과된 후 [수학식 7]을 이용하여 계산된 P' 의 좌표를 (X, Y) 라 할 때, P' 의 좌표축이 양의 방향으로 θ 만큼 회전한다고 가정하면, 절대 좌표계에서 P' 의 좌표는 [수학식 8]과 같이 나타낼 수 있다. [수학식 8]을 통해 산출된 P' 의 좌표를 이전 P 의 좌표에 누적시키면 절대 좌표계에서의 P' 의 좌표를 계산할 수 있다.

[0063] [수학식 8]

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$$

[0064]

[0065] 한편, 이동 로봇(100)의 직선 주행의 경우, 오른쪽 바퀴(121)와 왼쪽 바퀴(120)의 속도 및 이동 거리가 같기 때문에 [수학식 7]을 이용하여 좌표를 계산할 수 없다. 직선 주행의 경우 x 축 방향으로의 이동 거리가 없으므로

중심점의 이동 거리를 y축 방향으로 누적시킴으로써 시간에 따른 중심점의 경로를 나타낼 수 있다. 즉, 한 주기 후의 중심점의 좌표 P는 [수학식 9]와 같이 나타낼 수 있다.

[0066] [수학식 9]

$$P\left(0, \frac{S_l + S_r}{2}\right)$$

[0067] 그리고, 다음 주기에서의 중심점 좌표 P'는 좌표 P에 중심점의 이동 거리 S_0 를 누적 시킨 결과로 산출할 수 있으며, [수학식 10]과 같이 표현될 수 있다.

[0069] [수학식 10]

$$P'\left(0, y + \frac{S_l' + S_r'}{2}\right)$$

[0070] 이하에서는, 상술한 바와 같은 이동 로봇(100)의 주행 메커니즘을 이용하여, 초을 산출하는 방법에 대해 설명한다.

[0071] 본 발명에 따른 유연 접촉 센서(32a, 32b, 32c) 모듈이 장애물과의 접촉을 감지하였을 때, 이동 로봇(100)이 -1m/s^2 의 감가속도로 감속한다고 가정하고, 중심점의 이동에 따른 이동 로봇(100)의 스위프(Sweep) 영역을 산출한다. 여기서, 이동 로봇(100)의 모든 속도 범위에서 충돌 가능 영역을 추정하기는 현실적으로 어려우므로, 각각의 바퀴(120, 121)의 속도를 최소 0 m/s에서 최대 0.8 m/s로 설정하고, 0.2 m/s 간격의 속도 분포를 갖도록 하였다. 이 때, 이동 로봇(100)의 크기와 모양은 직경 54cm의 원형이라 가정하였고 이동 로봇(100)의 윤거는 50cm라 설정한 상태에서 산출하였다.

[0072] 먼저, 직선 주행에서의 충돌 가능 영역과 관련하여, 이동 로봇(100)에 설치된 접촉 센서(32a, 32b, 32c)가 장애물과의 접촉을 감지하였을 때, 이동 로봇(100)의 속도에 따른 제동 거리는 [표 1]과 같다.

표 1

V_r, V_l	제동 거리
0.2 m/s	0.02 m
0.4 m/s	0.04 m
0.6 m/s	0.18 m
0.8 m/s	0.32 m

[0073] 도 7은 제동 거리에 따른 이동 로봇(100)의 스위프(Sweep) 영역, 즉 충돌 가능 영역을 나타낸 그래프이다. 도 7에서는 범례에 표시된 바와 같이 각 속도별로 충돌 가능 영역을 나타낸 것이다. 즉, 각 속도별로 충돌 가능 영역 내에서 장애물이 감지될 때에는 이동 로봇(100)이 제동하더라도 장애물과 충돌이 발생하게 된다.

[0074] 한편, 이동 로봇(100)의 선회 주행시, 이동 로봇(100)에 설치된 접촉 센서(32a, 32b, 32c)가 감지되었을 때 각 속도별 직선 제동 거리는 [표 2]에 나타낸 바와 같으며, 3개의 속도 영역에서의 충돌 가능 영역은 도 8에 도시된 바와 같다.

표 2

V_r	V_l	제동 거리
0 m/s	0.2 m/s	0.009999 m
0 m/s	0.4 m/s	0.039957 m
0 m/s	0.6 m/s	0.089515 m

0 m/s	0.8 m/s	0.157283 m
0.2 m/s	0.4 m/s	0.049972 m
0.2 m/s	0.6 m/s	0.099554 m
0.2 m/s	0.8 m/s	0.167304 m
0.4 m/s	0.6 m/s	0.129826 m
0.4 m/s	0.8 m/s	0.198200 m
0.6 m/s	0.8 m/s	0.249393 m

[0078] 도 8의 (a)에서는 두 바퀴(120,121)의 속도가 각각 $V_r = 0.2\text{m/s}$, $V_l = 0.8\text{ m/s}$ 일 경우 원점에서부터 감속 운동을 하였을 때 (0.045263, 0.161065)의 점에서 정지하며, 이동 로봇(100)의 스위프(Sweep) 영역, 즉 충돌 가능 영역은 노란색 영역 내부와 같다. 마찬가지로, 도 8의 (b)에서는 두 바퀴(120,121)의 초기 속도가 각각 $V_r = 0.4\text{ m/s}$, $V_l = 0.8\text{ m/s}$ 일 경우 원점에서부터 감속 운동을 하였을 때 (0.036744, 0.194764)의 점에서 로봇이 정지하였으며, 도 8의 (c)에서는 두 바퀴(120,121)의 속도가 각각 $V_r = 0.6\text{ m/s}$, $V_l = 0.8\text{ m/s}$ 의 상태에서 마찬가지로 원점에서부터 감속 운동을 하였을 때 (0.024097, 0.248226)의 점에서 이동 로봇(100)이 정지하였다.

[0079] 상기와 같은 방법으로, 본 발명에 따른 충돌 영역 산출부(40)가 이동 로봇(100)의 제동 거리 및 조향 방향에 기초하여 현재 주행 중인 이동 로봇(100)의 충돌 가능 영역을 산출 가능하게 된다. 또한, 이동 로봇(100)의 주행 속도나 조향 각도 등을 고려하며 이동 로봇(100)의 주행 가능 방향이나 최대 제동 거리가 상술한 방법을 통해 미리 산출하여, 상술한 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)의 각 접촉 위치, 즉 유연 접촉 부재(31a,31b,31c)의 길이 분포 및 방사상으로의 설치 위치 등을 결정할 수 있게 된다.

[0080] 도 2에서는 30 cm 길이의 유연 접촉 부재(31a,31b,31c) 5개가 10° 간격으로 방사상으로 설치되고, 20 cm 길이의 유연 접촉 부재(31a,31b,31c) 7개가 15° 간격으로 방사상으로 설치되고, 10 cm 길이의 유연 접촉 부재(31a,31b,31c) 7개가 20° 간격으로 방사상으로 설치되는 것을 예로 하였다.

[0081] 한편, 충돌 회피 제어부(50)는 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)에 의해 감지되는 장애물과의 접촉 감지 결과에 기초하여 충돌이 회피되도록 로봇 주행부(60)를 제어한다. 이 때, 충돌 회피 제어부(50)는 충돌 영역 산출부(40)에 의해 산출된 충돌 가능 영역에 기초하여 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c) 중 접촉 위치가 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)들의 감지 결과만을 장애물과의 접촉으로 인식하게 된다.

[0082] 도 9 및 도 10을 참조하여 설명하면, 노란색으로 표시된 충돌 가능 영역 내에 접촉 위치가 위치하는 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)의 경우 충돌 가능 영역 밖에 위치하는 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)에 의해 장애물이 먼저 감지되므로, 해당 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)에 의한 감지 결과는 노이즈로 무시할 수 있다.

[0083] 또한, 충돌 가능 영역 외부에 접촉 위치가 위치하는 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c) 중에서도 상대적으로 멀리 떨어진 위치에 위치하는 접촉 위치의 경우, 장애물과의 접촉이 감지된 후 충돌의 위험의 상대적으로 적어 불필요한 경로 재설정 등의 처리를 수행하여야 하는 문제가 발생한다.

[0084] 따라서, 본 발명에서는 다수의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c) 중 접촉 위치가 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)들의 감지 결과만을 장애물과의 접촉으로 인식함으로써, 장애물과의 충돌을 피하면서도 충돌 가능성이 낮은 상황에서 장애물 회피를 위한 불필요한 경로 재생성 절차를 피할 수 있게 된다.

[0085] 여기서, 충돌 회피 제어부(50)는 장애물과의 접촉으로 인식할 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)의 선택할 때, 이동 로봇(100)의 주행 방향에 위치하는 유연 접촉 감지 모듈 중 접촉 위치가 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어난 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)들의 감지 결과를 장애물과의 접촉으로 인식할 수 있다.

[0086] 도 10을 참조하여 설명하면, 이동 로봇(100)이 선회 운동을 할 때 충돌 가능 영역에 근접한 A 접촉 위치의 경우, 이동 로봇(100)의 선회 운동에 따라 주행 방향에 속하지 않으므로 장애물과의 충돌이 발생하지 않을 수 있다. 다만, 동적인 환경, 즉 동적 장애물이 산재된 환경에서는 충돌 가능 영역에 근접한 위치의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)을 감지 대상 센서로 인식하도록 마련될 수 있다.

[0087] 따라서, 이동 로봇(100)이 갖는 환경 지도 상에 존재하는 정적 장애물의 경우 이동 로봇(100)의 주행 방향을 고려하여 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)을 선택하고, 환경 지도 상에 존재하지 않은 동적 장애물의 경우 충돌

가능 영역에 근접한 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)에 의해 감지된 접촉을 장애물과의 접촉으로 인식하도록 마련될 수 있다.

- [0088] 도 11은 본 발명에 따른 이동 로봇(100)의 충돌 회피 시스템을 이용하여 직선 운동을 하면서 벽간 거리가 62cm 인 통로를 이동하는 예를 시뮬레이션을 통해 실험하였다.
- [0089] 도 11의 (a)는 모든 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)이 동작하는 상태로 설정한 것으로, 이동 로봇(100)이 벽간 거리가 좁은 통로를 통과하는데 있어, 스위프(Sweep) 영역 즉 충돌 가능 영역이 장애물과 접촉하지 않음에도 불구하고, 20 cm 길이의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)이 벽과 접촉되어 정지하게 된다.
- [0090] 반면, 도 11의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 충돌 회피 시스템이 적용되어 별 모양의 일부 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)만이 동작하게 되면, 20 cm 길이의 유연 접촉 감지 모듈(30a,30b,30c)이 벽과 접촉하더라도 이동 로봇(100)이 통로를 안정적으로 통과할 수 있게 된다.
- [0091] 이하에서는 도 12를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 로봇(100)의 장애물 회피 시스템에 대해 설명한다. 여기서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 로봇(100)의 장애물 회피 시스템을 설명하는데 있어, 도 1에 도시된 실시예와 동일한 구성에 대해서는 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0092] 본 발명의 다른 실시예에 따른 이동 로봇(100)의 장애물 회피 시스템은 유연 접촉 감지 모듈(200,300,400), 충돌 영역 산출부(40) 및 충돌 회피 제어부(50)를 포함한다. 그리고, 유연 접촉 감지 모듈(200,300,400)은, 도 12에 도시된 바와 같이, 접촉 밴드 부재(400), 다수의 접촉 센서(200) 및 밴드 조절 유닛을 포함한다.
- [0093] 접촉 밴드 부재(400)는 탄성 재질로 마련되며, 이동 로봇(100)의 주행 방향을 따라 연장 형성되는 탄성의 밴드 형태로 마련된다. 즉, 접촉 밴드 부재(400)가 장애물과 접촉하게 되면 탄성적으로 변형되어 장애물이나 이동 로봇(100)으로 충격이 전달되는 것을 차단한다.
- [0094] 다수의 접촉 센서(200)는 접촉 밴드 부재(400)의 외측면을 따라 설치된다. 이 때, 다수의 접촉 센서(200)는 장애물과의 접촉시 상호 상이한 다수의 접촉 위치가 형성되도록 접촉 밴드 부재(400)의 외측면을 따라 설치된다. 예컨대, 단위 접촉 센서(200)를 접촉 밴드 부재(400)의 외측면을 따라 배열시켜 다수의 접촉 위치가 형성되도록 마련되거나, 압전 필름을 접촉 밴드 부재(400)의 외측면을 따라 부착하여 다수의 접촉 위치가 형성되도록 마련될 수 있다.
- [0095] 밴드 조절 유닛은 접촉 밴드 부재(400)의 이동 로봇(100) 외부로의 노출량이 조절하여 접촉 센서(200)에 의해 형성되는 접촉 위치를 가변시킨다. 보다 구체적으로 설명하면, 도 12에 도시된 바와 같이, 밴드 조절 유닛이 접촉 밴드 부재(400)를 이동 로봇(100) 내부로 끌어당기게 되면 이동 로봇(100)의 외부로 노출되는 접촉 밴드 부재(400)의 길이가 짧아져 이동 로봇(100)으로부터 근거리에 위치하는 장애물과의 접촉을 감지할 수 있는 상태가 된다.
- [0096] 반면, 밴드 조절 유닛이 접촉 밴드 부재(400)를 이동 로봇(100) 외부로 밀어내게 되면, 이동 로봇(100)의 외부로 노출되는 접촉 밴드 부재(400)의 길이가 길어져 이동 로봇(100)으로부터 상대적으로 멀리 떨어진 장애물과의 접촉을 감지할 수 있게 된다.
- [0097] 여기서, 본 발명에 따른 밴드 조절 유닛은, 도 12에 도시된 바와 같이, 복수의 밴드 조절 롤러(300)와 롤러 구동부(미도시)를 포함할 수 있다. 밴드 조절 롤러(300)는 이동 로봇(100)의 주행 가능 방향을 향해 양측에 각각 한 쌍씩 설치되어 접촉 밴드 부재(400)를 사이에 두고 회전함으로써 접촉 밴드 부재(400)의 이동 로봇(100) 외부로의 노출량을 조절한다. 그리고, 롤러 구동부는 밴드 조절 롤러(300) 중 적어도 어느 하나를 회전시킴으로써 접촉 밴드 부재(400)가 이동 로봇(100) 내부로 이동하거나 외부로 노출되게 한다.
- [0098] 상기와 같은 구성을 기반으로, 충돌 영역 산출부(40)는 이동 로봇(100)의 제동 거리에 기초하여 장애물과의 충돌 가능 영역을 산출하고, 충돌 회피 제어부(50)는 다수의 접촉 센서(200)에 의해 형성되는 접촉 위치가 충돌 가능 영역으로부터 근접하게 벗어나도록 유연 접촉 감지 모듈(200,300,400), 예컨대 롤러 구동부를 제어하게 된다.
- [0099] 예컨대, 충돌 영역 산출부(40)에 의해 산출된 충돌 가능 영역이 이동 로봇(100)에 가까운 경우, 즉 이동 로봇(100)의 주행 속도가 저속인 경우에는 접촉 밴드 부재(400)의 노출량이 줄도록 롤러 구동부를 제어한다. 반면, 이동 로봇(100)의 주행 속도가 고속인 경우에는 접촉 밴드 부재(400)를 현재 주행 속도에 해당하는 만큼 이동 로봇(100) 외부로 노출되도록 롤러 구동부를 제어하게 된다.

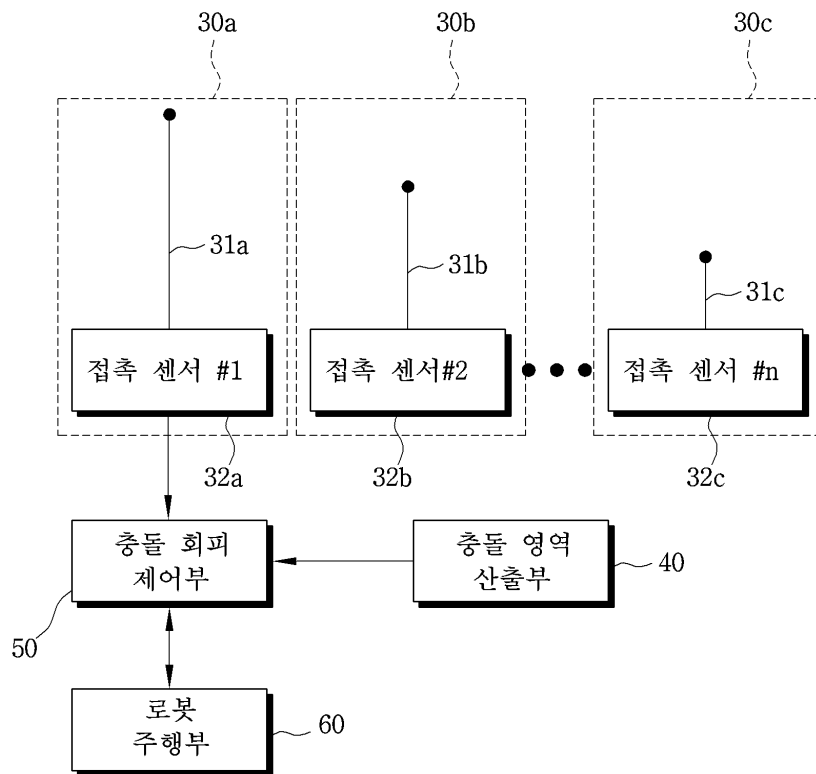
- [0100] 한편, 접촉 밴드 부재(400)에는, 도 13에 도시된 바와 같이, 그 길이 방향을 따라 가이드 홈(400a)에 형성될 수 있으며, 밴드 조절 롤러(300)는 가이드 홈(400a)에 안내되어 회전할 수 있다. 이 때, 접촉 센서(200)는 밴드 조절 롤러(300)와의 접촉이 발생하지 않도록 가이드 홈(400a)의 외측에 배치된다. 이에 따라, 접촉 밴드 부재(400)가 밴드 조절 롤러(300) 사이를 이동할 때 접촉 센서(200)가 롤러(300)와 접촉되는 것이 차단됨으로써 불필요한 접촉 감지가 발생하는 것을 차단할 수 있다.
- [0101] 다른 실시 형태의 하나로, 도 14에 도시된 바와 같이, 밴드 조절 롤러(300)에 회전 방향을 따라 센서 안내 홈(300a)이 형성될 수 있다. 이 때, 접촉 센서(200)는 밴드 조절 롤러(300)와의 접촉이 발생하지 않도록 밴드 조절 롤러(300) 사이에서 센서 안내 홈(300a)을 따라 이동함으로써, 접촉 밴드 부재(400)가 밴드 조절 롤러(300) 사이를 이동할 때 접촉 센서(200)가 밴드 조절 롤러(300)와 접촉되는 것이 차단됨으로써 불필요한 접촉 감지가 발생하는 것을 차단할 수 있다.
- [0102] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

부호의 설명

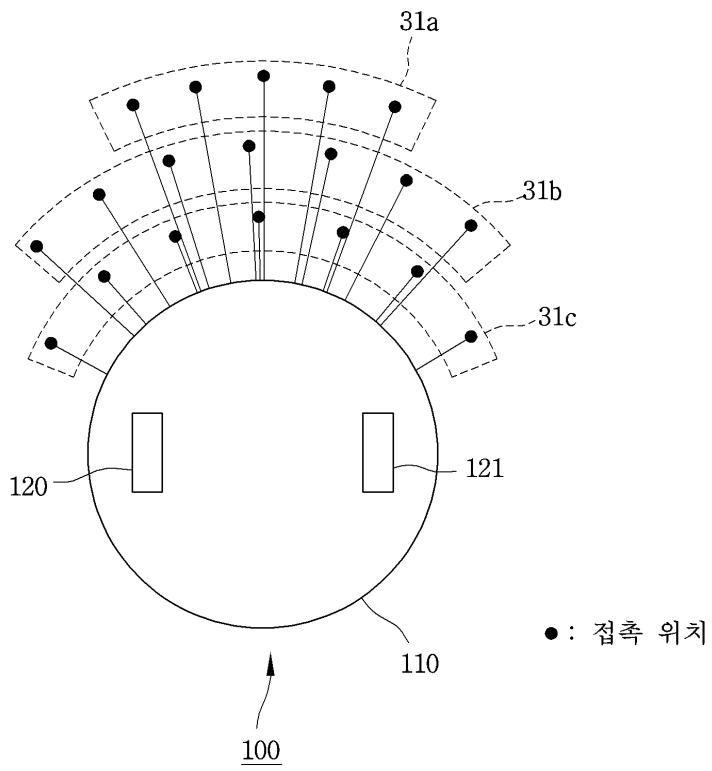
- [0103] 30a,30b,30c : 유연 접촉 센서 모듈
- 31a,31b,31c : 유연 접촉 부재 32a,32b,32c : 접촉 센서
- 40 : 충돌 영역 산출부 50 : 충돌 회피 제어부
- 60 : 로봇 주행부 100 : 이동 로봇
- 110 : 로봇 본체 120,121 : 바퀴

도면

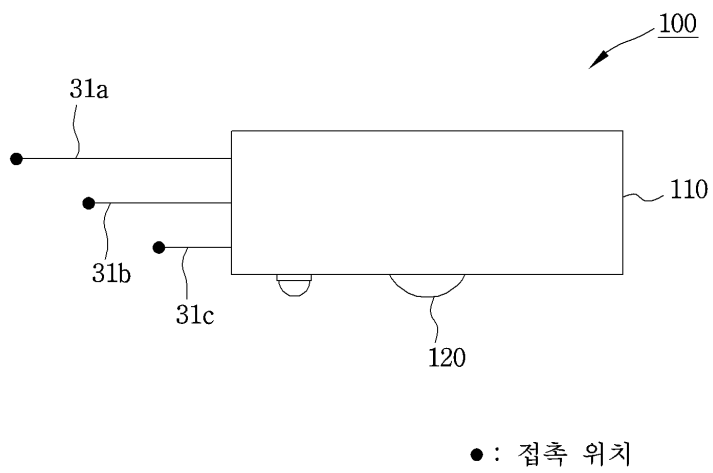
도면1



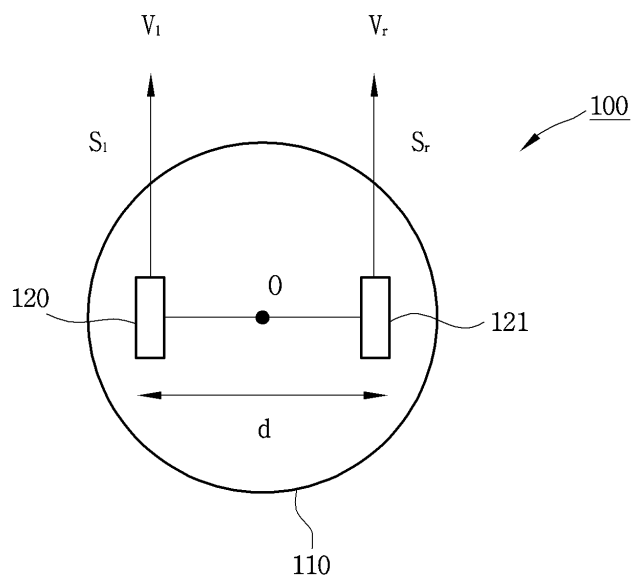
도면2



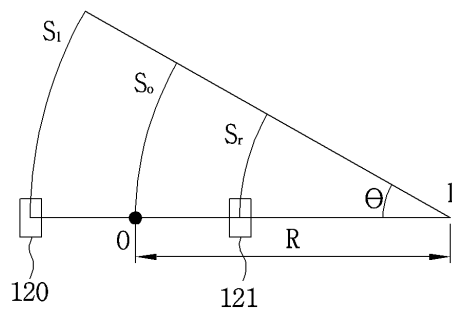
도면3



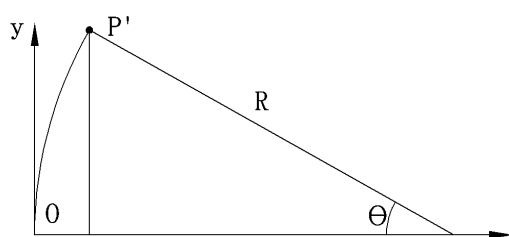
도면4



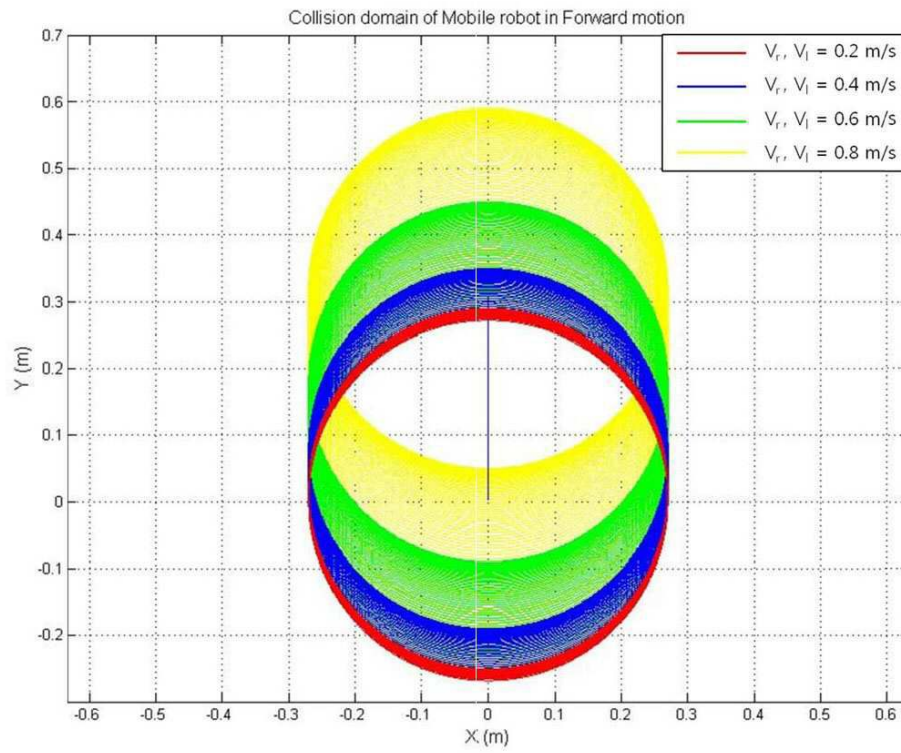
도면5



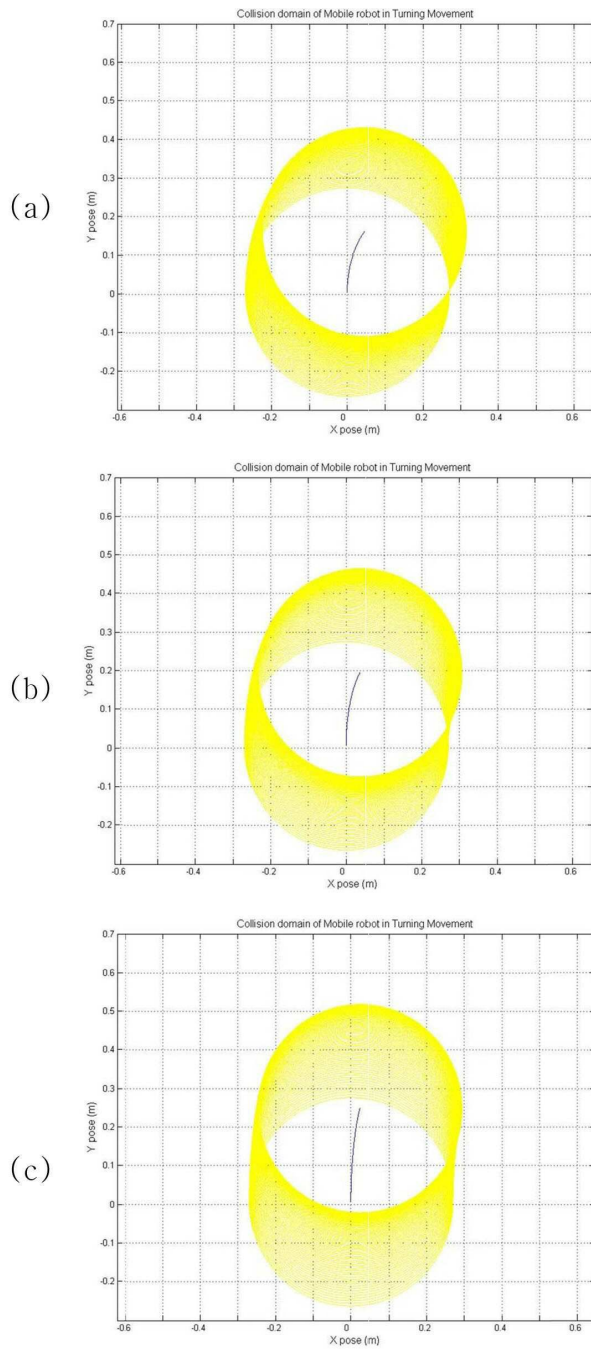
도면6



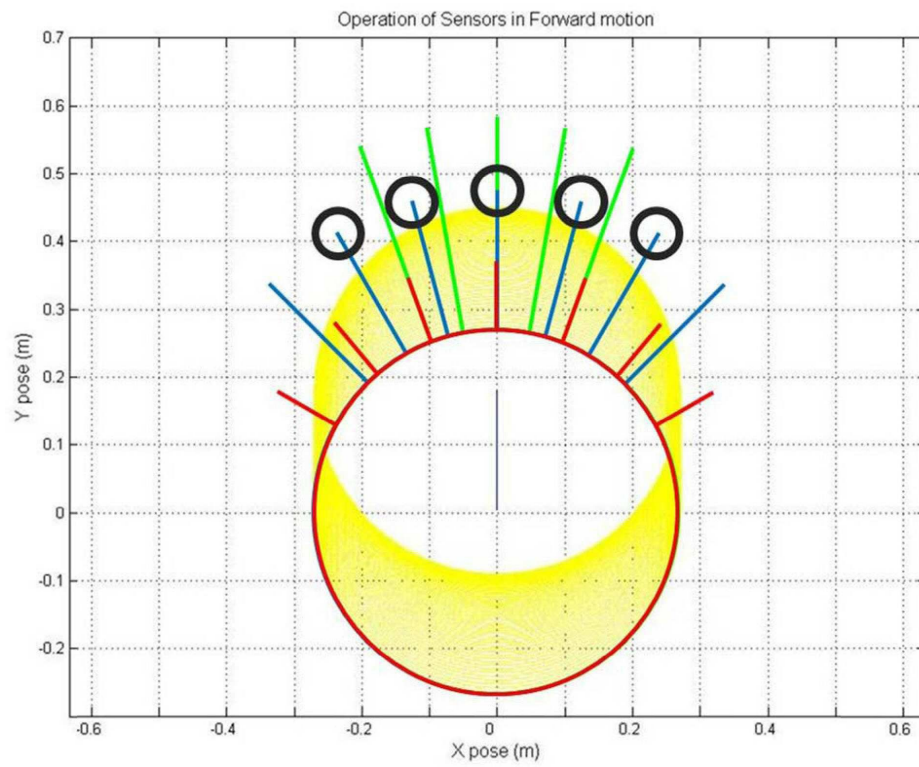
도면7



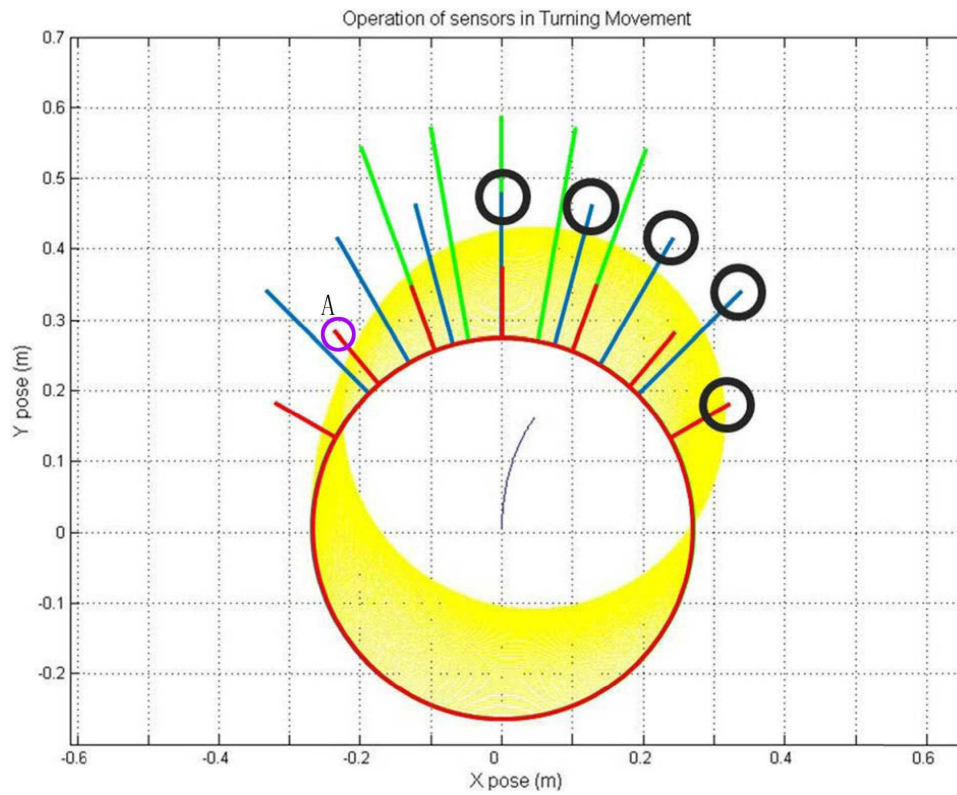
도면8



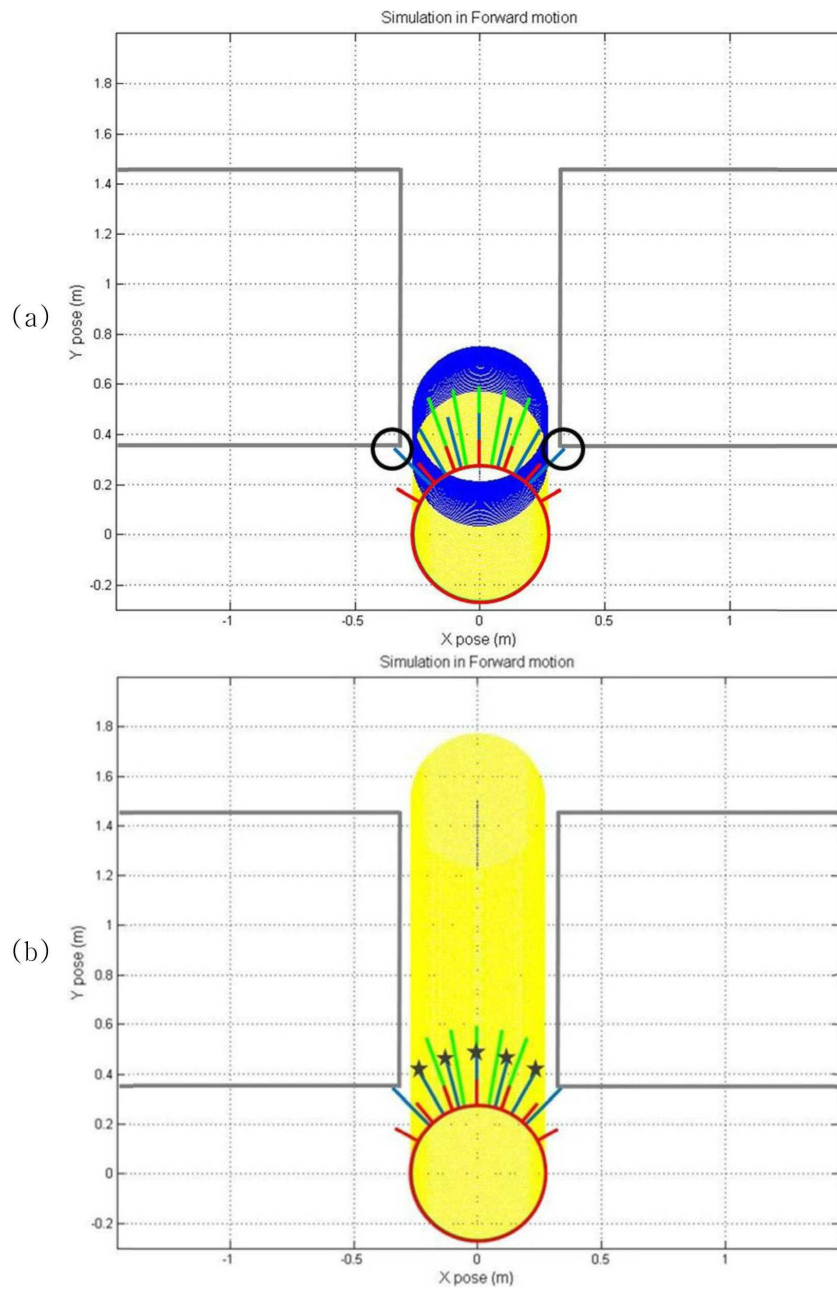
도면9



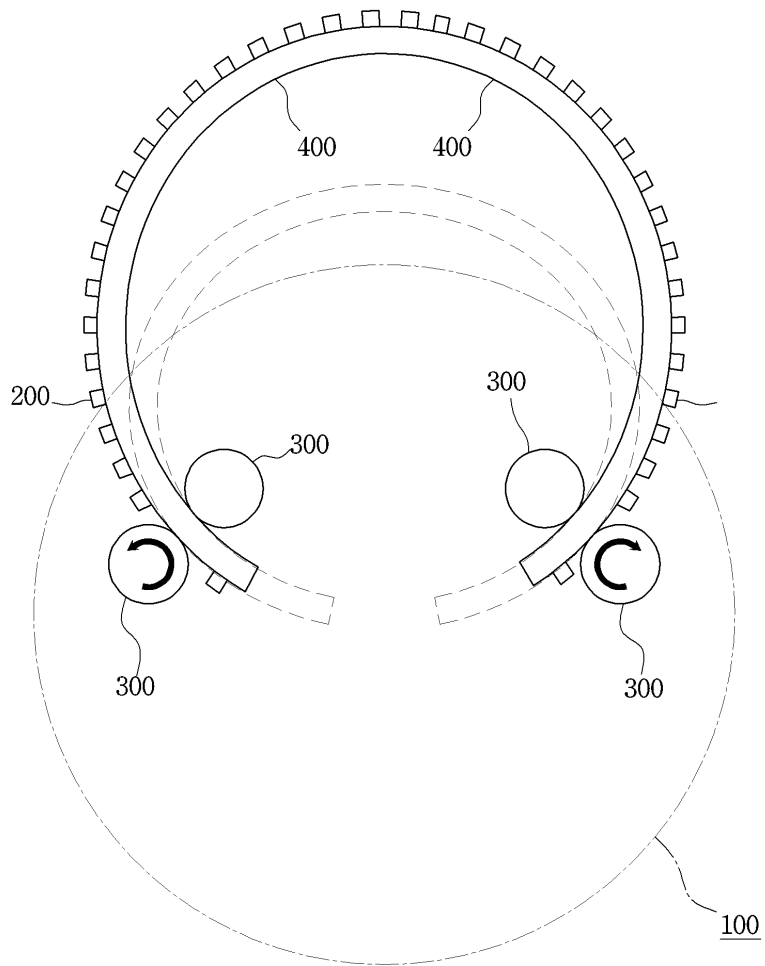
도면10



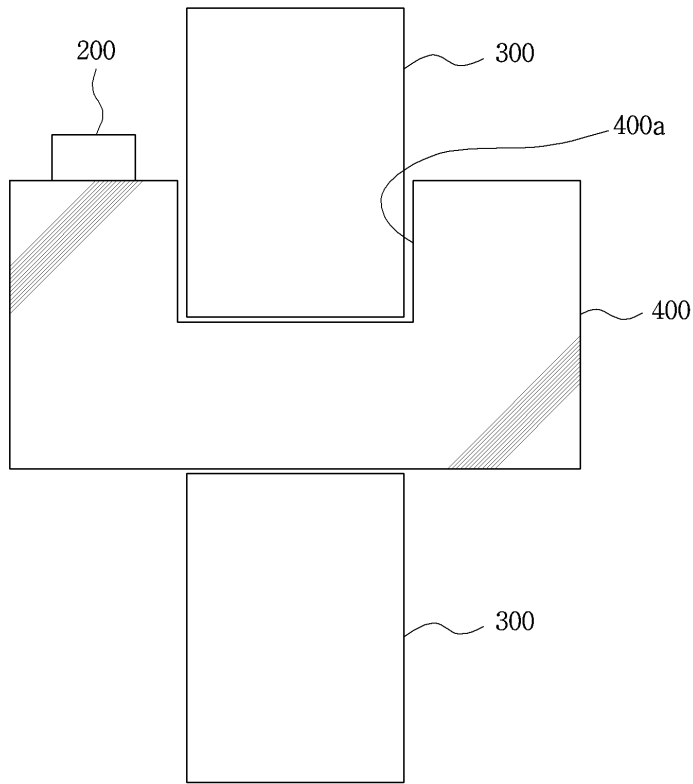
도면11



도면12



도면13



도면14

