

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
B62D 57/02

(11) 공개번호 특1999-0077303
(43) 공개일자 1999년10월25일

(21) 출원번호	10-1998-0705449		
(22) 출원일자	1998년07월16일		
번역문제출일자	1998년07월16일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1997/04210	(87) 국제공개번호	WO 1998/22330
(86) 국제출원출원일자	1997년11월19일	(87) 국제공개일자	1998년05월28일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 대한민국		
(30) 우선권 주장	96-308537 1996년11월19일 일본(JP)		
(71) 출원인	미츠비시 슈고교 가부시카가이샤 마스다 노부유키 일본 도쿄도 치요다구 마루노우치 2초메5반1고		
(72) 발명자	히구티 마사루 일본 효고켄 다카사고시 아라이조 신하마 2-1-1 미쓰비시 주교교(주)다카사고 겐쿠쇼 내 이베 도모요시 일본 효고켄 다카사고시 아라이조 신하마 2-1-1 미쓰비시 주교교(주)다카사고 겐쿠쇼 내		
(74) 대리인	이병호		

심사청구 : 있음

(54) 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석구동방법

요약

대형 철 구조물의 보수 점검 등에 적용할 수 있는 벽면 흡착식 이동장치에 있어서, 장치의 중량 증가나 대형화를 억제하면서 벽면상의 장애물을 뛰어넘을 때에 영구 자석이 장애물에 부딪치지 않도록 하면서 장치를 주행면에 확실하게 흡착시켜 주행시키도록 하는 것을 목적으로 하고, 자성체제 벽면(30)상을 이동하는 이동체(5)와, 영구 자석(2a, 2b)과 영구 자석(2a, 2b)을 벽면(30)에 대하여 이접시키는 구동 기구(1a, 1b), 영구 자석(2a, 2b)의 이접 방향 위치를 검출하는 센서(19a, 19b), 영구 자석의 벽면 흡착력을 검출하는 센서(3a, 3b), 벽면(30)상의 장애물을 검출하는 센서(17a 내지 18b)로 이루어지는 흡착 기구(40a, 40b)를 구비하고, 상기 각 센서로부터의 검출 정보에 근거하여, 영구 자석(2a, 2b)이 장애물과 부딪칠 우려가 있으면, 이것을 회피하면서, 각 흡착 기구(40a, 40b)에 있어서의 영구 자석의 벽면 흡착력(2a, 2b)의 합계에 의해 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 제어한다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 대형 철 구조물의 보수 점검 등에 적용할 수 있는 벽면 흡착식 이동장치에 관한 것으로, 특히, 영구 자석의 자력을 자성체(磁性體)로 제조된 벽면에 작용시킴으로써 이동시의 벽면의 흡착을 수행하는 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법에 관한 것이다.

배경기술

대형 철 구조물 등의 자성체로 형성된 구조물에 관해서는 자력에 의해 구조물체의 흡착을 행할 수 있기 때문에, 이러한 구조물의 보수 점검 등을 위해서, 자력을 이용하여 이동체를 구조물체에 흡착시킬 수 있는 벽면 흡착식 이동장치가 개발되어 있다. 이러한 벽면 흡착식 이동장치에서는 자력에 의해 이동체를 구조물체에 흡착시키기 때문에, 이동체가 주행하는 구조물의 면이 연직 하방이 아니더라도, 즉, 연직면에 대하여도 이동체의 주행을 행할 수 있다.

예를 들면, 도 7은 종래의 벽면 흡착식 이동장치를 나타내는 개략적인 구성도이고, 도 7에 도시되는 바와 같이, 이동장치는 구조물의 면을 따라 주행할 수 있는 이동체(이동 대차: 110)와 이 이동 대차(110)에 각각 설치된 주행용의 차륜(112, 113), 자력식의 흡착 기구(130) 및 보수 점검 등의 작업용의 머니플레이터

(manipulator: 120)를 구비하여 구성된다.

특히, 흡착 기구(130)는 이동 대차(110)의 하면에 돌출되어 설치된 진퇴 로드(132)와 이 진퇴 로드(132)의 끝에 설치된 영구 자석(이하, 마그네트라 한다: 134)과 진퇴 로드(132)를 진퇴시킴으로 이동 대차(110) 하방의 자성체제의 주행면(자성체제 벽면: 102)에 대하여 마그네트(134)를 이접(離接) 구동하는 구동 기구(131)를 구비하고 있다.

그리고, 구동 기구(131)를 제어하여 마그네트(134)와 주행면(102)과의 거리를 조정하여 마그네트(134)의 자력(즉, 흡착력)을 조정하기 위하여, 힘(力) 센서(133) 및 제어 장치(흡착력 제어부: 135)가 구비되어 있다. 힘 센서(133)는 마그네트(134)의 근방에 설치되고, 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이에 작용하는 자력의 세기를 검출한다. 흡착력 제어부(135)에서는 이 힘 센서(133)로부터 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이의 자력(즉, 흡착력)에 따른 검출 신호를 받아, 이 검출 신호가 이 자력(흡착력)이 소정치가 되도록 검출 신호에 의한 피드백 제어로 구동 기구(131)를 제어하여, 진퇴 로드(132)의 진퇴량을 조정하고, 그에 의해, 마그네트(134)와 주행면(102)과의 거리를 조정한다.

즉, 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이에 작용하는 자력(흡착력)은 마그네트(134)와 주행면(102)과의 거리에 따라서 변화하기 때문에, 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이에 소정의 자력이 작용하도록 하기 위해서는 마그네트(134)와 주행면(102)과의 거리를 이 소정의 자력에 대응하도록 제어하는 것이 바람직하다. 흡착력 제어부(135)에서는 구동 기구(131)를 통하여 마그네트(134)와 주행면(102)과의 거리를 제어함으로써 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이에 작용하는 자력이 소정의 크기가 되도록 힘 센서(133)의 검출 신호를 피드백하면서 제어를 행하고 있는 것이다.

이러한 흡착력 제어부(135)에 의한 제어에 의해서, 예를 들면, 주행면(102)에 요철 등이 있는 부정지면(不整地面)같은 상태라도, 이 주행면(102)을 따라서 마그네트(134)와의 위치가 조정되어 마그네트(134)에 의한 흡착력이 항상 거의 일정하게 유지될 수 있게 된다. 바꾸어 말하면, 이러한 제어에 의해, 마그네트(134)와 이 마그네트(134)가 대향하는 주행면(102)과의 갭이 항상 일정하게 되어서 필요한 흡착력이 안정되게 발휘되어 이동 대차(110)의 주행면(102)에의 흡착이 확실하게 행하여지게 되는 것이다.

그런데, 상술한 것같은 벽면 흡착식 이동장치가 주행면(102)상의 예를 들면, 도 8에 나타내는 돌기(102A)나 도 9에 나타내는 계단(102B) 등의 장애물을 뛰어넘는 경우, 그 장애물에 마그네트(134)가 부딪치지 않도록 진퇴 로드(132)의 진퇴량을 조정할 필요가 있다.

그렇지만, 도 8, 도 9에 도시하는 바와 같이, 돌기(102A)나 계단(102B) 등을 뛰어넘는 경우에는 이 돌기(102A)나 계단(102B) 등의 높이에 따라서 마그네트(134)를 대향하는 주행면(102)으로부터 이격시키지 않으면 안되고, 이렇게 하면 마그네트(134)와 주행면(102)과의 사이에 작용하는 자력이 대폭 감소해 버리고, 따라서 이동 대차(110)를 주행면(102)으로 확실하게 흡착시키는 데 필요한 흡착력의 확보가 곤란하게 된다. 물론, 마그네트(134)를 강력한 것으로 하면, 흡착력을 증대할 수 있지만, 필요한 흡착력의 확보에는 대단히 큰 마그네트(134)가 필요하게 되어 이동장치의 대폭적인 중량 증가나 대형화를 초래하거나, 주행 구동에 가해지는 모터 등의 구동 장치의 용량 증가가 요구되는 등 바람직하지 못하다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 상술한 과제를 감안하여 창안된 것으로, 장치의 중량 증가나 대형화를 억제하면서 벽면(주행면)상의 장애물을 뛰어넘을 때에 영구 자석이 장애물에 부딪치지 않도록 하면서 장치를 주행면에 확실하게 흡착시키는 것이 가능하도록 한 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

이를 위해서, 본 발명의 벽면 흡착식 이동장치는 자성체제의 벽면상을 이동하는 이동체와 해당 이동체에 구비된 흡착 기구와, 해당 흡착 기구를 제어하는 제어 장치를 구비한 벽면 흡착식 이동장치에 있어서, 상기 흡착 기구가 해당 이동체에 설치된 영구 자석과, 해당 영구 자석을 해당 벽면에 대하여 이접하는 방향으로 진퇴시키는 구동 기구와, 해당 영구 자석의 해당 벽면의 흡착력을 검출하는 흡착력 센서를 구비함과 동시에, 상기 흡착 기구가 복수 세트 설치되고, 상기 제어 장치가 상기 흡착력 센서로부터의 검출 정보에 기초하여, 각 흡착 기구에 있어서의 해당 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계에 의해 해당 이동체를 해당 벽면에 유지시키기 위해 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 각 흡착 기구에 있어서의 해당 구동 기구를 제어하는 것을 특징으로 하고 있다.

이러한 구성에 의해, 이동체가 복수의 흡착 기구에 각각 구비된 영구 자석과 자성체제의 벽면과의 사이에 작용하는 자력을 벽면 흡착력으로 하여, 벽면에 흡착하면서 해당 벽면상을 이동하고, 이 때, 흡착력 센서에 의해 해당 영구 자석의 해당 벽면의 흡착력이 검출되고, 제어 장치가 흡착력 센서로부터의 검출 정보에 근거하여, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 해당 이동체를 해당 벽면에 유지시킬 수 있는데 필요한 벽면 흡착력이 되도록 각 흡착 기구의 구동 기구를 제어한다.

이와 같이 복수의 흡착 기구를 협력 작동시켜 전체로서는 항상 필요한 벽면 흡착력을 확보하기 때문에, 복수의 흡착기구 중 소정의 흡착 기구에서 그 영구 자석이 해당 장애물과 부딪칠 우려가 있는 경우에도, 이 흡착 기구의 구동 기구를 제어함에 의해 해당 영구 자석과 해당 장애물과의 충돌을 회피하면서, 다른 흡착 기구를 통하여 전체로서는 항상 필요한 벽면 흡착력을 확보하는 것이 가능하고, 이것에 의해, 이동체를 벽면에 확실하게 유지하면서 벽면상을 지장없이 이동시키는 것이 가능하게 된다.

또한, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력이 되도록 제어되기 때문에, 벽면 흡착력이 과대하게 되는 것도 회피하는 것이 가능하고, 이동체가 예를 들면, 계단이나 돌기 등의 장애물을 뛰어넘는 경우에도, 이동하는데 걸리는 부하가 경감되어 이동 기능이 향상되는 효과도 있다.

또한, 상기 흡착 기구를 상기 영구 자석과, 상기 구동 기구와, 상기 흡착력 센서와 함께 해당 영구 자석의 상기 벽면에 대한 이접 방향 위치를 검출하는 위치 센서와, 해당 벽면상에 존재하는 장애물의 해당 영구 자석에의 접근을 검출하는 장애물 센서를 구비하도록 구성함과 동시에, 상기 제어 장치가 상기 위치 센서, 흡착력 센서, 장애물 센서로부터의 검출 정보에 근거하여, 각 흡착 기구에서의 해당 영구 자석의

벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하는 위치가 되도록 해당 구동 기구를 제어함과 동시에, 해당 영구 자석이 해당 장애물과 부딪칠 우려가 있는 경우에는 이 충돌을 회피하도록 해당 구동 기구를 제어하도록 구성하여도 무방하다.

이러한 구성에 의해, 이동체가 복수의 흡착 기구에 각각 구비된 영구 자석과 자성체제의 벽면과의 사이에 작용하는 자력을 벽면 흡착력으로 하여, 벽면에 흡착하면서 해당 벽면상을 이동할 때에, 위치 센서에 의해 해당 영구 자석의 해당 벽면에 대한 이접 방향 위치가 검출되고, 흡착력 센서에 의해 해당 영구 자석의 해당 벽면에서의 흡착력이 검출되고, 장애물 센서에 의해 해당 벽면상에 존재하는 장애물의 해당 영구 자석에의 접근이 검출되고, 제어 장치가 이들의 위치 센서, 흡착력 센서, 장애물 센서로부터의 검출 정보에 기초하여, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 해당 이동체를 해당 벽면에 유지시킬 수 있는데 필요한 벽면 흡착력이 되도록 각 흡착 기구의 구동 기구를 제어한다.

그리고, 각 흡착 기구 중 소정의 흡착 기구에서 그 영구 자석이 해당 장애물과 부딪칠 우려가 있는 경우에는 이 흡착 기구의 구동 기구를 제어함에 의해 해당 영구 자석과 해당 장애물과의 충돌을 회피한다. 이러한 간섭 회피시에는 대상이 되는 흡착 기구의 영구 자석은 통상 해당 벽면으로부터 격리 조정되기 때문에 흡착력이 약해지게 되지만, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력이 되도록 다른 흡착 기구의 구동 기구가 제어되고, 전체로서는 필요한 벽면 흡착력이 확보되기 때문에, 해당 이동체는 해당 벽면에 확실하게 유지되게 된다.

따라서, 영구 자석의 장애물과의 충돌을 확실하게 회피하면서 이동체를 벽면에 확실하게 유지시켜, 벽면상을 이동시킬 수 있게 된다.

또한, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력이 되도록 하는 제어에 의해, 충돌 회피를 위해 벽면 흡착력이 과대하게 되는 것도 회피할 수 있기 때문에, 이동체가 예를 들면, 계단이나 돌기 등의 장애물을 뛰어넘는 경우에도 이동하는데 걸리는 부하가 경감되어 이동 기능이 향상되는 효과도 있다.

또한, 상기 각 흡착 기구의 영구 자석을 상기 이동체의 이동 방향에 대하여 전후에 위치가 어긋나도록 하여 배치하여, 상기 제어 장치가 상기 장애물 센서로부터의 검출 정보에 근거하여, 상기 복수의 흡착 기구 중 상기 영구 자석이 상기 장애물과 부딪칠 우려가 있는 흡착 기구에 관해서는 이 충돌을 회피하도록 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 해당 벽면에 대하여 후퇴 조정함과 동시에, 상기 복수의 흡착 기구 중 해당 영구 자석이 상기 장애물과 부딪칠 우려가 없는 흡착 기구에 관해서는 상기 각 흡착 기구에서의 해당 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 해당 벽면에 대하여 전진 조정하도록 구성하여도 좋다.

이러한 구성에 의해, 복수의 흡착 기구 중 소정의 것에서, 영구 자석이 장애물과 부딪칠 우려가 있는 경우, 제어 장치에서 제어된 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석이 벽면에 대하여 후퇴 조정되어 이러한 충돌이 회피된다. 이 후퇴 조정된 영구 자석에서는 벽면 흡착력이 감소하지만, 이 충돌 회피 제어와 동시에, 영구 자석이 상기 장애물과 부딪칠 우려가 없는 다른 흡착 기구가 존재하고, 이 흡착 기구에 대해서는 영구 자석의 벽면에 대한 전진 조정이 적절하게 행하여져 각 흡착 기구에서의 해당 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력에 달하도록 제어되기 때문에, 이동체는 해당 벽면에 확실하게 유지되게 된다.

이것에 의해, 영구 자석의 장애물과의 충돌을 확실하게 회피하면서 이동체를 벽면에 확실하게 유지시켜 벽면상을 이동시킬 수 있게 된다. 물론, 상술한 바와 같이, 벽면 흡착력이 과대하게 되는 것도 회피할 수 있어서 이동 기능이 향상되는 효과도 있다.

또한, 상기 장애물 센서를 상기 이동체의 바로 아래의 상기 벽면상에 검출 방향을 향하여 해당 검출 방향상의 대상물과의 거리를 검출함으로써 해당 벽면상에 존재하는 상기 장애물을 검출하도록 구성함과 동시에, 상기 각 영구 자석의 경우 상기 이동 방향 직전에 각각 설치된 전방부 장애물 센서를 구비하고, 상기 제어 장치가 상기 복수의 전방부 장애물 센서 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하면, 해당 전방부 장애물 센서에서 검출된 해당 장애물까지의 거리와 대응하는 영구 자석에 관해서 상기 위치 센서에서 검출된 상기 이접 방향 위치에 근거하여 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 전진 조정하도록 구성하여도 좋다.

이러한 구성에 의해, 장애물에 대하여도 단시간에 게다가 효율적으로 영구 자석의 위치 조정을 행할 수 있게 된다.

또한, 상기 제어 장치는 상기 복수의 전방부 장애물 센서 중 소정의 것이 상기 장애물의 존재를 검출하고, 해당 장애물이 대응하는 영구 자석과 부딪칠 우려가 있는 경우에는 해당 충돌을 회피할 수 있는 양만큼 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 후퇴 조정하도록 구성하여도 좋다.

이러한 구성에 의해, 단시간에 게다가 효율적으로 확실하게 영구 자석의 장애물의 충돌 제어를 수행할 수 있는 이점이 얻어진다.

또한, 상기 영구 자석의 충돌을 회피하기 위한 후퇴 조정량은 해당 영구 자석에 관해서 상기 위치 센서에서 검출되는 상기 이접 방향 위치가 상기 전방부 장애물 센서에서 검출된 상기 장애물까지의 거리보다도 소정 거리만큼 크게 되도록 설정되는 것이 바람직하다.

이러한 구성에 의해, 확실하게 영구 자석의 장애물의 충돌 제어를 행하는 것이 가능하다.

또한, 상기 복수의 전방부 장애물 센서 중 소정의 것이 상기 장애물의 존재를 검출하고, 해당 장애물이 대응하는 영구 자석으로부터 격리하는 홀 모양 장애물의 경우에는 상기 제어 장치가 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 전진 조정하는 것으로 상기 필요한 벽면 흡착력을 확보하도록 구성하여도 좋다.

이러한 구성에 의해, 장애물에 대하여도 단시간에 게다가 효율적으로 영구 자석의 위치 조정을 행할 수 있게 된다.

또한, 상기 장애물 센서가 상기 이동체의 바로 아래의 상기 벽면상에 검출 방향을 향하여 해당 검출 방향상의 대상물과의 거리를 검출함으로써 해당 벽면상에 존재하는 상기 장애물을 검출하도록 구성됨과 동시에, 상기 각 영구 자석에서의 상기 이동 방향 직후에 각각 설치된 후방부 장애물 센서를 구비하고, 상기 제어 장치는 상기 이동체의 후퇴시에, 상기 복수의 전방부 장애물 센서 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하면, 해당 후방부 장애물 센서에서 검출된 해당 장애물까지의 거리와, 대응하는 영구 자석에 관해서 상기 위치 센서에서 검출된 상기 이점 방향 위치에 근거하여 상기 구동 기구를 통하여 해당 영구 자석을 진퇴 조정하도록 구성하여도 좋다.

이러한 구성에 의해, 이동체의 후퇴시에 있어서 평면상에 장애물이 존재하여도 단시간에 게다가 효율적으로 영구 자석의 위치 조정을 하는 것이 가능하게 된다.

또한, 본 발명의 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법은 자성체제의 벽면상을 이동하는 이동체와, 해당 이동체에 구비된 흡착 기구를 구비하고, 상기 흡착 기구가 상기 이동체에 설치된 영구 자석과 해당 영구 자석을 상기 벽면에 대하여 이점하는 방향으로 진퇴시키는 구동 기구를 구비함과 동시에, 해당 영구 자석의 해당 벽면에 대한 이점 방향 위치를 검출하는 위치 센서와, 해당 영구 자석의 해당 벽면에서의 흡착력을 검출하는 흡착력 센서와, 해당 벽면상에 존재하는 장애물의 해당 영구 자석에의 접근을 검출하는 장애물 센서로 구비되고, 상기 흡착 기구가 복수 세트 설치된 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법에 있어서, 상기 장애물 센서의 어느 하나에 의해, 상기 벽면상에 존재하는 상기 장애물의 상기 영구 자석에의 접근이 검출되면, 장애물 센서에서 검출된 상기 장애물까지의 거리에 따라서, 상기 영구 자석 중 해당 장애물에 접근하는 영구 자석의 해당 장애물 바로 앞의 벽면까지의 적정 거리를 설정하고, 이 설정한 적정 거리에 따라서 상기 장애물에 접근하는 영구 자석의 구동 기구를 제어함과 동시에, 상기 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 해당 영구 자석 중 이외의 영구 자석의 구동 기구를 제어하는 것을 특징으로 하고 있다.

이러한 구성에 의해, 각 흡착 기구 중 소정의 흡착 기구에 있어서 그 영구 자석이 해당 장애물과 부딪힐 우려가 있는 경우에는 이 흡착 기구의 구동 기구를 제어함에 의해 해당 영구 자석과 해당 장애물과의 충돌을 회피하고, 이 충돌 회피시에는 대상이 되는 흡착 기구의 영구 자석은 통상 해당 벽면으로부터 거리 조정되기 때문에 흡착력이 약해지게 되지만, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력이 되도록 다른 흡착 기구의 구동 기구가 제어되고, 전체로서는 필요한 벽면 흡착력이 확보되고 있기 때문에, 해당 이동체는 해당 벽면에 확실하게 유지되게 된다.

따라서, 영구 자석의 장애물과의 충돌을 확실하게 회피하면서 이동체를 벽면에 확실하게 유지시켜 벽면상을 이동시킬 수 있게 된다.

또한, 각 영구 자석의 벽면 흡착력의 합계가 필요한 벽면 흡착력이 되도록 하는 제어에 의해, 충돌 회피를 위해 벽면 흡착력이 과대하게 되는 것도 회피할 수 있기 때문에, 이동체가 예를 들면, 계단이나 돌기 등의 장애물을 뛰어넘는 경우에도 이동하는데 걸리는 부하가 경감되어 이동 기능이 향상되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치를 나타내는 측면도.

도 2는 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치를 나타내는 평면도.

도 3은 부분적인 파단부가 도 2의 A-A 화살표 단면을 도시하는 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치를 나타내는 정면도.

도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법을 설명하는 도면으로써, 장애물(계단)을 뛰어넘을 때의 동작을 도 4a 내지 도 4e의 순서로 나타내는 개략도.

도 5a 내지 도 5e는 모두 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법을 설명하는 도면으로써, 장애물(돌기)을 뛰어넘을 때의 동작을 도 5a 내지 도 5e의 순서로 나타내는 개략도.

도 6은 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법의 효과를 설명하는 개략도.

도 7은 종래의 벽면 흡착식 이동장치를 나타내는 개략적인 측면도.

도 8는 종래의 벽면 흡착식 이동장치에 관한 과제를 설명하는 개략도.

도 9는 종래의 벽면 흡착식 이동장치에 관한 과제를 설명하는 개략도.

실시예

이하, 도면에 의해, 본 발명의 실시예에 관해서 설명한다.

도 1 내지 도 6은 본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치 및 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법에 관해서 나타내는 것이다.

도 1 내지 도 3에 도시하는 바와 같이, 본 벽면 흡착식 이동장치는 구조물의 표면(주행면(30))을 따라 주행할 수 있는 이동체(본체: 5)와, 본체(5)의 후방부에 각각 구동 기구(8a, 8b)를 통하여 설치된 한쌍의 후륜(7a, 7b)과 이 본체(5)의 전방부에 구동 기구(10)를 통하여 설치된 전륜(9)을 구비하고, 본체(5)에는 도시하지 않은 머니플레이터 등이 장착된다. 각 후륜(7a, 7b) 및 전륜(9)은 각각 구동 기구(8a, 8b, 10)를 축으로 하여 지지됨과 동시에, 각각 구동 기구(8a, 8b, 10)에 내장된 도시하지 않은 모터에 의해서 회

전 구동되어 본체(5)가 이동할 수 있도록 되어 있다.

이 중, 전륜(9)을 축으로서 지지하는 구동 기구(10)는 도 2, 도 3에 도시하는 바와 같이, 스티어링축(12)에 고정되어 있고, 이 스티어링축(12)은 베어링(11)을 통하여 본체(5)에 지지되어 있다. 또한, 스티어링축(12)의 외주에는 도 3에 도시하는 바와 같이, 톱니 바퀴(13)가 설치되고, 이 톱니 바퀴(13)는 본체(5)축으로 회전 가능하게 지지된 아이들 톱니 바퀴(14)를 통하여, 톱니 바퀴(15)와 맞물리고 있다. 톱니 바퀴(15)는 조타용(操舵用) 구동 기구(16)에 내장된 도시하지 않은 모터에 의해서 회전 구동되게 되어 있다. 따라서, 구동 기구(16)에 의해서, 각 톱니 바퀴(15, 14, 13)를 통하여 스티어링축(12)이 회전 구동되어 전륜(9)이 조타되도록 되어 있다.

그리고, 도 1에 도시하는 바와 같이, 본체(5)에는 또한, 복수(여기서는 2개)의 흡착 기구(40a, 40b)가 구비되어 있다. 각 흡착 기구(40a, 40b)에는 각각 본체(5)에 설치된 마그네트 구동 기구(1a, 1b)와, 이들의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)의 각 축(4a, 4b)의 하단부에 하향으로 설치된 마그네트(영구 자석: 2a, 2b)가 구비되어 있다.

각 마그네트 구동 기구(1a, 1b)의 축(4a, 4b)의 축심선은 모두 주행면(자성체제의 벽면: 30)에 대하여 수직의 방향으로 설정되어 있고, 각 흡착 기구(40a, 40b)는 이러한 각 마그네트 구동 기구(1a, 1b)의 축(4a, 4b)을 주행면(30)에 대하여 수직인 방향으로 진퇴 구동하는 것으로, 각 마그네트(2a, 2b)를 주행면(30)에 대하여 이접하는 방향으로 진퇴 조정할 수 있게 되어 있다.

그런데, 각 흡착 기구(40a, 40b) 중 흡착 기구(40a)는 본체의 전방부(전륜(9) 쪽)에, 흡착 기구(40b)는 본체의 후방부(후륜(7a, 7b)쪽)에 각각 배치되어 있다. 따라서, 각 흡착 기구(40a, 40b)에 구비된 마그네트(2a, 2b)는 본체(이동체: 5)의 이동 방향에 대하여 전후로 위치가 어긋나도록 하여 배치되어 있게 된다.

또한, 각 흡착 기구(40a, 40b)에는 또한, 각 마그네트(2a, 2b)의 주행면(30)에 대한 이접 방향 위치를 각각 검출하는 위치 센서(19a, 19b)와, 각 마그네트(2a, 2b)의 주행면(30)에의 흡착력을 각각 검출하는 흡착력 센서(힘 센서: 3a, 3b)와, 주행면(30)에 존재하는 계단이나 돌기 등의 장애물의 각 마그네트(2a, 2b)에의 접근을 검출하는 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)가 구비되어 있다.

각 센서 중, 위치 센서(19a, 19b)는 각 마그네트(2a, 2b)의 진퇴 스트로크를 검출하는 스트로크 센서로 구성되어 있다.

또한, 힘 센서(3a, 3b)는 예를 들면, 변형 게이지를 구비한 원반으로 이루어지고, 각 축(4a, 4b)의 선단부와 각 마그네트(2a, 2b)와의 사이에 개입 장착되고, 마그네트(2a, 2b)에 의해 발생하는 자력(흡착력)이 크게될수록 각 마그네트(2a, 2b)가 각 축(4a, 4b)에서 격리하고자 하는 힘에 따른 변형, 반대로 말하면, 마그네트(2a, 2b)에 의해 발생하는 자력(흡착력)이 작게될수록 각 마그네트(2a, 2b)와 각 축(4a, 4b)과의 사이에서 감소하는 인장력에 따른 변형을 측정함으로써, 각 마그네트(2a, 2b)의 흡착력(벽면 흡착력)을 검출하게 되어 있다. 따라서, 예를 들면, 각 마그네트(2a, 2b)가 각 축(4a, 4b)에서 격리되도록 하는 힘에 따른 변형을 측정하는 경우, 변형이 클수록 흡착력(벽면 흡착력)도 커진다.

또한, 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)는 각 마그네트(2a, 2b)의 직전에 배치된 전방부 장애물 센서(17a, 18a)와, 각 마그네트(2a, 2b)의 직후에 배치된 후방부 장애물 센서(17b, 18b)로 분류할 수 있다. 그리고, 어느쪽의 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)도 검출 방향상에 존재하는 물체(대상물)까지의 거리를 검출하는 거리 센서로 구성되고, 각 센서의 (17a, 17b, 18a, 18b)의 검출 방향은 본체(5)의 하방의 주행면(30)상(통상은 주행면(3)에 대하여 수직인 방향)으로 향하도록 설정되어 있다. 또한, 전방부의 마그네트(2a)에 관여하는 후방부 장애물 센서(17b) 및 후방부의 마그네트(2b)에 관여하는 전방부 장애물 센서(18a)는 본체(5)의 전후 방향의 대략 중앙에 위치하고 있다.

따라서, 각 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)에서 검출된 대상물까지의 거리가 주행면(30)까지의 거리에 상당하는 크기인 경우에는 주행면(30)상에 계단이나 돌기라는 장애물은 없는 것으로 판정할 수 있고, 또한, 검출된 대상물까지의 거리가 주행면(30)까지의 거리에 상당하는 크기보다도 작은 경우에는 주행면(30)상에 오름 계단이나 내림 계단 또는 돌기라는 장애물이 있는 것으로 판정할 수 있다. 또한, 검출된 대상물까지의 거리가 주행면(30)까지의 거리에 상당하는 크기 보다도 큰 경우에는 주행면(30)상에 내림 계단이나 오름 계단 또는 홈 등이 있는 것으로 판정하는 것도 가능하다.

이러한 위치 센서(19a, 19b), 힘 센서(3a, 3b), 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)에 의한 검출 결과는 제어 장치(전송(電送) 장치: 20)에 송신되게 되어 있고, 제어 장치(20)에서는 이들의 위치 센서(19a, 19b), 힘 센서(3a, 3b), 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)에 의한 검출 정보에 근거하여, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 개별적으로 제어하도록 되어 있다.

여기서, 본 벽면 흡착식 이동장치의 특징으로 하는 제어 장치(20)에 의한 제어 내용에 관해서 설명한다.

이 제어 장치(20)에서는 힘 센서(3a, 3b)에서 검출된 각 흡착 기구(40a, 40b)에서의 흡착력(벽면 흡착력)의 합계가 항상 필요한 벽면 흡착력이 되도록 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 각 마그네트(2a, 2b)를 주행면(30)에 대하여 이접하는 방향으로 진퇴 조정하게 되어 있다.

또한, 필요한 벽면 흡착력이란 자성체제의 벽면인 주행면(30)과 마그네트(2a, 2b)의 사이에 생기는 자력에 의한 흡착력으로, 본 벽면 흡착식 이동장치를 주행면(30)상에 확실하게 유지시킬 수 있는 만큼의 크기의 힘으로서 설정된다.

또한, 제어 장치(20)에서는 어느 하나의 장애물 센서(17a, 17b, 18a, 18b)가 계단이나 돌기 등의 장애물의 존재를 검출하면, 이 장애물의 존재를 검출한 장애물 센서에서 검출된 장애물까지의 거리와, 이 장애물을 검출한 장애물 센서의 직후의 마그네트(2a 또는 2b)의 위치 센서(19a 또는 19b)로부터의 위치 정보에 근거하여, 관여하는 마그네트(2a 또는 2b)가 이 장애물에 부딪치지 않도록 마그네트 구동 기구(1a 또는 1b)를 통하여, 마그네트(2a 또는 2b)를 주행면(30)에 대하여 격리하는 방향으로 후퇴 조정한다.

또한, 이 때의 후퇴 조정과 동시에, 제어 장치(20)에서는 후퇴 조정된 마그네트(2a 또는 2b)의 벽면 흡착

력이 저하하기 때문에, 기타의 마그네트, 즉, 장애물과 부딪치지 않는 마그네트(2b 또는 2a)에 대하여는 마그네트 구동 기구(1b 또는 1a)를 통하여 마그네트(2b 또는 2a)를 주행면(30)에 대하여 접근하는 방향으로 전진 조정하고, 각 흡착 기구(40a, 40b)에서의 흡착력(벽면 흡착력)의 합계가 항상, 필요한 벽면 흡착력으로 되도록 제어하게 되어 있다.

본 발명의 일실시예로서의 벽면 흡착식 이동장치는 상술한 바와 같이 구성되어 있기 때문에, 각 흡착 기구(40a, 40b)를 통하여 발휘되는 벽면 흡착력에 의해서, 장치가 이동하는 구조물의 면이 연직 하방이 아니더라도, 즉, 예를 들면, 연직면에 대하여도 그 이동을 행할 수 있다.

그리고, 본 장치의 동작(본 실시예에 관계되는 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법)에 관해서 설명하면, 본 장치가 계단이나 돌기 등의 장애물을 뛰어넘는 경우에는 다음과 같이 동작한다.

예를 들면, 본 장치가 연직 방향으로 향한 주행면(연직면: 30)을 이동(주행)하는 경우에, 주행면(30)상에 존재하는 계단(오름 계단: 31)을 뛰어넘는 경우에는 도 4a 내지 도 4e에 도시하는 바와 같이, 제어 장치(20)에 의해 각 마그네트(2a, 2b)가 위치 조정된다.

즉, 우선 도 4a에 도시하는 바와 같이, 장치가 계단(31)에 다다르기까지는 평탄한 주행면(30)에 대하여, 각 마그네트(2a, 2b)가 대략 등거리(h_0)로 격리하도록 제어 장치(20)가 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 마그네트(2a, 2b)의 위치를 조정하고, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력(F_1, F_2)의 합계($FS=(F_1+F_2)$)가 필요한 벽면 흡착력(F)이 되도록 제어한다.

그리고, 장치가 계단(31)에 다다르면, 우선, 전륜이 이 계단(31)을 올라가고, 장치의 진행에 의해서, 전방측의 마그네트(2a)가 이 계단(31)에 가까이 가면, 도 4b에 도시하는 바와 같이, 전방측의 마그네트(2a)의 직전에 배치된 전방부 장애물 센서(17a)가 이 계단(31)에 반응한다.

즉, 전방부 장애물 센서(17a)에서 검출된 주행면(30)측까지의 거리가 그것까지보다도 짧게됨으로써, 제어 장치(20)에서는 주행면(30) 보다도 가까운 거리에 있는 무엇인가(장애물)가 어떤 것이라고 판정할 수 있다.

제어 장치(20)에서는 이 판정과 동시에, 이 전방부 장애물 센서(17a)에서 검출된 장애물까지의 거리로부터 장애물(여기서는 계단: 31)의 높이(H)를 연산함과 동시에, 위치 센서(19a)에서 검출된 마그네트(2a)의 현재 위치(주행면: 30)와의 거리(h_0) 이 장애물(계단: 31)의 높이(H)에 틈새 여유 길이(δh)를 가산한 거리($=H+\delta h$)를 비교한다. 이 거리($=H+\delta h$)는 장애물 앞에서의 마그네트의 주행면(벽면: 30)으로부터의 적정 거리에 상당한다.

그리고, 마그네트(2a)의 현재 위치(주행면(30)과의 거리; h_0)가 적정 거리($H+\delta h$)보다도 작으면, 제어 장치(20)는 마그네트(2a)의 위치가 주행면(30)으로부터 적정거리($H+\delta h$)만큼 격리하도록 마그네트 구동 기구(1a)를 통하여 전방측의 마그네트(2a)를 후퇴 조정한다.

이 마그네트(2a)의 후퇴 조정에 의해서, 흡착 기구(40a)의 흡착력이 감소하기 때문에, 제어 장치(20)에서는 이 마그네트(2a)의 후퇴 조정과 함께, 이 흡착 기구(40a)의 흡착력 감소량 α 분만큼 마그네트(2b)를 전진 조정함으로써, 흡착 기구(40b)의 흡착력을 증가시킨다. 이것에 의해, 흡착 기구(40a)의 흡착력은 F_1 으로부터 ($F_1-\alpha$)로 되고, 흡착 기구(40b)의 흡착력은 F_2 로부터 ($F_2+\alpha$)가 되어 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)은 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력(F))= F_1+F_2)를 유지한다.

$$FS=(F_1-\alpha)+(F_2+\alpha)=F_1+F_2$$

그리고, 또한, 장치가 전진하여 전방측의 마그네트(2a)가 이 계단(31)을 넘어서 높은 계단측의 주행면(32)상에 다다르고, 전방측의 마그네트(2a)가 이 높은 계단측의 주행면(32)과의 사이에서 자력(흡착력)을 발생하게 되면 전방측의 마그네트(2a)에서의 흡착력이 커지기 때문에, 도 4c에 도시하는 바와 같이, 다시, 각 주행면(30, 32)에 대하여, 각 마그네트(2a, 2b)가 대략 등거리(h_0)에 격리하도록 제어 장치(20)가 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 마그네트(2a, 2b)의 위치를 조정하고, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력은 F_1, F_2 라는 점에서 이들의 흡착력(F_1, F_2)의 합계($FS=(F_1+F_2)$)가 필요한 벽면 흡착력(F)이 되도록 제어한다.

그리고, 장치가 또한 전진하여 후방측의 마그네트(2b)가 이 계단(31)에 가까이 가면, 도 4d에 도시하는 바와 같이, 후방측의 마그네트(2b)의 직전에 배치된 전방부 장애물 센서(18a)가 이 계단(31)에 반응한다.

즉, 전방부 장애물 센서(18a)에서 검출된 주행면(30)측까지의 거리가 그것까지보다도 짧게됨으로써, 제어 장치(20)에서는 후방측의 마그네트(2b)가 계단(31)에 접근한 것으로 판정할 수 있다.

제어 장치(20)에서는 이 판정과 동시에, 그 후방부 장애물 센서(18a)에서 검출된 장애물까지의 거리로부터 장애물(여기서는 계단: 31)의 높이(H)를 연산함과 동시에, 위치 센서(19b)에서 검출된 마그네트(2b)의 현재 위치(주행면(30)과의 거리; h_0)와 이 계단(31)의 높이(H)에 틈새 여유 길이(δh)를 가산한 적정 거리($=H+\delta h$)를 비교하고, 마그네트(2b)의 현재 위치(주행면(30)과의 거리; h_0)가 적정 거리($H+\delta h$)보다도 작으면, 제어 장치(20)는 마그네트(2b)의 위치가 주행면(30)으로부터 적정거리($H+\delta h$)만큼 격리하도록 마그네트 구동 기구(1b)를 통하여 전방측의 마그네트(2b)를 후퇴 조정한다.

이 마그네트(2b)의 후퇴 조정에 의해서, 흡착 기구(40b)의 흡착력이 감소하기 때문에, 제어 장치(20)에서는 이 마그네트(2b)의 후퇴 조정과 함께, 이 흡착 기구(40b)의 흡착력 감소량 α 분만큼, 마그네트(2a)를 전진 조정함으로써, 흡착 기구(40a)의 흡착력을 증가시킨다. 이것에 의해, 흡착 기구(40a)의 흡착력은 F_1

으로부터 $(F_1 + \alpha)$ 로 되고, 흡착 기구(40b)의 흡착력은 F_2 로부터 $(F_2 - \alpha)$ 가 되고, 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)는 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력($F = F_1 + F_2$))를 유지한다.

$$FS = (F_1 + \alpha) + (F_2 - \alpha) = F_1 + F_2$$

그리고, 또한, 장치가 전진하여, 후방측의 마그네트(2b)가 이 계단(31)를 넘어서 높은 계단측의 주행면(32)상에 다다르고, 후방측의 마그네트(2b)가 이 높은 계단측의 주행면(32)과의 사이에서 자력(흡착력)을 발생하게 되면 후방측의 마그네트(2b)에서의 흡착력이 커지기 때문에, 도 4e에 도시하는 바와 같이, 다시, 각 주행면(30, 32)에 대하여, 각 마그네트(2a, 2b)가 대략 등거리(h_0)로 격리하도록 제어 장치(20)가 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 마그네트(2a, 2b)의 위치를 조정하고, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력은 F_1, F_2 라 하는 점에서, 이들의 흡착력(F_1, F_2)의 합계 $FS = F_1 + F_2$ 가 필요한 벽면 흡착력(F)이 되도록 제어한다.

이렇게 하여, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력(F_1, F_2)의 합계(FS)가 항상 필요한 벽면 흡착력($F = F_1 + F_2$)이 되도록 제어함으로써, 장치를 주행면(30 내지 32)에 확실하게 접지시키면서, 마그네트(2a, 2b)의 충돌을 초래하는 일없이 계단(31)를 뛰어넘게 할 수 있고, 벽면 흡착식 이동장치로서의 이동 성능 향상에 기여한다.

또한, 주행면(30)상에 존재하는 내림 계단을 뛰어넘는 경우에는 도시하지 않았지만, 전방부 장애물 센서(17a, 18a)가 검출된 주행면(30)측까지의 거리가 그것보다도 길게 되는 것으로, 제어 장치(20)로서는 마그네트(2a, 2b)가 내림 계단에 접근한 것으로 판정할 수 있고, 이 경우에도, 상술의 오름 계단의 경우와 같이, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력의 합계(FS)가 항상 필요한 벽면 흡착력($F = F_1 + F_2$)이 되도록 제어함으로써, 장치를 주행면(30 내지 32)에 확실하게 접지시키면서, 마그네트(2a, 2b)의 충돌을 초래하는 일없이 내림 계단을 뛰어넘을 수 있다.

한편, 예를 들면, 본 장치가 연직 방향으로 향한 주행면(연직면: 30)을 이동(주행)할 때에, 주행면(30)상에 존재하는 돌기(33)를 뛰어넘는 경우에는 도 5a 내지 도 5e에 도시하는 바와 같이, 제어 장치(20)에 의해 각 마그네트(2a, 2b)가 위치 조정된다.

즉, 장치가 돌기(33)에 다다르고, 전륜이 돌기(33)를 뛰어넘고, 전방측의 마그네트(2a)가 이 돌기(33)에 가까이 가면, 우선, 도 5a에 도시하는 바와 같이, 전방측의 마그네트(2a)의 직전에 배치된 전방부 장애물 센서(17a)가 이 계단(돌기: 33)에 반응한다.

즉, 전방부 장애물 센서(17a)에서 검출된 주행면(30)측까지의 거리가 그것까지 보다도 짧게됨으로써, 제어 장치(20)에서는 주행면(30)보다도 가까운 거리에 있는 무엇인가(장애물)가 어떤 것이라고 판정할 수 있다.

제어 장치(20)에서는 이 판정과 동시에, 이 전방부 장애물 센서(17a)에서 검출된 장애물까지의 거리로부터 장애물(여기서는 돌기(33))의 높이(H)를 연산함과 동시에, 위치 센서(19a)에서 검출된 마그네트(2a)의 현재 위치(주행면(30)와의 거리(h_0))와 이 장애물(돌기(33))의 높이(H)에 틈새 여유 길이(δH)를 가산한 적정 거리($= h + \delta h$)를 비교한다.

그리고, 마그네트(2a)의 현재 위치(주행면(30)과의 거리; h_0)가 적정 거리($H + \delta h$)보다도 작으면, 제어 장치(20)는 마그네트(2a)의 위치가 주행면(30)으로부터 적정 거리($H + \delta h$)만큼 격리하도록 마그네트 구동 기구(1a)를 통하여 전방측의 마그네트(2a)를 후퇴 조정한다.

이 마그네트(2a)의 후퇴 조정에 의해서, 흡착 기구(40a)의 흡착력이 감소하기 때문에, 제어 장치(20)에서는 이 마그네트(2a)의 후퇴 조정과 함께, 이 흡착 기구(40a)의 흡착력 감소량 α 분만큼, 마그네트(2b)를 전진 조정함으로써, 흡착 기구(40b)의 흡착력을 증가시킨다. 이것에 의해, 흡착 기구(40a)의 흡착력은 F_1 으로부터 $(F_1 - \alpha)$ 로 되고, 흡착 기구(40b)의 흡착력은 F_2 로부터 $(F_2 + \alpha)$ 가 되어 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)는 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력($F = F_1 + F_2$))를 유지한다.

$$FS = (F_1 - \alpha) + (F_2 + \alpha) = F_1 + F_2$$

그리고, 또한, 장치가 전진하여, 도 5b에 도시하는 바와 같이, 전방측의 마그네트(2a)가 이 돌기(33)상에 위치하고, 전방측의 마그네트(2a)가 이 돌기(33)와의 사이에서 자력(흡착력)을 발생하게 되면, 이번은 전방측의 마그네트(2a)에서의 흡착력이 커지지만, 돌기(33)의 면적이 작은 경우에는 마그네트(2a)가 돌기(33)에 근접하여도 충분한 흡착력(예를 들면, F_1)이 얻어지지 않으며, 예를 들면, 부족한 흡착력을 β 로 하면($F_1 - \beta$)의 흡착력밖에 얻어지지 않는다.

그래서, 후방부의 흡착 기구(40b)에서 이 부족을 보충하도록 제어 장치(20)에서는 마그네트(2b)를 전진 조정함으로써, 이 흡착 기구(40a)의 흡착력 감소량 β 분만큼 흡착 기구(40b)의 흡착력을 증가시킴에 의해, 흡착 기구(40a)의 흡착력이 $(F_1 - \beta)$ 가 되는데 대하여, 흡착 기구(40b)의 흡착력은 $(F_2 + \beta)$ 가 되어 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)는 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력($F = F_1 + F_2$))를 유지한다.

$$FS=(F_1-\beta)+(F_2+\beta)=F_1+F_2$$

그리고, 장치가 또한 전진하여 후방측의 마그네트(2b)가 이 돌기(33)에 가까이 가면, 도 5c에 도시하는 바와 같이, 후방측의 마그네트(2b)의 직전에 배치된 전방부 장애물 센서(18a)가 이 돌기(33)에 반응한다.

즉, 전방부 장애물 센서(18a)에서 검출된 주행면(30)측까지의 거리가 그것까지 보다도 짧게됨으로써, 제어 장치(20)에서는 후방측의 마그네트(2b)가 돌기(33)에 접근한 것으로 판정할 수 있다.

제어 장치(20)에서는 이 판정과 동시에, 이 후방부 장애물 센서(18a)에서 검출된 장애물까지의 거리로부터 장애물(여기서는 돌기(33))의 높이(H)를 연산함과 동시에, 위치 센서(19b)에서 검출된 마그네트(2b)의 현재 위치(주행면(30)와의 거리(h_0))과 이 돌기(33)의 높이(H)에 틈새 여유 길이(δH)를 가산한 적정 거리($=h+\delta h$)를 비교하고, 마그네트(2b)의 현재 위치(주행면(30)과의 거리(h_0))가 적정 거리($H+\delta h$) 보다도 작으면, 제어 장치(20)는 마그네트(2b)의 위치가 주행면(30)으로부터 적정 거리($H+\delta h$)만큼 격리하도록 마그네트 구동 기구(1b)를 통하여 전방측의 마그네트(2b)를 후퇴 조정한다.

이 마그네트(2b)의 후퇴 조정에 의해서, 흡착 기구(40b)의 흡착력이 감소하기 때문에, 제어 장치(20)에서는 이 마그네트(2b)의 후퇴 조정과 함께, 이 흡착 기구(40b)의 흡착력 감소량 α 분만큼, 마그네트(2a)를 전진 조정함으로써, 흡착 기구(40a)의 흡착력을 증가시킨다. 이것에 의해, 흡착 기구(40a)의 흡착력은 F_1 으로부터 ($F_1+\alpha$)로 되고, 흡착 기구(40b)의 흡착력은 F_2 로부터 ($F_2-\alpha$)가 되어 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)는 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$))를 유지한다.

$$FS=(F_1+\alpha)+(F_2-\alpha)=F_1+F_2$$

그리고, 또한, 장치가 전진하여, 도 5d에 도시하는 바와 같이, 후방측의 마그네트(2b)가 이 돌기(33)상에 위치하고, 후방측의 마그네트(2b)가 이 돌기(33)와의 사이에서 자력(흡착력)을 발생하게 되면, 후방측의 마그네트(2b)에서의 흡착력이 커지지만, 돌기(33)의 면적이 작은 경우에는 마그네트(2b)가 돌기(33)에 가까워도 충분한 흡착력(예를 들면, F_2)이 얻어지지 않고서, 예를 들면, 부족한 흡착력을 β 로 하면 ($F_2-\beta$)의 흡착력 밖에 얻어지지 않는다.

그래서, 후방부의 흡착 기구(40a)에서 이 부족을 보충하도록 제어 장치(20)에서는 이 흡착 기구(40b)의 흡착력 감소량 β 분만큼, 마그네트(2a)를 전진 조정함으로써, 흡착 기구(40a)의 흡착력을 증가시킨다. 이것에 의해, 흡착 기구(40b)의 흡착력이 ($F_2-\beta$)가 되는데 대하여, 흡착 기구(40a)의 흡착력은 ($F_1+\beta$)가 되어 양흡착 기구(40a, 40b)의 합계 흡착력(FS)는 다음식과 같이, 역시 일정치(필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$))를 유지한다.

$$FS=(F_1+\beta)+(F_2-\beta)=F_1+F_2$$

후방측의 마그네트(2b)가 이 돌기(33)를 넘으면, 후방측의 마그네트(2b)가 주행면(30)과의 사이에서 자력(흡착력)을 발생하게 되고, 이 후방측의 마그네트(2b)에서의 흡착력이 커지기 때문에, 도 5e에 도시하는 바와 같이, 다시, 주행면(30)에 대하여, 각 마그네트(2a, 2b)가 대략 등거리(h_0)로 격리하도록 제어 장치(20)가 각 흡착 기구(40a, 40b)의 마그네트 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 마그네트(2a, 2b)의 위치를 조정하고, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력의 합계(FS)가 필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$)이 되도록 제어한다.

이렇게 하여, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력의 합계(FS)가 항상 필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$)이 되도록 제어함으로써, 장치를 주행면(30)에 확실하게 접지시키면서, 마그네트(2a, 2b)의 충돌을 초래하는 일없이 돌기(33)를 뛰어넘게 할 수 있어 벽면 흡착식 이동장치로서의 이동 성능 향상에 기여한다.

또한, 주행면(30)상에 존재하는 하방향을 뛰어넘는 경우에는 도시하지 않았지만, 전방부 장애물 센서(17a, 18a)가 검출한 주행면(30)측까지의 거리가 그때까지 보다도 길게됨으로써, 제어 장치(20)에서는 마그네트(2a, 2b)가 홈에 접근한 것으로 판정할 수 있고, 이 경우에도, 상술의 돌기의 경우와 같이, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력의 합계(FS)가 항상 필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$)이 되도록 제어함으로써, 장치를 과잉의 벽면 흡착력이 되는 일없이 주행면(30)에 확실하게 접지시키면서, 홈을 통과할 수 있다.

즉, 흡착 기구(40a 또는 40b)가 홈상에 위치하면, 흡착력(F_1 또는 F_2)이 감소하지만, 이것에 대하여는 예를 들면, 홈상에 위치한 흡착 기구(40a 또는 40b)를 하방으로 전진시켜 흡착력(F_1 또는 F_2)의 감소를 회피하거나, 홈상에 위치하지 않은 다른 흡착 기구(40b 또는 40a)만을 하방으로 전진시키거나, 홈상에 위치한 흡착 기구(40a 또는 40b)와, 홈상에 위치하지 않은 다른 흡착 기구(40b 또는 40a)를 함께 하방으로 전진시키거나 하여, 흡착력의 합계(FS)가 항상 과잉이 아닌 필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$)이 되도록 할 수 있다.

또한, 본 벽면 흡착식 이동장치가 후퇴하는 경우에는 전방부 장애물 센서(17a, 18a)에 대신하여 후방부 장애물 센서(17b, 18b)에서의 검출 정보에 근거하여, 상술한 바와 같은 방법으로 흡착 기구(40a 또는 40b)의 제어를 행함으로써, 마그네트(2a, 2b)의 충돌을 초래하는 일없이 장애물을 뛰어넘거나 통과하거나

할 수 있다.

그런데, 이와 같이, 계단(31)이나 돌기(33) 등의 장애물을 뛰어넘는 때에, 각 흡착 기구(40a, 40b)의 흡착력의 합계(Fs)가 항상 필요한 벽면 흡착력($F=F_1+F_2$)이 되기 때문에, 벽면 흡착력(F)가 과대하게 되는 일이 없어 이러한 점에서도, 장치의 이동 성능 향상에 기여한다.

즉, 예를 들면, 도 6에 도시하는 바와 같이, 차륜에 가해지는 하중을 W, 차륜을 미는 힘(구동력)을 Q, 전륜(9) 또는 후륜(7a, 7b)의 차륜 직경을 D, 계단(31)의 높이를 s, 계단(31)에 차륜이 접촉하였을 때에 차륜이 계단(31)을 뛰어넘을 때의 계단(31)의 각도를 θ , 차륜의 접지 중심선과 계단(31)과의 접촉점과의 수평 거리를 L로 할 때, 다음식을 만족시키면, 계단(31)을 뛰어넘는 것이 가능하게 된다.

$$Q > W \cdot \tan\theta = W \cdot [2(s/L) / 1 - (s/L)^2] \approx W \cdot 2(s/L)$$

본 장치에서는 벽면 흡착력(F)이 과대하게 되지 않기 때문에, 상기 식의 하중(W)를 절감하는 것이 가능하게 되고, 하중(W)이 작게 되면, θ 를 크게할 수 있고, 또한 바꾸어 말하면, 뛰어넘기 가능한 계단(31)의 높이(s)를 크게할 수 있기 때문에, 장치의 이동 성능 향상에 기여하는 것이다.

또한, 본 발명은 상술의 실시예에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 취지를 벗어나지 않는 범위에서 여러 가지로 변형하여 실시할 수 있다.

예를 들면, 본 실시예에서는 흡착 기구를 전후로 2세트 구비하고 있지만, 이것은 2세트에 한하는 것이 아니라, 흡착 기구를 3세트 이상 설치하여도 좋다. 이 경우에도 어느 하나의 흡착 기구는 다른 흡착 기구보다도 전방 또는 후방에 설치하고, 각 흡착 기구의 영구 자석이, 상기 이동체의 이동 방향에 대하여 전후에 위치가 어긋나도록 하여 배치하는 것으로, 어느 하나의 영구 자석이 계단이나 돌기 등의 장애물과의 충돌을 피하기 위해서 후퇴하여도 다른 영구 자석 중에 항상 계단이나 돌기 등의 장애물과 부딪치지 않는 것이 존재하고, 이 영구 자석을 전진 조정하는 것으로, 항상 필요한 벽면 흡착력(F)이 되도록 제어하는 것이 가능하게 되어 상술한 것같은 효과를 확실하게 얻을 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 위치 센서와 흡착력 센서(힘 센서)와 장애물 센서의 3종류의 센서의 각 검출 정보에 근거하여, 마그네트(영구 자석)의 진퇴 위치 제어를 행하고 있지만, 이들 3종류의 센서 중 일부의 센서만을 장착하여, 마그네트(영구 자석)의 진퇴 위치 제어를 행하는 것도 생각할 수 있다.

즉, 흡착력 센서에서 검출되는 흡착력은 영구 자석과 자성체제의 벽면(장애물을 포함한다)의 거리에 대응하기 때문에, 이 흡착력 센서의 검출 정보로부터, 영구 자석과 자성체제의 벽면(장애물을 포함한다)과의 거리를 산출하는 것도 가능하다. 즉, 흡착력 센서를 위치 센서로서 겸용하는 것도 가능하다.

또한, 본 이동장치가 계단이나 돌기 등의 벽면상의 장애물을 뛰어넘을 때에는 흡착력 센서의 검출 정보가 급변하기 때문에, 영구 자석과 부딪칠 우려가 있는 계단이나 돌기 등의 장애물이 존재하는 것을 검지하는 것도 가능하다. 즉, 흡착력 센서를 장애물 센서로서 겸용하는 것도 가능하다.

따라서, 흡착력 센서의 검출 정보에만 근거하여, 영구 자석의 진퇴 위치 제어를 행하는 것도 가능하다고 생각된다. 물론, 흡착력 센서에서는 장애물의 존재를 예측할 수 있지만, 장애물 센서와 같이 영구 자석과 장애물과의 거리를 영구 자석이 장애물과 간섭하기 전에 미리 확실하게 검출하는 것은 곤란하기 때문에, 본 실시예같은 정밀도 좋은 영구 자석의 위치 제어는 곤란하다. 보다 적절한 제어를 위해서는 흡착력 센서만으로 되지 않고 위치 센서와 장애물 센서를 구비하고, 이들의 각 검출 정보에 기초하여 영구 자석의 위치 제어를 행하는 것이 바람직하다.

산업상이용가능성

본 발명의 벽면 흡착식 이동장치는 벽면(주행면)상에 장애물 등이 존재하여도, 항상 필요한 벽면 흡착력(F)에 의해 장치를 벽면상에 확실하게 접지시키면서 영구 자석이 이 장애물과 부딪치지 않도록 하여 주행하는 것이 가능하고, 장치의 이동 성능을 향상시킬 수 있고, 더구나, 벽면 흡착력(F)이 과대하게 되지 않기 때문에, 보다 높은 계단을 뛰어넘을 수 있도록 하는 것이 가능하므로, 이러한 점에서도, 장치의 이동 성능을 향상시키는 것이 가능하다. 본 장치를 대형 철 구조물 등의 자성체로 형성된 구조물의 보수 점검 등에 사용함으로써 보수 점검 등을 용이하고 또한 신속하게 행할 수 있게 되므로 대단히 유용하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

자성체로 제조된 벽면(30)상을 이동하는 이동체(5)와, 해당 이동체(5)에 구비된 흡착 기구(40a, 40b)와, 해당 흡착 기구(40a, 40b)를 제어하는 제어 장치(20)를 구비한 벽면 흡착식 이동장치에 있어서,

상기 흡착 기구(40a, 40b)가 복수 세트 설치되고, 해당 이동체(5)에 설치된 영구 자석(2a, 2b)과 해당 영구 자석(2a, 2b)을 해당 벽면(30)에 대하여 이접(離接)하는 방향으로 진퇴시키는 구동 기구(1a, 1b)와, 해당 영구 자석(2a, 2b)의 해당 벽면(30)에 대한 흡착력을 검출하는 흡착력 센서(3a, 3b)를 구비하고,

상기 제어 장치(20)가 상기 흡착력 센서(3a, 3b)로부터 검출된 정보에 기초하여 각 흡착 기구(40a, 40b)에서의 해당 영구 자석(2a, 2b)의 벽면 흡착력의 합계에 의해 해당 이동체(5)를 해당 벽면(30)에 유지시키기 위해 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 각 흡착 기구(40a, 40b)의 해당 구동 기구(1a, 1b)를 제어하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 흡착 기구(40a, 40b)가 상기 영구 자석(2a, 2b)과, 상기 구동 기구(1a, 1b)와,

상기 흡착력 센서(3a, 3b)와 함께 해당 영구 자석(2a, 2b)의 상기 벽면(30)에 대한 이접 방향 위치를 검출하는 위치 센서(19a, 19b)와, 해당 벽면(30)상에 존재하는 장애물이 해당 영구 자석(2a, 2b)으로 접근하는 것을 검출하는 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)를 구비하여 구성되고,

상기 제어 장치(20)가 상기 위치 센서(19a, 19b), 흡착력 센서(3a, 3b), 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)로부터 검출된 정보에 근거하여, 각 흡착 기구(40a, 40b)에서의 해당 영구 자석(2a, 2b)의 벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하는 위치가 되도록 해당 구동 기구(1a, 1b)를 제어함과 동시에, 해당 영구 자석(2a, 2b)이 해당 장애물과 부딪칠 우려가 있는 경우에는 이 충돌을 회피하기 위해 해당 구동 기구(1a, 1b)를 제어하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 각각의 흡착 기구(40a, 40b)의 영구 자석(2a, 2b)이 상기 이동체(5)의 이동 방향에 대하여 전후로 위치가 어긋나게 하도록 배치되고,

상기 제어 장치(20)가 상기 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)로부터 검출된 정보에 근거하여, 상기 복수의 흡착 기구(40a, 40b) 중 상기 영구 자석(2a 또는 2b)이 상기 장애물과 부딪칠 우려가 있는 흡착 기구(40a 또는 40b)에 대해서 이 충돌을 회피하도록 상기 구동 기구(1a 또는 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a 또는 2b)을 해당 벽면(30)에 대하여 후퇴 조정하고,

그와 동시에, 상기 복수의 흡착 기구(40a, 40b) 중 해당 영구 자석(2b 또는 2a)이 상기 장애물과 부딪칠 우려가 없는 흡착 기구(40b 또는 40a)에 대해서는 상기 각 흡착 기구(40a, 40b)에서의 해당 영구 자석(2a, 2b)의 벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 상기 구동 기구(1a 또는 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a, 2b)을 해당 벽면(30)에 대하여 전진 조정하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)가 상기 이동체(5)의 바로 아래의 상기 벽면(30)상에서 검출 방향을 향하여 해당 검출 방향상의 대상물과의 거리를 검출함으로써 해당 벽면(30)상에 존재하는 상기 장애물을 검출하도록 구성됨과 동시에, 상기 각 영구 자석(2a, 2b)의 경우에는 상기 이동 방향 직전에 각각 설치된 전방부 장애물 센서(17a, 18a)를 구비하고,

상기 제어 장치(20)가 상기 복수의 전방부 장애물 센서(17a, 18a) 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하면, 해당 전방부 장애물 센서(17a, 18a)에서 검출된 해당 장애물까지의 거리와, 대응하는 영구 자석(2a, 2b)에 관해서 상기 위치 센서(19a, 19b)에서 검출된 상기 이접 방향 위치에 근거하여 상기 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a, 2b)을 진퇴 조정하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제어 장치(20)는 상기 복수의 전방부 장애물 센서(17a, 18a) 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하고, 해당 장애물이 대응하는 영구 자석(2a, 2b)과 부딪칠 우려가 있는 경우에는 해당 충돌을 회피할 수 있는 양만큼 상기 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a, 2b)을 후퇴 조정하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 영구 자석(2a, 2b)의 충돌을 회피하기 위한 후퇴 조정량은 해당 영구 자석(2a, 2b)에 관해서 상기 위치 센서(19a, 19b)에서 검출되는 상기 이접 방향 위치가 상기 전방부 장애물 센서(17a, 18a)에서 검출된 상기 장애물까지의 거리(H)보다도 소정 거리(δh)만큼 커지도록 설정되는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서, 상기 복수의 전방부 장애물 센서(17a, 18a) 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하고, 해당 장애물이 대응하는 영구 자석(2a, 2b)으로부터 격리하는 흡형상 장애물의 경우에는 상기 제어 장치(20)가 상기 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a, 2b)을 전진 조정하는 것으로 상기 필요한 벽면 흡착력을 확보하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 8

제 4 항에 있어서, 상기 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)가 상기 이동체(5)의 바로 아래의 상기 벽면(30)상에서 검출 방향을 향하여 해당 검출 방향상의 대상물과의 거리를 검출함으로써 해당 벽면(30)상에 존재하는 상기 장애물을 검출하도록 구성됨과 동시에, 상기 각 영구 자석(2a, 2b)에서의 상기 이동 방향 직후에 각각 설치된 후방부 장애물 센서(17b, 18b)를 구비하고,

상기 제어 장치(20)는 상기 이동체(5)의 후퇴시에, 상기 복수의 전방부 장애물 센서(17b, 18b) 중 어느 하나가 상기 장애물의 존재를 검출하면, 해당 후방부 장애물 센서(17b, 18b)에서 검출된 해당 장애물까지의 거리와, 대응하는 영구 자석(2a, 2b)에 관해서 상기 위치 센서(19a, 19b)에서 검출된 상기 이접 방향 위치에 근거하여 상기 구동 기구(1a, 1b)를 통하여 해당 영구 자석(2a, 2b)을 진퇴 조정하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치.

청구항 9

자성체제의 벽면(30)상을 이동하는 이동체(5)와, 해당 이동체(5)에 구비된 흡착 기구(40a, 40b)를 구비하고,

상기 흡착 기구(40a, 40b)가 상기 이동체(5)에 설치된 영구 자석(2a, 2b)과, 해당 영구 자석(2a, 2b)을 상기 벽면(30)에 대하여 이접하는 방향으로 진퇴시키는 구동 기구(1a, 1b)를 구비함과 동시에, 해당 영구 자석(2a, 2b)의 해당 벽면(30)에 대한 이접 방향 위치를 검출하는 위치 센서(19a, 19b)와, 해당 영구 자석(2a, 2b)의 해당 벽면(30)에의 흡착력을 검출하는 흡착력 센서(3a, 3b)와, 해당 벽면(30)상에 존재하는 장애물의 해당 영구 자석(2a, 2b)에의 접근을 검출하는 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)를 구비하고, 상기 흡착 기구(40a, 40b)가 복수 세트 설치된 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법에 있어서,

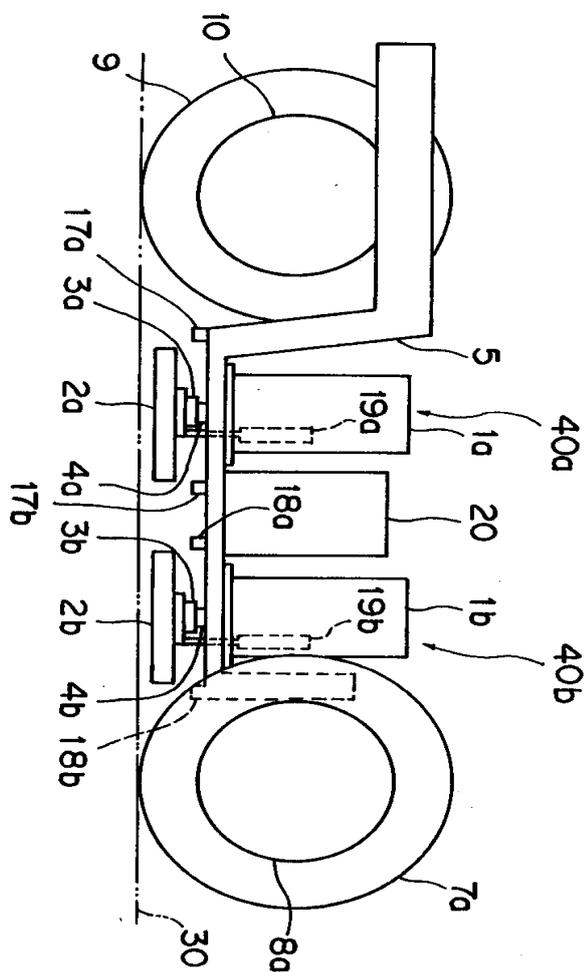
상기 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)중 어느 하나에 의해, 상기 벽면(30)상에 존재하는 상기 장애물이 상기 영구 자석(2a, 2b)으로 접근하는 것이 검출되면, 장애물 센서(17a, 18a, 17b, 18b)에서 검출된 상기 장애물까지의 거리에 따라서, 상기 영구 자석(2a, 2b) 중 해당 장애물에 접근하는 영구 자석의 해당 장애물 바로 앞에서의 벽면(30)까지의 적정 거리($H \pm \delta h$)를 설정하고,

이 설정한 적정 거리($H \pm \delta h$)에 따라서 상기 장애물에 접근하는 영구 자석(2a, 2b)의 구동 기구(1a, 1b)를 제어함과 동시에,

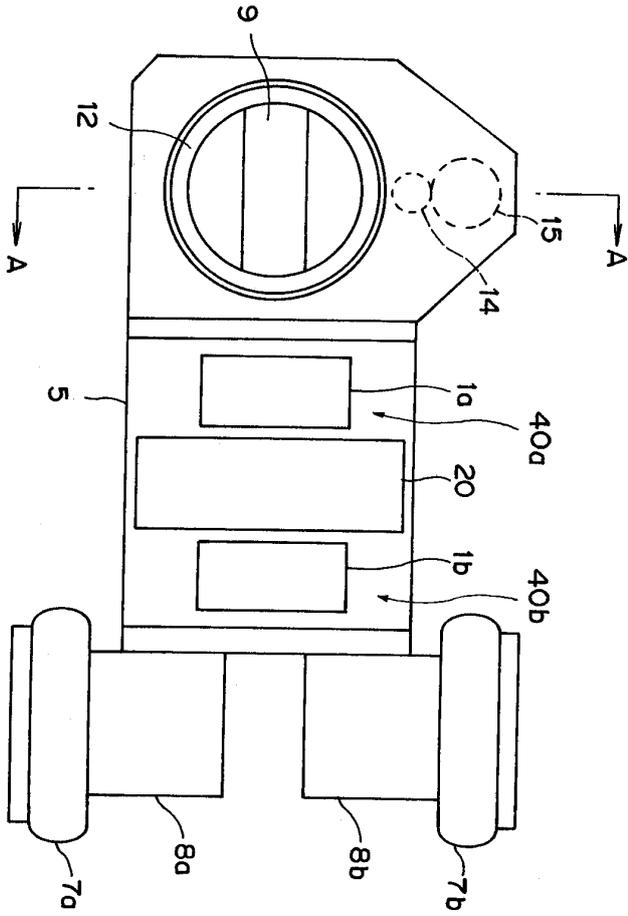
상기 영구 자석(2a, 2b)의 벽면 흡착력의 합계에 의해 상기 필요한 벽면 흡착력이 발생하도록 해당 영구 자석(2a, 2b) 중 다른 영구 자석의 구동 기구(1a, 1b)를 제어하는 것을 특징으로 하는 벽면 흡착식 이동장치의 자석 구동 방법.

도면

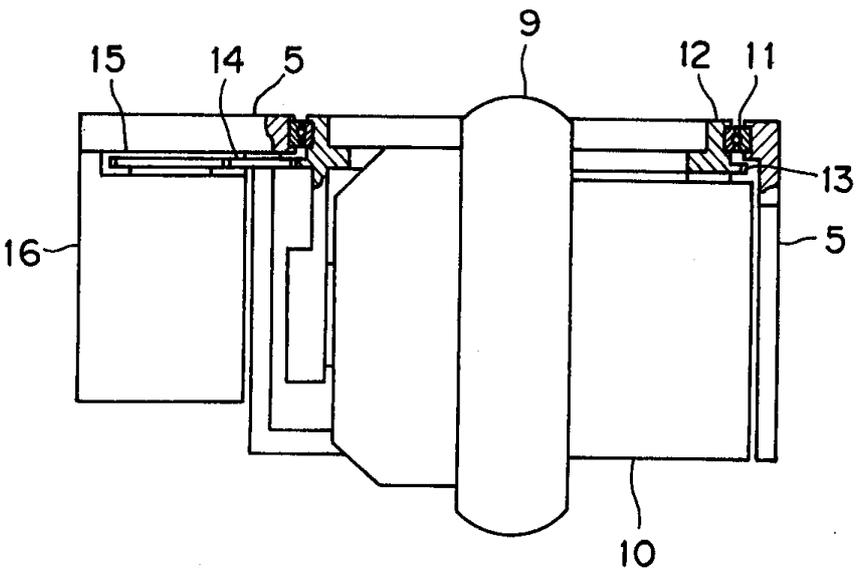
도면1



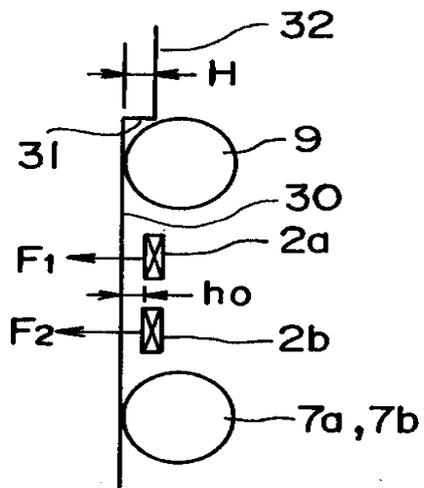
도면2



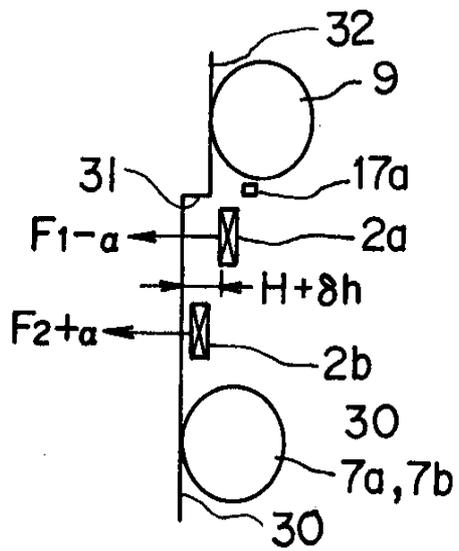
도면3



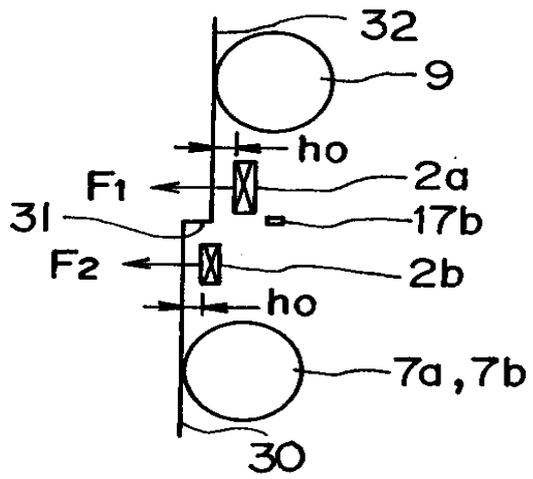
도면4a



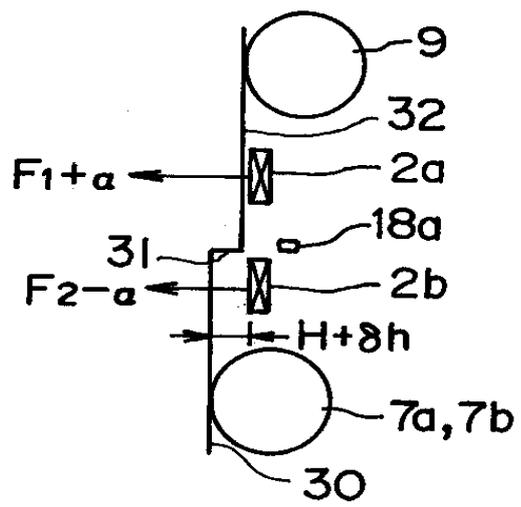
도면4b



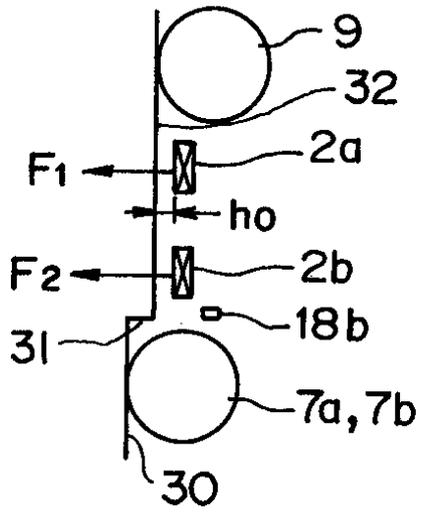
도면4c



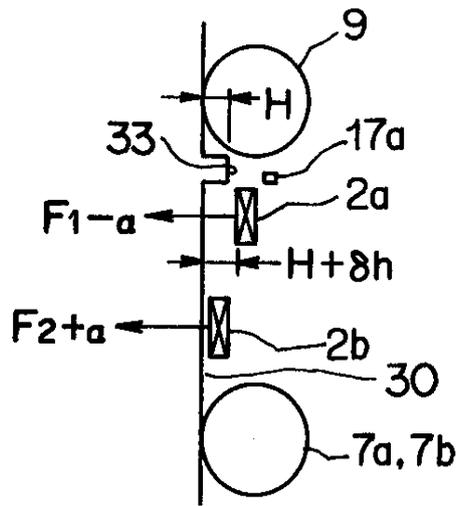
도면4d



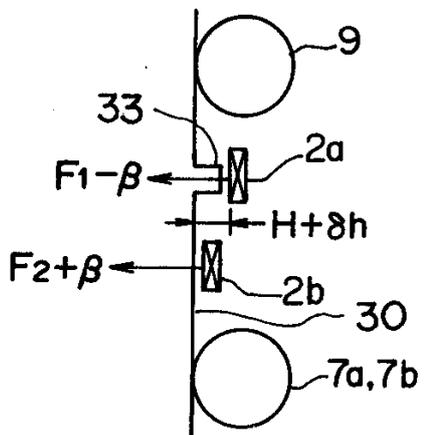
도면4e



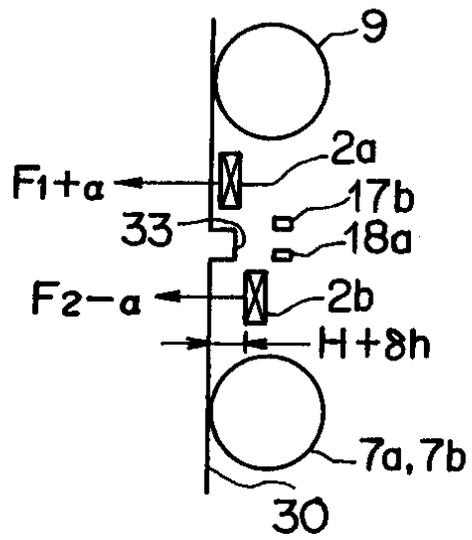
도면5a



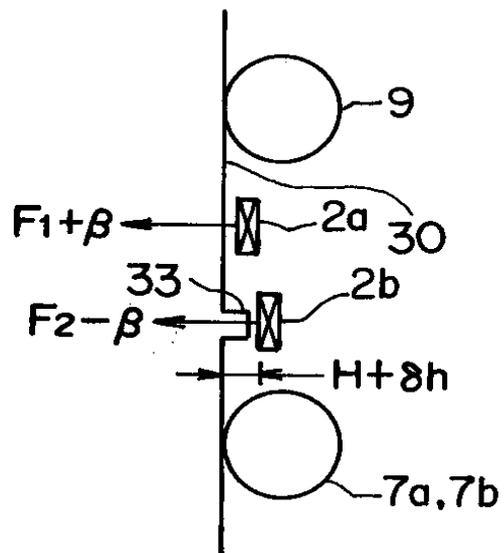
도면5b



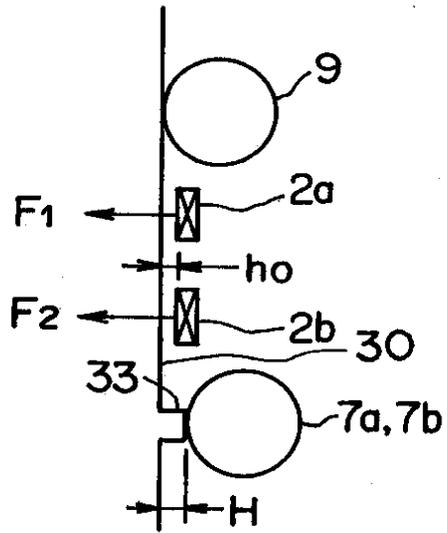
도면5c



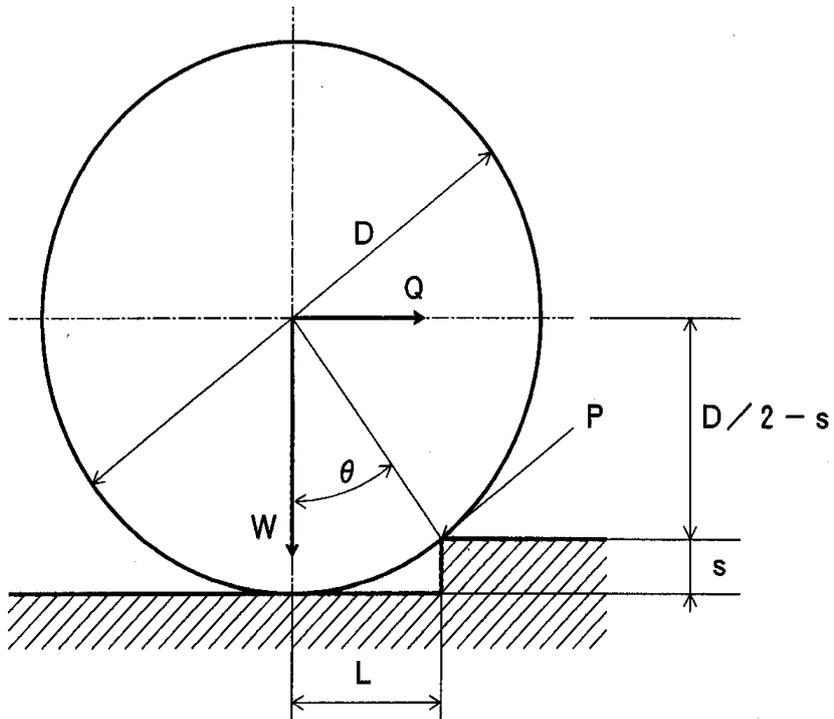
도면5d



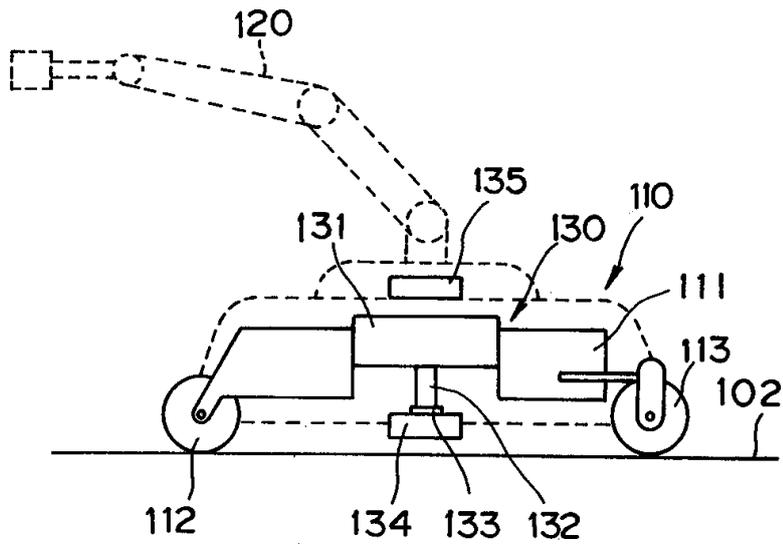
도면5e



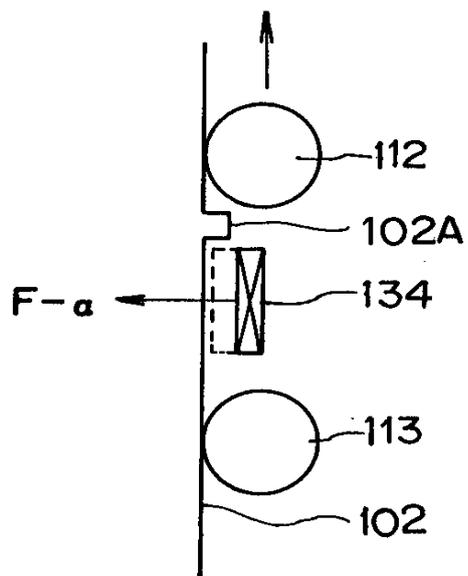
도면6



도면7



도면8



도면9

