



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월03일
(11) 등록번호 10-1525875
(24) 등록일자 2015년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B65G 54/02 (2006.01) F16C 32/04 (2006.01)
H01F 7/06 (2006.01) H02K 41/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0063576
(22) 출원일자 2013년06월03일
심사청구일자 2013년06월03일
(65) 공개번호 10-2014-0142039
(43) 공개일자 2014년12월11일
(56) 선행기술조사문헌
JP05046828 U
JP07097051 A
JP08085625 A
W02012114266 A1

(73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
(72) 발명자
박성준
서울 서초구 사임당로 169, 16동 1102호 (서초동, 우성아파트)
정광석
경기도 오산시 운암로 122, 운암 주공아파트 114동 1502호 (부산동)
(74) 대리인
박종수

전체 청구항 수 : 총 7 항

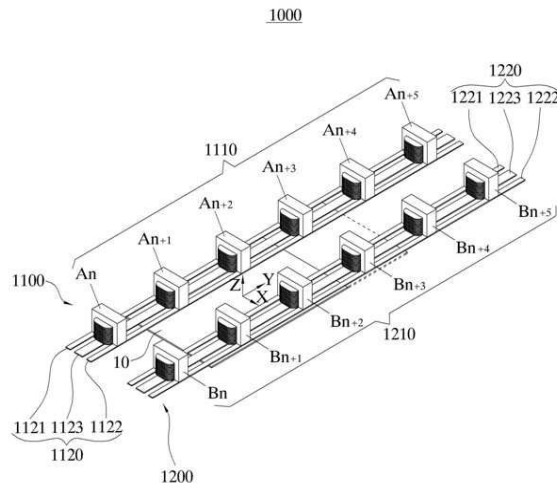
심사관 : 백진욱

(54) 발명의 명칭 자기 부상 가이드 시스템

(57) 요약

강자성 플레이트를 자기 부상시켜 이송하는 자기 부상 가이드 시스템이 개시된다. 자기 부상 가이드 시스템은 강자성 플레이트의 상부에 배치되어 강자성 플레이트에 자기력을 인가하는 복수의 전자석 및 복수의 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 링크부재를 구비하는 전자석 배열을 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

강자성 플레이트를 자기 부상시켜 이송하는 자기 부상 가이드 시스템에 있어서,
 상기 강자성 플레이트의 상부에 배치되어 상기 강자성 플레이트에 자기력을 인가하는 복수의 전자석 및 상기 복수의 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 링크부재를 구비하는 전자석 배열을 포함하고,
 상기 강자성 플레이트가 이동하는 경로를 따라 고정 설치되어 상기 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정하는 변위 감지부를 더 포함하고,
 상기 변위 감지부는,
 상기 강자성 플레이트가 위치하는 XY 평면에 수직인 Z축 방향으로의 상기 강자성 플레이트의 병진운동 변위량을 측정하는 제1 변위센서들;
 상기 XY 평면에 평행하고 상기 이동 경로에 평행한 Y축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제2 변위센서들;
 상기 XY 평면에 평행하고 상기 Y축 방향에 수직인 X축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제3 변위센서들;
 상기 X축 방향으로의 상기 강자성 플레이트의 병진운동 변위량을 측정하는 제4 변위센서들; 및
 상기 Z축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제5 변위센서들을 포함하며,
 상기 제1 내지 제3 변위센서들은 상기 Y축 방향을 기준으로 지그재그 형태로 규칙적으로 그리고 순차적으로 배열되어, 임의의 특정 순간 상기 제1 변위센서들 중 적어도 하나, 상기 제2 변위센서들 중 적어도 하나 및 상기 제3 변위센서들 중 적어도 하나는 상기 강자성 플레이트와 중첩하게 배치되는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전자석 배열은,
 상기 강자성 플레이트가 이송되는 제1 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제1 전자석들 및 상기 제1 전자석들의 코어들과 결합하고 강자성 물질로 이루어진 제1 링크부재를 포함하고, 강자성 플레이트의 상부에 배치되는 제1 전자석 배열; 및
 상기 제1 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제2 전자석들 및 상기 제2 전자석들의 코어들과 결합하고 강자성 물질로 이루어진 제2 링크부재를 포함하고, 강자성 플레이트의 상부에서 상기 제1 전자석 배열과 소정 간격 이격되게 배치된 제2 전자석 배열을 포함하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 제1 및 제2 전자석들의 코어는 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장된 연결 코어부 및 상기 연결 코어부로부터 상기 제1 및 제2 방향과 교차하는 제3 방향으로 연장된 복수의 돌출 코어부들을 포함하고,
 상기 제1 링크부재는 상기 제1 전자석들의 상기 돌출 코어부들과 결합하며,
 상기 제2 링크부재는 상기 제2 전자석들의 상기 돌출 코어부들과 결합하는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 및 제2 전자석들의 돌출 코어부들은 상기 연결 코어부의 양쪽 단부 및 가운데 부분으로부터 상기 제3 방향으로 각각 연장된 제1 내지 제3 돌출 코어부를 포함하고,

상기 제1 링크부재는 상기 제1 전자석들의 상기 제1 돌출 코어부들과 결합하는 제1 링크부, 상기 제1 전자석들의 상기 제2 돌출 코어부들과 결합하는 제2 링크부 및 상기 제1 전자석들의 상기 제3 돌출 코어부들과 결합하는 제3 링크부를 포함하며,

상기 제2 링크부재는 상기 제2 전자석들의 상기 제1 돌출 코어부들과 결합하는 제4 링크부, 상기 제2 전자석들의 상기 제2 돌출 코어부들과 결합하는 제5 링크부 및 상기 제2 전자석들의 상기 제3 돌출 코어부들과 결합하는 제6 링크부를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 5

상부 플레이트 및 상기 상부 플레이트의 하부면으로부터 서로 평행하고 소정 간격 이격되게 돌출된 제1 측벽 및 제2 측벽을 구비하는 강철 플레이트를 자기 부상시켜 이송하는 자기 부상 가이드 시스템에 있어서,

상기 상부 플레이트의 상부에 배치되어 상기 상부 플레이트에 자기력을 인가하는 복수의 제1 전자석 및 상기 제1 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제1 링크부재를 구비하는 제1 전자석 배열;

상기 제1 측벽의 외측면 상부에 배치되어 상기 제1 측벽에 자기력을 인가하는 복수의 제2 전자석 및 상기 제2 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제2 링크부재를 구비하는 제2 전자석 배열; 및

상기 제2 측벽의 외측면 상부에 배치되어 상기 제2 측벽에 자기력을 인가하는 복수의 제3 전자석 및 상기 제3 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제3 링크부재를 구비하는 제3 전자석 배열을 포함하고,

상기 강자성 플레이트가 이동하는 경로를 따라 고정 설치되어 상기 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정하는 변위 감지부를 더 포함하고,

상기 변위 감지부는,

상기 강자성 플레이트가 위치하는 XY 평면에 수직인 Z축 방향으로의 상기 강자성 플레이트의 병진운동 변위량을 측정하는 제1 변위센서들;

상기 XY 평면에 평행하고 상기 이동 경로에 평행한 Y축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제2 변위센서들;

상기 XY 평면에 평행하고 상기 Y축 방향에 수직인 X축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제3 변위센서들;

상기 X축 방향으로의 상기 강자성 플레이트의 병진운동 변위량을 측정하는 제4 변위센서들; 및

상기 Z축 방향을 기준으로 한 상기 강자성 플레이트의 회전운동 변위량을 측정하는 제5 변위센서들을 포함하며,

상기 제1 내지 제3 변위센서들은 상기 Y축 방향을 기준으로 지그재그 형태로 규칙적으로 그리고 순차적으로 배열되어, 임의의 특정 순간 상기 제1 변위센서들 중 적어도 하나, 상기 제2 변위센서들 중 적어도 하나 및 상기 제3 변위센서들 중 적어도 하나는 상기 강자성 플레이트와 중첩하게 배치되는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 6

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 강자성 플레이트와 연동하여 함께 이동하도록 설치되어 상기 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정하는 변위 감지부를 더 포함하고,

상기 변위 감지부는 상기 강자성 플레이트의 면외 운동을 측정하는 3개의 변위 센서들 및 상기 강자성 플레이트의 면내 운동을 측정하는 2개의 변위 센서들을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 제4 변위센서들 및 상기 제5 변위센서들은 상기 Y축 방향을 따라 교대로 배열되는 것을 특징으로 하는 자기 부상 가이드 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기 부상 가이드 시스템에 관한 것으로서, 자기 부상력을 이용하여 강자성체 플레이트를 기계적 접촉 없이 이송할 수 있는 자기 부상 가이드 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 평판을 롤러나 베어링 등과 같은 구름 접촉 기반의 안내 기구 없이 이송하는 이유는 크게 완성품으로서 평판의 표면 품질을 도모하거나 진공 챔버 등을 이용한 초청정, 초정밀 공정 등에서 먼지나 기타 분진의 발생을 근본적으로 차단하기 위함이다.

[0003] 초청정, 초정밀 공정 등에서 먼지나 기타 분진의 발생을 근본적으로 차단하기 위하여 평판을 기계적 접촉 없이 이송하는 경우, 공기압을 이용하여 평판을 부상시키는 방법, 동전기력을 이용하여 전도체판을 반발 부상시키는 방법, 흡인력을 이용하여 평판을 부상시키는 방법 등이 이용된다.

[0004] 특히, 최근에는 영구자석과 강자성 평판의 흡인력을 이용하여 강자성 평판을 부상시켜 이송하는 방법에 대해 다양한 연구가 진행 중이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 전자석을 이용하여 강자성 플레이트를 기계적 접촉 없이 이송할 수 있을 뿐만 아니라 강자성 플레이트와 전자석들 사이에 발생하는 자기저항 변화에 따른 릴럭턴스력을 근본적으로 제거하여 강자성 플레이트를 안정적으로 이송할 수 있는 자기 부상 가이드 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템은 강자성 플레이트를 자기 부상시켜 이송할 수 있다. 이러한 자기 부상 가이드 시스템은 상기 강자성 플레이트의 상부에 배치되어 상기 강자성 플레이트에 자기력을 인가하는 복수의 전자석 및 상기 복수의 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 링크부재를 구비하는 전자석 배열을 포함한다.

[0007] 일 예로, 상기 전자석 배열은 상기 강자성 플레이트가 이송되는 제1 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제1 전자석들 및 상기 제1 전자석들의 코어들과 결합하고 강자성 물질로 이루어진 제1 링크부재를 포함하고, 강자성 플레이트의 상부에 배치되는 제1 전자석 배열; 및 상기 제1 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제2 전자석들 및 상기 제2 전자석들의 코어들과 결합하고 강자성 물질로 이루어진 제2 링크부재를 포함하고, 강자성 플레이트의 상부에서 상기 제1 전자석 배열과 소정 간격 이격되게 배치된 제2 전자석 배열을 포함할 수 있다.

[0008] 이 경우, 상기 제1 및 제2 전자석들의 코어는 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장된 연결 코어부 및 상기 연결 코어부로부터 상기 제1 및 제2 방향과 교차하는 제3 방향으로 연장된 복수의 돌출 코어부들을 포함하고, 상기 제1 링크부재는 상기 제1 전자석들의 상기 돌출 코어부들과 결합하며, 상기 제2 링크부재는 상기 제2 전자석들의 상기 돌출 코어부들과 결합할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제1 및 제2 전자석들의 돌출 코어부들은 상기 연결 코어부의 양쪽 단부 및 가운데 부분으로부터 상기 제3 방향으로 각각 연장된 제1 내지 제3 돌출 코어부를 포함하고, 상기 제1 링크부재는 상기 제1 전자석들의 상기 제1 돌출 코어부들과 결합하는 제1 링크부, 상기 제1 전자석들의 상기 제2 돌출 코어부들과 결합하는 제2 링크부 및 상기 제1 전자석들의 상기 제3 돌출 코어부들과 결합하는 제3 링크부를 포함하며, 상기 제2 링크부재는 상기 제2 전자석들의 상기 제1 돌출 코어부들과 결합하는 제4 링크부, 상기 제2 전자석들의 상기 제2 돌출 코어부들과 결합하는 제5 링크부 및 상기 제2 전자석들의 상기 제3 돌출 코어부들과 결합하는 제6 링크부를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템은 상부 플레이트 및 상기 상부 플레이트의 하부면으로부터 서로 평행하고 소정 간격 이격되게 돌출된 제1 측벽 및 제2 측벽을 구비하는 강철 플레이트를 자기 부상시켜 이송할 수 있다. 이러한 자기 부상 가이드 시스템은 상기 상부 플레이트의 상부에 배치되어 상기 상부 플레이트에 자기력을 인가하는 복수의 제1 전자석 및 상기 제1 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제1 링크부재를 구비하는 제1 전자석 배열; 상기 제1 측벽의 외측면 상부에 배치되어 상기 제1 측벽에 자기력을 인가하는 복수의 제2 전자석 및 상기 제2 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제2 링크부재를 구비하는 제2 전자석 배열; 및 상기 제2 측벽의 외측면 상부에 배치되어 상기 제2 측벽에 자기력을 인가하는 복수의 제3 전자석 및 상기 제3 전자석들의 코어들과 결합하는 강자성 제3 링크부재를 구비하는 제3 전자석 배열을 포함한다.

[0011] 상기의 자기 부상 가이드 시스템은 상기 강자성 플레이트와 연동하여 함께 이동하도록 설치되어 상기 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정하는 변위 감지부를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 변위 감지부는 상기 강자성 플레이트의 면의 운동을 측정하는 3개의 변위 센서들 및 상기 강자성 플레이트의 면내 운동을 측정하는 2개의 변위 센서들을 포함할 수 있다.

[0012] 이와 달리, 상기의 자기 부상 가이드 시스템은 상기 강자성 플레이트가 이동하는 경로를 따라 고정 설치되어 상기 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정하는 변위 감지부를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 변위 감지부는 상기 강자성 플레이트의 면의 운동을 측정하는 3종류의 변위 센서들 및 상기 강자성 플레이트의 면내 운동을 측정하는 2종류의 변위 센서들을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 전자석들의 코어들은 강자성체로 이루어진 링크부재에 의해 연결되어 있으므로, 강자성 플레이트의 전방 모서리와 전자석 코어들 사이의 상대적인 위치 변화에 따른 자기저항 변화를 원천적으로 차단하여 흡인 부상력의 리플을 방지할 수 있고, 그 결과, 강자성 플레이트를 원활하고 안정적으로 이송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이다.
 도 2는 도 1에 도시된 선 L-L'을 따라 절단한 단면도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이다.
 도 4는 도 3의 자기 부상 가이드 시스템을 Y축 방향으로 절단한 단면도이다.
 도 5는 도 3 및 도 4에 도시된 자기 부상 가이드 시스템의 자기력 선도를 나타내는 도면이다.
 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이다.
 도 7은 도 6에 도시된 선 M-M'을 따라 절단한 단면도이다.
 도 8은 도 6 및 도 7에 도시된 자기 부상 가이드 시스템의 자기력 선도를 나타내는 도면이다.
 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템에 적용되는 변위 감지부의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.
 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템에 적용되는 변위 감지부의 다른 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있

고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에서 본 발명을 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다", "구비하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되고 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 선 L-L'을 따라 절단한 단면도이다.

[0019] 도 1 및 도 2를 참조하면, 자기 부상 가이드 시스템(100)은 하부에 위치하는 강자성 플레이트(10)에 인력(이하, '흡인 부상력'이라 함)을 작용하여 상기 강자성 플레이트(10)를 공간 상에 부상시킬 수 있는 복수의 전자석들(A_n 내지 A_{n+4} , B_n 내지 B_{n+4})을 포함한다.

[0020] 상기 전자석들(A_n 내지 A_{n+4} , B_n 내지 B_{n+4})은 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 제1 전자석들(A_n 내지 A_{n+4})로 이루어진 제1 전자석 열(110) 및 상기 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 제2 전자석들(B_n 내지 B_{n+4})로 이루어지고 상기 제1 전자석 열(110)과 X축 방향으로 소정간격 이격되게 위치하는 제2 전자석 열(120)을 포함한다. 상기 전자석들(A_n 내지 A_{n+4} , B_n 내지 B_{n+4}) 각각은 강자성체로 형성된 코어 및 상기 코어에 권취되는 코일을 포함한다.

[0021] 상기와 같은 전자석들(A_n 내지 A_{n+4} , B_n 내지 B_{n+4})은 전원에 의해 작동되어 이송 수단(미도시)에 의해 상기 Y축 방향으로 이동하는 강자성 플레이트(10)에 흡인 부상력을 인가한다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이 강자성 플레이트(10)가 'a' 위치에 있는 경우, 제1 및 제2 전자석들(A_n 내지 A_{n+4} , B_n 내지 B_{n+4}) 중 상기 강자성 플레이트(10)의 상부에 위치하는 전자석 ' A_{n+1} ', ' A_{n+2} ', ' B_{n+1} ' 및 ' B_{n+2} '에 전원이 'ON'되어 이들이 작동하고, 나머지 전자석들은 작동하지 않을 수 있다. 이어서 강자성 플레이트(10)가 'b' 위치로 이동하는 경우, 동작 중이던 전자석 ' A_{n+1} ' 및 ' B_{n+1} '은 전원이 'OFF'되고, 동작하지 않던 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '에 전원이 'ON'되어 강자성 플레이트(10)에 흡인 부상력을 인가할 수 있다.

[0022] 다만, 이 경우 강자성 플레이트(10)의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '의 코어는 도 2에 도시된 바와 같이 그 상대적인 위치가 달라지게 되고, 그 결과, 강자성 플레이트(10)의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '의 코어의 상대 위치에 따라 코깅력(cogging force)이라 불리는 불균일한 자기 저항력이 발생하여 강자성 플레이트(10)의 이송에 있어서 외란으로 작용할 수 있다. 구체적으로, 강자성 플레이트(10)의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '의 코어가 도 2a에 도시된 바와 같이 위치하는 경우, 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '는 강자성 플레이트(10)에 '+YZ 방향'으로 작용하는 흡인력, 즉, 상부 방향('+Z축 방향')으로 작용하는 힘과 강자성 플레이트의 이송방향('+Y축 방향')으로 작용하는 힘의 합력을 인가하게 된다. 그리고 강자성 플레이트(10)의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '의 코어가 도 2b에 도시된 바와 같이 위치하는 경우, 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '는 강자성 플레이트(10)에 상부 방향('+Z 방향')으로 작용하는 흡인력만을 인가하게 된다. 또한, 강자성 플레이트(10)의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '의 코어가 도 2c에 도시된 바와 같이 위치하는 경우, 전자석 ' A_{n+3} ' 및 ' B_{n+3} '는 강자성 플레이트(10)에 '-YZ 방향'으로 작용하는 흡인력, 즉, 상부 방향('+Z축 방향')으로 작용하는 힘과 강자성 플레이트의 이송방향과 반대방향('-Y축 방향')을 작용하는 힘의 합력을 인가하게 된다.

[0023] 상기에서 설명한 코깅력은 강자성 플레이트의 전방 모서리와 전자석 ' A_{n+1} ' 및 ' B_{n+1} '의 코어 사이의 상대적인

위치 변화에 의해서도 발생한다.

- [0024] 상기와 같은 자기저항 변화는 강자성 플레이트(10)의 이송에 따라 필수적으로 나타나는 현상이고, 이러한 현상은 강자성 플레이트의 원활하고 안정적인 이송을 방해한다.
- [0025] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이고, 도 4는 도 3의 자기 부상 가이드 시스템을 X축 방향으로 절단한 단면도이다.
- [0026] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템(1000)은 강자성 플레이트(10)를 공간상에서 기계적인 접촉 없이 부상시켜 안내할 수 있다. 상기 자기 부상 가이드 시스템(1000)은 상기 강자성 플레이트(10)의 상부에 배치되어 상기 강자성 플레이트(10)에 인력(引力), 즉, 흡인 부상력을 인가하는 제1 전자석 배열(1100) 및 제2 전자석 배열(1200)을 포함한다.
- [0027] 상기 제1 전자석 배열(1100)은 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제1 전자석들(1110) 및 상기 제1 전자석들(1110)의 코어들(1110a)과 결합하는 제1 링크부재(1120)를 포함한다. 상기 제1 전자석들(1110)의 코어(1110a) 및 제1 링크부재(1120)는 강자성체 재료로 형성될 수 있다. 상기 제1 링크부재(1120)는 상기 제1 전자석들(1110)의 코어들(1110a)과 동일한 물질로 형성될 수도 있고, 서로 다른 물질로 형성될 수도 있다.
- [0028] 상기 제1 전자석들(1110) 각각은 코어(1110a) 및 상기 코어(1110a)에 권취된 코일(1110b)을 포함한다. 상기 코어(1110a)는 X축 방향으로 연장된 연결 코어부(111) 및 상기 연결 코어부(111)로부터 -Z축 방향으로 각각 연장된 복수의 돌출 코어부들(112, 113, 114)을 포함한다. 상기 제1 링크부재(1120)는 상기 제1 전자석들(1110)의 상기 돌출 코어부들(112, 113, 114)에 결합될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 돌출 코어부들(112, 113, 114)은 상기 연결 코어부(111)의 양쪽 단부들로부터 각각 상기 강자성 플레이트를 향하는 방향, 즉, '-Z축 방향'으로 연장된 제1 돌출 코어부(112) 및 제2 돌출 코어부(113) 그리고 상기 연결 코어부(111)의 가운데 부분으로부터 상기 '-Z축 방향'으로 연장된 제3 돌출 코어부(114)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 코어(1110a)는 실질적으로 'E'자형 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 코일(1110b)은 상기 제3 돌출 코어부(114)에 권취될 수 있다.
- [0030] 상기 코어(1110a)가 연결 코어부(111) 및 제1 내지 제3 돌출 코어부(112, 113, 114)를 포함하는 경우, 상기 제1 링크부재(1120)는 제1 전자석들(1110)의 제1 돌출 코어부들(112)과 결합하는 제1 링크부(1121), 제1 전자석들(1110)의 제2 돌출 코어부들(113)과 결합하는 제2 링크부(1122) 및 제1 전자석들(1110)의 제3 돌출 코어부들(114)과 결합하는 제3 링크부(1123)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 링크부(1121)는 제1 돌출 코어부들(112) 모두의 단부들과 결합할 수 있고, 제2 링크부(1122)는 제2 돌출 코어부들(113) 모두의 단부들과 결합할 수 있으며, 제3 링크부(1123)는 제3 돌출 코어부들(114) 모두의 단부들과 결합할 수 있다. 제1 내지 제3 링크부(1121, 1122, 1123) 각각은 상기 X축 방향으로 서로 소정 간격 이격되게 배치된다.
- [0031] 이와 달리, 상기 코어(1110a)가 연결 코어부(111) 및 제1 내지 제3 돌출 코어부(112, 113, 114)를 포함하는 경우, 도면에 도시되진 않았지만, 상기 제1 링크부재(1120)는 상기 제1 내지 제3 돌출 코어부들(112, 113, 114) 모두와 결합하는 단일 플레이트 구조를 가질 수 있다.
- [0032] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 도면에 도시되진 않았지만, 상기 돌출 코어부들은 상기 연결 코어부의 양쪽 단부들로부터 각각 '-Z축 방향'으로 연장된 제4 돌출 코어부 및 제5 돌출 코어부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 코어는 실질적으로 'U'자형 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 코일은 상기 연결 코어부, 상기 제4 코어부 및 상기 제5 코어부 중 어느 하나 이상에 권취될 수 있다.
- [0033] 상기 코어가 연결 코어부, 제4 및 제5 돌출 코어부를 포함하는 경우, 도면에 도시되진 않았지만, 상기 제1 링크부재(1120)는 제1 전자석들의 제4 돌출 코어부들과 결합하는 제4 링크부 및 제1 전자석들의 제5 돌출 코어부들과 결합하는 제5 링크부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제4 링크부는 제4 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있고, 제5 링크부는 제5 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있다. 제4 링크부 및 제5 링크부는 상기 X축 방향으로 서로 소정 간격 이격되게 배치된다.
- [0034] 이와 달리, 상기 코어가 연결 코어부 및 제4 및 제5 돌출 코어부를 포함하는 경우, 상기 제1 링크부재는 상기 제4 및 제5 돌출 코어부들 모두와 결합하는 단일 플레이트 구조를 가질 수 있다.
- [0035] 상기 제2 전자석 배열(1200)은 상기 제1 전자석 배열(1100)과 상기 X축 방향으로 소정 간격 이격되게 배치된다.

상기 제2 전자석 배열(1200)은 상기 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제2 전자석들(1210) 및 상기 제2 전자석들(1210)의 코어들(1210a)과 결합하는 제2 링크부재(1220)를 포함한다. 상기 제2 전자석들(1210) 각각은 앞에서 설명한 제1 전자석들(1110) 각각의 구조와 동일하고, 상기 제2 링크부재(1220)는 앞에서 설명한 제1 링크부재(1120)와 실질적으로 동일한 구조를 가지므로 이들에 대한 중복된 상세한 설명은 생략한다.

[0036] 도 3 및 도 4에는 제1 및 제2 전자석 배열(1100, 1200)만이 도시되어 있으나, 상기 자기 부상 가이드 시스템(1000)은 상기 제1 및 제2 전자석 배열들(1100, 1200) 외에 추가적으로 상기 Y축 방향으로 배열된 전자석들 및 이들 코어들과 결합하는 링크부재를 포함하는 하나 이상의 전자석 배열들을 더 포함할 수 있다.

[0037] 도 5는 도 3 및 도 4에 도시된 자기 부상 가이드 시스템의 자기력 선도를 나타내는 도면이다.

[0038] 본 명세서에서 '면의 운동'이라 함은 강철 플레이트의 적어도 일부가 현재 위치하는 가상의 평면을 벗어나게 되는 강철 플레이트의 병진 운동 또는 회전 운동을 의미하고, '면내 운동'이라 함은 강철 플레이트가 현재 위치하는 가상의 평면을 벗어나지 않는 강철 플레이트의 병진 운동 또는 회전 운동을 의미한다.

[0039] 도 3, 도 4 및 도 5를 참조하면, 임의의 특정 순간에 강자성 플레이트 상부에는 4개의 전자석이 항상 위치하고 있으므로 강자성 플레이트에는 4개의 흡인 부상력이 작용한다. 강자성 플레이트의 중심에서 면의 운동에 대한 힘 평형 방정식을 세워보면 하기 수식 1과 같다.

[0040] [수식 1]

$$\begin{bmatrix} m\ddot{z} \\ I_{\alpha}\ddot{\alpha} \\ I_{\beta}\ddot{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ s_y & -s_y & -s_y & s_y \\ s_x & s_x & -s_x & -s_x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_{1z} \\ f_{2z} \\ f_{3z} \\ f_{4z} \end{bmatrix}$$

[0041]

[0042] 수식 1에서, $m \cdot I_{\alpha} \cdot I_{\beta} \cdot \ddot{z} \cdot \ddot{\alpha}$ 및 $\ddot{\beta}$ 는 각각 '강자성 플레이트의 질량', 'X축 질량 관성 모멘트', 'Y축 질량 관성 모멘트', 'Z축 가속도', 'X축 기준 회전운동의 각속도' 및 'Y축 기준 회전운동의 각속도'를 나타낸다.

[0043] 수식 1의 좌측 열에 해당하는 강자성 플레이트의 면의 운동 목표값이 결정되면 수식 1의 역행렬 계산을 통해 각 전자석의 목표 흡인력 $f_{1z}, f_{2z}, f_{3z}, f_{4z}$ 가 결정되고, 이 과정의 반복을 통해 강자성 플레이트는 공간상에 안정적으로 부상되어 안내될 수 있다.

[0044] 본 실시예에 따른 경우, 제1 전자석들의 코어들은 강자성체로 이루어진 제1 링크부재에 의해 연결되어 있고, 제2 전자석들의 코어들은 강자성체로 이루어진 제2 링크부재에 의해 연결되어 있으므로, 강자성 플레이트의 전방 모서리와 전자석 코어들 사이의 상대적인 위치 변화에 따른 자기저항 변화를 원천적으로 차단하여 흡인 부상력의 리플을 방지할 수 있고, 그 결과, 강자성 플레이트를 원활하고 안정적으로 이송할 수 있다.

[0045] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템을 설명하기 위한 사시도이고, 도 7은 도 6에 도시된 선 M-M'을 따라 절단한 단면도이다.

[0046] 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템(2000)은 강자성 플레이트(10)를 공간상에서 기계적인 접촉 없이 부상시켜 안내할 수 있다. 상기 자기 부상 가이드 시스템(2000)은 상기 강자성 플레이트(10)에 흡인 부상력을 인가하는 제1 전자석 배열(2100)과 제2 전자석 배열(2200) 및 상기 강자성 플레이트(10)의 XY 평면 운동을 가이드하는 흡인력을 인가하는 제3 전자석 배열(2300)과 제4 전자석 배열(2400)을 포함한다.

[0047] 상기 자기 부상 가이드 시스템(2000)에 의해 안내되는 강자성 플레이트(10)는 상부 플레이트(11), 상기 상부 플레이트(11)의 하부면으로부터 -Z축 방향으로 서로 평행하게 연장된 제1 측벽(12) 및 제2 측벽(13)을 포함할 수 있다.

[0048] 상기 제1 전자석 배열(2100) 및 제2 전자석 배열(2200)은 상기 상부 플레이트(11)의 상부에 위치하여 상기 상부 플레이트(11)에 흡인 부상력을 인가할 수 있다. 상기 제1 전자석 배열(2100) 및 제2 전자석 배열(2200)은 도 3을 참조하여 설명한 제1 전자석 배열(1100) 및 제2 전자석 배열(1200)과 각각 실질적으로 동일하므로 이에 대한 중복된 상세한 설명은 생략한다.

- [0049] 상기 제3 전자석 배열(2300)은 상기 제1 측벽(12)의 외면 상부에 위치하여 상기 제1 측벽(12)에 흡인력을 인가할 수 있다. 상기 제3 전자석 배열(2300)은 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제3 전자석들(2310) 및 상기 제3 전자석들(2310)의 코어들과 결합하는 제3 링크부재(2320)를 포함한다. 상기 제3 전자석들(2310)의 코어 및 제3 링크부재(2320)는 강자성체 재료로 형성될 수 있다.
- [0050] 상기 제3 전자석들(2310) 각각은 코어 및 상기 코어에 권취된 코일을 포함한다. 상기 제3 전자석들(2310)의 코어는 Z축 방향으로 연장된 연결 코어부 및 상기 연결 코어부로부터 상기 제1 측벽을 향하는 방향, 즉, X축 방향으로 각각 연장된 복수의 돌출 코어부들을 포함한다. 상기 제3 링크부재(2320)는 상기 제3 전자석들(2310)의 상기 돌출 코어부들에 결합될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 돌출 코어부들은, 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 연결 코어부의 양쪽 단부들로부터 각각 상기 X축 방향으로 연장된 제1 및 제2 돌출 코어부 그리고 상기 연결 코어부의 가운데 부분으로부터 상기 X축 방향으로 연장된 제3 돌출 코어부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 코어는 실질적으로 'E'자형 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 코일은 상기 제3 돌출 코어부에 권취될 수 있다.
- [0052] 상기 제3 전자석들(2310)의 코어가 연결 코어부 및 제1 내지 제3 돌출 코어부를 포함하는 경우, 상기 제3 링크부재(2320)는 제3 전자석들(2310)의 제1 돌출 코어부들과 결합하는 제1 링크부, 제3 전자석들(2310)의 제2 돌출 코어부들과 결합하는 제2 링크부 및 제3 전자석들(2310)의 제3 돌출 코어부들과 결합하는 제3 링크부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 링크부는 제1 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있고, 제2 링크부는 제2 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있으며, 제3 링크부는 제3 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있다. 제1 내지 제3 링크부 각각은 Z축 방향으로 서로 소정 간격 이격되게 배치된다.
- [0053] 이와 달리, 상기 제3 전자석들(2310)의 코어가 연결 코어부 및 제1 내지 제3 돌출 코어부를 포함하는 경우, 상기 제3 링크부재(2320)는, 도면에 도시되진 않았지만, 상기 제1 내지 제3 돌출 코어부들 모두와 결합하는 단일 플레이트 구조를 가질 수 있다.
- [0054] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 도면에 도시되진 않았지만, 상기 돌출 코어부들은 상기 연결 코어부의 양쪽 단부들로부터 각각 상기 X축 방향으로 연장된 제4 돌출 코어부 및 제5 돌출 코어부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 상기 코어는 실질적으로 'U'자형 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 코일은 상기 연결 코어부, 상기 제4 코어부 및 상기 제5 코어부 중 어느 하나 이상에 권취될 수 있다.
- [0055] 상기 제3 전자석들(2310)의 코어가 연결 코어부, 제4 및 제5 돌출 코어부를 포함하는 경우, 상기 제3 링크부재(2320)는 제3 전자석들의 제4 돌출 코어부들과 결합하는 제4 링크부 및 제3 전자석들의 제5 돌출 코어부들과 결합하는 제5 링크부를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제4 링크부는 제4 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있고, 제5 링크부는 제5 돌출 코어부들 모두의 단부들과 결합할 수 있다. 제4 링크부 및 제5 링크부는 Z축 방향으로 서로 소정 간격 이격되게 배치된다.
- [0056] 이와 달리, 상기 제3 전자석들(2310)의 코어가 연결 코어부 및 제4 및 제5 돌출 코어부를 포함하는 경우, 상기 제3 링크부재(2320)는 상기 제4 및 제5 돌출 코어부들 모두와 결합하는 단일 플레이트 구조를 가질 수 있다.
- [0057] 상기 제4 전자석 배열(2400)은 상기 제2 측벽(13)의 상부에 위치하여 상기 제2 측벽(13)에 흡인력을 인가할 수 있다. 상기 제4 전자석 배열(2400)은 상기 Y축 방향을 따라 일렬로 배열된 복수의 제4 전자석들(2410) 및 상기 제4 전자석들(2410)의 코어들과 결합하는 제4 링크부재(2420)를 포함한다. 상기 제4 전자석 배열(2400)은 상기 제1 및 제2 측벽(12, 13)을 사이에 두고 상기 제3 전자석 배열(2300)과 대향하도록 배치되어, 상기 제3 전자석 배열(2300)과 실질적으로 면대칭 구조를 가지므로 이에 대한 중복된 상세한 설명은 생략한다.
- [0058] 도 8은 도 6 및 도 7에 도시된 자기 부상 가이드 시스템의 자기력 선도를 나타내는 도면이다.
- [0059] 도 6, 도 7 및 도 8을 참조하면, 도 5의 자기력 선도와는 달리 Y축 방향으로 작용하는 횡방향 흡인력이 있기 때문에 힘 평형 방정식은 면외 운동뿐만 아니라 이송 방향인 X축 운동을 제외한 면내 운동에 대해서도 설정할 수 있다. 면외 운동의 경우에는 수식 1과 동일하며 면내 운동은 하기 식 2와 같이 구성된다.
- [0060] [수식 2]

$$\begin{bmatrix} m\ddot{x} \\ I_y\ddot{z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 1 \\ s_y & -s_y & s_y & -s_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_{1x} \\ f_{2x} \\ f_{3x} \\ f_{4x} \end{bmatrix}$$

[0061]

[0062]

수식 2에서 $m\ddot{x}, I_y\ddot{z}$ 은 각각 '강자성 플레이트의 질량', 'X축 기준 회전 운동의 각속도', 'Z축에 대한 회전 관성 모멘트' 및 'Z축 기준 회전운동의 각속도'를 나타낸다. 수식 2를 통해 X축 운동을 제외한 나머지 면내 운동에 대한 목표치가 설정되면 역행렬 계산을 통해 제3 및 제4 전자석 배열(2300, 2400)의 목표 흡인력 f_i 가 결정되고 이 과정을 반복하여 강자성 플레이트는 횡방향 안정성을 유지할 수 있다.

[0063]

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템에 적용되는 변위 감지부의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.

[0064]

도 9를 참조하면, 상기 변위 감지부는 도 1 내지 도 7을 참조하여 설명한 자기 부상 가이드 시스템들 중 어느 하나에 적용될 수 있다.

[0065]

상기 변위 감지부는 강자성 플레이트의 공간 상의 변위량을 측정한다. 예를 들면, 상기 변위 감지부는 강자성 플레이트의 면외 운동을 측정하는 3종류의 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c) 및 상기 강자성 플레이트의 면내 운동을 측정하는 2종류의 면내운동 변위센서들(520a, 520b)을 포함할 수 있다. 상기 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c) 및 면내 운동 변위센서들(520a, 520b)은 강자성 플레이트의 하부에 위치하고 강자성 플레이트의 이동 경로를 따라 고정된 위치에 설치된 고정 프레임(미도시)에 체결될 수 있다.

[0066]

XY 평면에 평행한 상기 강자성 플레이트가 선형 모터와 같은 이송 수단에 의해 Y축 방향으로 이송되는 경우, 상기 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c)은 상기 강자성 플레이트의 'Z축 방향으로의 병진운동', 'Y축 기준 회전운동' 및 'X축 기준 회전운동'을 각각 측정하는 제1 변위센서들(510a), 제2 변위센서들(510b) 및 제3 변위센서들(510c)을 포함하고, 상기 면내운동 변위 센서들(520a, 520b)은 상기 강자성 플레이트의 'X축 방향으로의 병진운동' 및 'Z축 기준 회전운동'을 각각 측정하는 제4 변위센서들(520a) 및 제5 변위센서들(520b)을 포함한다.

[0067]

상기 Y축 방향으로 상기 강자성 플레이트를 이송하는 경우, 상기 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c)은 어떠한 임의의 특정 순간에라도 제1 변위센서(510a) 1개, 제2 변위센서(510b) 1개, 제3 변위센서(510c) 1개가 상기 강자성 플레이트와 중첩되도록 배열될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 내지 제3 변위센서(510a, 510b, 510c)는 지그재그 형태로 순차적으로 그리고 규칙적으로 배열될 수 있고, 이 경우, 상기 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c)은 강자성 플레이트의 이송방향인 상기 Y축 방향을 따라 배열된 2개의 변위센서 열을 형성할 수 있다. 이와 같이 면외운동 변위센서들(510a, 510b, 510c)이 배열되는 경우, 임의의 'm'번째 배열되는 변위센서와 'm+4' 번째 배열되는 변위센서의 상기 Y축 방향으로의 이격 거리는 강자성 플레이트의 상기 Y축 방향으로의 길이와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0068]

상기 Y축 방향으로 상기 강자성 플레이트를 이송하는 경우, 상기 면내운동 변위센서들(520a, 520b)은 어떠한 임의의 순간에라도 제4 변위센서(520a) 1개 및 제5 변위센서(520b) 1개가 상기 강자성 플레이트의 상기 Y축 방향의 길이 내에 위치하도록 배열된다. 예를 들면, 상기 제4 변위센서들(520a) 및 제5 변위 센서들(520b)은 상기 Y축 방향과 평행한 상기 강자성 플레이트의 모서리에 인접한 위치에서 교대로 상기 Y축 방향을 따라 일렬로 배열될 수 있고, 이 경우, 임의의 제4 변위센서(520A)와 이에 인접하게 배열된 제5 변위센서(520b)의 이격 간격은 상기 면외운동 변위센서들이 형성하는 2개의 변위센서 열 중 하나에 배열된 인접한 변위센서들의 이격 간격과 실질적으로 동일할 수 있다.

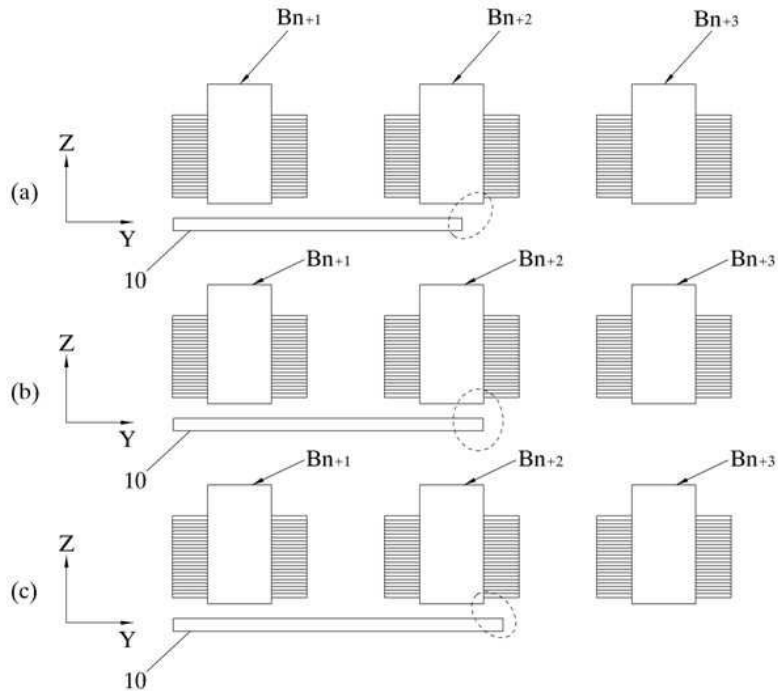
[0069]

이와 같이 변위센서들을 설치하면, 강자성 플레이트의 면외 운동의 3개의 자유도 및 면내 운동의 경우 2개의 자유도를 매순간 측정할 수 있다.

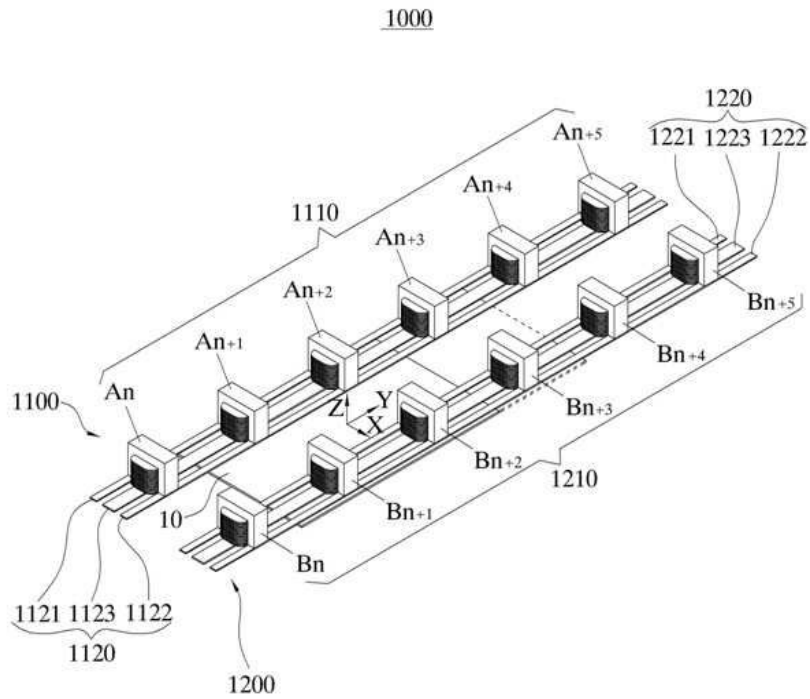
[0070]

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자기 부상 가이드 시스템에 적용되는 변위 감지부의 다른 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.

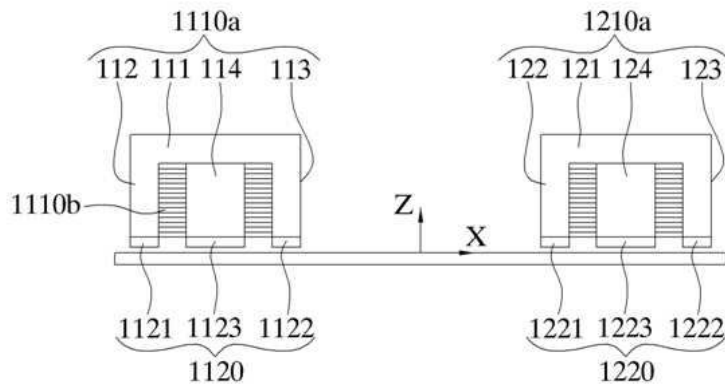
도면2



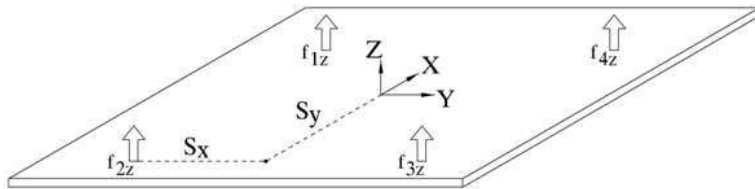
도면3



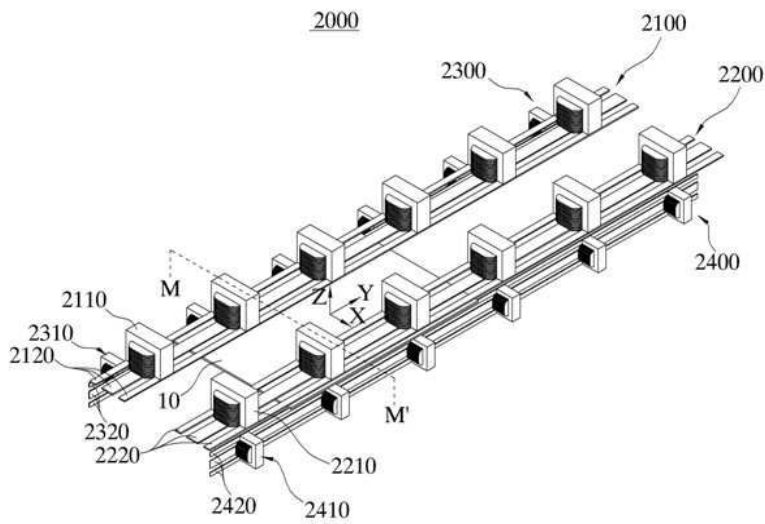
도면4



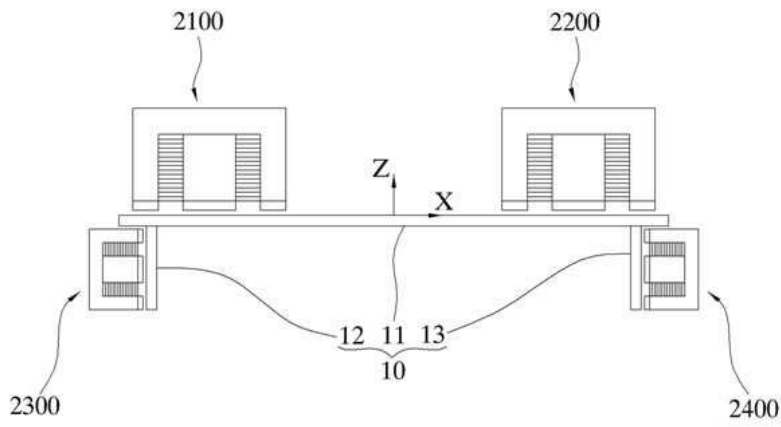
도면5



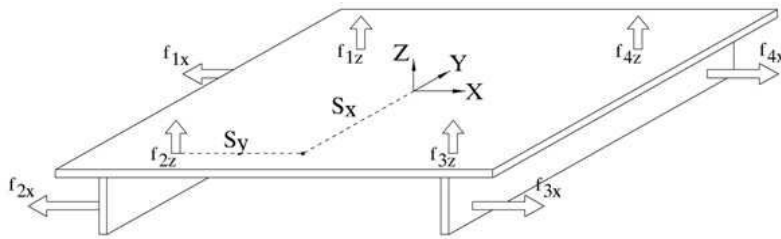
도면6



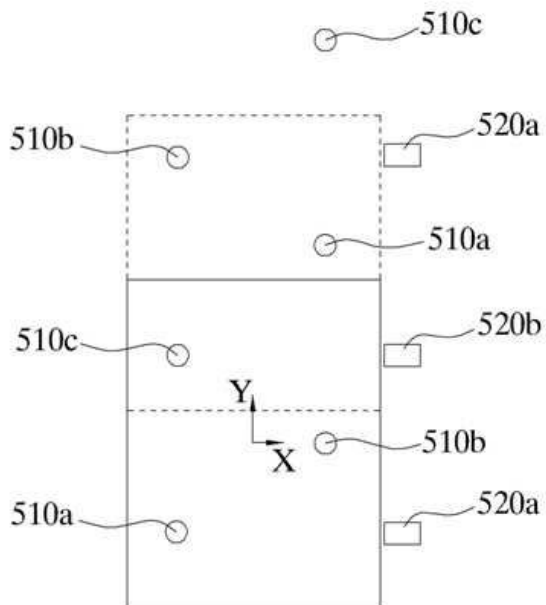
도면7



도면8



도면9



도면10

