



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0102715
(43) 공개일자 2011년09월19일

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) Int. Cl.
H02K 41/02 (2006.01) H02P 7/00 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-0021872
(22) 출원일자 2010년03월11일
심사청구일자 2010년03월11일</p> | <p>(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지</p> <p>(72) 발명자
박철훈
대전광역시 유성구 관평동 대덕테크노밸리 중앙하이츠빌 306동 1702호
최상규
대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 307동 1407호
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
박창희, 김종관, 권오식</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

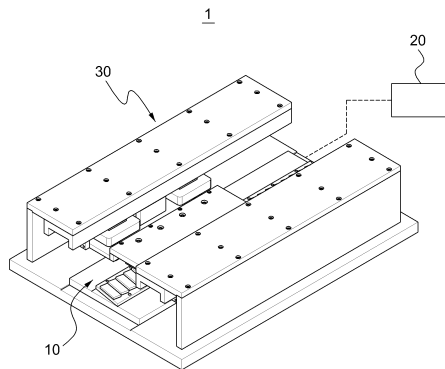
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 리니어모터 가진력 측정장치 및 이를 이용한 측정방법

(57) 요약

리니어모터의 구동중에 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 측정하기 위한 리니어모터의 가진력 측정장치 및 이를 이용한 측정방법이 개시된다. 본 발명에 따른 리니어모터의 가진력 측정장치는 고정자부와 이동자부가 구비된 리니어모터, 그리고 상기 리니어모터가 구동하는 동안 발생하는 코깅력 및 코깅 모멘트를 보상하는 보상전류를 제공하여 등속운동을 수행하도록 상기 리니어모터의 구동을 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 리니어모터가 구동하는 동안 변동하는 상기 보상전류 또는 상기 보상전류로부터 계산된 힘을 이용하여 상기 리니어모터에 발생하는 코깅력 및 코깅 모멘트를 측정한다. 이와 같은 구성에 의하면, 로드셀이라는 별도의 측정장치를 구비할 필요 없이 코깅력 및 코깅 모멘트를 계산할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

윤동원

대전시 유성구 노은동 열매마을10단지 1008동 903호

함상용

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 138동 703호

오정석

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 123동 401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M00040

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 국가플랫폼기술개발사업

연구과제명 직선운동유니트 정밀도 예측 및 통합 시뮬레이터 개발

기여율

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2009.06.01 ~ 2010.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

고정자부와 이동자부가 구비된 리니어모터; 및

상기 리니어모터가 구동하는 동안 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 보상하는 보상전류를 제공하여 등속운동을 수행하도록 상기 리니어모터의 구동을 제어하는 제어부;

를 포함하고,

상기 리니어모터가 구동하는 동안 변동하는 상기 보상전류 또는 상기 보상전류로부터 계산된 힘을 이용하여 상기 리니어모터에 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 측정하는 리니어모터 가진력 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 리니어모터의 일부를 덮는 커버부를 포함하는 하우징;

을 더 포함하고,

상기 리니어모터의 이동자부가 부상하여 구동되도록 상기 커버부의 하단, 또는 상기 커버부의 하단과 마주보는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에는 적어도 하나의 전자석, 또는 영구자석이 구비되는 것을 특징으로 하는 리니어모터 가진력 측정장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 커버부의 하단, 또는 상기 커버부의 하단과 마주보는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에는 상기 리니어모터의 이동자부의 최소 일부의 무게를 보상하기 위한 적어도 하나의 보상용 전자석, 또는 보상용 영구자석이 구비되는 것을 특징으로 하는 리니어모터 가진력 측정장치.

청구항 4

제2항 또는 3항에 있어서,

상기 커버부의 하단 또는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에 적어도 하나의 갭(gap)센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 리니어모터 가진력 측정장치.

청구항 5

리니어모터를 구동하는 단계;

상기 리니어모터가 구동하면서 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 보상하면서 상기 리니어모터가 등속도로 구동될 수 있도록 제어부에서 보상전류를 상기 리니어모터에 제공하는 단계;

상기 리니어모터가 등속도로 구동되는 동안에 상기 제어부에 의해 제공되는 보상전류로부터 상기 리니어모터에 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 계산하는 단계;

를 포함하는 리니어모터 가진력 측정방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는 갭(gap)센서로부터 상기 리니어모터의 이동자부와 하우징의 커버부 사이의 갭 값을 입력 받아, 상기 리니어모터가 구동하는 동안 상기 리니어모터의 이동자부의 부상높이를 조절하는 단계;

를 더 포함하는 리니어모터 가진력 측정방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 리니어모터의 가진력 측정장치에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 리니어모터의 구동 중에 발생하는 전자기적인 힘인 코깅력(cogging force)과 코깅 모멘트(cogging moment)를 측정하기 위한 리니어모터의 가진력 측정장치 및 이를 이용한 측정방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 선형 구동 시스템은 반도체 장비 및 공작기계 등에 직각좌표에 따른 위치 및 속도 제어를 하기 위하여 사용된다. 이러한 선형 구동 시스템에서 회전형 모터에 의해 직선구동력을 발생시키고자 하는 경우에는 스크류, 체인, 기어시스템 등의 기계적인 변환장치가 반드시 필요하게 된다. 그러나 리니어모터를 응용하는 경우에는 직선형의 구동력을 직접 발생시키므로 구조적으로 복잡하지 않으며 에너지 손실이나 소음을 발생하지 않는다.

[0003] 이러한 리니어모터는 영구자석을 사용하는 것이 일반적이는데, 영구자석을 사용하는 리니어모터에 있어서 중요하게 고려되어야 할 사항이 코깅력(cogging force, 또는 detent force 라고도 함)이다. 영구자석을 계자원으로 이용하는 기기에 있어서는 외부에서 전원을 인가하지 않아도 철심과 슬롯에 인력이 발생하게 되고 이에 의의한 것이 바로 코깅력(cogging force, 또는 detent force 라고도 함)인 것이다. 상기와 같은 코깅력에 의해 리니어모터의 등속구동이 어렵고 주기적인 각운동오차가 유발되는 문제점이 있다.

[0004] 코깅력은 그 값이 매우 큰 경우에는 기기의 정상적인 운전에 심각한 악 영향을 줄 수 있고, 기기의 운전시 상기 코깅력이 진동으로도 나타날 수 있어 고속으로 동작하는 기기에서는 운전의 안전성에도 문제를 줄 수 있다. 따라서 코깅력을 정확히 측정한 후 이에 대한 대비가 필요하다. 일반적으로 리니어모터의 코깅력을 측정하는 방법으로는 로드셀(load cell)을 이용하는 방법이 사용되는데, 이는 로드셀의 장착이라는 별도의 절차가 필요하고, 장치의 장착 및 해체에 있어서 그 과정이 번거로운 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 로드셀이라는 별도의 측정장치를 구비하지 않고, 리니어모터의 구동에 의해 발생하는 코깅력을 보상하는 보상전류를 제공하는 제어방식을 통하여 코깅력을 측정할 수 있는 리니어모터 가진력 측정장치 및 이를 이용한 측정방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 리니어모터에 발생하는 코깅력을 측정하는 동안에 리니어모터의 이동자부 하단에 다른 장치를 장착하거나 장치의 연결선의 처리 등으로 인한 코깅력 측정의 불편함을 해결할 수 있는 리니어모터 가진력 측정장치 및 이를 이용한 측정방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 리니어모터 가진력 측정장치는 고정자부와 이동자부가 구비된 리니어모터, 그리고 상기 리니어모터가 구동하는 동안 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 보상하는 보상전류를 제공하여 등속운동을 수행하도록 상기 리니어모터의 구동을 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 리니어모터가 구동하는 동안 변동하는 상기 보상전류 또는 상기 보상전류로부터 계산된 힘을 이용하여 상기 리니어모터에 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 측정한다.

[0008] 또한, 상기 리니어모터의 일부를 덮는 커버부를 포함하는 하우징을 더 포함하고, 상기 리니어모터의 이동자부가 부상하여 구동되도록 상기 커버부의 하단, 또는 상기 커버부의 하단과 마주보는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에는 적어도 하나의 전자석, 또는 영구자석이 구비된다.

[0009] 그리고, 상기 커버부의 하단, 또는 상기 커버부의 하단과 마주보는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에는 상기 리니어모터의 이동자부의 최소 일부의 무게를 보상하기 위한 적어도 하나의 보상용 전자석, 또는 보상용 영

구자석이 구비된다. 이 경우, 상기 커버부의 하단 또는 상기 리니어모터의 이동자부의 상단에 적어도 하나의 갭(gap)센서를 포함한다.

[0010] 상기와 같은 본 발명의 일 실시예에 의한 리니어모터 가진력 측정장치를 이용한 리니어모터 가진력 측정방법은 리니어모터를 구동하는 단계, 상기 리니어모터가 구동하면서 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 보상하면서 상기 리니어모터가 등속도로 구동될 수 있도록 제어부에서 보상전류를 상기 리니어모터에 제공하는 단계, 그리고, 상기 리니어모터가 등속도로 구동되는 동안에 상기 제어부에 의해 제공되는 보상전류로부터 상기 리니어모터에 발생하는 코깅력(cogging force) 및 코깅 모멘트(cogging moment)를 계산하는 단계를 포함한다.

[0011] 실시예에 따르면 상기 제어부는 갭(gap)센서로부터 상기 리니어모터의 이동자부와 하우징의 커버부 사이의 갭 값을 입력 받아, 상기 리니어모터가 구동하는 동안 상기 리니어모터의 이동자부의 부상높이를 조절하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0012] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 로드셀 이라는 별도의 측정장치를 구비할 필요 없이, 리니어모터의 구동에 의해 발생하는 코깅력을 보상하는 보상전류를 제공하고 상기 보상전류로부터 코깅력을 계산하는바, 로드셀의 장착에 따른 불편이나 설치과정에서 발생하는 오차를 줄일 수 있다.

[0013] 둘째, 리니어모터의 이동자부를 부상시키는 하우징을 별도로 구비하여, 상기 리니어모터의 구동시에 상기 이동자부의 하단에 공간이 형성되고 불필요한 자기베어링 또는 장치나 그에 부가되는 연결선이 제거되는바 좀더 쉽게 코깅력을 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 리니어모터 가진력 측정장치를 개략적으로 도시한 사시도,
 도 2는 도 1에 도시된 리니어모터 가진력 측정장치의 분해사시도,
 도 3은 도 1에 도시된 리니어모터 가진력 측정장치의 정면도,
 도 4 및 도 5는 리니어모터의 구동 중에 작용하는 힘에 대한 설명을 위해 리니어모터 가진력 측정장치를 개략적으로 도시한 측면도, 그리고,
 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 리니어모터 가진력 측정방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리니어모터 가진력 측정장치(1)를 도시한 사시도이다. 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 리니어모터 가진력 측정장치(1)는 다양한 리니어모터를 구동하는 동안 발생하는 코깅력(cogging force)과 코깅 모멘트(cogging moment)를 측정하는데 사용된다. 이러한 리니어모터 가진력 측정장치(1)는 리니어모터(10), 제어부(20), 그리고 하우징(30)을 포함한다.

[0017] 보다 자세한 설명을 위해 도 2 및 도 3을 제시한다. 도 2는 리니어모터 가진력 측정장치(1)를 개략적으로 도시한 분해사시도이고, 도 3은 리니어모터 가진력 측정장치(1)를 개략적으로 도시한 정면도이다.

[0018] 리니어모터(10)는 일반적인 선형 구동 시스템에 사용되는 구동모터로써, 그 구동에 의하여 코깅력(cogging force)과 코깅 모멘트(cogging moment)가 발생한다. 상기 리니어모터(10)는 일반적으로 영구자석이 트랙의 형상으로 구비된 고정자부(11)와 하단면에 코일이 구비된 이동자부(12)를 포함한다. 리니어모터(10)가 구동되면 이동자부(12)의 코일에 전류가 흐르면서 N극 또는 S극을 바꾸어 가며 상기 이동자부(12)가 상기 고정자부(11)위를 선형으로 이동한다.

[0019] 이러한 구동을 하는 동안 코일과 영구자석트랙 사이에서 작용하는 인력에 의해 상기 이동자부(12)의 진행방향과 평행하게 진행방향 또는 역방향으로 작용하는 힘이 코깅력(cogging force)이다. 그리고 상기 이동자부(12)의 진행방향과 수직하게 작용하는 힘에 의해 코깅 모멘트(cogging moment)가 발생한다.

[0020] 상기 코깅력과 코깅 모멘트에 의해 상기 리니어모터(10)의 이동자부(12)는 등속도로 움직이지 못하고 쿨렁거림

을 보인다. 따라서 상기 코깅력 및 코깅 모멘트의 작용방향과 반대방향으로 같은 힘이 걸리도록 보상전류를 흘려주어 구동중 발생하는 코깅력과 코깅 모멘트가 상쇄되면 상기 이동자부(12)는 등속도로 움직일 수 있고 쿨링 거름이 제거된다.

- [0021] 한편, 리니어모터(10)의 이동자부(12)에는 롤러(13)가 구비된다. 상기 롤러(13)는 안정장치의 역할을 하는데, 상기 리니어모터(10)가 구동하는 동안에는 상기 롤러(13)는 다른 부분과 접촉하지 않는다. 다만 상기 리니어모터(10)가 작동하지 않아 정지상태로 있거나 자기베어링이 비정상적으로 동작하는 경우에는 이동자부(12)와 고정자부(11)간의 금속마찰이 발생할 수 있는바 상기 롤러(13)가 배치되는 것이다.
- [0022] 제어부(20)는 상기 리니어모터(10)에 보상전류를 제공하여 상기 이동자부(12)가 등속운동을 수행할 수 있도록 하는데, 즉 상기 리니어모터(10)의 구동시에 발생하는 코깅력 및 코깅 모멘트의 작용방향에 반대방향으로 같은 힘이 제공되도록 보상전류를 제공하는 하는 제어를 수행한다. 이때, 상기 리니어모터(10)의 구동에 의하여 구동자부(11)와 이동자부(12)간에 발생하는 코깅력 및 코깅 모멘트의 크기는상기 이동자부(12)의 진행위치에 따라 다를 것이고, 상기 이동자부(12)의 위치에 따라 상기 이동자부(12)가 등속도로 이동할 수 있도록, 구동간에 발생하는 코깅력 및 코깅 모멘트와 대응되는 보상전류를 변동시켜가면서 제공한다. 따라서, 상기 이동자부(12)가 등속도로 이동하는 동안에 제어부(20)에서 제공하는 보상전류를 힘으로 변환하여 계산하게 되면 그것이 상쇄된 코깅력 또는 코깅 모멘트의 크기와 같다. 그러므로 상기 이동자부(12)의 위치에 따른 코깅력 및 코깅 모멘트의 계산이 가능해진다. 코깅력 및 코깅 모멘트의 자세한 계산 방법은 후술한다.
- [0023] 위와 같은 코깅력 및 코깅 모멘트의 측정방법은 별도의 로드셀(load cell)을 구비하지 않아도 되어 불필요한 부품 및 비용을 줄이고 상기 로드셀의 장착과정에서 발생하는 오차 또는 상기 로드셀 자체가 가지고 있는 오차를 차단할 수 있어 코깅력 및 코깅 모멘트의 정확한 측정이 가능해진다.
- [0024] 하우징(30)은 내부에 수납공간이 형성되고, 리니어모터(10)가 상기 하우징(30)의 내부에 수납된다. 상기 하우징(30)은 커버부(31)를 포함한다. 이러한 구조로 인해 상기 커버부(31)의 하단은 상기 이동자부(12)의 상단을 마주본다.
- [0025] 커버부(31)의 하단이나, 또는 상기 커버부(31)의 하단과 마주보는 리니어모터(10)의 이동자부(12)의 상단에는 적어도 하나의 부상용 전자석(40), 또는 보상용 전자석(50)이 구비된다. 상기 부상용 전자석(40), 또는 보상용 전자석(50)은 기본적으로 상기 이동자부(12)가 부상하여 구동되는 것에 관여하는데, 바람직하게는 상기 부상용 전자석(40)은 영구자석으로 대체가 가능하고, 상기 보상용 전자석(50) 역시 영구자석으로 대체가 가능하다.
- [0026] 부상용 전자석(40)은 커버부(31)의 하단이나 상기 커버부(31)의 하단과 마주보는 이동자부(12)의 상단에 배치된다. 즉, 도 2의 도시에는 부상용 전자석(40)이 이동자부(12)의 상단에 배치된 것으로 예시되나 꼭 이에 한정하는 것은 아니며 상기 부상용 전자석(40)이 영구자석으로 대체될 수 있고, 구비 장소 또한 커버부(31)의 하단에 구비될 수 있다. 도 2의 도시와 같이 이동자부에 부상용 전자석(40)이 배치된 경우에는 이와 마주보는 커버부(31)는 도체로 형성되거나 자석을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0027] 이러한 부상용 전자석(40)은 자기베어링의 역할을 하면서 리니어모터(10)의 이동자부(12)를 구동자부(11)로부터 부상시키는데, 이렇게 이동자부(12)의 부상이 상기 이동자부(12)의 상단과 커버부(31)의 하단 사이에서 발생하는 인력에 의해 이루어짐으로 인해, 상기 이동자부(12)와 고정자부(11)의 사이에 불필요한 부품이나 전선 등이 없는 공간이 형성되는바 리니어모터(10)의 구동이 좀더 원활해지고 코깅력 및 코깅 모멘트의 측정이 용이해진다.
- [0028] 한편, 보상용 전자석(50) 또한 커버부(31)의 하단이나 상기 커버부(31)의 하단과 마주보는 이동자부(12)의 상단에 배치된다. 이러한 상기 보상용 전자석(50)은 이동자부(12)를 부상시키는데 있어서 상기 이동자부(12)의 최소 일부의 무게를 보상하는 역할을 한다. 예를 들면, 이동자부(12)를 부상시키기 위하여 총 100N의 힘이 필요하다면 상기 보상용 전자석(40)을 배치함으로써 인력에 의한 80N의 힘을 보상받고 나머지 20N의 범위 내에서 부상용 전자석(40)이 관여하는 것이다. 도 2의 도시에는 이동자부(12)의 상단에 보상용 전자석(50)이 배치된 것으로 예시되나, 꼭 이에 한정하는 것은 아니며 영구자석으로 대체가 가능함은 앞에서 언급한 것과 같다. 상기 와 같은 예시의 경우에는 커버부(31)가 도체로 형성되거나 자석을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0029] 커버부(31)의 하단 또는 리니어모터(10)의 이동자부(12)의 상단에는 적어도 하나의 갭(gap)센서(60)가 구비된다. 상기 갭센서(60)는 상기 이동자부(12)와 상기 커버부(31) 사이의 간격을 센싱하여 그 결과를 제어부(20)에 알린다. 도 3의 도시를 보면 상기 갭센서(60)가 이동자부(12)의 상단에 부착된 것으로 예시되나 이에 한정하지 않으며 커버부(31)의 하단에 부착될 수 있다. 상기 갭센서(60)로부터 결과값을 입력 받은 제어부(20)는

부상용 전자석(40)에 제공되는 전류를 조절하여 이동자부(12)의 부상높이를 조절할 수 있다.

[0030] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 리니어모터 가진력 측정장치(1)를 이용한 측정방법을 도 4 내지 도 6을 참고하여 설명한다. 도 4는 리니어모터(10)가 구동하는 동안 코강력이 발생하는 것을 개략적으로 도시한 측면도, 도 5는 코강 모멘트가 발생하는 것을 개략적으로 도시한 측면도, 그리고 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 리니어모터 가진력 측정방법을 도시한 흐름도이다.

[0031] 도 6에 도시된 바와 같이, 리니어모터 가진력 측정방법은 리니어모터(1)의 구동단계(S1), 보상전류의 제공단계(S2), 코강력 및 코강 모멘트 계산단계(S3), 그리고 리니어모터(1)의 부상높이를 조절하는 단계(S4)로 이루어진다.

[0032] 먼저 리니어모터(1)의 구동 전에는 롤러(13)에 의해 고정자부(11)와 이동자부(12)간의 금속마찰은 발생하지 않는다. 리니어모터(1)를 구동하면 부상용 전자석(40)에 의해 상기 이동자부(12)가 상기 고정자부(11)로부터 부상하고, 상기 이동자부(12)는 직선이동을 한다(S1). 다만, 이 경우 코강력 및 코강 모멘트의 측정에 있어서 관성력의 영향이 최소화 되도록 리니어모터(10)의 이동속도는 최소화 하는 것이 바람직하다.

[0033] 리니어모터(10)가 구동하면, 이동자부(12)와 고정자부(11)의 사이에서 발생하는 자기적 인력에 의하여 코강력과 코강 모멘트가 발생한다. 도 4 및 도 5를 참고하면 코강력은 상기 자기적 인력의 수평방향 합력에 의해 발생하고 코강 모멘트는 상기 자기적 인력의 수직방향 성분의 좌우 불균일에 의하여 발생한다.

[0034] 코강력은 리니어모터(10)의 구동방향, 즉 이동자부(12)의 이동방향과 평행하게 형성된다. 도 4에 도시된 바와 같이 코강력은 F로 나타낸다. 코강력 F의 작용방향은 상기 이동자부(12)의 이동방향과 같거나 반대가 된다. 이러한 코강력 F에 의해 상기 이동자부(12)는 등속 이동이 불가능하다. 따라서 제어부(20)에서 상기 코강력 F에 방향은 반대이고 같은 크기의 힘을 갖는 R이 발생하도록 보상전류를 리니어모터(10)에 제공하고, F와 R은 상쇄되는바, 이동자부(12)의 등속운동이 가능해진다. 리니어모터(10)의 구동간에 코강력 F는 계속 변하는바 상기 보상전류 또한 계속 변동함은 당연하다.

[0035] 코강 모멘트는 도 5에 도시된 바와 같이 M으로 나타낸다. 코강 모멘트 M은 자기적 인력의 수직방향 성분에 의해 작용되는바 이동자부(12)의 측면에서 볼 때 시계방향 또는 반시계방향으로 작용된다. 이러한 코강 모멘트 M의 작용으로 인해 이동자부(12)와 고정자부(11)의 사이의 공극이 일정하게 유지되지 않는다. 따라서, 상기 공극이 일정하게 유지되기 위한 수직힘(V1 및 V2)이 발생하도록 하는 보상전류를 제어부(20)에서 제공한다. 상기 수직힘(V1 및 V2)에 의해 보상 모멘트 N이 발생하고 M과 N이 상쇄되는바 상기 공극은 일정하게 유지된다.

[0036] 결과적으로 제어부(20)는 리니어모터(10)에 발생하는 코강력 및 코강 모멘트를 보상하여 상기 리니어모터(10)가 등속도로 구동될 수 있도록 보상전류를 상기 리니어모터(10)에 제공하는 것이다(S2). 다만, 리니어모터(10)의 구동간에 코강력 및 코강 모멘트는 실시간으로 변하는바, 상기 보상전류도 이에 따라 변동되는 것은 당연하다.

[0037] 보상전류에 의해 상기 리니어모터(10)가 등속도로 구동하게 되면 상기 보상전류로부터 역으로 코강력 및 코강 모멘트를 계산한다(S3). 코강력을 보상하는 보상전류에 의하여 발생하는 힘이 R인데 R은 코강력 F와 크기는 같고 방향만 반대인바 보상전류로부터 구한 힘 R이 리니어모터(10)에 작용하는 코강력이 된다. 또한 코강 모멘트를 보상하는 보상전류에 의하여 발생하는 힘이 수직력 V1 및 V2 인데 각각의 수직력간의 거리를 d라고 하고, V2가 V1보다 크다고 가정하는 경우 보상 모멘트 N은 다음과 같은 수학적 식 1에 의해 정의된다.

수학적 식 1

$$N=(V1-V2) \times \frac{d}{2}$$

[0038] 이때, N은 코강 모멘트 M과 크기는 같고 방향만 반대인바 상기 코강력의 경우와 마찬가지로 보상전류로부터 구한 힘 N이 리니어모터(10)에 작용하는 코강 모멘트가 된다.

[0039]

[0040] 한편, 제어부(20)는 갭센서(60)로부터 리니어모터(10)의 이동자부(12)와 하우징(30)의 커버부(31) 사이의 갭 값을 입력 받아 상기 리니어모터(10)가 구동하는 동안 상기 이동자부(12)의 부상높이를 조절한다(S4). 이러한 이동자부(12)의 부상높이를 조절하는 단계는 리니어모터(10)가 구동하는 동안에 순서에 관계없이 실시간으로 이루어진다. 즉, 상기 갭센서(60)를 통한 이동자부(12)와 커버부(31) 사이의 갭 센싱을 통하여 실험자의 요구에 따

라 제어부(20)를 통하여 이동자부(12)의 부상높이를 조절할 수 있는 것이다.

[0041] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

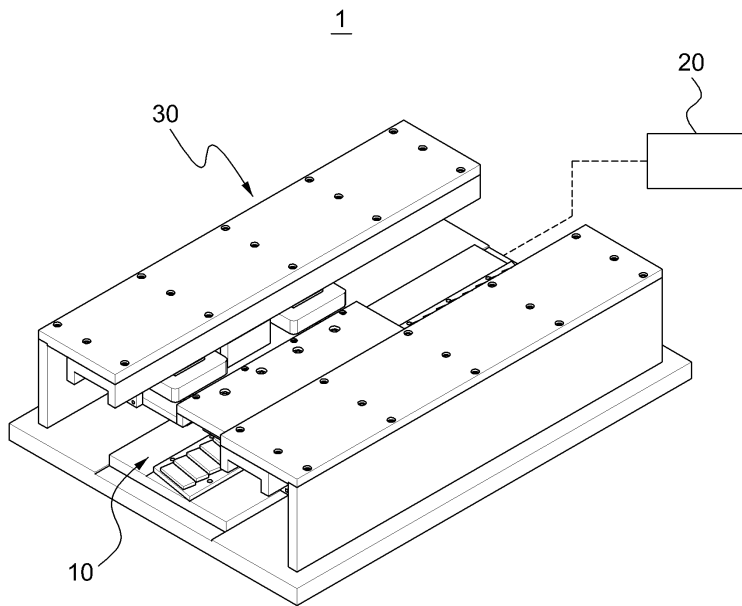
[0042] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

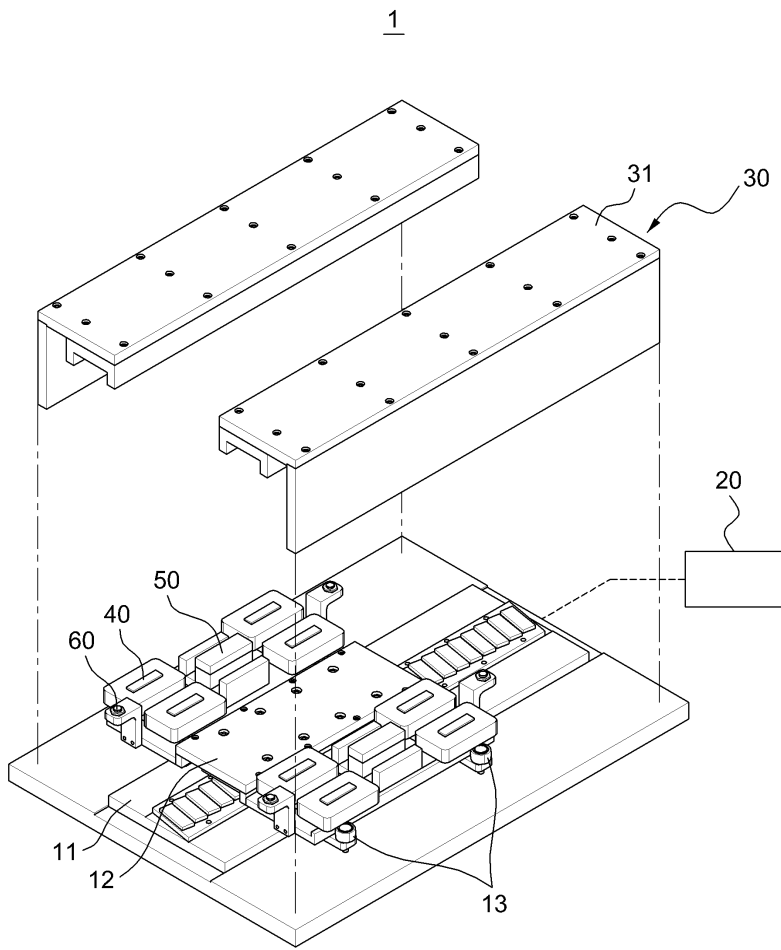
- | | | |
|--------|-------------------|-------------|
| [0043] | 1: 리니어모터 가진력 측정장치 | 10: 리니어모터 |
| | 11: 고정자부 | 12: 이동자부 |
| | 20: 제어부 | 30: 하우징 |
| | 31: 커버부 | 40: 부상용 전자석 |
| | 50: 보상용 전자석 | 60: 갭센서 |

도면

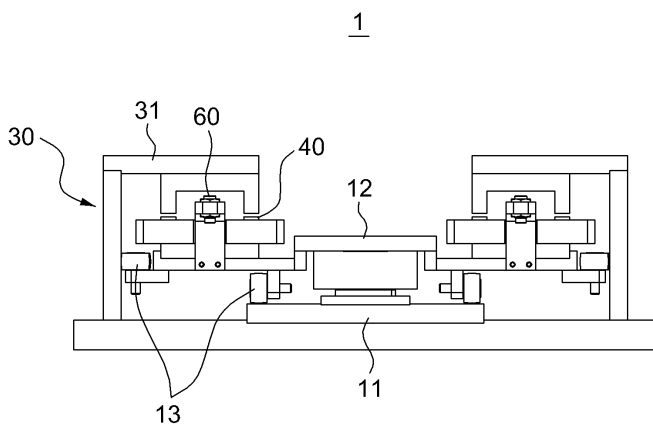
도면1



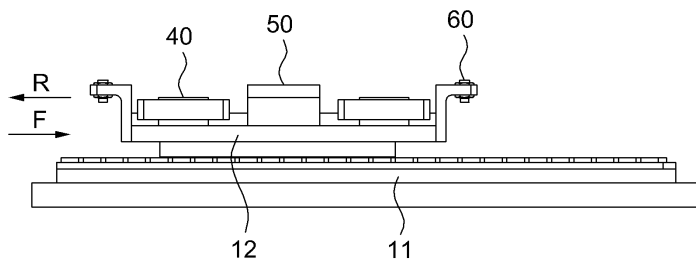
도면2



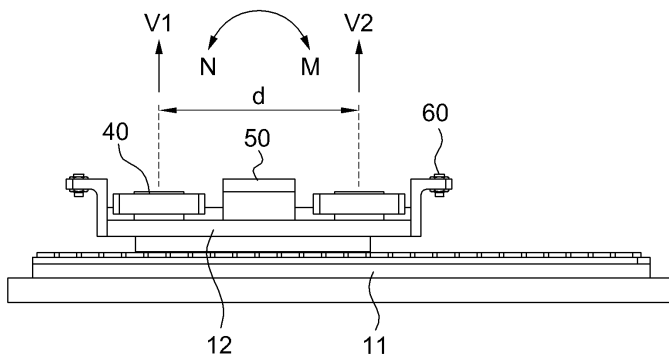
도면3



도면4



도면5



도면6

