



등록특허 10-2161989



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월06일

(11) 등록번호 10-2161989

(24) 등록일자 2020년09월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02K 41/03 (2006.01) F16F 15/129 (2006.01)

F16F 15/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02K 41/031 (2013.01)

F16F 15/129 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0077706

(22) 출원일자 2019년06월28일

심사청구일자 2019년06월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120105355 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

이경민

대전광역시 서구 문예로 174 샘머리아파트,
111-306

함태림

대전광역시 유성구 대학로155번길 5 청운빌라 30
4호

(74) 대리인

노대현

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 임영훈

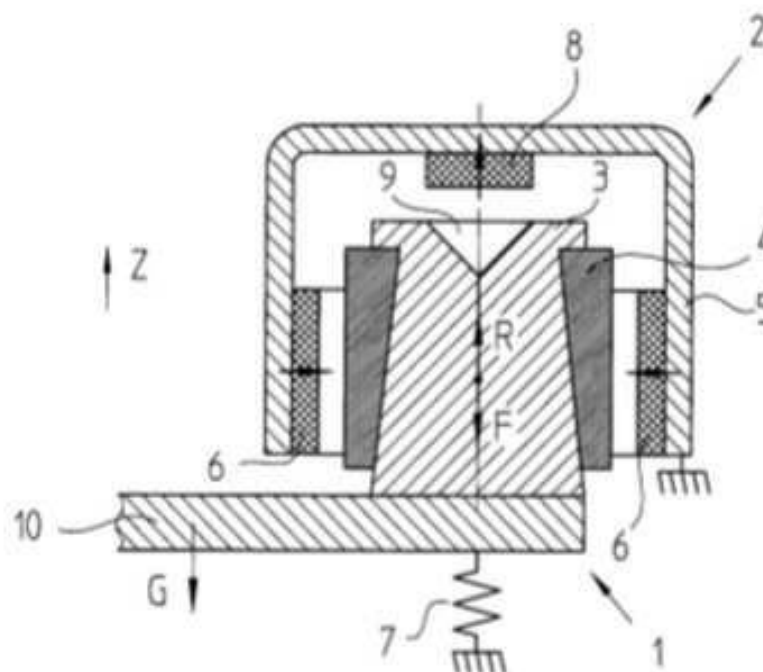
(54) 발명의 명칭 중력보상 구동부

(57) 요약

기존의 중력보상 액추에이터는 마그네틱요크 지지부에 탄성부를 필수 구성요소로 구비하여야 하기 때문에, 중력보상 액추에이터의 구조가 복잡해지는 문제와 선형적으로 중력보상을 하는 구간이 협소한 문제가 있었다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여, 스테이터(stator), 상단 자석, 측면 자석, 측면 코일 및 아마추어(armature)로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서, 상기 아마추어(armature)는 상광하협의 테이퍼 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.

이러한 구성에 의하여 본 발명은 영구자석의 자기력으로 일정한 추력을 발생하는 중력보상 VCM(Voice Coil Motor) 타입의 구동부를 제공하였다. 본 발명의 중력보상은 탄성부 없이 구성되는 것으로 상기 테이퍼 구조의 형상에 따라 넓은 가동범위가 구형가능하며, 모든 가동범위에서 안정적인 중력보상이 가능한 것을 그 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

F16F 15/22 (2013.01)

F16F 2222/06 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성11341778 A

JP평성08205508 A

KR1019920013855 A

KR1020110001648 A*

함태림, 이경민, '정밀 이송을 위한 자계 중력보상 기능을 갖는 보이스코일모터 설계', 대한기계학회 2018년도 학술대회

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425111710

부처명 중소벤처기업부(S2498069)

과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 2017년도 중소기업 기술혁신개발사업

연구과제명 반도체 생산 공정을 위한 속도 1.5m/s, 가속도 2.5g급 Wafer Metrology 용 모션 스테이지 시스템 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 이노6 주식회사

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.07.02

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

스테이터와 아마추어로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 스테이터(stator)는 고정부 요크와 상단 자석, 측면 자석으로 구성되고, 상기 아마추어(armature)는 상단 자석측으로 갈수록 직경이 커지는 테이퍼 구조로 형성되며,

상기 중력보상 구동부는 탄성부 없이 구동되고,

상기 아마추어는 가동부 요크와 측면 코일로 구성되며,

상기 아마추어(armature)의 반경이 상단 자석에서 멀어지는 방향으로 2차함수의 형태로 감소하는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 아마추어(armature)의 상부와 스테이터(stator) 내부 하면 자석의 거리가 0 이 되는 경우를 방지하기 위해 상기 아마추어(armature)의 상부에 오목면 형상을 부가하여 stroke 가 0에 가까워지는 경우에도 스테이터(stator) 내부 하측의 영구자석과 armature yoke 상부의 유효 거리가 일정 값 이상을 유지하도록 설계한 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 반도체 장비의 이동 및 검사에 사용되는 수직 이송 스테이지의 액추에이터에 작용하는 중력을 보상하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명 이전의 선행기술로는 제 1구성유닛 및 제 2 구성유닛을 구비하며, 하나의 구성유닛은 정지되어 있고, 두 개의 구성유닛 중에 다른 하나의 구성유닛은 수직 방향(Z)으로 움직일 수 있다. 제 1 구성유닛은 코일(4)을 갖춘 제 1 마그네트 요크를 구비하고, 제 2 구성유닛은 코일 쪽을 향하여 정렬된 적어도 하나의 마그네트를 갖춘 제 2 마그네트 요크를 구비한다. 상기 적어도 하나의 마그네트 영역에서 제 1 마그네트 요크와 제 2 마그네트 요크의 수평 간격이 수직 방향(Z)으로 변동될

[0003] 수 있음으로써, 결과적으로 액추에이터의 작업 영역에서 제 1 구성유닛(1)과 제 2 구성유닛(2) 사이에서는 자기 저항력(R)(reluctance force)이 작용하게 되고, 이 자기 저항력은 상기 두 개 구성유닛(1, 2) 중에 이동 구성유닛이 중력(G)을 저지하는 기술이 개시되어 있다.

[0004] 또 다른 선행기술로는 진동 절연기가 제공되며, 이 진동 절연기는 베이스 구조물, 로드 구조물 및 베이

스 구조물과 로드 구조물의 대향하고 실질적으로 평행한 벽들에 의해 형성되는 하나 이상의 수직 공기 갭을 포함한다. 대향하는 벽들은 영구 자석들의 각각의 어레이들에 의해 적어도 부분적으로 커버되고, 어레이들 내의 이웃하는 자석들은 교번하는 자화 방향들을 갖고, 어레이들 내의 영구 자석들의 배치는 로드 구조물 상의 중력의 힘이 로드 구조물 상의 베이스 구조물의 네트 자기력에 의해 보상되는 기술이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 등록특허공보 10-1900955
(특허문헌 0002) 등록특허공보 10-1932999

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 기존의 중력보상 액추에이터는 음의 탄성계수를 가지는 형태로 설계되어 armature가 stroke 0인 지점을 벗어나는 경우 armature의 변위가 증가하는 방향으로 외력이 발생하고 stroke의 증가에 따라 그 외력도 증가하는 형태로 되어 있다. 따라서 상기 음의 탄성계수를 상쇄할 수 있는 양의 탄성계수를 가진 spring과 같은 탄성 구조체가 도1에 도시된 바와 같이 필수적이다.
- [0007] 도2는 기존 발명의 스프링 추력과 자석에 의한 자력이 상쇄되어 위치에 관계없이 일정한 추력이 발생하는 그래프를 도시하고 있다. 도2에서 X 축은 변위, Y축은 추력의 크기이다. 따라서 기존의 발명은 탄성 구조체가 필수 구성요소이기 때문에 중력보상 액추에이터의 구조가 복잡해지는 문제가 있다.
- [0008] 또한 상기 탄성 구조체의 탄성 계수와 자석에 의하여 발생하는 보이스코일모터(Voice Coil Moter; VCM)의 추력의 변화율을 정확하게 일치시키는 것이 어려운 문제가 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여,
- [0010] 스테이터와 아마추어로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서,
- [0011] 상기 스테이터(stator)는 고정부 요크와 상단 자석, 측면 자석으로 구성되고,
- [0012] 상기 아마추어(armature)는 상광하협의 테이퍼 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0013] 상기 중력보상 구동부는 탄성부 없이 구동되는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0014] 상기 아마추어는 가동부요크와 측면 코일로 구성되는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0015] 또한 상기 아마추어(armature)의 반경이 중력보상 구동부의 움직임 방향으로 상부에서 하부로 함수의 형태로 감소하는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0016] 또한, 상기 함수는 2차함수인 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0017] 또한 상기 아마추어(armature)의 상단에 콘 형태의 홈이 형성된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0018] 또한 스테이터(stator), 상단 자석, 측면 자석, 측면 코일 및 아마추어(armature)로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서, 상기 아마추어(armature)는 상광하협 of 테이퍼 구조로 형성되고 내부가 일정한 두께로 관통된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.

발명의 효과

- [0019] 이러한 구성에 의하여 본 발명은 영구자석의 자기력으로 일정한 추력을 발생하는 VCM(Voice Coil Motor) 타입의 중력보상 구동부를 제공하였다. 본 발명의 중력보상은 탄성부 없이 구성되는 것으로 상기 테이퍼 구조의 형상에 따라 넓은 가동범위에서 중력보상이 가능한 것을 그 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도1은 기존의 중력보상 구동부의 단면도
- 도2는 기존의 중력보상 모터의 원리
- 도3은 본 발명의 중력 보상의 원리를 설명도
- 도4는 본 발명의 중력 보상을 위한 스테이터와 아마추어 사이의 유효거리 그래프
- 도5는 본 발명의 중력 보상 구동부의 사시단면도와 단면도
- 도6은 본 발명의 중력 보상 구동부의 또 다른 실시예로 아마추어가 관통된 형태
- 도7은 본 발명의 중력보상 구동부의 각 위치에서 발생하는 자기력을 측정 결과

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 작용효과를 도면을 이용하여 설명하면 하기와 같다.
- [0022] 도1은 본 발명 이전의 선행기술로 중력보상을 구동을 위하여 하부에 탄성부를 구비하여 탄성력과 자력이 이루는 힘의 평형구간을 이용하여 중력을 보상하고 있다.
- [0023] 도2는 상기 도1에 기재된 발명이 중력보상을 하는 원리를 설명하고 있다.
- [0024] 1번으로 표시된 직선이 모터에 구비된 자석에 의하여 발생하는 힘이고, 2번으로 표시되는 직선이 스프링의 탄성 변형에 의하여 발생하는 힘이다.
- [0025] 상기 1번과 2번의 힘이 합쳐서 일정한 추력을 발생하게되고 이 구간에서 중력보상이 일정하게 유지된다.
- [0026] 그러나, 탄성에 의하여 거리의 제곱에 반비례하여 줄어드는 자력과 거리에 따라 일정하게 변화되는 탄성력 사이에서 일정한 추력을 선정할 수 있는 구간은 매우 한정적이기 때문에 중력보상부의 구간이 좁고, 상기와 같이 탄성부가 필수 구성요소여서 구조가 복잡한 문제가 있다.
- [0027] 도3은 본 발명의 중력보상 구동부의 구성 단면도 이고, 오른쪽은 그 등가회로이다.
- [0028] 도4는 본 발명의 아마추어의 상광하협구조에서 측면자석과 상기 아마추어와의 높이에 따른 거리 곡선이다.
- [0029] 도5는 본 발명의 사시 단면도와 단면도 이다.
- [0030] 도6은 본 발명의 또 다른 실시예로 내부가 관통된 아마추어의 구성이다.
- [0031] 본 발명의 도3의 등가회로로부터 본 발명의 중력보상 원리를 설명하면 하기와 같다.
- [0032] 일반적으로 자기회로(코일 또는 전자석)에서 발생하는 힘은 다음과 같다.
- [0033]
$$F = \frac{1}{2} U^2 \frac{dP}{dx}$$
식(1)
- [0034] 여기서 F : 발생력 (N), U : 기자력 (AT),
- [0035] P : 자기회로의 퍼미언스 ($= \frac{\mu S}{x}$), X1 : 변위
- [0037] 상기 식에서 도 3의 (a)와 같은 구조에서 계산의 단순화를 위해 요크(yoke) 의 투자율(μ)이 무한하다고 가정하면 도 3의 (b)와 같은 자기저항 회로로 단순화할 수 있다. 스테이터(stator) 내부 하면과 아마추어(armature) 상면 사이 및 스테이터 내부 측면과 아마추어 측면으로 두 부분에서 퍼미언스(Permeance, 자기 저항의 역수로 전기회로의 컨덕턴스에 해당하는 값)의 변화가 상기 스테이터로 상기 아마추어를 당기는(흡입하는) 힘을 발생시키게 된다.
- [0038]
$$F = \frac{1}{2} U^2 \frac{d}{dx} (P_{eq}) = cons$$
식(2)
- [0039]
$$P_1 = \frac{\mu S_1}{g(x_1)}, P_2 = \frac{\mu S_2}{f(x_1)}, P_{eq} = \frac{\mu S_1 S_2}{S_2 g(x_1) + S_1 f(x_1)}$$
식(3)

- [0040] 여기에서 μ : 진공 중의 투자율 ($4 \pi * 10^{-7}$)
- [0041] P1 : stator 내부 하면과 armature 상면사이의 퍼미언스
- [0042] P2 : stator 내부 측면과 armature 측면간의 퍼미언스
- [0043] Peq : P1 과 P2 합의 등가 퍼미언스
- [0044] S1 : stator 내부 하면과 armature 상면사이의 유효 단면적
- [0045] S2 : stator 내부 측면과 armature 측면 사이의 유효 단면적
- [0046] $g(x)$: stator 내부 하면과 armature 상면사이의 유효 거리
- [0047] $f(x)$: stator 내부 측면과 armature 측면 사이의 유효 거리
- [0048] x : armature의 이동거리, stroke
- [0049] 이다.
- [0050] 이때 Peq 의 미분값이 stoke(= x)에 독립적인 경우 발생력이 일정하게 되고 그 발생력이 가동부의 하중과 동일한 경우 중력보상 기능을 수행하게 된다.
- [0051] 이때 $g(x) = x$ 이라고 하면 x 의 변화에 따라 $f(x)$ 값의 변화는 아래와 같다.
- [0053] $S_2 g(x_1) + S_1 f(x_1) = \frac{1}{K_1 x_1 + K_2}$ 라고 가정하면식(4)
- [0054] $f(x_1) = \frac{1}{S_1} \frac{1}{K_1 x_1 + K_2} - \frac{S_2}{S_1} g(x_1)$ 식(5)
- [0055] 이때 K1, K2는 상수이다.
- [0056] $f(x)$ 값은 도 4와 같이 stroke가 증가함에 따라, 즉 상기 아마추어(armature)가 하강함에 따라 점차 감소하는 형태를 가지고 있다. 아마추어(armature)의 직경은 아마추어(armature)가 하강함에 따라 스테이터(stator)의 측면에 부착된 영구자석의 내경과 armature 외경간의 유효거리가 도 4의 형태로 제안된 $f(x)$ 의 형태인 감소하는 형태를 가질 수 있다. 즉 아마추어 하부의 직경은 작아 유효거리가 크고, x 가 증가함에 따라 측면 자석과 마주하게 되는 상부는 큰 직경을 가져 유효거리가 감소하는 형태를 가지게 된다. stroke가 작은 범위의 경우는 1차 직선으로 선형화 하여 armature의 경사면을 생성할 수 있다. $f(x)$ 의 형태는 중력보상 범위, 중력 보상력, 영구자석의 감자곡선 형태, 요크와 자석의 투자율 등 자기회로의 특성 값에 따라 변경될 수 있다.
- [0057] 넓은 스트로크 범위에서 중력보상을 하기 위해서는 도4와 같이 스테이터와 아마추어 사이의 유효거리가 변화하도록 아마추어(armature)의 직경을 설계 할 수 있다. armature의 변위가 증가(즉 armature가 하강)할수록 유효거리의 변화가 감소하는 형태, 다시 말해서 armature의 상부의 직경 변화량이 하부의 직경 변화량보다 작은 형태로 설정한다.
- [0058] 또한, 위의 그림에서 x 가 0 이 되는 경우, 즉 armature의 상부와 stator 내부 하면 자석의 거리가 0 이 되는 경우 요구되는 측면의 유효거리 $f(x)$ 가 매우 커져서 실질적으로 구현할 수 없는 상태가 될 수 있다. 이를 방지하기 위해 armature의 상부에 오목면 또는 홈과 같은 형상을 부가하여 stroke가 0에 가까워지는 경우에도 stator 내부 하측의 영구자석과 armature yoke 상부의 유효 거리가 일정 값 이상을 유지하도록 설계 할 수 있다. 이러한 경우 $g(x)$ 은 x 의 함수 형태로 표현되고, 측면 유효거리 $f(x)$ 도 $g(x)$ 의 값에 따라 함께 변경될 수 있다.
- [0059] 위의 계산식은 이론적 고찰을 위해 누설자속, 기자력 손실 등과 같은 부가적인 현상을 고려하지 않은 단순한 모델로 그 실제 값과는 차이가 있을 수 있어, 유한요소분석(FEM) 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.
- [0060] 제안된 VCM(Voice Coil Motor)은 일정한 stroke 범위에서 일정한 추력을 발생하여 일정한 stroke 범위에서 강성 dF/dx 이 0 이 되는 것을 만족한다.
- [0061] 따라서, 기존의 중력보상모터는 중력보상 구간이 매우 협소하여 활용에 어려움이 있었으나, 본 발명의 중력보상 모터는 그 길이를 상하로 길게 구성하면 중력보상 구간을 넓게 설계할 수 있는 구조여서 용도에 맞게 설계가 가능하다.

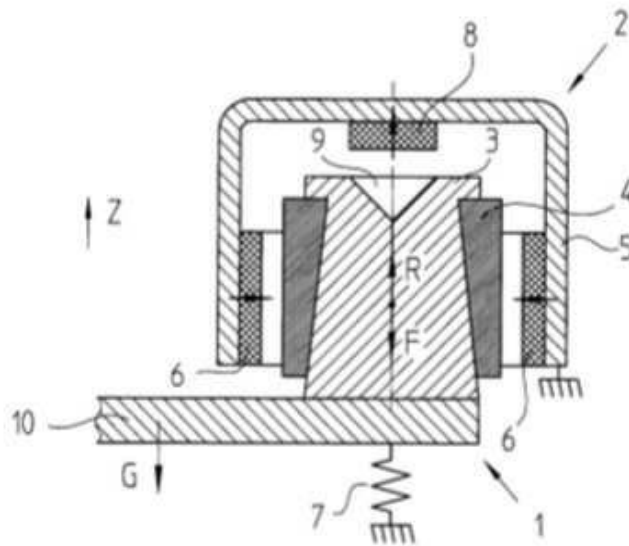
- [0062] 도7에는 제안된 구조를 이용하여 제작된 중력보상 구동부의 각 위치에서 발생하는 자기력을 측정한 결과이다. armature의 코일에 전류를 흘리지 않더라도 약 3mm ~ 8.5mm 까지 21 N의 일정한 힘이 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0063] 상기와 같은 수식과 시뮬레이션 결과에 의하여 하기의 구성의 중력보상 모터를 제공한다.
- [0064] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여,
- [0065] 스테이터와 아마추어로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서,
- [0066] 상기 스테이터(stator)는 고정부 요크와 상단 자석, 측면 자석으로 구성되고,
- [0067] 상기 아마추어(armature)는 상광하협의 테이퍼 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0068] 상기 중력보상 구동부는 탄성부 없이 구동되는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0069] 상기 아마추어는 가동부요크와 측면 코일로 구성되는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0070] 또한 상기 아마추어(armature)의 반경이 중력보상 구동부의 움직임 방향으로 상부에서 하부로 함수의 형태로 감소하는 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0071] 또한, 상기 함수는 2차함수인 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0072] 또한 상기 아마추어(armature)의 상단에 콘 형태의 홈이 형성된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.
- [0073] 또한 스테이터(stator), 상단 자석, 측면 자석, 측면 코일 및 아마추어(armature)로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서, 상기 아마추어(armature)는 상광하협의 테이퍼 구조로 형성되고 내부가 일정한 두께로 관통된 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부를 제공한다.

부호의 설명

- [0074] 100 : 외형케이스
 110 : 상단 자석
 120 : 측면 자석
 200 : 로터
 201 : 상광하협으로 관통된 로터
 202 : 원통형으로 관통된 로터
 210 : 측면 코일

도면

도면1



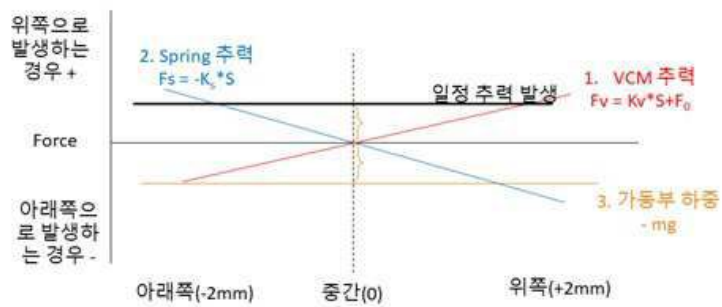
도면2

■ VCM 추력과 Spring 복원력의 상호 보상

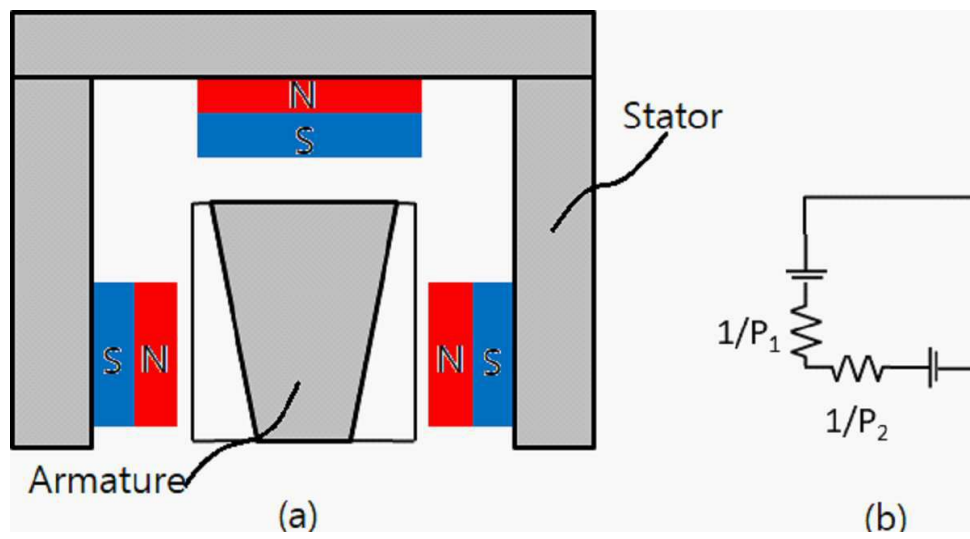
$$F_{\text{ext}} = F_v + F_s + mg$$

$$= (K_v - K_s)S + (F_0 - mg)$$

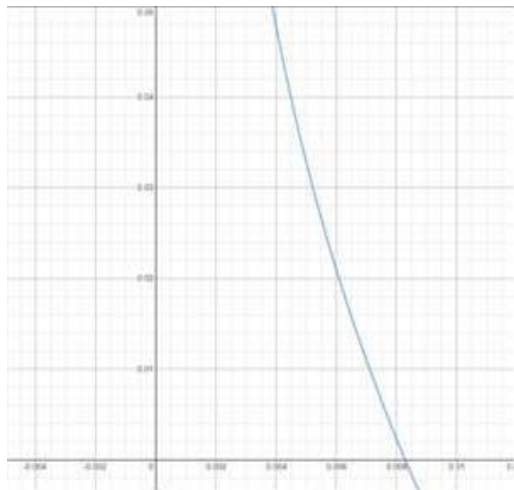
$$\rightarrow F_{\text{ext}} = 0 \quad \text{if } (K_v = K_s \text{ and } F_0 = mg)$$



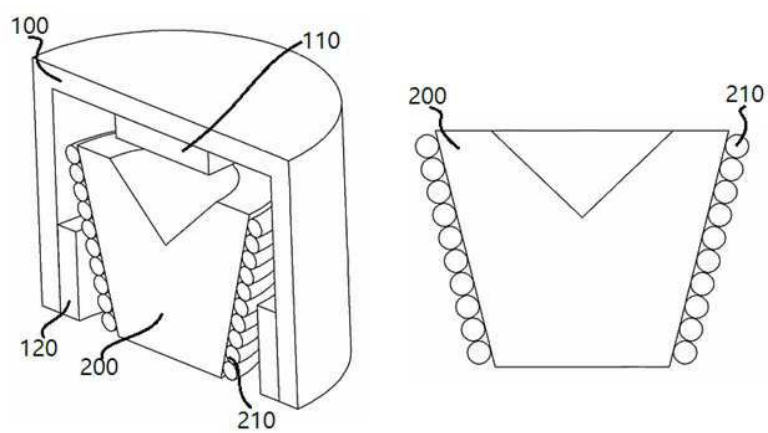
도면3



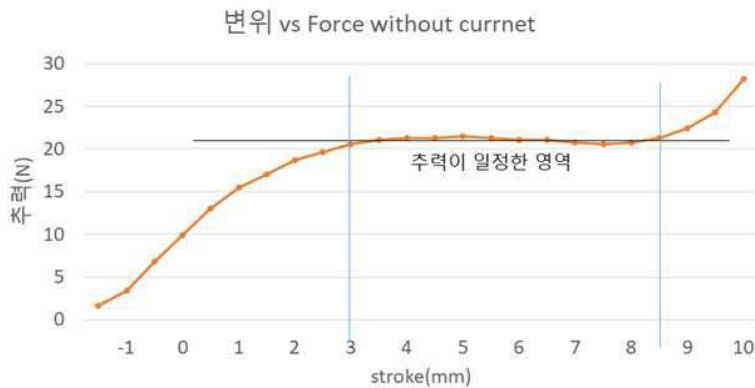
도면4



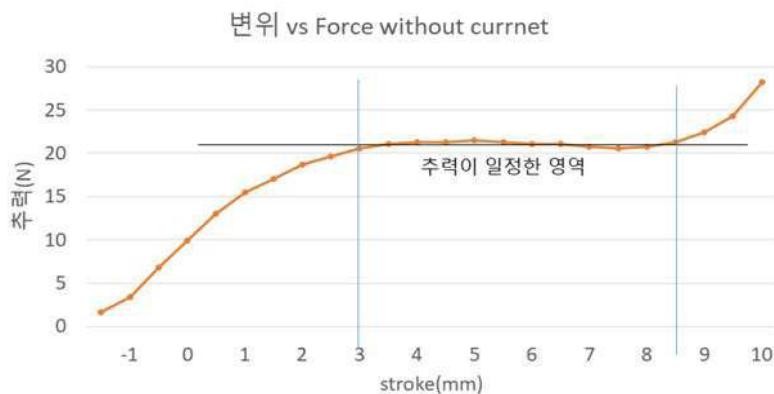
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 식별번호 0037

【변경전】

상기 식에서 도3 2(a) 와 같은 구조에서 계산의 단순화를 위해 요크(yoke) 의 투자율(μ)

)이 무한하다고 가정하면 그림 2의 (b)와 같은 자기저항 회로로 단순화할 수 있다. 스테이터(stator) 내부 하면과 아마추어(armature) 상면 사이 및 스테이터 내부 측면과 아마추어 측면으로 두 부분에서 퍼미언스(Permeance, 자기 저항의 역수로 전기회로의 컨덕턴스에 해당하는 값)의 변화가 상기 스테이터로 상기 아마추어를 당기는(흡입하는) 힘을 발생시키기 된다.

【변경후】

상기 식에서 도 3의 (a)와 같은 구조에서 계산의 단순화를 위해 요크(yoke) 의 투자율(μ)

)이 무한하다고 가정하면 도 3의 (b)와 같은 자기저항 회로로 단순화할 수 있다. 스테이터(stator) 내부 하면과 아마추어(armature) 상면 사이 및 스테이터 내부 측면과 아마추어 측면으로 두 부분에서 퍼미언스(Permeance, 자기 저항의 역수로 전기회로의 컨덕턴스에 해당하는 값)의 변화가 상기 스테이터로 상기 아마추어를 당기는(흡입하는) 힘을 발생시키기 된다.

【직권보정 2】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 식별번호 0057

【변경전】

넓은 스트로크 범위에서 중력보상을 하기 위해서는 도4와 같이 스테이터와 아마추어 사이의 유효거리가 변화하도록 아마추어(armature)의 직경을 설계 할 수 있다. armature의 변위가 증가(즉 armature가 하강)할

수록 유효거리의 변화가 감소하는 형태, 다시 말해서 armature의 상부의 직경 변화량이 하부의 직경 변화량보다 작은 형태로 설정한다.

【변경후】

넓은 스트로크 범위에서 중력보상을 하기 위해서는 도4와 같이 스테이터와 아마추어 사이의 유효거리가 변화하도록 아마추어(armature)의 직경을 설계 할 수 있다. armature의 변위가 증가(즉 armature가 하강)할수록 유효거리의 변화가 감소하는 형태, 다시 말해서 armature의 상부의 직경 변화량이 하부의 직경 변화량보다 작은 형태로 설정한다.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

스테이터와 아마추어로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 스테이터(stator)는 고정부 요크와 상단 자석, 측면 자석으로 구성되고, 상기 아마추어(armature)는 상단 자석측으로 갈수록 직경이 커지는 테이퍼 구조로 형성되며,

상기 중력보상 구동부는 탄성부 없이 구동되고,

상기 아마추어는 가동부 요크와 측면 코일로 구성되며,

상기 아마추어(armature)의 반경이 상단자석에서 멀어지는 방향으로 2차함수의 형태로 감소하는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 아마추어(armature)의 상부와 stator 내부 하면 자석의 거리가 0 이 되는 경우를 방지하기 위해 상기 아마추어(armature)의 상부에 오목면 형상을 부가하여 상기 stroke 가 0에 가까워지는 경우에도 stator 내부 하측의 영구자석과 armature yoke 상부의 유효 거리가 일정 값 이상을 유지하도록 설계한 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부.

【변경후】

스테이터와 아마추어로 구성되는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 스테이터(stator)는 고정부 요크와 상단 자석, 측면 자석으로 구성되고, 상기 아마추어(armature)는 상단 자석측으로 갈수록 직경이 커지는 테이퍼 구조로 형성되며,

상기 중력보상 구동부는 탄성부 없이 구동되고,

상기 아마추어는 가동부 요크와 측면 코일로 구성되며,

상기 아마추어(armature)의 반경이 상단 자석에서 멀어지는 방향으로 2차함수의 형태로 감소하는 중력보상 구동부에 있어서,

상기 아마추어(armature)의 상부와 스테이터(stator) 내부 하면 자석의 거리가 0 이 되는 경우를 방지하기 위해 상기 아마추어(armature)의 상부에 오목면 형상을 부가하여 stroke 가 0에 가까워지는 경우에도 스테이터(stator) 내부 하측의 영구자석과 armature yoke 상부의 유효 거리가 일정 값 이상을 유지하도록 설계한 것을 특징으로 하는 중력보상 구동부.