



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0123613
(43) 공개일자 2023년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 15/22 (2006.01) B25J 17/00 (2006.01)
B25J 18/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16F 15/22 (2013.01)
B25J 17/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0020545
(22) 출원일자 2022년02월17일
심사청구일자 2022년02월17일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이경민
대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교
(74) 대리인
특허법인공룡

전체 청구항 수 : 총 8 항

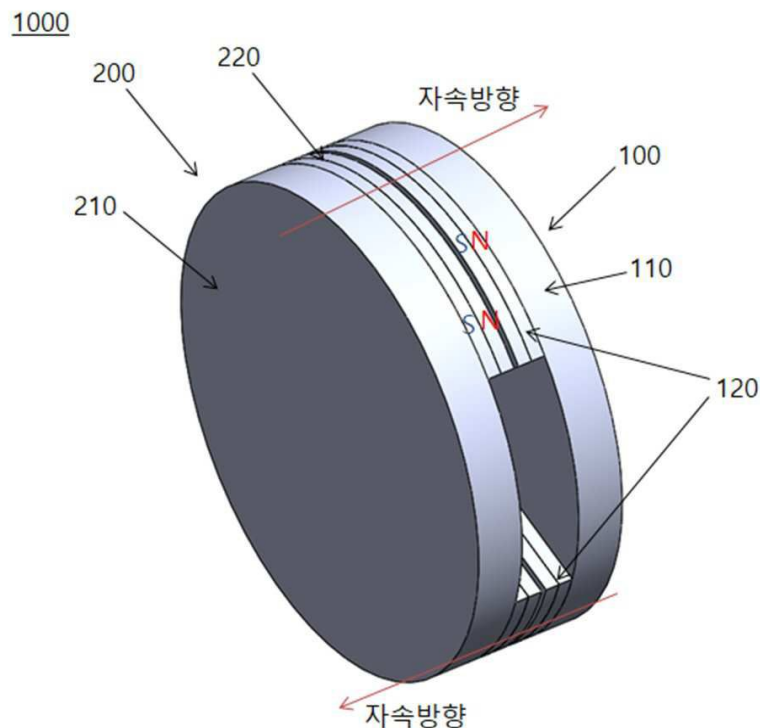
(54) 발명의 명칭 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구

(57) 요약

기존의 중력 보상방법은 보상 스프링을 이용하는 경우에는 접촉력을 기반으로하고 있으며, 자력을 이용한 경우에도 보상력을 발생하는 자석을 움직여 보상력을 발생시키는 별도의 구동장치를 필요로 하고 있어, 구조가 복잡해지고 고속으로 동작하는 경우 중력 보상장치가 진동하거나, 오동작할 수 있는 문제가 있어왔다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상기와 같은 문제를 해결하고자, 상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크1 및 요크2;와 상기 요크1에는 영구자석 2 및 영구자석 3이 구비되고, 상기 요크2에는 영구자석 1 및 영구자석 4가 구비되며, 상기 영구자석 1과2 및 영구자석 3과 4는 같은 방향으로 자화되어, 영구자석1(+방향자화) -> gap(간극) -> 영구자석2(+방향자화) -> 요크1-> 영구자석3(-방향자화) -> gap -> 영구자석4(-방향자화) -> 요크2로 자속이 순환하는 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.

상기와 같은 발명의 구성에 의하여 본 출원 발명은 비접촉 방식으로 기존의 스프링 및/ 또는 와이어부를 사용하는 구조와 비교하여 중력보상 기구의 피로파괴, 항복과 같은 접촉변형으로 인한 손상이 없이 내구성이 강하고, 반연구적으로 사용 가능한 중력보상기구를 제공한다.

(52) CPC특허분류

B25J 18/002 (2013.01)

F16F 2222/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711148208
과제번호	2020R1A2C1007312
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업
연구과제명	전자기력을 이용한 비접촉 중력보상 기구 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크1 및 요크2;와

상기 요크1에는 영구자석 2 및 영구자석 3이 구비되고,

상기 요크2에는 영구자석 1 및 영구자석 4가 구비되며,

상기 영구자석 1과2 및 영구자석 3과 4는 같은 방향으로 자화되어,

영구자석1(+방향자화) -> gap(간극) -> 영구자석2(+방향자화) -> 요크1-> 영구자석3(-방향자화) -> gap -> 영구자석4(-방향자화) -> 요크2로 자속이 순환하는 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영구자석 1 내지 4는 부채꼴 모양으로 형성된 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 영구자석 1 내지 4는 부채꼴 모양으로 형성되고, 중심각이 80 ~ 150도인 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크1 및 요크2의 회전각의 차이에 의하여 복원력이 발생하는 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 5

다단고정부요크; 및

상기 다단고정부요크에 안쪽 방향으로 구비되는 다단고정부영구자석; 및

상기 다단고정부영구자석과 일정한 갭을 두고 구비되는 회전요크영구자석; 및

상기 회전요크영구자석을 지지하며, 상기 다단고정부요크의 양끝단에 회전가능한 축을 구비한 회전요크를 구비하고,

상기 다단고정부영구자석과 회전요크영구자석은 각각 다단고정부요크와 회전요크에 상하로 한쌍으로 구비되며, 자속의 방향은 상부와 하부가 반대방향으로 형성되어 상기 회전요크의 회전에 의하여 상기 회전을 방해하는 방향으로 복원력이 작용하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 다단고정부영구자석의 수는 상기 회전요크영구자석의 수보다 1개 더 많은 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 동일선상 영구자석들의 중심선이 동일한 경우(각도 차이=0)에는 발생토크가 0인 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 회전요크가 회전하여 각도 차이가 발생하면, 상기 각도 차이를 0으로 만들기 위한 회복토크가 발생하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모터 등 동력을 사용하는 장치의 중력을 보상하여 자체 하중을 지지하는데 필요한 토크를 제거하기 위한 중력보상 기구에 관한 것이다. 더욱 자세하게는 로봇의 회전암과 같은 회전하는 장치에 작용하는 중력을 보상하여 자체 하중을 지지하는데 파워(Power)를 사용하지 않는 장치에 관한 기술이다.

배경 기술

[0002] 본 발명의 출원 이전의 선행기술로 영구자석을 이용한 중력보상장치에 관한 기술이 개시되어 있다. 이 기술에서는 영구자석의 자기력을 이용하여 외부 부하 토크를 보상하여 작은 힘으로 회전운동을 가능하게 하는 중력보상장치에 관한 것이며, 회전 가능한 외륜부와 내륜부에 각각 영구자석을 구비시켜 상기 외륜부와 내륜부가 회전함에 따라 영구자석간의 거리가 변하면서 발생하는 인력과 척력을 이용하여 외부 부하 토크를 보상하도록 구성된 중력보상장치로 간격조절부재에 의해 외륜부에 마련되는 영구자석과 내륜부에 마련되는 영구자석 간의 간격이 조절되어 상기 영구자석들 간의 자기력 세기가 조절되므로써 링크의 회전각과 중량물의 하중에 따라 가변되는 중력에 의하여 부하에 대응되는 중력 보상을 제공한다.

[0003] 또 다른 선행기술로 중력보상장치가 구비된 로봇 암의 링크 구조가 개시되어 있어 이 기술에서는 로봇 암을 회전시키도록 구비된 관절부, 상기 관절부와 연결되는 외부링크, 상기 외부링크 내부에 삽입되는 내부링크, 상기 내부링크 내부에 삽입되어 스트로크 운동하는 스프링가이드, 상기 스프링가이드와 상기 내부링크 사이에 배치되고, 중력에 의한 토크 발생 시 상기 스프링가이드를 탄성 지지하여 보상 토크를 발생시키는 보상스프링, 상기 내부링크의 축 방향 일측 단부에 결합되어 상기 보상스프링에 예압을 인가하고 상기 스프링가이드를 축 방향으로 접촉 지지하는 어퍼커버, 및 상기 내부링크의 축 방향 타측 단부에 결합되고 상기 보상스프링에 탄성 지지되는 로워 커버를 포함하여 중력을 보상하는 기술이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1522619호

(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-2214202호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 기존의 중력 보상방법은 보상 스프링을 이용하는 경우에는 접촉력을 기반으로 하고 있으며, 자력을 이용한 경우에도 보상력을 발생하는 자석을 움직여 보상력을 발생시키는 별도의 구동장치를 필요로 하고 있어, 구조가 복잡해지고 고속으로 동작하는 경우 중력 보상장치가 진동하거나, 오동작할 수 있는 문제가 있어왔다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기와 같은 문제를 해결하고자 다음의 과제해결 수단을 제공한다.

- [0007] 상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크1 및 요크2;와
- [0008] 상기 요크1에는 영구자석 2 및 영구자석 3이 구비되고,
- [0009] 상기 요크2에는 영구자석 1 및 영구자석 4가 구비되며,
- [0010] 상기 영구자석 1과2 및 영구자석 3과 4는 같은 방향으로 자화되어,
- [0011] 영구자석1(+방향자화) -> gap(간극) -> 영구자석2(+방향자화) -> 요크1-> 영구자석3(-방향자화) -> gap -> 영구자석4(-방향자화) -> 요크2로 자속이 순환하는 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0012] 상기 영구자석 1 내지 4는 부채꼴 모양으로 형성된 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0013] 상기 영구자석 1 내지 4는 부채꼴 모양으로 형성되고, 중심각이 80 ~ 150도인 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0014] 상기 상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크1 및 요크2의 회전각의 차이에 의하여 복원력이 발생하는 것을 특징으로 하는 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0015] 또한, 복수개의 요크를 사용하는 구성으로
- [0016] 다단고정부요크; 및 상기 다단고정부요크에 안쪽 방향으로 구비되는 다단고정부영구자석; 및
- [0017] 상기 다단고정부영구자석과 일정한 갭을 두고 구비되는 회전요크영구자석; 및 상기 회전요크영구자석을 지지하며, 상기 다단고정부요크의 양끝단에 회전가능한 축을 구비한 회전요크를 구비하고,
- [0018] 상기 다단고정부영구자석과 회전요크영구자석은 각각 다단고정부요크와 회전요크에 상하로 한쌍으로 구비되며, 자속의 방향은 상부와 하부가 반대방향으로 형성되어 상기 회전요크의 회전에 의하여 상기 회전을 방해하는 방향으로 복원력이 작용하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0019] 또한, 상기 다단고정부영구자석의 수는 상기 회전요크영구자석의 수보다 1개 더 많은 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0020] 또한, 상기 동일선상 영구자석들의 중심선이 동일한 경우(각도 차이=0)에는 발생토크가 0인 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0021] 또한, 상기 회전요크가 회전하여 각도 차이가 발생하면, 상기 각도 차이를 0으로 만들기 위한 회복토크가 발생하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.

발명의 효과

- [0022] 상기와 같은 발명의 구성에 의하여 본 출원 발명은 비접촉 방식으로 기존의 스프링 및/ 또는 와이어부를 사용하는 구조와 비교하여 중력보상 기구의 피로파괴, 항복과 같은 접촉변형으로 인한 손상이 없이 내구성이 강하고, 반연구적으로 사용 가능한 중력보상기구를 제공한다.
- [0023] 자기력만을 이용하여 비접촉 보상토크를 발생하므로 스프링, 와이어, 기어, 크랭크 등 고정부와 가동부를 연결하는 기구부가 필요 없기 때문에 구조가 간단하고, 고장의 우려가 적은 중력보상기구가기 때문에 모듈형태로 제작하여 사용할 수 있는 장점이 있는 기술이다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 싱글스택 구조의 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 싱글스택 구조에서 회전부요크와 고정부요크를 분리하여 내부 구조를 도시하고 있다.
- 도 3은 본 발명의 싱글스택 구조에서 회전부 요크를 제거한 상태의 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구의 회전이 0도 인 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 싱글스택 구조에서 회전부 요크를 제거한 상태의 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구에서 30도 회전한 경우를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 싱글스택 구조에서의 임계각이 15도일 때의 복원력의 크기 시뮬레이션 결과를 도시하고 있다.

도 6은 본 발명의 싱글스택 구조에서의 임계각의 변화에 따른 복원력의 크기 시뮬레이션 결과를 도시하고 있다.

도7은 본 출원 발명의 멀티스택 구조를 도시하고 있다. 1개의 고정요크영구자석이 회전요크의 뒤쪽으로 하나 더 구비된 구조이다.

도8은 본 출원 발명의 멀티스택 구조의 하나를 상세히 도시하고 있다.

도9는 본 출원 발명의 멀티스택 구조중 회전요크에 영구자석이 2개 구비된 형태를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 생산 현장의 생산 공정 유연화와 생산성 향상을 위한 스마트팩토리가 도입됨에 따라, 현장에서 많은 센서와 상기 센서와 연동하여 작업을 실시하는 핵심 장비인 협동 로봇의 수요가 전 세계적으로 증가할 것으로 예상된다.
- [0026] 인공지능의 발전 등으로 로봇의 사용 영역이 점차 확대되고 있으나, 아직 로봇이 인간을 대체하는 노동력으로 사용되는 것에는 한계가 있어 보인다.
- [0027] 일례로써 테슬라의 전기차 생산라인 완전 자동화 실패 사례가 있으며, 한편에서는 독일에서와 같이 인간과 로봇이 공존하며 인간과 기계가 상호 보완적인 인간중심 자동화 기술 연구가 진행되고 있다. 이러한 개념이 협동로봇의 개념이다.
- [0028] 상기 협동로봇이 실용화되기 위해서는 작업자와 로봇이 동일한 공간에서 작업을 수행함에 있어 로봇으로 인한 작업자의 부상을 방지하기 위한 기술의 개발이 필요하다.
- [0029] 본 출원 발명의 중력보상 기구는 로봇과 작업자가 협업을 하며, 작업자와 로봇이 충돌하는 경우 작업자의 충격량 최소화를 위한 완충장치로서의 역할과 중력보상량 만큼의 로봇의 구동부의 출력을 최소화하여 대형 모터를 사용할 때 발생하는 이산화탄소와 비교하여 이산화탄소 발생량을 줄일 수 있는 효과가 있어, 산업용 로봇(안전, 에너지 저감)과 반도체 장비(정밀도 향상) 등에 적용할 수 있는 기술로 평가된다.
- [0030] 즉, 현재의 로봇 제어방식으로는 로봇이 일정 위치로 이동을 하든, 정지를 하든 로봇의 암 및 회전부에 구비된 모터, 서보모터 등에 전력이 공급되고 있어, 정지하여 있는 경우에도 전력의 소모가 움직이는 경우에 상당히 감소되며, 협업 중인 작업자와 충돌하는 경우 공급 전력에 의하여 단단하게 위치를 제어하기 때문에 작업자에게 큰 충격이 가해지기 때문이다.
- [0031] 본 출원 발명에서 의미하는 중력보상은 질량의 이동으로 인한 중력 위치 에너지 증감을 기계 장치 내부의 다른 에너지 변화로 보상하여 외부의 에너지 공급 없이 위치를 유지하는 기술에 관한 것이다.
- [0032] Δ 중력에너지 + Δ 보상에너지 = 0.....(식1)
- [0033] * 보상에너지 : 중력, 탄성력, 자기력 등이 활용되는 것이 일반적이며, 본 출원 발명에서는 자기적으로 보상에너지를 생성하고자 한다.
- [0034] 기존의 기구와 스프링을 활용한 중력보상은 제품 제작 단계에서 중력보상기구 설치를 위한 기계적인 설계가 반영되어야 한다. 따라서, 구조가 복잡하고, 제품화, 유지보수, 변경이 어려우며, 기존의 완성로봇에는 적용할 수 없다. 또한, 스프링, 와이어의 동작을 위한 추가 공간이 필요하고, 스프링, 와이어의 피로파괴, 파손 및 유지보수 등의 문제가 발생하기 때문에 기존의 로봇에 적용하는 것은 불가능하며, 새로이 로봇에 설계한 경우에도 유지보수의 문제가 항상 발생하며, 고장난 경우에는 수리하지 않고서는 기존의 제어방식과 다르기 때문에 로봇의 동작에 중요한 부분이 아님에도 로봇을 사용할 수 없는 단점이 있다.
- [0035] 본 출원 발명은 탈착 및 변경이 용이한 모듈형 구조와 컴팩트한 사이즈로 제품화가 쉽고, 기존의 로봇에도 구조 변경 없이 설치하여 사용할 수 있도록 함으로써 경제적인 효과가 충분하며, 유지보수의 필요가 없고 작업에 필요한 충분한 토크를 발생할 수 있도록 설계가능하다.
- [0036] 본 출원 발명은 큰 토크, 모듈 구조, 각도에 따른 사인파형의 토크 발생을 위해 축방향 자화된 영구자석과 자기통로로 이용되는 요크(yoke) 구조를 활용한다.
- [0037] 본 출원 발명의 실시예 1(single-stack) 구조(도 1 내지 도 4의 구조)
- [0038] 상대적으로 회전하는 마주 보는 두 개의 요크(요크1, 요크2 , 요크는 자석이 고정되고 자기저항이 작은 원반형

태의 철판); 및

- [0039] 상기 요크1과 요크2는 서로 마주보는 회전면의 각각에 한 쌍의 자화 방향이 서로 반대 이며 상기 자화 방향은 상기 회전면에 수직한 방향인 부채꼴 형상의 영구자석을 상기 요크에 대하여 상하 대칭으로 부착하여, 상기 영구자석이 구비된 면을 요크1과 요크2가 서로 마주보도록 회전축 상에 배치하여 서로 상기 4개의 자석이 한쌍씩 마주보며 마주보는 부채꼴 형상의 자석은 서로 인력을 끌어 당기고 있으며, 요크1과 2의 위쪽에 구비된 자석의 자속 방향과 요크 1과 2의 아래쪽에 구비된 자석의 방향은 서로 반대로 구비된다. 상기 마주보는 자석이 간격을 유지할 수 있도록 간격유지부가 필요하다.
- [0040] 상기와 같은 배치에 의하여 마주보는 두 개의 요크(요크1, 요크2)에 구비되는 영구자석끼리는 동일한 방향으로 자화되어 영구자석1(+방향자화)-gap(간극)-영구자석2(+방향자화)-요크1-영구자석3(-방향자화)-간극(gap)-영구자석4(-방향자화)-요크2 다시 영구자석1로 자속이 순환하도록 제작한다.
- [0041] 상기 요크1(yoke1)에는 영구자석 2, 3이 대칭으로 설치되고, 상기 요크2(yoke2)에는 영구자석1, 4가 대칭으로 설치되며, 영구자석 1, 2가 gap을 중심으로 마주보고, 영구자석 3, 4가 gap을 중심으로 마주보는 형태로 구성된다. 실제 사용상에서는 요크1과 요크2 중 어느 하나가 고정되고, 다른 하나가 회전되는 형태로 이용된다. 구조에 따라서 선택하여 사용하면 되는 것으로 별도로 고정부와 회전부를 정하지는 않았다. 그러나, 도면에서는 편의를 위한 고정부 또는 고정부 요크, 회전부 또는 회전부 요크의 용어를 사용하였다.
- [0042] 도3에 도시한 바와 같이 상기 마주보는 (자화방향이 동일한) 영구자석들의 중심선이 동일한 경우(각도차이 = 0으로 정의) 발생토크는 0이 된다. 두 개의 요크(요크1, 2) 중 하나가 회전하여 각도차이가 발생하는 경우 각도차이를 0으로 만들기 위한 회복토크 발생하게 되고 이 토크가 중력보상에 이용된다(도 4는 회전각도의 차이가 30도인 경우를 도시하고 있다)
- [0043] 상기 회복토크는 임계각도에 영향을 받는다. 상기 임계각도는 각도차이에 따라 자기에너지의 변화량(자기에너지 미분값)이 변화(증감)하는 영역을 나누는 경계값이다. 임계각도 범위에 해당하는 각도는 각도의 변화에 따라 마주보는 자석사이의 자기저항 값($R = \frac{l}{\mu S}$)이 비선형적으로 변화하는 과도상태의 각도이다. 임계각도 범위 밖은 자기저항 값이 각도의 변화에 따라 일정하게 변화하는 정상상태에 해당하는 각도 범위이다. 회복토크는 각도변화에 따른 자기저항 변화에 비례하므로 임계각도 범위에서는 각도 변화에 따라 회복토크가 증감하고, 임계각도 범위를 벗어나는 경우는 각도변화에 독립적인 일정한 회복토크가 발생하게 된다. 자기저항 값은 마주보는 자석의 회전에 따른 자석과 자석사이 공극의 형상(S, l)과 자석이 영향을 미치는 범위에 따라 영향을 받게 되므로 임계각도도 자석의 형상, 자석의 세기, 요크의 형상 등에 따라 결정된다.
- [0044] 예로써 두 개의 요크에 설치된 자석이 각도 100도의 부채꼴 형상이고, 임계각도(복원력이 작용하는 각도)가 15도라고 하면, 요크의 회전각도 차이가 0일 때 마주보는 자화 방향이 동일한 두 개의 자석의 양끝은 일치한다.
- [0045] 하나의 요크(yoke)를 회전하면, 회전하는 자석의 양끝 쪽 회전하는 앞부분의 어긋나는 각도는 0에서 증가하는 과도상태가 게 되며, 이 각도가 0에서 15도(임계각도)까지 회복토크는 증가한다. 회전 각도가 15도 이상이 되면 정상상태가 되어 회복토크가 일정하게 유지된다. 이때 임계각도는 자석의 회전을 기준으로 앞부분과 뒷부분에 모두 적용된다.
- [0046] 회전하는 자석의 앞부분이 80도 회전하여 자화 방향이 반대인 자석에 접근하면, 두 자석의 끝부분 일치하게 된다. 이때 (80도-임계각도=)65도부터 자석 간 반발력에 의해 회복토크가 증가한다. 회전하는 자석의 앞부분이 80도에서 일치하고, 그 이상의 회전각도에서 임계각도의 크기를 더 한 각도(80+15)도 까지 회복토크는 증가하고 이후로 회복토크는 일정해 진다.
- [0047] 동일하게 회전하는 자석의 뒷부분도 계산된다. 회전 각도가 0 - 15도까지 회복토크가 증가되고, 15도 이상이 되면 일정하게 유지되고, 회전하는 자석의 뒷부분이, 고정된 자석의 앞부분에 접근하는 (100-15=)85도부터 자석 간 흡입력 감소로 회복 토크 감소해서 (100+15=)115도까지 토크 감소한다.
- [0048] 토크의 합성으로 도 5와 같이 0-15도에서 급격하게 증가하고, 15-65까지 일정, 65부터 90까지 증가 90부터 115까지 감소하는 회복 토크가 발생한다.
- [0049] 도 5의 그래프는 아래쪽으로 커질수록 회복토크가 커지는 그래프이다. 임계각에서부터 복원력이 일정하게 변화되지는 않지만 회전각이 커지더라도 일정 구간 거의 일정한 복원력을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

- [0050] 가능한 상기 임계값의 크기를 크게 하여 복원력이 회전력에 따라 증가하는 구간을 확장할 수 있다 이를 위해서는 요크1과 요크2에 구비되는 영구자석의 각도를 변경하면 각도의 삼각함수로 표현되는 회복토크 프로파일을 얻을 수 있다.
- [0051] 도 6은 이러한 임계각에 영향을 미치는 영구자석의 크기(부채꼴 각도)를 다양하게 변화시켜 얻은 복원력 프로파일을 도시하고 있다.
- [0052] 한편, 본 출원 발명은 로봇이 고정된 위치에서 가장 큰 구동력을 가지는 모터를 사용하는 회전축의 중력에 의한 보상을 제공하는 것으로 다축로봇의 경우 첫 번째 회전축에 가장 많은 지지력이 필요하기 때문에 작은 복원력이라도 작용한다면 엔드이펙터에서 조금이라도 더 큰 힘이 필요한 작업을 할 수 있기 때문에 매우 유용한 기술이다. 가능하면 회전에 필요한 회복토크의 프로파일이 삼각함수로 표현되는 것이 회전한 각도만큼의 중력에 대한 보상력을 제공하기 때문에 유리하지만, 작업의 종류와 다관절 로봇의 형상에 따라 다양한 복원력 프로파일이 사용될 수 있다.
- [0053] 한편, 로봇의 제어에 있어서 0도가 아닌 위치에 로봇을 정지할 필요가 있고, 그 정지에 에너지가 많이 소요될 것으로 예상되는 경우, 즉, 장시간 엔드이펙터가 특정각도를 유지할 필요할 있는 경우 상기 도6의 임계각도에 따른 복원력 프로파일을 이용하여 해당 임계각도의 프로파일 중 복원력이 가장 큰 위치에 로봇의 회전각도를 유지하고 다른 암의 각도를 변경하여 전체적으로 로봇의 구동전력을 낮추는 것을 특징으로 하는 다관절 로봇의 암 위치 제어방법을 제공할 수도 있다.
- [0054] 이러한 다관절로봇의 중력에 대한 복원력을 좀 더 크게 하기 위하여 요크의 수를 늘린 제2 실시예를 도 7 내지 도9에 제시한다. 도7과 도8은 회전요크 후방으로 고정요크를 하나 더 구비한 실시예이고, 도9는 회전요크를 복수개로 구비하고 이외 대응되는 고정요크 역시 추가한 실시예이다. 복수개의 요크를 구비한 멀티스택구조는 필요에 따라 여러단으로 구성할 수 있음은 물론이다.
- [0055] 본 출원 발명의 제2 실시예는 복수개의 고정요크 인 다단고정부요크와 복수개의 회전요크영구자석을 구비한 회전요크를 사용하여 회전식 중력보상력을 증대하는 기술을 다음과 같이 제공한다.
- [0056] 다단고정부요크; 및 상기 다단고정부요크에 안쪽 방향으로 구비되는 다단고정부영구자석; 및
- [0057] 상기 다단고정부영구자석과 일정한 갭을 두고 구비되는 회전요크영구자석; 및 상기 회전요크영구자석을 지지하며, 상기 다단고정부요크의 양끝단에 지지되어 회전가능한 축을 구비한 회전요크를 구비하고,
- [0058] 상기 다단고정부영구자석과 회전요크영구자석은 각각 다단고정부요크와 회전요크에 상하로 한 쌍으로 구비되며, 자속의 방향은 상부와 하부가 반대방향으로 형성되어 상기 회전요크의 회전에 의하여 상기 회전을 방해하는 방향으로 복원력이 작용하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0059] 또한, 상기 다단고정부영구자석의 수는 상기 회전요크영구자석의 수보다 1개 더 많은 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0060] 또한, 상기 동일선상 영구자석들의 중심선이 동일한 경우(각도 차이=0)에는 발생토크가 0인 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.
- [0061] 또한, 상기 회전요크가 회전하여 각도 차이가 발생하면, 상기 각도 차이를 0으로 만들기 위한 회복토크가 발생하는 것을 특징으로 하는 다단식 자기력을 이용한 회전식 중력보상 기구를 제공한다.

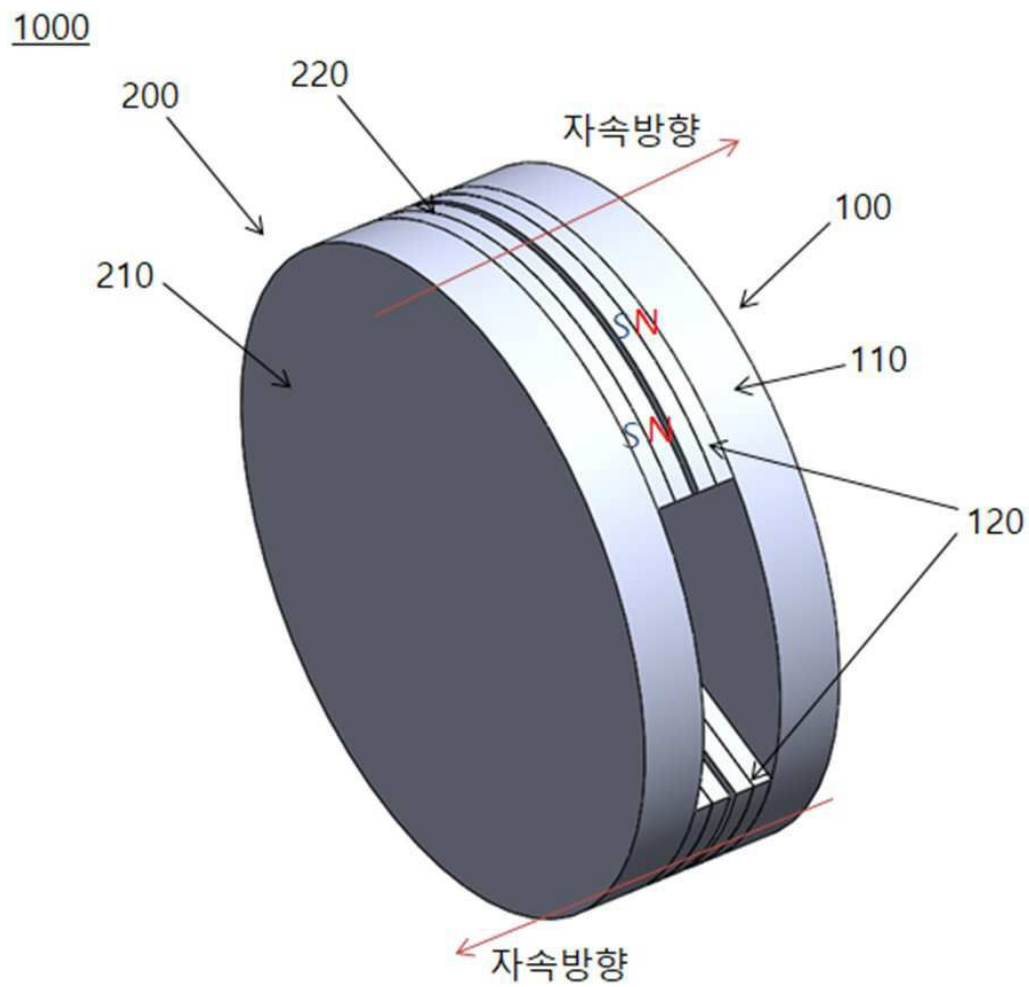
부호의 설명

- [0062] 100 : 고정부
110 : 고정부요크(요크1)
120 : 고정부영구자석
200 : 회전부
210 : 회전부요크(요크2)
220 : 회전부영구자석
230 : 회전축

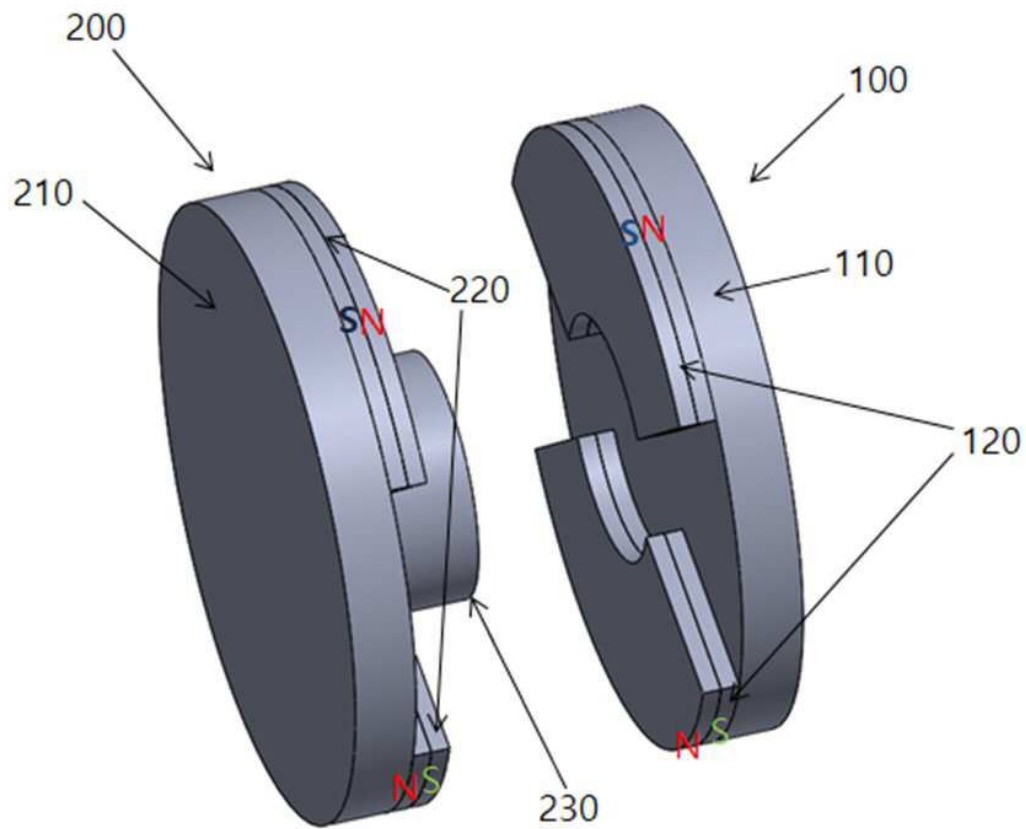
- 300 : 다단고정부요크
- 310 : 다단고정부영구자석
- 400 : 회전요크
- 410 : 회전요크영구자석
- 1000 : 회전식 중력보상 기구
- 2000 : 회전식 중력보상 기구(다단)

도면

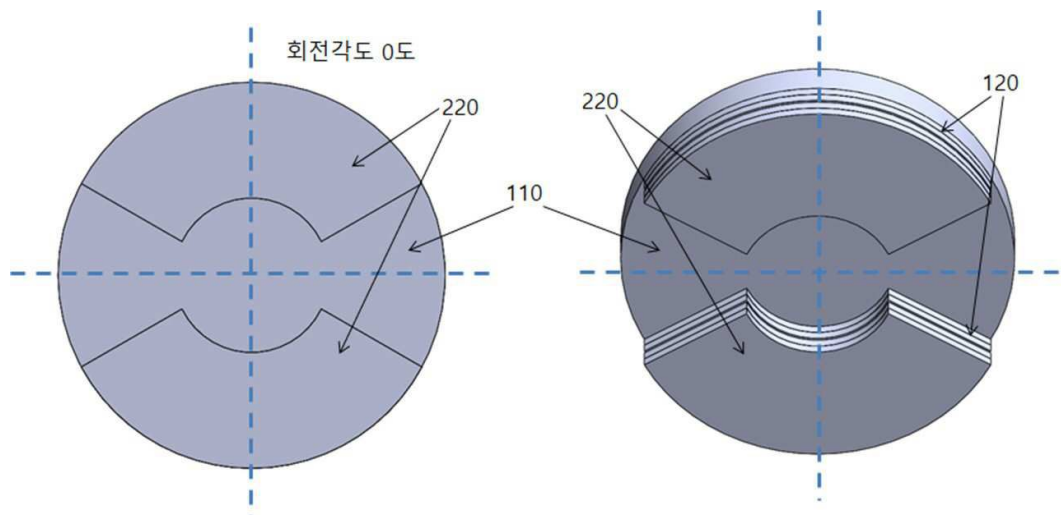
도면1



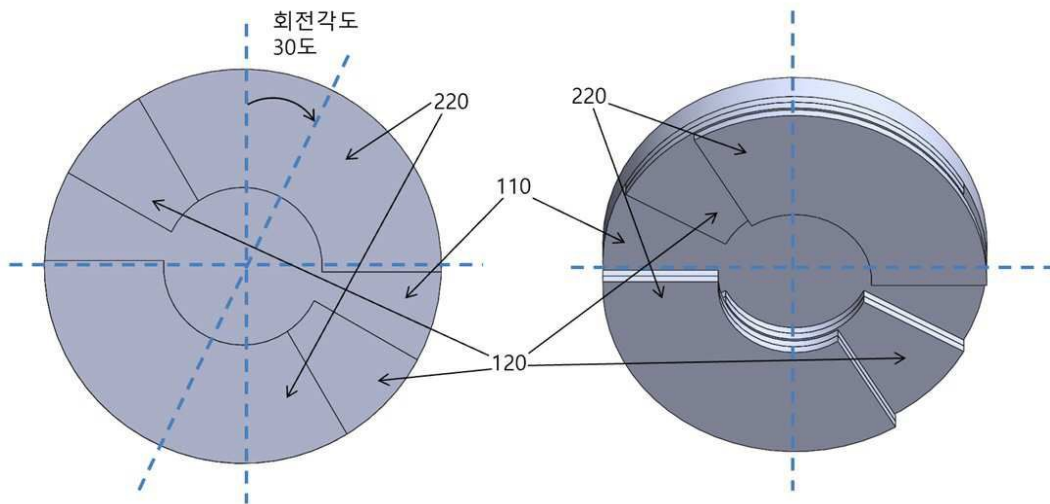
도면2



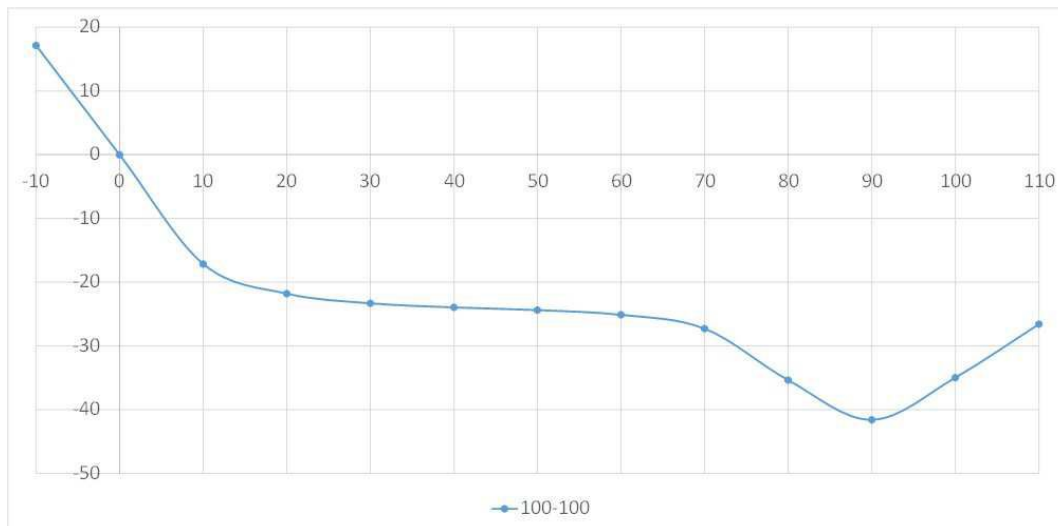
도면3



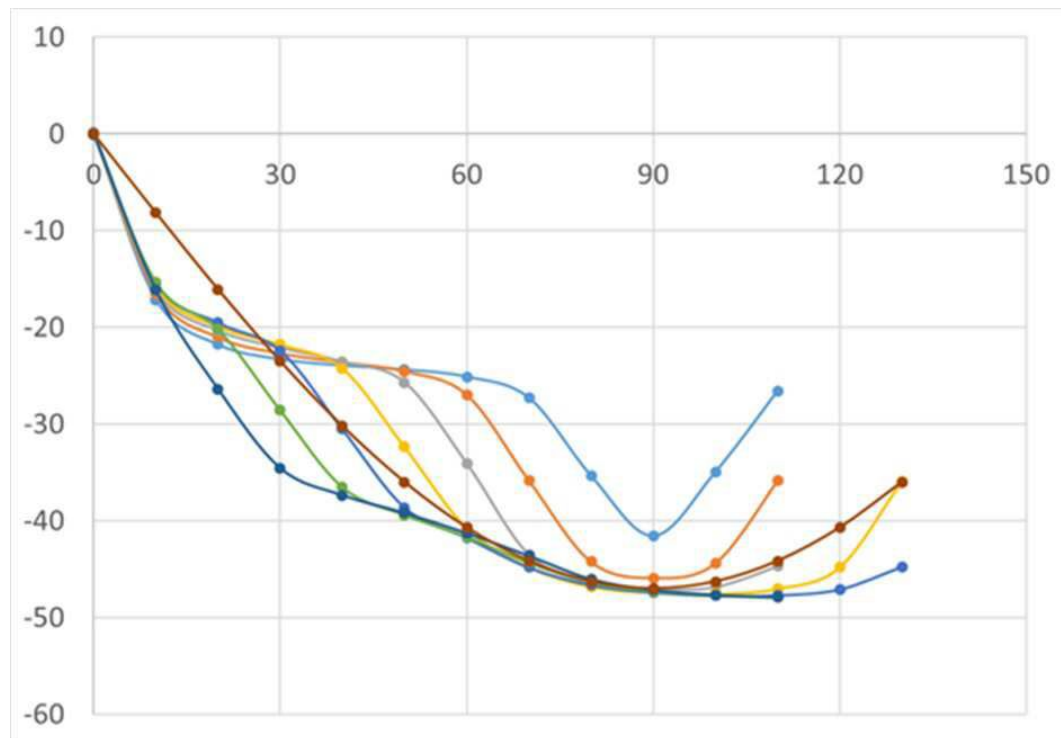
도면4



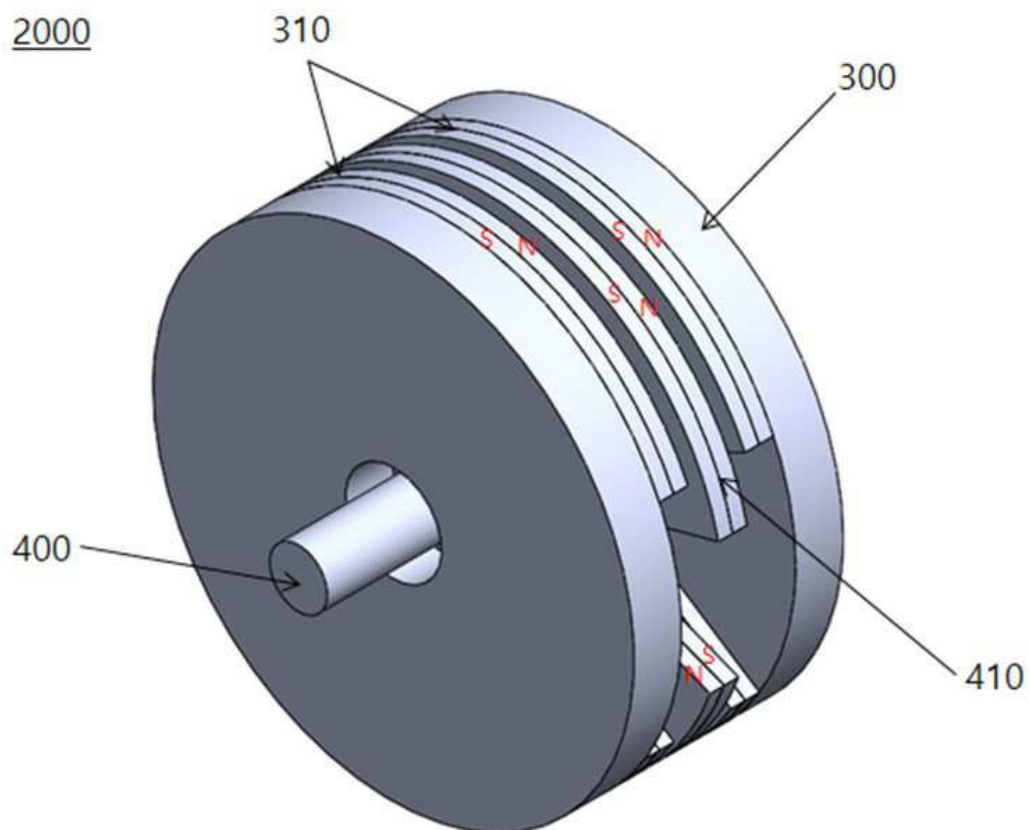
도면5



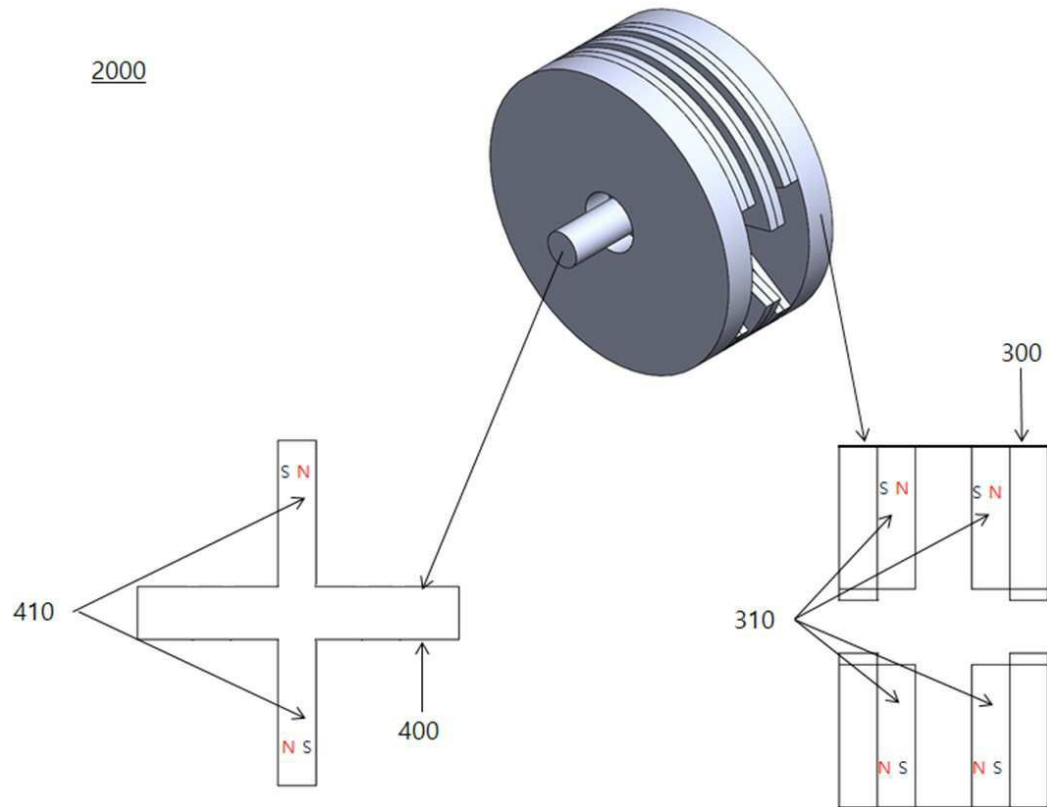
도면6



도면7



도면8



도면9

