



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0099838
(43) 공개일자 2022년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 7/00 (2006.01) G01B 7/04 (2006.01)
G01R 33/00 (2006.01) G01R 33/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 7/003 (2013.01)
G01B 7/046 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0002188
(22) 출원일자 2021년01월07일
심사청구일자 2021년01월07일

(71) 출원인
하이원 마이크로시스템 코퍼레이션
대만, 타이쑹 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬산 리, 진크어 로드, 7
(72) 발명자
티아프킨, 미카일
대만, 타이쑹 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬산 리, 진크어 로드, 7
톨스타크, 오레그
대만, 타이쑹 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬산 리, 진크어 로드, 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이정현

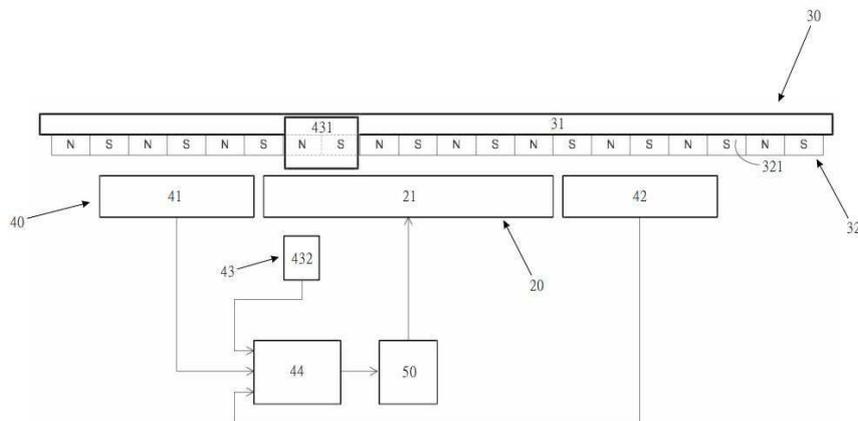
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 선형 운동 시스템의 위치 측정 기구 및 이의 측정 방법

(57) 요약

본 발명은 선형 운동 시스템의 위치 측정 기구 및 이의 측정 방법을 개시한다. 이는 주로 2개의 센서를 각각 고정자의 양측에 설치하여, 운동부가 양방향 운동을 수행할 수 있도록 하는 것 외에도, 센서 수를 늘리지 않는 것을 전제로 센서 자체가 측정된 정보를 바탕으로 센서의 측정 범위를 계산할 수 있다. 또한, 본 발명은 종래 기술에서 유사 사인 및 코사인 신호를 결합한 연산 방식 대신 2개의 센서에서 각각 측정된 측정 영역을 결합하여 위치 피드백의 정확성을 보장할 수 있다.

대표도 - 도1



10

(52) CPC특허분류

G01R 33/0005 (2013.01)

G01R 33/0094 (2013.01)

G01R 33/02 (2021.05)

(72) 발명자

볼코프, 세르게이

대만, 타이중 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬 산 리, 진크어 로드, 7

타이아프킨, 겐나디

대만, 타이중 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬 산 리, 진크어 로드, 7

발코프이, 알렉산드르

대만, 타이중 시티 40852, 난툰 디스트리트, 웬 산 리, 진크어 로드, 7

명세서

청구범위

청구항 1

위치 측정 기구에 있어서,

베이스부;

상기 베이스에 대해 이동할 수 있는 운동부;

상기 운동부에 설치되는 적어도 하나의 자석 어레이;

상기 베이스부에 각각 이격되도록 설치되어, 상기 자석 어레이의 자기장을 감지하도록 구성되는 제1 감지부 및 제2 감지부;

상기 운동부 상에 설치되는 신호 유닛, 및 상기 신호 유닛을 감지하는 데 사용되며 상기 베이스부 상에 설치되는 센서 요소를 구비하는 제3 감지부;

상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부 사이의 감지 신호를 각각 수신하며, 상기 자석 어레이에 대응하는 서브 주기를 각각 계산한 후, 다시 상기 센서 요소의 감지 정보와 매칭시켜 연산을 수행함으로써 상기 운동부의 운동 경로를 획득한 다음, 드라이버에 피드백하여 상기 운동부의 운동 형태를 조정하는 처리부를 포함하는 위치 측정 기구.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자석 어레이는 복수의 자석을 구비하고, 자성이 동일한 두 자석 사이의 최소 거리는 상기 자석 어레이의 자석 어레이 주기이고, 상기 자석 어레이의 길이는 상기 자석 어레이의 자석 어레이 주기의 정수 배수인 위치 측정 기구.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 자석 어레이의 수는 2이고, 서로 인접하게 상기 운동부 상에 배치되고, 인접한 두 자석 어레이의 간격은 적어도 두 자석 어레이 주기인 위치 측정 기구.

청구항 4

제1항에 있어서,

복수의 측정 모듈을 더 포함하며, 각각 상기 제1 감지부, 상기 제2 감지부 및 상기 제3 감지부가 포함되고, 인접한 두 측정 모듈 사이의 거리는 상기 자석 어레이의 길이와 같은 위치 측정 기구.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부는 각각 8개의 자기 센서 요소를 포함하고, 각 상기 자기 센서 요소는 각각 상기 자석 어레이의 자석 어레이 주기 1/4의 거리로 왼쪽에서 오른쪽으로 순차적으로 정렬되며, 제1 자기 센서 요소와 제5 자기 센서 요소가 병렬로 연결되고, 제2 자기 센서 요소와 제6 자기 센서 요소가 병렬로 연결되고, 제3 자기 센서 요소와 제7 자기 센서 요소가 병렬로 연결되고, 제4 자기 센서 요소와 제8 자기 센서 요소가 병렬로 연결되는 위치 측정 기구.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 드라이버는 상기 베이스 상에 설치된 고정자에 대해 전류 제어를 수행하고, 필드 버스를 이용하여 운동 컨트롤러에 연결하는 위치 측정 기구.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1 감지부는 상기 고정자의 왼쪽에 위치하며, 상기 제2 감지부는 상기 고정자의 오른쪽에 위치하고;

상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부 사이의 간격 거리는 상기 자석 어레이의 자석 어레이 주기의 정수 배수이고;

상기 자석 어레이의 길이는 상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부 사이의 간격 거리보다 길고, 적어도 4개 상기 자석 어레이의 자석 어레이 주기이고;

상기 제3 감지부는 결합 지점을 기준으로 상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부의 신호를 결합하는 위치 측정 기구.

청구항 8

위치 측정 방법에 있어서,

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 결합에 따른 제1 감지부와 상기 제2 감지부가 각각 측정 범위 내에서 감지한 신호를 결합하는 위치 측정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 측정 범위는 상기 결합 지점으로 상기 제1 감지부의 제1 감지 영역과 상기 제2 감지부의 제2 감지 영역을 구분하며, 상기 제1 감지 영역과 상기 제2 감지 영역은 각각 상기 운동부의 작동 방향을 따라 배치되고, 서로 인접하는 위치 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 운동부가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동할 때, 상기 측정 범위의 시작점은, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 소정의 상한 값보다 작고, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이고, 상기 측정 범위의 종료점은, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 진폭이 소정의 하한 값보다 높고, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이고;

상기 운동부가 왼쪽에서 오른쪽으로 이동할 때, 상기 측정 범위의 시작점은, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 상기 하한 값보다 크고, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이고; 상기 측정 범위의 종료점은, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 상기 하한 값보다 작고, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 인 위치 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 위치 측정 기술 분야에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 선형 운동 시스템의 위치 측정 기구 및 이의 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 불연속 고정자의 영구 자석 선형 모터(Doubly Salient Permanent Magnet-Linear Synchronous Motor, DSPM-LSM)는 주로 복수개의 고정 고정자를 포함하며, 각각 복수의 서로 다른 위상의 코일, 및 하나 이상의 자석 어레이를 갖는 캐리어를 구비하며, 각 캐리어는 이동 경로에 따른 위치 피드백을 통해 각 캐리어의 동작을 제어 및 수정한다. 이는 EP3015933A1, US8497643B2, US8796959B2, EP2182627B1, US 20190190366A1 특허문헌 및 “Novel force ripple reduction method for a moving-magnet linear synchronous motor with a segmented stator”,

“Cogging Force Verification by Deforming the Shape of the Outlet Edge at the Armature of a Stationary Discontinuous Armature PM-LSM” 등 문헌에서 개시되었다.

- [0003] 고정밀 측정 결과를 요구하지 않는다는 전제 하에, 측정 시스템은 홀 센서(Hall sensor)를 채택할 수 있으며, 복잡성을 줄이고 위치 피드백 측정 시스템의 비용을 낮출 수 있다. 여기에서 DSPM-LSM의 자석 어레이를 측정자로 사용할 수 있으며, 각 홀 센서가 측정할 수 있는 거리는 자석 어레이의 길이보다 짧기 때문에, 상기 캐리어의 전체 이동 범위에서 위치 피드백 정보를 제공하기 위해, 상기 홀 센서는 반드시 캐리어의 이동 방향을 따라 배열되어야 하며, 인접 센서의 측정 범위는 서로 겹친다.
- [0004] US8497643은 기준점으로부터의 거리를 획득하기 위한 선형 스케일을 개시하였다. 이는 주로 자석에 의해 생성된 자속 밀도의 변화를 이용하며, 센서에서 감지한 사인 신호와 코사인 신호에 대한 연산을 수행한다. 그러나 상기 방법은 자속(Magnet Flux)의 단말 효과(End-Effects)에 의해 정확도가 떨어진다. 정확도를 개선하기 위해 US8497643 및 US6713902B2는 자석 어레이에서 첫 번째 및 마지막 자석의 이동 위치 또는 편향 방향을 추가로 개시하였다.
- [0005] US8796959B2는 이전에 측정한 인접 센서 사이의 시프트 값을 이용하여, 각 센서의 위치 관계를 매칭시키며, 단일 처리 유닛으로 연산을 수행한다. 이로 인해 센서, 서보 드라이버 및 처리 유닛 사이에 특별한 디지털 네트워크로 배열해야 하나, 온도 변화, 시프트 변화로 인해 시스템의 장시간 반복성(Long Time Repeatability)이 저하된다.
- [0006] US20130229134A1은 위치 피드백을 이용하여 인접 모듈의 시프트를 결합하고, 측정 스케일의 정확도를 보정하는 방법을 개시하였다. 여기에서 상기 이산적으로 구성된 선형 모터 시스템은 복수의 모듈로 구성되며, 각 모듈에는 모두 단일 센서, 고정자 및 구동 유닛이 포함되고, 복수의 제어 유닛을 이용하여 이러한 모듈을 제어하고 위치 정보를 전송한다. 따라서 상기 방법은 단일 센서만 이용하므로, 캐리어가 단일 작동 방향만 유효하게 되는데, 이는 캐리어가 반대 방향으로 운동할 때 이러한 모듈이 캐리어의 위치를 너무 늦게 획득하게 되어 DSPM-LMS의 작용력이 현저하게 감소한다.
- [0007] US20130037384A1은 전자가 전송에 적용되는 향상된 다중 위치 감지 시스템을 개시하였으며, 이는 주로 복수의 자기장 센서를 포함하며, 고정된 거리로 운전 트랙 상에 배열되어, 운전 궤도 상에서 전송 요소의 위치를 감지하는 데 사용된다. 상기 센서는 단일 처리 유닛에 연결되며, 동시에 센서가 감지한 위치 피드백을 매칭시키기 위해, 상기 방법에서는 센서의 수 및 그 사용 기능을 증가시킬 것을 제안한다. 그러나 상기 방법은 시스템 모듈화 가능성을 감소시킨다. 산업상 응용에 있어서, DSPM-LSM의 모듈화는 시스템 중 각 요소의 유지 관리성 및 대체 가능성을 향상시킬 수 있기 때문에 종래의 기술은 여전히 완벽하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서 본 발명의 주요 목적은 선형 운동 시스템의 위치 측정 기구 및 이의 측정 방법을 제공함으로써, 주로 2개의 센서를 각각 고정자의 양측에 설치하여, 운동부가 양방향 운동을 수행할 수 있도록 하는 것 외에도, 센서 수를 늘리지 않는 것을 전제로, 센서 자체가 측정한 정보를 바탕으로 센서의 측정 범위를 계산할 수 있도록 구성하는 데에 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 주요 목적은 선형 운동 시스템의 위치 측정 기구 및 이의 측정 방법을 제공함으로써, 유사 사인 및 코사인 신호를 결합한 연산 방식 대신, 2개의 센서에서 각각 측정한 측정 영역을 결합하여 위치 피드백의 정확성을 보장할 수 있도록 구성하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서 제공하는 위치 측정 기구는 베이스부; 상기 베이스에 대해 이동할 수 있는 운동부; 상기 운동부에 설치되는 적어도 하나의 자석 어레이; 상기 베이스부에 각각 이격되도록 설치되어, 상기 자석 어레이의 자기장을 감지하도록 구성되는 제1 감지부 및 제2 감지부; 상기 운동부 상에 설치되는 신호 유닛, 및 상기 신호 유닛을 감지하는 데 사용되며 상기 베이스부 상에 설치되는 센서 요소를 구비하는 제3 감지부; 상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부 사이의 감지 신호를 각각 수신하며, 상기 자석 어레이에 대응하는 서브 주기를 각각 계산한 후, 다시 상기 센서 요소의 감지 정보와 매칭시켜 연산을 수행함으로써 상기 운동부의 운동 경로를 획득한 다음, 드라이버에 피드백하여 상기 운동부의 운동 형태를 조정하는 처리부를 포함한다.

- [0011] 일 실시예에 있어서, 본 발명은 복수의 측정 모듈을 더 포함하며, 여기에는 각각 상기 제1 감지부, 상기 제2 감지부 및 상기 제3 감지부가 포함되고, 인접한 두 측정 모듈 사이의 거리는 상기 자석 어레이의 길이와 같다. 여기에서 고정자 전류의 전류 정류 법칙을 단순화하기 위해, 인접한 두 측정 모듈 사이의 거리는 자석 어레이의 길이와 같다.
- [0012] 여기에서, 상기 드라이버는 상기 베이스 상에 설치된 고정자에 대해 전류 제어를 수행하며, 필드 버스를 이용하여 운동 컨트롤러에 연결함으로써, 상기 감지부에서 감지한 정보를 모두 단일 장치에서 처리하므로, 운동 경로를 따르는 캐리어의 위치 식별 난이도가 낮아진다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은 위치 측정 방법을 제공함으로써, 결합 지점으로 상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부가 각각 측정 범위 내에서 감지한 신호를 결합하는 데에 있다.
- [0014] 본 발명에서는 상기 측정 범위의 정확한 위치를 추산하기 위해, 상기 제1 감지부와 상기 제2 감지부에서 감지한 서브 주기 정보와 신호 진폭을 확인한다.
- [0015] 여기에서, 상기 측정 범위는 상기 결합 지점으로 상기 제1 감지부의 제1 감지 영역과 상기 제2 감지부의 제2 감지 영역을 구분하며, 상기 제1 감지 영역과 상기 제2 감지 영역은 각각 상기 운동부의 작동 방향을 따라 배치되고 서로 인접하다.
- [0016] 상기 운동부가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동할 때, 상기 측정 범위의 시작점은 다음과 같이 정의된다. 즉, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 소정의 상한 값보다 작고, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이다. 상기 측정 범위의 종료점은 다음과 같이 정의된다. 즉, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 진폭이 소정의 하한 값보다 높고, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이다.
- [0017] 상기 운동부가 왼쪽에서 오른쪽으로 이동할 때, 상기 측정 범위의 시작점은 다음과 같이 정의된다. 즉, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 상기 하한 값보다 크고, 상기 제1 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이다. 상기 측정 범위의 종료점은 다음과 같이 정의된다. 즉, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 진폭은 상기 하한 값보다 작고, 상기 제2 감지부에서 감지한 신호의 서브 주기 위치는 180° 이다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 비교적 바람직한 실시예의 모식도이다.
- 도 2는 측정 모듈의 수가 2개인 본 발명의 다른 실시예의 모식도이다.
- 도 3은 본 발명의 비교적 바람직한 실시예에서 제1 감지부 및 제2 감지부에 각각 포함된 8개의 자기 센서 요소의 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 비교적 바람직한 실시예에서 제1 감지부에 의해 감지된 신호의 모식도이다.
- 도 5a는 본 발명의 비교적 바람직한 실시예의 저면도이다.
- 도 5b는 본 발명의 비교적 바람직한 실시예의 측면도이다.
- 도 6은 캐리어 시스템이 현재 위치까지 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하는 본 발명의 비교적 바람직한 실시예에 따른 신호 처리의 모식도이다.
- 도 7은 각 요소의 길이, 간격 및 위치 관계를 나타낸 본 발명의 실시예에 따른 측정 기구의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 본 발명의 비교적 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0020] 본 발명의 비교적 바람직한 실시예에서 제공되는 선형 운동 시스템의 측정 기구(10)는 불연속 고정자의 영구 자석 선형 모터(DSPM-LSM)를 예로 들며, 상기 측정 기구(10)는 베이스(20), 운동부(30) 및 측정 모듈(40)을 포함한다.
- [0021] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 베이스(20)는 소정의 길이를 갖는 본체(미도시), 및 상기 베이스(20)의 장축을 따라 연장되어 상기 베이스(20) 상에 설치되는 적어도 하나의 고정자(21)를 구비한다.
- [0022] 상기 운동부(30)는 상기 베이스(20)의 일측에 위치하며 일측이 상기 고정자(21)와 이격되는 캐리어(31), 및 복

수의 자석(321)이 순차적으로 상기 캐리어(31) 상에 설치되는 1차원 자석 어레이(32)를 구비한다. 1차측의 고정자(21)와 자석 어레이(32) 사이의 자기장 상호 작용을 통해, 상기 운동부(30)가 상기 베이스(20)의 장축 방향을 따라 이동할 수 있다. 고정자(21)를 1차측으로 사용하고 상기 운동부(30)를 2차측으로 사용하는 기술적 내용은 종래 기술의 범위에 속하며 본 발명이 속한 기술 분야의 당업자가 익히 알고 있으므로 여기에서 반복하여 설명하지 않는다.

- [0023] 상기 측정 모듈(40)은 제1 감지부(41), 제2 감지부(42), 제3 감지부(43) 및 처리부(44)를 구비한다.
- [0024] 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)는 상기 베이스(20) 상에 설치되며, 각각 상기 고정자(21)에서 상기 베이스(20) 장축에 대응하는 방향의 양단 상에 위치하여, 상기 고정자(21)를 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42) 사이에 개재한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)는 각각 8개의 자기 센서 요소(Hall sensor, H1~H8)를 포함하며, 상기 자석 어레이(32)의 자기장 변화를 감지하도록 구성된다.
- [0025] 상기 제3 감지부(43)는 상기 캐리어(31) 상에 설치되어 특정한 물리적 신호를 생성하는 신호 유닛(431), 및 상기 베이스(20) 상에 고정 설치되어 상기 신호 유닛(431)에서 생성하는 신호를 감지하는 데 사용되는 센서 요소(432)를 포함한다.
- [0026] 상기 처리부(44)는 상기 제1 감지부(41), 상기 제2 감지부(42) 및 상기 센서 요소(432)의 감지 데이터를 수신하고, 연산을 수행하여 상기 운동부(30)에 대한 위치 정보를 획득한 후, 드라이버(50)에 피드백하고, 다시 상기 드라이버(50)는 상기 고정자(21)에 대해 전원 공급 제어를 수행한다.
- [0027] 한층 더 나아가, 상기 운동부(30)의 이동 행정이 단일 고정자를 1차측으로 사용할 때 작용할 수 있는 범위를 초과하는 경우, 상기 베이스(20)가 구비한 고정자 수를 복수로 만들 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이 2개의 고정자(21)를 예로 들면, 2개 고정자(21)는 장축 방향으로 상기 베이스(20) 상에 동축으로 고정되며, 동시에 상기 측정 모듈(40)의 수를 고정자의 수가 증가된 수에 따라 동일하게 2개로 증가시킨다. 그러나 증가된 측정 모듈에는 신호 유닛의 증가가 포함되지 않는다. 즉, 신호 유닛의 수는 상기 캐리어(31)의 수와 동일하게 1개이다. 본 예시에서 인접한 두 측정 모듈(40) 사이의 거리는 자석 어레이의 길이와 같다.
- [0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 비교적 바람직한 실시예와 다른 점은 측정 모듈(40)의 개수가 2개이고, 상기 두 측정 모듈(40)이 상기 캐리어(31)를 따르는 운동 방향으로 배열되며, 운동 경로를 따라 위치 피드백을 제공하여 제어의 편의를 위해 두 측정 모듈(40)을 서로 연결한 다음 필드 버스(field bus)(61)를 통해 운동 컨트롤러(60)에 연결함으로써, 하나 이상의 캐리어에 대한 이동 제어를 처리하기가 용이하게 구성하였다는 것이다.
- [0029] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 제1 감지부(41) 또는 상기 제2 감지부(42)에 각각 포함된 8개의 자기 센서 요소(Hall sensor, H1~H8)는 모두 왼쪽에서 오른쪽으로 순차적으로 배열된다. 각 자기 센서 요소(H1 ~ H8)는 각각 측정 축을 따라 $\tau/4$ 시프트되며(shifted on $\tau/4$ along a measuring axis). 도 7에 도시된 바와 같이, τ 는 자석 어레이(32)의 자석 어레이 주기(period of magnet array), 즉 동일한 자성의 자석(321) 사이의 거리이므로, 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)의 길이는 각각 두 자석 어레이 주기(τ)에 해당한다. 또한 제1 자기 센서 요소(H1)와 제5 자기 센서 요소(H5), 제2 자기 센서 요소(H2)와 제6 자기 센서 요소(H6), 제3 자기 센서 요소(H3)와 제7 자기 센서 요소(H7), 제4 자기 센서 요소(H4)와 제8 자기 센서 요소(H8)는 각각 4그룹을 병렬로 형성하므로, 평균 피드백 오류를 최적화하여 위치 피드백의 정확도와 감도를 향상시킨다. 4그룹의 상기 자기 센서 요소(H1 ~ H8)에 의해 출력되는 신호는 각각 $\text{Cos}+$, $\text{Sin}+$, $\text{Cos}-$, $\text{Sin}-$ 의 사인파 코사인 차동 신호이며, 예를 들어 $U_{\text{Cos}+}=U_{\text{cos}}(a)$, $U_{\text{Sin}+}=U_{\text{sin}}(a)$, $U_{\text{Cos}-}=-U_{\text{cos}}(a)$, $U_{\text{Sin}-}=-U_{\text{sin}}(a)$ 이다. 여기에서 a 는 상기 처리부(44)에서 공식 $a=\text{atan2}((U_{\text{Cos}+}-U_{\text{Cos}-})/(U_{\text{Sin}+}-U_{\text{Sin}-}))$ 에 따라 계산한 서브 주기(sub-period) 위치(각도)이다.
- [0030] 도 5a에 도시된 바와 같이, X축 방향의 상대적인 위치에서 상기 제1 감지부(41)는 상기 고정자(21)의 좌측에 위치하며, 상기 제2 감지부(42)는 상기 고정자(21)의 우측에 위치한다. Y축 방향에서, 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)는 도 5a에 도시된 바와 같이 상기 자석 어레이(32)에 상대적인 자석 중앙 외부에 위치하며, Y축 방향을 따라 상기 자석 어레이(32)의 일측 상(미도시)까지 시프트될 수도 있다. 상기 제3 감지부(43)는 상기 자석 어레이(32)의 일측에 대응한다.
- [0031] 도 4에 도시된 바와 같이, 캐리어(31)가 왼쪽에서 오른쪽으로 현재 위치(P1)까지 운동하는 동안, 상기 제1 감지부(41)에서 감지한 신호에 있어서, 사인(411) 진폭(412)과 코사인(413) 신호는 그에 따라 변화한다. 여기에서

진폭(412)의 변화는 상기 자석 어레이(32)가 각 상기 자기 센서 요소(H1 ~ H8)를 모두 커버하지 않을 때 발생한다. 즉, 상기 캐리어(31)가 상기 제1 감지부(41)의 측정 범위에 들어오고 나갈 때, 진폭(412)이 감소하여 서브 주기(α1, 414)의 제1 주기와 마지막 주기 상에 현저한 간섭이 일어나며, 여기에서 상기 진폭(A1, 412)은 이하의 공식으로 추산된다.

[0032] $A = \sqrt{(U_{\text{Cos}+} - U_{\text{Cos}-})^2 + (U_{\text{Sin}+} - U_{\text{Sin}-})^2}$, 여기에서, A는 진폭이고, Cos+, Sin+, Cos-, Sin-는 각각 사인과 코사인 차동 신호이다.

[0033] 마찬가지로, 상기 제2 감지부(42)가 출력하는 감지 신호 중의 사인 진폭과 코사인 신호도 상기 제1 감지부(41)와 동일한 상황을 발생시킨다.

[0034] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 고정자(21)는 상기 제1 감지부(41) 및 상기 제2 감지부(42) 사이의 공간 형태에 개재되어, 상기 고정자(21)의 길이(L21)는 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42) 사이의 간격 거리(L40)보다 작아진다. 상기 간격 거리(L40)의 길이는 자석 어레이 주기(τ)의 정수 배수이며, 반드시 적어도 4개의 자석 어레이 주기(τ)의 길이를 가져야하며, 이를 통해 도 6에 도시된 바와 같이 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)의 감지 중첩 영역(401)을 제공하고, 두 감지부의 신호가 결합될 때, 정확도가 더 낮은 주기(402a, 402b) 신호를 제외한다. 측정 스케일의 길이(L1)는 자석 어레이 주기(τ)의 정수 배수이며 다음 공식 1에 의해 결정된다.

[0035] $L1 = L40 + (4 + n)\tau$, 여기에서 n은 0을 포함하는 자연수이다(공식 1).

[0036] 본 예시에서 상기 자석 어레이(32)의 길이는 상기 측정 스케일의 길이(L1)와 같다.

[0037] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제3 감지부(43)는 상기 중첩 영역(401)에 위치하여 고유의 독특한 결합 지점(433)을 제공하는 데 사용되며, 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42)의 신호 결합 지점으로서, 상기 결합 지점(433)의 정확성을 확보하기 위해, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 신호 유닛(431)의 길이(L431)를 두 자석 어레이 주기(τ)보다 짧게 하고, 상기 신호 유닛(431)의 신호(435) 및 상기 제1 감지부(41)의 서브 주기(414)를 180도의 위치에 위치하도록 결정하며, 정확도가 낮은 주기(402a, 402b)의 영향을 피하기 위해, 상기 제3 감지부(43)의 설치 위치를 제한한다. 예를 들어 상기 자기 센서 요소(H1-H8)의 길이가 두 자석 어레이 주기(τ)인 경우, 상기 신호 유닛(431)은 상기 제1 감지부(41)와 상기 제2 감지부(42) 중첩 영역(401)에서의 제3 및 제4 중첩 주기 상에 위치할 수 있다.

[0038] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제3 감지부(43)는 상기 중첩 영역(401)에서 고유의 독특한 영점(434)을 생성하는 데 사용되며, 상기 영점(434) 위치는 상기 신호 유닛(431)과 상기 제1 감지부(41)의 서브 주기(414)에 의해 정의되며, 여기에서 상기 제1 감지부 서브 주기(414)은 임계 값(α10)과 같다. 예를 들어 도 6에 도시된 임계 값(α10)은 0이므로 상기 신호 유닛의 길이(L431)는 공식 2를 충족시켜야 한다.

[0039] $(\pi - \alpha10) * (\tau/2\pi) < L431 < 2\tau - [(\pi - \alpha10) * (\tau/2\pi)]$ (공식 2)

[0040] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 센서 요소(432)의 시프트 거리(Ls)(미도시)는 하나의 자석 어레이 주기(τ)보다 짧다. 그 위치는 이하의 공식에 의해 결정되며, 상기 제1 감지부의 첫 번째 서브 주기(414)의 간격 길이(L13)에 상대적으로, 상기 간격 길이(L13)는 이하와 같다.

[0041]
$$\begin{cases} L13 = (Ls + n)\tau, \\ 0 \leq Ls < \tau. \end{cases}$$
 (공식 3)

[0042] 상기 신호 유닛(431)의 시프트 거리(Lf)(미도시)는 자체 길이(L431)의 절반보다 짧으며, 이와 자석 어레이(32)의 첫 번째 자석 어레이 주기(τ) 사이의 거리(L211)는 이하의 공식 4에 의해 결정된다.

[0043]
$$\begin{cases} L211 = L13 - Lf + n\tau, \\ L211 \leq L1 - L13 + Lf - 4\tau, \\ 0 \leq Lf < L431/2. \end{cases}$$
 (공식 4)

[0044] 예를 들어, 도 6에서 상기 센서 요소(432)의 시프트 거리(Ls)는 1/4 자석 어레이 주기(τ)이며, 상기 신호 유닛(431)의 시프트 거리(Lf)는 0에 근접한다.

[0045] 또한, 본 발명은 운동부(30)의 동작 형태에 따라 상기 측정 모듈(40)의 측정 범위(403)를 계산할 수 있다. 여기에서 도 6에서는 상기 캐리어(31)가 왼쪽에서 오른쪽으로 운동할 때, 이하의 공식 5에 따라 상기 측정 모듈(40)의 측정 범위(403)의 시작점(241)과 종료점(242)을 정의한다. 여기에서 A_{lowth} 는 하한 값(249)으로, 예를 들어 A_{lowth} 는 정격 진폭의 25%이고, A_{highth} 는 상한 값(248)으로, 예를 들어 A_{highth} 는 정격 진폭의 75%이다. 따라서 상기 처리부(44)는 상기 제1 감지부(41)의 진폭(A_1 , 412)과 서브 주기(α_1 , 414), 및 제2 감지부(42)의 진폭(A_2 , 421)과 서브 주기(α_2 , 422)를 계산한다. 즉, 상기 제1 감지부(41)의 진폭(A_1 , 412)은 하한 값(249)보다 크고, 상기 제1 감지부(41)의 서브 주기(α_1 , 414) 위치는 180° 이고, 상기 제2 감지부(42)의 진폭(A_2 , 421)은 상한 값(248)보다 낮으며, 상기 제2 감지부(42)의 서브 주기(α_2 , 422) 위치는 180° 이다.

[0046] 시작점 $\begin{cases} A_1 > A_{lowth}, \\ \alpha_1 = 180^\circ, \end{cases}$ 종료점 $\begin{cases} A_2 < A_{highth}, \\ \alpha_2 = 180^\circ, \end{cases}$ (공식 5)

[0047] 상기 캐리어(31)가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동할 때, 이하 공식 6에 따라 상기 측정 모듈(40)의 측정 범위(403)의 시작점(241)과 종료점(242)을 정의한다. 즉, 제1 감지부(41)의 진폭(A_1 , 412)이 상한 값(248)보다 낮고, 상기 제1 감지부(41)의 서브 주기(α_1 , 414) 위치는 180° 이고, 상기 제2 감지부(42)의 진폭(A_2 , 421)은 하한 값(249)보다 높고, 상기 제2 감지부(42)의 서브 주기(α_2 , 422)의 위치는 180° 이다.

[0048] 시작점 $\begin{cases} A_2 > A_{lowth}, \\ \alpha_2 = 180^\circ, \end{cases}$ 종료점 $\begin{cases} A_1 < A_{highth}, \\ \alpha_1 = 180^\circ, \end{cases}$ (공식 6)

[0049] 또한, 상기 캐리어(31)가 상기 측정 범위(403)에 진입하면, 상기 처리부(44)는 상기 연산된 상기 운동부(30) 위치 정보를 상기 드라이버(50)에게 피드백하고, 다시 상기 드라이버(50)가 상기 고정자(21)를 제어하여 전류 정류를 수행한다. 본 예시에서는 도 7에서 도시하는 바와 같이, 상기 제1 감지부(41)와 상기 고정자(21) 사이의 간격 거리(L_{25})를 조정하여, 상기 제1 감지부(41)의 각 상기 자기 센서 요소($H_1 \sim H_8$)와 상기 고정자(21)의 코일의 위상을 일치시켜 상기 고정자(21)의 전원 공급 제어 방식을 단순화한다.

[0050] 상기 측정 범위(403)는 상기 결합 지점(433)을 기준으로 제1 측정 범위(217)와 제2 측정 범위(227)로 더 나뉘며, 여기에서 상기 캐리어(31)가 상기 결합 지점(433) 왼쪽에 위치할 때, 상기 제1 측정 범위(217)에 포함되며, 다시 상기 제1 감지부(41)의 서브 주기(414)를 이용하여 상기 운동부(30) 위치를 계산하고 피드백한다. 상기 캐리어(31)가 상기 결합 지점(433)의 오른쪽에 위치할 때, 상기 제2 측정 범위(227)에 포함되며, 다시 상기 제2 감지부(42)의 서브 주기(422)를 이용하여 상기 운동부(30) 위치를 계산하고 피드백한다.

[0051] 도 7에서 두 인접한 측정 모듈(40)이 중첩 영역을 갖도록 하기 위해, 각 상기 측정 모듈(40)의 제1 감지부(41) 사이의 간격 거리(L_{11})는 상기 자석 어레이(32)의 길이(L_1)와 같다.

[0052] 또한, 도 7에 도시된 바와 같이 2개의 자석 어레이(32)를 예로 들면, 두 자석 어레이(32)를 장축 방향으로 캐리어(31) 상에 동축으로 고정 설치한다. 계산된 시작점(241)과 종료점(242)의 정확성을 확보하기 위해, 두 인접한 상기 자석 어레이(32)의 최소 간격(L_{1010})은 상기 제1 감지부(41)의 길이(L_2)와 동일하며, 이는 두 자석 어레이 주기(τ)에 해당한다. 본 예시에서, 두 인접한 상기 자석 어레이(32) 사이에는 적어도 하나의 스페이서(111, 112) 설치되어, 그 자체의 길이로 상기 최소 간격(L_{1010})을 제공한다.

부호의 설명

- [0053] 10: 선형 운동 시스템의 측정 기구
 111, 112: 스페이서
 20: 베이스
 21: 고정자
 217: 제1 측정 범위
 227: 제2 측정 범위
 241: 시작점
 242: 종료점

- 248: 상한 값
- 249: 하한 값
- 30: 운동부
- 31: 캐리어
- 32: 자석 어레이
- 321: 자석
- 40: 측정 모듈
- 401: 중첩 영역
- 401a, 402b: 정확도가 낮은 주기
- 403: 측정 범위
- 41: 제1 감지부
- 411: 사인
- 412, 421: 진폭
- 413: 코사인
- 414, 422: 서브 주기
- 42: 제2 감지부
- H1~H8: 자기 센서 요소
- 43: 제3 감지부
- 431: 신호 유닛
- 432: 센서 요소
- 433: 결합 지점
- 434: 영점
- 435: 신호
- 44: 처리부
- 50: 드라이버
- 60: 운동 컨트롤러
- 61: 필드 버스(field bus)
- τ : 자석 어레이 주기
- a : 서브 주기(sub-period) (미도시)
- a_{10} : 임계 값
- A1, A2: 진폭
- a_1, a_2 : 서브 주기
- L1: 측정 스케일의 길이
- L2: 감지부 길이
- L21: 고정자 길이
- L11, L40, L211, L25: 간격 거리

L1010: 최소 간격

L13: 간격 길이

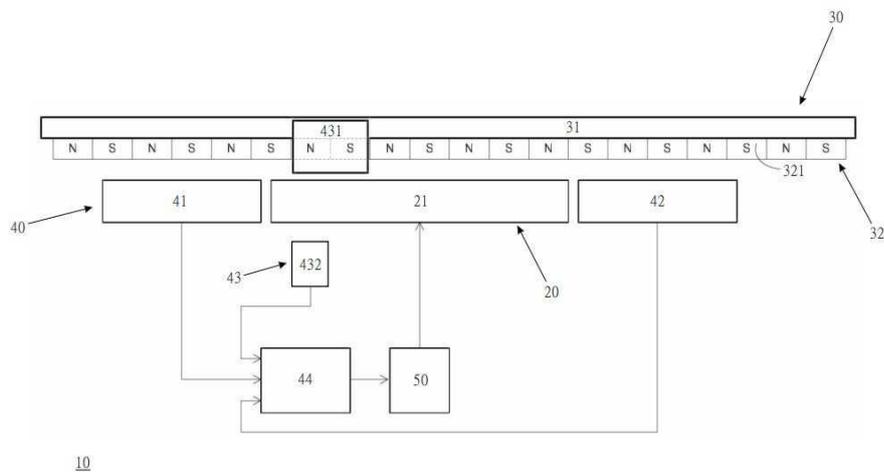
L431: 신호 유닛 길이

P1: 현재 위치

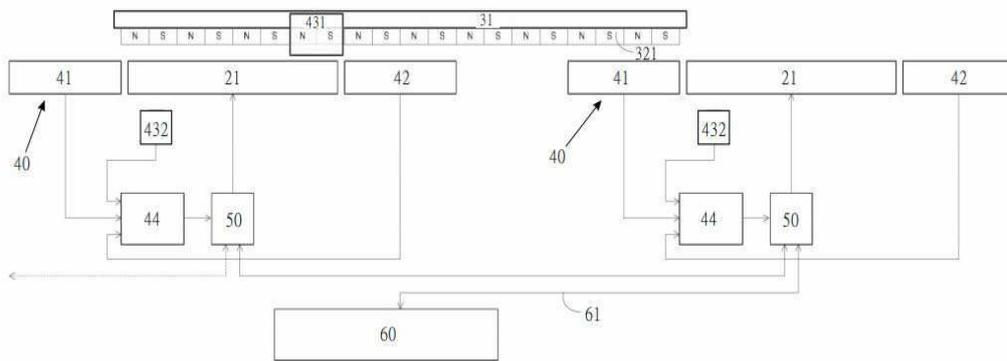
Ls, Lf: 시프트 거리(미도시)

도면

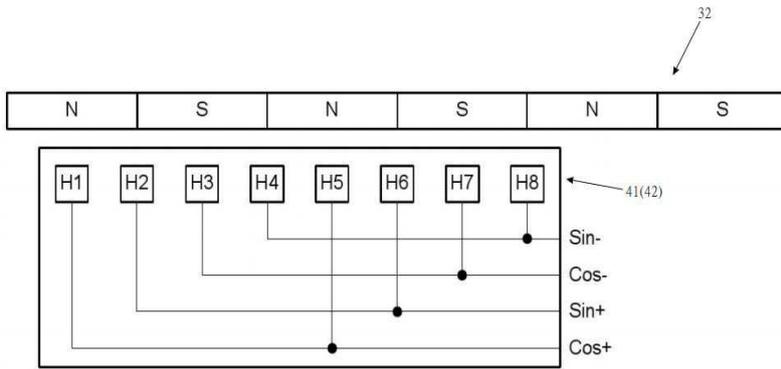
도면1



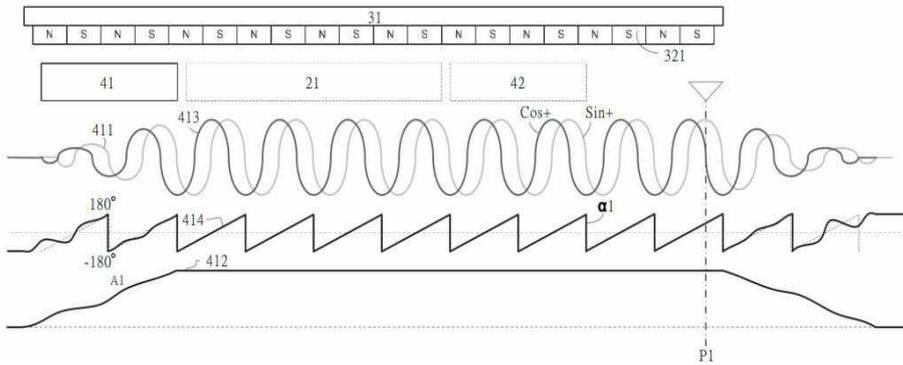
도면2



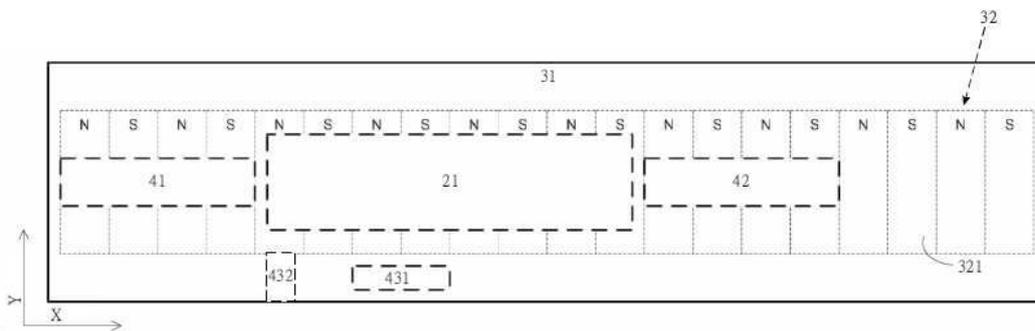
도면3



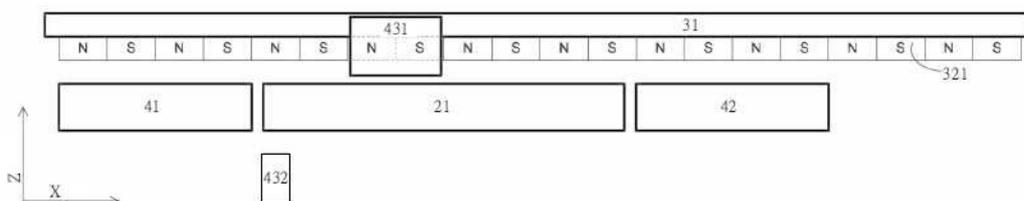
도면4



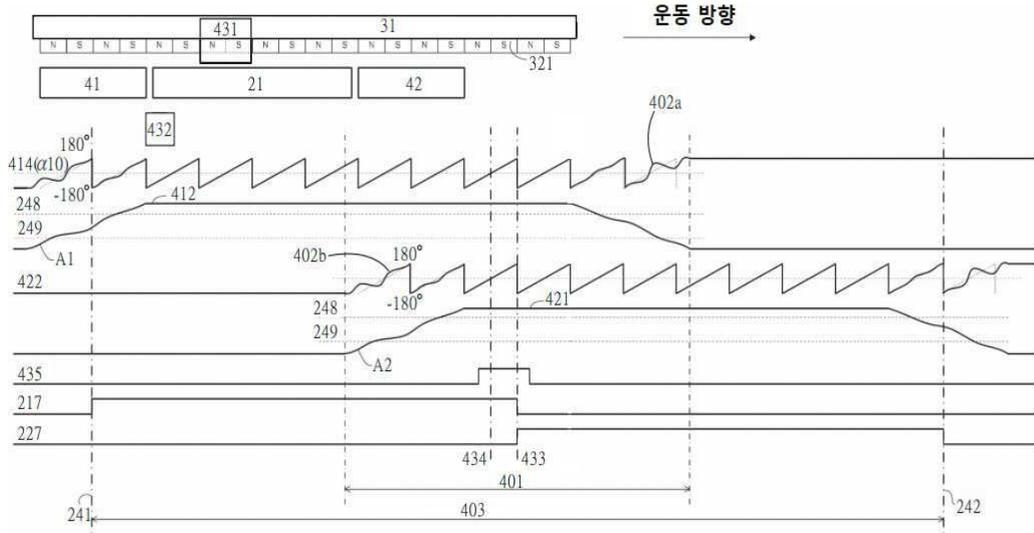
도면5a



도면5b



도면6



도면7

