



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0031117
(43) 공개일자 2011년03월24일

(51) Int. Cl.

G01D 5/347 (2006.01) H02K 41/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0090870

(22) 출원일자 2010년09월16일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2009-216377 2009년09월18일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 야스카와덴키

일본국 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고

(72) 발명자

요시다 야스시

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키 내

아리나가 유지

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일광장특허법인

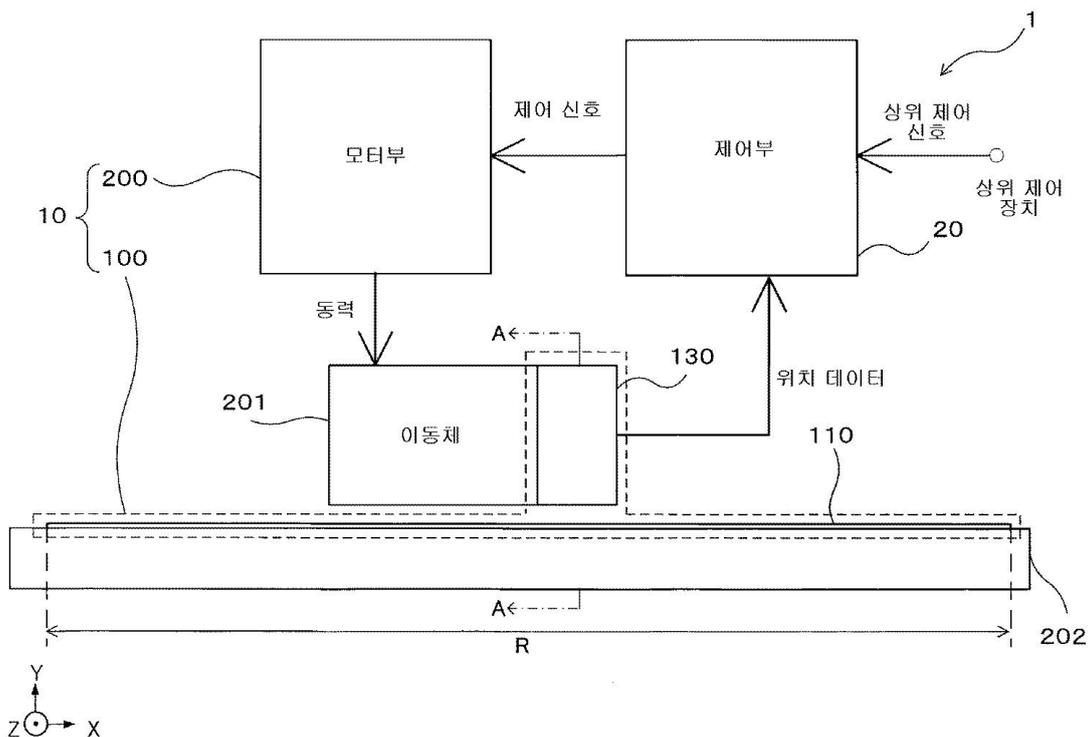
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 리니어 인코더, 리니어 모터 시스템 및 리니어 인코더의 제조 방법

(57) 요약

인코더는 광학 메인 격자가 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 측정축 방향이 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과, 광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 메인 격자와 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 배치된 인덱스 스케일을 구비하고, 적어도 하나의 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은, 그 피치가 한 개 이상의 다른 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 측정축 방향에 수직인 방향으로부터 소정의 경사 각도로 경사져 형성된다.

대표도



(72) 발명자

요시도미 시로우

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시킴가이샤 야스카와덴키
내

야마구치 요스케

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시킴가이샤 야스카와덴키
내

무라오카 지로

일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시킴가이샤 야스카와덴키
내

특허청구의 범위

청구항 1

광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 놓는 메인 스케일과,

광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록 상기 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 배치된 인덱스 스케일

을 구비하고,

적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은, 상기 트랙의 슬릿의 피치가, 한 개 이상의 다른 상기 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직인 방향으로부터 소정의 경사 각도로 경사져 형성되는

리니어 인코더.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 트랙의 메인 격자와 상기 메인 격자에 대응하는 적어도 하나의 상기 인덱스 격자 사이의 갭은, 상기 다른 트랙의 메인 격자와 상기 메인 격자에 대응하는 적어도 하나의 상기 인덱스 격자 사이의 갭과 같은 리니어 인코더.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 트랙의 슬릿의 상기 경사 각도는, 상기 다른 트랙의 슬릿에 있어서의 상기 경사 각도와 상이한 리니어 인코더.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 트랙의 슬릿의 경사 방향은, 상기 트랙에 인접하는 다른 트랙의 슬릿의 경사 방향에 대하여 반대의 방향인 리니어 인코더.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은 반사 슬릿이고,

한 개의 상기 메인 격자에 대응하는 두 개의 상기 인덱스 격자는, 상기 메인 스케일의 동일면측에 배치되는

리니어 인코더.

청구항 6

이동체를 가이드 레일을 따라 이동시키는 모터부와,

상기 가이드 레일이 연장 형성된 측정축 방향에서의 상기 이동체의 위치를 측정하는 리니어 인코더와,

상기 리니어 인코더가 검출한 위치에 근거하여, 상기 모터부를 제어하는 제어부

를 구비하되,

상기 리니어 인코더는,

상기 가이드 레일을 따라 배치되고, 광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 상기 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과,

광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록 상기 메인 스케일에 대향하여 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 상기 이동체에 배치된 인덱스 스케일

을 구비하고,

적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은, 상기 트랙의 슬릿의 피치가, 한 개 이상의 다른 상기 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직인 방향으로부터 소정의 경사 각도로 경사져 형성되는

리니어 모터 시스템.

청구항 7

광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과, 광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록, 상기 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 배치된 인덱스 스케일을 갖는 리니어 인코더의 제조 방법으로서,

상기 2 이상의 트랙 각각의 메인 격자에 있어서의 상기 측정축 방향으로 나란히 늘어서는 복수의 슬릿의 수를, 원하는 주기 신호가 얻어지도록 결정하는 슬릿수 결정 단계와,

적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿에 대하여, 상기 트랙의 슬릿의 피치가, 한 개 이상의 다른 상기 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직 방향에 대하여 경사지는 경사 각도를 설정하는 경사 각도 설정 단계와,

상기 적어도 하나의 트랙의 상기 복수의 슬릿을, 상기 경사 각도로 형성하는 슬릿 형성 단계

를 갖는 리니어 인코더의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 관련 출원으로서의 크로스 레퍼런스

[0002] 본 출원은 35 U.S.C. § 119 규정 하에서 2009년 9월 18일에 출원된 일본 특허 출원 제2009-216377호에 대해 우선권을 주장한다. 본 출원의 내용은 본 명세서에서 참조로 포함되어 있다.

[0003] 본 발명은 리니어 인코더, 리니어 모터 시스템 및 리니어 인코더의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0004] 선형으로 이동하는 이동체의 위치나 속도 등의 물리량을 측정하기 위해서, 리니어 인코더가 사용된다. 그리고, 인코더는 인크리멘탈형(incremental type)(이하 「인크레」라고도 함)과, 앵솔루트형(absolute type)(이하 「앵소」라고도 함)으로 대별된다. 인크레형 인코더는, 주로, 이동체의 원점 위치로부터의 상대 위치를 검출한다.

구체적으로는, 인크레형 인코더에서는, 미리 원점 위치를 검출하여, 그 원점 위치로부터의 이동량에 따른 펄스 신호 등의 주기 신호를 취득하고, 그 주기 신호를 적산 등의 처리를 실행함으로써 위치 등을 검출한다. 한편, 앱소형 인코더는 절대값 인코더라고도 불리워지고, 이동체의 절대 위치를 검출한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 인코더는 다양한 검출 원리인 것이 개발되어, 사용 용도에 필요로 되는 특성에 따라, 각 형식의 인코더가 적절히 선택되어 사용된다. 특히, 인코더는, 예컨대 위치 제어나 속도 제어 등의 제어를 행하는 서보 모터 등에 있어서, 현재 위치 등을 파악하는 데에 있어서 중요한 역할을 담당한다. 환언하면, 모터에 대해 선정되서 사용되는 인코더의 성능이나 특성은, 그 모터의 성능이나 특성도 좌우할 수 있다.
- [0006] 고분해능화가 가능한 인코더로서, 예컨대, 일본 특허 공개 평성 제9-14916호 공보 및 일본 특허 공개 평성 제6-347293호 공보에 개시되어 있는 바와 같이, 복수의 슬릿(반사형 및 투과형을 포함)에 의한 회절 간섭광을 이용한 광학식 인코더가 개발되어 있다. 그러나, 이들 인코더에서는, 회절 간섭 광학계를 형성하기 위해서, 소형화 및 설계·개발·제조 등이 어렵다.
- [0007] 그래서, 본 발명은 이러한 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은, 회절 간섭광을 이용하여 분해능을 향상시키면서, 소형화 및 설계·개발·제조 등을 용이하게 하는 것이 가능한, 리니어 인코더, 리니어 모터 시스템 및 리니어 인코더의 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 소정의 관점에 의하면, 광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과, 광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록 상기 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 배치된 인덱스 스케일을 구비하고, 적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은, 상기 트랙의 슬릿의 피치가, 한 개 이상의 다른 상기 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직한 방향으로부터 소정의 경사 각도로 경사져 형성되는, 리니어 인코더가 제공된다.
- [0009] 또한, 상기 적어도 하나의 트랙의 메인 격자와 상기 메인 격자에 대응하는 적어도 하나의 상기 인덱스 격자 사이의 갭은, 상기 다른 트랙의 메인 격자와 상기 메인 격자에 대응하는 적어도 하나의 상기 인덱스 격자 사이의 갭과 같아도 좋다.
- [0010] 또한, 상기 적어도 하나의 트랙의 슬릿에 있어서의 상기 경사 각도는, 상기 다른 트랙의 슬릿에 있어서의 상기 경사 각도와 상이해도 좋다.
- [0011] 또한, 상기 적어도 하나의 트랙의 슬릿에 있어서의 경사 방향은, 상기 트랙에 인접하는 다른 트랙의 슬릿에 있어서의 경사 방향에 대해 반대의 방향이어도 좋다.
- [0012] 또한, 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은 반사 슬릿이고, 1개의 상기 메인 격자에 대응하는 2개의 상기 인덱스 격자는, 상기 메인 스케일의 동일면측에 배치되어도 좋다.
- [0013] 또한, 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 다른 관점에 의하면, 이동체를 가이드 레일을 따라 이동시키는 모터부와, 상기 가이드 레일이 연장 형성된 측정축 방향에서의 상기 이동체의 위치를 측정하는 리니어 인코더와, 상기 리니어 인코더가 검출한 위치에 근거하여, 상기 모터부를 제어하는 제어부를 구비하되, 상기 리니어 인코더는, 상기 가이드 레일을 따라 배치되고, 광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 상기 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과, 광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록 상기 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 상기 이동체에 배치된 인덱스 스케일을 구비하고, 적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿은, 상기 트랙의 슬릿의 피치가, 한 개 이상의 다른 상기 트랙에 있어서의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직한 방향

으로부터 소정의 경사 각도로 경사져 형성되는, 리니어 모터 시스템이 제공된다.

[0014] 또한, 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 다른 관점에 의하면, 광학적인 메인 격자가 각각 형성된 띠 형상의 2 이상의 트랙을 측정축 방향이 상기 트랙의 길이 방향으로 되도록 갖는 메인 스케일과, 광학적인 2 이상의 인덱스 격자가 형성되고, 상기 메인 격자와 상기 인덱스 격자가 회절 간섭 광학계를 구성하도록, 상기 메인 스케일에 대향해서 배치되며, 상기 메인 스케일과 상기 측정축 방향에서 상대 이동가능하게 배치된 인덱스 스케일을 갖는 리니어 인코더의 제조 방법으로서, 상기 2 이상의 트랙 각각의 메인 격자에 있어서의 상기 측정축 방향으로 나란히 늘어서는 복수의 슬릿의 수를, 원하는 주기 신호가 얻어지도록 결정하는 슬릿수 결정 단계와, 적어도 하나의 상기 트랙의 메인 격자에 포함되는 복수의 슬릿에 대하여, 상기 트랙의 슬릿의 피치가 한 개 이상의 다른 상기 트랙의 슬릿의 피치와 같아지도록, 상기 측정축 방향에 수직한 방향에 대하여 경사지는 경사 각도를 설정하는 경사 각도 설정 단계와, 상기 적어도 하나의 트랙의 상기 복수의 슬릿을 상기 경사 각도로 형성하는 슬릿 형성 단계를 갖는, 리니어 인코더의 제조 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0015] 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 적어도 하나의 메인 격자의 복수의 슬릿은, 그 피치가 다른 메인 격자의 피치와 같아지도록 경사져 마련된다. 그 결과, 경사된 메인 격자로부터 얻어지는 주기 신호의 주기수를, 상기 다른 메인 격자로부터 얻어지는 주기 신호의 주기수보다 저감하는 것이 가능하다. 이때, 피치를 일정하게 유지할 수 있기 때문에, 측정 범위가 비교적 길어졌다고 하더라도 낮은 주기수의 주기 신호를 생성할 수 있어, 회절 간섭 광학계 이외의 검출 기구를 마련하지 않고서 절대 위치를 검출할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이 피치를 일정하게 유지할 수 있기 때문에, 각 메인 격자에 대한 회절 간섭 광학계를 동일하게 형성할 수 있어, 설계·개발·제조 등을 용이하게 하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0016] 첨부 도면에 관한 이하의 상세한 설명을 참조함으로써, 본 발명의 보다 완벽한 이해 및 발명의 여러 이점들을 용이하게 얻을 것이다.

- 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 2는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 3은 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 메인 스케일에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 4는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 광학 검출 기구에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 5는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 경사 슬릿에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 6(a)는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 위치 데이터 생성부에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 6(b)는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 위치 데이터 생성부에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 6(c)는 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 위치 데이터 생성부에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 7은 상기 실시형태에 따른 리니어 인코더의 제조 방법에 대해 설명하기 위한 설명도,
- 도 8은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 메인 스케일의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 명세서 및 첨부 도면에서, 실질적으로 동일한 기능 및 구조를 갖는 구성요소는 동일한 참조 번호로 표시되고, 이들 구성요소의 반복되는 설명은 생략됨을 유의한다.

[0018] 또한, 본 발명의 각 실시형태에 대해 설명하기 전에, 각 실시형태에 관련된 기술에 따른 광학식 인코더의 개요에 대해서 설명한다. 광학식 인코더로서, 복수의 슬릿(반사형 및 투과형을 포함)으로 형성된 격자를 이용한 것

이 개발되어 있다. 이 광학 격자를 이용한 인코더는, 단순히 격자를 투과 또는 반사한 광을 이용하는 「기하(幾何) 광학형」과, 복수의 격자에 의한 회절 간섭광을 이용하는 「회절 간섭 광학형」으로 대별된다(예컨대 일본 특허 공개 평성 제9-14916호 공보 및 일본 특허 공개 평성 제6-347293호 공보 참조).

- [0019] 기하 광학형 인코더는, 격자를 형성하는 슬릿에 의해 반사 또는 투과한 광을 회절 간섭시키지 않고서 수광하여, 그 수광 횡수 등에 의해 위치 변화 등을 특정한다. 이 기하 광학형 인코더에서는, 하나의 격자의 슬릿 간격(이하 「피치 p」라고도 함)을 일정하게 하는 경우, 그 격자와 다른 격자 또는 수광부 등과의 사이의 거리(이하 「갭 g」이라고도 함)가 길어질수록, 검출 정밀도가 저하되기 쉽다고 하는 특성을 갖는다.
- [0020] 한편, 회절 간섭 광학형 인코더는, 복수의 격자에 의한 회절 간섭광을 이용하여, 그 회절 간섭광의 수광 횡수 등에 의해 위치 변화 등을 특정한다. 따라서, 이 회절 간섭 광학형 인코더는, 기하 광학형 인코더보다 S/N비(Signal to Noise Ratio)를 높일 수 있다. 그것뿐만 아니라, 회절 간섭 광학형 인코더는, 갭 g를 비교적 길게 설정했다고 해도, 검출 정밀도에 영향을 주기 어렵다고 하는 특성을 갖는다. 이는, 구성 부품끼리의 기계적 간섭이 생길 가능성을 저감하여, 충격 등의 내환경 성능을 향상시킬 수 있는 것도 의미한다. 이와 같이 회절 간섭 광학형 인코더는 기하 광학형 인코더에 비해서 유리한 점이 많다.
- [0021] 그러나, 회절 간섭 광학형 인코더에서는, 회절 간섭 광학계를 구성할 필요가 있기 때문에, 복수의 격자(회절 격자) 각각에 있어서의 피치 p와, 각 격자의 간격인 갭 g가 적절한 값으로 설정되게 된다. 이러한 피치 p와 갭 g의 관계는, 인코더 자체의 개발이나 제조에 있어서의 제약으로 된다. 즉, 피치 p 또는 갭 g를 적절한 값으로부터 변경하면, 회절 간섭광의 질이 저하되어 검출하는 주기 신호의 S/N비가 저하되어 버린다. 한편, 피치 p 또는 갭 g를 적절한 값으로 유지하기 위해서는, 또한 피치 p 및 갭 g와 함께 주기 신호의 주기수(슬릿 개수에 대응하여 변화)나 슬릿의 형성 위치 등도 고려해서 회절 간섭 광학계를 설계·개발할 필요가 있다. 따라서, 자유도가 저하되어 설계·개발이 용이하지 않고, 또한, 회절 간섭 광학계마다 조정이 필요하기 때문에 제조도 용이하지 않다.
- [0022] 이러한 설계·개발·제조에 대한 제약은, 특히, 앱소형 인코더와 같이 복수의 주기 신호를 얻기 위해서 복수 세트의 회절 간섭 광학계를 사용하는 경우, 각 회절 간섭 광학계의 세트마다 설계·개발·제조할 필요가 있기 때문에, 한층더 커진다.
- [0023] 한편, 회절 간섭 광학계를 사용한 앱소형의 리니어 인코더를 설계 개발하는 것은 한층더 어렵다. 구체적으로는, 회절 간섭 광학계를 형성하기 위해서는, 격자에 있어서의 피치는 충분히 짧은 필요가 있기 때문에, 리니어 인코더를 형성하는 경우, 그 측정 범위의 전체 길이에 걸쳐서, 충분히 짧은 피치로 격자를 형성할 필요가 있다. 그 결과, 앱소형 인코더 작성시에 필요로 되는 주기수가 적은 주기 신호는, 비교적 긴 측정 범위를 갖는 리니어 인코더에서는 생성하는 것이 어렵다. 한편, 측정 범위를 연장하기 위해서는, 회절 간섭 광학계 이외의 검출 기구를 마련할 필요가 있다.
- [0024] 그래서, 본 발명의 발명자들은 이러한 광학식 인코더에 대해 전심의 연구를 행한 결과, 회절 간섭광을 이용하여 검출 정밀도를 향상시킨 절대 위치의 검출을 가능하게 하고, 설계·개발·제조 등을 용이하게 하는 것이 가능한 각 실시형태에 따른 리니어 인코더 등을 발명하였다. 이하, 이 본 발명의 각 실시형태에 대해서 상세히 설명한다.
- [0025] 단, 이하에서 설명하는 본 발명의 각 실시형태에서는, 회절 간섭 광학계를 이용한 앱소형의 리니어 인코더를 갖는 리니어 모터 시스템을 예로 들어서 설명한다. 즉, 각 실시형태에 따른 리니어 인코더는 리니어 모터에 적용되어, 리니어 모터가 발생한 동력에 의해 직선 상을 이동하는 이동체의 이동 방향(「측정축 방향」이라고도 함)에서의 위치 x를 검출한다. 그러나, 여기서 설명하는 각 실시형태에 따른 리니어 인코더는, 예컨대 수동이나 동력 등의 다른 동력원에 의해 이동시켜지는 이동체의 위치 x를 검출하는 것도 가능한 것은 말할 필요도 없다.
- [0026] 또한, 본 발명의 각 실시형태에 대해 이해가 용이해지도록 이하의 순서로 설명하는 것으로 한다.
- [0027] <1. 제 1 실시형태>
- [0028] (1-1. 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템)
- [0029] (1-2. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더)
- [0030] (1-2-1. 메인 스케일(110))

- [0031] (트랙 TA~TC)
- [0032] (슬릿 S의 형상)
- [0033] (슬릿 개수 등)
- [0034] (1-2-2. 광학 검출 기구)
- [0035] (1-2-3. 경사 슬릿의 구성)
- [0036] (하나의 트랙 T 내의 경사 슬릿)
- [0037] (경사 슬릿과 인덱스 격자측 슬릿의 위치 관계)
- [0038] (복수의 트랙간의 관계에 있어서의 경사 슬릿)
- [0039] (1-2-4. 위치 데이터 생성부(140))
- [0040] (1-3. 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템의 동작)
- [0041] (1-4. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더의 제조 방법)
- [0042] (1-5. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더 시스템에 의한 효과의 예)
- [0043] <2. 제 2 실시형태>
- [0044] <1. 제 1 실시형태>
- [0045] (1-1. 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템)
- [0046] 먼저, 도 1을 참조하면서, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템의 구성에 대해서 설명한다. 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도이다.
- [0047] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템(이하 단순히 「모터 시스템」이라고도 함)(1)은, 이동체(201)로 이동을 위한 동력을 제공한다. 그 결과, 이동체(201)는, 모터 시스템(1)으로부터 공급된 동력에 의해, 임의의 형상의 가이드 레일(202)을 따른 방향으로 앞뒤로 움직인다. 이때, 모터 시스템(1)에서는, 단순히 이동체(201)에 동력원을 공급할 뿐 아니라, 이동체(201)의 위치 x 를 고정밀도로 제어하기 위해서, 가이드 레일(202)을 따른 방향에서의 이동체(201)의 절대 위치 x 를 측정하고, 측정한 절대 위치 x 에 근거하여, 이동체(201)에 동력원을 공급한다.
- [0048] 본 실시형태에 따른 모터 시스템(1)이 이동가능한 이동체(201)는, 종류나 크기 등은 특별히 한정되는 것은 아니다. 한편, 이동체(201)를 가이드하는 가이드 레일(202)은 선형상으로 이동체(201)를 가이드하는 것이면, 그 가이드 방향(즉 이동체의 이동 방향)은 직선 형상이어도 좋고, 곡선 형상이어도 좋다. 다시 말하면, 이 가이드 방향은 원 형상 등의 고리 형상이어도 좋다.
- [0049] 단, 본 실시형태에서는, 설명의 편의상, 가이드 레일(202)은, 도 1에 나타내는 바와 같이, 이동체(201)를 직선 상에서 가이드하는 것으로 한다. 그리고, 가이드 레일(202)이 이동체(201)를 가이드하는 직선 방향을, 그 방향의 절대 위치 x 가 모터 시스템(1)에 있어서 측정된다고 하는 의미에서, 여기서는 「측정축 X 」나 「측정축 방향」이라고도 한다. 즉, 측정축 X 는, 본 실시형태의 경우, 도 1에 나타내는 바와 같이 직선 상의 축을 나타내지만, 가령 상기 가이드 방향이 곡선이나 고리 형상이면, 이 측정축 X 는 곡선 형상의 축이나 고리 형상의 축으로 된다. 또한, 설명의 편의상, 이 측정축 X 에 있어서 한쪽을 향한 방향을 「앞」이나 「전방」이라고도 하며, 그것과는 반대의 방향을 「뒤」나 「후방」이라고도 한다.
- [0050] 또한, 이동체(201)는 가이드 레일(202)을 따라 이동하는 것으로 되지만, 이 이동 범위를, 이동체(201)의 위치가 측정되는 범위라는 의미에서, 측정 범위라고도 한다. 그리고, 이 측정 범위의 측정축 X 방향에서의 길이를, 여기서는 「측정 범위 길이 R 」이라는 것으로 한다.
- [0051] 모터 시스템(1)은, 상술한 바와 같이 이동체(201)를 고정밀도로 제어하기 위해서, 도 1에 나타내는 바와 같이, 리니어 모터(이하 단순히 「모터」라고도 함)(10)와, 제어부(20)를 갖는다. 또한, 모터(10)는, 이동체(201)의 측정 범위 내에서의 절대 위치 x 를 측정하는 구성으로서, 리니어 인코더(이하 단순히 「인코더」라고도 함)(100)를 갖는다. 또한, 모터(10)는, 그 이동체(201)를 이동시키는 동력을 발생시키는 구성으로서, 리니어

모터부(이하 단순히 「모터부」라고도 함)(200)를 갖는다. 이하, 각 구성에 대해서 설명한다.

- [0052] 모터부(200)는 인코더(100)를 포함하지 않는 동력 발생원의 일례이다. 이 모터부(200)를 단순히 모터라고 하는 경우도 있다. 모터부(200)는 소정의 동력 발생 기구(도시하지 않음)와 소정의 동력 전달 기구(도시하지 않음)를 갖는다. 그리고, 모터부(200)는 동력 발생 기구에 의해 동력을 발생시켜서, 동력 전달 기구에 의해 동력을 이동체(201)에 전달한다.
- [0053] 이 모터부(200)의 동력 발생 기구는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 여기서는 전기를 사용한 전동식의 동력 발생 기구인 것으로 한다. 즉, 본 실시형태에서는, 모터부(200)가 전동식 모터부인 경우에 대해서 설명한다. 단, 이 모터부(200)는, 예컨대, 유압식 모터부, 에어식 모터부, 증기식 모터부 등의 다른 동력원을 사용한 모터부이어도 좋다.
- [0054] 또한, 동력 발생원으로서 모터나 모터부라는 경우, 「로터리」와 「리니어」로 대별되지만, 본 실시형태에서는, 동력 전달 기구가 동력을 전달한 결과, 이동체(201)가 가이드 레일(202)을 따라 선 상을 이동하는 경우에는, 동력 발생 기구가 로터리형이어도 리니어형이어도, 광의(廣義)의 의미에서 「리니어」라고 하는 것으로 한다. 즉, 본 실시형태에 따른 리니어 모터부(200)의 동력 발생 기구는, 예컨대 자기 부상식 모터 등과 같은 이른바 협의의 「리니어 모터」뿐만 아니라, 동력 전달 기구로서 예컨대 잭스크류(jackscrew) 등과 같은 회전력을 직선력으로 변환하는 것이 사용되는 경우에는, 회전력을 발생시키는 「로터리 모터」 등이어도 좋다. 단, 이하에서는 설명의 편의상, 리니어 모터부(200)로서 자기 부상식 모터가 사용되는 경우에 대해서 설명한다.
- [0055] 인코더(100)는 크게 나뉘서 2개의 부재를 갖는다. 하나의 부재는 가이드 레일(202)에 고정되고, 또 하나의 부재는 이동체(201)에 고정된다. 가이드 레일(202)에 고정되는 부재는 메인 스케일(110)을 포함한다. 이동체(201)에 고정되는 부재는 인덱스 스케일(120)(도 4 참조)을 포함한다. 또한, 여기서는, 이동체(201)에 고정되어 인덱스 스케일(120)을 포함하는 부재를 「이동부(130)」라고도 한다.
- [0056] 여기서 설명한 바와 같이, 메인 스케일(110)은 가이드 레일(202)에 고정된 부재에 포함되고, 인덱스 스케일(120)은 소정의 간격인 갭 g 을 두고서 메인 스케일(110)에 대향하면서, 이동체(201)에 고정된 이동부(130)에 배치된다. 따라서, 메인 스케일(110)과 인덱스 스케일(120)은 이동체(201)의 이동에 따라 상대 이동가능하게 배치되게 된다. 인코더(100)는 메인 스케일(110)과 인덱스 스케일(120) 사이의 상대적인 위치 관계를 이용하여, 이동체(201)의 절대 위치 x 를 검출한다. 또한, 이와 같이 상대 이동을 이용한다는 것은, 이동체(201)를 고정하여, 가이드 레일(202)을 이동시키는 것에 의해, 이동체(201)에 대한 가이드 레일(202)의 위치 x 를 검출하고 있다고도 할 수 있다.
- [0057] 또한, 설명의 편의상, 본 실시형태에 따른 인코더(100)는, 메인 스케일(110)에 있어서의 인덱스 스케일(120)(이동부(130))의 절대 위치를 검출함으로써, 이동체(201)의 절대 위치 x 를 검출하는 것으로 한다. 즉, 메인 스케일(110)에 대하여, 인덱스 스케일(120)의 절대 위치 x 는 이동부(130)의 절대 위치 x 를 나타내고, 또는, 이동체(201)의 절대 위치 x 를 나타내는 것으로 한다. 여기서는, 이들 위치를 총칭하여 단순히 「절대 위치 x 」나 「위치 x 」라고도 한다.
- [0058] 그리고, 인코더(100)는 이러한 절대 위치 x 를 검출하여, 그 위치 x 를 나타내는 위치 데이터를 출력한다. 단, 인코더(100)는, 위치 x 에 부가하거나 또는 대신하여, 이동체(201) 등의 속도 v 및 가속도 a 중 적어도 한쪽을 검출해도 좋다. 이 경우, 속도 v 및 가속도 a 는, 위치 x 를 시간으로 1 또는 2회 미분하거나 후술하는 주기 신호를 소정 간격으로 카운트하는 등의 처리에 의해 검출하는 것이 가능하다. 설명의 편의상, 이하에서는 인코더(100)가 검출하는 물리량은 위치 x 이라고 해서 설명한다.
- [0059] 또한, 인코더(100)의 메인 스케일(110) 및 이동부(130)의 배치 위치는, 메인 스케일(110)과 인덱스 스케일(120)이 갭 g 을 두고서 대향되면, 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [0060] 제어부(20)는 인코더(100)로부터 출력되는 위치 데이터를 취득하고, 그 위치 데이터에 근거하여, 모터부(200)의 발생 동력을 제어한다. 따라서, 모터부(200)로서 전자 부상형의 전동식 모터부가 사용되는 본 실시형태에서는, 제어부(20)는 위치 데이터에 근거하여, 전자 부상 기구를 구성하는 코일 등에 인가하는 전류 또는 전압 등을 제어함으로써, 모터부(200)의 발생 동력을 제어하여, 이동체(201)의 이동을 제어한다. 또한, 제어부(20)는 상위 제어 장치(도시하지 않음)로부터 상위 제어 신호를 취득하고, 그 상위 제어 신호에 표시된 위치 또는 속도 등이 이동체(201)에서 실현되도록, 모터부(200)를 제어하는 것도 가능하다. 또한, 모터부(200)가 유압식, 에어식, 증기식 등의 다른 동력원을 사용하는 경우에는, 제어부(20)는 그들 동력원의 공급을 제어함으로써, 모터부(200)의 회전을 제어하는 것이 가능하다.

- [0061] (1-2. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더)
- [0062] 다음에, 도 2 및 도 3을 참조하면서, 본 실시형태에 따른 인코더(100)의 구성에 대해서 설명한다. 도 2는 본 실시형태에 따른 리니어 인코더의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도이다. 도 3은 본 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 메인 스케일에 대해 설명하기 위한 설명도이다. 또한, 도 2는 도 1에 나타내는 인코더(100)를 A-A선으로 절단한 경우의 개념적인 단면도를 나타내고, 도 3은 인코더(100)가 갖는 메인 스케일(110)에 대하여 이동부(130)측에서 이동부(130)에 대항하는 면을 본 도면을 나타낸다.
- [0063] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 인코더(100)는 메인 스케일(110)과 이동부(130)를 갖는다. 그리고, 이동부(130)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 검출부(131A~131C)와, 위치 데이터 생성부(140)를 갖는다.
- [0064] (1-2-1. 메인 스케일(110))
- [0065] 메인 스케일(110)은, 도 1에 나타내는 바와 같이 가이드 레일(202)을 따라 측정축 X방향의 측정 범위의 거의 전역에 배치된다. 도 1에서는, 메인 스케일(110)이 가이드 레일(202)의 이동부(130)에 대항하는 면에 배치되어 있는 예를 나타내고 있지만, 메인 스케일(110)의 배치 위치는 이동부(130)와 대항가능한 위치이면 특별히 한정되는 것은 아니다. 또한, 메인 스케일(110)은 물리적으로 측정 범위의 전역에 배치될 필요는 없고, 이동체(201)의 위치를 측정해야 할 범위에 대하여 그 위치가 측정가능하게 되는 범위에 배치되면 좋다.
- [0066] 도 3에 나타내는 바와 같이, 메인 스케일(110)은 트랙 TA~TC를 갖는다.
- [0067] 본 실시형태에 따른 인코더(100)가 앰프형이기 때문에, 메인 스케일(110)은 이동체(201)의 이동에 대하여 절대 위치 x를 정밀하게 검출하기 위해서 3개의 트랙 TA~TC를 갖는다. 또한, 이 트랙 T의 개수는 3개에 한정되는 것이 아니라, 절대값 x에 요구되는 검출 정밀도나 신호 처리에 따라 적절히 복수개로 설정된다.
- [0068] (트랙 TA~TC)
- [0069] 트랙 TA~TC는 각각 측정축 X방향을 길이 방향으로 하는 띠 형상으로 형성된다. 이 띠 위의 트랙 TA~TC의 폭 방향의 폭은, 후술하는 회절 간섭 광학계를 형성가능한 폭으로 설정된다. 그리고, 트랙 TA~TC는 측정축 X방향과 수직인 「수직축 Z」 방향으로 나란히 늘어선 배치된다.
- [0070] 도 3에 나타내는 바와 같이, 각 트랙 TA~TC의 각각은 광학적인 메인 격자 LA~LC(메인 스케일(110)이 갖는 광학 회절 격자)가 형성된다.
- [0071] 메인 격자 LA~LC의 각각은 광학적인 복수의 슬릿 SLA~SLC를 갖고, 메인 격자 LA~LC마다 각각 독립된 개별적인 회절 간섭 광학계의 일부를 구성한다.
- [0072] 슬릿 SLA~SLC의 각각은 광을 반사(반사 슬릿)하거나 또는 광을 투과(투과 슬릿)하도록 형성된다.
- [0073] 반사 슬릿으로서 형성되는 경우, 슬릿 SLA~SLC는, 예컨대 반사율이 높은 재질을 증착하는 등의 방법에 의해 형성되어도 좋다. 한편, 메인 스케일(110)에 있어서의 슬릿 SLA~SLC 이외의 부위는, 예컨대, 증착 등의 방법에 의해 광을 흡수하는 재질을 배치하거나, 메인 스케일(110) 자체에 광을 투과하는 재질을 사용하는 등의 방법으로 형성되어도 좋다. 또한, 메인 스케일(110) 자체에 광을 반사하는 재질을 사용하여, 슬릿 SLA~SLC 이외의 부위를 에칭 등에 의해 가공하는 것도 가능하다. 또한, 슬릿 SLA~SLC도 SLA~SLC 이외의 부위도 반사율이 높은 재료로 형성한 후에, 슬릿 SLA~SLC와 SLA~SLC 이외의 부위에 깎 방향의 단차를 마련하여 위상 회절 격자로서 슬릿 형성하는 것도 가능하다.
- [0074] 한편, 투과 슬릿으로서 형성되는 경우, 메인 스케일(110) 자체를 광이 투과하는 재료로 형성하고, 슬릿 SLA~SLC 이외의 부위에, 흡수 또는 반사하는 등에 의해 광을 차폐하는 물질을 배치하거나 광을 차폐하는 가공을 실시하는 등의 방법으로 형성되어도 좋다. 단, 슬릿 SLA~SLC의 형성 방법은 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [0075] 요컨대, 반사형 슬릿의 경우, 슬릿 SLA~SLC는 광을 반사하고, 그 이외의 부위는 광을 반사하지 않으며, 투과형 슬릿의 경우, 슬릿 SLA~SLC는 광을 투과하고, 그 이외의 부위는 광을 차폐하는 것으로 된다.
- [0076] 이하에서는, 본 실시형태에서는, 설명의 편의상, 메인 스케일(110)의 각 트랙 TA~TC의 슬릿 SLA~SLC가 반사 슬

릿인 경우에 대해서 설명한다. 이와 같이 메인 스케일(110)에 반사 슬릿이 사용되는 경우에는, 반사형의 회절 간섭 광학계를 형성할 수 있기 때문에, 메인 스케일(110)에 투과 슬릿이 사용되는 경우와 비교해서, 메인 스케일(110)과 후술하는 인덱스 스케일(120) 사이의 갭 g 의 변동에 의한 노이즈나 검출 정밀도에 대한 영향을 저감하는 것이 가능하다.

[0077] 각 트랙 TA~TC에서 측정축 X방향으로 나란히 늘어서는 슬릿 SLA~SLC의 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는, 서로 상이한 수로 설정된다. 즉, 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는 측정축 X를 따라 카운트한 경우의 슬릿 SLA~SLC의 개수를 나타내고, 그 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는 서로 상이한 수로 설정된다. 각 트랙 TA~TC 각각으로부터는, 각 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 에 따른 반복수의 주기 신호가 얻어지게 된다. 즉, 본 실시형태에서는 3개의 주기 신호가 얻어지게 된다. 이동체(201)가 측정 범위 전역을 이동한 경우에 발생하는 상기 3개의 주기 신호 각각의 반복수를, 주기수 $m_A \sim m_C$ 라고도 한다. 이 주기수 $m_A \sim m_C$ 각각은 각 트랙 TA~TC의 분해능에 대응하고, 또한, 각 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 에 따른 수로 된다. 따라서, 각 트랙 TA~TC의 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는, 요구되는 정밀도의 절대 위치 x 가 검출가능하도록, 필요로 되는 분해능에 따른 수로 설정되는 것이 바람직하다. 또한, 본 실시형태에서는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 「 $n_A < n_B < n_C$ 」로 되도록 설정되는 경우를 예로 설명한다.

[0078] 각 트랙 TA~TC 각각에 있어서의 슬릿 SLA~SLC의 간격인 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 는, 본 실시형태에서는, 트랙 TA~TC에서 전 부 거의 같은 피치 p_L 로 설정된다($p_L = p_{LA} = p_{LB} = p_{LC}$). 단, 2 이상의 트랙 TA~TC의 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 가 거의 동일하면 좋고, 상이한 피치의 트랙이 포함되어도 좋다. 이와 같이 복수의 트랙 TA~TC의 각 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 를 거의 같게 설정함으로써, 그 복수의 트랙 TA~TC 각각의 회절 간섭 광학계를 마찬가지로 형성하는 것이 가능하게 되어, 설계·개발·제조(제조 등이라고도 함)를 용이하게 하는 것이 가능하다. 특히, 본 실시형태와 같이 모든 트랙 TA~TC의 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 를 거의 동일하게 함으로써, 제조 등을 대폭 용이하게 하는 것이 가능하다. 또한, 본 실시형태에서는 「피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 」라고 하는 경우, 슬릿 SLA~SLC 각각에 있어서, 서로 인접하는 슬릿의 배치 간격을 의미하는 것으로 한다. 즉, 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 는 각 슬릿의 중심간 거리를 의미하는 것으로 한다.

[0079] (슬릿 S의 형상)

[0080] 여기서, 각 트랙 TA~TC 각각에 있어서의 슬릿 SLA~SLC의 형상에 대해서 설명한다.

[0081] 가장 슬릿 개수 n 이 큰 트랙 TC에서는, 복수의 슬릿 SLC는, 각각 측정축 X방향에 대하여 수직인 수직축 Z방향의 길이 방향으로 되도록 연장 형성된다. 그리고, 이 복수의 슬릿 SLC는, 슬릿 SLC 사이의 간격인 피치 p_{LC} 가 동일하게 되도록 평행하게 배치된다. 이러한 형상의 슬릿을 여기서는 「수직 슬릿」이라고도 한다.

[0082] 한편, 본 실시형태에 따른 인코더(100)에서는, 상술한 바와 같이 복수의 트랙 TA~TC의 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 를 피치 p_L 로 일치시키는 것을 가능하게 하고, 또한, 한층 더한 소형화나 제조 등을 대폭 용이하게 하기 위해서, 트랙 TA, TB의 슬릿 SLA, SLB는 복수의 슬릿 SLA끼리, 및, 복수의 슬릿 SLB끼리가 각각 평행하게 배치되는 한편, 수직 슬릿과는 상이한 「경사 슬릿」으로 형성된다. 또한, 트랙 TC의 슬릿 SLC도 경사 슬릿으로 형성되어도 좋다. 즉, 복수의 트랙 TA~TC 중 적어도 어느 하나 이상이 경사 슬릿으로 형성되어 있으면 좋다. 이와 같이 경사 슬릿이 포함되는 경우, 상기와 같은 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 의 조정·소형화·제조 등의 용이화를 실현하는 것이 가능하다. 이 경사 슬릿에 대해서는 상세하게 후술한다.

[0083] (슬릿 개수 등)

[0084] 트랙 TA는, 이동체(201)에 연결된 이동부(130)가 측정축 X방향의 측정 범위의 전역을 이동할 때에 대략의 절대 위치 x 를 검출하기 위한 「엡소 검출 기구」의 일례의 일부를 구성한다. 그 때문에, 이 트랙 TA의 슬릿 개수 n_A 는, 측정 범위 전역에서의 측정축 X방향에서의 이동부(130)의 절대 위치 x 를 검출가능한 개수로 설정된다. 한편, 본 실시형태에서는, 트랙 TB, TC의 슬릿 개수 n_B, n_C 는, 상술한 바와 같이, $n_A < n_B < n_C$ 로 설정된다. 또한, 상술한 바와 같이, 각 트랙 TA~TC로부터 얻어지는 주기 신호의 주기수 $m_A \sim m_C$ 는, 각 트랙 TA~TC마다의 위치 검출

정밀도를 나타내고, 각각 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 에 대응한다.

- [0085] 환언하면, 앱소 검출 기구는, 상술한 바와 같이, 측정 범위 전역에서의 대략의 절대 위치 x 를 검출한다.
- [0086] 한편, 트랙 TB에 의한 검출 기구는, 앱소 검출 기구보다 좁은 범위 내에서의 절대 위치 x 를, 앱소 검출 기구보다 높은 정밀도로 검출할 수 있다. 이 트랙 TB에 의한 검출 기구를 여기서는 「미들 검출 기구」라고도 한다.
- [0087] 또한, 트랙 TC에 의한 검출 기구는, 미들 검출 기구보다 더욱 좁은 범위 내에서의 절대 위치 x 를, 미들 검출 기구보다 높은 정밀도로 검출할 수 있다. 이 트랙 TC에 의한 검출 기구를 여기서는 「인크레 검출 기구」라고도 한다.
- [0088] 즉, 본 실시형태에 따른 앱소형의 인코더(100)는, 앱소, 미들, 인크레 각각의 검출 기구에 의한 검출 위치 x 를 처리함으로써, 인크레 검출 기구의 검출 정밀도와 동일한 정도의 절대 위치 x 를 검출하게 된다.
- [0089] 또한, 앱소 검출 기구, 미들 검출 기구 및 인크레 검출 기구의 각각은, 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 나 슬릿 형상 등에 차이는 있지만, 기구마다 별개 독립된 회절 간섭 광학계를 하나씩 갖고 있으며, 검출 원리로서 광학식의 회절 간섭 광학계를 사용하는 점 등에서 공통적이다. 그래서, 이하에서는, 앱소 검출 기구, 미들 검출 기구 및 인크레 검출 기구를 총칭하여 「광학 검출 기구」라고도 한다.
- [0090] (1-2-2. 광학 검출 기구)
- [0091] 다음에, 도 2~도 4를 참조하면서, 이동부(130)가 갖는 검출부(131A~131C)에 대해서 설명하면서, 이것들의 광학 검출 기구에 대해서 보다 구체적으로 설명한다. 도 4는 본 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 광학 검출 기구에 대해서 설명하기 위한 설명도이다.
- [0092] 검출부(131A)는 트랙 TA에 대향하여 배치되고, 트랙 TA와 함께 앱소 검출 기구를 구성한다. 검출부(131B)는 트랙 TB에 대향하여 배치되고, 트랙 TB와 함께 미들 검출 기구를 구성한다. 검출부(131C)는 트랙 TC에 대향하여 배치되고, 트랙 TC와 함께 인크레 검출 기구를 구성한다.
- [0093] 검출부(131A~131C)에 의한 각 광학 검출 기구는, 상술한 바와 같이, 각각 독립된 회절 간섭 광학계를 갖는 점 등에서 공통적이다. 따라서, 여기서는, 도 4를 참조하면서, 하나의 광학 검출 기구를 예로 설명하고, 각 광학 검출 기구마다 상이한 점에 대해서는 개별적으로 추기(追記)하는 것으로 한다.
- [0094] 이에 따라, 하나의 광학 검출 기구를 예로 설명하는 경우, 이하에서는, 도 4에 나타내는 바와 같이, 그 광학 검출 기구에 대응하는 검출부(검출부(131A~131C)), 트랙(트랙 TA~TC) 및 메인 격자(메인 격자 LA~LC)를 단순히 「검출부(131)」, 「트랙 T」 및 「메인 격자 L」이라고도 하고, 그 메인 격자 L에 포함되는 슬릿(슬릿 SLA~SLC)을 단순히 「슬릿 SL」이라고도 한다. 그리고, 그 슬릿 SL의 피치(피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$)를 단순히 「피치 p_L 」이라고도 하고, 슬릿 개수(슬릿 개수 $n_A \sim n_C$)를 단순히 「슬릿 개수 n 」이라고도 하며, 이 광학 검출 기구로부터 얻어지는 주기 신호의 주기수(주기수 $m_A \sim m_C$)를 단순히 「주기수 m 」이라고도 한다.
- [0095] 도 4에 나타내는 바와 같이, 검출부(131)는 인텍스 스케일(120)과, 발광부(132)와, 수광부(133)를 갖는다.
- [0096] 인텍스 스케일(120)은 갭 g 를 사이에 두고서 메인 스케일(110)에 대향하여 배치된다. 또한, 인텍스 스케일(120)은 광을 차폐하는 재료로 형성되는 한편, 광을 투과하는 복수의 슬릿 SG1, SG2을 각각 갖는 2개의 광학적인 인텍스 격자 G1, G2(인텍스 스케일(120)에 형성된 회절 격자)를 갖는다. 즉, 인텍스 스케일(120)은 인텍스 격자 G1, G2의 슬릿 SG1, SG2에서 광을 투과하게 되고, 이 인텍스 격자 G1, G2는 메인 격자 L과 함께 3격자의 회절 간섭 광학계를 구성한다.
- [0097] 본 실시형태에 있어서 인텍스 격자 G1과 인텍스 격자 G2는, 동일한 인텍스 스케일(120)에 형성된다. 또한, 인텍스 격자 G1과 인텍스 격자 G2는, 별체의 인텍스 스케일(120)에 형성되어도 좋다. 인텍스 격자 G1과 인텍스 격자 G2는, 별체의 인텍스 스케일(120)에 형성되는 경우, 메인 스케일(110)의 동일면측에서, 인텍스 격자 G1과 메인 격자 L 사이의 거리(갭 g)와 메인 격자 L과 인텍스 격자 G2 사이의 거리(갭 g)가 같아지도록 배치되는 것이 바람직하다. 이러한 메인 격자 L로부터의 거리가 같은 2개의 인텍스 격자 G1, G2를 사용하고, 또한, 메인 격자 L의 슬릿 SL에 반사형 슬릿을 사용하면, 메인 스케일(110)과 검출부(131)의 위치 관계가 변동하더라도, 양 인텍스 격자 G1, G2 각각의 갭 g 가 항상 일정하게 된다. 따라서, 갭 g 의 변동이 회절 간섭 광학계에 주는 영향

을 저장할 수 있다.

- [0098] 여기서, 각 광학 검출 기구의 검출부(131A~131C) 각각의 갭 g 의 관계에 대해서 설명한다.
- [0099] 본 실시형태에서는, 각 트랙 TA~TC의 슬릿 SLA~SLC의 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 가 서로 거의 같게 피치 p_L 로 설정되기 때문에, 검출부(131A~131C)와, 트랙 TA~TC 즉 메인 스케일(110) 사이의 갭 g 는, 서로 거의 같게 설정될 수 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 메인 격자 LA와 그것에 대응하는 인덱스 격자 G1, G2 사이의 갭 g 와, 메인 격자 LB와 그것에 대응하는 인덱스 격자 G1, G2 사이의 갭 g 와, 메인 격자 LC와 그것에 대응하는 인덱스 격자 G1, G2 사이의 갭 g 는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 전부 거의 같게 설정될 수 있다.
- [0100] 이와 같이 설정되는 경우, 검출부(131A~131C) 각각 대하여 갭 g 에 따른 회절 간섭 광학계를 공통으로 설계·개발할 수 있고, 또한, 제조시의 갭 g 의 조정을 각 검출부(131A~131C)에 대하여 동시에 행할 수 있다. 따라서, 제조 등을 용이하게 하는 것이 가능하다. 또한, 이와 같이 검출부(131A~131C)의 갭 g 가 서로 같게 설정되기 때문에, 도 4에 나타내는 검출부(131A~131C) 각각의 인덱스 스케일(120)을 일체로 형성하거나, 검출부(131A~131C)를 일체로 구성함으로써, 제조 등을 더욱 용이하게 하는 것도 가능하다.
- [0101] 또한, 이러한 작용 효과는, 이 중 2개의 메인 격자 LA~LC(1개의 트랙 및 다른 트랙의 일례)와 그것에 대응하는 인덱스 격자 G1, G2와의 사이의 갭 g 를 일치시키는 것만으로, 동일하게 나타나는 것은 말할 필요도 없다. 단, 갭 g 가 일치시켜지는 광학 검출 기구는, 트랙 T의 피치 p_L 이 서로 같게 설정된 광학 검출 기구인 것이 바람직하다.
- [0102] 다음에, 발광부(132) 및 수광부(133)에 대해서 설명하면서, 인덱스 격자 G1, G2 각각에 대해서 설명한다.
- [0103] 발광부(132)는 광원을 갖고, 인덱스 스케일(120)의 인덱스 격자 G1을 향해서 광을 조사한다. 발광부(132)가 조사하는 광의 파장이나 강도는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 회절 간섭 광학계의 특성이나 필요한 위치 분해능 등에 따라서 적절히 결정되어도 좋다. 또한, 이 조사광은, 본 실시형태에서는, 확산광이 사용된다. 확산광을 사용함으로써, 후술하는 인덱스 격자 G1의 각 슬릿 SG1을 대략 선광원으로 간주할 수 있어, 회절 간섭 효과를 높일 수 있다. 또한, 이와 같이 슬릿 SG1을 대략 선광원으로 간주할 수 있으면, 조사광으로서, 평행광이나 레이저광, 집속광 등을 사용하는 것도 가능하다. 발광부(132)는 평행광·레이저광·집속광·확산광 등, 사용하는 광의 특성 등에 따라, 확산 렌즈 등의 소정의 광학 소자를 갖더라도 좋은 것은 말할 필요도 없다.
- [0104] 인덱스 격자 G1은 발광부(132)가 조사하는 광이 입사하는 위치에 형성된다. 이 인덱스 격자 G1은 투과형의 복수의 슬릿 SG1을 갖고 있고, 그 복수의 슬릿 SG1에 의해 입사한 광을 회절시킨다. 그 결과, 각 슬릿 SG1은, 각각 메인 스케일(110)에 조사되는 광을, 각 슬릿 SG1을 대략 선광원으로 하는 광으로 변환할 수 있다.
- [0105] 인덱스 격자 G1의 복수의 슬릿 SG1 사이의 피치 p_{G1} 은, 메인 격자 L의 복수의 슬릿 SL 사이의 피치 p_L 에 대하여 「 $p_{G1}=i \times p_L$ ($i=1, 2, 3 \dots$)」의 관계로 되도록 형성된다. 단, 특히 「 $i=1, 2$ 」의 경우에, 얻어지는 주기 신호의 강도를 강하게 할 수 있는 경우가 많고, 다시 말하면, 「 $i=2$ 」의 경우에, 주기 신호의 강도를 「 $i=1$ 」보다 강하게 할 수 있는 경우가 많다. 한편, 주기 신호의 주기수 m 은 슬릿 개수 n 뿐만 아니라, 상기 i 에 의해서도 변화된다. 구체적으로는, 주기수 m 은, 적어도 「 $i=1, 2$ 」의 경우, 「 $m=2 \times n/i$ 」로 된다. 이하에서는, 설명의 편의상, 「 $i=2$ 」 즉 「 $p_{G1}=2p_L$ 」이며 「 $m=n$ 」인 경우에 대해서 설명한다.
- [0106] 또한, 인덱스 격자 G1을 투과한 광은, 인덱스 격자 G1에 입사할 때의 입사각에 따라, 인덱스 격자 G1의 폭방향으로 확대된다. 따라서, 메인 격자 L의 슬릿 SL의 폭은, 이러한 확대각을 고려하여, 신호 강도를 향상시키기 위해서, 인덱스 격자 G1의 슬릿 SG1의 폭보다 넓게 설정되는 것이 바람직하다. 그때, 메인 격자 L의 슬릿 SL의 폭을, 인덱스 격자 G1을 투과한 광이 도달한다고 예상되는 폭보다 더욱 넓게 설정하거나 또는 좁게 설정함으로써, 인덱스 격자 G1과 메인 격자 L의 설치 오차에 대한 신호의 안정성을, 더욱 향상시키는 것이 가능하다.
- [0107] 이와 마찬가지로, 메인 격자 L에서 반사한 광은, 메인 격자 L에 입사할 때의 입사각에 따라, 메인 격자 L의 폭 방향으로 확대된다. 따라서, 후술하는 인덱스 격자 G2의 슬릿 SG2의 폭도, 이러한 확대각을 고려하여, 신호 강도를 향상시키기 위해서, 메인 격자 L의 슬릿 SL의 폭보다 넓게 설정되는 것이 바람직하다. 그때, 인덱스 격자 G2의 슬릿 SG2의 폭을, 메인 격자 L에서 반사한 광이 도달한다고 예상되는 폭보다 더욱 넓게 설정하거나 또는 좁게 설정함으로써, 인덱스 격자 G2와 메인 격자 L의 설치 오차에 대한 신호의 안정성을, 더욱 향상시키는 것이 가능한 것도 마찬가지이다.
- [0108] 단, 인덱스 격자 G1과 인덱스 격자 G2와 메인 격자 L 각각의 슬릿의 폭의 관계는, 충분한 신호 강도를 확보할

수 있고, 또한, 설치 오차에 대한 신호의 안정성도 충분히 확보할 수 있는 경우에는, 특별히 한정되는 것이 아닌 것은 말할 필요도 없다.

- [0109] 인텍스 격자 G1이 갖는 복수의 슬릿 SG1은, 다른 메인 격자 L 및 인텍스 격자 G2와 함께 형성하는 회절 간섭 광학계의 회절 간섭 효과를 높여서 노이즈를 저감하기 위해서, 대향한 위치에 있어서의 슬릿 SL과 대략 평행하게 되도록 형성되는 것이 바람직하다.
- [0110] 즉, 도 3에 나타내는 바와 같이, 메인 격자 LA, LB의 슬릿 SLA, SLB가 경사 슬릿이기 때문에, 검출부(131A, 131B)의 인텍스 격자 G1의 복수의 슬릿 SG1, SG2는 대향한 경사 슬릿과 평행하게 되도록, 경사 슬릿으로 형성되는 것이 바람직하다. 한편, 메인 격자 LC의 슬릿 S가 수직 슬릿이기 때문에, 검출부(131C)의 인텍스 격자 G1의 복수의 슬릿 SG1, SG2는 대향한 수직 슬릿과 평행하게 되도록, 수직 슬릿으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0111] 단, 검출부(131A, 131B)의 경사 슬릿은, 트랙 TA, TB의 경사 슬릿과 달리, 단지, 수직 슬릿인 검출부(131C)와 동일한 검출부를, 메인 스케일(110)의 측정면의 법선 방향의 법선축 Y 둘레로, 트랙 TA, TB의 경사 슬릿에 대응시켜서 회전하여 배치하는 것만으로, 형성하는 것이 가능하다. 따라서, 검출부(131A~131C)로서 동일한 검출부를 사용하는 것이 가능하게 되어, 제조 등을 더욱 용이하게 하는 것이 가능해질 뿐만 아니라, 제조 비용을 저감하는 것도 가능하다.
- [0112] 도 4에 나타내는 바와 같이, 인텍스 격자 G1에서 회절된 광은, 인텍스 격자 G1에 대응하는 메인 격자 L에 조사된다. 그렇게 하면, 메인 격자 L에 조사된 광은, 메인 격자 L의 슬릿 SL에서 반사된다. 이때, 반사되는 광은 메인 격자 L에서 더 회절된다. 그리고, 이 메인 격자 L에서 회절된 광은, 인텍스 격자 G2에 조사된다.
- [0113] 인텍스 격자 G2는 메인 격자 L에서 회절된 광이 입사하는 위치에 형성된다. 이 인텍스 격자 G2의 슬릿 SG2의 피치 p_{G2} 는 인텍스 격자 G1의 슬릿 SG1의 피치 p_{G1} 와 동일하게 설정된다. 즉, 본 실시형태에서는 「 $p_{G1}=p_{G2}=2 \times p_L$ 」로 된다. 또한, 이 슬릿 SG2의 형상이나, 인텍스 격자 G1의 슬릿 SG1과의 위치 관계 등도, 상기 인텍스 격자 G1의 슬릿 SG1과 마찬가지로이다. 따라서, 이것들의 자세한 설명은 생략한다.
- [0114] 또한, 이 인텍스 격자 G2는, 인텍스 격자 G1와 달리, 2 이상의 영역(예컨대 도 5에 나타내는 영역 G2A, G2B)으로 나누어져 있다. 그리고, 각 영역의 슬릿 SG2은 그 영역 내에서는 피치 p_{G2} 가 균일하게 형성되지만, 영역 사이에서는 「 $p_{G2}/4$ 」씩 어긋나게 형성된다. 또한, 설명의 편의상, 이하에서는, 도 5에 나타내는 바와 같이 인텍스 격자 G2가 2개의 영역 G2A, G2B로 분할된 경우에 대해서 설명한다.
- [0115] 한편, 도 4에 나타내는 바와 같이, 메인 격자 L에서 회절된 광은 인텍스 격자 G2에 조사된다. 이 인텍스 격자 G2에 조사되는 광은, 메인 격자 L의 복수의 슬릿 SL 각각에서 회절된 광이 간섭한 간섭 줄무늬 형상으로 된다. 간섭 줄무늬의 밝은 부분의 위치는, 메인 스케일(110)이 이동하여 인텍스 격자 G1과 메인 격자 L 사이의 위치 관계의 변화에 따라서 이동하게 된다. 그 결과, 「 $p_{G2}/4$ 」씩 어긋나게 된 각 영역 G2A, G2B 각각의 슬릿 SG2를 통과하는 광의 강도는, 90° 어긋나서 정현파 형상으로 증감한다.
- [0116] 수광부(133)는 인텍스 격자 G2의 슬릿 SG2를 투과한 광을 수광하도록 배치된다. 그리고, 수광부(133)는, 예컨대 포토다이오드와 같은 수광 소자를 갖고 있고, 수광한 광의 강도를 전기 신호로 변환한다. 단, 이때, 수광부(133)는 각 영역 G2A, G2B마다 개별적인 전기 신호를 생성가능하도록, 예컨대 2개의 수광면을 갖는다.
- [0117] 그리고, 수광부(133)가 생성하는 전기 신호는, 메인 스케일(110)이 피치 p 등에 따른 만큼만 이동할 때마다 반복되는 소정 주기의 대략 정현파 형상의 전기 신호(「주기 신호」라고도 함)로 된다. 한편, 이 각 영역 G2A, G2B 각각에 대응한 주기 신호는, 영역 G2A, G2B 각각의 슬릿 SG2를 통과하는 광의 강도와 마찬가지로, 위상이 90° 어긋난 2개의 주기 신호로 된다.
- [0118] 이 2개의 주기 신호를 각각 「A상(相) 주기 신호」, 「B상 주기 신호」라고도 한다. 그리고, 앵소 검출 기구, 미들 검출 기구, 인크레 검출 기구 각각에서 얻어지는 2개의 주기 신호를 합쳐서, 여기서는 「앵소 신호」, 「미들 신호」, 「인크레 신호」라고도 한다.
- [0119] 이와 같이 광학 검출 기구에서는, 3격자의 회절 간섭 광학계를 구성한다. 따라서, 갭 g의 대소에 관계없이 피치 p_L , p_{G1} , p_{G2} 등과의 관계에서 간섭이 생기면, 원하는 주기 신호를 검출할 수 있다.
- [0120] 그런데, 기하 광학형 인코더에서는, 단순히 슬릿 S_L 을 투과한 광을 수광하기 때문에, 갭 g를 크게 하면 할수록, 회절 성분이나 확산 성분의 광의 영향에 의해 노이즈가 증가하므로, 갭 g를 작게 할 필요가 있다. 이에

반하여, 본 실시형태에 기재된 바와 같은 회절 간섭 광학계에서는, 고정 부재와 회전 부재 사이의 갭 g 를 크게 할 수 있어, 결과적으로 설계·개발의 자유도를 높일 수 있음과 아울러, 충격 등에 의해 고정 부재와 회전 부재가 간섭하는 불량을 저감할 수 있다.

[0121] 또한, 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 3격자(메인 격자 L 및 인덱스 격자 G1, G2)의 회절 간섭 광학계를 예로 설명하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 인덱스 격자 G2를 대신하여 그 인덱스 격자 G2의 슬릿 SG2 각각의 위치에 수광면을 갖는 띠 형상의 수광 소자를 사용함으로써, 의사적(擬似的)으로 3격자의 회절 간섭 광학계를 형성하는 것도 가능하다. 다시 말하면, 인덱스 격자 G1을 대신하여 그 인덱스 격자 G1의 슬릿 SG1 각각의 위치에서 발광하는 띠 형상 또는 선 형상의 발광 소자 등을 사용함으로써, 의사적으로 3격자의 회절 간섭 광학계를 형성하는 것도 가능하다. 그 밖에, 동일한 회절 간섭 광학계를 구성할 수 있으면, 격자의 수는 특별히 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다.

[0122] (1-2-3. 경사 슬릿의 구성)

[0123] 이상, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더(100)의 구성에 대해서 설명하였다. 다음에, 도 5를 참조하면서, 상기 메인 격자 LA, LB에 사용되는 경사 슬릿에 대해서 상세히 설명한다. 도 5는 본 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 경사 슬릿에 대해 설명하기 위한 설명도이다.

[0124] (하나의 트랙 T 내의 경사 슬릿)

[0125] 우선, 도 5를 참조하면서, 어느 한쪽의 경사 슬릿, 즉, 트랙 TA의 메인 격자 LA의 슬릿 SLA, 또는, 트랙 TB의 메인 격자 LB의 슬릿 SLB를 예로 들어서 설명한다. 그리고, 슬릿 SLA와 슬릿 SLB에서 상이한 점에 대해서는, 개별적으로 설명하는 것으로 한다.

[0126] 본 실시형태에 따른 메인 격자 L의 슬릿 SL은 띠 형상의 트랙 T에 배치되지만, 상술하고 또한 도 5에도 나타내는 바와 같이, 적어도 하나 이상의 메인 격자 L의 슬릿 SL은, 수직 슬릿과 상이한 경사 슬릿으로서 형성된다.

[0127] 경사 슬릿으로서 형성되는 슬릿 SL(여기서는 단순히 「슬릿 SL」이라고 함)은, 도 5에 나타내는 바와 같이, 측정축 X방향에 수직인 수직축 Z방향으로부터 소정의 경사 각도 θ 로 경사한 방향이 길이 방향으로 되도록 연장 형성된다. 그리고, 이 복수의 슬릿 SL은, 슬릿 SL 사이의 간격인 피치 p_L 이 동일해지도록 평행하게 배치된다. 또한, 여기서는 경사 각도 θ 는, 도 5에 나타내는 바와 같은 하나의 경사 방향에 대한 각도를 포지티브로 하고, 상기 경사 방향과 측정축 X방향에서 반대의 경사 방향에 대한 각도를 마이너스로서 설명한다. 환언하면, 도 5에서는, 슬릿 SL은 수직축 Z를 시계 방향으로 플러스의 경사 각도 θ 회전시킨 방향이 길이 방향으로 되도록 형성된다. 한편, 마이너스의 경사 각도 θ 의 경우, 슬릿 SL은, 수직축 Z를 반시계 방향으로 그 경사 각도 θ 의 절대값만큼 회전된 방향이 길이 방향으로 되도록 형성된다.

[0128] 이러한 경사 슬릿에 대해서는 다양한 형성예가 생각되지만, 이 슬릿 SL의 일형성예에 대해서 설명하면 이하와 같다.

[0129] 각 슬릿 SL은, 수직축 Z에 대하여 소정의 경사 각도 θ 경사한 방향이 길이 방향으로 되도록 연장 형성된다. 이때, 이 슬릿 SL은, 각 슬릿 SL 사이의 피치 p_L 이 일정하게 되도록, 슬릿 개수 n만큼 측정축 X방향을 따라 배치된다.

[0130] 또한, 상술한 바와 같이, 「 $i=1$ 」 즉 「 $p_{Gi}=2p_L$ 」이고, 「 $m=n$ 」인 경우, 그 주기수 m의 주기 신호를 얻기 위해서, 경사 슬릿은 이하와 같이 형성된다. 즉, 먼저, $m=n$ 으로부터 슬릿 개수 n이 결정된다. 한편, 본 실시형태에서는 피치 p_L 은 다른 트랙 T에서의 피치 p_L 과 동일한 값으로 설정되기 때문에, 슬릿 SL에 대한 경사 각도 θ 가 적절히 설정됨으로써, 피치 p_L 을 원하는 값으로 조정할 수 있다. 예컨대, 경사 각도 θ 는, 하기 식1을 만족시키도록 설정된다.

[0131]
$$\theta = \arccos((R/n)/p_L) \quad \dots \text{(식1)}$$

[0132] 그리고, 슬릿 개수 n의 슬릿 SL은, 상기 경사 각도 θ 의 방향이 길이 방향으로 되고, 슬릿 SL의 간격이 피치 p_L

로 일정하게 되도록, 측정축 X방향으로 나란히 늘어서서 소정의 폭으로 형성되게 된다. 또한, 이때, 측정축 X 방향에서의 슬릿간 거리 p_x 는, 하기 식2로 표시되게 된다.

[0133] $p_x = p_L \times \cos(\theta) = R/n \quad \dots$ (식2)

[0134] 그런데, 일반적으로 회절 간섭 광학계에 있어서, 메인 격자 L과 인덱스 격자 G1, G2 사이의 최적값 g 는, 발광부 (132)가 내보내는 광의 파장 λ 와, 메인 격자 L의 복수의 슬릿 SL의 피치 p_L 에 의존한다. 예컨대, 3격자 광학 계에서, 값 g 는, k 를 정의 정수라고 하면, $p_{G1} = p_L = p_{G2}$ 의 경우에는, 하기 식3을 만족시킬 때에 최적으로, $p_{G1} = 2 \times p_L = p_{G2}$ 의 경우에는, 하기 식4를 만족시킬 때에 최적으로 된다.

[0135] $g = (2 \times k - 1) \times p_L^2 / 4 \lambda \quad \dots$ (식3)

[0136] $g = (2 \times k) \times p_L^2 / \lambda \quad \dots$ (식4)

[0137] 한편, 회절 간섭 광학계를 사용하여 앵소형의 인코더를 형성하는 경우, 주기수 m 이 상이한 복수의 주기 신호가 얻어지도록, 슬릿 개수 n 이 상이한 복수의 트랙 T가 필요하게 된다. 그리고, 가령 복수의 트랙 T의 전부를 수직 슬릿으로서 형성하면, 각 트랙 T의 피치 p_L 은 「 $p_L = R/n$ 」로 되어 서로 상이해져 버린다. 그 결과, 각 트랙 T에 대한 값 g 도 서로 상이하여, 각 트랙 T의 회절 간섭 광학계마다 값 g 등을 설계·개발할 필요가 있다.

[0138] 이에 반해서는, 본 실시형태와 같은 경사 슬릿에 의하면, 복수의 슬릿 SL의 피치 p_L 은, 식2 내지 식5와 같이 표시된다.

[0139] $p_L = (R/n) / \cos(\theta) \quad \dots$ (식5)

[0140] 따라서, 슬릿 개수 n (즉 주기 신호의 주기에 대응)을 원하는 값(주기수 m 에 대응한 값)으로 유지하면서, 경사 각도 θ 를 적절히 설정하는 것만으로, 회절 간섭 광학계를 구성하는 최적의 값으로 피치 p_L 을 설정하는 것이 가능해진다. 그 결과, 트랙 개수 n 을 자유롭게 설정하는 것이 가능해져, 설계·개발 등이 용이하게 된다.

[0141] 또한, 여기서 설명한 경사 슬릿 형성이나 식 등은 어디까지나 일례이며, 이러한 식이 실제로 세워질 필요는 없다. 즉, 상기한 바와 같이 수직축 Z방향으로부터 경사한 경사 슬릿이 형성되면, 그 형성 방법이나 설계 방법 등은 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0142] (경사 슬릿과 인덱스 격자측의 슬릿의 위치 관계)

[0143] 또한, 인덱스 격자 G1, G2는, 상술한 바와 같이, 경사 슬릿이더라도, 수직 슬릿과 동일한 구성을 법선축 Y 둘레로 경사 각도 θ 만큼 회전시켜서 배치되는 것만으로, 형성 가능하다. 그 결과, 도 5에 나타내는 바와 같이, 인덱스 격자 G1, G2는, 대응하는 메인 격자 L의 슬릿 SL과 각 슬릿 SG1, SG2가 평행하게 되도록 배치된다.

[0144] (복수의 트랙 사이의 관계에 있어서의 경사 슬릿)

[0145] 이상, 하나의 트랙 T 내의 경사 슬릿에 대해서 설명하였다. 여기서, 복수의 트랙 TA~TB 사이의 관계에 있어서의 경사 슬릿에 대해서 도 2 및 도 3을 참조하면서 설명한다. 또한, 각 트랙 TA, TB의 경사 각도 θ 를 여기서는 각각 「경사 각도 θ_A , θ_B 」라고도 한다.

[0146] 본 실시형태에서는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 모든 트랙 TA~TC의 메인 격자 LA~LC와 그것에 대한 검출부 (131A~131C)의 인덱스 스케일(120)과의 값 g 는 거의 같게 설정된다. 한편, 회절 간섭 광학계를 형성하기 위해서는, 상기 식3 또는 식4를 만족시키도록, 값 g 에 대응한 슬릿 SL의 피치 p_L 을 실현하는 것이 중요하다.

[0147] 그래서, 본 실시형태에서는, 트랙 TA의 슬릿 SLA에서의 경사 각도 θ_A 는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 그 슬릿 SLA의 피치 p_{LA} 가 다른 트랙 TC의 슬릿 SLC의 피치 p_{LC} 와 같아지도록 설정된다. 또한, 트랙 TB의 슬릿 SLB에서의 경사 각도 θ_B 도, 도 3에 나타내는 바와 같이, 그 슬릿 SLB의 피치 p_{LB} 가 다른 트랙 TC의 슬릿 SLC의 피치 p_{LC}

와 같아지도록 설정된다.

- [0148] 한편, 트랙 TA의 슬릿 개수 n_A 는 트랙 TB의 슬릿 개수 n_B 와 상이하($n_A < n_B$). 따라서, 상기 식5로부터도 알 수 있는 바와 같이, 트랙 TA에서의 경사 각도 θ_A 는, 트랙 TB에서의 경사 각도 θ_B 와 상이하게 설정된다($\theta_A > \theta_B$). 그 결과, 경사 슬릿끼리인 트랙 TA에서의 피치 p_{LA} 와, 트랙 TB에서의 피치 p_{LB} 를 거의 같게 할 수 있다.
- [0149] 이 결과, 모든 트랙 TA~TC에서의 슬릿 SLA~SLB의 피치 $p_{LA} \sim p_{LC}$ 를 거의 일정하게 하는 것이 가능해진다. 따라서, 검출부(131A~131C)는 회절 간섭 광학계를 각각 형성하면서, 갭 g 를 일정하게 하여 배치될 수 있다. 이와 같이 복수의 검출부(131A~131C)를 일정한 갭 g 로 형성할 수 있는 경우, 검출부(131A~131C)의 갭 g 방향에서의 조정이 용이하게 될 뿐만 아니라, 이들 검출부(131A~131C)를 일체로 형성하는 것도 가능해진다. 또한, 검출부(131A~131C)를 일체로 형성하는 경우, 각각이 갖는 인덱스 스케일(120)도 일체로 1장의 인덱스 스케일로서 형성되어도 좋다. 이 경우, 설계 등의 자유도를 향상시키고, 또한, 제조를 용이하게 하는 것이 가능하다.
- [0150] (1-2-4. 위치 데이터 생성부(140))
- [0151] 다음에, 도 2 및 도 6(a)~도 6(c)를 참조하면서, 인코더(100)의 나머지의 구성인 위치 데이터 생성부(140)에 대해서 설명한다. 도 6(a)~도 6(c)는 본 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 위치 데이터 생성부에 대해 설명하기 위한 설명도이다.
- [0152] 위치 데이터 생성부(140)는, 상술한 검출부(131A~131C)로부터, 정현파 형상의 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호를 취득한다. 그리고, 위치 데이터 생성부(140)는 이들 신호로부터 모터부(200)의 절대 위치 x 를 특정하고, 그 위치 x 를 나타낸 위치 데이터를 출력한다. 이하, 보다 구체적으로 위치 데이터 생성부(140)에 의한 위치 x 의 특정 처리의 일례에 대해서 설명한다.
- [0153] 여기서 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호 각각은, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 위상이 90° 어긋난 A상 주기 신호와 B상 주기 신호의 2개의 주기 신호를 포함한다. 그래서, 위치 데이터 생성부(140)는, 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호에 대해서, 각각 A상 및 B상의 2개의 정현파 신호를 취득한다. 그리고, 위치 데이터 생성부(140)는 A상 및 B상의 2개의 정현파 신호를, 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호마다, 체배 처리 등을 실시하는 것에 의해, 각 주기 내에서 단조롭게 증가하는 신호(단조롭게 감소하는 신호이어도 좋음. 이하 단조 증가 신호라고도 함)를 생성한다.
- [0154] 여기서 이하에서는, 엡소 신호의 처리 후의 단조 증가 신호를 단순히 엡소 신호라고도 하고, 미들 신호의 처리 후의 단조 증가 신호를 단순히 미들 신호라고도 하며, 그리고, 인크레 신호의 처리 후의 단조 증가 신호를 단순히 인크레 신호라고도 한다.
- [0155] 도 6(a)에 엡소 신호의 예를 나타내고, 도 6(b)에 미들 신호의 예를 나타내며, 도 6(c)에 인크레 신호의 예를 나타낸다. 도 6(a)~도 6(c)에서는, 가로축에 기계각(각도)에 해당하는 위치 x 를 나타내고, 세로축에 각 신호에 있어서의 전기각 Φ 을 나타낸다. 또한, 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호 각각의 전기각을 여기서는 Φ_A , Φ_B , Φ_C 라고도 한다.
- [0156] 도 6(a)에서는, 엡소 신호로서, 위치 x 가 측정 범위 전역 내를 이동하면, 전기각 Φ_A 가 1회전하는 예, 즉, 1회 단조 증가하는 예를 나타내고 있다.
- [0157] 도 6(b)에서는, 미들 신호로서, 위치 x 가 측정 범위 전역 내를 이동하면, 전기각 Φ_B 가 4회전하는 예, 즉, 4회 단조 증가를 반복하는 예를 나타내고 있다.
- [0158] 도 6(c)에서는, 인크레 신호로서, 위치 x 가 측정 범위 전역 내를 이동하면, 전기각 Φ_C 가 16회전하는 예, 즉, 16회 단조 증가를 반복하는 예를 나타내고 있다.
- [0159] 즉, 미들 신호, 인크레 신호는 각각 엡소 신호, 미들 신호의 4배의 위치 분해능을 갖는 것을 의미한다.
- [0160] 각 트랙 TA~TC의 측정축 X방향에서 반복되는 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는, 본 실시형태와 같이 피치가 「 $p_{G1} = 2 \times p_L = p_{G2}$ 」로 설정되는 경우, 이러한 분해능을 실현하기 위해서, 각각 1, 4, 16개로 설정되게 된다. 그러나, 이것은 어디까지나 일례이고, 각 트랙 TA~TC의 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 를 한정하는 것이 아니라, 각 트랙 TA~TC의 슬릿 개수 $n_A \sim n_C$ 는,

각각으로부터 얻어지는 주기 신호에 요구되는 소망의 주기수 $m_A \sim m_C$ 에 따라 적절히 설정될 수 있다. 여기서, 실시형태와 같이 피치가 「 $p_{G1}=2 \times p_L=p_{G2}$ 」로 설정되는 경우, 「 $m_A=n_A, m_A=n_A, m_A=n_A$ 」로 되고, 「 $p_{G1}=1 \times p_L=p_{G2}$ 」로 설정되는 경우, 「 $m_A=2 \times n_A, m_A=2 \times n_A, m_A=2 \times n_A$ 」로 된다. 이들 관계로부터, 소망의 주기수 $m_A \sim m_C$ 에 따른 슬릿개수 $n_A \sim n_C$ 를 결정하는 것이 가능하다.

[0161] 또한, 도 6(a)~도 6(c)에서는, 선형으로 단조 증가하는 각 신호를 나타내고 있지만, 위치 데이터 생성부(140)는, 예컨대, 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호로서 계단 형상으로 단조 증가하는 신호를 출력해도 좋다. 단, 위치 x방향에서의 계단폭은, 각각 분해능이 하나 상위의 신호의 주기에 대응한 길이로 되는 것이 바람직하다.

[0162] 위치 데이터 생성부(140)는 이러한 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호를 생성하고, 이들 신호에 근거하여, 이동체(201)의 절대 위치 x를 특정한다.

[0163] 보다 구체적으로는, 도 6(a)~도 6(c)에 나타내는 예의 경우, 위치 데이터 생성부(140)는, 먼저, 엡소 신호로부터, 측정 범위 전역에서 측정 범위 길이 R의 4분의 1마다의 위치를 특정한다.

[0164] 다음에, 위치 데이터 생성부(140)는 미들 신호를 사용하여, 길이가 R/4마다의 범위 내에서의 (R/4)/4마다의 위치를 특정한다.

[0165] 그리고 마지막으로, 위치 데이터 생성부(140)는 인크레 신호를 사용하여, 길이가 (R/16)마다의 범위 내에서의 (R/16)/4마다의 위치를 특정한다.

[0166] 그 결과, 위치 데이터 생성부(140)는, 주기수 m이 큰 인크레 검출 기구의 분해능과 동일한 분해능에 있어서, 이동체(201)의 절대 위치 x를 특정하는 것이 가능해진다. 그리고, 위치 데이터 생성부(140)는 이와 같이 특정한 절대 위치 x를 나타내는 위치 데이터를 제어부(20)에 출력한다.

[0167] 또한, 위치 데이터 생성부(140)는 이러한 처리를 행하지 않고서, 엡소 신호, 미들 신호 및 인크레 신호의 조합에 대한 절대 위치 x의 테이블을 기억하고 있으며, 상기 테이블을 사용하여 절대 위치 x를 특정하는 것도 가능하다. 또한, 여기서 설명한 위치 데이터 생성부(140)에 있어서의 처리는, 제어부(20)에서 행해져도 좋은 것은 말할 필요도 없다. 이 경우, 위치 데이터 생성부(140)는, 위치 데이터로서, 정현파 형상의 엡소 신호 및 각 주기 신호, 또는, 체배 등의 처리 후의 단조 증가하는 엡소 신호 및 각 주기 신호를, 제어부(20)에 출력해도 좋다.

[0168] (1-3. 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템의 동작)

[0169] 다음에, 본 실시형태에 따른 모터 시스템(1)의 동작에 대해서 설명한다. 또한, 각 구성에 있어서의 동작이나 작용 등에 대해서는, 각 구성의 설명에서 상세히 설명했기 때문에 적절히 생략해서 설명한다.

[0170] 제어부(20)는 상위 제어 장치 등으로부터 상위 제어 신호를 취득하고, 또한 인코더(100)로부터, 이동체(201)의 절대 위치 x를 나타내는 위치 데이터를 취득한다. 그리고, 제어부(20)는 상위 제어 신호와 위치 데이터에 근거하여 제어 신호를 생성하여 모터부(200)에 출력한다.

[0171] 그 결과, 모터부(200)는, 이 제어 신호에 근거하여 동력을 발생시켜서 이동체(201)를 이동시킨다. 그렇게 하면, 그 이동체(201)에 연결된 이동부(130)가 이동하여, 이동부(130)가 갖는 복수의 인덱스 스케일(120)이 메인 스케일(110)에 대하여 상대적으로 이동한다. 그 결과, 한편, 각 검출부(131A~131C)는, 이 메인 스케일(110)에 대한 인덱스 스케일(120)의 상대적인 이동에 따라, 각각 주기 신호를 검출하여, 위치 데이터 생성부(140)에 출력한다. 그리고, 위치 데이터 생성부(140)는 취득한 이들 신호에 근거해 위치 데이터를 생성하여, 제어부(20)에 출력한다.

[0172] 또한, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 인코더(100)는 이동체(201)의 고정밀도의 절대 위치 x를 검출하여, 위치 데이터로서 제어부(20)에 공급할 수 있다. 따라서, 이 모터 시스템(1)은, 그 고정밀도의 절대 위치 x에 근거하여, 이동체(201)의 위치 x를 고정밀도로 제어할 수 있다.

[0173] (1-4. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더의 제조 방법)

- [0174] 이상, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템에 대해서 설명하였다.
- [0175] 다음에, 도 7을 참조하면서, 본 실시형태에 따른 인코더(100)의 제조 방법에 대해서 설명한다. 도 7은 본 실시 형태에 따른 리니어 인코더의 제조 방법에 대해 설명하기 위한 설명도이다.
- [0176] 도 7에 나타내는 바와 같이, 인코더(100)의 제조 방법에서는, 먼저 단계 S101가 처리된다. 이 단계 S101(슬릿 수 결정 단계의 일례)에서는, 메인 스케일(110)의 하나의 트랙 T에 대하여, 그 트랙 T로부터 얻고자 하는 분해능에 따라, 이동체(201)가 측정 범위 전역을 이동한 경우에 얻어야 되는 원하는 주기 신호의 주기수 m 이 결정된다. 그리고, 그 주기에 따라, 그 트랙 T에 형성되는 슬릿 개수 n 이 설정된다. 그리고, 단계 S103로 진행한다.
- [0177] 단계 S103(경사 각도 설정 단계의 일례)에서는, 슬릿 SL의 피치 p_L 이 원하는 값으로 되도록 경사 각도 θ 가 설정된다. 단, 예컨대 트랙 TC 등과 같은 수직 슬릿의 경우에는, 이 단계 S105에서는, 경사 각도 θ_c 는 0° (경사 시키지 않는 것을 의미)로 설정되게 된다.
- [0178] 또한, 이 단계 S103에서는, 여기서 형성하려고 하는 트랙 T(하나의 트랙의 일례)의 슬릿 SL의 피치 p_L 이, 이미 형성된 트랙 T 또는 후속해서 형성되는 트랙 T(다른 트랙 T의 일례)의 슬릿 SL의 피치 p_L 과 같아지도록, 경사 각도 θ 가 설정되게 된다. 이 단계 S103의 처리 후는, 단계 S105로 진행한다.
- [0179] 단계 S105(슬릿 형성 단계의 일례)에서는, 단계 S103에서 설정한 경사 각도 θ 로, 소정의 폭 w 의 복수의 슬릿 SL이, 피치 p_L 을 일정하게 하면서 트랙 T 내에서 평행하게 나란히 늘어서서 형성된다. 그리고, 단계 S107로 진행한다.
- [0180] 단계 S107에서는, 원하는 복수의 트랙 T 전부에 슬릿 SL이 형성되었는지 여부가 확인된다. 그리고, 슬릿 SL이 미형성된 트랙 T가 있으면, 단계 S101 이후의 처리가 반복된다. 한편, 모든 슬릿 SL이 형성되어 있으면 단계 S109로 진행한다.
- [0181] 단계 S109(인덱스 스케일 배치 단계의 일례)에서는, 적어도 피치 p_L 이 같은 2 이상의 트랙 T에 대하여, 메인 격자 L과 인덱스 격자 G1, G2 사이의 갭 g 가 같아지도록, 인덱스 스케일(120)을 포함하는 검출부(131)가 배치된다.
- [0182] 또한, 이들 처리와 동시에 또는 전후로, 이동부(130) 내에 각 검출부(131)를 배치하는 처리, 각 검출부(131)와 위치 데이터 생성부(140)를 연결하는 처리, 각 구성을 케이스에 수납하여 고정 또는 이동가능하게 지지하는 처리 등이 행해져서, 인코더(100)가 완성된다. 단, 이들 처리에 대한 여기서의 상세한 설명은 생략한다.
- [0183] (1-5. 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더 시스템에 의한 효과의 예)
- [0184] 이상, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 인코더, 리니어 모터, 리니어 모터 시스템, 메인 스케일 및 리니어 인코더의 제조 방법에 대해서 설명하였다.
- [0185] 본 실시형태에 따른 인코더(100) 등에 의하면, 적어도 하나의 트랙 T의 복수의 슬릿 SL이, 수직축 Z방향으로부터 경사 각도 θ 기운 방향을 길이 방향으로 하는 경사 슬릿으로서 형성된다. 이 경사 슬릿은, 경사 각도 θ 를 조정함으로써, 트랙 T의 측정축 X방향으로 배치되는 슬릿 개수 n 을 변경하지 않고서, 피치 p_L 을 조정하는 것이 가능하다. 따라서, 설계·개발 등의 자유도를 높이는 것이 가능하다.
- [0186] 또한, 상술한 바와 같이 회절 간섭 광학계를 사용하면서 압소형 인코더를 형성하는 경우, 얻어지는 주기 신호의 주기수 m 이 상이한 복수의 트랙 T가 필요하게 된다. 그리고, 각 트랙 T 내의 슬릿 개수 n 은 주기수 m 에 따른 수로 된다. 그래서, 상대적으로 낮은 주기수 m 을 얻기 위해서는, 슬릿 개수 n 을 상대적으로 적은 수로 하게 된다. 그러나, 본 실시형태와 같은 경사 슬릿을 사용하지 않는 경우, 이와 같이 슬릿 개수 n 을 비교적 적은 수로 설정하면, 피치 p_L 이 커져서, 회절 간섭 광학계를 형성하는 것이 어렵게 된다. 가령 회절 간섭 광학계를 형성할 수 있었다고 해도, 경사 슬릿을 사용하지 않으면, 각 트랙 T의 슬릿 개수 n 이 상이한 것에 의해, 각 트랙 T의 피치 p_L 도 상이하다. 그 결과, 각 트랙 T의 피치 p_L 에 적합한 갭 g 도, 각 트랙 T마다 상이하여, 각 회절 간섭 광학계마다 설계·개발·제조 등이 필요하게 된다.

- [0187] 이에 반하여, 본 실시형태에 따른 인코더(100)에 의하면, 각 트랙 T의 경사 각도 θ 를 조정함으로써, 피치 p_L 을 조정하는 것이 가능하다. 따라서, 모든 트랙 T의 피치 p_L 을, 회절 간섭 광학계가 형성가능한 정도로 비교적 작게 설정하는 것이 가능하다. 이때, 경사 각도 θ 를 적절히 조정하면, 복수의 트랙 T의 피치 p_L 을 동일한 값으로 설정하는 것이 가능하기 때문에, 복수의 트랙 T에 적합한 갭 g 을 동일한 값으로 설정하는 것이 가능해진다. 따라서, 그 복수의 트랙 T 각각이 구성하는 각 회절 간섭 광학계를, 마찬가지로 설계·개발·제조 등을 행하는 것이 가능하다. 또한, 복수의 트랙 T에 대한 갭 g 의 조정을 동시에 행하는 것도 가능해진다.
- [0188] 따라서, 본 실시형태에 따른 인코더(100)에 의하면, 회절 간섭광을 사용하여, 검출 정밀도를 향상시키면서, 회절 간섭 광학계를 구성할 때의 설계·개발시의 제한 등을 저감하여, 제조가 용이하도록 설계·개발 등을 행하는 것이 가능해진다.
- [0189] <2. 제 2 실시형태>
- [0190] 이상, 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템에 대해서 설명하였다.
- [0191] 다음에, 도 8을 참조하면서, 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 리니어 모터 시스템에 대해서 설명한다. 도 8은 본 발명의 제 2 실시형태에 따른 리니어 인코더가 갖는 메인 스케일의 구성에 대해 설명하기 위한 설명도이다.
- [0192] 상기 본 발명의 제 1 실시형태에서는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 경사 슬릿으로서 형성되는 트랙 TA, TB의 슬릿 SLA, SLB의 경사되는 방향(경사 방향)이, 측정축 X에 대하여 동일한 방향인 경우에 대해서 설명하였다. 즉, 경사 각도 θ_A 및 경사 각도 θ_B 가 모두 정(正)인 경우에 대해서 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이러한 예에 한정되는 것이 아니라, 서로 인접하는 트랙끼리의 수직축 Z방향으로부터의 경사 방향을 반대로 하는 것도 가능하다. 그래서, 여기서는, 본 발명의 제 2 실시형태로서, 서로 인접하는 트랙끼리의 경사 방향이 반대로 설정된 경우의 예에 대해서 설명한다. 또한, 트랙의 경사 방향이 반대로 설정되는 것 이외, 본 실시형태에 따른 인코더 등은 상기 제 1 실시형태와 동일하게 구성가능하기 때문에, 여기서는, 제 1 실시형태와의 차이에 대해서 중심으로 설명한다.
- [0193] 도 8에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에 따른 인코더가 갖는 메인 스케일(310)은, 트랙 TA(적어도 하나의 트랙의 일례)에, 도 3에 나타낸 메인 격자 LA를 대신하여 메인 격자 LD를 갖는다. 그리고, 이 메인 격자 LD는 복수의 슬릿 SLD를 갖는다.
- [0194] 슬릿 SLD의 경사 방향은, 도 3에 나타낸 슬릿 SLA와 달리, 인접하는 트랙 TB(다른 트랙의 일례)의 슬릿 SLB의 경사 방향과 반대의 방향으로 설정되어 있다. 즉, 슬릿 SLB가 수직축 Z방향을 법선축 Y를 회전축으로 하여 시계 방향으로 회전한 방향으로 형성되는 데 반하여, 상기 슬릿 SLD는, 이와는 반대로, 수직축 Z방향을 법선축 Y를 회전축으로 하여 반시계 방향으로 회전한 방향으로 형성된다. 즉, 경사 각도 θ_B 는 플러스로 되지만, 경사 각도 θ_D 는 마이너스로 된다. 또한, 이때, 경사 각도 θ_D 의 크기는, 상기 제 1 실시형태와 마찬가지로 설정되고, 슬릿 개수 $n_D=n_A$ 이면, $|\theta_D|=|\theta_A|$ 로 된다.
- [0195] 한편, 각 슬릿 SL로부터 발생하는 회절 간섭광은, 각 슬릿 SL의 길이 방향에 대하여 대략 직각인 방향으로 반복하는 간섭 줄무늬를 형성한다. 이에 대하여, 경사 슬릿의 슬릿 SL의 길이 방향은, 경사되는 것에 의해, 메인 스케일의 폭방향(수직축 Z방향)으로부터 길이 방향(측정축 X방향)으로 가까이 가게 된다. 따라서, 간섭 줄무늬는 인접하는 트랙의 방향으로 반복하도록 형성되는 경우가 있다. 그 결과, 간섭 줄무늬가 인접 트랙의 회절 간섭 광학계와 크로스토크해 버릴 우려가 있다. 또한, 그러한 크로스토크를 방지하기 위해서, 인코더의 설계·개발이 제약을 받는 경우가 있다.
- [0196] 이러한 경우, 본 실시형태와 같이 서로 인접하는 트랙 TA, TB의 각 슬릿 SLD, SLB의 경사 방향을 서로 반대 방향으로 설정함으로써, 간섭 줄무늬가 형성되는 방향을 변경하는 것이 가능하게 되어, 크로스 토크가 생기지 않는 설계·개발을 용이하게 하는 것이 가능하다.
- [0197] 또한, 본 실시형태에 있어서도, 상기 제 1 실시형태에서 나타나는 다른 각별한 작용 효과 등을 나타내는 것이 가능한 것은, 말할 필요도 없다.
- [0198] 명확하게, 상기 개시 내용을 고려하여 본 발명의 다수의 변경 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명은 본 명세

서에서 구체적으로 설명되는 것 이외에, 첨부된 청구항의 범위 내에서 실시될 수 있음을 이해해야 한다.

[0199] 예컨대, 상기 각 실시형태에서는, 압소형 인코더를 형성하기 위한 복수의 주기 신호를, 전부 회절 간섭 광학계를 사용하여 취득하는 경우에 대해서 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이러한 예에 한정되는 것이 아니다. 본 발명은, 적어도 2 이상의 주기 신호를 회절 간섭 광학계로부터 취득하고, 그 이외의 주기 신호를 예컨대 기하 광학계의 광학식이나 자기식의 검출 장치 등을 사용하는 인코더에도 적용가능한 것은 말할 필요도 없다. 단, 이 경우도, 인크레 신호(주기수 m 이 가장 많은 신호)는, 회절 간섭 광학계로부터 얻는 것이 바람직하다.

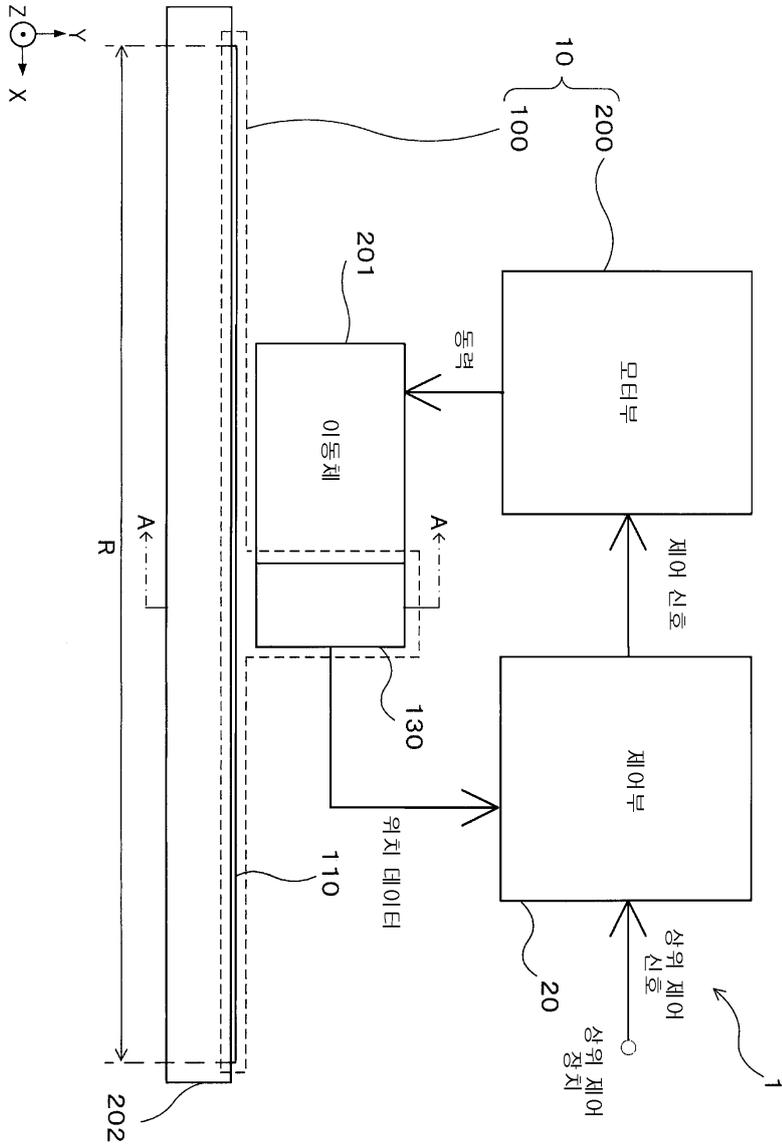
[0200] 또한, 본 명세서에 있어서, 흐름도에 기술된 단계는 기재된 순서에 따라 시계열적으로 행해지는 처리는 물론, 반드시 시계열적으로 처리되지 않더라도, 병렬적으로 또는 개별적으로 실행되는 처리도 포함한다. 또한 시계열적으로 처리되는 단계에서도, 경우에 따라서는 적절히 순서를 변경하는 것이 가능한 것은 말할 필요도 없다.

부호의 설명

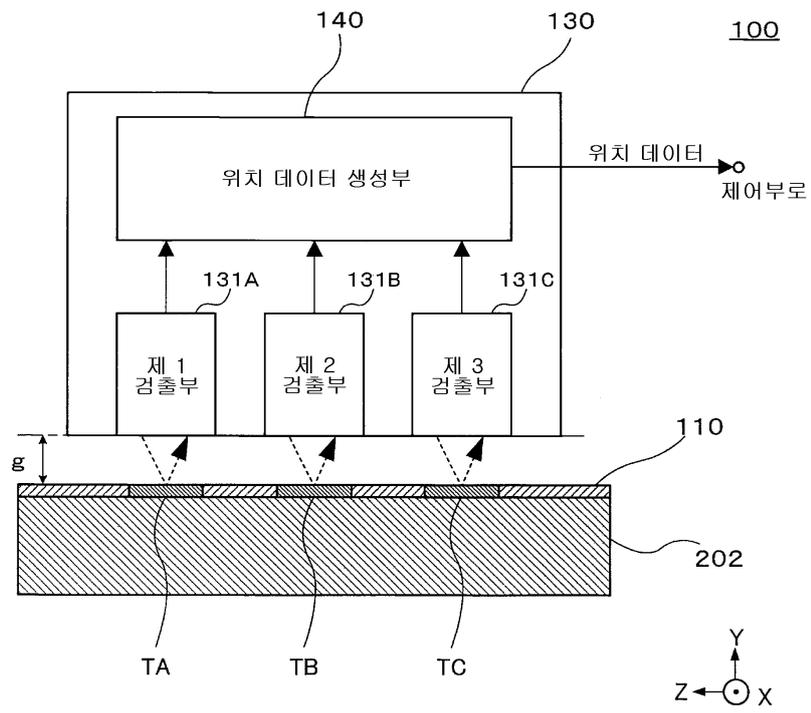
[0201] 1: 모터 시스템, 10: 모터, 20: 제어부, 100: 인코더, 110, 310: 메인 스케일, 120: 인덱스 스케일, 130: 이동부, 131, 131A, 131B, 131C: 검출부, 132: 발광부, 132: 수광부, 140: 위치 데이터 생성부, 200: 모터부, 201: 이동체, 202: 가이드 레일, 310, 410, 510: 메인 스케일, a: 가속도, G1, G2: 인덱스 격자, G2A, G2B: 영역, L, LA, LB, LC, LD: 메인 격자, m, m_A, m_B, m_C : 주기수, n, n_A, n_B, n_C : 슬릿 개수, p : 피치, p_{G1}, p_{G2} : 피치, $p_L, p_{LA}, p_{LB}, p_{LC}, p_{LD}$: 피치, p_X : 슬릿간 거리, S1, S2: 슬릿, SG1, SG2: 슬릿, SL, SLA, SLB, SLC, SLD: 슬릿, T, TA, TB, TC: 트랙, v : 속도, w, w_A, w_B, w_C : 트랙폭, x : 위치, $\theta_A, \theta_B, \theta_C, \theta_D$: 경사 각도, Φ_A, Φ_B, Φ_C : 전 기각, g : 겹, X: 측정축, Y: 법선축, Z: 수직축

도면

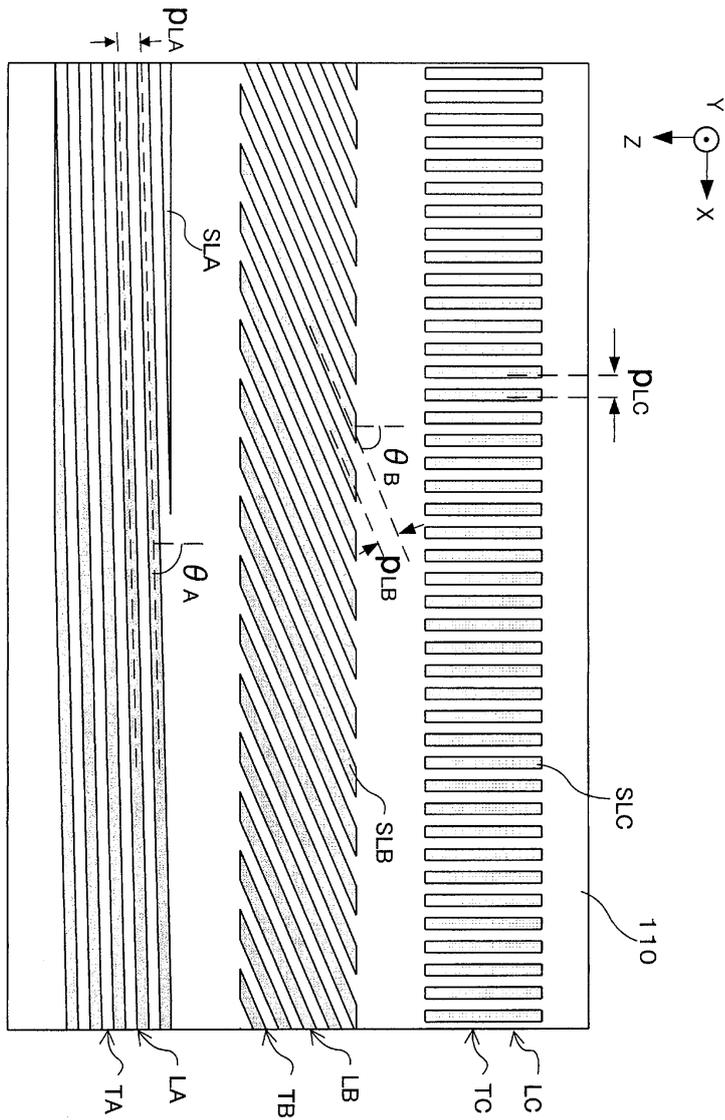
도면1



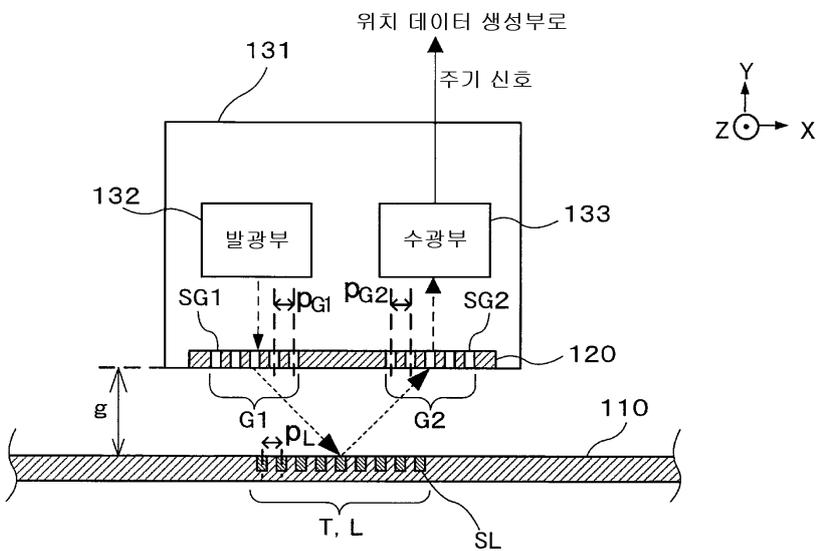
도면2



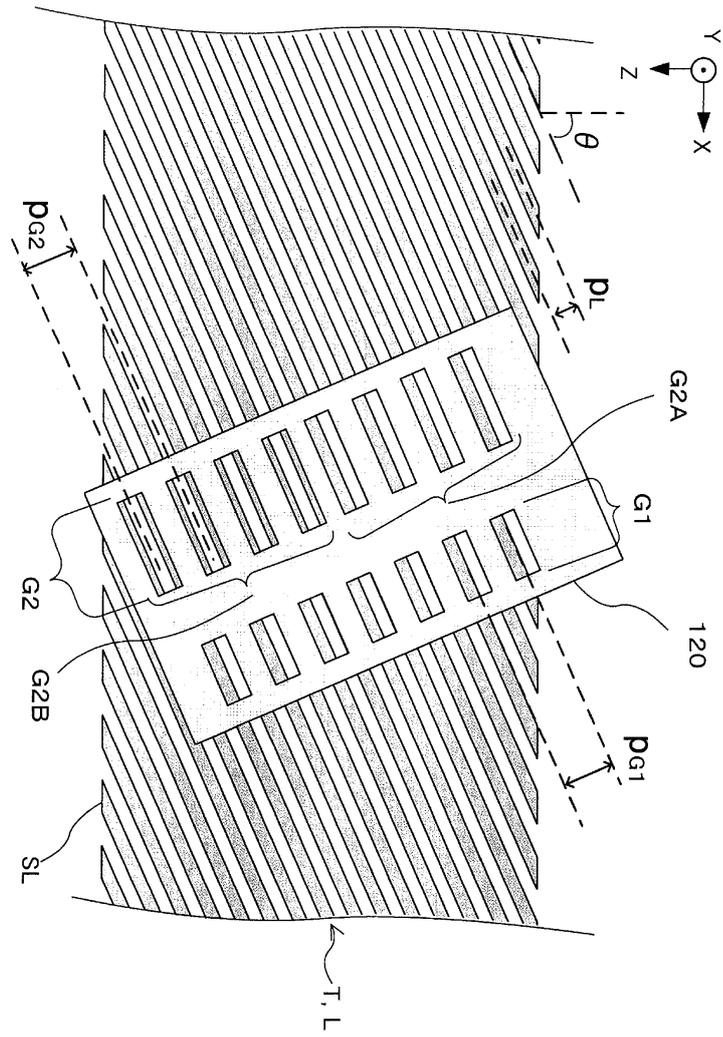
도면3



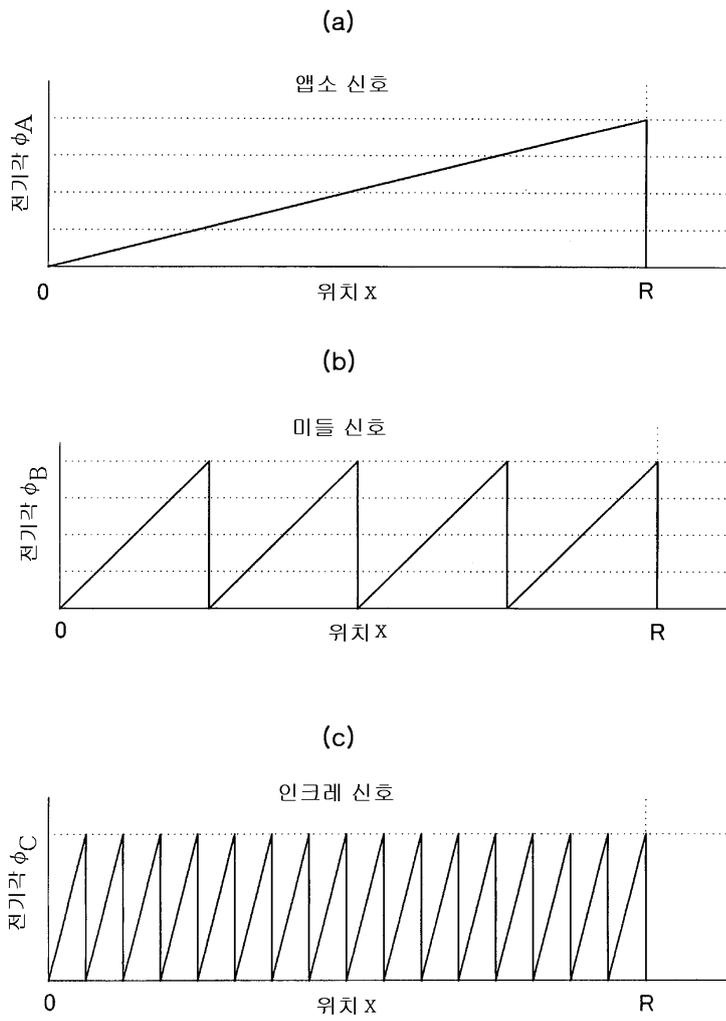
도면4



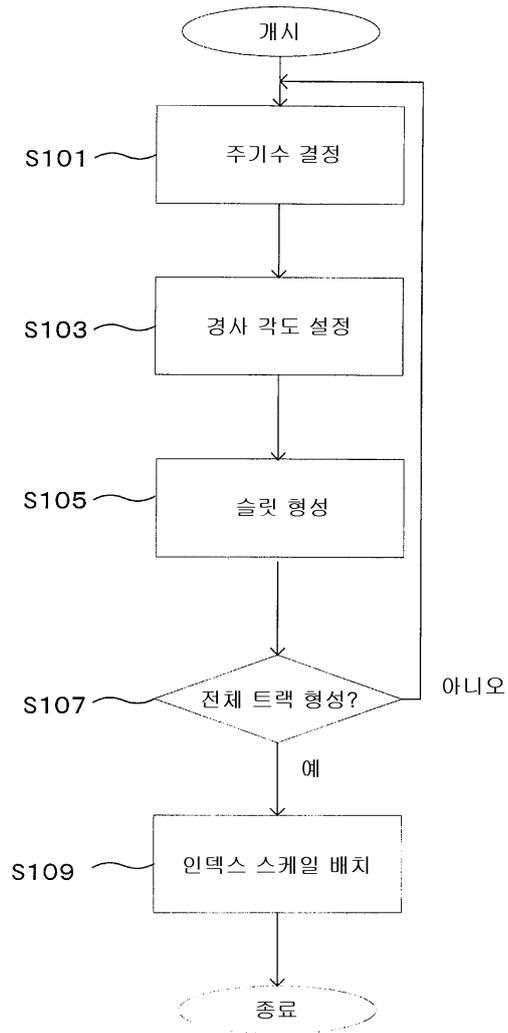
도면5



도면6



도면7



도면8

