



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0101532
(43) 공개일자 2010년09월17일

(51) Int. Cl.

G01D 5/36 (2006.01) G01D 5/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0020278

(22) 출원일자 2010년03월08일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2009-054848 2009년03월09일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 야스카와덴키

일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고

(72) 발명자

요시다 야스시

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키
내

야마구치 요스케

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키
내

스즈키 고지

일본 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사
키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키
내

(74) 대리인

김창세

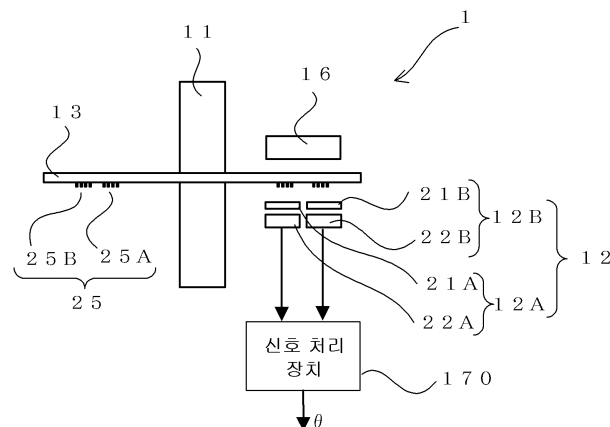
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 광학식 인코더

(57) 요약

광학식 인코더는 회전축에 부착된 회전 디스크와, 회전 디스크에 마련되어서 회전축의 회전 중심에 대해 편심된 제 1 환상 슬릿과, 회전 디스크에 마련되어서 제 1 환상 슬릿과는 다른 방향으로 편심된 제 2 환상 슬릿과, 제 1 환상 슬릿의 변위를 검출하는 제 1 검출부와, 제 2 환상 슬릿의 변위를 검출하는 제 2 검출부와, 상기 제 1 검출부 및 상기 제 2 검출부로부터의 검출 신호에 기초해서, 상기 회전 디스크의 절대 회전 각도를 검출하는 신호 처리 장치를 구비한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

회전축에 부착되고 상기 회전축의 회전에 따라 회전 가능한 회전 디스크와,
 상기 회전 디스크에 마련되고, 상기 회전 디스크의 회전 중심에 대해 편심되게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴을 포함하는 환상 슬릿과,
 상기 환상 슬릿에 광을 조사하는 광원과,
 상기 광원으로부터 조사되어 상기 환상 슬릿에서 투과 또는 반사된 투과광 또는 반사광을 검출하여 검출 신호를 출력하는 절대치용 검출부와,
 상기 절대치용 검출부에서 검출된 검출 신호에 기초해서, 상기 회전 디스크의 절대 회전 각도를 검출하는 신호 처리 장치
 를 구비하되,
 상기 환상 슬릿은 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿을 갖고,
 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿에 대응하는 제 1 검출부 및 상기 제 2 환상 슬릿에 대응하는 제 2 검출부를 갖는
 광학식 인코더.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 환상 슬릿의 슬릿 피치 및 상기 제 2 환상 슬릿의 슬릿 피치는 상기 회전 디스크의 중심에 대한 각각의 편심량 이상인 광학식 인코더.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 환상 슬릿은 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿을 더 갖고,
 상기 절대치용 검출부는 상기 제 3 환상 슬릿에 대응하는 제 3 검출부를 더 갖는
 광학식 인코더.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 제 3 환상 슬릿은 상기 회전 디스크의 중심에 대해 편심없이 형성된 복수의 동심원 슬릿을 갖는 광학식 인코더.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 회전 디스크는 상기 회전 디스크의 중심에 대해 방사상으로 형성된 인크리멘탈 슬릿을 더 갖고,
 상기 광학식 인코더는
 상기 인크리멘탈 슬릿에 광을 조사하는 인크리멘탈용 광원과,
 상기 인크리멘탈 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 인크리멘탈용 검출부를 더 구비하는
 광학식 인코더.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 환상 슬릿 및 상기 인크리멘탈 슬릿에 대해 공통의 광원에 의해 광을 조사하는 광학식 인코더.

청구항 7

제 5 항에 있어서,
 상기 신호 처리 장치는 상기 인크리멘탈용 검출부로부터 얻어지는 반복 신호를 내삽한 내삽 신호에 기초해서,
 상기 절대치 검출부로부터의 검출 신호를 기초로 산출한 상기 절대 회전 각도를 보간하는 광학식 인코더.

청구항 8

제 5 항에 있어서,
 상기 환상 슬릿 및 상기 인크리멘탈 슬릿의 실질적인 슬릿 피치는 동일한 광학식 인코더.

청구항 9

제 5 항에 있어서,
 상기 환상 슬릿은 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿을 더 갖고,
 상기 절대치용 검출부는 상기 제 3 환상 슬릿에 대응하는 제 3 검출부를 더 갖는
 광학식 인코더.

청구항 10

제 1, 3, 5, 9 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 광학식 인코더는 상기 광원으로부터의 조사광을 제한하는 광원 슬릿을 더 구비하고,
 상기 절대치용 검출부는, 상기 광원 슬릿을 통과하여 상기 환상 슬릿에서 반사한 반사광을 제한하는 고정 슬릿 및 상기 고정 슬릿을 투과한 광을 수광하는 수광 소자를 갖거나, 혹은 상기 환상 슬릿에서 반사한 반사광을 제한하면서 수광하도록 상기 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 슬릿 패턴 상의 수광 소자를 갖는
 광학식 인코더.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는 상기 환상 슬릿의 상기 회전 디스크의 회전 축의 반경 방향으로의 변위를 상기 절대치 검출부로부터의 검출 신호를 기초로 산출하고, 상기 변위에 기초해서 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 광학식 인코더.

청구항 12

청구항 1에 기재된 광학식 인코더와,

상기 광학식 인코더의 회전축을 회전시키는 모터부

를 갖는 모터.

청구항 13

청구항 1에 기재된 광학식 인코더와,

상기 광학식 인코더의 회전축을 회전시키는 모터부와,

상기 광학식 인코더가 검출한 절대 회전 각도에 기초해서, 상기 모터부를 제어하는 제어부

를 갖는 모터 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 모터 등 회전체의 위치 결정용 센서로서 사용되는 광학식 인코더에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 회전체의 회전축의 절대 각도를 고분해능으로 검출하기 위해서, 회전축의 회전 중심에 대해 편심된 복수의 동심원의 환상 슬릿을 회전 디스크에 형성하고, 상기 동심원 슬릿의 편심량을 검출하며, 이 편심량으로부터 회전 디스크의 절대 각도를 검출하는 광학식 인코더가 있었다(예컨대, 일본 특허 출원 제 2007-223499호(일본 특허 공개 제 2009-058243호 공보 참조). 즉, 회전축 주위로 동심원 슬릿이 회전하면, 그 동심원 슬릿이 회전축에 대해 편심되어서 형성되어 있기 때문에, 회전축으로부터 동심원 슬릿의 검출 위치까지의 거리는 회전 각도에 따라 변화된다. 그래서, 이 광학식 인코더에 의하면, 이 거리에 따라 회전 디스크의 회전 각도를 검출하고 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 그러나, 이 광학식 인코더에서는, 우회전으로 θ 도 회전한 경우와 좌회전으로 θ 도 회전한 경우의 양자에서, 회전축으로부터 동심원 슬릿의 검출 위치까지의 거리는 같아지는 경우가 있다. 즉, 일본 특허 출원 제 2007-223499호에 기재된 광학식 인코더에서는 예컨대, 회전 디스크의 0도부터 180도, 또는 180도부터 360도(0도)의 반회전 내에서만 회전 각도를 산출할 수 있고, 그 이상 회전한 경우, 0도부터 180도의 범위에 있는지, 180도부터 360도(0도)의 범위에 있는지는 알 수 없다.

[0004] 또한, 동심원 슬릿을 검출하는 검출부를, 서로 90도 이격된 위치에, 2개소에 마련하고, 양 검출부에서 환상 슬릿의 위치를 검출하면, 양 검출부로부터 얻어지는 신호는 회전축의 회전 각도에 대해 환상 슬릿의 각각의 검출부까지의 거리에 대응하는 2상의 신호로 되기 때문에, 0부터 360도의 회전 각도를 산출할 수 있다. 그러나, 양

검출부를 서로 이격된 위치에 배치하기 때문에 소형화하는 것이 어렵다.

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 대표적인 구성은 다음과 같다.
- [0006] 본 발명의 일 측면에 따라서, 회전축에 부착되고, 상기 회전축의 회전에 따라 회전 가능한 회전 디스크와,
- [0007] 상기 회전 디스크에 마련되고, 상기 회전 디스크의 회전 중심으로 대해 편심되게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴을 포함하는 환상 슬릿과,
- [0008] 상기 환상 슬릿에 광을 조사하는 광원과,
- [0009] 상기 광원으로부터 조사되어 상기 환상 슬릿에서 투과 또는 반사된 투과광 또는 반사광을 검출하여 검출 신호를 출력하는 절대치용 검출부와,
- [0010] 상기 절대치용 검출부에서 검출된 검출 신호에 기초해서, 상기 회전 디스크의 절대 회전 각도를 검출하는 신호처리 장치
- [0011] 를 구비하되,
- [0012] 상기 환상 슬릿은 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿을 갖고,
- [0013] 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿에 대응하는 제 1 검출부 및 상기 제 2 환상 슬릿에 대응하는 제 2 검출부를 갖는, 광학식 인코더가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 실시예 1을 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 2는 실시예 1에 있어서의 광학식 인코더의 평면도,
- 도 3은 실시예 1에 있어서의 환상 슬릿의 패턴예를 나타내는 모식도,
- 도 4는 실시예 1에 있어서의 제 1 고정 슬릿의 평면도,
- 도 5는 실시예 1에 있어서의 제 1 수광 소자의 평면도,
- 도 6은 실시예 1에 있어서 회전 디스크가 회전했을 때의 회전 각도 θ 와 거리 L_1 및 거리 L_2 와의 관계를 나타내는 모식도,
- 도 7은 실시예 1에 있어서의 회전 각도 θ 와 거리 L_1 및 거리 L_2 의 관계를 나타내는 모식도,
- 도 8은 실시예 1에 있어서의 회전 각도 θ 와 거리 L_1 및 L_2 의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 실시예 1에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 1 예를 나타내는 블록도,
- 도 10는 실시예 1에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도,
- 도 11은 실시예 1에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 2 예를 나타내는 블록도,
- 도 12는 실시예 1에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도,
- 도 13은 실시예 1에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 3 예를 나타내는 블록도,
- 도 14는 본 실시예에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도,
- 도 15는 본 발명의 실시예 2를 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 16은 실시예 2에 있어서의 회전 디스크와 광원 슬릿 및 인덱스 슬릿의 배치를 나타내는 사시도,
- 도 17은 도 16에 광원과 수광 소자를 더해서 표시한 사시도,

- 도 18은 회전 디스크의 중심이 회전 중심에 대해 어긋나게 부착된 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도,
- 도 19는 도 18의 위치로부터 회전 각도 θ 만큼 회전한 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도,
- 도 20는 도 19의 주요부 확대도,
- 도 21은 본 발명의 실시예 3을 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 22는 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 평면도,
- 도 23은 실시예 3에 있어서의 환상 슬릿의 패턴예를 나타내는 평면도,
- 도 24는 실시예 3에 있어서, 회전 디스크의 중심이 회전 중심에 대해 어긋나게 부착된 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도,
- 도 25는 도 24의 상태에서부터 회전 디스크가 회전 각도 θ 만큼 회전했을 때의 상태를 나타내는 평면도,
- 도 26은 도 25의 주요부 확대도,
- 도 27은 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 1 예를 나타내는 블록도,
- 도 28은 실시예 3에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도,
- 도 29는 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 2 예를 나타내는 블록도,
- 도 30는 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 다른 신호 처리 방법의 흐름도,
- 도 31은 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 3 예를 나타내는 블록도,
- 도 32는 실시예 3에 있어서의 광학식 인코더의 다른 신호 처리 방법의 흐름도,
- 도 33은 본 발명의 실시예 4를 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 34는 실시예 4에 있어서의 광학식 인코더의 구성을 나타내는 사시도로, 회전 디스크와 광원 슬릿 및 인덱스 슬릿의 배치를 나타낸 도면,
- 도 35는 도 34에 광원과 수광 소자를 더해서 표시한 도면,
- 도 36은 본 발명의 실시예 5를 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 37은 실시예 5에 있어서의 광학식 인코더의 평면도,
- 도 38은 본 발명의 실시예 6을 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 39는 실시예 6에 있어서의 광학식 인코더의 구성을 나타내는 사시도로, 회전 디스크와, 광원 슬릿, 인크리멘탈용 광원 슬릿, 인덱스 슬릿(41) 및 인크리멘탈용 인덱스 슬릿의 배치를 나타낸 도면,
- 도 40는 도 39에 광원과 수광 소자(절대치용) 및 인크리멘탈용 수광 소자를 더해서 표시한 도면,
- 도 41은 본 발명의 실시예 7을 나타내는 광학식 인코더의 측면도,
- 도 42는 실시예 7에 있어서의 광학식 인코더의 구성을 나타내는 사시도로, 회전 디스크와 광원 슬릿 및 인덱스 슬릿의 배치를 나타낸 도면,
- 도 43은 도 42에 광원과 제 3 수광 소자를 더해서 표시한 도면,
- 도 44는 본 발명의 각 실시예에 따른 모터 및 모터 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

이하, 본 발명의 실시예가 첨부된 도면을 참조로 설명될 것이다. 이 상세한 설명 및 첨부된 도면에서, 실질적으로 같은 기능 및 구성을 가진 구성 요소는 동일함 참조 번호로 표시되었으며, 이들 구성 요소의 반복 설명은 생략한다.

- [0016] <실시예 1>
- [0017] (실시예 1의 구성)
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예 1을 나타내는 광학식 인코더의 측면도, 도 2는 평면도이다. 한편, 도 2의 평면도는, 도 1을 종이면의 아래쪽으로부터 본 도면이다.
- [0019] 도 1 및 도 2에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에 따른 광학식 인코더(1)는 크게 나뉘서, 회전축(11)과, 회전 디스크(13)와, 환상 슬릿(25)과, 광원(16)과, 검출부(12)와, 신호 처리 장치(170)를 갖는다.
- [0020] 회전축(11)은 회전 각도를 측정하려 하는 회전체(도시 생략)가 일단에 접속되고, 상기 회전체의 회전에 따라 회전축(11)의 길이 방향의 회전 중심(100) 둘레로 회전한다.
- [0021] 회전 디스크(13)는 회전축(11)에 접속되어 상기 회전축(11)의 회전과 함께 회전 중심(100) 둘레로 회전 가능하게 형성된다.
- [0022] 환상 슬릿(25)은 회전 디스크(13)에 마련되고, 회전 디스크(13)의 회전 중심(100)에 대해 편심되게 형성된 복수의 동 피치의 동심원 슬릿 패턴을 포함한다. 한편, 본 실시예에 있어서의 환상 슬릿(25)은 투과 슬릿으로서 형성된다. 또한, 환상 슬릿(25)은 두 종류의 환상 슬릿 즉, 제 1 환상 슬릿(25A)과, 제 2 환상 슬릿(25B)을 갖는다.
- [0023] 제 1 환상 슬릿(25A)은, 도 2에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에 따른 광학 인코더가 회전 디스크(13)의 회전 중심(100)에 대해 편심된 복수의 동심원 슬릿 패턴을 갖는다. 한편, 제 2 환상 슬릿(25B)은 회전 디스크(13)의 회전 중심(100)에 대해 제 1 환상 슬릿(25A)과는 다른 방향으로 편심된 복수의 동심원 슬릿 패턴을 갖는다. 단, 제 1 환상 슬릿(25A) 및 제 2 환상 슬릿(25B) 각각의 복수의 동심원 슬릿 패턴은 각 동심원의 중심으로부터의 경로가 다르고, 또한, 간격인 피치가 동일하게 되도록 마련된다.
- [0024] 검출부(12)는 원점(原點)용 검출부의 일례로, 제 1 검출부(12A)와, 제 2 검출부(12B)를 갖는다. 제 1 검출부(12A) 및 제 2 검출부(12B)는 각각 제 1 환상 슬릿(25A) 및 제 2 환상 슬릿(25B)에 대응하며, 고정 부재(도시 생략)에 마련된다. 또한, 제 1 검출부(12A) 및 제 2 검출부(12B)는 회전 디스크(13)의 직경 방향의 동일 직선 축에 근접해서 배치되어 있다.
- [0025] 제 1 검출부(12A)는 본 실시예에서는 제 1 고정 슬릿(21A)과 제 1 수광 소자(22A)를 갖고, 제 2 검출부(12B)는 제 2 고정 슬릿(21B)과 제 2 수광 소자(22B)를 갖는다.
- [0026] 도 3은 환상 슬릿의 패턴예를 나타내는 모식도이다.
- [0027] 도 3에 나타낸 바와 같이, 제 1 환상 슬릿(25A)은 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해서 X축 방향으로 거리 d_1 만큼 편심된 점(101A)을 중심으로 한 반경 r_1 인 원을 중앙으로 해서 Δr_1 씩 반경이 다른 복수(도면에서는 5개)의 동심원 슬릿으로 형성되어 있다. 제 2 환상 슬릿(25B)은 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해 Y축 방향으로 거리 d_2 만큼 편심된 점(101B)을 중심으로 한 반경 r_2 인 원을 중앙으로 해서 Δr_2 씩 반경이 다른 복수(도면에서는 5개)의 동심원 슬릿으로 형성되어 있다. 그리고, 회전 디스크(13)의 중심(103)은 회전축(11)의 회전 중심(100)과 일치하도록 부착되어 있다.
- [0028] 즉, 본 실시예에 따른 광학식 인코더(1)는 회전 디스크(13)에, 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해 서로 다른 방향으로 편심되어 있는 2개의 환상 슬릿을 구비하고 있다.
- [0029] 도 4는 제 1 고정 슬릿(21A)의 평면도이다.
- [0030] 제 1 고정 슬릿(21A)은 환상 슬릿과 동일 피치로, 복수의 평행 슬릿을 가진 A상(相)의 슬릿군(21AA)과, A상의 슬릿군(21AA)과는 개구부의 위상이 다른 B상의 슬릿군(21AB)이 형성되어 있다.
- [0031] 도 5는 제 1 수광 소자의 평면도이다.
- [0032] A상의 슬릿군, B상의 슬릿군에 대응해서, 도 5와 같이, 제 1 수광 소자(22A)도 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)의 2개로 분할되어 있다. 도시하지 않지만, 마찬가지로, 제 2 고정 슬릿(21B)도 서로 위상이 다른 A상의 슬릿군(21BA)과, B상의 슬릿군(21BB)이 형성되고, 제 2 수광 소자(22B)는 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)의 2개로 분할되어 있다.
- [0033] 이와 같이 A상용 및 B상용의 고정 슬릿 및 수광부를, 각 환상 슬릿(25A, 25B)에 대응하여 가짐으로써, 각각의 A

상 신호와 B상 신호를 취득할 수 있다.

[0034] 광원(16)은 제 1 환상 슬릿(25A) 및 제 2 환상 슬릿(25B)을 조사한다. 한편, 광원(16)은 제 1 환상 슬릿(25A)용과 제 2 환상 슬릿(25B)용으로 독립해서 소자를 마련해도 상관없다. 또한, 신호 처리 장치(170)에 대해서는, 상세하게 후술한다.

[0035] (실시예 1의 동작)

[0036] 다음으로 본 실시예의 동작에 대해서 설명한다.

[0037] 도 6은 회전 디스크가 회전했을 때의 회전 각도 θ 와, 회전 중심(100)으로부터 제 1 환상 슬릿(25A)의 제 1 검출부에 대한 위치(102A)까지의 거리 L_1 및 제 2 환상 슬릿(25B)의 제 2 검출부에 대한 위치(102B)까지의 거리 L_2 의 관계를 나타내는 모식도이다.

[0038] 회전 디스크(13)의 중심이 회전축(11)의 회전 중심(100)과 일치된 상태에서, 회전축(11)이 회전하면, 제 1 환상 슬릿(25A)이 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해 편심되어서 형성되어 있기 때문에, 거리 L_1 은 회전축(11)의 회전 각도 θ 에 따라 변화된다. 마찬가지로, 제 2 환상 슬릿(25B)이 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해 편심되어서 형성되어 있기 때문에, 거리 L_2 는 회전축(11)의 회전 각도 θ 에 따라 변화된다.

[0039] 도 7은 회전 각도 θ 와 거리 L_1 및 거리 L_2 의 관계를 나타내는 모식도로, 도 6의 주요부 확대도이다. 회전 디스크(13)의 중심(103)이, 회전축(11)의 회전 중심(100)과 일치하도록 부착되고, 각도 θ 만큼 회전했을 때의 상태를 생각한다. 제 1 환상 슬릿(25A)의 중심(101A)이 X축 상에 있을 때를 0도로 해서, θ 만큼 회전했을 때의 거리 L_1 은

[0040]
$$L_1 = d_1 \cos \theta + (r_1^2 - d_1^2 \cdot \sin^2 \theta)^{1/2} \quad \dots\dots(1)$$

[0041] 로 표시된다.

[0042] d_1 가 r_1 에 비해서, 충분히 작을 때에는

[0043]
$$L_1 \approx d_1 \cos \theta + r_1 \quad \dots\dots(2)$$

[0044] 로 근사된다.

[0045] 마찬가지로, 거리 L_2 는

[0046]
$$L_2 = -d_2 \sin \theta + (r_2^2 - d_2^2 \cdot \sin^2 \theta)^{1/2} \quad \dots\dots(3)$$

[0047] 로 표시된다.

[0048] d_2 가 r_2 에 비해서, 충분히 작을 때에는

[0049]
$$L_2 \approx -d_2 \sin \theta + r_2 \quad \dots\dots(4)$$

[0050] 로 근사된다.

[0051] 도 8은 회전 각도 θ 와 거리 L_1 및 L_2 의 관계를 나타내는 그래프로, 환상 슬릿의 반경이 20mm, 환상 슬릿의 편심량이 40 μ m인 경우에 있어서의 회전 각도 θ 와, 거리 L_1 및 L_2 의 관계를 나타내고 있다.

[0052] (실시예 1의 신호 처리 장치)

[0053] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리 장치에 대해서 설명한다.

[0054] 도 9는 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 1 예를 나타내는 블록도이다.

[0055] 도 9에 나타낸 바와 같이, 신호 처리 장치(170)는 AD 변환 소자(181, 182)와, 제 1 변위 검출 처리부(201)와, 제 2 변위 검출 처리부(202)와, 각도 검출 처리부(210)를 갖는다.

- [0056] AD 변환 소자(181)는 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 각각 AD 변환한다. AD 변환 소자(182)는 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 각각 AD 변환한다.
- [0057] 제 1 변위 검출 처리부(201)는 AD 변환 소자(181)에서 디지털화된 2상의 대략 정현파 신호를 기초로, 제 1 환상 슬릿(25A)의 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위를 산출한다. 제 2 변위 검출 처리부(202)는 AD 변환 소자(182)에서 디지털화된 2상의 대략 정현파 신호를 기초로, 제 2 환상 슬릿(25B)의 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2 변위를 산출한다.
- [0058] 각도 검출 처리부(210)는 제 1 변위 검출 처리부(201)에서 산출한 제 1 변위와 제 2 변위 검출 처리부(202)에서 산출한 제 2 변위를 기초로, 회전 각도를 검출한다. 이와 같이 본 실시예에 따른 광학식 인코더(1)는 제 1 변위 처리부(201) 및 제 2 변위 처리부(202)의 출력 신호로부터 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 임의의 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0059] 한편, 상기 변위 검출 처리 및 각도 검출 처리부의 알고리즘은 특정한 방식에 구애되지 않는다. 일례로서, 2상의 대략 정현파 신호의 한쪽 신호를 A, 다른쪽 신호를 B로 해서, $\theta = \tan^{-1}(B/A)$ 를 연산하여, 회전 각도 θ 를 연산하는 방식이 있다. 이와 같은 알고리즘을 이하에서는 내삽분할처리라고 한다.
- [0060] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리 단계에 대해서 설명한다.
- [0061] 도 10는 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도이다.
- [0062] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0063] 2) 단계 2에서, 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 기초로, 제 1 변위 검출 처리부(201)에서 거리 L_1 을 산출한다.
- [0064] 3) 단계 3에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0065] 4) 단계 4에서, 단계 3에서 변환된 2개의 디지털 신호를 기초로, 제 2 변위 검출 처리부(202)에서 거리 L_2 을 산출한다.
- [0066] 5) 단계 5에서, 단계 2과 단계 4에서 획득한 L_1 과 L_2 를 기초로, 각도 검출 처리부(210)에서 (1)~(4) 식 등으로부터 회전 각도 θ 를 구한다.
- [0067] 한편, 단계 1과 단계 3은 어느 것부터 먼저 행해도 상관없고, 단계 2과 단계 4도 어느 것부터 먼저 행해도 상관없다. 또한, 동시 병행적으로 처리해도 상관없다.
- [0068] 다음으로 본 실시예에 있어서의 신호 처리 장치의 다른 예에 대해서 설명한다.
- [0069] 도 11은 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 2 예를 나타내는 블록도로, 제 1 예에서 나타낸 신호 처리 장치에 있어서 제 1 변위 검출 처리부(201)와 제 2 변위 검출 처리부(202)의 공통화를 도모한 예이다.
- [0070] 이 예에 따른 신호 처리 장치(170)는 도 11에 나타낸 바와 같이, AD 변환 소자(181, 182)와, 전환 스위치(180)와, 변위 검출 처리부(200)와, 기억부(190)와, 각도 검출 처리부(210)를 갖는다.
- [0071] 변위 검출 처리부(200)는 상기 변위 검출 처리부(201, 202)와 같이 구성할 수 있지만, 이 변위 검출 처리부(200)의 전단에 전환 스위치(180)가 마련되어 있다. 전환 스위치(180)는, 변위 검출 처리부(200)에 AD 변환 소자(181)로부터의 신호를 입력하는 경우와, AD 변환 소자(182)로부터의 신호를 입력하는 경우를 전환한다. 그 결과, 변위 검출 처리부(200)에 입력되는 디지털 신호가 선택된다.
- [0072] 한편, 변위 검출 처리부(200)의 후단에 기억부(190)가 마련되고, 기억부(190)에는 변위 검출 처리부에 AD 변환

소자(181)로부터의 신호를 입력한 경우의 거리 L_1 의 산출 결과 및 AD 변환 소자(182)로부터의 신호를 입력한 경우의 거리 L_2 의 산출 결과가 기억된다.

- [0073] 각도 검출 처리부(210)는 제 1 변위 검출 처리부(201)에서 산출, 또는 일단 기억부(190)에 기억한 제 1 변위와, 제 2 변위 검출 처리부(202)에서 산출, 또는 일단 기억부(190)에 기억한 제 2 변위를 기초로, 내삽 분할 처리를 행함으로써, 회전 각도 θ 를 검출한다.
- [0074] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리의 단계에 대해서 설명한다.
- [0075] 도 12는 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도이다.
- [0076] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0077] 2) 단계 2에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0078] 3) 단계 3에서, 상위 제어부(도시 생략)로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_1 를 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0079] 4) 단계 4에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 2에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_2 를 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0080] 5) 단계 5에서, 단계 3과 단계 4에서 기억한 L_1 과 L_2 를 기초로, 각도 검출 처리부(203)에서 (1)~(4) 식 등으로부터 회전 각도 θ 를 구한다.
- [0081] 한편, 단계 1과 단계 2는 어느 것부터 먼저 행해도 상관없고, 동시 병행적으로 처리해도 상관없다.
- [0082] 다음으로 본 실시예에 있어서의 신호 처리 장치의 또 다른 예에 대해서 설명한다.
- [0083] 도 13은 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 3 예를 나타내는 블록도로, 제 1 예에서 나타낸 신호 처리 장치의 변위 검출 처리부(200)와 각도 검출 처리부(210)의 공통화를 도모한 예이다.
- [0084] 이 예에 따른 신호 처리 장치(170)는 도 13에 나타낸 바와 같이, AD 변환 소자(181, 182)와, 전환 스위치(180)와, 변위 검출 처리부(200)와, 기억부(190)를 갖는다.
- [0085] 이 예에서도 변위 검출 처리부(200)의 전단에 전환 스위치(180)가 마련되어 있다. 한편, 본 예에 따른 전환 스위치(180)는, 변위 검출 처리부에, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 AD 변환 소자(181)에서 디지털화한 신호를 입력하는 경우와, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 AD 변환 소자(182)에서 디지털화한 신호를 입력하는 경우와, 앞의 2가지 경우 각각의 산출 결과인 L_1 과 L_2 가 입력되는 경우의 3가지 경우를 전환한다. 이로써, 변위 검출 처리부(200)에 입력되는 신호가 선택된다.
- [0086] 또한, 변위 검출 처리부(200)의 후단에 기억부(190)가 마련되어 있다. 기억부(190)에는, 변위 검출 처리부에, AD 변환 소자(181)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 거리 L_1 의 산출 결과와, AD 변환 소자(182)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 거리 L_2 의 산출 결과가 기억된다.
- [0087] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리의 단계에 대해서 설명한다.
- [0088] 도 14는 본 실시예에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도이다.
- [0089] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자

(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.

[0090] 2) 단계 2에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.

[0091] 3) 단계 3에서, 상위 제어부(도시 생략)로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력을 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_1 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.

[0092] 4) 단계 4에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 2에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_2 를 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.

[0093] 5) 단계 5에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 3과 단계 4에서 기억한 거리 L_1 과 거리 L_2 를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)가 상기 (1)~(4) 식으로부터 회전 각도 θ 를 구한다.

[0094] 한편, 단계 1, 단계 2는, 어느 것부터 먼저 행해도 상관없고, 동시 병행적으로 처리해도 상관없다.

[0095] 또한, 특히 제 1 환상 슬릿(25A) 및 제 1 고정 슬릿(21A)의 슬릿 피치와, 제 2 환상 슬릿(25B) 및 제 2 고정 슬릿(21B)의 슬릿 피치를, 각각의 환상 슬릿의 편심량 d_1 , d_2 보다 크게 설정함으로써 회전 디스크(13)의 0도부터 360도의 회전으로, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)의 개구부의 위치 관계 및 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)의 개구부의 위치 관계는, 일의적(一義的)으로 정해져서, 환상 슬릿(25)의 변위로부터 회전 각도의 절대치를 산출할 수 있다. 예컨대, 상기 환상 슬릿(25)의 회전축에 대한 편심량을 $40\mu\text{m}$ 이라고 하면, 상기 환상 슬릿(25)과 제 1 고정 슬릿(21A) 및 제 2 고정 슬릿(21B)의 슬릿 피치를 $50\mu\text{m}$ 으로 하면 된다.

[0096] 이와 같이, 본 실시예에서는 회전 디스크의 중심에 대해 편심된 복수의 동심원 슬릿을 갖는 제 1 환상 슬릿과, 제 1 환상 슬릿과는 다른 방향으로 편심된 복수의 동심원 슬릿을 갖는 제 2 환상 슬릿을 회전 디스크 상에 형성했기 때문에, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 임의의 회전 각도를 검출할 수 있음과 아울러, 제 1 검출부와 제 2 검출부를 근접한 위치에 배치할 수 있기 때문에 소형의 광학식 인코더를 실현할 수 있다.

[0097] <실시예 2>

[0098] (실시예 2의 구성)

[0099] 도 15는 본 발명의 실시예 2를 나타내는 광학식 인코더의 측면도이다.

[0100] 실시예 1과의 주요 차이점은 3격자 원리를 적용한 반사형의 광학계의 구성으로 되어 있다는 점이다. 한편, 본 실시예에 따른 신호 처리부(17)는 상기 실시예 1이나 하기 실시예 3과 같이 구성 가능하기 때문에, 설명의 편의상 생략한다.

[0101] 본 실시예에 따른 광학식 인코더(2)에서는, 회전 디스크(13)의 제 1 수광 소자(22A) 및 제 2 수광 소자(22B)와 동일면 측에 광원(16)이 배치되고, 광원(16)의 광로 상에 광원 슬릿(40)이 배치되며, 제 1 고정 슬릿(21A) 및 제 2 고정 슬릿(21B) 대신 제 1 인덱스 슬릿(41A)과 제 2 인덱스 슬릿(41B)(3격자 광학계의 경우의 1개의 고정 슬릿의 일 예)이 배치된다.

[0102] 즉, 광원 슬릿(40)은 광원(16) 앞에 설치되고, 광원 슬릿(40)과 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 인덱스 슬릿(41A)으로 3격자가 형성되어 있다. 마찬가지로, 광원 슬릿(40)과 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 인덱스 슬릿(41B)으로도 3격자가 형성되어 있다.

[0103] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 각 실시예에서는, 환상 슬릿에 복수의 등피치로 형성된 동심원 슬릿 패턴을 이용하고 있기 때문에, 등피치로 형성한 고정 슬릿과 등피치로 형성한 광원 슬릿을 조합하여, 3격자 광학계를 적용한 광학식 인코더를 실현할 수 있다.

- [0104] 구체적인 구성을 도 16 및 도 17의 사시도를 이용해서 설명한다.
- [0105] 도 16은 회전 디스크(13)와 광원 슬릿(40) 및 인덱스 슬릿(41)의 배치를 나타낸 것이다. 도 17은 도 16에 광원(16)과 수광 소자(22)를 더해서 표시한 것이다.
- [0106] 제 1 환상 슬릿 변위의 방향을 검출하기 위해서, 제 1 인덱스 슬릿(41A)은 도 16과 같이 위상을 어긋나게 한 A상 슬릿(41AA)과 B상 슬릿(41AB)으로 구성되어 있다. 이에 대응해서, 제 1 수광 소자(22A)도, 도 17과 마찬가지로 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로 분할되어 있다. 마찬가지로, 제 2 인덱스 슬릿(41B)도, 위상을 어긋나게 한 A상 슬릿(41BA)과 B상 슬릿(41BB)으로 형성되고, 제 2 수광 소자(22B)도 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로 분할되어 있다.
- [0107] 한편, 광원 슬릿(40)과, 제 1 인덱스 슬릿의 A상 슬릿(41AA)과 B상 슬릿(41AB)과, 제 2 인덱스 슬릿의 A상 슬릿(41BA)과 B상 슬릿(41BB)은 400으로 표시한 동일 기관 상에 형성하는 것이 가능하다. 또한, 인덱스 슬릿을 광원 슬릿(40)과 동일 기관 상에 형성하지 않고, 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 슬릿 패턴 형상의 수광 소자를 이용함으로써, 인덱스 슬릿을 생략할 수도 있다.
- [0108] 또한, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 2 환상 슬릿(25B)에서는, 광원(16)으로부터의 광이 조사되어 검출에 기여하는 부분이, 국소적으로 직선으로 보이기 때문에, 광원 슬릿과 인덱스 슬릿의 형상은 함께 리니어 형상으로 작성할 수 있다.
- [0109] (실시예 2의 동작)
- [0110] 이어서, 동작에 대해서 설명한다.
- [0111] 3격자 원리에 의해, 광원(16)으로부터 조사되어 광원 슬릿(40)을 통과하여 제 1 환상 슬릿(25A)에서 반사한 광에 의해 제 1 인덱스 슬릿(41A) 상에 간섭 줄무늬가 생긴다.
- [0112] 제 1 환상 슬릿(25A)은 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해 편심되게 형성되어 있기 때문에, 회전축(11)이 회전하면, 광원(16)으로부터의 광이 조사되는 위치에 있는 제 1 환상 슬릿(25A)의 부분과 회전축(11)의 회전 중심(100)의 사이의 거리 L_1 은 회전축(11)의 회전 각도 θ 에 따라 변화된다. 이 때문에, 인덱스 슬릿(41A) 상에 생기는 간섭 줄무늬의 상(像)도 추종해서 변화된다. 따라서, 이 간섭 줄무늬의 상과 제 1 인덱스 슬릿(41A)의 개구부의 상관을 제 1 수광 소자(22A)에서 검출함으로써 거리 L_1 을 검출할 수 있다. 마찬가지로, 광원(16)으로부터의 광이 조사되는 위치에 있는 제 2 환상 슬릿(25B)의 거리 L_2 도 검출할 수 있다. 이 거리 L_1 과 거리 L_2 의 값을 이용함으로써 실시예 1과 같이 0~360도의 전체 돌레에 걸쳐서 임의의 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0113] 이와 같이, 본 실시예에서는 3격자 원리를 적용한 광학계를 이용하고 있기 때문에, 실시예 1의 효과에 더해서, 회전 디스크와 고정 슬릿 사이의 갭 변동에 강한 광학식 인코더를 실현할 수 있다.
- [0114] 실시예 1에서는 회전 디스크(13)의 중심(103)이 회전축(11)의 회전 중심(100)과 일치하도록 정밀도 좋게 부착된 경우에 대해서 설명했지만, 회전 디스크(13)의 부착 정밀도가 나쁘면 회전 디스크(13)의 중심(103)은 회전축(11)의 회전 중심(100)으로부터 어긋나버리는 경우가 있다. 실시예 3을 나타내기 전에 우선, 회전 디스크(13)의 부착 정밀도가 나쁜 경우의 문제점에 대해서 도 18을 이용해서 설명한다.
- [0115] 도 18은 회전 디스크의 중심이 회전 중심에 대해 어긋나게 부착된 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도이다. 이 도 18에서는 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)이 X 방향으로 Δx , Y 방향으로 Δy 어긋나게 부착된 경우의 상태를 나타내고 있다. 또한, 도 19는 도 18의 위치로부터 회전 각도 θ 만큼 회전한 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도, 도 20은 도 19의 주요부 확대도이다.
- [0116] 도 20에 있어서, 회전 중심(100)으로부터 제 1 고정 슬릿(21A)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25A) 사이의 거리 L_1 은, 도면과 같이
- [0117]
$$L_1 = (\Delta x + d_1) \cos \theta - \Delta y \sin \theta + (r_1^2 - d_1^2 \cdot \sin^2 \theta)^{1/2}$$
- [0118](5)
- [0119] 로 표현된다.

[0120] d_1 이 r_1 에 비해서, 충분히 작을 때는

$$L_1 \approx (\Delta x + d_1) \cos \theta - \Delta y \sin \theta + r_1 \quad \dots\dots(6)$$

[0122] 로 근사된다.

[0123] 마찬가지로, 회전 중심(100)으로부터 제 2 고정 슬릿(21B)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25B) 사이의 거리 L_2 는 도면과 마찬가지로

$$L_2 = \Delta x \cos \theta - (\Delta y + d_2) \sin \theta + (r_2^2 - d_2^2 \cdot \sin^2 \theta)^{1/2}$$

[0125](7)

[0126] 로 표현된다.

[0127] d_2 가 r_2 에 비해서, 충분히 작을 때는

$$L_2 \approx \Delta x \cos \theta - (\Delta y + d_2) \sin \theta + r_2 \quad \dots\dots(8)$$

[0129] 로 근사된다.

[0130] (6) 식을 (2) 식과 비교하면, 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)의 X 방향으로의 어긋남 Δx 에 의해서 L_1 의 진폭이 변화되고, Y 방향으로의 어긋남 Δy 에 의해서 L_1 의 위상이 변화된다는 것을 알 수 있다. 마찬가지로, (8) 식을 (4) 식과 비교하면, 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)의 X 방향으로의 어긋남 Δx 에 의해서 L_2 의 진폭이 변화되고, Y 방향으로의 어긋남 Δy 에 의해서 L_2 의 위상이 변화된다는 것을 알 수 있다.

[0131] 예컨대, $\Delta x = -d_1$, $\Delta y = 0$ 인 경우,

$$L_1 \approx r_1 \quad \dots\dots(9)$$

[0133] 이 되어서, 회전 디스크(13)가 회전해도, 거리 L_1 은 변화되지 않게 되어 버린다.

[0134] 이와 같이, 실시예 1의 인코더에 있어서는 회전 디스크(13)의 부착 정밀도가 나쁘면, 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)이 어긋나 버려서, 제 1 고정 슬릿(21A)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25A) 사이의 거리 L_1 또는 환상 슬릿(25B) 사이의 거리 L_2 을 정확하게 검출할 수 없는 경우가 있었다.

[0135] <실시예 3>

[0136] (실시예 3의 구성)

[0137] 도 21은 본 발명의 실시예 3을 나타내는 광학식 인코더의 측면도, 도 22는 평면도이다. 본 실시예는 상기한 문제를 해결할 수 있는 것이다. 한편, 도 22의 평면도는 도 21을 종이면의 아래측으로부터 본 도면이다. 실시예 1의 인코더와 동일한 구성 부품은 동일 번호를 붙이고 설명을 생략한다.

[0138] 본 실시예에 따른 광학식 인코더(3)는 도 21에 나타난 바와 같이, 실시예 1에 따른 인코더(1)의 구성에 더해서, 제 3 환상 슬릿(25C)과, 제 3 검출부(12C)를 갖는다.

[0139] 제 3 환상 슬릿(25C)은 제 1 환상 슬릿(25A) 및 제 2 환상 슬릿(25B)과 같이 복수의 동심원 슬릿 패턴을 갖는다. 한편, 이 제 3 환상 슬릿(25C)은 동심원의 중심이 회전 디스크의 중심이 되도록 형성된다. 제 3 검출부(12C)는 제 3 환상 슬릿(25C)에 대응하여, 고정 부재(도시 생략)에 마련된다.

[0140] 제 3 검출부(12C)는 도 21에 나타난 바와 같이, 제 3 고정 슬릿(21C)과, 제 3 수광 소자(22C)를 갖는다.

[0141] 즉, 본 실시예가 실시예 1과 다른 점은 회전 디스크 상에 제 3 환상 슬릿을 형성하고, 이에 대응하는 광학계인 제 3 고정 슬릿 및 제 3 수광 소자가 부가된 점이다.

[0142] 도 4 및 도 5에 나타난 제 1 고정 슬릿(21A), 제 1 수광 소자(22A) 및 제 2 고정 슬릿(21B), 제 2 수광 소자

(2B)와 같이, 제 3 고정 슬릿(21C)은 서로 위상이 다른 A상의 슬릿군(21CA)과, B상의 슬릿군(21CB)이 형성되고, 제 3 수광 소자(22C)는 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)의 2개로 분할되어 있다.

[0143] 여기서, 제 3 고정 슬릿(21C)과 제 3 수광 소자(22C)는 일체적으로 구성해도 상관없다. 또한, 광원(16)은 제 1 환상 슬릿(25A)용과, 제 2 환상 슬릿(25B)용과, 제 3 환상 슬릿(25C)용으로, 각각 별도의 소자를 이용해도 상관없다.

[0144] 도 23은 환상 슬릿의 패턴예를 나타내는 평면도로, 회전 디스크(13) 상에 형성된 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 3 환상 슬릿(25C)의 형성 패턴예를 나타낸다.

[0145] 제 1 환상 슬릿(25A)은 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해서 X축 방향으로 거리 d_1 만큼 편심된 점(101A)을 중심으로 한 반경 r_1 의 원을 중앙으로 해서 Δr_1 씩 반경이 다른 복수(도면에서는 5개)의 동심원 슬릿으로 형성되어 있다. 제 2 환상 슬릿(25B)은 회전 디스크(13)의 중심(103)에 대해서 Y축 방향으로 거리 d_2 만큼 편심된 점(101B)을 중심으로 한 반경 r_2 의 원을 중앙으로 해서 Δr_2 씩 반경이 다른 복수(도면에서는 5개)의 동심원 슬릿으로 형성되어 있다. 제 3 환상 슬릿(25C)은 회전 디스크(13)의 중심(103)을 중심으로 한 반경 r_0 인 원을 중앙으로 해서 Δr_0 씩 반경이 다른 복수(도면에서는 5개)의 동심원 슬릿으로 형성되어 있다.

[0146] 여기서, 도 18에 나타낸 바와 같이 부착 오차에 의해, 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)이 X 방향으로 Δx , Y 방향으로 Δy 어긋나서 회전 디스크(13)가 부착된 경우를 생각한다.

[0147] 도 24는 회전 디스크의 중심이 회전 중심에 대해 어긋나게 부착된 경우의 회전 디스크의 상태를 나타내는 평면도이고, 도 25는 도 24의 상태에서부터 회전 디스크가 회전 각도 θ 만큼 회전했을 때의 상태를 나타내는 평면도이다. 또한, 도 26은 도 25의 주요부 확대도이다.

[0148] 상기에서 설명한 바와 같이 회전 중심(100)으로부터 제 1 고정 슬릿(21A)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25A) 사이의 거리 L_1 은 (6) 식, 회전 중심(100)으로부터 제 2 고정 슬릿(21B)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25B) 사이의 거리 L_2 은 (8) 식으로 표현된다.

[0149] 한편, 도 26으로부터 회전 중심(100)으로부터 제 3 고정 슬릿(21C)에 대응하는 검출부의 환상 슬릿(25C)의 사이의 거리 L_0 은

[0150]
$$L_0 = \Delta x \cos \theta - \Delta y \sin \theta + r_0 \quad \dots\dots(10)$$

[0151] 로 표현된다.

[0152] (6)-(10)로부터

[0153]
$$L_1 - L_0 = d_1 \cos \theta + r_1 - r_0 \quad \dots\dots(11)$$

[0154] (8)-(10)로부터

[0155]
$$L_2 - L_0 = d_2 \sin \theta + r_2 - r_0 \quad \dots\dots(12)$$

[0156] 가 되는 관계가 유도된다.

[0157] 상기 (11) 식, (12) 식 중에는 회전 디스크(13)의 중심(103)과 회전축(11)의 회전 중심(100)의 어긋남에 의한 Δx 와 Δy 의 항이 소거되어 있다. 이와 같이, $L_1 - L_0$ 과, $L_2 - L_0$ 의 값은 부착 오차에 관계없이 0~360도의 회전 각도에 대해서, 위상이 다른 정현파상의 변화를 나타낸다. 따라서, 3개의 환상 슬릿으로부터 획득된 $L_1 - L_0$ 과, $L_2 - L_0$ 의 값을 이용함으로써 회전 각도와와의 관계를 일대일로 대응시킬 수 있어 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 임의의 회전 각도를 검출할 수 있다.

[0158] 한편, 이 거리 L_1 의 값은 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)에서의 2상의 신호를 기초로, 내삽 신호 처리를 행함으로써 산출할 수 있다. 또한, 거리 L_2 의 값은 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)에서의 2상의 신호를 기초로, 내삽 신호

처리를 행함으로써 산출할 수 있다.

- [0159] 또한, 거리 L_0 의 값은 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 고정 슬릿(21C)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 3 수광 소자(22C)의 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)에서의 2상의 신호를 기초로, 내삽 신호 처리를 행함으로써 산출할 수 있다.
- [0160] 획득된 거리 L_1 , 거리 L_2 , 거리 L_0 의 신호를 기초로, L_1-L_0 , L_2-L_0 의 연산을 행하고, 이들 2개의 신호 L_1-L_0 , L_2-L_0 을 기초로, 내삽 신호 처리를 더 이용함으로써, 회전 각도 θ 를 산출할 수 있다.
- [0161] (실시에 3의 신호 처리부)
- [0162] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리 장치에 대해서 설명한다.
- [0163] 도 27은 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 1 예를 나타내는 블록도이다.
- [0164] 도 27에 나타난 바와 같이, 신호 처리 장치(170)는 AD 변환 소자(181)~AD 변환 소자(183)와, 제 1 ~제 3 변위 검출 처리부(201~203)와, 감산기(241, 242)와, 각도 검출 처리부(210)를 갖는다.
- [0165] 상기 실시예 1과 같이, AD 변환 소자(181, 182)는 각각 제 1 수광 소자(22A) 및 제 2 수광 소자(22B)로부터의 2상의 대략 정현파 신호를 AD 변환한다. 또한, 제 1 변위 검출 처리부(201)는 AD 변환 소자(181)에서 디지털화된 2상의 대략 정현파 신호를 기초로, 제 1 환상 슬릿(25A)의 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위(거리 L_1)를 산출한다. 제 2 변위 검출 처리부(202)는 AD 변환 소자(182)에서 디지털화된 2상의 대략 정현파 신호를 기초로, 제 2 환상 슬릿(25B)의 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2 변위(거리 L_2)를 산출한다.
- [0166] 한편, AD 변환 소자(183)는 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 고정 슬릿(21C)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 3 수광 소자(22C)의 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 각각 아날로그·디지털 변환한다.
- [0167] 제 3 변위 검출 처리부(203)는 AD 변환 소자(183)에서 디지털화된 2상의 대략 정현파 신호를 기초로, 내삽 분할 처리를 행함으로써 거리 L_0 를 산출한다.
- [0168] 감산기(241)는 제 1 변위 검출 처리부(201)에서 산출한 거리 L_1 과 제 3 변위 검출 처리부(203)에서 산출한 거리 L_0 과의 차 L_1-L_0 를 구한다. 한편, 감산기(242)는 제 2 변위 검출 처리부(202)에서 산출한 거리 L_2 과 제 3 변위 검출 처리부(203)에서 산출한 L_0 과의 차 L_2-L_0 를 구한다. 그리고, 각도 검출 처리부(210)는 차 L_1-L_0 과 차 L_2-L_0 을 기초로, (11) 및 (12) 식으로부터 회전 각도 θ 를 검출한다.
- [0169] 한편, 상기 변위 검출 처리 및 각도 검출 처리부의 알고리즘은 특정한 방식에 구애되지 않는다. 간단한 일례로서, 한쪽 신호를 A, 다른쪽 신호를 B로 해서, $\theta = \tan^{-1}(B/A)$ 를 연산하여, 회전 각도 θ 를 연산하는 방식도 취할 수 있다.
- [0170] 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리의 흐름을 도 28에 나타낸다.
- [0171] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0172] 2) 단계 2에서, 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 기초로, 제 1 변위 검출 처리부(201)에서 거리 L_1 를 산출한다.
- [0173] 3) 단계 3에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0174] 4) 단계 4에서, 단계 3에서 변환된 2개의 디지털 신호를 기초로, 제 2 변위 검출 처리부(202)에서 거리 L_2 를 산출한다.

- [0175] 5) 단계 5에서, 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 고정 슬릿(21C)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 3 수광 소자(22C)의 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를 AD 변환 소자(183)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0176] 6) 단계 6에서, 단계 5에서 변환된 2개의 디지털 신호를 기초로, 제 3 변위 검출 처리부(203)에서 거리 L_0 을 산출한다.
- [0177] 7) 단계 7에서, 단계 2 및 단계 6에서 획득된 거리 L_1 , 거리 L_0 로부터, 감산기(241)에서 차 L_1-L_0 을 연산한다.
- [0178] 8) 단계 8에서, 단계 4 및 단계 6에서 획득된 거리 L_2 , 거리 L_0 로부터, 감산기(242)에서 차 L_2-L_0 을 연산한다.
- [0179] 9) 단계 9에서, 단계 7 및 단계 8에서 획득된 차(L_1-L_0)와 차(L_2-L_0)를 기초로, (11) 및 (12) 식으로부터 각도 검출 처리부(210)에서 회전 각도 θ 를 구한다.
- [0180] 한편, 단계 1, 2과 단계 3, 4과 단계 5, 6은 어느 것부터 먼저 실시되어도 상관없고, 동시 병행적으로 처리해도 상관없다.
- [0181] 다음으로 본 실시예에 있어서의 신호 처리 장치의 다른 예에 대해서 설명한다.
- [0182] 도 29는 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 2 예를 나타내는 블록도로, 제 1 예에서 나타낸 신호 처리 장치의 변위 검출 처리부의 공통화를 도모한 예이다. 한편, 이 예에서 신호 처리 장치는 도 11 및 도 12에서 설명한 구성과 같이 구성된다.
- [0183] 도 29에 나타낸 바와 같이, 신호 처리 장치(170)는 AD 변환 소자(181)~AD 변환 소자(183)와, 변위 검출 처리부(200)와, 전환 스위치(180)와, 기억부(190)와, 감산기(241, 242)와, 각도 검출 처리부(210)를 갖는다.
- [0184] 변위 검출 처리부(200)의 전단에 전환 스위치(180)가 마련되어 있다. 이 전환 스위치(180)는 변위 검출 처리부(200)에, AD 변환 소자(181)로부터의 신호를 입력하는 경우와, AD 변환 소자(182)로부터의 신호를 입력하는 경우와, AD 변환 소자(183)로부터의 신호를 입력하는 경우를 전환한다. 이로써, 변위 검출 처리부(200)에 입력되는 신호가 선택된다.
- [0185] 변위 검출 처리부(200)의 후단에 기억부(190)가 마련되어 있다. 기억부(190)에는, 변위 검출 처리부에 AD 변환 소자(181)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 L_1 의 산출 결과, AD 변환 소자(182)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 L_2 의 산출 결과, AD 변환 소자(183)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 L_0 의 산출 결과가 기억된다.
- [0186] 감산기(241)는 기억부(190)에 기억한 거리 L_1 과 기억부(190)에 기억한 거리 L_0 과의 차 L_1-L_0 을 구한다. 감산기(242)는 기억부(190)에 기억한 거리 L_2 과 기억부(190)에 기억한 거리 L_0 과의 차 L_2-L_0 을 구한다. 그리고, 각도 검출 처리부(210)는 차 L_1-L_0 과 차 L_2-L_0 을 기초로 회전 각도를 검출한다.
- [0187] 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리의 흐름을 도 30에 나타낸다.
- [0188] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0189] 2) 단계 2에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0190] 3) 단계 3에서, 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 고정 슬릿(21C)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 3 수광 소자(22C)의 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(183)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0191] 4) 단계 4에서, 상위 제어부(도시 생략)로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_1 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.

- [0192] 5) 단계 5에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 2에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_2 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0193] 6) 단계 6에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 3에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_0 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0194] 7) 단계 7에서, 단계 4 및 단계 6에서 기록한 거리 L_1 , 거리 L_0 로부터, 감산기(241)에서 차 L_1-L_0 을 연산한다.
- [0195] 8) 단계 8에서, 단계 5 및 단계 6에서 기록한 거리 L_2 , 거리 L_0 로부터, 감산기(242)에서 차 L_2-L_0 을 연산한다.
- [0196] 9) 단계 9에서, 변위 검출 처리부(210)가, 상위로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 7과 단계 8에서 연산한 차(L_1-L_0)와 차(L_2-L_0)를 기초로, (11) 및 (12) 식으로부터 회전 각도 θ 를 구한다.
- [0197] 한편, 단계 1~3은 어느 것이 먼저 실시되어도 상관없고, 동시 병행적으로 처리되어도 상관없다.
- [0198] 다음으로 본 실시예에 있어서의 신호 처리 장치의 또 다른 예에 대해서 설명한다.
- [0199] 도 31은 본 실시예에 있어서의 광학식 인코더의 신호 처리 장치의 제 3 예를 나타내는 블록도로, 제 1 예로 나타낸 신호 처리 장치의 변위 검출 처리부와 각도 검출 처리부의 공통화를 도모한 예이다. 한편, 이 예에서 신호 처리 장치는 도 13 및 도 14에서 설명한 구성과 마찬가지로 구성된다.
- [0200] 도 31에 나타낸 바와 같이, 신호 처리 장치(170)는 AD 변환 소자(181)~AD 변환 소자(183)와, 전환 스위치(180)와, 변위 검출 처리부(200)와, 기억부(190)와, 감산기(241, 242)를 갖는다.
- [0201] 변위 검출 처리부(200)의 전단에 전환 스위치(180)가 마련되어 있다. 전환 스위치(180)는 변위 검출 처리부에, AD 변환 소자(181)로부터의 신호를 입력하는 경우와, AD 변환 소자(182)로부터의 신호를 입력하는 경우와, AD 변환 소자(183)로부터의 신호를 입력하는 경우와, 앞의 3가지 경우의 산출 결과의 차인 L_1-L_0 과 L_2-L_0 이 입력되는 경우의 4가지 경우를 전환한다. 이로써, 변위 검출 처리부(200)에 입력되는 신호가 선택된다.
- [0202] 변위 검출 처리부(200)의 후단에 기억부(190)가 마련되어 있다. 기억부(190)에는, 변위 검출 처리부에 AD 변환 소자(181)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 거리 L_1 의 산출 결과와, AD 변환 소자(182)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 거리 L_2 의 산출 결과와, AD 변환 소자(183)에서 디지털화한 신호를 입력한 경우의 거리 L_0 의 산출 결과가 기억된다.
- [0203] 다음으로 회전 각도를 검출하기 위한 신호 처리의 단계에 대해서 설명한다.
- [0204] 도 32는 본 실시예에 있어서의 신호 처리의 단계를 나타내는 흐름도이다.
- [0205] 1) 단계 1에서, 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 고정 슬릿(21A)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 1 수광 소자(22A)의 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(181)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0206] 2) 단계 2에서, 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 고정 슬릿(21B)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 2 수광 소자(22B)의 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(182)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0207] 3) 단계 3에서, 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 고정 슬릿(21C)이 겹쳐진 상태에 의해서 생기는 제 3 수광 소자(22C)의 A상 수광부(22CA)와 B상 수광부(22CB)로부터의 위상이 다른 2상의 대략 정현파 신호를, AD 변환 소자(183)에서 AD 변환하여, 디지털 신호로 한다.
- [0208] 4) 단계 4에서, 상위 제어부(도시 생략)로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 1에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_1 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0209] 5) 단계 5에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 2에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_2 을 산출하여, 기억부

(190)에 기억한다.

- [0210] 6) 단계 6에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 3에서 변환된 2개의 디지털 신호를 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 변위 검출 처리부(200)에서 거리 L_0 을 산출하여, 기억부(190)에 기억한다.
- [0211] 7) 단계 7에서, 단계 4 및 단계 6에서 기록한 거리 L_1 , 거리 L_0 로부터, 감산기(241)에서 차 L_1-L_0 을 연산한다.
- [0212] 8) 단계 8에서, 단계 5 및 단계 6에서 기록한 거리 L_2 , 거리 L_0 로부터, 감산기(242)에서 차 L_2-L_0 을 연산한다.
- [0213] 9) 단계 9에서, 상위 제어부로부터의 전환 신호에 따라, 전환 스위치(180)가 단계 7과 단계 8에서 연산한 차 L_1-L_0 과 차 L_2-L_0 을 변위 검출 처리부(200)의 입력으로서 선택하면, 이 차 L_1-L_0 과 차 L_2-L_0 에 기초해서, 변위 검출 처리부(200)가 (11) 및 (12) 식으로부터 회전 각도 θ 를 구한다.
- [0214] 한편, 단계 1~3는 어느 것부터 먼저 행해도 상관없고, 동시 병행적으로 처리되어도 상관없다.
- [0215] 상기한 바와 같이, 본 실시예의 발명에 의하면, 회전 디스크의 중심과 회전축의 회전 중심이 어긋나게 부착된 경우에도, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0216] <실시예 4>
- [0217] 도 33은 본 발명의 실시예 4를 나타내는 광학식 인코더의 측면도이다.
- [0218] 본 실시예에 따른 광학식 인코더(4)는 도 33에 나타낸 바와 같이, 광원 슬릿(40)을 새롭게 갖는다. 광원 슬릿(40)은 광원(16)의 앞에 설치된 광원 슬릿이다. 광원 슬릿(40)과 제 3 환상 슬릿(25C)과 제 3 인덱스 슬릿(41C)이 3격자를 형성하고 있다.
- [0219] 즉, 본 실시예가, 실시예 3과 다른 점은 광원 슬릿(40)을 구비해서 3격자 광학계에 의한 반사형의 광학식 인코더(4)를 구성한 점이다. 또한, 실시예 2와 비교하면 제 3 환상 슬릿과 이에 대응하는 광학계, 제 3 인덱스 슬릿(41C) 및 제 3 수광 소자(22C)를 부가한 구성으로 되어 있다. 한편, 본 실시예에 따른 신호 처리부(17)는 상기 실시예 2, 3과 마찬가지로 구성 가능하기 때문에, 설명의 편의상 생략한다.
- [0220] 구체적인 구성을 도 34 및 도 35의 사시도를 이용해서 설명한다.
- [0221] 도 34는 본 실시예의 광학식 인코더의 구성을 나타내는 사시도로, 회전 디스크(13)와 광원 슬릿(40) 및 인덱스 슬릿(41)의 배치를 나타낸 것이다. 또한, 도 35는 도 34에 광원(16)과 수광 소자(22)를 더해서 표시한 것이다.
- [0222] 이와 같이, 본 실시예에서는 제 3 환상 슬릿과 이에 대응하는 광학계를 부가함과 아울러 3격자 광학계에 의한 반사형의 광학식을 이용하고 있다. 따라서, 본 실시예에 의하면, 0~360도 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있음과 아울러, 꺾이 변동해도 안정된 센서 신호를 얻을 수 있는 광학식 인코더(4)를 실현할 수 있다. 또한, 모든 광원, 고정 슬릿, 수광 소자 등의 광학 부품을 1개소에 집약해서 배치하면, 장치를 소형으로 할 수 있다.
- [0223] <실시예 5>
- [0224] 도 36은 본 발명의 실시예 5를 나타내는 광학식 인코더의 측면도, 도 37은 평면도이다. 한편, 도 37의 평면도는 도 36을 종이면의 아래측으로부터 본 도면이다. 실시예 1 등의 인코더와 동일한 구성 부품은 동일 번호를 붙이고 설명을 생략한다.
- [0225] 본 실시예에 따른 광학식 인코더(5)는 도 36에 나타낸 바와 같이, 인크리멘탈 슬릿(35)과, 인크리멘탈용 검출부(14)와, 인크리멘탈용 광원(36)을 갖는다. 인크리멘탈용 검출부(14)는 인크리멘탈용 고정 슬릿(31) 및 인크리멘탈용 수광 소자(32)를 갖는다.
- [0226] 본 실시예가 실시예 1과 다른 점은, 회전 디스크 상에 인크리멘탈 슬릿(35)을 형성하고, 이에 대응하는 광학계인 인크리멘탈 광원(36), 인크리멘탈 수광 소자(32) 및 인크리멘탈 고정 슬릿(31)을 부가한 점이다.

- [0227] 인크리멘탈 슬릿(35)은 회전 중심에 대해 방사상으로 형성된다. 이에 대응하여, 인크리멘탈 검출부(14)의 인크리멘탈용 고정 슬릿(31)은 인크리멘탈 슬릿(35)과 대략 평행하게 되도록 복수의 평행한 슬릿 패턴 또는 회전 중심을 중심으로 한 방사상의 슬릿 패턴을 갖는다. 인크리멘탈 광원(36)은 광원(16)과 같이, 인크리멘탈 슬릿(35)에 광을 조사하고, 인크리멘탈 슬릿(35)을 투과한 광은 인크리멘탈 고정 슬릿(31)에 조사된다. 그리고, 인크리멘탈용 수광 소자(32)는 인크리멘탈 고정 슬릿(31)을 투과한 광을 수광하여, 인크리멘탈 신호를 신호 처리 장치(17)(도시 생략)에 출력한다. 그 결과, 신호 처리 장치(17)는 인크리멘탈 신호를 더 이용하여 회전 각도 θ 를 산출한다. 한편, 신호 처리 장치(17)에 의한 인크리멘탈 신호로부터의 회전 각도 θ 산출은 실시예 1~실시예 4에서 설명한 신호 처리를 보통의 인크리멘탈 신호에 의한 처리로 적절하게 변경함으로써 실현 가능하기 때문에, 여기서의 상세한 설명은 생략한다.
- [0228] 도시하지 않지만, 회전각의 절대치 및 회전 방향의 검출을 위해, 인크리멘탈용 고정 슬릿(31)은 서로 위상이 다른 2상의 슬릿군으로 구성되고, 각각의 슬릿군에 대해 인크리멘탈용 수광 소자(32)가 마련되어 있다. 한편, 인크리멘탈용 광원(36)을 상기 광원(16)과는 별도로 설치했지만 소형화하기 위해서 하나의 광원으로 겸용할 수도 있다.
- [0229] 다음으로 본 실시예의 동작에 대해서 설명한다.
- [0230] 회전축(11)이 회전하면, 각 인크리멘탈용 수광 소자(32)는 회전 각도에 따른 정현파상의 신호를 출력한다. 이 정현파상의 인크리멘탈 신호의 1피치 내를 도시하지 않은 연산 장치에서 내삽 분할 처리하고, 실시예 1에서 나타난 환상 슬릿(25A) 및 환상 슬릿(25B)으로부터 얻어지는 절대 각도 신호를 이용하여 각 피치로부터의 내삽 신호를 서로 연결시킴으로써, 환상슬릿(25A) 및 환상슬릿(25B)으로부터 얻어지는 절대 각도 신호를 보다 고분해능의 인크리멘탈 신호로 보간하여, 고분해능의 절대 각도 신호를 얻고 있다.
- [0231] 환상 슬릿(25A) 및 환상 슬릿(25B)으로부터 얻어지는 절대 각도 신호는 인크리멘탈 신호의 1주기를 특정할 수 있는 만큼의 분해능이 있으면 되고, 인코더 전체의 분해능은 인크리멘탈 신호의 내삽 분할에 의한 분해능에 의존하기 때문에, 매우 높은 분해능을 얻을 수 있다.
- [0232] <실시예 6>
- [0233] 도 38은 본 발명의 실시예 6을 나타내는 광학식 인코더의 측면도이다.
- [0234] 본 실시예의 실시예 5와의 주된 차이는 실시예 1 및 3에 비한 실시예 2 및 4와 같이, 3격자 원리를 적용한 반사형의 광학계의 구성으로 되어 있다는 점이다.
- [0235] 즉, 본 실시예에 따른 광학식 인코더(6)에서는, 광원(16)의 앞에는 광원 슬릿(40)(절대치용)과 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)이 마련되어 있다. 광원 슬릿(40)과 제 1 환상 슬릿(25A)과 제 1 인덱스 슬릿(41A)으로 3격자를 형성함과 아울러, 광원 슬릿(40)과 제 2 환상 슬릿(25B)과 제 2 인덱스 슬릿(41B)으로도 3격자를 형성하고 있다. 또한, 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)과 인크리멘탈 슬릿(35)과 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)으로 3격자를 형성하고 있다.
- [0236] 구체적인 구성을 도 39 및 도 40의 사시도를 이용해서 설명한다.
- [0237] 도 39는 회전 디스크(13), 광원 슬릿(40), 인크리멘탈용 광원 슬릿(50), 인덱스 슬릿(41) 및 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)의 배치를 나타낸 것이다.
- [0238] 도 40는 도 39에 광원(16)과 수광 소자(22)(절대치용) 및 인크리멘탈용 수광 소자(32)를 더해서 표시한 것이다. 광원(16)으로부터의 광이 통과하는 장소에, 광원 슬릿(40)과 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)이 형성되어 있다.
- [0239] 제 1 환상 슬릿 변위의 방향을 검출하기 위해서, 제 1 인덱스 슬릿(41A)은 도 39과 같이 위상을 어긋나게 한 A상 슬릿(41AA)과 B상 슬릿(41AB)으로 형성되어 있다. 이에 대응해서, 제 1 수광 소자(22A)도, 도 40과 같이 A상 수광부(22AA)와 B상 수광부(22AB)로 분할되어 있다. 마찬가지로, 제 2 인덱스 슬릿(41B)도, 위상을 어긋나게 한 A상 슬릿(41BA)과 B상 슬릿(41BB)으로 형성되고, 제 2 수광 소자(22B)도 A상 수광부(22BA)와 B상 수광부(22BB)로 분할되어 있다.
- [0240] 또한, 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)도, 위상을 어긋나게 한 A상 슬릿(51A)과 B상 슬릿(51B)으로 형성되고, 인크리멘탈용 수광 소자(32)도 A상 수광부(32A)와 B상 수광부(32B)로 분할되어 있다.

- [0241] 또한, 본 실시예에서는 광원 슬릿(40)과 인덱스 슬릿(41)(41AA, 41AB, 41BA, 41BB)의 형상은 회전 디스크의 반경 방향에 수직인 리니어 형상이 바람직하고, 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)과 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)(51A, 51B)은 방사상의 형상이 바람직하다.
- [0242] 또한, 인크리멘탈 슬릿(35)의 방사상 슬릿의 검출 위치(예를 들면, 슬릿 중앙)에 있어서의 피치를 슬릿 피치로 하는 실질적인 슬릿 피치를, 환상 슬릿(25)의 슬릿 피치와 같게 하면, 회전 디스크(13)에 대한 인덱스 슬릿(41)과 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)의 갭을 동일하게 할 수 있다. 한편, 3격자 광학계에서는 광원 슬릿에 선(線) 광원이 인덱스 슬릿(41) 및 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51) 상에 결상되는 갭의 조건이 격자의 피치에 의존한다는 것은 공지되어 있다.
- [0243] 한편, 광원 슬릿(40)과, 제 1 인덱스 슬릿의 A상 슬릿(41AA)과 B상 슬릿(41AB)과, 제 2 인덱스 슬릿의 A상 슬릿(41BA)과 B상 슬릿(41BB)과, 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)과, 인크리멘탈용 인덱스 슬릿의 A상 슬릿(51A)과 B상 슬릿(51B)은 도 39에서 400으로 나타낸 동일 기관 상에 형성하는 것이 가능하다.
- [0244] 또한, 인덱스 슬릿(41) 및 인크리멘탈용 인덱스 슬릿(51)을 기관(400) 상에 형성하지 않고, 수광 소자 표면에 마스크를 형성하도록 수광 소자와 일체로 형성하는 것도 가능하다.
- [0245] 이와 같이, 본 실시예에서는 실시예 5의 구성에 3격자 원리를 이용한 광학계를 적용하고 있기 때문에, 실시예 5의 효과에 더해서, 회전 디스크와 고정 슬릿 사이의 갭 변동에 강한 광학식 인코더를 실현할 수 있다.
- [0246] 또한, 본 실시예에서는 광원으로서 확산광을 이용하고 있다. 확산광을 이용함으로써, 하나의 광원으로 광원 슬릿(40)과 인크리멘탈용 광원 슬릿(50)을 동시에 조사하기 쉽게 되어서, 광원의 공통화가 용이하게 된다. 이로써 3격자 원리를 적용한 본 실시예의 장치는 보다 소형화에 적합하다는 특징이 있다.
- [0247] <실시예 7>
- [0248] 도 41은 본 발명의 실시예 7을 나타내는 광학식 인코더의 측면도이다.
- [0249] 본 실시예에 따른 광학식 인코더(7)는 도 41에 나타낸 바와 같이, 제 3 환상 슬릿(25C)과, 제 3 환상 슬릿(25C)에 대응한 제 3 인덱스 슬릿(41C)과, 제 3 수광 소자(22C)를 갖는다.
- [0250] 본 실시예가, 실시예 6과 다른 점은 실시예 2에 대한 실시예 3과 마찬가지로, 회전 디스크 상에 제 3 환상 슬릿(25C)을 형성하고, 이에 대응하는 광학계인 제 3 인덱스 슬릿(41C) 및 제 3 수광 소자(22C)를 부가한 점으로, 3격자 광학계를 적용한 점에 대해서는 실시예 2, 3 및 6과 마찬가지다.
- [0251] 구체적인 구성을 도 42 및 도 43의 사시도를 이용해서 설명한다.
- [0252] 도 42는 본 실시예의 광학식 인코더의 구성을 나타내는 사시도로, 회전 디스크와 광원 슬릿 및 인덱스 슬릿의 배치를 나타낸 것이다. 도 39의 실시예 6의 사시도와 비교하면, 제 3 환상 슬릿(25C) 및 제 3 고정 슬릿(41C)이 추가된 것으로 되어 있다. 또한, 도 43은 도 42에 광원(16)과 제 3 수광 소자(22C)를 더해서 표시한 것이다.
- [0253] 이와 같이, 본 실시예에서는 실시예 6의 구성에 제 3 환상 슬릿과 이에 대응하는 광학계인 제 3 고정 슬릿 및 제 3 수광 소자를 부가했기 때문에, 실시예 6의 효과에 더해서, 회전 디스크의 중심과 회전축의 회전 중심이 어긋나서 부착된 경우에도, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있는 광학식 인코더를 실현할 수 있다.
- [0254] <본 발명의 각 실시예에 따른 모터 및 모터 시스템>
- [0255] 이상, 본 발명의 각 실시예에 따른 광학식 인코더에 대해서 설명했다. 한편, 본 발명의 각 실시예에 따른 모터 시스템(1000) 또는 모터(1010)는 상기 실시예 1~7에서 설명한 광학식 인코더(1~7) 중 어느 하나를 갖는다.
- [0256] 도 44는 본 발명의 각 실시예에 따른 모터 시스템 및 모터의 구성을 나타내는 블록도이다. 한편, 이 도 44에서는 광학식 인코더의 예로서, 실시예 1에 따른 광학식 인코더(1)인 경우를 예시하고 있다. 그러나, 모터 시스템(1000) 및 모터(1001)가 갖는 광학식 인코더는 상기 실시예 1~7에 따른 광학식 인코더(1~7) 중 어느 하나여도 된다.

- [0257] 도 44에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 각 실시예에 따른 모터 시스템(1000)은 모터(1010)와, 제어부(1020)를 갖는다. 그리고, 모터(1010)는 모터부(1011)와, 광학식 인코더(1)를 갖는다.
- [0258] 모터부(1011)는 제어부(1020)로부터의 제어 신호에 의해 회전축(11)을 회전시킴으로써, 회전력을 출력한다. 한편, 이 회전축(11)은 광학식 인코더(1)의 회전축(11)과 일체로 또는 별체로 연결해서 형성되기 때문에, 모터부(1010) 1회전에 추종하여, 회전 디스크(13)가 회전한다. 한편, 광학식 인코더(1)는 상술한 바와 같이, 이 회전 디스크(13)의 회전에 의한 회전 각도 θ 를 검출하고, 이 회전 각도 θ 는 제어부(1020)로 보내어진다. 제어부(1020)는 회전 각도 θ 가 원하는 값(예컨대 상위 제어 장치(도시 생략)에 의해 지시된 값)이 되도록 모터부(1011)에 제어 신호를 출력함으로써 모터부(1011)를 제어한다. 따라서, 본 발명의 각 실시예에 따른 모터 시스템(1000) 또는 모터(1010)에 의하면, 상기 광학식 인코더(1~7)가 내는 작용 효과 등을 발휘하는 것이 가능하다.
- [0259] 한편, 상술한 바와 같이, 이 모터 시스템(1000) 또는 모터(1010)에는 상기 실시예 1~7에서 설명한 광학식 인코더(1~7) 중 어느 하나를 사용할 수 있다. 이들 각 실시예에 따른 광학식 인코더(1~7)의 개요에 대해서, 더 설명하면 이하와 같다.
- [0260] 본 발명의 1의 실시예에 따른 광학식 인코더는
- [0261] 회전축에 부착되어서, 상기 회전축의 회전 중심에 대해 편심되게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴으로 이루어지는 환상 슬릿을 갖는 회전 디스크와,
- [0262] 고정 부재에 마련되고, 상기 환상 슬릿을 조사하는 광원 및 상기 환상 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 절대치용 검출부
- [0263] 를 구비하되,
- [0264] 상기 환상 슬릿은 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿과 제 2 환상 슬릿을 갖고,
- [0265] 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿에 대응하는 제 1 검출부와 상기 제 2 환상 슬릿에 대응하는 제 2 검출부를 가지며,
- [0266] 상기 광학식 인코더는 상기 절대치용 검출부로부터의 검출 신호로부터 상기 회전축의 절대 회전 각도를 검출한다.
- [0267] 이 실시예에 의하면, 광학식 인코더가, 회전 디스크 상에 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과, 고정 부재에 제 1 환상 슬릿에 대응하는 제 1 검출부 및 제 2 환상 슬릿에 대응하는 제 2 검출부를 구비하고 있기 때문에, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 회전축의 각도의 절대치를 검출할 수 있다. 또한, 광원 및 제 1 검출부와 제 2 검출부 등의 광학 부품을 1개소에 집약하여 배치할 수 있기 때문에, 장치를 소형으로 할 수 있다.
- [0268] 또한, 상기 제 1 환상 슬릿과 상기 제 2 환상 슬릿의 슬릿 피치가, 상기 회전 디스크의 중심에 대한 각각의 편심량 이상이어도 된다.
- [0269] 이와 같이 구성함으로써, 또한, 제 1 환상 슬릿과 제 2 환상 슬릿의 슬릿 피치를 회전 디스크의 중심에 대한 각각의 편심량 이상이라고 하면, 환상 슬릿의 변위량이 환상 슬릿의 1피치 이내가 되기 때문에, 제 1 검출부 및 제 2 검출부로부터의 검출 신호에서 변위량이 일의적으로 정해져서, 신호 처리 장치가 간단하게 된다.
- [0270] 상기 제 1 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 제 1 고정 슬릿 및 상기 제 1 고정 슬릿으로부터의 투과광을 검출하는 제 1 수광 소자로 구성되고, 상기 제 2 검출부는 상기 제 2 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 제 2 고정 슬릿 및 상기 제 2 고정 슬릿으로부터의 투과광을 검출하는 제 2 수광 소자로 구성되어 있어도 된다.
- [0271] 상기 제 1 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 슬릿 패턴 상의 수광 소자로 구성되고, 상기 제 2 검출부는 상기 제 2 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 슬릿 패턴상의 수광 소자로 구성되어 있어도 된다.
- [0272] 상기 회전 디스크는 상기 회전 디스크의 중심에 대해 방사상으로 형성된 인크리멘탈 슬릿을 구비하고, 상기 고정 부재에 상기 인크리멘탈 슬릿을 조사하는 인크리멘탈용 광원을 및 상기 인크리멘탈 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 인크리멘탈용 검출부를 구비하고 있어도 된다.

- [0273] 이와 같이 구성함으로써, 또한, 회전 디스크가 인크리멘탈 슬릿을 구비하고, 고정 부재에 인크리멘탈용 검출부를 구비하면, 고분해능의 절대 각도 신호가 얻어진다.
- [0274] 상기 환상 슬릿과 상기 인크리멘탈 슬릿을 공통의 광원으로 조사해도 된다.
- [0275] 상기 광원은 상기 광원으로부터의 조사광을 제한하는 광원 슬릿을 구비하고, 상기 광원 슬릿으로 제한되어 상기 제 1 환상 슬릿에서 반사된 광을 상기 제 1 검출부에서 검출하며, 상기 광원 슬릿으로 제한되어, 상기 제 2 환상 슬릿에서 반사된 광을 상기 제 2 검출부에서 검출해도 된다.
- [0276] 이와 같이 구성함으로써, 또한, 광원이, 광원으로부터의 조사광을 제한하는 광원 슬릿을 구비하면, 회전 디스크와 고정 슬릿 사이의 갭 변동에 강한 광학식 인코더를 실현할 수 있다.
- [0277] 상기 회전 디스크는 상기 회전 디스크의 중심에 대해 방사상으로 형성된 인크리멘탈 슬릿을 구비하고,
- [0278] 상기 광원은 상기 광원으로부터의 조사광을 제한하는 인크리멘탈용 광원 슬릿을 구비하며,
- [0279] 상기 고정 부재에, 상기 광원에서 조사된 상기 인크리멘탈 슬릿으로부터의 반사광을 검출하는 인크리멘탈용 검출부를 구비해도 된다.
- [0280] 상기 인크리멘탈용 검출부로부터 얻어지는 반복 신호를 내삽한 내삽 신호로 상기 절대치 검출부로부터의 검출 신호를 바탕으로 산출한 상기 절대 회전 각도를 보간해도 된다.
- [0281] 상기 제 1 환상 슬릿, 상기 제 2 환상 슬릿 및 상기 인크리멘탈 슬릿의 실질적인 슬릿 피치가 같아도 된다.
- [0282] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학식 인코더는,
- [0283] 회전축에 부착되고, 상기 회전축의 회전 중심에 대해 편심하게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴으로 이루어지는 환상 슬릿을 갖는 회전 디스크와,
- [0284] 고정 부재에 마련되고, 상기 환상 슬릿을 조사하는 광원 및 상기 환상 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 절대치용 검출부
- [0285] 를 구비하되,
- [0286] 상기 환상 슬릿은
- [0287] 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과,
- [0288] 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿
- [0289] 을 갖고,
- [0290] 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1~제 3 환상 슬릿에 각각 대응하는 제 1~제 3 검출부를 가지며,
- [0291] 상기 광학식 인코더는 상기 절대치용 검출부로부터의 검출 신호로부터 상기 회전축의 절대 회전 각도를 검출한다.
- [0292] 이 실시예에 의하면, 광학식 인코더가, 회전 디스크 상에, 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿을 구비하고, 고정 부재에, 제 1~제 3 환상 슬릿에 각각 대응하는 제 1~제 3 검출부를 구비하고 있기 때문에, 회전 디스크의 중심과 회전축의 회전 중심이 어긋나게 부착된 경우에도, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0293] 상기 제 3 환상 슬릿이, 상기 회전 디스크의 중심에 대해 편심없이 형성된 복수의 동심원 슬릿으로 이루어져도 된다.
- [0294] 이와 같이 구성함으로써, 또한 제 3 환상 슬릿을 편심없이 형성하면, 간단한 신호 처리로, 회전 디스크의 중심과 회전축의 회전 중심이 어긋나게 부착된 경우에도, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0295] 상기 제 1 환상 슬릿~제 3 환상 슬릿의 모든 슬릿 피치가, 상기 회전 디스크의 중심에 대한 각각의 편심량 이상 이여도 된다.

- [0296] 상기 제 1~제 3 검출부는 각각 상기 제 1~제 3 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 제 1~제 3 고정 슬릿 및 상기 제 1~제 3 고정 슬릿으로부터의 투과광을 각각 검출하는 제 1~제 3 수광 소자로 구성되어 있어도 된다.
- [0297] 상기 제 1~제 3 검출부는 각각 상기 제 1~제 3 환상 슬릿과 동일 피치의 슬릿이 형성된 슬릿 패턴 상의 수광 소자로 구성되어 있어도 된다.
- [0298] 상기 회전 디스크는 상기 회전 디스크의 중심에 대해 방사상으로 형성된 인크리멘탈 슬릿을 구비하고, 상기 고정 부재에, 상기 인크리멘탈 슬릿을 조사하는 인크리멘탈용 광원을 및 상기 인크리멘탈 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 인크리멘탈용 검출부를 구비해도 된다.
- [0299] 상기 환상 슬릿과 상기 인크리멘탈 슬릿을 공통의 광원으로 조사해도 된다.
- [0300] 상기 광원은 상기 광원으로부터의 조사광을 제한하는 광원 슬릿을 갖고, 상기 광원 슬릿으로 제한되어 상기 제 1~제 3 환상 슬릿에서 반사된 광을 각각 상기 제 1~제 3 검출부에서 검출해도 된다.
- [0301] 상기 회전 디스크는 상기 회전 디스크의 중심에 대해 방사상으로 형성된 인크리멘탈 슬릿을 갖고,
- [0302] 상기 광원은 상기 광원으로부터의 조사광을 제한하는 인크리멘탈용 광원 슬릿을 가지며,
- [0303] 상기 광학식 인코더는 상기 고정 부재에, 상기 광원에서 조사된 상기 인크리멘탈 슬릿으로부터의 반사광을 검출하는 인크리멘탈용 검출부를 가져도 된다.
- [0304] 상기 인크리멘탈용 검출부로부터 얻어지는 반복 신호를 내삽한 내삽 신호로 상기 절대치 검출부로부터의 검출 신호를 바탕으로 산출한 상기 절대 회전 각도를 보간해도 된다.
- [0305] 상기 제 1~제 3 환상 슬릿 및 상기 인크리멘탈 슬릿의 실질적인 슬릿 피치가 같아도 된다.
- [0306] 상기 광학식 인코더는
- [0307] 상기 제 1 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 1 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위를 산출하는 제 1 변위 검출 처리부와,
- [0308] 상기 제 2 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 2 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2 변위를 산출하는 제 2 변위 검출 처리부와,
- [0309] 상기 제 1 변위와 상기 제 2 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 각도 검출 처리부
- [0310] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비해도 된다.
- [0311] 이와 같이 구성함으로써, 또한, 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿을 구비한 광학식 인코더의 신호 처리 방법에 있어서, 제 1 및 제 2 환상 슬릿의 반경 방향의 변위를 산출하고 이 변위로부터 회전 각도를 검출하고 있기 때문에, 양변위로부터 회전축의 회전 각도는 일의적으로 정해져서, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 회전축의 각도의 절대치를 검출할 수 있다.
- [0312] 상기 광학식 인코더는
- [0313] 상기 제 1 검출부로부터의 신호와 상기 제 2 검출부로부터의 신호를 전환하는 전환 처리부와,
- [0314] 상기 전환 처리부에 의해 상기 제 1 검출부로부터의 신호가 입력된 경우에는 상기 제 1 변위를, 상기 전환 처리부에 의해 상기 제 2 검출부로부터의 신호가 입력된 경우에는 상기 제 2 변위를 검출하는 변위 검출 처리부와,
- [0315] 상기 제 1 변위와 상기 제 2 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 각도 검출 처리부
- [0316] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비해도 된다.
- [0317] 이와 같이 구성함으로써, 또한, 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿을 구비한 광학식 인코더의 신호 처리 방법에 있어서, 제 1~제 3 환상 슬릿의 반경 방향의 변위를 산출하고 이 변위로부터 회전 각도를 검출하고 있기 때문에, 회전 중심이 어긋나게 부착된 경우에도, 0~360도의 전체 둘레에 걸쳐서 정확하게 회전 각도를 검출할 수 있다.
- [0318] 상기 광학식 인코더는
- [0319] 상기 제 1 변위 및 상기 제 2 변위를 산출함과 아울러 상기 제 1 변위 및 상기 제 2 변위를 바탕으로 상기 회전

디스크의 회전 각도를 산출하는 변위 검출 처리부와,

- [0320] 상기 변위 검출 처리부로의 입력 신호를 전환하는 전환 처리부와, 상기 변위 검출 처리부에서 산출된 상기 제 1 변위 및 상기 제 2 변위를 기억하는 기억부
- [0321] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비하되,
- [0322] 상기 변위 검출 처리부는 상기 전환 처리부에 의해서 상기 제 1 검출부로부터의 신호가 입력된 경우, 상기 제 1 변위를 산출하고, 상기 제 2 검출부로부터의 신호가 입력된 경우, 상기 제 2 변위를 산출하며, 상기 기억부에 기억된 상기 제 1 변위 및 상기 제 2 변위가 입력된 경우, 회전 각도를 산출할 수도 있다.
- [0323] 상기 광학식 인코더는
- [0324] 상기 제 1 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 1 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위를 산출하는 제 1 변위 검출 처리부와,
- [0325] 상기 제 2 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 2 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2 변위를 산출하는 제 2 변위 검출 처리부와,
- [0326] 상기 제 3 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 3 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 3 변위를 산출하는 제 3 변위 검출 처리부와,
- [0327] 상기 제 1 변위~제 3 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 각도 검출 처리부
- [0328] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비해도 된다.
- [0329] 상기 제 1~제 3 검출부로부터의 신호를 전환하는 전환 처리부와,
- [0330] 상기 전환 처리부에 의해 상기 제 1 검출부로부터의 신호가 입력된 경우에는 상기 제 1 변위를, 상기 전환 처리부에 의해 상기 제 2 검출부로부터의 신호가 입력된 경우에는 상기 제 2 변위를, 상기 전환 처리부에 의해 상기 제 3 검출부로부터의 신호가 입력된 경우에는 상기 제 3 변위를 검출하는 변위 검출 처리부와,
- [0331] 상기 제 1 변위~제 3 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 각도 검출 처리부
- [0332] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비해도 된다.
- [0333] 상기 광학식 인코더는
- [0334] 상기 제 1~제 3 변위를 산출함과 아울러 상기 제 1~제 3 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출하는 변위 검출 처리부와,
- [0335] 상기 변위 검출 처리부로의 입력 신호를 전환하는 전환 처리부와,
- [0336] 상기 변위 검출 처리부에서 산출된 상기 제 1~제 3 변위를 기억하는 기억부
- [0337] 를 갖는 신호 처리 장치를 더 구비하되,
- [0338] 상기 변위 검출 처리부는 상기 전환 처리부에 의해서 상기 제 1~제 3 검출부로부터의 신호가 입력된 경우, 각각 상기 제 1~제 3 변위를 산출하고, 상기 기억부에 기억된 상기 제 1 변위~제 3 변위가 입력된 경우, 회전 각도를 산출해도 된다.
- [0339] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학식 인코더의 신호 처리 방법은
- [0340] 회전축에 부착되고 상기 회전축의 회전 중심에 대해 편심되게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴으로 이루어지는 환상 슬릿을 갖는 회전 디스크와, 고정 부재에 마련되고, 상기 환상 슬릿을 조사하는 광원 및 상기 환상 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 절대치용 검출부를 구비하되, 상기 환상 슬릿은 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿과 제 2 환상 슬릿을 갖고, 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1 환상 슬릿에 대응하는 제 1 검출부와 상기 제 2 환상 슬릿에 대응하는 제 2 검출부를 갖고, 상기 절대치용 검출부로부터의 검출 신호로부터 상기 회전축의 절대 회전 각도를 검출하는 광학식 인코더의 신호 처리 방법으로서,
- [0341] 상기 제 1 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 1 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위를 산출하고,
- [0342] 상기 제 2 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 2 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2

변위를 산출하며,

[0343] 상기 제 1 변위와 상기 제 2 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출한다.

[0344] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학식 인코더의 신호 처리 방법은

[0345] 회전축에 부착되고 상기 회전축의 회전 중심에 대해 편심되게 형성된 복수의 등피치의 동심원 슬릿 패턴으로 이루어지는 환상 슬릿을 갖는 회전 디스크와, 고정 부재에 마련되고, 상기 환상 슬릿을 조사하는 광원 및 상기 환상 슬릿으로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 절대치용 검출부를 구비하되, 상기 환상 슬릿은 서로 다른 방향으로 편심된 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과, 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 편심 방향 또는 편심량 중 적어도 어느 하나가 상기 제 1 환상 슬릿 및 제 2 환상 슬릿과 다르게 형성된 제 3 환상 슬릿을 갖고, 상기 절대치용 검출부는 상기 제 1~제 3 환상 슬릿에 각각 대응하는 제 1~제 3 검출부를 가지며, 상기 절대치용 검출부로부터의 검출 신호로부터 상기 회전축의 절대 회전 각도를 검출하는 상기 광학식 인코더의 신호 처리 방법으로서,

[0346] 상기 제 1 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 1 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 1 변위를 산출하고,

[0347] 상기 제 2 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 2 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 2 변위를 산출하며,

[0348] 상기 제 3 검출부로부터의 신호를 바탕으로 상기 제 3 환상 슬릿의 상기 회전축의 반경 방향으로의 변위인 제 3 변위를 산출하고,

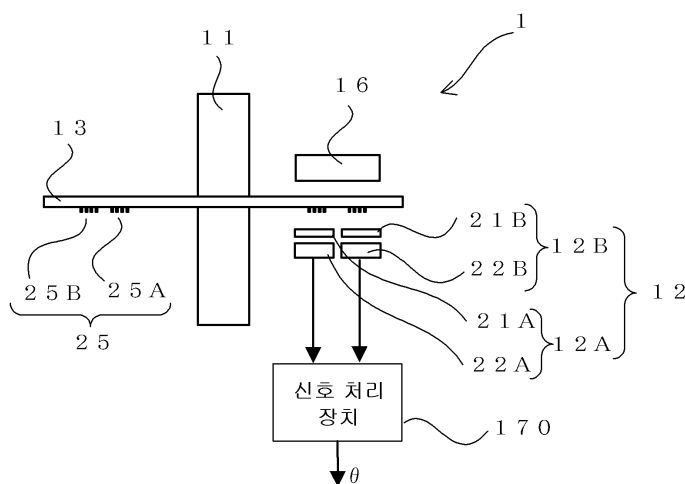
[0349] 상기 제 1 변위~제 3 변위를 바탕으로 상기 회전 디스크의 회전 각도를 산출한다.

[0350] 본 발명은 2009년 3월 9일에 일본 특허청에 출원된 일본 우선권 특허 출원 제 2009-054848 호에 개시된 청구 대상을 포함하며, 이 출원의 내용을 여기에 참조로서 포함한다.

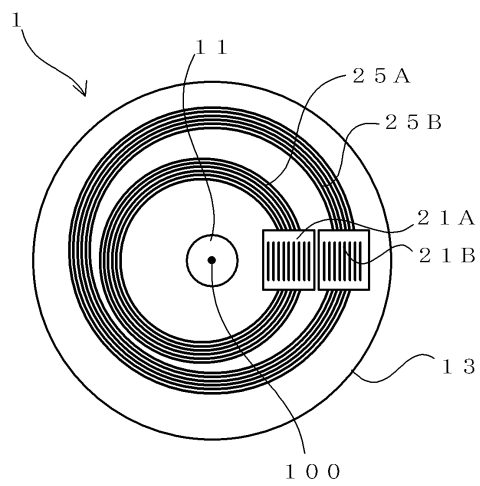
[0351] 설계 요구 사항 및 다른 요인에 따라서 다양한 수정, 조합, 하위 조합 및 변경이 있을 수 있지만, 당업자라면, 이는 첨부된 특허청구범위 혹은 그 등가물의 범주 내에 포함된다는 것을 이해할 것이다.

도면

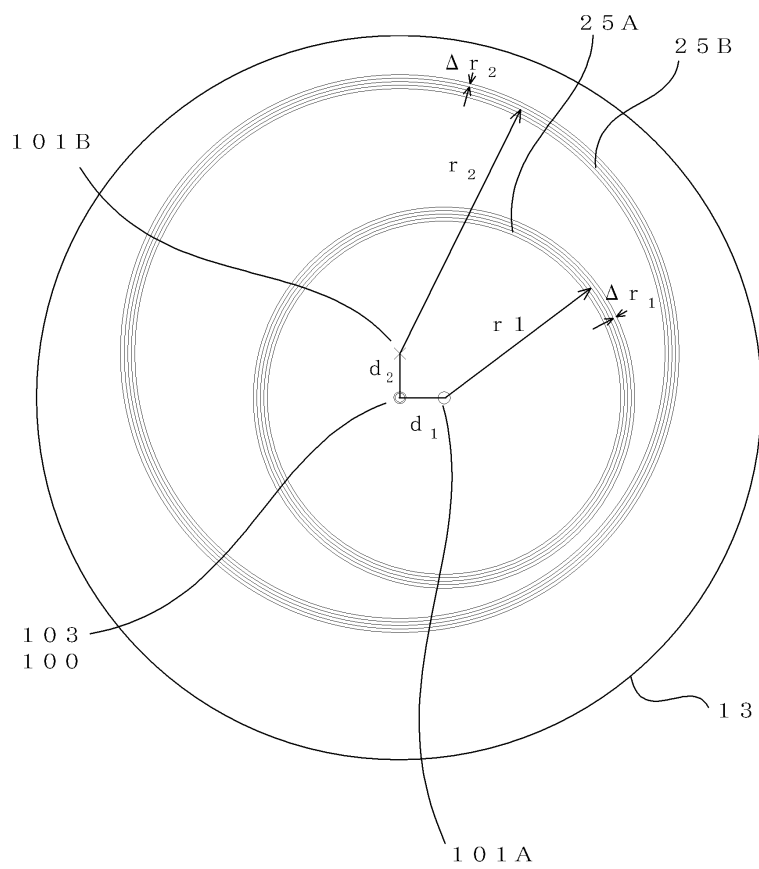
도면1



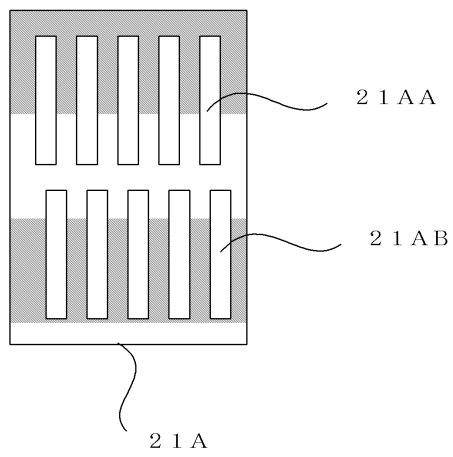
도면2



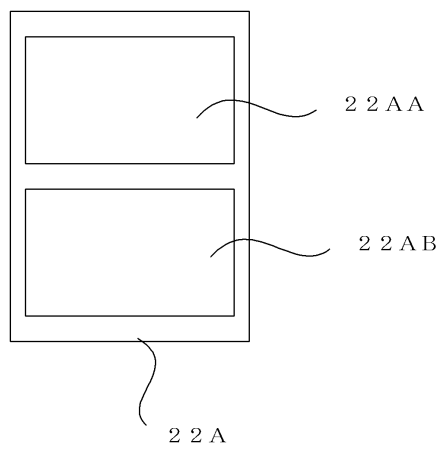
도면3



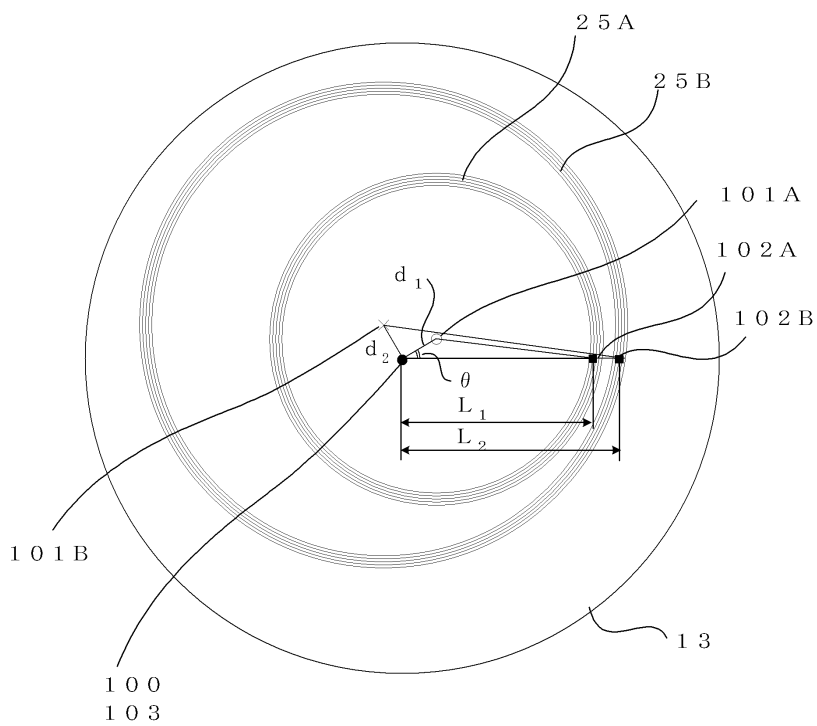
도면4



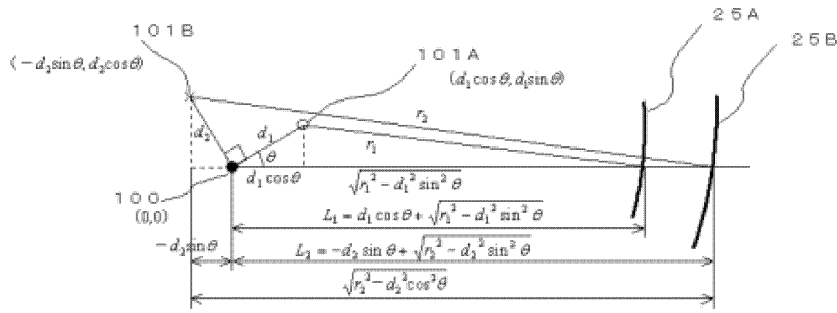
도면5



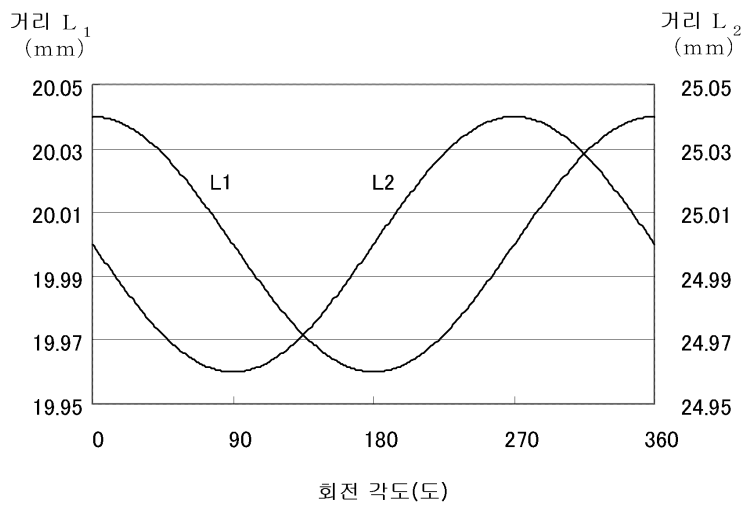
도면6



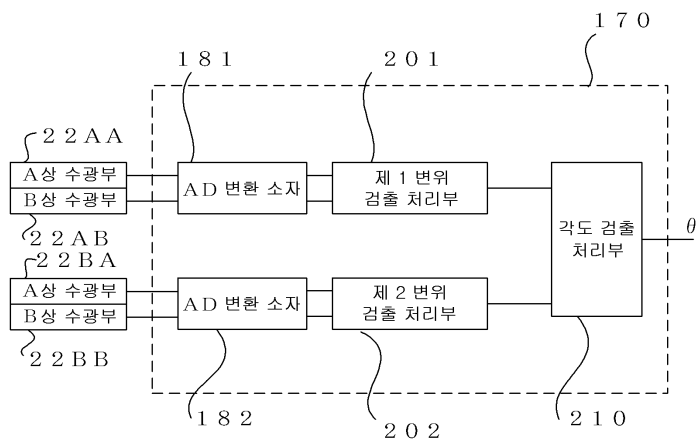
도면7



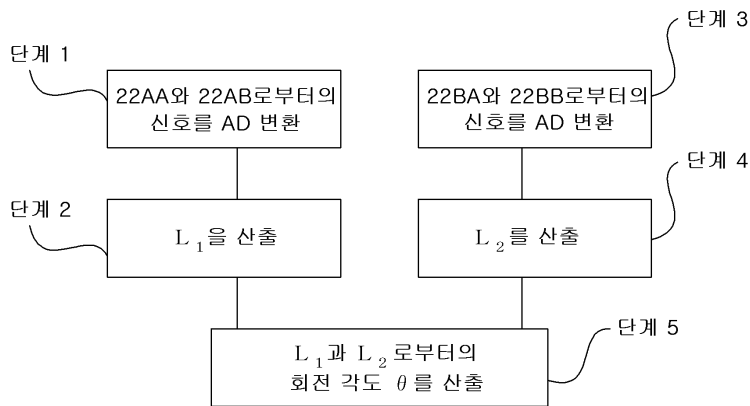
도면8



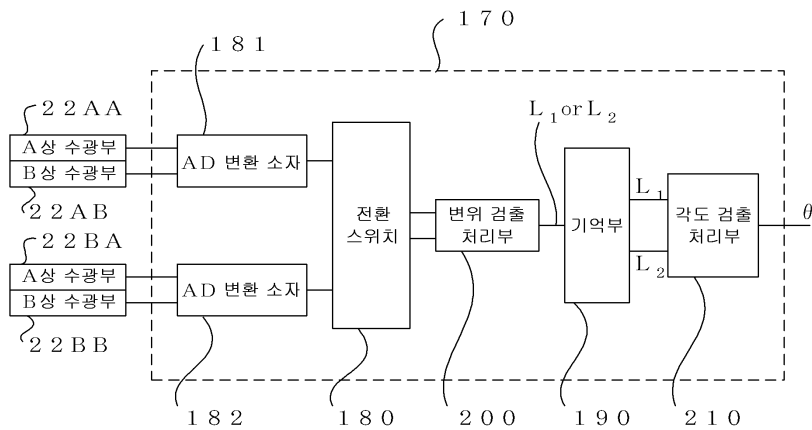
도면9



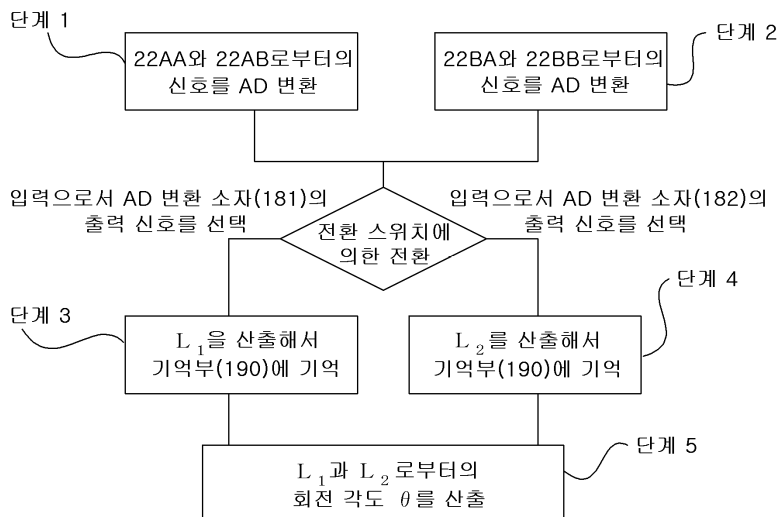
도면10



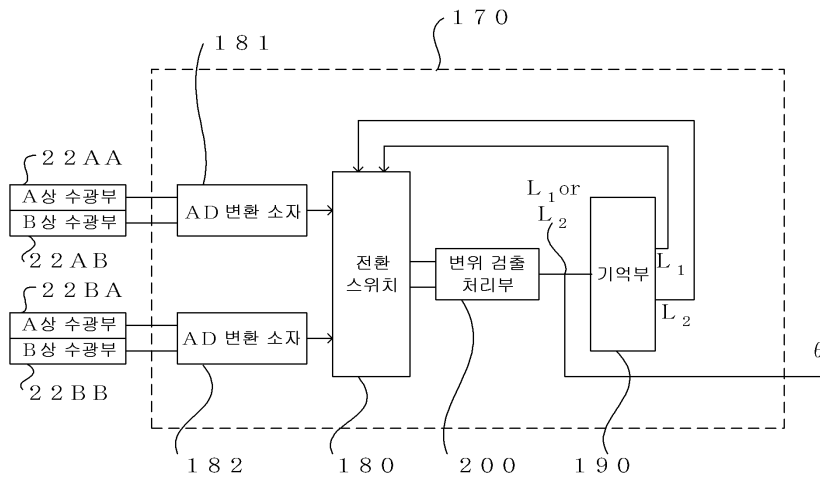
도면11



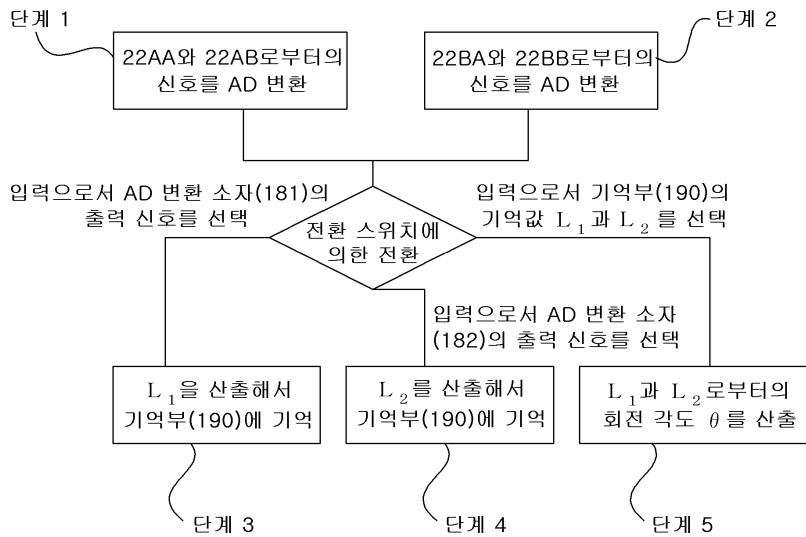
도면12



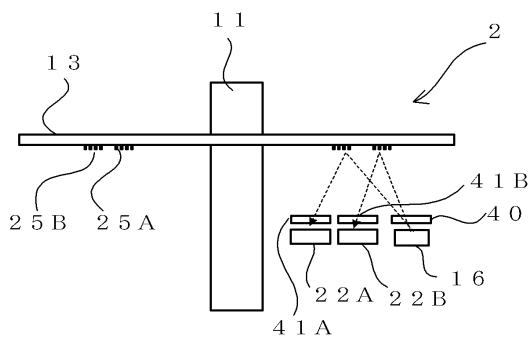
도면13



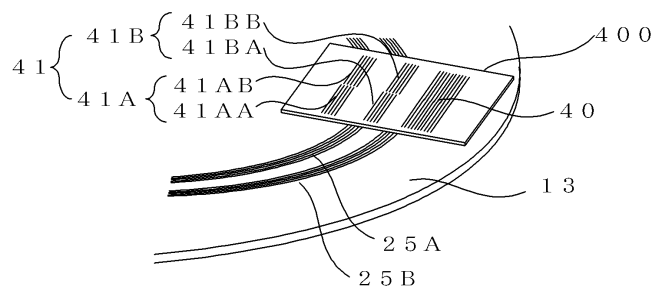
도면14



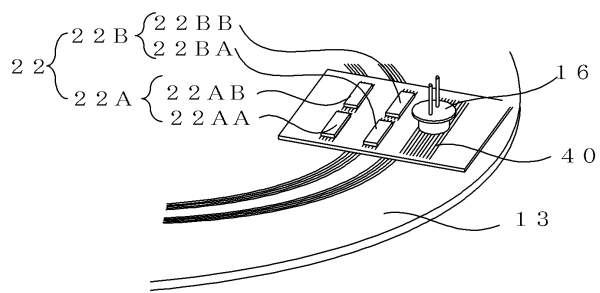
도면15



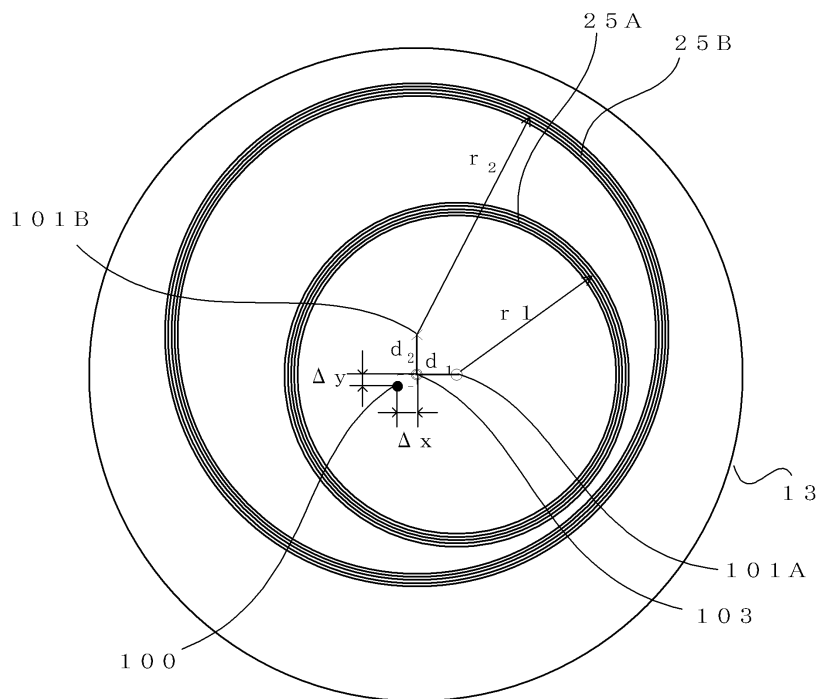
도면16



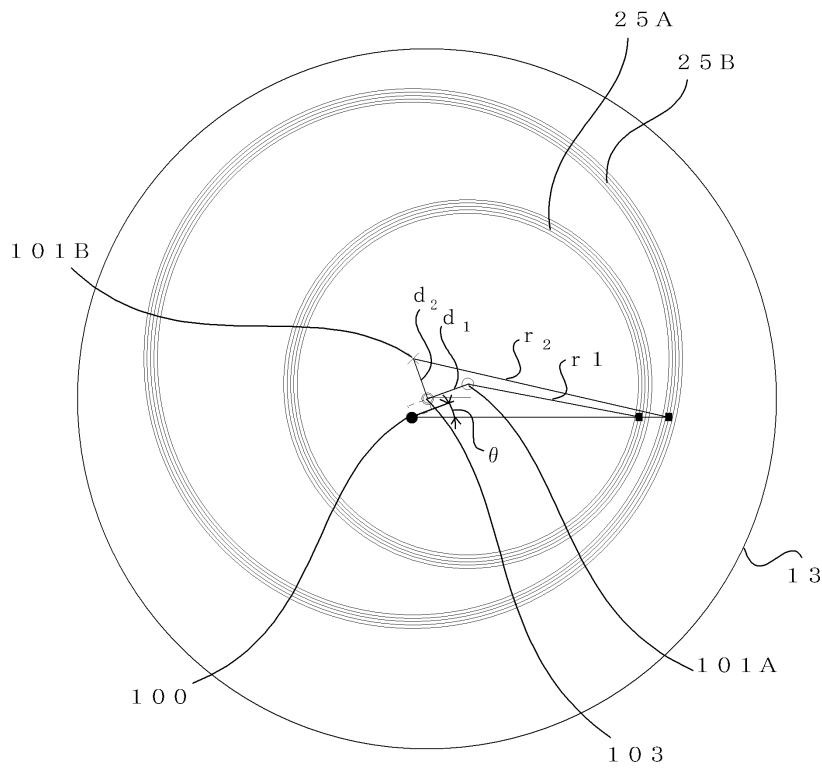
도면17



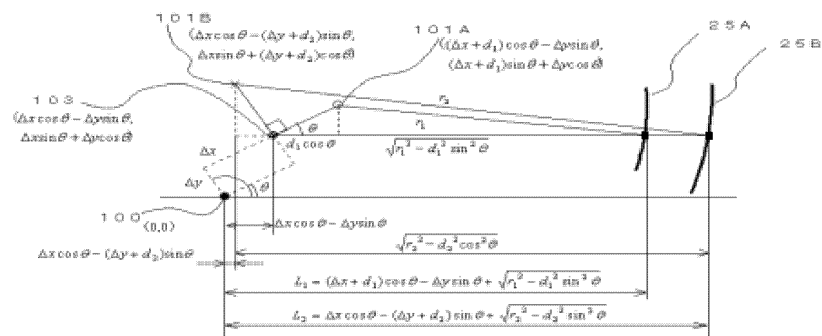
도면18



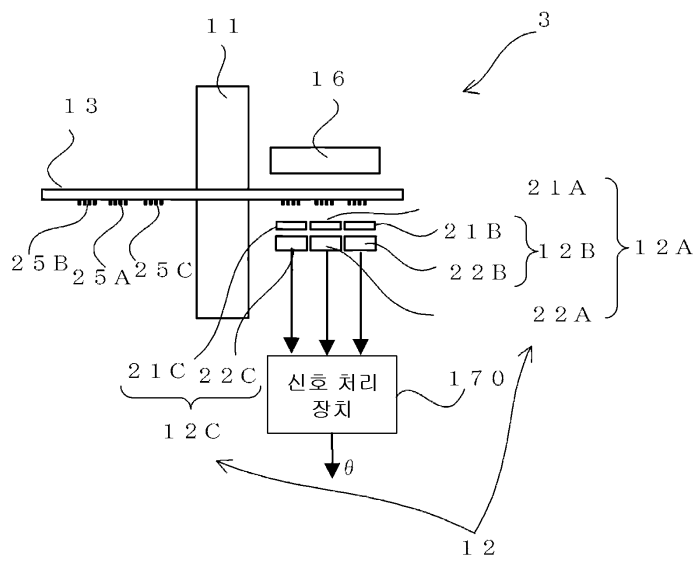
도면19



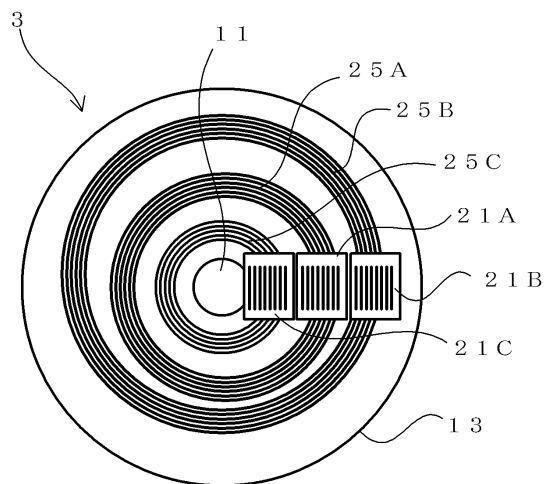
도면20



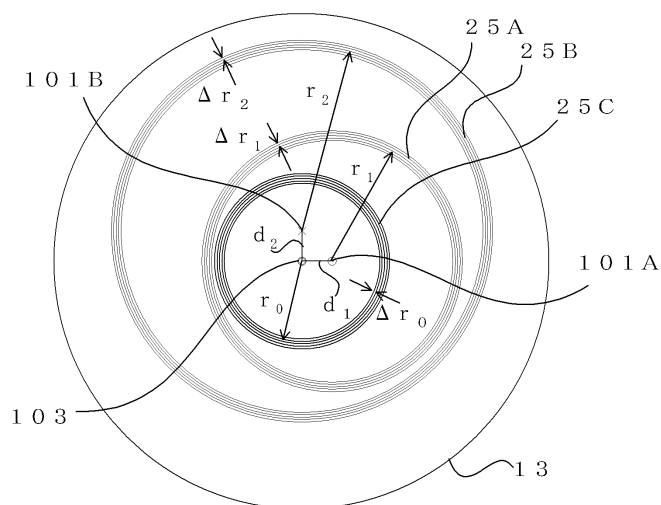
도면21



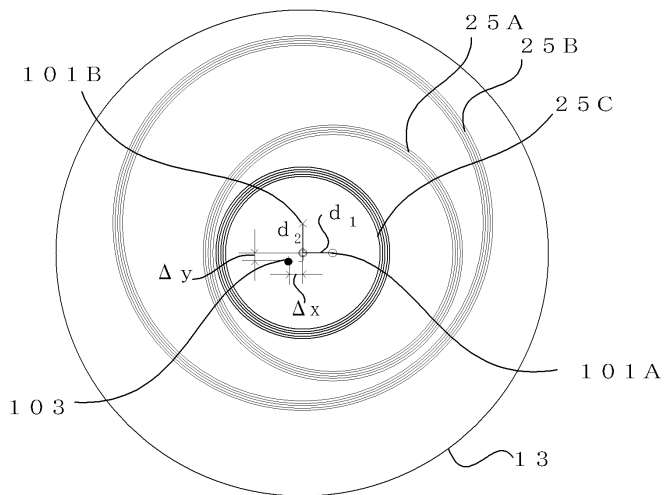
도면22



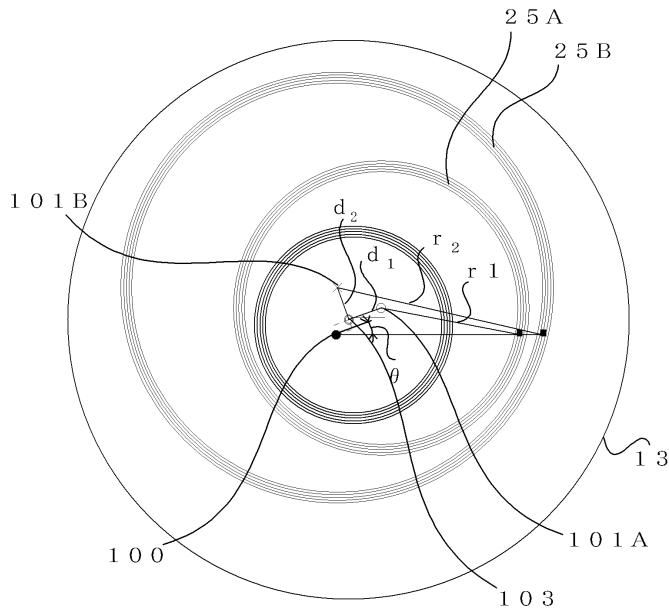
도면23



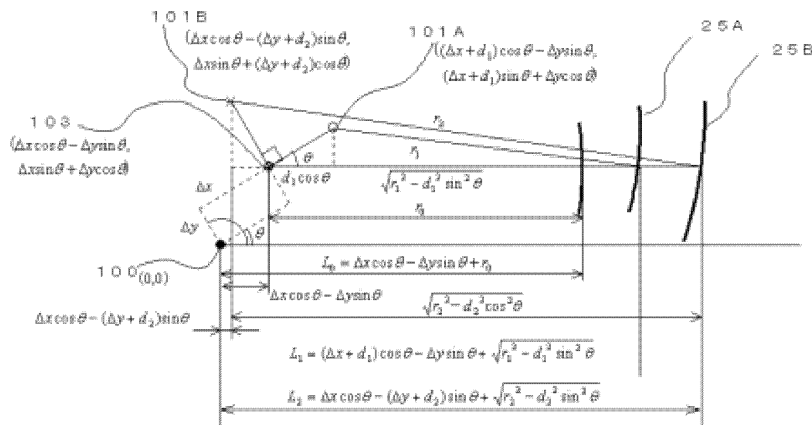
도면24



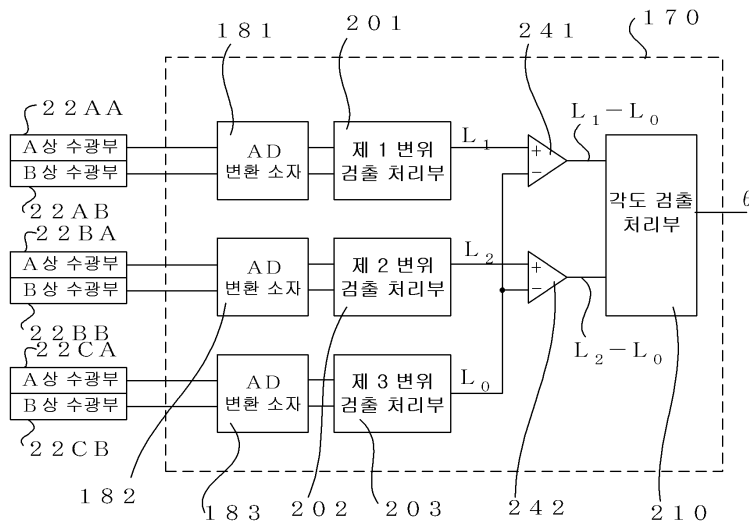
도면25



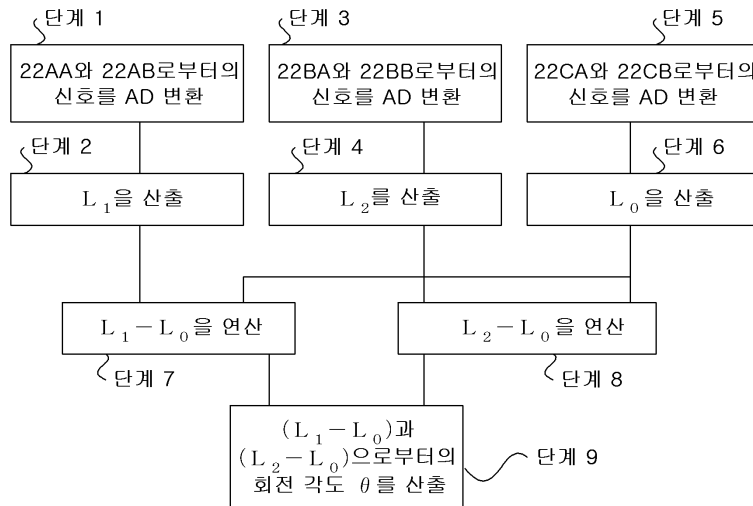
도면26



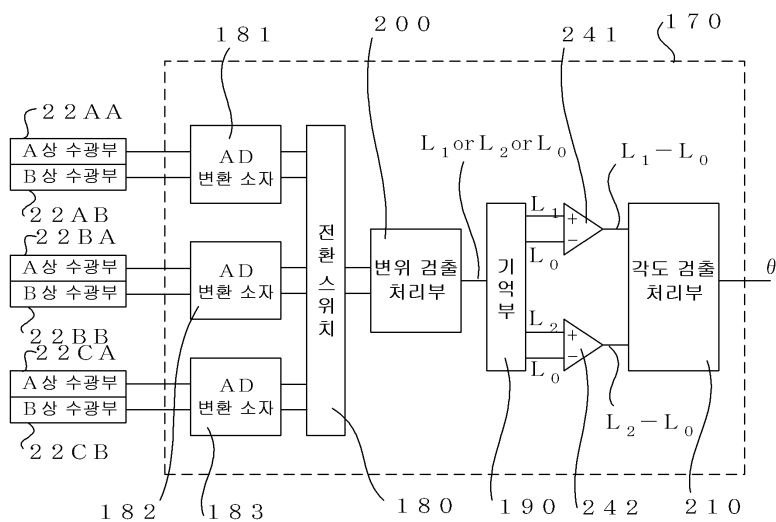
도면27



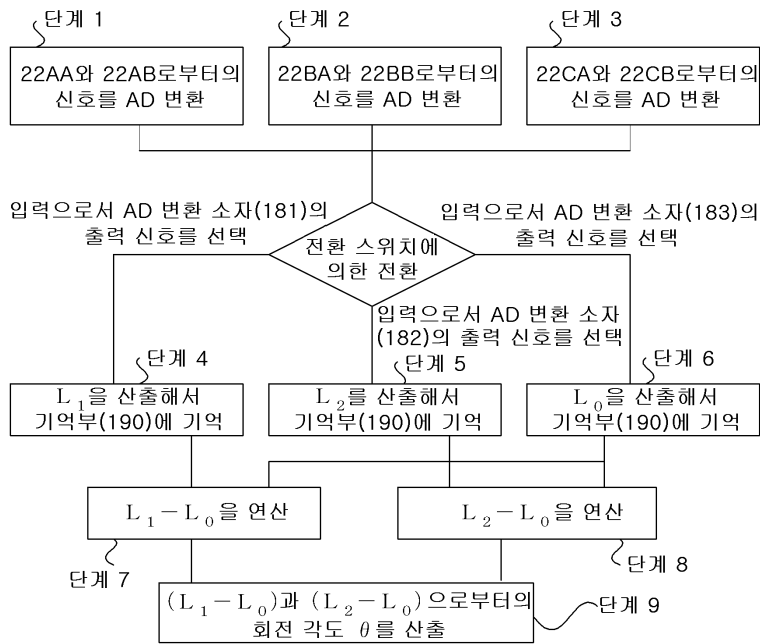
도면28



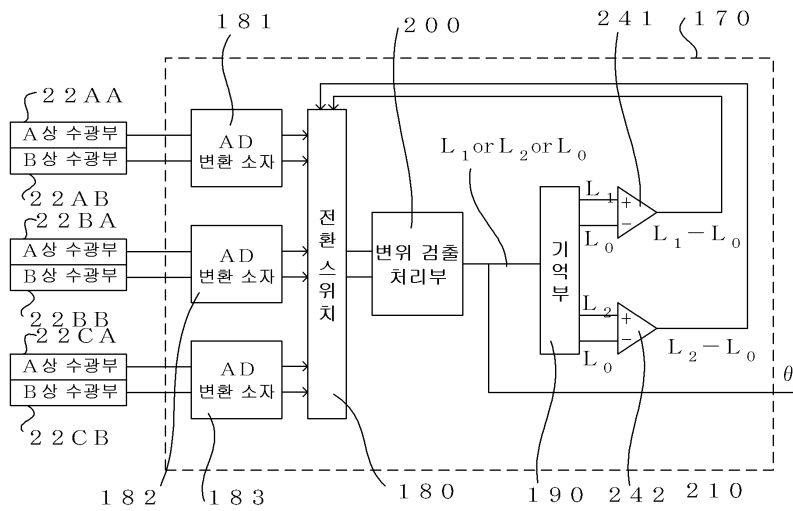
도면29



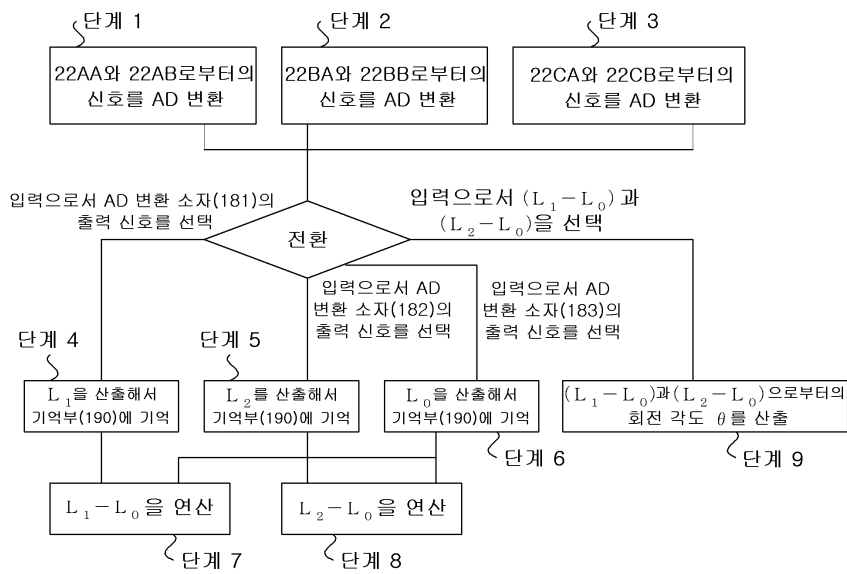
도면30



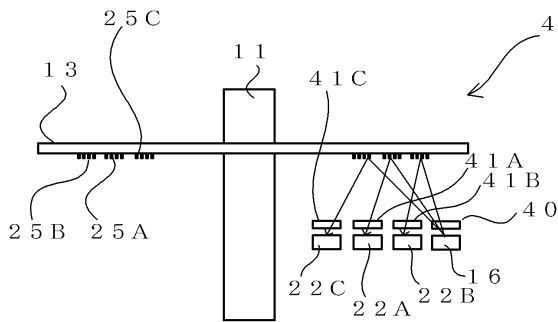
도면31



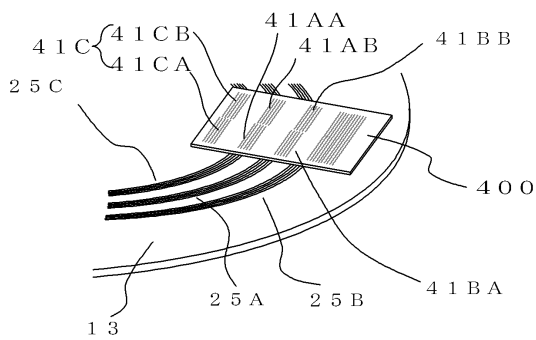
도면32



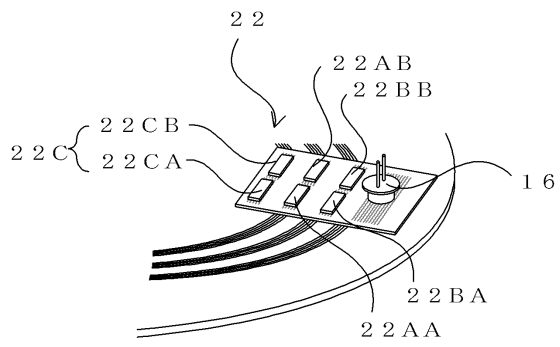
도면33



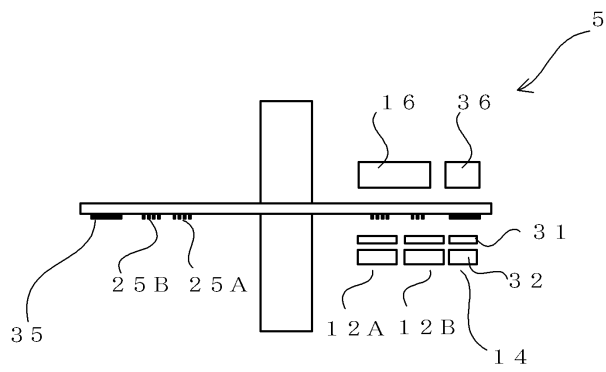
도면34



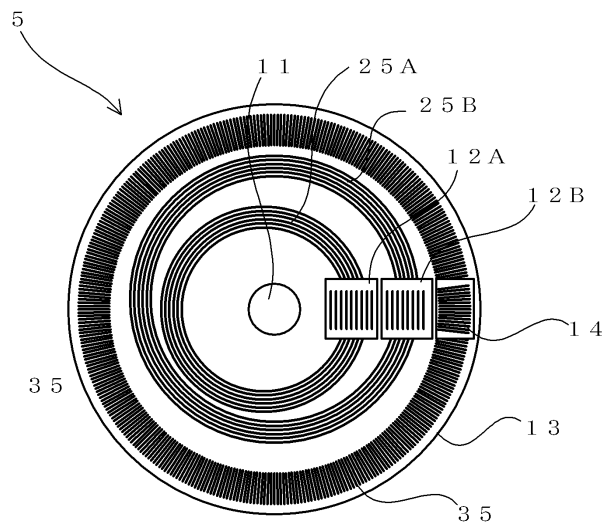
도면35



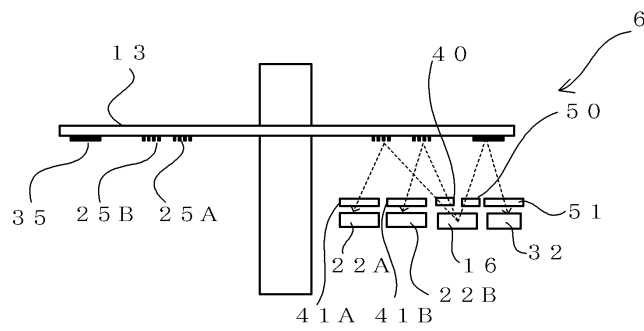
도면36



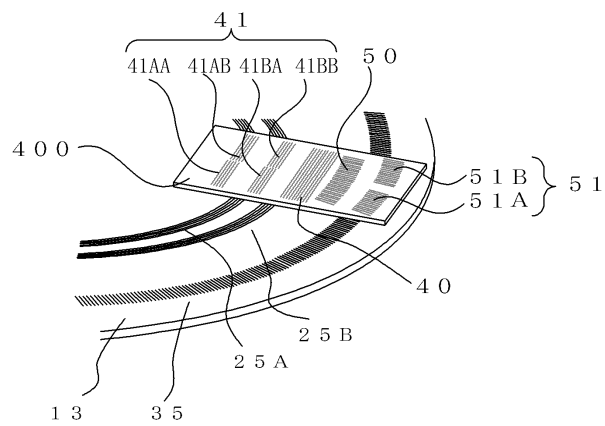
도면37



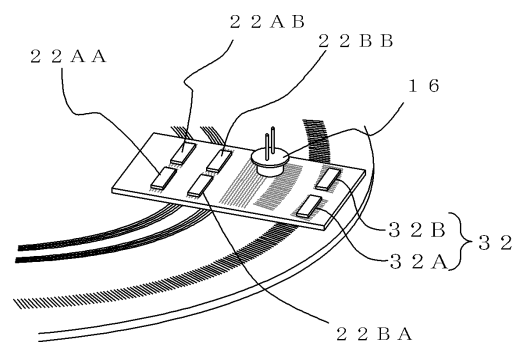
도면38



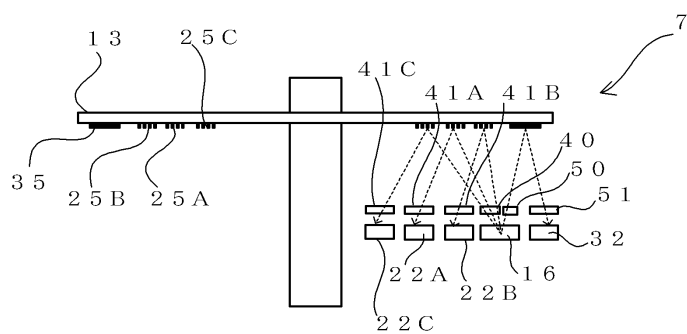
도면39



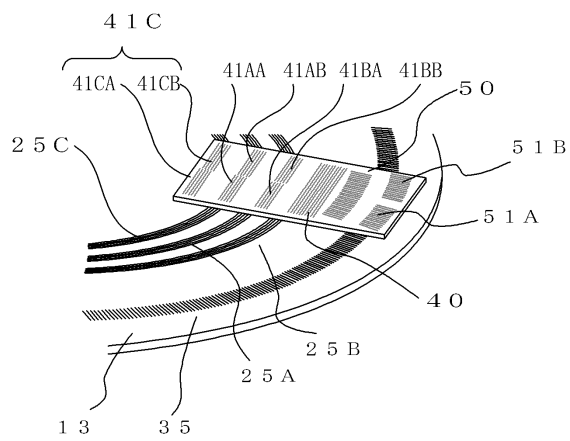
도면40



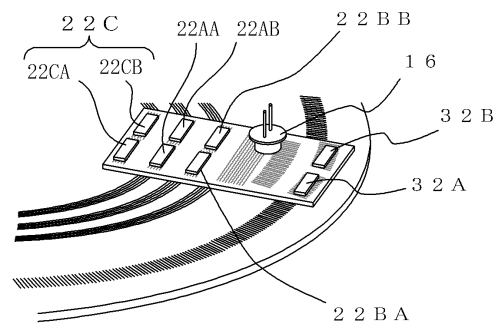
도면41



도면42



도면43



도면44

