



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월07일

(11) 등록번호 10-1392686

(24) 등록일자 2014년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01D 5/26 (2006.01) G01D 5/347 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0016891

(22) 출원일자 2012년02월20일

심사청구일자 2013년02월20일

(65) 공개번호 10-2012-0098435

(43) 공개일자 2012년09월05일

(30) 우선권주장

JP-P-2011-042074 2011년02월28일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP05256665 A

JP2008076064 A

JP2004132972 A

JP2010122214 A

전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자

캐논 가부시끼가이사

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

(72) 발명자

호리구찌 하루히코

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

캐논 가부시끼가이사 내

나구라 치히로

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

캐논 가부시끼가이사 내

(74) 대리인

장수길, 박충범

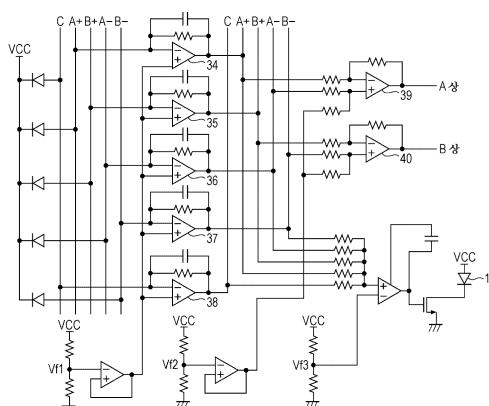
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 광학식 인코더

(57) 요 약

광학식 인코더는 광원과, 광원에 의해 조사되고, 세주기 패턴 및 조주기 패턴을 하나의 트랙 내에 구비하는 스케일과, 광원으로부터 방출된 스케일로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 광 검출기 어레이와, 광 검출기 어레이로부터의 위치 검출 신호를 생성하는 제1 초단 증폭기 유닛을 포함하는 신호 처리 유닛과, 광원의 광량 변동을 제어하기 위해 상기 제1 초단 증폭기 유닛으로부터의 출력 신호를 사용하는 제어 유닛을 포함한다. 광학식 인코더는 세주기 패턴을 검출하기 위해 광 검출기 어레이를 제1 주기로 형성하는 고분해능 검출 모드와, 조주기 패턴을 검출하기 위해 광 검출기 어레이를 제2 주기로 형성하는 저분해능 검출 모드에서 작동할 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

광학식 인코더이며,

광원과,

상기 광원에 의해 조사되고, 측정 방향의 세주기 패턴(fine pitch pattern) 및 조주기 패턴(coarse pitch pattern)을 하나의 트랙 내에 구비하도록 구성된 스케일과,

상기 세주기 패턴 및 상기 조주기 패턴 양자 모두에 사용되고, 상기 광원으로부터 방출된 상기 스케일로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하도록 구성된 광 검출기 어레이와,

상기 광 검출기 어레이로부터의 위치 검출 신호를 생성하도록 구성된 제1 초단 증폭기 유닛을 포함하는 신호 처리 유닛과,

상기 광원의 광량 변동을 제어하기 위해 상기 제1 초단 증폭기 유닛으로부터의 출력 신호를 사용하도록 구성된 제어 유닛을 포함하고,

상기 광학식 인코더는, 상기 세주기 패턴을 검출하기 위해 상기 광 검출기 어레이를 측정 방향으로 제1 주기로 형성하도록 구성된 고분해능 검출 모드와, 상기 조주기 패턴을 검출하기 위해 상기 광 검출기 어레이를 측정 방향으로 제2 주기로 형성하도록 구성된 저분해능 검출 모드에서 작동할 수 있고,

상기 광학식 인코더는, 상기 고분해능 검출 모드 및 상기 저분해능 검출 모드 중 적어도 하나에 있어서, 위치 검출에 사용되지 않은 미사용된 광 검출기가 있는 경우에, 상기 미사용된 광 검출기의 출력을 입력하는 제2 초단 증폭기 유닛을 포함하고,

상기 제어 유닛은, 상기 미사용된 광 검출기가 있는 경우에, 상기 제1 초단 증폭기 유닛 및 상기 제2 초단 증폭기 유닛으로부터의 출력 신호의 합 신호를 기초로 상기 광원의 광량 변동을 제어하는 광학식 인코더.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 초단 증폭기 유닛은, 상기 광 검출기 어레이로부터의 4상 출력에 대응하는 4개의 초단 증폭기 유닛을 포함하는 광학식 인코더.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고분해능 검출 모드 또는 상기 저분해능 검출 모드에 있어서 상기 미사용된 광 검출기가 존재하여, 상기 미사용된 광 검출기의 출력이 상기 제2 초단 증폭기 유닛에 입력되는 광학식 인코더.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고분해능 검출 모드 및 상기 저분해능 검출 모드에 있어서 상기 미사용된 광 검출기가 존재하여, 상기 미사용된 광 검출기의 출력이 상기 제2 초단 증폭기 유닛에 입력되는 광학식 인코더.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 위치의 변위를 검출하는 광학식 인코더에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 측정 대상물의 이동량 및 회전량과 같은 변위를 검출하는 변위 검출 장치로서, 광학식 인코더가 알려져

있다. 광학식 인코더는 광원과, 광원으로부터 방출된 광을 반사 또는 투과하고 광원에 대해 변위가능한 스케일 (scale)과, 스케일로부터 반사된 광 또는 스케일을 통해 투과된 광을 수광하는 광 검출기를 포함한다. 스케일에는 광을 반사하거나 투과하는 패턴이 형성된다. 광 검출기에 의해 수광되는 광량이 스케일의 상대 변위에 의해 변한다. 광 검출기에서 광량의 변화에 의해 발생되는 검출 신호를 기초로 변위가 검출된다.

- [0003] EP2093543에는, 이러한 광학식 인코더가 개시되어 있다. 구체적으로는, 도 9에 도시된 바와 같이, 하나의 트랙 상의 스케일 패턴에 다른 주기를 갖는 복수의 변조를 형성함으로써, 작은 수의 스케일 트랙으로부터 많은 양의 정보를 얻을 수 있는 방법이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 상술된 종래예에 더해서, 본원의 발명자에 의한 연구에 따르면, 복수의 변조 주기를 포함하는 스케일을 통해서 센서 면 상에서 수광되는 상에는, 이하 설명되는 불필요한 공간 주파수 성분이 존재하는 것이 알려져 있다. 구체적으로, 불필요한 공간 주파수 성분은 2개의 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생되는 불필요한 공간 주파수 성분과, 스케일의 투과율 분포 또는 반사율 분포에 포함되는 불필요한 공간 주파수 성분이다. 상술된 영향에 의해, 이상적인 정현파로부터의 오차가 발생한다. 그 결과, 역탄젠트 연산에 의해 정현파를 위치 신호로 변환할 경우에, 위치 검출 오차가 발생하는 문제점이 명백해진다.

- [0005] 고정밀한 위치 검출을 수행하기 위해서는, 센서 면 상에서 수광되는 상에서, 2개의 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생되는 불필요한 공간 주파수 성분과, 스케일의 투과율 분포 또는 반사율 분포에 포함되는 불필요한 공간 주파수 성분을 저감함으로써 검출파의 오차 성분을 저감할 필요가 있다. 도 2는 이러한 문제를 해결하는 방법의 일례로 고려될 수 있는 광학식 인코더의 전체적인 개략 구성을 도시한다. 구체적으로는, 이러한 예는 도 3에 도시된 스케일과 도 6 내지 도 8에 도시된 수광면 배치와 센서 신호 처리 회로를 이용하여 검출 분해능을 절환하고 신호를 취득하는 방법이다. 이러한 방법이 이하 본 발명의 비교예로서 설명될 것이다.

비교예

- [0007] 이러한 방법은 하나의 트랙 내에 세주기 패턴과 조주기 패턴을 포함하는 스케일[예를 들면, 도 3에 도시된 스케일(2)]을 이용하고, 공통 센서로서 작용하는 포토다이오드 어레이를 사용함으로써 세주기 패턴과 조주기 패턴을 검출하도록 검출 분해능을 절환한다. 인코더의 출력 신호가 설명될 것이다. 도 6 및 도 7은 광 검출기 어레이인 포토다이오드 어레이(209)의 수광면의 배치의 일례를 도시한다. 도 6 및 도 7에서, 포토다이오드 어레이(209)에 28개의 포토다이오드가 X축 방향으로 $50 \mu\text{m}$ 주기로 배치된다.

- [0008] 하나의 포토다이오드는 $50 \mu\text{m}$ 의 X방향 폭 X_{pd} , $800 \mu\text{m}$ 의 Y방향 폭 Y_{pd} 를 갖는다. 포토다이오드 어레이(209)의 전체 폭 X_{total} 은 $1400 \mu\text{m}$ 이다. 본 실시예에서는, Y방향 폭 Y_{pd} 가 $800 \mu\text{m}$ 인 경우가 설명될 것이지만, 이에 한정되지 않고, Y_{pd} 가 스케일 트랙(8)의 Y방향 폭 Y_0 의 $2 \times n$ 배(n 은 자연수)일 수도 있다.

- [0009] 각각의 포토다이오드로부터의 출력은 도 6 및 도 7에 도시된 스위치(210) 및 도면에 도시되지 않은 스위치 회로에 의해 절환된다. 각각의 포토다이오드로부터의 출력은 이하에 설명되는 4상 정현파 출력을 생성하기 위해서 후단의 4개의 초단 증폭기 중 1개에 선택적으로 접속된다. 도 8에서, 4개의 초단 증폭기(24, 25, 26, 27)는 IV 변환 증폭기이고, 4개의 초단 증폭기로부터의 출력은 4상 정현파 출력의 $S(A+)$, $S(B+)$, $-S(A-)$ 및 $-S(B-)$ 에 각각 대응한다.

- [0010] 검출 분해능을 절환하기 위한 스위치 회로는 스위치(210)에 외부로부터 신호를 입력함으로써 접속을 절환할 수 있다. 입력 신호가 하이 레벨인 경우에는, 도 6에 도시된 바와 같이, 스케일 패턴 주기 $P=100 \mu\text{m}$ ($200 \mu\text{m}$ 의 반사상 주기)의 검출 주기가 설정된다. 입력 신호가 로우 레벨인 경우에는, 도 7에 도시된 바와 같이, 스케일 패턴 주기 $X_0=700 \mu\text{m}$ ($1400 \mu\text{m}$ 의 반사상 주기)의 검출 주기가 설정된다. 이러한 방식으로, 검출 분해능을 절환 가능한 구조가 사용된다. 스케일의 위치가 광원과 포토다이오드 어레이 사이의 중간 위치에 위치되어서, 포토다이오드 어레이 상의 반사상 주기는 스케일 패턴 주기의 2배이다.

- [0011] 여기서, 도 6에 도시된 바와 같이, $100 \mu\text{m}$ 의 검출 주기에서는, 신호에 관한 포토다이오드의 전체 폭이 $1400 \mu\text{m}$ 이 되고, 이는 스케일 패턴 $700 \mu\text{m}$ 주기($=X_0$)의 변조 성분의 반사상 주기에 대응한다. 도 7에 도시된 바와 같이, $700 \mu\text{m}$ 의 검출 주기에서는, 미사용된 포토다이오드를 남기면서, 각각 4개의 인접하는 포토다이오드가 전기적으로 접속된다. 상기의 기술적 목적은 상세히 후술될 것이다.

- [0012] 검출 주기에 대한 4상 정현파의 상대 위상과 관련하여, S(A+)의 상대 위상이 0도인 경우에, S(B+)의 상대 위상은 +90도이고, S(A-)의 상대 위상은 +180도이고, S(B-)의 상대 위상은 +270도이다. 이들 출력으로부터, 신호 처리 회로(101)에 의해 2상 정현파 신호 S(A) 및 S(B)가 생성되고, 이들 신호에 역탄젠트 연산을 수행함으로써 위상 신호가 얻어진다.
- [0013] $S(A) = S(A+) - S(A-)$
- [0014] $S(B) = S(B+) - S(B-)$
- [0015] (비)교예에 있어서의 APC
- [0016] 여기서, 상기 분해능 절환 구성을 포함하는 비교예에서는, 도 8에 도시된 센서 신호 처리 회로 유닛이 제공되어, 광원의 광량을 제어하는 APC(automatic power control)를 수행한다. 구체적으로는, 4상 정현파 출력을 형성하기 위한 4개의 초단 증폭기(24, 25, 26, 27)가 APC 제어 신호를 생성하는데 또한 사용된다.
- [0017] 도 8에 도시된 신호 처리 회로에서는, 위치를 검출하기 위해 4상 정현파 출력 S(A+), S(B+), S(A-) 및 S(B-)가 A상 차동 증폭기(29) 및 B상 차동 증폭기(30)를 통해서 연산되고, 2상 정현파 신호 S(A) 및 S(B)가 얻어진다. 이 때, 검출 분해능의 절환 후에 4상 정현파 출력을 생성하는데 사용되지 않은 포토다이오드는 GND(그라운드)에 접속된다(도 8). 광원의 광량을 제어하기 위한 APC는 기본적으로 4개의 IV 변환 증폭기(24, 25, 26, 27)로부터의 출력을 이용해서 수행된다.
- [0018] 이러한 구성에서, 검출 분해능의 절환에 의해 4상 정현파를 출력하는데 사용되는 포토다이오드의 개수가 변해서, APC를 수행하는데 사용되는 포토다이오드의 개수가 변한다. 그 결과, 검출 분해능의 절환에 의해 광원의 광량이 변한다.
- [0019] 따라서, 후술된 바와 같은 문제점이 존재한다. 우선, 검출 분해능의 절환 후에 광원의 광량이 감소하는 경우에는, APC 응답까지 일시적으로 2상 정현파(A상 및 B상)의 진폭이 원하는 값보다 커져서, 신호 진폭이 포화할 위험이 있다. 한편, 검출 분해능의 절환 후에 광원의 광량이 증가할 경우에는, APC 응답까지 일시적으로 2상 정현파(A상 및 B상)의 진폭이 원하는 값에 도달하지 않는다.
- [0020] 또한, 검출 분해능의 절환 후에 신호의 진폭이 포화하지 않는 레벨까지 신호의 진폭이 억제되면, 검출 분해능의 절환 후에 광원의 광량이 증가하는 경우에, APC 응답 후에 신호의 진폭이 충분히 커질 수 없어서, 높은 S/N을 얻는 것이 곤란하다. 상술된 바와 같이, 검출 분해능의 절환으로 인해 APC를 수행하는데 이용되는 포토다이오드의 개수가 변하는 경우에, 즉 APC 변화에 의해 광량이 제어되는 경우에, 검출 분해능의 절환 후에 신호의 진폭이 포화하거나 넓은 다이내믹 레인지(dynamic range)를 확보하기 위한 S/N이 저하할 수도 있어서, 위치 검출 오차가 발생할 수도 있다. 따라서, 분해능의 절환 전후에 분해능을 다양하게 사용하는 위치 검출을, 고정밀도로 수행하는 것이 곤란하다고 하는 문제가 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 본 발명은, 광원과, 광원에 의해 조사되고, 측정 방향의 세주기 패턴(fine pitch pattern) 및 조주기 패턴(coarse pitch pattern)을 하나의 트랙 내에 구비하는 스케일과, 세주기 패턴 및 조주기 패턴 양자 모두에 사용되고, 광원으로부터 방출된 스케일로부터의 투과광 또는 반사광을 검출하는 광 검출기 어레이와, 광 검출기 어레이로부터의 위치 검출 신호와, 세주기 패턴을 검출하기 위해 측정 방향으로 제1 주기로 광 검출기 어레이를 형성하는 고분해능 검출 모드와, 조주기 패턴을 검출하기 위해 측정 방향으로 제2 주기로 광 검출기 어레이를 형성하는 저분해능 검출 모드를 생성하는 제1 초단 증폭기 유닛을 포함하는 신호 처리 유닛과, 광원의 광량 변동을 제어하기 위해 상기 제1 초단 증폭기 유닛으로부터의 출력 신호를 사용하는 제어 유닛을 포함한다. 제어 유닛은 고분해능 검출 모드 및 저분해능 검출 중 적어도 하나에 있어서, 위치 검출에 사용되지 않은 미사용된 광 검출기가 있는 경우에, 미사용된 광 검출기의 출력을 입력하는 제2 초단 증폭기 유닛을 포함하고, 제어 유닛은, 미사용된 광 검출기가 있는 경우에, 제1 초단 증폭기 유닛 및 제2 초단 증폭기 유닛으로부터의 출력 신호의 합 신호를 기초로 광원의 광량 변동을 제어한다.
- [0022] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부된 도면을 참조하여 이하 예시적인 실시예로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 센서의 신호 처리 회로 유닛의 설명도.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광학식 인코더의 구성을 도시한 개략도.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 스케일 트랙의 구성을 설명하는 평면도.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 고분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이의 수광면의 배치를 도시하는 평면도.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 저분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이의 수광면의 배치를 도시하는 평면도.

도 6은 비교예에 따른 고분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이의 수광면의 배치를 도시하는 평면도.

도 7은 비교예에 따른 저분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이의 수광면 배치를 도시하는 평면도.

도 8은 비교예에 따른 센서의 신호 처리 회로 유닛의 설명도.

도 9는 종래 기술을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

따라서, 본 발명은 상기 문제점을 감안하여, 분해능 변화에 의해 위치 검출 신호를 생성하는데 사용되지 않은 광 검출기가 존재하더라도, 광원의 광량의 변동을 억제할 수 있는 광학식 인코더를 제공한다.

[0025]

(제1 실시예)

[0026]

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광학식 인코더의 구성을 도시한다. 인코더의 측정 방향은 지면과 수직이다. 인코더는 가동부에 부착되는 스케일(2)과 고정부에 부착되는 센서 유닛(7)을 포함한다. 센서 유닛(7)은 LED를 포함하는 광원(1)과, 광 검출기 어레이인 포토다이오드 어레이(9)를 포함하는 광 검출기(3)와, 신호 처리 회로 유닛을 내장한 포토 IC칩을 포함하는 반도체 소자를 포함한다. 센서 유닛(7)은 상기 구성요소가 장착된 인쇄회로 기판(4)이 동일 패키지 내에 설치되고 발광 유닛 및 수광 유닛이 일체로 통합되는 센서 유닛이다.

[0027]

스케일(2)은 유리 기판 상에 크롬 반사막을 패터닝하여 얻어지는 스케일 트랙(8)을 포함한다. 센서 유닛(7) 내의 광원(1)으로부터 방출된 발산 광속은 스케일(2) 상의 스케일 트랙(8)에 조사된다. 하나의 트랙 내에 세주기 패턴과 조주기 패턴을 포함하는 스케일 트랙(8)으로부터 반사된 광속은, 세주기 패턴과 조주기 패턴 양자 모두를 검출하는데 사용되는 포토다이오드 어레이(9)를 향한다. 여기서, (반사막 영역이 형성되는 주기 또는 반사막 영역 사이의 거리로 가정될 수도 있는) 세주기 패턴의 주기는 조주기 패턴의 주기보다 짧아야 한다. 양호하게는, 조 주기 패턴의 주기가 세주기 패턴의 주기의 3배 이상(보다 양호하게는 5배 이상)이 되는 것이 바람직하다.

[0028]

광원(1)과 포토다이오드 어레이(9)는 스케일 트랙(8)의 평면과 평행한 동일 평면 상에 있다. 광원(1)으로부터 방출된 광속은 스케일 트랙(8)에 의해 반사되어, 포토다이오드 어레이(9)에 도달한다. 즉, 광원(1)으로부터 포토다이오드 어레이(9)까지의 광로의 중간 위치에 스케일 트랙(8)이 위치된다. 그에 의해, 스케일 트랙(8)의 반사율 분포가 2배 확대된 상으로 포토다이오드 어레이(9) 상에 광속이 수광된다. 포토다이오드 어레이(9)에 의해 수광된 반사 광속은 전기 신호로 변환되고, 인코더 신호로서 도 2에 도시되는 신호 처리 회로(101)로 송신된다. 신호 처리 회로(101)는 센서 유닛(7)에 의해 얻어진 인코더 신호의 내삽 처리를 수행하고, 기억 장치(102)로부터 그리고 기억 장치(102)로 신호를 판독 및 기입하고, 위치 신호를 출력한다.

[0029]

(세주기 패턴과 조주기 패턴을 포함하는 스케일)

[0030]

도 3은 하나의 트랙 내에 세주기 패턴과 조주기 패턴을 포함하는 스케일(2)의 스케일 트랙(8)의 일부의 확대도를 도시한다. 스케일 트랙(8)은 단위 블록 패턴(10)이 측정 방향인 이동 방향(X축 방향)과, 이동 방향에 수직한 방향(Y축 방향)으로 각각 주기적으로 배치된 패턴을 갖는다. 스케일 트랙(8)의 단위 블록 패턴(10)은 700 μ m의 X방향 폭 X0 및 50 μ m의 Y방향 폭 Y0을 갖는다.

[0031]

단위 블록 패턴(10)은 세주기 패턴으로서 50 μ m의 X방향 폭을 갖는 패턴이 100 μ m의 주기 P로 규칙적인 간격으로 배치된 패턴 열의 영역(영역 A)과, 패턴이 조주기 패턴으로서 700 μ m의 주기로 배치된 변조 패턴 열의 영역(영역 B)을 포함한다. 영역 A 및 영역 B는 Y축 방향으로 25 μ m의 동일한 폭을 갖는다.

[0032]

영역 A는 Y 방향으로 모두 12.5 μ m의 높이를 갖는 2개 영역으로 추가로 분할되고, 패턴 열은 단위 블록 패턴의 중심 기준선에 대하여 X축 방향으로 각각 \pm (100/12) μ m만큼 서로 시프트된다. 상술된 구성을 사용함으로써,

스케일 반사 상의 강도 분포는 센서의 수광면 영역에서 적분되어서, $100\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 3배 주기 성분이 취소되고, 이상적인 정현파로부터의 왜곡이 억제된다. 본 실시예에서는, 3배 주기 성분만이 억제되지만, 이에 한정되지 않고, 다른 주기 성분을 취소하기 위해서 다단의 시프트 또는 연속적인 시프트를 사용할 수 있다.

[0033] 영역 B에서, $50\text{ }\mu\text{m}$ 의 X방향 폭을 각각 갖는 11개의 반사 패턴이 열을 지어 배치된다. Y축 방향으로의 반사 패턴의 폭은 다음과 같다: $W1=5\text{ }\mu\text{m}$, $W2=9\text{ }\mu\text{m}$, $W3=16\text{ }\mu\text{m}$, $W4=20\text{ }\mu\text{m}$, $W5=25\text{ }\mu\text{m}$, $W6=25\text{ }\mu\text{m}$, $W7=25\text{ }\mu\text{m}$, $W8=20\text{ }\mu\text{m}$, $W9=16\text{ }\mu\text{m}$, $W10=9\text{ }\mu\text{m}$ 및 $W11=5\text{ }\mu\text{m}$ 이다.

[0034] 본 실시예에서는, 스케일 패턴으로서, 영역 A가 $100\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 패턴을 갖고, 영역 B가 $700\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 패턴을 갖는 경우가 설명되지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 구체적으로는, 불필요한 주기 성분을 취소하기 위해서 2개의 영역의 패턴의 주기의 비가 1의 홀수배이어야 한다.

[0035] (검출 분해능을 절환할 수 있는 포토다이오드 어레이 및 신호 처리 회로)

[0036] 다음으로, 도 1, 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 실시예의 검출 분해능의 절환과, 신호 처리 회로가 설명될 것이다. 도 1은 본 실시예에 따른 센서의 신호 처리 회로 유닛을 설명하는 도면이다. 도 4는 세주기 패턴을 검출하는 고분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이(9)의 수광면의 배치를 도시한다. 도 5는 조주기 패턴을 검출하는 저분해능 검출 모드에서의 포토다이오드 어레이(9)의 수광면의 배치를 도시한다.

[0037] 도 6 및 도 7에서와 동일한 방식으로, 도 4 및 도 5에 도시된 포토다이오드 어레이(9)는 X축 방향으로 $50\text{ }\mu\text{m}$ 주기로 열을 지은 28개의 포토다이오드를 갖는다. 하나의 포토다이오드는 $50\text{ }\mu\text{m}$ 의 X방향 폭 X_{pd} 및 $800\text{ }\mu\text{m}$ 의 Y 방향 폭 Y_{pd} 를 갖는다. 포토다이오드 어레이(9)의 전체 폭 X_{total} 은 $1400\text{ }\mu\text{m}$ 이다. 각각의 포토다이오드로부터의 출력은 도 4 및 도 5에 도시된 스위치(10)와, 도면에 도시되지 않고 후단의 4개의 초단 증폭기 중 하나에 선택적으로 접속되는 스위치 회로에 의해 절환된다.

[0038] 4개의 초단 증폭기로부터의 출력은 4상 출력의 $S(A+)$, $S(B+)$, $S(A-)$ 및 $S(B-)$ 에 각각 대응한다. 4상 정현파 출력을 이용하는 이유는, 직류 성분이 제거되고 진폭이 2배가 되는 신호를 얻고, 이동 방향을 판별할 수 있도록 하기 위해서이다.

[0039] 여기서, 세주기 패턴을 검출하는 포토다이오드 어레이의 측정 방향으로의 전체 수광 폭은, 조주기 패턴을 검출하고 조주기 패턴의 주기에 대응하는 포토다이오드 어레이의 측정 방향에서의 수광 폭의 정수배(여기서는 1배인 $1400\text{ }\mu\text{m}$)로 설정된다. 여기서, 조주기 패턴을 검출하는 측정 방향으로의 수광 폭은, 세주기 패턴을 검출하고 스케일의 세주기 패턴의 주기에 대응하는 포토다이오드 어레이의 측정 방향으로의 각각의 수광 폭의 정수배(여기서 1배인 $200\text{ }\mu\text{m}$)로 설정된다.

[0040] (분해능의 절환)

[0041] 스위치 회로에 대한 입력이 하이 레벨인 경우에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 고분해능 검출 모드가 설정되고 스케일 패턴 $100\text{ }\mu\text{m}$ 에 대한 검출 주기(제1 주기: $200\text{ }\mu\text{m}$ 의 반사상 주기)가 설정된다. 한편, 스위치 회로에 대한 입력이 도 5에 도시된 바와 같이 로우 레벨인 경우에, 저분해능 검출 모드가 설정되고 스케일 패턴 $700\text{ }\mu\text{m}$ 에 대하여 검출 주기(제2 주기: $1400\text{ }\mu\text{m}$ 의 반사상 주기)가 설정된다.

[0042] (저분해능 검출 모드)

[0043] 저분해능 검출 모드에서의 $700\text{ }\mu\text{m}$ 의 검출 주기에서는, 각각 4개의 인접하는 포토다이오드가 전기적으로 접속된다. 그에 의해, 도 5의 각각의 $A+$, $B+$, $A-$ 및 $B-$ 의 출력이 $100\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 스케일 패턴의 변조 성분의 반사상 주기에 대응하는 $200\text{ }\mu\text{m}$ 의 폭에서 가산되어서, $100\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 변조 성분이 출력에 미치는 영향을 저감할 수 있다.

[0044] 저분해능 검출 모드 동안 위치를 검출하는데 사용되지 않은 포토다이오드 어레이(9)의 미사용된 센서의 출력은 초단 증폭기로 입력되지 않는다.

[0045] (고분해능 검출 모드)

[0046] 고분해능 검출 모드에서의 $100\text{ }\mu\text{m}$ 의 검출 주기에서는, 신호에 관한 포토다이오드의 전체 폭이 $1400\text{ }\mu\text{m}$ 가 되고, 이는 $700\text{ }\mu\text{m}$ 의 스케일 패턴의 변조 성분의 반사상 주기에 대응한다. 따라서, $700\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 변조 성분에 의해 변하는 출력 진폭의 변동 영향을 저감할 수 있다. 그에 의해, 도 4에 개별적으로 배치되는 각각의 $A+$, $B+$, $A-$ 및 $B-$ 의 출력은 $700\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 스케일 패턴의 변조 성분의 반사상 주기에 대응하는 $1400\text{ }\mu\text{m}$ 의 범위에서 가산되어서, $700\text{ }\mu\text{m}$ 주기의 변조 성분이 출력에 미치는 영향을 저감할 수 있다.

[0047] (위상 신호의 형성)

[0048] 도 1에 도시된 바와 같이, 4상 정현파 출력 $S(A+)$, $S(B+)$, $S(A-)$ 및 $S(B-)$ 의 위치 검출 신호를 형성하는데 사용되는 초단 증폭기(제1 초단 증폭기)로서, 4개의 IV 변환 증폭기(34, 35, 36, 37)가 형성된다. 검출 주기에 대한 4상 정현파의 상대 위상과 관련하여, $S(A+)$ 의 상대 위상이 0도이면, $S(B+)$ 의 상대 위상은 +90도이고, $S(A-)$ 의 상대 위상은 +180도이고, $S(B-)$ 의 상대 위상은 +270도이다. 도 2에 도시된 신호 처리 회로(101)에서 이들 출력에 대해 이하의 연산이 수행된다.

[0049] $S(A) = S(A+) - S(A-)$

[0050] $S(B) = S(B+) - S(B-)$

[0051] 상기의 연산을 수행하여, 직류 성분이 제거된 2상 정현파 신호 $S(A)$ 및 $S(B)$ 가 형성되고, 이들 신호에 역탄젠트 연산을 추가로 수행하여 위상 신호가 얻어진다.

[0052] (각 주파수 성분의 발생 메카니즘과 불필요한 성분의 제거)

[0053] 여기서, 각 주파수 성분의 발생 메카니즘과 불필요한 성분의 제거에 대해서 설명될 것이다. 스케일 패턴으로부터의 회절 각도 분포는 반사율 분포의 푸리에 변환에 의해 얻어진다. 본 실시예의 스케일 트랙(8)에서는, 측정 방향(X방향)으로의 반사율의 분포가 일정 진폭의 $100 \mu\text{m}$ 주기의 반사율 변조와 일정 진폭의 $700 \mu\text{m}$ 주기의 반사율 변조의 합이다. 그에 의해, 주요한 회절 성분은 0차 광파, 조주기($700 \mu\text{m}$ 주기)에 의한 ±1차 회절광파, 세주기($100 \mu\text{m}$ 주기)에 의한 ±1차 회절광인 5개 성분으로 형성된다.

[0054] 이들 회절 광선과 관련하여, 회절 광선 간의 간섭에 의한 간섭 출무늬의 공간 주파수는, 서로 간섭하는 회절 광선의 회절 각도 간의 차분에 의해 결정된다. 조주기가 세주기의 7배이어서, 세주기의 회절 각도는 조주기의 회절 각도의 7배이다. 그에 의해, 조주기의 2배 확대 상의 공간 주파수를 1f(1f의 공간 주파수 성분은, 0차 광파 조주기에 의한 ±1차 회절광 간의 간섭에 의해 발생됨)라고 하면, 0차 광파 세주기에 의한 ±1차 회절광 간의 간섭에 의해 7f의 공간 주파수 성분이 발생된다.

[0055] 검출되어야 할 1f의 공간 주파수 성분과 7f의 공간 주파수 성분 이외에, 불필요한 공간 주파수 성분 2f, 6f, 8f 및 14f가 발생된다. 구체적으로는, 공간 주파수 성분 2f는 조주기에 의한 ±1차 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생되고, 공간 주파수 성분 6f는 세주기에 의한 +1차(-1차) 회절 광선과 조주기에 의한 +1차(-1차) 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생된다. 공간 주파수 성분 8f는 세주기에 의한 +1차(-1차) 회절 광선과 조주기에 의한 -1차(+1차) 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생되고, 공간 주파수 성분 14f는 세주기에 의한 ±1차 회절 광선 간의 간섭에 의해 발생된다.

[0056] 저분해능 검출 모드에서는, 스케일로부터 반사된 회절상에 포함되는 공간 주파수 성분과 관련하여, 후술된 바와 같이 불필요한 주파수 성분은 저감되고 공간 주파수 성분 1f만이 존재하는 거의 이상적인 정현파가 얻어질 수 있다. 불필요한 성분의 제거는 후술된 바와 같이 수행된다. 저분해능 검출 모드에서는, 4개의 인접하는 포토다이오드(도 5의 $A+$, $B+$, $A-$ 및 $B-$)의 출력이 가산된다. 구체적으로는, $100 \mu\text{m}$ 주기의 스케일 패턴의 변조 성분의 반사상 주기에 대응하는 $200 \mu\text{m}$ 의 폭의 출력이 가산되어서, $100 \mu\text{m}$ 주기의 변조 성분이 출력에 미치는 영향을 저감할 수 있다. 그에 의해, 불필요한 주파수 성분 7f가 제거될 수 있다.

[0057] 또한, 불필요한 주파수 성분 2f, 6f, 8f 및 14f와 같은 짹수차 성분은 센서 어레이에 접속되는 신호 처리 회로에 의한 $S(A) = S(A+) - S(A-)$ 의 연산에 의해 제거된다. 그 결과, 불필요한 주파수 성분은 제거되고, 1f의 거의 이상적인 정현파를 얻을 수 있다.

[0058] 고분해능 검출 모드에서의 도 4의 각각의 $A+$, $B+$, $A-$ 및 $B-$ 의 7개의 개별 포토다이오드의 출력이 가산된다. 구체적으로는, $700 \mu\text{m}$ 주기의 스케일 패턴의 변조 성분의 반사상 주기에 대응하는 $1400 \mu\text{m}$ 의 범위에서 각각의 $A+$, $B+$, $A-$ 및 $B-$ 의 출력이 가산되어서, $700 \mu\text{m}$ 주기의 변조 성분이 출력에 미치는 영향을 저감할 수 있다. 그에 의해, 불필요한 주파수 성분 1f가 제거될 수 있다.

[0059] 또한, 불필요한 주파수 성분 2f, 6f, 8f 및 14f와 같은 짹수차 성분은 센서 어레이에 접속되는 신호 처리 회로에 의한 $S(A) = S(A+) - S(A-)$ 의 연산에 의해 제거된다. 그 결과, 불필요한 주파수 성분은 제거되고, 7f의 거의 이상적인 정현파를 얻을 수 있다.

[0060] (APC 제어)

[0061] 스케일(2) 상의 스케일 트랙(8)을 조사하는 광원(1)의 광량 변동은 포토다이오드 어레이(9)의 출력의 합이 항상

일정해지도록 APC(automatic power control)제어 회로에 의해 제어된다. 여기서, APC 제어 회로는 위치를 검출하는 IV 변환 증폭기(34, 35, 36, 37)를 제1 초단 증폭기 유닛으로서 사용하고 IV 변환 증폭기로부터의 출력 신호를 사용한다. 구체적으로는, IV 변환 증폭기(34, 35, 36, 37)는 위치 검출 및 광원의 광량 제어 양자 모두에 사용되는 증폭 유닛이다. APC제어 회로에서는, 위치 검출에 사용되는 포토다이오드 어레이(9)의 소자로부터의 출력이 모두 초단 증폭기 유닛으로 입력되고 광원의 광량이 제어된다.

[0062] 여기서, 고분해능 검출 모드 및/또는 저분해능 검출 모드에서는, 위치 검출에 사용되지 않은 미사용된 광 검출기가 존재할 수도 있다. 이 경우에, 미사용된 광 검출기가 존재하면, 위치 검출에 사용되는 포토다이오드 어레이(9)의 소자로부터의 출력의 합이 감소된다. 미사용된 광 검출기는 상술된 바와 같이 저분해능 검출 모드에서 발생된다. 또한, 미사용된 광 검출기가 고분해능 검출 모드에서만 발생되는 경우와, 미사용된 광 검출기가 고분해능 검출 모드 및 저분해능 검출 모드 양자 모두에서 발생되는 경우가 존재한다.

[0063] 후자의 경우의 일례는, 도 4에서 28개의 광 검출기 중, 좌측으로부터 1번째 소자, 6번째 내지 8번째 소자, 13번째 내지 15번째 소자, 20번째 내지 22번째 소자, 27번째 내지 28번째 소자가 미사용된 광 검출기로 설정되는 것으로, 이는 도 5의 배치와 유사한 배치인 경우이다.

[0064] 전자의 경우의 일례는, 도 4에서 28개의 광 검출기 중, 좌측으로부터 A+상의 3번째, 11번째 및 19번째 소자, B+상의 5번째, 13번째 및 21번째 소자, A-상의 7번째, 15번째 및 23번째 소자, B-상의 9번째, 17번째 및 25번째 소자가 위치를 검출하는데 사용되는 광 검출기로 설정되고 상기 이외의 광 검출기가 미사용된 광 검출기로 설정되는 경우이다.

[0065] 따라서, 본 실시예에서는, 제1 초단 증폭기인 4개의 IV 변환 증폭기(34, 35, 36, 37) 이외에, 제2 초단 증폭기로서 제5 초단 증폭기인 IV 변환 증폭기(38)가 제공된다. 검출 분해능의 절환 후에 4상 정현파 출력을 생성하는데 사용되지 않은 포토다이오드가 제5 초단 증폭기인 IV 변환 증폭기(38)에 접속된다.

[0066] 그에 의해, 스위치 회로에 외부 신호를 입력함으로써 검출 분해능을 절환하는 경우에, 4상 정현파 출력 S(A+), S(B+), S(A-) 및 S(B-)와 함께, 제5 IV 변환 증폭기로부터의 S(C)가 출력된다. 5개의 IV 변환 증폭기를 통해 제1 초단 증폭기 유닛 및 제2 초단 증폭기 유닛으로부터 출력된 출력[S(A+), S(B+), S(A-), S(B-), S(C)] 모두의 합 신호를 이용해서 광원(1)의 APC(automatic power control)가 수행된다. 그에 의해, 분해능 절환 전후의 광원의 광량의 변동을 방지할 수 있다.

[0067] 상술된 바와 같이, 분해능 변화에 의해 위치 검출 신호를 생성하는데 사용되지 않은 포토다이오드가 존재하더라도, 모든 포토다이오드에 의해 수광된 광량을 전달하는 신호의 합 신호를 사용하여 항상 APC(automatic power control)를 수행할 수 있다. 따라서, 분해능 절환 시 광원의 광량의 변동을 방지할 수 있다. 그 결과, 광원 특성의 장기간 변동을 안정하게 하는 APC에 의해 원래 달성되어야 할 광원의 광량의 안정성을 유지하면서, 분해능을 절환한 후에 분해능에서 검출 신호를 APC 응답 시간에 의존하지 않고 고속으로 고정밀도로 취득할 수 있다. 또한, 분해능의 절환 전후에 분해능을 다양하게 사용하는 위치 검출을 APC 응답 시간에 의존하지 않고 고속으로 고정밀도로 수행할 수 있다.

[0068] (변형예)

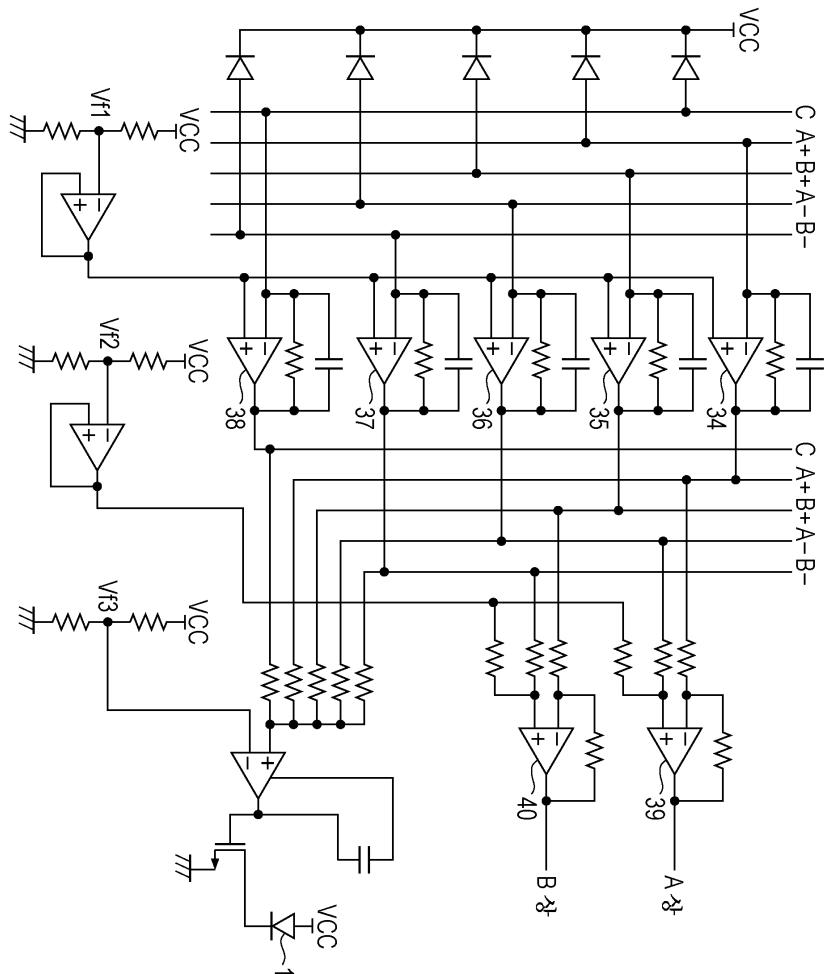
[0069] 상기의 설명에서, 스케일로부터 반사된 광은 포토다이오드 어레이에 의해 검출된다고 했지만, 반사광 대신에 스케일로부터의 투과광이 검출될 수도 있다. 또한, 본 발명의 기술 사상 내에서 상기 실시예에서 설명된 기술 사항을 적절히 조합할 수도 있다.

[0070] 본 발명에 따르면, 분해능 변화에 의해 위치 검출 신호를 생성하는데 사용되지 않은 광 검출기가 존재하더라도, 모든 광 검출기에 의해 수광된 광량을 전달하는 신호의 합 신호를 사용하여 APC를 수행할 수 있다. 따라서, 분해능의 절환 전후에 광원의 광량의 변동을 억제할 수 있다.

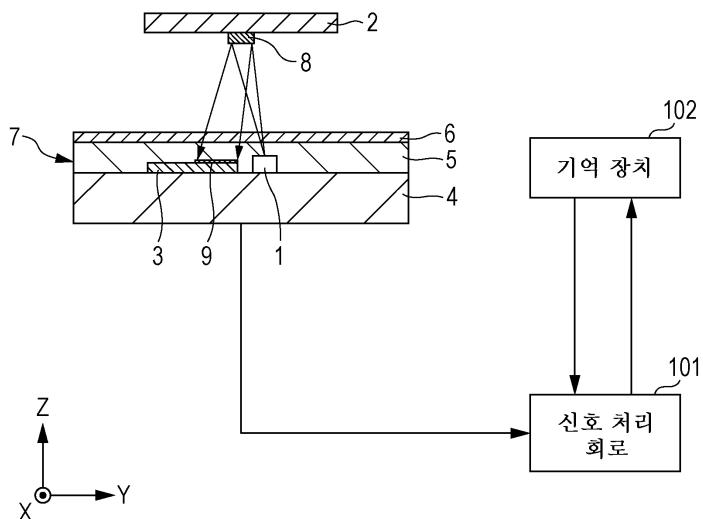
[0071] 본 발명이 예시된 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명이 개시된 예시적인 실시예에 한정되지 않는다는 점을 이해해야 한다. 이하 청구 범위의 범주는 이러한 변경과 동등한 구조와 기능을 모두 포함하도록 최광의의 해석을 허용해야 할 것이다.

도면

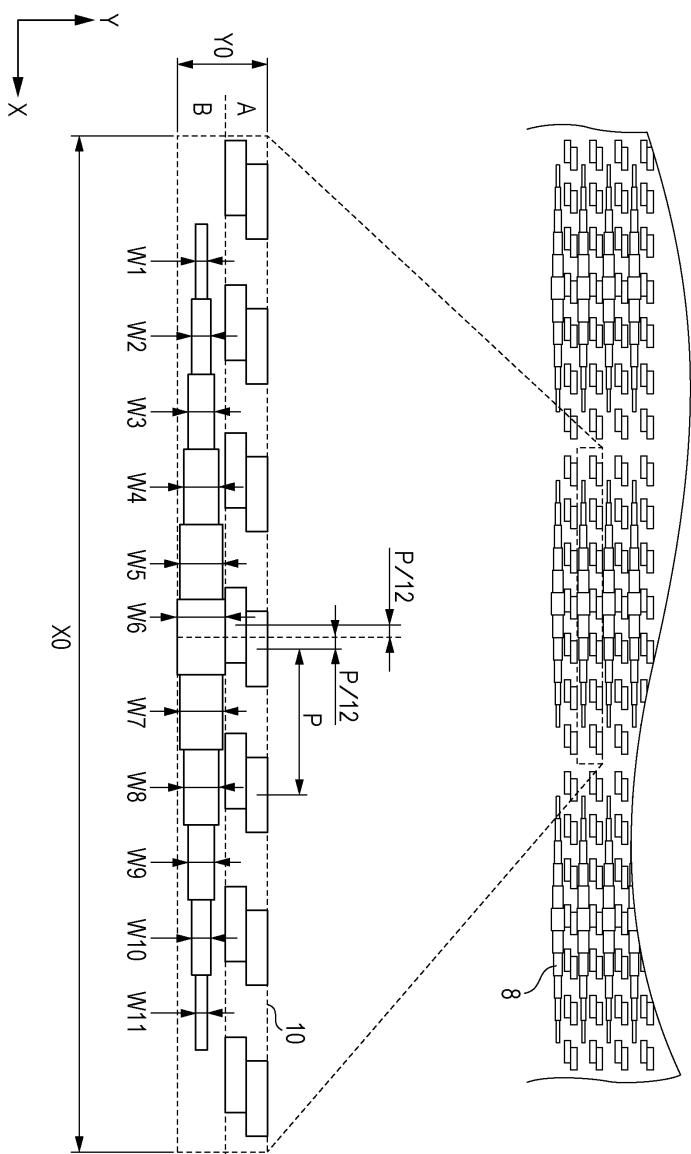
도면1



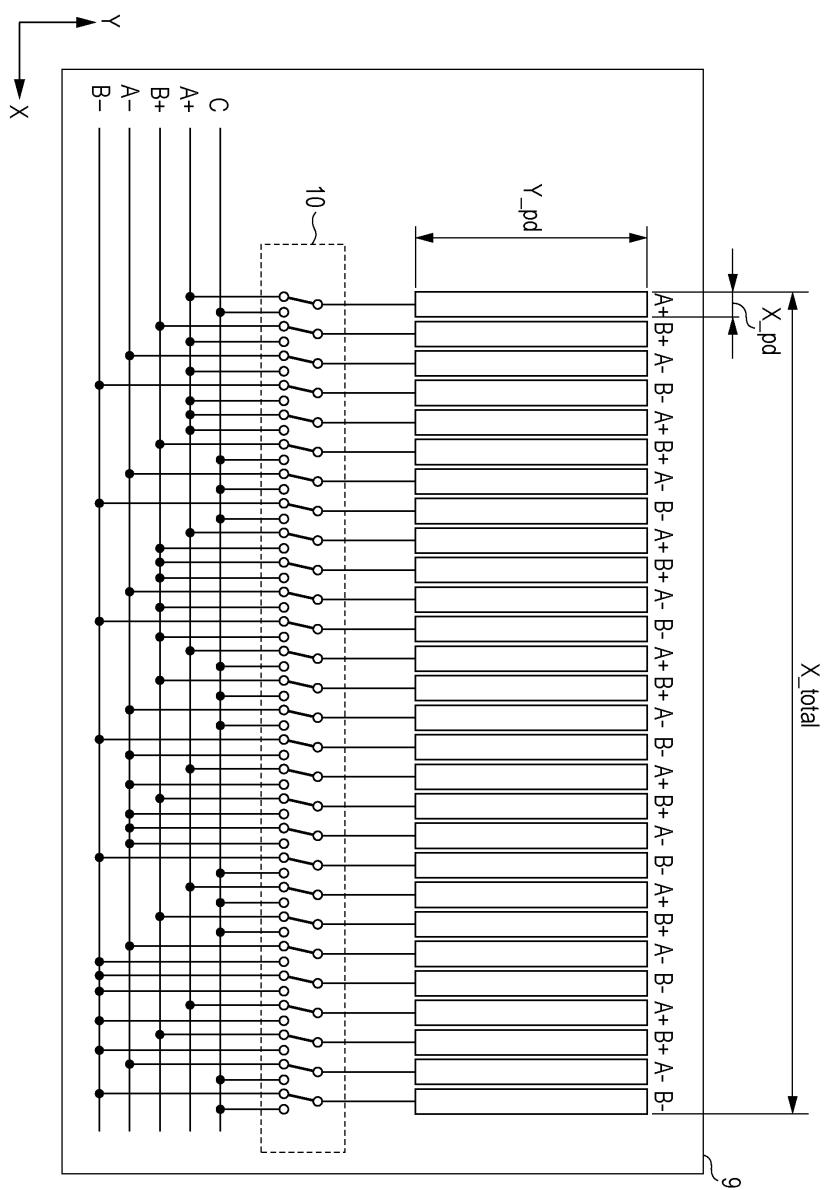
도면2



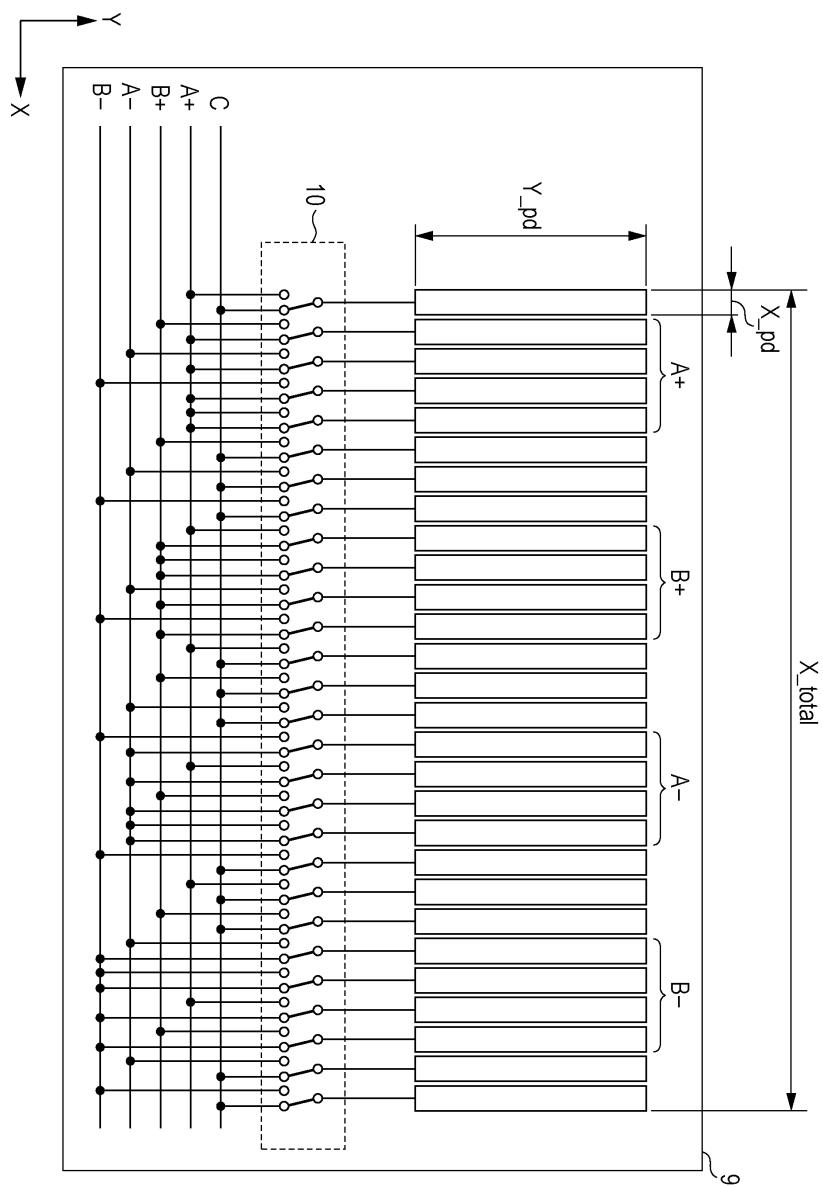
도면3



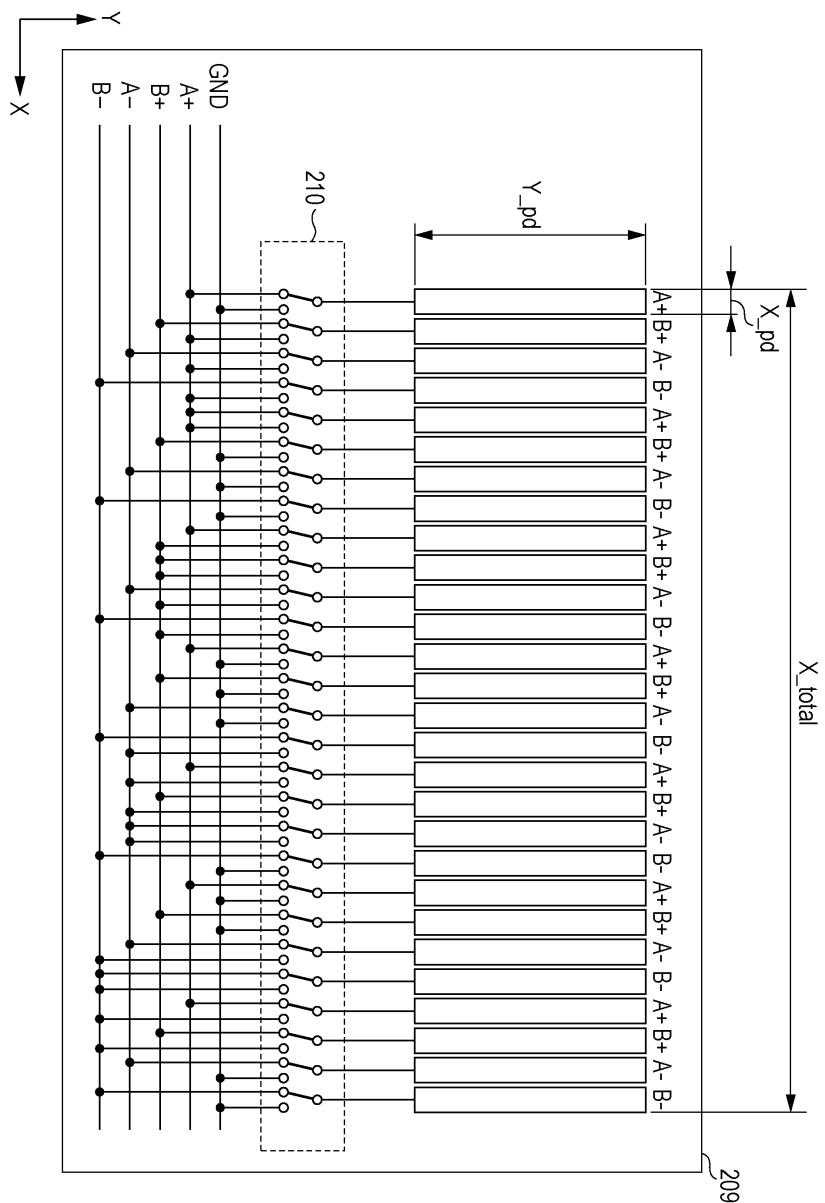
도면4



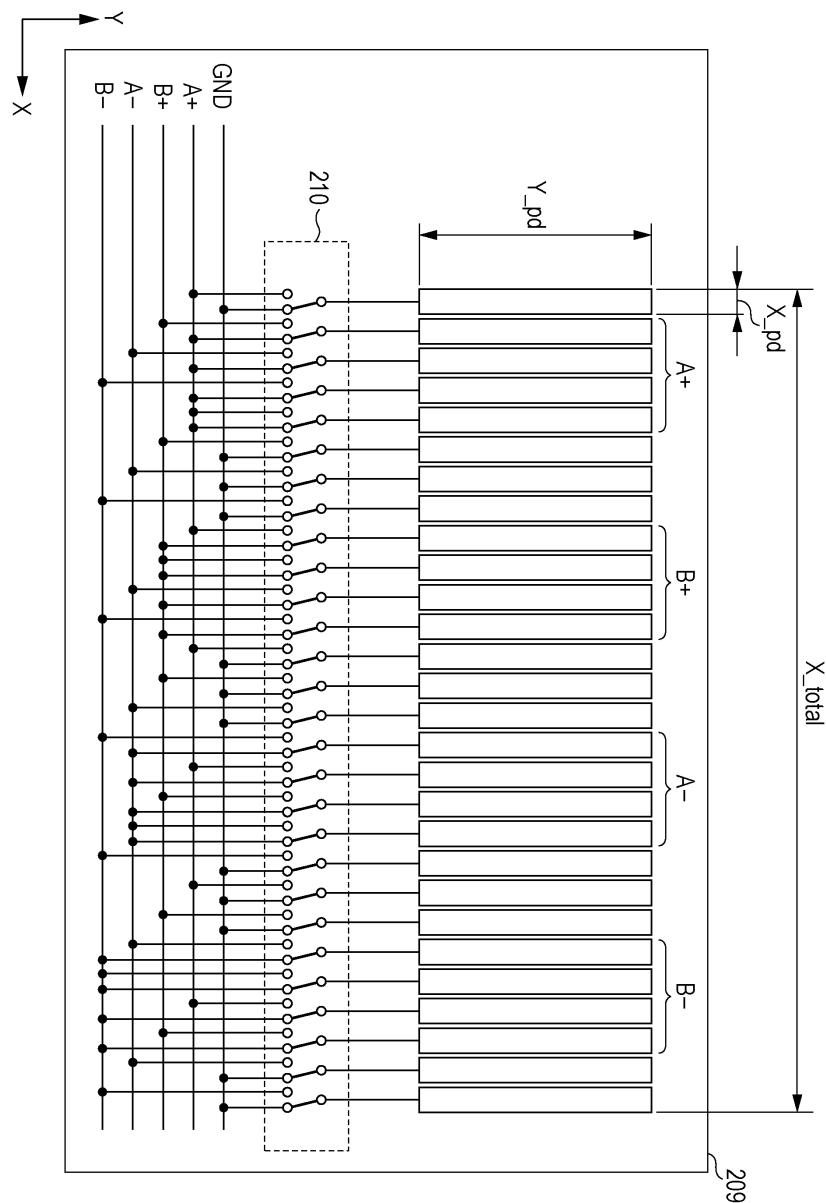
도면5



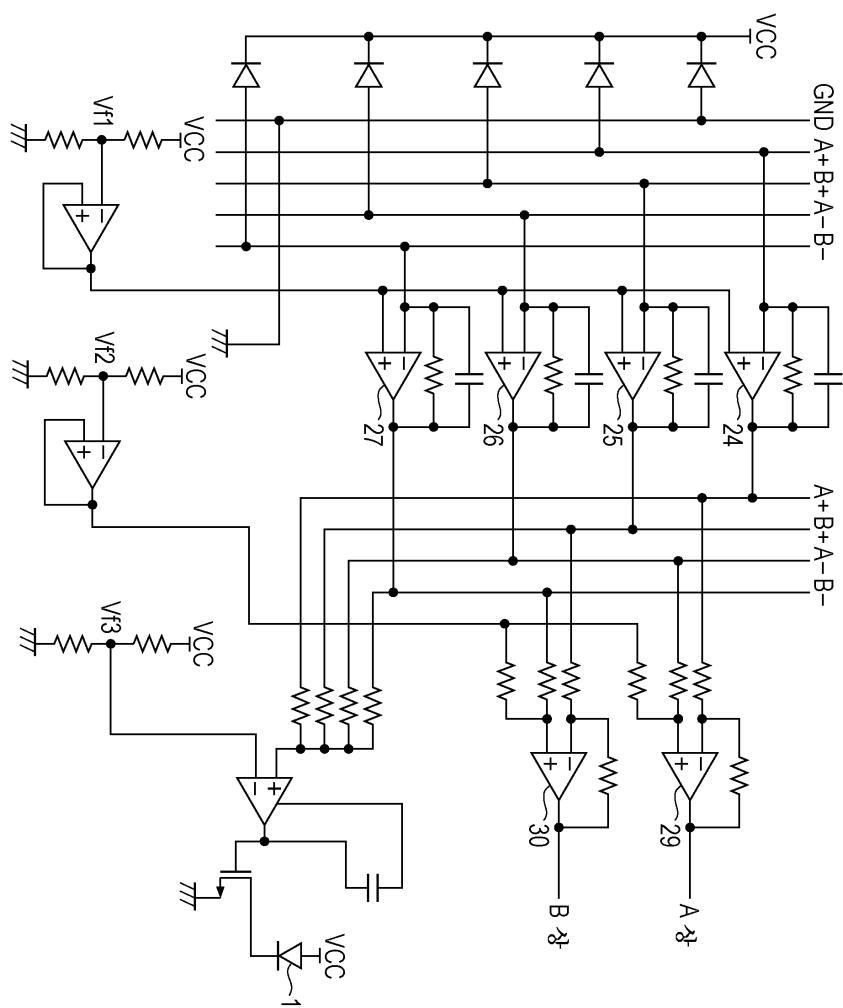
도면6



도면7



도면8



도면9

