



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0135364  
(43) 공개일자 2014년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 5/18 (2006.01) G01B 11/14 (2006.01)

G01C 3/08 (2006.01) G01B 9/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0055461

(22) 출원일자 2013년05월16일

심사청구일자 2013년05월16일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

김병기

서울 성북구 보국문로 193-1 가동 305호(정릉동, 신진빌라)

(74) 대리인

조영현, 나승택

전체 청구항 수 : 총 11 항

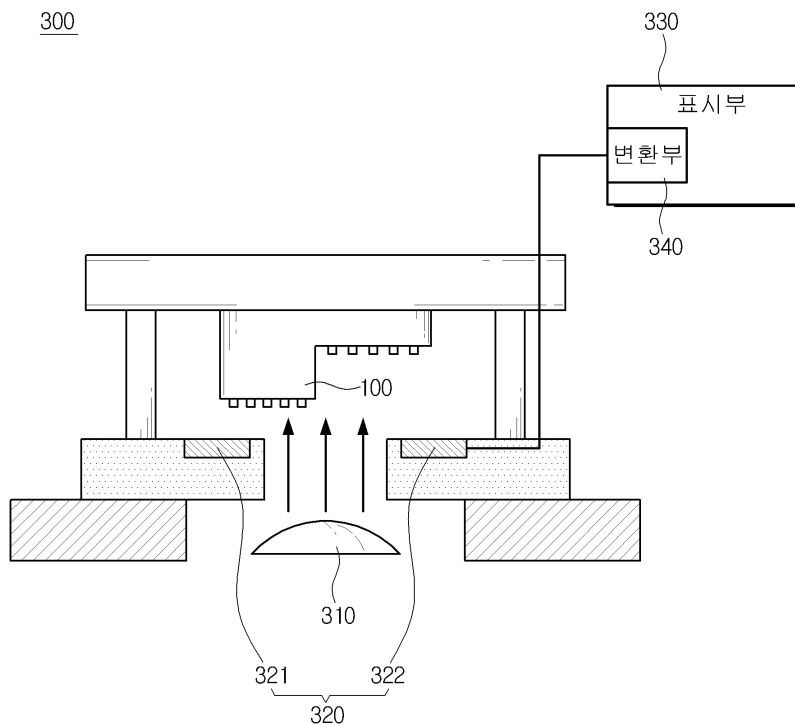
(54) 발명의 명칭 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서

(57) 요약

본 발명은 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 관한 것이며, 본 발명의 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서는 광의 간섭을 이용하여 측정대상물과의 거리를 측정하는 거리 센서에 있어서, 제1 투광부; 상기 제1 투광부의 측면과 접촉하되 상기 제1 투광부와 서로 다른 두께를 가짐으로써 내부를 투과하는 광과 상기 제1 투광부

(뒷면에 계속)

대표도 - 도10



를 투과하는 광 사이에 위상차를 발생시키는 제2 투광부; 복수개가 상호 이격되어 상기 제1 투광부의 일면 및 상기 제2 투광부의 일면에 각각 마련되며, 상기 제1 투광부와와 경계면 또는 상기 제2 투광부와와 경계면으로부터 광을 반사시키는 광경로와 상기 복수개의 이격 공간 사이로 광을 통과시키는 광경로로 분할하여 광의 간섭을 발생시키는 격자부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자인 것을 특징으로 한다.

따라서, 본 발명에 의하면, 광학 회절격자를 투과하며 서로 다른 위상으로 진행하는 광들을 병합하여 거리를 측정함으로써 소형화 및 정밀도의 향상이 가능한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서가 제공된다.

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

광의 간섭을 이용하여 측정대상물과의 거리를 측정하는 거리 센서에 있어서,

제1 투광부;

상기 제1 투광부의 측면과 접촉하되 상기 제1 투광부와 서로 다른 두께를 가짐으로써 내부를 투과하는 광과 상기 제1 투광부를 투과하는 광 사이에 위상차를 발생시키는 제2 투광부;

복수개가 상호 이격되어 상기 제1 투광부의 일면 및 상기 제2 투광부의 일면에 각각 마련되며, 상기 제1 투광부와와의 경계면 또는 상기 제2 투광부와와의 경계면으로부터 광을 반사시키는 광경로와 상기 복수개의 이격 공간 사이로 광을 통과시키는 광경로로 분할하여 광의 간섭을 발생시키는 격자부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 격자부는 상기 제1 투광부에 마련되는 제1격자부; 상기 제2 투광부에 마련되는 제2격자부;를 포함하며,

상기 제1 격자부는 소정 간격인 제1간격으로 이격되며, 상기 제2 격자부는 상기 제1간격과는 서로 다른 간격을 가지는 제2간격으로 이격되는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 투광부의 타면과 상기 제2 투광부의 타면은 동일 평면상에 마련되는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 제1 투광부를 투과하는 광과 상기 제2 투광부를 투과하는 광 사이의 위상차는  $90^\circ$  인 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1 투광부의 두께보다 얇고 상기 제2 투광부의 두께보다 두꺼운 두께를 가지는 복수개의 투광부를 더 포함하며,

상기 격자부는 상기 복수개의 투광부의 타면에 각각 형성되는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 제1 투광부, 상기 제2 투광부 및 상기 복수개의 투광부는 두께방향을 따라 각각 동일한 간격으로 이격되는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자.

### 청구항 7

상기 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 광학 회절격자;

상기 광학 회절격자를 향하여 광을 방출하는 광원;

상기 광학 회절격자로부터 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 간섭광 정보를 획득하는

광입력부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자를 이용한 거리 센서.

## 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 광입력부는 상기 제1 이격부에 의해 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제1 간섭광 정보를 획득하는 제1 광입력부; 상기 제2 이격부에 의해 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제2 간섭광 정보를 획득하는 제2 광입력부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자를 이용한 거리 센서.

## 청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제1 광입력부 및 상기 제2 광입력부 중 적어도 어느 하나로부터 상기 제1 간섭광 정보 또는 상기 제2 간섭광 정보 중 적어도 하나를 제공받아 상기 제1 간섭광 정보에 대한 제1 간섭 신호, 상기 제2 간섭광 정보에 대한 제2 간섭 신호 또는 상기 제1 간섭광 정보에 대한 간섭 신호 및 상기 제2 간섭광 정보에 대한 간섭 신호를 병합한 신호를 표시하는 표시부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자를 이용한 거리 센서.

## 청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 표시부는 상기 제1 간섭 신호 또는 상기 제2 간섭 신호 중 적어도 어느 하나를 구형파로 변환하여 상기 표시부로 전송하는 변환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절 격자를 이용한 거리 센서.

## 청구항 11

제 7항에 있어서,

상기 광원은 튜너블 레이저(tunable laser)로 마련되며,

상기 광원의 파장을 변화시킴으로써 상기 광원과 측정대상물 사이의 절대거리를 측정하는 것을 특징으로 하는 광학 회절 격자를 이용한 거리 센서.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광학 회절격자를 투과하며 서로 다른 위상으로 진행하는 광들을 병합하여 거리를 측정함으로써 소형화 및 정밀도의 향상이 가능한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 간섭계(interferometer)란 동일한 광원으로부터 방출되는 광을 두 갈래 이상으로 분할하여 진행경로의 차이를 발생시킨 후, 분할된 광들이 다시 모였을 때 일어나는 간섭현상을 이용한 측정기로서 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0003] 이러한 간섭계를 활용하여 물체의 변위를 측정할 수 있으며, 마이켈슨 간섭계(Michelson interferometer)가 가장 일반적이다.

[0004] 도 1은 종래의 마이켈슨 간섭계(Michelson interferometer)를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 2는 도 1의 마이켈슨 간섭계에 따른 간섭신호를 개략적으로 도시한 그래프이다.

[0005] 도 1을 참고하면, 마이켈슨 간섭계는 단색광원(10)과 광분할기(20)와 미러부(30)와 검출부(40)를 포함하며, 단색광원(10)으로부터 방출된 광이 광분할기(20)를 반사 또는 투과됨으로써 미러(30) 또는 물체(S)를 향하여 진행한다. 여기서, 미러(30) 측으로 진행한 광은 미러(30)에서 반사되고 다시 광분할기(20)를 투과하여 검출부(40)에 도달한다.

- [0006] 또한, 물체(S)를 향하여 진행한 광은 물체에서 반사되고 광분할기(20)에서 반사되어 검출부(40)에 도달한다.
- [0007] 즉, 검출부(40)에서 광분할기(20)에 의해 미러(30) 측 및 물체(S) 측으로 향하도록 분할된 광들이 모이므로 광의 간섭 현상을 측정할 수 있게 된다.
- [0008] 도 2를 참고하면, 마이켈슨 간섭계를 통해 물체의 변위정보를 사인(sine)곡선의 형태로 광원으로부터 방출되는 광의 반파장의 주기를 가지는 간섭 신호가 나타난다.
- [0009] 이러한 간섭 신호를 해석하면, 피크 사이의 거리가 광의 반파장이 되므로 마이켈슨 간섭계를 이용하면 반파장의 정밀도로 물체의 변위 등을 측정할 수 있다.
- [0010] 여기서, 광원으로 헬륨 네온 레이저를 사용하는 경우, 한 주기의 파장이 대략 640nm가 되므로 320nm 정도의 정밀도를 가질 수 있다.
- [0011] 그러나, 320nm의 정밀도로는 물체의 미세진동이나 변형을 정확하게 측정하기는 어렵다는 문제점이 발생하였으며, 이를 해결하기 위해 정밀도를 향상시키기 위한 별도의 장치들을 더 추가하는 경우에는 장치가 대형화되고 비용이 증가한다는 문제점이 발생한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 서로 다른 위상으로 진행되는 간섭광 신호를 병합하여 거리를 측정함으로써 장치를 소형화시키면서도 측정 정밀도를 향상시킬 수 있는 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서를 제공함에 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 광의 간섭을 이용하여 측정대상물과의 거리를 측정하는 거리 센서에 있어서, 제1 투광부; 상기 제1 투광부의 측면과 접촉하되 상기 제1 투광부와 서로 다른 두께를 가짐으로써 내부를 투과하는 광과 상기 제1 투광부를 투과하는 광 사이에 위상차를 발생시키는 제2 투광부; 복수개가 상호 이격되어 상기 제1 투광부의 일면 및 상기 제2 투광부의 일면에 각각 마련되며, 상기 제1 투광부와와 경계면 또는 상기 제2 투광부와와 경계면으로부터 광을 반사시키는 광경로와 상기 복수개의 이격 공간 사이로 광을 통과시키는 광경로로 분할하여 광의 간섭을 발생시키는 격자부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자에 의해 달성된다.
- [0014] 여기서, 상기 격자부는 상기 제1 투광부에 마련되 제1격자부; 상기 제2 투광부에 마련되는 제2격자부;를 포함하며, 상기 제1 격자부는 소정 간격인 제1간격으로 이격되며, 상기 제2 격자부는 상기 제1간격과는 서로 다른 간격을 가지는 제2간격으로 이격되는 것이 바람직하다.
- [0015] 또한, 상기 제1 투광부의 타면과 상기 제2 투광부의 타면은 동일 평면상에 마련되는 것이 바람직하다.
- [0016] 여기서, 상기 제1 투광부를 투과하는 광과 상기 제2 투광부를 투과하는 광 사이의 위상차는  $90^\circ$  인 것이 바람직하다.
- [0017] 또한, 상기 제1 투광부의 두께보다 얇고 상기 제2 투광부의 두께보다 두꺼운 두께를 가지는 복수개의 투광부를 더 포함하며, 상기 격자부는 상기 복수개의 투광부의 타면에 각각 형성되는 것이 바람직하다.
- [0018] 여기서, 상기 제1 투광부, 상기 제2 투광부 및 상기 복수개의 투광부는 두께방향을 따라 각각 동일한 간격으로 이격되는 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 목적은, 본 발명에 따라, 상기 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 광학 회절격자; 상기 광학 회절격자를 향하여 광을 방출하는 광원; 상기 광학 회절격자로부터 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 간섭광 정보를 획득하는 광입력부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 회절격자를 이용한 거리 센서를 통해 달성된다.
- [0020] 여기서, 상기 광입력부는 상기 제1 이격부에 의해 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제1 간섭광 정보를 획득하는 제1 광입력부; 상기 제2 이격부에 의해 반사되는 광 및 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제2 간섭광 정보를 획득하는 제2 광입력부;를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 제1 광입력부 및 상기 제2 광입력부 중 적어도 어느 하나로부터 상기 제1 간섭광 정보 또는 상기 제

2 간섭광 정보 중 적어도 하나를 제공받아 상기 제1 간섭광 정보에 대한 제1 간섭 신호, 상기 제2 간섭광 정보에 대한 제2 간섭 신호 또는 상기 제1 간섭광 정보에 대한 간섭 신호 및 상기 제2 간섭광 정보에 대한 간섭 신호를 병합한 신호를 표시하는 표시부;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0022] 여기서, 상기 표시부는 상기 제1 간섭 신호 또는 상기 제2 간섭 신호 중 적어도 어느 하나를 구형파로 변환하여 상기 표시부로 전송하는 변환부;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 광원은 튜너블 레이저(tunable laser)로 마련되며, 상기 광원의 파장을 변화시킴으로써 상기 광원과 측정대상물 사이의 절대거리를 측정하는 것이 바람직하다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명에 따르면, 서로 다른 위상차를 가지는 2개의 간섭신호를 발생할 수 있는광학 회절격자를 이용함으로써 장치를 소형화시킴과 동시에 측정 정밀도도 향상시킬 수 있는 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서가 제공된다.

[0025] 또한, 광학 회절격자로부터 복수개의 간섭신호를 발생함으로써 측정 정밀도를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0026] 또한, 광원을 튜너블 레이저(tunable laser)로 마련함으로써 측정대상물을 움직일 필요 없이 광원과 측정대상물 사이의 절대거리를 측정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 마이켈슨 간섭계(Michelson interferometer)를 개략적으로 도시한 도면이고,  
 도 2는 도 1의 마이켈슨 간섭계에 따른 간섭신호를 개략적으로 도시한 그래프이고,  
 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 사시도이고,  
 도 4는 도 3의 광학 회절격자를 향하여 방출되는 광의 광경로를 개략적으로 도시한 도면이고,  
 도 5는 도 3의 광학 회절격자로부터 발생하는 간섭신호들의 병합 신호를 개략적으로 도시한 그래프이고,  
 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 사시도이고,  
 도 7은 도 6의 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 평면도이고,  
 도 8은 도 6의 광학 회절격자를 통해 복수개의 간섭신호가 병합된 모습을 개략적으로 도시한 도면이고,  
 도 9 및 도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서를 개략적으로 도시한 도면이고,  
 도 11은 도 9 또는 도 10에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서의 변환부를 통해 간섭신호를 구형파로 변환하는 모습을 개략적으로 도시한 도면이고,  
 도 12는 본 발명의 제4실시예에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서를 통해 측정대상물과의 절대거리를 측정하는 모습을 개략적으로 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[0029] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 대하여 상세하게 설명한다.

[0030] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 사시도이다.

[0031] 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(100)는 서로 다른 위상을 가진 상태로 간섭이 발생한 광들을 이를 용이하게 분리측정할 수 있는 것으로서, 투광부(110)와 격자부(120)를 포함한다.

[0032] 상기 투광부(110)는 광을 내부로 투과시키는 것으로서, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)를 포함한다.

- [0033] 상기 제1 투광부(111)는 전면부 또는 후면부로 입사되는 광을 내부로 투과시키는 것이다.
- [0034] 상기 제2 투광부(112)는 전면부 또는 후면부로 입사되는 광을 내부로 투과시키며, 제1 투광부(111)의 측면과 접촉하되 제1 투광부(111)와는 서로 다른 두께를 가짐으로써 제2 투광부(112)를 투과하는 광과 제1 투광부(111)를 투과하는 광이 서로 다른 위상을 갖도록 위상차를 발생시키는 것이다.
- [0035] 즉, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)는 서로 다른 두께를 가짐으로써, 전면부 또는 후면부에 단차가 형성되며, 이러한 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 두께 차이로 인해 제2 투광부(112)를 투과하는 광과 제1 투광부(111)를 투과하는 광의 위상차가 발생하며 이는 후술한다.
- [0036] 여기서, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 전면부 또는 후면부 중 어느 하나는 동일 평면상에 마련되는 것이 바람직하다.
- [0037] 한편, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 두께 차이는 제1 투광부(111)를 투과하는 광과 제2 투광부(112)를 투과하는 광 사이에 위상차를 발생시키며, 이러한 위상차는 제1 투광부(111) 및 제2 투광부(112)를 투과하는 광의 고유파장 값에 따라 달라지며 이는 후술한다.
- [0038] 상기 격자부(120)는 투광부(110)의 후면부 또는 전면부에 마련되는 것으로서, 격자부(120)와 투광부(110)의 경계면 상에서 반사되는 광 및 격자부(120) 사이의 이격 공간을 통해 진행하는 광으로 분할하여 광의 간섭을 발생시키는 것으로, 제1 투광부(111)에 마련되는 제1 격자부(121)와 제2 투광부(112)에 마련되는 제2 격자부(122)를 포함한다.
- [0039] 상기 제1 격자부(121)는 복수개가 소정간격인 제1 간격으로 상호 이격되며, 제1 투광부(111)를 투과하는 광을 제1 격자부(121)와 제1 투광부(111)의 경계면 상에서 반사시키거나 제1 격자부(121) 사이의 이격 공간으로 광을 진행시킴으로써 광의 간섭을 일으키는 것이다.
- [0040] 즉, 제1 격자부(121) 사이의 이격 공간으로 진행하는 광이 측정대상물에 도달한 후 반사된 후, 제1 격자부(121)와 제1 투광부(111)의 경계면 상에서 반사된 광과 다시 합쳐져 광의 간섭이 발생한다.
- [0041] 여기서, 제1 격자부(121) 사이의 이격거리는  $4\ \mu\text{m}$  으로 마련되나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 상기 제2 격자부(121)는 복수개가 제1 간격과는 서로 다른 간격인 제2 간격으로 상호 이격되며, 제2 투광부(112)를 투과하는 광을 제2 격자부(122)와 제2 투광부(112)의 경계면 상에서 반사시키거나 제2 격자부(122) 사이의 이격 공간으로 광을 진행시킴으로써 광의 간섭을 일으키는 것이다.
- [0043] 여기서, 광의 간섭이 발생하는 과정은 상술한 제1 격자부(121)에서 설명한 것과 동일하므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.
- [0044] 한편, 제2 격자부(122) 사이의 이격거리는  $6\ \mu\text{m}$  으로 마련되나 이에 제한되는 것은 아니며, 제1 격자부(121) 사이의 이격거리와 상이한 간격으로 이격되면 충분하다.
- [0045] 여기서, 제1 격자부(121) 사이의 이격거리와 제2 격자부(122) 사이의 이격거리를 상이하게 마련하는 것은 제1 격자부(121) 또는 제2 격자부(122) 사이의 이격 공간으로 진행하는 광의 회절을 이용하여 제1 격자부(121) 및 제2 격자부(122)를 통해 발생하는 간섭광을 용이하게 분리하기 위함이다.
- [0046] 즉, 격자부(120)의 이격거리에 따라 광의 회절을 통해 보강 또는 상쇄 간섭이 발생하는 영역이 상이해지는 것을 이용하며, 이는 주지한 기술이므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다..
- [0047] 지금부터는 상술한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서의 제1 실시예의 작동에 대하여 광경로를 기준으로 설명한다.
- [0048] 본 발명의 제1 실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(100)의 작동에 대하여 설명하기에 앞서 광학 회절격자(100)의 전면부를 향하여 광을 방출하는 광원으로 HeNe 레이저를 사용하며, 따라서 광의 파장은 대략  $633\ \text{nm}$  이다. 또한, 제1 투광부(111)의 두께는 제2 투광부(112)의 두께보다  $79\ \text{nm}$  더 두껍게 마련된다.
- [0049] 한편, 간섭계(interferometer)를 통해 간섭신호를 측정하면, 광의 반파장의 주기를 가지는 사인과 형태의 신호가 발생하며, 이는 간섭계의 기본적인 형태인 Michelson interferometer를 통해 잘 알려진 사실이므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

- [0050] 상술한 내용을 바탕으로, 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(100)에서는 대략 317 nm의 주기를 가지는 사인과 형태의 간섭신호를 측정할 수 있게 된다.
- [0051] 도 4는 도 3의 광학 회절격자를 향하여 방출되는 광의 광경로를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 5는 도 3의 광학 회절격자로부터 발생하는 간섭신호들의 병합 신호를 개략적으로 도시한 그래프이다.
- [0052] 도 4 또는 도 5를 참조하면, 광은 투광부(110)의 전면부를 향하며, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 전면부는 동일 평면상에 위치하므로 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 전면부에 도달한 광은 동일한 위상을 갖는다.
- [0053] 여기서, 광은 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 내부를 투과하며, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112)의 두께 차이로 인해 제1 투광부(111)를 투과하는 광이 제2 투광부(112)를 진행하는 광보다 79 nm 더 진행하며, 투광부(110)와 격자부(120) 사이의 경계면에서 광경로가 격자부(120)를 통해 반사되는 광경로 및 격자부(120) 사이의 이격 공간을 통과하여 측정대상물로부터 반사되는 광경로의 2가지 광경로로 분할된다.
- [0054] 상술한 것과 같이, 분할된 광들이 간섭을 일으키는 영역은 용이하게 측정할 수 있으며, 제1 격자부(121) 사이의 이격거리 및 제2 격자부(122) 사이의 이격거리가 상이하므로 각각 다른 영역 상에서 간섭신호를 측정할 수 있다.
- [0055] 여기서, 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112) 사이의 두께 차이는 간섭신호의 주기에 대략 1/4 정도이며, 이러한 제1 투광부(111)와 제2 투광부(112) 사이의 두께 차이로 인해 제1 투광부(111)를 진행하는 광과 제2 투광부(112)를 진행하는 광 사이에 90 ° 사이의 위상차가 발생하게 된다.
- [0056] 이러한 위상차는 제1 투광부(111)의 간섭신호와 제2 투광부(112)의 간섭신호를 병합한 신호에서 각각의 간섭신호 간의 피크 거리와 동일하다.
- [0057] 다만, 제1 투광부(111)를 진행하는 광과 제2 투광부(112)를 진행하는 광 사이에 발생하는 위상차는 사용되는 광원과 제1 투광부(111) 및 제2 투광부(112) 사이의 두께 차이에 모두 영향을 받으므로, 본 발명의 제1실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(100)에서 한정된 사항에 제한되는 것은 아니며, 사용하는 광원 또는 제1 투광부(111) 및 제2 투광부(112) 사이의 두께 차이에 따라 달리 설정가능하다.
- [0058] 다음으로 본 발명의 제2실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 대하여 설명한다.
- [0059] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 7은 도 6의 광학 회절격자를 개략적으로 도시한 평면도이다.
- [0060] 도 6 또는 도 7을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(200)는 서로 다른 위상을 가진 상태로 간섭이 발생한 복수개의 광을 용이하게 분리측정할 수 있는 것으로서, 투광부(210)와 격자부(220)를 포함한다.
- [0061] 상기 투광부(210)는 전면부를 통해 광을 내부로 투과시키는 것으로서, 서로 다른 두께를 가지는 제1 투광부(211), 제2 투광부(212), 제3 투광부(213), 제4 투광부(214), 제5 투광부(215) 및 제6 투광부(216)를 포함한다.
- [0062] 여기서, 제1 투광부(211)와 제6 투광부(216)는 150 °의 위상차를 가지도록 이격되며, 제2 투광부(212) 내지 제5 투광부(215)는 각각 30 °의 위상차를 가지도록 이격되어 각각의 투광부(210)는 상사점을 기준으로 30 °의 위상차를 가지도록 이격된다.
- [0063] 한편, 제1 실시예에서 상술한 것과 같이 투광부(210) 사이의 이격거리를 위상차를 기준으로 설명한 것은 각각의 투광부(210)들의 두께 및 사용되는 광의 파장에 따라 달리 결정될 수 있다.
- [0064] 다만, 투광부(210)의 개수가 6개로 제한되는 것은 아니며, 요구되는 정밀도에 따라 달리 설정할 수 있다.
- [0065] 한편, 상기 투광부(210)는 원통형으로 마련되어 각각의 투광부(210)마다 단계적으로 두께가 감소하도록 마련되거나 이에 제한되지 않는다.
- [0066] 상기 격자부(220)는 투광부(210)의 후면부에 마련되는 것으로서, 격자부(220)와 투광부(210)의 경계면 상에서 반사되는 광 및 격자부(220) 사이의 이격 공간으로 진행하는 광으로 분할하여 광의 간섭을 발생시키는 것으로,

각각의 투광부(210)의 후면부에 제1 간격으로 이격된 제1 격자부(221), 제2 간격으로 이격된 제2 격자부(222), 제3 간격으로 이격된 제3 격자부(223), 제4 간격으로 이격된 제4 격자부(224), 제5 간격으로 이격된 제5 격자부(225) 및 제6 간격으로 이격된 제6 격자부(226)를 포함한다.

[0067] 한편, 격자부(220)의 개수도 6개로 제한되는 것은 아니며 설정된 투광부(210)의 개수에 따라 달리 설정할 수 있다.

[0068] 격자부(220)의 상술한 내용은 제1 실시예에서 설명한 것과 동일하므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

[0069] 또한, 상술한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서의 제2실시예의 작동은 제1실시예에서 설명한 것과 동일하므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

[0070] 도 8은 도 6의 광학 회절격자를 통해 복수개의 간섭신호가 병합된 모습을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0071] 도 8을 참조하면, 제2 실시예에서는 투광부(210) 및 격자부(220)가 각각 6개로 마련되므로 간섭신호들 사이의 피크 거리가 감소하여 정밀도가 제1 실시예보다 3배 더 향상되는 것을 확인할 수 있다.

[0072] 다음으로 본 발명의 제3실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 대하여 설명한다.

[0073] 도 9 및 도 10은 본 발명의 제3실시예에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0074] 도 9 또는 도 10을 참조하면, 본 발명의 제3실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(300)는 제1 실시예 또는 제2실시예에서 상술한 광학 회절격자를 이용하여 측정대상물의 움직임을 측정할 수 있는 것으로서, 광학회절격자(100,200)와 광원(310)과 광입력부(320)와 표시부(330)를 포함한다.

[0075] 상기 광학회절격자(100,200)에 대해서는 제1실시예 및 제2실시예에서 이미 설명하였으므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

[0076] 다만, 광학회절격자(100,200)는 도 9에서 도시된 것과 같이 격자부(120,220)가 구비되지 않은 면이 광원(310)을 향하여 마련될 수 있고, 또한 도 10에서 도시된 것과 같이 격자부(120,220)가 구비된 면이 광원(310)을 향하여 마련될 수 있다.

[0077] 상기 광원(310)은 광학 회절격자(100,200)를 향하여 광을 방출하는 것으로서, 본 발명의 제3실시예에서는 HeNe 레이저를 이용하나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0078] 상기 광입력부(320)는 광학 회절격자(100,200)에 의해 반사되는 광과 광학 회절격자(100,200)를 통과하여 측정대상물에서 반사되는 광을 입력받아 간섭광 정보를 획득하는 것으로서, 제1 광입력부(321)와 제2 광입력부(322)를 포함한다.

[0079] 즉, 하나의 광이 광학 회절격자(100,200)를 통해 2개의 광으로 분할되고, 광입력부(320)에서 분할된 2개의 광이 다시 병합되어 빛의 간섭 현상이 발생된다.

[0080] 상기 제1 광입력부(321)는 제1 이격부(121,221)에 의해 반사되는 광 및 제1 이격부(121,221)를 통과한 후 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제1 투광부(111,211) 및 제1 이격부(112,212)에 의해 발생하는 간섭정보인 제1 간섭광 정보를 획득하는 것이다.

[0081] 여기서, 제1 간섭광 정보는 상술한 것과 같이 광의 반파장의 주기를 가지는 사인과 형태의 신호로 획득할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0082] 상기 제2 광입력부(322)는 제2 이격부(122,222)에 의해 반사되는 광 및 제2 이격부(122,222)를 통과한 후 측정대상물로부터 반사되는 광을 입력받아 제2 투광부(112,212) 및 제2 이격부(122,222)에 의해 발생하는 간섭정보인 제2 간섭광 정보를 획득하는 것이다.

[0083] 여기서, 제2 간섭광 정보는 제1 간섭광 정보와는 90°의 위상차를 가지며 광의 반파장의 주기를 가지는 사인과 형태의 신호로 획득할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0084] 한편, 본 발명의 제3실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(300)에서 광입력부(320)는 광원

(310)과 광학 회절격자(100,200) 사이의 영역에 마련되되, 광학 회절격자(100,200)의 격자부(120,220) 사이의 이격 거리에 따른 보강 간섭 영역에 대응되는 영역에 마련되는 되나 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0085] 상기 표시부(330)는 제1 광입력부(321) 또는 제2 광입력부(322) 중 적어도 어느 하나로부터 제1 간섭광 정보 또는 제2 간섭광 정보 중 적어도 하나를 제공받아 제1 간섭광 정보에 대한 제1 간섭 신호, 제2 간섭광 정보에 대한 제2 간섭 신호 또는 제1 간섭광 정보에 대한 간섭 신호 및 제2 간섭광 정보에 대한 간섭 신호를 병합한 신호를 표시하는 것이다.
- [0086] 특히, 제1 간섭광 정보에 대한 간섭 신호 및 제2 간섭광 정보에 대한 간섭 신호를 병합한 신호를 표시하여 피크의 개수를 통해 측정대상물의 움직인 거리, 예컨대 미세 진동과 같은 움직임을 측정할 수 있으며 이에 대해서는 후술한다.
- [0087] 여기서, 표시부(330)는 제1 간섭 신호 또는 제2 간섭 신호 중 적어도 어느 하나를 구형파로 변환하는 변환부(331)를 포함할 수 있다.
- [0088] 지금부터는 상술한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서의 제3실시예를 통한 측정대상물의 미세 움직임 측정방법에 대하여 설명한다.
- [0089] 여기서, 측정대상물은 주기적으로 광원(310)으로부터 멀어지거나 가까워지는 방향을 따라  $2.5\ \mu\text{m}$ 의 움직임을 가지며, 광원(310)으로는 HeNe 레이저를 사용하며, 광학 회절격자는 제1실시예의 광학 회절격자(100)를 사용하고 제1 투과부(111)와 제2 투과부(112)의 두께 차이는 대략  $79\ \text{nm}$ 로 제1 간섭신호와 제2 간섭신호 간의 위상차가  $90^\circ$ 가 되도록 마련하였다.
- [0090] 제1 투과부(111) 및 제1 이격부(112)에 의해 발생한 제1 간섭신호와 제2 투과부(112) 및 제2 이격부(122)에 의해 발생한 제2 간섭신호를 표시부(330)를 통해 병합된 신호로 표시한다.
- [0091] 병합된 간섭신호를 보면, 두 개의 간섭 신호의 피크 사이의 거리는  $79\ \text{nm}$ 이며, 이는 제1 광투과부(111)의 두께가 제2 광투과부(112)의 두께보다  $79\ \text{nm}$  더 두껍기 때문에 제1 간섭신호가 제1 광입력부(321)에 도달한 시점보다 제2 간섭신호가 제2 광입력부(322)에 도달한 시점보다 이르게 된다.
- [0092] 여기서, 인접하는 제1 간섭신호의 상사점과 제2 간섭신호의 상사점 사이의 거리가  $79\ \text{nm}$ 이며, 제2 간섭신호의 상사점과 제1 간섭신호의 하사점 사이의 거리도  $79\ \text{nm}$ 이다. 또한, 제1 간섭신호의 하사점과 제2 간섭신호의 하사점 사이의 거리가  $79\ \text{nm}$ 이며, 제2 간섭신호의 하사점과 제1 간섭신호의 상사점 사이의 거리도  $79\ \text{nm}$ 이다.
- [0093] 한편, 본 발명의 제3실시예에서는 측정대상물의 움직임이 본 발명의 제3실시예에 따른 거리 센서(300)의 정밀도, 즉  $79\ \text{nm}$ 보다 더 큰 움직임을 보이기 때문에 두 개의 간섭 신호의 상사점이 각각 8회, 8회 정도 반복한다.
- [0094] 즉, 제1 간섭신호의 상사점이 8회 반복되되 제1 간섭신호의 상사점과 제2 간섭신호의 상사점 사이의 거리가 측정대상물이 움직인 거리가 되며, 이는 대략  $317 \times 8\ \text{nm}$ 와  $317 \times 8 + 79\ \text{nm}$  사이의 거리로 측정된다. 즉, 대략  $2.5 \sim 2.6\ \mu\text{m}$ 의 움직임을 측정하였으며, 이는 측정대상물의 초기 움직임인  $2.5\ \mu\text{m}$ 와 상당히 유사하다.
- [0095] 여기서, 변환부(331)를 통해 두 개의 간섭신호를 모두 구형파로 변환하는 경우, 상사점 및 하사점을 통해 측정대상물의 움직인 거리를 더 용이하게 파악할 수 있다.
- [0096] 도 11은 도 9 또는 도 10에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서의 변환부를 통해 간섭신호를 구형파로 변환하는 모습을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0097] 일반적으로 간섭신호는 광의 반파장의 주기를 가지는 사인파의 형태로 나타나는 것은 상술하였으며, 2개의 간섭신호를 병합하면, 거의 동일한 형상의 간섭 신호가 위상차만  $90^\circ$ 도 달리하여 반복된다.
- [0098] 도 11을 참조하면, 2개의 간섭신호를 구형파로 변환하여 병합하면, 광의 반파장 내에  $1/4$  파장의 주기를 가지는 구형파를 획득하며, 이러한 구형파는 상사점으로 이루어진 영역과 하사점으로 이루어진 영역의 2가지 영역만 존재하며, 이러한 영역은 각각 광의  $1/8$  파장만큼 유지되므로, 상사점으로 이루어진 영역 및 하사점으로 이루어진 영역의 총개수를 파악함으로써 측정대상물의 움직인 거리를 파악할 수 있다.
- [0099] 더 나아가, 본 발명의 제2실시예에 따른 광학 회절격자(200)를 이용하는 경우도 상술한 제1실시예에 따른 광학 회절격자(100)를 이용하는 경우와 동일하므로 여기서는 자세한 설명은 생략한다.

- [0100] 다만, 각각의 간섭신호 간의 피크거리, 다시 말하면 각각의 간섭신호를 구형파로 변환시 상사점으로 이루어진 영역 또는 하사점으로 이루어진 영역이 유지되는 구간이 짧아지므로 거리 센서의 정밀도가 3배 정도 향상된다.
- [0101] 다음으로 본 발명의 제4실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서에 대하여 설명한다.
- [0102] 본 발명의 제4실시예에 따른 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서(400)는 제1실시예 또는 제2실시예에서 상술한 광학 회절격자를 이용하여 측정대상물과의 절대거리를 측정할 수 있는 것으로서, 광학회절격자(100,200)와 광원(410)과 광입력부(320)와 표시부(330)를 포함한다.
- [0103] 상기 광학회절격자(100,200)에 대해서는 제1실시예 및 제2실시예에서 이미 설명하였으므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.
- [0104] 상기 광원(410)은 광학 회절격자(100,200)를 향하여 광을 방출하는 것으로서, 본 발명의 제4실시예에서는 파장 튜닝이 가능한 튜너블 레이저(tunable laser)를 이용한다.
- [0105] 상기 광입력부(320)와 표시부(330)은 상술한 제3실시예에서와 동일하므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.
- [0106] 지금부터는 상술한 광학 회절격자 및 이를 이용한 거리 센서의 제4실시예를 통한 측정대상물과의 절대거리 측정 방법에 대하여 설명한다.
- [0107] 상술한 제3실시예에 따르면, 반복되는 신호의 시점과 종점의 위치를 정확하게 판단하기 어렵기 때문에 측정대상물의 절대거리는 측정하기가 어렵다. 따라서 측정대상물의 움직임에 의해 발생하는 거리변화를 측정하게 된다.
- [0108] 다만, 본 발명의 제4실시예에 따라 광원(410)을 튜너블 레이저로 마련하여 파장의 변화를 줌으로써 측정대상물과의 절대거리를 측정할 수 있게 된다.
- [0109] 제1 투과부(111) 및 제1 격자부(121)를 통해 발생하는 제1 간섭신호를 기준으로 설명한다.
- [0110] 도 12는 본 발명의 제4실시예에 따른 광학 회절격자를 이용한 거리 센서를 통해 측정대상물과의 절대거리를 측정하는 모습을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0111] 도 12를 참조하면, 처음상태에서는 제1 광입력부(321)에서 측정되는 제1 간섭신호는 파장이  $\lambda$ 일 때, 간섭신호의 상사점과 하사점 사이의 어느 위치에 존재하고 있다.
- [0112] 여기서, 파장을 점차 증가시켜  $\lambda_1$ 에 도달하면, 신호 위치가 상사점에 위치하게 되며, 이때의 절대거리 d를  $\lambda_1/2$ 의 정수배, n의 곱으로 쓸 수 있다.
- [0113] 한편, 파장을 더 증가시켜  $\lambda_2$ 에 도달하면, 다시 신호 위치가 상사점에 위치하게 되며, 이때의 절대거리를  $\lambda_2/2$ 의 정수배, n-1의 곱으로 쓸 수 있다.
- [0114] 이를 정리하면,
- [0115]  $\lambda_1 = \lambda + \Delta\lambda_1$ ,  $d = n * (\lambda_1 / 2)$
- [0116]  $\lambda_2 = \lambda + \Delta\lambda_2$ ,  $d = (n - 1) * (\lambda_2 / 2)$
- [0117] 가 된다. 여기서 두 식을 연립하면 n 과 d를 구할 수 있다.
- [0118]  $n = (\lambda_2 / \lambda_2 - \lambda_1)$
- [0119]  $d = (\lambda_1 * \lambda_2) / 2 * (\lambda_2 - \lambda_1)$
- [0120] 예를 들어,  $d = 10^6$  nm 라 하면, 레이저의 중심파장이 760nm, 튜닝 정밀도가  $2*10^{-3}$  nm라 할때,  $380 \text{ nm} * 2631 + 220 \text{ nm} = 10^6$  nm 이므로,  $n = 2631$ 이 되고, 파장을 증가시키면 튜닝 정밀도가  $2*10^{-3}$  nm 이므로  $\lambda_1 = 760.168\text{nm}$ ,  $\lambda_2 = 763.456 \text{ nm}$  가 되어, 상술한 식으로 d를 구하면 1003501nm 로 측정되어 약 3.6  $\mu\text{m}$ 의 정밀도를 가지게 된다.  $\lambda_1$ 과  $\lambda_2$ 는 파장을 증가시킬 때 검출부 신호의 피크가 보일 때의 레이저 파장을 읽으면 된다.

여기서, 측정대상물과의 절대거리  $d$ 가 짧아질수록 더 높은 정밀도를 가지게 된다.

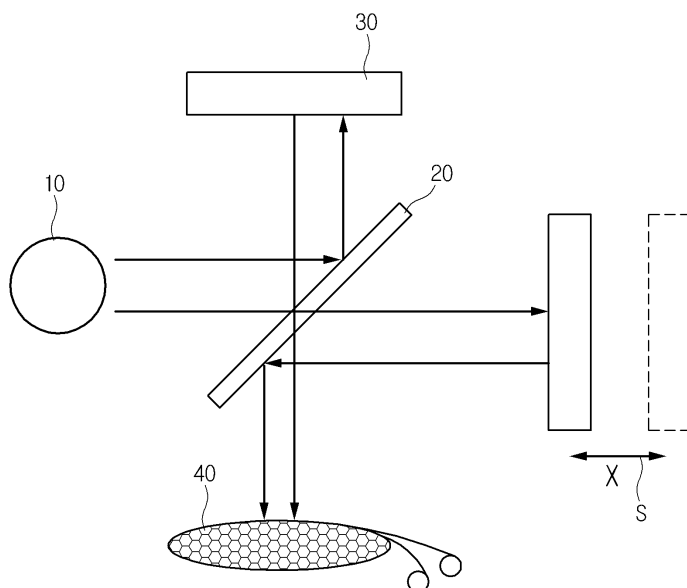
[0121] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

## 부호의 설명

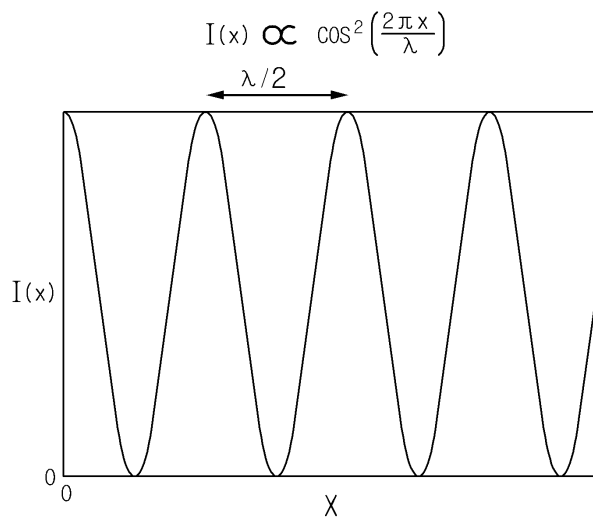
|        |                        |          |
|--------|------------------------|----------|
| [0122] | 100: 광학 회절격자           | 110: 투광부 |
|        | 120: 격자부               |          |
|        | 200: 광학회절격자            | 210: 투광부 |
|        | 220: 격자부               |          |
|        | 300: 광학회절격자를 이용한 거리 센서 | 310: 광원  |
|        | 320: 광입력부              | 330: 표시부 |
|        | 340: 변환부               |          |
|        | 400: 광학회절격자를 이용한 거리 센서 | 410: 광원  |

## 도면

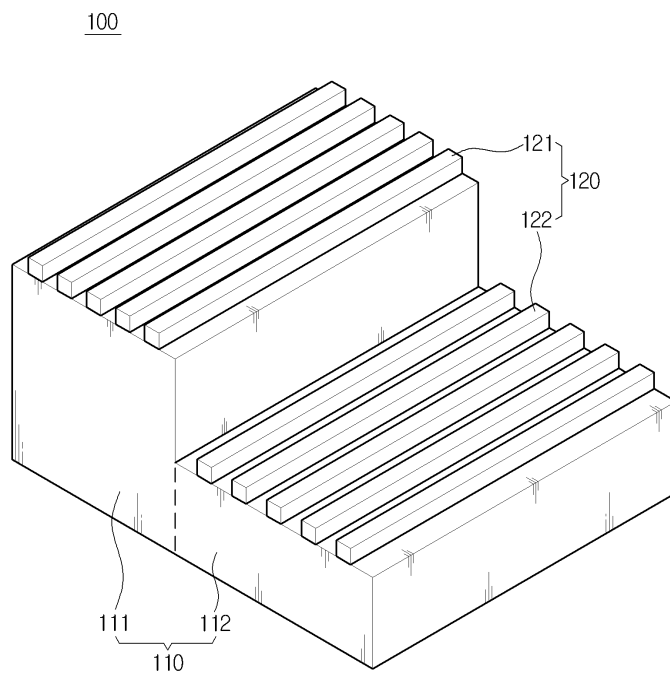
도면1



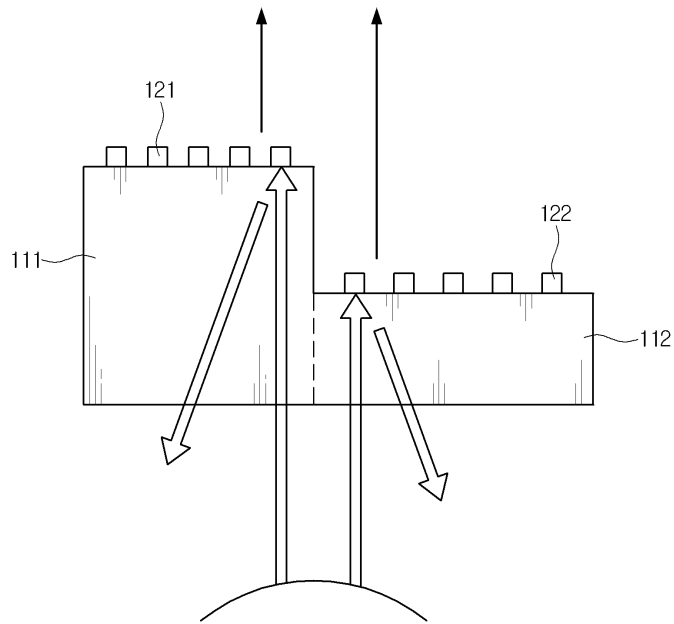
도면2



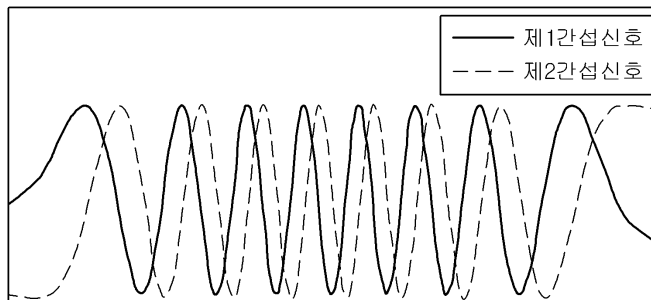
도면3



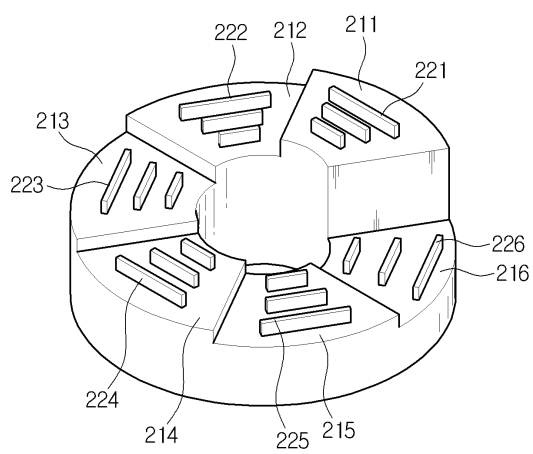
도면4



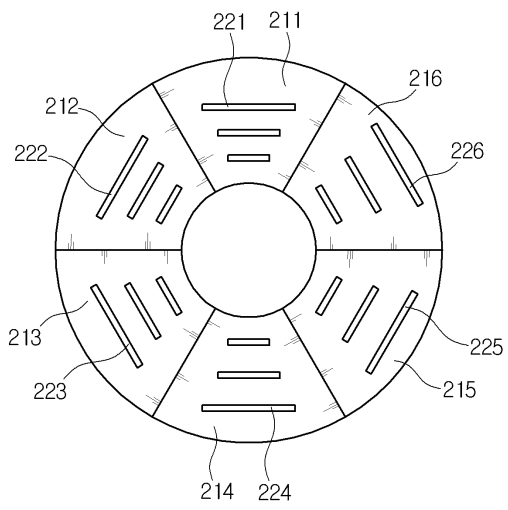
도면5



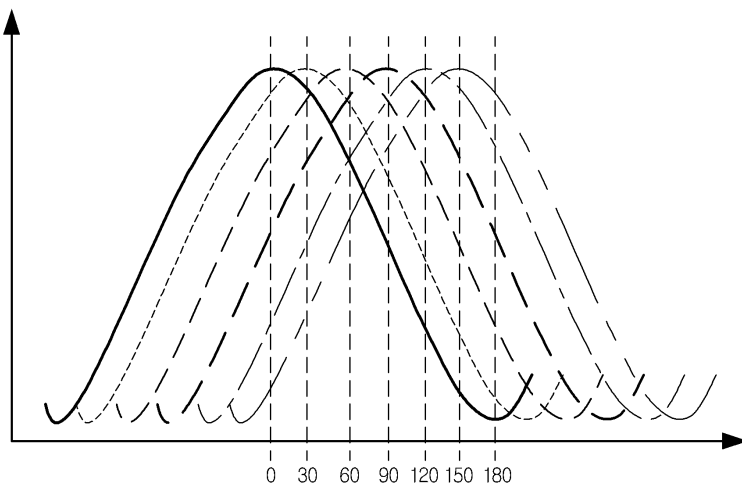
도면6



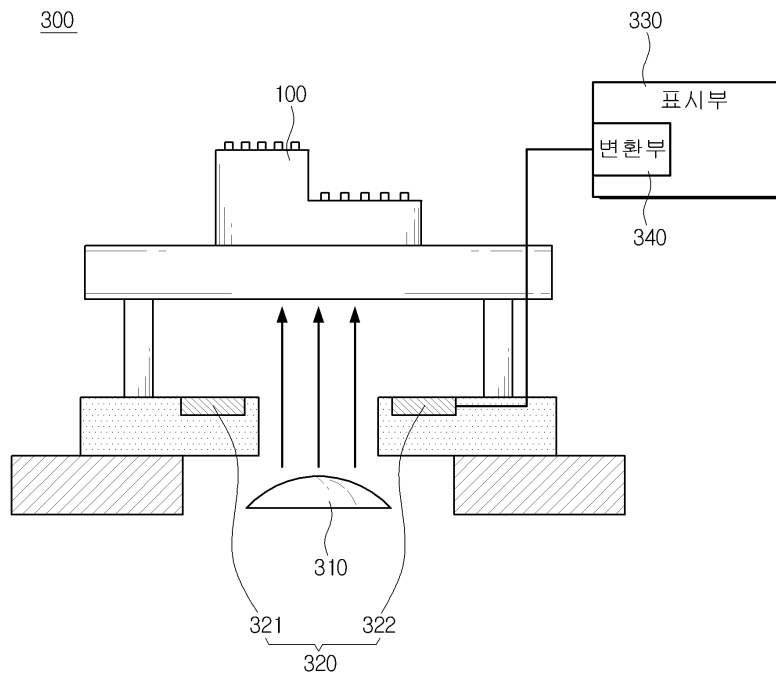
도면7



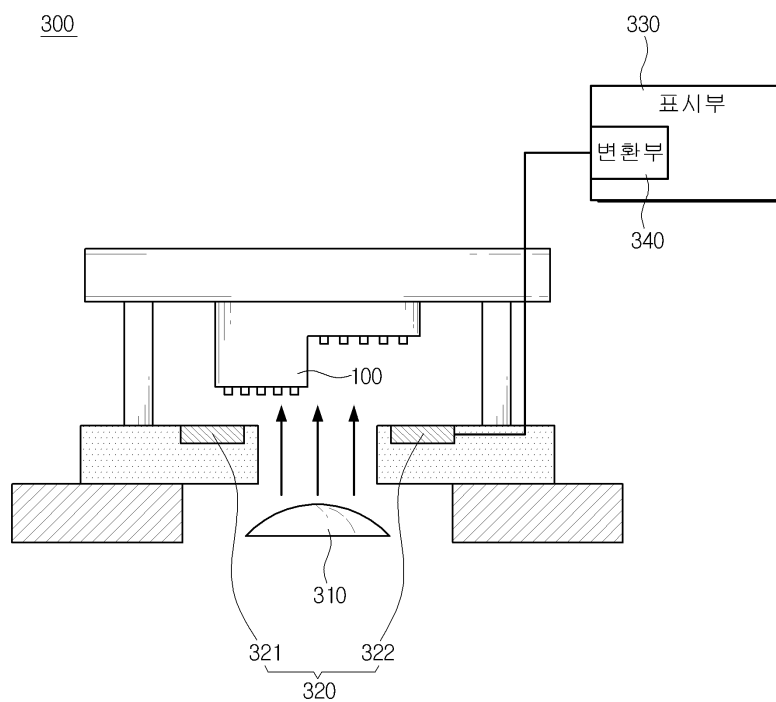
도면8



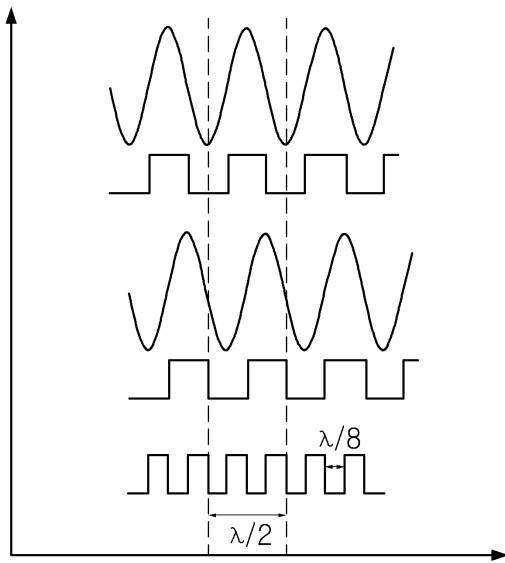
도면9



도면10



도면11



도면12

