

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01M 11/02

(11) 공개번호 10-2005-0030035  
(43) 공개일자 2005년03월29일

(21) 출원번호 10-2003-0066349  
(22) 출원일자 2003년09월24일

(71) 출원인 박승한  
서울특별시 양천구 목5동 목동 5단지아파트 513동 1201호  
이현호  
대구광역시 북구 읍내동 1332-2  
채규민  
전남 여수시 국동 193-163 6/4  
(72) 발명자 박승한  
서울특별시 양천구 목5동 목동 5단지아파트 513동 1201호  
이현호  
대구광역시 북구 읍내동 1332-2  
채규민  
전남 여수시 국동 193-163 6/4  
(74) 대리인 이해영  
이영필

심사청구 : 있음

#### (54) 굴절률 분포 측정 장치 및 방법

##### 요약

격자를 이용한 탈보 이지지와 광분포 무늬를 이용하여 굴절률 분포 측정하는 장치 및 방법이 개시되어 있다.

이 개시된 굴절률 측정 장치는, 광원; 적어도 하나의 격자; 상기 광원에서 출사되어 상기 격자와, 상기 격자의 앞 또는 뒤에 배치된 피검체를 통과한 빔에 의한 광분포 무늬를 촬영하기 위한 촬영기;를 포함하는 것을 특징으로 하며, 굴절률 측정 방법은 광원에서 출사된 빔을 적어도 하나의 격자와 피검체를 통과시켜 광분포 무늬를 얻는 단계; 상기 광분포 무늬로부터 위상 분포를 측정하는 단계; 소정의 굴절률 분포 함수에 따른 변수에 초기값을 지정하여 계산하는 단계; 상기 굴절률 분포 함수로부터 계산된 위상 분포값이 상기 측정된 위상 분포값과 가장 근사한 값을 가질 때의 굴절률 분포 변수를 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 구성에 의해, 피검체의 크기나 두께에 상관없이 피검체의 측방향에서 굴절률 분포 측정하는 것이 가능하다.

##### 대표도

도 3

##### 명세서

##### 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 피조 간섭을 이용한 굴절률 분포 측정 장치의 개략적 구성도이다.

도 2는 종래의 광경로차에 의한 간섭을 이용한 굴절률 분포 측정 장치의 개략적 구성도이다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 굴절률 분포 측정 장치의 개략도이다.

도 4는 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치에서 사용되는 모아레 간섭무늬의 생성 과정을 나타낸 것이다.

도 5, 도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치의 다른 변형예들을 나타낸 것이다.

도 8은 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치에서 빔이 피검체를 통과할 때의 굴절률 변화를 나타낸 것이다.

도 9a는 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치에 채용된 두 개의 격자가 그 격자 무늬가 평행하게 배치된 상태에서 위상 천이된 간섭 무늬를 나타낸 것이다.

도 9b는 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치에 채용된 두 개의 격자가 그 격자 무늬가 어긋나게 배치된 상태에서 위상 천이된 간섭 무늬를 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 방법을 나타낸 블록도이다.

도 11a는 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 방법에 따라 피검체의 단면 중심으로부터의 거리에 대한 위상 분포값의 측정값과 계산값을 그래프로 나타낸 것이다.

도 11b는 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 방법에 의해 얻어진 굴절률 분포 함수를 그래프로 나타낸 것이다.

<도면 중 주요부분에 대한 설명>

30...광원, 31...투명원도우

32,34,32',34',45...격자, 33...굴절률 맞춤 오일

39...이미징 렌즈, 40...촬영기

41...이미징처리부, 42...연산부

43...해석부, T...피검체

L...빔

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 격자를 이용하여 탈보 이미지와 광분포 무늬를 얻어 광부품의 굴절률 분포를 용이하고, 정밀하게 측정할 수 있는 굴절률 분포 측정 장치 및 방법에 관한 것이다.

광소자를 사용하는데 있어서 광소자의 광학적 특성을 측정하는 것은 중요한 일이다. 예를 들어, 초고속 광통신에 쓰이는 광섬유나 광소자등은 코아와 클래드라는 물질의 굴절률 차이에 의해서 빛을 가이드하게 된다. 따라서 광소자의 굴절률 분포 상태는 빛의 진행 특성을 결정지어주는 중요한 요소이므로 정확한 굴절률 분포 상태를 아는 것이 매우 중요하다.

도 1은 종래에 간섭현상, 예를 들어 피조(Fizeu) 간섭을 이용하여 광섬유(1)와 같은 광소자의 굴절률 분포를 측정하는 장치를 개략적으로 나타낸 것이다. 이 장치는 광섬유(1)의 측면의 간섭무늬를 얻고, 이 간섭무늬를 단층촬영법(tomography)의 해석 방법을 통해 해석하여 광섬유(1)의 굴절률 분포를 구한다. 여기서, 상기 광섬유(1)의 상하부에는 각각 금속 코팅 글라스(3)가 구비되고, 상기 광섬유(1) 주변에서의 굴절 변화를 최소화하기 위해 굴절률 맞춤 오일(index matching oil)(5)이 상기 금속 코팅 글라스(3) 사이에 채워진다.

여기서, 빔(L)이 상기 광섬유(1)의 측면을 통해 입사되도록 하여 빔의 위상 간섭을 이용하여 광섬유의 굴절률 분포를 측정한다. 그런데, 위상 간섭은 사용되는 빛의 파장보다 더 작은 정도의 정밀도가 요구된다. 따라서, 위상 간섭을 이용하여 굴절률 분포를 측정하는 장치는 진동에 매우 민감하기 때문에 주위 환경에 의한 영향을 많이 받을 뿐만 아니라 움직이는 피검체에 대해서는 측정이 정확하게 구현되기 어려운 한계가 있다.

또한, 광섬유의 측면을 통해 굴절률 분포를 측정하는데 있어서, 직경이 큰 광섬유의 굴절률 분포를 측정시에는 광섬유를 통과하면서 빔의 굴절 변화가 커지기 때문에 굴절률 분포의 측정 및 해석이 어려워지는 문제점이 있다. 즉, 피조간섭을 이용한 굴절률 측정 방법은 빔의 경로차(여기서, 경로차는 굴절률 분포에 따른 경로차를 포함함)를 측정하여 분석하는 방법이므로 광선의 굴절이 커지면 해석이 어려워진다. 따라서, 그 적용 범위가 제한될 수 있다.

한편, 종래에 굴절률 분포를 측정하는 또 다른 장치는 도 2에 도시된 바와 같이 광섬유와 같은 피검체(10)를 얇게 절단하고, 레이저 빔의 일부는 절단한 피검체(10)의 단면을 통과하도록 하고, 나머지는 상기 피검체(10)를 통과하는 빔과 다른 경로를 진행하도록 하여 이 두 빔간의 광분포 무늬를 얻도록 되어 있다. 광원(미도시)에서 출사된 빔(L)이 제1빔스프리터(9)에 의해 두 경로로 나뉘어 진행되고, 상기 제1빔스프리터(9)를 통과한 빔이 피검체(10)를 통과하

여 제2빔스프리터(12)를 통과한다. 한편, 상기 제1빔스프리터(9)에서 반사된 빔은 제3 및 제4 빔스프리터(13)(14)를 경유하여 상기 제2빔스프리터(12)에서 반사되어 상기 피검체(10)를 통과한 빔과 만나 간섭을 일으켜 간섭 무늬(15)가 생성된다. 광경로차에 의해 발생된 간섭 무늬(15)를 해석하여 피검체의 굴절을 분포를 알아낸다.

그런데, 도 2에 도시된 장치를 이용하여 굴절을 분포를 측정하는 경우에는 피검체를 얇은 형태로 절단하고 절단한 피검체의 표면을 연마해야 하는 등 피검체의 전처리 과정이 복잡한 단점이 있다. 또한, 피검체의 종류에 따라서는 연마하기가 매우 어렵고 거의 불가능한 경우가 있을 수도 있기 때문에, 이는 상용화에 방해가 되는 일 요인이 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 주위 환경에 대해 둔감하여 안정되고 정밀하게 굴절을 분포를 측정할 수 있고, 피검체의 크기나 종류에 제한이 없으면서 피검체를 가공할 필요 없이 굴절을 분포를 측정할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 굴절을 분포 측정 장치는, 광원; 적어도 하나의 격자; 상기 광원에서 출사되어 상기 격자와, 상기 격자의 앞 또는 뒤에 배치된 피검체를 통과한 빔에 의한 광분포 무늬를 촬영하기 위한 촬영기;를 포함하여 상기 광분포 무늬를 이용하여 상기 피검체의 굴절을 분포를 측정하는 것을 특징으로 한다.

상기 적어도 하나의 격자는 제1격자와 제2격자를 포함하고, 상기 제1격자와 제2격자 사이에 피검체를 배치할 수 있다.

상기 적어도 하나의 격자는 서로 떨어져 배치된 제1격자 및 제2격자를 포함하고, 상기 제1격자 앞에 피검체를 배치할 수 있다.

상기 적어도 하나의 격자를 빔이 진행하는 방향에 대해 수직하게 이동시켜 광분포 무늬를 위상 천이시킬 수 있도록 된 것이 바람직하다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 굴절을 측정 방법은, 광원에서 출사된 빔을 적어도 하나의 격자와 피검체를 통과시켜 광분포 무늬를 얻는 단계; 상기 광분포 무늬로부터 위상 분포를 측정하는 단계; 소정의 굴절을 분포 함수에 따른 변수에 초기값을 지정하여 계산하는 단계; 상기 굴절을 분포 함수로부터 계산된 위상 분포값이 상기 측정된 위상 분포값과 가장 근사한 값을 가질 때의 굴절을 분포 변수를 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 광분포 무늬는 탈보 이미지와 모아레 간섭 무늬에 의해 얻어지는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 굴절을 분포 측정 장치 및 방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

본 발명에 따른 굴절을 분포 측정 장치는 도 3을 참조하면, 광원(30)과, 적어도 하나의 격자를 포함한다.

상기 적어도 하나의 격자는 제1 및 제2 격자(32)(34)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 제1 및 제2 격자(32)(34) 사이에 굴절을 측정하고자 하는 피검체(T)를 배치한다. 상기 피검체(T)로는 예를 들어, 광통신에 이용되는 광섬유 특히, 플라스틱 광섬유(Plastic Optical Fiber)나 그린렌즈(GRIN Lens)와 같은 광부품이 채용될 수 있다.

상기 피검체(T)는 얇게 절단할 필요없이 길이방향으로 배치하고, 상기 광원(30)으로부터 출사된 빔(L)이 피검체(T)의 측면을 통해 입사되도록 한다.

상기 제1격자(32)와 제2격자(34) 사이에는 굴절을 맞춤 오일(33)을 삽입하는 것이 바람직하다. 상기 굴절을 맞춤 오일(33)로는 피검체(T)의 굴절률과 같거나 유사한 크기를 갖는 오일을 사용하여 빔(L)이 피검체(T)에 입사할 때 굴절률 변화가 최소화되도록 한다. 이는 빔(L)이 피검체(T)에 입사시 굴절률 변화가 크게 나타남으로 인해 피검체(T)의 굴절을 분포 측정에 영향을 미치는 것을 방지하기 위한 것이다.

상기 제1 및 제2 격자(32)(34)와 피검체(T)를 통과한 빔은 간섭을 일으켜 간섭무늬가 생성된다. 다시 말하면, 제1격자(32)의 왜곡된 형상이 제2격자(34)에 이르고, 제1 및 제2 격자(32)(34)의 형상이 겹쳐져 모아레 간섭 무늬가 생성된다. 도 4는 두 개의 격자가 겹쳐져 있을 때 생기는 모아레 간섭무늬와 이 간섭무늬를 저역통과 필터에 의해 필터링하여 얻은 무늬를 보여준다.

상기 제2격자(34)를 통과한 빔의 광경로상에 상기 간섭무늬를 촬영하기 위한 촬영기(40)가 마련된다. 상기 촬영기(40)는 예를 들어 고체촬상소자인 것이 바람직하다. 또한, 상기 제2격자(34)와 촬영기(40) 사이에는 이미징 렌즈(39)가 구비될 수 있다.

상기 촬영기(40)에 의해 촬영된 영상을 이용하여 해석부(43)를 통해 피검체(T)의 굴절을 분포를 계산한다. 상기 해석부(43)는 상기 촬영기(40)에 의해 촬영된 간섭무늬를 영상화하는 영상처리부(41)와 이 영상을 이용하여 굴절을 분포를 계산하는 연산부(42)를 포함한다.

한편, 상기 제1 및 제2 격자(32)(34)에 의한 간섭무늬를 위상 천이시키기 위해 상기 제1 및 제2 격자(32)(34) 중 적어도 하나를 이동시키기 위한 이동부가 구비된다. 간섭무늬의 위상 천이는 제1 및 제2 격자(32)(34)의 상대적인 위치를 변화시켜 위상차를 둠으로써 이루어질 수 있다. 도 9a 및 도 9b는 위상천이에 의해 생성되는 간섭무늬를 도시한 것으로, 도 9a는 제1 및 제2 격자의 격자방향을 평행하게 배치한 경우를 나타낸 것이고 도 9b는 제1 및 제2 격자의 격자방향을 어긋나게 배치한 경우를 나타낸 것이다.

도 3에서는 제1격자(32)를 이동시키기 위한 이동부(37)를 구비한 예를 도시하였으나, 제2격자(34)를 이동시키거나 제1 및 제2 격자를 이동시켜 위상천이된 간섭무늬를 얻을 수도 있다. 이때, 위상천이된 간섭 무늬를 얻기 위해서는 제1 및 제2 격자 중 적어도 하나를 빔(L)이 진행 방향에 대해 수직한 방향으로 이동시키는 것이 바람직하다.

이러한 위상천이된 무늬로부터 위상천이 알고리즘을 이용하여 위상분포를 구할 수 있다. 측정된 위상분포로부터 상기 해석부(43)를 통해 피검체의 굴절률 분포를 계산한다. 굴절률 분포 측정 과정에 대해서는 후술하기로 하고 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치의 다른 변형예에 대해 설명한다.

도 5에 도시된 바와 같이, 상기 제1격자(32)를 가변적으로 할 수 있도록 상기 제1격자(32)가 놓여 있던 위치에 투명 윈도우(31)를 대신 배치할 수 있다. 상기 투명윈도우(31)는 빔(L)의 진행에는 영향을 미치지 않으며, 굴절률 맞춤 오일(33)과 피검체(T)를 수용하기 위한 기능을 한다. 상기 투명윈도우(31)가 구비됨으로써 상기 제1격자(32)의 위치를 자유롭게 조절할 수 있다. 이와 같이 제1격자(32)의 위치를 조절함으로써 제1 및 제2 격자(32)(34) 사이의 간격을 조절할 수 있다.

여기서, 제1 격자의 탈보 이미지가 결상되는 위치에 제2 격자가 위치할 때 간섭 무늬의 명암(contrast)이 가장 좋으므로, 상기 제1 격자(32)의 위치를 조절하여 명암이 뛰어난 간섭 무늬를 얻는데 유리하다.

다음, 도 6을 참조하면 광원(30), 투명윈도우(31), 제1 및 제2 격자(32')(34')가 구비되는데, 상기 투명윈도우(31)와 제1격자(32') 사이에 피검체(T)가 배치되고, 제2격자(34')가 제1격자(32') 뒤쪽에 배치된다. 여기서는 광원(30)에서 출사된 빔(L)이 피검체(T)를 통과한 후 제1 및 제2 격자(32')(34')를 통과하여 발생하는 간섭 무늬를 측정하는데 특징이 있다.

상기 제2 격자(34')를 이동부(37)에 의해 이동시켜 위상 천이된 간섭무늬를 얻는다. 이때, 앞서 설명한 바와 같이 상기 제1 및 제2 격자(32')(34') 사이의 간격을 조절하여 최적의 간섭 무늬를 얻을 수 있다.

한편, 도 7에 도시된 바와 같이 하나의 격자(45)만을 이용하여 피검체(T)의 굴절률 분포를 측정할 수도 있다. 상기 격자(45) 다음에 피검체(T)를 배치하고, 피검체 다음에 투명윈도우(46)를 배치하며, 상기 격자(45)와 투명윈도우(46) 사이에 굴절률 맞춤 오일(33)을 삽입한다. 여기서, 상기 격자(45)와 투명윈도우(46)의 위치가 서로 바뀌어도 무방하다.

상기 격자(45)를 통과한 빔이 상기 피검체(T)를 통과하면서 왜곡된 정도를 측정하여 피검체의 굴절률 분포를 측정한다. 격자를 하나만 사용하는 경우에는 모아레 무늬가 생기지는 않지만, 피검체를 통과하면서 생긴 변화가 상기 격자(45)에 의한 탈보 이미지에 반영되어 피검체에 대한 정보를 가지게 된다. 따라서 이러한 정보를 이용하여 소프트웨어적으로 모아레 무늬를 발생시키거나, 모아레 위상정보와 같은 정보를 얻을 수 있다.

한편, 상기 투명윈도우(46) 다음에 이미징 렌즈(39)와 촬영기(40)가 구비되는데, 상기 이미징 렌즈(39)를 구비하지 않고 상기 투명윈도우(46) 다음에 바로 촬영기(40)가 배치될 수도 있다. 탈보(Talbot) 현상에 의해 상기 격자(45)의 뒷쪽에 탈보 이미지가 형성되므로 탈보 이미지가 맺히는 위치에 촬영기(40)를 위치시키면 이미징 렌즈 없이 영상을 촬영할 수 있다.

다음, 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치를 이용하여 피검체의 굴절률 분포를 측정하는 방법에 대해 설명한다.

본 발명에 따른 굴절률 측정 방법은, 적어도 하나의 격자를 이용하여 탈보 이미지와 광분포 무늬 예를 들어, 모아레 간섭 무늬를 발생시켜 굴절률 분포를 측정하는데 특징이 있다. 상기 광원(30)에서 출사된 빔(L)이 적어도 하나의 격자를 통과하면서 특정의 광분포 무늬 예를 들어, 간섭 무늬가 생성되고, 또한 피검체(T)를 통과하면서 피검체의 굴절률 분포에 따른 변화가 간섭 무늬에 반영되어 나타난다. 본 발명에서는 빔이 피검체의 측방향으로 입사되어 피검체의 길이방향으로 굴절률 분포를 측정할 수 있다.

그리고, 상기 적어도 하나의 격자를 빔의 진행 방향에 대해 수직한 방향으로 이동시켜 간섭 무늬를 위상 천이시키고, 이 위상 천이된 간섭 무늬로부터 위상 분포를 측정하며, 소정의 굴절률 분포 함수에 따른 변수에 초기값을 지정하여 굴절률 분포를 계산한다.

도 8은 빔이 제1 격자(32)를 지나 피검체(T)를 통과하면서 굴절되는 형태를 확대하여 나타낸 것이다. 예를 들어 피검체가 광섬유일 때, 피검체(T)의 굴절률 분포를 다음과 같은 함수로 표현할 수 있다.

여기서,  $N(r)$ 은 피검체의 반경( $r$ )에 따른 굴절률 분포 함수를,  $N_{\text{클래딩}}$ 은 광섬유 코아 주변의 클래딩의 굴절률을,  $\Delta n$ 은 코아와 클래딩의 굴절률 차를,  $R$ 은 광섬유 단면의 반경을,  $a$ 는 굴절률 분포 형태(또는 모양)를 결정하는 변수를 나타낸다. 상기 수학식 1에서는  $\Delta n$ ,  $R$ ,  $a$ 가 굴절률 분포 변수 들로 사용되며, 이 변수들을 상기 해석부(43)를 통해 측정값과 가장 근사한 위상 분포 계산값이 나오는 굴절률 분포 변수를 구한다.

좀더 구체적으로 살펴보면, 도 10을 참조하면 상기 적어도 하나의 격자를 통해 얻은 광분포 무늬(간섭 무늬)를 해석부(43)의 이미지처리부(41)를 통해 영상화하고(S10), 이 영상을 이용하여 모아레 위상분포를 측정한다(S12). 이때, 도 9a 또는 도 9b에 도시된 바와 같이 0도, 90도, 180도 및 270도로 위상 천이된 간섭 무늬들을 이용하여 위상 분포를 측정한다. 그리고, 소정의 굴절률 분포 함수에 따른 굴절률 분포 변수에 초기값을 지정하고(S14), 이 주어진 변수들을 이용하여 굴절률 분포 함수를 구하고 이로부터 모아레 위상 분포를 계산한다(S16). 여기서, 굴절률 분포 함수는 수학식 1과 같이 주어질 수 있으며, 또는 계단형 굴절률(step-index) 광섬유와 같은 피검체의 굴절률 분포를 측정하는 경우에는 하기의 수식식과 같은 굴절률 분포 함수를 이용할 수 있다.

여기서는  $N_{\text{클래딩}}$ ,  $N_1$ ,  $R_1$ 이 굴절률 분포변수로 사용될 수 있다. 상기 수학식 2에서는 코아 부분에서는 굴절률이  $N_1$ 이고, 클래딩 부분에서는 굴절률이  $N_{\text{클래딩}}$ 임을 나타낸다. 상기 모아레 간섭 무늬로부터 측정된 위상 분포와 가장 근사한 값을 나타내는 위상 분포를, 굴절률 분포 변수( $N_{\text{클래딩}}$ ,  $N_1$ ,  $R_1$ )를 변화시키면서 반복 계산하여 구한다. 이렇게 측정된 위상 분포값과 계산된 위상 분포값이 가장 근사한 값을 가질 때의 굴절률 분포 변수를 구함으로써 피검체의 굴절률 분포 함수를 구할 수 있다.

상기 연산부(42)에서는 상기 측정된 모아레 위상분포와 계산된 위상분포와의 변위를 계산하고(S18), 측정값과 계산값이 가장 근사한 값을 가질 때까지 굴절률 변수값을 변화시키면서 위상 분포값을 반복 계산한다. 도 11a는 피검체의 중심으로부터의 거리에 따른 위상의 측정값과 해석부(43)를 통해 계산한 값을 비교하여 나타낸 것이다. 여기서, 측정값과 가장 근사한 값을 갖는 모아레 위상 분포를 반복 연산에 의해 구한다.

상기와 같은 과정에 따라 계산된 모아레 위상 분포를 통해 굴절률 분포 변수값의 최종 결과치를 얻는다(S20). 이 굴절률 분포 변수값들을 이용해 피검체의 굴절률 분포를 알아낸다. 도 11b는 최종적으로 얻은 굴절률 분포 변수값들을 이용하여 얻은 굴절률 분포 함수에 따라 굴절률 분포를 그래프로 나타낸 것이다.

본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 방법은 위상 간섭을 이용하지 않고 공간적인 패턴(격자 패턴)의 간섭을 이용하므로 주위 환경에 의해 거의 영향을 받지 않는다. 본 발명에서는 모아레 간섭 무늬의 위상 분포가 빔이 굴절되는 정도에 비례하는 특성을 이용하여, 측정된 모아레 간섭 무늬의 위상 분포로부터 피검체의 굴절률 분포를 알아내는 것이다. 따라서, 피검체의 굴절률 변화가 클수록 모아레 간섭 무늬의 위상 분포가 더욱 명확하게 나타나기 때문에 굴절률 분포 측정에 유리하다. 이에 따라, 피검체의 두께에 관계없이 굴절률 분포를 측정할 수 있으므로 피검체의 크기 및 종류에 제한을 받지 않는다.

### 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치는, 적어도 하나의 격자를 이용하여 탈보 이미지 또는 광분포 무늬(모아레 간섭 무늬)를 얻고, 이 광분포 무늬로부터 위상 분포를 측정함으로써 굴절률 분포를 알아낸다. 여기서, 광분포 무늬의 위상 분포는 굴절률 변화에 비례하는 성질이 있기 때문에, 피검체의 두께가 커서 피검체의 굴절률 분포 변화가 큰 경우라도 굴절률 분포를 측정하는데 문제가 없다. 이는 피검체의 크기나 두께에 상관없이 피검체의 측방향에서 굴절률 분포를 측정하는 것이 가능하다는 것을 의미하며, 따라서 특히 광소자 중 두께가 큰 소자들 예를 들어, 플라스틱 광섬유의 굴절률 분포를 측정하는데 유리하다.

더 나아가, 피검체를 측방향에서 굴절률 분포 측정하는 것이 가능하므로 피검체를 얇게 절단하고 연마하는 등의 사전 준비 작업이 요구되지 않는다.

또한, 본 발명에 따른 굴절률 측정 방법은 위상 간섭을 이용하는 것이 아니라 공간적인 패턴의 간섭을 이용하므로, 진동에 민감하지 않아 주위 환경에 의한 영향을 적게 받는 안정적인 방법으로 제공될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 굴절률 분포 측정 장치 및 방법은 대량의 양산 부품의 굴절률 평가에 적합하게 이용될 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

광원;

적어도 하나의 격자;

상기 광원에서 출사되어 상기 격자와, 상기 격자의 앞 또는 뒤에 배치된 피검체를 통과한 빔에 의한 광분포 무늬를 촬영하기 위한 촬영기;를 포함하여 상기 광분포 무늬를 이용하여 상기 피검체의 굴절률 분포를 측정하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 격자는 제1격자와 제2격자를 포함하고, 상기 제1격자와 제2격자 사이에 피검체를 배치하는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 격자는 서로 떨어져 배치된 제1격자 및 제2격자를 포함하고, 상기 제1격자 앞에 피검체를 배치하는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 4.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피검체 둘레에 굴절을 맞춤 오일을 구비하는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 5.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 격자를 빔이 진행하는 방향에 대해 수직하게 이동시켜 광분포 무늬를 위상 천이시킬 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 6.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 피검체의 앞 또는 뒤에 투명윈도우를 구비하는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 7.

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제1 및 제2 격자 사이의 간격을 조절할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 8.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 격자와 촬영기 사이에 이미징 렌즈가 구비되는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 9.

광원에서 출사된 빔을 적어도 하나의 격자와 피검체를 통과시켜 광분포 무늬를 얻는 단계;

상기 광분포 무늬로부터 위상 분포를 측정하는 단계;

소정의 굴절을 분포 함수에 따른 변수에 초기값을 지정하여 계산하는 단계;

상기 굴절을 분포 함수로부터 계산된 위상 분포값이 상기 측정된 위상 분포값과 가장 근사한 값을 가질 때의 굴절률 분포 변수를 얻는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포 측정 방법.

### 청구항 10.

제 9항에 있어서,



상기 광분포 무늬는 탈보 이미지와 모아레 간섭 무늬에 의해 얻어지는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포 측정 방법.

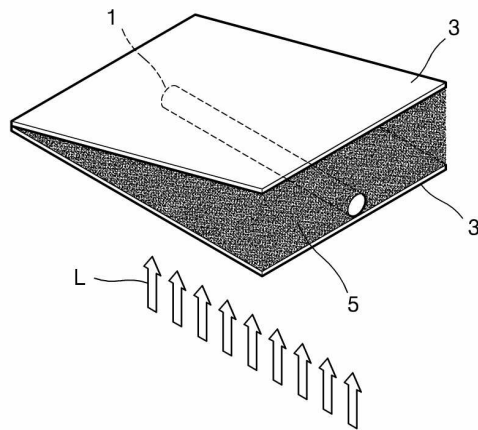
# 청구항 11.

제 9항 또는 제 10항에 있어서,

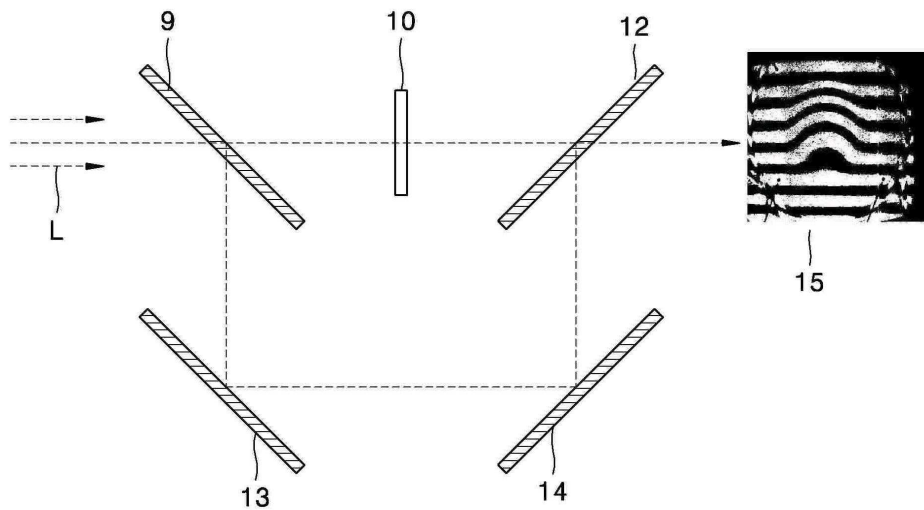
상기 빔이 피검체의 측방향을 통해 통과되는 것을 특징으로 하는 굴절률 분포 측정 방법.

도면

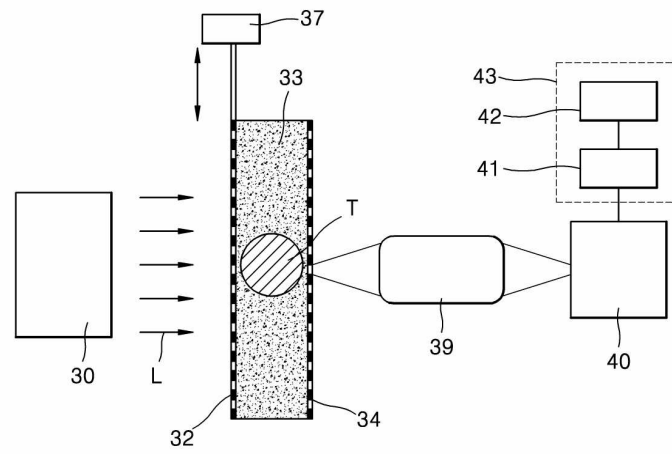
도면1



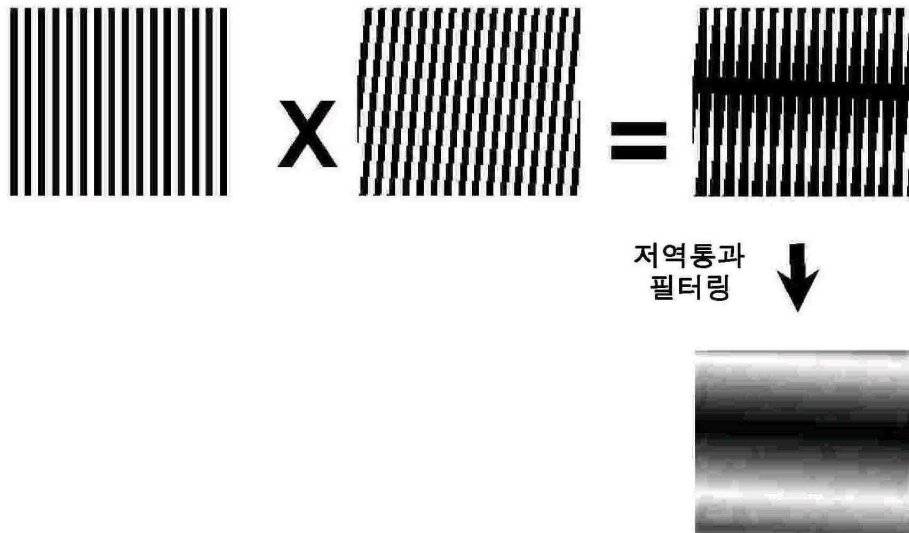
도면2



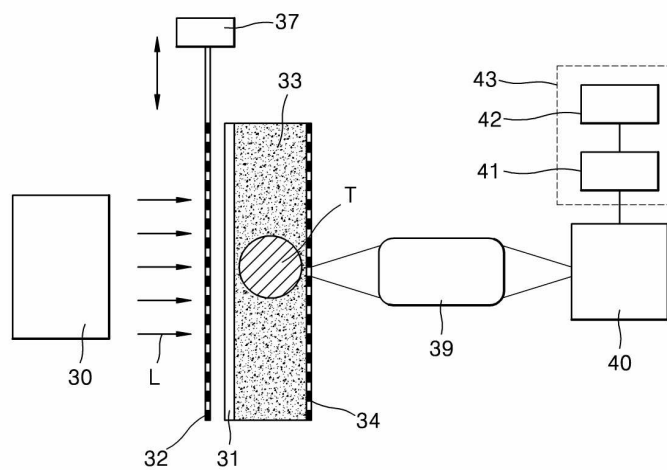
도면3



도면4

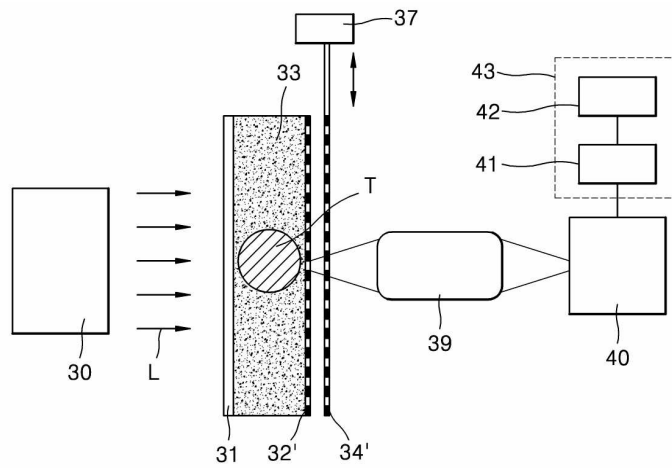


도면5

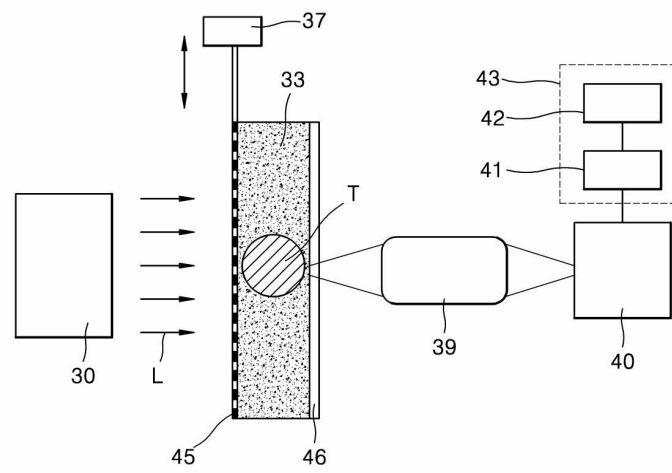




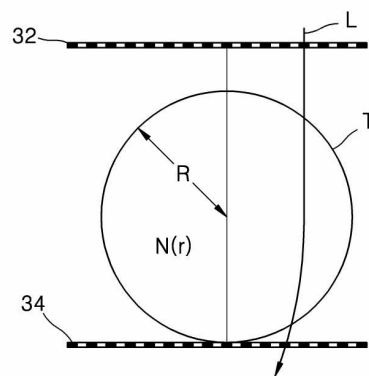
도면6



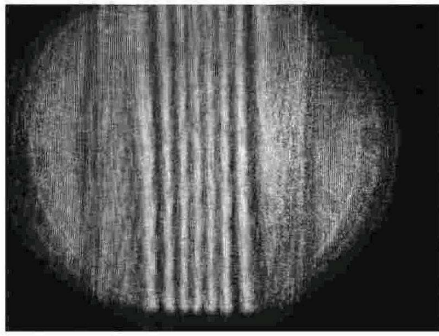
도면7



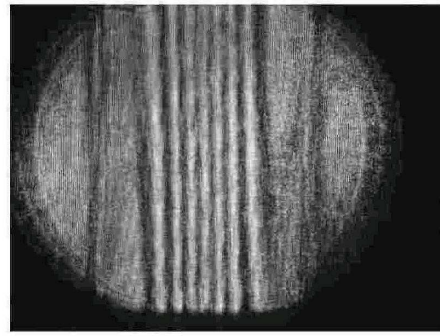
도면8



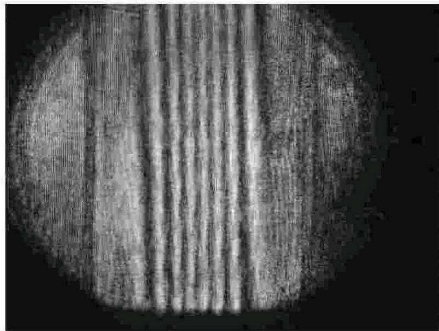
도면9a



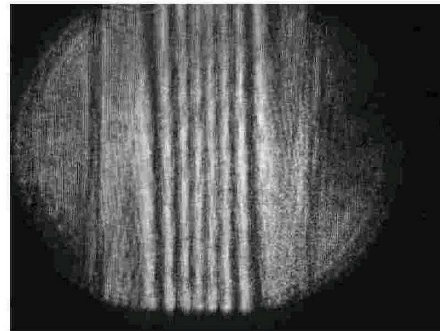
위상=0°



위상=90°

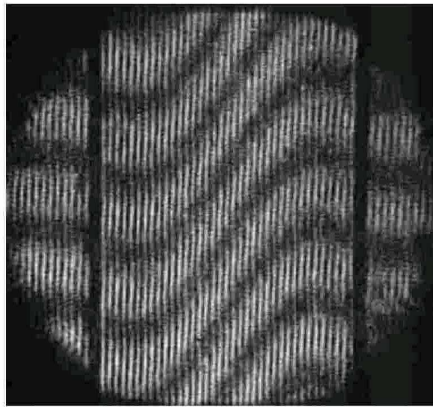


위상=180°

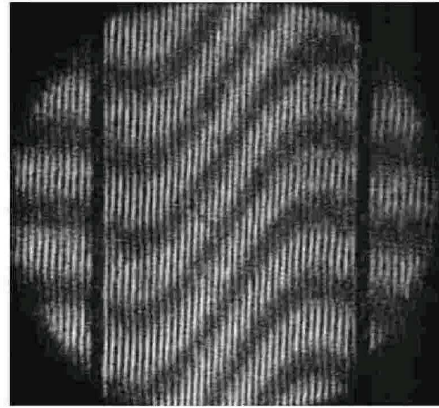


위상=270°

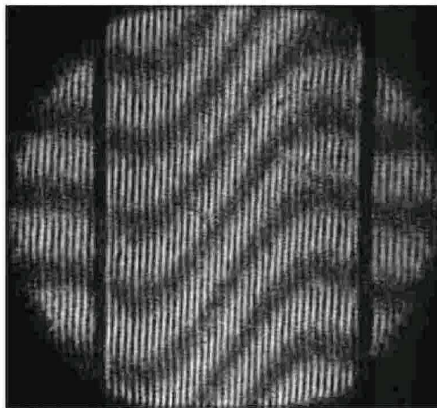
도면9b



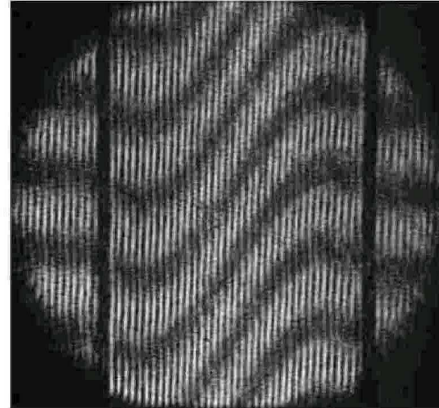
위상=0°



위상=90°

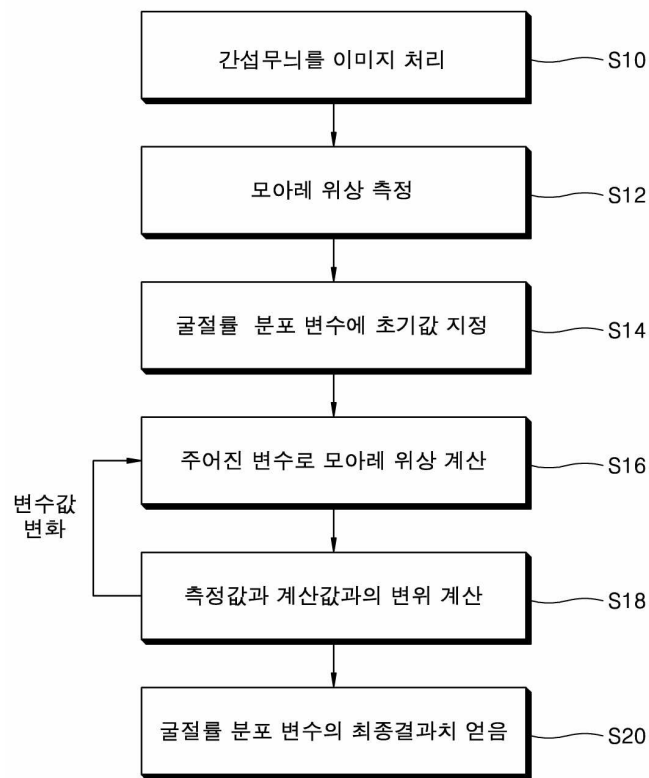


위상=180°

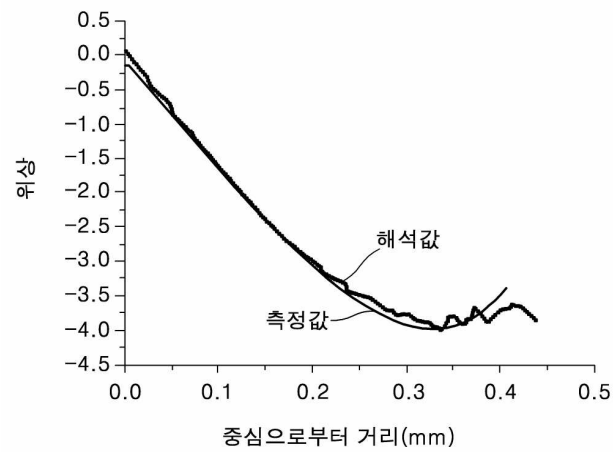


위상=270°

도면10



도면11a



도면11b

