



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년01월05일  
 (11) 등록번호 10-1692869  
 (24) 등록일자 2016년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G02B 21/36 (2006.01) G01N 21/31 (2006.01)  
 G02B 21/00 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G02B 21/361 (2013.01)  
 G01N 21/31 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0031504  
 (22) 출원일자 2015년03월06일  
 심사청구일자 2015년03월06일  
 (65) 공개번호 10-2016-0107921  
 (43) 공개일자 2016년09월19일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP10019785 A\*  
 JP2009063345 A\*  
 JP2013044713 A  
 JP2011043503 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 서강대학교산학협력단  
 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)  
 (72) 발명자  
 이기진  
 경기도 안산시 단원구 고랫부리길 172-17 (대부남동)  
 이한주  
 서울특별시 양천구 신월로15길 21 104동 301호 (신월동, 대성유니드)  
 (74) 대리인  
 특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 11 항

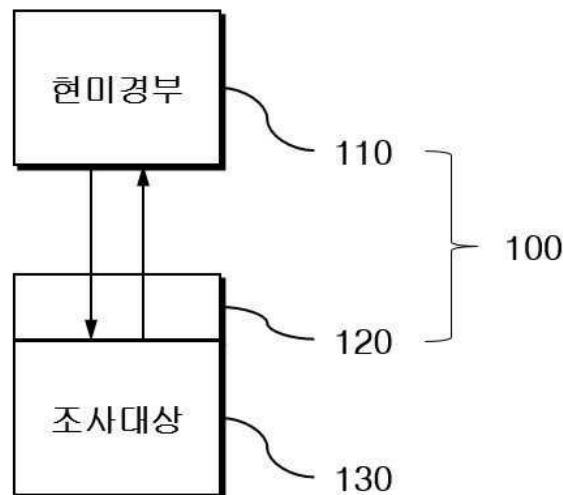
심사관 : 이병수

(54) 발명의 명칭 **인디케이터를 이용한 광학 현미경**

**(57) 요약**

본 발명은 광학 현미경에 관한 것으로, 빛을 원편광시켜 조사 대상에 입사하고, 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 현미경부, 및 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 인디케이터를 포함하고, 상기 조사 대상에 입사된 빛은, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 복굴절이 발생하는 것을 특징으로 함으로써, 인디케이터를 이용하여 광학적으로 열의 분포를 영상화할 수 있다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류  
*G02B 21/0068* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하고, 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 현미경부; 및

조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 인디케이터를 포함하고,

상기 입사된 빛은,

상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되고,

상기 현미경부는 상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 제1 각도 및 제2 각도로 분광하는 분광기 및 상기 제1 각도에서 측정된 밝기변화와 상기 제2 각도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사대상의 열분포를 영상화하는 CCD를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 입사된 빛은,

상기 인디케이터의 열응력에 따른 광탄성 효과에 의해 복굴절이 발생하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 인디케이터는,

상기 조사 대상과 접촉 또는 비접촉하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 인디케이터 하부에 빛을 반사하는 반사층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 반사층은 금속 박막 또는 유전 거울인 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 현미경부는,

빛을 방출하는 광원;

상기 광원에서 방출된 빛을 선편광시키는 선편광부; 및

상기 선편광된 빛을 원편광시키는 원편광부;를 포함하는 광학 현미경.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 분광기는,

상기 인디케이터의 축에 대해 45도와 90도 분광하고,

상기 CCD는,

상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경.

**청구항 8**

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항의 광학 현미경을 이용하여 열 분포를 영상화하는 열 분포 영상장치.

**청구항 9**

빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하는 단계; 및

상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 단계를 포함하고,

상기 입사된 빛은,

조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되며,

상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 제1 각도 및 제2 각도로 분광하는 단계; 및 상기 제1 각도에서 측정된 밝기변화와 상기 제2 각도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사대상의 열 분포를 영상화하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열 분포 영상화 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하는 단계는,

광원에서 방출된 빛을 선편광시키는 단계; 및

상기 선편광된 빛을 원편광시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열 분포 영상화 방법.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

상기 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 단계는,

상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 45도와 90도 분광하는 단계; 및

상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화하는 단계를 포함하는 열 분포 영상화 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 광학 현미경에 관한 것으로서, 보다 구체적으로, 인디케이터를 이용하여 광학적으로 열의 분포를 영상화 하는 광학 현미경에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 나노 패터닝 기술의 비약적인 발전으로 수 나노미터의 선폭을 갖는 회로 및 소자가 제작되고 있으나 소자의 동작에 대한 검증 및 조사를 위한 열 영상화 기법은 전무한 실정이다. 알려진 방식으로 방사되는 IR을 통한 IRT 기법은 물질마다 IR 방사율이 다르기 때문에 정확한 측정이 힘들고, 분해능이 IR파장인 수 마이크로미터로 제한되며, IR 센서 및 광각기기가 고가라는 단점이 있다. 다른 방식으로 scanning probe를 통한 방식이 있으나,

측정 시간이 길고, scanning probe를 제작하기 힘들며, 고가의 scanning stage를 정밀하게 제어해야하는 기술적 어려움이 있다. 광학적 방식으로, 열 반사 변화에 의한 영상화 방식 (thermo-reflectivity microscope) 이 알려져 있으나, 반사율이 높은 시료에 대해서만 측정할 수 있으며 열에 의한 반사율의 변화가 매우 작기 때문에 실제 측정에 적용되기 어렵다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 한국공개특허 "광학 현미경(10-1999-0033525)"

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 인디케이터를 이용하여 광학적으로 열의 분포를 영상화하는 광학 현미경을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 인디케이터를 이용하여 광학적으로 열의 분포를 영상화하는 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 해결하기 위하여, 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하고, 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 현미경부; 및 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 인디케이터를 포함하고, 상기 입사된 빛은, 상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되고, 상기 현미경부는 상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 제1 각도 및 제2 각도로 분광하는 분광기 및 상기 제1 각도에서 측정된 밝기변화와 상기 제2 각도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사대상의 열분포를 영상화하는 CCD를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경을 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 입사된 빛은, 상기 인디케이터의 열응력에 따른 광탄성 효과에 의해 복굴절이 발생하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경일 수 있다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 인디케이터는, 상기 조사 대상과 접촉 또는 비접촉하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경일 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 인디케이터 하부에 빛을 반사하는 반사층을 더 포함하고, 상기 반사층은 금속 박막 또는 유전 거울인 것을 특징으로 하는 광학 현미경일 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 현미경부는, 빛을 방출하는 광원; 및 상기 광원에서 방출된 빛을 선편광시키는 선편광부;를 포함하는 광학 현미경일 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 분광기는, 상기 인디케이터의 축에 대해 45도와 90도 분광하고, 상기 CCD는, 상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화하는 것을 특징으로 하는 광학 현미경일 수 있다.

[0012] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 해결하기 위하여, 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하는 단계; 및 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 단계를 포함하고, 상기 입사된 빛은, 상기 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되며, 상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 제1 각도 및 제2 각도로 분광하는 단계; 및 상기 제1 각도에서 측정된 밝기변화와 상기 제2 각도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사대상의 열 분포를 영상화하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열 분포 영상화 방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하는 단계는, 광원에서 방출된 빛을 선편광시키는 단계; 및 상기 선편광된 빛을 원편광시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 열 분포 영상화

방법일 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 단계는, 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 45도와 90도 분광하는 단계; 및 상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화하는 단계를 포함하는 열 분포 영상화 방법일 수 있다.

**발명의 효과**

[0015] 본 발명에 따르면, 미시적인 소자의 동작 및 온도 변화를 영상화하여 소자의 구동 방식을 조사하고, 소자의 신뢰성을 검증할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 현미경의 블록도이다.  
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 광학 현미경이다.  
 도 3 내지 4는 편광을 나타낸 것이다.  
 도 5 내지 6은 본 발명의 실시예에 따른 열 분포 영상 결과를 나타낸 것이다.  
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 열 분포 영상화 방법의 흐름도이다.  
 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 열 분포 영상화 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 현미경은, 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하고, 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 현미경부, 및 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 인디케이터를 포함하고, 상기 반사된 빛은, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0020] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 현미경의 블록도이다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 현미경(100)은 인디케이터를 이용해 광학적으로 열의 분포를 영상화하는 광학 현미경이다. 일반 glass 물질 등을 인디케이터로 이용하여 인디케이터의 열응력을 광학적으로 측정된 후 이를 2차원 응력 분석을 통하여 조사하고자 하는 대상의 열 분포를 영상화한다. 일반 glass 물질 등을 열에 대한 인디케이터로서 사용하며, 인디케이터를 조사하고자 하는 대상위에 위치시킨후 조사 대상에서 전달된 열에 의해 형성된 인디케이터의 열 응력을 편광 현미경을 통하여 측정된 후, 이 측정결과를 2차원 평면 응력 분석을 통하여 열 영상을 추출하는 것에 있다. 열 영상화가 광학 현미경을 통해 이루어지기 때문에 수 마이크로미터 크기의 작은 대상의 열 영상을 실시간으로 측정할 수 있으며, 인디케이터 물질로 일반적인 glass를 이용할 수 있기 때문에 경제적이며, 온도 변화에 따른 열응력의 변화가 크기 때문에 수 밀리 켈빈에 이르는 높은 감도를 갖는다.

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 현미경(100)은 현미경부(110) 및 인디케이터(120)로 구성된다.
- [0024] 인디케이터(120)는 조사 대상(130) 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생한다.
- [0025] 보다 구체적으로, 열 분포 영상을 이용하여 조사 대상(130)을 분석하기 위하여, 인디케이터(120)를 이용한다. 인디케이터(120)는 조사 대상의 변화를 관측하기 위해 사용되는 것으로, 일반 유리(glass) 또는 붕규산 유리(borosilicate glass)와 같은 큰 열탄성 효과와 광탄성 효과를 지니는 물질을 이용될 수 있다. 인디케이터(120)는 열이 전달되면 인디케이터 내부에 열응력이 형성되며, 이 열응력에 의해 편광에 따른 광탄성 효과가 나타난다. 광탄성 효과는 유리나 플라스틱 등 투명한 탄성체에 힘이 가해졌을 때 일시적으로 광학적으로 비등방체로 되어 복굴절을 일으키는 효과이다. 조사 대상(130)으로부터 열을 전달받아 형성되는 열응력에 의한 광탄성 효과를 확인하여 조사 대상의 열 분포 영상을 확인하는데 이용한다.
- [0026] 인디케이터(120)는 조사 대상(130)과 접촉 또는 비접촉할 수 있다. 비접촉하더라도, 조사 대상의 열이 인디케이터(120)에 전달될 수 있는 거리 이내로 떨어져 있을 수 있다. 조사 대상(130)으로부터 전달된 열에 의해 인디케이터 내부에 열응력이 형성되며, 이 열 응력에 의해 편광에 따른 광탄성 효과가 나타난다. 이 광탄성 효과는 원형 편광을 통하여 측정할 수 있다.
- [0027] 인디케이터(120) 하부에 빛을 반사하는 반사층을 더 포함할 수 있다. 상기 반사층은 금속 박막 또는 유전 거울일 수 있다. 인디케이터(120)는 조사 대상(130)과 맞닿은 면에 반사율이 높은 금속 박막 혹은 유전 거울을 형성하여 높은 반사율을 얻을 수 있다. 인디케이터(120)를 투과하여 반사된 빛을 이용하여 인디케이터(120)의 열응력을 확인할 수 있는바, 반사되는 빛의 반사율을 높이기 위하여, 반사층을 이용한다.
- [0028] 현미경부(110)는 빛을 원편광시켜 인디케이터(120)로 입사하고, 인디케이터(120)를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화한다.
- [0029] 보다 구체적으로, 조사 대상(130)의 열에 의한 인디케이터(120)의 열응력을 광학적으로 측정하기 위하여 빛을 원편광시켜 인디케이터(120)로 입사한다. 인디케이터(120)를 투과하여 반사되는 빛을 분석하여 열 분포를 영상화한다.
- [0030] 현미경부(110)는 빛을 방출하는 광원, 상기 광원에서 방출된 빛을 선편광시키는 선편광부, 상기 선편광된 빛을 원편광시키는 원편광부, 반사된 빛을 분광하는 분광기, 및 상기 분광된 빛을 영상화하는 CCD(charge coupled device)로 구성될 수 있다. 인디케이터(120)의 열응력에 의해 나타나는 광탄성 효과는 원편광을 통하여 측정할 수 있는바, 광원에서 방출된 빛을 선편광시킨 후, 다시 원편광시켜 인디케이터(120)로 입사한다. 원편광을 이용하여 광탄성 효과를 측정하기 위하여, liquid crystal modulator(LCM)을 이용하여 빛을 원편광시킨다. 원편광된 빛은 대물렌즈(objective lens)를 통해 인디케이터(120)로 입사될 수 있다. 입사된 빛은 인디케이터의 열응력에 따른 광탄성 효과에 의해 변화가 발생한다. 입사된 빛은 상기 광탄성 효과에 의해 복굴절이 발생한다. 인디케이터(120)를 투과하여 반사되는 빛을 분광기로 분광하고, 분광된 빛을 분석하여 영상화한다. 분광기(analyzer)는 인디케이터(120)의 축에 대해 45도와 90도 분광하고, CCD는 상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화한다. CCD에서 분광된 빛을 분석하여 영상화하는 과정은 다음과 같다.
- [0031] 분광기는 인디케이터(120)의 x축 또는 y축에 대해 45도와 90도로 분광한 후, CCD로 빛의 밝기변화를 측정한다. 측정된 빛의 밝기는 아래 식과 같이 주어진다.

**수학식 1**

$$\beta_1 = \frac{2\pi dS}{\lambda} (\sigma_x - \sigma_y), \quad \beta_2 = \frac{2\pi dS}{\lambda} 2\sigma_{xy}$$

- [0032]
- [0033] 여기서,  $\beta_1$ 은 45도,  $\beta_2$ 은 90도에서 측정된 밝기변화이다. 여기서,  $\lambda$ 는 빛의 파장, S는 stress-optical constant, d는 인디케이터의 두께,  $\sigma(x,y,xy)$ 는 열에 의해 여기된 인디케이터의 내부 응력을 나타낸다. 이 측정 결과를 다음의 식으로 산출하여 열의 분포를 영상화할 수 있다.

수학식 2

$$Q = c \left( \frac{\partial^2 \beta_1}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \beta_1}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 \beta_2}{\partial x \partial y} \right)$$

[0034]

[0035] 여기서 Q는 조사하고자 하는 대상의 heat density이며 C는 인디케이터 물질에 의존하는 상수이다.

[0036]

상기의 과정을 통해 조사 대상의 열 분포를 영상으로 나타낼 수 있다.

[0037]

본 발명의 실시예에 따른 광학 현미경은 도 2와 같을 수 있다.

[0038]

광원으로 녹색 파장의 LED를 사용할 수 있다. 가시광선 또는 자외선 등 다른 광원을 이용할 수도 있다. polarizer를 통하여 선형으로 편광된 후 광축이 편광자와 45도로 정렬된 LCM을 투과하여 원형으로 편광된다. 이때 편광 상태는 LCM에 인가된 교류 전압에 의해 조절되며, 각각 left, right circularly polarized된 빛을 측정에 사용한다. 이 원형 편광된 빛은 인디케이터를 투과/반사 한 후 analyzer로 진행하며, 이때 analyzer를 인디케이터의 x축 (혹은 y축)에 대해 45도와 90도로 조절한후 ccd로 빛의 밝기변화를 측정한다. 입사광(incident light)은 편광기(polarization modulator)를 통해 원편광되어 Beam splitter와 대물렌즈(Objective lens)를 통과하여 인디케이터로 입사된다. 인디케이터는 열원(Heat source)인 조사 대상과 닿는 면에 반사층을 포함할 수 있다. 반사층은 금속 박막 또는 유전 거울 등이 이용될 수 있다. 인디케이터를 투과하여 반사된 빛은 Beam splitter에 의해 분광기(analyzer)로 입사된다. 이때 반사된 빛은 타원편광(elliptically polarized)된 빛이다. 이를 분광기가 분광하고, 상기 수학식 1 및 2의 과정을 통해 열 분포에 대한 영상을 생성한다.

[0039]

도 3과 같이 원편광된 빛이 인디케이터(120)로 입사되고, 조사 대상이 열원으로 열이 인디케이터(120)로 전달되면 열응력에 의해 인디케이터를 투과하고 반사된 빛은 x축 또는 y축으로 타원편광으로 변화된다. 이를 도 4로 설명하면, 빛은 0도로 선편광되고, LCM을 통해 45도로 편광되며, 인디케이터에 의해 변화되고, 분광기를 통해 90도 분광된다. 상기 분광된 빛을 분석하여 열 분포 영상을 생성할 수 있다.

[0040]

인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 광학적으로 분석하여 생성한 열 분포 영상의 결과는 측정된 빛의 밝기변화와 이 결과를 통하여 계산된 열원의 온도 분포의 모습을 나타낸 도 5와 같으며, 열응력 그래프는 도 6과 같다.

[0041]

본 발명의 실시예에 따른 광학 현미경은 조사 대상의 온도 변화를 인디케이터의 열응력의 변화로서 측정하기 때문에 모든 물질에 적용될 수 있으며, 열응력을 광학적 방식으로 측정하기 때문에 빛의 파장에 따른 회절 한계까지의 분해능을 가지며, 높은 응답 속도를 가진다. 또한 인디케이터 물질로서 glass를 사용하고, CCD와 같은 저렴한 광학 센서를 통하여 영상화하기 때문에 다른 기술에 비해 월등히 경제적이다. 특히 glass 물질의 열응력의 변화에 의한 광학적 변화가 매우 크기 때문에, 수 나노~마이크로 미터 크기의 소자에 대해서 수 mK에 이르는 온도 변화를 측정할 수 있는 높은 감도를 가진다. IC 회로와 같은 나노 소자의 열 분포를 영상화 함으로써 소자의 전자적 특성을 검증하고 이해하는데 적용될 수 있으며, 이를 높은 감도와 분해능, 그리고 빠른 속도로 측정할 수 있다.

[0042]

본 발명의 일 실시예에 따른 열 분포 영상장치는 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하고, 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 현미경부 및 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 인디케이터를 포함하고, 상기 입사된 빛은 상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되는 것을 특징으로 하는 광학 현미경을 이용하여 열 분포를 영상화한다. 열 분포 영상장치는 하나 이상의 저장부, 하나 이상의 처리부, 또는 하나 이상의 출력부를 더 포함할 수 있다. 열 분포 영상장치에 이용되는 광학 현미경에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 6에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 중복되는 설명은 생략한다.

[0043]

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 열 분포 영상화 방법의 흐름도이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 열 분포 영상화 방법의 흐름도이다. 각 단계에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 5의 광학 현미경에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 중복되는 설명은 생략하도록 한다.

[0044]

710 단계는 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사하는 단계이다.

[0045]

보다 구체적으로, 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력을 변화를 광학적으로 분석하기

위하여, 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사한다.

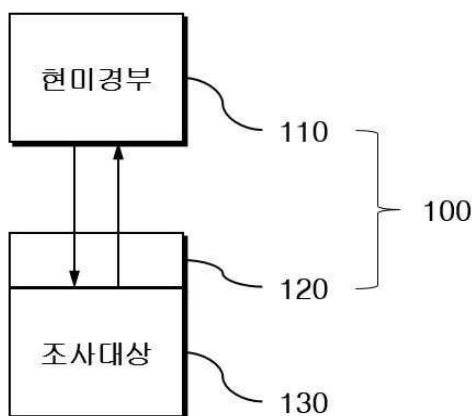
- [0046] 720 단계는 상기 인디케이터를 투과하여 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화하는 단계이다.
- [0047] 보다 구체적으로, 인디케이터로 입사된 빛은 상기 조사 대상 상부에 위치하고, 열에 의한 열응력이 발생하는 상기 인디케이터를 투과할 때, 상기 조사 대상에서 발생하는 열에 의한 상기 인디케이터의 열응력에 의해 변화되는바, 반사된 빛을 분석하여 열 분포를 영상화한다.
- [0048] 810 단계 내지 820 단계는 710 단계에 대응하는 단계로, 810 단계에서 광원에서 방출된 빛을 선편광시키고, 820 단계에서 상기 선편광된 빛을 원편광시켜 인디케이터로 입사한다.
- [0049] 830 단계 내지 840 단계는 720 단계에 대응하는 단계로, 830 단계에서 상기 반사된 빛을 상기 인디케이터의 축에 대해 45도와 90도 분광하고, 840 단계에서 상기 45도에서 측정된 밝기변화와 상기 90도에서 측정된 밝기변화로부터 2차원 응력 분석을 통해 상기 조사 대상의 열 분포를 영상화한다.
- [0050] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0051] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**부호의 설명**

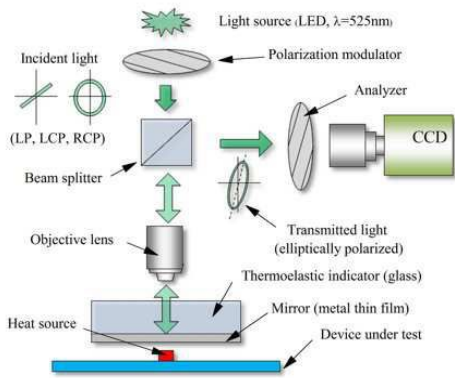
- [0052] 100: 광학 현미경
- 110: 현미경부
- 120: 인디케이터
- 130: 조사 대상

**도면**

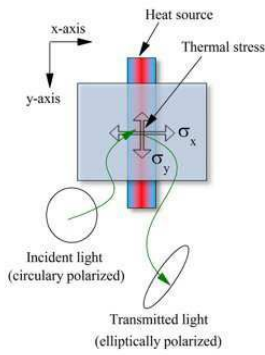
**도면1**



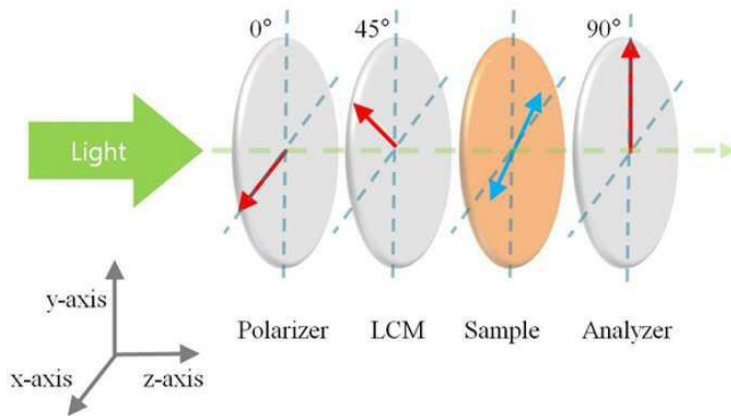
도면2



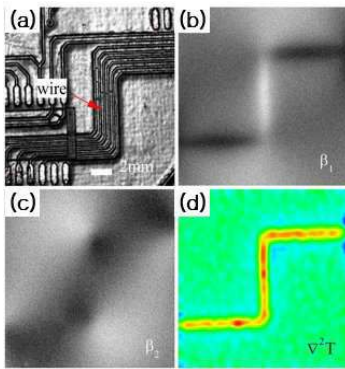
도면3



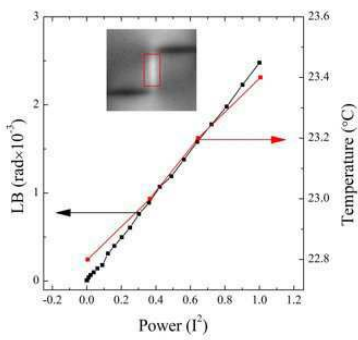
도면4



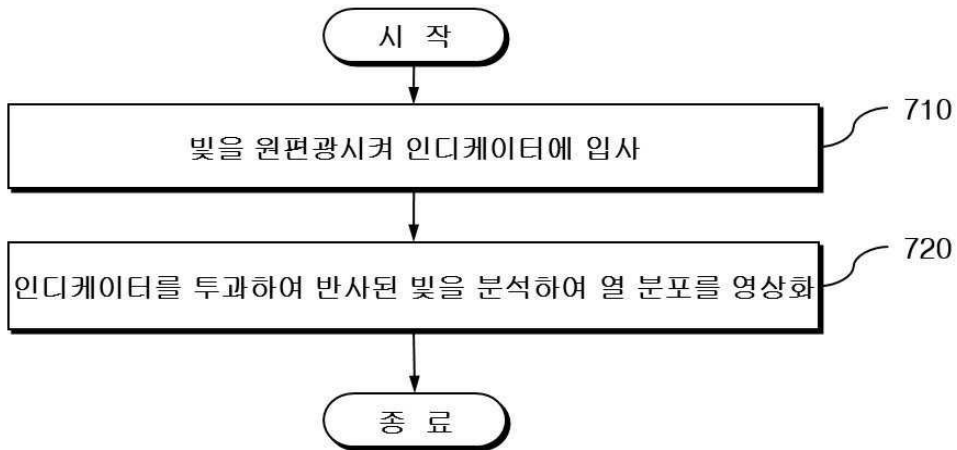
도면5



도면6



도면7



도면8

