

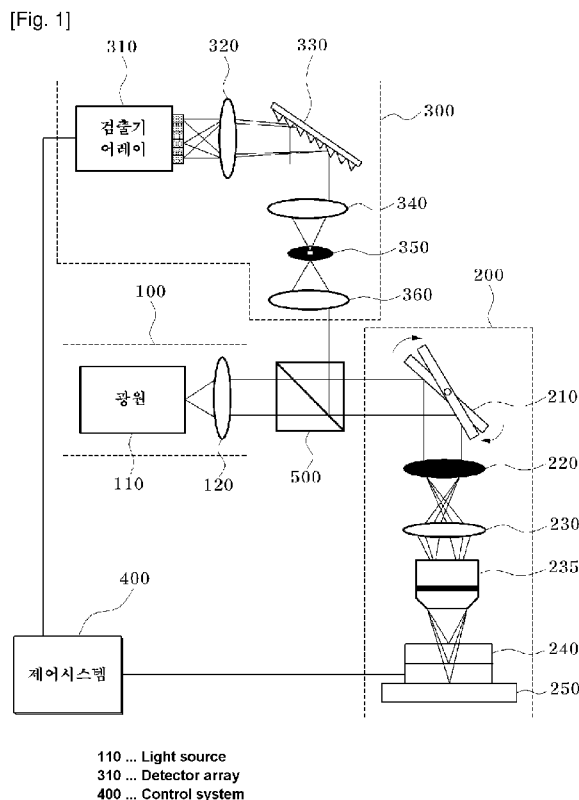


- (51) 국제특허분류: *G01N 21/17* (2006.01) *G01J 5/08* (2006.01)
G01K 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/009268
- (22) 국제출원일: 2011년 12월 1일 (01.12.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2010-0132630 2010년 12월 22일 (22.12.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국 기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 어은동 52번지, 305-333 Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 유선영 (RYU, Seon Young) [KR/KR]; 충청북도 청주시 상당구 용암동 소라아파트 101동 1006호, 360-100 Chungcheongbuk-do (KR). 최해룡 (CHOI, Hae Young) [KR/KR]; 충청북도 청주시 상당구 용암동 소라아파트 101동 1006호, 360-100 Chungcheongbuk-do (KR). 장기수 (CHANG, Ki Soo) [KR/KR]; 대전광역시 대덕구 읍내동 현대아파트 106동 809호, 306-761 Daejeon (KR). 김건희 (KIM, Geon Hee) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 반석동 622번지 반석마을아파트 507동 103호, 305-749 Daejeon (KR). 양순철 (YANG, Sun Cheol) [KR/KR]; 대전광역시 유성구 관평동 테크노밸리 6단지 604동 1303호, 305-509 Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 정태훈 (JEONG, Tae Hoon) 등; 서울시 강남구 대치동 968 안양빌딩 7층 TNI 특허법률사무소, 135-848 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING TEMPERATURE DISTRIBUTION

(54) 발명의 명칭 : 온도분포 측정장치



(57) Abstract: The present invention pertains to a device for measuring a temperature distribution, which can measure a temperature distribution without contacting a sample having a three-dimensional structure. More specifically, the device for measuring the temperature distribution can measure a three-dimensional temperature distribution for the sample, wherein the temperature distribution in the depth direction (direction z) of the sample is measured by a heat reflection method using a chromatic dispersion lens, a diffraction spectrometer and an optical detection array; and the temperature distribution in the parallel directions (direction x-y axes) of the sample is measured by the heat reflection method using a two-axes scanning mirror.

(57) 요약서: 본 발명은 3차원 구조를 가지는 시료에 대한 온도분포를 비접촉식으로 측정할 수 있는 온도분포 측정장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 색분산 렌즈, 회절분광기, 광검출 어레이를 이용하여 시료의 깊이 방향(Z 방향)의 온도분포를 열반사법으로 측정하고, 2축 주사 거울을 이용하여 시료의 평행방향(x-y 축 방향)의 온도분포를 열반사법으로 측정함으로써 시료의 3차원 온도분포를 측정할 수 있도록 한 온도분포 측정장치를 제공한다.



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 온도분포 측정장치

기술분야

- [1] 본 발명은 3차원 구조를 가지는 미소시료에 대한 온도분포를 비접촉식으로 측정할 수 있는 온도분포 측정장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 색분산 렌즈, 회절분광기, 광검출 어레이를 이용하여 시료의 깊이 방향(Z방향)의 온도분포를 열반사법으로 측정하고 또한, 2축 주사 거울을 이용하여 시료의 평행방향(x-y 축 방향)의 온도분포를 열반사법으로 측정함으로써 시료의 3차원 온도분포를 측정할 수 있도록 한 온도분포 측정장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 반도체 소자, 광전자 소자 등과 같은 미소 소자들에 대한 열분포 특성을 측정하는 것은 소자들의 성능 평가 및 성능향상을 위해 매우 중요하다. 기존의 비접촉식 열분포 측정 장치로는 시료로부터 방출되는 적외선 복사를 적외선 카메라를 이용하여 직접측정하는 적외선 써모그래피 방법이 이용되고 있다. 그러나 적외선 써모그래피 방법은 10mK ~ 20mK 정도의 높은 온도 분해능을 구현할 수 있는 반면, 중적외선 복사를 검출하여 온도 이미지를 형성함으로써 생기는 회절 한계로 인해 3 μ m 정도의 공간 분해능을 갖는다. 따라서, 1 μ m 이내의 고분해능을 구현하기 위해서는 필연적으로 짧은 파장의 빛을 이용하여야 한다. 따라서, 자외선이나 가시광 대역의 짧은 파장을 가지는 빛을 샘플에 조사하여 온도변화에 따른 상대적인 반사율 변화를 측정함으로써 샘플의 온도분포를 추출해 내는 열반사 측정 방법(Thermo-reflectance technique)이 다양하게 보고되고 있다. (M. Farzaneh et. al. J.Phys. D. vol. 42, p.143001,2009) 이 방법에서는 500nm 이하의 빛을 사용하기 때문에 약 250 nm 정도의 고-공간분해능을 구현할 수 있다는 장점을 가지면서 온도 분해능 또한 약 10 mK를 구현할 수 있다. 그러나 제안된 방법은 2차원 표면상에서의 온도 분포를 측정하는데 그치고 있다.
- [3] 특허 US2009/0084959에서는 투명한 재질로 패키징된 3차원 구조의 소자에 대한 온도분포를 측정하기 위한 방법으로 Nipkow disk 기반의 공초점 현미경을 이용한 열반사 측정방법이 보고되었다.
- [4] 특허 US2009/0084959에 의하면, 열반사 측정방법을 이용하여 초점 영역에서의 2차원 온도분포를 고 공간 분해능으로 측정이 가능하다. 그러나, 이 방법에서는 3차원 측정을 위해서 시료를 깊이 방향으로 이동하거나 또는 렌즈를 포함한 시스템을 깊이 방향으로 이송해야 한다는 단점을 가지고 있다.
- [5] 따라서, 시료 혹은 시스템의 이송과정에서 생기는 기계적인 진동에 의한 온도측정의 오차가 크다. 또한, 시료나 측정 시스템의 수직방향으로 이송으로 인해 측정 시간이 길어 실시간 3차원 온도분포 측정이 불가하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 시료의 깊이 방향으로의 기계적인 이송장치 없이 시료의 3차원 온도분포를 측정하는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [7] 전술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일측면은 다수의 파장을 가지는 광선들이 혼합된 광을 제공하는 광원; 상기 광원으로부터 나온 빔을 파장별로 분리하는 기능을 수행하는 색분산렌즈; 상기 색분산 렌즈를 통해 분리된 광을 집속시켜 주는 대물렌즈; 및 대상 시료에 상기 광이 조사된 후 반사된 광을 검출하는 검출부를 포함하되, 대물렌즈를 통해 전달된 광의 파장에 따라 대상 시료의 깊이별로 초점을 맺게 되며 각 초점으로부터 반사되어 광을 검출하는 온도분포 측정 장치를 제공한다.
- [8] 바람직하게는, 상기 광원과 상기 색분산 렌즈 사이에는 입사된 빔을 2차원으로 스캔하는 기능을 수행하는 2축 주사거울이 더 구비된다.
- [9] 상기 검출부는 회절격자와 광신호 검출기 어레이를 포함하여 각 파장별로 광신호를 동시에 검출할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 검출부는 단일 포토어레이를 구비하여 시간에 따라 파장별로 각 파장별 신호를 검출할 수 있다.
- [11] 이들 각 검출부에는 상기 회절격자 또는 단일포토어레이에 입사되는 광을 각 파장별 초점에서 반사된 빔을 선택적으로 통과시키기 위한 편홀이 더 구비되는 것이 바람직하다.
- [12] 한편, 광원, 시료부, 및 상기 검출부 사이에는 광분배기가 더 구비될 수 있다.

발명의 효과

- [13] 이상에서 설명한 바와 같은 발명에 의하면, 3차원 구조를 가지는 미소 시료의 3차원 온도 분포를 비접촉식으로 측정하기 위한 파장 분할 열반사 현미경 기반의 3차원 온도분포 측정 장치에 관한 것으로 기존 공초점 현미경 기반의 열반사 현미경에 비해 깊이 방향으로의 기계적인 이송장치 없이 3차원 온도분포를 측정할 수 있으므로 3차원 온도 분포 측정의 정확도를 높이고 실시간 온도분포 측정이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 온도분포 측정장치의 구성을 도시한 개략도이다.
- [15] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 온도분포 측정장치를 설명하기 위한 개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [16] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나,

다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다.

- [17] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 온도분포 측정장치의 구성을 도시한 개략도이다.
- [18] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 온도분포 측정장치는 광원부(100), 시료부(200), 검출부(300), 제어부(400)로 구성된다.
- [19] 광원부(100)는 다수의 파장을 가지는 광선들이 혼합된 빛을 제공하는 광원(110)과 평행광으로 유도하는 광학계(120)를 포함한다. 광원(110)의 종류로는 다중광선을 가지는 백색광, LED, 고체 광원 등 일반적으로 넓은 파장 선평을 얻을 수 있는 광원이 이용될 수 있다. 광원부(100)는 광원(110)을 평행빔으로 출사하기 위한 광학계(120)로 시준렌즈를 포함할 수 있고, 추가로 일정 파장만을 선택하는 파장필터(미도시)를 포함한다.
- [20] 시료부(200)는 2축 주사거울(210), 색분산 렌즈(220), 대물렌즈(235), 및 시료의 온도 변이를 가능하게 하는 시료 고정장치(250)를 포함한다. 시료부(200)에는 색분산렌즈(220)를 통과한 빔을 대물렌즈(235)에 집광시켜 주는 역할을 수행하기 위한 광학계(230)가 추가될 수 있다.
- [21] 2축 주사거울(210)는 입사된 빔을 2차원으로 스캔하는 기능을 수행하는 것으로 갈바노 미러(galvano-mirror), 폴리곤 미러(polygon mirror), AOD(acoustic optical deflector), DMD(digital micromirror device), raster scanner 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [22] 색분산 렌즈(220)는 다중 광선이 혼합된 빔을 파장별로 분리하는 기능을 수행하고, 대물렌즈(235)는 색분산 렌즈(220)를 통해 분리된 광을 강하게 집속시켜 주는 역할을 수행한다. 시료가 지지되는 고정장치(250)는 시료의 온도 변이도 가능하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [23] 검출부(300)는 편홀(350)과 수광렌즈(320), 회절격자(330)와 광신호 검출기 어레이(310)로 구성된다. 검출부(300)에는 편홀(350)에 통과하기 전과 후에 각각 집광과 평행빔을 만들어 주는 기능을 수행하기 위한 광학계(360, 340)가 추가될 수 있다.
- [24] 검출부(300)는 수광렌즈(320)와 함께 편홀(350)을 두어 편홀(350)의 구멍으로 집광된 광선만을 통과시키고 구멍 이외의 영역에 집광된 광선의 진행을 차단함으로써 정확히 각 파장별 초점에서 반사된 빔을 선택적으로 통과시킬 수 있다.
- [25] 선택적으로 편홀(350)을 통과한 빔은 회절격자(330)를 통해 각 파장별로 분리된 후 광신호 검출기 어레이(310)에 의해 검출된다.
- [26] 광검출 어레이(310)는 charged coupled device(CCD), 포토디텍터, APD(avalanche photo diode), PMT(photo multiplier tube)를 포함하는 광신호 검출기가 다수개

배열되어 구성될 수 있다.

- [27] 한편, 광분배기(500)는 광원부(100)로부터 출사되는 빔을 시료부(200)에 전달하고 시료부(200)로부터 전달되어 온 빔을 검출부(300)로 전달하는 기능을 수행하는 것이다. 광분배기(500)는 온도분포 측정에 직접적으로 필요하지는 않으므로 도 1의 배치를 변형하는 경우 선택적으로 제거할 수 있는 구성이다. 다만, 도 1과 같은 구성에 있어서는 광원부(100)에서 출력되는 광과 시료부(200)로부터 출력되는 광을 분리하기 위해서 삽입된다.
- [28] 시스템 제어부(400)는 열반사 측정을 위한 시료의 온도 제어 장치(250) 및 검출부(300)와 온도 제어와의 동기화를 위한 신호 발생기(미도시) 그리고 측정된 신호처리부(미도시)를 포함하는 하드웨어와 소프트웨어로 구성된다.
- [29] 다음으로, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 온도분포 측정장치의 동작을 상세히 설명한다.
- [30] 광원(110)에서 다수의 파장을 가지는 광선들이 혼합된 빛이 제공되면, 광학계(120)는 이를 평행광으로 유도한다. 평행광으로 된 광은 광분배기(500)를 통과하여 2축 주사거울(210)에 의해 색분산렌즈(220)로 유도된다.
- [31] 색분산 렌즈(220)로부터 발생된 색분산 빔이 대물렌즈(235)를 통과하면 빛의 파장에 따라 시료의 깊이 별로 초점을 맺게 되며 각 초점으로부터 광신호가 반사된다.
- [32] 이 광신호는 검출부(300)에 전달된다. 좀 더 상세히 설명하면, 검출부(300)에서는 편홀(350)을 통과한 빔 만을 회절격자(330)로 분리하여 파장별 신호가 전달된다. 이 경우, 파장별 신호는 검출기 어레이(310)에 의해 동시에 측정된다. 이러한 방식으로, 시료의 깊이에 따른 온도 분포를 기계적인 이송장치 없이 측정할 수 있다.
- [33] 한편, 2축 주사 거울(210)을 이용하여 시료의 수평방향으로 빔을 스캔함으로써 시료의 3차원 온도분포를 측정할 수 있다. 이 때 시료의 온도변화에 따른 반사율 변화를 측정하는 일반적인 열반사 측정 방법을 이용해 온도분포를 측정할 수 있다.
- [34] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 온도분포 측정장치의 구성을 도시한 개략도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 온도분포 측정장치는 광원부(100'), 시료부(200), 검출부(300'), 제어부(400')로 구성된다.
- [35] 도 1의 온도분포 측정 장치와의 차이점을 위주로 설명하면, 도 2의 온도분포 측정장치는 도 1의 광원부(100')와 검출부(300')가 상이하다. 즉, 도 1의 회절격자와 광신호 검출기 어레이(310) 대신에 도 2의 온도분포 측정장치에서는 파장가변 광원(110')과 단일 포토디텍터(310')가 구비된다. 파장가변 광원(100')은 시간에 따라 다른 파장을 발생시키는 파장가변 광원(Swept source 혹은 Tunable laser source)을 이용할 수도 있고 예를 들어 백색광의 외부에 파장가변 필터(미도시)를 사용하여 시간에 따라 파장이 다른 광을 전달하는 것도 가능하다.

- [36] 한편, 도 2의 경우는 파장별로 분리하여 스캔을 수행한다. 즉, 파장가변 광원(110')에서 시료에 전달되는 광원을 시간에 따라 파장별로 스캔하여 검출부(300')로 전달하면 도 2의 검출부(300')는 한번에 여러 개의 파장 신호를 검출할 필요가 없어지고 단일 포토디텍터(310')를 이용하더라도 시간적으로 각 파장별 신호를 검출할 수 있게 된다. 이러한 동작을 지원하기 위해서는 시스템 제어부(400')의 기능이 도 1의 경우와는 다소 변경된다. 시스템 제어부(400')는 깊이 방향으로 한 라인을 측정하는 동안 한주기의 온도가변이 이루어지며, 이 한 주기 안에 4번 이상의 검출이 이루어지도록 구성하는 것이 효과적이다. 광원을 파장 별로 가변시켜 주면서 온도 가변 및 검출이 동기에 맞춰 이루어지도록 제어시스템(400')이 광원부(100')와 연결된다.
- [37] 전술한 본 발명에 따른 온도분포 측정 장치에 대한 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 다수의 파장을 가지는 광선들이 혼합된 광을 제공하는 광원;
상기 광원으로부터 나온 빔을 파장별로 분리하는 기능을 수행하는 색분산 렌즈;
상기 색분산 렌즈를 통해 분리된 광을 집속시켜 주는 대물렌즈; 및
대상 시료에 상기 광이 조사된 후 반사된 광을 검출하는 검출부를 포함하되,
상기 대물 렌즈를 통해 전달된 광의 파장에 따라 대상 시료의 깊이별로 초점을 맺게 되며 각 초점으로부터 반사되어 광을 검출하는 온도분포 측정 장치.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 광원과 상기 색분산 렌즈 사이에는 입사된 빔을 2차원으로 스캔하는 기능을 수행하는 2축 주사거울이 더 구비되는 온도분포 측정 장치.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 검출부는 회절격자와 광신호 검출기 어레이를 포함하여 각 파장별로 광신호를 동시에 검출하는 온도분포 측정 장치.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서,
상기 검출부는 단일 포토어레이를 구비하여 시간에 따라 파장별로 각 파장별 신호를 검출하는 온도분포 측정장치.
- [청구항 5] 제4 항에 있어서,
상기 광원은 시간에 따라 다른 파장을 발생시키는 파장가변 광원(Swept source 혹은 Tunable laser source)을 이용하거나, 광원의 외부에 파장가변 필터를 사용하여 시간에 따라 파장이 다른 광을 출력하도록 한 온도분포 측정장치.
- [청구항 6] 제3 항 또는 제4 항에 있어서,
상기 검출부에는 상기 회절격자 또는 단일포토어레이에 입사되는 광을 각 파장별 초점에서 반사된 빔을 선택적으로 통과시키기 위한 편홀이 더 구비되는 온도분포 측정장치.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,
상기 광원, 상기 시료부, 및 상기 검출부 사이에는 광분배기가 더 구비되는 온도분포 측정장치.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,
상기 2축 주사거울은 입사된 빔을 2차원으로 스캔하는 기능을 수행하는 것으로 갈바노 미러(galvano-mirror), 폴리곤 미러(polygon mirror), AOD(acoustic optical deflector), DMD(digital micromirror device), raster scanner 중에서 선택된 어느 하나인

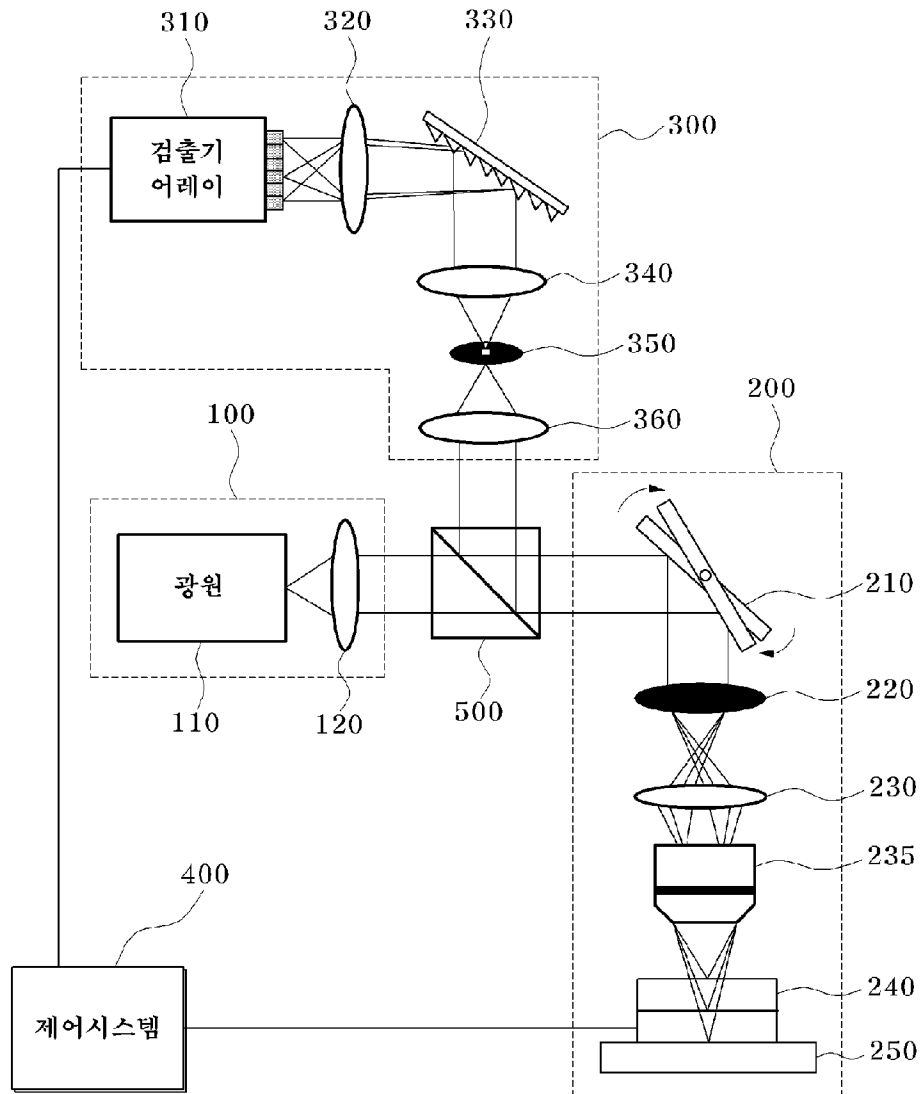
[청구항 9]

온도분포 측정장치.

제1 항에 있어서,

상기 광원은 다중광선을 가지는 백색광, LED, 고체 광원 등 다수의 파장 선폭을 얻을 수 있는 광원인 온도분포 측정장치.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

