(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2010 년 11 월 4 일 (04.11.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/126175 A1

(51) 국제특허분류:
G01N 21/45 (2006.01) *G01N 21/65* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2009/002215

(22) 국제출원일: 2009 년 4 월 28 일 (28.04.2009)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261, 500-712 Gwangju (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **이병하 (LEE, Byeong Ha)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261, 500-712 Gwangju (KR). **유선영 (RYU, Seon Young)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261, 500-712 Gwangju (KR). **최해룡 (CHOI, Hae RYoung)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261, 500-712 Gwangju (KR). **정용민 (JUNG, Yong Min)** [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261, 500-712 Gwangju (KR).

(74) 대리인: **특허법인 우인 (WOOIN, PATENT & LAW FIRM)**; 서울특별시 강남구 역삼동 648-15 신원빌딩 3 층, 135-911 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, 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, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

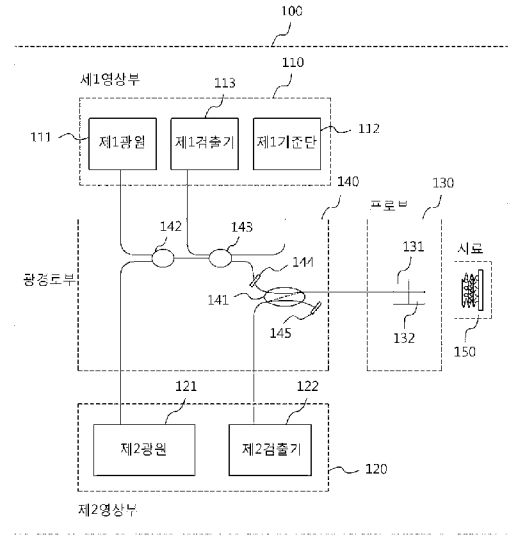
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: APPARATUS FOR ACHIEVING COMBINED OPTICAL IMAGES BASED ON DOUBLE CLADDING FIBER DEVICES

(54) **발명의 명칭** : 이중 클래딩 광섬유 소자를 이용한 복합형 영상장치

[Fig. 1]



110 ... 1st image unit
111 ... 1st light source
112 ... 1st reference edge
113 ... 1st detector
120 ... 2nd image unit
121 ... 2nd light source
122 ... 2nd detector
130 ... Probe
140 ... Optical path unit
150 ... Sample

(57) **Abstract**: Disclosed is an apparatus for achieving combined optical images which is able to acquire a 1st image and a 2nd image at the same time and reduce the size of a probe by using a double cladding optical fiber device. A 1st image unit of the apparatus generates the 1st image and emits a 1st optical signal, and a second image unit of the apparatus creates the 2nd image and emits a 2nd optical signal. Both optical signals are irradiated onto a sample from a probe after passing through an optical path unit, and the probe collects the 1st and 2nd image signals generated by both optical signals. The optical path unit distributes the 1st and 2nd image signals to the 1st and 2nd image units respectively by using a multi-coupler. A 1st detector obtains the 1st image, and a 2nd detector acquires the 2nd image. Therefore, the apparatus is able to obtain the 1st and 2nd images simultaneously for the same position of the sample. In addition, the apparatus is variously applicable to small sized devices by minimizing the size of the probe.

(57) **요약서**: 이중 클래딩 광섬유 소자를 이용하여 프로브의 크기를 감소시키면서, 제 1 영상과 제 2 영상을 동시에 획득할 수 있는 복합형 영상장치를 제공한다. 복합형 영상장치는 제 1 영상을 생성하는 제 1 영상부에서 제 1 광신호를 출사하고, 제 2 영상을 생성하는 제 2 영상부에서 제 2 광신호를 출사한다. 상기 양자의 광신호는 광경로부를 거쳐 프로브에서 시료에 조사되고, 상기 프로브에서 상기 양자의 광신호에 의해 생성된 제 1 영상신호와 제 2 영상신호를 수집한다. 또한, 광경로부에서는 복합커플러를 이용하여 수집된 제 1 영상신호는 제 1 영상부로 제 2 영상신호는 제 2 영상부로 분배한다. 제 1 검출기에서는 제 1 영상을 획득하고 제 2 검출기에서는 제 2 영상을 획득한다. 따라서 시료의 동일한 위치에 대하여 제 1 영상과 제 2 영상을 동시에 획득할 수 있는 장점이 있고, 프로브의 크기를 최소화할 수 있어서 소형 장치에 다양한 응용이 가능하다.

WO 2010/126175 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

이중 클래딩 광섬유 소자를 이용한 복합형 영상장치

기술분야

[1] 본 발명은 제1영상과 제2영상을 획득할 수 있는 복합형 영상장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시료의 동일한 위치에 대하여 제1영상과 제2영상을 동시에 획득할 수 있으며 프로브의 크기를 최소화 할 수 있는 복합형 영상장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 단층영상장치(OCT: Optical Coherence Tomography)란 수십nm 이상의 파장 대역폭을 갖는 광대역 광원을 시료에 조사하여, 시료로부터 반사되어 나오는 영상신호를 수집하고, 수집된 영상신호와 기준단 영상신호 간의 간섭현상을 이용하여 시료에 대한 단층영상을 획득하는 장치이다. 여기에는 시간영역 단층영상장치(TD-OCT: Time Domain OCT), 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT: Frequency Domain OCT) 및 스펙트럼영역 단층영상장치(SD-OCT: Spectral Domain OCT) 등이 있다.

[3] 시간영역 단층영상장치(TD-OCT)는 기준단의 스캐닝(scanning)을 이용하여 광경로가 일치하는 경계면을 측정하는 장치로서, 광대역 광원을 이용하고, 이동형의 기준단을 이용하고, 포토다이오드(photodiode)를 이용하여 영상을 획득한다. 높은 분해능의 영상처리가 가능하며, 기준단의 스캐닝(scanning) 속도를 높임으로써 고속 영상처리가 가능하다.

[4] 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT)는 시간영역 단층영상장치(TD-OCT)와는 달리 고정형의 기준단을 이용하고, 광대역의 파장가변 레이저를 이용하여 주파수별 간섭을 유도하며, 포토다이오드(photodiode)를 이용하여 영상을 획득한다. 파장 가변 레이저의 가변 속도에 의해 영상처리 속도가 결정된다.

[5] 스펙트럼영역 단층영상장치(SD-OCT)는 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT)와 같이 고정형의 기준단을 이용하고, 광대역 광원을 이용한다. 검출기에서 간섭신호를 파장별로 분리한 후 스펙트로미터(spectrometer) 또는 라인CCD카메라(Line Charged Coupled Device Camera)를 이용하여 영상을 획득한다.

[6] 형광분광 영상장치(Fluorescence Spectroscopy)란 자외선 또는 가시광선 영역의 단일 파장 광원을 시료에 조사하면, 조사된 광의 일부는 시료에서 흡수되고, 다른 일부는 열로 소실된 후, 조사된 광원과는 다른 파장을 가지는 형광신호가 시료에서 발생하게 되는데, 이 형광신호를 스펙트로미터(spectrometer)를 이용하여 수집하는 것으로 시료에 대한 형광영상을 획득하는 장치이다.

[7] 라만분광 영상장치(Raman Spectroscopy)란 자외선 또는 근적외선 영역의 단일 파장 광원을 시료에 조사하여, 산란되는 영상신호 중에서 라만산란에 의한

영상신호를 스펙트로미터(spectrometer)를 이용하여 수집하여 영상을 획득하는 장치이다. 여기에서, 라만산란이란 조사광보다 짧거나 긴 파장의 산란광이 발생되는 경우를 말하며, 이는 시료 내 분자의 진동상태의 변화에 의한 현상이다.

[8] 다중 광자 현미경(Multi-Photon Microscopy)이란 순간 출력이 일반 광원이나 연속 레이저 광원보다 훨씬 높은 피코초나 펨토초의 펄스 레이저를 시료에 조사하여, 시료의 2광자 혹은 3광자 비선형 흡수를 유도하고, 광전자증배관 튜브(Photomultiplier Tube) 또는 CCD카메라를 이용하여 광원의 파장보다 짧은 파장의 높은 에너지 신호를 수집하여 영상화 한다. 일반적으로 2차나 3차광 흡수가 뛰어난 염료(dye)를 이용하여 효과적인 다광자 흡수를 유도한다.

[9] 2차 조화파 현미경(Second Harmonic Generation Microscopy)이란 다광자 현미경과 같이 비선형 광학 특성을 이용하지만, 비선형 흡수에 의한 형광발광보다는 직접적인 2차 비선형 신호광을 이용하는 방법으로, 순간 출력이 일반 광원이나 연속 레이저 광원보다 훨씬 높은 피코초나 펨토초의 펄스 레이저를 시료에 조사하여, 광전자증배관 튜브(Photomultiplier Tube) 또는 CCD카메라를 이용하여 여러 분자들의 비대칭적인 정렬에 의해 발생하는 비선형 2차 조화파를 수집하여 영상을 획득한다. 특정 구조를 가진 부위의 명암비율(contrast)을 높이는 효과를 줄 수 있다.

[10] 각각의 장치는 독자적으로 개발되어 왔으며, 복합형 영상장치를 구현하기 위해서는 벌크 형태의 광학계로 구성된 장치들을 단순 결합하거나 벌크 소자들을 상호 조합하여 두 가지 이상의 광 영상 이미징(imaging)이 가능하도록 제작된 프로브들을 주로 이용하여 왔다.

[11] 미국 등록 특허 제 6,498,948호의 경우 세 개의 광 영상 시스템을 동시에 구현하기 위해 내시경용 튜브 안에 광 조영을 위한 광학계, 형광 영상 측정을 위한 벌크 광학계와 CCD 카메라(Charge-Coupled Device Camera), 그리고 단층영상 스캐닝 시스템을 동시에 내장시킨 프로브가 제안하였다. 이와 같이 제작된 프로브는 형광분광 영상과 단층영상을 동시에 측정할 수 있는 장점을 가진다. 그러나 각각의 광 영상 시스템이 벌크 소자들을 기반으로 하기 때문에 광 정렬이 매우 복잡할 뿐만 아니라 세 가지 신호를 위한 광학계가 상호 독립적으로 동작해야 하므로 프로브 크기가 커지는 단점을 가진다. 또한 세 가지 광원들을 조사하고 세 가지 서로 다른 신호들을 얻기 위해 서로 다른 채널들을 이용하여야 하기 때문에 샘플의 동일 지점에 대한 세 가지 정보를 동시에 얻는 것이 사실상 불가능하다.

[12] 벌크 시스템으로 구성된 기존 복합형 광 영상 장치의 광 정렬의 복잡성 그리고 프로브 크기의 한계성을 극복하고자 Alexandre R. Tumlinson, Jennifer K. Barton등의 논문("Miniature endoscope for simultaneous optical coherence tomography and laser induced fluorescence measurement," Appl. Opt., vol. 43, no. 1. pp. 113-121, 2004)에서는 벌크 소자들을 광섬유들로 대체하고, 측면조영이

가능하도록 광섬유들의 끝단에 소형 벌크 소자인 그린(GRIN) 렌즈와 프리즘을 접속하여 광 정렬의 복잡성을 제거하였다. 그러나 단층영상 이미지를 위해서 프로브의 중앙부에 단일모드 광섬유를 위치시켰고 형광분광 신호를 위해서는 단일 모드 광섬유의 외곽 즉 프로브의 주변부에 다중모드 광섬유 다발을 위치시켰기 때문에, 엄밀히 말해서, 샘플 상의 동일 위치에 대한 단층영상 이미지의 획득과 형광분광 측정을 동시에 할 수는 없다. 또한 여전히 벌크 소자를 이용하며 여러 종류의 광섬유를 단순히 측면으로 나열하여 이용하므로, 역시 프로브 직경을 줄이는데 한계를 가진다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 본 발명의 목적은 제1영상과 제2영상을 동시에 획득하면서 프로브의 크기를 감소시키는 복합형 영상장치를 제공하는 것이다.

기술적 해결방법

[14] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 복합형 영상장치의 일 실시예는 시료에 제1광신호와 제2광신호를 조사하여, 상기 제1광신호에 의한 제1영상신호와 상기 제2광신호에 의한 제2영상신호를 수집하여 제1영상과 제2영상을 생성하는 복합형 영상장치에 있어서, 상기 제1광신호를 출사하고, 상기 제1영상신호를 입력받아 제1영상을 생성하는 제1영상부, 상기 제2광신호를 출사하고, 상기 제2영상신호를 입력받아 제2영상을 생성하는 제2영상부, 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어영역을 이용하여 상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 시료에 조사하고, 상기 시료로부터 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 이용하여 상기 제1영상신호를 수집하고, 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 내부클래딩 영역을 이용하여 상기 제2영상신호를 수집하는 프로브 및 상기 프로브에 상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유를 이용하여 전달하고, 상기 프로브로부터 상기 제1영상신호와 상기 제2영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유를 이용하여 전달받아 상기 제1영상부와 상기 제2영상부에 분리하여 전달하는 광경로부를 포함할 수 있다.

[15] 여기에서, 상기 제1영상부는 상기 제1광신호를 출사하는 제1광원, 상기 제1광신호를 입력받아 제1기준단영상신호를 출력하는 제1기준단 및 상기 제1영상신호와 상기 제1기준단영상신호를 입력받아 제1영상을 생성하는 제1검출기를 포함할 수 있다.

[16] 여기에서, 상기 제1영상부는 시간영역 단층영상장치(TD-OCT), 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT) 및 스펙트럼영역 단층영상장치(SD-OCT) 중 어느 하나일 수 있다.

[17] 여기에서, 상기 제2영상부는 상기 제2광신호를 출사하는 제2광원 및 상기 제2영상신호를 입력받아 제2영상을 생성하는 제2검출기를 포함할 수 있다.

[18] 여기에서, 상기 제2영상부는 형광분광 영상장치, 라만분광 영상장치, 다중 광자 현미경 및 2차 조화파 현미경 중 어느 하나일 수 있다.

[19] 여기에서, 상기 프로브는 상기 광경로부로부터 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통하여 전달받은 상기 제1광신호와 제2광신호를 확장시키는 광신호확장부 및 상기 광신호확장부를 통해 확장된 상기 제1광신호와 제2광신호를 상기 시료에 조사하기 위해 집속시키는 렌즈부를 포함할 수 있다.

[20] 여기에서, 상기 렌즈부는 상기 광신호확장부와 일체형으로 구성되는 광섬유 렌즈일 수 있다.

[21] 여기에서, 상기 광섬유 렌즈는 광섬유의 일 측면에 형성된 측면 반사체와 상기 일 측면과 마주보는 측면에 형성된 렌즈로 구성되어 측면 조영이 가능한 것일 수 있다.

[22] 여기에서, 상기 광경로부는 상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 이용하여 상기 프로브로 전달하고, 상기 제1영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통하여 상기 제1영상부로 전달하고, 상기 제2영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역과는 광결합시키지 않고 내부 클래딩 영역에만 광결합시켜 상기 제2영상부로 전달하는 복합커플러 및 상기 제1영상부, 상기 제2영상부 및 상기 복합커플러 간의 광 연결을 위한 적어도 하나의 커플러 또는 파장분할다중화기를 포함할 수 있다.

[23] 여기에서, 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유는 하나의 이중 클래딩 광자결정 광섬유 및 이중 클래딩 플라스틱 광섬유 중 어느 하나일 수 있다.

[24] [발명의 효과]

[25] 본 발명에 따른 복합형 영상장치는 제1영상과 제2영상을 동시에 획득할 수 있다. 상기 복합형 영상장치는 이중 클래딩 광섬유를 이용하므로 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통해 단일모드 전송과 이중 클래딩 광섬유의 내부클래딩 영역을 통해 다중모드 전송을 동시에 할 수 있다. 따라서 광원에서 출사된 제1광신호와 제2광신호를 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통해 시료의 동일 위치에 조사할 수 있고, 시료에서 반사된 제1영상신호는 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역에서 수집하고, 시료에서 발생된 제2영상신호는 이중 클래딩 광섬유의 내부클래딩 영역에서 수집할 수 있으므로, 하나의 프로브로 구현이 가능할 뿐만 아니라 프로브의 소형화에도 기여할 수 있다.

[26] 또한, 상기 복합형 영상장치는 제1영상 중의 단층영상을 이용하여 안과에서는 망막의 병변을 진단하기 위한 장비로 이용될 수 있고, 제2영상 중의 형광분광 영상을 이용하여 형광 현미경으로 이용될 수 있다. 더불어, 복합형 영상장치는 생체 시료의 단층영상뿐만 아니라 시료의 미세한 화학적 변화까지도 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있으므로 종양이나 암 등의 조기진단을 위한 초소형의 내시경 등의 복합 영상장치로서도 높은 활용 가치를 가질 것이다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 본 발명에 따른 복합형 영상장치의 구성예를 설명하기 위한 블록도이다.

[28] 도 2는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용될 수 있는 이중 클래딩 광섬유의 굴절률 변화를 단면 영역별로 설명하기 위한 그래프이다.

[29] 도 3은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용될 수 있는 이중 클래딩 광자결정 광섬유의 단면도이다.

[30] 도 4는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 측면 단면도이다.

[31] 도 5는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 정면 단면도이다.

[32] 도 6은 본 발명에 따른 복합형 영상 장치에 이용되는 복합 커플러의 일례를 도시한 도면이다.

[33] 도 7은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 코어 영역을 통과한 신호의 근접장 이미지이다.

[34] 도 8은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 내부클래딩 영역을 통과한 신호의 근접장 이미지이다.

[35] 도 9는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 파장에 따른 광결합 효율을 실험적으로 측정한 그래프이다.

[36] 도 10은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브의 일 실시예로 렌즈부가 광신호확장부와 일체형이 아닌 경우를 도시한 측면 단면도이다.

[37] 도 11은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브의 일 실시예로 렌즈부가 광신호확장부와 일체형인 광섬유 렌즈를 도시한 측면 단면도이다.

[38] 도 12는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브의 다른 실시예로 측면 조영이 가능한 프로브의 측면 단면도이다.

[39] 도 13은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브의 작동거리를 측정한 것으로, 렌즈가 없는 프로브의 작동거리 측정값과 비교한 그래프이다.

[40] 도 14는 본 발명에 따른 복합 영상장치를 통해 획득한 토마토의 단층영상 이미지이다.

[41] 도 15는 본 발명에 따른 복합 영상장치를 통해 획득한 토마토의 형광분광 스펙트럼이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[42] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[43] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서

사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[44] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[45]

[46] 도 1은 본 발명에 따른 복합형 영상장치(100)의 구성예를 설명하기 위한 블록도이다.

[47] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 복합형 영상장치(100)는 제1영상부(110)에서 제1광신호를 출사하고, 제2영상부(120)에서 제2광신호를 출사할 수 있다. 상기 양자의 광신호는 광경로부(140)를 거쳐 프로브(130)를 통해 시료에 조사될 수 있다. 상기 프로브(130)에서는 시료에서 반사된 제1영상신호와 시료에서 발생된 제2영상신호를 수집할 수 있다. 상기 양자의 영상신호는 광경로부(140)를 거쳐 제1영상신호는 제1영상부(110)로 입력되고, 제2영상신호는 제2영상부(120)로 입력될 수 있다. 제1영상부(110)는 입력된 신호를 이용하여 제1영상을 생성하고, 제2영상부(120)는 입력된 제2영상신호를 이용하여 제2영상을 생성할 수 있다.

[48] 제1영상부(110)는 제1광원(111), 제1기준단(112) 및 제1검출기(113)로 구성될 수 있다. 제1광원(111)에서 제1광신호를 출사하고, 출사된 광신호의 일부는 제1기준단(112)으로 분배되고, 나머지 광신호는 시료방향으로 분배되어 시료에 조사될 수 있다. 시료에서 수집된 제1영상신호는 프로브(130)와 광경로부(140)를 거쳐 제1검출기(113)로 입력되며, 제1기준단(112)에서 반사된 제1기준단영상신호도 제1검출기(113)로 입력된다. 제1검출기(113)는 시료에서 반사된 후 수집된 제1영상신호와 제1기준단(112)에서 반사된 제1기준단영상신호 간의 간섭에 의해 발생한 신호를 측정하게 되며 일련의 신호처리 과정을 거쳐 제1영상을 생성할 수 있다.

[49] 예를 들면, 상기 제1영상부(110)는 시간영역 단층영상장치(TD-OCT), 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT) 및 스펙트럼영역 단층영상장치(SD-OCT) 중 어느 하나에 해당될 수 있다. 시간영역 단층영상장치(TD-OCT)의 경우에는, 제1광원(111)으로 광대역 광원을 이용하고, 제1기준단(112)으로 이동형 기준단을 이용하며, 제1검출기(113)로는 포토다이오드를 이용할 수 있다. 주파수영역 단층영상장치(FD-OCT)의 경우에는, 제1광원(111)으로 광대역 파장 가변 광원을 이용하고, 제1기준단(112)으로 고정형 기준단을 이용하며, 제1검출기(113)로는 포토다이오드를 이용할 수 있다. 스펙트럼영역 단층영상장치(SD-OCT)의 경우에는, 제1광원(111)으로 광대역 광원을 이용하고, 제1기준단(112)으로 고정형 기준단을 이용하며, 제1검출기(113)로는 스펙트로미터 또는 라인CCD카메라를 이용할 수 있다.

[50] 제2영상부(120)는 제2광원(121)과 제2검출기(122)로 구성될 수 있다. 제2광원(121)에서 제2광신호를 출사하고, 출사된 제2광신호는 시료에 조사될 수 있다. 시료에서 수집된 제2영상신호는 프로브(130)와 광경로부(140)를 거쳐 제2검출기(122)로 입력되고, 제2검출기(122)에서 제2영상신호를 이용하여 제2영상을 생성할 수 있다.

[51] 예를 들면, 상기 제2영상부(120)는 형광분광 영상장치, 라만분광 영상장치, 다중 광자 현미경 및 2차 조화파 현미경 중의 어느 하나에 해당될 수 있다. 형광분광 영상장치의 경우에는, 제2광원(121)으로 자외선 또는 가시광선 영역의 단일 파장 광원을 이용하며, 제2검출기(122)로는 스펙트로미터를 이용할 수 있다. 라만분광 영상장치의 경우에는, 제2광원(121)으로 자외선 또는 근적외선 영역의 단일 파장 광원을 이용하며, 제2검출기(122)로는 스펙트로미터를 이용할 수 있다. 다중 광자 현미경의 경우에는, 제2광원(121)으로 순간 출력이 일반 광원에 비해 매우 높은 피코초 또는 펨토초 레이저를 이용하며, 제2검출기(122)로는 포토멀티플라이어 튜브 또는 CCD카메라를 이용할 수 있다. 2차 조화파 현미경의 경우에는, 제2광원(121)으로 순간 출력이 일반 광원에 비해 매우 높은 피코초 또는 펨토초 레이저를 이용하며, 제2검출기(122)로는 포토멀티플라이어 튜브 또는 CCD카메라를 이용할 수 있다.

[52] 프로브(130)는 광신호확장부(131)와 렌즈부(132)로 구성될 수 있다. 상기 렌즈부(132)는 광신호확장부(131)와 일체형으로 구성되는 광섬유 렌즈를 포함하여 구성될 수 있다. 일체형이 아닌 경우에 렌즈부(132)는 그린 렌즈로 구성될 수 있다. 상기 렌즈부(132)는 정면 또는 측면 조영이 가능한 일체형 광섬유 렌즈로 구성 될 수 있다.

[53] 예를 들면, 상기 제1광신호와 제2광신호는 광신호확장부(131)를 통해서 넓게 확장된 후에 그린 렌즈 등의 별도의 렌즈(132)를 통과하여 시료에 조사되거나, 일체형 광섬유 렌즈(132)를 통해 집속되어 조사될 수 있다. 시료에서 반사된 제1영상신호와 시료에서 발생된 제2영상신호는 별도의 렌즈(132) 또는 일체형 광섬유 렌즈(132)에서 수집되며, 광신호확장부(131)를 통해 이중 클래딩 광섬유로 입력될 수 있다. 이 경우에 상기 제1영상신호는 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통하여 주로 수집되고, 상기 제2영상신호는 이중 클래딩 광섬유의 내부클래딩 영역을 통하여 주로 수집될 수 있다.

[54] 광경로부(140)는 복합커플러(141)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기 제1광신호와 제2광신호는 광경로부(140)의 복합커플러(141)에 도달하기까지 적어도 하나의 파장분할다중화기 또는 단일모드 커플러(142)와 적어도 하나의 단일모드 커플러(143)를 거친 후에 복합커플러(141)를 지나서 상기 프로브(130)로 진행하고, 상기 프로브(130)에서 수집된 제1영상신호와 제2영상신호는 복합커플러(141)에서 각각 분배된 후, 제1영상신호는 제1영상부(110)의 제1검출기(113)로 진행하도록 할 수 있으며, 제2영상신호는 제2영상부(120)의 제2검출기(122)로 진행하도록 할 수 있다.

[55] 상기 제1광신호와 제2광신호는 광경로부의 복합커플러(141)에 도달하기까지의 광경로 중에 이중 클래딩 광섬유와 종류가 다른 광섬유가 이용된 경우에는 양자의 접속이 필요하여, 이 경우에 접속은 광융착 시스템(144)으로 융착하거나 광커넥터(144)를 통해 접속시킬 수 있다. 양자의 코어 크기가 서로 다른 경우에는 제1광신호와 제2광신호가 이중 클래딩 광섬유의 코어 안으로만 전송될 수 있도록 모드 제거기(mode stripper)를 이용할 수 있다.

[56] 상기 복합커플러(141)는 이중 클래딩 광섬유를 이용하여 제작될 수 있으며, 또한 이중 클래딩 광자결정 광섬유 또는 이중 클래딩 플라스틱 광섬유를 이용하여 제작될 수 있다.

[57] 본 발명에 따른 복합형 영상장치(100)는 제1영상과 제2영상의 대상이 되는 물질이면 어느 것이나 시료(150)로 이용할 수 있다. 특히 혈관과 같이 매우 협소한 생체시료를 이용할 수도 있으며, 이 경우에는 생체시료의 내부에 대한 광학적 영상 획득도 가능하다.

[58] 상기와 같은 과정에 의하여 시료의 동일위치에 대한 제1영상과 제2영상을 동시에 획득할 수 있다.

[59] 도 2는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용될 수 있는 이중 클래딩 광섬유의 굴절률 변화를 단면 영역별로 설명하기 위한 그래프이다.

[60] 도 2를 참조하면, 광경로부(140)의 복합커플러(141)와 프로브(130)에 이용되는 이중 클래딩 광섬유(200)는 코어 영역(210), 내부클래딩 영역(220) 및 외부클래딩 영역(230)으로 구성된다. 굴절률 분포 그래프에서 코어 영역의 굴절률은 내부클래딩 및 외부클래딩 영역의 굴절률보다 높다. 외부클래딩 영역은 보통 실리카로 구성되지만, 내부클래딩 영역의 굴절률보다 굴절률이 낮은 여러 가지 물질을 이용할 수 있다. 따라서 외부클래딩 영역에 굴절률이 낮은 폴리머를 코팅하여 사용할 수 있으며, 코팅 물질이 없는 경우에도 공기가 외부클래딩 역할을 할 수 있다. 또한 반사도가 높은 금속으로 코팅하여 사용할 수도 있다. 외부클래딩 영역에 굴절률이 낮은 폴리머를 코팅하여 사용하는 경우에 폴리머는 외부클래딩의 역할과 더불어 재킷의 역할도 할 수 있게 된다.

[61] 도 3은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용될 수 있는 이중 클래딩 광자결정 광섬유의 단면도이다.

[62] 도 3을 참조하면, 이중 클래딩 광섬유의 한 종류인 이중 클래딩 광자결정 광섬유(300)는 광섬유를 따라 다수의 공기구멍들이 두 개의 층으로 배열되어 있고, 공기구멍이 없는 부분들이 각각 코어 영역(310), 내부클래딩 영역(320) 및 외부클래딩 영역(330)의 역할을 한다. 이때, 각각의 공기구멍 층들은 한 층 또는 그 이상의 층으로 구성될 수 있다. 따라서 이중 클래딩 광자결정 광섬유를 이용하여 복합커플러(141)와 프로브(130)를 제작할 수 있다.

[63] 도 4는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 측면 단면도이고, 도 5는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의

정면 단면도이다.

[64] 도 4와 도 5를 병행하여 참조하면, 시료(sample)에서 반사된 제1영상신호는 프로브(130)의 코어 영역에서 수집되고, 시료에서 발생된 제2영상신호는 프로브(130)의 내부클래딩 영역에서 수집된다. 복합커플러(141)를 구성하는 두 개의 이중 클래딩 광섬유는 내부클래딩 영역(520)에서만 광결합이 있고, 코어 영역(510)에서는 광결합이 없는 특징이 있다.

[65] 제1영상신호와 제2영상신호는 이중 클래딩 광섬유를 통해 진행하다가 제1영상신호는 복합커플러의 코어 영역을 통해서 통과(through port)하게 되고, 제2영상신호는 복합커플러의 내부클래딩 영역에서 광결합되어 제2검출기 방향으로 전달(cross port)되게 된다.

[66] 위와 같은 복합커플러는 측면 연마 방법(side polishing method)을 이용하여 제작할 수 있다. 또한 용융 인장 방법(fused tapering method)과 두 개의 이중 클래딩 광섬유를 꼬아서 만드는 근접장 광결합 방법에 의해서도 제작할 수 있다.

[67] 복합 커플러를 구성함에 있어서 측면 연마 방법 또는 용융 인장 방법을 사용할 수 있으나 상기 방법들은 복잡할 뿐더러 별도의 커플링 기계를 사용하여야 하는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 실시에 있어서 바람직한 일 실시 형태로 통상적인 단일모드 광섬유(SMF)를 폴리머로 코팅하여 형성된 이중 클래딩 광섬유를 사용할 수 있다. 전술한 바와 같이 단일모드 광섬유의 외부를 단일모드 광섬유의 클래딩 재질보다 굴절률이 낮은 폴리머로 코팅하게 되면, 상기 폴리머는 보호 자켓의 역할을 할 뿐만 아니라 광섬유의 외부 클래딩으로서의 역할을 수행한다. 이렇게 제작된 이중 클래딩 광섬유의 코어와 내부 클래딩의 크기는 통상적인 단일모드 광섬유와 동일하게 되므로, 이중 클래딩 광섬유와 단일모드 광섬유의 커플링 손실은 매우 작게 된다. 만약 이중 클래딩 광섬유의 코어의 지름이 단일모드 광섬유의 지름보다 작은 경우에는 이중 클래딩 광섬유의 내부 클래딩 모드가 단일모드 광섬유의 코어로 전달되는 문제점이 발생하게 되어 OCT 신호에 원치 않는 피크를 발생시킨다. 이러한 문제점은 통상적인 이중 클래딩 광섬유의 코어의 지름이 단일모드 광섬유의 코어 지름보다 작게 형성되었기에 발생하였던 것이다.

[68] 그러나, 위에서 제안한 바와 같이 통상적인 단일모드 광섬유의 외부에 폴리머 코팅을 함으로써 이중 클래딩 광섬유를 형성하면 상기와 같은 문제점을 해소할 수 있게 된다.

[69] 폴리머 코팅된 이중 클래딩 광섬유를 사용하여 복합 커플러(141)를 형성하는 것은 매우 간단하게 수행될 수 있다.

[70] 도 6은 본 발명에 따른 복합형 영상 장치에 이용되는 복합 커플러의 일례를 도시한 도면이다.

[71] 도 6에 따르면, 이중 클래딩 광섬유의 내부 클래딩을 접합시켜 복합 커플러를 형성함에 있어서, 두 개의 폴리머 코팅된 이중 클래딩 광섬유의 외부 폴리머 재킷을 삭제한 후 서로 꼬와서 연결한다. 이러한 방식에 따른 복합 커플러 제작

방법은 매우 간단할 뿐만 아니라 별도의 장치를 필요로 하지 않는다. 또한, 복합 커플러가 다수의 꼬임으로 연결되므로 커플링 효율을 증가시킬 수 있다는 장점이 있게 된다.

[72]

[73] 도 7은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러(141)의 코어 영역을 통과한 신호의 근접장 이미지이고, 도 8은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러(141)의 내부클래딩 영역을 통과한 신호의 근접장 이미지이다.

[74] 도 7과 도8을 병행하여 참조하면, 근접장 이미지를 통해 through port로는 코어 영역(610)과 클래딩 영역(620)의 영상신호가 모두 전송되는 것을 알 수 있다. 그러나 cross port로 전송된 신호의 근접장 이미지를 살펴보면 클래딩 영역(720)의 영상신호는 전송이 되지만 코어 영역(710)으로 전송되는 영상신호는 없음을 알 수 있다. 이것을 통해 제작된 복합커플러(141)는 코어 영역이 아닌 내부클래딩 영역에서만 광결합이 일어나는 것을 알 수 있다.

[75] 도 9는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 복합커플러의 파장에 따른 광결합 효율을 실험적으로 측정한 그래프이다.

[76] 도 9를 참조하면, 이중 클래딩 광섬유를 이용한 복합커플러(141)에 대한 내부클래딩 영역의 광결합 효율을 사용한 광원의 파장에 따라 측정한 결과이다. 광결합 효율은 총 입사 광파워에 대하여 cross port로 광결합이 일어난 비율로서 정의된다. 결과를 살펴보면 600nm에서 800nm까지 일정한 광결합이 일어났음을 알 수 있다. 이때 광결합 효율은 약 18%였다. 바람직하게는 광결합 효율이 50%가 되어야 할 것이다.

[77] 도 10은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브(130)의 일 실시예로 렌즈부가 광신호확장부와 일체형이 아닌 경우를 도시한 측면 단면도이다.

[78] 도 10을 참조하면, 이중 클래딩 광섬유를 이용한 프로브(900)는 광신호확장부(911)와 렌즈부(921)로 구성될 수 있다. 광신호확장부(911)는 이중 클래딩 광섬유의 코어를 따라 도파되어 오던 광신호가 광섬유 렌즈부에 도달 할 때 충분한 크기를 갖도록 확장되게 하며, 코어가 없는 실리카 라드(coreless fiber) 혹은 그린(GRIN) 렌즈 등을 광섬유 끝단에 접합하여 주는 방법을 사용하여 형성할 수 있다. 렌즈부(921)는 광신호확장부(911)를 통해 확장된 광신호를 적당한 작동거리를 가지고 집속하는 역할을 하여, 그린 렌즈 등이 이용될 수 있다.

[79] 도 11은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브(130)의 일 실시예로 렌즈부가 광신호확장부와 일체형인 광섬유 렌즈를 도시한 측면 단면도이다.

[80] 도 11을 참조하면, 이중 클래딩 광섬유를 이용한 프로브(900)는 광신호확장부(912)와 일체형 광섬유 렌즈부(922)로 구성될 수 있다.

광신호확장부(912)는 이중 클래딩 광섬유의 코어를 따라 도파되어 오던 광신호가 광섬유 렌즈부에 도달 할 때 충분한 크기를 갖도록 확장되게 하며, 상기와 같은 방법으로 형성할 수 있다. 일체형 광섬유 렌즈부(922)는 광신호확장부(912)를 통해 확장된 광신호를 적당한 작동거리를 가지고 집속하는 역할을 하며, 일체형 광섬유 렌즈부(922)는 아크방전, 레이저 등을 이용한 고온의 열을 가하는 방법 혹은 폴리머를 이용한 이종접합 방법을 이용해 형성할 수 있다.

[81] 도 12는 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브(130)의 다른 실시예로 측면 조영이 가능한 프로브의 측면 단면도이다.

[82] 도 12를 참조하면, 프로브의 다른 실시예로서 측면조영이 가능한 프로브(1000)는 광신호확장부(1010), 반사체면(1020) 및 볼렌즈(1030)로 구성될 수 있다. 먼저, 일반 이중 클래딩 광섬유, 이중 클래딩 플라스틱 광섬유 및 이중 클래딩 광자결정 광섬유 중 어느 하나에 광신호확장부(1010)의 형성을 위해 별도의 실리카 라드를 접합한 후, 그 끝단에 고온의 열을 가하는 등의 방법으로 볼렌즈(1030)를 형성한다. 그리고 레이저를 이용한 미세가공 혹은 연마방법 등을 통해 반사체면(1020)을 형성하여 주는 것으로 측면 조영이 가능한 광섬유 프로브(1000)를 제작할 수 있다. 이중 클래딩 광섬유의 코어를 따라 도파되어 오던 광신호는 광신호확장부(1010)에서 점차적으로 퍼지면서 반사체면(1020)에서 측면으로 반사되며, 반사체면에서 반사된 광신호는 볼렌즈(1030)를 만나기 전까지 퍼지게 되고 볼렌즈를 지나면서 다시 모이게 된다.

[83] 도 13은 본 발명에 따른 복합형 영상장치에 이용되는 프로브(130)의 작동거리를 측정한 것으로, 렌즈가 없는 프로브의 작동거리 측정값과 비교한 그래프이다.

[84] 도 13을 참조하면, 제작된 렌즈의 동작거리(working distance)는 광섬유 프로브 렌즈면의 앞단에 반사거울을 위치시킨 후 반사거울에서 되돌아 나와 프로브 내로 재결합되는 광 파워를 관찰하는 방법으로 측정하였다. 렌즈가 없는 광섬유의 경우에는 광 파워가 이격거리에 따라 급격히 감소하지만, 렌즈일체형 이중 클래딩 광섬유의 경우에는 광 파워가 서서히 감소하는 것을 볼 수 있다. 광 파워가 반이 되는 이격길이를 동작거리로 정의할 때, 제작된 렌즈 일체형 이중 클래딩 광섬유 프로브의 동작거리는 약 2.5mm인 것을 알 수 있다.

[85] 도 14는 본 발명에 따른 복합 영상장치를 통해 획득한 토마토의 단층영상 이미지이고, 도 15는은 본 발명에 따른 복합 영상장치를 통해 획득한 토마토의 형광분광 스펙트럼이다.

[86] 도 14와 도 15를 병행하여 참조하면, 이는 본 발명에 따른 복합형 영상장치를 통해 토마토의 동일한 지점에 대한 단층영상(2차원 단층 이미지)과 형광분광 영상을 동시에 획득한 것이다. 본 발명에 따른 복합형 영상장치는 하나의 이중 클래딩 광섬유 프로브를 이용하여 소형화할 수 있었고, 따라서 상기와 같은 영상

이미지를 동시에 얻을 수 있는 장점이 있다.

산업상 이용가능성

[87] 본 발명에 따른 제1영상과 제2영상을 획득할 수 있는 복합형 영상장치는 OCT 관련 산업에 효과적으로 이용될 수 있다.

청구범위

[1] 시료에 제1광신호와 제2광신호를 조사하여, 상기 제1광신호에 의한 제1영상신호와 상기 제2광신호에 의한 제2영상신호를 수집하여 제1영상과 제2영상을 생성하는 복합형 영상장치에 있어서,
상기 제1광신호를 출사하고, 상기 제1영상신호를 입력받아 제1영상을 생성하는 제1영상부;
상기 제2광신호를 출사하고, 상기 제2영상신호를 입력받아 제2영상을 생성하는 제2영상부;
하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어영역을 이용하여 상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 시료에 조사하고, 상기 시료로부터 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 이용하여 상기 제1영상신호를 수집하고, 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 내부클래딩 영역을 이용하여 상기 제2영상신호를 수집하는 프로브; 및
상기 프로브에 상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유를 이용하여 전달하고, 상기 프로브로부터 상기 제1영상신호와 상기 제2영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유를 이용하여 전달받아 상기 제1영상부와 상기 제2영상부에 분리하여 전달하는 광경로부를 포함하는 복합형 영상장치.

[2] 제1항에 있어서,
상기 제1영상부는
상기 제1광신호를 출사하는 제1광원;
상기 제1광신호를 입력받아 제1기준단영상신호를 출력하는 제1기준단; 및
상기 제1영상신호와 상기 제1기준단영상신호를 입력받아 제1영상을 생성하는 제1검출기를 포함하는 복합형 영상장치.

[3] 제2항에 있어서,
상기 제1영상부는 시간영역 단층영상장치, 주파수영역 단층영상장치 및 스펙트럼영역 단층영상장치 중 어느 하나인 복합형 영상장치.

[4] 제1항에 있어서,
상기 제2영상부는
상기 제2광신호를 출사하는 제2광원; 및
상기 제2영상신호를 입력받아 제2영상을 생성하는 제2검출기를 포함하는 복합형 영상장치.

[5] 제4항에 있어서,
상기 제2영상부는 형광분광 영상장치, 라만분광 영상장치, 다중 광자 현미경 및 2차 조화파 현미경 중 어느 하나인 복합형 영상장치.

[6] 제1항에 있어서,
상기 프로브는

상기 광경로부로부터 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통하여 전달받은 상기 제1광신호와 제2광신호를 확장시키는 광신호확장부; 및

상기 광신호확장부를 통해 확장된 상기 제1광신호와 제2광신호를 상기 시료에 조사하기 위해 집속시키는 렌즈부를 포함하는 복합형 영상장치.

[7] 제6항에 있어서,

상기 렌즈부는

상기 광신호확장부와 일체형으로 구성되는 광섬유 렌즈인 복합형 영상장치.

[8] 제7항에 있어서,

상기 광섬유 렌즈는

광섬유의 일 측면에 형성된 측면 반사체와 상기 일 측면과 마주보는 측면에 형성된 렌즈로 구성되어 측면 조영이 가능한 복합형 영상장치.

[9] 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광경로부는,

상기 제1광신호와 상기 제2광신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 이용하여 상기 프로브로 전달하고, 상기 제1영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역을 통하여 상기 제1영상부로 전달하고, 상기 제2영상신호를 상기 하나의 이중 클래딩 광섬유의 코어 영역과는 광결합시키지 않고 내부 클래딩 영역에만 광결합시켜 상기 제2영상부로 전달하는 복합커플러를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복합형 영상 장치.

[10] 제9항에 있어서,

상기 광경로부는, 상기 제1영상부, 상기 제2영상부 및 상기 복합커플러 간의 광 연결을 위한 적어도 하나의 커플러 또는 파장분할다중화기를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복합형 영상장치.

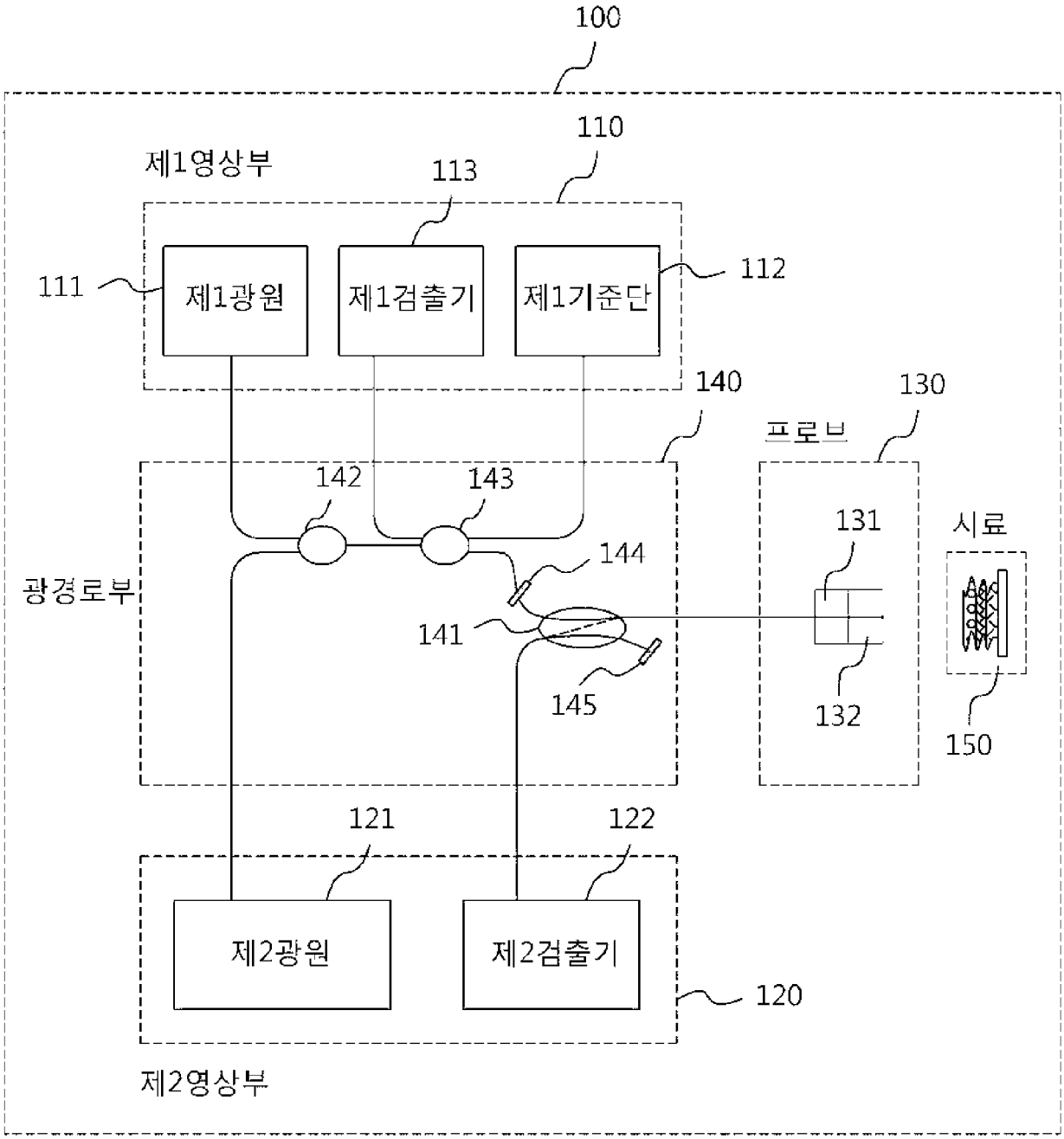
[11] 제1항에 있어서,

상기 하나의 이중 클래딩 광섬유는 하나의 이중 클래딩 광자결정 광섬유 및 이중 클래딩 플라스틱 광섬유 중 어느 하나인 복합형 영상장치.

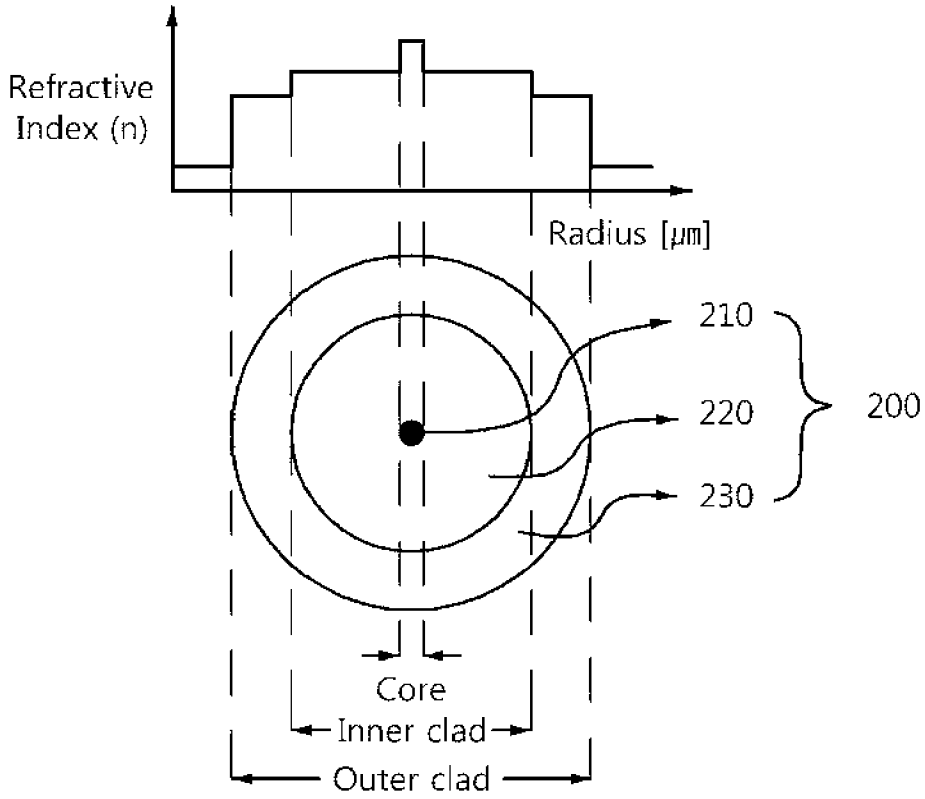
[12] 제9항에 있어서,

상기 이중 클래딩 광섬유는 단일모드 광섬유의 외부를 폴리머 코팅하여 형성된 것이며, 상기 복합 커플러는 상기 이중 클래딩 광섬유의 폴리머 코팅 영역을 제거한 후 이중 클래딩 광섬유를 서로 꼬와서 연결시켜 형성하는 것을 특징으로 하는 복합형 영상장치.

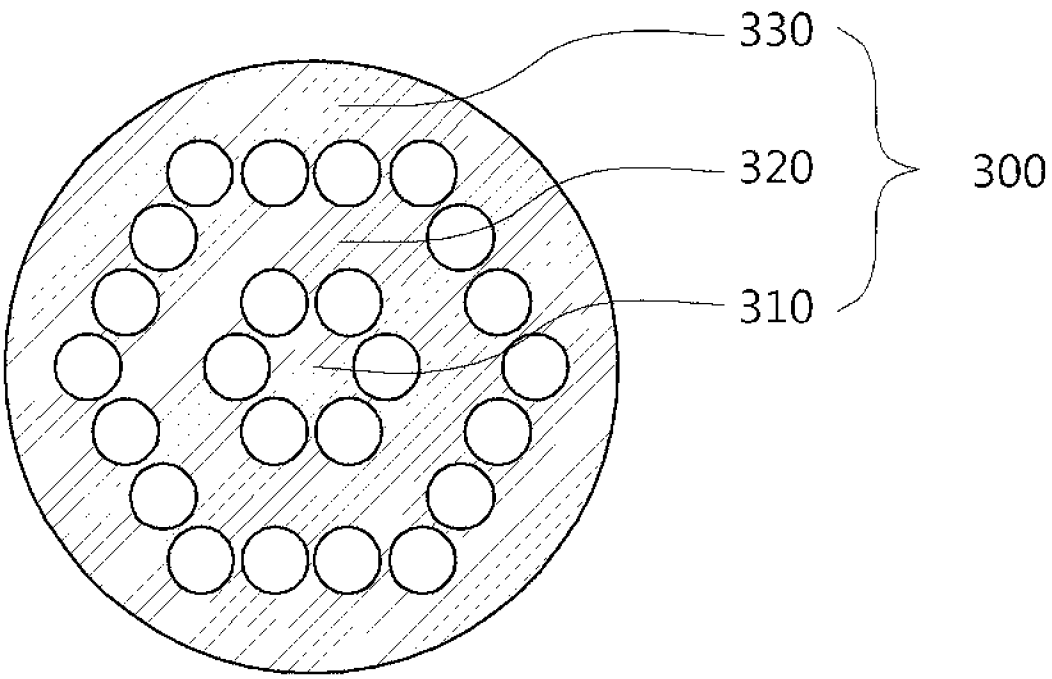
[Fig. 1]


100
110
제1영상부
113
111
제1광원
제1검출기
제1기준단
112
140
130
프로브
142
143
131
시료
144
광경로부
141
145
132
150
121
122
제2광원
제2검출기
120
제2영상부

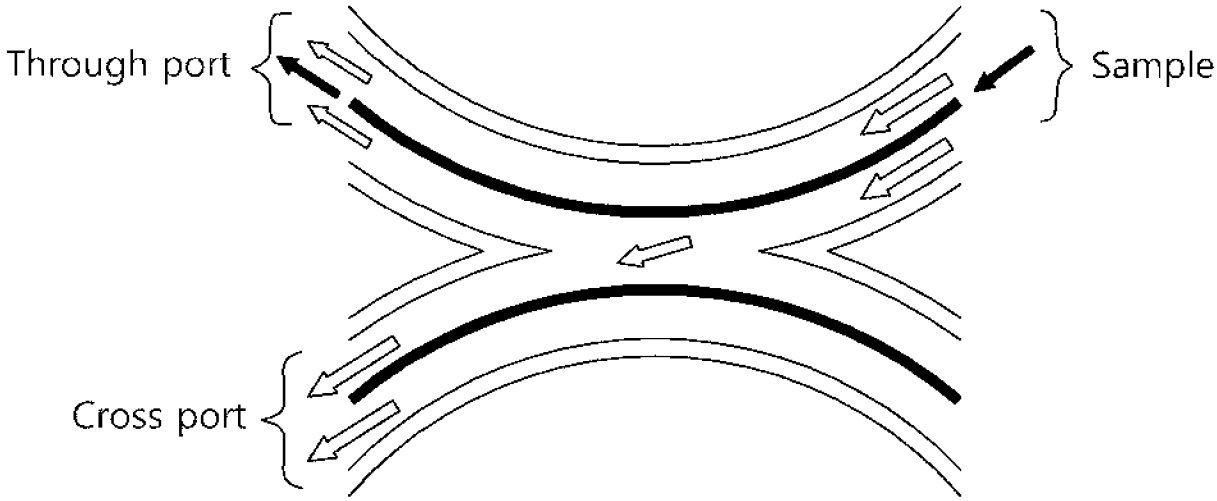
[Fig. 2]


Refractive
Index (n)
Radius [㎛]
210
220
230
200
Core
Inner clad
Outer clad

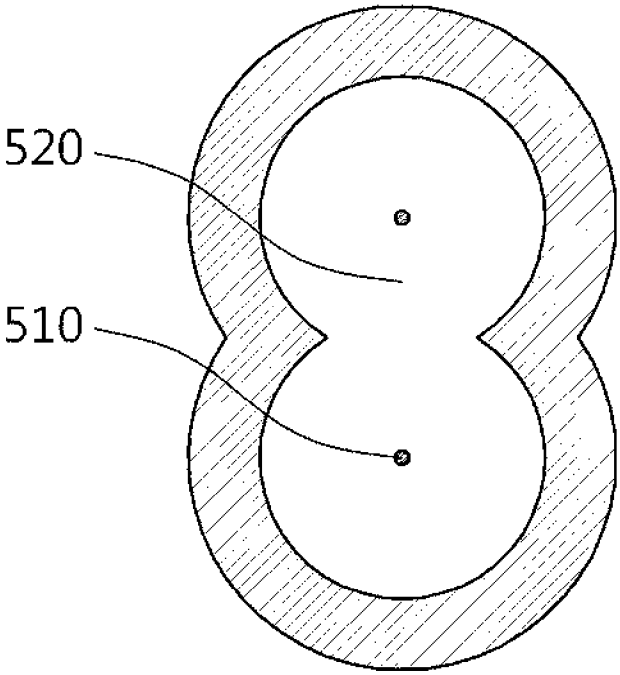
[Fig. 3]


330
320
310
300

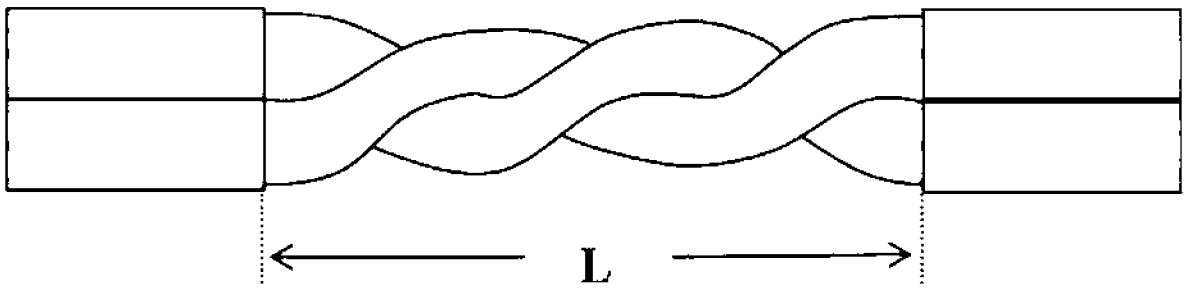
[Fig. 4]



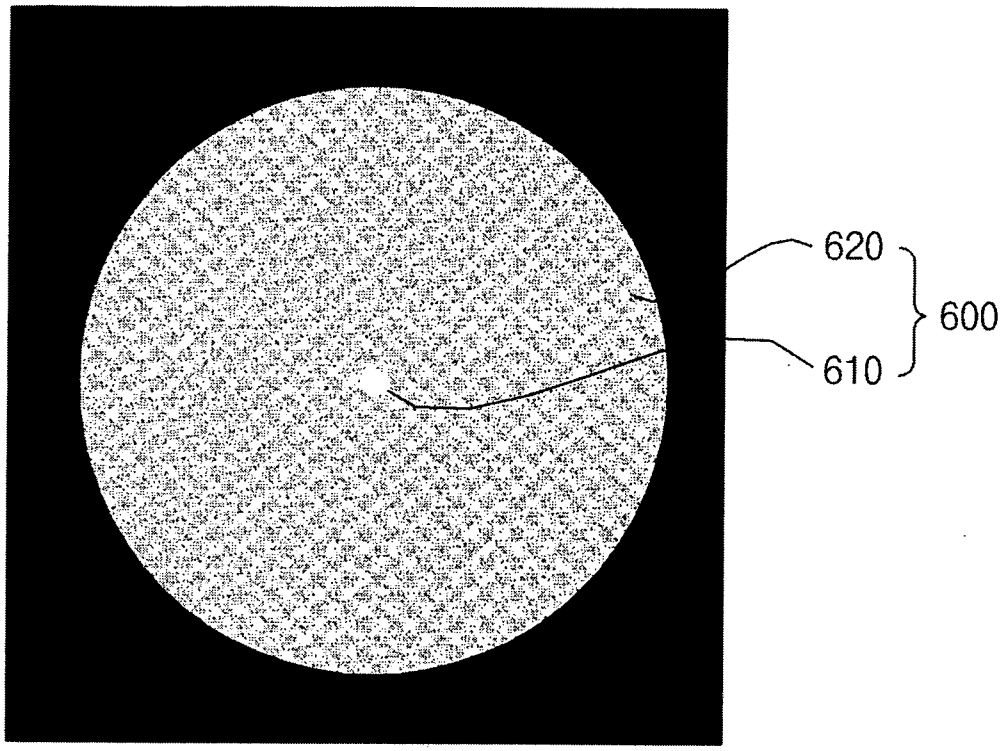
[Fig. 5]



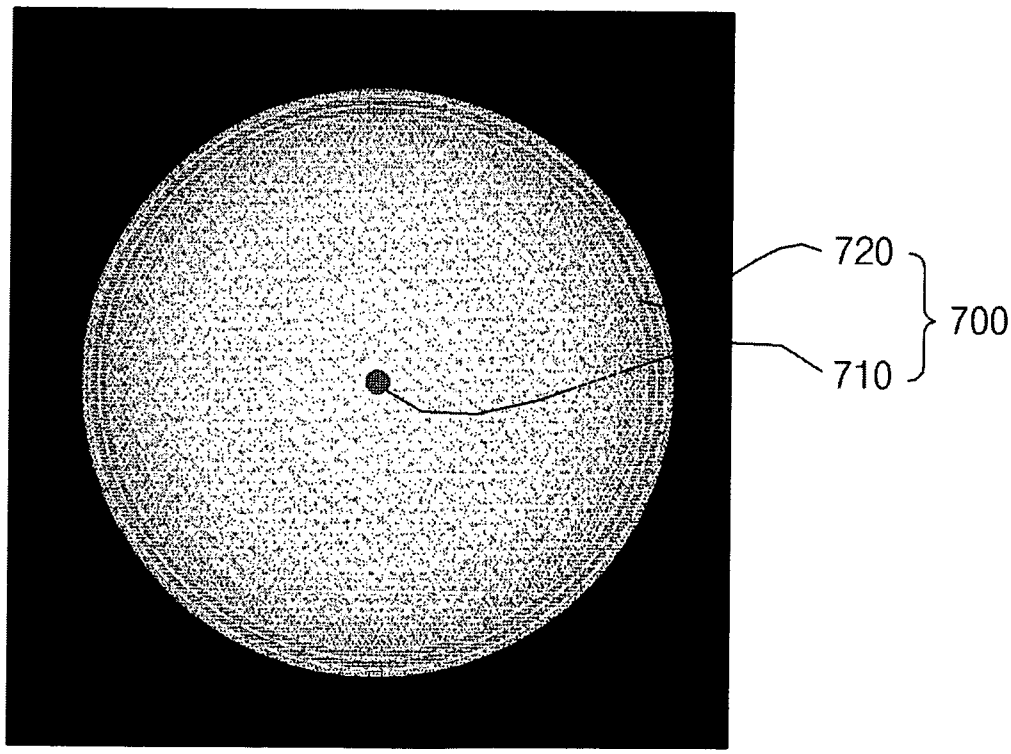
[Fig. 6]



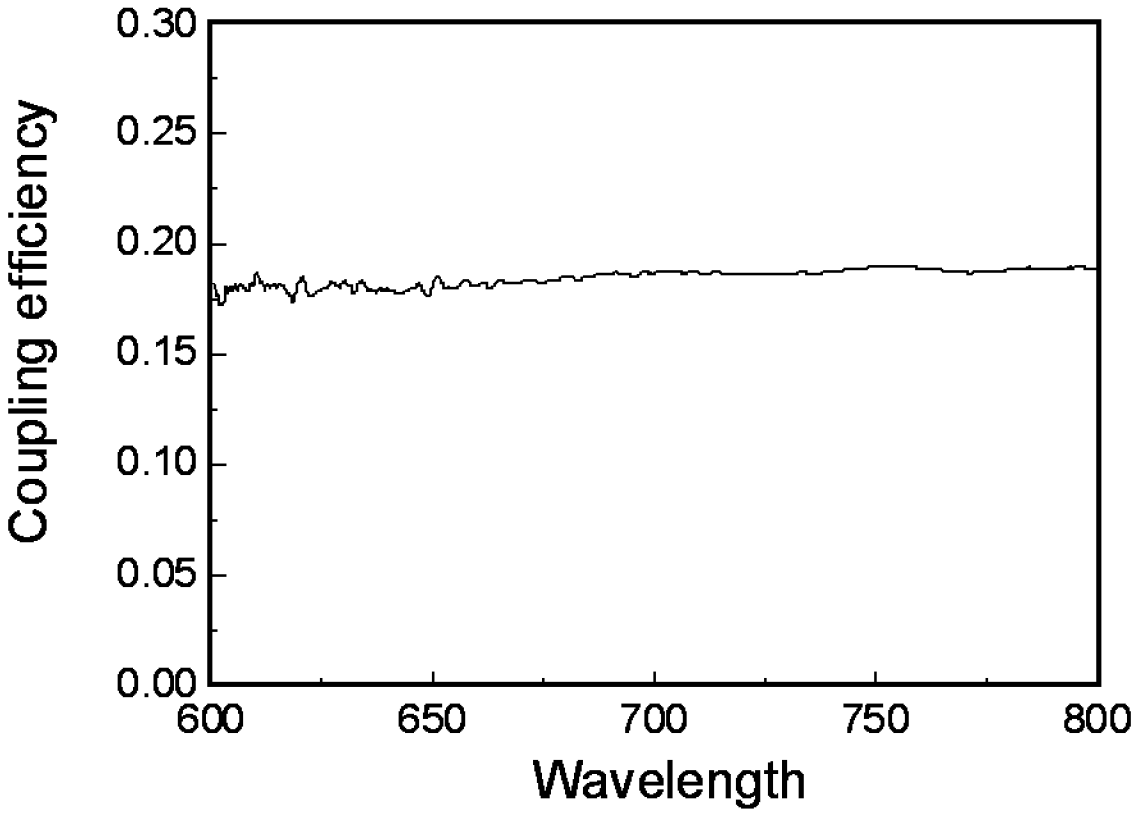
[Fig. 7]



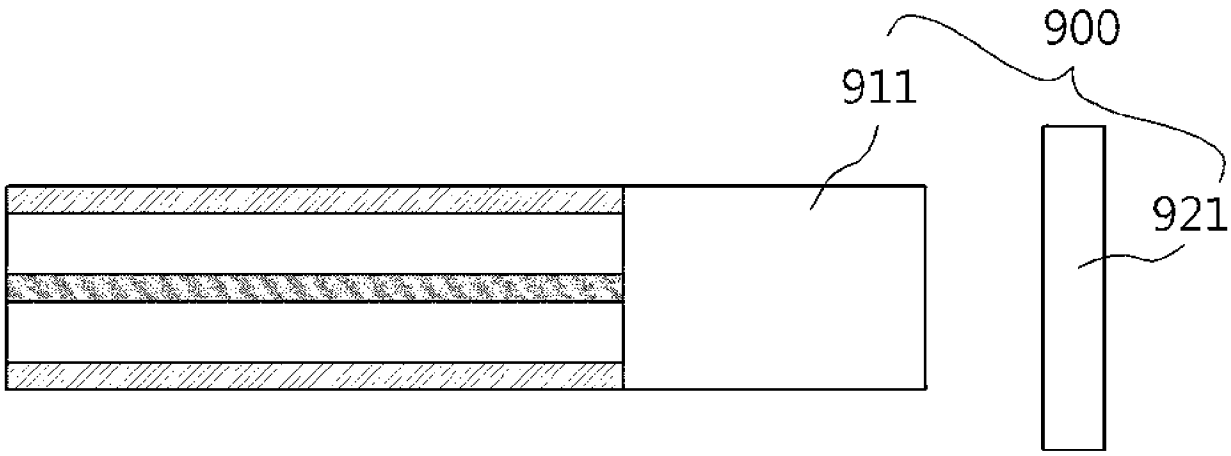
[Fig. 8]



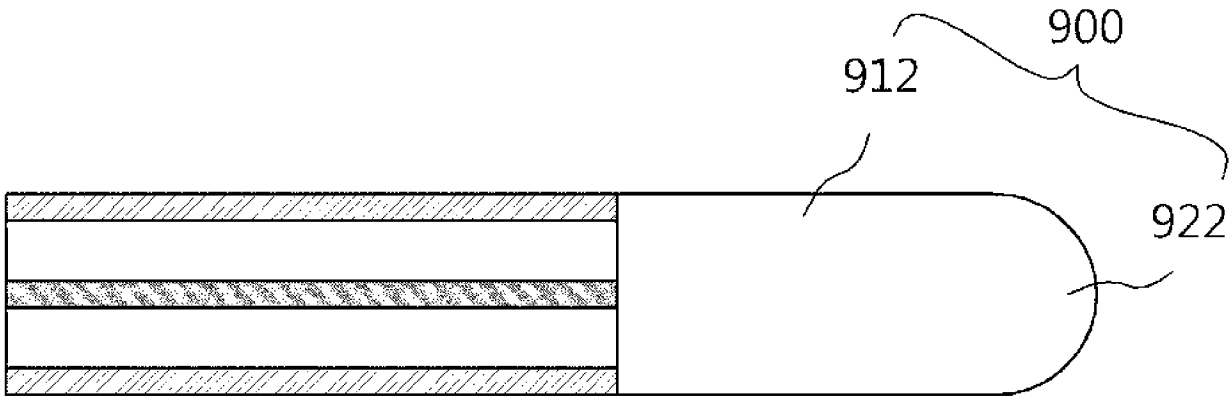
[Fig. 9]



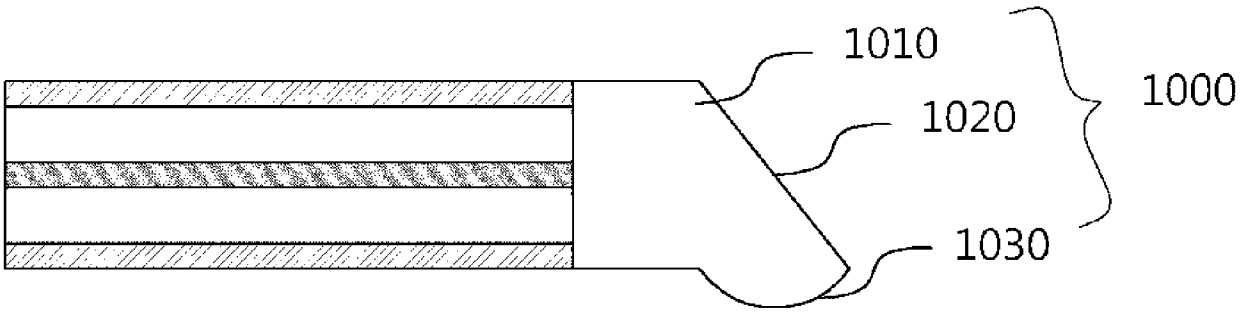
[Fig. 10]



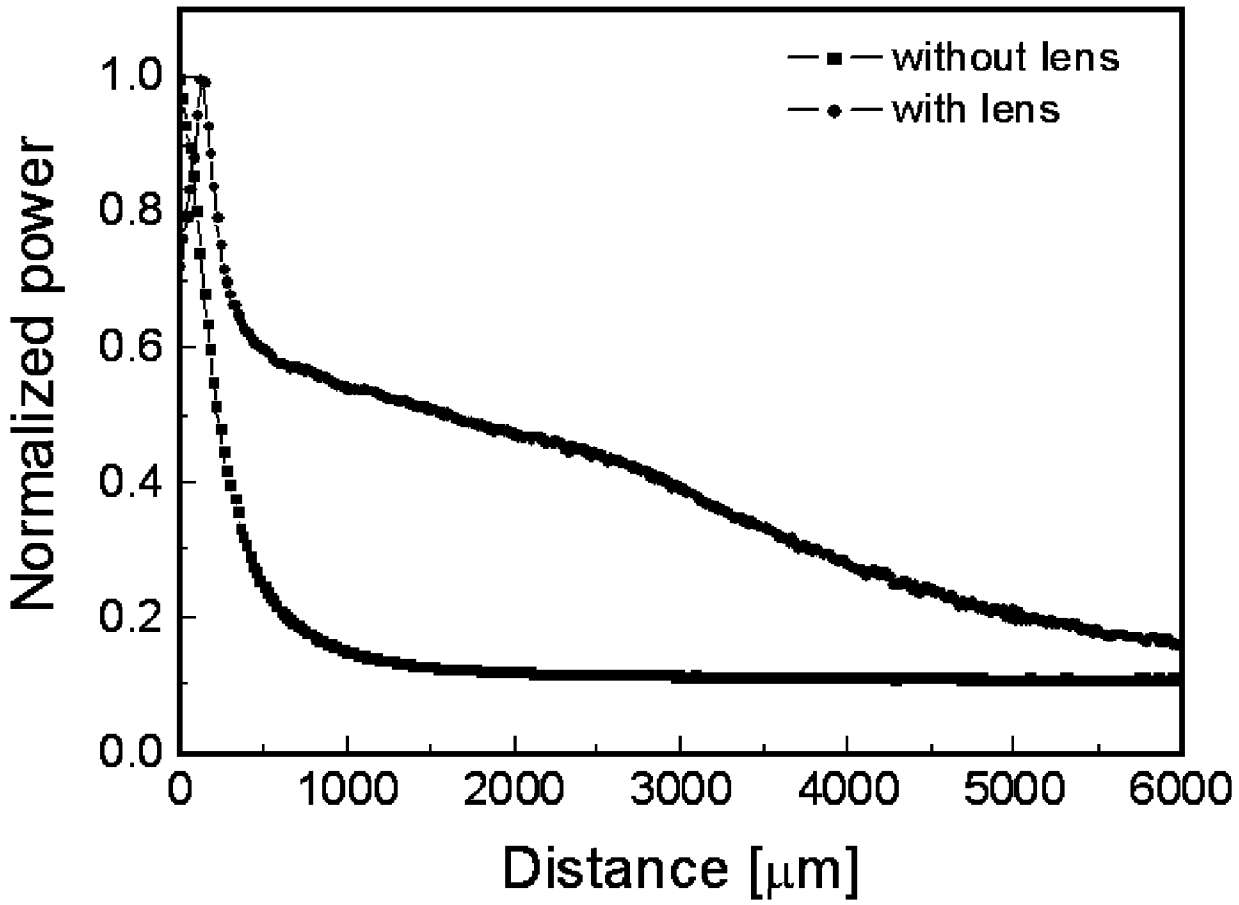
[Fig. 11]



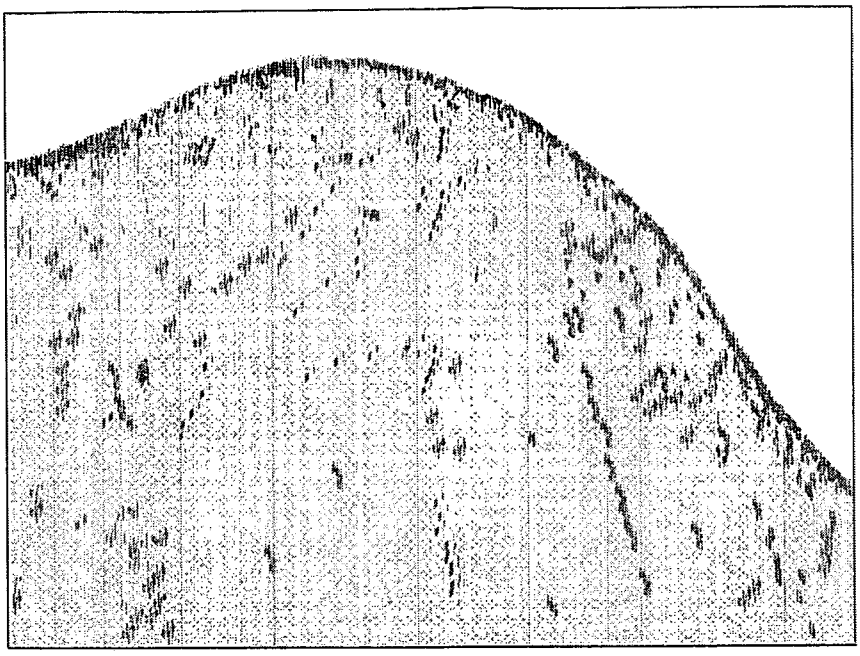
[Fig. 12]


1010
1020
1030
1000

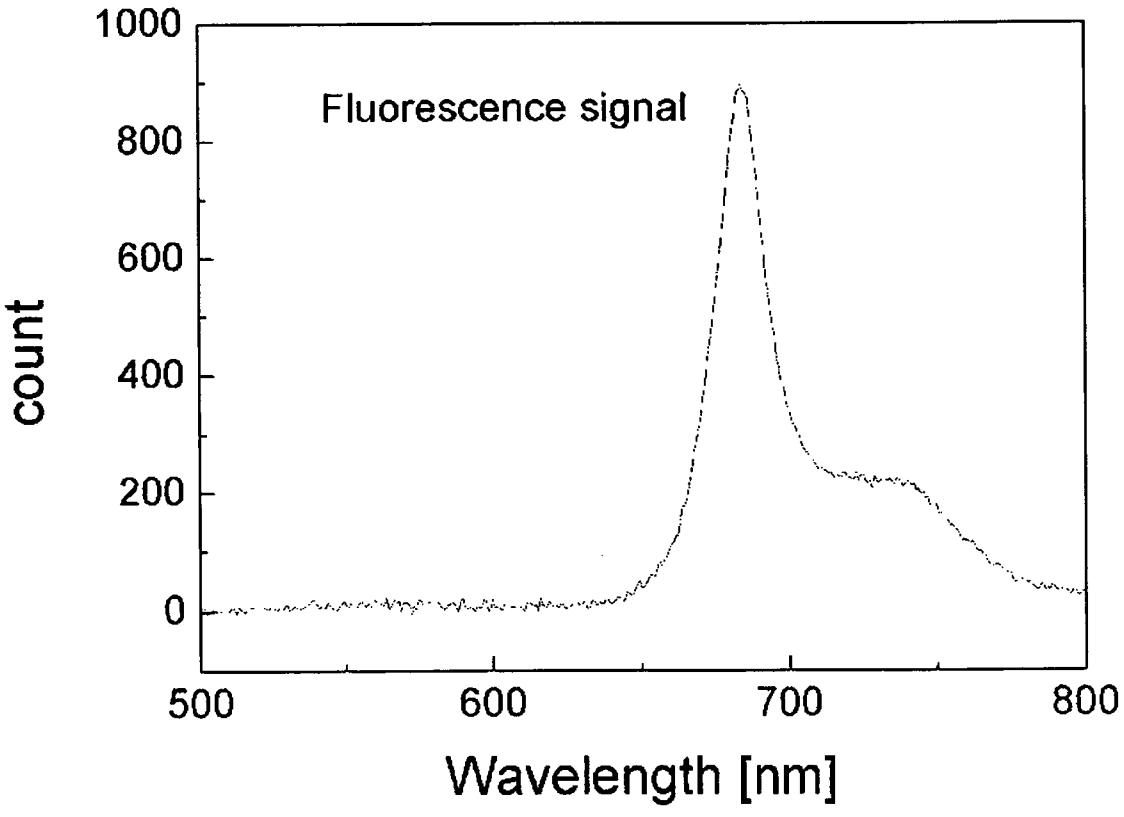
[Fig. 13]


without lens
with lens
Normalized power
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
Distance [μm]

[Fig. 14]



[Fig. 15]


Fluorescence signal
count
1000
800
600
400
200
0
500
600
700
800
Wavelength [nm]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2009/002215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/45(2006.01)i, G01N 21/65(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 8 G01N 21/45

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published Korean Utility Model registrations since 1948
Published Korean Utility Model applications since 1983
Published Japanese Utility Model registrations and Utility Model applications since 1975

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKIPASS (KIPO internal) & Keywords : optical fiber, dual cladding, and probe

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009-0021724 A1 (ANITA MAHADEVAN-JANSEN, et al.) 22 January 2009 See pages 4-11, figures 1,3,6	1-12
A	US 2005-0024719 A1 (TATSUO NAKATA) 03 February 2005 See pages 2, 5-6, figures 1,4	1-12
A	US 2006-0158655 A1 (MATTHEW J. EVERETT et al.) 20 July 2006 See pages 3-5, figures 1,3-4	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 JANUARY 2010 (13.01.2010)	**14 JANUARY 2010 (14.01.2010)**

Name and mailing address of the ISA/
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2009/002215

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009-0021724 A1	22.01.2009	NONE	
US 2005-0024719 A1	03.02.2005	JP 2005-062850 A	10.03.2005
		US 07215468 B2	08.05.2007
US 2006-0158655 A1	20.07.2006	EP 1838212 A1	03.10.2007
		US 07382464 B2	03.06.2008
		WO 2006-077045 A1	27.07.2006

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2009/002215

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 21/45(2006.01)i, G01N 21/65(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
IPC 8 G01N 21/45

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
1948년 이후 한국등록실용신안공보
1983년 이후 한국공개실용신안공보
1975년 이후 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKIPASS (특허청 내부 검색 시스템) & 키워드 : optical fiber, dual cladding, and probe

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2009-0021724 A1 (ANITA MAHADEVAN-JANSEN, et al.) 2009.01.22 페이지 4-11, 도면 1,3,6 참조	1-12
A	US 2005-0024719 A1 (TATSUO NAKATA) 2005.02.03 페이지 2, 5-6, 도면 1,4 참조	1-12
A	US 2006-0158655 A1 (MATTHEW J. EVERETT et al.) 2006.07.20 페이지 3-5, 도면 1,3-4 참조	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2010년 01월 13일 (13.01.2010)	**2010년 01월 14일 (14.01.2010)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 선사로 139,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
경천수
전화번호 82-42-481-8434

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2009/002215

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2009-0021724 A1	2009.01.22	없음	
US 2005-0024719 A1	2005.02.03	JP 2005-062850 A	2005.03.10
		US 07215468 B2	2007.05.08
US 2006-0158655 A1	2006.07.20	EP 1838212 A1	2007.10.03
		US 07382464 B2	2008.06.03
		WO 2006-077045 A1	2006.07.27