

(51) 국제특허분류:
A61B 5/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2016/013402

(22) 국제출원일: 2016년 11월 21일 (21.11.2016)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2015-0162874 2015년 11월 19일 (19.11.2015) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 (EWha UNIVERSITY - INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION) [KR/KR]; 03760 서울시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교), Seoul (KR). 서울대학교 산학협력단 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) [KR/KR]; 08826 서울시 관악구 관악로 1 (신림동), Seoul (KR).

(72) 발명자: 지창현 (JI, Chang Hyeon); 06705 서울시 서초구 효령로 34길 79, 3동 1007호 (방배동, 삼익아파트), Seoul (KR). 전상범 (JUN, Sang Beom); 06764 서울시 서초구 태봉로 2길 65, 405동 1304호 (우면동, 서초네

이치힐 4단지), Seoul (KR). 유승현 (YOO, Sung Hyun); 07375 서울시 영등포구 도영로 16, 1210호 (도림동), Seoul (KR). 김대곤 (KIM, Dae Gon); 57908 전라남도 순천시 승주읍 내상로 88, Jeollanam-do (KR). 김용권 (KIM, Yong Kweon); 06291 서울시 강남구 삼성로 151, 12동 1105호 (대치동, 선경아파트), Seoul (KR).

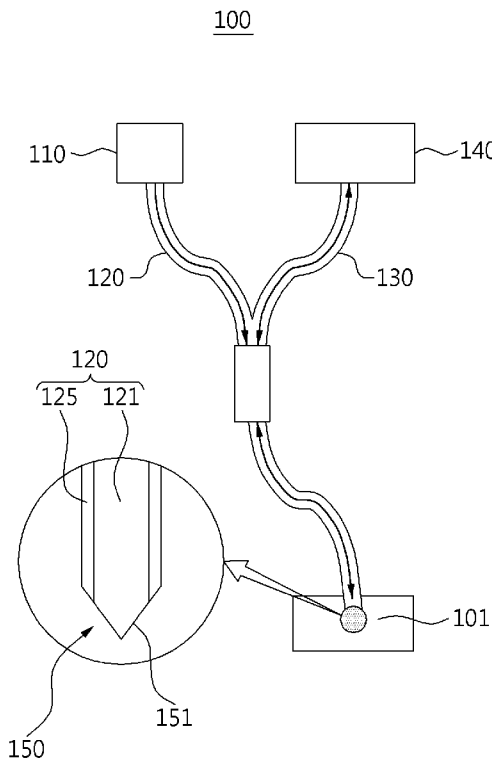
(74) 대리인: 특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM); 06044 서울시 강남구 학동로 3길 9, 5층 (논현동, 명림빌딩), Seoul (KR).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: NERVE PROBE PART AND NERVE PROBE INTERFACE HAVING SAME

(54) 발명의 명칭: 신경 탐침부 및 그를 구비한 신경 탐침 인터페이스



(57) Abstract: A nerve probe interface according to embodiments of the present invention comprises: a light source; and an optical waveguide having one end connected to the light source and the other end provided as a probe part that is inserted into a nerve of a subject to be probed in order to apply a light stimulus to the nerve, and including a core and a cladding that partially covers the core, wherein the probe part is formed as a core member having a conical shape which is inserted into the nerve, and the cladding is able to cover at least a portion of the regions of the optical waveguide, with the exception of the core member. According to embodiments of the present invention, because the core member of the probe part has a conical shape having the cladding removed, ease of nerve probing can be ensured, and whether or not the probe part contacts a nerve can accurately be determined and the insertion depth of the probe part can be finely adjusted, on the basis of the difference in the refractive index between the core member and a substance contacting same.

(57) 요약서: 본 발명의 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스는, 광원; 및 일단부는 상기 광원에 연결되고 타단부는 신경에 광 자극을 가하기 위해 탐침 대상인 신경 내부로 삽입되는 탐침부로 마련되며, 코어 및 상기 코어를 부분적으로 감싸는 클래드를 갖는 광도파관;을 포함하며, 상기 탐침부는 상기 신경으로의 삽입을 위한 원뿔 형상의 코어부재로 형성되며, 상기 클래드는 상기 코어부재를 제외한 상기 광도파관의 나머지 영역의 적어도 일부분을 감쌀 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 탐침부의 코어부재가 클래드가 제거된 원뿔 형상을 가짐으로써 신경 탐침의 용이성을 확보할 수 있으면서도 코어부재와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경에 대한 탐침부의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있다.



(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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, 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, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 신경 탐침부 및 그를 구비한 신경 탐침 인터페이스 기술분야

- [1] 신경 탐침부 및 그를 구비한 신경 탐침 인터페이스가 개시된다. 보다 상세하게는, 코어부재와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경에 대한 탐침부의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있는 신경 탐침부 및 그를 구비한 신경 탐침 인터페이스가 개시된다.

배경기술

- [2] 최근에 피실험체의 신경을 자극한 다음 이에 따른 신호를 감지하고 분석하여 신경의 동작을 규명하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 피실험체의 신경을 직접 자극하고 그 정보를 수집하기 위해 피실험체에 삽입 가능한 신경 탐침이 이용되고 있다. 또한 뇌신경 자극에 따른 정보를 가급적 많이 탐지하기 위해 전극 어레이가 집적된 초소형 신경 탐침이 개발되어 사용되고 있다.
- [3] 종래의 신경 탐침들 중 탐침에 집적된 전극을 이용해 신경에 전기적인 자극을 가하는 경우가 있다. 하지만 신경에 전기적인 자극을 가하게 되면 신경에 손상을 줄 수 있을 뿐만 아니라 신경을 구성하고 있는 물질이 전기적으로 도체인 이유로 원하는 부위에 국부적인 자극을 가할 수 없다는 한계가 있다.
- [4] 이에 최근에는 신경에 빛을 이용한 광 자극을 주어 그 반응 신호를 수집하는 방법이 소개되고 있다.
- [5] 종래의 신경 탐침 구조에 있어서는, 빛으로 자극하고자 하는 신경의 표층에 따라 신경 탐침의 신경 접촉 유무 및 삽입 깊이는 매우 미세하게 조절되어야 하는데, 현미경이 결합된 수술 도구를 이용하여 직접 관측을 통한 신경탐침이 삽입되기 때문에 접촉 유무를 정확하게 판별하기가 쉽지 않을 뿐만 아니라 삽입 깊이의 미세한 조절이 쉽지 않았다.
- [6] 따라서, 뇌와 같은 부분의 신경과의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있으면서도 신경 탐침의 삽입 깊이 역시 미세하게 조절할 수 있는 새로운 구조의 신경 탐침 장치의 개발이 요구되는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 실시예에 따른 목적은, 탐침부의 코어부재가 클래드가 제거된 원뿔 형상을 가짐으로써 신경 탐침의 용이성을 확보할 수 있으면서도 코어부재와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경에 대한 탐침부의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있는, 신경 탐침부 및 그를 구비한 신경 탐침 인터페이스를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스는, 광원; 및 일단부는 상기 광원에 연결되고 타단부는 신경에 광 자극을 가하기 위해 탐침 대상인 신경 내부로 삽입되는 탐침부로 마련되며, 코어 및 상기 코어를 부분적으로 감싸는 클래드를 갖는 광도파관;을 포함하며, 상기 탐침부는 상기 신경으로의 삽입을 위한 원뿔 형상의 코어부재로 형성되며, 상기 클래드는 상기 코어부재를 제외한 상기 광도파관의 나머지 영역의 적어도 일부분을 감싸며, 이러한 구성에 의해서, 탐침부의 코어부재가 클래드가 제거된 원뿔 형상을 가짐으로써 신경 탐침의 용이성을 확보할 수 있으면서도 코어부재와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경에 대한 탐침부의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있다.
- [9] 일측에 따르면, 상기 코어부재와 상기 코어부재가 닿는 접촉 물질의 접촉계면의 굴절률 차이에 따라 상기 광도파관을 통해 전달된 상기 광이 상기 코어부재로부터 상기 접촉 물질로 출력되거나 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [10] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 상기 신경과 접촉되기 전인 공기 중에 있을 때, 상기 코어부재 내에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 공기와의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [11] 일측에 따르면, 상기 코어부재의 일부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재의 일부분에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 지난 상기 광이 상기 신경으로 출력되고 상기 코어부재의 일부분을 제외한 비접촉 부분에서의 굴절률이 상기 비접촉 부분이 접촉한 접촉 물질인 공기와의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [12] 일측에 따르면, 상기 코어부재의 전 부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 신경으로 출력될 수 있다.
- [13] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 40 내지 50도의 범위를 가질 수 있다.
- [14] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 가질 수 있다.
- [15] 일측에 따르면, 상기 광도파관으로부터 분기되는 분기 광도파관; 및 상기 분기 광도파관의 단부에 구비되어 상기 탐침부에 의해 획득되는 광 정보를 검출하는 광검출부;를 더 포함하며, 상기 광원으로부터의 상기 광은 상기 탐침부 방향으로 이동되고, 상기 탐침부에 의해 획득된 광은 상기 광검출부 방향으로 이동될 수 있다.

- [16] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 신경 탐침부는, 코어 및 상기 코어를 부분적으로 감싸는 클래드를 갖는 광도파관의 단부에 구비되는 신경 탐침부로서, 신경으로의 삽입을 위해 원뿔 형상으로 형성되며, 외면에는 클래드가 제거된 코어부재;를 포함하며, 상기 코어부재와 상기 코어부재가 닿는 접촉 물질의 접촉면의 굴절률 차이에 따라 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재로부터 상기 접촉 물질로 출력되거나 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [17] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 상기 신경과 접촉되기 전인 공기 중에 있을 때, 상기 코어부재 내에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [18] 일측에 따르면, 상기 코어부재의 일부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재의 일부분에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 지난 상기 광이 상기 신경으로 출력되고 상기 코어부재의 일부분을 제외한 비접촉 부분에서의 굴절률이 상기 비접촉 부분이 접촉한 접촉 물질인 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.
- [19] 일측에 따르면, 상기 코어부재의 전 부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 신경으로 출력될 수 있다.
- [20] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 가질 수 있다.
- [21] 일측에 따르면, 상기 신경 탐침부는 광유전학에서 사용되는 신경 탐침으로 적용 가능하고, 근접장주시현미경(NSOM) 또는 광섬유현미경(fiberscope)의 광섬유 기반의 관측기에 적용 가능하다.

발명의 효과

- [22] 본 발명의 실시예에 따르면, 탐침부의 코어부재가 클래드가 제거된 원뿔 형상을 가짐으로써 신경 탐침의 용이성을 확보할 수 있으면서도 코어부재와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경에 대한 탐침부의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.
- [24] 도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 신경 탐침부와 신경의 굴절률에 따른 광의

이동을 도시한 도면들이다.

[25] 도 5 및 도 6은 본 실시예의 신경 탐침부에 의한 FEM 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프들이다.

[26] 도 7은 도 1에 도시된 신경 탐침부의 코어부재의 원뿔의 각도에 따른 정상화된 파워 출력을 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[27] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 적용에 관하여 상세히 설명한다. 이하의 설명은 특허 청구 가능한 본 발명의 여러 태양(aspects) 중 하나이며, 하기의 기술(description)은 본 발명에 대한 상세한 기술(detailed description)의 일부를 이룬다.

[28] 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 관한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.

[29] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스의 개략적인 구성을 도시한 도면이고, 도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 신경 탐침부와 신경의 굴절률에 따른 광의 이동을 도시한 도면들이다.

[30] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스(100)는, 광을 발생시키는 광원(110)과, 광원(110)에 연결되어 광을 전달하는 광도파관(120)과, 광도파관(120)의 타단부에 구비되어 신경(101) 내부로 탐침하여 신경(101) 내부를 계측하는 탐침부(150)와, 탐침부(150)에 의해 획득된 광 정보를 검출하는 광검출부(140)를 포함할 수 있다.

[31] 이러한 구성에 의해서, 예를 들면 뇌와 같은 부분의 신경(101)과의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있으면서도 신경(101) 탐침의 삽입 깊이 역시 미세하게 조절할 수 있어 계측 과정의 정확성을 향상시킬 수 있음은 물론 조작의 편의성 역시 증대시킬 수 있다.

[32] 각각의 구성에 대해 설명하면, 먼저 본 실시예의 광원(110)은 광도파관(120)으로 광을 제공하는 부분이다. 광원(110)으로부터의 광은 신경(101)을 자극하는 역할을 한다.

[33] 한편, 본 실시예의 광도파관(120)은, 도 1의 확대도에 도시된 것처럼, 코어(121) 및 그를 감싸는 클래드(125)를 포함하는 광섬유로 형성된다. 광원(110)으로부터 제공되는 광은 코어(121)를 통해 전달되는데 이 때 클래드(125)가 코어(121)에 비해 상대적으로 낮은 굴절률을 갖기 때문에 코어(121)에 입사된 광은 클래드(125)와의 경계면에서 전반사를 반복하게 되고, 따라서 코어(121) 내에서 밖으로 나오지 않고 후술할 탐침부(150)에 도달하게 된다.

[34] 다만, 광도파관(120)의 단부에는 탐침부(150)가 구비되는데, 탐침부(150)에서는 클래드(125)가 제거되고 코어(121)로만 구성됨으로써 외부로 광이 출력될 수 있다.

[35] 한편, 탐침부(150)에서 계측된 정보는 광도파관(120)을 통해 광검출부(140)로

전달된다. 광도파관(120)에는, 도 1에 도시된 것처럼, 분기된 분기 광도파관(130)이 구비되고, 분기 광도파관(130)의 단부에 광검출부(140)가 구비될 수 있다. 이 때, 광원(110)으로부터 제공된 광은 광도파관(120)을 통해 탐침부(150)로 제공될 수 있고, 탐침부(150)에 의해 획득된 광 정보는 광도파관(120)을 통해 이동하되 분기 광도파관(130)과 만나는 부분에서 분기 광도파관(130)으로 이동함으로써 광원(110)과 연결된 광도파관(120)에서 광이 양 방향으로 이동하는 것을 저지할 수 있다. 이를 위해, 예를 들면 아이솔레이터 또는 광커플러 등이 적용될 수 있음은 당연하다.

[36] 이러한 광검출부(140)는 예를 들면 컴퓨터에 구비되거나 컴퓨터에 연결되는 구조를 가짐으로써 사용자는 광검출부(140)에 의해 획득된 정보를 모니터와 같은 디스플레이부를 통해 실시간으로 확인할 수 있다.

[37] 한편, 전술한 것처럼, 종래에는 현미경이 결합되는 수술 도구를 이용하여 직접 관측을 통해 신경 탐침을 하였기 때문에 종래의 수술 도구 예를 들면 탐침부로는 탐침 대상인 신경과의 접촉 유무를 판별하기가 쉽지 않았으며 아울러 신경(101)으로의 삽입 깊이를 정확하게 측정하는 데 한계가 있었다.

[38] 이러한 한계를 극복하기 위해, 본 실시예의 신경 탐침 인터페이스(100)는 신경(101)과의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있고 신경(101)으로의 삽입 깊이를 미세하게 조정할 수 있는 탐침부(150)를 포함한다.

[39] 본 실시예의 탐침부(150)는, 도 1 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 광도파관(120)의 단부에 형성되며, 신경(101)으로 삽입을 위한 원뿔 형성의 코어부재(151)를 포함할 수 있다. 이러한 코어부재(151)는 광도파관(120)의 코어(121)와 연결되되, 코어부재(151)를 둘러싸는 클래드(125)는 제거된다. 따라서 도 1의 확대도에 도시된 것처럼, 전체적으로 연필심의 형상과 비슷하게 코어부재(151)는 클래드(125)가 제거된 뾰족한 원뿔 형상을 가질 수 있다.

[40] 이러한 탐침부(150)는 코어부재(151)의 원뿔 형상으로 인해 예를 들면 탐침 대상인 뇌의 신경(101)의 정확한 영역으로 삽입될 수 있다. 코어부재(151)가 뿔 형상이 아니고 뿔처럼 형성되는 경우 신경(101) 내로 진입되는 데 어려움이 발생할 수 있는데 본 실시예의 코어부재(151)는 그 끝이 뾰족한 형상을 가짐으로써 신경(101)으로의 삽입이 용이하다.

[41] 이러한 탐침부(150)의 코어부재(151)는 코어부재(151)가 닿는 접촉 물질의 접촉면의 굴절률 차이에 따라 광도파관(120)을 통해 전달된 광이 코어부재(151)로부터 접촉 물질로 출력되거나 또는 코어부재(151) 내에서 전반사될 수 있다. 여기서, 접촉 물질은 코어부재(151)가 신경(101)에 닿지 않는 경우 주변의 공기일 수 있고, 코어부재(151)가 신경(101)에 닿는 경우 신경(101)일 수 있다. 신경(101)을 둘러싼 물질이 물이기 때문에 물로 설정할 수 있다.

[42] 부연하면, 도 2에 도시된 바와 같이, 탐침부(150)의 코어부재(151)가 신경(101)과 접촉되기 전인 공기 중에 있을 때 코어부재(151) 내에서의

코어부재(151)가 접촉한 접촉 물질인 공기와의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 커서 광도파관(120)을 통해 전달되는 광이 코어부재(151) 내에서 전반사될 수 있다. 코어부재(151)의 굴절률과 접촉계면에서의 굴절률의 크기 비교는 다음과 같다.

[43]

$$\begin{aligned}\theta_1 &> \theta_c, \text{ glass-air} \\ \theta_2 &> \theta_c, \text{ glass-air}\end{aligned}$$

[44]

한편, 도 3에 도시된 것처럼, 코어부재(151)가 부분적으로 신경(101)에 삽입되어 일부는 신경(101)과 접촉 상태를 유지하고 다른 일부는 공기와의 접촉 상태를 유지하는 경우, 코어부재(151)의 일부분에서의 굴절률이 신경(101)과의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 작기 때문에 광도파관(120)을 통해 전달된 광이 신경(101)으로 출력될 수 있다. 반면에 코어부재(151)가 공기와의 접촉 상태를 유지하는 부분에서는, 코어부재(151)의 굴절률이 공기와의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 크기 때문에 광이 코어부재(151) 내에서 전반사될 수 있다. 코어부재(151)의 굴절률과 접촉계면에서의 굴절률의 크기 비교는 다음과 같다.

[45]

$$\begin{aligned}\theta_1 &> \theta_c, \text{ glass-air} \\ \theta_2 &< \theta_c, \text{ glass-brain}\end{aligned}$$

[46]

한편, 도 4를 참조하면, 코어부재(151)의 전 부분이 신경(101) 내로 삽입되어 신경(101)과 접촉되는 경우, 코어부재(151)의 굴절률이 코어부재(151)가 접촉한 신경(101)과의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 작기 때문에 광도파관(120)을 통해 전달된 광이 신경(101)으로 출력될 수 있다. 코어부재(151)의 굴절률과 접촉계면에서의 굴절률의 크기 비교는 다음과 같다.

[47]

$$\begin{aligned}\theta_1 &< \theta_c, \text{ glass-air} \\ \theta_2 &< \theta_c, \text{ glass-brain}\end{aligned}$$

[48]

이처럼 도 2 내지 도 4에 도시된 것처럼, 탐침부(150)의 코어부재(151)가 공기 중에서 신경(101) 내로 삽입되는데 이 때 코어부재(151)의 굴절률과 접촉되는 물질과의 접촉계면에서의 굴절률의 차이에 따라 코어부재(151)로 전달된 광 중 일부는 외부로 출력되고 일부는 전반사되고, 이에 대한 정보가 광검출부(140)로 제공된다. 광검출부(140)는 광의 외부 출력 정도 및 전반사 정도의 비율을 분석하여 신경(101)과의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부(150)의 코어부재(151)가 신경(101) 내로 어느 정도 삽입되었는지도 정확하게 예측할 수 있다.

[49]

한편, 이하에서는, 전술한 구성을 갖는 신경 탐침 인터페이스를 통해 실험한 결과에 대해서 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

- [50] 도 5 및 도 6은 본 실시예의 신경 탐침부에 의한 FEM 시뮬레이션 결과를 나타낸 그래프들이고, 도 7은 도 1에 도시된 신경 탐침부의 코어부재의 원뿔의 각도에 따른 정상화된 파워 출력을 나타낸 그래프이다.
- [51] 먼저, 도 5를 참조하면 코어 및 클래드(125)의 두께를 파악할 수 있고, 코어부재(151)의 형성 각도를 확인할 수 있다. 여기서, 코어부재(151)의 축으로부터의 각도(θ_{Fiber})는 45도이다. 그리고 도 6을 통해 공기 또는 물과 접촉되었을 때 출력 정도를 파악할 수 있다.
- [52] 한편, 도 7을 참조하면, 코어부재(151)의 축으로부터의 각도가 대략 46.5도인 경우 공기와의 접촉 시 정상화된 파워 출력이 최소임을 알 수 있고, 아울러 신경(101)을 나타내는 물과의 접촉 시에도 정상화된 파워 출력이 다른 각도를 가질 때에 비해 상대적으로 작은 값을 가짐을 알 수 있다. 즉, 코어부재(151)의 축으로부터 각도가 대략 46.5도, 넓게는 40도 내지 50도 그보다 더 작게는 45도 내지 48도일 때 신경(101)을 감지함에 있어서 최적화된 계측 상태를 유지할 수 있다.
- [53] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 탐침부(150)의 코어부재(151)가 클래드(125)가 제거된 원뿔 형상을 가짐으로써 신경(101) 탐침의 용이성을 확보할 수 있으면서도 코어부재(151)와 접촉되는 물질 간의 굴절률 차이에 기초하여 신경(101)에 대한 탐침부(150)의 접촉 유무를 정확하게 판별할 수 있음은 물론 탐침부(150)의 삽입 깊이도 미세하게 조정할 수 있는 장점이 있다.
- [54] 한편, 전술한 실시예에서는 광섬유가 적용되는 신경 탐침 인터페이스에 대해서 상술하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 탐침부는 예를 들면 광유전학에서 사용되는 신경 탐침으로 적용 가능하고, 근접장주시현미경(NSOM) 또는 광섬유현미경(fiberscope)의 광섬유 기반의 관측기에 적용 가능함은 당연하다.
- [55] 한편, 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이다.

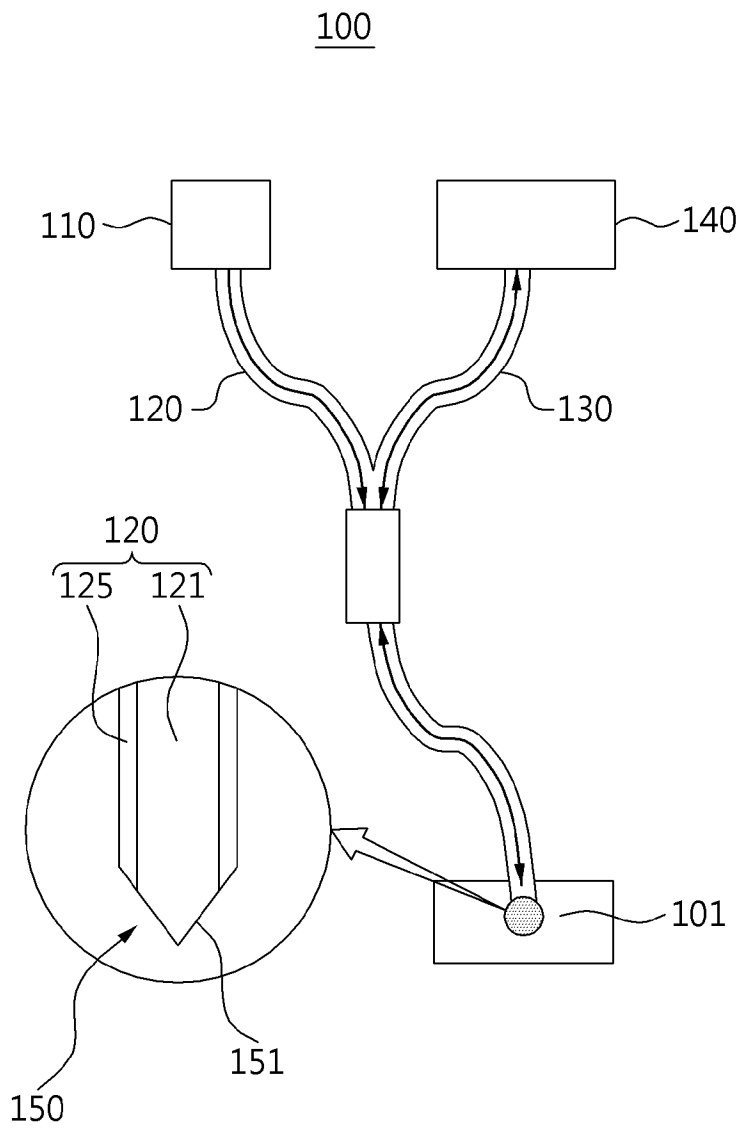
청구범위

- [청구항 1] 광원; 및
 일단부는 상기 광원에 연결되고 타단부는 신경에 광 자극을 가하기 위해
 탐침 대상인 신경 내부로 삽입되는 탐침부로 마련되며, 코어 및 상기
 코어를 부분적으로 감싸는 클래드를 갖는 광도파관;
 을 포함하며,
 상기 탐침부는 상기 신경으로의 삽입을 위한 원뿔 형상의 코어부재로
 형성되며,
 상기 클래드는 상기 코어부재를 제외한 상기 광도파관의 나머지 영역의
 적어도 일부분을 감싸는 것을 특징으로 하는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 코어부재와 상기 코어부재가 닿는 접촉 물질의 접촉면의 굴절률
 차이에 따라 상기 광도파관을 통해 전달된 상기 광이 상기
 코어부재로부터 상기 접촉 물질로 출력되거나 상기 코어부재 내에서
 전반사되는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 코어부재가 상기 신경과 접촉되기 전인 공기 중에 있을 때, 상기
 코어부재 내에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기
 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해
 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사되는, 신경 탐침
 인터페이스.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
 상기 코어부재의 일부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재의
 일부분에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기
 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 지난
 상기 광이 상기 신경으로 출력되고 상기 코어부재의 일부분을 제외한
 비접촉 부분에서의 굴절률이 상기 비접촉 부분이 접촉한 접촉 물질인
 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해
 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사되는, 신경 탐침
 인터페이스.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
 상기 코어부재의 전 부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기
 코어부재에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기
 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 통해
 전달되는 상기 광이 상기 신경으로 출력되는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 40 내지

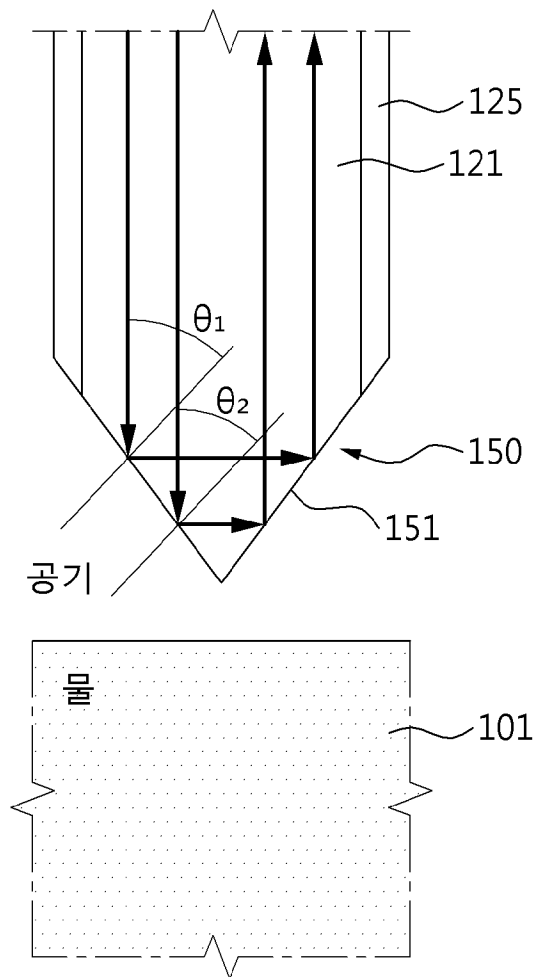
- 50도의 범위를 갖는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 갖는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 광도파관으로부터 분기되는 분기 광도파관; 및
상기 분기 광도파관의 단부에 구비되어 상기 탐침부에 의해 획득되는 광 정보를 검출하는 광검출부;
를 더 포함하며,
상기 광원으로부터의 상기 광은 상기 탐침부 방향으로 이동되고, 상기 탐침부에 의해 획득된 광은 상기 광검출부 방향으로 이동되는, 신경 탐침 인터페이스.
- [청구항 9] 코어 및 상기 코어를 부분적으로 감싸는 클래드를 갖는 광도파관의 단부에 구비되는 신경 탐침부에 있어서,
신경으로의 삽입을 위해 원뿔 형상으로 형성되며, 외면에는 클래드가 제거된 코어부재;
를 포함하며,
상기 코어부재와 상기 코어부재가 닿는 접촉 물질의 접촉면의 굴절률 차이에 따라 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재로부터 상기 접촉 물질로 출력되거나 상기 코어부재 내에서 전반사되는 것을 특징으로 하는, 신경 탐침부.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 코어부재가 상기 신경과 접촉되기 전인 공기 중에 있을 때, 상기 코어부재 내에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사되는, 신경 탐침부.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 코어부재의 일부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재의 일부분에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 지난 상기 광이 상기 신경으로 출력되고 상기 코어부재의 일부분을 제외한 비접촉 부분에서의 굴절률이 상기 비접촉 부분이 접촉한 접촉 물질인 공기와의 접촉면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사되는, 신경 탐침부.
- [청구항 12] 제9항에 있어서,
상기 코어부재의 전 부분이 상기 신경과 접촉되는 경우, 상기 코어부재에서의 굴절률이 상기 코어부재가 접촉한 접촉 물질인 상기 신경과의 접촉면에서의 굴절률에 비해 작아서 상기 광도파관을 통해

- 전달되는 상기 광이 상기 신경으로 출력되는, 신경 탐침부.
- [청구항 13] 제9항에 있어서,
상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 갖는, 신경 탐침부.
- [청구항 14] 제9항에 있어서,
상기 신경 탐침부는 광유전학에서 사용되는 신경 탐침으로 적용 가능하고, 근접장주시현미경(NSOM) 또는 광섬유현미경(fiberscope)의 광섬유 기반의 관측기에 적용 가능한, 신경 탐침부.

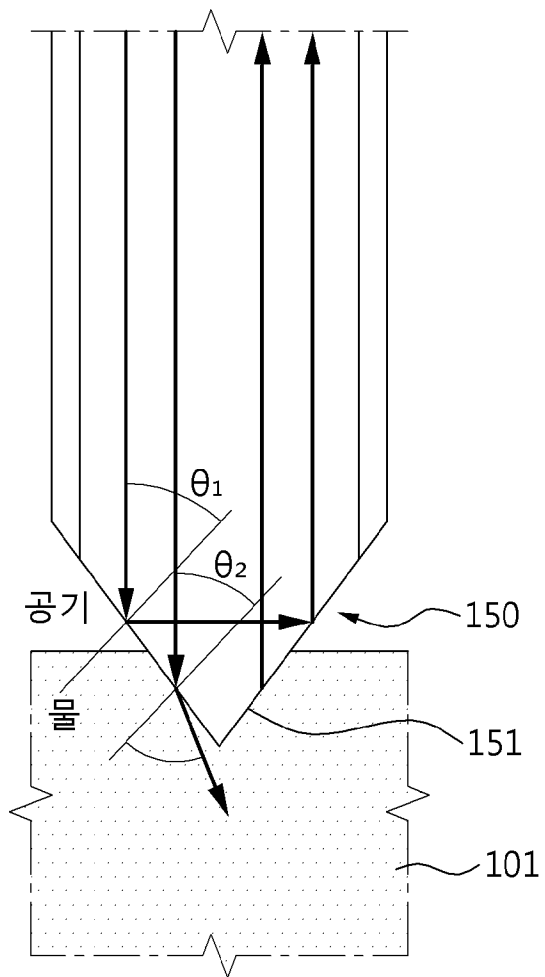
[도1]



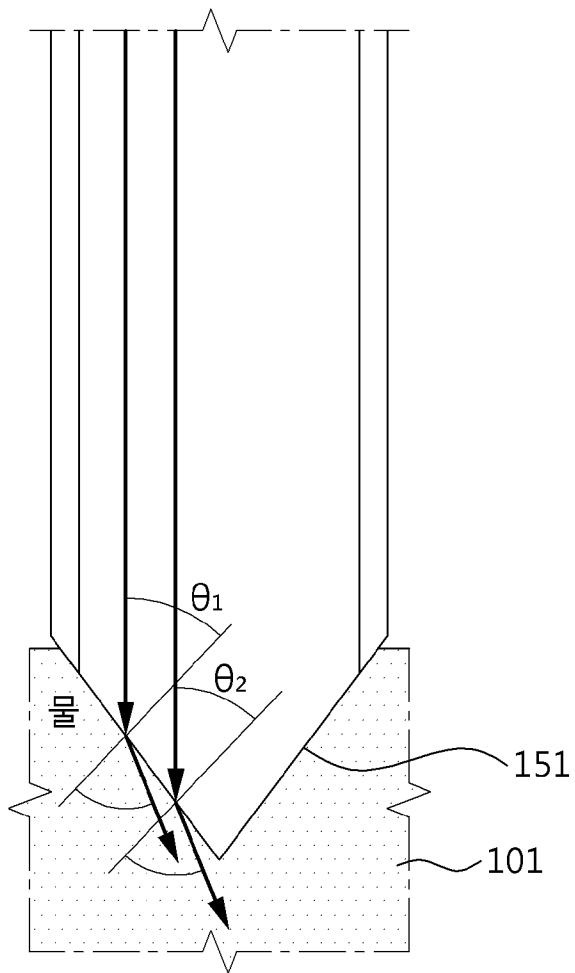
[도2]



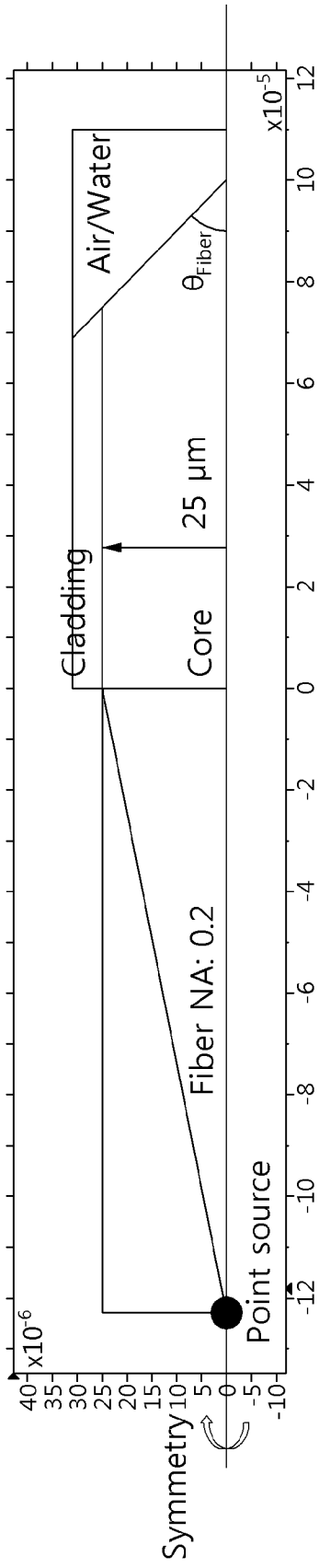
[도3]



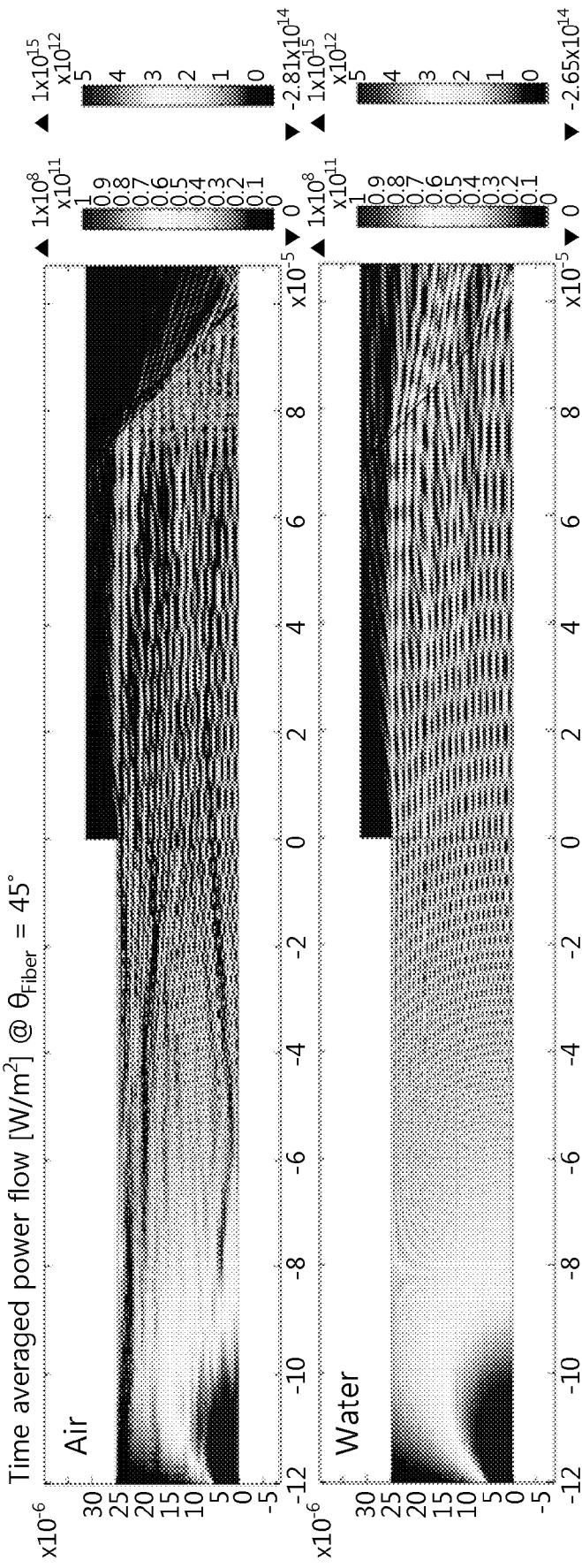
[도4]



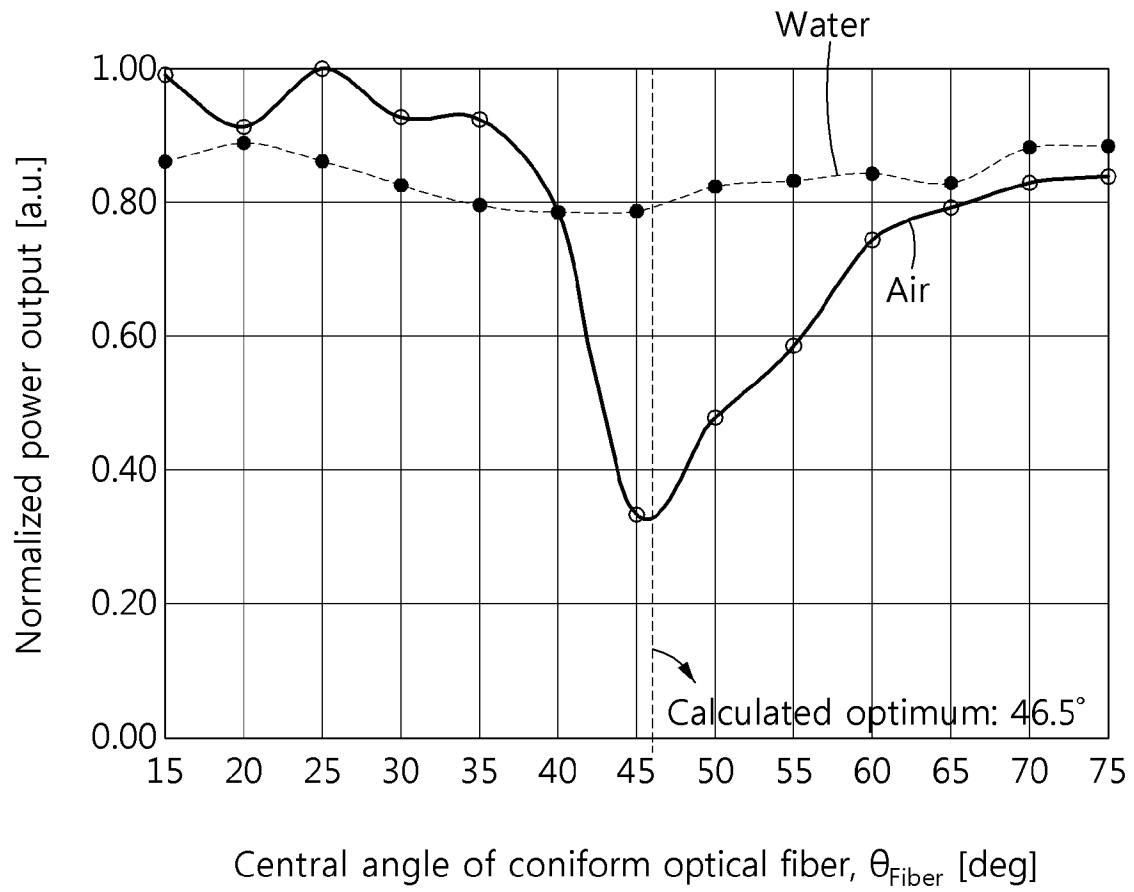
[도5]



[Figure 6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/013402**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER***A61B 5/00(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)

A61B 5/00; A61B 5/04; A61N 5/06; A61B 5/0478; A61N 1/18; A61B 18/00; A61N 1/04; A61B 17/16; A61B 5/0484

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: nerve, probe, light, refractive index, clad

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1461525 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 26 November 2014 See abstract; claim 1; paragraphs [9]-[15], [23]-[65]; and figures 1-4.	1-2,6-7,9,13
Y		3-5,8,10-12,14
Y	KR 10-1518245 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 May 2015 See paragraphs [17], [26]-[50], [84]-[89]; and figures 1-6.	3-5,8,10-12
Y	JP 5606713 B2 (OLYMPUS CORP.) 15 October 2014 See paragraphs [1], [25], [53]; and figures 3, 13.	14
A	KR 10-1458000 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 November 2014 See paragraphs [22]-[40]; and figures 1-3.	1-14
A	US 2013-0079615 A1 (YOON et al.) 28 March 2013 See paragraphs [23]-[31]; claims 1, 14; and figures 1-10.	1-14
A	KR 10-1159252 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 25 June 2012 See paragraphs [21]-[51]; and figures 1-6.	1-14



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

24 FEBRUARY 2017 (24.02.2017)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2017 (27.02.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 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/KR2016/013402

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1461525 B1	26/11/2014	US 2015-0148688 A1	28/05/2015
KR 10-1518245 B1	11/05/2015	NONE	
JP 5606713 B2	15/10/2014	JP 2011-067553 A	07/04/2011
KR 10-1458000 B1	04/11/2014	NONE	
US 2013-0079615 A1	28/03/2013	US 2016-0143551 A1	26/05/2016
		US 9247889 B2	02/02/2016
		WO 2011-068696 A2	09/06/2011
		WO 2011-068696 A3	29/09/2011
KR 10-1159252 B1	25/06/2012	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**A61B 5/00(2006.01)i****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 5/00; A61B 5/04; A61N 5/06; A61B 5/0478; A61N 1/18; A61B 18/00; A61N 1/04; A61B 17/16; A61B 5/0484

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 신경, 탐침, 광, 굴절률, 클레드

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1461525 B1 (한국과학기술연구원) 2014.11.26 요약; 청구항 1; 단락 [9]-[15], [23]-[65]; 및 도면 1-4 참조.	1-2, 6-7, 9, 13
Y		3-5, 8, 10-12, 14
Y	KR 10-1518245 B1 (한국과학기술연구원) 2015.05.11 단락 [17], [26]-[50], [84]-[89]; 및 도면 1-6 참조.	3-5, 8, 10-12
Y	JP 5606713 B2 (OLYMPUS CORP.) 2014.10.15 단락 [1], [25], [53]; 및 도면 3, 13 참조.	14
A	KR 10-1458000 B1 (한국과학기술연구원) 2014.11.04 단락 [22]-[40]; 및 도면 1-3 참조.	1-14
A	US 2013-0079615 A1 (YOON et al.) 2013.03.28 단락 [23]-[31]; 청구항 1, 14; 및 도면 1-10 참조.	1-14
A	KR 10-1159252 B1 (한국과학기술연구원) 2012.06.25 단락 [21]-[51]; 및 도면 1-6 참조.	1-14

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 02월 24일 (24.02.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 02월 27일 (27.02.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1461525 B1	2014/11/26	US 2015-0148688 A1	2015/05/28
KR 10-1518245 B1	2015/05/11	없음	
JP 5606713 B2	2014/10/15	JP 2011-067553 A	2011/04/07
KR 10-1458000 B1	2014/11/04	없음	
US 2013-0079615 A1	2013/03/28	US 2016-0143551 A1	2016/05/26
		US 9247889 B2	2016/02/02
		WO 2011-068696 A2	2011/06/09
		WO 2011-068696 A3	2011/09/29
KR 10-1159252 B1	2012/06/25	없음	