(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0058801
(43) 공개일자 2017년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0048 (2013.01)
A61B 5/0059 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0162874
(22) 출원일자 2015년11월19일
심사청구일자 2015년11월19일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
지창현
서울특별시 서초구 효령로34길 79, 3동 1007호 (방배동, 삼익아파트)
전상범
서울특별시 서초구 태봉로2길 65, 405동 1304호 (우면동, 서초네이처힐4단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

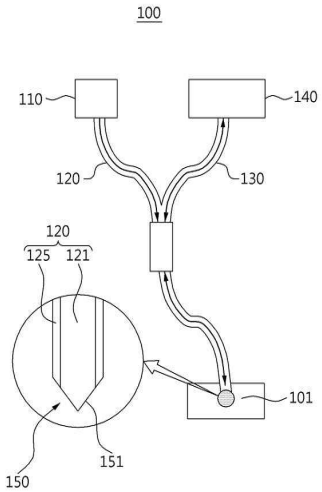
전체 청구항 수 : 총 14 항

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

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스는, 광원; 및 일단부는 상기 광원에 연결되고 타단부는 신경에 광자극을 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.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/0084 (2013.01)
A61B 5/40 (2013.01)
A61B 5/4064 (2013.01)
(72) 발명자
유승현
서울특별시 영등포구 도영로 16, 1210호 (도림동)
김대곤
전라남도 순천시 승주읍 내상로 88
김용권
서울특별시 강남구 삼성로 151, 12동 1105호 (대치동, 선경아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2012M3A6A6054204
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 글로벌프론티어사업
연구과제명 스마트 브레인 센서 네트워크
기 여 율 1/1
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2013.09.01 ~ 2016.06.30

명 세 서

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 접촉계면의 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 접촉계면에서의 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 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 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 접촉계면에서의 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 접촉계면의 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 접촉계면에서의 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 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 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 접촉계면에서의 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 광섬유 현미경(fiberscope)의 광섬유 기반의 관측기에 적용 가능한, 신경 탐침부.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 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.

배 경 기 술

[0003] 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 탐칭이 이용되고 있다. 또한 뇌신경 자극에 따른 정보를 가급적 많이 탐지하기 위해 전극 어레이가 집적된 초소형 신경 탐침이 개발되어 사용되고 있다.

[0004] 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.

[0005] 이에 최근에는 신경에 빛을 이용한 광 자극을 주어 그 반응 신호를 수집하는 방법이 소개되고 있다.

[0006] 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.

[0007] 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 내용

해결하려는 과제

[0009] 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.

과제의 해결 수단

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 40 내지 50도의 범위를 가질 수 있다.

[0017] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 가질 수 있다.

[0018] 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.

[0019] 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 접촉계면의 굴절률 차이에 따라 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재로부터 상기 접촉 물질로 출력되거나 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.

[0020] 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.

[0021] 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 비접

촉 부분이 접촉한 접촉 물질인 공기와의 접촉계면에서의 굴절률에 비해 커서 상기 광도파관을 통해 전달되는 상기 광이 상기 코어부재 내에서 전반사될 수 있다.

[0022] 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.

[0023] 일측에 따르면, 상기 코어부재가 형성하는 원뿔의 각도는 중심축으로부터 45 내지 48도의 범위를 가질 수 있다.

[0024] 일측에 따르면, 상기 신경 탐침부는 광유전학에서 사용되는 신경 탐침으로 적용 가능하고, 근접장주시현미경(NSOM) 또는 광섬유현미경(fiberscope)의 광섬유 기반의 관측기에 적용 가능하다.

발명의 효과

[0026] 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

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경 탐침 인터페이스의 개략적인 구성을 도시한 도면이다.

도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 신경 탐침부와 신경의 굴절률에 따른 광의 이동을 도시한 도면들이다.

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

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

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 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.

[0030] 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 관한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 뭉툭하게 형성되는 경우 신경(101) 내로 인입되는데 어려움이 발생될 수 있는데 본 실시예의 코어부재(151)는 그 끝이 뾰족한 형상을 가짐으로써 신경(101)으로의 삽입이 용이하다.

[0043] 이러한 탐침부(150)의 코어부재(151)는 코어부재(151)가 닿는 접촉 물질의 접촉계면의 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.

[0044] 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.

[0045] $\theta_1 > \theta_c$, glass-air
$\theta_2 > \theta_c$, glass-air

[0046] 한편, 도 3에 도시된 것처럼, 코어부재(151)가 부분적으로 신경(101)에 삽입돼서 일부는 신경(101)과 접촉 상태를 유지하고 다른 일부는 공기와 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 공기와 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.

[0047] $\theta_1 > \theta_c$, glass-air
$\theta_2 < \theta_c$, glass-brain

[0048] 한편, 도 4을 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 광도

파관(120)을 통해 전달된 광이 신경(101)으로 출력될 수 있다. 코어부재(151)의 굴절률과 접촉계면에서의 굴절률의 크기 비교는 다음과 같다.

[0049] $\theta_1 < \theta_c$, glass-air
$\theta_2 < \theta_c$, glass-brain

[0050] 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 계측할 수 있다.

[0051] 한편, 이하에서는, 전술한 구성을 갖는 신경 탐침 인터페이스를 통해 실험한 결과에 대해서 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

부호의 설명

[0059] 100 : 신경 탐침 인터페이스

110 : 광원

120 : 광도파관

121 : 코어

125 : 코어부재

130 : 분기 광도파관

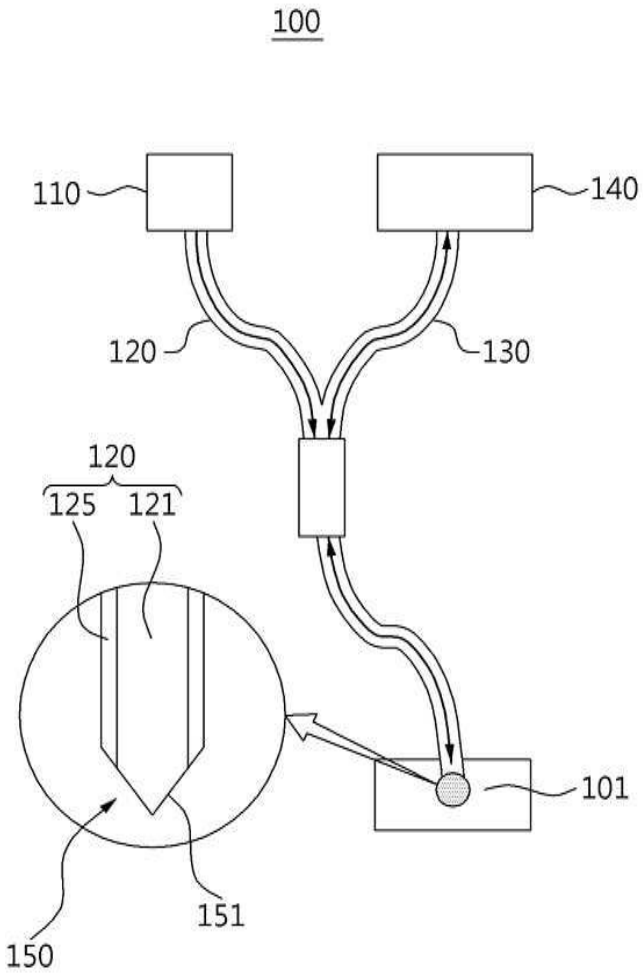
140 : 광검출부

150 : 탐침부

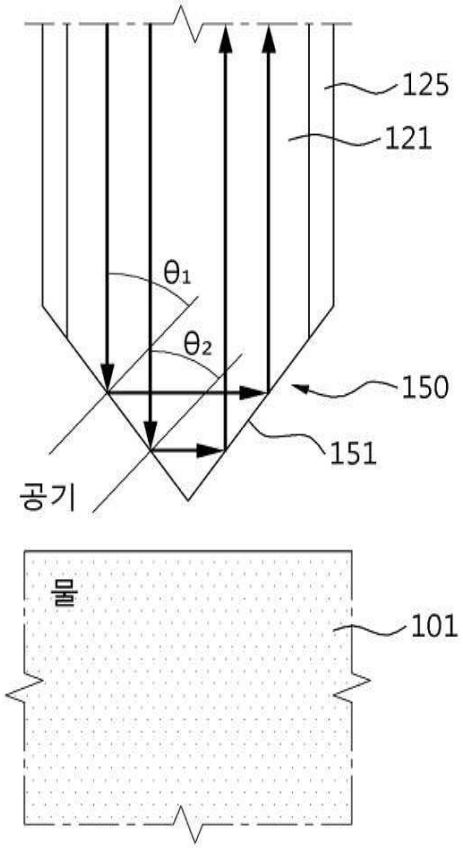
151 : 코어부재

도면

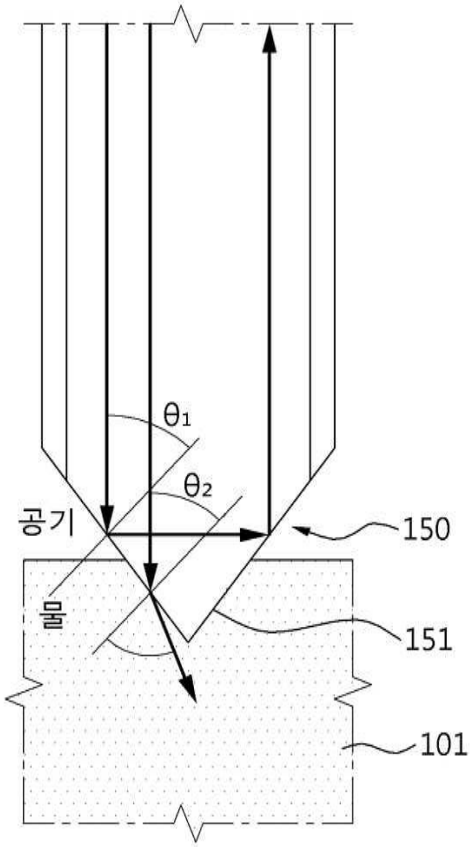
도면1



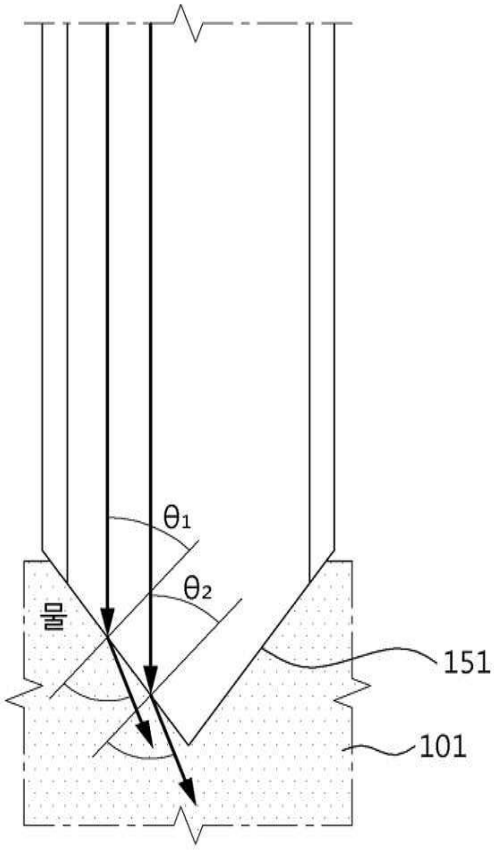
도면2



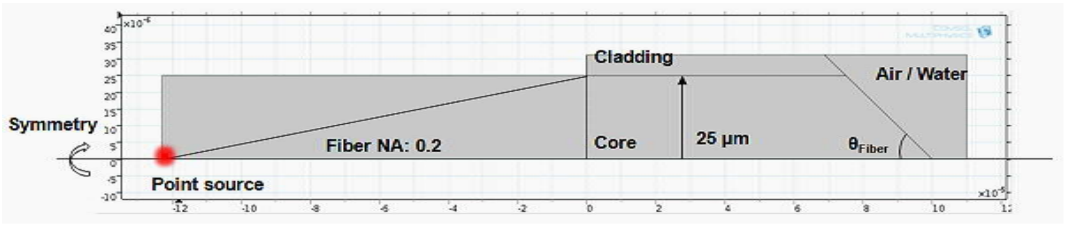
도면3



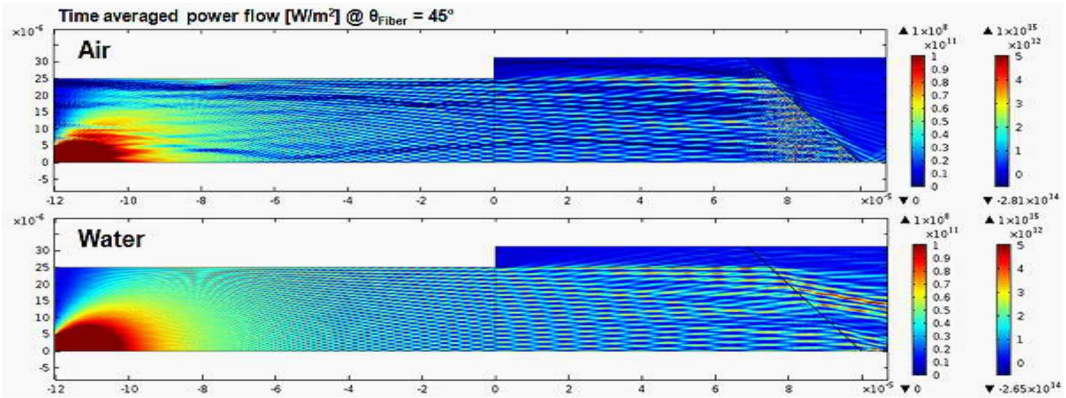
도면4


θ1
θ2
물
151
101

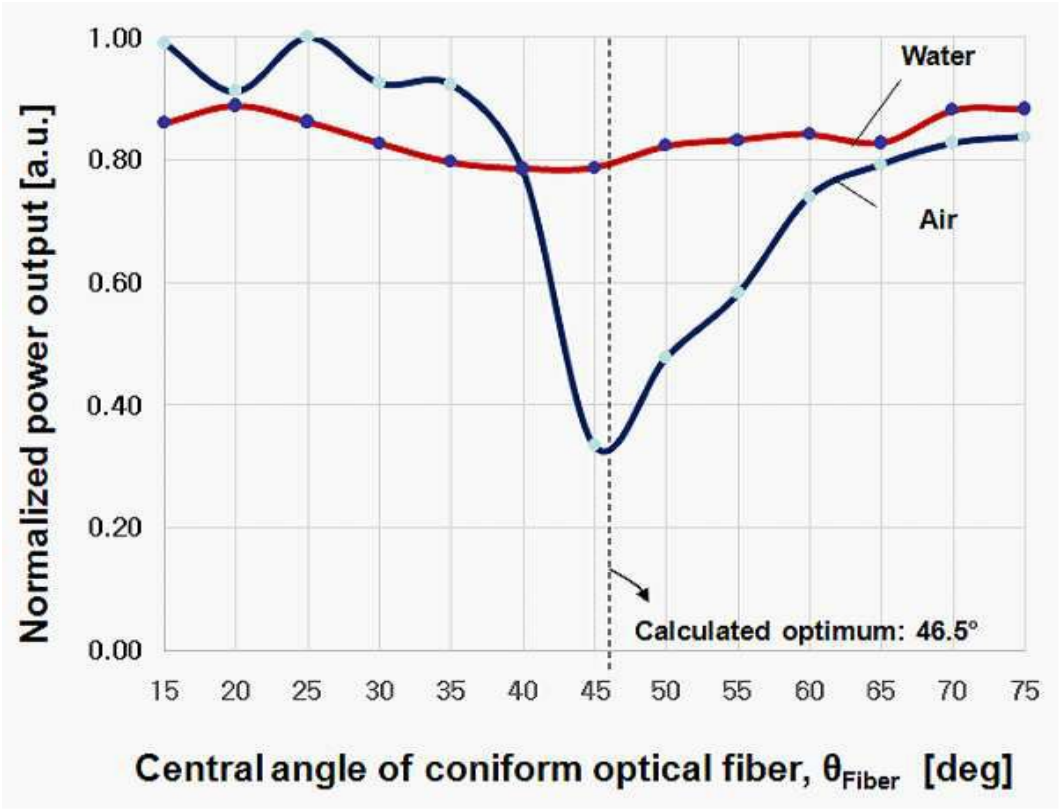
도면5


Cladding
Air / Water
Symmetry
Fiber NA: 0.2
Core
25 μm
θFiber
Point source

도면6


Time averaged power flow [W/m²] @ θFiber = 45°
Air
Water

도면7


Normalized power output [a.u.]
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
Water
Air
Calculated optimum: 46.5°
Central angle of coniform optical fiber, θFiber [deg]