



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월11일
 (11) 등록번호 10-1304338
 (24) 등록일자 2013년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61N 1/05 (2006.01) A61N 1/36 (2006.01)
 A61B 18/00 (2006.01) A61B 5/0478 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0090040
 (22) 출원일자 2011년09월06일
 심사청구일자 2011년09월06일
 (65) 공개번호 10-2012-0088501
 (43) 공개일자 2012년08월08일
 (30) 우선권주장
 1020100103026 2010년10월21일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20080033502 A1
 US20090156918 A1
 전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
 주식회사 엠아이텍
 경기도 평택시 진위면 하북2길 174
 (72) 발명자
 박세익
 서울특별시 관악구 신림로11길 97-8, 402호 (신림동)
 장진우
 서울특별시 서초구 반포대로 275, 121동 1303호 (반포동, 래미안 퍼스티지)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 제일특허법인

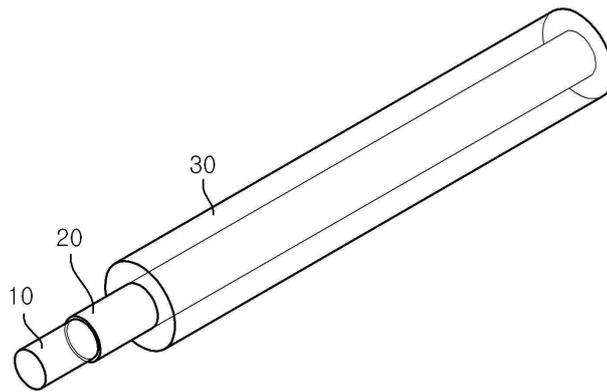
심사관 : 김의태

(54) 발명의 명칭 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 심부 뇌를 자극하거나 심부 뇌로부터 신경신호를 계측하기 위한 전극을 액정폴리머(Liquid Crystal Polymer, LCP)에 구현한 전기적 인터페이스와 광섬유(optical fiber), 도파관(waveguide), 내시경과 같은 광학적 인터페이스를 하나로 결합한 신경 인터페이스로서, 전광극(electro-optrode)의 위치를 실시간으로 전기적 또는 광학적(광학 신호 또는 영상)으로 모니터링하면서 삽입할 수 있고, 이를 대량으로 제작할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

김성준

서울특별시 서초구 효령로60길 16, 포스코 더샵서
초 101동 601호 (서초동)

이성은

서울특별시 관악구 성현로 80, 143동 903호 (봉천
동, 관악드림타운)

문효원

경기도 과천시 별양로 164, 714동 304호 (부림동,
주공아파트)

신형철

강원도 춘천시 후평동 극동아파트 103동 102호

김진원

서울특별시 구로구 구로5동 롯데아파트 108동 190
1호

특허청구의 범위

청구항 1

광학적 전극 부분을 이루도록 코어부분에 위치되는 광섬유와,
 상기 광섬유를 둘러싸는 저온 LCP 필름과,
 상기 저온 LCP 필름을 둘러싸는 반도체 공정에 의해 사전 제작된 LCP 전극층을 포함하되,
 상기 저온 LCP 필름과 사전 제작된 LCP 전극층이 서로 결합되어 LCP 샘플을 구성하는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 LCP 샘플의 저온 LCP 필름과 사전 제작된 LCP 전극층은 일체로 구성되는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 광섬유는 280 ~ 290℃의 온도를 견디는 재질로 이루어진
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 사전 제작된 LCP 전극층은 반도체 공정 또는 MEMS 공정을 이용하여 다 채널의 전극으로 구성되며, 전기 자극 파형이 나가는 금속으로 이루어진 전기자극 사이트가 부착되고,
 상기 전기자극 사이트에는 전류/광학 신호 기록 및 자극 뿐 아니라 전극이 삽입된 지역에 약물을 주입할 수 있도록 약물전달 채널(Fluidic Channel)이 제공되는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법에 있어서,
 상기 LCP 샘플을 300℃ 정도의 내열을 가지는 광섬유에 촘촘히 감은 후 상기 LCP 샘플에 일정 텐션이 가해지도록 고정장치에 고정하는 단계와,
 상기 고정된 LCP 샘플을 금속 물드에 넣어 비접촉식으로 회전시키며 가열하거나 또는 접촉식으로 가열하거나, 비접촉식 또는 접촉식을 결합한 혼합형으로 가열하여, 상기 LCP 샘플을 변형시켜서 가열하는 열공정 단계와,
 상기 열공정이 완료된 LCP 샘플의 불필요한 팁 부분 광섬유를 절단하는 단계를 포함하는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 열공정 단계의 가열온도는 상기 LCP 샘플에 가해지는 온도가 275 ~ 285℃ 정도 되도록 유지하는 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 접착식 열공정 단계는 상기 LCP 샘플을 상기 금속 몰드에 넣어 회전시키며 가열하되, 상기 광섬유와 상기 금속 몰드사이에 텐션 시트가 접촉하도록 개재시켜 가열하는

액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 혼합형 열공정 단계는 상기 LCP 샘플을 상기 금속 몰드에 넣어 회전시키며 가열하되, 상기 금속 몰드가 일정한 간격의 시간을 두고 주기적으로 상기 LCP 샘플을 두드리는 형태로 열을 가하는

액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 열공정 단계는 상기 준비된 LCP 샘플을 상기 광섬유의 상하에 각각 위치하도록 상기 금속 몰드에 넣고 가열하되, 상기 광섬유와 금속 몰드사이에 텐션 시트가 접촉하도록 개재시켜 가열하여, 상기 한 쌍의 LCP 샘플이 용착에 의해 변형되어 상기 광섬유를 감싸는

액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 10

LCP로 이루어진 기관부와,

상기 기관부의 상면에 접하여 생체 신호를 수집하고 수집된 생체신호를 전달하는 전극부와,

상기 전극부와 겹치지 않으며 상기 기관부의 상면에 접하여 광학적 전극부분을 이루는 광극부와,

상기 전극부와 광극부를 보호하도록 상기 기관부에 적층되어 LCP로 이루어진 커버부를 포함하되,

상기 커버부를 상기 광극부의 일부가 노출되도록 상기 기관부상에 열압착으로 라미네이션하여 적층하는

액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 전극부는 Au를 패터닝하여 형성하는

액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
 상기 광극부는 광투과성 폴리머를 패터닝하여 형성하는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스.

청구항 13

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법에 있어서,
 상기 액정 폴리머로 이루어진 기관부의 상면에 전극부를 형성하는 단계와,
 상기 형성된 전극부와 겹치지 않는 상기 기관부의 상면에 광극부를 형성하는 단계와,
 액정 폴리머로 이루어진 커버부를 상기 광극부의 일부가 노출되도록 상기 기관부에 라미네이션하여 적층하는 단계와,
 상기 접착된 기관부와 커버부의 외형을 절단하는 단계를 포함하는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
 상기 제조된 전광극 신경 인터페이스에 정렬 홀을 형성하는 단계와,
 상기 정렬 홀을 이용하여 피드-쓰루를 연결하는 단계를 더 포함하는
 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 심부 뇌에 적용가능한 신경 인터페이스 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 심부 뇌를 자극하거나 심부 뇌로부터 신경신호를 계측하기 위한 전극을 액정폴리머(Liquid Crystal Polymer : LCP)에 구현한 전기적 인터페이스와, 광섬유(optical fiber), 도파관(waveguide), 내시경과 같은 광학적 인터페이스를 하나로 결합한 신경 인터페이스로서, 이를 전광극(electro-optrode)라 할 때, 이 전광극의 위치를 실시간으로 전기적 또는 광학적(광학 신호 또는 영상)으로 모니터링하면서 삽입할 수 있고, 이를 대량으로 제작할 수 있는 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 전극 등의 신경 인터페이스는 인공와우, 인공박막, 심부 뇌 자극 등과 같은 신경 보철(Neural Prosthesis)나, 생체 신호 계측 등을 포함한 신경 과학 연구에서 매우 중요한 역할을 한다. 이는 인간을 포함한 동물의 신경 조직에 자극을 주거나 신경조직에서 발생하는 신경신호 또는 생체신호를 기록할 때 이용된다.

[0003] 신경에 대한 자극 또는 신경신호의 기록은 전기적 방법 또는 광학적인 방법을 통하여 이루어진다.

- [0004] '전극(electrode)'은 주로 실리콘, SOI(Silicon-on-Insulator) 등의 반도체 물질 또는 백금, 텅스텐 등의 금속 물질을 이용하여 제작되며, 이를 통해 세포의 전위차 등을 유발 또는 기록한다.(선행기술문헌 [1] 참조)
- [0005] '광극(optrode)'은 빛을 투과시키는 투명한 물질로 제작되며, 광유전학(optogenetics) 등의 기술을 이용하여 빛으로 세포를 자극하거나(선행기술문헌 [2] 참조), 표면플라즈몬 현상, 근적외선의 투과율 변화 등과 같은 빛에 대한 반응으로 세포의 신경신호를 기록할 수 있다(선행기술문헌 [3] 및 [4] 참조).
- [0006] 그렇지만 기존에 연구된 전극 또는 광극의 기반 물질은 실리콘과 같이 손상되기 쉬운 기계적 특성을 가지거나 뇌에 적용하기에는 강성이 부족하여 다른 지지대가 필요하게 되는 등, 생체 이식용 신경 인터페이스로의 적용에 한계를 지니고 있는 경우가 많아 지지대를 얻는 등의 방법을 강구해야 한다(선행기술문헌 [5] 참조).
- [0007] 또한 신경 인터페이스와 같이 생체 이식용 기술에 사용되는 물질은 생체적합적(biocompatible)인 물질을 기반으로 하거나 이러한 물질들만을 이용하여 제작되어야 한다.
- [0008] 그리고 광학적 신경 인터페이스가 심부 뇌에 적용되는 경우에는 그 기반 물질이 추가적인 지지대가 없이 그 자체만으로 강성을 지니고 있음으로써 광학 신호의 전달 중에 지지대로 인한 영향이 없어야 한다.
- [0009] 또한, 현재 신경보철장치에 사용되는 전극들은 대부분 반도체 공정과정과 같이 생산 단가를 낮출 수 있는 일괄 공정(batch process)를 이용하지 않기 때문에 생산 단가가 매우 높다는 문제점이 있다.
- [0010] 따라서 미래의 신경보철장치의 신경 인터페이스는 일괄 공정이 적용 가능한 물질일수록 경쟁력을 지니므로, 뇌에 삽입하기에 충분한 강도를 갖고 있으며, 생체적합하고 일괄 공정을 이용하여 생산 단가를 낮출 수 있는 것이 장점이 될 수 있을 것이다.
- [0011] 그렇지만, 기존에 연구된 대부분의 전극 또는 광극 기술은 주로 독립적으로 연구 및 실험되어 왔다. 몇몇 연구 그룹에서 두 기술을 접목하여 체외(*in vitro*)상에서 신경 인터페이스를 구축하려는 선행 연구가 있었으나 체내(*in vivo*) 연구까지는 미치지 못하였다.
- [0012] 또한, 광극과 전극을 결합하여 정위 수술에 적용하면 빠른 수술 위치 파악으로 인한 수술시간 단축, 면역반응으로 인한 글리오시스에 의한 효과 감소, 자극에 의한 아티팩트 시그널의 영향 감소 등의 효과를 얻을 수 있을 것이지만, 정위 수술에 적용할 수 있는 구조가 아니었다(선행기술문헌 [8] 참조).
- [0013] 예를 들면, 먼저 DBS 전극 삽입 수술의 경우, 기존에는 전극 삽입 수술 전 MRI 촬영과 ATLAS(뇌의 해부학적 지도)를 이용하여 삽입 위치 정보를 파악하고 정위 수술(stereotaxic operation) 장비를 이용하여 수술하였다.
- [0014] 그러나 도 1에 도시된 바와 같이, 사람마다 다른 뇌의 위치나 특수한 뇌의 구조와 같은 변수들에 의한 수술의 어려움이 존재하여, 이를 해결하기 위하여 도 2와 같이 MER(Micro Electrode Recording)로 신경신호 기록 후 다시 자극 전극을 삽입하는 방법을 많이 시행하고 있다.
- [0015] 이 방법의 경우 먼저 DBS 전극을 삽입하기 전에 정위 수술 장치를 이용하여 신경신호 기록용 전극(Micro Electrode)을 삽입한다. 삽입된 위치에 따른 신경 신호를 기록하여 올바른 위치에 전극이 위치했는 것을 확인한 후에 신경신호 기록용 전극을 제거하고 자극용 전극을 다시 삽입하게 된다. 이는 두개골에 구멍(bur hole)을 뚫는 순간 두개골 속의 압력이 변하고 뇌 척수액이 흘러나와 뇌의 위치가 MRI 촬영 시와 다르게 되는 시프트(shift)가 발생하기 때문이다.
- [0016] 그렇지만 이 방법 역시 단점이 존재하는데, ① 수술시간이 길어져 뇌 척수액, 혈액을 비롯한 체액의 손실이 크다. ② 두 종류의 전극을 번갈아 삽입함으로써 뇌혈관을 다치게 할 확률이 높다.(기록전극의 경우 자극전극에 비하여 그 직경이 작음) ③ 자극 전극의 삽입 위치를 기록전극 삽입 경로가 아닌 다른 위치로 조정할 경우 불필요한 뇌조직의 손상이 발생할 수 있는 문제점이 있다.
- [0017] 이와 달리, MRI 정보와 ATLAS(뇌의 해부학적 지도) 정보를 이용하여 MER없이 삽입하는 방법의 도 3의 경우에는 최종 삽입 위치를 MRI나 C-아암을 이용한 대략적 좌표계를 이용하여 파악하는 것으로, 수술시간을 단축하여 체액의 손실을 줄일 수 있지만, 수술과정에서의 뇌의 미세한 이동(brain shift) 등과 같은 이유로 인하여 정확하게 자극 전극을 위치시키는 데에 어려움이 많다.
- [0018] 또한 외부에서 생체 내로 특정 물체가 이식되면 도 4와 같이 면역반응으로 인하여 이물질로 인식된 전극을 뇌조직이 감싸는 글리오시스(gliosis)가 발생하게 된다.
- [0019] 이 경우, 전극이 자극하고자 하는 조직으로 자극용 전기 신호를 전달하는데 문제가 발생하며 이에 따라 자극 효

과 감소와 치료 효과 감소가 나타난다. 때문에 적절한 자극 효과를 주기 위해서 대체 위치를 찾아 다시 전극 삽입 수술을 해야 하는 상황이 발생할 수 있으며, 이는 수술로 인하여 환자의 부담을 가중시키고 뇌에 삽입하는 전극의 경우 MRI 촬영부터 수술까지 일련의 과정을 모두 다시 수행하여야 하게 된다.

[0020] 마지막으로 세포에 전기자극을 하며 전극으로 신호를 기록하는 경우, 이 자극에 세포가 반응을 하여 생기는 신경신호와는 별개로 자극신호가 직접적으로 기록되는데 이를 아티팩트 신호(artifact signal)이라 한다.

[0021] 이 신호는 자극 직후에만 생기긴 하지만 일반적으로 신경신호보다 크기가 커서 자극 직후의 반응을 보기 위해서는 아티팩트 신호를 없애기 위한 별도의 방법이 필요하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0022] (특허문헌 0001) [1] 미국특허 제6644552호(등록일 2003.11.04)
 (특허문헌 0002) [2] 한국특허출원 제2009-001282호(출원일 2009.1.7)
 (특허문헌 0003) [3] 한국특허출원 제2008-0115872호(출원일 2008.11.20)
 (특허문헌 0004) [4] 한국특허출원 제2008-0115878호(출원일 2008.11.20)
 (특허문헌 0005) [5] 한국특허출원 제2008-0071713호(출원일 2008.7.23)

비특허문헌

- [0023] (비특허문헌 0001) [1] "A High-Yield Fabrication Process for Silicon Neural Probes", Seung Jae Oh, Jong Keun Song, Jin Won Kim, and Sung June Kim, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 53, no. 2, pp. 351-354, Feb. 2006.
 (비특허문헌 0002) [2] "Next-generation optical technologies for illuminating genetically targeted brain circuits". Deisseroth K, Feng G, Majewska AK, Miesenböck G, Ting A, Schnitzer MJ, J. Neurosci. 26 (41): 10380-10386, October 2006.
 (비특허문헌 0003) [3] "Spectrum measurement of fast optical signal of neural activity in brain tissue and its theoretical origin", Jonghwan Lee and Sung June Kim, NeuroImage, Vol. 51, no. 2, pp. 713-722, 2010.
 (비특허문헌 0004) [4] "Optical Measurement of Neural Activity Using Surface Plasmon Resonance", Shin Ae Kim, Kyung Min Byun, Jonghwan Lee, Jung Hoon Kim, Dong-Ghi Albert Kim, Hyoungwon Baac, Michael L. Shuler, and Sung June Kim, Optics Letters, Vol. 33, no. 9, pp. 914-916, May. 2008.
 (비특허문헌 0005) [5] "Polyimide based neural implants with stiffness improvement", Keekeun Lee , Amarjit Singh , Jiping He, Stephen Massia ,
 (비특허문헌 0006) Bruce Kim, Gregory Raupp, Sensors and Actuators B 102 (2004) 67-72
 (비특허문헌 0007) [6]"Development of microelectrode arrays for artificial retinal implants using liquid crystal polymers", S. W. Lee, J. M. Seo, S. Ha, E. T. Kim, H. Chung, and S. J. Kim, Invest Ophthalmol Vis Sci, Vol. 50, no. 12, pp. 5859-5866, Dec. 2009.
 (비특허문헌 0008) [7]M.S. Thesis, "LCP 기반의 탐침형 신경 전극에 대한 연구(A Study on a LCP-based Depth-type Neural Probe)", 이성은, Department of electrical engineering and computer science, College of Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea, 2010.
 (비특허문헌 0009) [8]"A 16-site neural probe integrated with a waveguide for optical stimulation", I.-J. Cho, H. W. Baac, and E. Yoon, in Proc. MEMS 2010 Conference, Hong Kong, China, January 24-28, 2010, pp. 995-998.

(비특허문헌 0010) [9]Optical Absorption of Untreated and Laser-irradiated Tissues, D.K. SARDAR, B.M. ZAPATA, C.H. HOWARD, Lasers in Medical Science 1993, 8:205-209

(비특허문헌 0011) [10] Polymer-Based Micoelectrode Arrays, Scotte Corbertt, Joe Ketterl, and Tim Johnson, Master, Res.Soc.Symp. Proc, Vol. 926

(비특허문헌 0012) [11] Novel Biomedical Implant Interconnects Utilizing Micromachined LCP, Robert Dean, Jenny Weller, Mike Bozack, Brian Farrell, Linas Jauniskis, Josept Ting, David Edell, Jamile Hetke, Proc. of SPIE Vol.5515

(비특허문헌 0013) [12] Development of Microelectrode Arrays for Artificial Retinal Implants using Liquid Crystal Polymer, Seung Woo Lee, Jong-Mo Seo, Seungmin Ha, Eui Tae, kim, Hum Chung and Sung June Kim, IOVS, December 2009, Vol. 50, No.12

발명의 내용

해결하려는 과제

[0024] 이상과 같이 생체 내 삽입을 위한 신경 인터페이스 장치는 생체적합한 물질을 기반으로 해야 하며 뇌에 삽입되기에 충분한 강도를 지녀야 하고, 또한 신경보철장치의 대중화 및 시장 확대에 엄청난 영향을 미칠 수 있는 점에서, 일괄공정이 가능하여 단가를 낮출 수 있어야 하고, 또한 기존의 신경 인터페이스 장치에 사용된 전극의 경우 전기 자극으로 인한 아티팩트(artifact) 신호가 기록되어 실제 신경신호를 분리하기 위한 추가 작업과 추가의 기준 전극과, 글리오시스의 발생으로 인한 효과가 감소하는 단점도 해소해야 하며, 또한 수술 중 MRI 또는 CT 촬영 등으로 인해 장시간의 수술과정이 이어지는 기존의 정위 수술과정에 비해 빠른 수술이 가능해야 한다.

[0025] 따라서, 본 발명은 액정폴리머가 뇌에 삽입하기에 충분한 강도를 갖고 있으며 생체적합하고 일괄 공정을 이용하여 생산 단가를 낮출 수 있고(선행기술문헌 [6] 및 [7] 참조), 광극과 전극을 결합하여 정위 수술에 적용함으로써 빠른 수술 위치 파악으로 인하여 수술시간이 단축되고, 빛은 세포를 어느 정도 투과할 수 있음에 따라 광극에 의해 글리오시스에 의한 영향을 적게 받을 수 있고(선행기술문헌 [9] 참조), 더구나 빛으로 신경 신호를 검출하는 경우에는 아티팩트 신호의 영향을 받지 않으므로 후처리과정을 간단하게 할 수 있음(선행기술문헌 [3] 및 [4] 참조)을 이용하여 안출된 것이다.

[0026] 본 발명의 목적은 액정폴리머를 기반물질로 하여, 광극을 이용하여 신경을 자극 또는 신경신호를 기록하고, 빛의 반사율 변화 등을 통하여 전극 삽입과 동시에 전극의 자극 사이트 위치를 모니터링 할 수 있도록 전극을 설계함으로써, 인공 와우 시스템, 심부 뇌 자극 전극 등에 적용할 수 있는 광학적 신경 인터페이스 기술을 전기적 신경 인터페이스에 융합시킨 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0027] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스는 광학적 전극 부분을 이루도록 코어부분에 위치되는 광섬유와, 상기 광섬유를 둘러싸는 저온 LCP 필름과, 상기 저온 LCP 필름을 둘러싸는 반도체 공정에 의해 사전 제작된 LCP 전극층을 포함하되, 상기 저온 LCP 필름과 사전 제작된 LCP 전극층이 서로 결합되어 LCP 샘플을 구성할 수 있다.

[0028] LCP 샘플의 저온 LCP 필름과 사전 제작된 LCP 전극층은 일체로 구성될 수 있다.

[0029] 광섬유는 280 ~ 290℃의 온도를 견디는 재질로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0030] 사전 제작된 LCP 전극층은 반도체 공정 또는 MEMS 공정을 이용하여 다 채널의 전극으로 구성되며, 전기 자극 파형이 나가는 금속으로 이루어진 전기자극 사이트가 부착되고, 상기 전기자극 사이트에는 전류/광학 신호 기록 및 자극 뿐 아니라 전극이 삽입된 지역에 약물을 주입할 수 있도록 약물전달 채널(Fluidic Channel)이 제공될 수 있다.

[0031] 이러한 본 발명의 다른 측면에 따르면, 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법은 LCP 샘플을 300℃ 정도의 내열을 가지는 광섬유에 촘촘히 감은 후 상기 LCP 샘플에 일정 텐션이 가해지도록 고정장치에 고

정하는 단계와, 상기 고정된 LCP 샘플을 금속 몰드에 넣어 비접촉식으로 회전시키며 가열하거나 또는 접촉식으로 가열하거나, 비접촉식 또는 접촉식을 결합한 혼합형으로 가열하여, 상기 LCP 샘플을 변형시켜서 가열하는 열공정 단계와, 상기 열공정이 완료된 LCP 샘플의 불필요한 팁 부분 광섬유를 절단하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0032] 본 발명에 있어서, 열공정 단계의 가열온도는 상기 LCP 샘플에 가해지는 온도가 275 ~ 285℃ 정도 되도록 유지되도록 한다.
- [0033] 접촉식 열공정 단계는 상기 LCP 샘플을 상기 금속 몰드에 넣어 회전시키며 가열하되, 상기 광섬유와 상기 금속 몰드사이에 텐션 시트가 접촉하도록 개재시켜 가열하며, 혼합형 열공정 단계는 상기 LCP 샘플을 상기 금속 몰드에 넣어 회전시키며 가열하되, 상기 금속 몰드가 일정한 간격의 시간을 두고 주기적으로 상기 LCP 샘플을 두드리는 형태로 열을 가하는 제작 방법을 의미한다.
- [0034] 이와 달리, 비접촉식 열공정 단계는 상기 준비된 LCP 샘플을 상기 광섬유의 상하에 각각 위치하도록 상기 금속 몰드에 넣고 가열하되, 상기 광섬유와 금속 몰드사이에 텐션 시트가 접촉하도록 개재시켜 가열하는 점은 동일하나, 상기 금속몰드가 없이 단순 가열만으로 상기 한 쌍의 LCP 샘플이 용착에 의해 변형되어 상기 광섬유를 감싸도록 제작하는 방법을 의미한다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스는 LCP로 이루어진 기관부와, 상기 기관부의 상면에 접하여 생체 신호를 수집하고 수집된 생체신호를 전달하는 전극부와, 상기 전극부와 겹치지 않으며 상기 기관부의 상면에 접하여 광학적 전극부분을 이루는 광극부와, 상기 전극부와 광극부를 보호하도록 상기 기관부에 적층되어 LCP로 이루어진 커버부를 포함하되, 상기 커버부를 상기 광극부의 일부가 노출되도록 상기 기관부상에 열압착으로 라미네이션하여 적층한다.
- [0036] 전극부는 Au등의 금속을 패터닝하여 형성할 수 있다.
- [0037] 광극부는 광투과성 폴리머를 패터닝하여 형성할 수 있다.
- [0038] 한편, 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스의 제조 방법은 상기 액정폴리머로 이루어진 기관부의 상면에 전극부를 형성하는 단계와, 상기 형성된 전극부와 겹치지 않는 상기 기관부의 상면에 광극부를 형성하는 단계와, 액정 폴리머로 이루어진 커버부를 상기 광극부의 일부가 노출되도록 상기 기관부에 라미네이션하여 적층하는 단계와, 상기 접착된 기관부와 커버부의 외형을 절단하는 단계를 포함한다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 측면에 따라 제작된 전광극 신경 인터페이스에 정렬 홀을 형성하는 단계와, 상기 정렬 홀을 이용하여 피드-쓰루를 연결하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0040] 본 발명의 실시예에 의하면, 광학 기술과 전기전자기술이 결합된 심부 뇌 자극용 전극의 설계 및 제작기술에 의해 아티팩트(Artifact)없이 신경 신호를 기록하는 광학기술과 전기적으로 신경 신호를 기록하는 전극의 기술이 한 전극에 구현된 전극 디자인의 설계가 가능하고, LCP(액정폴리머)와 반도체 공정 기술을 이용하여 여러 종류의 전극 사이트 디자인과 약물전달 채널(Fluidic Channel) 등의 다기능의 전극을 구성하고 광학기술을 위한 광섬유와의 결합 기술을 개발이 가능하고, 열가소성 박막의 저온 LCP 필름으로 광섬유를 감싸는 형태의 일체형 전극을 제작할 수 있으며, 경우에 따른 다양한 신경신호 기록 방법과 자극 방법이 적용 가능하고, 전기적 기록과 광학적 기록법을 이용하여 보다 정확도 높은 신경 신호 기록이 가능하고, 기존의 전극들과 같은 전기 자극과 글리오시스(gliosis)가 일어날 때와 같은 특정 경우에서의 광자극을 이용하여 지속적인 질환 치료가 가능하며, 1회의 전극 수술만으로 MER과 자극 전극 삽입 수술이 완료되고, 수술 시간의 단축으로 환자와 수술자의 부담을 감소 시킬 수 있고, 또한 실시간으로 전극의 위치를 모니터링 할 수 있으므로 보다 정확한 전극 삽입수술이 가능한 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 전극의 위치 정보 파악의 어려움을 설명하는 일 예로서, 이동형 X-레이 장비를 이용하여 수술이 끝난 후 촬영한 사진이고,
- 도 2는 도 1의 다른 예로서, MER 후 자극 전극으로 다시 삽입하는 방법으로, MER을 이용한 뇌의 기능에 따른 분

류 기준이 되는 신경 신호 유형과, 뇌정위 장비와 결합된 미세 전극 및 MER 측정결과를 토대로 뇌를 기능에 따라 맵핑한 것으로 MRI 자료와 결합한 화면이고,

도 3은 도 1의 또 다른 예로서, MRI 정보와 뇌의 해부학적 지도 정보를 이용하여 MER 없이 자극 전극을 삽입하는 방법으로, MRI를 이용한 뇌의 이미지와 삽입 위치를 파악하고, 사람 뇌의 해부학적 지도 정보와 MRI 정보를 이용하여 자극 위치를 파악하는 화면이고,

도 4는 뇌의 조직이 면역 반응 등으로 전극을 감싸는 글리오시스(gliosis, 신경교증(神經膠增))의 발생을 나타내는 화면들이고,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스의 전극층 구성을 나타내는 개념도이고,

도 6은 도 5 전광극 신경 인터페이스의 전체 구성을 나타내는 개념도이고,

도 7은 도 6의 A-A 단면도이고,

도 8은 도 5 전광극 신경 인터페이스의 제작 공정의 일 실시예를 나타내는 순서도이고,

도 9는 도 5 전광극 신경 인터페이스의 제작 공정의 다른 실시예를 나타내는 개념도이고,

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스의 전체 구성을 나타내는 개념도이고,

도 11은 도 10 전광극 신경 인터페이스의 제작 공정의 일 실시예를 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예의 동작을 상세하게 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0043] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스의 전극층 구성을 나타내는 개념도이고, 도 6은 도 5 전광극 신경 인터페이스의 전체 구성을 나타내는 개념도이고, 도 7은 도 6의 A-A 단면도이고, 도 8은 도 5 전광극 신경 인터페이스의 제작 공정을 나타내는 순서도이다.

[0044] 도 5 내지 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스(100)는 광학적 전극 부분을 이루도록 코어부분에 위치되는 광섬유(10)와, 상기 광섬유(10)를 둘러싸는 저온 LCP 필름(20)과, 상기 저온 LCP 필름(20)을 둘러싸는 반도체 공정에 의해 사전 제작된 LCP 전극층(30)을 포함한다. 서로 결합된 저온 LCP 필름(20)과 사전 제작된 LCP 전극층(30)을 LCP 샘플(50)이라 한다.

[0045] 사전 제작된 LCP 전극층(30)은 반도체 공정을 이용하여 다 채널의 전극을 구성할 수 있고, 또한 MEMS 공정을 이용할 수 있다.

[0046] 더구나 사전 제작된 LCP 전극층(30)에는 전기 자극 파형이 나가는 금속으로 이루어진 전기자극 사이트(40)가 부착될 수 있으며, 이 사이트(40)에는 전류/광학 신호 기록 및 자극 뿐 아니라 전극이 삽입된 지역에 약물을 주입할 수 있도록 약물전달 채널(Fluidic Channel)(42)을 구성할 수도 있다.

[0047] 저온 LCP 필름(20)은 사전 제작된 LCP 전극층(30)을 광섬유(10)에 고정해 주는 역할을 하는 것으로, 만약 사전 제작된 LCP 전극층(30)을 반도체 공정에 의해 저온 LCP 필름(20)으로 일체로 구성하는 경우라면, 사전 제작된 LCP 전극층(30)은 없어도 되며, 그 결과 직경이 감소될 수 있다.

[0048] 광섬유(10)는 광학적 전극 부분으로, 광학적으로 신경신호를 측정하거나 자극할 수 있으며, 수술중에는 내시경과 같은 역할로 뇌혈관을 피해서 삽입될 수 있도록 해주는 렌즈와도 같은 역할을 하며, 이 공정 방법을 적용하기 위해서는 280 ~ 290℃의 온도를 견디는 특수 광섬유, 예를 들면 폴리이미드(Polyimide), 폴리우레탄(Polyurethane) 재질 등으로 이루어진 광섬유인 것이 바람직하다.

[0049] 이와 같이 본 발명의 전광극 신경 인터페이스는 신경 신호 기록용 전극(ME)과 자극 전극의 결합에 의해 이루어지는 것으로, 장기 안정성이 뛰어난 열가소성 박막인 저온 LCP 필름(20)을 이용하여 신경전극을 제작하고, 이를 광섬유(10)에 감싸는 형태로 결합하였다.

- [0050] 박막의 저온 LCP 필름(20)을 이용한 신경 전극은 신경신호 기록 및 전기 자극, 약물 전달 등과 같은 다기능의 역할을 담당하며, 광섬유(10)는 신경신호 기록 및 자극 전극의 기능을 담당한다.
- [0051] 신경신호 기록 전극과 자극 전극이 일체화 됨으로써 전극 삽입 수술이 한 회로 끝날 수 있게 되며, 그 결과 수술 시간의 단축 효과를 가진다.
- [0052] 또한 본 발명은 광섬유의 내시경 용도로서의 확장 가능성을 가짐에 따라 광섬유의 전반사 특성을 이용 뇌혈관의 유무 여부를 실시간으로 확인할 수 있고, 주변회로의 집적화가 이루어진다면 현재의 내시경과 같이 여러 방향으로의 전극 진입의 방향전환이 가능하여 현재의 직진성 위주의 전극 삽입을 벗어나 뇌 혈관 손상을 피하며 자극 위치까지 삽입되는 미래형 전극으로도 발전할 수 있다. 그 결과 전극의 위치 정보 파악의 어려움이 해소된다.
- [0053] 한편, 글리오시스(Gliosis)는 체내 물질이 아닌 경우 완전히 피할 수는 없지만, 본 발명의 자극 전극은 광학기술을 이용한 자극 기술이므로, 이에 의해 광 자극을 이용한 조직에 대한 자극은 글리오시스가 전극 주변을 둘러싸고 있을 때에도 가능하며, 전기 자극이 가능하므로, 면역반응 등으로 인하여 뇌의 조직이 전극을 감싸는 경우 글리오시스가 발생하는 문제점을 해소한다.
- [0054] 이상과 같이 구성된 본 발명의 전광극 신경 인터페이스의 제작 방법을 도 8을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0055] 먼저, 도 8a에 도시된 바와 같이, 사전 제작된 LCP 전극층(30)과, 저온 LCP 필름(20), 그리고 300℃ 정도에서도 견디는 광섬유(10)를 준비한다. 여기서, 사전 제작된 LCP 전극층(30)을 반도체 공정에 의해 저온 LCP 필름(20)으로 일체화할 수 있음은 물론이며, 이 경우의 저온 LCP 필름을 LCP 샘플(50)이라 하고, 이하에서는 설명의 편의상 이 샘플(50)로서 제작방법을 설명하였다.
- [0056] 이어서, 도 8b에 도시된 바와 같이, 준비된 LCP 샘플(50)을 촘촘히 광섬유(10)에 감은 후, 광섬유(10)를 원기둥형 광섬유 고정장치(60)에 기계적으로 고정해 놓는다. 이때 LCP 샘플(50)에 가해지는 압력이 일정한 상태가 되도록 광섬유(10)를 일정한 텐션으로 당겨서 고정되도록 한다.
- [0057] 다음으로, 도 8ca에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따라, 준비된 LCP 샘플(50)을 금속 몰드(70)에 넣어 회전시키며 비접촉식으로 가열한다. 가열 온도는 LCP 샘플(50)에 가해지는 온도가 275 ~ 280℃ 정도 되도록 유지하며, 금속 몰드(70)와 LCP 샘플(50)은 직접적으로 닿지 않도록 한다. 이는 불필요하면서 예기치 않은 광섬유(10)의 열 변형을 막기 위함이다. 도면 중 미설명 부호 (72)는 정렬핀이다.
- [0058] 이와 달리 본 발명의 다른 실시예로서 도 8cb에 도시된 바와 같이, 준비된 LCP 샘플(50)을 금속 몰드(70)에 넣어 가열하되, 광섬유(10)와 금속 몰드(70)사이에 텐션 시트(80)가 접촉하도록 개재시켜 가열한다. 가열 온도는 LCP 샘플(50)에 가해지는 온도가 275 ~ 280℃ 정도 되도록 유지한다. 이 경우는 광섬유(10)가 내열성이 매우 높은 경우에 행하며, 공정 시간이 단축되고 전극 전체의 요철이 적다는 장점을 갖는다.
- [0059] 또 다른 가열방법의 실시예는 상술한 비접촉식과 접촉식이 결합된 형태의 혼합형 가열방법이다. 도 8cc에 도시된 바와 같이, 주기적으로 금속 몰드(70)가 일정한 간격의 시간을 두고 두드리는 형태로 열을 가한다. 준비된 LCP 샘플(50)을 금속 몰드(70)사이에서 회전되며 가열된다. 가열 온도는 LCP 샘플(50)에 가해지는 온도가 275 ~ 280℃ 정도 되도록 유지하며, 금속 몰드(70)와 LCP 샘플(50)이 주기적으로 닿음에 따라, 불필요하면서 예기치 않은 광섬유(10)의 열 변형을 방지하며, 열과 압력에 의해 저온 LCP 전극층이 녹으면서 저온 LCP 필름과 광섬유가 서로 붙게되도록 하기 위함이다. 이를 라미네이션(lamination)이라 하며, 저온 LCP 전극층은 제시된 온도와 일정 압력 하에서 녹으며 결합한다.
- [0060] 이상과 같이 가열공정의 완료 후, 도 8d에 도시된 바와 같이, 불필요하게 길게 나온 팁(tip)부분의 광섬유(10)를 광섬유 전용 절단기(fiber cutter)로 절단하여 본 발명의 전광극 신경 인터페이스(100)를 완성한다.
- [0061] 마지막으로 도 8e에 도시된 바와 같이, 완성된 전광극 신경 인터페이스(100)에 자극전극 사이트(40)를 부착한다. 완성된 전광극 신경 인터페이스(100)에서 광섬유(10)가 드러난(opened) 부분(92)은 광 신호를 이용한 신경신호를 기록하고, 광 자극을 실행함에 따라 전극 수술 시 뇌혈관의 유무의 존재를 알 수 있으며, 삽입되는 동안 광신호의 반사율(reflectance) 등을 측정함으로써 실시간의 전극의 위치를 알 수 있다. 또한 글리오시스(gliosis)가 일어났을 때에도 광자극으로 심부 뇌 자극 효과를 유발할 수 있다.
- [0062] 한편, 전극 사이트(40)는 전기적 신호를 기록하고 전기 자극을 실행함에 따라 설계의 내용에 따라 여러 개의 채널이 구성될 수 있으며, 사이트 물질에 따라 그 임피던스(impedance)나 전하 주입 한계치(charge injection limit) 등을 다양화 할 수 있다.

- [0063] 이상의 제작방법과 다른 기타의 전광극 신경 인터페이스의 제작 방법으로 도 9에 도시된 바와 같이, 준비된 LCP 샘플(50)을 광섬유(10)의 상하에 각각 위치하도록 금속 몰드(70)에 넣어 가열하되, 광섬유(10)와 금속 몰드(70) 사이에 텐션 시트(80)가 접촉하도록 개재시켜 가열한다. 이에 따라 한쌍의 LCP 샘플(50)이 용착에 의해 변형되어 광섬유(10)를 감싸는 방법이 있다. 이와 같이 270℃에서 일정시간 저온 LCP 샘플(50)의 변형을 유도한 후, 가열온도가 275 - 280℃ 정도 되도록 압력을 가하고 가열한다. 이어서 레이저 가공으로 필요한 부분을 절단하여 열공정을 실행할 수도 있으며, 기타 구체적으로 적시하지는 않았지만 다양한 방법으로 자극 전극을 제작할 수 있음은 물론이다.
- [0064] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스를 나타내는 개념도이고, 도 11은 도 10 전광극 신경 인터페이스의 제작 공정의 일 실시예를 나타내는 순서도이다.
- [0065] 도 10에 도시된 바와 같이 본 발명의 다른 실시예에 따른 전광극 신경 인터페이스(200)는 LCP로 이루어진 기관부(210)와, 상기 기관부(210)의 상면에 접하여 생체 신호를 수집하고 수집된 생체신호를 전달하는 전극부(220)와, 상기 전극부(220) 사이의 상기 기관부(210)의 상면에 접하여 광학적 전극부분을 이루는 광극부(240)와, 상기 전극부(220)와 광극부(240)를 보호하도록 상기 기관부(210)에 적층되는 LCP로 이루어진 커버부(260)를 포함하며, 생체 신호를 수집하거나 생체 자극 신호를 제공하는 역할을 한다. 본 발명의 자극 전극(200)은 내부 이식장치(도시하지 않음)가 연결되어, 수집한 생체 신호가 전달되고, 내부 이식장치는 전달된 생체 신호를 처리, 저장, 분석 및 외부로 송신한다.
- [0066] 전극부(220)는 반도체 공정을 이용하여 형성되는 것으로, Au 등의 금속을 패터닝하여 형성되며, 다채널의 전극을 구성할 수 있고, 또한 MEMS 공정을 이용할 수 있다.
- [0067] 광극부(240)는 광투과성 폴리머인 SU-8 등의 패턴 가능하고 투명한 물질을 반도체 공정을 이용하여 형성되는 것으로 원하는 크기로 제작할 수 있으며, 빛을 투과시킬 수 있고, 또한 MEMS 공정을 이용할 수 있다.
- [0068] 기관부(210)와 커버부(260)는 액정 폴리머, 특히 저온의 액정 폴리머로 이루어지며, 기관부(210)는 내부 구성물 또는 전극부(220) 및 광극부(240)를 보호하는 역할을 하고, 커버부(260)는 기관부(210)상에 열압착으로 적층된다. 이는 상술한 실시예와 마찬가지로 열과 압력에 의해 저온 LCP가 서로 녹으면서 붙게 되도록 하기 위함이다. 이를 라미네이션(lamination)이라 하며, 저온 LCP 전극층은 제시된 온도와 일정 압력 하에서 녹으며 결합한다.
- [0069] 이때 커버부(260)에는 광극부(240)의 일부를 노출하는 노출부(242)가 형성되며, 이 노출부(242)에 의해 생체 내의 신호를 수집할 수 있고, 이를 광극부(240)가 신호처리 및 통신기능을 수행하는 장치(도시하지 않음)가 신호를 처리, 저장, 송수신할 수 있다.
- [0070] 이와 같이 접착된 기관부(210)와 커버부(260)는 레이저 커팅에 의해 외형을 절단한 후, 정렬핀(262)을 형성하고, 정렬 핀(262)을 이용하여 연결되는 피드-쓰루(feed-through)(280)를 연결한다. 피드-쓰루(280)는 콘넥터와 기록 및 자극을 위한 전기회로 기기를 연결하는 전기 케이블과, 광도파관과 광신호 발생을 계측하는 계측기와 연결을 위한 얼라이너(Aligner)와를 결합하는 것으로, 외부 환경에의 노출을 방지하기 위하여 절연 코팅하여 구현하였다.
- [0071] 이상과 같이 구성된 본 발명의 다른 실시예에 따른 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스는 도 11에 도시된 바와 같이 제작된다.
- [0072] 먼저, 액정 폴리머로 이루어진 기관부(210)의 상면을 AU 패터닝하여 전극부(220)를 형성한다.
- [0073] 이어서, 기관부(210)에 형성된 전극부(220)사이를 광투과성 폴리머인 SU-8을 패터닝하여 광극부(240)를 형성한다.
- [0074] 전극부(220)와 광극부(240)가 형성된 기관부(210)상에 액정 폴리머로 이루어진 커버부(260)를 덮고 가열해 붙인다. 이를 라미네이션(Lamination)이라 한다.
- [0075] 이때, 커버부(260)는 광극부(240)의 일부가 노출되는 노출부(242)가 제공되도록 라미네이션하여 적층된다.
- [0076] 이후, 서로 접착된 기관부(210)와 커버부(260)의 외형을 절단하여 전광극 신경 인터페이스(200)를 제작한다.
- [0077] 또한 제작된 전광극 신경 인터페이스(200)에 피드-쓰루를 연결하기 위해, 정렬 홀(262)을 형성하고, 정렬 홀(262)을 이용하여 피드-쓰루를 연결한다.
- [0078] 이와 같이 본 발명의 전광극 신경 인터페이스(200)는 뇌에 삽입하기에 충분한 강도를 가지며 생체적합하고 일괄

공정을 이용하여 생산 단가를 낮출 수 있고, 광극과 전극을 결합하여 정위 수술에 적용함으로써 빠른 수술 위치 파악으로 수술시간이 단축되고, 빛은 세포를 어느 정도 투과할 수 있음에 따라 광극에 의해 글리오시스에 의한 영향이 적으며, 더구나 빛으로 신경 신호를 검출하므로, 아티팩트 신호의 영향을 받지 않고, 후처리과정이 간단해진다.

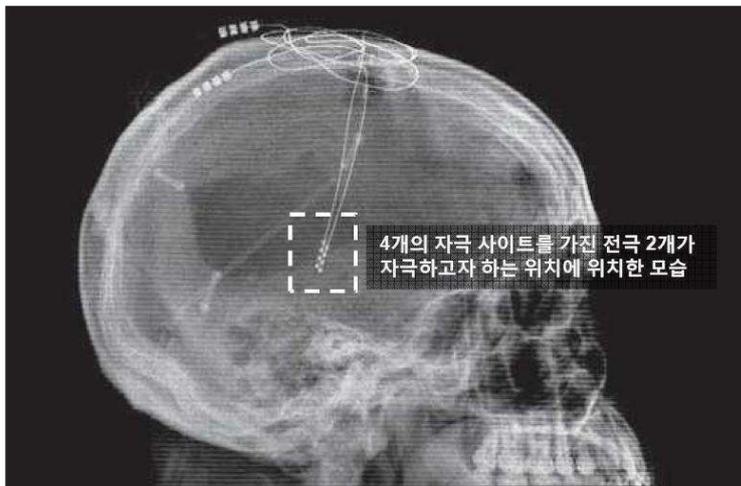
[0079] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 액정폴리머 기반의 전광극 신경 인터페이스 및 그 제조 방법의 바람직한 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않는 것이므로, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

부호의 설명

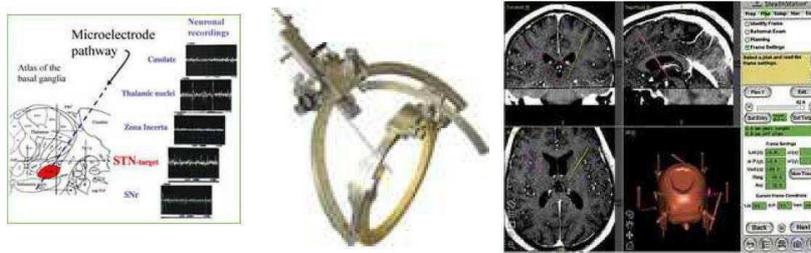
- | | | |
|--------|---------------------|-------------------------|
| [0080] | 10 : 광섬유 | 20 : 저온 LCP 필름 |
| | 30 : 사전 제작된 LCP 전극층 | 40 : 전기자극 사이트 |
| | 42 : 약물전달 채널 | 50 : LCP 샘플 |
| | 60 : 원기둥형 광섬유 고정장치 | 70 : 금속 몰드 |
| | 72 : 정렬핀 | 80 : 텐션 시트 |
| | 92 : 드러난(opened) 부분 | 100, 200 : 전광극 신경 인터페이스 |
| | 210 : 기관부 | 220 : 전극부 |
| | 240 : 광극부 | 242 : 노출부 |
| | 260 : 커버부 | 262 : 정렬 홈 |

도면

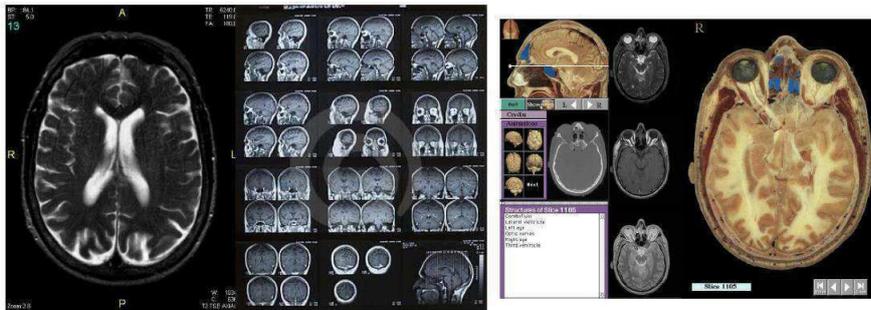
도면1



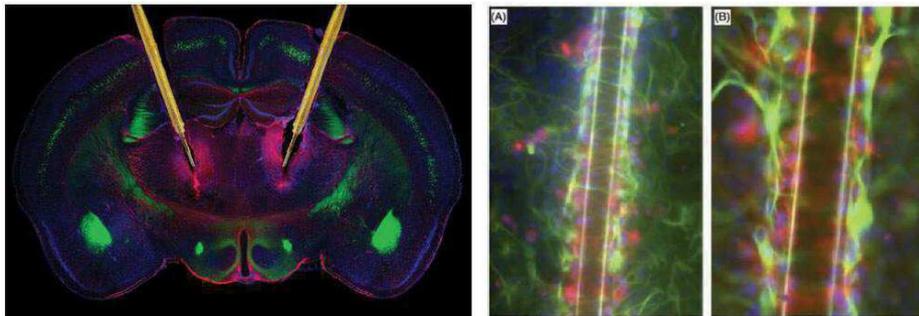
도면2



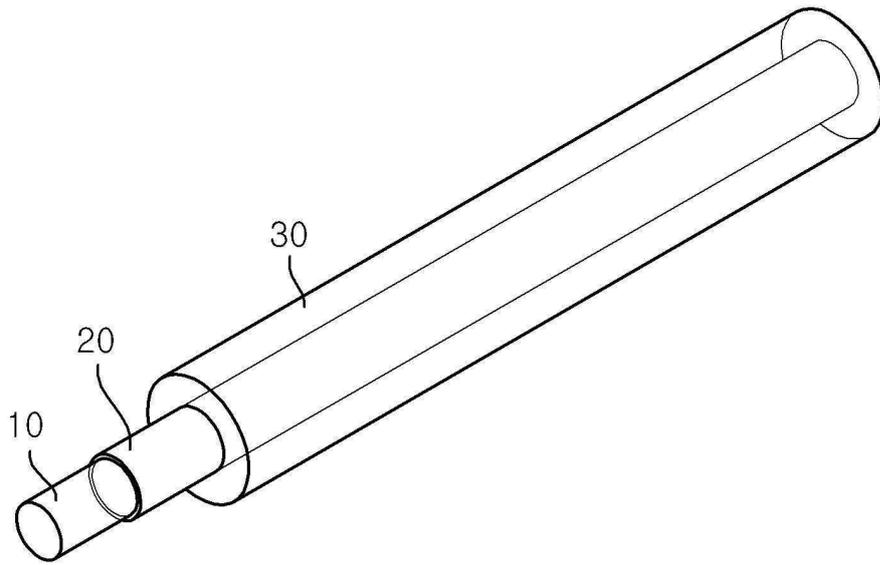
도면3



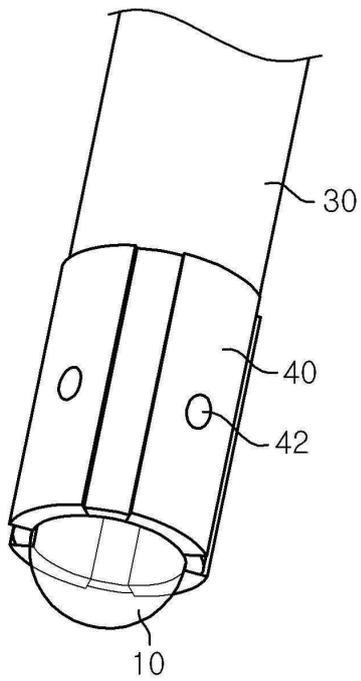
도면4



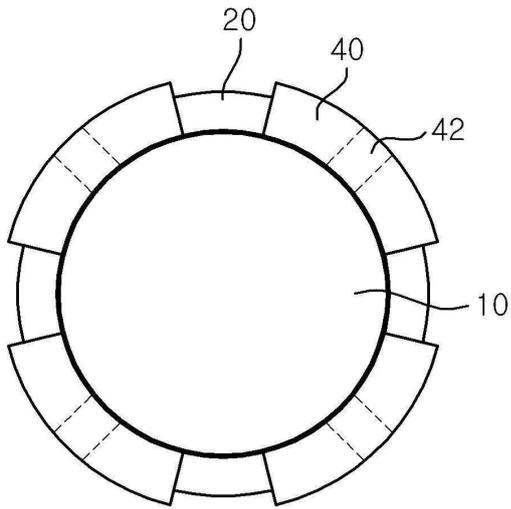
도면5



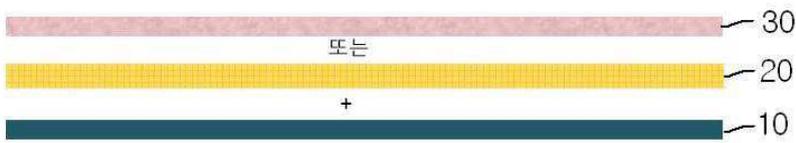
도면6



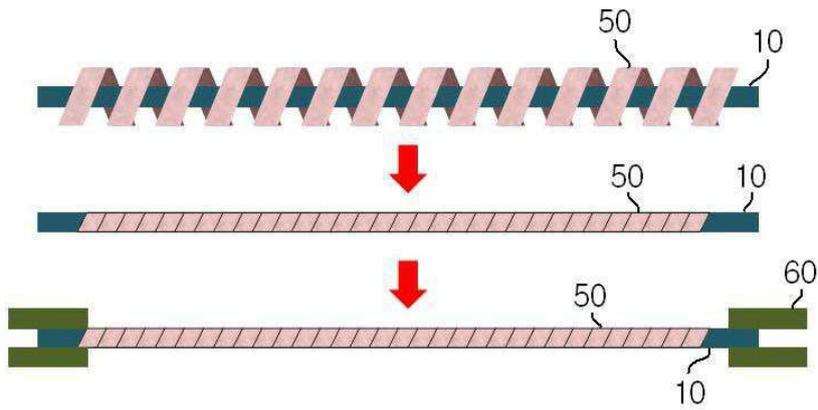
도면7



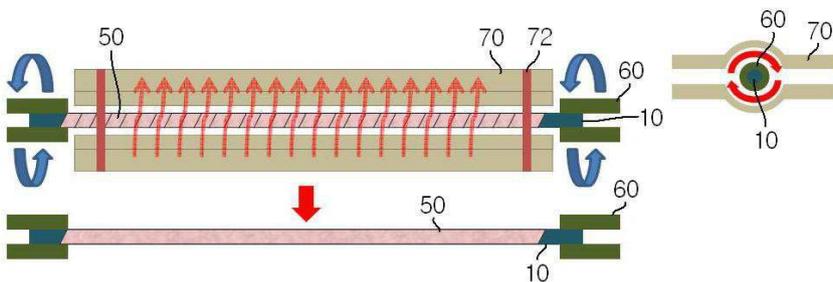
도면8a



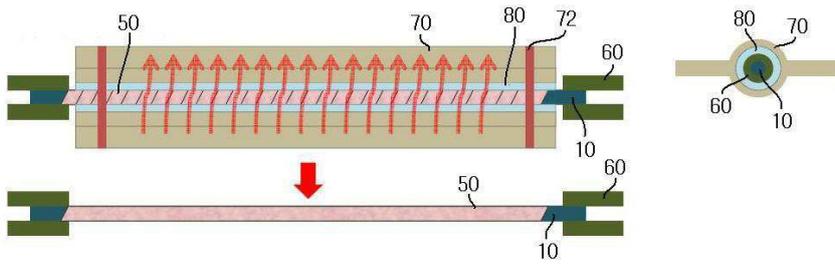
도면8b



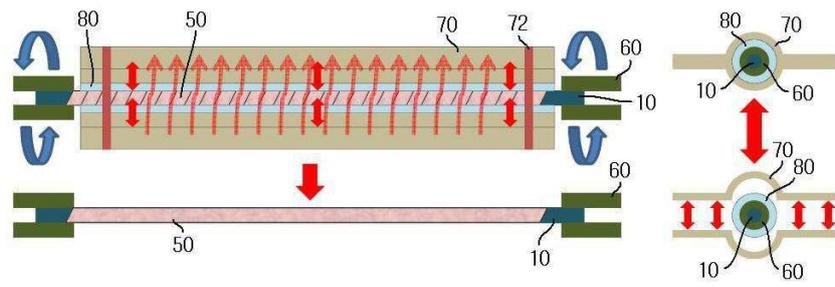
도면8ca



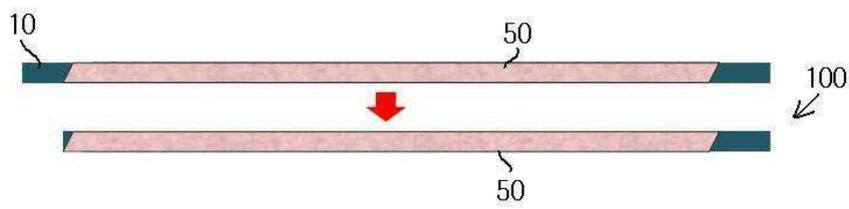
도면8cb



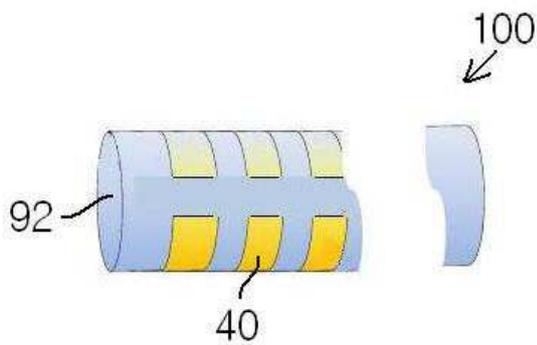
도면8cc



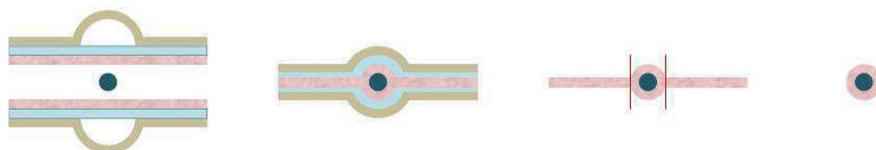
도면8d



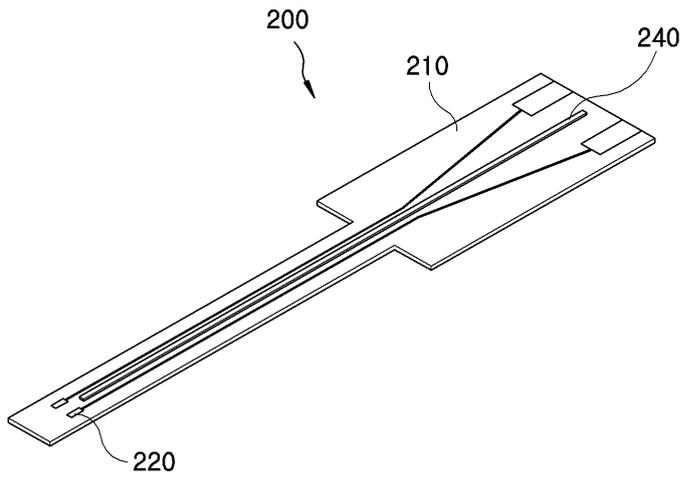
도면8e



도면9



도면10



도면11

