



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0153443
(43) 공개일자 2024년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 1/36 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/026 (2006.01) A61B 5/372 (2021.01)
A61N 1/04 (2006.01) A61N 5/06 (2006.01)
G16H 20/30 (2018.01) G16H 20/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61N 1/36031 (2017.08)
A61B 5/346 (2022.01)

(21) 출원번호 10-2023-0048793

(22) 출원일자 2023년04월13일

심사청구일자 2023년04월13일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

김동주

서울특별시 강남구 압구정로 201, 82동 1106호(압구정동, 현대아파트)

김진형

서울특별시 강남구 삼성로 150 (대치, 미도아파트), 105-405

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤귀상

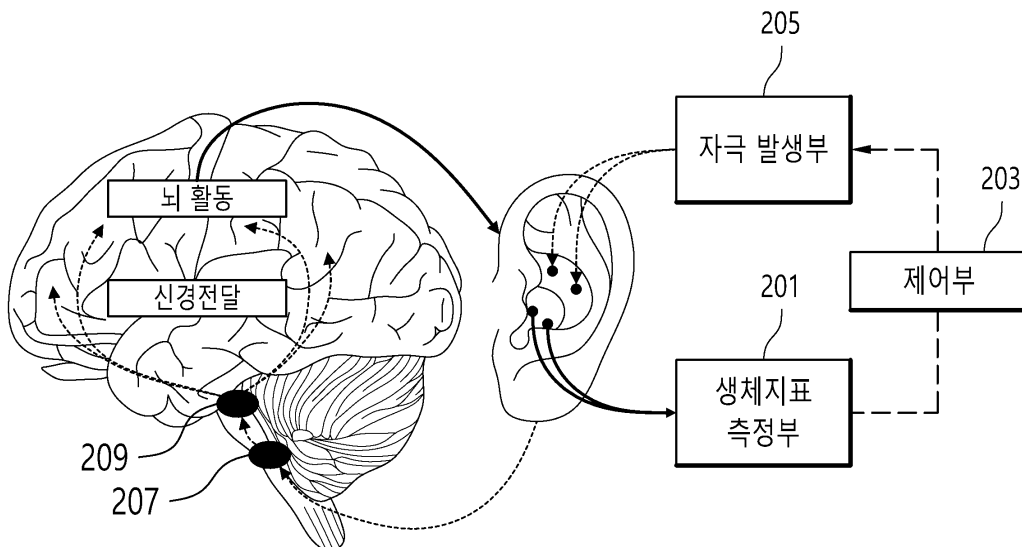
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 비침습적 미주신경 자극 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 비침습적 미주신경 자극 방법에 있어서, 환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정하고, 상기 측정된 생체지표에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하고, 상기 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하고, 상기 도출한 자극 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 상기 환자에게 송출한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 5/372 (2022.01)
A61B 5/397 (2021.01)
A61B 5/4094 (2013.01)
A61B 5/4836 (2021.08)
A61B 5/7264 (2023.08)
A61B 5/747 (2013.01)
A61N 1/0456 (2013.01)
A61N 1/36036 (2017.08)
A61N 5/0622 (2013.01)

김정빈

서울특별시 마포구 상암산로1길 92 (상암동, 상암월드컵파크 7단지) 710동 1402호

(72) 발명자

이세호

서울특별시 성북구 오패산로3길 17 (하월곡동 동신아파트) 103동 804호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465040230
과제번호	HI22C0946000123
부처명	보건복지부
과제관리(전문)기관명	한국보건산업진흥원
연구사업명	전자약기술개발
연구과제명	임상시험을 통한 패치형 미주신경자극 전자약의 수면 개선 효과성 검증
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

비침습적 미주신경 자극 방법에 있어서,
환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정하는 과정과,
상기 측정된 생체지표에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하는 과정과,
상기 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하는 과정과,
상기 도출한 자극 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 상기 환자에게 송출하는 과정을 포함하는 비침습적 미주신경 자극 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 측정된 생체지표가 상기 환자가 위급함을 나타내는지 여부를 확인하는 과정과,
상기 확인 결과 상기 생체지표가 상기 환자가 위급함을 나타낼 경우, 병원에 환자의 위급함을 알리는 과정을 더 포함하는 비침습적 미주신경 자극 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 자극 정보는 자극의 파형, 세기, 주파수 및 너비 정보를 포함하고, 상기 자극의 파형은 직류 자극, 교류 자극, 펄스 자극, 광도 패턴 및 광 파장 중 어느 하나를 의미하고, 상기 자극의 너비는 자극이 적용되는 지속시간을 의미함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 생체지표는 뇌파(EEG: Electroencephalogram), 광용적맥파(PPG: Photoplethysmogram), 심전도(ECG: Electrocardiogram), 근전도(EMG: Electromyography), 기능적 근적외선 분광법(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy) 및 액티그래피(ATG: Actigraphy) 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 AI 알고리즘은 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine), 판단 트리(Decision Tree), K 근접 이웃(K-Nearest Neighbors), 쉘로우 오토인코더(Shallow Autoencoder), 심층 신뢰망(DBN: Deep Belief Network), 합성곱 신경망(CNN: Convolutional Neural Network), 순환 신경망(RNN: Recurrent Neural Network) 및 생성적 대립 신경망(GAN: Generative Adversarial Network) 알고리즘 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 방법.

청구항 6

비침습적 미주신경 자극 장치에 있어서,

환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정하는 생체지표 측정부와,

상기 측정된 생체지표에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하고, 상기 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하는 제어부와,

상기 도출한 자극 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 상기 환자에게 송출하는 자극 발생부를 포함하는 비침습적 미주신경 자극 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

통신부를 더 포함하며,

상기 제어부는 상기 측정된 생체지표가 상기 환자가 위급함을 나타내는지 여부를 확인하고, 상기 통신부는 상기 생체지표가 상기 환자가 위급함을 나타낼 경우 병원에 환자의 위급함을 알림을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 자극 정보는 자극의 파형, 세기, 주파수 및 너비 정보를 포함하고, 상기 자극의 파형은 직류 자극, 교류 자극, 펄스 자극, 광도 패턴 및 광 파장 중 어느 하나를 의미하고, 상기 자극의 너비는 자극이 적용되는 지속시간을 의미함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 생체지표는 뇌파(EEG: Electroencephalogram), 광용적맥파(PPG: Photoplethysmogram), 심전도(ECG: Electrocardiogram), 근전도(EMG: Electromyography), 기능적 근적외선 분광법(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy) 및 액티그래피(ATG: Actigraphy) 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 AI 알고리즘은 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine), 판단 트리(Decision Tree), K 근접 이웃(K-Nearest Neighbors), 셸로우 오토인코더(Shallow Autoencoder), 심층 신뢰망(DBN: Deep Belief Network), 합성곱 신경망(CNN: Convolutional Neural Network), 순환 신경망(RNN: Recurrent Neural Network) 및 생성적 대립 신경망(GAN: Generative Adversarial Network) 알고리즘 중 적어도 하나를 포함함을 특징으로 하는 비침습적 미주신경 자극 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비침습적 미주신경 자극 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 뇌전증 환자를 위한 비침습적 미주신경 자극 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 뇌전증이란 단일한 뇌전증 발작을 유발할 수 있는 원인 인자, 즉 전해질 불균형, 산-염기 이상, 요독증, 알코올 금단현상, 심한 수면박탈 상태 등 발작을 초래할 수 있는 신체적 이상이 없음에도 불구하고, 뇌전증 발작이 반복적으로 발생하여 만성화된 질환군을 의미하며, 전 세계적으로 6500만명의 환자가 뇌전증으로 인한 고통을 겪고 있다.

[0004] 미주신경 자극술은 약물 난치성 뇌전증 환자에게 적용되며, 왼쪽 목부위를 절개해 미주신경 자극 전극을 삽입하고, 자극 발생기를 왼쪽 가슴 피하부위에 삽입하여 서로 연결한 후, 상기 자극 발생기를 통해 미주신경에 미세한 전기 자극을 주어 발작 시간과 횟수를 줄이거나 발작강도를 낮추는 등의 효과를 기대하는 방법이다.

[0005] 그러나 이러한 미주신경 자극술은 피부를 절개하여 자극 발생기를 매입하는 침습적 형태로 미주신경을 자극하였기 때문에, 감염의 위험을 비롯한 쉼 목소리를 유발하는 등의 부작용이 발생할 수 있을 뿐만 아니라 배터리를 주기적으로 교체하기 위해 피부 절개술과 봉합술을 실시해야 하는 불편함이 있었다.

[0006] 이에 따라 미주신경 자극술을 비침습적으로 적용하기 위한 방안이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-2476771호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 뇌전증 환자를 위한 비침습적 미주신경 자극 장치 및 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 비침습적 미주신경 자극 방법에 있어서, 환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정하는 과정과, 상기 측정된 생체지표에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하는 과정과, 상기 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하는 과정과, 상기 도출한 자극 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 상기 환자에게 송출하는 과정을 포함한다.

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 비침습적 미주신경 자극 장치에 있어서, 환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정하는 생체지표 측정부와, 상기 측정된 생체지표에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하고, 상기 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하는 제어부와, 상기 도출한 자극 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 상기 환자에게 송출하는 자극 발생부를 포함한다.

발명의 효과

[0014] 상술한 본 발명의 일측면에 따르면, 본 발명은 뇌전증 환자에게 비침습적인 미주신경 자극을 제공함으로써 환자

의 부작용을 최소화할 수 있으며, 이러한 비침습적 미주신경 자극 장치는 휴대 또한 용이하므로 환자가 집에서 도 얼마든지 손쉽게 미주신경 자극을 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 또한 본 발명은 뇌전증 환자의 생체지표를 측정하고 측정된 생체지표를 기반으로 하는 최적의 자극을 환자에게 제공함으로써, 환자의 발작 증상 완화에 도움을 줄 수 있다.

[0016] 또한 본 발명은 뇌전증 환자의 생체지표를 실시간으로 측정함으로써, 환자의 상태가 위급할 시 인근 병원이나 환자가 미리 등록한 병원에 이를 알려줄 수 있으며, 이를 통해 환자의 상태가 더 나빠지기 전에 적절한 응급 조치를 제때 받을 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극의 메커니즘을 나타낸 도면,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치가 페루프 피드백을 이용하여 미주신경 자극을 송출하는 예를 나타낸 도면,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치를 뇌전증 환자에게 적용하는 예를 나타낸 도면,

그리고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치가 미주신경 자극을 송출하는 동작의 예를 나타낸 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0020] 본 발명에 따른 구성요소들은 물리적인 구분이 아니라 기능적인 구분에 의해서 정의되는 구성요소들으로써 각각이 수행하는 기능들에 의해서 정의될 수 있다. 각각의 구성요소들은 하드웨어 또는 각각의 기능을 수행하는 프로그램 코드 및 프로세싱 유닛으로 구현될 수 있을 것이며, 두 개 이상의 구성요소의 기능이 하나의 구성요소에 포함되어 구현될 수도 있을 것이다. 따라서 이하의 실시예에서 구성요소에 부여되는 명칭은 각각의 구성요소를 물리적으로 구분하기 위한 것이 아니라 각각의 구성요소가 수행되는 대표적인 기능을 암시하기 위해서 부여된 것이며, 구성요소의 명칭에 의해서 본 발명의 기술적 사상이 한정되지 않는 것임에 유의하여야 한다.

[0021] 이하에서는 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극의 메커니즘을 나타낸 도면이다.

[0023] 도 1을 참조하면, 미주신경은 자율신경계의 부교감신경 기능 조절에 관여하는 뇌신경으로 80%의 감각신경과 20%의 운동신경으로 이루어져 있다. 미주신경(101)에 전기자극을 하면 감각을 뇌로 전달하는 구심신경을 거쳐 고립로핵(nucleus tractus solitarius)(103)으로 신호를 전달한다. 이 자극은 이후 직간접적으로 노르에피네프린(109)을 분비하는 청색반점(locus ceruleus)(105)과 세로토닌(111)을 분비하는 솔기핵(raphe nuclei)(107)을 통해 소뇌, 시상, 시상하부, 편도체, 해마, 뇌도, 대뇌피질로 여러 단계의 시냅스 경로를 거쳐 신호를 전달하여, 결과적으로 광범위한 뇌 부위의 혈류와 전기적인 흥분성에 영향을 주게 된다.

[0024] 한편, 노르에피네프린(109)의 과도한 분비는 신경세포의 과도한 자극과 함께 발작성 활동을 유발할 수 있으며, 세로토닌(111)은 노르에피네프린(109)과 반대로 억제작용을 하므로 세로토닌(111) 수치의 감소 또한 뇌전증 발생에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 이유로, 노르에피네프린(109)과 세로토닌(111)의 불균형은 뇌전증 발생과 관련이 있을 수 있으며, 이를 조절하기 위해 미주신경 자극을 이용할 수 있다.

- [0025] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치가 폐루프(closed-loop) 피드백을 이용하여 미주신경 자극을 송출하는 예를 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 도시된 미주신경 자극 장치는 생체지표 측정부(201), 제어부(203) 및 자극 발생부(205)를 포함한다.
- [0027] 생체지표 측정부(201)는 뇌전증 환자 상태 파악을 위한 다양한 생체 지표들을 실시간으로 측정한다. 상기 생체 지표는 일례로 뇌파(EEG: Electroencephalogram), 광용적맥파(PPG: Photoplethysmogram), 심전도(ECG: Electrocardiogram), 근전도(EMG: Electromyography), 기능적 근적외선 분광법(fNIRS: functional near-infrared spectroscopy), 액티그래피(ATG: Actigraphy) 등이 될 수 있다.
- [0028] 상기 뇌파는 뇌에서 발생하는 전기 신호를 측정하는 기술을 의미한다. 상기 뇌파는 다양한 관련 지표들, 일례로 시간 영역(time domain)에서의 지표, 주파수 영역(frequency domain)에서의 지표, 비선형(non-linear) 지표, 엔트로피(entropies) 지표, 기능적 연결성 분석(functional connectivity analysis) 지표에 의해 측정된다.
- [0029] 상기 시간 영역에서의 지표는 측정된 가장 큰 뇌파 신호의 진폭을 의미하는 최대 진폭(peak amplitude), 뇌파 신호의 활동도(activity), 이동도(mobility), 복잡도(complexity)를 나타내는 Hjorth 파라미터(parameters), 뇌파 신호에서 0을 기준으로 신호가 양수에서 음수로 또는 음수에서 양수로 변화하는 빈도를 나타내는 제로 크로싱율(zero-crossing rate) 등을 포함하고, 주파수 영역에서의 지표는 0.5-4Hz 범위의 델타파(δ), 4-8Hz 범위의 세타파(θ), 8-12Hz 범위의 알파파(α), 12-30Hz 범위의 베타파(β), 30-100Hz 이상 범위의 감마파(γ), 12-14Hz 범위의 시그마파(σ) 그 밖에 뇌의 기능적 상태와 관련된 θ/α , β/α , $[\theta+\alpha]/\beta$ 등을 포함한다.
- [0030] 또한 비선형(non-linear) 지표는 뇌파 신호의 복잡도를 나타내는 상관 차원(correlation dimension) D1, 뇌파 신호의 무작위성을 나타내는 Lampel-Ziv 복잡도(complexity) 등을 포함하고, 엔트로피 지표는 뇌파 신호의 예측 가능성을 측정하는 웨이블릿(wavelet) 엔트로피와 전송(transfer) 엔트로피, 뇌파 신호의 예측 불가능성을 측정하는 Kolmogorov's 엔트로피 등을 포함한다.
- [0031] 또한 기능적 연결성 분석 지표는 두 개 이상의 뇌파 신호 간의 동기화를 측정하는 위상 동기(phase locking) 값, 두 개 이상의 뇌파 신호 간의 방향성을 나타내는 위상 슬로프(phase slope) 인덱스, 두 개 이상의 뇌파 신호 간의 종속성을 측정하는 상호(mutual) 정보 등을 포함한다.
- [0032] 상기 광용적맥파는 광학적 측정법을 이용하여 맥박(pulse) 및 맥파(pulse wave)를 비침습적으로 측정하는 기술을 의미하고, 상기 심전도는 심장의 전기적 활동을 측정하는 기술을 의미한다. 상기 광용적맥파와 심전도는 다양한 관련 지표들, 일례로 시간 영역에서의 지표와 주파수 영역에서의 지표에 의해 측정된다.
- [0033] 상기 시간영역에서의 지표는 심박의 기본적인 주기성과 맥박의 빈도를 나타내는 RR 간격(R-R interval), 심박 주기의 가변성을 나타내는 NN 간격(Normal-to-Normal interval), NN 간격의 표준편차를 나타내는 SDNN(Standard Deviation of NN intervals), NN 간격의 차이가 50ms 이상인 RR 간격의 비율을 나타내는 pNN50, 심박의 가변성을 나타내는 RMSSD(Root Mean Square of Successive Differences), 심장 자율신경계의 가변성을 나타내는 TINN(Triangular interpolation of NN intervals) 등을 포함하고, 주파수 영역에서의 지표는 0.04-0.15Hz 범위의 주파수 대역을 나타내는 LF(Low Frequency) 파워(power), 저주파 성분 중에서 가장 높은 주파수를 나타내는 LF 피크(peak), 0.15-0.4Hz 범위의 주파수 대역을 나타내는 HF(High Frequency) 파워, 고주파 성분 중에서 가장 높은 주파수를 나타내는 HF 피크, LF 파워와 HF 파워의 비율을 나타내는 LF/HF 등을 포함한다.
- [0034] 상기 근전도는 근육의 전기적 활동을 측정하는 기술을 의미한다. 상기 근전도는 다양한 관련 지표들, 일례로 시간 영역에서의 지표와 주파수 영역에서의 지표에 의해 측정된다.
- [0035] 상기 시간영역에서의 지표는 근육의 활동 강도를 나타내는 평균 절대 값(Mean Absolute Value), 근전도 신호의 변동성을 나타내는 표준 편차(Standard Deviation)와 분산(variance), 근전도 신호의 변화량을 나타내는 파형 길이(waveform length), 근전도 신호의 양의 반전과 음의 반전이 발생하는 횟수를 나타내는 제로 크로싱, 근전도 신호에서 극대값의 개수를 나타내는 NP(Number of Peaks), 두 개 이상의 근전도 신호 간의 유사성이나 관계성을 나타내는 상관 계수(correlation coefficient) 등을 포함하고, 주파수 영역에서의 지표는 근전도 신호의 주파수 영역에서의 에너지 분포를 나타내는 파워 스펙트럼 밀도(Power spectral density), 근전도 신호의 주파수 영역에서의 평균 주파수를 나타내는 MF(Mean Frequency), 근전도 신호의 주파수 대역별 비율을 나타내는 FR(frequency Ratio) 등을 포함한다.
- [0036] 상기 기능적 근적외선 분광법은 대뇌 혈류량을 기반으로 뇌 활동을 측정하는 기술을 의미한다. 상기 기능적 근

적외선 분광법은 일례로 시간 영역에서의 다양한 지표들에 의해 측정된다.

- [0037] 상기 시간영역에서의 지표는 데이터의 산술 평균값을 나타내는 평균값(mean), 데이터의 중간 값을 나타내는 중앙값(median), 데이터가 평균으로부터 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 분산, 데이터가 평균으로부터 얼마나 떨어져 있는지를 나타내는 표준 편차, 분포의 비대칭성을 나타내는 왜도(skewness), 분포의 뾰족함을 나타내는 첨도(kurtosis), 데이터에서 가장 높은 값을 나타내는 최대 진폭, 데이터의 활동도, 이동도, 복잡도를 나타내는 Hjorth 파라미터 등을 포함한다.
- [0038] 상기 액티그래피는 뇌파 신호에서 고주파 성분을 추출하여 분석하는 기술을 의미한다. 상기 액티그래피는 일례로 시간 영역에서의 다양한 지표들에 의해 측정된다.
- [0039] 상기 시간영역에서의 지표는 액티그래피 지표 값의 산술 평균값을 나타내는 평균값, 액티그래피 지표 값의 중간값을 나타내는 중앙값, 액티그래피 지표 값이 평균으로부터 얼마나 떨어져 있는지 분포도를 나타내는 분산 등을 포함한다.
- [0040] 이렇게 생체지표 측정부(201)는 뇌전증 환자 상태 파악을 위한 다양한 생체 지표들, 즉 뇌파, 광용적맥파, 심전도, 근전도, 기능적 근적외선 분광법, 액티그래피 중 적어도 하나를 실시간으로 측정하고 그 측정된 생체 신호를 제어부(203)로 출력한다.
- [0041] 제어부(203)는 입력된 생체 신호에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 알고리즘을 적용하여 분석하고, 분석 결과에 따라 환자에게 적용할 자극의 파형(wave shape), 세기(wave intensity), 주파수(frequency), 너비(pulse width) 등을 결정하여 뇌전증 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출하고, 그 도출된 자극 정보를 포함하는 제어 신호를 자극 발생부(205)로 출력한다. 상기 자극의 파형은 자극을 생성하는 방법에 따라 달라지며, 예를 들어 자극이 전기적인 자극으로 생성될 경우 자극의 파형은 직류 자극, 교류 자극, 펄스 자극 등이 될 수 있고, 자극이 광학적으로 생성될 경우 자극의 파형은 광도 패턴, 광 파장 등의 형태가 될 수 있다. 또한 상기 자극의 너비는 자극이 적용되는 지속 시간을 의미한다.
- [0042] 여기서 상기 AI 알고리즘은 일례로 데이터 분류 알고리즘인 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine), 판단 트리(Decision Tree), K 근접 이웃(K-Nearest Neighbors) 알고리즘이거나 인공신경망의 일종인 셸로우 오토인코더(Shallow Autoencoder), 심층 신뢰망(DBN: Deep Belief Network), 합성곱 신경망(CNN: Convolutional Neural Network), 순환 신경망(RNN: Recurrent Neural Network), 생성적 대립 신경망(GAN: Generative Adversarial Network) 알고리즘일 수 있다.
- [0043] 자극 발생부(205)는 입력된 제어 신호를 기반으로 뇌전증 환자에게 적용할 자극을 발생시켜 송출하고, 송출된 자극은 고립로렉(207)과 청색반점(209)을 통해 미주신경을 자극시켜 뇌전증 환자의 발작 증상 완화에 도움을 줄 수 있다.
- [0044] 이때 자극 발생부(205)의 자극을 송출하는 동작과 생체지표 측정부(201)의 뇌전증 환자 상태 파악을 위한 생체 지표들을 측정하는 동작은 동시에 수행될 수 있음은 물론이다.
- [0045] 도시하지는 않았으나 본 발명에서 제안하는 미주신경 자극 장치는 통신부를 더 포함할 수 있으며, 생체지표 측정부(201)가 실시간 측정한 생체 신호가 환자의 상태가 위급함을 나타낼 시, 본 발명에서 제안하는 미주신경 자극 장치는 상기 통신부를 통해 인근 병원이나 환자가 미리 등록한 병원에 환자의 위급함을 알리는 메시지를 전송할 수 있다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치를 뇌전증 환자에게 적용하는 예를 나타낸 도면이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 본 발명에서 제안하는 미주신경 자극 장치는 뇌전증 환자에게 비침습적 방식으로 적용될 수 있으며, 도 3(a)에 도시된 바와 같이 환자의 목 바깥쪽에 배치하거나 도 3(b)에 도시된 바와 같이 귓바퀴 표면에 배치할 수 있다.
- [0048] 이와 같이 환자의 목 바깥쪽에 미주신경 자극 장치를 배치하여 목 부근에 위치한 미주신경을 자극할 수 있고, 또 다른 예로서 환자의 귓바퀴 표면에 미주신경 자극 장치를 배치하여 귀 부근에 위치한 미주신경을 자극할 수 있다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 미주신경 자극 장치가 미주신경 자극을 송출하는 동작의 예를 나타낸 순서도이다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 미주신경 자극 장치는 환자 상태 파악을 위한 생체지표를 실시간으로 측정한다.(S401) 상기

생체 지표는 일례로 뇌파, 광용적맥파, 심전도, 근전도, 기능적 근적외선 분광법, 액티그래피 등이 될 수 있다.

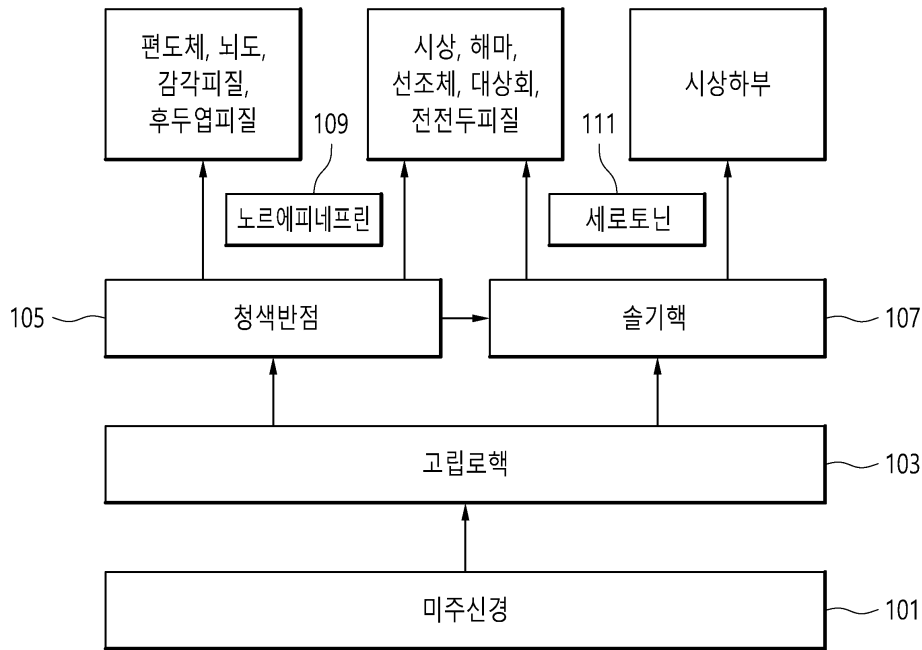
- [0051] 환자의 생체지표를 측정한 미주신경 자극 장치는 측정된 생체지표가 환자가 위급함을 나타내는지 여부를 확인한다.(S403) 상기 확인 결과 생체지표가 환자가 위급함을 나타낼 경우, S405로 진행하여 인근 병원이나 환자가 미리 등록한 병원에 환자의 위급함을 알리고 S407로 진행한다.
- [0052] S403의 확인 결과 생체지표가 환자가 위급함을 나타내지 않을 경우, S407로 진행하여 측정된 생체지표에 AI 알고리즘을 적용하여 분석한다. 상기 AI 알고리즘은 일례로 데이터 분류 알고리즘인 SVM, 판단 트리, K 근접 이웃 알고리즘이거나 인공지능망의 일종인 헬로우 오토인코더, DBN, CNN, RNN, GAN 알고리즘일 수 있다.
- [0053] 환자의 생체지표를 분석한 미주신경 자극 장치는 분석 결과를 기반으로 환자에게 적용할 최적의 자극을 도출한다.(S409) 즉 미주신경 자극 장치는 환자에게 적용할 자극의 파형, 세기, 주파수, 너비 등을 결정하여 상기 최적의 자극을 도출한다. 이때 상기 자극의 파형은 전기적인 자극을 가정할 경우에는 직류 자극, 교류 자극, 펄스 자극 등이 될 수 있고, 광학적인 자극을 가정할 경우에는 광도 패턴, 광 파장 등이 될 수 있다. 또한 상기 자극의 너비는 자극이 적용되는 지속시간을 의미한다.
- [0054] 또한 미주신경 자극 장치는 S409에서 도출한 자극 정보, 즉 자극의 파형, 세기, 주파수, 너비 정보를 기반으로 자극을 발생시켜 환자에게 송출하고,(S411) S401로 진행하여 이후 과정을 반복한다. 이때 S401과 S411 동작은 동시에 수행될 수 있다.
- [0055] 이와 같은 본 발명에서 제안하는 비침습적 미주신경 자극 방법은 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0056] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0057] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0058] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0059] 이상에서는 본 발명의 다양한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

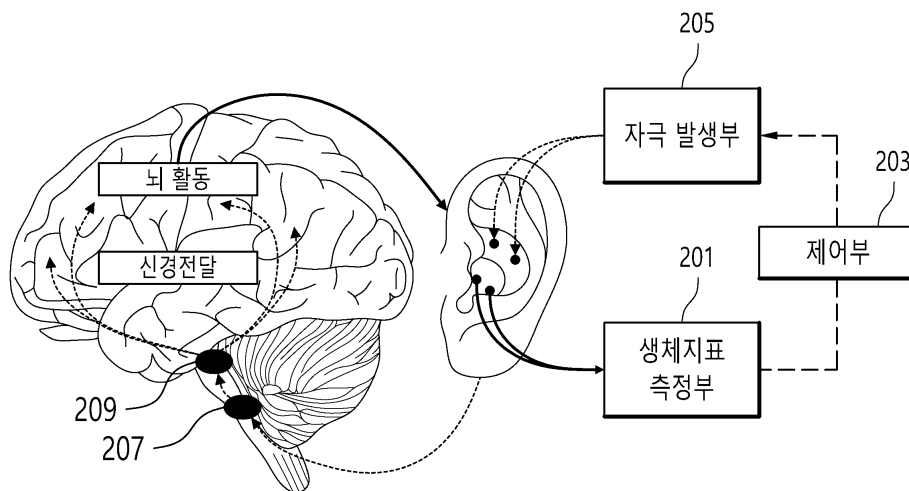
- [0061] 207: 고립로핵
- 209: 청색반점

도면

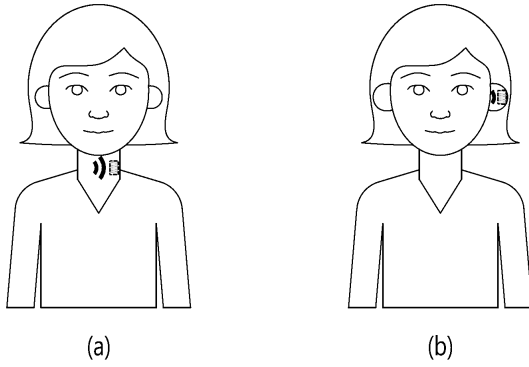
도면1



도면2



도면3



도면4

