(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월05일
(11) 등록번호 10-1498812
(24) 등록일자 2015년02월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 19/00 (2011.01) *A61B 5/0476* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0107585
(22) 출원일자 2013년09월06일
심사청구일자 2013년09월06일
(56) 선행기술조사문헌
신동근, '주성분분석과 수면 2기를 이용한 수면장애 분류', 한국콘텐츠학회논문지, '11 Vol. 11, No. 4, pp.27-32, 2011.11.4.
윤태민 외 4인, '뇌파를 이용한 BCI 시스템 구축', pp.1-26, 2010.08.31

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
신동규
서울 강남구 남부순환로 2763, 1903호 (도곡동, 에스케이리더스뷰)
신동일
서울 송파구 올림픽로35길 94, 2동 401호 (신천동, 장미3차맨션)
이광형
서울 은평구 갈현로41가길 2, A동 102호 (갈현동, 세운연립)
(74) 대리인
양성보

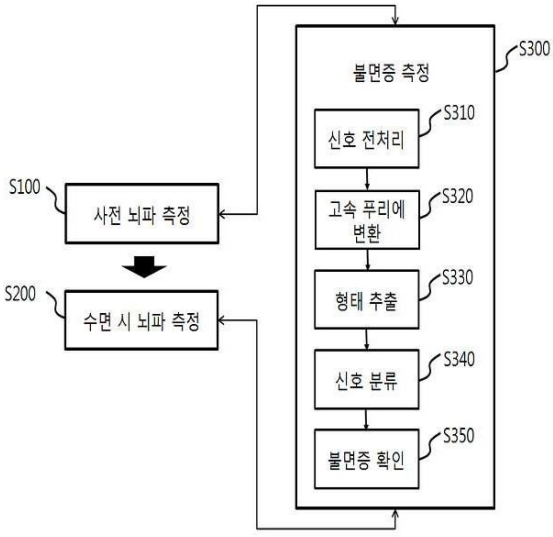
전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 박진아

(54) 발명의 명칭 **뇌파를 이용한 불면증 검사와 지표 도출**

(57) 요 약

뇌파를 이용한 불면증 검사와 지표 도출에 관한 것이다. 불면증 확인 방법은, 피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계; 상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계; 상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계; 및 상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 SS110008
부처명 서울특별시
연구관리전문기관 서울산업통상진흥원
연구사업명 2011년 서울전략산업 지원사업
연구과제명 휴대용 뇌파 측정 및 조절기기 개발
기 여 율 1/1
주관기관 세종대학교 산학협력단
연구기간 2011.11.01 ~ 2015.10.31

특허청구의 범위

청구항 1

불면증 확인 방법에 있어서,

상기 불면증 확인 방법은 전처리부, 변환부, 추출부, 분류부, 확인부를 포함하는 불면증 확인 시스템에 의해 수행되고,

상기 변환부에서, 피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계;

상기 추출부에서, 상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계;

상기 분류부에서, 상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계; 및

상기 확인부에서, 상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 단계

를 포함하고,

상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함하며,

상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는,

상기 뇌파 데이터를 주파수에 따라 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 및 델타(Delta)파로 분류하고,

상기 불면증 정도를 확인하는 단계는,

하기 관계식 1과 수학식 1에 의해 상기 수면 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

[관계식 1]

각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[수학식 1]

수면 상태의 경우: (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 뇌파 데이터는 두 개의 활성 전극 간의 전위차를 기록하는 쌍극 유도법을 이용하여 측정되는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전처리부에서, 상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터를 독립 성분 분석(Independent Component Analysis) 알고리즘을 이용하여 전처리 하는 단계

를 더 포함하는 불면증 확인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전처리부에서, 상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터에서 전력 노이즈를 제거하기 위한 노치 필터링(Notch Filtering), 및 뇌파에 해당되는 주파수 이상의 성분을 제거하기 위한 대역 통과 필터링(Band Pass Filtering)을 통해 상기 뇌파 데이터를 전처리 하는 단계

를 더 포함하는 불면증 확인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계는,

파워 스펙트럼(power spectrum)을 이용하여 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는,

상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 다층 신경 회로망 알고리즘으로 분류하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 불면증 정도를 확인하는 단계는,

상기 수면 상태를 판단함에 따라 전체 수면 시간(total sleep time)에 대한 1회 수면 싸이클 타임(one sleep cycle time)의 비율인 불면증 지수를 도출하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

청구항 11

불면증 확인 방법에 있어서,

상기 불면증 확인 방법은 변환부, 분류부, 확인부를 포함하는 불면증 확인 시스템에 의해 수행되고,

상기 변환부에서, 피검자의 각성 상태에서 측정된 뇌파 데이터와 상기 피검자의 수면 상태에서 측정된 뇌파 데이터를 각각 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계;

상기 분류부에서, 상기 각성 상태의 뇌파 데이터와 상기 수면 상태의 뇌파 데이터에 대하여 상기 변환된 주파수

성분을 주파수에 따라 복수의 영역으로 분류하는 단계; 및

상기 확인부에서, 상기 각성 상태와 상기 수면 상태 간에 상기 분류된 영역의 주파수를 비교하여 상기 피검자의 불면증 정도를 확인하는 단계

를 포함하고,

상기 각성 상태의 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 뇌파 신호이고, 상기 수면 상태의 뇌파 데이터는 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 뇌파 신호이며,

상기 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는,

상기 각성 상태의 뇌파 데이터와 상기 수면 상태의 뇌파 데이터를 주파수에 따라 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 및 델타(Delta)파로 분류하고,

상기 불면증 정도를 확인하는 단계는,

하기 관계식 1과 수학식 1에 의해 상기 수면 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 방법.

[관계식 1]

각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[수학식 1]

수면 상태의 경우: (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

청구항 12

컴퓨터 시스템이 피검자의 불면증 정도를 확인하도록 제어하는 명령(instruction)을 포함하는 컴퓨터 판독가능 매체로서,

상기 명령은,

피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계;

상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계;

상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계; 및

상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 단계

를 포함하는 방법에 의하여 상기 컴퓨터 시스템을 제어하고,

상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함하며,

상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는,

상기 뇌파 데이터를 주파수에 따라 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 및 델타(Delta)파로 분류하고,

상기 불면증 정도를 확인하는 단계는,

하기 관계식 1과 수학식 1에 의해 상기 수면 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

[관계식 1]

각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[수학식 1]

수면 상태의 경우: (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

청구항 13

피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 변환부;

상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 추출부;

상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 분류부; 및

상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 확인부

를 포함하고,

상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함하며,

상기 분류부는,

상기 뇌파 데이터를 주파수에 따라 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 및 델타(Delta)파로 분류하고,

상기 확인부는,

하기 관계식 1과 수학식 1에 의해 상기 수면 상태를 판단하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

[관계식 1]

각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[수학식 1]

수면 상태의 경우: (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 뇌파 데이터는 두 개의 활성 전극 간의 전위차를 기록하는 쌍극 유도법을 이용하여 측정되는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터를 독립 성분 분석(Independent Component Analysis) 알고리즘을 이용하여 전처리 하는 전처리부

를 더 포함하는 불면증 확인 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터에서 전력 노이즈를 제거하기 위한 노치 필터링(Notch Filtering), 및 뇌파에 해당되는 주파수 이상의 성분을 제거하기 위한 대역 통과 필터링(Band Pass Filtering)을 통해 상기 뇌파 데이터를 전처리 하는 전처리부

를 더 포함하는 불면증 확인 시스템.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 추출부는,

파워 스펙트럼(power spectrum)을 이용하여 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 분류부는,

상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 다층 신경 회로망 알고리즘으로 분류하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

제13항에 있어서,

상기 확인부는,

상기 수면 상태를 판단함에 따라 전체 수면 시간(total sleep time)에 대한 1회 수면 싸이클 타임(one sleep cycle time)의 비율인 불면증 지수를 도출하는 것

을 특징으로 하는 불면증 확인 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 뇌파를 이용하여 불면증 정도를 확인하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 뇌파를 매개로 한 연구로, 바이오피드백(Bio-Feedback) 기술에 대한 연구가 진행되고 있는데, 이는 피험자의 뇌파를 분석한 다음, 그 결과를 피험자에게 음향 및 진동 등으로 알려주며, 분석 결과에 따라 요구되는 적절한 정신 치료법의 한 종류로 연구 개발되었으며, 이 원리를 기초로 게임을 비롯한 가상현실, 착용형 컴퓨터나 지체장애인용 인터페이스로 활용이 가능하다.

[0003] 뇌파(Brainwave)는 신경계에서 뇌신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름으로 심신의 상태에 따라 각각 다르게 나타나며 뇌의 활동 상황을 측정하는 가장 중요한 지표이다.

[0004] 뇌파도 맥박이나 체온처럼 모든 사람에게 공통적으로 적용할 수 있는 대표적인 생체신호이다. 다만, 다른 생체 신호들은 육체적 상태에 대한 신호임에 반해 뇌파는 정신적 상태에 대한 생체 신호이다.

[0005] 수면 상태에 대한 기존 연구는 눈의 깜빡거림(blinking), 동공의 크기, 눈의 응시 방향, 얼굴 표정을 카메라로 촬영하여 영상처리 기술을 적용하는 비전 기반 수면 감지 연구가 주류를 이루고 있다. 또한, 스트레스와 말초 체온과의 상관 관계, 심박수의 변화, 피부 임피던스 신호 분석을 통한 졸음 감지 연구를 수면과 관련된 뇌파를 이용하였으며, 운전 중 졸음과 기면증에 대해 관계를 명시하면서 운전 중에 즉각 졸음을 감지하고 경고하는 시스템도 다량 개발되고 있다.

[0006] 수면 중에 폐쇄성 수면 무호흡증에 대한 임상의들의 관심이 증가되고 있고, 이 증상의 실험에 EEG를 이용한 연구가 발표되고 있다.

[0007] 뇌파는 뇌의 활동, 측정시의 상태 및 뇌 기능에 따라 시공간적으로 변화하며, 1~50Hz의 주파수와 약 10~200uV의 진폭을 가지며, 주파수에 따라 α, β, ɣ, δ, Θ 등으로 나뉘게 된다. 이러한 뇌파는 뇌의 기능을 나타내는 것뿐만 아니라 뇌파 소견을 통하여 간접적으로 그 병변을 추정할 수 있다.

[0008] 불면증에 대한 연구로 많은 논문들이 불면증의 원인과 치료에 대해서 서술하고 있으나, 단순히 정신적인 면을 원인으로 명시하고 있으며 신경 생리학적인 방법에서 명확하게 정의하지 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 종래까지 불면증을 정신적인 문제로 다루어 왔고 신경생리학의 과학적 근거를 제시하지 못하고 있다. 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 수면 상태에서 EEG 신호를 실시간으로 획득, 처리 하여 과학적 근거를 토대로 불면증 증세를 정확하게 발견하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 불면증 확인 방법은, 피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계; 상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계; 상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계; 및 상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 일 측면에 따르면, 상기 뇌파 데이터는 전두엽(prefrontal lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 각성 상태의 뇌파 신호와 후두엽(occipital lobe) 부위에 부착된 전극으로부터 측정된 수면 상태의 뇌파 신호를 포함할 수 있다.

[0012] 다른 측면에 따르면, 상기 뇌파 데이터는 두 개의 활성 전극 간의 전위차를 기록하는 쌍극 유도법을 이용하여 측정될 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따르면, 불면증 확인 방법은, 상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터를 독립 성분 분석(Independent Component Analysis) 알고리즘을 이용하여 전처리 하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또 다른 측면에 따르면, 불면증 확인 방법은, 상기 뇌파 데이터를 주파수 성분으로 변환하기 이전에, 상기 피검자의 대뇌피질에서 측정된 상기 뇌파 데이터에서 전력 노이즈를 제거하기 위한 노치 필터링(Notch Filtering), 및 뇌파에 해당되는 주파수 이상의 성분을 제거하기 위한 대역 통과 필터링(Band Pass Filtering)을 통해 상기 뇌파 데이터를 전처리 단계를 더 포함할 수 있다.

[0015] 또 다른 측면에 따르면, 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계는, 파워 스펙트럼(power spectrum)을 이용하여 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출할 수 있다.

[0016] 또 다른 측면에 따르면, 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는, 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 다층 신경 회로망 알고리즘으로 분류할 수 있다.

[0017] 또 다른 측면에 따르면, 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계는, 상기 뇌파 데이터를 주파수에 따라 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 및 델타(Delta)파로 분류할 수 있다.

[0018] 또 다른 측면에 따르면, 상기 불면증 정도를 확인하는 단계는, 하기 관계식 1과 수학식 1에 의해 상기 수면 상태를 판단할 수 있다.

[0019] [관계식 1]

[0020] 각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

[0021] 각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[0022] [수학식 1]

[0023] 수면 상태의 경우: (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

[0024] 또 다른 측면에 따르면, 상기 불면증 정도를 확인하는 단계는, 상기 수면 상태를 판단함에 따라 전체 수면 시간(total sleep time)에 대한 1회 수면 싸이클 타임(one sleep cycle time)의 비율인 불면증 지수를 도출할 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따르면, 불면증 확인 방법은, 피검자의 각성 상태에서 측정된 뇌파 데이터와 상기 피검자의 수면 상태에서 측정된 뇌파 데이터를 각각 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계; 상기 각성 상태의 뇌파 데이터와 상기 수면 상태의 뇌파 데이터에 대하여 상기 변환된 주파수 성분을 주파수에 따라 복수의 영역으로 분류하는 단계; 및 상기 각성 상태와 상기 수면 상태 간에 상기 분류된 영역의 주파수를 비교하여 상기 피검자의 불면증 정도를 확인하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 불면증 확인 시스템은, 피검자의 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 변환부; 상기 변환된 주파수 성분에서 상기 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 추출부; 상기 특징 정보에 따라 상기 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 분류부; 및 상기 분류된 데이터를 이용하여 상기 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 확인부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 수면 시 사용자의 뇌파의 과학적 근거로 불면증의 원인을 분석할 수 있고 이를 바탕으로 별도의 소프트웨어와 결합하여 시각적으로 뇌파를 관찰하여 정신적 치료보다 더 정확한 결과를 보일 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 수면 상태를 설명하기 위한 수면 주기를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 뇌파 측정을 위한 전극의 두피 부착 위치를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 있어서, 뇌파를 이용한 불면증 확인 방법을 도시한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 뇌파를 이용한 불면증 확인 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0030] 본 발명은 뇌파를 이용하여 불면증 증세가 있는지 알아보기 위한 방법을 제공하는 것으로, 자세하게는 뇌파 측정 장비에서 발생한 전압 신호를 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform)을 통하여 주파수 대역으로 변환한 후 이를 분석하여 불면증 증세 발견 방법을 사용자에게 제시한다.

[0031] 설명에 앞서 용어를 정의하면, 도 1에 도시한 바와 같이 수면 주기는 수면 1기, 수면 2기, 수면 3기, 수면 4기, 렘 수면(REM, Rapid Eye Movement Sleep)으로 나뉠 수 있다.

[0032] 수면 1기는 낮은 전압의 알파(α, Alpha)파가 단계 당 비율 50% 이하로 떨어지고 비교적 낮은 전압의 혼합 주파수로 바뀌는 단계이다. 수면 2기는 단계 당 초반 1/2기간 또는 이전 단계의 후반 1/2기간 동안에 1개 이상의 수면 방추(sleep spindle) 또는 각성과 관계없는 1개 이상의 K복합파(K-complex wave)가 있는 단계이다. 수면 3기는 0.5~2 Hz의 느린 델타(δ, Delta)파가 단계 당 비율 20~50% 나타나는 단계이다. 수면 4기는 델타파가 단계 당 비율 50% 이상을 차지하는 단계이다. 이러한 수면 1기에서 수면 4기까지를 비렘(non-REM) 수면이라고 한

다.

[0033] 수면 뇌파를 통한 불면증을 측정하기 위하여 각성 상태의 전두엽(Prefrontal Lobe) 부위에서 측정되는 뇌파와 수면 상태의 후두엽(Occipital Lobe) 부위에서 측정되는 뇌파를 이용할 수 있다. 전두엽은 대뇌 반구의 전방에 있는 부분으로 긴장을 푼 안정상태와 강한 정신활동을 관장하며, 후두엽은 혼수상태, 수술 시 마취상태, 수면과 시각 영역과 인접해 있어 시각 정보를 관장한다.

[0034] 수면 상태의 뇌파를 측정하기 위해서는 대뇌피질에 전극을 부착하여 측정하게 되는데, 그 위치는 10-20 국제 표준법에 의거하여 도 2에 도시한 바와 같이 전두엽(Fp1, Fp2, F3, F4)과 후두엽(P3, P4, O1, O2)의 위치에 부착한다.

[0035] 뇌파를 측정하는 방법으로 단극유도법, 쌍극유도법, 평균기준유도법, 평행형두부의 기준도축법 등이 존재한다.

[0036] 본 실시예에서는 최소한의 전극을 이용하여 사용자의 편의를 증대하기 위하여 기준전극을 사용하지 않고 두 개의 활성전극간의 전위차를 기록하는 방법인 쌍극유도법을 사용한다. 쌍극유도법은 심전도나 교류 장애로 인하여 광범위하게 영향을 받는 아티팩트(artifact) 등이 혼입되기 힘든 이점도 가지고 있다.

[0037] 전두엽 부위에서 측정되는 뇌파는 베타(Beta)파, 알파(Alpha)파, 세타(Theta)파, 델타(Delta)파이다. 아래의 표1은 각 뇌파에 따른 주파수 값 및 의식 상태의 보다 상세한 예이다.

표 1

[0038]

뇌파종류	주파수	특징
베타파	13 - 30 Hz	"스트레스파"라고도 함. 불안, 긴장 등의 활동파.
알파파	8 - 13 Hz	심신이 안정을 취하고 있을 때의 뇌파. 사람 뇌파의 대표적인 성분으로, 뇌의 발달과 밀접한 관계가 있음.
세타파	4 - 8 Hz	"졸음파" 또는 "서파수면파"라고 불림. 잠에 빠져들 때 통과하는 뇌파.
델타파	0.2 - 4 Hz	"수면파"라고도 함. 수면 시 발생.

[0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 있어서, 뇌파를 이용한 불면증 확인 방법을 도시한 순서도이다.

[0040] 도 3을 참조하면, 불면증 측정을 위해서는 수면 전 각성 상태에서의 뇌파를 측정하고(S100) 수면 상태에서의 뇌파를 측정하여(S200) 각성 상태의 뇌파와 수면 상태의 뇌파를 비교함으로써 불면증을 측정할 수 있다(S300).

[0041] 전극으로부터 측정된 뇌파는 신호 전처리 과정(S310), 고속 푸리에 변환 과정(S320), 형태 추출 과정(S330), 신호 분류 과정(S340)을 통하여 정제되어야만 분석이 가능하다. 다양한 전처리 과정이 존재하나 본 발명에서 사용된 전처리 과정만을 후술하고자 한다.

[0042] 1. 신호 전처리 과정(S310): 전극의 부착 위치를 고려하여 피검자의 전두엽과 후두엽에서 발생한 전압 신호를 전처리 할 수 있다. 일 예로, ICA(Independent Component Analysis) 알고리즘을 이용한 독립성분분석을 통하여 채널간의 혼합된 성분을 독립적으로 분리할 수 있다. 이때, 전력 노이즈를 제거하기 위한 노치 필터링(Notch Filtering)과, 뇌파에 해당되는 주파수 이상의 성분을 제거하기 위한 대역 통과 필터링(Band Pass Filtering)을 이용할 수 있다.

[0043] 2. 고속 푸리에 변환 과정(S320): 시간과 진폭이 연속인 아날로그 형태의 신호를 분석 가능한 디지털 신호로 변경하기 위하여 FFT(Fast Fourier Transform) 방법을 이용하여 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 변환함으로써 신호의 주파수 성분들을 확인할 수 있다.

[0044] 3. 형태 추출 과정(S330): 분리된 신호를 토대로 형태 추출 과정을 통하여 신호를 분류할 때 인식률을 높이기 위해 파워 스펙트럼(power spectrum)을 이용하여 EEG(electroencephalogram) 측정 장치로부터 들어온 뇌파 데이터의 정보를 변환할 수 있다.

[0045] 4. 신호 분류 과정(S340): 변환된 뇌파 데이터의 정보는 각각의 뇌파 데이터가 어떤 집단에 속하는지를 분류하기 위해 다층 신경 회로망 알고리즘 등을 통하여 다시 분류될 수 있다. 즉, 뇌파 신호는 주파수에 따라

알파파, 베타파, 델타파, 세타파 등으로 나뉠 수 있다.

[0046] 위 과정은 실제 측정된 로우 데이터(raw data)를 사용자가 이해하고 활용할 수 있는 어플리케이션 단계로 이어주는 역할을 한다.

[0047] EEG 측정 장치로부터 신호를 추출하여 볼트(volt)로 나온 데이터를 FFT변환을 실시하여 주파수 대역의 빈도를 구하는 파워 스펙트럼을 얻는다. EEG 장비에서 측정된 전압(V) 신호를 바탕으로 FFT는 뇌파 신호를 주파수 성분으로 분해하는 알고리즘으로써 세상의 신호는 정현파로 분리가 가능하다는 이론으로 이 알고리즘을 통하여 EEG 측정 장치로부터 나오는 전압 신호를 주파수 대역의 빈도로 나타낼 수 있다.

[0048] 각성 상태에서는 알파 리듬(8~13 Hz), 베타 리듬(13~30 Hz), 델타 리듬(0.2~4 Hz), 세타(4~8 Hz) 리듬이 전부 활성화되지만, 수면 상태에서는 알파 리듬과 베타 리듬의 주파수가 낮아지는 반면 반대로 델타 리듬과 세타 리듬의 주파수는 높아지는 경향이 있다. 또한, 대뇌 피질에서 나온 뇌파가 비교적 낮은 전압(20~100㎶)의 3~7 Hz의 범위를 갖게 되고 낮은 전압의 알파파가 에픽(epoch) 당 50% 이하로 떨어지고 비교적 낮은 전압의 혼합 주파수로 바뀌게 된다.

[0049] [관계식 1]

[0050] 각성 상태의 알파파의 주파수 > 수면 상태의 알파파의 주파수

[0051] 각성 상태의 델타파의 주파수 < 수면 상태의 델타파의 주파수

[0052] [수학식 1]

[0053] 수면 상태의 수학식:

[0054] (각성 상태의 알파파의 주파수 - 수면 상태의 알파파의 주파수) / (각성 상태의 델타파의 주파수 - 수면 상태의 델타파의 주파수) < 0

[0055] 렘 수면은 반드시 비렘 수면 단계를 거친 후에 발생하며 수면 주기에서 가장 마지막 단계에 위치해 있다. 90분 중에 20분 정도 지속되어 8시간 정도 잘 경우 대략 4~5회 발생하고, 뇌는 얕은 수면 상태이지만 몸은 가장 깊은 수면 상태이다. 그러므로 불면증의 가장 중요한 척도로 렘 수면 단계라 정의할 수 있고 이러한 관계를 통해 불면증 지표를 도출할 수 있다. EEG주파수는 수면 3기와 수면 4기에서 델타파의 비중이 높지만 렘 수면에서는 델타파의 비중이 낮아지고 빠른 안구의 움직임으로 인해 알파파의 비중이 높아진다.

[0056] [수학식 2]

[0057] 불면증 지수 = power ratio of (전체 수면 시간(total sleep time) / 1회 수면 싸이클 타임(one sleep cycle time))

[0058] 수면 상태 시에 각성 상태 조건은 알파 리듬과 세타 리듬 중 어느 하나가 갑작스럽게 16 Hz 이상의 빈도를 가지는 파형으로 변하고 3초 이상 지속되는 경우에 해당된다.

[0059] 5. 불면증 확인 과정(S350): 상기한 수학식 1과 수학식 2, 그리고 각성 상태 조건을 고려하여 불면증을 확인할 수 있다. 불면증 지수가 3 이하라면 수면 시간 동안 완전히 근육을 이완시켜 스트레스를 풀지 못한 것이다. 또한, 불면증 지수가 6 초과라면 기면증 증세가 있는 것이라 도출할 수 있다.

[0060] 본 실시예에서는 수면 시 불면증이 있는지 검사하기 위해 뇌파 측정 장치로부터 신호를 받아 전압 신호를 DSP(Digital Signal Processing)의 한 부분으로 FFT를 통하여 주파수 대역으로 분석하고 파워 스펙트럼을 구해 주파수 대역 별 발생 빈도를 전달하여 실시간으로 나오는 뇌파를 바로 활용할 수 있도록 제공한다.

[0061] 본 발명의 실시예에 따르면, 수면 시에 두피에서 발생하는 EEG 신호를 측정한 후 두뇌 활동과 관련된 지표와 수면과 관련된 파형을 비교하여 불면증 정도를 사용자에게 제시할 수 있다. 활동 뇌파 신호를 측정하기 위하여 전두엽 부위에, 수면 뇌파 신호를 측정하기 위하여 후두엽 부위에 전극을 부착하고 뇌파신호를 취득하여 계측 증폭 및 필터링을 할 수 있다. 이때, 계측된 EEG 신호로부터 특정 주파수 대역 및 스펙트럼을 분석하기 위해서 FFT 처리를 할 수 있으며, 이를 통해 알파파, 베타파, 세타파, 델타파의 주파수 영역으로 분류한 후 불면증 추출 알고리즘을 적용하여 불면증 지표를 추출할 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 불면증 확인 방법은 상기에서 도 1 내지 도 3을 통해 설명한 상세 내용을 바탕으로 보다 단축된 동작들 또는 추가의 동작들을 포함할 수 있다. 또한, 둘 이상의 동작이 조합될 수 있고, 동작들의 순서나 위치

가 변경될 수 있다.

[0063] 본 발명의 실시예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 시스템을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령(instruction) 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 특히, 본 실시예에서는 피검자의 대뇌피질에서 측정된 뇌파 데이터를 전처리를 통해 정제하는 단계; 정제된 뇌파 데이터를 고속 푸리에 변환을 통해 주파수 성분으로 변환하는 단계; 변환된 주파수 성분에서 뇌파 데이터의 특징 정보를 추출하는 단계; 특징 정보에 따라 뇌파 데이터를 복수의 주파수 영역으로 분류하는 단계; 및 분류된 데이터를 이용하여 피검자의 수면 상태를 판단함으로써 불면증 정도를 확인하는 단계를 포함하는 프로그램이 기록되는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.

[0064] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 뇌파를 이용한 불면증 확인 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이다. 도 4에 도시한 바와 같이, 일 실시예에 따른 불면증 확인 시스템은 전처리부(410), 변환부(420), 추출부(430), 분류부(440), 확인부(450)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0065] 전처리부(410)는 ICA(Independent Component Analysis) 알고리즘을 이용한 독립성분분석을 통하여 채널간의 혼합된 성분을 독립적으로 분리할 수 있다. 일 예로, 전력 노이즈를 제거하기 위한 노치 필터링(Notch Filtering)과, 뇌파에 해당되는 주파수 이상의 성분을 제거하기 위한 대역 통과 필터링(Band Pass Filtering)을 이용할 수 있다.

[0066] 변환부(420)는 시간과 진폭이 연속인 아날로그 형태의 신호를 분석 가능한 디지털 신호로 변경하기 위하여 FFT(Fast Fourier Transform) 방법을 이용하여 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 변환함으로써 신호의 주파수 성분들을 확인할 수 있다.

[0067] 추출부(430)는 분리된 신호를 토대로 형태 추출 과정을 통하여 신호를 분류할 때 인식률을 높이기 위해 파워 스펙트럼(power spectrum)을 이용하여 EEG(electroencephalogram) 측정 장치로부터 들어온 뇌파 데이터의 정보를 변환할 수 있다.

[0068] 분류부(440)는 변환된 뇌파 데이터의 정보는 각각의 뇌파 데이터가 어떤 집단에 속하는지를 분류하기 위해 다층 신경 회로망 알고리즘 등을 통하여 다시 분류될 수 있다. 본 실시예에서는 측정된 뇌파 신호를 알파파, 베타파, 세타파, 델타파의 주파수 영역으로 분류한 후 불면증 추출 알고리즘을 적용하여 불면증 지표를 추출할 수 있다.

[0069] 확인부(450)는 분류된 데이터에 불면증 지수를 대입함으로써(수학식 1과 수학식 2, 그리고 각성 상태 조건을 적용) 불면증 정도를 확인할 수 있다. 불면증 지수가 3 이하라면 수면 시간 동안 완전히 근육을 이완시켜 스트레스를 풀지 못한 것이다. 또한, 불면증 지수가 6 초과라면 기면증 증세가 있는 것이라 도출할 수 있다.

[0070] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 수면 상태에서 EEG 신호를 실시간으로 획득, 처리 하여 과학적 근거를 토대로 불면증 증세를 정확하게 진단할 수 있다.

[0071] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0072] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로,

또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0073] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0074] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0075] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0076] 410: 전처리부

420: 변환부

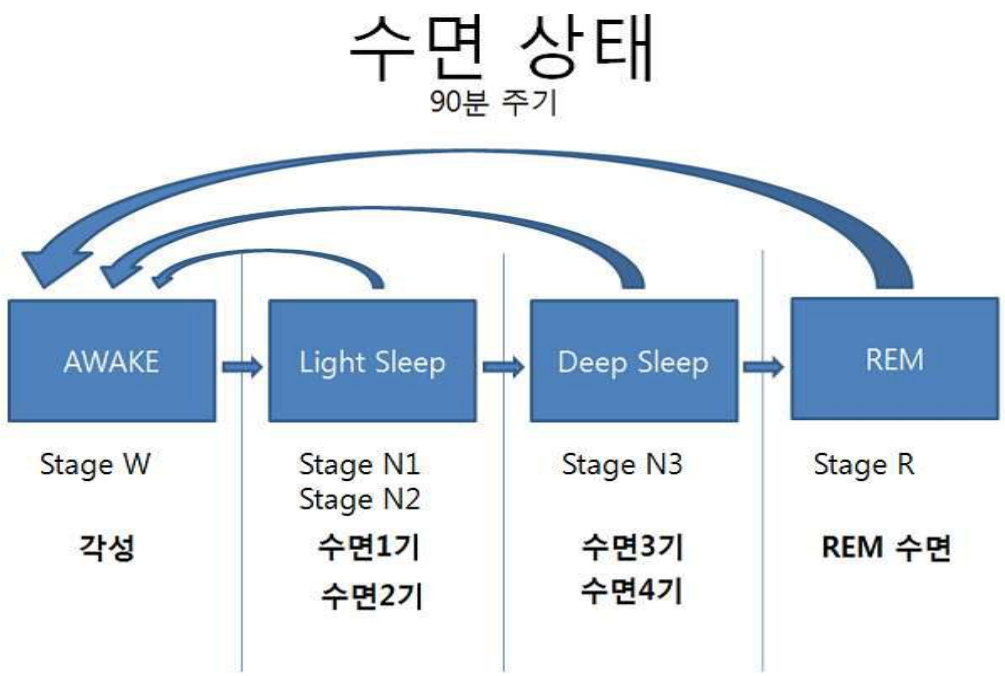
430: 추출부

440: 분류부

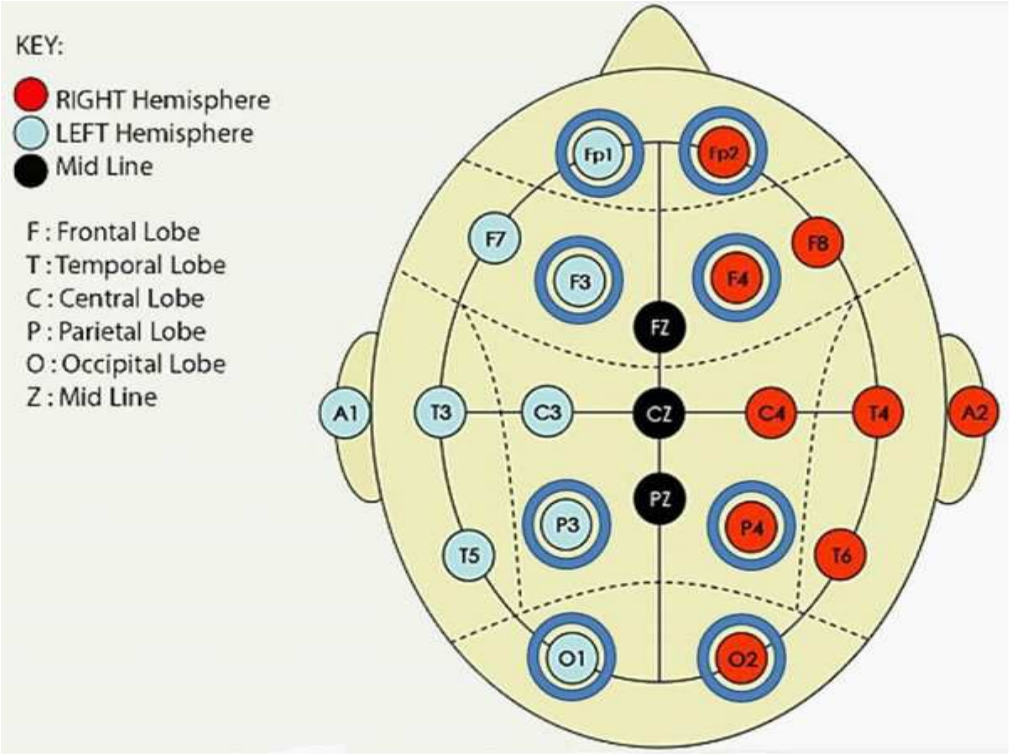
450: 확인부

도면

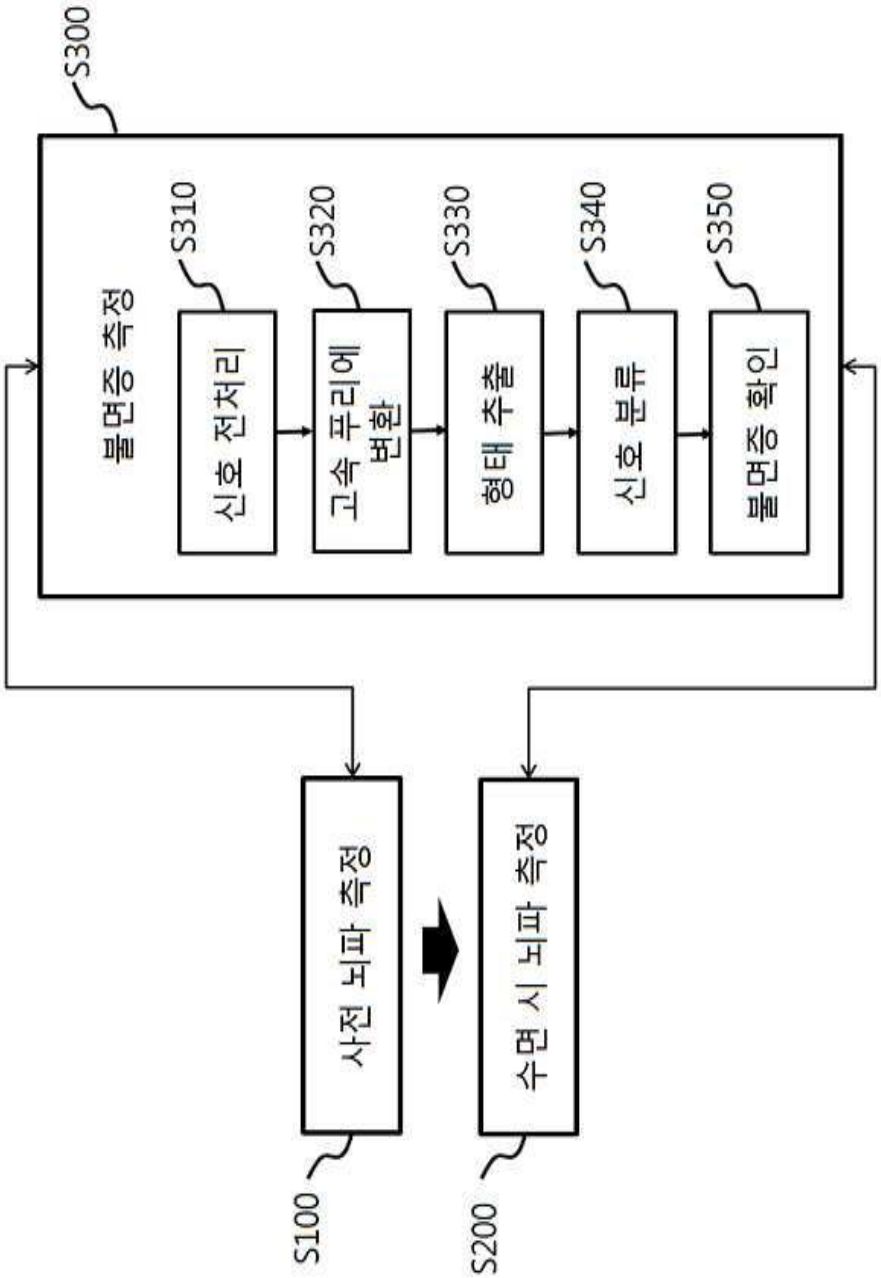
도면1


수면 상태
90분 주기
AWAKE
Light Sleep
Deep Sleep
REM
Stage W
각성
Stage N1
Stage N2
수면1기
수면2기
Stage N3
수면3기
수면4기
Stage R
REM 수면

도면2


KEY:
RIGHT Hemisphere
LEFT Hemisphere
Mid Line
F : Frontal Lobe
T : Temporal Lobe
C : Central Lobe
P : Parietal Lobe
O : Occipital Lobe
Z : Mid Line
Fp1
Fp2
F7
F3
F4
F8
FZ
A1
T3
C3
CZ
C4
T4
A2
PZ
P3
P4
T5
T6
O1
O2

도면3


S300
불면증 측정
S310
신호 전처리
S320
고속 푸리에 변환
S330
형태 추출
S340
신호 분류
S350
불면증 확인
사전 뇌파 측정
수면 시 뇌파 측정
S100
S200

도면4

