



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월14일
(11) 등록번호 10-1918846
(24) 등록일자 2018년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/0402 (2006.01)
A61B 5/0476 (2006.01) G01R 23/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4809 (2013.01)
A61B 5/0402 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0050874
(22) 출원일자 2017년04월20일
심사청구일자 2017년05월24일
(65) 공개번호 10-2018-0117845
(43) 공개일자 2018년10월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2013121489 A*
KR1020080025673 A*
KR1020120012364 A
JP2010162341 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
전자부품연구원
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)
(72) 발명자
조영창
경기도 용인시 수지구 현암로125번길 11, 721동 804호
홍혁기
경기도 용인시 수지구 대지로 77, 103동 303호
(74) 대리인
남충우

전체 청구항 수 : 총 11 항

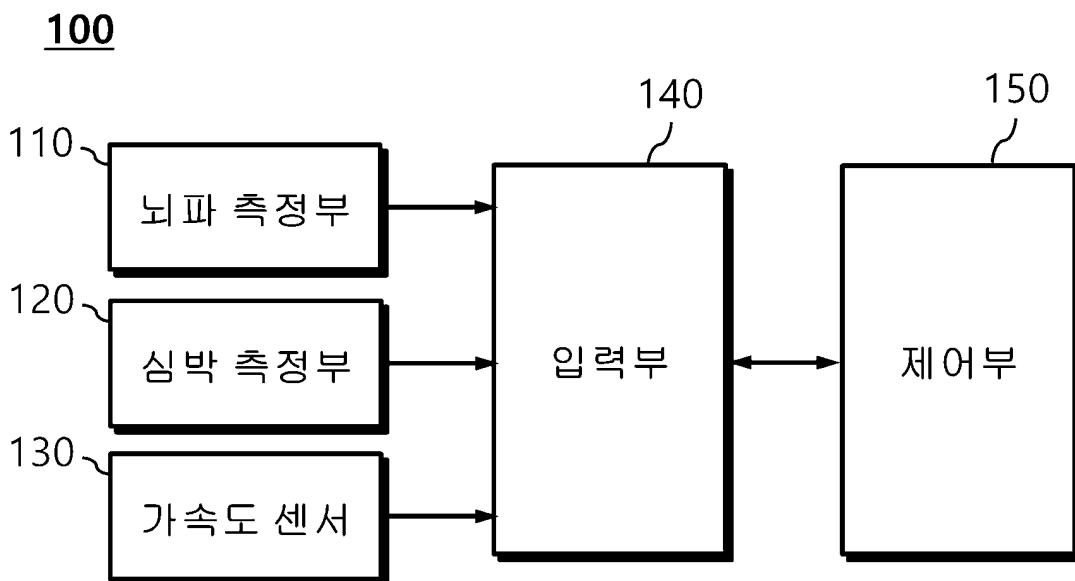
심사관 : 이봉수

(54) 발명의 명칭 **패치형 뇌파 측정 장치를 응용한 수면상태 판단장치 및 방법**

(57) 요약

수면상태 판단장치, 수면상태 판단방법 및 기록매체가 제공된다. 본 수면상태 판단장치는, 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정할 수 있게 되어, 소형화된 장치를 이용하여 더욱 정확하게 사용자의 수면상태를 모니터링할 수 있게 된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- A61B 5/0476 (2013.01)
- A61B 5/7235 (2013.01)
- A61B 5/7271 (2013.01)
- G01R 23/00 (2013.01)
- A61B 2562/0219 (2013.01)

정석원

경기도 오산시 동부대로 332-14, 113동 602호

(72) 발명자

최연식

서울특별시 서초구 신반포로33길 15, 101동 905호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415146881
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템산업핵심기술개발
연구과제명	급/만성 뇌질환/심혈관질환자 모니터링용 인체친화형 스마트 패치 및 재택 건강관리 서비스
스 솔루션 개발	
기 여 율	1/1
주관기관	(주)씨어스테크놀로지
연구기간	2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 뇌파 정보를 입력받는 입력부;

사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 제어부;를 포함하고,

제어부는,

뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정하며, 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

제어부는,

입력된 뇌파 정보에 최적 주파수밴드별 가중치를 적용하여 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도가 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도에 특정 마진값을 곱한 값보다 큰 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

입력부는,

사용자의 심박 정보 및 가속도 정보를 더 입력받고,

제어부는,

심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

제어부는,

뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 모두가 수면상태인 것으로 판단된 경우, 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

제어부는,

사용자의 수면 상태 중의 심박 정보의 평균 심박수를 나타내는 수면 평균 심박수를 산출하고, 입력된 심박 정보의 심박수를 나타내는 입력 심박수를 산출하며, 입력 심박수가 수면 평균 심박수에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 심박 기반 판단정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

제어부는,

사용자의 수면 상태 중의 가속도 정보의 평균 가속도를 나타내는 수면 평균 가속도를 산출하고, 입력된 가속도 정보의 가속도값을 나타내는 입력 가속도를 산출하며, 입력 가속도가 수면 평균 가속도에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 가속도 기반 판단정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

사용자의 왼쪽 전두극 또는 오른쪽 전두극에 부착되는 단채널 뇌파패치를 통해 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파 측정부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 9

사용자의 뇌파 정보를 입력받는 입력부;

사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 제어부;를 포함하고,

제어부는,

뇌파 정보의 저주파 영역의 세기가 고주파 영역의 세기보다 높은 경우 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 정보의 주파수별 세기가 고른 경우 각성상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

청구항 10

사용자의 뇌파 정보를 입력받는 단계;

사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계;

사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계;

수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 및

산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 단계;를 포함하고,

뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정하며, 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단방법.

청구항 11

사용자의 뇌파 정보를 입력받는 단계;

사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계;

사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계;

수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 및

산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 단계;를 포함하고,

뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정하며, 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정하는 단계;를 더 포함하는 수면상태 판단방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 수록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 12

사용자의 뇌파 정보, 심박 정보 및 가속도 정보를 입력받는 입력부;

뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 제어부;를 포함하고,

제어부는,

뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴

드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정하며, 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정하는 것을 특징으로 하는 수면상태 판단장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 수면상태 판단장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 머리카락 간섭없이 간편하게 뇌파를 측정할 수 있는 이마 전두극에 부착하여 사용자의 수면상태나 각성상태를 모니터링할 수 있는 패치형 뇌파 측정장치를 응용한 수면상태 판단장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 교통사고의 발생 건에서 졸음운전이 교통사고 전체에 차지하는 비율은 일반 도로에서는 10~20%이고, 고속도로에서는 20~30%에 달한다. 일반적으로 운전자는 졸음운전을 방지하기 위하여 자동차를 정지시킨 후 운전자가 휴식을 취하였다. 그러나 시간상 운전자가 휴식을 취하기 어려울 경우, 졸음을 느끼면서도 계속 자동차를 운행하는 경우가 대부분이었다. 즉, 순간적으로 운전자가 졸 경우, 운전자의 시야가 확보되지 않아 졸음운전이 교통사고로 이어진다는 문제점이 있었다. 또한, 운전자 자신이 피로한 정도를 판단할 수 없기 때문에 피곤한 정도에 따라 신체에 가해야 하는 자극의 세기를 가늠할 수 없었다.

[0004] 따라서, 운전 중에 운전자가 졸음이 오면 자동차의 창문을 열어 외부 공기를 쐬거나 잠개는 약 등을 섭취함으로써 졸음운전을 피하려는 방법들 역시 운전자가 스스로 졸음운전 상태를 인지하지 못할 경우에는 수행할 수 없었다. 이로 인하여 졸음운전 상태가 지속될 수밖에 없었고, 이로 인하여 졸음운전을 하는 운전자 본인 뿐만 아니라, 타 운전자 및 보행자 등의 안전에도 위협을 가한다는 문제점이 있으므로, 수면상태 판단장치의 필요성이 대두되고 있다.

[0005] 도 1은 종래의 뇌파 측정 장치를 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 일반적인 뇌파 측정 장치는 수십채널 이상의 유선 뇌파계를 사용자의 머리에 부착하여 뇌파 신호를 측정해야 하기 때문에 사용방법이 복잡하여, 일반 사용자를 대상으로 하는 수면상태 판단장치를 만드는데 한계가 있었다.

[0006] 이에 따라, 좀 더 간편하고 정확한 사용자의 수면상태 판단장치를 제공하기 위한 방안의 모색이 요청된다.

선행기술문헌

특허문헌

- (특허문헌 0001) 1. 등록특허공보 제10-1476533호 (2014.12.30.)
- (특허문헌 0002) 2. 일본 공개특허공보 특개2013-121489호(2013.06.20.)
- (특허문헌 0003) 3. 공개특허공보 제10-2008-0025673호(2008.03.21.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 수면상태 판단장치, 수면상태 판단방법 및 기록매체를 제공함에 있다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은, 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박

정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 수면상태 판단장치, 수면상태 판단방법 및 기록매체를 제공함에 있다.

[0010]

과제의 해결 수단

[0011]

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치는, 사용자의 뇌파 정보를 입력받는 입력부; 및 사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 제어부;를 포함한다.

[0012]

그리고, 제어부는, 뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정하며, 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정할 수도 있다.

[0013]

또한, 제어부는, 입력된 뇌파 정보에 최적 주파수밴드별 가중치를 적용하여 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도가 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도에 특정 마진값을 곱한 값보다 큰 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.

[0014]

그리고, 입력부는, 사용자의 심박 정보 및 가속도 정보를 더 입력받고, 제어부는, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정할 수도 있다.

[0015]

또한, 제어부는, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 모두가 수면상태인 것으로 판단된 경우, 사용자가 수면상태인 것으로 결정할 수도 있다.

[0016]

그리고, 제어부는, 사용자의 수면 상태 중의 심박 정보의 평균 심박수를 나타내는 수면 평균 심박수를 산출하고, 입력된 심박 정보의 심박수를 나타내는 입력 심박수를 산출하며, 입력 심박수가 수면 평균 심박수에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 심박 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.

[0017]

또한, 제어부는, 사용자의 수면 상태 중의 가속도 정보의 평균 가속도를 나타내는 수면 평균 가속도를 산출하고, 입력된 가속도 정보의 가속도값을 나타내는 입력 가속도를 산출하며, 입력 가속도가 수면 평균 가속도에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 가속도 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.

[0018]

그리고, 사용자의 왼쪽 전두극 또는 오른쪽 전두극에 부착되는 단채널 뇌파패치를 통해 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파 측정부;를 더 포함할 수도 있다.

[0019]

또한, 제어부는, 뇌파 정보의 저주파 영역의 세기가 고주파 영역의 세기보다 높은 경우 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 정보의 주파수별 세기가 고른 경우 각성상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.

[0020]

한편, 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단방법은, 사용자의 뇌파 정보를 입력받는 단계; 사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최

적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 및 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 단계;를 포함한다.

[0021] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는, 사용자의 뇌파 정보를 입력받는 단계; 사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 단계; 및 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 수면상태 판단방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 수록된다.

[0022] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치는, 사용자의 뇌파 정보, 심박 정보 및 가속도 정보를 입력받는 입력부; 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 제어부;를 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하는 수면상태 판단장치, 수면상태 판단방법 및 기록매체를 제공할 수 있고, 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하는 수면상태 판단장치, 수면상태 판단방법 및 기록매체를 제공할 수 있게 되어, 소형화된 장치를 이용하여 더욱 정확하게 사용자의 수면상태를 모니터링할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래의 뇌파 측정 장치를 도시한 도면,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치의 구성을 도시한 블럭도,
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치의 실제 구성의 일 예를 도시한 도면,
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파 패치의 단면을 도시한 단면도,
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 사용자가 각성상태일 때의 뇌파에 대한 고속푸리에변환(FFT) 차트를 도시한 그래프,
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 사용자가 수면상태일 때의 뇌파에 대한 고속푸리에변환(FFT) 차트를 도시한 그래프,
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파 정보를 4개의 주파수 밴드로 구분하여 가중치를 적용하는 과정을 도시한 도면,
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 뇌파에 대한 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 심박에 대한 각성 평균 심박수를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 가속도에 대한 각성 평균 가속도를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 뇌파에 대한 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 과정을 도시한 도면,
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 심박에 대한 수면 평균 심박수를 산출하는 과정을 도시한 도면,

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 가속도에 대한 수면 평균 가속도를 산출하는 과정을 도시한 도면,

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 뇌파 기반 수면상태 판단 과정을 도면,

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 심박 기반 수면상태 판단 과정을 도면,

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 가속도 기반 수면상태 판단 과정을 도면,

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파, 심박 및 가속도를 이용하여 사용자의 수면상태를 최종 판단하는 과정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치(100)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0029] 도 2에 도시된 바와 같이, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 측정부(110), 심박 측정부(120), 가속도 센서(130), 입력부(140), 및 제어부(150)를 포함한다. 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 측정 뿐만 아니라, 심박수 및 가속도 까지 측정하여 사용자의 수면상태 또는 각성상태 판단에 이용함으로써, 수면상태 판단의 정확도를 더 높일 수 있게 된다. 여기에서, 수면상태는 사용자가 자신의 의지에 따라 판단 및 행동할 수 없는 상태를 나타내는 것으로, 수면중인 상태 뿐만 아니라 졸음이 온 상태 또는 눈감음 상태도 포함한다. 그리고, 각성상태는 사용자가 자신의 의지에 따라 판단 및 행동할 수 있는 상태를 나타내는 것으로, 사용자가 깨어있는 상태 또는 눈뜬 상태를 나타낸다.
- [0030] 뇌파 측정부(110)는 사용자의 머리에 부착되어 뇌파를 측정하고, 측정된 뇌파 정보를 입력부(140)로 유선 또는 무선 통신을 통해 전달한다. 뇌파 측정부(110)는 사용자의 왼쪽 전두극(FP : Frontal Pole) 또는 오른쪽 전두극에 부착되어 뇌파를 측정하는 단채널 뇌파패치를 포함한다. 또한, 뇌파 측정부(110)는 컷볼에 부착되어 뇌파를 측정하는 단채널 뇌파패치를 포함할 수도 있음은 물론이다.
- [0031] 소형의 단채널 전두극 뇌파패치는 사용자가 자가 측정이 가능하므로 사용자가 운전시에 수면상태인지 각성상태인지 여부를 모니터링하는데 이용될 수 있다. 본 뇌파패치는 수면/각성상태 모니터링 외에도 간질과 분석, 학습 집중도 분석 등 다양한 분야에 용이하게 응용이 가능함은 물론이다. 단채널 전두극 뇌파패치를 이용하면, 수면상태 판단장치(100)는 측정된 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면상태인 졸음/눈감음/눈뜬 상태 등을 판단할 수 있게 된다.
- [0032] 뇌파 측정부(110)에 포함된 뇌파 패치의 구조는 도 4에 도시되어 있다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파 패치의 단면을 도시한 단면도이다.
- [0033] 도 4에 도시된 뇌파 패치의 단면 구조에 따르면, 뇌파 측정부(110)의 뇌파 패치는 하드 인쇄회로기판(PCB) 상에 뇌파 측정 회로 모듈이 배치되어 있고, 그 주변에는 플렉서블 인쇄회로기판(PCB) 연결부가 배치되어 있으며, 일회용 탈부착 전극을 부착할 수 있는 일회용 전극패드 체결부가 포함되어 있다. 플렉서블 인쇄회로기판(PCB) 연결부는 굴곡이 생기거나 접힐 수 있는 부분이며 사용자의 이마 곡면부에 부착성을 향상시키기 위해 배치된다. 이와 같은 구조의 뇌파 패치가 뇌파 측정부(110)에 포함될 수 있다. 하지만, 도 4의 구조와 같은 뇌파 패치 외에도 다양한 구조의 뇌파 패치가 뇌파 측정부(110)에 포함될 수 있음은 물론이다.
- [0034] 뇌파 측정부(110)는 하나의 단채널 뇌파패치만을 포함하므로, 사용자는 매우 쉽게 뇌파 패치를 자신의 전두극이나 컷볼에 부착하여 쉽게 뇌파를 측정할 수 있게 된다.
- [0035] 심박 측정부(120)는 심박센서를 포함하며 사용자의 신체 부위에 부착되어 사용자의 심박 정보를 측정한다. 예를 들어, 심박 측정부(120)는 사용자의 가슴부위에 부착되어 심박수를 측정할 수도 있고, 전두극에 부착되어 전두극 동맥의 심박수를 측정할 수도 있으며, 그외에 다양한 신체부위에 부착되어 사용자의 심박수를 측정할 수 있다. 그리고, 심박 측정부(120)는 측정된 심박 정보를 입력부(140)로 유선 또는 무선 통신을 통해 전달한다.
- [0036] 가속도 센서(130)는 사용자의 움직임을 가속도 값으로 측정하는 센서이다. 가속도 센서(130)는 다양한 종류가 적용될 수 있으며, 예를 들어, 검출 방식에 따라 관성식 가속도 센서, 자이로식 가속도 센서, 실리콘반도체식 가속도 센서 등이 적용될 수 있다. 가속도 센서(130)는 독립된 센서로 구현될 수도 있고 사용자의 휴대폰과 같은 사용자 장치에 포함된 가속도 센서가 이용될 수도 있음은 물론이다. 그리고, 가속도 센서(130)는 측정된 가

속도 정보를 입력부(140)로 유선 또는 무선 통신을 통해 전달한다.

- [0037] 입력부(140)는 뇌파 측정부(110), 심박 측정부(120) 및 가속도 센서(130)로부터 사용자의 뇌파 정보, 심박 정보 및 가속도 정보 중 적어도 하나를 입력받는다. 입력부(140)는 유선 또는 무선 통신을 통해 뇌파 정보, 심박 정보 및 가속도 정보를 입력 받으며, 예를 들어 무선 통신의 경우 와이파이나 블루투스가 이용될 수도 있다. 그리고, 입력부(140)는 입력된 뇌파 정보, 심박 정보 및 가속도 정보를 제어부(150)로 전달한다.
- [0038] 제어부(150)는 수면상태 판단장치(100)의 전반적인 동작을 제어한다. 그리고, 제어부(150)는 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 뇌파 기반 판단정보, 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 심박 기반 판단정보, 및 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 가속도 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정한다.
- [0039] 여기에서, 뇌파 기반 판단정보는 뇌파 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 정보를 나타내는 것으로, 수면상태 또는 각성상태가 될 수 있다. 사용자가 각성상태일 때와 수면상태일 때는 뇌파의 주파수 분포가 차이가 있으며, 이에 대해서는 도 5 및 도 6에 도시되어 있다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 사용자가 각성상태일 때의 뇌파에 대한 고속푸리에변환(FFT) 차트를 도시한 그래프이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 사용자가 수면상태일 때의 뇌파에 대한 고속푸리에변환(FFT) 차트를 도시한 그래프이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 사용자가 각성상태일 경우 뇌파 정보의 저주파 영역의 세기가 고주파 영역의 세기보다 높은 것을 확인할 수 있다. 그리고, 도 6에 도시된 바와 같이, 사용자가 각성상태인 경우 뇌파 정보의 주파수별 세기가 고른 것을 확인할 수 있다. 따라서, 제어부(150)는 뇌파 정보의 저주파 영역의 세기가 고주파 영역의 세기보다 높은 경우 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하고, 뇌파 정보의 주파수별 세기가 고른 경우 각성상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하게 된다.
- [0040] 그리고, 심박 기반 판단정보는 사용자의 심장 박동수에 대한 정보인 심박 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 정보를 나타내며, 주로 심박수가 평소보다 낮을 경우 수면상태가 되고 심박수가 평소와 같거나 평소보다 높을 경우 각성상태가 된다.
- [0041] 또한, 가속도 기반 판단정보는 사용자의 움직임을 나타내는 정보인 가속도 정보를 이용하여 사용자의 수면 여부를 판단한 정보를 나타내며, 주로 가속도가 특정값 이하일 경우 수면상태가 되고 가속도가 특정값을 초과하는 경우 각성상태가 된다.
- [0042] 제어부(150)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 모두가 수면상태인 것으로 판단된 경우, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정할 수 있다. 하지만, 그외에도, 제어부(150)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 두가지 판단정보만 수면상태인 것으로 판단된 경우에도, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있고, 제어부(150)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 하나의 판단정보만 수면상태인 것으로 판단된 경우에도, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있다. 또한, 제어부(150)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 특정 조합의 두가지 판단정보가 수면상태인 것으로 판단된 경우(예를 들어, 뇌파 기반 판단정보와 심박 기반 판단정보, 또는 뇌파 기반 판단정보와 가속도 기반 판단정보)에 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있음은 물론이다.
- [0043] 한편, 제어부(150)는 사용자의 수면 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도(PSD : Power Spectrum Density)를 나타내는 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 사용자의 각성 상태 중의 뇌파 정보의 평균 파워스펙트럼밀도를 나타내는 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 수면 평균 파워스펙트럼밀도에 복수의 가중치를 적용하여 각성 평균 파워스펙트럼밀도와 비교함으로써 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출할 수도 있다. 그리고, 제어부(150)는 산출된 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 이용하여 사용자의 수면상태 여부를 판단하게 된다.
- [0044] 여기에서, 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도는 사용자가 수면상태일 때의 최적의 평균 파워스펙트럼밀도 값을 나타낸다. 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도는 사용자마다 다른값이 될 수 있다.
- [0045] 구체적으로, 제어부(150)는 뇌파 정보를 복수개의 주파수밴드로 구분하여 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 주파수밴드별 수면 평균 파워스펙트럼밀도 각각에 개별적으로 가중치를 적용하여 더함으로써 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하며, 복수개의 주파수밴드별 가중치 조합을 적용하여 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 산출된 복수개의 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀

도 중 각성 평균 파워스펙트럼밀도와의 차이값이 가장 큰 가중치 적용 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도인 것으로 결정할 수 있다. 그리고, 제어부(150)는 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는데 이용된 주파수밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치인 것으로 결정하게 된다.

[0046] 그리고, 제어부(150)는 입력된 뇌파 정보에 최적 주파수밴드별 가중치를 적용하여 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도를 산출하고, 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도가 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도에 특정 마진값을 곱한 값보다 큰 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성하게 된다.

[0047] 이와 같은 제어부(150)의 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하는 과정은 도 7을 참고하여 더욱 상세히 설명한다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파 정보를 4개의 주파수 밴드로 구분하여 가중치를 적용하는 과정을 도시한 도면이다.

[0048] 도 7에 도시된 바와 같이, 제어부(150)는 입력된 뇌파 정보에 대해 고속푸리에변환(FFT)을 적용하여, 뇌파신호를 주파수 밴드 별로 band1(0.5~3.5Hz), band2(4~7Hz), band3(8~14Hz), band4(14~30Hz)의 4단계로 구분한다.

[0049] 그러면, 사용자가 각성상태일 경우, 뇌파 신호는 band 1~4까지 범위의 신호가 고루 관찰된다. 반면, 사용자가 수면상태일 경우, 뇌파 신호는 band1, band2의 신호가 band3, band4 대비 상대적인 세기가 급속히 증가하게 된다. 이와 같은 사용자의 각성/수면 상태별 신호 경향은 도 5 및 도 6에 도시된 바 있다.

[0050] 이와 같은 뇌파 신호의 경향을 이용하여, band1 또는 band2의 신호에 대한 가중치(weighting)를 높이면, 수면상태일때의 뇌파 정보에 대한 평균파워스펙트럼밀도(PSD)는 각성 상태의 평균파워스펙트럼밀도와의 차이가 더 극명해지게 된다. 따라서, 입력된 뇌파정보에 대한 평균파워스펙트럼밀도에 주파수 밴드별 가중치를 적절히 적용하면, 수면상태인지 아니면 각성상태인지 여부를 더욱 명확히 확인할 수 있게 된다.

[0051] 구체적으로, 도 7에서 $\sum PSDi_j$ 는 N회 측정된 4개의 주파수밴드 파워스펙트럼밀도의 총합을 나타내고, 평균 파워스펙트럼밀도는 $(\sum PSDi_j)/N$ 로 구할 수 있다.

[0052] 구체적으로 각각의 측정횟수별 파워스펙트럼밀도는 아래와 같이 계산할 수 있다. 여기에서, PSD1은 주파수밴드 band1의 파워스펙트럼밀도, PSD2는 주파수밴드 band2의 파워스펙트럼밀도, PSD3은 주파수밴드 band3의 파워스펙트럼밀도, PSD4는 주파수밴드 band4의 파워스펙트럼밀도를 나타내며, A는 주파수밴드 band1의 가중치(Weighting), B는 주파수밴드 band2의 가중치, C는 주파수밴드 band3의 가중치, D는 주파수밴드 band4의 가중치를 나타낸다.

[0053] - 1회측정 : $PSD1*A + PSD2*B + PSD3*C + PSD4*D = \sum PSDi_1$

[0054] - 2회측정 : $PSD1*A + PSD2*B + PSD3*C + PSD4*D = \sum PSDi_2$

[0055] - N회측정 : $PSD1*A + PSD2*B + PSD3*C + PSD4*D = \sum PSDi_N$

[0056] 제어부(150)는 아래와 같은 과정을 통해 최적 주파수 밴드별 가중치를 구할 수 있다.

[0057] 1. 특정 사용자가 각성 상태 일때 측정된 뇌파의 각 주파수 밴드별 평균 파워스펙트럼밀도를 구하고, 모든 가중치를 1로 세팅하여 곱하여 전체 합계를 구한다.

[0058] 2. 위 측정을 동일 사용자의 각성 정도에 따른 변화값을 수용하기 위해 N회 반복측정한다.

[0059] 3. N회 반복된 각성상태에서의 $\sum PSDi_j_wake$ 값을 구하여 각성 평균파워스펙트럼밀도를 구한다.

[0060] 4. 동일 사용자의 졸음 상태에서의 측정된 뇌파의 각 주파수 밴드별 평균 파워스펙트럼밀도를 구하고, 모든 가중치를 1로 세팅하여 곱하여 전체 합계를 구한다.

[0061] 5. 위 측정을 동일 사용자의 졸음 정도에 따른 변화값을 수용하기 위해 N회 반복한다.

[0062] 6. N회 반복된 졸음상태에서의 $\sum PSDi_j_sleep$ 값을 구하여 수면 평균파워스펙트럼밀도를 구한다.

[0063] 7. 가중치 A~D의 값을, 총합이 4가 되고 각각 0.5~2.5 사이의 0.1단위의 크기로 가변되는 값이 적용되는 다양한 조합으로 반복 적용하여, 다양한 수면 평균파워스펙트럼밀도($\sum PSDi_j_sleep$ 평균값)와 각성 평균파워스펙트럼밀도($\sum PSDi_j_wake$ 의 평균값)를 산출한다. 예를 들어, 가중치 A~D의 조합은 (2.5, 0.5, 0.5, 0.5) 또는 (2.0, 1.0, 0.5, 0.5) 또는 (1.5, 1.5, 0.5, 0.5) 등이 될 수 있다. 그 중 수면 평균파워스펙트럼밀도($\sum PSDi_j_sleep$ 평균값)와 각성 평균파워스펙트럼밀도($\sum PSDi_j_wake$ 의 평균값)의 차이값이 최대가 되는 가중치

A-D값을 최적 주파수 밴드별 가중치로 결정한다.

- [0064] 또한, 제어부(150)는 사용자의 수면 상태 중의 심박 정보의 평균 심박수를 나타내는 수면 평균 심박수를 산출하고, 입력된 심박 정보의 심박수를 나타내는 입력 심박수를 산출하며, 입력 심박수가 수면 평균 심박수에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 심박 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.
- [0065] 그리고, 제어부(150)는 사용자의 수면 상태 중의 가속도 정보의 평균 가속도를 나타내는 수면 평균 가속도를 산출하고, 입력된 가속도 정보의 가속도값을 나타내는 입력 가속도를 산출하며, 입력 가속도가 수면 평균 가속도에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 가속도 기반 판단정보를 생성할 수도 있다.
- [0066] 그 후에, 제어부(150)는 생성된 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 적어도 하나가 수면상태인 것으로 판단된 경우 사용자가 수면상태인 것으로 결정하게 된다.
- [0067] 이와 같은 구성의 수면상태 판단장치(100)는 뇌파정보 뿐만 아니라, 심박 정보 및 가속도 정보도 이용하여 사용자의 수면상태를 판단하기 때문에, 소형화된 장치를 이용하여 더욱 정확하게 사용자의 수면상태를 모니터링할 수 있게 된다.
- [0068] 한편, 도 2에 기재된 수면상태 판단장치(100)는 그 자체로 물리적으로 독립된 장치로 구현될 수 있을 뿐만 아니라, 어떤 장치나 시스템의 일부로 포함되어 있는 형태로 구현될 수도 있으며, 스마트폰이나 컴퓨터나 서버 등에 설치된 프로그램 또는 프레임워크 또는 애플리케이션 등의 소프트웨어 형태로 구현될 수도 있음은 물론이다. 또한, 수면상태 판단장치(100)의 각 구성요소는 물리적 구성요소로 구현될 수도 있고 소프트웨어의 기능 형태의 구성요소로 구현될 수도 있다.
- [0069] 또한, 도 2의 뇌파 측정부(110), 심박 측정부(120) 및 가속도 센서(130)는 각각이 독립된 패키지 형태로 구현될 수도 있고, 어느 두가지가 하나의 패키지에 포함되는 형태로 구현될 수도 있으며, 세가지 모두 하나의 패키지에 포함되는 형태로 구현될 수도 있다.
- [0070] 뇌파 측정부(110), 심박 측정부(120) 및 가속도 센서(130)가 하나의 패키지에 포함되어 전두극에 부착되더라도, 전두극에 전두극동맥이 흐르기 때문에, 뇌파 뿐만 아니라 심박 및 가속도를 측정하는데 문제는 없으며, 하나의 패키지에 세가지가 모두 포함되어 있으면 사용자가 장착하기에도 편리하다는 장점이 있다.
- [0071] 그리고, 입력부(140) 및 제어부(150)는 스마트폰과 같은 하나의 독립된 장치에 구현되고, 뇌파 측정부(110), 심박 측정부(120) 및 가속도 센서(130)는 해당 독립된 장치와 유선 또는 무선으로 통신가능하게 연결되는 형태로 구현될 수도 있음은 물론이다.
- [0072] 이와 같은 구현의 일 예가 도 3에 도시되어 있다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면상태 판단장치의 실제 구성의 일 예를 도시한 도면이다.
- [0073] 도 3에 따르면, 뇌파측정부(110)가 왼쪽 전두극(Fp1), 오른쪽 전두극(Fp2) 및 컷볼 중 어느 하나에 연결될 수 있음을 확인할 수 있다. 또한, 뇌파측정부(110)는 뇌파앰프&필터링, 아날로그디지털컨버터(ADC), 마이크로컨트롤러(MCU), 무선통신모듈을 포함하는 것을 확인할 수 있다.
- [0074] 또한, 도 3의 경우, 심박 측정부(120)와 가속도 센서(130)는 하나의 심박 및 가속도 패키지(125)에 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 심박 및 가속도 패키지(125)는 뇌파앰프&필터링, 아날로그디지털컨버터(ADC), 마이크로컨트롤러(MCU), 무선통신모듈, 가속도센서를 포함하는 것을 확인할 수 있다.
- [0075] 그리고, 입력부(140) 및 제어부(150)는 스마트폰에 구현된 것을 확인할 수 있다.
- [0076] 이와 같이, 심박 측정부(120)와 가속도 센서(130)는 하나의 심박 및 가속도 패키지(125)에 포함되어 있기 때문에, 사용자는 수면상태 판단장치(100)를 이용하기 위해 2개의 패키지만 신체에 부착하면 된다. 또한, 스마트폰에서 수면상태 판단장치(100)의 기능을 수행하므로, 사용자가 더욱 쉽게 수면상태 판단장치(100)를 이용할 수 있게 된다.
- [0077] 이하에서는 도 8 내지 도 10을 참고하여, 수면상태 판단장치(100)가 사용자가 각성상태인 경우의 평균 파워스펙트럼밀도, 평균 심박수, 평균 가속도를 산출하는 과정에 대해 상세히 설명한다.
- [0078] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 뇌파에 대한 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 과

정을 도시한 도면이다.

- [0079] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 각성상태일때의 뇌파 측정을 시작한다(S210).
- [0080] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 측정부(110)로부터 사용자의 전두극의 뇌파정보를 입력받는다(S220). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 뇌파 정보의 뇌파신호를 로우패스필터, 노치필터, 이산 고속푸리에변환 처리한다(S230). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 서브밴드별 파워스펙트럼밀도의 평균값을 계산한다(S240). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 서브밴드별 파워스펙트럼밀도의 평균값을 모두 더해서 각성 파워스펙트럼밀도를 산출한다(S250).
- [0081] 수면상태 판단장치(100)는 S220단계 내지 S250단계를 총 N회 반복하고(S260), N회 측정하여 산출된 각성 파워스펙트럼밀도들의 평균인 각성 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하여 저장한다(S270).
- [0082] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 심박에 대한 각성 평균 심박수를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0083] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 각성상태일때의 심박 측정을 시작한다(S310).
- [0084] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 심박 측정부(120)로부터 사용자의 심박정보를 입력받는다(S320). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 심박 정보의 심박신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S330). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간동안 심박수를 반복측정한다(S340). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 각성 심박수를 산출한다(S350).
- [0085] 수면상태 판단장치(100)는 S320단계 내지 S350단계를 총 N회 반복하고(S360), N회 측정하여 산출된 각성 심박수들의 평균인 각성 평균 심박수를 산출하여 저장한다(S370).
- [0086] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른, 각성 상태에서의 가속도에 대한 각성 평균 가속도를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0087] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 각성상태일때의 가속도 측정을 시작한다(S410).
- [0088] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 가속도 센서(130)로부터 사용자의 가속도 정보를 입력받는다(S420). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 가속도 정보의 가속도신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S430). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간동안 가속도를 반복측정한다(S440). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 각성 가속도를 산출한다(S450).
- [0089] 수면상태 판단장치(100)는 S420단계 내지 S450단계를 총 N회 반복하고(S460), N회 측정하여 산출된 각성 가속도들의 평균인 각성 평균 가속도를 산출하여 저장한다(S470).
- [0090] 이와 같은 과정을 통해, 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 각성상태인 경우의 평균 파워스펙트럼밀도, 평균 심박수, 평균 가속도를 산출하게 된다.
- [0091] 이하에서는 도 11 내지 도 13을 참고하여, 수면상태 판단장치(100)가 사용자가 수면상태인 경우의 평균 파워스펙트럼밀도, 평균 심박수, 평균 가속도를 산출하는 과정에 대해 상세히 설명한다.
- [0092] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 뇌파에 대한 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0093] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 수면상태일때의 뇌파 측정을 시작한다(S510).
- [0094] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 측정부(110)로부터 사용자의 전두극의 뇌파정보를 입력받는다(S520). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 뇌파 정보의 뇌파신호를 로우패스필터, 노치필터, 이산 고속푸리에변환 처리한다(S530). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 서브밴드별 파워스펙트럼밀도의 평균값을 계산한다(S540). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 서브밴드별 파워스펙트럼밀도의 평균값을 모두 더해서 수면 파워스펙트럼밀도를 산출한다(S550).
- [0095] 수면상태 판단장치(100)는 S520단계 내지 S550단계를 총 N회 반복하고(S560), N회 측정하여 산출된 수면 파워스펙트럼밀도들의 평균인 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하여 저장한다(S570).
- [0096] 수면상태 판단장치(100)는 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도를 산출하기 위해 아래와 같은 과정을 더 수행한다. 수면상태 판단장치(100)는 수면 평균 파워스펙트럼밀도와 각성 평균 파워스펙트럼밀도의 차이값을 D_0으로 저장

한다(S575). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 밴드별 가중치를 0.1단위로 가변 조합하여 적용하여, 평균 차이 값을 1차원 벡터 $[D_m]$ 로 생성한다(S580). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 1차원 벡터 $[D_m]$ 의 성분들 중에서 최대값일 때의 주파수 밴드별 가중치 조합을 최적 주파수밴드별 가중치로 결정한다(S585). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 최적 주파수밴드별 가중치를 이용하여 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하게 된다(S590). 수면상태 판단장치(100)는 최적 수면 평균 파워스펙트럼밀도를 산출하는 과정은 앞서 자세히 설명한 바 있다.

- [0097] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 심박에 대한 수면 평균 심박수를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0098] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 수면상태일때의 심박 측정을 시작한다(S610).
- [0099] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 심박 측정부(120)로부터 사용자의 심박정보를 입력받는다(S620). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 심박 정보의 심박신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S630). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간동안 심박수를 반복측정한다(S640). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 수면 심박수를 산출한다(S650).
- [0100] 수면상태 판단장치(100)는 S620단계 내지 S650단계를 총 N회 반복하고(S660), N회 측정하여 산출된 수면 심박수들의 평균인 수면 평균 심박수를 산출하여 저장한다(S670).
- [0101] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른, 수면 상태에서의 가속도에 대한 수면 평균 가속도를 산출하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0102] 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 수면상태일때의 가속도 측정을 시작한다(S710).
- [0103] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 가속도 센서(130)로부터 사용자의 가속도 정보를 입력받는다(S720). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 가속도 정보의 가속도신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S730). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간동안 가속도를 반복측정한다(S740). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 수면 가속도를 산출한다(S750).
- [0104] 수면상태 판단장치(100)는 S720단계 내지 S750단계를 총 N회 반복하고(S760), N회 측정하여 산출된 수면 가속도들의 평균인 수면 평균 가속도를 산출하여 저장한다(S770).
- [0105] 이와 같은 과정을 통해, 수면상태 판단장치(100)는 사용자가 수면상태인 경우의 평균 파워스펙트럼밀도, 평균 심박수, 평균 가속도를 산출하게 된다.
- [0106] 이하에서는 도 14 내지 도 16을 참고하여, 수면상태 판단장치(100)가 실사용모드에서 뇌파, 심박, 가속도를 각각 이용하여 사용자의 수면상태를 판단하는 과정에 대해 상세히 설명한다.
- [0107] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 뇌파 기반 수면상태 판단 과정을 도면이다.
- [0108] 수면상태 판단장치(100)는 실사용모드일 때의 뇌파 측정을 시작한다(S810).
- [0109] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 측정부(110)로부터 사용자의 전두극의 뇌파정보를 입력받는다(S820). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 뇌파 정보의 뇌파신호를 로우패스필터, 노치필터, 이산 고속푸리에변환 처리한다(S830). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 서브밴드별 파워스펙트럼밀도의 평균값을 계산한다(S840). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 최적 주파수밴드별 가중치를 적용하여 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도를 산출한다(S850).
- [0110] 수면상태 판단장치(100)는 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도가 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도에 특정 마진값을 곱한 값보다 큰 경우(S860-Y), 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성한다(S870). 반면, 수면상태 판단장치(100)는 입력 뇌파 파워스펙트럼밀도가 최적 수면 평균파워스펙트럼밀도에 특정 마진값을 곱한 값 이하인 경우(S860-N), 사용자의 현재 상태가 각성상태인 것으로 뇌파 기반 판단정보를 생성한다(S875).
- [0111] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 심박 기반 수면상태 판단 과정을 도면이다.
- [0112] 수면상태 판단장치(100)는 실사용모드일 때의 심박 측정을 시작한다(S910).
- [0113] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 심박 측정부(120)로부터 사용자의 심박정보를 입력받는다(S920). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 심박 정보의 심박신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S930). 그 후에, 수면

상태 판단장치(100)는 특정기간동안 심박수를 반복측정한다(S940). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 입력 심박수를 산출한다(S950).

- [0114] 수면상태 판단장치(100)는 입력 심박수가 수면 평균 심박수에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우(S960-Y), 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 심박 기반 판단정보를 생성한다(S970). 반면, 수면상태 판단장치(100)는 입력 심박수가 수면 평균 심박수에 특정 마진값을 곱한 값 이상 경우(S960-N), 사용자의 현재 상태가 각성 상태인 것으로 심박 기반 판단정보를 생성한다.(S975).
- [0115] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른, 현재 상태에서의 가속도 기반 수면상태 판단 과정을 도면이다.
- [0116] 수면상태 판단장치(100)는 실사용모드일 때의 가속도 측정을 시작한다(S1010).
- [0117] 일단, 수면상태 판단장치(100)는 가속도 센서(130)로부터 사용자의 가속도 정보를 입력받는다(S1020). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 입력된 가속도 정보의 가속도신호를 로우패스필터, 노치필터 처리한다(S1030). 그 후에, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간동안 가속도를 반복측정한다(S1040). 그리고, 수면상태 판단장치(100)는 특정기간 동안의 평균 가속도인 입력 가속도를 산출한다(S1050).
- [0118] 수면상태 판단장치(100)는 입력 가속도가 수면 평균 가속도에 특정 마진값을 곱한 값보다 작은 경우(S1060-Y), 사용자의 현재 상태가 수면상태인 것으로 가속도 기반 판단정보를 생성한다(S1070). 반면, 수면상태 판단장치(100)는 입력 가속도가 수면 평균 가속도에 특정 마진값을 곱한 값 이상인 경우(S1060-N), 사용자의 현재 상태가 각성상태인 것으로 가속도 기반 판단정보를 생성한다(S1075).
- [0119] 이와 같은 과정을 통해, 수면상태 판단장치(100)는 실사용모드에서 뇌파, 심박, 가속도를 각각 이용하여 사용자의 수면상태를 판단하여, 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보, 및 가속도 기반 판단정보를 각각 생성하게 된다.
- [0120] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른, 뇌파, 심박 및 가속도를 이용하여 사용자의 수면상태를 최종 판단하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0121] 도 17에 도시된 바와 같이, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 모두가 수면상태인 것으로 판단된 경우, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정할 수 있다(S1110).
- [0122] 하지만, 그외에도, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 두가지 판단정보만 수면상태인 것으로 판단된 경우에도, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있고, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 하나의 판단정보만 수면상태인 것으로 판단된 경우에도, 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있다. 또한, 수면상태 판단장치(100)는 뇌파 기반 판단정보, 심박 기반 판단정보 및 가속도 기반 판단정보 중 특정 조합의 두가지 판단정보가 수면상태인 것으로 판단된 경우(예를 들어, 뇌파 기반 판단정보와 심박 기반 판단정보, 또는 뇌파 기반 판단정보와 가속도 기반 판단정보)에 사용자가 최종적으로 수면상태인 것으로 결정하도록 구현될 수도 있음은 물론이다.
- [0123] 한편, 본 실시예에 따른 수면상태 판단장치(100)의 기능 및 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있음은 물론이다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 기술적 사상은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 프로그래밍 언어 코드 형태로 구현될 수도 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의해 읽을 수 있고 데이터를 저장할 수 있는 어떤 데이터 저장 장치이더라도 가능하다. 예를 들어, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광디스크, 하드 디스크 드라이브, 플래시 메모리, 솔리드 스테이트 디스크(SSD) 등이 될 수 있음은 물론이다. 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램은 컴퓨터간에 연결된 네트워크를 통해 전송될 수도 있다.
- [0124] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명

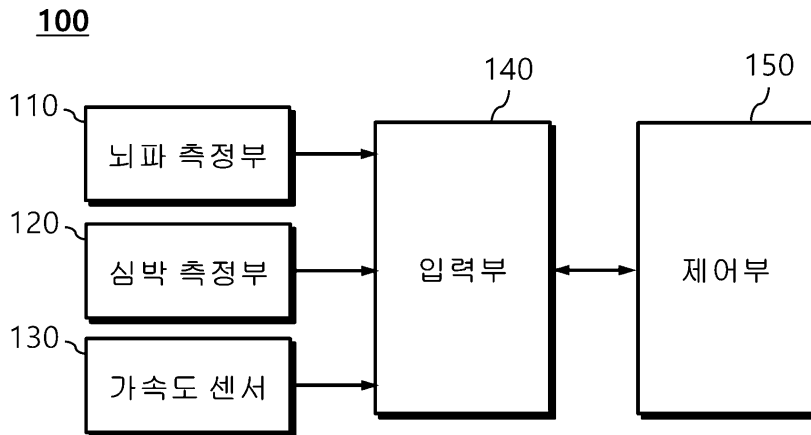
- [0126] 100 : 수면상태 판단장치
- 110 : 뇌파 측정부
- 120 : 심박 측정부
- 125 : 심박 및 가속도 패치
- 130 : 가속도 센서
- 140 : 입력부
- 150 : 제어부

도면

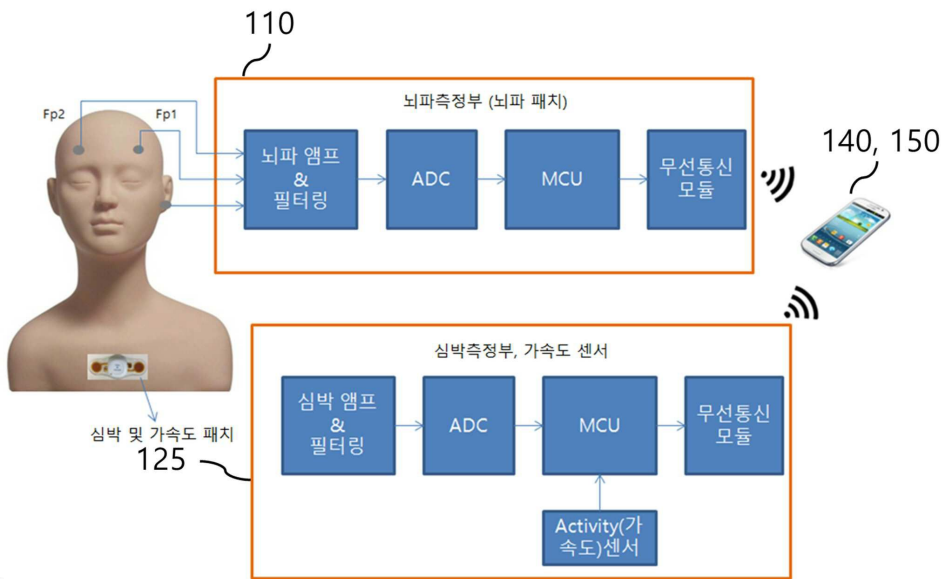
도면1



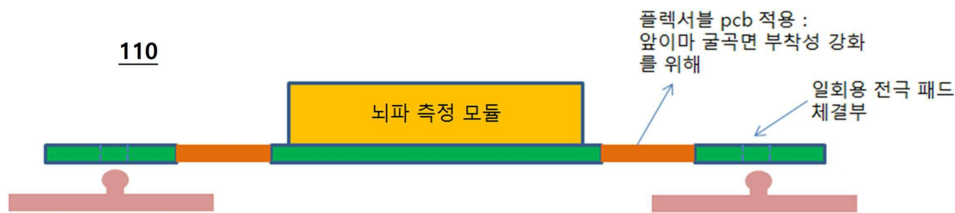
도면2



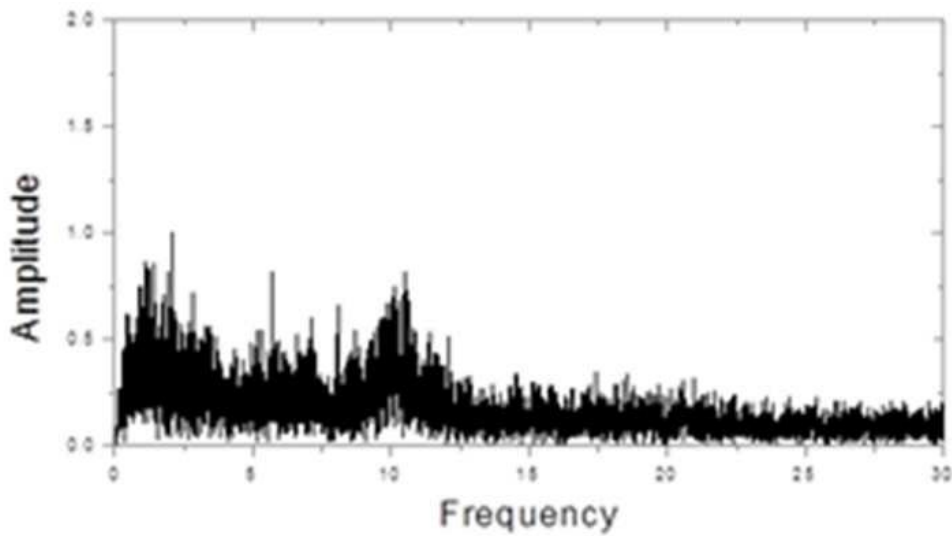
도면3



도면4

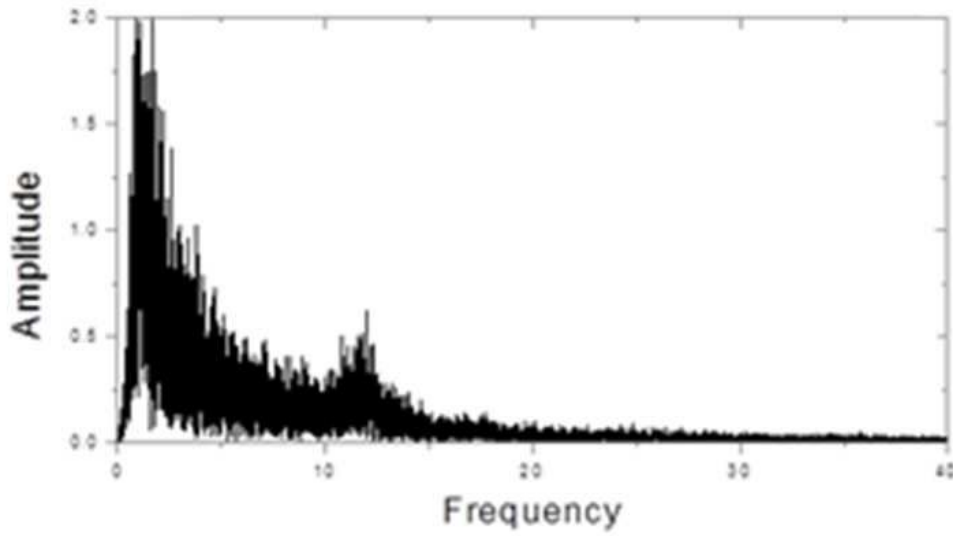


도면5



각성 상태에서의 FFT 차트

도면6

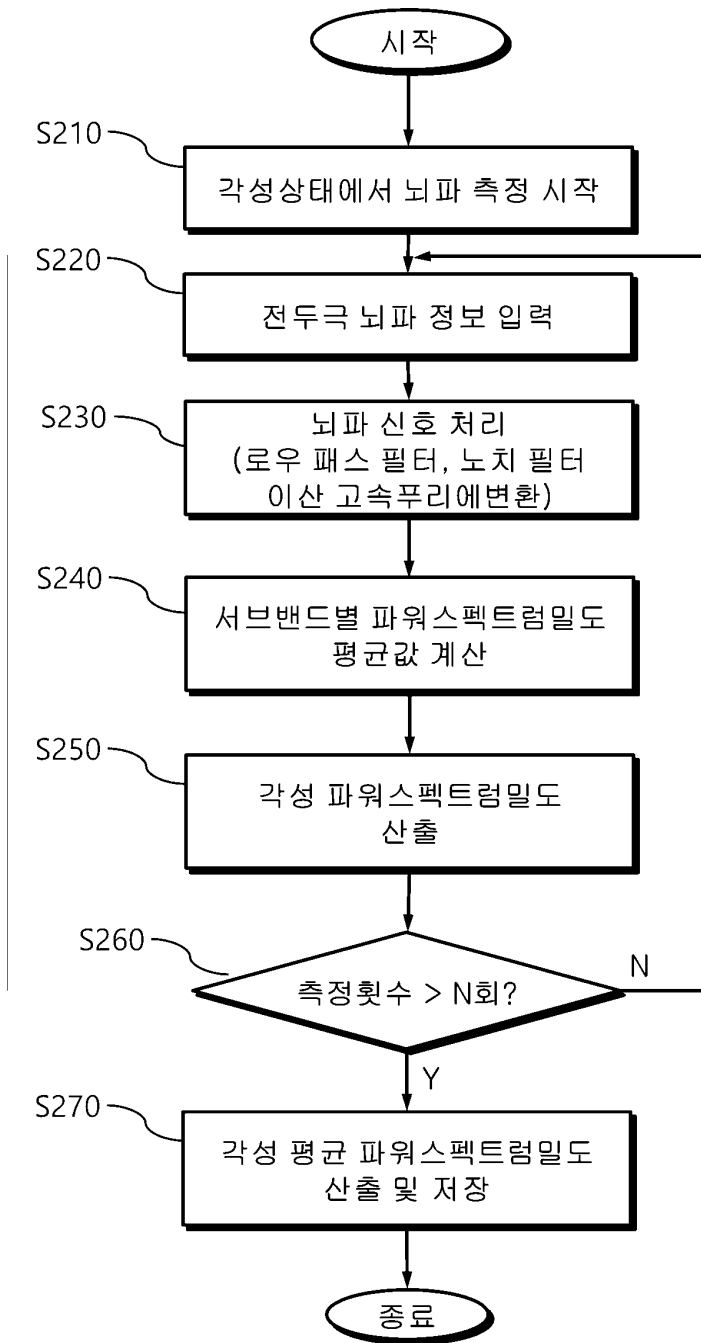


졸음/수면 상태에서의 FFT 차트

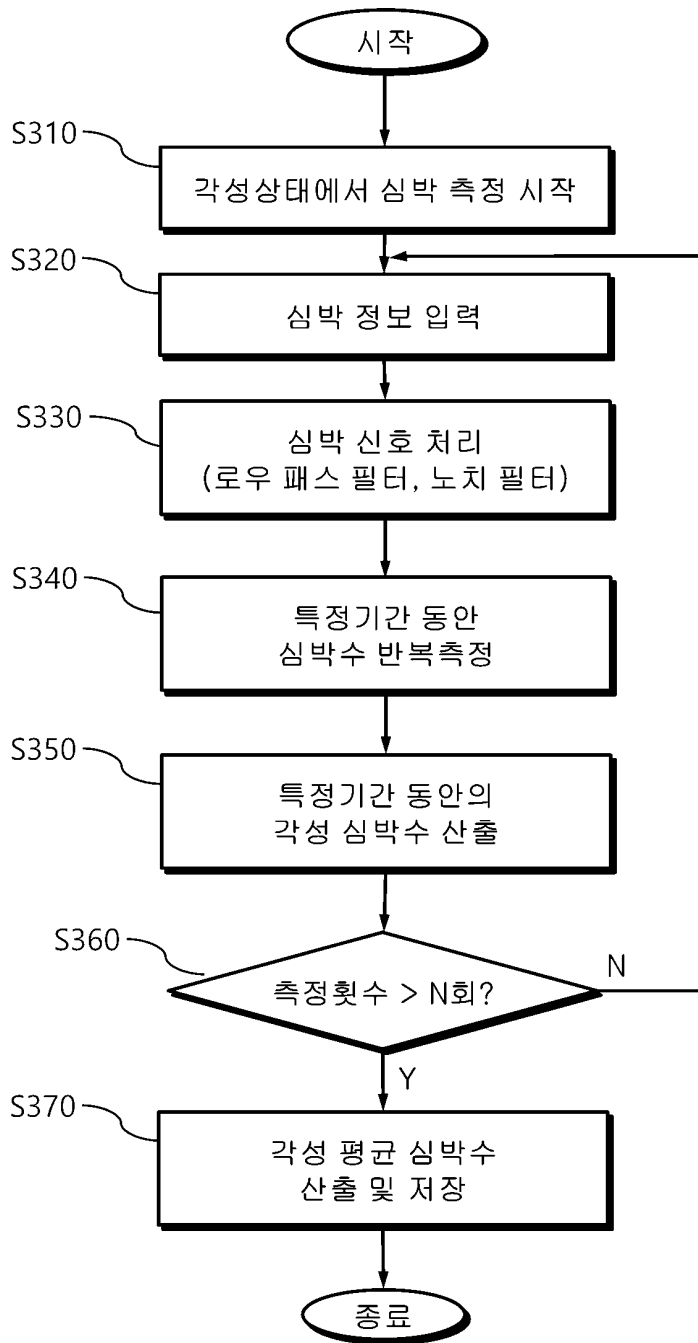
도면7



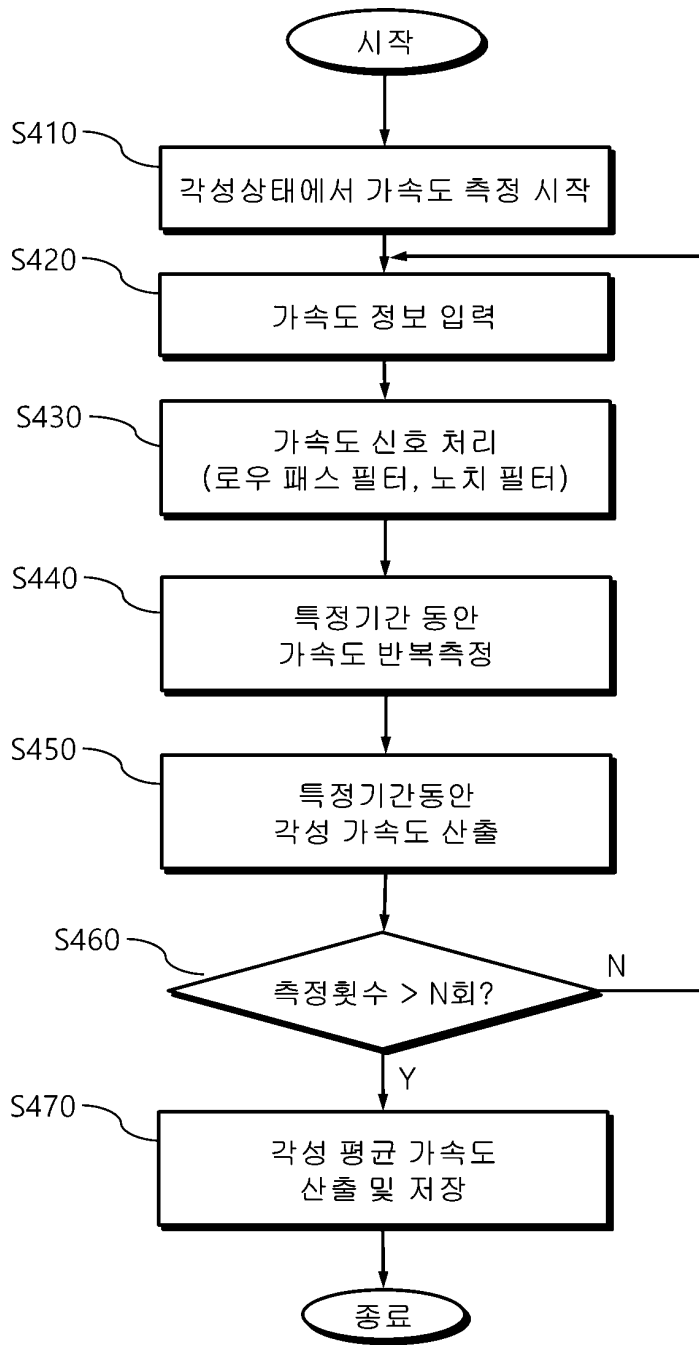
도면8



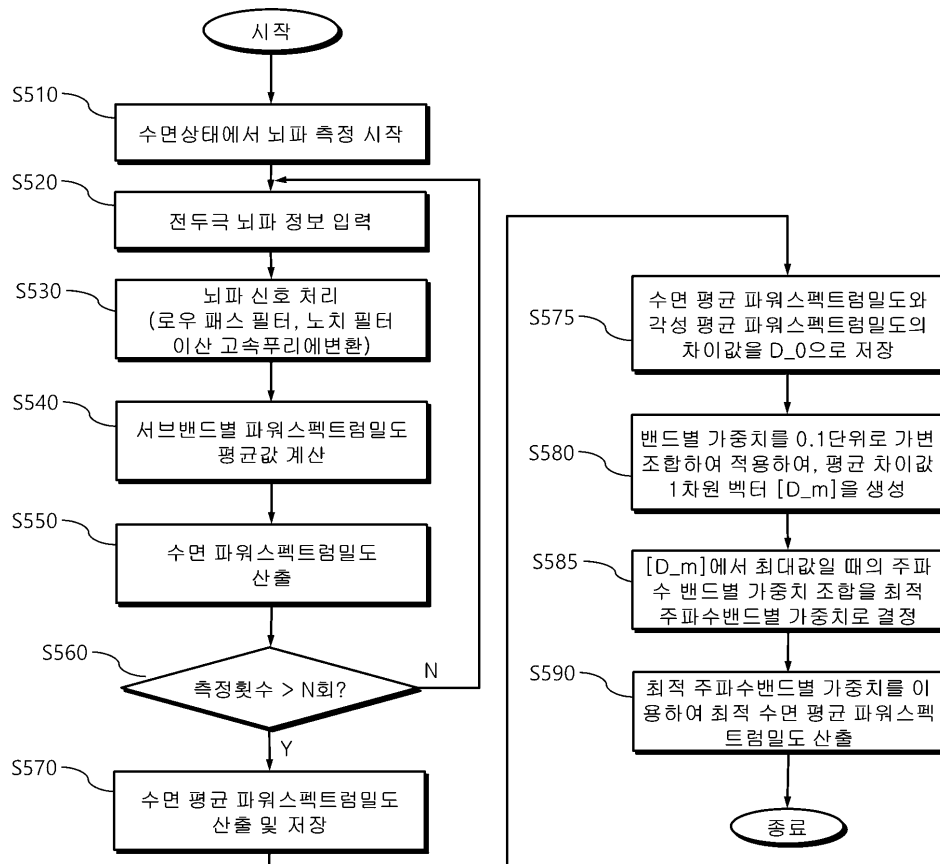
도면9



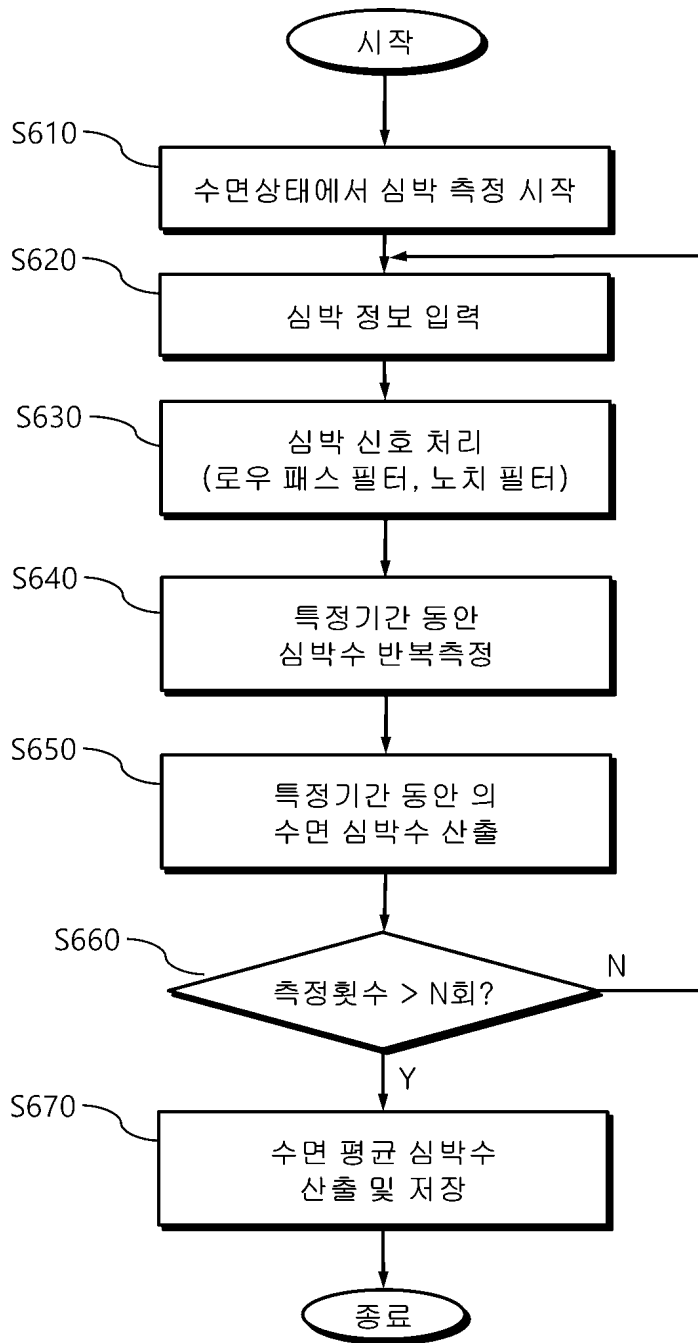
도면10



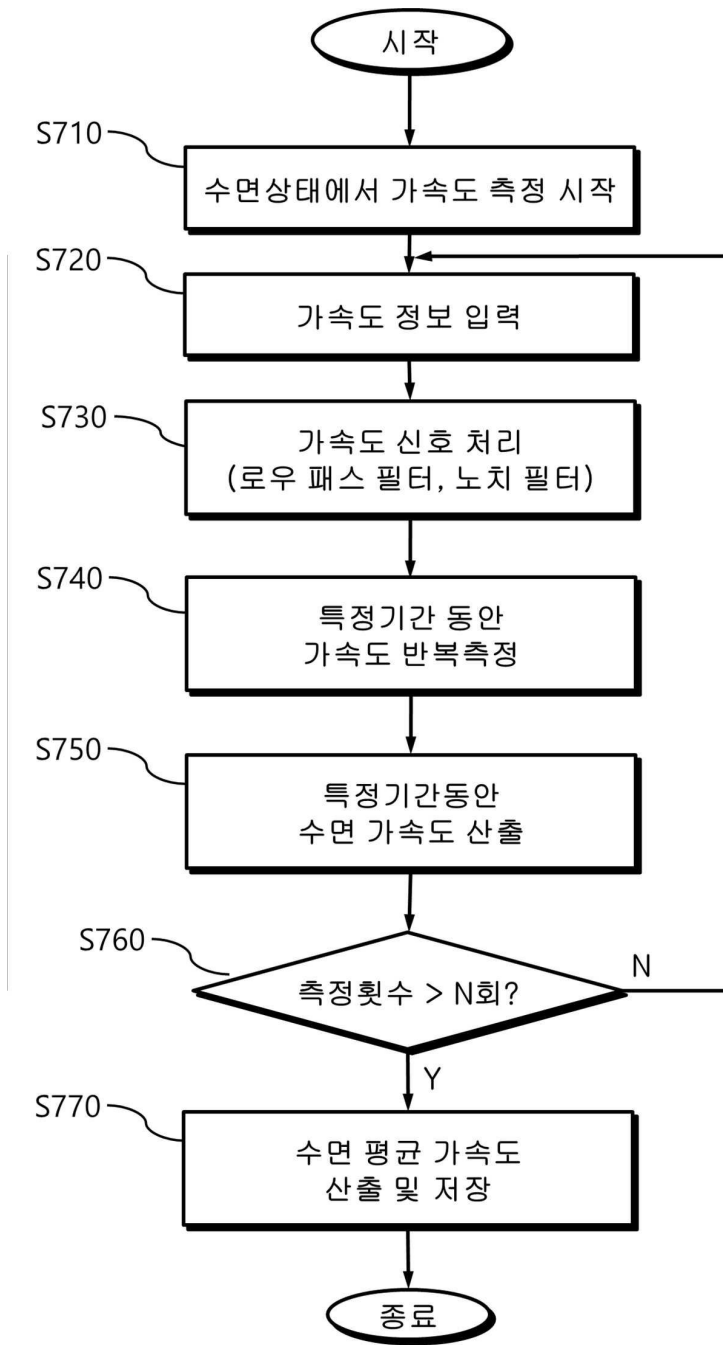
도면11



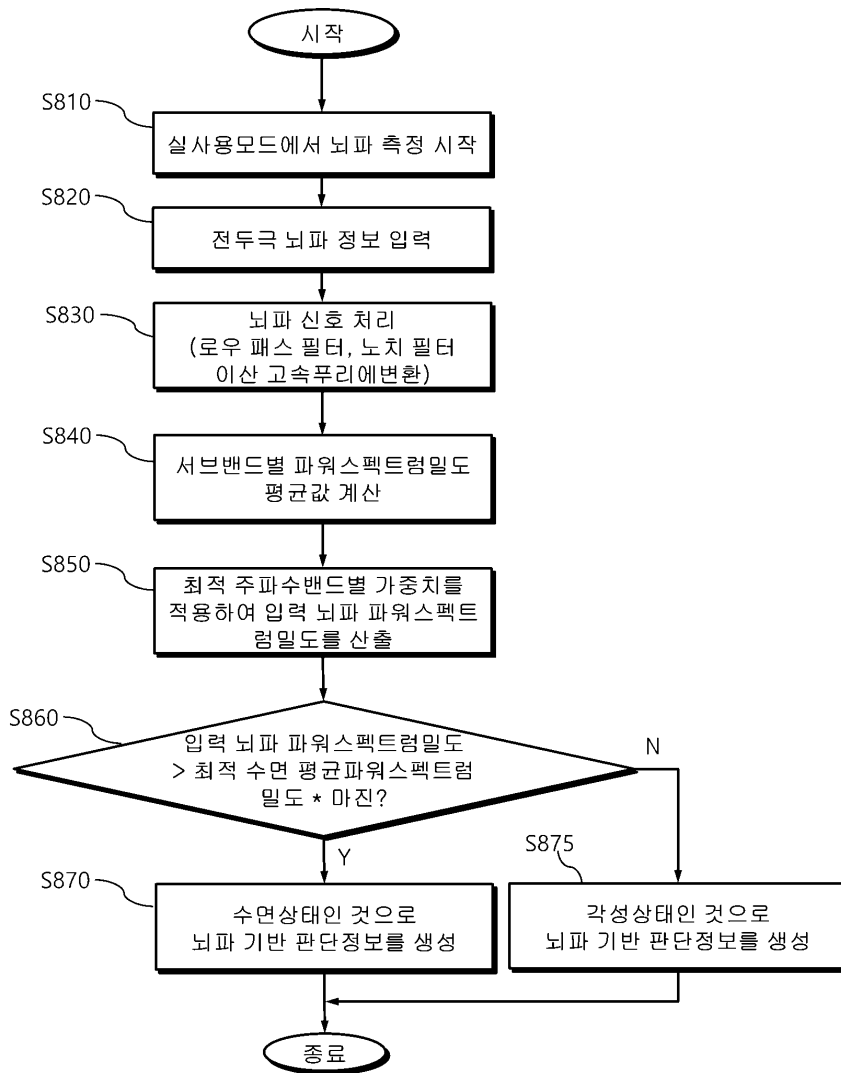
도면12



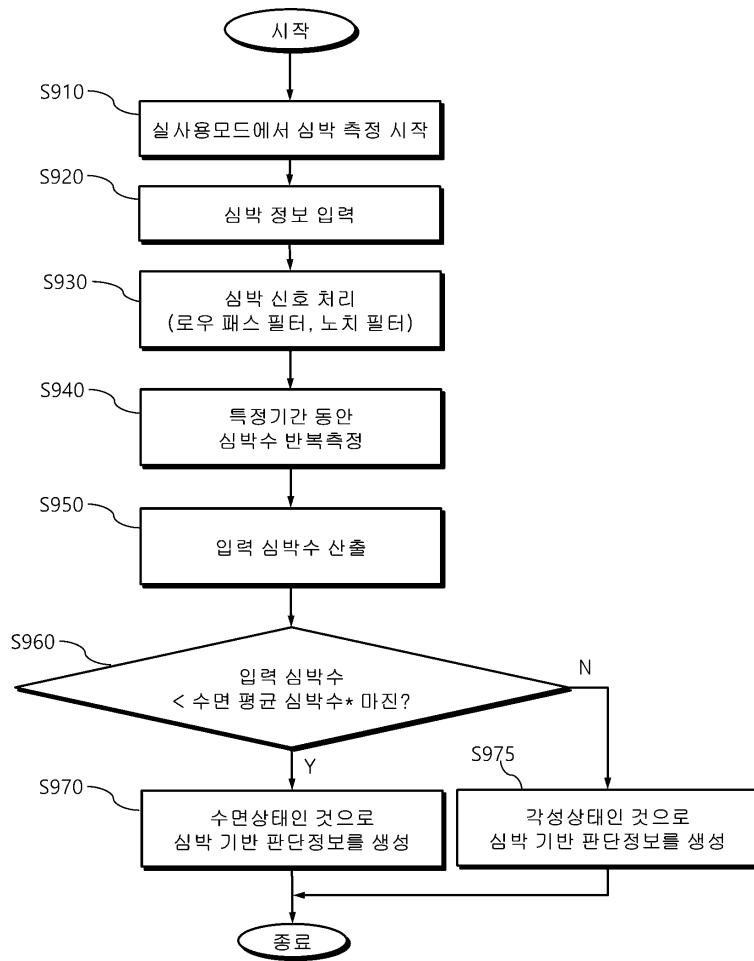
도면13



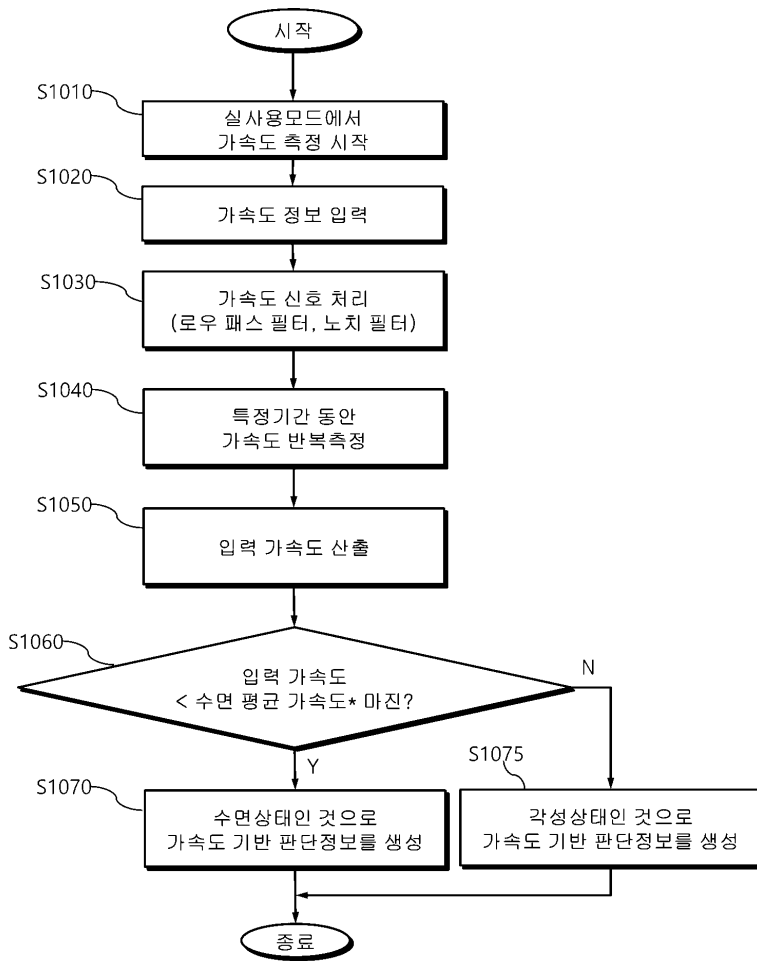
도면14



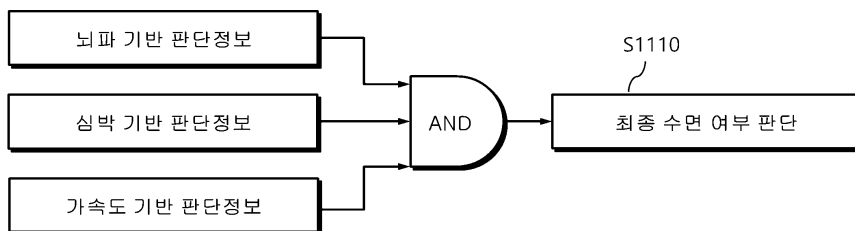
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	使用贴片型EEG测量装置确定睡眠状态的装置和方法		
公开(公告)号	KR101918846B1	公开(公告)日	2018-11-14
申请号	KR1020170050874	申请日	2017-04-20
[标]申请(专利权)人(译)	电子部品研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国电子技术研究所		
当前申请(专利权)人(译)	韩国电子技术研究所		
[标]发明人	JO YOUNG CHANG 조영창 HONG HYUCK KI 홍혁기 CHOI YEON SHIK 최연식 JUNG SUK WON 정석원		
发明人	조영창 홍혁기 최연식 정석원		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0402 A61B5/0476 G01R23/00		
CPC分类号	A61B5/4809 A61B5/0476 A61B5/7235 A61B5/7271 G01R23/00 A61B5/0402 A61B2562/0219		
代理人(译)	Namchungwoo		
其他公开文献	KR1020180117845A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种用于确定睡眠状态的设备及其方法以及其记录介质。用于确定睡眠状态的设备生成使用EEG信息确定用户是否正在睡觉的基于EEG的确定信息，使用心跳信息确定用户是否正在睡觉的基于心跳的确定信息以及确定是否正在睡眠的基于加速度的确定信息。用户正在使用加速度信息进行睡眠，并且当基于EEG的确定信息，基于心跳的确定信息和基于加速度的确定信息中的至少一个处于睡眠状态时，确定用户处于睡眠状态。因此，可以使用小型设备来更准确地监视用户的睡眠状态。

