(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0129765
(43) 공개일자 2015년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*A61B 5/00* (2006.01) *A61B 5/024* (2006.01)
*A61B 5/0452* (2006.01) *A61B 5/08* (2006.01)
*G04C 3/00* (2006.01) *G04G 13/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*A61B 5/4812* (2013.01)
*A61B 5/02438* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7027424
(22) 출원일자(국제) 2014년04월02일
심사청구일자 2015년10월05일
(85) 번역문제출일자 2015년10월05일
(86) 국제출원번호 PCT/RU2014/000237
(87) 국제공개번호 WO 2014/163537
국제공개일자 2014년10월09일
(30) 우선권주장
2013116790 2013년04월05일 러시아(RU)

(71) 출원인
**힐비 코퍼레이션**
미국, 캘리포니아 94063, 레드우드 시티, 제퍼슨 애버뉴 541
(72) 발명자
**루빈, 미카일 세메노비치**
러시아, 191119, 세인트. 페테르스부르크, 케이브이. 5, 울. 보로네즈스카야 26-28
**스비리에프, 유리 블라디미로비치**
러시아, 196128, 세인트 페테스부르크, 케이브이. 283, 코프. 1, 울. 바르샤브스카야 23
(74) 대리인
**강명구**

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **잠깨우기에 적합한 인간 수면 단계 결정 방법**

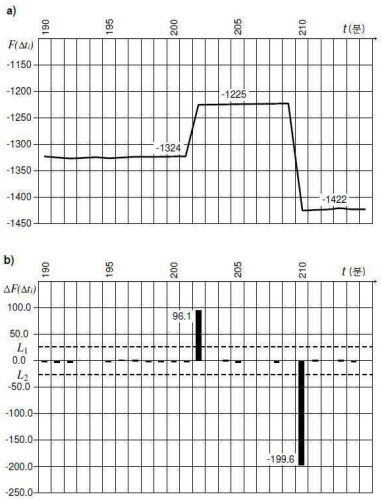
## (57) 요 약

펄스파 신호가 등록되고, 펄스파 센서 및 가속계를 이용하여 수면 중 사람 사지 움직임의 발생이 검출된다. 호흡률 및 RR 구간의 값들이 펄스파 신호에 기초하여 기설정 시간 구간 $\Delta t_i$에서 측정된다. RR 구간의 평균값, $P_1$, 최소값 $P_2$, 및 최대값 $P_3$ 와, RR 구간의 표준편차 $P_4$, 평균 호흡률 $P_5$ 및 사지 운동의 평균 수치 $P_6$ 가 위 측정된 값에 기초하여 결정된다. 함수값 $F(\Delta t_i)$ 는 그 후 다음과 같이 결정된다:

$F(\Delta ti) = -K1P1 - K2P2 - K3P3 + K4P4 + K5P5 + K6P6$,

$K1 - K6$는 함수 $F(\Delta ti)$의 값에 대한 대응 파라미터의 기여도를 특성화시키는 가중 계수이고, 잠깨우기 좋은 수면 단계의 시작 및 종료가 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분에 의해 결정된다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*A61B 5/0452* (2013.01)
*A61B 5/0816* (2013.01)
*A61B 5/681* (2013.01)
*G04C 3/001* (2013.01)
*G04G 13/023* (2013.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

잠깨우기 위한 사람 수면 단계를 결정하기 위한 방법에 있어서, 상기 방법은

사람의 신체에 부착된 적어도 하나의 모션 센서 및 펄스파 센서를 이용하여 수면 중 사람의 사지 움직임의 발생 및 펄스파 신호를 등록하는 단계와,

호흡률 및 RR 구간의 값을 측정하는 단계와,

기설정된 시간 구간 $\Delta ti$에 대한 함수 $F(\Delta ti)$의 값을 결정하고, 함수 $F(\Delta ti)$의 증분치에 기초하여 잠깨움을 위한 수면 단계의 시작 및 종료를 결정하는 단계 - i는 시간 구간의 일련 번호임 - 를 포함하며,

$F(\Delta ti) = -K1P1 - K2P2 - K3P3 + K4P4 + K5P5 + K6P6$ 이고,

$P1$은 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 평균값이며,

$P2$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 최소값이고,

$P3$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 최대값이며,

$P4$는 3분 내지 20분의 선행 시간 구간에 대한 RR 구간의 표준 편차이고,

$P5$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 호흡률의 평균값이며,

$P6$는 0.5분 내지 10분 범위의 선행 시간 주기에 대한 사람 사지 움직임의 평균 수치이고, 그리고,

$K1 - K6$는 함수 $F(\Delta ti)$의 값에 대한 파라미터 $P1 - P6$의 기여도를 특성화시키는 가중 계수인

잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 4분 내지 6분의 범위에서 파라미터 $P4$의 값이 측정되는 시간 구간을 선택하는 단계를 포함하는,

잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 4분 내지 6분의 범위에서 파라미터 $P6$의 값이 측정되는 시간 구간을 선택하는 단계를 포함하는,

잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_1$의 가중 계수 $K_1$의 값은 0.6 $ms^{-1}$ 내지 3 $ms^{-1}$의 범위에서 선택되고, ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_2$의 가중 계수의 값 $K_2$는 0.1 $ms^{-1}$ 내지 0.7 $ms^{-1}$의 범위에서 선택되며, ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_3$의 가중 계수 $K_3$의 값은 0.01 $ms^{-1}$ 내지 0.3 $ms^{-1}$의 범위에서 선택되고, ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_4$의 가중 계수의 값 $K_4$는 0.5 $ms^{-1}$ 내지 3 $ms^{-1}$의 범위에서 선택되며, $min^{-1}$ 단위로 측정되는 파라미터 $P_5$의 가중 계수 $K_5$의 값은 1분 내지 10분의 범위에서 선택되고, 파라미터 $P_6$의 가중 계수의 값 $K_6$는 5 내지 50의 범위에서 선택되는,

잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서, 0.9 $ms^{-1}$ 내지 1.05 $ms^{-1}$ 범위에서 가중 계수 $K_1$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 6**

제 4 항에 있어서, 0.1 $ms^{-1}$ 내지 0.2 $ms^{-1}$ 범위에서 가중 계수 $K_2$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 7**

제 4 항에 있어서, 0.02 $ms^{-1}$ 내지 0.05 $ms^{-1}$ 범위에서 가중 계수 $K_3$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 8**

제 4 항에 있어서, 1.3 $ms^{-1}$ 내지 1.5 $ms^{-1}$ 범위에서 가중 계수 $K_4$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 9**

제 4 항에 있어서, 1.5 $ms^{-1}$ 내지 2.3 $ms^{-1}$ 범위에서 가중 계수 $K_5$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 10**

제 4 항에 있어서, 18 내지 24 범위에서 가중 계수 $K_6$의 값을 선택하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서, 상기 펄스파 센서는 손목 또는 전완에 부착된 압전 센서, 스트레인 게이지, 또는 광 센서인, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 모션 센서는 팔 또는 다리에 부착된 가속계인, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서, 상기 시간 구간 $\Delta t_i$은 1분 내지 6분의 범위에서 선택되는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서, 시간 주기 $\Delta t_i$에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분치가 제 1 기설정 임계값을 넘을 경우, 잠깨움을 위한 수면 단계의 시작을 식별하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서, 시간 주기 $\Delta t_i$에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분치가 제 2 기설정 임계값보다 작아질 경우, 잠깨움을 위한 수면 단계의 종료를 식별하는 단계를 포함하는, 잠깨우기 위한 사람 수면 단계 결정 방법.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 진단용 인간 상태 파라미터의 측정 분야에 관한 것이고, 특히, 인간의 수면을 특성화시키는 파라미터의 측정에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 알려진 바와 같이, 사람의 수면은 소위 논-REM 및 REM 수면의 교번 단계들로 구성된다. 위 단계들은 건강한 사람의 수면 중 주기적으로 서로 이어진다(통상적으로 4 내지 6 사이클). REM 단계가 깨어나기 가장 바람직한 것으로 경험적으로 밝혀졌다. 그러나, 많은 사람들이 특정 시간으로 설정된 경보 시간의 신호로 깨어나고, 또는, 다른 임의적 요인에 의해 영향받으며, 이는 항상 최적 수면 단계에서 깨어나는 것이 아님을 의미한다. 따라서, 사람에게 더 편안한 삶의 조건을 제공하기 위해, 기상음 또는 다른 신호를 발생시키는 웨이크-업 디바이스에 대한 제어를 제공할 수 있는, 잠을 깨우기 위해 최적인 수면 단계를 결정하도록 설계된, 작고 이용이 쉬운 기술적 수단이 중요하다.

[0003] 잠깨움에 선호되는 방법을 포함한, 인간 수면 단계 결정을 위한 다양한 방법들이 알려져 있다.

[0004] 눈 운동 중 생체 전위의 변화를 특성화시키는 EOG, 또는, 근육 활동을 반영하는 근전도, 뇌의 생체 전기 활동을 특성화하는 EEG와 같은, 다양한 생체 전기 신호를 등록시킴으로써 충분한 신뢰도로 구체적 수면 단계를 식별할 수 있다는 것이 의료 연구에 의해 밝혀졌다. 그러나, 이러한 방법들은 고도로 훈련된 인력의 도움을 제공하는 의료 기관에서만 적용가능하고, 매일의 일상에서 사용될 수 없다. 더욱이, 수많은 내부 및 외부 요인들이 사람의 수면에 영향을 미치고, 따라서, 도일한 사람의 수면이 서로 다른 방식으로 진행될 수 있다. 따라서, 사람의 현재 정신생리학적 상태 및 수면 조건에 기초하여 주어진 사람에 대한 잠깨움에 선호되는 단계가 결정될 수 있도록 할 필요가 있다.

[0005] 수면 중인 사람의 생리학적 파라미터의 현재 측정에 기초하여 그리고 선호되는 수면 단계 중 사람을 깨우도록 설계된 다양한 방법 및 디바이스들이 알려져 있다.

[0006] 따라서, 특허 RU 2061406호는 기결정된 수면 단계 중 사람을 깨우는 방법을 설명한다. 이 용도로, EEG가 현재의 REM 상태 식별을 위해 센서를 이용하여 수면 중 레코딩되고, 기결정된 시간 구간에서 발생된 웨이크-업 신호가 상기 EEG와 동기화된다. REM 수면시 EEG는, 발명자에 따르면, 존재하는 세타 파동을 가진 저진폭 혼합 활동에 의해, 그리고, 18Hz 내지 32Hz 범위의 베타 파동의 출현으로 비동기화에 의해 구별된다.

[0007] 미국특허출원 제2011/0230790호는 기결정된 궁극적 웨이크-업 시간 이전에 요구되는 수면 단계 중 사람을 깨우기 위한, 그리고, 잠자기 위한 최적의 시간을 식별하기 위한, 방법 및 디바이스를 설명한다. REM 단계는 사람의 다리 또는 팔에 부착된 가속계를 이용하여 등록되는 모터 활동에 의해 식별된다.

[0008] 미국특허출원 제2005/0190065호는 가장 선호되는 수면 단계의 사람을 깨우는 방법을 설명한다. 발명자에 따르면, REM 단계는 심장 혈류 증가, 신체 체온조절 불량(주변 온도에 따라 체온이 상승 또는 하강), 주변 동맥 혈압 모니터에 의해 측정될 수 있는 혈관 혈류 감소 및 혈관 수축, 심박수, 혈압, 및 호흡수(*respiratory rate*) 불안정 및 증가의 특징을 가진다.

[0009] 본원 발명에 가장 가까운 선행 기술은 특허 DE 4,209,336호에 개시된, 선호 수면 단계 중 기설정된 주기 내의 최적의 시간에 사람을 깨우는 방법이다. REM 단계는 심박수, 호흡률, 신체 또는 두부 온도를 측정함으로써, 그리고 눈 및 신체 움직임을 검출함으로써, 식별된다. 상기 방법을 구현하는 디바이스는 암밴드, 이어 클립, 체스트 벨트, 등의 형태로 만들어질 수 있다.

[0010] 공지된 선행 기술을 분석해보면, 이러한 디바이스들이 충분한 신뢰도로 REM 수면의 시작 및 종료를 식별할 수 없거나, 이러한 디바이스들이 사람에 부착된 상당한 개수의 센서로 인해 수면자에게 실제로 불편함을 야기한다는 것을 알 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명에 의해 해결되어야할 과제는 사람의 수면을 방해하지 않으면서 사람에 쉽게 부착되는 디바이스로 구체화될 수 있는 잠깨움에 유리한 수면 단계, 즉, REM 수면을 식별하기 위한 간단하고 신뢰가능한 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명에 따른 방법은 수면 중 사람에 부착된 적어도 하나의 모션 센서 및 펄스파 센서를 각각 이용하여 사람 사지의 움직임 및 펄스파 신호를 등록함으로써, 잠깨움에 좋은 사람 수면 단계를 식별할 수 있게 하고, 상기 펄스파 신호는 호흡률 및 RR 구간 값을 연산하기 위한 기반으로 기능하며, 잠깨우기에 좋은 수면 단계의 시작 및 종료가 함수 증분 $F(\Delta t_i)$에 의해 식별되고, 그 값은 주어진 시간 구간 $\Delta t_i$에 대하여 결정되며, i는 시간 구간의 일련 번호이고, 상기 함수 증분은 다음과 같이 표현된다:

[0013] $F(\Delta ti) = -K1P1 - K2P2 - K3P3 + K4P4 + K5P5 + K6P6$ (1)

[0014] 여기서, $P1$은 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 평균값이며,

[0015] $P2$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 최소값이고,

[0016] $P3$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 RR 구간의 최대값이며,

[0017] $P4$는 3분 내지 20분의 선행 시간 구간에 대한 RR 구간의 표준 편차이고,

[0018] $P5$는 시간 구간 $\Delta ti$ 에 대한 호흡률의 평균값이며,

[0019] $P6$는 0.5분 내지 10분 범위의 선행 시간 주기에 대한 사람 사지 움직임의 평균 수치이고, 그리고,

[0020] $K_1$ - $K_6$ 는 함수 $F(\Delta ti)$의 값에 대한 파라미터 $P1$ - $P6$의 기여도를 특성화시키는 가중 계수다.

[0021] 잠깨우기에 좋은 수면 단계 식별의 확실성 및 신뢰성은, 선택된 파라미터 $P_1$ - $P_6$가 유익한 정보를 주고, 조합될 때, REM 단계의 시작 및 종료를 식별할 수 있다는, 발명자에 의해 실험적으로 구축된 사실에 의해 확립된다. 다른 한편, 이러한 모든 파라미터들은 단지 사람 사지의 움직임 및 펄스파 신호를 등록함으로써 결정되며, 이는 사람의 신체에 부착될 때 사람의 수면을 방해하지 않는 센서를 필요로한다. 선택되는 파라미터가, 또한 실험적으로 결정될 수 있는 소정의 가중 계수 $K_1$ - $K_6$를 가진 방정식(1)의 일원이라는 사실이 또한 중요하며, 따라서, 함수값 $F(\Delta t_i)$를 제공할 수 있고, 이는 사람의 잠을 깨우는데 좋은 단계의 시작 및 종료를 신뢰할만하게 식별할 수 있게 한다.

[0022] (RR 구간의 표준 편차에 해당하는) 파라미터 $P_4$ 의 값이 측정되는 시간 구간의 한계치가 실험적으로 구축되었고, 따라서:

[0023] 시간 구간이 3분 미만일 경우, 소위 타입 I 에러("오경보")의 확률은 수용할 수 없을 정도로 커진다.

[0024] 시간 구간이 20분보다 클 경우, 소위 타입 II 에러("표적 놓침") 확률이 수용할 수 없을 정도로 커진다.

[0025] 파라미터 $P_4$ 의 값이 결정되는 시간 구간이 바람직한 경우 4분 내지 6분의 범위에서 선택되어야 한다.

[0026] 특히, 건강한 사람의 경우 다음 값의 가중 계수가 실험적으로 결정된 바 있다:

[0027] ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_1$의 가중 계수 $K_1$의 값은 0.6 $ms^{-1}$ 내지 3 $ms^{-1}$의 범위에서, 바람직한 경우 0.9 $ms^{-1}$ 내지 1.05 $ms^{-1}$의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0028] ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_2$의 가중 계수의 값 $K_2$는 0.1 $ms^{-1}$ 내지 0.7 $ms^{-1}$의 범위에서, 바람직한 경우 0.1 $ms^{-1}$ 내지 0.2 $ms^{-1}$의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0029] ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_3$의 가중 계수 $K_3$의 값은 0.01 $ms^{-1}$ 내지 0.3 $ms^{-1}$의 범위에서, 바람직한 경우 0.02 $ms^{-1}$ 내지 0.05 $ms^{-1}$의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0030] ms 단위로 측정되는 파라미터 $P_4$의 가중 계수의 값 $K_4$는 0.5 $ms^{-1}$ 내지 3 $ms^{-1}$의 범위에서, 바람직한 경우 1.3 $ms^{-1}$ 내지 1.5 $ms^{-1}$의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0031] $min^{-1}$ 단위로 측정되는 파라미터 $P_5$의 가중 계수 $K_5$의 값은 1분 내지 10분의 범위에서, 바람직한 경우 1.5분 내지 2.3분의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0032] 파라미터 $P_6$의 가중 계수의 값 $K_6$는 5 내지 50의 범위에서, 바람직한 경우 18 내지 24의 범위에서, 선택될 수 있다.

[0033] 본 방법의 특정 구현예에서, 펄스파는 손목 또는 전완 상에 고정된 압전 센서, 스트레인 게이지, 또는 광센서를 이용하여 등록될 수 있고, 반면 모션 검출기는 팔 또는 다리 상에 고정된 가속계로 표현될 수 있다.

[0034] 시간 구간 $\Delta t_i$는 1분 내지 6분 범위에서 선택될 수 있다.

[0035] 특히, 시간 주기 $\Delta t_i$에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분치가 제 1 기설정 임계값을 넘을 경우, 잠깨움에 좋은 수면 단계의 시작이 식별된다.

[0036] 특히, 시간 주기 $\Delta t_i$에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분치가 제 2 기설정 임계값보다 작아질 경우, 잠깨움에 좋은 수면 단계의 종료가 식별된다.

## 도면의 간단한 설명

[0037] 본 발명은 다음의 도면에 의해 예시된다.

도 1은 피험체 중 하나(8VAV)에 대한 REM 수면 단계를 식별하는 예를 도시하며, 여기서 도 1a는 등록된 REM 단계들 중 하나에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$ 의 그래프를 도시하고, 도 1b는 도 1a에 도시되는 $F(\Delta t_i)$의 함수 증분의 그래프 $\Delta F(\Delta t_i)$를 도시한다.

도 2는 도 1에 도시되는 수면 단계를 갖는 동일한 피험자(8VAV)에 대한 전체 수면 지속시간에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 그래프를 도시하며, 도 1a에 도시되는 그래프 부분이 원으로 표시된다.

도 3은 다른 피험체(7ESA)에 대한 전체 수면 지속시간에 걸친 함수 $F(\Delta t_i)$의 그래프를 도시한다.

도 4는 또 다른 피험체(3SOR)의 전체 수면 지속시간에 걸친 함수$F(\Delta t_i)$ 의 그래프를 도시한다.

도 5 및 도 6은 본 발명에 따른 방법을 구현하는 센서들을 갖춘 팔찌 형태로 제조된 예시적 휴대형 디바이스의 설계를 개략적으로 도시하며, 도 5는 손목과 접촉하는 내측부로부터 디바이스의 모습을 보여주고, 도 6은 인디케이터가 위치하는 외부으로부터 디바이스를 도시한다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 잠깨움에 선호되는 수면 단계 결정 방법은 2개의 센서 - 즉, 펄스파 센서와, 팔 또는 다리 움직임에 응답할 수 있는 센서, 즉, 가속계와 같은 모션 센서 - 를 이용하여 구현될 수 있다. 센서는 서로 분리되어 신체에 장착될 수 있다. 예를 들어, 모션 센서는 팔 또는 다리에 부착될 수 있고, 펄스파 센서가 손목 또는 전완에 부착될 수

있다. 펄스파 센서는 압전 센서, 스트레인 게이지, 및 광 센서로 표현될 수 있다. 신체 영역의 혈관 혈류 충전에 민감한 혈류기능검사 센서 또는 광센서 이용이 선호된다. 펄스파 센서 및 모션 센서가 도 5 및 도 6에 도시되는 바와 같이 손목에 착용되는 팔찌(1) 형태로 만들어진 단일 디바이스에 장착될 경우 사용자에게 더 편리하다.

[0039] 도 5에 도시되는 바와 같이, 팔찌(1)의 내측부는 예를 들어, 압전 셀에 기초한 펄스파 센서(2)를 지닌다. 여러 개의 펄스 센서를 이용하여, 펄스파 신호가 검출되는 손목 영역에 대한 신뢰가능한 피부 접촉을 보장할 수 있다. 팔찌(1)(도 6 참조)는 디바이스의 초기 설정 및 작동 모드를 디스플레이하는 인디케이터(3)를 가질 수 있다. 디바이스는, 예를 들어, 팔찌(1)에 장착된 진동기(도면에 도시되지 않음)를 이용하여 선호되는 수면 단계 중 웨이크-업 신호를 또한 발생시킬 수 있다. 가속계(도면에 도시되지 않음)는 수면 중인 사람의 팔 움직임을 검출하기 위해 팔찌(1) 내부에 장착될 수 있다. 펄스파 센서(2) 및 가속계가 팔찌(1)의 측정 유닛에 연결되며, 측정 유닛은 펄스파 신호 및 가속계-발생 신호를 등록한다. 등록된 신호들은 팔찌(1) 내 측정 유닛과 함께 위치할 수 있는, 또는, 신체에 부착되거나 사람이 소지하는 별도의 유닛으로 만들어진, CPU에서 처리되며, 여기서 상기 CPU는 측정 유닛으로부터 무선으로 또는 다른 수단에 의해 전송되는 신호를 수신한다.

[0040] RR 구간 및 호흡률의 값은 등록된 펄스파 신호에 기초하여 사람의 수면 중 결정된다. 펄스파 신호가 심박과 동기화되어 변하는 주기적 신호이기 때문에, 펄소그램 상의 특징점(가령, 신호의 피크값 또는 그 도함수의 피크값)들 간의 시간 구간은 RR 구간에 정확하게 대응한다. 펄스파 신호로부터 심박수 또는 RR 구간을 결정하기 위한 기기적 방법은 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려져 있다. 각각의 심장 사이클에서 혈액 충전 동역학에 대응하는 기언급한 주기적 변화와 함께, 펄스파 신호는 호흡 사이클에 대응하는 저주파수 성분을 포함한다. 펄스파 신호로부터 호흡 성분의 저역 통과 필터링에 기초한 호흡률 결정을 위한 기기적 방법은 당 업자에게 잘 알려져 있다.

[0041] 그 후, 획득된 데이터, 즉, RR 구간 및 호흡률의 값을 이용하여, 다음의 파라미터들이 기설정된 시간 구간 $\Delta t_i$에서 주기적으로 측정된다:

[0042] P1 - RR 구간의 평균값

[0043] P2 - RR 구간의 최소값

[0044] P3 - RR 구간의 최대값

[0045] P5 - 평균 호흡률

[0046] 파라미터가 측정되는 시간 구간 $\Delta t_i$는 1분 내지 6분까지의 범위에서 선택된다. 여기서, $i$ 는 $i$-번째 시간 구간의 일련 번호다.

[0047] 더욱이, 파라미터 $P_4$는 3분 내지 20분, 바람직하게는 4분 내지 6분의 선행하는 시간 구간에 대한 RR 구간의 표준 편차로 결정된다.

[0048] 0.5분 내지 10분, 바람직하게는 4분 내지 6분의 선행하는 시간 구간에 대한 사지 움직임 $P_6$의 평균 수치는, REM 수면 단계의 최종 식별을 위해 필요한 다른 파라미터다. 모터 활동 발생이 REM 수면의 식별을 위한 스스로의 정보이기 때문에, 10초 주기 동안 가속계에 의해 검출되는 모든 사지 움직임은 하나의 움직임으로 간주된다.

[0049] 그 후, 함수 값 $F(\Delta t_i)$가 다음 공식에 의해 결정된다:

[0050] $F(\Delta ti) = -K1P1 - K2P2 - K3P3 + K4P4 + K5P5 + K6P6$

[0051] 여기서, $K_1$ - $K_6$ 는 $F(\Delta t_i)$의 값에 대한 $P_1$ - $P_6$ 의 기여도를 특성화시키는 가중 계수다.

[0052] 아래의 표 1은 가중 계수 $K_1$ - $K_6$,의 값 범위들과, 그 최적값을 보여준다.

표 1

[0053] 표 1. 가중 계수 값

| 파라미터, 측정 단위 | 가중 계수 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 지정 | 가중 계수값 | | |
| | | 최소값 | 최대값 | 최적치 |
| $P_1$, ms | $K_1$ | 0.6 $ms^{1}$ | 3 $ms^{1}$ | 1 $ms^{1}$ |
| $P_2$, ms | $K_2$ | 0.1 $ms^{1}$ | 0.7 $ms^{1}$ | 0.14 $ms^{1}$ |
| $P_3$, ms | $K_3$ | 0.01 $ms^{1}$ | 0.3 $ms^{1}$ | 0.03 $ms^{1}$ |
| $P_4$, ms | $K_4$ | 0.5 $ms^{1}$ | 3 $ms^{1}$ | 1.4 $ms^{1}$ |
| $P_5$, $min^{-1}$ | $K_5$ | 1 min | 10 min | 2 min |
| $P_6$ | $K_6$ | 5 | 50 | 22 |

[0054] 정보 파라미터 $P_1$ - $P_6$가 구축되었고, 건강한 사람의 가중 계수 $K_1$ - $K_6$가 수면단원검사 임상연구에 기초하여 실험적으로 획득되었다. 예를 들어, *"Polysonmography" (http://www.zonasna.ru/serv002.html)*에 설명된 의료 실습에서 수용되는 통계적으로 유효한 방법이 REM 수면 식별의 정확도 점검을 위해 사용되었다. REM 및 논-REM 단계에서 함수 값 $F(\Delta t_i)$가 서로로부터 최대 차이를 디스플레이하도록, 가중 계수 $K_1$ - $K_6$를 선택하였다.

[0055] 시간 $\Delta t_i$에 대한 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분 $\Delta F(\Delta t_i)$을 이용하여, REM 수면의 시작 및 종료를 식별할 수 있다. 현 함수값 $F(\Delta t_i)$와 이전 값 $F(\Delta t_{i-1})$ 간의 차이가 제 1 임계값을 넘을 경우, REM 수면의 시작이 식별된다. 상기 차이가 제 2 기설정 임계값보다 작을 경우, REM 수면의 종료가 식별된다.

[0056] 도 1-도 4는 수면 중 서로 다른 피험체에 대해 얻는 함수 $F(\Delta t_i)$의 예를 도시한다. 표 1에 주어진 최적 가중 계수 $K_1$ - $K_6$는 함수 값 $F(\Delta t_i)$ 연산을 위한 연구 중에 선택되었다. 도 1 - 도 4는 함수 $F(\Delta t_i)$의 평활화된 형태를 도시한다.

[0057] 가속계 및 펄스파 센서 신호의 측정 분해능은 검사 과정에서 0.1에 달하였다. 10초 시간 구간 동안 검출되는 모든 사지 움직임은 단일 움직임으로 간주되었고, 5분의 주기 동안 평균내었다. 매 분마다 함수 값 $F(\Delta t_i)$가 연산되었고, 다시 말해서, 매 i-번째 시간 구간 동안 $\Delta t_i$ 값이 1분으로 취하였다. 제 1 임계값 $L_1$은 20 내지 30의 범위에서 선택되었고, 제 2 임계값 $L_2$는 -30 내지 -20의 범위에서 선택되었다.

[0058] 도 1a는 피험체 중 하나(8VAV)의 수면 중 등록되는 REM 단계들 중 하나를 포함하는 함수 $F(\Delta t_i)$의 조각을 도시한다. 도시되는 바와 같이, 함수 값 $F(\Delta t_i)$는 202분 경에 날카롭게 상승하고, 이는 REM 수면의 시작을 표시하며, 반면 210분 경에 상기 함수 값 $F(\Delta t_i)$가 급격히 떨어져서, REM 수면의 종료를 표시한다.

[0059] 도 1b는 도 1a로부터 함수 $F(\Delta t_i)$의 증분치 $\Delta F(\Delta t_i)$의 그래프를 도시한다. 도시되는 바와 같이, 증분 값 $\Delta F(\Delta t_i)$는 REM 수면의 시작과 함께 제 1 임계값 $L_1$을 크게 넘고, REM 수면 종료와 함께 제 2 임계값 $L_2$보다 훨씬 낮아진다.

[0060] 도 1에 도시되는 예는 파라미터 값 $P_1$ - $P_6$, 함수 값 $F(\Delta t_i)$, 및 함수 증분치 $\Delta F(\Delta t_i)$형태로 표 2에 제시된다. 표 2에 굵은 선으로 제시되는 파라미터 값들을 가진 선들은 피험체의 REM 수면 시작 및 종료에 대응

한다.

표 2

| 수면 주기 (분) | $P_1$, ms | $P_2$, ms | $P_3$, ms | $P_4$, ms | $P_5$, (분) | 움직임 수치 | $P_6$ 5분 동안 | $F(\Delta t_i)$ | $\Delta F(\Delta t_i)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 185 | 92 | 1201 | 1422 | - | 14 | 0 | - | - | |
| 186 | 1273 | 1200 | 1421 | - | 15 | 1 | - | - | |
| 187 | 1272 | 1199 | 1420 | - | 15 | 0 | - | - | |
| 188 | 1272 | 1198 | 1418 | - | 15 | 0 | - | - | |
| 189 | 1272 | 1199 | 1418 | 92 | 15 | 0 | 0.2 | -1319 | |
| 190 | 1274 | 1198 | 1419 | 92 | 15 | 0 | 0.2 | -1321 | -1.9 |
| 191 | 1273 | 1201 | 1419 | 94 | 14 | 0 | 0 | -1324 | -3.0 |
| 192 | 1272 | 1202 | 1421 | 92 | 14 | 0 | 0 | -1326 | -2.0 |
| 193 | 1272 | 1200 | 1422 | 92 | 14 | 0 | 0 | -1326 | 0.3 |
| 194 | 1271 | 1202 | 1421 | 92 | 14 | 0 | 0 | -1325 | 0.8 |
| 195 | 1272 | 1201 | 1421 | 92 | 14 | 0 | 0 | -1326 | -0.9 |
| 196 | 1272 | 1202 | 1422 | 92 | 15 | 0 | 0 | -1324 | 1.8 |
| 197 | 1272 | 1202 | 1420 | 93 | 15 | 0 | 0 | -1323 | 1.5 |
| 198 | 1271 | 1198 | 1422 | 92 | 15 | 0 | 0 | -1323 | 0.1 |
| 199 | 1272 | 1199 | 1421 | 92 | 15 | 0 | 0 | -1324 | -1.1 |
| 200 | 1272 | 1200 | 1418 | 92 | 15 | 0 | 0 | -1324 | 0.0 |
| 201 | 1273 | 1197 | 1418 | 92 | 16 | 0 | 0 | -1322 | 1.4 |
| **202** | **1206** | **1015** | **1290** | **89** | **18** | **0** | **0** | **-1226** | **96.1** |
| 203 | 1207 | 1011 | 1290 | 88 | 19 | 0 | 0 | -1226 | 0.2 |
| 204 | 1207 | 1012 | 1290 | 89 | 19 | 0 | 0 | -1225 | 1.3 |
| 205 | 1208 | 1012 | 1290 | 89 | 19 | 0 | 0 | -1226 | -1.0 |
| 206 | 1207 | 1010 | 1290 | 90 | 18 | 0 | 0 | -1225 | 0.7 |
| 207 | 1207 | 1012 | 1290 | 89 | 19 | 0 | 0 | -1225 | 0.3 |
| 208 | 1206 | 1013 | 1290 | 88 | 19 | 0 | 0 | -1225 | -0.5 |
| 209 | 1207 | 1012 | 1290 | 89 | 19 | 0 | 0 | -1225 | 0.5 |
| **210** | **1367** | **1290** | **1500** | **97** | **14** | **1** | **0.2** | **-1424** | **-199.6** |
| 211 | 1369 | 1300 | 1505 | 98 | 16 | 0 | 0.2 | -1422 | 1.9 |
| 212 | 1369 | 1290 | 1501 | 99 | 15 | 0 | 0.2 | -1421 | 0.9 |
| 213 | 1367 | 1290 | 1498 | 100 | 14 | 0 | 0.2 | -1420 | 1.5 |
| 214 | 1367 | 1285 | 1498 | 99 | 13 | 0 | 0.2 | -1422 | -2.7 |
| 215 | 1367 | 1290 | 1500 | 100 | 15 | 0 | 0 | -1422 | 0.2 |

[0061]

[0062] 도 2는 동일 피험체(8VAV)의 전체 수면 지속시간 동안 함수 $F(\Delta t_i)$의 그래프다. 함수값 $F(\Delta t_i)$로부터 나타나듯이, 피험체 수면 중 4개의 REM 단계가 발생하였다.

[0063] 도 3은 다른 피험체(7ESA)의 함수 $F(\Delta t_i)$의 그래프를 도시한다. 그래프로부터 나타나듯이, 잠깨움에 선호되는 4개의 REM 단계들이 피험체 수면 중 마찬가지로 등록되었다. 피험체는 마지막 REM 단계 중 스스로 일어났다.

[0064] REM 단계의 수는 수면 중 변할 수 있다. 예를 들어, 도 4는 다른 피험체(3SOR)의 수면 중 3개의 REM 단계가 발생하였음을 도시한다.

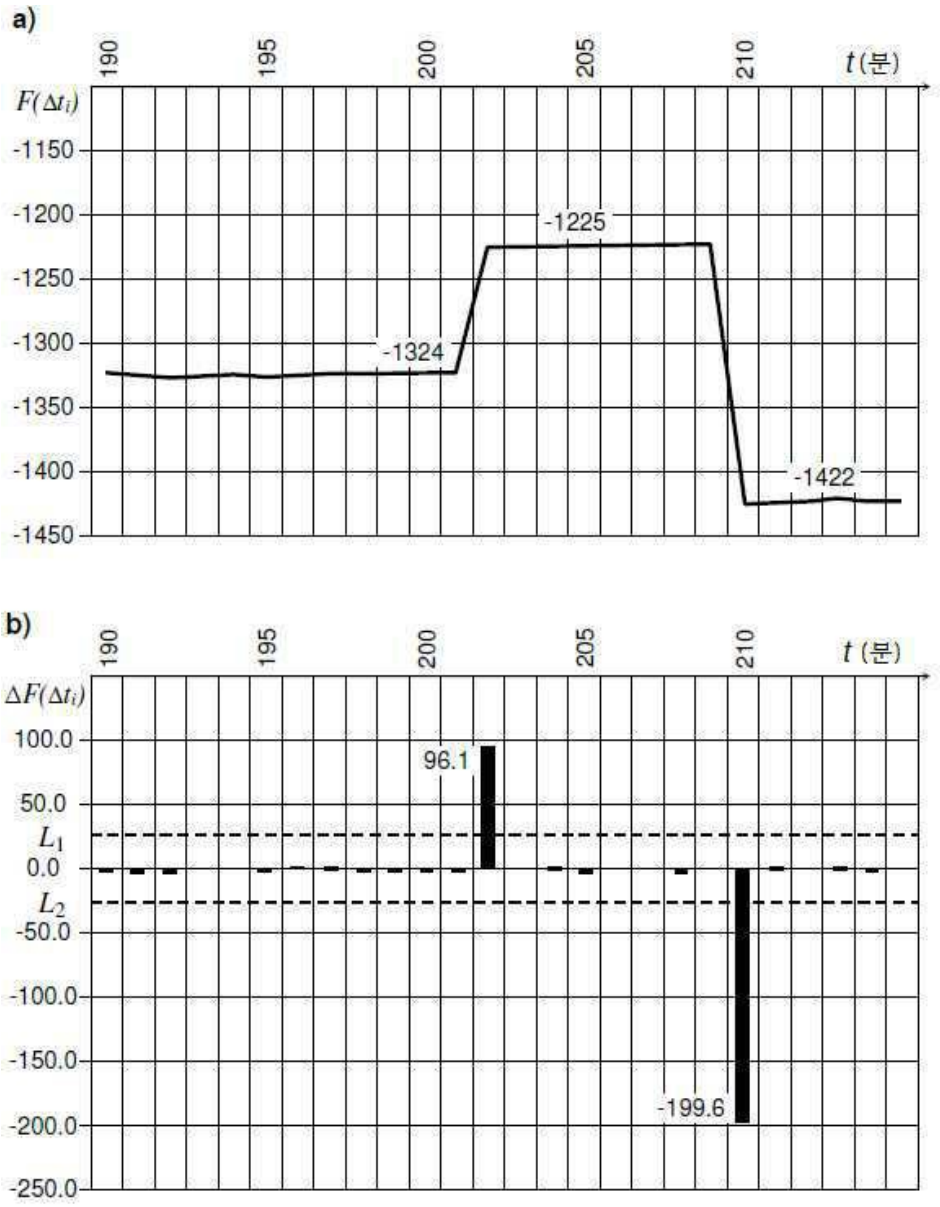
[0065] 또한 이 그래프에 따르면, 서로 다른 REM 단계들은 수면 지속시간 전체를 통해 함수 $F(\Delta t_i)$의 서로 다른 절대값을 특징으로 하고, 이러한 REM 수면 시작 및 종료가 상기 함수의 증분에 의해서만 신뢰가능하게 식별될 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0066] 일련의 검사를 통해 알아본 결과, 본 발명에 따른 방법은 20명의 피험체에서 76 REM 수면 단계들 중 73을 식별할 수 있었고, 이는 잠깨움에 선호되는 인간 수면 단계의 식별을 고도의 신뢰도로 실험한다. 여기서 선택되는

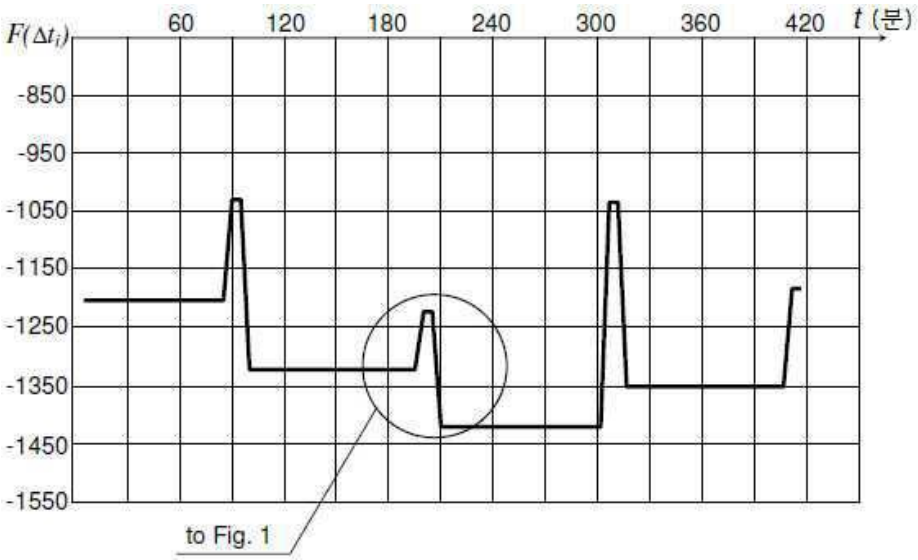
함수 $F(\Delta t_i)$의 파라미터는 편안한 수면 단계 제공을 위해 손목에 고정된 최소 개수의 센서들을 이용할 필요성에 의해 또한 규정되었다.

## 도면

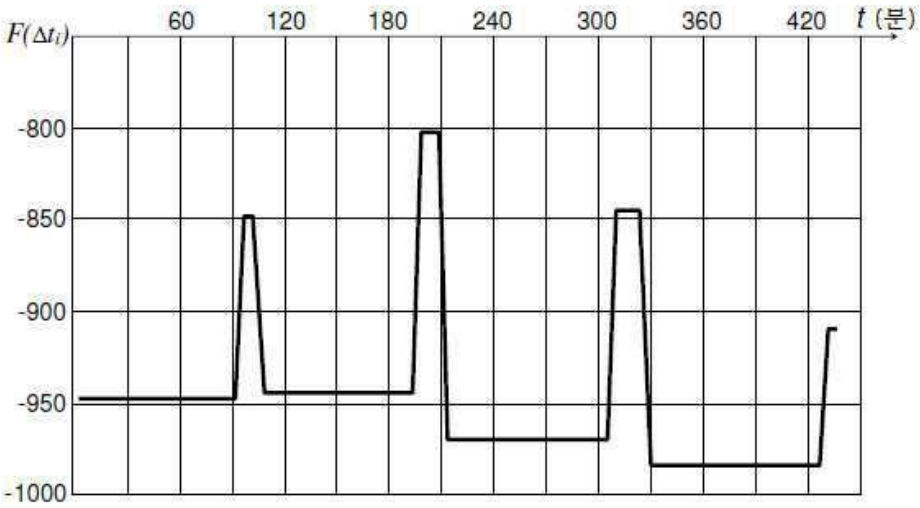
### 도면1



도면2


F(Δti)
60
120
180
240
300
360
420
t (분)
-850
-950
-1050
-1150
-1250
-1350
-1450
-1550
to Fig. 1

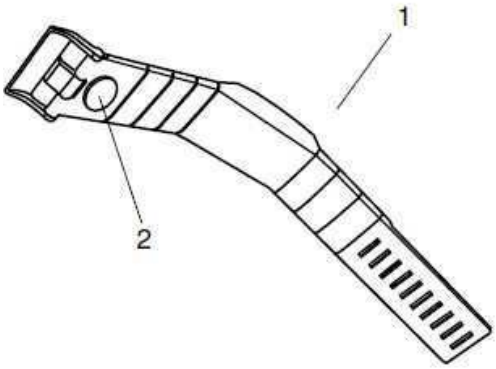
도면3


F(Δti)
60
120
180
240
300
360
420
t (분)
-800
-850
-900
-950
-1000

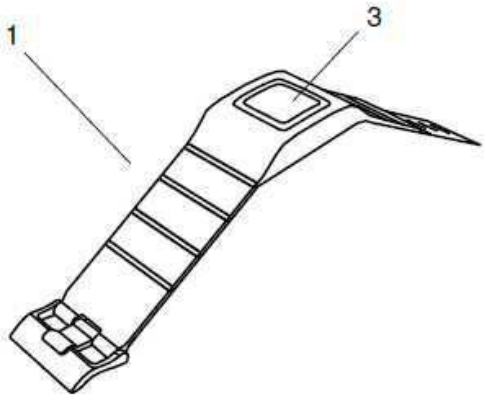
도면4

F(Δti)
60
120
180
240
300
360
420
t (분)
-800
-850
-900
-950
-1000
-1050

도면5


1
2

도면6


1
3