



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0058870
(43) 공개일자 2018년06월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/0484 (2006.01) A61B 3/113 (2006.01)
A61B 3/14 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/01 (2006.01) A61B 5/026 (2006.01)
A61B 5/04 (2006.01) A61B 5/0478 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/1455 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/04842 (2013.01)
A61B 3/113 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7027811
- (22) 출원일자(국제) 2014년03월06일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년10월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/021247
- (87) 국제공개번호 WO 2014/138414
국제공개일자 2014년09월12일
- (30) 우선권주장
61/773,428 2013년03월06일 미국(US)

- (71) 출원인
사이먼 아담 제이
미국 19067 펜실베이니아주 야들리 프라스펙트 팜
드라이브 1310
캐스 개리 에스
미국 07076 뉴저지주 스카치 플레인스 스카이트
드라이브 2671
- (72) 발명자
사이먼 아담 제이
미국 19067 펜실베이니아주 야들리 프라스펙트 팜
드라이브 1310
캐스 개리 에스
미국 07076 뉴저지주 스카치 플레인스 스카이트
드라이브 2671
- (74) 대리인
양영준, 김윤기

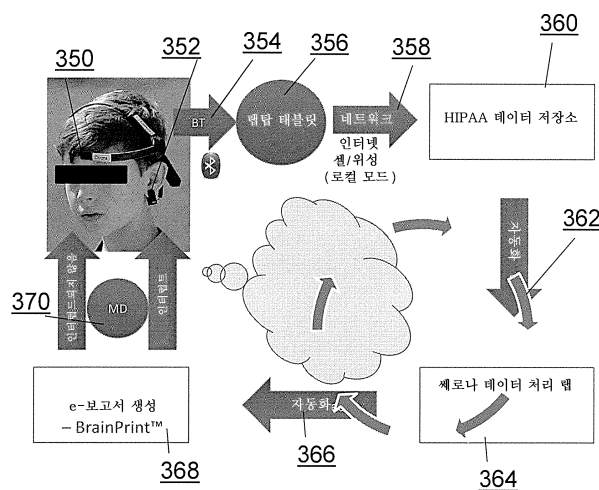
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 뇌 건강의 다중 모드 생리학적 평가를 위한 폼 팩터

(57) 요약

다중 모드 생리학 평가 디바이스 및 방법은 뇌의 건강 및 기능을 평가하는 생물학 신호 측정값의 다수의 데이터 스트림의 동시 기록 및 후속 분석을 가능하게 한다. 다중 모드 평가 시스템은 인식 정보의 (x(t), y(t))의 2차원 데이터 스트림을 제공하는 인식 정보와 결합하여 EEG 뇌파 데이터의 적어도 하나의 채널; 음성 기록, 움직임, 위치 및 안정성 데이터, 전기 피부 전도도; 대상의 온도; 맥박 산소측정 데이터, 뇌 혈액 관류 데이터, 혈관운동 반응성 데이터 등을 포함한다. 수집된 데이터를 처리하여, 다수의 생물학 센서 데이터 스트림으로부터 추출되며 다중 모드 서명과 상관되는 후보 특징을 구성하여 뇌 건강, 질병 및 손상을 나타내는 데이터를 식별한다.

대표도 - 도32



(52) CPC특허분류

A61B 3/145 (2013.01)
A61B 5/0057 (2013.01)
A61B 5/01 (2013.01)
A61B 5/026 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
A61B 5/0478 (2013.01)
A61B 5/04845 (2013.01)
A61B 5/1103 (2013.01)
A61B 5/14551 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 뇌 건강을 평가하는 생물학 센서 데이터의 다수의 스트림을 캡처하는 시스템으로서,

상기 사용자로부터 생물학 센서 데이터를 수집하도록 구성된 복수의 생물학 센서로서, 상기 생물학 센서는 EEG 뇌파 데이터의 적어도 하나의 채널을 수집하는 활성 뇌파 센서를 포함하고, 움직임, 위치 및 안정성 데이터를 수집하여 정량 안정성 및 균형 측정값을 제공하는 가속도계 및/또는 자이로미터, 키보드 키스트로크, 마우스 클릭 및/또는 터치 패널 이벤트를 포함하는 신경심리학 데이터의 형태로 인식 정보를 수집하여 반응 시간 및 정확도 정보를 전달하는 주변 감지 디바이스, 인간 음성을 기록하여 인지 시험(cognitive challenges) 또는 청각 자극에 대한 전체 작업(a battery of tasks) 동안 인간 대상의 언어 응답을 캡처하는 마이크로폰, 눈 움직임, 눈 신속운동(saccade) 및 기타 생체인식 식별 정보를 기록하는 카메라 또는 생체센서 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 복수의 생물학 센서;

상기 복수의 생물학 센서에 의해 수집된 생물학 센서 데이터를 동시에 기록하는 전자 모듈; 및

시각 자극제, 청각 자극제, 미식 자극제(gastronomic stimulant), 후각 자극제, 및/또는 움직임 자극제 중 적어도 하나를 상기 사용자에게 적용하는 자극 디바이스

를 포함하고,

상기 복수의 생물학 센서는 상기 전자 모듈에 의한 기록을 위해 상기 자극 디바이스에 의해 적용된 자극제에 대한 신체 응답을 동시에 측정하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전자 모듈에 의해 수집된 생물학 센서 데이터를 원격 처리 디바이스에 송신하는 수단을 더 포함하는, 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 원격 처리 디바이스는 상기 전자 모듈로부터 수신된 생물학 센서 데이터를 처리하여 인공물(artifacts)을 식별 및 특징화하고, 분류 및 저장을 위해 및/또는 이전에 획득한 후보 특징과의 비교를 위해 후보 특징을 추출하고, 보고서를 생성하는, 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 원격 처리 디바이스는 수신된 생물학 센서 데이터로부터 추출된 후보 특징으로부터 추출된 생체인식 테이블을 또한 구성하는, 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 원격 처리 디바이스는 다수의 생물학 센서 데이터 스트림으로부터 추출된 후보 특징을 포함하는 예측 서명을 구성하도록 또한 프로그래밍되고, 상기 예측 서명은 뇌 건강, 질병 및 손상의 다중 모드 서명과 상관되는, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 주변 감지 디바이스, 마이크로폰 및 카메라 또는 생체센서는 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스에 구현되는, 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스는 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드 헬드 디바이스로 하여금 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스의

사운드 카드 및/또는 시각 디스플레이를 통해 상기 사용자에게 명령어를 제공(administer)하게 하는 소프트웨어에 의해 프로그래밍되는, 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스는 상기 자극 디바이스에 제어 신호를 제공하는 소프트웨어에 의해 또한 프로그래밍되는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 복수의 생물학 센서는 심장 박동을 측정하는 심장 박동 센서, 동맥 산소공급을 측정하는 맥박 산소측정계, 신체 온도를 측정하는 온도 센서, 피부 표면 전기 피부 전도도 및/또는 전기 피부 저항을 측정하는 전기 피부 반응 또는 전류피부반응 센서, 뇌 혈액 관류를 평가하는 수단, 및/또는 혈관운동 반응성을 평가하는 수단을 더 포함하는, 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 심장 박동 센서, 상기 맥박 산소측정계, 상기 온도 센서 및 상기 전기 피부 반응 또는 전류피부반응 센서 중 적어도 하나는 상기 전자 모듈로부터 분리된 주변 전자 모듈과 일체인, 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 전자 모듈을 장착하도록 구성된 일회용 헤드밴드를 더 포함하는, 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 전자 모듈을 장착하도록 구성된 안경 프레임(glasses frame)을 더 포함하는, 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 안경 프레임은 일회용 귀 측두(temple) 지지부 및 일회용 코 패드를 갖는, 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 안경 프레임은 적어도 하나의 생물학 센서에 연결하도록 구성된 일체형 와이어(wires)를 포함하는, 시스템.

청구항 15

사용자의 뇌 건강을 평가하는 생물학 센서 데이터의 다수의 스트림을 캡처하는 방법으로서,
 자극 디바이스를 이용하여 시각 자극제, 청각 자극제, 미식 자극제(gastronomic stimulant), 후각 자극제, 및/또는 움직임 자극제 중 적어도 하나를 상기 사용자에게 적용하는 단계;
 복수의 생물학 센서가 상기 자극 디바이스에 의해 적용된 자극제에 대한 신체 응답을 동시에 측정하는 단계로서, 상기 복수의 생물학 센서는 EEG 뇌파 데이터의 적어도 하나의 채널을 수집하도록 구성되고, 정량 안정성 및 균형 측정값을 제공하는 움직임, 위치 및 안정성 데이터, 반응 시간 및 정확도 정보를 전달하는 키보드 키스트로크, 마우스 클릭 및/또는 터치 패널 이벤트를 포함하는 신경심리학 데이터의 형태인 인식 정보, 인지 시험(cognitive challenges) 또는 청각 자극에 대한 전체 작업(a battery of tasks) 동안 인간 대상의 언어 응답을 캡처하는 인간 음성, 및 눈 움직임, 눈 신속운동(saccade) 및 기타 생체인식 식별 정보 중 적어도 하나를 수집하도록 구성되는, 상기 측정하는 단계; 및
 전자 모듈의 상기 복수의 생물학 센서에 의해 수집된 생물학 센서 데이터를 기록하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 전자 모듈에 의해 수집된 생물학 센서 데이터를 원격 처리 디바이스에 전달하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 수신된 생물학 센서 데이터를 처리하여 인공물(artifacts)을 식별 및 특징화하고, 분류 및 저장을 위해 및/또는 이전에 획득한 후보 특징과의 비교를 위해 후보 특징을 추출하고, 보고서를 생성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 수신된 생물학 센서 데이터로부터 추출된 후보 특징으로부터 추출된 생체인식 테이블을 구성하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 다수의 생물학 센서 데이터 스트림으로부터 추출된 후보 특징을 포함하는 예측 서명을 구성하는 단계를 더 포함하고, 상기 예측 서명은 뇌 건강, 질병 및 손상의 다중 모드 서명과 상관되는, 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드 헬드 디바이스가 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스의 사운드 카드 및/또는 시각 디스플레이를 통해 상기 사용자에게 명령어를 제공(administer)하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스가 상기 자극 디바이스에 제어 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 22

제15항에 있어서, 상기 전자 모듈에서 상기 생물학 센서 데이터로 기록하기 위해 심장 박동 데이터, 동맥 산소 공급 데이터, 신체 온도 데이터, 뇌 혈액 관류 데이터, 혈관운동 반응성 데이터 및/또는 피부 표면 전기 피부 전도도 및/또는 전기 피부 저항 데이터를 수집하는 단계를 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2013년 3월 6일 출원된 미국 가출원 61/773,428을 우선권 주장한다. 그 특허 출원의 내용은 그 전체가 본원에 참고로서 병합된다.

[0002] 본 발명은 대상의 뇌 상태 및 기능을 동적으로 평가하는 시스템에 있어서 활성화된 작업과 자극의 이용을 통한 뇌 건강의 진단 및 분석에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 뇌 및 중앙 신경계의 정상적인 기능은 건강하고, 즐거우며 생산적인 생활에 있어서 중요하다. 뇌 및 중앙 신경계의 장애는 가장 무서운 질병 중 하나이다. 뇌졸중, 알츠하이머병, 파킨슨병과 같은 많은 신경계 장애는 잠행성으로 진행하여, 노령화에 따라 더 일반적으로 된다. 정신분열증, 우울증, 다발 경화증 및 간질과 같은 기타 장애는 더 젊은 연령에 발생하고, 개인의 일생 전체에 걸쳐 지속되고 진행할 수 있다. 또한, 뇌 외상, 감염 및 중독과 같은 신경계에 대한 갑작스런 파국적 손상은 어느 연령의 어떤 개인에게도 언제라도 영향을 줄 수 있다.

[0004] 대부분의 신경계 장애는 개인의 유전자형, 환경 및 개인의 습관 간의 복잡한 상호작용으로부터 발생하므로, 매우 개인화된 형태로 존재한다. 그러나, 예방 헬스 케어의 중요성이 나타나고 있음에도 불구하고, 대상 자신의 신경계의 건강을 객관적으로 평가하는 편리한 수단이 아직 널리 이용되지 않고 있다. 따라서, 정상적인 건강 감시, 장애의 조기 진단, 질병 진행의 추적, 및 치료와 새로운 요법의 발견과 최적화를 위해 뇌 및 신경계의 건강 상태를 모니터링하는 새로운 방법이 필요하다.

[0005] 혈압, 콜레스테롤 및 혈당과 같은 개인화된 건강 모니터링 생체표지가 오랫동안 가정용으로 되어 있는 심혈관 및 신진대사 장애와 달리, 뇌 및 신경계 건강에는 그러한 편리한 생체표지가 존재하지 않는다. PET(positron

emission tomography), fMRI(functional magnetic resonance imaging) 및 신경 정신 또는 인식 검사와 같은 정량적 신경생리학 평가 접근법은 상당한 조작자 숙련도, 입원 환자 또는 병원 기반 검사 및 상당한 시간과 비용을 필요로 한다. 신경계 기능의 쉬운 생체표지로서 보다 넓은 역할을 하도록 구성될 수 있는 하나의 가능한 기술은 전기 신호를 생성 및 송신하는 뇌의 능력을 측정하는 EEG(electroencephalography)를 비롯한 다수의 상이한 형태의 데이터로부터의 뇌의 다중 모드 평가이다. 그러나, 공식적인 랩 기반 EEG 접근법은 통상적으로 상당한 조작자 훈련과 번거로운 장비를 필요로 하고, 주로 간질 검사에 이용된다.

[0006] 다른 및 독창적인 생체표지 접근법은 신경 및 정신 장애의 예방, 진단 및 치료를 현저하게 개선할 수 있는 개인 뇌 건강의 정량적 측정값을 제공하는 것을 필요로 한다. 파킨슨병, 알츠하이머병, 뇌진탕 및 기타 신경 및 신경 정신 상태에 이르는 고유한 다중 모드 디바이스와 검사에 대한 긴급한 니즈가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 사용자의 뇌 건강을 평가하는 생물학 센서 데이터의 다수의 스트림을 캡처함으로써 상기 본원발명이 속하는 기술분야의 니즈를 해결하는 시스템 및 방법을 제공한다. 예시적인 실시형태에서, 시스템은 사용자로부터 생물학 센서 데이터를 수집하도록 구성된 복수의 생물학 센서를 포함한다. 생물학 센서는 EEG 뇌파 데이터의 적어도 하나의 채널을 수집하는 활성 뇌파 센서를 포함하고, 움직임, 위치 및 안정성 데이터를 수집하여 정량 안정성 및 균형 측정값을 제공하는 가속도계 및/또는 자이로미터, 키보드 키스트로크, 마우스 클릭 및/또는 터치 패널 이벤트를 포함하는 신경심리학 데이터의 형태로 인식 정보를 수집하여 반응 시간 및 정확도 정보를 전달하는 주변 감지 디바이스, 인간 음성을 기록하여 인지 시험(cognitive challenges) 또는 청각 자극에 대한 전체 작업(a battery of tasks) 동안 인간 대상의 언어 응답을 캡처하는 마이크로폰, 눈 움직임, 눈 신속운동(saccade) 및 기타 생체인식 식별 정보를 기록하는 카메라 또는 생체센서; 심장 박동을 모니터링하는 심장 박동 센서, 동맥 산소공급을 측정하는 맥박 산소측정계, 신체 온도를 측정하는 온도 센서, 및 피부 표면 전기 피부 전도도 및/또는 전기 피부 저항을 측정하는 전기 피부 반응 또는 전류피부반응 센서 중 적어도 하나를 포함한다.

[0008] 예를 들어, 일회용 헤드밴드와 일체형 전자 모듈은 복수의 생물학 센서에 의해 수집된 생물학 센서 데이터를 동시에 기록하고, 수집된 생물학 센서 데이터를 처리를 위해 서버로 전송한다. 자극 디바이스는 시각 자극제, 청각 자극제, 미식 자극제, 후각 자극제 및/또는 움직임 자극제 중 적어도 하나를 사용자에게 또한 적용한다. 동작 동안에, 복수의 생물학 센서는 전자 모듈에 의한 기록을 위해 자극 디바이스에 의해 적용된 자극제에 대한 신체 응답을 동시에 측정한다.

[0009] 예시적인 실시형태에서, 서버는 전자 모듈로부터 수신된 생물학 센서 데이터를 처리하여, 인공물(artifacts)을 식별 및 특징화하고, 분류 및 저장을 위해 및/또는 이전에 획득한 후보 특징과의 비교를 위해 후보 특징을 추출하고, 보고서를 생성한다. 또한, 서버는 수신된 생물학 센서 데이터로부터 추출된 후보 특징으로부터 추출된 생체인식 테이블을 구성할 수 있다. 또한, 서버는 다수의 생물학 센서 데이터 스트림으로부터 추출된 후보 특징을 포함하는 예측 서명을 구성하도록 프로그래밍될 수 있다. 예시적인 실시형태에서, 예측 서명은 EEG 데이터와 인식 데이터 및/또는 임의의 기타 데이터 스트림으로부터의 데이터를 뇌 건강, 질병 및 손상의 다중 모드 서명과 상관한다.

[0010] 추가의 예시적인 실시형태에서, 주변 감지 디바이스, 마이크로폰 및 카메라 또는 생체센서는 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스의 사운드 카드 및/또는 시각 디스플레이를 통해 사용자에게 명령어를 제공(administer)하도록 프로그래밍되는 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스에 구현된다. 또한, PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 맞춤형 핸드헬드 디바이스는 자극 디바이스에 제어 신호를 제공하도록 프로그래밍될 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 양태는 인간 접촉 및 가능한 오염 없이 여러 번 전자 모듈을 이용하는 것을 가능하게 하는 단순한 일회용 헤드밴드 및 전극의 이용이다. 본 발명의 실시형태는 이어 클립 또는 표면 패치에 광섬유 또는 광파이프를 포함하여 동시에 EEG 및 맥박-산소측정을 가능하게 한다. 다른 실시형태에서, 동시 온도는 EEG와 함께 포함된다. 또 다른 실시형태에서, 가속도계는 머리의 위치를 측정하기 위한 것이 아니라, EEG가 기록되는 동안

균형 및 전정 작업 중 움직임과 안정도를 나타내는 다른 생물학 신호로서 이용되므로, 임의의 2개의 시간 동기화된 데이터 스트림 간의 교차 상관을 생성하는 가능성을 포함하는 데이터 스트림 각각으로부터 특징의 추출을 가능하게 한다.

- [0012] 본 발명의 일 실시형태에서, 와이어의 이용 없이 재사용가능한 전자 모듈(REM) 및 전극의 이용(직접 스냅되거나(snapped) 기계 및 전기적으로 연결됨)은 소형의 효율적인 REM 모듈에 도움이 된다. 또한, 본 실시형태의 일부는 일회용 물품으로서 기능을 하는 이어 클립 내로의 단일의 이중 채널 접착 전극 또는 삽입물이다.
- [0013] 본 발명의 추가 실시형태는 내장형 진동 발진기를 이용하여 각각의 사용 전에 원격으로 측정 가속도계를 교정하여, 검사 신호가 전자 회로에 적용되는 것과 같이, 시스템 및 센서 신뢰도를 보장한다.
- [0014] 본 발명의 추가 실시형태는 신체 착용 전자 모듈에 연결되는 방식으로 인간 대상의 이마로부터 또는 입을 통해 온도를 측정하는 여러 수단을 포함한다. 일 실시형태에서, 온도 센서는 외이도에 배치되는 한편, EEG 이어 클립은 하나의 동일한 기계 유닛으로부터 제 자리에 유지된다.
- [0015] 본 발명의 추가 실시형태는 신체 착용 REM으로부터 프로그래밍되는 자동화 방식의 미식 및 후각 자극을 제공하는 능력을 포함하는 한편, 생물학 신호의 데이터 스트림을 병렬 및 시간 동기 방식으로 기록한다.
- [0016] 추가 실시형태는 KD 총시간 및 EEG 상대 베타 전력과 같은 인식 측정값의 이용을 포함하는, 감도와 특이성이 증가한 서명을 만들도록 다수의 생물학 신호 데이터 스트림으로부터 추출된 특징을 포함하는 예측 서명의 구성을 포함한다.
- [0017] 또한, 본 발명은 그러한 디바이스를 이용하는 생물학 데이터를 측정하는 방법을 포함한다. 본 발명의 이들 및 기타 특징적인 구성은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 다음 예시적인 실시형태의 설명으로부터 명백하게 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 본 발명의 실시형태는 다음 도면을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다.
 - 도 1은 EEG의 단일 채널을 기록하는 단순화된 헤드밴드 기반 REM 시스템을 나타낸 개략도이다.
 - 도 2는 헤드밴드의 내부에 위치하도록 스냅되는 활성 전극을 나타낸 헤드밴드에 REM을 장착하는 것을 나타낸 탑다운 뷰 개략도이다.
 - 도 3a는 동일 REM 및 이어 클립으로부터 EEG와 맥박 산소측정계 모두를 인에이블하는 송신 기반 맥박 산소측정 이어 클립을 나타낸 개략도이다.
 - 도 3b는 동일 REM 및 이어 클립으로부터 EEG와 맥박 산소측정계 모두를 인에이블하는 반사 기반 맥박 산소측정 이어 클립을 나타낸 개략도이다.
 - 도 4는 일회용 이어 클립 삽입물의 개략도이다.
 - 도 5는 이어 클립 내로 삽입되기 바로 전의 일회용 이어 클립의 개략도이다.
 - 도 6은 인간 대상 귀에서 사용할 준비가 된 이어 클립 내로 삽입된 바로 후의 일회용 이어 클립의 개략도이다.
 - 도 7은 기준 REF와 접지 GND를 위한 2개의 채널 접착 전극의 개략도이다.
 - 도 8은 다른 전극 배치를 갖는 헤드밴드의 개략도이다.
 - 도 9는 다른 전극 배치를 갖는 도 8의 헤드밴드의 분해도의 개략도이다.
 - 도 10은 모델 헤드의 프레임 상에 접착 이어 전극을 갖는 헤드밴드 지지형 전자 모듈의 개략도이다.
 - 도 11은 전자 모듈 바로 뒤에 있는 헤드밴드 내부의 활성 전극 보기를 허용하는 접착 이어 전극을 갖는 헤드밴드 지지형 전자 모듈의 개략도이다.
 - 도 12는 전자 모듈의 3D 정면도이다.
 - 도 13은 전자 모듈의 3D 배면도이다.
 - 도 14는 전자 모듈의 3D 분해 정면도이다.

- 도 15는 전자 모듈의 3D 분해 배면도이다.
- 도 16은 전자 모듈의 3D 콤팩트 배면도이다.
- 도 17a 및 도 17b는 동시의 EEG 및 온도 기반 측정을 위한 인접 온도 센서를 갖는 헤드밴드 지지형 전자 모듈을 함께 개략적으로 나타낸다.
- 도 18은 일회용 시스로 보호되는 입 삽입형 온도 프로브를 포함하는 REM 모듈의 개략도이다.
- 도 19a는 REM 모듈에 인터페이스되는 서미스터 온도 센서의 개략도이다.
- 도 19b는 REM 모듈에 인터페이스되는 아날로그 온도 센서의 개략도이다.
- 도 20은 REM 모듈에 인터페이스되는 디지털 온도 센서의 개략도이다.
- 도 21a는 REM 모듈에 인터페이스하는 스폿 IR 온도 센서를 이용하는 외에도 온도 센서의 개략도이다.
- 도 21b는 REM 모듈에 인터페이스되는 스폿 IR 온도 센서의 개략도이다.
- 도 22는 REM 모듈에 인터페이스되는 다중 포인트 이미징 IR 센서의 개략도이다.
- 도 23은 주변 손가락에 장착된 REM 모듈의 개략도이다.
- 도 24는 주변 손목 또는 발목에 장착된 REM 모듈의 개략도이다.
- 도 25는 REM 모듈에 의해 제어되며 입 대상에 자극을 전달하는 미식 자극제 장치의 개략도이다.
- 도 26은 REM 모듈에 연결되는 단일 유체 게이트형 솔레노이드 미식 자극제 장치의 개략도이다.
- 도 27은 REM 모듈에 연결되는 다중 유체 게이트형 솔레노이드 미식 자극제 장치의 개략도이다.
- 도 28은 환자의 코에 삽입되며 REM 모듈을 통해 제어되는 후각 자극제 장치의 개략도이다.
- 도 29는 REM 모듈에 연결되는 "스크래치 앤 스니프(Scratch & Sniff)" 후각 자극제 장치의 개략도이다.
- 도 30은 1) 블루투스를 통해 태블릿에 송신되는 단일 리드 EEG 뇌파 데이터를 수집하는 REM 모듈, 2) (반응 시간 Rx 및 정확도의 형태인) 인식 데이터를 전달하는 터치 스크린 "이벤트"를 포함하는 주변 이동 컴퓨팅 유닛(MCU), 3) 내장형 태블릿 마이크로폰을 통해 기록되는 음성 데이터, 4) 생체인식 식별 및 눈의 신속운동과 같은 눈 움직임 추적을 포함하는 기타 이미지 처리 분석을 가능하게 하는 정면을 향하는 내장형 카메라 또는 생체센서로부터의 이미지 데이터, 5) 균형 및 안정성의 평가를 가능하게 하는 내장형 가속도계, 자이로미터 및 자기 컴퍼스, 및 6) 시스템에 기타 데이터 스트림을 제공하는 기타 내장형 센서를 포함하는 다중 모드 뇌 건강 평가 시스템의 개략도이다.
- 도 31은 신호 전처리, 신호 처리, 생체인식 특징 테이블 구성, 예측 분석, 및 보고서 생성을 포함하는 수집된 데이터 스트림을 처리하는 기업용 클라우드 기반 활동의 개략도이다.
- 도 32는 서비스 제품/서비스 믹스와 같은 진단의 완전한 라이프사이클의 개략도이다.
- 도 33은 현가 진자로서 발진되며 스트링의 끝에 매달린 3축 가속도계로부터의 교정 측정값의 그래픽 디스플레이이다.
- 도 34는 사무실 환경 내에서 장애물 코스를 내비게이션할 때 자신의 팔을 흔들면서 걷는 인간 대상의 손목에 고정되는 3축 가속도계의 그래픽 디스플레이이다.
- 도 35는 뇌진탕 대상 대 대조군 대상의 임상 진단을 예측하는데 이용되는 EEG 특징(상대 베타)의 로지스틱 플롯과 그 대응하는 ROC(Receiver Operating Characteristic curve)의 그래픽 디스플레이 쌍이다.
- 도 36은 한 쌍으로서 또는 2개의 공변인, 나이 및 성별과 조합하여 킹-데빅(King-Devick) 검사로부터 인식 작업 스코어와 결합하는 EEG 특징(상대 베타)의 ROC(Receiver Operating Characteristic curve)의 그래픽 디스플레이 쌍이다.
- 도 37a는 렌즈 없이 안경 프레임의 형태로 헤드 상에 REM을 지지하거나 유지하는 헤드밴드를 위한 다른 폼 팩터의 개략도이다.
- 도 37b는 렌즈 없이 안경 프레임의 형태로 헤드 상에 REM을 지지하거나 유지하고 인간과 접촉하는 일회용 귀 측

두 지지체 및 일회용 코 패드로 이루어진 다른 폼 팩터의 개략도이다.

도 37c는 일체형 와이어, REM이 활주되는 채널 또는 키 및 두개골과 꼭지돌기 전극을 연결하는 수단을 갖고, 렌즈가 없는 안경 프레임의 형태로 헤드 상에 REM을 지지하거나 유지하는 헤드밴드에 대한 다른 폼 팩터의 개략도이다.

도 38은 휴식 또는 수면 기반 데이터 수집 동안 더 많은 지지를 허용하는 긴 리드를 갖는 대상의 팔 상에 또는 그 손목 주위에 지지되는 다른 REM의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 도 1 내지 도 38을 참조하여 보다 구체적으로 이하 설명될 것이다. 본 기술분야의 기술자는 이들 도면들과 관련한 본 명세서의 상세한 설명이 단지 예시를 목적으로 한 것이며 어떠한 방식으로든 본 발명의 보호 범위를 제한하고자 의도된 것이 아님을 이해할 것이다. 본 발명의 보호범위와 관련한 모든 문제들은 첨부된 청구범위를 참조함으로써 해소될 수 있다.
- [0020] 정의
- [0021] "두피에 대한 전극"이라는 함은, 이에 제한되는 것은 아니지만, 이들 전극이 젤, 건식 전극 센서, 비접촉식 센서, 및 전자기 수단에 의한 유도 전위 또는 전위를 측정하는 임의의 다른 수단을 포함하는 것을 의미한다.
- [0022] "뇌 및 신경계의 관찰"이라는 문구로써 우리는 정상적인 건강과 노화의 감시; 뇌기능 장애의 조기 발견 및 관찰; 뇌손상 및 회복의 관찰; 발병, 진행, 그리고 처치 및 약물 요법의 발견과 최적화를 위한 치료 반응의 관찰을, 제한 없이, 포함시키고자 하며, 상기 처치 및 약물 치료는 또한, 연구용 조제약(investigational compounds) 및 등록된 약제의 감시뿐만 아니라 불법 약물 및 그러한 불법 약물이 운전 중이거나, 운동 중이거나, 그 외 다른 통제된 행위에 열중하고 있는 사람에게 미치는 영향의 관찰도, 제한 없이, 포함한다.
- [0023] 본 명세서에 기재된 "의학 요법(medical therapy)"은, 이에 제한되는 것은 아니지만, 임의의 의료약제 또는 치료제, 화합물, 의료 장치 요법, 생물학, 운동, 바이오피드백, 또는 이들의 조합을 포함한 잠재적인 의료 효과를 갖는 임의 형태의 요법을 포함한다.
- [0024] "EEG 데이터"는 원시 시계열(time series), 푸리에 변환 이후에 검출된 스펙트럼 특성, 비선형 분석 이후의 비선형 특성, 웨이블릿(wavelet) 특성, 생체측정 변수들의 요약 및 이들의 조합을 포함하나 이에 한정되지는 않는다.
- [0025] 본원에 사용된 "감각 및 인지 검사"라는 용어는 모든 형태의 (오감) 감각 자극, (정서적) 인지 검사, 및 (CO2 호흡 검사, 가상 현실 균형 검사, 해머를 이용한 무릎 반사 검사 등과 같은) 기타 검사들을 포괄한다.
- [0026] 본원에 사용된 "감각 및 인지 검사 상태"라는 용어는 감각 및 인지 검사에 노출되어 있는 동안의 뇌 및 신경계의 모든 상태를 포괄한다.
- [0027] 본원에 사용된 "전자 시스템"이라는 용어는 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 아날로그 회로, DC 결합회로 또는 AC 결합회로, 디지털 회로, FPGA, ASICs, 시각 디스플레이, 음향 변환기, 온도 변환기, 발향 장치, 또는 이들의 조합을 포함하나 이에 한정되지는 않는다.
- [0028] "스펙트럼 대역"은 표준 문헌 규약들에서 PSD의 대역들이 주로 델타 대역($f < 4\text{Hz}$), 세타 대역($4 < f < 7\text{Hz}$), 알파 대역($8 < f < 12\text{Hz}$), 베타 대역($12 < f < 30\text{Hz}$), 및 감마 대역($30 < f < 100\text{Hz}$)으로 구분된다고 하는 일반적으로 용인되는 정의를 가지나 이에 한정되지는 않는다. 이들 대역의 정확한 경계는 해석에 따라 달라질 수 있으며, 해당 분야의 모든 의사들이 이를 엄밀하게 구별하지는 않는다.
- [0029] "보정(calibrating)"이란, 시스템이 재현성의 정량적 상태에 도달하도록 상기 시스템에 공지된 입력치를 입력하는 과정 및 내부 이득, 오프셋 또는 다른 조정 매개변수들을 조정하는 것을 의미한다.
- [0030] "품질 관리 감독"이란, 공지된 입력 신호들을 이용하여 시스템 분석치들을 감독하고, 시스템의 출력치가 예상한 것과 같은지 확인하는 것을 의미한다. 나아가, 공지된 입력 기준 신호와 관련한 출력치를 확인하는 과정은, 인체를 대상으로 하나의 데이터 블록이 수집되기 전에 또는 수집된 이후에 시스템이 제대로 작동하였음을 입증하는 형태의 품질 관리를 구성한다.
- [0031] "바이오마커(biomarker)"란 생물학적 또는 생리학적 기능 또는 과정을 의미한다.

- [0032] "바이오마커 특징 또는 지표"란 기초적인 원시 시계열 데이터의 일부 양상을 특성화하는 변수, 바이오마커, 지표 또는 특징을 의미한다. 이들 용어는 바이오마커와 대등한 객관적 지표로서, 상호 교차 사용될 수 있다.
- [0033] "비침습적"이란 인체의 피부나 조직을 관통할 필요가 없음을 의미한다.
- [0034] "진단"이란, 피검자들을 범주 그룹들로 분류하고, 다른 부가 정보와 함께 사용되는 진단 시 도움을 주고, 연역적 근거가 없는 곳에서 높은 수준의 검진을 수행하고, 예후 마커(prognostic marker)로서, 질환 또는 손상 진행 마커로서, 치료 반응 마커로서, 또는 심지어 치료 관찰 종결 시점으로서도 사용되기 위한 용도를 포함한 진단의 여러 사용 목적 중 하나를 의미한다.
- [0035] "전자 모듈" 또는 "EM", 혹은 "재사용 가능 전자 모듈" 또는 "REM", 혹은 "다기능 바이오 센서" 또는 "MFB"는 상이한 시기에 동일 피검체 혹은 복수 피검체로부터 생체 신호를 검출(기록)하는 데 사용될 수 있는 전자 모듈 혹은 장치를 의미한다. 이들 용어는, 한번 사용하고 폐기할 수 있는 일회용 전자 모듈도 포함하며, 이는 향후 소형화의 부분으로서 더욱 보편화될 것이고, 제조 비용은 감소할 것이다. 전자 모듈은 단 하나의 감지 기능만을 가지거나, (하나보다 많은) 다수의 기능을 가질 수 있으며, 후자의 (하나보다 많은) 경우가 더 보편적이다. 이들 용어는 모두 대등하며, 본원 발명의 범위를 제한하지 않는다.
- [0036] 뇌 건강 및 뇌 기능의 분석에서 생체 신호 데이터의 다중 스트림(multiple stream)을 획득하기 위한 간소화된 형태 인자(from factor)
- [0037] 본 발명의 시스템들 및 방법들은, 여러 감각을 자극하기도 하고 다양한 생체 신호도 수집하기 위해 인체 상에 용이하게 배치될 수 있으며, 일부는 재사용될 수 있고 일부는 폐기될 수 있으며, 인체에 접촉 시 국부적으로 맞춤형 재료 및 일회용 재료를 사용하여 활용될 수 있는 장치 및 장비 형태 인자들을 포함한다. 피검자와 접촉하게 되는 모든 재료의 장착부(applied part)를 살균하거나, 이전 재료는 폐기하고 피검자와 접촉될, 미사용된 새 재료를 사용함으로써, 상기 재료의 무결성 및 멸균성이 보증되어야 한다. 또한, 쓰레기통에 폐기물로서 버려지는 일회용 부품과 관련된 비용을 최소화 하는 것이 바람직하다.
- [0038] 상기 문제들의 해결방안 중 하나는, 인체로부터 생체 신호를 기록하기 위해 인체 상에 배치될 수 있는 하나 이상의 전자 모듈 또는 다기능 바이오 센서(MFB)를 제작하는 것이다. 특히, 그러한 전자 모듈(EM)은 두부 근처에 배치될 수 있으며, 만일 인체에 닿지 않은 경우에는 몇 번이고 재사용될 수도 있고, 인체와 직접 접촉한 경우에는 폐기될 수도 있다.
- [0039] 도 1에 도시된 일 실시예에서, 본 발명의 폼 팩터(form factor)는 전두(forehead)에 직접 위치되는 활성 뇌파 센서(5)를 갖는 전자 모듈 또는 재사용 가능한 전자 모듈(REM; 4)을 지지하는 헤드밴드(2)를 포함한다. 차동 입력 신호는 신체의 비뇌부위(non-skull portion)에, 바람직하게는 한 개 또는 두 개의 전도체[하나는 기준용(REF)이고 다른 하나는 접지용(GND)]를 포함하는 이어 클립(ear clip; 7)으로 이어지는 케이블(6)을 통해 두개(skull)와 멀리 떨어져 위치한 컷볼 또는 귀 윗부분과 같은 접근하기 용이한 임의의 부위에 접촉된다. REM(4)과 활성 뇌파 센서(5)는 통상의 의료 장치 전자 스냅 또는 다른 단순한 가압형 전기-기계적 연결부에 의해 부착될 수 있다. REM(4) 및 케이블(6) 또한 벨크로 후크/래더 프레스 클로져(Velcro hook/ladder press closure)에 의해 헤드밴드(2)에 부착될 수 있다. 이어 클립(7)의 다른 설계 또한 본 발명의 일부로서 포함되며 이에 대해서는 보다 구체적으로 이하 설명될 것이다. 헤드밴드의 후방에서는, 일편의 벨크로 또는 이와 유사한 가압 끼움식 클로져(8)가 안정적이면서도 편안한 기계적 억지 끼움을 제공하면서 헤드밴드를 인체의 머리에 고정하도록 이용될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 헤드밴드(2)는 재료의 수분 침투성에 의해 피부에 닿았을 때 편안함을 제공하면서도 쉽게 신장되는 패브릭 폼(FabriFoam) 특유의 패브릭-폼 듀얼 층 재료로 제조된다.
- [0040] 도 2에는 벨크로 탭(16)에 의해 헤드 밴드(15)에 부착된 REM(10)의 평면도가 도시되어 있다. 또한, 전극(18)은 부착을 목적으로 헤드밴드(15)에 편칭된 구멍을 관통하는 버튼식 스냅 기계적 클로져에 의해 REM(10)에 부착된다. 전극(18)은 실버, 골드, 스테인리스 스틸, 또는 3M(ReDDot) 또는 Vermed (NeuroPlus)와 같은 기업으로부터 상업적으로 이용 가능한 다양한 건식 젤 또는 습식 젤 실버/실버 클로라이드 전극 센서로 제조될 수 있다. 이런 구멍은 헤드밴드(15)에 대한 REM(10)의 고정과, 인체의 전두로부터 REM(10) 내 EEG 아날로그 전단부의 활성 입력으로의 직접적인 전기적 연결을 가능하게 하는 수단을 제공한다. 원격 케이블(12)은 외부 케이블(14)을 거쳐 내부에 위치한 REM(10)의 내부 전자 장치들을 귀 또는 다른 유양 돌기 부위에 연결한다. REM(10) 내부의 원격 유양 돌기 케이블(12) 및 외부의 원격 유양 돌기 케이블(14)은 사실상 전자장치일 수 있고, 또한 본 발명의 다른 실시예에서 동시성의 맥박 산소 측정을 위해 광을 운반 및 복귀시키는 광 섬유를 포함할 수 있다.
- [0041] 도 3a에는 이어 클립이 REF 및 GND용 전기 접촉부를 포함할 뿐만 아니라 심박수 및 동맥의 산소(맥박 산소

측정)을 동시에 측정하는 수단을 포함하도록 변형된 본 발명의 실시예가 도시되어 있다. 도 3a에서, 기준점(REF; 21)과 접지점(GND; 28)의 전기적 연결은, 전두 상의 REM(10) 내 LED로부터의 광을 광 파이프(light pipe; 20)를 거쳐 이어 클립으로 전달하는 2개의 광 섬유 케이블(20, 29)이 있다는 것을 제외하고는 전술한 실시예와 유사하며, 상기 광 파이프는 전송 모드에서 플라스틱 클립(22)과 REF 전기 접촉점(25) 및 광원 출력부(24)를 보유하는 상부 전기자(26)를 통해 귀로 광을 제공한다. (킥볼용으로 설계된) 대측성 이어 클립 전기자에서, 광 파이프 입력부(26)는 귀를 통해 전달된 광을 수집하고 수집된 광을 광 섬유(29)을 통해 REM(10) 내 광 다이오드로 복귀시킨다. 전기 접촉점(27)은 접지점(GND)으로서 접촉을 형성한다. 이런 방식에서, 이어 클립의 단순한 부착은 동시성 듀얼 리드 전기적 접촉을 제공할뿐만 아니라, 맥박 산소 측정을 위한 광 다이오드 광 검출기 및 LED 광원에 대한 입력/출력을 제공한다.

[0042] 도 3b에는 전송 모드 맥박 산소 측정이 아닌 반사 모드 맥박 산소 측정에 대한 대안적인 실시예가 도시되어 있다. 여기서, REF 및 GND용 전기 접촉부는 듀얼 전도체 케이블(20')을 통해 도 3a와 유사하게 전기 접촉부(33, 34)를 형성한다. 그러나, 이 경우에, 듀얼 광 파이프는 반사된 광이 광 파이프 입력부(32)에 의해 측정되는 광 파이프 출력부(31)를 거쳐 조사가 이루어지도록 이어 클립 전기자(30)의 동측에 위치된다. 각각의 실시예에서, 심박수 및 동맥의 산소에 대한 맥박 산소 측정은 전기적 유양 돌기 이어 클립 REF 및 GND의 사용과 함께 동시에 수행된다. 이와 유사한 실시예가 광 전송 및 광 검출을 위한 섬유의 사용 없이 헤드밴드의 구멍 또는 윈도우를 통해 REM에 대해 직접 실시될 수도 있다.

[0043] 인체와 접촉하는 임의의 부분이 일회용으로 제조되는 장치를 제공하기 위해, 일회용 인서트(4)가 도 4에 도시된 바와 같이 제공된다. 기재(35)는 전기 접촉부(37)가 REF로 형성되고 전기 접촉부(39)가 GND로 형성될 수 있도록 그 자체가 반으로 절첩된다. 기재는 절연체로 제조되거나, 일회용 인서트의 상반부(38)와 하반부(40) 사이의 절연 배리어(36)이다.

[0044] 도 5에서, 듀얼 리드 케이블(41)을 고정식 REF 전극(47) 및 고정식 GND 전극(48)에 연결하는 이어 클립(42)에 대체로 삽입되는 일회용 REF 전극(44) 및 일회용 GND 전극(46)을 구비한 일회용 인서트(45)를 확인할 수 있다.

[0045] 도 6에는 REF(64) 및 GND(65) 각각을 격리시키도록 설계된 전기 절연체(60)를 포함하는 이어 클립(62)에 배치된 일회용 REF 전기 접촉부(64) 및 일회용 GND 전기 접촉부(65)를 구비한 일회용 이어 클립 인서트(66)가 도시되어 있다.

[0046] 본 발명의 다른 실시예에서, 듀얼 전기 REF 및 GND의 전기적 연결을 유양 돌기에 제공하는 기계적 연결을 구성하는 스프링 장착 이어 클립을 이용하는 대신에, 접촉식 기계적 접근법이 동일한 목적으로 이용 가능하다. 도 7에 도시된 바와 같이, 2개의 격리된 REF용 전기 전도체(72) 및 GND용 전기 전도체(74)가 절연 기판(70, 75) 상에 증착될 수 있고, 이들 기판은 하나일 수 있고, 동일한 또는 2개의 개별 기판이 기계적으로 함께 보유될 수 있다. 전극(72, 74)은 피부와의 전기적 접촉이 이루어지도록 널리 공지된 건식 젤 또는 습식 젤로 코팅될 수 있다. 두 개의 단일 또는 한 개의 듀얼 리드 엘리게이터 스타일 클립이 GND용 탭(76)과 REF용 탭(77)에서 듀얼 채널 접촉식 전극에 부착될 수 있다. 본 기술분야의 기술자는 이 뿐만 아니라 다른 접촉식 전극 구조들을 고려할 수 있다.

[0047] 도 8에 도시된 다른 대안적인 실시예에서, 헤드밴드(80)는 관자놀이(81) 상에 또는 머리(82) 둘레에 위치하는 헤드밴드(80)에 추가의 전극이 부착되는 것을 제외하고는 전술한 바와 같이 부착된 REM(83)을 가진다. 이 실시예에서, 2개, 3개, 또는 4개 채널의 EEG 데이터가 뇌의 반구뿐만 아니라 다른 공간적 위치를 모니터링하기 위해 기록될 수 있다. 인터커넥트 케이블(85)과 이어 클립(87)의 REF 및 GND용 이어 접촉부들은 전술한 바와 같다.

[0048] 도 9에는 관자놀이 스냅 전극(91), 활성 전두 스냅 전극(98) 및 교체 위치 스냅 전극(100)을 보유하는 헤드밴드(90)를 구비한 REM(93)의 분해도가 도시되어 있다. 인클러저(92)는 O-링(93), 인쇄 회로 기판(94), 그리고 코일 셀 배터리(96)를 보유하는 배터리 홀더(95)를 지지한다. 전체 패키지는 인클로저(92)와 정합하는 캡(97)에 의해 내장된다. 이어 인터커넥트 케이블(99)은 이어 클립(101)이 귀 또는 유상 돌기에 REF 및 GND에 대한 전기 접촉을 가능하게 한다.

[0049] 도 10에 도시된 본 발명의 실시예에서, REM(104)은 벨크로형 후크/래더 프레스 클로저에 의해 헤드 밴드(103)에 고정된다. 귀의 윗부분에 부착된 내부 표면은 1개의 듀얼 리드 케이블, 또는 REM(104)의 내부 전자장치로 뒤돌아 가는 2개의 단일 리드 케이블(105)에 의해 전기적으로 부착된 듀얼 접촉 접촉식 전극(106)이다. 이 실시예에서, AAA 배터리 홀더는 이동식 모니터링 애플리케이션의 경우 긴 시간 동안 대상체의 무선 모니터링을 위해

충분한 전력을 제공할 수 있도록 외부에 설치된다. 전력이 적게 소모되며 장시간 사용될 필요가 없는 경우에는, 코일 셀 배터리가 이용될 수 있다. 도 11에 도시된 바와 같이, 인체의 머리에서 일회용 헤드 밴드(100)는 매우 견고한 기계적 및 전기적 연결을 위해 인체의 전두에 대해 내측에 일회용 활성 전극(118)을 보유한다. REM(112)은 이어 인터커넥트 케이블(114)을 거쳐 일회용 이어 클립(116)에 연결된다. 완전히 조립된 상태를 전방에서 관망한 도 12에는 온/오프/쌍 스위치(126), 제거 제거한 배터리 장착 나사 캡(128), 인디케이터 LED(122) 및 이어 인터커넥트 케이블(120)을 갖는 REM(124)이 도시되어 있다.

[0050] 후방에서 관망한 도 13에는 제거 가능한 배터리 격실 캡(130), 스위치(132), 후방 플레이트(134), 벨크로 프레스 클로저 패드(136) 및 전두 활성 전극과 기계적으로 그리고 전기적으로 모두 접촉하는 스냅(135)을 갖는 REM(133)이 도시되어 있다. 도 14에 도시된 바와 같이, 전방에서 관망한 분해도에서, 배터리 인클로저 캡(146)은 REM 전방 하우징(144) 내 AAA 배터리(145) 옆에 위치된다. 스위치(143)는 PCB(151)와, LED(148)가 장착된 PCB(149)에 개재된 PCB(150)에 부착된다. 인터커넥트 케이블(147)은 기준(REF)용 및 접지(GND)용 이어 클립에 연결된다. O-링(142)은 후방 하우징 배면 플레이트(141)와 전방 인클로저(144) 사이에 수밀식 IP-67 밀봉을 형성한다. 벨크로 클로저 패드(140)는 도시되지 않은 헤드밴드에 견고한 파지를 허용하고, 또한 스냅 전극에 의해 기계적 안정성을 활성 전두 전극에 제공한다.

[0051] 후방에서 관망한 도 15에 도시된 도면에서, 후방 인클로저 플레이트(162)는 벨크로 클로저 패드(161)를 보유하여 활성 전두 전극에 직접적인 스냅(163) 연결을 허용한다. PCB(159, 160)는 스위치(154) 및 LED(156)를 보유하고 배터리(153)는 배터리 인클로저 캡(152)에 의해 유지된다. 이어 인터커넥트 케이블(158)은 REM(155) 내 전자장치들을 유상 돌기에 연결한다. 나사 구멍(157)은 전체 유닛의 압착 하에서 기계적 조립을 가능하게 한다.

[0052] 도 16에 도시된 마지막 도면에서, 배터리 인클로저 캡(165)은 REM(169)에 안착되고, O-링(168)은 수밀식 밀봉을 제공한다. 스위치(167), 나사 구멍(166), 및 이어 인터커넥트 케이블(170)을 확인할 수 있다. 후방 전극 스냅(171) 커넥터는 활성 전두 전극에 기계적 및 전기적 연결을 가능케 한다. 바이오 센서 PCB 모듈(172)은 EEG 센서(175), 온도 센서(173), 3-축 가속도계(176) 및 맥박 산소 측정 IC(174)와 같은 다양한 생물학적 센서 검출기 및 집적 회로(IC)로서 확인될 수 있다.

[0053] 보다 향상된 EEG 뇌파를 측정 및 모니터링하기 위한 생물학적 신호 및 추가 센서

[0054] REM 내에서 국부적으로 측정 및 기록되거나, 또는 데이터 수집 및 분석을 위해 무선 링크를 통해 전송된 EEG 신호에 더하여, 추가의 의료용 센서(즉, 온도, 심박수 등)가 대상체의 사정 및 평가를 향상시키기 위해 EEG 헤드 밴드의 재사용 가능한 전자장치 모듈(REM)에 연결될 수 있다. 이런 센서들에 대해서는 이하 설명될 것이다.

[0055] 온도 센서들

[0056] 서미스터 온도 센서

[0057] 본 기술분야의 기술자에게 공지된 바와 같이, 서미스터는 온도에 따라 저항이 변하는 유형의 저항기이다. 다양한 크기의 양의 온도 계수(PTC) 및 음의 온도 계수(NTC) 서미스터는 다양한 저항 대 온도 프로파일에 대해 상업적으로 이용 가능하다. 소형 서미스터는 1초 미만의 신속한 열 응답 시간을 제공한다.

[0058] 도 17a에는 인체의 전두 온도를 측정하고 헤드세트의 REM를 거쳐 온도 신호를 기록하는 서미스터 센서를 이용하는 일 방법이 도시되어 있다. 서미스터(183)는 이어 인터커넥트 케이블(185)로부터 REF 및 GND의 반대편에서 EEG 전두 활성 센서(186)에 인접한 헤드밴드의 REM 인클로저(184)의 외측에 장착된다. 서미스터의 돌출부는 도 17b에 도시된 바와 같은 탄성 헤드 밴드(187)의 구멍 컷아웃에 정합된다. 얇은 플라스틱 필름(188)은 헤드밴드의 패기 및 REM에 장착된 서미스터의 재사용이 가능하도록 탄성 헤드밴드의 환자 측에 부착될 수 있다. 열 전도가 주체인 경우 환자의 전두로부터 서미스터(183)로 양호한 열 전달이 가능하도록 열 전도성 젤이 헤드밴드 구멍에 배치될 수 있다. 서미스터(183)로부터의 와이어는 REM 인클로저로 바로 진입하여 외부 전기 커넥터의 필요성을 배제한다.

[0059] 전두 온도 측정 대신에, 잠재적으로 보다 정확한 온도 측정이 도 18에 도시된 바와 같이 와이어(192)의 팀에 장착된 서미스터 또는 디지털 온도 센서(193)를 갖춘 가요성 와이어(192)에 의해 제공될 수 있다. 무균 일회용 플라스틱 스위(194)는 와이어(192)의 단부 및 온도 센서(193) 전체에 걸쳐 배치될 수 있다. 센서(193)는 온도 측정을 위해 환자의 입에 위치될 수 있다. 와이어(192)의 대향 단부는 신호 조정 및 신호 수집을 위해 REM 인클로저(190) 내로 진입된다.

- [0060] 서미스터의 저항을 측정하기 위해, 정전류원 또는 정전압원이 서미스터에 인가된다. 통상적인 하나의 방법으로도 19a에 도시된 바와 같이 서미스터에 인가된 정전압원 및 직렬 저항기를 이용하는 것이다. 직렬 저항기에서의 전압 강하는 증폭되어 일체형 아날로그 멀티플렉스(MUX), 아날로그-대-디지털 컨버터(ADC), CPU, 및 범용 비동기 송수신기(UART)를 구비한 저-출력 단일 칩의 내장형 마이크로컨트롤러(MCU)에 인가된다. 무선 트랜스미버는 UART와 인터페이스한다. 가능한 저-출력 단일 칩의 마이크로컨트롤러는 파라소닉 CC2560 블루투스 RE 모듈(Panasonic CC2560 Bluetooth RF module)에 연결된 텍사스 인스트루먼트 MPS430(Texas Instrument MPS430)이다. 이 저-출력 콤보는 의료 애플리케이션으로 설계된다.
- [0061] 도 19a에 도시된 바와 같이, 소프트웨어 제어 하에서, MUX는 EEG 신호 또는 베퍼 온도 신호를 마이크로컨트롤러(MCU)에 의해 관독되는 아날로그-대-디지털 (A/D) 컨버터에 연결한다. 마이크로컨트롤러는 UART를 통해 무선 RF 모듈로 측정치를 연속적으로 출력한다. 샘플링된 온도 신호는 타임 멀티플렉싱 중간 EEG 측정치이고 시리얼 데이터 스트림을 통해 무선 송신기에 걸쳐 호스트 수신기 MCU(PC, 태블릿 PC, 또는 스마트폰)로 송신된다. 예비 식별자는 EEG 데이터로부터 온도 데이터를 분리하기 위해 전송 시에 포함된다. 서미스터로부터의 열에 대한 응답이 비-선형이기 때문에, 곡선 적합(curve fitting) 또는 교정 룩업 테이블(calibrated lookup table)이 서미스터의 저항 값을 교정 온도 값으로 변환하기 위해 MCU 호스트에서 이용될 수 있다.
- [0062] 아날로그 출력 전압을 갖는 반도체 온도 센서
- [0063] 선형 아날로그 출력 전압을 갖는 반도체 온도 센서가 도 19b에 도시된 바와 같이 A/D 컨버터와의 직접적인 인터페이스를 위해 또한 이용 가능하다. 본 기술분야에 공지된 바와 같이, 반도체 온도 센서는 신호 조정 및 출력을 갖는 온도 감지 요소와 하나의 칩 상의 다른 회로 유형을 조합한 IC이다. 이는 대기 온도를 결정하기 위해 온도 변화에 응답하는 p-n 접합 전체에 걸친 전압의 변화에 따른다. 마이크로칩 MCP9700가 일례이다. 장치는 공급 전압만을 필요로 하며 선형 10mv/C° 아날로그 출력 전압을 제공한다.
- [0064] 디지털 온도 센서
- [0065] 아날로그 출력 온도 센서에 추가하여, 디지털 출력 온도 센서(210)가 도 20에 도시된 바와 같이 사용될 수 있다. 디지털 온도 센서(210)의 장점은 전술한 서미스터와 유사하다. 디지털 센서(210)는 온도를 측정하여 온도 측정치에 대한 디지털 직렬 출력을 제공하기 위해 반도체를 이용한다. ST STTS751는 디지털 직렬 출력 인터페이스를 제공하는 디지털 온도 센서(210)의 일례이다. 디지털 온도 센서(210)의 장점은 추가의 증폭 또는 A/D 컨버터를 필요로 하지 않는다는 것이다. 시리얼 신호는 내장형 MCU의 디지털 출력에 직접적인 영향을 미친다. 내장형 MCU로부터의 디지털 출력 클록은 시리얼 데이터 전송 속도를 설정한다. 시리얼 값들은 도(C)로 직접 측정된다.
- [0066] 스팟 적외선(IR) 온도 센서
- [0067] 환자의 체온을 측정하는 제4 방법은 소형 스팟 적외선 센서를 이용하는 것이다. 센서는 REM 전기 인클로저의 외부에 또한 장착될 수 있다. IR 센서는 일회용 탄성 헤드밴드에 펀칭된 구멍을 통해 비-접촉식 방법으로 환자의 전두 온도를 측정한다.
- [0068] 보다 정확하게, IR 센서(220)는 도 21a에 도시된 바와 같이 EEG 이어 클립(222)에 또한 부착되어 환자의 외이도를 확인하는 스팟 온도 측정치를 취한다. 스팟 IR 센서(220)에 더하여 REF 전극(224) 및 GND 전극(223)이 케이블(221)을 통해 REM으로 전기 신호를 다시 전달한다. 텍사스 인스트루먼트 TMP006이 소형의 교정 적외선 스팟 센서의 일례이다. 도 21b에는 REM 내 내장형 MCU에 대한 적외선 서모파일 센서(220)의 개략적인 디지털 인터페이스가 도시되어 있다.
- [0069] 다중-포인트 이미지 적외선(IR) 온도 센서
- [0070] 환자 얼굴에 대한 다중-포인트 온도 측정이 또한 가능하다. Melexis MXL90620가 환자의 머리를 열적으로 영상화하기 위해 사용될 수 있는 16×4 활성 픽셀 서멀 어레이의 일례이다. 센서(230)는 환자 얼굴의 IR 영상의 수집을 위해 적절한 위치 설정이 가능하도록 REM으로부터 연장되는 강성 와이어에 장착될 수 있다. MXL906520는 도 22에 도시된 바와 같이 MCU 디지털 I/O 라인에 연결되는 직렬 인터페이스를 가진다.
- [0071] 가속도계에 기반한 측정
- [0072] 전술한 바와 유사하게, 본 발명의 다른 실시예는 다-축 가속도계 및 자이로미터를 전자 모듈로 포함한다. 예를 들면, 3-축 가속도계 및 3-자이로미터가 REM 내 바이오 센서상에 장착되고, UART, SPI 또는 I2C 디지털 직렬 인터페이스를 거쳐 내장형 MCU에 인터페이스된다. 대안적으로는, 아날로그 출력이 내장형 아날로그-대-디지털 컨

버터(ADC)에 인터페이스된다. 이들 기능을 위한 일반적인 칩은 LIS 33DL 2823 가속도계 IC 칩, LIS302DL 가속도계, LIS331DL 가속도계, 및 AKM AK8973 전자 컴파스를 구비한 ST 마이크로일렉트로닉스 LIS331DL 가속도계와 같은 다양한 ST 마이크로일렉트로닉스 칩들을 포함한다. 9 자유도에 대해, ST 마이크로일렉트로닉스 LIS331DLH 가속도계 및 AKM8975 전자 컴파스를 수반한 L3G4200D 자이로스코프, 또는 L3G4200DH 3-축 디지털 MEMS 자이로스코프 및 LIS331DLH 3-축 MEMS 가속도계를 이용할 수 있다.

[0073] 본 발명은 내장형 MCU에 의해 수집된 다음 SD/마이크로 SD 카드에 국부적으로 저장되거나, 블루투스 RF에 의해 무선 전송되거나, USB 직렬 인터페이스를 거쳐 MCU로 연결된 디지털 출력 인터페이스에 대해 상업적으로 이용 가능한 다양한 3, 6, 또는 9 자유도 솔루션 중 하나의 솔루션의 장착을 포함한다. 다양한 데이터 스트림의 동시성 기록은 타임 스탬프가 비-내장형 MCU(PC, 태블릿 PC 또는 스마트폰)의 최종 재구성을 위한 모든 샘플에 배치된 실시간 작동 시스템 환경에 의해서 제 위치에 유지된다.

[0074] 펄스 산소 측정법 기반 측정

[0075] 당업자에 공지된 바와 같이, 펄스 산소 농도계는 산소 제거된 헤모글로빈 및 산소화된 헤모글로빈의 적외선 및 적색 광(red-light) 흡수 특성을 감지함으로써 산소 포화도를 측정한다. 도 23에 도시된 바와 같이, 산소 농도계는 대상의 귓볼, 발가락, 손가락 또는 기타 가능한 신체 일부 또는 표면에 스트랩(231)을 이용하여 부착되는 감지 프로브(232)를 포함하고, 예를 들면, 이것은 산소 포화도 수준, 심박동수, 및 혈류의 계산 및 디스플레이를 위한 데이터 취득 시스템(233)에 연결되어 있다. 광원(통상적으로 LED)은 적색 및 자외선 가시광선(visible red and infrared light)을 발한다. 산소 제거된 헤모글로빈은 더 많은 적외선을 통과하게 하고 더 많은 적색 가시 광선을 흡수하게 한다. 매우 산소화된 헤모글로빈은 더 많은 적색 가시 광선을 통과하게 하고 더 많은 적외선을 흡수하게 한다. 산소 농도계는 헤모글로빈의 산소 포화도(또는 탈포화도)에 비례하는 파장에서의 광(light)의 양을 감지하고 계산한다. 흡수도 측정에서 광을 사용하면 설계자는 전류를 입력 신호로서 사용하는 정확한 "광 전압(light-to-voltage)" 변환기를 가져야만 한다. 도 23은 REM 모듈이 장착된 지엽적인 손가락의 개략적인 도시인 반면, 도 24는 감지 프로브(236), 스트랩(235), LED(237 및 238), 및 데이터 취득 시스템(239)을 포함하는 REM 모듈이 장착된 지엽적인 손목 또는 발목의 개략적인 도시이다.

[0076] 펄스 산소 농도계는 투과 모드 또는 반사 모드 중 하나를 통해 심박동수 및 동맥의 산소 둘 모두를 측정한다. 여러 제조업자들은 OEM 모듈 및 디자인을 판매한다. 노닌 메디컬(Nonin Medical)이 이 분야(space)에서 잘 공지되어 있다. 또한, 하단 실시형태(a lower end embodiment)는 외부 구성요소의 수를 감소시키는 텍사스 인스트루먼트사(Texas Instrument)의 고도로 집적된 MSP430FG437 내장 MCU를 활용한다. MSP430FG437 마이크로컨트롤러(MCU)를 사용하는 비외과적인(non-invasive) 광학 펄스 산소 농도계의 디자인은, 산소 포화도 및 맥박수를 LCD 유리 상에 디스플레이하거나 또는 기록을 위해 데이터를 전송하는 내장 MCU와 결합된 주변 프로브를 포함한다. 이 디자인에서, 심박동수 검출 및 펄스 산소 측정법에 대해 동일한 센서가 사용된다. 도 23에 도시된 프로브(232)를 신체의 지엽적인 지점, 예컨대 손가락끝, 귓볼 또는 코에 둔다. 프로브는 2개의 LED(234)(하나는 적색 가시 스펙트럼(660nm)에 있고 다른 하나는 적외 스펙트럼(940nm)에 있음)를 포함한다. 신체 내의 산소 백분율은 광이 신체를 투과한 후 광의 각 주파수로부터 강도를 측정함으로써 결정된다. 이어서, 이들 2개의 강도 간의 비를 계산한다. 더 높은 품질의 구현은, ADS1255 ADC 및 MSP430 또는 디지털 신호 프로세서와 결합하여, TI IVC102a 및 102b 칩을 활용할 수 있다. TI의 헬스 기술 제품 라인으로부터 여러 디자인이 사용가능하다. 게다가, TI는 그들의 TMDXMDK08328 펄스 산소 농도계 PO 또는 SpO2 아날로그 프론트 엔드(AFE) 모듈을 제안한다.

[0077] 펄스 산소 농도계 회로를 REM 내에 통합시키는 것 및 프로브를 귀 또는 이마에 부착하는 것은 머리 상의 REM 뿐만 아니라 손가락, 손목 또는 발목 REM을 위한 본 발명의 일부이다. EEG 뇌파 데이터와 함께 심박동수, 혈액 산소의 조합된 집합은 본 발명의 고유한 측면이다.

[0078] 갈바닉 스킨 반응(Galvanic Skin Response) 피부 전기반응(Electrodermal Response)

[0079] 갈바닉 스킨 반응(GSR) 또는 피부 전기반응(EDR)은 심리 상태로 인한 전기 피부 저항의 변화이다. 이 변화는 사람의 땀샘이 활동적인 정도에 의해 야기된다. 심리적인 스트레스는 땀샘을 더 활동적으로 만드는 경향이 있고 이는 (통상적으로 마이크로-지멘스(micro-Siemens)로서 측정된) 피부의 저항력을 저하시킨다. 통상적인 디자인은 두 전극을 가로질러 10 Hz에서 샘플링한다. 피부 전도도(Skin Conductance:SC)를 측정하기 위해, 매우 작은 전압(0.5V)을 이들 전극에 가로질러 인가한다. 흐르는 전류를 측정함으로써 전도도를 측정할 수 있다. 오옴의 법칙(Ohms law)에 의해, 저항은 전압 나누기 전류이고, 따라서, 전도도는 전류 나누기 전압이고, 저항의 상반되는 것(reciprocal)이다. 저항의 단위는 오옴이고, 전도도는 모(Mho)로 표현되곤 했지만, 전도도의 바람

직은 단위는 마이크로지멘스이다. 이것은 메그옴(MegOhm)의 상반되는 것이다. 0의 저항(단락)은 무한 전도도이며, 1 MegOhm은 1 microSiemens이며, 2 MegOhm은 0.5 microSiemens, 100 kOhms은 10 microSiemens 등이다.

[0080] 본 발명에서, 우리는 2개의 추가의 전극을 REM 내부 표면 상에 두고 이들 간의 피부 전도도를 EEG 센서 부근에서 측정되도록 선택할 수 있고, 또는 더욱 흥미롭게, EEG를 사용하지 않는 경우 귀 상의 2개의 전극을 10 Hz에서 멀티플렉싱할 수 있다. 필요한 경우, 4개의 전극을 하나의 귀 상에 둘 수 있고, 또는 하나의 귀 상의 2개의 전극을 EEG에 대한 REF 및 GND용으로 사용하면서 2개의 다른 전극은 동시의 GSR 측정을 행하는 데 있어 동시 사용을 위해 대향하는 귀 상에 둘 수 있다. 하나의 예시적인 실시형태에서, EEG, GSR, (심박동수 및 동맥 산소에 대한) 펄스 산소 측정법, 온도 및 가속계 기반 데이터 스트림은 모두 머리 기반 REM에 의해 수집된다.

[0081] 뇌 혈액 관류(Cerebral Blood Perfusion) 및 혈관 운동 반응도(Vaso-motor Reactivity)

[0082] 뇌의 맥관구조를 평가하기(assess) 위한 뇌 혈액 관류(CBP) 또는 기타 수단은 추가의 바이오센서 데이터 스트림으로서 사용될 수 있다. 예를 들면, 대상의 외이도 내에 일시적으로 삽입된 아주 작은 마이크로폰은 (i) 대상이 휴식을 취하고 있거나 (ii) (a) 과호흡하거나, (b) 이산화탄소를 호흡하거나 또는 (c) 건조 공기에 비해 21% 함량 초과인 향상된 순수 산소를 호흡하는 것과 같은 활성화된 태스크 동안, 뇌 기반 맥관구조를 통해 혈액의 순환 또는 관류에 의해 방출된 극미한 청각 사운드를 기록할 수 있다. 이 패시브 마이크로폰 기록은 고정밀 아날로그 디지털 컨버터(ADC)를 이용하여 높은 샘플 레이트로, 예를 들면 8000 샘플/초 내지 50000 샘플/초 초과로 샘플링되어, 16-비트 또는 24-비트 디지털 출력이 신체에 부착된 REM에 유선 또는 무선으로 전송될 수 있다. 기록은 길이에 따라 달라질 수 있고, 대상이 일반적인 인지 및 감각 태스크에 종사하는 동안 행해질 수 있다.

[0083] 이어서 이들 바이오-신호들은 질병 상태 또는 부상 조건과 관련된 뇌 혈액 관류 차에 대해 신호 사전처리될 수 있고, 이어서 신호 처리될 수 있다. 예를 들면, 이들 패시브 마이크로폰 기반 측정치 및 사운드는, 뇌진탕 또는 외상성 뇌손상의 경우 맥관구조에 대한 부상을 검출하기 위해 분석될 수 있다. 대안에서는, 혈류 사운드에서의 이 패시브 결합을 이용하여 알츠하이머 질환, 파킨슨 질환 또는 기타 뇌 신경 관련 질환, 부상 또는 (편두통 또는 신경성 동통과 같은) 상태를 갖는 사람으로부터와 같은 신경병성 뇌를 단독으로 또는 다변량 통계 예측 모델로 분별할(differentiate) 수 있다. 본 발명 및 신경 정신과 및 정신 질환에서의 그 용도는, 우리가 우울증, 조울증, 정신 분열증, 불안 장애 및 기타 정신 질환 기반 정신병에서의 뇌 혈액 관류 기반 차를 생각할 수 있는 것에 못지않게 우연이다.

[0084] 이어서 본 실시형태의 작은 변형을 이용하여 인간 대상 또는 동물 대상의 "혈관 운동 반응도(VMR)"를 측정할 수 있다. VMR이 낮다는 것은 아마도 사망, TIA 또는 뇌졸중의 위험이 증가하였음을 나타낼 수 있다. VMR을 측정하는 예시적인 프로토콜은 2분 주기의 입을 통한 심호흡 또는 과호흡으로 이루어져 있다. 우리는 뇌 관련 부상 및 질병 상태에서 VMR의 손상을 조사할 수 있을 것이다. 만약 그것이 관찰되면, 이는 불행히도 대상 내에서 뚜렷한 혈류역학의 변화에 대한 증거를 제공하는 것이다.

[0085] 비제한적인 예시적인 프로토콜은 CBP를 평가하기 위한 패시브 외이도 마이크로폰 기록의 1분으로 구성된다. 이어서 대상에게 자신의 입을 통해 2분 동안 과호흡하는 것을 요청하고, 이어서 프로토콜의 다음 또는 네 번째 분(minute)을 다시 기록하면서 환자는 VMR의 평가로서 계속 과호흡한다. 과호흡과 관련된 EEG 시프트가 EEG의 진폭이 올라가는 반면 피크 주파수가 내려간다는 것이라는 것이 공지되어 있기 때문에, 이 실시형태는 이 둘 모두를 평가하는 유용한 수단이 될 수 있다.

[0086] 주변 전자 모듈이 머리 기반 REM에 더하여 림(Limb) 데이터를 모음

[0087] 본 발명은, 머리 REM이 뇌/두개골 관련 생체 신호 데이터를 수집하는 것과 동시에, 림 데이터, 손/손목의 또는 발목/발의 팔 또는 다리 둘 중 하나 또는 둘 모두의 림 데이터를 수집하는 주변 전자 모듈의 사용을 또한 포함한다. 예를 들면, 수많은 뇌진탕 테스트 동안 사람 대상이 전정(vestibular) 또는 균형 기반 평가를 받고 있는 동안, 사람 대상에게 밸런스드 에러 스코어링 시스템(Balanced Error Scoring System) 즉 BESS와 일치하게 각종 포즈로 단단한 표면 상에 서 있도록 요청할 수 있다. 운동 트레이너 또는 운동 매니저에게 각종 자각 에러에 대해 인간 대상을 주관적으로 점수를 매기고(score) 평가하게 하는 것보다는, 현재 행해진 바와 같이, 다중-축 가속도계가 인간 대상의 머리의 움직임과 모션에 기초하여 인간 대상의 안정성의 객관적인 생체 신호를 측정하면서 태스크를 행할 수 있고, EEG 센서는 동시에 발생하는 뇌파 데이터를 수집할 수 있다. 유사한 가속도계 및 위치/모션 센서가 손 및/또는 발 가까이에 있고, 추가로 말단 운동을 캡처하고, 탄성이 있거나 불안정한 표면 위에 서도록 요청받을 때의 변화에 반응하는 인간 대상의 능력을 객관적인 데이터로 평가하면서 머리 REM 내의 가속도계 및 자이로미터는 머리/몸통의 안정성을 계속해서 측정한다. 일 실시형태에서, 추가의 가속도계

데이터가 손 또는 손목에 부착된 림 REM에 의해 수집되는 반면, 발목 근처에 부착된 제3의 REM은 추가로 인간 대상의 균형 기술을, 각 물리적 위치(머리, 손, 발)에서 3, 6, 또는 9 자유도 기반 시스템을 이용하여, 단순하게, 정량적으로, 비싸지 않게 수량화한다. 단단한 표면 상에서 이들 균형 관련 태스크를 행하는 것에 더하여, 튼튼한 플라스틱으로 제조된 팽창식이고 일회용의 베개 또는 에어 쿠션을 사용하는 것은, 완전 새것 같고 사용하지 않은 부드럽고 불안정한 탄성 표면 상에서 인간 대상을 평가하는 비싸지 않은 수단을 제공한다. BESS 사용설명서에서 추천하는 에어렉스 모델(Airex model)과 같은 재사용할 수 있는 폼 쿠션이 허용되는 경우, 이 재사용할 수 있는 폼 쿠션은 A 대 B 비교를 위한 탁월한 제2 표면들이다. 다수의 사람 대상들에 의한 반복 사용이 허용되지 않는 경우의 예에서는, 예컨대 의료 사정 및 평가(medical evaluations and assessments)에서는, 인간 대상이 서 있을 수 있는 소형이고, 일회용이며 비싸지 않은 탄성 및 불안정한 팽창식 베개 장치의 사용은 뇌진탕 또는 기타 균형/전정 시스템 평가를 이롭게 도울 수 있고, 이는 본 발명의 일부이다. 여기에서, 동일한 A 대 B의 비교가 가능하지만, 일회용의 불안정한 표면의 단일 사용의 혜택이 추가된다.

[0088] 내장형 센서로부터 기록하는 주변 REM으로서의 이동식 주변 MCU

[0089] 본 발명에서는 손목 기반 REM 외에 또는 이를 대체하여 랩톱 PC, 태블릿 PC 및 스마트폰을 포함하는 상용 MCU 디바이스에 내장형(built in) 센서를 활용하는 것이 바람직할 수도 있다. 특히, 대부분의 이동식 MCU는 다음과 같은 여러 가지의 내장형 MCU 센서를 구비한다.

[0090] 1. 키보드/마우스 또는 터치 스크린

[0091] 2. 마이크로폰

[0092] 3. 가속도계

[0093] 4. 카메라 또는 시선 추적 생물학 센서

[0094] 5. 온도

[0095] 6. 자기 컴퍼스

[0096] 7. GPS 위성 위치 확인 시스템

[0097] 비제한적인 예로서, 신경심리학 데이터의 기록은 키보드 키 스트로크, 마우스 클릭 또는 터치스크린 패널 이벤트를 통해 발생하는데, 여기서 각각은 각 이벤트에 대한 3차원 벡터(x, y, t)를 제공하고, x, y는 이벤트가 발생한 스크린상의 위치 좌표이고(대부분은 일반적으로 맞음 또는 틀림을 나타냄) t는 몇몇 내부 마스터 실험 클럭, 흔히 주변 MCU의 시스템 클럭 그러나 아마도 v3.0 및 v4.0 프로토콜보다 진전된 블루투스 무선 통신 내에 내장된 고속 실시간 클럭에 대한 이벤트 시간이다. 따라서, 마우스 클릭, 키보드 스트로크 또는 터치 패널 이벤트는 각각의 인스턴스(instance)에서 그들 자신과 비교하는 한 거의 동등하다. 방향 및 속도 정보는 몇몇 클럭 사이클을 되돌아보아 위치 및 속도(속력과 방향 둘 다)의 도함수를 결정함으로써 추론할 수 있다는 점에서 추가 데이터는 커서 또는 손가락의 이전 인스턴스로부터 추론가능하다. 이 데이터 스트림은 CogState 인지 배터리, ImPACT 테스트, CANTAB 배터리, 및 다른 비슷한 컴퓨터 인도형(computer delivered) 신경 인지 평가 테스트에 필적하는 데이터를 포함하는, 오늘날 행해진 많은 신경심리학 테스트의 등가물을 제공한다.

[0098] 게다가, 이러한 MCU 디바이스의 대부분은 청각 자극의 표현을 위한 사운드 카드를 구비하지만 마이크프로폰을 또한 구비하여 언어 관련 작업 및 자극 동안 인간 대상의 음성 및 응답을 기록한다. 따라서, 8비트 8 kSam/sec 마이크로폰 기록은 데이터의 기준 또는 최소 레벨로서의 역할을 할 수 있고, 16비트 16 또는 22 kSam/sec 기록은 증가한 데이터 전송 제약에서 더 높은 충실도 데이터를 제공한다. 예를 들어, PASAT 작업 동안, 마이크로폰으로부터의 기록은 자동화된 스코어링(scoring), 반응 시간 정보 및 다른 신호 처리 특징을 위하여 이용되어 타임 오프 라인에서 나중에 추출될 수도 있다. 어떠한 경우에도, 마이크로폰의 기록은 인간 대상의 종합 분석을 위하여 편리한 제2 내장형 센서 데이터 스트림을 제공한다.

[0099] 내장형 가속도계(흔히 자이로미터 및 자기 컴퍼스 센서를 구비함)는 인간 대상이 MCU를 잡고 있는 동안 의도적이고 비의도적인 활동을 감지하는 움직임의 객관적인 기록을 가능하게 한다. 주변 MCU 가속도계의 용도는 전반적인 다중 모드 데이터 획득 시스템을 간소화하기 위하여 손목 기반 REM을 대체하고 대신에 주변 MCU의 내장형 센서를 사용하는 데 특히 관심이 있다. 예를 들어, 하나의 머리 기반 REM은 대상이 태블릿 PC를 잡는 규정된 움직임 작업을 수행해야 하는 동안 태블릿 PC의 주변 MCU에서 이루어진 움직임 기반 가속도계 측정값과 함께 사용되고 있다. 손상 위험이 이슈가 될 것이지만 장갑 또는 Velcro 클로저(closure)를 경유한 Velcro 장갑에 대한 테더링(tethering)을 안전하게 하여 태블릿 또는 스마트폰 손상의 위험을 완화할 것이다. 특히, 안정성의

휴지 상태 평가는 움직이지 않는 동안 추정하여 수집된 진동 잡음의 표준 편차 또는 위치의 RMS 편차에 의해 결정되는 것처럼 이루어질 수 있다.

[0100] 본 발명의 또 다른 비제한적인 실시양태는 동적 안정성의 측정을 포함한다. 평가 중에 앞을 바라보면서 측면으로 나가고 왼쪽으로부터 오른쪽으로 장애물을 여러 번 넘는 작업이 인간 대상에게 할당되어 있다. 따라서 이러한 종류의 동적 안정성 작업은 정적 또는 휴지 안정성에 의해 얻지 못한 동적 안정성의 양상을 평가한다. 사실상 이것은 내장형 가속도계로부터 비롯된 휴지 상태 안정성 또는 동적 상태 안정성 측정값 혹은 다른 객관적인 특징이 뇌 건강, 질병 및 상처의 다중 모드 서명(signature)의 개발에 중요한 진단 특징을 제공하는 경우일 수 있다.

[0101] 통상적인 주변 MCU 디바이스 내에는 흔히 전방 카메라가 존재한다. 랩톱은 일반적으로 웹 카메라를 구비하고; 태블릿 PC 및 스마트폰은 일반적으로 인터넷에서 인기 있는 화상 회의 애플리케이션용 전방 카메라를 구비한다. 이러한 비디오 카메라는 훌륭한 내장형 센서를 마련하여 개인으로부터 중요한 생물학 데이터의 스트림을 캡처한다. 본 발명의 한 실시양태에서, 작업을 원격에서 또는 자신들의 홈(home) 근처에서 수행하더라도 작업을 수행하는 대상의 포지티브 생체 인식 식별을 제공하기 위하여 인간 대상이 일련의 다양한 작업을 수행하는 동안 대상의 얼굴의 랜덤 사진을 간헐적으로 얻고 있다. 특히 이미지가 랜덤하게 또는 한 인간 대상에 의한 일관된 이용을 보장하도록 충분한 주파수로 표본화되어 있는 경우 고유한 생체 인식 식별에 관한 이러한 접근은 홈 평가 틀에서의 테스트 사기 또는 남용을 방지하여 누가 실제로 테스트를 하고 있었는지를 보장한다. 또한, 시선 추적 또는 신속운동(saccade) 움직임은 신경-눈 움직임에 관한 매우 유용한 정보를 준다고 잘 알려져 있다. 평가 작업을 수행하는 대상의 눈 및 얼굴을 30Hz 비디오 샘플 레이트로 캡처한 이미지 영화를 저장할 수 있고 나중에 독립적으로 또는 다른 센서 데이터와 조합하여 분석할 수 있다. 또한, 본 기술분야의 숙련자에게 알려진 바와 같이, 다른 타입의 생물학 센서를 또한 사용하여 시간에 대한 눈의 위치를 측정함으로써 눈 움직임을 추적할 수도 있다.

[0102] 이의 비제한적인 예로서, 비디오와 EEG의 이러한 조합은 더욱 가능하게 될 경우에는 발작 검출 및 간질 진단에 공통으로 채택되고 있다. 이는 이미 저렴한 EEG와 복잡하고 느린 비디오-EEG 시스템과 공통으로 시행되고 있다. 따라서, 휴대용 외래 비디오-EEG의 비디오 부분으로서의 태블릿 PC 또는 스마트폰의 사용은 훨씬 덜 비싼 시스템을 제공한다. 이러한 외래 비디오-EEG 시스템은 데이터가 기록 및 저장되어 있는 주변 MCU에 존재하는 다른 내장형 센서의 장점을 또한 갖는다. 이는 주변 MCU를 잡고 있는 동안 발작이 발생하고 발작이 시간 및 뇌파 활동의 머리 기반 REM 측정과 상호관련이 있는 경우에는 가속도계를 통해 감지하는 움직임, 맥박 산소측정계가 머리 REM에 있는 경우에는 발작, 말초혈액 및 산소의 움직임 그리고 머리 REM에 내장된 경우에는 심지어 온도의 움직임을 포함하는 음성 메시지 및 이벤트를 저널에 적는 것이 아니라 언어로 기록하는 능력을 포함한다.

[0103] 온도는 개별 인간 대상의 온도의 기록으로서가 아니라 대상이 움직이고 있었던 환경 온도의 객관적인 기록으로서 주변 MCU에 의해서 모니터링되어 발작 검출의 경우에는 트리거 기반 분석 또는 다른 모니터링 기반 조사를 가능하게 할 수도 있다.

[0104] 마지막으로, 위치의 GPS(Global Positioning System) 기반 측정값을 이용하여 움직임 맵을 더 큰 스케일로 구성해 상세한 가속도계 기반 측정값을 보완하여 상세한 이력을 다시 제공해 문제가 있는 뇌 기반 활동 예컨대 발작 검출 및 간질 기반 진단을 위한 장기간 모니터링 평가에서 트리거 기반 분석을 가능하게 할 수도 있다.

[0105] 촉진된 환자 감각 및 인지 자극 중심의 실시양태

[0106] 환자에 대한 감각 자극제의 적용은 다중 모드의 생물학 신호 데이터 스트림의 더욱 집중적이고 상세한 평가를 가능하게 한다. 다중 모드 데이터는 감각 자극제 또는 인지 시험에 대한 환자의 응답 전, 중 및/또는 후에 가속도계 기반 신호, 온도 신호, 및 다른 생물학 신호를 일제히 획득하고 있는 동시에 EEG 신호를 측정함으로써 얻을 수 있다.

[0107] 시각 자극

[0108] 대상의 눈이 감겨 있는 동안의 빛 자극 또는 특정 타입의 정서적인 사진 이미지의 표현을 통한 시각 자극제는 독립적으로 또는 머리, 손/손목 혹은 발/발목에 있는 다양한 REM 유닛으로부터 무선 생물학 신호 데이터를 수집하도록 사용된 데이터 캡처 마이크로프로세서 디바이스(MCU)(컴퓨터, 태블릿 PC, 셀 폰, 또는 마이크로프로세서 및 무선 접속부를 구비한 다른 전용 커스텀 디바이스)를 통해 사용할 수 있다. 다양한 그래픽 평가는 환자가 터치 스크린, 음성, 움직임, 마우스 클릭 및 키보드 스트로크를 통해 또한 응답할 수 있는 데이터 캡처 디스플

레이상에 표시되어 있다. 원칙적으로, 더 새로운 사용자 입력 예컨대 특히 뇌파 패턴 및 가속도계 기반 서명 (예를 들어 정밀 가속도계 기반 움직임에서 패스워드의 암호화)도 본 발명의 일부이다.

[0109] 청각 자극

[0110] 소리와 같은 감각 자극제는 독립적으로 또는 REM으로부터 무선 생물학 신호 데이터를 수집하도록 사용된 데이터 캡처 마이크로프로세서 디바이스(MCU)(컴퓨터, 태블릿 PC, 셀 폰, 또는 마이크로프로세서 및 무선 접속기를 구비한 다른 전용 커스텀 디바이스)와 사용할 수 있다. 소리 이벤트는 다른 곳에서 기술한 바와 같이 환자가 새로운 유형의 청각 자극뿐만 아니라 지시 둘 다에 응답하는 다양한 시간에 컴퓨터상의 스피커 또는 사운드 카드를 통해 트리거되어 있다. 이는 스피커뿐만 아니라 이어버드(ear bud) 또는 다른 맞춤형 청취 디바이스를 통해 이루어질 수도 있다.

[0111] 맛 및 위장관의 미식 자극

[0112] 시각 및 청각 감각 자극 외에, 미식 자극이 본 발명에 의해 또한 가능하다. 한 실시양태에서, 도 25에 도시한 바와 같이, 소형 유체 분배 장치(244)는 환자의 입에 삽입되어 있고 REM(240)에 대한 고정 배선 접속부(242)를 통해 제어되고 있다. 소프트웨어 제어하에서, REM(240)은 적당한 시간에 일회용 빨대(246)를 통해 환자의 입에 소량의 액체 자극제를 주입한다.

[0113] 도 26은 액체 자극제의 제트(jet)를 환자의 입에 발생시키는 유체 분배 장치의 한 예를 도시한다. 액체 자극제는 작은 탄성중합체 밸브(254) 내부에 함유되어 있다. 자극제가 밸브 공동을 채우고 탄성중합체 밸브를 신장시켜 정압을 생성한다. 액체 자극제를 위한 강성 공동을 불활성 기체로 가압된 용기의 일부와 함께 사용하는 선택적인 방법이 있다. 탄성중합체 밸브 또는 가압된 용기는 고속 게이트형 솔레노이드 밸브(256)에 연결되어 있다. 밸브(256)의 출력 포트는 오리피스 분배 노즐(258)에 부착한다. 일회용 플라스틱 빨대(250)는 노즐(258)에 부착되어 있고 환자의 입 안에 배치되어 있다.

[0114] 데이터 획득 컴퓨터 또는 MCU로부터의 적당한 명령하에, REM은 REM과 미식 전달 디바이스 사이의 전기 접속부(252)를 통해 전송된 단기간 디지털 출력을 생성한다. 디지털 출력은 고속 솔레노이드 밸브(256)를 단기간 동안 개방한다. 가압된 유체가 솔레노이드 밸브(256) 및 노즐(258)을 통과함으로써 마이크로-액적의 유체 또는 입자를 일회용 빨대(250)의 길이 아래 환자의 입 안으로 내뿜는다. 솔레노이드 밸브(256)에 인가된 펄스 폭이 분배된 유체의 볼륨을 결정한다.

[0115] 위의 예에서, 단지 하나의 자극이 이용될 수 있다. 도 27은 다양한 자극제가 사용 가능한 방법을 도시한다. 상이한 자극제의 액적이 배관(261)의 코일형 부분 내부에 함유되어 있다. 기체 공기 버블(264)이 각각의 유체 덩어리(bolus)를 분리한다. 미리 충전된 코일은 원하는 자극제(즉, 액체 A, B, C, 등)의 패턴을 함유한다. 미리 충전된 배관(261)의 일단은 게이트형 솔레노이드(266)의 유입구에 연결하고, 타단은 기체 충전된 탄성중합체 밸브 또는 가압된 용기인 가압된 공기 소스(262)에 연결한다. 분배는 REM에 대한 전기 접속부(260)를 통해 인가된 디지털 펄스를 통해 제어하는데, 공기 버블이 도달할 때까지 마이크로-솔레노이드 밸브를 개방/폐쇄하여 자극제 덩어리를 분배 또는 약제미립화(atomizing) 노즐(266)을 통해 일회용 빨대(268) 아래 환자의 입 안으로 분배한다. 광학 버블 센서(도시하지 않음)를 사용하여 상이한 자극제 간의 공기 버블 분리를 감지할 수도 있다.

[0116] 후각 시뮬레이션

[0117] 후각 시뮬레이션의 간단한 수단은 페리페럴 MCU 소프트웨어에 의해 제공되는 명령어에 의해 지시되는 미리 지정된 횟수로 개인의 코에 후각 자극을 제공하기 위해 UPSIT(University of Penn Smell Identification Test)용으로 센소닉스(Sensonics)사로부터의 UPSIT 카드 또는 카드들을 사용함에 따라 간단해질 수 있다. 이는 처방되고 지시된 바와 같은 냄새를 가진 임의의 카드 각각을 굽어 벗기면 냄새가 나는 것을 포함할 수 있다. 그 결과는 그 시간에 평가하에 인간 대상으로부터 생성되는 다양한 다모드(multi-modal) 생물학적 센서 데이터 스트림에 의해 자동적으로 기록된다.

[0118] 더 자동화된 방식으로, 적절한 시기에 환자의 코(276) 안으로 가스 자극제를 가하는 것은 도 28에 도시된 바와 같이 REM 제어기(270)로부터 가스 투여 장치(274)까지 인터페이스 케이블(272) 아래로 보내진 디지털 아웃풋(output)을 사용할 수도 있다. 도 26 및 도 27에 도시된 동일한 장치는 분무 노즐(atomizing nozzle)로 대체되는 오리피스 분사 노즐로 사용될 수 있다. 분사된 증기는 1회용 스트로울을 관통해서 환자의 코로 들어간다.

[0119] 후각 자극제를 생성하는 다른 자동화 방법은 REM 및 MCU 시스템에 의해 자동화된, 개별 매뉴얼 카드보다는 "굽

어 벗기면 냄새가 나는(scratch and sniff)" 물질을 사용한다. 예를 들어, 비제한적인 예로서, 상이하게 굵고 벗기면 냄새가 나는 자극제는 도 29의 작은 나선형 리드-스크루(286)의 상이한 부분에 배치되어 건조된다. 마이크로 모터(284)는 리드 스크루의 일단부에 부착된다. 마이크로 모터(284)는 전기 케이블(282)을 통해 전달되는 REM으로부터의 디지털 출력을 통해 제어된다. 리드 스크루(286)가 회전함에 따라, 팔로우 너트(280)는 리드 스크루(286)를 하방으로 가로질러 상이한 자극제를 굽는다. 그 냄새는 1회용 스트로우(288)를 통해 환자의 코로 전파된다.

[0120] 결합된 물리적 모션 및 인지 시험

[0121] 개인의 인지 상태뿐만 아니라 미세하고 대근육 제어 모두를 나타내는 능력을 시험하는 간단한 수단은 본 발명의 필수적인 부분이다. 특히, 머리 REM, 손/손목 REM 및/또는 발/발목 REM의 모션들의 미리 정해진 경로가 MCU 디스플레이 스크린에 시각적으로 나타나고 그 음성 명령어가 대상에게 지시한다. 이와 달리, 짧은 데모 영상이 그 대상이 행해지는 모션을 예시화하는 것으로 도시될 수 있다. 그 다음, 시작하는 것이 촉진될 때, 그 대상은 물리적 기동연습(manuevers)의 시퀀스를 기억하고 그 작업을 실행하는 것이 요구되지만, 머리, 손목 및 발목 기반의 REM은 3, 6 또는 9 자유도 중 하나에 대해 자이로미터 및 마그네틱 컴패스 센서를 또한 포함하는 것으로 의미되지만 집합적으로 가속도계로 일컬어지는 가속도계, 자이로미터(gyrometers) 및 마그네틱 컴패스 센서에 기초하여 그들의 빌트인 3, 6 또는 9 자유도를 통해 인간 대상의 모션을 기록한다.

[0122] 비제한적 예로서, 인간 대상은 MMSE(Mini-Mental State Exam)의 작업들 중 하나와 사실상 유사하게, 진료실의 중앙의 바닥에 서서 바닥에 떨어진 종이 시트를 줍도록 굽히고, 그 90도 직각으로 회전한 후 근처 테이블 위에 종이를 두기 위해 손들을 뻗도록 요청될 수 있다. 가속도계는 머리 단독, 또는 손목과 결합된 머리 또는 손목과 발목 양쪽과 결합된 머리 중 하나를 추적하여 그 인간 대상의 양적 모션 프로파일을 생성한다. 건강한 제어는 액세스되고 단면적 진단식 평가에 대해 표준 데이터가 생성될 수 있다. 가능하면, 뇌진탕 충격, 화학요법 유도 뇌진탕 손상, 변화의 대상 평가 내 동안의 다른 예상치 못한 요구와 같은 추정 사건들 후나 또는 시간에 걸쳐 세로로 대상 베이스라인(baseline) 조절된 평가 내 동안 수집될 수 있다.

[0123] 다른 비예시적 예에서, 일련의 명령어가 데이터 수집 MCU(PC, 태블릿 PC 또는 스마트폰)에 의해 주어질 수 있고, 대상은 단계적으로 청각적 명령어를 따르도록 요청될 수 있다. 이렇게 함으로써, 모션 기반의 가속도계는 그 성능의 질이 기록되고 그 작업들을 적절하게 행한다.

[0124] 뇌 건강 평가 데이터의 다수의 스트림의 수집을 위한 시스템

[0125] 본 발명의 다른 실시예는, 수집된 데이터를 처리하여 보고하기 위해, 뇌 관련 생물학적 건강 신호를 기록하기 위해 인간 대상의 머리에 장착되는 적어도 하나의 REM, 주변 MCU, 및 클라우드 기반의 엔터프라이즈 정보 기술 기반시설을 포함하는 데이터 기록 및 분석 시스템을 포함한다. 구체적으로, 도 30은 (태블릿 PC의 형태로) 주변 MCU(304)에 무선으로 데이터를 송신하는 대상(subject)의 헤드에 대한 전자 REM 모듈(306)을 도시한다. MCU의 블루투스 포트를 통해 데이터가 수집되는 동안, 카메라(300)는, 신분 확인뿐 아니라 (눈 신속운동(saccade)을 포함하는) 관심 대상의 특징에 대한 눈과 얼굴의 움직임에 대한 분석을 수행함에 따라 대상의 화상의 무비를 기록하고 있다. 마이크로폰(312)은 음성 인식 분석을 위해 대상의 음성을 기록하고, 가속도계 및 자이로미터(302)는 대상의 안정성 또는 그의 부족을 측정하고, 주변 MCU의 터치 스크린(304)은 정확한 시간에서의 이벤트 및 터치 스크린 상의 공간 (x,y) 위치를 기록한다. 마지막으로, 모든 다양한 데이터 스트림이 완료되면, 인구학적이고 개인의 신상에 관한 건강 정보와 함께, 정보의 전체 패키지는, 실제 Wi-Fi, 이더넷, 셀룰러 또는 위성일 수 있는 인터넷 접속(314)을 통해 가상 또는 원격 기반의 서버에 송신되기 전에, AES-128 또는 AES-256 비트 암호화(308)를 이용하여 국소적으로 암호화된다.

[0126] 도 31에 도시한 바와 같이, 가상 서버(320) 접속에 의해 데이터가 수신되면, 322에서 적절한 알고리즘에 의해 키(key)로 복호화된 후, 324에서 사전-처리로 보내져, 눈 깜박임, 드롭 아웃, 포화 레일(saturated rail), 움직임 인공물(artifact), EKG 인공물 또는 그 밖의 인공물 등의 인공물의 영역들을 식별한다. 인공물이 식별되고 특정되면, 다양한 데이터 스트림 각각에 대한 알맞은 데이터의 영역들은 신호 처리 소프트웨어를 통해 데이터 스트림 각각으로부터 이용가능한 후보 특징을 추출한다. 구체적으로, 분광 분석 또는 FET 모듈(326)은 데이터 신호들에 적용되고, 비선형 다이내믹 모듈(328)은 파형 변환 모듈(330) 그대로 적용된다. 각각의 모듈이 데이터 블록 각각으로부터 관련있는 후보 특징을 추출하면, 이후 소프트웨어는, 가능한 진단 특징으로서 인공물 특징 목록 또한 포함하고, 후보 특징 각각을 포함하는 데이터의 스트림 각각으로부터 추출된 생체인식 특징 테이블(332)을 수집한다. 생체인식 특징 테이블(332)로부터, 알려지지 않은 대상에 대한 예측 분석(334)이 계속되고, 예측 모델은, 대상을 여러 그룹이나 클래스 중 하나로 구획거나, 대안으로서 회귀 스코어를 출력으로서 예

측함으로써 출력을 생성한다. 이후, 이들 정보는 동일한 대상 또는 인구학적인 매치(match) 인구의 규범 데이터로부터의 베이스라인/이전의(earlier) 데이터와 비교되어, 보고서(336)가 생성된다. 이후, 보고서(336)는, 보고서를 원격으로 해석 가능하고, 먼저 데이터를 캡처한 건강관리 제공자에 의해 보고서가 액션의 치료 지점으로 다시 송신되기 전에 그 해석을 제공하는 의사(338)에게 전자적으로 송신된다.

[0127] 액티브 센서 전자 모듈(350)이 인간 대상의 머리 위에 이어 클립(352)으로 장착되어 있는 다른 도면이 도 32에 의해 제공된다. 블루투스 또는 다른 국지적 접속 수단(354)은 주변 MCU(356)(랩탑, 태블릿 또는 스마트폰)에 데이터를 전송함으로써, 데이터는, 암호화되고, 인터넷, 셀룰러 또는 위성을 통해 네트워크(358)로 송신된다. 가상 및 원격 서버(360)에서, 원격으로 데이터 처리 센터(364)에서 데이터가 자동적으로 해독되고 처리된다(362). 예비 처리, 신호 해석 및 예측 모델링이 완료되면, 시스템은 리포트(368)를 자동적으로 생성한다(366). 이 리포트는 이어서, 적절한 의사(370)에 의해 요청될 경우 케어(care)의 포인트로 되돌려지거나 또는 케어의 포인트로 되돌려지기 전에 인터프리테이션을 위해 적절한 의사(370)에게 되돌려져 의사가 진단 사이클의 일부에 잔류하는 것을 보장한다.

[0128] 모션, 밸런스 및 걸음걸이를 수량화하기 위한 가속도계 계측량

[0129] 본 발명의 다른 실시형태는 다축 가속도계 계측량을 수집하기 위한 수단을 포함한다. 도 33은 장치를 교정하기 위한 펜듈럼(pendulum)으로서 사용되는 단일의 3축 MEMS 가속도계에서 수집된 3개의 트레이스를 도시한다. 트레이스(380)는 x축에서의 감쇠하는 시누소이달 진동을 보여주며, y축에서의 트레이스(385) 및 z축에서의 트레이스(390)는 거의 없다시피한 진동을 보여준다. 이 같은 교정 절차를 통해서 또는 알려진 진동의 주파수를 발생시키는 진동 플레이트의 사용을 통해서, 가속도계 기반의 모션 검출 장치를 교정할 수 있다. 도 34에서, 실험실에서의 장해물 코스를 보행하는 동안 자신의 팔을 전후로 휘두르면서 자신의 팔목에 3축 가속도계를 착용한 휴먼 서브젝트로부터 수집된 데이터들을 볼 수 있다. 트레이스(400)는 x축을 보여주고, 트레이스(405)는 y축을 보여주고, 트레이스(410)는 z축을 보여준다. 시간은 x축을 따라가며, 각 방향에 있어서의 가속도는 각 트레이스의 y축을 따라 플롯되어 있다.

[0130] 질병 또는 상해에 대해 다모드 시그니처를 생성하기 위한 다모드 시스템의 이용

[0131] 본 발명의 시스템을 사용하면, 생물학적 신호 데이터의 다수의 모드로부터 추출되는 특징들을 포함하는 추출된 바이오메트릭 테이블을 구축할 수 있다. 비제한적인 예로서, 뇌진탕(mTBI) 또는 마일드한 외상성 뇌손상(traumatic brain injury)을 겪은 그룹 A와, 그렇지 않으면서 통제 집단(Controls)(CTL)으로서 서브하는 그룹 B의 두 서브젝트의 그룹을 기관 감사 위원회(Institutional Review Board)의 감독하에 모집하였다. 양 그룹 A와 B로부터의 참여자들, 단일 전국 EEG를 포함하는 전자 REM 모듈로 동일하게 스캔하였다. 30초의 눈 감음과, 30초의 눈 뜸을 포함하는 5분의 프로토콜이 시행되었고, 대략 3분 동안 킹-데빅(King-Devick) 테스트를 수행하고 나서 다시 30초의 눈 감음과 30초의 눈 뜸을 행하였다. 주변 MCU(랩탑 컴퓨터)가 카드를 제시하고 마이크로폰을 통한 개인의 반응을 기록하는 동안, 테스트 관리자에 의해 킹-데빅 테스트의 각각의 카드에 대한 스톱 위치 시간과 에러가 수동으로 기록되었다. 데이터들은 인공 검출, 신호 처리 및 특징 추출의 목적을 위해 참여자들을 알지 못하게 하였다. 이어서, 추출된 특징 데이터 테이블은 가능한 한 많은 에러를 제거하기 위해 질관리(quality control)되고 스크러브(scrub)되었다. 킹-데빅 테스트에 대한 총 시간이 하나의 추출 변수로서 생성되었으며, 로지스틱 분류 모델을 겪었다. 이 모델의 결과는 킹-데빅 시간만이 시간의 대략 62% 개인의 분류를 예측하였음을 나타내었다. 독립하여, 델타, 세타, 알파, 베타 및 감마 밴드 각각에 있어서의 상대 파워(relative power)를 로지스틱 분류 모델에서 해석하였으며, 모델에서 EEG 특징은 예측변수 x변수였고, 임상 결과(그룹 A 또는 B)은 결과 y변수였다. 이 해석은 SAS(Cary, NC)로부터 JMP Pro v10에서 수행되었다.

[0132] 도 35는, 대조군 B와 비교하여, 뇌진탕을 일으킨 군 A에서 감소된 상대 베타 파워를 나타내는 상대 베타 파워(12 내지 30Hz)에 대한 로지스틱 플롯(420)을 도시한다. 수신기 동작 특성(ROC) 곡선(430)을 구성해보면, EEG 방법만이 약식 AUC 통계로 규정된 바와 같이 시간의 대략 65%의 정확도로 예측함을 알 수 있다.

[0133] 도 36은, 킹-데빅(King-Devick) 테스트 시간(대상 뇌의 인지 측정)을 상대 베타 EEG 파워(뇌파 측정)와 조합하여 다중 모달 특징을 생성하면 이제 곡선 아래의 면적(AUC)이 70%인 것을 ROC 플롯(440)으로 도시한다. ROC 플롯(450)으로 도시된 바와 같이, 나이 및 성별의 공통 변수를 추가하면 AUC는 76%로 상승하여 본 발명의 시스템 및 방법을 완전히 입증하게 된다.

[0134] 다음의 표 1 내지 표 4는, 두 그룹에 대한 스튜던트의 t-테스트에 상당하는 매개변수적 변화 분석(ANOVA) 또는 기본 분포의 정상 상태에 의존하지 않는 윌콕슨 비매개변수적 테스트에 의해, 눈을 감은 상태 또는 눈을 뜬 상

태의, 뇌진탕을 일으킨 대상과 부상이 없는 대조군 대상 사이에 발견된 통계학적으로 상이한 특징을 열거한다. 각각의 경우, 특징들은 위쪽에 가장 유의미한 것(가장 작은 위양성율(False Positive Rate) p-값)으로부터, FPR p-값이 $p < 0.05$ 이고 커뮤니티 기준에 부합하는 특징은 포함하지만 가장 덜 유의미한 것(가장 큰 FPR p-값)으로 분류되었다. 추출된 특징은 EEG 뇌파 센서로부터 얻는데, 특징 이름이 "Relative_P" 또는 "Absolute_P"로 시작하는 경우는 각각 상대 파워 또는 절대 파워를 지칭하는 것이며, 파워 스펙트럼 내에서 원(raw) 시계열 정보의 고속 푸리에 변환 후에 Relative_P4_6은 4 내지 6Hz 대역의 상대 파워를 의미하고, Absolute_P34_36은 34 내지 36Hz 대역의 절대 파워를 의미할 것이다. 이 연구에서, 델타는 1 내지 4Hz이고, 세타는 4 내지 8Hz이고, 알파는 8 내지 12Hz이고, 베타는 12 내지 20Hz이고, 감마는 20 내지 50Hz이다. 또한, 분포의 평균 주파수 Mean_F, 주파수 분포의 표준 편차 Std_F, 왜도(skewness) Skew_F, 및 첨도(kurtosis) Kurtosis_F는 모두 가장 큰 파워를 갖는 피크 주파수 Peak_F에 따라 계산되었다. 또한, 일 라운드 R1 또는 R2에서 3개의 킹-데빅 안구 단속성 운동(ophthalmological saccade) 카드 C1, C2 및 C3의 각각으로부터 신경심리학적 테스트 수행 특성이 특성 이름으로 기록된다. 시간은 마지막에 초(sec)로 나타내고, 에러는 Errs로 나타낸다. 카드의 일정 라운드에 대한 총 시간은 KD_R1_Tsecs로 간략 표현될 것이고, 카드를 통해 두 라운드로부터 에러가 최소인 가장 빠른 시간이 걸린 전체 테스트의 최종 시간은, 시간에 대해 KD_Fsecs 또는 KD_Final_secs, 에러에 대해 KD_Ferrs로 표기하였다. 소정의 예에서, 파워는, 예를 들어 Relative_alpha+beta로 표시되는 바와 같이 더해지거나, Relative_theta/Relative_beta의 예시와 같이 나뉘지거나, 또는 Relative_alpha+beta/Relative_delta+theta로 예시되는 바와 같이 결합되었다.

[0135] 표 1은 (SAS에 의한 JMP Pro에서) 분산 분석(ANOVA) 또는 이와 동등한 두 그룹에 대한 스튜던트의 t-검정에 의해 결정된, 눈을 감은 작업동안 뇌진탕을 일으킨 대상과 대조군 대상 사이의 (가장 중요한 것부터 가장 덜 중요한 것까지 분류된) 상당히 다른 특징들을 나타낸다. 위양성률 p-값이 $p < 0.05$ 인 특징만을 열거하였다.

표 1

Eyes Closed Extracted Feature	ANOVA FPR p-value Prob > F
KD_R1_C1_Secs	0.0001
Relative_P18_20	0.0002
KD_R1_Tsecs	0.0003
KD_R1_C3_Secs	0.0004
KD_R1_C2_Secs	0.0013
Relative_P12_20	0.0014
Relative_P20_22	0.0015
KD_Final_secs	0.0015
Absolute_P2.5_4	0.0024
KD_R2_C1_Secs	0.0029
KD_R2_Tsecs	0.0030
Relative_P14_16	0.0033
KD_R2_C3_Secs	0.0035
Absolute_delta	0.0042
Relative_beta	0.0045
Relative_P34_36	0.0047
Absolute_P8_10	0.0049
Relative_P12_14	0.0054
Relative_theta/Relative_beta	0.0066
Absolute_theta/Absolute_beta	0.0066
StdDev_F	0.0066
KD_R2_C2_Secs	0.0081
Relative_P8_10	0.0116
Relative_P32_34	0.0121
Absolute_P4_6	0.0161
Absolute_P10_12	0.0161
Relative_P26_28	0.0187
KD_R1_Terrs	0.0192
Absolute_theta	0.0199
Relative_P16_18	0.0285
Absolute_P24_26	0.0297
Absolute_P56_58	0.0331
Absolute_P22_24	0.0349
Relative_P30_45	0.0363
Absolute_alpha	0.0392
Absolute_P54_56	0.0451
Skewness_F	0.0474
Relative_gamma	0.0475

[0136]

[0137]

표 2는 (SAS에 의한 JMP Pro에서) 윌콕슨 검정에 의해 결정된, 눈을 감은 작업동안 뇌진탕을 일으킨 대상과 대조군 대상 사이의 상당히 다른 특징들을 나타낸다. 위양성률 p-값이 $p < 0.05$ 인 특징만을 열거하였다.

표 2

Eyes Closed Extracted Feature	Wilcoxin FPR p-value Prob>ChiSq
KD_R1_C1_Secs	0.0001
Relative_P18_20	0.0003
Relative_P34_36	0.0004
KD_R1_Tsecs	0.0007
Relative_P32_34	0.0010
Relative_theta/Relative_beta	0.0010
Absolute_theta/Absolute_beta	0.0010
KD_R2_C1_Secs	0.0013
Relative_P20_22	0.0013
Relative_P30_45	0.0013
Relative_P12_20	0.0017
KD_R1_C3_Secs	0.0017
Relative_gamma	0.0020
Kurtosis_F	0.0021
Relative_beta	0.0024
KD_R1_C2_Secs	0.0027
Relative_P14_16	0.0036
Relative_P38_40	0.0039
Relative_P26_28	0.0045
StdDev_F	0.0053
Skew_F	0.0058
Relative_P16_18	0.0064
KD_R2_Tsecs	0.0066
KD_R2_C3_Secs	0.0066
Relative_P36_38	0.0107
Relative_P40_42	0.0108
KD_Fsecs	0.0150
Relative_P22_24	0.0160
Relative_P28_30	0.0160
Relative_P44_46	0.0177
Relative_P20_30	0.0186
KD_R2_C2_Secs	0.0208
Relative_P12_14	0.0222
Relative_P42_44	0.0289
Relative_delta/Relative_beta	0.0292
Absolute_delta/Absolute_beta	0.0292
Mean_F	0.0305
Relative_P30_32	0.0438

[0138]

[0139]

표 3은 (SAS에 의한 JMP Pro에서) 분산 분석(ANOVA) 또는 이와 동등한 두 그룹에 대한 스튜던트의 t-검정에 의해 결정된, 눈을 뜬 작업동안 뇌진탕을 일으킨 대상과 대조군 대상 사이의 상당히 다른 특징들을 나타낸다. 위 양성률 p-값이 $p < 0.05$ 인 특징만을 열거하였다.

표 3

Eyes Open Extracted Feature	ANOVA FPR p-value Prob > F
KD_R1_C1_Secs	0.00006
Relative_P18_20	0.00014
Relative_P20_22	0.00015
Relative_P34_36	0.00016
Relative_P32_34	0.00020
Absolute_theta/Absolute_alpha+beta	0.00020
Relative_theta/Relative_alpha+beta	0.00020
KD_R1_Tsecs	0.00030
Relative_P30_45	0.00033
Relative_P12_20	0.00036
KD_R1_C3_Secs	0.00037
Relative_beta	0.00046
Relative_P26_28	0.00049
Relative_gamma	0.00053
StdDeviation_F	0.00064
Relative_theta/Relative_beta	0.00066
Absolute_theta/Absolute_beta	0.00066
KD_R1_C2_Secs	0.00130
Relative_P28_30	0.00132
Relative_P38_40	0.00143
KD_Final_secs	0.00150
Relative_theta	0.00153
Relative_P16_18	0.00219
Kurtosis_F	0.00220
Relative_theta/Relative_alpha	0.00228
Absolute_theta/Absolute_alpha	0.00228
Relative_P14_16	0.00235
Relative_P36_38	0.00245
KD_R2_C1_Secs	0.00287
KD_R2_Tsecs	0.00297
Relative_P40_42	0.00309
KD_R2_C3_Secs	0.00353
Relative_P6_8	0.00448
Skewness_F	0.00457
Relative_P20_30	0.00614
Mean_F	0.00653

[0140]

Relative_P4_6	0.00736
Relative_P30_32	0.00780
Relative_P12_14	0.00787
KD_R2_C2_Secs	0.00809
Relative_P44_46	0.00879
Relative_delta/Relative_beta	0.01569
Absolute_delta/Absolute_beta	0.01569
Relative_P42_44	0.01816
Relative_P24_26	0.01887
KD_R1_Terrs	0.01918
Relative_theta+delta/Relative_alpha+beta	0.02155
Absolute_theta+delta/Absolute_alpha+beta	0.02155
Relative_P46_48	0.04040

[0141]

[0142] 표 4는 (SAS에 의한 JMP Pro에서) 윌콕슨 검정에 의해 결정된, 눈을 뜬 태스크 동안 뇌진탕을 일으킨 대상과 대

조군 대상 사이의 상당히 다른 특징들을 나타낸다. 위양성률 p-값이 $p < 0.05$ 인 특징만을 열거하였다.

표 4

Eyes Open Extracted Feature	Wilcoxin FPR p-value Prob>ChiSq
Relative_P32_34	0.00005
Relative_P34_36	0.00008
Relative_theta/Relative_beta	0.00010
Absolute_theta/Absolute_beta	0.00010
KD_R1_C1_Secs	0.00010
Relative_P30_45	0.00015
Relative_P20_22	0.00022
Relative_gamma	0.00027
Relative_P18_20	0.00029
Relative_P26_28	0.00041
Relative_P38_40	0.00047
Kurtosis_F	0.00053
Relative_beta	0.00071
KD_R1_Tsecs	0.00073
Relative_theta/Relative_alpha+beta	0.00074
Absolute_theta/Absolute_alpha+beta	0.00074
Relative_P12_20	0.00081
StdDev_F	0.00103
KD_R2_C1_Secs	0.00131
Relative_P28_30	0.00154
KD_R1_C3_Secs	0.00166
Skewness_F	0.00194

[0143]

Relative_P40_42	0.00202
Relative_P36_38	0.00208
Relative_P16_18	0.00230
Relative_P20_30	0.00240
KD_R1_C2_Secs	0.00265
Relative_P30_32	0.00283
Relative_P22_24	0.00325
Relative_delta/Relative_beta	0.00461
Absolute_delta/Absolute_beta	0.00461
Relative_theta	0.00576
Relative_P24_26	0.00656
KD_R2_Tsecs	0.00658
KD_R2_C3_Secs	0.00658
Relative_P4_6	0.00681
Relative_theta+delta/Relative_alpha+beta	0.00823
Absolute_theta+delta/Absolute_alpha+beta	0.00823
Relative_P6_8	0.00866
Relative_P14_16	0.00944
Mean_F	0.00967
Relative_P44_46	0.01093
KD_Fsecs	0.01500
Relative_P42_44	0.01635
Relative_P12_14	0.02078
KD_R2_C2_Secs	0.02079
Relative_theta/Relative_alpha	0.02272
Absolute_theta/Absolute_alpha	0.02272
Relative_delta/Relative_alpha+beta	0.02428
Absolute_delta/Absolute_alpha+beta	0.02428

[0144]

- [0145] 몇가지 추출된 특징들로 식별된 뇌진탕 또는 제어 그룹(SAS에 의한 JMP Pro에서)으로 대상물을 분류하기 위해 예상 모델을 만들기 위한 단계식 로지스틱 회귀는 Eyes Closed 제1 과제로부터의 예측에 대해 유용하다. (BIC(the Bayesian Information Criterion)를 최소화한 - Hastie et al, "Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction," Springer, 2nd Edition, 2009, Section 7.7, p. 233 참조) 가장 우수한 모델은, {Kurtosis_F, Relative_P4_6, Relative_P6_8, Relative P 18 20, Relative_P24_26, Relative_P32_34, Relative_P36_38, KD_R1_C1_Secs, KD_R1_C2_Secs}에 포함된다. 이러한 로지스틱 회귀 모델은 $(TP+TN)/(total_P+total_N)$ of $(24+41)/68=95.6\%$ 의 전체 정확도에 대해, 24 뇌진탕 보정(TP=True Positive), 41 제어 보정(TN=True negative), 1 뇌진탕 오류(FN=False Negative) 및 뇌진탕으로서의 2 제어(FP=False Positive)를 갖는, 0.9935의 ROC AUC(Receiver Operator Characteristic curve Area Under the Curve)가 달성된다. 모델에 사용되는 특징의 수가 (단계식 로지스틱 회귀를 사용하여) 5개의 가장 중요한 것으로 감소되면, 모델은 $(19+39)/68 = 85\%$ 의 전체 정밀도에 대해, 19 TP, 39 TN, 6 FN, 4 FP를 갖는, 0.9107의 ROC AUC를 생성하는 {Relative_P 18_20, Relative_P24_26, Relative_P32_34, Relative_P36_38, and KD R1 C1 Secs}로 구성된다. 해당 기술 분야의 종사자들에게 명백한 바와 같이, 가장 중요한 고려사항은 추가의 상해에 대한 위험에서 뇌가 놓이는 FN(False Negatives)의 수를 감소시키는 것이다.
- [0146] 다른 모델링 기술인 단계식 선형 판별 분석(linear discriminant analysis)을 이용하여, Eyes Closed 제1 과제로부터 상위 5개의 예측 인자는, $(22+35)/68 = 84\%$ 의 전체 정확도에 대해 22 TP, 35 TN, 3 FN, 8 FP를 갖는 0.8897의 ROC AUC를 달성한 {KD_R1_C1_Secs, Relative_P 18_20, Relative_P24_26, Relative_P32_34, Relative_P36_38 }에 포함된다.
- [0147] Eyes Open 제2 과제에 동일한 분석을 반복하여 이하의 결과를 얻는다. Eyes Open 제2 과제로부터의 예측에 대해 유용한 몇가지 추출된 특징이 식별된 뇌진탕 또는 제어 그룹(SAS에 의한 JMP Pro에서)으로 대상물을 분류하기 위한 예측 모델을 만들기 위해 단계식 로지스틱 회귀를 사용한다. (BIC를 최소화한) 가장 우수한 모델은 {Peak_F, Mean_F, Kurt_F, Relative_beta, Relative_P22_24, Relative_P28_30, Relative_P32_34, Relative_theta/Relative_beta, KD_R1_C1_Secs}에 포함된다. 이러한 로지스틱 회귀 모델은 $(25+43)/68 = 100\%$ 의 전체 정확도에 대해 25 뇌진탕 보정(TP=True Positive), 43 제어 보정(TN=True Negative), 제어로서 잘못 식별되는 0 뇌진탕(FN=False Negative) 및 뇌진탕으로서 잘못 식별되는 0 제어(FP=False Positive)를 갖는 1.000의 ROC AUC(a Receiver Operator Characteristic curve Area Under the Curve)를 달성한다. 모델에 사용되는 특징의 수를 (단계식 로지스틱 회귀를 이용하여) 5개의 가장 중요한 것으로 감소시키면, 모델은 $(17+38)/68 = 81\%$ 의 정확도에 대해, 17 TP, 38 TN, 8 FN, 8 FP를 갖는 0.88186의 ROC AUC를 생성하는 {Peak_F, Relative_beta, Relative_P22_24, Relative theta/Relative beta, KD R1 C1 Secs}로 구성된다.
- [0148] 다른 모델링 기술인 단계식 선형 판별 분석을 이용하여, Eyes Open 제2 과제로부터의 상위 5개의 예측 인자는, $(15+41)/68 = 82\%$ 의 정확도에 대해 15 TP, 41 TN, 10 FN, 2 FP를 갖는 0.8726의 ROC AUC를 달성하는 {KD_R1_C1_Secs, Peak_F, Relative_P22_24, Relative_P34_36, Relative_theta/Relative_beta}에 포함된다.
- [0149] 해당 기술 분야의 종사자는, 진리치표(truth table)(종종 오차 행렬로 지칭됨)로부터 감도(Sens) = $TP/(TP+FN)$, 특이성(Spec) = $TN/(FP+TN)$, 양의 예측값(PPV)= $TP/(TP+FP)$ 및 음의 예측값(NPV) = $TN/(TN+FN)$ 을 산출하기 위해 직접 계산한다. 연구 대상물에 대해 상기에서 보고된 예측 모델은 예측 시그니처 및 이들의 임상 성능의 예이다. 표 1 내지 4에 열거된 임의의 것들에 포함되도록 사용되는 특징들의 조정은 본 발명의 다른 실시예로서 고려된다. 또한, 해당 기술 분야의 종사자들에게는 이들 예측 특징의 서브세트의 모델 또한 본 발명에 의해서 포함된다는 점은 명확하다.
- [0150] 가속도계, 음성 분석용 마이크로폰, 화상 분석용 카메라 또는 생체 센서 중 하나로부터 정보의 추가 양식을 추가함에 따라, 주어진 조건의 진단에서 건강관리 제공자를 조력함으로써 이러한 예측 모델의 정확도가 보다 높아질 수 있다는 점은 예상할 수 있다. 표 1 내지 4에서 도시된 바와 같은 생체측정 추출 특징의 표는, 수신된 다수의 생물학 센서 데이터로부터 후보 특징들을 추출하도록 장치를 처리함으로써 생성될 수 있어서, 뇌 건강, 질병 및 상해와 연관된 다수의 모델 예측 시그니처가 생성되고, 확인하고, 궁극적으로 입증할 수 있어서, 뇌 건강 및 기능을 평가하기 위한 다수 종류의 시스템을 제공할 수 있다는 것은 해당 기술 종사자들에게는 명백하다.
- [0151] 도 37a는 렌즈가 없이 안경 프레임 형태의, 무렌즈 안경 프레임 형태의 사람의 두개골에 착용되는 다른 REM 서포트를 도시한다. 프레임(500)은 귀에 놓여지는 측두(505)와 코에 놓여지는 코 지지부(507)를 가질 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 도면부호 500 형태의 1회용 단일편 안경 프레임이 REM을 지지하기 위해 사용 가능하며, 이는 도면부호 500의 위치에서 전방에서 또는 다르게는 위치(505)의 측면을 따라 지지된다. 키이형 채널이

채용될 수 있고, 이는 얼굴로부터 멀리 이격되어 안착하도록 후방에서 전방으로 측두를 따라 활주하도록 REM에 맞춤형 끼움부를 생성한다. 두개골에 대한 전극과 꼭지돌기에 대한 전극은 무렌즈 안경 프레임 부근에 놓여질 수 있다.

[0152] 도 37b는 무렌즈 안경 프레임의 대체 실시예로서, 이 경우, 코 지지부(512)를 갖는 재사용가능 프레임(510)은, 연결 지점(516)에서 재사용가능 프레임(510)에 연결되는 일회용 측두(514) 및 일회용 코 패드(518)를 갖는다. 본 실시예의 수정예에서는, 꼭지돌기 REF 기준 및 GND 그라운드로서 기능할 수 있는 도전성 일회용 코 패드(518)와 전기적으로 접촉하도록 코 지지부(512) 아래에 이어지는 와이어에 접속되게끔 외면 내에 형성되거나 외면에 적층된 와이어가 있을 수 있다.

[0153] 도 37c는 무렌즈 안경 프레임의 대체 실시예로서, 이 경우, 코 지지부(521)를 갖는 재사용가능 프레임(524)은, 일회용 측두(520), 및 장치와 대상 사이에 보호 시스를 제공하도록 그 측두의 단부 위로 미끄러지는 일회용 슬리브, 소위 부착 부품을 가질 수 있다. 이 경우, 와이어(529)는, 프레임(524)의 외측으로부터 도전성 일회용 코 패드(522)에 대한 전기적 접촉부가 있는 하나의 코 지지부로 이어질 수 있는 한편, 프레임의 내측에 있는 제 2 와이어는 내측을 따라 나머지 하나의 코 지지부(521)로 이어져 코 지지부(521)의 단부 상의 일회용 코 지지 패드와 전기적으로 접촉할 수 있다. REM(525)은, 측두를 따라 대상과 접촉하지 않는 위치로 슬라이딩할 수 있다. 필요하다면, 전극(527)은 귀에서 꼭지돌기에 접속될 수 있고, 또는 대안으로, 전극(527)이 10-20 전극 위치 Fp1을 향하여 전방으로 이동할 수 있다. 통상의 기술자라면, 세 개의 인접하는 와이어가 무렌즈 안경 프레임의 일면을 따라 존재하듯이, 활성 전극 리드 와이어가 내측에 있는 프레임(524)의 동일한 측에서 두 개의 노즈피스 컨덕터를 잇는 것이 충분히 가능하다는 점을 이해할 것이다. 이는, 임의의 주어진 상황에서 특히 필요하듯이 하나보다 많은 활성 전극에 대해서도 동일하게 적용된다.

[0154] 도 38은, 신체에 부착되는, 비제한적인 일례로, 상측 팔 둘레에 또는 허리 둘레에 스트랩(532)으로 부착되는 직사각형 유닛의 형상을 취하는 REM(530)의 대체 실시예이다. REM 장치의 출력부에는 3개의 일회용 리드(534)가 있으며, 각 리드의 단부에 전극(536)이 부착되어 있다. 이러한 리드들 중 두 개는 기준 REF와 그라운드 GND로서 기능할 수 있다. 마찬가지로, 제4 리드, 제5 리드, 및 추가 리드를 도시되어 있는 비제한적인 실시예의 균등물로서 동일하게 고려할 수 있다.

[0155] 예

[0156] 위 설명은 많은 특정 사항들을 포함하고 있으나, 이러한 특정 사항들은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석해서는 안 되며, 단지 개시된 실시예들의 구현예들로서 해석해야 한다. 통상의 기술자라면, 본 발명의 범위에 속하는 다른 많은 가능한 변형예들을 고려할 수 있다. 이하의 예들은, 통상의 기술자가 본 발명을 제조, 이용, 및 실시하는 데 유용할 것이다.

[0157] 예 1. 원격 품질 제어를 위한 원격 교정 케이블 조립체의 제조

[0158] 솔더링 아이언, 저항, 스테레오 잭 핀, 와이어, 및 앨리게이터 클립을 이용하여, 교정 및 품질 제어 케이블을 제조하였다. 분압기는, 1V로부터 100 μ V로 및 50mV로부터 5 μ V로의 104 인자에 의해 기준 신호를 나누도록 100ohms(Ω)의 상측 1/4와트 저항 및 1,000,000ohms 또는 1M Ω 의 하측 1/4와트 저항을 포함한다. 따라서, 이러한 단계적 감소 신호들은 1 μ V 내지 100 μ V인 통상적인 생리학적 범위에 속하며 따라서 EEG 시스템의 평가와 교정에 유용하다. 필요하다면, 더욱 엄격한 허용오차를 갖는 금속 막 저항을 사용할 수 있다. 이 케이블은, REM 출력부에 부착될 수 있고 시스템이 작동하고 있음을 교정하고 확인하도록 REM 입력부와 접촉하도록 직접 와이어 연결될 수 있다. 대안으로, 내부 인쇄 회로판에 맞추고 외부 케이블을 사용하지 않고서 시스템 교정을 내부적으로 확인하도록 이러한 동일한 설계를 조정할 수 있다. 이 방안은, 프로시저를 간략화하지만 REM 내부로 이어지는 리드들의 무결성을 테스트하지 않으므로 전자 장치를 확인하되 시스템의 리드들을 포함하는 전자 장치만큼 확인하지는 못한다.

[0159] 예 2. 균형과 자세를 확인하도록 독립적 가속도계 사용

[0160] Gulf Coast Data Concepts으로부터 한 쌍의 USB 가속도계 모델 X6-1A 전자 REM 모듈을 구매하였다. 이러한 3축 가속도계로 실험을 행하였으며, 인간 움직임과 안정성을 평가하는 동안 가속도계를 사용하였다. Dell Latitude E6520 랩탑에 데이터 획득 및 표시 소프트웨어를 설치하였다. SAS로부터의 JMP Pro v10로 분석을 수행하였다. 이러한 가속도계의 특징은, 데이터를 랩탑의 임의의 USB 포트를 통해 데이터를 전달하고, 사용자 선택가능 +/- 2g 가속도 범위를 갖고, REM 내부의 12비트 또는 16비트 분해능과 함께 10, 20, 40, 80 or 160Hertz의 사용자 선택가능 샘플 레이트를 갖는다는 사실을 포함한다. 두 개의 위치 인간 움직임의 데이터 동

시 캡처와 안정성 분석을 위해 탄성 손목 밴드 또는 발목 밴드가 REM에 부착된 상태로 실험을 수행하였다.

[0161] 각 사용 전에 가속도계를 음장 교정하고자, 본 발명자들은, 공지되어 있듯이 단진자의 주기가 중력 상수 g 로 나눈 단진자의 길이 L 의 제곱근 곱하기 π 의 두 배로 되도록 줄의 고정된 길이로부터 가속도계를 현수하는 수단을 마련하였다. 동일한 그 줄을 반복 사용하면, 실험마다 내부적으로 정확한 측정이 이루어지는 경우 상대적 교정이 확실해질 수 있다. 도 33에서는, 디바이스를 교정하기 위한 진자로서 사용되는 단일 3축 MEMS 가속도계에서 수집된 세 개의 트레이스를 볼 수 있다. 트레이스(380)는 진자의 고정된 길이로부터 x 축에 있어서 감쇠 사인형 발진을 도시하는 한편 y 축에 대한 트레이스(385)와 z 축에 대한 트레이스(390)에서는 발진이 거의 없다. 대안으로, 고정 주파수에서 발진하는 기계적 마사지 디바이스의 형태로 된 고정 주파수 발진기를 이용하는 제2 방법을 채택하였다. 이것도, 배터리를 이용가능하게 유지하고 디바이스를 이송하는 것을 필요로 하지만 가속도계를 교정하기 위한 수단으로서 기능하였다. 단진자 또는 전자 제어식 기계적 발진기를 사용하여 REM 내장 가속도계 또는 주변 MCU 가속도계를 교정할 수 있다.

[0162] 가속도계는, 또한, 3축 이하의 자이로미터와 3축 이하의 디지털 나침반, 및 단일 칩 또는 다수 칩 장치에 통합 되도록 집적 회로에 결합되는 기타 바이오센서 또는 움직임 프로세서를 포함할 수 있다. 비제한적 예로는, Invensense MPU-9150 Nine-Axis(Gyro+Accelerometer+Compass) MEMS MotionTracking™ Device가 있다. 게다가, 가속도계 또는 다축 움직임 처리 유닛(MPU)은 REM에 내장될 수 있고, 이 구성은 머리 기반 REM에 MPU를 포함할 수 있다. 대안 구성은, 허리, 발목, 등허리, 또는 머리 기반 REM으로부터 멀리 있는 기타 주요 신체 위치에 기반할 수 있는 주변 REM에 가속도계 또는 MPU를 포함한다.

[0163] 일단 디바이스를 교정하였다면, 본 발명자들은, 1인치 폭의 탄성 밴드로 하나의 REM 가속도계를 허리에 부착하고 다른 하나를 인간 대상자의 대측성 발목에 부착함으로써 움직임 기반 측정 실험을 행하였다. 중앙 회의 테이블 주위의 경로에 다양한 장애물을 두어 인간 대상자가 장애물들을 피하고 가속도가 기록되게 하였다. 도 34에서는, 인간 대상자가 연구실의 장애물 코스를 걷는 동안 자신의 팔을 앞뒤로 흔들며 따라 3축 가속도계를 손목에 착용하고 있는 인간 대상자로부터 수집된 데이터를 볼 수 있다. 트레이스(400)는 x 축을, 트레이스(405)는 y 축을, 트레이스(410)는 z 축을 나타낸다. x 축이 시간이고, 각 트레이스의 y 축이 각 방향의 가속도이다. 오른쪽에는, 개별적인 특징을 찾는 능력에 더하여 시계열의 요약 통계 분석이 제시되어 있다.

[0164] 예 3. TIRHR 뇌진탕 연구

[0165] 타호 호수 근방의 비영리 마운틴 베이스드 의학 연구소(non-profit mountain based medical institute)와의 공동 연구에서, 두 대상 그룹이 기관 감사 위원회(Institutional Review Board) 인증 임상 프로토콜에 등록되었으며, 대상의 제1 그룹(그룹 A)은 뇌진탕(mTBI) 또는 가벼운 외상성 뇌 손상(mild traumatic brain injury)으로 임상 진단되었고, 대상의 제2 제어 집단(그룹 B)은 뇌진탕으로서 어떠한 논의도 되지 않고 CTL(Controls)로서 제공되는 사람으로 등록되었으며, 기관 감사 위원회의 감독 하에 모집되었다. 양 그룹 A 및 B의 참가자들은 2012년 7월 13일자로 출원된 PCT 특허 출원 제PCT/US2012/046723호에 개시된 바와 같은 단일 전극 EEG 디바이스를 포함하는 전자 REM 모듈로 동일하게 스캔되었다. 5분의 스캔 프로토콜에는, 30초의 Eyes Closed와, 30초의 Eyes Open과, King-Devick 테스트가 수행되고 이어서 30초의 Eyes Closed, 30초의 Eyes Open 블록이 다시 클로уз드된 대략 3분이 포함된다. King-Devick 테스트의 각각의 카드에 대한 스톱 위치 시간 및 오차는, 주변장치 MCU(랩탑 컴퓨터)가 마이크로폰을 통해 카드를 제공하고 개인의 반응을 기록하는 동안, 테스트 관리자에 의해 수동으로 기록되었다. REM 모듈 기반 헤드는, 기준 REF 및 접지 GND에 대해 귀 위의 돌기에 대해, 위치 Fp1으로부터 이마 EEG를 지속적으로 기록하였다. 데이터는 시큐어 파이프를 통해 사이버 공간 내의 가상 서버로 전송되기 전에 국부적으로 암호화되었다.

[0166] 신호 분석 연구원들에게는 인공 결합, 신호 처리 및 특징 추출을 위해 참가자 임상 진단에 대해 모르게 하였다. 그 후, 추출된 특징 데이터 테이블은 가능한 한 많은 오차가 제거되도록 품질 관리되고 스크립되었다. King-Devick 테스트에 대한 총 시간은, 최소 오차 개수를 사용하여 공지된 절차에 따라 계산되었고, 이어서 총 3개의 카드를 판독하기 위한 개인 시간을 합산하였다. 이러한 총 시간은 하나의 추출된 변수를 나타내며 로지스틱 분류 모델을 행한 것이다. 이러한 모델의 결과는, 수 초 내의 King-Devick의 총 시간이 대략 62% 시간(AUC=0.62)의 개인의 분류를 단독으로 예측했다는 것을 나타내었다.

[0167] 독립적으로, 이후, 10 비트의 진폭 해상도로 초당 128 샘플에서 샘플링된 EEG 뇌파 정보의 병렬 데이터 스트림에 대한 분석은, 스펙트럼 특성을 결정하도록 푸리에 변환되었다. 델타, 세타, 알파, 베타 및 감마 대역 각각에서의 상대 파워(relative power)는, EEG 특성이 예측자 x -변수이고 임상 결과(그룹 A 또는 B)가 상기 모델에서의 결과 y -변수인 로지스틱 분류 모델에서 분석되었다. 상기 분석은 SAS(Cary, NC)의 JMP Pro v10에서 수

행되었다.

[0168] 도 35에서, 제어 그룹 B에 대한 뇌진탕 그룹 A에서의 감소된 상대 베타 파워를 도시하는 (12-30Hz로부터의) 상대-베타 파워에 대한 로지스틱 플롯(420)을 알 수 있다. ROC(Receiver Operator Characteristic) 곡선(430)을 구성하면, 개략적인 AUC 통계에 의해 한정된 바와 같이 EEG 특징 단독으로 대략 65%의 시간 정확도로 예측한다는 것을 알 수 있다. 도 36에서, King-Devick 테스트 시간(대상 뇌의 인지 측정)이 상대 베타 EEG 파워(뇌파 측정)과 조합되어 다중 모드 서명을 생성하면, 상기 곡선(AUC) 아래의 영역이 이제 70%라는 것을 ROC 플롯(440)에서 알 수 있다. 나이 및 성별의 공동 변량을 추가하면, AUC는 ROC 플롯(450)에서 도시된 바와 같이 76%까지 상승하여, 본 발명의 시스템 및 방법을 충분히 제시한다. 가속도계, 음성 분석용 마이크로폰, 화상 분석용 카메라 또는 생체 센서 중 하나로부터 정보의 추가 양식을 추가함에 따라, 주어진 조건의 진단에서 건강관리 제공자를 조력함으로써 예측 모델의 정확도가 보다 높아질 수 있다는 점을 예상할 수 있다. 이는 뇌 건강 및 기능을 평가하기 위한 다중 모드 시스템의 파워를 예시한다.

[0169] 중요하게, 상기 표 1, 2, 3 및 4는 뇌진탕 또는 제어 그룹 중 하나로 신규 대상을 분류하기 위한 예측 모델에서의 사용을 위한 추출된 특징을 확인한다. 표 5 및 표 6은 단계식 로지스틱 회귀를 이용하여 이러한 모델 구성의 결과를 나타낸다. 이들 예측 특징의 부분 집합으로부터 구성되는 모델도 본 발명에 의해 커버된다는 점이 당업자에게 명백할 것이다.

[0170] 예 4. Lehigh 뇌진탕 연구

[0171] NCAA Division 1 대학과의 공동 연구에서, 몇몇 대상 그룹이 기관 감사 위원회 인증 임상 프로토콜에 등록되었으며, 대상의 제1 그룹(그룹 A)은 뇌진탕(mTBI) 또는 가벼운 외상성 뇌 손상으로 임상 진단되었고, 대상의 제2 제어 집단(그룹 B)은 뇌진탕으로서 어떠한 논의도 되지 않고 CTL(Controls)로서 제공되는 사람으로 등록되었으며, 다른 스포츠 운동 선수들(그룹 C 등)도 기관 감사 위원회의 감독 하에 모집되었다. 그룹 A, B 및 C의 참가자 및 다른 참가자들은 2012년 7월 13일자로 출원된 PCT 특허 출원 제PCT/US2012/046723호에 개시된 바와 같은 단일 전극 EEG 디바이스를 포함하는 전자 REM 모듈로 동일하게 스캔되었다. 22-24분의 스캔 프로토콜에는, Eyes Closed 1분과, Eyes Open 1분과, Graded Symptom Checklist의 자동 적용과, 메모리, 농도, 지연 리콜, (단단한 표면 및 폼 표면 양자 상에서의) full Balance Error Scoring System, King-Devick 테스트 카드, 400 Hz를 중심으로 하는 6 및 12 헤르츠 비트 주파수에서의 바이노럴 비트 오디오 자극, 광 자극, 및 1분 동안의 이동 레드 크로스를 포함하는 고정 과제를 포함하는 SAC(Standard Assessment of Concussion)의 요소가 포함된다. King-Devick 테스트의 각각의 카드에 대한 스톱 위치 시간 및 오차는, 주변장치 MCU(랩탑 컴퓨터)가 마이크로폰을 통해 카드를 제공하고 개인의 반응을 기록하는 동안, 테스트 관리자에 의해 수동으로 기록되었다. SAC 반응 뿐 아니라 BESS 오차가 수동으로 기록되었다. REM 모듈 기반 헤드는, 기준 REF 및 접지 GND에 대해 귀 위의 돌기에 대해, 위치 Fp1으로부터 이마 EEG를 지속적으로 기록하였다. EEG 데이터 스트림, 인식 데이터 스트림(반응 시간 및 정확도), 및 마이크로폰 데이터 스트림은 과제가 수행됨에 따라 기록되었다. 데이터는 시큐어 파이프를 통해 사이버 공간 내의 가상 서버로 전송되기 전에 국부적으로 암호화되었다.

[0172] 신호 분석 연구원들에게는 인공 결함, 신호 처리 및 특징 추출을 위해 참가자 임상 진단에 대해 모르게 하였다. 그 후, 추출된 특징 데이터 테이블은 가능한 한 많은 오차가 제거되도록 품질 관리되고 스크립되었다. King-Devick 테스트에 대한 총 시간은, 최소 오차 개수를 사용하여 공지된 절차에 따라 계산되었고, 이어서 총 3개의 카드를 판독하기 위한 개인 시간을 합산하였다. 이러한 총 시간은 하나의 추출된 변수를 나타내며 로지스틱 분류 모델을 행한 것이다. 뇌진탕 운동 선수 및 제어 양자에 대해 8 또는 9회까지의 스캔으로 추적 관찰이 수행되어 뇌진탕 및 제어 양자를 평가하였다.

[0173] 예 5. 로스만 뇌진탕 연구

[0174] 임상 실시 및 뇌진탕 전문가와의 공동 연구에서, 두 대상 그룹이 기관 감사 위원회 인증 임상 프로토콜에 등록되었고, 대상의 제1 그룹(그룹 A)은 뇌진탕(mTBI) 또는 가벼운 외상성 뇌 손상으로 임상 진단되었고, 대상의 제2 제어 집단(그룹 B)은 뇌진탕으로서 어떠한 논의도 되지 않고 제어(CTL)로서 제공되는 사람으로 등록되었고, 기관 감사 위원회의 감독 하에 모집되었다. 그룹 A 및 B의 참가자는 2012년 7월 13일자로 출원된 PCT 특허 출원 PCT/US2012/046723호에 개시된 바와 같은 단일 전극 EEG 디바이스를 포함하는 전자 REM 모듈로 동일하게 스캔되었다. 25분의 스캔 프로토콜에는, Eyes Closed 1분과, Eyes Open 1분과, 이어서 학생 운동 선수가 주변장치 MCU(Dell Vostro 3550 랩탑)로 EEG 데이터를 스트리밍하는 헤드 전자 REM 모듈로 ImPACT 컴퓨터 테스트를 완료하는 동안, 약 25분의 스캔이 포함된다. 주변장치 MCU 랩탑 상의 키(key) 클릭은 ImPACT 컴퓨터 평가 내에서 다양한 과제 각각의 일시적인 시작과 종료를 나타낸다. 이는 신경심리학적 테스트, EEG, 및 본 발명에

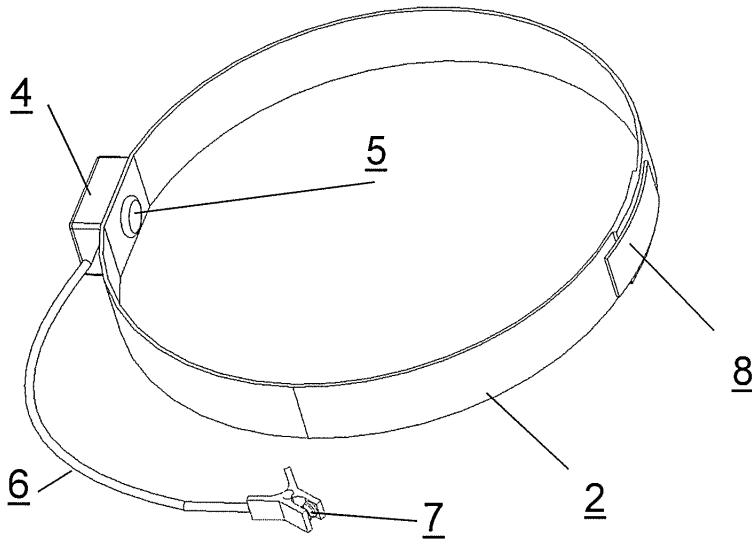
따른 임상 관찰을 조합한 다른 다중 모드 평가를 나타낸다.

[0175]

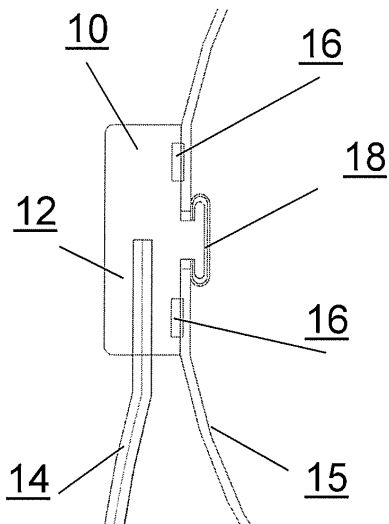
당업자들에게는, 또한 본 발명이 다른 응용예에 적용 가능하고, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 변경될 수 있음이 명백할 것이다. 예를 들어, 본원에 개시된 신호 처리는 서버, 클라우드, 전자 모듈, 또는 로컬 PC, 태블릿 PC, 스마트폰 또는 전용 핸드헬드 장치에서 행해질 수 있다. 따라서, 본 발명의 범주는 전술한 예시적인 실시예로 제한되는 것으로 의도되지 않으며, 첨부된 청구범위에 의해서만 제한된다.

도면

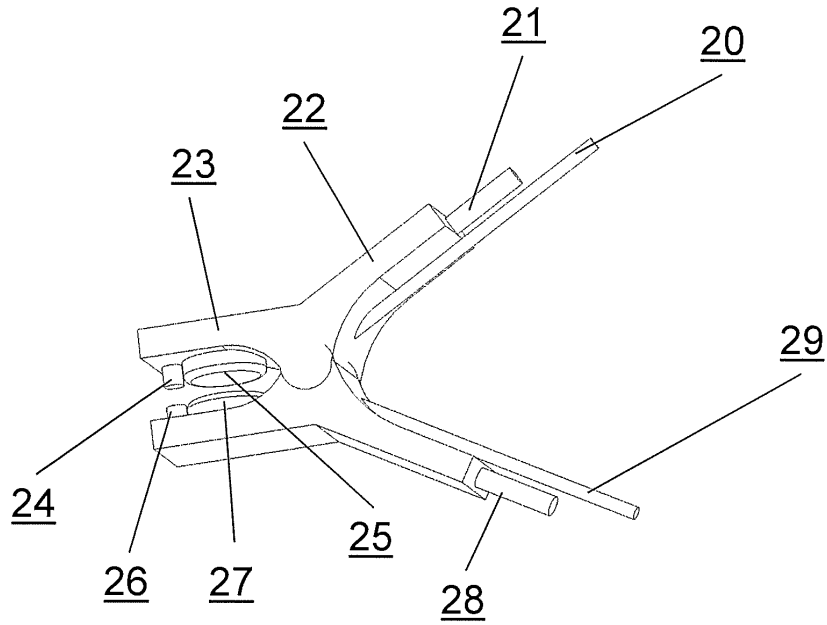
도면1



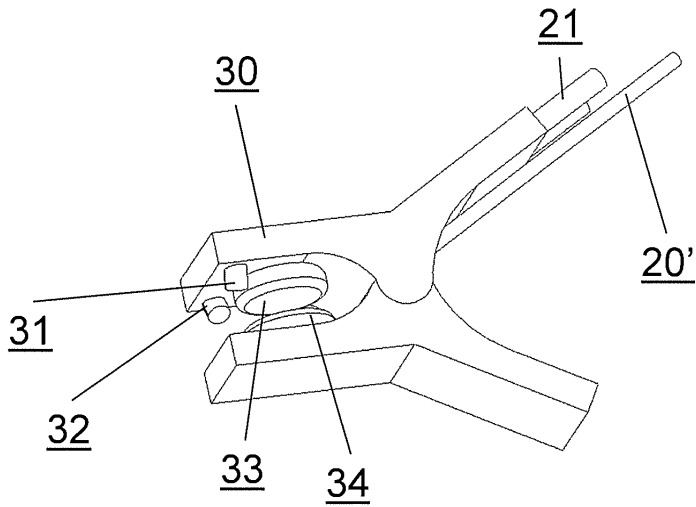
도면2



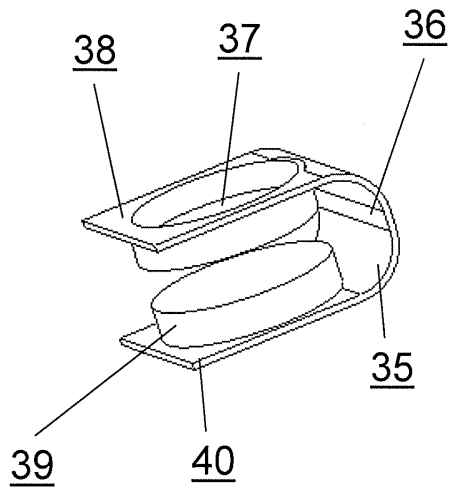
도면3a



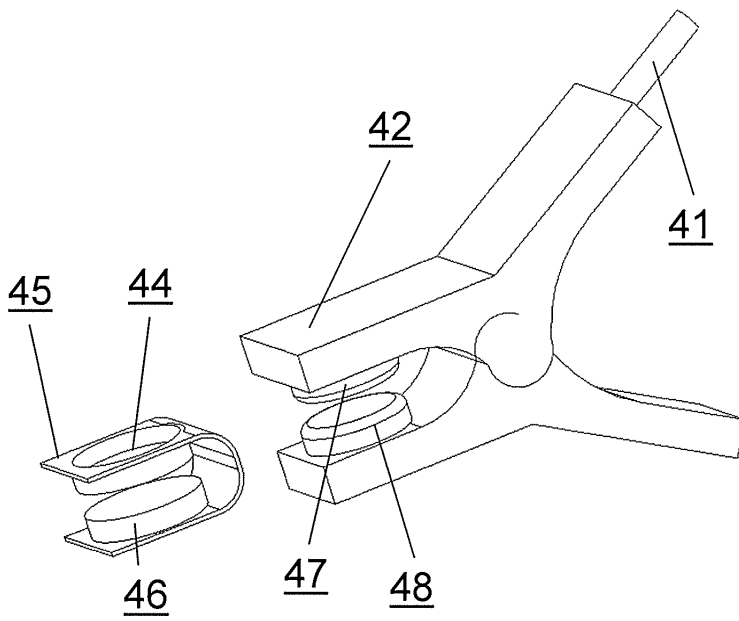
도면3b



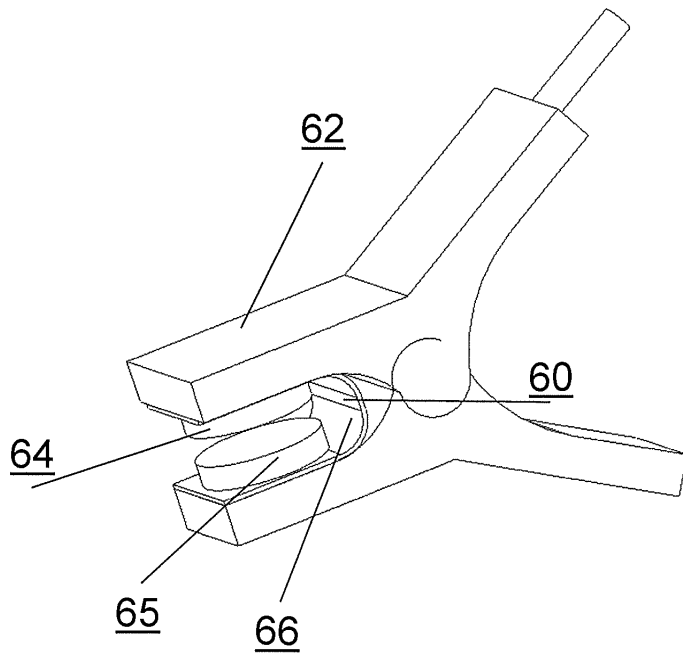
도면4



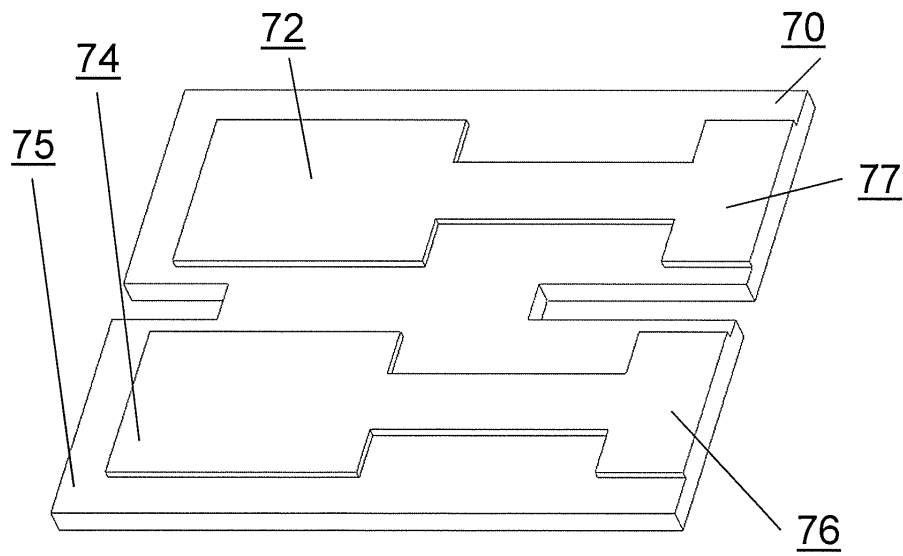
도면5



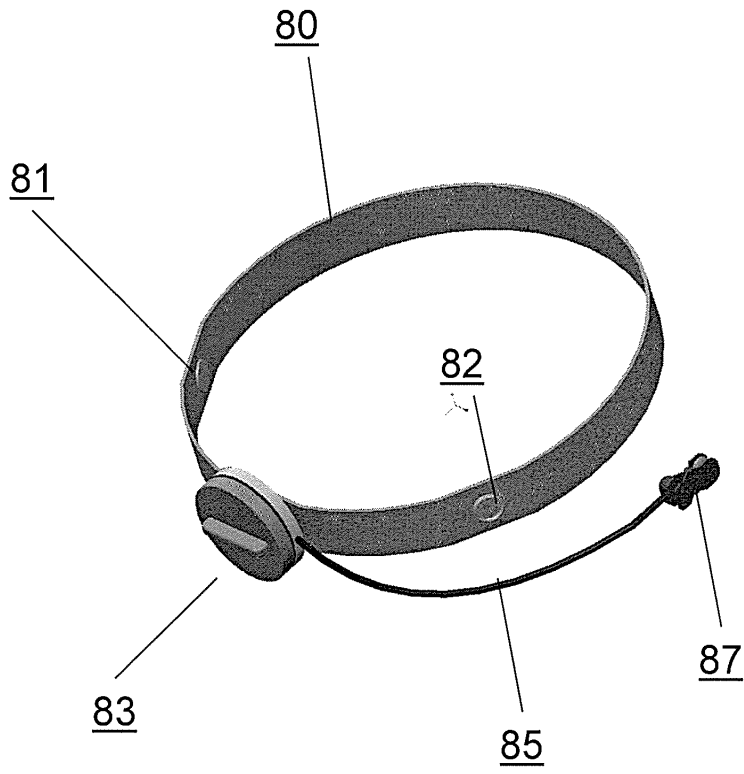
도면6



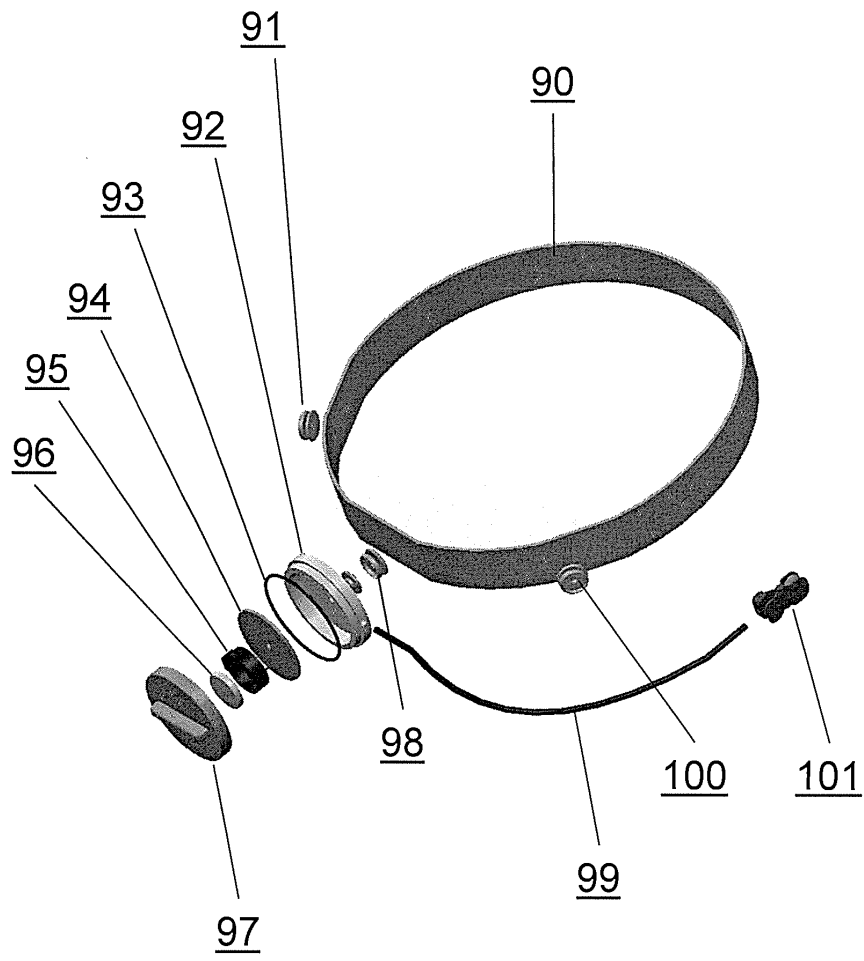
도면7



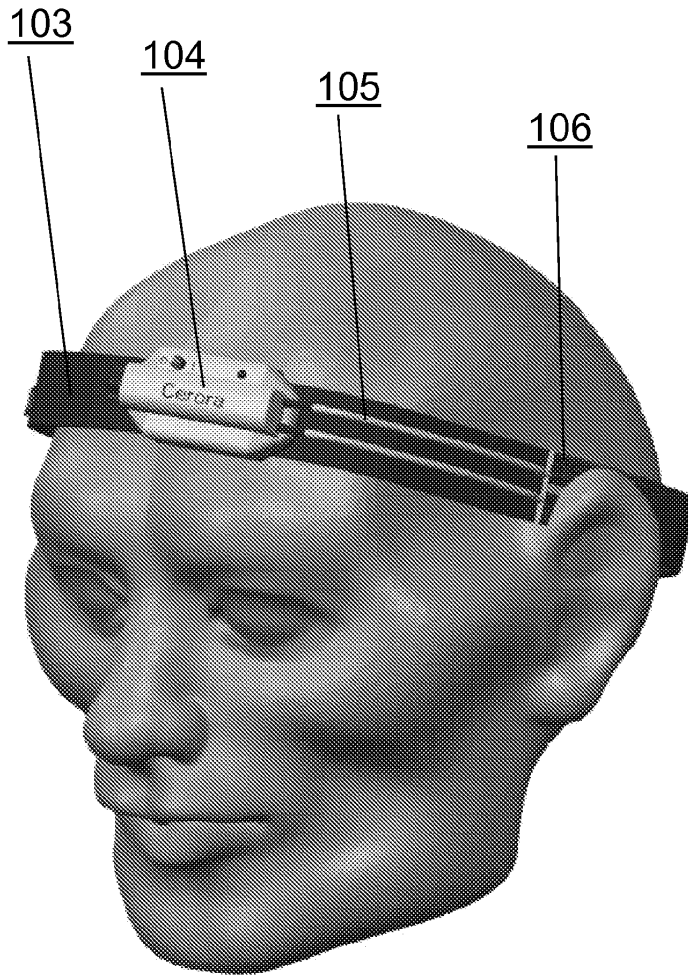
도면8



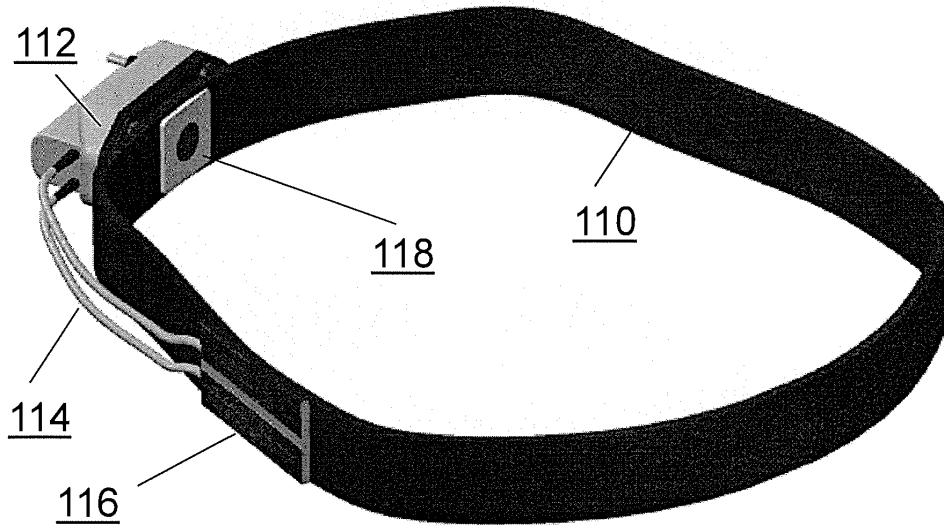
도면9



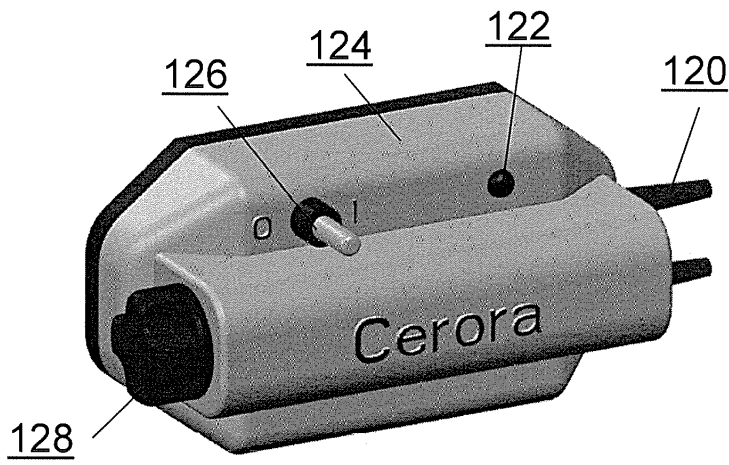
도면10



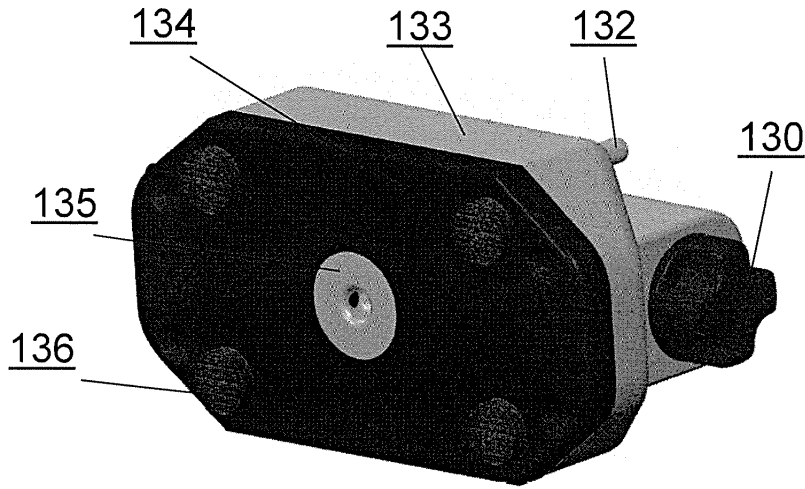
도면11



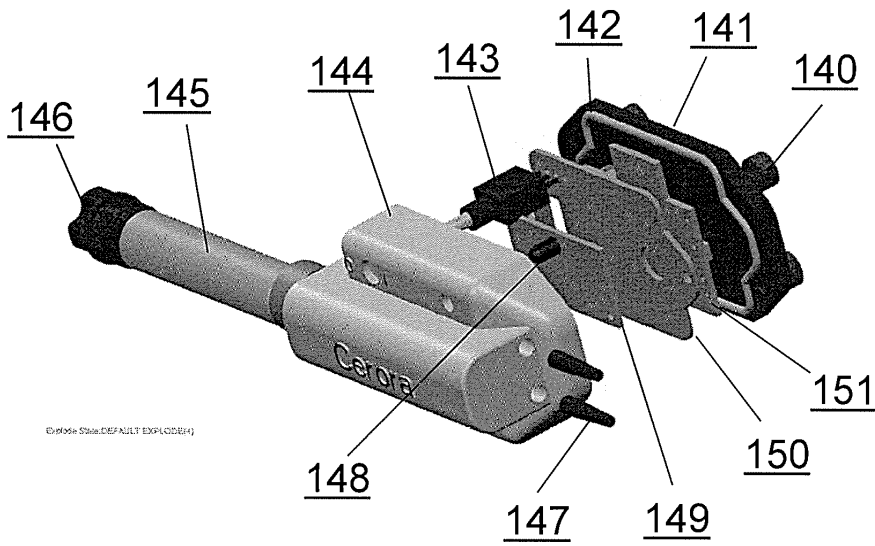
도면12



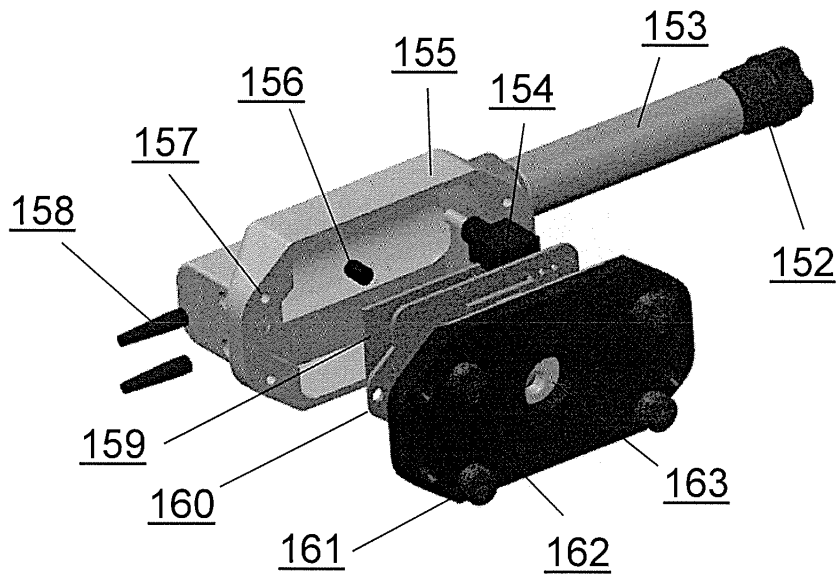
도면13



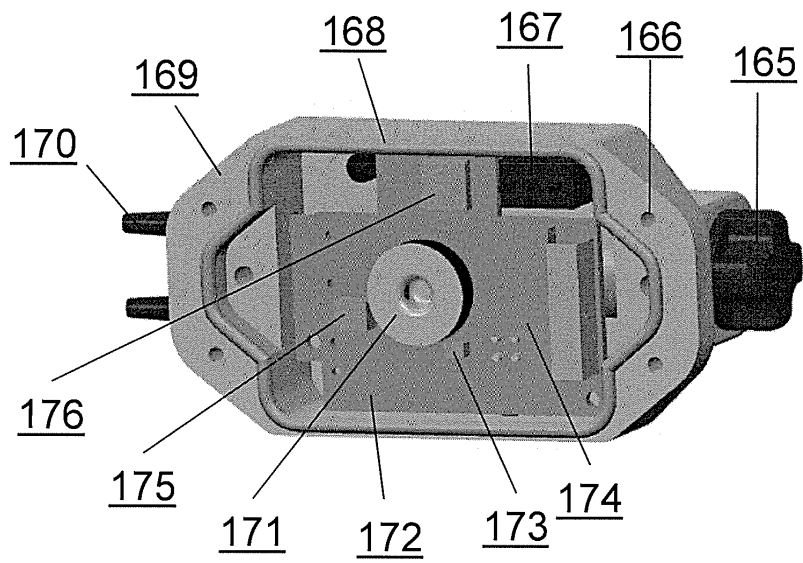
도면14



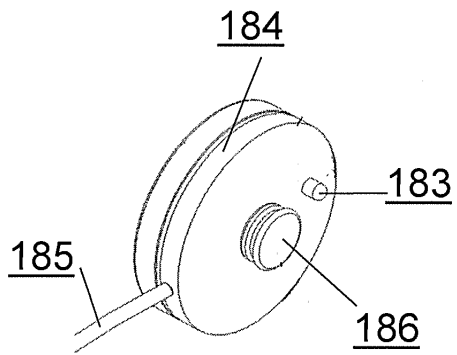
도면15



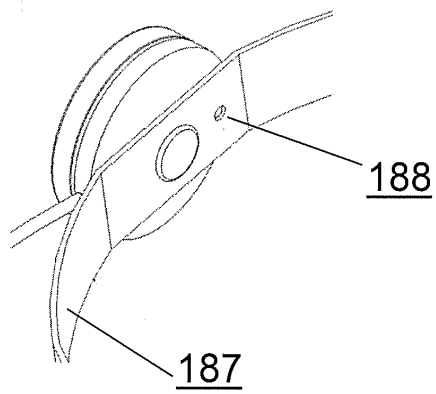
도면16



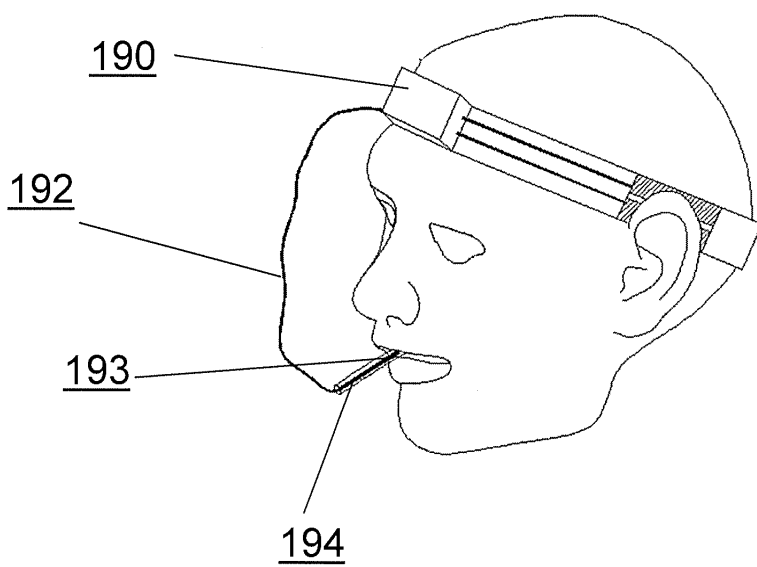
도면17a



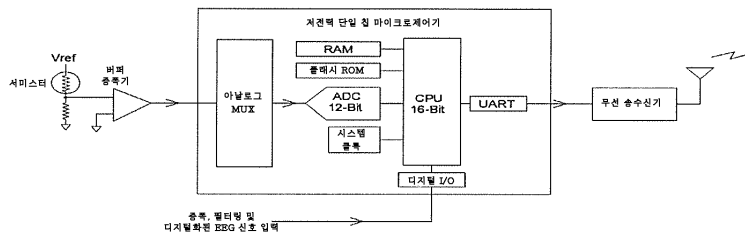
도면17b



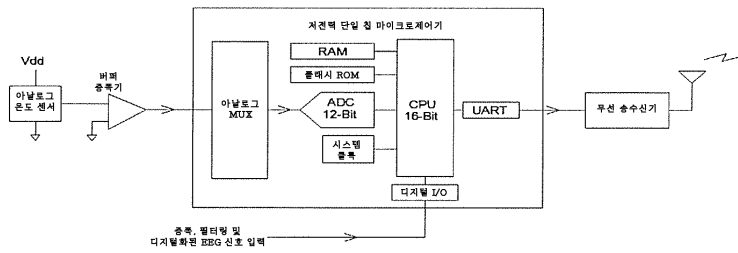
도면18



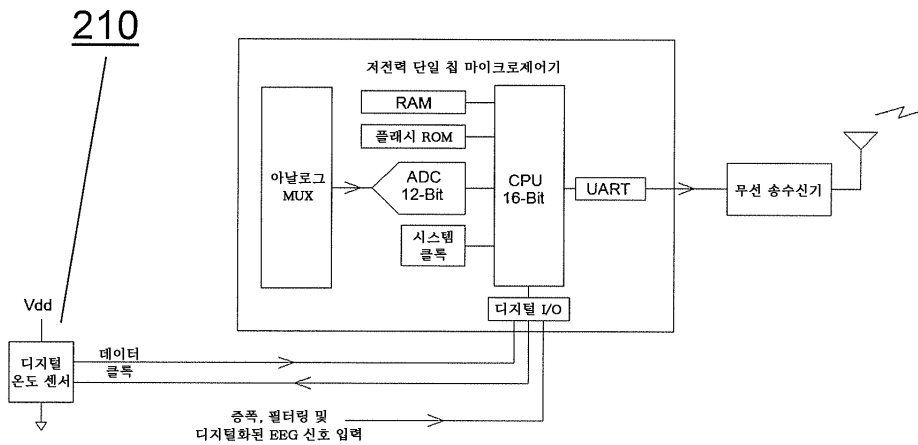
도면19a



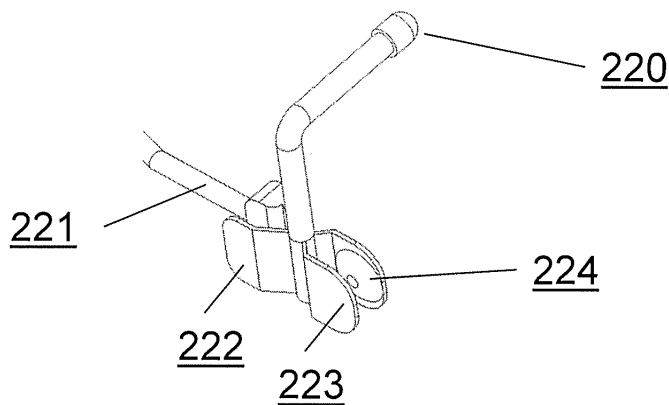
도면19b



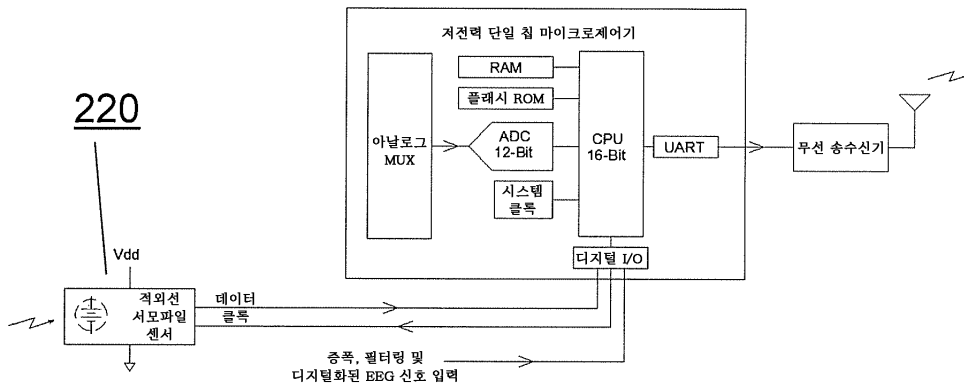
도면20



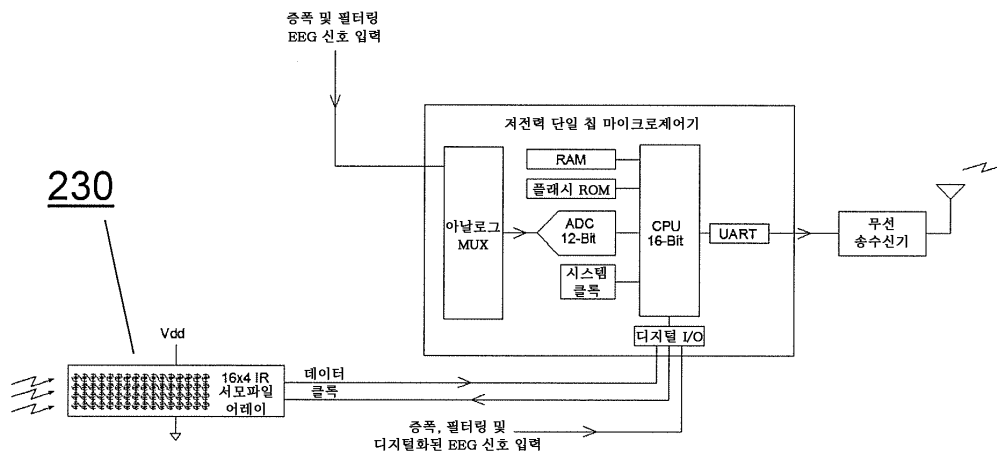
도면21a



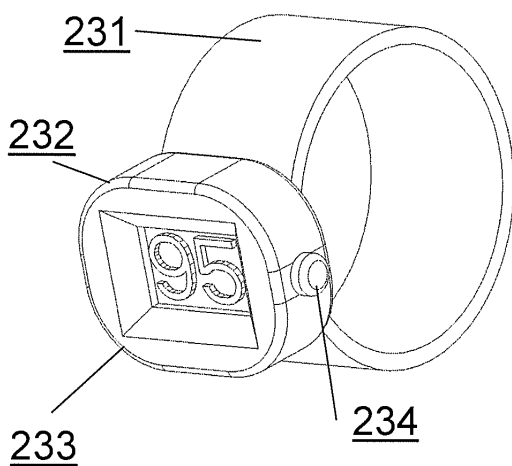
도면21b



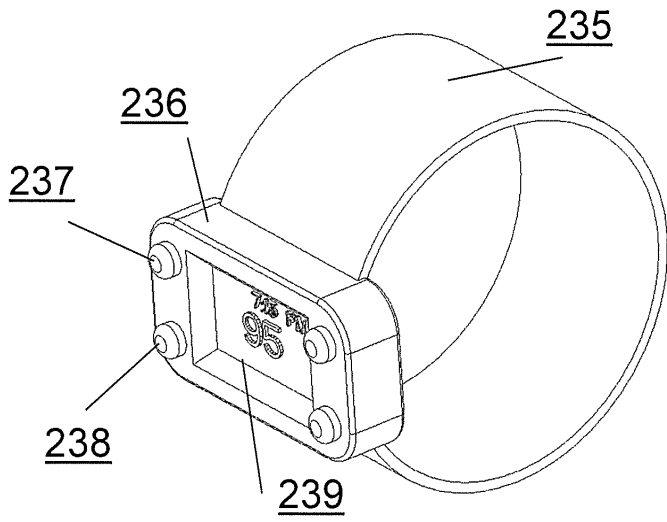
도면22



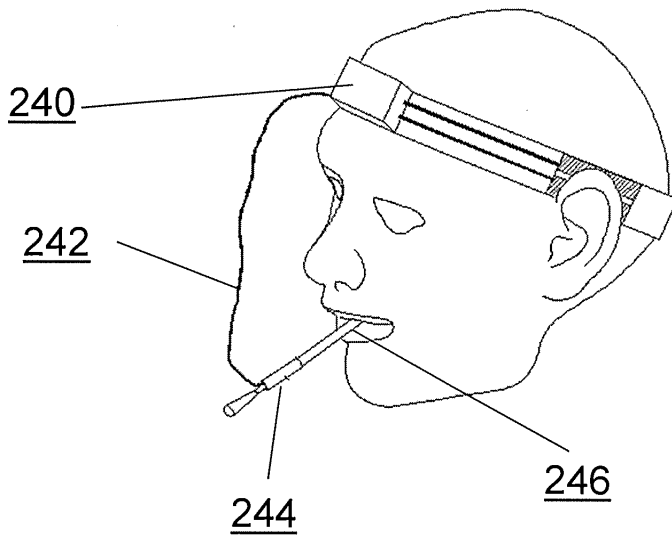
도면23



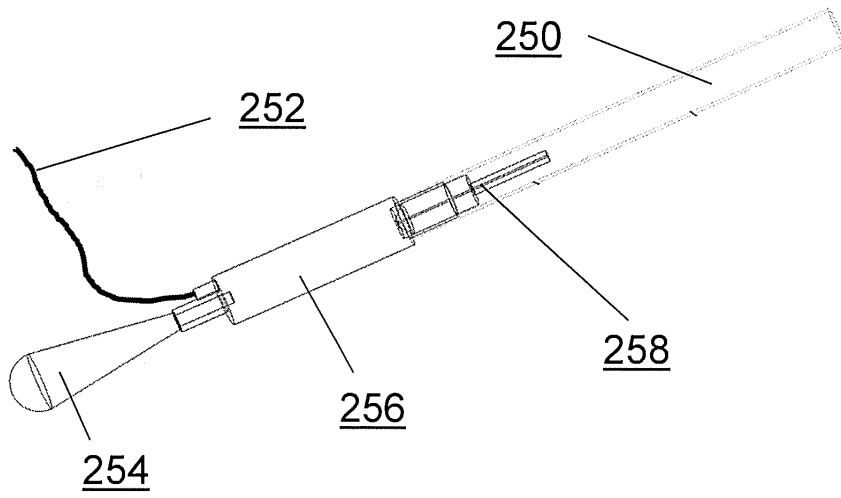
도면24



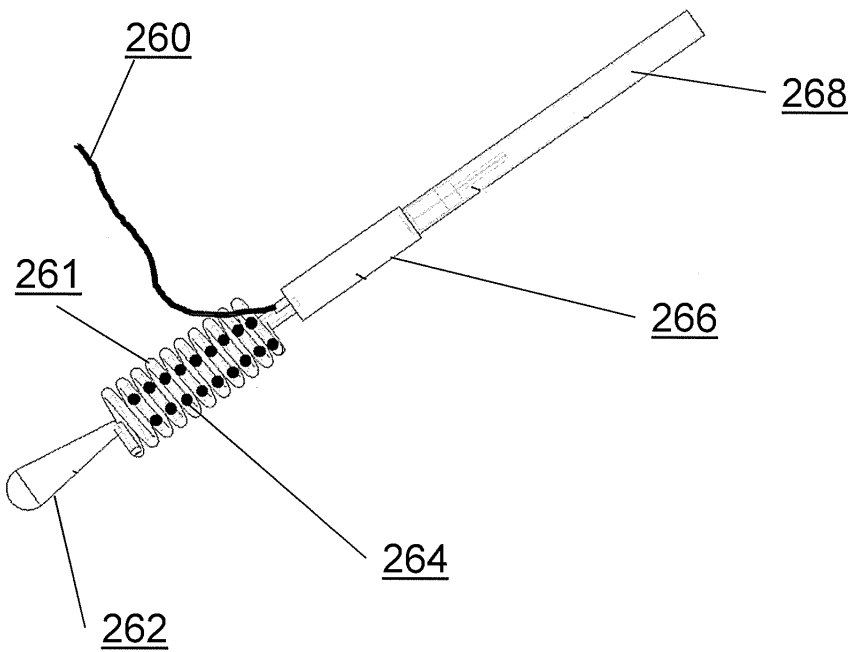
도면25



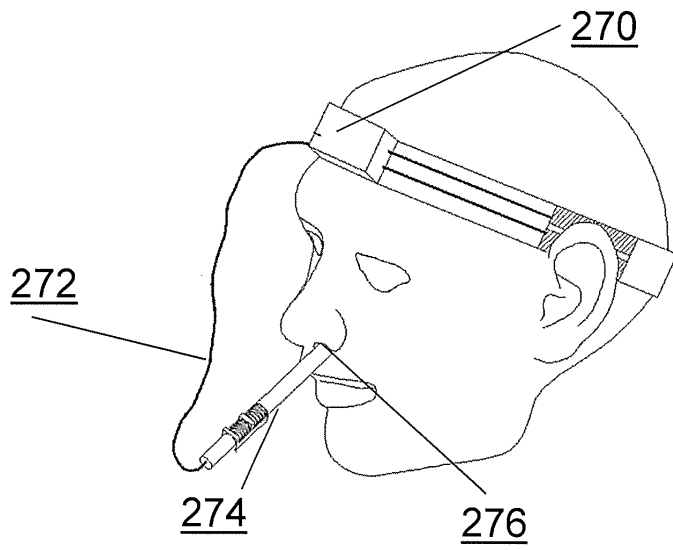
도면26



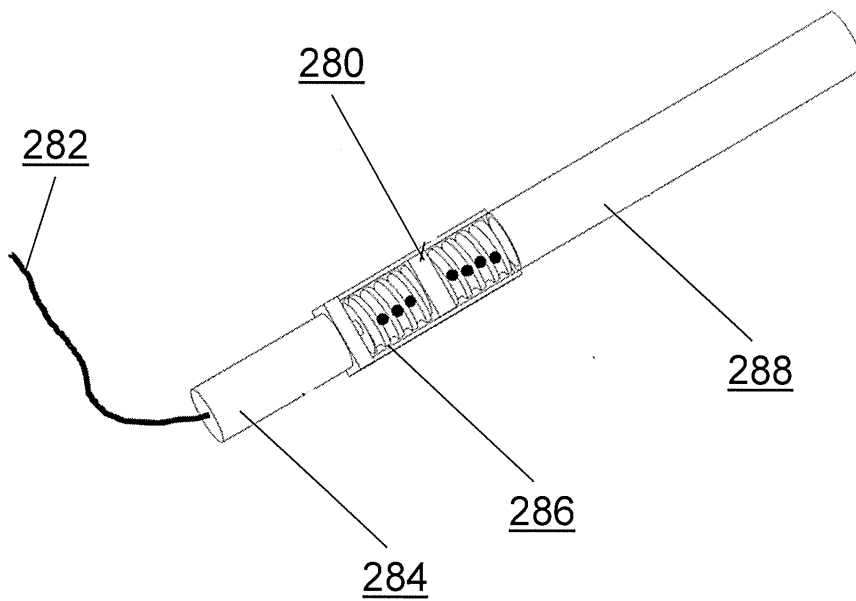
도면27



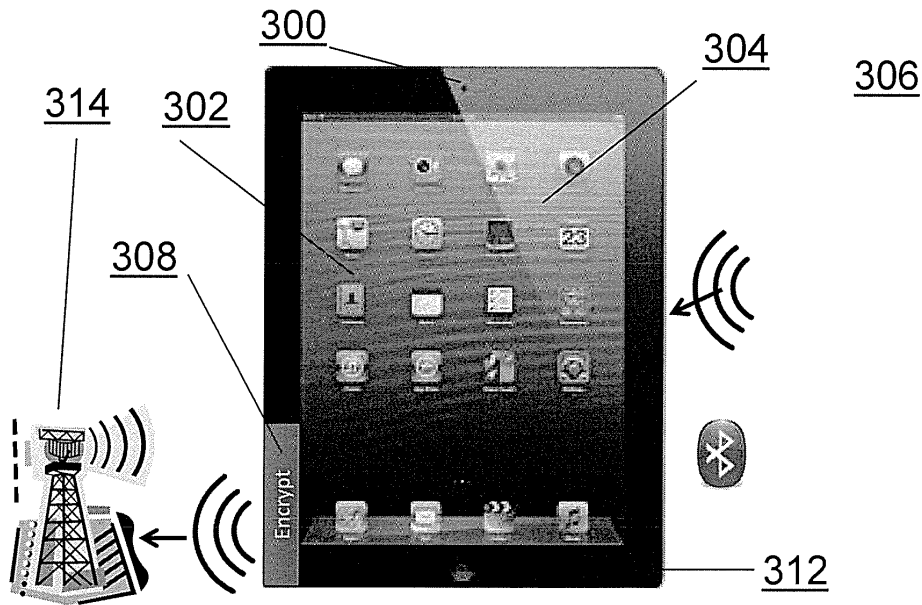
도면28



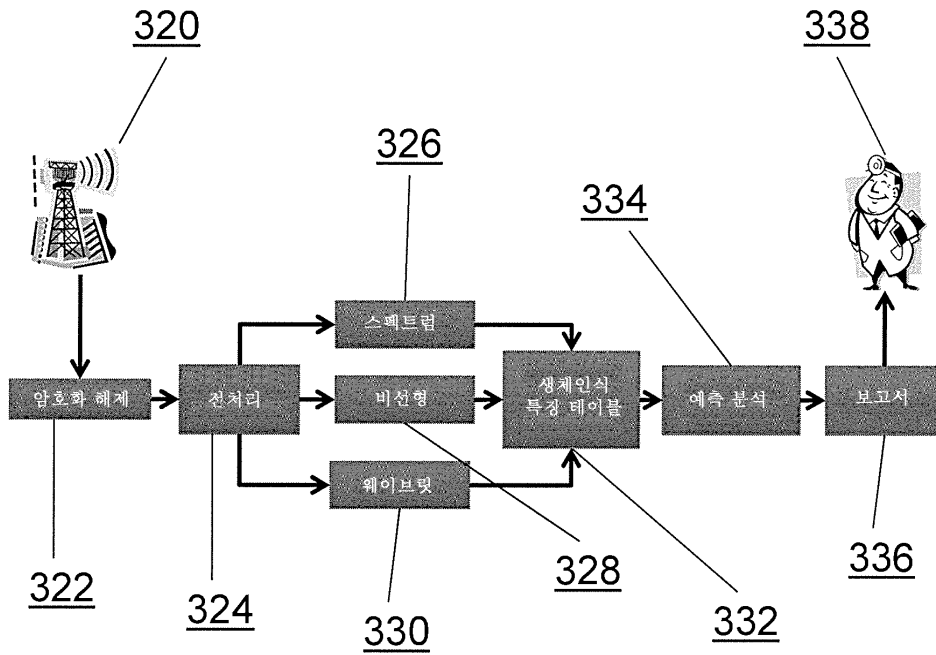
도면29



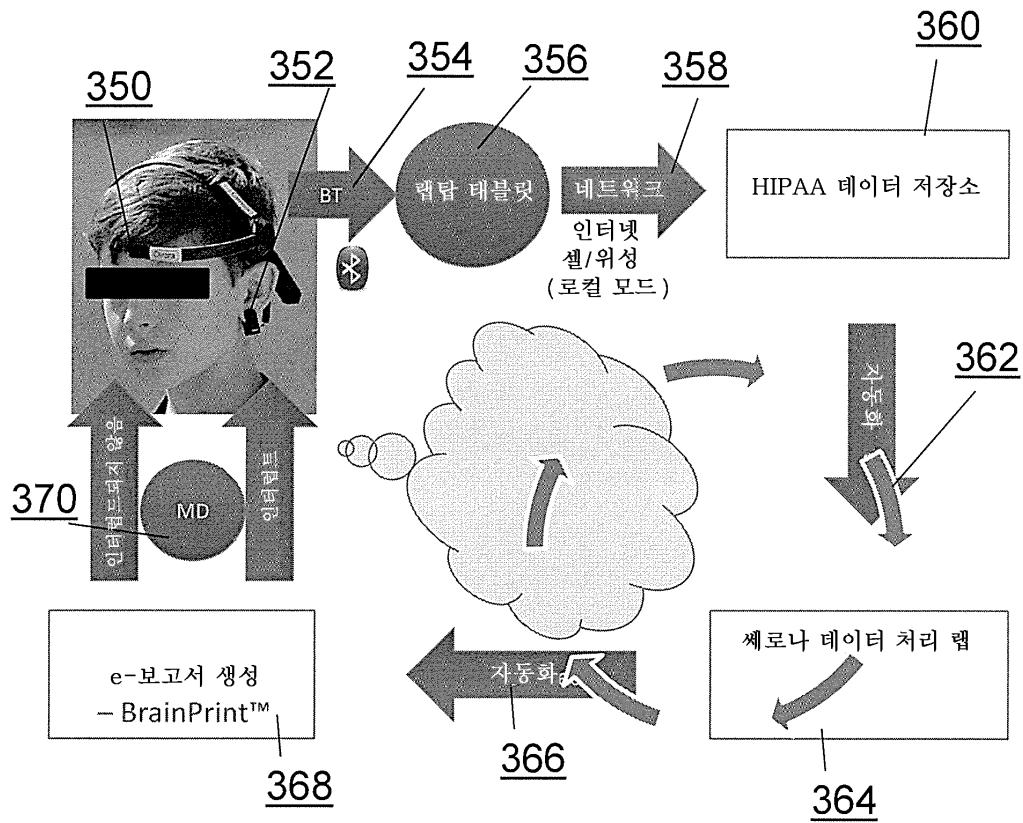
도면30



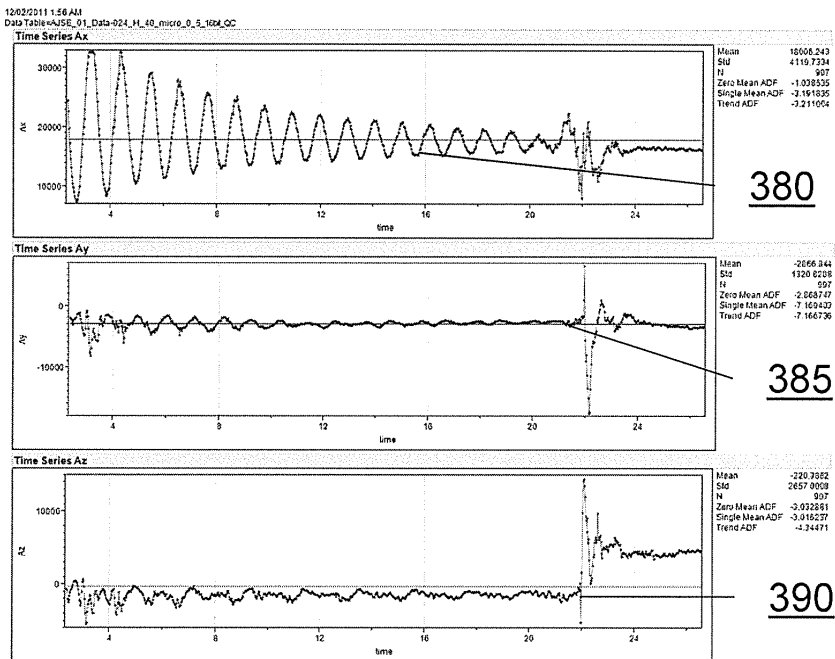
도면31



도면32



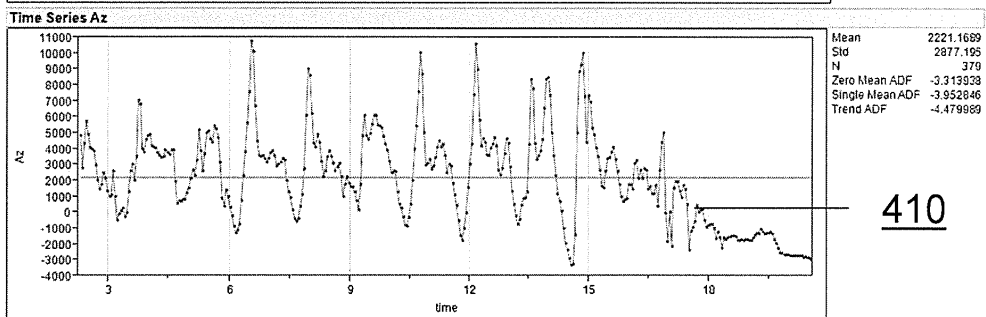
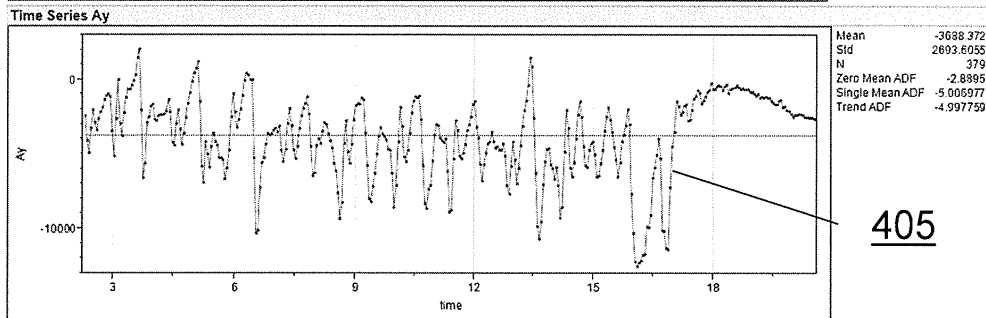
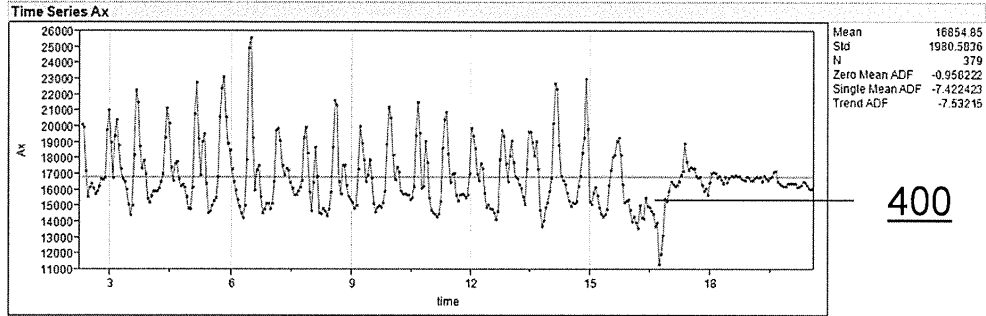
도면33



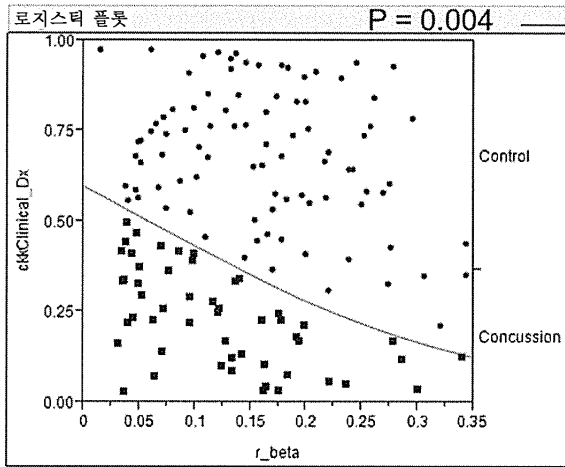
도면34

12/02/2011 1:08 AM

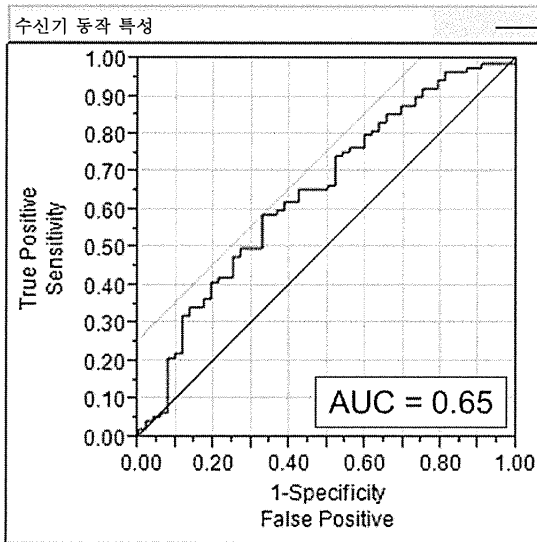
Data Table->JISE_02_Data-014_H_20_micro_0_5_16bit



도면35



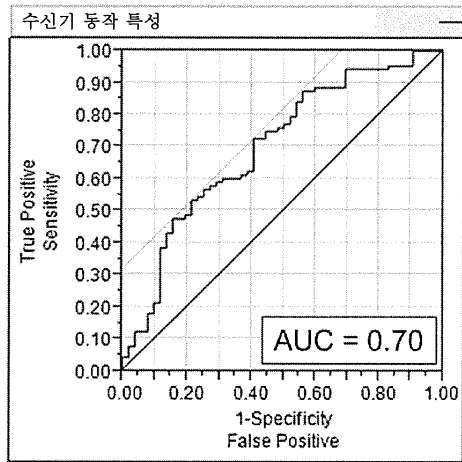
420



430

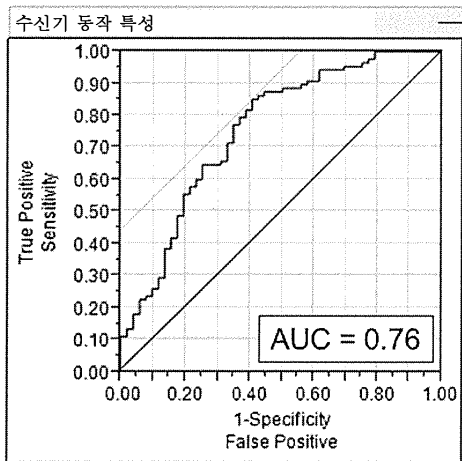
Using ckkClinical_Dx='Control' to be the positive level
 AUC
 0.65342

도면36



440

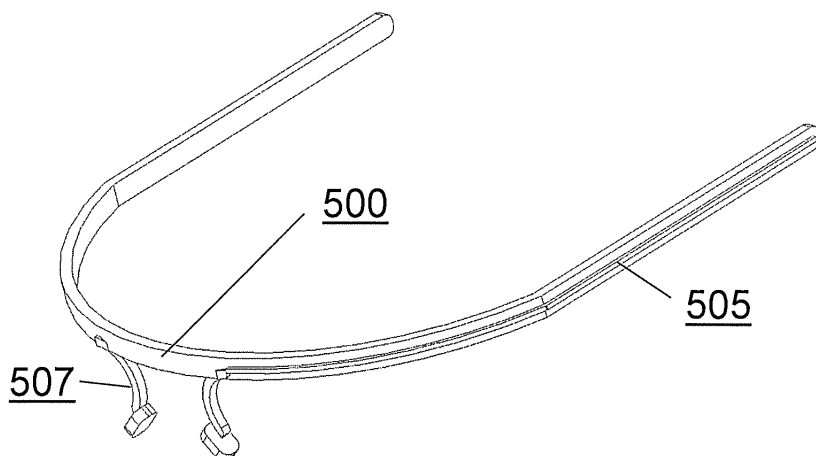
Using ckkClinical_Dx='Control' to be the positive level
AUC
0.70433



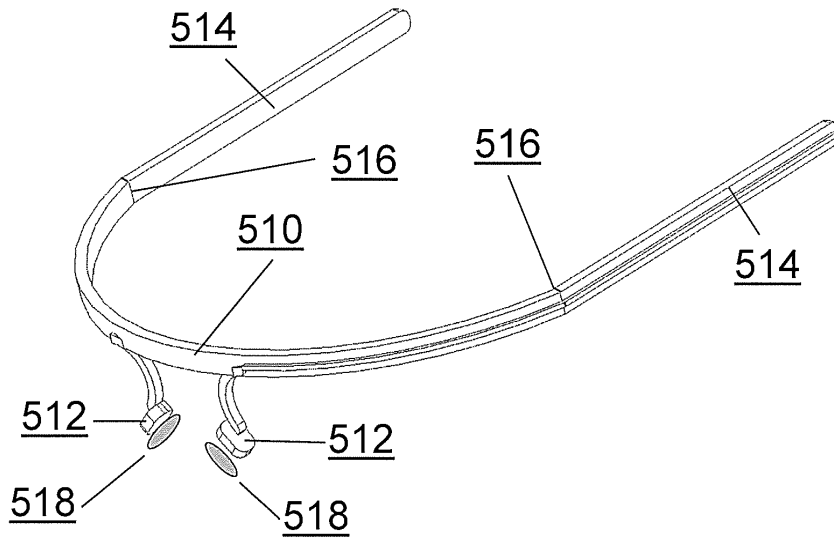
450

Using ckkClinical_Dx='Control' to be the positive level
AUC
0.75940

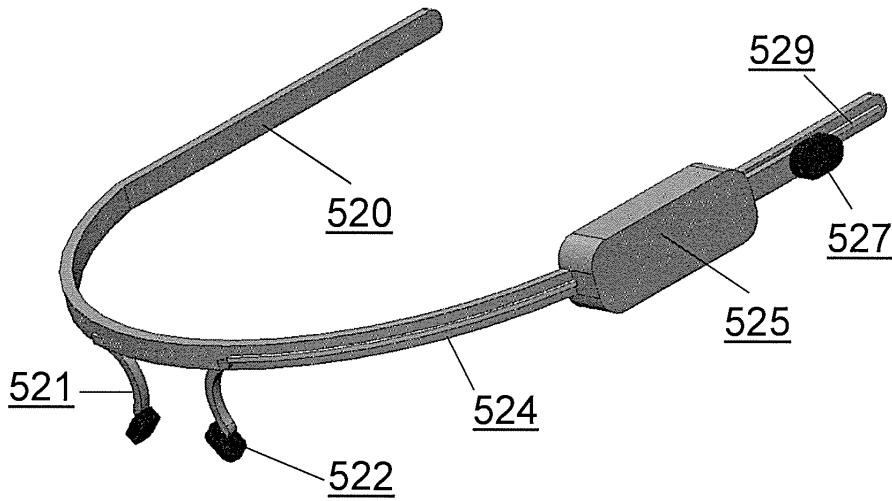
도면37a



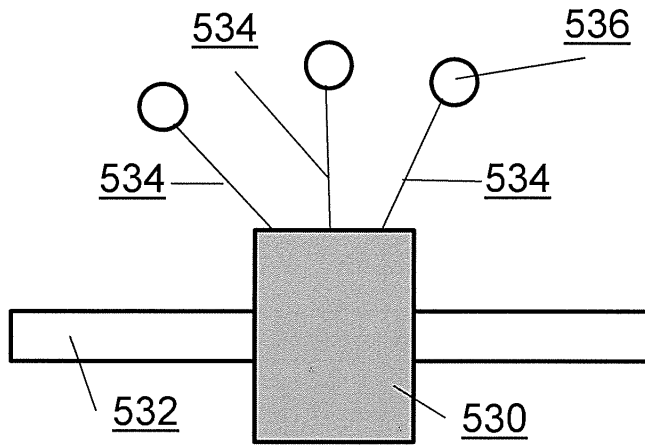
도면37b



도면37c



도면38



专利名称(译)	脑健康多模态生理评估的形状因子		
公开(公告)号	KR1020180058870A	公开(公告)日	2018-06-04
申请号	KR1020157027811	申请日	2014-03-06
[标]申请(专利权)人(译)	SIMON ADAM J 西蒙亚当我 KATH GARY 小号		
申请(专利权)人(译)	西蒙亚当我		
[标]发明人	SIMON ADAM J 사이먼아담제이 KATH GARY S 캐스개리에스		
发明人	사이먼아담제이 캐스개리에스		
IPC分类号	A61B5/0484 A61B3/113 A61B3/14 A61B5/00 A61B5/01 A61B5/026 A61B5/04 A61B5/0478 A61B5/11 A61B5/1455		
CPC分类号	A61B5/04842 A61B3/113 A61B3/145 A61B5/0057 A61B5/01 A61B5/026 A61B5/04012 A61B5/0478 A61B5/04845 A61B5/1103 A61B5/14551 A61B5/0002 A61B5/0006 A61B5/02055 A61B5/02416 A61B5/0484 A61B5/04847 A61B5/0533 A61B5/11 A61B5/1124 A61B5/14552 A61B5/162 A61B5/163 A61B5/4094 A61B5/6803 A61B5/681 A61B5/6826 A61B5/6898 A61B5/7246 A61B5/7264 A61B5/7275 A61B5/744 A61B2560/0443 A61B2562/0204 A61B2562/0219 G16H15/00 G16H20/70 G16H40/63 G16H40/67 G16H50/20 G16H50/30 A61B5/4041 A61B5/7203 A61B7/04 A61B2560/0475		
代理人(译)	Yangyoungjun Gimyungi		
优先权	61/773428 2013-03-06 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

多模态生理评估设备和方法使得能够同时记录和随后分析评估大脑健康和功能的生物信号测量的多个数据流。多模式评估系统包括至少一个 EEG EEG数据信道, 其与识别信息相结合, 提供识别信息的 (x(t), y(t)) 的二维数据流; 录音, 移动, 定位和稳定数据, 电皮肤导电性; 目标温度; 脉搏血氧测定数据, 脑血液灌注数据, 血管运动活动数据等。处理所收集的数据以识别从多个生物传感器数据流中提取并与多模式特征相关联的候选大脑特征, 以提供指示脑健康, 疾病和损伤的数据。

