

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 901**

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 5/291 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2016** **PCT/US2016/036338**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016** **WO16200871**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2016** **E 16808150 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.02.2022** **EP 3302259**

54 Título: **Montaje funcional de EEG para el desarrollo de habilidades cognitivas**

30 Prioridad:

08.06.2015 US 201562172601 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

30.05.2022

73 Titular/es:

**ATENTIV LLC (100.0%)
100 Cummings Center 451C
Beverly, MA 01915, US**

72 Inventor/es:

**AISTON, CHRISTOPHER, JAMES;
BOUCHER, WAYNE, R.;
CHARLES, ROBERT, ANDREW;
COLLINS, BRENDAN, PATRICK;
GOODWIN, DANIEL;
HERDA, MICHAEL, THOMAS;
JACOBS, ADAM;
JEON, KEE, SOOK;
O'SULLIVAN, DANIEL, PATRICK;
SELLERS, JAMES, M.;
SHAMBROOM, JOHN, RICHARD;
ST. ONGE, JOSEPH y
SUNSTEIN, DREW**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 912 901 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Montaje funcional de EEG para el desarrollo de habilidades cognitivas

- 5 La invención presenta un casco con sensores de señal eléctrica adecuado para su uso por niños y adultos y adecuado para su uso en un sistema de juegos, por ejemplo, para entrenar la atención.

La electroencefalografía (EEG) es el registro de la actividad eléctrica a lo largo del cuero cabelludo. Mide las fluctuaciones de tensión resultantes del flujo de corriente entre las neuronas del cerebro. Comúnmente, un instrumento de EEG es un dispositivo multicanal clínico usado para medir y mostrar las ondas cerebrales de un usuario. Las ondas cerebrales del usuario se monitorizan usando una serie de electrodos colocados en contacto con el cuero cabelludo en un patrón predeterminado, tal como el sistema 10-20 (también conocido como sistema internacional 10-20). Se agregaron localizaciones intermedias para crear el sistema 10-10 (Guideline for Standard Electrode Position Nomenclature, Sociedad Americana de Neurofisiología Clínica, 2006). Este sistema de colocación es un método reconocido internacionalmente para la colocación de electrodos en el cuero cabelludo de un usuario y se desarrolló para garantizar una reproducibilidad estandarizada de tal manera que los estudios de un usuario pudieran compararse a lo largo del tiempo y los usuarios pudieran compararse entre sí.

Las mediciones de EEG pueden usarse para desarrollar una "firma cognitiva" que puede usarse en un videojuego "inteligente" que responde a los niveles cognitivos precisos de atención o falta de atención del niño. El niño controla la velocidad de un personaje en el juego simplemente usando su habilidad para concentrarse sin tocar un teclado. A continuación, en tiempo real, el juego crea un mundo de fantasía en el que el niño avanza a través de una serie de tareas cada vez más difíciles usando los niveles reales de atención del niño para desarrollar habilidades de control de la atención y la impulsividad. El producto, a continuación, permite al niño transferir esas habilidades recién aprendidas al mundo real, donde mejoran su rendimiento académico y están más capacitados para realizar las actividades diarias en el hogar.

Un sistema de electrodos para capturar señales bioeléctricas, tales como las señales de electroencefalograma (EEG), de un usuario debería abordar en general diversos requisitos, incluidos las necesidades de seguridad, costes, consumo de energía, rendimiento, facilidad de uso y comodidad del usuario. En una aplicación no clínica, la importancia relativa de estos factores puede ser algo diferente a la de una aplicación clínica. Por ejemplo, en una aplicación clínica, los electrodos se aplican por un técnico relativamente capacitado, mientras que en aplicaciones no clínicas es más probable que los electrodos se apliquen por una persona sin entrenamiento o conocimiento de la correcta aplicación o colocación de los electrodos. La conveniencia y la comodidad del usuario también son en general más importantes en una aplicación no clínica. Es más probable que un paciente en una situación clínica tolere cierto nivel de incomodidad o inconveniencia al probar y calibrar los electrodos que una persona en un entorno no clínico. Por ejemplo, un aparato clínico convencional para aplicar electrodos en la cabeza de un usuario incluye una gorra flexible que cubre todo el cuero cabelludo del usuario e incluye una correa por debajo de la barbilla, de tal manera que la gorra pueda ajustarse cómodamente a la cabeza del usuario. Este tipo de aparato puede incluir más de 100 electrodos para algunas aplicaciones clínicas.

Un sistema de electrodos para su uso por un niño debe estar diseñado para (i) colocar los sensores de electrodos de manera intuitiva y conveniente en posiciones anatómicas predeterminadas en la cabeza del niño sin un entrenamiento significativo, (ii) tener en cuenta la variabilidad en el tamaño de la cabeza entre los niños de diferentes edades, y (iii) ser cómodo de llevar.

Dong-Gyu Kim et al: "Implementation of Portable Multi-Channel EEG and Head Motion Signal Acquisition System", publicado en 2012 8ª Conferencia internacional en tecnología informática y de redes (INC, ICCIS e ICMIC) desvela un EEG multicanal portátil y un sistema de adquisición de señales de movimiento de la cabeza.

El documento WO 2008/109699 A2 desvela un casco con electrodos.

El documento EP2698099 A1 desvela un casco para medir señales de EEG.

La invención está definida por las reivindicaciones.

Se desvela un método (que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones) para monitorizar el nivel de atención de un sujeto usando un casco de la invención o un sistema de la invención.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "AF3" se refiere a la posición AF3 en el sistema 10-20 reconocido internacionalmente de colocación de electrodos de EEG en el cuero cabelludo, extendido al sistema 10-10. AF3 se localiza en un punto intermedio entre Fp y F3 en el lado izquierdo de la frente del usuario.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "AF4" se refiere a la posición AF4 en el sistema 10-20 reconocido internacionalmente de colocación de electrodos de EEG en el cuero cabelludo, extendido al sistema 10-10. AF4 se localiza en un punto intermedio entre Fp y F4 en el lado derecho de la frente del usuario.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "AFz" se refiere a la posición de AFz en el sistema 10-20 reconocido internacionalmente de colocación de electrodos de EEG en el cuero cabelludo, extendido al sistema 10-10. AFz está localizado en el centro entre F3 y F4 en el medio de la frente del usuario. El electrodo AFz funciona como un electrodo de tierra. Como alternativa, el electrodo de tierra se coloca en otra parte del casco.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "M1" se refiere a la posición mastoidea izquierda.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "M2" se refiere a la posición mastoidea derecha.

Tal y como se usa en el presente documento, el término "sensor eléctrico" se refiere a un sensor usado para medir señales bioeléctricas, tales como las señales de EEG o EMG. El sensor eléctrico puede incluir uno o más electrodos, formados opcionalmente a partir de un tejido conductor flexible.

Tal y como se usa en el presente documento, la expresión "parte delantera" se refiere a los elementos del casco de la invención colocados sobre la frente de un usuario que lleva el casco. La parte delantera incluye dos barras que se extienden a lo largo de la frente, una barra sensora superior y una barra localizadora inferior. La barra localizadora descansa sobre la frente del usuario. La barra sensora entra en contacto con la frente y hace contacto con, por ejemplo, las posiciones AF3 y AF4 y opcionalmente, la AFz de la frente del usuario.

Tal y como se usa en el presente documento, la expresión "parte lateral" se refiere a la parte del casco que se agarra a la cabeza del usuario. Las partes laterales pueden configurarse para hacer contacto con cualquier parte de cada lado de la cabeza de un usuario. Deseablemente, las partes laterales hacen contacto con el usuario sobre el cuero cabelludo que cubre el hueso temporal (es decir, asentadas por encima, y no sobre, las orejas). Las partes laterales están conectadas a cada extremo de la parte delantera y, opcionalmente, a una correa para la cabeza. La parte lateral puede incluir una o dos protuberancias que contienen unos electrodos colocados para hacer contacto con la piel por encima del proceso mastoideo del usuario (es decir, en la posición M1 o M2).

Otras características y ventajas de la divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos y las reivindicaciones.

La figura 1 es un dibujo que representa una vista delantera en perspectiva de una realización del casco de la invención. El sombreado oscuro en la parte lateral izquierda corresponde a la batería y otros componentes electrónicos.

La figura 2 es un dibujo de la vista delantera de una realización del casco de la invención.

La figura 3 es un dibujo que representa una vista superior de una realización del casco de la invención.

La figura 4 es un dibujo que representa una vista superior de una realización del casco de la invención.

La figura 5 es un dibujo que representa la vista lateral derecha de una realización del casco de la invención. Este dibujo representa la protuberancia de la parte lateral que hace contacto con el proceso mastoideo.

La figura 6 es un dibujo que representa la vista lateral izquierda de una realización del casco de la invención.

La figura 7 es una imagen de una vista en perspectiva de una realización del casco. El casco tiene líneas suaves y contornos redondeados. Puede verse una ranura para un electrodo en la barra sensora de la parte delantera.

La figura 8 es una imagen de la vista delantera de una realización del casco, que incluye una parte delantera que tiene una barra sensora (1), una barra localizadora (2), unas partes laterales primera y segunda (3), y unas protuberancias colocadas para hacer contacto con un usuario en la posición M2 o M1 (4).

La figura 9 es una imagen de la vista trasera de una realización del casco. En la parte delantera hay visibles unos rebajes rectangulares para la colocación de los sensores eléctricos.

Las figuras 10A-10F representan diferentes vistas de un sujeto que usa un casco de la invención.

Las figuras 11A-11C representan un casco de la invención que tiene unas partes laterales en una configuración plegada (es decir, las partes laterales rotadas para reducir el tamaño del casco cuando no está en uso).

Las figuras 12A-12C representan un casco de la invención que tiene una (figuras 12A y 12B) o ambas (figura 12C) protuberancias mastoideas en una configuración plegada (por ejemplo, como resultado de la fuerza de un resorte).

Las figuras 13A y 13B representan un casco de la invención en unas configuraciones no extendida (figura 13A) y extendida (figura 13B).

La invención presenta un sistema de electrodos en forma de casco diseñado para usarse por niños y adultos. El casco de la invención está diseñado para (i) colocar los sensores eléctricos de manera intuitiva y conveniente en las posiciones AF3 y AF4 en la frente de un niño (es decir, sin una formación significativa sobre cómo usar el casco), (ii) tener en cuenta la variabilidad en el tamaño de la cabeza entre los niños de diferentes edades, y (iii) ser cómodo de llevar. Por ejemplo, las realizaciones específicas del casco de la invención están dimensionadas y configuradas para adaptarse a una gama de tamaños de cabeza desde el percentil 5 de niñas de 8 años al percentil 95 de chicos de 18 años. Si bien el casco de la invención está diseñado para niños de edades de 8 a 18 años, también se adaptará a la mayoría de los adultos, ya que el tamaño de la cabeza de un niño de 18 años está cerca del tamaño de la cabeza de un adulto.

El casco de la invención contiene unos sensores eléctricos que miden las señales de EEG que se procesan por un

ordenador exterior. Las figuras 1 a 9 representan realizaciones de los cascos de la invención.

Los sensores eléctricos pueden incluir uno o más electrodos para medir las señales de EEG de un usuario. Los electrodos pueden ser electrodos secos o electrodos húmedos (es decir, un electrodo seco puede obtener una señal sin un material conductor y normalmente húmedo entre el electrodo y la piel del usuario, y un material húmedo requiere dicho material conductor). En realizaciones particulares, el sensor eléctrico incluye un electrodo seco, tal como un electrodo de tejido seco. Los electrodos de tejido adecuados para su uso en el casco de la invención incluyen los descritos en la publicación de patente de Estados Unidos N.º 20090112077. En otras realizaciones, el sensor eléctrico seco incluye un electrodo de plata. El electrodo de tejido puede incluir una tejido que contenga plata, que pueden estar presente como partículas de plata, hebras chapadas en plata, o hilos de plata. En una realización, el uno o más sensores eléctricos de la barra sensora tienen forma circular y aproximadamente 12,7 mm (1/2 pulgada) de diámetro. Los sensores eléctricos pueden contener un acolchado para ayudar en la comodidad del usuario y también ayudar en la capacidad de ajuste y mejorar el contacto con la piel.

La parte delantera que conecta las partes laterales del casco incluye una barra sensora superior y una barra localizadora inferior. En una realización, la distancia interior entre la barra sensora y la barra localizadora es de aproximadamente 18 mm, y la distancia exterior desde la parte superior de la barra sensora y la parte inferior de la barra localizadora es de 42 mm de acuerdo con la invención.

En una realización, la parte delantera mide unos 119 mm de anchura. La barra sensora de la parte delantera contiene los sensores eléctricos que consisten en uno o más electrodos. En una realización, los sensores eléctricos están separados 7 ± 1 cm de centro a centro. En una realización, estos sensores eléctricos pueden tener la forma de módulos que pueden encajar en su lugar. Estos módulos pueden reemplazarse potencialmente por el usuario. Los sensores eléctricos pueden reemplazarse individualmente, o puede haber una parte de encaje que incluya más de un sensor eléctrico. La parte de encaje puede tener sensores separados por anchuras diferentes. Por ejemplo, una parte de encaje puede tener sensores eléctricos que están a 7 cm de centro a centro, y otra parte a presión puede tener sensores eléctricos que están a 11 cm de centro a centro. La posición de los sensores eléctricos en la parte delantera está localizada para estar sobre las localizaciones AF3, AF4 y (opcionalmente) AFz en la frente. En una realización, la diferencia de tensión se mide entre los sensores eléctricos AF3 y AF4. En una realización, el sensor eléctrico en la posición AFz se usa como electrodo de tierra accionado. La barra localizadora de la parte delantera está diseñada para estabilizar el casco y permitir la colocación adecuada del casco en la frente. La barra localizadora tiene un ligero pliegue en el centro que ayuda al usuario a centrar el casco en su frente.

Una o más partes laterales también pueden tener un sensor eléctrico. Estos uno o más sensores eléctricos están preferentemente localizados de tal manera que los electrodos del sensor eléctrico hagan contacto con la piel del proceso mastoideo, preferentemente en las posiciones M1 y M2. Esto puede lograrse colocando un sensor eléctrico en una protuberancia que se extiende por debajo del extremo más alejado de la parte lateral. En una realización, está activo al menos uno de los sensores eléctricos en las posiciones M1 y M2. En otra realización, está activo el sensor eléctrico en la posición M2, para reducir las señales electrocardiográficas de interferencia que pueden ser más destacadas en la posición M1. Las dimensiones de este sensor eléctrico mastoideo pueden ser, por ejemplo, 50,8 mm (dos pulgadas) de largo, 25,4 mm (una pulgada) de ancho y 6,35 mm (¼ de pulgada) de espesor. El sensor eléctrico puede tener forma de semicírculo con el fin de ajustar detrás de la oreja del usuario. El sensor eléctrico puede incluir un acolchado de espuma u otro material blando para aumentar la comodidad del usuario cuando lleva puesto el casco. El sensor eléctrico puede unirse a la protuberancia de la parte lateral mediante un sistema de suspensión que permite que los sensores eléctricos converjan y permitan un ligero pivote con el fin de adaptarse al usuario cuando se pone el casco. El usuario puede sentir una ligera presión del casco cuando lo usa, lo que garantiza una buena conexión entre el sensor eléctrico y el mastoideo. En una realización, un sensor eléctrico está localizado de tal manera que hace contacto el proceso mastoideo en la posición M2, permitiendo una medición de la diferencia de tensión entre AF4 y M2. Una realización del casco mide continuamente la impedancia combinada de los pares de detección en los cálculos de diferencia (AF3-AF4) y (AF4-M2). En una realización, una indicación de los resultados de los cálculos de impedancia puede enviarse regularmente al ordenador central, permitiendo la confirmación de que el casco está colocado correctamente para la EEG y cualquier medición relacionada con la atención.

Los sistemas de electrodos y el casco de la invención pueden incluir sensores eléctricos que tienen dos o más electrodos y están configurados para hacer contacto con la frente de un usuario en una posición predeterminada (por ejemplo, AF3, AF4 o AFz). Un sistema de este tipo permite seleccionar entre los dos o más electrodos (i) el electrodo colocado más arriba en la frente de un usuario capaz de hacer una conexión con una de las posiciones AF3 o AF4; (ii) el electrodo que proporciona la mejor calidad de señal; o (iii) el electrodo que proporciona el mejor contacto. Dicho sistema es tolerante a una colocación incorrecta de los sensores eléctricos por parte del usuario. En un escenario, el usuario coloca el sensor eléctrico de tal manera que el electrodo superior está en el cabello del usuario y el electrodo inferior se coloca justo debajo del cuero cabelludo. En este caso, el electrodo inferior proporcionaría la mejor conexión con AF3 o AF4. En otro escenario, el usuario coloca el sensor eléctrico de tal manera que el electrodo superior quede alto en la frente del usuario, pero debajo de la línea del cabello, y el electrodo inferior se coloca justo encima de la ceja. En este caso, el electrodo superior proporcionaría la mejor conexión con AF3 o AF4. Puede usarse una variedad de técnicas para seleccionar el electrodo apropiado en el sensor eléctrico. Por ejemplo, antes de colocar el casco en la cabeza del usuario, el procesador integrado puede configurarse para probar las conexiones de los electrodos entre

sí. Después de colocar el casco en la cabeza del usuario, el procesador puede volver a probar las conexiones de los electrodos entre sí midiendo la impedancia entre las conexiones. La selección entre dos o más electrodos en un sensor eléctrico puede realizarse de manera independiente para cada sensor eléctrico en el sistema de electrodos o casco. Si, para un sensor eléctrico dado, se observa una conexión entre dos electrodos dentro del sensor, entonces el procesador puede programarse para seleccionar el electrodo superior (es decir, ya que se prevé que el electrodo inferior esté demasiado bajo en la frente del usuario para proporcionar una conexión con AF3 o AF4). Si, para un sensor eléctrico dado, no se observa ninguna conexión entre dos electrodos dentro del sensor, entonces el procesador puede programarse para seleccionar el electrodo inferior (es decir, ya que se predice que el electrodo superior se colocará por encima de la línea del cabello del usuario y no proporcionará una conexión de calidad con AF3 o AF4). Como alternativa, el procesador puede configurarse para medir continuamente la impedancia eléctrica a través de cada electrodo al siguiente. En este enfoque, se selecciona preferentemente el electrodo con la impedancia más baja para proporcionar el mejor contacto. Opcionalmente, el procesador se configura para monitorizar la relación señal/ruido de cada uno de los dos o más electrodos y, para cada sensor eléctrico, seleccionar el electrodo que tenga la mejor relación (es decir, el menor ruido) para proporcionar la mejor calidad de señal.

El casco de la invención puede medir las señales de EEG. En una realización del casco, las señales de EEG pueden adquirirse entre 0,25 Hz y 47 Hz -3 dB apunta en relación a 10 Hz. El casco pueden diseñarse para adquirir señales de EEG con una resolución de 0,475 μ V ($\pm$ 4,0 %) a 10 Hz. El casco puede presentar señales de EEG a una frecuencia de muestreo de 128 muestras/segundo ($\pm$ 0,05 %) y un intervalo de tensión de $\pm$ 1000 mV ($\pm$ 5,0 %). La transmisión inalámbrica puede realizarse a través de una conexión bidireccional de baja energía de Bluetooth (BTLE) hasta un ordenador central. Las transmisiones de señales de EEG perdidas se tratarán como consistentes con las restricciones de los protocolos BTLE. El casco puede iniciar la adquisición de EEG tras la solicitud inalámbrica del ordenador central con una interacción de usuario mínima con el casco después del emparejamiento de BTLE. El casco de la invención pueden incorporarse a un sistema que incluya un procesador exterior, tal como un procesador de señal analógica o digital, un dispositivo de coprocesamiento y una memoria asociada para almacenar una serie de instrucciones, conocido de otro modo como un programa informático o una lógica de control informático, para hacer que el sistema de procesamiento realice las etapas funcionales deseadas. El casco pueden conectarse al procesador exterior, por ejemplo, a través de un dispositivo de transmisión inalámbrica. La memoria puede incluir una serie de instrucciones que definen al menos un algoritmo para detectar y clasificar un tipo predeterminado de estado mental, como un estado mental atento o inatento. Tras la detección de un estado mental predefinido, se transmite una señal de control correspondiente a una interfaz de entrada/salida. Desde la interfaz de entrada/salida, la señal de control puede transmitirse a una plataforma para su uso como una entrada de control por parte de una aplicación de juego, programa, simulador u otra aplicación.

Los sistemas incluyen un casco en comunicación (por ejemplo, una conexión inalámbrica) con un procesador exterior equipado con un programa informático capaz de, por ejemplo, procesar la señal de EEG para determinar el estado de atención del usuario, en un sistema con varios sensores eléctricos con electrodos integrados que adquieren señales de EEG, y/o proporcionan una retroalimentación al usuario en la forma de un juego. El programa de ordenador puede alojarse en muchos tipos diferentes de ordenadores tales como un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, una tableta, un sistema de juegos o un teléfono móvil. Como parte de un juego, el sistema puede configurarse para operar, por ejemplo, como se ha descrito en la publicación de patente de Estados Unidos N.º 20120108997. Se describen unos métodos para procesar la señal de EEG para determinar el estado de atención del usuario, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos N.º 8.862.581, la publicación de patente de Estados Unidos N.º 20130331727 y la publicación de PCT N.º WO2013147707 A1.

Una realización del casco de la invención incluye una batería. La batería es comúnmente una batería de iones de litio. La batería puede tener suficiente capacidad de batería con un $\geq$ 98 % del estado de salud (SOH) para soportar la comunicación de la señal de EEG a un ordenador central durante $\geq$ 4 horas. El casco puede cargar la batería lo suficiente para 1/2 hora de uso en $<$ 1/4 hora ($\geq$ 98 % del SOH). La batería puede recargarse mediante una fuente de alimentación exterior. En una realización, la fuente de alimentación exterior se localiza en un ordenador. En una realización, la batería será recargable en $<$ 4 horas, del 10 % al 90 % del estado de carga (SOC) para una batería con un $\geq$ 98 % del SOH, sujeto a los requisitos de seguridad de la batería. En una realización, el estado de carga de la batería se presenta a un ordenador central. El estado de carga de la batería también puede presentarse a un usuario. En una realización, la batería se especificará para admitir $>$ 300 ciclos de carga y descarga sin perder más del 50 % del SOH. En una realización, el almacenamiento del casco con la batería incluida entre 0 °C y 20 °C durante $\geq$ 1 año con capacidad de batería recuperable con una reducción de no más del 20 % en el SOH de la capacidad inicial de la batería, o en consonancia con las especificaciones de la batería seleccionadas y aceptadas. En una realización, se permite el almacenamiento entre 0 °C y 43 °C durante $\geq$ 3 meses con capacidad de batería recuperable que no supere el 20 % de reducción en SOH de la capacidad inicial de la batería, o en consonancia con las especificaciones de la batería seleccionadas y aceptadas. En una realización, la batería puede reemplazarse opcionalmente por el usuario. En una realización, las especificaciones de batería y los requisitos de carga o SOC son proporcionales al ciclo de vida mínimo de dos años. En una realización, el casco se carga a través de una conexión USB. Esa conexión puede usarse para conectarse a un ordenador central, estación de acoplamiento u otro adaptador de alimentación de CA para cargar la batería del casco. En una realización, la batería cambia a un modo de suspensión profunda si no se ha conectado de manera inalámbrica o por cable en más de 30 días.

Una realización del casco incluye un software. En otro aspecto, el software puede incluir un firmware. Preferentemente, el firmware puede actualizarse sin desmontar el casco. En una realización, el software está protegido contra la lectura por parte de personas o entidades no autorizadas. El software puede estar encriptado o no encriptado.

- 5 El casco se usa idealmente por un niño de 8 a 17 años con instrucción mínima. Preferentemente, el niño debería usar correctamente el casco dentro de los tres primeros intentos siguiendo las instrucciones de uso. El casco está diseñado para ser cómodo al minimizar el peso y la presión sobre la cabeza del usuario.

- 10 Una realización del casco incluye una correa que conecta las dos partes laterales. La correa puede incluir un mecanismo de ajuste que favorece la capacidad de ajuste. La correa puede ser de un material moldeado. La correa puede incluir un mecanismo de ajuste que incluya un cierre con un pasador y un orificio o un enganche y un lazo de grado médico. La correa también puede fabricarse de un material más flexible que incluya un tejido o silicona que también pueda ajustarse.

- 15 Otras realizaciones del casco incluyen elementos que permiten la capacidad de ajuste del casco, por ejemplo, para promover un ajuste óptimo en la cabeza de un usuario o para facilitar el almacenamiento. Las partes laterales del casco pueden acoplarse de manera deslizante a la parte delantera para permitir la extensión de las partes laterales y/o las protuberancias mastoideas de adelante hacia atrás. Adicionalmente o como alternativa, las partes laterales pueden acoplarse de manera rotatoria a la parte delantera, por ejemplo, para adaptarse a varias formas de cabeza o para permitir el plegado para un fácil almacenamiento. El casco puede además, o como alternativa, presentar una o más protuberancias mastoideas abisagradas. Las protuberancias mastoideas abisagradas permiten, por ejemplo, que un usuario pliegue las protuberancias para un fácil almacenamiento. En algunas realizaciones, las bisagras promueven el contacto del electrodo mastoideo con la cabeza del usuario, por ejemplo, mediante una fuerza hacia dentro ejercida por un mecanismo de resorte dentro de la bisagra.

- 25 Una realización del casco incluye un acelerómetro. La inclusión del acelerómetro permitirá trasladar los movimientos de la cabeza en mecánicas y movimientos de aplicaciones de videojuegos (por ejemplo, el usuario puede hacer que un avatar del juego salte moviendo la cabeza del usuario hacia arriba). Un acelerómetro también podría servir como cuantificador de la actividad del usuario y potencialmente ser útil como diagnóstico de trastornos de la actividad.

- 30 Otra realización incluye un identificador de localización. Este podría ser una identificación por radiofrecuencia, un sistema de colocación global u otro microchip para permitir la búsqueda del casco. Esta función de localización proporciona un medio para localizar un casco que el usuario ha extraviado. El identificador de localización puede permitir encontrar el casco si se está a menos de 50 metros del ordenador central y emitir un sonido audible que alertará al usuario sobre su localización. El casco puede responder a la solicitud inalámbrica del sonido de identificador de localización del ordenador central en 10,3 segundos, excepto cuando el casco están en uso. El sonido de identificador de localización es preferentemente de al menos 50 dB a 1 metro y puede oírse si se está a menos de 50 metros del ordenador central. En una realización, el casco puede localizarse usando el dispositivo de localización inalámbrico durante 6 días después de una carga completa de la batería (100 % de SOC, ≥ 98 % del SOH) y 1,5 horas de uso. En una realización, el casco activa una función de búsqueda para restablecer regularmente una conexión a un ordenador central. Si el casco no han podido establecer una conexión con un ordenador central en 30 días, puede activar un modo de suspensión profunda para preservar la función de la batería. Una vez en el modo de suspensión profunda, el casco debe cargarse en el ordenador central para restablecer la actividad del casco.

- 45 Una realización del casco incluye un identificador de dispositivo único. Esto puede incluir una dirección de control de acceso a medios (dirección MAC). También puede incluir un número de serie.

- 50 Los elementos LED presentes en el casco pueden encenderse en respuesta al estado de atención del usuario o, cuando es parte de un sistema de juego, en respuesta a eventos que se producen en el juego y/o el rendimiento de juego del usuario. Los LED también pueden indicar el estado de carga de la batería. En una realización, un LED del casco es ámbar cuando se está cargando y verde cuando está cargado.

- 55 En una realización, las señales de EEG obtenidas de los sensores eléctricos en las posiciones AF3 y AF4 se obtienen a partir del córtex del cíngulo anterior del usuario. Se teoriza que el córtex del cíngulo anterior dorsal se activa en los niños que presentan trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). De este modo, monitorizar las señales cerebrales obtenidas de esa región debería ser informativo cuando los niños con TDAH usan el casco.

REIVINDICACIONES

1. Un casco que comprende:

- 5 (i) una parte delantera que comprende un primer extremo, un segundo extremo, una barra sensora (1), y una barra localizadora (2), estando la barra sensora (1) y la barra localizadora (2) unidas en el primer extremo y el segundo extremo de la parte delantera y que comprende un espacio debajo de la barra sensora (1) y encima de la barra localizadora (2) entre el primer extremo y el segundo extremo, en donde (a) la distancia exterior máxima entre la parte superior de la barra localizadora (2) y la parte inferior de la barra sensora (1) es de 40 ± 2 mm, 42 ± 2 mm o 44 ± 2 mm, (b) la barra sensora (1) está conformada y configurada para hacer contacto con la frente de un usuario que lleva puesto el casco y comprende un primer sensor eléctrico para medir señales de electroencefalografía (EEG) colocado para hacer contacto con la frente del usuario aproximadamente en la posición AF3, comprendiendo el primer sensor eléctrico para medir señales de EEG uno o más electrodos, y un segundo sensor eléctrico para medir señales de EEG colocado para hacer contacto con la frente del usuario aproximadamente en la posición AF4, comprendiendo el segundo sensor eléctrico para medir señales de EEG uno o más electrodos, y (c) la barra localizadora (2) está conformada y configurada para descansar sobre la frente del usuario para estabilizar el casco y tiene un ligero pliegue en el centro de la barra localizadora (2) para permitir la correcta colocación del casco en la frente; y
- 10 (ii) una primera parte lateral (3) y una segunda parte lateral (3), estando la primera parte lateral (3) unida al primer extremo de la parte delantera y la segunda parte lateral (3) unida al segundo extremo de la parte delantera, en donde la primera parte lateral (3), la segunda parte lateral (3), y la parte delantera, juntas, están conformadas y configuradas para sujetar la cabeza del usuario.

- 25 2. El casco de la reivindicación 1, y en donde al menos una de la primera parte lateral (3) y la segunda parte lateral (3) comprende además una protuberancia (4), comprendiendo la protuberancia (4) un tercer sensor eléctrico para medir señales de EEG colocado para hacer contacto con el usuario en aproximadamente la posición M2 o M1, comprendiendo el tercer sensor eléctrico para medir señales de EEG uno o más electrodos que hacen contacto con la piel sobre el proceso mastoideo del usuario, comprendiendo opcionalmente además un procesador equipado con una electrónica para seleccionar y detectar una diferencia de tensión entre (i) AF3 y AF4, y (ii) AF4 y M2 o AF3 y M1; o en donde la primera parte lateral (3) y la segunda parte lateral (3) están conformadas y colocadas para hacer contacto con la piel sobre el hueso temporal del usuario; o en donde el casco está conformado para permitir que el usuario use el casco y las gafas simultáneamente.

- 35 3. El casco de la reivindicación 1 o 2, en donde la distancia máxima entre el borde interior de la barra localizadora (2) y el borde interior de la barra sensora (1) es de aproximadamente 18 mm; o en donde el espacio es un vacío que tiene una forma aproximadamente ovalada o geométrica; o en donde cada una de la primera parte lateral (3) y la segunda parte lateral (3) comprenden además un acolchado colocado para hacer contacto con la cabeza del usuario.

- 40 4. El casco de la reivindicación 1, en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo comprende un electrodo seco; o en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo comprende un electrodo de tejido; o en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo comprende un electrodo de plata; o en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo comprende un electrodo de tejido de plata; en donde, opcionalmente, el primer electrodo y el segundo electrodo comprenden un electrodo de tejido de plata.

- 45 5. El casco de la reivindicación 4, en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo tiene 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ pulgada) o más en al menos una dimensión; o en donde al menos uno del primer electrodo, el segundo electrodo y el tercer electrodo comprende además un acolchado colocado para hacer contacto con la piel del usuario.

- 50 6. El casco de la reivindicación 1, en donde la barra sensora (1) comprende unas tomas para fijar directamente el primer electrodo y el segundo electrodo, o para recibir un elemento de montaje en el que se fijan el primer electrodo y el segundo electrodo, en donde, opcionalmente, puede ajustarse el elemento de montaje para permitir el control de la separación entre el primer electrodo y el segundo electrodo; o en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están separados 7 ± 1 cm de centro a centro; o en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están separados de 8 cm a 10 cm de centro a centro.

- 60 7. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende una batería y electrónica para recibir, procesar y transmitir las señales de EEG recopiladas del usuario; en donde, opcionalmente, la primera parte lateral (3) comprende una primera carcasa, la segunda parte lateral (3) comprende una segunda carcasa, y en donde la primera carcasa y la segunda carcasa comprenden la batería y/o la electrónica; o en donde el casco está configurado para transmitir de manera inalámbrica las señales de EEG a un ordenador central.

- 65 8. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde (i) la primera parte lateral (3) está acoplada de manera deslizante al primer extremo de la parte delantera y (ii) la segunda parte lateral (3) está acoplada de manera deslizante al segundo extremo de la parte delantera para permitir la extensión de la parte delantera y las partes

laterales (3).

- 5 9. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde (i) la primera parte lateral (3) está acoplada de manera rotatoria al primer extremo de la parte delantera y (ii) la segunda parte lateral (3) está acoplada de manera rotatoria al segundo extremo de la parte delantera para permitir que las partes laterales (3) se plieguen hacia dentro y reducir el tamaño del casco cuando no esté en uso.
- 10 10. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 2-9, en donde la protuberancia (4) está acoplada a la primera parte lateral (3) o a la segunda parte lateral (3) mediante una bisagra; en donde, opcionalmente, la bisagra está configurada para permitir que la protuberancia (4) se pliegue hacia la cabeza del usuario; o en donde la bisagra es una bisagra accionada por resorte, estando dicha bisagra accionada por resorte configurada para presionar el saliente contra la cabeza del usuario.
- 15 11. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde el casco comprende además una correa que conecta la primera parte lateral (3) con la segunda parte lateral (3).
12. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde el casco comprende además un acelerómetro.
- 20 13. El casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende además un electrodo de tierra.
14. El casco de la reivindicación 13, en donde el electrodo de tierra se coloca en la barra sensora (1) entre el primer sensor de electrodo para medir las señales de EEG y el segundo sensor de electrodo para medir las señales de EEG.
- 25 15. Un sistema que comprende:
(i) un casco de una cualquiera de las reivindicaciones 1-14; y
(ii) un procesador equipado con un algoritmo para analizar las señales de EEG para determinar el nivel de atención del sujeto,
- 30 en donde el casco y el procesador están en comunicación inalámbrica.

FIG. 1

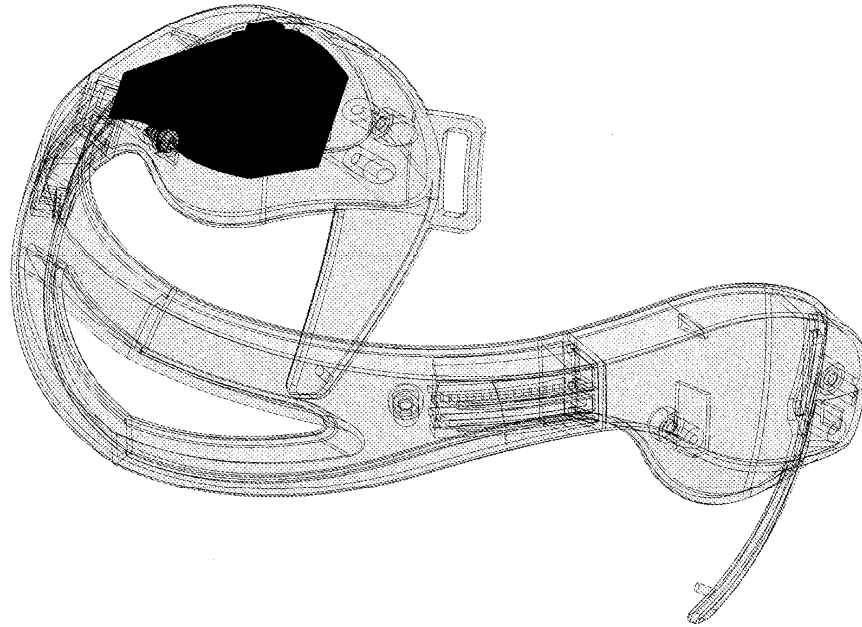


FIG. 2

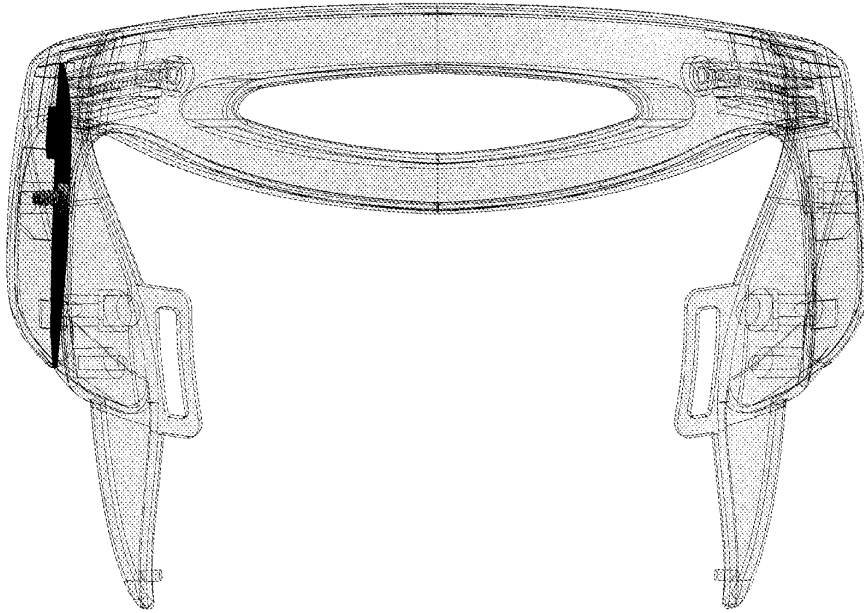


FIG. 3

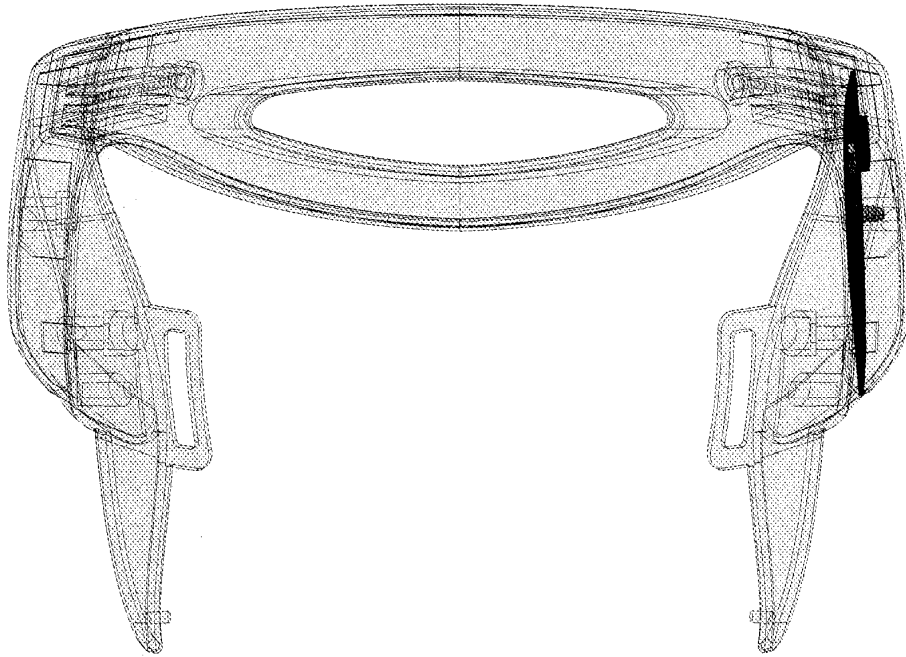


FIG. 4

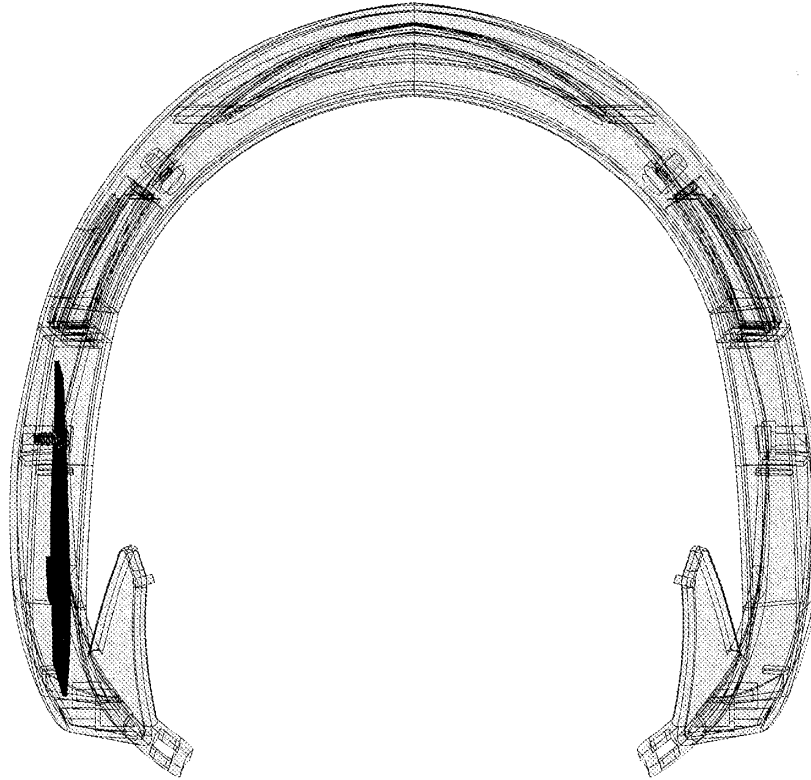


FIG. 5

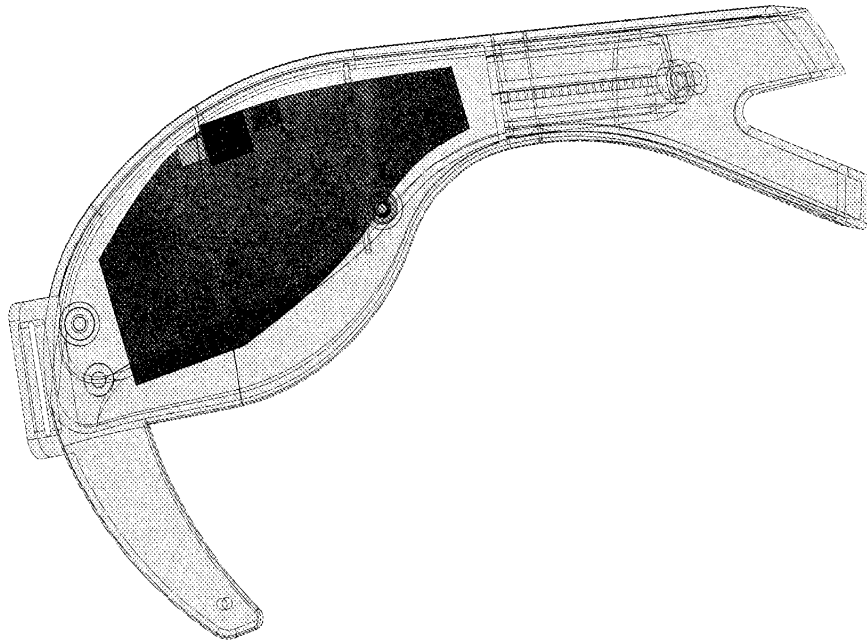


FIG. 6

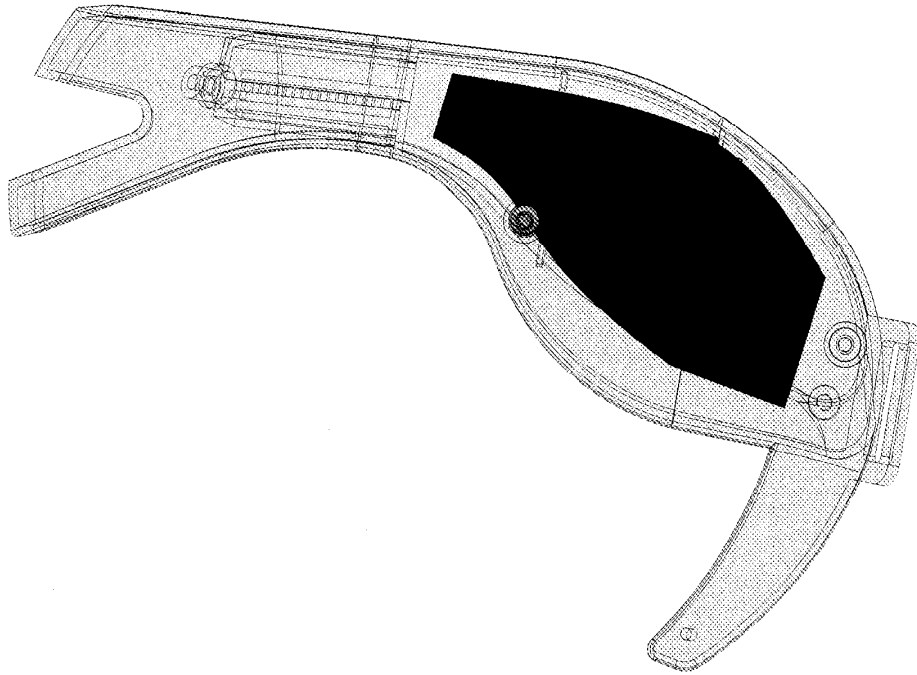
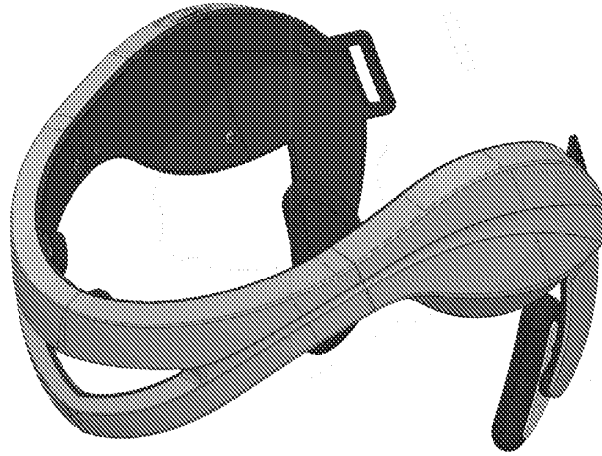


FIG. 7



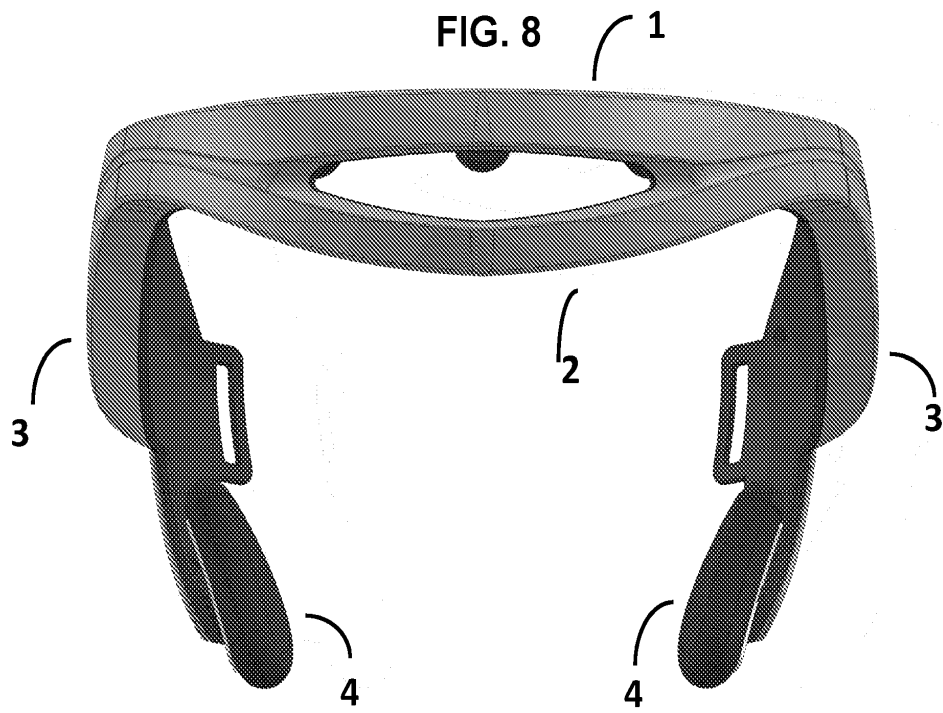


FIG. 9



FIG. 10A

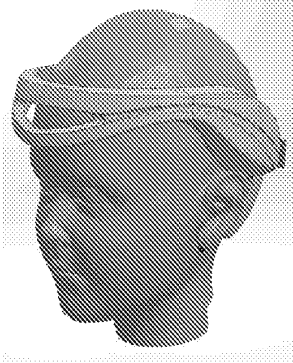


FIG. 10B

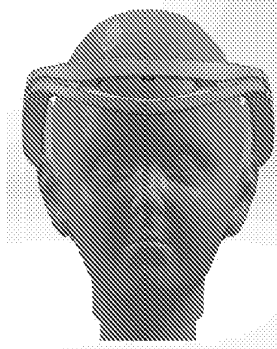


FIG. 10C

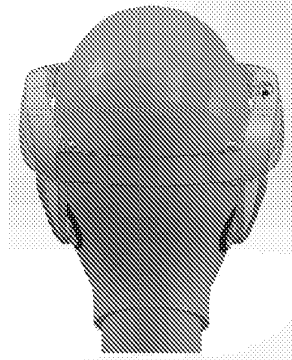


FIG. 10D

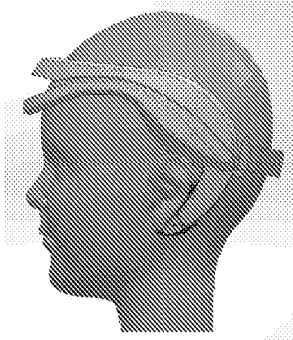


FIG. 10E

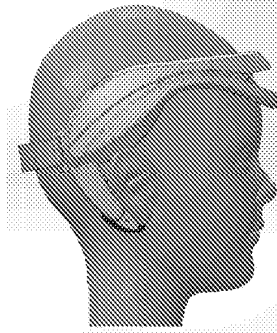


FIG. 10F

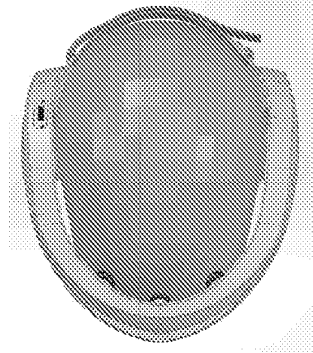


FIG. 11A

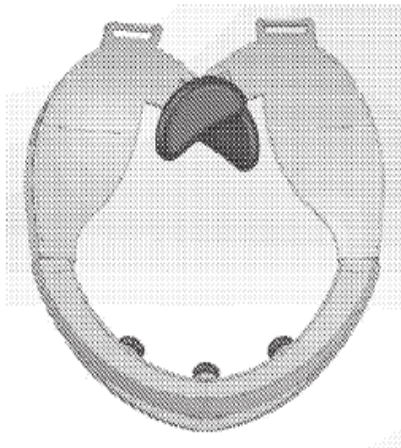


FIG. 11B

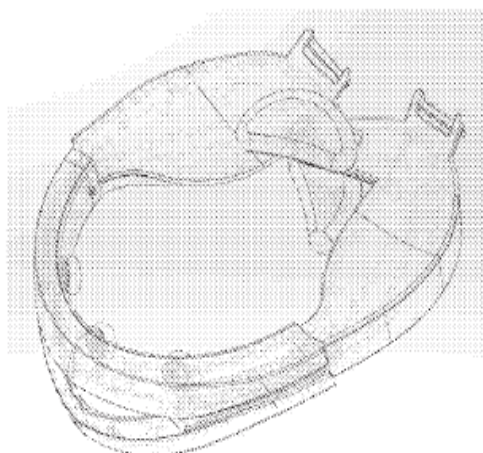


FIG. 11C

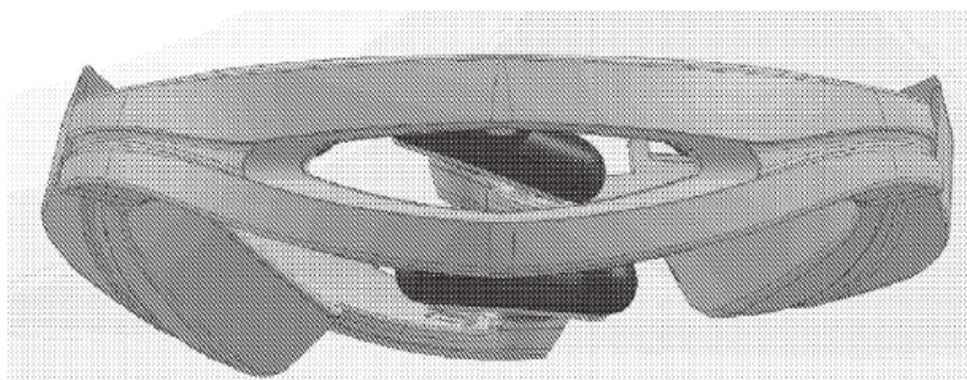


FIG. 12A

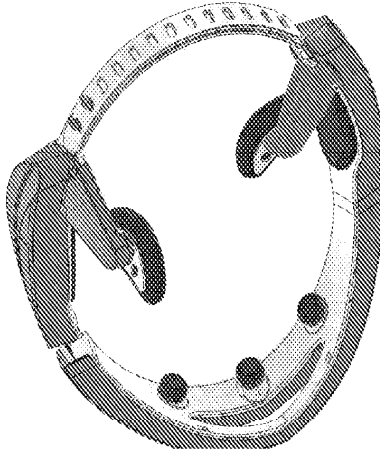


FIG. 12B

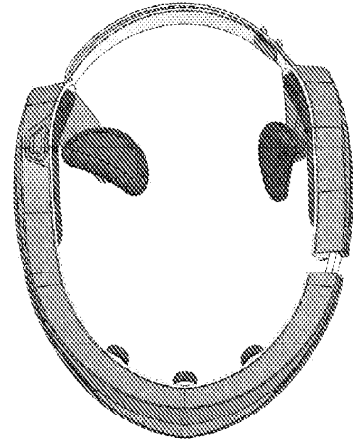


FIG. 12C

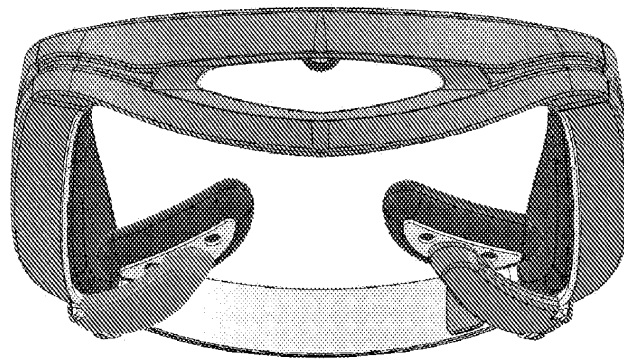


FIG. 13A

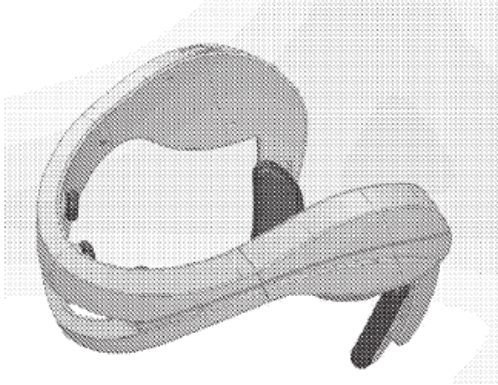


FIG. 13B

