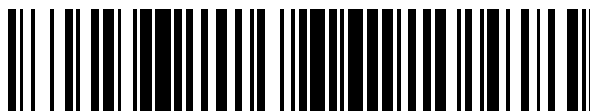


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 908**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/1455** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

**G01N 21/359** (2014.01)

**A61B 5/026** (2006.01)

**A61B 5/145** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2017** **PCT/ES2017/070348**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.12.2017** **WO17207841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2017** **E 17805925 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023** **EP 3466337**

54 Título: **Dispositivo sensor intercambiable para un sistema de espectroscopia funcional de infrarrojo cercano**

30 Prioridad:

**30.05.2016 ES 201630689 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.07.2024**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE (50.0%)**  
**Avda. de la Universidad, s/n, Edif. Rectorado y Consejo Social**  
**03202 Elche, Alicante, ES y**  
**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) (50.0%)**

72 Inventor/es:

**IBÁÑEZ BALLESTEROS, JOAQUIN y**  
**BELMONTE MARTINEZ, CARLOS**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES, S.L.P.**

ES 2 975 908 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

Dispositivo sensor intercambiable para un sistema de espectroscopia funcional de infrarrojo cercano

### 5 **OBJETO DE LA INVENCION**

El objeto de la presente invención es un dispositivo sensor intercambiable no invasivo para un sistema de espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR), destinado a detectar cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en cualquier superficie corporal.

10 Preferentemente, esta superficie corporal es una superficie cerebral.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15 Las tecnologías neurofisiológicas y de neuroimagen han contribuido en los últimos años al estudio del funcionamiento cerebral.

Las modalidades más comunes de las técnicas de neuroimagen funcional son la resonancia magnética funcional (RMf), y la tomografía por emisión de positrones (TEP), ambas basadas en la imagen indirecta de los cambios hemodinámicos resultantes de la actividad neuronal.

Por otro lado, también son conocidas las técnicas de magnetoencefalografía (MEG) y electroencefalografía (EEG), que son tecnologías de formación de imágenes directas basadas en las manifestaciones electromagnéticas de la actividad neuronal.

25 En la actualidad, estas técnicas tienen limitaciones en términos de explicación de las bases neuronales de los procesos biológicos, ya que las tecnologías MEG y EEG tienen una resolución temporal alta pero una resolución espacial baja, mientras que ocurre lo contrario con las tecnologías de RMf y TEP.

30 Por esta razón, la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR) ha comenzado a usarse recientemente. La espectroscopia fNIR es una tecnología emergente que utiliza luz infrarroja cercana para medir los cambios en la concentración de hemoglobina oxigenada (HbO) y hemoglobina desoxigenada (Hb) en diferentes partes del cuerpo, incluida la corteza cerebral. La espectroscopia fNIR tiene una resolución temporal del orden de segundos y una resolución espacial del orden de centímetros. Entre otras ventajas también destaca por ser una técnica no invasiva, segura para el usuario y barata.

A pesar de esto, se han encontrado varios problemas al usar esta tecnología fNIR en diferentes partes del cuerpo. Estos problemas se deben principalmente al hecho de que la configuración morfológica del sensor de medición no se adapta adecuadamente a la superficie del ser humano, permitiendo el paso de la luz ambiental e introduciendo señales de luz no deseadas que producen errores en las mediciones.

Además, los sistemas actuales que usan esta tecnología fNIR son sistemas poco portátiles debido a su gran volumen y están muy limitados a una aplicación específica para un usuario típico, ya que sus sensores de medición no son adaptables a diferentes partes del cuerpo o a diferentes morfologías de la misma parte del cuerpo que pueden tener los diferentes usuarios. Esto se debe principalmente a que cada parte del cuerpo tiene una forma diferente que puede variar con la edad y la morfología del usuario.

El documento US2016022223A1 describe un sistema para monitorizar tejido a una pluralidad de profundidades, que comprende una tira de sensores con un primer elemento fotodetector y una pluralidad de elementos emisores de luz, siendo todos ellos no intercambiables; un módulo de adquisición de datos capaz de acoplarse a la tira de sensores; y un software de análisis para analizar y visualizar las señales recibidas.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

55 La presente invención describe un dispositivo sensor intercambiable para un sistema de espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR) para detectar cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en una superficie corporal.

Preferentemente, esta superficie es una superficie craneal para que el sistema fNIR detecte cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en la superficie de la corteza cerebral frontal.

El dispositivo sensor intercambiable comprende:

- una pluralidad de unidades de medición con diferentes configuraciones elásticas, cada una diseñada para adaptarse a una superficie corporal, donde cada unidad de medición comprende un primer conector; y
- una unidad de control destinada a controlar cualquiera de las unidades de medición, en donde la unidad de control

comprende un segundo conector que está conectado al primer conector.

Todas las unidades de medición comprenden:

- 5 - una base elástica que comprende compartimentos de transmisión y recepción con guías de luz,
- una pluralidad de transmisores, ubicados en compartimentos de transmisión, destinados a emitir una primera señal luminosa sobre la superficie del cuerpo,
- una pluralidad de receptores, ubicados en los compartimentos de recepción, destinados a recibir una segunda señal luminosa desde la superficie del cuerpo a través de las guías de luz,
- 10 - una placa base de medición, unida a la pluralidad de transmisores y receptores, comprendiendo el primer conector,
- un receptáculo destinado a proteger los transmisores, receptores y comprendiendo la placa base de medición un orificio que permite que pase el primer conector, y
- una primera correa de sujeción que cubre al menos la pluralidad de transmisores y receptores y que está destinada a estar unida a al menos un primer mecanismo de sujeción para ajustar el dispositivo sensor intercambiable a la superficie del cuerpo, y/o
- 15 - una segunda correa de sujeción que comprende un orificio que permite el paso del primer conector, en donde la segunda correa envuelve el receptáculo y está destinada a estar unida a al menos un segundo mecanismo de sujeción para ajustar el dispositivo sensor intercambiable a la superficie del cuerpo.

20 De manera más específica, cada unidad de medición comprende diferentes configuraciones para adaptarse a la superficie de diferentes áreas del cuerpo, aunque preferentemente áreas craneales.

Preferentemente, la unidad de medición comprende al menos dos receptores por transmisor.

25 Cabe señalar que tanto el primer como el segundo mecanismo de sujeción utilizan preferentemente una banda elástica que se puede adaptar al cuerpo del usuario y puede ajustar la superficie de la base elástica a la superficie del cuerpo para impedir que la luz ambiental entre y cree interferencias en los transmisores o receptores.

30 La conexión entre las correas de sujeción y los mecanismos de sujeción se realiza preferentemente por medio de un sistema de clip, un sistema de Velcro, un sistema de costura o una combinación de los anteriores.

En cuanto a la unidad de control, comprende un receptáculo rígido que aloja:

- 35 - una placa base de control que comprende el segundo conector que se unirá a la unidad de medición para gestionar las señales primera y segunda,
- una unidad de transferencia de datos para transferir la segunda señal a una unidad computadora externa que, usando esta segunda señal, calcula y detecta cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en la superficie del cerebro,
- una interfaz para transmitir señales luminosas y/o acústicas sobre el estado operativo de un dispositivo sensor intercambiable,
- 40 - una unidad de fuente de alimentación para alimentar ambas placas base, transmisores, receptores, la unidad de transferencia de datos y la interfaz, y

45 en donde esta placa base de control está destinada a controlar los transmisores y receptores de la unidad de medición, así como la unidad de transferencia de datos y la interfaz.

De manera más específica, la unidad de transferencia de datos comprende un mecanismo de transferencia inalámbrica y/o por cable destinado a establecer comunicación con la unidad computadora externa.

50 Preferentemente, la unidad de transferencia de datos es un receptor/transmisor WiFi o Bluetooth.

Preferentemente, la unidad de transferencia de datos es un puerto USB.

55 Esto da como resultado un dispositivo sensor intercambiable que permite que se usen unidades de medición de diferentes configuraciones simplemente desconectando la unidad de medición y conectando otra unidad con una configuración diferente. Por ejemplo, estas unidades de medición pueden tener diferentes distancias entre los transmisores y receptores o aumentar o disminuir el número de estos, tener diferentes formas de adaptarse a diferentes partes del cráneo e incluso el cuerpo de un individuo. Además, también es posible tener varias unidades de control cuya placa base de control esté configurada para diferentes situaciones especiales de control electrónico, permitiendo que estos se combinen con cualquiera de las unidades de medición.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

65 Para complementar la descripción que se proporciona y con el objetivo de promover una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferido de una realización práctica de la misma, se proporciona un conjunto de dibujos como parte integral de la descripción en los que, con fines meramente ilustrativos,

se ha representado lo siguiente:

Figura 1. Muestra una vista esquemática de una realización preferida del dispositivo sensor intercambiable.  
Figura 2. Muestra una vista esquemática ampliada de la realización preferida del dispositivo sensor intercambiable.

### **REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION**

En una realización preferida, como se muestra en la Figura 1, la presente invención describe un dispositivo sensor intercambiable (1) que comprende:

- una unidad de medición (200) con una configuración elástica destinada a ajustarse a la frente de un individuo y que comprende un primer conector (212); y
- una unidad de control (300) destinada a controlar la unidad de medición (200) y que comprende un segundo conector (312) para conectarse al primer conector (212).

De manera más específica, como muestra la Figura 2, la unidad de medición (200) comprende:

- una base elástica (201) con cuatro compartimentos de transmisión (213) y diez compartimentos de recepción (214) con diez guías de luz (202),
- cuatro transmisores (206), destinados a emitir una primera señal luminosa en la superficie de la frente y que están ubicados en los cuatro compartimentos de transmisión (213) por medio de cuatro primeros adaptadores (205),
- diez receptores (204), destinados a recibir una segunda señal luminosa desde la superficie de la frente y a través de las guías de luz (202) y que están ubicados en diez compartimentos de recepción (214) por medio de cuatro segundos adaptadores (203),
- un tapón de presión (207) que comprende un cuerpo plano de cinco módulos adaptables que cubren los transmisores (206) y los receptores (204) para garantizar que no se muevan de sus adaptadores (205, 203) y para protegerlos de impactos,
- una primera correa (208) de sujeción que cubre dicho tapón de presión (207) y que comprende un orificio, en donde dicha primera correa (208) de sujeción está destinada a unirse a mecanismos de sujeción para ajustar el dispositivo sensor intercambiable (1) al cráneo del individuo,
- una placa base de medición (209) con circuitería electrónica unida a los transmisores (206) y receptores (204) mediante cableado a través del orificio de la primera correa (208) de sujeción; comprendiendo esta placa base de medición (209) el primer conector (212) y unida a la base elástica (201) por medio de dos mecanismos (210) de sujeción de clip,
- un receptáculo (211) que descansa sobre la base elástica (201) y que comprende un orificio destinado a recibir el primer conector (212), de tal manera que el receptáculo (211) protege los transmisores (206) y los receptores (204) de la luz ambiental, y
- una segunda correa (215) de sujeción que comprende un orificio que permite el paso del primer conector (212), en donde la segunda correa (215) rodea el receptáculo (211) y está destinada a estar unida a al menos un segundo mecanismo de sujeción para ajustar la base elástica (201) a la superficie craneal.

Además, cada emisor (206) comprende un primer diodo LED que emite una señal de longitud de onda en el infrarrojo cercano, preferentemente 740 nm y un segundo diodo LED que emite una señal de longitud de onda en el infrarrojo cercano, preferentemente 860 nm. Así como cada receptor (204) comprende un fotodetector para recibir una señal de longitud de onda en el infrarrojo cercano, esta longitud de onda está preferentemente entre 690 y 900 nm.

Preferentemente, los cuatro transmisores (206) están dispuestos en una línea y rodeados por una primera línea de cinco de los diez receptores (204) y por una segunda línea de cinco de los diez receptores (204) de tal manera que cada transmisor (206) está rodeado por cuatro receptores (204).

En cuanto a la unidad de control (300), esta comprende un receptáculo rígido (303) que aloja:

- una placa de contacto (301) que comprende un orificio,
- comprendiendo la base de control (302) el segundo conector (312) que pasa a través del orificio en la placa de contacto (301) para conectarse con la unidad de medición (200) utilizada para gestionar las señales primera y segunda,
- una unidad de transferencia de datos (304) integrada en la placa base (302), para transferir la segunda señal a una unidad computadora externa para usar esta segunda señal para calcular y detectar cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en la superficie del cerebro,
- una interfaz (305) para emitir señales luminosas y/o acústicas sobre el estado operativo del dispositivo sensor intercambiable (1),
- una unidad de fuente de alimentación, no representada, para suministrar energía a ambas placas base (209, 302), los transmisores (206), los receptores 204, la unidad de transferencia de datos (304) y la interfaz (305), y

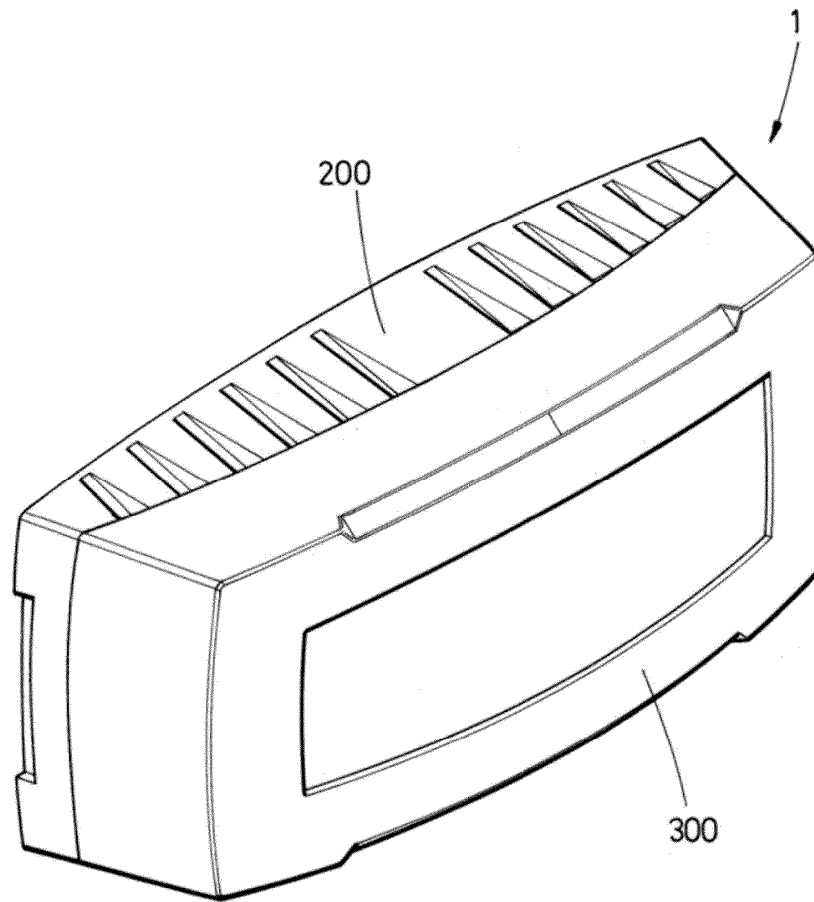
- en donde esta placa base (302) de control está destinada a controlar los transmisores (206) y receptores (204) de la unidad de medición (200), así como la unidad de transferencia de datos (304) y la interfaz (305).

5 Cabe señalar que la HbO absorbe la radiación infrarroja más intensamente en estas longitudes de onda que la Hb y viceversa, por lo tanto, las segundas señales comprenden esta información y, a través de la unidad computadora externa, es posible medir las variaciones relativas en la concentración de ambas variantes de hemoglobina a través de las ecuaciones derivadas de la ley de Lambert-Beer.

# REIVINDICACIONES

1. Dispositivo sensor intercambiable (1) para un sistema de espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIR) destinado a detectar cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en una superficie corporal; en donde dicho dispositivo sensor intercambiable (1) comprende:  
- una unidad de medición (200) que a su vez comprende:  
- una pluralidad de transmisores (206) destinados a emitir una primera señal luminosa sobre la superficie del cuerpo,  
- una pluralidad de receptores (204) destinados a recibir una segunda señal luminosa desde la superficie del cuerpo,  
- una unidad de control (300) destinada a controlar la unidad de medición (200),  
en donde el dispositivo sensor intercambiable (1) comprende una pluralidad de dichas unidades de medición (200), en donde cada unidad de medición (200) es elástica, intercambiable y destinada a adaptarse a diferentes partes de la superficie del cuerpo y en donde cada unidad de medición (200) comprende además:  
- una base elástica (201) que comprende una pluralidad de compartimentos de transmisión (213) en donde se ubican los transmisores (206) y una pluralidad de compartimentos de recepción (214) en donde se ubican los receptores (204),  
- guías de luz (202) ubicadas en correspondencia con los compartimentos de recepción (214) a través de los cuales los receptores (204) reciben la segunda señal luminosa,  
- una placa base de medición (209) unida a los transmisores (206) y a los receptores (204), que comprende un primer conector (212),  
- un receptáculo (211) que descansa sobre la base elástica (201) y que comprende un orificio destinado a recibir el primer conector (212) de tal manera que el receptáculo (211) proteja los transmisores (206) y los receptores (204) de la luz ambiental,  
- una primera correa (208) de sujeción que cubre al menos los transmisores (206) y los receptores (204) y que está destinada a unirse con al menos un primer mecanismo de sujeción para ajustar el dispositivo sensor intercambiable (1) a la superficie del cuerpo, y/o  
- una segunda correa (215) de sujeción que comprende un orificio que permite el paso del primer conector (212), en donde la segunda correa (215) de sujeción rodea el receptáculo (211) y está destinada a estar unida a al menos un segundo mecanismo de sujeción que ajusta el dispositivo sensor intercambiable (1) a la superficie del cuerpo,  
y en donde la unidad de control (300) comprende un segundo conector (312) destinado a conectarse con el primer conector (212) de las unidades de medición (200).
2. Dispositivo sensor intercambiable (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada transmisor (206) comprende un primer diodo LED y un segundo diodo LED configurados para emitir una señal de longitud de onda en el infrarrojo cercano respectivamente.
3. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el primer diodo LED está configurado para emitir una señal de longitud de onda de 740 nm y el segundo diodo LED está configurado para emitir una señal de longitud de onda de 860 nm.
4. Dispositivo sensor intercambiable (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada receptor (204) comprende al menos un fotodetector para recibir al menos una señal de longitud de onda de infrarrojo cercano desde la superficie craneal.
5. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la longitud de onda está entre 690 y 900 nm.
6. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de medición (200) comprende al menos dos receptores (204) para cada transmisor (206).
7. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad (300) de control comprende:  
una placa base (302) de control que comprende el segundo conector (312) que se unirá a la unidad de medición (200) para gestionar las señales primera y segunda,  
una unidad de transferencia de datos (304) integrada en la placa base (302) capaz de transferir la segunda señal a una unidad computadora externa para calcular y detectar cambios en la concentración de variantes de hemoglobina en la superficie del cerebro,

- 5 una interfaz (305) para emitir señales luminosas y/o acústicas sobre el estado operativo de un dispositivo sensor intercambiable (1), y una unidad de fuente de alimentación para suministrar energía a ambas placas base (209, 302), los transmisores (206), receptores (204), la unidad de transferencia de datos (304) y la interfaz (305) y un receptáculo rígido (303) de un material de mayor rigidez que el resto del dispositivo sensor intercambiable (1) que aloja la placa base (302) de control, la unidad de transferencia de datos (304), la interfaz (305) y la unidad de fuente de alimentación,
- 10 en donde esta placa base (302) de control está destinada a controlar los transmisores (206) y receptores (204) de la unidad de medición (200), así como la unidad de transferencia de datos (304) y la interfaz (305).
8. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de transferencia de datos (304) comprende un mecanismo de transferencia inalámbrica y/o por cable destinado a establecer una comunicación con la unidad computadora externa.
- 15 9. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de transferencia de datos (304) es un receptor/transmisor WiFi o Bluetooth.
- 20 10. Dispositivo sensor intercambiable (1), de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de transferencia de datos es un puerto USB.



**FIG.1**



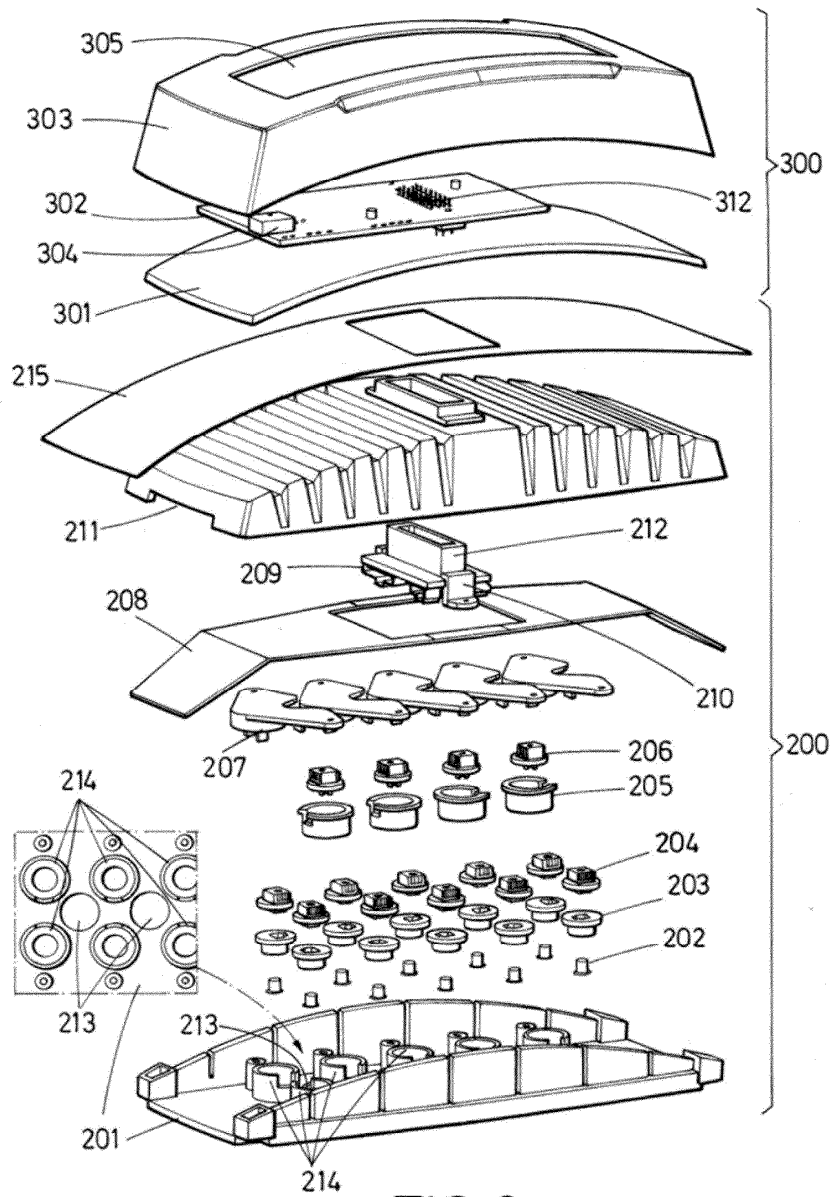


FIG.2