

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 114**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/00** (2006.01)  
**C12Q 1/00** (2006.01)  
**C12M 3/00** (2006.01)  
**G08B 1/08** (2006.01)  
**G08B 21/00** (2006.01)  
**G08B 23/00** (2006.01)  
**G08C 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2005 E 14192663 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2843848**

54 Título: **Sensores de identificación de radiofrecuencia de diagnóstico y aplicaciones de los mismos**

30 Prioridad:

**27.01.2004 US 539419 P**

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

**23.02.2018**

73 Titular/es:

**ALTIVERA L.L.C. (100.0%)  
10400 Connecticut Ave., Suite 602  
Kensington, MD 20895, US**

72 Inventor/es:

**PEETERS, JOHN P.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 656 114 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

Sensores de identificación de radiofrecuencia de diagnóstico y aplicaciones de los mismos

### 5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud Provisional de Estados Unidos 60/539.419, presentada el 27 de enero, de 2004, que se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

### 10 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a las etiquetas de identificación de radiofrecuencia (RFID), y más específicamente a un sistema que tiene etiquetas de RFID que incluyen sensores de diagnóstico, en los que la etiqueta de radiofrecuencia y el sensor son accesibles por un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular modificado con una capacidad de lector multiprotocolo.

#### Antecedentes

Los sistemas de etiquetas de identificación de radiofrecuencia (RFID) convencionales incluyen una etiqueta de RFID que transmite datos para su recepción por un lector de RFID (también denominado como un interrogador). En un sistema típico de RFID, los objetos individuales (por ejemplo, las mercancías de una tienda) están equipados con una etiqueta relativamente pequeña que contiene un transpondedor. El transpondedor tiene un chip de memoria al que se da un código de producto electrónico único. El lector de RFID emite una señal de activación del transpondedor dentro de la etiqueta mediante el uso de un protocolo de comunicaciones. En consecuencia, el lector de RFID es capaz de leer y escribir datos en la etiqueta. Adicionalmente, el lector de etiquetas de RFID procesa los datos de acuerdo con la aplicación del sistema de etiquetas de RFID. Actualmente, hay etiquetas de RFID pasivas y activas. Las etiquetas de RFID del tipo pasiva no contienen una fuente de potencia interna, sino que se alimentan por las señales de radiofrecuencia recibidas desde el lector de RFID. Como alternativa, las etiquetas de RFID de tipo activa contienen una fuente de potencia interna que posibilita que la etiqueta de RFID del tipo activa posea mayores alcances de transmisión y capacidad de memoria. El uso de una etiqueta pasiva frente a una etiqueta activa depende de la aplicación particular.

Por consiguiente, los sistemas de etiquetas de RFID han encontrado uso en diversas de aplicaciones. Las aplicaciones del sistema de etiquetas de RFID incluyen la identificación de animales, el seguimiento de las cubas de cerveza y los sistemas anti robo, de llave y cerradura de automoción. Aunque los sistemas de etiquetas de RFID convencionales se han usado en diversas de aplicaciones, los sistemas convencionales tienen varios inconvenientes.

Un primer inconveniente incluye la incapacidad de un lector de RFID de comunicar mediante el uso de múltiples protocolos. En particular, el lector de RFID convencional solo es capaz de leer las etiquetas de RFID para las que está programado leer. Esto es, el lector de RFID está adaptado para comunicar solo mediante el uso de un protocolo pre-programado. En consecuencia, los lectores de RFID convencionales son incapaces de actualizar o cambiar automáticamente sus protocolos. De este modo, los lectores de RFID actuales no son capaces de comunicar con etiquetas de RFID que tienen un protocolo de comunicación que difiere del protocolo programado del lector de RFID.

Un segundo inconveniente incluye la incapacidad de monitorizar convenientemente objetos que contienen la etiqueta de RFID desde virtualmente cualquier localización. Un tercer inconveniente de los sistemas de etiquetas de RFID convencionales es la incapacidad de los dispositivos inalámbricos, tales como los teléfonos celulares y los asistentes digitales personales (PDA), de usarse como lectores / interrogadores de RFID. La capacidad de interrogar a las etiquetas de RFID con dispositivos de inalámbricos convencionales proporcionaría un método conveniente de acceso y/o de análisis de los datos obtenidos mediante el uso de la etiqueta de RFID. Otro inconveniente más es que los sistemas de etiquetas de RFID convencionales son incapaces de una monitorización eficiente, conveniente y de coste efectivo de las características físicas, biológicas y químicas de una persona. Por ejemplo, los sistemas convencionales no posibilitan la detección de biomarcadores determinados, agentes patógenos, sustancias químicas y otros peligros, próximos o experimentados por una persona.

Las realizaciones descritas en este documento se desarrollaron a la luz de estos y otros inconvenientes de los sistemas de etiquetas de RFID conocidos.

#### Breve resumen

Esta invención se dirige a un sistema y un método para diagnósticos inalámbricos de bajo coste usando las etiquetas de identificación de radiofrecuencia (RFID) modificadas que se combinan con tipos novedosos de sensores de diagnóstico. Un cuarto aspecto de esta invención es que los sensores de diagnóstico se pueden leer y analizar en el momento por dispositivos inalámbricos de bajo coste tales como teléfonos celulares modificados que incorporan un lector de RFID multi-protocolo y normativas de comunicaciones tales como Gen-2. La tecnología permite a un teléfono celular modificado usarse para identificar directamente amenazas externas o para realizar casi cualquier

tipo de prueba diagnóstica sobre una plataforma única usando sensores de RFID pasivos desechables de bajo coste. Las capacidades de lector de un dispositivo inalámbrico personal modificado pueden incluir también otros protocolos del lector tales como Bluetooth, Zigbee o IEEE 1073 y virtualmente cualquier tipo de sensores activos o pasivos, que dan como resultado una nueva clase de lectores inalámbricos que son verdaderamente universales y flexibles para controlar virtualmente cualquier aplicación o proporcionar un medio para analizar cualquier tipo de sensor, incluyendo los sensores de diagnóstico.

Por consiguiente, se desvela un sistema de diagnósticos que incluye un parche flexible que tiene una porción adhesiva que está adaptada para localizarse sobre una superficie. Un módulo de sensor y etiqueta de identificación de radiofrecuencia (RFID) está integrado con el parche. El módulo de sensor y etiqueta de RFID incluye al menos una antena, un chip electrónico de RFID y al menos un sensor. La etiqueta de RFID puede ser bien pasiva o activa. Además, la tecnología descrita en este punto no necesariamente se limita a la RFID y también se puede aplicar a otros protocolos de interrogación inalámbricos y tecnologías de chips tales como Bluetooth, Zigbee u otras tecnologías emergentes. En beneficio de la claridad en esta solicitud de patente se usa la RFID pero se entiende que se pueden usar de forma intercambiable RFID, Bluetooth, Zigbee u otras tecnologías similares.

El módulo de sensor y etiqueta de RFID responde a un estímulo por la transmisión y recepción inalámbricas, mediante el uso de la antena, de las señales que corresponden al estímulo. Se incluye un lector inalámbrico de RFID que está adaptado para comunicar, mediante el uso de múltiples protocolos con el módulo de sensor y etiqueta de RFID. Adicionalmente, el lector de RFID está adaptado para leer y analizar virtualmente cualquier módulo de sensor y etiqueta de RFID. Como tal, el lector de RFID está adaptado para recuperar la identificación electrónica de un módulo de etiqueta y sensor y descargar el software que posibilita la lectura y el análisis de la etiqueta y el sensor desde una base de datos. El lector de RFID es también capaz de comunicar sobre una red mediante el uso de múltiples protocolos de comunicación. En una realización el lector de RFID es un teléfono celular. El sistema de diagnóstico también puede incluir una unidad de almacenamiento remoto / acceso de datos que almacena remotamente los datos transmitidos y/o recibidos por el módulo de sensor y etiqueta de RFID y el lector de RFID. También se desvela un dispositivo inalámbrico remoto que posibilita el acceso al módulo de sensor y etiqueta de RFID, el lector de RFID, y la unidad de almacenamiento remoto / acceso de datos desde virtualmente cualquier localización.

Adicionalmente, se desvela un método de transmisión y análisis de forma remota de los datos procedentes de un módulo de sensor y etiqueta de RFID. El método incluye la etapa de activación del módulo de sensor y etiqueta de RFID mediante el uso de un lector de RFID inalámbrico. Una segunda etapa incluye la recepción de datos desde el módulo de sensor y etiqueta de RFID, en la que los datos incluyen la información de identificación de la etiqueta de RFID. Una etapa adicional incluye la transmisión de los datos recibidos a una unidad externa de almacenamiento remoto / procesamiento de datos mediante el uso de una red. Otra etapa más incluye el procesamiento de los datos mediante el uso de la unidad de almacenamiento remoto / procesamiento de datos. Como se ha indicado anteriormente, además de la tecnología de RFID también se pueden usar Bluetooth, o una tecnología similar como alternativa, por lo que el teléfono celular está equipado con Bluetooth y puede alimentar un sensor de diagnóstico de RF remoto que es compatible con Bluetooth.

También se desvela una banda de prueba de inmunoensayo para su uso en la conducción de mediciones de diagnóstico. La banda de prueba de inmunoensayo incluye un sustrato y al menos un área de prueba localizada sobre el sustrato para la captura de antígenos. Adicionalmente, la banda de prueba de inmunoensayo incluye un módulo de sensor y etiqueta de RFID integrado con el sustrato. El módulo de sensor y etiqueta RFID está adaptado para detectar y transmitir señales que corresponden a los antígenos capturados por la al menos un área de prueba.

Se desvela otro método para la fabricación de un módulo de sensor y etiqueta de RFID específico de un patógeno. El método incluye las etapas de proporcionar un sustrato y de terminales conductivos sobre el sustrato, en el que los terminales conductivos definen un área de sensor. El método también incluye imprimir una tapa protectora dopada con un material que es sensible a la acción enzimática dentro del área del sensor. Además, se incluye la etapa de imprimir una antena sobre el sustrato. Por consiguiente el método incluye la etapa de integrar un módulo de sensor y etiqueta de RFID con el sustrato.

Una característica adicional de esta invención es que los dispositivos inalámbricos o los sensores se pueden geolocalizar en cualquier parte por un sistema de posicionamiento global (GPS) y/o por medios de triangulación no GPS y se pueden interrogar remotamente mediante el uso de la Internet o cualquier otro dispositivo inalámbrico al que pueda acceder un lector de teléfono celular, combinando por lo tanto el código de producto electrónico (EPC) y las tecnologías de teléfono celular dentro de una plataforma única.

Estos y otros objetivos, ventajas y características se harán fácilmente evidentes a la vista de la siguiente descripción detallada de la invención.

#### **Breve descripción de los dibujos / figuras**

Los dibujos adjuntos, que se incorporan a este documento y forman una parte de la memoria descriptiva, ilustran la

presente invención y, junto con la descripción sirven además para explicar los principios de la invención y para posibilitar a una persona experta en la materia pertinente realizar y usar la invención.

- 5 La FIG. 1 representa un diagrama de bloques de un teléfono celular modificado que sirve como lector de la identificación de radiofrecuencia (RFID) con una etiqueta de RFID que se incorpora en un parche cutáneo desechable de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La FIG. 2 representa un diagrama de bloques de un parche cutáneo desechable totalmente integrado que tiene un módulo de sensor y etiqueta de RFID que incluye un chip electrónico, sensores y una antena de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 10 La FIG. 3A es una ilustración detallada del sensor mostrado en la FIG. 2 que incluye una barrera química / física. La FIG. 3B es una realización alternativa del módulo de sensor y etiqueta de RFID mostrado en la FIG. 2. La FIG. 3C ilustra un parche cutáneo desechable que está adaptado para extraer sangre de un sujeto. La FIG. 4 es un diagrama de sistema de un sistema de diagnóstico de RFID para la monitorización de la glucosa con un teléfono celular modificado que está adaptado para leer el parche de la FIG. 1.
- 15 La FIG. 5 es un diagrama de bloques detallado de un módulo de sensor y etiqueta de RFID que incluye el chip electrónico, la antena y el sensor de la FIG. 2. La FIG. 6 es un diagrama de bloques más de un módulo de sensor y etiqueta de RFID. La FIG. 7 representa un diagrama de sistema de un teléfono celular modificado que sirve como lector de RFID para una banda desechable de diagnóstico de inmunoensayo de RFID a través del flujo.
- 20 La FIG. 8 es una ilustración detallada de la banda de inmunoensayo mostrada en la FIG. 7. La FIG. 9 es una ilustración detallada del área de sensor de la FIG. 8. La FIG. 10 representa un método de producción de un sensor inalámbrico de RFID desechable específico de la enfermedad.
- La FIG. 11 representa un diagrama de bloques de una disposición de sensores químicos de película fina impresos directamente sobre un sustrato de RFID de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 25 La FIG. 12 representa la integración de la tecnología de RFID con la tecnología de Laboratorio en un chip (Lab-on-a-chip) (LOC) de acuerdo con una realización de la presente invención. La FIG. 13 representa un sensor de LOC modificado combinado con la tecnología de RFID que se lee directamente con un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular.
- 30 La FIG. 14 representa la integración de la tecnología de RFID pasiva con sensores MEMS de acuerdo con una realización de la presente invención. La FIG. 15 representa una botella de vino que incluye un corcho con un módulo de sensor y etiqueta de RFID en el mismo.
- La FIG. 16 representa un sensor inteligente de queso de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 35 La FIG. 17 representa una tecnología genérica de bajo coste de un sensor de RFID específico de un alimento que se puede imprimir de acuerdo con una realización de la presente invención. La FIG. 18 representa un sensor de estrés de RFID de acuerdo con una realización de la presente invención. Las FIG. 19A y 19B ilustran el uso de un módulo de sensor y etiqueta de RFID para la detección de una plaga de insectos dentro de una estructura.
- 40 La FIG. 20 muestra una prueba de interacción de medicinas realizada en una muestra de orina con una banda de inmunoensayo de RFID desechable de acuerdo con una realización de la presente invención. La FIG. 21 muestra una red de sensores de RFID pasiva de diagnóstico de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La FIG. 22 muestra un método de recuperación de identificación (ID) y el software que posibilita a cualquier lector de RFID leer / interrogar cualquier etiqueta de RFID.
- 45 La FIG. 23 muestra la integración de las capacidades del lector de sensores tanto pasivos como activos sobre un único conjunto de chips inalámbricos.

### Descripción detallada

- 50 La tecnología descrita en este documento permite acoplar las tecnologías de sensores a las etiquetas de identificación de radiofrecuencia (RFID) que proporcionan tanto la alimentación como la interfaz inalámbrica para el sensor a un coste muy bajo. Otro aspecto de esta invención es que se pueden modificar dispositivos inalámbricos comunes tal como los teléfonos celulares para incluir la lógica y los componentes necesarios para convertirse en lectores de RFID. El dispositivo lector puede incluir además la capacidad de lector de RFID multi-protocolo, haciéndolo un lector universal para cualquier etiqueta EPC de RFID o etiqueta sensor de RFID, independientemente del fabricante. Esta combinación de tecnologías permite un procesamiento sofisticado en el momento de los datos de sensores complejos a un coste relativamente bajo. La tecnología también permite el acceso a los sensores o etiquetas de RFID por la Internet usando el dispositivo lector inalámbrico como herramienta de comunicación del sensor. Por lo tanto, la recuperación de la identificación y la descarga de software en el momento dentro del lector lo hacen posible. Usando este enfoque de tecnología dual, se puede combinar casi cualquier tipo de sensor con una etiqueta de RFID como se describe en esta solicitud. Como se tratará en este documento, el sensor está adaptado para responder a virtualmente a cualquier estímulo y comunicar la información perteneciente al estímulo de forma inalámbrica. Los principios subyacentes de la tecnología se describen con más detalle en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Nº de Serie 10/761.362, presentada el 22 de enero de 2004, titulada "Radio Frequency Identification Based (RFID) Sensor Networks", que se incorpora a este documento por referencia en su totalidad.
- 65

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico modificado normalmente un teléfono celular 2 que incluye un microprocesador y la lógica necesaria para servir como el “encendido” y un dispositivo de lectura para una etiqueta de RFID pasiva que está montada directamente dentro de un parche desechable 4. Como se aclara en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° de Serie 10/761.362, presentada el 22 de Enero de 2004 titulada “Radio Frequency Identification Based (RFID) Sensor Networks”, se puede usar cualquier dispositivo inalámbrico modificado. Por ejemplo, en lugar de un teléfono celular modificado se puede usar un lector de RFID y puede incluir el procesamiento de datos necesario, las capacidades de acceso remoto y enlace inalámbrico presentes en dispositivos tales como un teléfono celular. Además dispositivos tales como un PDA inalámbrico modificado, un ordenador inalámbrico modificado, un teléfono inalámbrico modificado, un buscapersonas modificado, o incluso un reloj inalámbrico modificado también se pueden combinar con la tecnología de RFID y usarse como lectores. Además, como se ha indicado anteriormente, los principios descritos en esta solicitud se pueden extender a tecnologías distintas de la RFID. Por ejemplo se puede usar un teléfono celular que está equipado con Bluetooth para comunicar con un chip remoto de Bluetooth inalámbrico modificado y alimentarlo que está combinado con las tecnologías de sensores de diagnóstico descritas en este documento.

Idealmente, la tecnología de chips electrónicos de RFID es totalmente compatible con los lectores de RFID internacionales y las normativas sobre etiquetas que hacen la tecnología completamente universal y transparente en cualquier país o para cualquier clase de chip de RFID. En el momento actual estas incluyen las normativas de la Clase 0, la Clase 0+, la Clase 1 y Gen-2. Las normativas de RFID emergentes se denominan como la Generación 2 o Gen-2 pero pueden surgir otras normativas y adoptarse en el futuro. Es uno de los objetivos de esta tecnología el ser compatible con tantas normativas como sea posible de modo que un teléfono celular o PDA modificado puedan leer cualquier etiqueta de RFID determinada o etiqueta de sensor de RFID en cualquier parte en el mundo. Se puede usar un lector de RFID multi-protocolo y puede estar comprendido sobre un único chip electrónico o estar directamente incorporado dentro del conjunto de chips central de un teléfono celular o dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, la tecnología del lector multi-protocolo se puede incluir dentro de un chip electrónico 3G con el protocolo de Bluetooth de modo que cualquier dispositivo 3G pueda leer cualquier código de producto electrónico (EPC) de RFID, una etiqueta de sensor de RFID o chip de sensor de Bluetooth de forma transparente. El teléfono celular o dispositivo inalámbrico personal tiene capacidades de acceso remoto integradas en el mismo. De este modo el usuario del teléfono celular puede marcar cualquier base de datos remota o la Internet para acceder a datos desde la etiqueta de RFID. Además de tener estas capacidades y tener las capacidades de lectura de RFID, el dispositivo puede tener otros protocolos de acceso a Internet tales como Bluetooth, Wi-Fi, Banda Ancha, WLAN, 3G, u otras tecnologías emergentes que pueden permitir un acceso de Internet libre o de bajo coste. El uso de estas tecnologías será particularmente beneficioso para explotar completamente todo el potencial de la presente invención.

El parche 4 usualmente se fija a un sujeto (por ejemplo, una persona) pero también se puede fijar a cualquier localización, dispositivo u objeto de acuerdo con una realización de la presente invención. En una realización, el estímulo puede ser la temperatura y la combinación de parche y la etiqueta de RFID forma un sensor de temperatura inalámbrico inteligente. Por consiguiente, la temperatura se puede medir directamente de forma remota sobre un teléfono celular modificado que se puede usar para procesar los datos de RFID y advertir al usuario del dispositivo inalámbrico de la temperatura en un sujeto remotamente. Por lo tanto el parche es un parche “inteligente” y el dispositivo inalámbrico se convierte en un dispositivo “inteligente” en combinación con el sensor de RFID. Un ejemplo de una aplicación es un trabajador o un bombero que se puede monitorizar a si mismo de la intensidad del calor y/o humos tóxicos usando un teléfono celular con las capacidades de lectura de RFID. Si el teléfono celular está equipado con Bluetooth, además de realizar los análisis del sensor, también puede enviar señales tanto al bombero directamente a su oído y también remotamente a una estación de monitorización. Además como se explica en la Patente de los Estados Unidos 6.031.454, que se incorpora a este documento en su totalidad es posible la geolocalización precisa en tiempo real del bombero.

Otro ejemplo de una aplicación para esta tecnología es una monitorización remota de la fiebre en un niño o paciente usando un teléfono celular dedicado o dispositivo inalámbrico similar que se puede usar para llamar a otro teléfono celular y avisar a un padre o enfermera de la temperatura corporal en un paciente determinado. Por ejemplo un padre puede colocar un parche cutáneo inteligente 4 sobre la frente de un niño enfermo y dejar que un dispositivo 2 monitorice al niño remotamente mientras que el chico y el padre están durmiendo. Si el niño desarrolla una fiebre durante la noche que alcanza un umbral prefijado, el dispositivo 4 avisará automáticamente al padre y el aviso se puede hacer en cualquier localización remota. En una realización el parche inteligente se usa en hospitales y puede monitorizar remotamente a varios pacientes simultáneamente. Con el reciente mandato de la FDA de que las medicinas se etiqueten con etiquetas de RFID, tanto los pacientes, las medicinas como de hecho cualquier cosa se pueden monitorizar en tiempo real en los hospitales “inteligentes”. Los lectores en un hospital permiten la geolocalización y por lo tanto la monitorización en tiempo real de eventos completos en el hospital. Los lectores también pueden estar conectados directamente a una red, ofreciendo por lo tanto una gran flexibilidad en las infraestructuras que se usan. En una realización el parche cutáneo de temperatura es un Band - Aid inteligente.

En otra realización de la presente invención la combinación de etiqueta de RFID y parche cutáneo incluye una pluralidad de sensores que se pueden combinar para diferentes aplicaciones de diagnóstico que se pueden medir directamente sobre la superficie de la piel, a través de la piel, en el sudor de la piel o en sangre extraída directamente sobre un parche cutáneo desechable. En otra realización, el parche cutáneo también se puede usar

para medir parámetros externos tales como parámetros físicos, químicos o eléctricos o una combinación de los mismos sobre un paciente. Por ejemplo, el parche cutáneo de RFID se puede usar para monitorizar el corazón o para monitorizar factores externos que afectan a la piel tal como la radiación.

5 La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un parche cutáneo inteligente. Como se ilustra, el parche 4 tiene un módulo de sensor y etiqueta de RFID 11. La unidad de sensor y etiqueta de RFID 11 combina una etiqueta de RFID con al menos un sensor. Específicamente, el módulo de sensor y etiqueta de RFID 11 incluye un chip electrónico de RFID 10, un sensor 12 y al menos una antena 8. Usualmente, el parche 4 está compuesto de un fino soporte flexible 5 que tiene una superficie adhesiva 7. Sobre el soporte 5 está montada una antena 8 usualmente compuesta bien de una  
10 fina película metálica flexible tal como el aluminio o un material que se imprime usando tintas dopadas u otros materiales flexibles y altamente conductivos tal como los polímeros conductivos. La antena puede estar impresa sobre la superficie externa del parche cutáneo para evitar cualquier posible contacto o contaminación de la piel.

La antena 8 alimenta el chip electrónico de RFID 10. En una realización el chip electrónico de RFID 10 es pasivo. Como alternativa, como se reconocerá por un experto en la materia, el chip electrónico de RFID 10 puede ser activo. En cualquier caso, el chip electrónico de RFID 10 está localizado usualmente sobre un disco 6 que incluye uno o más sensores 12. El módulo de sensor y etiqueta de RFID 11 forma una unidad integrada sobre el disco de sustrato 6. El disco 6 puede ser bien un sustrato flexible tal como un plástico o un disco rígido que incluye diferentes tipos de sensores de semiconductor. Por ejemplo el disco 6 puede incluir una combinación de una etiqueta de RFID y otro  
20 sensor de baja potencia sobre un sustrato de silicio, por lo que la etiqueta de RFID sirve como alimentación y unidad inalámbrica y el sensor sirve como elemento de detección. El término etiqueta de RFID se refiere a la combinación de la antena 8 y el chip electrónico de RFID 10. La energía se puede almacenar en el chip electrónico pasivo por múltiples ciclos de energía de radiofrecuencia (RF) externa. Usando de la combinación de una etiqueta pasiva de RFID y las capacidades de almacenamiento de energía se pueden combinar sensores complejos con etiquetas de  
25 RFID directamente sobre un parche cutáneo desechable. Estos sensores no necesitan ninguna alimentación interna, son desechables y se pueden geolocalizar. Usualmente el coste de fabricación será inferior a 1\$, dando como resultado grandes ahorros, conveniencia y una seguridad mejorada.

Usualmente el disco 6 y los elementos de detección 12 están protegidos por al menos una capa protectora 20. Por consiguiente, cuando el parche 4 se posiciona sobre la piel, la capa 20 hace contacto directo con la superficie de la piel. La capa 20 puede ser semi-permeable y puede incluir una química específica que, en combinación con la química sobre cada sensor determinado 12, ayudan en la detección de una sustancia química específica o elementos biológicos. Por ejemplo, la capa protectora 20 puede filtrar ciertas proteínas o células y, al mismo tiempo, preparar la química para reacciones específicas sobre el sensor o sensores de acuerdo con una realización.  
35

Además el disco 6 puede incluir también sensores más complejos que detectan ópticamente cambios en la química de la sangre y pueden incluir uno o más diodos combinados con sensores (no mostrados). Por ejemplo se pueden usar pequeños diodos Schottky o de polarización inversa. Adicionalmente usando los adelantos en los polímeros y otras tecnologías de película fina se pueden imprimir complejas combinaciones de lector - sensor complejo de baja potencia o producirse a costes muy bajos. También se pueden usar sensores más complejos que se incorporan directamente sobre el chip electrónico o un chip electrónico añadido en el parche cutáneo inteligente.  
40

La tecnología de los parches inteligentes descrita en este punto puede realizar por lo tanto cualquier número de pruebas diferentes sobre un sujeto y procesarse remotamente por un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular. El dispositivo inalámbrico proporciona no solo la alimentación sino que también proporciona el medio para analizar y procesar los datos del sensor en el momento. Por lo tanto, los requisitos de procesamiento de la etiqueta de RFID y el elemento de detección son reducidos, reduciéndose por lo tanto los requisitos de costes y alimentación y haciendo la tecnología desechable. El dispositivo inalámbrico también puede proporcionar instrucciones paso por paso a un usuario para cada tipo de sensor determinado. Como la etiqueta de RFID proporciona una ID única al dispositivo inalámbrico, esta ID identifica de forma unívoca el tipo de sensor usado. Las nuevas clases de sensores de RFID también pueden formar parte de las normativas de RFID internacionales emergentes y tener identificadores de sensores únicos. Las tablas de datos 68 también son capaces de almacenar el número de identificación de cada uno de los sensores. Adicionalmente, las tablas de datos 68 que analizan cualquier sensor determinado se pueden almacenar sobre el chip, dentro del teléfono celular o remotamente. Por lo tanto, cualquier teléfono celular puede  
50 analizar en el momento cualquier tipo de etiqueta EPC de RFID o etiqueta de sensor de RFID, independientemente del fabricante y como se explica más completamente en esta invención.  
55

Las FIG. 3A y 3B ilustran diferentes tipos de elementos que se pueden incluir sobre el parche cutáneo 4. La FIG. 3A describe un tipo de sensor 12. En este caso, la superficie de sensor 34 está rodeada de electrodos conductivos 28. Usualmente ambos están impresos directamente o depositados sobre una superficie no conductiva 30. Los métodos para imprimir los sensores son bien conocidos por los técnicos en la materia. Como se ha indicado anteriormente, la superficie del sensor 34 puede estar protegida por otra capa química o una barrera físico-química 32 que puede ayudar a filtrar o eliminar ciertos elementos o refinar las reacciones químicas que ocurrirán sobre un área de sensor 34. Se pueden usar múltiples capas de barrera o superficie reactiva 32 (no mostradas) y se pueden separar por capas una sobre otra sirviendo como un método para separar los diferentes tipos de moléculas y que sirven como superficies reactivas para absorber, eliminar o modificar las moléculas o reactivos objetivo. Además como el disco 6  
60  
65

puede ser rígido, los sensores y las capas de separación pueden incluir metales, superficies con nano-poros o cualquier elemento que comprenda un sensor simple o complejo multicapa.

Además, se pueden usar diferentes tipos de sensores incluyendo sensores que sirven como referencia o sensores de calibración. Como la alimentación se proporciona por la etiqueta de RFID pasiva, se puede usar cualquier tipo de sensor o combinación de sensores sobre el parche cutáneo que respondan a estímulos tales como cualquier tipo de cambio externo químico, eléctrico o físico que puede ocurrir sobre la superficie de la piel. Se reconoce que la respuesta a estímulos incluye cualquier medida, detección y/o reacción por los sensores.

Sin embargo, la orientación del disco 6 que comprende los sensores puede ser bien con los sensores hacia la piel o en la cara exterior del mismo, dependiendo de la aplicación del sensor determinado. En una realización, el sensor puede incluir un circuito de microelectrónica que puede incluir por ejemplo al menos un diodo u otro medio óptico para realizar análisis de sensor complejos. Tales sensores pueden ser necesarios para algunas aplicaciones de la tecnología donde no son adecuadas químicas de detección más simples. Se apreciará que algunos de estos sensores se pueden incorporar directamente dentro del propio chip electrónico de RFID. Esto incluye por ejemplo un sensor de temperatura programable pero también puede incluir sensores que miden el movimiento o pequeños impulsos eléctricos sobre la piel. En otra realización el parche cutáneo es un sensor cardíaco. En otra realización el parche cutáneo mide un peligro externo para la piel o el sujeto, tal como la radiación. En otra realización más, el parche cutáneo de RFID incluye una pluralidad de sensores de diagnóstico.

La FIG. 3B muestra el disco 6 como una unidad totalmente integrada que comprende una antena bobinada 8, un chip electrónico de RFID 10, y múltiples elementos sensores 12. La antena puede estar montada sobre una cara del disco 6, mientras que los sensores pueden estar montados sobre la otra cara. Usando este enfoque y de acuerdo con una realización, la unidad integrada se puede montar directamente sobre un soporte 5 en un proceso de una etapa.

La FIG. 3C muestra otra realización de la presente invención. En este caso el parche cutáneo 4 también incluye una superficie dura 40 que incluye una o varias micro cuchillas 44 destinadas a ayudar en la extracción de una gota de sangre dentro de las áreas de sensor (no mostradas). Las aplicaciones de esta tecnología pueden incluir cualquier prueba diagnóstica donde se necesite extraer sangre. El parche cutáneo desechable con sensores de RFID que incluye las micro cuchillas simplemente necesitaría presionarse ligeramente sobre la piel para extraer suficiente sangre para un análisis causando un dolor mínimo al paciente. El parche cutáneo puede incluir incluso una sustancia química para neutralizar el dolor en el área inmediata a donde se extrae la sangre. Una vez que se aplica el parche sobre la piel se toma una lectura del sensor desde el dispositivo inalámbrico 2. En una realización esta prueba inalámbrica que usa un sensor de RFID se aplica a la monitorización de glucosa en la sangre usando una combinación de un parche cutáneo de RFID desechable y un dispositivo inalámbrico. Si se extrae sangre los elementos de sensor pueden incluir un mecanismo de filtrado y separación (tal como una superficie con micro o nano-poros). Además en otra realización el elemento de detección de RFID puede estar separado del elemento de extracción de sangre y ser reutilizable. Entonces el elemento sensor puede ser más complejo y se puede incluir, por ejemplo, directamente dentro de un reloj.

Además también se pueden usar métodos no invasivos para medir los niveles de glucosa u otras químicas corporales y combinarse con las tecnologías de RFID. Estos incluyen el uso de diodos u otros medios ópticos que pueden detectar los cambios óptico - químicos que se producen.

La FIG. 4 muestra un parche cutáneo 4 que incluye las tecnologías de etiquetas de RFID, las químicas de sensores adecuadas y en el caso de diabetes se puede usar un dispositivo mecánico como se describe en la FIG. 3C de auto-monitorización y auto-regulación de insulina usando un dispositivo inalámbrico modificado tal como un teléfono celular modificado 2. Los datos se obtienen a partir de un parche cutáneo desechable y se procesan por el microprocesador de un teléfono celular. En una realización el teléfono celular puede controlar a continuación una bomba de insulina remota mediante RF que se puede implantar en el cuerpo. En lugar de usar un dispositivo de monitorización de glucosa separado, se realizan pruebas de glucosa periódicas directamente sobre un teléfono celular modificado que usa parches cutáneos de sensor de RFID desechables. De este modo el paciente no necesita usar dos dispositivos y puede comprobar directamente los resultados anormales con su doctor en caso de necesidad. En algunos casos el parche cutáneo puede ser reutilizable usando reacciones reversibles sobre las superficies del sensor. En una realización se produce la inversión por un micro-calentamiento del área del sensor usando energía proporcionada remotamente por el dispositivo inalámbrico. Las implicaciones de la invención mostrada en la FIG. 4 es que cualquier sensor de RFID o Bluetooth se puede leer por un dispositivo como un teléfono celular modificado que puede servir también como un sistema de control para otras tecnologías inalámbricas que son dependientes de los valores de sensor. El dispositivo 2 también puede permitir la monitorización remota directa de un paciente determinado para otras funciones, alertas remotas y acceso a la consulta del médico o centro médico. Por ejemplo, el dispositivo puede monitorizar la función cardíaca sobre el parche cutáneo inteligente, la temperatura del paciente, la posición, etc.

La FIG. 5 muestra los elementos básicos del chip electrónico de RFID 10. El chip electrónico de RFID 10 está acoplado a la antena 8 que puede incluir elementos separados para enviar y recibir (no mostrados). Como se ha

tratado anteriormente, la combinación del chip electrónico de RFID 10 y la antena 8 se denomina como una etiqueta de RFID. La antena 8 puede estar impresa directamente sobre un polímero o un sustrato plástico. Los principios y la operación de la etiqueta de RFID que tienen una entrada de sensor se describen con detalle en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° de Serie 10/761.362, presentada el 22 de enero de 2004, titulada "Radio Frequency Identification Based (RFID) Sensor Networks", que se incorpora a este documento por referencia en su totalidad. También se hace una referencia adicional a la Patente 6.720.866 B1.

La antena 8 está conectada a una unidad de potencia 60 con un circuito de estabilización del voltaje, un controlador 62, una unidad de identificación 64 (que puede ser permanente o programable), una unidad de memoria 66, una tabla de sensores 68, un termistor o módulo / sensor de temperatura 70, y un convertidor de analógico a digital 72 y un filtro opcional 74. Preferiblemente, el sensor de temperatura 70 del chip electrónico de RFID 10 es una unidad programable altamente precisa, de muy baja potencia que posibilita una referencia precisa y puntos de calibración para cualquier aplicación del módulo de sensor y etiqueta de RFID 11. Además, el chip electrónico 10 puede incluir una unidad de almacenamiento de energía (no mostrada) que almacena la energía para la unidad de potencia 60. Esto es importante para sensores que exceden la potencia disponible para el chip pasivo. El dispositivo puede ser un chip electrónico de Clase 0, como se describe en la Patente 6.002.344, un chip de Clase 0+, un chip de Clase 1, un chip electrónico Gen-2 o cualquier otro chip electrónico de RFID o Bluetooth que sirve como un plataforma básica y está modificado para incluir una unidad de temperatura precisa incorporada, una unidad de estabilización de voltaje, un convertidor de A/D y la capacidad de incorporar al menos uno o una pluralidad de sensores que se incorporan a continuación dentro de los dispositivos descritos en esta invención y forman la base para los sensores de diagnóstico de RFID pasiva que se pueden leer directamente por dispositivos inalámbricos comunes de bajo coste tal como los teléfonos celulares modificados. Usando el enfoque pasivo aproximadamente están disponibles 10  $\mu$ vatios de potencia para los sensores desde el chip de RFID 10. Además, el voltaje se puede regular de forma precisa en el rango de 1 - 5 voltios, proporcionando una potencia adecuada para la mayor parte de los sensores de diagnóstico.

El chip electrónico de RFID 10 se fija a uno o múltiples sensores externos 12 que reciben potencia y están controlados por las unidades 60, 62, 72 y 74. Los sensores 12 y parte de la circuitería electrónica pueden estar compuestos de tintas dopadas o polímeros conductivos de bajo coste como se describe en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos Número de Serie 10/382.606, titulada "Method and Apparatus for Wide Area Surveillance of a Terrorist or Personal Threat", que se incorpora a este documento por referencia en su totalidad.

La FIG. 6 ilustra otra realización de módulo de sensor y etiqueta de RFID 11, que incluye un chip electrónico de RFID 10, una antena 8, un sustrato 55, terminales conductivos 28, y un elemento sensor 12. Para varias aplicaciones, en particular las aplicaciones de diagnóstico, se usa al menos un elemento de referencia 14. En algunas aplicaciones, el elemento de referencia o el sensor pueden incluir al menos un apantallamiento opcional 16. En una realización, el apantallamiento 16 es un apantallamiento de luz que cubre la película sensible a la radiación a usar para un módulo de sensor y etiqueta de RFID de radiación de bajo coste 11 que puede estar incluido en un parche cutáneo para un paciente o se puede usar para aplicaciones de Seguridad Nacional o de defensa. En una realización, tanto la etiqueta de RFID como los elementos 14 y 16 sirven como detectores de radiación. Se pueden usar varios tipos de polímeros sensibles a la radiación u otros materiales de película fina e imprimirse directamente sobre el sustrato de antena, creando un sensor de radiación pasivo de RFID de muy bajo coste. Como se pueden usar diferentes tipos de materiales sensibles a la radiación, se pueden producir sensores de radiación tanto cualitativos como cuantitativos a costes extremadamente bajos. Adicionalmente, se pueden incluir diodos de detección de radiación directamente en el chip 10, proporcionando además un medio de bajo coste para detectar un peligro de radiación.

En una realización el sensor 12 es un sensor químico. Por lo tanto se pueden incluir detectores de bajo coste tanto químicos como de radiación sobre un sustrato desechable de bajo coste que incluye una etiqueta de RFID inalámbrica y una unidad de potencia.

La FIG. 7 muestra las aplicaciones de otro tipo de tecnología de sensor de RFID novedosa combinada con ensayos desechables a través de flujo para formar un inmunoensayo de RFID pasiva inalámbrica desechable. Tales ensayos se pueden incluir en kits desechables 90 donde se proporciona la potencia remotamente por el dispositivo inalámbrico de bajo coste 2 y también se realizan los análisis sobre dicho dispositivo o remotamente a través de enlaces inalámbricos.

La FIG. 8 describe la tecnología de la FIG. 7 con más detalle. Una banda de prueba de inmunoensayo a través de flujo 90 incluye un puerto de entrada de muestras 92 y un sustrato 94 que permite la migración del analito sobre el ensayo por las fuerzas de capilaridad. El ensayo incluye una o múltiples áreas de prueba 96 que usualmente son anticuerpos inmovilizados que sirven como una superficie de captura para antígenos específicos que fluyen a través de la superficie de prueba. Tales pruebas se usan ahora comúnmente para la prueba de embarazo, para la presencia de proteínas o toxinas específicas y para la detección de patógenos específicos tales como el Estreptococo. Recientemente con el descubrimiento de los biomarcadores específicos de la enfermedad están comenzando a estar disponibles pruebas más complejas. Sin embargo usando métodos visuales, tales pruebas no proporcionan resultados cuantitativos precisos y por lo tanto aún están generalmente limitados a ensayos de "sí" o



“no” que indican simplemente la presencia o ausencia de una proteína o bio-analito determinados. Aunque las pruebas han mejorado enormemente hasta el punto de que ahora se han puesto en manos del público la cuantificación de la presencia o ausencia de determinadas proteínas sigue siendo un objetivo altamente deseable. Tal cuantificación, ahora se puede conseguir añadiendo la tecnología de RFID o Bluetooth como se muestra en la presente invención. Se añade un chip electrónico de RFID 10 sobre el dispositivo desechable 90 y que incluye conexiones conductivas 28 que van bien a la antena 8 o a las áreas de sensor 34. Para evitar cortocircuitar los electrodos 28 se pueden incorporar dentro de conducciones plásticas 98 que también pueden servir como canales para el analito que fluye a través del área del sensor 34. La impresión de las conexiones y los canales se puede hacer usando la tecnología de inyección de tinta u otro medio similar y es una tecnología de bajo coste bien conocida para los expertos en la materia. Las conexiones también se pueden laminar o moldear directamente dentro de los sustratos plásticos. También se pueden usar otros ensamblajes o métodos de producción de bajo coste.

Una de las áreas de prueba 96 puede ser un área de prueba de referencia que mide la cantidad de polvo presente sobre la superficie o la presencia o ausencia de proteínas determinadas u otros analitos. En algunas aplicaciones la superficie tiene que secarse antes de que leer los resultados sobre el dispositivo inalámbrico y esto puede hacerse automáticamente usando la banda o bandas de referencia. Además se puede usar una ventana (no mostrada) con un indicio visual de cuándo está lista la prueba para el análisis. Por ejemplo si la superficie de prueba tiene que secarse entonces se puede usar un simple cambio de color con un material higroscópico que cambia de rojo a azul dependiendo del nivel de humedad presente en la banda de inmunoensayo de RFID.

Usando este método, se pueden realizar muchos canales diferentes y se pueden realizar pruebas simultáneamente sobre una banda de prueba desechable única. Además esta tecnología se puede aplicar a diferentes tipos de ensayos tales como el flujo lateral, el flujo a través o ensayos de fase sólida o cualquier ensayo donde se transporta un analito a través de una superficie. Los métodos para fabricar la superficie de separación básica son bien conocidos por los expertos en la materia y pueden incluir nitrocelulosa u otros materiales similares.

La FIG. 9 muestra detalles del área de sensor 34. Los anticuerpos 100 están inmovilizados sobre el sustrato 94 usando métodos de impresión u otros métodos de deposición normalizados usados para la fabricación de ensayos de flujo lateral. A medida que un analito se transporta a través de la banda de prueba por acción de la capilaridad, los antígenos 104 que emparejan quedan fijados a los anticuerpos. Tales antígenos podrían ser proteínas encontradas en la sangre o la orina, proteínas encontradas sobre la superficie de patógenos o podrían ser otras moléculas biológicas. La tecnología se puede aplicar a cualquier situación de sensor con interacciones específicas de superficie a superficie. En una realización esto se aplica a las proteínas. En otra realización a ADN o ARN. Por lo tanto se hacen posibles los ensayos de ADN de sensores de RFID inalámbricos desechables que se leen directamente sobre un teléfono celular con la tecnología descrita en la presente solicitud.

Para permitir la conductividad entre los dos electrodos presentes en el área del sensor, en algunas aplicaciones se puede añadir otra capa de anticuerpos 106 que son específicos para el antígeno 104. Esta técnica se denomina en general como “ensayo de sándwich” y existen diferentes métodos para conducir tales ensayos. En este caso en lugar de tener tintes fijados a los anticuerpos, se fijan moléculas conductivas 108 que forman una capa conductiva dentro del área de sensor 34. Las moléculas conductivas pueden ser nano-partículas conductivas, proteínas conductivas, partículas metálicas que se fijan a la proteína o látex u otras cadenas que son conductivas. Como se ha indicado anteriormente si se usa ADN o ARN entonces se pueden fijar moléculas conductivas directamente a continuación a los filamentos de ADN o ARN coincidentes. La liberación de las moléculas conductivas 108 se puede temporizar de modo que el ensayo es un proceso simple de una etapa.

En algunas aplicaciones la banda puede necesitar un lavado y secado antes de que se realice la medición. El estado del sensor se puede evaluar electrónicamente por el uso de uno o más áreas de prueba de referencia donde el sensor consiste simplemente de un material que absorbe agua y por lo tanto permite medir el nivel de saturación y el estado de toda la superficie de la prueba. Tales mediciones se pueden realizar remotamente por el teléfono celular usando tablas de datos de los sensores que están almacenadas bien sobre el chip de RFID, sobre la memoria del teléfono celular o descargando las tablas de datos de sensores correctas desde una localización remota sobre la internet o una localización remota disponible a través de las redes inalámbricas. El método permite realizar análisis complejos en el momento.

Como la conductividad eléctrica de las áreas de superficie se puede medir con precisión se hacen posibles resultados cuantitativos precisos sobre electro - inmunoensayos de RFID inalámbricos desechables. Además, el área de prueba se puede hacer muy pequeña permitiendo la realización de más pruebas en un área determinada y dando como resultado por lo tanto un ahorro en los costes. En una realización la tecnología aplica los chips de ADN o ARN de alta densidad que están disponibles.

Además de los métodos conductivos descritos anteriormente, se pueden usar otros métodos que se basan en RFID o Bluetooth como la comunicación básica de bajo coste y la plataforma de potencia para un inmunoensayo de RFID desechable. Por ejemplo se pueden usar medios ópticos para evaluar la presencia y el nivel de una proteína determinada. Esto es posible porque la posición precisa de la deposición de un anticuerpo determinado es conocida y puede coincidir con un lector óptico. Se puede usar un sistema dual donde el sustrato desechable con la proteína o

la prueba de ADN se inserta dentro de un lector (no mostrado) que comprende un módulo de comunicación y alimentación de RFID que se puede leer directamente con un dispositivo como un teléfono celular, PDA u ordenador en la consulta del doctor.

5 Debido a que la tecnología descrita en las FIG. 7 - 9 es de bajo coste y cuantitativa, tiene amplias aplicaciones en el mercado. En una realización se aplica a la Seguridad Nacional, donde se pueden realizar comprobaciones instantáneas por las fuerzas de seguridad por ejemplo para confirmar en el momento la presencia o ausencia de un patógeno determinado. En una realización, se aplica la tecnología para la seguridad alimenticia para las personas. Por ejemplo, usando esta tecnología se pueden detectar trazas de elementos en la alimentación para las personas  
10 con ciertas alergias tales como las alergias a los cacahuetes. En una realización la tecnología se aplica a las auto-pruebas médicas para una condición médica determinada (por ejemplo, un ataque del corazón). En una realización la tecnología se aplica para el cribado de una condición médica determinada tal como una condición de pre-cáncer.

15 La tecnología también se puede miniaturizar y aplicarse a micro o incluso nano-sensores con un área de sensor muy pequeña con la potencia proporcionada y retransmitida por un chip electrónico de RFID o Bluetooth modificado a un dispositivo de procesamiento inalámbrico remoto tal como un teléfono celular.

La FIG. 10 muestra las etapas involucradas en la fabricación de bandas de detección inalámbrica de RFID específicas de una enfermedad. Usualmente los resultados de la investigación del Genoma o el Proteoma 111 producen biomarcadores específicos de una pre-enfermedad o enfermedad temprana 112 asociados con una condición determinada. Una vez que se identifican estos marcadores específicos, se pueden aislar los anticuerpos específicos de la enfermedad o receptores de superficie 113. Estos se integran a continuación dentro de los sensores de RFID específicos de la enfermedad 114 dando como resultado un kit final de prueba auto-contenido específico de la enfermedad 115.

25 Usando el enfoque descrito en las FIG. 7 - 10 se puede producir cualquier banda de prueba de RFID inalámbrico desechable específico. Como cada etiqueta de RFID 10 contiene su propio número de identificación electrónico 64, el dispositivo inalámbrico 2 puede reconocer inmediatamente el tipo de sensor involucrado y realizar el análisis correcto. Esto es porque un teléfono celular modificado determinado puede descargar el software necesario, las tablas de datos, etc., desde una localización remota a través de un enlace inalámbrico y se puede convertir instantáneamente en un dispositivo "inteligente" para cualquier tipo determinado de sensor de RFID. Además como se pueden realizar muchos tipos diferentes de pruebas a la vez sobre la misma plataforma inalámbrica desechable es posible una validación y calibración cruzada. Debido a las capacidades de acceso remoto de datos y de procesamiento remoto del lector inalámbrico, la tecnología descrita en este punto permite la detección ubicua y el análisis para cualquier tipo de sensor de RFID usando una única plataforma inalámbrica común tal como un teléfono celular modificado. Los sensores de RFID no necesitan usar una batería y son por lo tanto de muy bajo coste. Además para algunas aplicaciones tales como la monitorización remota de temperatura el sensor es totalmente reutilizable.

40 La FIG. 11 muestra la aplicación de la tecnología para la medición de varios gases diferentes simultáneamente usando un único chip sensor de RFID desechable. Como parte del sustrato de antena 55, un área 110 está compuesta de una pluralidad de sensores diferentes 12 con terminales conductivos 28. Normalmente cada uno de los sensores 12 es un polímero o sustancia química diferente que puede reaccionar de forma diferente con las sustancias químicas presentes en el aire. Como los sensores 12, el área 110 y el chip electrónico de RFID están en el mismo sustrato, los costes de fabricación son muy bajos y toda la unidad que comprende el área 110 incluyendo los sensores 12 se puede ensamblar en una única etapa.

50 El área 110 está normalmente expuesta al aire para permitir que tengan lugar reacciones químicas. En una realización, el sensor está encerrado en una bolsa sellada (no mostrada) que se puede abrir en un momento determinado por un usuario del sensor para comprobar un entorno determinado.

Esta tecnología de "nariz" y aplicaciones de la misma se describen con más detalle en la solicitud de patente pendiente, Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° de Serie 10/382.606, titulada "Method and Apparatus for Wide Area Surveillance of a Terrorist or Personal Threat", que se incorpora a este documento por referencia en su totalidad.

60 La FIG. 12 muestra otra realización de la presente invención que se refiere a las tecnologías de Punto de Cuidado (Point-of-Care) o diagnóstico. Específicamente combina las tecnologías de laboratorio en un chip (o LOC) con la tecnología de sensor de RFID como se muestra en 118. La tecnología de laboratorio en un chip está bien descrita en la literatura científica y consiste en múltiples canales microfluídicos 124 bien con una prueba, entrada o pozos de sustancias químicas 120. Las reacciones en los pozos 120 se pueden medir usando la tecnología de RFID ya que los terminales conductivos 28 del chip electrónico de RFID 10 se pueden enlazar directamente a cada uno de los pozos de prueba 120. Una antena se puede imprimir o montar en otra capa del chip electrónico o directamente en el dorso del dispositivo. Además los terminales 28, la antena y el chip electrónico 10 se pueden incorporar dentro del chip LOC, impidiendo por lo tanto el cortocircuito de los electrodos o la electrónica. Como LOC permite la separación y análisis de muestras complejas, esta tecnología permite realizar las pruebas de LOC independientemente de un  
65

lector complejo o caro. En su lugar se puede usar un simple dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular o PDA. En una realización el teléfono celular también controla la separación y el control de los canales microfluídicos 124 para análisis de LOC más complejos. En una realización se incluyen un LED y otros dispositivos de detección o medición electrónicos en el chip de LOC-RFID. Por lo tanto esta tecnología es desechable y permite pruebas complejas que requieren que la separación y mezcla tengan lugar directamente a manos del público.

La FIG. 13 muestra cómo se puede leer directamente una unidad de sensor LOC-RFID 118 desde un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular, eliminando por lo tanto la necesidad de un lector de LOC. En el caso de análisis tipo LOC los datos pueden ser complejos y exceder las capacidades de procesamiento del lector inalámbrico de bajo coste. En este caso los análisis se pueden realizar remotamente por ejemplo sobre un ordenador remoto al que se puede acceder directamente a través de un enlace inalámbrico. Por ejemplo se puede proporcionar una localización centralizada con un acceso de marcación directa que está disponible para el usuario del teléfono celular. También se pueden usar otros sistemas de comunicaciones. Por ejemplo, como se ha indicado anteriormente, un teléfono celular equipado con Bluetooth, una PDA u otro dispositivo, que también es compatible con RFID puede tener medios incorporados para acceder directamente a la Internet.

La FIG. 14 muestra la integración de los sensores del Sistema Micro Electro Mecánico (MEMS) 140 con la tecnología de RFID. En una realización, un chip electrónico de RFID 10 con terminales conductivos 28 se combina directamente con un sensor MEMS proporcionando la potencia para el sensor. En una aplicación el sensor MEMS 140 incluye una superficie resonante 148. Los terminales de la antena 8 solo se muestran parcialmente y usualmente no forman parte del área del sensor. En este caso particular, los terminales 28 se exponen al aire y por lo tanto las aplicaciones de la tecnología son más adecuadas para la detección de gases. Sin embargo, son posibles varias configuraciones diferentes de sensores MEMS y solo se muestra una en este punto. Como algunos sensores MEMS pueden requerir más potencia que la que usualmente está disponible en un chip pasivo de RFID, el chip electrónico se puede modificar para elevar el voltaje y/o para almacenar la corriente necesaria requerida para leer los sensores de tipo MEMS. Como alternativa el sensor puede incluir una batería.

La FIG. 15 muestra la integración de la tecnología de diagnóstico de sensores de RFID pasiva aplicada a los alimentos. En este caso la unidad de sensor 10 está incluida dentro de un corcho de vino 150 para aplicaciones de "vino inteligente". En una realización, un chip electrónico de RFID con terminales conductivos 28 se monta directamente dentro del corcho 150 mientras que la antena (no mostrada) está usualmente fuera de la botella y puede formar parte del envoltorio en la parte superior de la botella de vino. Toda la unidad se inserta dentro de la botella de vino 155. En otra realización toda la unidad con la antena forma parte del corcho. Si la química del vino cambia, el corcho se deteriorará debido a los cambios en la acidez del vino y esto se puede medir exteriormente electrónicamente con un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular modificado 2. Por lo tanto antes de la compra usando un teléfono celular modificado 2 el consumidor puede detectar inmediatamente una botella de vino mala de una buena. Tales aplicaciones son particularmente relevantes para vinos caros que deben envejecer bastante y están sujetos a muchos cambios en la temperatura, etc. En otra realización, la tecnología de las etiquetas de RFID descrita en este documento puede incluir un módulo de temperatura y una memoria, el perfil completo de la temperatura de almacenamiento del vino se puede grabar sobre la etiqueta pasiva de RFID y se puede recuperar por el cliente sobre el teléfono celular antes de la compra. Si por ejemplo, el vino no se almacenó adecuadamente esto se sabrá por el cliente. El perfil de temperatura para los vinos se puede almacenar sobre el chip electrónico por ciclos periódicos de "encendido" o se puede almacenar remotamente y recuperar directamente de una base de datos remota usando el dispositivo inalámbrico a través de un enlace inalámbrico. También se pueden usar otros medios de alimentación eléctrica y almacenamiento. Tales aplicaciones son particularmente relevantes para los vinos de "gama alta".

La FIG. 16 muestra otra realización más de la presente invención aplicada a otros artículos de alimentación y en este caso a quesos "inteligentes". Los quesos, como los vinos, se pueden estropear sin el conocimiento del consumidor y antes de abrir el embalaje. En este caso un queso 170 incluye una etiqueta de RFID electrónica que también incluye una almohadilla de sensores 176 con al menos dos sensores 178 y 180. En la FIG. 16, no se muestran ni la antena ni el chip electrónico de RFID en beneficio de la simplicidad. Un sensor puede estar compuesto de un material higroscópico para determinar el nivel de humedad del queso 170. El otro puede ser un polímero que es sensible o reactivo a ciertos olores asociados con el envejecimiento o la degradación del queso 170 como resultado de la acción bacteriana. Si el queso 170 se estropea usualmente es porque el nivel de humedad es incorrecto o porque se ha degradado por la acción bacteriana. Usando varios sensores se puede asegurar una evaluación precisa de la calidad del queso remotamente por el consumidor antes de la compra usando un teléfono celular 2 con capacidad de lectura de RFID. El tipo de ID de sensor se compagina con las tablas de datos y las instrucciones de procesamiento que se pueden descargar directamente dentro del teléfono celular. Véase la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° de Serie 10/761.362 presentada el 22 de enero de 2004, titulada "Radio Frequency Identification Based (RFID) Sensor Networks", que se incorpora a este documento por referencia en su totalidad.

La FIG. 17 muestra una tecnología general de etiquetas de diagnóstico de alimentos de RFID pasiva imprimible 202 que incluye un sensor 204 que determina si el artículo de alimentación determinado se ha estropeado. La etiqueta 202 está montada usualmente en plástico e incluye un chip electrónico de RFID 10 y una antena 8 montada sobre el

5 sustrato 55. También están incluidos los terminales conductivos 28. En una realización, todas las áreas excepto el sensor 204, limitadas por el área 206, están laminadas en plástico o el cuerpo de la unidad de almacenamiento (por ejemplo, un tetrabrik de leche) para evitar el cortocircuito de los electrodos o terminales conductivos 28. Por lo tanto, este sensor puede estar incluido directamente dentro de un líquido o superficie de alimento con un alto nivel de humedad.

10 La tapa del sensor 208 está depositada sobre el área del sensor 204. La tapa del sensor 208 contiene una sustancia química que es específica para el artículo de alimentación y que se hace reactiva solo si el alimento se estropea. Por ejemplo, la etiqueta del sensor se puede incluir directamente dentro de los embalajes de carne sobre la propia superficie de la carne. La etiqueta de RFID puede contener toda la información propia de la carne (precio, fecha de empaquetado, etc.) pero en este caso el consumidor podrá determinar también la ocurrencia de contaminación bacteriana. Esto es debido a que la tapa del sensor 208 puede estar fabricada para que sea altamente sensible a la acción enzimática por una bacteria específica. Si está presente un tipo determinado de bacteria sobre la superficie de la carne comenzará a degradarse preferentemente la tapa de sensor 208. La tapa del sensor 208 es normalmente resistente al agua y contiene una sustancia dopante que favorecerá la degradación enzimática para cada tipo de bacteria. Esto permitirá exponer los electrodos y cambiar la conductividad sobre la superficie del área de sensor 204.

20 Los mismos principios se pueden aplicar a cualquier situación con una interacción química específica. Por ejemplo, la tecnología se puede montar directamente dentro de los tetrabriks de leche. Si la leche se estropea entonces su química cambiará y el cambio de la química se puede adaptar para reaccionar específicamente con la tapa del sensor 208. Se apreciará que se pueden usar muchos sensores diferentes con un único chip de RFID, permitiendo por lo tanto la identificación de tipos específicos de bacterias. Además, en otra realización, el grosor de la tapa del sensor 208 se varía en sensores diferentes permitiendo por lo tanto una evaluación de la cantidad de bacterias presentes. Si están presentes más bacterias las tapas del sensor 208 se degradarán más rápido y las tapas del sensor más gruesas 208 se degradarán más tarde. Por lo tanto, esta tecnología proporciona una solución general de bajo coste para la industria alimenticia y combina el etiquetado con etiquetas de RFID electrónicas con la tecnología de detección de bajo coste.

30 La FIG. 18 muestra una aplicación de diagnóstico de sensores pasivos de RFID aplicados al estrés. En esta realización, se proporciona un sensor de estrés de RFID 295 que está compuesto de dos partes distintas. La primera parte forma una unidad de potencia y comunicación 290 que incluye una etiqueta de RFID y una antena 8. La unidad 290 está conectada a un sensor 260 que incluye puntos de fijación 270, que usualmente permiten un montaje rígido, terminales elásticos 275 y un área de conexión 280. Usualmente, el área de conexión 280 es del tipo de "inserción" fácil para permitir al usuario un fácil montaje del sensor sobre cualquier tipo de superficie. Ambos componentes forman una unidad de sensor de estrés 295.

40 La tecnología funciona como sigue. El sensor de estrés 295 se fija firmemente por un usuario mediante el uso de puntos de fijación 270. El sensor de estrés 295 se puede fijar con tornillos o pegamentos especiales a áreas donde puede ocurrir un posible estrés estructural y se necesita medir remotamente. Usualmente el sensor 260 está compuesto de una película fina de un material tal como una banda de metal flexible que puede estar encerrado en una película fina de plástico (no mostrada). Se pueden usar cualesquiera metales que sean altamente conductivos y que se puedan estirar como el aluminio, el oro o el cobre. El área 290 no está fija y por lo tanto no está sujeta al estrés. Las mediciones de conductividad se toman periódicamente mediante un lector inalámbrico remoto tal como un teléfono celular y se almacenan en memoria o sobre una base de datos remota. Los dispositivos inalámbricos de bajo coste tales como los teléfonos celulares modificados o lectores de etiquetas de RFID se pueden montar cerca de los sensores y usarse para monitorizar periódicamente el estrés. Si se produce el estrés el sensor 260 se expandirá. Como la temperatura de referencia es conocida, los cambios en la conductividad o resistencia de la banda se pueden medir con precisión. Como esta tecnología es inalámbrica y no tiene baterías, se destina para la monitorización a largo plazo en áreas donde el acceso visual es difícil o no es posible. Esto incluye vigas estructurales ocultas en edificios, puentes, etc., pero también en áreas cualesquiera de estrés elevado (aeroplanos, casas, etc.). El estrés se puede monitorizar también más dinámicamente con estructuras MEMS resonantes o acelerómetros como se indica en la FIG. 14. También se pueden usar varios otros métodos tales como la medición de compresión, usando materiales piezoeléctricos, pérdida de conductividad en terminales que se rompen o chasquean como resultado del estrés, etc. Existe un amplio mercado de aplicaciones para la tecnología, por ejemplo, la inserción de sensores de RFID inalámbricos en ventanas para aplicaciones del hogar "inteligente", etc.

60 Las FIG. 19A y 19B muestran otra aplicación más de la tecnología aplicada a un sensor de insectos de RFID tal como un sensor de termitas. En la FIG. 19A toda la unidad de sensor está encerrada en una unidad 310 que es altamente atractiva para las termitas tal como un bloque de madera. La unidad 310 puede formar una "base" de un tamaño normalizado que se inserta en los soportes estructurales de madera. La unidad comprende una antena 8, un chip electrónico de RFID 10 y terminales que se muestran con más detalle en la FIG. 19B.

65 La FIG. 19B muestra los detalles de la tecnología en una realización. Los terminales conductivos 28 están separados por un espaciador 320 que está hecho de un material no conductor que es altamente atractivo para las termitas tal como la madera. Si las termitas están presentes entonces se comerán el espaciador 320 y el espaciador

que separa los electrodos o terminales 28 desaparecerá. Los electrodos 28 se pueden forzar a juntarse por un muelle (no mostrado). Cuando el espaciador ha desaparecido, los electrodos se cortocircuitan y por lo tanto se sabe que las termitas están presentes. En el caso de que se usen electrodos tales como los mostrados en la FIG. 19B se puede usar una unidad de montaje de potencia similar a 290 (FIG. 18). Otros métodos conductivos simples se pueden usar para este tipo de sensor.

Como esta es una tecnología inalámbrica de bajo coste sin baterías, la tecnología se puede usar en áreas ocultas tal como en soportes estructurales en casas, etc. La tecnología se puede usar para monitorizar remotamente cualquier tipo de daño por insectos, o incluso se puede aplicar a agentes patógenos tales como las bacterias usando materiales de superficie específica que se degradan solo en la presencia de ciertas enzimas.

La FIG. 20 muestra los usos de la tecnología para la comprobación de la interacción de medicinas o para la auto-comprobación médica general para cualquier condición determinada. En una realización después de haber tomado la medicina 360, se coloca una banda de sensor de RFID inalámbrico desechable 90 en una muestra de orina 364. Tales bandas se pueden proporcionar gratis con medicinas determinadas donde pueden ocurrir ciertas toxicidades como resultado de la combinación con otras medicinas. Usando un dispositivo inalámbrico de bajo coste tal como un teléfono celular 2 con capacidad de lector multiprotocolo de RFID, se pueden realizar pruebas complejas de interacción de medicinas en el momento a un coste muy bajo. Esto es posible por el acceso inalámbrico a las torres de telefonía celular 380, el acceso a la Internet 390 y a una unidad de almacenamiento remoto / procesamiento de datos 400. En una realización la unidad de almacenamiento remoto / procesamiento de datos 400 está realizada como un ordenador o una base de datos electrónica. Por consiguiente mediante el uso del ordenador 400 (en adelante en este documento la unidad de almacenamiento remoto / procesamiento de datos 400 se denominará como el ordenador 400), un paciente puede bien descargar los datos al ordenador 400 o descargar dentro del teléfono celular la información necesaria para dirigir cualquier prueba determinada haciendo coincidir la ID del sensor de RFID con un software determinado y las tablas de datos almacenadas remotamente sobre el ordenador 400 a través del enlace 392. En una realización el ordenador 400 es un ordenador de la consulta del médico. En otra realización el ordenador 400 es una base de datos de la interacción de medicinas de una compañía farmacéutica. En otra realización más el ordenador 400 es un ordenador que contiene tablas de referencia para todos los tipos de sensores de RFID. Como la RFID identifica cada una de las pruebas de forma unívoca se asegura el emparejamiento de datos, análisis, protocolos y/o software. Los principios descritos en esta realización se extienden más allá de la comprobación de medicinas. Usando bandas de prueba de RFID desechables 90 con receptores específicos para biomarcadores específicos, las pruebas se pueden realizar para cualquier condición médica directamente por un paciente usando un dispositivo inalámbrico tal como un teléfono celular modificado. A medida que el descubrimiento de los biomarcadores se hace más refinado se han podido usar las tecnologías comunes inalámbricas para autodiagnósticos para casi todo usando tecnologías inalámbricas de bajo coste tales como los teléfonos celulares. Tales pruebas de diagnóstico de bajo coste serán importantes en configuraciones donde no hay disponible un equipo de laboratorio sofisticado pero donde está disponible la tecnología de teléfono celular. El uso de la tecnología descrita en esta realización puede ser particularmente relevante para países menos desarrollados donde el equipo de laboratorio sofisticado no está siempre disponible localmente.

La FIG. 21 muestra las aplicaciones generales de los sensores de RFID de diagnóstico pasivos para redes de sensores inalámbricos y dispositivos inalámbricos, geolocalización inalámbrica, la Internet, el acceso a bases de datos remotas, el almacenamiento de datos remoto, y los análisis de datos remotos. Específicamente como se describe en este solicitud se puede usar una etiqueta de diagnóstico de RFID pasiva 10 para identificar cualquier peligro determinado 460 en cualquier localización determinada. La etiqueta inalámbrica 10 se puede activar por el dispositivo inalámbrico 2 a través de un enlace inalámbrico 480. El microprocesador y el lector de RFID dentro del dispositivo inalámbrico 2 posibilitan las funciones de procesamiento 500, que incluyen la lectura, análisis y geolocalización por un sistema de posicionamiento global (GPS) o un medio no GPS. La lectura, análisis y geolocalización por GPS o un medio no GPS se describen en la Patente de los Estados Unidos N° 6.031.454 que se incluye a este documento por referencia en su totalidad. El dispositivo inalámbrico 2 puede comunicar con una torre de telefonía celular próxima o el receptor 380 a través del enlace inalámbrico 510 o indirectamente por otros medios existentes o medios de comunicación inalámbrica emergentes como el Bluetooth. La torre de telefonía celular 380 está enlazada con la Internet 390 o las redes inalámbricas mediante enlaces software o hardware 520 y con al menos un ordenador remoto 400 a través de enlaces software o hardware 540. El ordenador remoto 400 permite las funciones 550, incluyendo el almacenamiento de las tablas de RFID y el software asociado para analizar en el momento cualquier etiqueta determinada de sensor de RFID de diagnóstico 10. Además usando los enlaces software o hardware 630 se puede usar cualquier dispositivo inalámbrico remoto 600 que proporcione las funciones 620 que permiten el acceso remoto de cualquier etiqueta de sensor de RFID determinada a través del dispositivo inalámbrico 2.

Las implicaciones de la FIG. 21 son las siguientes. Cualquier dispositivo inalámbrico 600 en cualquier localización geográfica determinada puede interrogar a cualquier sensor de RFID determinado 10 en otra localización. El sensor 10 puede ser una pluralidad de sensores de diagnóstico. Por ejemplo una aplicación simple es la siguiente: el sensor 10 puede ser un sensor de temperatura localizado en una segunda casa y puede incluir un parche adhesivo inteligente que está colocado sobre una tubería. El propietario de la casa puede comprobar remotamente la temperatura en la casa desde cualquier localización determinada por ejemplo si las conducciones están en riesgo de

congelación. La funcionalidad de dos direcciones se incorpora dentro del dispositivo 2. Esto es, el dispositivo 2 se puede programar para marcar o enviar datos remotamente o activarse e interrogarse en cualquier momento desde cualquier localización.

5 La FIG. 22 explica con más detalle las funciones en la FIG. 21 y las descritas en esta invención. Cualquier lector inalámbrico de RFID se puede usar para leer un sensor pasivo de RFID compatible pero una clara mejora es usar un lector multiprotocolo (tal como un lector habilitado para Gen-2). Una mejora adicional es poner la capacidad del lector multiprotocolo directamente sobre un único conjunto de chips y más preferentemente este conjunto de chips es el chip electrónico central de un dispositivo inalámbrico común tal como un teléfono celular. Estará claro para los  
10 expertos en la materia que la capacidad del lector también puede estar integrada sobre un chip electrónico separado que se puede incluir en un ordenador como parte de una tarjeta inteligente que se puede enchufar o incluso un dispositivo lector de RFID conectado a un puerto de Bus Serie Universal (USB) o incorporado en el mismo o un medio de conexión conveniente similar. Tal dispositivo es más útil por ejemplo para una consulta de un médico donde las funciones de diagnóstico de los sensores de diagnóstico de RFID pasivos descritas en este punto se  
15 pueden explotar completamente. Además los dispositivos descritos en este punto pueden ser compatibles con Bluetooth, Zigbee u otras tecnologías emergentes, que permiten una flexibilidad adicional.

Para la interrogación de aplicaciones de cliente de cualquier etiqueta de RFID determinada se puede realizar fácilmente sobre un teléfono celular modificado que incluye bien un botón de lectura de RFID especial o presionando  
20 una serie de teclas existentes sobre un teclado. Una vez que se ha activado una etiqueta determinada, el dispositivo lector puede recuperar el número de ID de la etiqueta como se muestra por la función 700. El lector puede reconocer inicialmente o no la etiqueta como se muestra en 708. Si las nuevas normativas internacionales se adoptan para las etiquetas de sensor de RFID entonces tal reconocimiento estará normalizado y se puede integrar bien con la propia etiqueta y/o la tabla de datos en el lector 2. Si la ID de la etiqueta del sensor se reconoce entonces el dispositivo  
25 lector puede tener o no tener el software necesario y la capacidad de procesamiento para analizar dicho sensor como se muestra en 716. Si el software está disponible entonces el análisis se puede completar inmediatamente como se muestra en 746. Sin embargo si el software no está disponible entonces el dispositivo debe obtenerlo primero desde una base de datos remota determinada 400 mediante la función 720. Esta puede ser una base de datos centralizada para las etiquetas de RFID o una base de datos de diagnósticos que se accede solo pagando una  
30 tasa de acceso. Posteriormente, la ID del sensor de RFID se compagina con la de una clase determinada de sensor (por ejemplo, un sensor de glucosa) y el software y/o las instrucciones para el análisis se descargan dentro del lector 2 como se muestra en la función 738. El dispositivo se equipa a continuación para realizar el análisis 746. Puede ocurrir una comunicación adicional con el ordenador 400 si los análisis son complejos (por ejemplo, una red neuronal o multi-variable) y exceden las capacidades de procesamiento del lector. Los resultados se representan  
35 posteriormente sobre el teléfono celular o lector como se muestra en 758. Como alternativa los resultados se pueden representar o almacenar remotamente (por ejemplo, en la consulta de un médico, etc.). El modo descrito anteriormente no está limitado a los sensores de diagnóstico de RFID pasivos. Puede incluir también etiquetas de EPC, otras etiquetas o sensores de RF tal como de Bluetooth y otras funciones inalámbricas tales como la compra inteligente o el "monedero inteligente".

40 La FIG. 23 muestra la integración de los dos tipos de funciones del lector de sensores en un único lector inalámbrico y un nuevo tipo resultante de conjunto de chips inalámbricos que puede estar incluido en cada lector inalámbrico. Comenzando con el dispositivo 800 y como se explica en la patente N° 6.031.454 y la solicitud de Patente US 2004/0119591 A1 del presente inventor que se incorporan por referencia en su totalidad, un dispositivo inalámbrico  
45 tal como un teléfono celular se puede modificar para acomodar cualquier número de sensores 816, incluyendo sensores de diagnóstico. Estos son usualmente sensores "activos" ya que están conectados directamente al propio dispositivo inalámbrico. Un ejemplo de esto es un teléfono celular que también es un detector de asma específico de la persona como se describe en la Solicitud de Patente US 2004/0119591 A1. Además de esta capacidad, cualquier dispositivo inalámbrico 2 tal como un teléfono celular también se puede modificar para interrogar remotamente a  
50 cualquier sensor inalámbrico activo o pasivo 4 como se describe en esta solicitud. Esta capacidad más preferentemente es una capacidad multiprotocolo e incluye las normativas emergentes tales como Gen-2, otras normativas internacionales futuras para RFID y Bluetooth.

El teléfono celular puede tener ya otras multifuncionalidades integradas en el mismo (tal como el acceso a Internet).  
55 Una normativa emergente ampliamente adoptada se denomina como la funcionalidad de la Tercera Generación o 3G que se incluye directamente en el conjunto de chips.

En esta invención, la capacidad para leer cualquier sensor que se puede "enchufar" y cualquier sensor inalámbrico remoto se combinan en 850 y da como resultado un nuevo conjunto de chips multifunción que permite a cualquier  
60 dispositivo inalámbrico leer cualquier sensor, ya sea un sensor que se puede "enchufar" o un sensor inalámbrico remoto. Más preferentemente estas capacidades se incluyen dentro del chip electrónico inalámbrico central (tal como el chip 3G), extendiendo por lo tanto las capacidades del dispositivo inalámbrico para leer y analizar instantáneamente cualquier tipo de sensor, etiqueta de RFID, etiqueta de sensor de RFID o sensor Bluetooth, independientemente del fabricante, la localización o la naturaleza del sensor.

65 Como se ha descrito en las realizaciones anteriores, se pueden usar sensores de RFID pasivos inalámbricos para

5 muchos tipos diferentes de aplicaciones de diagnóstico en los mercados de consumidores, defensa y Seguridad Nacional, la industria de seguridad de edificios, la industria de diagnósticos médicos, la industria de seguridad alimentaria, y para la seguridad doméstica y otras aplicaciones que usan un dispositivo inalámbrico común tal como un teléfono celular modificado. Esta tecnología proporciona una gran conveniencia a los consumidores, a los trabajadores o a cualquier persona afectada con la detección de amenazas externas o que tiene necesidades o cuidados médicos especiales.

10 Las tecnologías de los sensores de diagnóstico descritas en este punto también se pueden adaptar a las redes y a emergencias nacionales, donde los artículos etiquetados se pueden leer remotamente (a miles de decenas de centímetros), empleando lectores especiales de alta potencia.

15 Aunque se han descrito anteriormente diversas realizaciones de la presente invención, se debería entender que se han presentado solo a modo de ejemplo, y no de limitación. Será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios en forma y detalle en la misma sin alejarse del espíritu y alcance de la invención. De este modo, la amplitud y el ámbito de la presente invención no se deberían limitar por cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente sino que se deberían definir solo de acuerdo con las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip para uso al realizar mediciones de diagnóstico rápidas que comprende:
- 5 una banda de ensayo de sensor microfluídico de laboratorio en un chip (LOC) que comprende un sustrato que contiene una pluralidad de pocillos y una pluralidad de canales microfluídicos;  
 una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que comprende una antena, un número de identificación único, un chip electrónico de RFID y al menos un módulo de sensor integrado con dicho sustrato, con una  
 10 pluralidad de terminales conductores que conectan dicho chip electrónico de RFID y módulo de sensor a dichos pocillos y dichos canales, y estando adaptados dicho chip electrónico de RFID y dicho módulo de sensor para detectar, controlar y transmitir señales que corresponden a reacciones que tienen lugar en dichos pocillos y para transmitir dicho número de identificación;  
 un lector inalámbrico adaptado para comunicar con dicha etiqueta de RFID y módulo de sensor para recibir  
 15 dichas señales que corresponden a dichas reacciones que tienen lugar en dichos pocillos y dicho número de identificación, dicho lector inalámbrico adaptado para controlar dichos canales microfluídicos y separación de muestras enviando señales a dicho chip electrónico de RFID y módulo de sensor; y  
 dicho lector inalámbrico adaptado adicionalmente para comunicar a través de una red mediante el uso de  
 20 múltiples protocolos de comunicación para descargar software desde una localización remota para posibilitar la lectura y el análisis de dichas señales recibidas desde dichos chip electrónico de RFID y módulo de sensor basándose en dicho número de identificación única.
2. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicho lector inalámbrico es un teléfono celular.
- 25 3. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicho chip electrónico de RFID incluye un sensor de temperatura.
4. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha banda de ensayo de sensor microfluídico de LOC es desechable.
- 30 5. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que al menos uno de dichos pocillos es un pocillo de entrada.
- 35 6. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que al menos uno de dichos pocillos es un pocillo de ensayo.
7. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que al menos uno de dichos pocillos es un pocillo químico.
- 40 8. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha banda de ensayo de sensor microfluídico de LOC está adaptada para realizar mediciones de proteína cuantitativas.
- 45 9. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha banda de ensayo de sensor microfluídico de LOC está adaptada para realizar mediciones de biomarcadores cuantitativos.
- 50 10. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha banda de ensayo de sensor microfluídico de LOC está adaptada para realizar un ensayo de ADN en una muestra.
11. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicho chip electrónico de RFID que se comunica con dicho lector inalámbrico proporciona potencia a dichos pocillos y canales microfluídicos.
- 55 12. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha etiqueta de RFID incluye el chip electrónico de RFID seleccionado a partir del grupo que consiste en un chip de RFID, un chip de Bluetooth, un chip de Zigbee y un chip del IEEE 1073.
- 60 13. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dichos múltiples protocolos de comunicación incluyen Bluetooth, Wi-Fi, Banda ancha, WLAN o protocolos de comunicación de 3G.
- 65 14. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicha reacción es la mezcla de una muestra en un pocillo.



15. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que al menos una de dicha banda de ensayo de sensor microfluídico de LOC o dicho lector inalámbrico está adaptado adicionalmente para ser geolocalizado por uno de un sistema de posicionamiento global o un sistema distinto del sistema de posicionamiento global por medio de triangulación.

5 16. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, en el que dicho lector inalámbrico está adaptado adicionalmente para comunicar a través de una red mediante el uso de múltiples protocolos y para cargar dichas señales recibidas desde dichos etiqueta de RFID y módulo de sensor para análisis en una localización distinta de una localización de dicho lector inalámbrico.

10 17. Un sistema de sensor microfluídico de laboratorio en un chip como se expone en la reivindicación 1, que incluye adicionalmente un dispositivo de medición electrónico de diodo de emisión de luz (LED) en dicha banda de ensayo de sensor.

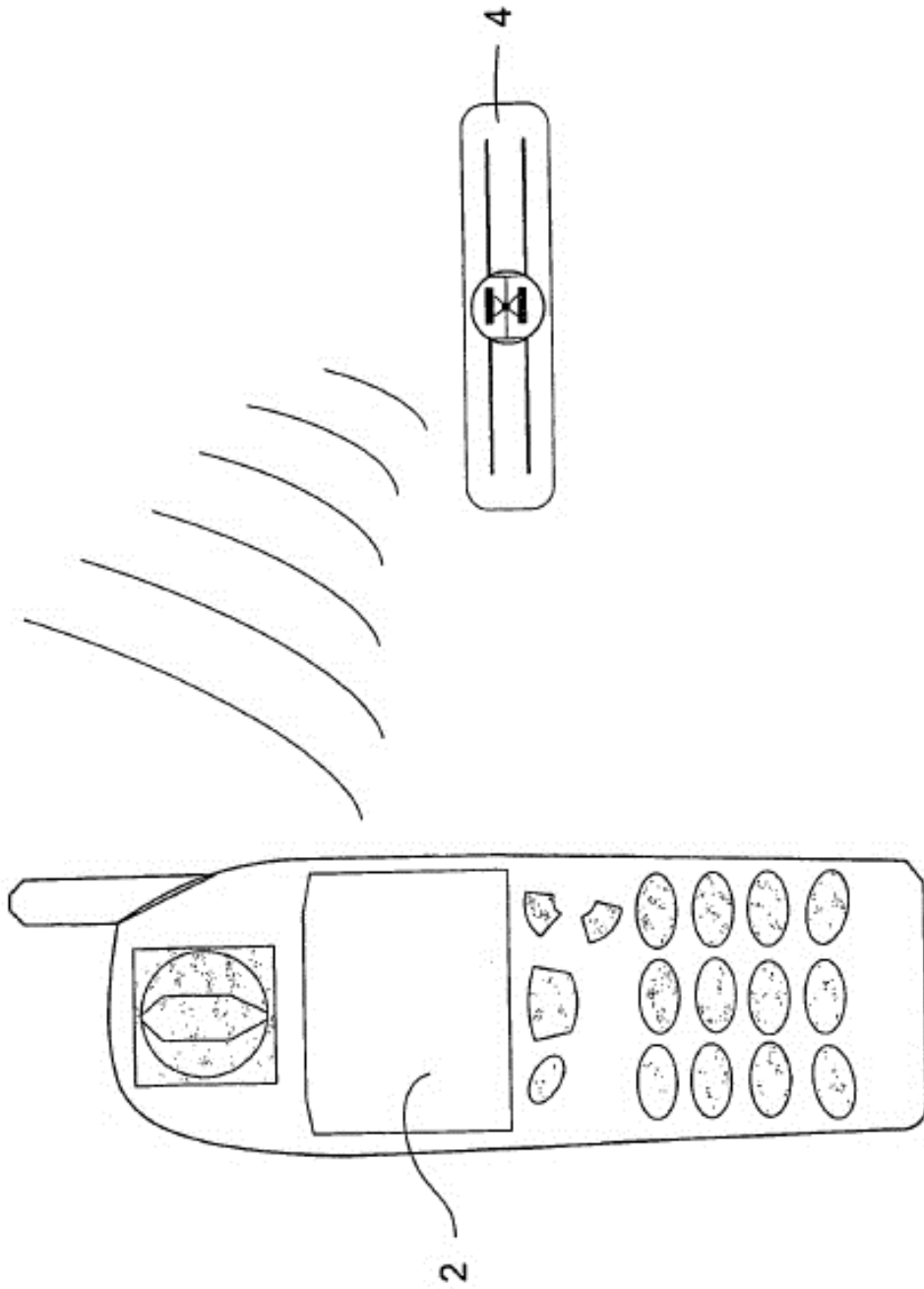


FIG. 1

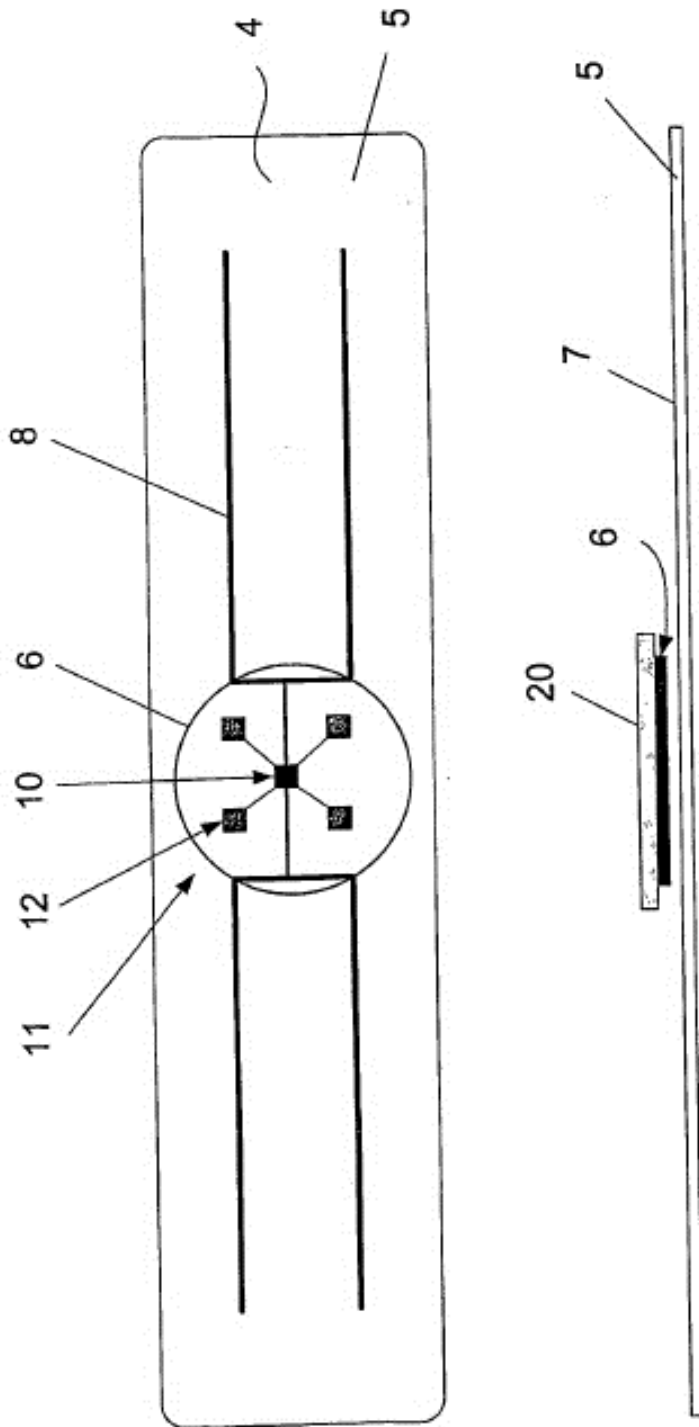


FIG. 2

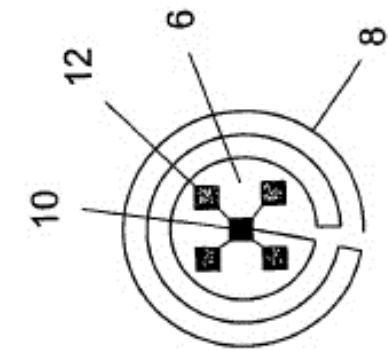


FIG. 3B

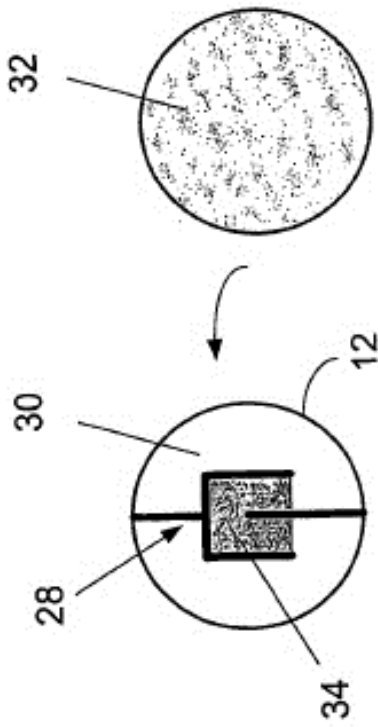


FIG. 3A



FIG. 3C

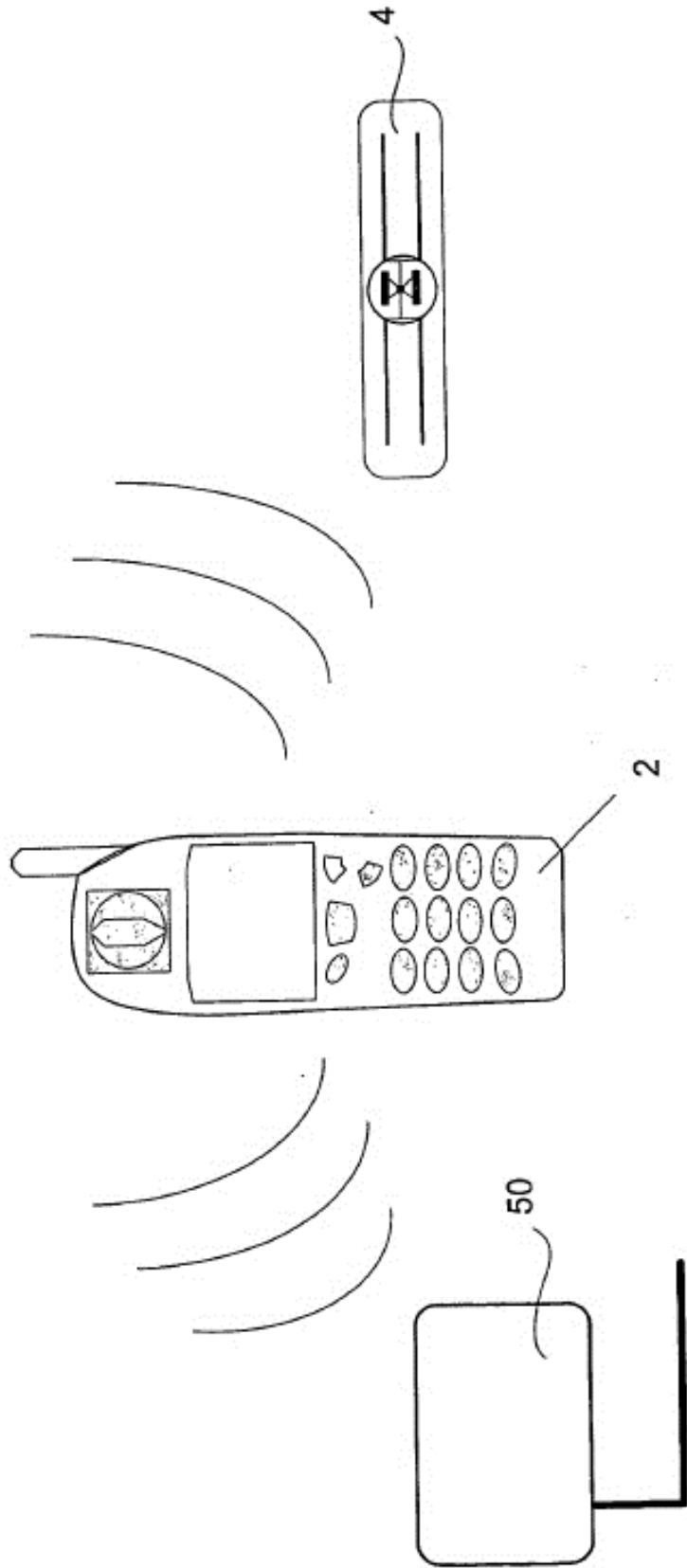


FIG. 4

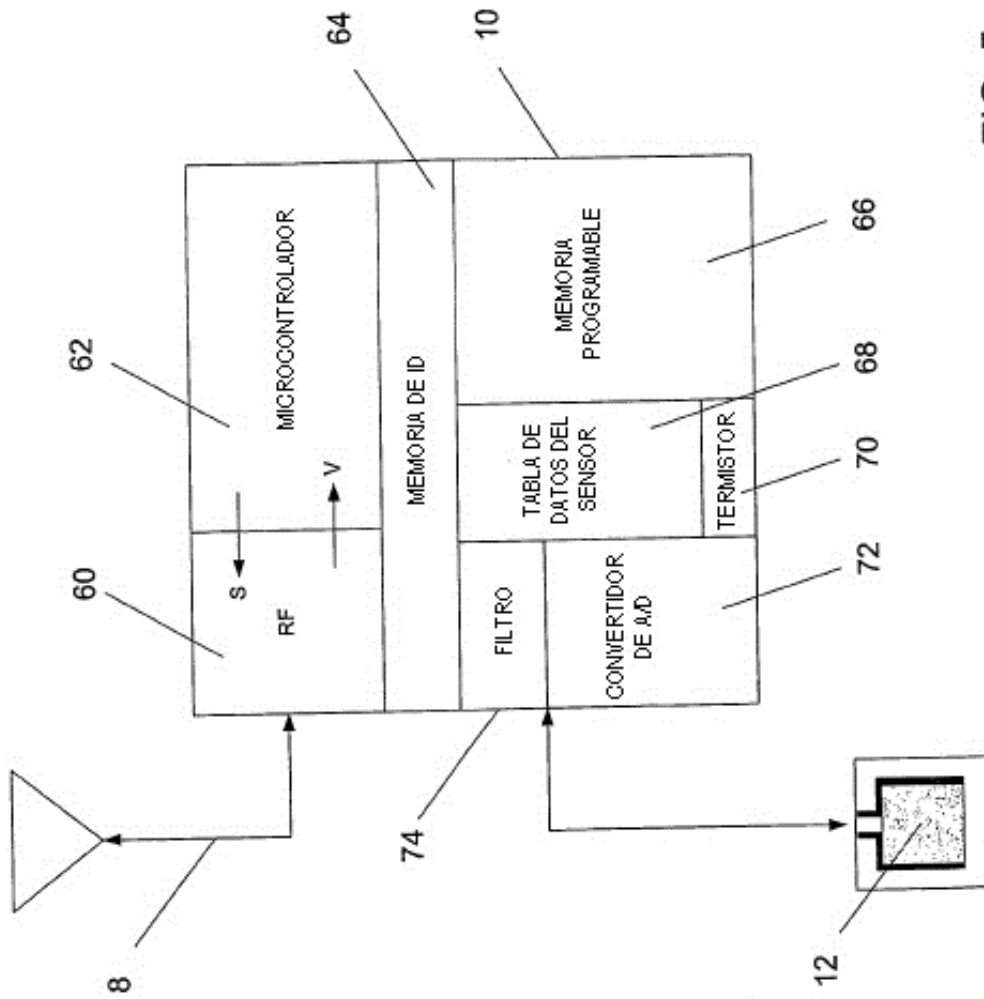


FIG. 5

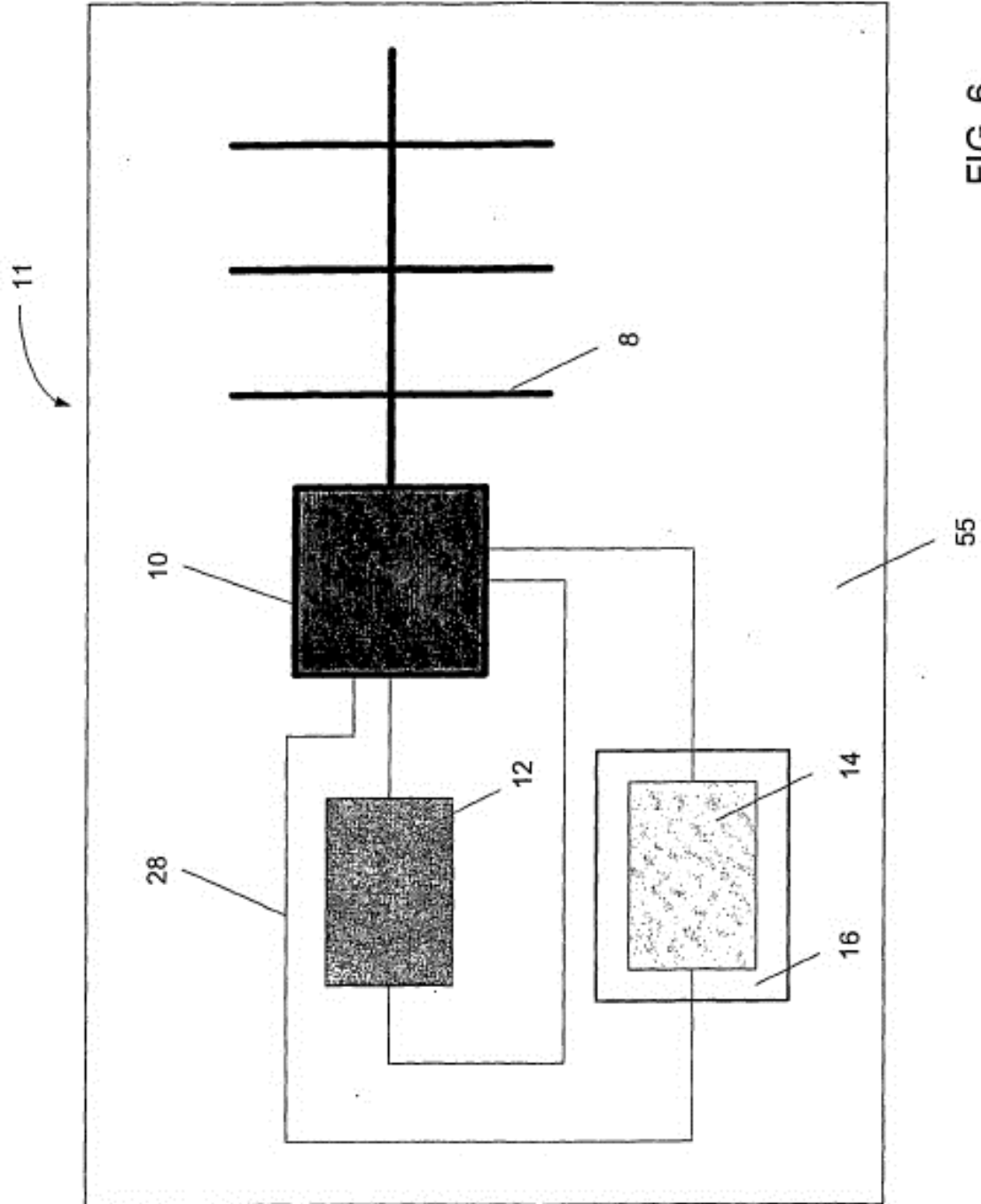


FIG. 6

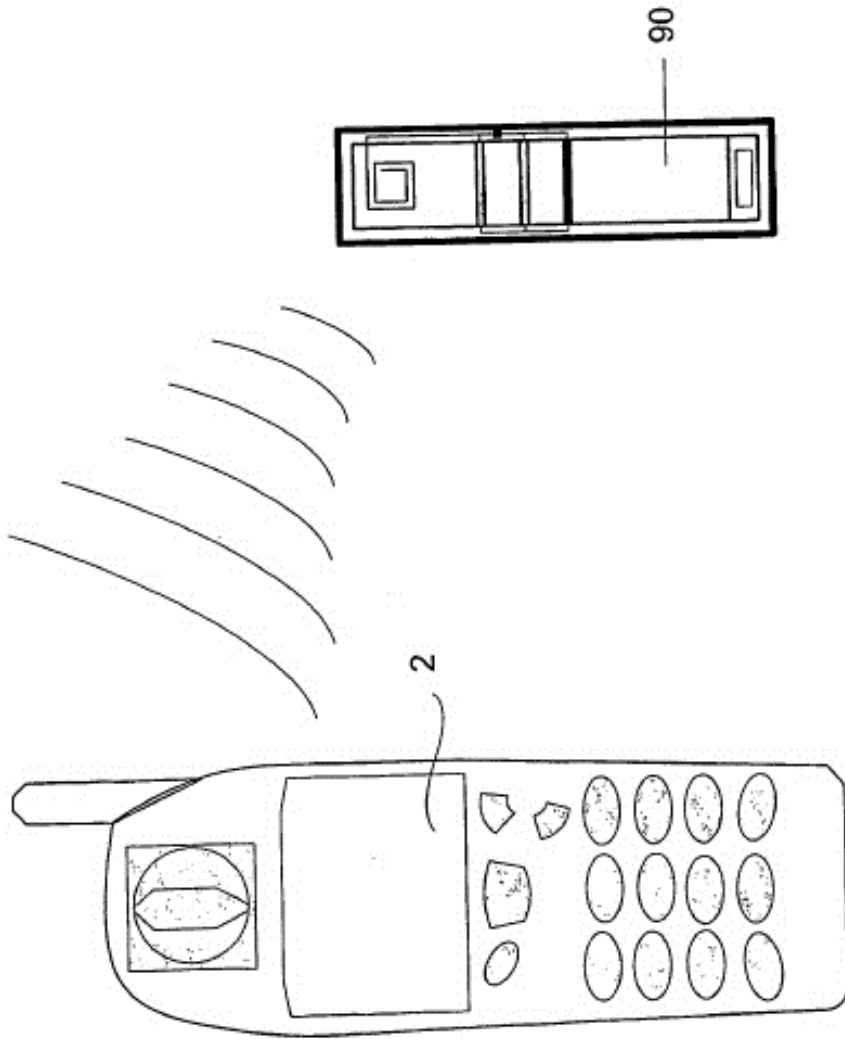


FIG. 7



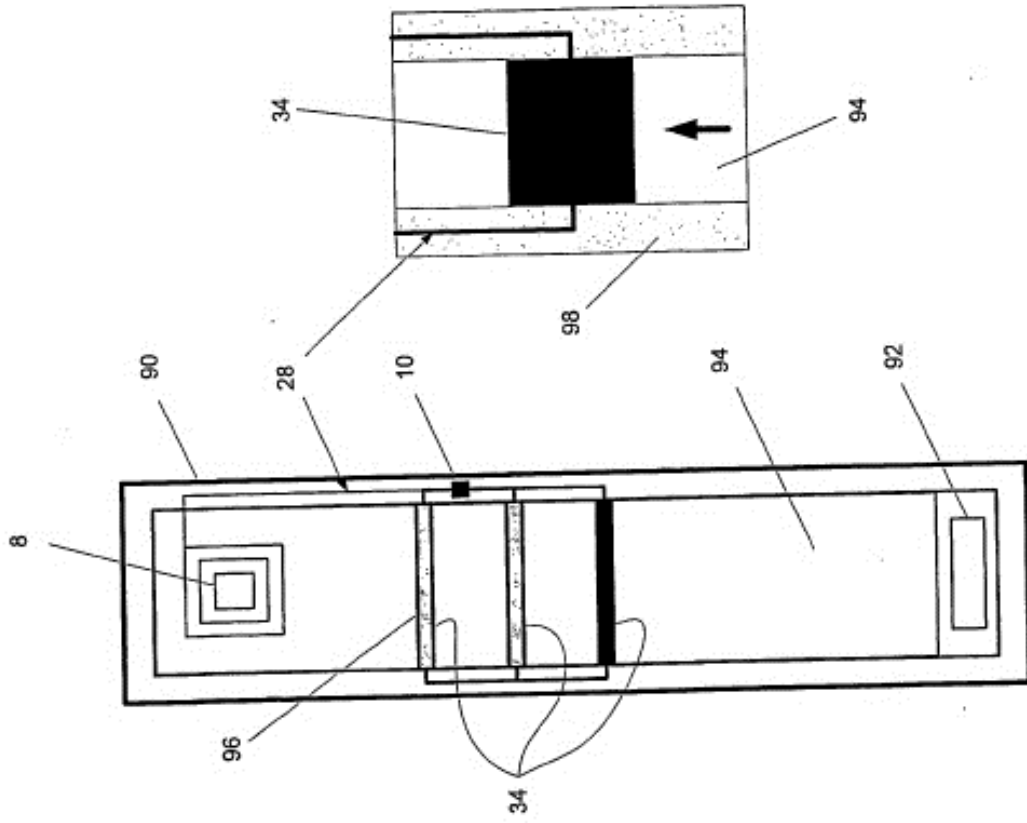


FIG. 8

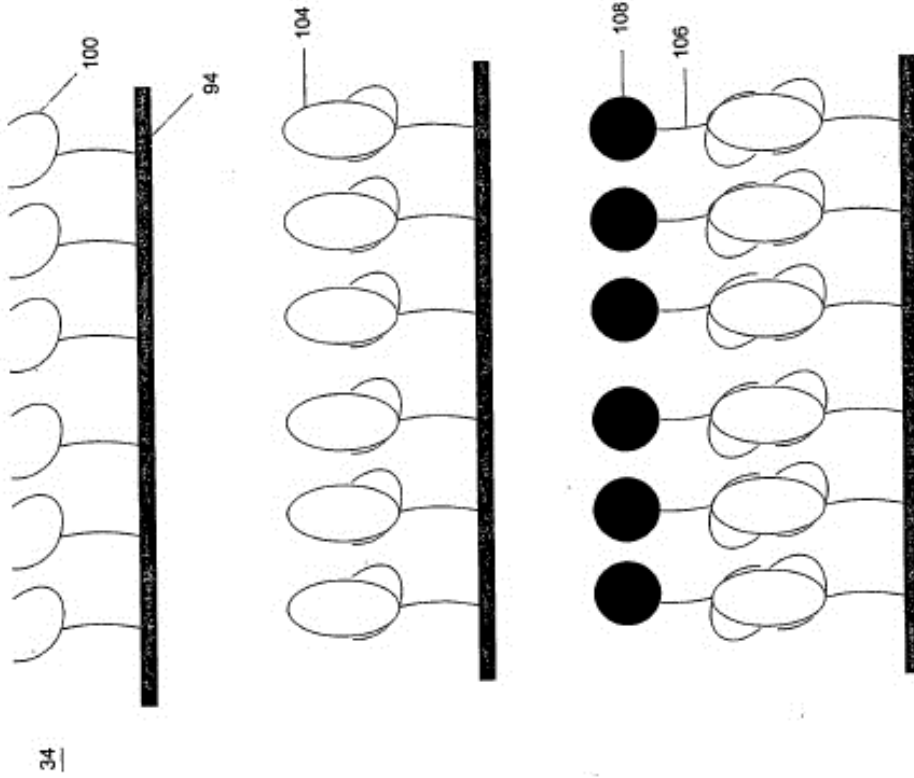


FIG. 9

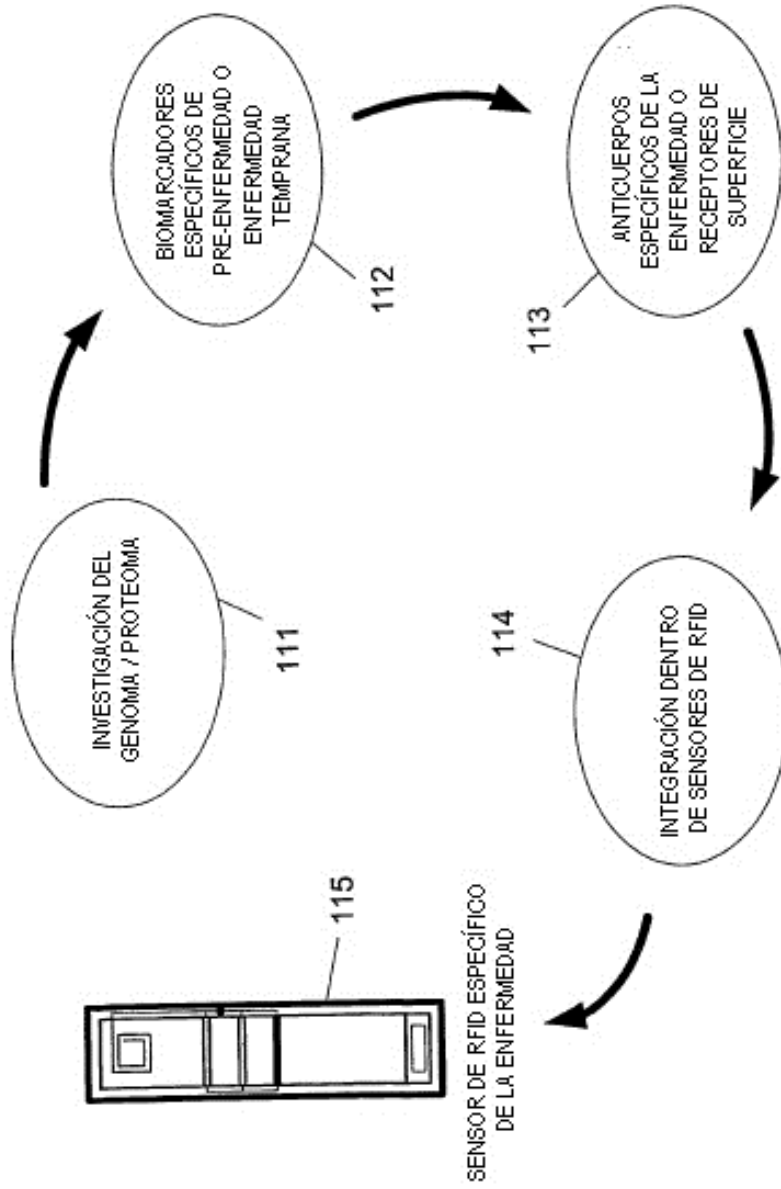


FIG. 10

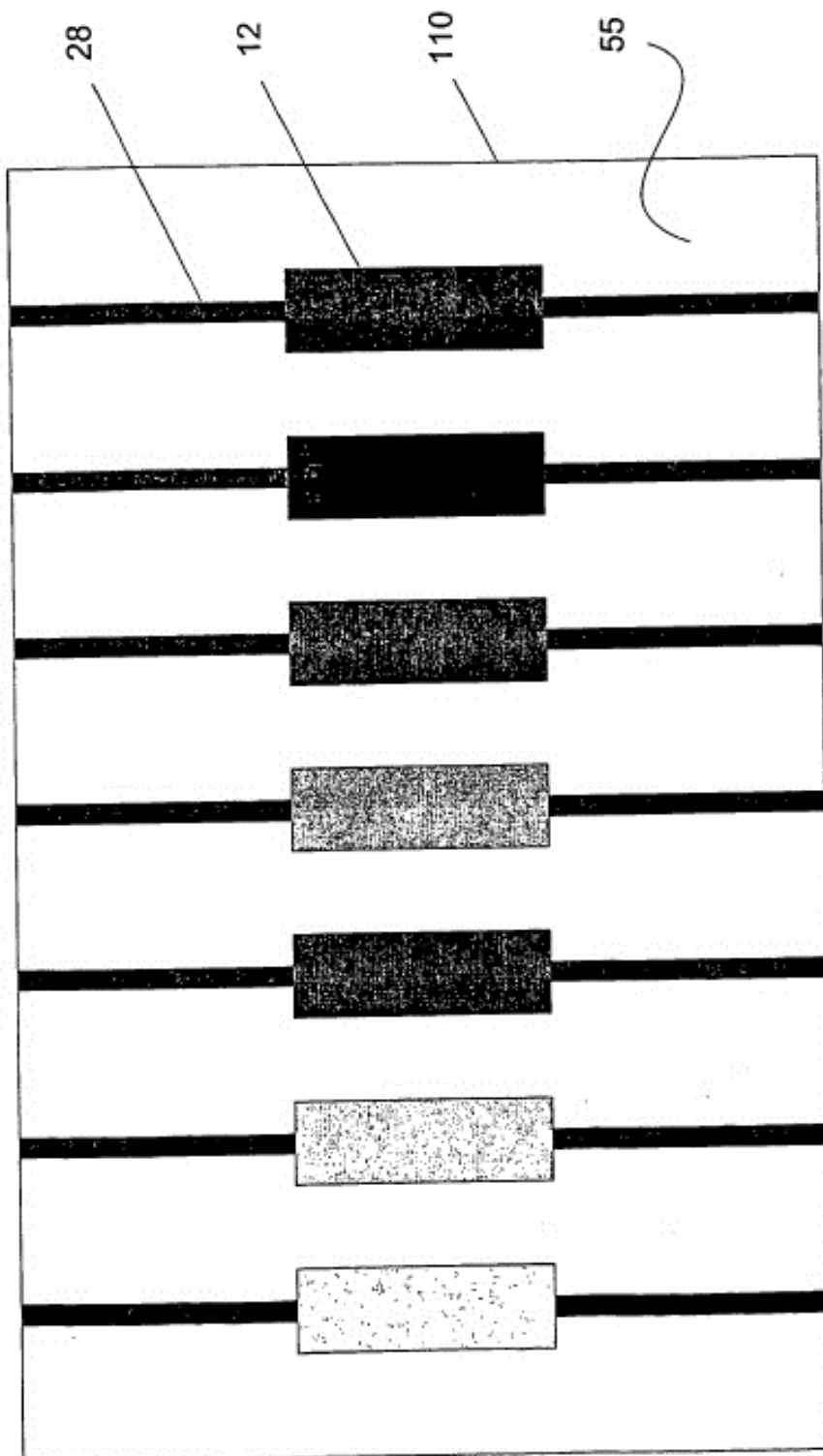


FIG. 11

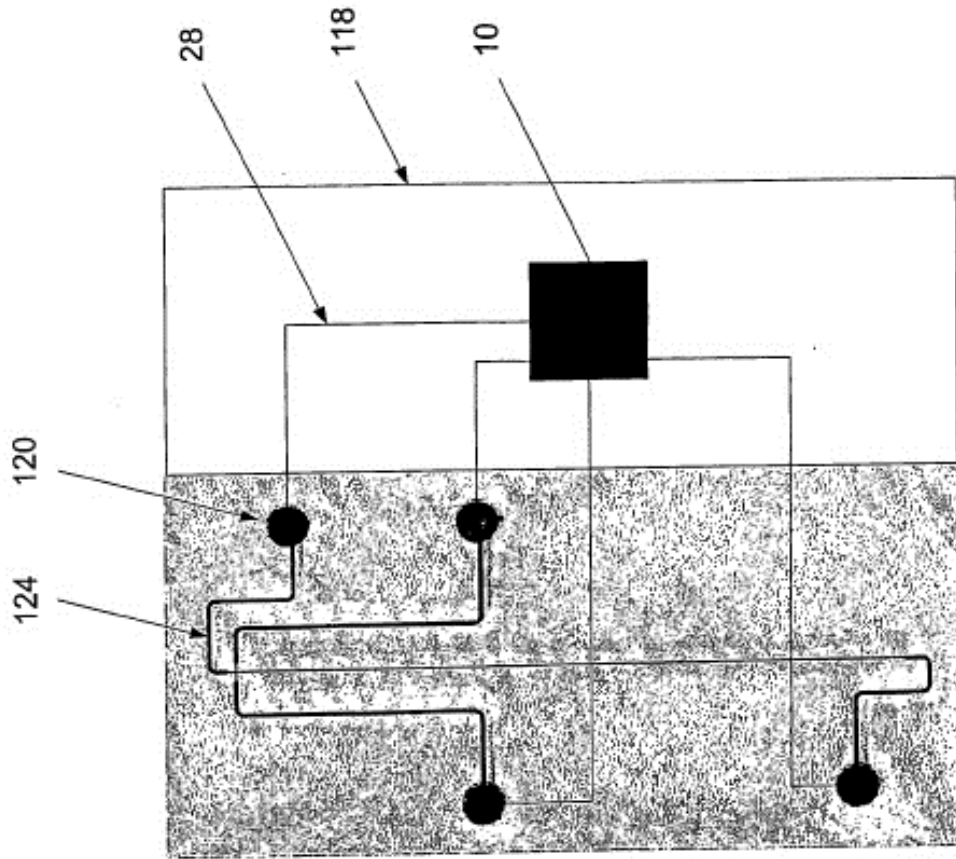


FIG. 12

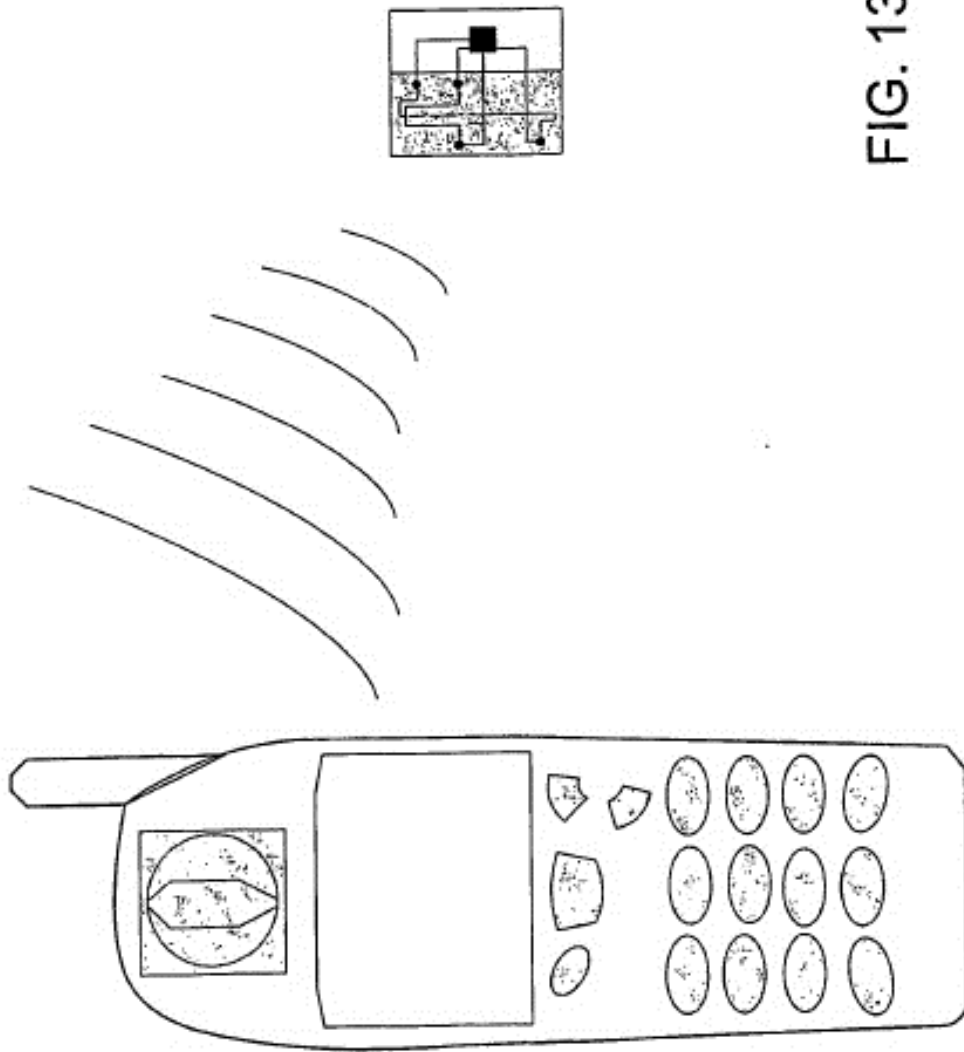


FIG. 13

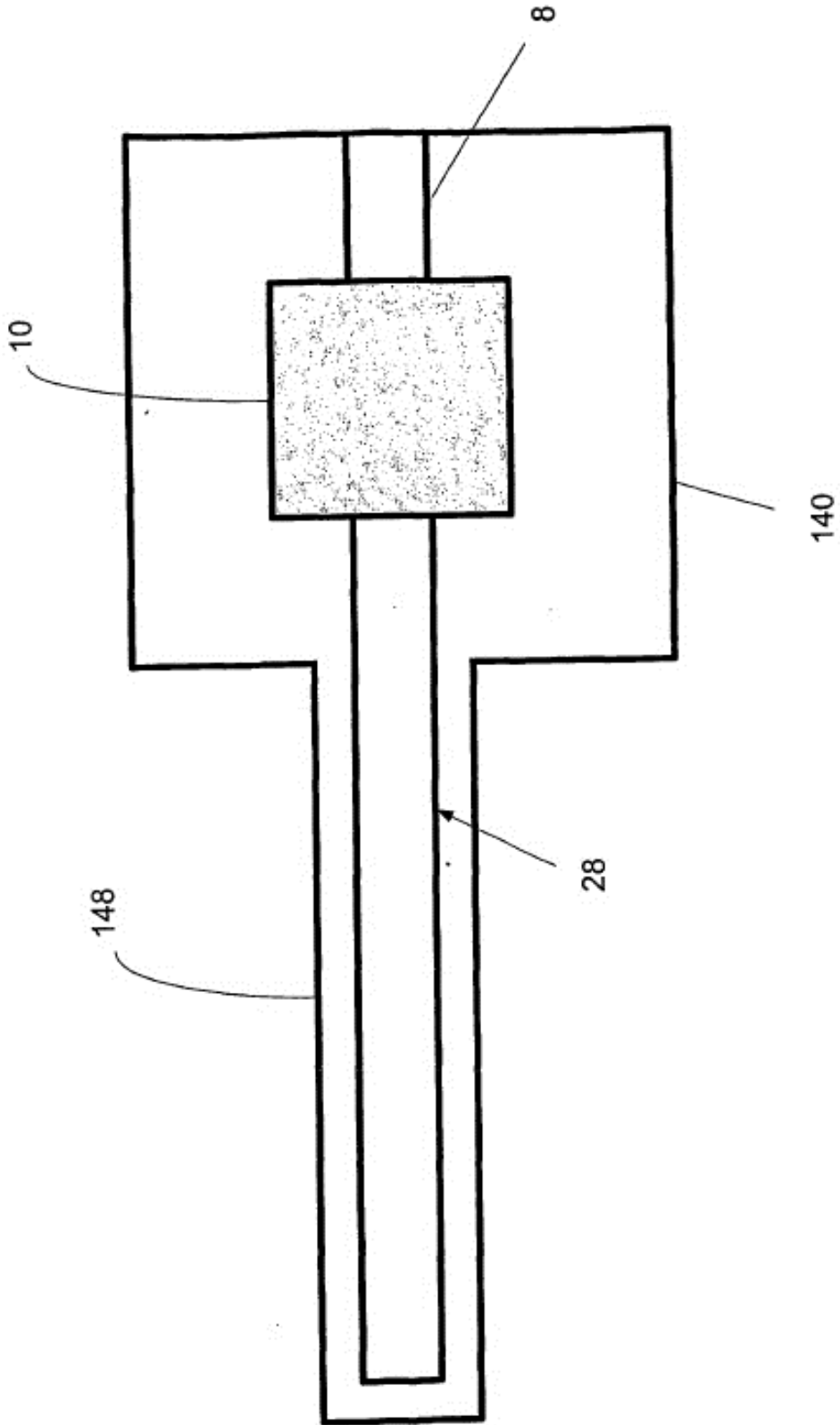


FIG. 14

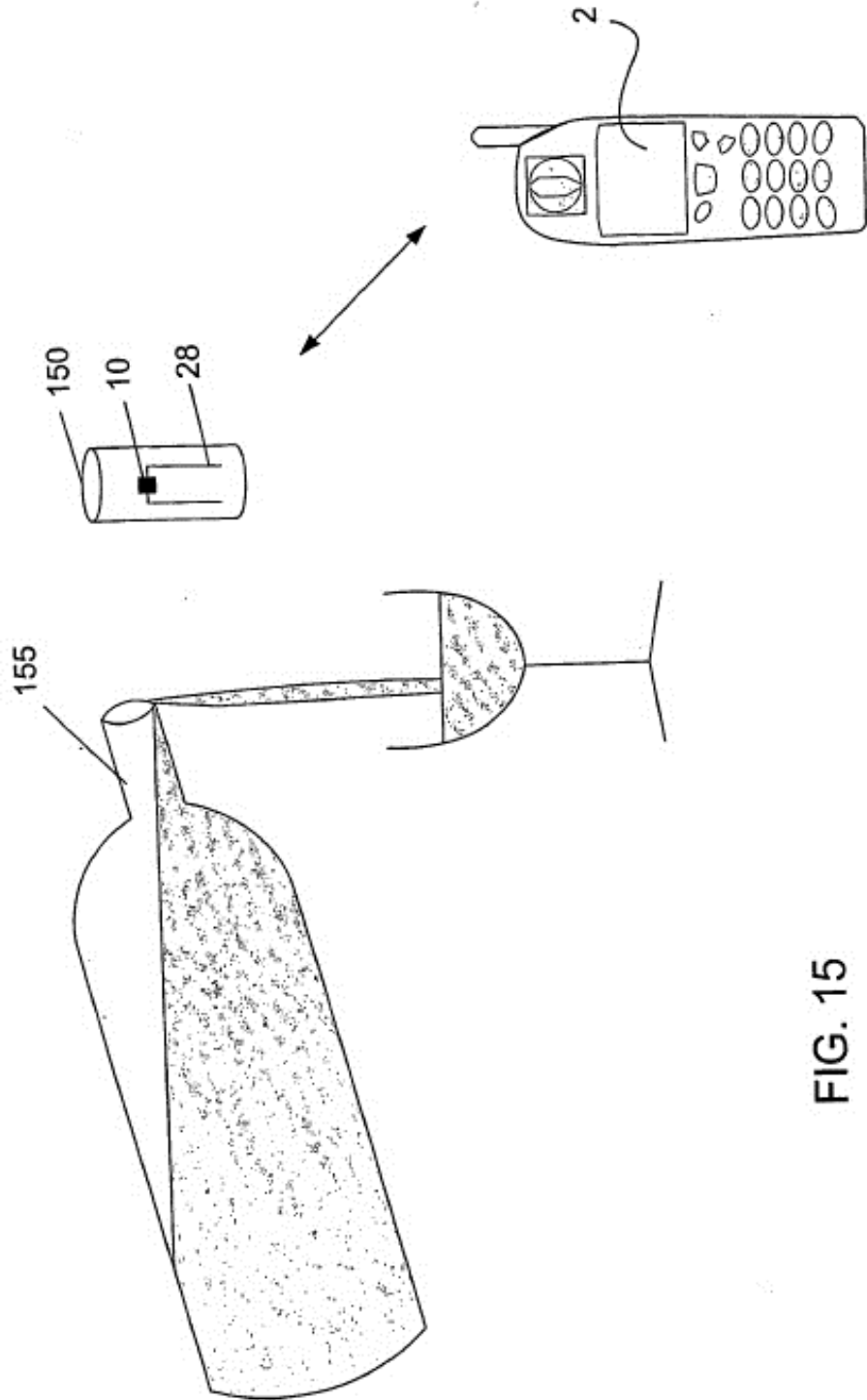


FIG. 15



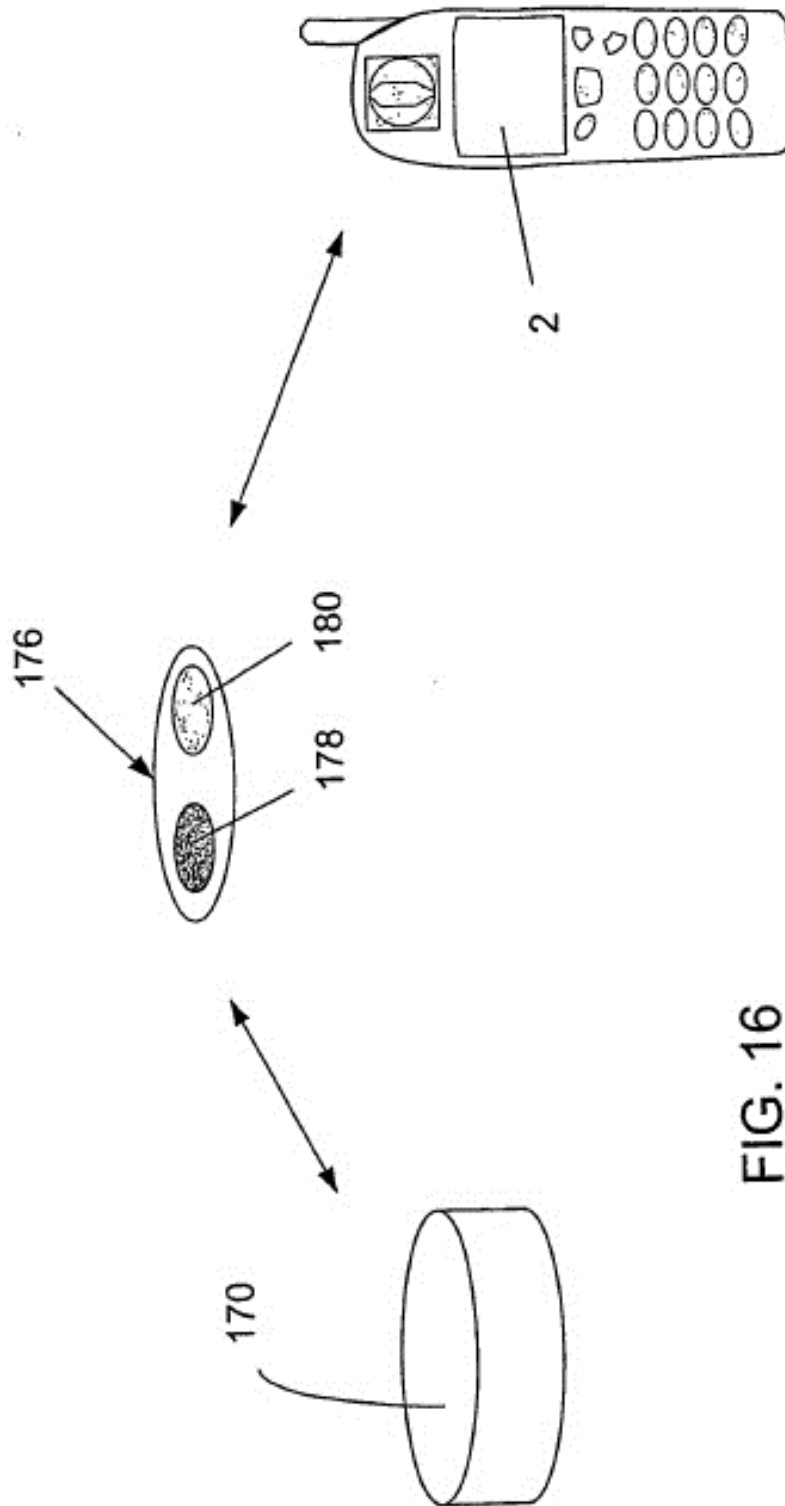


FIG. 16

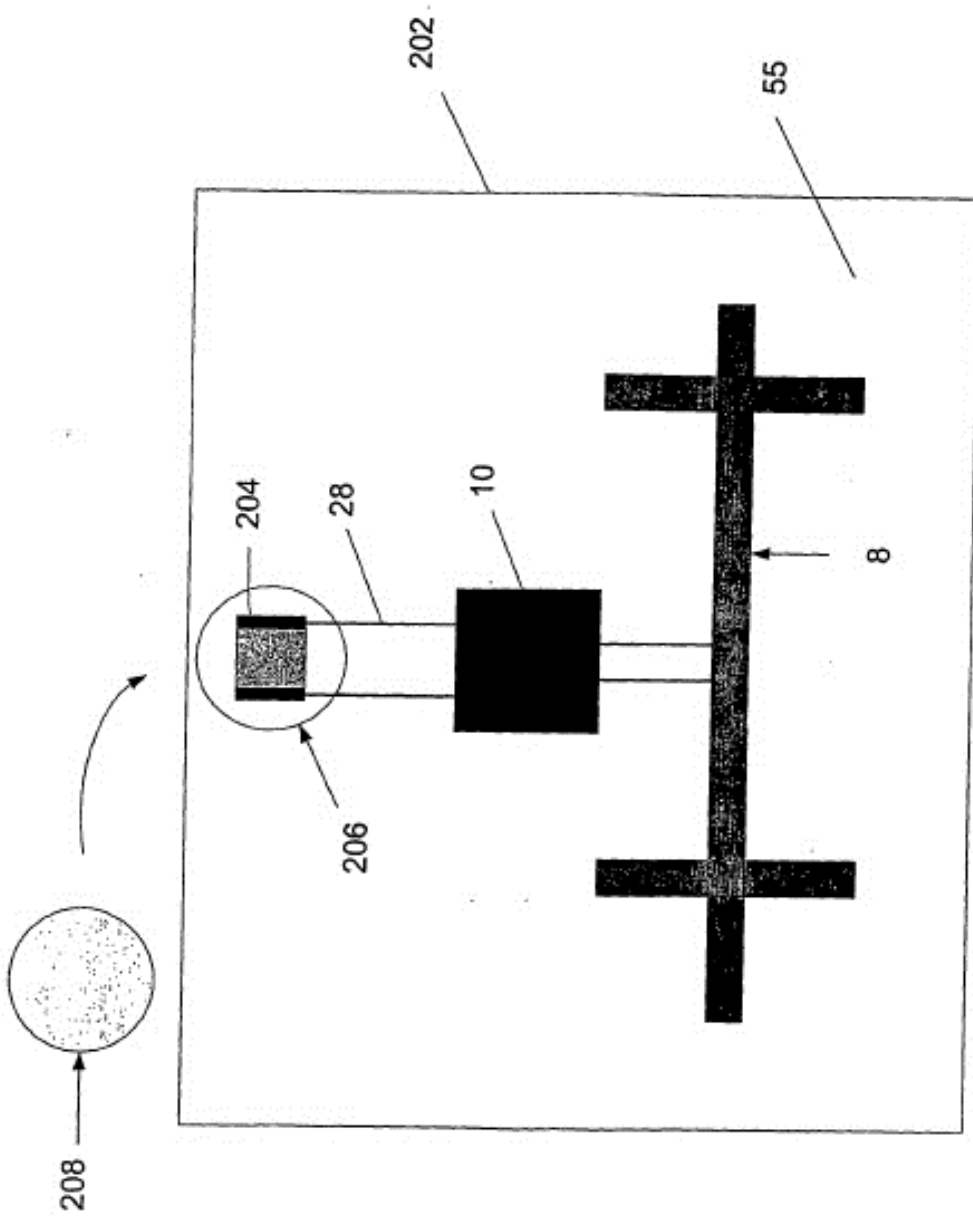


FIG. 17

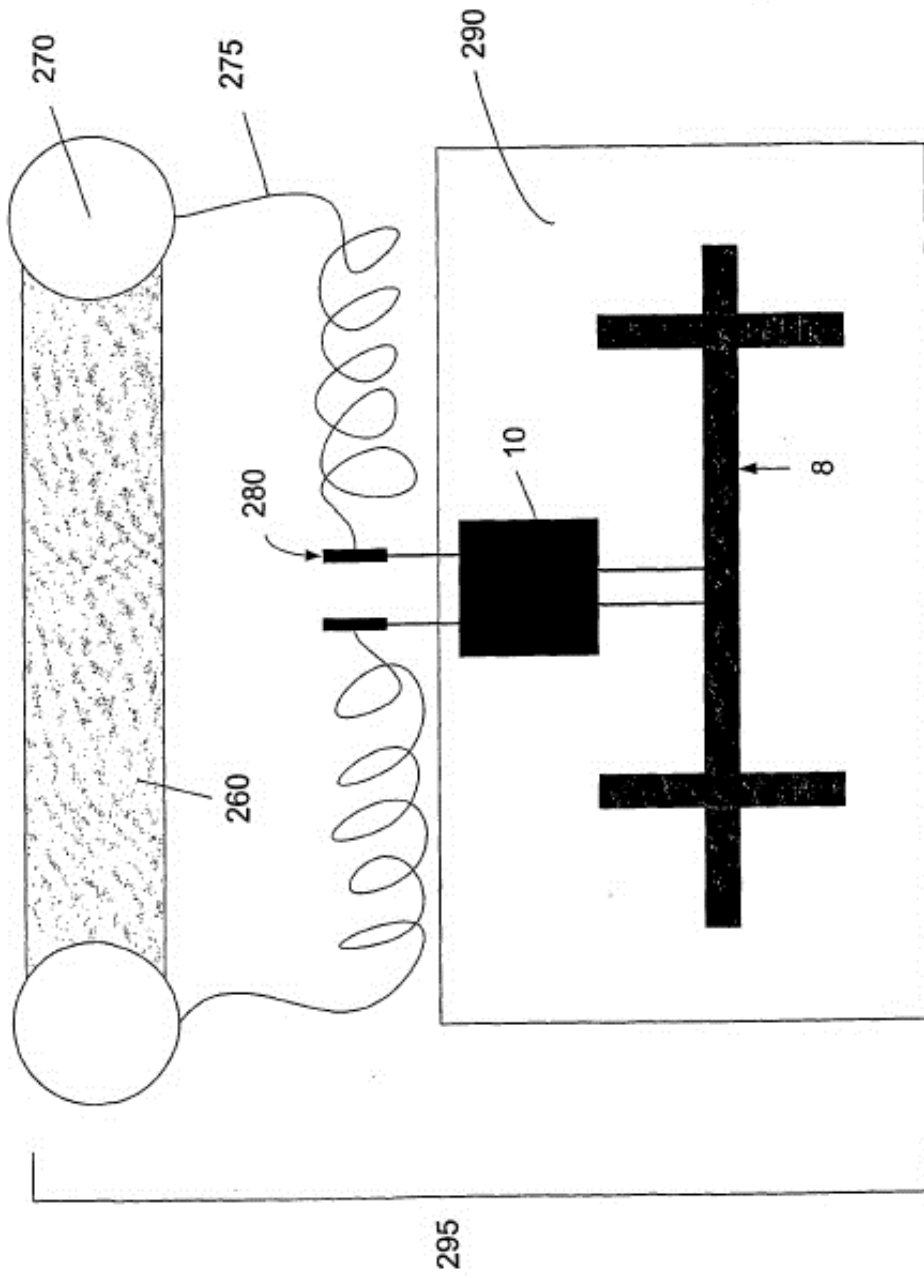


FIG. 18

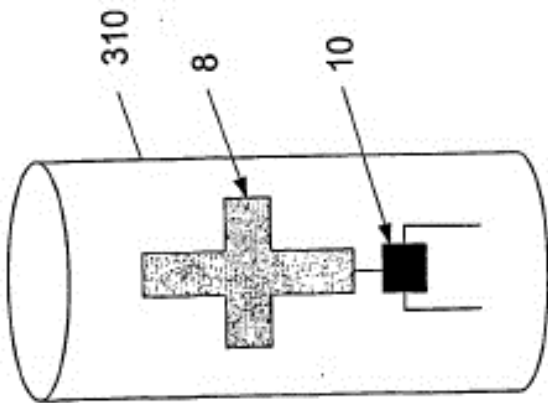


FIG. 19 A



FIG. 19 B

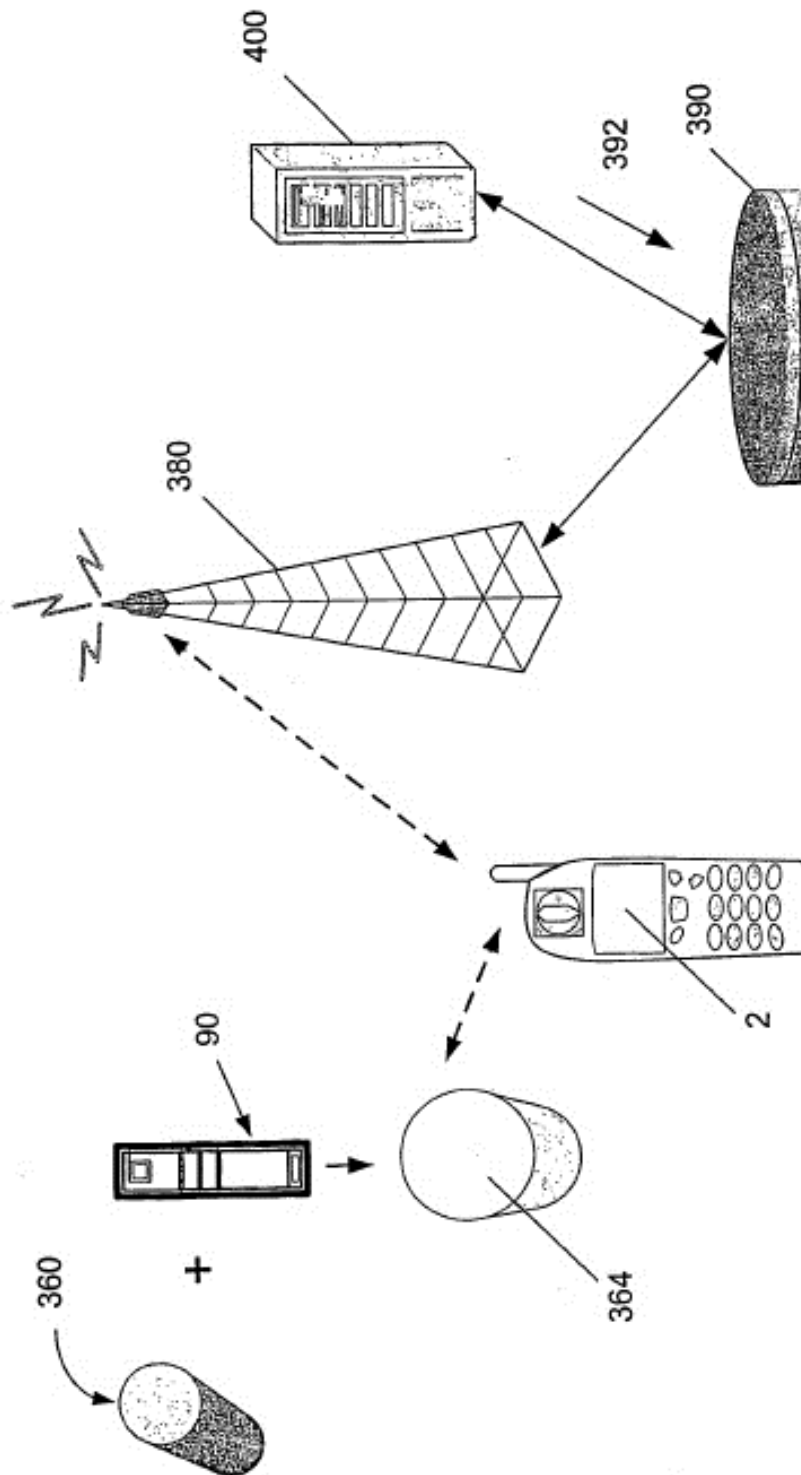


FIG. 20

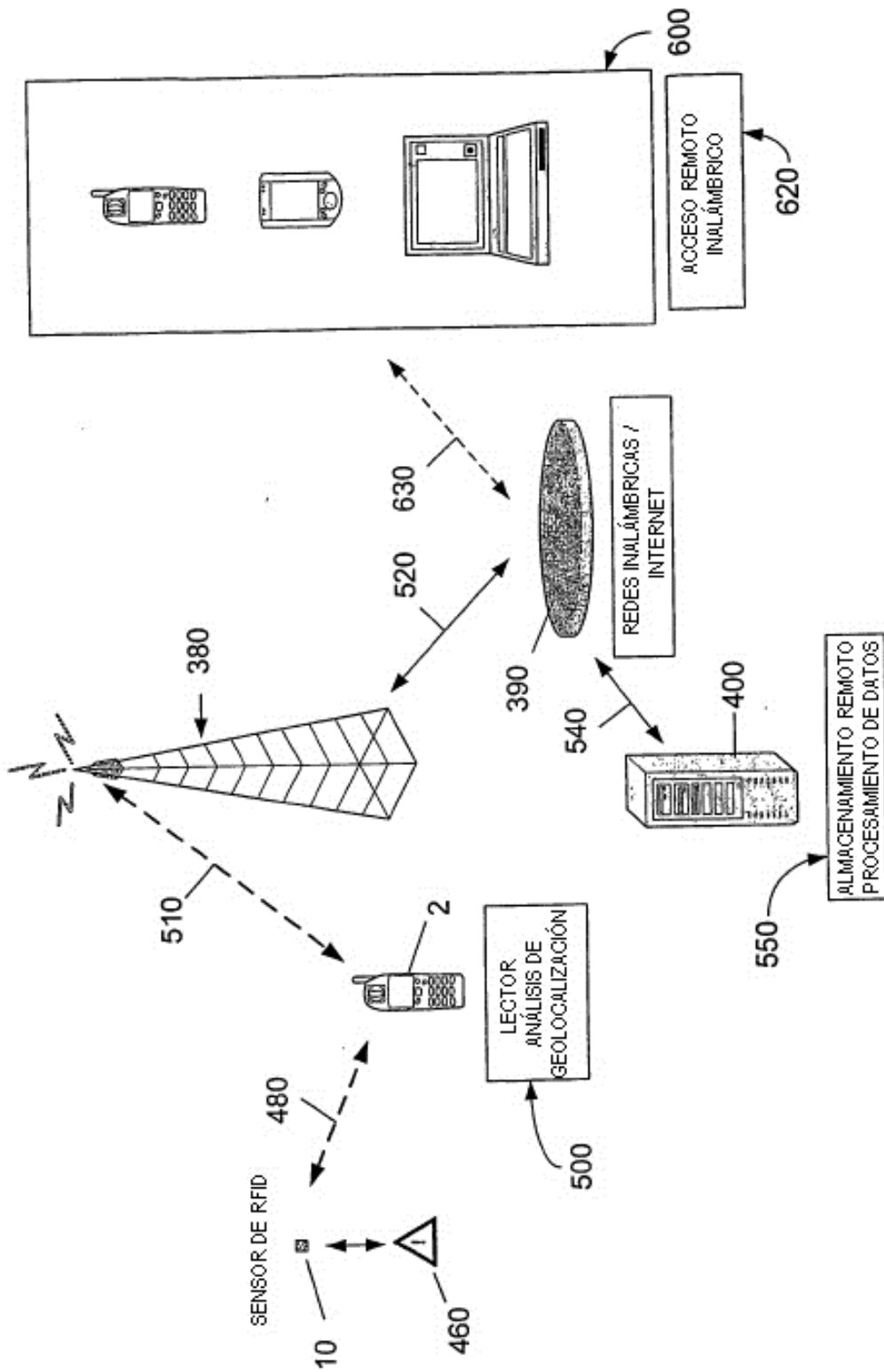


FIG. 21

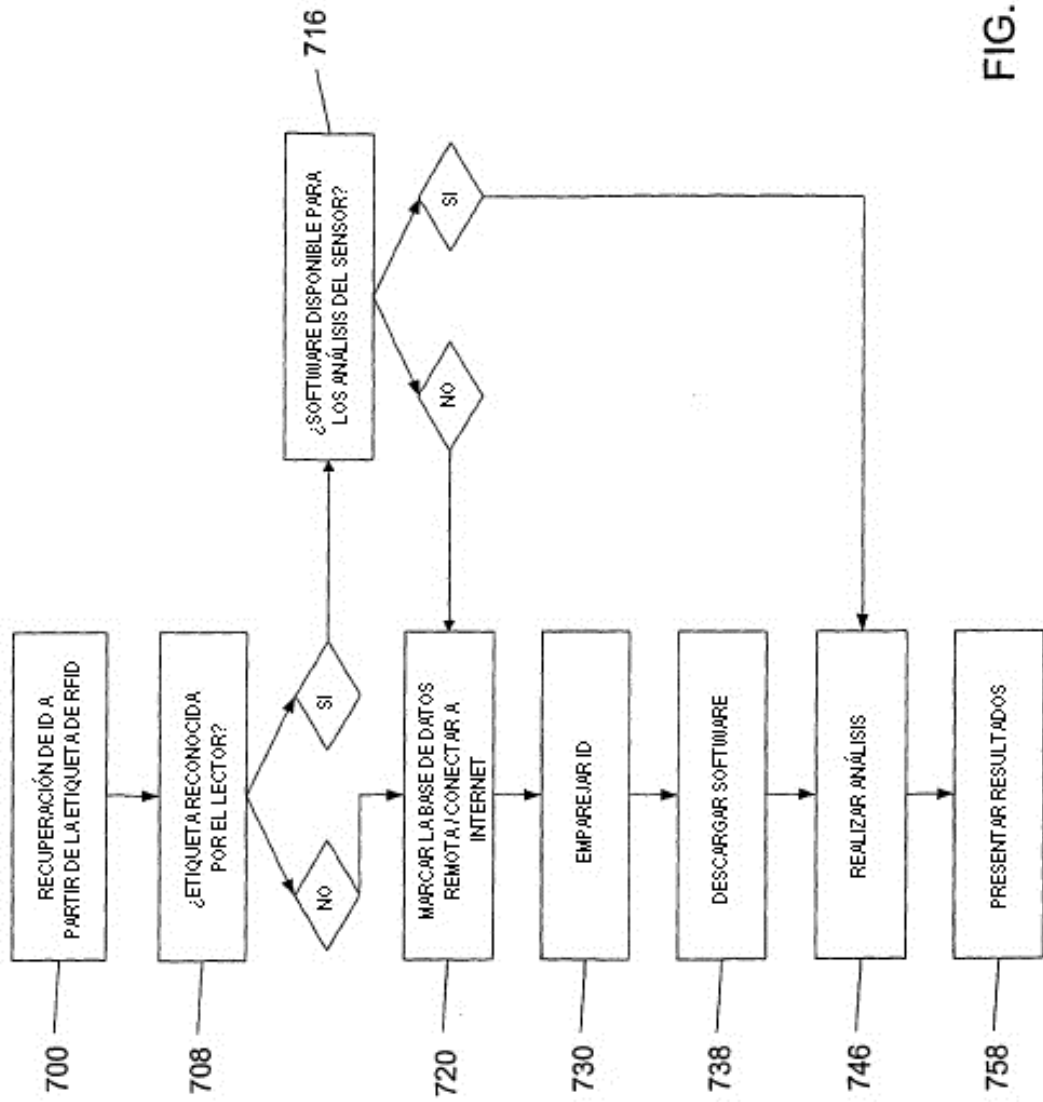


FIG. 22

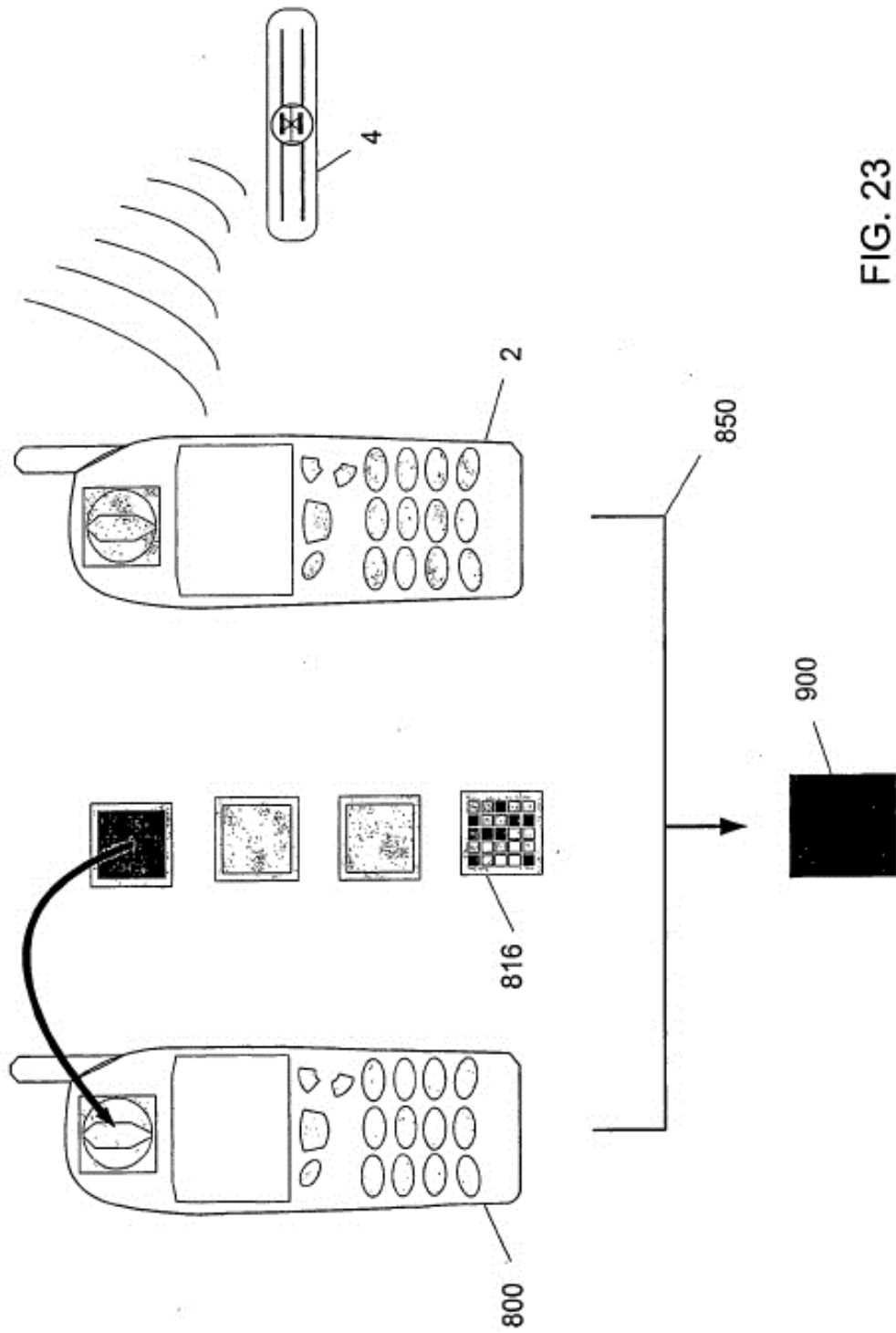


FIG. 23